



(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 I655878 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：106106476

(22)申請日：中華民國 96 (2007) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl. : **H05B33/14 (2006.01)****H05B33/22 (2006.01)**

(30)優先權：2006/06/02 日本

2006-155159

(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：鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200306762A

TW 200537970A

US 6475648B1

US 2004/0001969A1

US 2005/0285823A1

US 2006/0011908A1

US 2006/0029828A1

審查人員：唐之凱

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：21 共 75 頁

(54)名稱

發光元件，發光裝置，和電子裝置

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

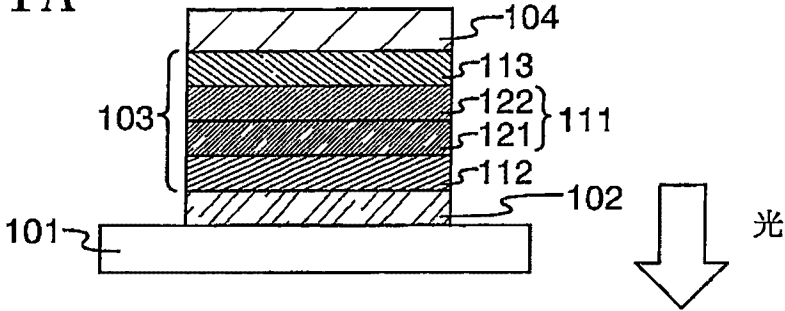
(57)摘要

本發明的目的是提供一種使用壽命長的發光元件。此外，本發明的目的是提供一種使用壽命長的發光裝置以及電子裝置。本發明提供一種發光元件，包含：第一電極；第二電極；形成在第一電極和第二電極之間的第一層；以及形成在第一層和第二電極之間的第二層，其中，第一層含有發射第一光的第一有機化合物以及具有電子傳輸性的第二有機化合物，第二層包含發射第二光且具有電子俘獲特性的第三有機化合物以及具有電子傳輸性的第四有機化合物。

A light-emitting element is provided, including a first electrode and a second electrode, a first layer including first and second organic compounds, the first layer being formed between the first electrode and the second electrode wherein the first organic compound is capable of emitting a first light and the second organic compound has an electron transporting property, and a second layer including third and fourth organic compounds, the second layer being formed between the first layer and the second electrode wherein the third organic compound is capable of emitting a second light and has an electron trap property and the fourth organic compound has an electron transporting property.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 101 . . . 基板
- 102 . . . 第一電極
- 103 . . . EL 層
- 104 . . . 第二電極
- 111 . . . 發光層
- 112 . . . 電洞傳輸層
- 113 . . . 電子傳輸層
- 121 . . . 第一層
- 122 . . . 第二層

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，和電子裝置

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

【技術領域】

本發明係關於一種電流激發型發光元件。而且，本發明還關於包含發光元件的發光裝置和電子裝置。更詳細地說，本發明係關於一種具有高顏色純度和長使用壽命的發光裝置。而且，本發明還關於一種具有高顏色純度和長使用壽命的發光裝置以及電子裝置。

【先前技術】

近年來，對於利用電致發光的發光元件的研究開發正廣泛的進行。這種發光元件的基本結構是在一對電極之間夾著含有發光物質的層。藉由對該元件施加電壓，可以獲得來自發光物質的發光。

這種自發光型的發光元件具有如下優點：其像素的可見度高於液晶顯示器並且不需要背光等。由此，被認為適合用作平板顯示元件。此外，這種發光元件的重要優點是能夠製造成薄型且輕量。而且，超快響應速度也是其特徵之一。

再者，這種自發光型的發光元件可以形成為膜狀，所

以可以藉由形成大面積的元件，容易獲得面發光。當使用以白熱燈泡或 LED 為典型的點光源或以熒光燈為典型的線光源時，該特徵是很難獲得的，因而，作為能夠應用於照明等的面光源的利用價值也很高。

利用電致發光的發光元件可以根據發光物質是有機化合物還是無機化合物而被大致分類。在本發明中，使用有機化合物作為發光物質。

在此情況下，藉由對發光元件施加電壓，使來自一對電極的電子和電洞分別注入到包含發光有機化合物的層中，由此電流流通。然後，這些載子(電子和電洞)複合引起該發光有機化合物形成激發態，並且從激發態回到基態時發光。由於這樣的機理，這樣的發光元件被稱為電流激發型發光元件。

注意，有機化合物所形成的激發態可以是單重激發態或三重激發態。從單重激發態發射的光被稱為熒光，並且從三重激發態發射的光被稱為磷光。

對於這種發光元件，在改善元件特性方面存在依賴於材料的許多問題，為了克服這些問題，進行元件結構的改進、材料的開發等。

例如，在專利文件 1 中公開了，藉由採用雙層發光層並摻雜不同顏色類型的多種熒光物質來確保顏色穩定性且實現長使用壽命的有機 EL 元件。然而，由於在專利文件 1 中摻雜了不同顏色類型的多種熒光物質，所以雖然可獲得顏色穩定性好的白色發光，但不能獲得顏色純度高的發

光。

另外，使用發光有機化合物的發光元件能夠以比發光無機化合物的發光元件更低電壓進行驅動，但也有元件的使用壽命短的問題。因此，具有更長使用壽命的發光元件被期待。

專利文件 1 日本專利申請公開第 2000-68057 號案

【發明內容】

由此，本發明的目的是提供一種在使用有機化合物作為發光物質時，具有高顏色純度和長使用壽命的發光元件。另外，本發明的目的是提供一種具有高顏色純度和長使用壽命的發光裝置以及電子裝置。

經過艱苦的研究之後，本發明人發現，藉由在發光層的中心附近形成發光層，可以解決上述問題。也就是說，本發明人發現，在兩個電極之間有電洞傳輸層和電子傳輸層的情況下，藉由不在發光層與電洞傳輸層之間的介面或發光層與電子傳輸層之間的介面，而在發光層的中心附近形成發光區域，能夠解決上述問題。另外，本發明人發現，在沒有電洞傳輸層和電子傳輸層的情況下，也藉由不在兩個電極和發光層之間的介面，而在發光層的中心附近形成發光區域，能夠解決上述問題。本發明是根據上述發現而開發的，而且，本發明的發光元件包括多種模式類型。

因此，本發明的第一模式包括：在第一電極和第二電

極之間的發光層，其中，該發光層包括第一層和第二層，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二層含有第三有機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有電子俘獲特性，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光顏色和該第三有機化合物的發光顏色是同類顏色，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位而對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

此外，本發明的第二模式包括：在第一電極和第二電極之間的發光層，其中，該發光層包括第一層和第二層，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二層含有第三有機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有比第四有機化合物的最低空分子軌道(LUMO)位準低 0.3eV 以上的最低空分子軌道位準，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光顏色和該第三有機化合物的發光顏色是同類顏色，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位而對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

此外，本發明的第三模式包括：在第一電極和第二電極之間的發光層，其中，該發光層包括第一層和第二層，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二

層含有第三有機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有比第四有機化合物的最低空分子軌道位準低 0.3eV 以上的最低空分子軌道位準，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光光譜的峰值和該第三有機化合物的發光光譜的峰值之間的差為 0nm 以上 30nm 以下，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位而對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

此外，本發明的第四模式包括：在第一電極和第二電極之間的電子傳輸層和電洞傳輸層；在該電子傳輸層和該電洞傳輸層之間的第一層和第二層，其中，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二層含有第三有機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有電子俘獲特性，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光顏色和該第三有機化合物的發光顏色是同類顏色，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位而對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

此外，本發明的第五模式包括：在第一電極和第二電極之間的電子傳輸層和電洞傳輸層；在該電子傳輸層和該電洞傳輸層之間的第一層和第二層，其中，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二層含有第三有

機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有比第四有機化合物的最低空分子軌道位準低 0.3eV 以上的最低空分子軌道位準，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光顏色和該第三有機化合物的發光顏色是同類顏色，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位而對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

此外，本發明的第六模式包括：在第一電極和第二電極之間的電子傳輸層和電洞傳輸層；在該電子傳輸層和該電洞傳輸層之間的第一層和第二層，其中，該第一層含有第一有機化合物和第二有機化合物，該第二層含有第三有機化合物和第四有機化合物，該第一層設在該第二層的第一電極一側，該第二有機化合物具有電子傳輸性，該第三有機化合物具有比第四有機化合物的最低空分子軌道位準低 0.3eV 以上的最低空分子軌道位準，該第四有機化合物具有電子傳輸性，該第一有機化合物的發光光譜的峰值和該第三有機化合物的發光光譜的峰值之間的差為 0nm 以上 30nm 以下，藉由使該第一電極的電位高於該第二電極的電位地對該第一電極和該第二電極施加電壓，來獲得來自該第一有機化合物的發光。

較佳的是，在上述多種發光元件的模式中將第一層和第二層彼此接觸地設置。

此外，本發明在其範圍內也包括具有上述發光元件的

發光裝置。在本說明書中的發光裝置包括影像顯示裝置、發光裝置或光源(包括照明裝置)等。此外，發光裝置還包括如下所有的模組：在形成有發光元件的面板上安裝有例如 FPC(撓性印刷電路)、TAB(帶式自動鍵合)帶或 TCP(載帶封裝)的連接器的模組；在 TAB 帶或 TCP 端部上提供有印刷線路板的模組；或藉由 COG(玻璃上晶片)方式將 IC(積體電路)直接安裝在發光元件上的模組等。而且，本發明的發光裝置包括具有控制其自身的發光的控制單元的發光元件。

另外，本發明的範圍還包括使用本發明的發光元件作為其顯示部分的電子裝置。而且，本發明的電子裝置的特徵是具有顯示部分，該顯示部分具有上述發光元件和控制發光元件的發光的控制裝置。

在本發明的發光元件中，不是在發光層與電洞傳輸層之間的介面或發光層與電子傳輸層之間的介面，而是在發光層的中心附近形成有發光區域，因此，可以獲得不容易退化且具有長使用壽命的發光元件。此外，在沒有電洞傳輸層和電子傳輸層的情況下，也藉由不在兩個電極和發光層之間的介面，而在發光層的中心附近形成發光區域，能夠獲得相同的效果。

另外，在本發明的發光元件中，第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色是同類顏色。所以，在不僅第一有機化合物發光，第三有機化合物也發光的情形中，也可以獲取顏色純度高的發光。

而且，藉由將本發明的發光元件應用於發光裝置以及電子裝置中，可以獲得顏色純度高且使用壽命長的發光裝置以及電子裝置。

【圖式簡單說明】

圖 1A 至 1C 是說明本發明的發光元件的圖；

圖 2 是說明本發明的發光元件的圖；

圖 3 是說明本發明的發光元件的圖；

圖 4A 和 4B 是說明本發明的發光裝置的圖；

圖 5 是說明本發明的發光裝置的圖；

圖 6A 至 6D 是說明本發明的電子裝置的圖；

圖 7 是說明本發明的電子裝置的圖；

圖 8 是說明本發明的照明裝置的圖；

圖 9 是說明本發明的照明裝置的圖；

圖 10 是說明實施例的發光元件的圖；

圖 11 是表示在實施例 1 中製造的發光元件的電流密度-亮度特性的圖；

圖 12 是表示在實施例 1 中製造的發光元件的電壓-亮度特性的圖；

圖 13 是表示在實施例 1 中製造的發光元件的亮度-電流效率特性的圖；

圖 14 是表示在實施例 1 中製造的發光元件的發光光譜的圖；

圖 15 是表示在實施例 2 中製造的發光元件的電流密

度-亮度特性的圖；

圖 16 是表示在實施例 2 中製造的發光元件的電壓-亮度特性的圖；

圖 17 是表示在實施例 2 中製造的發光元件的亮度-電流效率特性的圖；

圖 18 是表示在實施例 2 中製造的發光元件的發光光譜的圖；

圖 19 是表示 Alq 的還原反應特性的圖；

圖 20 是表示 DPQd 的還原反應特性的圖；和

圖 21 是說明本發明的發光元件的圖。

【實施方式】

下面，關於本發明的實施例模式將參照附圖給予詳細說明。但是，本發明不侷限於以下說明的內容，其方式及詳細內容在不脫離本發明的宗旨及其範圍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限定在以下所述的實施例模式所記載的內容中。

注意，在本說明書中，複合不僅是指混合多種材料，而且包括藉由混合多種材料而成為能夠在材料之間授受電荷的狀態。

實施例模式 1

下面參考圖 1A 說明本發明的發光元件的一個模式。

本發明的發光元件包括在一對電極之間的多個層。藉

由組合由具有高載子注入性的物質製成的層和由具有高載子傳輸性的物質製成的層而層疊該多個層，以便遠離電極形成發光區域，也就是，使載子在遠離電極的部分複合。

在本實施例模式中，發光元件包括第一電極 102、第二電極 104 以及設在它們之間的 EL 層 103。注意，在下面的本實施例模式中，對於第一電極 102 用作陽極，而第二電極 104 用作陰極的情況進行說明。換言之，使第一電極 102 的電位高於第二電極 104 的電位，而將電壓施加到第一電極 102 和第二電極 104 來獲得發光。

使用基板 101 作為發光元件的支撐體。基板 101 可以使用例如玻璃、塑膠等。另外，只要在發光元件的製造步驟中能用作支撐體，就也可以使用其他材料。

作為第一電極 102，較佳的使用具有高功函數(具體地，4.0eV 或更高)的金屬、合金、導電化合物、這些材料的混合物等。具體地，可以使用例如氧化銦-氧化錫(ITO：氧化銦錫)、含矽或含氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅(IZO：氧化銦鋅)、含氧化鎢和氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。這些導電金屬氧化膜通常藉由濺射形成，然而應用溶膠-凝膠法等而製作也沒有問題。例如，可以利用將 1 到 20wt%的氧化鋅加入到氧化銦中的靶，藉由濺射法來形成氧化銦-氧化鋅(IZO)。另外，可以利用包含有 0.5 到 5wt%的氧化鎢和 0.1 到 1wt%的氧化鋅的氧化銦的靶，藉由濺射法來形成含有氧化鎢和氧化鋅的氧化銦(IWZO)。另外，也可以使用金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢

(W)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鐵 (Fe)、鈷 (Co)、銅 (Cu)、鈀 (Pd)、金屬材料的氮化物(例如氮化鈦)等。

在 EL 層 103 中的層的疊層結構沒有特別限制。可以藉由適當地組合由具有高電子傳輸性的物質、具有高電洞傳輸性的物質、具有高電子注入性的物質、具有高電洞注入性的物質、具有雙極性的物質(具有高電子傳輸性和高電洞傳輸性的物質)等製成的層和本實施例模式所示的發光層來構成 EL 層 103。例如，可以藉由適當地組合電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層和電子注入層等而構成 EL 層 103。下面具體說明構成各個層的材料。在圖 1 中顯示作為一個例子的依次層疊第一電極 102、電洞傳輸層 112、發光層 111、電子傳輸層 113、第二電極 104 的結構。

也可以在第一電極 102 和電洞傳輸層 112 之間設置電洞注入層。電洞注入層是包含具有高電洞注入性的物質的層。作為具有高電洞注入性的物質，可以使用氧化鉬、氧化鈮、氧化鈦、氧化錫、氧化錳等。此外，也可以使用諸如酞菁(縮寫： H_2Pc)和銅酞菁($CuPc$)的酞菁基化合物或諸如聚(3,4-乙炔二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT /PSS)的高分子等來形成電洞注入層。

