



(21)申請案號：099116680

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : *H01L33/40 (2010.01)**H01L33/36 (2010.01)*

(30)優先權：2009/05/29 日本

2009-131096

(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：能渡廣美 NOWATARI, HIROMI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；大澤信晴
OHSAWA, NOBUHARU (JP)；牛窪孝洋 USHIKUBO, TAKAHIRO (JP)；筒井哲
夫 TSUTSUI, TETSUO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 6967062B2

US 7270871B2

US 2007/0182317A1

US 2009/0085474A1

審查人員：董柏昌

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：17 共 90 頁

(54)名稱

發光元件，發光裝置，電子裝置，和照明裝置

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

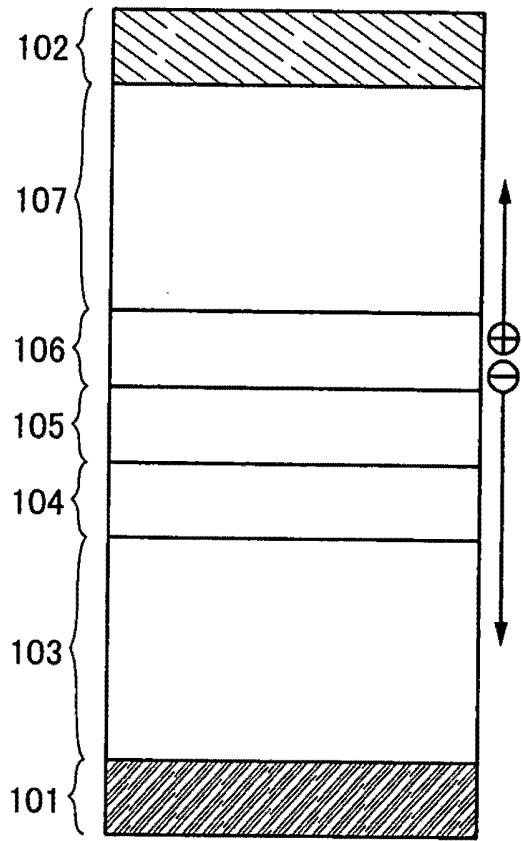
(57)摘要

本發明的目的之一在於提供即使驅動電壓低的狀態下也能夠進行高亮度發光，且使用壽命長的發光元件。本發明的發光元件包括：陽極和陰極之間的 n (n 為 2 以上的自然數) 層 EL 層；從陽極一側在第 m (m 是自然數， $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間具有接觸於第 m EL 層的包含第一施主物質的第一層、接觸於第一層的包含電子傳輸物質及第二施主物質的第二層、接觸於第二層及第 $(m+1)$ EL 層的包含電洞傳輸物質及受主物質的第三層。

An object is to provide a light-emitting element capable of emitting light with a high luminance even at a low voltage, and having a long lifetime. The light-emitting element includes n EL layers between an anode and a cathode (n is a natural number of two or more), and also includes, between m -th EL layer from the anode and $(m+1)$ -th EL layer (m is a natural number, $1 \leq m \leq n-1$), a first layer including a first donor material in contact with the m -th EL layer, a second layer including an electron-transport material and a second donor material in contact with the first layer, and a third layer including a hole-transport material and an acceptor material in contact with the second layer and the $(m+1)$ -th EL layer.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 101 . . . 陽極
- 102 . . . 陰極
- 103 . . . EL 層
- 104 . . . 電子植入緩衝層
- 105 . . . 電子繼電層
- 106 . . . 電荷產生層
- 107 . . . EL 層

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種在一對電極之間具有發光層的發光元件。此外，本發明係關於一種使用該發光元件的發光裝置以及使用該發光裝置的電子裝置及照明裝置。

【先前技術】

近年來，對作為發光物質使用發光性的有機化合物或無機化合物的發光元件的開發積極地進行。尤其是在一對電極之間具有包含發光物質的發光層的結構的被稱為電致發光（以下稱為 EL）元件的發光元件因為薄而輕、高速回應以及直流低電壓驅動等的特性而作為下一代的平面顯示元件引人注目。此外，使用 EL 元件的顯示器還具有優異的對比度、清晰的圖像品質以及廣視角的特點。再者，由於 EL 元件為面狀光源，因此也可以考慮將 EL 元件應用到液晶顯示器的背光燈、照明等的光源。

EL 元件包括一對電極以及設置在一對電極之間的包含發光物質的發光層。該 EL 元件可以藉由在發光層中流過電流來使發光物質激發，以得到所預定的發光顏色。為了提高 EL 元件的發光亮度，在發光層中流過高電流是很有效的。然而，因在 EL 元件中流過大電流，耗電量增大。此外，因在發光層中流過大電流而加速 EL 元件的劣化。

於是，提出了層疊多個發光層的發光元件（例如專利

文獻 1)。在專利文獻 1 中，公開了一種發光元件，該發光元件包括多個發光單元（以下，在本說明書中也表示為 EL 層），並且各發光單元被電荷產生層分隔。明確而言，公開了一種發光元件，該發光元件具有如下結構：在用作第一發光單元的電子植入層的金屬摻雜層上設置有由五氧化釩構成的電荷產生層，並且在該電荷產生層上設置有第二發光單元的結構。專利文獻 1 所公開的發光元件當流過電流密度相同的電流時，與具有一個發光層的發光元件相比，可以得到高亮度發光。

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2003-272860 號公報

【發明內容】

本發明的一個實施例的目的之一在於提供一種能夠進行高亮度發光的發光元件。

此外，本發明的一個實施例的目的之一在於提供一種使用壽命長的發光元件。

此外，本發明的一個實施例的目的之一在於提供一種能夠進行低電壓驅動的發光元件。

此外，本發明的一個實施例的目的之一在於提供一種減少了耗電量的發光裝置。

此外，本發明的一個實施例的目的之一在於提供一種減少了耗電量的電子裝置或照明裝置。

本發明的一個實施例是一種發光元件，包括：陽極和

陰極之間的 n (n 為 2 以上的自然數) 層 EL 層；從陽極一側在第 m (m 是自然數, $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間具有接觸於第 m EL 層的包含第一施主物質的第一層、接觸於第一層的包含電子傳輸物質及第二施主物質的第二層、接觸於第二層及第 $(m+1)$ EL 層的包含電洞傳輸物質及受主物質的第三層。

此外，本發明的一個實施例是一種發光元件，包括：陽極和陰極之間的 n (n 為 2 以上的自然數) 層 EL 層；從陽極一側在第 m (m 是自然數, $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間具有接觸於第 m EL 層的包含第一電子傳輸物質及第一施主物質的第一層、接觸於第一層的包含其 LUMO 能級低於第一電子傳輸物質的 LUMO 能級的第二電子傳輸物質及第二施主物質的第二層、接觸於第二層及第 $(m+1)$ EL 層的包含電洞傳輸物質及受主物質的第三層。

此外，本發明的一個實施例是一種使用上述發光元件製造的發光裝置。

此外，本發明的一個實施例是一種包括上述發光裝置的電子裝置。

此外，本發明的一個實施例是一種包括上述發光裝置的照明裝置。注意，在本說明書中，照明裝置是指能夠控制點燈、熄燈的光源，諸如藉由對光景、可視對象以及其周圍進行照射來使人看得更清楚或利用視覺信號來傳遞資訊等的以利用光對人類生活做貢獻為目的的裝置。

注意，在本說明書中，為方便起見，附加了第一、第二等序數詞，而其並不表示製程順序或疊層順序。此外，本說明書中的序數不表示特定發明的事項的固有名稱。

本發明的一個實施例的發光元件具有多個 EL 層。因此，該發光元件能夠進行高亮度發光。

此外，本發明的一個實施例的發光元件具有多個 EL 層。因此，可以提高該發光元件進行高亮度發光時的使用壽命。

此外，本發明的一個實施例的發光元件具有能夠良好地進行多個 EL 層之間的載子遷移的結構。因此，可以使該發光元件的驅動電壓降低。

此外，本發明的一個實施例的發光裝置具有降低了驅動電壓的發光元件。因此，可以使該發光裝置的耗電量減少。

此外，本發明的一個實施例的電子裝置或照明裝置具有減少了耗電量的發光裝置。因此，可以使該電子裝置或照明裝置的耗電量減少。

【實施方式】

下面，參照附圖詳細說明本發明的實施例模式及實施例。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可以被變換為各種各樣的形式而不脫離本發明的宗旨及其範圍。因此，本發明不被解釋為侷限於以下所示

的實施例模式及實施例所記載的內容。

實施例模式 1

在本實施例模式中，參照圖 1A 和 1B 說明發光元件的一個實施例。

圖 1A 所示的發光元件包括一對電極（陽極 101、陰極 102）之間的包括發光區的第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。並且，該發光元件從陽極 101 一側還具有接觸於第一 EL 層 103 的電子植入緩衝層 104、接觸於電子植入緩衝層 104 的電子繼電層 105 以及接觸於電子繼電層 105 及第二 EL 層 107 的電荷產生層 106。

電子植入緩衝層 104 緩和對第一 EL 層 103 植入電子時的植入屏蔽，並且電子植入緩衝層 104 是以提高對第一 EL 層 103 的電子植入效率為目的的層。在本實施例模式中，電子植入緩衝層 104 以包含施主物質的方式構成。

電子繼電層 105 是以將電子迅速地傳輸到電子植入緩衝層 104 為目的的層。在本實施例模式中，電子繼電層 105 以包含電子傳輸物質及施主物質的方式構成。此外，用於電子繼電層 105 的電子傳輸物質為如下物質：具有高電子傳輸性，還具有其 LUMO（最低空分子軌道：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）能級佔據本實施例模式中後述的第一 EL 層 103 的 LUMO 能級和電荷產生層 106 的受主物質的受主能級之間的能級的物質。明確而言，作為用於電子繼電層 105 的電子傳輸物質，最好使用 LUMO

能級為 -5.0eV 以上的物質。另外，作為用於電子繼電層 105 的電子傳輸物質，更最好使用 LUMO 能級為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下的物質。

電荷產生層 106 是以產生作為發光元件的載子的電洞及電子為目的的層。在本實施例模式中，電荷產生層 106 以包含電洞傳輸物質及受主物質的方式構成。

圖 1B 所示的圖示出圖 1A 的元件結構的能帶圖。在圖 1B 中，附圖標記 111 表示陽極 101 的費米能級，附圖標記 112 表示陰極 102 的費米能級，附圖標記 113 表示第一 EL 層 103 的 LUMO 能級，附圖標記 114 表示電子繼電層 105 的施主物質的施主能級，附圖標記 115 表示電子繼電層 105 的電子傳輸物質的 LUMO 能級，附圖標記 116 表示電荷產生層 106 的受主物質的受主能級，附圖標記 117 表示第二 EL 層 107 的 LUMO 能級。

在圖 1B 中，產生在電荷產生層 106 的電子遷移到電子繼電層 105 中的電子傳輸物質的 LUMO 能級。並且，它藉由電子植入緩衝層 104 遷移到第一 EL 層 103 的 LUMO 能級。然後，在第一 EL 層 103 中，從陽極 101 植入的電洞與從電荷產生層 106 植入的電子再結合。由此，第一 EL 層 103 發光。同樣地，在第二 EL 層 107 中，從電荷產生層 106 植入的電洞與從陰極 102 植入的電子再結合。由此，第二 EL 層 107 發光。

本實施例模式所示的發光元件具有包含電子傳輸物質及施主物質的電子繼電層 105。該施主物質使電子傳輸物

質的 LUMO 能級移動到低能量一側。由於電子繼電層 105 使用其 LUMO 能級低於第一 EL 層 103 的 LUMO 能級的電子傳輸物質，所以最初存在於較低的位置的 LUMO 能級由於施主物質變得更低。因此，使電子繼電層 105 從電荷產生層 106 接受電子時的能壘降低。此外，電子繼電層 105 接受的電子藉由電子植入緩衝層 104 不產生大的植入能壘而迅速地植入到第一 EL 層 103 中。其結果是能夠實現發光元件的低電壓驅動。

下面，說明上述各物質的具體例子。

作為包含在電子植入緩衝層 104 及電子繼電層 105 中的施主物質，可以應用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、鹼金屬、鹼土金屬或稀土金屬的化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）。明確而言，可以舉出鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、銦（Sr）、銦（Eu）、鐿（Yb）等的金屬及這些金屬的化合物。該金屬或金屬化合物由於電子植入性高，因此是最好的。

作為包含在電子繼電層 105 中的電子傳輸物質，可以應用二萘嵌苯衍生物或含氮稠環芳香化合物等。

作為上述二萘嵌苯衍生物的具體例子，可以舉出 3,4,9,10-花四羧酸二酐（*perylene-tetracarboxylic dianhydride*）（簡稱：PTCDA）、3,4,9,10-花四羧酸-雙-苯並咪唑（*perylene-tetracarboxylic-bis-benzimidazole*）（簡稱：PTCBI）、N,N'-二辛基-3,4,9,10-花四羧酸二醯亞胺（

perylene-tetracarboxylic diimide) (簡稱：PTCDI-C₈H)
、N,N'-二己基-3,4,9,10-菲四羧酸二醯亞胺 (簡稱：
HexPTC) 等。

作為上述含氮稠環芳香化合物的具體例子，可以舉出
吡嗪並 (pirazino) [2,3-f][1,10] 菲咯啉-2,3-二甲腈 (dicarbonitrile) (簡稱：PPDN)、2,3,6,7,10,11-六氟-
1,4,5,8,9,12-六氮三苯並苯 (簡稱：HAT(CN)₆)、2,3-二
苯基吡啶並 [2,3-b] 吡嗪 (簡稱：2PYPR)、2,3-雙 (4-氟
苯基) 吡啶並 [2,3-b] 吡嗪 (簡稱：F2PYPR) 等。另外，
因為含氮稠環芳香化合物是穩定的化合物，所以最好用作
包含在電子繼電層 105 中的電子傳輸物質。此外，在含氮
稠環芳香化合物中，藉由使用具有氟基或氯基等吸電子基
(electron-withdrawing group) 的化合物，可以使電子繼
電層 105 中的電子接收變得更容易，因此是最好的。

除了上述以外，作為包含在電子繼電層 105 中的電子
傳輸物質還可以應用如下物質：全氟並五苯、7,7,8,8,-四
氟基對醌二甲烷 (簡稱：TCNQ)、1,4,5,8-萘四羧酸二酐
(簡稱：NTCDA)、十六烷氟代酞菁銅 (簡稱：F₁₆CuPc
)、N,N'-雙 (2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十五烷氟辛
基)-1,4,5,8-萘四羧酸二醯亞胺 (簡稱：NTCDI-C₈F)、
3',4'-二丁基-5,5"-雙 (二氟基亞甲基)-5,5"-二氫-
2,2':5',2"-三聯噻吩 (簡稱：DCMT)、甲醇富勒烯
(例如 [6,6]-苯基 C₆₁ 酞酸甲酯) 等。

作為包含在電荷產生層 106 中的電洞傳輸物質，可以

使用各種有機化合物諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烴和聚合物化合物（低聚物、樹枝狀聚合體、聚合體等）等。此外，上述物質主要是電洞遷移率為 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。

作為上述芳香胺化合物的具體例子，可以舉出 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]聯苯基（簡稱：NPB）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯基]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4',4''-三(咪唑-9-基)三苯基胺（簡稱：TCTA）、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）、N,N'-雙(4-甲基苯基)-N,N'-二苯基-對-苯二胺（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）、N,N'-雙[4-[雙(3-甲基苯基)氨基]苯基]-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯基]-4,4'-二胺（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。

作為上述咪唑衍生物的具體例子，可以舉出 3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑（簡稱：PCzPCA2）、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑（簡稱：PCzPCN1）等。此外，可以舉出 4,4'-二(N-咪唑基)聯苯（簡稱：CBP）、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯（簡稱：

TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱:CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

作為上述芳烴的具體例子，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)、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，該芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴，例如可以舉出 4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱:DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱:DPVPA)等。

此外，作為電洞傳輸物質，也可以應用聚(N-乙烯基咔唑)(簡稱:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱:PVTPA)等聚合物化合物。

另外，作為上述電洞傳輸物質，最好使用具有 1×

$10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述以外的物質。

此外，當藉由蒸鍍法形成上述芳烴的膜時，從蒸鍍時的蒸鍍性、成膜後的膜品質的觀點來看，更最好形成稠環的碳數為 14 至 42。

作為包含在電荷產生層 106 中的受主物質，可以應用過渡金屬氧化物或屬於元素週期表中的第四族至第八族的金屬的氧化物。明確而言，可以舉出氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳以及氧化銻等金屬氧化物。該金屬氧化物具有高電子接收性，因此是最好的。此外，更最好該受主物質是氧化鉬。另外，氧化鉬具有吸濕性低的特徵。

此外，作為電子植入緩衝層 104、電子繼電層 105 以及電荷產生層 106 的製造方法，可以應用各種方法，不侷限於乾處理製程（例如真空蒸鍍法、濺射法等）或濕處理製程（例如噴墨法、旋塗法、塗敷法等）。

下面，說明上述陽極 101 及陰極 102 的具體例子。

作為陽極 101，可以應用功函數大（明確地說，最好為 4.0eV 以上）的金屬、合金、導電化合物和它們的混合物等。明確地說，可以舉出氧化銦-氧化錫（ITO，即氧化銦錫）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅（IZO，即氧化銦鋅）、包含氧化鎢和氧化鋅的氧化銦等導電金屬氧化物。

可以藉由濺射法製造該導電金屬氧化物的薄膜。此外，也可以應用溶膠-凝膠法等來製造該導電金屬氧化物。例如，可以藉由使用對氧化銦添加 1wt%至 20wt%的氧化鋅的靶的濺射法來形成氧化銦-氧化鋅（IZO）。此外，可以藉由使用對氧化銦包含 0.5wt%至 5wt%的氧化鎢和 0.1wt%至 1wt%的氧化鋅的靶的濺射法來形成含有氧化鎢和氧化鋅的氧化銦。

此外，還可以使用金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti）以及這些物質的氮化物（例如氮化鈦等）、氧化鉬、氧化釩、氧化釷、氧化鎢、氧化錳、氧化鈦等氧化物用作陽極 101。另外，還可以應用諸如聚（3,4-乙炔二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（簡稱：PEDOT/PSS）以及聚苯胺/聚（苯乙烯磺酸）（簡稱：PAni/PSS）等導電聚合物。但是，當設置接觸於陽極 101 的電荷產生層作為第一 EL 層 103 的一部分時，可以使用各種導電物質作為陽極 101，而與功函數的大小無關。此外，作為該電荷產生層，可以應用與上述設置在第一 EL 層 103 和第二 EL 層 107 之間的電荷產生層 106 相同的結構。

作為陰極 102，最好使用功函數小（明確地說，最好為 3.8eV 以下）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。明確而言，可以舉出屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素，即鋰（Li）、銫（Cs）等鹼金屬，鎂（

Mg)、鈣(Ca)、銦(Sr)等鹼土金屬以及包含它們的合金(MgAg、AlLi等)，銦(Eu)、鐿(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。此外，可以藉由真空蒸鍍法形成鹼金屬、鹼土金屬以及含有它們的合金的膜。另外，包含鹼金屬及鹼土金屬的合金還可以藉由濺射法來形成。

此外，還可以藉由層疊鹼金屬、鹼土金屬或稀土金屬的化合物(例如，氟化鋰(LiF)、氧化鋰(LiO_x)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF₂)、氟化鉕(ErF₃)等)的薄膜和鋁等金屬膜來形成陰極102。但是，當設置接觸於陰極102的電荷產生層作為第二EL層107的一部分時，可以應用各種導電物質作為陰極102，而與功函數的大小無關。此外，作為該電荷產生層，可以應用與上述設置在第一EL層103和第二EL層107之間的電荷產生層106相同的結構。

