



(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 I686971 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：103126032

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 30 日

(51)Int. Cl. : *H01L51/54 (2006.01)**H01L51/50 (2006.01)**C09K11/06 (2006.01)*

(30)優先權：2013/08/09 日本

2013-166867

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

日本

(72)發明人：鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP) ；上坂正吾 UESAKA, SHOGO (JP) ；山岡諒
平 YAMAOKA, RYOHEI (JP) ；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2011/0198578A1

US 2011/0215714A1

WO 2009/107541A1

審查人員：邱青松

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：14 共 91 頁

(54)名稱

發光元件、顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

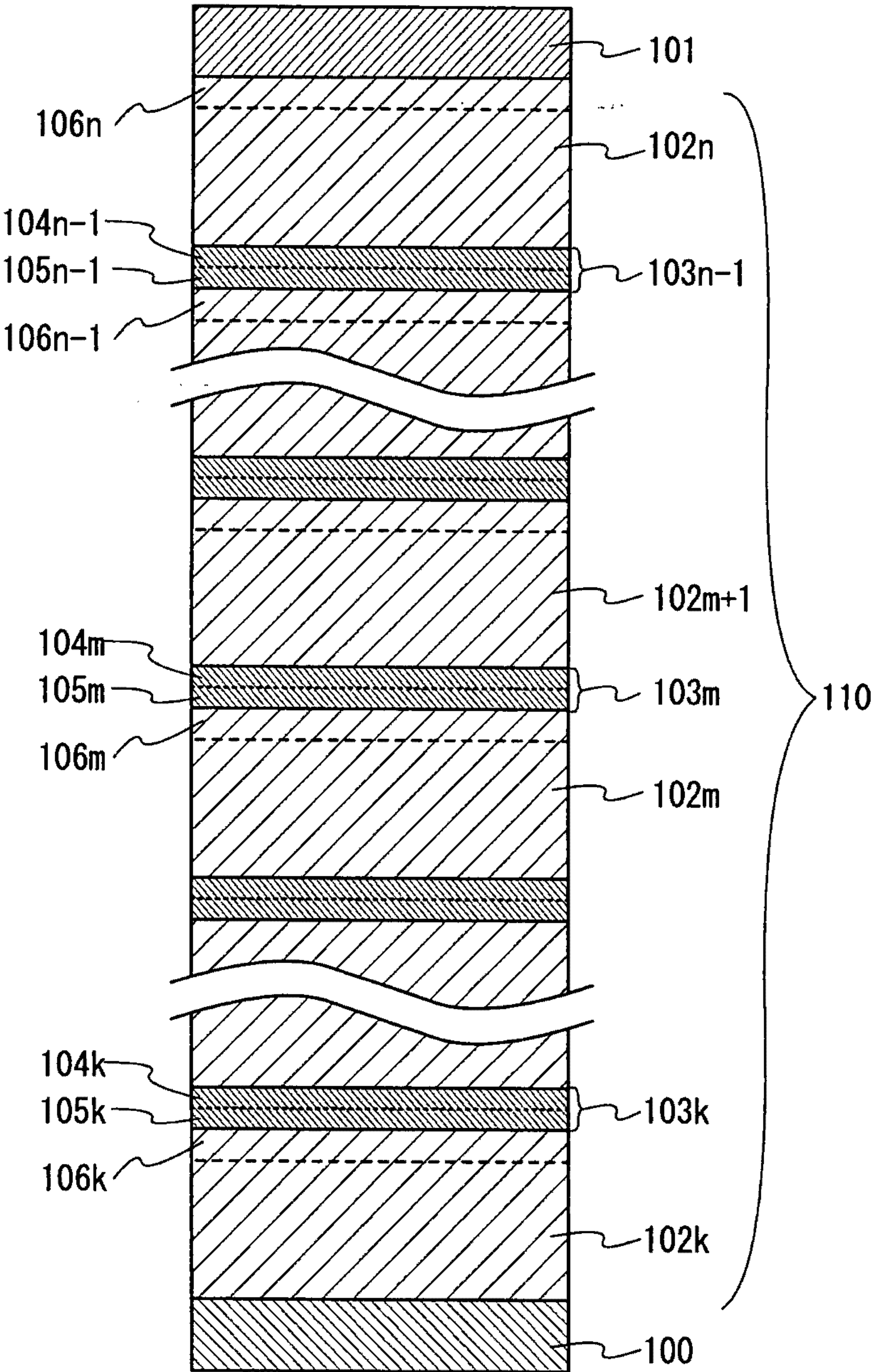
(57)摘要

本發明的目的是提供一種即使用於高清晰顯示器也能夠抑制串擾現象的發生的串聯型發光元件。提供一種在與串聯元件的中間層的陽極側接觸的層中包含 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)的發光元件。

A tandem light-emitting element in which generation of crosstalk can be suppressed even when the element is applied to a high-definition display is provided. In the tandem light-emitting element, a layer in contact the anode side of an intermediate layer contains 2,9-bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (abbreviation: NBPhen).

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 100 . . . 陽極
- 101 . . . 陰極
- 102k . . . 第一發光單元
- 102m . . . 第 m 發光單元
- 102m+1 . . . 第 m+1 發光單元
- 102n . . . 第 n 發光單元
- 103k . . . 第一電荷產生層
- 103m . . . 第 m 電荷產生層
- 103n-1 . . . 第 n-1 電荷產生層
- 104k . . . 第一電荷產生區域
- 104m . . . 第 m 電荷產生區域
- 104n-1 . . . 第 n-1 電荷產生區域
- 105k . . . 第一電子注入緩衝區域
- 105m . . . 第 m 電子注入緩衝區域
- 105n-1 . . . 第 n-1 電子注入緩衝區域
- 106k . . . 第一包含 NBPhen 的層
- 106m . . . 第 m 包含 NBPhen 的層
- 106n-1 . . . 第 n-1 包含 NBPhen 的層
- 106n . . . 第 n 包含 NBPhen 的層
- 110 . . . EL 層

I686971

發明摘要

※申請案號：103126032

※申請日：103 年 07 月 30 日

※IPC 分類：H01L 51/54 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

發光元件、顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【中文】

本發明的目的是提供一種即使用於高清晰顯示器也能夠抑制串擾現象的發生的串聯型發光元件。提供一種在與串聯元件的中間層的陽極側接觸的層中包含 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)的發光元件。

【英文】

A tandem light-emitting element in which generation of crosstalk can be suppressed even when the element is applied to a high-definition display is provided. In the tandem light-emitting element, a layer in contact the anode side of an intermediate layer contains 2,9-bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (abbreviation: NBPhen).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100：陽極

101：陰極

102k：第一發光單元

102m：第 m 發光單元

102m+1：第 m+1 發光單元

102n：第 n 發光單元

103k：第一電荷產生層

103m：第 m 電荷產生層

103n-1：第 n-1 電荷產生層

104k：第一電荷產生區域

104m：第 m 電荷產生區域

104n-1：第 n-1 電荷產生區域

105k：第一電子注入緩衝區域

105m：第 m 電子注入緩衝區域

105n-1：第 n-1 電子注入緩衝區域

106k：第一包含 NBPhen 的層

106m：第 m 包含 NBPhen 的層

106n-1：第 n-1 包含 NBPhen 的層

106n：第 n 包含 NBPhen 的層

110：EL 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

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、顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、及照明裝置

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

【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種物體、方法或製造方法。此外，本發明係關於一種製程 (process)、機器 (machine)、產品 (manufacture) 或組合物 (composition of matter)。尤其是，本發明的一個方式係關於一種半導體裝置、顯示裝置、發光裝置及它們的驅動方法或它們的製造方法。尤其是，本發明的一個方式係關於一種在一對電極之間具有包含有機化合物的發光層的發光元件。另外，本發明的一個方式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。

【先前技術】

[0002] 近年來可攜式設備發展顯著，藉由利用小型影像再現裝置、附屬於智慧手機及平板終端的顯示器等，不管什麼時候、什麼地方都可以輕易享受影像作品。另外，藉由下載或利用小型記憶體可以獲得影像資料，由

此，對可攜式設備的需求越來越大。

[0003] 為了利用附屬於可攜式設備的小型顯示器享受高品質的影像，該顯示器被要求足夠地高清晰化。

[0004] 另外，在一對電極之間具有包含有機化合物的發光層的發光元件（電致發光元件；也稱為 EL 元件）能夠進行高速回應，能夠實現直流低電壓驅動，並且能夠實現薄型輕量，由此作為平板顯示元件或可攜式顯示器向實用化發展。

[0005] EL 元件由一對電極及設置在該電極之間的包含發光物質的 EL 層構成，使電流流過 EL 層以包含在 EL 層中的發光物質被激發而發光。由此，為了利用這種 EL 元件獲得大發光強度，需要使相當於該發光強度的電流流過該發光層，因而耗電量也會隨之變大。此外，流過的電流越大，越加速 EL 元件的劣化。

[0006] 於是，提出了如下發光元件：藉由層疊多個 EL 層，當流過相同電流密度的電流時與 EL 層是單層的發光元件相比可以獲得更高的亮度（例如，參照專利文獻 1）。專利文獻 1 所公開的發光元件具有多個發光單元被電荷產生層隔開的結構。

[0007]

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2003-272860 號公報

[0008] 如專利文獻 1 那樣，當使用具有多個發光單元被電荷產生層隔開的結構的發光元件（以下稱為串聯元

件)製造高清晰顯示器時，有時會發生在照明用途或用於像素尺寸大的顯示器的發光元件中不會出現的問題。作為這種問題之一有相鄰的像素之間的干涉現象、所謂串擾現象。

[0009] 當使用串聯元件製造顯示器時容易獲得白色發光，因此在很多情況下採用全彩色化方式，該全彩色化方式為如下：所有像素具有同一的 EL 層結構，其中使用諧振結構或/及濾色片在各像素中獲得需要的發光顏色。就是說，在相鄰的像素中各 EL 層連接。

[0010] 另外，發光元件具有在一對電極之間夾著該 EL 層的結構，在主動矩陣型發光元件中一對電極中一個為按像素進行分割的電極，另一個為在多個像素中連接而形成的電極。由此，藉由控制按像素進行分割的電極來驅動像素。

[0011] 在此，當在多個發光元件中連接的 EL 層的一部分具有高導電性時，有時也在將要驅動的元件的第一電極與存在於相鄰的像素的區域中的共同使用的電極（第二電極）之間電流流過，其結果可能會發生串擾現象。作為上述 EL 層中的具有高導電性的部分被形成的原因受到關注就是電荷產生層。

[0012] 在電荷產生層中，為了改善對陽極側的發光單元的電子注入性而使用鋰或鉍等鹼金屬。另外，浴銅靈(簡稱：BCP)及紅啡啉(簡稱：BPhen)等電子傳輸材料被廣為周知，因為藉由使用這種材料，可以形成驅動電壓低且

具有良好的特性的發光元件。但是，如果在這種材料中分散有上述鹼金屬，導電率就高，所以在高清晰顯示器中可能會發生串擾現象。並且，確認到鹼金屬和電子傳輸材料不混合而只接觸都會發生串擾現象。

[0013] 如果不使用鹼金屬，對發光單元的電子注入性就會下降，而驅動電壓會上升。如此，在不損壞串聯元件的能夠承受實用的特性的情況下抑制串擾現象是非常困難的。

[0014] 另外，已知使用上述浴銅靈(簡稱：BCP)及紅啡啉(簡稱：BPhen)等驅動特性良好的啡啉類的電子傳輸材料的發光元件在耐熱性的方面有缺點，該缺點根據元件結構會導致更大問題。

【發明內容】

[0015] 於是，本發明的一個方式的目的是提供一種即使用於高清晰顯示器也能夠抑制串擾現象的發生的串聯型發光元件。

[0016] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種能夠實現高品質的顯示的串聯型發光元件。

[0017] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種能夠都實現高品質的顯示及耗電量的降低的發光元件。

[0018] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種耐熱性良好的串聯元件。本發明的一個方式的其他目的是提供一種新穎發光元件。

[0019] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種藉由使用上述發光元件能夠實現高品質的顯示的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0020] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種使用上述發光元件來能夠實現高品質的顯示及低耗電量的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0021] 本發明的一個方式的其他目的是提供一種使用上述發光元件來能夠具有良好的耐熱性的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0022] 根據本發明實現上述目的中的任一就可。

[0023] 藉由使用在與中間層的陽極側接觸的層中包含 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)的串聯型發光元件，可以實現上述目的。

[0024] 本發明的一個方式是一種發光元件，該發光元件包括第一電極、第二電極以及夾在第一電極與第二電極之間的 EL 層，其中 EL 層至少包括多個發光單元及夾在發光單元的多個電荷產生層，在與電荷產生層的陽極側接觸的層中包含 NBPhen。

[0025] 本發明的其他方式是一種發光元件，該發光元件包括第一電極、第二電極以及夾在第一電極與第二電極之間的 EL 層，其中 EL 層包括形成在陽極側的第一發光單元及形成在陰極側的第二發光單元以及夾在第一發光單元與第二發光單元之間的電荷產生層，在與第一發光單

元的電荷產生層接觸的層中包含 NBPhen。

[0026] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，在電荷產生層中至少形成有電荷產生區域及電子注入緩衝區域，電子注入緩衝區域位於電荷產生層的陽極側。

[0027] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，在電子注入緩衝區域的電荷產生區域一側具有電子中繼區域。

[0028] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，在電子注入緩衝區域中包含鹼金屬。

[0029] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，鹼金屬為鋰。

[0030] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，EL 層至少包括包含稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層及與包含稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層接觸的包含 NBPhen 的層。

[0031] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，EL 層至少包括包含具有三個以上的稠環的稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層及與包含稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層接觸的包含 NBPhen 的層。

[0032] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，包含稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層為包含稠合雜芳族化合物的層。

[0033] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，在包含稠合雜芳族化合物的層中所含有的稠合芳族化合物在一個稠環內具有兩個氮原子。

[0034] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，發光元件呈現磷光發光。

[0035] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，在包含稠合雜芳族化合物的層中還包含銱。

[0036] 本發明的其他方式是一種發光元件，其中在上述結構中，銱包含在包含稠合雜芳族化合物的層的一部分中，沒有包含在與包含 NBPhen 的層接觸的區域中。

[0037] 本發明的其他方式是一種具有上述任一的發光元件的顯示模組。

[0038] 本發明的其他方式是一種具有上述任一的發光元件的照明模組。

[0039] 本發明的其他方式是一種具備上述任一的發光元件及控制該發光元件的單元的發光裝置。

[0040] 本發明的其他方式是一種在顯示部中具有上述任一的發光元件且具備控制該發光元件的單元的顯示裝置。

[0041] 本發明的其他方式是一種在照明部中具有上述任一的發光元件且具備控制該發光元件的單元的照明裝置。

[0042] 本發明的其他方式是一種具有上述任一的發光元件的電子裝置。

[0043] 注意，本說明書中的發光裝置包括使用發光元件的影像顯示裝置。此外，如下模組都包括在發光裝置中：發光元件安裝有連接器諸如各向異性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：帶載封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光元件上直接安裝有IC(積體電路)的模組。再者，本說明書中的發光裝置還包括用於照明設備等的發光裝置。

[0044] 在本發明的一個方式中，可以提供一種即使用於高清晰顯示器也能夠抑制串擾現象的發生的串聯型發光元件。

[0045] 在本發明的一個方式中，可以提供一種能夠實現高品質的顯示的串聯型發光元件。

[0046] 在本發明的一個方式中，可以提供一種能夠都實現高品質的顯示及耗電量的降低的發光元件。

[0047] 在本發明的一個方式中，可以提供一種耐熱性良好的串聯元件。

[0048] 在本發明的一個方式中，可以提供一種藉由使用上述發光元件能夠實現高品質的顯示的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0049] 在本發明的一個方式中，可以提供一種藉由使用上述發光元件能夠實現高品質的顯示及低耗電量的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

[0050] 在本發明的一個方式中，可以提供一種使用上述發光元件來能夠具有良好的耐熱性的顯示模組、照明模組、發光裝置、顯示裝置、電子裝置及照明裝置。

【圖式簡單說明】

[0051] 在圖式中：

圖 1 是發光元件的示意圖；

圖 2A 和圖 2B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 3A 和圖 3B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 4 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 5A、圖 5B1、圖 5B2、圖 5C 及圖 5D 是示出電子裝置的圖；

圖 6 是示出車載顯示裝置及照明裝置的圖；

圖 7A 至圖 7C 是示出電子裝置的圖；

圖 8 是示出實施例元件 1 及參考實例元件 1 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 9 是示出實施例元件 1 及參考實例元件 1 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 10 是示出實施例元件 1 及參考實例元件 1 的電壓-亮度特性的圖；

圖 11 示出實施例元件 1 及參考實例元件 1 的發射光譜；

圖 12 是放大使用實施例元件 2 及參考實例元件 2 的顯示裝置的照片；

圖 13 是說明發光元件的元件結構的圖；

圖 14 是示出實施例元件 1 的正規化亮度的時間依賴特性的圖。

【實施方式】

[0052] 下面，參照圖式對本發明的實施方式進行詳細的說明。注意，本發明不侷限於下面說明，所屬發明所屬之技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在下面所示的實施方式所記載的內容中。

[0053]

實施方式 1

圖 1 示出本發明的一個方式的發光元件的示意圖。圖 1 所示的發光元件在一對電極（陽極 100、陰極 101）之間具有多個（ n 層）的發光單元。將最靠近陽極 100 的一側的發光單元設定為第一發光單元 102k，將最靠近陰極 101 的一側的發光單元設定為第 n 發光單元 102n。

[0054] 圖 1 所示的發光元件包括：發光單元（第一發光單元 102k……第 m 發光單元 102m……第 n 發光單元 102n）；電荷產生層（第一電荷產生層 103k……第 m 電荷產生層 103m……第 $n-1$ 電荷產生層 103n-1）；電荷產生區域（第一電荷產生區域 104k……第 m 電荷產生區域

104m... 第 n-1 電荷產生區域 104n-1) ; 電子注入緩衝區域 (第一電子注入緩衝區域 105k... 第 m 電子注入緩衝區域 105m... 第 n-1 電子注入緩衝區域 105n-1) ; 包含 NBPhen 的層 (第一包含 NBPhen 的層 106k... 第 m 包含 NBPhen 的層 106m... 第 n-1 包含 NBPhen 的層 106n-1... 第 n 包含 NBPhen 的層 106n) 等。

[0055] 另外，有時將多個發光單元總稱為發光單元 102，將多個電荷產生層總稱為電荷產生層 103，將多個電荷產生區域總稱為電荷產生區域 104，將多個電子注入緩衝區域總稱為電子注入緩衝區域 105，將多個包含 NBPhen 的層總稱為包含 NBPhen 的層 106。另外，將夾在陽極 100 和陰極 101 的發光單元 102 及存在於發光單元之間的各電荷產生層 103 總稱為 EL 層 110。