另外，作為電洞注入層，可以使用包含受體物質的具有高電洞傳輸性的材料的複合材料。注意，藉由使用包含受體物質的具有高電洞傳輸性的材料，可以選擇用於形成電極的材料而不用顧及電極的功函數。換句話說，除了具

有高功函數的材料，也可使用具有低功函數的材料作為第一電極 102。作為受體物質，可舉出 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，可舉出過渡金屬氧化物。另外，可舉出屬於周期表第 4 至 8 族的金屬的氧化物。具體地，氧化釩，氧化鈮，氧化鉬，氧化鉻，氧化鈿，氧化鎢，氧化錳，和氧化銻是較佳的，因為其電子接受性高。其中，氧化鈿是尤其較佳，因為它在空氣中穩定並且其吸濕性能低，這就使得它可被容易處理。

作為用於複合材料的具有高電洞傳輸性的物質，可以使用各種化合物，例如芳族胺化合物、吡啉衍生物、芳烴和高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合體等)。具體地，較佳的使用具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的電洞遷移率的物質。然而，只要其電洞傳輸性高於其電子傳輸性，還可以使用除這些之外的物質。下面具體顯示可用於複合材料的具有高電洞傳輸性的有機化合物。

例如，作為芳族胺化合物，可以舉出：N,N'-雙(4-甲基苯基)-N,N'-二苯基-p-亞苯基二胺(簡稱：DTDPPA)；4,4'-雙[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：DPAB)；4,4'-雙(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)聯苯(簡稱：DNTPD)；1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(簡稱：DPA3B)等。

作為可用於複合材料的吡啉衍生物，可具體舉出以下材料：3-[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基吡啶

(簡稱：PCzPCA1)；3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA2)；3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCN1)等。

另外，作為可用於複合材料的咔唑衍生物，也可以使用4,4'-雙(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-(N-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽(簡稱：CzPA)；1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

作為可用於複合材料的芳族烴，例如可舉出以下材料：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)；9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]-2-叔丁基-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；並四苯；紅熒烯；二萘嵌苯；2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯等。此外，也可使用並五苯、蒽等。像這樣，較佳的使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的電洞遷移率和具有14至42個碳原子的芳族烴。

而且，可用於複合材料的芳族烴可具有乙烯基骨架。

作為上述那樣的芳族烴，例如可舉出以下：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。

而且，也可以使用高分子化合物諸如聚(N-乙烯基吡啶)(簡稱：PVK)或聚(4-乙烯基三苯基胺)(簡稱：PVTBA)作為用於複合材料的材料。

電洞傳輸層是包含具有高電洞傳輸性的物質的層。作為具有高電洞傳輸性的物質，例如可以使用芳族胺化合物如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB 或 α -NPD)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯基胺(簡稱：TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯基胺(簡稱：MTDATA)、或 4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯芴-2-基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：BSPB)。上述材料分別為主要具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的電洞遷移率的物質。但也可以使用除此之外的其他材料，只要其電洞傳輸性高於電子傳輸性。此外，包含具有高電洞傳輸性的物質層不限於單層，也可以層疊兩個或多個由前述物質製成的層。

發光層 111 是包含高發光性的物質的層。在本發明的發光元件中，發光層包括第一層 121 和第二層 122。第一層 121 包含第一有機化合物和第二有機化合物，而第二層 122 包含第三有機化合物和第四有機化合物。

包含在第一層 121 的第一有機化合物是高發光性的物質，並可以由各種材料製成。具體而言，作為藍色發光材

料，可以舉出 N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-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)。另外，作為綠色發光材料，可以舉出 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-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-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,9-三苯蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)等。此外，作為黃色發光材料，可以舉出紅熒烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基並四苯(簡稱：BPT)等。另外，作為紅色發光材料，可以舉出 N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)並四苯-5,11-二胺(簡稱：p-mPhTD)、7,13-二苯基-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)等。

包含在第一層 121 的第二有機化合物是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，並且其為用於分散該具有高發光性的物質。較佳的使用電洞的遷移率和電子的遷移率之間的差為 10 倍以內的所謂雙極性材料。具體來說，可以舉出 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)、4,4'-(喹喔啉-2,3-二基)雙(N,N-二苯基胺)(簡稱：TPAQn)、9,10-二苯基蒽(簡稱：

DPAnth)、N,N'-(喹喔啉-2,3-二基-4,1-苯撐)雙(N-苯基-1,1'-聯苯-4-胺)(簡稱:BPAPQ)、4,4'-(喹喔啉-2,3-二基)雙{N-[4-(9H-呋啶-9-基)苯基]-N-苯基胺}(簡稱:YGAPQ)、9,10-二苯基蒽(簡稱:DPAnth)等。

包含在第二層的第三有機化合物是具有俘獲電子的功能的有機化合物。因此,第三有機化合物較佳的具有比包含在第二層的第四有機化合物的最低空分子軌道位準(LUMO 位準)低 0.3eV 以上的最低空分子軌道位準(LUMO 位準)。而且,第三有機化合物可以發光,但在此情況下,較佳的採用同類顏色的發光顏色作為第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色,以便保持發光元件的顏色純度。也就是說,例如,在該第一有機化合物顯示如 YGA2S 或 YGAPA 那樣的藍色發光的情況下,作為第三有機化合物較佳的使用顯示藍色至藍綠色的發光的物質,比如吡啶酮、香豆素 102、香豆素 6H、香豆素 480D、香豆素 30。另外,在該第一有機化合物顯示如 2PCAPA、2PCABPhA、2DPAPA、2DPABPhA、2YGABPhA 或 DPhAPhA 那樣的綠色發光的情況下,作為第三有機化合物較佳的使用顯示藍綠色至黃綠色的發光的物質,比如 N,N'-二甲基喹吡啶酮(簡稱:DMQd)、N,N'-二苯基喹吡啶酮(簡稱:DPQd)、9,8-二氫化苯[h]苯並[7,8]喹啉並[2,3-b]吡啶-7,6-二酮(簡稱:DMNQd-1)、9,8-二甲基-9,18-二氫化苯[h]苯並[7,8]喹啉並[2,3-b]吡啶-7,16-二酮(簡稱:DMNQd-2)、香豆素 30、香豆素 6、香豆素

545T、香豆素 153 等。另外，在該第一有機化合物顯示如紅熒烯或 BPT 那樣的黃色發光的情況下，作為第三有機化合物較佳的使用顯示黃綠色至橙黃色的發光的物質，比如 DMQd、(2-{2-[4-(9H-呋唑-9-基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCMCz)等。另外，在該第一有機化合物顯示如 p-mPhTD 或 p-mPhAFD 那樣的紅色發光的情況下，作為第三有機化合物較佳的使用顯示橙黃色至紅色的發光的物質，比如(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、{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)、{2-(1,1-二甲乙基)-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1,1,7,7-四甲基-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTB)、尼羅紅等。在用於發光元件的化合物中，該化合物是具有低 LUMO 位準的化合物。藉由將該化合物添加到下面所說明的第四有機化合物中，可以獲得良好的電子俘獲性。

雖然第三有機有機化合物是如上所述的情形，但在上面示例的物質中，較佳的使用喹吡啶酮衍生物諸如 DMQd、DPQd、DMNQd-1、DMNQd2 作為第三有機化合物，因為這些物質具有穩定的化學性。具體而言，藉由採用喹吡啶酮衍生物，尤其能夠實現發光元件的長使用壽命化。另外，由於喹吡啶酮衍生物顯示綠色的發光，所以本發明的發光元件的元件結構對綠色的發光元件特別有效。

綠色是當製造顯示器時最需亮度的顏色，因此綠色的退化有時比其他的顏色大。然而藉由採用本發明可以改善該問題。

包含在第二層 122 的第四有機化合物是具有電子傳輸性的有機化合物。亦即，是其電子傳輸性高於其電洞傳輸性的物質。具體地，可以舉出三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)、雙(8-喹啉醇合)鋅(II)(簡稱：Znq₂)、雙(2-甲基-8-喹啉醇合)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAIq)、雙[2-(2-苯並呋基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯並噻呋基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等。而且，如上所述，第三有機化合物的 LUMO 位準較佳的比第四有機化合物的 LUMO 位準低 0.3eV 以上。從而，根據所使用的第三有機化合物的種類，可以適當地選擇滿足上述條件的第四有機化合物。例如，如下面的實施例說明的那樣，當使用 DPQd 作為第三有機化合物時，藉由使用 Alq 作為第四有機化合物，可以滿足上述條件。

另外，由於較佳的採用同類顏色的發光顏色作為第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色，所以第一有機化合物的發光光譜的峰值與第三有機化合物的發光光譜的峰值之間的差理想的是在 30nm 之內。當兩者的差在 30nm 以內時，第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色成為同類顏色的發光顏色。因此，即使在因電壓等變化而第三有機化合物發光，也可以抑制發光元件的發光顏色的變化。然而，不一定必需要使第三

有機化合物發光。例如，在第一有機化合物具有比第三有機化合物更高的發光效率的情況下，較佳的藉由調節第二層 122 中的第三有機化合物的濃度，以便實際上只獲得來自第一有機化合物的發光(稍微降低第三有機化合物的濃度，以抑制其發光)。在此情況下，第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色是同類的發光顏色(換言之，第一有機化合物和第三有機化合物具有相同程度的能隙)。因此，不容易發生從第一有機化合物到第三有機化合物的能量遷移，從而能夠獲得高發光效率。

電子傳輸層是包含具有高電子傳輸性的物質的層。例如，可以使用包含具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬複合物，如三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)、三(4-甲基-8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Almq₃)、雙(10-羥基苯並[h]喹啉根合)鉍(簡稱：BeBq₂)、或雙(2-甲基-8-喹啉醇合)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAIq)等的層。另外，可以使用具有噁唑基配體或噻唑基配體的金屬複合物，如雙[2-(2-苯並噁基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)或雙[2-(2-苯並噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)。除了金屬複合物以外，也可使用 2-(4-聯苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、1,3-雙[5-(p-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、浴菲咯啉(簡稱：BPhen)、浴銅靈(簡稱：BCP)等。這裏該的物質分別為主要具有 10^{-6} cm²/Vs 或更高的電子遷移率的物質。只要其具有高於電

洞傳輸性的電子傳輸性，就可以使用除上述之外的其他物質作為電子傳輸層。另外，電子傳輸層不限於單層，也可以層疊兩個或多個由前述物質製成的層。

另外，可以在電子傳輸層和第二電極 104 之間提供包含高電子注入性的電子注入層。作為電子注入層，可以使用鹼金屬或鹼土金屬的化合物諸如氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)或氟化鈣(CaF₂)。此外，可以使用其中包含鹼金屬或鹼土金屬的由具有電子傳輸性的材料製成的層，如包含鎂的 Alq 層。藉由使用其中包含鹼金屬或鹼土金屬的由具有電子傳輸性的材料製成的層，有效地從第二電極 104 進行電子的注入，從而這是較佳的。

作為形成第二電極 104 的物質，可以使用具有低功函數(具體地，3.8eV 或更低)的金屬、合金、導電化合物或其混合物等。作為這樣的陰極材料的具體例子，可以舉出：屬於周期表第 1 族或第 2 族的元素，即鹼金屬如鋰(Li)或銫(Cs)；鹼土金屬如鎂(Mg)、鈣(Ca)或銦(Sr)；包含這些的合金(如鎂-銀、鋁-鋰)；稀土金屬如鎔(Eu)、鐿(Yb)；包含這些的合金等。然而，藉由在第二電極 104 與電子傳輸層之間提供電子注入層，可以使用各種導電材料如鋁、銀、ITO、矽或含有氧化矽的氧化銦-氧化錫等作為第二電極 104，而與功函數的大小無關。

另外，作為 EL 層的形成方法，不論乾式或濕式可以使用各種方法。例如，可以使用真空蒸發沉積法、噴墨法或旋塗法等。另外，每一電極或每一層可以藉由不同的成

膜方法而形成。

在具有上述結構的本發明的發光元件中，由在第一電極 102 和第二電極 104 之間產生的電位差而使電流流動，且電洞和電子在 EL 層 103 中複合而發射光。更具體地，EL 層 103 中的發光層 111 具有如下結構：從第一層 121 到第一層 121 與第二層 122 之間的介面附近形成有發光區域。下面對該原理進行說明。

圖 21 示出圖 1 所示的本發明的發光元件的能帶圖的一個實例。在圖 21 中，從第一電極 102 注入的電洞穿過電洞傳輸層 122 而被注入到第一層 121。在此，由於構成第一層 121 的第二有機化合物為其電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，更較佳的為電洞的遷移率和電子的遷移率之間的差為 10 倍以內的所謂雙極性材料，所以注入到第一層 121 的電洞的移動速度變慢。在習知的不提供第二層 122 的發光元件的情形中，發光區域被形成在電洞傳輸層 112 與第一層 121 之間的介面附近。在此情況下，存在由電子到達電洞傳輸層 112 而引起電洞傳輸層 112 的退化的擔憂。另外，如果隨著時間的推移到達電洞傳輸層 112 的電子量增加，則隨著時間的推移複合的機率減少，而導致亮度隨時間推移而退化。其結果，使元件壽命縮短。

本發明的發光元件的特徵在於在發光層 111 中進一步提供第二層 122。從第二電極 104 注入的電子穿過電子傳輸層 113 而被注入到第二層 122。在此，第二層 122 具有如下結構：將具有俘獲電子的功能的第三有機化合物添加

到具有電子傳輸性的第四有機化合物。從而，注入到第二層 122 的電子的移動速度變慢，並且向第一層 121 的電子注入受到控制。結果，在本發明的發光元件中，從第一層 121 到第一層 121 與第二層 122 之間的介面附近形成發光區域，該發光區域在傳統上本應在電洞傳輸層 112 與第一層之間的介面附近形成。從而，減少由電子到達電洞傳輸層 112 而引起電洞傳輸層 112 的退化的可能性。而且，對於電洞而言，因為第一層 121 中的第二有機化合物具有電子傳輸性，所以由電洞到達電子傳輸層 113 而引起電子傳輸層 113 的退化的可能性很小。

本發明的重要特點是：在第二層 112 中，將具有俘獲電子的功能的有機化合物添加到具有電子傳輸性的有機化合物，而代替僅適用電子遷移率低的物質。藉由採用上述結構，不僅控制對第一層 121 的電子注入，而且可以抑制該被控制了電子注入量的隨時間的變化。另外，由於第一層 121 中的第二有機化合物具有電子傳輸性，並且第一層 121 添加有發光物質的第一有機化合物，所以第一層 121 中的電洞量也不容易產生隨時間的變化。根據上述理由，本發明的發光元件可以防止發光元件中的因隨時間的載子平衡的惡化而導致的複合機率降低的問題，從而可抑制亮度的隨時間的退化，因此可以延長元件壽命。

注意，在上述說明中，藉由將存在有電洞傳輸層 112 及電子傳輸層 113 的情況作為示例，來說明如下現象：亦即，藉由組合第一層和第二層，具體來說，藉由組合第二

有機化合物、第三有機化合物及第四有機化合物，可以防止發光元件中的因隨時間的載子平衡的惡化而導致的複合機率降低的問題，其結果，有了可抑制亮度的隨時間的退化的優點。但是，不論存在或不存在電洞傳輸層 112 和電子傳輸層 113，都可獲得上述優點。這是藉由上述說明而能自然理解的。

