



(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 I685128 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：107146664

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 13 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**

(30)優先權：2013/10/16 日本

2013-215721

2014/05/15 日本

2014-101204

(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：瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；上坂正吾 UESAKA, SHOGO (JP)；山岡諒平
YAMAOKA, RYOHEI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 2004-311231A

US 2010/0176389A1

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：24 共 107 頁

(54)名稱

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明裝置

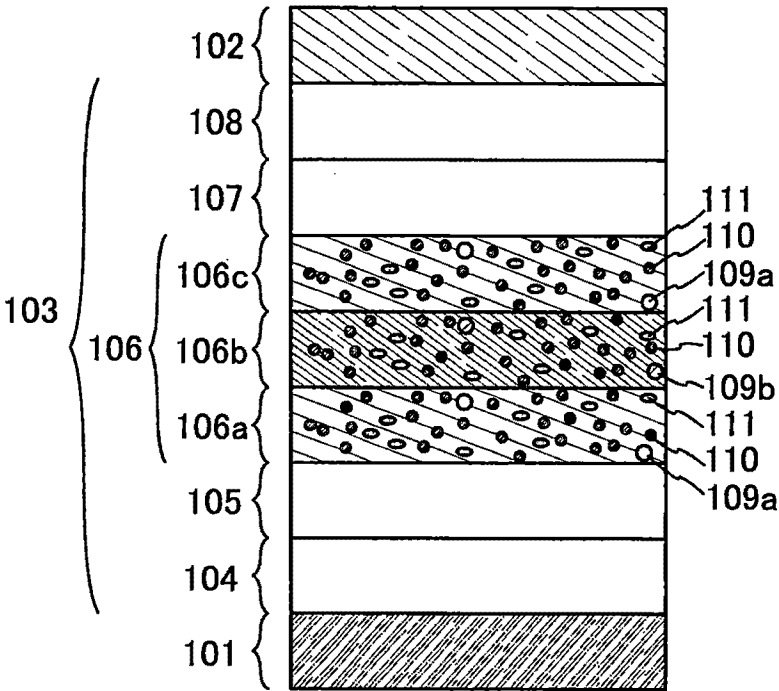
(57)摘要

本發明提供一種對長時間的驅動能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，本發明提供一種適用上述發光元件的長壽命的發光裝置。本發明還提供一種長壽命的電子裝置及照明裝置。本發明的一個方式是一種在一對電極之間具有 EL 層的發光元件，其中藉由作為 EL 層所具有的發光層的結構採用不同於從來的結構的疊層結構，即使發光元件的驅動導致載子平衡隨著時間變化或該變化還導致發光區域的移動，也能夠對長時間的驅動維持良好特性。

A light-emitting element with high reliability that can keep favorable characteristics after long-time driving is provided. In addition, a light-emitting device having a long lifetime including the light-emitting element is provided. Moreover, an electronic device and a lighting device having a long lifetime are provided. In a light-emitting element including an EL layer between a pair of electrodes, a light-emitting layer included in the EL layer has a stacked-layer structure which is different from the conventional structure, whereby the light-emitting element can keep favorable characteristics after long-time driving even in the case where carrier balance is changed over time due to driving of the light-emitting element or a light-emitting region is shifted due to the change.

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 101 . . . 陽極
- 102 . . . 陰極
- 103 . . . EL 層
- 104 . . . 電洞注入層
- 105 . . . 電洞傳輸層
- 106 . . . 發光層
- 106a . . . 第一發光層
- 106b . . . 第二發光層
- 106c . . . 第三發光層
- 107 . . . 電子傳輸層
- 108 . . . 電子注入層
- 109a . . . 第一發光性材料
- 109b . . . 第二發光性材料
- 110 . . . 電子傳輸性材料
- 111 . . . 電洞傳輸性材料

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE,

ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明係關於一種製程（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或組合物（composition of matter）。尤其是，本發明的一個方式係關於一種半導體裝置、顯示裝置、發光裝置、照明裝置、其驅動方法或製造方法。尤其是，本發明的一個方式係關於一種藉由施加電場來得到發光的有機化合物被夾在一對電極之間的發光元件、具有這種發光元件的發光裝置、電子裝置以及照明裝置。

【先前技術】

[0002] 具有薄型輕量、高速回應性及直流低電壓驅動等的特徵的使用有機化合物作為發光體的發光元件被期待應用於下一代平板顯示器。尤其是，將發光元件配置為矩陣狀的顯示裝置與習知的液晶顯示裝置相比具有視角廣且可見度優異的優點。

[0003] 發光元件的發光機制如下：藉由在一對電極之間夾著包含發光體的 EL 層並對該一對電極之間施加電壓，從陰極注入的電子和從陽極注入的電洞在 EL 層的發光中心重新鍵合而形成分子激子，當該分子激子返回到基態時釋放出能量而發光。已知激發態有單重激發態和三重激發態，並且無論經過上述任一種激發態都可以實現發光。

[0004] 關於這種發光元件，為了提高其元件特性，元件結構的改進、材料的開發等被積極地進行（例如，參照專利文獻 1）。

[0005]

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2010-182699 號公報

[0006] 在發光元件的開發中，其可靠性對發光元件的評價來說是重要要素之一。儘管初期階段的特性良好，但是在不能耐受長時間的驅動而元件的壽命短的情況下，其利用價值低且難以實現商品化。因此，期待維持初期階段的良好特性且能夠耐受盡可能長時間的驅動的發光元件的開發。

【發明內容】

[0007] 在此，本發明的一個方式的目的之一是提供一種對長時間的驅動能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，本發明的一個方式的目的之一是提供一種適

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

[0008] 本發明的一個方式是一種在一對電極之間具有 EL 層的發光元件，其中藉由作為 EL 層所具有的發光層的結構採用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隨著時間變化或該變化還導致發光區域的移動，也能夠對長時間的驅動維持良好特性。

[0009] 明確而言，在發光元件的 EL 層所包括的發光層具有疊層結構且每個發光層包含不同的發光性材料的情況下，還設置由與包含呈現短波長的發光的發光性材料的發光層相同的結構而成的一個發光層，來以包含呈現短波長的發光的發光性材料的兩個發光層夾住包含呈現長波長的發光的發光性材料的發光層。由此，即使在層疊的每個發光層中及發光層之間發生由於載子平衡的變化導致的發光區域的移動，另一發光層也能夠彌補該變化，而能夠維持發光層整體的穩定狀態，因而能夠實現對長時間的驅動維持良好特性的發光元件。

[0010] 因此，本發明的一個方式是一種發光元件，

包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且從第一發光層及第三發光層得到的發光的顏色相同且該發光的波長短於從第二發光層得到的發光的波長。

[0011] 此外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短。

[0012] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且在第一發光層、第二發光層及第三發光層中使用相同的電洞傳輸性材料及該電子傳輸性材料，且從第一發光層及第三發光層得到的發光的顏色相同，且該發光的波長短於從第二發光層得到的發光的波長。

[0013] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其

中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且在第一發光層、第二發光層及第三發光層中使用相同的電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料，且在第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短。

[0014] 此外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，發光層中的電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料為形成激態錯合物（exciplex）的組合，並且從第一發光層得到的發光與從第三發光層得到的發光的顏色相同且該發光的波長比從第二發光層得到的發光短。

[0015] 此外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，發光層中的電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料為形成激態錯合物（exciplex）的組合，並且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短。

[0016] 此外，本發明的一個方式是一種發光元件，其中，在發光層中包含電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料的上述每個結構中，電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料在第一發光層、第二發光層及第三發光層中使用相同材料。

[0017] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，其中，在上述每個結構中，包含在發光層的發光性材料為發射磷光的物質。

[0018] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，第一發光層及第三發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比為 50% 以下，且第二發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比為第一發光層及第三發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比以下，並且從第一發光層得到的發光與從第三發光層得到的發光的顏色相同且該發光的波長比從第二發光層得到的發光短。

[0019] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有至少包括發光層的 EL 層，其中，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，第一發光層及第三發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比為 50% 以

下，且第二發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比為第一發光層及第三發光層中的對於電子傳輸性材料的電洞傳輸性材料的重量比以下，並且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短。

[0020] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有多個 EL 層；以及，在相鄰的 EL 層之間分別具有電荷產生層，其中 EL 層至少包括發光層，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且從第一發光層得到的發光與從第三發光層得到的發光的顏色相同且該發光的波長比從第二發光層得到的發光短。

[0021] 另外，本發明的一個方式是一種發光元件，包括：在一對電極之間具有多個 EL 層；以及，在相鄰的 EL 層之間分別具有電荷產生層，其中，EL 層至少包括發光層，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短。

[0022] 本發明的一個方式是一種發光元件，其中，在上述一對電極之間具有多個 EL 層的每個結構中，多個

EL 層中之至少一個呈現不同的發光顏色。

[0023] 另外，本發明的一個方式是一種發光裝置，包括：在反射電極及半透射·半反射電極之間包括 EL 層的發光元件，其中，EL 層至少包括發光層，該發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，並且，發光元件至少具有可以得到來自第一發光層及第三發光層的光的第一發光元件及可以得到來自第二發光層的光的第二發光元件，從第一發光元件得到的發光的波長短於從第二發光元件得到的發光。

[0024] 另外，本發明的一個方式是一種發光裝置，包括：在反射電極及半透射·半反射電極之間包括 EL 層的發光元件，其中，EL 層至少包括發光層，該發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短，並且發光元件至少具有從第一發光層及第三發光層得到的發光的第一發光元件及從第二發光層得到的發光的第二發光元件。

[0025] 另外，本發明的一個方式是一種發光裝置，包括：在一對電極之間包括 EL 層的發光元件，其中，EL 層至少包括發光層，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光

層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，從第一發光層及第三發光層得到的發光的顏色相同且該發光的波長短於從第二發光層得到的發光，並且該發光元件至少具有隔著第一濾色片得到第一發光的第一發光元件及隔著第二濾色片得到第二發光的第二發光元件。

[0026] 另外，本發明的一個方式是一種發光裝置，包括：在一對電極之間包括 EL 層的發光元件，其中，EL 層至少包括發光層，發光層包含發光性材料、電洞傳輸性材料及電子傳輸性材料且具有從陽極一側層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，且第一發光層的發光性材料與第三發光層的發光性材料相同，而且該發光性材料的發光峰值的波長比第二發光層的發光性材料短，並且發光元件至少具有隔著第一濾色片得到第一發光的第一發光元件及隔著第二濾色片得到第二發光的第二發光元件。

[0027] 另外，本發明的一個方式是一種發光裝置，其中，在上述具有多個發光元件的每個結構中，發光元件的一個電極在反射電極上層疊透明導電膜而形成，並且第一發光元件及第二發光元件的透明導電膜的厚度彼此不同。

[0028] 另外，本發明的一個方式是一種使用具有上述每個結構的發光元件的發光裝置。

[0029] 另外，本發明的一個方式在其範疇內不僅包括具有發光元件的發光裝置，而且包括具有發光裝置的電

子裝置及照明裝置。由此，本說明書中的發光裝置是指影像顯示裝置、或光源（包括照明裝置）。另外，發光裝置有時還包括如下模組：在發光裝置中安裝有連接器諸如 FPC（Flexible printed circuit：撓性印刷電路）或 TCP（Tape Carrier Package：載帶封裝）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：晶粒玻璃接合）方式直接安裝在發光元件上的模組。

[0030] 本發明的一個方式能夠提供一種對長時間的驅動能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，本發明的一個方式能夠提供一種適用上述發光元件的長壽命的發光裝置。另外，本發明的一個方式能夠提供一種長壽命的電子裝置及照明裝置。另外，本發明的一個方式能夠提供一種新穎的發光元件及新穎的發光裝置等。注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。本發明的一個方式並不需要實現所有上述效果。另外，上述以外的效果從說明書、圖式及權利要求等的記載看來顯而易見，且可以從說明書、圖式及權利要求等的記載中抽出上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

[0031]

在圖式中：

圖 1 是說明本發明的一個方式的發光元件的結構的

圖；

圖 2A 及圖 2B 是說明發光元件的結構的圖；

圖 3 是說明發光元件的結構的圖；

圖 4A 及圖 4B 是說明發光裝置的圖；

圖 5A 至圖 5D 是說明電子裝置的圖；

圖 6 是說明照明裝置的圖；

圖 7A 及圖 7B 是說明發光元件 1 及比較發光元件 2 的結構的圖；

圖 8 是說明發光元件 1 及比較發光元件 2 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 9 是示出發光元件 1 及比較發光元件 2 的亮度-外部量子效率特性的圖；

圖 10 是示出發光元件 1 及比較發光元件 2 的電壓-亮度特性的圖；

圖 11 是示出發光元件 1 及比較發光元件 2 的發射光譜的圖；

圖 12 是示出發光元件 1 及比較發光元件 2 的可靠性的圖；

圖 13A 及圖 13B 是示出發光元件 1 及比較發光元件 2 的發射光譜的變化的圖；

圖 14A 及圖 14B 是說明發光元件 3、比較發光元件 4、發光元件 5 及比較發光元件 6 的結構的圖；

圖 15 是說明發光元件 3、比較發光元件 4、發光元件 5 及比較發光元件 6 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 16 是示出發光元件 3、比較發光元件 4、發光元件 5 及比較發光元件 6 的電壓-亮度特性的圖；

圖 17 是示出發光元件 3、比較發光元件 4、發光元件 5 及比較發光元件 6 的發射光譜的圖；

圖 18 是示出發光元件 3、比較發光元件 4、發光元件 5 及比較發光元件 6 的可靠性的圖；

圖 19 是示出主動矩陣型 3.4 英寸顯示器的時間-色度特性的圖；

圖 20A 及圖 20B 是示出發光元件 3 的 ToF-SIMS 的測定結果的圖；

圖 21A 及圖 21B 是示出發光元件 5 的 ToF-SIMS 的測定結果的圖；

圖 22A 至圖 22C 是示出發光元件 3 的 ToF-SIMS 的測定結果的圖；

圖 23A 及圖 23B 是示出發光元件 5 的 ToF-SIMS 的測定結果的圖；

圖 24 是示出發光元件 3 的 ToF-SIMS 的測定結果的圖。

【實施方式】

[0032] 以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。應當注意，本發明不限於下文的描述並且可以用多種方式修改本發明的模式和細節而不偏離本發明的目的和範圍。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實

施方式所記載的內容中。

[0033]

實施方式 1

在本實施方式中，對本發明的一個方式的發光元件進行說明。

[0034] 本發明的一個方式的發光元件以在一對電極之間夾著包含發光層的 EL 層的方式形成，該發光層具有層疊第一發光層、第二發光層及第三發光層的疊層結構，該第一發光層至少具有第一發光性材料（也稱為客體材料）、電子傳輸性材料（也稱為主體材料）及電洞傳輸性材料（也稱為輔助材料），該第二發光層至少具有第二發光性材料、電子傳輸性材料及電洞傳輸性材料，並且該第三發光層至少具有第一發光性材料、電子傳輸性材料及電洞傳輸性材料。

