



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I788167 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：110149263

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 29 日

(51)Int. Cl. : H01L33/08 (2010.01)

H01L33/26 (2010.01)

(30)優先權：2016/11/30 日本

2016-232765

(71)申請人：日商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：山岡諒平 YAMAOKA, RYOHEI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；上坂正吾
UESAKA, SHOGO (JP)；野村詩穗 NOMURA, SHIHO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201424078A

US 7,745,990B2

審查人員：李維恩

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：31 共 181 頁

(54)名稱

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

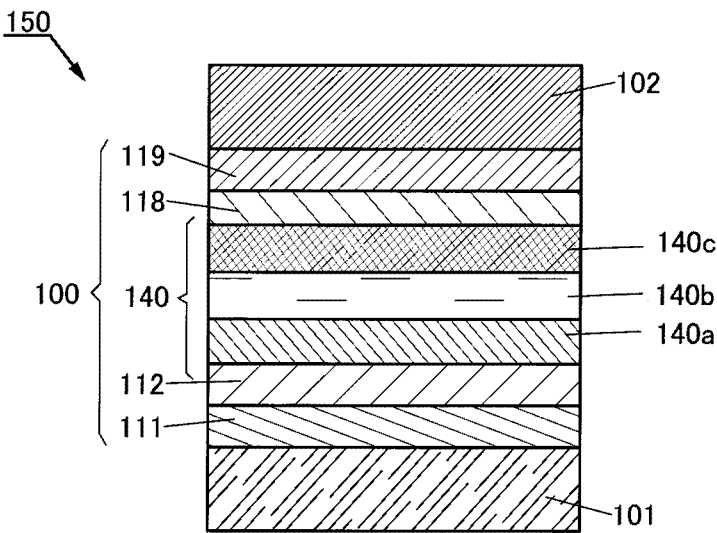
(57)摘要

本發明提供一種在長時間的驅動之後能夠維持良好的特性的可靠性高的發光元件、色純度高且發光效率高的發光元件、應用上述發光元件的長壽命的發光裝置以及長壽命的電子裝置及照明設備。本發明的一個實施方式是在一對電極之間包括 EL 層的發光元件，其中 EL 層具有包括第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構。發光層包括電子傳輸材料、電洞傳輸材料及發光材料。從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光具有相同的顏色，並且，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的波長長於從第二發光層發射的光的波長。

A highly reliable light-emitting element which can keep favorable characteristics throughout long-time driving is provided. In addition, a light-emitting element with high color purity and high emission efficiency is provided. Furthermore, a light-emitting device having a long lifetime in which the light-emitting element is used is provided. Moreover, an electronic device and a lighting device each of which has a long lifetime are provided. In the light-emitting element including an EL layer between a pair of electrodes, the EL layer has a stacked-layer structure of a first light-emitting layer, a second light-emitting layer, and a third light-emitting layer. The light-emitting layer includes an electron-transport material, a hole-transport material, and a light-emitting material. Furthermore, light emitted from the first light-emitting layer and light emitted from the third light-emitting layer have the same color and each have a longer wavelength than light emitted from the second light-emitting layer.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 100:EL 層
- 101:電極
- 102:電極
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 118:電子傳輸層
- 119:電子注入層
- 140:發光層
- 140a,140b,140c:發光層
- 150:發光元件



I788167

【發明摘要】

【中文發明名稱】

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【中文】

本發明提供一種在長時間的驅動之後能夠維持良好的特性的可靠性高的發光元件、色純度高且發光效率高的發光元件、應用上述發光元件的長壽命的發光裝置以及長壽命的電子裝置及照明設備。本發明的一個實施方式是在一對電極之間包括EL層的發光元件，其中EL層具有包括第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構。發光層包括電子傳輸材料、電洞傳輸材料及發光材料。從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光具有相同的顏色，並且，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的波長長於從第二發光層發射的光的波長。

【 英文 】

A highly reliable light-emitting element which can keep favorable characteristics throughout long-time driving is provided. In addition, a light-emitting element with high color purity and high emission efficiency is provided. Furthermore, a light-emitting device having a long lifetime in which the light-emitting element is used is provided. Moreover, an electronic device and a lighting device each of which has a long lifetime are provided. In the light-emitting element including an EL layer between a pair of electrodes, the EL layer has a stacked-layer structure of a first light-emitting layer, a second light-emitting layer, and a third light-emitting layer. The light-emitting layer includes an electron-transport material, a hole-transport material, and a light-emitting material. Furthermore, light emitted from the first light-emitting layer and light emitted from the third light-emitting layer have the same color and each have a longer wavelength than light emitted from the second light-emitting layer.

【指定代表圖】圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

100:EL層

101:電極

102:電極

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

118:電子傳輸層

119:電子注入層

140:發光層

140a,140b,140c:發光層

150:發光元件

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【技術領域】

[0001] 本發明的一個實施方式係關於一種新穎的發光元件。另外，本發明的一個實施方式係關於一種包括該發光元件的發光裝置、電子裝置及照明設備。

[0002] 注意，本發明的一個實施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實施方式的技術領域係關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明的一個實施方式係關於一種製程 (process)、機器 (machine)、產品 (manufacture) 或組合物 (composition of matter)。因此，更明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的一個例子，可以舉出半導體裝置、發光裝置、顯示裝置、照明設備、蓄電裝置、記憶體裝置、這些裝置的驅動方法或它們的製造方法。

【先前技術】

[0003] 近年來，對利用電致發光 (Electroluminescence)：

EL)的發光元件的研究開發日益火熱。在這些發光元件的基本結構中，在一對電極之間夾有包含發光物質的層(EL層)。藉由對該元件的電極間施加電壓，可以獲得來自發光物質的發光。

[0004] 因為上述發光元件是自發光型發光元件，所以使用該發光元件的發光裝置具有如下優點：具有良好的可見度；不需要背光源；以及功耗低等。而且，該發光裝置還具有如下優點：能夠被製造得薄且輕；以及回應速度快等。

[0005] 在將上述發光元件用於發光裝置時，有如下兩個方法：在像素中的各子像素中設置能夠發射互不相同的顏色的光的EL層的方法(以下稱為分別塗佈方式)；以及在像素中的子像素中例如設置能夠發射白色光的共同的EL層，在各子像素中設置能夠使互不相同的顏色的光透過的濾色片的方法(以下稱為濾色片方式)。

[0006] 作為濾色片方式的優點可以舉出：由於所有子像素共同使用EL層，所以與分別塗佈方式相比，EL層的材料損耗少，且可以減少在形成EL層時需要的製程，由此可以以低成本及高生產率製造發光裝置。在分別塗佈方式中，為了防止各子像素的EL層的材料互相混入，在各子像素之間需要餘地，而由於在濾色片方式中不需要該餘地，因此可以實現高清晰的發光裝置。

[0007] 上述發光元件根據包含在EL層中的發光物質的種類可以提供各種發光顏色。在將上述發光元件應用於

照明設備時，需要能夠發射白色或近似白色的發光的高效率的發光元件。另外，在將上述發光元件應用於濾色片方式的發光裝置時，需要發射色純度高的發光的高效率的發光元件。此外，對這些發光元件有低功耗化的要求。

[0008] 為了提高發光元件的發光效率，重要的是提高光提取效率。為了提高發光元件的光提取效率，已提出了如下方法：採用在一對電極之間利用光的諧振效應的光學微諧振腔(micro optical resonator)(微腔)結構而提高特定波長的光強度(例如，參照專利文獻1)。

[0009] 另外，作為發射白色光的發光元件，提出了在多個EL層之間設置電荷產生層的元件(也稱為串聯元件)。

[0010] 關於這種發光元件，為了提高其元件特性，積極地進行元件結構的改進、材料的開發等。

[0011]

[專利文獻1] 日本專利申請公開第2010-182699號公報

【發明內容】

[0012] 在發光元件的開發中，發光元件的可靠性是在其評價中被重視的因素之一。即使初期階段的特性良好，如果是不能耐受長時間的驅動的壽命短的元件，其利用價值也低，難以實現產品化。因此，期待在維持初期階段的良好特性的狀態下儘量能夠耐受長時間的驅動的發光

元件的開發。另外，隨著發光裝置的清晰度的提高，需要發射色純度高的光的發光元件。

[0013] 在此，本發明的一個實施方式的目的是提供一種在長時間的驅動之後能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種色純度高的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種發光效率高的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種低功耗的發光元件。

[0014] 另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種應用上述發光元件的長壽命的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種應用上述發光元件的色純度高的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種應用上述發光元件的發光效率高的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種長壽命的電子裝置及照明設備。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種應用上述發光元件的低功耗的發光裝置。

[0015] 注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。本發明的一個實施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、圖式及申請專利範圍等的記載看來顯而易見，且可以從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載中衍生上述以外的目的。

[0016] 本發明的一個實施方式是一種在一對電極之間具有EL層的發光元件，其中藉由使EL層的發光層具有

不同於現有結構的疊層結構，即使發光元件的驅動導致載子平衡的隨著時間變化，或者該變化導致發光區域的移動，也能夠維持長時間的驅動之後的良好特性。

[0017] 明確而言，在發光元件的發光層包括第一層、第二層及第三層的情況下，設置呈現與第一層相同的發光顏色的第二層，將第一層和第二層夾持包含呈現其波長比第一層及第二層所呈現的發光的波長短的發光的發光材料的第三層。由此，即使載子平衡的變化導致發光區域的移動，也可以用第一層或第二層補充該變化，從而可以維持發光層整體的穩定狀態。因此，可以實現在長時間的驅動之後也可以維持良好特性的發光元件。

[0018] 因此，本發明的其他實施方式是一種發光元件，包括：陽極與陰極之間的EL層，其中，EL層具有從陽極一側依次層疊有第一發光層、第二發光層及第三發光層的結構，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光具有相同的顏色，並且，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的波長長於從第二發光層發射的光的波長。

[0019] 另外，本發明的其他實施方式是一種發光元件，包括：陽極與陰極之間的第一發光單元及第二發光單元，其中，第一發光單元和第二發光單元以夾著中間層的方式層疊，第二發光單元包括EL層，其中，EL層具有從陽極一側依次層疊有第一發光層、第二發光層及第三發光層的結構，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的

光具有相同的顏色，並且，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的波長長於從第二發光層發射的光的波長。

[0020] 在上述結構中，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光在600nm以上且740nm以下處具有至少一個發射光譜峰，並且從第二發光層發射的光在480nm以上且550nm以下處具有至少一個發射光譜峰。

[0021] 在上述結構中，較佳的是，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的半寬為5nm以上且120nm以下，並且從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的發射光譜峰值位於620nm以上且680nm以下的位置。

[0022] 在上述結構中，較佳的是，第一發光層與第三發光層包含同一發光材料。

[0023] 在上述結構中，較佳的是，發光材料具有將三重激發能轉換為發光的功能。

[0024] 在上述結構中，較佳的是，發光層所包含的發光材料為發射磷光的物質。

[0025] 在上述結構中，較佳的是，第一發光層包括第一電洞傳輸材料及第一電子傳輸材料，第二發光層包括第二電洞傳輸材料及第二電子傳輸材料，並且第三發光層包括第三電洞傳輸材料及第三電子傳輸材料。

[0026] 在上述結構中，較佳的是，第一電洞傳輸材料與第一電子傳輸材料形成第一激態錯合物，第二電洞傳

輸材料與第二電子傳輸材料形成第二激態錯合物，第三電洞傳輸材料與第三電子傳輸材料形成第三激態錯合物。

[0027] 在上述結構中，較佳的是，第二發光層的厚度比第一發光層及第三發光層的每一個的厚度厚。

[0028] 在上述結構中，較佳的是，陽極和陰極中的一個為反射電極，另一個為半透射·半反射電極。

[0029] 另外，本發明的其他實施方式是一種發光裝置，包括多個上述發光元件，其中，穿過第一濾色片獲得的從第一發光元件發射的光的CIE1931色度座標中的色度 x 大於0.680且為0.720以下，色度 y 為0.260以上且0.320以下，穿過第二濾色片獲得的從第二發光元件發射的光的CIE1931色度座標中的色度 x 為0.130以上且0.250以下，色度 y 大於0.710且為0.810以下。

[0030] 另外，本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，其中連接從第一發光元件獲得的紅色光、從第一發光元件獲得的綠色光及從發光裝置獲得的藍色光的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積為連接BT.2020規格的紅色、綠色及藍色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積的80%以上且100%以下。

[0031] 另外，本發明的一個實施方式在其範圍內除了具有發光元件的發光裝置還包括具有發光裝置的電子裝置及照明設備。因此，本說明書中的發光裝置是指影像顯示裝置或光源(包括照明設備)。另外，發光裝置有時還包括如下模組：在發光元件中安裝有連接器諸如

FPC(Flexible printed circuit：軟性印刷電路板)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。

[0032] 藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種在長時間的驅動之後能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種色純度高的發光元件。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種發光效率高的發光元件。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種低功耗的發光元件。

[0033] 另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種應用上述發光元件的長壽命的發光裝置。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種應用上述發光元件的色純度高的發光裝置。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種應用上述發光元件的發光效率高的發光裝置。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種長壽命的電子裝置及照明設備。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種應用上述發光元件的低功耗的發光裝置。

【圖式簡單說明】

[0034] 在圖式中：

[圖1A]至[圖1C]是本發明的一個實施方式的發光元件

的剖面示意圖；

[圖 2A]至[圖 2C]是本發明的一個實施方式的發光元件的剖面示意圖及說明發光層中的能階相關的圖；

[圖 3A]和[圖 3B]是本發明的一個實施方式的發光元件的剖面示意圖；

[圖 4A]和[圖 4B]是本發明的一個實施方式的發光元件的剖面示意圖；

[圖 5A]和[圖 5B]是本發明的一個實施方式的主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 6A]和[圖 6B]是本發明的一個實施方式的主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 7]是本發明的一個實施方式的主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 8A]、[圖 8B1]和[圖 8B2]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

[圖 9]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的電路圖及像素的示意圖；

[圖 10A]和[圖 10B]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的電路圖；

[圖 11]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

[圖 12]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

[圖 13]是本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意

圖；

[圖 14A]至[圖 14D]是本發明的一個實施方式的電子裝置的示意圖；

[圖 15A]至[圖 15E]是本發明的一個實施方式的電子裝置的示意圖；

[圖 16A]至[圖 16C]是示出本發明的一個實施方式的電子裝置的圖；

[圖 17]是示出本發明的一個實施方式的照明設備的圖；

[圖 18]是實施例的發光元件的示意圖；

[圖 19]是示出實施例的發光元件的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 20]是示出實施例的發光元件的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 21]是示出實施例的發光元件的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 22]是示出實施例的發光元件的發射光譜的圖；

[圖 23]是示出實施例的對比發光元件的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 24]是示出實施例的對比發光元件的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 25]是示出實施例的對比發光元件的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 26]是示出實施例的對比發光元件的發射光譜的

圖；

[圖 27]是示出實施例的發光元件的可靠性測試結果的圖；

[圖 28]是示出實施例的對比發光元件的可靠性測試結果的圖；

[圖 29]是實施例的 AMOLED 顯示器的影像；

[圖 30]是實施例的發光元件的示意圖；

[圖 31]是示出實施例的發光元件的發射光譜的圖。

【實施方式】

[0035] 以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。注意，本發明不侷限於以下說明，其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0036] 另外，為了便於理解，有時在圖式等中示出的各結構的位置、大小及範圍等並不表示其實際的位置、大小及範圍等。因此，所公開的發明不一定侷限於圖式等所公開的位置、大小、範圍等。

[0037] 此外，在本說明書等中，為了方便起見，附加了第一、第二等序數詞，而其有時並不表示製程順序或疊層順序。因此，例如可以將“第一”適當地置換為“第二”或“第三”等而進行說明。此外，本說明書等中所記載的序數詞與用於指定本發明的一個實施方式的序數詞有時不一

致。

[0038] 注意，在本說明書等中，當利用圖式說明發明的結構時，有時在不同的圖式中共同使用表示相同的部分的符號。

[0039] 另外，在本說明書等中，可以將“膜”和“層”相互調換。例如，有時可以將“導電層”換稱為“導電膜”。此外，有時可以將“絕緣膜”換稱為“絕緣層”。

[0040] 另外，在本說明書等中，單重激發態是指具有激發能的單重態。另外，單重激發能階的最低能階(S1能階)是指最低單重激發態(S1狀態)的激發能階。另外，三重激發態是指具有激發能的三重態。另外，三重激發能階的最低能階(T1能階)是指最低三重激發態(T1狀態)的激發能階。此外，在本說明書等中，即使表示為“單重激發態”及“單重激發態能階”也有時分別表示S1狀態及S1能階。另外，即使表示為“三重激發態”及“三重激發態能階”也有時分別表示T1狀態及T1能階。

[0041] 另外，在本說明書等中，螢光材料是指在從單重激發態返回到基態時在可見光區域發光的材料。磷光材料是指在從三重激發態返回到基態時在室溫下在可見光區域發光的材料。換言之，磷光材料是指能夠將三重激發態轉換為可見光的材料之一。

[0042] 另外，在本說明書等中，室溫是指0℃以上且40℃以下中的任意溫度。

[0043] 注意，顏色一般是由色相(相當於單色光的波

長)、色度(彩度，亦即，沒有呈白色的程度)及明度(亮度，亦即，光的強度)的三個要素規定的。在本說明書等中，顏色也可以只由上述三個要素中的任一個或只任兩個規定。另外，在本說明書中，“兩個光的顏色不同”的情況是指上述三個要素中至少一個不同的情況，也包括兩個光的光譜的形狀或各峰值的相對強度的分佈不同的情況。

[0044] 另外，在本說明書等中，藍色的波長區域是400nm以上且小於480nm的波長區域，藍色光在該波長區域具有至少一個發射光譜峰。另外，綠色的波長區域是480nm以上且小於550nm的波長區域，綠色光在該波長區域具有至少一個發射光譜峰。另外，黃色的波長區域是550nm以上且小於600nm的波長區域，黃色光在該波長區域具有至少一個發射光譜峰。另外，紅色的波長區域是600nm以上且740nm以下的波長區域，紅色光在該波長區域具有至少一個發射光譜峰。

[0045]

實施方式1

在本實施方式中，對本發明的一個實施方式的發光元件進行說明。

[0046] 在本發明的一個實施方式的發光元件中，在一對電極之間夾有包含發光層的EL層，EL層至少具有第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構。

[0047] 下面，參照圖1A至圖1C對本發明的一個實施方式的發光元件的元件結構進行說明。

[0048] 在圖 1A 所示的發光元件 150 中，在一對電極 (電極 101 及電極 102) 之間夾有包含發光層 140 的 EL 層 100，EL 層 100 具有從電極 101 一側依次層疊有電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 140 (140a、140b、140c)、電子傳輸層 118 及電子注入層 119 等的結構。

[0049] 注意，在本實施方式中，以電極 101 為陽極並以電極 102 為陰極進行說明，但是發光元件的結構不侷限於此。換言之，電極 101 也可以為陰極，電極 102 也可以為陽極。此時，將層疊順序倒過來。換言之，從陽極一側依次層疊電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層及電子注入層即可。

[0050] 發光層 140 具有發光層 140a、發光層 140b 及發光層 140c 的疊層結構，如圖 1B 所示，發光層 140a 包含主體材料 141a 及發光材料 142a。另外，主體材料 141a 較佳為包含電子傳輸材料 141a_1 及電洞傳輸材料 141a_2。同樣地，發光層 140b 包含主體材料 141b 及發光材料 142b。另外，主體材料 141b 較佳為包含電子傳輸材料 141b_1 及電洞傳輸材料 141b_2。另外，發光層 140c 包含主體材料 141c 及發光材料 142c。另外，主體材料 141c 較佳為包含電子傳輸材料 141c_1 及電洞傳輸材料 141c_2。

[0051] 如上述包含多個發光材料的發光層 140 那樣，藉由採用可從一個發光層提取多個顏色的光的結構，可以容易製造發射多色光的發光元件，所以是較佳的。

[0052] 當在長時間驅動如發光元件 150 那樣的具有多

個發光顏色的發光元件時，如果各顏色的亮度劣化速度不同，從發光元件150提取的發光顏色有可能隨時間變化，在將該發光元件用於顯示器等的情況下，這導致顯示品質的劣化。本發明人等構想出如下結構：發光層140包括發光層140a、發光層140b及發光層140c的三層，從發光層140a發射的光及從發光層140c發射的光具有相同的顏色，從發光層140a發射的光及從發光層140c發射的光的波長長於從發光層140b發射的光的波長。藉由採用上述結構，可以抑制各顏色的亮度劣化之差，發光元件的可靠性得到提高。

[0053] 發光材料142a與發光材料142c較佳為同一材料。藉由採用該結構，可以減少在長時間驅動發光元件時的發光顏色的變化。另外，與使用不同發光材料的情況相比，可以更容易製造發光元件，所以是較佳的。

[0054] 電子傳輸材料141a_1、電子傳輸材料141b_1及電子傳輸材料141c_1較佳為同一材料。另外，電洞傳輸材料141a_2、電洞傳輸材料141b_2及電洞傳輸材料141c_2較佳為同一材料。藉由採用上述結構，可以減少在長時間驅動發光元件時的發光顏色的變化。另外，與使用不同材料的情況相比，可以更容易製造發光元件，所以是較佳的。

[0055] 另外，電子傳輸材料141a_1與電洞傳輸材料141a_2的組合、電子傳輸材料141b_1與電洞傳輸材料141b_2的組合、電子傳輸材料141c_1與電洞傳輸材料

141c_2的組合較佳為形成激態錯合物的組合。藉由採用該結構，如在後面說明那樣，可以降低發光元件的驅動電壓。另外，發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c較佳為能夠將三重激發能轉換為發光的物質，進一步較佳為發射磷光的物質。藉由採用該結構，可以提供發光效率高的發光元件。另外，可以利用後述的ExTET，所以可以提供發光效率高且可靠性高的發光元件。

[0056] 當驅動發光元件時，隨著材料的劣化，發光層內的載子平衡變動而使再結合區域(在發光層中的發生激子的區域)移動。在此情況下，隨著時間的經過，發光層140a的發光強度變得比發光層140b的發光強度小，而導致隨時間的發光顏色的變化。在此，如發光層140那樣，藉由採用在發光層140b上形成能夠發射與發光層140a相同顏色的發光的發光層140c，即使發生上述再結合區域的移動，也可以從發光層140c獲得與發光層140a相同顏色的光，所以可以抑制各發光顏色之間的亮度劣化之差。換言之，可以抑制發光層整體的特性下降，因此在長時間的驅動之後也可以維持良好的特性。

[0057] 此時，發光層140b的厚度較佳為厚於發光層140a及發光層140c的厚度。藉由採用該結構，可以高效地獲得來自發光層140b的發光以及來自發光層140a及發光層140c的發光的兩者。另外，可以調節發光層140b的發光強度及發光層140a及發光層140c的發光強度。另外，藉由採用上述結構，可以抑制從發光層140b發射的光與從發光層

140a及發光層140c發射的光的亮度劣化之差。

[0058] 另外，本發明的一個實施方式是具有多個發光顏色的發光元件，可以利用濾色片實現全彩色顯示。換言之，藉由利用濾色片對該多個發光顏色進行分光，可以獲得呈現各顏色(例如，主要從發光層140a及140c獲得的第一發光顏色及主要從發光層140b獲得的第二發光顏色)的多個發光元件。藉由將這些發光元件用於像素，可以進行全彩色顯示。此時，上述可以抑制各發光顏色之間的亮度劣化之差的本發明的效果有助於呈現各顏色的發光元件，亦即，各像素之間的亮度劣化之差的減少。因此，可以獲得各像素之間的亮度劣化之差小，亦即，隨時間的顏色變化少的全彩色顯示裝置。

[0059] 此時，較佳的是，從發光層140a發射的光及從發光層140c發射的光在600nm以上且740nm以下處具有至少一個發射光譜峰，從發光層140b發射的光在480nm以上且550nm以下處具有至少一個發射光譜峰。藉由採用這種結構，可以實現顯示品質高的全彩色顯示。現在這種全彩色顯示中的品質指標有幾個規格值。

[0060] 例如，為了統一顯示器、印表機、數位相機或掃描器等設備的顏色再現性，IEC(國際電工委員會)定義的國際標準之顏色空間的規格，亦即sRGB規格廣泛地普及。在sRGB規格中，CIE(國際照明委員會)所定義的CIE1931色度座標(xy色度座標)中的色度(x,y)為如下：紅色(R)(x,y)=(0.640, 0.330)，綠色(G)(x,y)=(0.300, 0.600)，

藍色(B)(x,y)=(0.150, 0.060)。

[0061] 另外，在美國國家電視系統委員會(National Television System Committee)定義的類比電視方式的色域規格，亦即 NTSC 規格中，色度(x,y)為如下：紅色(R)(x,y)=(0.670, 0.330)，綠色(G)(x,y)=(0.210, 0.710)，藍色(B)(x,y)=(0.140, 0.080)。

[0062] 另外，在數位電影的國際統一規格，亦即 DCI-P3(Digital Cinema Initiatives)規格中，色度(x,y)為如下：紅色(R)(x,y)=(0.680, 0.320)，綠色(G)(x,y)=(0.265, 0.690)，藍色(B)(x,y)=(0.150, 0.060)。

[0063] 另外，在NHK(日本放送協會)所定義的高解析度UHDTV(Ultra High Definition Television，超高清電視)中採用的 Recommendation ITU-R BT.2020(以下，稱為BT.2020))規格中，色度(x,y)為如下：紅色(R)(x,y)=(0.708, 0.292)，綠色(G)(x,y)=(0.170, 0.797)，藍色(B)(x,y)=(0.131, 0.046))。

[0064] 如上所述，存在有關影像顯示的各種規格。在本發明的一個實施方式的發光元件中，較佳的是，可從發光層140a發射的光及從發光層140c發射的光的半寬為5nm以上且120nm以下，發射光譜峰位於620nm以上且680nm以下的位置。更佳的是，半寬為15nm以上且90nm以下，發射光譜峰位於625nm以上且660nm以下的位置。藉由採用上述結構，可以得到穿過濾色片獲得的紅色光的顏色再現性高的發光元件。

[0065]

《微腔結構》

另外，在本發明的一個實施方式的發光元件中，例如，藉由使圖1C所示的電極101為反射電極，使電極102為半透射·半反射電極並採用光學微腔諧振器(微腔)結構，可以使從EL層100中的發光層140獲得的光在上述電極之間諧振，從而可以增強從電極102射出的光。

[0066] 注意，在本實施方式中，對將光提取到電極102一側(陰極一側)的情況進行說明，但是也可以將光提出到電極101一側(陽極一側)。此時，電極101為半透射·半反射電極且電極102為反射電極即可。

[0067] 在發光元件的電極101為具有反射性的導電材料和具有透光性的導電材料(透明導電膜)的疊層結構的反射電極的情況下，可以藉由調整透明導電膜的厚度來進行光學調整。明確地說，較佳為將電極101與電極102的電極間距離調節為 $m\lambda/2$ (注意， λ 為從發光層140獲得的光的波長， m 為自然數)左右。

[0068] 另外，為了使從發光層140獲得的所希望的光(波長： λ)放大，較佳為將從電極101到發光層140中的能夠獲得所希望的光的區域(發光區域)的光學距離及從電極102到發光層140中的能夠獲得所希望的光的區域(發光區域)的光學距離都調整為 $(2m'-1)\lambda/4$ (注意， m' 為自然數)左右。注意，“發光區域”是指發光層140中的電洞與電子的再結合區域。

[0069] 藉由進行上述光學調整，可以使能夠從發光層140獲得的特定的單色光的光譜變窄，由此獲得色純度良好的發光。

[0070] 在具有兩種以上的發光顏色的發光元件具有上述微腔結構的情況下，用來使光在電極之間諧振的光學距離在各發光顏色之間不同，因此難以進行適於所有的發光顏色的光學調整(將所有的發光顏色的發光區域與電極102之間的距離設定為 $(2m'-1)\lambda/4$ 左右)。因此，需要在如BT.2020規格那樣的超高色域的情況下，難以在所有的發光顏色中高效地獲得微腔效果。

[0071] 針對於此，本發明人等構想出如下結構：在應用上述微腔結構的具有兩種以上的發光顏色的發光元件中，發光層140具有發光層140a、發光層140b及發光層140c的三層結構，從發光層140a發射的光及從發光層140c發射光具有相同的顏色，從發光層140a發射的光及從發光層140c發射的光的波長長於從發光層140b發射的光的波長。藉由採用上述結構，可以高效地獲得微腔效果，從而可以獲得色純度高且發光效率高的發光元件。

[0072] 在具有兩種以上的發光顏色的發光元件中使用微腔結構提高發光強度的情況下，需要以發光區域與電極102之間的光學距離為 $(2m'-1)\lambda/4$ (注意， m' 為自然數)的方式調節各層的厚度。在此，可知 λ 表示波長，因此 λ 越小，發光區域與電極102之間的光學距離越短。換言之， λ 越長，發光區域與電極102之間的光學距離越長。

[0073] 圖 1C 示意性地示出本發明的一個實施方式的發光元件中的發光區域與電極 102 之間的距離。為了簡化起見，在圖 1C 中僅示出發光層 140、電子傳輸層 118、電子注入層 119 及電極 102。從圖 1C 可知，當發光區域 146 位於發光層 140a 與發光層 140b 的介面附近時，可以提取來自發光層 140a 的發光及來自發光層 140b 的發光的兩者。在此，如本發明的一個實施方式的發光元件那樣，在發光層 140 具有發光層 140a、發光層 140b 及發光層 140c 的三層結構，從發光層 140a 發射的光及從發光層 140c 發射的光具有相同的顏色，從發光層 140a 發射的光及從發光層 140c 發射的光的波長長於從發光層 140b 發射的光的波長的情況下，可以增大從發光波長較長的發光層 140a 的發光區域到電極 102 的距離 λ_a ，並且可以縮短從發光波長較短的發光層 140b 的發光區域到電極 102 的距離 λ_b 。換言之，在本發明的一個實施方式的發光元件中，可以容易調節從發光區域到電極 102 的距離及各顏色的光學距離。因此，可以高效地利用微腔結構所帶來的效果，從而可以對應 BT.2020 規格那樣的超高色域。因此，可以獲得色度良好且發光效率高的發光元件。

[0074] 另外，藉由適當地調節發光區域 146 的位置或發光層 140b 的厚度，可以調節發光顏色。另外，在圖 1C 中示出發光區域 146 橫跨發光層 140a 及發光層 140b 的例子，但是發光區域 146 也可以擴展到發光層 140c。在此情況下，發光區域 146 擴展到較大範圍，因此從發光層 140a 和

發光層 140c 獲得的發光顏色的亮度劣化得到抑制，所以是較佳的。

[0075] 如上所述，本發明的一個實施方式的發光元件可以具有高色純度及高發光效率，可以對應 BT.2020 規格那樣的超高色域。另外，可以獲得驅動帶來的各顏色的色度變化少且可靠性高的發光元件。

[0076] 在難以嚴密地決定電極 101 及電極 102 的反射區域的情況下，可以將電極 101 及電極 102 的任意區域假設為反射區域，來導出提高從發光層 140 射出的光的強度的光學距離。另外，在難以嚴密地決定發光層 140 的發光區域的情況下，可以將發光層 140 的任意區域假設為發光區域，來導出提高從發光層 140 射出的光的強度的光學距離。另外，在本說明書等中， λ 左右是指 λ 的 $\pm 20\text{nm}$ 的範圍。

[0077]

<材料>

接著，對本發明的一個實施方式的發光元件的組件的詳細內容進行說明。

[0078]

<<發光層>>

發光層 140 包括發光層 140a、發光層 140b 及發光層 140c，在發光層 140a、發光層 140b 及發光層 140c 中，分別主體材料 141a、主體材料 141b 及主體材料 141c 的重量比最高，發光材料 142a、發光材料 142b 及發光材料 142c 分別分

散在主體材料141a、主體材料141b及主體材料141c中。在發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c為螢光化合物的情況下，發光層140a的主體材料141a(電子傳輸材料141a_1及電洞傳輸材料141a_2)、發光層140b的主體材料141b(電子傳輸材料141b_1及電洞傳輸材料141b_2)及發光層140c的主體材料141c(電子傳輸材料141c_1及電洞傳輸材料141c_2)的S1能階較佳為分別高於發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c的S1能階。在發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c為磷光化合物的情況下，發光層140a的主體材料141a(電子傳輸材料141a_1及電洞傳輸材料141a_2)、發光層140b的主體材料141b(電子傳輸材料141b_1及電洞傳輸材料141b_2)及發光層140c的主體材料141c(電子傳輸材料141c_1及電洞傳輸材料141c_2)的T1能階較佳為分別高於發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c的T1能階。

[0079] 電子傳輸材料141a_1、電子傳輸材料141b_1及電子傳輸材料141c_1較佳為具有含氮六元芳雜環骨架的化合物。明確而言，可以舉出具有吡啶骨架、二嗪骨架(吡嗪骨架、嘧啶骨架及嗒咩骨架)及三嗪骨架的化合物。作為上述含有具有鹼性的含氮芳雜環骨架的化合物，例如可以舉出吡啶衍生物、聯吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、啡啉衍生物、嘌呤衍生物等化合物。另外，作為電子傳輸材料141a_1、電子傳輸材料141b_1及電子傳輸材料141c_1，可

以使用電子傳輸性比電洞傳輸性高的材料(電子傳輸材料)，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的材料。

[0080] 明確而言，例如可以使用：紅啡啉(簡稱：BPhen)、浴銅靈(簡稱：BCP)等的具有吡啶骨架的雜環化合物；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-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-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)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：6mDBTPDBq-II)、2-[3-(3,9'-聯-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mCzCzPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mCzP2Pm)等的具有二噻骨架的雜環化合物；2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(簡稱：PCCzPTzn)等的具有三噻骨架的雜環化合物；3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(簡稱：TmPyPB)等的具有吡啶骨架的雜環化合物。在上述雜環化合物中，具有三噻骨架、二噻(嘧啶、吡噻、噻

吡)骨架或吡啶骨架的雜環化合物穩定且可靠性良好，所以是較佳的。尤其是，具有該骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，也有助於驅動電壓的降低。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為具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的物質。注意，只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就可以使用上述物質以外的物質。

[0081] 作為電洞傳輸材料 141a_2、電洞傳輸材料 141b_2及電洞傳輸材料 141c_2較佳為使用具有含氮五元雜環骨架或三級胺骨架的化合物。明確而言，可以舉出具有吡咯骨架或芳香胺骨架的化合物。例如，可以舉出吡啉衍生物、吡嗪衍生物、三芳基胺衍生物等。另外，作為含氮五元雜環骨架可以舉出咪唑骨架、三唑骨架及四唑骨架。另外，作為電洞傳輸材料 141a_2、電洞傳輸材料 141b_2及電洞傳輸材料 141c_2，可以使用電洞傳輸性比電子傳輸性高的材料(電洞傳輸材料)，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率的材料。上述電洞傳輸材料也可以是高分子化合物。