發光藉由第一電極 102 和第二電極 104 中的一方或雙方而被提取到外部。因此，第一電極 102 和第二電極 104 中的一方或雙方為具有透光性的電極。當僅第一電極 102 為具有透光性的電極時，如圖 1A 所示，發光藉由第一電極 102 從基板一側提取。另外，當僅第二電極 104 為具有透光性的電極時，如圖 1B 所示，發光藉由第二電極 108 從與基板相反的一側提取。當第一電極 102 和第二電極 104 都是具有透光性的電極時，如圖 1C 所示，發光藉由第一電極 102 和第二電極 104 從基板一側和與基板相反側提取。

注意，被提供在第一電極 102 和第二電極 104 之間的層不限於上述結構。可以採用除上述之外的結構，只要將使電洞和電子複合的發光區域提供在離開第一電極 102 和第二電極 104 的區域中以防止由發光區域和金屬相互靠近而產生的淬滅，且其發光層包括第一層 121 和第二層 122。

也就是說，對 EL 層的疊層結構沒有特別限制，可以將由高電子傳輸性的物質、高電洞傳輸性的物質、具

有高電子注入性的物質、具有高電洞注入性的物質、具有雙極性的物質(具有高電子傳輸性和高電洞傳輸性的物質)等製成的層與本發明的發光層自由地組合而構成 EL 層，即可。

圖 2 所示的發光元件具有這樣的結構：在基板 301 上依次層疊有用作陰極的第二電極 304、EL 層 303、用作陽極的第一電極 302。EL 層 303 具有電洞傳輸層 312、發光層 311、電子傳輸層 313，而發光層 311 具有第一層 321 和第二層 322。第一層 321 配置在比第二層 322 更靠近用作陽極的第一電極側。

在本實施例模式中，在由玻璃、塑膠等製成的基板上製造發光元件。藉由在一個基板上製造多個這種發光元件，可以獲得被動型發光裝置。而且，例如，也可以在由玻璃、塑膠等製成的基板上形成薄膜電晶體(TFT)，並且可在電連接到 TFT 的電極上製造發光元件。藉由這樣，可以製造一種藉由 TFT 控制發光元件驅動的主動矩陣型發光裝置。注意並沒有特別地限制 TFT 的結構。可以使用交錯型 TFT 或反轉交錯型 TFT。而且，對形成在 TFT 基板的驅動電路而言，可以採用由 N 型 TFT 和 P 型 TFT 構成的驅動電路、或由 N 型 TFT 和 P 型 TFT 中的一種構成的驅動電路。而且，沒有特別地限制用於 TFT 的半導體薄膜的結晶性。可以使用非晶半導體膜或晶體半導體膜。

在本發明的發光元件中，不是在發光層與電洞傳輸層

之間的介面或發光層與電子傳輸層之間的介面，而是在發光層的中心附近形成有發光區域。由此，本發明的發光元件不受到由電洞傳輸層和電子傳輸層與發光區域彼此靠近而產生的電洞傳輸層和電子傳輸層的退化的影響。此外，可以抑制載子平衡的隨時間的變化(尤其是電子注入量的隨時間的變化)。因此，可以獲得不容易退化且使用壽命長的發光元件。另外，本發明的發光元件的發光層由經過多次氧化還原反應以後也具有穩定性質的化合物而形成，因此，即使多次進行電子與電洞的複合，也不容易發生退化。從而，可以獲得使用壽命更長的發光元件。

此外，在本發明的發光元件中，第一有機化合物的發光顏色和第三有機化合物的發光顏色是同類顏色的發光顏色。因此，在不僅第一有機化合物發光，第三有機化合物也發光的情形中，也可以獲取顏色純度高的發光。

另外，本實施例模式可以適當地與其他實施例模式組合來實施。

實施例模式 2

在本實施例模式中，將參照圖 3 說明一種發光元件(以下稱為疊層元件)的模式，其中該發光元件具有層疊多個根據本發明的發光單元的結構。該發光元件為在第一電極與第二電極之間具有多個發光單元的疊層型發光元件。作為發光單元，可以使用相同於在實施例模式 1 示出的 EL 層的結構。也就是說，在實施例模式 1 所示的發光元

件是具有一個發光單元的發光元件，在本實施例模式中，對具有多個發光單元的發光元件進行說明。

在圖 3 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。對第一電極 501 和第二電極 502 可以採用與實施例模式 1 相同的電極。此外，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有彼此相同的結構或者彼此不同的結構，並且其結構可以採用與實施例模式 1 相同的結構。

在電荷產生層 513 中含有有機化合物和金屬氧化物的複合材料。該有機化合物和金屬氧化物的複合材料是實施例模式 1 所示的材料，含有有機化合物和氧化釩、氧化鋁、氧化鎢等的金屬氧化物。作為有機化合物，可以使用芳香胺化合物、吡啶衍生物、芳烴、高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合體等)等各種化合物。注意，作為有機化合物，較佳的採用作為電洞傳輸性有機化合物的具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或更大的電洞遷移率的有機化合物。然而，只要是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用除此以外的物質。有機化合物和金屬氧化物的複合材料優於載子注入性及載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動及低電流驅動。

電荷產生層 513 也可以藉由組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層以及由其他材料構成的層來形成。例如，可以藉由組合如下兩個層來形成：含有有機化

合物和金屬氧化物的複合材料的層；以及，含有選自電子供給性物質中的一種化合物和具有高電子傳輸性的化合物的層。此外，還可以藉由組合含有有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層以及透明導電膜來形成。

無論怎樣，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，只要是當將電壓施加到第一電極 501 和第二電極 502 時，對一方的發光單元注入電子並對另一方的發光單元注入電洞的層，即可。例如，在圖 3 中，只要當使第一電極的電位高於第二電極地對第一電極和第二電極施加電壓時，電荷產生層 513 向第一發光單元 511 注入電子，並向第二發光單元注入電洞，即可。

在本實施例模式中，雖然說明了具有兩個發光單元的發光元件，然而，也可以相同地採用層疊有三個或更多個發光單元的發光元件。如根據本實施例模式的發光元件，可以藉由用電荷產生層使多個發光單元間隔並將它們配置在一對電極之間，在保持低電流密度的同時在高亮度區域中實現長使用壽命的元件。此外，在採用照明作為應用例時，因為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的低耗電量的發光裝置。

另外，藉由使各發光單元的發光顏色不相同，可以在發光元件的整體上獲得所希望顏色的發光。例如，在具有兩個發光單元的發光元件中，藉由使第一發光單元的發光顏色和第二發光單元的發光顏色處於補色的關係，可以獲

得在發光元件的整體上進行白色發光的發光元件。注意，補色是指一種顏色之間的關係，在該補色混合時呈現無彩色。也就是說，若將發射處於補色關係的顏色的發光的物質的發光混合，可以獲得白色發光。而且，具有三個發光單元的發光元件也與上述情況類似，例如，在第一發光單元的發光顏色為紅色、第二發光單元的發光顏色為綠色、第三發光單元的發光顏色為藍色的情形中，發光元件在整體上可以獲得白色發光。

注意，本實施例模式可以適當地與其他實施例模式組合來實施。

實施例模式 3

在本實施例模式中，將說明包括本發明的發光元件的發光裝置。

在本實施例模式中，對其像素部分包括本發明的發光元件的發光裝置參考圖 4 進行說明。注意，圖 4A 是顯示發光裝置的俯視圖，圖 4B 是沿圖 4A 的線 A-A'和線 B-B'切割的截面圖。由虛線顯示的參考數字 601 表示驅動電路部分(源極側驅動電路)，602 表示像素部分，603 表示驅動電路部分(閘極側驅動電路)。而且，604 表示密封基板，605 表示密封材料。密封構件 605 包圍的內側成為空間 607。

引線 608 是用於傳送輸入到源極側驅動電路 601 和閘極側驅動電路 603 的訊號，且從作為外部輸入端子的

FPC(撓性印刷電路)609 接受視頻訊號、時鐘訊號、啓動訊號、重置訊號等的佈線。注意，雖然在此僅顯示 FPC，但也可以將印刷線路板(PWB)連接到 FPC 上。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置本身，而且包括將 FPC 或 PWB 連接到發光裝置上的狀態。

然後，將用圖 4B 說明截面結構。在元件基板 610 上形成有驅動電路部分和像素部分，但是在此顯示作為驅動電路部分的源極側驅動電路 601 和像素部分 602 中的一個像素。

另外，在源極側驅動電路 601 中形成組合 N 通道型 TFT623 和 P 通道型 TFT624 的 CMOS 電路。此外，驅動電路可使用 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路而形成。此外，在本實施例模式中，雖然顯示將驅動電路形成在基板上的驅動器一體形式，但驅動電路沒必要一定形成在基板上，而可以形成在基板外部。

另外，像素部分 602 由多個像素形成，該每個像素包含開關 TFT611、電流控制 TFT612 和電連接到電流控制 TFT612 的汲極上的第一電極 613。此外，覆蓋第一電極 613 的邊緣部分地形成絕緣體 614。這裏，藉由使用正性光敏丙烯酸樹脂膜來形成絕緣體 614。

爲了提高覆蓋性，將絕緣體 614 的上端部或下端部形成爲具有曲率的曲面。例如，當將正性光敏丙烯酸用作絕緣體 614 的材料時，較佳的、僅絕緣物 614 的上端部具有帶有曲率半徑(0.2 到 3 μ m)的曲面。此外，作為絕緣體

614，藉由光照射變成在蝕刻劑中不能溶解的負性光敏材料或藉由光照射變成在蝕刻劑中能溶解的正型光敏材料都可以被使用。

在第一電極 613 上形成有 EL 層 616 和第二電極 617。在此，作為用於第一電極 613 的材料，可以使用各種金屬、合金、導電化合物、或這些材料的混合物。當第一電極用作陽極時，在這些材料中，較佳的使用具有高功函數(功函數為 4.0eV 或更高)的金屬、合金、導電化合物、或這些材料的混合物等。例如，可以使用含有矽的氧化銦-氧化錫膜、氧化銦-氧化鋅膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、鋅膜或鉑膜等的單層膜，也可使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層、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等的疊層膜。另外，藉由採用疊層結構，能夠具有低電線電阻和有利的歐姆接觸，並且可用作陽極。

EL 層 616 藉由各種方法如使用蒸發沉積掩模的蒸發沉積法、噴墨法、或旋塗方法而形成。EL 層 616 包括在實施例模式 1 和 2 中示出的發光層。作為構成 EL 層 616 的其他材料，可以使用低分子材料或高分子材料(包含低聚物、樹狀聚合物)。此外，作為用於 EL 層的材料，不僅可以使用有機化合物，而且可以使用無機化合物。

作為用於第二電極 617 的材料，可以使用各種金屬、合金、導電化合物或這些材料的混合物。當第二電極用作陰極時，在這些材料中較佳的使用具有低功函數(功函數

爲 3.8eV 或更低)的金屬、合金、導電化合物或這些材料的混合物等。例如，可舉出屬於周期表第 1 或 2 族的元素，即鹼金屬如鋰(Li)或銫(Cs)、鹼土金屬如鎂(Mg)、鈣(Ca)或銦(Sr)、以及包含這些的合金(鎂-銀、鋁-鋰)等。另外，將在 EL 層 616 中產生的光穿過第二電極 617 的情況下，第二電極 617 可以採用厚度薄的金屬薄膜與透明導電膜(氧化銦-氧化錫(ITO)、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫，氧化銦-氧化鋅(IZO)、包含氧化錫和氧化鋅的氧化銦(IWZO)等)的疊層結構。

另外，藉由用密封構件 605 將密封基板 604 和元件基板 610 貼合在一起，在元件基板 610、密封基板 604 和密封構件 605 所包圍的空間 607 中提供發光元件 618。空間 607 填充有填充材料，可填充有惰性氣體(如氮和氬)，也可填充有密封構件 605。

另外，密封構件 605 較佳的使用環氧基樹脂。此外，這些材料較佳的使得盡可能少的水分和氧滲透。作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板之外，可以使用由 FRP(玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯薄膜、聚酯或丙烯酸等製成的塑膠基板。

這樣，可以獲得包括本發明的發光元件的發光裝置。

本發明的發光裝置具有說明於實施例模式 1 和 2 的發光元件。藉由包含使用壽命長的發光元件，而可以實現使用壽命長的發光裝置。另外，可以獲得具有優異顏色純度的發光裝置。

如上所述，在本實施例模式中，說明了藉由電晶體控制發光元件的驅動的主動矩陣型發光裝置，但也可以採用被動矩陣型發光裝置。圖 5 示出藉由應用本發明而製造的被動矩陣型發光裝置的透視圖。在圖 5 中，基板 951 上的電極 952 和電極 956 之間提供有 EL 層 955。電極 952 的邊緣部分被絕緣層 953 覆蓋。另外，分隔層 954 被提供在絕緣層 953 之上。分隔層 954 的側壁具有越接近於基板表面，一方側壁和另一方側壁的間隔越小的坡度。換句話說，分隔層 954 的短邊方向的截面為梯形，其底邊(朝與絕緣層 953 的面方向相同的方向且與絕緣層 953 接觸的一邊)短於上邊(朝與絕緣層 953 的面方向相同的方向且不與絕緣層 953 接觸的一邊)。像這樣，藉由提供分隔層 954，可防止靜電等所造成的發光元件的故障。另外，在被動矩陣型發光裝置中，也藉由包含使用壽命長的本發明的發光元件可實現使用壽命長的發光裝置。另外，可以獲得具有優良的顏色純度的發光裝置。

實施例模式 4

在本實施例模式中，將說明其一部分包括實施例模式 3 所示的發光裝置的本發明的電子裝置。本發明的電子裝置具有實施例模式 1 和 2 所示的發光元件，並且具有實用壽命長的顯示部分。此外，由於其中包含具有優良的顏色純度的發光元件，所以可以獲得具有良好的色彩真實度的顯示部分。

作為使用本發明的發光裝置而製造的電子裝置，可以舉出攝像機或數位相機等影像拍攝裝置、護目鏡型顯示器、導航系統、音頻再現裝置(汽車音頻系統或組合音響等)、電腦、遊戲機、攜帶型資訊終端(移動電腦、行動電話、攜帶型遊戲機或電子書等)、提供有記錄媒體的影像再現裝置(具體地，再現數位化通用光碟(DVD)等記錄媒體，並且具有能夠顯示其影像的顯示裝置的裝置)等。圖 6 顯示這些電子裝置的具體例子。

圖 6A 顯示根據本發明的電視裝置，其包括框體 9101、支撐座 9102、顯示部分 9103、揚聲器部分 9104、以及視頻輸入端子 9105 等。在該電視裝置中，將類似於實施例模式 1 和 2 說明的發光元件排列成矩陣而構成顯示部分 9103。該發光元件具有長使用壽命的特徵。由於由這種發光元件構成的顯示部分 9103 也具有類似的特徵，所以該電視裝置具有長使用壽命的特徵。也就是說，可以提供能夠承受長時間的使用的電視裝置。另外，由於其中包含具有優良的顏色純度的發光元件，所以可以獲得包含具有良好色彩真實度的顯示部分的電視裝置。

