



(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 I482325 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：102134932

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 27 日

(51)Int. Cl. : **H01L51/52 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/03 日本

2012-221243

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

日本

(72)發明人：鈴木恒徳 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；小松望 KOMATSU, NOZOMI (JP)；尾坂
晴恵 OSAKA, HARUE (JP)；瀬尾広美 SEO, HIROMI (JP)；瀬尾哲史 SEO,
SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW I278252

CN 1926925A

JP 2000-315580A

US 2006/0181202A1

US 2006/0182993A1

US 2010/0052522A1

審查人員：康譽齡

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：25 共 95 頁

(54)名稱

發光元件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

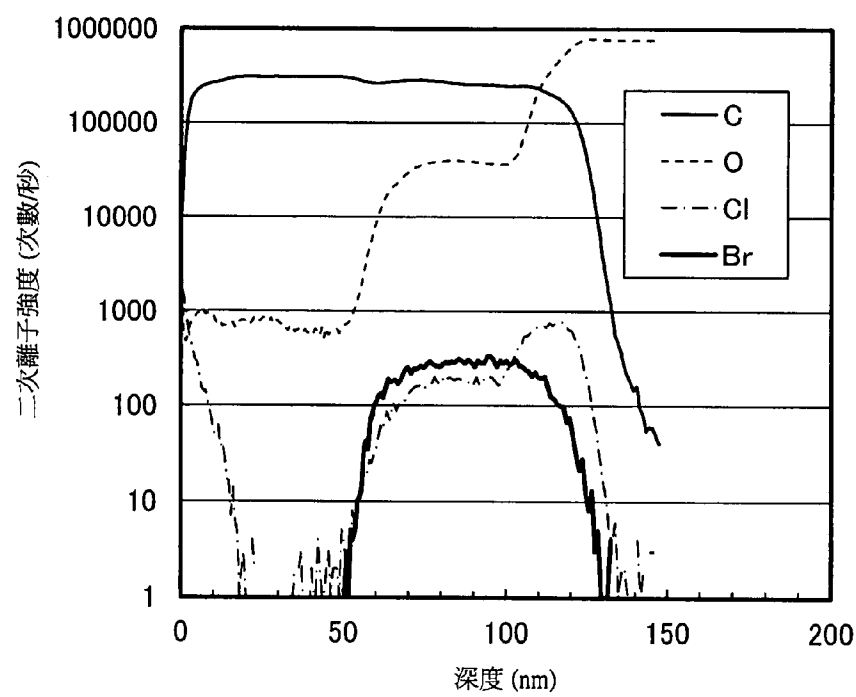
LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE, ELECTRONIC
DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

(57)摘要

本發明的一個方式的目的之一是提供一種在抑制 EL 層中的鹵化合物造成的負面影響的同時還抑制材料成本及製造成本並可以廉價地製造的發光元件。本發明的一個方式提供一種發光元件，其中該發光元件在陽極與發光層之間至少具有兩個層，在該兩個層中，靠近於陽極的一個層中的鹵化物、鹵元素的濃度比靠近於發光層的另一個層中的其濃度高。

Provided is a light-emitting element in which an adverse effect by halides in an EL layer is suppressed and which can be provided with low cost. The light-emitting element including at least two layers between an anode and a light-emitting layer. One of the two layers which is closer to the anode has higher concentration of halides and halogen elements than the other layer closer to the light-emitting layer.

圖 25



發明摘要

※申請案號：102134932

※申請日：102 年 09 月 27 日

※IPC 分類： H01L 51/52 (2006.1)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【中文】

本發明的一個方式的目的之一是提供一種在抑制 EL 層中的鹵化合物造成的負面影響的同時還抑制材料成本及製造成本並可以廉價地製造的發光元件。本發明的一個方式提供一種發光元件，其中該發光元件在陽極與發光層之間至少具有兩個層，在該兩個層中，靠近於陽極的一個層中的鹵化物、鹵元素的濃度比靠近於發光層的另一個層中的其濃度高。

【英文】

Provided is a light-emitting element in which an adverse effect by halides in an EL layer is suppressed and which can be provided with low cost. The light-emitting element including at least two layers between an anode and a light-emitting layer. One of the two layers which is closer to the anode has higher concentration of halides and halogen elements than the other layer closer to the light-emitting layer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(25)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種將有機化合物用作發光物質的發光元件、顯示裝置、發光裝置、電子裝置及照明裝置。

【先前技術】

[0002] 近年來，對利用使用有機化合物的電致發光(EL:Electroluminescence)的發光元件(有機 EL 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有機化合物層(EL 層)。藉由對該元件施加電壓，可以獲得來自發光物質的發光。

[0003] 由於這種發光元件是自發光型發光元件，所以有優於液晶顯示器的優點諸如像素的可見度高，不需要背光等，由此，這種發光元件被認為適合於平板顯示器元件。另外，使用這種發光元件的顯示器可以製造成薄且輕，這也是極大的優點。再者，回應速度非常快也是上述發

光元件的特徵之一。

[0004] 由於這種發光元件的發光層可以在二維上連續地形成，所以可以獲得面狀的發光面。因此，可以容易形成具有大面積的元件。當使用以白熱燈泡或 LED 為典型的點光源或以螢光燈為典型的線光源時，很難獲得該特徵，因此，發光元件的作為可以應用於照明等的面光源的利用價值很高。

[0005] 如上所述，雖然有機 EL 元件具有各種特徵，但為了使其普及需要克服的最大障礙是該價格。

[0006] 作為平板顯示器的典型的液晶顯示器的價格日趨降低，LED 照明的價格也逐漸降低。在這種有機 EL 裝置與先行產品的價格差異極大的情況下，即便有機 EL 裝置具有多個其他產品沒有的特徵，也不會普及。

[0007] 當然，與其他競爭裝置相比，有機 EL 裝置需要具有同等或良好的使用壽命及耗電量等基本功能。

[0008] 專利文獻 1 著眼於構成 EL 層有機化合物中的鹵化合物，公開了藉由將鹵化合物的濃度設定為一定程度以下而得到的長使用壽命的發光元件。

[0009] [專利文獻 1]專利第 3290432 號說明書

[0010] 如專利文獻 1 所示那樣，為了將 EL 層中的鹵化合物的濃度設定為一定程度以下，需要嚴密地進行材料的精煉及製造氛圍的控制等，這會導致材料成本或製造成本的增加。

【發明內容】

[0011] 鑒於上述問題，本發明的一個方式的目的是提供一種在抑制 EL 層中的鹵化合物造成的負面影響的同時還抑制材料成本及製造成本並可以廉價地製造的發光元件。

[0012] 另外，本發明的一個方式的目的是藉由使用上述發光元件分別提供可以廉價地製造的發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0013] 本發明只要解決上述課題中的任一個即可。

[0014] 發明者們發現如下發光元件可以解決上述課題：在陽極與發光層之間至少具有兩個層，其中在該兩個層中，靠近於陽極的一個層的鹵化物、鹵元素的濃度比靠近於發光層的另一個層的其濃度高。

[0015] 換言之，本發明的一個方式之一是一種發光元件，包括：陽極；陰極；以及夾在陽極與陰極之間的 EL 層，其中 EL 層至少具有從陽極一側依次層疊有第一層、第二層及發光層的疊層結構，並且第一層包含的鹵化物、鹵元素的濃度比第二層包含的其濃度高。另外，鹵化物在第一層和第二層中的任一個層中都作為雜質被檢測出。

[0016] 另外，本發明的其他方式是一種發光元件，包括：陽極；陰極；以及夾在陽極與陰極之間的 EL 層，其中 EL 層至少具有從陽極一側依次層疊有第一層、第二層及發光層的疊層結構，藉由動態二次離子質譜儀(D-SIMS)得到的第二層包含的鹵元素的檢測量低於藉由同樣

分析得到的碳的檢測量的 $1/10000$ ，並且第一層包含的鹵元素比第二層包含的鹵元素多。

[0017] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中藉由 D-SIMS 得到的第一層包含的鹵元素的檢測量為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 $1/10000$ 以上且 $1/100$ 以下。

[0018] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中發光層是電子傳輸性比電洞傳輸性高的層。

[0019] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中第一層是具有電洞傳輸性的有機化合物與對該有機化合物具有受體性的物質的混合膜。

[0020] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中有機化合物是具有二苯並噻吩骨架或二苯並呋喃骨架的化合物。

[0021] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中有機化合物是 4,4',4''-(1,3,5-苯三基)三(二苯並噻吩)或 4,4',4''-(1,3,5-苯三基)三(二苯並呋喃)。

[0022] 另外，本發明的其他方式是一種具有上述結構的發光元件，其中第一層是電洞注入層，第二層是電洞傳輸層。

[0023] 另外，本發明的其他方式是一種照明裝置，該照明裝置包括具有上述結構的發光元件。

[0024] 另外，本發明的其他方式是一種發光裝置，

該發光裝置包括具有上述結構的發光元件以及控制該發光元件的單元。

[0025] 另外，本發明的其他方式是一種顯示裝置，該顯示裝置在顯示部中包括具有上述結構的發光元件，並具備控制發光元件的單元。

[0026] 另外，本發明的其他方式是一種電子裝置，該電子裝置包括具有上述結構的發光元件。

[0027] 注意，本說明書中的發光裝置包括使用發光元件的影像顯示裝置。此外，如下模組也都包括在該發光裝置中：發光元件安裝有連接器諸如各向異性導電薄膜或 TCP(Tape Carrier Package：帶載封裝)的模組；在 TCP 的端部設置有印刷線路板的模組；藉由 COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光元件上直接安裝有 IC(積體電路)的模組。再者，本說明書中的發光裝置還包括用於照明裝置等的發光裝置。

[0028] 本發明的一個方式能夠提供一種在抑制 EL 層中的鹵化合物造成的負面影響的同時還抑制材料成本或製造成本並可以廉價地製造的發光元件。

[0029] 本發明的一個方式能夠藉由使用上述發光元件分別提供可以廉價地製造的發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

【圖式簡單說明】

在圖式中：

[0030]

圖 1 是發光元件的示意圖；

圖 2A 和圖 2B 是發光元件的示意圖；

圖 3A 和圖 3B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 4A 和圖 4B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 5 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 6A 和圖 6B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 7A 和圖 7B 是照明裝置的示意圖；

圖 8A 至圖 8D 是示出電子裝置的圖；

圖 9 是示出電子裝置的圖；

圖 10 是示出照明裝置的圖；

圖 11 是示出照明裝置的圖；

圖 12 是示出車載顯示裝置及照明裝置的圖；

圖 13A 至圖 13C 是示出電子裝置的圖以及電子裝置的電路的方塊圖；

圖 14 是示出發光元件 1 至發光元件 3 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 15 是示出發光元件 1 至發光元件 3 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 16 是示出發光元件 1 至發光元件 3 的電壓-電流特性的圖；

圖 17 是示出發光元件 1 至發光元件 3 的發射光譜的圖；

圖 18 是示出發光元件 4 至發光元件 6 的電流密度-亮

度特性的圖；

圖 19 是示出發光元件 4 至發光元件 6 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 20 是示出發光元件 4 至發光元件 6 的電壓-電流特性的圖；

圖 21 是示出發光元件 4 至發光元件 6 的發射光譜的圖；

圖 22 是示出發光元件 1 至發光元件 3 的歸一化亮度時間變化的圖；

圖 23 是示出發光元件 4 至發光元件 6 的歸一化亮度時間變化的圖；

圖 24 是發光元件 2 的 D-SIMS 測定結果；

圖 25 是發光元件 3 的 D-SIMS 測定結果。

【實施方式】

[0031] 下面，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是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。

[0032]

實施方式 1

在構成發光元件的材料中，較佳為使雜質儘量少，這

已是定論。已知這些雜質尤其對發光元件的耐久性能(使用壽命)產生很大的影響。

[0033] 這些雜質的大部分是材料的分解生成物及合成材料時的副產物或者是未反應的原料等。在很多情況下發光元件用材料是利用鹵化物的偶合反應而合成的材料，尤其是，在該發光元件用材料中鹵化物是難以避免產生的雜質，並且，鹵化物對發光元件的耐久性帶來很大的影響。因此，測定三種元件對驅動時間的亮度變化，在該三種元件中，用於與發光層接觸的電洞傳輸層的電洞傳輸性材料所包含的鹵化物濃度不同。注意，這次使用的發光元件是可以認為載子的再結合區域從發光層分佈到該發光層與電洞傳輸層之間的介面附近的發光元件。

[0034] 另外，下面所示的鹵化物的濃度從藉由使用液相層析儀的 UV 檢測器得到的層析圖的峰值面積比得出。作為分析裝置使用 Waters(沃特世) Corporation 製造的 Waters Acquity UPLC™ System。此外，對由於鹵化物為微量而藉由該分析難以檢測的材料還藉由使用安裝有飛行時間質譜儀(Time-of-Flight mass spectrometer; TOF-MS)的檢測器進行測定。

[0035] 在發光元件 A 中鹵化物的量低於 TOF-MS 的檢測限度的材料用於與發光層接觸的電洞傳輸層，在發光元件 B 中鹵化物的濃度低於 0.1% 的材料用於與發光層接觸的電洞傳輸層，在發光元件 C 中鹵化物的濃度大約為 4% 的材料用於與發光層接觸的電洞傳輸層。發光元件 A

至發光元件 C 中的其他材料及結構都一樣。

[0036] 從其結果可知，電洞傳輸層中的鹵化物的含量越多，發光元件的耐久性越低，發光元件 A 的耐久性與發光元件 C 的耐久性有 100 倍以上的差異。

[0037] 接下來，對三種元件對驅動時間的亮度劣化進行評估，在該三種元件中，用於電洞傳輸層與陽極之間的電洞注入層的電洞傳輸性材料所包含的鹵化物濃度不同。

[0038] 在發光元件 D 中鹵化物的量低於 TOF-MS 的檢測限度的材料用於電洞注入層，在發光元件 E 中鹵化物的濃度低於 0.1% 的材料用於電洞注入層，在發光元件 F 中鹵化物的濃度大約為 4% 的材料用於電洞注入層。另外，發光元件 D 至發光元件 F 中的其他材料及結構都一樣。此外，發光元件 D 至發光元件 F 中的用於電洞注入層的各電洞傳輸性材料與發光元件 A 至發光元件 C 中的用於電洞傳輸層的各電洞傳輸性材料分別一樣。

[0039] 從測定結果可知，發光元件 D 至發光元件 F 的使用壽命大致相同。

[0040] 在與發光層接觸的電洞傳輸層中的鹵化物的濃度不同的各發光元件中，各使用壽命有 100 倍以上的差異，而在電洞傳輸層與陽極之間的電洞注入層中的鹵化物的濃度不同的各發光元件中，各使用壽命沒有顯著差異。從其結果可知，即使用於電洞注入層的電洞傳輸性材料中的鹵化物的含量多，也不容易發生問題。這表示，發光元

件的使用壽命對更靠近於載子的再結合區域的層中的鹵化物的濃度很敏感，而對離發光層遠的層中的鹵化物的濃度較為遲鈍。

[0041] 在有機合成中，以鈴木偶合反應為典型的作為原料使用鹵化物的反應由於可以容易、高產率及廉價地合成共軛分子，因此是常用的反應。然而，如上所述那樣，當在有機 EL 等半導體裝置的材料的使用該反應時，由於殘留於材料中的微量的鹵化物對裝置特性產生很大的影響，所以需要仔細地去除這些鹵化物。另外，當進行昇華精製等高溫處理時，有時鹵元素從鹵化物轉移到目的物(主要材料)中，產生目的物的鹵化物(鹵加合物)。此時，鹵加合物與目的物的昇華溫度很接近，有時難以分離。為了去除這些鹵加合物，需要反復進行精製處理，這導致產率的降低及成本的增加。因此，如果作為用於電洞注入層的電洞傳輸性材料可以使用鹵化物較多的材料，則可以大幅度降低成本。另外，有將電洞注入層用於微腔的形成等發光元件的光學距離調節的情況，此時由於該層的厚度變大並使用多種材料，因此可以進一步降低成本。

[0042] 換言之，作為位於電洞傳輸層與陽極之間的第一層的電洞注入層中的鹵化物的濃度比作為與發光層接觸的第二層的電洞傳輸層中的鹵化物的濃度高的發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0043] 圖 1 是本發明的實施方式的發光元件的能帶圖(模式圖)的一個例子。從陽極 201 注入到電洞注入層

211 中的電洞經過電洞傳輸層 212 到達發光層 213。與此相同，從陰極 202 注入到電子注入層 215 的電子經過電子傳輸層 214 到達發光層 213。然後，在發光層 213 中，電子與電洞再結合而發光。電子與電洞的再結合區域(發光區域)213a 在發光層 213 中形成。

[0044] 當在靠近於該發光區域 213a 的區域中存在有鹵化物時，對發光元件的耐久性(使用壽命)產生負面影響。當鹵化物存在於離發光區域 213a 充分遠的區域，即該模式圖中的電洞注入層 211 中時，鹵化物造成的負面影響不大。

[0045] 在圖 1 中，電洞注入層 211 相當於第一層，電洞傳輸層 212 相當於第二層，作為位於電洞傳輸層與陽極之間的第一層的電洞注入層 211 中的鹵化物的濃度比作為與發光層接觸的第二層的電洞傳輸層 212 中的鹵化物的濃度高的發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0046] 圖 2A 和圖 2B 示出本發明的一個方式的發光元件。本實施方式的發光元件具有 EL 層 103 夾在第一電極 101 與第二電極 102 之間的結構。第一電極 101 和第二電極 102 中的一者用作陽極，另一者用作陰極。在圖 2A 和圖 2B 中說明第一電極用作陽極而第二電極用作陰極的情況。

[0047] EL 層 103 從陽極一側至少具有第一層 111、第二層 112 及發光層 113。對 EL 層 103 中的其他的層沒有特別的限制，但如圖 2A 和圖 2B 所示那樣，EL 層 103

還具有電子傳輸層 114 以及電子注入層 115 等。另外，雖然作為典型第一層 111、第二層 112 分別相當於電洞注入層、電洞傳輸層，但不侷限於此。此外，根據鹵化物的濃度進行辨別第一層 111 與第二層 112。本實施方式的發光元件的特徵在於第一層 111 的鹵化物的濃度比第二層 112 的鹵化物的濃度高。

[0048] 由於如上所述那樣在很多情況下鹵化物在合成材料的過程中混入，所以尤其是溴化物及氯化物容易混入，另外，這些物質對發光元件的耐久性容易產生影響。因此，藉由將溴化物及氯化物的濃度低的材料用於第二層 112，並將溴化物及氯化物的濃度比第二層 112 中的溴化物及氯化物的濃度高的材料用於第一層 111，可以廉價地製造發光元件而不影響到耐久性。

[0049] 藉由具有上述結構，能夠抑制由於鹵化物的影響而導致的發光元件的使用壽命的降低，並且能夠將成本低的材料用於第一層 111，從而與將高純度的材料用於第一層 111 和第二層 112 的兩者的情況相比，能夠廉價地提供發光元件而不影響到耐久性。

[0050] 另外，第二層 112 的鹵化物的濃度較佳為如下：藉由動態二次離子質譜儀(D-SIMS)得到的鹵元素的檢測量低於藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 $1/10000$ (更佳為低於 $1/100000$)，以便可以更有效地抑制對使用壽命的影響。

[0051] 另外，當發光層的電子傳輸性比電洞傳輸性

高時，由於載子的再結合區域位於第二層 112 與發光層 113 之間的介面附近，因此容易受鹵化物的影響，從而較佳為採用上述結構。

[0052] 此外，較佳的是，用作發光區域的發光層 113 所包含的鹵化物的濃度也同樣比第一層 111 所包含的鹵化物的濃度低(即，發光層 113 中的鹵化物的濃度比第二層 112 中的鹵化物的濃度高)。

[0053] 當然，藉由 D-SIMS 得到的第一層 111 中的鹵元素的檢測量可以為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 1/0000 以上，並且如果該鹵元素的檢測量為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 1/100 以下，則對發光元素的影響幾乎沒有。此外，由於成本上的優勢會增大，因此藉由 D-SIMS 得到的鹵元素的檢測量較佳為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 1/10000 以上。