[0082] 作為電洞傳輸性高的材料，明確而言，作為芳香胺化合物，可以舉出N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-對苯二胺(簡稱：DTDPPA)、4,4'-雙[N-(4-二苯胺基苯

基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]苯(簡稱：DPA3B)等。

[0083] 另外，作為咔唑衍生物，明確而言，可以舉出3-[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzDPA1)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzDPA2)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-(1-萘基)氮]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzTPN2)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氮]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCN1)等。

[0084] 另外，作為咔唑衍生物，還可以舉出4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(簡稱：TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0085] 另外，還可以使用N,N'-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱：DPhPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑

-3-胺(簡稱：PCAPBA)、N,9-二苯基-N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：DPCzPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)等。

[0086] 另外，也可以使用聚(N-乙基基咔唑)(簡稱：PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯酸醯胺](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。

[0087] 另外，作為電洞傳輸性高的材料，例如，可以使用4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯胺基]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-(1-萘基)-N-苯胺基]三苯胺(簡稱：1'-TNATA)、4,4',4''-三(N,N'-二苯胺基)三苯胺(簡稱：TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺基]三苯胺(簡稱：MTDATA)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萘-2-基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、N-(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)氮]-9H-萘-7-基}苯基胺(簡稱：DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯胺基

-9H-芴-7-基)二苯基胺(簡稱：DPNF)、2-[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]螺-9,9'-聯芴(簡稱：DPASF)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(簡稱：PCA1BP)、N,N'-雙(9-苯基咔唑-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(簡稱：PCA2B)、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)、N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCBiF)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-聯芴-2-胺(簡稱：PCBASF)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺基]螺-9,9'-聯芴(簡稱：PCASF)、2,7-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]螺-9,9'-聯芴(簡稱：DPA2SF)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(簡稱：YGA1BP)、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)等芳香胺化合物等。另外，還可以使用3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)、3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPPn)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡

稱：PCCP)、1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,6-二(9H-咔唑-9-基)-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PhCzGI)、2,8-二(9H-咔唑-9-基)-二苯并噻吩(簡稱：Cz2DBT)等的胺化合物、咔唑化合物等。在上述化合物中，具有吡咯骨架、芳香胺骨架的化合物穩定且可靠性良好，所以是較佳的。另外，具有上述骨架的化合物具有高電洞傳輸性，也有助於驅動電壓的降低。

[0088] 另外，作為電洞傳輸材料141a_2、電洞傳輸材料141b_2及電洞傳輸材料141c_2可以使用具有如咪唑骨架、三唑骨架及四唑骨架等的含氮五元雜環骨架的化合物。明確而言，例如可以使用3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、9-[4-(4,5-二苯基-4H-1,2,4-三唑-3-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzTAZ1)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱：mDBTBIIm-II)等。

[0089] 在發光層140中，對發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c沒有特別的限制，作為螢光化合物較佳為使用蔥衍生物、稠四苯衍生物、蒽(chrysene)衍生物、菲衍生物、芘衍生物、芘衍生物、二苯乙烯衍生物、吡啶酮衍生物、香豆素衍生物、啡啉衍生物、啡噻啉衍生物等，例如可以使用如下物質。

[0090] 明確而言，作為該材料，可以舉出5,6-雙[4-

(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒎基)聯苯-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺(簡稱：1,6FLPAPrn)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-N,N'-雙(4-三級丁基)芴-1,6-二胺(簡稱：1,6tBu-FLPAPrn)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-3,8-二環己基芴-1,6-二胺(簡稱：ch-1,6FLPAPrn)、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-蒎基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(簡稱：2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCAPA)、芴、2,5,8,11-四(三級丁基)芴(簡稱：TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒎-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-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)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]蒎(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-

[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素6、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、2,8-二-三級丁基-5,11-雙(4-三級丁苯基)-6,12-二苯基稠四苯(簡稱：TBRb)、尼羅紅、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)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-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[1,2-a]丙二烯合第-3,10-二胺(簡稱：p-mPhAFD)、2-{2-異丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{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)、5,10,15,20-四苯基雙苯并(tetraphenylbisbenzo)[5,6]蒽並[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]芘等。

[0091] 作為發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c(磷光化合物)，可以舉出銦、銨、鉑類有機金屬錯合物或金屬錯合物，其中較佳的是有機銦錯合物，例如銦類鄰位金屬錯合物。作為鄰位金屬化的配體，可以舉出4H-三唑配體、1H-三唑配體、咪唑配體、吡啶配體、嘧啶配體、吡嗪配體或異喹啉配體等。作為金屬錯合物可以舉出具有卟啉配體的鉑錯合物等。

[0092] 作為在藍色或綠色的波長區域具有發光峰值的物質，例如可以舉出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}銦(III)(簡稱：Ir(mpptz-dmp)₃)、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)銦(III)(簡稱：Ir(Mptz)₃)、三[4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]銦(III)(簡稱：Ir(iPrptz-3b)₃)、三[3-(5-聯苯)-5-異丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑]銦(III)(簡稱：Ir(iPr5btz)₃)等具有4H-三唑骨架的有機金屬銦錯合物；三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銦(III)(簡稱：Ir(Mptz1-mp)₃)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銦(III)(簡稱：Ir(Prptz1-Me)₃)等具有1H-三唑骨架的有機金屬銦錯合物；fac-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銦(III)(簡稱：Ir(iPrpmi)₃)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]銦

(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3$)等具有咪唑骨架的有機金屬銦錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銦(III)四(1-吡唑基)硼酸鹽(簡稱： FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銦(III)吡啶甲酸鹽(簡稱： FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$ }銦(III)吡啶甲酸鹽(簡稱： $\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銦(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{FIr}(\text{acac})$)等以具有拉電子基團的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銦錯合物。在上述金屬錯合物中，由於具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架及咪唑骨架等含氮五元雜環骨架的有機金屬銦錯合物的三重激發能很高並具有優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

[0093] 作為在綠色或黃色的波長區域具有發光峰值的物質，例如可以舉出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppm})_3$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶)銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶)銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶)銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙[4-(2-降莖基)-6-苯基嘧啶]銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基- $\kappa\text{N}3$]苯基- κC }銦(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dmppm-dmp})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶)銦(III)(簡稱：

Ir(dppm)₂(acac))等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)銱(III)(簡稱：Ir(mppr-Me)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)銱(III)(簡稱：Ir(mppr-iPr)₂(acac))等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(2-苯基吡啶-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(ppy)₂(acac))、雙(苯并[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(bzq)₂(acac))、三(苯并[h]喹啉)銱(III)(簡稱：Ir(bzq)₃)、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：Ir(pq)₃)、雙(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(pq)₂(acac))等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；雙(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(dpo)₂(acac))、雙{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(p-PF-ph)₂(acac))、雙(2-苯基苯并噁唑-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：Ir(bt)₂(acac))等有機金屬銱錯合物；三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱：Tb(acac)₃(Phen))等稀土金屬錯合物。在上述物質中，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物也具有顯著優良的可靠性及發光效率，所以是尤其較佳的。

[0094] 另外，作為在黃色或紅色的波長區域具有發光峰值的物質，例如可以舉出(二異丁醯甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根]銱(III)(簡稱：Ir(5mdppm)₂(dibm))、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：Ir(5mdppm)₂(dpm))、雙[4,6-二(萘-1-基)嘧啶

根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dlnpm})_2(\text{dpm})$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})$)、雙{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基- κN]苯基- κC }(2,6-二甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$)、雙{4,6-二甲基-2-[5-(4-氟基-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基- κN]苯基- κC }(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmCP})_2(\text{dpm})]$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉]合銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{piq})_3$)、雙(1-苯基異喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉鉑(II)(簡稱： PtOEP)等鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)鎔(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](單啡啉)鎔(III)(簡稱： $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$)等稀土金屬錯合物。在上述物質中，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物也具有顯著優良的可靠性及發光效率，所以是尤其較佳的。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物可以實現色度良好的紅色光，所以適用於本發明的一個實施方式的發光元件。

[0095] 另外，作為發光層140所包含的發光材料，較佳為使用能夠將三重激發能轉換為發光的材料。作為該能夠將三重激發能轉換為發光的材料，除了磷光化合物之外，可以舉出熱活化延遲螢光 (Thermally activated delayed fluorescence: TADF)材料。因此，可以將有關磷光化合物的記載看作有關熱活化延遲螢光材料的記載。注意，熱活化延遲螢光材料是指三重激發能階與單重激發能階的差較小且具有藉由反系間竄越將能量從三重激發態轉換為單重激發態的功能的材料。因此，能夠藉由微小的熱能量將三重激發態上轉換 (up-convert) 為單重激發態 (反系間竄越) 並能夠高效地呈現來自單重激發態的發光 (螢光)。另外，可以高效地獲得熱活化延遲螢光的條件為如下：三重激發態能階與單重激發態能階的能量差大於 0eV 且為 0.2eV 以下，較佳為大於 0eV 且為 0.1eV 以下。TADF材料除了可以用於發光材料，還可以用於發光層的主體材料。

[0096] 當熱活化延遲螢光材料由一種材料構成時，例如可以使用如下材料。

[0097] 首先，可以舉出富勒烯或其衍生物、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：SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱：SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化錫錯合物 (簡稱：SnF₂(Hemato IX))、冀卟啉四甲酯-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。

[0098] 另外，作為由一種材料構成的熱活化延遲螢光材料，還可以使用具有富 π 電子型芳雜環及缺 π 電子型芳雜環的雜環化合物。明確而言，可以舉出2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶并[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PCCzPTzn)、2-[4-(10H-啡啶-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫啡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三嗪(簡稱：PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱：ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]砜(簡稱：DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱：ACRSA)等。該雜環化合物具有富 π 電子型芳雜環及缺 π 電子型芳雜環，因此電子傳輸性及電洞傳輸性高，所以是較佳的。尤其是，在具有缺 π 電子型芳雜環的骨架中，二嗪骨架(噻啶骨架、吡嗪骨架、嗒吡骨架)或三嗪骨架穩定且可靠性良好，所以是較佳的。另外，在具有富 π 電子型芳雜環的骨架中，吡啶骨架、啡啶骨架、噻吩骨架、呋喃骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好，所以具有選自該骨架中的任何一個或多個是較佳的。作為吡咯骨架，特別較佳

為使用吡啶骨架、呋唑骨架及3-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)-9H-呋唑骨架。另外，在富 π 電子型雜芳環與缺 π 電子型雜芳環直接鍵合的物質中，富 π 電子型雜芳環的施體性和缺 π 電子型雜芳環的受體性都強，而單重激發態的能階和三重激發態的能階之間的差異小，所以是特別較佳的。

[0099] 另外，發光層140也可以包括主體材料141a、主體材料141b、主體材料141c、發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c以外的材料。

[0100] 對作為能夠用於發光層140的材料沒有特別的限定，例如，可以舉出蒽衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒎衍生物、二苯并[g,p]蒎衍生物等的縮合多環芳香化合物，明確而言，可以舉出9,10-二苯基蒽(簡稱：DPAnth)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒎、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：DNA)、2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、9,9'-聯蒽(簡稱：BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(簡稱：DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(簡稱：DPNS2)、1,3,5-三(1-芘)苯(簡稱：TPB3)等。另外，可以從上述物質及公知物質中選擇一種或多種具有比上述發光材料142a、發光材料142b及發光材料142c的激發能階高的單重激發能階或三重激發能階的物質而使用。

[0101] 另外，例如，可以將如噁二唑衍生物等的具有芳雜環骨架的化合物用於發光層140。明確而言，例如，可以舉出2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二

唑(簡稱：PBD)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CO11)、4,4'-雙(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(簡稱：BzOs)等的雜環化合物。

[0102] 另外，可以將具有雜環的金屬錯合物(例如，鋅及鋁類金屬錯合物)等用於發光層140。例如，可以舉出包括喹啉配體、苯并喹啉配體、噁唑配體或噻唑配體的金屬錯合物。明確而言，可舉出具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等，例如三(8-羥基喹啉)鋁(III)(簡稱：Alq)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(III)(簡稱：Almq₃)、雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鉍(II)(簡稱：BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAlq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)等。另外，除此之外，還可以使用如雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等具有噁唑基類或噻唑類配體的金屬錯合物等。

[0103] 發光層140也可以由兩層以上的多個層形成。例如，在從電洞傳輸層一側依次層疊第一發光層和第二發光層來形成發光層140的情況下，可以將具有電洞傳輸性的物質用作第一發光層的主體材料，並且將具有電子傳輸性的物質用作第二發光層的主體材料。另外，第一發光層和第二發光層所包含的發光材料也可以是相同或不同的材料。另外，第一發光層和第二發光層所包含的發光材料既可以是具有呈現相同顏色的發光的功能的材料，又可以是

具有呈現不同顏色的發光的功能的材料。藉由作為兩層的發光層分別使用具有呈現彼此不同顏色的發光的功能的發光材料，可以同時得到多個發光。尤其是，較佳為選擇用於各發光層的發光材料，以便藉由組合兩層發光層所發射的光而能夠得到白色發光。

[0104] 另外，可以利用蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、噴墨法、塗佈法、凹版印刷等的方法形成發光層140。此外，除了上述材料以外，發光層140也可以包含量子點等無機化合物或高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)。

[0105]

《電洞注入層》

電洞注入層111具有藉由降低電洞注入層111與一對電極中的一個(電極101或電極102)之間的介面處的電洞注入能障促進電洞注入的功能，並例如使用過渡金屬氧化物、酞青衍生物或芳香胺等形成。作為過渡金屬氧化物可以舉出鋁氧化物、釩氧化物、鈮氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。作為酞青衍生物，可以舉出酞青或金屬酞青等。作為芳香胺，可以舉出聯苯胺衍生物或伸苯基二胺衍生物等。另外，也可以使用聚噻吩或聚苯胺等高分子化合物，典型的是：作為被自摻雜的聚噻吩的聚(乙基二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)等。

[0106] 電洞注入層111也可以包含電洞傳輸材料和對該電洞傳輸材料呈現電子接收性的材料的複合材料。或

者，也可以使用包含呈現電子接收性的材料的層與包含電洞傳輸材料的層的疊層。在定態或者在存在有電場的狀態下，電荷的授受可以在這些材料之間進行。作為呈現電子接收性的材料，可以舉出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮雜聯伸三苯衍生物等有機受體。明確而言，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)等具有拉電子基團(鹵基或氰基)的化合物。此外，也可以使用過渡金屬氧化物、例如第4族至第8族金屬的氧化物。明確而言，可以使用氧化鈮、氧化鋮、氧化鉬、氧化鈿、氧化鎢、氧化錳、氧化銻等。特別較佳為使用氧化鈿，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

[0107] 作為電洞傳輸材料，可以使用電洞傳輸性比電子傳輸性高的材料，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率的材料。明確而言，可以使用作為能夠用於發光層 140 的電洞傳輸材料而舉出的芳香胺、吡啉衍生物、芳烴、二苯乙烯衍生物等。上述電洞傳輸材料也可以是高分子化合物。

[0108] 另外，作為電洞傳輸材料還可以舉出芳烴，例如，可以舉出 2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱：t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：

DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱: DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡稱: t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱: DMNA)、2-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘等。此外,還可以使用稠五苯、蒽等。如此,更佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率且碳原子數為14至42的芳烴。

[0109] 另外,芳烴可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴,例如,可以舉出4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱: DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱: DPVPA)等。

[0110] 另外,可以使用4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱: mmDBFFLBI-II)、4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱: DBF3P-II)、1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)苯(簡稱: DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱: DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱: DBTFLP-IV)、4-[3-(聯伸三苯-2-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱: mDBTPTp-II)等的噻吩化合物、呋喃化合物、芴化合物、聯伸三苯化合物、菲化合物等。其中,具有吡咯骨架、呋喃骨架、噻吩骨架、芳香胺骨架的化合物穩定且

可靠性良好，所以是較佳的。具有上述骨架的化合物具有高電洞傳輸性，也有助於驅動電壓的降低。

[0111]

《電洞傳輸層》

電洞傳輸層 112 是包含電洞傳輸材料的層，可以使用作為電洞注入層 111 的材料所例示的電洞傳輸材料。電洞傳輸層 112 具有將注入到電洞注入層 111 的電洞傳輸到發光層 140 的功能，所以較佳為具有與電洞注入層 111 的 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital，也稱為最高佔據分子軌域)能階相同或接近的 HOMO 能階。

[0112] 另外，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述物質以外的物質。另外，包括高電洞傳輸性的物質的層不限於單層，還可以層疊兩層以上的由上述物質構成的層。

[0113]

《電子傳輸層》

電子傳輸層 118 具有將從一對電極中的另一個(電極 101 或電極 102)經過電子注入層 119 注入的電子傳輸到發光層 140 的功能。作為電子傳輸材料，可以使用電子傳輸性比電洞傳輸性高的材料，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的材料。作為容易接收電子的化合物(具有電子傳輸性的材料)，可以使用含氮雜芳族化合物等的缺 π 電子型雜芳族化合物或金屬錯合物等。明確而言，可

以舉出作為可用於發光層 140 的電子傳輸材料舉出的吡啶衍生物、聯吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、啡啉衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、噁二唑衍生物等。另外，較佳為具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的物質。另外，只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就可以使用上述物質以外的物質。另外，電子傳輸層 118 不限於單層，還可以層疊兩層以上的由上述物質構成的層。

[0114] 另外，還可以舉出具有雜環的金屬錯合物，例如，可以舉出可以舉出包括喹啉配體、苯并喹啉配體、噁唑配體或噻唑配體的金屬錯合物。明確而言，可舉出具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等，例如三(8-羥基喹啉)鋁(III)(簡稱：Alq)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(III)(簡稱：Almq₃)、雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鈹(II)(簡稱：BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAlq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)等。另外，除此之外，還可以使用如雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等具有噁唑基類配體或噻唑基類配體的金屬錯合物等。

[0115] 另外，還可以在電子傳輸層 118 與發光層 140 之間設置控制電子載子的移動的層。該控制電子載子的移動的層是對上述電子傳輸性高的材料添加少量的電子俘獲性高的物質而成的層，藉由抑制電子載子的移動，可以調

節載子平衡。這種結構對電子傳輸材料的電子傳輸性比電洞傳輸材料的電洞傳輸性高得多的情況下發生的問題(例如元件壽命的下降)的抑制發揮很大的效果。

[0116]

◀電子注入層▶

電子注入層119具有藉由降低電子注入層119與電極102之間的介面處的電子注入能障促進電子注入的功能，例如可以使用第1族金屬、第2族金屬或它們的氧化物、鹵化物、碳酸鹽等。另外，也可以使用上述電子傳輸材料和對該電子傳輸材料呈現電子供給性的材料的複合材料。作為呈現電子供給性的材料，可以舉出第1族金屬、第2族金屬或它們的氧化物等。明確而言，可以使用氟化鋰(LiF)、氟化鈉(NaF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF₂)及鋰氧化物(LiO_x)等鹼金屬、鹼土金屬或這些金屬的化合物。另外，可以使用氟化鉕(ErF₃)等稀土金屬化合物。另外，也可以將電子鹽用於電子注入層119。作為該電子鹽，例如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，也可以將能夠用於電子傳輸層118的物質用於電子注入層119。

[0117] 另外，也可以將有機化合物與電子予體(施體)混合形成的複合材料用於電子注入層119。這種複合材料因為藉由電子予體在有機化合物中產生電子而具有優異的電子注入性和電子傳輸性。在此情況下，有機化合物較佳為在傳輸所產生的電子方面性能優異的材料，明確而言，

例如，可以使用如上所述的構成電子傳輸層118的物質(金屬錯合物、雜芳族化合物等)。作為電子予體，只要是對有機化合物呈現電子供給性的物質即可。明確而言，較佳為使用鹼金屬、鹼土金屬和稀土金屬，可以舉出鋰、鈉、鉍、鎂、鈣、銦、鎵等。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、銦氧化物等。此外，還可以使用氧化鎂等路易士鹼。另外，也可以使用四硫富瓦烯(簡稱：TTF)等有機化合物。

[0118] 另外，上述發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層及電子注入層分別可以藉由蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、噴墨法、塗佈法、凹版印刷等方法形成。此外，作為上述發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層及電子注入層，除了上述材料之外，也可以使用量子點等無機化合物或高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)。

[0119]

《量子點》

作為發光材料也可以使用量子點。量子點是其尺寸為幾nm至幾十nm的半導體奈米晶，並由 1×10^3 個至 1×10^6 個左右的原子構成。量子點的能量移動依賴於其尺寸，因此，即使是由相同的物質構成的量子點也根據尺寸具有互不相同的發光波長。所以，藉由改變所使用的量子點的尺寸，可以容易改變發光波長。

[0120] 此外，量子點的發射光譜的峰寬窄，因此，

可以得到色純度高的發光。再者，量子點的理論上的內部量子效率被認為大致是100%，亦即，大幅度地超過呈現螢光發光的有機化合物的25%，且與呈現磷光發光的有機化合物相等。因此，藉由將量子點用作發光材料，可以獲得發光效率高的發光元件。而且，作為無機材料的量子點在實質穩定性上也是優異的，因此，可以獲得壽命長的發光元件。

[0121] 作為構成量子點的材料，可以舉出第十四族元素、第十五族元素、第十六族元素、包含多個第十四族元素的化合物、第四族至第十四族的元素和第十六族元素的化合物、第二族元素和第十六族元素的化合物、第十三族元素和第十五族元素的化合物、第十三族元素和第十七族元素的化合物、第十四族元素和第十五族元素的化合物、第十一族元素和第十七族元素的化合物、氧化鐵類、氧化鈦類、硫系尖晶石(spinel chalcogenide)類、各種半導體簇等。

[0122] 明確而言，可以舉出硒化鎘、硫化鎘、碲化鎘、硒化鋅、氧化鋅、硫化鋅、碲化鋅、硫化汞、硒化汞、碲化汞、砷化銦、磷化銦、砷化鎵、磷化鎵、氮化銦、氮化鎵、銻化銦、銻化鎵、磷化鋁、砷化鋁、銻化鋁、硒化鉛、碲化鉛、硫化鉛、硒化銦、碲化銦、硫化銦、硒化鎵、硫化砷、硒化砷、碲化砷、硫化銻、硒化銻、碲化銻、硫化鉍、硒化鉍、碲化鉍、矽、碳化矽、鍺、錫、硒、碲、硼、碳、磷、氮化硼、磷化硼、砷化

硼、氮化鋁、硫化鋁、硫化鋇、硒化鋇、碲化鋇、硫化鈣、硒化鈣、碲化鈣、硫化鉍、硒化鉍、碲化鉍、硫化鎂、硒化鎂、硫化鋇、硒化鋇、碲化鋇、硫化錫、硫化錫、硒化錫、碲化錫、氧化鉛、氟化銅、氯化銅、溴化銅、碘化銅、氧化銅、硒化銅、氧化鎳、氧化鈷、硫化鈷、氧化鐵、硫化鐵、氧化錳、硫化鋁、氧化鈮、氧化鎢、氧化鈹、氧化鈦、氧化鋯、氮化矽、氮化鋇、氧化鋁、鈦酸鋇、硒鋅鎘的化合物、銻砷磷的化合物、鎘硒硫的化合物、鎘碲的化合物、銻鎵砷的化合物、銻鎵硒的化合物、銻碲硫化合物、銅銻硫的化合物以及它們的組合等，但是不侷限於此。此外，也可以使用以任意比例表示組成的所謂的合金型量子點。例如，因為鎘硒硫的合金型量子點可以藉由改變元素的含量比來改變發光波長，所以鎘硒硫的合金型量子點是有效於得到藍色光的方法之一。

[0123] 作為量子點的結構，有核型、核殼(Core Shell)型、核多殼(Core Multishell)型等。可以使用上述任一個，但是藉由使用覆蓋核且具有更寬的能帶間隙的其他無機材料來形成殼，可以減少存在於奈米晶表面上的缺陷或懸空鍵的影響，從而可以大幅度地提高發光的量子效率。由此，較佳為使用核殼型或核多殼型的量子點。作為殼的材料例子，可以舉出硫化鋅或氧化鋅。

[0124] 此外，在量子點中，由於表面原子的比例高，因此反應性高而容易發生聚集。因此，量子點的表面較佳為附著有保護劑或設置有保護基。由此可以防止聚集

並提高對溶劑的溶解性。此外，還可以藉由降低反應性來提高電穩定性。作為保護劑(或保護基)，例如可以舉出：月桂醇聚氧乙烯醚、聚氧乙烯硬脂酸酯(polyoxyethylene stearyl ether)、聚氧乙烯月桂醚(polyoxyethylene oleyl ether)等聚氧乙烯烷基醚類；三丙基膦、三丁基膦、三己基膦、三辛基膦等三烷基膦類；聚氧乙烯正-辛基苯基醚、聚氧乙烯正-壬基苯基醚等聚氧乙烯烷基苯基醚類；三(正-己基)胺、三(正-辛基)胺、三(正-癸基)胺等三級胺類；三丙基氧化膦、三丁基氧化膦、三己基氧化膦、三辛基氧化膦、三癸基氧化膦等有機磷化合物；聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯等聚乙二醇二酯類；吡啶、二甲基吡啶、柯林鹼、喹啉類等含氮芳香化合物等有機氮化合物；己基胺、辛基胺、癸基胺、十二烷基胺、十四烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺等胺基鏈烷類；二丁基硫醚等二烷基硫醚類；二甲亞碲、二丁亞碲等二烷基亞碲類；噻吩等含硫芳香化合物等有機硫化合物；棕櫚酸、硬脂酸、油酸等高級脂肪酸；乙醇類；失水山梨醇脂肪酸酯類；脂肪酸改性聚酯類；三級胺類改性聚氨酯類；聚乙烯亞胺類等。

[0125] 量子點其尺寸越小能帶間隙越大，因此適當地調節其尺寸以獲得所希望的波長的光。隨著結晶尺寸變小，量子點的發光向藍色一側(亦即，向高能量一側)遷移，因此，藉由改變量子點的尺寸，可以在涵蓋紫外區域、可見光區域和紅外區域的光譜的波長區域中調節其發

光波長。通常使用的量子點的尺寸(直徑)為0.5nm至20nm，較佳為1nm至10nm。另外，量子點其尺寸分佈越小發射光譜越窄，因此可以獲得色純度高的發光。另外，對量子點的形狀沒有特別的限制，可以為球狀、棒狀、圓盤狀、其他的形狀。另外，作為棒狀量子點的量子杆具有呈現具有指向性的光的功能，所以藉由將量子杆用作發光材料，可以得到外部量子效率更高的發光元件。

[0126] 在有機EL元件中，通常藉由將發光材料分散在主體材料中來抑制發光材料的濃度淬滅，而提高發光效率。主體材料需要具有發光材料以上的單重激發能階或三重激發能階。特別是，在將藍色磷光材料用作發光材料時，需要具有藍色磷光材料以上的三重激發能階且壽命長的主體材料，這種材料的開發是極困難的。在此，量子點即使在只使用量子點而不使用主體材料來形成發光層的情況下，也可以確保發光效率，因此可以得到壽命長的發光元件。在只使用量子點形成發光層時，量子點較佳為具有核殼型結構(包括核多殼型結構)。

[0127] 在將量子點用作發光層的發光材料的情況下，該發光層的厚度為3nm至100nm，較佳為10nm至100nm，發光層所包含的量子點的比率為1vol. %至100vol. %。注意，較佳為只由量子點形成發光層。另外，在形成將該量子點用作發光材料而將其分散在主體材料中的發光層時，可以將量子點分散在主體材料中或將主體材料和量子點溶解或分散在適當的液體介質中，並使用濕處理(旋

塗法、澆鑄法、點膠塗佈法、刮塗法、輥塗法、噴墨法、印刷法、噴塗法、簾式塗佈法、朗繆爾-布羅基特(Langmuir Blodgett)法等)形成。使用磷光發光材料的發光層除了上述濕處理之外也可以採用真空蒸鍍法。

[0128] 作為用於濕處理的液體介質，例如可以使用：甲乙酮、環己酮等酮類；乙酸乙酯等脂肪酸酯類；二氯苯等鹵化烴類；甲苯、二甲苯、均三甲苯、環己基苯等芳烴類；環己烷、十氫化萘、十二烷等脂肪族烴類；二甲基甲醯胺(DMF)、二甲亞砜(DMSO)等有機溶劑。

[0129]

《一對電極》

電極101及電極102被用作發光元件的陽極或陰極。電極101及電極102可以使用金屬、合金、導電性化合物以及它們的混合物或疊層體等形成。

[0130] 電極101和電極102中的一個較佳為使用具有反射光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出鋁(Al)或包含Al的合金等。作為包含Al的合金，可以舉出包含Al及L(L表示鈦(Ti)、釹(Nd)、鎳(Ni)和鐳(La)中的一個或多個)的合金等，例如為包含Al及Ti的合金或者包含Al、Ni及La的合金等。鋁具有低電阻率和高光反射率。此外，由於鋁在地殼中大量地含有且不昂貴，所以使用鋁可以降低發光元件的製造成本。此外，也可以使用銀(Ag)、包含Ag、N(N表示釔(Y)、Nd、鎂(Mg)、鐳(Yb)、Al、Ti、鎵(Ga)、鋅(Zn)、銦(In)、鎢(W)、錳(Mn)、錫

(Sn)、鐵(Fe)、Ni、銅(Cu)、鈀(Pd)、銱(Ir)和金(Au)中的一個或多個)的合金等。作為包含銀的合金，例如可以舉出如下合金：包含銀、鈀及銅的合金；包含銀及銅的合金；包含銀及鎂的合金；包含銀及鎳的合金；包含銀及金的合金；以及包含銀及鎧的合金等。除了上述材料以外，可以使用鎢、鉻(Cr)、鉬(Mo)、銅及鈦等的過渡金屬。

[0131] 另外，從發光層獲得的光透過電極101和電極102中的一個或兩個被提取。由此，電極101和電極102中的至少一個較佳為使用具有透過光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出可見光穿透率為40%以上且100%以下，較佳為60%以上且100%以下，且電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的導電材料。

[0132] 此外，電極101及電極102也可以使用具有透過光的功能及反射光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出可見光反射率為20%以上且80%以下，較佳為40%以上且70%以下，且電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的導電材料。例如，可以使用具有導電性的金屬、合金和導電性化合物中的一種或多種。明確而言，例如可以使用銦錫氧化物(Indium Tin Oxide，以下稱為ITO)、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物(簡稱：ITSO)、氧化銦-氧化鋅(Indium Zinc Oxide)、含有鈦的氧化銦-錫氧化物、銦-鈦氧化物、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦等金屬氧化物。另外，可以使用具有透過光的程度的厚度(較佳為1nm以上且30nm以下的厚度)的金屬膜。作為金屬，例如可以使用Ag、Ag及

Al、Ag及Mg、Ag及Au以及Ag及Yb等的合金等。

[0133] 注意，在本說明書等中，作為具有透光的功能的材料，使用具有使可見光透過的功能且具有導電性的材料即可，例如有上述以ITO為代表的氧化物導電體、氧化物半導體或包含有機物的有機導電體。作為包含有機物的有機導電體，例如可以舉出包含混合有機化合物與電子予體(施體)而成的複合材料、包含混合有機化合物與電子受體(受體)而成的複合材料等。另外，也可以使用石墨烯等無機碳類材料。另外，該材料的電阻率較佳為 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下，更佳為 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。

[0134] 另外，可以藉由層疊多個上述材料形成電極101和電極102中的一個或兩個。

[0135] 為了提高光提取效率，可以與具有透過光的功能的電極接觸地形成其折射率比該電極高的材料。作為這種材料，只要具有透過可見光的功能即可，可以為具有導電性的材料，也可以為不具有導電性的材料。例如，除了上述氧化物導電體以外，還可以舉出氧化物半導體、有機物。作為有機物，例如可以舉出作為發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層或電子注入層例示出的材料。另外，也可以使用無機碳類材料或具有透過光的程度的厚度的金屬薄膜，也可以層疊多個具有幾nm至幾十nm厚的層。

[0136] 當電極101或電極102具有被用作陰極的功能時，較佳為使用功函數小(3.8eV以下)的材料。例如，可以

使用屬於元素週期表中的第1族或第2族的元素(例如，鋰、鈉及鉍等鹼金屬、鈣或鍶等鹼土金屬、鎂等)、包含上述元素的合金(例如，Ag及Mg或Al及Li)、銻(Eu)或Yb等稀土金屬、包含上述稀土金屬的合金、包含鋁、銀的合金等。

[0137] 當電極101或電極102被用作陽極時，較佳為使用功函數大(4.0eV以上)的材料。

[0138] 電極101及電極102也可以採用具有反射光的功能的導電材料及具有透過光的功能的導電材料的疊層。在此情況下，電極101及電極102具有調整光學距離的功能以便使來自各發光層的所希望的波長的光諧振而增強該波長的光，所以是較佳的。

[0139] 作為電極101及電極102的成膜方法，可以適當地使用濺射法、蒸鍍法、印刷法、塗佈法、MBE(Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶)法、CVD法、脈衝雷射沉積法、ALD(Atomic Layer Deposition：原子層沉積)法等。

[0140]

《基板》

另外，本發明的一個實施方式的發光元件可以在由玻璃、塑膠等構成的基板上製造。作為在基板上層疊的順序，可以從電極101一側依次層疊，也可以從電極102一側依次層疊。

[0141] 另外，作為能夠形成本發明的一個實施方式

的發光元件的基板，例如可以使用玻璃、石英或塑膠等。或者，也可以使用撓性基板。撓性基板是可以彎曲(flexible)的基板，例如由聚碳酸酯、聚芳酯製成的塑膠基板等。另外，可以使用薄膜、無機蒸鍍薄膜等。注意，只要在發光元件及光學元件的製造過程中起支撐物的作用，就可以使用其他材料。或者，只要具有保護發光元件及光學元件的功能即可。

[0142] 例如，在本說明書等中，可以使用各種基板形成發光元件。對基板的種類沒有特別的限制。作為該基板的例子，例如可以使用半導體基板(例如，單晶基板或矽基板)、SOI基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料、紙或者基材薄膜等。作為玻璃基板的例子，有鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作為撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等，可以舉出如下例子。例如，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)、聚四氟乙烯(PTFE)為代表的塑膠。或者，作為例子，可以舉出丙烯酸樹脂等樹脂等。或者，作為例子，可以舉出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。或者，作為例子，可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧樹脂、無機蒸鍍薄膜、紙類等。

[0143] 另外，也可以作為基板使用撓性基板，並在撓性基板上直接形成發光元件。或者，也可以在基板與發

光元件之間設置剝離層。當在剝離層上製造發光元件的一部分或全部，然後將其從基板分離並轉置到其他基板上時可以使用剝離層。此時，也可以將發光元件轉置到耐熱性低的基板或撓性基板上。另外，作為上述剝離層，例如可以使用鎢膜和氧化矽膜的無機膜的疊層結構或在基板上形成有聚醯亞胺等樹脂膜的結構等。

