



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201535826 A

(43)公開日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：104104433

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl.：

*H01L51/52 (2006.01)**H01L51/50 (2006.01)**H01L27/32 (2006.01)*

(30)優先權：2014/02/21

日本

2014-031792

(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：佐佐木俊毅 SASAKI, TOSHIKI (JP)；上坂正吾 UESAKA, SHOGO (JP)；瀨尾哲

史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 73 頁

(54)名稱

發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

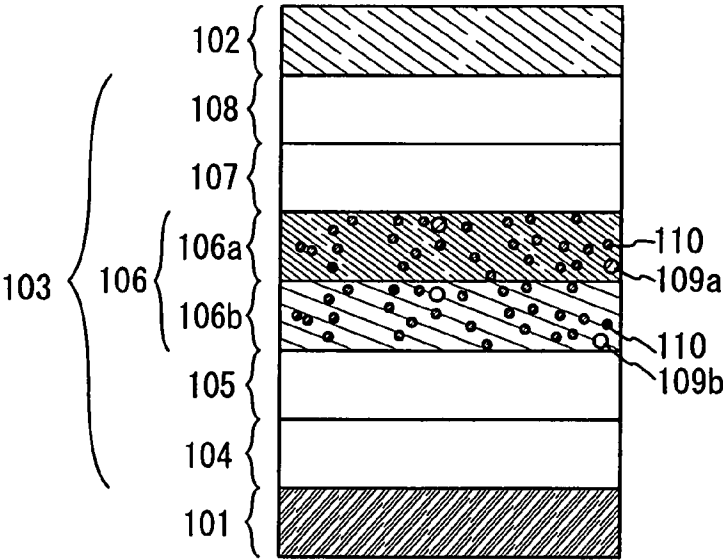
LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND
LIGHTING DEVICE

(57)摘要

提供一種電流效率高的發光元件。或者，提供一種耗電量低的發光裝置。而且，提供一種耗電量低的電子裝置及照明裝置。本發明的一個方式是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括 EL 層，EL 層包括發光層，發光層包括第一發光層及第二發光層，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發光層包含主體材料及客體材料，客體材料的 LUMO 能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

A light-emitting element with a high current efficiency is provided. A low-power consumption light-emitting device is also provided. In addition, low-power consumption electronic device and lighting device are provided. The light-emitting element includes an EL layer between a pair of electrodes. The EL layer includes a light-emitting layer. The light-emitting layer includes a first light-emitting layer and a second light-emitting layer. The emission peak of the second light-emitting layer is at a shorter wavelength than that of the first light-emitting layer. The first light-emitting layer includes a host material and a guest material. The LUMO level of the guest material is in the range of $\pm 0.1\text{ eV}$ of the LUMO level of the host material.

圖 1



- 101 . . . 陽極
- 102 . . . 陰極
- 103 . . . EL 層
- 104 . . . 電洞注入層
- 105 . . . 電洞傳輸層
- 106 . . . 發光層
- 106a . . . 第一發光層
- 106b . . . 第二發光層
- 107 . . . 電子傳輸層
- 108 . . . 電子注入層
- 109a . . . 第一發光性材料
- 109b . . . 第二發光性材料
- 110 . . . 主體材料

201535826

發明摘要

※申請案號：104104433

※申請日：104 年 02 月 10 日

※IPC 分類：H01L51/52 (2006.01),
H01L51/50 (2006.01)
H01L27/32 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【中文】

提供一種電流效率高的發光元件。或者，提供一種耗電量低的發光裝置。而且，提供一種耗電量低的電子裝置及照明裝置。本發明的一個方式是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括 EL 層，EL 層包括發光層，發光層包括第一發光層及第二發光層，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發光層包含主體材料及客體材料，客體材料的 LUMO 能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

【 英文 】

A light-emitting element with a high current efficiency is provided. A low-power consumption light-emitting device is also provided. In addition, low-power consumption electronic device and lighting device are provided. The light-emitting element includes an EL layer between a pair of electrodes. The EL layer includes a light-emitting layer. The light-emitting layer includes a first light-emitting layer and a second light-emitting layer. The emission peak of the second light-emitting layer is at a shorter wavelength than that of the first light-emitting layer. The first light-emitting layer includes a host material and a guest material. The LUMO level of the guest material is in the range of ± 0.1 eV of the LUMO level of the host material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101：陽極

102：陰極

103：EL層

104：電洞注入層

105：電洞傳輸層

106：發光層

106a：第一發光層

106b：第二發光層

107：電子傳輸層

108：電子注入層

109a：第一發光性材料

109b：第二發光性材料

110：主體材料

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【技術領域】

[0001] 本發明的一個方式係關於一種藉由施加電場來得到發光的有機化合物被夾在一對電極之間的發光元件、具有這種發光元件的發光裝置、電子裝置以及照明裝置。

[0002] 本發明的一個方式不侷限於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的一個方式的技術領域關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明的一個方式關於一種製程 (process) 、機器 (machine) 、產品 (manufacture) 或組合物 (composition of matter) 。因此，明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個方式的技術領域的例子，可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明裝置、記憶體裝置、它們的驅動方法或它們的製造方法。

【先前技術】

[0003] 具有薄型輕量、高速回應性及直流低電壓驅

動等特徵的使用有機化合物作為發光體的發光元件被期待應用於下一代平板顯示器。尤其是，將發光元件配置為矩陣狀的顯示裝置與習知的液晶顯示裝置相比具有視角廣且可見度優異的優點。

[0004] 發光元件的發光機制被認為如下：藉由在一對電極之間夾著包含發光體的 EL 層並對該一對電極之間施加電壓，從陰極注入的電子和從陽極注入的電洞在 EL 層的發光中心重新鍵合而形成分子激子，當該分子激子返回到基態時釋放出能量而發光。已知激發態有單重激發態和三重激發態，並且無論經過上述任一種激發態都可以實現發光。

[0005] 關於這種發光元件，為了提高其元件特性，元件結構的改進、材料的開發等被積極地進行（例如，參照專利文獻 1）。

[0006] [專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2010-182699 號公報

[0007] 在發光元件的開發中，其電流效率對發光元件的評價來說是重要要素之一。藉由提高電流效率可以降低耗電量，因此可以期待實現商品化。因此，期待電流效率高的發光元件的開發。

【發明內容】

[0008] 在此，本發明的一個方式的目的之一是提供一種電流效率高的發光元件。另外，本發明的一個方式的

目的之一是提供一種適用上述發光元件的耗電量低的發光裝置。另外，本發明的一個方式的目的之一是提供一種耗電量低的電子裝置及照明裝置。另外，本發明的一個方式的目的之一是提供一種新穎的發光元件、新穎的發光裝置或新穎的照明裝置等。注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。本發明的一個方式並不需要實現所有上述目的。另外，上述以外的目的從說明書、圖式及權利要求等的記載看來顯而易見，且可以從說明書、圖式及權利要求等的記載中抽出上述以外的目的。

[0009] 因此，本發明的一個方式是一種發光元件，該發光元件在一對電極（陽極和陰極）之間包括 EL 層，EL 層包括發光層，發光層包括第一發光層及第二發光層，第一發光層設置在陰極和第二發光層之間，第二發光層設置在第一發光層和陽極之間，第一發光層具有與第二發光層接觸的區域，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發光層包含主體材料及客體材料，客體材料的最低未佔據分子軌域（LUMO：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

[0010] 本發明的另一個方式是一種發光元件，該發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層及電荷產生層，第一 EL 層、第二 EL 層及電荷產生層設置在陰極和陽極之間，電荷產生層設置在第一 EL 層和第二 EL 層之間，第一 EL 層包括第三發光層，第二 EL 層包括第四發光層，第三發

光層和第四發光層中的至少一個包括第一發光層和第二發光層，第一發光層設置在陰極和第二發光層之間，第二發光層設置在第一發光層和陽極之間，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發光層包含主體材料及客體材料，客體材料的 LUMO 能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

[0011] 本發明的另一個方式是一種發光元件，該發光元件在一對電極（陽極和陰極）之間包括 EL 層，EL 層包括發光層，發光層包括第一發光層及第二發光層，第一發光層設置在陰極和第二發光層之間，第二發光層設置在第一發光層和陽極之間，第一發光層具有與第二發光層接觸的區域，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發光層及第二發光層包含相同主體材料，包含在第一發光層中的客體材料的 LUMO 能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

[0012] 本發明的另一個方式是一種發光元件，該發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層及電荷產生層，第一 EL 層、第二 EL 層及電荷產生層設置在陰極和陽極之間，電荷產生層設置在第一 EL 層和第二 EL 層之間，第一 EL 層包括第三發光層，第二 EL 層包括第四發光層，第三發光層和第四發光層中的至少一個包括第一發光層和第二發光層，第一發光層設置在陰極和第二發光層之間，第二發光層設置在第一發光層和陽極之間，第二發光層中的發射峰值的波長比第一發光層中的發射峰值的波長短，第一發

光層及第二發光層包含相同主體材料，包含在第一發光層中的客體材料的 LUMO 能階在主體材料的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

[0013] 在上述各結構中，發光元件還包括第五發光層，第五發光層設置在第一發光層和陰極之間，第五發光層具有與第一發光層接觸的區域，第五發光層包含與第二發光層所包含的材料相同的材料。

[0014] 在上述各結構中，第一發光層中的發光在 560nm 以上且 700nm 以下的範圍具有峰值波長，第二發光層中的發光在 500nm 以上且 560nm 以下的範圍具有峰值波長。

[0015] 在上述各結構中，第一發光層所包含的客體材料是磷光有機金屬 Ir 錯合物。

[0016] 另外，本發明的一個方式是一種使用具有上述各結構的發光元件的發光裝置。

[0017] 另外，本發明的一個方式在其範疇內不僅包括具有發光元件的發光裝置，而且包括具有發光裝置的電子裝置及照明裝置。由此，本說明書中的發光裝置是指影像顯示裝置或光源（包括照明裝置）。另外，發光裝置有時還包括如下模組：在發光裝置中安裝有連接器諸如 FPC（Flexible printed circuit：撓性印刷電路）或 TCP（Tape Carrier Package：捲帶式封裝）的模組；在 TCP 端部中設置有印刷線路板的模組；或者 IC（積體電路）藉由 COG（Chip On Glass：玻璃上晶片）方式直接安裝在發光元件

上的模組。

[0018] 本發明的一個方式能夠提供一種電流效率高的發光元件。另外，本發明的一個方式能夠提供一種適用上述發光元件的耗電量低的發光裝置。另外，本發明的一個方式能夠提供一種耗電量低的電子裝置及照明裝置。另外，本發明的一個方式能夠提供一種新穎的發光元件、新穎的發光裝置或新穎的照明裝置等。注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。本發明的一個方式並不需要實現所有上述效果。另外，上述以外的效果從說明書、圖式及權利要求等的記載看來顯而易見，且可以從說明書、圖式及權利要求等的記載中抽出上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

[0019] 在圖式中：

圖 1 是說明本發明的一個方式的發光元件的結構的圖；

圖 2A 及圖 2B 是說明發光元件的結構的圖；

圖 3 是說明發光元件的結構的圖；

圖 4A 及圖 4B 是說明發光裝置的圖；

圖 5A、圖 5B、圖 5C、圖 5D、圖 5D'1 及圖 5D'2 是說明電子裝置的圖；

圖 6 是說明照明裝置的圖；

圖 7 是說明發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的結構的圖；

圖 8 是說明發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 9 是示出發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的發射光譜的圖。

【實施方式】

[0020] 以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。注意，本發明不限於下文的描述並且可以用多種方式修改本發明的模式和細節而不偏離本發明的目的和範圍。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0021]

實施方式 1

在本實施方式中，對本發明的一個方式的發光元件進行說明。

[0022] 本發明的一個方式的發光元件以在一對電極之間夾著包含發光層的 EL 層的方式形成，該發光層具有層疊至少包含客體材料（發光性材料）及主體材料（電子傳輸性材料或電洞傳輸性材料）的第一發光層以及至少包含客體材料（發光性材料）及主體材料（電子傳輸性材料或電洞傳輸性材料）的第二發光層的疊層結構。

[0023] 下面，參照圖 1 說明本發明的一個方式的發光元件的元件結構。

[0024] 在圖 1 所示的發光元件中，在一對電極（陽

極 101、陰極 102) 之間夾著包含發光層 106 的 EL 層 103, 該 EL 層 103 具有從陽極 101 一側依次層疊電洞 (hole) 注入層 104、電洞傳輸層 105、發光層 106、電子傳輸層 107、電子注入層 108 等的結構。

[0025] 另外, 發光層 106 具有層疊多個發光層的疊層結構, 圖 1 示出層疊有兩個 (第一發光層 106a、第二發光層 106b) 發光層的情況。第一發光層 106a 至少包含客體材料 (第一發光性材料) 109a 及主體材料 110, 第二發光層 106b 至少包含客體材料 (第二發光性材料) 109b 及主體材料 110。

[0026] 此外, 至於發光層 106 (第一發光層 106a、第二發光層 106b) 所包含的客體材料 (第一發光性材料 109a、第二發光性材料 109b), 第二發光性材料 109b 的發射峰值的波長比第一發光性材料 109a 短。包含在第一發光層 106a 中的第一發光性材料 109a 的 LUMO 能階在第一發光層 106a 所包含的主體材料 110 的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

[0027] 另外, 作為發光層 106 所包含的主體材料 110 主要使用其電子移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子傳輸性材料或其電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞傳輸性材料。

[0028] 此外, 藉由採用在發光層 106 中將客體材料分散於主體材料 110 的結構, 可以抑制發光層 106 中的晶化。另外, 藉由抑制因發光性材料的濃度高而導致的濃度淬滅, 可以提高發光元件的發光效率。