[0035] 下面，參照圖 1 說明本發明的一個方式的發光元件的元件結構。

[0036] 在圖 1 所示的發光元件中，在一對電極（陽極 101、陰極 102）之間夾著包含發光層 106 的 EL 層 103，該 EL 層 103 具有從陽極 101 一側依次層疊電洞（hole）注入層 104、電洞傳輸層 105、發光層 106（106a、106b 及 106c）、電子傳輸層 107、電子注入層 108 等的結構。

[0037] 另外，發光層 106 具有層疊多個發光層（106a、106b 及 106c）的疊層結構，如圖 1 所示，在陽

極 101 上依次層疊第一發光層 106a、第二發光層 106b 及第三發光層 106c。該第一發光層 106a 至少具有第一發光性材料 109a、電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111，該第二發光層 106b 至少具有第二發光性材料 109b、電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111，並且該第三發光層 106c 至少具有第一發光性材料 109a、電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111。

[0038] 此外，至於發光層 106 所包含的發光性材料（第一發光性材料 109a、第二發光性材料 109b），將第一發光性材料 109a 用於第一發光層 106a 及第三發光層 106c，將第二發光性材料 109b 用於第二發光層 106b。注意，第二發光性材料 109b 的發光峰值的波長比第一發光性材料 109a 更長。

[0039] 另外，作為發光層 106 所包含的電子傳輸性材料 110 主要使用其電子移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的有機化合物，並且作為電洞傳輸性材料 111 主要使用其電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的有機化合物。

[0040] 此外，藉由採用在發光層 106 中將發光性材料分散於電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111 的結構，可以抑制發光層 106 中的晶化。另外，藉由抑制因發光性材料的濃度高而導致的濃度淬滅，可以提高發光元件的發光效率。

[0041] 注意，雖然在層疊了的每個發光層（106a、106b 及 106c）中，對每一個層較佳為使用相同的電子傳

輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111，但是在不會失去發光層的功能的範圍內可以使用不同的材料。

[0042] 此外，電子傳輸性材料 110（或電洞傳輸性材料 111）的三重激發態能階（T1 能階）較佳為高於發光性材料（109a、109b）的 T1 能階。這是因為若電子傳輸性材料 110（或者電洞傳輸性材料 111）的 T1 能階低於發光性材料（109a、109b）的 T1 能階，電子傳輸性材料 110（或電洞傳輸性材料 111）則使有助於發光的發光性材料（109a、109b）的三重激發態能階淬滅，而導致發光效率的降低。

[0043] 另外，在層疊的發光層 106（106a、106b 及 106c）中的任一個或每一個中，電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111 較佳為形成激態錯合物（exciplex）的組合。這是因為：在此情況下，與電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111 的每個的發光波長（螢光波長）相比，所形成的激態錯合物的發光波長位於長波長一側，因此可以將電子傳輸性材料 110 的螢光光譜或電洞傳輸性材料 111 的螢光光譜轉換為位於更長波長一側的發射光譜，而能夠進一步提高發光效率。

[0044] 另外，在圖 1 所示的本發明的一種方式的發光元件中層疊有包含於 EL 層的三個發光層，其中由包含呈現短波長的發光的發光性材料的兩個發光層夾住包含呈現長波長的發光的發光性材料的發光層。藉由採用這種結構，在驅動發光元件時，即使在發光層內的載子平衡隨時

間變化且發光區域移動到第二個發光層（圖 1 示出的 106b）一側的情況下，也可以藉由設置第三個發光層（圖 1 示出的 106c）使第三個發光層發光。因此在驅動發光元件時，能夠抑制在初期階段中的第一發光層的劣化及第二發光層中的亮度上升。就是說，可以抑制發光層整體的特性的下降，因此可以認為能夠對長時間的驅動維持良好特性。

[0045] 下面，對製造上述發光元件時的具體例子進行說明。

[0046] 作為第一電極（陽極）101 及第二電極（陰極）102，可以使用金屬、合金、導電化合物及它們的混合物等。明確而言，除了氧化銦-氧化錫（ITO：Indium Tin Oxide）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅（Indium Zinc Oxide）、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦、金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti）之外，還可以使用屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素，即鹼金屬諸如鋰（Li）和銫（Cs）等、鹼土金屬諸如鈣（Ca）和銦（Sr）等、鎂（Mg）、包含它們的合金（MgAg、AlLi）、稀土金屬諸如鎔（Eu）和鐿（Yb）等、包含它們的合金及石墨烯等。另外，第一電極（陽極）101 及第二電極（陰極）102 例如可以藉由濺射法或蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）等來形成。

[0047] 電洞注入層 104 為介過電洞傳輸性高的電洞傳輸層 105 並對發光層 106 注入電洞的層，且包含電洞傳輸性材料及受體物質的層。藉由包含電洞傳輸性材料及受體物質，由於受體物質從電洞傳輸性材料抽出電子來發生電洞，而電洞介過電洞傳輸層 105 注入到發光層 106。另外，電洞傳輸層 105 使用電洞傳輸性材料來形成。

[0048] 作為用於電洞注入層 104 及電洞傳輸層 105 的電洞傳輸性材料，例如可以舉出 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：NPB 或 α -NPD）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1, 1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺（簡稱：TCTA）、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺（簡稱：TDATA）、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺]三苯胺（簡稱：MTDATA）、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：BSPB）等芳香胺化合物；3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA2）、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCN1）等。除上述以外，還可以使用 4,4'-二(N-咔唑基)聯苯（簡稱：CBP）、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯（簡稱：TCPB）、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）等的咔唑衍生物等。在此所述的物質主要是電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。此外，只要是

電洞傳輸性比電子傳輸性高的物質，就也可以使用上述以外的物質。

[0049] 再者，還可以使用聚（N-乙烯基吡啶）（簡稱：PVK）、聚（4-乙烯基三苯胺）（簡稱：PVTPA）、聚[N-（4-（N'-[4-（4-二苯胺）苯基]苯基-N'-苯胺）苯基）甲基丙烯醯胺]（簡稱：PTPDMA）、聚[N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺]（簡稱：Poly-TPD）等高分子化合物。

[0050] 另外，作為可以用於電洞注入層 104 的受體物質，可以舉出過渡金屬氧化物或屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確地說，氧化鋁是特別較佳的。

[0051] 發光層 106（106a、106b 及 106c）是包含發光性材料（109a、109b）的層。注意，本實施方式所示的發光層 106（106a、106b 及 106c）除了發光性材料（109a、109b）之外還包含電子傳輸性材料 110 及電洞傳輸性材料 111 而形成。

[0052] 另外，在發光層 106（106a、106b 及 106c）中，對可以用作發光性材料（或者發光中心物質）（109a、109b）的材料沒有特別的限定，而可以使用將單重激發態能轉換成發光的發光性材料或將三重激發態能轉換成發光的發光性材料。但是在此情況下，使用發光顏色的波長比發光性材料 109b 的發光顏色的波長更短的發光性材料 109a。作為上述發光性材料及發光中心物質的例

子可以舉出如下材料。

[0053] 作為將單重激發態能轉換成發光的發光性材料，可以舉出發射螢光的物質，例如，N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺（簡稱：YGAPA）、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺（簡稱：2YGAPPA）、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：PCAPA）、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘（簡稱：TBP）、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺（簡稱：PCBAPA）、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺]（簡稱：DPABPA）、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCAPPA）、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPAPPA）、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]屈（chrysene）-2,7,10,15-四胺（簡稱：DBC1）、香豆素 30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-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 啉 -9- 基) 苯 基]-N- 苯 基 蔥 -2- 胺 (簡 稱 : 2YGABPhA) 、 N,N,9- 三 苯 基 蔥 -9- 胺 (簡 稱 : DPhAPhA) 、 香 豆 素 545T 、 N , N'-二 苯 基 喹 吖 啶 酮 (簡 稱 : DPQd) 、 紅 螢 烯 、 5,12-雙 (1,1'-聯 苯 -4-基) -6,11-二 苯 基 稠 四 苯 (簡 稱 : BPT) 、 2- (2-{2-[4- (二 甲 基 胺 基) 苯 基]乙 烯 基 }-6-甲 基 -4H-吡 喃 -4-亞 基 (ylidene)) 丙 二 腈 (簡 稱 : DCM1) 、 2-{2-甲 基 -6-[2- (2,3,6,7-四 氫 -1H,5H-苯 并 [ij]喹 啉 (quinolizin) -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 }丙 二 腈 (簡 稱 : DCM2) 、 N,N,N',N'-四 (4-甲 基 苯 基) 稠 四 苯 -5,11-二 胺 (簡 稱 : p-mPhTD) 、 7,14-二 苯 基 -N,N,N',N'-四 (4-甲 基 苯 基) 茕 并 (acenaphtho) [1,2-a]丙 二 烯 合 萸 -3,10-二 胺 (簡 稱 : p-mPhAFD) 、 {2-異 丙 基 -6-[2- (1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-四 氫 -1H,5H-苯 并 [ij]喹 啉 -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 }丙 二 腈 (簡 稱 : DCJTI) 、 {2-三 級 丁 基 -6-[2- (1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-四 氫 -1H,5H-苯 并 [ij]喹 啉 -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 }丙 二 腈 (簡 稱 : DCJTB) 、 2- (2,6-雙 {2-[4- (二 甲 基 胺 基) 苯 基]乙 烯 基 }-4H-吡 喃 -4-亞 基) 丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCM) 、 2-{2,6-雙 [2- (8-甲 氧 基 -1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-四 氫 -1H,5H-苯 并 [ij]喹 啉 -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 }丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCJTM) 等 。

[0054] 另外，作為將三重激發態能轉換成發光的發光性材料，例如可以舉出發射磷光的物質或呈現熱活化延遲螢光的熱活化延遲螢光 (TADF) 材料。此外，TADF

材料中的延遲螢光是指雖然具有與通常的螢光相同的光譜，但是壽命非常長的發光。其壽命為 10^{-6} 秒以上，較佳為 10^{-3} 秒以上。

[0055] 作為發射磷光的物質，可以舉出雙[2-(3',5'-雙三氟甲基苯基)吡啶-N,C^{2'}]銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱： $\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱： FIracac)、三(2-苯基吡啶)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{ppy})_3$)、雙(2-苯基吡啶)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$)、三(乙醯丙酮)(一啡啉)銱(III)(簡稱： $\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})$)、雙(苯并[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})$)、雙(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{dpo})_2(\text{acac})$)、雙{2-[4'-(全氟烷基苯基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{p-PF-ph})_2(\text{acac})$)、雙(2-苯基苯并噁唑-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{bt})_2(\text{acac})$)、雙[2-(2'-苯并[4,5- α]噻吩基)吡啶-N,C^{3'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$)、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合(quinoxalinato)]銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡啶)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡啶)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮)雙

(2,3,5-三苯基吡嗪) 銱 (III) (簡稱: $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})$)、
 雙(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊醯甲烷)銱(III)(簡稱: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(乙醯丙酮)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶)銱(III)(簡稱: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、
 (乙醯丙酮)雙(4,6-二苯基嘧啶)銱(III)(簡稱: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21*H*,
 23*H*-卟啉鉑(II)(簡稱: PtOEP)、三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮)(一啡啉)銻(III)(簡稱: $\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})$)、三
 [1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](一啡啉)銻(III)(簡稱: $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$)等。

[0056] 作為 TADF 材料, 例如可以具體地舉出富勒烯及其衍生物、硫酸原黃素等吡啶衍生物、曙紅(eosin)等。另外, 可以舉出包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等的含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉, 例如, 也可以舉出原卟啉-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中卟啉-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血卟啉-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、糞卟啉四甲酯-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基卟啉-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初卟啉-氟化錫錯合物(簡稱: $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$)以及八乙基卟啉-氯化鉑錯合物(簡稱: PtCl_2OEP)等。再者, 2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-*a*]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(PIC-TRZ)等的具有

富 π 電子芳雜環及缺 π 電子芳雜環的雜環化合物。另外，在富 π 電子芳雜環和缺 π 電子芳雜環直接鍵合的物質中，富 π 電子芳雜環的施體的性質和缺 π 電子芳雜環的受體的性質都變強而 S_1 與 T_1 之間的能量差變小，所以是特別較佳的。

[0057] 另外，作為用於發光層 106 (106a、106b 及 106c) 的電子傳輸性材料 110，較佳為使用缺 π 電子型雜芳族化合物諸如含氮雜芳族化合物，例如可以舉出喹啉衍生物或二苯并喹啉衍生物諸如 2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f, h]喹啉 (簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f, h]喹啉 (簡稱：2mDBTBPDq-II)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-吡啶-9-基)苯基]二苯并[f, h]喹啉 (簡稱：2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f, h]喹啉 (簡稱：7mDBTPDBq-II) 和 6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f, h]喹啉 (簡稱：6mDBTPDBq-II) 等。

[0058] 另外，作為用於發光層 106 (106a、106b 及 106c) 的電洞傳輸性材料 111，較佳為有富 π 電子型雜芳族化合物 (例如，吡啶衍生物或吡嗪衍生物) 或芳香胺化合物，例如可以舉出：4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺 (簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺 (簡稱：PCBNBB)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啶-3-基)胺基]-9-苯基吡啶 (簡稱：PCzPCN1)、4,4',4''-三[N-(1-萘基)-N-苯胺]

三苯胺（簡稱：1'-TNATA）、2,7-雙[N-（4-二苯胺基）-N-苯胺]-螺-9,9'-二芴（簡稱：DPA2SF）、N,N'-雙（9-苯基咔唑-3-基）-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺（簡稱：PCA2B）、N-（9,9-二甲基-2-二苯胺基-9H-芴-7-基）二苯基胺（簡稱：DPNF）、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三（9-苯基咔唑-3-基）苯-1,3,5-三胺（簡稱：PCA3B）、2-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯胺]-螺-9,9'-二芴（簡稱：PCASF）、2-[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺]-螺-9,9'-二芴（簡稱：DPASF）、N,N'-雙[4-（咔唑-9-基）苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺（簡稱：YGA2F）、4,4'-雙[N-（3-甲基苯基）-N-苯胺]聯苯（簡稱：TPD）、4,4'-雙[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺]聯苯（簡稱：DPAB）、N-（9,9-二甲基-9H-芴-2-基）-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-（9,9-二甲基-9H-芴-2-基）胺基]-9H-芴-7-基}苯基胺（簡稱：DFLADFL）、3-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3-[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzDPA1）、3,6-雙[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzDPA2）、4,4'-雙（N-{4-[N'-（3-甲基苯基）-N'-苯胺]苯基}-N-苯胺）聯苯（簡稱：DNTPD）、3,6-雙[N-（4-二苯胺基苯基）-N-（1-萘基）胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzTPN2）、3,6-雙[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯胺]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA2）等。