[0144] 也就是說，也可以使用一個基板來形成發光元件，然後將發光元件轉置到另一個基板上。作為發光元件被轉置的基板的例子，除了上述基板之外，還可以舉出玻璃紙基板、石材基板、木材基板、布基板(包括天然纖維(絲、棉、麻)、合成纖維(尼龍、聚氨酯、聚酯)或再生纖維(醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯)等)、皮革基板、橡膠基板等。藉由採用這些基板，可以製造不易損壞的發光元件、耐熱性高的發光元件、實現輕量化的發光元件或實現薄型化的發光元件。

[0145] 另外，也可以在上述基板上例如形成場效應電晶體(FET)，並且在與FET電連接的電極上製造發光元件150。由此，可以製造藉由FET控制發光元件150的驅動的主動矩陣型發光裝置。

[0146] 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實施。

[0147]

實施方式2

在本實施方式中，參照圖2A至圖2C對具有與實施方

式1所示的發光元件的結構不同的結構的發光元件及該發光元件的發光機制進行說明。注意，在圖2A和圖2B中，在具有與圖1A至圖1C所示的元件符號相同功能的部分，使用相同的陰影，而有時省略元件符號。此外，具有與圖1A至圖1C相同的功能的部分由相同的元件符號表示，有時省略其詳細說明。

[0148]

<發光元件的結構實例>

圖2A是發光元件250的剖面示意圖。

[0149] 圖2A所示的發光元件250在一對電極(電極101與電極102)之間具有多個發光單元(發光單元106和發光單元110)。多個發光單元中的一個較佳為具有與圖1A所示的EL層100同樣的結構。也就是說，圖1A所示的發光元件150較佳為具有一個發光單元，而發光元件250較佳為具有多個發光單元。注意，在發光元件250中，雖然對電極101為陽極且電極102為陰極時的情況進行說明，但是作為發光元件250的結構也可以採用與此相反的結構。

[0150] 在圖2A所示的發光元件250中，層疊有發光單元106和發光單元110，並且在發光單元106與發光單元110之間設置有電荷產生層115。另外，發光單元106和發光單元110可以具有相同結構或不同結構。例如，發光單元110較佳為採用與EL層100相同的結構。

[0151] 發光元件250包括發光層120和發光層170。發光單元106除了發光層170之外還包括電洞注入層111、電

洞傳輸層112、電子傳輸層113及電子注入層114。發光單元110除了發光層120之外還包括電洞注入層116、電洞傳輸層117、電子傳輸層118及電子注入層119。

[0152] 另外，如圖2A所示，與實施方式1中說明的發光層140同樣，較佳為發光層120包括發光層120a、發光層120b及發光層120c的三層，從發光層120a發射的光及從發光層120c發射的光具有相同的顏色，從發光層120a發射的光及從發光層120c發射的光的波長長於從發光層120b發射的光的波長。藉由採用該結構，與發光元件150同樣，發光元件250具有高可靠性。

[0153] 另外，發光單元106和發光單元110的發光顏色較佳為不同。藉由採用該結構，可以從一個發光元件獲得多個發光顏色。例如，可以製造白色發光元件。

[0154] 電荷產生層115既可以是對電洞傳輸材料添加有作為電子受體的受體性物質的結構，又可以是對電子傳輸材料添加有作為電子予體的施體性物質的結構。另外，也可以層疊這兩種結構。

[0155] 當電荷產生層115包含由有機化合物與受體性物質構成的複合材料時，作為該複合材料使用可以用於實施方式1所示的電洞注入層111的複合材料即可。作為有機化合物，可以使用芳香胺化合物、吡啶化合物、芳烴、高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)等各種化合物。另外，作為有機化合物，較佳為使用其電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。但是，只要是其電洞傳輸性

高於電子傳輸性的物質，就可以使用這些以外的物質。因為由有機化合物和受體性物質構成的複合材料具有良好的載子注入性以及載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動以及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的表面接觸於電荷產生層115時，電荷產生層115還可以具有該發光單元的電洞注入層或電洞傳輸層的功能，所以在該發光單元中也可以不設置電洞注入層或電洞傳輸層。或者，在發光單元的陰極一側的表面接觸於電荷產生層115時，電荷產生層115還可以具有該發光單元的電子注入層或電子傳輸層的功能，所以在該發光單元中也可以不設置電子注入層或電子傳輸層。

[0156] 注意，電荷產生層115也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與由其他材料構成的層的疊層結構。例如，也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與包含選自供電子性物質中的一個化合物和高電子傳輸性的化合物的層的結構。另外，也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與包含透明導電膜的結構。

[0157] 夾在發光單元106與發光單元110之間的電荷產生層115只要具有在將電壓施加到電極101和電極102之間時，將電子注入到一個發光單元且將電洞注入到另一個發光單元的結構即可。例如，在圖2A中，在以使電極101的電位高於電極102的電位的方式施加電壓時，電荷產生層115將電子注入到發光單元106且將電洞注入到發光單元

110。

[0158] 從光提取效率的觀點來看，電荷產生層115較佳為具有可見光透射性(明確而言，可見光對於電荷產生層115的透射率為40%以上)。另外，電荷產生層115即使其導電率小於一對電極(電極101及電極102)也發揮作用。

[0159] 藉由使用上述材料形成電荷產生層115，可以抑制在層疊發光層時的驅動電壓的增大。

[0160] 雖然在圖2A中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是可以將同樣的結構應用於層疊有三個以上的發光單元的發光元件。如發光元件250所示，藉由在一對電極之間以由電荷產生層將其隔開的方式配置多個發光單元，可以實現在保持低電流密度的同時還可以進行高亮度發光，並且壽命更長的發光元件。另外，還可以實現低功耗的發光元件。

[0161] 發光單元110的發光層較佳為包含磷光化合物。另外，當多個單元中的至少一個單元具有實施方式1所示的結構時，可以提供色純度高、發光效率高且驅動之後的顏色變化少的發光元件。

[0162] 如圖2B所示，發光單元110所包括的發光層120a包含主體材料121和發光材料122。另外，主體材料121包含有機化合物121_1以及有機化合物121_2。下面以磷光化合物作為發光層120a所包含的發光材料122進行說明。另外，發光層120b及發光層120c也較佳為具有與發光層120a相同的結構。換言之，發光層120b及發光層120c較

佳為包含一種磷光材料及兩種有機化合物並具有與後述的發光層120a同樣的發光機制。

[0163]

《發光層120a的發光機制》

接著，下面將對發光層120a的發光機制及材料構成進行說明。

[0164] 較佳為發光層120a中的有機化合物121_1及有機化合物121_2形成激態錯合物。

[0165] 作為有機化合物121_1與有機化合物121_2的組合，只要是能夠形成激態錯合物的組合即可，更佳的是，其中一個是具有電洞傳輸性的化合物，另一個是具有電子傳輸性的化合物。

[0166] 圖2C示出發光層120a中的有機化合物121_1、有機化合物121_2及發光材料122的能階相關。另外，下面示出圖2C中的記載及元件符號。

- Host(121_1)：有機化合物121_1(主體材料)
- Host(121_2)：有機化合物121_2(主體材料)
- Guest(122)：發光材料122(磷光化合物)
- S_{PH1}：有機化合物121_1(主體材料)的S1能階
- T_{PH1}：有機化合物121_1(主體材料)的T1能階
- S_{PH2}：有機化合物121_2(主體材料)的S1能階
- T_{PH2}：有機化合物121_2(主體材料)的T1能階
- T_{PG}：發光材料122(磷光化合物)的T1能階
- S_{PE}：激態錯合物的S1能階

· T_{PE} ：激態錯合物的 $T1$ 能階

[0167] 藉由有機化合物 121_1 和有機化合物 121_2 中的一個接收電洞，另一個接收電子，迅速地形成激態錯合物(參照圖 2C 的路徑 E_1)。或者，當其中一個成為激發態時，藉由與另一個起相互作用來迅速地形成激態錯合物。激態錯合物的激發能階(S_{PE} 或 T_{PE})比形成激態錯合物的主體材料(有機化合物 121_1 及有機化合物 121_2)的 $S1$ 能階(S_{PH1} 及 S_{PH2})低，所以可以以更低的激發能形成主體材料 121 的激發態。由此，可以降低發光元件的驅動電壓。

[0168] 然後，藉由將激態錯合物的(S_{PE})及(T_{PE})的兩者的能量轉移到發光材料 122(磷光化合物)的 $T1$ 能階而得到發光(參照圖 2C 的路徑 E_2 、 E_3)。

[0169] 激態錯合物的 $T1$ 能階(T_{PE})較佳為高於發光材料 122 的 $T1$ 能階(T_{PG})且等於或低於形成激態錯合物的各有機化合物(有機化合物 121_1 及有機化合物 121_2)的 $T1$ 能階(T_{PH1} 及 T_{PH2})。由此，可以將所產生的激態錯合物的單重激發能及三重激發能高效地從激態錯合物的 $S1$ 能階(S_{PE})及 $T1$ 能階(T_{PE})轉移到發光材料 122 的 $T1$ 能階(T_{PG})。

[0170] 另外，為了使有機化合物 121_1 與有機化合物 121_2 高效地形成激態錯合物，較佳為有機化合物 121_1 及有機化合物 121_2 中的一個的 HOMO 能階高於另一個的 HOMO 能階，其中一個的 LUMO 能階高於另一個的 LUMO 能階。

[0171] 在有機化合物 121_1 與有機化合物 121_2 的組

合是具有電洞傳輸性的化合物與具有電子傳輸性的化合物的組合時，能夠藉由調整其混合比而容易地控制載子平衡。明確而言，具有電洞傳輸性的化合物：具有電子傳輸性的化合物較佳為在1:9至9:1(重量比)的範圍內。另外，藉由具有該結構，可以容易地控制載子平衡，由此也可以容易地對載子再結合區域進行控制。

[0172] 在本說明書等中，有時將上述路徑 E_1 至 E_3 的過程稱為ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer：激態錯合物-三重態能量轉移)。換言之，在發光層120a中，產生從激態錯合物到發光材料122的激發能量的供應。在此情況下，未必需要使從 T_{PE} 向 S_{PE} 的反系間竄越的效率及由 S_{PE} 的發光量子產率高，因此可以選擇的材料更多。

[0173] 藉由利用ExTET，可以獲得發光效率高且可靠性高的發光元件。

[0174] 在本實施方式中，為了便於說明，示出發光層120具有三層的疊層結構的例子，但是發光層120也可以具有四層以上的疊層結構。此時，較佳為將ExTET應用於所有的磷光發光層。藉由採用該結構，可以獲得發光效率高且可靠性高的發光元件。

[0175] 本實施方式所示的結構可以與其他實施方式適當地組合而使用。

[0176]

實施方式3

在本實施方式中，參照圖3A至圖4B說明本發明的一

個實施方式的發光裝置的例子。

[0177]

<發光裝置的結構實例 1>

圖 3A 及圖 3B 是示出本發明的一個實施方式的發光元件的剖面圖。在圖 3A 及圖 3B 中，在具有與圖 1A 所示的元件符號同樣功能的部分，使用相同的陰影線，有時省略元件符號。此外，具有相同的功能的部分由相同的元件符號表示，有時省略其詳細說明。

[0178] 圖 3A 及圖 3B 所示的發光元件 260a 及發光元件 260b 既可以是經過基板 200 提取光的底面發射(底部發射)型發光元件，也可以是將光提取到與基板 200 相反的方向的頂面發射(頂部發射)型發光元件。注意，本發明的一個實施方式並不侷限於此，也可以是將發光元件所發射的光提取到基板 200 的上方及下方的兩者的雙面發射(雙發射：dual emission)型發光元件。

[0179] 當發光元件 260a 及發光元件 260b 是底部發射型發光元件時，電極 101 較佳為具有透過光的功能。另外，電極 102 較佳為具有反射光的功能。或者，當發光元件 260a 及發光元件 260b 是頂部發射型發光元件時，電極 101 較佳為具有反射光的功能。另外，電極 102 較佳為具有透過光的功能。

[0180] 發光元件 260a 及發光元件 260b 在基板 200 上包括電極 101 及電極 102。另外，在電極 101 與電極 102 之間包括發光層 123B、發光層 123G 及發光層 123R。另外，還包

括電洞注入層111、電洞傳輸層112、電子傳輸層113及電子注入層114。

[0181] 另外，作為電極101的結構的一部分，發光元件260b包括導電層101a、導電層101a上的導電層101b、導電層101a下的導電層101c。也就是說，發光元件260b包括具有導電層101a被導電層101b與導電層101c夾持的結構的電極101。

[0182] 在發光元件260b中，導電層101b與導電層101c既可以由不同的材料形成，又可以由相同的材料形成。當導電層101b及導電層101c由相同的導電材料形成時，容易藉由電極101的形成過程中的蝕刻製程進行圖案形成，所以是較佳的。

[0183] 此外，在發光元件260b中，也可以僅包括導電層101b和導電層101c中的任一個。

[0184] 另外，電極101所包括的導電層101a、101b、101c都可以使用與實施方式1所示的電極101或電極102同樣的結構及材料。

[0185] 在圖3A及圖3B中，在被電極101與電極102夾持的區域221B、區域221G與區域221R之間分別具有分隔壁145。分隔壁145具有絕緣性。分隔壁145覆蓋電極101的端部，並具有與該電極重疊的開口部。藉由設置分隔壁145，可以將各區域的基板200上的電極101分別分為島狀。

[0186] 此外，發光層123B與發光層123G可以在與分

隔壁145重疊的區域中具有彼此重疊的區域。另外，發光層123G與發光層123R可以在與分隔壁145重疊的區域中具有彼此重疊的區域。另外，發光層123R與發光層123B可以在與分隔壁145重疊的區域中具有彼此重疊的區域。

[0187] 分隔壁145只要具有絕緣性即可，使用無機材料或有機材料形成。作為該無機材料，可以舉出氧化矽、氮氧化矽、氮化矽、氧化鋁、氮化鋁等。作為該有機材料，例如可以舉出丙烯酸樹脂或聚醯亞胺樹脂等感光樹脂材料。

[0188] 注意，氮氧化矽膜是指其組成中氧含量多於氮含量的膜，較佳為在55atoms%以上且65atoms%以下、1atoms%以上且20atoms%以下、25atoms%以上且35atoms%以下、0.1atoms%以上且10atoms%以下的範圍內分別包含氧、氮、矽和氫。氮化矽膜是指其組成中氮含量多於氧含量的膜，較佳為在55atoms%以上且65atoms%以下、1atoms%以上且20atoms%以下、25atoms%以上且35atoms%以下、0.1atoms%以上且10atoms%以下的範圍內分別包含氮、氧、矽和氫。

[0189] 另外，發光層123R、發光層123G及發光層123B較佳為分別包含能夠發射不同顏色的發光材料。例如，當發光層123R包含能夠呈現紅色的發光材料時，區域221R呈現紅色光；當發光層123G包含能夠呈現綠色的發光材料時，區域221G呈現綠色光；當發光層123B包含能夠呈現藍色的發光材料時，區域221B呈現藍色光。藉由將

具有這種結構的發光元件260a或發光元件260b用於發光裝置的像素，可以製造能夠進行全彩色顯示的發光裝置。另外，每個發光層的厚度既可以相同又可以不同。

[0190] 另外，發光層123B、發光層123G及發光層123R中的任一個或多個較佳為具有實施方式1所示的發光層140的結構。由此，本發明的一個實施方式的發光裝置可以具有高色純度及高發光效率，並且驅動裝置之後的色度變化少。

[0191] 另外，發光層123B、發光層123G、發光層123R中的任一個或多個也可以是兩層以上的疊層。

[0192] 如上所述，藉由使至少一個發光層具有實施方式1所示的發光層的結構，並且將包括該發光層的發光元件260a或發光元件260b用於發光裝置的像素，可以製造色純度高、發光效率高且可靠性高的發光裝置。也就是說，包括發光元件260a或發光元件260b的發光裝置可以減少功耗。

[0193] 另外，藉由在與提取光一側的電極重疊的區域中設置光學元件(例如，濾色片、偏光板、反射防止膜等)，可以提高發光元件260a及發光元件260b的色純度。因此，可以提高包括發光元件260a或發光元件260b的發光裝置的色純度。或者，可以減少發光元件260a及發光元件260b的外光反射。因此，可以提高包括發光元件260a或發光元件260b的發光裝置的對比度。

[0194] 尤其是，較佳為在提取光的方向上設置濾色

片。如上所述，可以從本發明的一個實施方式的發光元件高效地提取色純度高的光，所以藉由在提取光的方向上設置濾色片，可以提取色純度更高的光。明確而言，藉由使用紅色及綠色的濾色片，可以提取對應 BT.2020 規格那樣的超高色域的色純度非常高的光，諸如紅色光的 CIE1931 色度座標中的色度 x 大於 0.680 且為 0.720 以下，色度 y 為 0.260 以上且 0.320 以下，綠色光的 CIE1931 色度座標中的色度 x 為 0.130 以上且 0.250 以下，色度 y 大於 0.710 且為 0.810 以下。因此，本發明的一個實施方式的發光裝置適用於需要高色純度的發光裝置。此時，連接從本發明的一個實施方式的發光裝置獲得的 RGB 各顏色的 CIE1931 色度座標而形成的三角形的面積較佳為連接 BT.2020 規格的 RGB 各顏色的 CIE1931 色度座標而形成的三角形的面積的 80% 以上。藉由採用這種結構，可以提供顏色再現性高的發光裝置。

[0195] 注意，關於發光元件 260a 及發光元件 260b 中的其他組件，參照實施方式 1 及實施方式 2 中的發光元件的組件即可。

[0196]

<發光裝置的結構實例 2>

下面，參照圖 4A 及圖 4B 說明與圖 3A 及圖 3B 所示的發光裝置不同的結構實例。

[0197] 圖 4A 及圖 4B 是示出本發明的一個實施方式的發光裝置的剖面圖。在圖 4A 及圖 4B 中，在具有與圖 3A 及

圖3B所示的元件符號相同的功能的的部分，使用相同的陰影線，而有時省略元件符號。此外，具有與圖3A及圖3B相同的功能的的部分由相同的元件符號表示，有時省略其詳細說明。

[0198] 圖4A及圖4B是在一對電極之間具有發光層的發光元件的結構實例。圖4A所示的發光元件262a是將光提取到與基板200相反的方向的頂面發射(頂部發射)型發光元件，並且圖4B所示的發光元件262b是經過基板200提取光的底面發射(底部發射)型發光元件。注意，本發明的一個實施方式並不侷限於此，也可以是將發光元件所發射的光提取到形成有發光元件的基板200的上方及下方的兩者的雙面發射(雙發射)型發光元件。

[0199] 發光元件262a及發光元件262b在基板200上包括電極101、電極102、電極103、電極104。此外，在電極101與電極102之間、在電極102與電極103之間以及在電極102與電極104之間至少包括發光層170、發光層190及電荷產生層115。此外，還包括電洞注入層111、電洞傳輸層112、電子傳輸層113、電子注入層114、電洞注入層116、電洞傳輸層117、電子傳輸層118、電子注入層119。

[0200] 電極101包括導電層101a、在導電層101a上並與其接觸的導電層101b。此外，電極103包括導電層103a、在導電層103a上並與其接觸的導電層103b。電極104包括導電層104a、在導電層104a上並與其接觸的導電層104b。

[0201] 圖4A所示的發光元件262a及圖4B所示的發光元件262b在由電極101及電極102夾持的區域222B與由電極102及電極103夾持的區域222G與由電極102及電極104夾持的區域222R之間都包括分隔壁145。分隔壁145具有絕緣性。分隔壁145覆蓋電極101、電極103及電極104的端部，並包括與該電極重疊的開口部。藉由設置分隔壁145，可以將各區域的基板200上的該電極分為島狀。

[0202] 藉由使用對電洞傳輸材料添加電子受體(受體)的材料或對電子傳輸材料添加電子予體(施體)的材料，可以形成電荷產生層115。當電荷產生層115的導電率與一對電極大致同樣高時，由於因電荷產生層115而產生的載子流過相鄰的像素，所以有時相鄰的像素會產生發光。因此，為了抑制相鄰的像素不正常地產生發光，電荷產生層115較佳為由導電率低於一對電極的材料形成。

[0203] 發光元件262a及發光元件262b在從區域222B、區域222G及區域222R發射的光被提取的方向上具有包括光學元件224B、光學元件224G及光學元件224R的基板220。從各區域發射的光透過各光學元件射出到發光元件的外部。也就是說，從區域222B發射的光透過光學元件224B射出，從區域222G發射的光透過光學元件224G射出，且從區域222R發射的光透過光學元件224R射出。

[0204] 光學元件224B、光學元件224G及光學元件224R具有選擇性地使入射光中的呈現特定顏色的光透過的功能。例如，從區域222B發射的光透過光學元件224B成

為藍色光，從區域222G發射的光透過光學元件224G成為綠色光，從區域222R發射的光透過光學元件224R成為紅色光。

[0205] 作為光學元件224R、光學元件224G、光學元件224B，例如可以採用彩色層(也稱為濾色片)、帶通濾光片、多層膜濾光片等。此外，可以將顏色轉換元件應用於光學元件。顏色轉換元件是將入射光轉換為其波長比該入射光長的光的光學元件。作為顏色轉換元件，較佳為使用利用量子點的元件。藉由利用量子點，可以提高發光裝置的色彩再現性。

[0206] 另外，也可以在光學元件224R、光學元件224G及光學元件224B上重疊地設置一個或多個其他光學元件。作為其他光學元件，例如可以設置圓偏光板或防反射膜等。藉由將圓偏光板設置在發光裝置中的發光元件所發射的光被提取的一側，可以防止從發光裝置的外部入射的光在發光裝置的內部被反射而射出到外部的現象。另外，藉由設置防反射膜，可以減弱在發光裝置的表面被反射的外光。由此，可以清晰地觀察發光裝置所發射的光。

[0207] 在圖4A及圖4B中使用虛線的箭頭示意性地示出透過各光學元件從各區域射出的藍色(B)光、綠色(G)光、紅色(R)光。

[0208] 在各光學元件之間包括遮光層223。遮光層223具有遮蔽從相鄰的區域發射的光的功能。此外，也可以採用不設置遮光層223的結構。

[0209] 遮光層223具有抑制外光的反射的功能。或者，遮光層223具有防止從相鄰的發光元件發射出的光混合的功能。遮光層223可以使用金屬、包含黑色顏料的樹脂、碳黑、金屬氧化物、包含多種金屬氧化物的固溶體的複合氧化物等。

[0210] 另外，光學元件224B與光學元件224G也可以在與遮光層223重疊的區域中具有彼此重疊的區域。或者，光學元件224G與光學元件224R也可以在與遮光層223重疊的區域中具有彼此重疊的區域。或者，光學元件224R與光學元件224B也可以在與遮光層223重疊的區域中具有彼此重疊的區域。

[0211] 另外，關於基板200及具有光學元件的基板220的結構，可以參照實施方式1。

[0212] 並且，發光元件262a及發光元件262b具有微腔結構。

[0213] 藉由設置微腔結構並調整各區域的一對電極之間的光學距離，可以抑制各電極附近的光的散射及光的吸收，由此可以實現較高的光提取效率。

[0214] 由於圖4A所示的發光元件262a是頂面發射型發光元件，所以導電層101a、導電層103a及導電層104a較佳為具有反射光的功能。另外，電極102較佳為具有透過光的功能及反射光的功能。

[0215] 另外，由於圖4B所示的發光元件262b是底面發射型發光元件，所以導電層101a、導電層103a及導電層

104a較佳為具有透過光的功能及反射光的功能。另外，電極102較佳為具有反射光的功能。

[0216] 另外，發光元件262a及發光元件262b中的發光層170和發光層190中的至少一個較佳為具有實施方式1所示的發光元件的結構。由此，可以製造色純度高、發光效率高且驅動裝置之後的色變化少的發光裝置。

[0217] 如上所述，如實施方式1中說明的本發明的一個實施方式的發光元件可以高效地利用微腔結構的效果，所以可以高效地提取色純度高的光。明確而言，藉由作為光學元件224R及光學元件224G使用紅色及綠色的濾色片，可以提取對應BT.2020規格那樣的超高色域的色純度非常高的光，諸如紅色光的CIE1931色度座標中的色度 x 大於0.680且為0.720以下，色度 y 為0.260以上且0.320以下，綠色光的CIE1931色度座標中的色度 x 為0.130以上且0.250以下，色度 y 大於0.710且為0.810以下。因此，本發明的一個實施方式的發光裝置適用於需要高色純度的發光裝置。此時，連接從本發明的一個實施方式的發光裝置獲得的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積較佳為連接BT.2020規格的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積的80%以上。藉由採用這種結構，可以提供顏色再現性高的發光裝置。

[0218] 另外，較佳為選擇用於各發光層的發光材料，以便藉由組合發光層170和發光層190所發射的光而能夠得到白色發光。

[0219] 發光層 170 和發光層 190 中的一個或兩個也可以具有層疊有三層以上的結構，並也可以包括不具有發光材料的層。

[0220] 如上所示，藉由將具有實施方式 1 和實施方式 2 所示的發光層的結構中的至少一個的發光元件 262a 或發光元件 262b 用於發光裝置的像素，可以製造色純度高、發光效率高且驅動之後的色度變化少的發光裝置。

[0221] 注意，關於發光元件 262a 及發光元件 262b 中的其他組件，參照發光元件 260a 或發光元件 260b 或者實施方式 1 所示的發光元件的組件即可。

[0222] 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實施。

[0223]
實施方式 4

本實施方式中參照圖 5A 及圖 5B 對使用實施方式 1 中說明的發光元件的發光裝置進行說明。

[0224] 圖 5A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 5B 是沿圖 5A 中的 A-B 以及 C-D 切割的剖面圖。該發光裝置包括以虛線表示的用來控制發光元件的發光的驅動電路部(源極一側驅動電路)601、像素部 602 以及驅動電路部(閘極一側驅動電路)603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 625 是乾燥劑，元件符號 605 是密封劑，由密封劑 605 圍繞的內側是空間 607。

[0225] 另外，引導佈線 608 是用來傳送輸入到源極一

側驅動電路601及閘極一側驅動電路603的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的FPC(軟性印刷電路板)609接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。另外，雖然在此只圖示FPC，但是該FPC也可以安裝有印刷線路板(PWB：Printed Wiring Board)。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，並且還包括安裝有FPC或PWB的發光裝置。

[0226] 接下來，參照圖5B說明上述發光裝置的剖面結構。在元件基板610上形成有驅動電路部及像素部，在此示出作為驅動電路部的源極一側驅動電路601及像素部602中的一個像素。

[0227] 另外，在源極一側驅動電路601中，形成組合n通道TFT623和p通道TFT624的CMOS電路。此外，驅動電路也可以使用各種CMOS電路、PMOS電路或NMOS電路形成。另外，在本實施方式中，雖然示出將驅動電路形成於基板上的驅動器一體型，但不需要必須採用該結構，也可以將驅動電路形成於外部而不形成於基板上。

[0228] 此外，像素部602由包括開關用TFT611、電流控制用TFT612、電連接於該電流控制用TFT612的汲極的第一電極613的像素形成。另外，以覆蓋第一電極613的端部的方式形成有絕緣物614。絕緣物614可以使用正型光敏樹脂膜來形成。

[0229] 另外，為了提高形成於絕緣物614上的膜的覆蓋率，將絕緣物614的上端部或下端部形成為具有曲率的

曲面。例如，在作為絕緣物614的材料使用光敏丙烯酸樹脂的情況下，較佳為僅使絕緣物614的上端部具有曲面。該曲面的曲率半徑為 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。此外，作為絕緣物614，可以使用負型光敏材料或正型光敏材料。

[0230] 在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。在此，作為用作陽極的第一電極613的材料較佳為使用功函數大的材料。例如，除了ITO膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn膜、Pt膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構膜等。注意，當採用疊層結構時，佈線電阻也低，可以得到良好的歐姆接觸，並且可以將其用作陽極。

[0231] 另外，EL層616藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。作為構成EL層616的材料，也可以使用低分子化合物、或者高分子化合物(包含低聚物、樹枝狀聚合物)。

[0232] 另外，作為形成在EL層616上並用作陰極的第二電極617的材料，較佳為使用功函數小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金及化合物、MgAg、MgIn、AlLi等)。注意，當使產生在EL層616中的光透過第二電極617時，作為第二電極617較佳為使用由膜厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%以上且20wt%以下的氧

化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層。

[0233] 此外，發光元件618由第一電極613、EL層616、第二電極617形成。該發光元件618較佳為具有實施方式1及實施方式2所示的結構。另外，像素部包括多個發光元件，本實施方式的發光裝置也可以包括具有實施方式1及實施方式2所說明的結構的發光元件和具有其他結構的發光元件的兩者。

[0234] 再者，藉由利用密封劑605將密封基板604與元件基板610貼合在一起，在由元件基板610、密封基板604及密封劑605圍繞的空間607中設置有發光元件618。另外，在空間607中填充有填充劑，除了填充有惰性氣體(氮、氬等)以外，還有時填充有樹脂或乾燥材料、或者樹脂與乾燥材料的兩者。

[0235] 作為密封劑605，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉。另外，這些材料較佳為儘量不使水分、氧透過的材料。此外，作為用於密封基板604的材料，除了玻璃基板、石英基板之外，還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0236] 藉由上述方法可以得到使用實施方式1及實施方式2中說明的發光元件的發光裝置。

[0237]

<發光裝置的結構實例3>

在圖 6A 和圖 6B 中，作為發光裝置的一個例子示出形成有呈現白色發光的發光元件及彩色層(濾色片)的發光裝置的例子。

[0238] 圖 6A 示出基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1026、EL 層 1028、發光元件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封劑 1032 等。

[0239] 另外，在圖 6A 和圖 6B 中將彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)設置於透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑色層(黑矩陣)1035。對設置有彩色層及黑色層的透明基材 1033 進行對準將其固定在基板 1001 上。此外，彩色層及黑色層由覆蓋層 1036 覆蓋。另外，圖 6A 示出光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色光、藍色光、綠色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

[0240] 圖 6B 示出將紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B 形成在閘極絕緣膜 1003 與第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如圖 6B 所示，也可以將彩色層設置在基板 1001 與密封基板 1031 之間。

[0241] 另外，雖然作為上述說明的發光裝置採用從形成有 TFT 的基板 1001 一側取出發光的結構(底部發射型)

的發光裝置，但是也可以採用從密封基板1031一側取出發光的結構(頂部發射型)的發光裝置。

[0242]

<發光裝置的結構實例4>

圖7示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板1001可以使用不使光透過的基板。直到製造連接TFT與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極1022的方式形成第三層間絕緣膜1037。該第三層間絕緣膜1037也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜1037可以使用與第二層間絕緣膜1021相同的材料或其他各種材料形成。

[0243] 雖然發光元件的下部電極1025W、1025R、1025G、1025B在這裡都為陽極，但是也可以為陰極。另外，在圖7所示的頂部發射型的發光裝置中，較佳為下部電極1025W、1025R、1025G、1025B為反射電極。另外，較佳為第二電極1029具有發射光及使光透過的功能。另外，較佳為在第二電極1029與下部電極1025W、1025R、1025G、1025B間採用微腔結構，來放大特定波長的光。EL層1028的結構採用如實施方式2所說明那樣的結構，並且採用能夠得到白色發光的元件結構。

[0244] 在圖6A、圖6B和圖7中，藉由使用多個發光層或者使用多個發光單元等來實現能夠得到白色發光的EL層的結構，即可。注意，獲得白色發光的結構不侷限於此。

[0245] 在採用如圖7所示的頂部發射結構的情況下，

可以使用設置有彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)的密封基板 1031 進行密封。可以在密封基板 1031 上設置有位於像素與像素之間的黑色層(黑矩陣)1035。彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)、黑色層(黑矩陣)也可以由覆蓋層覆蓋。另外，作為密封基板 1031 使用具有透光性的基板。

[0246] 另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色的四個顏色進行全彩色顯示的例子，但並不侷限於此，也可以以紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。另外，也可以以紅色、綠色、藍色和黃色的四個顏色進行全彩色顯示。

[0247] 藉由上述方法可以得到使用實施方式 1 中說明的發光元件的發光裝置。

[0248] 另外，本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0249]
實施方式 5

在本實施方式中對使用實施方式 1 說明的發光元件的發光裝置的更具體的例子進行說明。以下所述的發光裝置包括反射型液晶元件及發光元件的兩種元件且能夠以透射模式和反射模式的兩種模式進行顯示。作為發光元件，較佳為採用實施方式 1 說明的發光元件。

[0250]

<發光裝置的結構實例5>

圖8A是示出發光裝置400的結構的一個例子的方塊圖。發光裝置400包括在顯示部362中排列為矩陣狀的多個像素410。另外，發光裝置400包括電路GD及電路SD。另外，發光裝置400包括與在方向R上排列的多個像素410及電路GD電連接的多個佈線G1、多個佈線G2、多個佈線ANO及多個佈線CSCOM。另外，發光裝置400包括與在方向C上排列的多個像素410及電路SD電連接的多個佈線S1及多個佈線S2。

[0251] 像素410包括反射型液晶元件及發光元件。在像素410中，液晶元件及發光元件具有彼此重疊的部分。

[0252] 圖8B1示出像素410所包括的電極311b的結構實例。電極311b被用作像素410中的液晶元件的反射電極。另外，在電極311b中形成有開口451。

[0253] 在圖8B1中，以虛線示出位於與電極311b重疊的區域中的發光元件360。發光元件360與電極311b所包括的開口451重疊。由此，發光元件360所發射出的光藉由開口451射出到顯示面一側。

[0254] 在圖8B1中，在方向R上相鄰的像素410是對應於不同的顏色的像素。此時，如圖8B1所示，較佳為在方向R上相鄰的兩個像素中開口451以不設置在一列上的方式設置於電極311b的不同位置上。由此，可以將兩個發光元件360分開地配置，從而可以抑制發光元件360所發射出的光入射到相鄰的像素410所包括的彩色層的現象(也稱為串

擾)。另外，由於可以將相鄰的兩個發光元件360分開地配置，因此即使利用陰影遮罩等分別製造發光元件360的EL層，也可以實現高解析度的發光裝置。

[0255] 另外，也可以採用圖8B2所示的排列。

[0256] 當開口451的總面積相對於非開口部的總面積的比例過大時，使用液晶元件的顯示會變暗。另外，當開口451的總面積相對於非開口部的總面積的比例過小時，使用發光元件360的顯示會變暗。

[0257] 另外，當設置於被用作反射電極的電極311b中的開口451的面積過小時，發光元件360所發射的光的提取效率變低。

[0258] 開口451的形狀例如可以為多角形、四角形、橢圓形、圓形或十字狀等的形狀。另外，也可以為細長的條狀、狹縫狀、方格狀的形狀。另外，也可以以靠近相鄰的像素的方式配置開口451。較佳的是，將開口451配置為靠近顯示相同的顏色的其他像素。由此，可以抑制產生串擾。

[0259]

[電路結構實例]

圖9是示出像素410的結構實例的電路圖。圖9示出相鄰的兩個像素410。

[0260] 像素410包括開關SW1、電容元件C1、液晶元件340、開關SW2、電晶體M、電容元件C2以及發光元件360等。另外，佈線G1、佈線G2、佈線ANO、佈線