[0056] 在第 m 發光單元 102m (m 為自然數， $1 \leq m \leq n-1$) 與第 m+1 發光單元 102m+1 之間設置有與第 m 發光單元 102m 及第 m+1 發光單元 102m+1 接觸的第 m 電荷產生層 103m。第 m 電荷產生層 103m 由與第 m+1 發光單元 102m+1 接觸的第 m 電荷產生區域 104m 以及與第 m 電荷產生區域 104m 及第 m 發光單元 102m 接觸的第 m 電子注入緩衝區域 105m。在此，電荷產生層 103 處於沒有連接於電源等的電浮動狀態。另外，電荷產生區域 104 含有電洞傳輸性物質及對電洞傳輸性物質的受體物質。電子注入緩衝區域 105 具有接收產生在電荷產生區域 104 中的電子而將電子供給發光單元 102 的包含 NBPhen 的層 106 的功

能。

[0057] 電子注入緩衝區域 105 在陽極側的介面中至少具有鹼金屬、尤其是鋰的厚度為 0.1nm 至 5nm 的極薄層。藉由設置上述鋰的層，可以使電子的注入能障緩和，由此可以將產生在電荷產生區域 104 的電子順利地注入發光單元 102 中。另外，作為電子注入緩衝區域 105，為了防止上述鋰的層與電荷產生區域 104 的互相作用，也可以在上述鋰的層與電荷產生區域 104 之間形成電子中繼區域。電子中繼區域也用作將產生在電荷產生區域 104 的電子高效率地注入發光單元 102 中的層。因此，以電子中繼區域的 LUMO 能階位於電荷產生區域 104 的受體物質的受體能階和與包含電子中繼區域的電荷產生層 103 的陽極側接觸的層（即，包含 NBPhen 的層 106）的 LUMO 能階之間的方式較佳為形成電子中繼區域。具體地，電子中繼區域的 LUMO 能階較佳為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下左右。電子中繼區域以 1nm 至 40nm 的厚度，較佳為 1nm 至 10nm 的厚度形成，即可。

[0058] 另外，發光單元 102 包括多個包含有機化合物且具有特定功能的層。作為該多個層，發光單元 102 至少包括具有發光物質的發光區域以及包含 NBPhen 的層 106，第 m 發光單元 102m 包括第 m 包含 NBPhen 的層 106m。另外，在本實施方式中，包含 NBPhen 的層 106 設置在各發光單元 102 的最靠近陰極 101 的一側，與第 m 電荷產生層 103m 的第 m 電子注入緩衝區域 105m 接觸地

形成有第 m 發光單元 102 m 所具有的第 m 包含 NBPhen 的層 106 m 。

[0059] 雖然圖 1 例示出設置多個發光單元的情況而進行說明，但是當然 $n=2$ 或 3 等具有比圖示出的單元少的發光單元的發光元件也包括在本發明的一個方式中。例如，當發光單元 102 是兩層時， $n=2$ ，第 m 發光單元 102 m 相當於第 1 發光單元 102 k ，而第 $m+1$ 發光單元 102 $m+1$ 相當於第 n 發光單元 102 n 。

[0060] 電荷產生區域 104 如上所述地含有電洞傳輸性物質及受體物質。當在電極（陽極 100、陰極 101）之間施加電壓時，在電荷產生區域 104 中受體物質從具有電洞傳輸性物質抽出電子來產生電子及電洞。產生在第 m 電荷產生區域 104 m 中的電洞被注入第 $m+1$ 發光單元 102 $m+1$ 。另外，同時產生在第 m 電荷產生區域 104 m 中的電子經過第 m 電子注入緩衝區域 105 m 被注入第 m 發光單元 102 m 的包含 NBPhen 的層（第 m 包含 NBPhen 的層 106 m ）。電荷產生區域 104 較佳為以 10nm 以上且 200nm 以下的厚度形成。

[0061] 作為包含在電荷產生區域 104 中的受體物質，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。另外，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 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確而言，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋇、氧化鎢、氧化錳和氧化

鍊，這是因為它們具有高電子接收性。尤其，較佳為使用氧化鋁，因為氧化鋁在大氣中穩定且其吸濕性低，所以容易進行處理。

[0062] 作為電洞傳輸性物質，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、吡啶衍生物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。另外，較佳為具有電洞移動率為 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。

[0063] 例如，作為芳香胺化合物，可以舉出 N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-對伸苯基二胺（簡稱：DTDPPA）、4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯（簡稱：DPA3B）等。

[0064] 作為吡啶衍生物，可以具體地舉出 3-[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啶（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啶（簡稱：PCzPCA2）、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啶-3-基)胺基]-9-苯基吡啶（簡稱：PCzPCN1）等。另外，還可以舉出 4,4'-二(N-吡啶基)聯苯（簡稱：CBP）、1,3,5-三[4-(N-吡啶基)苯基]苯（簡稱：TCPB）、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-吡啶（簡稱：CzPA）、1,4-雙[4-(N-吡啶基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0065] 作為芳烴，例如可以舉出 2-三級丁基-9,10-二

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

[0066] 另外，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。

[0067] 另外，還可以使用聚(N-乙烯基吡啶)(簡稱：PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯醯胺](簡稱：PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](簡稱：Poly-TPD)等高分子化合物。

[0068] 在此，作為用於電荷產生區域 104 的電洞傳輸性物質，較佳為使用不包含胺骨架的物質。當使用不包含胺骨架的電洞傳輸性物質及受體物質構成電荷產生區域 104 時，與當使用包含胺骨架的電洞傳輸性物質時相比，不容易發生根據電荷轉移互相作用的吸收。並且，即使不發生根據電荷轉移互相作用的吸收，電荷產生區域 104 也足夠地用作電荷產生區域。由此，可以形成在可見光區域中不具有吸收峰值的用作電荷產生區域的層，從而可以防止由於光的吸收的發光效率的下降。

[0069] 另外，作為不包含胺骨架的電洞傳輸性物質，可以舉出：上述 CBP、TCPB、CzPA、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等咔唑衍生物；t-BuDNA、DPPA、t-BuDBA、DNA、DPAnth、t-BuAnth、DMNA、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)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'-聯二蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯二蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯二蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯二蒽、蒽、DPVBi、DPVPA 等芳烴。也可以使用 PVK 等咔唑衍生物的聚合物。

[0070] 另外，在電荷產生區域 104 中，較佳為使用以受體物質與電洞傳輸性物質的質量比為 0.1：1 以上且 4.0：1 以下的比例包含受體物質和電洞傳輸性物質的複合

材料。

[0071] 電荷產生區域 104 以具有 10nm 以上且 200nm 以下的厚度的方式可以形成。當使用電洞傳輸性物質與受體物質的複合材料構成電荷產生區域 104 時，即使厚度變大也導電率的變化小，所以可以抑制由於形成電荷產生區域 104 形成得厚而使發光元件的驅動電壓上升。藉由使用這種材料形成電荷產生區域 104，並調整電荷產生區域 104 的厚度，來在沒有驅動電壓的上升的情況下可以進行發光元件的光學調整。

[0072] 另外，電荷產生區域 104 既可以在同一個膜中含有電洞傳輸性物質和受體物質，又可以層疊有包含電洞傳輸性物質的層和包含受體物質的層。注意，當採用疊層結構時，以第 m 電荷產生區域 104 m 的包含電洞傳輸性物質的層與第 $m+1$ 發光單元 102 $m+1$ 接觸且包含受體物質的層與第 m 電子注入緩衝區域 105 m 接觸的方式形成疊層結構。

[0073] 在電子注入緩衝區域 105 中至少形成有與發光單元 102 接觸的鹼金屬層。作為該鹼金屬，較佳為使用鋰及鋰化合物，明確而言，可以舉出鋰、氟化鋰以及氧化鋰等。為了抑制串擾現象，較佳為以 1nm 至 10nm 的厚度形成鹼金屬層。另外，該鹼金屬層是極薄的層，由此既可以在整個像素部不連續地形成，又可以其一部分離開而形成為島狀。

[0074] 為了抑制鹼金屬層與電荷產生區域的互相作

用，也可以在電子注入緩衝區域 105 中形成有電子中繼區域。電子中繼區域形成在鹼金屬層與電荷產生區域之間，也具有接收產生在電荷產生區域 104 中的電子而將電子供給發光單元 102 的包含 NBPhen 的層 106 的功能。另外，電子中繼區域至少包含電子傳輸性物質。

[0075] 在此，電子中繼區域以電子中繼區域所包含的電子傳輸性物質的 LUMO 能階位於電荷產生區域 104 的受體物質的受體能階和包含 NBPhen 的層 106 的 LUMO 能階之間的方式形成。作為具體的能階的數值，電子中繼區域的電子傳輸性物質的 LUMO 能階為 -5.0eV 以上，較佳為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。

[0076] 另外，作為電子注入緩衝區域的電子傳輸性物質，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物。

[0077] 當使用酞青類材料時，明確而言，較佳為使用 CuPc (Copper(II) phthalocyanine: 銅(II)酞青)、H₂Pc (Phthalocyanin: 酞青)、SnPc (Phthalocyanine tin (II) complex: 酞青錫(II)錯合物)、ZnPc (Phthalocyanine zinc complex: 酞青鋅錯合物)、CoPc (Cobalt (II) phthalocyanine, β -form: 酞青鈷(II), β -型)、FePc (Phthalocyanine Iron: 酞青鐵) 以及 PhO-VOPc (Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanine: 2,9,16,23-四苯氧基-29H,31H-酞青氧釩) 中的任一。

[0078] 當使用具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯

合物時，較佳為使用具有金屬-氧的雙鍵的金屬錯合物。另外，也作為具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物，較佳為使用酞青類材料。明確而言，VOPc(Vanadyl phthalocyanine：釩氧酞青)、SnOPc(Phthalocyanine tin(IV) oxide complex：酞青氧化錫(IV)錯合物)以及TiOPc(Phthalocyanine titanium oxide complex：酞青氧化鈦錯合物)在分子結構方面上金屬-氧的雙鍵容易對其他分子起到作用且其受體性高，所以是較佳的。

[0079] 另外，作為上述酞青類材料，較佳為使用具有苯氧基的材料。明確而言，較佳為使用PhO-VOPc等具有苯氧基的酞青衍生物。

[0080] 電子中繼區域還可以包含施體物質。作為施體物質，可以使用如下物質：鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬及它們的化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銫等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))。除此之外，還可以使用四硫萘並萘(tetrathianaphthacene)(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。另外，藉由使電子中繼區域包含這些施體物質，能夠使電子容易移動，從而能夠以更低電壓驅動發光元件。

[0081] 當使電子中繼區域包含施體物質時，作為包含在電子中繼層的電子傳輸性的物質，除了上述材料以外還可以使用其LUMO能階比包含在電荷產生區域中的受

體物質的受體能階高的物質。明確而言，LUMO 能階為 -5.0eV 以上，較佳為在 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下的範圍內。作為這種物質，例如可以舉出芘衍生物、含氮稠合芳族化合物等。另外，因為含氮稠合芳族化合物具有穩定性，所以作為用來形成電子中繼區域的材料是較佳的。再者，藉由使用含氮稠合芳族化合物中的具有氰基或氟基等電子吸引基的化合物，能夠使電子中繼區域中的電子接收變得容易，所以是更佳的。

[0082] 作為芘衍生物的具體例子，可以舉出 3,4,9,10-芘四羧酸二酐（簡稱：PTCDA）、3,4,9,10-芘四羧酸雙苯并咪唑（簡稱：PTCBI）、N,N'-二辛基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺（簡稱：PTCDI-C₈H）、N,N'-二己基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺（簡稱：Hex PTC）等。

[0083] 另外，作為含氮稠合芳族化合物的具體例子，可以舉出吡嗪並[2,3-f][1,10]啡啉-2,3-二甲腈（簡稱：PPDN）、2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯（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。

[0084] 除了上述物質以外，還可以使用 7,7,8,8-四氟基醌二甲烷（簡稱：TCNQ）、1,4,5,8-萘四羧酸二酐（簡稱：NTCDA）、全氟稠五苯（perfluoropentacene）、十六氟酞青銅（簡稱：F₁₆CuPc）、N,N'-雙（2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十五氟辛基）-1,4,5,8-萘四

羧酸二醯亞胺（簡稱：NTCDI-C8F）、3',4'-二丁基-5,5"-雙（二氰基亞甲基）-5,5"-二氫-2,2':5',2"-三噻吩（簡稱：DCMT）、亞甲基富勒烯（例如，[6,6]-苯基 C₆₁ 醯酸甲酯）等。

[0085] 另外，當使電子中繼區域包含施體物質時，藉由共蒸鍍電子傳輸性物質和施體物質等的方法形成電子注入緩衝區域即可。另外，當在使電子中繼區域包含施體物質的情況下以 1nm 至 10nm 的厚度形成電子中繼區域時，可以抑制起因於電子中繼區域的串擾現象的產生，所以是較佳的。由於與上述同樣的理由，較佳為形成以施體物質與電子傳輸性物質的質量比為 0.001：1 以上且 0.1：1 以下的比例包含上述施體物質和電子傳輸性物質的電子中繼區域。

[0086] 各發光單元藉由層疊多個具有不同功能的層構成，至少包括包含發光物質的發光層（未圖示）及包含 NBPhen 的層。

[0087] 包含 NBPhen 的層 106 用作電子傳輸層的一部分，與電子注入緩衝區域 105 接觸地設置。藉由採用這種結構，即使形成高清晰顯示器也可以有效地降低對相鄰的像素的干涉。

[0088] 電子傳輸層在其陰極 101 側具有包含 NBPhen 的層，在其陽極 100 側具有包含電子傳輸性物質的層。作為在電子傳輸層的陽極側的層所包含的電子傳輸性物質，可以舉出：雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鉍(II)(簡稱：BeBq₂)、

雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAIq)、
 雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并呋啞基)
 苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻啞基)苯酚]鋅
 (II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物；2-(4-聯苯基)-5-(4-
 三級丁基苯基)-1,3,4-噁二啞(簡稱：PBD)、3-(4-聯
 苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三啞(簡
 稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二啞-
 2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二啞-
 2-基)苯基]-9H-呋啞(簡稱：CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯
 三基)三(1-苯基-1H-苯并咪啞)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二
 苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪啞(簡稱：
 mDBTBIIm-II)等具有多啞骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯
 并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f, h]喹呋啞(簡稱：
 2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]
 二苯并[f, h]喹呋啞(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-
 (9H-呋啞-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f, h]喹呋啞(簡稱：
 2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：
 4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶
 (簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噻骨架的雜環化合
 物；以及3,5-雙[3-(9H-呋啞-9-基)苯基]吡啶(簡稱：
 35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(簡稱：
 TmPyPB)等具有吡啶骨架的雜環化合物。還可以舉出
 CzPA、PCzPA、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-
 9H-呋啞(簡稱：DPCzPA)、DPPA、DNA、t-BuDNA、7-[4-

(10- 苯基 -9- 蒽基) 苯基]-7H-二苯并 [c,g] 呿啞 (簡稱 : cgDBCzPA) 等蒽衍生物。其中，具有二噻骨架的雜環化合物或具有吡啞骨架的雜環化合物具有良好的可靠性，所以是較佳的。尤其是，具有二噻 (噻啞或吡噻) 骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，也有助於降低驅動電壓。

[0089] 另外，在電子傳輸層中，當形成在陽極 100 側的包含電子傳輸性物質的層 (與包含 NBPhen 的層的陽極側接觸的層) 為包含稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物的層時，發光元件的耐熱性得到提高，所以是較佳的。稠合芳族化合物或稠合雜芳族化合物較佳為具有三個以上的稠環。此外，在該結構中，當與包含 NBPhen 的層的陽極側接觸的層具有稠合雜芳族化合物時，更有效地發揮效果。就是說，即使使用比稠合芳族化合物不穩定的稠合雜芳族化合物，也藉由層疊稠合雜芳族化合物的層與包含 NBPhen 的層，可以獲得與層疊稠合芳族化合物的層和包含 NBPhen 的層的情況相等的耐熱性。作為稠合雜芳族化合物，較佳為使用在一個稠環中包含兩個氮原子的化合物。

[0090] 發光區域是包含發光物質的層，既可以與電子傳輸層接觸地形成，又可以形成在電子傳輸層中。作為該發光物質，可以使用以下所示的螢光化合物及磷光化合物。

[0091] 作為螢光化合物，例如可以舉出如下材料：5,6-雙 [4- (10- 苯基 -9- 蒽基) 苯基]-2,2'-聯吡啞 (簡稱：

PAP2BPy) 、 5,6-雙[4'- (10-苯基-9-蒽基) 聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶 (簡稱 : PAPP2BPy) 、 N,N'-雙[4- (9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺 (簡稱 : 1,6FLPAPrn) 、 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基]-芘-1,6-二胺 (簡稱 : 1,6mMemFLPAPrn) 、 N,N'-雙[4- (9H-咔唑-9-基) 苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺 (簡稱 : YGA2S) 、 4- (9H-咔唑-9-基) -4'- (10-苯基-9-蒽基) 三苯胺 (簡稱 : YGAPA) 、 4- (9H-咔唑-9-基) -4'- (9,10-二苯基-2-蒽基) 三苯胺 (簡稱 : 2YGAPPA) 、 N,9-二苯基-N-[4- (10-苯基-9-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : PCAPA) 、 芘、2,5,8,11-四-三級丁基芘 (簡稱 : TBP) 、 4- (10-苯基-9-蒽基) -4'- (9-苯基-9H-咔唑-3-基) 三苯胺 (簡稱 : PCBAPA) 、 N,N''- (2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-苯撐基) 雙 [N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺] (簡稱 : DPABPA) 、 N,9-二苯基-N-[4- (9,10-二苯基-2-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : 2PCAPPA) 、 N-[4- (9,10-二苯基-2-蒽基) 苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPAPPA) 、 N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]屈 (chrysene) -2,7,10,15-四胺 (簡稱 : DBC1) 、 香豆素 30 、 N- (9,10-二苯基-2-蒽基) -N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : 2PCAPA) 、 N-[9,10-雙 (1, 1'-聯苯基-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