[0059] 電子傳輸層 107 是包含電子傳輸性高的物質的層。對電子傳輸層 107 可以使用金屬錯合物諸如 Alq_3 、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(簡稱： Almq_3)、雙(10-羥基苯并[h]-喹啉合)鉍(簡稱： BeBq_2)、 BAlq 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 或雙[2-(2-羥基苯基)-苯并噻唑]鋅(簡稱： $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$)等。此外，還可以使用雜芳族化合物諸如 2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱： PBD)、1,3-雙[5-(對三級丁苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱： OXD-7)、3-(4-三級丁苯基)-4-苯基-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(簡稱： TAZ)、3-(4-三級丁苯基)-4-(4-乙苯基)-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(簡稱： p-EtTAZ)、紅啡啉(簡稱： BPhen)、浴銅靈(簡稱： BCP)、4,4'-雙(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(簡稱： BzOs)等。此外，也可以使用高分子化合物諸如聚(2,5-吡啶二基)(簡稱： PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-co-(吡啶-3,5-二基)](簡稱： PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-co-(2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)](簡稱： PF-BPy)。這裡所述的物質主要為具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的物質。另外，只要是電子傳輸性比電洞傳輸性高的物質，就可以將上述物質之外的物質用於電子傳輸層 107。

[0060] 另外，電子傳輸層 107 既可由單層構成又可由層疊有兩層以上的由上述物質構成的層的疊層構成。

[0061] 電子注入層 108 是包含具有高電子注入性的

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

[0062] 另外，也可以將有機化合物與電子予體（施體）混合而成的複合材料用於電子注入層 108。因為這種複合材料的電子予體使得電子產生在有機化合物中，所以其電子注入性及電子傳輸性高。在此情況下，有機化合物較佳的是在傳輸產生的電子方面性能優異的材料，明確而言，例如可以使用上述構成電子傳輸層 107 的物質（金屬錯合物和雜芳族化合物等）。作為電子予體，只要使用對有機化合物呈現電子予體性的物質，即可。明確地說，較佳為使用鹼金屬、鹼土金屬和稀土金屬，可以舉出鋰、銫、鎂、鈣、鉕、釵等。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、鋁氧化物等。此外，還可以使用氧化鎂等路易士鹼。或者，也可以使用四硫富瓦烯（簡稱：TTF）等有機化合物。

[0063] 注意，上述電洞注入層 104、電洞傳輸層 105、發光層 106、電子傳輸層 107 及電子注入層 108 分別可以藉由蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、噴墨法、塗佈法等的方法形成。

[0064] 在上述發光元件中，由於在第一電極 101 和第二電極 102 之間產生的電位差而產生電流，並且由於在 EL 層 103 中電洞和電子重新鍵合而得到發光。該光經過第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者被提取到外部。因此，第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者為具有透光性的電極。

[0065] 藉由形成具有本實施方式所說明的結構的發光元件，即使隨驅動時間的經過的載子平衡的變化導致發光區域移動，另一發光層也能夠彌補該變化，而能夠維持發光層整體的穩定狀態，因而能夠實現對長時間的驅動來說維持良好特性的發光元件。

[0066] 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。

[0067]

實施方式 2

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

[0068] 本實施方式所示的發光元件是如圖 2A 所示的在一對電極（第一電極 201 與第二電極 204）之間具有多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））的串聯型發光元件。

[0069] 在本實施方式中，第一電極 201 是用作陽極的電極，第二電極 204 是用作陰極的電極。另外，作為第

一電極 201 及第二電極 204，可以採用與實施方式 1 相同的結構。此外，雖然多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））都可以具有與實施方式 1 所示的 EL 層的結構相同的結構，但是也可以上述 EL 層中的任一個具有與實施方式 1 所示的 EL 層的結構相同的結構。換言之，第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2）既可以具有相同結構，又可以具有不同結構，作為其結構，可以應用與實施方式 1 相同的結構。

[0070] 另外，在多個 EL 層（第一 EL 層 202（1）和第二 EL 層 202（2））之間設置有電荷產生層 205。電荷產生層 205 具有如下功能：當對第一電極 201 和第二電極 204 施加電壓時，將電子注入到一方的 EL 層中，且將電洞注入到另一方的 EL 層中。在本實施方式中，當以第一電極 201 的電位高於第二電極 204 的方式施加電壓時，電子從電荷產生層 205 被注入到第一 EL 層 202（1）中，且電洞被注入到第二 EL 層 202（2）中。

[0071] 另外，從光提取效率的觀點來看，電荷產生層 205 較佳為具有透射可見光的性質（明確而言，電荷產生層 205 的可見光的透射率為 40%以上）。另外，電荷產生層 205 的電導率即使小於第一電極 201 或第二電極 204 也發揮作用。

[0072] 電荷產生層 205 可以具有對電洞傳輸性材料添加有電子受體（受體）的結構，又可以具有對電子傳輸性材料添加有電子予體（施體）的結構。或者，也可以層

疊有這兩種結構。

[0073] 在採用對電洞傳輸性材料添加有電子受體的結構的情況下，作為電洞傳輸性材料，例如可以使用芳族胺化合物諸如 NPB、TPD、TDATA、MTDATA、4,4'-雙[N-（螺-9,9'-二芴-2-基）-N-苯胺]聯苯（簡稱：BSPB）等。在此所述的物質主要是電洞移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。但是，只要是電洞傳輸性比電子傳輸性高的有機化合物，就可以使用上述物質之外的物質。

[0074] 另外，作為電子受體，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷（簡稱：F₄-TCNQ）、氯醌等。另外，還可以舉出過渡金屬氧化物。另外，可以舉出屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確而言，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋁、氧化鎢、氧化錳和氧化鋅，這是因為它們具有高電子接受性。尤其較佳為使用氧化鋁，因為氧化鋁在大氣中穩定且其吸濕性低，所以容易進行處理。

[0075] 另一方面，在採用對電子傳輸性材料添加有電子予體的結構的情況下，作為電子傳輸性材料，例如可以使用具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等諸如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq 等。除此之外，還可以使用具有嘔唑基配體、噻唑基配體的金屬錯合物等諸如 Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂ 等。再者，除了金屬錯合物之外，還可以使用 PBD、OXD-7、TAZ、BPhen、BCP 等。在此所述的物質主要是電子移動率為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。

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

[0076] 另外，作為電子予體，可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、或屬於元素週期表中第 2、第 13 族的金屬及它們的氧化物、碳酸鹽。明確而言，較佳為使用鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、鐿（Yb）、銦（In）、氧化鋰、碳酸銫等。此外，也可以將如四硫稠四苯（tetrathianaphthacene）的有機化合物用作電子予體。

[0077] 另外，藉由使用上述材料形成電荷產生層 205，可以抑制層疊 EL 層時造成的驅動電壓的增大。

[0078] 雖然在本實施方式中，對具有兩個 EL 層的發光元件進行說明，但是，如圖 2B 所示，本發明的一個方式可以同樣地應用於層疊 n 個（注意， n 是 3 以上）EL 層（202（1）至 202（ n ））的發光元件。當如根據本實施方式的發光元件那樣在一對電極之間具有多個 EL 層時，藉由將電荷產生層 205（1）至 205（ $n-1$ ））分別設置在 EL 層與 EL 層之間，可以在保持低電流密度的同時實現高亮度區域中的發光。因為可以保持低電流密度，所以可以實現長使用壽命元件。當將上述發光元件用於照明時，可以減少由於電極材料的電阻導致的電壓下降，所以可以實現大面積的均勻發光。此外，可以實現能夠進行低電壓驅動且耗電量低的發光裝置。

[0079] 此外，藉由使各 EL 層發射互不相同的顏色的

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

[0080] 另外，同樣地，在具有三個 EL 層的發光元件中，例如，當第一 EL 層的發光顏色是紅色，第二 EL 層的發光顏色是綠色，第三 EL 層的發光顏色是藍色時，發光元件整體可以得到白色發光。

[0081] 此外，作為包括上述發光元件的發光裝置，除了可以製造被動矩陣型發光裝置和主動矩陣型發光裝置，還可以製造組合微腔結構的發光裝置。上述發光裝置的每一個都包括在本發明的一個方式中。

[0082] 另外，在主動矩陣型發光裝置中，對電晶體（FET）的結構沒有特別的限制。例如，可以適當地使用交錯型 FET 或反交錯型 FET。此外，形成在 FET 基板上的驅動電路可以由 N 型 FET 和 P 型 FET 中的一者或兩者形成。並且，對用於 FET 的半導體膜的結晶性也沒有特別的限制。例如，可以使用非晶半導體膜、結晶半導體膜。作為半導體材料，除了 IV 族（矽等）半導體、III 族（鎵等）半導體、化合物半導體（包括氧化物半導體）之外，還可以使用有機半導體等。

[0083] 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。

[0084]

實施方式 3

在本實施方式中，對本發明的一個方式的發光裝置進行說明。

[0085] 本實施方式所示的發光裝置具有利用一對電極之間的光的共振效應的光學微諧振腔（micro optical resonator）（微腔）結構，如圖 3 所示具有多個發光元件，該發光元件具有在一對電極（反射電極 301 與半透射·半反射電極 302）之間至少包括 EL 層 305 的結構。另外，EL 層 305 至少具有用作發光區域的發光層 304，除此之外，EL 層 305 還可以包括電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等。

[0086] 在本實施方式中，對如圖 3 所示具有兩種發光元件（第一發光元件 310R 及第二發光元件 310G）而構成的情況進行說明。

[0087] 第一發光元件 310R 及第二發光元件 310G 都具有如下結構：在反射電極 301 上依次層疊透明導電層 303、在其一部分中包含發光層 304 的 EL 層 305、以及半透射·半反射電極 302。

[0088] 注意，本實施方式中所示的兩種發光元件都共同使用反射電極 301、EL 層 305、以及半透射·半反射電極 302。另外，發光層 304 具有層疊發射在第一波長區

域中具有峰值的光 (λ_G) 的層及發射在第二波長區域中具有峰值的光 (λ_R) 的層的結構。在此情況下設定波長的長度滿足 $\lambda_G < \lambda_R$ 的關係。

[0089] 各發光元件分別具有在反射電極 301 和半透射·半反射電極 302 之間夾著 EL 層 305 而形成的結構，並且從包括在 EL 層 305 中的各發光層向全方向射出的發光由用作微型光諧振器（微腔）的反射電極 301 及半透射·半反射電極 302 諧振。

[0090] 反射電極 301 使用具有反射性的導電材料形成，該膜的可見光反射率為 40%至 100%，較佳為 70%至 100%，並且該膜的電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。另外，半透射·半反射電極 302 使用具有反射性的導電材料和具有透光性的導電材料形成，該膜的可見光反射率為 20%至 80%，較佳為 40%至 70%，並且該膜的電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

[0091] 此外，藉由使作為發光元件 310R 及發光元件 310G 的透明導電層 303 的厚度彼此不同，來改變兩種發光元件的反射電極 301 與半透射·半反射電極 302 之間的光學距離。由此，在反射電極 301 與半透射·半反射電極 302 之間，可以使共振的波長的光變強並可以使不共振的波長的光衰減，所以可以從每個元件提取不同波長的光。

[0092] 另外，在第一發光元件 310R 中從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度（光學厚度的總和）為 $m\lambda_R/2$ （注意， m 是自然數），在第二發光元件

310G 中從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度為 $m\lambda_G/2$ （注意， m 是自然數）。

[0093] 如上所述，從第一發光元件 310R 主要提取在包含於 EL 層 305 中的第二發光層 304R 中發射的光（ λ_R ），從第二發光元件 310G 主要提取在包含於 EL 層 305 中的第一發光層 304G 中發射的光（ λ_G ）。另外，從各發光元件提取的光分別從半透射·半反射電極 302 一側射出。

[0094] 另外，在上述結構中，嚴格而言，可以將從反射電極 301 到半透射·半反射電極 302 的總厚度稱為從反射電極 301 中的反射區域到半透射·半反射電極 302 中的反射區域的總厚度。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 或半透射·半反射電極 302 中的反射區域的位置，所以藉由假定反射電極 301 和半透射·半反射電極 302 中的任意位置為反射區域來可以充分地獲得上述效果。

[0095] 另外，在第一發光元件 310R 中，將從反射電極 301 到第二發光層 304R 的光學距離調節為所希望的厚度（ $(2m'+1)\lambda_R/4$ （注意， m' 是自然數））。由此可以放大來自第二發光層 304R 的光。

[0096] 另外，嚴格而言，可以將反射電極 301 與第二發光層 304R 之間的光學距離稱為從反射電極 301 中的反射區域與第二發光層 304R 中的發光區域之間的光學距離。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 中的反射區域及第二發光層 304R 中的發光區域的位置，所以藉由假定第

二發光層 304R 中的任意的位置為發光區域來可以充分地獲得上述效果。

[0097] 另外，在第二發光元件 310G 中，將從反射電極 301 到第一發光層 304G 的光學距離調節為所希望的厚度（ $(2m''+1)\lambda_G/4$ （注意， m'' 是自然數））。因此可以放大來自第一發光層 304G 的光。

[0098] 另外，嚴格而言，可以將反射電極 301 與第一發光層 304G 之間的光學距離稱為從反射電極 301 中的反射區域與第一發光層 304G 中的發光區域之間的光學距離。但是，難以嚴格地決定反射電極 301 中的反射區域或第一發光層 304G 中的發光區域的位置，所以藉由假定反射電極 301 中的任意的位置為反射區域，並且假定第一發光層 304G 中的任意的位置為發光區域來可以充分地獲得上述效果。

[0099] 如上所述，雖然設定從反射電極 301 到發光層 304 之間的光學距離，但是在具有如實施方式 1 所示的疊層結構的發光層（明確而言，包括多個發射在同一波長區域中具有峰值的光（ λ_G ）的發光層）中，將從反射電極 301 到發光層 304 的光學距離設定為從反射電極 301 到發射在同一波長區域中具有峰值的光（ λ_G ）的發光層中的一個發光層的光學距離。

[0100] 另外，在上述結構中，示出每個發光元件都具有在 EL 層中包含多個發光層的結構，但是本發明不侷限於此。例如，也可以採用如下結構：將上述結構與實施

方式 2 所說明的串聯型發光元件組合，隔著電荷產生層在一個發光元件中設置多個 EL 層，且在各 EL 層中形成一個或多個發光層。

[0101] 本實施方式所示的發光裝置具有微腔結構，即使具有相同的 EL 層，也能夠從每個發光元件提取不同波長的光，因此不需要 RGB 的分別塗佈。因此，出於容易實現高精細化等的理由，從實現全彩色化的角度來看上述結構是有利的。另外，因為能夠加強特定波長的正面方向的發光強度，所以可以實現低耗電量化。該結構在將其應用於使用三種顏色以上的像素的彩色顯示器（影像顯示裝置）時是特別有效的，但是也可以將其用於照明等的用途。

[0102]

