

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：097139959

※申請日期：97 年 10 月 17 日

※IPC 分類：H05B 33/12 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 發光元件、發光裝置、和電子裝置

(英) Light-emitting element, light-emitting device, and electronic device

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 半導體能源研究所股份有限公司

(英) SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.

代表人：(中) 1. 山崎 舜平

(英) 1. YAMAZAKI, SHUNPEI

地 址：(中) 日本國神奈川縣厚木市長谷三九八番地

(英) 398, Hase, Atsugi-shi, Kanagawa-ken 243-0036, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 下垣 智子

(英) SHITAGAKI, SATOKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 鈴木 恆德

(英) SUZUKI, TSUNENORI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 瀨尾 哲史

(英) SEO, SATOSHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

修正
103年10月15日
封條
頁(本)

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2007/10/19 ; 2007-272003 ☒ 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：發光元件、發光裝置、和電子裝置

在包含 EL 層而該 EL 層係在一對電極之間的發光元件中，結構係形成為其中該 EL 層至少包含具有電洞注入性質之第一層（電洞注入層），及具有電洞傳輸性質而在作用為陽極之電極與具有發光性質的第三層（發光層）之間的第二層（電洞傳輸層），且該第二層之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）之絕對值係比該第一層之最高占有的分子軌道能階之絕對值更大，使得可抑制來自作用為陽極之電極側的電洞注入量，且因此，可增加發光元件的發光效率。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

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

In a light-emitting element including an EL layer between a pair of electrodes, a structure is formed in which the EL layer includes at least a first layer having a hole-injecting property (a hole-injecting layer) and a second layer having a hole-transporting property (a hole-transporting layer) between the electrode functioning as an anode and a third layer having a light-emitting property (a light-emitting layer), and the absolute value of the highest occupied molecular orbital level (HOMO level) of the second layer is larger than that of the first layer, so that the injection amount of holes from the electrode side which functions as an anode is suppressed, and thus luminous efficiency of the light-emitting element is increased.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

102：第一電極

103：EL (電發光) 層

104：第二電極

111：第一層 (電洞注入層)

112：第二層 (電洞傳輸層)

113：第三層 (發光層)

114：第四層 (電子傳輸層)

115：第五層 (電子注入層)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於其中發光物質係插入於一對電極之間的電流激勵型發光元件，具有此一發光元件的發光裝置，以及電子裝置。

【先前技術】

近年來，研究及發展已廣泛地執行於使用電發光的發光元件上。在此一發光元件的基本構造中，包含具有發光性質之物質的層係插入於一對電極之間，藉由施加電壓至此元件，可獲得來自具有發光性質之該物質的光發射。

因為此一發光元件係自身發光型，所以具有諸如像素的高可見度及無需背光之超過液晶顯示器的優點，且被認為合適以做為扁平面板顯示元件。此外，可將此一發光元件製成薄且輕，其係大大地有利；並且，此一發光元件亦具有回應速度極快之特性。

再者，因為可將此一發光元件形成為膜形式，所以可易於藉由大面積之元件的形成而獲得平面的光發射，此無法以白熾燈或 LED 所代表之點光源或以螢光燈所代表之線光源而輕易達成。因此，發光元件具有當作面光源之高實用價值，而可應用於照明及類似者。

使用電發光的發光元件係依據具有發光性質之物質是否係有機化合物或無機化合物而粗略地分類。在本發明中，係使用有機化合物以做為具有發光性質之物質；在該情

況中，藉由施加電壓至發光元件，可將電子及電洞自一對電極來注入至包含具有發光性質之有機化合物的層之內，使得電流流動，然後，由該等載子（電子及電洞）的復合，具有發光性質的有機化合物會形成激勵狀態，且當該激勵狀態回返至接地狀態時，會發射出光。

根據此機制，此一發光元件係稱為電流激勵型發光元件。注意的是，可具有單重線激勵狀態及三重線激勵狀態以做為由有機化合物所形成之激勵狀態的類型，且在單重線激勵狀態的情況中所發射出的光係稱為螢光，以及在三重線激勵狀態的情況中所發射出的光係稱為磷光。

在改善此一發光元件的元件特徵中，存在有根據物質之許多問題；因此，為了解決該等問題，已執行元件構造之改善，物質之發展，及其類似者。

例如，在非專利之文件 1（：Tetsuo TSUTSUI，及其他八個人，日本應用物理期刊，第 38 冊，第 1502 至 1504 行（1999 年））中，藉由電洞阻隔層之設置，使用磷光性物質之發光元件會有效率地發射出光；然而，如該非專利之文件 1 中所描述地，存在有其中該電洞阻隔層不具有耐久性及該發光元件的壽命會很短的問題。

【發明內容】

鑑於上述問題，本發明之目的在於提供一種發光元件，其係由形成具有與習知構造不同的構造之發光元件，而具有高的發光效率及比習知發光元件更長的壽命；本發明

之另一目的在於提供具有高的發光效率之一種發光裝置和一種電子裝置。

本發明之一特徵係一種包含 EL 層之發光元件，該 EL 層係在一對電極之間，其中該 EL 層至少包含具有電洞注入性質之第一層（電洞注入層）及具有電洞傳輸性質之第二層（電洞傳輸層），該第一層及第二層係在具有發光性質之第三層（發光層）與作用為該對電極之陽極的電極之間；且該第二層之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）之絕對值係比該第一層之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）之絕對值更大。

注意的是，在上述構造中之第二層的 HOMO 能階之絕對值係比第一層的 HOMO 能階之絕對值更大 0.1eV（電子伏特）或 0.1eV 以上。

在本發明中，具有上述構造之發光元件的形成可形成能隙於第一層（電洞注入層）與第二層（電洞傳輸層）之間，且可抑制電洞自第一層（電洞注入層）進入至第二層（電洞傳輸層）之內的注入量，該等電洞係自作用為陽極之電極側而注入。因此，可增加發光元件的發光效率。

除了上述構造之外，本發明之另一特徵係控制電子之傳輸的第四層（載子控制層），該第四層係包含於作用為陰極之電極與該第三層（發光層）之間；該第四層係由具有電子傳輸性質之第一有機化合物及具有電洞傳輸性質之第二有機化合物所形成；以及該第二有機化合物的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小。注意的是，較佳地控

制第二有機化合物之濃度，使得其含量變成總含量的 1wt%（重量百分比）至 20wt%。

本發明之另一特徵在於，在上述構造之中，在使第四層（載子控制層）動力地作用的情況中，第二有機化合物之最低未占有的分子軌道能階（LUMO 能階）之絕對值具有與第一有機化合物之最低未占有的分子軌道能階（LUMO 能階）之絕對值之小於或等於 0.3eV 的差值，且當第一有機化合物之偶極矩係 P_1 及第二有機化合物之偶極矩係 P_2 時，滿足 $P_1/P_2 \geq 3$ 的關係。

較佳的是，在上述構造中，使用金屬錯合物於第一有機化合物，以及使用芳香胺化合物於第二有機化合物。

本發明之另一特徵在於，除了上述構造之外，在使第四層（載子控制層）熱力學地作用的情況中，第四層係由具有電子傳輸性質之第一有機化合物及具有電子陷獲性質之第二有機化合物所形成，且該第二有機化合物的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小。注意的是，更佳地控制第二有機化合物之濃度，使得其含量變成總含量的 0.1wt% 至 5wt%。本發明之另一特徵在於，該第二有機化合物之 LUMO 能階的絕對值係比該第一有機化合物之 LUMO 能階的絕對值更大 0.3eV 或 0.3eV 以上。再者，較佳的是，使用金屬錯合物於第一有機化合物，以及使用香豆素衍生物或喹吖啶酮衍生物於第二有機化合物。

較佳的是，在上述構造中，第四層之厚度係大於或等於 5 奈米（nm）且小於或等於 20nm。

較佳的是，在上述構造的各個構造中，第三層（發光層）包含具有電子傳輸性質的材料。

本發明在其種類中包含具有上述發光元件的發光裝置和具有該發光裝置的電子裝置，在此說明書中之發光裝置表示影像顯示裝置、發光裝置、或光源（包含照明系統）。此外，該發光裝置在其種類中包含以下模組之任一模組：其中將諸如撓性印刷電路（FPC）、卷帶自動接合（TAB）帶、或卷帶承載器封裝（TCP）之連接器附加至發光裝置的模組；具備配置有印刷電路板於其末端之TAB帶或TCP的模組；以及具有由晶片在玻璃上（COG）之方法而直接將積體電路（IC）安裝於發光元件上的模組。

本發明可抑制其係發光元件之載子的電洞自第一層（電洞注入層）進入至第二層（電洞傳輸層）之內的注入層；因此，可增加發光層之內的復合或然率，且可增加發光元件的發光效率。此外，藉由能降低電子傳輸速率之結構的組合，可獲得具有高的效率及長的壽命之發光元件。再者，藉由應用本發明之發光元件至發光裝置及電子裝置，可獲得具有降低之功率消耗的電子裝置。

【實施方式】

本發明之實施例模式將參照附圖而詳細地敘述於下文中。注意的是，本發明並未受限於下文之說明，且本發明之模式及細節可以以各式各樣的方式來加以修正，而不會背離本發明之目的及範疇。因此，本發明不應被解讀為受

限於下文之實施例模式的說明。

〔實施例模式 1〕

在實施例模式 1 之中，將敘述本發明之具有能抑制電洞自發光元件的第一層（電洞注入層）進入至第二層（電洞傳輸層）之內的注入層之構造的發光元件。

在實施例模式 1 之中的發光元件包含作用為陽極之第一電極，作用為陰極之第二電極，以及設置於第一電極與第二電極之間的 EL 層。關於 EL 層，可接受的是，只要至少電洞注入層、電洞傳輸層、及發光層係順序地堆疊自第一電極側；該電洞注入層係由易於注入電洞而不拘第一電極之功函數的複合材料所形成；以及電洞傳輸層及電洞注入層係設置使得電洞傳輸層之 HOMO 能階（絕對值）變得比電洞注入層之 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）即可。在其他層之上，並無特殊之限制。當施加電壓至第一電極 102 及第二電極 104 以致使第一電極 102 的電位變得比第二電極 104 的電位更高時，實施例模式 1 中之發光元件會發射出光。

如第 1 圖中所示地，將描述該情況，其中 EL 層 103 具有包含自第一電極 102 側起之第一層（電洞注入層）111，第二層（電洞傳輸層）112，第三層（發光層）113，第四層（電子傳輸層）114，及第五層（電子注入層）115 的構造於該處。

在第 1 圖中所示之發光元件的 EL 層 103 之中，第一

層（電洞注入層）111 係使用其中具有受體性質之物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物質中的複合材料所形成；因此，費密（Fermi）能階會偏移且帶加熱會在第一層（電洞注入層）111 與第一電極 102 之間的介面附近發生。從而，靠近於第一電極 102 與第一層（電洞注入層）111 間之介面的注入障壁變小（或實際地消失），且因此，自第一電極 102 進入至第一層（電洞注入層）111 之內的電洞穿隧注入，彷彿形成歐姆接觸般地變得可行。

第二層（電洞傳輸層）112 及第一層（電洞注入層）111 係設置，使得第二層（電洞傳輸層）112 之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）變得比第一層（電洞注入層）111 之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）更深（更大）。此一結構可抑制電洞自第一層（電洞注入層）111 進入至第二層（電洞傳輸層）112 的注入量；因此，在該結構的情況中會比在其中並未設置由於第二層（電洞傳輸層）112 之能隙的情況中抑制更多之進入第三層（發光層）113 之內的電洞注入量。注意的是，特定地，該第二層 112 之 HOMO 能階的絕對值係較佳地比第一層 111 之 HOMO 能階的絕對值大 0.1eV （電子伏特）或 0.1eV 以上。

注意的是，第 1 圖中所示之結構的形成可抑制電洞進入至第三層（發光層）113 之內的注入量；因此，可達成發光元件之更高的效率。

因此，在本發明中，如上述地，相較於使用其中第二

層（電洞傳輸層）112 之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）係比第一層（電洞注入層）111 之 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）之簡單結構而企圖增加元件效率的情況，藉由使用其中具有受體性質之物質係包含於具有高電洞傳輸性質的物質中之複合材料來形成第一層（電洞注入層）111，可保持驅動電壓中之增加最小化。

第 1 圖中所示之本發明的此一構造係有效的，尤其是在其中第三層（發光層）113 包含具有電子傳輸性質之物質的情況中。在其中第三層（發光層）113 包含具有電子傳輸性質之物質的情況中，發光區係座落於第三層（發光層）113 與第二層（電洞傳輸層）112 間的介面附近；接著，若由於過多的電洞而產生陽離子於介面附近時，則因為陽離子作用為猝滅劑，所以發光效率會有效地降低。然而，因為本發明之構造可抑制電洞的注入量，所以可抑制圍繞著第三層（發光層）113 之陽離子的產生以及發光效率中的降低；因此，可形成具有高的發光效率之發光元件。

將參照第 2A 及 2B 圖來說明實施例模式 1 中之發光元件的構造。基板 101 被使用以做為發光元件的支撐物，例如可使用玻璃、石英、塑膠、或其類似物於基板 101。

基板 101 可留在其係使用本發明發光元件之產物的發光裝置或電子裝置之中；選擇性地，基板 101 可僅用作發光元件之製造方法中的支撐物，而無需留在最終產物之中。

較佳地，形成於基板 101 上之第一電極 102 係由各具有高的功函數（特定地，大於或等於 4.0eV 的功函數）之金屬、合金、導電性化合物，其之混合物，或其類似物所形成。特定地，例如可獲得以下：銦錫氧化物（ITO），含有矽或氧化矽之銦錫氧化物、銦鋅氧化物（IZO），含有氧化鎢及氧化鋅之氧化銦（IWZO），及其類似物。此外，可給定金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti），金屬材料之氮化物（例如，氮化鈦），及其類似物。然而，在本發明中，因為形成與第一電極 102 接觸之 EL 層 103 中的第一層 111 係使用易於注入電洞而不拘第一電極 102 之功函數的複合材料所形成，所以可使用所有已知的材料，只要該材料可使用為電極材料即可（例如，金屬、合金、導電性化合物，其之混合物，以及屬於週期表之族 1 或族 2 的元素）。

該等材料常由濺鍍法所形成，例如銦鋅氧化物（IZO）可由使用其中將 $1\text{wt}\%$ 至 $20\text{wt}\%$ 之氧化鋅混合至氧化銦之內的靶標之濺鍍法所形成，或含有氧化鎢及氧化鋅之氧化銦（IWZO）可由使用其中將 $0.5\text{wt}\%$ 至 $5\text{wt}\%$ 之氧化鎢及 $0.1\text{wt}\%$ 至 $1\text{wt}\%$ 之氧化鋅混合至氧化銦之內的靶標之濺鍍法所形成。選擇性地，可使用真空蒸鍍法、塗層法、噴墨法、旋塗法、或其類似方法。

形成在第一電極 102 上的 EL 層 103 可使用已知材料

而形成，且可使用低分子化合物或高分子化合物。注意的是，用以形成 EL 層 103 之材料在其部件中不僅包含有機化合物，而且包含無機化合物。

該 EL 層 103 係以此一方式所形成，亦即，適當地組合及堆疊包含具有高的電洞注入性質之物質的電洞注入層，包含具有高的電洞傳輸性質之物質的電洞傳輸層，由發光物質所形成的發光層，包含具有高的電子傳輸性質之物質的電子傳輸層，包含具有高的電子注入性質之物質的電子注入層，及其類似物。

注意的是，在實施例模式 1 之中，關於 EL 層 103，必要的是，至少電洞注入層、電洞傳輸層、及發光層係順序地堆疊自第一電極 102 側，電洞注入層係使用複合材料所形成，以及電洞傳輸層及電洞注入層係設置使得電洞傳輸層之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）變成比電洞注入層之 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）。

參照第 2A 及 2B 圖，將描述其中 EL 層 103 包含第一層（電洞注入層）111，第二層（電洞傳輸層）112，第三層（發光層）113，第四層（電子傳輸層）114，及第五層（電子注入層）115 於該處，且該等層係以與第 1 圖相似之方式而堆疊自第一電極 102 側的情況。

其中受體物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物質中的複合材料被使用於本發明中之第一層（電洞注入層）111，其中受體物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物

質中的複合材料係使用使得可不拘電極之功函數而選擇用以形成電極之材料；也就是說，不僅可使用具有高的功函數之材料於第一電極 102，而且可使用具有低的功函數之材料於第一電極 102，此一複合材料可由具有高的電洞傳輸性質之物質及受體物質的共蒸鍍所形成。注意的是，在此說明書中，“複合”之用語不僅表示其中單純地混合兩個材料之狀態，而且表示其中混合複數個材料之狀態，且因此，電荷會在複數個材料之間轉移。

做為使用於該複合材料之有機化合物，可使用諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳香烴、及高分子化合物（寡聚物、樹枝狀聚合物、聚合物、或其類似物）。較佳地，使用於該複合材料之有機化合物係具有高的電洞傳輸性質之有機化合物；特定地，較佳地使用具有大於或等於 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V}_s$ 之電洞遷移率的物質。注意的是，可使用其他的材料，只要它們具有比電子傳輸性質更高的電洞傳輸性質即可；特定地，將敘述可使用於該複合材料的有機化合物於下文。

做為可使用於該複合材料之有機化合物，例如可給定如下：諸如 4,4',4''-參〔N-（3-甲苯基）-N-苯胺基〕三苯胺（MTDATA）、4,4',4''-參〔N,N-二苯胺基〕三苯胺（TDATA）、4,4'-雙〔N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺基〕聯苯（DPBA）、4,4'-雙〔N-〔4-〔N'-（3-甲苯基）-N'-苯胺基〕苯基〕-N-苯胺基〕聯苯基（DNTPD）、1,3,5-參〔N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺基〕苯（DPA3B）、3-〔

N- (9- 苯 呋 啉 -3- 基) -N- 苯 胺 基] -9- 苯 呋 啉 (PCzPCA1) 、 3,6- 雙 [N- (9- 苯 呋 啉 -3- 基) -N- 苯 胺 基] -9- 苯 呋 啉 (PCzPCA2) 、 3- [N- (1- 萘 基) -N- (9- 苯 呋 啉 -3- 基) 胺 基] -9- 苯 呋 啉 (PCzPCN1) 、 4,4'- 雙 [N- (1- 萘 基) -N- 苯 胺 基] 聯 苯 基 (NPB 或 α -NPD) 、 及 N,N'- 雙 (3- 甲 苯 基) -N,N'- 二 苯 基 - [1,1'- 聯 苯 基] -4,4'- 二 胺 (TPD) 之 芳 香 胺 化 合 物 ; 以 及 諸 如 4,4'- 二 (N- 呋 啉 基) 聯 苯 基 (CBP) 、 1,3,5- 參 [4- (N- 呋 啉 基) 苯 基] 苯 (TCPB) 、 9- [4- (N- 呋 啉 基)] 苯 基 -10- 苯 基 蒽 (CzPA) 、 及 1,4- 雙 [4- (N- 呋 啉 基) 苯 基] -2,3,5,6- 四 苯 基 苯 之 呋 啉 衍 生 物 。

此 外 , 可 給 定 諸 如 2- 第 三 丁 基 -9,10- 二 (2- 萘 基) 蒽 (t-BuDNA) 、 2- 第 三 丁 基 -9,10- 二 (1- 萘 基) 蒽 、 9,10- 雙 (3,5- 二 苯 基 苯) 蒽 (DPPA) 、 2- 第 三 丁 基 -9,10- 雙 (4- 苯 基 苯) 蒽 (t-BuDBA) 、 9,10- 二 (2- 萘 基) 蒽 (DNA) 、 9,10- 二 苯 基 蒽 (DPAnth) 、 2- 第 三 丁 基 蒽 (t-BuAnth) 、 9,10- 雙 (4- 甲 基 -1- 萘 基) 蒽 (DMNA) 、 9,10- 雙 [2- (1- 萘 基) 苯 基] -2- 第 三 丁 基 蒽 、 9,10- 雙 [2- (1- 萘 基) 苯 基] 蒽 , 及 2,3,6,7- 四 甲 基 -9,10- 二 (1- 萘 基) 蒽 之 芳 香 烴 化 合 物 。

再 者 , 可 給 定 諸 如 2,3,6,7- 四 甲 基 -9,10- 二 (1- 萘 基) 蒽 、 9,9'- 聯 蒽 基 、 10,10'- 二 苯 基 -9,9'- 聯 蒽 基 、 10,10'- 雙 (2- 苯 基 苯) -9,9'- 聯 蒽 基 、 10,10'- 雙 [(2,3,4,5,6- 戊 苯 基) 苯 基] -9,9'- 聯 蒽 基 、 蒽 、 并 四 苯 、 紅 熒 烯 、 花 、

2,5,8,11-四（第三丁基）芴、五環素、六苯并苯、4,4'-雙（2,2-二苯乙烯基）聯苯基（DPVBi）、及 9,10-雙〔4-（2,2-二苯乙烯基）苯基〕蒽（DPVPA）之芳香烴化合物。

做為受體物質，可給定諸如 7,7,8,8-四氘-2,3,5,6-四氘二甲基對苯醌（F₄-TCNQ）及克氯尼（四氘對醌）之有機化合物；過渡金屬氧化物。此外，可給定屬於週期表之族 4 至族 8 之金屬的氧化物；特定地，氧化釩、氧化鈮、氧化鉬、氧化鉻、氧化鈿、氧化鎢、氧化錳，及氧化銻係較佳的，因為它們具有高的電子接受性質。其中，尤其氧化鈿係更佳的，因為其在空氣中穩定，具有低的收濕性質，且易於操縱。

注意的是，複合材料可使用上述受體物質及諸如聚（N-乙烯吡啶）（PVK）、三苯胺甲醛二苯胺（PVTFA）、聚〔N-（4-〔N'-〔4-（4-二苯胺基）苯基〕苯基-N'-苯胺基〕苯基〕甲基丙烯醯胺〕（PTPDMA），或聚〔N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺（聚-TPD）之高分子化合物而形成，以使用於第一層 111。

其係電洞傳輸層之第二層 112 包含具有高的電洞傳輸性質之物質。做為具有高的電洞傳輸性質之物質，例如可使用以下：諸如 NPB（或 α-NPD）、TPD、4,4'-雙〔N-（9,9-二甲基芴-2-基）-N-苯胺基〕聯苯基（DFLDPBi）、或 4,4'-雙〔N-（螺環-9,9'-雙芴-2-基）-N-苯胺基〕聯苯基（BSPB）之芳香胺化合物；4,4'-二（N-吡啶基）聯苯基（CBP）；2,7-二（N-吡啶基）-螺環-9,9'-雙芴（SFDCz

) ; 4,4',4''-參 [N- (3-甲 苯 基) -N-苯 胺 基] 三 苯 胺 (MTDATA) ; N- [4- (9H-呋 啉 -9-基) 苯 基] -N-苯 基 -螺 環 -9,9'-雙 苐 -2-胺 (YGASF) 、 N,N'-雙 [4- (9H-呋 啉 -9-基) 苯 基 -N,N'-二 苯 乙 烯 基] -4,4'-二 胺 (YGABP) ; 4- (9H-呋 啉 -9-基) -2'-苯 基 三 苯 胺 (o-YGA1BP) ; 4- (9H-呋 啉 -9-基) -3'-苯 基 三 苯 胺 (m-YGA1BP) ; 4- (9H-呋 啉 -9-基) -4'-苯 基 三 苯 胺 (p-YGA1BP) ; 1,3,5-參 (N-呋 啉 基) 苯 (TCzB) ; 或 4,4',4''-參 (N-呋 啉 基) 三 苯 胺 (TCTA) 之 低 分 子 有 機 化 合 物 ; 或 PVK、PVTBA、PTPDMA、或 聚 -TPD 之 高 分 子 化 合 物 。

注 意 的 是 ， 上 述 該 等 材 料 主 要 地 各 具 有 大 於 或 等 於 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}$ 的 電 洞 遷 移 率 。 注 意 的 是 ， 可 使 用 除 了 上 述 材 料 之 外 的 已 知 材 料 ， 只 要 它 們 具 有 比 電 子 傳 輸 性 質 更 高 的 電 洞 傳 輸 性 質 即 可 。

在 實 施 例 模 式 1 中 ， 雖 然 可 將 上 述 物 質 使 用 於 第 一 層 111 及 第 二 層 112 ， 但 必 須 選 擇 物 質 使 得 使 用 於 第 二 層 112 之 材 料 的 最 高 占 有 分 子 軌 道 能 階 (HOMO 能 階) (絕 對 值) 變 成 比 使 用 於 第 一 層 111 之 物 質 的 最 高 占 有 分 子 軌 道 能 階 (絕 對 值) 更 深 (更 大) 。

注 意 的 是 ， 上 述 材 料 之 NPB 的 HOMO 能 階 係 -5.27 [eV] ， YGASF 的 HOMO 能 階 係 -5.44 [eV] ， YGABP 的 HOMO 能 階 係 -5.40 [eV] ， o-YGA1BP 的 HOMO 能 階 係 -5.43 [eV] ， 以 及 m-YGA1BP 的 HOMO 能 階 係 -5.50 [eV] 。 因 此 ， 在 第 1A 圖 中 所 示 之 構 造 的 情 況 中 ， 例 如 可 使

用其中 HOMO 能階係 -5.27 之 NPB 和氧化鋁的複合材料被使用於第一層 111，以及 HOMO 能階係 -5.44 之 YGASF 被使用於第二層 112 的組合。

具有上述之構造，可抑制電洞自第一層（電洞注入層）111 進入至第二層（電洞傳輸層）112 之內的注入量，而且可抑制進入至第三層（發光層）113 之內的電洞之注入量；因此，可達成元件效率之增加。

該第三層 113 係包含具有高的光發射性質之物質的發光層，下文所述之低分子有機化合物可使用於該第三層 113。

做為顯示呈青色之光發射的發光物質，可給定以下：
N,N'-雙〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基〕-N,N'-二苯基聯苯乙烯-4,4'-二胺（YGA2S）、4-（9H-咔唑-9-基）-4'-（10-苯基-9-蒽基）三苯胺（YGAPA），及其類似物。

做為顯示呈綠色之光發射的發光物質，可給定以下：
N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（2PCAPA）、N-〔9,10-雙（1,1'-聯苯基-2-基）-2-蒽基〕-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（2PCABPhA）、N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（2DPAPA）、N-〔9,10-雙（1,1'-聯苯基-2-基）-2-蒽基〕-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（2DPABPhA）、9,10-雙（1,1'-聯苯基-2-基）-N-〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基〕-N-苯基蒽-2-胺（2YGABPhA）、N,N,9-三苯基蒽-9-胺（DPhAPhA）、及其類似物。

做爲顯示呈黃色之光發射的發光物質，可給定以下：紅熒烯、5,12-雙（1,1'-聯苯基-4-基）-6,11-二苯基四苯（BPT），及其類似物。做爲顯示呈紅色之光發射的發光物質，可給定以下：N,N,N',N'-四次（4-甲苯基）并四苯-5,11-二胺（p-mPhTD）、7,13-二苯基-N,N,N',N'-四次（4-甲苯基）苾并〔1,2-a〕熒蒽-3,10-二胺（p-mPhAFD），及其類似物。

第三層 113 可具有其中具有高的發光性質之上述物質係色散於另一物質之中的結構。注意的是，在其中將上述物質色散於該處的情況中，該物質係較佳地色散使得其濃度在質量比之中變成小於或等於總濃度的 20%。雖然可使用已知之物質來做爲將具有發光性質之物質予以色散的物質，但較佳的是，使用其之最低未占有的分子軌道能階（LUMO 能階）（絕對值）係比具有發光性質的物質之 LUMO 能階（絕對值）更深（更大），且其之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）係比具有發光性質的物質之 HOMO 能階（絕對值）更淺（更小）的物質。