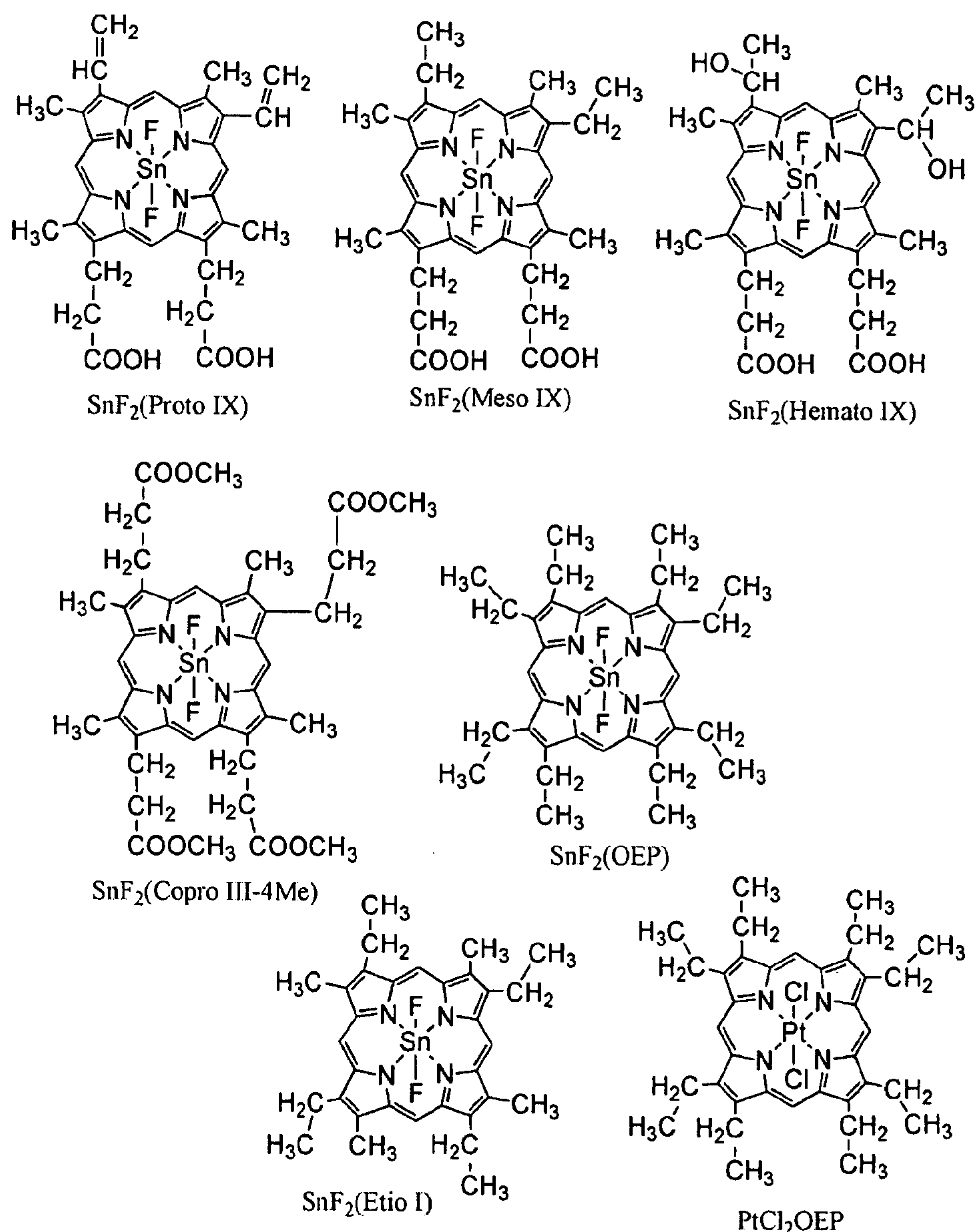
基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPAPA）、N-[9,10-雙（1，1'-聯苯-2-基）-2-萸基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPABPhA）、9,10-雙（1，1'-聯苯-2-基）-N-[4-（9H-呋啉-9-基）苯基]-N-苯基萸-2-胺（簡稱：2YGABPhA）、N,N,9-三苯基萸-9-胺（簡稱：DPhAPhA）、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吡酮（簡稱：DPQd）、紅螢烯、5，12-雙（1，1'-聯苯-4-基）-6,11-二苯基稠四苯（簡稱：BPT）、2-（2-{2-[4-（二甲胺基）苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基）丙烷二腈（簡稱：DCM1）、2-{2-甲基-6-[2-（2,3,6,7-四氫-1H，5H-苯并[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙烷二腈（簡稱：DCM2）、N,N,N',N'-四（4-甲基苯基）稠四苯-5，11-二胺（簡稱：p-mPhTD）、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四（4-甲基苯基）茚並[1,2-a]丙二烯合萸-3,10-二胺（簡稱：p-mPhAFD）、2-{2-異丙基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H，5H-苯并[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙烷二腈（簡稱：DCJTI）、2-{2-三級丁基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H，5H-苯并[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙烷二腈（簡稱：DCJTB）、2-（2,6-雙{2-[4-（二甲胺基）苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基）丙烷二腈（簡稱：BisDCM）、2-{2,6-雙[2-（8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙烷二腈（簡稱：BisDCJTM）等。尤其是，以1，6FLPAPrn及1,6mMemFLPAPrn等茈二胺衍化

合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有高電洞俘獲性且具有良好的發光效率及可靠性，所以是較佳的。

[0092] 作為螢光化合物，也可以使用呈現熱活化延遲螢光（TADF）的物質。作為 TADF 材料可以使用以下材料。

[0093] 可以舉出富勒烯及其衍生物、硫酸原黃素等吡啶衍生物、曙紅（eosin）等。此外，可以舉出包含鎂（Mg）、鋅（Zn）、鎘（Cd）、錫（Sn）、鉑（Pt）、銦（In）或鈀（Pd）等的含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如也可以舉出由下面的結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物（ SnF_2 （Proto IX））、中卟啉-氟化錫錯合物（ SnF_2 （Meso IX））、血卟啉-氟化錫錯合物（ SnF_2 （Hemato IX））、糞卟啉四甲基酯-氟化錫錯合物（ SnF_2 （Copro III-4Me））、八乙基卟啉-氟化錫錯合物（ SnF_2 （OEP））、初卟啉-氟化錫錯合物（ SnF_2 （Etio I））、八乙基卟啉-氟化鉑錯合物（ PtCl_2 （OEP））等。

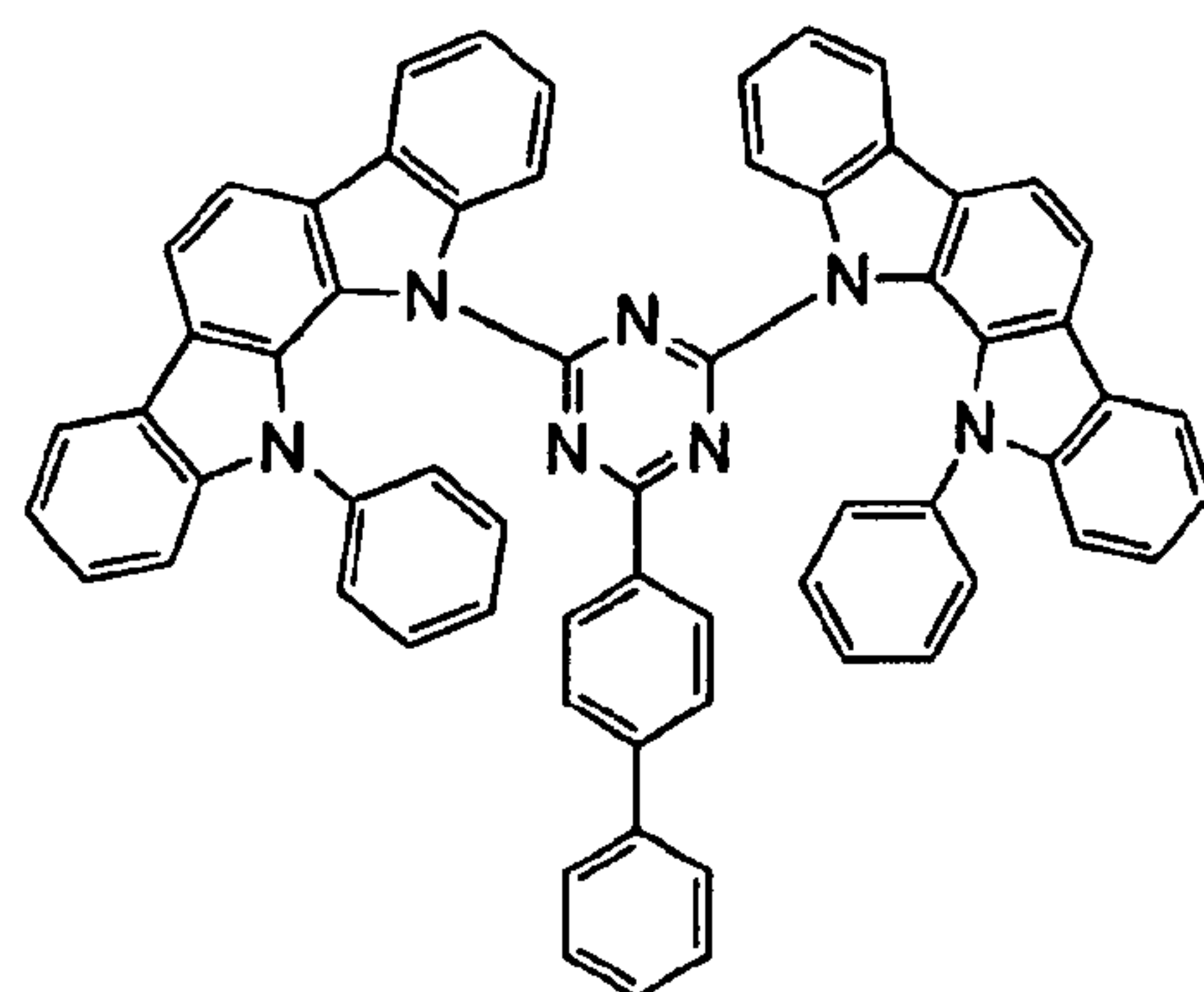
[0094]



[0095] 此外，也可以使用由下面的結構式表示的 2-(聯苯基-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(PIC-TRZ)等具有富 π 電子型雜芳環及缺 π 電子型雜芳環的雜環化合物。因為該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環及缺 π 電子型雜芳環，所以電子傳輸性及電洞傳輸性高，所以是較佳的。另外，在富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的雜環化合物直接結合的物質中，富 π 電子型雜芳環的施體性和缺 π 電子型雜芳環的受體性都強，而 S1 能階和 T1 能階之間的能量差變小，所以是特別

較佳的。

[0096]



PIC-TRZ

[0097] 作為磷光發光物質，明確而言，可以舉出：
三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}銱(III)(簡稱：[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱：Ir(Mptz)₃)、三[4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱：Ir(iPrptz-3b)₃)等的具有4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱：Ir(Mptz1-mp)₃)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱：Ir(Prptz1-Me)₃)等的具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；fac-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱：Ir(iPrpmi)₃)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑並[1,2-f]菲啶(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱：Ir(dmpimpt-Me)₃)等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啶基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]銱(III)吡啶甲酸酯(簡

稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱：Ir(CF₃ppy)₂(pic))、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIracac)等的以具有吸電子基的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。它們是呈現藍色的磷光發光的化合物，在440nm至520nm處具有發光峰值。

[0098] 另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶)合銱(III)(簡稱：Ir(mppm)₃)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶)合銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₃)、(乙醯丙酮)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶)合銱(III)(簡稱：[Ir(mppm)₂(acac)])、雙[2-(6-三級丁基-4-嘧啶基-κN3)苯基-κC](2,4-戊二酮根-κ²O,O')銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₂(acac))、(乙醯丙酮)雙[4-(2-降莖基)-6-苯基嘧啶基]銱(III)(內型、外型混合物)(簡稱：Ir(nbppm)₂(acac))、(乙醯丙酮)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]合銱(III)(簡稱：Ir(mppm)₂(acac))、(乙醯丙酮)雙(4,6-二苯基嘧啶)合銱(III)(簡稱：[Ir(dppm)₂(acac)])等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)合銱(III)(簡稱：Ir(mppr-Me)₂(acac))、(乙醯丙酮)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)合銱(III)(簡稱：Ir(mppr-iPr)₂(acac))等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})乙醯丙酮銱(III)

(簡稱： $\text{Ir(ppy)}_2(\text{acac})$)、雙(苯并[h]喹啉)乙醯丙酮銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(bzq)}_2(\text{acac})$)、三(苯并[h]喹啉)銱(Ⅲ)(簡稱： Ir(bzq)_3)、三(2-苯基喹啉- $\text{N,C}^{2'}$)銱(Ⅲ)(簡稱： Ir(pq)_3)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N,C}^{2'}$)乙醯丙酮銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(pq)}_2(\text{acac})$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮)(單啡啉)銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Tb(acac)}_3(\text{Phen})$)等稀土金屬錯合物。它們主要是呈現綠色的磷光發光的化合物，在 500nm 至 600nm 處具有發光峰值。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

[0099] 明確而言，可以舉出：雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶](二異丁醯甲烷)銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(5mdppm)}_2(\text{dibm})$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶](二三甲基乙醯基甲烷)銱(Ⅲ)(簡稱： $[\text{Ir(5mdppm)}_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(萘-1-基)嘧啶](二三甲基乙醯基甲烷)銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(dlnpm)}_2(\text{dpm})$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮)雙(2,3,5-三苯基吡嗪)銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(tppr)}_2(\text{acac})$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪)(二三甲基乙醯基甲烷)銱(Ⅲ)(簡稱： $\text{Ir(tppr)}_2(\text{dpm})$)、(乙醯丙酮)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉]銱(Ⅲ)(簡稱： $[\text{Ir(Fdpq)}_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉- $\text{N,C}^{2'}$)銱(Ⅲ)(簡稱： $[\text{Ir(piq)}_3]$)、雙(1-苯基異喹啉

-N,C^{2'}) 銥 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : [Ir(piq)₂(acac)]) 等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物 ; 2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉鉑 (II) (簡稱 : PtOEP) 等鉑錯合物 ; 以及三 (1,3-二苯基-1,3-丙二酮基) (單啡啉) 銦 (III) (簡稱 : [Eu(DBM)₃(Phen)]) 、三 [1- (2-噻吩甲醯基) -3,3,3-三氟丙酮] (單啡啉) 銦 (III) (簡稱 : [Eu(TTA)₃(Phen)]) 等稀土金屬錯合物。它們是呈現紅色的磷光發光的化合物, 在 600nm 至 700nm 處具有發光峰值。此外, 具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物可以提供色度良好的紅色發光。

[0100] 另外, 除了上述磷光化合物以外, 還可以選擇各種磷光發光材料而使用。

[0101] 另外, 發光區域較佳為採用在主體材料中分散上述發光物質的結構。除了作為包含於上述電子傳輸層的電子傳輸物質舉出的物質, 還可以使用電洞傳輸物質。作為電洞傳輸物質, 可以使用可用於上述電荷產生層的電洞傳輸物質的物質。較佳的材料為如下: 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯 (簡稱 : NPB) 、 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺 (簡稱 : TPD) 、 4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萘-2-基)-N-苯基胺基]聯苯 (簡稱 : BSPB) 、 4-苯基-4'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺 (簡稱 : BPAFLP) 、 4-苯基-3'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺 (簡稱 : mBPAFLP) 、 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺 (簡稱 : PCBA1BP) 、 4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-

基)三苯胺(簡稱:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]萸-2-胺(簡稱:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9-聯萸-2-胺(簡稱:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱:CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱:CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱:mmDBFFLBI-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓,所以是特別較佳的。

[0102] 在各發光單元中存在至少一個發光區域即可,也可以在各發光單元中存在多個具有不同發光物質或/及主體材料的發光層或者多個即使具有相同發光物質及主體材料也其濃度不同的發光層。當然,在各發光單元中

發光層的結構既可以相同又可以不同。

[0103] 作為構成各發光單元的電子傳輸層及發光層以外的層，可以舉出包含電洞注入物質且具有電洞注入性的層（電洞注入層）、包含電洞傳輸性物質且具有電洞傳輸性的層（電洞傳輸層）以及包含雙極性（同時具有電子傳輸性及電洞傳輸性）物質且具有雙極性的層等。藉由適當地組合上述層與其他的具有各種功能的層，可以構成各發光單元。另外，也可以在接觸於陰極 101 的第 n 發光單元 102 n 中，作為最靠近陰極 101 的層還設置有包含電子注入物質且具有電子注入性的層（電子注入層）。此外，在第一發光單元 102 k 與陽極 100 之間及在第 n 發光單元 102 n 與陰極 101 之間也可以分別設置電荷產生區域。

[0104] 下面，說明電洞注入層、電洞傳輸層以及電子注入層。

[0105] 電洞注入層是包含電洞注入物質的層。作為電洞注入物質，例如可以使用氧化鋁、氧化鈮、氧化鈮、氧化鎢、氧化錳等金屬氧化物。此外，可以使用酞青（簡稱：H₂Pc）、銅(II)酞青（簡稱：CuPc）等酞青類化合物。也可以使用 PEDOT/PSS（簡稱）等高分子。

[0106] 電洞傳輸層是包含電洞傳輸物質的層。作為電洞傳輸層所具有的電洞傳輸物質，可以使用與包含於上述電荷產生區域 104 的電洞傳輸物質同樣的物質。因此，在此援用上述說明。另外，除了單層結構之外，電洞傳輸層可以採用由上述物質構成的兩層以上的疊層結構。

[0107] 可以設置在第 n 發光單元 102n 中的電子注入層是包含電子注入物質的層。作為電子注入物質，可以舉出氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF₂）等鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物。另外，作為該電子注入物質，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（簡稱）等）。藉由採用這種結構，可以進一步提高從陰極 101 的電子注入效率。

[0108] 在第一發光單元 102k 與陽極 100 之間或在第 n 發光單元 102n 與陰極 101 之間也可以設置電荷產生區域。當在第一發光單元 102k 與陽極 100 之間或在第 n 發光單元 102n 與陰極 101 之間設置電荷產生區域時，電荷產生區域使用包含電洞傳輸物質及受體物質的複合材料而形成。另外，電荷產生區域既可以採用在同一個膜中含有電洞傳輸性物質和受體物質的結構，又可以採用層疊有包含電洞傳輸性物質的層和包含受體物質的層的結構。但是，在採用疊層結構的情況下，採用具有包含受體物質的層與陽極 100 或陰極 101 接觸的結構。

[0109] 藉由在第一發光單元 102k 與陽極 100 之間或在第 n 發光單元 102n 與陰極 101 之間設置電荷產生區域，在不需要考慮形成電極的物質的功函數的情況下可以形成陽極 100 或陰極 101。另外，設置在第一發光單元 102k 與陽極 100 之間或在第 n 發光單元 102n 與陰極 101 之間的電荷產生區域可以使用與上述電荷產生區域 104 同

樣的結構及物質。因此，援用上述說明。

[0110] 另外，藉由適當地組合而層疊上述層，可以形成各發光單元。作為各發光單元的形成方法，根據使用的材料可以採用各種方法(例如真空蒸鍍法等乾處理、噴墨法或旋塗法等濕處理等)。也可以在各層中使用不同製造方法。