實施方式 4

在本實施方式中，對具有本發明的一個方式的發光元件的發光裝置進行說明。

[0103] 另外，上述發光裝置既可以是被動矩陣型發光裝置，又可以是主動矩陣型發光裝置。此外，可以將其他實施方式所說明的發光元件應用於本實施方式所示的發光裝置。

[0104] 在本實施方式中，參照圖 4A 和圖 4B 對主動矩陣型發光裝置進行說明。

[0105] 另外，圖 4A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 4B 是沿圖 4A 中的點劃線 A-A'切割的剖面圖。根據本實

施方式的主動矩陣型發光裝置具有設置在元件基板 401 上的像素部 402、驅動電路部（源極線驅動電路）403 以及驅動電路部（閘極線驅動電路）404a 及 404b。將像素部 402、驅動電路部 403 及驅動電路部 404a 及 404b 由密封材料 405 密封在元件基板 401 與密封基板 406 之間。

[0106] 此外，在元件基板 401 上設置用來連接對驅動電路部 403 及驅動電路部 404a 及 404b 傳達來自外部的信號（例如，視訊信號、時脈信號、啟動信號或重設信號等）或電位的外部輸入端子的引導佈線 407。在此，示出作為外部輸入端子設置 FPC（撓性印刷電路）408 的例子。另外，雖然在此只示出 FPC，但是該 FPC 也可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0107] 接著，參照圖 4B 說明剖面結構。在元件基板 401 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為源極線驅動電路的驅動電路部 403 及像素部 402。

[0108] 作為驅動電路部 403 示出組合有 FET409 和 FET410 的結構。另外驅動電路部 403 所具有的 FET409 及 FET410 既可以使用包括單極性（N 型和 P 型中的僅任一個）的電晶體的電路形成，又可以使用包括 N 型電晶體及 P 型電晶體的 CMOS 電路形成。雖然在本實施方式中示出在基板上形成驅動電路的驅動器一體型，但是本發明不一定需要限於這種類型，也可以不在基板上，而在外部形成

驅動電路。

[0109] 此外，像素部 402 由多個像素形成，該像素包括開關 FET411、電流控制 FET412 和與電流控制 FET412 的佈線（源極電極或汲極電極）電連接的第一電極（陽極）413。此外，雖然在本實施方式中示出像素部 402 包括開關 FET411、電流控制 FET412 的兩個 FET 的結構的例子，但不侷限於此。例如，像素部 402 也可以包括三個以上的 FET 及電容元件。

[0110] 作為 FET409、410、411 及 412，例如可以適當地使用交錯型電晶體或反交錯型電晶體。作為可以用於 FET409、410、411 及 412 的半導體材料，例如可以使用 IV 族（矽等）半導體、III 族（鎵等）半導體、化合物半導體、氧化物半導體、有機半導體材料。此外，對該半導體材料的結晶性也沒有特別的限制，例如可以使用非晶半導體或結晶半導體。尤其是，作為 FET409、410、411 及 412 較佳為使用氧化物半導體。作為該氧化物半導體，例如可以舉出 In-Ga 氧化物、In-M-Zn 氧化物（M 為 Al、Ga、Y、Zr、La、Ce 或 Nd）等。作為 FET409、410、411 及 412，例如使用能隙為 2eV 以上，較佳為 2.5eV 以上，更佳為 3eV 以上的氧化物半導體材料，由此可以降低電晶體的關態電流（off-state current）。

[0111] 另外，以覆蓋第一電極 413 的端部的方式形成有絕緣物 414。在此，使用正型的光敏丙烯酸樹脂形成絕緣物 414。此外，在本實施方式中，將第一電極 413 用

作陽極。

[0112] 較佳為將絕緣物 414 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面。藉由將絕緣物 414 形成為上述形狀，可以提高形成在絕緣物 414 上的膜的覆蓋性。例如，作為絕緣物 414 的材料，可以使用負型光敏樹脂或正型光敏樹脂，不侷限於有機化合物，而還可以使用無機化合物諸如氧化矽、氧氮化矽、氮化矽等。

[0113] 在第一電極（陽極）413 上層疊形成有 EL 層 415 及第二電極（陰極）416。在 EL 層 415 中至少設置有發光層，該發光層具有實施方式 1 中所說明的疊層結構。另外，在 EL 層 415 中，除了發光層之外，可以適當地設置電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等。

[0114] 另外，由第一電極（陽極）413、EL 層 415 及第二電極（陰極）416 的疊層結構形成發光元件 417。作為用於第一電極（陽極）413、EL 層 415 及第二電極（陰極）416 的材料，可以使用實施方式 1 所示的材料。此外，雖然在此未圖示，但是第二電極（陰極）416 與作為外部輸入端子的 FPC408 電連接。

[0115] 此外，雖然在圖 4B 所示的剖面圖中僅示出一個發光元件 417，但是，在像素部 402 中以矩陣形狀配置有多個發光元件。在像素部 402 中分別選擇性地形成能夠得到三種（R、G、B）發光的發光元件，以可以形成能夠進行全彩色顯示的發光裝置。此外，除了可以得到三種

(R、G、B)發光的發光元件以外，例如也可以形成能夠得到白色(W)、黃色(Y)、洋紅色(M)、青色(C)等的發光的發光元件。例如，藉由對能夠得到三種(R、G、B)發光的發光元件追加能夠得到上述多種發光的發光元件，可以獲得色純度的提高、耗電量的降低等的效果。此外，也可以藉由與濾色片組合來實現能夠進行全彩色顯示的發光裝置。

[0116] 再者，藉由使用密封材料 405 將密封基板 406 和元件基板 401 貼合，在由元件基板 401、密封基板 406 和密封材料 405 圍繞的空間 418 中設置有發光元件 417。在空間 418 中除了填充有惰性氣體（如氮氣或氬氣等）的情況之外，還包括填充有密封材料 405 的情況。

[0117] 較佳為將環氧類樹脂或玻璃粉用作密封材料 405。此外，這些材料較佳的是儘量不使水分或氧透過的材料。此外，除了玻璃基板或石英基板之外，還可以使用由 FRP (Fiber-Reinforced Plastics: 纖維增強的塑膠)、PVF (polyvinyl fluoride: 聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸等構成的塑膠基板作為用於密封基板 406 的材料。在作為密封材料使用玻璃粉的情況下，從黏合性的觀點來看，作為元件基板 401 及密封基板 406 較佳為使用玻璃基板。

[0118] 如上所述，可以得到主動矩陣型發光裝置。

[0119] 另外，本實施方式所示的結構可以適當地與其他實施方式所示的結構組合而使用。

[0120]

實施方式 5

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

[0121] 作為採用上述發光元件的電子裝置，例如可以舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。圖 5A 至圖 5D 示出這些電子裝置的具體例子。

[0122] 圖 5A 示出電視機的一個例子。在電視機 7100 中，外殼 7101 組裝有顯示部 7103。由顯示部 7103 能夠顯示影像，並可以將發光裝置用於顯示部 7103。此外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。

[0123] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關、另外提供的遙控器 7110 進行電視機 7100 的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以進行頻道及音量的操作，並可以對在顯示部 7103 上顯示的影像進行操作。此外，也可以在遙控器 7110 中設置顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0124] 注意，電視機 7100 採用具備接收機及數據機等的結構。藉由利用接收機可以接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通信網路，可以進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者

之間或接收者之間等)的資訊通信。

[0125] 圖 5B 示出電腦的一例，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外接埠 7205、指向裝置 7206 等。此外，該電腦可以藉由將發光裝置用於其顯示部 7203 製造。

[0126] 圖 5C 是智慧手錶，該智慧手錶包括外殼 7302、顯示面板 7304、操作按鈕 7311、操作按鈕 7312、連接端子 7313、腕帶 7321、錶帶扣 7322 等。

[0127] 安裝在兼用作框架 (bezel) 的外殼 7302 中的顯示面板 7304 具有非矩形狀的顯示區域。顯示面板 7304 可以顯示表示時間的圖示 7305 以及其他圖示 7306 等。

[0128] 另外，在圖 5C 所示的智慧手錶可以具有各種功能。例如，可以給出在顯示部分上顯示多種資訊 (靜態影像、動態影像、文本影像等) 的功能，觸控面板功能，顯示日曆、日期、時間等的功能，以多種軟體 (程式) 來控制處理的功能，無線通訊功能，以無線通訊功能與多種電腦網路連接的功能，以無線通訊功能發送及接收多種資料的功能，以及讀取儲存於儲存介質內的程式或資料並且將該程式或資料顯示於顯示部分上的功能等。

[0129] 此外，在外殼 7302 內部可以具有揚聲器、感測器 (包括測量如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外

線)、麥克風等。另外，智慧手錶可以藉由將發光裝置用於其顯示面板 7304 製造。

[0130] 圖 5D 示出行動電話機的一個例子。行動電話機 7400 在外殼 7401 中具備顯示部 7402、麥克風 7406、揚聲器 7405、影像拍攝裝置 7407、外部連接部 7404、操作按鈕 7403 等。另外，在將根據本發明的一個方式的發光元件形成在具有撓性的基板上時，可以將該發光元件應用於具有如圖 5D 所示的具有曲面的顯示部 7402 中。

[0131] 圖 5D 所示的行動電話機 7400 可以用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊。另外，可以用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或製作電子郵件等的操作。

[0132] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示+輸入模式。

[0133] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，將顯示部 7402 設定為以文字輸入為主的文字輸入模式，並進行顯示在螢幕上的文字的輸入操作，即可。在此情況下，較佳的是，在顯示部 7402 的畫面的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0134] 另外，藉由在行動電話機 7400 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，判斷行動電話機 7400 的方向（縱向或橫向），而可以對顯示部 7402 的螢幕顯示進行自動切換。

[0135] 藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，切換螢幕模式。或者，可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的類型而切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為運動影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當顯示在顯示部上的影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0136] 另外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將畫面模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0137] 還可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，而可以進行個人識別。另外，藉由將發出近紅外光的背光或發出近紅外光的感測用光源用於顯示部，還可以拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0138] 藉由上述步驟，可以應用包括本發明的一個方式的發光元件的發光裝置而得到電子裝置。注意，可以應用的電子裝置不侷限於本實施方式所示的電子裝置，而可以應用於所有領域的電子裝置。

[0139] 注意，本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

[0140]

實施方式 6

在本實施方式中，參照圖 6 說明應用包括本發明的一

個方式的發光元件的發光裝置的照明裝置的一個例子。

[0141] 圖 6 是將發光裝置用於室內照明裝置 8001 的例子。另外，因為發光裝置可以實現大面積化，所以也可以形成大面積的照明裝置。此外，也可以藉由使用具有曲面的外殼來形成發光區域具有曲面的照明裝置 8002。包括在本實施方式所示的發光裝置中的發光元件為薄膜狀，所以外殼的設計的彈性高。因此，可以形成能夠對應各種設計的照明裝置。再者，室內的牆面也可以設置有大型的照明裝置 8003。

[0142] 另外，藉由將發光裝置用於桌子的表面，可以提供具有桌子的功能的照明裝置 8004。此外，藉由將發光裝置用於其他家具的一部分，可以提供具有家具的功能的照明裝置。

[0143] 如上所述，可以得到應用發光裝置的各種各樣的照明裝置。另外，這種照明裝置包括在本發明的一個方式中。

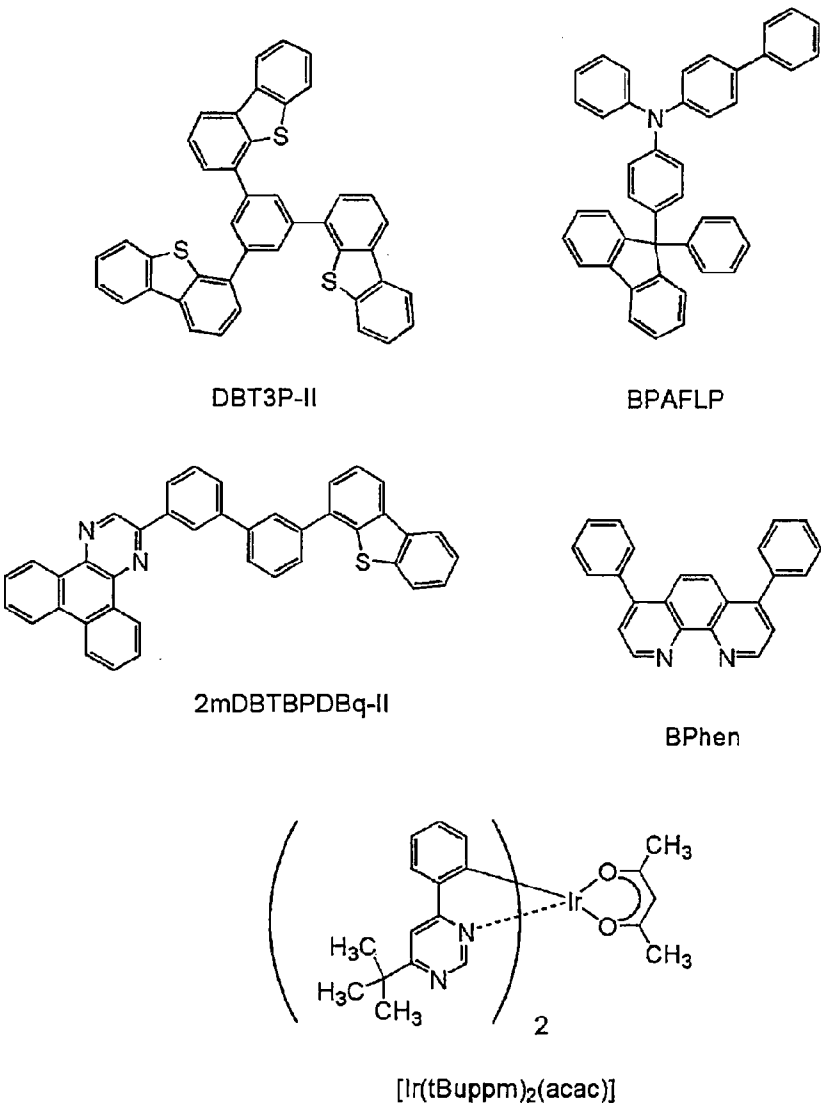
[0144] 本實施方式所示的結構能夠適當地與其它實施方式中的任何結構結合起來使用。