[0054]

實施方式 2

在本實施方式中，參照圖 2A 和圖 2B 對實施方式 1 所說明的發光元件的詳細結構的例子進行說明。

[0055] 在圖 2A 中，發光元件由第一電極 101、第二電極 102、設置在第一電極 101 與第二電極 102 之間的 EL 層 103 構成。注意，在本實施方式中，假設第一電極 101 用作陽極且第二電極 102 用作陰極而進行說明。即，當以使第一電極 101 的電位高於第二電極 102 的電位的方式對第一電極 101 和第二電極 102 之間施加電壓時，可以得到

發光。另外，EL 層具有從第一電極 101 一側至少層疊有第一層 111、第二層 112 和發光層 113 的疊層結構。

[0056] 由於第一電極 101 用作陽極，所以較佳為使用功函數大(具體為 4.0 eV 以上)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。明確而言，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO：銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來製造。作為製造方法的例子，可以舉出如下方法：使用對氧化銦添加有 1wt%至 20wt%的氧化鋅的靶材並藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法。另外，可以使用在氧化銦中含有 0.5wt%至 5wt%的氧化鎢和 0.1wt%至 1wt%的氧化鋅的靶材並藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)。另外，可以舉出金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)或金屬的氮化物(例如，氮化鈦)等。也可以使用石墨烯。另外，藉由將後述的複合材料用於第一層 111，可以與功函數無關地選擇電極材料。

[0057] 只要第一層 111、第二層 112 及發光層 113 具有實施方式 1 所示的結構，則對 EL 層 103 的疊層結構沒有特別的限制。例如，可以適當地組合電子傳輸層、電子注入層、載子阻擋層、中間層等來構成 EL 層 103 的疊層結構。在本實施方式中，說明如下結構：EL 層 103 包括

在第一電極 101 上依次層疊的電洞注入層、電洞傳輸層、發光層 113、電子傳輸層 114、電子注入層 115。下面，具體地示出構成各層的材料。注意，在本實施方式中，雖然電洞注入層相當於第一層 111，電洞傳輸層相當於第二層 112，但不侷限於此，在位於陽極與陰極之間的兩個層中，存在於發光層 113 一側的層為第二層 112，存在於第二層 112 與陽極之間的層為第一層 111。

[0058] 電洞注入層是包含電洞注入性高的物質的層。電洞注入層可以使用鉬氧化物、釩氧化物、鈮氧化物、錳氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用如下材料等來形成電洞注入層：酞青類化合物諸如酞青(簡稱：H₂Pc)、酞青銅(簡稱：CuPC)等；芳香胺化合物諸如 4,4'-雙[N-(4-二苯氨基苯基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)等；或者高分子化合物等諸如聚(乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙炔磺酸)(PEDOT/PSS)等。第一層的厚度較佳為 30nm 以上或 50nm 以上。

[0059] 另外，作為電洞注入層，可以使用在具有電洞傳輸性的材料中含有受體物質的複合材料。由此，可以與電極的功函數無關地選擇形成電極的材料。即，作為第一電極 101，除了功函數大的材料以外，還可以使用功函數小的材料。作為受體物質，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)、氯醌等、過渡金屬氧化物。例如可以舉出屬於元素週期表中的第 4 族至第

8 族的金屬的氧化物。明確而言，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉬、氧化鉻、氧化鋁、氧化鎢、氧化錳、氧化銻，因為其電子接受性高。特別較佳為使用氧化鋁，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

[0060] 作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、吡啉衍生物、芳香烴等。這些材料可以為高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)。另外，作為用於複合材料的有機化合物，較佳為使用電洞傳輸性高的有機化合物。明確而言，較佳為使用電洞遷移率為 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。下面，具體地列舉可以用作在複合材料中具有電洞傳輸性的材料的有機化合物。

[0061] 例如，作為芳香胺化合物，可以舉出 N,N'-二(p-甲苯基)-N,N'-二苯基-對苯二胺(簡稱：DTDPPA)、DPAB、DNTPD、1,3,5-三[N-(4-二苯氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(簡稱：DPA3B)等。

[0062] 作為可以用於複合材料的吡啉衍生物，可以具體地舉出 3-[N-(9-苯基吡啉-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基吡啉-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啉-3-基)氨基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCN1)等。

[0063] 另外，作為可以用於複合材料的吡啉衍生物，還可以舉出 4,4'-二(N-吡啉基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-吡啉基)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。

[0064] 另外，作為可以用於複合材料的芳香烴，例如可以舉出 2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、2-叔丁基-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-叔丁基蒽(簡稱：t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱：DMNA)、2-叔丁基-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(叔丁基)芘等。除此之外，還可以使用稠五苯、蒽等。如此，更佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率的碳原子數為 14 至 42 的芳香烴。

[0065] 注意，可以用於複合材料的芳香烴也可以具有乙烯基骨架。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。

[0066] 另外，也可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(簡稱：PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯

醯胺](簡稱：PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](簡稱：Poly-TPD)等高分子化合物。

[0067] 藉由形成電洞注入層，使電洞注入性變為良好，從而可以獲得驅動電壓小的發光元件。

[0068] 電洞傳輸層是包含具有電洞傳輸性的材料的層。例如可以使用芳香胺化合物等諸如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)、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(N,N-二苯基氨基)三苯胺(簡稱：TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(簡稱：MTDATA)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)等。在此所述的物質具有高電洞傳輸性，主要是電洞遷移率為 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。另外，也可以將作為在上述複合材料中具有電洞傳輸性的材料舉出的有機化合物用於電洞傳輸層。另外，包含具有電洞傳輸性的材料的層不限於單層，也可以為由上述物質構成的層的兩層以上的疊層。此外，第二層的厚度較佳為比第一層的厚度薄。

[0069] 作為第一層 111 的電洞注入層和作為第二層 112 的電洞傳輸層具有實施方式 1 所示的結構及關係。即，電洞注入層包含比電洞傳輸層多的源於鹵化物的鹵元素。由此，將純度低的材料用於電洞注入層，將純度高的材料用於電洞傳輸層，與將純度高的材料用於電洞注入層和

電洞傳輸層的兩者而形成的情況相比，可以廉價地製造發光元件。另外，藉由將純度高的材料用於與發光層 113 相鄰的電洞傳輸層，從而可以抑制鹵化物或鹵元素對發光元件帶來的負面影響，即耐久性的降低。

[0070] 作為該鹵化物，由於溴化物、氯化物容易混入，因此在本實施方式的發光元件中，尤其在溴化物(溴元素)、氯化物(氯元素)的濃度中，較佳為具有上述關係。尤其在溴化物(溴元素)的濃度中，較佳為具有上述關係。

[0071] 發光層 113 為包含發光物質的層。作為發光物質，螢光發光物質及磷光發光物質都可以使用。另外，作為發光層的結構，既可以為僅由發光物質構成的結構，又可以為在主體材料中分散有發光物質的結構。

[0072] 此外，在發光層 113 的電子傳輸性比電洞傳輸性高的情況下，由於載子的再結合區域，即發光區域位於發光層與第二層 112(電洞傳輸層)之間的介面附近，因此容易受電洞傳輸層的鹵化物(鹵元素)的影響，從而較佳為採用本實施方式中的元件結構。

[0073] 作為可以用作磷光發光物質的材料，例如可以舉出如下物質。

[0074] 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}銱(III)(簡稱：Ir(mpptz-dmp)₃)、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato))銱(III)(簡稱：Ir(Mptz)₃)、三[4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]銱(III)(

簡稱： $\text{Ir}(\text{iPrptz-3b})_3$)等具有 4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑(triazolato)]銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{Mptzl-mp})_3$)、三(1-甲基-2-苯基-4-丙基-1H-1,2,4-三唑(triazolato))銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{Prptzl-Me})_3$)等具有 1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；*fac*-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3$)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑並[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3$)等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶醇- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銱(III)四(1-吡唑基)硼酸鹽(簡稱： FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶醇- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱： FIrpic)、雙[2-(3,5-雙三氟甲基-苯基)-吡啶醇- $\text{N},\text{C}^{2'}$]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)吡啶醇- $\text{N},\text{C}^{2'}$]銱(III)乙醯丙酮(簡稱： FIracac)等以具有吸電子基團的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且在 440nm 至 520nm 具有發光的峰值。

[0075] 另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppm})_3$)、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_3$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]銱(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-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})$)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-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{ppy})_3$)、雙(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$)、雙(苯並[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})$)、三(苯並[h]喹啉)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{bzq})_3$)、三(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{pq})_3$)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱： $\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})$)等稀土金屬錯合物。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在 500nm 至 600nm 具有發光的峰值。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有非常優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

[0076] 另外，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： $\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})$)、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銥錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銥(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)銥(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹噁啉合]銥(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物；三(1-苯基異喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銥(III)(簡稱： $\text{Ir}(\text{piq})_3$)、雙(1-苯基異喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銥(III)乙醯丙酮(簡稱： $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$)等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物；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)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](單啡啉)銻(III)(簡稱： $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$)等稀土金屬錯合物。上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在 600nm 至 700nm 具有發光的峰值。另外，具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

[0077] 另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇已知的磷光發光材料而使用。

[0078] 另外，作為可以用作螢光發光物質的材料，例如可以舉出如下物質。

[0079] 作為該材料，可以舉出 5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]2-2'-聯吡啶(簡稱： PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱： PAPP2BPy)、 N,N' -雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]- N,N' -二苯基-芘-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-(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)、芴、2,5,8,11-四-叔-丁基芴(簡稱：TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-叔-丁基蒽基-9,10-二基-2-4,1-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'''-八苯基二苯並[g,p]屈(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素 30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素 545T、N,N'-二苯基

喹吡啶酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)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-苯並[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)苾並[1,2-a]熒蒽-3,10-二胺(簡稱：p-mPhAFD)、2-{2-異丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[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-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：BisDCM)、2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：BisDCJTM)等。尤其是，以 1,6FLPAPrn 及 1,6mMemFLPAPrn 等苾二胺衍化化合物爲代表的稠環芳族二胺化合物具有高電洞俘獲性且具有良好的發光效率及可靠性，所以是較佳的。

[0080] 對主體材料沒有特別的限制，可以選擇各種載子傳輸材料。

[0081] 例如，作爲具有電子傳輸性的材料，可以舉出：雙(10-羥基苯並[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：BAIq)、雙(8-

羧基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯並噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯並噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物；2-(4-聯苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-叔-丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對叔丁基苯基)-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)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯並咪唑)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯並咪唑(簡稱：mDBTBIIm-II)等具有多唑基骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]二苯並[f, h]喹噁啉(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯並噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯並[f, h]喹噁啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯並[f, h]喹噁啉(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯並噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噁骨架的雜環化合物；以及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。其中，具有二噁骨架的雜環化合物、具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好的可靠性，所以是較佳的。尤其是，具有二噁(嘧啶或吡噁)骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，也有助於降低驅動電壓。

[0082] 另外，當使用螢光發光物質，尤其是使用呈

現藍色的發光的螢光發光物質時，由於使發光元件的穩定性變為良好，因此作為主體材料較佳為使用具有蒽骨架的化合物。注意，由於具有蒽骨架的化合物的電子傳輸性在很多情況下比電洞傳輸性高，因此較佳為使用本發明的一個方式。

[0083] 另外，作為具有電洞傳輸性的材料，可以舉出：NPB、TPD、BSPB、BPAFLP、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、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)、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'-二芴-2-胺(簡稱：PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、CBP、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯並噻吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯並噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯並噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物；以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯並呋喃)(簡稱：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基

)苯基]苯基}二苯並呋喃(簡稱：mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物、具有咪唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性，也有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。

[0084] 另外，除了如上所述的主體材料以外，也可以從已知的物質中選擇主體材料而使用。此外，當作爲發光物質使用磷光發光物質時，較佳爲選擇具有比該磷光發光物質的三重態能階(基態與三重激發態之間的能量差)大的三重態能階的物質。當作爲發光物質使用螢光發光物質時，較佳爲選擇具有比該螢光發光物質所具有的帶隙寬的帶隙的物質。

[0085] 主體材料既可以使用一種物質構成，又可以使用兩種以上的物質構成。當使用兩種以上的物質構成時，如果一種是具有電洞傳輸性的材料而另一種是具有電子傳輸性的材料，則可以容易調整發光層的傳輸性，並可以容易進行再結合區域的控制。將具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量的比例設定爲具有電洞傳輸性的材料：具有電子傳輸性的材料=1：9至9：1，即可。另外，藉由該兩種材料形成激態錯合物(exciplex)，可以有效地激發發光物質。此時，更佳的是，激態錯合物的發光重疊於發光物質中的最長波長一側的吸收帶。並且，該兩種物質的混合比也可以在發光層內變化。

[0086] 電子傳輸層 114 是包含具有電子傳輸性的材料的層。例如，電子傳輸層 114 是由如下具有喹啉骨架或

苯並喹啉骨架的金屬錯合物等構成的層：三(8-羥基喹啉)鋁(簡稱：Alq)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(簡稱：Almq₃)、BeBq₂、BAlq 等。除此之外，還可以使用 ZnPBO、ZnBTZ 等具有噁唑類、噻唑類配位體的金屬錯合物等。再者，除了金屬錯合物之外，還可以使用 PBD、OXD-7、TAZ、紅啡啉(簡稱：BPhen)、浴銅靈(簡稱：BCP)等。在此所述的物質具有高電子傳輸性，並主要是具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子遷移率的物質。另外，也可以將上述具有電子傳輸性的主體材料用於電子傳輸層 114。

[0087] 另外，電子傳輸層 114 不限於單層，也可以為由上述物質構成的層的兩層以上的疊層。

[0088] 另外，也可以在電子傳輸層和發光層之間設置控制電子載子的移動的層。這是對如上所述的電子傳輸性高的材料添加少量的電子俘獲性高的物質而形成的層，藉由抑制電子載子的移動，可以調節載子平衡。這種結構對抑制由於電子穿過發光層而發生的問題(例如，元件的使用壽命的降低)有很大的效果。

[0089] 另外，也可以在電子傳輸層 114 和第二電極 102 之間以接觸於第二電極 102 的方式設置電子注入層 115。作為電子注入層 115，可以使用氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF₂)等鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物。例如，可以使用其中包含有鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物的由具有電子傳輸性的物質構成的層。另外，藉由作為電子注入層 115 使用其中包含有鹼金屬或鹼土金屬

的由具有電子傳輸性的物質構成的層，可以從第二電極 102 有效地注入電子，因此是更佳的。

[0090] 此外，當發光層的電子傳輸性比電洞傳輸性高時，與發光層 113 相比，電子傳輸層 114 也可以包含更多的鹵元素。在電子傳輸層 114 中，如果藉由 D-SIMS 得到的鹵元素的檢測量為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 1/100 以下，則對發光元素的影響幾乎沒有。此外，由於成本上的優勢會增大，因此藉由 D-SIMS 得到的鹵元素的檢測量較佳為藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 1/10000 以上。由於電子注入層 115 沒有與發光層 113 接觸，因此鹵元素的含量可以比電子傳輸層 114 高。

[0091] 作為形成第二電極 102 的物質，可以使用功函數小(具體為 3.8 eV 以下)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出：鋰(Li)或銫(Cs)等鹼金屬；鎂(Mg)、鈣(Ca)或銦(Sr)等屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素；包含它們的合金(MgAg、AlLi)；鎔(Eu)、鐿(Yb)等稀土金屬；以及包含它們的合金等。然而，藉由在第二電極 102 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以與功函數的大小無關地將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作第二電極 102。這些導電材料可以藉由濺射法、噴墨法、旋轉塗敷法等形成。

[0092] 另外，作為 EL 層 103 的形成方法，不論乾處理或濕處理都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空

蒸鍍法、噴墨法或旋轉塗敷法等。此外，也可以使用彼此不同的成膜方法形成每個電極或每個層。

[0093] 電極既可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理形成，又可以藉由利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。另外，電極也可以藉由濺射法、真空蒸鍍法等乾處理形成。

[0094] 在具有上述結構的發光元件中，由於施加到第一電極 101 與第二電極 102 之間的電位差而使電流流過，並且電洞與電子在包含發光性高的物質的層的發光層 113 中再結合，以進行發光。即，在發光層 113 中形成發光區域。

[0095] 另外，當發光層的電洞傳輸性比電子傳輸性高時，由於載子的再結合區域位於電子傳輸層 114 與發光層 113 之間的介面附近，因此容易受電子傳輸層 114 中的鹵化物的影響，從而電子傳輸層 114 的鹵化物濃度較佳為如下：藉由 D-SIMS 得到的鹵元素的檢測量低於藉由同樣分析得到的碳的檢測量的 $1/10000$ (更佳為低於 $1/100000$)，以便可以更有效地抑制對使用壽命的影響。另外，此時電子注入層 115 中的鹵元素的濃度也可以比電子傳輸層 114 高。

[0096] 光經過第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者被取出到外部。因此，第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者是具有透光性的電極。當只有第一電極 101 具有透光性時，光經過第一電極 101 被取出。另外，當只有第二電極 102 具有透光性時，光經過第二電

極 102 被取出。當第一電極 101 和第二電極 102 都具有透光性時，光經過第一電極 101 及第二電極 102 被取出。

[0097] 注意，設置在第一電極 101 與第二電極 102 之間的層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離第一電極 101 及第二電極 102 遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬接近而發生的淬滅。

[0098] 另外，為了抑制從在發光層中產生的激子的能量轉移，接觸於發光層 113 的電洞傳輸層或電子傳輸層，尤其是接觸於發光層 113 中的離發光區域近的一側的載子傳輸層較佳為使用其帶隙比發光層所包含的材料的帶隙大的物質構成。

[0099] 圖 2B 示出具有與圖 2A 不同的結構的發光元件。參照圖 2B 對具有層疊多個發光單元的結構的發光元件(下面，也稱為疊層型元件)的一個方式進行說明。該發光元件是在第一電極和第二電極之間具有多個發光單元的發光元件。一個發光單元具有與圖 2A 所示的 EL 層 103 同樣的結構。即，可以說，圖 2A 所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件，並且，本實施方式的發光元件是具有多個發光單元的發光元件。

[0100] 在圖 2B 中，在第一電極 501 和第二電極 502 之間層疊有第一發光單元 511 和第二發光單元 512，並且在第一發光單元 511 和第二發光單元 512 之間設置有電荷產生層 513。第一電極 501 和第二電極 502 分別相當於圖

2A 中的第一電極 101 和第二電極 102，並可以使用與圖 2A 所說明的材料同樣的材料。另外，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有相同結構或不同結構。

[0101] 電荷產生層 513 包含由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料。作為該由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料，可以使用可用於圖 2A 所示的電洞注入層 111 的複合材料。由於有機化合物和金屬氧化物的複合材料具有優良的載子注入性、載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動、低電流驅動。另外，在陽極一側的介面接觸於電荷發生層的發光單元中，電荷發生層還可以具有電洞傳輸層的功能，所以可以不設置電洞傳輸層。

[0102] 另外，也可以藉由將包含有機化合物及金屬氧化物的複合材料的層和由其他材料構成的層作為疊層結構來形成電荷產生層 513。例如，可以藉由層疊如下兩個層來形成電荷產生層 513：包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層；以及包含電子供給性物質和具有高電子傳輸性的化合物的層。另外，也可以藉由層疊包含有機化合物及金屬氧化物的複合材料的層和透明導電膜來形成電荷產生層 513。

[0103] 總之，夾在第一發光單元 511 和第二發光單元 512 之間的電荷產生層 513 只要是如下的層即可：當將電壓施加到第一電極 501 和第二電極 502 之間時，將電子注入到發光單元中的一者且將電洞注入到發光單元中的另一者的層。例如，電荷產生層 513 是如下的層即可：在圖

2B 中，當以第一電極的電位高於第二電極的電位的方式施加電壓時，將電子注入到第一發光單元 511 且將電洞注入到第二發光單元 512 的層。

[0104] 雖然在圖 2B 中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是可以同樣地使用層疊三個以上的發光單元的發光元件。如根據本實施方式的發光元件那樣，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層隔開並配置，在保持低電流密度的同時也可以進行高亮度發光，並且可以實現具有更長使用壽命的發光元件。