此外，在本實施例模式所示的發光元件中，只要陽極101及陰極102中的至少一方透過發光波長，即可。可以藉由使用如ITO等透明電極或者藉由減薄電極的膜厚度來確保透光性。

下面，說明上述第一EL層及第二EL層的具體例子。

第一EL層103及第二EL層107也可以至少包括具有發光物質的發光層而構成。換言之，第一EL層103及第二EL層107也可以具有層疊發光層和發光層以外的層的結構。此外，包括在第一EL層103中的發光層和包括

在第二 EL 層 107 中的發光層可彼此不同。另外，第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107 也可以分別具有層疊發光層和發光層以外的層的疊層結構。

作為發光層以外的層，可以舉出包含電洞植入物質的層（電洞植入層）、包含電洞傳輸物質的層（電洞傳輸層）、包含電子傳輸物質的層（電子傳輸層）、包含電子植入物質的層（電子植入層）、包含雙極性（電子傳輸性及電洞傳輸性）物質的層等。這些層可以適當地組合而構成。

以下示出當第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107 以包括電洞植入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層、電子植入層的方式構成時的構成各層的物質的具體例子。

電洞植入層是包含電洞植入物質的層。作為該電洞植入物質，可以舉出氧化鋁、氧化鈮、氧化釷、氧化鎢、氧化錳等。此外，可以使用酞菁（簡稱：H₂Pc）和銅酞菁（簡稱：CuPc）等的酞菁類化合物以及 PEDOT/PSS（簡稱）等的聚合物等作為電洞植入物質。

電洞傳輸層是包含電洞傳輸物質的層。作為該電洞傳輸物質，可以舉出芳香胺化合物諸如 NPB（簡稱）、TPD（簡稱）、TCTA（簡稱）、TDATA（簡稱）、MTDATA（簡稱）以及 4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]聯苯（簡稱：BSPB）等，咔唑衍生物諸如 PCzPCA1（簡稱）、PCzPCA2（簡稱）、PCzPCN1（簡稱）、CBP（簡稱）、TCPB（簡稱）以及 CzPA（簡稱）。此外，作為該

電洞傳輸物質，可以應用 PVK（簡稱）、PVTBA（簡稱）、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）。上述物質主要是具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述以外的物質。另外，電洞傳輸層不限於單層，也可以使用兩層以上的由上述物質構成的層的層疊。

發光層是包含發光物質的層。作為該發光物質，可以應用以下所示的螢光化合物及磷光化合物。

作為該螢光化合物，可以舉出如下物質：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）、二苯基二萘嵌苯（簡稱：TBP）、2,5,8,11-四-叔丁基二萘嵌苯（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-9,10-二基二-4,1-亞苯基)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-亞苯基二胺 (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' -二苯基喹吖啶酮 (簡稱 : DPQd) 、 紅熒烯 、 5,12-雙 (1,1'-聯苯-4-基) -6,11-二苯基並四苯 (簡稱 : BPT) 、 2- (2-{2-[4- (二甲基氨基) 苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基 (ylidene)) 丙二腈 (簡稱 : DCM1) 、 2-{2-甲基-6-[2- (2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉 (quinolizine) -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) 並四苯-5,11-二胺 (簡稱 : p-mPhTD) 、 7,14-二苯基-N,N,N',N'-四 (4-甲基苯基) 萘並 (acenaphtho) [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-(二甲基氨基)苯基]乙基}-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)乙基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱:BisDCJTM)等。

作為該磷光化合物，可以舉出如下物質：雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶醇-N,C^{2'}]銥(Ⅲ)四(1-吡啶基)硼酸鹽(簡稱:FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶醇-N,C^{2'}]銥(Ⅲ)吡啶甲酸酯(簡稱:FIrpic)、雙[2-(3',5'-雙三氟甲基苯基)吡啶醇-N,C^{2'}]銥(Ⅲ)吡啶甲酸酯(簡稱:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、雙[2-(4',6'-二氟苯基)]吡啶醇-N,C^{2'}]銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:FIracac)、三(2-苯基吡啶醇-N,C^{2'})銥(Ⅲ)(簡稱:Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶醇)銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(ppy)₂(acac))、雙(苯並[h]喹啉)銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(bzq)₂(acac))、雙(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(dpo)₂(acac))、雙[2-(4'-全氟苯基)吡啶醇-N,C^{2'}]銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、雙(2-苯基苯並噻唑-N,C^{2'})銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(bt)₂(acac))、雙[2-(2'-苯並[4,5-α]噻吩基)吡啶醇-N,C^{3'}]銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(btp)₂(acac))、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銥(Ⅲ)乙醯丙酮(簡稱:Ir(piq)₂(acac))、(乙醯丙酮)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]銥(Ⅲ)(簡稱:

$\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$) 、 (乙 醯 丙 酮) 雙 (2,3,5-三 苯 吡 啶 (triphenylpyrazinato)) 銦 (III) (簡 稱 : $\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})$) 、 2,3,7,8,12,13,17,18-八 乙 基 -21H,23H-卟 啉 鉑 (II) (簡 稱 : PtOEP) 、 三 (乙 醯 丙 酮) (單 菲 咯 啉) 銻 (III) (簡 稱 : $\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})$) 、 三 (1,3-二 苯 基 -1,3-丙 二 酮) (單 菲 咯 啉) 銻 (III) (簡 稱 : $\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})$) 、 三 [1- (2-噁 吩 甲 醯 基) -3,3,3-三 氟 丙 酮] (單 菲 咯 啉) 銻 (III) (簡 稱 : $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})$) 等 。

另外，發光層最好具有將這些發光物質分散在主體材料中的結構。作為主體材料，例如可以使用如 NPB (簡稱) 、 TPD (簡稱) 、 TCTA (簡稱) 、 TDATA (簡稱) 、 MTDATA (簡稱) 、 BSPB (簡稱) 等芳香胺化合物、如 PCzPCA1 (簡稱) 、 PCzPCA2 (簡稱) 、 PCzPCN1 (簡稱) 、 CBP (簡稱) 、 TCPB (簡稱) 、 CzPA (簡稱) 等咪唑衍生物、如 PVK (簡稱) 、 PVTPA (簡稱) 、 PTPDMA (簡稱) 、 Poly-TPD (簡稱) 等包含聚合物化合物的電洞傳輸物質、如三 (8-羥基喹啉) 鋁 (簡稱 : Alq) 、三 (4-甲 基 -8-羥基喹啉) 鋁 (簡稱 : Almq₃) 、雙 (10-羥基苯並 [h]喹啉 (quinolinato)) 鈹 (簡稱 : BeBq₂) 、雙 (2-甲 基 -8-羥基喹啉) (4-苯 基 苯 酚) 鋁 (簡稱 : BAlq) 等具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬配合物、如雙 [2-(2-羥基苯基)苯並噁唑]鋅 (簡稱 : $\text{Zn}(\text{BOX})_2$) 、雙 [2-(2-羥基苯基)苯並噻唑]鋅 (簡稱 : $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$) 等具有噁唑類或噻唑類配體的金屬配合物、如 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)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]咔唑(簡稱:CO11)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱:TAZ)、紅菲繞啉(簡稱:BPhen)、浴銅靈(簡稱:BCP)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-co-(吡啶-3,5-二基)](簡稱:PF-Py)以及聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-co-(2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)](簡稱:PF-BPy)等電子傳輸物質。

電子傳輸層是包含電子傳輸物質的層。作為該電子傳輸物質,可以舉出Alq(簡稱)、Almq₃(簡稱)、BeBq₂(簡稱)、BALq(簡稱)等具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬配合物以及Zn(BOX)₂(簡稱)、Zn(BTZ)₂(簡稱)等具有噁唑類或噻唑類配體的金屬配合物等。此外,除了金屬配合物以外,作為該電子傳輸物質,也可以應用PBD(簡稱)、OXD-7(簡稱)、CO11(簡稱)、TAZ(簡稱)、BPhen(簡稱)、BCP(簡稱)、PF-Py(簡稱)、PF-BPy(簡稱)等。上述物質主要是具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子遷移率的物質。但是,只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質,就可以使用上述以外的物質。另外,電子傳輸層不限於單層,也可以使用兩層以上的由上述物質構成的層的層疊。

電子植入層是包含電子植入物質的層。作為電子植入物質,可以舉出氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣

(CaF_2) 等鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物。另外，作為該電子植入物質，還可以應用其中含有鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物的電子傳輸物質（例如其中含有鎂（ Mg ）的 Alq 等）。藉由採用這種結構，可以進一步提高從陰極 102 的電子植入效率。

當在第一 EL 層 103 或第二 EL 層 107 中設置電荷產生層時，電荷產生層是包含電洞傳輸物質和受主物質的層。另外，電荷產生層既可以具有在同一個膜中含有電洞傳輸物質和受主物質的情況，又可以具有層疊有包含電洞傳輸物質的層和包含受主物質的層的情況。但是，在採用層疊結構的情況下，採用具有包含受主物質的層與陽極 101 或陰極 102 接觸的結構。

藉由在第一 EL 層 103 或第二 EL 層 107 中設置電荷產生層，可以形成陽極 101 或陰極 102，而不考慮形成電極的材料的功函數。此外，設置在第一 EL 層 103 或第二 EL 層 107 中的電荷產生層可以應用與上述設置在第一 EL 層 103 和第二 EL 層 107 之間的電荷產生層 106 同樣的結構及物質。由此，在此援用上述說明。

此外，藉由適當地組合這些層進行層疊，可以形成第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。另外，作為第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107 的形成方法，可以根據使用的材料適當地選擇各種方法（例如，乾處理或濕處理等）。例如，可以採用真空蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等。另外，還可以不同的方法形成各個層。

藉由組合上述物質，可以製造本實施例模式所示的發光元件。由該發光元件可以獲得來自上述發光物質的發光。由此，藉由改變用於發光層的發光物質的種類而可以得到各種發光顏色。另外，藉由使用發光顏色不同的多種發光物質作為發光物質，還可以得到寬光譜的發光或白色發光。

注意，在本實施例模式中示出設置有兩層的 EL 層的發光元件，但是 EL 層的層數不侷限於兩層，也可以為兩層以上，例如三層。當在發光元件中設置 n (n 是 2 以上的自然數) 層 EL 層時，在第 m (m 是自然數， $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間從陽極一側按順序層疊電子植入緩衝層、電子繼電層以及電荷產生層，可以降低發光元件的驅動電壓。

此外，本實施例模式所示的發光元件可以形成在各種基板上。作為基板，例如可以使用玻璃、塑膠、金屬板、金屬箔等。另外，當從基板一側取得發光元件的發光時，使用具有透光性的基板即可。但是，只要是在發光元件的製造製程中能夠用作支撐體的基板，就可以使用上述以外的物質。

注意，本實施例模式所示的內容可以與其他實施例模式所示的內容適當地組合而使用。

實施例模式 2

在本實施例模式中，示出實施例模式 1 所示的發光元

件的一個例子。明確而言，參照圖 2A 和 2B 對實施例模式 1 所示的發光元件所具有的電子植入緩衝層 104 由施主物質的單層構成的情況進行說明。

本實施例模式所示的發光元件如圖 2A 所示那樣，在一對電極（陽極 101、陰極 102）之間夾有包含發光區的第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。並且，該發光元件從陽極 101 一側還具有接觸於第一 EL 層 103 的電子植入緩衝層 104、接觸於電子植入緩衝層 104 的電子繼電層 105 以及接觸於電子繼電層 105 及第二 EL 層 107 的電荷產生層 106。

本實施例模式中的陽極 101、陰極 102、第一 EL 層 103、電子繼電層 105、電荷產生層 106 以及第二 EL 層 107 可以使用實施例模式 1 所說明的結構及物質。由此，在此援用實施例模式 1 的說明。

在本實施例模式中，作為用於電子植入緩衝層 104 的物質，可以舉出如下高電子植入物質：鋰（Li）及銫（Cs）等鹼金屬、鎂（Mg）、鈣（Ca）及銦（Sr）等鹼土金屬、銦（Eu）及鐿（Yb）等稀土金屬、鹼金屬化合物（包括氧化鋰等的氧化物、鹵化物、碳酸鋰及碳酸銫等的碳酸鹽）、鹼土金屬化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）以及稀土金屬化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）等。另外，由於這些電子植入性高的物質是在空氣中穩定的物質，因此生產率好，並適合於大量生產。

在本實施例模式所示的發光元件中，作為電子植入緩

衝層 104，設置有上述金屬或其化合物的單層。此外，爲了避免驅動電壓的上升，將電子植入緩衝層 104 的厚度形成得極薄（具體地，1nm 以下）。但是，當在形成電子傳輸層 108 之後在電子傳輸層 108 上形成電子植入緩衝層 104 時，形成電子植入緩衝層 104 的物質的一部分也有可能存在於第一 EL 層 103 的一部分的電子傳輸層 108 中。換言之，膜厚度極薄的電子植入緩衝層 104 存在於電子繼電層 105 和第一 EL 層 103 的一部分的電子傳輸層 108 之間的介面中。另外，在本實施例模式中，最好在第一 EL 層 103 中與電子植入緩衝層 104 接觸地形成電子傳輸層 108。

圖 2B 所示的圖示出圖 2A 的元件結構的能帶圖。在圖 2B 中，藉由在電子繼電層 105 和第一 EL 層 103（電子傳輸層 108）之間的介面中設置電子植入緩衝層 104，可以緩和電荷產生層 106 和第一 EL 層 103（電子傳輸層 108）之間的植入屏蔽。因此可以將在電荷產生層 106 中產生的電子容易地植入到第一 EL 層 103。

此外，藉由採用本實施例模式所示的電子植入緩衝層的結構，與實施例模式 3 中後述的電子植入緩衝層（對電子傳輸物質添加施主物質而形成的層）相比，可以降低發光元件的驅動電壓。

注意，本實施例模式所示的內容可以與其他實施例模式所示的內容適當地組合而使用。

實施例模式 3

在本實施例模式中，示出實施例模式 1 所示的發光元件的一個例子。明確而言，參照圖 3A 和 3B 對實施例模式 1 所示的發光元件所具有的電子植入緩衝層 104 以包含電子傳輸物質和施主物質的方式構成的情況進行說明。

本實施例模式所示的發光元件如圖 3A 所示那樣，在一對電極（陽極 101、陰極 102）之間夾有包含發光區的第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。並且，該發光元件從陽極 101 一側還具有接觸於第一 EL 層 103 的電子植入緩衝層 104、接觸於電子植入緩衝層 104 的電子繼電層 105 以及接觸於電子繼電層 105 及第二 EL 層 107 的電荷產生層 106。

此外，電子植入緩衝層 104 包含電子傳輸物質和施主物質。另外，在本實施例模式中，最好以施主物質與電子傳輸物質的品質比為 0.001：1 以上且 0.1：1 以下的方式添加施主物質。由此，可以得到膜品質好的電子植入緩衝層 104。此外，可以得到反應性好的電子植入緩衝層 104。

本實施例模式中的陽極 101、陰極 102、第一 EL 層 103、電子繼電層 105、電荷產生層 106 以及第二 EL 層 107 可以使用實施例模式 1 所說明的結構及物質。由此，在此援用實施例模式 1 的說明。

在本實施例模式中，作為包含在電子植入緩衝層 104 中的電子傳輸物質，可以舉出如 Alq（簡稱）、Almq₃（

簡稱)、BeBq₂(簡稱)、BAIq(簡稱)等具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬配合物、如Zn(BOX)₂(簡稱)、Zn(BTZ)₂(簡稱)等具有噁唑類或噻唑類配體的金屬配合物、PBD(簡稱)、OXD-7(簡稱)、CO11(簡稱)、TAZ(簡稱)、BPhen(簡稱)、BCP(簡稱)等。此外,上述物質主要是具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子遷移率的物質。

作為包含在電子植入緩衝層104中的電子傳輸物質,除了上述物質以外,還可以應用PF-Py(簡稱)、PF-BPy(簡稱)等聚合物化合物。

此外,在本實施例模式中,作為包含在電子植入緩衝層104中的施主物質,可以舉出鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)等。另外,作為包含在電子植入緩衝層104中的施主物質,也可以應用四硫並四苯(簡稱:TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。

此外,在本實施例模式中,在第一EL層103中與電子植入緩衝層104接觸地形成電子傳輸層108。當與電子植入緩衝層104接觸地形成電子傳輸層108時,用於電子植入緩衝層104的電子傳輸物質與用於第一EL層103的一部分的電子傳輸層108的電子傳輸物質可以相同或不相同。

本實施例模式所示的發光元件的特徵在於如圖3A所示那樣在第一EL層103和電子繼電層105之間設置有包

含電子傳輸物質和施主物質的電子植入緩衝層 104。

圖 3B 所示的圖示出圖 3A 的元件結構的能帶圖。藉由形成電子植入緩衝層 104，可以緩和電子繼電層 105 和第一 EL 層 103（電子傳輸層 108）之間的植入屏蔽。因此可以將在電荷產生層 106 中產生的電子容易地植入到第一 EL 層 103。

注意，本實施例模式所示的內容可以與其他實施例模式所示的內容適當地組合而使用。

實施例模式 4

在本實施例模式中，示出實施例模式 1 所示的發光元件的一個例子。明確而言，參照圖 4A 和 4B 對實施例模式 1 所示的發光元件所具有的電荷產生層 106 的結構進行說明。

本實施例模式所示的發光元件如圖 4A、4B 所示那樣，在一對電極（陽極 101、陰極 102）之間夾有包含發光區的第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。並且，該發光元件從陽極 101 一側還具有接觸於第一 EL 層 103 的電子植入緩衝層 104、接觸於電子植入緩衝層 104 的電子繼電層 105 以及接觸於電子繼電層 105 及第二 EL 層 107 的電荷產生層 106。在圖 4A、4B 中，陽極 101、陰極 102、第一 EL 層 103、電子植入緩衝層 104、電子繼電層 105 以及第二 EL 層 107 可以使用實施例模式 1 至實施例模式 3 所說明的結構及物質。由此，在此援用實施例模式 1 至實施例

模式 3 的說明。

在圖 4A 和 4B 所示的發光元件中，電荷產生層 106 是包含電洞傳輸物質和受主物質的層。此外，在電荷產生層 106 中，藉由受主物質從電洞傳輸物質抽出電子，產生電洞及電子。

圖 4A 所示的電荷產生層 106 具有在同一個膜中包含電洞傳輸物質和受主物質的結構。在此情況下，藉由以受主物質與電洞傳輸物質的重量比為 $0.1:1$ 以上且 $4.0:1$ 以下的方式添加受主物質，在電荷產生層 106 中容易產生載子，因此是最好的。

由於在圖 4A 中採用使受主物質摻雜在電洞傳輸物質中的結構，因此即使在使電荷產生層 106 厚膜化的情況下也可以抑制驅動電壓的上升。因此，可以抑制發光元件的驅動電壓的上升，並且藉由光學調整提高顏色純度。此外，藉由使電荷產生層 106 厚膜化，可以防止發光元件的短路。

另一方面，圖 4B 所示的電荷產生層 106 具有層疊接觸於第二 EL 層 107 的包含電洞傳輸物質的層 106a 和接觸於電子繼電層 105 的包含受主物質的層 106b 的結構。在圖 4B 所示的發光元件的電荷產生層 106 中，藉由在電洞傳輸物質和受主物質之間進行電子的授受而形成的電子轉移絡合物只形成在包含電洞傳輸物質的層 106a 和包含受主物質的層 106b 的介面。所以，圖 4B 所示的發光元件即使在使電荷產生層 106 的厚度變厚的情況下也不容易形成

可見光的吸收帶，因此是最好的。

此外，作為包含在電荷產生層 106 中的電洞傳輸物質，可以使用各種有機化合物諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烴和聚合物化合物（低聚物、樹枝狀聚合體、聚合體等）等。

作為上述芳香胺化合物的具體例子，可以舉出 NPB（簡稱）、TPD（簡稱）、TCTA（簡稱）、TDATA（簡稱）、MTDATA（簡稱）、DTDPPA（簡稱）、DPAB（簡稱）、DNTPD（簡稱）、DPA3B（簡稱）等。