[0029] 注意，雖然在層疊了的每個發光層（106a、106b）中，對每一個層較佳為使用相同的主體材料 110，但是在不會失去作為發光層的功能的範圍內可以使用不同的材料。

[0030] 此外，主體材料 110 的三重激發態能階（T1 能階）較佳為高於客體材料（109a、109b）的 T1 能階。這是因為若主體材料 110 的 T1 能階低於客體材料（109a、109b）的 T1 能階，主體材料 110 則使有助於發光的發光性材料（109a、109b）的三重激發態能階淬滅，而導致發光效率的降低。

[0031] 圖 1 所示的本發明的一個方式的發光元件具有在 EL 層所包含的發光層中從陰極一側依次層疊有第一發光層 106a 和第二發光層 106b 這兩層的結構。藉由使第一發光層 106a 包含主體材料 110 及其 LUMO 能階在主體材料 110 的 LUMO 能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內的客體材料（第一發光性材料 109a），可以降低第一發光層 106a 中的載子（電子）俘獲性，防止發光區域過度擴大，並提高電流效率。因上述特性而從第一發光層 106a 移動的載子（電子）高效地移動到接觸於第一發光層 106a 的第二發光層 106b，所以還可以提高第二發光層 106b 中的電流效率。

[0032] 在圖 1 所示的本發明的一個方式的發光元件中，較佳為在第一發光層 106a 和陰極之間設置與第一發光層接觸並由與第二發光層 106b 相同的材料構成的第三發光層。藉由採用這種結構，可以得到不容易受到隨時間

的載子平衡變化的影響的發光元件，即使用壽命長的發光元件。

[0033] 下面，對製造上述發光元件時的具體例子進行說明。

[0034] 作為第一電極（陽極）101 及第二電極（陰極）102，可以使用金屬、合金、導電化合物及它們的混合物等。明確而言，除了氧化銦-氧化錫（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、金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti）之外，還可以使用屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素，即鹼金屬諸如鋰（Li）和銫（Cs）等、鹼土金屬諸如鈣（Ca）和銦（Sr）等、鎂（Mg）、包含它們的合金（MgAg、AlLi）、稀土金屬諸如鎔（Eu）和鐿（Yb）等、包含它們的合金及石墨烯等。另外，第一電極（陽極）101 及第二電極（陰極）102 例如可以藉由濺射法或蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）等來形成。

[0035] 電洞注入層 104 為介過電洞傳輸性高的電洞傳輸層 105 並對發光層 106 注入電洞的層，且包含電洞傳輸性材料及受體物質的層。藉由包含電洞傳輸性材料及受體物質，由於受體物質從電洞傳輸性材料抽出電子來發生電洞，而電洞介過電洞傳輸層 105 注入到發光層 106。另

外，電洞傳輸層 105 使用電洞傳輸性材料來形成。

[0036] 作為用於電洞注入層 104 及電洞傳輸層 105 的電洞傳輸性材料，例如可以舉出 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：NPB 或 α -NPD）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺（簡稱：TCTA）、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺（簡稱：TDATA）、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺]三苯胺（簡稱：MTDATA）、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：BSPB）等芳香胺化合物；3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-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。除上述以外，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）等咔唑衍生物等。在此所述的物質主要是電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。注意，只要是電洞傳輸性比電子傳輸性高的物質，就也可以使用上述以外的物質。

[0037] 再者，還可以使用聚(N-乙烯基咔唑)（簡稱：PVK）、聚(4-乙烯基三苯胺)（簡稱：PVTPA）、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯胺)苯基]苯基-N'-苯胺}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）等高分子化合物。

[0038] 另外，作為用於電洞注入層 104 的受體物質，可以舉出屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確地說，氧化鋁是特別較佳的。

[0039] 發光層 106（第一發光層 106a、第二發光層 106b）是包含客體材料 109（109a、109b）及主體材料 110 的層，這些的結構是如上述那樣的。

[0040] 另外，在發光層 106（第一發光層 106a、第二發光層 106b）中，對可以用作客體材料（發光性材料或者發光中心物質）（109a、109b）的材料沒有特別的制限，而可以使用將單重激發態能轉換成發光的發光性材料或將三重激發態能轉換成發光的發光性材料。注意，發光性材料 109b 的發光顏色的波長比發光性材料 109a 的發光顏色的波長短。作為上述發光性材料及發光中心物質的例子可以舉出如下材料。

[0041] 作為將單重激發態能轉換成發光的發光性材料，可以舉出發射螢光的物質，例如，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）、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)、茈、2,5,8,11-四(三級丁基)茈(簡稱:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱:PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)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-吡啶-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'''-八苯基二苯并[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-吡啶-3-胺(簡稱:2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-吡啶-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-吡啶-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'-二苯基喹吡啶酮(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-苯并[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）茚并（acenaphtho）[1,2-a]丙二烯合萸-3,10-二胺（簡稱：p-mPhAFD）、{2-異丙基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-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（簡稱：DCJTI）、{2-三級丁基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-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（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-苯并[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：BisDCJTM）等。

[0042] 另外，作為將三重激發態能轉換成發光的發光性材料，例如可以舉出發射磷光的物質或呈現熱活化延遲螢光的熱活化延遲螢光（TADF）材料。此外，TADF材料中的延遲螢光是指雖然具有與通常的螢光相同的光譜，但是壽命非常長的發光。其壽命為 10^{-6} 秒以上，較佳為 10^{-3} 秒以上。

[0043] 作為發射磷光的物質，可以舉出雙[2-（3',5'-雙三氟甲基苯基）吡啶-N,C^{2'}]銦（III）吡啶甲酸酯（簡稱：Ir(CF₃ppy)₂(pic)）、雙[2-（4',6'-二氟苯基）吡啶-N,C^{2'}]銦（III）乙醯丙酮（簡稱：FIracac）、三（2-苯基吡啶）銦（III）（簡稱：Ir(ppy)₃）、雙（2-苯基吡啶）

銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$) 、 三 (乙醯丙酮) (一啡啉) 銱 (III) (簡稱 : $\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})$) 、 雙 (苯并 [h] 喹啉) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})$) 、 雙 (2,4-二苯基 -1,3-噁唑 -N,C^{2'}) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{dpo})_2(\text{acac})$) 、 雙 { 2-[4'- (全氟烷基苯基) 苯基] 吡啶 -N,C^{2'} } 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{p-PF-ph})_2(\text{acac})$) 、 雙 (2-苯基苯并噁唑 -N,C^{2'}) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{bt})_2(\text{acac})$) 、 雙 [2- (2'-苯并 [4,5- α] 噁吩基) 吡啶 -N,C^{3'}] 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$) 、 雙 (1-苯基異喹啉 -N,C^{2'}) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$) 、 (乙醯丙酮) 雙 [2,3-雙 (4-氟苯基) 喹噁啉合 (quinoxalinato)] 銱 (III) (簡稱 : $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$) 、 (乙醯丙酮) 雙 (3,5-二甲基 -2-苯基吡嗪) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$) 、 (乙醯丙酮) 雙 (5-異丙基 -3-甲基 -2-苯基吡嗪) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$) 、 (乙醯丙酮) 雙 (2,3,5-三苯基吡嗪) 銱 (III) (簡稱 : $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})$) 、 雙 (2,3,5-三苯基吡嗪) (二新戊醯甲烷) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$) 、 (乙醯丙酮) 雙 (6-三級丁基 -4-苯基嘧啶) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) 、 (乙醯丙酮) 雙 (4,6-二苯基嘧啶) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) 、 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) (一啡啉) 鎢

(III) (簡稱 : $\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})$) 、三 [1- (2-噻吩甲醯基) -3,3,3-三氟丙酮] (一啡啉) 鎔 (III) (簡稱 : $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$) 等。

[0044] 作為 TADF 材料，例如可以具體地舉出富勒烯及其衍生物、硫酸原黃素等吡啶衍生物、曙紅 (eosin) 等。另外，可以舉出包含鎂 (Mg)、鋅 (Zn)、鎘 (Cd)、錫 (Sn)、鉑 (Pt)、銦 (In) 或鈀 (Pd) 等的含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出原卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、糞卟啉四甲酯-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱 : $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) 以及八乙基卟啉-氯化鉑錯合物 (簡稱 : PtCl_2OEP) 等。再者,2- (聯苯-4-基) -4,6-雙 (12-苯基吡啶 [2,3-a] 吡啶 -11-基) -1,3,5-三嗪 (PIC-TRZ) 等的具有富 π 電子芳雜環及缺 π 電子芳雜環的雜環化合物。另外，在富 π 電子芳雜環和缺 π 電子芳雜環直接鍵合的物質中，富 π 電子芳雜環的施體的性質和缺 π 電子芳雜環的受體的性質都變強而 S1 與 T1 之間的能量差變小，所以是特別較佳的。

[0045] 另外，作為可以用作發光層 106 (106a、106b) 中的主體材料 110 的電子傳輸性材料，較佳為使用缺 π 電子型雜芳族化合物諸如含氮雜芳族化合物，例如可

以舉出喹啉衍生物或二苯并喹啉衍生物諸如 2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 2mDBTBPDBq-II)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-吡啶-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 7mDBTPDBq-II)和 6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 6mDBTPDBq-II)等。當將喹啉衍生物用作電子傳輸性的主體材料時,作為客體材料較佳為使用以具有烷基的苯基吡嗪衍生物為配體的有機金屬錯合物(明確而言,銨錯合物)。這是因為可以降低電子俘獲性的緣故。

[0046] 另外,作為可以用作發光層 106 (106a、106b)中的主體材料 110 的電洞傳輸性材料,較佳為富 π 電子型雜芳族化合物(例如,吡啶衍生物或吡嗪衍生物)或芳香胺化合物,例如可以舉出: 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱: PCBA1BP)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱: PCBNBB)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啶-3-基)胺基]-9-苯基吡啶(簡稱: PCzPCN1)、4,4',4''-三[N-(1-萘基)-N-苯胺]三苯胺(簡稱: 1'-TNATA)、2,7-雙[N-(4-二苯胺苯基)-N-苯胺]-螺-9,9'-二芴(簡稱: DPA2SF)、N,N'-雙(9-苯基吡啶-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(簡稱: PCA2B)、N-(9,9-二甲基-2-二苯胺基-9H-芴-7-

基) 二苯基胺 (簡稱: DPNF)、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三(9-苯基咔唑-3-基)苯-1,3,5-三胺 (簡稱: PCA3B)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]螺-9,9'-二芴 (簡稱: PCASF)、2-[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺]螺-9,9'-二芴 (簡稱: DPASF)、N,N'-雙[4-(咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺 (簡稱: YGA2F)、4,4'-雙[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺]聯苯 (簡稱: TPD)、4,4'-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺]聯苯 (簡稱: DPAB)、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基]-9H-芴-7-基}苯基胺 (簡稱: DFLADFL)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzPCA1)、3-[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzDPA1)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzDPA2)、4,4'-雙(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯胺]苯基}-N-苯胺)聯苯 (簡稱: DNTPD)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-(1-萘基)胺基]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzTPN2)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzPCA2) 等。

[0047] 發光層 106 (106a、106b) 可以還包含除主體材料及客體材料以外的材料。例如，較佳為將上述電子傳輸性材料用作發光層 106 (106a、106b) 中的主體材料，並且上述電洞傳輸性材料較佳為包含在發光層 106

(106a、106b) 中。

[0048] 電子傳輸層 107 是包含電子傳輸性高的物質的層。對電子傳輸層 107 可以使用金屬錯合物諸如 Alq_3 、三 (4-甲基-8-羥基喹啉) 鋁 (簡稱 : Almq_3)、雙 (10-羥基苯并 [h]-喹啉合) 鉍 (簡稱 : BeBq_2)、 BAlq 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 或雙 [2- (2-羥基苯基) -苯并噻唑] 鋅 (簡稱 : $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$) 等。此外, 還可以使用雜芳族化合物諸如 2- (4-聯苯基) -5- (4-三級丁苯基) -1,3,4-噁二唑 (簡稱 : PBD)、1,3-雙 [5- (對三級丁苯基) -1,3,4-噁二唑-2-基] 苯 (簡稱 : OXD-7)、3- (4-三級丁苯基) -4-苯基-5- (4-聯苯基) -1,2,4-三唑 (簡稱 : TAZ)、3- (4-三級丁苯基) -4- (4-乙苯基) -5- (4-聯苯基) -1,2,4-三唑 (簡稱 : p-EtTAZ)、紅啡啉 (簡稱 : BPhen)、浴銅靈 (簡稱 : BCP)、4,4'-雙 (5-甲基苯并噁唑-2-基) 萘 (簡稱 : BzOs) 等。此外, 也可以使用高分子化合物諸如聚 (2,5-吡啶二基) (簡稱 : PPy)、聚 [(9,9-二己基芴-2,7-二基) -co- (吡啶-3,5-二基)] (簡稱 : PF-Py)、聚 [(9,9-二辛基芴-2,7-二基) -co- (2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)] (簡稱 : PF-BPy)。這裡所述的物質主要是電子移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。另外, 只要是電子傳輸性比電洞傳輸性高的物質, 就可以將上述物質之外的物質用於電子傳輸層 107。

[0049] 另外, 電子傳輸層 107 既可由單層構成又可由層疊有兩層以上的由上述物質構成的層的疊層構成。

[0050] 電子注入層 108 是包含具有高電子注入性的物質的層。作為電子注入層 108，例如可以使用鹼金屬、鹼土金屬或者它們的化合物，例如氟化鋰（ LiF ）、氟化銫（ CsF ）、氟化鈣（ CaF_2 ）或者氧化鋰（ LiO_x ）等。還可以使用諸如氟化鋱（ ErF_3 ）等稀土金屬化合物。另外，對電子注入層 108 也可以使用電子鹽。作為該電子鹽，可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。另外，還可以使用構成電子傳輸層 107 的上述物質。