[0105] 此外，在圖 2B 的結構中，即使電荷產生層 513 與圖 2A 中的第一層相同地包含鹵化物也不容易影響到發光元件的特性。在如圖 2B 那樣的具有多個發光單元的發光元件中，接觸於陽極的發光單元 511 相當於圖 2A 中的 EL 層，包含該發光單元以外的發光單元 512 和電荷發生層的整體相當於圖 2A 中的 EL 層。即，在不與陽極直接接觸的發光單元中，將電荷產生層作為第一層。

[0106] 另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以在發光元件整體中得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光元件中獲得來自第一發光單元的紅色和綠色的發光以及來自第二發光單元的藍色的發光，可以得到在發光元件整體中進行白色發光的發光元件。

[0107] 另外，上述結構可以與其他實施方式或本實施方式中的其他結構適當地組合。

[0108]

實施方式 3

在本實施方式中，對使用實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元的發光裝置進行說明。

[0109] 在本實施方式中，參照圖 3A 和圖 3B 對使用實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件而製造的發光裝置進行說明。另外，圖 3A 是示出發光裝置的俯視圖，並且圖 3B 是沿圖 3A 中的鎖鏈線 A-B 及鎖鏈線 C-D 切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光元件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部(源極線驅動電路)601、像素部 602、驅動電路部(閘極線驅動電路)603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 605 是密封材料，由密封材料 605 圍繞的內側是空間 607。

[0110] 另外，引導佈線 608 是用來傳送輸入到源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的 FPC(撓性印刷電路)609 接收視頻信號、時脈信號、起始信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出 FPC，但是該 FPC 還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，還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0111] 下面，參照圖 3B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。作為元件基板 610 可以使用由玻璃、塑膠等構成

的基板。

[0112] 作為源極線驅動電路 601，形成組合 n 通道型 TFT623 和 p 通道型 TFT624 的 CMOS 電路。另外，驅動電路也可以利用各種電路諸如 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。此外，對 TFT623、624 的結構沒有特別的限制。TFT623、624 可以為交錯型或反交錯型。另外，對用於 TFT623、624 的半導體的結晶性也沒有特別的限制，可以使用非晶半導體或結晶半導體。另外，雖然在本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，但是不需要必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

[0113] 另外，像素部 602 由多個像素形成，該多個像素分別包括開關 TFT611、電流控制 TFT612 以及與該電流控制 TFT612 的汲極電連接的第一電極 613。注意，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

[0114] 另外，為了得到良好的覆蓋性，在絕緣物 614 的上端部或下端部形成具有曲率的曲面。例如，在使用正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物 614 的材料的情況下，較佳為使絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑 ($0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$) 的曲面。另外，作為絕緣物 614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

[0115] 在第一電極 613 上形成有 EL 層 616 及第二電極 617。在此，作為用於用作陽極的第一電極 613 的材料

，可以使用實施方式 2 的第一電極材料。例如，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，作為佈線的電阻也低，可以得到良好的歐姆接觸，並且可以用作陽極。

[0116] 另外，EL 層 616 藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋轉塗敷法等各種方法形成。EL 層 616 包括實施方式 1 及實施方式 2 所說明的結構。另外，作為構成 EL 層 616 的其他材料，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)。

[0117] 另外，作為用於形成在 EL 層 616 上並用作陰極的第二電極 617 的材料，可以使用實施方式 2 的第二電極材料。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 較佳為使用由其厚度減薄的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含 2wt.%至 20wt.%的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層結構。

[0118] 發光元件包括第一電極 613、EL 層 616、第二電極 617。該發光元件具有實施方式 1 或實施方式 2 所示的結構。再者，像素部由多個發光元件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件和具有其他結構的發光元件的兩者。

[0119] 另外，藉由使用密封材料 605 將密封基板 604 貼合到元件基板 610，形成如下結構；發光元件 618 安裝

在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞的空間 607 中的結構。注意，在空間 607 中填充有填料，作為該填料除了使用惰性氣體(氮或氬等)以外，還使用密封材料 605。藉由在密封基板中形成凹部且在其上設置乾燥劑，可以抑制水分所導致的劣化，所以是較佳的。

[0120] 另外，作為密封材料 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或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0121] 如上所述，可以得到使用實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件而製造的發光裝置，從而可以廉價地製造發光裝置而不影響到耐久性。

[0122] 圖 4A 和圖 4B 示出藉由形成呈現白色發光的發光元件且設置著色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光裝置的例子。圖 4A 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 1025、EL 層 1028、發光元件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封材料 1032 等。

[0123] 另外，在圖 4A 中，將著色層(紅色著色層

1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B)設置於透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑色層(黑矩陣)1035。對設置有著色層及黑色層的透明基材 1033 進行對準將其固定到基板 1001。另外，著色層及黑色層被覆蓋層 1036 覆蓋。另外，圖 4A 示出光不透過著色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的著色層而透射到外部的發光層，不透過著色層的光成為白色光且透過著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全彩色影像。

[0124] 圖 4B 示出將著色層(紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B)形成在閘極絕緣膜 1003 和第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上所述，也可以將著色層設置在基板 1001 和密封基板 1031 之間。

[0125] 另外，雖然上面說明了具有在形成有 TFT 的基板 1001 一側取出光的結構(底部發射型)的發光裝置，但是也可以採用具有在密封基板 1031 一側取出發光的結構(頂部發射型)的發光裝置。圖 5 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。發光裝置具有覆蓋連接 TFT 與第一電極的連接電極 1022 的第三層間絕緣膜。

[0126] 雖然在此發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B 是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖 5 所示的頂部發射型發光裝置的情況下，第一電極較佳為反射電極。作為 EL 層 1028 的結構採用與實施方

式 1 或實施方式 2 所說明的 EL 層 103 同樣的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

[0127] 在採用如圖 5 所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有著色層(紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B)的密封基板 1031 進行密封。也可以在密封基板 1031 上設置有位於像素與像素之間的黑色層 1035。另外，作為密封基板 1031 使用具有透光性的基板。

[0128] 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，但是並不侷限於此。也可以以紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。

[0129] 因為本實施方式的發光裝置使用實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件，所以可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0130] 上面說明主動矩陣型發光裝置，下面將說明被動矩陣型發光裝置。圖 6A 和圖 6B 示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。另外，圖 6A 是表示發光裝置的立體圖，並且圖 6B 是沿鎖鏈線 X-Y 切斷圖 6A 而獲得的剖面圖。在圖 6A 和圖 6B 中，在基板 951 上的電極 952 與電極 956 之間設置有 EL 層 955。由於多個微小的發光元件配置為矩陣狀，藉由控制該發光元件的每一個，可以作為顯示裝置利用。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置有隔離層 954。隔離層 954 的

側壁具有如下傾斜：越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。即，隔離層 954 的短邊方向的剖面是梯形，底邊(朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 接觸的邊)比上邊(朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並不與絕緣層 953 接觸的邊)短。藉由如此設置隔離層 954，可以防止起因於串擾等的發光元件的不良。該被動矩陣型發光裝置藉由使用實施方式 1 或實施方式 2 所示的發光元件，可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0131] 此外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

[0132]

實施方式 4

在本實施方式中，參照圖 7A 和圖 7B 對將實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件用於照明裝置的例子進行說明。圖 7B 是照明裝置的俯視圖，圖 7A 是沿圖 7B 中的線 e-f 切割的剖面圖。

[0133] 在本實施方式的照明裝置中，在用作支撐體的具有透光性的基板 400 上形成有第一電極 401。第一電極 401 相當於實施方式 1 中的第一電極 101。當從第一電極 401 一側取出光時，第一電極 401 使用具有透光性的材料形成。

[0134] 另外，在基板 400 上形成用來對第二電極 404 供應電壓的焊盤 412。

[0135] 在第一電極 401 上形成有 EL 層 403。EL 層

403 相當於實施方式 1 中的 EL 層 103 的結構或組合發光單元 511、發光單元 512 以及電荷產生層 513 的結構等。另外，作為各結構，參照各記載。

[0136] 以覆蓋 EL 層 403 的方式形成第二電極 404。第二電極 404 相當於實施方式 1 中的第二電極 102。當從第一電極 401 一側取出光時，第二電極 404 使用反射率高的材料形成。藉由使第二電極 404 與焊盤 412 連接，將電壓供應到第二電極 404。

[0137] 如上所述，本實施方式所示的照明裝置包括具有第一電極 401、EL 層 403 以及第二電極 404 的發光元件。由於該發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性，所以本實施方式的照明裝置可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0138] 藉由使用密封材料 405、406 將具有上述結構的發光元件固定在密封基板 407，並進行密封來製造照明裝置。也可以僅使用密封材料 405 和 406 中的一者。另外，也可以在內側的密封材料 406(圖 7B 中未圖示)中混合乾燥劑，由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0139] 另外，藉由以延伸到密封材料 405、406 的外部的方式設置焊盤 412 以及第一電極 401 的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在其上設置安裝有轉換器等的 IC 晶片 420 等。

[0140] 由於本實施方式所記載的照明裝置在 EL 元件中包括實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件，所以

可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0141]

實施方式 5

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件的電子裝置的例子進行說明。由於實施方式 1 或實施方式 2 所記載的發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性，因此可以提供廉價的電子裝置而不影響到耐久性。

[0142] 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。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

[0143] 圖 8A 示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部 7103 顯示影像，並且將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件排列為矩陣狀構成顯示部 7103。該發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性。因此，包括由該發光元件構成的顯示部 7103 的電視機可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0144] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙

控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0145] 另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通信網路，能夠進行單向(從發送者到接收者)或雙向(發送者和接收者之間或接收者之間等)的資訊通信。

[0146] 圖 8B1 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外部連接埠 7205、指向裝置 7206 等。另外，該電腦藉由將與實施方式 2 或實施方式 3 所說明的發光元件相同的發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。圖 8B1 中的電腦也可以為如圖 8B2 所示的方式。圖 8B2 所示的電腦設置有第二顯示部 7210 代替鍵盤 7204 及指向裝置 7206。第二顯示部 7210 是觸控面板，藉由利用手指或專用筆操作顯示在第二顯示部 7210 上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，第二顯示部 7210 不僅可以顯示輸入用顯示，而且可以顯示其他影像。另外，顯示部 7203 也可以是觸控面板。因為兩個屏面藉由鉸鏈部連接，所以可以防止當收納或搬運時發生的問題如屏面受傷、破壞等。此外，該電腦藉由將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件排列為矩陣狀而用於顯示部 7203 來製造。因此，包括具有該發光元件

的顯示部 7203 的電腦可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0147] 圖 8C 示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼 7301 和外殼 7302 的兩個外殼構成，並且藉由連接部 7303 可以開閉地連接。外殼 7301 中組裝有將實施方式 1 及實施方式 2 所說明的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7304，並且外殼 7302 中組裝有顯示部 7305。另外，圖 8C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部 7306、儲存介質插入部 7307、LED 燈 7308、輸入單元(操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311(包括測定或檢測如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線)、麥克風 7312)等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部 7304 和顯示部 7305 中的至少一者或兩者中使用將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 8C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在儲存介質中的程式或資料並將其顯示在顯示部上的功能；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通信而實現資訊共用的功能。另外，圖 8C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，可以具有各種各樣的功能。如上所述那樣的包括顯示部 7304 的可攜式遊戲機由於將實施方式 1 或實施方式 2 所示的發光元件用於顯示部 7304，因此可

以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0148] 圖 8D 示出行動電話機的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機 7400 包括將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。因此，可以廉價地製造而不影響到耐久性。

[0149] 圖 8D 所示的行動電話機也可以具有用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，可以用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

[0150] 顯示部 7402 主要有三種屏面模式。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。

[0151] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 設定為以文字的輸入為主的文字輸入模式而輸入在屏面上顯示的文字。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的屏面的大部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0152] 另外，藉由在行動電話機內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷行動電話機的方向(縱或橫)而自動進行顯示部 7402 的屏面顯示的切換。

[0153] 另外，藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行屏面模式的切換。或者，也可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換屏面模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像的資料時，將屏面模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將屏面模式切換成輸入模式。

[0154] 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而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屏面模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0155] 也可以將顯示部 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，可以進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光或發射近紅外光的感測用光源，也可以拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0156] 圖 9 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件用於背光的液晶顯示裝置的一個例子。圖 9 所示的液晶顯示裝置包括外殼 901、液晶層 902、背光單元 903 以及外殼 904，液晶層 902 與驅動器 IC905 連接。另外，在背光單元 903 中使用實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件，並且藉由端子 906 將電流供應到背光單元 903。

[0157] 藉由將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件用於液晶顯示裝置的背光，可以廉價地製造平面形

狀的照明裝置而不影響到耐久性，還可以實現大面積化。由此可以實現背光的大面積化及液晶顯示裝置的大面積化。再者，使用實施方式 2 所記載的發光元件的發光裝置可以使其厚度變薄，所以還可以實現顯示裝置的薄型化。

[0158] 圖 10 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件用於作為照明裝置的檯燈的例子。圖 10 所示的檯燈包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用實施方式 4 所記載的照明裝置。

[0159] 圖 11 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件用於室內的照明裝置 3001 的例子。因為實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性，所以可以廉價地提供照明裝置而不影響到耐久性。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件可以實現大面積化，所以可以用於大面積的照明裝置。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件的厚度薄，所以可以製造實現薄型化的照明裝置。

[0160] 還可以將實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 12 示出將實施方式 2 所記載的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個方式。

[0161] 顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將實施方式 1 及實施方式 2 所

記載的發光元件形成爲能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。如果採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳爲使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

[0162] 顯示區域 5002 是設置在立柱部分的安裝有實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域 5002 上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被立柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，可以補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

[0163] 顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速計、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示專案及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域 5000 至顯示區域 5003 上。另外，也可以將顯示區域 5000 至顯示區域 5005 用作照明裝置。

[0164] 由於實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件可以廉價地製造而不影響到耐久性，因此可以將設置於顯示區域 5000 至顯示區域 5005 的顯示裝置適當地應用於車載用發光裝置或照明裝置。

[0165] 圖 13A 及圖 13B 是翻蓋式平板終端的一個例子。圖 13A 是打開的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、顯示部 9631a、顯示部 9631b、顯示模式切換開關 9034、電源開關 9035、省電模式切換開關 9036、卡子 9033。該平板終端藉由將具備實施方式 1 及實施方式 2 所記載的發光元件的發光裝置用於顯示部 9631a、顯示部 9631b 的一者或兩者來製造。

[0166] 在顯示部 9631a 中，可以將其一部分用作觸控面板區域 9632a，並且可以藉由接觸所顯示的操作鍵 9037 來輸入資料。此外，作為一個例子示出如下結構：顯示部 9631a 的一半只具有顯示的功能，另一半具有觸控面板的功能的結構，但是不侷限於該結構。也可以採用顯示部 9631a 的整個區域具有觸控面板的功能的結構。例如，可以使顯示部 9631a 的整個面顯示鍵盤按鈕來將其用作觸控面板，並且將顯示部 9631b 用作顯示畫面。

[0167] 此外，在顯示部 9631b 中與顯示部 9631a 同樣，也可以將其一部分用作觸控面板區域 9632b。此外，藉由使用手指或觸控筆等接觸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕 9639 的位置，可以在顯示部 9631b 上顯示鍵盤按鈕。

[0168] 此外，也可以對觸控面板區域 9632a 和觸控面板區域 9632b 同時進行觸摸輸入。

[0169] 另外，顯示模式切換開關 9034 可以切換豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向並選擇黑白顯示或彩色顯示

等的切換。根據藉由平板終端所內置的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9036 可以將顯示的亮度設定為最適合的亮度。平板終端也可以內置光感測器、陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器等的其他檢測裝置。

[0170] 此外，圖 13A 示出顯示部 9631b 的顯示面積與顯示部 9631a 的顯示面積相同的例子，但是不侷限於此，既可以使一者顯示部的尺寸和另一者顯示部的尺寸不同。另外，上述兩者的顯示品質也可以有差異。例如，顯示部 9631a 和顯示部 9631b 中的一者與另一者相比可以進行高精細的顯示。

[0171] 圖 13B 是合上的狀態，並且，本實施方式中的平板終端示出包括外殼 9630、太陽能電池 9633、充放電控制電路 9634、電池 9635 以及 DCDC 轉換器 9636 的例子。此外，在圖 13B 中，作為充放電控制電路 9634 的一個例子示出包括電池 9635 和 DCDC 轉換器 9636 的結構。

[0172] 此外，翻蓋式平板終端在不使用時可以合上外殼 9630。因此，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，從而可以提供一種耐久性優異且從長期使用的觀點來看可靠性優異的平板終端。

[0173] 此外，圖 13A 及圖 13B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種資訊(靜態影像、動態影像、文字影像等)的功能；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示

部上的功能；對顯示在顯示部上的資訊進行觸摸輸入操作或編輯的觸摸輸入的功能；藉由各種軟體(程式)控制處理的功能等。

[0174] 藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。此外，當將太陽能電池 9633 設置在外殼 9630 的一個面或兩個面時，可以高效地對電池 9635 進行充電，所以是較佳的。

[0175] 另外，參照圖 13C 所示的方塊圖對圖 13B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 13C 示出太陽能電池 9633、電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 以及顯示部 9631，電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 對應於圖 13B 所示的充放電控制電路 9634。

[0176] 首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 對太陽能電池所產生的電力進行升壓或降壓以使它成為用來對電池 9635 進行充電的電壓。並且，當藉由來自太陽能電池 9633 的電力而使顯示部 9631 工作時，使開關 SW1 導通，並利用轉換器 9638 將來自太陽能電池 9633 的電力升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電壓。另外，可以採用如下結構：當不進行顯示部 9631 中的顯示時，使 SW1 關閉且使 SW2 導通來對電池 9635 進行充電的結構。

[0177] 注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池 9633，但是發電單元不侷限於此，也可以使用壓電元件 (piezoelectric element) 或熱電轉換元件 (珀耳帖元件 (Peltier element)) 等其他發電單元進行電池 9635 的充電。也可以使用以無線 (不接觸) 的方式收發電力來進行充電的無線電力傳輸模組或組合其他充電單元進行充電，並且也可以不包括發電單元。