實施例 1

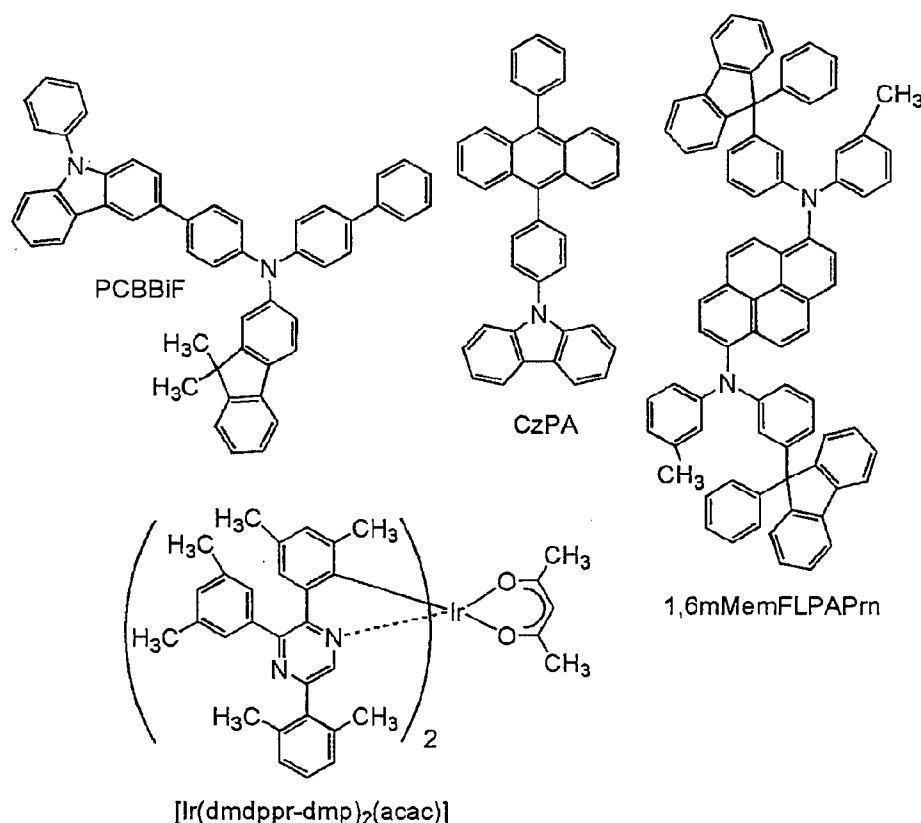
[0145] 在本實施例中，製造本發明的一個方式的發光元件 1，並且為了與發光元件 1 進行比較，製造對比發光元件 2。參照圖 7A 對發光元件 1 進行說明，並且參照圖 7B 對對比發光元件 2 進行說明。但是，對共同符號進

行一併說明。另外，下面示出本實施例所使用的材料的化學式。

[0146]



[0147]



[0148]

《製造發光元件 1 及對比發光元件 2》

首先，在玻璃基板 700 上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO），由此形成用作陽極的第一電極 701。另外，將其厚度設定為 110nm，且將其電極面積設定為 2mm×2mm。

[0149] 接著，作為用來在基板 700 上形成發光元件 1 及對比發光元件 2 的預處理，使用水對基板表面進行洗滌，並以 200℃ 進行 1 小時的焙燒，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0150] 然後，將基板放入到其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，以 170℃ 進行 60 分鐘的真空焙燒，然後對基板 700

進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0151] 接著，以將形成有第一電極 701 的面朝下方的方式將基板 700 固定於設置在真空蒸鍍裝置內的支架上。在本實施例中，說明藉由真空蒸鍍法依次形成構成 EL 層 703 的電洞注入層 704、電洞傳輸層 705、發光層 706、電子傳輸層 707 及電子注入層 708 的情況。

[0152] 在將真空蒸鍍裝置內減壓到 10^{-4} Pa 後，將 1,3,5-三（二苯并噻吩-4-基）-苯（簡稱：DBT3P-II）和氧化鋁以 DBT3P-II（簡稱）：氧化鋁=1:0.5（質量比）的比例共蒸鍍，由此在第一電極 701 上形成電洞注入層 704。將其厚度設定為 33nm。注意，共蒸鍍是指使多個不同的物質分別從不同的蒸發源同時蒸發的蒸鍍法。

[0153] 接著，以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 4-苯基-4'-（9-苯基芴-9-基）三苯基胺（簡稱：BPAFLP）來形成電洞傳輸層 705。

[0154] 接著，在電洞傳輸層 705 上形成發光層 706。

[0155] 在發光元件 1 中，如圖 7A 所示發光層 706 具有由第一發光層 706a、第二發光層 706b 及第三發光層 706c 的三層構成的疊層結構。

[0156] 第一發光層 706a 藉由將 2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f, h]喹啉（簡稱：2mDBTBPDq-II）、N-（1,1'-聯苯-4-基）-N-[4-（9-苯基-9H-卡啞-3-基）苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺（簡稱：PCBBiF）及（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶根）

銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) 以 2mDBTBPDBq-II (簡稱) :PCBBiF (簡稱) : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (簡稱) =0.8:0.2:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成 , 並且其厚度為 20nm 。

[0157] 第二發光層 706b 藉由將 2mDBTBPDBq-II (簡稱) 、 PCBBiF (簡稱) 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-戊二酮根- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$) 以 2mDBTBPDBq-II (簡稱) : PCBBiF (簡稱) : $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ (簡稱) =0.9:0.1:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成 , 並且其厚度為 10nm 。

[0158] 第三發光層 706c 藉由以 2mDBTBPDBq-II (簡稱) :PCBBiF (簡稱) : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (簡稱) =0.8:0.2:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成 , 並且其厚度為 10nm 。

[0159] 另一方面 , 在對比發光元件 2 中 , 如圖 7B 所示發光層 706 具有由第一發光層 706a'、第二發光層 706b' 的兩層構成的疊層結構。

[0160] 第一發光層 706a' 藉由以 2mDBTBPDBq-II (簡稱) : PCBBiF (簡稱) : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (簡稱) =0.8:0.2:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成 , 並且其厚度為 20nm 。

[0161] 第二發光層 706b' 藉由以 2mDBTBPDBq-II

(簡稱) : $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ (簡稱) = 1:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成，並且其厚度為 20nm。

[0162] 接下來，在發光層 706 上形成電子傳輸層 707。

[0163] 在發光元件 1 中，在以厚度為 30nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II (簡稱) 之後，以厚度為 15nm 的方式蒸鍍紅啡啉 (簡稱: Bphen)，來形成電子傳輸層 707。

[0164] 在對比發光元件 2 中，在以厚度為 35nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II (簡稱) 之後，以厚度為 15nm 的方式蒸鍍紅啡啉 (簡稱: Bphen)，來形成電子傳輸層 707。

[0165] 接著，在電子傳輸層 707 上以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰來形成電子注入層 708。

[0166] 最後，在電子注入層 708 上以厚度為 200nm 的方式蒸鍍鋁膜來形成用作陰極的第二電極 702，而得到發光元件 1 及對比發光元件 2。此外，作為上述蒸鍍過程中的蒸鍍，都採用電阻加熱法。

[0167] 表 1 示出藉由上述步驟得到的發光元件 1 及對比發光元件 2 的元件結構。

[0168]

表 1

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層			電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件1	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO _x (4:2 33nm)	BPAFLP (20nm)	*	**	***	2mDBTBPDq-II (30nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
對比發光元件2				*	****		2mDBTBPDq-II (35nm)			

* 2mDBTBPDq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 20nm)
** 2mDBTBPDq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (0.9:0.1:0.06 10nm)
*** 2mDBTBPDq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 10nm)
**** 2mDBTBPDq-II : [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (1:0.06 20nm)

[0169] 此外，在氮氛圍的手套箱中密封所製造的發光元件 1 及對比發光元件 2，以使其不暴露於大氣（將密封材料塗佈在元件的周圍，並且在密封時照射 6J/cm² 的 365nm 的紫外光,並且以 80℃ 進行 1 小時的熱處理）。

[0170]

《發光元件 1 及對比發光元件 2 的工作特性》

對所製造的發光元件 1 及對比發光元件 2 的工作特性進行測定。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行測定。

[0171] 圖 8 示出發光元件 1 及對比發光元件 2 的亮度-電流效率特性。注意，在圖 8 中縱軸表示電流效率（cd/A）、橫軸表示亮度（cd/m²）。另外，圖 9 示出發光元件 1 及對比發光元件 2 的亮度-外部量子效率特性。在圖 9 中，縱軸表示外部量子效率（%），橫軸表示亮度（cd/m²）。首先，圖 10 示出發光元件 1 及對比發光元件 2 的電壓-亮度特性。注意，在圖 10 中，縱軸表示亮度（cd/m²），橫軸表示電壓（V）。

[0172] 此外，下面的表 2 示出 1000cd/m² 附近的發光元件 1 及對比發光元件 2 的主要初期特性值。

[0173]

表 2

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
發光元件1	3.2	0.06	1.5	(0.49, 0.51)	1000	68	67	25
對比 發光元件2	3.4	0.062	1.5	(0.48, 0.51)	970	62	59	23

[0174] 根據上述結果，本實施例所製造的發光元件 1 及對比發光元件 2 都示出高外部量子效率，但是從電流效率的角度來看，與對比發光元件 2 相比，適用本發明的一個方式的元件結構的發光元件 1 示出更高的效率。

[0175] 另外，圖 11 示出以 2.5mA/cm² 的電流密度使電流流過發光元件 1 及對比發光元件 2 時的驅動初期的發射光譜。如圖 11 所示，發光元件 1 及對比發光元件 2 的發射光譜都在 548nm 附近和 615nm 附近具有峰值，由此可知其來源於磷光有機金屬銱錯合物 [Ir (dmdppr-dmp)₂ (acac)] 及 [Ir (tBuppm)₂ (acac)] 的發光。但是可知與發光元件 1 相比，對比發光元件 2 的驅動初期的 615nm 附近的峰值更弱。

[0176] 另外，圖 12 示出發光元件 1 及對比發光元件 2 的可靠性測試的結果。在圖 12 中，縱軸表示以初始亮度為 100% 時的正規化亮度 (%)，橫軸表示元件的驅動

時間 (h)。此外，在可靠性測試中，將初始亮度設定為 5000cd/m^2 ，並且在固定電流密度的條件下驅動發光元件 1 及對比發光元件 2。由該結果可知，發光元件 1 的壽命比對比發光元件 2 的壽命長。

[0177] 此外，對上述可靠性測試前後的發射光譜的變化進行測定。作為測定結果，將在開始可靠性測試時進行測定的結果設定為可靠性測試前的結果，並且將在初始亮度設定為 5000cd/m^2 且固定電流密度的條件下進行 1000 小時的可靠性測試之後進行測定的結果設定為可靠性測試後的結果，並且圖 13A 示出發光元件 1 的測定結果，圖 13B 示出對比發光元件 2 的測定結果。

[0178] 根據圖 13A 及圖 13B 得到如下結果：在發光元件 1 中，可靠性測試前後的作為 548nm 附近的峰值的減少和 615nm 附近的峰值的增加的總和的發射光譜整體的總變化量比對比發光元件 2 更小。就是說，在具有本發明的一個方式的元件結構的發光元件 1 中，即使在長時間驅動後也不容易發生其發光峰值的強度的變化。

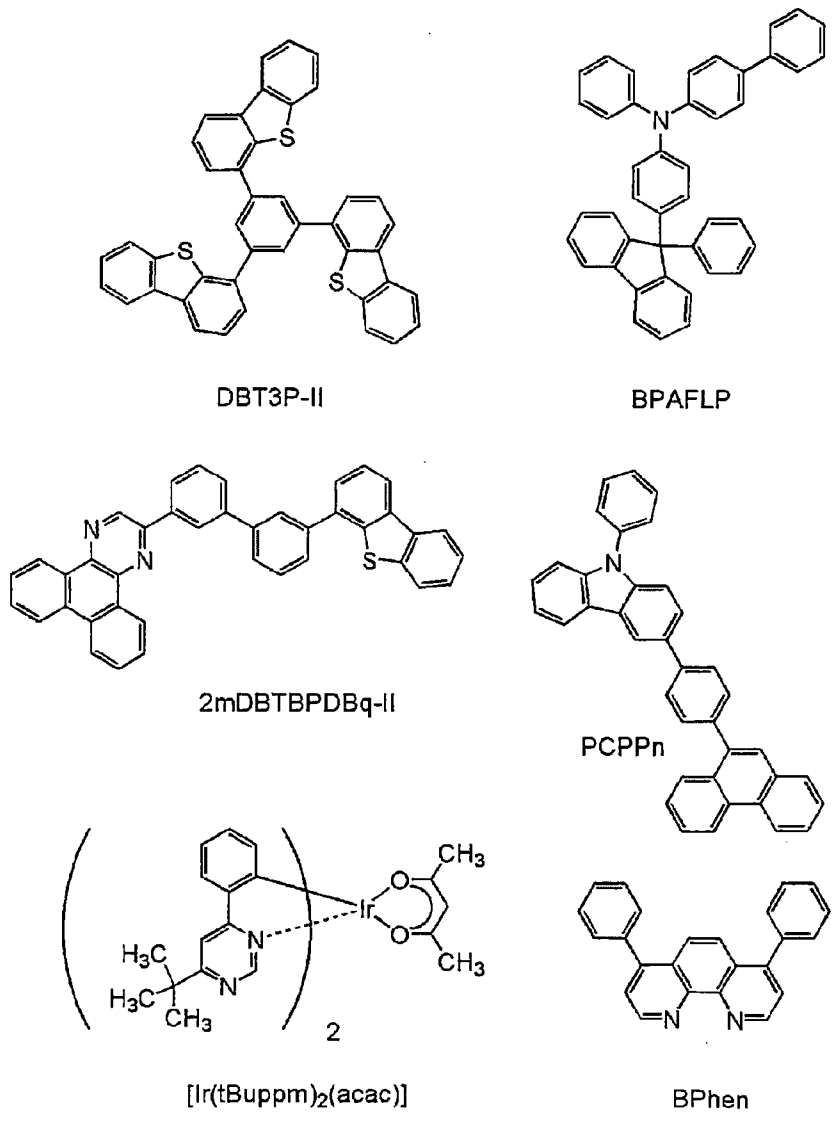
[0179] 注意，在本實施例中用於發光層的 2mDBTPDBq-II （簡稱）和 PCBBiF （簡稱）為形成激態錯合物的組合。

實施例 2

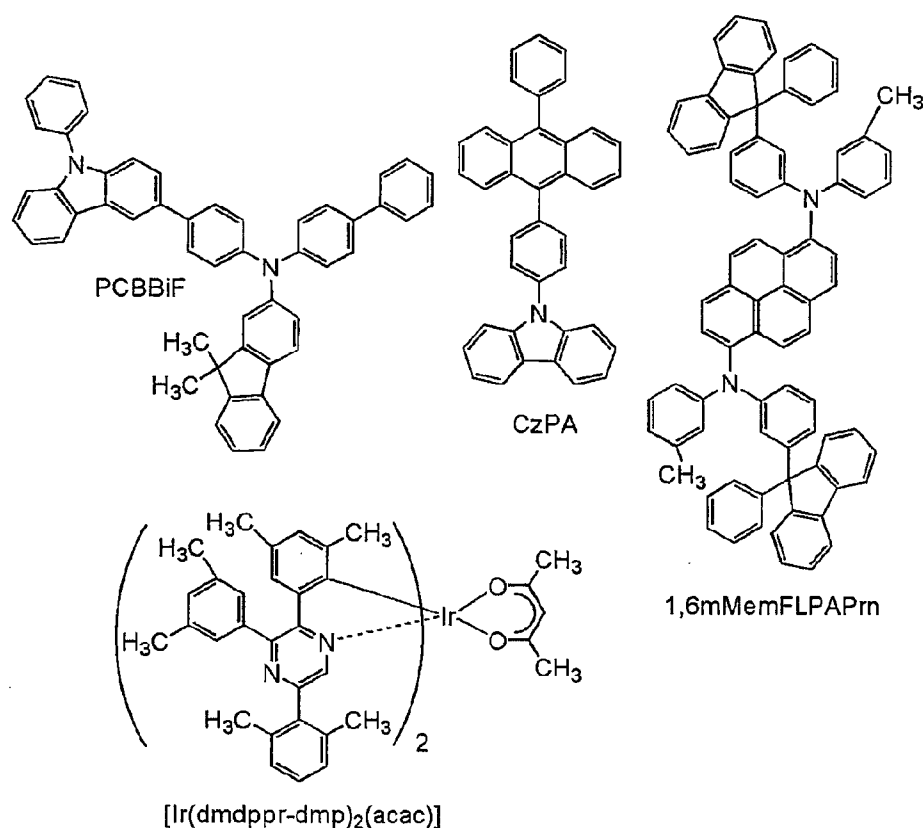
[0180] 在本實施例中，作為本發明的一個方式的發光元件及用來與其比較的對比發光元件，分別製造發光元