[0051] 另外，也可以將有機化合物與電子予體（施體）混合而成的複合材料用於電子注入層 108 這種複合材料的電子注入性及電子傳輸性高，因為電子予體使得電子產生在有機化合物中。在此情況下，有機化合物較佳為在傳輸產生的電子方面性能優異的材料，明確而言，例如可以使用上述構成電子傳輸層 107 的物質（金屬錯合物或雜芳族化合物等）。作為電子予體，只要使用對有機化合物呈現電子予體性的物質，即可。明確地說，較佳為使用鹼金屬、鹼土金屬和稀土金屬，可以舉出鋰、銫、鎂、鈣、鋱、鐿等。另外，較佳為使用鹼金屬氧化物或鹼土金屬氧化物，可以舉出鋰氧化物、鈣氧化物、鋱氧化物等。此外，還可以使用氧化鎂等路易士鹼。或者，也可以使用四硫富瓦烯（簡稱：TTF）等有機化合物。

[0052] 注意，上述電洞注入層 104、電洞傳輸層 105、發光層 106（106a、106b）、電子傳輸層 107 及電子注入層 108 可以藉由蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、噴墨

法、塗佈等方法形成。

[0053] 在上述發光元件中，由於在第一電極 101 和第二電極 102 之間產生的電位差而被注入載子，並且由於在 EL 層 103 中電洞和電子重新鍵合而得到發光。該發光經過第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者被提取到外部。因此，第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者為具有透光性的電極。

[0054] 藉由形成具有本實施方式所說明的結構的發光元件，在可以得到多個發光顏色的發光元件中提高對一種發光顏色的電流效率，而可以提高其他發光顏色的電流效率，因此可以得到整體的電流效率高的發光元件。

[0055] 本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合。

[0056]

實施方式 2

在本實施方式中，作為本發明的一個方式，對具有夾著電荷產生層具有多個 EL 層的結構的發光元件（以下，稱為串聯型發光元件），參照圖 2A 及圖 2B 進行說明。

[0057] 本實施方式所示的發光元件是如圖 2A 所示的在一對電極（第一電極 201 與第二電極 204）之間具有多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））的串聯型發光元件。

[0058] 在本實施方式中，第一電極 201 是用作陽極的電極，第二電極 204 是用作陰極的電極。另外，作為第

一電極 201 及第二電極 204，可以採用與實施方式 1 相同的結構。此外，多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））既可以具有與實施方式 1 所示的 EL 層的結構相同的結構，又可以上述 EL 層中的只有任一個具有與實施方式 1 所示的 EL 層的結構相同的結構。換言之，第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2）既可以具有相同結構，又可以具有互不相同的結構，作為其結構，可以應用與實施方式 1 相同的結構。

[0059] 另外，在多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））之間設置有電荷產生層 205。電荷產生層 205 具有如下功能：當對第一電極 201 和第二電極 204 施加電壓時，將電子注入到一個 EL 層中，且將電洞注入到另一個 EL 層中。在本實施方式中，當以第一電極 201 的電位高於第二電極 204 的方式施加電壓時，電子從電荷產生層 205 被注入到第一 EL 層 202（1）中，且電洞被注入到第二 EL 層 202（2）中。

[0060] 另外，從光提取效率的觀點來看，電荷產生層 205 較佳為具有使可見光透過的性質（明確而言，電荷產生層 205 的可見光的透射率為 40%以上）。另外，電荷產生層 205 即使其導電率小於第一電極 201 或第二電極 204 也發揮作用。

[0061] 電荷產生層 205 既可以具有對電洞傳輸性材料添加有電子受體（受體）的結構，又可以具有對電子傳輸性材料添加有電子予體（施體）的結構。或者，也可以

層疊有這兩種結構。

[0062] 在採用對電洞傳輸性材料添加有電子受體的結構的情況下，作為電洞傳輸性材料，例如可以使用芳族胺化合物等諸如 NPB、TPD、TDATA、MTDATA、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：BSPB）等。在此所述的物質主要是電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。注意，只要是電洞傳輸性比電子傳輸性高的有機化合物，就可以使用上述物質之外的物質。

[0063] 另外，作為電子受體，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷（簡稱：F₄-TCNQ）、氰醌等。另外，還可以舉出過渡金屬氧化物。另外，可以舉出屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確而言，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋁、氧化鎢、氧化錳和氧化銻，這是因為它們具有高電子接受性。尤其較佳為使用氧化鋁，因為氧化鋁在大氣中穩定且其吸濕性低，所以容易進行處理。

[0064] 另一方面，在採用對電子傳輸性材料添加有電子予體的結構的情況下，作為電子傳輸性材料，例如可以使用具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等諸如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq 等。除此之外，還可以使用具有嘔唑基配體、噻唑基配體的金屬錯合物等諸如 Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂ 等。再者，除了金屬錯合物之外，還可以使用 PBD、OXD-7、TAZ、BPhen、BCP 等。在此所述的物質主要是電子移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。

另外，只要是電子傳輸性比電洞傳輸性高的有機化合物，就可以使用上述物質之外的物質。

[0065] 另外，作為電子予體，可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、或屬於元素週期表中第 2、第 13 族的金屬及它們的氧化物、碳酸鹽。明確而言，較佳為使用鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、鐿（Yb）、銦（In）、氧化鋰、碳酸銫等。此外，也可以將如四硫稠四苯（tetrathianaphthacene）的有機化合物用作電子予體。

[0066] 另外，藉由使用上述材料形成電荷產生層 205，可以抑制層疊 EL 層時造成的驅動電壓的增大。

[0067] 雖然在本實施方式中，對具有兩個 EL 層的發光元件進行說明，但是，如圖 2B 所示，本發明的一個方式可以同樣地應用於層疊 n 個（注意， n 是 3 以上）EL 層（202（1）至 202（ n ））的發光元件。當如根據本實施方式的發光元件那樣在一對電極之間具有多個 EL 層時，藉由將電荷產生層 205（1）至 205（ $n-1$ ））設置在 EL 層與 EL 層之間，可以在保持低電流密度的同時實現高亮度區域中的發光。因為可以保持低電流密度，所以可以實現長使用壽命元件。當將上述發光元件用於照明時，可以減少由於電極材料的電阻導致的電壓下降，所以可以實現大面積的均勻發光。此外，可以實現能夠進行低電壓驅動且耗電量低的發光裝置。

[0068] 此外，藉由使各 EL 層的發光顏色互不相同，

可以使發光元件整體發射所需顏色的光。例如，在具有兩個 EL 層的發光元件中，使第一 EL 層的發光顏色和第二 EL 層的發光顏色處於補色關係，因此還可以得到發光元件整體發射白色光的發光元件。注意，詞語“補色”表示在顏色混合時得到非彩色的顏色關係。也就是說，藉由混合處於補色關係的顏色的光和從發光的物質得到的光，可以得到白色發光。

[0069] 另外，同樣地，在具有三個 EL 層的發光元件中，例如，當第一 EL 層的發光顏色是紅色（例如，在 580nm 和 680nm 之間具有發射光譜的峰值），第二 EL 層的發光顏色是綠色（例如，在 500nm 和 560nm 之間具有發射光譜的峰值），第三 EL 層的發光顏色是藍色（例如，在 400nm 和 480nm 之間具有發射光譜的峰值）時，發光元件整體可以得到白色發光。

[0070] 此外，作為包括上述發光元件的發光裝置，除了可以製造被動矩陣型發光裝置和主動矩陣型發光裝置以外，還可以製造組合微腔結構的發光裝置等。上述發光裝置的每一個都包括在本發明的一個方式中。

[0071] 另外，在主動矩陣型發光裝置中，對電晶體（FET）的結構沒有特別的限制。例如，可以適當地使用交錯型 FET 或反交錯型 FET。此外，形成在 FET 基板上的驅動電路可以由 N 型 FET 和 P 型 FET 中的一者或兩者形成。並且，對用於 FET 的半導體膜的結晶性也沒有特別的限制。例如，可以使用非晶半導體膜、結晶半導體

膜。作為半導體材料，除了 13 族（鎵等）半導體、14 族（矽等）半導體、化合物半導體（包括氧化物半導體）之外，還可以使用有機半導體等。

[0072] 本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合。

[0073]

實施方式 3

在本實施方式中，對本發明的一個方式的發光裝置進行說明。

[0074] 本實施方式所示的發光裝置具有利用一對電極之間的光的共振效應的光學微諧振腔（micro optical resonator）（微腔）結構，如圖 3 所示具有多個發光元件，該發光元件具有在一對電極（反射電極 301 與半透射·半反射電極 302）之間至少包括 EL 層 305 的結構。另外，EL 層 305 至少具有用作發光區域的發光層 304，除此之外，EL 層 305 還可以包括電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等。

[0075] 在本實施方式中，對如圖 3 所示具有兩種發光元件（第一發光元件 310P 及第二發光元件 310Q）的發光裝置進行說明。

[0076] 第一發光元件 310P 具有如下結構：在反射電極 301 上依次層疊第一透明導電層 303a、在其一部分中包含發光層 304 的 EL 層 305、以及半透射·半反射電極 302。第二發光元件 310Q 具有如下結構：在反射電極 301

上依次層疊第二透明導電層 303b、在其一部分中包含發光層 304 的 EL 層 305、以及半透射·半反射電極 302。

[0077] 注意，本實施方式所示的兩種發光元件共同使用反射電極 301、EL 層 305、以及半透射·半反射電極 302。另外，發光層 304 具有層疊發射在第一波長區域中具有峰值的光 (λ_P) 的層及發射在第二波長區域中具有峰值的光 (λ_Q) 的層的結構。在此情況下設定波長的長度滿足 $\lambda_P < \lambda_Q$ 的關係。

[0078] 各發光元件具有在反射電極 301 和半透射·半反射電極 302 之間夾著 EL 層 305 而形成的結構，並且從包括在 EL 層 305 中的各發光層向全方向射出的發光由用作微型光諧振器（微腔）的反射電極 301 及半透射·半反射電極 302 諧振。

[0079] 反射電極 301 使用具有反射性的導電材料形成，該膜的可見光反射率為 40% 至 100%，較佳為 70% 至 100%，並且該膜的電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。另外，半透射·半反射電極 302 使用具有反射性的導電材料和具有透光性的導電材料形成，該膜的可見光反射率為 20% 至 80%，較佳為 40% 至 70%，並且該膜的電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

[0080] 此外，藉由使第一透明導電層 303a 及第二透明導電層 303b 的厚度彼此不同，來改變兩種發光元件的反射電極 301 與半透射·半反射電極 302 之間的光學距離。由此，在反射電極 301 與半透射·半反射電極 302 之間，可以使共振的波長的光變強並可以使不共振的波長的

光衰減，所以可以從每個元件提取不同波長的光。

[0081] 另外，在第一發光元件 310P 中從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度（光學厚度的總和）為 $m\lambda_p/2$ （注意， m 是自然數），在第二發光元件 310Q 中從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度為 $m\lambda_q/2$ （注意， m 是自然數）。

[0082] 如上所述，從第一發光元件 310P 主要提取在包含於 EL 層 305 中的第一發光層 304P 中發射的光（ λ_p ），從第二發光元件 310Q 主要提取在包含於 EL 層 305 中的第二發光層 304Q 中發射的光（ λ_q ）。另外，從各發光元件提取的光從半透射·半反射電極 302 一側射出。

[0083] 另外，在上述結構中，嚴格而言，可以將從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度稱為從反射電極 301 中的反射區域到半透射·半反射電極 302 中的反射區域的總厚度。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 或半透射·半反射電極 302 中的反射區域的位置，所以藉由假定反射電極 301 和半透射·半反射電極 302 中的任意的位置為反射區域來可以充分地獲得上述效果。

[0084] 另外，在第一發光元件 310P 中，將從反射電極 301 到第一發光層 304P 的光學距離調節為所希望的厚度（ $(2m'+1)\lambda_p/4$ （注意， m' 是自然數））。由此可以放大來自第一發光層 304P 的光。

[0085] 另外，嚴格而言，可以將反射電極 301 與第一

發光層 304P 之間的光學距離稱為從反射電極 301 中的反射區域與第一發光層 304P 中的發光區域之間的光學距離。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 中的反射區域及第一發光層 304P 中的發光區域的位置，所以藉由假定第一發光層 304P 中的任意的位置為發光區域來可以充分地獲得上述效果。

[0086] 另外，在第二發光元件 310Q 中，將從反射電極 301 到第二發光層 304Q 的光學距離調節為所希望的厚度（ $(2m''+1)\lambda_Q/4$ （注意， m'' 是自然數））。因此可以放大來自第二發光層 304Q 的光。

[0087] 另外，嚴格而言，可以將反射電極 301 與第二發光層 304Q 之間的光學距離稱為從反射電極 301 中的反射區域與第二發光層 304Q 中的發光區域之間的光學距離。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 中的反射區域或第二發光層 304Q 中的發光區域的位置，所以藉由假定反射電極 301 中的任意的位置為反射區域，並且假定第二發光層 304Q 中的任意的位置為發光區域來可以充分地獲得上述效果。

[0088] 注意，在上述結構中，發光元件具有在 EL 層中層疊有多個發光層的結構，但是本發明不侷限於此。例如，也可以採用如下結構：將上述結構與實施方式 2 所說明的串聯型發光元件的結構組合，隔著電荷產生層在一個發光元件中設置多個 EL 層，且在各 EL 層中形成一個或多個發光層。