[0178] 另外，只要具備上述顯示部 9631，就不侷限於圖 13A 及圖 13B 所示的形狀的平板終端。

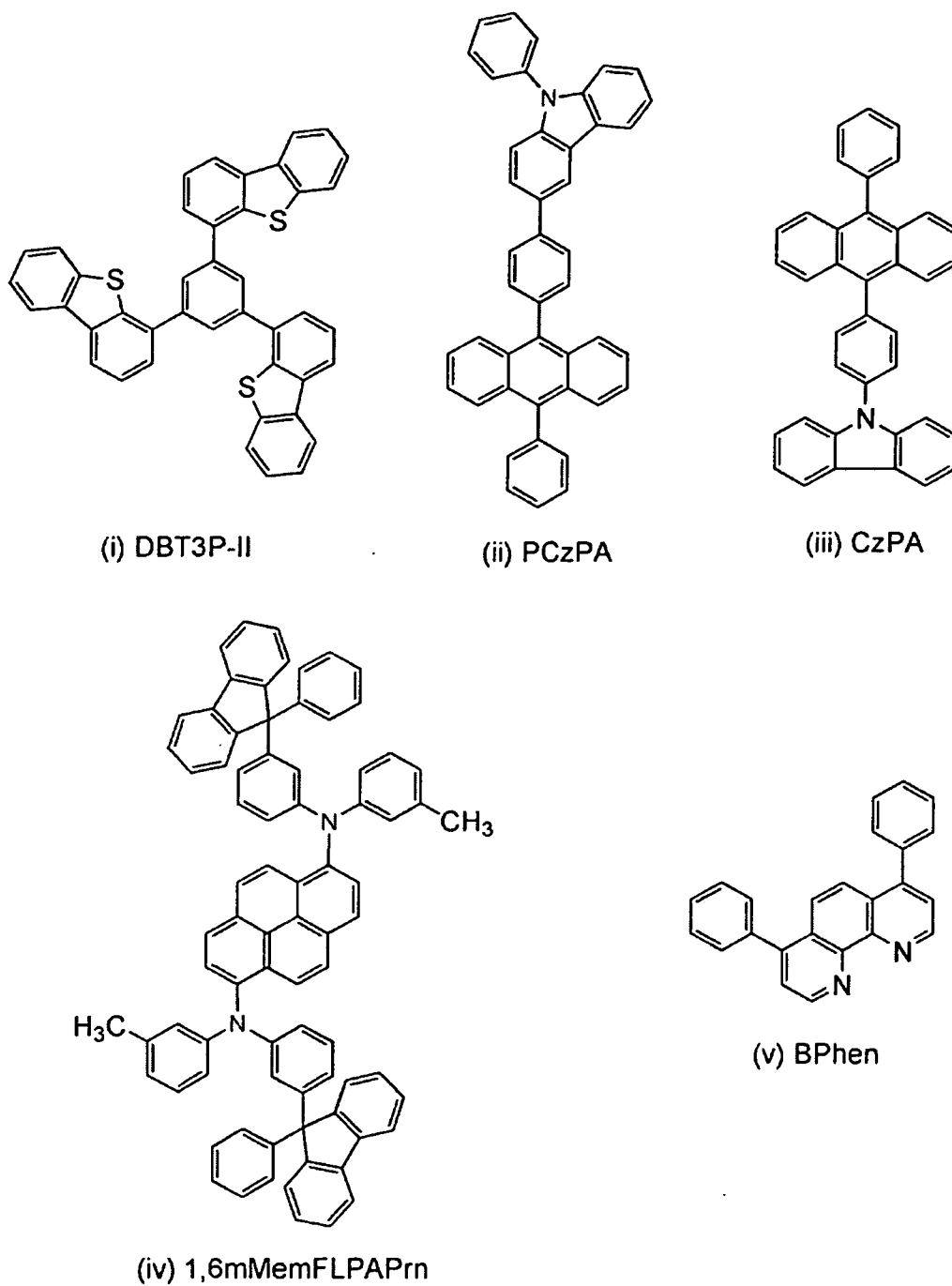
[0179] 另外，本實施方式所示的結構可以適當地與實施方式 1 至實施方式 4 所示的結構組合而使用。

實施例 1

[0180] 本實施例中，對本發明的一個方式的發光元件 (發光元件 2 及發光元件 3) 及比較用發光元件 (發光元件 1、發光元件 4 至發光元件 6) 進行說明。下面示出在本實施例中使用的材料的化學式。

[0181]

[化學式 1]



[0182] 接下來，說明發光元件 1 至發光元件 6 的製造方法。

[0183]

(發光元件 1 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的鈦

錫氧化物(ITSO)，形成第一電極 101。注意，將該電極的厚度設定為 110nm，且將電極面積設定為 2mm×2mm。在此，第一電極 101 是用作發光元件的陽極的電極。

[0184] 接著，作為在基板上形成發光元件的預處理，在用水洗滌基板表面並以 200℃ 焙燒 1 小時之後，進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0185] 然後，在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 30 分鐘的真空焙燒之後，對基板進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0186] 接著，以使形成有第一電極 101 的面朝下的方式將形成有第一電極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並將壓力降低到 10^{-4} Pa 左右，然後在第一電極 101 上將以上述結構式(i)表示的 DBT3P-II 與氧化鉬(VI)進行共蒸鍍，從而形成第一層 111(電洞注入層)。將其厚度設定為 50nm，並且將 DBT3P-II 和氧化鉬的重量比調節為 4：2(=DBT3P-II:氧化鉬)。另外，共蒸鍍法是指在一個處理室中從多個蒸發源同時進行蒸鍍的蒸鍍法。此外，在此使用的 DBT3P-II 是高純度的物質，其中作為雜質的溴化物的濃度低於 UPLC 裝置的 UV 檢測器的檢測限度且低於 TOF-MS 的檢測限度。另外，藉由 TOF-MS 檢測 $m/z522$ 、 $m/z704$ 、 $m/z784$ 的溴化物，該溴化物為在 DBT3P-II 的合成過程或昇華精製過程中容易產生的。

[0187] 接著，在第一層 111(電洞注入層)上以 10nm

的厚度形成上述結構式(ii)所表示的 9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱: PCzPA)膜, 從而形成第二層 112(電洞傳輸層)。由於使用高純度的 PCzPA, 其中溴化物的量低於 UPLC 裝置的 UV 檢測器及 TOF-MS 的檢測限度, 因此在發光元件 1 中, 第一層 111 及第二層 112 都幾乎不包含溴化物。另外, 藉由 TOF-MS 檢測 $m/z410$ 、 $m/z651$ 的溴化物, 該溴化物在 PCzPA 的合成過程或昇華精製過程中容易產生的。

[0188] 再者, 在第二層 112(電洞傳輸層)上, 將上述結構式(iii)所表示的 CzPA 和上述結構式(iv)所表示的 1,6mMemFLPAPrn 以得到 1: 0.05(=CzPA: 1,6mMemFLPAPrn) 的重量比的方式共蒸鍍, 形成其厚度為 30nm 的發光層 113。

[0189] 然後, 在發光層 113 上以 10nm 的厚度形成 CzPA 膜, 並且, 以 15nm 的厚度形成上述結構式(v)所表示的 BPhen 膜, 從而形成電子傳輸層 114。

[0190] 在形成電子傳輸層 114 之後, 以 1nm 的厚度蒸鍍 LiF 來形成電子注入層 115, 最後, 作為用作陰極的第二電極 102, 以 200nm 的厚度蒸鍍鋁, 從而製造本實施例的發光元件 1。

[0191] 此外, 作為上述蒸鍍過程中的蒸鍍, 都採用電阻加熱法。

[0192]

(發光元件 2 的製造方法)

在發光元件 2 中，作為發光元件 1 中的第一層 111 的 DBT3P-II，使用如下 DBT3P-II：藉由 UV 檢測器不能檢測出溴化物(低於 0.1%)，藉由 TOF-MS 能夠確認到溴化物的存在(TOF-MS 的檢測限度以上)的 DBT3P-II。其他構成要素與發光元件 1 同樣地形成。

[0193]

(發光元件 3 的製造方法)

在發光元件 3 中，作為發光元件 1 中的第一層 111 的 DBT3P-II，使用如下 DBT3P-II：從藉由使用 UV 檢測器得到的層析圖的峰值面積比得出的溴化物濃度為 4%左右的 DBT3P-II。其他構成要素與發光元件 1 同樣地形成。

[0194]

(發光元件 4 的製造方法)

在發光元件 4 中，使用溴化物濃度低於 TOF-MS 的檢測限度的 DBT3P-II 代替發光元件 1 中的第二層 112 的 PCzPA。即，在發光元件 4 中，第一層 111 的 DBT3P-II 和第二層 112 的 DBT3P-II 都是高純度的。

[0195]

(發光元件 5 的製造方法)

在發光元件 5 中，使用如下 DBT3P-II 代替發光元件 1 中的第一層 111 的 DBT3P-II 及第二層 112 的 PCzPA：藉由 UV 檢測器不能確認到溴化物的存在，藉由 TOF-MS 檢測器能夠確認到溴化物的存在。即，在發光元件 5 中，第一層 111 的 DBT3P-II 中的溴化物濃度和第二層 112 的

DBT3P-II 中的溴化物濃度都比 TOF-MS 的檢測限度高且低於 0.1%。

[0196]

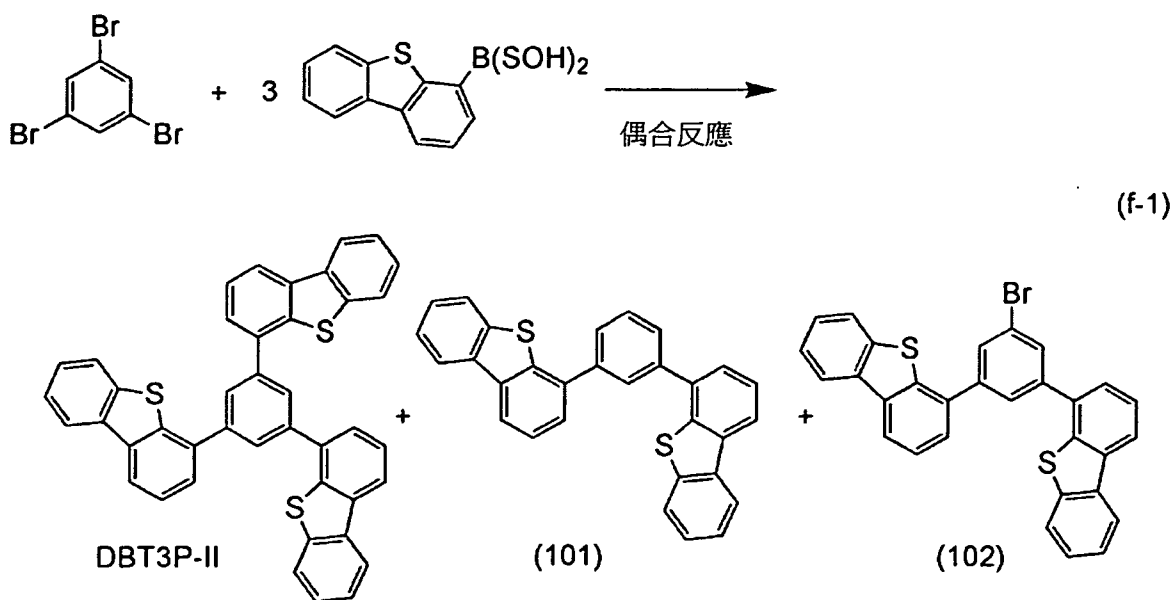
(發光元件 6 的製造方法)

在發光元件 6 中，使用如下 DBT3P-II 代替發光元件 1 中的第一層 111 的 DBT3P-II 及第二層 112 的 PCzPA：從藉由使用 UV 檢測器得到的層析圖的峰值面積比得出的溴化物濃度為 4% 左右。即，在發光元件 6 中，第一層 111 的 DBT3P-II 中的溴化物濃度和第二層 112 的 DBT3P-II 中的溴化物濃度都為 4% 左右。

[0197] 這次使用的 DBT3P-II 藉由三溴苯與大約第三當量的二苯並噻吩-4-硼酸的鈴木-宮浦偶合反應而合成(方案(f-1))。

[0198]

[化學式 2]



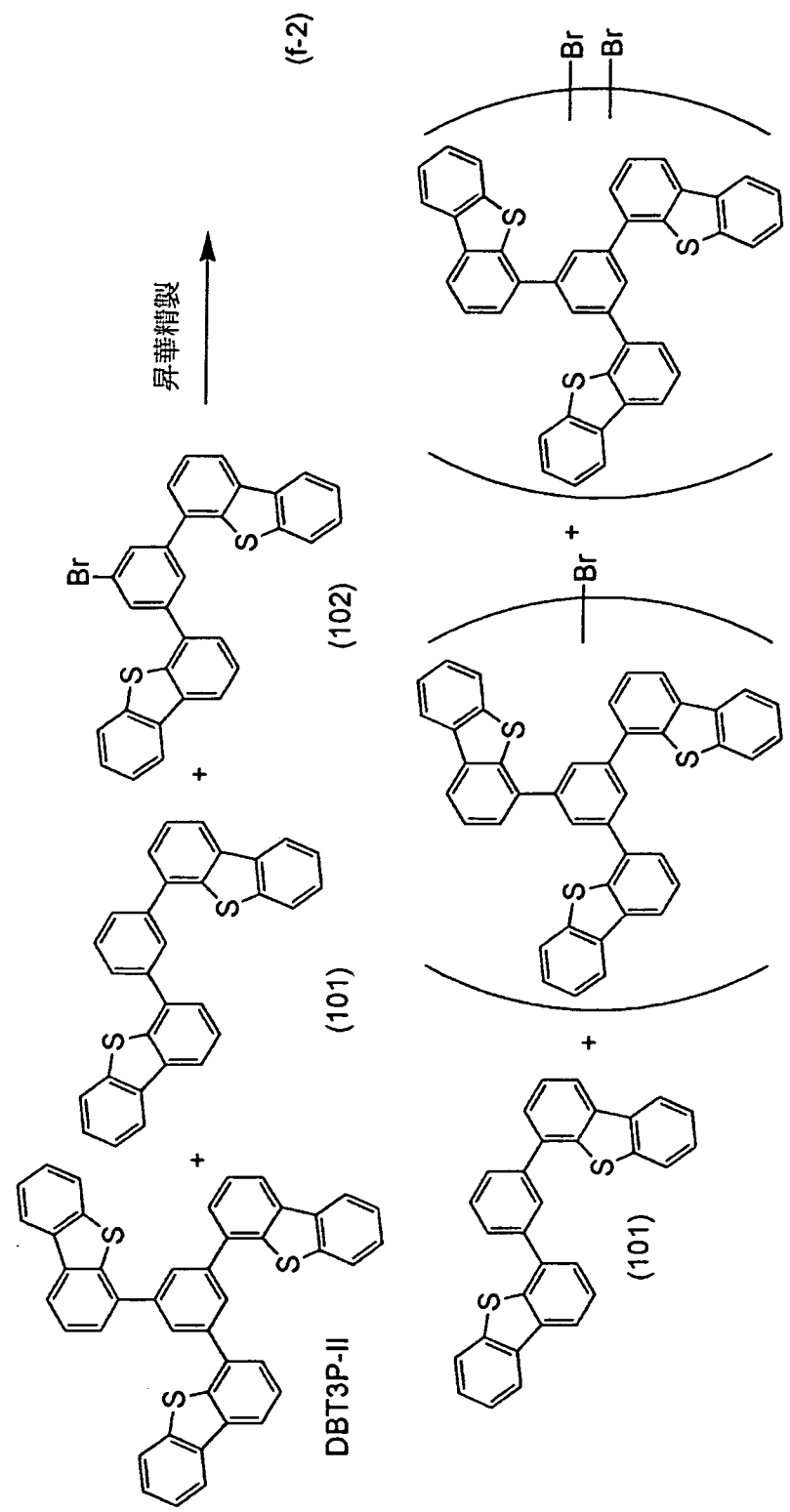
[0199] DBT3P-II 的中間體及副產物對有機溶劑的溶

解性低，而 DBT3P-II 是難於精製的材料之一。

[0200] 方案(f-1)中的化合物(101)及化合物(102)是藉由該偶合反應而產生的副產物及中間體，當對混合有這些物質的 DBT3P-II 進行昇華精製時，重新檢測出一個溴原子或兩個溴原子從化合物(102)轉移到 DBT3P-II 而形成的化合物(103)及化合物(104)，化合物(102)的含量降低，化合物(101)的含量升高。由此確認到藉由方案(f-2)所示的反應途徑而形成這次使用的 DBT3P-II 中的雜質的溴化物。

[0201]

[化學式 3]



[0202] 另外，根據藉由 TOF-MS 測定出的同位素峰值和分子量確定這些中間體及副產物。在 TOF-MS 中，檢測出 $m/z522$ (化合物(102))、 $m/z704$ (化合物(104))、 $m/z785$ (化合物(104))的物質。溴化物濃度從在層析圖中的這些溴化物的吸收強度的積分值與 DBT3P-II 的積分值的比得出(吸收波長：210-500nm)。

[0203] 另外，關於發光元件 2 及發光元件 5 中的溴化物濃度低於 0.1%的材料，藉由 UV 檢測器沒有確認到溴化物的峰值，但是在溴化物的保持時間內，在 TOF-MS 分析中根據同位素峰值及分子量而確認到溴化物的存在。

[0204] 表 1 示出各發光元件的第一層及第二層中的溴化物的濃度。

[0205]

[表 1]

發光元件	1	2	3	4	5	6
第一層	-	±	+	-	±	+
第二層	-	-	-	-	±	+

-：低於檢測限度
±：低於 0.1%
+：4%左右

[0206] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 1 至發光元件 6 進行密封處理(將密封材料塗敷於元件的周圍，在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理)，然後對這些發光元件的可靠性進行測定。另外，在室溫(保持為 25℃ 的氛圍)下進行測

定。

[0207] 圖 14 示出發光元件 1 至發光元件 3 的電流密度-亮度特性，圖 15 示出亮度-電流效率特性，圖 16 示出電壓-電流特性，圖 17 示出發射光譜。另外，圖 18 示出發光元件 4 至發光元件 6 的電流密度-亮度特性，圖 19 示出亮度-電流效率特性，圖 20 示出電壓-電流特性，圖 21 示出發射光譜。

[0208] 此外，表 2 示出發光元件 1 至發光元件 3 的 1000cd/m² 附近的主要特性值，表 3 示出發光元件 4 至發光元件 6 的 1000cd/m² 附近的主要特性值。

[0209]

[表 2]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	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	0.49	12.3	0.15	0.20	7.9	7.8	5.9
發光 元件 2	3.2	0.53	13.3	0.15	0.19	7.9	7.8	6.0
發光 元件 3	3.1	0.40	10.1	0.15	0.20	7.9	8.0	5.6

[0210]

[表 3]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量 子效率 (%)
發光 元件 4	3.4	0.46	11.4	0.15	0.21	9.7	9.0	6.7
發光 元件 5	3.5	0.48	12.0	0.15	0.20	9.5	8.5	6.9
發光 元件 6	3.4	0.49	12.3	0.15	0.22	9.9	9.1	6.8

[0211] 從此結果可知，各發光元件的初期特性沒有顯著差異。

[0212] 此外，圖 22 示出發光元件 1 至發光元件 3 的在初始亮度為 5000cd/m²、電流值為恆定的條件下的對驅動時間的亮度變化，圖 23 示出發光元件 4 至發光元件 6 的在初始亮度為 5000cd/m²、電流值為恆定的條件下的對驅動時間的亮度變化。從圖 22 可知，發光元件 1 至發光元件 3 表示幾乎同樣的特性，第一層中的溴化物的影響得到抑制。另一方面，從圖 23 可知，第二層中的鹵化物的量越多亮度劣化越大，發光元件 4 的耐久性與發光元件 6 的耐久性有 100 倍以上的差異。如上所述，第二層中的鹵化物(鹵元素)對發光元件產生的影響大，第二層中的鹵元素的濃度越低越好。另一方面，由於發光元件對第一層中的鹵元素的濃度遲鈍，因此可以將鹵化物的含量較多的化合物用於第一層，該化合物的價格廉價，從而可以製造在成本上有利的發光元件。

[0213] 圖 24 示出發光元件 2 的 D-SIMS 的測定結果

，圖 25 示出發光元件 3 的 D-SIMS 的測定結果。作為一次離子使用 Cs^+ ，將一次加速電壓設定為 2.0kV。從陰極一側進行測定，橫軸的刻度根據氧元素的離子強度估計。直到大約 60nm 的深度範圍相當於從電子注入層到電洞傳輸層的範圍，大約 60nm-110nm 的深度範圍相當於電洞注入層的範圍。從圖 24 及圖 25 可知，可以在使用溴化物濃度低於 0.1% 的材料及該濃度為 4% 左右的材料的第一層中檢測出鹵元素(溴、氯)。此外，可知溴的濃度差異也再現。從上述結果可知，雖然作為本實施例的發光元件的發光元件 2 及發光元件 3 在電洞注入層中包含鹵元素，但也具有與發光元件 1 及發光元件 4 同樣的良好的元件特性，其中該發光元件 1 及該發光元件 4 的發光層及(接觸於發光層的)電洞傳輸層不包含鹵元素(即，鹵元素低於 TOF-MS 的檢測限度)。另一方面，將含有鹵元素的材料用於電洞傳輸層的發光元件 5 及發光元件 6 的耐久性顯著下降。

[0214] 另外，可認為在電洞注入層中檢測出的氯來源於氧化鋯(純度為 3N8)中包含的氯。藉由 D-SIMS 測定該氧化鋯的蒸鍍膜，檢測出 10count/sec 左右的氯，溴的離子強度低於檢測限度。

[0215] 從上述結果可知，即使不接觸於發光層的電洞注入層包含鹵元素(尤其是溴、氯)，也不會對發光特性及可靠性產生很大的影響。因此，用於電洞注入層的材料不需要使用作為在有機 EL 元件的領域中一般使用的高純度的材料，從而可以大幅度降低製造成本。作為指標，如