CSCOM、佈線 S1 及佈線 S2 與像素 410 電連接。另外，圖 9 示出與液晶元件 340 電連接的佈線 VCOM1 以及與發光元件 360 電連接的佈線 VCOM2。

[0261] 圖 9 示出將電晶體用於開關 SW1 及開關 SW2 時的例子。

[0262] 在開關 SW1 中，閘極與佈線 G1 連接，源極和汲極中的一個與佈線 S1 連接，源極和汲極中的另一個與電容元件 C1 的一個電極及液晶元件 340 的一個電極連接。在電容元件 C1 中，另一個電極與佈線 CSCOM 連接。在液晶元件 340 中，另一個電極與佈線 VCOM1 連接。

[0263] 在開關 SW2 中，閘極與佈線 G2 連接，源極和汲極中的一個與佈線 S2 連接，源極和汲極中的另一個與電容元件 C2 的一個電極及電晶體 M 的閘極連接。在電容元件 C2 中，另一個電極與電晶體 M 的源極和汲極中的一個及佈線 ANO 連接。在電晶體 M 中，源極和汲極中的另一個與發光元件 360 的一個電極連接。在發光元件 360 中，另一個電極與佈線 VCOM2 連接。

[0264] 圖 9 示出電晶體 M 包括夾著半導體的兩個互相連接著的閘極的例子。由此，可以提高電晶體 M 能夠流過的電流量。

[0265] 可以對佈線 G1 供應將開關 SW1 控制為導通狀態或非導通狀態的信號。可以對佈線 VCOM1 供應規定的電位。可以對佈線 S1 供應控制液晶元件 340 所具有的液晶的配向狀態的信號。可以對佈線 CSCOM 供應規定的電

位。

[0266] 可以對佈線 G2 供應將開關 SW2 控制為導通狀態或非導通狀態的信號。可以對佈線 VCOM2 及佈線 ANO 分別供應產生用來使發光元件 360 發光的電位差的電位。可以對佈線 S2 供應控制電晶體 M 的導通狀態的信號。

[0267] 圖 9 所示的像素 410 例如在以反射模式進行顯示時，可以利用供應給佈線 G1 及佈線 S1 的信號驅動，並利用液晶元件 340 的光學調變而進行顯示。另外，在以透射模式進行顯示時，可以利用供應給佈線 G2 及佈線 S2 的信號驅動，並使發光元件 360 發光而進行顯示。另外，在以兩個模式驅動時，可以利用分別供應給佈線 G1、佈線 G2、佈線 S1 及佈線 S2 的信號而驅動。

[0268] 注意，雖然圖 9 示出一個像素 410 包括一個液晶元件 340 及一個發光元件 360 的例子，但是不侷限於此。圖 10A 示出一個像素 410 包括一個液晶元件 340 及四個發光元件 360 (發光元件 360r、360g、360b、360w) 的例子。與圖 9 不同，圖 10A 所示的像素 410 可以利用一個像素進行全彩色顯示。

[0269] 在圖 10A 中，除了圖 9 的結構實例之外，佈線 G3 及佈線 S3 與像素 410 連接。

[0270] 在圖 10A 所示的例子中，例如作為四個發光元件 360，可以使用分別呈現紅色(R)、綠色(G)、藍色(B)及白色(W)的發光元件。另外，作為液晶元件 340 可以使用呈現白色的反射型液晶元件。由此，在以反射模式進行顯示

時，可以進行高反射率的白色顯示。另外，在以透射模式進行顯示時，可以以低功耗進行高演色性的顯示。

[0271] 另外，圖 10B 示出像素 410 的結構實例。像素 410 包括與電極 311 所包括的開口重疊的發光元件 360w、配置在電極 311 的周圍的發光元件 360r、發光元件 360g 及發光元件 360b。發光元件 360r、發光元件 360g 及發光元件 360b 較佳為具有幾乎相同的發光面積。

[0272]

<發光裝置的結構實例 6>

圖 11 是本發明的一個實施方式的發光裝置 300 的立體示意圖。發光裝置 300 具有將基板 351 與基板 361 貼合在一起的結構。在圖 11 中，以虛線表示基板 361。

[0273] 發光裝置 300 包括顯示部 362、電路部 364、佈線 365、電路部 366、佈線 367 等。在基板 351 上，例如設置有電路部 364、佈線 365、電路部 366、佈線 367 以及被用作像素電極的電極 311b 等。圖 11 示出在基板 351 上安裝有 IC373、FPC372、IC375 及 FPC374 的例子。因此，也可以將圖 11 所示的結構稱為包括發光裝置 300、IC373、FPC372、IC375 及 FPC374 的顯示模組。

[0274] 作為電路部 364，例如可以使用用作掃描線驅動電路的電路。

[0275] 佈線 365 具有對顯示部及電路部 364 供應信號或電力的功能。該信號或電力從外部經由 FPC372 或者從 IC373 輸入到佈線 365。

[0276] 另外，圖11示出利用COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式等對基板351設置IC373的例子。作為IC373，例如可以使用具有掃描線驅動電路或信號線驅動電路等的功能的IC。另外，當發光裝置300具有用作掃描線驅動電路或信號線驅動電路的電路，或者將用作掃描線驅動電路或信號線驅動電路的電路設置在外部且藉由FPC372輸入用來驅動發光裝置300的信號等時，也可以不設置IC373。另外，也可以利用COF(Chip On Film：薄膜覆晶封裝)方式等將IC373安裝於FPC372。

[0277] 圖11示出顯示部362的一部分的放大圖。在顯示部362中以矩陣狀配置有多個顯示元件所包括的電極311b。電極311b具有反射可見光的功能且被用作如下所述的液晶元件340的反射電極。

[0278] 另外，如圖11所示，電極311b具有開口。另外，在比電極311b近於基板351一側設置有發光元件360。來自發光元件360的光經過電極311b的開口發射到基板361一側。

[0279] 圖12示出將圖11所示的發光裝置中的包括FPC372的區域的一部分、包括電路部364的區域的一部分、包括顯示部362的區域的一部分、包括電路部366的區域的一部分以及包括FPC374的區域的一部分分別切割時的剖面的一個例子。

[0280] 圖12所示的發光裝置具有層疊有顯示面板700及顯示面板800的結構。顯示面板700包括樹脂層701及樹

脂層702。顯示面板800包括樹脂層201及樹脂層202。樹脂層702與樹脂層201由黏合層50黏合。樹脂層701由黏合層51與基板351黏合。樹脂層202由黏合層52與基板361黏合。

[0281]

[顯示面板700]

顯示面板700包括樹脂層701、絕緣層478、多個電晶體、電容元件405、絕緣層411、絕緣層412、絕緣層413、絕緣層414、絕緣層415、發光元件360、間隔物416、黏合層417、彩色層425、遮光層426、絕緣層476及樹脂層702。

[0282] 電路部364包括電晶體401。顯示部362包括電晶體402及電晶體403。

[0283] 各電晶體包括閘極、絕緣層411、半導體層、源極及汲極。閘極與半導體層隔著絕緣層411彼此重疊。絕緣層411的一部分具有閘極絕緣層的功能，其他一部分具有電容元件405的電介質的功能。用作電晶體402的源極或汲極的導電層還被用作電容元件405的一個電極。

[0284] 圖12示出底閘極結構的電晶體。在電路部364和顯示部362中，電晶體的結構也可以彼此不同。在電路部364和顯示部362中，也可以分別包括多種電晶體。

[0285] 例如，如圖13所示的圖12的變形例子所示的那樣，電晶體205、206及連接部207的組件可以使用具有透光性的導電體形成。發光元件360所發射的光可以透過

電晶體 205、206 及連接部 207 的一部分或者全部。另外，從基板 361 一側入射而透過液晶 312 的光可以被導電層 193b 反射。另外，為了提高電晶體 205、206 的可靠性，被用作閘極電極的導電層及被用作背閘極電極的導電層的一個或兩個也可以使用金屬等不具有透光性的層形成。

[0286] 在圖 12 中，電容元件 405 包括一對電極以及它們之間的電介質。電容元件 405 包括利用與電晶體的閘極相同的材料和相同的製程形成的導電層以及利用與電晶體的源極及汲極相同的材料和相同的製程形成的導電層。

[0287] 絕緣層 412、絕緣層 413 及絕緣層 414 分別覆蓋電晶體等。對覆蓋電晶體等的絕緣層的數量沒有特別的制限。絕緣層 414 具有平坦化層的功能。較佳為對絕緣層 412、絕緣層 413 和絕緣層 414 中的至少一個使用水或氫等雜質不容易擴散的材料。由此，可以有效地抑制來自外部的雜質擴散到電晶體中，從而可以提高發光裝置的可靠性。

[0288] 在作為絕緣層 414 使用有機材料的情況下，有水分等雜質從發光裝置的外部經過露出於發光裝置的端部的絕緣層 414 侵入發光元件 360 等的擔憂。因雜質侵入導致的發光元件 360 的劣化引起發光裝置的劣化。因此，如圖 12 所示，絕緣層 414 較佳為不位於發光裝置的端部。在圖 12 的結構中，由於使用有機材料的絕緣層不位於發光裝置的端部，所以可以抑制雜質侵入到發光元件 360 中。

[0289] 發光元件 360 包括電極 421、EL 層 422 及電極

423。發光元件360也可以包括光學調整層424。發光元件360具有向彩色層425一側發射光的頂部發射結構。

[0290] 藉由以與發光元件360的發光區域重疊的方式配置電晶體、電容元件及佈線等，可以提高顯示部362的開口率。

[0291] 電極421和電極423中的一個被用作陽極，另一個被用作陰極。當對電極421與電極423之間施加高於發光元件360的臨界電壓的電壓時，電洞從陽極一側而電子從陰極一側注入EL層422中。被注入的電子和電洞在EL層422中再結合，由此，包含在EL層422中的發光物質發光。

[0292] 電極421電連接到電晶體403的源極或汲極。這些構件既可以直接連接，又可以藉由其他導電層彼此連接。電極421被用作像素電極，並設置在每個發光元件360中。相鄰的兩個電極421由絕緣層415電絕緣。

[0293] 電極423被用作共用電極，並橫跨配置在多個發光元件360中。電極423被供應恆定電位。

[0294] 發光元件360隔著黏合層417與彩色層425重疊。間隔物416隔著黏合層417與遮光層426重疊。雖然圖12示出在電極423與遮光層426之間有間隙的情況，但是它們也可以彼此接觸。雖然圖12示出將間隔物416設置在基板351一側的結構，但是間隔物416也可以設置在基板361一側(例如，比遮光層426更靠近基板361的一側)。

[0295] 藉由組合濾色片(彩色層425)與微腔結構(光學調整層424)，可以從發光裝置取出色純度高的光。根據各

像素的顏色改變光學調整層424的厚度。

[0296] 彩色層425是使特定波長區域的光透過的有色層。例如，可以使用使紅色、綠色、藍色或黃色的波長區域的光透過的濾色片等。

[0297] 遮光層426設置在相鄰的彩色層425之間。遮光層426遮擋相鄰的發光元件360所發出的光，從而抑制相鄰的發光元件360之間的混色。這裡，藉由以其端部與遮光層426重疊的方式設置彩色層425，可以抑制漏光。作為遮光層426，可以使用遮擋發光元件360所發出的光的材料。另外，藉由將遮光層426設置於電路部364等顯示部362之外的區域中，可以抑制起因於導光等的非意圖的漏光，所以是較佳的。

[0298] 在樹脂層701的一個表面上形成有絕緣層478。在樹脂層702的一個表面上形成有絕緣層476。作為絕緣層476及絕緣層478，較佳為使用防濕性高的膜。藉由將發光元件360及電晶體等配置於一對防濕性高的絕緣層之間，可以抑制水等雜質侵入這些元件，從而可以提高發光裝置的可靠性，所以是較佳的。

[0299] 作為防濕性高的絕緣膜，可以舉出氮化矽膜、氮氧化矽膜等含有氮與矽的膜以及氮化鋁膜等含有氮與鋁的膜等。另外，也可以使用氧化矽膜、氧氮化矽膜、氧化鋁膜等。

[0300] 例如，防濕性高的絕緣膜的水蒸氣透過量為 $1 \times 10^{-5} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，較佳為 $1 \times 10^{-6} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，

更佳為 $1 \times 10^{-7} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，進一步較佳為 $1 \times 10^{-8} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下。

[0301] 連接部 406 包括佈線 365。佈線 365 可以使用與電晶體的源極及汲極相同的材料和相同的製程形成。連接部 406 與將來自外部的信號或電位傳達給電路部 364 的外部輸入端子電連接。在此示出作為外部輸入端子設置 FPC372 的例子。FPC372 與連接部 406 藉由連接層 419 電連接。

[0302] 作為連接層 419，可以使用各種異方性導電膜 (ACF：Anisotropic Conductive Film) 及異方性導電膏 (ACP：Anisotropic Conductive Paste) 等。

[0303] 以上是對顯示面板 700 的說明。

[0304]

[顯示面板 800]

顯示面板 800 是採用垂直電場方式的反射型顯示裝置。

[0305] 顯示面板 800 包括樹脂層 201、絕緣層 578、多個電晶體、電容元件 505、佈線 367、絕緣層 511、絕緣層 512、絕緣層 513、絕緣層 514、液晶元件 529、配向膜 564a、配向膜 564b、黏合層 517、絕緣層 576 及樹脂層 202。

[0306] 樹脂層 201 與樹脂層 202 隔著黏合層 517 貼合在一起。在由樹脂層 201、樹脂層 202 及黏合層 517 圍繞的區域中密封有液晶 563。偏光板 599 位於基板 361 外側的面

上。

[0307] 液晶元件529包括電極311b、電極562及液晶563。電極311b被用作像素電極。電極562被用作共用電極。藉由利用在電極311b與電極562之間產生的電場，可以控制液晶563的配向。在液晶563與電極311b之間設置有配向膜564a。在液晶563與電極562之間設置有配向膜564b。

[0308] 在樹脂層202上設置有絕緣層576、電極562及配向膜564b等。

[0309] 在樹脂層201上設置有電極311b、配向膜564a、電晶體501、電晶體503、電容元件505、連接部506及佈線367等。

[0310] 在樹脂層201上設置有絕緣層511、絕緣層512、絕緣層513、絕緣層514等的絕緣層。

[0311] 在此，電晶體503的源極和汲極中的不與電極311b電連接的導電層也可以被用作信號線的一部分。另外，用作電晶體503的閘極的導電層也可以被用作掃描線的一部分。

[0312] 在圖12中，作為電路部366的例子，示出設置有電晶體501的結構實例。

[0313] 覆蓋各電晶體的絕緣層512和絕緣層513中的至少一個較佳為使用水或氫等雜質不容易擴散的材料。

[0314] 在絕緣層514上設置有電極311b。電極311b藉由形成在絕緣層514、絕緣層513、絕緣層512等中的開口

與電晶體503的源極和汲極中的一個電連接。另外，電極311b與電容元件505的一個電極電連接。

[0315] 由於顯示面板800為反射型顯示裝置，所以將反射可見光的導電材料用於電極311b，並且將透射可見光的導電材料用於電極562。

[0316] 作為透射可見光的導電材料，例如較佳為使用包含選自銦(In)、鋅(Zn)、錫(Sn)中的一種的材料。明確而言，可以舉出氧化銦、銦錫氧化物(ITO: Indium Tin Oxide)、銦鋅氧化物、包含氧化鎢的銦氧化物、包含氧化鎢的銦鋅氧化物、包含氧化鈦的銦氧化物、包含氧化鈦的銦錫氧化物、包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)、氧化鋅、包含鎳的氧化鋅等。另外，也可以使用包含石墨烯的膜。包含石墨烯的膜例如可以藉由還原包含氧化石墨烯的膜而形成。

[0317] 作為反射可見光的導電材料，例如可以舉出鋁、銀或包含這些金屬材料的合金等。另外，可以使用金、鉑、鎳、鎢、鉻、鈾、鐵、鈷、銅或鈮等金屬材料或包含這些金屬材料的合金。另外，也可以在上述金屬材料或合金中添加有鐳、釷或鐳等。另外，也可以使用鋁和鈦的合金、鋁和鎳的合金、鋁和鈳的合金、鋁、鎳和鐳的合金(Al-Ni-La)等包含鋁的合金(鋁合金)、銀和銅的合金、銀、鈮和銅的合金(Ag-Pd-Cu，也記為APC)或者銀和鎂的合金等包含銀的合金。

[0318] 在此，作為偏光板599可以使用直線偏光板，

也可以使用圓偏光板。作為圓偏光板，例如可以使用將直線偏光板和四分之一波相位差板層疊而成的偏光板。由此，可以抑制外光的反射。另外，藉由根據偏光板 599 的種類調整用於液晶元件 529 的液晶元件的單元間隙、配向及驅動電壓等，來實現所希望的對比度。

[0319] 電極 562 在樹脂層 202 的端部附近藉由連接器 543 與設置在樹脂層 201 一側的導電層電連接。由此，可以從配置在樹脂層 201 一側的 FPC374 或 IC 等向電極 562 供應電位或信號。

[0320] 作為連接器 543，例如可以使用導電粒子。作為導電粒子，可以使用其表面被金屬材料覆蓋的有機樹脂或二氧化矽等的粒子。作為金屬材料，較佳為使用鎳或金，因為其可以降低接觸電阻。另外，較佳為使用如在鎳上還覆蓋有金等以層狀覆蓋有兩種以上的金屬材料的粒子。另外，作為連接器 543，較佳為採用能夠彈性變形或塑性變形的材料。此時，有時導電粒子的連接器 543 成為圖 12 所示那樣的在縱向上被壓扁的形狀。藉由具有該形狀，可以增大連接器 543 與電連接於該連接器的導電層之間的接觸面積，從而可以降低接觸電阻並抑制接觸不良等問題發生。

[0321] 連接器 543 較佳為以由黏合層 517 覆蓋的方式配置。例如，在塗佈成為黏合層 517 的膏料等之後，設置連接器 543 即可。

[0322] 在樹脂層 201 的端部附近的區域中設置有連接

部 506。連接部 506 藉由連接層 519 與 FPC374 電連接。

[0323] 以上是對顯示面板 800 的說明。

[0324]

[顯示元件]

作為位於顯示面一側的第一像素所包括的顯示元件，可以使用反射外光來進行顯示的元件。因為這種元件不包括光源，所以可以使顯示時的功耗為極小。作為第一像素所包括的顯示元件，可以典型地使用反射型液晶元件。或者，作為第一像素所包括的顯示元件，不僅可以使用快門方式的 MEMS (Micro Electro Mechanical System：微機電系統) 元件、光干涉方式的 MEMS 元件，而且還可以使用應用微囊方式、電泳方式、電潤濕方式、電子粉流體 (註冊商標) 方式等的元件。

[0325] 另外，作為位於與顯示面相反一側的第二像素所包括的顯示元件，可以使用包括光源且利用來自該光源的光來進行顯示的元件。由於這種像素所發射的光的亮度及色度不受到外光的影響，因此這種像素可以進行色彩再現性高 (色域寬) 且對比度高的顯示，即可以進行鮮明的顯示。作為第二像素所包括的顯示元件，例如可以使用 OLED (Organic Light Emitting Diode：有機發光二極體)、LED (Light Emitting Diode：發光二極體)、QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode：量子點發光二極體) 等自發光性發光元件。或者，作為第二像素所包括的顯示元件，也可以組合作為光源的背光源和控制來自背光源的

光的透光量的透射型液晶元件而使用。

[0326]

[液晶元件]

作為液晶元件，可以採用使用VA(Vertical Alignment：垂直配向)模式的元件。作為垂直配向模式，可以使用MVA(Multi-Domain Vertical Alignment：多象限垂直配向)模式、PVA(Patterned Vertical Alignment：垂直配向構型)模式、ASV(Advanced Super View：超視覺)模式等。

[0327] 另外，作為液晶元件，可以採用使用各種模式的液晶元件。例如，除了VA模式以外，可以使用TN(Twisted Nematic：扭曲向列)模式、IPS(In-Plane-Switching：平面切換)模式、FFS(Fringe Field Switching：邊緣電場切換)模式、ASM(Axially Symmetric Aligned Micro-cell：軸對稱排列微單元)模式、OCB(Optically Compensated Birefringence：光學補償彎曲)模式、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal：鐵電性液晶)模式、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal：反鐵電液晶)模式等的液晶元件。

[0328] 另外，液晶元件是利用液晶的光學調變作用而控制光的透過或非透過的元件。液晶的光學調變作用由施加到液晶的電場(包括橫向電場、縱向電場或傾斜方向電場)控制。作為用於液晶元件的液晶可以使用熱致液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶(PDLC:Polymer Dispersed Liquid Crystal：聚合物分散液

晶)、鐵電液晶、反鐵電液晶、賓主型液晶等。這些液晶材料根據條件呈現出膽固醇相、層列相、立方相、手向列相、各向同性相等。

[0329] 另外，作為液晶材料，可以使用正型液晶和負型液晶中的任一種，根據所適用的模式或設計採用適當的液晶材料。

[0330] 另外，為了控制液晶的配向，可以設置配向膜。在採用橫向電場方式的情況下，也可以使用不使用配向膜的呈現藍相的液晶。藍相是液晶相的一種，是指當使膽固醇液晶的溫度上升時即將從膽固醇相轉變到均質相之前出現的相。因為藍相只在窄的溫度範圍內出現，所以將其中混合了幾wt%以上的手性試劑的液晶組合物用於液晶層，以擴大溫度範圍。包含呈現藍相的液晶和手性試劑的液晶組成物的回應速度快，並且其具有光學各向同性。另外，包含呈現藍相的液晶和手性試劑的液晶組成物不需要配向處理，並且視角依賴性小。另外，由於不需要設置配向膜而不需要摩擦處理，因此可以防止由於摩擦處理而引起的靜電破壞，並可以降低製程中的顯示裝置的不良及破損。

[0331] 當採用反射型液晶元件時，將偏光板設置在顯示面一側。此外，當在顯示面一側另外設置光擴散板時，可以提高可見度，所以是較佳的。

[0332]

[發光元件]

發光元件可以使用能夠進行自發光的元件，並且在其範疇內包括由電流或電壓控制亮度的元件。例如，可以使用LED、QLED、有機EL元件以及無機EL元件等，較佳為使用實施方式1及實施方式2說明的發光元件。

[0333] 在本實施方式中，尤其是，作為發光元件較佳為使用頂部發射型發光元件。作為提取光一側的電極使用透射可見光的導電膜。另外，作為不提取光一側的電極較佳為使用反射可見光的導電膜。另外，發光元件既可以是包括一個EL層的單元件，又可以是隔著電荷產生層層疊有多個EL層的串聯元件。

[0334] EL層至少包括發光層。作為發光層以外的層，EL層可以還包括包含電洞注入性高的物質、電洞傳輸性高的物質、電洞阻擋材料、電子傳輸性高的物質、電子注入性高的物質或雙極性的物質(電子傳輸性及電洞傳輸性高的物質)等的層。

[0335] EL層可以使用實施方式1中舉出的低分子化合物、高分子化合物、無機化合物。構成EL層的層分別可以藉由蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、轉印法、印刷法、噴墨法、塗佈等方法形成。

[0336]

[黏合層]

作為黏合層，可以使用紫外線硬化型黏合劑等光硬化型黏合劑、反應硬化型黏合劑、熱固性黏合劑、厭氧黏合劑等各種硬化型黏合劑。作為這些黏合劑，可以舉出環氧

樹脂、丙烯酸樹脂、矽酮樹脂、酚醛樹脂、聚醯亞胺樹脂、醯亞胺樹脂、PVC(聚氯乙烯)樹脂、PVB(聚乙烯醇縮丁醛)樹脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)樹脂等。尤其是，較佳為使用環氧樹脂等透濕性低的材料。另外，也可以使用兩液混合型樹脂。另外，也可以使用黏合薄片等。

[0337] 另外，在上述樹脂中也可以包含乾燥劑。例如，可以使用鹼土金屬的氧化物(氧化鈣或氧化鋇等)那樣的藉由化學吸附吸附水分的物質。或者，也可以使用沸石或矽膠等藉由物理吸附來吸附水分的物質。當在樹脂中包含乾燥劑時，能夠抑制水分等雜質進入元件，從而可以提高顯示面板的可靠性，所以是較佳的。

[0338] 另外，藉由在上述樹脂中混合折射率高的填料或光散射構件，可以提高光提取效率。例如，可以使用氧化鈦、氧化鋇、沸石、鋳等。

[0339]

[連接層]

作為連接層，可以使用異方性導電膜(ACF：Anisotropic Conductive Film)、異方性導電膏(ACP：Anisotropic Conductive Paste)等。

[0340]

[彩色層]

作為能夠用於彩色層的材料，可以舉出金屬材料、樹脂材料、包含顏料或染料的樹脂材料等。

[0341]

[遮光層]

作為能夠用於遮光層的材料，可以舉出碳黑、鈦黑、金屬、金屬氧化物或包含多個金屬氧化物的固溶體的複合氧化物等。遮光層也可以為包含樹脂材料的膜或包含金屬等無機材料的薄膜。另外，也可以對遮光層使用包含彩色層的材料膜的疊層膜。例如，可以採用包含用於使某個顏色的光透過的彩色層的材料膜與包含用於使其他顏色的光透過的彩色層的材料膜的疊層結構。藉由使彩色層與遮光層的材料相同，除了可以使用相同的設備以外，還可以實現製程簡化，因此是較佳的。

[0342] 如上，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實施。

[0343]

實施方式6

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的電子裝置。

[0344] 在本發明的一個實施方式中，可以製造隨時間的變化少且顯示品質穩定的發光元件。因此，藉由將該發光元件用於電子裝置，可以製造可靠性高的電子裝置。另外，由於本發明的一個實施方式是 OLED 元件，因此可以製造具有曲面的可靠性高的電子裝置。再者，藉由本發明的一個實施方式，可以製造可靠性高的撓性電子裝置。

[0345] 作為電子裝置，例如可以舉出：電視機；桌上型或膝上型個人電腦；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；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。

[0346] 此外，本發明的一個實施方式的發光裝置不管外光的強度如何都可以實現高可見度。因此，適用於可攜式電子裝置、穿戴式電子裝置以及電子書閱讀器等。

[0347] 圖14A和圖14B所示的可攜式資訊終端900包括外殼901、外殼902、顯示部903及鉸鏈部905等。

[0348] 外殼901與外殼902藉由鉸鏈部905連接在一起。可攜式資訊終端900可以從折疊狀態(圖14A)轉換成如圖14B所示的展開狀態。由此，攜帶時的可攜性好，並且由於具有大顯示區域，所以使用時的可見度高。

[0349] 可攜式資訊終端900跨著由鉸鏈部905連接的外殼901和外殼902設置有撓性顯示部903。

[0350] 可以將使用本發明的一個實施方式製造的發光裝置用於顯示部903。由此，可以以高良率製造可攜式資訊終端。

[0351] 顯示部903可以顯示文件資訊、靜態影像和動態影像等中的至少一個。當在顯示部中顯示文件資訊時，可以將可攜式資訊終端900用作電子書閱讀器。

[0352] 當使可攜式資訊終端900展開時，顯示部903被保持為大幅度彎曲的狀態。例如，可以以包括以1mm以上且50mm以下，較佳為5mm以上且30mm以下的曲率半徑彎曲的部分的方式保持顯示部903。顯示部903的一部分跨

著外殼901和外殼902連續地配置有像素，從而能夠進行曲面顯示。

[0353] 顯示部903被用作觸控面板，可以用手指或觸控筆等進行操作。

[0354] 顯示部903較佳為由一個撓性顯示器構成。由此，可以跨著外殼901和外殼902進行連續的顯示。此外，外殼901和外殼902也可以分別設置有顯示器。

[0355] 為了避免在使可攜式資訊終端900展開時外殼901和外殼902所形成的角度超過預定角度，鉸鏈部905較佳為具有鎖定機構。例如，鎖定角度(達到該角度時不能再繼續打開)較佳為 90° 以上且小於 180° ，典型的是，可以為 90° 、 120° 、 135° 、 150° 或 175° 等。由此，可以提高可攜式資訊終端900的方便性、安全性和可靠性。

[0356] 當鉸鏈部905具有上述鎖定機構時，可以抑制過大的力施加到顯示部903，從而可以防止顯示部903的損壞。由此，可以實現可靠性高的可攜式資訊終端。

[0357] 外殼901和外殼902也可以包括電源按鈕、操作按鈕、外部連接埠、揚聲器、麥克風等。

[0358] 外殼901和外殼902中的任一個可以設置有無線通訊模組，可以藉由網際網路、局域網(LAN)、無線保真(Wi-Fi：註冊商標)(Wireless Fidelity)等電腦網路進行資料收發。

[0359] 圖14C所示的可攜式資訊終端910包括外殼911、顯示部912、操作按鈕913、外部連接埠914、揚聲器

915、麥克風916、照相機917等。

[0360] 可以將利用本發明的一個實施方式製造的發光裝置用於顯示部912。由此，可以以高良率製造可攜式資訊終端。

[0361] 在可攜式資訊終端910中，在顯示部912中具有觸控感測器。藉由用手指或觸控筆等觸摸顯示部912可以進行打電話或輸入文字等各種操作。

[0362] 另外，藉由操作按鈕913，可以進行電源的ON、OFF工作或切換顯示在顯示部912上的影像的種類。例如，可以將電子郵件的編寫畫面切換為主功能表畫面。

[0363] 另外，藉由在可攜式資訊終端910內部設置陀螺儀感測器或加速度感測器等檢測裝置，可以判斷可攜式資訊終端910的方向(縱向或橫向)，而對顯示部912的螢幕顯示方向進行自動切換。另外，螢幕顯示方向的切換也可以藉由觸摸顯示部912、操作操作按鈕913或者使用麥克風916輸入聲音來進行。

[0364] 可攜式資訊終端910例如具有選自電話機、筆記本和資訊閱讀裝置等中的一種或多種功能。明確地說，可攜式資訊終端910可以被用作智慧手機。可攜式資訊終端910例如可以執行行動電話、電子郵件、文章的閱讀及編輯、音樂播放、動畫播放、網路通訊、電腦遊戲等各種應用程式。

[0365] 圖14D所示的照相機920包括外殼921、顯示部922、操作按鈕923、快門按鈕924等。另外，照相機920安

裝有可裝卸的鏡頭926。

[0366] 可以將利用本發明的一個實施方式製造的發光裝置用於顯示部922。由此，可以以高良率製造照相機。

[0367] 在此，雖然照相機920具有能夠從外殼921拆卸下鏡頭926而交換的結構，但是鏡頭926和外殼921也可以被形成為一體。

[0368] 藉由按下快門按鈕924，照相機920可以拍攝靜態影像或動態影像。另外，也可以使顯示部922具有觸控面板的功能，藉由觸摸顯示部922進行攝像。

[0369] 另外，照相機920還可以具備另外安裝的閃光燈裝置及取景器等。另外，這些構件也可以組裝在外殼921中。

[0370] 圖15A至圖15E是示出電子裝置的圖。這些電子裝置包括外殼9000、顯示部9001、揚聲器9003、操作鍵9005(包括電源開關或操作開關)、連接端子9006、感測器9007(它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、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、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風9008等。

[0371] 可以將利用本發明的一個實施方式製造的發光裝置用於顯示部9001。由此，可以以高良率製造電子裝置。

[0372] 圖 15A 至圖 15E 所示的電子裝置可以具有各種功能。例如，可以具有如下功能：將各種資訊(靜態影像、動態影像、文字影像等)顯示在顯示部上；觸控面板；顯示日曆、日期或時刻等；藉由利用各種軟體(程式)控制處理；進行無線通訊；藉由利用無線通訊功能來連接到各種電腦網路；藉由利用無線通訊功能，進行各種資料的發送或接收；讀出儲存在儲存媒體中的程式或資料來將其顯示在顯示部上等。注意，圖 15A 至圖 15E 所示的電子裝置所具有的功能不侷限於上述功能，而也可以具有其他的功能。

[0373] 圖 15A 是示出手錶型可攜式資訊終端 9200 的立體圖，圖 15B 是示出手錶型可攜式資訊終端 9201 的立體圖。

[0374] 圖 15A 所示的可攜式資訊終端 9200 可以執行行動電話、電子郵件、文章的閱讀及編輯、音樂播放、網路通訊、電腦遊戲等各種應用程式。另外，顯示部 9001 的顯示面彎曲，可沿著其彎曲的顯示面進行顯示。另外，可攜式資訊終端 9200 可以進行基於通訊標準的近距離無線通訊。例如，藉由與可進行無線通訊的耳麥相互通訊，可以進行免提通話。另外，可攜式資訊終端 9200 包括連接端子 9006，可以藉由連接器直接與其他資訊終端進行資料的交換。另外，也可以藉由連接端子 9006 進行充電。另外，充電動作也可以利用無線供電進行，而不藉由連接端子 9006。

[0375] 圖 15B 所示的可攜式資訊終端 9201 與圖 15A 所示的可攜式資訊終端不同之處在於顯示部 9001 的顯示面不彎曲。此外，可攜式資訊終端 9201 的顯示部的外形為非矩形(在圖 15B 中為圓形狀)。

[0376] 圖 15C 至圖 15E 是示出能夠折疊的可攜式資訊終端 9202 的立體圖。另外，圖 15C 是將可攜式資訊終端 9202 展開的狀態的立體圖，圖 15D 是將可攜式資訊終端 9202 從展開的狀態和折疊的狀態中的一個轉換成另一個時的中途的狀態的立體圖，圖 15E 是將可攜式資訊終端 9202 折疊的狀態的立體圖。

[0377] 可攜式資訊終端 9202 在折疊狀態下可攜性好，而在展開狀態下因為具有無縫拼接較大的顯示區域所以顯示的一覽性強。可攜式資訊終端 9202 所包括的顯示部 9001 被由鉸鏈 9055 連結的三個外殼 9000 支撐。藉由鉸鏈 9055 使兩個外殼 9000 之間彎曲，可以使可攜式資訊終端 9202 從展開的狀態可逆性地變為折疊的狀態。例如，能夠使可攜式資訊終端 9202 以 1mm 以上且 150mm 以下的曲率半徑彎曲。

[0378] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0379]
實施方式 7

在本實施方式中，參照圖 16A 至圖 17 說明將本發明的一個實施方式的發光元件適用於各種電子裝置及照明設備

的情況的例子。

[0380] 藉由將本發明的一個實施方式的發光元件形成在具有撓性的基板上，能夠實現在曲面上具有發光區域的電子裝置或照明設備。

[0381] 另外，還可以將應用了本發明的一個實施方式的發光元件的發光裝置適用於汽車的照明，其中該照明被設置於擋風玻璃、天花板等。

[0382] 圖 16A 示出多功能終端 3500 的一個面的立體圖，圖 16B 示出多功能終端 3500 的另一個面的立體圖。在多功能終端 3500 中，外殼 3502 組裝有顯示部 3504、照相機 3506、照明 3508 等。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於照明 3508。

[0383] 將包括本發明的一個實施方式的發光裝置的照明 3508 用作面光源。因此，不同於以 LED 為代表的點光源，能夠得到指向性低的發光。例如，在將照明 3508 和照相機 3506 組合使用的情況下，可以在使照明 3508 點亮或閃爍的同時使用照相機 3506 來進行拍攝。因為照明 3508 具有面光源的功能，可以獲得仿佛在自然光下拍攝般的照片。