圖 6B 顯示根據本發明的電腦，其包括主體 9201、框體 9202、顯示部分 9203、鍵盤 9204、外部連接埠 9205、以及指向裝置 9206 等。在該電腦中，將類似於實施例模式 1 和 2 說明的發光元件排列成矩陣而構成顯示部分 9203。該發光元件具有長使用壽命的特徵。由於由這種發光元件構成的顯示部分 9203 也具有類似的特徵，所以該

電腦具有長使用壽命的特徵。也就是說，可以提供能夠承受長時間的使用的電腦。另外，由於其中包含具有優良的顏色純度的發光元件，所以可以獲得包含具有良好色彩真實度的顯示部分的電腦。

圖 6C 顯示根據本發明的行動電話，其包括主體 9401、框體 9402、顯示部分 9403、音頻輸入部分 9404、音頻輸出部分 9405、操作鍵 9406、外部連接埠 9407、以及天線 9408 等。在該行動電話中，將類似於實施例模式 1 和 2 說明的發光元件排列成矩陣而構成顯示部分 9403。該發光元件具有長使用壽命的特徵。由於由這種發光元件構成的顯示部分 9403 也具有類似的特徵，所以該行動電話具有長使用壽命的特徵。也就是說，可以提供能夠承受長時間的使用的行動電話。另外，由於其中包含具有優良的顏色純度的發光元件，所以可以獲得包含具有良好色彩真實度的顯示部分的行動電話。

圖 6D 顯示根據本發明的影像拍攝裝置，其包括主體 9501、顯示部分 9502、框體 9503、外部連接埠 9504、遙控接收部分 9505、影像接收部分 9506、電池 9507、音頻輸入部分 9508、操作鍵 9509、以及取景器 9510 等。在該影像拍攝裝置中，將類似於實施例模式 1 和 2 說明的發光元件排列成矩陣而構成顯示部分 9502。該發光元件具有長使用壽命的特徵。由於由這種發光元件構成的顯示部分 9502 也具有類似的特徵，所以該影像拍攝裝置具有長使用壽命的特徵。也就是說，可以提供能夠承受長時間的使

用的影像拍攝裝置。另外，由於其中包含具有優良的顏色純度的發光元件，所以可以獲得包含具有良好色彩真實度的顯示部分的影像拍攝裝置。

如上所述，本發明的發光裝置的應用範圍很廣泛，該發光裝置可以應用到所有領域的電子裝置中。藉由應用本發明的發光裝置，可以提供具有能夠承受長時間的使用且長使用壽命的顯示部分的電子裝置。另外，可以獲得包含具有良好色彩真實度的顯示部分的電子裝置。

此外，本發明的發光裝置可以用作照明裝置。將參照圖 7 說明將本發明的發光元件用於照明裝置的一個方式。

圖 7 顯示將本發明的發光裝置用作背光的液晶顯示裝置的一個實例。圖 7 中所示的液晶顯示裝置包括框體 901、液晶層 902、背光 903、以及框體 904，其中液晶層 902 連接到驅動器 IC 905。此外，作為背光 903，使用本發明的發光裝置，並且電流經由端子 906 提供給背光 903。

藉由利用本發明的發光裝置作為液晶顯示裝置的背光，可以做出具有長使用壽命的背光。由於本發明的發光裝置是面發射照明裝置並且可以實現大面積化，所以可以實現背光的大面積化並且還可以實現液晶顯示裝置的大面積化。此外，由於本發明的發光裝置是薄型並且耗電量少，從而還可以減少顯示裝置的厚度和耗電量。

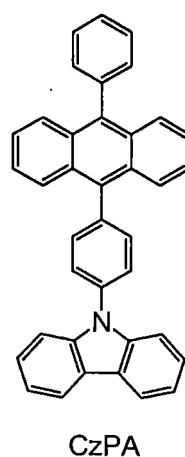
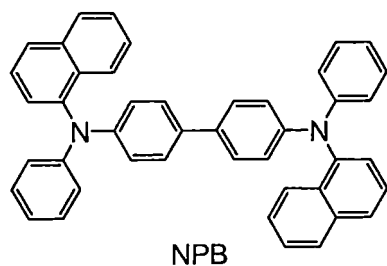
圖 8 為將利用本發明的發光裝置作為照明裝置的台燈的實例。圖 8 所示的台燈具有框體 2001 和光源 2002，並

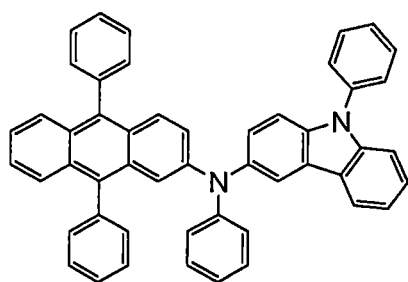
且作為光源 2002 使用本發明的發光裝置。本發明的發光裝置具有長使用壽命，所以該台燈也具有長使用壽命。

圖 9 為將利用本發明的發光裝置用作室內照明裝置 3001 的實例。由於本發明的發光裝置可以實現大面積化，所以可以用作大面積的照明裝置。此外，本發明的發光裝置因為具有長使用壽命，從而可以用作具有長使用壽命的照明裝置。可以藉由將圖 6A 所說明的根據本發明的電視裝置 3002 設置在將利用本發明的發光裝置用作室內照明裝置 3001 的房間內，而欣賞公共播送或電影。在此情況下，由於兩個裝置都具有長使用壽命，從而可以減少照明裝置和電視裝置的換新次數，從而可以減少對環境的負擔。

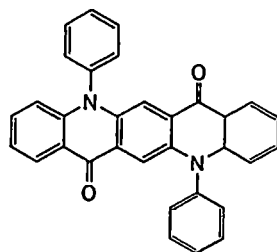
實施例 1

在本實施例中，將用圖 10 具體說明本發明的發光元件。以下示出在本實施例中所使用的有機化合物的結構式。

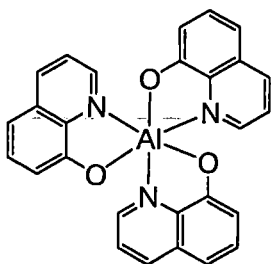




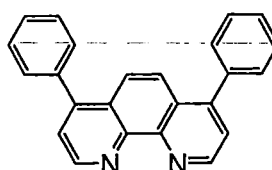
2PCAPA



DPQd



Alq



BPhen

(發光元件 1)

首先，藉由濺射法在玻璃基板 2101 上形成包含氧化矽的氧化銦-氧化錫的膜，來形成第一電極 2102。該第一電極 2102 的厚度為 110nm 且電極面積為 2mm×2mm。

然後，將形成有第一電極 2102 的基板固定到被提供在真空蒸發沉積裝置中的基板支架上，並使形成有第一電極 2102 的表面面向下。在將壓力降至約 10^{-4} Pa 之後，在第一電極 2102 上共蒸 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)和氧化鋁(VI)，來形成包含複合材料的層 2103。其厚度為 50 nm，並且 NPB 與氧化鋁(VI)的重量比調節為 4：1(=NPB：氧化鋁)。注意，共蒸法是指在一個處理室中使用多個蒸發源同時進行蒸發沉積的方法。

然後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 10nm 的 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：

NPB)，來形成電洞傳輸層 2104。

然後，在電洞傳輸層 2104 上形成發光層 2105。首先，在電洞傳輸層 2104 上共蒸用作第二有機化合物的 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)和用作第一有機化合物的 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)，來形成厚度為 30nm 的第一發光層 2121。在此，CzPA 與 2PCAPA 的重量比調節為 1：0.05(=CzPA：2PCAPA)。而且，在第一發光層 2121 上共蒸用作第四有機化合物的三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)和用作第三有機化合物的 N,N'-二苯基喹吖啶酮(簡稱：DPQd)，來形成厚度為 10nm 的第二發光層 2122。在此，Alq 與 DPQd 的重量比調節為 1：0.005(=Alq：DPQd)。

隨後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法在發光層 2105 上形成厚度為 30nm 的浴菲咯啉(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層 2106。然後，在電子傳輸層 2106 上形成厚度為 1nm 的氟化鋰(LiF)，來形成電子注入層 2107。

最後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 200nm 的鋁，來形成第二電極 2108，這樣製造出發光元件 1。

(對比發光元件 2)

首先，藉由濺射法在玻璃基板上形成包含氧化矽的氧化銦-氧化錫的膜，來形成第一電極。該第一電極的厚度

為 110nm 且電極面積為 2mm×2mm。

然後，將形成有第一電極的基板固定到被提供在真空蒸發沉積裝置中的基板支架上，並使形成有第一電極的表面面向下。在將壓力降至約 10^{-4} Pa 之後，在第一電極上共蒸 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)和氧化鋁(VI)，來形成包含複合材料的層。其厚度為 50 nm，並且 NPB 與氧化鋁(VI)的重量比調節為 4：1(=NPB：氧化鋁)。

然後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 10nm 的 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)，來形成電洞傳輸層。

然後，在電洞傳輸層上形成發光層。藉由共蒸 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)來形成厚度為 40nm 的發光層。在此，CzPA 與 2PCAPA 的重量比調節為 1：0.05(=CzPA：2PCAPA)。

隨後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法在發光層上形成厚度為 30nm 的浴菲咯啉(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層。

在該電子傳輸層上形成厚度為 1nm 的氟化鋰(LiF)，來形成電子注入層。

最後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 200nm 的鋁，來形成第二電極，這樣製造出對比發光元件 2。

圖 11 顯示發光元件 1 的電流密度-亮度特性。此外，圖 12 顯示其電壓-亮度特性。此外，圖 13 顯示其亮度-電流效率特性。此外，圖 14 顯示發光元件 1 的當 1mA 的電流流過時的發光光譜。

在 3000cd/m^2 的亮度下發光元件 1 的 CIE 色度座標為 $(x=0.29, y=0.62)$ ，並顯示綠色發光。此外，在 3000cd/m^2 的亮度下，電流效率為 10.7cd/A ，電壓為 5.8V ，電流密度為 29.4mA/cm^2 。

當對發光元件 1 進行將初始亮度設定為 3000cd/m^2 的藉由恆定電流驅動的連續發光測試時，發現其亮度在經過 640 小時後也處於初始亮度的 89%，從而可以得知該發光元件 1 是具有長使用壽命的發光元件。另一方面，當對對比發光元件 2 與上述同樣地進行將初始亮度設定為 3000cd/m^2 的連續發光測試時，發現其亮度在經過 640 小時後處於初始亮度的 76%，從而可以得知該對比發光元件 2 具有比發光元件 1 短的使用壽命。

由此，可以得知藉由應用本發明能夠獲得長使用壽命的發光元件。

實施例 2

在本實施例中，將用圖 10 具體說明本發明的發光元件。

(發光元件 3)

首先，藉由濺射法在玻璃基板 2101 上形成包含氧化矽的氧化銦-氧化錫的膜，來形成第一電極 2102。該第一電極 2102 的厚度為 110nm 且電極面積為 2mm×2mm。

然後，將形成有第一電極 2102 的基板固定到被提供在真空蒸發沉積裝置中的基板支架上，並使形成有第一電極 2102 的表面面向下。在將壓力降至約 10^{-4} Pa 之後，在第一電極 2102 上共蒸 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)和氧化鋁(VI)，來形成包含複合材料的層 2103。其厚度為 50 nm，並且 NPB 與氧化鋁(VI)的重量比調節為 4：1(=NPB：氧化鋁)。

然後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 10nm 的 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)，來形成電洞傳輸層 2104。

然後，在電洞傳輸層 2104 上形成發光層 2105。首先，在電洞傳輸層 2104 上共蒸用作第二有機化合物的 9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)和用作第一有機化合物的 N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)，來形成厚度為 30nm 的第一發光層 2121。在此，CzPA 與 2PCAPA 的重量比調節為 1：0.05(=CzPA：2PCAPA)。而且，在第一發光層 2121 上共蒸用作第四有機化合物的三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)和用作第三有機化合物的 N,N'-二苯基喹吖啶酮(簡稱：DPQd)，來形成厚度為 10nm 的第二發光層 2122。在此，Alq 與 DPQd 的重量比調節為 1：0.005(=Alq：

DPQd)。

隨後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法在發光層 2105 上形成厚度為 30nm 的 Alq，來形成電子傳輸層 2106。

而且，在電子傳輸層 2106 上形成厚度為 1nm 的氟化鋰(LiF)，來形成電子注入層 2107。

最後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 200nm 的鋁，來形成第二電極 2108，這樣製造出發光元件 3。

(對比發光元件 4)

首先，藉由濺射法在玻璃基板上形成包含氧化矽的氧化銦-氧化錫的膜，來形成第一電極。該第一電極的厚度為 110nm 且電極面積為 2mm×2mm。

然後，將形成有第一電極的基板固定到被提供在真空蒸發沉積裝置中的基板支架上，並使形成有第一電極的表面面向下。在將壓力降至約 10^{-4} Pa 之後，在第一電極上共蒸 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)和氧化鋁(VI)，來形成包含複合材料的層。其厚度為 50 nm，並且 NPB 與氧化鋁(VI)的重量比調節為 4：1(=NPB：氧化鋁)。

然後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 10nm 的 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯(簡稱：NPB)，來形成電洞傳輸層。

然後，在電洞傳輸層上形成發光層。藉由共蒸 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)來形成厚度為 40nm 的發光層。在此，CzPA 與 2PCAPA 的重量比調節為 1：0.05(=CzPA：2PCAPA)。

隨後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法在發光層上形成厚度為 30nm 的 Alq，來形成電子傳輸層。

而且，在電子傳輸層上形成厚度為 1nm 的氟化鋰(LiF)，來形成電子注入層。

最後，藉由利用電阻加熱的蒸發沉積法形成厚度為 200nm 的鋁，來形成第二電極，這樣製造出對比發光元件 4。

圖 15 顯示發光元件 3 的電流密度-亮度特性。此外，圖 16 顯示其電壓-亮度特性。此外，圖 17 顯示其亮度-電流效率特性。此外，圖 18 顯示發光元件 3 的當 1mA 的電流流過時的發光光譜。

在 3000cd/m^2 的亮度下，發光元件 3 的 CIE 色度座標為 ($x=0.29$ ， $y=0.62$)，並顯示綠色發光。此外，在 3000cd/m^2 的亮度下，電流效率為 11.0cd/A ，電壓為 8.0V ，電流密度為 28.3mA/cm^2 。

當對發光元件 3 進行將初始亮度設定為 3000cd/m^2 的藉由恆定電流驅動的連續發光測試時，發現其亮度在經過 640 小時後也處於初始亮度的 90%，從而可以得知該發光元件 3 是具有長使用壽命的發光元件。另一方面，當對對

比發光元件 4 與上述同樣地進行將初始亮度設定為 3000cd/m^2 的連續發光測試時，發現其亮度在經過 470 小時後處於初始亮度的 88%，從而可以得知該對比發光元件 4 具有比發光元件 3 短的使用壽命。

由此，可以得知藉由應用本發明能夠獲得長使用壽命的發光元件。

實施例 3

在本實施例中，藉由迴圈伏安測量法(CV)測量三(8-喹啉醇合)鋁(III)(簡稱：Alq)和 N,N'-二苯基喹吡啶酮(簡稱：DPQd)的還原反應特性，該 Alq 和 DPQd 用於實施例 1 和實施例 2 中所製造的發光元件 1 和發光元件 3 中的第二層。此外，根據該測量結果，算出 Alq 和 DPQd 的 LUMO 位準。注意，使用電化學分析器(ALS 600A 型，由 BAS Inc.製造)進行測量。