作為上述咪唑衍生物的具體例子，可以舉出 PCzPCA1（簡稱）、PCzPCA2（簡稱）、PCzPCN1（簡稱）等。此外，可以舉出 CBP（簡稱）、TCPB（簡稱）、CzPA（簡稱）、1,4-雙[4-（N-咪唑基）苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

作為上述芳烴的具體例子，可以舉出 t-BuDNA（簡稱）、DPPA（簡稱）、t-BuDBA（簡稱）、DNA（簡稱）、DPAnth（簡稱）、t-BuAnth（簡稱）、DMNA（簡稱）、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，該芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙

烯基的芳烴，例如可以舉出 DPVBi（簡稱）、DPVPA（簡稱）等。

此外，作為該電洞傳輸物質，也可以應用 PVK（簡稱）、PVTBA（簡稱）等聚合物化合物。

另外，作為上述電洞傳輸物質，最好使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述以外的物質。

此外，當藉由蒸鍍法形成上述芳烴的膜時，從蒸鍍時的蒸鍍性、成膜後的膜品質的觀點來看，更最好形成稠環的碳數為 14 至 42。

作為包含在電荷產生層 106 中的受主物質，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷（簡稱：F₄-TCNQ）、氯醌等。此外，作為該受主物質，可以舉出過渡金屬氧化物。另外，可以舉出屬於元素週期表中的第四族至第八族的金屬的氧化物。明確而言，氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳以及氧化銻具有高電子接收性，因此是最好的。此外，更最好該受主物質是氧化鉬。另外，氧化鉬具有吸濕性低的特徵。

注意，本實施例模式所示的內容可以與其他實施例模式所示的內容適當地組合而使用。

實施例模式 5

在本實施例模式中，示出實施例模式 1 所示的發光元

件的一個例子。明確而言，參照圖 5A 和 5B 說明實施例模式 2 所示的發光元件的一個例子。

本實施例模式所示的發光元件如圖 5A 所示那樣，在一對電極（陽極 101、陰極 102）之間夾有包含發光區的第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107。並且，該發光元件從陽極 101 一側還具有接觸於第一 EL 層 103 的電子植入緩衝層 104、接觸於電子植入緩衝層 104 的電子繼電層 105 以及接觸於電子繼電層 105 及第二 EL 層 107 的電荷產生層 106。

本實施例模式中的陽極 101、陰極 102、電子植入緩衝層 104、電子繼電層 105 以及電荷產生層 106 可以使用實施例模式 1 至實施例模式 4 所說明的結構及物質。由此，在此援用實施例模式 1 至實施例模式 4 的說明。

在本實施例模式中，第一 EL 層 103 包括呈現在藍色至藍綠色的波長區具有峰的發射光譜的第一發光層 103a、呈現在黃色至橙色的波長區具有峰的發射光譜的第二發光層 103b。此外，第二 EL 層 107 包括呈現在藍綠色至綠色的波長區具有峰的發射光譜的第三發光層 107a、呈現在橙色至紅色的波長區具有峰的發射光譜的第四發光層 107b。第一發光層 103a 和第二發光層 103b 也可以以相反的順序層疊。另外，第三發光層 107a 和第四發光層 107b 也可以以相反的順序層疊。

當對這種發光元件使陽極 101 一側為正且陰極 102 一側為負地施加偏壓時，從陽極 101 植入的電洞和產生在電

荷產生層 106 中並藉由電子繼電層 105 及電子植入緩衝層 104 植入的電子在第一發光層 103a 或第二發光層 103b 中再結合。由此，得到第一發光 330。再者，從陰極 102 植入的電子和產生在電荷產生層 106 中的電洞在第三發光層 107a 或第四發光層 107b 中再結合。由此，得到第二發光 340。

圖 5B 示出第一發光 330 及第二發光 340 的發射光譜的示意圖。第一發光 330 是將從第一發光層 103a 及第二發光層 103b 的兩者的發光組合的發光。因此，呈現在藍色至藍綠色的波長區以及黃色至橙色的波長區的兩者具有峰的發射光譜。換言之，第一 EL 層 103 呈現 2 波長型的白色或近似白色的顏色的發光。此外，第二發光 340 是將從第三發光層 107a 及第四發光層 107b 的兩者的發光組合的發光。因此，呈現在藍綠色至綠色的波長區以及橙色至紅色的波長區的兩者具有峰的發射光譜。換言之，第二 EL 層 107 呈現與第一 EL 層 103 不同的 2 波長型的白色或近似白色的顏色的發光。

所以，在本實施例模式的發光元件中，第一發光 330 及第二發光 340 重疊，其結果可以得到覆蓋藍色至藍綠色的波長區、藍綠色至綠色的波長區、黃色至橙色的波長區、橙色至紅色的波長區的發光。

由於第一發光層 103a（呈現在藍色至藍綠色的波長區具有峰的發射光譜）對於整個發射光譜的貢獻為 1/4 左右，所以例如即使第一發光層 103a（呈現在藍色至藍綠

色的波長區具有峰的發射光譜)的發光亮度隨時間劣化或因電流密度變化，色度的偏差也相對地較小。

注意，上述說明第一 EL 層 103 呈現在藍色至藍綠色的波長區以及黃色至橙色的波長區的兩者具有峰的發射光譜，並且第二 EL 層 107 呈現在藍綠色至綠色的波長區以及橙色至紅色的波長區的兩者具有峰的發射光譜的情況作為例子，但是也可以彼此相反。換言之，也可以採用第二 EL 層 107 呈現在藍色至藍綠色的波長區以及黃色至橙色的波長區的兩者具有峰的發射光譜，並且第一 EL 層 103 呈現在藍綠色至綠色的波長區以及橙色至紅色的波長區的兩者具有峰的光譜的結構。此外，第一 EL 層 103 及第二 EL 層 107 也可以分別具有形成有發光層以外的層的疊層結構。

接著，說明可以用於本實施例模式所示的發光元件的 EL 層的使用發光性有機化合物的物質。注意，可以應用於本實施例模式所示的發光元件的物質不侷限於如下物質。

例如，藉由使用二萘嵌苯、TBP(簡稱)、9,10-二苯蒽等作為客體材料並將該客體材料分散在適當的主體材料中，可以得到藍色至藍綠色發光。此外，可以從苯乙烯基亞芳香基衍生物如 DPVBi(簡稱)等或蒽衍生物如 DNA(簡稱)、t-BuDNA(簡稱)等得到藍色至藍綠色發光。另外，也可以使用聚(9,9-二辛基芴)等的聚合物。此外，作為藍色發光的客體材料，可以舉出苯乙烯胺衍生物如

YGA2S (簡稱)、N,N'-二苯基-N,N'-雙(9-苯基-9H-吡啶-3-基)二苯乙烯-4,4'-二胺(簡稱:PCA2S)等。尤其是,最好使用YGA2S(簡稱),因為它在450nm附近具有峰。此外,作為主體材料,最好使用蔥衍生物,並最好使用t-BuDNA(簡稱)、CzPA(簡稱)。尤其最好使用CzPA(簡稱),因為它電化學穩定。

例如,藉由使用香豆素30、香豆素6等香豆素類色素、FIrpic(簡稱)、Ir(ppy)₂(acac)(簡稱)等作為客體材料並將該客體材料分散在適當的主體材料中,可以得到藍綠色至綠色發光。另外,也可以從BAIq(簡稱)、Zn(BTZ)₂(簡稱)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)鎵鎔(Ga(mq)₂Cl)等金屬配合物得到藍綠色至綠色發光。另外,也可以使用聚(p-亞苯基亞乙烯基)等的聚合物。另外,藉由將上述二萘嵌苯或TBP(簡稱)以5wt%以上的高濃度分散在適當的主體材料中,也可以得到作為藍綠色至綠色發光。此外,作為藍綠色至綠色的發光層的客體材料,最好使用蔥衍生物,因為它可以得到高效率的發光。例如藉由使用DPABPA(簡稱)可以得到高效率的藍綠色發光。此外,由於可以得到高效率的綠色發光,所以最好使用其2位由氨基取代的蔥衍生物,其中最好使用2PCAPA(簡稱),因為它的使用壽命尤其長。作為這些材料的主體材料,最好使用蔥衍生物,其中最好使用上述的CzPA(簡稱),因為它在電化學上穩定。另外,在組合綠色發光和藍色發光來製造在藍色至綠色的波長區具有兩個峰的發

光元件的情況下，若使用 CzPA（簡稱）之類的電子傳輸性蔥衍生物作為藍色發光層的主體並且使用 NPB（簡稱）之類的電洞傳輸性芳香胺化合物作為綠色發光層的主體，則可以在藍色發光層和綠色發光層的介面得到發光，因此是最好的。換言之，在此情況下，作為 2PCAPA（簡稱）之類的綠色發光材料的主體，最好使用如 NPB（簡稱）之類的芳香胺化合物。

例如，藉由使用紅熒烯、DCM1（簡稱）、DCM2（簡稱）、雙[2-（2-噻吩基）吡啶醇]乙醯丙酮銦($\text{Ir}(\text{thp})_2(\text{acac})$)、雙-（2-苯基喹啉）乙醯丙酮銦($\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})$)等作為客體材料並將該客體材料分散在適當的主體材料中，可以得到黃色至橙色發光。尤其是，最好使用紅熒烯之類的並四苯衍生物作為客體材料，因為它具有高效率並在化學上很穩定。作為在此情況下的主體材料，最好使用 NPB（簡稱）之類的芳香胺化合物。作為其他主體材料，也可以使用雙（8-羥基喹啉）鋅（簡稱： Znq_2 ）或雙[2-肉桂醯-8-羥基喹啉]鋅（簡稱： Znsq_2 ）等的金屬配合物。此外，也可以使用聚（2,5-二烷氧基-1,4-亞苯基乙烯）等的聚合物。

例如，藉由使用 BisDCM（簡稱）、4-（二氰基亞甲基）-2,6-雙[2-（久洛尼定-9-基）乙烯基]-4H-吡喃（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 ）、 $\text{Ir}(\text{thp})_2(\text{acac})$ （簡稱）等作為客體材料並將該客體材料

分散在適當的主體材料中，可以得到橙色至紅色發光。也可以從 Znq_2 （簡稱）、 $Znsq_2$ （簡稱）等金屬配合物得到橙色至紅色發光。另外，也可以使用聚(3-烷基噻吩)等的聚合物。作為呈現紅色發光的客體材料，最好使用 BisDCM（簡稱）、DCM2（簡稱）、DCJTI（簡稱）、BisDCJTM（簡稱）之類的 4H-吡喃衍生物，因為它的效率高。尤其是，由於 DCJTI（簡稱）、BisDCJTM（簡稱）在 620nm 附近具有發光的峰，因此是最好的。

另外，可以使用其波長短於發光有機化合物的主體材料或其能隙較大的主體材料作為上述結構中的適當的主體材料。明確而言，主體材料可以從以實施例模式 1 所示的例子為代表的電洞傳輸材料或電子傳輸材料中適當地選擇。此外，也可以使用 CBP（簡稱）、TCTA（簡稱）、TCPB（簡稱）等。

在本實施例模式所示的發光元件中，第一 EL 層的發射光譜及第二 EL 層的發射光譜重疊，其結果可以得到覆蓋藍色至藍綠色的波長區、藍綠色至綠色的波長區、黃色至橙色的波長區、橙色至紅色的波長區白色發光。

再者，也可以藉由調節各個疊層的膜厚來有意圖地稍微地干涉光，抑制突出的尖銳峰產生而得到梯形的發射光譜，以將其光接近於具有連續光譜的自然光。另外，也可以藉由調節各個疊層的膜厚來有意圖地稍微地干涉光，改變發射光譜的峰的位置。藉由調節各個疊層的膜厚以使在發射光譜中出現的多個峰的強度大致相同，並且縮短各個

峰的間隔，可以得到具有近於梯形的發射光譜的白色發光。

此外，在本實施例模式中示出在多層的發光層的每一個中重疊彼此處於補色關係的發光顏色而可以得到白色發光的 EL 層。如下說明因補色關係而呈現白色發光的 EL 層的具體結構。

設置在本實施例模式所示的發光元件中的 EL 層例如可以採用如下結構：從陽極 101 一側按順序層疊包含電洞傳輸物質和第一發光物質的第一層、包含電洞傳輸物質和第二發光物質的第二層、包含電子傳輸物質和第二發光物質的第三層。

在本實施例模式所示的發光元件的 EL 層中，爲了得到白色發光，需要第一發光物質和第二發光物質的兩者發射光。從而，爲了調節 EL 層內的載子的傳輸性，最好電洞傳輸物質和電子傳輸物質都是主體材料。此外，作爲可以用於 EL 層的電洞傳輸物質或電子傳輸物質，可以適當地使用實施例模式 1 所示的物質。

此外，第一發光物質及第二發光物質可以選擇性地使用各個發光顏色處於補色關係的物質。作爲補色關係，可以舉出藍色和黃色、藍綠色和紅色等。作爲發出藍色光、黃色光、藍綠色光和紅色光的物質，例如從以上列舉的發光物質中適當地選擇出即可。另外，藉由使第二發光物質的發光波長比第一發光物質的發光波長短，可以將第二發光物質的一部分激發能量傳遞到第一發光物質中，而使第

一發光物質發光。由此，在本實施例模式的發光元件中，最好第二發光物質的發光峰值波長比第一發光物質的發光峰值波長短。

在本實施例模式所示的發光元件的結構中，可以得到從第一發光物質的發光和從第二發光物質的發光的兩者，並由於第一發光物質和第二發光物質的發光顏色彼此處於補色關係，因此可以得到白色發光。此外，藉由採用本實施例模式所示的發光元件的結構，可以得到使用壽命長的發光元件。

注意，本實施例模式所示的內容可以與其他實施例模式所示的內容適當地組合而使用。

實施例模式 6

在本實施例模式中，使用圖 6A 至 6C 說明包括實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件的發光裝置的一個實施例。圖 6A 至 6C 是該發光裝置的截面圖。

在圖 6A 至 6C 中，本實施例模式的發光裝置具有基板 10、設置在基板 10 上的發光元件 12 以及電晶體 11。發光元件 12 在第一電極 13 和第二電極 14 之間具有包含有機化合物的層 15。包含有機化合物的層 15 具有 n (n 是 2 以上的自然數) 層的 EL 層，並且在第 m (m 是自然數， $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間包括接觸於第 m EL 層的電子植入緩衝層、接觸於電子植入緩衝層的電子繼電層以及接觸於電子繼電層及第 $(m+1)$ EL 層的

電荷產生層。此外，每個 EL 層至少設置有發光層，並且採用除了發光層以外，適當地設置電洞植入層、電洞傳輸層、電子傳輸層或電子植入層的結構。換言之，發光元件 12 是實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。電晶體 11 的汲區藉由穿過第一層間絕緣膜 16a、16b、16c 的佈線 17 與第一電極 13 電連接。藉由隔壁層 18，發光元件 12 與相鄰地設置的其他發光元件分離。

此外，圖 6A 至 6C 所示的電晶體 11 是以半導體層為中心在與基板相反一側設置有閘極電極的頂柵型電晶體。注意，電晶體 11 的結構沒有特別的限制，例如也可以使用底閘型電晶體。此外，當採用底閘型時，既可以使用在形成通道的半導體層上形成保護膜的電晶體（通道保護型），又可以使用形成通道的半導體層的一部分成為凹狀的電晶體（通道蝕刻型）。

此外，作為構成電晶體 11 的半導體層的材料，只要是矽（Si）及鍺（Ge）等元素週期表中的第 14 族元素、砷化鎵及磷化銦等化合物以及氧化鋅及氧化錫等氧化物等呈現半導體特性的物質，就可以使用任何材料。此外，該半導體層可以採用結晶結構或非晶結構。

另外，作為呈現半導體特性的氧化物（氧化物半導體），可以使用選自銦、鎵、鋁、鋅以及錫中的元素的複合氧化物。例如，可以舉出氧化鋅（ZnO）、含有氧化鋅的氧化銦（IZO：Indium Zinc Oxide）、由氧化銦、氧化鎵、氧化鋅構成的氧化物（IGZO：Indium Gallium Zinc

Oxide)。此外，作為結晶結構的半導體層的具體例子，可以舉出單晶半導體、多晶半導體或微晶半導體。這些物質既可以藉由雷射晶化形成，也可以藉由採用使用例如鎳等的固相生長法的晶化形成。

此外，在本說明書中，在考慮到吉布斯自由能時，微晶半導體屬於位於非晶和單晶的中間的準穩定狀態。換言之，微晶半導體是具有自由能方面穩定的第三狀態的半導體並具有短程序列及晶格應變。微晶半導體的典型例子的微晶矽的拉曼光譜轉移到比表示單晶矽的 520cm^{-1} 低的波數一側。即，微晶矽的拉曼光譜的峰值位於表示單晶矽的 520cm^{-1} 和表示非晶矽的 480cm^{-1} 之間。此外，包含至少 1 原子 % 或其以上的氫或鹵素，以飽和懸空鍵 (dangling bond)。再者，藉由使微晶半導體層包含氦、氬、氙、氡等的稀有氣體元素而進一步促進晶格應變，可以得到穩定性提高的優質的微晶半導體層。

此外，在半導體層由非晶結構的物質例如非晶矽形成的情況下，最好發光裝置具有電路，該電路藉由使電晶體 11 以及其他電晶體（構成用來驅動發光元件的電路的電晶體）都由 N 通道型電晶體構成。這是因為可以使該發光裝置的製造製程簡化的緣故。另外，氧化鋅 (ZnO)、含有氧化鋅的氧化銦 (IZO)、由氧化銦、氧化鋁、氧化鋅構成的氧化物 (IGZO) 等為 N 型半導體。由此，將這些氧化物用作半導體層的電晶體成為 N 通道型。此外，該發光裝置既可以採用具有由 N 通道型和 P 通道型中的

一種電晶體構成的電路的發光裝置，又可以採用具有由兩者的電晶體構成的電路的發光裝置。

此外，第一層間絕緣膜 16a 至 16c 可以為如圖 6A 和 6C 所示的多層或單層。此外，第一層間絕緣膜 16a 由無機物如氧化矽或氮化矽形成，第一層間絕緣膜 16b 由丙烯酸樹脂、矽氧烷（由矽（Si）和氧（O）鍵形成骨架結構的作為取代基至少包含氫的有機基）或藉由可塗布成膜的具有自我平整性物質如氧化矽形成。再者，第一層間絕緣膜 16c 由含氬（Ar）的氮化矽膜形成。另外，對構成各個層的物質沒有特別的限制，而還可以使用除了以上物質之外的物質。此外，還可以進一步地組合由上述物質以外的物質構成的層。如上所述，既可以使用無機物也可以使用有機物或者使用它們的兩者來形成層間絕緣膜 16a 至 16c。

隔壁層 18 的邊緣部最好具有曲率半徑連續變化的形狀。此外，隔壁層 18 藉由使用丙烯酸樹脂、矽氧烷、氧化矽等形成。另外，隔壁層 18 可以由無機膜和有機膜中的任一方或兩者形成。

此外，在圖 6A 和 6C 中採用只有第一層間絕緣膜 16a 至 16c 設置在電晶體 11 和發光元件 12 之間的結構。但是，也可以採用除了第一層間絕緣膜 16a 至 16c 以外，如圖 6B 所示那樣還設置第二層間絕緣膜 19a、19b 的結構。在圖 6B 所示的發光裝置中，第一電極 13 穿過第二層間絕緣膜 19a、19b 與佈線 17 電連接。