件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6。
注意，關於詳細內容參照圖 14A 及圖 14B 進行說明。本
實施例所示的發光元件具有組合實施方式 2 所說明的串聯
型結構和實施方式 3 所說明的微腔結構的結構。另外，下
面示出在本實施例中使用的材料的化學式。

[0181]



[0182]



[0183]

《製造發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6》

關於本實施例所示的發光元件，在圖 14A 及圖 14B 中，在圖 14A 的左側示出發光元件 3 且在右側示出對比發光元件 4，並且發光元件 3 及對比發光元件 4 都為呈現綠色發光的發光元件。另外，圖 14B 的左側示出發光元件 5 且在右側示出對比發光元件 6，並且發光元件 5 及對比發光元件 6 都為呈現紅色發光的發光元件。注意，這些發光元件都具有從第二電極 4003 一側發射光的結構。

[0184] 在圖 14A 示出的發光元件 3 及對比發光元件 4 中，僅第二 EL 層 4002b 中的發光層（4013b、4013b'）

的結構不同。此外，在圖 14B 示出的發光元件 5 及對比發光元件 6 中，僅第二 EL 層 4002b 中的發光層（4013b、4013b'）的結構不同。另外，圖 14A 所示的發光元件 3 及對比發光元件 4 受到光學調整以得到綠色發光，並且圖 14B 所示的發光元件 5 及對比發光元件 6 受到光學調整以得到紅色發光，因此圖 14B 所示的第一電極 4101 具有與圖 14A 所示的第一電極 4001 不同的結構。由此，對其他共同結構使用圖 14A 及圖 14B 所示的相同符號來進行說明。

[0185] 首先，在玻璃基板 4000 上藉由濺射法以厚度為 200nm 的方式形成鋁（Al）、鎳（Ni）及鐳（La）的合金膜（Al-Ni-La），然後藉由濺射法以厚度為 6nm 的方式形成 Ti，並且藉由濺射法以厚度為 40nm 的方式形成包含氧化矽的包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO）。由此形成用作陽極的發光元件 3 及對比發光元件 4 的第一電極 4001（圖 14A）。關於發光元件 5 及對比發光元件 6，在基板 4000 上藉由濺射法以厚度為 200nm 的方式形成鋁（Al）、鎳（Ni）及鐳（La）的合金膜（Al-Ni-La），然後藉由濺射法以厚度為 6nm 的方式形成 Ti，並且藉由濺射法以厚度為 75nm 的方式形成包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO）。由此形成用作陽極的第一電極 4101。此時，形成的 Ti 的一部分或整體被氧化且包含氧化鈦。另外，電極面積為 2mm×2mm。

[0186] 接著，作為用來在基板 4000 上形成發光元件

3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的預處理，使用水對基板表面進行洗滌，並以 200℃ 進行 1 小時的焙燒，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0187] 然後，將基板放入到其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，以 170℃ 進行 60 分鐘的真空焙燒，然後對基板 4000 進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0188] 接著，以將形成有第一電極（4001、4101）的面朝下方的方式將基板 4000 固定於設置在真空蒸鍍裝置內的支架上。在本實施例中，藉由真空蒸鍍法依次形成構成第一 EL 層 4002a 的第一電洞注入層 4011a、第一電洞傳輸層 4012a、發光層（A）（4013a）、第一電子傳輸層 4014a 及第一電子注入層 4015a。然後，形成電荷產生層 4004，接著形成構成第二 EL 層 4002b 的第二電洞注入層 4011b、第二電洞傳輸層 4012b、發光層（B）（4013b、4013b'）、第二電子傳輸層（4014b、4014b'）及第二電子注入層 4015b。

[0189] 在將真空蒸鍍裝置內減壓到 10^{-4} Pa 後，將 9-[4-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）-苯基]-菲（簡稱：PcPPn）和氧化鋁以 PcPPn（簡稱）：氧化鋁=1:0.5（質量比）的比例共蒸鍍，由此在第一電極（4001、4101）上形成第一電洞注入層 4011a。共蒸鍍是指使多個不同的物質分別從不同的蒸發源同時蒸發的蒸鍍法。注意，關於第一電洞注入層 4011a，在發光元件 3 中將其厚度設定為 13.5nm，在對比

發光元件 4 中將其厚度設定為 10nm，在發光元件 5 中將其厚度設定為 21nm，並且在對比發光元件 6 中將其厚度設定為 10nm。

[0190] 接著，藉由蒸鍍 PcPPn（簡稱），形成第一電洞傳輸層 4012a。另外，關於第一電洞傳輸層 4012a，在發光元件 3 中將其厚度設定為 10nm，在對比發光元件 4 中將其厚度設定為 15nm，在發光元件 5 中將其厚度設定為 10nm，並且在對比發光元件 6 中將其厚度設定為 15nm。

[0191] 接著，在第一電洞傳輸層 4012a 上形成發光層（A）4013a。將 9-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）、N，N'-雙（3-甲基苯基）-N，N'-雙[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-芘-1，6-二胺（簡稱：1，6mMemFLPAPrn）以 CzPA（簡稱）：1，6mMemFLPAPrn（簡稱）=1:0.05（質量比）的比例共蒸鍍，由此形成發光層（A）4013a。將其厚度設定為 25nm。

[0192] 接著，在發光層（A）4013a 上以厚度為 5nm 的方式蒸鍍 CzPA（簡稱）之後以厚度為 15nm 的方式蒸鍍紅啡啉（簡稱：BPhen），來形成第一電子傳輸層 4014a。接著，藉由在第一電子傳輸層 4014a 上以厚度為 0.1nm 的方式蒸鍍氧化鋰（Li₂O），來形成第一電子注入層 4015a。

[0193] 接著，藉由在第一電子注入層 4015a 上以厚度為 2nm 的方式蒸鍍銅酞青（簡稱：CuPc），來形成電

荷產生層 4004。

[0194] 接著，在電荷產生層 4004 上將 1,3,5-三（二苯并噻吩-4-基）-苯（簡稱：DBT3P-II）和氧化鋁以 DBT3P-II（簡稱）：氧化鋁=1:0.5（質量比）的比例共蒸鍍，由此形成第二電洞注入層 4011b。將其厚度設定為 12.5nm。

[0195] 接著，以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 BPAFLP（簡稱），來形成第二電洞傳輸層 4012b。

[0196] 接著，在第二電洞傳輸層 4012b 上形成發光層（B）（4013b、4013b'）。

[0197] 發光元件 3 及發光元件 5（圖 14A 及圖 14B 中的左側所示的發光元件）所具有的發光層（B）4013b 具有由第一發光層 4013（b1）、第二發光層 4013（b2）及第三發光層 4013（b3）的三層構成的疊層結構。

[0198] 第一發光層 4013（b1）藉由將 2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f，h]喹啉（簡稱：2mDBTBPDq-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（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶根）銦（III）（簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ）以 2mDBTBPDq-II（簡稱）：PCBBiF（簡稱）： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ （簡稱）=0.8:0.2:0.06（質量比）的比例共蒸鍍來形成，並且厚度為 20nm。

[0199] 第二發光層 4013（b2）藉由將 2mDBTBPDq-II

(簡稱)、PCBBiF(簡稱)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- κ N]苯基- κ C}(2,4-戊二酮根- κ^2 O,O')銦(III)(簡稱:[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)])(簡稱):PCBBiF(簡稱):[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)](簡稱)=0.9:0.1:0.06(質量比)的比例共蒸鍍來形成,並且厚度為10nm。

[0200] 第三發光層4013(b3)藉由將2mDBTBPDBq-II(簡稱)、PCBBiF(簡稱)及[Ir(tBuppm)₂(acac)]以2mDBTBPDBq-II(簡稱):PCBBiF(簡稱):[Ir(tBuppm)₂(acac)](簡稱)=0.8:0.2:0.06(質量比)的比例共蒸鍍來形成,並且厚度為10nm。

[0201] 另一方面,對比發光元件4及對比發光元件6(圖14A及圖14B中的右側所示的發光元件)所具有的發光層(B)4013b'具有由第一發光層4013(b1')及第二發光層4013(b2')的兩層構成的疊層結構。

[0202] 第一發光層4013(b1')藉由將2mDBTBPDBq-II(簡稱)、PCBBiF(簡稱)及[Ir(tBuppm)₂(acac)](簡稱)以2mDBTBPDBq-II(簡稱):PCBBiF(簡稱):[Ir(tBuppm)₂(acac)](簡稱)=0.8:0.2:0.06(質量比)的比例共蒸鍍來形成,並且厚度為20nm。

[0203] 第二發光層4013(b2')藉由將2mDBTBPDBq-II(簡稱)、[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)](簡稱)以2mDBTBPDBq-II(簡稱):[Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)](簡

稱) = 1:0.06 (質量比) 的比例共蒸鍍來形成，並且厚度為 20nm。

[0204] 接著，在發光層 (B) (4013b、4013b') 上形成第二電子傳輸層 (4014b、4014b')。

[0205] 發光元件 3 及發光元件 5 (圖 14A 及圖 14B 中的左側所示的發光元件) 所具有的第二電子傳輸層 4014b 在蒸鍍 30nm 的 2mDBTPDBq-II (簡稱) 之後，蒸鍍 15nm 的 Bphen (簡稱) 來形成。此外，對比發光元件 4 及對比發光元件 6 (圖 14A 及圖 14B 中的右側所示的發光元件) 所具有的第二電子傳輸層 4014b' 在蒸鍍 35nm 的 2mDBTPDBq-II (簡稱) 之後，以厚度為 15nm 的方式蒸鍍 Bphen (簡稱) 來形成。

[0206] 在第二電子傳輸層 (4014b、4014b') 上以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰 (LiF)，來形成第二電子注入層 4015b。

[0207] 最後，在第二電子注入層 4015b 上形成用作陰極的第二電極 4003。在以厚度為 15nm 的方式將銀 (Ag) 和鎂 (Mg) 以 1:0.1 (質量比) 共蒸鍍之後，藉由濺射法以厚度為 70nm 的方式形成銦錫氧化物 (ITO) 來得到第二電極 4003。此外，作為上述蒸鍍過程中的蒸鍍，都採用電阻加熱法。

[0208] 在表 3 中示出藉由上述得到的發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的元件結構。

[0209]

表 3

	第一電極		第一電洞 注入層	第一電洞 傳輸層	發光層 (A)	第一電子傳輸層	
發光元件3	Al-Ni-La\Ti (200nm\6nm)	NITO (40nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 13.5nm)	PCPPn (10nm)	*	CzPA (5nm)	Bphen (15nm)
對比 發光元件4			PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (15nm)			
發光元件5		NITO (75nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 21nm)	PCPPn (10nm)			
對比 發光元件6			PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (15nm)			

第一 電子注入層	電荷產生層	第二電洞 注入層	第二電洞 傳輸層	發光層 (B)		
				第一	第二	第三
				第一	第二	
Li ₂ O (0.1nm)	CuPc (2nm)	DBT3P-II:MoOx (1:0.5 12.5nm)	BPAFLP (20nm)	**	***	****

					***	****

第二電子傳輸層		第二電子 注入層	第二電極			CF
2mDBTBPDBq-II (30nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	ITO (70nm)		G
2mDBTBPDBq-II (35nm)						
2mDBTBPDBq-II (30nm)						R
2mDBTBPDBq-II (35nm)						

* CzPA : 1,6mMemFLPAPm (1:0.05 25nm)

** 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 20nm)

*** 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (0.9:0.1:0.06 10nm)

**** 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.8:0.2:0.06 10nm)

***** 2mDBTBPDBq-II : [Ir(dmdppr-dmp)₂(acac)] (1:0.06 20nm)

[0210] 另外，如表 3 所示，在發光元件 3 及對比發光元件 4 的反基板上形成綠色的著色層（G），在發光元件 5 及對比發光元件 6 的反基板上形成紅色的著色層（R），並且在氮氛圍的手套箱中，將藉由上述步驟製造的發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 與它們的反基板貼合來密封（將密封材料塗佈在元件的周圍，並且在密封時照射 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 的 365nm 的紫外光，並且以 80°C 進行 1 小時的熱處理），以使其不暴露於大氣。

[0211]

《發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的工作特性》

對所製造的每個發光元件的工作特性進行測定。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測定。另外，對下面所示的圖 15 中的凡例中的元件標號，若是綠色發光的發光元件則標記為（G），並且若是紅色發光的發光元件則標記為（R），以便能夠判別每個發光元件的發光顏色。再者，這個記載也可以適用於圖 17 中。

[0212] 首先，圖 15 示出發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的亮度-電流效率特性。注意，在圖 15 中縱軸表示電流效率（ cd/A ）、橫軸表示亮度（ cd/m^2 ）。首先，圖 16 示出發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的電壓-亮度特性。注意，在圖 16 中，縱軸表示亮度（ cd/m^2 ），橫軸表示電

壓（V）。

[0213] 此外，下面的表 4 示出 1000cd/m^2 附近的發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的主要初期特性值。

[0214]

表 4

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)
發光元件 3	6.2	0.06	1.5	(0.27, 0.71)	970	65
對比 發光元件 4	6.4	0.077	1.9	(0.26, 0.72)	1100	55
發光元件 5	7.0	0.27	6.8	(0.67, 0.33)	1100	16
對比 發光元件 6	7.2	0.25	6.2	(0.67, 0.33)	1100	17

[0215] 根據上述結果，可知本實施例中所製造的發光元件 3 及對比發光元件 4 呈現綠色（G），發光元件 5 及對比發光元件 6 呈現紅色（R），如此呈現明顯不同的發光。因此，可知藉由將這些發光元件適當地組合而使用，可以實現全彩色化。