[0089] 本實施方式所示的發光裝置具有微腔結構，即使具有相同的 EL 層，也能夠從每個發光元件提取不同波長的光，因此不需要多個顏色的分別塗佈。因此，出於容易實現高精細化等的理由，從實現全彩色化的角度來看上述結構是有利的。另外，因為能夠加強特定波長的正面方向的發光強度，所以可以實現低耗電量化。該結構在將其應用於使用三種顏色以上的像素的彩色顯示器（影像顯示裝置）時是特別有效的，但是也可以將其用於照明等的用途。

[0090]

實施方式 4

在本實施方式中，對具有本發明的一個方式的發光元件的發光裝置進行說明。

[0091] 另外，上述發光裝置既可以是被動矩陣型發光裝置，又可以是主動矩陣型發光裝置。此外，可以將其他實施方式所說明的發光元件應用於本實施方式所示的發光裝置。

[0092] 在本實施方式中，參照圖 4A 和圖 4B 對主動矩陣型發光裝置進行說明。

[0093] 另外，圖 4A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 4B 是沿圖 4A 中的點劃線 A-A'切割的剖面圖。根據本實施方式的主動矩陣型發光裝置具有設置在元件基板 401 上的像素部 402、驅動電路部（源極線驅動電路）403 以及驅動電路部（閘極線驅動電路）404（404a 及 404b）。將

像素部 402、驅動電路部 403 及驅動電路部 404 由密封材料 405 密封在元件基板 401 與密封基板 406 之間。

[0094] 此外，在元件基板 401 上設置用來連接對驅動電路部 403 及驅動電路部 404 傳達來自外部的信號（例如，視訊信號、時脈信號、啟動信號或重設信號等）或電位的外部輸入端子的引導佈線 407。在此，示出作為外部輸入端子設置 FPC（撓性印刷電路）408 的例子。另外，雖然在此只示出 FPC，但是該 FPC 也可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0095] 接著，參照圖 4B 說明剖面結構。在元件基板 401 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為源極線驅動電路的驅動電路部 403 及像素部 402。

[0096] 作為驅動電路部 403 示出組合有 FET409 和 FET410 的結構。另外驅動電路部 403 所具有的 FET409 及 FET410 既可以使用包括單極性（N 型和 P 型中的僅任一個）的電晶體的電路形成，又可以使用包括 N 型電晶體及 P 型電晶體的 CMOS 電路形成。雖然在本實施方式中示出在基板上形成驅動電路的驅動器一體型，但是本發明不一定需要限於這種類型，也可以不在基板上，而在外部形成驅動電路。

[0097] 此外，像素部 402 由多個像素形成，該像素包括開關 FET411、電流控制 FET412 和與電流控制 FET412 的佈線（源極電極或汲極電極）電連接的第一電

極（陽極）413。此外，雖然在本實施方式中示出像素部402包括開關FET411、電流控制FET412的兩個FET的例子，但不侷限於此。例如，像素部402也可以包括三個以上的FET及電容元件。

[0098] 作為FET409、410、411及412，例如可以適當地使用交錯型電晶體或反交錯型電晶體。作為可以用於FET409、410、411及412的半導體材料，例如可以使用13族（鎵等）半導體、14族（矽等）半導體、化合物半導體、氧化物半導體、有機半導體材料。此外，對該半導體材料的結晶性也沒有特別的限制，例如可以使用非晶半導體膜或結晶半導體膜。尤其是，作為FET409、410、411及412較佳為使用氧化物半導體。作為該氧化物半導體，例如可以舉出In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物（M為Al、Ga、Y、Zr、La、Ce或Nd）等。作為FET409、410、411及412，例如使用能隙為2eV以上，較佳為2.5eV以上，更佳為3eV以上的氧化物半導體材料，由此可以降低電晶體的關態電流（off-state current）。

[0099] 另外，以覆蓋第一電極413的端部的方式形成有絕緣物414。在此，使用正型的光敏丙烯酸樹脂形成絕緣物414。此外，在本實施方式中，將第一電極413用作陽極。

[0100] 較佳為將絕緣物414的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面。藉由將絕緣物414形成為上述形狀，可以提高形成在絕緣物414上的膜的覆蓋性。例如，作為

絕緣物 414 的材料，可以使用負型光敏樹脂或正型光敏樹脂，不侷限於有機化合物，而還可以使用無機化合物諸如氧化矽、氧氮化矽、氮化矽等。

[0101] 在第一電極（陽極）413 上層疊形成有 EL 層 415 及第二電極（陰極）416。在 EL 層 415 中至少設置有發光層，該發光層具有實施方式 1 中所說明的疊層結構。另外，在 EL 層 415 中，除了發光層之外，可以適當地設置電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等。

[0102] 另外，由第一電極（陽極）413、EL 層 415 及第二電極（陰極）416 的疊層結構形成發光元件 417。作為用於第一電極（陽極）413、EL 層 415 及第二電極（陰極）416 的材料，可以使用實施方式 1 所示的材料。此外，雖然在此未圖示，但是第二電極（陰極）416 與作為外部輸入端子的 FPC408 電連接。

[0103] 此外，雖然在圖 4B 所示的剖面圖中僅示出一個發光元件 417，但是，在像素部 402 中以矩陣形狀配置有多個發光元件。在像素部 402 中分別選擇性地形成能夠得到三種（R、G、B）發光的發光元件，以可以形成能夠進行全彩色顯示的發光裝置。此外，除了可以得到三種（R、G、B）發光的發光元件以外，例如也可以形成能夠得到白色（W）、黃色（Y）、洋紅色（M）、青色（C）等的發光的發光元件。例如，藉由對能夠得到三種（紅（R）、綠（G）、藍（B））發光的發光元件追加能夠得

到上述多種發光的發光元件，可以獲得色純度的提高、耗電量的降低等效果。此外，也可以藉由與濾色片組合來實現能夠進行全彩色顯示的發光裝置。

[0104] 再者，藉由使用密封材料 405 將密封基板 406 和元件基板 401 貼合，在由元件基板 401、密封基板 406 和密封材料 405 圍繞的空間 418 中設置有發光元件 417。在空間 418 中除了填充有惰性氣體（如氮氣或氬氣等）的情況之外，還包括填充有密封材料 405 的情況。

[0105] 較佳為將環氧類樹脂或玻璃粉用作密封材料 405。此外，這些材料較佳為儘量不使水分或氧透過的材料。此外，除了玻璃基板或石英基板之外，還可以使用由 FRP（Fiber-Reinforced Plastics：纖維增強的塑膠）、PVF（polyvinyl fluoride：聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸等構成的塑膠基板作為用於密封基板 406 的材料。在作為密封材料使用玻璃粉的情況下，從黏合性的觀點來看，作為元件基板 401 及密封基板 406 較佳為使用玻璃基板。

[0106] 如上所述，可以得到主動矩陣型發光裝置。

[0107] 另外，本實施方式所示的結構可以適當地與其他實施方式所示的結構組合而使用。

[0108]

實施方式 5

在本實施方式中，參照圖 5A 至圖 5D 對使用應用本發明的一個方式的發光元件來製造的發光裝置的各種各樣的電子裝置的例子進行說明。

[0109] 作為採用發光裝置的電子裝置，例如可以舉出電視機（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、數位攝影機、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、彈珠機等大型遊戲機等。圖 5A 至圖 5D 示出這些電子裝置的具體例子。

[0110] 圖 5A 示出電視機的一個例子。在電視機 7100 中，外殼 7101 組裝有顯示部 7103。由顯示部 7103 能夠顯示影像，並可以將發光裝置用於顯示部 7103。此外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。

[0111] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關、另外提供的遙控器 7110 進行電視機 7100 的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以進行頻道及音量的操作，並可以對在顯示部 7103 上顯示的影像進行操作。此外，也可以在遙控器 7110 中設置顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0112] 注意，電視機 7100 採用具備接收機及數據機等的結構。藉由利用接收機可以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，可以進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者之間等）的資訊通信。

[0113] 圖 5B 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外接埠 7205、指向裝置 7206 等。此外，該電腦可以藉由將發光裝置用於其顯

示部 7203 製造。

[0114] 圖 5C 示出智慧手錶，該智慧手錶包括外殼 7302、顯示面板 7304、操作按鈕 7311、操作按鈕 7312、連接端子 7313、腕帶 7321、錶帶扣 7322 等。

[0115] 安裝在兼用作框架（bezel）的外殼 7302 中的顯示面板 7304 具有非矩形狀的顯示區域。顯示面板 7304 可以顯示表示時間的圖示 7305 以及其他圖示 7306 等。

[0116] 另外，在圖 5C 所示的智慧手錶可以具有各種功能。例如，可以給出在顯示部分上顯示多種資訊（靜態影像、動態影像、文本影像等）的功能、觸控面板功能、顯示日曆、日期、時間等的功能、以多種軟體（程式）來控制處理的功能、無線通訊功能、以無線通訊功能與多種電腦網路連接的功能、以無線通訊功能發送及接收多種資料的功能、以及讀取儲存於儲存介質內的程式或資料並且將該程式或資料顯示於顯示部分上的功能等。

[0117] 此外，在外殼 7302 內部可以具有揚聲器、感測器（包括測量如下因素的功能：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）、麥克風等。另外，智慧手錶可以藉由將發光裝置用於其顯示面板 7304 製造。

[0118] 圖 5D 示出行動電話機（包括智慧手機）的一個例子。行動電話機 7400 在外殼 7401 中具備顯示部

7402、麥克風 7406、揚聲器 7405、影像拍攝裝置 7407、外部連接部 7404、操作按鈕 7403 等。另外，在將根據本發明的一個方式的發光元件形成在具有撓性的基板上時，可以將該發光元件應用於具有如圖 5D 所示的具有曲面的顯示部 7402 中。

[0119] 圖 5D 所示的行動電話機 7400 可以用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資料。另外，可以用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或製作電子郵件等的操作。

[0120] 顯示部 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料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。

[0121] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，將顯示部 7402 設定為以文字輸入為主的文字輸入模式，並進行顯示在螢幕上的文字的輸入操作，即可。在此情況下，較佳的是，在顯示部 7402 的畫面的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0122] 另外，藉由在行動電話機 7400 內部設置具有陀螺儀感測器和加速度感測器等檢測裝置，判斷行動電話機 7400 的方向（縱向或橫向），而可以對顯示部 7402 的螢幕顯示進行自動切換。

[0123] 藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的按鈕 7403 進行操作，切換螢幕模式。或者，可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的類型而切換螢幕模式。例如，當

顯示在顯示部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，而當顯示在顯示部上的影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0124] 另外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將畫面模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0125] 還可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，而可以進行個人識別。另外，藉由將發出近紅外光的背光或發出近紅外光的感測用光源用於顯示部，還可以拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0126] 再者，作為行動電話機（包括智慧手機）的其他結構，也可以採用具有圖 5D'1 及圖 5D'2 所示的結構的行動電話機。

[0127] 在具有圖 5D'1 及圖 5D'2 所示的結構時，不僅在外殼 7500（1）、外殼 7500（2）的第一面 7501（1）、7501（2）上，而且還在第二面 7502（1）、7502（2）上能夠顯示文字資訊或影像資訊等。借助於這種結構，使用者能夠在將行動電話機收納在上衣口袋中的狀態下容易確認在第二面 7502（1）、7502（2）等上顯示的文字資訊或影像資訊等。

[0128] 藉由上述步驟，可以應用包括本發明的一個方式的發光元件的發光裝置而得到電子裝置。注意，可以

應用的電子裝置不侷限於本實施方式所示的電子裝置，而可以應用於所有領域的電子裝置。

[0129] 注意，本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

[0130]

實施方式 6

在本實施方式中，參照圖 6 說明應用包括本發明的一個方式的發光元件的發光裝置的照明裝置的例子。

[0131] 圖 6 是將發光裝置用於室內照明裝置 8001 的例子。另外，因為發光裝置可以實現大面積化，所以也可以形成大面積的照明裝置。此外，也可以藉由使用具有曲面的外殼來形成發光區域具有曲面的照明裝置 8002。包括在本實施方式所示的發光裝置中的發光元件為薄膜狀，所以外殼的設計的彈性高。因此，可以形成能夠對應各種設計的照明裝置。再者，室內的牆面也可以設置有大型的照明裝置 8003。

[0132] 另外，藉由將發光裝置用於桌子的表面，可以提供具有桌子的功能的照明裝置 8004。此外，藉由將發光裝置用於其他家具的一部分，可以提供具有家具的功能的照明裝置。