[0111] 作為陽極 100，較佳為使用功函數大(具體為 4.0eV 以上)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。具體地，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO：銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來製造。作為製造方法的例子，可以舉出如下方法：使用對氧化銦添加有 1wt%至 20wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法。另外，可以使用在氧化銦中含有 0.5wt%至 5wt%的氧化鎢和 0.1wt%至 1wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)。另外，可以舉出金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)或金屬材料的氮化物(例如，氮化鈦)等。也可以使用石墨烯。

[0112] 作為陰極 101，可以使用功函數小(具體為 3.8 eV 以下)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合

物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出：鋰（Li）或銫（Cs）等鹼金屬；鎂（Mg）、鈣（Ca）或銦（Sr）等的屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素；包含它們的合金（MgAg、AlLi）；鎔（Eu）、鐳（Yb）等稀土金屬；以及包含稀土金屬的合金等。然而，藉由在陰極 101 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以與功函率的大小無關地將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作陰極 101。可以藉由濺射法、噴墨法、旋塗法等進行這些導電材料的成膜。

[0113] 另外，在本實施方式所示的發光元件中，只要陽極 100 和陰極 101 中的至少一個具有對可見光的透光性，即可。藉由使用諸如 ITO 的透明電極或者藉由減小電極的厚度，可以確保透光性。另外，也可以具有形成得薄的材料及透明電極的疊層結構。

[0114] 也可以在陽極 100 與發光單元之間或在陰極 101 與發光單元之間使用 ITO 等具有透光性的材料形成用來調節發光元件中的光學距離的導電層。

[0115] 本實施方式中的發光元件具有多個發光單元，所以可以獲得合成各發光單元中的發光的光。就是說，當藉由層疊包含相同發光物質的發光層的多個發光單元構成發光元件時，與由一個發光單元構成的發光元件相比，即使以相同密度流過電流也可以獲得高亮度。另外，當層疊包含呈現不同發光顏色的發光物質的發光單元而製造本實施方式的發光元件時，可以獲得具有寬光譜的發光

的發光元件或者具有呈現白色發光的發光元件。使用呈現白色發光的發光元件及濾色片的顯示器也有利於高清晰化。

[0116] 在具有上述結構的本實施方式的發光元件中，即使將多個發光單元被電荷產生區域隔開的發光元件適用於高清晰顯示器（例如，在相鄰的發光元件中光學距離為 $40\mu\text{m}$ 以下的顯示器），也可以在沒有驅動電壓的上升的情況下有效地降低對於相鄰的發光元件的干涉現象，從而可以製造能夠提供高品質的影像的顯示器。另外，藉由使用多個發光單元被電荷產生區域隔開的發光元件，可以容易實現高電流效率及寬光譜或者白色發光。

[0117]

實施方式 2

在本實施方式中，說明使用實施方式 1 所記載的發光元件製造的發光裝置。

[0118] 在本實施方式中，參照圖 2A 和圖 2B 對使用實施方式 1 所記載的發光元件製造的發光裝置進行說明。注意，圖 2A 是示出發光裝置的俯視圖，並且圖 2B 是沿圖 2A 中的線 A-B 及線 C-D 切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光元件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部（源極線驅動電路）601、像素部 602、驅動電路部（閘極線驅動電路）603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 605 是密封材料，由密封材料 605 圍繞的內側是空間 607。

[0119] 注意，引導佈線 608 是用來傳送輸入源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的 FPC（撓性印刷電路）609 接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出 FPC，但是該 FPC 還可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0120] 下面，參照圖 2B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路 601、以及像素部 602 中的一個像素。

[0121] 作為源極線驅動電路 601，形成組合 n 通道型 TFT 623 和 p 通道型 TFT 624 的 CMOS 電路。另外，驅動電路也可以利用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。另外，雖然在本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，但是也不需要採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

[0122] 另外，像素部 602 由多個像素形成，該多個像素都包括開關 TFT 611、電流控制 TFT 612 以及與該電流控制 TFT 612 的汲極電連接的第一電極 613。另外，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

[0123] 另外，為了得到良好的覆蓋性，將絕緣物 614 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面。例如，在使用

正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物 614 的材料的情況下，較佳為只使絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。另外，作為絕緣物 614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

[0124] 在第一電極 613 上形成有 EL 層 616 及第二電極 617。在此，較佳為使用具有功函數大的材料作為用於用作陽極的第一電極 613 的材料。例如，除了可以使用諸如 ITO 膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含 2wt%至 20wt% 的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構膜等。注意，當採用疊層結構時，作為佈線的電阻也低，可以得到良好的歐姆接觸，可以進一步發揮陽極的功能。

[0125] 另外，EL 層 616 藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL 層 616 包括實施方式 1 所說明的結構。另外，作為構成 EL 層 616 的其他材料，也可以使用低分子化合物或高分子化合物（包含低聚物、樹枝狀聚合物）。

[0126] 另外，作為用於形成在 EL 層 616 上並用作陰極的第二電極 617 的材料，較佳為使用具有功函數小的材料（Al、Mg、Li、Ca 或它們的合金及化合物（MgAg、MgIn、AlLi 等）等）。注意，當使產生在 EL 層 616 中的光透過第二電極 617 時，較佳為使用由膜厚度減薄了的金

屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2wt%至 20wt%的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅（ZnO）等）構成的疊層結構作為第二電極 617。

[0127] 發光元件由第一電極 613、EL 層 616、第二電極 617 形成。該發光元件是具有實施方式 1 所記載的結構的發光元件。雖然由多個發光元件形成像素部，但是本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式 1 所記載的發光元件和包括其他結構的發光元件的兩者。

[0128] 另外，藉由使用密封材料 605 將密封基板 604 貼合到元件基板 610，形成如下結構，即發光元件 618 安裝在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞的空間 607 中。注意，空間 607 中填充有填料，作為該填料，除了使用惰性氣體（氮或氬等）以外，還使用密封材料 605。藉由在密封基板中形成凹部且在其中設置乾燥劑，可以抑制水分所導致的劣化，所以是較佳的。

[0129] 另外，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料 605。另外，這些材料較佳為盡可能地不使水或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板 604 的材料，除了可以使用玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP（玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0130] 如上所述，可以得到使用實施方式 1 所記載的發光元件製造的發光裝置。

[0131] 因為本實施方式的發光裝置使用實施方式 1

所記載的發光元件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。具體地，實施方式 1 所示的發光元件是發光效率良好的發光元件，從而可以實現降低了耗電量的發光裝置。另外，該發光元件是容易大量生產的發光元件，從而可以提供廉價的發光裝置。

[0132] 圖 3A 和圖 3B 示出藉由形成呈現白色發光的發光元件設置著色層（濾色片）等來實現全彩色化的發光裝置的例子。圖 3A 示出基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL 層 1028、發光元件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封材料 1032 等。

[0133] 另外，在圖 3A 中，將著色層（紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B）設置在透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑色層（黑矩陣）1035。對設置有著色層及黑色層的透明基材 1033 進行對準而將其固定到基板 1001。另外，著色層及黑色層被覆蓋層 1036 覆蓋。另外，圖 3A 示出具有光不透過著色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的著色層而透射到外部的發光層，不透過著色層的光成為白色光且透過著色層的光成為紅色光、藍色光、綠色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

[0134] 圖 3B 示出將著色層（紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B）形成在閘極絕緣膜 1003 和第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上述那樣，也可以將著色層設置在基板 1001 和密封基板 1031 之間。

[0135] 另外，雖然以上說明了具有在形成有 TFT 的基板 1001 一側取出光的結構（底部發射型）的發光裝置，但是也可以採用具有在密封基板 1031 一側取出發光的結構（頂部發射型）的發光裝置。圖 4 示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板 1001 可以使用不使光透過的基板。到製造連接 TFT 與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極 1022 的方式形成第三層間絕緣膜 1037。該第三層間絕緣膜 1037 也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜 1037 可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他各種的材料形成。

[0136] 雖然在此發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B 都是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖 4 所示那樣的頂部發射型發光裝置的情況下，第一電極較佳為反射電極。EL 層 1028 的結構採用作為實施方式 1 所說明的 EL 層 110 的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

[0137] 在採用圖 4 所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有著色層（紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B）的密封基板 1031 進行密封。

密封基板 1031 也可以設置有位於像素和像素之間的黑色層（黑矩陣）1035。著色層（紅色著色層 1034R、綠色著色層 1034G、藍色著色層 1034B）、黑色層（黑矩陣）也可以被覆蓋層覆蓋。另外，作為密封基板 1031，使用具有透光性的基板。

[0138] 另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色的四個顏色進行全彩色顯示的例子，但是並不侷限於此。也可以以紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。

[0139] 因為本實施方式的發光裝置使用實施方式 1 所記載的發光元件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。具體地，實施方式 1 所示的發光元件是發光效率良好的發光元件，從而可以實現降低了耗電量的發光裝置。另外，該發光元件是容易大量生產的發光元件，從而可以提供廉價的發光裝置。

[0140] 以上說明的發光裝置能夠控制配置為矩陣狀的微小的多個發光元件中的每一個，所以作為進行影像的顯示的顯示裝置可以適當地利用。

[0141] 此外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

[0142]

實施方式 3

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式 1 所記載的發光元件的電子裝置的例子進行說明。實施方式 1 所

記載的發光元件是發光效率良好、耗電量被降低了且能夠提供顯示品質良好的顯示器的發光元件。其結果，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括顯示品質良好且耗電量被降低了的顯示部的電子裝置。

[0143] 作為採用上述發光元件的電子裝置，可以例如舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機等影像拍攝裝置、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

[0144] 圖 5A 示出電視機的一個例子。在電視機中，在外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部 7103 顯示影像，並且將實施方式 1 所記載的發光元件排列為矩陣狀而構成顯示部 7103。

[0145] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0146] 另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由

數據機連接到有線或無線方式的通信網路，能夠進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者之間等）的資訊通信。

[0147] 圖 5B1 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外部連接埠 7205、指向裝置 7206 等。另外，該電腦藉由將與實施方式 1 所說明的發光元件相同的發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。圖 5B1 中的電腦也可以為如圖 5B2 所示的方式。圖 5B2 所示的電腦設置有第二顯示部 7210 代替鍵盤 7204 及指向裝置 7206。第二顯示部 7210 是觸控面板，藉由利用手指或專用筆操作顯示在第二顯示部 7210 上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，第二顯示部 7210 不僅能夠顯示輸入用顯示，而且可以顯示其他影像。另外，顯示部 7203 也可以是觸控面板。因為兩個螢幕藉由鉸鏈部連接，所以可以防止當收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞等。

[0148] 圖 5C 示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼 7301 和外殼 7302 的兩個外殼構成，並且藉由連接部分 7303 可以開閉地連接。在外殼 7301 中組裝有將實施方式 1 所說明的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7304，並且在外殼 7302 中組裝有顯示部 7305。另外，圖 5C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分 7306、儲存介質插入部分 7307、LED 燈 7308、輸入單元（操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311（包括測定如下因素

的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線）、麥克風 7312）等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部 7304 和顯示部 7305 中的至少一者或兩者中使用將實施方式 1 所記載的發光元件排列為矩陣狀製造的顯示部即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 5C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在儲存介質中的程式或資料並將其顯示在顯示部上；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通訊而實現資訊共用。另外，圖 5C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，可以具有各種各樣的功能。

[0149] 圖 5D 示出行動電話機的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機 7400 包括將實施方式 1 所記載的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。

[0150] 圖 5D 所示的行動電話機也可以具有用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

[0151] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸

人為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

[0152] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而輸入在螢幕上顯示的文字。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0153] 另外，藉由在行動電話機內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷行動電話機的方向（縱或橫）而自動進行顯示部 7402 的螢幕顯示的切換。

[0154] 另外，藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行螢幕模式的切換。或者，也可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0155] 另外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將螢幕模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0156] 也可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光或發射近紅外光的感測用光源，也能

夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0157] 另外，本實施方式所示的結構可以適當地與其他實施方式所示的結構組合而使用。

[0158] 如上所述，具備實施方式 1 所記載的發光元件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置用於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式 1 所記載的發光元件，可以得到提供高品質的顯示且耗電量被降低了的電子裝置。

[0159] 還可以將實施方式 1 所記載的發光元件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 6 示出將實施方式 1 所記載的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個方式。顯示區域 5000 至顯示區域 5005 使用實施方式 1 所記載的發光元件而設置。

[0160] 顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上且安裝有實施方式 1 所記載的發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將實施方式 1 所記載的發光元件形成為能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

[0161] 顯示區域 5002 是設置在立柱部分且安裝有實施方式 1 所記載的發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域

5002 上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被立柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

[0162] 顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速計、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域 5000 至顯示區域 5003 上。另外，也可以將顯示區域 5000 至顯示區域 5005 用作照明裝置。

[0163] 實施方式 1 所記載的發光元件可以實現發光效率高的發光元件或者耗電量小的發光元件。由此，即使設置多個如顯示區域 5000 至顯示區域 5005 那樣的大面積螢幕，也可以減少電池的負載而舒適地使用。因此，使用實施方式 1 所記載的發光元件的發光裝置或照明裝置可以適用於車載用發光裝置或照明裝置。另外，本發明的一個方式的發光元件是耐熱性良好的發光元件，由此將它非常適用於夏天溫度會非常高的車載用的顯示裝置。

[0164] 圖 7A 及圖 7B 是折疊式平板終端的一個例子。圖 7A 是打開的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、顯示部 9631a、顯示部 9631b、顯示模式切換開關 9034、電源開關 9035、省電模式切換開關 9036 以及卡子 9033。

該平板終端藉由將具備實施方式 1 所記載的發光元件的發光裝置用於顯示部 9631a、顯示部 9631b 的一者或兩者來製造。

[0165] 在顯示部 9631a 中，可以將其一部分用作觸控面板區域 9632a，並且可以藉由接觸所顯示的操作鍵 9637 來輸入資料。此外，作為一個例子示出如下結構：顯示部 9631a 的一半只具有顯示的功能，另一半具有觸控面板的功能，但是不侷限於該結構。也可以採用顯示部 9631a 的整個區域具有觸控面板的功能的結構。例如，可以使顯示部 9631a 的整個面顯示鍵盤按鈕來將其用作觸控面板，並且將顯示部 9631b 用作顯示畫面。

[0166] 此外，在顯示部 9631b 中與顯示部 9631a 同樣，也可以將其一部分用作觸控面板區域 9632b。此外，藉由使用手指或觸控筆等接觸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕 9639 的位置，可以在顯示部 9631b 上顯示鍵盤按鈕。

[0167] 此外，也可以對觸控面板區域 9632a 和觸控面板區域 9632b 同時進行觸摸輸入。

[0168] 另外，顯示模式切換開關 9034 能夠切換豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向並選擇黑白顯示或彩色顯示等的切換。根據藉由平板終端所內置的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9036 可以將顯示的亮度設定為最適合的亮度。平板終端也可以內置光感測器、陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器等的

其他檢測裝置。

[0169] 此外，圖 7A 示出顯示部 9631b 的顯示面積與顯示部 9631a 的顯示面積相等的例子，但是不侷限於此，既可以使一方顯示部的尺寸和另一方顯示部的尺寸不相等又可以使它們的顯示品質有差異。例如顯示部 9631a 和顯示部 9631b 中的一方與另一方相比可以進行高清晰的顯示。

[0170] 圖 7B 是合上的狀態，並且示出本實施方式中的平板終端包括外殼 9630、太陽能電池 9633、充放電控制電路 9634、電池 9635 以及 DCDC 轉換器 9636 的例子。此外，在圖 7B 中，作為充放電控制電路 9634 的一個例子示出包括電池 9635 和 DCDC 轉換器 9636 的結構。

[0171] 此外，折疊式平板終端在不使用時可以合上外殼 9630。因此，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，而可以提供一種耐久性優越且從長期使用的觀點來看可靠性優越的平板終端。

[0172] 此外，圖 7A 及圖 7B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊（靜態影像、動態影像、文字影像等）；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上；對顯示在顯示部上的資訊進行觸摸輸入操作或編輯的觸摸輸入；藉由各種各樣的軟體（程式）控制處理等。

[0173] 藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。注意，太陽能電池 9633 可以設置在外殼

9630 的一個面或兩個面，可以高效率地對電池 9635 充電。

[0174] 另外，參照圖 7C 所示的方塊圖對圖 7B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 7C 示出太陽能電池 9633、電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 以及顯示部 9631，電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 對應於圖 7B 所示的充放電控制電路 9634。

[0175] 首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 對太陽能電池所產生的電力進行升壓或降壓以使它成為用來對電池 9635 進行充電的電壓。並且，當利用來自太陽能電池 9633 的電力使顯示部 9631 工作時使開關 SW1 導通，並且，利用轉換器 9638 將來自太陽能電池 9633 的電力升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電壓。另外，可以採用當不進行顯示部 9631 中的顯示時，使 SW1 關閉且使 SW2 導通來對電池 9635 進行充電的結構。

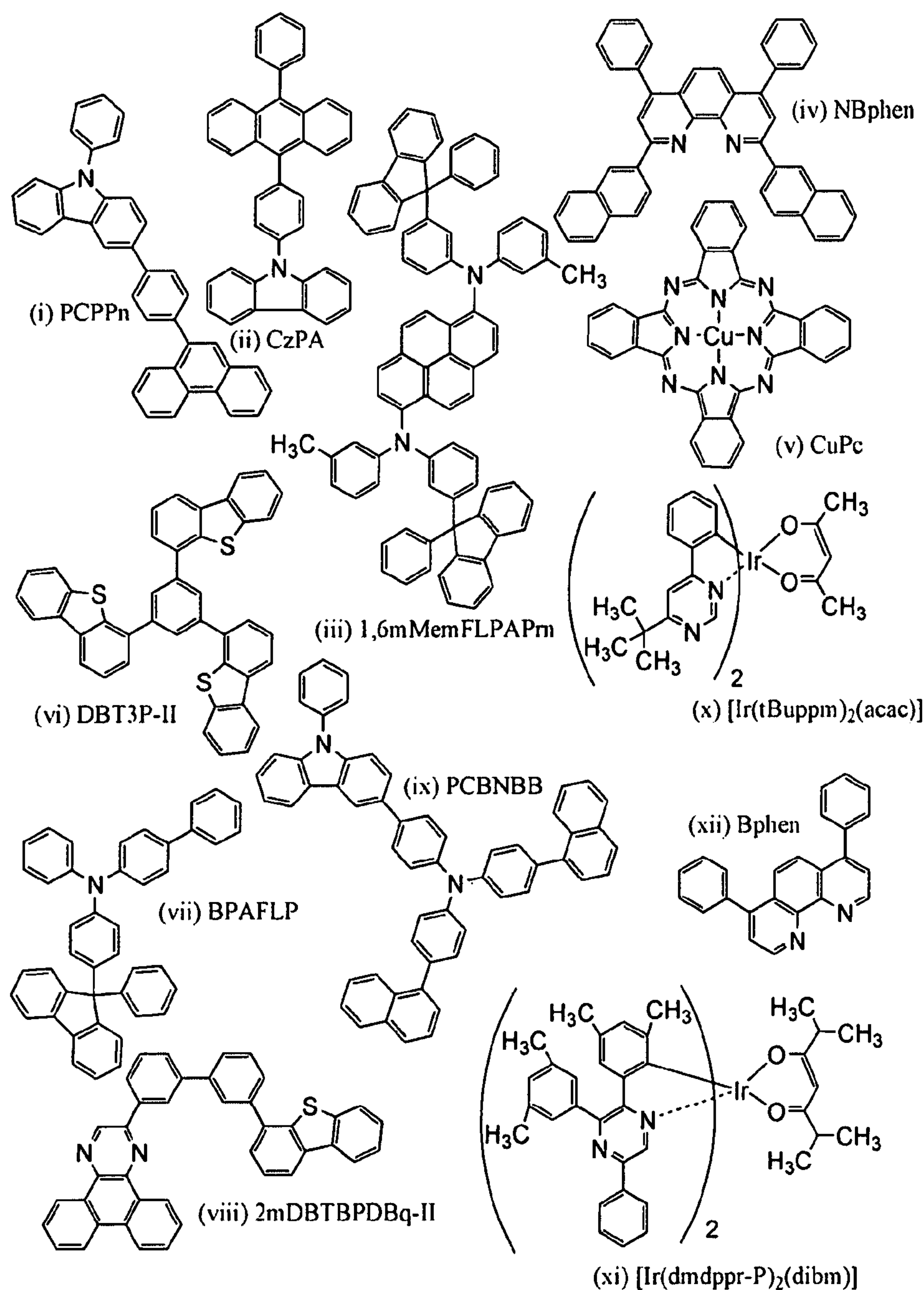
[0176] 注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池 9633，但是發電單元不侷限於此，也可以使用壓電元件（piezoelectric element）或熱電轉換元件（珀耳帖元件（peltier element））等其他發電單元進行電池 9635 的充電。也可以使用以無線（不接觸）的方式收發電力來進行充電的無線電力傳輸模組或組合其他充電單元進行充電，並且也可以不包括發電單元。