果使用在 D-SIMS 測定中對碳的鹵元素的離子強度大約為 1/10000 以上的物質，則在成本上非常有利。另外，雖然對鹵元素的濃度沒有上限，但是可以認為如果使用在 D-SIMS 測定中對碳的鹵元素的離子強度為 1/100 以下的物質，則不容易對元件特性(驅動電壓等)產生影響，所以是較佳的。

[0216] 此外，作為本實施例的元件結構，可以認為發光區域位於電洞傳輸層與發光層之間的介面。因此，即使在接觸於發光層的電子傳輸層中包含鹵元素(溴、氯)，也不會對發光特性和可靠性產生很大的影響。由此，用於電子傳輸層的材料也不需要用作為在有機 EL 元件的領域中一般使用的高純度的材料。作為指標，如果使用在 D-SIMS 測定中對碳的鹵元素的離子強度大約為 1/10000 以上且 1/100 以下的材料，則容易同時實現成本上的優勢以及良好的元件特性(驅動電壓等)，所以是較佳的。

[0217] 另一方面，作為用於與發光層接觸的電洞傳輸層的材料，需要使用儘量抑制鹵化物的含量的高純度的材料。作為指標，較佳為使用在 D-SIMS 測定中對碳的鹵元素的離子強度低於 1/10000 左右(更佳為低於 1/100000)的材料。另外，該指標在發光層中也同樣。此外，發光材料不管是螢光材料還是磷光材料，都是同樣的。

實施例 2

[0218] 藉由燃燒-離子色譜法對如下三種 DBT3P-II

樣本的鹵元素進行更精確的定量測定：樣本 A，該樣本 A 中的溴化物濃度藉由 UPLC 的 UV 檢測器被估計為 1% 左右；樣本 B，該樣本 B 中的藉由 UV 檢測器得到的溴化物濃度低於檢測限度，並且，該樣本 B 中的溴化物藉由 TOF-SIMS 可以檢測出；以及樣本 C，該樣本 C 中的溴化物濃度低於 TOF-SIMS 的檢測限度。使用三菱化學分析技術有限公司(Mitsubishi Chemical Analytech Co., Ltd.)製造的自動樣本燃燒裝置 AQF-2100H 型進行燃燒分解，使用戴安(DIONEX)有限公司製造的離子色譜系統 Dionex ICS-2100 進行離子色譜法。另外，樣本 B 是藉由與發光元件 2 中使用的 DBT3P-II 同樣的製程合成的材料，確認到樣本 C 是當採用與發光元件 4 同樣的結構並用於電洞傳輸層時表示與發光元件 4 同等的元件特性(電流效率、驅動電壓、可靠性)的材料。

[0219] 下面，說明燃燒分離的條件。作為加熱器溫度，將入口一側溫度設定為 900℃，將出口一側溫度設定為 1000℃，藉由將試樣舟移動而調整加熱溫度。加熱氛圍為氫、加濕氫、氧的混合氛圍。另外，作為吸收液使用溶解有磷酸 30ppm 的水 5ml，該磷酸是內標準。

[0220] 下面，說明離子色譜法的條件。作為淋洗液使用 KOH 水溶液，並且使用淋洗液發生器。將流量設定為 1.0mL/min，將淋洗液的注入量設定為 100μL。使用 Dionex IonPac AS20 4mm×250mm 在色譜柱溫度為 35℃ 下進行色譜柱分離。作為抑制器使用 ASRS，將抑制器電流

設定為 100mA。作為檢測器使用導電檢測器，將導電電池的溫度設定為 35℃。表 4 示出其結果。

[0221]

[表 4]

	F	Cl	Br
樣本 A	17	27	3400
樣本 B	0.18	0.31	160
樣本 C	0.44	0.37	6.0

[ppm]

[0222] 各樣本的鹵元素濃度與藉由 UPLC 檢測器估計的濃度之間具有良好的相關關係。從此結果可知，如果發光層以及/或者第二層中的鹵元素濃度低於 10ppm，第一層中的鹵元素濃度則可以為 10ppm 以上，並即使為 3000ppm 以上也不會對元件的耐久性產生負面影響，可以廉價地製造發光元件。另一方面，接觸於發光層的第二層中的鹵元素濃度較佳為 100ppm 以下，更佳為 10ppm 以下。

【符號說明】

[0223]

101：第一電極

102：第二電極

103：EL 層

111：第一層

112：第二層

113：發光層

- 114：電子傳輸層
- 115：電子注入層
- 201：陽極
- 202：陰極
- 211：電洞注入層
- 212：電洞傳輸層
- 213：發光層
- 214：電子傳輸層
- 215：電子注入層
- 400：基板
- 401：第一電極
- 403：EL 層
- 404：第二電極
- 405：密封材料
- 406：密封材料
- 407：密封基板
- 412：焊盤
- 420：IC 晶片
- 501：第一電極
- 502：第二電極
- 511：第一發光單元
- 512：第二發光單元
- 513：電荷產生層
- 601：驅動電路部(源極線驅動電路)

- 602：像素部
- 603：驅動電路部(閘極線驅動電路)
- 604：密封基板
- 605：密封材料
- 607：空間
- 608：佈線
- 609：FPC(撓性印刷電路)
- 610：元件基板
- 611：開關 TFT
- 612：電流控制 TFT
- 613：第一電極
- 614：絕緣物
- 616：EL 層
- 617：第二電極
- 618：發光元件
- 623：n 通道型 TFT
- 624：p 通道型 TFT
- 901：外殼
- 902：液晶層
- 903：背光單元
- 904：外殼
- 905：驅動器 IC
- 906：端子
- 951：基板

952：電極
 953：絕緣層
 954：隔離層
 955：EL層
 956：電極
 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：第一層間絕緣膜
 1021：第二層間絕緣膜
 1022：電極
 1024W：發光元件的第一電極
 1024R：發光元件的第一電極
 1024G：發光元件的第一電極
 1024B：發光元件的第一電極
 1025：分隔壁
 1028：EL層
 1029：發光元件的第二電極
 1031：密封基板
 1032：密封材料
 1033：透明基材

1034R：紅色著色層
1034G：綠色著色層
1034B：藍色著色層
1035：黑色層(黑矩陣)
1036：覆蓋層
1037：第三層間絕緣膜
1040：像素部
1041：驅動電路部
1042：周邊部
2001：外殼
2002：光源
3001：照明裝置
5000：顯示區域
5001：顯示區域
5002：顯示區域
5003：顯示區域
5004：顯示區域
5005：顯示區域
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：外部連接埠

7206：指向裝置

7210：第二顯示部

7301：外殼

7302：外殼

7303：連接部

7304：顯示部

7305：顯示部

7306：揚聲器部

7307：儲存介質插入部

7308：LED 燈

7309：操作鍵

7310：連接端子

7311：感測器

7401：外殼

7402：顯示部

7403：操作按鈕

7404：外部連接埠

7405：揚聲器

7406：麥克風

7400：行動電話機

9033：卡子

9034：開關

9035：電源開關

9036：開關

9037：操作鍵

9630：外殼

9631：顯示部

9631a：顯示部

9631b：顯示部

9632a：觸控面板區域

9632b：觸控面板區域

9633：太陽能電池

9634：充放電控制電路

9635：電池

9636：DCDC 轉換器

9638：轉換器

9639：按鈕

申請專利範圍

1.一種發光裝置，包括：

陽極上的電洞注入層；

該電洞注入層上的電洞傳輸層；

該電洞傳輸層上的發光層；

該發光層上的電子傳輸層；

該電子傳輸層上的電子注入層；以及

該電子注入層上的陰極，

其中，該電洞注入層、該電洞傳輸層以及該發光層分別包括作為雜質的有機化合物的鹵化合物，

該電洞注入層中的該鹵化合物的濃度比該電洞傳輸層中的該鹵化合物的濃度高，

並且，該發光層的電子傳輸性高於其電洞傳輸性。

2.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該電洞注入層中的該鹵化合物的該濃度比該發光層中的該鹵化合物的濃度高。

3.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中以藉由動態二次離子質譜儀估計的鹵元素對碳元素的比例低於 1/10000 的方式設定該電洞傳輸層中的該鹵化合物的該濃度，