特定地，可使用以下的金屬錯合物：參（8-羥基喹啉）鋁（III）（Alq）、參（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（III）（Almq₃）、雙（10-羥基苯基〔h〕羥基喹啉）鉍（II）（BeBq₂）、或雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（III）（BAIq）、雙（8-羥基喹啉）鋅（II）（Znq）、雙〔2-（2-苯并噁唑基）苯酚〕鋅（II）（ZnPBO），或雙〔2-（2-苯并噻唑基）苯酚〕鋅（II）（ZnBTZ）。

選擇性地，可使用以下之雜環化合物：2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(PBD)、1,3-雙[5-(對-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(OXD-7)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-第三丁基苯基)-1,2,4-三噁唑(TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-次苯基)參(1-苯基-1H-苯并咪唑)(TPBI)、向紅菲咯啉(BPhen)，或2,9-二甲基-4,7-聯苯-1,10-鄰二氮菲(BCP)。

選擇性地，亦可使用以下之縮合芳香族化合物：9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(CzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(DPCzPA)、9,10-雙(3,5-二苯基苯)蒽(DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(DNA)、2-第三丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(t-BuDNA)、9,9'-聯蒽基(BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二苯蒽烯(DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二苯蒽烯(DPNS2)，或3,3',3''-(苯-1,3,5-三基)三苐(TPB3)。

選擇性地，做為用以色散具有發光性質之物質，可使用複數種之物質，例如，爲了要控制結晶，可進一步添加諸如紅熒烯之控制結晶的物質；再者，可添加NPB、Alq，或其類似物，以便有效率地轉移能量至具有發光性質之物質。具有其中因而將具有高的發光性質之物質色散於另一物質中的結構，可抑制第三層113的結晶；而且，亦可抑制由於具有高的發光性質之物質的高濃度所造成的濃度猝滅。

進一步地，尤其在上述之物質中，較佳地使用具有電子傳輸性質之物質，使得具有發光性質之物質可色散於該處之中，而形成第三層 113。特定地，在上述縮合芳香族化合物中的 CzPA、DNA，及 t-BuDNA，且再者，將於稍後被給定的高分子化合物可做為能使用於第四層 114 的物質。

選擇性地，針對第三層 113，亦可使用下文所給定的高分子化合物。

做為顯示呈青色之光發射的發光物質，可給定以下：聚（9,9-二辛基芴-2,7-二基）（PFO）、聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-co-（2,5-二甲氧基苯-1,4-二基）〕（PFDMOP）、聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-co-〔N,N'-二-（對丁基苯基）-1,4-二胺基苯〕〕（TAB-PFH），及其類似物。

做為顯示呈綠色之光發射的發光材料，可給定以下：聚（對苯乙炔）（PPV）、聚〔（9,9-二己基芴-2,7-二基）-alt-co-（苯并〔2,1,3〕噻二唑-4,7-二基）〕（PFBT）、聚〔9,9-二辛基-2,7-二乙烯五環芴基〕-alt-co-（2-甲氧基-5-（2-乙基己氧基）-1,4-次苯基）〕，及其類似物。

做為顯示光發射於呈橙色至呈紅色的範圍之發光材料，可給定以下：聚〔2-甲氧基-5-（2'-乙基己氧基）-1,4-苯乙烯〕（MEH-PPV）、聚（3-丁基噻吩-2,5-二基）（R4-PAT）、聚〔〔9,9-二己基-2,7-雙（1-氰乙烯）芴基〕-alt-co-〔2,5-雙（N,N'-二苯胺）-1,4-次苯基〕〕、聚

{ [2-甲氧基-5-(2-乙基己氧基)-1,4-雙(1-氰乙烯苯)] -alt-co-[2,5-雙(N,N'-二苯胺)-1,4-次苯基] } (CN-PPV-DPD), 及其類似物。

第四層 114 係電子傳輸層, 其包含具有電子傳輸性質的物質。針對該第四層 114, 例如做為低分子有機化合物, 可使用諸如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Znq、ZnPBO, 或 ZnBTZ 之金屬錯合物, 或其類似物。選擇性地, 取代該金屬錯合物, 可使用諸如 PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen, 或 BCP 之雜環化合物。此處所獲得的物質主要係具有大於或等於 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}_s$ 的電子遷移率; 注意的是, 可使用除了上述物質之外的任一物質, 以供電子傳輸層用, 只要其係其中電子傳輸性質係比電洞傳輸性質更高的物質即可。進一步地, 該電子傳輸層並未受限於單一層, 而是可具有由上述物質所形成之二或更多層的堆疊構造。

針對該第四層 114, 亦可使用高分子化合物。例如, 可使用聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基) -co-(吡啶-3,5-二基)] (PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基) -co-(2,2'-吡啶-6,6'-二基)] (PF-BPy), 或其類似物。

第五層 115 係電子注入層, 其包含具有高的電子注入性質之物質。針對該第五層 115, 可使用諸如氟化鋰 (LiF)、氟化銫 (CsF)、或氟化鈣 (CaF₂) 之鹼金屬、鹼土金屬、或其化合物。選擇性地, 可使用由包含鹼金屬、鹼土金屬、或其化合物之具有電子傳輸性質的物質所形成的層, 特定地, 由包含鎂 (Mg) 之 Alq 或其類似物所形成的

層。注意的是，在此情況中，電子可更有效率地自第二電極 104 而注入。

針對第二電極 104，可使用具有低的功函數（特定地，大於或等於 3.8eV ）之金屬、合金，導電性化合物，其混合物、或類似物。做為此等陰極材料之特定實例，係給定屬於週期表之族 1 及 2 的元素，亦即，諸如鋰（Li）及鉍（Cs）之鹼金屬，諸如鎂（Mg）、鈣（Ca）、及銦（Sr）之鹼土金屬，包含其之合金（MgAg 或 AlLi），諸如鎔（Eu）及鐿（Yb）之稀土金屬，包含其之合金，及類似物。

注意的是，在其中第二電極 104 係使用鹼金屬、鹼土金屬，或其合金而形成於該處的情況中，可使用真空蒸鍍法或濺鍍法。選擇性地，在使用銀糊或其類似物的情況中，可使用塗層法、噴墨法，或其類似方法。

注意的是，藉由第五層 115 之設置，第二電極 104 可使用諸如 Al、Ag、ITO，及含有矽或氧化矽的銦錫氧化物之各式各樣的導電性材料之任一者所形成，而不拘於功函數是否高或低。該等導電性材料可由濺鍍法、噴墨法、旋塗法，或其類似方法所沈積。

做為其中第一層 111、第二層 112、第三層 113、第四層 114，及第五層 115 係以此順序所堆疊之 EL 層 103 的形成方法，可使用各式各樣方法之任一者，而不拘於該方法是否乾方法或濕方法，例如可使用真空蒸鍍法、噴墨法、旋塗法，或其類似方法。注意的是，可使用不同的形成

方法於各個層。

第二電極 104 亦可藉由不僅是諸如濺鍍法或真空蒸鍍法之乾方法，而且是諸如使用金屬材料的糊狀物之溶凝膠法的濕方法所形成。

在本發明之上述發光元件中，電流由於第一電極 102 與第二電極 104 之間所產生的電位差而流動，且電洞及電子復合於 EL 層 103 中，以致使光發射出。然後，此發射出的光係透過第一電極 102 及第二電極 104 之一或二者而提取；因此，第一電極 102 及第二電極 104 係具有光透射性質的電極。

注意的是，在其中僅只第一電極 102 係具有光透射性質之電極的情況中，來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第一電極 102 而自基板 101 側來提取，如第 3A 圖中所示。選擇性地，在其中僅只第二電極 104 係具有光透射性質之電極的情況中，來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第二電極 104 而自相對於該基板 101 側的側邊來提取，如第 3B 圖中所示。進一步選擇性地，當第一電極 102 及第二電極 104 二者均具有光透射性質之電極時，則來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第一電極 102 及第二電極 104 而自基板 101 側及相對側來提取，如第 3C 圖中所示。

注意的是，設置於第一電極 102 與第二電極 104 之間的該等層之構造並未受限於上述的構造。注意的是，可使用除了上述構造之外的任一構造，只要該構造至少包含其係電洞注入層之第一層 111，其係電洞傳輸層之第二層

112，及其係發光層之第三層 113，以及第一層 111 係由複合材料所形成，且物質係選擇使得使用於第二層 112 之物質的最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）係比使用於第一層 111 之物質的 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）即可。

選擇性地，如第 2B 圖中所示，可使用其中作用為陰極之第二電極 104、EL 層 103，及作用為陽極之第一電極 102 係以此順序而堆疊於基板 101 之上的構造。注意的是，在此情況中之 EL 層 103 具有其中第五層 115、第四層 114、第三層 113、第二層 112、第一層 111、及第一電極 102 係以此順序而堆疊於第二電極 104 之上的構造。

注意的是，使用本發明的發光元件可製造出其中該發光元件的驅動係由薄膜電晶體（TFT）所控制之被動矩陣發光裝置或主動矩陣發光裝置。

注意的是，在製造主動矩陣發光裝置的情況中之 TFT 的構造上並無特殊的限制，例如可適當地使用交錯的 TFT 或反交錯的 TFT。進一步地，形成於 TFT 基板之上的驅動器電路可由 n 型 TFT 及 p 型 TFT 二者所形成，或藉由 n 型 TFT 或 p 型 TFT 所形成。再者，在使用於 TFT 之半導體膜的晶性上並無特殊的限制，可使用非晶半導體膜，或可使用結晶半導體膜。

在此實施例模式中所描述的發光元件之中，自第一層（電洞注入層）111 至第二層（電洞傳輸層）112 之內的電洞注入量可由第一層（電洞注入層）111 及第二層（電

洞傳輸層) 112 之設置所控制，使得第二層 112 之最高占有的分子軌道能階 (HOMO 能階) (絕對值) 係比第一層 (電洞注入層) 111 之 HOMO 能階 (絕對值) 更深 (更大)。因而，可抑制進入至第三層 (發光層) 113 之內的電洞注入量；所以，可達成元件效率中的增加。此外，該第一層 (電洞注入層) 111 係使用其中受體物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物質中的複合材料所形成；因此，不僅可增加元件效率，而且可保持驅動電壓中的增加於最小值。

[實施例模式 2]

在實施例模式 2 之中，將敘述本發明發光元件之具有除了實施例模式 1 中所述之控制電洞注入量的構造外之降低電子傳輸率的構造。

在實施例模式 2 中之發光元件包含第一電極、第二電極，及設置於第一電極與第二電極之間的 EL 層。在該 EL 層之中，至少電洞注入層、電洞傳輸層、發光層，及載子控制層係順序地堆疊自第一電極側；且可接受的是，只要該電洞注入層係由複合材料所形成，以及電洞傳輸層及電洞注入層係設置使得電洞傳輸層之 HOMO 能階 (絕對值) 變得比電洞注入層之 HOMO 能階 (絕對值) 更深 (更高) 即可。在其他層之上，並無特殊的限制。

如第 4 圖中所示，將敘述其中在該處之 EL 層 103 具有其中第一層 (電洞注入層) 111、第二層 (電洞傳輸層

) 112、第三層 (發光層) 113、第六層 (載子控制層) 116、第四層 (電子傳輸層) 114，及第五層 (電子注入層) 115 係堆疊自第一電極 102 側之結構的情況。

在第 4 圖中所示之發光元件的 EL 層 103 之中，第一層 (電洞注入層) 111 係由其中受體物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物質中的複合材料所形成；因此，費密 (Fermi) 能階會偏移且帶加熱會在第一層 (電洞注入層) 111 與第一電極 102 之間的介面附近發生。從而，靠近於第一電極 102 與第一層 (電洞注入層) 111 間之介面注入障壁變小 (或實際地消失)，且因此，自第一電極 102 至第一層 (電洞注入層) 111 的穿隧注入，彷彿形成歐姆接觸般地變得可行。

第二層 (電洞傳輸層) 112 及第一層 (電洞注入層) 111 係設置，使得第二層 (電洞傳輸層) 112 之最高占有的分子軌道能階 (HOMO 能階) (絕對值) 變得比第一層 (電洞注入層) 111 之 HOMO 能階 (絕對值) 更高 (更大)。此一構造可抑制電洞自第一層 (電洞注入層) 111 進入至第二層 (電洞傳輸層) 112 的注入量；因此，在該構造的情況中會比在其中並未設置由於第二層 (電洞傳輸層) 112 之能隙的情況中抑制更多之進入第三層 (發光層) 113 之內的電洞注入量。注意的是，該第二層 112 之 HOMO 能階的絕對值係較佳地比第一層 111 之 HOMO 能階的絕對值大 0.1eV (電子伏特) 或 0.1eV 以上。

注意的是，具有第 4 圖中所示之構造，可抑制進入至

第三層（發光層）113 之電洞的注入量。此外，藉由提供第六層（載子控制層）116 於第二電極 104 與第三層（發光層）113 之間，可降低來自第二電極 104 之電子傳輸率，直至到達第三層（發光層）113 為止；因此，可改善第三層（發光層）113 中所復合之載子（電子及電洞）的平衡，且可達成元件之更高的效率。

第 4 圖中所示之本發明的構造係有效的，尤其是在其中第三層（發光層）113 包含具有電子傳輸性質之物質的情況中。在其中第三層（發光層）113 包含具有電子傳輸性質之物質的情況中，發光區係座落於第三層（發光層）113 與第二層（電洞傳輸層）112 間的介面附近；接著，若由於過多的電洞而產生陽離子於介面附近時，則因為陽離子作用為猝滅劑，所以發光效率會有效地降低。然而，因為本發明之構造可抑制電洞的注入量，所以可抑制圍繞著第三層（發光層）113 之陽離子的產生以及發光效率中的降低；因此，可形成具有高的發光效率之發光元件。

在實施例模式 2 之中，第一電極 102 作用為陽極，以及第二電極 104 作用為陰極；換言之，當施加電壓至各個電極以致使第一電極 102 的電位比第二電極 104 的電位更高時，可發射出光。

其次，將參照第 5A 及 5B 圖來說明實施例模式 2 中之發光元件的構造。基板 101 被使用以做為發光元件的支撐物。注意的是，可使用實施例模式 1 中所述之該等之任一者。

針對形成於基板 101 之上的第一電極 102，較佳地係使用具有高的功函數（特定地，大於或等於 4.0eV 的功函數）之金屬、合金、導電性化合物，其之混合物，或其類似物，且可使用與實施例模式 1 中所述之該等物質相似的物質。

在形成於第一電極 102 之上的 EL 層 103 之中，以此順序而堆疊自第一電極 102 側之第一層（電洞注入層）111、第二層（電洞傳輸層）112 及第三層（發光層）113 的構造，以及可使用於各個層的形成方法及材料係相似於實施例模式 1 之該等者；因此，將省略其說明於實施例模式 2 之中。

除了實施例模式 1 中所述的構造之外，實施例模式 2 具有提供可降低載子（電子）傳輸率之第六層（下文中，將稱此層為“載子控制層”）116 於第三層（發光層）113 與第二電極 104 之間的特徵；然而，針對該載子控制層之構造，可使用兩種方法（用以動力地控制載子傳輸率的方法及用以熱力學地控制載子之傳輸速率的方法）。

做為第一方法，將敘述由於第六層（載子控制層）116 而動力地降低載子（電子）傳輸率之情況。第 6A 及 6B 圖係其概念圖。

EL 層 103 係形成於第一電極 102 與第二電極 104 之間。做為包含於 EL 層 103 之中的複數個層，第一層（電洞注入層）111、第二層（電洞傳輸層）112、第三層（發光層）113、第六層（載子控制層）116、第四層（電子傳

輸層) 114、及第五層(電子注入層) 115 係以此順序而形成自第一電極 102 側。

第六層(載子控制層) 116 係由兩種或更多種有機化合物所形成。此處，如第 6B 圖中所示地，將敘述其中第六層(載子控制層) 116 係由第一有機化合物 201 和第二有機化合物 202 之兩種有機化合物所形成的情況。注意的是，具有高的電子傳輸性質之有機化合物(電子傳輸有機化合物)係使用以做為第一有機化合物 201，以及具有高的電洞傳輸性質之有機化合物(電洞傳輸有機化合物)係使用以做為第二有機化合物 202。

使用於第二有機化合物 202 及第一有機化合物 201 之有機化合物具有彼此相互接近的 LUMO 能階。特定地，第二有機化合物 202 之最低未占有的分子軌道能階(LUMO 能階)之絕對值與第一有機化合物 201 之 LUMO 能階之絕對值間的差值係較佳地小於或等於 0.3eV ，更佳地小於或等於 0.2eV ；也就是說，較佳的是，其係載子之電子易於傳輸於第一有機化合物 201 與第二有機化合物 202 之間。

在此情況中，因為第二有機化合物 202 具有接近於第一有機化合物 201 之 LUMO 能階的 LUMO 能階，所以可注入電子。自具有電子傳輸性質的第一有機化合物 201 進入至具有電洞傳輸性質的第二有機化合物 202 之內的電子注入速率(v_1)，或自第二有機化合物 202 進入至第一有機化合物 201 之內的電子注入速率(v_2)係比第一有機化合物 201 之間的電子注入速率(v)更小。

因此，相較於其中第六層 116 係僅由第一有機化合物 201 所形成之情況，藉由使用具有電子傳輸性質之第一有機化合物 201 和具有電洞傳輸性質之第二有機化合物 202 來形成第六層 116，可降低第六層 116 中的電子傳輸率；也就是說，藉由使用第一有機化合物 201 和第二有機化合物 202 來形成第六層 116，可降低第六層 116 中的載子（電子）傳輸率。

注意的是，在其中第六層 116 係由第一有機化合物 201 和第二有機化合物 202 所形成的情況中，較佳地控制濃度使得第二有機化合物 202 的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小。進一步較佳地，控制濃度使得第二有機化合物 202 的含量大於或等於總含量的 1wt%，且小於或等於總含量的 20wt%。

注意的是，做為包含於第六層 116 中之第一有機化合物 201，可特定地使用以下：諸如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Znq、ZnPBO、或 ZnBTZ 之金屬錯合物；諸如 PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen、或 BCP 之雜環化合物；以及諸如 CzPA、DPCzPA、DPPA、DNA、t-BuDNA、BANT、DPNS、DPNS2、或 TPB3 之縮合芳香族化合物。選擇性地，可使用諸如聚〔（9,9-二己基芴-2,7-二基）-co-（吡啶-3,5-二基）〕（PF-Py）、或聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-co-（2,2'-吡啶-6,6'-二基）〕（PF-BPy）之高分子化合物。

進一步地，針對包含於第六層 116 中之第二有機化合

物 202，可特定地使用：諸如 9,10-二苯基蒽（DPAnth）或 6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒽之縮合芳香烴；諸如 N,N-二苯基-9-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕-9H-咔唑-3-胺（CzAlPA）、4-（10-苯基-9-蒽基）三苯胺（DPhPA）、N,9-二苯基-N-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕-9H-咔唑-3-胺（PCAPA）、N,9-二苯基-N-〔4-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕苯基〕-9H-咔唑-3-胺（PCAPBA）、N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（2PCAPA）、NPB（或 α -NPD）、TPD、DFLDPBi、或 BSPB 之芳香胺化合物；具有胺基群的化合物，例如可使用香豆素 7 或香豆素 30。選擇性地，可使用諸如 PVK、PVTBA、PTPDMA、或聚 TPD 之高分子化合物。

上述材料係相互結合而形成第六層 116，且因而，抑制電子自第一有機化合物 201 至第二有機化合物 202、或自第二有機化合物 202 至第一有機化合物 201 的傳輸，使得可抑制該第六層 116 的電子傳輸率。進一步地，因為第六層 116 具有其中第二有機化合物 202 係色散於第一有機化合物 201 中的結構，所以不易隨著時間而產生結晶或聚集。因此，抑制電子傳輸之上述效應不易隨著時間而改變；結果，載子平衡亦不易隨著時間而改變，此將造成發光元件之壽命的增加，亦即，可靠度的改善。

注意的是，在上述結合中，當作第一有機化合物 201 之金屬錯合物與當作第二有機化合物 202 之芳香胺化合物的結合係較佳的。金屬錯合物具有大的偶極矩以及高的電

子傳輸性質；然而，芳香胺化合物具有相對小的偶極矩以及高的電洞傳輸性質。因此，藉由結合彼此之偶極矩大不同的物質，可進一步地增加抑制電子傳輸之上述效應。特定地，當第一有機化合物 201 之偶極矩係 P_1 及第二有機化合物 202 之偶極矩係 P_2 時，滿足 $P_1/P_2 \geq 3$ 的結合係較佳的。

例如，其係金屬錯合物之 Alq 的偶極矩係 9.40 德拜 (debye)，以及其係芳香胺化合物之 2PCAPA 的偶極矩係 1.15 德拜；從而，在其中使用諸如金屬錯合物之具有電子傳輸性質的有機化合物以做為第一有機化合物 201，及使用諸如芳香胺化合物之具有電洞傳輸性質的有機化合物以做為第二有機化合物 202 的情況中，可較佳地獲得 $P_1/P_2 \geq 3$ 。

較佳地，包含於第六層 116 中之第二有機化合物的發射顏色與包含於第三層（發光層）113 中之具有高的發光性質之物質的發射顏色係相似的顏色。特定地，在第二有機化合物 202 之發射光譜的峯值與具有高的發光性質之物質的發射光譜的峯值之間的差異係較佳地在 30 奈米 (nm) 之內，在 30 奈米之內的差異使第二有機化合物 202 的發射顏色與具有高的發光性質之物質的發射顏色成為相似的顏色；因此，即使當第二有機化合物 202 由於電壓或類似者之改變而發射出光時，也可抑制發射顏色中的改變。

做為第二方法，將敘述由於第六層（載子控制層）116 而熱力學地降低載子（電子）傳輸率的情況。第 7 圖

係其概念圖（帶圖）。

EL 層 103 係包含於第一電極 102 與第二電極 104 之間；做為包含於該 EL 層 103 中之複數個層，第一層（電洞注入層）111、第二層（電洞傳輸層）112、第三層（發光層）113、第六層（載子控制層）116、第四層（電子傳輸層）114，及第五層（電子注入層）115 係以此順序而形成自第一電極 102 側。

第六層（載子控制層）116 係由兩種或更多種有機化合物所形成。此處，係敘述其中第六層（載子控制層）116 係由第一有機化合物 203 和第二有機化合物 204 之兩種有機化合物所形成的情況。注意的是，具有高的電子傳輸性質之有機化合物（電子傳輸有機化合物）係使用以做為第一有機化合物 203，以及具有陷獲電子之功能的有機化合物（電子陷獲有機化合物）係使用以做為第二有機化合物 204。

使用以做為第一有機化合物 203 及第二有機化合物 204 之有機化合物具有彼此相互分離的 LUMO 能階。特定地，第二有機化合物 204 之最低未占有的分子軌道能階（LUMO 能階）之絕對值係較佳地比第一有機化合物 203 之 LUMO 能階之絕對值更大 0.3eV 或 0.3eV 以上。

如第 7 圖中所示地，電洞係透過第一層 111 及第二層 112 而自第一電極 102 注入至第三層（發光層）114 之內；另一方面，電子係透過第五層 115 及第四層 114 而自第二電極 104 注入至第六層（載子控制層）116 之內。因為

第六層 116 係由具有電子傳輸性質的第一有機化合物 203 及具有電子陷獲性質的第二有機化合物 204 所形成，所以注入至第六層 116 之內的電子會進入第二有機化合物 204 的 LUMO 能階而非第一有機化合物 203 的 LUMO 能階；因而，可降低電子傳輸率。

因此，藉由使用具有電子傳輸性質之第一有機化合物 203 和具有電子陷獲性質之第二有機化合物 204 來形成第六層 116，在該第六層 116 之中的電子傳輸率可比其中第六層 116 係僅由第一有機化合物 203 而形成於該處的情況中降低得更多；也就是說，藉由使用第一有機化合物 203 和第二有機化合物 204 來形成第六層 116，可降低第六層 116 中的載子（電子）傳輸率。

注意的是，在其中第六層 116 係由第一有機化合物 203 和第二有機化合物 204 所形成的情況中，較佳地控制濃度使得第二有機化合物 204 的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小。進一步較佳地，控制濃度使得第二有機化合物 204 的含量大於或等於總含量的 0.1wt%，且小於或等於總含量的 5wt%。

注意的是，針對包含於第六層 116 中之第一有機化合物 203，可特定地使用諸如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Znq、BAIq、ZnPBO，或 ZnBTZ 之金屬錯合物；諸如 PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen，或 BCP 之雜環化合物；或諸如 CzPA、DPCzPA、DPPA、DNA、t-BuDNA、BANT、DPNS、DPNS2、或 TPB3 之縮合芳香族化合物。

選擇性地，可使用諸如聚〔（9,9-二己基芴-2,7-二基）-co-（吡啶-3,5-二基）〕（PF-Py）、或聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-co-（2,2'-吡啶-6,6'-二基）〕（PF-BPy）之高分子化合物。特別地，相對於電子，金屬錯合物係較佳地穩定。

針對包含於第六層 116 中的第二有機化合物 204，可使用下文所給定之任一物質。注意的是，雖然第二有機化合物 204 本身可發射出光，但在該情況中，較佳地，第三層（發光層）113 的發射顏色和第二有機化合物 204 的發射顏色係相似的顏色，以便保持發光元件的色純度。

例如，在其中包含於第三層 113 中的有機化合物係諸如 YGA2S 或 YGAPA 之顯示呈青色之光發射的有機化合物之情況中，較佳地，第二有機化合物 204 係諸如吡啶酮、香豆素 102、香豆素 6H、香豆素 480D、或香豆素 30 之在藍色至藍綠色光的範圍中顯示發射的化合物。

進一步地，在其中包含於第三層（發光層）113 中的有機化合物係諸如 2PCAPA、2PCABPhA、2DPAPA、2DPABPhA、2YGABPhA，或 DPhAPhA 之顯示呈綠色之光發射的有機化合物之情況中，較佳地，第二有機化合物 204 係諸如 N,N'-二甲基喹吡啶酮（DMQd）、N,N'-二苯基喹吡啶酮（DPQd）、9,18-二氫苯并〔h〕苯并〔7,8〕喹啉并〔2,3-b〕吡啶-7,16-二酮（DMNQd-1）、9,18-二氫-9,18-二氫苯并〔h〕苯并〔7,8〕喹啉并〔2,3-b〕吡啶-7,16-二酮（DMNQd-2）、香豆素 30、香豆素 6、香豆素

545T，或香豆素 153 之顯示光發射於呈青綠色至呈黃綠色之範圍中的化合物。

選擇性地，當包含於第三層（發光層）113 中的有機化合物係諸如紅熒烯或 BPT 之顯示呈黃色之光發射的有機化合物時，較佳地，第二有機化合物 204 係諸如 DMQd 或（2- { 2- [4-（9H-呋唑-9-基）苯基] 乙烯基 } -6-甲基-4H-吡喃-4-亞基）丙二腈（DCMCz）之顯示光發射於呈黃綠色至呈黃橙色之範圍中的物質。

選擇性地，當包含於第三層（發光層）113 中的有機化合物係諸如 p-mPhTD 或 p-mPhAFD 之顯示呈紅色之光發射的有機化合物時，較佳地，第二有機化合物 204 係諸如 2- { 2- [4-（二甲胺基）苯基] 乙烯基 } -6-甲基-4H-吡喃-4-亞基）丙二腈（DCM1）、{ 2-甲基-6- [2-（2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并 [ij] 喹啉-9-基）乙烯基] -4H-吡喃-4-亞基 } 丙二腈（DCM2）、{ 2-（1,1-二甲基乙基）-6- [2-（2,3,6,7-四氫-1,1,7,7-四甲基-1H,5H-苯并 [ij] 喹啉-9-基）乙烯基] -4H-吡喃-4-亞基 } 丙二腈，或尼羅紅之顯示光發射於橙色至紅色之範圍中的物質。