[0177] 另外，只要具備上述顯示部 9631，就不侷限於圖 7A 和圖 7B 所示的形狀的平板終端。

實施例 1

[0178] 在本實施例中說明本發明的一個方式的發光元件（實施例元件 1-R、1-G、1-B）及參考實例（參考實例元件 1-R、1-G、1-B）。圖 13 示出元件結構。在本實施例及參考實例中，使用上述元件製造顯示裝置，對該顯示裝置進行評價。為了製造顯示裝置，在實施例元件 1 及參考實例元件 1 中都使用濾色片及諧振結構，並使用紅色像素、綠色像素以及藍色像素。下面示出用於實施例元件 1-R、1-G、1-B 以及參考實例元件 1-R、1-G、1-B 的有機化合物的結構式。

[0179]



[0180] 下面說明本實施例的發光元件（實施例元件 1-R、1-G、1-B）的製造方法。

[0181]

（實施例元件 1-R、1-G、1-B 的製造方法）

在由玻璃構成的基板上藉由濺射法依次形成鋁-鎳-鐳合金膜及鈦膜，來形成陽極 100。另外，將鋁-鎳-鐳合金膜的厚度設定為 200nm，將鈦膜的厚度設定為 6nm。將電

極面積設定為 $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ 。

[0182] 接著，在陽極 100 上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO），來形成第一導電層 107。為了在實施例元件 1-R、實施例元件 1-G 以及實施例元件 1-B 中發揮微腔的效果，在實施例元件 1-R 中將第一導電層 107 的厚度設定為 75nm ，在實施例元件 1-G 中將第一導電層 107 的厚度設定為 40nm ，在實施例元件 1-B 中將第一導電層 107 的厚度設定為 10nm 。

[0183] 接著，作為在基板上形成發光元件的預處理，在用水洗滌基板表面並以 200°C 焙燒 1 小時之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0184] 此後，將基板引入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170°C 進行 30 分鐘的真空焙燒，然後冷卻基板 30 分鐘左右。

[0185] 接著，以使形成有陽極 100 的面朝下的方式將形成有陽極 100 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並將壓力降低到 10^{-4}Pa 左右，然後在陽極 100 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法將上述結構式(i)所示的 3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱:PCPPn)和氧化鉬(VI)共蒸鍍，由此形成第一電洞注入層 111_1。以在實施例元件 1-R 中該厚度為 8.5nm ，在實施例元件 1-G 中該厚度為 13.5nm ，在實施例元件 1-B 中該厚度為 5nm 的方式分別形成第一電洞注入層 111_1。將 PCPPn 與氧化鉬的

重量比調節為 1:0.5(=PCPPn:氧化鉬)。注意，共蒸鍍法是指在一個處理室內從多個蒸發源同時進行蒸鍍的方法。

[0186] 接著，在第一電洞注入層 111_1 上形成 10nm 厚的 PCPPn 膜，來形成第一電洞傳輸層 112_1。

[0187] 並且，藉由在第一電洞傳輸層 112_1 上將上述結構式(ii)所示的 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)以及上述結構式(iii)所示的 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)以重量比成為 1:0.05 (=CzPA:1,6mMemFLPAPrn) 且其厚度為 25nm 的方式共蒸鍍，從而形成第一發光層 113_1。

[0188] 然後，形成 5nm 厚的 CzPA 的膜，並且，形成 15nm 厚的上述結構式(iv)所示的 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)的膜，由此形成第一電子傳輸層 114_1。將從第一電洞注入層 111_1 至第一電子傳輸層 114_1 總稱為第一發光單元 102_1。

[0189] 在第一發光單元 102_1 上形成電荷產生層 103。在電荷產生層 103 中，首先作為電子注入緩衝區域 105 的一部分，使用氧化鋰形成鋰層。以其厚度為 0.1nm 的方式形成該鋰層。接著，作為電子中繼區域，形成 2nm 厚的上述結構式(v)所示的銅(II)酞青(簡稱：CuPc)的膜。然後，作為電荷產生區域 104，以其厚度為 12.5nm 的方式將以上述結構式(vi)表示的 4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)和氧化鉬(VI)共蒸鍍。將

DBT3P-II 與氧化鋁的重量比調節為 1:0.5(=DBT3P-II:氧化鋁)。

[0190] 在電荷產生層 103 上形成 20nm 厚的上述結構式(vii)所示的 4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱: BPAFLP)的膜, 以形成第二電洞傳輸層 112_2。

[0191] 接著, 將上述結構式(viii)所示的 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱: 2mDBTBPDBq-II)、上述結構式(ix)所示的 4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱: PCBNBB)以及上述結構式(x)所示的雙[2-(6-三級丁基-4-嘧啶基- κ N3)苯基- κ C](2,4-戊二酮根- κ^2 O,O')銱(III)(簡稱: Ir(tBuppm)₂(acac))以重量比成為 0.7:0.3:0.06(=2mDBTBPDBq-II: PCBNBB: Ir(tBuppm)₂(acac))且其厚度為 20nm 的方式共蒸鍍, 然後, 將 2mDBTBPDBq-II 及上述結構式(xi)所示的雙{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基- κ N]苯基- κ C}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮- κ^2 O,O')銱(III)(簡稱: Ir(dmdppr-P)₂(dibm))以重量比成為 1:0.04(=2mDBTBPDBq-II: Ir(dmdppr-P)₂(dibm))且其厚度為 20nm 的方式共蒸鍍, 由此形成第二發光層 113_2。

[0192] 然後, 在第二發光層 113_2 上形成 30nm 厚的 2mDBTBPDBq-II, 並且形成 15nm 厚的 NBPhen, 由此形成第二電子傳輸層 114_2。

[0193] 在形成第二電子傳輸層 114_2 之後, 以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰(LiF)形成電子注入層

115_2，最後，作為陰極 101 形成 15nm 厚的銀-鎂合金，然後形成 70nm 厚的銦錫氧化物（ITO），由此形成本實施例的發光元件（實施例元件 1-R、1-G、1-B）。另外，從第二電洞傳輸層 112_2 至電子注入層 115_2 相當於第二發光單元 102_2。

[0194] 另外，作為上述蒸鍍過程中的蒸鍍，都採用電阻加熱法。

[0195] 下面說明參考實例元件（參考實例元件 1-R、1-G、1-B）的製造方法。

[0196]

（參考實例元件 1-R、1-G、1-B 的製造方法）

在參考實例元件 1-R 中將實施例元件 1-R、1-G、1-B 中的第一電洞注入層 111_1 的厚度設定為 13.5nm，在參考實例元件 1-G 中將實施例元件 1-R、1-G、1-B 中的第一電洞注入層 111_1 的厚度設定為 16nm，在參考實例元件 1-B 中將實施例元件 1-R、1-G、1-B 中的第一電洞注入層 111_1 的厚度設定為 7.5nm。另外，除了使用上述結構式（xii）所示的紅啡啉（簡稱：BPhen）代替用於第一電子傳輸層 114_1 及第二電子傳輸層 114_2 的 NBPhen 而製造以外，其他參考實例元件 1-R、1-G、1-B 的製造條件與實施例元件 1-R、1-G、1-B 的製造條件相同。

[0197] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用形成有濾色片的玻璃基板對實施例元件 1-R、1-G、1-B 及參考實例元件 1-R、1-G、1-B 進行密封

(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理以及在 80℃ 的溫度下的 1 小時的熱處理)，然後對這些發光元件的特性進行測定。另外，測定在室溫(保持為 25℃ 的氛圍)下進行。

[0198] 接著，說明實施例元件 1-R、1-G、1-B 及參考實例元件 1-R、1-G、1-B 的元件特性的測定方法。

[0199] 將濾色片層 CF (R) 放在製造的紅色元件 (實施例元件 1-R 及參考實例元件 1-R) 上，將濾色片層 CF (G) 放在製造的綠色元件 (實施例元件 1-G 及參考實例元件 1-G) 上，將濾色片層 CF (B) 放在製造的藍色元件 (實施例元件 1-B 及參考實例元件 1-B) 上，對它們進行元件特性的測定。

[0200] 濾色片層 CF (R) 使用 CR-7001W (由日本富士膠片株式會社製造) 作為材料，濾色片層 CF (G) 使用 CG-7001W (由日本富士膠片株式會社製造) 作為材料，濾色片層 CF (B) 使用 CB-7001W (由日本富士膠片株式會社製造) 作為材料，在玻璃基板上塗佈上述材料，然後在 220℃ 下焙燒 1 小時而形成各濾色片層 CF。另外，其厚度為 1.3 μ m 至 1.4 μ m。此外，藉由利用旋塗法將濾色片材料塗佈在玻璃基板上，將形成濾色片層 CF (R) 時的旋塗法的旋轉次數設定為 500rpm，將形成濾色片層 CF (G) 時的旋塗法的旋轉次數設定為 1000rpm，將形成濾色片層 CF (B) 時的旋塗法的旋轉次數設定為 2000rpm。

[0201] 圖 8 示出實施例元件 1-R、1-G、1-B 及參考

實例元件 1-R、1-G、1-B 的電流密度-亮度特性，圖 9 示出其亮度-電流效率特性，圖 10 示出其電壓-亮度特性，圖 11 示出其發射光譜。

[0202] 在實施例元件 1-R、1-G、1-B 與參考實例元件 1-R、1-G、1-B 的初期特性之間沒有明顯差異。

[0203] 接著，對實施例元件 1-R、1-G、1-B 的可靠性進行評價。作為初期亮度，將實施例元件 1-R 設定為 655cd/m^2 ，將實施例元件 1-G 設定為 1667cd/m^2 ，將實施例元件 1-B 設定為 249cd/m^2 ，圖 14 的圖表示出在電流密度為固定的條件下以初始亮度為 100%的對驅動時間的亮度變化。另外，設定在各元件的初始亮度為在使用上述元件製造具有 D65 規格的色度的白色元件時所需要的亮度比的值。

[0204] 由圖 14 可知，實施例元件 1-R、1-G、1-B 都具有良好的可靠性。

[0205] 接著，示出對串擾現象的情況進行了評價的元件（實施例元件 2 及參考實例元件 2）的製造方法。

[0206]

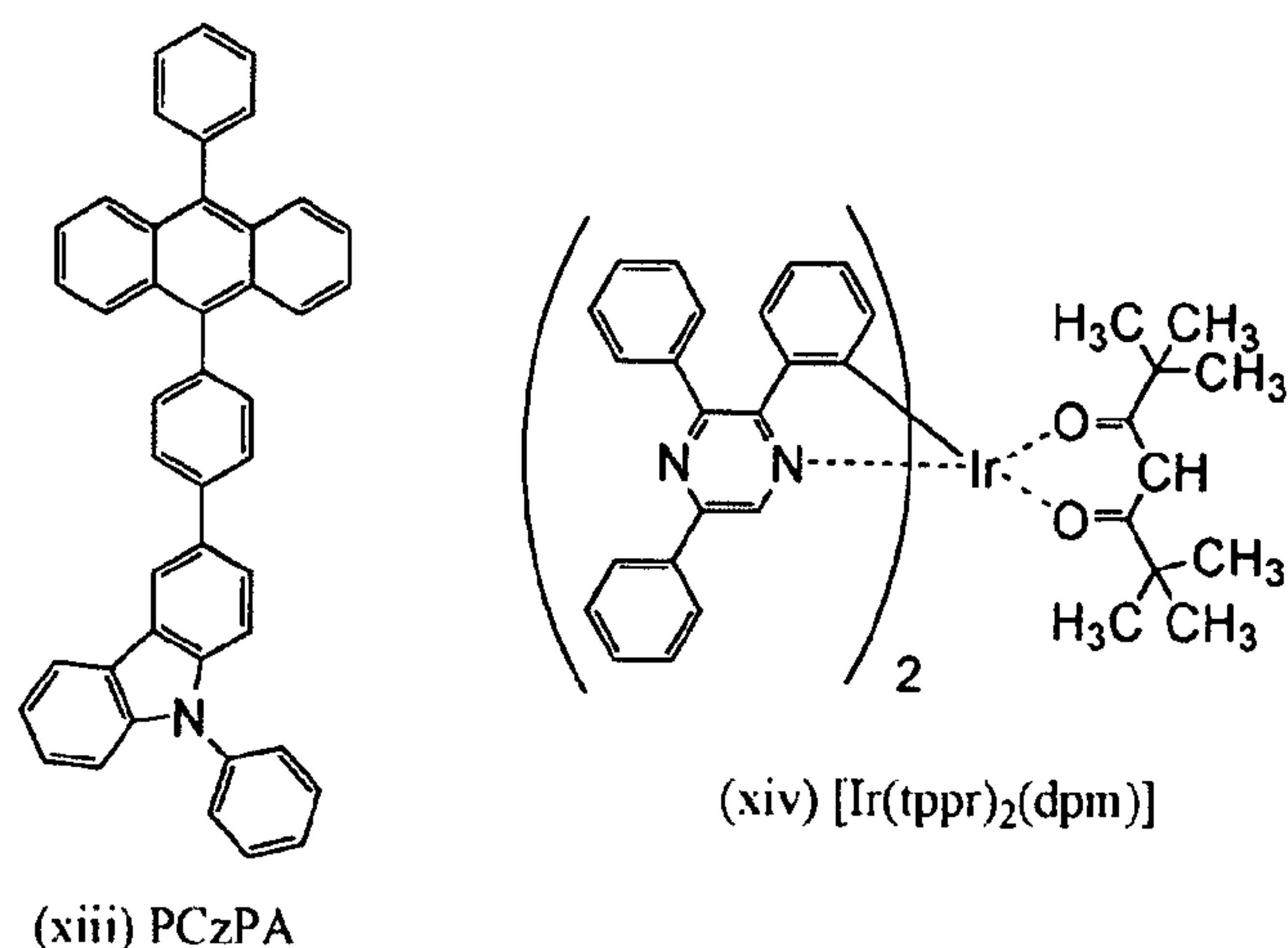
（實施例元件 2 的製造方法）

為了對串擾現象進行評價，製造解析度為 326ppi 的被動矩陣型面板。使用將 RGB 像素排列為條狀的面板，其像素尺寸為 $78\mu\text{m}\times 78\mu\text{m}$ 。子像素（RGB 各像素）為 $26\mu\text{m}\times 78\mu\text{m}$ ，開口率為 65.7%。

[0207] 下面示出在實施例元件 2 及參考實例 2 中使

用的物質。注意，作為在實施例元件 1 及參考實例 1 中也使用的材料，參照上述結構式。

[0208]



[0209] 在各像素中，藉由濺射法依次形成鋁-鎳-鐳合金膜及鈦膜，來形成陽極 100。另外，將鋁-鎳-鐳合金膜的厚度設定為 200nm，將鈦膜的厚度設定為 6nm。

[0210] 接著，在陽極 100 上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO），來形成第一導電層 107。為了在實施例元件 2 的 R 像素、G 像素及 B 像素中發揮微腔的效果，在 R 像素中將第一導電層 107 的厚度設定為 80nm，在 G 像素中將第一導電層 107 的厚度設定為 40nm，在 B 像素中沒有設置第一導電層 107。

[0211] 接著，作為在基板上形成發光元件的預處理，在用水洗滌基板表面並以 200℃ 焙燒 1 小時之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0212] 此後，將基板引入其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170℃ 進行 30 分鐘的真空焙燒，然後冷卻基板 30 分鐘

左右。

[0213] 接著，以使形成有陽極 100 的面朝下的方式將形成有陽極 100 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並將壓力降低到 10^{-4} Pa 左右，然後在陽極 100 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法將上述結構式(xiii)所示的 9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)和氧化鋁(VI)共蒸鍍，由此形成第一電洞注入層 111_1。將其厚度設定為 13nm。將 PCzPA 與氧化鋁的重量比調節為 1:0.5(=PCzPA:氧化鋁)。注意，共蒸鍍法是指在一個處理室內從多個蒸發源同時進行蒸鍍的方法。

[0214] 接著，在第一電洞注入層 111_1 上形成厚度為 20nm 的 PCzPA 膜，來形成第一電洞傳輸層 112_1。

[0215] 然後，藉由在第一電洞傳輸層 112_1 上將上述結構式(ii)所示的 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)以及由上述結構式(iii)表示的 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)以重量比成為 1:0.05(=CzPA:1,6mMemFLPAPrn)且其厚度為 30nm 的方式共蒸鍍，從而形成第一發光層 113_1。

[0216] 然後，形成 5nm 厚的 CzPA 的膜，並且，形成 15nm 厚的上述結構式(iv)所示的 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)的膜，由此形成第一電子傳輸層 114_1。將從第一電洞注入層 111_1 至第一電子傳輸層 114_1 總稱為第一發光單元 102_1。