與第一層間絕緣膜 16a 至 16c 同樣，第二層間絕緣膜 19a、19b 可以為多層或單層。此外，第二層間絕緣膜 19a 由丙烯酸樹脂、矽氧烷或藉由可塗布成膜的具有自我平整性物質例如氧化矽形成。再者，第二層間絕緣膜 19b 由含氬 (Ar) 的氮化矽膜形成。另外，對構成各個層的物質沒有特別的限制，而還可以使用除了以上物質之外的物質。此外，還可以進一步地組合由上述物質以外的物質構成的層。如上所述，可以使用無機物和有機物的兩者形成第二層間絕緣膜 19a、19b 或者可使用無機膜和有機膜的任一種形成第二層間絕緣膜 19a、19b。

當在發光元件 12 中第一電極 13 和第二電極 14 都由具有透光性的物質構成時，如圖 6A 的空心箭頭所示，可以從第一電極 13 一側和第二電極 14 一側的兩者取得發光。此外，當只有第二電極 14 由具有透光性的物質構成時，如圖 6B 的空心箭頭所示，可以只從第二電極 14 一側取得發光。在此情況下，第一電極 13 最好由具有高反射率的材料構成或者最好將由具有高反射率的材料構成的膜（反射膜）設置在第一電極 13 的下方。另外，當只有第一電極 13 由具有透光性的物質構成時，如圖 6C 的空心箭頭所示，可以只從第一電極 13 一側取得發光。在此情況下，第二電極 14 最好由具有高反射率的材料構成或者最好將反射膜設置在第二電極 14 的上方。

此外，發光元件 12 既可以採用當施加電壓以使第二電極 14 的電位高於第一電極 13 的電位時工作的方式層疊

包含有機化合物的層 15 的結構，又可以採用當施加電壓以使第二電極 14 的電位低於第一電極 13 的電位時工作的方式層疊包含有機化合物的層 15 的結構。在前一情況中，第一電極 13 為陽極，第二電極 14 為陰極，並電晶體 11 是 N 通道型電晶體。在後一情況中，第一電極 13 為陰極，第二電極 14 為陽極，並電晶體 11 是 P 通道型電晶體。

如上所述，在本實施例模式中，說明了使用電晶體控制發光元件的驅動的主動矩陣型發光裝置，此外，也可以採用被動矩陣型發光裝置，其中將電晶體等的驅動元件不設置在與發光元件同一基板上而驅動發光元件。圖 7A 示出應用實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件而製造的被動矩陣型發光裝置的立體圖。另外，圖 7B 是沿著圖 7A 的虛線 X-Y 的截面圖。

在圖 7A 和 7B 中，在基板 951 上在電極 952 和電極 956 之間設置有發光元件 955。發光元件 955 是實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置有隔壁層 954。隔壁層 954 的側壁具有傾斜，使得一方的側壁和另一方的側壁之間的距離越靠近基板表面越變窄。換言之，短邊方向的隔斷層 954 的截面是梯形，底邊（朝向與絕緣層 953 的面方向同樣的方向並且與絕緣層 953 接觸的邊）比上邊（朝向與絕緣層 953 的面方向同樣的方向並且與絕緣層 953 不接觸的邊）短。如上所述，藉由設置隔壁層 954，可以

防止發光元件的起因於靜電等的缺陷。另外，藉由使被動矩陣型發光裝置包括實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件，可以得到耗電量低的發光裝置。

由於本實施例模式所示的發光裝置使用在實施例模式 1 至實施例模式 5 中示出一個例子的發光元件，因此可以得到亮度高且驅動電壓低的發光裝置。此外，該發光裝置是耗電量低的發光裝置。

實施例模式 7

在本實施例模式中說明包括實施例模式 6 中示出一個例子的發光裝置的電子裝置。

作為本實施例模式的電子裝置，可以舉出電視機、影像拍攝裝置如攝影機、數位相機等、護目鏡型顯示器、導航系統、電腦、遊戲機、可攜式資訊終端（可攜式電腦、行動電話、可攜式遊戲機或電子讀取器等）、具有記錄媒體的圖像再現裝置（具體為再現數位影音光碟（DVD）等記錄媒體並且具有可以顯示其圖像的顯示裝置的裝置）等。在圖 8A 至 8E 中示出這些電子裝置的具體例子。

圖 8A 示出可攜式資訊終端設備 800 的一個例子。可攜式資訊終端設備 800 內置有電腦而可以進行各種資料處理。作為這種可攜式資訊終端設備 800，可以舉出 PDA（Personal Digital Assistance：個人數位助理）。

可攜式資訊終端設備 800 由框體 801 及框體 803 的兩個框體構成。框體 801 和框體 803 由連結部 807 連結為可

折疊方式。框體 801 組裝有顯示部 802，框體 803 具備有鍵盤 805。當然，可攜式資訊終端設備 800 的結構不侷限於如上所述的結構，可以採用適當地設置其他輔助設備的結構。將與實施例模式 1 至實施例模式 5 所說明的發光元件相同的發光元件排列成矩陣形狀以構成顯示部 802。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的顯示部 802 也具有同樣的特徵，因此該可攜式資訊終端設備實現低耗電量化。

圖 8B 示出根據本實施例模式的數位攝像機 810 的一個例子。數位攝像機 810 的框體 811 組裝有顯示部 812，並且還設置有各種操作部。注意，對數位攝像機 810 的結構沒有特別的限制，而可以採用適當地設置其他輔助設備的結構。

在數位攝像機 810 中，將與實施例模式 1 至實施例模式 5 所說明的發光元件相同的發光元件排列成矩陣形狀以構成顯示部 812。該發光元件具有驅動電壓低、亮度高且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的顯示部 812 也具有同樣的特徵，因此數位攝像機 810 實現低耗電量化。

圖 8C 示出根據本實施例模式的行動電話機 820 的一個例子。行動電話機 820 由框體 821 及框體 822 的兩個框體構成，並且框體 821 和框體 822 由連結部 823 連結為可折疊方式。框體 822 組裝有顯示部 824，框體 821 設置有操作鍵 825。注意，對行動電話機 820 的結構沒有特別的限制，而可以採用適當地設置其他輔助設備的結構。

在行動電話機 820 中，將與實施例模式 1 至實施例模式 5 所說明的發光元件相同的發光元件排列成矩陣形狀以構成顯示部 824。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的顯示部 824 也具有同樣的特徵，因此該行動電話機實現低耗電量化。此外，也可以使用上述實施例模式所示的發光元件作為設置在行動電話機等中的顯示器的背光燈。

圖 8D 示出可攜式電腦 830 的一個例子。電腦 830 具備能夠開閉地連結的框體 831 和框體 834。框體 831 組裝有顯示部 832，框體 834 具備有鍵盤 833 等。注意，對電腦 830 的結構沒有特別的限制，而可以採用適當地設置其他輔助設備的結構。

在電腦 830 中，將與實施例模式 1 至實施例模式 5 所說明的發光元件相同的發光元件排列成矩陣形狀以構成顯示部 832。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的顯示部 832 也具有同樣的特徵，因此該電腦實現低耗電量化。

圖 8E 示出電視裝置 840 的一個例子。在電視裝置 840 中，框體 841 組裝有顯示部 842。利用顯示部 842 可以顯示圖像。此外，在此示出利用支架 843 支撐框體 841 的結構。

可以藉由利用框體 841 所具備的操作開關（未圖示）、另外提供的遙控操作機 850 進行電視裝置 840 的操作。藉由利用遙控操作機 850 所具備的操作鍵 851，可以進行

頻道及音量的操作，並可以對在顯示部 842 上顯示的圖像進行操作。此外，也可以採用在遙控操作機 850 中設置顯示從該遙控操作機 850 輸出的資訊的顯示部 852 的結構。

此外，電視裝置 840 採用具備接收機及數據機等的結構。可以藉由利用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，也可以進行單向（從發送者到接收者）或雙向（在發送者和接收者之間或在接收者之間等）的資訊通信。

在電視裝置 840 中，藉由將與實施例模式 1 至實施例模式 5 所說明的發光元件相同的發光元件排列成矩陣形狀以構成顯示部 842 和顯示部 852 的至少一方。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的顯示部也具有同樣的特徵。

如上所述，發光裝置的應用範圍很廣泛，可以將該發光裝置應用於各種領域的電子裝置。此外，藉由使用具有實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件的發光裝置，可以提供具有呈現高亮度的發光的耗電量低的顯示部的電子裝置。

實施例模式 8

在本實施例模式中，對包括在實施例模式 6 中示出一個例子的發光裝置的照明裝置進行說明。

圖 9 是示出室內的照明裝置的圖。圖 9 所示的臺燈 900 包括照明部 901。將實施例模式 1 至實施例模式 5 所

示的發光元件應用於照明部 901。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於由該發光元件構成的照明部 901 也具有同樣的特徵，所以該臺燈 900 實現低耗電量化。此外，因為該發光元件可以實現大面積化，所以也可以應用於天板上照明裝置 910 的照明部 911。此外，由於該發光元件可以實現撓性化，因此也可以應用於捲曲型照明裝置 (roll-type lighting device) 920 的照明部 921。

圖 10A 是示出信號機的圖。信號機 1000 具有藍色的照明部 1001、黃色的照明部 1002、紅色的照明部 1003。在信號機 1000 中，對應於藍色、黃色、紅色的各照明部的至少一個具有實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於包括該發光元件的對應於藍色、黃色、紅色的各照明部也具有同樣的特徵，所以該信號機實現低耗電量化。

圖 10B 是示出緊急出口引導燈的圖。緊急出口引導燈 1010 可以組合照明部和設有螢光部的螢光板而構成。此外，也可以組合發射特定的顏色的光的照明部和設有如附圖那樣的形狀的透光部的遮光板而構成。作為緊急出口引導燈 1010 的照明部應用實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於包括該發光元件的照明部也具有同樣的特徵，所以該緊急出口引導燈實現低耗電量化。

圖 10C 是示出路燈的圖。路燈具有支撐體 1021 和照明部 1022。作為照明部 1022 應用實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於包括該發光元件的照明部也具有同樣的特徵，所以該路燈實現低耗電量化。

此外，如圖 10C 所示那樣，可以藉由電線桿 1023 的輸電線 1024 對路燈供給電源電壓。但是，電源電壓的供給方法不侷限於此。例如可以在支撐體 1021 中設置光電轉換裝置，並且將藉由光電轉換裝置得到的電壓用作電源電壓。

此外，圖 10D 和圖 10E 示出將照明裝置應用於攜帶式照明的例子。圖 10D 是示出安裝型光燈的結構的圖，而圖 10E 是示出手提式燈的結構的圖。

圖 10D 是示出可穿戴型光燈的圖。可穿戴型光燈具有安裝部 1031、照明部 1032。此外，照明部 1032 固定在安裝部 1031。作為照明部 1032 應用實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於包括該發光元件的照明部也具有同樣的特徵，所以該可穿戴型光燈實現低耗電量化。

此外，不侷限於圖 10D 所示的可穿戴型光燈的結構，例如可以採用如下結構：安裝部 1031 為環狀的平帶或橡皮帶的帶子，在該帶子上固定照明部 1032，而該帶子直接纏頭上。

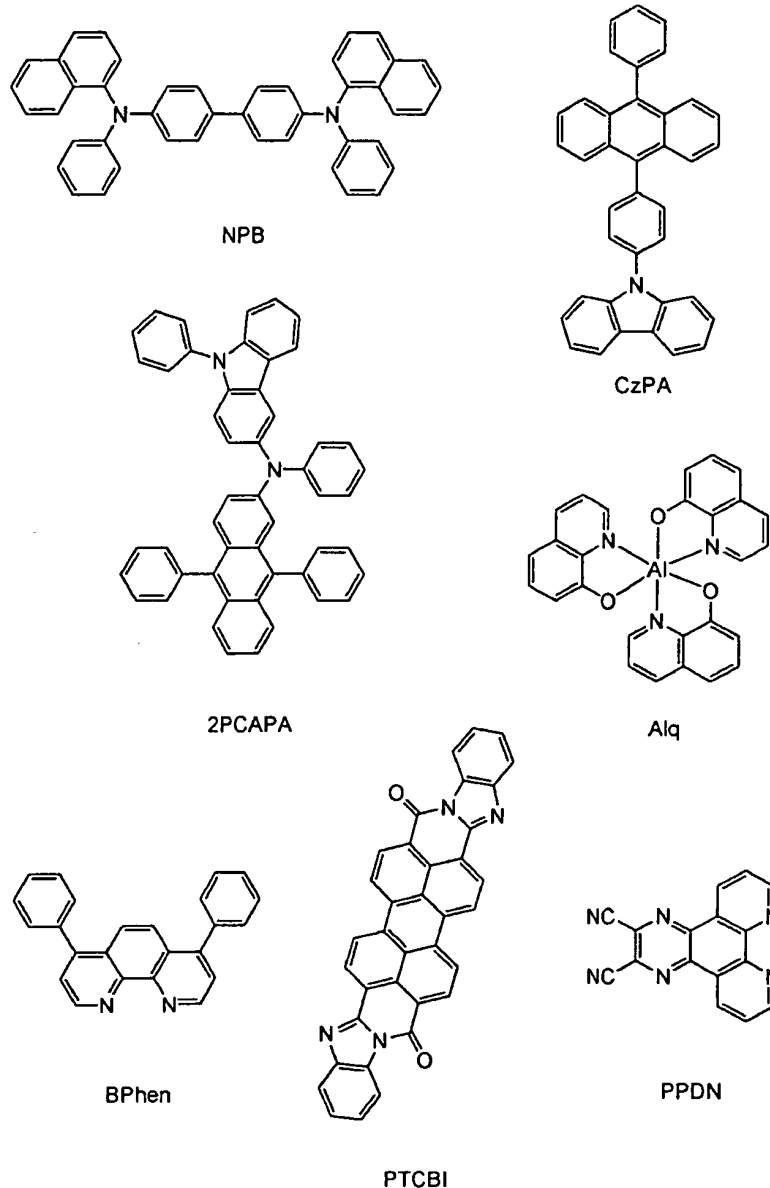
圖 10E 是示出手提式燈的圖。手提式燈具有框體 1041、照明部 1042、開關 1043。作為照明部 1042 應用實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件。該發光元件具有亮度高、驅動電壓低且耗電量少的特徵。由於包括該發光元件的照明部 1042 也具有同樣的特徵，所以該手提式燈實現低耗電量化。

此外，開關 1043 有控制照明部 1042 的發光或不發光的功能。另外，開關 1043 也可以具有調節發光時的照明部 1042 的亮度的功能。

如上所述，發光裝置的應用範圍很廣泛，可以將該發光裝置應用於各種領域的照明裝置。此外，藉由使用具有實施例模式 1 至實施例模式 5 所示的發光元件的照明裝置，可以提供具有呈現高亮度的發光的耗電量低的顯示部的照明裝置。

實施例 1

在本實施例中使用圖 11A 和 11B 說明本發明的一個實施例的發光元件。以下示出在本實施例及實施例 2 及 3 中使用的物質的化學式。



以下示出本實施例的發光元件 1 至發光元件 4 以及參考發光元件 5 的製造方法。

首先，說明發光元件 1（參照圖 11A）。在基板 2100 上藉由濺射法形成含氧化矽的銦錫氧化物膜來形成第一電極 2101。此外，其膜厚度為 110nm，並電極面積為 2mm×2mm。

接著，以將形成有第一電極 2101 的面成為下面的方式將形成有第一電極 2101 的基板 2100 固定在設置在真空

蒸鍍裝置內的基板支架上，並減壓到 10^{-4} Pa 左右，然後在第一電極 2101 上共蒸鍍電洞傳輸物質的 NPB（簡稱）和受體物質的氧化鉬（VI），從而形成包含複合有機化合物和無機化合物而形成的複合材料的第一電荷產生層 2103a。其膜厚度為 50nm，並且將 NPB（簡稱）和氧化鉬（VI）的重量比調節為 4：1（=NPB：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。

接著，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在第一電荷產生層 2103a 上形成 10nm 厚的 NPB（簡稱）膜，來形成電洞傳輸層 2103b。

再者，藉由共蒸鍍 CzPA（簡稱）和 2PCAPA（簡稱），在電洞傳輸層 2103b 上形成 30nm 厚的發光層 2103c。在此，將 CzPA（簡稱）和 2PCAPA（簡稱）的重量比調節為 1：0.05（=CzPA：2PCAPA）。此外，CzPA（簡稱）是電子傳輸物質，並且客體材料的 2PCAPA 是呈現綠色發光的物質。

然後，藉由使用電阻加熱的蒸鍍法在發光層 2103c 上形成 10nm 厚的 Alq（簡稱）膜，來形成電子傳輸層 2103d。因此，形成包括第一電荷產生層 2103a、電洞傳輸層 2103b、發光層 2103c 以及電子傳輸層 2103d 的第一 EL 層 2103。

接著，藉由共蒸鍍 BPhen（簡稱）和鋰（Li），在電子傳輸層 2103d 上形成 20nm 厚的電子植入緩衝層 2104。

在此，將 BPhen（簡稱）和鋰（Li）的重量比調節為 1：0.02（=BPhen：Li）。

接著，藉由共蒸鍍 PTCBI（簡稱）和鋰（Li），在電子植入緩衝層 2104 上形成 3nm 厚的電子繼電層 2105。在此，將 PTCBI（簡稱）和鋰（Li）的重量比調節為 1：0.02（=PTCBI：Li）。此外，根據迴圈伏安法（CV）測量的結果可知 PTCBI（簡稱）的 LUMO 能級為 -4.0eV 左右。

接著，在電子繼電層 2105 上，藉由共蒸鍍電洞傳輸物質的 NPB（簡稱）和受體物質的氧化鉬（VI），來形成第二電荷產生層 2106。將其膜厚度設定為 60nm，並且將 NPB（簡稱）和氧化鉬（VI）的重量比調節為 4：1（=NPB：氧化鉬）。

接著，在第二電荷產生層 2106 上形成第二 EL 層 2107。作為其形成方法，首先，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在第二電荷產生層 2106 上形成 10nm 厚的 NPB（簡稱）膜，來形成電洞傳輸層 2107a。

然後，藉由共蒸鍍 CzPA（簡稱）和 2PCAPA（簡稱），在電洞傳輸層 2107a 上形成 30nm 厚的發光層 2107b。在此，將 CzPA（簡稱）和 2PCAPA（簡稱）的重量比調節為 1：0.05（=CzPA：2PCAPA）。換言之，包含在第二 EL 層 2107 中的發光層 2107b 的結構與包含在第一 EL 層 2103 中的發光層 2103c 的結構相同。

接著，在發光層 2107b 上，藉由蒸鍍 10nm 厚的 Alq（簡稱），然後蒸鍍 20nm 厚的 BPhen（簡稱）而層疊，

形成電子傳輸層 2107c。在電子傳輸層 2107c 上蒸鍍 1nm 厚的氟化鋰 (LiF) 來形成電子植入層 2107d。由此，形成包括電洞傳輸層 2107a、發光層 2107b、電子傳輸層 2107c 以及電子植入層 2107d 的第二 EL 層 2107。

最後，藉由使用電阻加熱的蒸鍍法在電子植入層 2107d 上形成 200nm 厚的鋁 (Al) 膜形成第二電極 2102，而製造發光元件 1。

下面，說明發光元件 2。除了電子繼電層 2105 之外，發光元件 2 與發光元件 1 相同地製造。所以，這裏對於電子繼電層 2105 以外的發光元件 2 的結構及製造方法援用上述說明。藉由共蒸鍍電子傳輸物質 PPDN (簡稱) 和施主物質鋰 (Li)，在電子植入緩衝層 2104 上形成 3nm 厚的發光元件 2 所具有的電子繼電層 2105。在此，將 PPDN (簡稱) 和鋰 (Li) 的重量比調節為 1 : 0.02 (=PPDN : Li)。此外，根據迴圈伏安法 (CV) 測量的結果可知 PPDN (簡稱) 的 LUMO 能級為 -3.83eV 左右。