[0133] 如上所述，可以得到應用發光裝置的各種各樣的照明裝置。另外，這種照明裝置包括在本發明的一個方式中。

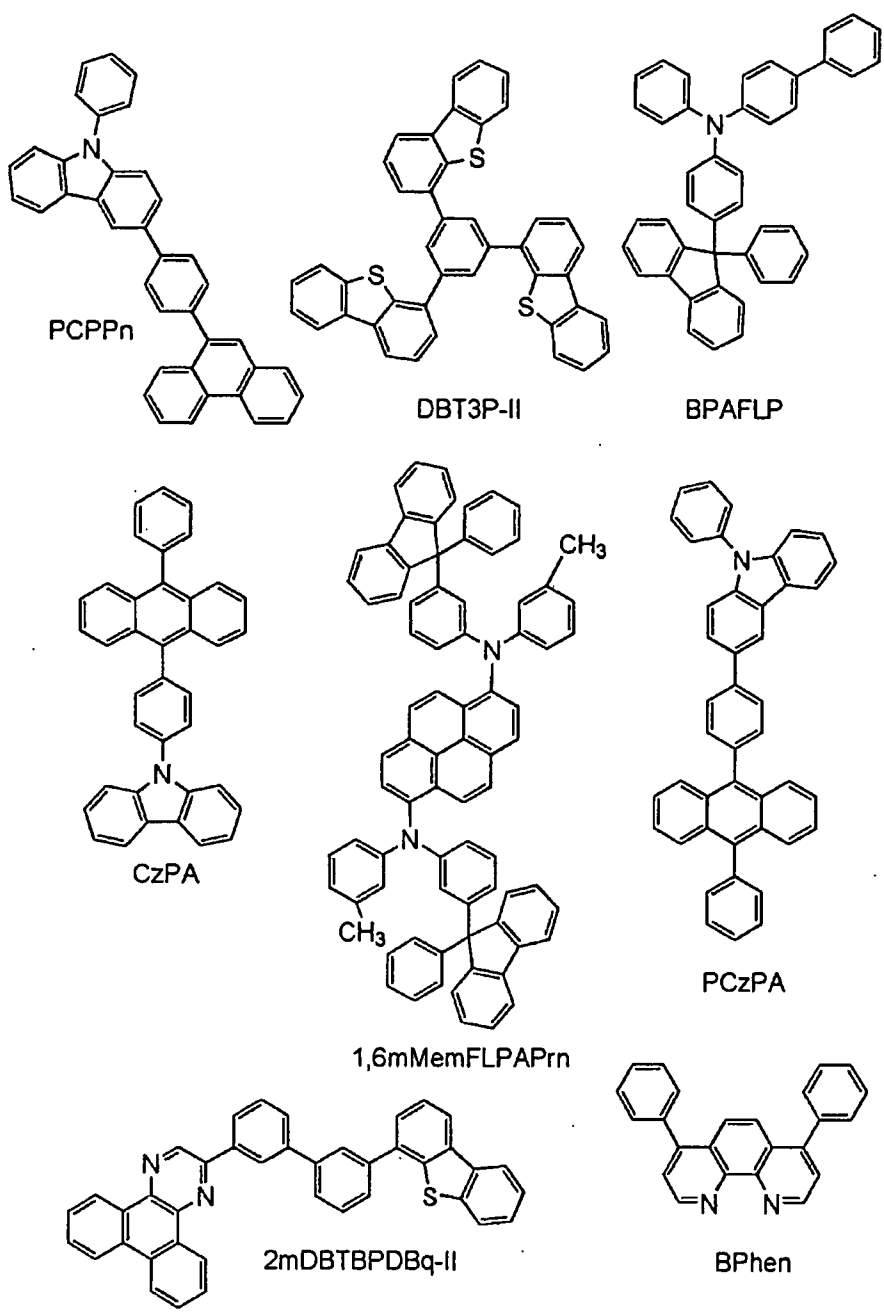
[0134] 本實施方式所示的結構能夠適當地與其它實

施方式中的任何結構結合起來使用。

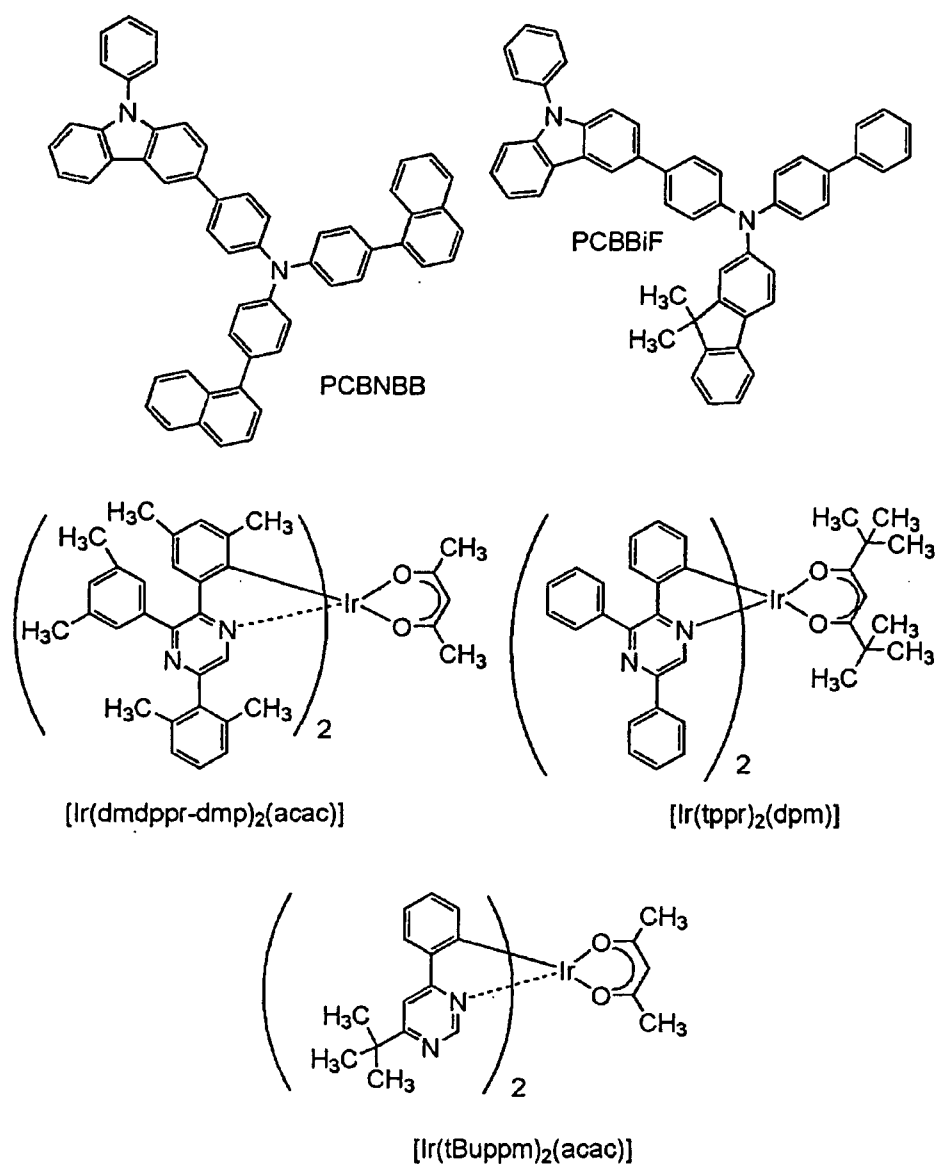
實施例

[0135] 在本實施例中，製造本發明的一個方式的發光元件 1 及發光元件 2、以及用來進行比較的比較發光元件 3 及比較發光元件 4。使用圖 7 說明詳細的元件結構。本實施例所示的發光元件具有組合在實施方式 2 中說明的串聯型結構和在實施方式 3 中說明的微腔結構的結構。以下，示出在本實施例中使用的材料的化學式。

[0136]



[0137]



[0138]

《發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的製造》

圖 7 的左側是本實施例所示的發光元件 1 及比較發光元件 3 的元件結構，圖 7 的右側是本實施例所示的發光元件 2 及比較發光元件 4 的元件結構。發光元件 1 及比較發光元件 3 是呈現紅色發光的發光元件，發光元件 2 及比較發光元件 4 是呈現綠色發光的發光元件。注意，這些發光元件都具有從第二電極 4003 一側發射光的結構。

[0139] 發光元件 1 的第二 EL 層 4002b 中的發光層 (4013 (b2)) 的材料與發光元件 2 相同。比較發光元件 3 的第二 EL 層 4002b 中的發光層 (4013 (b2)) 的材料與比較發光元件 4 相同，但是發光元件 1 的第二 EL 層 4002b 中的發光層 (4013 (b2)) 的材料與比較發光元件 2 不同。圖 7 的左側所示的發光元件 1 及比較發光元件 3 受到光學調整以得到紅色發光，圖 7 的右側所示的發光元件 2 及比較發光元件 4 受到光學調整以得到綠色發光，因此圖 7 的左側所示的第一電極 4001 和圖 7 的右側所示的第一電極 4101 具有互不相同的結構。使用圖 7 所示的相同符號對其他共同結構進行說明。

[0140] 首先，在發光元件 1 及發光元件 2 中，在玻璃基板 4000 上藉由濺射法形成厚度為 200nm 的鋁 (Al)、鎳 (Ni) 及鐳 (La) 的合金膜 (Al-Ni-La)，然後藉由濺射法形成厚度為 6nm 的 Ti 膜，並且藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)。在比較發光元件 3 及比較發光元件 4 中，在玻璃基板 4000 上藉由濺射法形成厚度為 200nm 的鋁 (Al) 及鈦 (Ti) 的合金膜 (Al-Ti)，然後藉由濺射法形成厚度為 6nm 的 Ti 膜，並且藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)。此時，發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的 ITSO 的厚度分別為 75nm、40nm、80nm 以及 40nm。由此形成用作發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的陽極的第一電極 4001、

4101。此時，形成的 Ti 膜的一部分或整體被氧化且包含氧化鈦。另外，電極面積為 $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ 。

[0141] 接著，作為用來在基板 4000 上形成發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的預處理，使用水對基板表面進行洗滌，並以 200°C 進行 1 小時的焙燒，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0142] 然後，將基板放入到其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，以 170°C 進行 60 分鐘的真空焙燒，然後對基板 4000 進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0143] 接著，以將形成有第一電極（4001、4101）的面朝下方的方式將基板 4000 固定於設置在真空蒸鍍裝置內的支架上。在本實施例中，藉由真空蒸鍍法依次形成構成第一 EL 層 4002a 的第一電洞注入層 4011a、第一電洞傳輸層 4012a、發光層（A）（4013a）、第一電子傳輸層 4014a 及第一電子注入層 4015a。然後，形成電荷產生層 4004，接著形成構成第二 EL 層 4002b 的第二電洞注入層 4011b、第二電洞傳輸層 4012b、發光層（B）（4013（b1）、4013（b2））、第二電子傳輸層 4014b 及第二電子注入層 4015b。

[0144] 在將真空蒸鍍裝置內減壓到 10^{-4}Pa 後，在發光元件 1 及發光元件 2 的情況下，將 9-{[4-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）-苯基]}菲（簡稱：PcPPn）和氧化鉬以 PcPPn（簡稱）：氧化鉬=1:0.5（質量比）的比例共蒸鍍，由此在

第一電極（4001、4101）上形成第一電洞注入層 4011a。將發光元件 1 及發光元件 2 的第一電洞注入層 4011a 的厚度都設定為 10nm。在比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的情況下，9-苯基-3-[4-（10-苯基-9-蒎基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：PCzPA）和氧化鋁以 PCzPA（簡稱）：氧化鋁=1:0.5（質量比）的比例共蒸鍍，由此在第一電極（4001、4101）上形成第一電洞注入層 4011a。將比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的第一電洞注入層 4011a 的厚度分別設定為 10nm、13nm。

[0145] 接著，蒸鍍 PcPPn（簡稱），形成第一電洞傳輸層 4012a。關於第一電洞傳輸層 4012a 的厚度，發光元件 1 及發光元件 2 的是 15nm，比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的是 20nm。

[0146] 接著，在第一電洞傳輸層 4012a 上形成發光層（A）4013a。將 9-[4-（10-苯基-9-蒎基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-雙[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-芘-1,6-二胺（簡稱：1,6mMemFLPAPrn），以 CzPA（簡稱）：1,6mMemFLPAPrn（簡稱）=1：0.05（質量比）的比例共蒸鍍，由此形成發光層（A）4013a。關於發光層（A）4013a 的厚度，發光元件 1 及發光元件 2 的是 25nm，比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的是 30nm。

[0147] 接著，在發光層（A）4013a 上蒸鍍厚度為 5nm 的 CzPA（簡稱）之後蒸鍍厚度為 15nm 的紅啡啉

(簡稱：BPhen)，來形成第一電子傳輸層 4014a。接著，藉由在第一電子傳輸層 4014a 上蒸鍍厚度為 0.1nm 的氧化鋰 (Li_2O)，來形成第一電子注入層 4015a。

[0148] 接著，藉由在第一電子注入層 4015a 上蒸鍍厚度為 2nm 的銅酞青 (簡稱：CuPc)，來形成電荷產生層 4004。

[0149] 接著，在發光元件 1 及發光元件 2 的情況下，在電荷產生層 4004 上將 1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯 (簡稱：DBT3P-II) 和氧化鋁以 DBT3P-II (簡稱):氧化鋁=1:0.5 (質量比) 的比例共蒸鍍，由此形成第二電洞注入層 4011b。將其厚度設定為 12.5nm。在比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的情況下，在電荷產生層 4004 上將 9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑 (簡稱：PCzPA) 和氧化鋁以 PCzPA (簡稱):氧化鋁=1:0.5 (質量比) 的比例共蒸鍍，由此形成第二電洞注入層 4011b。將其厚度設定為 13nm。

[0150] 接著，蒸鍍厚度為 20nm 的 4-苯基-4'-(9-苯基第-9-基)三苯基胺 (簡稱：BPAFLP)，來形成第二電洞傳輸層 4012b。

[0151] 接著，在第二電洞傳輸層 4012b 上形成發光層 (B) (第一發光層 4013 (b1)、第二發光層 4013 (b2))。

[0152] 在發光元件 1 及發光元件 2 的情況下，第一發光層 4013 (b1) 藉由將 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯

苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉 (簡稱: 2mDBTBPDBq-II)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-呋啉-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺 (簡稱: PCBBiF) 及 (乙醯丙酮) 雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根) 銱 (III) (簡稱: [Ir(tBuppm)₂(acac)]) 以 2mDBTBPDBq-II (簡稱):PCBBiF (簡稱):[Ir(tBuppm)₂(acac)] (簡稱)=0.8:0.2:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成, 並且厚度為 20nm。在比較發光元件 3 及比較發光元件 4 的情況下, 第一發光層 4013 (b1) 藉由將 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉 (簡稱: 2mDBTBPDBq-II)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-呋啉-3-基)三苯胺 (簡稱: PCBNBB)、(乙醯丙酮) 雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根) 銱 (III) (簡稱: [Ir(tBuppm)₂(acac)]) 以 2mDBTBPDBq-II (簡稱):PCBNBB (簡稱):[Ir(tBuppm)₂(acac)] (簡稱)=0.8:0.2:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成, 並且厚度為 20nm。

[0153] 在發光元件 1 及發光元件 2 的情況下, 第二發光層 4013 (b2) 藉由將 2mDBTBPDBq-II (簡稱)、雙{4,6-二甲基-2-[5-(2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,4-戊二酮根-κ²O,O') 銱 (III) (簡稱: [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)]) 以 2mDBTBPDBq-II (簡稱):[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (簡稱)=1:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成, 並且厚度為 20nm。在比較發

光元件3及比較發光元件4的情況下，第二發光層4013（b2）藉由將2mDBTBPDBq-II（簡稱）、雙（2,3,5-三苯基吡嗪）（二新戊醯甲烷）銦（III）（簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ ）以2mDBTBPDBq-II（簡稱）： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ （簡稱）=1:0.06（質量比）的比例共蒸鍍來形成，並且厚度為20nm。

[0154] 接著，在發光層（B）4013b上形成第二電子傳輸層4014b。

[0155] 在發光元件1及發光元件2的情況下，在蒸鍍35nm的2mDBTBPDBq-II（簡稱）之後，蒸鍍15nm的BPhen（簡稱），來形成第二電子傳輸層4014b。在比較發光元件3及比較發光元件4的情況下，蒸鍍15nm的2mDBTBPDBq-II（簡稱）之後，蒸鍍15nm的BPhen（簡稱），來形成第二電子傳輸層4014b。

[0156] 而且，在第二電子傳輸層4014b上蒸鍍1nm的氟化鋰（LiF），由此形成第二電子注入層4015b。

[0157] 最後，在第二電子注入層4015b上形成用作陰極的第二電極4003。以1:0.1共蒸鍍銀（Ag）和鎂（Mg）形成厚度為15nm的由銀和鎂而成的膜，然後利用濺射法形成厚度為70nm的銦錫氧化物（ITO），由此得到第二電極4003。在上述蒸鍍製程中，都採用電阻加熱法。

[0158] 表1示出藉由上述步驟得到的發光元件1、發光元件2、比較發光元件3以及比較發光元件4的元件結

構。

[0159]

[表 1]

	第一電極		第一電洞注入層	第一電洞傳輸層	發光層 (A)	第一電子傳輸層	
圖7の元件符號	4001,4101		4011a	4012a	4013a	4014a	
發光元件 1(R)	Al-Ni-La\Ti (200nm\6nm)	ITSO (75nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (15nm)	*1	CzPA (5nm)	BPhen (15nm)
發光元件 2(G)		ITSO (40nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)				
比較發光元件 3(R)	Al-Ti\Ti (200nm\6nm)	ITSO (80nm)	PCzPA:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (20nm)	*2		
比較發光元件 4(G)		ITSO (40nm)	PCzPA:MoOx (1:0.5 13nm)				

第一 電子注入層	電荷產生層	第二電洞注入層	第二 電洞傳輸層	發光層 (B)		(參考)
				第一 發光 層	第二發光 層	
4015a	4004	4011b	4012b	4013(b1)	4013(b2)	
Li ₂ O (0.1nm)	CuPc (2nm)	DBT3P-II:MoOx (1:0.5 12.5nm)	BPAFLP (20nm)	*3	*5	發光元件 1(R)
		發光元件 2(G)				
		PCzPA:MoOx (1:0.5 13nm)		*4	*6	比較發光元件 3(R)
						比較發光元件 4(G)

第二電子傳輸層		第二電子注入層	第二電極			CF	
4014b		4015b	4003				
2mDBTBPDQ-II (35nm)	BPhen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	ITO (70nm)		R (2.36 μm)	發光元件 1(R)
						G (1.29 μm)	發光元件 2(G)
2mDBTBPDQ-II (15nm)						R (2.36 μm)	比較 發光元件 3(R)
						G (1.29 μm)	比較 發光元件 4(G)

*1 CzPA : 1,6mMemFLPAPm (1:0.05 25nm)
*2 CzPA : 1,6mMemFLPAPm (1:0.05 30nm)
*3 2mDBTBPDQ-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 20nm)
*4 2mDBTBPDQ-II : PCBNBB : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 20nm)
*5 2mDBTBPDQ-II : [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (1:0.06 20nm)
*6 2mDBTBPDQ-II : [Ir(tppr)₂(dpm)] (1:0.06 20nm)

[0160] 如表 1 所示，在發光元件 1 及比較發光元件 3 的相對基板上形成有紅色的著色層（R），在發光元件 2 及比較發光元件 4 的相對基板上形成有綠色的著色層（G）。此外，在氮氛圍的手套箱中以與這些相對基板貼合的方式密封所製造的發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4（將密封材料塗佈在元件的周圍，並且在密封時照射 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 的 365nm 的紫外光，並且以 80°C 進行 1 小時的熱處理），以使其不暴露於大氣。

[0161]

《發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的工作特性》

對所製造的各發光元件的工作特性進行測定。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測定。

[0162] 首先，圖 8 示出發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的亮度-電流效率特性。注意，在圖 8 中縱軸表示電流效率（ cd/A ），橫軸表示亮度（ cd/m^2 ）。

[0163] 此外，下面的表 2 示出 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 附近的發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 的主要初期特性值。

[0164]

[表 2]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流 (mA/cm ²)	色度 (x,y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)
發光元件1 (R)	7.2	0.2	5.5	(0.67,0.33)	950	17	7.5
發光元件2 (G)	6.4	0.067	1.7	(0.27,0.71)	1000	61	30
比較 發光元件3 (R)	6.7	0.3	8.1	(0.67,0.33)	950	12	5.5
比較 發光元件4 (G)	6.2	0.13	3.3	(0.26,0.72)	1100	33	17

[0165] 從上述結果可知：在本實施例製造的發光元件 1 及比較發光元件 3 是呈現紅色（R）發光的發光元件，它們之間的不同之處在於用於發光層（B）（4013b）中的第二發光層 4013（b2）的材料。明確而言，在發光元件 1 中，主體材料是 2mDBTBPD_Bq-II，客體材料是 [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)]，另一方面，在比較發光元件 3 中，主體材料是與發光元件 1 相同的，但是客體材料是 [Ir(tppr)₂(dpm)]。藉由循環伏安（CV）測量得到如下結果：主體材料（2mDBTBPD_Bq-II）的 LUMO 為 -2.94eV，發光元件 1 的客體材料（[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)]）的 LUMO 為 -2.91eV，比較發光元件 3 的客體材料（[Ir(tppr)₂(dpm)]）的 LUMO 為 -3.05eV。因此，在發光元件 1 中客體材料的 LUMO 能階是主體材料的 LUMO 能階的±0.1eV 以內，另一方面，在比較發光元件 3 中，該能階不是±0.1eV 以內。因此可以認為：由於滿足該條件

而發光元件 1 的電流效率特性和比較發光元件 3 的電流效率特性之間有差異。

[0166] 在比較呈現綠色 (G) 發光的發光元件的發光元件 2 和比較發光元件 4 的情況下，如表 2 所示，發光元件 2 呈現較高的電流效率。在發光元件 1 和發光元件 2 中，發光層 (B) (4013b) 中的第二發光層 4013 (b2) 包含呈現紅色發光的相同客體材料，第一發光層 4013 (b1) 包含呈現綠色發光的相同客體材料。發光元件 2 的電流效率比比較發光元件 4 高是因為如下緣故：用於第二發光層 4013 (b2) 的主體材料和客體材料的 LUMO 能階之間的關係設定為如上，因此紅色發光的電流效率得到提高，由此可以提高層疊的第一發光層 4013 (b1) 中的載子重新鍵合效率，而綠色發光的電流效率也得到提高。

[0167] 通常，預測不到如下現象：如上所述，在白色元件中設置著色層 (濾色片) 得到紅色元件及綠色元件時，藉由只改變本來不助於綠色發光的紅色的發光材料，除了紅色元件的電流效率以外，綠色元件的電流效率也得到提高。就是說，該現象是本發明的結構的明顯效果之一。

[0168] 由此可知，藉由適當地組合這些發光元件而使用，可以實現電流效率高的全彩色或白色發光裝置。

[0169] 圖 9 示出以 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 的電流密度使電流流過發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 以及比較發光元件 4 時的發射光譜。如圖 9 所示，

發光元件 1 (R) 及比較發光元件 3 (R) 的發射光譜在 611nm 附近具有峰值，發光元件 2 (G) 及比較發光元件 4 (G) 的發射光譜在 534nm 附近具有峰值，各發光元件的發射光譜來源於各發光層所包含的磷光有機金屬銦錯化合物的發光。

[0170] 在比較呈現紅色發光的發光元件 1 和比較發光元件 3 時，發光元件 1 的發射光譜比比較發光元件 3 窄，在比較呈現綠色發光的發光元件 2 和比較發光元件 4 時，發光元件 2 的發射光譜比比較發光元件 4 窄。因此，根據這樣的光譜的狹窄化的狀態可以確認到發光元件 1 及發光元件 2 的電流效率與比較發光元件 3 及比較發光元件 4 相比得到提高。

【符號說明】

[0171]

101：陽極

102：陰極

103：EL 層

104：電洞注入層

105：電洞傳輸層

106：發光層

106a：第一發光層

106b：第二發光層

107：電子傳輸層

- 108：電子注入層
- 109：客體材料
- 109a：第一發光性材料
- 109b：第二發光性材料
- 110：主體材料
- 201：第一電極
- 202（1）：第一 EL 層
- 202（2）：第二 EL 層
- 202（n-1）：第（n-1）EL 層
- 202（n）：第（n）EL 層
- 204：第二電極
- 205：電荷產生層
- 205（1）：第一電荷產生層
- 205（2）：第二電荷產生層
- 205（n-2）：第（n-2）的電荷產生層
- 205（n-1）：第（n-1）電荷產生層
- 301：反射電極
- 302：半透射·半反射電極
- 303a：第一透明導電層
- 303b：第二透明導電層
- 304P：第一發光層
- 304Q：第二發光層
- 305：EL 層
- 310P：第一發光元件

- 310Q：第二發光元件
- 401：元件基板
- 402：像素部
- 403：驅動電路部（源極線驅動電路）
- 404a、404b：驅動電路部（閘極線驅動電路）
- 405：密封材料
- 406：密封基板
- 407：佈線
- 408：FPC（撓性印刷電路）
- 409：FET
- 410：FET
- 411：開關 FET
- 412：電流控制 FET
- 413：第一電極（陽極）
- 414：絕緣物
- 415：EL 層
- 416：第二電極（陰極）
- 417：發光元件
- 418：空間
- 4000：基板
- 4001：電極
- 4101：電極
- 4002a：EL 層
- 4002b：EL 層

4003：電極
 4004：電荷產生層
 4011a：電洞注入層
 4011b：電洞注入層
 4012a：電洞傳輸層
 4012b：電洞傳輸層
 4013a：發光層（A）
 4013b：發光層（B）
 4013（b1）：發光層（B）的第一發光層
 4013（b2）：發光層（B）的第二發光層
 4014a：電子傳輸層
 4014b：電子傳輸層
 4015a：電子注入層
 4015b：電子注入層
 7100：電視機
 7101：外殼
 7103：顯示部
 7105：支架
 7107：顯示部
 7109：操作鍵
 7110：遙控器
 7201：主體
 7202：外殼
 7203：顯示部

- 7204：鍵盤
- 7205：外接埠
- 7206：指向裝置
- 7302：外殼
- 7304：顯示面板
- 7305：表示時間的圖示
- 7306：其他圖示
- 7311：操作按鈕
- 7312：操作按鈕
- 7313：連接端子
- 7321：腕帶
- 7322：錶帶扣
- 7400：行動電話機
- 7401：外殼
- 7402：顯示部
- 7403：操作按鈕
- 7404：外部連接部
- 7405：揚聲器
- 7406：麥克風
- 7407：影像拍攝裝置
- 7500（1）、7500（2）：外殼
- 7501（1）、7501（2）：第一面
- 7502（1）、7502（2）：第二面
- 8001：照明裝置

8002：照 明 裝 置

8003：照 明 裝 置

8004：照 明 裝 置

申請專利範圍

1.一種發光元件，包括：

陽極和陰極之間的第一 EL 層，

其中，該第一 EL 層包括第一發光層及第二發光層，

該第一發光層位於該陰極和該第二發光層之間，

該第一發光層與該第二發光層接觸，

該第二發光層的發射峰值的波長比該第一發光層短，

該第一發光層包含主體材料及客體材料，

並且，該客體材料的最低未佔據分子軌域能階在該主體材料的最低未佔據分子軌域能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