在其中包含於第三層（發光層）113 之發光材料係磷光性材料的情況中，第二有機化合物 204 亦較佳地係磷光性材料，例如當發光材料係顯示紅色光發射之 $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$ 時，則第二有機化合物 204 可為諸如（乙醯丙酮根）雙 [2,3-雙（4-氟苯）喹啉] 銦（III）（ $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$ ）。注意的是，在使用於發光元件的化合物中

之該等化合物係具有低的 LUMO 能階之化合物；因此，藉由添加此一化合物至上述之第一有機化合物 203，可顯現優異的電子陷獲性質。

針對第二有機化合物 204，在上述所給定之該等化合物中，較佳地使用諸如 DMQd、DPQd、DMNQd-1、或 DMNQd-2 之喹吡啶酮衍生物，因為其係化學地穩定；也就是說，藉由喹吡啶酮衍生物的應用，可特別地延長發光元件的壽命。進一步地，因為該喹吡啶酮衍生物顯現呈綠色的光發射，所以本發明之發光元件的元件構造特別地有效於呈綠色的發光元件。因為在製造全彩色顯示器中，綠色係需要最高光亮度之顏色，所以在一些情況中會存在有其中呈綠色之發光元件將比其他顏色的發光元件劣化更快之情況；然而，此一問題可由本發明之應用所抑制。

注意的是，如上述地，第二有機化合物 204 之 LUMO 能階的絕對值較佳地係比第一有機化合物 203 之 LUMO 能階的絕對值大 0.3 eV 或 0.3 eV 以上；因此，可根據使用於第二有機化合物 204 之物質的種類而適當地選擇第一有機化合物 203，以便滿足上述條件。

再者，較佳地，包含於第三層 113 中之具有高的發光性質之物質的發射顏色與包含於第六層 116 中之第二有機化合物 204 的發射顏色係相似的顏色。因此，在具有高的發光性質之物質的發射光譜的峯值與第二有機化合物 204 之發射光譜的峯值之間的差異係較佳地在 30 奈米 (nm) 之內，在 30 奈米之內的差異使具有高的發光性質之物質

的發射顏色與第二有機化合物 204 的發射顏色成為相似的顏色；因此，即使當第二有機化合物 204 由於電壓或類似者之改變而發射出光時，也可抑制發射顏色中的改變。

注意的是，該第二有機化合物 204 無需一定要發射出光，例如在其中具備高的發光性質之物質具有更高的發光效率之情況中，較佳的是，控制第六層 116 中之第二有機化合物 204 的濃度，使得可僅實質地獲得具有高的發光性質之物質的光發射（設定第二有機化合物 204 的濃度成為比具有高的發光性質之物質的濃度稍低，使得可抑制第二有機化合物 204 的光發射）。在此情況中，具有高的發光性質之物質的發射顏色與第二有機化合物 204 的發射顏色係相似的顏色（亦即，它們具有實質相同位準的能隙）；因此，能量不易自具有高的發光性質之物質來轉移至第二有機化合物 204，且因而，可獲得高的發光效率。

注意的是，在此一情況中，第二有機化合物 204 較佳地係諸如香豆素 102、香豆素 6H、香豆素 480D、香豆素 30、香豆素 6、香豆素 545T，或香豆素 153 之香豆素衍生物。因為香豆素衍生物具有相當低的電子陷獲性質，所以所添加至第一有機化合物 203 之香豆素衍生物的濃度可相對地高；亦即，可易於控制濃度，且可形成具有用以控制載子的傳輸之所欲性質的層。進一步地，因為香豆素衍生物具有高的發光效率，所以即使第二有機化合物 204 發射出光，亦可抑制整個發光元件之效率的降低。

注意的是，在本發明中的第六層 116 可由上述之兩種

方法所形成（用以動力地控制載子之傳輸的方法及用以熱力學地控制載子之傳輸的方法），且在各個構造中之第六層 116 的厚度係較佳地大於或等於 5 奈米且小於或等於 20 奈米。此係因為厚度太大時，在電子傳輸率中之過度的減低會導致驅動電壓的增加；另一方面，若厚度太小時，會損害控制載子傳輸之功能。

因為在本發明中之第六層 116 係用以控制電子傳輸率之層，所以該第六層 116 可形成於第二電極 104 與第三層（發光層）113 之間；更佳地，該六層 116 係形成與第三層（發光層）113 接觸。將該第六層 116 設置以便與第三層（發光層）113 接觸，所以可直接控制電子至第三層（發光層）113 之內的注入；因此，可進一步抑制該第三層（發光層）113 中之載子平衡隨著時間而改變，且就元件壽命中的改善而言，可獲得大的功效。

注意的是，在其中第六層 116 係形成與第三層（發光層）113 接觸的情況中，較佳地，以大量而包含於第六層 116 中的第一有機化合物（201 及 203）與第三層（發光層）113 中的有機化合物係不同的有機化合物。尤其，在其中第三層（發光層）113 包含其中將具有高的發光性質之物質色散的物質（第三有機化合物），及包含具有高的發光性質之該物質（第四有機化合物）於該處的情況中，較佳地，該第三有機化合物與第一有機化合物（201 及 203）係不同的有機化合物。具備此一結構，自第六層 116 至第三層（發光層）113 之載子（電子）的傳輸亦係抑制於

第一有機化合物（201 及 203）與第三有機化合物之間，且由於第六層 116 之提供所獲得的功效可進一步地被增強。

進一步地，因為第六層 116 包含兩種或更多種物質，所以載子平衡可由該等物質的組合，其混合的比例，層的厚度，或其類似者之控制而精確地控制；因此，載子平衡可以比習知之方式更易於控制。再者，因為載子之傳輸係使用該第六層 116 中混合比例較小的有機化合物所控制，所以相較於使用一物質之控制的情況，載子平衡不易改變；從而，可實現具有長的壽命且不易隨著時間而改變的發光元件。

在 EL 層 103 中，雖然第四層（電子傳輸層）114 及第五層（電子注入層）115 係以此順序而堆疊於上述第六層（載子控制層）116 之上，但其構造，形成方法，及可使用於各個層之材料係與實施例模式 1 中所述之該等相似；因此，將省略其說明於實施例模式 2 之中。

其次，第二電極 104 係形成於第五層（電子注入層）115 之上。注意的是，可使用於第二電極 104 之形成方法及材料亦係與實施例模式 1 中所述之該等相似；因此，將省略其說明於實施例模式 2 之中。

而且，在實施例模式 2 之中，在其中僅只第一電極 102 係具有光透射性質之電極的情況中，來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第一電極 102 而自基板 101 側來提取，如第 3A 圖中所示。選擇性地，當僅只第二電極 104 係

具有光透射性質之電極時，來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第二電極 104 而自相對於該基板 101 側的側邊來提取，如第 3B 圖中所示。進一步選擇性地，當第一電極 102 及第二電極 104 二者均係具有光透射性質之電極時，則來自 EL 層 103 所發射出的光係透過第一電極 102 及第二電極 104 而自基板 101 側及相對側來提取，如第 3C 圖中所示。

注意的是，設置於第一電極 102 與第二電極 104 之間的該等層之構造並未受限於上述的構造。注意的是，可使用除了上述構造之外的任一構造，只要該構造至少包含其係電洞注入層之第一層 111，其係電洞傳輸層之第二層 112，其係發光層之第三層 113，及其係載子控制層之第六層 116，且物質係選擇使得使用於第二層 112 之物質的最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）係比使用於第一層 111 之物質的 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）即可。

選擇性地，如第 5B 圖中所示，可使用其中作用為陰極之第二電極 104、EL 層 103，及作用為陽極之第一電極 102 係以此順序而堆疊於基板 101 之上的構造。注意的是，在此情況中之 EL 層 103 具有其中第五層 115、第四層 114、第六層 116、第三層 113、第二層 112、第一層 111，及第一電極 102 係以此順序而堆疊於第二電極 104 之上的構造。

注意的是，使用本發明的發光元件可製造出其中該發

光元件的驅動係由薄膜電晶體（TFT）所控制之被動矩陣發光裝置或主動矩陣發光裝置。

注意的是，在製造主動矩陣發光裝置的情況中之 TFT 的構造上並無特殊的限制，例如可適當地使用交錯的 TFT 或反交錯的 TFT。進一步地，形成於 TFT 基板之上的驅動器電路可由 n 型 TFT 及 p 型 TFT 二者所形成，或僅由 n 型 TFT 或 p 型 TFT 所形成。再者，在使用於 TFT 之半導體膜的晶性上並無特殊的限制，可使用非晶半導體膜，或可使用結晶半導體膜。

在實施例模式 2 中所描述的發光元件之中，自第一層（電洞注入層）111 至第二層（電洞傳輸層）112 之內的電洞注入量可由第一層（電洞注入層）111 及第二層（電洞傳輸層）112 之設置所抑制，使得第二層 112 之最高占有的分子軌道能階（HOMO 能階）（絕對值）係比第一層（電洞注入層）111 之 HOMO 能階（絕對值）更深（更大）。因而，可抑制進入至第三層（發光層）113 之內的電洞注入層；所以，可增加元件效率。此外，該第一層（電洞注入層）111 係使用其中受體物質係包含於具有高的電洞傳輸性質之物質中的複合材料所形成，使得不僅可增加元件效率，而且可保持驅動電壓中的增加於最小值。

另一方面，第六層 116 係設置於第二電極 104 與第三層（發光層）113 之間，以降低載子（電子）的傳輸速率；從而，因為快速的傳輸率而迄此已形成於第三層（發光層）113 與第四層（電洞傳輸層）114 間之介面附近的發

射區可比習知方式更中心地形成於第三層（發光層）113 之中。

進一步地，第六層 116 係設置以降低載子（電子）傳輸率；從而，可防止來自第三層（發光層）113 之到達第二層（電洞傳輸層）112 而未促成光發射的載子（電子）所造成之第二層（電洞傳輸層）112 的劣化。再者，由於載子（電子）傳輸率之降低，不僅可控制進入第三層（發光層）113 之內的載子（電子）注入量，而且可阻止所抑制之載子（電子）的注入量隨著時間而改變。於是，因為可防止由於隨著時間之平衡的劣化所導致之復合或然率的降低，所以亦可達成元件壽命中的改善（隨著時間之光亮度劣化的抑制）。

在此實施例模式中所描述之構造的情況中，因為抑制注入至第三層 113 之內的載子（電洞或電子），所以可改善第三層 113 中的載子平衡，且同時可增加復合的或然率；從而，可增加發光效率。

注意的是，實施例模式 2 可適當地與實施例模式 1 中所述之該等構造的任一構造結合。

〔實施例模式 3〕

在實施例模式 3 之中，將參照第 8 圖來敘述具有複數個 EL 層的發光元件（在下文中，此一發光元件係稱為“堆疊型發光元件”），各個 EL 層係實施例模式 1 及 2 中所描述之發光元件的 EL 層。此發光元件係具有複數個 EL 層

(第一 EL 層 803 和第二 EL 層 804) 於第一電極 801 與第二電極 802 之間的堆疊型發光元件。注意的是，雖然兩個 EL 層的構造係描述於實施例模式 3 之中，但可使用兩個或更多個 EL 層的構造。

在實施例模式 3 之中，第一電極 801 作用為陽極，以及第二電極 802 作用為陰極。注意的是，可將第一電極 801 及第二電極 802 製成為具有與實施例模式 1 中所述之該等構造相似的構造。進一步地，針對該複數個 EL 層（第一 EL 層 803 及第二 EL 層 804），可使用實施例模式 1 及 2 中所述之該等構造的構造。注意的是，該第一 EL 層 803 和第二 EL 層 804 可彼此相同或不同，且可與實施例模式 1 或 2 中所述之該等 EL 層相似。

進一步地，電荷產生層 805 係設置於複數個 EL 層（第一 EL 層 803 和第二 EL 層 804）之間，該電荷產生層 805 具有當施加電壓至第一電極 801 及第二電極 802 時，注入電子至 EL 層之一且注入電洞至 EL 層之另一者的功能。在實施例模式 3 之中，當施加電壓以致使第一電極 801 之電位比第二電極 802 之電位更高時，該電荷產生層 805 將電子注入至第一 EL 層 803 之內，以及將電洞注入至第二 EL 層 804 之內。

注意的是，就光提取效率而言，該電荷產生層 805 較佳地具有光透射性質。進一步地，即使當電荷產生層 805 具有比第一電極 801 及第二電極 802 更低的導電性時，該電荷產生層 805 亦可作用。

該電荷產生層 805 可具有其中將受體物質添加至具有高的電洞傳輸性質之物質的構造，或其中將施體物質添加至具有高的電子傳輸性質之物質的構造。選擇性地，可二者皆有地堆疊該等構造。

在其中將受體物質添加至具有高的電洞傳輸性質之物質的構造之情況中，做為具有高的電洞傳輸性質之物質，可使用芳香胺化合物，例如 4,4'-雙〔N-(1-萘基)-N-苯胺基〕聯苯基 (NPB 或 α -NPD)、N,N'-雙(3-甲苯基)-N,N'-二苯基-〔1,1'-聯苯基〕-4,4'-二胺 (TPD)、4,4',4''-參(N,N-二苯胺基)三苯胺 (TDATA)、4,4',4''-參〔N-(3-甲苯基)-N-苯胺基〕三苯胺 (MTDATA)，或 4,4'-雙〔N-(螺環-9,9'-雙芴-2-基)-N-苯胺基〕-1,1'-聯苯基 (BSPB)，或其類似物。此處所給定之該等物質主要係具有大於或等於 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}_s$ 之電洞遷移率的物質；然而，可使用除了上述物質之外的任一物質，只要該物質係電洞傳輸性質比電子傳輸性質更高的物質即可。

進一步地，做為受體物質，可給定諸如 7,7,8,8-四氰-2,3,5,6-四氰二甲基對苯醌 (F4-TCNQ)、克氯尼，及其類似物。此外，可給定過渡金屬氧化物，而且可給定屬於週期表之族 4 至族 8 之金屬的氧化物；特定地，氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳，及氧化銻係較佳的，因為它們的電子接受性質高。尤其，氧化鉬係更佳的，因為其甚至在空氣中亦穩定，並具有低的收濕性質，且易於操縱。

另一方面，在其中添加施體物質至具有高的電子傳輸性質之物質的構造之情況中，做為具有高的電子傳輸性質之物質，可使用具有喹啉骨架或苯喹啉骨架之金屬錯合物，例如參（8-羥基喹啉）鋁（Alq）、參（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（Almq₃）、雙（10-羥基苯基[h]-羥基喹啉）鈹（BeBq₂），或雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（BALq），或其類似物。選擇性地，可使用具有噁唑基或噻唑基之配位基的金屬錯合物，例如雙〔2-（2-苯噁唑基）羥基苯基〕鋅（Zn（BOX）₂），或雙〔2-（2-苯噻唑基）羥基苯基〕鋅（Zn（BTZ）₂），或其類似物。進一步選擇性地，亦可使用 2-（4-聯苯基）-5-（4-第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（PBD）、1,3-雙〔5-（對-第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基〕苯（OXD-7）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-第三丁基苯基）-1,2,4-三噁唑（TAZ）、向紅菲咯啉（BPhen）、2,9-二甲基-4,7-聯苯-1,10-鄰二氮菲（BCP），或其類似物，以取代金屬錯合物。此處所給定之該等物質主要係具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}$ ，或更大之電子遷移率的物質；然而，可使用除了上述物質之外的任一物質，只要該物質係電子傳輸性質比電洞傳輸性質更高的物質即可。

進一步地，針對施體物質，可使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬，屬於週期表之族 13 的金屬，或其氧化物或碳酸鹽。特定地，較佳地係使用鋰（Li）、鉍（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、鐳（Yb）、銦（In）、氧化鋰、碳酸鉍，或其類似物。選擇性地，可使用諸如四噻丁省之有

機化合物於施體物質。

注意的是，由於使用上述材料之任一者而形成電荷產生層 805，所以可抑制其中堆疊 EL 層於該處的情況中之驅動電壓的增加。

雖然描述具有兩個 EL 層之發光元件於實施例模式 3 之中，但可相似地應用本發明於其中堆疊三個或更多個 EL 層的發光元件。與實施例模式 3 之發光元件相似地，複數個 EL 層係配置成為以電荷產生層而相互隔開於一對電極之間，使得可以以電流密度保持低而在高的光亮度之區域中獲得具有長壽命之元件。進一步地，當應用該發光元件於照明以做為應用實例時，可抑制由於電極材料之電阻所造成的電壓降落，且因此，可在大的區域中達成均勻的發射。此外，可實現能以低電壓來驅動且具有低的功率消耗之發光裝置。

進一步地，當該等 EL 層具有不同的發射顏色時。可自整個發光元件來獲得所欲的發射顏色。例如，在具有兩個 EL 層之發光元件中，當使第一 EL 層之發射顏色與第二 EL 層之發射顏色成為互補顏色時，則可獲得由整個發光元件來發射出白色光的發光元件。注意的是，互補顏色表示當混合該等顏色時可產生無彩色的顏色；也就是說，白色光的發射可由混合其之發射顏色係互補顏色的物質所發射出的光而獲得。

而且，在具有三個 EL 層的發光元件中，例如當第一 EL 層之發射顏色係紅色，第二 EL 層之發射顏色係綠色，

以及第三 EL 層之發射顏色係藍色時，可相似地自整個發光元件來獲得白色光。

注意的是，實施例模式 3 可適當地與實施例模式 1 或 2 中所述之該等構造的任一者相結合。

[實施例模式 4]

在實施例模式 4 之中，將參照第 9A 及 9B 圖來敘述具有本發明之發光元件於像素部分中的發光裝置。注意的是，第 9A 圖係顯示發光裝置之頂視圖，以及第 9B 圖係沿著第 9A 圖之線 A-A' 及 B-B' 所取得的橫剖面視圖。

在第 9A 圖之中，由點線所指示之部分 901 係驅動器電路部分（源極側驅動器電路）；由點線所指示之部分 902 係像素部分；以及由點線所指示之部分 903 係驅動器電路部分（閘極側驅動器電路）。進一步地，參考符號 904 表示密封基板；參考符號 905 表示密封劑；以及由密封劑 905 所包圍的部分係空間 907。

注意的是，引線 908 係用以傳送將被輸入之信號至源極側驅動器電路 901 及閘極側驅動器電路 903 的導線，且接收來自撓性印刷電路（FPC）909 之諸如視頻信號、時脈信號、起始信號、及重設信號的信號，而成為外部輸入端子。注意的是，雖然此處僅顯示 FPC，但該 FPC 可設置有印刷電路板（PWB）。進一步地，在此說明書中之發光裝置不僅包含發光裝置之本身，而且包含設置有 FPC 或 PWB 之發光裝置。

接著，將參照第 9B 圖來敘述橫剖面構造。雖然驅動器電路部分及像素部分係形成於元件基板 910 之上，但此處所顯示的是像素部分 902 中之一像素及其係驅動器電路部分之源極側驅動器電路 901。注意的是，其係 n 通道 TFT 923 及 p 通道 TFT 924 之組合的 CMOS 電路係形成為源極側驅動器電路 901；此外，各個驅動器電路部分可為諸如 CMOS 電路、PMOS 電路，及 NMOS 電路之各式各樣電路的任一者。在此實施例模式中，雖然所描述的是其中驅動器電路係形成於基板上之驅動器積體型構造，但驅動器電路無需一定要形成於基板上，而是可形成於基板的外面。

進一步地，像素部分 902 係由複數個像素所形成，各個像素包含開關 TFT 911、電流控制 TFT 912，及第一電極 913，該第一電極 913 係電性連接至電流控制 TFT 912 的汲極。注意的是，絕緣物 914 係形成以覆蓋第一電極 913 的末端部分。

此外，該絕緣物 914 係較佳地形成以便具有具備曲率之彎曲表面於其上端部分或下端部分，以使該覆蓋適合；例如，可使用正型光敏丙烯酸以做為絕緣物 914 的材料，使得可將絕緣物 914 形成而僅在上端部分具有具備曲率半徑（大於或等於 0.2 微米且小於或等於 3 微米）之彎曲表面。進一步地，可使用呈現不可由光照射而溶於蝕刻劑中之負型材料，或呈現可由光照射而溶於蝕刻劑中之正型材料以成為絕緣物 914。

EL 層 916 及第二電極 917 係形成於第一電極 913 之上。此處，做為使用於第一電極 913 之材料，可使用各式各樣之金屬、合金，及導電性化合物之任一者，或其混合物。注意的是，做為特定之材料，可使用實施例模式 1 中所述之可使用於第一層之材料以做為材料。

進一步地，EL 層 916 係由諸如使用蒸鍍罩幕之蒸鍍法、噴墨法、及旋塗法之各式各樣方法的任一者所形成。該 EL 層 916 具有實施例模式 1 或 2 中所述的構造；此外，做為使用於 EL 層 916 之材料，可使用低分子化合物或高分子化合物（包含寡聚物及樹枝狀聚合物）；進一步地，不僅可使用有機化合物，而且可使用無機化合物，以做為使用於該 EL 層之材料。

進一步地，做為使用於第二電極 917 之材料，可使用各式各樣之金屬、合金，及導電性化合物之任一者，或其混合物。當使用第二電極 917 以做為陰極時，在該等材料之中，較佳地係使用具有低的功函數（小於或等於 3.8eV 之功函數）之金屬、合金，及導電性化合物之任一者，其混合物，或類似物。例如，可給定屬於週期表之族 1 或 2 的元素，亦即，諸如鋰（Li）及銫（Cs）之鹼金屬，及諸如鎂（Mg）、鈣（Ca）、及銦（Sr）之鹼土金屬；包含它們之合金（MgAg 或 AlLi）；或其類似物。

注意的是，在其中 EL 層 916 之中所產生的光係透過第二電極 917 而透射的情況中，亦可使用具有降低厚度之金屬膜及透明導電膜（銦錫氧化物（ITO），含有矽或氧

化矽之銦錫氧化物、銦鋅氧化物（IZO）、或含有氧化錫或氧化鋅之氧化銦（IWZO）的堆疊，以供第二電極 917 用。

再者，提供其中密封基板 904 係使用密封劑 905 而附著至元件基板 910 之構造，使得發光元件 918 設置於由元件基板 910、密封基板 904，及密封劑 905 所包圍的空間 907 之中。注意的是，該空間 907 係充填有充填物，存在有其中該空間 907 係充填有惰性氣體（氮氣、氬氣、或其類似物）之情況，以及其中該空間 907 係充填有密封劑 905 之情況。

注意的是，較佳地使用環氧基之樹脂於該密封劑 905；進一步地，較佳的是，該等材料幾乎不透水或不透氣。此外，取代玻璃基板或石英基板地，可使用由纖維玻璃強化塑膠（FRP）、聚氟乙烯（PVF）、聚酯、丙烯酸、或類似物所形成的塑膠基板，以做為密封基板 904。

如上述地，可獲得具有本發明之發光元件的主動矩陣發光裝置。

進一步地，本發明之發光元件可使用於被動矩陣發光裝置，以取代上述之主動矩陣發光裝置。第 10A 及 10B 圖係使用本發明發光元件之被動矩陣發光裝置的透視圖及橫剖面視圖。注意的是，第 10A 圖係發光裝置的透視圖，以及第 10B 圖係沿著第 10A 圖之線 X-Y 所取得的橫剖面視圖。

在第 10A 及 10B 圖之中，EL 層 1004 係設置於基板

1001 上之第一電極 1002 與第二電極 1003 之間，第一電極 1002 的末端部分係由絕緣層 1005 所覆蓋；此外，隔板層 1006 係設置於絕緣層 1005 之上，隔板層 1006 的側壁具有斜面，使得當側壁更接近基板的表面時，一側壁與另一側壁之間的距離會變成更窄。換言之，以隔板層 1006 之側邊方向所取得的橫剖面具有梯形形狀，且該梯形的基底（平行於絕緣層 1005 的表面且與絕緣層 1005 所接觸的側邊）係比梯形的上方側邊（平行於絕緣層 1005 的表面，但並未與絕緣層 1005 接觸的側邊）更短。以此方式之隔板層 1006 的設置可防止發光元件由於靜電或類似物而故障。

因此，可獲得使用本發明之發光元件的被動矩陣發光裝置。

注意的是，在此實施例模式所述之該等發光裝置的任一者（主動矩陣發光裝置及被動矩陣發光裝置）係使用本發明之具有高度發光效率的發光元件所形成，且因而，可獲得具有降低之功率消耗的發光裝置。

注意的是，實施例模式 4 可適當地與實施例模式 1 至 3 中所述之該等結構的任一者相結合。

〔實施例模式 5〕

在實施例模式 5 之中，將敘述電子裝置，該電子裝置包含實施例模式 4 之中所描述之本發明的發光裝置以成為其之一部分。該電子裝置的實例包含諸如攝影機或數位相

機之像機、眼鏡型顯示器、導航系統、聲頻重放裝置（例如汽車聲頻系統及聲頻系統）、電腦、遊戲機、可攜式資訊終端機（例如行動電腦、蜂巢式電話、可攜式遊戲機，及電子書），其中設置記錄媒體之影像重放裝置（特定地，能重放諸如數位多功能碟片（DVD）之記錄媒體，且裝備有可顯示影像之顯示單元的裝置），及其類似物。該等電子裝置的特定實例係顯示於第 11A 至 11D 圖之中。

第 11A 圖顯示依據本發明的電視機，該電視機包含外殼 9101、支撐基座 9102、顯示部分 9103、揚聲器部分 9104、視頻輸入端子 9105，及其類似物。在此電視機之中，本發明之發光裝置可應用到顯示部分 9103，因為本發明之發光裝置具有高發光效率的特性，所以可由應用本發明之發光裝置而獲得具有降低之功率消耗的電視機。

第 11B 圖顯示依據本發明的電腦，該電腦包含主體 9201、外殼 9202、顯示部分 9203、鍵盤 9204、外部連接埠 9205、指標裝置 9206，及其類似物。在此電腦之中，本發明之發光裝置可應用到顯示部分 9203，因為本發明之發光裝置具有高發光效率的特性，所以可由應用本發明之發光裝置而獲得具有降低之功率消耗的電腦。

第 11C 圖顯示依據本發明的蜂巢式電話，該蜂巢式電話包含主體 9401、外殼 9402、顯示部分 9403、聲頻輸入部分 9404、聲頻輸出部分 9405、操作鍵 9406、外部連接埠 9407、天線 9408，及其類似物。在此蜂巢式電話之中，本發明之發光裝置可應用到顯示部分 9403，因為本發明

之發光裝置具有高發光效率的特性，所以可由應用本發明之發光裝置而獲得具有降低之功率消耗的蜂巢式電腦。

第 11D 圖顯示依據本發明的相機，該相機包含主體 9501、顯示部分 9502、外殼 9503、外部連接埠 9504、遙控接收器 9505、影像接收器 9506、電池 9507、聲頻輸入部分 9508、操作鍵 9509、目鏡部分 9510，及其類似物。在此相機之中，本發明之發光裝置可應用到顯示部分 9502，因為本發明之發光裝置具有高發光效率的特性，所以可由應用本發明之發光裝置而獲得具有降低之功率消耗的相機。

如上述，本發明之發光裝置的可應用範圍係寬廣的，以致使此發光裝置可應用到各式各樣領域之電子裝置。隨著本發明發光裝置的使用，可獲得具有降低之功率消耗的電子裝置。

進一步地，亦可將本發明之發光裝置使用為照明裝置。第 12 圖顯示使用本發明之發光裝置以做為背光之液晶顯示裝置的實例，第 12 圖中所示之液晶顯示裝置包含外殼 1201、液晶層 1202、背光 1203、及外殼 1204。該液晶層 1202 係連接至驅動器 IC 1205；進一步地，本發明之發光裝置係使用以做為背光 1203，而可透過端子 1206 來供應電流至其。