下面，說明發光元件 3。除了電子繼電層 2105 之外，發光元件 3 與發光元件 1 相同地製造。所以，這裏對於電子繼電層 2105 以外的發光元件 3 的結構及製造方法援用上述說明。藉由共蒸鍍電子傳輸物質 PTCBI (簡稱) 和施主物質氧化鋰 (Li_2O)，在電子植入緩衝層 2104 上形成 3nm 厚的發光元件 3 所具有的電子繼電層 2105。在此，將 PTCBI (簡稱) 和氧化鋰 (Li_2O) 的重量比調節為 1 : 0.02 (=PTCBI : Li_2O)。

下面，說明發光元件 4。除了電子繼電層 2105 之外，發光元件 4 與發光元件 1 相同地製造。所以，這裏對於電子繼電層 2105 以外的發光元件 4 的結構及製造方法援用上述說明。藉由共蒸鍍電子傳輸物質 PPDN（簡稱）和施主物質氧化鋰（ Li_2O ），在電子植入緩衝層 2104 上形成 3nm 厚的發光元件 4 所具有的電子繼電層 2105。在此，將 PPDN（簡稱）和氧化鋰（ Li_2O ）的重量比調節為 1 : 0.02（=PPDN : Li_2O ）。

下面，說明參考發光元件 5（參照圖 11B）。參考發光元件 5 採用從發光元件 1 至發光元件 4 去除電子繼電層 2105 的結構，並採用與發光元件 1 至發光元件 4 同樣的製造方法來形成其他層。換言之，在參考發光元件 5 中，在形成電子植入緩衝層 2104 之後，在電子植入緩衝層 2104 上形成第二電荷產生層 2106。藉由上述製程，得到本實施例的參考發光元件 5。

以下表 1 示出發光元件 1 至發光元件 4 以及參考發光元件 5 的元件結構。

[表1]

		發光元件1	發光元件2	發光元件3	發光元件4	比較發光元件5
2101		ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm
2103	2103 a	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm
	2103 b	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm
	2103 c	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2103 d	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 1nm
2104		BPhen:Li (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li (=1:0.02) 20nm
2105		PTCBI:Li (=1:0.02) 3nm	PPDN:Li (=1:0.02) 3nm	PTCBI:Li2O (=1:0.02) 3nm	PPDN:Li2O (=1:0.02) 3nm	-
2106		NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm
2107	2107 a	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm
	2107 b	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2107 c	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm
		BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm
		LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm
2102		Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm

在氮氣氛圍的手套箱中，以不使各發光元件暴露於大氣的方式對藉由上述方法得到的發光元件 1 至發光元件 4 及參考發光元件 5 進行密封，然後對這些發光元件的工作特性進行測量。此外，在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行測量。

圖 12 示出發光元件 1 至發光元件 4 及參考發光元件 5 的電壓-亮度特性。在圖 12 中，橫軸表示所施加的電壓（V），縱軸表示亮度（cd/m²）。此外，圖 13 示出發光元件 1 至發光元件 4 及參考發光元件 5 的電壓-電流密度特性。在圖 13 中，橫軸表示電壓（V），縱軸表示電流

密度 (mA/cm^2)。另外，以下表 2 示出各發光元件的亮度為 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 附近時的電壓。

[表2]

	電壓 (V)
發光元件1	7.4
發光元件2	7.4
發光元件3	7.4
發光元件4	7.4
比較發光元件5	8.0

根據圖 12 可知與參考發光元件 5 相比，設置有電子繼電層的發光元件 1 至發光元件 4 可以獲得高亮度。此外，根據圖 13 可知設置有電子繼電層的發光元件 1 至發光元件 4 的電流密度高於參考發光元件 5 的電流密度。

如上所述，可以確認到本實施例的發光元件 1 至發光元件 4 可以獲得作為發光元件的特性，並且其充分地工作。此外，根據表 2 可以確認到與參考發光元件 5 相比，發光元件 1 至發光元件 4 是能夠以低電壓驅動的發光元件。

實施例 2

在本實施例中，使用圖 11A 和 11B 說明本發明的一個實施例的發光元件。此外，在本實施例所示的發光元件及參考發光元件中，對於與實施例 1 所述的發光元件相同的部分，援用上述說明。

以下示出本實施例的發光元件 6 至發光元件 9 以及參考發光元件 10 的製造方法。

首先，說明發光元件 6（參照圖 11A）。除了電子植

入緩衝層 2104 之外，本實施例的發光元件 6 與實施例 1 所示的發光元件 1 相同地製造。所以，這裏對於電子植入緩衝層 2104 以外的發光元件 6 的結構及製造方法援用實施例 1 的說明。在本實施例的發光元件 6 中，藉由共蒸鍍電子傳輸物質 BPhen（簡稱）和施主物質氧化鋰（ Li_2O ），在電子傳輸層 2103d 上形成 20nm 厚的電子植入緩衝層 2104。在此，將 BPhen（簡稱）和氧化鋰（ Li_2O ）的重量比調節為 1：0.02（=BPhen： Li_2O ）。

下面，說明發光元件 7。除了電子植入緩衝層 2104 之外，本實施例的發光元件 7 與實施例 1 所示的發光元件 2 相同地製造。所以，這裏對於電子植入緩衝層 2104 以外的發光元件 7 的結構及製造方法援用實施例 1 的說明。在本實施例的發光元件 7 中，藉由共蒸鍍電子傳輸物質 BPhen（簡稱）和施主物質氧化鋰（ Li_2O ），在電子傳輸層 2103d 上形成 20nm 厚的電子植入緩衝層 2104。在此，將 BPhen（簡稱）和氧化鋰（ Li_2O ）的重量比調節為 1：0.02（=BPhen： Li_2O ）。

下面，說明發光元件 8。除了電子植入緩衝層 2104 之外，本實施例的發光元件 8 與實施例 1 所示的發光元件 3 相同地製造。所以，這裏對於電子植入緩衝層 2104 以外的發光元件 8 的結構及製造方法援用實施例 1 的說明。在本實施例的發光元件 8 中，藉由共蒸鍍電子傳輸物質 BPhen（簡稱）和施主物質氧化鋰（ Li_2O ），在電子傳輸層 2103d 上形成 20nm 厚的電子植入緩衝層 2104。在此，

將 BPhen (簡稱) 和氧化鋰 (Li_2O) 的重量比調節為 1 : 0.02 (=BPhen : Li_2O) 。

下面，說明發光元件 9。除了電子植入緩衝層 2104 之外，本實施例的發光元件 9 與實施例 1 所示的發光元件 4 相同地製造。所以，這裏對於電子植入緩衝層 2104 以外的發光元件 9 的結構及製造方法援用實施例 1 的說明。在本實施例的發光元件 9 中，藉由共蒸鍍電子傳輸物質 BPhen (簡稱) 和施主物質氧化鋰 (Li_2O)，在電子傳輸層 2103d 上形成 20nm 厚的電子植入緩衝層 2104。在此，將 BPhen (簡稱) 和氧化鋰 (Li_2O) 的重量比調節為 1 : 0.02 (=BPhen : Li_2O) 。

下面，說明參考發光元件 10 (參照圖 11B)。本實施例的參考發光元件 10 採用從發光元件 6 至發光元件 9 去除電子繼電層 2105 的結構，並採用與發光元件 6 至發光元件 9 同樣的製造方法來形成其他層。在參考發光元件 10 中，在形成電子植入緩衝層 2104 之後，在電子植入緩衝層 2104 上形成第二電荷產生層 2106。藉由上述製程，得到本實施例的參考發光元件 10。

以下表 3 示出發光元件 6 至發光元件 9 以及參考發光元件 10 的元件結構。

[表3]

		發光元件6	發光元件7	發光元件8	發光元件9	比較發光元件10
2101		ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm	ITO 110nm
2103	2103 a	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm
	2103 b	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm
	2103 c	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2103 d	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 1nm
2104		BPhen:Li ₂ O (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li ₂ O (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li ₂ O (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li ₂ O (=1:0.02) 20nm	BPhen:Li ₂ O (=1:0.02) 20nm
2105		PTCBI:Li (=1:0.02) 3nm	PPDN:Li (=1:0.02) 3nm	PTCBI:Li ₂ O (=1:0.02) 3nm	PPDN:Li ₂ O (=1:0.02) 3nm	-
2106		NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm
2107	2107 a	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm	NPB 10nm
	2107 b	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2107 c	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm	Alq 10nm
		BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm	BPhen 20nm
	2107 d	LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm	LiF 1nm
2102		Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm	Al 200nm

在氮氣氛圍的手套箱中，以不使各發光元件暴露於大氣的方式對藉由上述方法得到的發光元件 6 至發光元件 9 及參考發光元件 10 進行密封，然後對這些發光元件的工作特性進行測量。此外，在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行測量。

圖 14 示出發光元件 6 至發光元件 9 及參考發光元件 10 的電壓-亮度特性。在圖 14 中，橫軸表示所施加的電壓（V），縱軸表示亮度（cd/m²）。此外，圖 15 示出發光元件 6 至發光元件 9 及參考發光元件 10 的電壓-電流密度特性。在圖 15 中，橫軸表示電壓（V），縱軸表示電

流密度 (mA/cm^2)。另外，以下表 4 示出各發光元件的亮度為 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 附近時的電壓。

[表4]

	電壓 (V)
發光元件6	7.6
發光元件7	7.6
發光元件8	7.6
發光元件9	7.6
比較發光元件10	8.2

根據圖 14 可知與參考發光元件 10 相比，設置有電子繼電層的發光元件 6 至發光元件 9 可以獲得高亮度。此外，根據圖 15 可知設置有電子繼電層的發光元件 6 至發光元件 9 的電流密度高於參考發光元件 10 的電流密度。

如上所述，可以確認到本實施例的發光元件 6 至發光元件 9 可以獲得作為發光元件的特性，並且其充分地工作。此外，可以確認到發光元件 6 至發光元件 9 是能夠以低電壓驅動的發光元件。

實施例 3

在本實施例中使用圖 11A 和 11B 說明本發明的一個實施例的發光元件。此外，在本實施例所示的發光元件及參考發光元件中，對於與實施例 1 所述的發光元件同一部分援用上述說明。

以下示出本實施例的發光元件 11 及參考發光元件 12 的製造方法。

首先，說明發光元件 11（參照圖 11A）。在本實施例的發光元件 11 中，第一 EL 層 2103 的電子傳輸層

2103d 以及電子植入緩衝層 2104 以外與實施例 1 所示的發光元件 1 相同地製造。所以，這裏對於電子傳輸層 2103d 以及電子植入緩衝層 2104 以外的發光元件 11 的結構及製造方法援用實施例 1 的說明。在本實施例的發光元件 11 中，藉由在發光層 2103c 上蒸鍍 10nm 厚的 Alq（簡稱），然後蒸鍍 20nm 厚的 BPhen（簡稱）而層疊，形成電子傳輸層 2103d。接著，藉由在電子傳輸層 2103d 上蒸鍍 0.1nm 厚的氧化鋰（ Li_2O ），形成電子植入緩衝層 2104。藉由上述製程，得到本實施例的發光元件 11。

下面，說明參考發光元件 12（參照圖 11B）。本實施例的參考發光元件 12 採用從發光元件 11 去除電子繼電層 2105 的結構，並採用與發光元件 11 同樣的製造方法來形成其他層。在參考發光元件 12 中，在形成電子植入緩衝層 2104 之後，在電子植入緩衝層 2104 上形成第二電荷產生層 2106。藉由上述製程，得到本實施例的參考發光元件 12。

以下表 5 示出發光元件 11 以及參考發光元件 12 的元件結構。

[表5]

		發光元件11	比較發光元件12
2101		ITO 110nm	ITO 110nm
2103	2103a	NPB:MoOx (=4:1) 50nm	NPB:MoOx (=4:1) 50nm
	2103b	NPB 10nm	NPB 10nm
	2103c	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2103d	Alq 10nm	Alq 1nm
		BPhen 20nm	BPhen 20nm
2104		Li ₂ O 0.1nm	Li ₂ O 0.1nm
2105		PTCBI:Li (=1:0.02) 3nm	-
2106		NPB:MoOx (=4:1) 60nm	NPB:MoOx (=4:1) 60nm
2107	2107a	NPB 10nm	NPB 10nm
	2107b	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm	CzPA:2PCAPA (=1:0.05) 30nm
	2107c	Alq 10nm	Alq 10nm
		BPhen 20nm	BPhen 20nm
	2107d	LiF 1nm	LiF 1nm
2102		Al 200nm	Al 200nm

在氮氣氛圍的手套箱中，以不使各發光元件暴露於大氣的方式對藉由上述方法得到的發光元件 11 及參考發光元件 12 進行密封，然後對這些發光元件的工作特性進行測量。此外，在室溫（保持為 25℃ 的氣圍）下進行測量。

圖 16 示出發光元件 11 及參考發光元件 12 的電壓-亮度特性。在圖 16 中，橫軸表示所施加的電壓（V），縱軸表示亮度（cd/m²）。此外，圖 17 示出發光元件 11 及

參考發光元件 12 的電壓-電流密度特性。在圖 17 中，橫軸表示電壓（V），縱軸表示電流密度（mA/cm²）。另外，以下表 6 示出各發光元件的亮度為 1000cd/m² 附近時的電壓。

[表6]

	電壓 (V)
發光元件11	7.2
比較發光元件12	7.6

根據圖 16 可知與參考發光元件 12 相比，設置有電子繼電層的發光元件 11 可以獲得高亮度。此外，根據圖 17 可知發光元件 11 的電流密度高於參考發光元件 12 的電流密度。

如上所述，可以確認到本實施例的發光元件 11 可以獲得作為發光元件的特性，並能充分地發揮作用。此外，可以確認到發光元件 11 是能夠以低電壓驅動的發光元件。

【圖式簡單說明】

在附圖中：

圖 1A 和 1B 是示出實施例模式 1 所說明的發光元件的元件結構及能帶圖的一個例子的圖；

圖 2A 和 2B 是示出實施例模式 2 所說明的發光元件的元件結構及能帶圖的一個例子的圖；

圖 3A 和 3B 是示出實施例模式 3 所說明的發光元件的元件結構及能帶圖的一個例子的圖；

圖 4A 和 4B 是示出實施例模式 4 所說明的發光元件的元件結構的一個例子的圖；

圖 5A 和 5B 是示出實施例模式 5 所說明的發光元件的元件結構的一個例子及發射光譜的圖；

圖 6A 至 6C 是示出實施例模式 6 所說明的主動矩陣型發光裝置的圖；

圖 7A 和 7B 是示出實施例模式 6 所說明的被動矩陣型發光裝置的圖；

圖 8A 至 8E 是示出實施例模式 7 所說明的電子裝置的圖；

圖 9 是示出實施例模式 8 所說明的照明裝置的圖；

圖 10A 至 10E 是示出實施例模式 8 所說明的照明裝置的圖；

圖 11A 和 11B 是示出實施例 1 及實施例 2 所說明的發光元件的元件結構的圖；

圖 12 是示出實施例 1 所說明的發光元件的特性的圖；

圖 13 是示出實施例 1 所說明的發光元件的特性的圖；

圖 14 是示出實施例 2 所說明的發光元件的特性的圖；

圖 15 是示出實施例 2 所說明的發光元件的特性的圖；

圖 16 是示出實施例 3 所說明的發光元件的特性的圖

；以及

圖 17 是示出實施例 3 所說明的發光元件的特性的圖

。

【主要元件符號說明】

10：基板

11：電晶體

12：發光元件

13：電極

14：電極

15：包含有機化合物的層

16a：層間絕緣膜

16b：層間絕緣膜

16c：層間絕緣膜

17：佈線

18：隔壁層

19a：層間絕緣膜

19b：層間絕緣膜

101：陽極

102：陰極

103：EL層

103a：第一發光層

103b：第二發光層

104：電子植入緩衝層

105：電子繼電層

106：電荷產生層

106a：包含電洞傳輸物質的層

106b：包含受主物質的層

107：EL層

107a：第三發光層

107b：第四發光層

108：電子傳輸層

111：陽極的費米能級

112：陰極的費米能級

113：第一EL層的LUMO能級

114：電子繼電層的施主物質的施主能級

115：電子繼電層的電子傳輸物質的LUMO能級

116：電荷產生層的受主物質的受主能級

117：第二EL層的LUMO能級

330：第一發光

340：第二發光

800：可攜式資訊終端設備

801：框體

802：顯示部

803：框體

805：鍵盤

807：連結部

810：數位攝像機

811：框體

812：顯示部

820：行動電話機

821：框體

822：框體

823：連結部

824：顯示部

825：操作鍵

830：電腦

831：框體

832：顯示部

833：鍵盤

834：框體

840：電視裝置

841：框體

842：顯示部

843：支架

850：遙控操作機

851：操作鍵

852：顯示部

900：臺燈

901：照明部

910：天板上照明裝置

911：照明部

920：捲曲型照明裝置
921：照明部
951：基板
952：電極
953：絕緣層
954：隔壁層
955：發光元件
956：電極
1000：信號機
1001：照明部
1002：照明部
1003：照明部
1010：緊急出口引導燈
1021：支撐體
1022：照明部
1023：電線桿
1024：輸電線
1031：安裝部
1032：照明部
1041：框體
1042：照明部
1043：開關
2100：基板
2101：電極

I525856

照4)

非修正頁

空白頁

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99116680

※申請日：99 年 05 月 25 日

※IPC 分類：H01L 33/40
H01L 33/36

一、發明名稱：(中文／英文)

(2010.01)

發光元件，發光裝置，電子裝置，和照明裝置

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

二、中文發明摘要：

本發明的目的之一在於提供即使驅動電壓低的狀態下也能夠進行高亮度發光，且使用壽命長的發光元件。本發明的發光元件包括：陽極和陰極之間的 n (n 為 2 以上的自然數) 層 EL 層；從陽極一側在第 m (m 是自然數， $1 \leq m \leq n-1$) EL 層和第 $(m+1)$ EL 層之間具有接觸於第 m EL 層的包含第一施主物質的第一層、接觸於第一層的包含電子傳輸物質及第二施主物質的第二層、接觸於第二層及第 $(m+1)$ EL 層的包含電洞傳輸物質及受主物質的第三層。

三、英文發明摘要：

An object is to provide a light-emitting element capable of emitting light with a high luminance even at a low voltage, and having a long lifetime. The light-emitting element includes n EL layers between an anode and a cathode (n is a natural number of two or more), and also includes, between m -th EL layer from the anode and $(m + 1)$ -th EL layer (m is a natural number, $1 \leq m \leq n - 1$), a first layer including a first donor material in contact with the m -th EL layer, a second layer including an electron-transport material and a second donor material in contact with the first layer, and a third layer including a hole-transport material and an acceptor material in contact with the second layer and the $(m + 1)$ -th EL layer.