對於用於 CV 測量的溶液，使用脫水二甲基甲醯胺(DMF)(由 Aldrich Inc.生產，99.8%，目錄編號：22705-6)作為溶劑，將支援電解質的高氯酸鹽四-n-丁基銨($\text{n-Bu}_4\text{NClO}_4$)(由 Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.生產，目錄編號：T0836)溶解於溶劑中，並使其濃度為 100mmol/L 。此外，將測量的物件溶解，並使其濃度為 1mmol/L 。另外，將鉑電極(PTE 鉑電極，由 BAS Inc.生產)用作工作電極，將鉑電極(VC-3 用 Pt 平衡電極(5 cm)，由 BAS Inc.生產)用作輔助電極，將 Ag/Ag^+ 電極

(RE5 非水溶劑參考電極，由 BAS Inc.生產)用作參考電極。注意，測量是在室溫下(20 至 25°C)進行的。

(參考電極的相對於真空位準的位能的計算)

首先，算出在本實施例 3 中使用的參考電極(Ag/Ag^+ 電極)的相對於真空位準的位能(eV)。也就是說，算出 Ag/Ag^+ 電極的費密(Fermi)位準。已知的是，在甲醇中的二茂絡鐵的氧化還原電位相對於標準氫電極為+0.610[V vs. SHE](參照文件：Christian R. Goldsmith et al., J. Am. Chem. Soc., Vol. 124, No.1, 83-96, 2002)。另一方面，藉由利用在本實施例 3 中使用的參考電極來算出在甲醇中的二茂絡鐵的氧化還原電位，其結果是+0.20V[vs. Ag/Ag^+]。從而，可以得知在本實施例 3 中使用的參考電極的位能比標準氫電極低 0.41[eV]。

已知的是，標準氫電極與真空位準之間的位能差是-4.44eV(參照文件：大西敏博、小山珠美，高分子 EL 材料(共立出版)，64-67 頁)。綜上所述，可以算出本實施例 3 所使用的參考電極的相對於真空位準的位能為-4.44-0.41=-4.85[eV]。

(測量例：Alq)

在本測量例中，藉由迴圈伏安測量法(CV)測量 Alq 的還原反應特性。其中的掃描速度為 0.1V/sec。圖 19 示出其測量結果。注意，藉由將工作電極的電位相對於參考電

極從 -0.69V 掃描到 -2.40V，然後從 -2.40V 掃描到 -0.69V，來進行還原反應特性的測量。

從圖 19 可見，還原峰值電位 E_{pc} 為 -2.20V，氧化峰值電位 E_{pa} 為 -2.12V。從而，可算出半波電位(E_{pc} 和 E_{pa} 的中間電位)為 -2.16V。這表示 Alq 可由 -2.16[V vs. Ag/Ag⁺]的電能還原，且該能源相當於 LUMO 位準。在此，由於如上所述在本實施例 3 中使用的參考電極的相對於真空位準的位能為 -4.85[eV]，因此可以得知 Alq 的 LUMO 位準為 $-4.85 - (-2.16) = -2.69$ [eV]。

(測量例：DPQd)

在本測量例中，藉由迴圈伏安測量法(CV)測量 DPQd 的還原反應特性。其中的掃描速度為 0.1V/sec。圖 20 示出其測量結果。注意，藉由將工作電極的電位相對於參考電極從 -0.40V 掃描到 -2.10V，然後從 -2.10V 掃描到 -0.40V，來進行還原反應特性的測量。注意，由於 DPQd 的溶解性很差，當製作濃度為 1mmol/L 的溶液時產生沒有溶化的 DPQd，因此在沒有溶化的 DPQd 沈澱的狀態下提取澄清液體而將其使用於測量。

從圖 20 可見，還原峰值電位 E_{pc} 為 -1.69V，氧化峰值電位 E_{pa} 為 -1.63V。從而，可算出半波電位(E_{pc} 和 E_{pa} 的中間電位)為 -1.66V。這表示 DPQd 可由 -1.66[V vs. Ag/Ag⁺]的電能還原，且該能源相當於 LUMO 位準。在此，由於如上所述在本實施例 3 中使用的參考電極的相對於真空位

準的位能為 $-4.85[\text{eV}]$ ，因此可以得知 DPQd 的 LUMO 位準為 $-4.85 - (-1.66) = -3.19[\text{eV}]$ 。

藉由比較由上述過程而得到的 Alq 和 DPQd 的 LUMO 位準，可以得知 DPQd 的 LUMO 位準比 Alq 還低 $0.50[\text{eV}]$ 。這意味著，當將 DPQd 添加到 Alq 時，該 DPQd 作為電子陷阱發揮作用。因此，實施例 1 和實施例 2 所示的元件結構，即，在本發明的發光元件的第二層中使用 DPQd 作為第三有機化合物並使用 Alq 作為第四有機化合物的元件結構適合於本發明。

【符號說明】

101：基板

102：第一電極

103：EL 層

104：第二電極

111：發光層

112：電洞傳輸層

113：電子傳輸層

121：第一層

122：第二層

301：基板

302：第一電極

303：EL 層

304：第二電極

311：發光層
312：電洞傳輸層
313：電子傳輸層
321：第一層
322：第二層
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：驅動電路部份
602：像素部份
603：驅動電路部份
604：密封基板
605：密封構件
607：空間
608：引線
609：FPC
610：元件基板
611：開關 TFT
612：電流控制 TFT
613：第一電極
614：絕緣體
616：EL 層

617：第二電極

618：發光元件

623：N 通道 TFT

624：P 通道 TFT

951：基板

952：電極

953：絕緣層

954：分隔層

955：EL 層

956：電極

9101：框體

9102：支撐座

9103：顯示部份

9104：揚聲器部份

9105：視頻輸入端子

9201：主體

9202：框體

9203：顯示部份

9204：鍵盤

9205：外部連接埠

9206：指向裝置

9401：主體

9402：框體

9403：顯示部份

9404：音頻輸入部份

9405：音頻輸出部份

9406：操作鍵

9407：外部連接埠

9408：天線

9501：主體

9502：顯示部份

9503：框體

9504：外部連接埠

9505：遙控接收部份

9506：影像接收部份

9507：電池

9508：音頻輸入部份

9509：操作鍵

9510：取景器

901：框體

902：液晶層

903：背光

904：框體

905：驅動器 IC

906：端子

2001：框體

2002：光源

3001：室內照明裝置

- 3002：電視裝置
- 2101：玻璃基板
- 2102：第一電極
- 2103：包含複合材料的層
- 2104：電洞傳輸層
- 2105：發光層
- 2121：第一發光層
- 2106：電子傳輸層
- 2107：電子注入層
- 2108：第二電極
- 2122：第二發光層

公告本

發明摘要

※申請案號：106106476(由100134056分割)

※申請日期：096/05/18

※IPC 分類：H05B 33/14 (2006.01)

H05B 33/22 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件，發光裝置，和電子裝置

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

【中文】

本發明的目的是提供一種使用壽命長的發光元件。此外，本發明的目的是提供一種使用壽命長的發光裝置以及電子裝置。本發明提供一種發光元件，包含：第一電極；第二電極；形成在第一電極和第二電極之間的第一層；以及形成在第一層和第二電極之間的第二層，其中，第一層含有發射第一光的第一有機化合物以及具有電子傳輸性的第二有機化合物，第二層包含發射第二光且具有電子俘獲特性的第三有機化合物以及具有電子傳輸性的第四有機化合物。

【 英文 】

A light-emitting element is provided, including a first electrode and a second electrode, a first layer including first and second organic compounds, the first layer being formed between the first electrode and the second electrode wherein the first organic compound is capable of emitting a first light and the second organic compound has an electron transporting property, and a second layer including third and fourth organic compounds, the second layer being formed between the first layer and the second electrode wherein the third organic compound is capable of emitting a second light and has an electron trap property and the fourth organic compound has an electron transporting property.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101：基板

102：第一電極

103：EL層

104：第二電極

111：發光層

112：電洞傳輸層

113：電子傳輸層

121：第一層

122：第二層

【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，包含：

第一電極；

該第一電極上的第一發光單元；

該第一發光單元上的電荷產生層；

該電荷產生層上的第二發光單元；以及

該第二發光單元上的第二電極，

其中該電荷產生層能夠注入電洞至該第二發光單元且注入電子至該第一發光單元，

其中該第一發光單元和該第二發光單元各包含：

包含第一化合物和第二化合物的第一層；以及

包含第三化合物和第四化合物的第二層，

其中該第二層在該第一層上，

其中該第一化合物散佈在該第二化合物中，該第二化合物具有大於電洞傳輸特性的電子傳輸特性，

其中該第三化合物散佈在該第四化合物中，且該第三化合物在該第二層中具有電子俘獲特性，以及

其中該第四化合物具有大於電洞傳輸特性的電子傳輸特性，且

其中該第一化合物和該第三化合物為不同的化合物。

2.如申請專利範圍第 1 項的發光裝置，其中該電荷產生層包含有機化合物和金屬氧化物。

3.如申請專利範圍第 2 項的發光裝置，其中該金屬氧

化物爲氧化鋁。

4.如申請專利範圍第 2 項的發光裝置，其中該有機化合物具有大於電子傳輸特性的電洞傳輸特性。

5.如申請專利範圍第 1 項的發光裝置，其中該第三化合物的 LUMO 位準低於該第四化合物的 LUMO 位準 0.3eV 或更多。

6.如申請專利範圍第 1 項的發光裝置，其中該第一電極和該第二電極是透明的。

7.一種包含如申請專利範圍第 1 項的發光裝置的照明裝置。

8.一種包含如申請專利範圍第 1 項的發光裝置的台燈。

9.一種液晶顯示裝置，包含：

背光，該背光包含如申請專利範圍第 1 項的發光裝置；

該背光上的液晶層；以及

連接至該背光且用於將電流提供給該背光的端子。

10.一種發光裝置，包含：

第一電極；

該第一電極上的第一發光單元；

該第一發光單元上的電荷產生層；

該電荷產生層上的第二發光單元；以及

該第二發光單元上的第二電極，

其中該第一發光單元的發射顏色和該第二發光單元的

發射顏色互相互補，

其中該電荷產生層能夠注入電洞至該第二發光單元且注入電子至該第一發光單元，

其中該第二發光單元包含：

包含第一化合物和第二化合物的第一層；以及

包含第三化合物和第四化合物的第二層，

其中該第一層在該電荷產生層上，

其中該第二層在該第一層上，

其中該第一化合物散佈在該第二化合物中，該第二化合物具有大於電洞傳輸特性的電子傳輸特性，

其中該第三化合物散佈在該第四化合物中，且該第三化合物在該第二層中具有電子俘獲特性，以及

其中該第四化合物具有大於電洞傳輸特性的電子傳輸特性，且

其中該第一化合物和該第三化合物為不同的化合物。

11.如申請專利範圍第 10 項的發光裝置，其中該電荷產生層包含有機化合物和金屬氧化物。

12.如申請專利範圍第 11 項的發光裝置，其中該金屬氧化物為氧化鋁。

13.如申請專利範圍第 11 項的發光裝置，其中該有機化合物具有大於電子傳輸特性的電洞傳輸特性。

14.如申請專利範圍第 10 項的發光裝置，其中該第三化合物的 LUMO 位準低於該第四化合物的 LUMO 位準 0.3eV 或更多。

15.如申請專利範圍第 10 項的發光裝置，其中該第一化合物能夠發射綠色光。

16.如申請專利範圍第 10 項的發光裝置，其中該第三化合物能夠發射紅色光。

17.如申請專利範圍第 10 項的發光裝置，其中該第一電極和該第二電極為透明的。

18.一種包含如申請專利範圍第 10 項的發光裝置的照明裝置。

19.一種包含如申請專利範圍第 10 項的發光裝置的台燈。

20.一種液晶顯示裝置，包含：

背光，該背光包含如申請專利範圍第 10 項的發光裝置；

該背光上的液晶層；以及

連接至該背光且用於將電流提供給該背光的端子。

圖 式

圖 1A

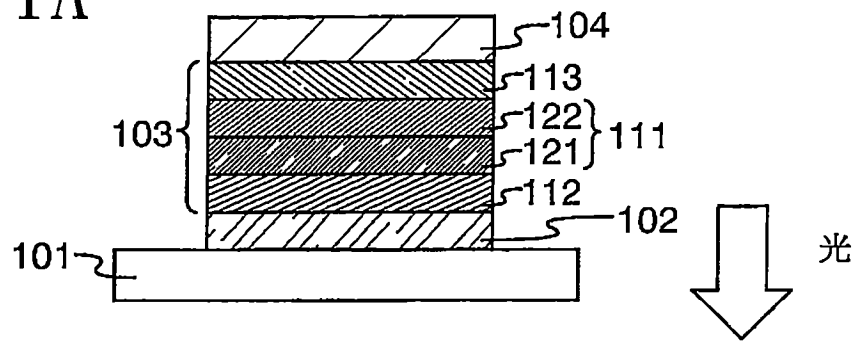


圖 1B

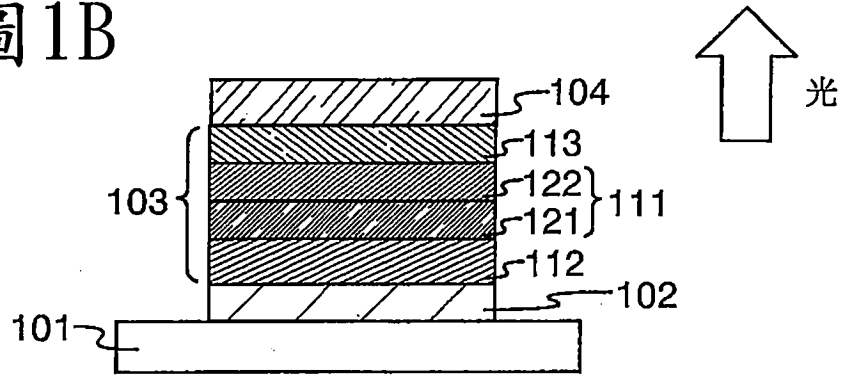


圖 1C

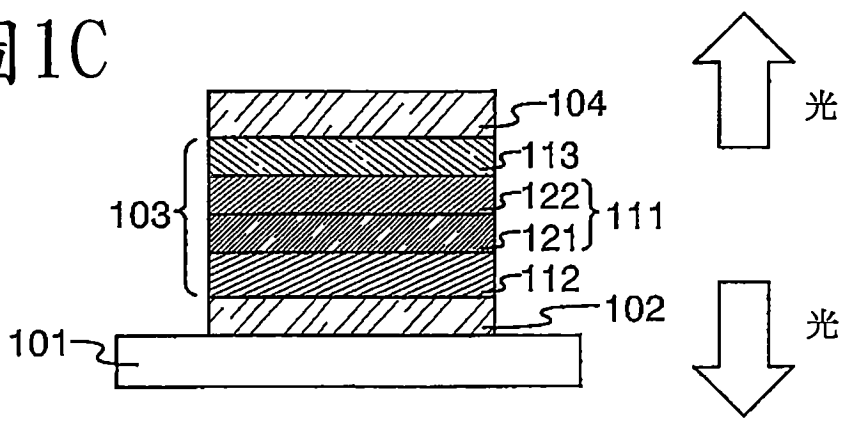


圖2

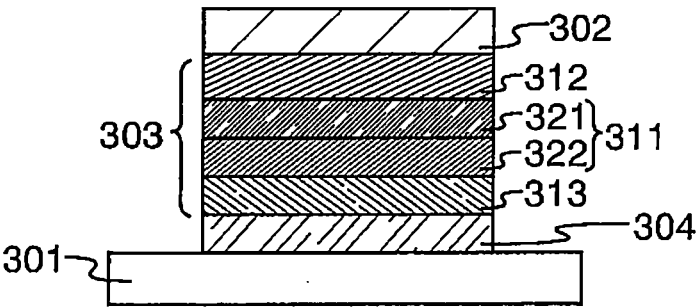
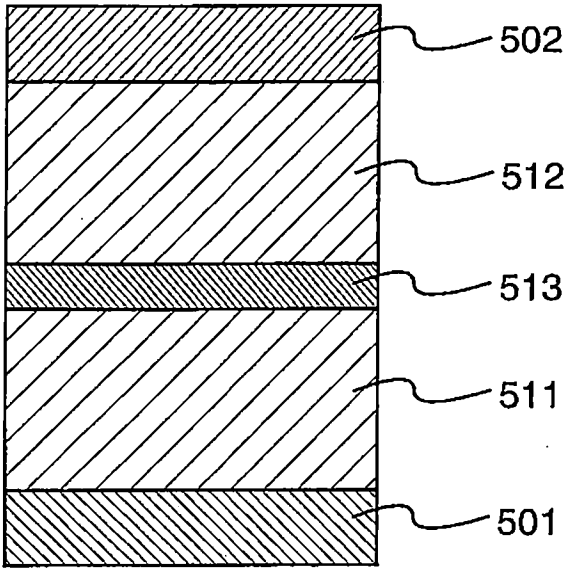