如上述地使用本發明之發光裝置以做為液晶顯示裝置的背光，可獲得具有降低之功率消耗的背光。進一步地，因為本發明之發光裝置係表面發射式照明裝置，且可形成

以具有大的面積，所以亦可獲得大面積的背光；因而，可獲得具有低的功率消耗之大面積的液晶顯示裝置。

第 13 圖顯示其中使用應用本發明之發光裝置以做為其係照明裝置之桌燈的實例。第 13 圖中所示的桌燈包含外殼 1301 及光源 1302，且本發明之發光裝置係使用以做為光源 1302。本發明之發光裝置具有具備高的發光效率之發光元件，且因此，可使用以成為具有低的功率消耗之桌燈。

第 14 圖顯示其中使用應用本發明之發光裝置以做為室內照明裝置 3001 的實例，本發明之發光裝置可形成以具有大的面積，且因此，可使用而成為大面積的照明裝置。進一步地，本發明之發光裝置具有具備高的發光效率之發光元件，且因此，可使用以做為具有低的功率消耗之照明設備。如上述地，在其中使用應用本發明之發光裝置以做為室內照明裝置 1401 的房間中，放置如使用第 11A 圖所描述之本發明的電視機 1402，則可觀視大眾傳播及電影。

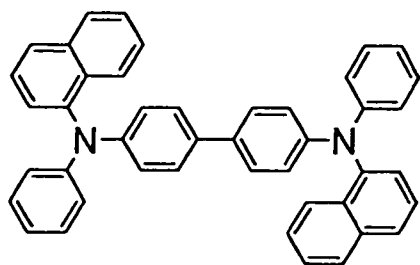
注意的是，實施例模式 5 可適當地與實施例模式 1 至 4 中所述之該等構造的任一者相結合。

[實施例 1]

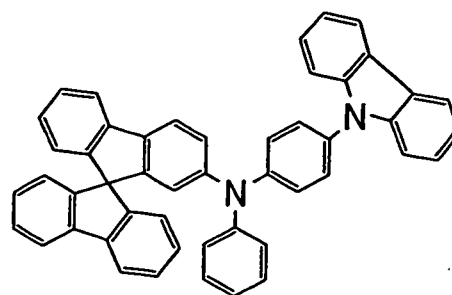
在實施例 1 之中，將敘述具有實施例模式 1 中所述構造而成為本發明之發光元件的發光元件製造方法，及其元件特徵的測量結果。注意的是，此實施例中所描述之發光

元件（發光元件 1 至 4）的元件構造及將與該等發光元件比較之發光元件 5 的元件構造係顯示於第 15 圖之中。此外，在實施例 1 中所使用之有機化合物的構造式係顯示於下文。

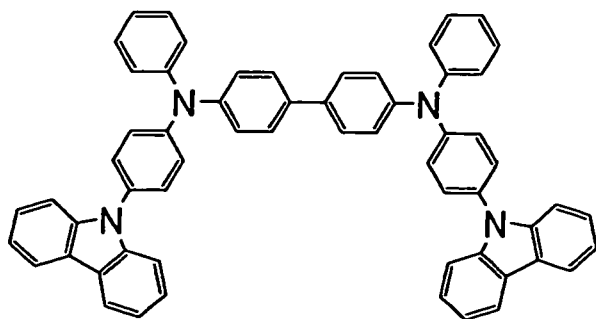
[化學式 1]



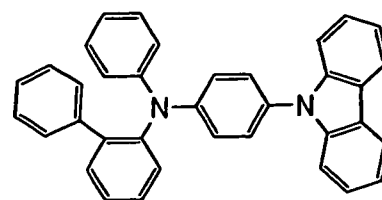
NPB



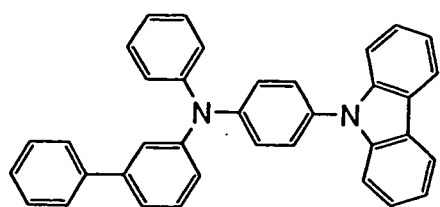
YGASF



YGABP

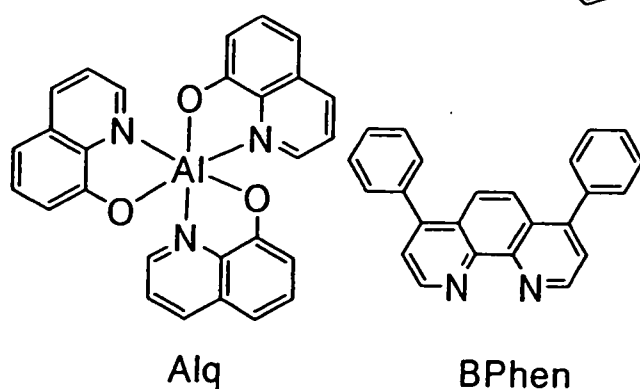
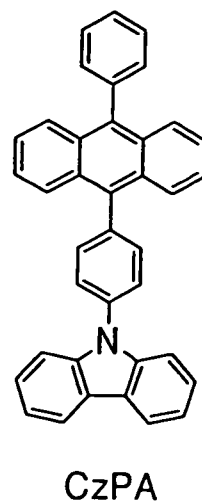
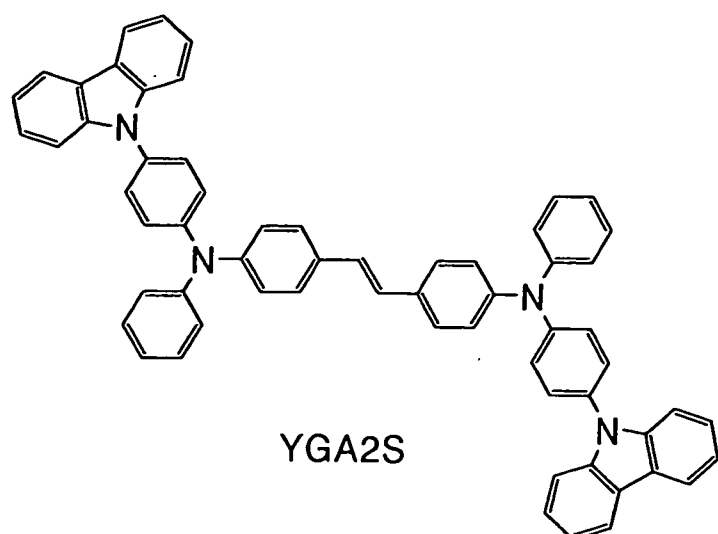


o-YGA1BP



m-YGA1BP

[化學式 2]



(發光元件 1 之製造)

發光元件 1 係具有參照第 1 圖而描述於實施例模式 1 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 1 係在其中第 15 圖之第二層 1512 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1511 及第三層 1513 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。

首先，包含氧化矽之銦錫氧化物係由濺鍍法而沈積於其係玻璃基板的基板 1501 之上，以形成第一電極 1502。注意的是，該第一電極 1502 的厚度係設定為 110 奈米（nm），且其面積係設定為 2 毫米（mm）×2 毫米（mm）。

接著，將其中堆疊複數個層之 EL 層 1503 形成於第一電極 1502 之上。該 EL 層 1503 具有其中電洞注入層之第一層 1511，電洞傳輸層之第二層 1512，發光層之第三層 1513，電子傳輸層之第四層 1514，及電子注入層之第五層 1515 係以此順序而堆疊的構造。

將設置有第一電極 1502 之基板固定至其係設置於真空蒸鍍裝置中的基板保持器，使得設置有第一電極 1502 的表面向下地面向著，將該真空蒸鍍裝置中的壓力降低至大約 10^{-4} 巴 (Pa)；然後，在第一電極 1502 之上，將 4,4'-雙〔N-(1-萘基)-N-苯胺基〕聯苯基 (NPB) 及氧化鉬 (VI) 共蒸鍍，以形成其係電洞注入層之第一層 1511，該第一層 1511 的厚度係設定為 50 奈米，以及蒸鍍速率係調整使得 NPB 對氧化鉬 (VI) 的重量比變成 4:1 (=NPB: 氧化鉬)。注意的是，共蒸鍍法係其中使用複數個蒸鍍源而同時執行蒸鍍於一處理室之中的蒸鍍方法。

其次，N-〔4-(9H-呋啞-9-基)苯基〕-N-苯基-螺環-9,9'-雙芴-2-胺 (YGASF) 係由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第一層 1511 之上沈積至 10 奈米的厚度，以形成由其係電洞傳輸層之第二層 1512。

接著，其係發光層之第三層 1513 係由使用電阻加熱之蒸鍍法而形成於第二層 1512 之上。由 9-〔4-(10-苯基-9-蒽基)苯基〕-9H-呋啞 (CzPA) 及 N,N'-雙〔4-(9H-呋啞-9-基)苯基〕-N,N'-二苯基聯苯乙烯-4,4'-二胺 (YGA2S) 之共蒸鍍，形成具有 30 奈米之厚度的第三層

1513。此處，蒸鍍速率係調整使得 CzPA 對 YGA2S 的重量比變成 1 : 0.04 (=CzPA : YGA2S)。

再者，由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第三層 1513 之上沈積參(8-羥基喹啉)鋁(III)(Alq)至 20 奈米之厚度，且在該處之上沈積向紅菲咯啉(BPhen)至 10 奈米之厚度，以形成其係電子傳輸層之第四層 1514。

氟化鋰(LiF)係在第四層 1514 之上沈積至 1 奈米的厚度，而形成其係電子注入層之第五層 1515。

最後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而沈積鋁至 200 奈米的厚度，以形成第二電極 1504。從而，製造出發光元件 1。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得如上述所獲得的發光元件 1 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 1 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25℃ 的大氣中）。

發光元件 1 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 17 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 18 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 19 圖之中，以及在 1 毫安(mA)之電流時的發射光譜係顯示於第 20 圖之中。

在 1000cd/m² 的光亮度之發光元件 1 的 CIE 色品座標係(x=0.16, y=0.16)，且發射出衍生自 YGA2S 的藍色光。此外，在 1000cd/m² 的光亮度時，電流效率係 5.6cd/A；因此，發光元件 1 具有高的效率。在 1000cd/m² 的光亮度時，驅動電壓係 5.2V（伏特）。

（發光元件 2 之製造）

發光元件 2 係具有參照第 1 圖而以相似於發光元件 1 之方式所描述於實施例模式 1 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 2 係在其中第 15 圖之第二層 1512 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1511 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。

發光元件 2 係以相似於發光元件 1 之方式所製造，除了使用 4-（9H-咔唑-9-基）-2'-苯基三苯胺（o-YGA1BP）於發光元件 2 的第二層 1512 以取代 YGASF 之外。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得所獲得的發光元件 2 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 2 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25℃ 的大氣中）。

發光元件 2 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 17 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 18 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 19 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 20 圖之中。

在 1000cd/m^2 的光亮度之發光元件 2 的 CIE 色品座標係（ $x=0.16$ ， $y=0.16$ ），且發射出衍生自 YGA2S 的藍色光。此外，在 1000cd/m^2 的光亮度時，電流效率係 6.6cd/A ；因此，發光元件 2 具有高的效率。在 1000cd/m^2 的光亮度時，驅動電壓係 5.2V（伏特）。

（發光元件 3 之製造）

與發光元件 1 及發光元件 2 相似地，發光元件 3 係具有參照第 1 圖而描述於實施例模式 1 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 3 係在其中第 15 圖之第二層 1512 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1511 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。

發光元件 3 係使用 4-（9H-咔唑-9-基）-3'-苯基三苯胺（m-YGA1BP）以取代使用於發光元件 1 之第二層 1512 的 YGASF，而以相似於發光元件 1 之方式所製造。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得所獲得的發光元件 3 並未暴露於大氣，且然後，測量此發光元件 3 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25°C 的大氣中）。

發光元件 3 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 17 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 18 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 19 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 20 圖之中。

在 1000cd/m^2 的光亮度之發光元件 3 的 CIE 色品座標係（ $x=0.16$ ， $y=0.16$ ），且發射出衍生自 YGA2S 的藍色光。此外，在 1000cd/m^2 的光亮度時，電流效率係 6.2cd/A ；因此，發光元件 3 具有高的效率。在 1000cd/m^2 的光亮度時，驅動電壓係 5.4V（伏特）。

（發光元件 4 之製造）

與發光元件 1 至 3 相似地，發光元件 4 係具有參照第 1 圖而描述於實施例模式 1 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 4 係在其中第 15 圖之第二層 1512 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1511 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。

發光元件 4 係使用 N,N'-雙〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基-N,N'-二苯乙烯基-4,4'-二胺（YGABP）以取代使用於發光元件 1 之第二層 1512 的 YGASF，而以相似於發光元件 1 之方式所製造。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得所獲得的發光元件 4 並未暴露於大氣，且然後，測量此發光元件 4 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25℃ 的大氣中）。

發光元件 4 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 17 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 18 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 19 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 20 圖之中。

在 1000cd/m^2 的光亮度之發光元件 4 的 CIE 色品座標係（ $x=0.16$ ， $y=0.16$ ），且發射出衍生自 YGA2S 的藍色光。此外，在 1000cd/m^2 的光亮度時，電流效率係 4.9cd/A ；因此，發光元件 4 具有高的效率。在 1000cd/m^2 的光亮度時，驅動電壓係 5.2V（伏特）。

（發光元件 5 之製造）

接著，製造發光元件 5（其中上述發光元件 1 至 4 之第二層 1512 係使用 NPB 所形成的構造），以做為比較用之發光元件。特定地，發光元件 5 係在其中第 15 圖之第二層 1512 的 HOMO 能階係與第一層 1511 的 HOMO 能階相同的情況中之發光元件。下文將敘述其製造方法。

首先，包含氧化矽之銦錫氧化物係由濺鍍法而沈積於玻璃基板 1501 之上，以形成第一電極 1502。注意的是，該第一電極 1502 的厚度係設定以成為 110 奈米，且其面積係設定以成為 2 毫米×2 毫米。

將設置有第一電極 1502 之基板固定至其係設置於真空蒸鍍裝置中的基板保持器，使得設置有第一電極 1502 的表面向下地面向著，將該真空蒸鍍裝置中的壓力降低至大約 10^{-4} 巴；然後，在第一電極 1502 之上，將 4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NPB）及氧化鉬（VI）共蒸鍍，以形成其係電洞注入層之第一層 1511，該第一層 1511 的厚度係設定以成為 30 奈米，以及蒸鍍速率係調整使得 NPB 對氧化鉬（VI）的重量比變成 4：1（=NPB：氧化鉬）。注意的是，共蒸鍍法意指其中使用複數個蒸鍍源而同時執行蒸鍍於一處理室之中的蒸鍍方法。

其次，4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NBP）係由使用電阻加熱之蒸鍍法而沈積至 10 奈米的厚度，以形成其係電洞傳輸層之第二層 1512。

接著，其係發光層之第三層 1513 係形成於第二層 1512 之上。由 9-〔4-（N-呋唑基）苯基〕-10-苯基蒽（

CzPA) 及 N,N'-雙 [4- (9H-吡啶 -9-基) 苯基] -N,N'-二苯基聯苯乙烯 -4,4'-二胺 (YGA2S) 之共蒸鍍，形成具有 30 奈米之厚度的第三層 1513。此處，蒸鍍速率係調整使得 CzPA 對 YGA2S 的重量比變成 1 : 0.04 (=CzPA : YGA2S) 。

然後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第三層 1513 之上沈積參 (8-羥基喹啉) 鋁 (III) (Alq) 至 20 奈米之厚度，且在該處之上沈積向紅菲咯啉 (BPhen) 至 10 奈米之厚度，以形成其係電子傳輸層之第四層 1514。

接著，氟化鋰 (LiF) 係在第四層 1514 之上沈積至 1 奈米的厚度，而形成其係電子注入層之第五層 1515。

最後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而沈積鋁至 200 奈米的厚度，以形成第二電極 1504。從而，製造出發光元件 5。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得如上述所獲得的發光元件 5 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 5 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫 (在保持於 25℃ 的大氣中) 。

發光元件 5 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 17 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 18 圖之中，以及光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 19 圖之中。

在 1000 cd/m² 的光亮度之發光元件 5 的 CIE 色品座標係 (x=0.16, y=0.16)，且如發光元件 1 至 4 似地發射出衍生自 YGA2S 的藍色光。此外，發光元件 5 的電流效率

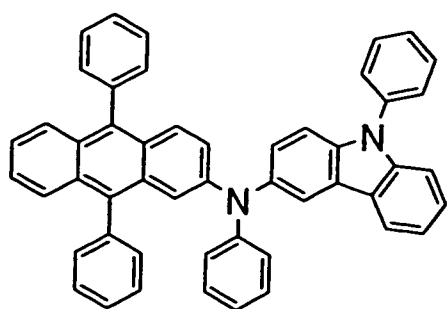
係 3.0cd/A ；可發現的是，與發光元件 1 至 4 之電流效率相較地，發光元件 5 的電流效率比發光元件 1 至 4 之電流效率更低。

如上述地，所發現的是，發光元件 1 至 4 具有比發光元件 5 更高的效率；因此，可認為的是，具有高效率的發光元件可由應用本發明而獲得。

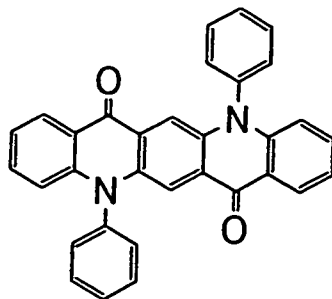
[實施例 2]

在實施例 2 之中，將敘述其係本發明發光元件之具有實施例模式 2 中所述構造的發光元件之製造方法，及其元件特徵的測量結果。注意的是，此實例中所描述之發光元件（發光元件 6 至 8）的元件構造係顯示於第 16A 圖之中，以及將與該等發光元件比較之發光元件 9 的元件構造係顯示於第 16B 圖之中。此外，在實施例 2 中所使用之有機化合物的構造式係顯示於下文。注意的是，在實施例 1 中所描述之該等有機化合物可引用至實施例 2，且其說明將省略於此處。

[化學式 3]



2PCAPA



DPQd

(發光元件 6 之製造)

發光元件 6 係具有參照第 4 圖而描述於實施例模式 2 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 6 係在其中第 16A 圖之第二層 1612 的 HOMO 能階係比第一層 1611 之 HOMO 能階更深（絕對值係更大）的情況中之發光元件。再者，該發光元件 6 係在其中第六層如第 6A 及 6B 圖之概念圖中所示地動力控制載子（電子）的情況中之發光元件。

首先，包含氧化矽之銦錫氧化物係由濺鍍法而沈積於其係玻璃基板的基板 1601 之上，以形成第一電極 1602。注意的是，該第一電極 1602 的厚度係設定為 110 奈米（nm），且其面積係設定為 2 毫米（mm）×2 毫米（mm）。

接著，將其中堆疊複數個層之 EL 層 1603 形成於第一電極 1602 之上。在此實施例中，該 EL 層 1603 具有其中電洞注入層之第一層 1611，電洞傳輸層之第二層 1612，發光層之第三層 1613，用以控制電子載子之傳輸的載子控制層之第六層，電子傳輸層之第四層 1614，及電子注入層之第五層 1615 係以此順序而堆疊的構造。

將設置有第一電極 1602 之基板固定至其係設置於真空蒸鍍裝置中的基板保持器，使得設置有第一電極 1602 的表面向下地面向著，將該真空蒸鍍裝置中的壓力降低至大約 10^{-4} 巴（Pa）；然後，在第一電極 1602 之上，將 4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NPB）及氧化鋁（VI）共蒸鍍，以形成其係電洞注入層之第一層 1611

，該第一層 1611 的厚度係設定為 50 奈米，以及蒸鍍速率係調整使得 NPB 對氧化鋁（VI）的重量比變成 4：1（=NPB：氧化鋁）。注意的是，共蒸鍍法意指其中使用多個蒸鍍源而同時執行蒸鍍於一處理室之中的蒸鍍方法。

其次，N-〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基〕-N-苯基-螺環-9,9'-雙芴-2-胺（YGASF）係由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第一層 1611 之上沈積至 10 奈米的厚度，以形成其係電洞傳輸層之第二層 1612。

接著，其係發光層之第三層 1613 係形成於第二層 1612 之上。由 9-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕-9H-咔唑（CzPA）及 N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（2PCAPA）之共蒸鍍，形成具有 30 奈米之厚度的第三層 1613。此處，蒸鍍速率係調整使得 CzPA 對 2PCAPA 的重量比變成 1：0.05（=CzPA：2PCAPA）。

再者，在該第三層 1613 之上，共蒸鍍參（8-羥基喹啉）鋁（III）（Alq）及 N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（2PCAPA）至 10 奈米之厚度，而形成第六層 1616，該第六層 1616 係用以控制電子載子之載子控制層。此處，蒸鍍速率係調整使得 Alq 對 2PCAPA 的重量比變成 1：0.1（=Alq：2PCAPA）。

然後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第六層 1616 之上沈積向紅菲咯啉（BPhen）至 30 奈米的厚度，以形成其係電子傳輸層之第四層 1614。

氟化鋰（LiF）係在第四層 1614 之上沈積至 1 奈米的

厚度，而形成其係電子注入層之第五層 1615。

最後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而沈積鋁至 200 奈米的厚度，以形成第二電極 1604。從而，製造出發光元件 6。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得如上述所獲得的發光元件 6 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 6 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25℃ 的大氣中）。

發光元件 6 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 21 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 22 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 23 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 24 圖之中。進一步地，第 25 圖顯示其中由定電流驅動法而以設定於 5000cd/m^2 之初始光亮度來使發光元件 6 連續發光之連續照明測試的結果（垂直軸指示在 5000cd/m^2 係 100% 之假定下的相對光亮度）。

在 5000cd/m^2 的光亮度之發光元件 6 的 CIE 色品座標係（ $x=0.30$ ， $y=0.61$ ），且發射出衍生自 2PCAPA 的綠色光。此外，在 5000cd/m^2 的光亮度時，電流效率係 19cd/A ；因此，發光元件 6 具有極高的效率。在 5000cd/m^2 的光亮度時，驅動電壓係 4.8V（伏特）。

再者，連續照明測試係執行於其中發光元件 6 係以設定於 5000cd/m^2 之初始光亮度而由定電流驅動法使連續發光。結果，即使在 100 小時之後亦可維持 79% 的初始光亮

度；因此，所發現的是，該發光元件 6 具有長的壽命。

（發光元件 7 之製造）

發光元件 7 係具有參照第 4 圖而描述於實施例模式 2 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 7 係在其中第 16A 圖之第二層 1612 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1611 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。再者，該發光元件 7 係在其中第六層如第 7 圖之概念圖中所示地熱力學地控制載子（電子）的情況中之發光元件。

發光元件 7 係以相似於發光元件 6 之方式所製造，除了使用 Alq 及 N,N'-二苯基喹吡啶酮（DPQd）之共蒸鍍膜來取代使用於發光元件 6 的第六層 1616 之 Alq 及 2PCAPA 的蒸鍍膜之外。此處，蒸鍍速率係調整使得 Alq 對 DPQd 的重量比變成 1：0.005（=Alq：DPQd）。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得所獲得之本發明的發光元件 7 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 7 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25°C 的大氣中）。

發光元件 7 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 21 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 22 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 23 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 24 圖之中。進一步地，第 25 圖顯示其中由定電流驅動法而以設定於

5000 cd/m² 之初始光亮度來使發光元件 7 連續發光之連續照明測試的結果（垂直軸指示在 5000 cd/m² 係 100%之假定下的相對光亮度）。

在 5000 cd/m² 的光亮度之發光元件 7 的 CIE 色品座標係（ $x=0.30$ ， $y=0.61$ ），且發射出衍生自 2PCAPA 的綠色光。此外，在 5000 cd/m² 的光亮度時，電流效率係 17 cd/A；因此，發光元件 7 具有極高的效率。在 5000 cd/m² 的光亮度時，驅動電壓係 6.1V（伏特）。

再者，連續照明測試係執行於其中發光元件 7 係以設定於 5000 cd/m² 之初始光亮度而由定電流驅動法使連續發光。結果，即使在 100 小時之後亦可維持 82%的初始光亮度；因此，所發現的是，該發光元件 7 具有長的壽命。

（發光元件 8 之製造）

發光元件 8 係具有參照第 4 圖而描述於實施例模式 2 中之構造的發光元件。特定地，發光元件 8 係在其中第 16A 圖之第二層 1612 的 HOMO 能階（絕對值）係比第一層 1611 之 HOMO 能階更深（更大）的情況中之發光元件。再者，該發光元件 8 係在其中第六層如第 6A 及 6B 圖之概念圖中所示地動力地控制載子（電子）的情況中之發光元件。

發光元件 8 係以相似於發光元件 6 之方式所製造，除了使用 N,N'-雙〔4-（9H-呋啞-9-基）苯基-N,N'-二苯乙烯基〕-4,4'-二胺（YGABP）來取代使用於發光元件 5 之第

二層 1612 的 YGASF 之外。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得所獲得之本發明的發光元件 8 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 8 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25°C 的大氣中）。

發光元件 8 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 21 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 22 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 23 圖之中，以及在 1 毫安（mA）之電流時的發射光譜係顯示於第 24 圖之中。進一步地，第 25 圖顯示其中由定電流驅動法而以設定於 5000cd/m² 之初始光亮度來使發光元件 8 連續發光之連續照明測試的結果（垂直軸指示在 5000cd/m² 係 100%之假定下的相對光亮度）。

在 5000cd/m² 的光亮度之發光元件 8 的 CIE 色品座標係（x=0.29，y=0.63），且發射出衍生自 2PCAPA 的綠光。此外，在 5000cd/m² 的光亮度時，電流效率係 20cd/A；因此，發光元件 8 具有高的效率。在 5000cd/m² 的光亮度時，驅動電壓係 4.6V（伏特）。

再者，連續照明測試係執行於其中發光元件 8 係以設定於 5000cd/m² 之初始光亮度而由定電流驅動法使連續發光。結果，即使在 100 小時之後亦可維持 87%的初始光亮度；因此，可證明的是，該發光元件 8 具有長的壽命。

（發光元件 9 之製造）

其次，製造具有第 16B 圖中所示構造的發光元件 9（其中使用 NPB 來形成上述發光元件 6 至 8 的第二層 1612，且不設置第六層 1616 的構造），以做為用於比較的發光元件。下文將敘述其製造方法。

首先，包含氧化矽之銦錫氧化物係由濺鍍法而沈積於玻璃基板 1601 之上，以形成第一電極 1602。注意的是，該第一電極 1602 的厚度係設定為 110 奈米（nm），且其面積係設定為 2 毫米（mm）×2 毫米（mm）。

接著，將設置有第一電極 1602 之基板固定至其係設置於真空蒸鍍裝置中的基板保持器，使得設置有第一電極 1602 的表面向下地面向著，將該真空蒸鍍裝置中的壓力降低至大約 10^{-4} 巴（Pa）；然後，在第一電極 1602 之上，將 4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NPB）及氧化鉬（VI）共蒸鍍，以形成其係電洞注入層之第一層 1611，該第一層 1611 的厚度係設定為 50 奈米，以及蒸鍍速率係調整使得 NPB 對氧化鉬（VI）的重量比變成 4：1（=NPB：氧化鉬）。注意的是，共蒸鍍法係其中使用複數個蒸鍍源而同時執行蒸鍍於一處理室之中的蒸鍍方法。

其次，由使用電阻加熱之蒸鍍法來將 4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NPB）沈積至 10 奈米的厚度，而形成其係電洞傳輸層之第二層 1612。

接著，其係發光層之第三層 1613 係形成於第二層 1612 之上。由 9-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕-9H-咔唑（CzPA）及 N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔

啞-3-胺 (2PCAPA) 之共蒸鍍，形成具有 40 奈米之厚度的第三層 1613。此處，蒸鍍速率係調整使得 CzPA 對 2PCAPA 的重量比變成 1 : 0.05 (=CzPA : 2PCAPA)。