圖 1A

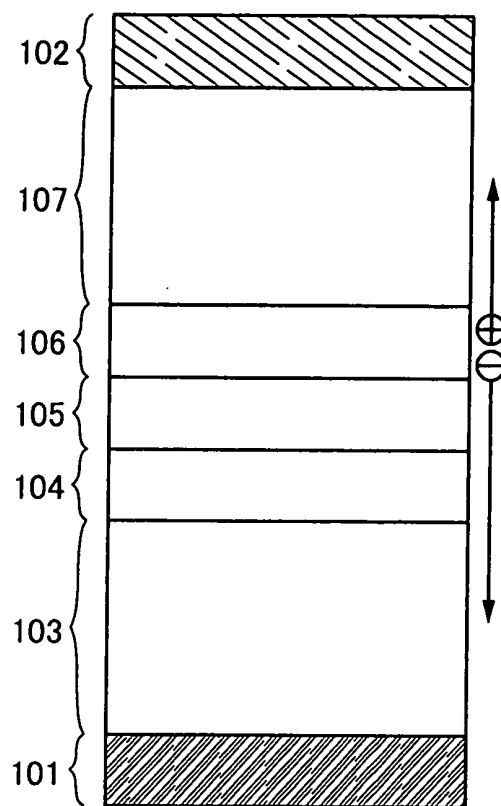


圖 1B

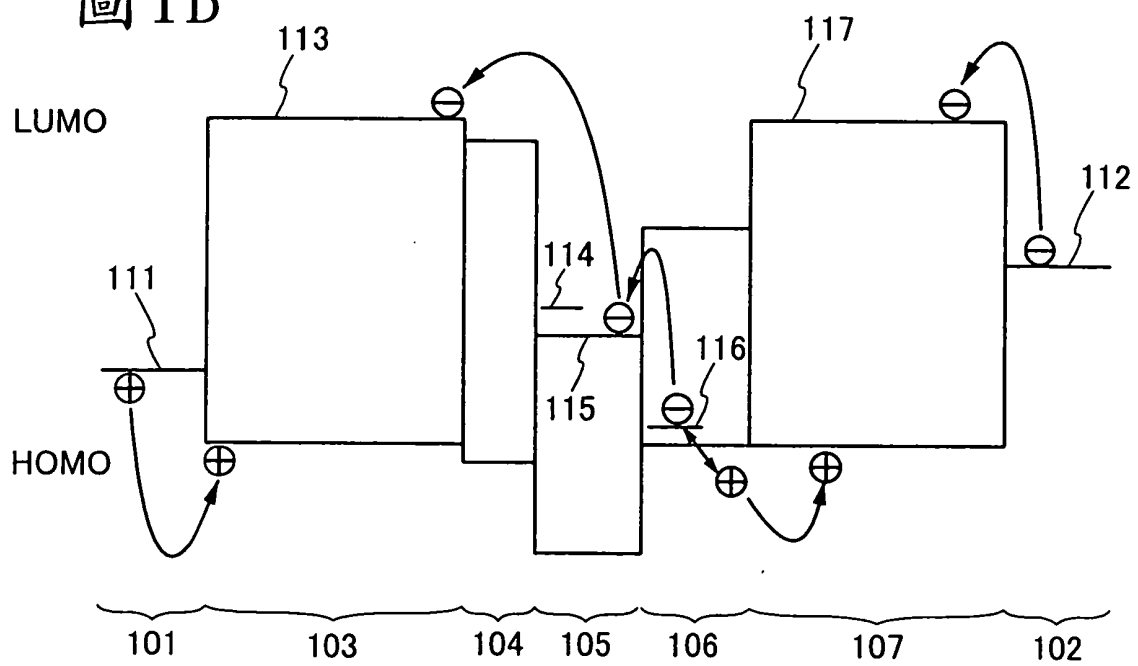


圖 2A

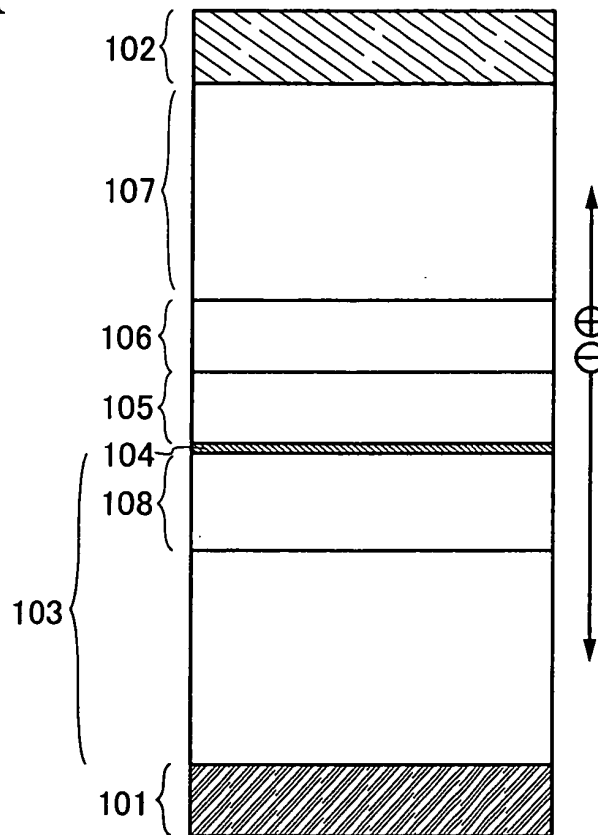


圖 2B

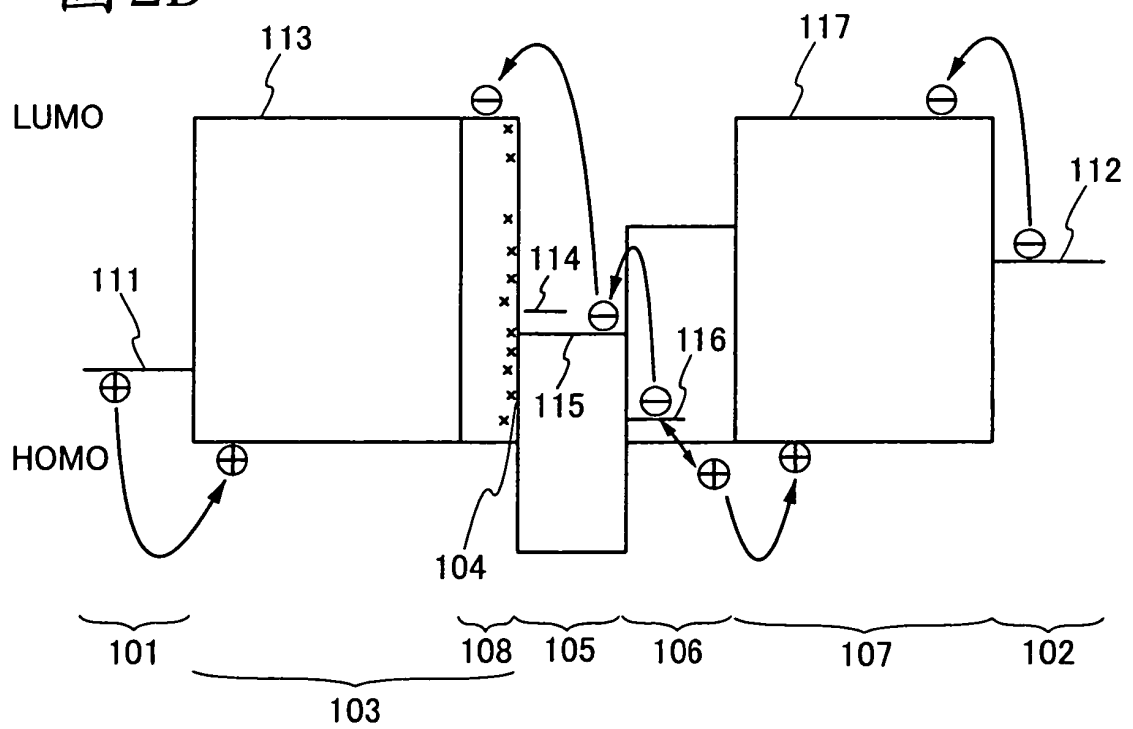


圖 3A

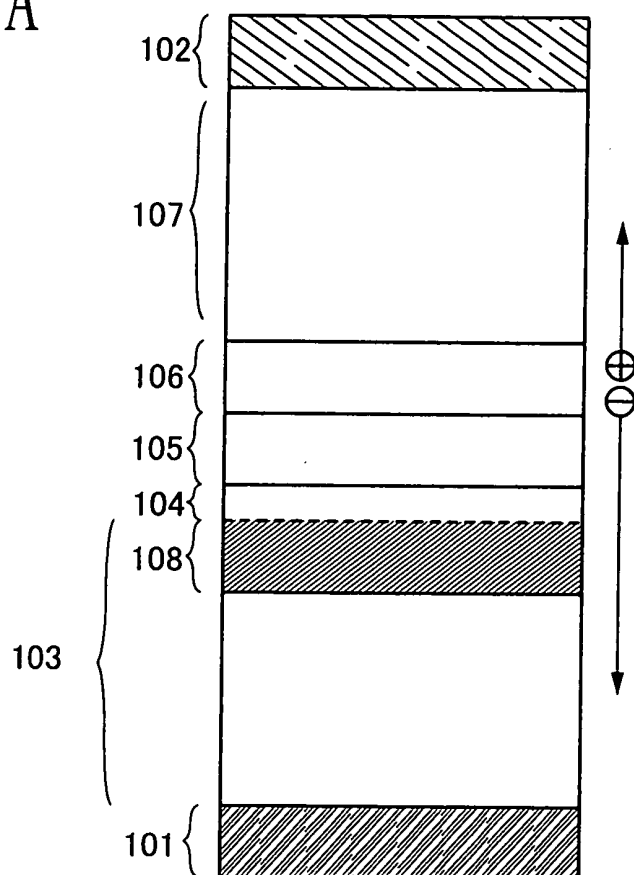


圖 3B

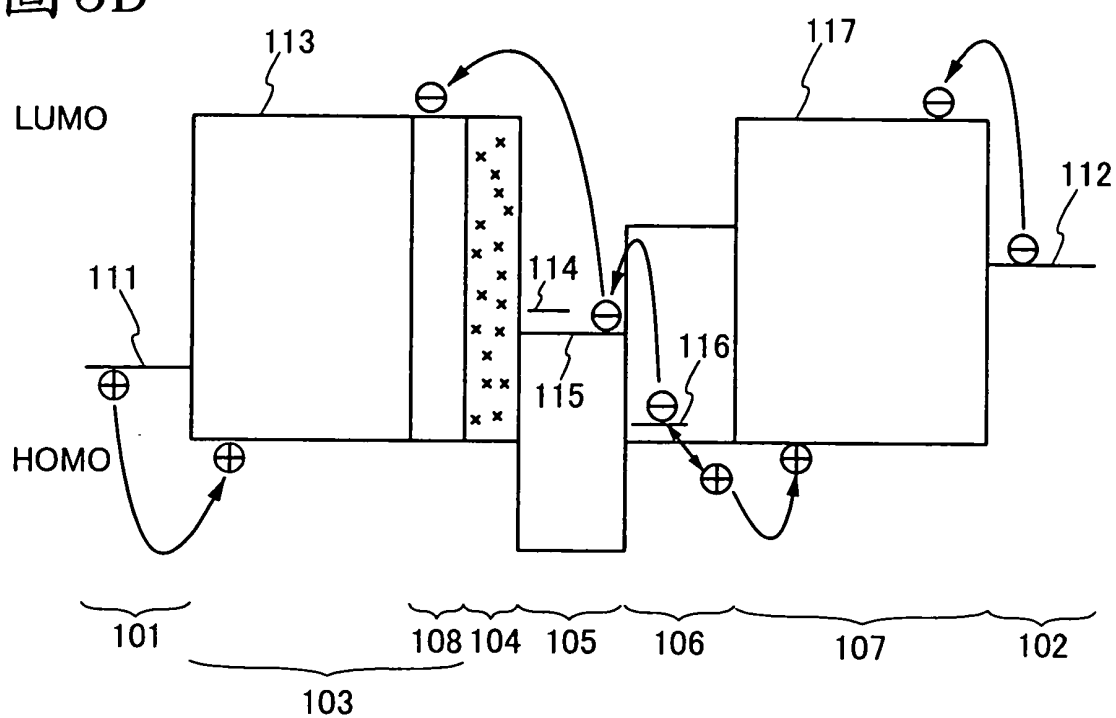


圖 4A

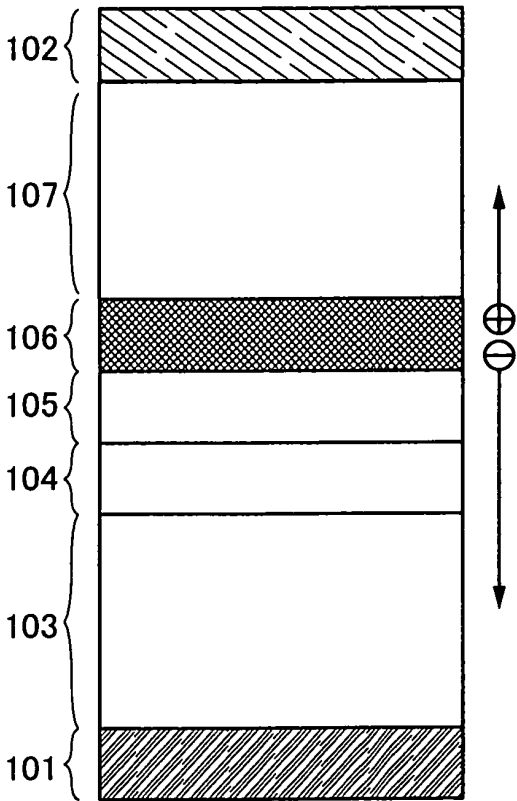


圖 4B

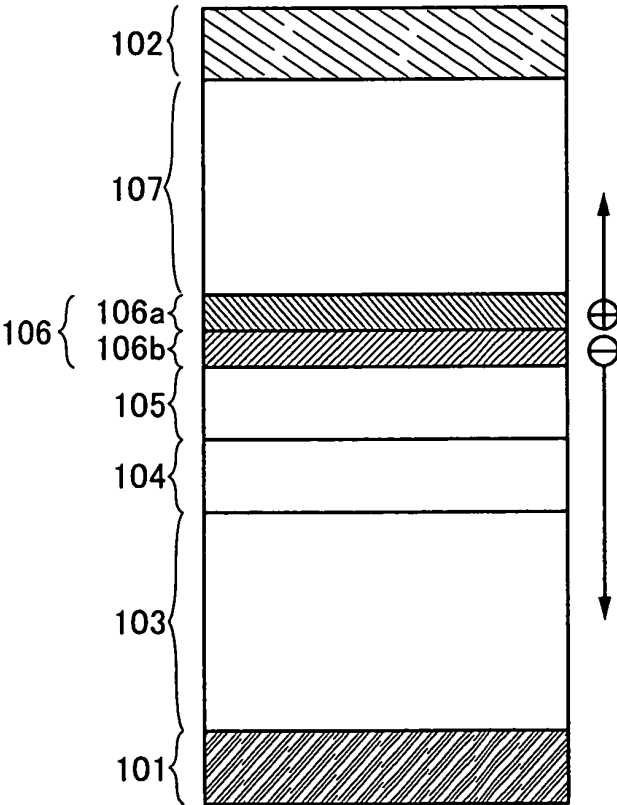


圖 5A

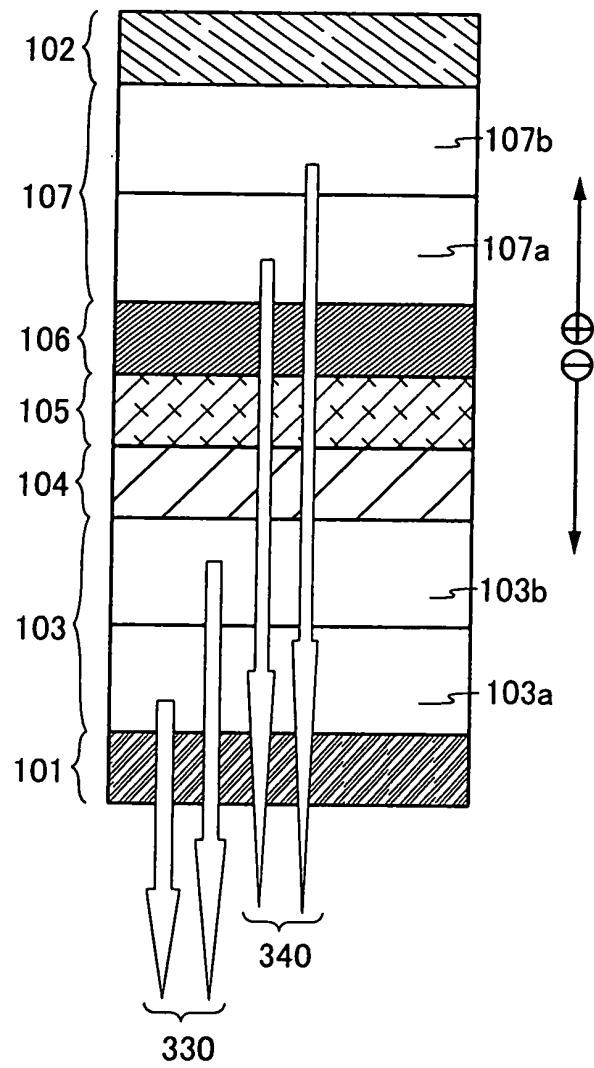


圖 5B

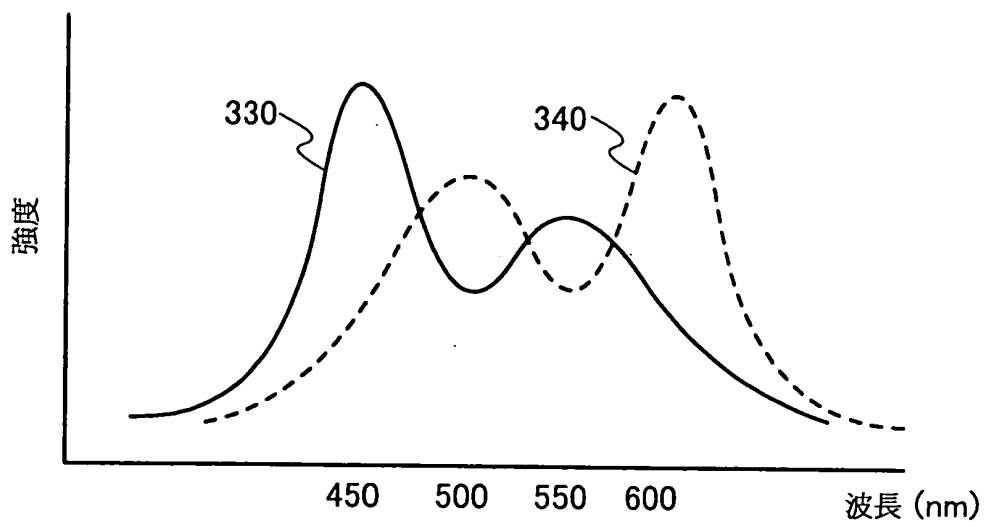


圖 6A

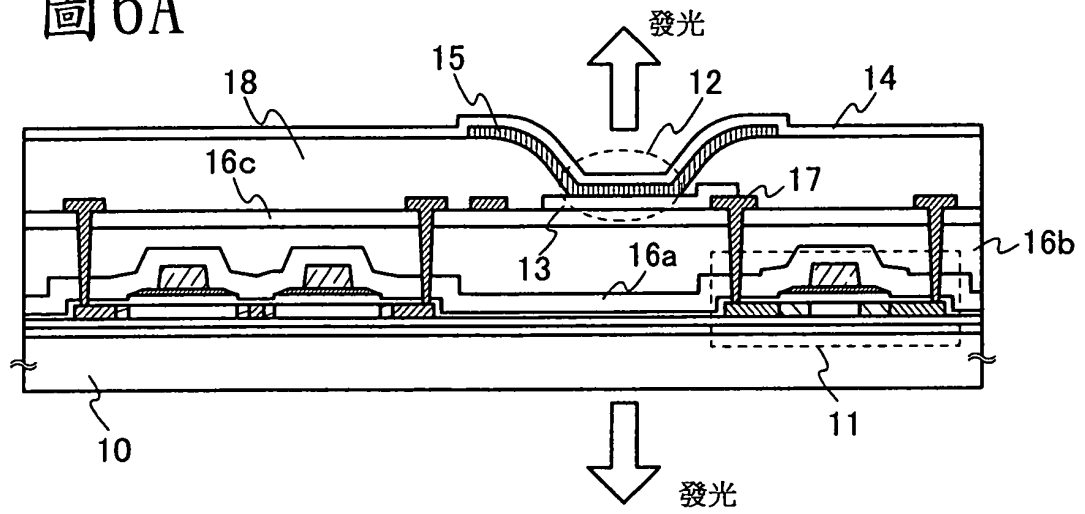


圖 6B

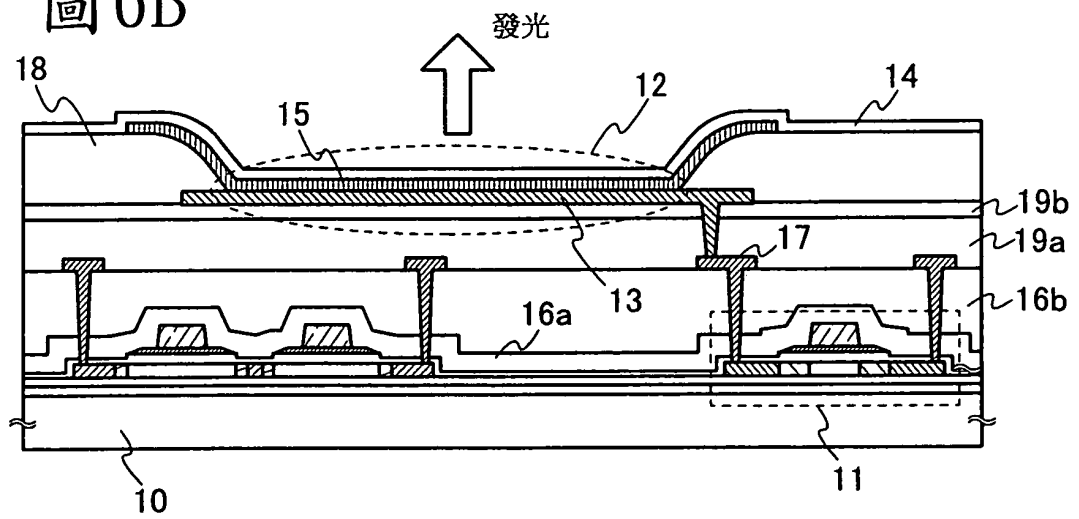


圖 6C

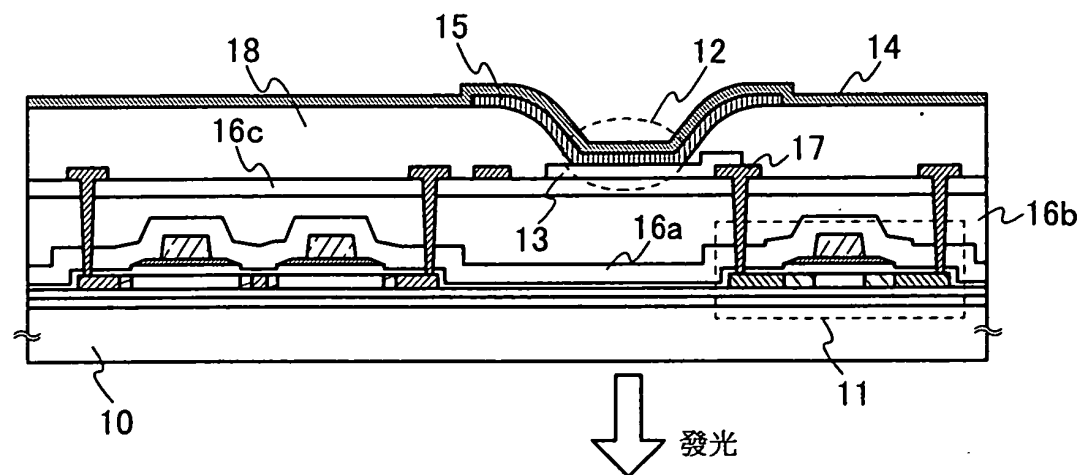


圖 7A

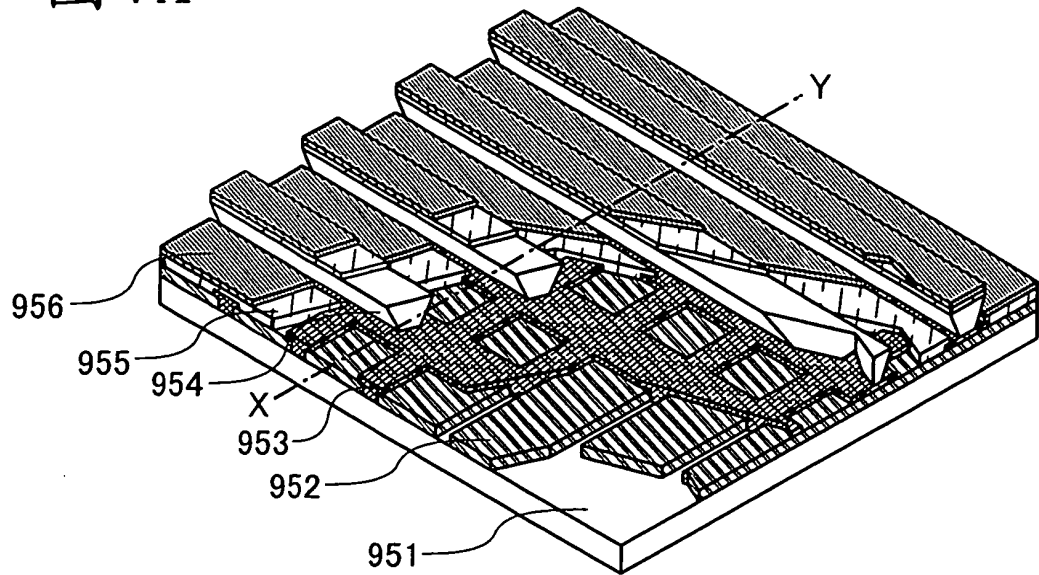


圖 7B

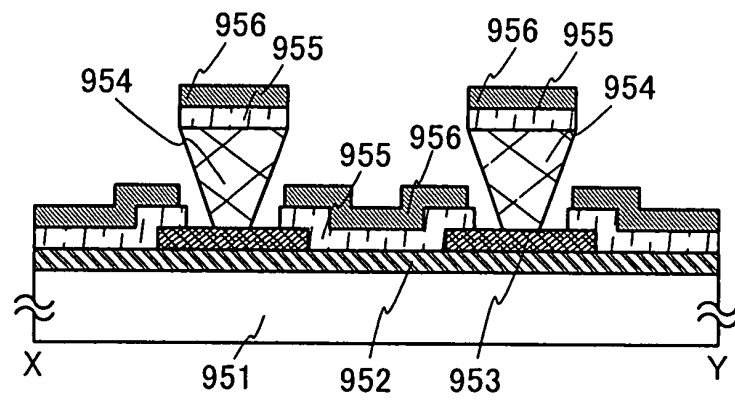


圖 8A

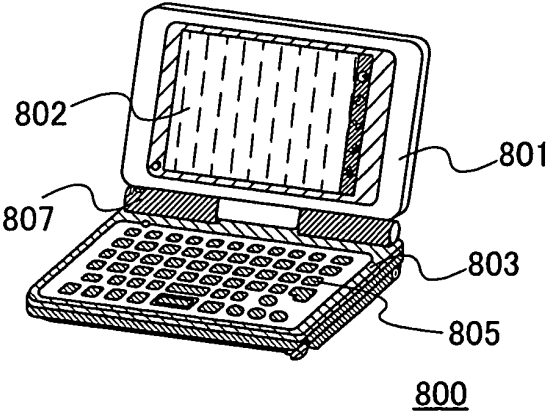


圖 8B

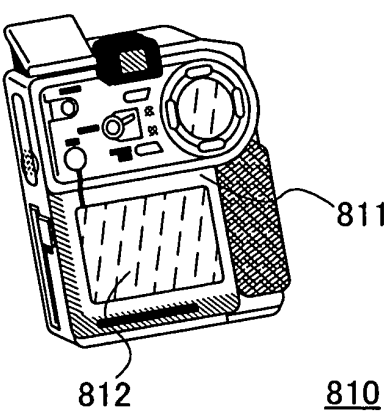


圖 8C

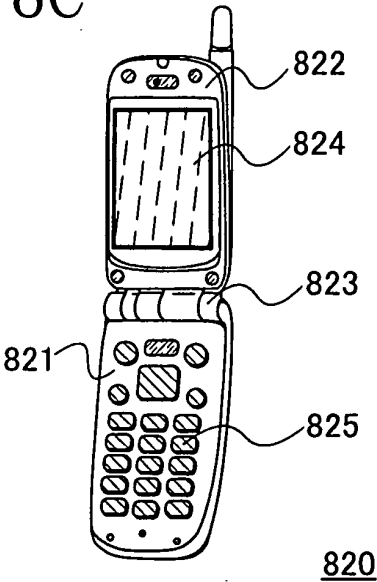


圖 8D

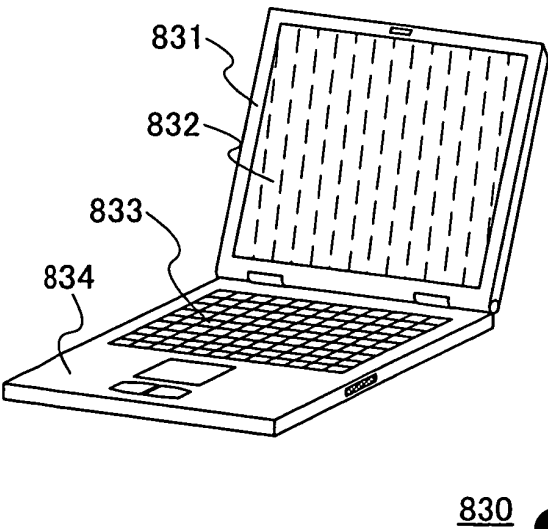


圖 8E

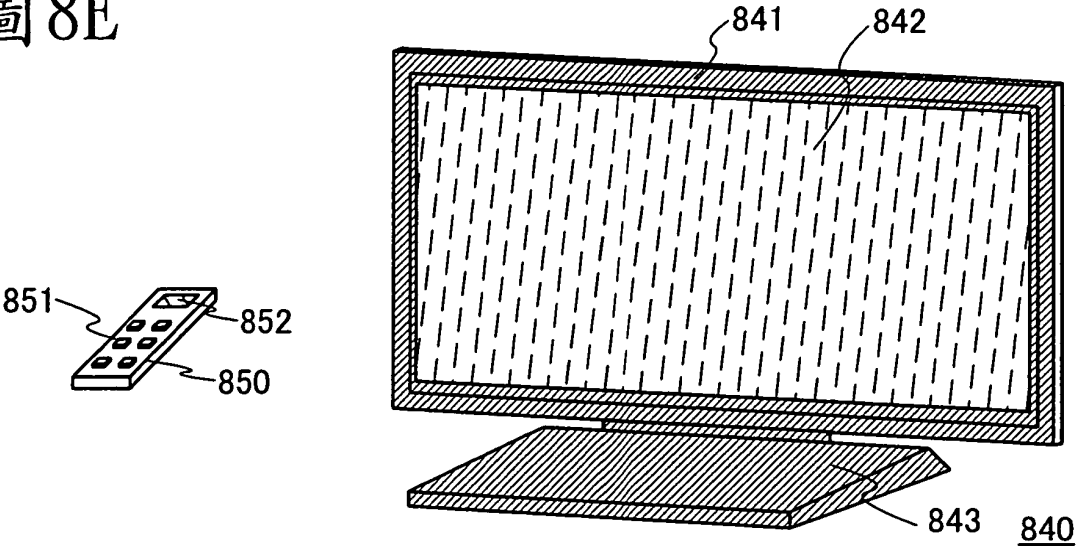


圖 9

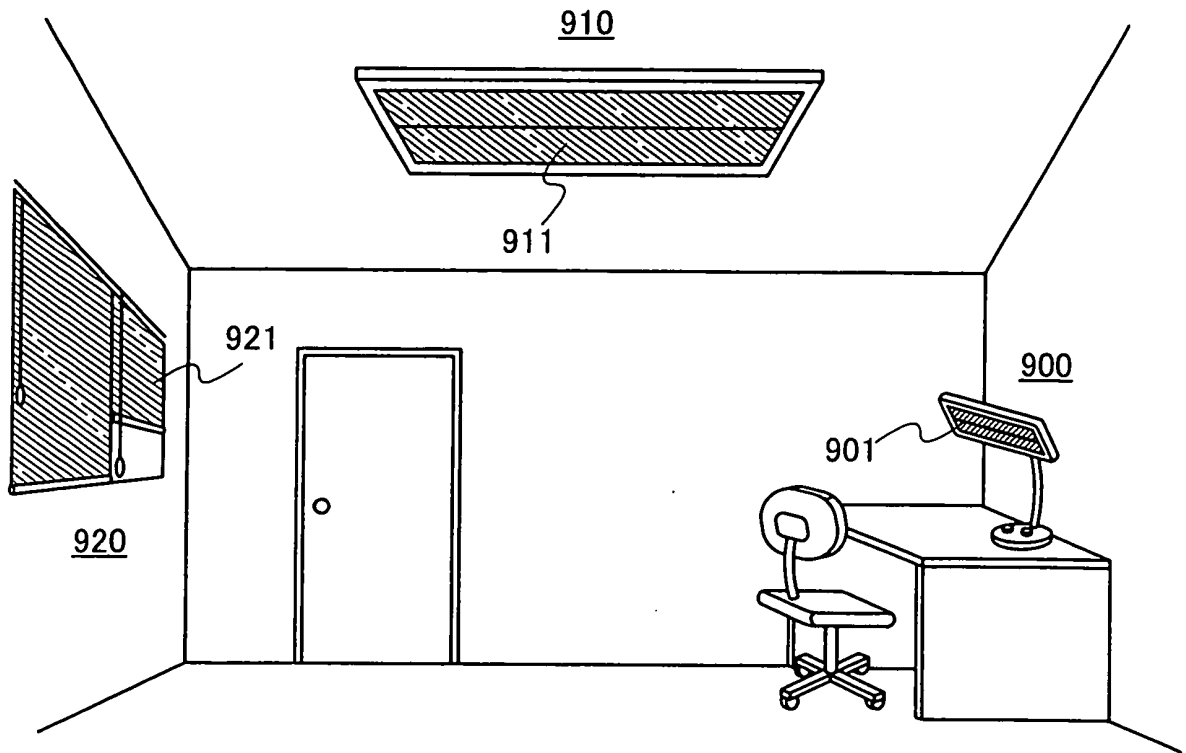


圖 10A

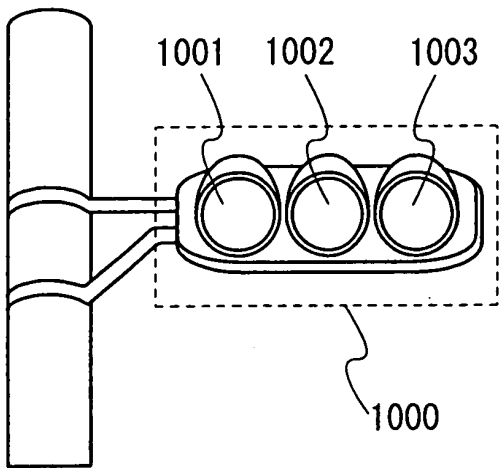


圖 10B

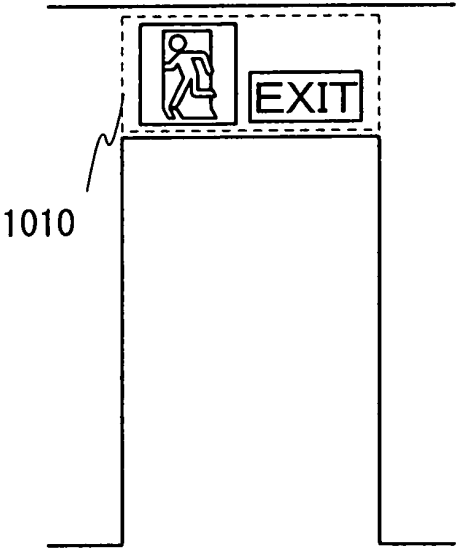


圖 10C

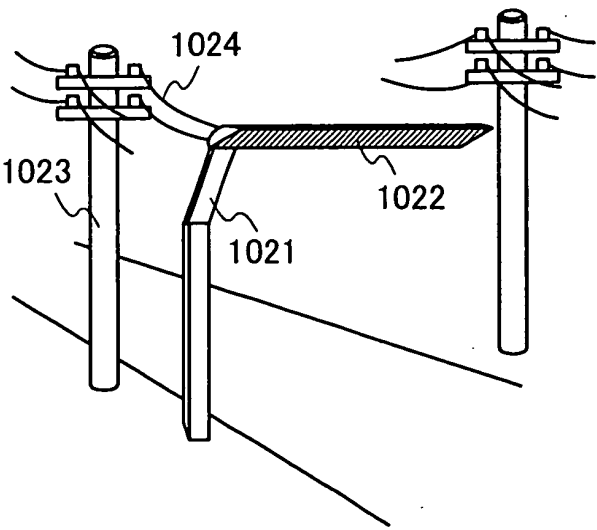