[0216] 此外，圖 17 示出以 2.5mA/cm^2 的電流密度使電流流過發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 時的發射光譜。如圖 17 所示，發光元件 3 及對比發光元件 4 的發射光譜在 536nm 附近具有峰值，並且發光元件 5 及對比發光元件 6 的發射光譜在 616nm 附近具有峰值。每個發光元件的峰值都來源於包含在各發

光層中的磷光有機金屬銥錯合物的發光。

[0217] 在呈現綠色發光的發光元件 3 和對比發光元件 4 的比較中，雖然在圖 15 中發光元件 3 (G) 的電流效率高於對比發光元件 4 (G)，但是圖 17 所示的發光元件 3 (G) 的發射光譜的峰值更近於 550nm，即視亮度更高的波長，由此可以估計在色度相同的條件下電流效率為大約相等。與此同樣，在呈現紅色發光的發光元件 5 和對比發光元件 6 的比較中，雖然在圖 15 中發光元件 5 (R) 的電流效率低於對比發光元件 6 (R)，但是在圖 17 所示的發光元件 5 (R) 的發射光譜中光譜被觀察在視亮度低的長波長一側，因此可以估計若在最合適的光程長的條件下電流效率則為相等。因此可以說發光元件 3 及發光元件 5 為具有與對比發光元件 4 及對比發光元件 6 相等的初期特性的元件。

[0218] 另外，圖 18 示出發光元件 3、對比發光元件 4、發光元件 5 及對比發光元件 6 的可靠性測試的結果。在圖 18 中，縱軸表示初始亮度為 100% 時的正規化亮度 (%)，橫軸表示元件的驅動時間 (h)。另外，在如下條件下驅動每個發光元件來進行可靠性測試：將發光元件 3 及對比發光元件 4 的初始亮度設定為 1667cd/m^2 ，將發光元件 5 及對比發光元件 6 的初始亮度設定為 655cd/m^2 ，並且將電流密度固定。根據其結果可知，藉由如發光元件 3 及發光元件 5 那樣作為發光層 (B) 採用三層的疊層結構，在呈現綠色發光的發光元件 3 中，與呈現同樣的綠色

發光的對比發光元件 4 相比，能夠抑制驅動初期的急劇的亮度下降。此外可知，在呈現紅色發光的發光元件 5 中，與呈現同樣的紅色發光的對比發光元件 6 相比，能夠抑制驅動初期的亮度上升。

[0219] 注意，在本實施例中用於發光元件 3 及發光元件 5 的發光層 (B) 4013b 的 2mDBTBPDBq-II (簡稱) 和 PCBBiF (簡稱) 為形成激態錯合物的組合。

實施例 3

[0220] 本實施例示出適用本發明的一個方式的發光元件來製造的主動矩陣型 3.4 英寸顯示器。該主動矩陣型 3.4 英寸顯示器具有與實施例 2 所示的發光元件 3 及發光元件 5 的發光層相同的結構。

[0221] 注意，在該主動矩陣型 3.4 英寸顯示器的驅動電路部中使用適用氧化物半導體的 FET。

[0222] 下面表 5 示出所製造的主動矩陣型 3.4 英寸顯示器的主要規格及特性。

[0223]

表 5

對角線尺寸	驅動方法	分辨率	像素尺寸	像素密度	開口率
3.4英寸	主動矩陣	960×(RGB)×540(QHD)	26 μm×78 μm	326ppi	44%

OLED結構	著色方法	發光型	NTSC比率	像素電路	掃描線驅動	源極驅動
B\GRG	白色OLED+濾色片	頂部發射	>90 %	3Tr+1C/像素	內藏	SSD

* 設計值

[0224] 另外，圖 19 示出對使該顯示器以 300[cd/m²] 的白色（D65 附近的色度）發光且進行連續驅動時的隨時間的色度變化進行測定的結果。根據其結果可知，適用與實施例 2 所示的發光元件 3 及發光元件 5 相同的結構的主動矩陣型 3.4 英寸顯示器是與發光元件 3 及發光元件 5 同樣隨時間的色度變化小的顯示器。

[0225]

實施例 4

在本實施例中示出分別製造與實施例 2 中所使用的發光元件 3 相同的結構的發光元件 3 及與發光元件 5 相同的結構的發光元件 5，並且藉由深度方向的 ToF-SIMS（飛行時間二次離子質譜分析法）進行分析的結果。使用 TOF.SIMS5（ION-TOF 公司製造），作為一次離子源使用 1E12（ions/cm²）以下的 Bi，且以正模式進行分析。注意，對去除了第二電極（陰極）的每個發光元件，作為濺

射離子源使用 GCIB (Ar 簇)，從第二電極一側向第一電極方向挖掘來進行分析。

[0226]

〈深度方向的 ToF-SIMS〉

圖 20A 及圖 20B 示出利用 ToF-SIMS 對發光元件 3 的發光層 (B) 附近至第二電子傳輸層附近進行分析的結果。此外，圖 21A 及圖 21B 示出發光元件 5。在每個圖中，縱軸表示正規化的二次離子強度，橫軸表示深度，並且 0 循環表示開始切削。因此，在此情況下，0 循環表示陰極一側的第二電子注入層附近。注意，同一個元件的 (A) 和 (B) 的橫軸的刻度相等。在這些圖式中，圖 20A 及圖 21A 表示 $m/z=615$ 、 $m/z=714$ 、 $m/z=976$ 、 $m/z=1074$ 的二次離子強度。此外，圖 20B 及圖 21B 表示 $m/z=565$ 及 $m/z=678$ 的二次離子強度。

[0227] 根據圖 20A 及圖 21A 可知 $m/z=615$ 、 $m/z=714$ 、 $m/z=976$ 、 $m/z=1074$ 分別表示相同的分佈。因此，可以估計 $m/z=714$ 是主要來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的質量電荷比， $m/z=615$ 是主要來源於該 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的脫離乙醯丙酮基的子離子的質量電荷比， $m/z=1074$ 是主要來源於 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的質量電荷比， $m/z=976$ 是主要來源於乙醯丙酮基從該 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 脫離而成的子離子的質量電荷比。另外， $m/z=384$ 及 $m/z=599$ 也表示與 $m/z=714$ 同樣的分佈，由此可以估計主要檢測出來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的

子離子的質量電荷比。另外， $m/z=976$ 也表示與 $m/z=1074$ 同樣的分佈，由此可以估計檢測出主要來源於 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的子離子的質量電荷比。

[0228] 此外，根據圖 20B 及圖 21B 的分佈及質量電荷比，可以估計 $m/z=565$ 是主要來源於 2mDBTBPDBq-II 的質量電荷比，並且 $m/z=678$ 是主要來源於 PCBBiF 的子離子的質量電荷比。除此之外， $m/z=176$ 及 $m/z=201$ 也表示與 $m/z=565$ 同樣的分佈，由此可以估計檢測出 $m/z=176$ 及 $m/z=201$ 的主要來源於 2mDBTBPDBq-II 的子離子的質量電荷比。

[0229] 此外，在發光元件 3 的分析結果的圖 20A 中確認到來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的離子具有兩個峰值，在該峰值之間有來源於 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的峰值。在表示發光元件 5 的分析結果的圖 21A 中，確認到與來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的峰值相鄰有來源於 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的峰值。由此，即使是 10nm 至 20nm 的薄膜，也可以利用 ToF-SIMS 的分析法確認到該膜的分佈。

[0230] 根據圖 20A 及圖 20B、圖 21A 及圖 21B，可知藉由 ToF-SIMS 能夠檢測出包含於元件結構的離子。此外，關於其他層（第一電洞注入層至第二電洞傳輸層），也以疊層順序得到包含於疊層膜中的物質的離子的分佈，因此可知利用 ToF-SIMS 可以分析。

[0231]

<發光層的 ToF-SIMS>

接著，對發光元件 3 的發光層 (B) 4013b 的第三發光層 (4013 (b3)) 附近、第二發光層 (4013 (b2)) 附近及第一發光層 (4013 (b1)) 附近分別進行測定，而在圖 22A 中示出發光元件 3 的發光層 (B) 4013b 的第三發光層 (4013 (b3)) 附近的測定結果，在圖 22B 中示出第二發光層 (4013 (b2)) 附近的測定結果，並且在圖 22C 中示出第一發光層 (4013 (b1)) 附近的測定結果。注意，圖 22A 對應於圖 20A 及圖 20B 中的 37 循環至 38 循環，圖 22B 對應於圖 20A 及圖 20B 中的 46 循環至 47 循環，並且圖 22C 對應於圖 20A 及圖 20B 中的 58 循環至 59 循環部分的積分檢測的強度。另外，圖 22A 至圖 22C 中的縱軸表示二次離子強度，橫軸表示質量電荷比。

[0232] 在圖 23A 中示出發光元件 5 的發光層 (B) 4013b 的第二發光層 (4013 (b2)) 及第三發光層 (4013 (b3)) 附近的利用 ToF-SIMS 的測定結果，在圖 23B 中示出發光元件 5 的發光層 (B) 4013b 的第一發光層 (4013 (b1)) 附近的利用 ToF-SIMS 的測定結果。注意，圖 23A 對應於圖 21A 及圖 21B 中 45 循環至 46 循環，圖 23B 對應於圖 21A 及圖 21B 中 63 循環至 64 循環的積分檢測的強度。另外，圖 23A 及圖 23B 中的縱軸表示二次離子強度，橫軸表示質量電荷比。

[0233] 注意，在圖 22A、圖 22C 及圖 23B 中，檢測出來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的 $m/z=714$ 、 $m/z=615$

及 $m/z=599$ ，並且檢測出來源於 PCBBiF 的 $m/z=678$ 。另外，在圖 22B 及圖 23A 中，檢測出來源於 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的 $m/z=1074$ 及 $m/z=976$ 。

[0234]

<單膜的 ToF-SIMS>

接著，藉由蒸鍍法製造包含於發光元件 3 的發光層 (B) 4013b 的第一發光層 4013 (b1) 及第三發光層 (4013 (b3)) 的 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的單膜，並且進行利用 ToF-SIMS 的測定。圖 24 示出其測定結果。另外，圖 24 中的縱軸表示二次離子強度，橫軸表示質量電荷比。

[0235] 根據圖 24 可知以與圖 22A、圖 22C 及圖 23B 同樣的分佈峰值圖案檢測出來源於 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的峰值的 $m/z=714$ 、 $m/z=615$ 及 $m/z=599$ 。

[0236] 另外，必須注意的是在混合膜具有與其他材料的離子相同的質量電荷比的情況下，由於峰值的重疊而導致強度比的變化。

[0237] 根據上述 ToF-SIMS 的分析結果可知關於包含於發光元件中的物質，可以與單膜同樣精度高地檢測出離子分子。另外可知，藉由 ToF-SIMS 分析可以檢測出樣本中的比率少的物質及膜厚薄的樣本中的離子分子。

[0238] 此外，可知在使用作為發光層中的摻雜物一般使用的錯合物的情況下，能夠精度高地檢測出具有從該錯合物離開一個配體的結構的子離子（質量電荷比：(P)

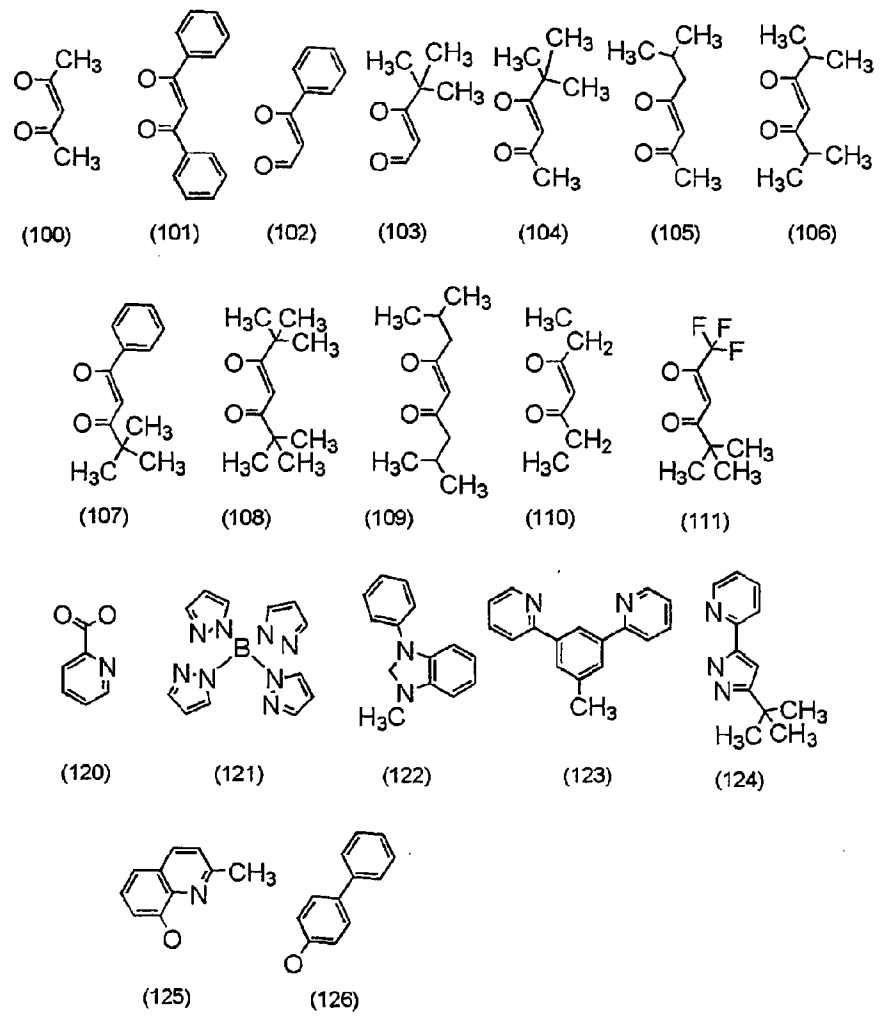
/z)。在（式 1）中示出能夠得到的質量電荷比。注意，（式 1）中的（C）表示錯合物分子的精密質量，（L）表示取代的配體的精密質量。注意，包括±2 以內的（P）/z。

[0239]