然後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而在第三層 1613 之上沈積向紅菲咯啉 (BPhen) 至 30 奈米的厚度，以形成其係電子傳輸層之第四層 1614。

其次，氟化鋰 (LiF) 係在第四層 1614 之上沈積至 1 奈米的厚度，而形成其係電子注入層之第五層 1615。

最後，由使用電阻加熱之蒸鍍法而沈積鋁至 200 奈米的厚度，以形成第二電極 1604。從而，製造出發光元件 9。

密封係在氮氛圍之下執行於手套箱之中，使得如上述所獲得的發光元件 9 並未暴露於大氣；且然後，測量此發光元件 9 的操作特徵。注意的是，測量係執行於室溫（在保持於 25℃ 的大氣中）。

發光元件 9 之電流密度對光亮度之特徵係顯示於第 21 圖之中，電壓對光亮度之特徵係顯示於第 22 圖之中，光亮度對電流效率之特徵係顯示於第 23 圖之中。第 25 圖顯示其中由定電流驅動法而以設定於 5000cd/m^2 之初始光亮度來使發光元件 9 連續發光之連續照明測試的結果（垂直軸指示在 5000cd/m^2 係 100% 之假定下的相對光亮度）。

在 5000cd/m^2 的光亮度之發光元件 9 的 CIE 色品座標係 ($x=0.30$, $y=0.62$)，電流效率係 16cd/A ，且如發光元件 6 至 8 一樣地發射出衍生自 2PCAPA 的綠色光。與發光

元件 6 至 8 之電流效率相較地，所發現到的是，發光元件 9 的電流效率比發光元件 6 至 8 的電流效率更低。進一步地，連續照明測試係執行於其中發光元件 9 係以設定於 5000cd/m^2 之初始光亮度而由定電流驅動法使連續發光。結果，在 100 小時之後，光亮度已減低至初始光亮度的 76%，如第 25 圖中所示；因此，發光元件 9 顯示比發光元件 6 至 8 更短的壽命。

如上述地，所發現到的是，發光元件 6 至 8 具有比發光元件 9 更高的效率；因此，可認為的是：具有高的效率及長的壽命之發光元件可由應用本發明而獲得。

[實施例 3]

在實施例 3 之中，係由循環伏安法（CV）來測量所使用於實施例 1 及實施例 2（發光元件 1 至 4 及發光元件 6 至 8）中所製造之發光元件的電洞傳輸層之第二層（第 15A 圖之第二層 1512 及第 16A 圖之第二層 1612）的 N-〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基〕-N-苯基-螺環-9,9'-雙芴-2-胺（YGASF），4-（9H-咔唑-9-基）-2'-苯基三苯胺（o-YGA1BP）、4-（9H-咔唑-9-基）-3'-苯基三苯胺（m-YGA1BP）、N,N'-雙〔4-（9H-咔唑-9-基）苯基-N,N'-二苯乙烯基〕-4,4'-二胺（YGABP），及 4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯胺基〕聯苯基（NPB）的氧化反應特徵。

此外，YGASF、YGABP、o-YGA1BP、m-YGA1BP，及 NPB 的 HOMO 能階可計算自該等測量。注意的是，針

對該等測量，可使用電化學分析儀（由 BAS Inc. 所製造之 ALS 型 600A 或 600C）。

關於使用於該等 CV 測量的溶液，係使用去水二甲基代甲醯胺（DMF）（由 Aldrich Inc. 所製造，99.8%，型號 22705-6）以做為溶劑，且將其係載流電解質之四正丁基高氯酸銨（ $n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ，由東京化工公司所製造，型號 T0836）溶解於該溶劑中，使得四正丁基高氯酸銨的濃度係 100 mmol/L。再者，該等測量的目標亦溶解於該溶劑中，且予以調整，使得其濃度變成 1 mmol/L。進一步地，使用鉑電極（PTE 鉑電極，由 BAS Inc. 所製造）以做為工作電極；使用鉑電極（VC-3 Pt 反向電極（5 公分），由 BAS Inc. 所製造）以做為輔助電極；以及使用 Ag/Ag^+ 電極（RE5 非水溶劑參考電極，由 BAS Inc. 所製造）以做為參考電極。注意的是，該等 CV 測量係執行於室溫（20℃至 25℃）。

（參考電極之位能相對於真空能階的計算）

首先，計算使用於實施例 3 中的參考電極（ Ag/Ag^+ 電極）相對於真空能階之位能（eV），亦即，計算 Ag/Ag^+ 電極的費密（Fermi）能階。已知的是，在甲醇中之二茂鐵的氧化－還原電位相對於標準氫電極係 +0.610 [V 對 SHE]（參考文件：Christian R. Goldsmith 等人，J. Am. Chem. Soc., Vol.124, No.1, 第 83 至 96 頁，2002 年）。另一方面，當使用實施例 3 中所使用的參考電極來計算甲

醇中之二茂鐵的氧化－還原電位時，結果係 $+0.20$ 〔V 對 Ag/Ag^+ 〕；因此，所發現的是，使用於實施例 3 中之參考電極的位能比標準氫電極低 0.41 〔eV〕。

此處，已知的是，標準氫電極相對於真空能階之位能係 -4.44eV （參考文件：Toshihiro Ohnishi 及 Tamami Koyama，高分子 EL 材料，Kyoritsu Shuppan，第 64 至 67 頁）。因此，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能可計算為 $-4.44-0.41=-4.85$ 〔eV〕。

（測量實例 1：YGASF）

在測量實例 1 之中，YGASF 的氧化反應特徵係由循環伏安法（CV）所測量，掃描速率係設定為 $0.1\text{V}/\text{sec}$ ，第 26 圖顯示測量結果。注意的是，氧化反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.18V 至 $+0.80\text{V}$ 之電位，且然後以範圍自 $+0.80\text{V}$ 至 -0.18V 之電位來掃描。

如第 26 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 $+0.63\text{V}$ ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 $+0.55\text{V}$ 。因此，可計算出半波電位（ E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位）為 $+0.59\text{V}$ ；此顯示的是，YGASF 係由 $+0.59$ 〔V 對 Ag/Ag^+ 〕之電能所氧化，且此能量對應於 HOMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 〔eV〕；因此，可計算出 YGASF 的 HOMO 能階為 $-4.85 - (+0.59) = -5.44$ 〔eV〕。

(測量實例 2 : YGABP)

在測量實例 2 之中，YGABP 的氧化反應特徵係由循環伏安法 (CV) 所測量，掃描速率係設定為 0.1V/sec ，第 27 圖顯示測量結果。注意的是，氧化反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.20V 至 $+1.00\text{V}$ 之電位，且然後以範圍自 $+1.00\text{V}$ 至 -0.20V 之電位來掃描。

如第 27 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 $+0.66\text{V}$ ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 $+0.50\text{V}$ 。因此，可計算出半波電位 (E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位) 為 $+0.58\text{V}$ ；此顯示的是，YGABP 可由 $+0.58$ [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所氧化，且此能量對應於 HOMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此，可計算出 YGABP 的 HOMO 能階為 $-4.85 - (+0.58) = -5.43$ [eV]。

(測量實例 3 : o-YGA1BP)

在測量實例 3 之中，o-YGA1BP 的氧化反應特徵係由循環伏安法 (CV) 所測量，掃描速率係設定為 0.1V/sec ，第 28 圖顯示測量結果。注意的是，氧化反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -1.00V 至 $+1.00\text{V}$ 之電位，且然後以範圍自 $+1.00\text{V}$ 至 -1.00V 之電位來掃描。

如第 28 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 $+0.67\text{V}$ ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 $+0.51\text{V}$ 。因此，可計算出半波電位（ E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位）為 $+0.58\text{V}$ ；此顯示的是，o-YGA1BP 可由 $+0.58$ [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所氧化，且此能量對應於 HOMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此可計算出 o-YGA1BP 的 HOMO 能階為 $-4.85 - (+0.58) = -5.43$ [eV]。

（測量實例 4：m-YGA1BP）

在測量實例 4 之中，m-YGA1BP 的氧化反應特徵係由循環伏安法（CV）所測量，掃描速率係設定為 $0.1\text{V}/\text{sec}$ ，第 29 圖顯示測量結果。注意的是，氧化反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.50V 至 $+1.00\text{V}$ 之電位，且然後以範圍自 $+1.00\text{V}$ 至 -0.50V 之電位來掃描。

如第 29 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 $+0.86\text{V}$ ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 $+0.44\text{V}$ 。因此，可計算出半波電位（ E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位）為 $+0.65\text{V}$ ；此顯示的是，m-YGA1BP 可由 $+0.65$ [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所氧化，且此能量對應於 HOMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此可計算出 m-YGA1BP 的 HOMO 能階為 $-4.85 - (+0.65) = -5.50$ [eV]。

(測量實例 5 : NPB)

在測量實例 5 之中，NPB 的氧化反應特徵係由循環伏安法 (CV) 測量所評估，掃描速率係設定為 0.1 V/sec ，第 30 圖顯示測量結果。注意的是，氧化反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.20 V 至 $+0.80\text{ V}$ 之電位，且然後以範圍自 $+0.80\text{ V}$ 至 -0.20 V 之電位來掃描。

如第 30 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 $+0.45\text{ V}$ ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 $+0.39\text{ V}$ 。因此，可計算出半波電位 (E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位) 為 $+0.42\text{ V}$ ；此顯示的是，NPB 可由 $+0.42$ [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所氧化，且此能量對應於 HOMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 3 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此，可計算出 NPB 的 HOMO 能階為 $-4.85 - (+0.42) = -5.27$ [eV]。

注意的是，藉由在其係以上述方式所計算之 YGASF、YGABP、o-YGA1BP、m-YGA1BP，及 NPB 的 HOMO 能階之間的比較，可發現的是，YGASF 的 HOMO 能階比 NPB 的 HOMO 能階低 0.17 [eV]，YGABP 的 HOMO 能階比 NPB 的 HOMO 能階低 0.16 [eV]，o-YGA1BP 的 HOMO 能階比 NPB 的 HOMO 能階低 0.16 [eV]，以及 m-YGA1BP 的 HOMO 能階比 NPB 的 HOMO 能階低 0.23 [eV]。

也就是說，藉由使用 YGASF、YGABP、o-YGA1BP，或 m-YGA1BP 來形成其係電洞傳輸層的第二層（第 15 圖之第二層 1512 及第 16A 和 16B 圖之第二層 1612），可抑制電洞自其係電洞注入層之第一層（第 15 圖之第一層 1511 及第 16A 和 16B 圖之第一層 1611）進入至其係電洞傳輸層之第二層（第 15 圖之第二層 1512 及第 16A 和 16B 圖之第二層 1612）之內的注入量。因此，可抑制電洞進入至其係發光層之第三層（第 15 圖之第三層 1513 及第 16A 和 16B 圖之第三層 1613）之內的注入量；所以，可達成元件效率的增加。

因此，可認為其中使用 YGASF、YGABP、o-YGA1BP，或 m-YGA1BP 於其係本發明發光元件之電洞傳輸層的第二層之實施例 1 及 2 的元件構造係適合於本發明。

〔實施例 4〕

在此實施例中，係由循環伏安法（CV）來測量所使用於實施例 2 中所製造的發光元件（發光元件 6 至 8）中之用以控制電子載子的傳輸之載子控制層的第六層（第 16A 圖之第六層 1616）之參（8-羥基喹啉）鋁（III）（Alq），N,N'-二苯基喹吡啶酮（DPQd），及 N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-吡啶-3-胺（2PCAPA）的還原反應特徵。進一步地，Alq、DPQd，及 2PCAPA 的 LUMO 能階可計算自該等測量。注意的是，針對該等測量，可使用電化學分析儀（由 BAS Inc. 所製造之 ALS 型 600A 或

600C)。

關於使用於該等 CV 測量的溶液，係使用去水二甲基代甲醯胺 (DMF) (由 Aldrich Inc. 所製造，99.8%，型號 22705-6) 以做為溶劑，且將其係載流電解質之四正丁基高氯酸銨 ($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ，由東京化工公司所製造，型號 T0836) 溶解於該溶劑中，使得四正丁基高氯酸銨的濃度係 100mmol/L。再者，該等測量的目標亦溶解於該溶劑中，且予以調整，使得其濃度為 10mmol/L。進一步地，使用鉑電極 (PTE 鉑電極，由 BAS Inc. 所製造) 以做為工作電極；使用鉑電極 (VC-3 Pt 反向電極 (5 公分)，由 BAS Inc. 所製造) 以做為輔助電極；以及使用 Ag/Ag^+ 電極 (RE5 非水溶劑參考電極，由 BAS Inc. 所製造) 以做為參考電極。注意的是，該等 CV 測量係執行於室溫 (20°C 至 25°C)。

(參考電極之位能相對於真空能階的計算)

首先，計算使用於實施例 4 中的參考電極 (Ag/Ag^+ 電極) 相對於真空能階之位能 (eV)，亦即，計算 Ag/Ag^+ 電極的費密 (Fermi) 能階。已知的是，在甲醇中之二茂鐵的氧化－還原電位相對於標準氫電極係 +0.610 [V 對 SHE] (參考文件：Christian R. Goldsmith 等人，J. Am. Chem. Soc., Vol.124, No.1, 第 83 至 96 頁，2002 年)。另一方面，當使用實施例 4 中所使用的參考電極來計算甲醇中之二茂鐵的氧化－還原電位時，結果係 +0.20 [V 對

Ag/Ag^+ 〕；因此，所發現的是，使用於實施例 4 中之參考電極的位能比標準氫電極低 0.41 [eV] 。

此處，已知的是，標準氫電極相對於真空能階之位能係 -4.44 eV （參考文件：Toshihiro Ohnishi 及 Tamami Koyama，高分子 EL 材料，Kyoritsu Shuppan，第 64 至 67 頁）。因此，使用於實施例 4 中的參考電極相對於真空能階之位能可計算為 $-4.44 - 0.41 = -4.85 \text{ [eV]}$ 。

（測量實例 6：Alq）

在測量實例 6 之中，Alq 的還原反應特徵係由循環伏安法（CV）所測量，掃描速率係設定為 0.1 V/sec ，第 31 圖顯示測量結果。注意的是，還原反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.69 V 至 -2.40 V 之電位，且然後以範圍自 -2.40 V 至 -0.69 V 之電位來掃描。

如第 31 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 -2.12 V ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 -2.20 V 。因此，可計算出半波電位（ E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位）為 -2.16 V ；此顯示的是，Alq 係由 $-2.16 \text{ [V 對 } \text{Ag}/\text{Ag}^+ \text{]}$ 之電能所還原，且此能量對應於 LUMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 4 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV] ；因此，可計算出 Alq 的 LUMO 能階為 $-4.85 - (-2.16) = -2.69 \text{ [eV]}$ 。

(測量實例 7 : DPQd)

在測量實例 7 之中，DPQd 的還原反應特徵係由循環伏安法 (CV) 所測量，掃描速率係設定為 0.1 V/sec ，第 32 圖顯示測量結果。注意的是，還原反應特徵之測量係以此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.40 V 至 -2.10 V 之電位，且然後以範圍自 -2.10 V 至 -0.40 V 之電位來掃描。進一步地，因為 DPQd 具有低的可溶解度，且即使當溶液係調整而以 1 mmol/L 之濃度來包含 DPQd 時，亦無法在溶劑之中完全地溶解，所以浮在上面的流體係提取有所沈澱之未溶解的殘留物，且被使用於測量。

如第 32 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 -1.63 V ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 -1.69 V 。因此，可計算出半波電位 (E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位) 為 -1.66 V ；此顯示的是，DPQd 係由 -1.66 [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所還原，且此能量對應於 LUMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 4 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此，可計算出 DPQd 的 LUMO 能階為 $-4.85 - (-1.66) = -3.19$ [eV]。

(測量實例 8 : 2PCAPA)

在測量實例 8 之中，2PCAPA 的還原反應特徵係由循環伏安法 (CV) 所測量，掃描速率係設定為 0.1 V/sec ，第 33 圖顯示測量結果。注意的是，還原反應特徵之測量係以

此一方式而執行，亦即，工作電極相對於參考電極係以範圍自 -0.41V 至 -2.50V 之電位，且然後以範圍自 -2.50V 至 -0.41V 之電位來掃描。

如第 33 圖中所示，可發現的是，氧化峯值電位 E_{pa} 係 -2.14V ，以及還原峯值電位 E_{pc} 係 -2.21V 。因此，可計算出半波電位（ E_{pc} 與 E_{pa} 之間的中間電位）為 -2.18V ；此顯示的是，2PCAPA 係由 -2.18 [V 對 Ag/Ag^+] 之電能所還原，且此能量對應於 LUMO 能階。此處，如上述地，使用於實施例 4 中的參考電極相對於真空能階之位能係 -4.85 [eV]；因此，可計算出 2PCAPA 的 LUMO 能階為 $-4.85 - (-2.18) = -2.67$ [eV]。

注意的是，藉由在其係以上述方式所計算之 Alq 及 DPQd 的 LUMO 能階之間的比較，可發現的是，DPQd 的 LUMO 能階比 Alq 的 LUMO 能階低 0.50 [eV]；此意指的是，由添加 DPQd 至 Alq，DPQd 會扮演以成為電子陷阱。此係實施例模式 2 中所描述的情況，其中第六層熱力學地控制載子（電子）的傳輸，且係由具有電子傳輸性質之材料的金屬錯合物（Alq）及具有電子陷獲性質之喹吡啶酮衍生物（DPQd）所形成。

進一步地，藉由在其係以上述方式所計算之 Alq 及 2PCAPA 的 LUMO 能階之間的比較，可發現的是，2PCAPA 與 Alq 之 HOMO 能階間的差值僅係 0.02 [eV]；此意指的是，由添加 2PCAPA 至 Alq，電子可易於傳輸至 2PCAPA，且整個層的電子傳輸率會降低。此係實施例模

式 2 中所描述的情況，其中第六層動力地控制載子（電子）的傳輸於該處，且係由具有電子傳輸性質之材料的金屬錯合物（Alq）及具有電洞傳輸性質之芳香胺化合物（2PCAPA）所形成。

因此，可發現的是，包含由 Alq 及 DPQd 之組合或 Alq 及 2PCAPA 之組合所形成的載子控制層之元件構造係適合於本發明。

此申請案係根據 2007 年 10 月 19 日在日本專利局所申請之日本專利申請案序號 2007-272003，該申請案之全部內容係結合於本文，以供參考。

【圖式簡單說明】

在附圖中：

第 1 圖係描繪實施例模式 1 中之發光元件的帶結構之視圖；

第 2A 及 2B 圖係各自地描繪實施例模式 1 中之發光元件的堆疊結構之視圖；

第 3A 及 3C 圖係各自地描繪實施例模式 1 中之發光元件的發射模式之視圖；

第 4 圖係描繪實施例模式 2 中之發光元件的帶結構之視圖；

第 5A 及 5B 圖係各自地描繪實施例模式 2 中之發光元件的堆疊結構之視圖；

第 6A 及 6B 圖係描繪實施例模式 2 中之發光元件的發

射模式之視圖；

第 7 圖係描繪實施例模式 2 中之發光元件的帶結構之視圖；

第 8 圖係描繪實施例模式 3 中之發光元件的堆疊結構之視圖；

第 9A 及 9B 圖係描繪實施例模式 4 中之主動矩陣發光裝置的視圖；

第 10A 及 10B 圖係描繪實施例模式 4 中之被動矩陣發光裝置的視圖；

第 11A 至 11D 圖係描繪實施例模式 5 中之電子裝置的視圖；

第 12 圖係描繪使用本發明之發光裝置以做為背光的液晶顯示裝置之視圖；

第 13 圖係描繪使用本發明之發光裝置的桌燈之視圖；

第 14 圖係描繪使用本發明之發光裝置的室內照明裝置之視圖；

第 15 圖係描繪實施例 1 中之發光元件的元件結構之視圖；

第 16A 及 16B 圖係各自地描繪實施例 2 中之發光元件的元件結構之視圖；

第 17 圖係顯示發光元件 1 至 5 之電流密度對光亮度之特徵的圖形；

第 18 圖係顯示發光元件 1 至 5 之電壓對光亮度之特

徵的圖形；

第 19 圖係顯示發光元件 1 至 5 之光亮度－電流效率之特徵的圖形；

第 20 圖係顯示發光元件 1 至 4 之發射光譜的圖形；

第 21 圖係顯示發光元件 6 至 9 之電流密度對光亮度特徵的圖形；

第 22 圖係顯示發光元件 6 至 9 之電壓對光亮度特徵的圖形；

第 23 圖係顯示發光元件 6 至 9 之光亮度對電流效率特徵的圖形；

第 24 圖係顯示發光元件 6 至 8 之發射光譜的圖形；

第 25 圖係顯示其中藉由定電流驅動法而使發光元件 6 至 9 連續地發光之連續照明測試的結果之圖形；

第 26 圖係顯示 YGASF 之 CV 特徵的圖形；

第 27 圖係顯示 YGABP 之 CV 特徵的圖形；

第 28 圖係顯示 o-YGA1BP 之 CV 特徵的圖形；

第 29 圖係顯示 m-YGA1BP 之 CV 特徵的圖形；

第 30 圖係顯示 NPB 之 CV 特徵的圖形；

第 31 圖係顯示 Alq 之 CV 特徵的圖形；

第 32 圖係顯示 DPQd 之 CV 特徵的圖形；以及

第 33 圖係顯示 2PCAPA 之 CV 特徵的圖形。

【主要元件符號說明】

101、1001、1501、1601：基板

102、801、913、1002、1502、1602：第一電極

103、916、1004、1503、1603：EL（電發光）層

104、802、917、1003、1504、1604：第二電極

111、1511、1611：第一層（電洞注入層）

112、1512、1612：第二層（電洞傳輸層）

113、1513、1613：第三層（發光層）

114、1514、1614：第四層（電子傳輸層）

115、1515、1615：第五層（電子注入層）

116、1616：第六層（載子控制層）

201、203：第一有機化合物

202、204：第二有機化合物

803：第一 EL 層

804：第二 EL 層

805：電荷產生層

901：源極側驅動器電路

902：像素部分

903：閘極側驅動器電路

904：密封基板

905：密封劑

907：空間

908：引線

909：FPC（撓性印刷電路）

910：元件基板

911：開關 TFT

912：電流控制 TFT

914：絕緣物

918：發光元件

923：n 通道 TFT

924：p 通道 TFT

1005：絕緣層

1006：隔板層

1201、1204、1301、9101、9202、9503：外殼

1202：液晶層

1203：背光

1205：驅動器 IC

1206：端子

1302：光源

1401：照明裝置

1402：電視裝置

9102：支撐基座

9103、9203、9403、9502：顯示部分

9104：揚聲器部分

9105：視頻輸入端子

9201、9401、9501：主體

9204：鍵盤

9205、9407、9504：外部連接埠

9206：指標裝置

9404、9508：聲頻輸入部分

9405：聲 頻 輸 出 部 分

9406、9509：操 作 鍵

9408：天 線

9505：遙 控 接 收 部 分

9506：影 像 接 收 部 分

9507：電 池

9510：目 鏡 部 分

十、申請專利範圍

1. 一種發光元件，包含：

一 EL 層，係在一對電極之間，

其中該 EL 層包含一第一層，一第二層，一第三層及一第四層，該第一層包含電洞注入性質，該第二層包含電洞傳輸性質，該第三層包含發光性質，及該第四層係用以控制電子的傳輸，

其中該第一層及該第二層係插入於一電極與該第三層之間，該電極係作用為一陽極，

其中該第四層係插入於一電極與該第三層之間，該電極作用為一陰極，

其中該第一層包含一複合材料，其中一受體物質係包含於含有高電洞傳輸性質的一物質之中，

其中該第四層包含一第一有機化合物和一第二有機化合物，該第一有機化合物包括電子傳輸性質和該第二有機化合物包括電洞傳輸性質，

其中該第三層包含一發光物質，

其中該發光物質是一磷光性材料，

其中該第二有機化合物是一磷光性材料，以及

其中該發光物質的發射光譜的一峯值與該第二有機化合物之發射光譜的一峯值之間的差異係在 30 奈米 (nm) 之內。

2. 如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中該第二層之該最高占有的分子軌道能階之一絕對值係比該第一層之

該最高占有的分子軌道能階之一絕對值大 0.1eV （電子伏特）或 0.1eV （電子伏特）以上。

3. 如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中該第三層包含一物質，該物質含有電子傳輸性質。

4. 一種發光裝置，包含：

一基板，以及

一像素部，係在該基板上，

其中該像素部包含如申請專利範圍第 1 項之發光元件。

5. 一種電子裝置，包含：

一主體，以及

一顯示部，

其中該顯示部包含如申請專利範圍第 4 項之發光裝置。

6. 一種發光元件，包含：

一 EL 層，係在一對電極之間，

其中該 EL 層包含一第一層，一第二層，一第三層，及一第四層，該第一層包含電洞注入性質，該第二層包含電洞傳輸性質，該第三層包含發光性質，及該第四層係用以控制電子的傳輸，

其中該第一層及該第二層係插入於一電極與該第三層之間，該電極係作用為一陽極，

其中該第四層係插入於一電極與該第三層之間，該電極係作用為一陰極，

其中該第四層包含一第一有機化合物及一第二有機化合物，該第一有機化合物包含電子傳輸性質，及該第二有

機化合物包含電洞傳輸性質，

其中該第二有機化合物的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小，

其中該第三層包含一發光物質，

其中該發光物質是一磷光性材料，

其中該第二有機化合物是一磷光性材料，以及

其中該發光物質的發射光譜的一峯值與該第二有機化合物之發射光譜的一峯值之間的差異係在 30 奈米之內。

7. 如申請專利範圍第 6 項之發光元件，

其中該第二有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值與該第一有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值間的差值係小於或等於 0.3eV （電子伏特），且

其中當該第一有機化合物之一偶極矩係 P_1 及該第二有機化合物之一偶極矩係 P_2 時，係滿足 $P_1/P_2 \geq 3$ 的關係。

8. 如申請專利範圍第 6 項之發光元件，

其中該第二有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值與該第一有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值間的差值係小於或等於 0.3eV （電子伏特），

其中該第一有機化合物係一金屬錯合物。

9. 如申請專利範圍第 6 項之發光元件，其中該第二層之該最高占有的分子軌道能階之一絕對值係比該第一層之該最高占有的分子軌道能階之一絕對值大 0.1eV （電子伏特）或 0.1eV （電子伏特）以上。

10. 如申請專利範圍第 6 項之發光元件，其中該第三層包含一物質，該物質含有電子傳輸性質。

11. 一種發光裝置，包含：

一基板，以及

一像素部，係在該基板上，

其中該像素部包含如申請專利範圍第 6 項之發光元件。

12. 一種電子裝置，包含：

一主體，以及

一顯示部，

其中該顯示部包含如申請專利範圍第 11 項之發光裝置。

13. 一種發光元件，包含：

一 EL 層，係在一對電極之間，

其中該 EL 層包含一第一層，一第二層，一第三層，及一第四層，該第一層包含電洞注入性質，該第二層包含電洞傳輸性質，該第三層包含發光性質，及該第四層係用以控制電子的傳輸，

其中該第一層及該第二層係插入於一電極與該第三層之間，該電極係作用為一陽極，

其中該第四層係插入於一電極與該第三層之間，該電極係作用為一陰極，

其中該第二層之一最高占有的分子軌道能階之絕對值係比該第一層之一最高占有的分子軌道能階之絕對值及該第三層之一最高占有的分子軌道能階之絕對值更大，

其中該第四層包含一第一有機化合物及一第二有機化合物，該第一有機化合物包含電子傳輸性質，及該第二有機化合物包含電子陷獲性質，

其中該第二有機化合物的含量在質量比之中係比總含量的 50% 更小，

其中該第三層包含一發光物質，

其中該發光物質是一磷光性材料，

其中該第二有機化合物是一磷光性材料，以及

其中該發光物質的發射光譜的一峯值與該第二有機化合物之發射光譜的一峯值之間的差異係在 30 奈米之內。

14. 如申請專利範圍第 13 項之發光元件，其中該第二有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值係比該第一有機化合物之一最低未占有的分子軌道能階之絕對值大 0.3 eV（電子伏特）或 0.3 eV（電子伏特）以上。