並且以藉由動態二次離子質譜儀估計的鹵元素對碳元素的比例為 1/10000 以上且 1/100 以下的方式設定該電洞注入層中的該鹵化合物的該濃度。

4.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該電子傳輸層包括作為雜質的有機化合物的鹵化合物，

並且以藉由動態二次離子質譜儀估計的鹵元素對碳元素的比例為 $1/10000$ 以上且 $1/100$ 以下的方式設定該電子傳輸層中的該鹵化合物的濃度。

5.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該電洞注入層中的該鹵化合物為溴化物。

6.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該電洞傳輸層中的該鹵化合物為溴化物。

7.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該發光層中的該鹵化合物為溴化物。

8.根據申請專利範圍第 4 項之發光裝置，

其中該電子傳輸層中的該鹵化合物為溴化物。

9.一種包括根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置的照明裝置。

圖 2A

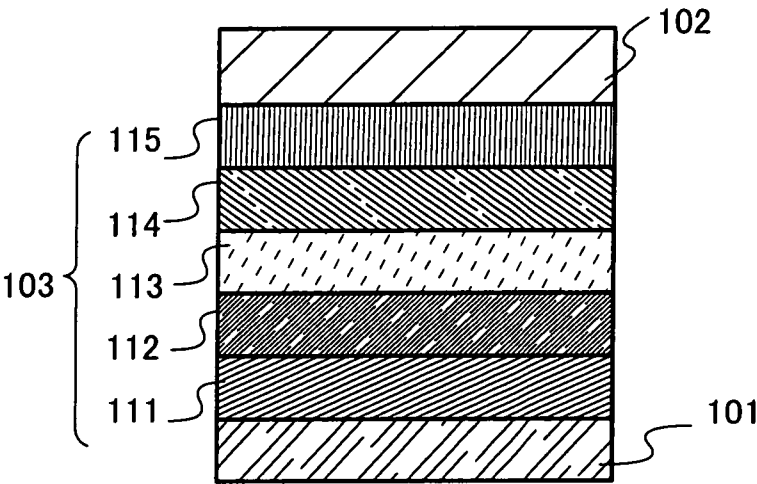


圖 2B

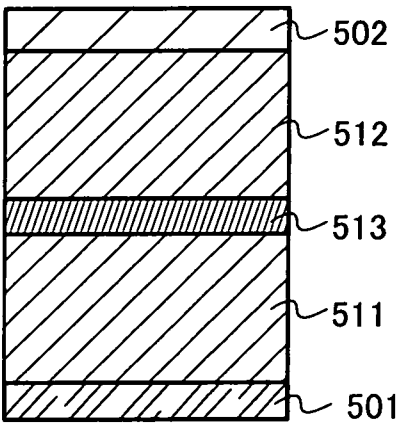


圖 3A

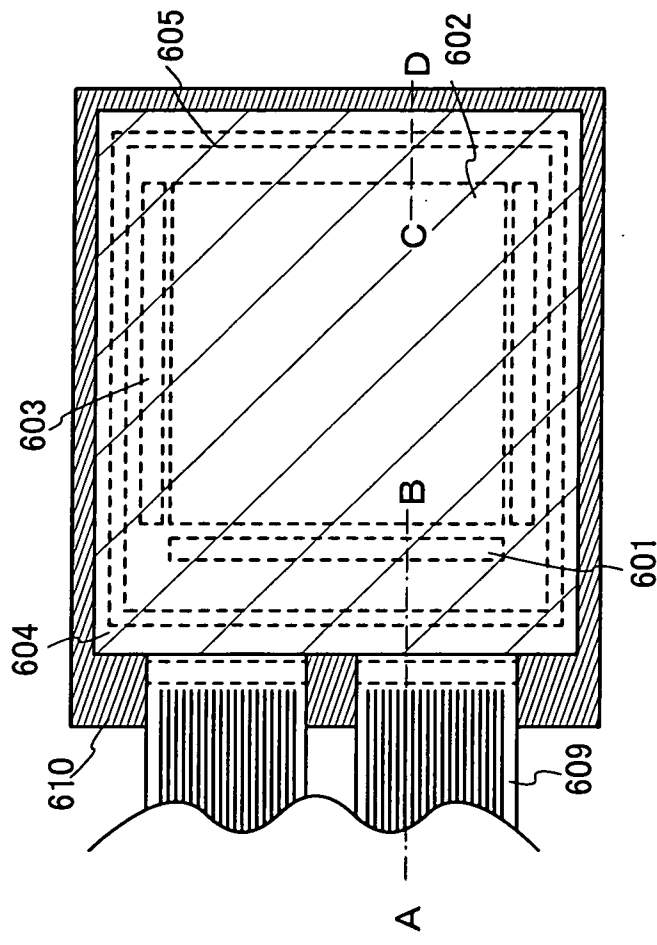


圖 3B

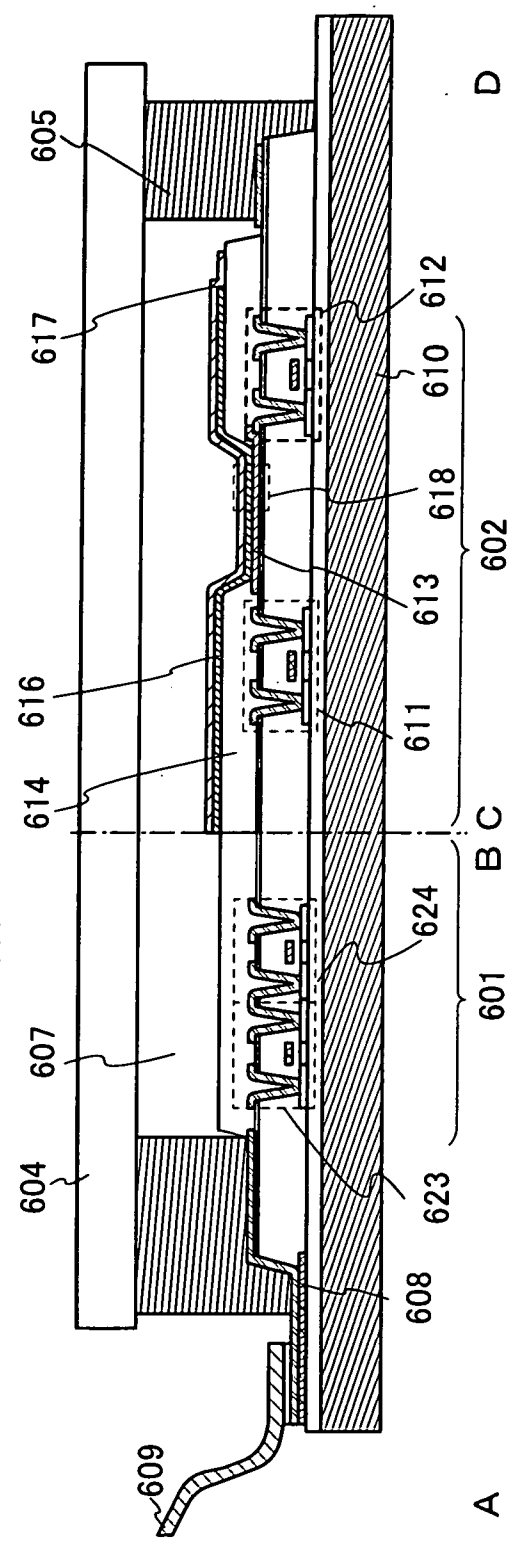


圖 4A

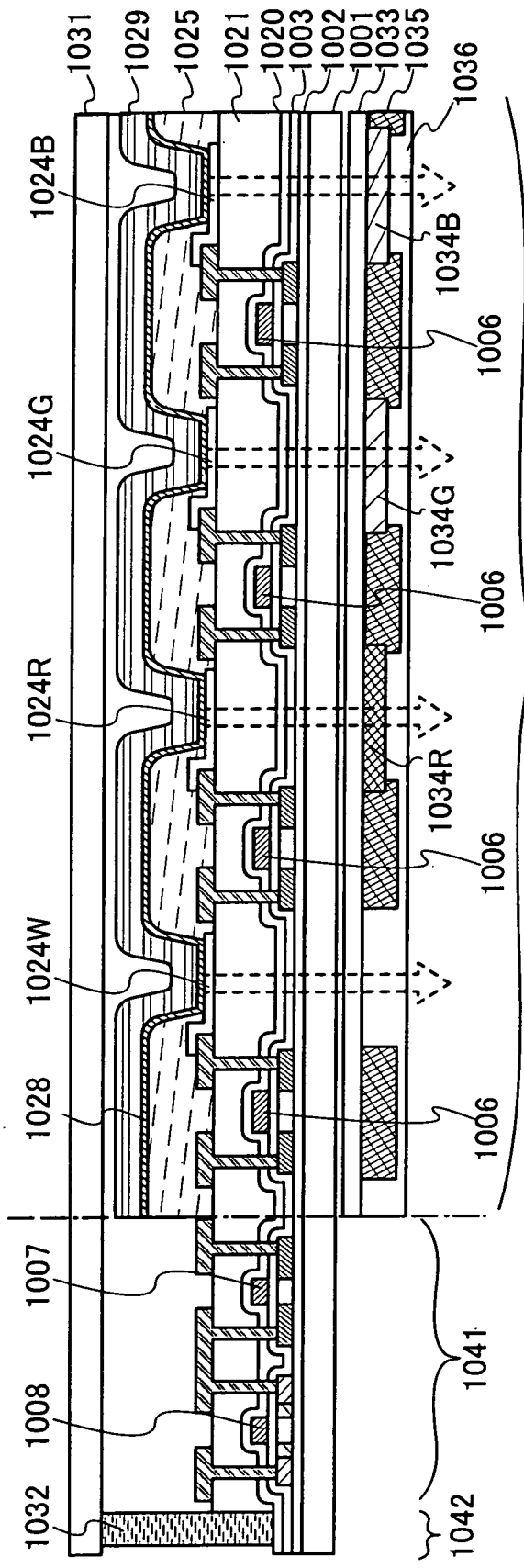


圖 4B

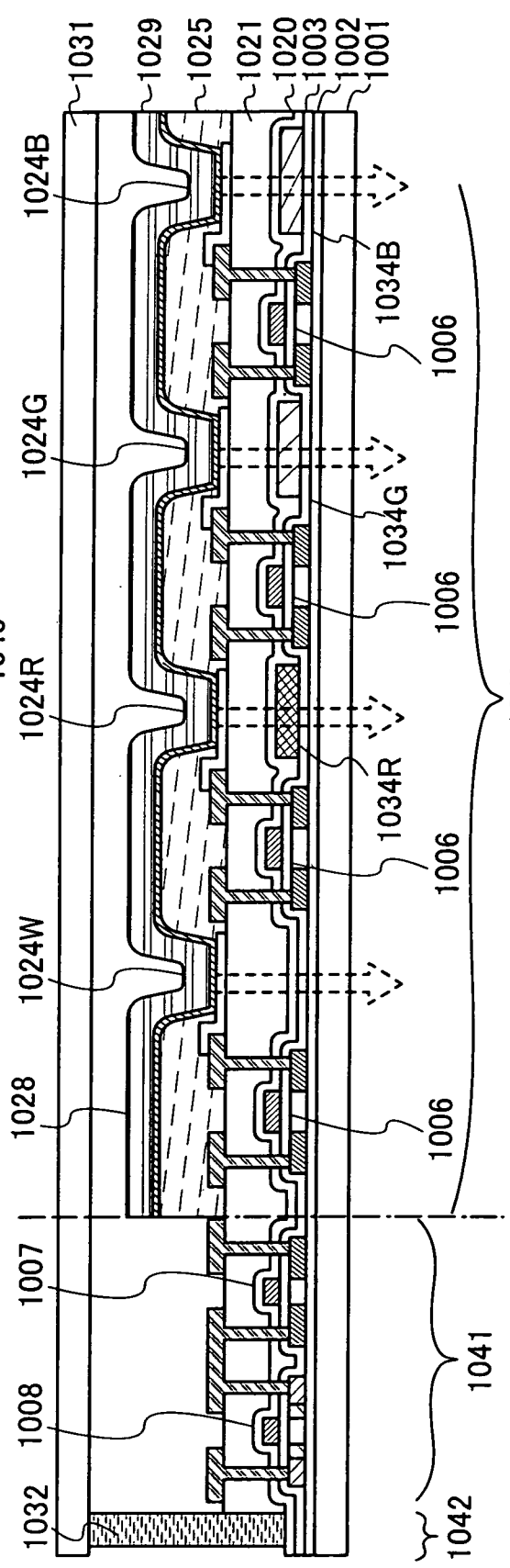


圖 5

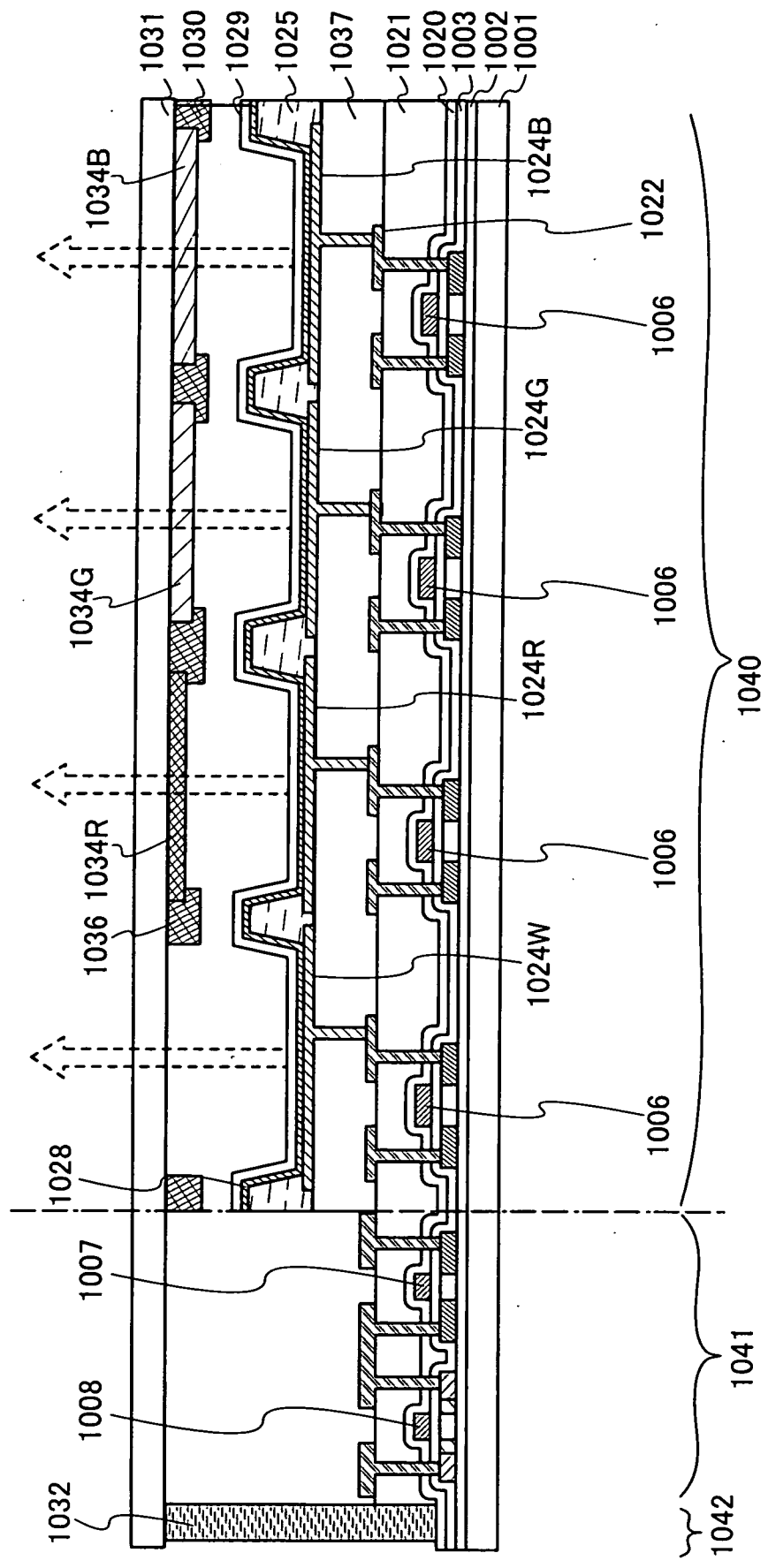


圖 6A

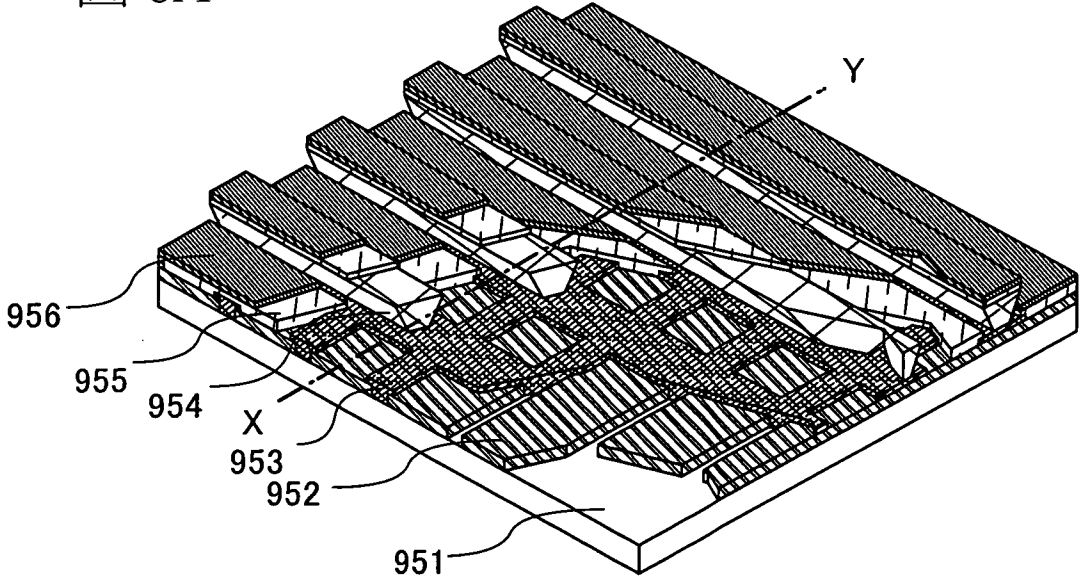


圖 6B

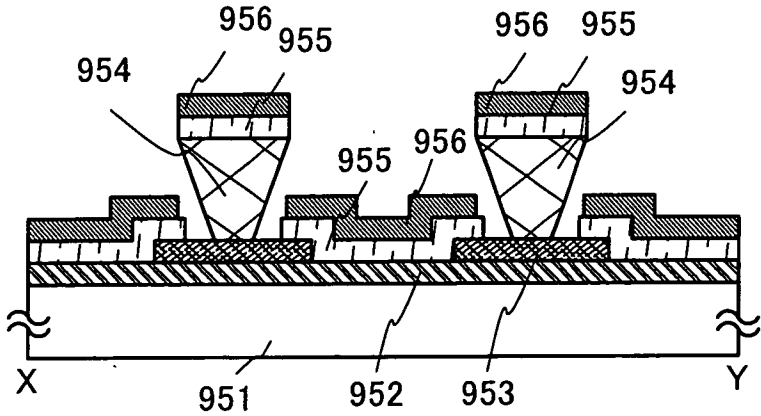


圖 7A

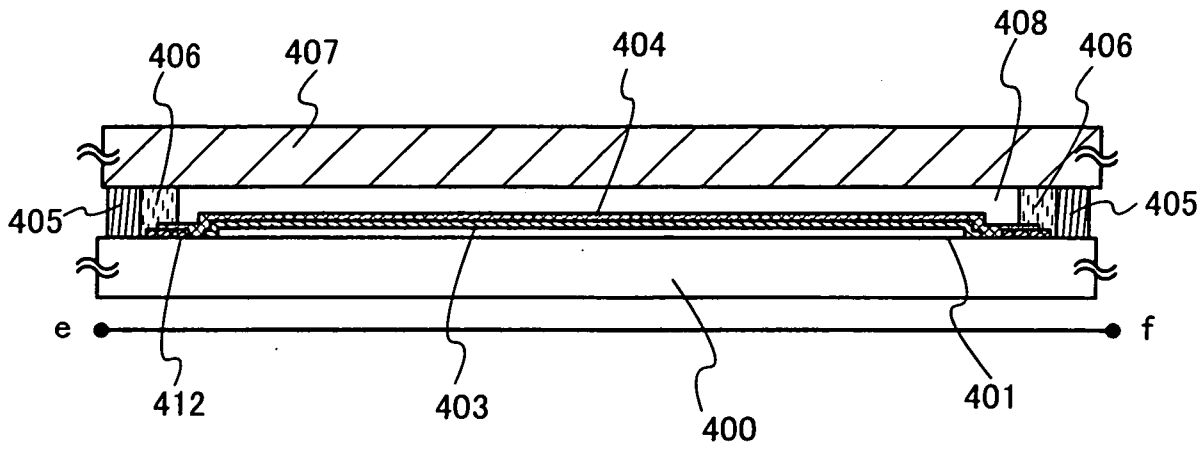


圖 7B

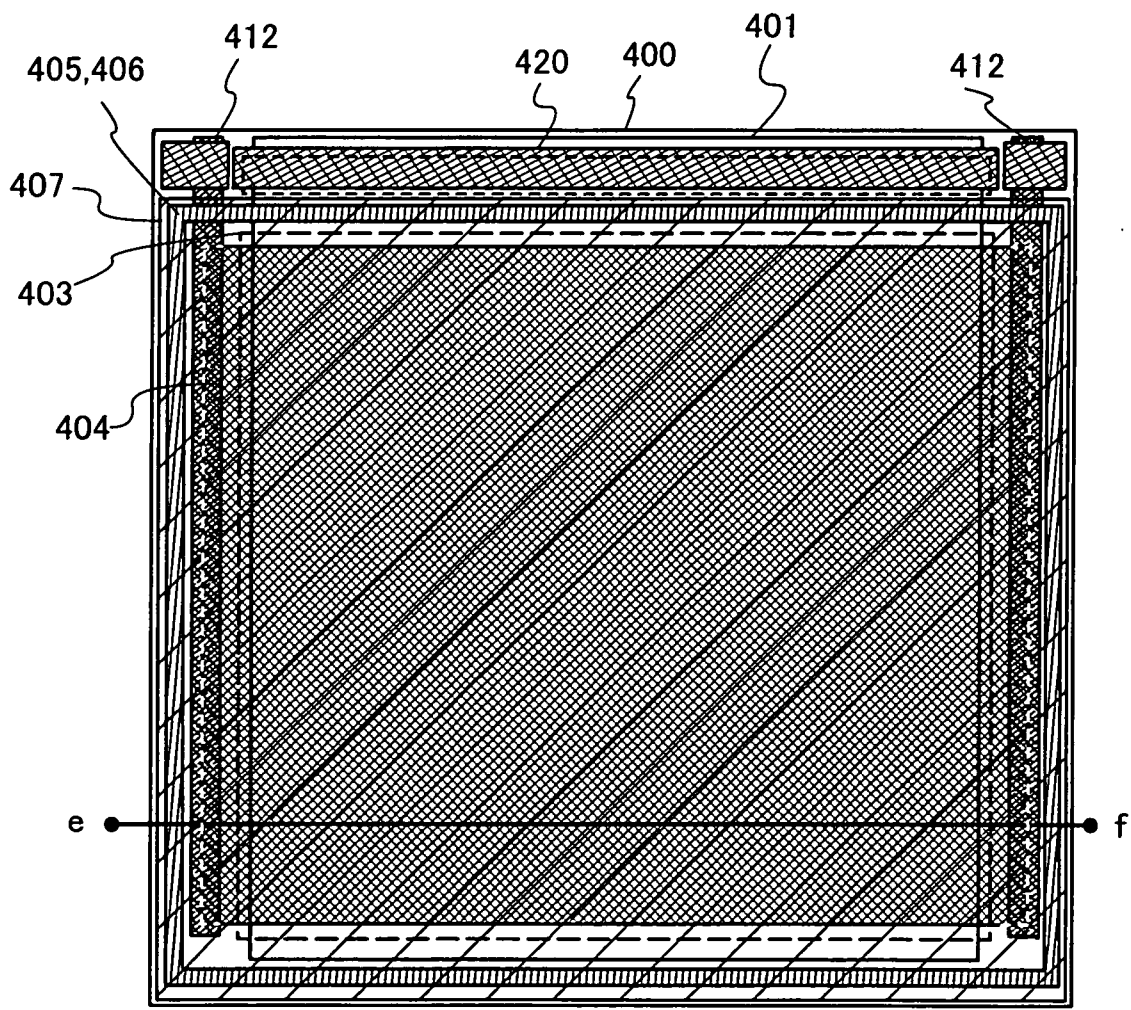


圖 8A

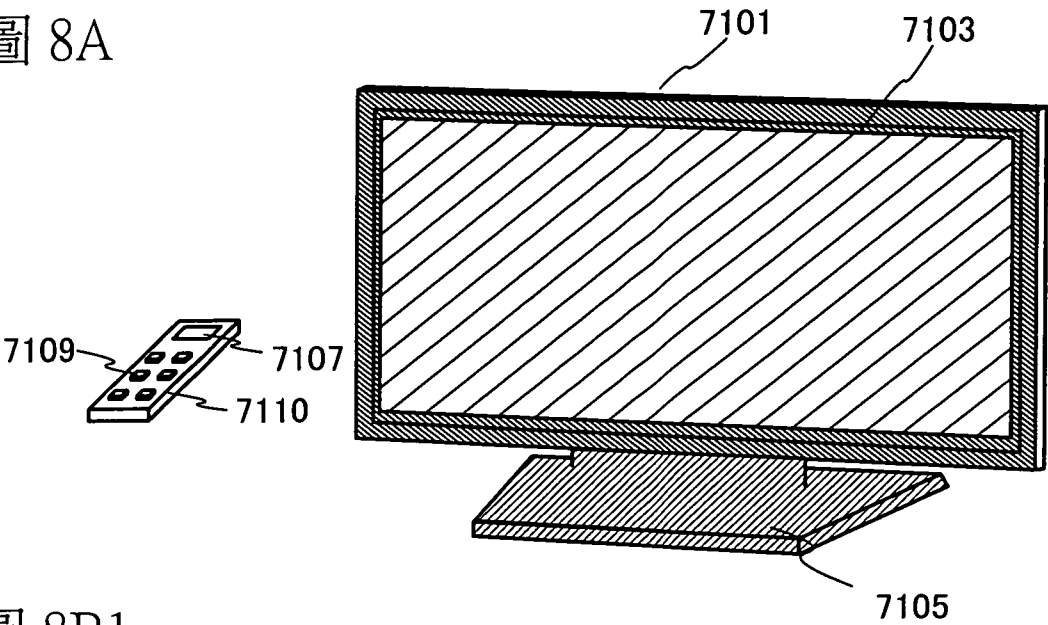


圖 8B1

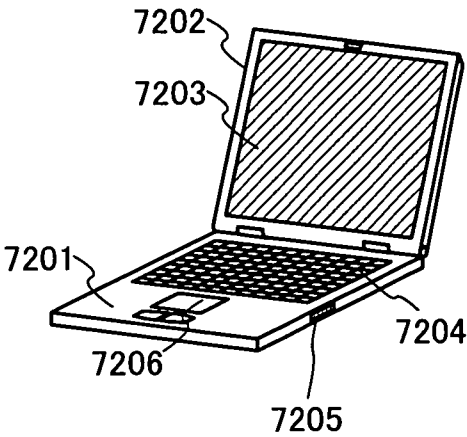


圖 8B2

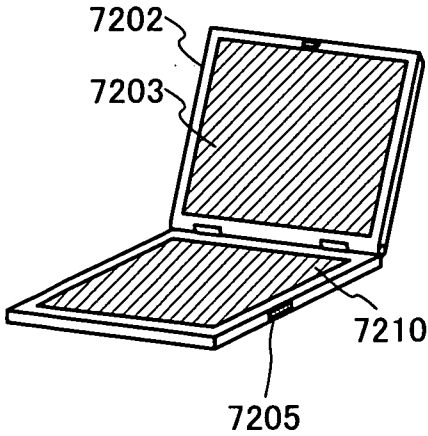


圖 8C

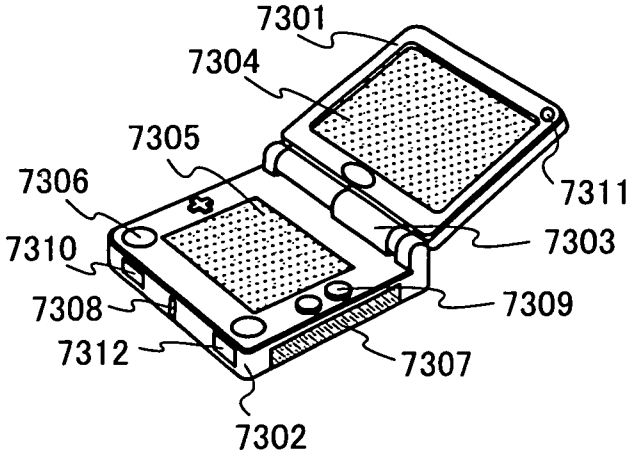


圖 8D

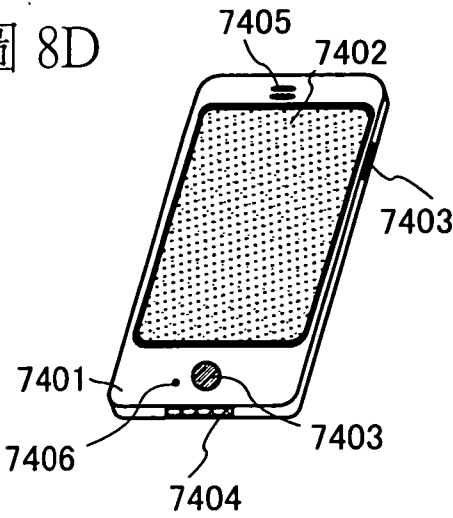


圖 9

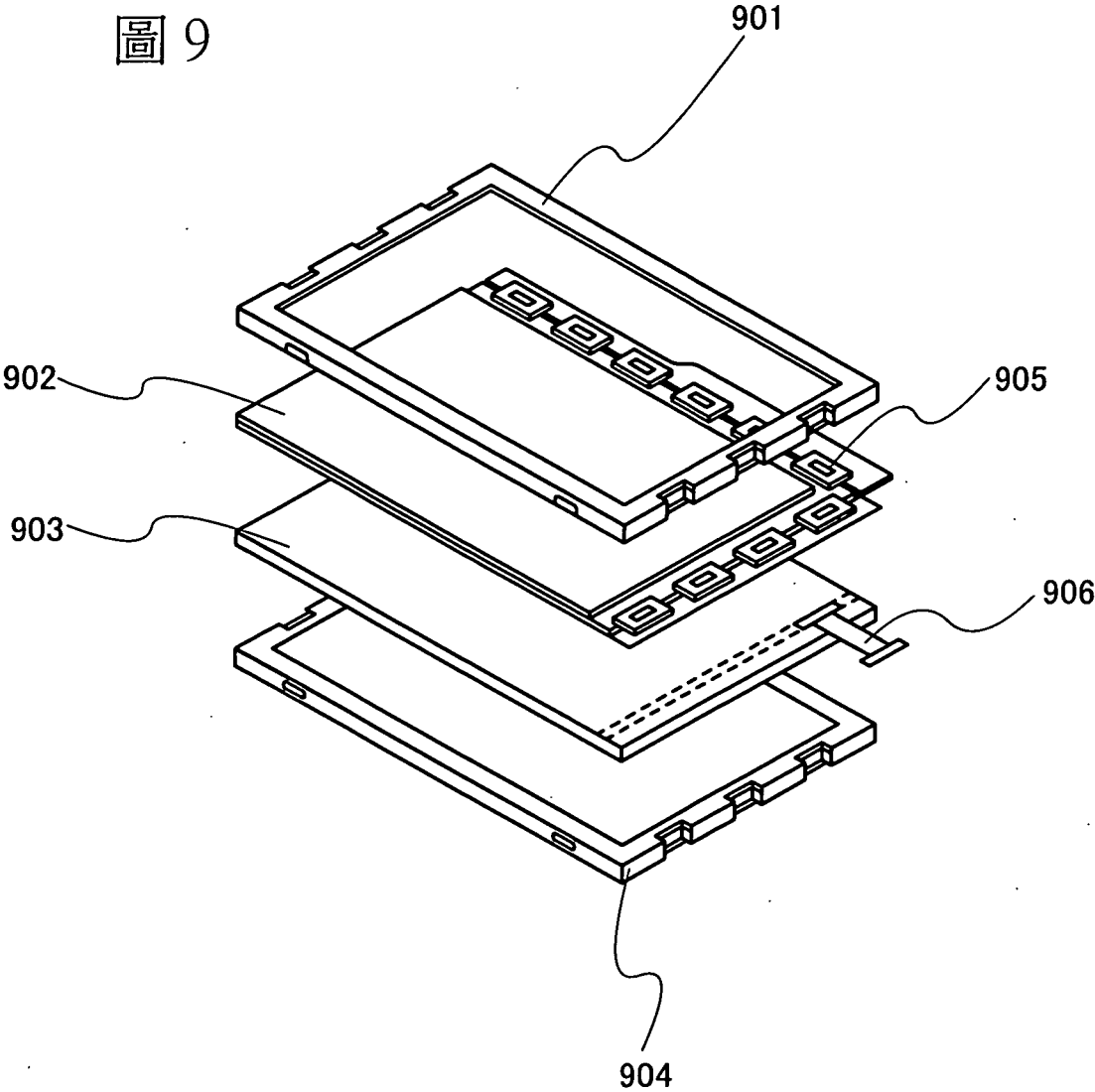
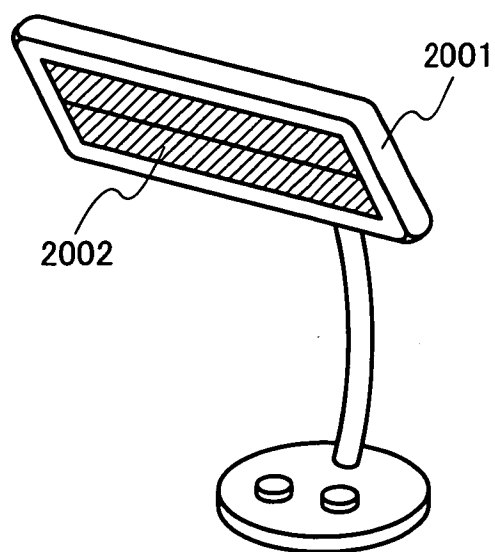