[0384] 注意，圖 16A 及圖 16B 所示的多功能終端 3500 與圖 14A 至圖 14C 所示的電子裝置同樣地可以具有各種各樣的功能。

[0385] 另外，可以在外殼 3502 的內部設置揚聲器、感測器(該感測器具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、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、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風等。另外，藉由在多功能終端 3500 內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷多功能終端 3500 的方向(縱或橫)而自動進行顯示部 3504 的螢幕顯示的切換。

[0386] 另外，也可以將顯示部 3504 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 3504，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部 3504 中設置發射近紅外光的背光或感測光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。注意，可以將本發明的一個實施方式的發光裝置適用於顯示部 3504。

[0387] 圖 16C 示出安全燈(security light)3600 的立體圖。燈 3600 在外殼 3602 的外側包括照明 3608，並且，外殼 3602 組裝有揚聲器 3610 等。可以將本發明的一個實施方式的發光元件用於照明 3608。

[0388] 燈 3600 例如在抓住或握住照明 3608 時可以進行發光。另外，可以在外殼 3602 的內部設置有能夠控制燈 3600 的發光方式的電子電路。作為該電子電路，例如可以為能夠實現一次或間歇性的多次發光的電路或藉由控制發光的電流值能夠調整發光的光量的電路。另外，也可以組裝在照明 3608 進行發光的同時從揚聲器 3610 發出很大的警報音的電路。

[0389] 燈 3600 因為能夠向所有方向發射光，所以可

以發射光或發出光和聲音來恐嚇歹徒等。另外，燈3600可以包括具有攝像功能的數碼靜態相機等照相機。

[0390] 圖17是將發光元件用於室內照明設備8501的例子。另外，因為發光元件可以實現大面積化，所以也可以形成大面積的照明設備。另外，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設備8502。本實施方式所示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設備。並且，室內的牆面也可以設置有大型的照明設備8503。也可以在照明設備8501、照明設備8502、照明設備8503中設置觸控感測器，啟動或關閉電源。

[0391] 另外，藉由將發光元件用於桌子的表面一側，可以提供具有桌子的功能的照明設備8504。另外，藉由將發光元件用於其他家具的一部分，可以提供具有家具的功能的照明設備。

[0392] 如上所述，藉由應用本發明的一個實施方式的發光元件，能夠得到照明設備及電子裝置。注意，不侷限於本實施方式所示的照明設備及電子裝置，可以應用於各種領域的照明設備及電子裝置。

[0393] 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實施。

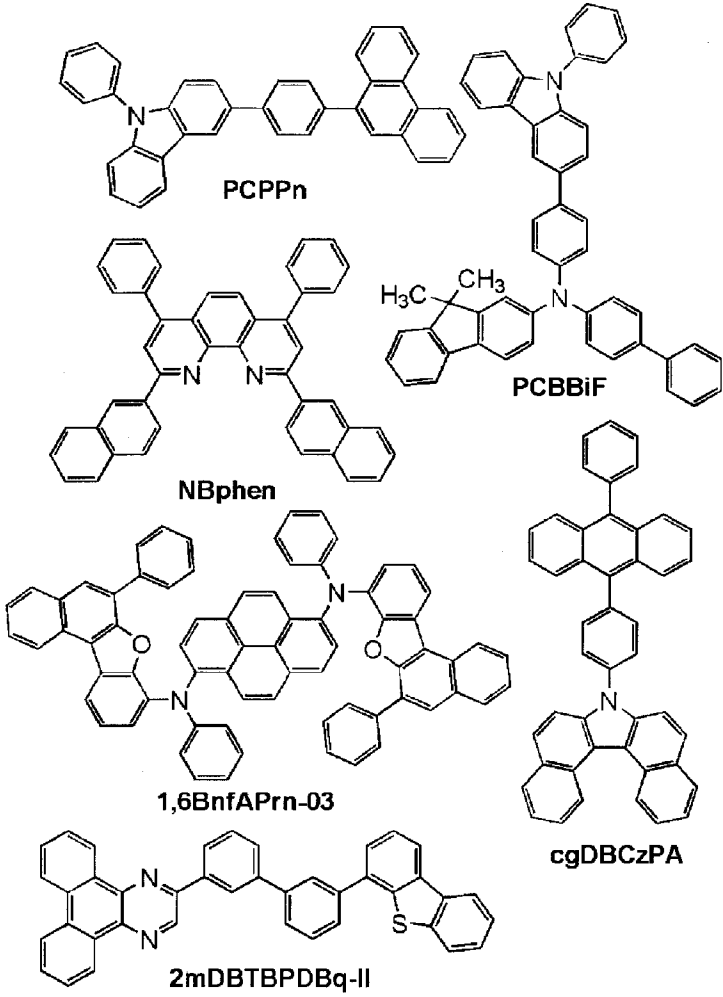
實施例1

[0394] 在本實施例中，示出本發明的一個實施方式

的發光元件(發光元件1至發光元件3)及發光裝置1的製造例子。圖18示出本實施例中製造的發光元件的剖面示意圖，表1及表2示出詳細的元件結構。在發光元件1至發光元件3中的發光層646中從陽極一側依次層疊有紅色發光層、綠色發光層及紅色發光層。注意，作為對比例子，製造對比發光元件4至對比發光元件6(其中，發光層646包括一個紅色發光層及一個綠色發光層)及對比發光裝置2。表3及表4示出詳細的元件結構。另外，以下示出本實施例中使用的材料的化學式。

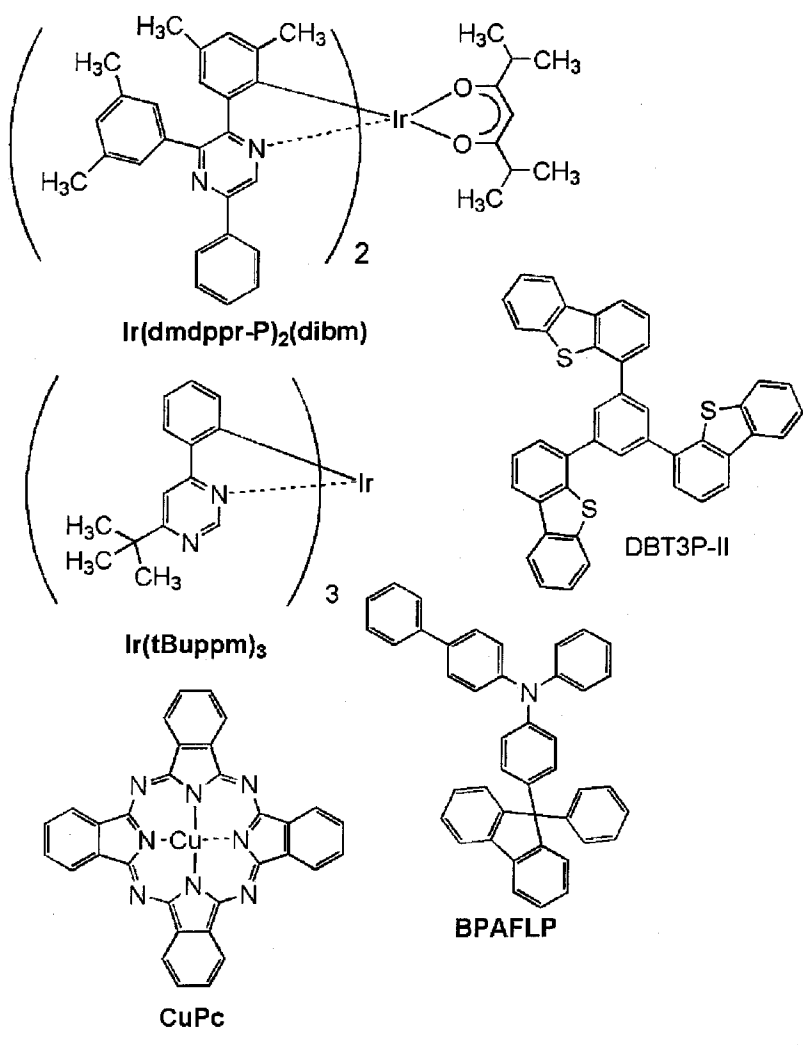
[0395]

[化1]



[0396]

[化 2]



[0397]

[表 1]

	層	元件符號	厚度 (nm)	材料	重量比
發光元件 1	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	20	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDq-II	-
	發光層	646 (3)	5	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.06
		646 (2)	30	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.06
		646 (1)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.06
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	22.5	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (2)	95	ITSO	-
		642 (1)	200	APC	-

發光元件 2	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	20	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDBq-II	-
	發光層	646 (3)	5	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.06
		646 (2)	30	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.06
		646 (1)	10	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.06
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子 注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPm-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	17.5	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (2)	45	ITSO	-
		642 (1)	200	APC	-

[0398]

[表 2]

	層	元件符號	厚度 (nm)	材料	重量比
發光元件 3	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	20	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDq-II	-
	發光層	646 (3)	5	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.0 6
		646 (2)	30	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.0 6
		646 (1)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.0 6
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPm-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	30	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (2)	95	ITSO	-
		642 (1)	200	APC	-

[0399]

[表 3]

	層	元件符號	厚度 (nm)	材料	重量比
對比 發光元件 4	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	20	NBphen	-
		638 (1)	35	2mDBTBPDBq-II	-
	發光層	646 (2)	20	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.7:0.3:0.06
		646 (1)	15	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.04
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	15	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (2)	95	ITSO	-
		642 (1)	200	APC	-
對比 發光元件 5	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	15	NBphen	-
		638 (1)	35	2mDBTBPDBq-II	-
	發光層	646 (2)	20	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.7:0.3:0.06
		646 (1)	15	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.6:0.4:0.04

	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	12.5	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (2)	45	ITSO	-
		642 (1)	200	APC	-

[0400]

[表 4]

	層	元件符號	厚度 (nm)	材料	重量比
對比 發光元件 6	電極	641 (2)	70	ITSO	
		641 (1)	25	Ag:Mg	1:0.1
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	15	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDq-II	-
	發光層	646 (2)	20	2mDBTBPDq-II : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	1:0.04
		646 (1)	20	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.0 6
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	12.5	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642 (3)	10	ITSO	-
		642 (2)	200	APC	-

[0401]

<發光元件的製造>

<<發光元件1的製造>>

在基板 650 上依次形成厚度為 200nm 的銀、鈦及銅的合金(也稱為 Ag-Pd-Cu 或者 APC)及厚度為 95nm 的 ITSO 膜，

來形成電極 642。ITSO 膜為具有透光功能的導電膜，APC 膜為具有反射光的功能及透光功能的導電膜。電極 642 的電極面積為 $4\text{mm}^2 (2\text{mm} \times 2\text{mm})$ 。

[0402] 接著，在電極 642 上作為電洞注入層 631 以厚度為 22.5nm 的方式共蒸鍍 3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-卡啞 (簡稱：PCPPn) 與氧化鉬 (MoO_3)，並使重量比 (PCPPn: MoO_3) 為 1:0.5。

[0403] 接著，在電洞注入層 631 上作為電洞傳輸層 632 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍 PCPPn。

[0404] 接著，在電洞傳輸層 632 上作為發光層 644 以厚度為 25nm 的方式共蒸鍍 7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]卡啞 (簡稱：cgDBCzPA) 及 N,N'-(萘-1,6-二基)雙[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺] (簡稱：1,6BnfAPrn-03)，並使重量比 (cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03) 為 1：0.03。1,6BnfAPrn-03 為客體材料，呈現藍色光。

[0405] 接著，在發光層 644 上作為電子傳輸層 633 以厚度分別為 10nm 、 15nm 的方式依次蒸鍍 cgDBCzPA 及 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉衍 (簡稱：NBPhen)。

[0406] 接著，在電子傳輸層 633 上作為電子注入層 634 以厚度分別為 0.1nm 、 2nm 的方式依次蒸鍍氧化鋰 (簡稱： Li_2O) 及酞青銅 (簡稱：CuPc)。

[0407] 接著，作為兼作電洞注入層的電荷產生層 635 以厚度為 10nm 的方式共蒸鍍 4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩) (簡稱：DBT3P-II) 及氧化鉬 (MoO_3)，並使重量

比(DBT3P-II： MoO_3)為1：0.5。

[0408] 接著，在電荷產生層635上作為電洞傳輸層637以厚度為15nm的方式蒸鍍4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱：BPAFLP)。

[0409] 接著，作為發光層646，以厚度為10nm的方式共蒸鍍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-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)及雙{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基- κN]苯基- κC }(2,6-二甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)}銱(III)(簡稱：Ir(dmdppr-P)₂(dibm))，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(dmdppr-P)₂(dibm))為0.6：0.4：0.06，接著，以厚度為30nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及三[2-(6-tert-丁基-4-嘧啶基- κN^3)苯基- κC]銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₃)，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(tBuppm)₃)為0.8：0.2：0.06，接著，以厚度為5nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及Ir(tBuppm)₂(acac)，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(tBuppm)₂(acac))為0.6：0.4：0.06。在此，Ir(dmdppr-P)₂(dibm)及Ir(tBuppm)₃為發光(客體)材料，Ir(dmdppr-P)₂(dibm)呈現紅色光，Ir(tBuppm)₃呈現綠色光。

[0410] 接著，在發光層646上作為電子傳輸層638以厚度分別為25nm、20nm的方式依次蒸鍍2mDBTBPDBq-II及NBPhen。另外，在電子傳輸層638上作為電子注入層

639以厚度為1nm的方式蒸鍍氟化鋰(LiF)。

[0411] 接著，在電子注入層639上作為電極641以厚度為25nm的方式共蒸鍍銀(Ag)及鎂(Mg)，並使重量比(Ag：Mg)為1：0.1。接著，形成厚度為70nm的ITSO。

[0412] 接著，在氮氛圍的手套箱內使用有機EL用密封劑將基板652固定於形成有有機材料的基板650上，由此密封發光元件1。明確而言，將密封劑塗佈於形成在基板650上的有機材料的周圍，貼合該基板650和基板652，對密封劑以 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射波長為365nm的紫外光，並且以 80°C 進行1小時的加熱處理。藉由上述步驟得到發光元件1。

[0413] 另外，作為與發光元件1重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為 $2.6\mu\text{m}$ 的紅色濾色片(CF Red)。

[0414]

《發光元件2及3的製造》

發光元件2的製造方法除了電極642、電洞注入層631及光學元件648的形成製程以外與發光元件1的製造方法相同。發光元件3的製造方法除了電洞注入層631及光學元件648的形成製程以外與發光元件1的製造方法相同。

[0415] 作為發光元件2的電極642，在基板650上依次形成厚度為200nm的APC膜及厚度為45nm的ITSO膜。

[0416] 作為發光元件2的電洞注入層631，以厚度為17.5nm的方式共蒸鍍PCPPn及 MoO_3 ，並使重量比(PCPPn： MoO_3)為1：0.5。

[0417] 另外，作為與發光元件2重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為 $1.0\mu\text{m}$ 的綠色濾色片(CF Green)。

[0418] 作為發光元件3的電洞注入層631，以厚度為30nm的方式共蒸鍍PCPPn及 MoO_3 ，並使重量比(PCPPn： MoO_3)為1：0.5。

[0419] 另外，作為與發光元件3重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為 $0.8\mu\text{m}$ 的藍色濾色片(CF Blue)。

[0420]

《對比發光元件4的製造》

對比發光元件4的製造方法除了電洞注入層631、發光層646及電子傳輸層638的形成製程以外與發光元件1的製造方法相同。

[0421] 作為對比發光元件4的電洞注入層631，以厚度為15nm的方式共蒸鍍PCPPn及 MoO_3 ，並使重量比(PCPPn： MoO_3)為1：0.5。

[0422] 作為對比發光元件4的發光層646，以厚度為15nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})$ ，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})$)為0.6：0.4：0.04，接著，以厚度為20nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$ ，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$)為0.7：0.3：0.06。

[0423] 接著，在發光層646上作為電子傳輸層638以厚度分別為35nm、20nm的方式依次蒸鍍2mDBTBPDq-II及NBPhen。

[0424] 另外，作為與對比發光元件4重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為2.6 μ m的紅色濾色片(CF Red)。

[0425]
《對比發光元件5的製造》

對比發光元件5的製造方法除了電極642、電洞注入層631及光學元件648的形成製程以外與對比發光元件4的製造方法相同。

[0426] 作為對比發光元件5的電極642，在基板650上依次形成厚度為200nm的APC膜及厚度為45nm的ITSO膜。

[0427] 作為對比發光元件5的電洞注入層631，以厚度為12.5nm的方式共蒸鍍PCPPn及MoO₃，並使重量比(PCPPn：MoO₃)為1：0.5。

[0428] 另外，作為與對比發光元件5重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為1.0 μ m的綠色濾色片(CF Green)。

[0429]
《對比發光元件6的製造》

對比發光元件6的製造方法除了電極642、電洞注入層631、發光層646、電子傳輸層638及光學元件648的形成製程以外與發光元件1的製造方法相同。

[0430] 作為對比發光元件6的電極642，在基板650上依次形成厚度為200nm的APC膜及厚度為10nm的ITSO膜。

[0431] 作為對比發光元件6的電洞注入層631，以厚度為12.5nm的方式共蒸鍍PCPPn及 MoO_3 ，並使重量比(PCPPn： MoO_3)為1：0.5。

[0432] 作為對比發光元件6的發光層646，以厚度為20nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$ ，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$)為0.8：0.2：0.06，接著，以厚度為20nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II及 $\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})$ ，並使重量比(2mDBTBPDBq-II： $\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})$)為1：0.04。

[0433] 接著，在發光層646上作為電子傳輸層638以厚度分別為25nm、15nm的方式依次蒸鍍2mDBTBPDBq-II及NBPhen。

[0434] 另外，作為與對比發光元件6重疊的光學元件648，在基板654上形成厚度為 $0.8\mu\text{m}$ 的藍色濾色片(CF Blue)。

[0435]

<發光元件1至發光元件3的特性>

圖19示出所製造的發光元件1至發光元件3的電流效率-亮度特性。另外，圖20示出電流密度-電壓特性。另外，圖21示出外部量子效率-亮度特性。各發光元件的測定在室溫(保持為 23°C 的氛圍)下進行。

[0436] 圖22示出發光元件1至發光元件3的 1000cd/m^2

附近的發射光譜(EL光譜)。在圖22中，縱軸表示以各發射光譜的最大值正規化的發光強度(EL強度)。

[0437] 另外，表5示出1000cd/m²附近的發光元件1至發光元件3的元件特性。

[0438]

[表5]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE 色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)
發光元件 1	6.6	6.86	(0.700, 0.296)	1045	15
發光元件 2	5.9	1.69	(0.195, 0.775)	995	58
發光元件 3	8.1	36.6	(0.161, 0.038)	987	2.7

[0439] 如圖22所示，發光元件1、發光元件2及發光元件3的發射光譜峰的波長分別為631nm、529nm及457nm，分別呈現紅色光、綠色光及藍色光。另外，發光元件1、發光元件2及發光元件3的發射光譜的半峰全寬分別為31nm、25nm及15nm，呈現色純度高的發光。

[0440] 發光元件1至發光元件3中的發光層646包括發光層646(1)至發光層646(3)的三層，發光層646(2)的發光波長長於發光層646(1)及發光層646(3)的發光波長。另外，發光元件1至發光元件3具有微腔結構。因此，可以獲得色純度高且發光效率高的發光元件。因此，這些發光元件的結構適用於發光裝置。

[0441]

<對比發光元件4至對比發光元件6的特性>

圖23示出所製造的對比發光元件4至對比發光元件6的電流效率-亮度特性。另外，圖24示出電流密度-電壓特性。另外，圖25示出外部量子效率-亮度特性。各發光元件的測定在室溫(保持為23℃的氛圍)下進行。

[0442] 圖26示出對比發光元件4至對比發光元件6的1000cd/m²附近的發射光譜(EL光譜)。在圖26中，縱軸表示以各發射光譜的最大值正規化的發光強度(EL強度)。

[0443] 另外，表6示出1000cd/m²附近的對比發光元件4至對比發光元件6的元件特性。

[0444]

[表6]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE 色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)
對比發光元件 4	6.5	4.96	(0.686, 0.313)	709.7	14
對比發光元件 5	6.1	3.12	(0.178, 0.790)	1604	51
對比發光元件 6	8.9	44.9	(0.142, 0.044)	1001	2.2

[0445] 如圖26所示，對比發光元件4至對比發光元件6的發射光譜峰的波長分別為623nm、527nm及460nm，分別呈現紅色光、綠色光及藍色光。另外，對比發光元件4至對比發光元件6的發射光譜的半峰全寬分別為27nm、

21nm及18nm，呈現色純度高的發光。

[0446]

<發光裝置的功耗的評估>

接著，評估使用上述發光元件的包括RGB三個顏色的子像素的發光裝置的功耗。

[0447] 發光裝置1包括發光元件1、發光元件2及發光元件3，對比發光裝置2包括對比發光元件4、對比發光元件5及對比發光元件6。表7示出發光裝置的結構。

[0448]

[表 7]

	子像素 1 (R)	子像素 2 (G)	子像素 3 (B)
發光裝置 1	發光元件 1	發光元件 2	發光元件 3
對比發光裝置 2	對比發光元件 4	對比發光元件 5	對比發光元件 6

[0449] 在本實施例中，假設發光裝置的顯示區域的縱橫比為16：9，對角尺寸為4.3英寸，面積為50.97cm²，開口率為35%，評估該發光裝置的功耗。表8示出以300cd/m²在具有上述規格的發光裝置的顯示區域整體中顯示色溫度為6500K的白色(色度(x,y)為(0.313，0.329))時的發光元件及發光裝置的特性。

[0450]

[表 8]

		電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE 色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	功耗 (mW)
發光裝置 1	發光元件 1	6.3	4.0	(0.699, 0.298)	612	15.3	149
	發光元件 2	6.2	3.2	(0.194, 0.776)	1823	57.8	116
	發光元件 3	6.4	5.0	(0.162, 0.040)	137	2.8	189
對比 發光裝置 2	對比 發光元件 4	6.5	5.1	(0.685, 0.313)	727	14.3	197
	對比 發光元件 5	6.1	3.3	(0.178, 0.790)	1692	51.4	120
	對比 發光元件 6	7.1	6.9	(0.142, 0.046)	153	2.2	292

[0451] 如表 8 所示，在上述規格的發光裝置 1 中，當發光元件 1 的亮度為 612cd/m²，發光元件 2 的亮度為 1923cd/m²，發光元件 3 的亮度為 137cd/m²時，可以以 300cd/m²在顯示區域整體中顯示色溫度為 6500K 的白色(色度(x,y)為(0.313，0.329))，此時的發光裝置 1 的功耗可評估為 454mW。

[0452] 另外，如表 8 所示，在上述規格的對比發光裝置 2 中，當對比發光元件 4 的亮度為 727cd/m²，對比發光元件 5 的亮度為 1692cd/m²，對比發光元件 6 的亮度為 153cd/m²時，可以以 300cd/m²在顯示區域整體中顯示色溫度為 6500K 的白色(色度(x,y)為(0.313，0.329))，此時的對

比發光裝置2的功耗可評估為609mW。

[0453] 由此可知連接從對比發光裝置2獲得的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積為連接BT.2020規格的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積的89%，其顏色再現性高。同樣地，可知連接從發光裝置1獲得的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積為連接BT.2020規格的RGB各顏色的CIE1931色度座標而形成的三角形的面積的96%，發光裝置1的顏色再現性比對比發光裝置2高。

[0454] 如上所述，與對比發光裝置2相比，發光裝置1的顏色再現性高，功耗低。這是因為：在包括發光層646(1)至發光層646(3)的三層且發光層646(2)的發光波長短於發光層646(1)及發光層646(3)的發光波長的發光層646具有微腔結構的情況下，可以更有效地進行紅色(R)和綠色(G)的各顏色的光學設計。

[0455]

<可靠性測試結果>

對用於發光裝置1及對比發光裝置2的發光元件1至發光元件3及對比發光元件4及對比發光元件5進行恆流驅動測試。作為各元件的恆流密度使用表8所示的值。換言之，使用在各發光裝置中以300cd/m²在顯示區域整體顯示色溫度為6500K的白色(色度(x,y)為(0.313, 0.329))時的各發光元件的電流密度的值。圖27及圖28示出其結果。從圖27及圖28可知，與對比發光元件4相比，發光元件1的元件

壽命長。另外，雖然發光元件1和發光元件2的亮度劣化曲線大致相同，但是對比發光元件4和對比發光元件5的亮度劣化曲線不同，對比發光元件4的劣化速度比對比發光元件5快。再者，發光元件1至發光元件3的亮度劣化曲線也大致相同。因此，藉由使用本發明的一個實施方式的發光元件，可以提供驅動時的色度變化極少的可靠性高的發光裝置。

[0456] 如上所述，藉由使用具有包含第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構且從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光具有相同的顏色，從第一發光層發射的光及從第三發光層發射的光的波長長於從第二發光層發射的光的波長的發光元件，可以提供顏色再現性高、功耗低且可靠性高的發光裝置。

實施例2

[0457] 在本實施例中，示出使用本發明的一個實施方式的發光元件製造的13.3英寸AMOLED顯示器。該13.3英寸AMOLED顯示器所包括的發光層具有與實施例1所示的發光元件1的發光層同樣的結構。

[0458] 在該13.3英寸AMOLED顯示器的驅動電路部中使用包含氧化物半導體的FET。另外，為了實現120Hz及12bit的顯示器，寄生電容較小的背板是有利的，所以採用寄生電容較小的頂閘極自對準(Top Gate Self-Align, TGSA)結構。

[0459] 圖 29 示出所製造的 13.3 英寸 AMOLED 顯示器所顯示的影像。表 9 示出該顯示器的主要規格及特性。

[0460]

[表 9]

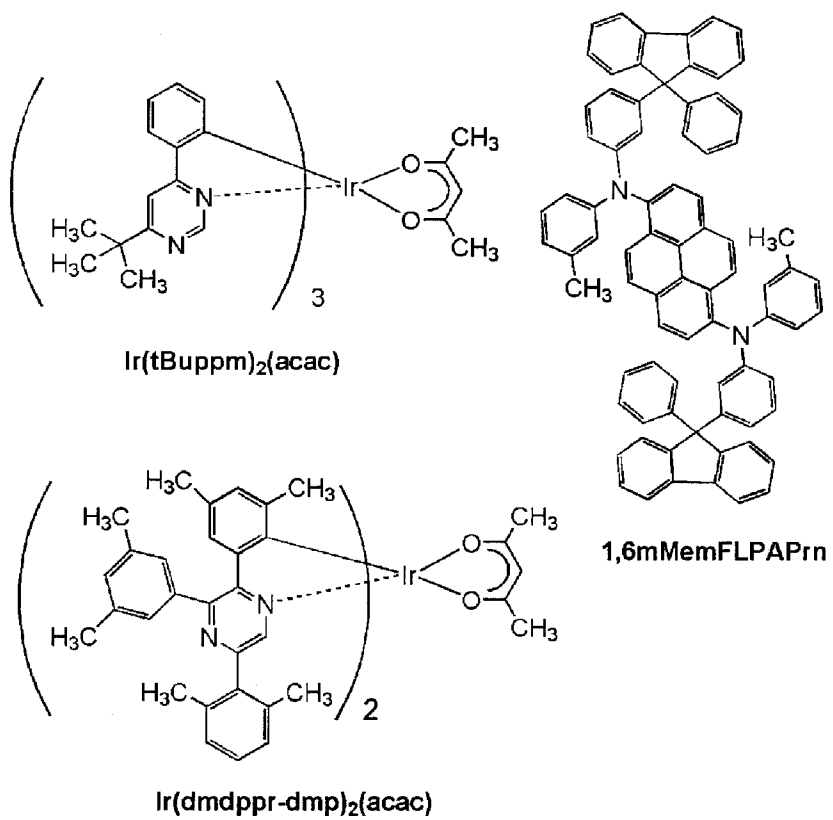
對角尺寸	13.3 英寸
驅動方式	主動矩陣
解析度	7680 × RGB × 4320 (8K4K)
像素尺寸	12.75 μm × 38.25 μm
像素密度	664 ppi
開口率	30.10%
圖框頻率	120 Hz
灰階級	12 bit
像素排列方式	RGB 條紋狀
源極驅動器	COG
發射類型	頂面發射型

實施例 3

[0461] 在本實施例中，對本發明的其他實施方式的發光元件 7 及發光元件 8 的製造例子。圖 30 示出本實施例中製造的發光元件的剖面示意圖，表 10 示出詳細的元件結構。另外，以下示出本實施例中使用的材料的化學式及簡稱。關於其他的化合物的結構及簡稱，可以參照上述實施例。

[0462]

[化3]



[0463]

[表 10]

	層	元件符號	厚度 (nm)	材料	重量比
發光元件 7	電極	641	120	Al	-
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	15	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDq-II	-
	發光層	646 (3)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.06
		646 (2)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-P) ₂ (dibm)	0.8:0.2:0.04
		646 (1)	20	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₃	0.8:0.2:0.06
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	10	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642	70	ITSO	-

發光元件 8	電極	641	120	Al	-
	電子注入層	639	1	LiF	-
	電子傳輸層	638 (2)	15	NBphen	-
		638 (1)	25	2mDBTBPDq-II	-
	發光層	646 (3)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
		646 (2)	10	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (dmdppr-dmp) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
		646 (1)	20	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir (tBuppm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	電洞傳輸層	637	15	BPAFLP	-
	中間層	635	10	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	634 (2)	2	CuPc	-
		634 (1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子傳輸層	633 (2)	15	NBPhen	-
		633 (1)	10	cgDBCzPA	-
	發光層	644	25	cgDBCzPA : 1,6mMemFLPAPrn	1:0.03
	電洞傳輸層	632	10	PCPPn	-
	電洞注入層	631	40	PCPPn : MoO ₃	1:0.5
	電極	642	70	ITSO	-

[0464]

<發光元件的製造>

<<發光元件7的製造>>

在基板650上形成厚度為70nm的ITSO膜，來形成電極

642。電極642的電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

[0465] 接著，在電極642上作為電洞注入層631以厚度為 10nm 的方式共蒸鍍PCPPn與氧化鉬(MoO_3)，並使重量比(PCPPn: MoO_3)為1:0.5。

[0466] 接著，在電洞注入層631上作為電洞傳輸層632以厚度為 10nm 的方式蒸鍍PCPPn。

[0467] 接著，在電洞傳輸層632上作為發光層644以厚度為 25nm 的方式共蒸鍍cgDBCzPA及1,6BnfAPrn-03(稀薄甲苯溶液中的發光峰值波長為 450nm)，並使重量比(cgDBCzPA:1,6BnfAPrn-03)為1:0.03。1,6BnfAPrn-03為客體材料，呈現藍色光。

[0468] 接著，在發光層644上作為電子傳輸層633以厚度分別為 10nm 、 15nm 的方式依次蒸鍍cgDBCzPA及NBPhen。

[0469] 接著，在電子傳輸層633上作為電子注入層634以厚度分別為 0.1nm 、 2nm 的方式依次蒸鍍氧化鋰(簡稱： Li_2O)及酞青銅(簡稱： CuPc)。

[0470] 接著，作為兼作電洞注入層的電荷產生層635以厚度為 10nm 的方式共蒸鍍DBT3P-II及氧化鉬(MoO_3)，並使重量比(DBT3P-II: MoO_3)為1:0.5。

[0471] 接著，在電荷產生層635上作為電洞傳輸層637以厚度為 15nm 的方式蒸鍍BPAFLP。

[0472] 接著，作為發光層646，以厚度為 20nm 的方式共蒸鍍2mDBTBPDq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3(0.1\text{mM}$ 二

氯甲烷溶液中的發光峰值波長為540nm)，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(tBuppm)₃)為0.8：0.2：0.06，接著，以厚度為10nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及Ir(dmdppr-P)₂(dibm)(0.1mM二氯甲烷溶液中的發光峰值波長為640nm)，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(dmdppr-P)₂(dibm))為0.8：0.2：0.04，接著，以厚度為10nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、PCBBiF及Ir(tBuppm)₃，並使重量比(2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：Ir(tBuppm)₃)為0.8：0.2：0.06。

[0473] 接著，在發光層646上作為電子傳輸層638以厚度分別為25nm、15nm的方式依次蒸鍍2mDBTBPDBq-II及NBPhen。另外，在電子傳輸層638上作為電子注入層639以厚度為1nm的方式蒸鍍氟化鋰(LiF)。

[0474] 接著，在電子注入層639上作為電極641以厚度為120nm的方式蒸鍍鋁(Al)。

[0475] 接著，在氮氛圍的手套箱內使用有機EL用密封劑將基板652固定於形成有有機材料的基板650上，由此密封發光元件7。明確而言，將密封劑塗佈於形成在基板650上的有機材料的周圍，貼合該基板650和基板652，對密封劑以6J/cm²照射波長為365nm的紫外光，並且以80℃進行1小時的加熱處理。藉由上述步驟得到發光元件7。

[0476]

《發光元件8的製造》

發光元件8的製造方法除了電洞注入層631、發光層

644及發光層646的形成製程以外與發光元件7的製造方法相同。

[0477] 作為發光元件8的電洞注入層631，在電極642上以厚度為40nm的方式共蒸鍍PCPPn及氧化鉬(MoO_3)，並使重量比(PCPPn： MoO_3)為1：0.5。

[0478] 在電洞傳輸層632上作為發光層644以厚度為25nm的方式共蒸鍍cgDBCzPA、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)(稀薄甲苯溶液中的發光峰值波長為461nm)，並使重量比(cgDBCzPA：1,6mMemFLPAPrn)為1：0.03。

[0479] 作為發光層646以厚度為20nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$ (0.1mM二氯甲烷溶液中的發光峰值波長為546nm)，並使重量比(2mDBTBPDq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$)為0.8：0.2：0.06，接著，以厚度為10nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDq-II、PCBBiF及雙{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- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})$)(0.1mM二氯甲烷溶液中的發光峰值波長為610nm)，並使重量比(2mDBTBPDq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})$)為0.8：0.2：0.06，接著，以厚度為10nm的方式共蒸鍍2mDBTBPDq-II、PCBBiF及 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$ ，並使重量比(2mDBTBPDq-II：PCBBiF： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$)為0.8：

0.2：0.06。

[0480]

<發光元件7、發光元件8的特性>

圖31示出所製造的發光元件7及發光元件8的發射光譜(EL光譜)。在圖31中，縱軸表示以各發射光譜的最大值正規化的發光強度(EL強度)。測定在室溫下進行。

[0481] 如圖31所示，在發光元件7及發光元件8的發射光譜中觀察到紅色、綠色及藍色各顏色的區域中的發光峰值，發光元件7及發光元件8呈現三個顏色混合而成的白色光。另外，當在發光元件7與發光元件8之間對各顏色的光譜峰值的位置進行比較時，可知在發光元件7的藍色及綠色的峰值位於更短波長一側，紅色的峰值位於更長波長一側。該差異來源於發光材料的峰值波長的差異。