2.根據申請專利範圍第 1 項之發光元件，還包括：

該陽極和該陰極之間的第二 EL 層；以及

該第一 EL 層和該第二 EL 層之間的電荷產生層。

3.根據申請專利範圍第 2 項之發光元件，其中該第一 EL 層位於該電荷產生層和該陰極之間。

4.根據申請專利範圍第 2 項之發光元件，其中該第一 EL 層位於該電荷產生層和該陽極之間。

5.根據申請專利範圍第 1 項之發光元件，還包括第三發光層，

其中該第三發光層位於該第一發光層和該陰極之間，

該第三發光層與該第一發光層接觸，

並且該第二發光層和該第三發光層包含相同材料。

6.根據申請專利範圍第 1 項之發光元件，

其中該第一發光層中的發光在 560nm 至 700nm 的範

圍具有峰值波長，

並且該第二發光層中的發光在 500nm 至 560nm 的範圍具有峰值波長。

7.根據申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中該客體材料是磷光有機金屬銦錯合物。

8.一種發光裝置，包括：

申請專利範圍第 1 項之發光元件；以及
撓性印刷電路。

9.一種電子裝置，包括：

申請專利範圍第 8 項之發光裝置；以及
操作鍵、揚聲器、麥克風或外部連接部。

10.一種照明裝置，包括：

申請專利範圍第 8 項之發光裝置；以及
外殼。

11.一種發光元件；包括：

陽極和陰極之間的第一 EL 層，

其中，該第一 EL 層包括第一發光層及第二發光層，

該第一發光層位於該陰極和該第二發光層之間，

該第一發光層與該第二發光層接觸，

該第二發光層的發射峰值的波長比該第一發光層短，

該第一發光層和該第二發光層包含相同主體材料，

該第一發光層包含客體材料，

並且，該客體材料的最低未佔據分子軌域能階在該主體材料的最低未佔據分子軌域能階 $\pm 0.1\text{eV}$ 以內。

12.根據申請專利範圍第 11 項之發光元件，還包括：
該陽極和該陰極之間的第二 EL 層；以及
該第一 EL 層和該第二 EL 層之間的電荷產生層。

13.根據申請專利範圍第 12 項之發光元件，其中該第一 EL 層位於該電荷產生層和該陰極之間。

14.根據申請專利範圍第 12 項之發光元件，其中該第一 EL 層位於該電荷產生層和該陽極之間。

15.根據申請專利範圍第 11 項之發光元件，還包括第三發光層，

其中該第三發光層位於該第一發光層和該陰極之間，