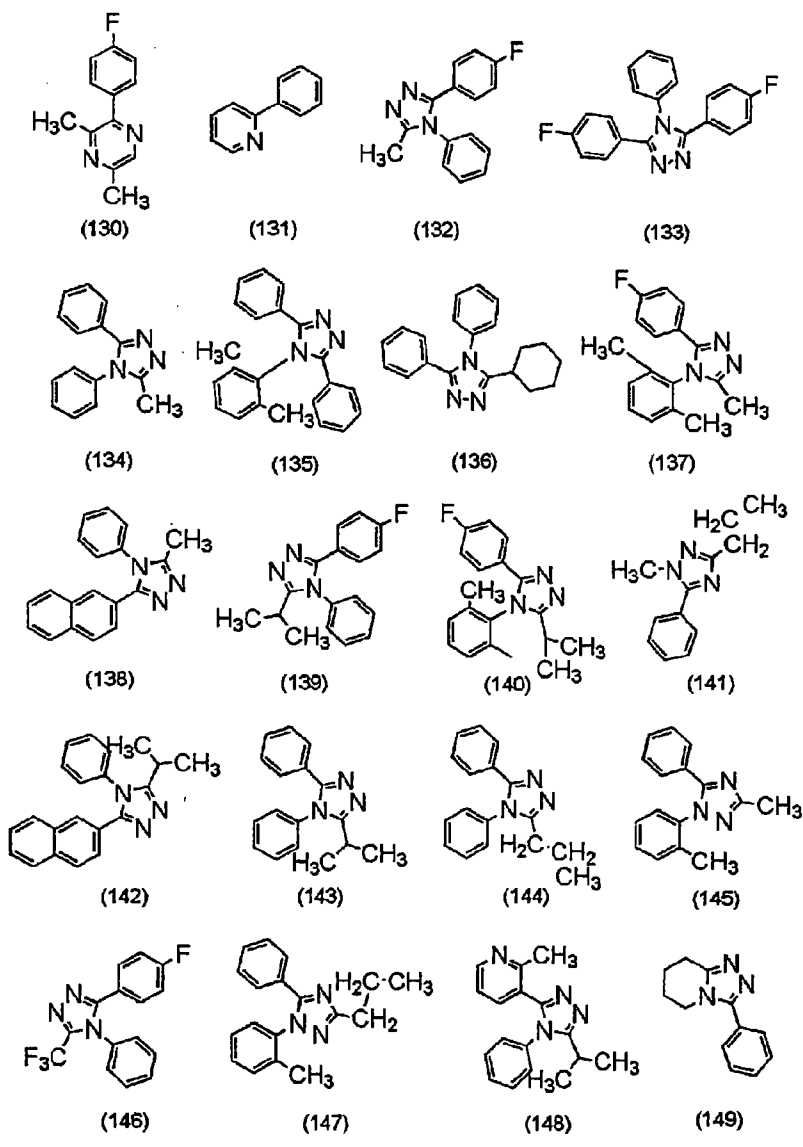
$$(P) / z = (C) - (L) \quad (\text{式 1})$$

[0240] 另外，關於包含於錯合物中的配體，可以舉出如下面所示的結構（結構式（100 至 111、120 至 126、130 至 186））。

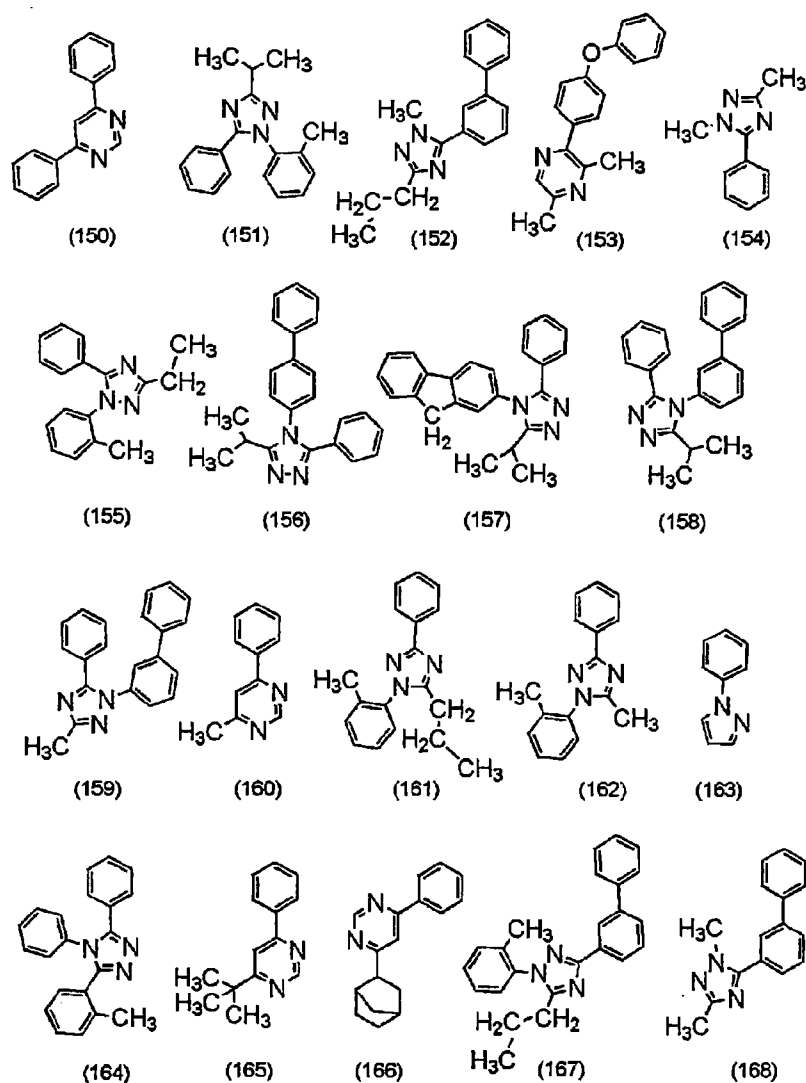
[0241]



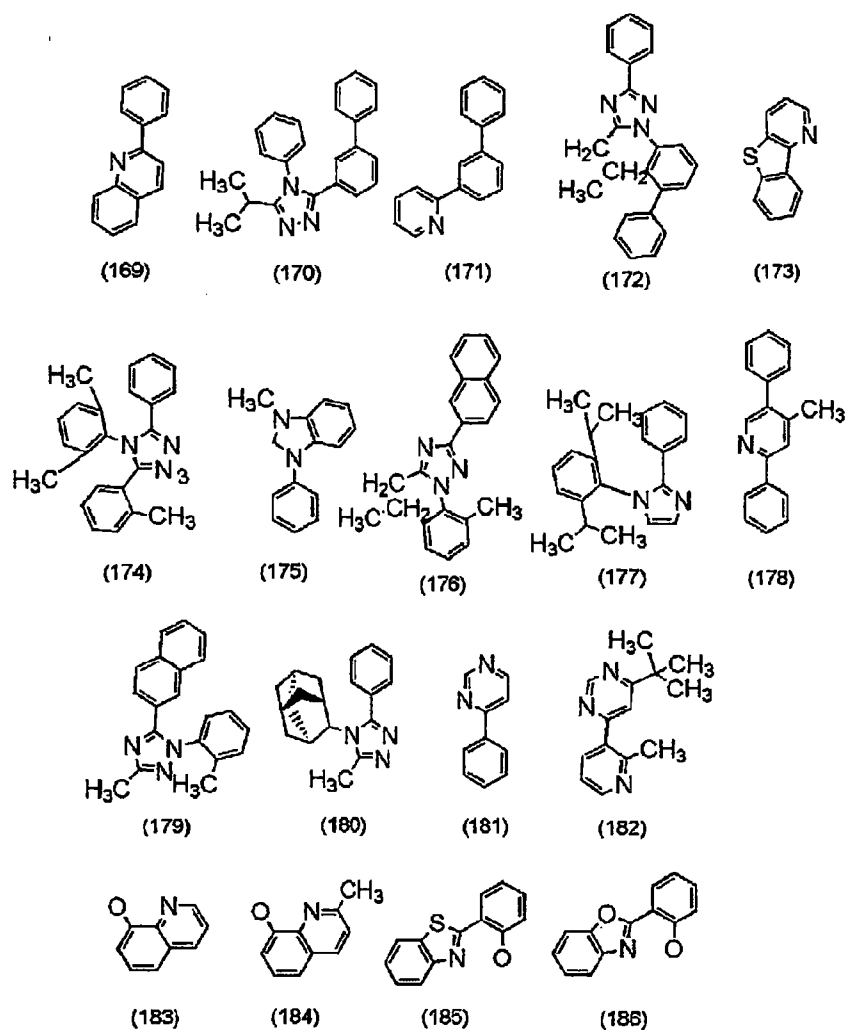
[0242]



[0243]



[0244]



[0245] 另外，在結構式（100）所示的配體（乙醯丙酮（簡稱：**acac**））從錯合物離開的情況下，容易檢測出表示從錯合物的精密質量減 99 的質量電荷比的子離子。例如，在錯合物是 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 的情況下，因為其質量密度為 714，所以檢測出從 714 減 99 的 $m/z=615$ 的子離子。另外，在錯合物是 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ 的情況下，因為其精密質量為 1074，所以檢測出從 1074 減 99 的 $m/z=975$ 的子離子。

[0246] 因此可知，容易檢測出從錯合物離開上述結構式（100）至結構式（111）、結構式（120）至結構式

(126) 所示的配體等的螯合配體的子離子。就是說，可知與金屬形成共同鍵合的配體相比，離開螯合配體的子離子更容易被檢測出。

[0247] 此外，在鍵合有多個相同配體的三配合體中，檢測出下面(式2)所示的質量電荷比。但是，(M)表示中心金屬的精密質量，n表示配體的個數。注意，包括 ± 2 以內的(P)/z。

[0248]

$$(P)/z = \{ (C) - (M) \} / n + (M) \quad (\text{式 } 2)$$

[0249] 作為中心金屬可以舉出銥、鉑、銀、銅、鋁、鈮、鈷、鐵、鎳、鉛、鋰、鎳、錫、鈦、鈇及鋅等。

[0250] 由此，藉由同時進行深度方向的SIMS分析，更容易分析錯合物、氧化鋁、鋰、鋰化合物等無機化合物，所以它們是較佳的。

【符號說明】

[0251]

101：陽極

102：陰極

103：EL層

104：電洞注入層

105：電洞傳輸層

106：發光層

106a：第一發光層

- 106b：第二發光層
- 106c：第三發光層
- 107：電子傳輸層
- 108：電子注入層
- 109a：第一發光性材料
- 109b：第二發光性材料
- 110：電子傳輸性材料
- 111：電洞傳輸性材料
- 201：第一電極
- 202（1）：第一 EL 層
- 202（2）：第二 EL 層
- 202（n）：第（n）EL 層
- 204：第二電極
- 205：電荷產生層
- 205（1）：第一電荷產生層
- 205（2）：第二電荷產生層
- 205（n-1）：第（n-1）電荷產生層
- 301：反射電極
- 302：半透射·半反射電極
- 303：透明導電層
- 304G：第一發光層（G）
- 304R：第二發光層（R）
- 305：EL 層
- 310R：第一發光元件（R）

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

705：電洞傳輸層
706：發光層
707：電子傳輸層
708：電子注入層
7100：電視機
7101：外殼
7103：顯示部
7105：支架
7107：顯示部
7109：操作鍵
7110：遙控器
7201：主體
7202：外殼
7203：顯示部
7204：鍵盤
7205：外接埠
7206：指向裝置
7302：外殼
7304：顯示面板
7305：表示時間的圖示
7306：其他圖示
7311：操作按鈕
7312：操作按鈕
7313：連接端子

7321：腕帶

7322：錶帶扣

7400：行動電話機

7401：外殼

7402：顯示部

7403：操作按鈕

7404：外部連接部

7405：揚聲器

7406：麥克風

7407：影像拍攝裝置

8001：照明裝置

8002：照明裝置

8003：照明裝置

8004：照明裝置

I685128

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、電子裝置及照明裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE,

ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

【中文】

本發明提供一種對長時間的驅動能夠維持良好特性的可靠性高的發光元件。另外，本發明提供一種適用上述發光元件的長壽命的發光裝置。本發明還提供一種長壽命的電子裝置及照明裝置。本發明的一個方式是一種在一對電極之間具有 EL 層的發光元件，其中藉由作為 EL 層所具有的發光層的結構採用不同於從來的結構的疊層結構，即使發光元件的驅動導致載子平衡隨著時間變化或該變化還導致發光區域的移動，也能夠對長時間的驅動維持良好特性。

【 英文 】

A light-emitting element with high reliability that can keep favorable characteristics after long-time driving is provided. In addition, a light-emitting device having a long lifetime including the light-emitting element is provided. Moreover, an electronic device and a lighting device having a long lifetime are provided. In a light-emitting element including an EL layer between a pair of electrodes, a light-emitting layer included in the EL layer has a stacked-layer structure which is different from the conventional structure, whereby the light-emitting element can keep favorable characteristics after long-time driving even in the case where carrier balance is changed over time due to driving of the light-emitting element or a light-emitting region is shifted due to the change.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101：陽極

102：陰極

103：EL層

104：電洞注入層

105：電洞傳輸層

106：發光層

106a：第一發光層

106b：第二發光層

106c：第三發光層

107：電子傳輸層

108：電子注入層

109a：第一發光性材料

109b：第二發光性材料

110：電子傳輸性材料

111：電洞傳輸性材料

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

申請專利範圍

1. 一種發光裝置，包括：

第一電極；

在該第一電極上的第一 EL 層，該第一 EL 層包括：

包含第一發光材料、第一有機化合物及第二有機化合物的第一發光層；

在該第一發光層上且包含第二發光材料及第三有機化合物的第二發光層；及

在該第二發光層上且包含該第一發光材料、該第一有機化合物及該第二有機化合物的第三發光層；及

第二電極，

其中：

該第一發光材料與該第二發光材料彼此相異，

該第二有機化合物與該第三有機化合物彼此相異，

該第一發光材料與該第二發光材料均為會將三重激發態能量轉換成發光的發光材料，並且

來自該第二發光層的發射光譜的峰波長比來自該第一發光層的發射光譜的峰波長為長。

2. 一種發光裝置，包括：

第一電極；

在該第一電極上的第一 EL 層；

在該第一 EL 層上的第二 EL 層，該第二 EL 層包括：

包含第一發光材料、第一有機化合物及第二有機化合物的第一發光層；

在該第一發光層上且包含第二發光材料及第三有機化合物的第二發光層；及

在該第二發光層上且包含該第一發光材料、該第一有機化合物及該第二有機化合物的第三發光層；及

第二電極，

其中：

該第一發光材料與該第二發光材料彼此相異，

該第二有機化合物與該第三有機化合物彼此相異，

該第一發光材料與該第二發光材料均為會將三重激發態能量轉換成發光的發光材料，並且

來自該第二發光層的發射光譜的峰波長比來自該第一發光層的發射光譜的峰波長為長。

3. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其還包括在該第一電極與該第一 EL 層之間的第二 EL 層，

其中來自該第二 EL 層的發光層的發射光譜的峰波長比來自該第一發光層的發射光譜的峰波長為短。

4. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之發光裝置，其中該第一發光材料及該第二發光材料均為發射磷光的物質。

5. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之發光裝置，其中該第一發光材料及該第二發光材料係各為發射磷光或熱活化延遲螢光之物質。

6. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該第一 EL 層的電子傳輸層包含第一電子傳輸層及第二電子傳輸層。

7. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之發光裝置，其中該第一有機化合物及該第二有機化合物的組合形成激態錯合物。

8. 一種包括根據申請專利範圍第 1 或 2 項之發光裝置的電子裝置。

9. 一種包括根據申請專利範圍第 1 或 2 項之發光裝置的照明裝置。