[0217] 在第一發光單元 102_1 上形成電荷產生層 103。在電荷產生層 103 中，首先作為電子注入緩衝區域 105 的一部分，使用氧化鋰形成鋰層。以其厚度為 0.1nm 的方式形成該鋰層。接著，作為電子中繼區域，形成 2nm 厚的上述結構式(v)所示的銅(II)酞青(簡稱：CuPc)的膜。然後，作為電荷產生區域 104，以其厚度為 13nm 的方式將 PCzPA 和氧化鉬(VI)共蒸鍍。將 PCzPA 與氧化鉬的重量比調節為 1:0.5(=PCzPA:氧化鉬)。

[0218] 在電荷產生層 103 上形成 20nm 厚的上述結構式(vii)所示的 4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)的膜，以形成第二電洞傳輸層 112_2。

[0219] 接著，將上述結構式(viii)所示的 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、上述結構式(ix)所示的 4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)以及上述結構式(x)所示的雙[2-(6-三級丁基-4-嘧啶基- κ N3)苯基- κ C](2,4-戊二酮根- κ^2 O,O')銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₂(acac))以重量比成為 0.7:0.3:0.06(=2mDBTBPDBq-II：PCBNBB：Ir(tBuppm)₂(acac))且其厚度為 20nm 的方式共蒸鍍，然後，將 2mDBTBPDBq-II 及上述結構式(xiv)所示的雙(2,3,5-三苯基吡嗪)(二三甲基乙醯基甲烷)銱(III)(簡稱：Ir(tppr)₂(dpm))以重量比成為 1:0.06(=2mDBTBPDBq-II：Ir(tppr)₂(dpm))且其厚度為 20nm 的方式共蒸鍍，由此形成第二發光層 113_2。

[0220] 然後，在第二發光層 113_2 上形成 15nm 厚的 2mDBTBPDBq-II，並且形成 15nm 厚的上述結構式 (xii) 所示的紅啡啉(簡稱：BPhen)，由此形成第二電子傳輸層 114_2。

[0221] 在形成第二電子傳輸層 114_2 之後，以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰 (LiF) 形成電子注入層 115_2，最後，作為陰極 101 形成 15nm 厚的銀，然後形成 70nm 厚的 PCzPA，由此形成實施例元件 2。另外，從第二電洞傳輸層 112_2 至電子注入層 115_2 相當於第二發光單元 102_2。

[0222] 另外，作為上述蒸鍍過程中的蒸鍍，都採用電阻加熱法。

[0223] 下面示出參考發光元件 (參考實例元件 2) 的製造方法。

[0224]

(參考實例元件 2 的製造方法)

在參考實例元件 2 中，除了使用上述結構式 (xii) 所示的紅啡啉(簡稱：BPhen)代替用於實施例元件 2 的第一電子傳輸層 114_1 的 NBPhen 而製造以外，其他製造條件與實施例元件 2 的製造條件相同。

[0225] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用形成有濾色片的玻璃基板對實施例元件 2 及參考實例元件 2 進行密封(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理以及在 80℃ 的溫度下的 1 小時

的熱處理)，然後對這些發光元件的特性進行測定。另外，測定在室溫(保持為 25℃ 的氛圍)下進行。

[0226] 圖 12 示出對串擾現象的情況進行了評價的結果。圖 12 是使用參考實例元件 2 及實施例元件 2 製造的顯示裝置的放大照片。上方的是只使紅色像素發光的照片，中間的是只使綠色像素發光的照片，下方的是只使藍色像素發光的照片。

[0227] 在使用參考實例元件 2 製造的顯示裝置中與發光像素相鄰的像素也稍微發光，而在使用實施例元件 2 製造的顯示裝置中與發光像素相鄰的像素的發光弱。另外，可知：在實施例元件 2 中，在最左側的發光列的左側確認到的像素的列的個數少。

[0228] 由此可知，藉由使用本發明的一個方式的發光元件可以有效地抑制像素之間的串擾現象。尤其是，在像素的間隔為 80 μm 以下或子像素的間隔為 30 μm 以下的高清晰顯示裝置中，為了抑制在像素之間的串擾現象，利用使用本發明的一個方式的發光元件是有效的。

【符號說明】

[0229]

100：陽極

101：陰極

102：發光單元

102_1：第一發光單元

- 102_2：第二發光單元
- 102k：第一發光單元
- 102m：第 m 發光單元
- 102m+1：第 m+1 發光單元
- 102n：第 n 發光單元
- 103：電荷產生層
- 103k：第一電荷產生層
- 103m：第 m 電荷產生層
- 103n-1：第 n-1 電荷產生層
- 104：電荷產生區域
- 104k：第一電荷產生區域
- 104m：第 m 電荷產生區域
- 104n-1：第 n-1 電荷產生區域
- 105：電子注入緩衝區域
- 105k：第一電子注入緩衝區域
- 105m：第 m 電子注入緩衝區域
- 105n-1：第 n-1 電子注入緩衝區域
- 106：包含 NBPhen 的層
- 106k：第一包含 NBPhen 的層
- 106m：第 m 包含 NBPhen 的層
- 106n-1：第 n-1 包含 NBPhen 的層
- 106n：第 n 包含 NBPhen 的層
- 110：EL 層
- 111_1：第一電洞注入層

- 112_1：第一電洞傳輸層
- 113_1：第一發光層
- 114_1：第一電子傳輸層
- 112_2：第二電洞傳輸層
- 113_2：第二發光層
- 114_2：第二電子傳輸層
- 115_2：電子注入層
- 601：驅動電路部(源極線驅動電路)
- 602：像素部
- 603：驅動電路部(閘極線驅動電路)
- 604：密封基板
- 605：密封材料
- 607：空間
- 608：佈線
- 609：FPC(撓性印刷電路)
- 610：元件基板
- 611：開關 TFT
- 612：電流控制 TFT
- 613：第一電極
- 614：絕緣物
- 616：EL 層
- 617：第二電極
- 618：發光元件
- 623：n 通道型 TFT

624：p 通道型 TFT

625：乾燥劑

1001：基板

1002：基底絕緣膜

1003：閘極絕緣膜

1006：閘極電極

1007：閘極電極

1008：閘極電極

1020：第一層間絕緣膜

1021：第二層間絕緣膜

1022：電極

1024W：發光元件的第一電極

1024R：發光元件的第一電極

1024G：發光元件的第一電極

1024B：發光元件的第一電極

1025：分隔壁

1028：EL 層

1029：發光元件的第二電極

1031：密封基板

1032：密封材料

1033：透明基材

1034R：紅色著色層

1034G：綠色著色層

1034B：藍色著色層

1035：黑色層(黑矩陣)

1036：覆蓋層

1037：第三層間絕緣膜

1040：像素部

1041：驅動電路部

1042：周邊部

5000：顯示區域

5001：顯示區域

5002：顯示區域

5003：顯示區域

5004：顯示區域

5005：顯示區域

7101：外殼

7103：顯示部

7105：支架

7107：顯示部

7109：操作鍵

7110：遙控器

7201：本體

7202：外殼

7203：顯示部

7204：鍵盤

7205：外部連接埠

7206：指向裝置

7210：第二顯示部
7301：外殼
7302：外殼
7303：連接部分
7304：顯示部
7305：顯示部
7306：揚聲器部分
7307：儲存介質插入部分
7308：LED 燈
7309：操作鍵
7310：連接端子
7311：感測器
7312：麥克風
7401：外殼
7402：顯示部
7403：操作按鈕
7404：外部連接埠
7405：揚聲器
7406：麥克風
7400：行動電話機
9033：卡子
9034：開關
9035：電源開關
9036：開關

9630：外殼

9631：顯示部

9631a：顯示部

9631b：顯示部

9632a：觸控面板區域

9632b：觸控面板區域

9633：太陽能電池

9634：充放電控制電路

9635：電池

9636：DCDC 轉換器

9637：操作鍵

9638：轉換器

9639：按鈕

申請專利範圍

1. 一種發光元件，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層；以及

該 EL 層上的第二電極，

其中，該 EL 層包括第一發光單元、第一層、第一電荷產生層、該第一發光單元上的第二發光單元、第二層以及第二電荷產生層，

該第一電荷產生層及該第二電荷產生層都包含鋰，

該第一層設置在該第一發光單元與該第一電荷產生層之間，

該第二層設置在該第二發光單元與該第二電荷產生層之間，

並且，該第一層及該第二層都包括 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉。

2. 一種發光元件，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層，該 EL 層包括：

該第一電極上的第一發光單元；

該第一發光單元上的第一層；

該第一層上且與該第一層接觸的第一電荷產生層；

該第一發光單元上的第二發光單元；

該第二發光單元上的第二層；

該第二層上且與該第二層接觸的第二電荷產生層；

該第二發光單元上的第三發光單元；

該第三發光單元上的第三層；

該第三層上且與該第三層接觸的第三電荷產生層；

第二電極，

其中，該第一電荷產生層、該第二電荷產生層及該第三電荷產生層都包含鋰，

並且，該第一層、該第二層及該第三層都包括 2,9-雙(蔡-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉。

3. 一種發光元件，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層，該 EL 層包括：

該第一電極上的電洞注入層；

該電洞注入層上的電洞傳輸層；

該電洞傳輸層上的發光層；

該發光層上的電子傳輸層，該電子傳輸層包括第一層；

該電子傳輸層上的第一電荷產生層；

該第一電荷產生層上的第二發光層；

該第二發光層上的第二電子傳輸層，該第二電子傳輸層包含第二層；

第二電荷產生層；以及

該第二電荷產生層上的第二電極，
其中，該發光層包含磷光發光化合物，
該第一電荷產生層及該第二電荷產生層包含鋰，
並且，該第一層及該第二層包括 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉。

4. 一種發光元件，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層；以及

該 EL 層上的第二電極，

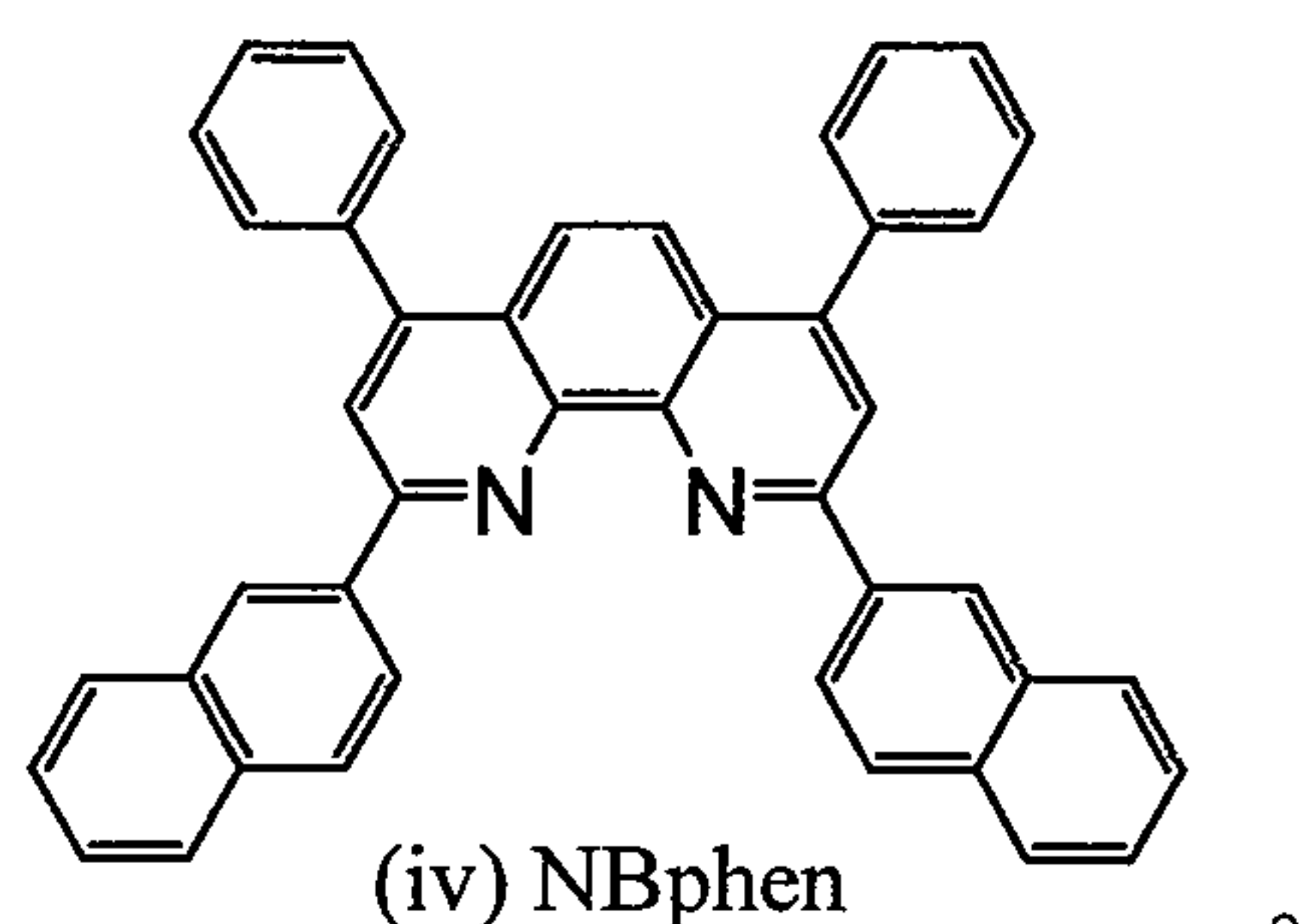
其中，該 EL 層包括第一發光層、第一層、第一電荷產生層及該第一發光層上的第二發光層，且還包括第二層、第二電荷產生層及該第二發光層上的第三發光層，