圖 10



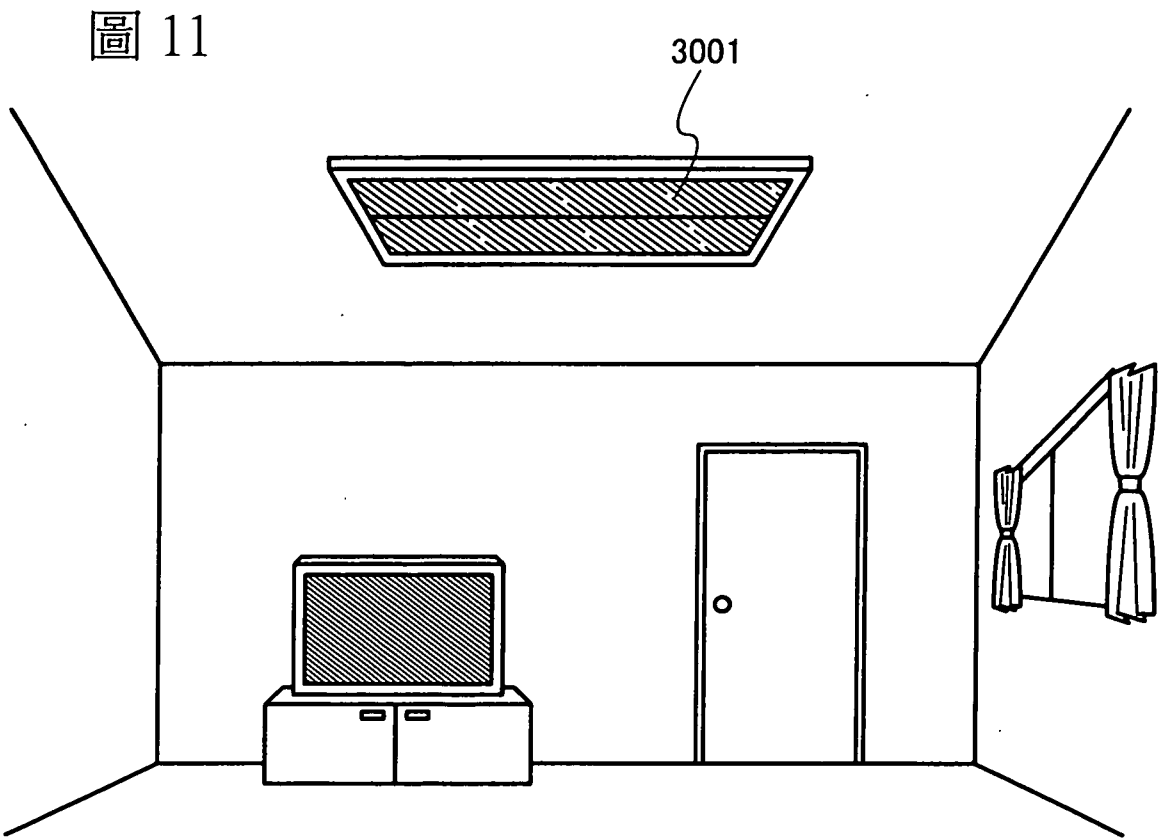


圖 12

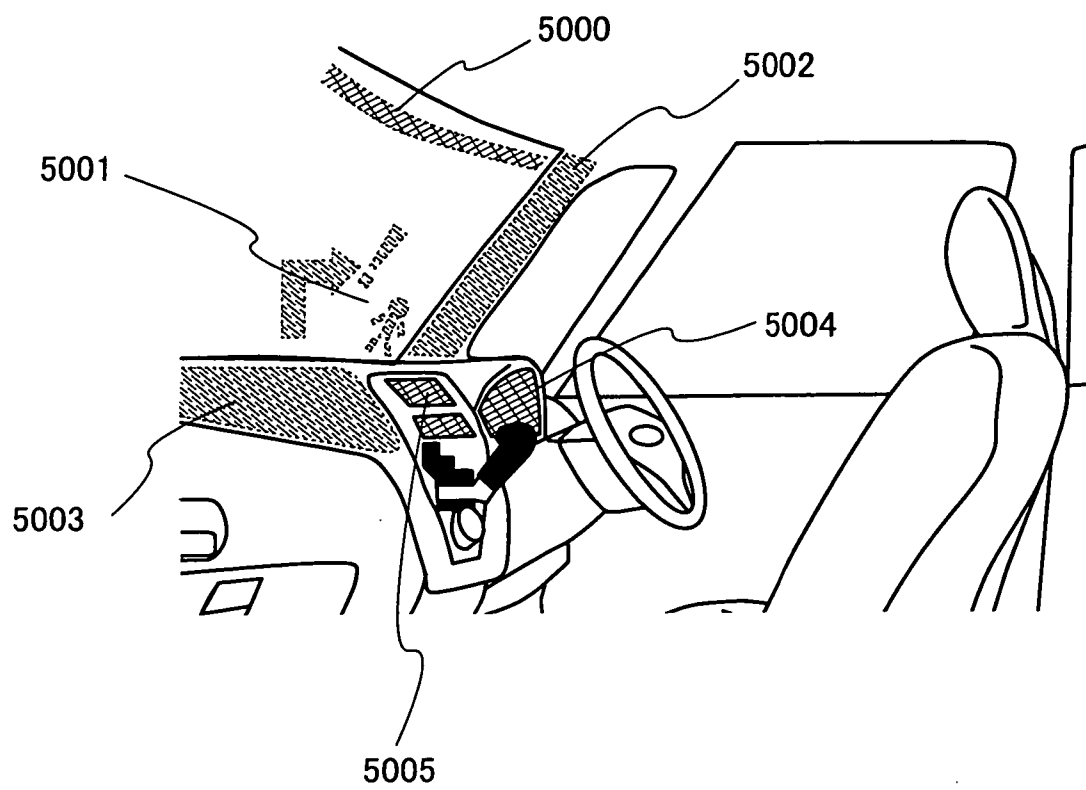


圖 13A

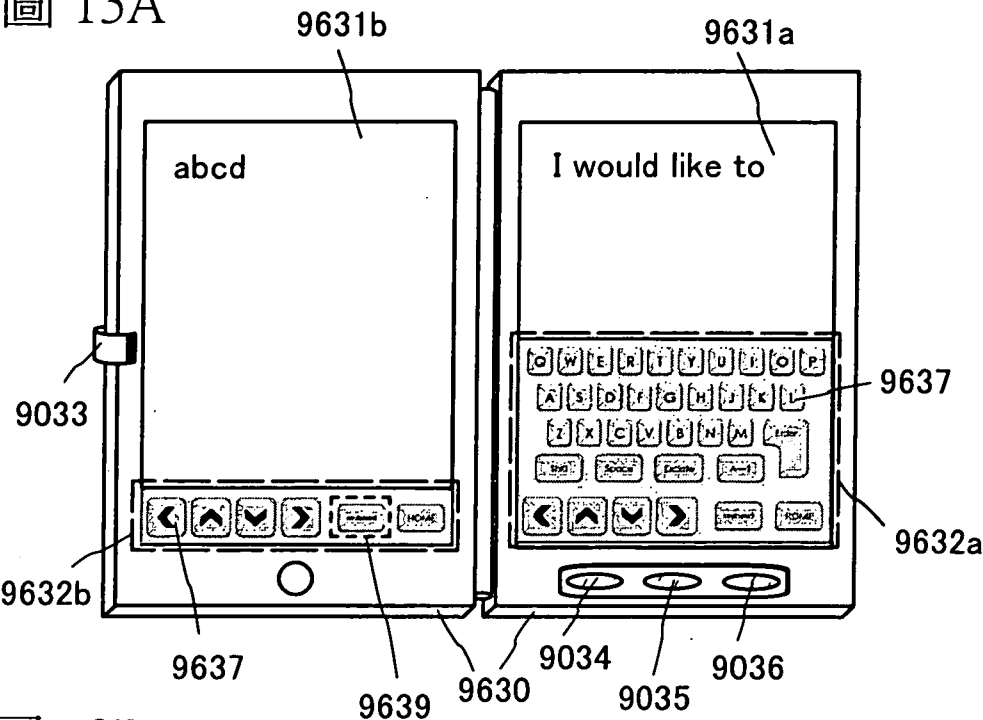


圖 13B

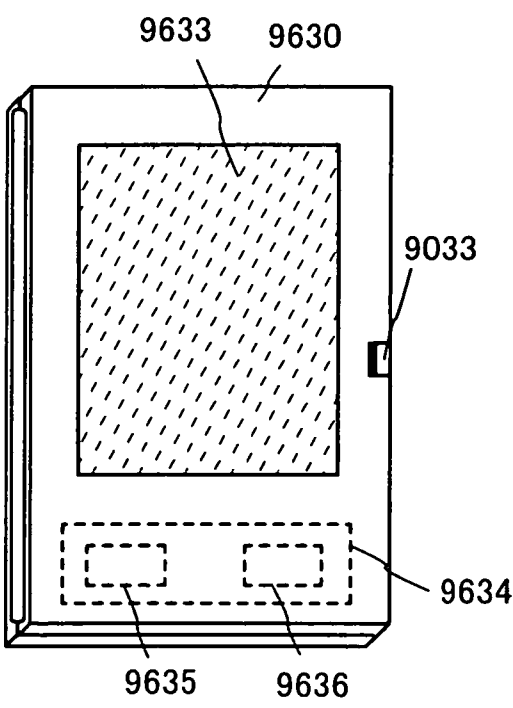


圖 13C

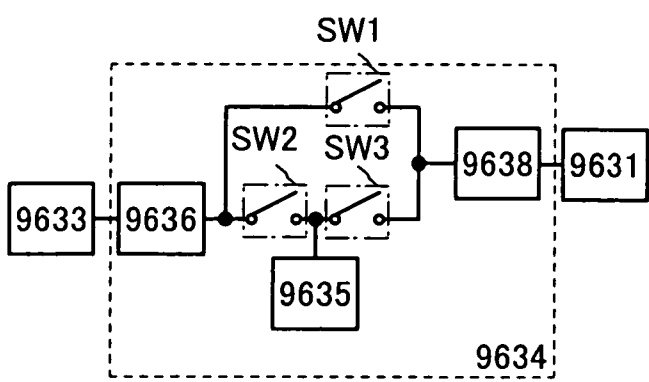


圖 14

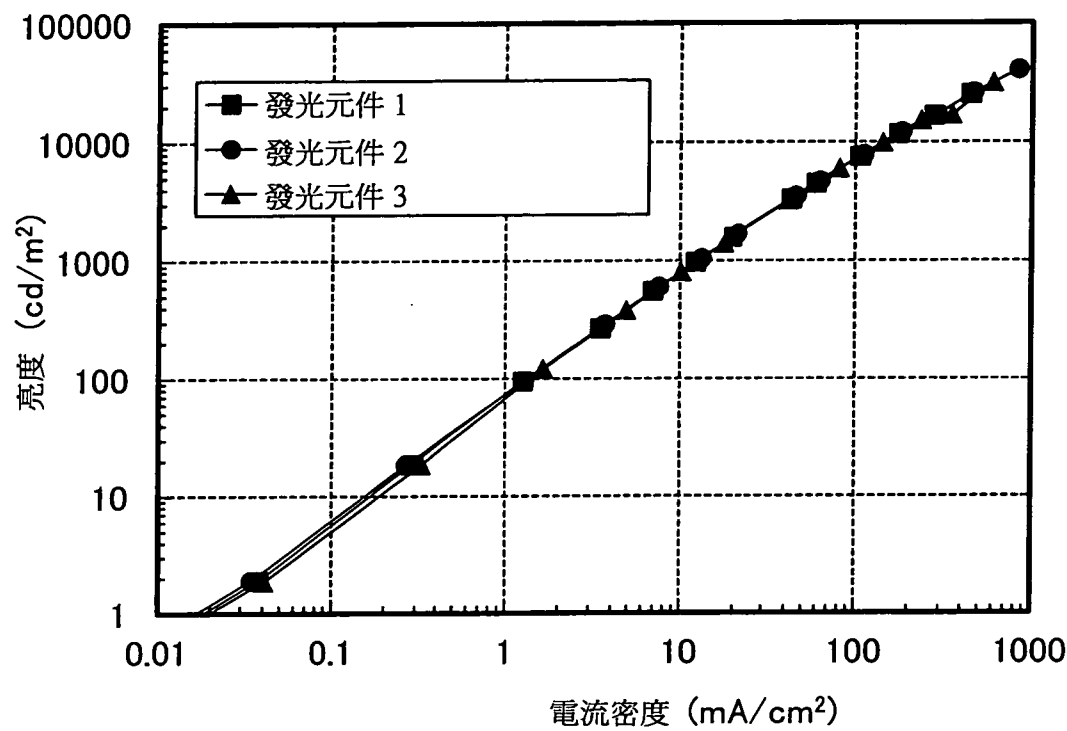


圖 15

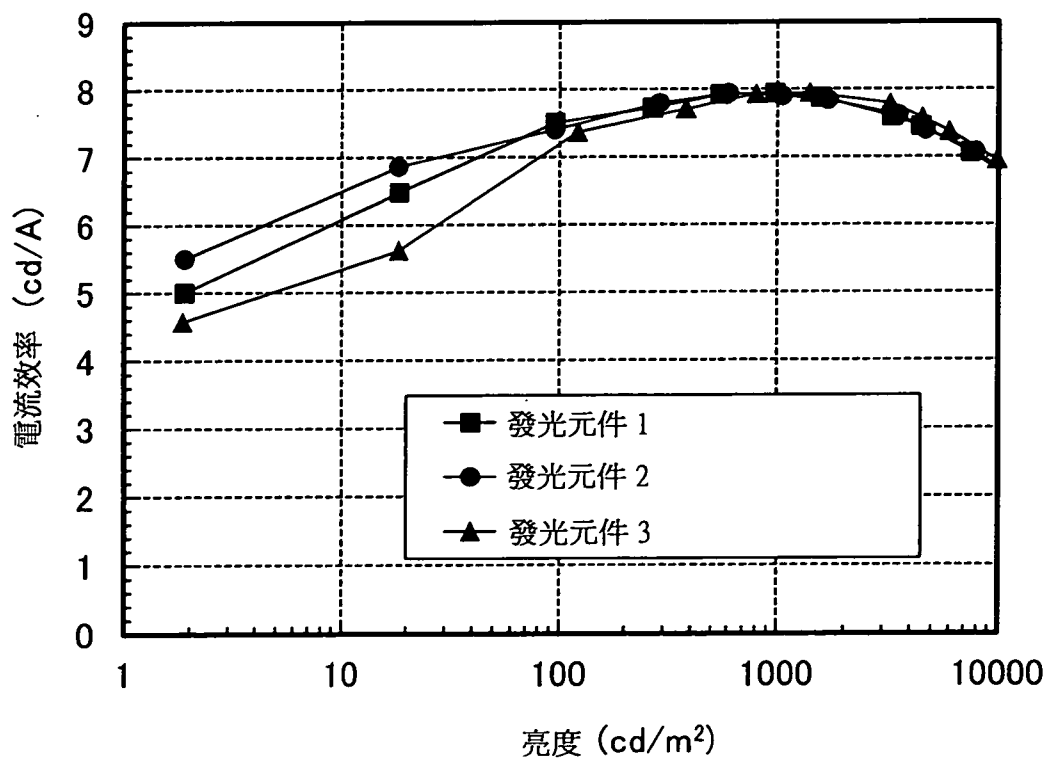


圖 16

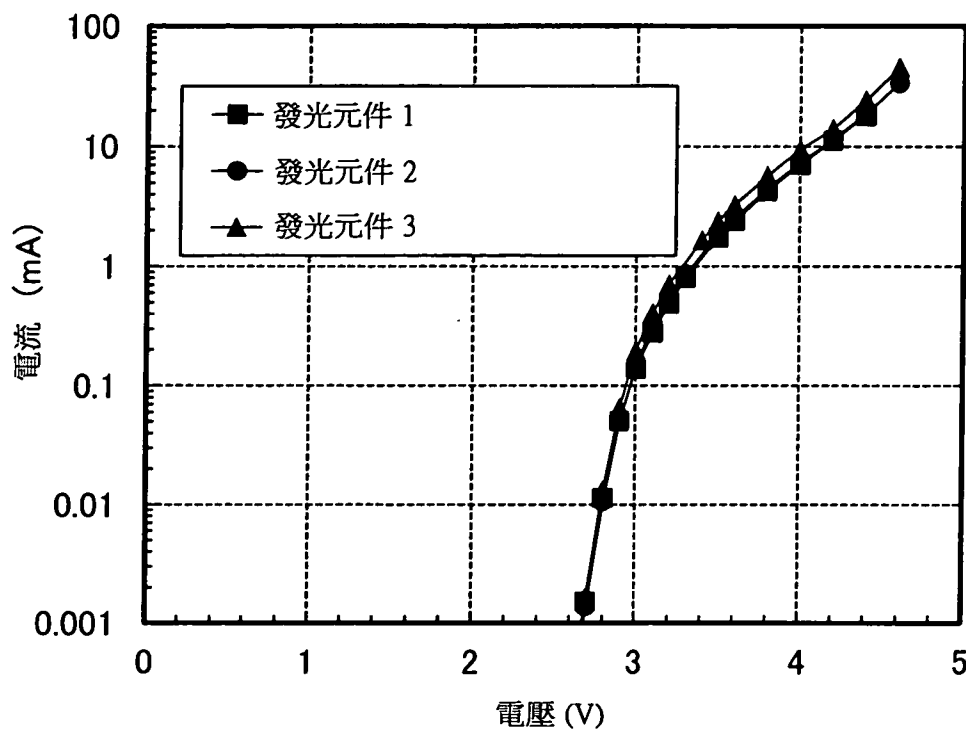