圖3



4A圖

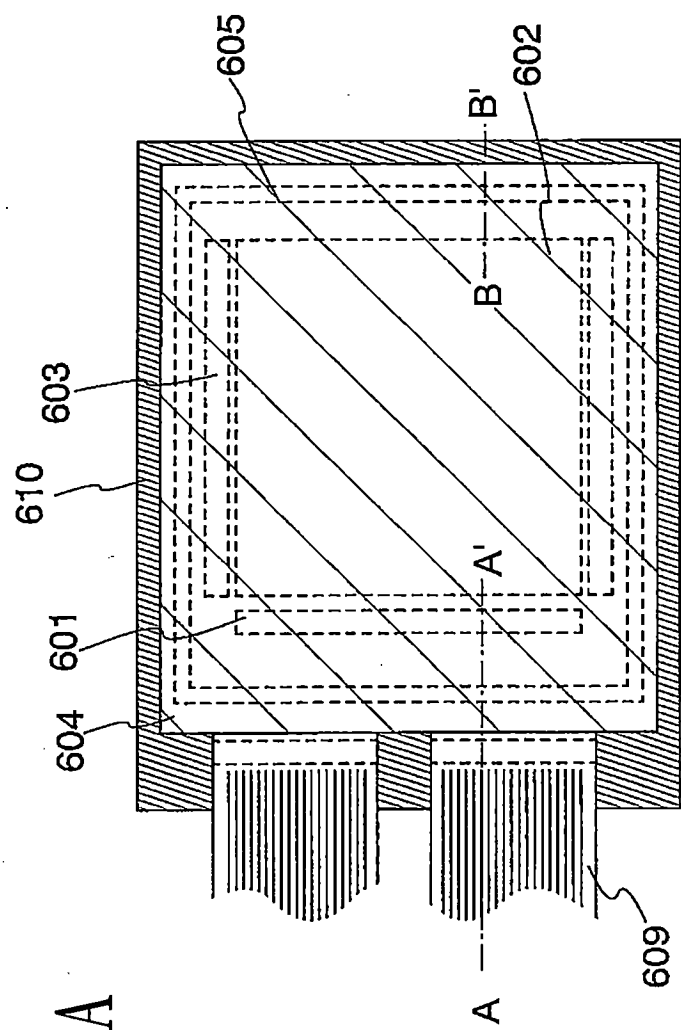


圖 4B

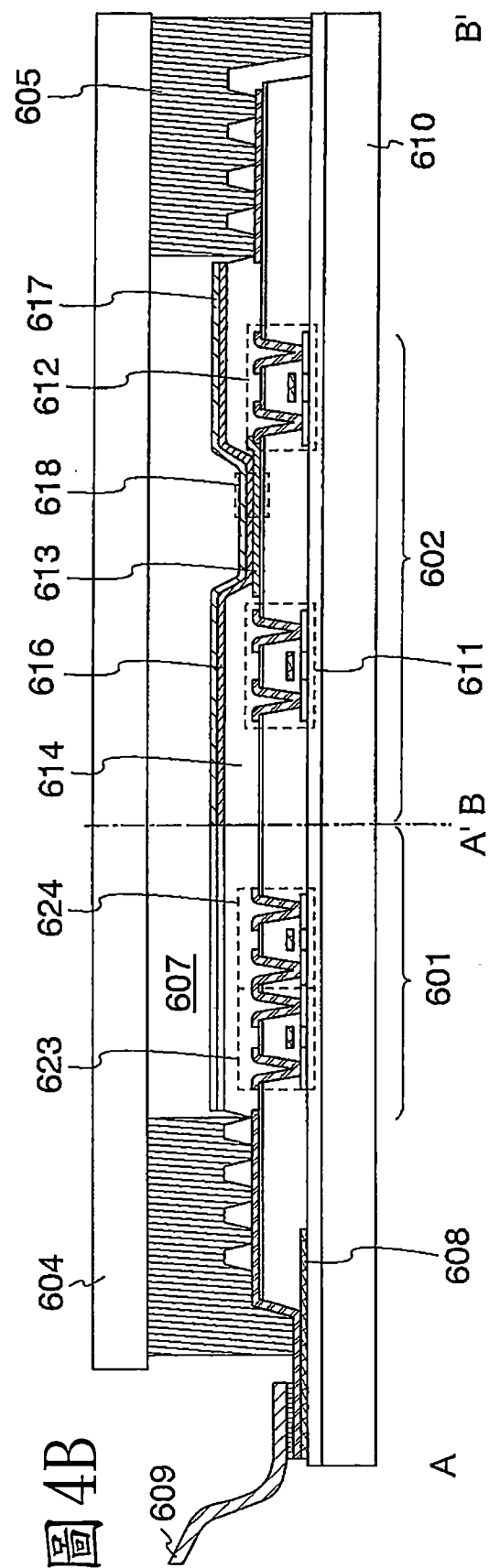


圖5

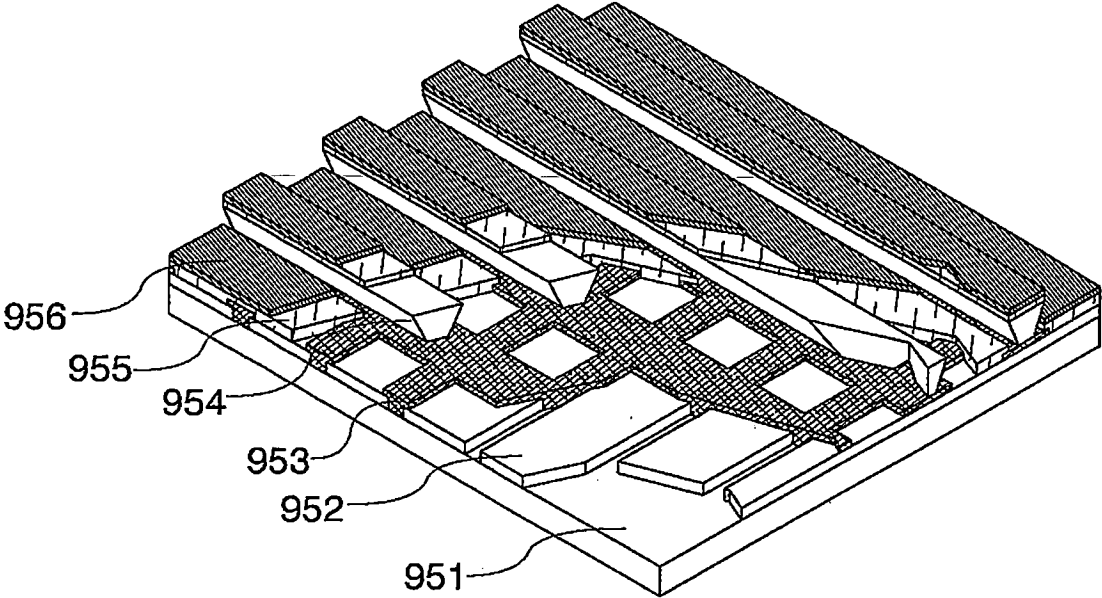


圖 6A

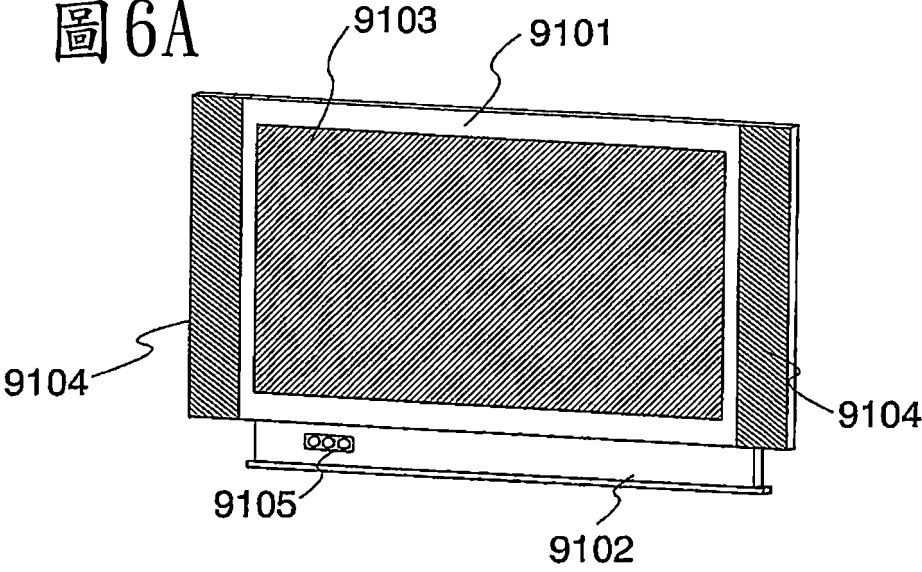


圖 6B

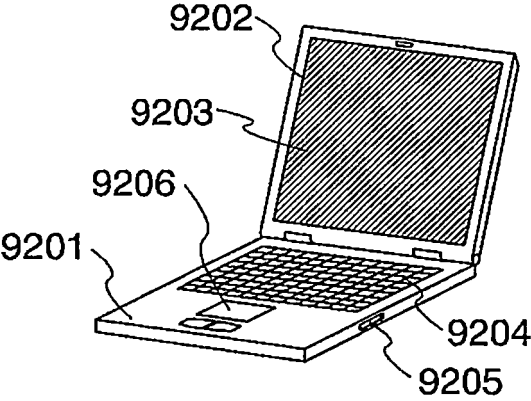


圖 6C

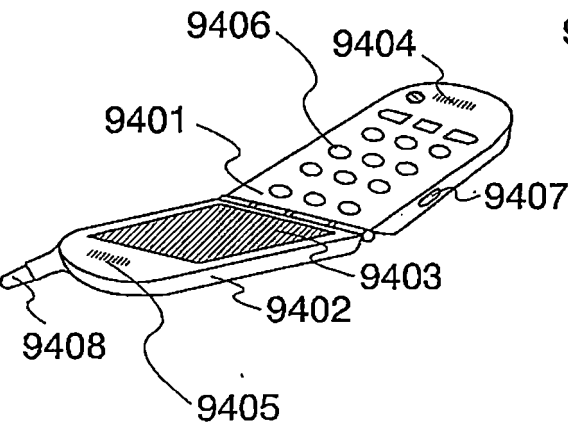


圖 6D

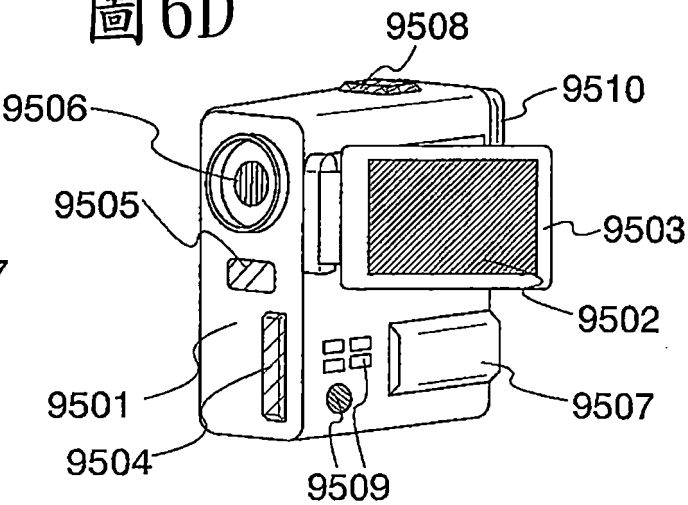