圖 10D

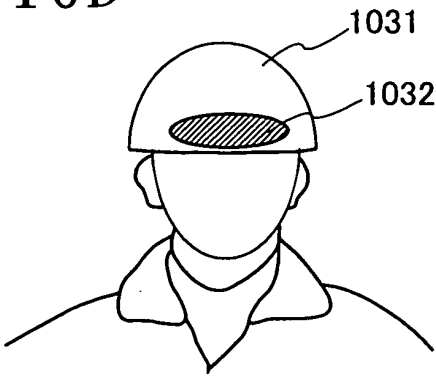


圖 10E

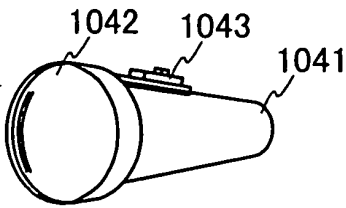


圖 11A

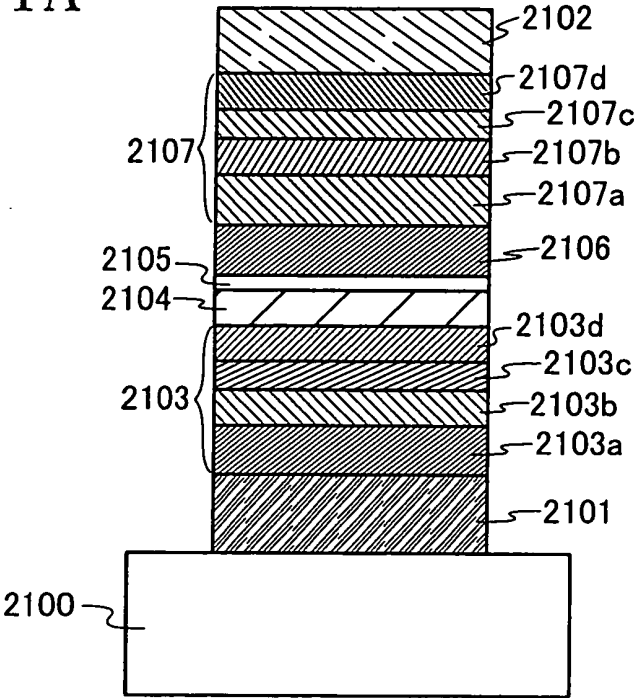


圖 11B

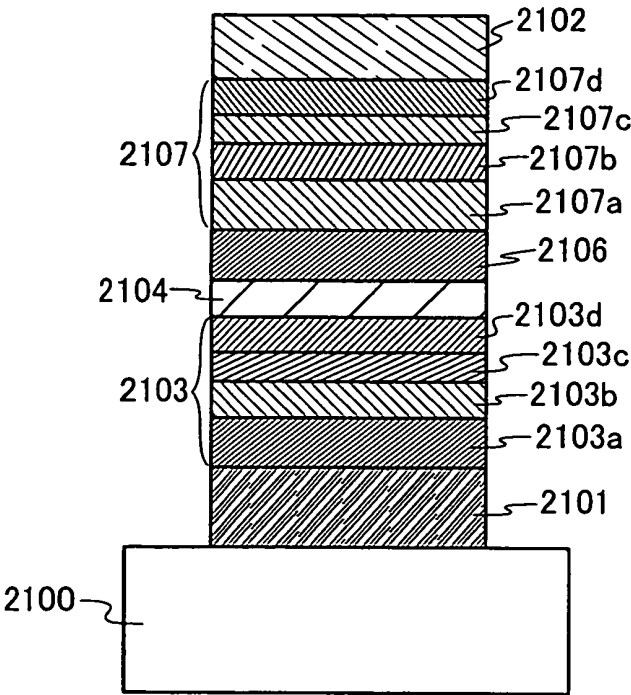


圖12

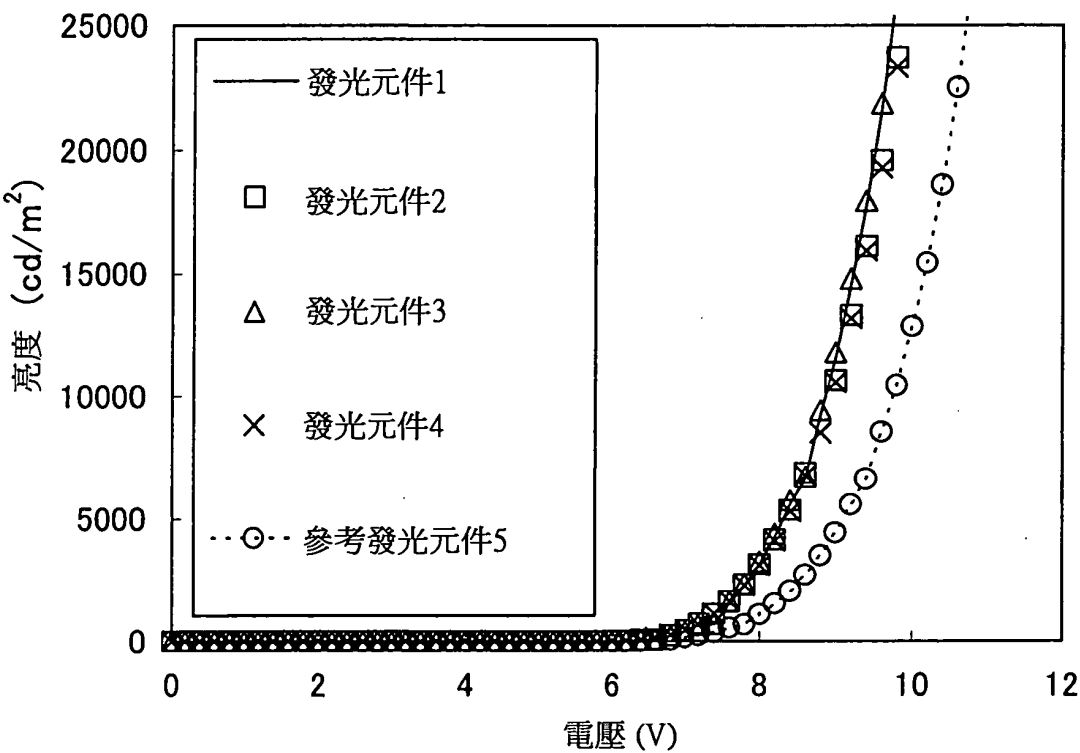


圖13

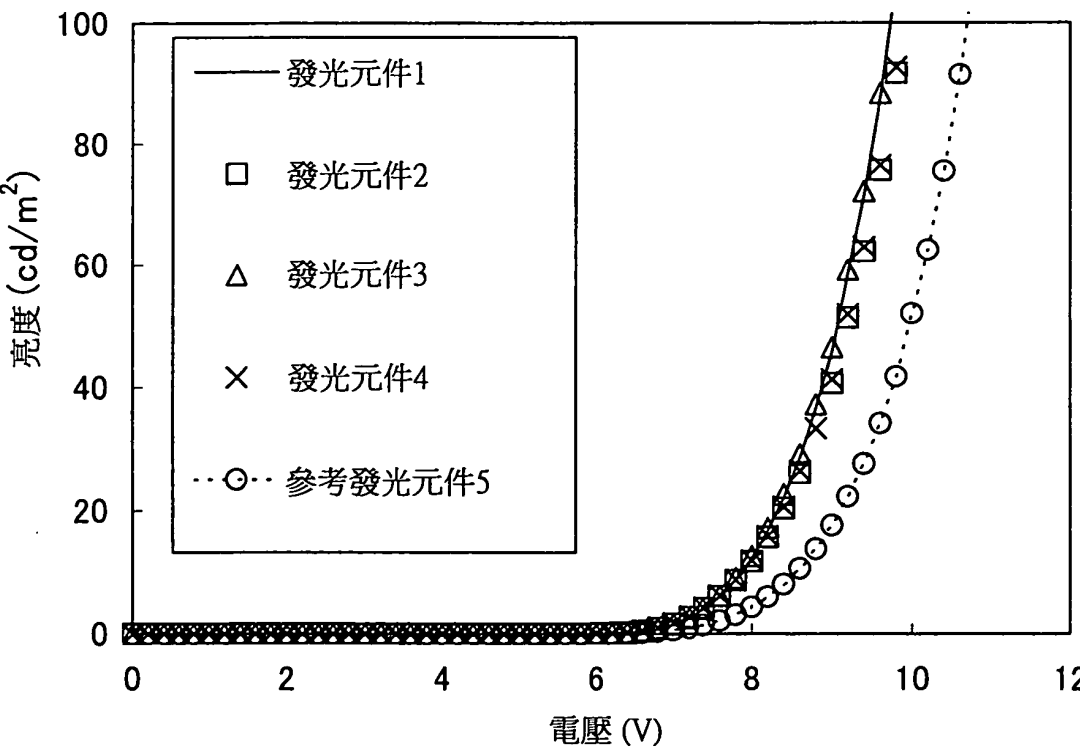


圖 14

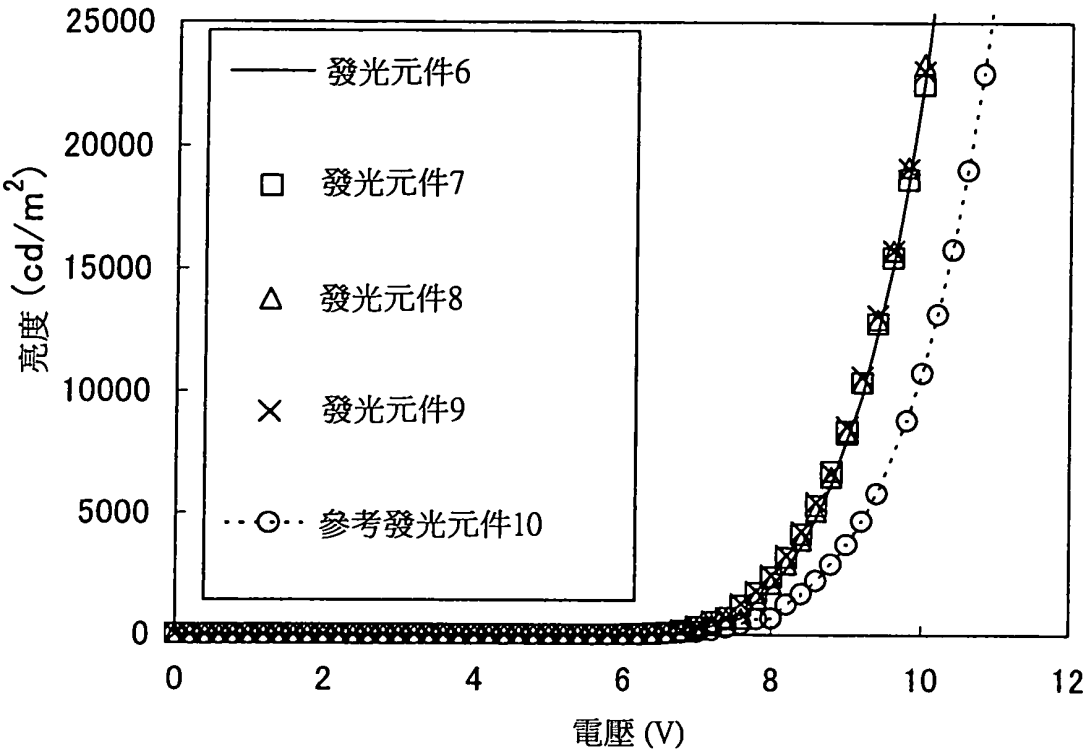


圖 15

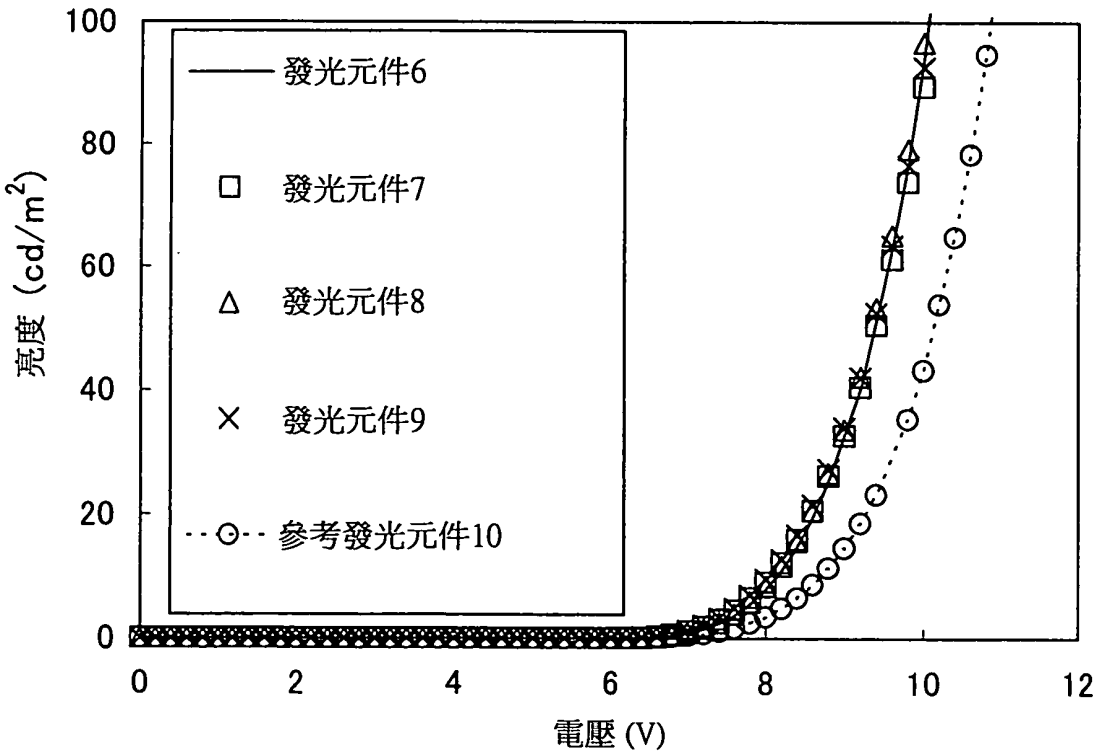


圖 16

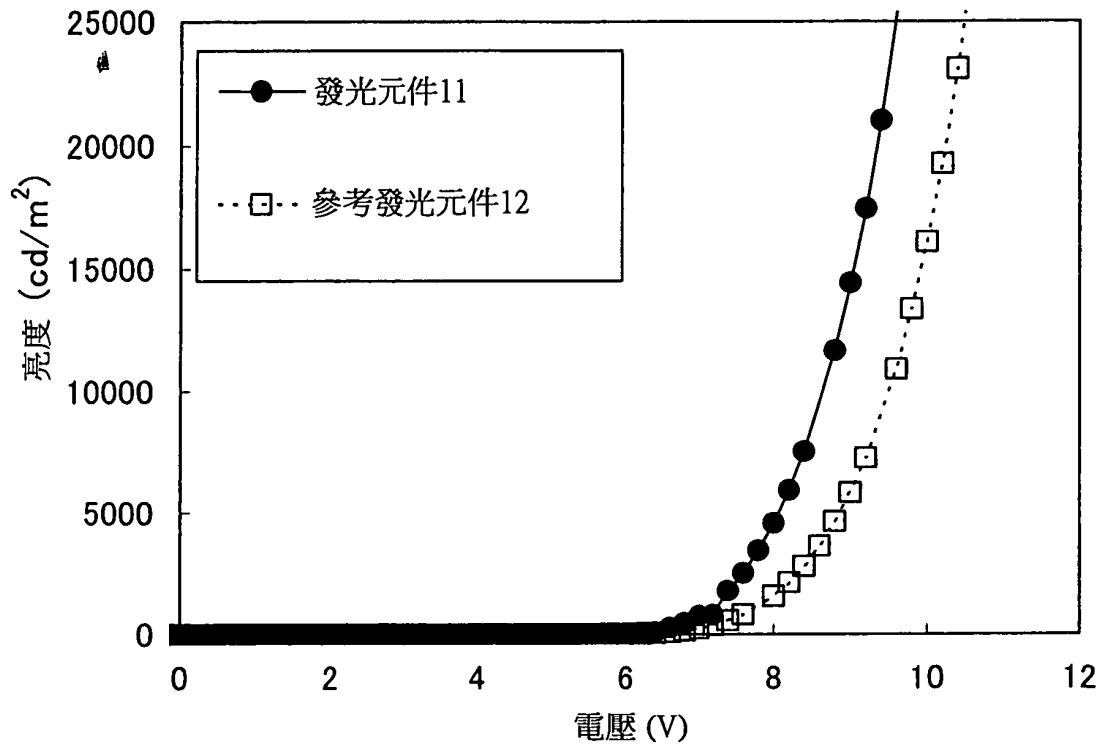
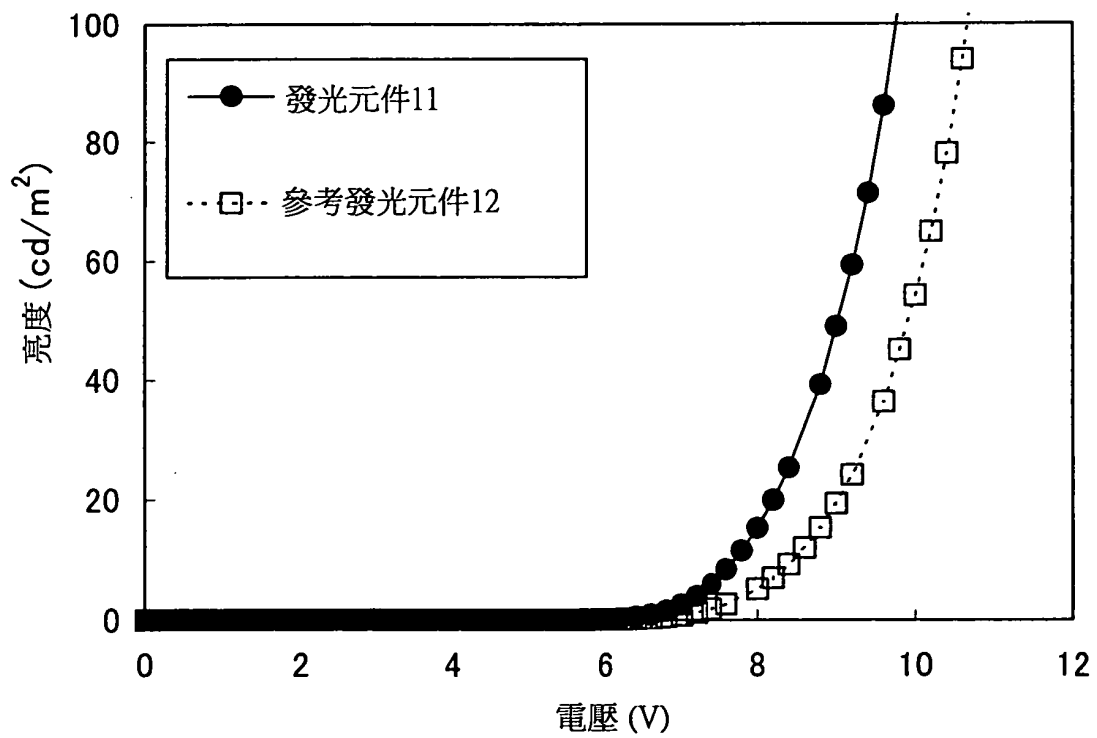


圖 17



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

101：陽極

102：陰極

103：EL層

104：電子植入緩衝層

105：電子繼電層

106：電荷產生層

107：EL層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

2102：電極

2103：EL層

2103a：電荷產生層

2103b：電洞傳輸層

2103c：發光層

2103d：電子傳輸層

2104：電子植入緩衝層

2105：電子繼電層

2106：電荷產生層

2107：EL層

2107a：電洞傳輸層

2107b：發光層

2107c：電子傳輸層

2107d：電子植入層

七、申請專利範圍：**1. 一種發光元件，包含：**

在陽極和陰極間的 n 個 EL 層 (n 為自然數且大於或等於 2)；

在從該陽極起第 m 個 EL 層和第 $(m+1)$ 個 EL 層間的第一層、第二層、和第三層 (m 為自然數且 $1 \leq m \leq n-1$)，

其中，該第一層包括第一施主物質且與該第 m 個 EL 層接觸，

其中，該第二層包括電子傳輸物質及第二施主物質且與該第一層接觸，以及

其中，該第三層包含電洞傳輸物質及受主物質且與該第二層和該第 $(m+1)$ 個 EL 層接觸。

2. 一種發光元件，包含：

在陽極和陰極間的 n 個 EL 層 (n 為自然數且大於或等於 2)；