圖 17

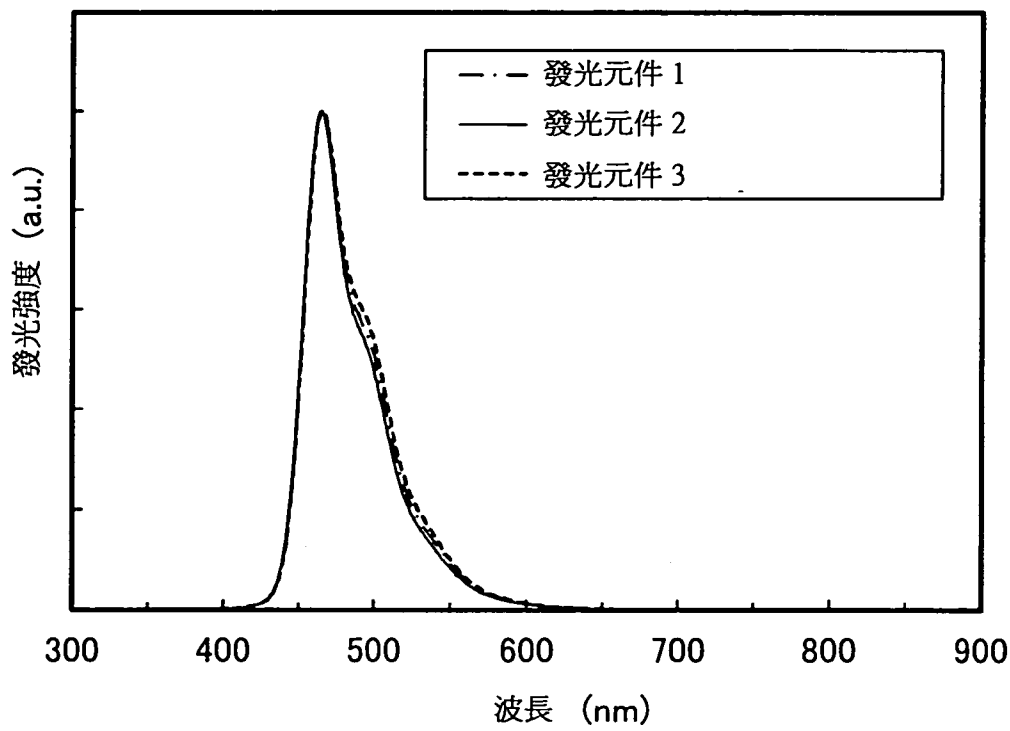


圖 18

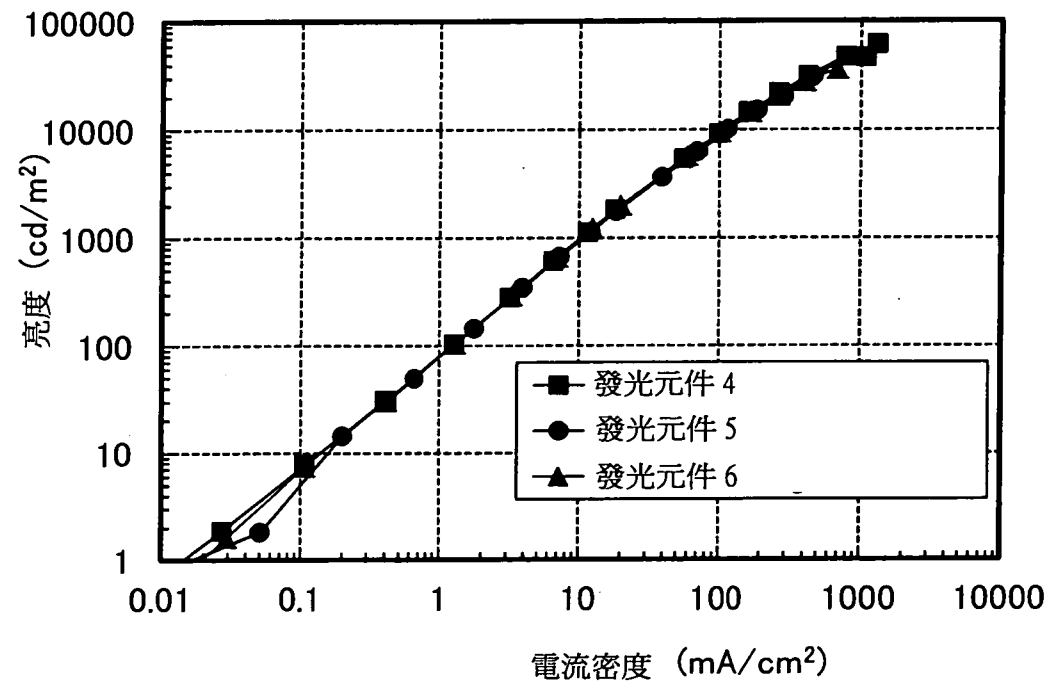


圖 19

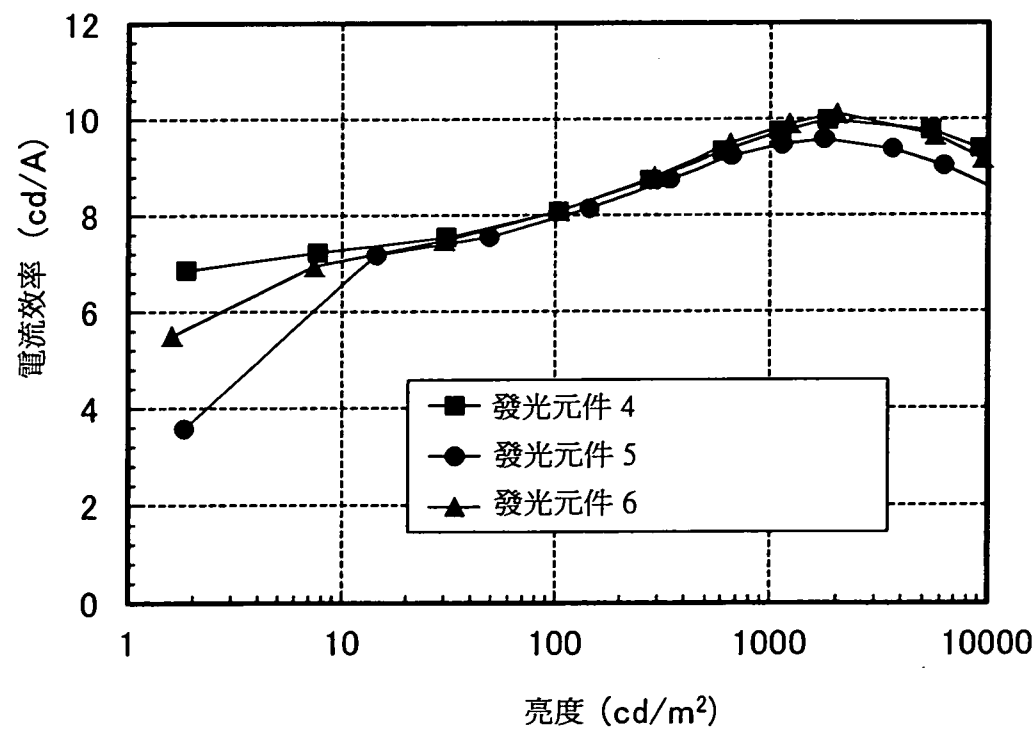


圖 20

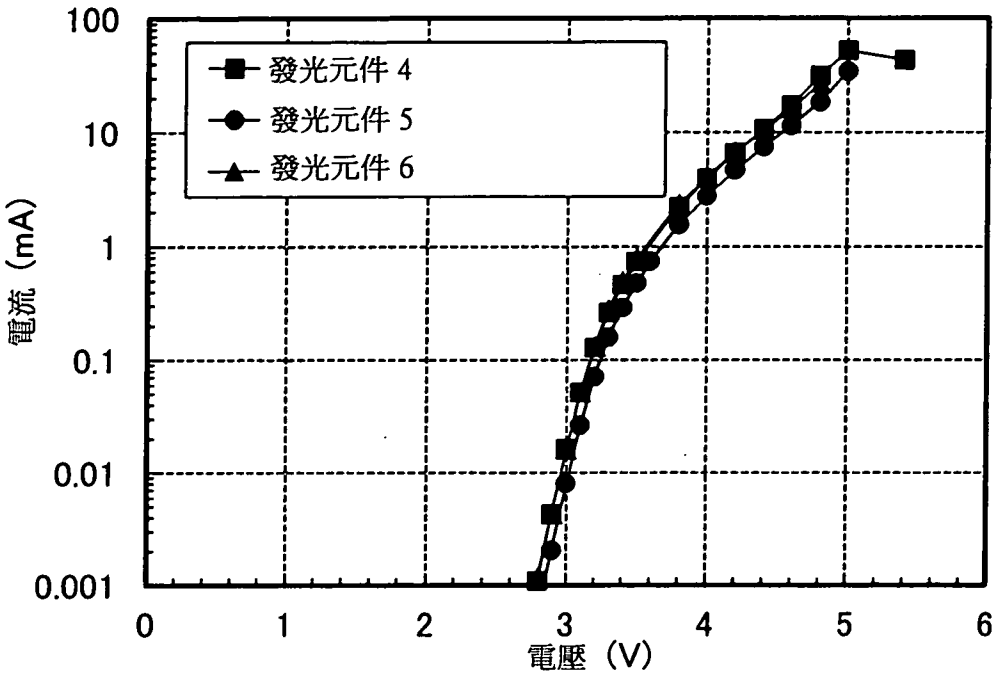


圖 21

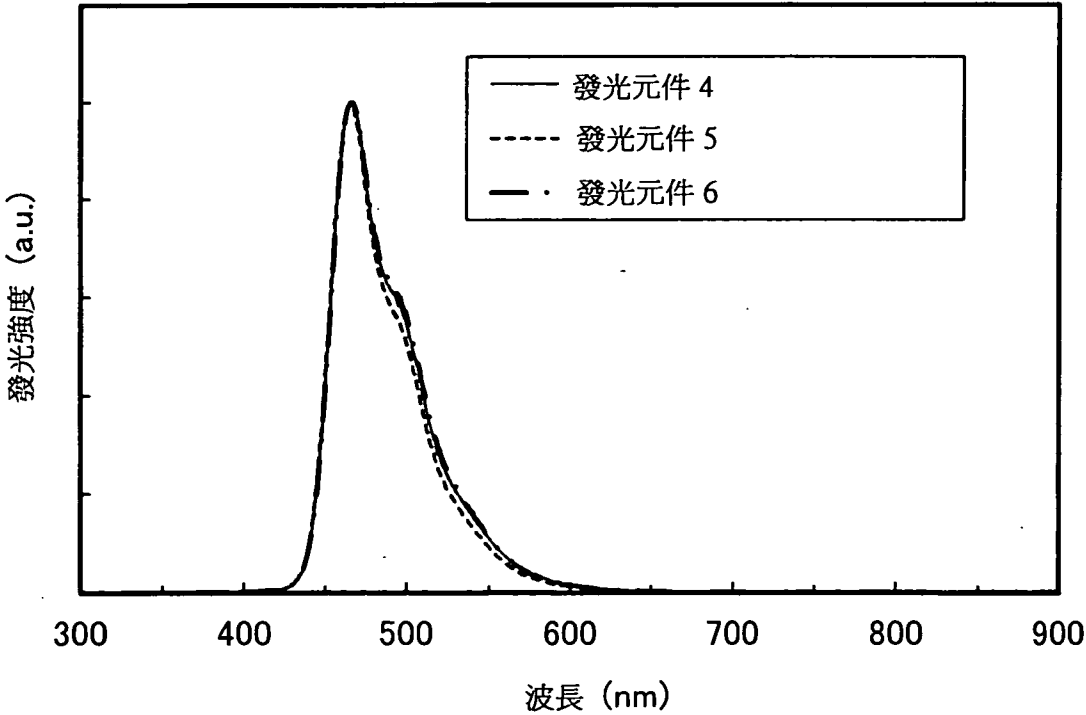


圖 22

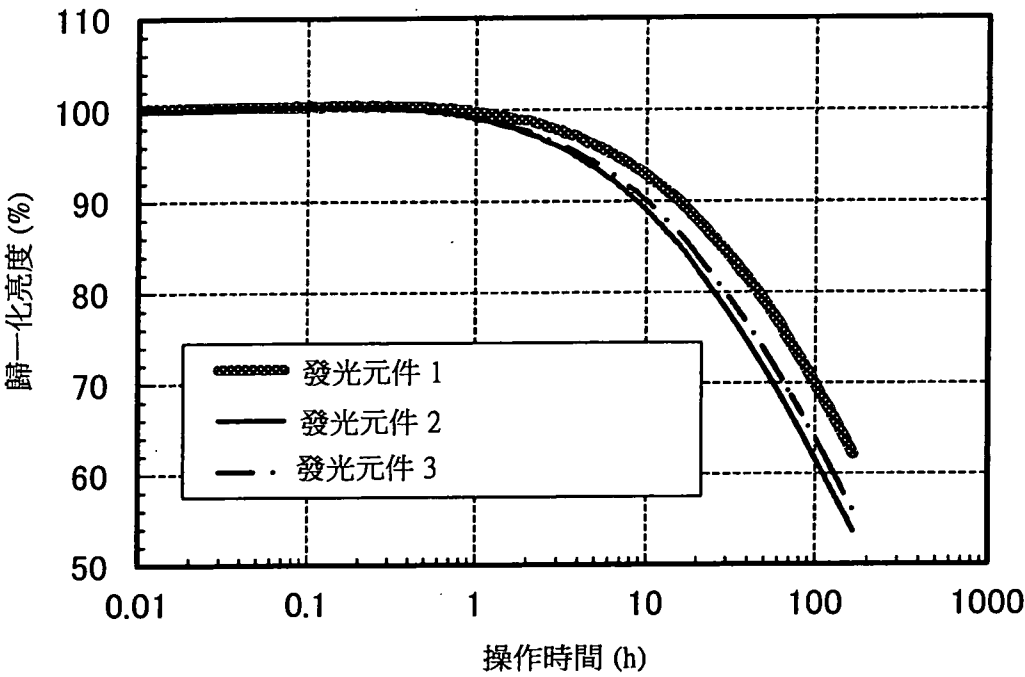


圖 23

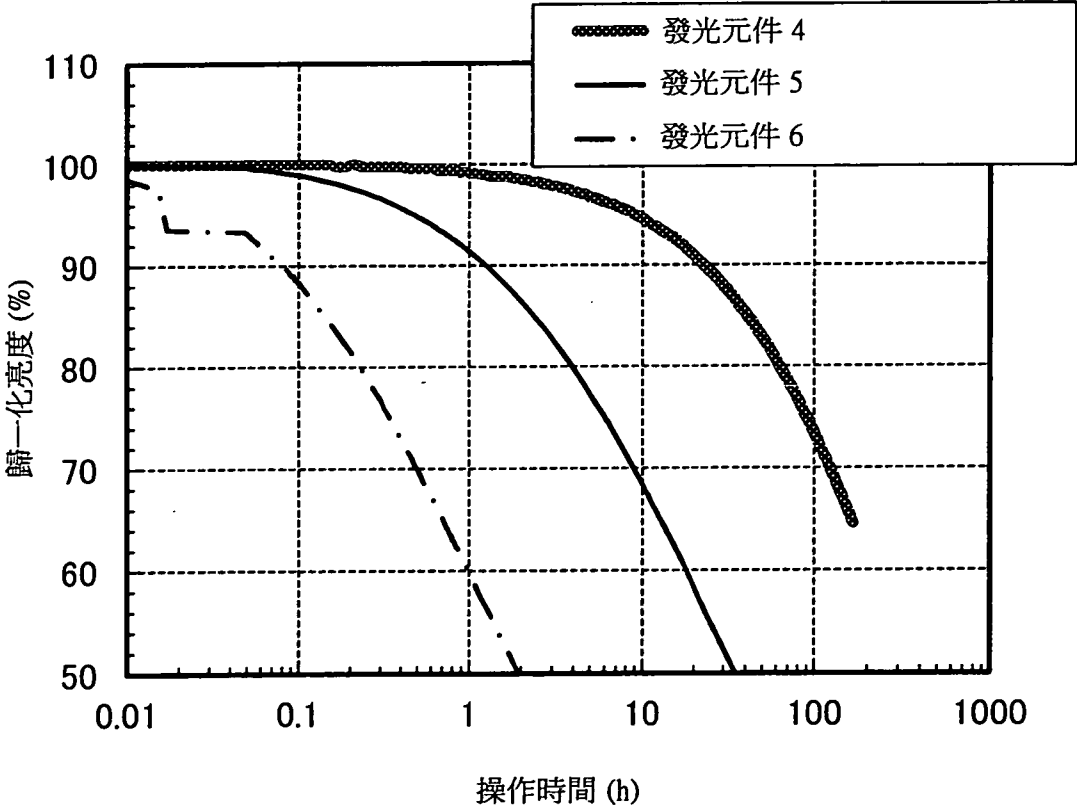


圖 24

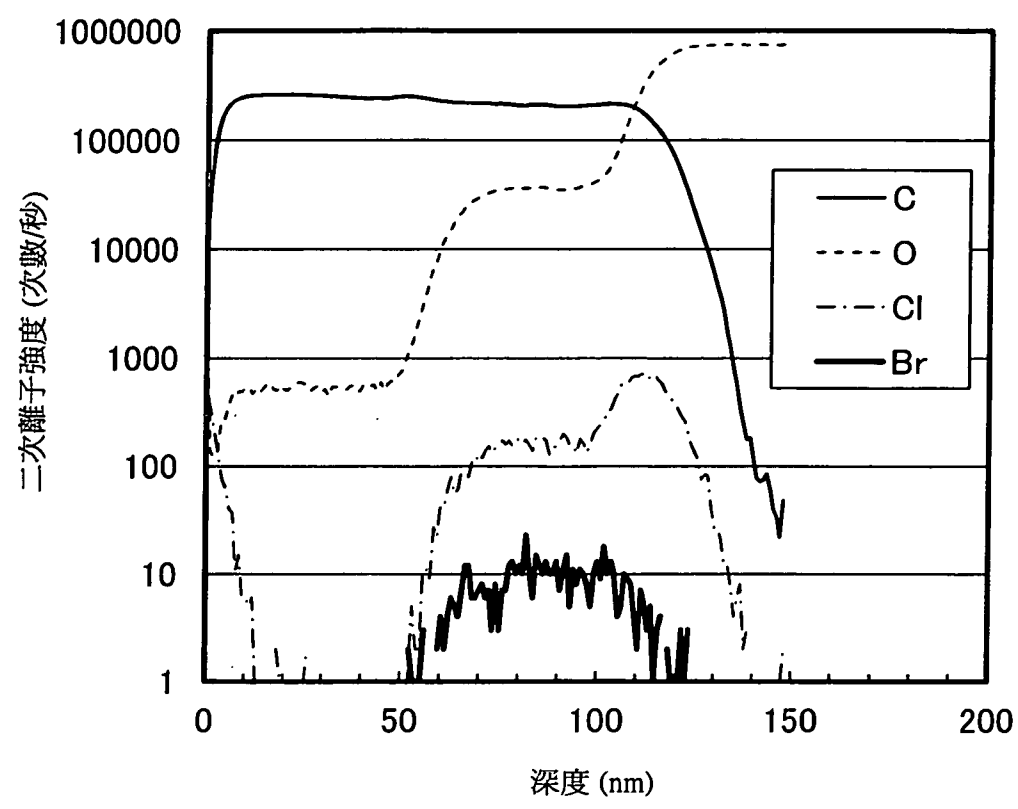


圖 25