【符號說明】

[0482]

50:黏合層

51:黏合層

52:黏合層

100:EL層

101:電極

101a:導電層

101b:導電層

101c:導電層

102:電極

103:電極

103a:導電層

103b:導電層

104:電極

104a:導電層

104b:導電層

106:發光單元

110:發光單元

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

113:電子傳輸層

114:電子注入層

115:電荷產生層

116:電洞注入層

117:電洞傳輸層

118:電子傳輸層

119:電子注入層

120:發光層

120a:發光層

120b:發光層

120c:發光層

121:主體材料

121_1:有機化合物

121_2:有機化合物

122:發光材料

123B:發光層

123G:發光層

123R:發光層

140:發光層

140a:發光層

140b:發光層

140c:發光層

141a:主體材料

141a_1:電子傳輸材料

141a_2:電洞傳輸材料

141b:主體材料

141b_1:電子傳輸材料

141b_2:電洞傳輸材料

141c:主體材料

141c_1:電子傳輸材料

141c_2:電洞傳輸材料

142:發光材料

142a:發光材料

142b:發光材料

142c:發光材料

145:隔壁

146:發光區域

150:發光元件

170:發光層

190:發光層

200:基板

201:樹脂層

202:樹脂層

205:電晶體

206:電晶體

207:連接部

213:發光層

220:基板

221B:區域

221G:區域

221R:區域

222B:區域

222G:區域

222R:區域

223:遮光層

224B:光學元件

224G:光學元件

224R:光學元件

250:發光元件

260a:發光元件

260b:發光元件

262a:發光元件

262b:發光元件

300:發光裝置

311:電極

311a:導電層

311b:電極

312:液晶

340:液晶元件

351:基板

360:發光元件

360b:發光元件

360g:發光元件

360r:發光元件

360w:發光元件

361:基板

362:顯示部

364:電路部

365:佈線

366:電路部

367:佈線

372:FPC

373:IC

374:FPC

375:IC

400:發光裝置
401:電晶體
402:電晶體
403:電晶體
405:電容器
406:連接部
407:佈線
410:像素
411:絕緣層
412:絕緣層
413:絕緣層
414:絕緣層
415:絕緣層
416:間隔物
417:黏合層
419:連接層
421:電極
422:EL層
423:電極
424:光學調整層
425:彩色層
426:遮光層
451:開口
476:絕緣層

478:絕緣層
501:電晶體
503:電晶體
505:電容器
506:連接部
511:絕緣層
512:絕緣層
513:絕緣層
514:絕緣層
517:黏合層
519:連接層
529:液晶元件
543:連接器
562:電極
563:液晶
564a:配向膜
564b:配向膜
576:絕緣層
578:絕緣層
599:偏光板
601:源極側驅動電路
602:像素部
603:閘極側驅動電路
604:密封基板

605:密封劑
607:空間
608:佈線
610:元件基板
611:開關用 TFT
612:電流控制用 TFT
613:電極
614:絕緣物
616:EL層
617:電極
618:發光元件
623:n通道 TFT
624:p通道 TFT
631:電洞注入層
632:電洞傳輸層
633:電子傳輸層
634:電子注入層
635:電荷產生層
637:電洞傳輸層
638:電子傳輸層
639:電子注入層
641:電極
642:電極
644:發光層

646:發光層
648:光學元件
650:基板
652:基板
654:基板
700:顯示面板
701:樹脂層
702:樹脂層
800:顯示面板
900:可攜式資訊終端
901:外殼
902:外殼
903:顯示部
905:鉸鏈部
910:可攜式資訊終端
911:外殼
912:顯示部
913:操作按鈕
914:外部連接埠
915:揚聲器
916:麥克風
917:照相機
920:照相機
921:外殼

922:顯示部

923:操作按鈕

924:快門按鈕

926:鏡頭

1001:基板

1002:基底絕緣膜

1003:閘極絕緣膜

1006:閘極電極

1007:閘極電極

1008:閘極電極

1020:層間絕緣膜

1021:層間絕緣膜

1022:電極

1024B:電極

1024G:電極

1024R:電極

1024W:電極

1025B:下部電極

1025G:下部電極

1025R:下部電極

1025W:下部電極

1026:分隔壁

1028:EL層

1029:電極

1031:密封基板
1032:密封劑
1033:基材
1034B:彩色層
1034G:彩色層
1034R:彩色層
1035:黑色層
1036:保護層
1037:層間絕緣膜
1040:像素部
1041:驅動電路部
1042:周邊部
1931:CIE
3500:多功能終端
3502:外殼
3504:顯示部
3506:照相機
3508:照明
3600:燈
3602:外殼
3608:照明
3610:揚聲器
8501:照明設備
8502:照明設備

8503:照明設備

8504:照明設備

9000:外殼

9001:顯示部

9003:揚聲器

9005:操作鍵

9006:連接端子

9007:感測器

9008:麥克風

9055:鉸鏈

9200:可攜式資訊終端

9201:可攜式資訊終端

9202:可攜式資訊終端

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種發光元件，包括：

陽極與陰極之間的EL層，

其中，該EL層具有從該陽極一側依次層疊有第一發光層、第二發光層和第三發光層的結構，

從該第一發光層發射的光的峰值波長和從該第三發光層發射的光的峰值波長的每一個長於從該第二發光層發射的光的峰值波長，

從該第二發光層發射的該光的該峰值波長是480nm以上和550nm以下，

並且，該第二發光層包括形成激態錯合物的物質。

【請求項2】一種發光元件，包括：

陽極與陰極之間的第一發光單元和第二發光單元，

其中，該第一發光單元和該第二發光單元以在該第一發光單元和該第二發光單元之間夾著中間層的方式層疊，

該第二發光單元包括EL層，

該EL層具有依次層疊有第一發光層、第二發光層和第三發光層的結構，

從該第一發光層發射的光和從該第三發光層發射的光的每一個的峰值波長長於從該第二發光層發射的光的峰值波長，

從該第二發光層發射的該光的該峰值波長是480nm以上和550nm以下，

並且，該第二發光層包括形成激態錯合物的物質。

【請求項3】根據請求項1或2之發光元件，
其中，從該第一發光層發射的該光的該峰值波長是
600nm以上和740nm以下。

【請求項4】根據請求項1或2之發光元件，
其中，從該第三發光層發射的該光的該峰值波長是
550nm以上和600nm以下。

【請求項5】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該第一發光層、該第二發光層和該第三發光層
的每一個包含磷光材料。

【請求項6】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該EL層包括電洞傳輸層，
並且，該電洞傳輸層包括具有蒽基骨架的芳香胺化合物。

【請求項7】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該EL層包括電子傳輸層，
並且，該電子傳輸層包括苯并咪唑衍生物。

【請求項8】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該第二發光層接觸該第一發光層和該第三發光
層。