該第一電荷產生層及該第二電荷產生層包含鋰，

該第一層設置在該第一發光層與該第一電荷產生層之間，

該第二層設置在該第二發光層及該第二電荷產生層之間，

並且，該第一層及該第二層包含由結構式(iv)表示的化合物：



5. 一種發光元件，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層，該 EL 層包括：

該第一電極上的第一發光層；

該第一發光層上的第一層；

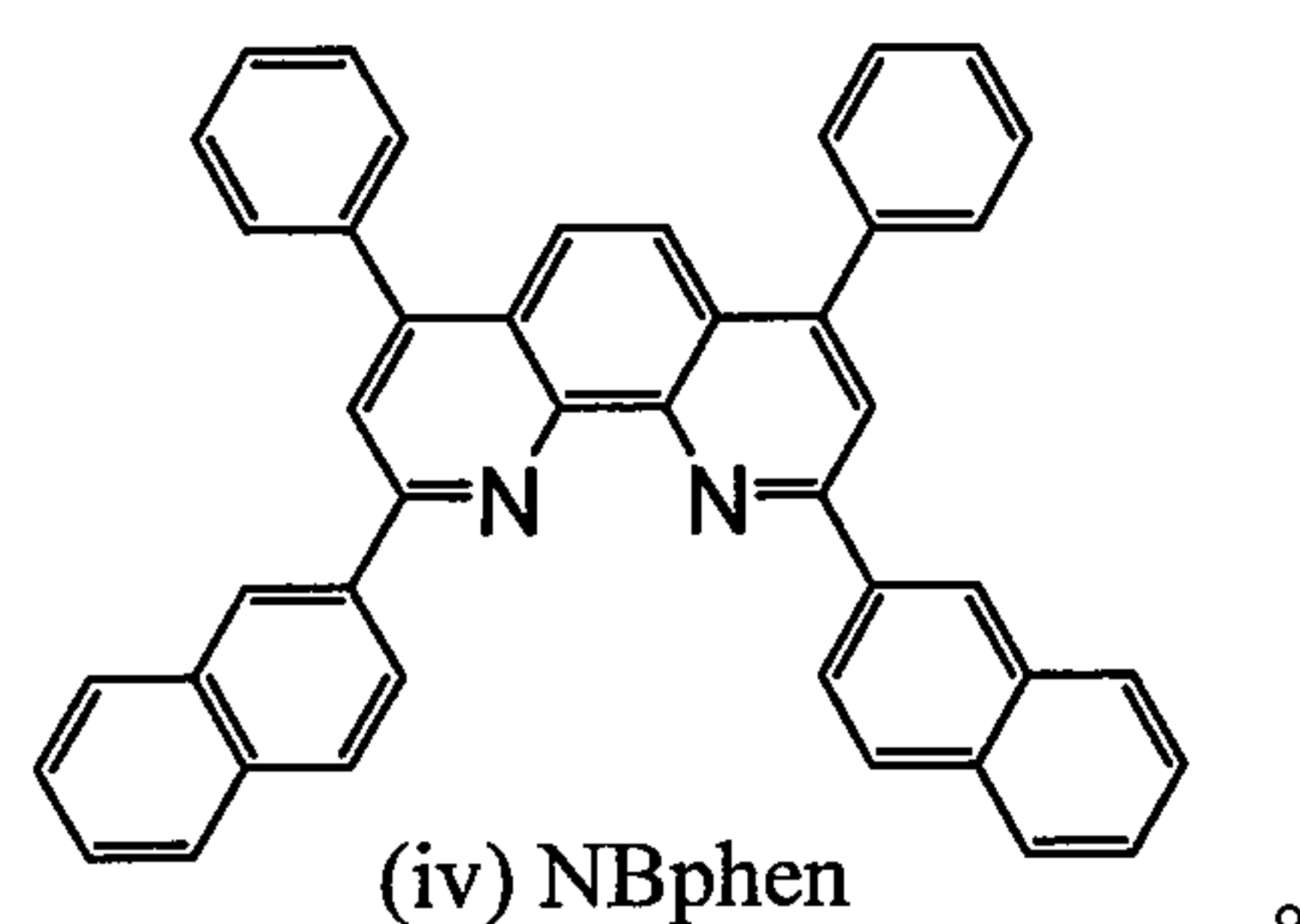
該第一層上且與該第一層接觸的第一電荷產生層；以及

該第一電荷產生層上的第二發光層；以及

該 EL 層上的第二電極，

其中，該第一電荷產生層包含鋰，

並且，該第一層包含由結構式(iv)表示的化合物：



6. 根據申請專利範圍第 4 項之發光元件，

其中該 EL 層還包括電洞注入層、電洞傳輸層及包括該第一層的電子傳輸層。

7. 根據申請專利範圍第 5 項之發光元件，

其中該 EL 層還包括：

該第二發光層上的第二層；

該第二層上的第二電荷產生層；以及

該第二電荷產生層上的第三發光層，

該第二電荷產生層包含鋰，

並且該第二層包含由結構式(iv)表示的該化合物。

8. 根據申請專利範圍第 5 項之發光元件，

其中該 EL 層還包括：

該第一電極上的電洞注入層；以及

該電洞注入層與該第一發光層之間的電洞傳輸層。

9. 根據申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之發光元件，

其中該第一電荷產生層至少包括電荷產生區域及電子注入緩衝區域。

10. 根據申請專利範圍第 9 項之發光元件，

其中電子中繼區域設置在該電荷產生區域與該電子注入緩衝區域之間。

11. 根據申請專利範圍第 9 項之發光元件，

其中該電子注入緩衝區域包含鹼金屬。

12. 根據申請專利範圍第 9 項之發光元件，

其中該電荷產生區域包括：

含有電洞傳輸性物質的層；以及

含有受體物質的層。

13. 根據申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之發光元件，