在從該陽極起第 m 個 EL 層和第 $(m+1)$ 個 EL 層間的第一層、第二層、和第三層 (m 為自然數且 $1 \leq m \leq n-1$)，

其中，該第一層包含第一施主物質及第一電子傳輸物質，且與該第二層和該第 $(m+1)$ 個 EL 層接觸，

其中，該第二層包含第二施主物質及 LUMO(最低空分子軌道)能級低於該第一電子傳輸物質的 LUMO 能級的第二電子傳輸物質，且與該第一層接觸，以及

其中，該第三層包含電洞傳輸物質及受主物質，且與該第 m 個 EL 層接觸。

3.如申請專利範圍第 2 項的發光元件，其中該第二電子傳輸物質的 LUMO 能級為大於或等於 -5.0eV 。

4.如申請專利範圍第 2 項的發光元件，其中添加該第一施主物質以使該第一施主物質與該第一電子傳輸物質的重量比為大於或等於 $0.001:1$ 且小於或等於 $0.1:1$ 。

5.如申請專利範圍第 2 項的發光元件，其中該第一施主物質及該第二施主物質選自鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、鹼金屬化合物、鹼土金屬化合物以及稀土金屬化合物所組成之群。

6.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件，其中該第三層是以該受主物質與該電洞傳輸物質的重量比為大於或等於 $0.1:1$ 且小於或等於 $4.0:1$ 的方式添加該受主物質的層。

7.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件，其中該第三層是層疊包含電洞傳輸物質的接觸於該第二 EL 層的層以及包含受主物質的接觸於該第二層的層。

8.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件，其中該第二電子傳輸物質是二萘嵌苯衍生物或含氮稠環芳香化合物。

9.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件，其中該受主物質是屬於元素週期表中的第四族至第八族的金屬的氧化物。

10.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件，其中該受主物質是氧化鋁。

11.一種發光裝置，其使用如申請專利範圍第 1 項或第 2 項的發光元件而製造。

12.一種電子裝置，包含如申請專利範圍第 11 項的發光裝置。

13.一種照明裝置，包含如申請專利範圍第 11 項的發光裝置。

14.如申請專利範圍第 1 項的發光元件，其中該第三層是由包括電洞傳輸物質且與第 $(m + 1)$ 個 EL 層接觸的層以及包括受主物質且與該第二層接觸的層的疊層。