15. 如申請專利範圍第 13 項之發光元件，其中該第三層包含一物質，該物質含有電子傳輸性質。

16. 如申請專利範圍第 13 項之發光元件，其中該第四層之厚度係大於或等於 5 奈米（nm）且小於或等於 20 奈米（nm）。

17. 一種發光裝置，包含：

一基板，以及

一像素部，係在該基板上，

其中該像素部包含如申請專利範圍第 13 項之發光元件。

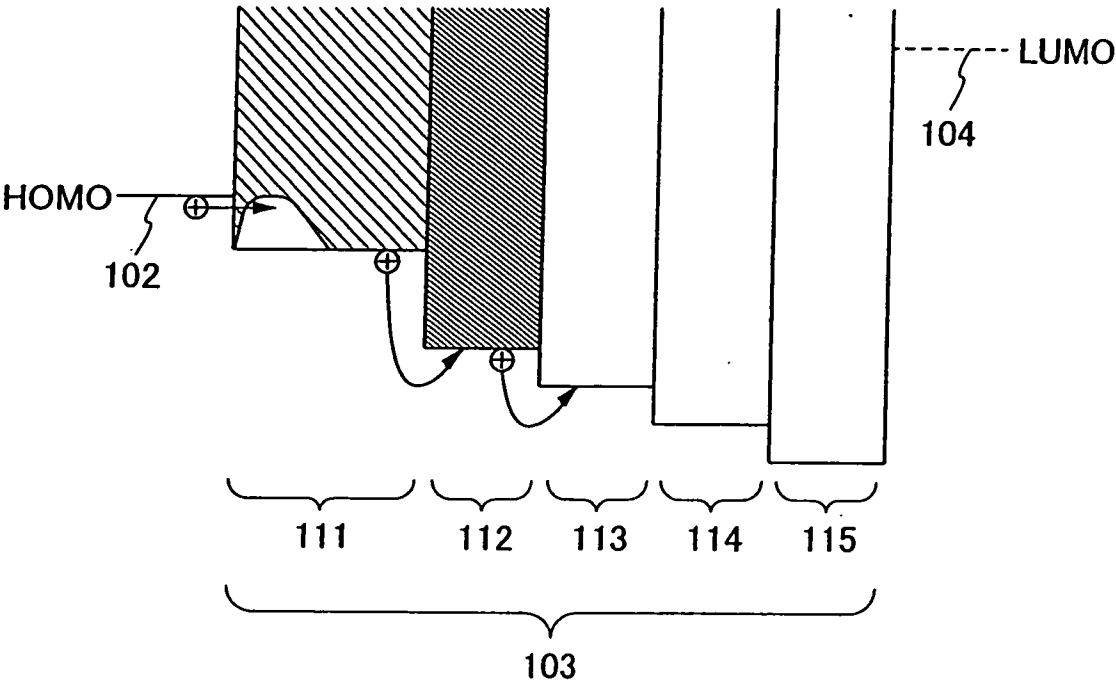
18. 一種電子裝置，包含：

一主體，以及

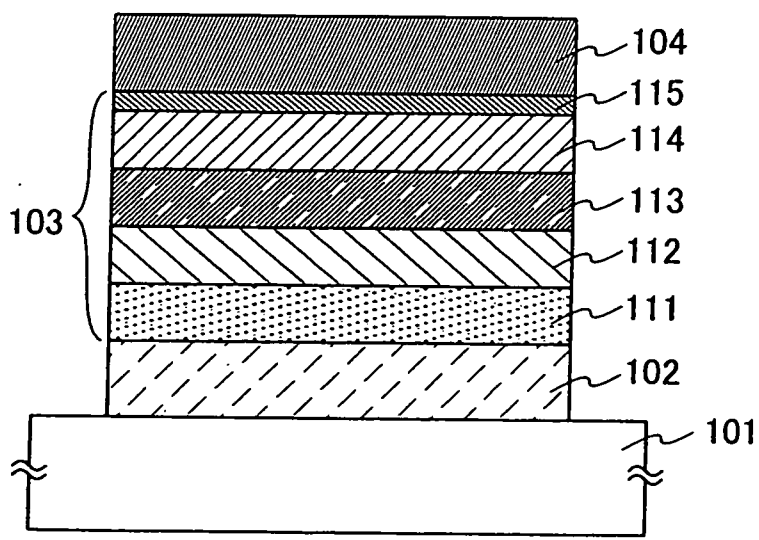
一顯示部，

其中該顯示部包含如申請專利範圍第 17 項之發光裝置。

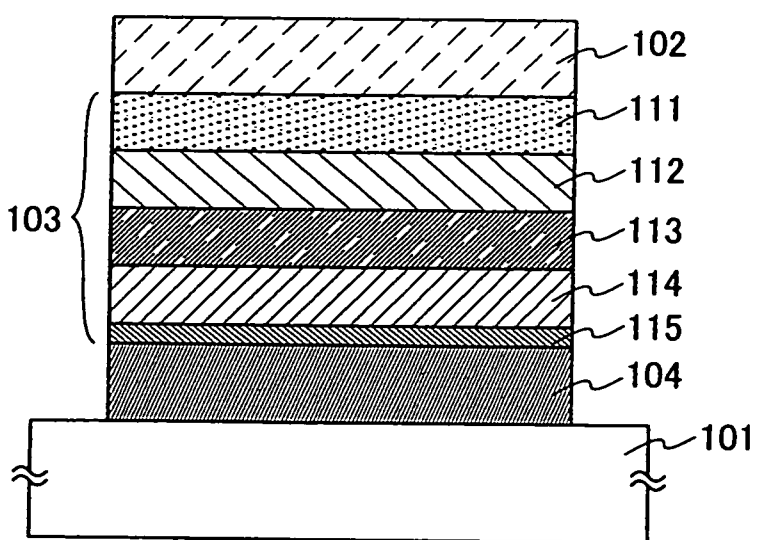
第1圖



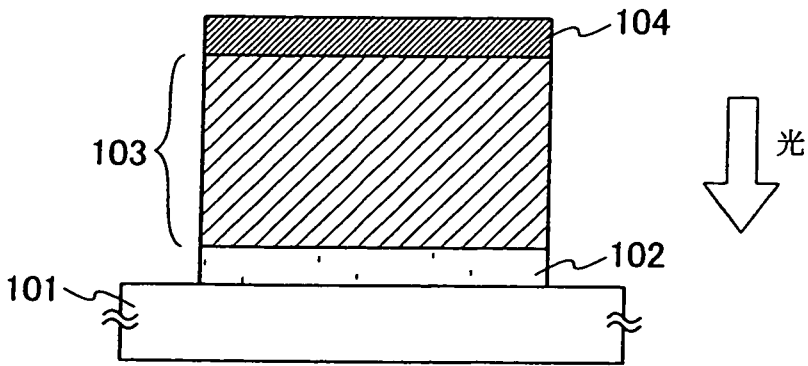
第2A圖



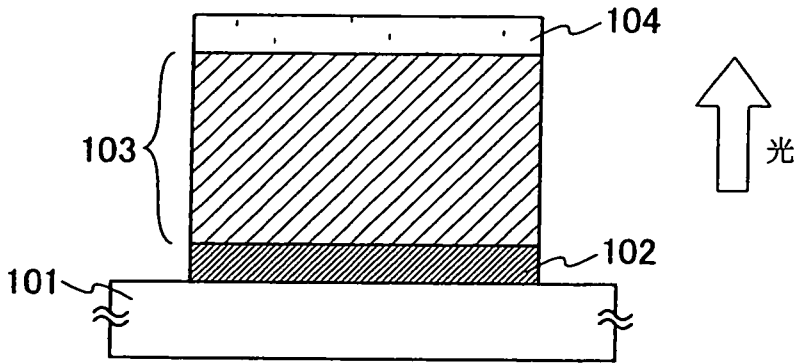
第2B圖



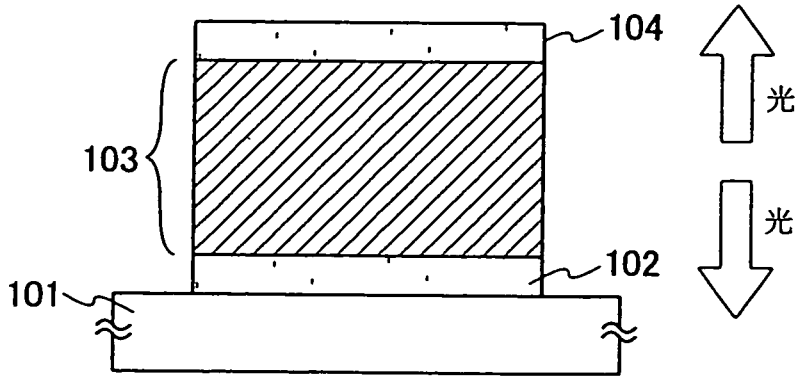
第3A圖



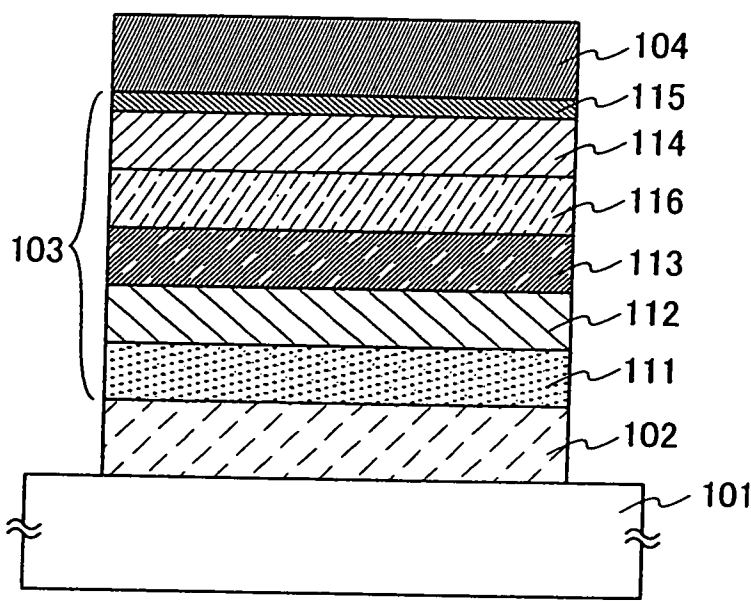
第3B圖



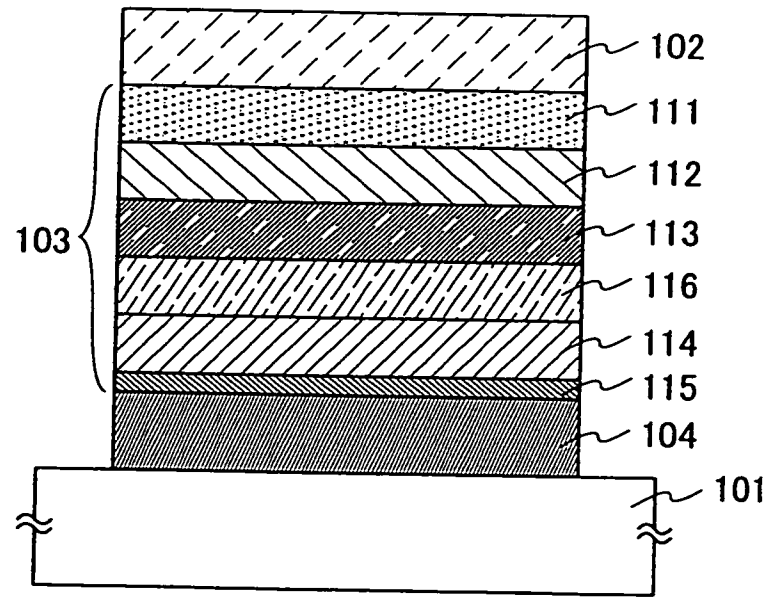
第3C圖



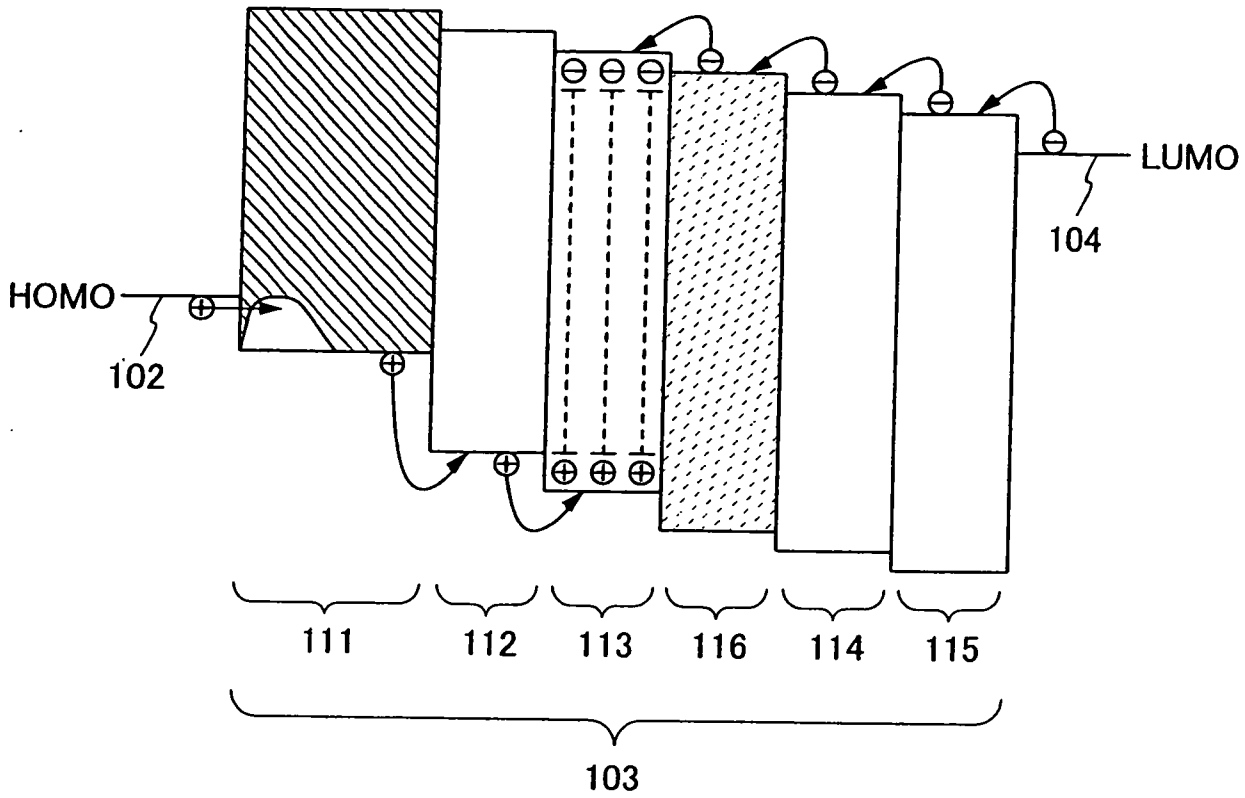
第5A圖



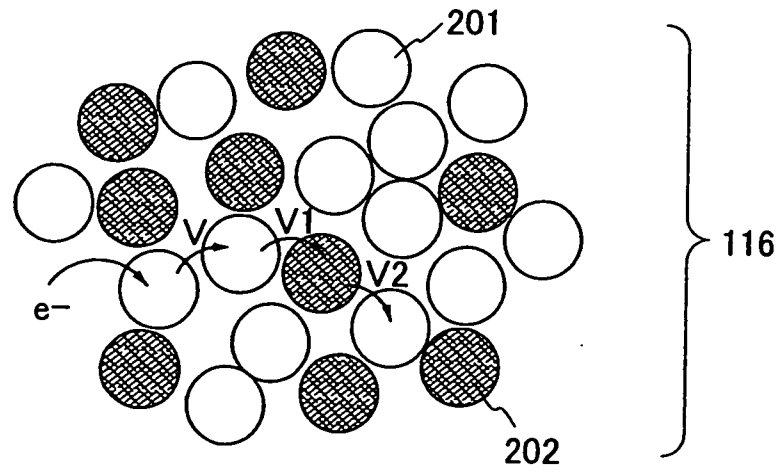
第5B圖



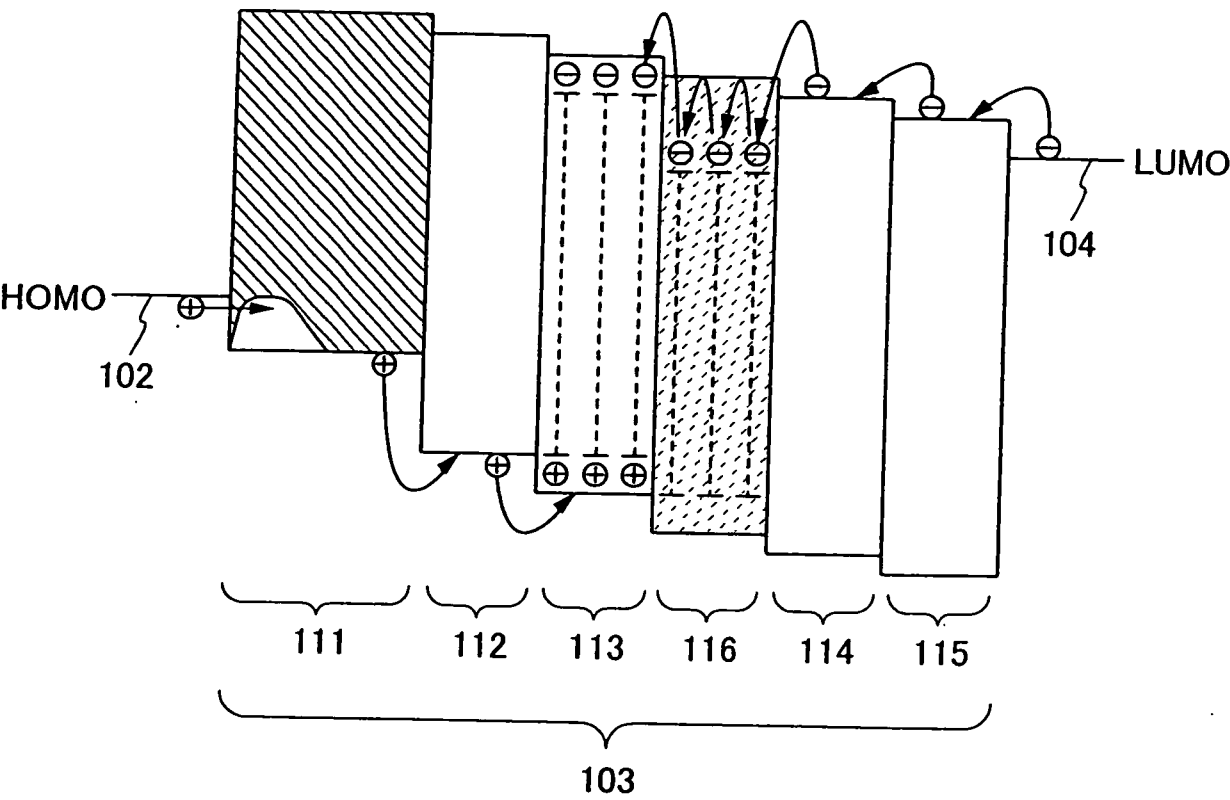
第6A圖