該第三發光層與該第一發光層接觸，
並且該第二發光層和該第三發光層包含相同材料。

16.根據申請專利範圍第 11 項之發光元件，
其中該第一發光層中的發光在 560nm 至 700nm 的範圍具有峰值波長，

並且該第二發光層中的發光在 500nm 至 560nm 的範圍具有峰值波長。

17.根據申請專利範圍第 11 項之發光元件，其中該客體材料是磷光有機金屬銻錯合物。

18.一種發光裝置，包括：
申請專利範圍第 11 項之發光元件；以及
撓性印刷電路。

19.一種電子裝置，包括：
申請專利範圍第 18 項之發光裝置；以及

操作鍵、揚聲器、麥克風或外部連接部。

20.一種照明裝置，包括：

申請專利範圍第 18 項之發光裝置；以及
外殼。

圖 式

圖 1

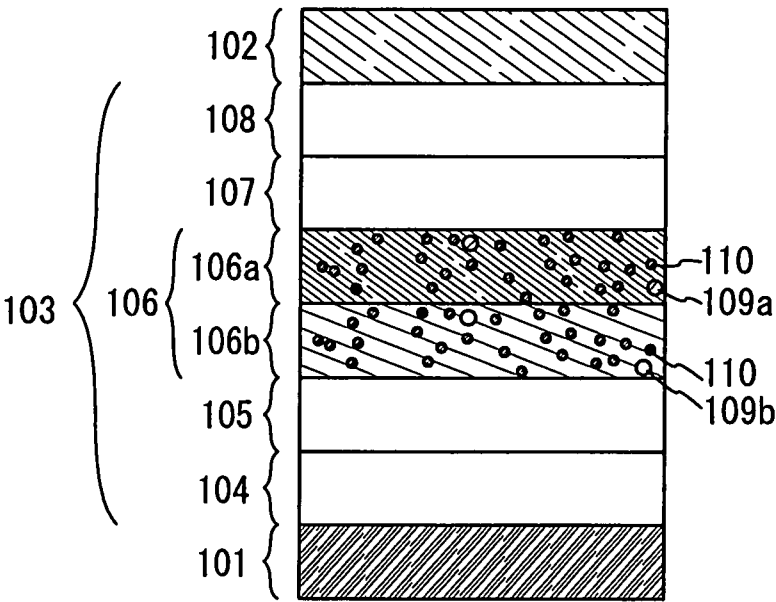


圖 2A

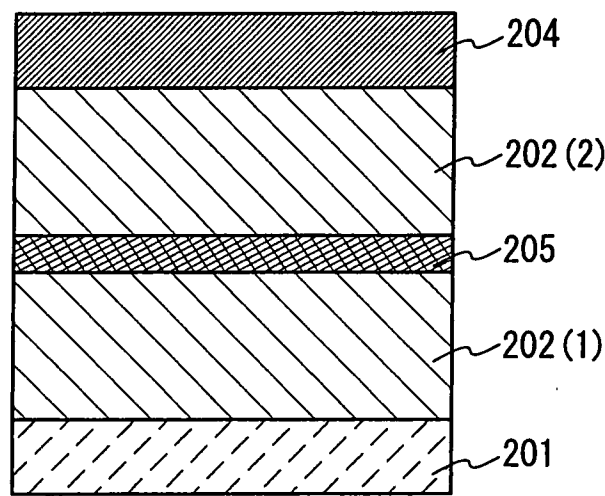


圖 2B

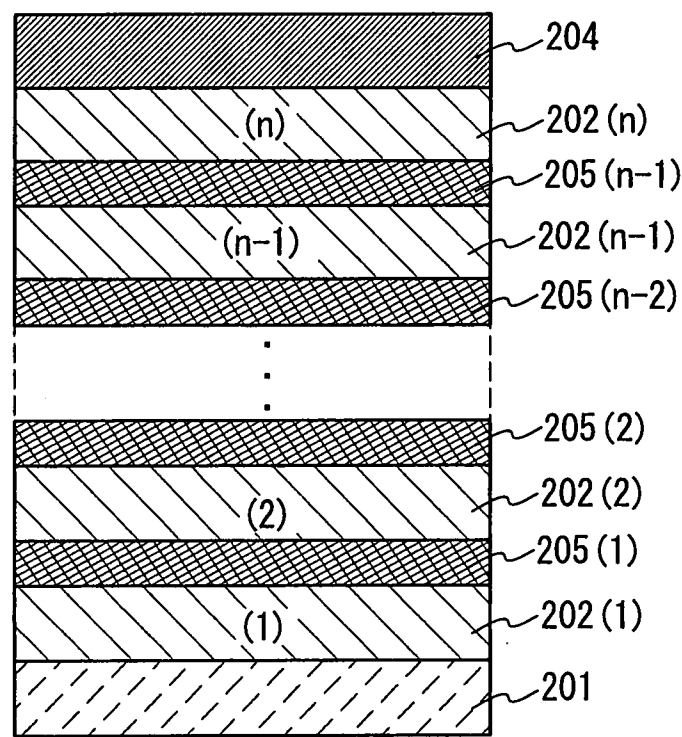


圖 3

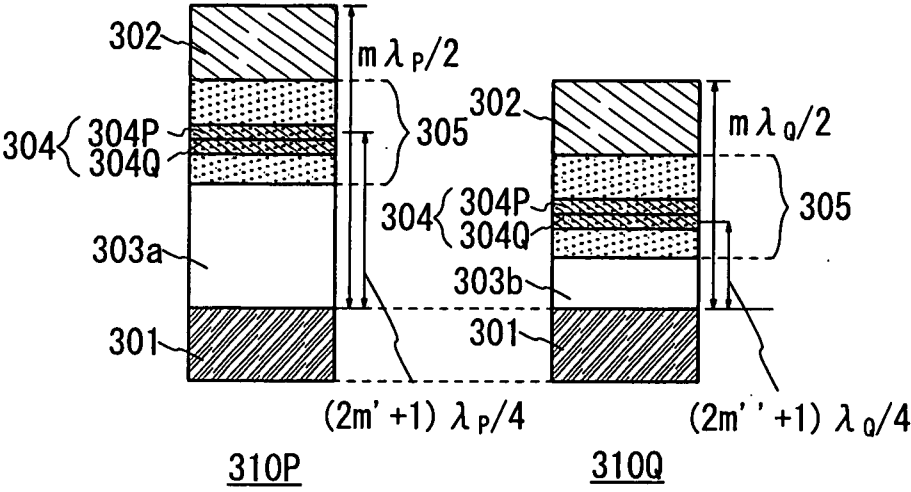


圖 4A

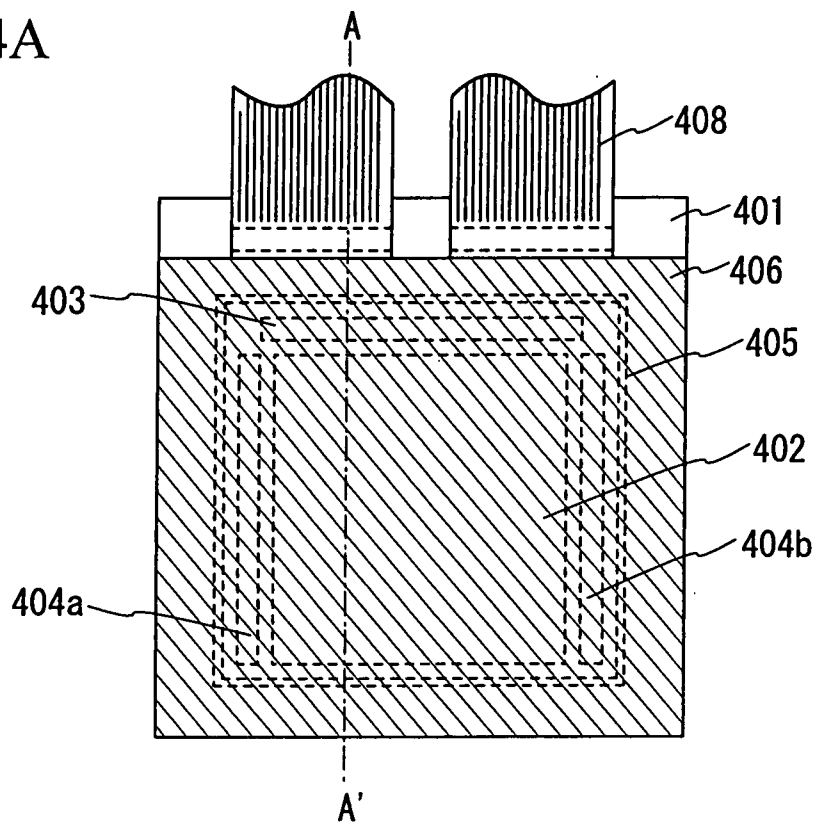


圖 4B

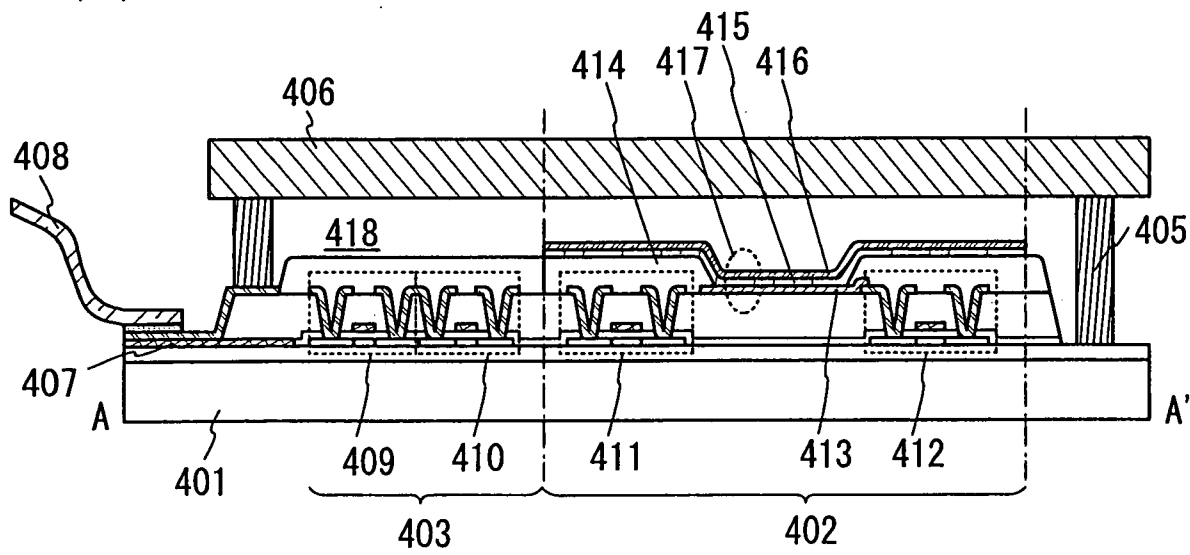


圖 5A

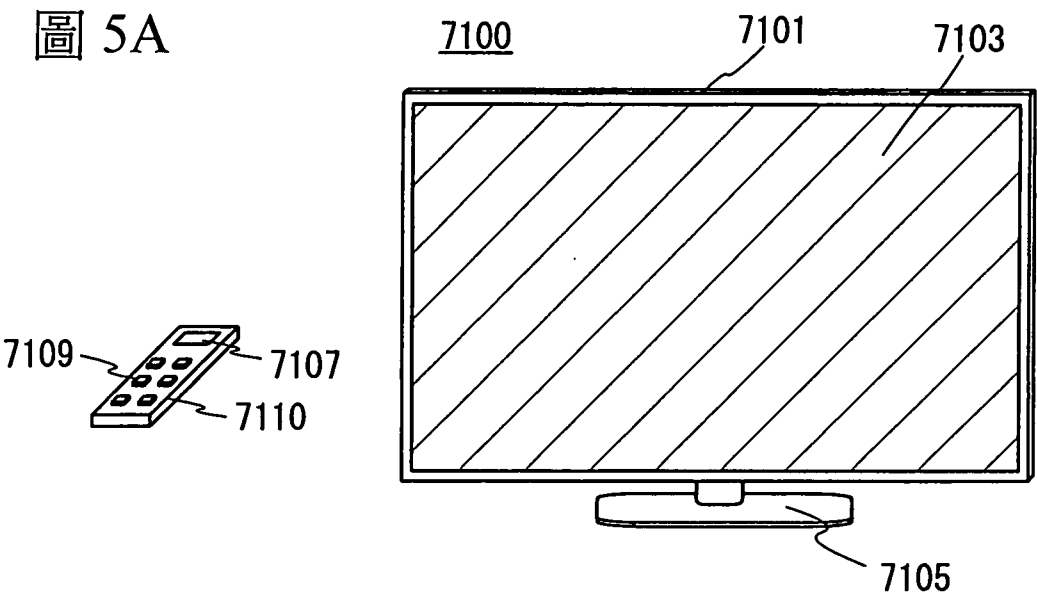


圖 5B

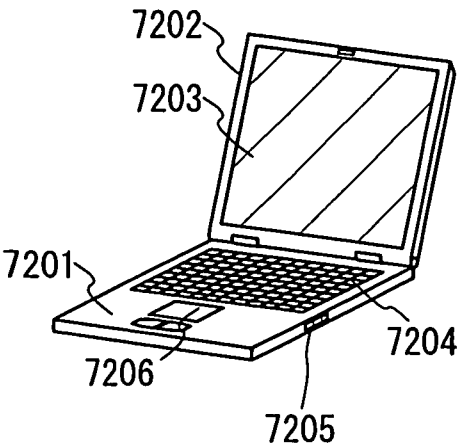


圖 5C

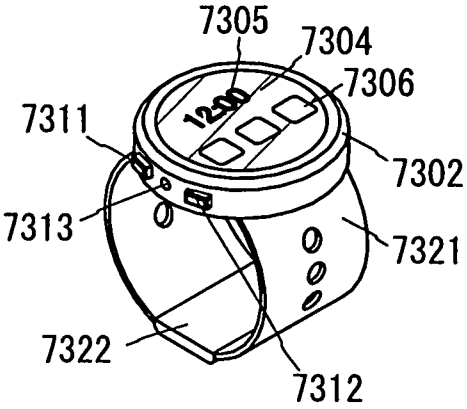


圖 5D

7400

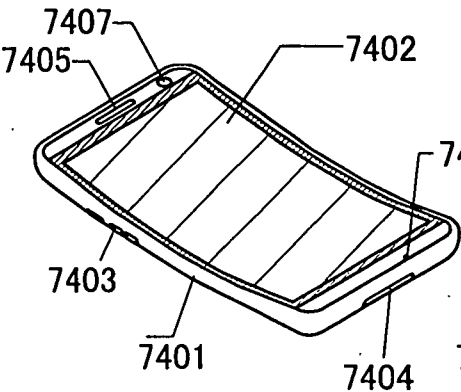


圖 5D'1

圖 5D'2

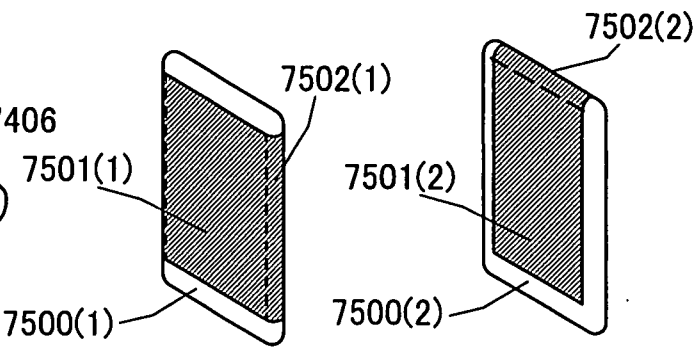


圖 6

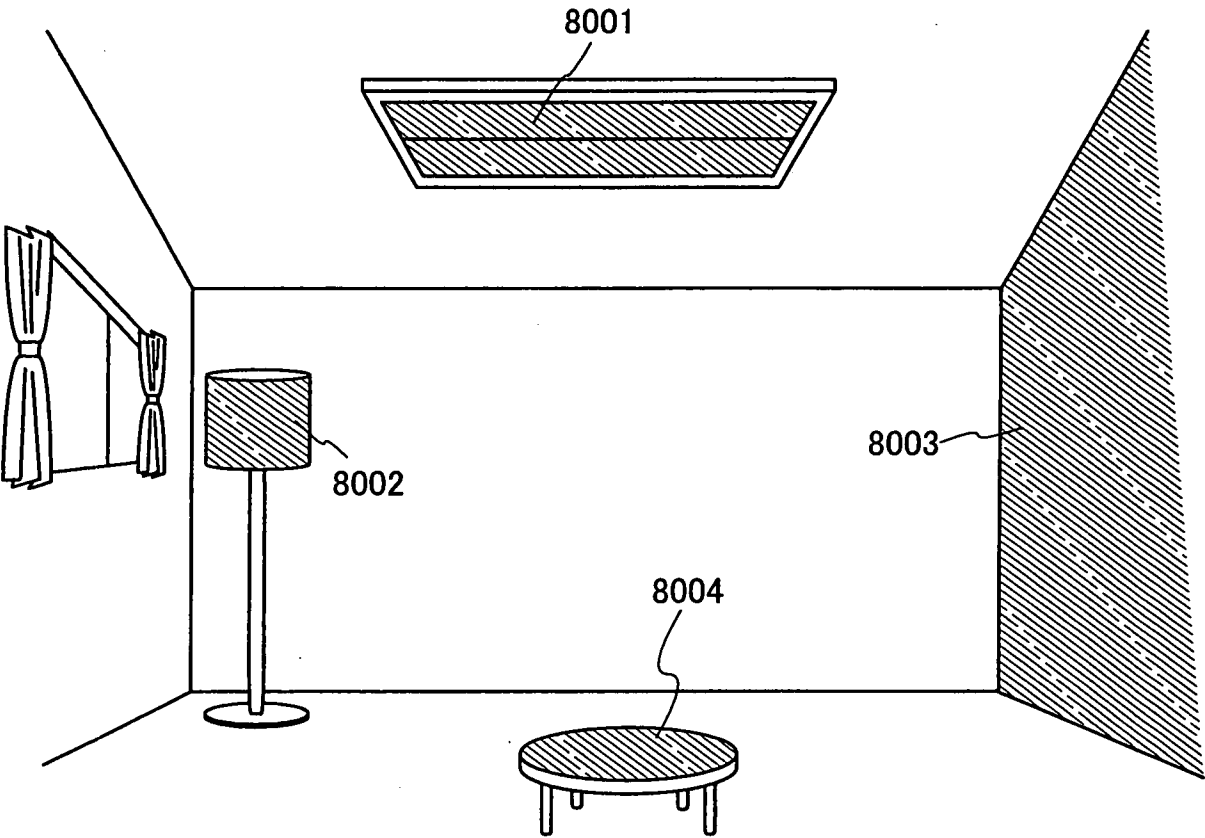


圖 7

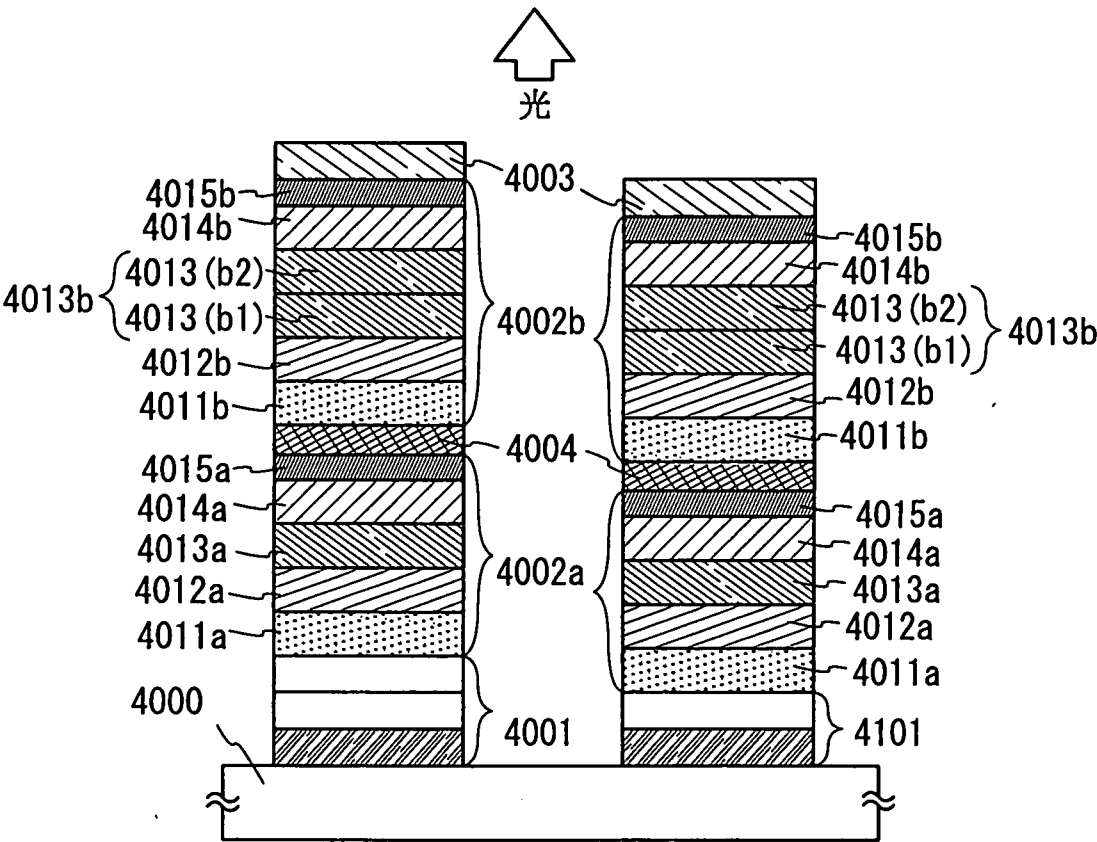


圖 8

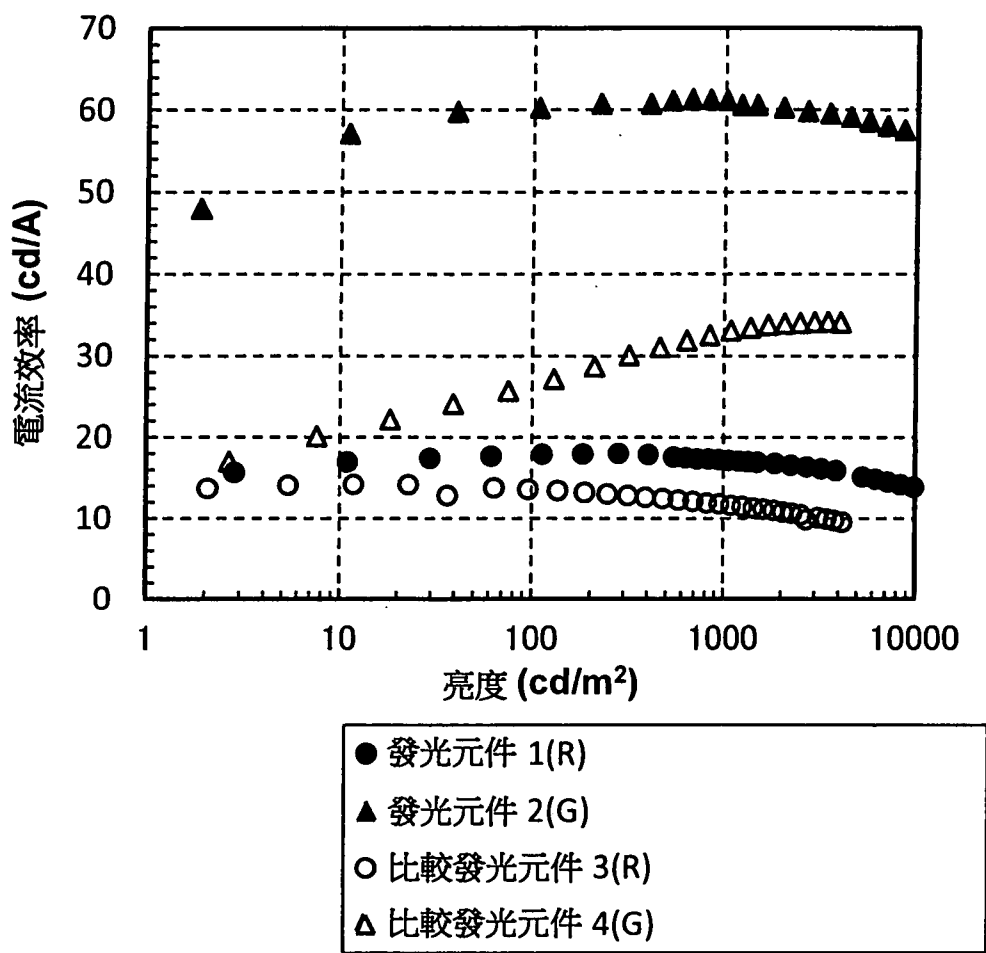


圖 9