【請求項9】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該第一發光層包括形成激態錯合物的物質。

【請求項10】根據請求項1或2之發光元件，
其中，該第三發光層包括形成激態錯合物的物質。

【請求項11】根據請求項2之發光元件，

其中，從該第一發光單元發射的是藍光。

【請求項12】一種發光裝置，包括：

陽極與陰極之間的EL層，

其中，該EL層包括第一發光層、第二發光層和第三發光層，

該第一發光層位於該陽極和該第二發光層之間，

該第三發光層位於該第二發光層和該陰極之間，

該第一發光層包括第一發光材料，

該第二發光層包括第二發光材料，

該第三發光層包括第三發光材料，

該第一發光材料和該第三發光材料的每一個的發射光譜的峰值波長長於該第二發光材料的發射光譜的峰值波長，

該第二發光材料的該發射光譜具有480nm以上和550nm以下的峰值波長，

並且，該第二發光層包括形成激態錯合物的物質。

【發明圖式】

圖 1A

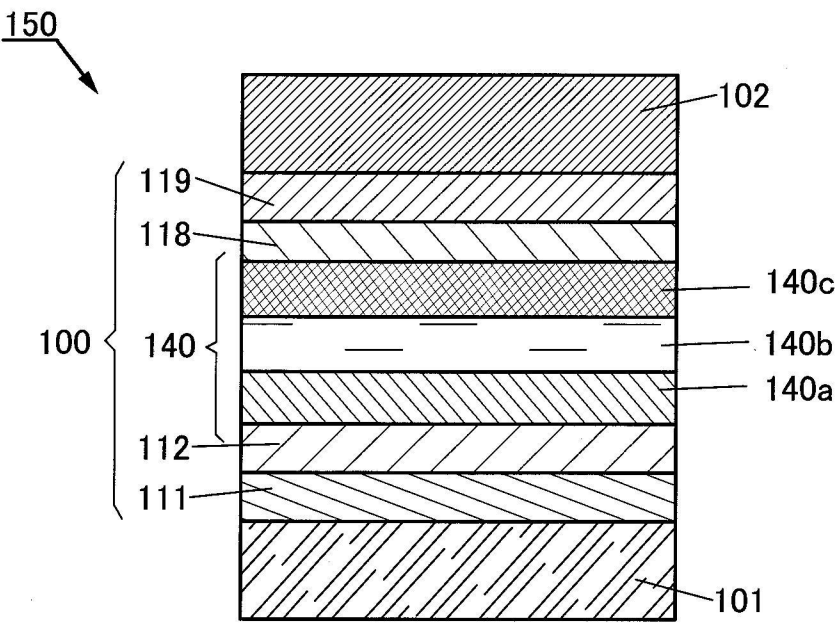


圖 1B

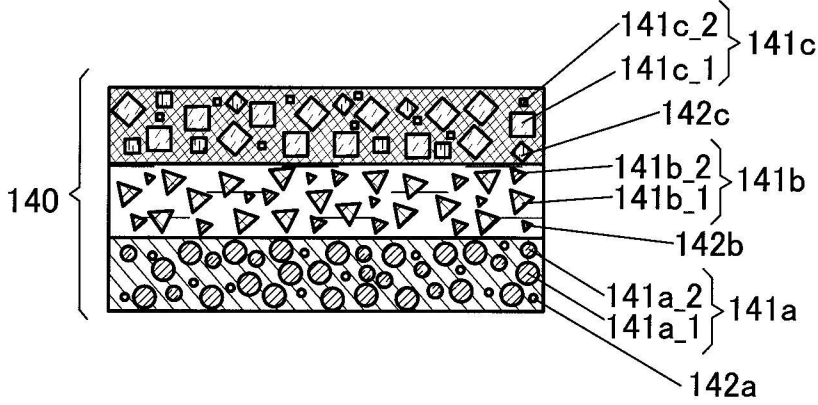


圖 1C

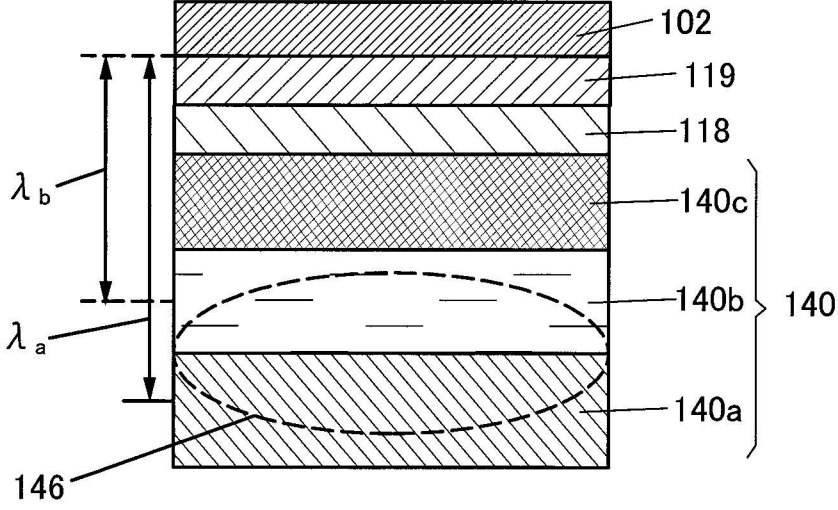


圖 2A

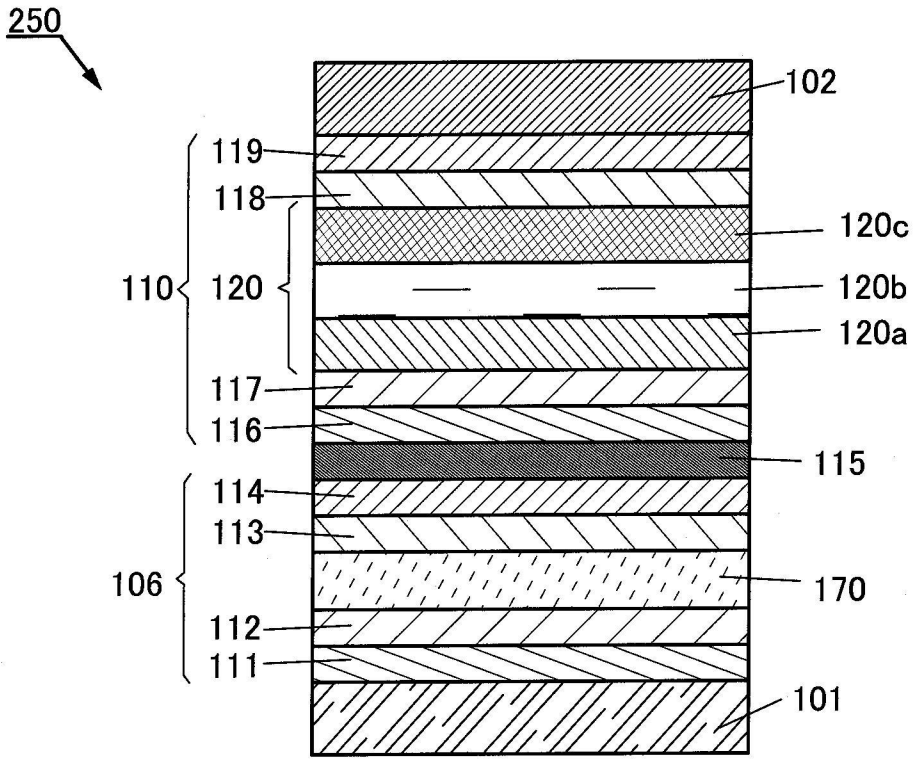


圖 2B

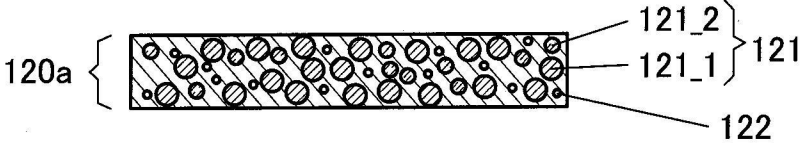


圖 2C

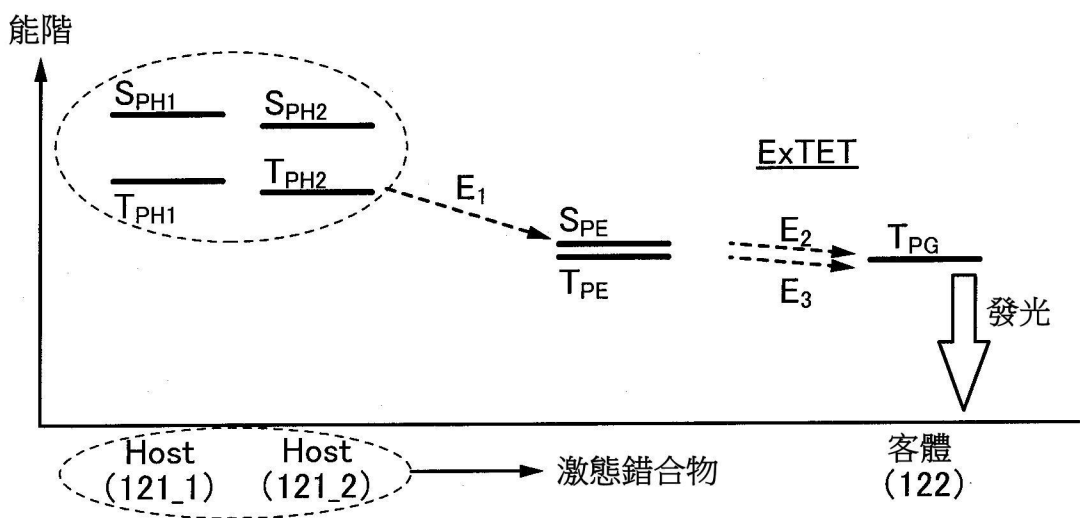


圖 3A

260a

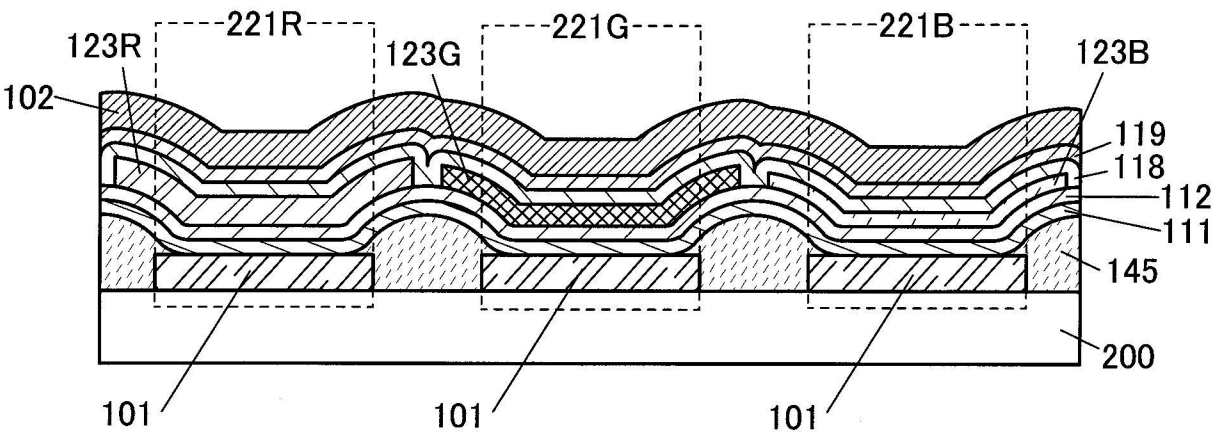


圖 3B

260b

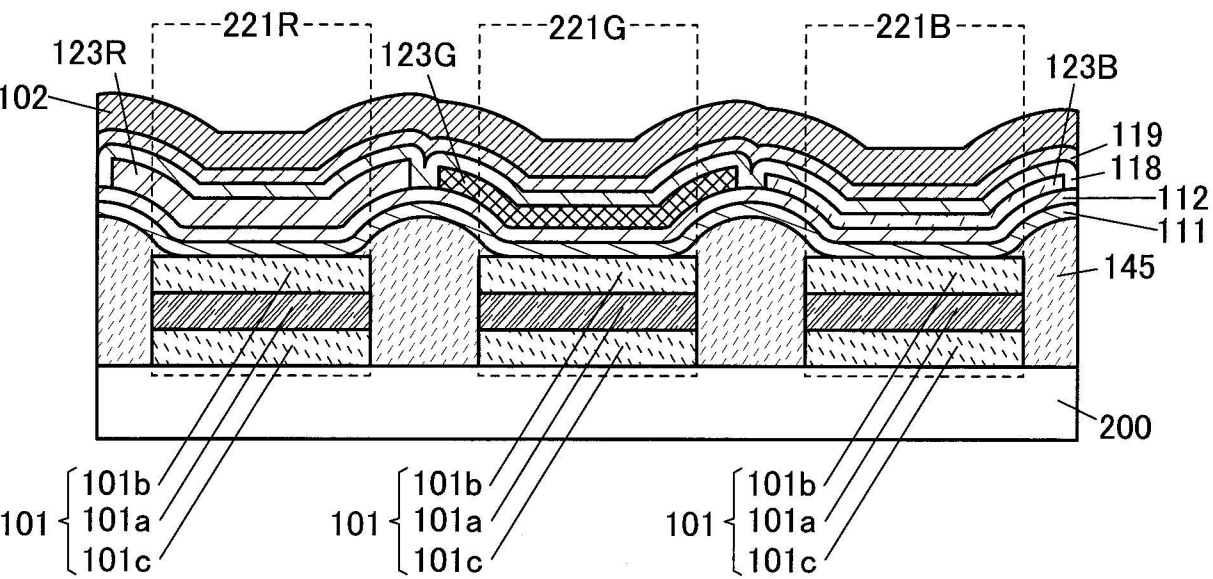


圖 4A

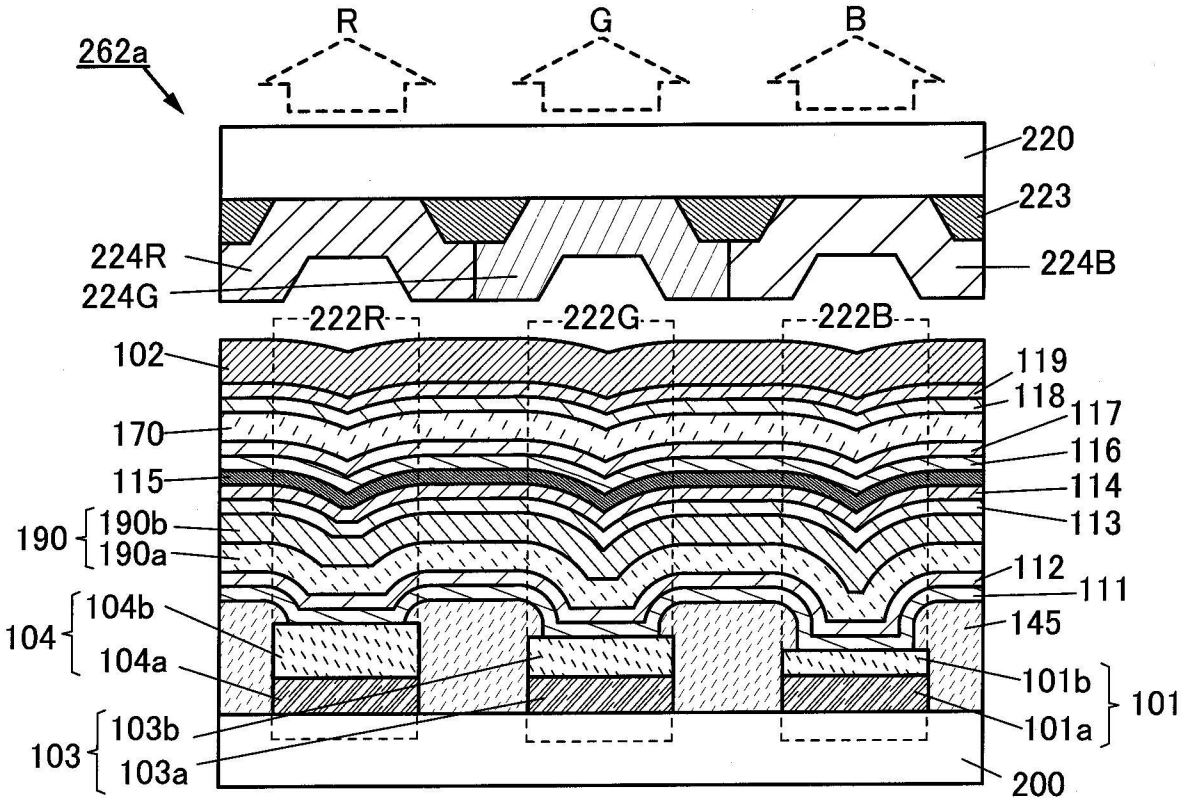


圖 4B

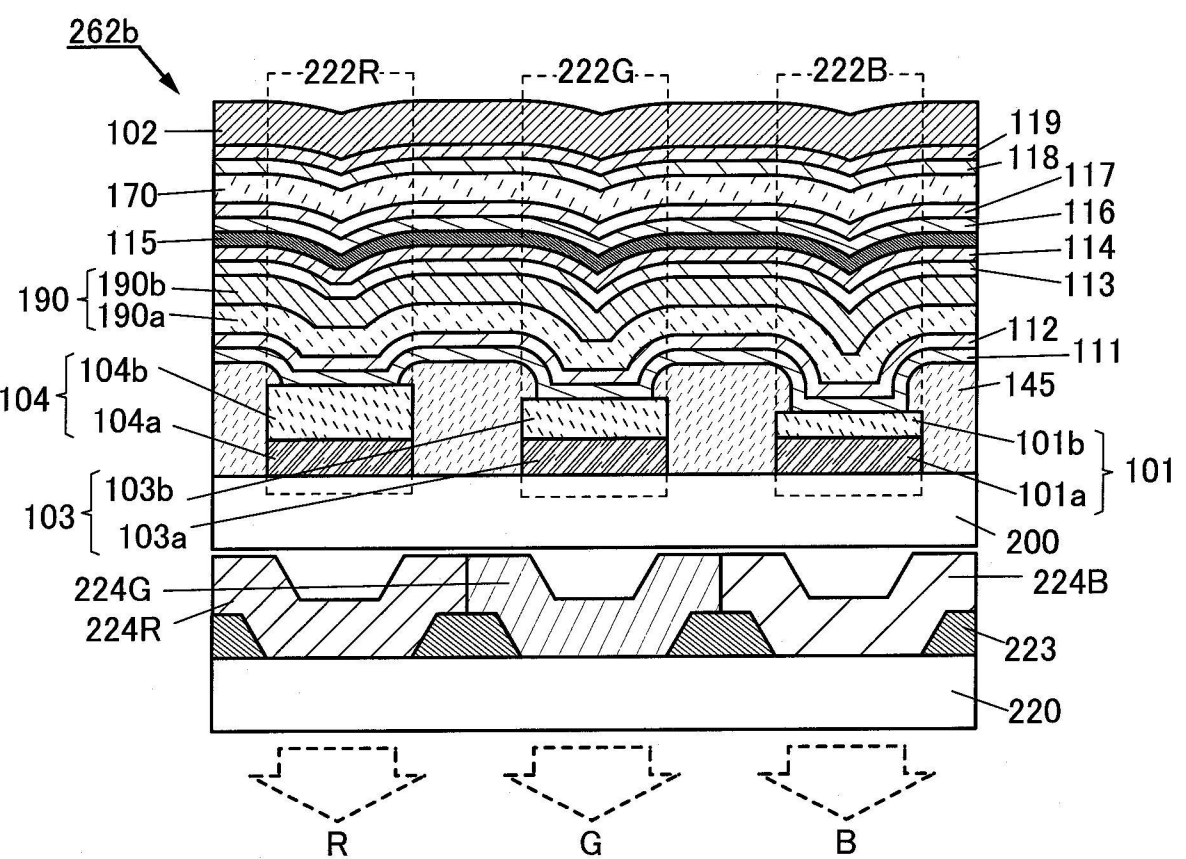


圖 5A

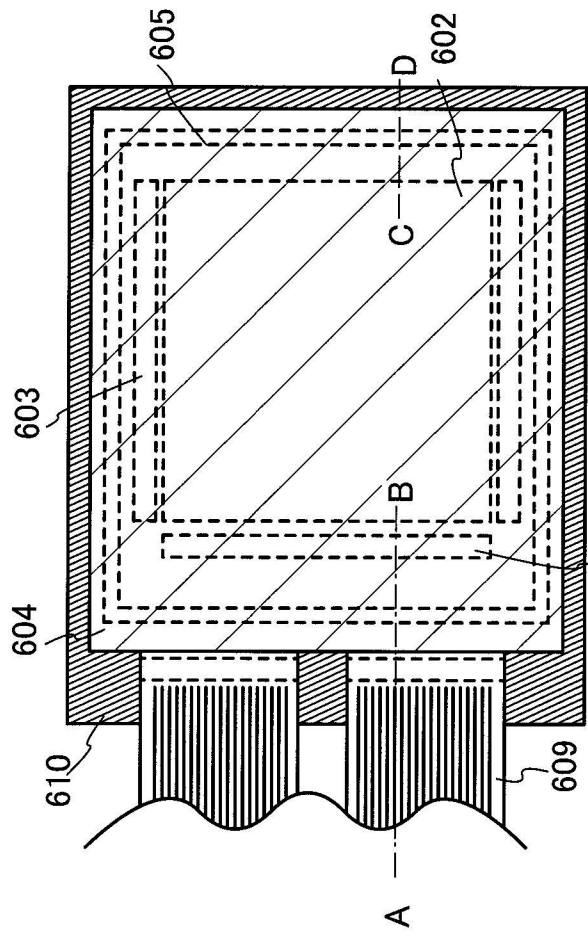


圖 5B

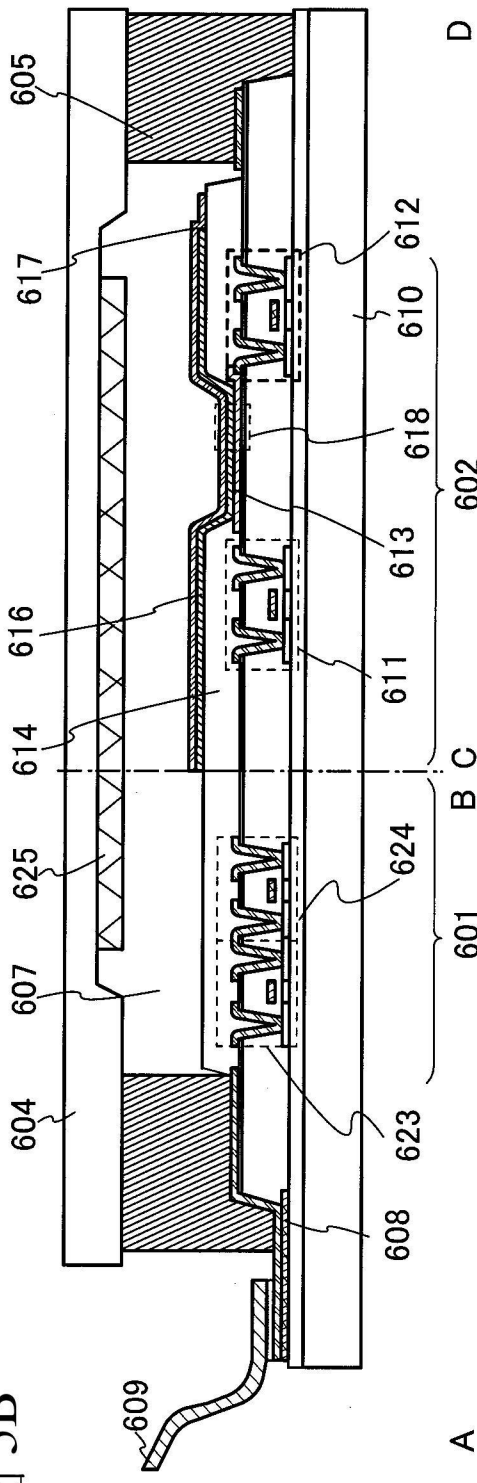


圖 6A

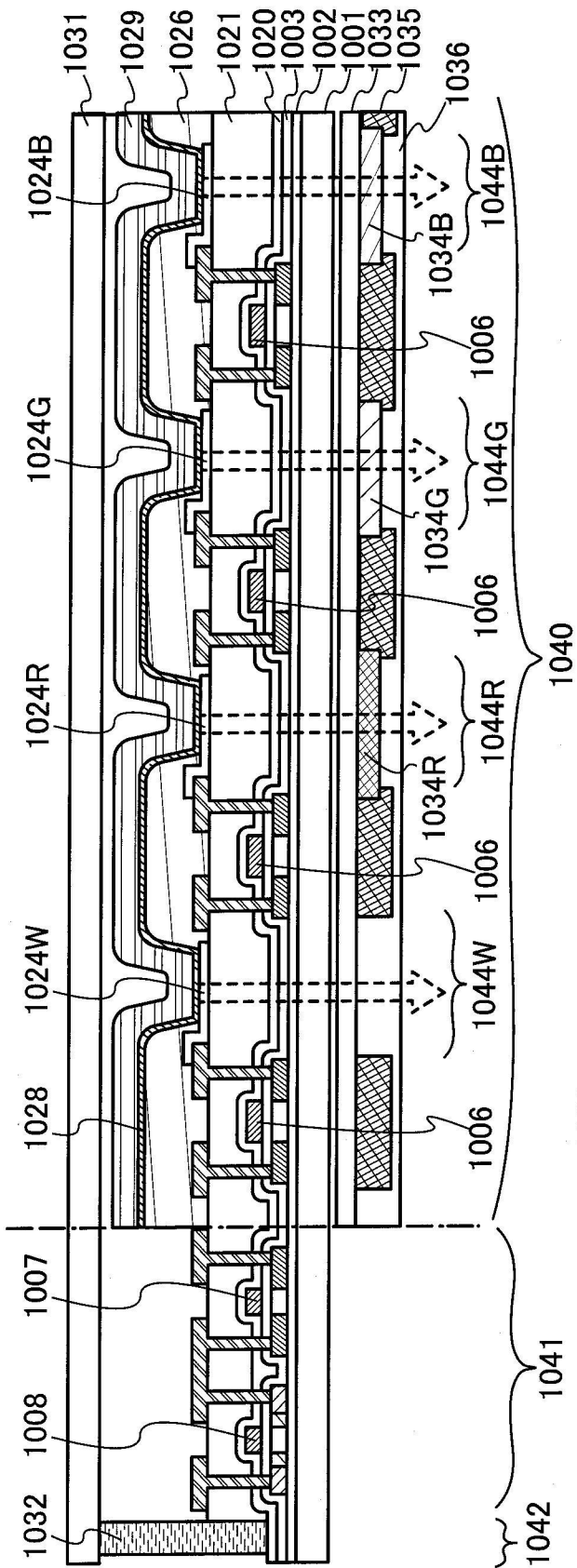


圖 6B

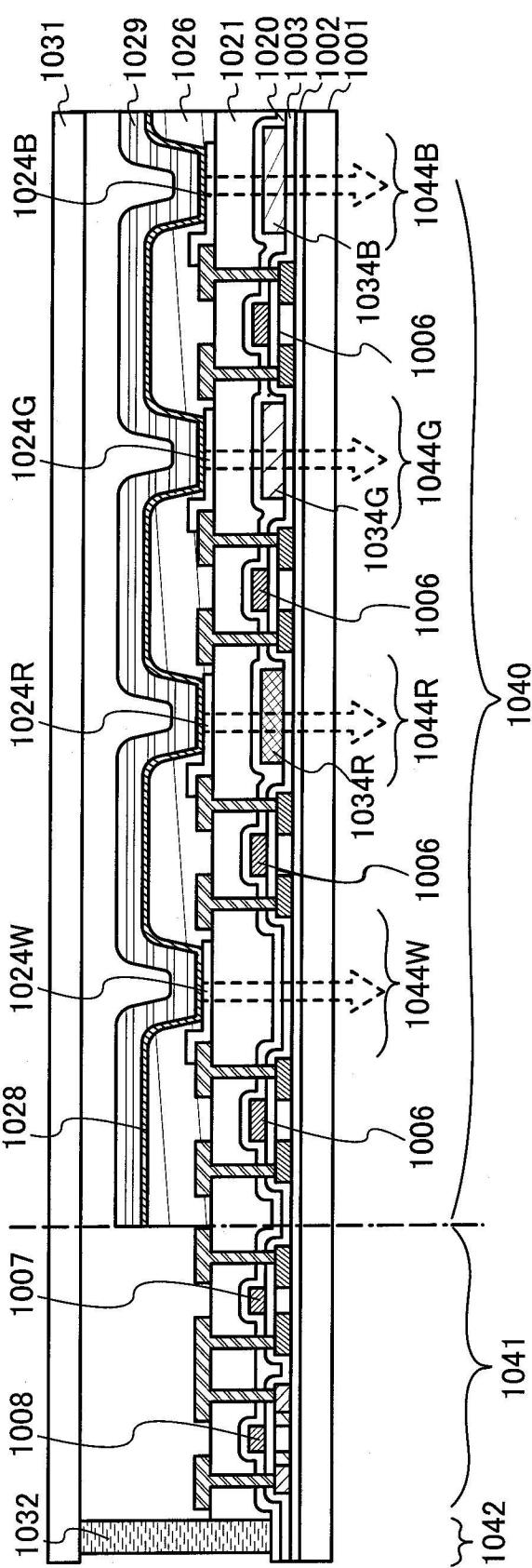


圖 7

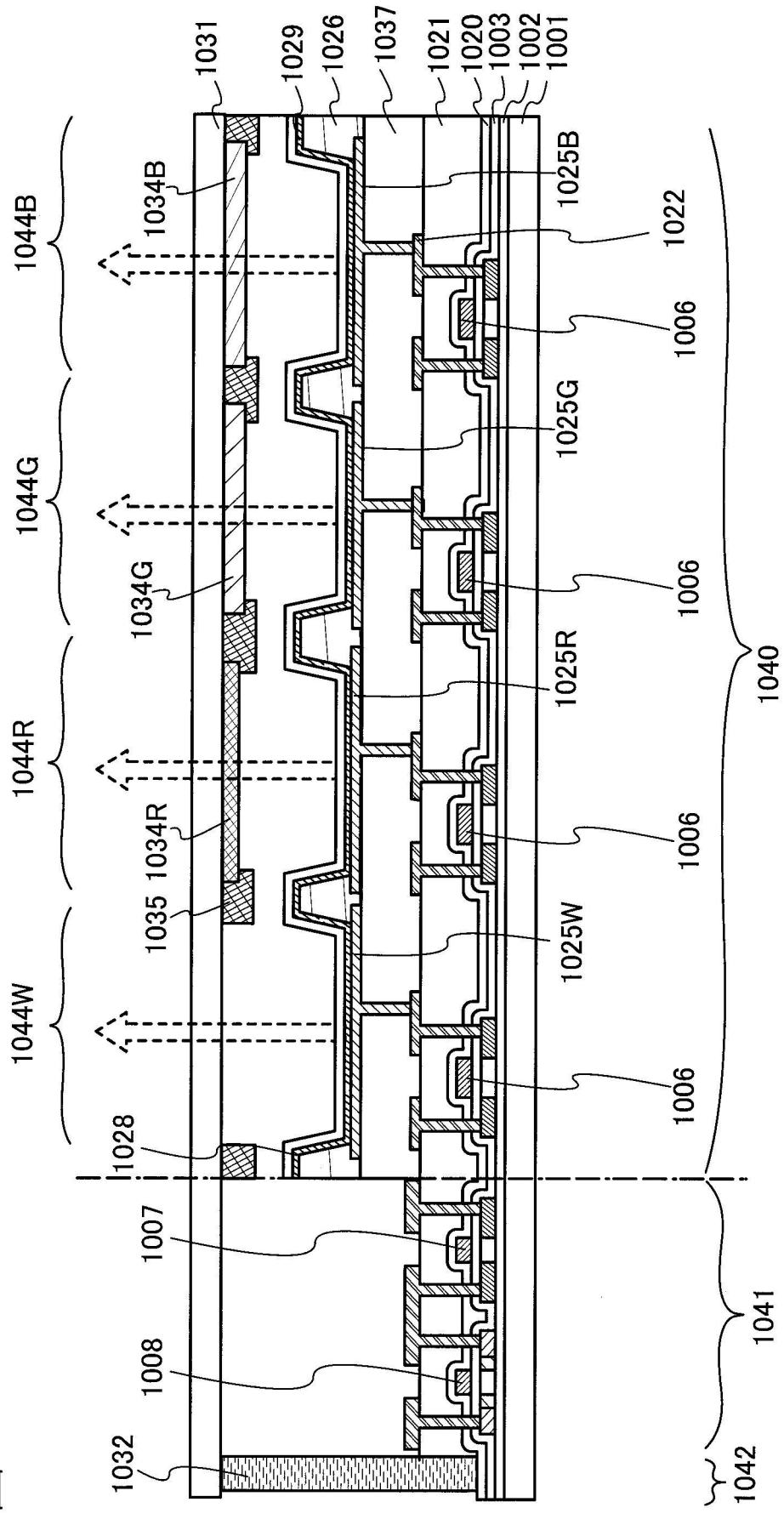


圖 8A

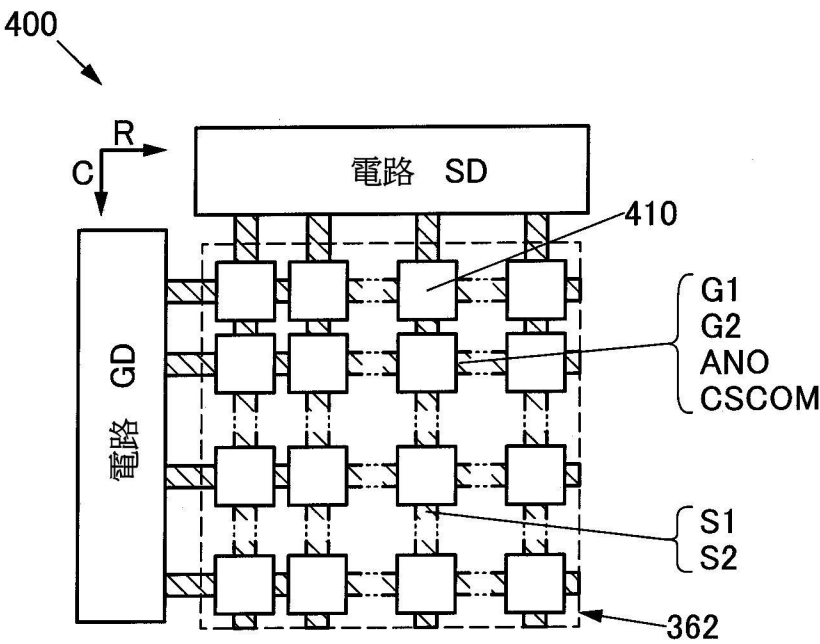


圖 8B1

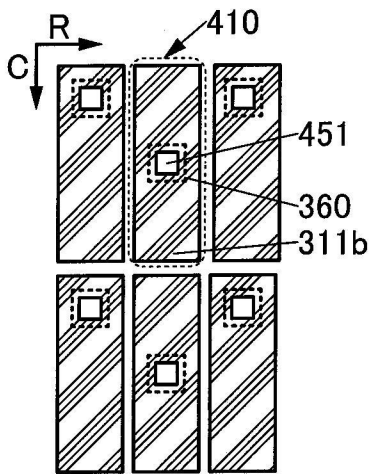


圖 8B2

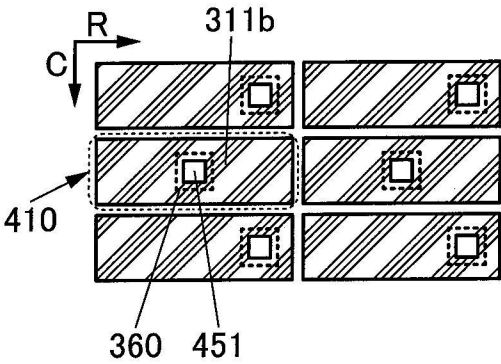


圖 9

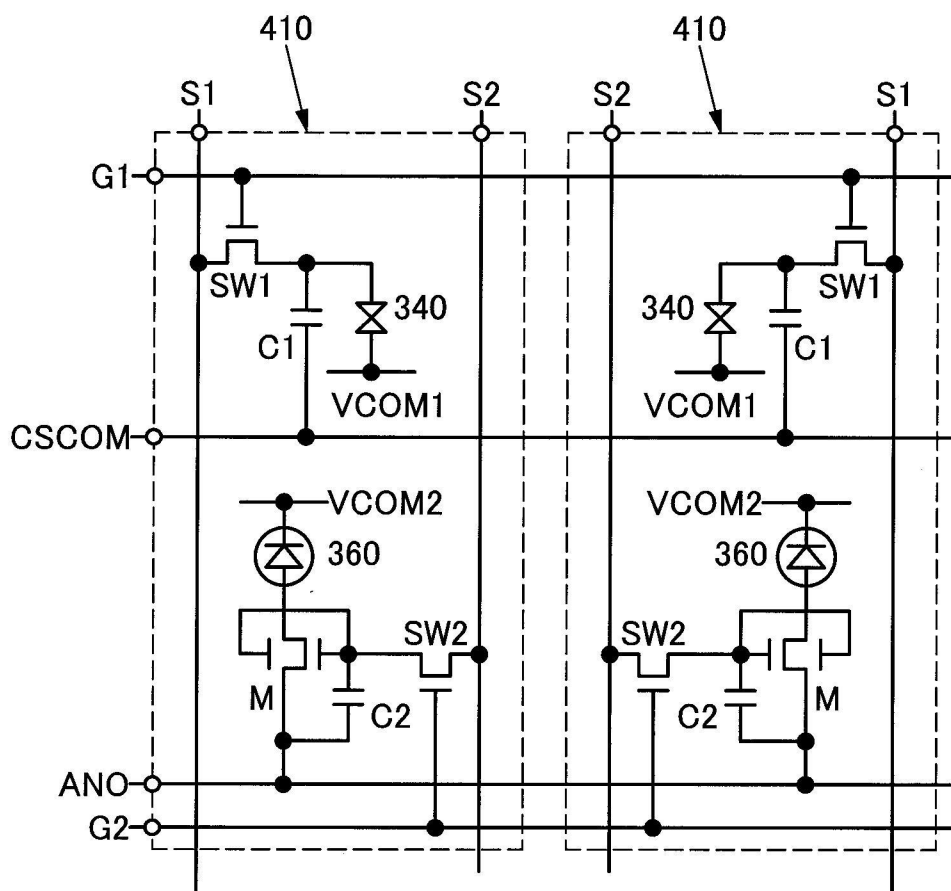


圖 10A

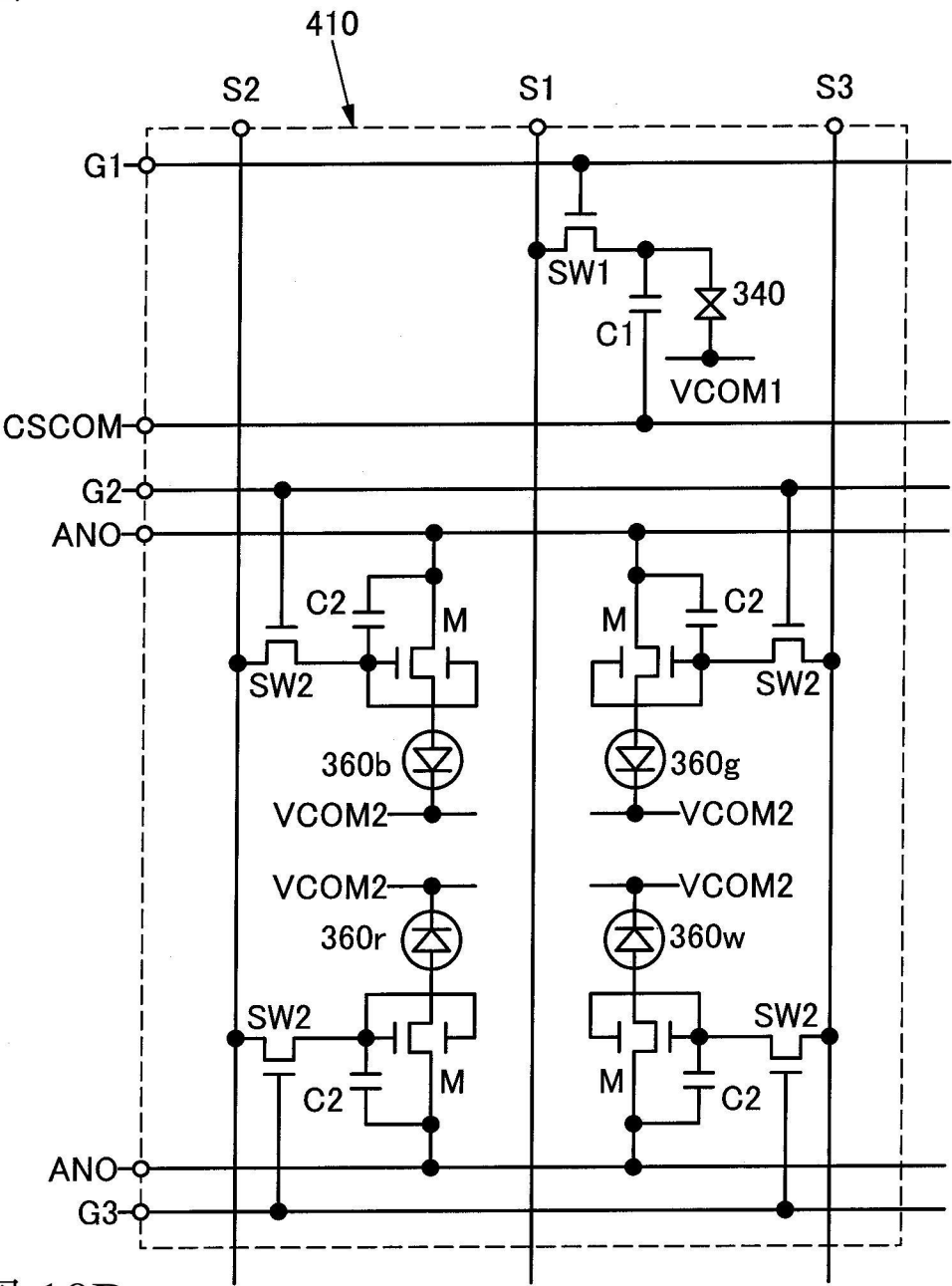
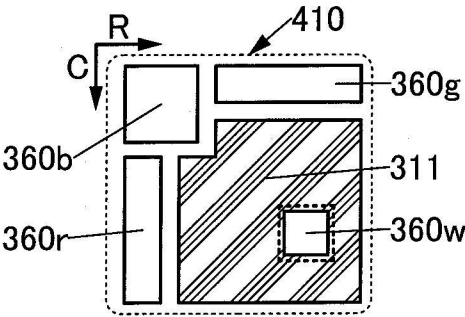