圖 7

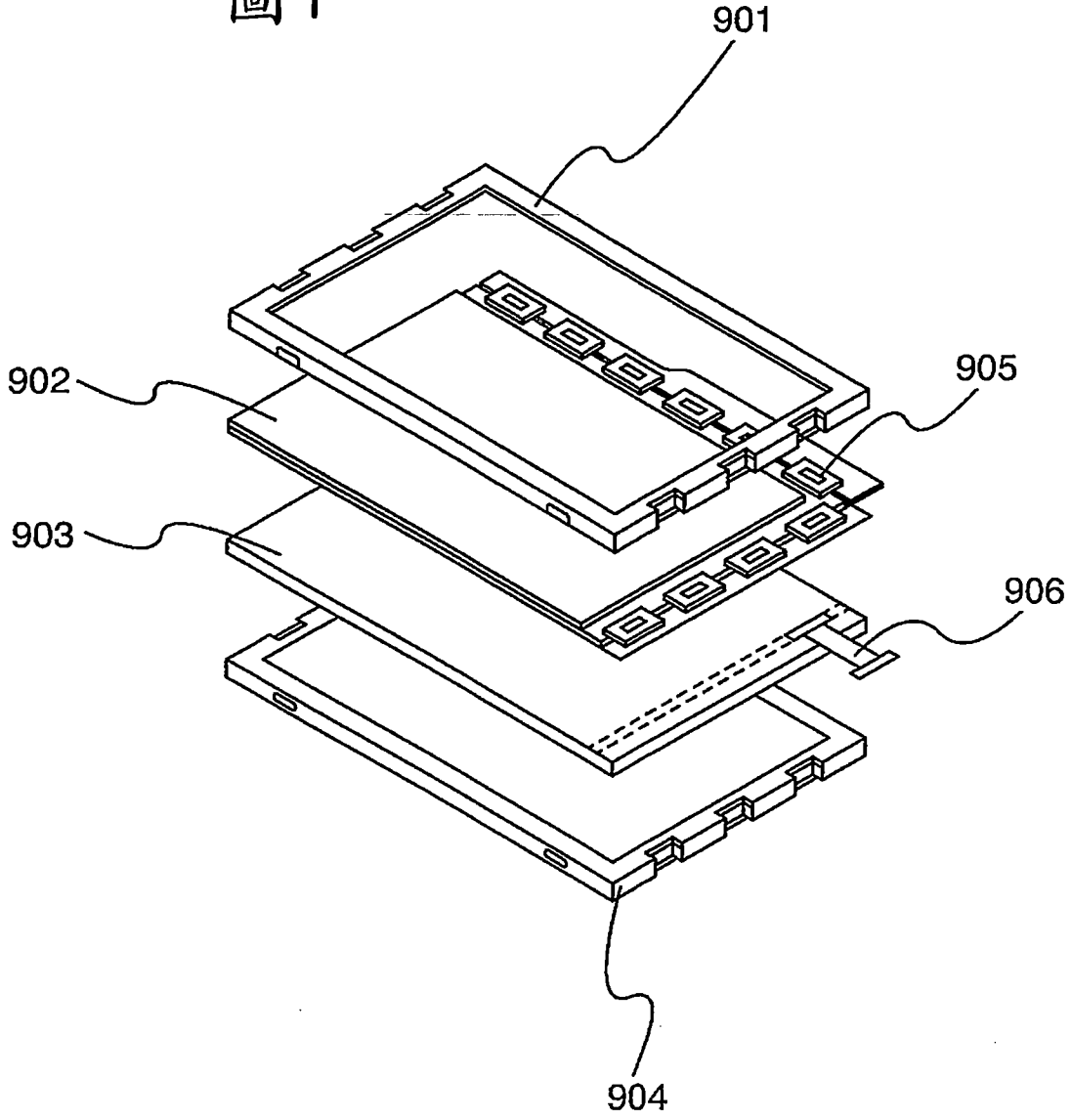


圖 8

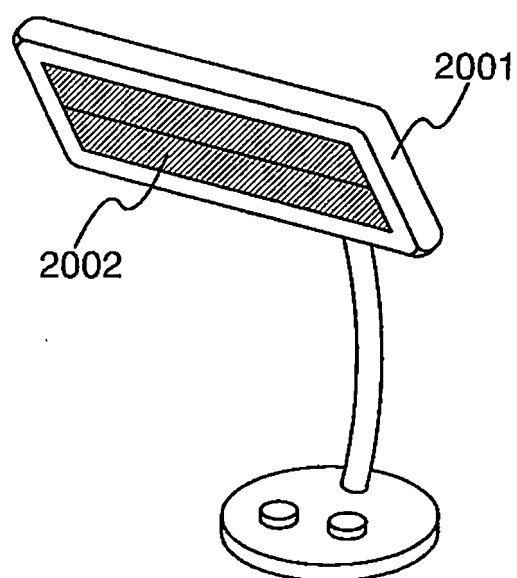


圖9

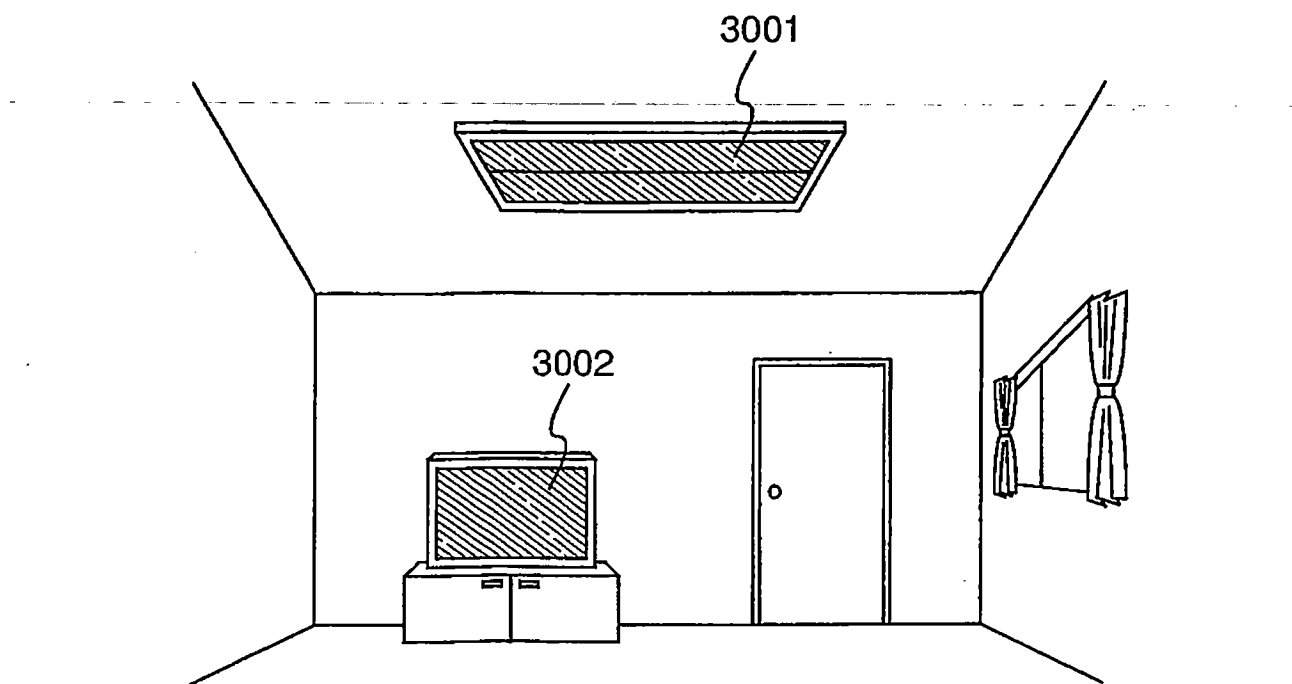


圖 10

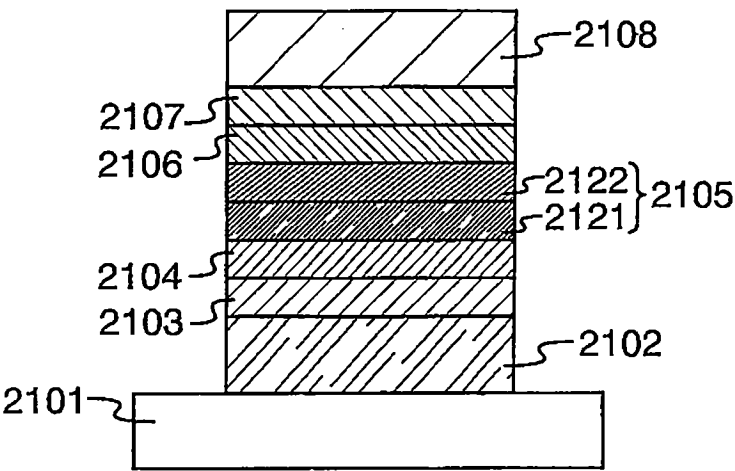


圖 11

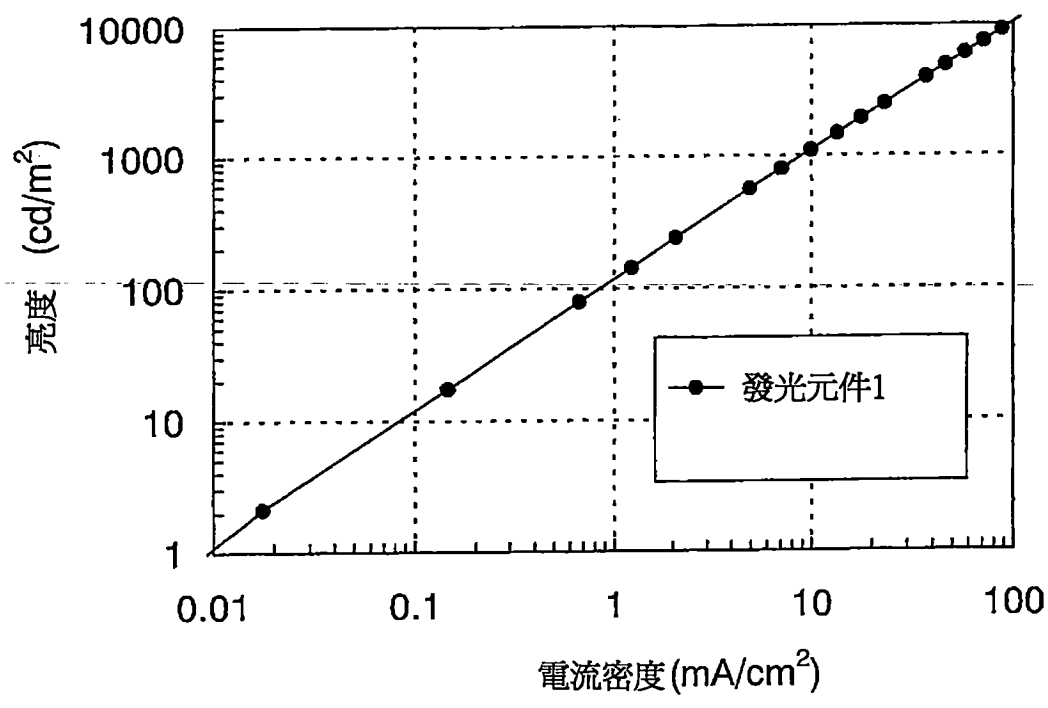


圖 12

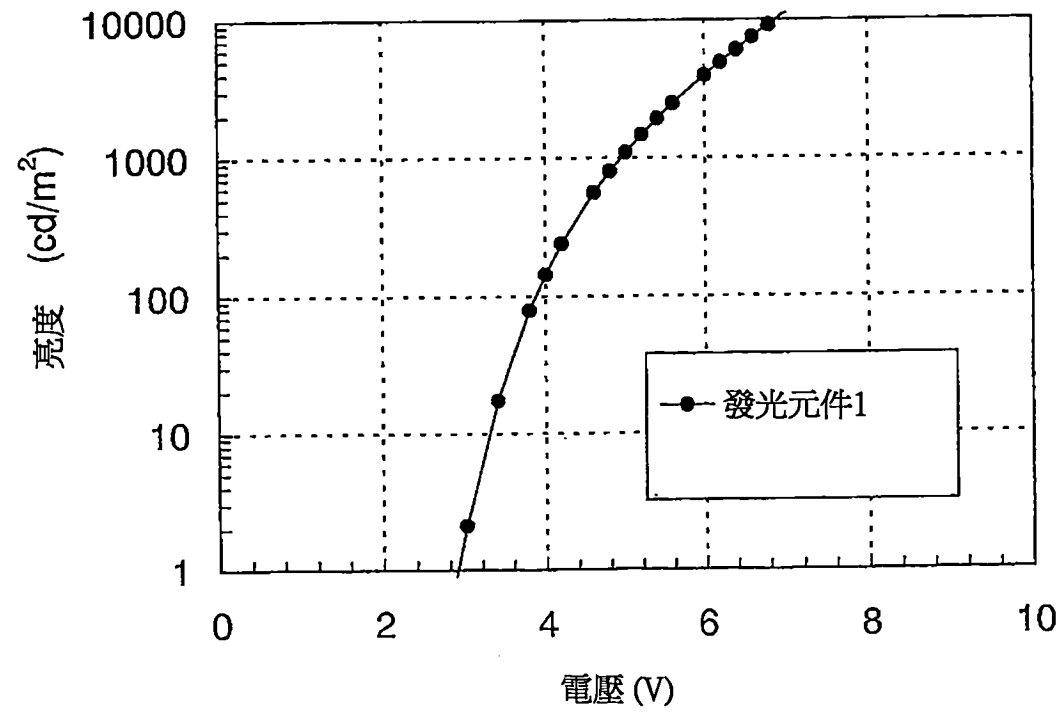


圖13

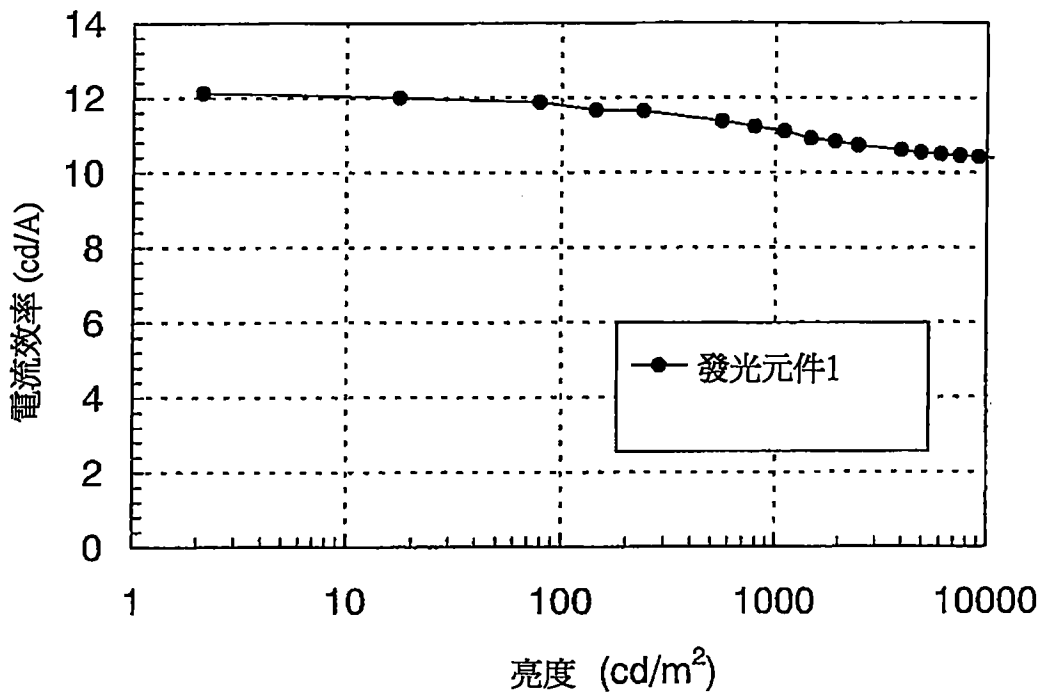


圖14