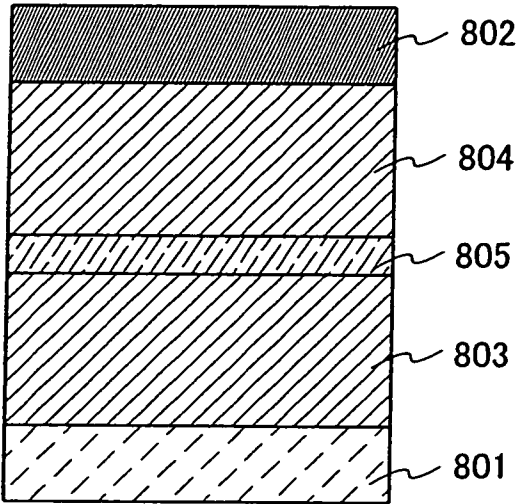
第6B圖



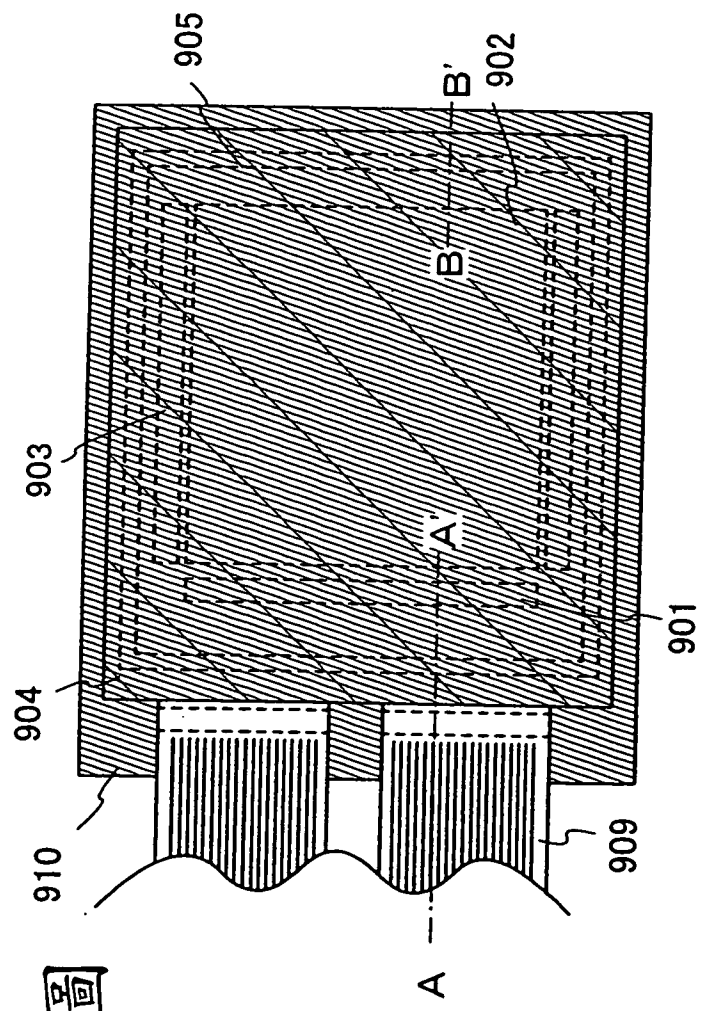
第7圖



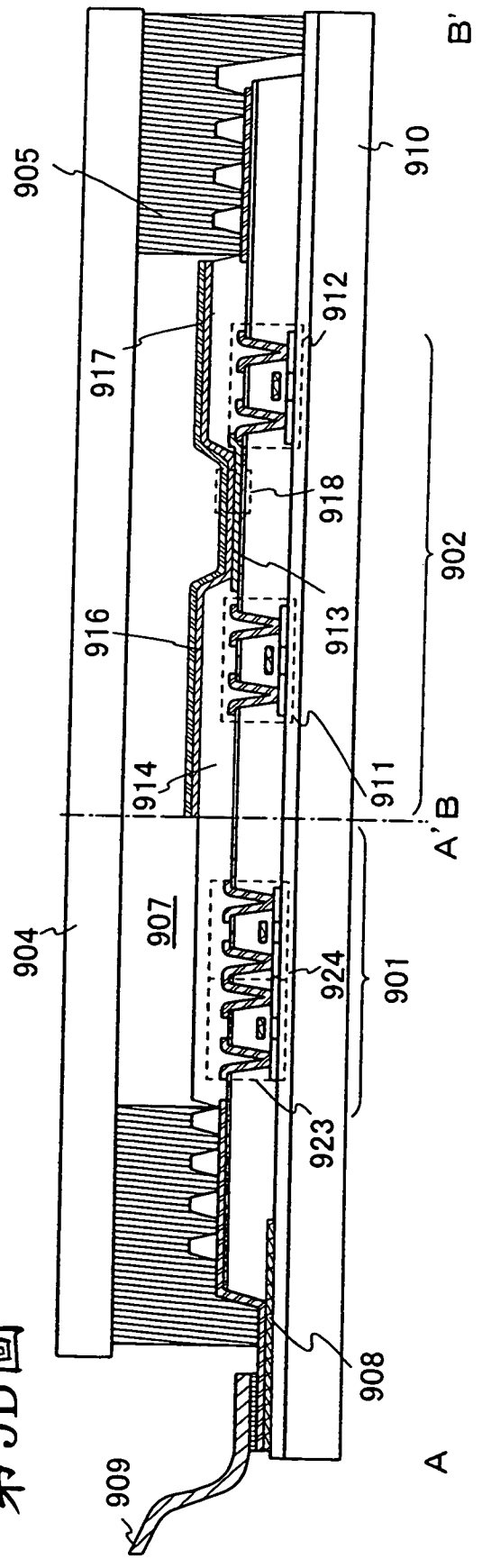
第8圖



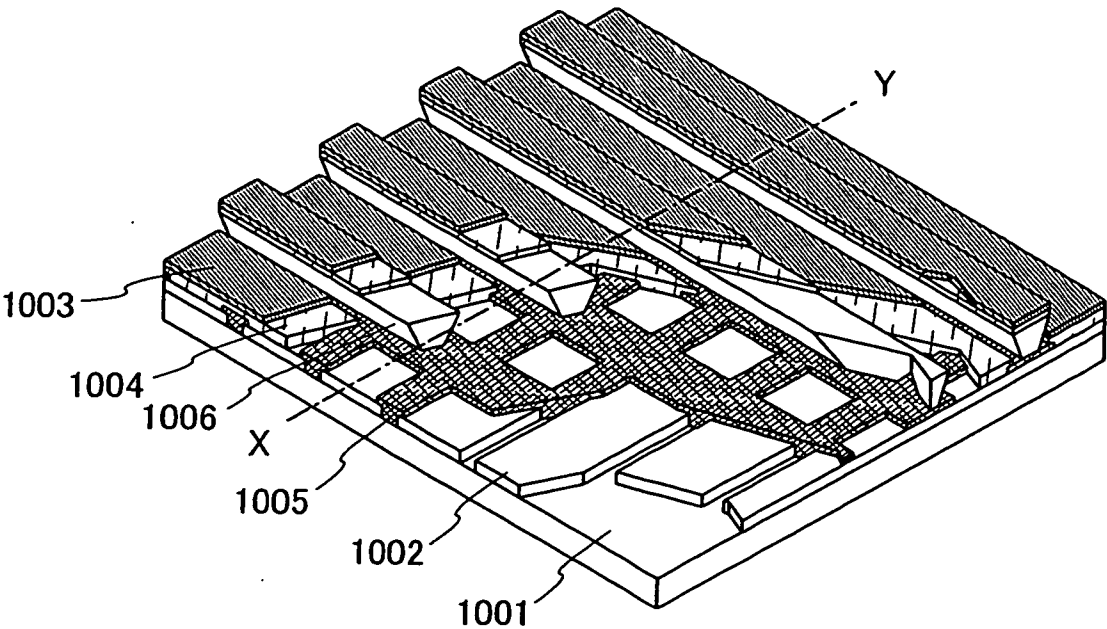
第9A圖



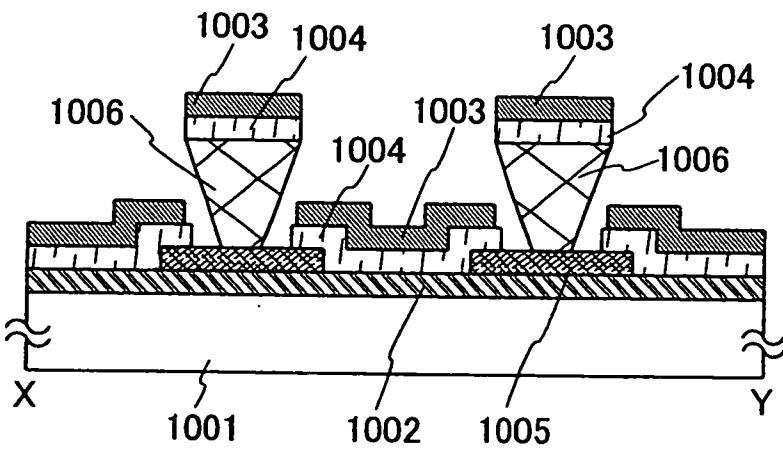
第9B圖



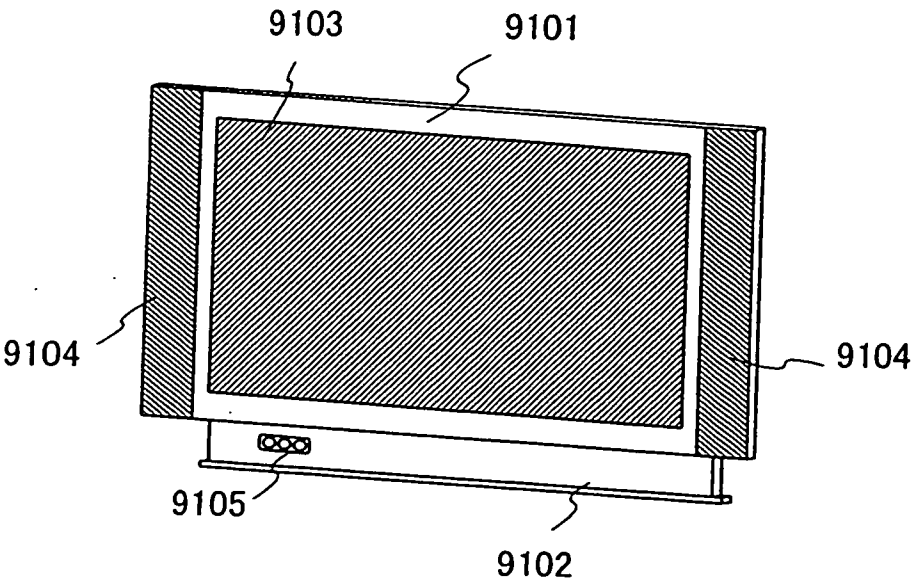
第10A圖



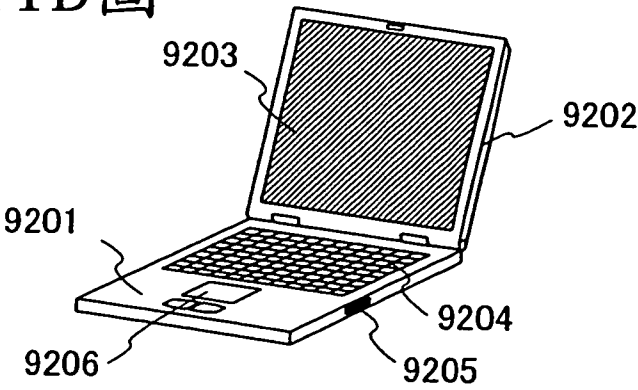
第10B圖



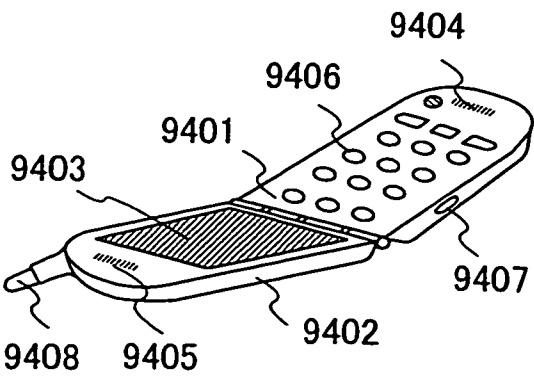
第11A圖



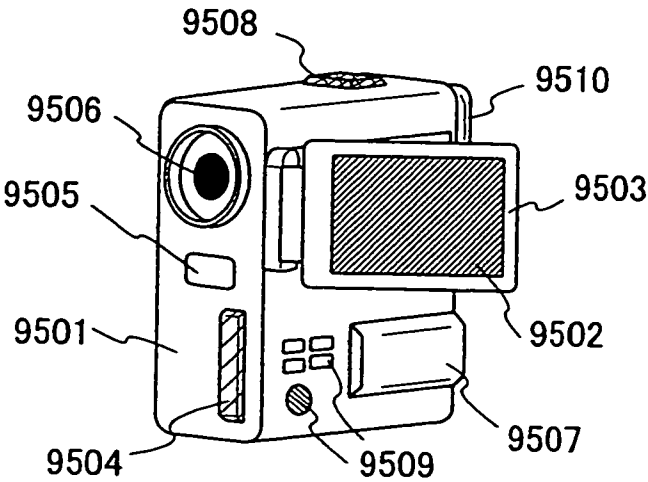
第11B圖



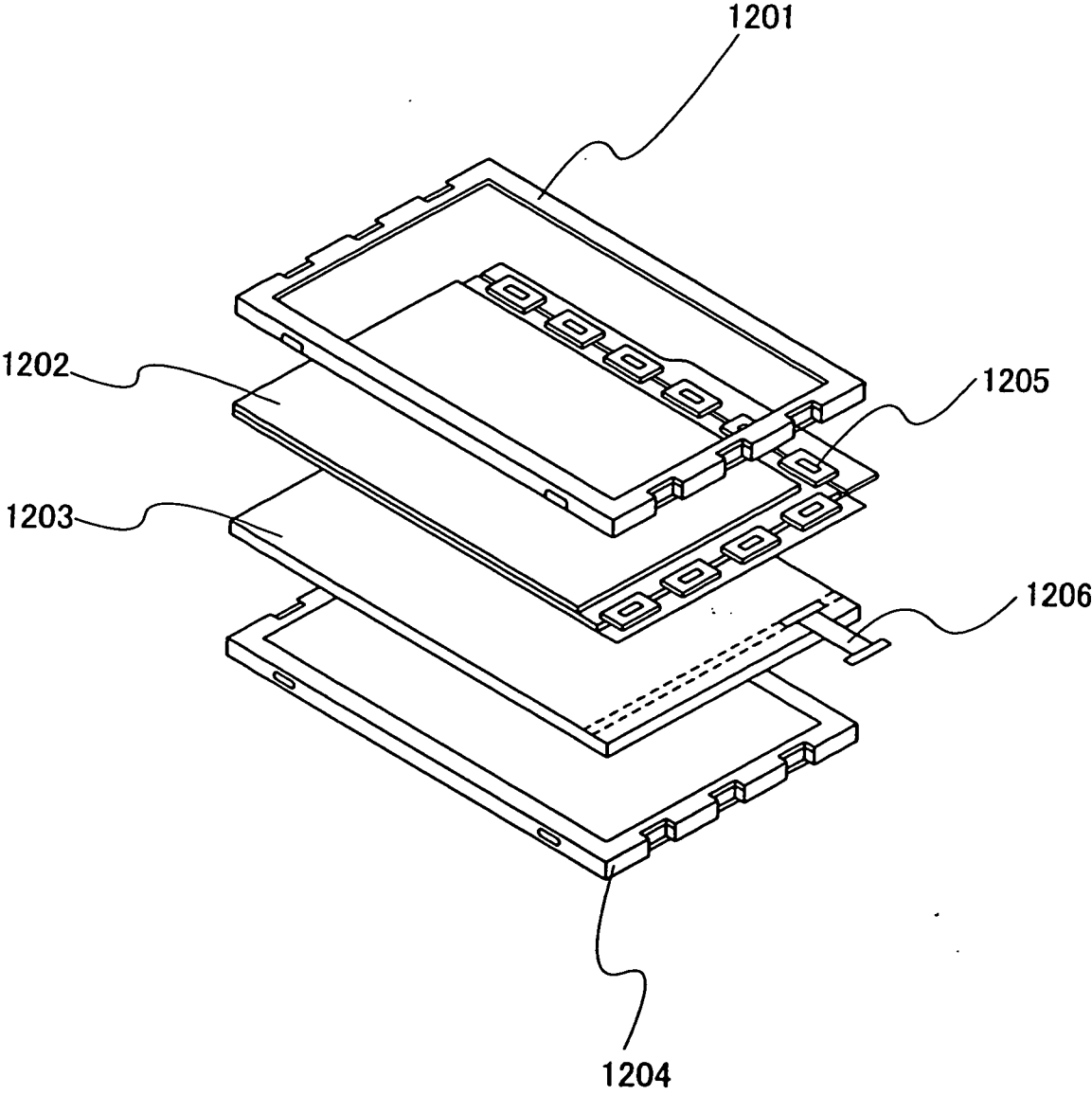
第11C圖



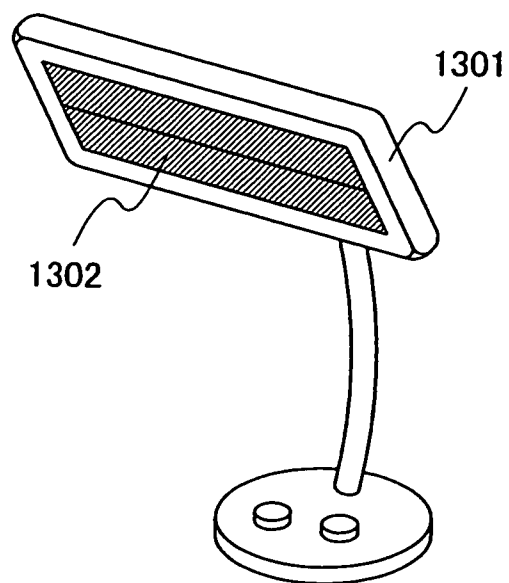
第11D圖



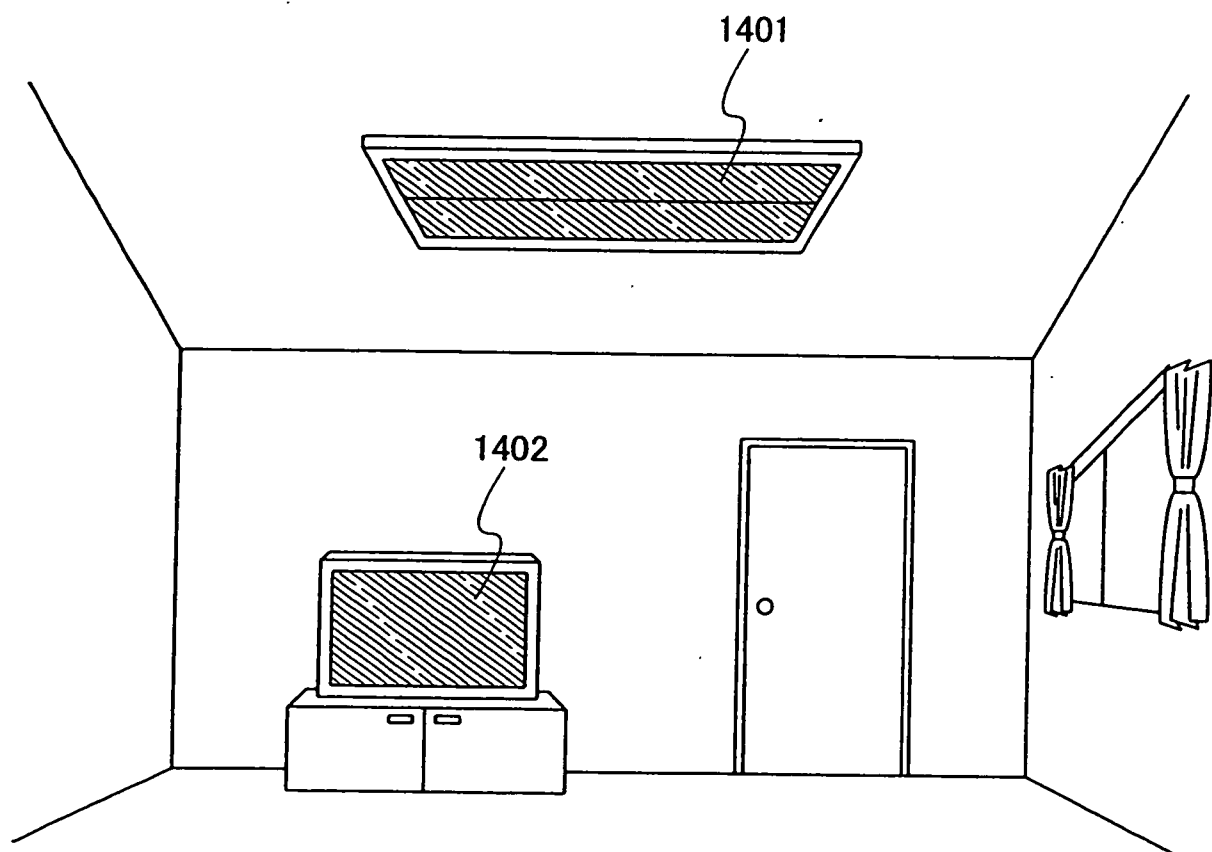
第12圖



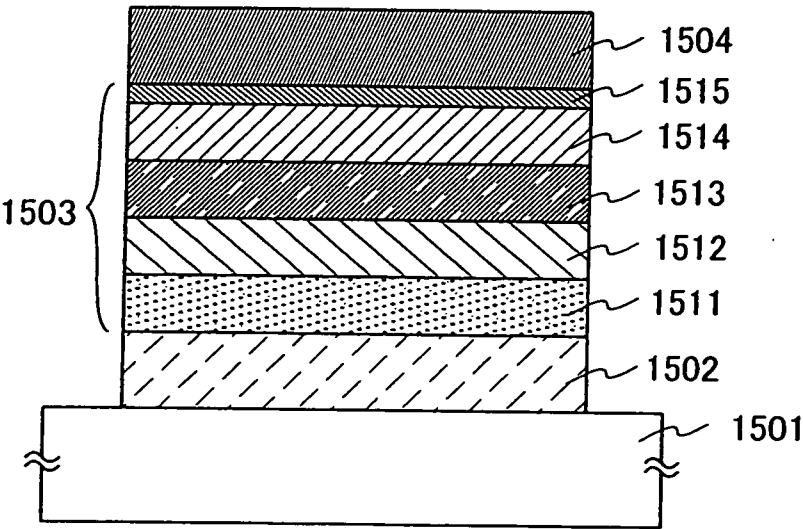
第13圖



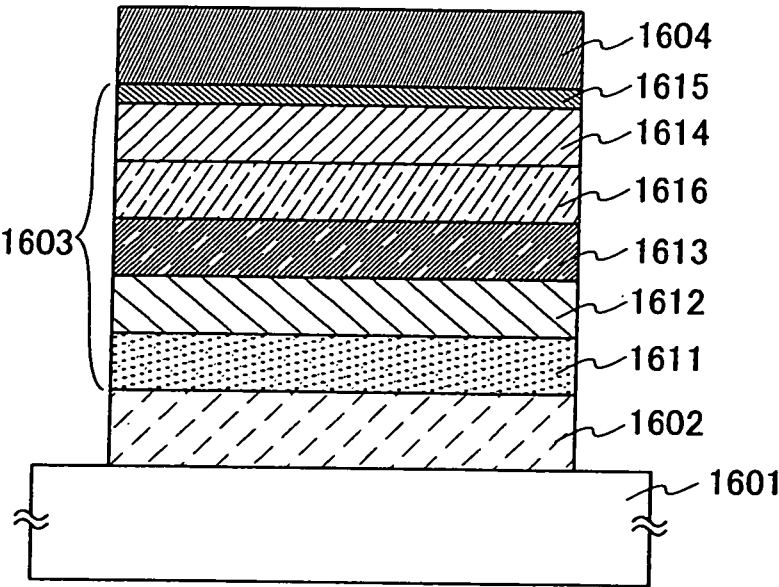
第14圖



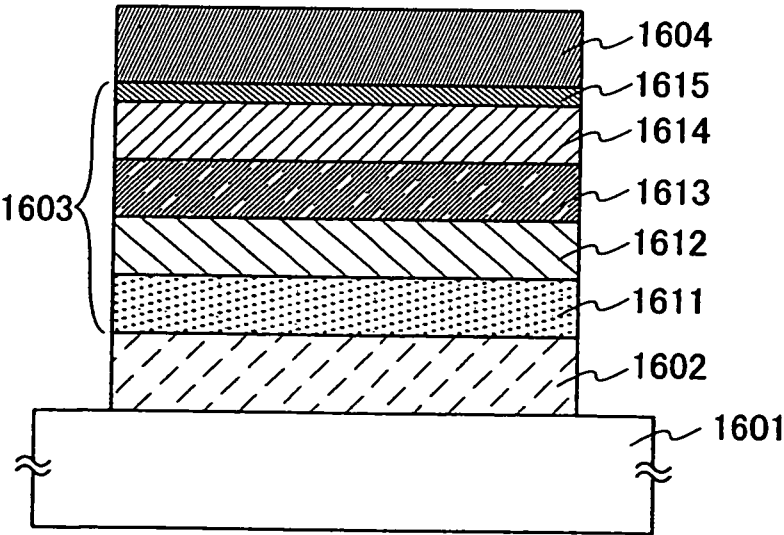
第15圖



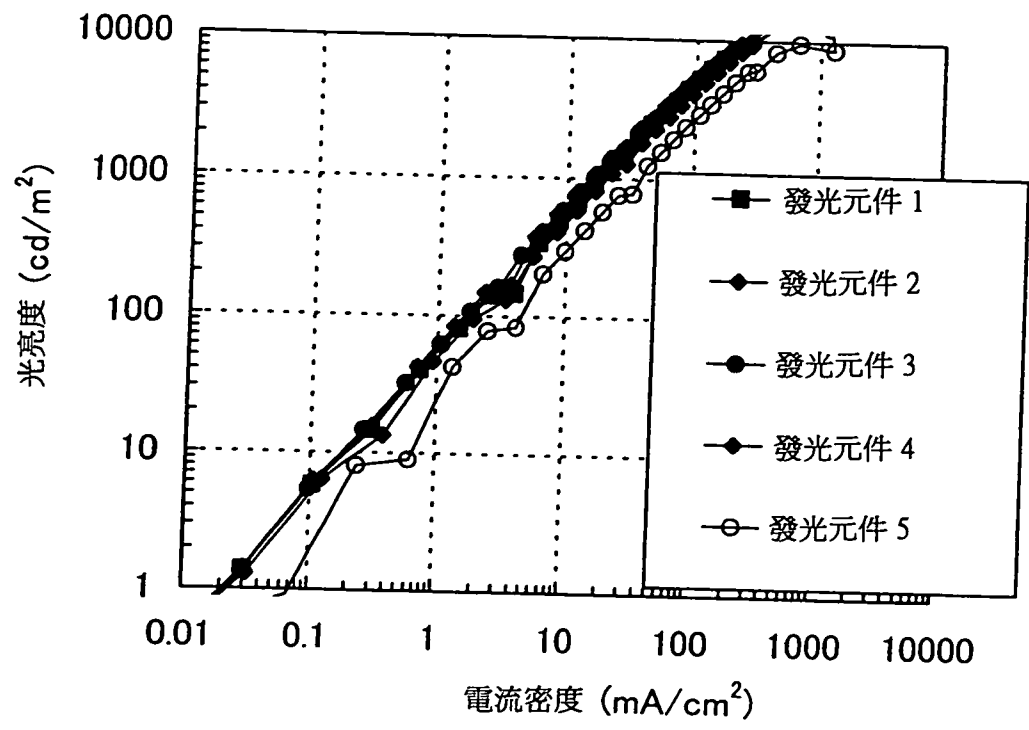