圖 10B



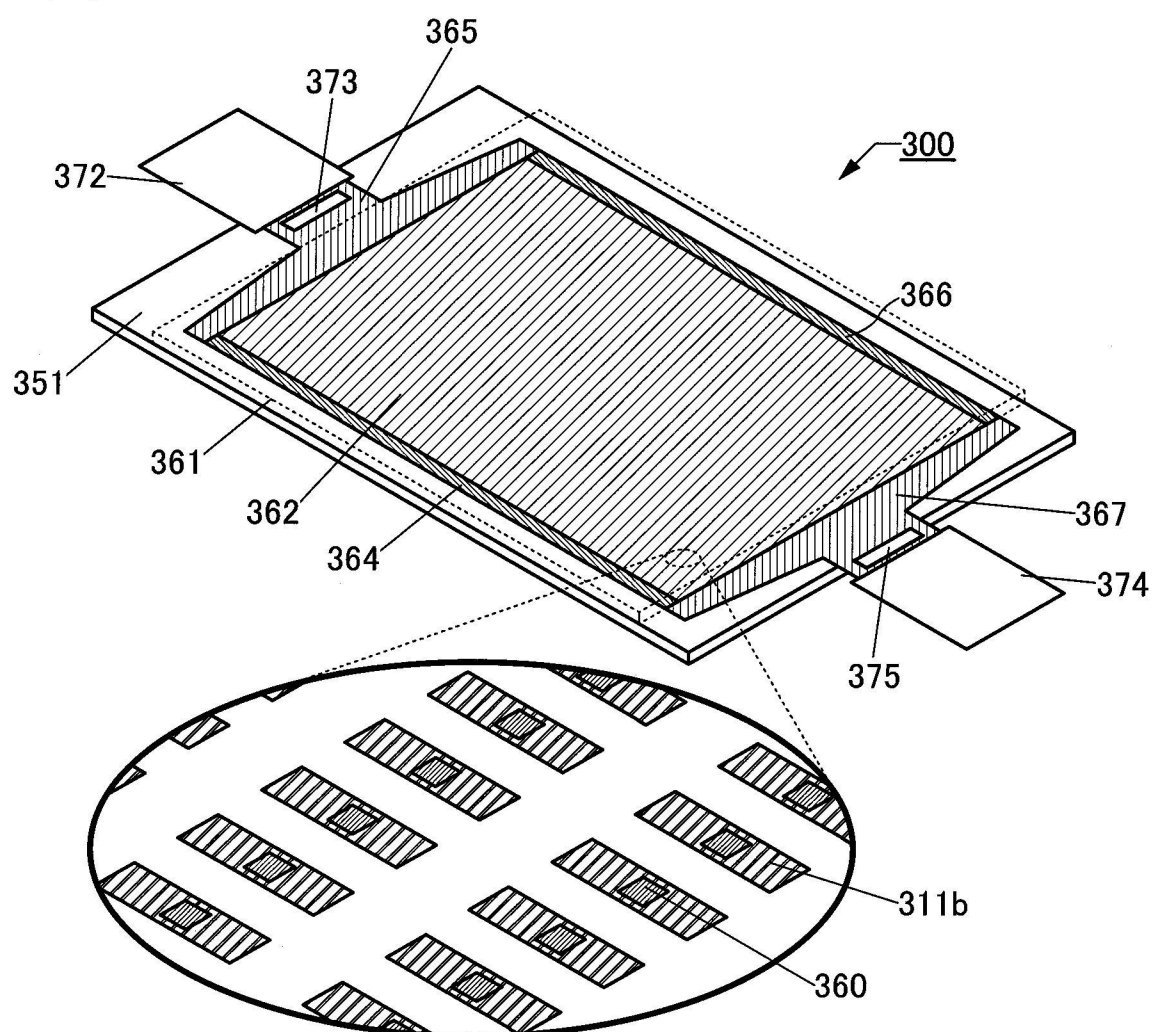


圖 12

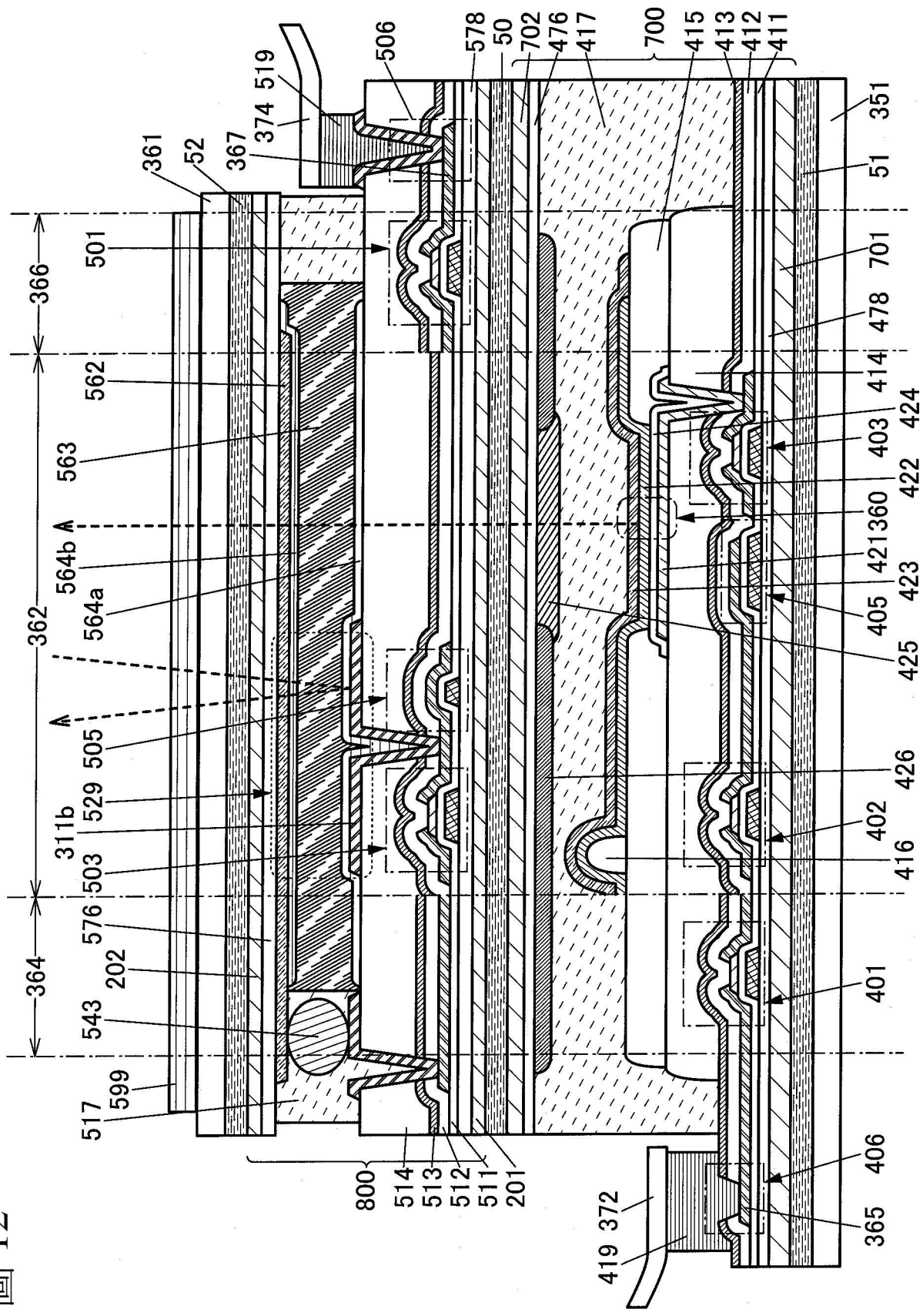


圖 13

300

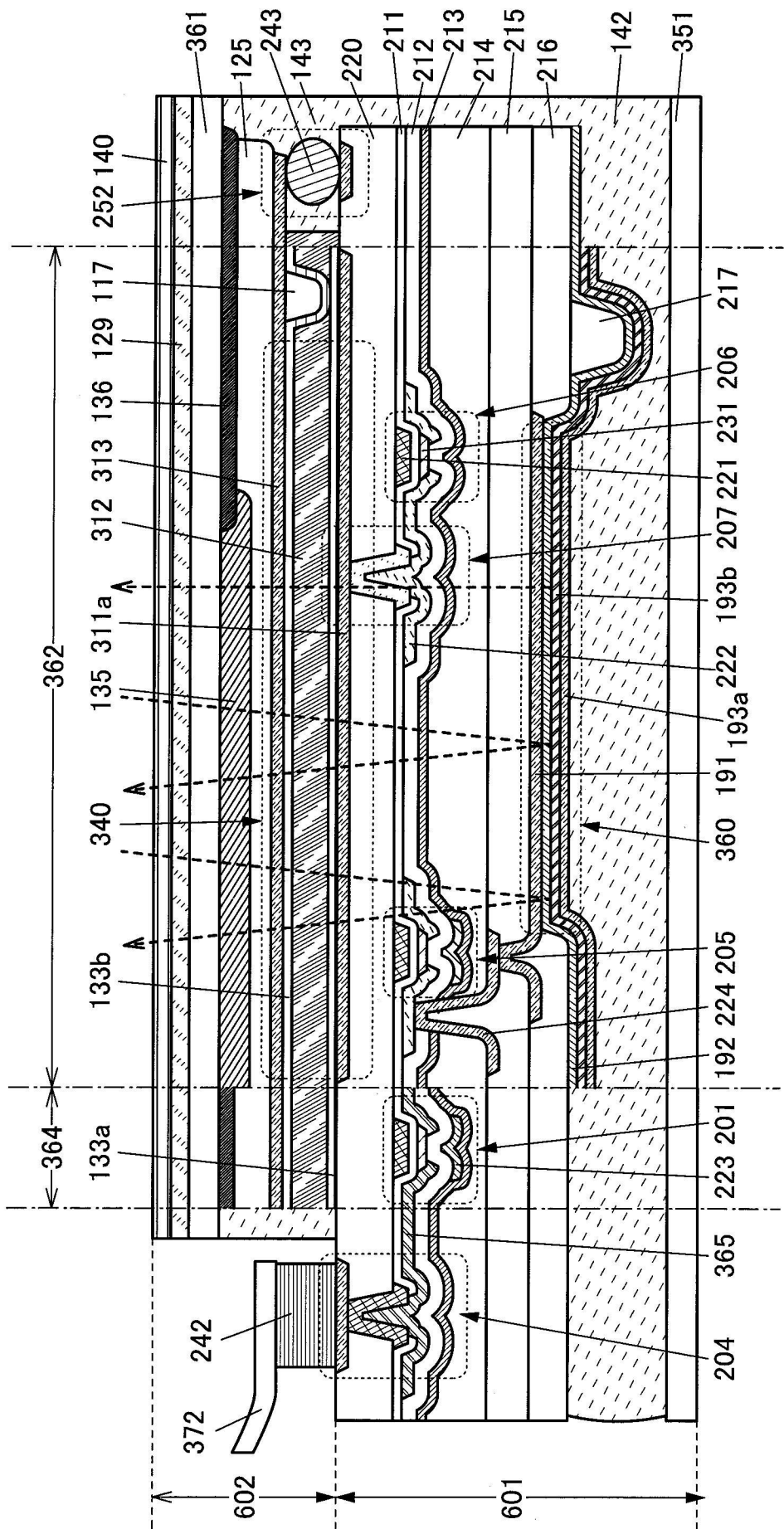


圖 14A

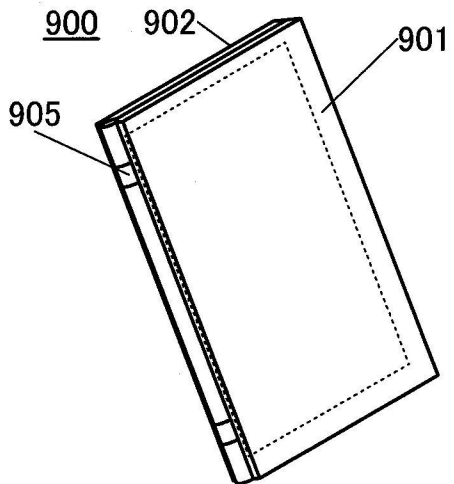


圖 14B

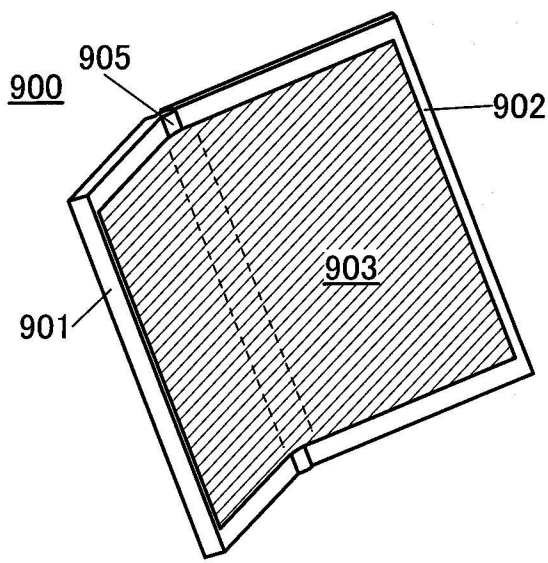


圖 14C

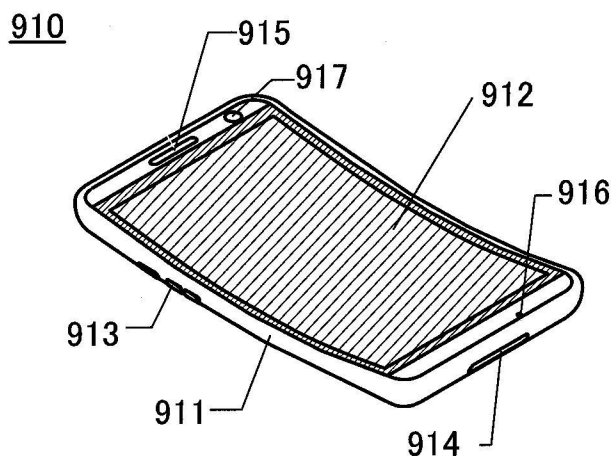


圖 14D

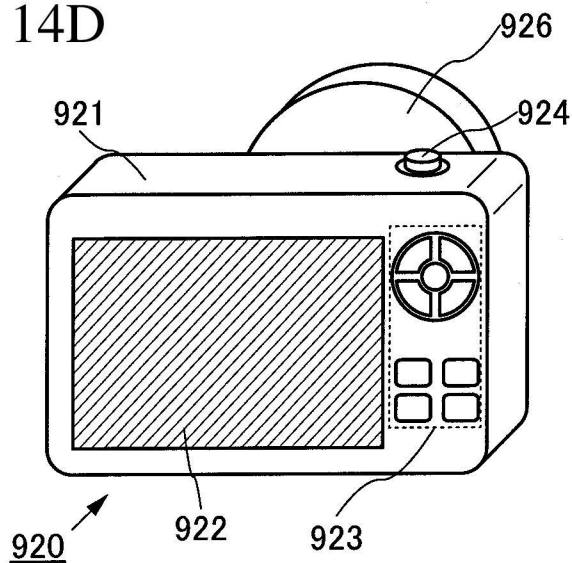


圖 15A

9200

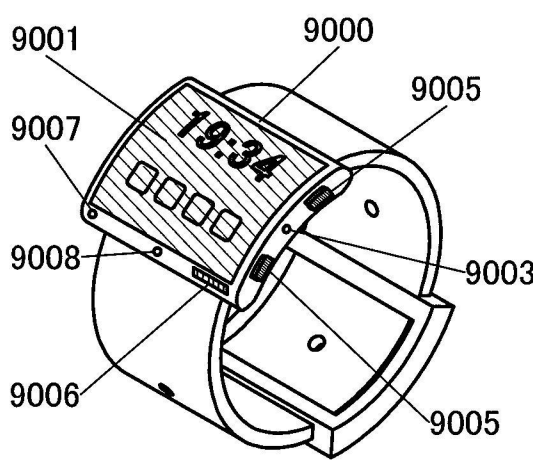


圖 15B

9201

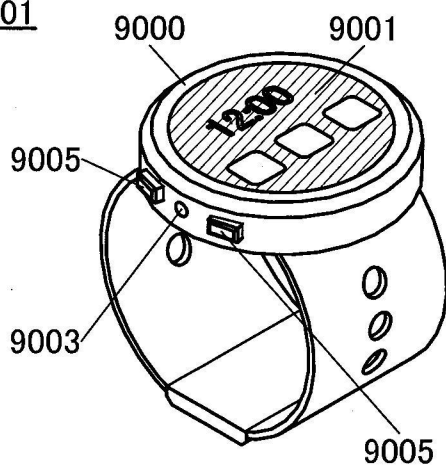


圖 15C

9202

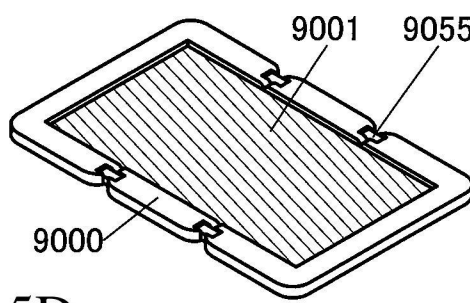


圖 15D

9202

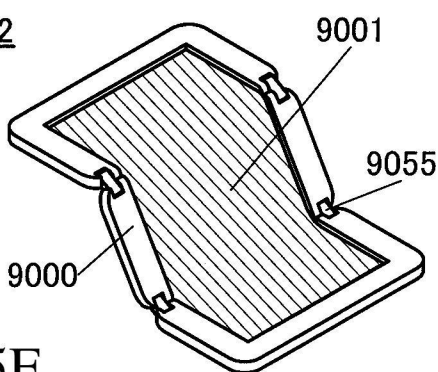


圖 15E

9202

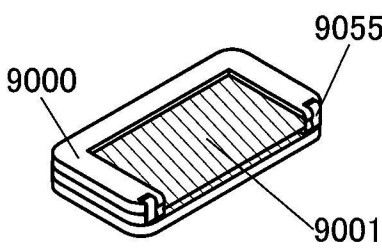


圖 16A

3500

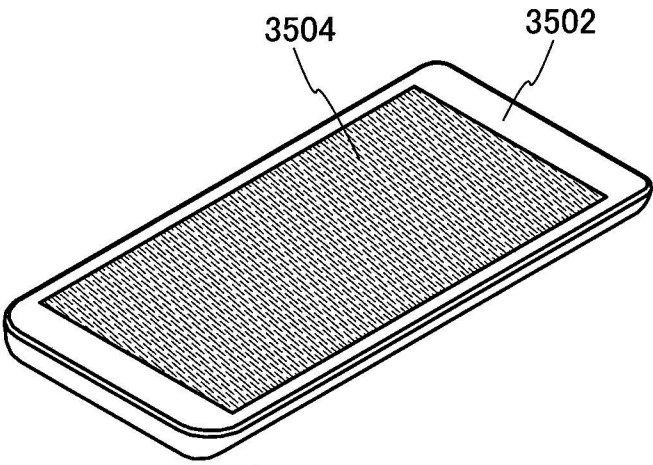


圖 16B

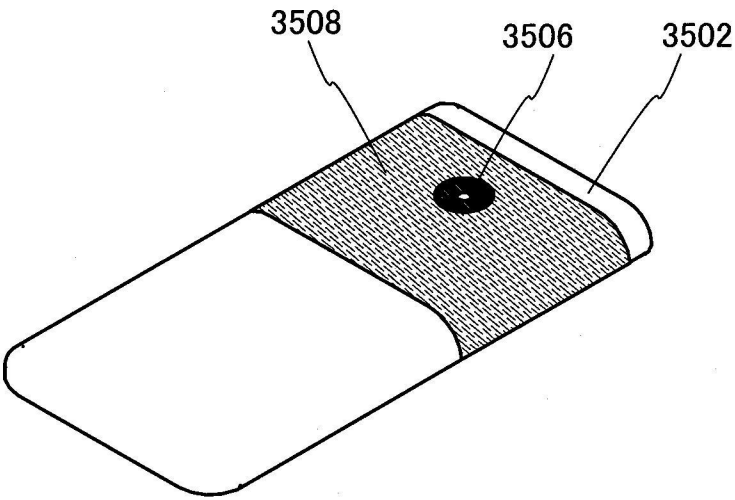


圖 16C

3600

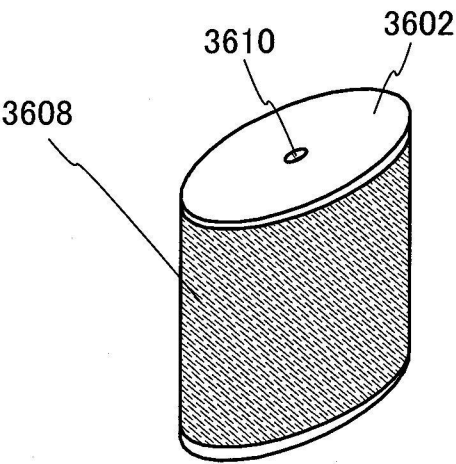


圖 17

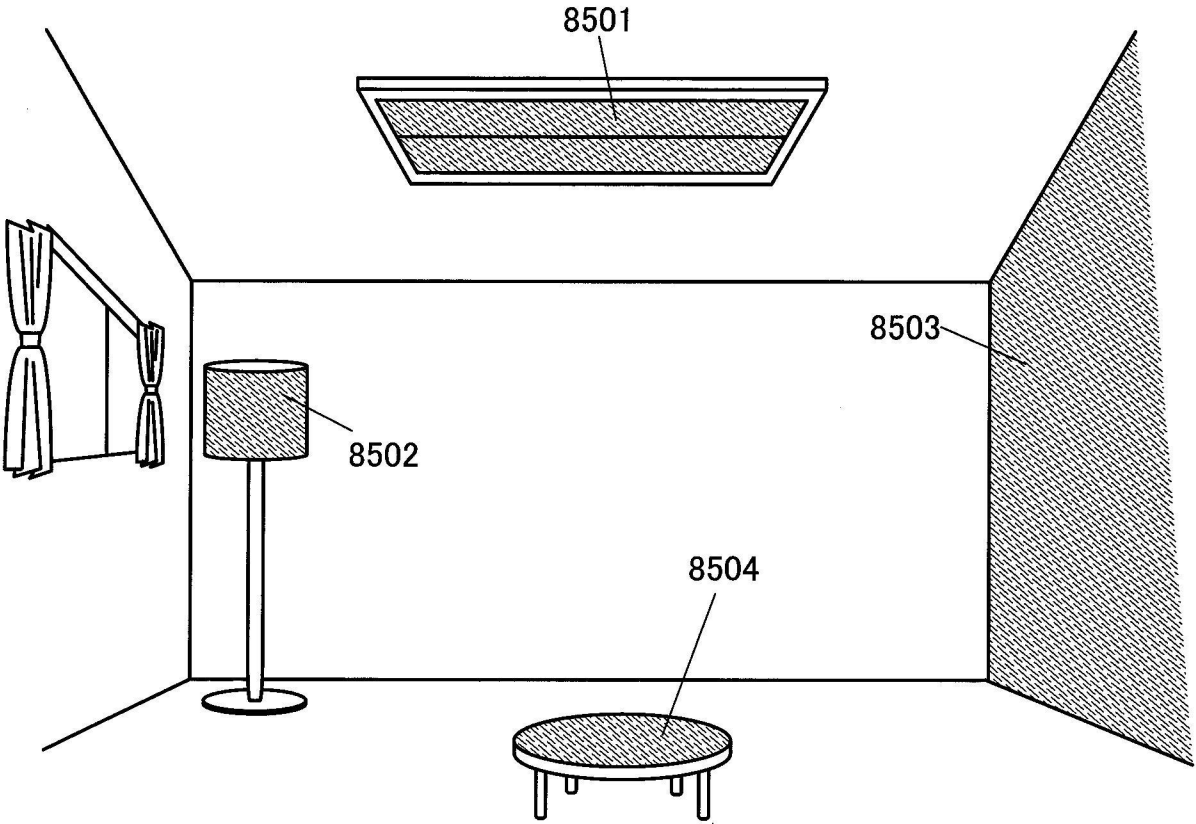


圖 18

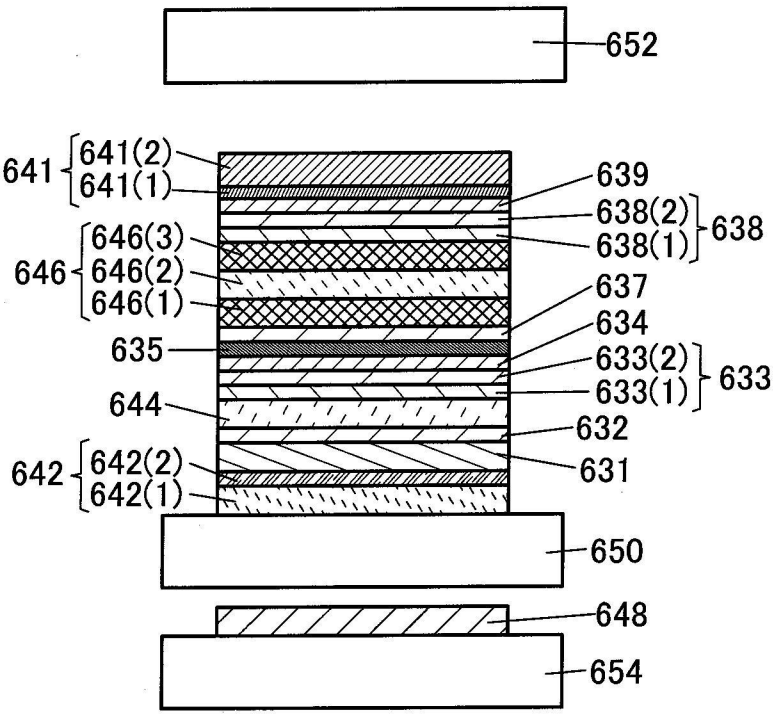


圖 19

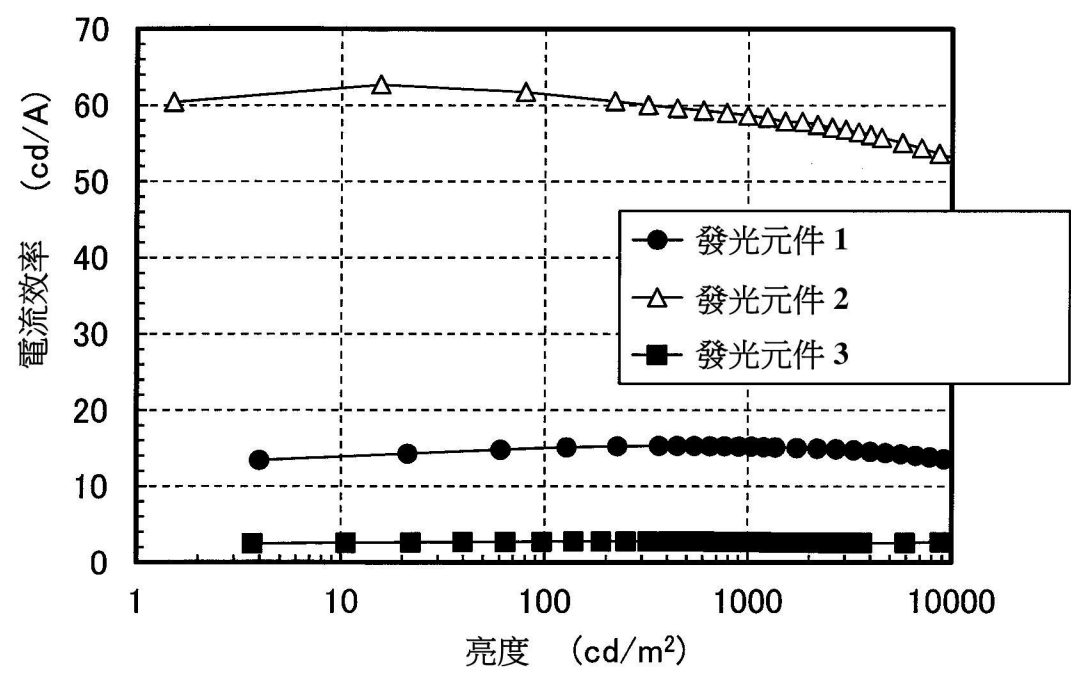


圖 20

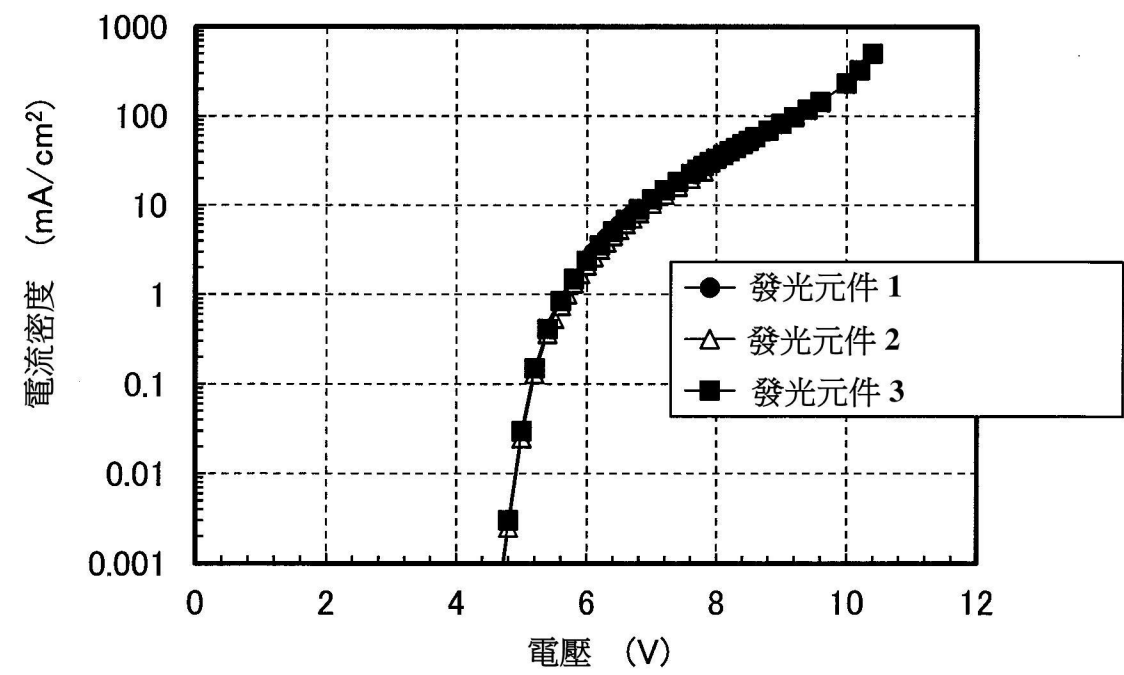


圖 21

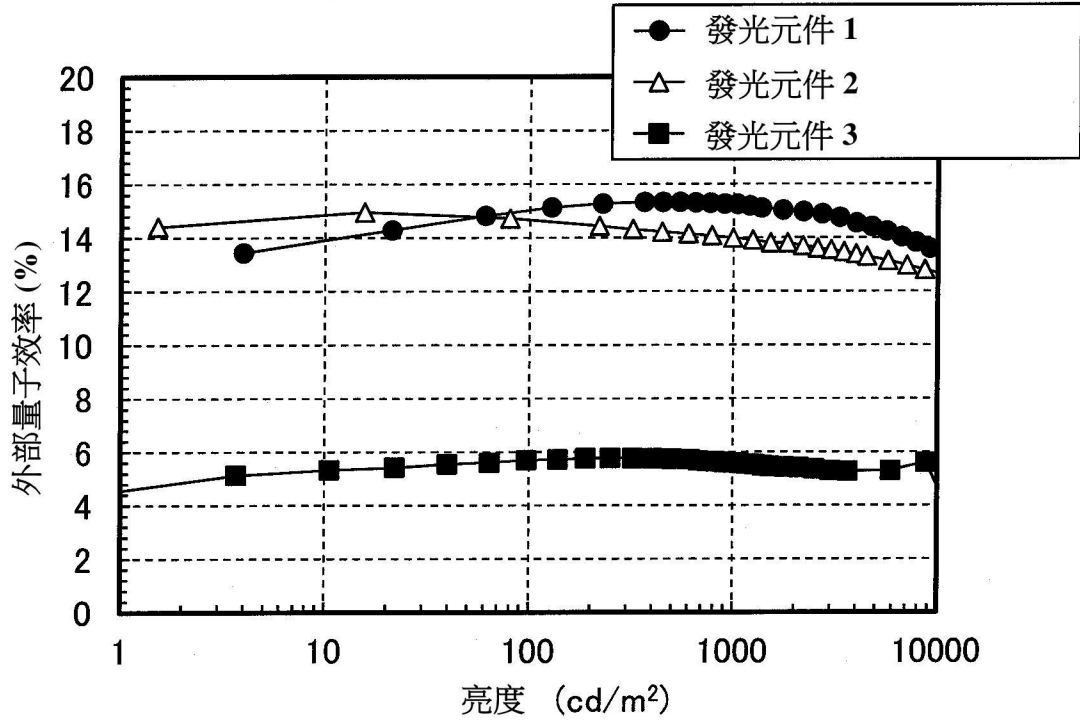


圖 22

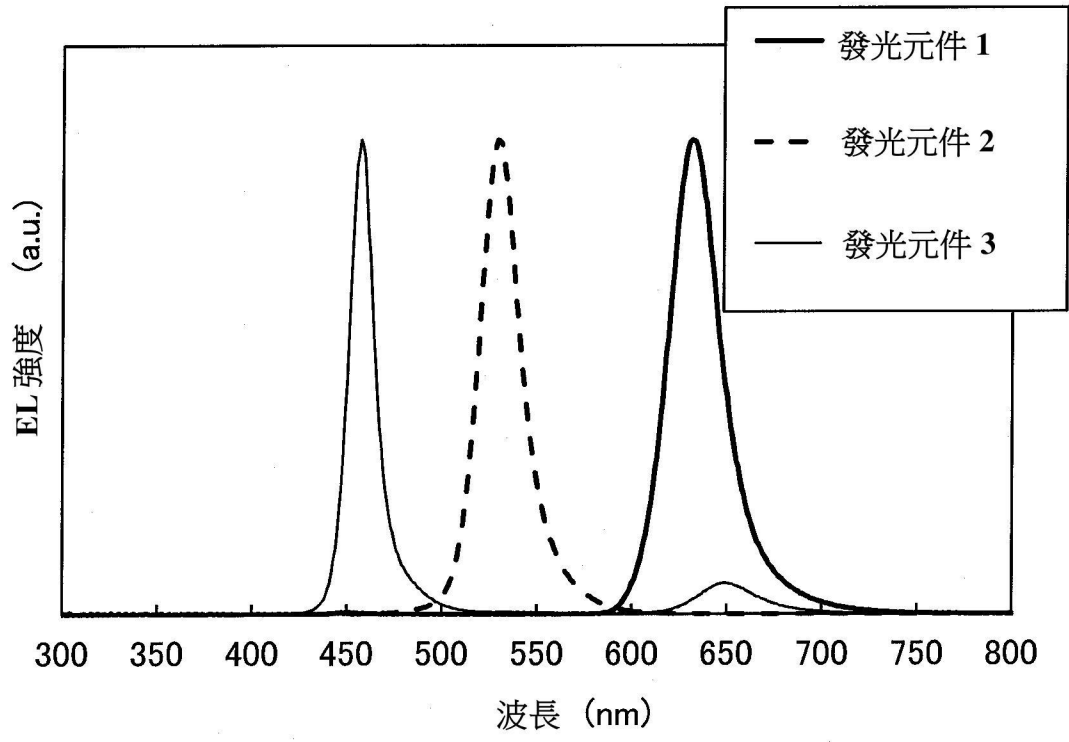


圖 23

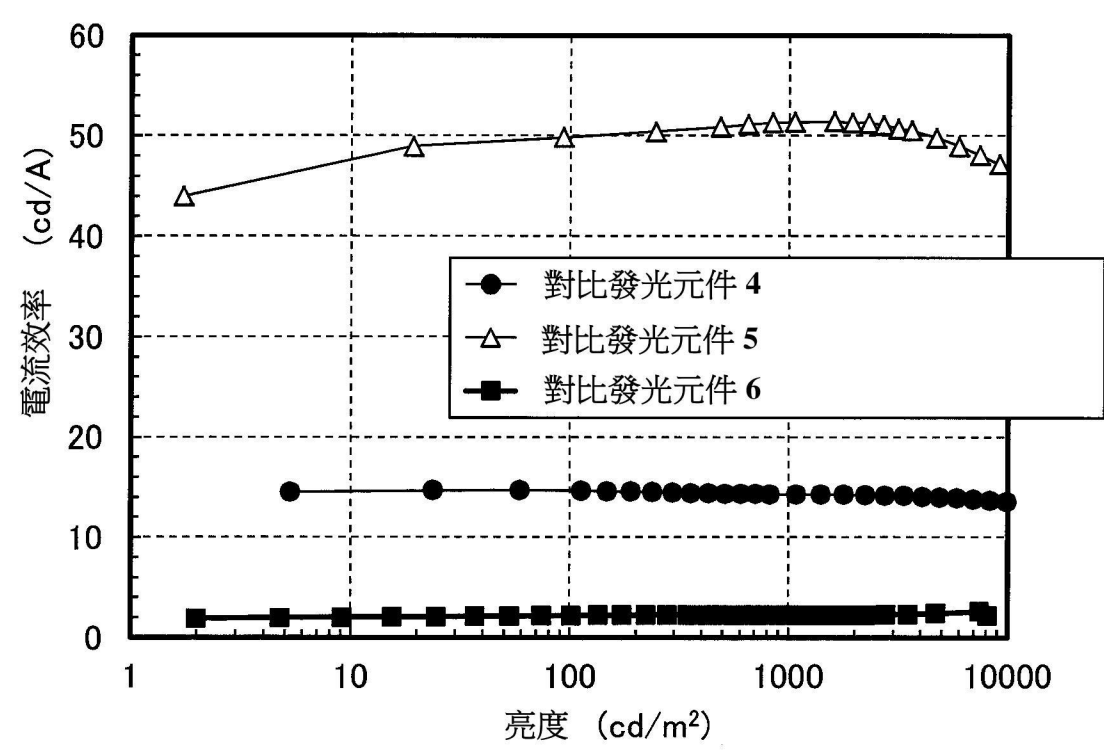


圖 24

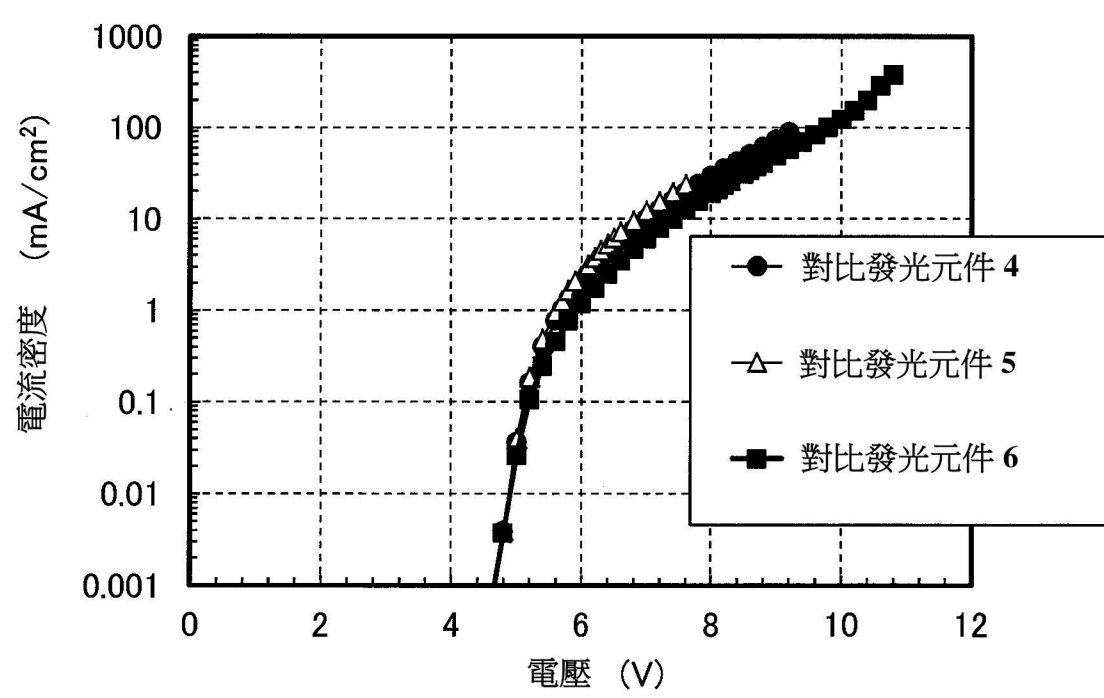


圖 25

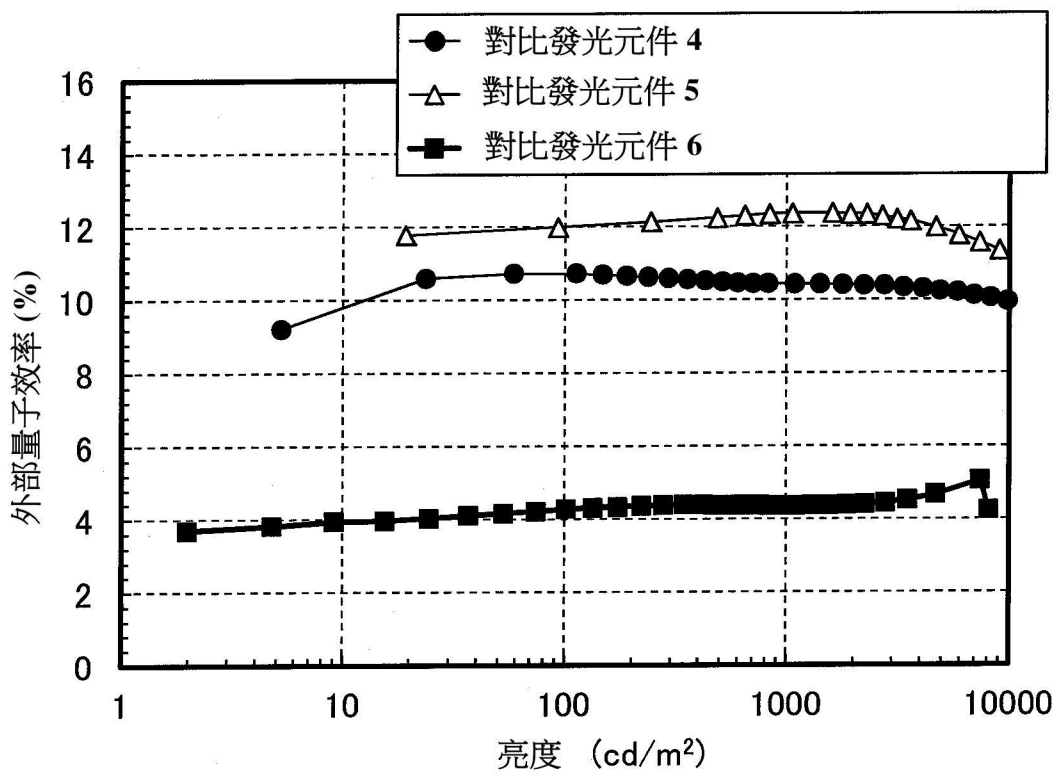


圖 26

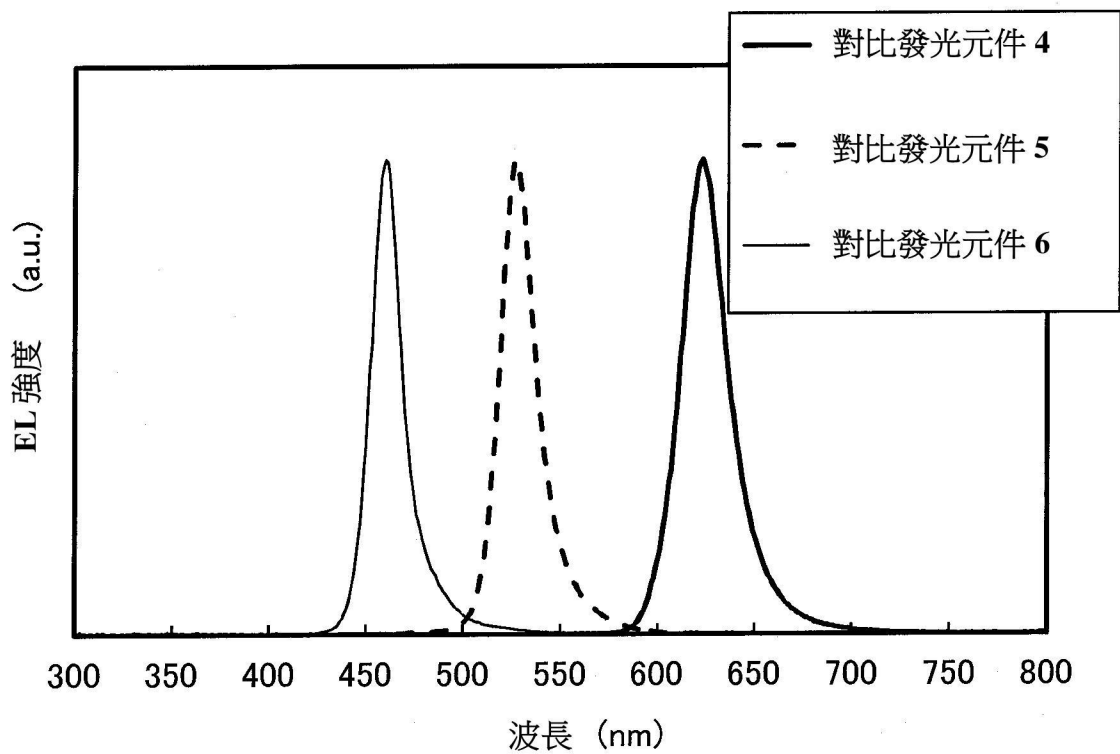


圖 27

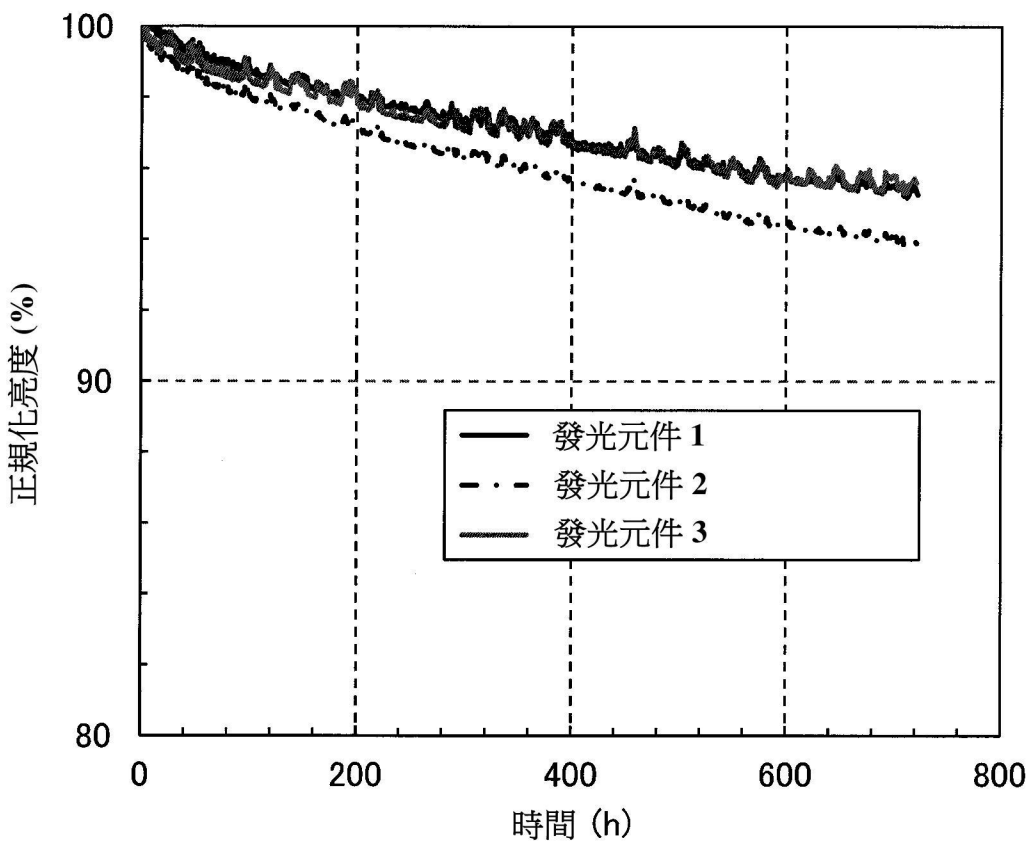


圖 28

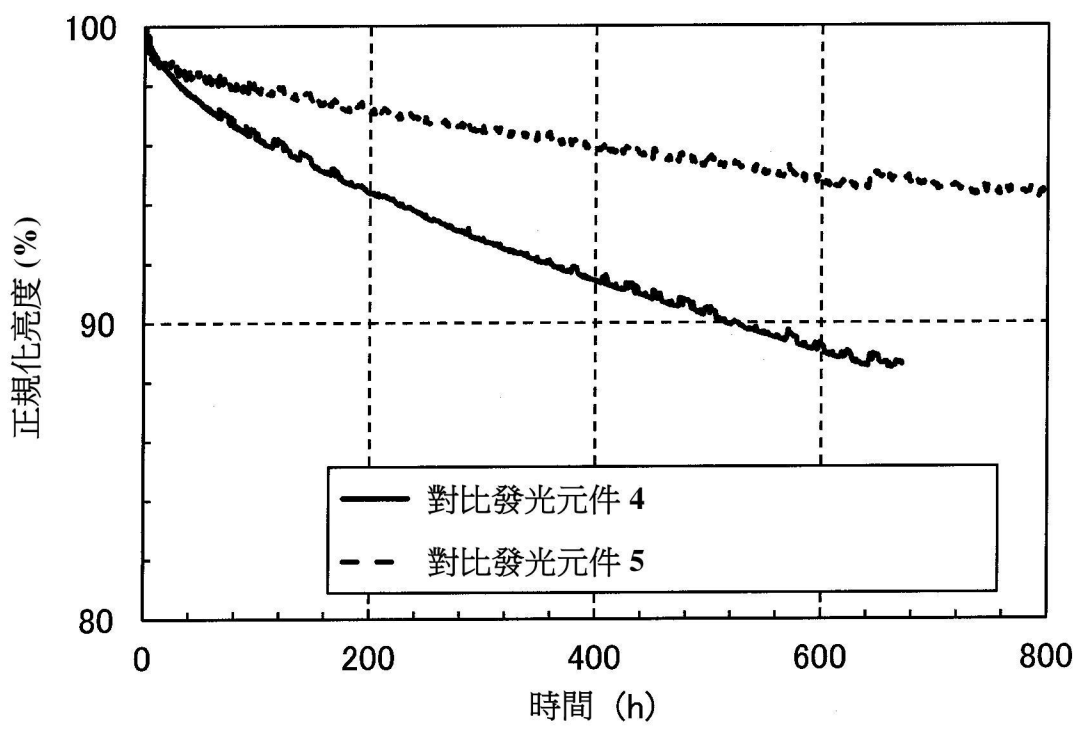


圖 29

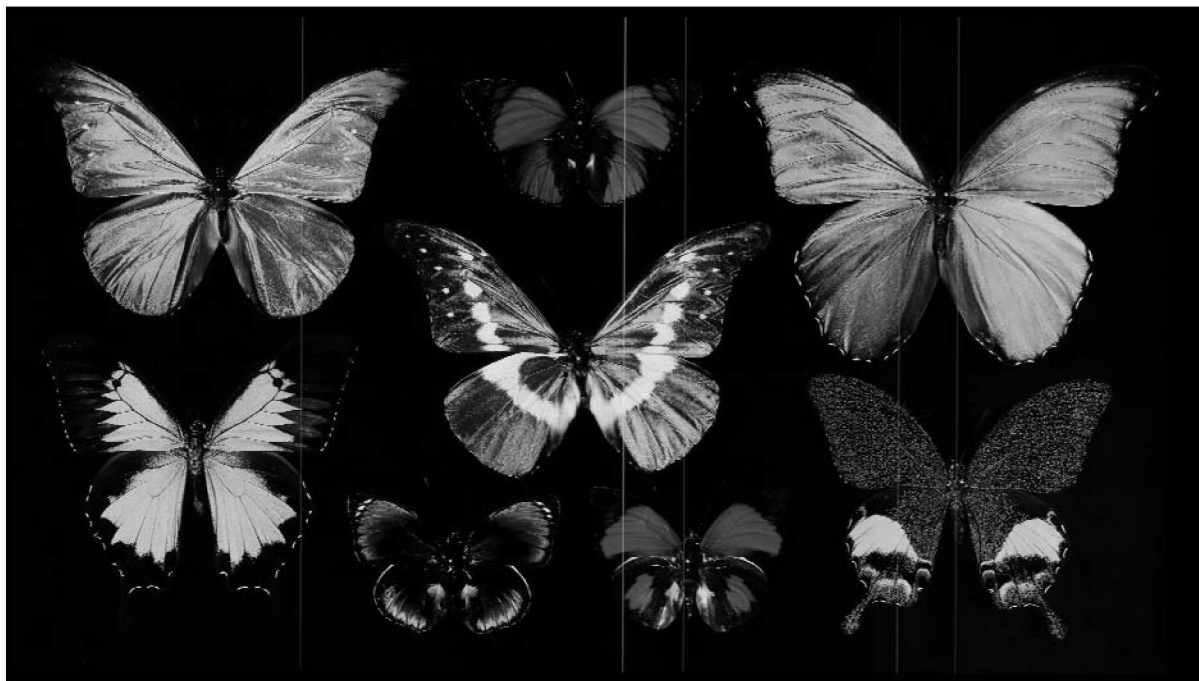


圖 30

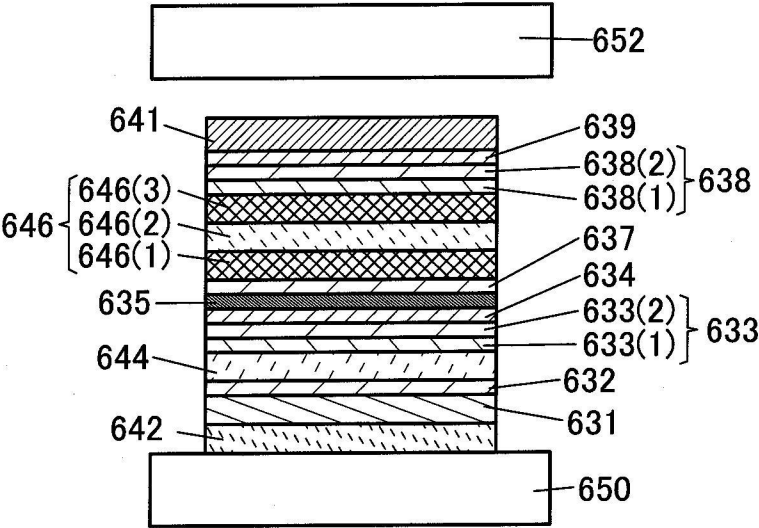


圖 31