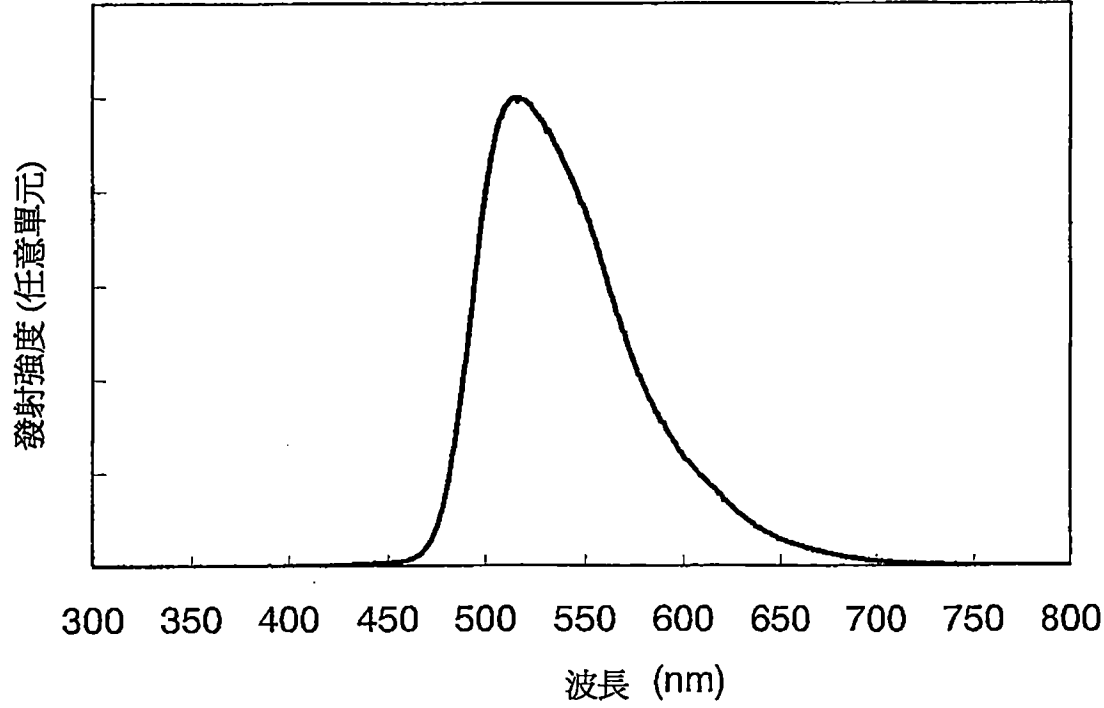


圖15

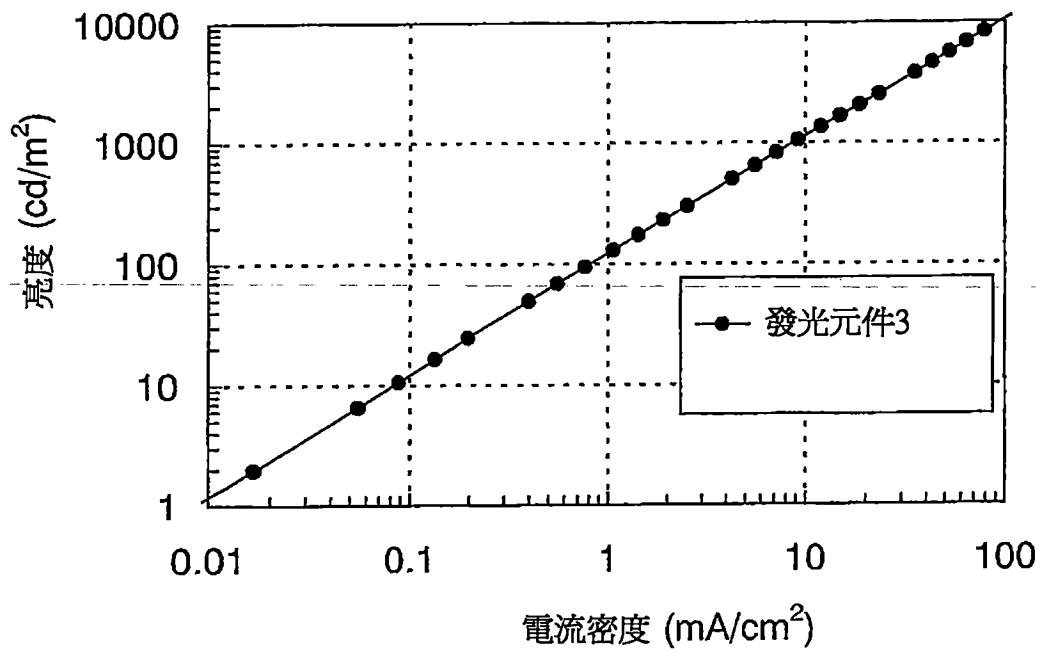


圖16

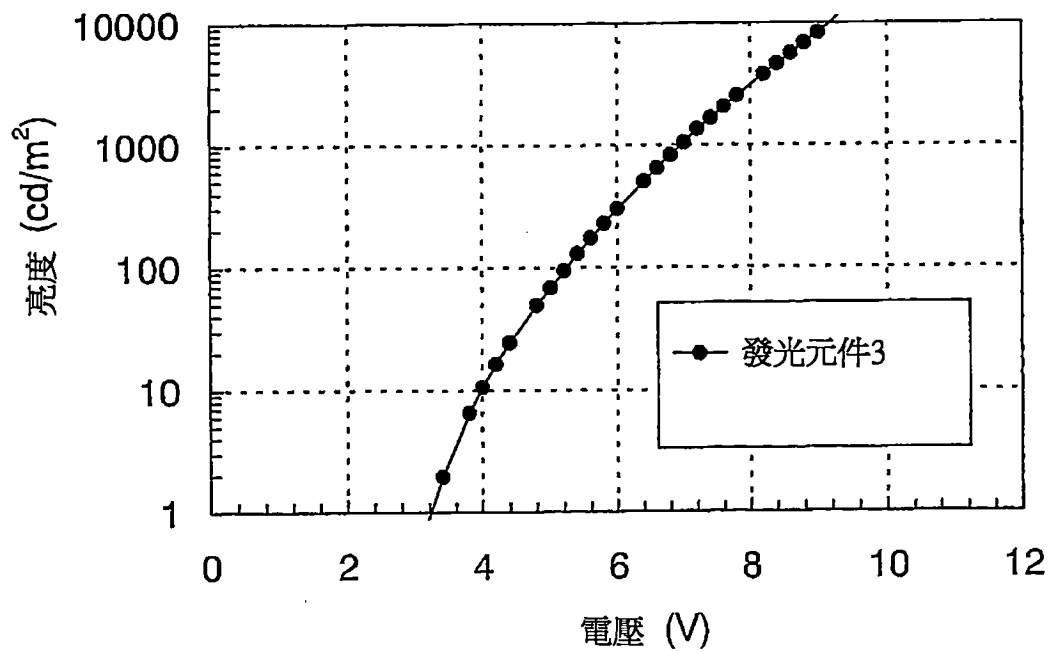


圖 17

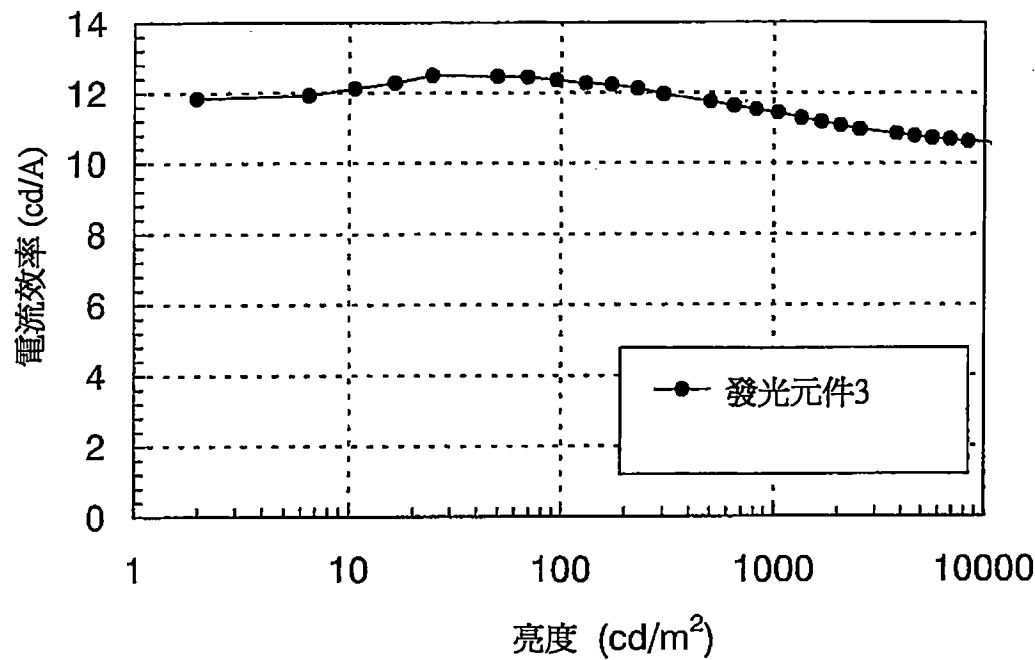


圖 18

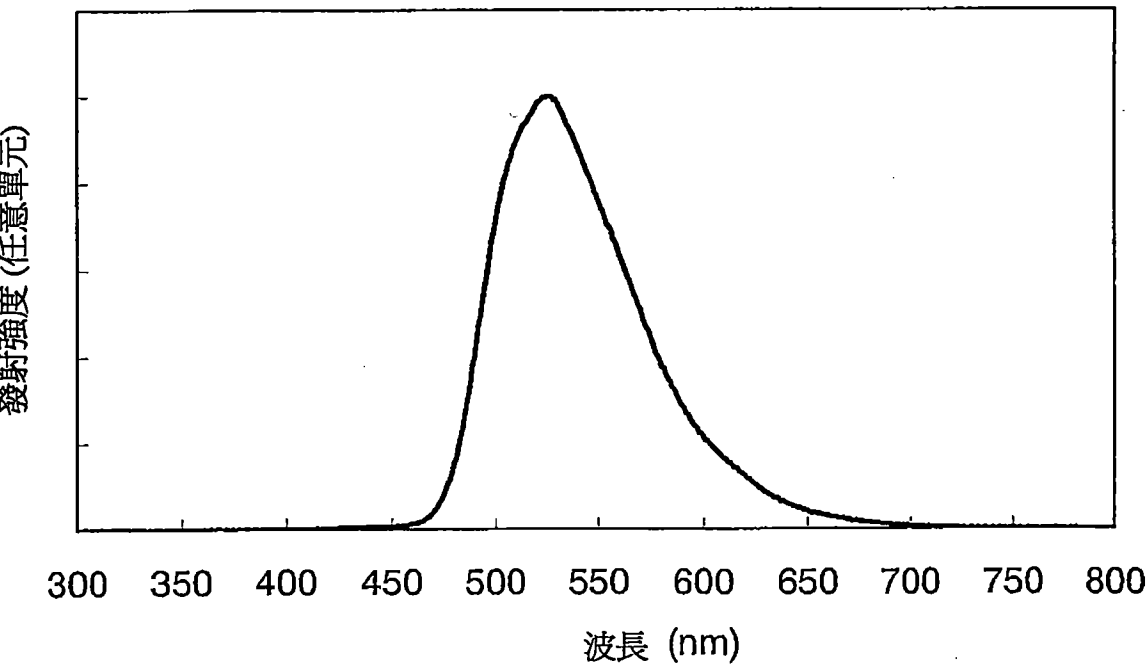


圖 19

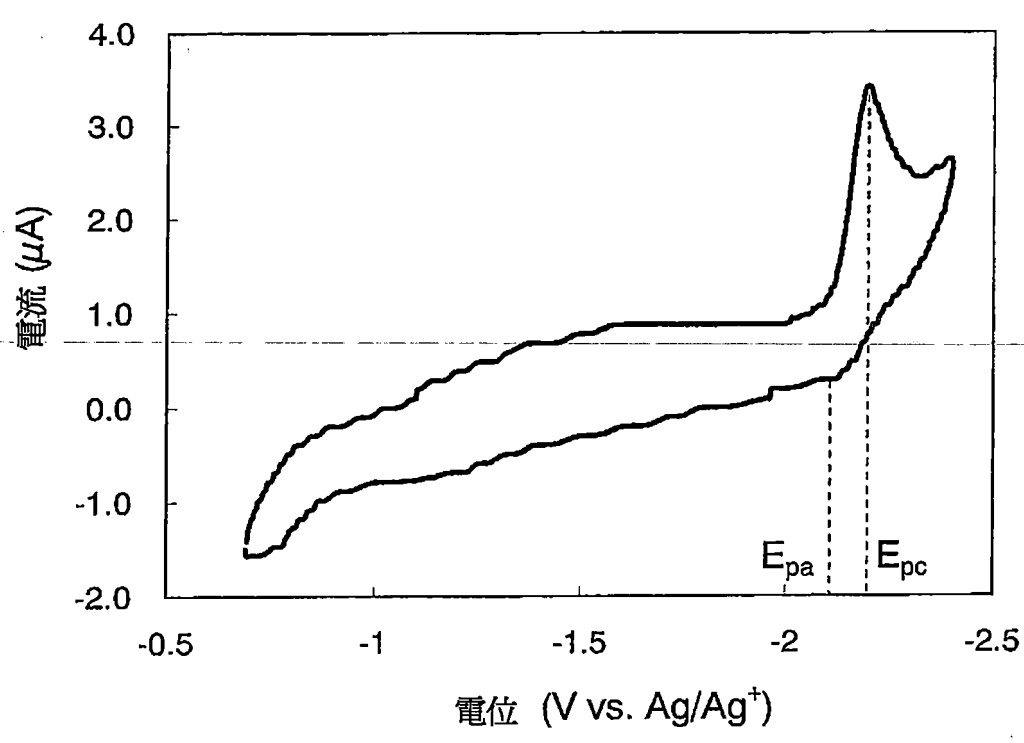


圖 20

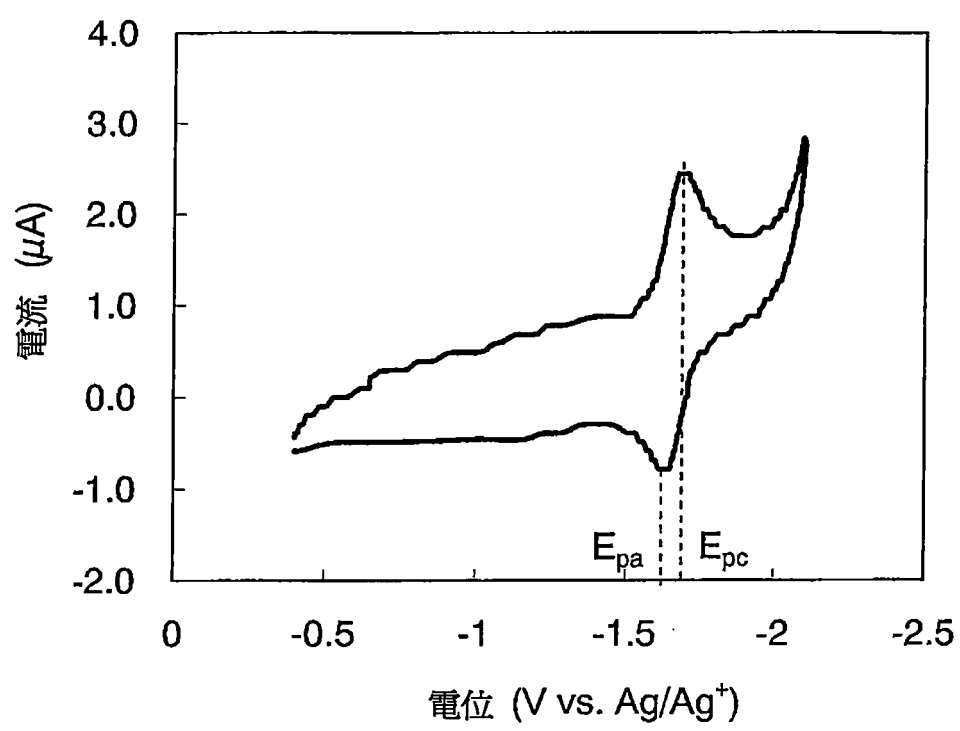


圖 21