第16A圖



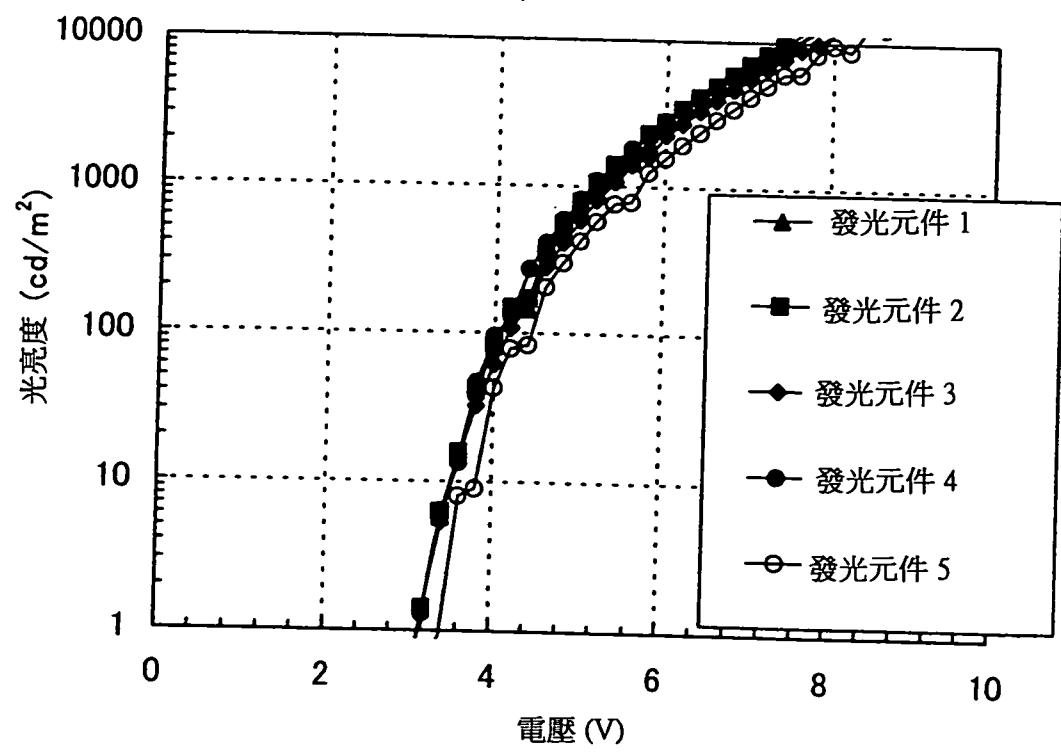
第16B圖



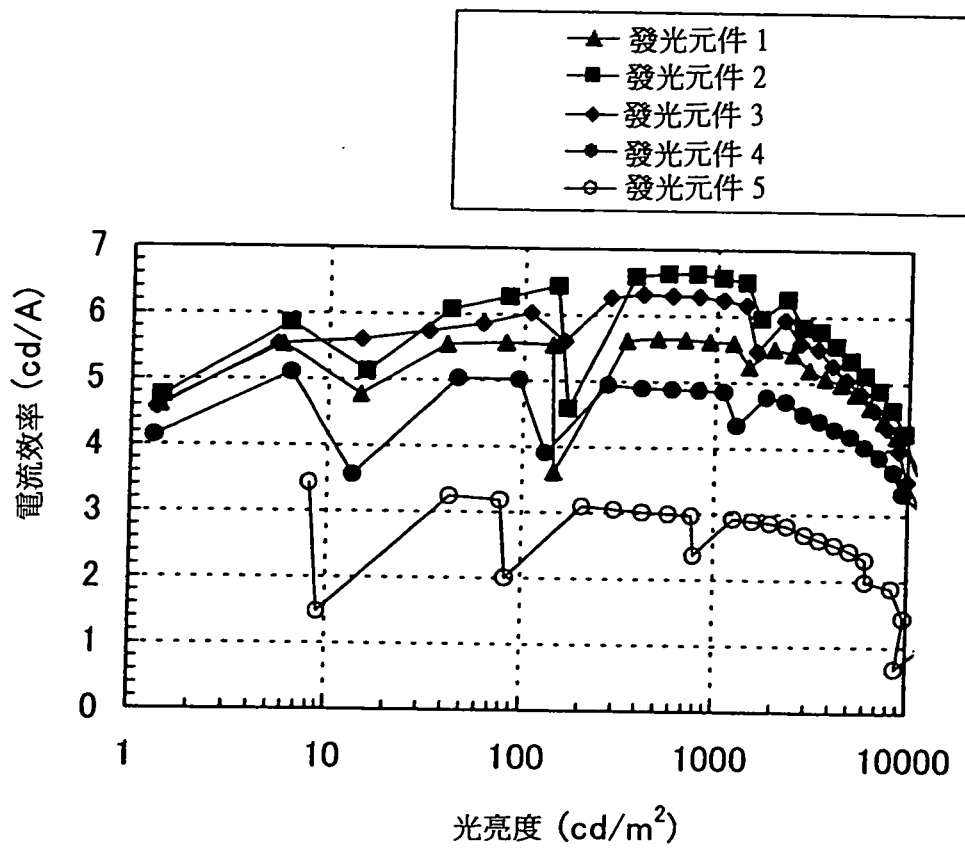
第17圖



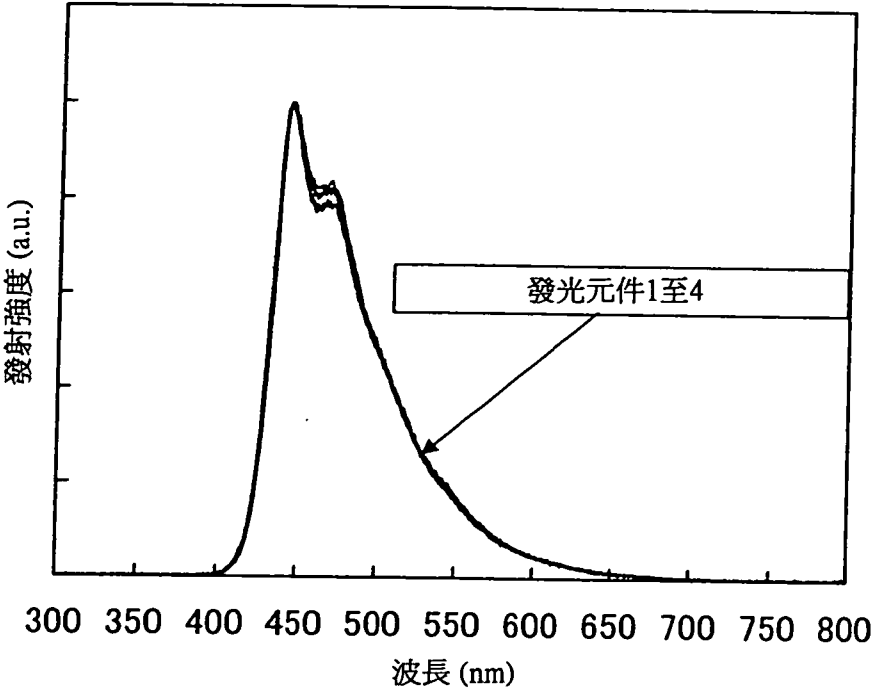
第18圖



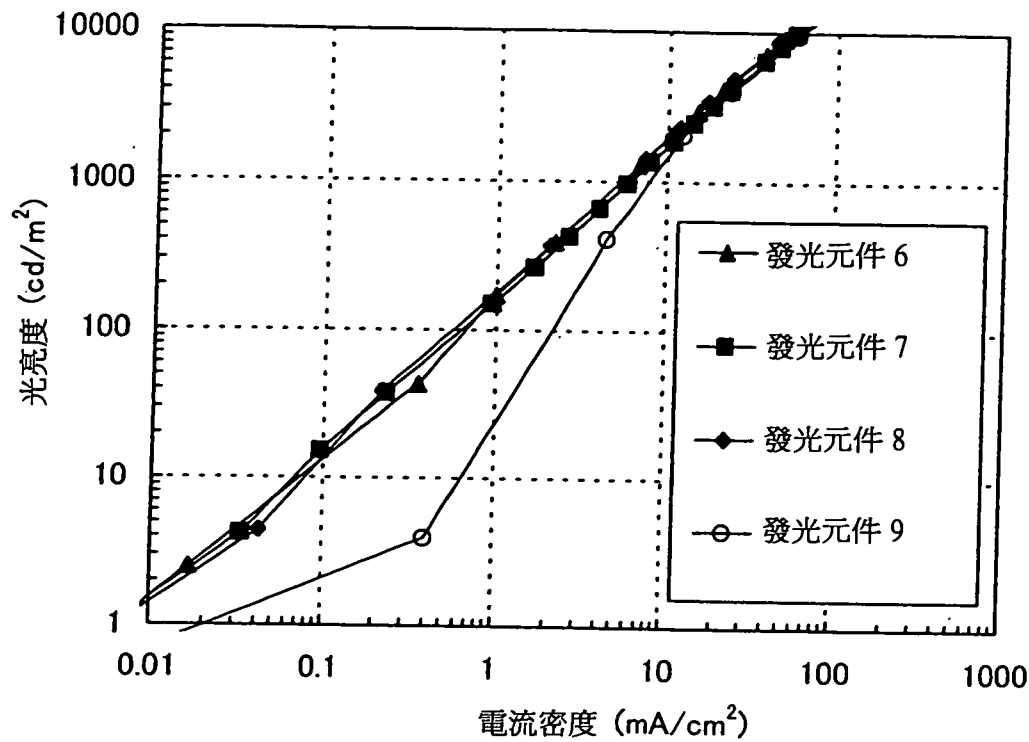
第19圖



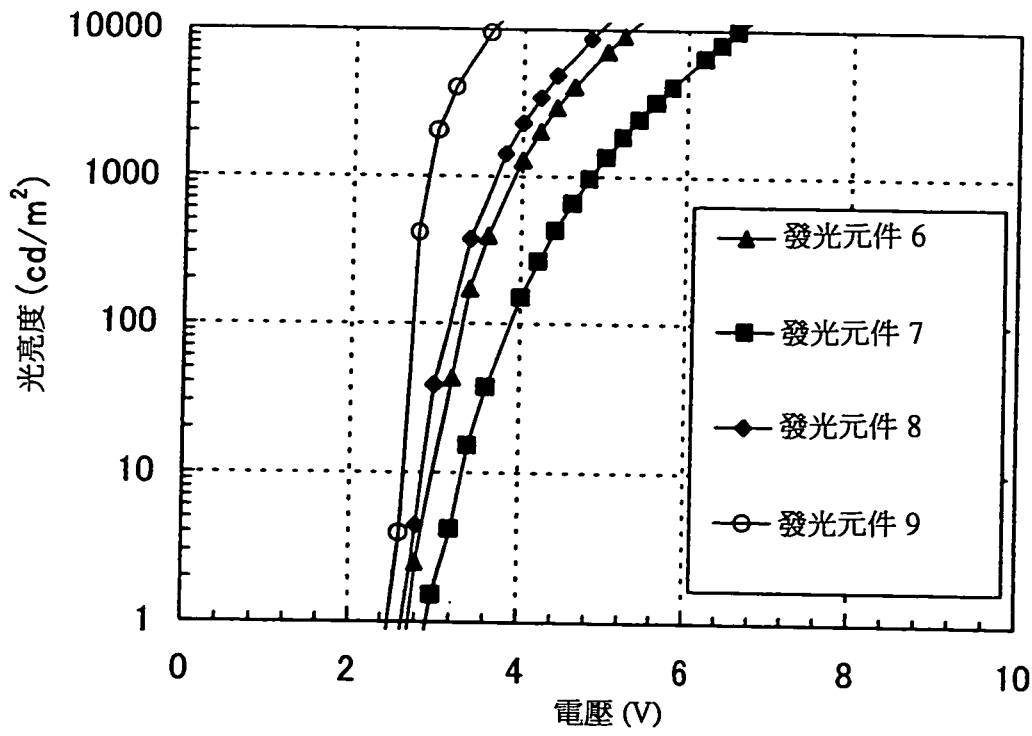
第20圖



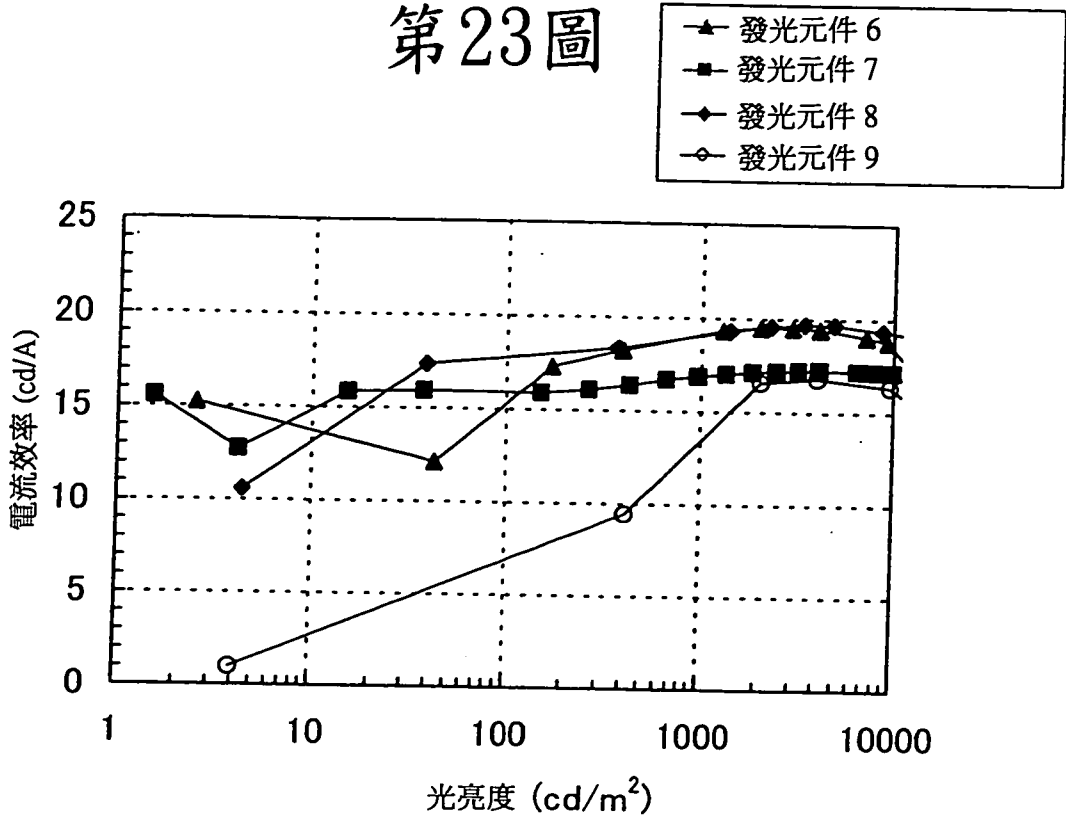
第21圖



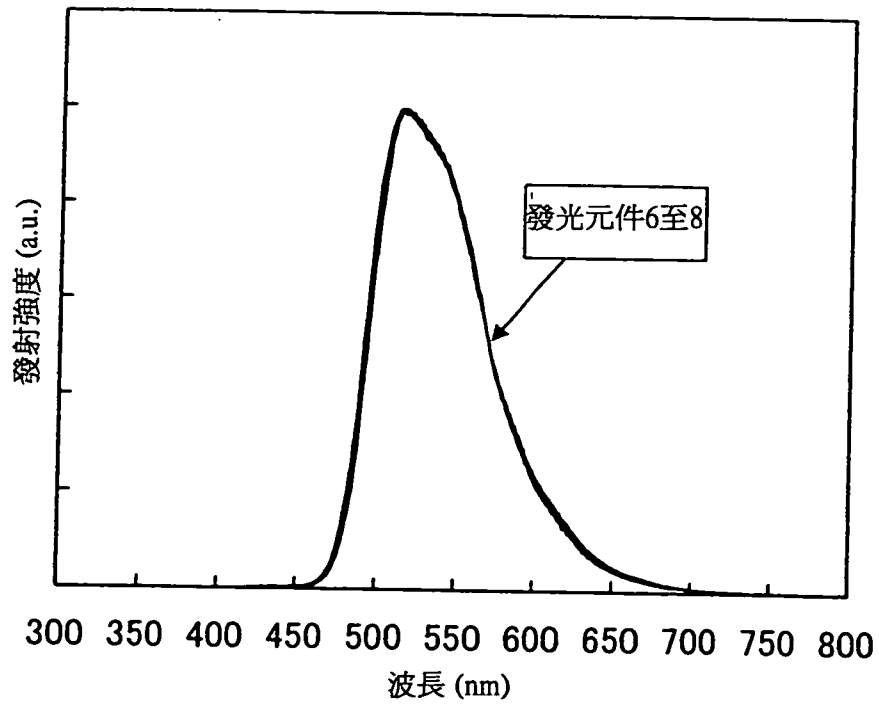
第22圖



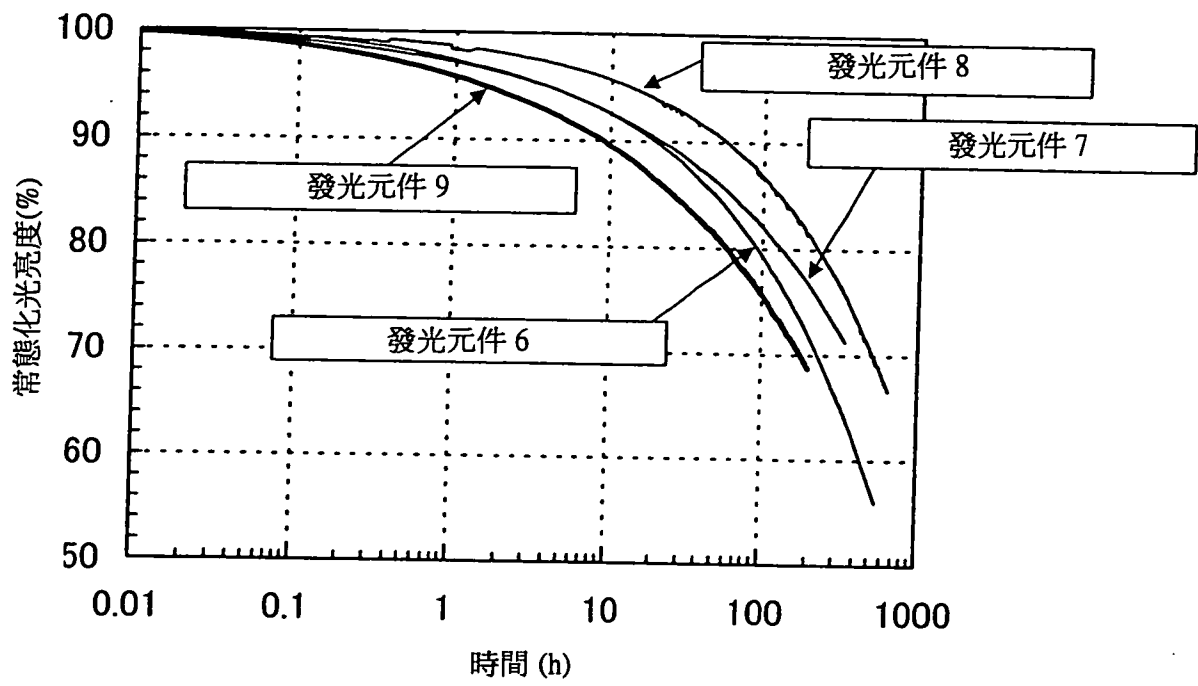
第23圖



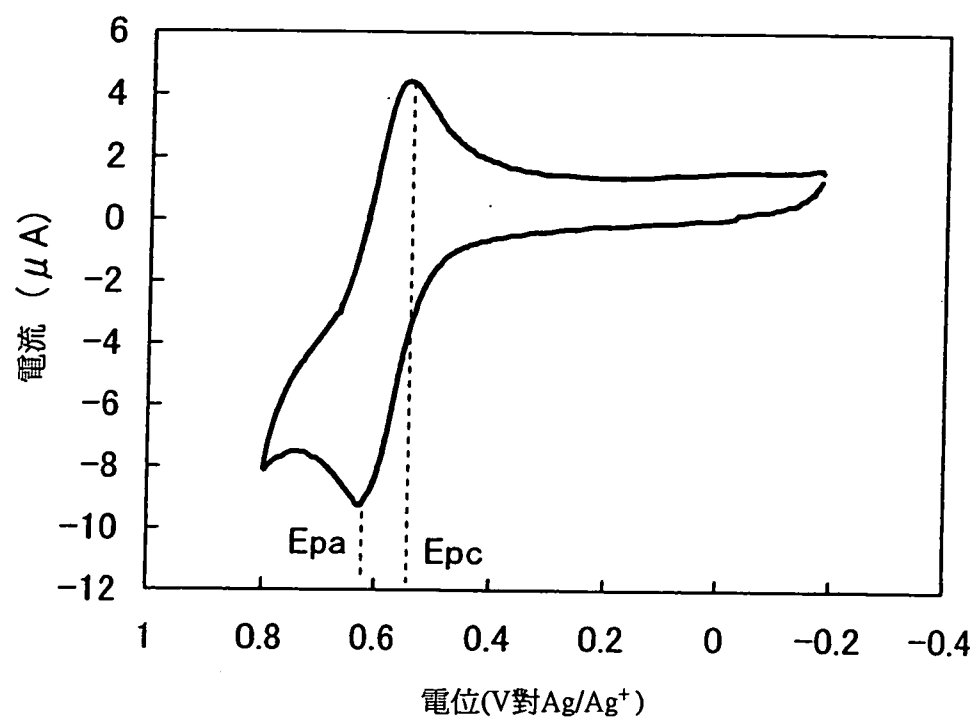
第24圖



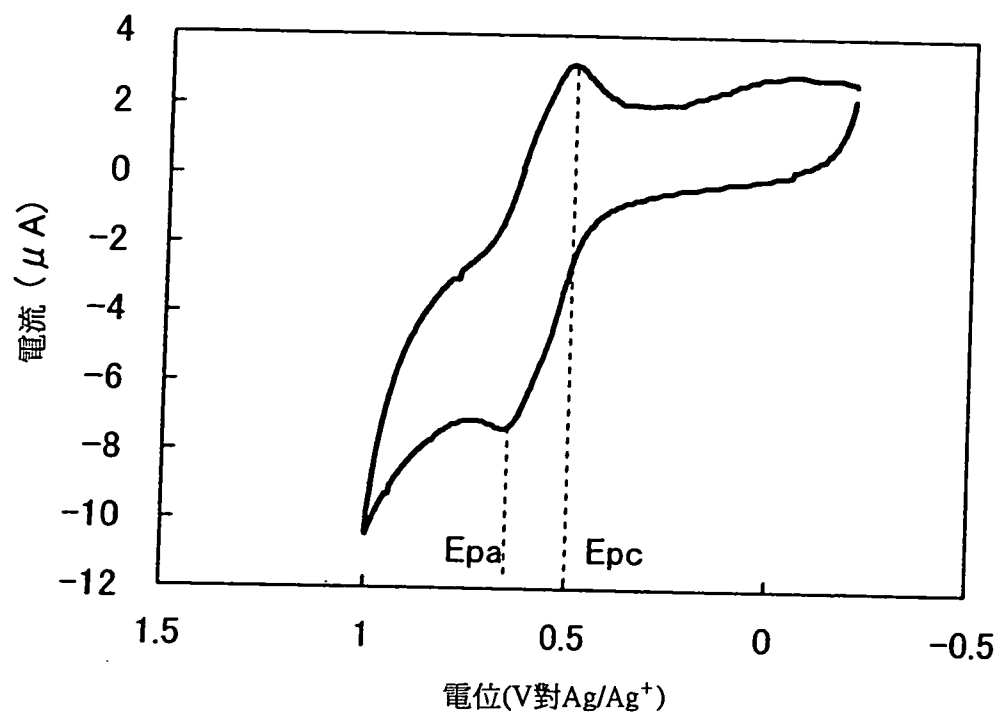
第25圖



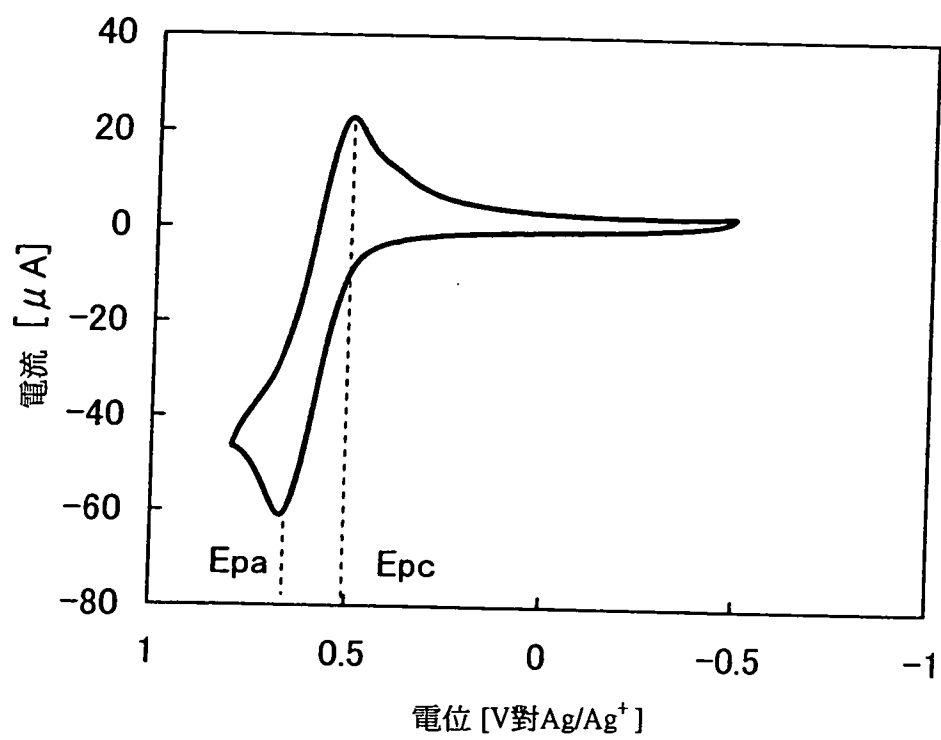
第26圖



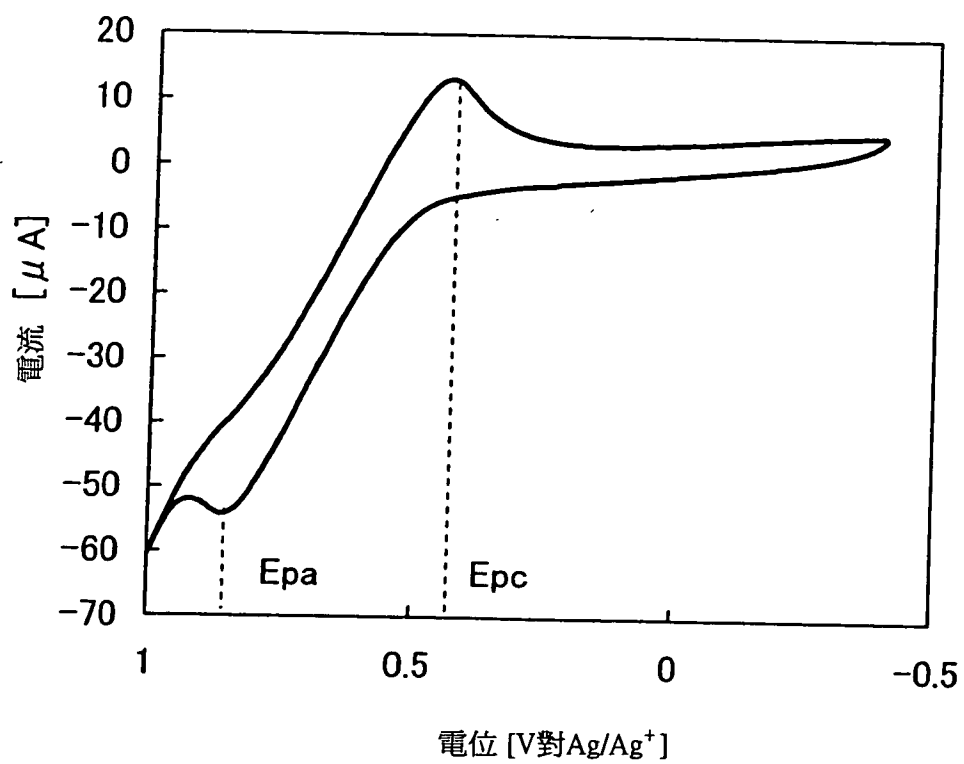
第27圖



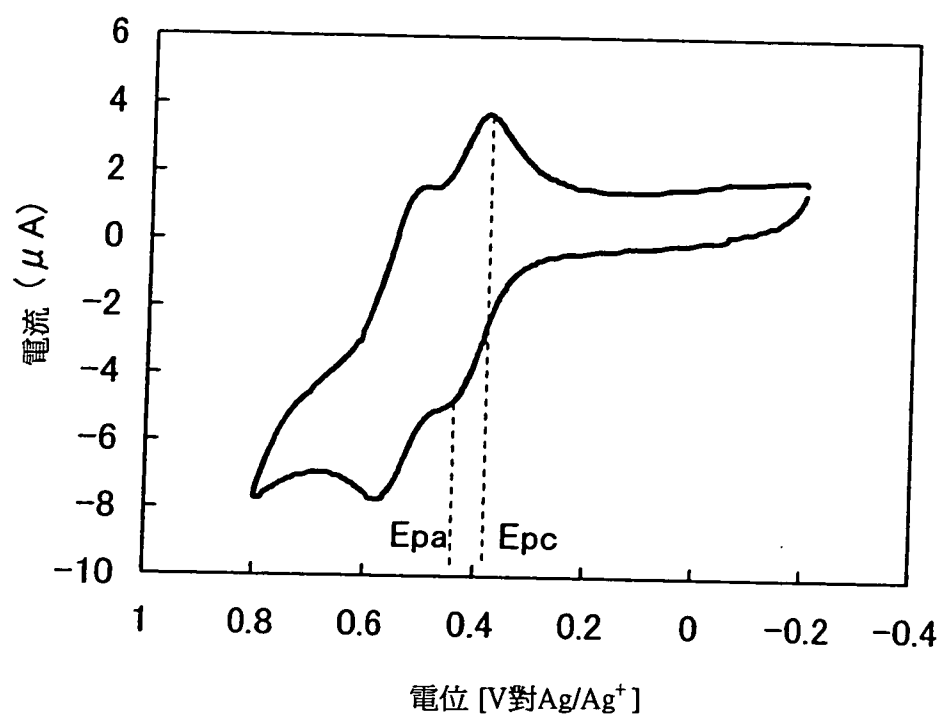
第28圖



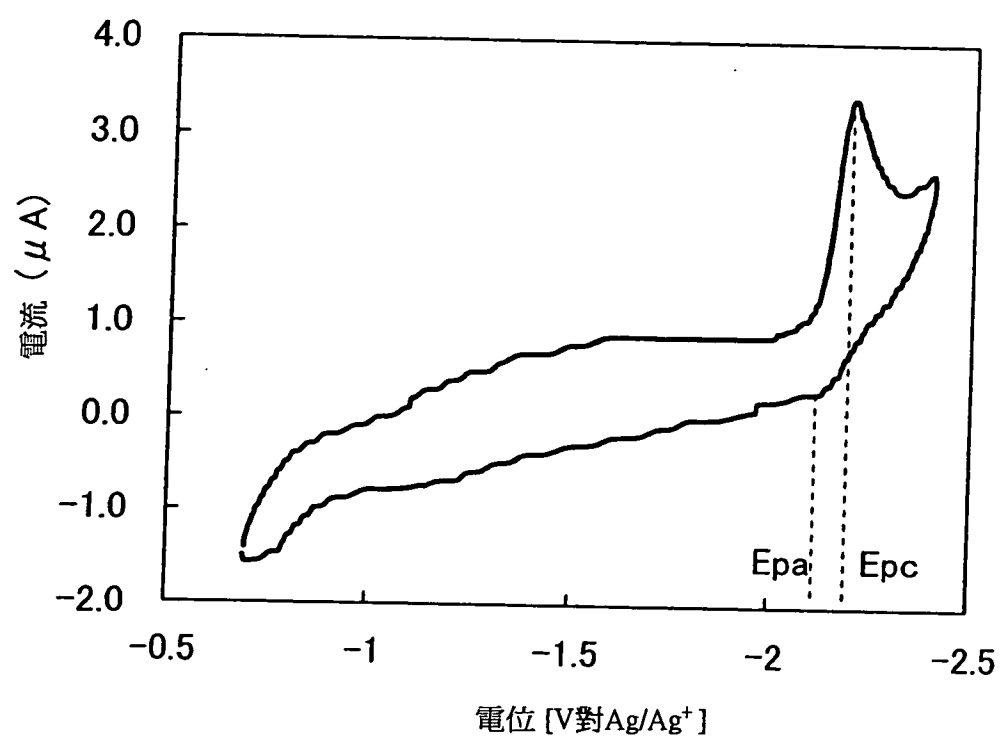
第29圖



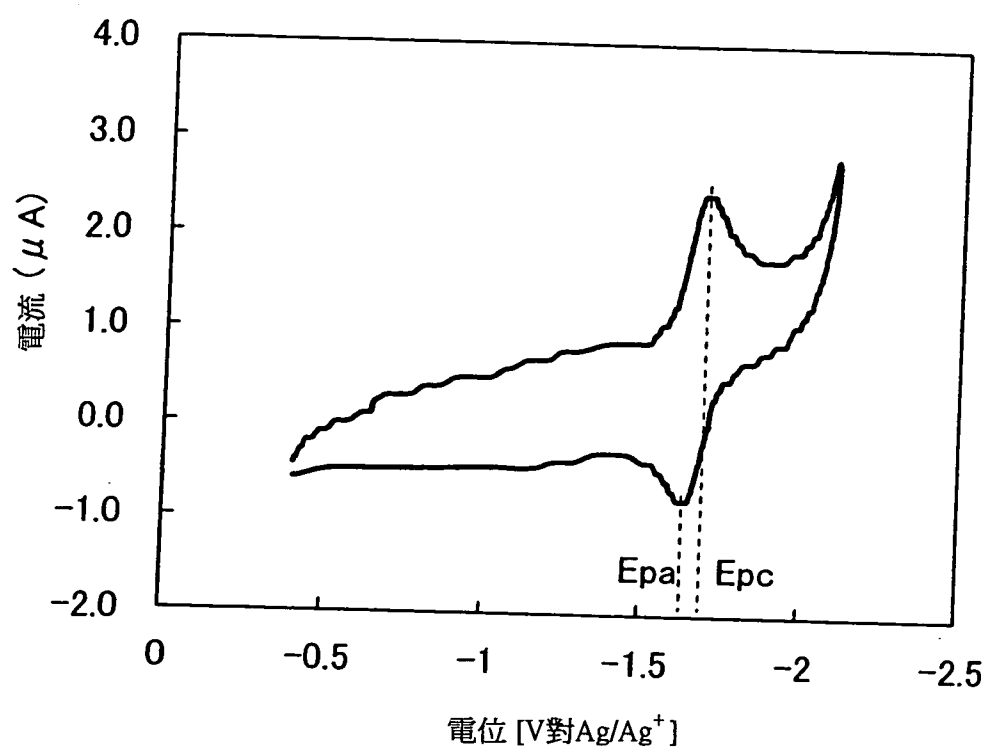
第30圖



第31圖



第32圖



第33圖