其中該 EL 層還包括包含稠合雜芳族化合物的層，

該包含稠合雜芳族化合物的層包括銨及在一個稠環中包含兩個氮原子的化合物，

並且該包含稠合雜芳族化合物的層與該第一層接觸。

14. 根據申請專利範圍第 13 項之發光元件，

其中該銱包含在該包含稠合雜芳族化合物的層的一部分中而沒有包含在與該第一層接觸的區域中。

15. 一種發光裝置，包括：

根據申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之發光元件；
以及

控制該發光元件的單元。

16. 一種顯示裝置，包括：

包括根據申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之發光元件的顯示部；以及

控制該顯示部的單元。

17. 一種照明裝置，包括：

包括根據申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之發光元件的照明部；以及

控制該照明部的單元。

圖式

圖 1

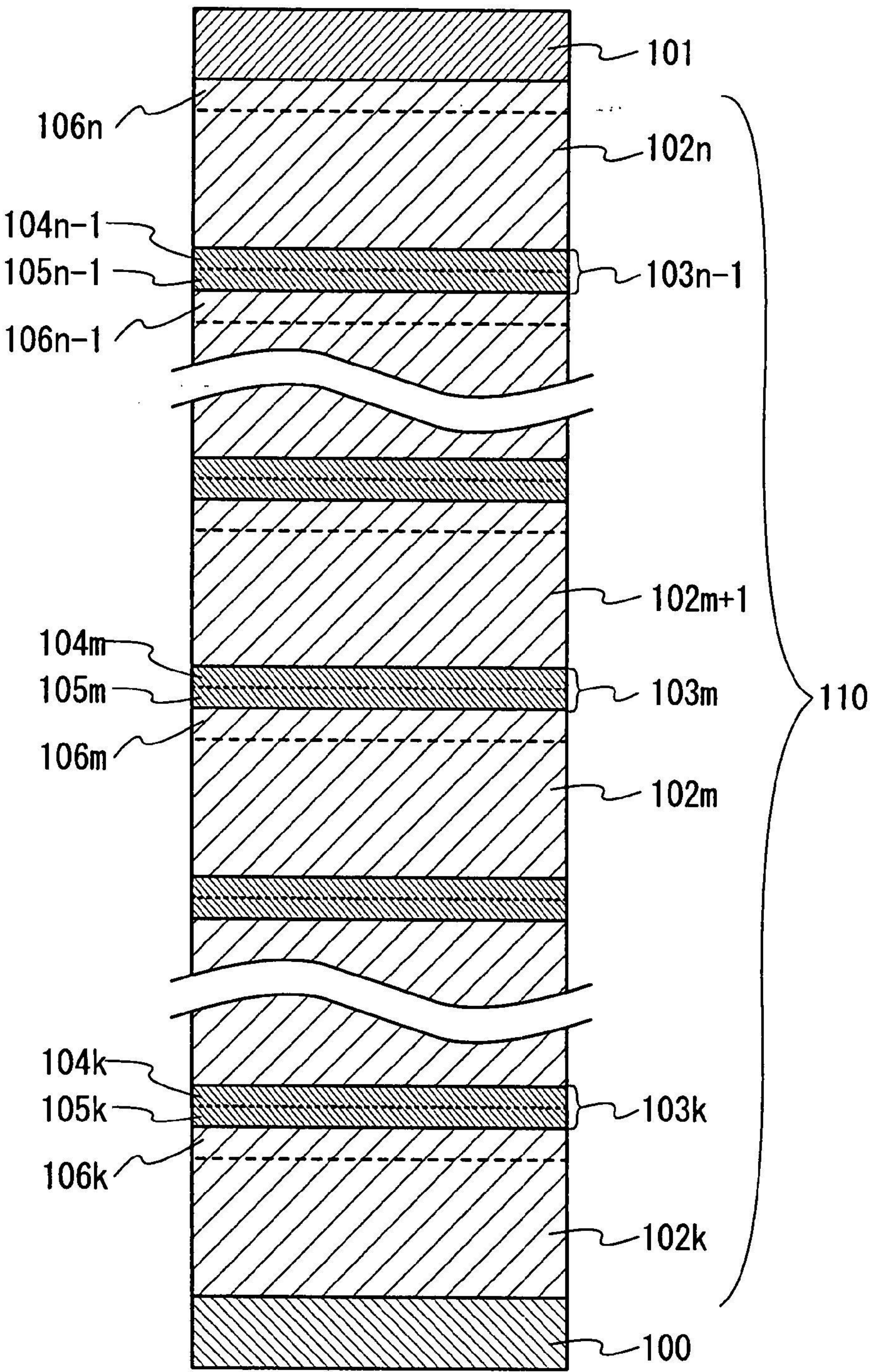


圖 2A

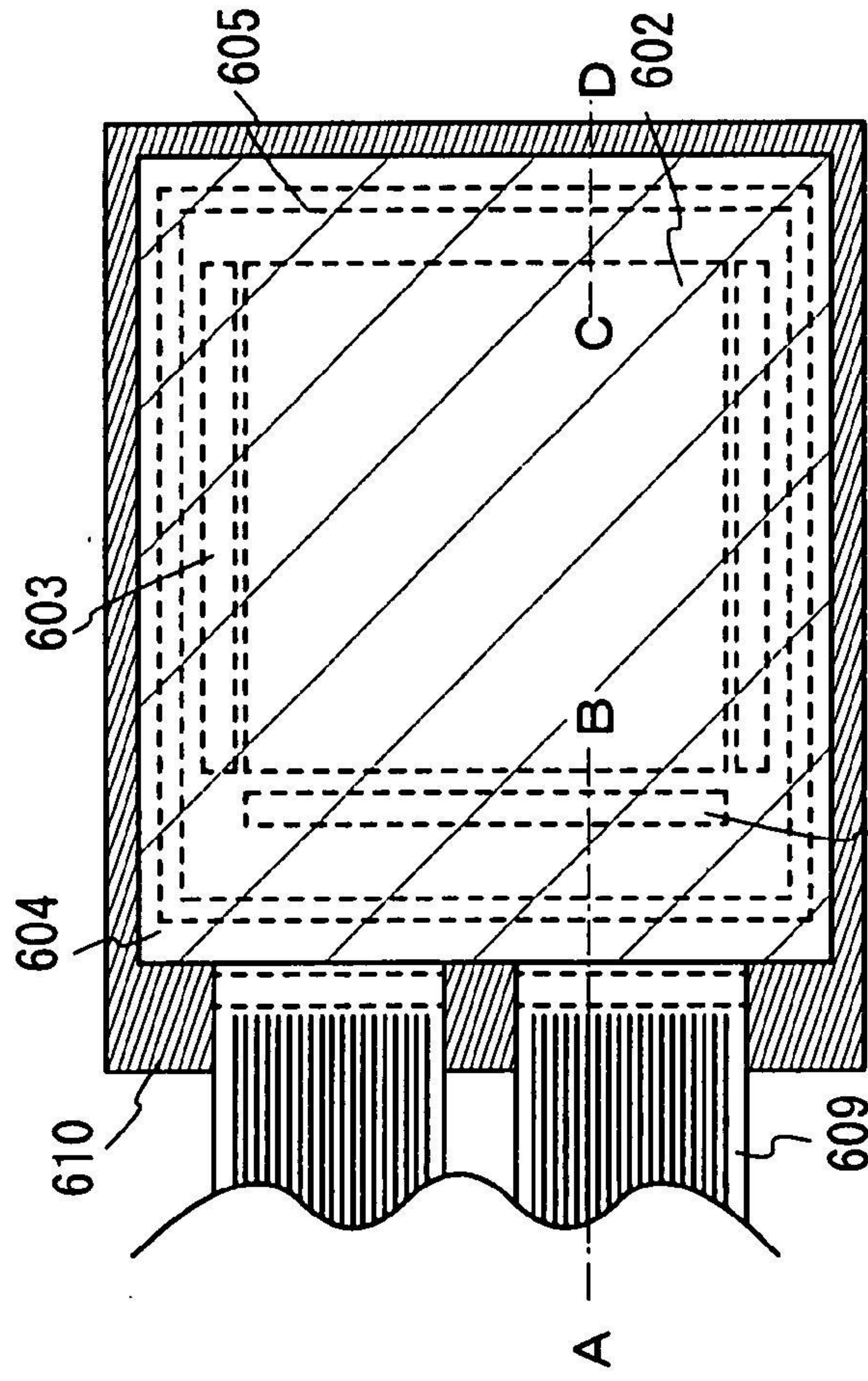


圖 2B

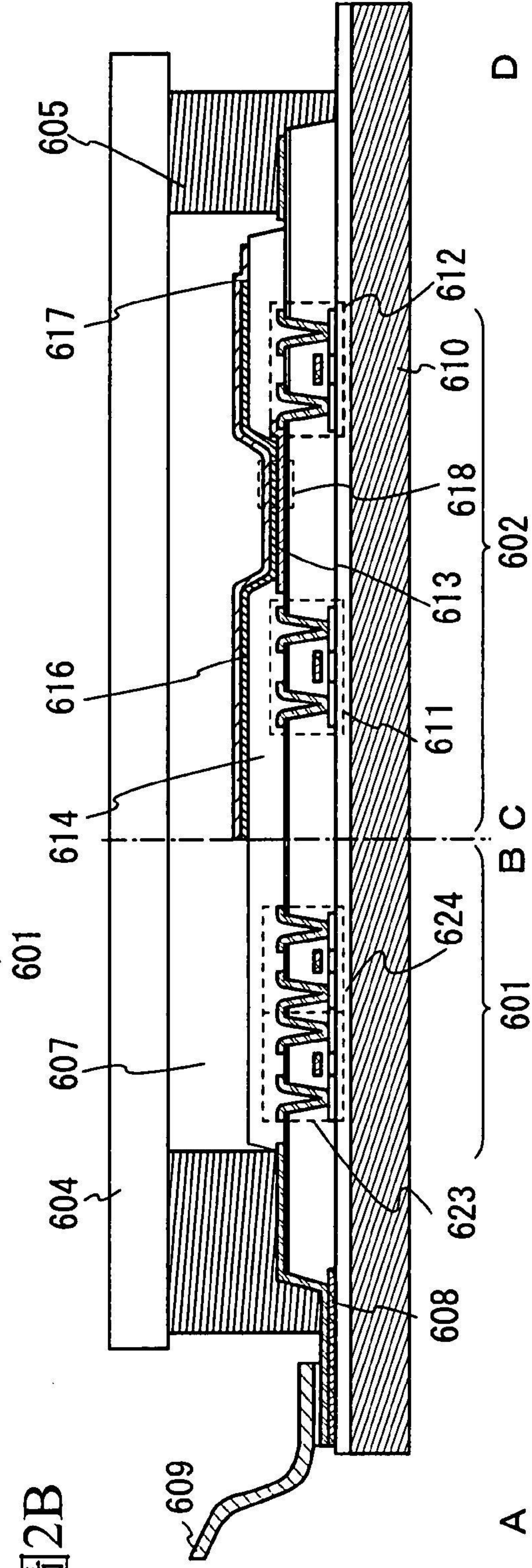


圖 4

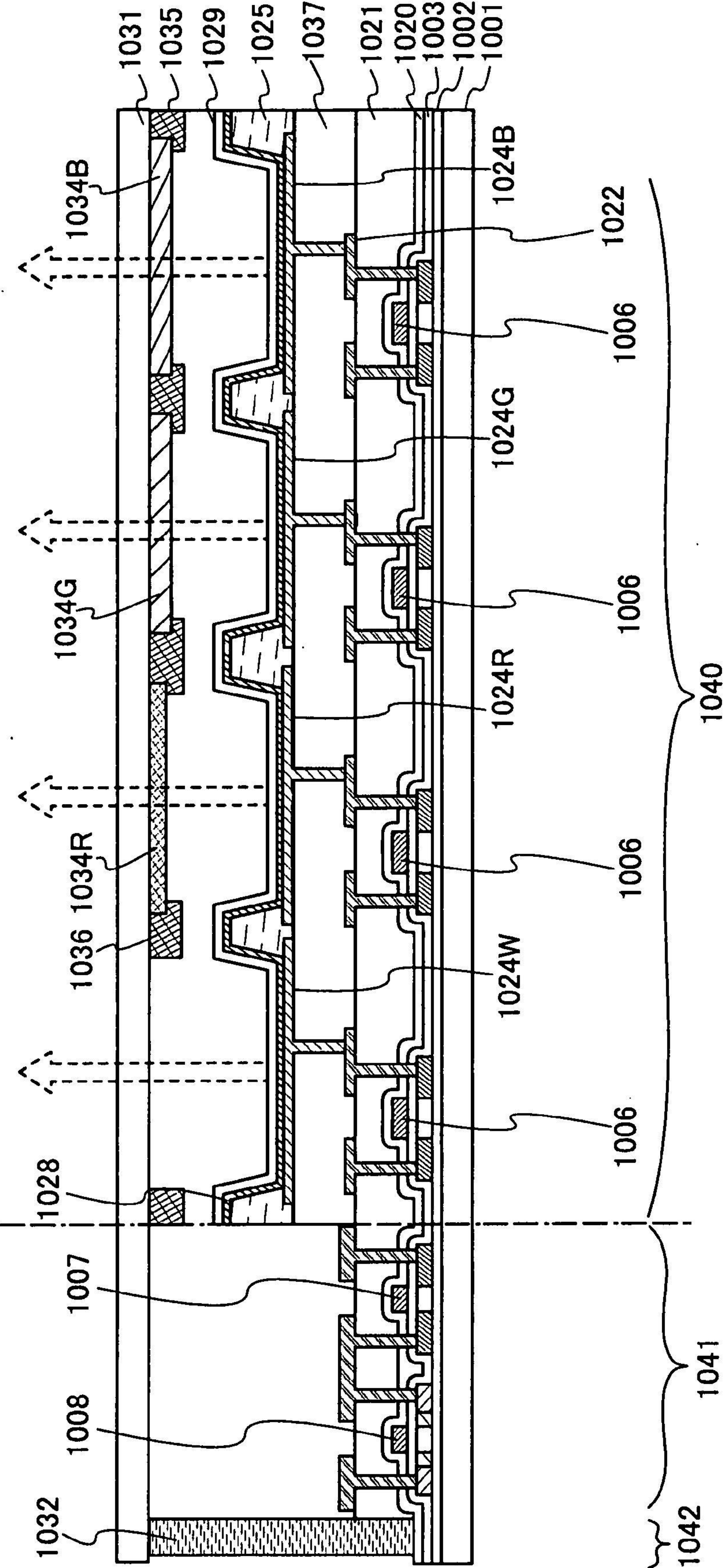


圖 5A

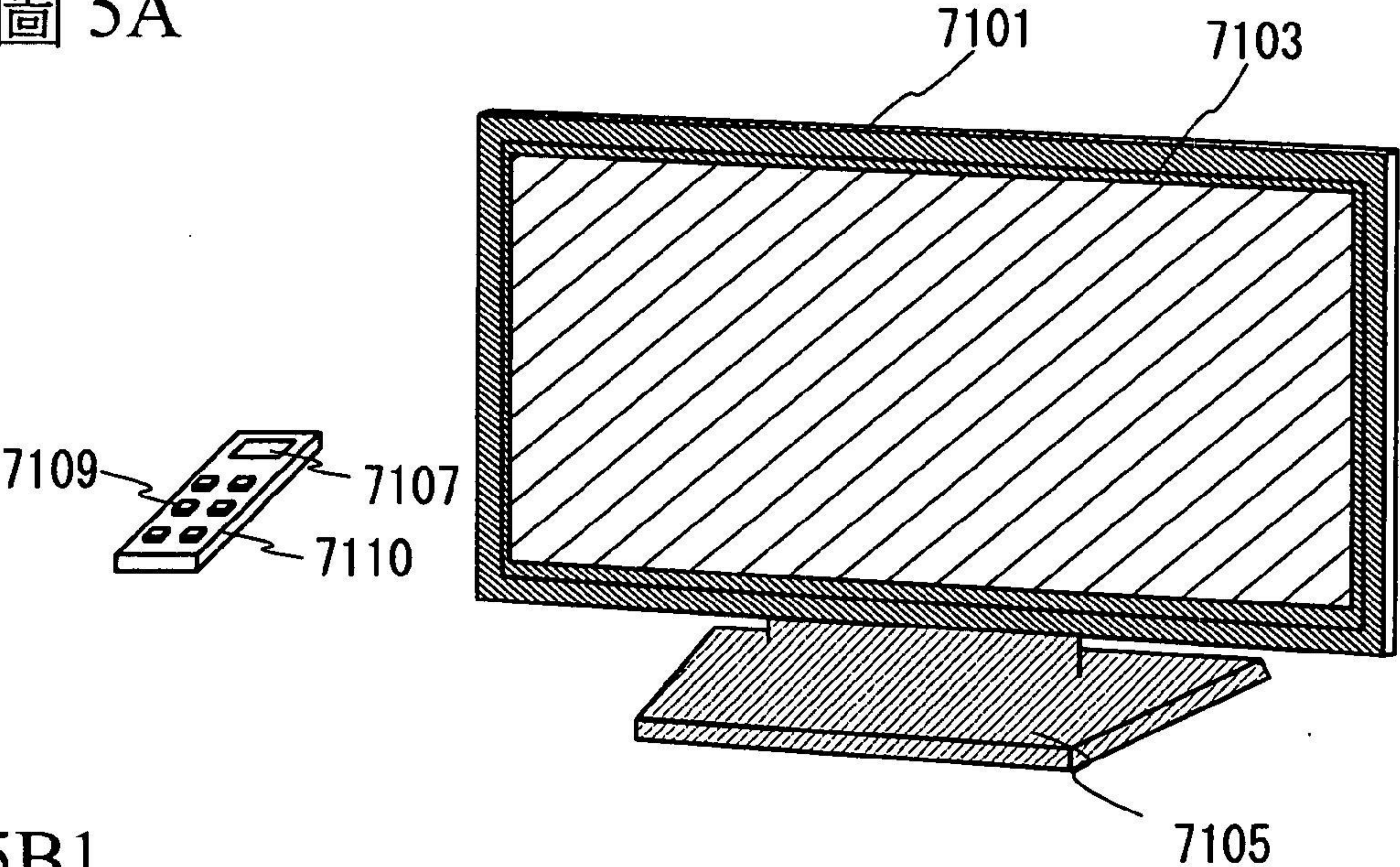


圖 5B1

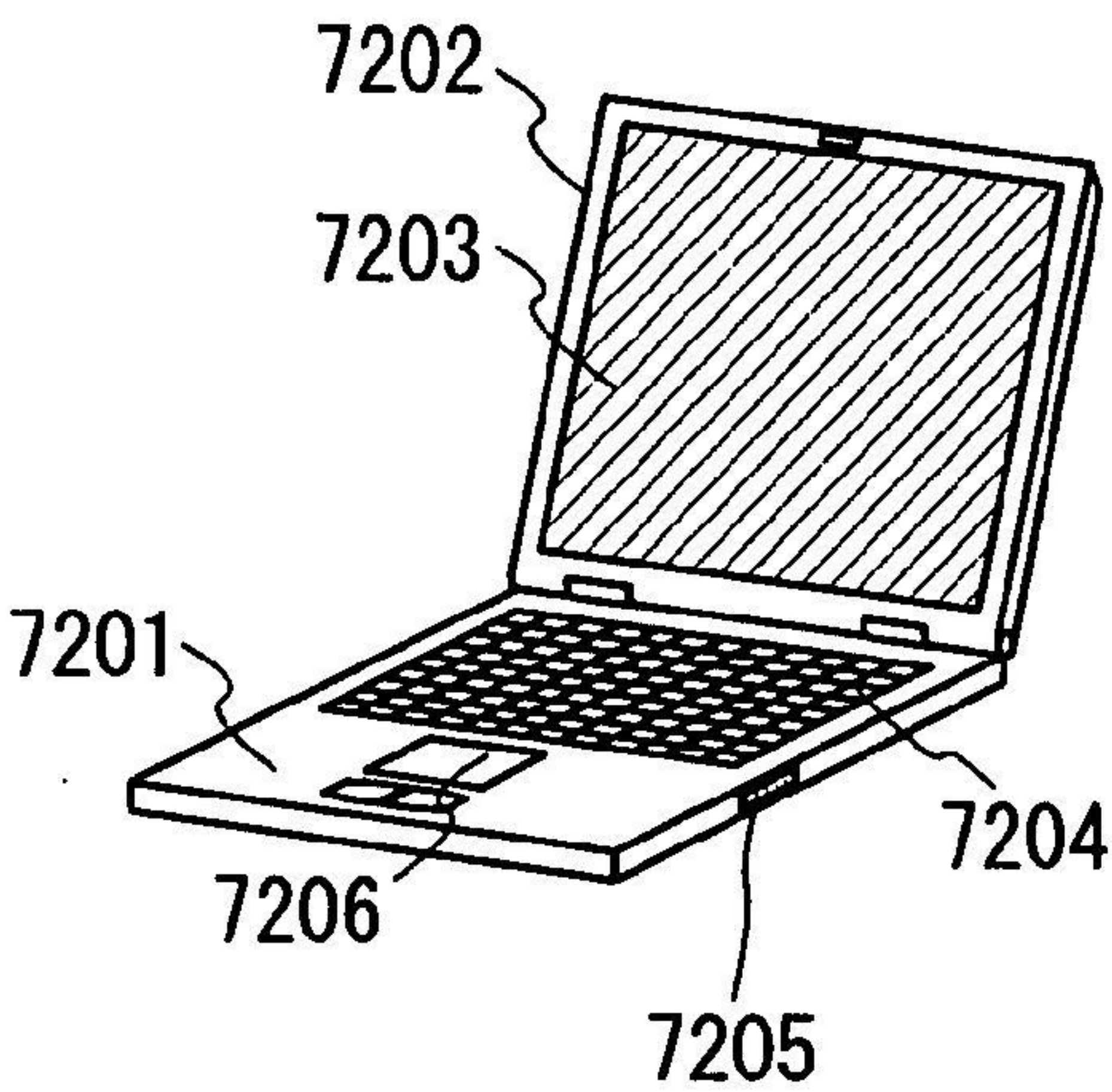


圖 5B2

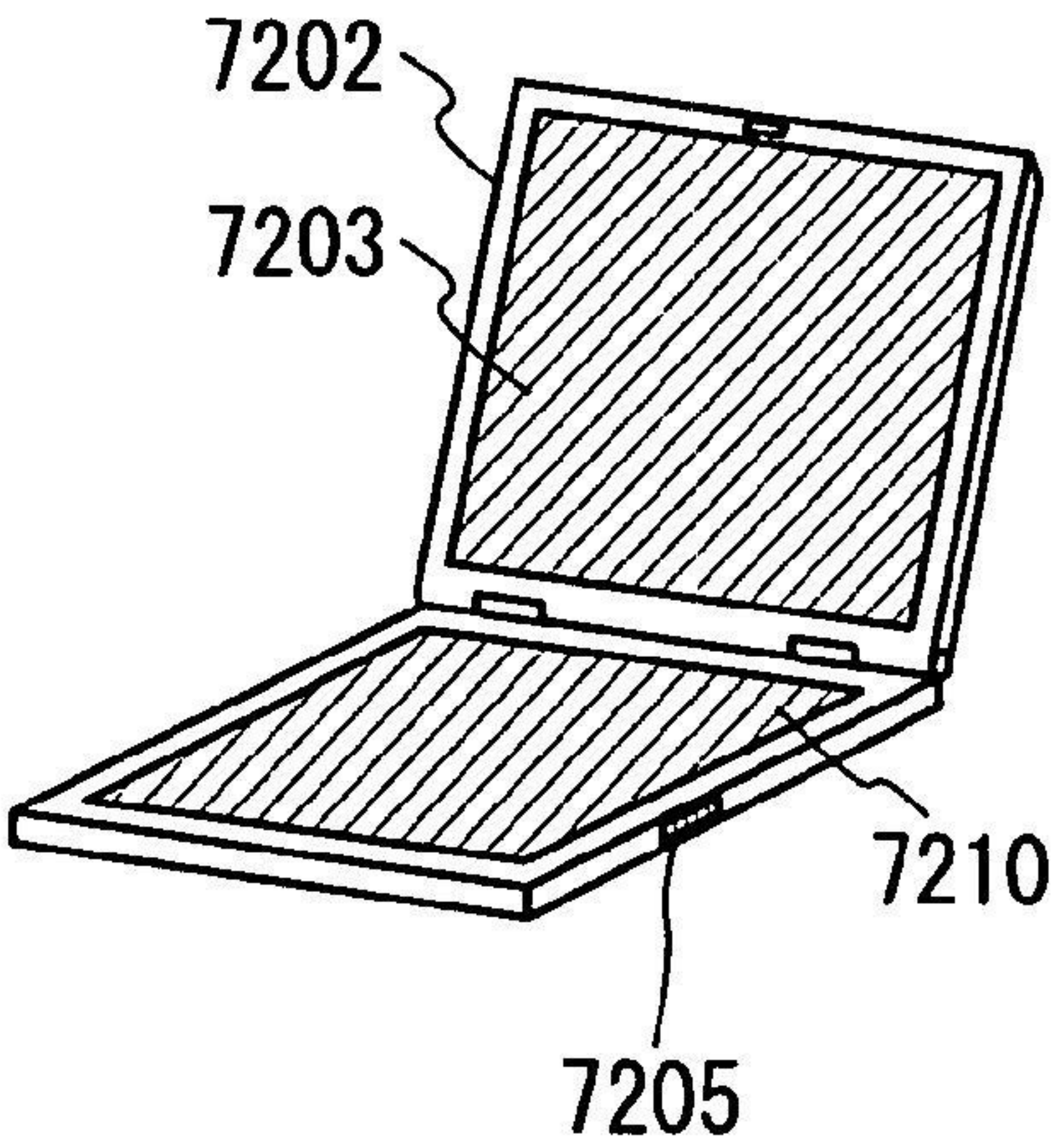


圖 5C

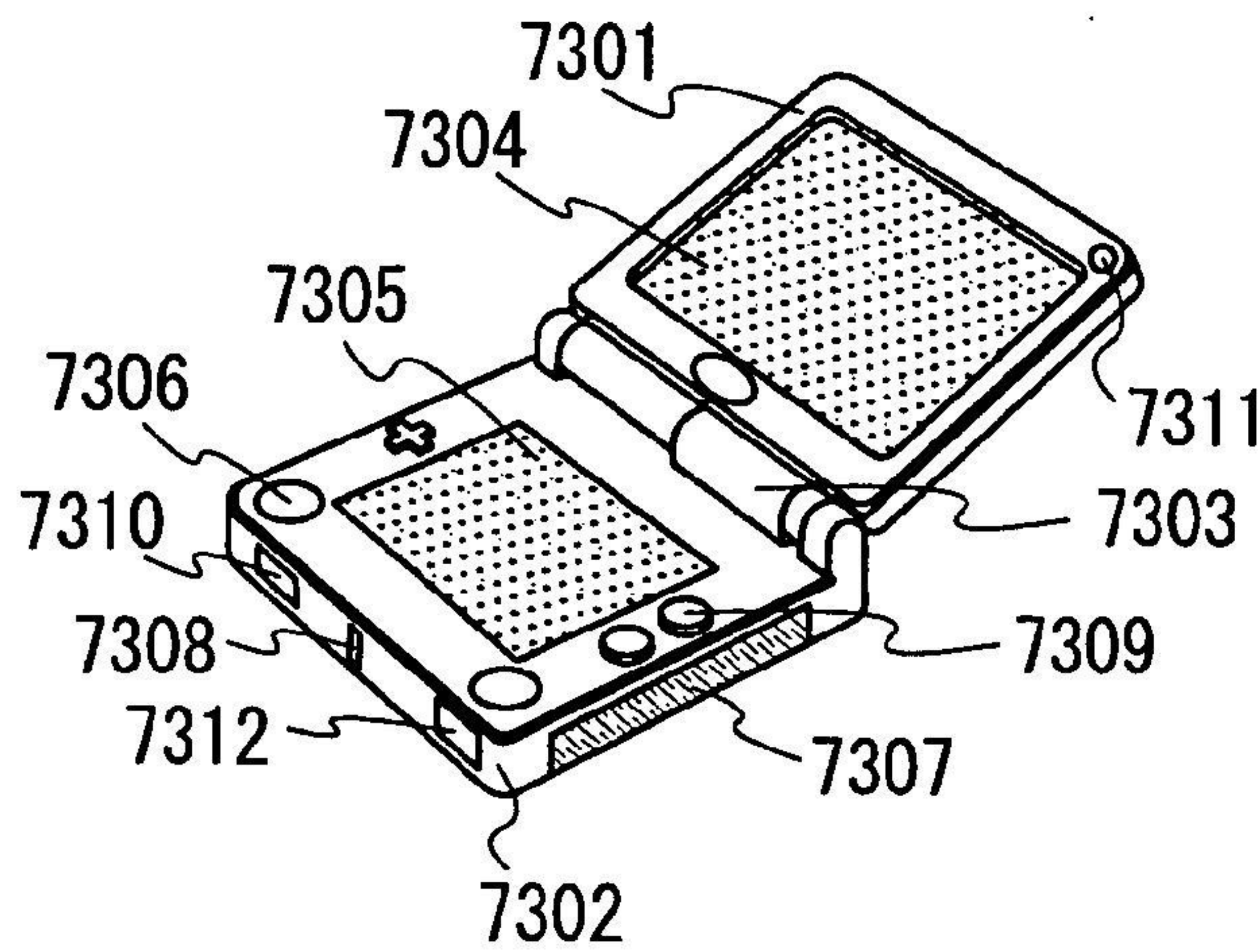


圖 5D

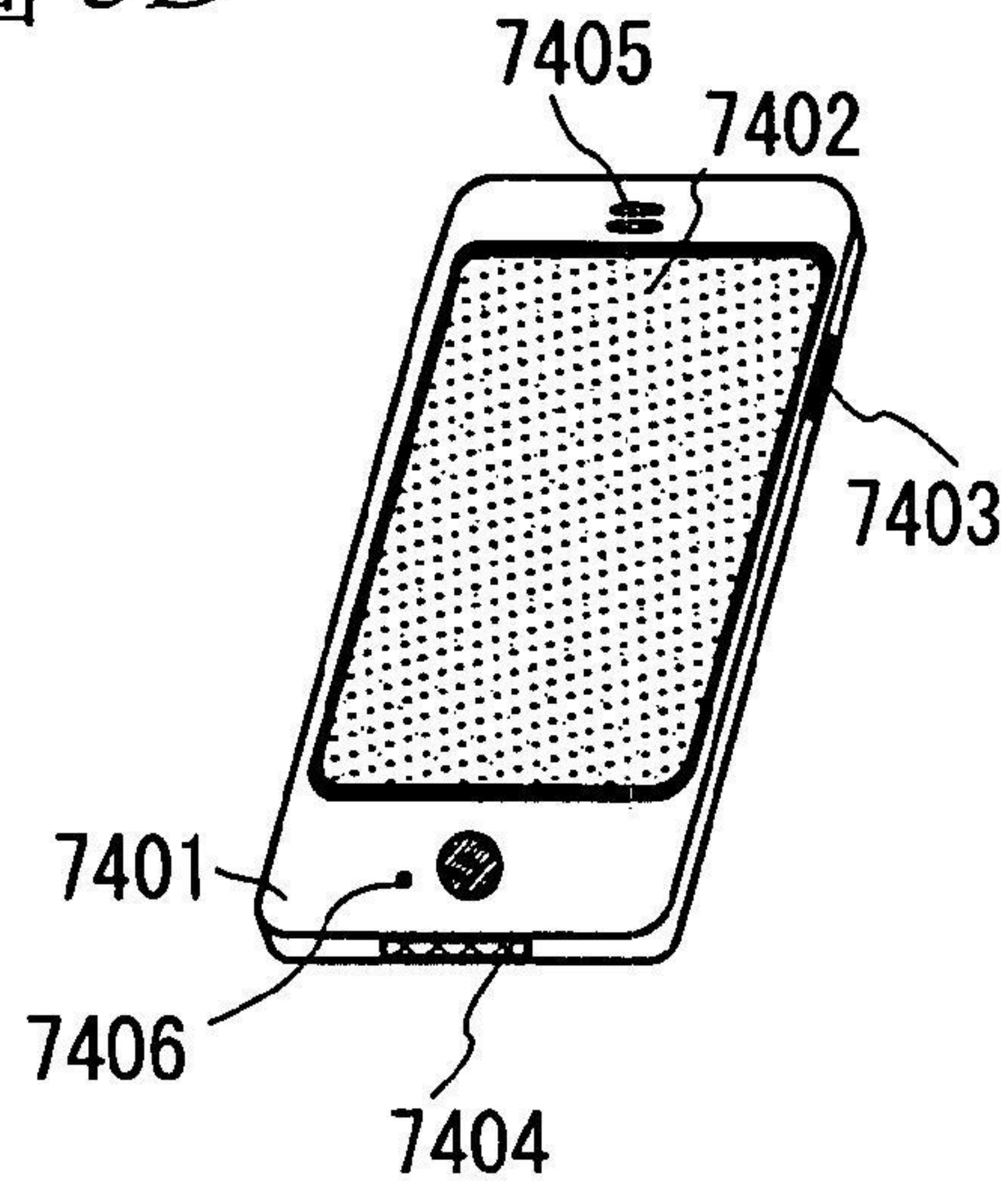


圖 6

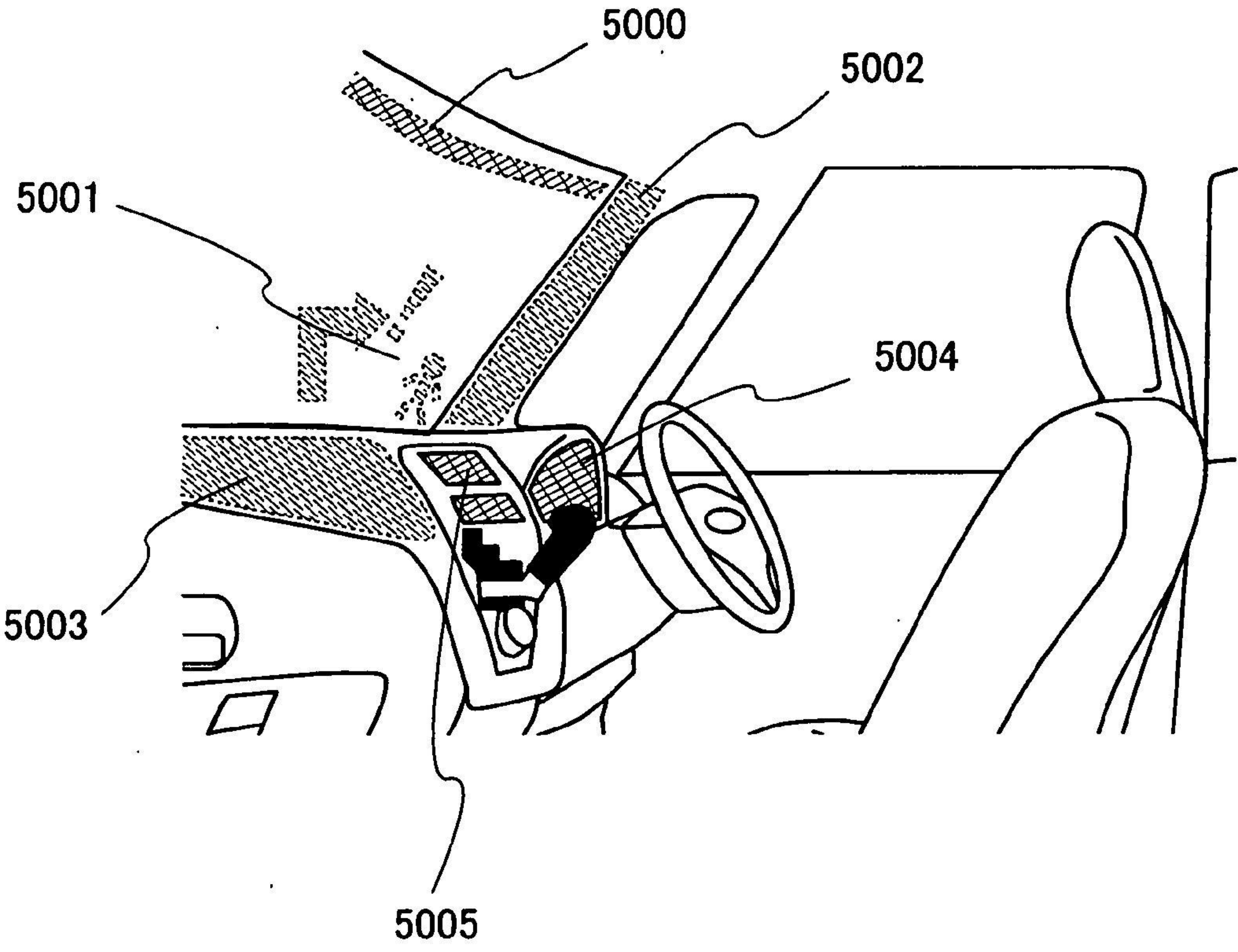


圖 7A

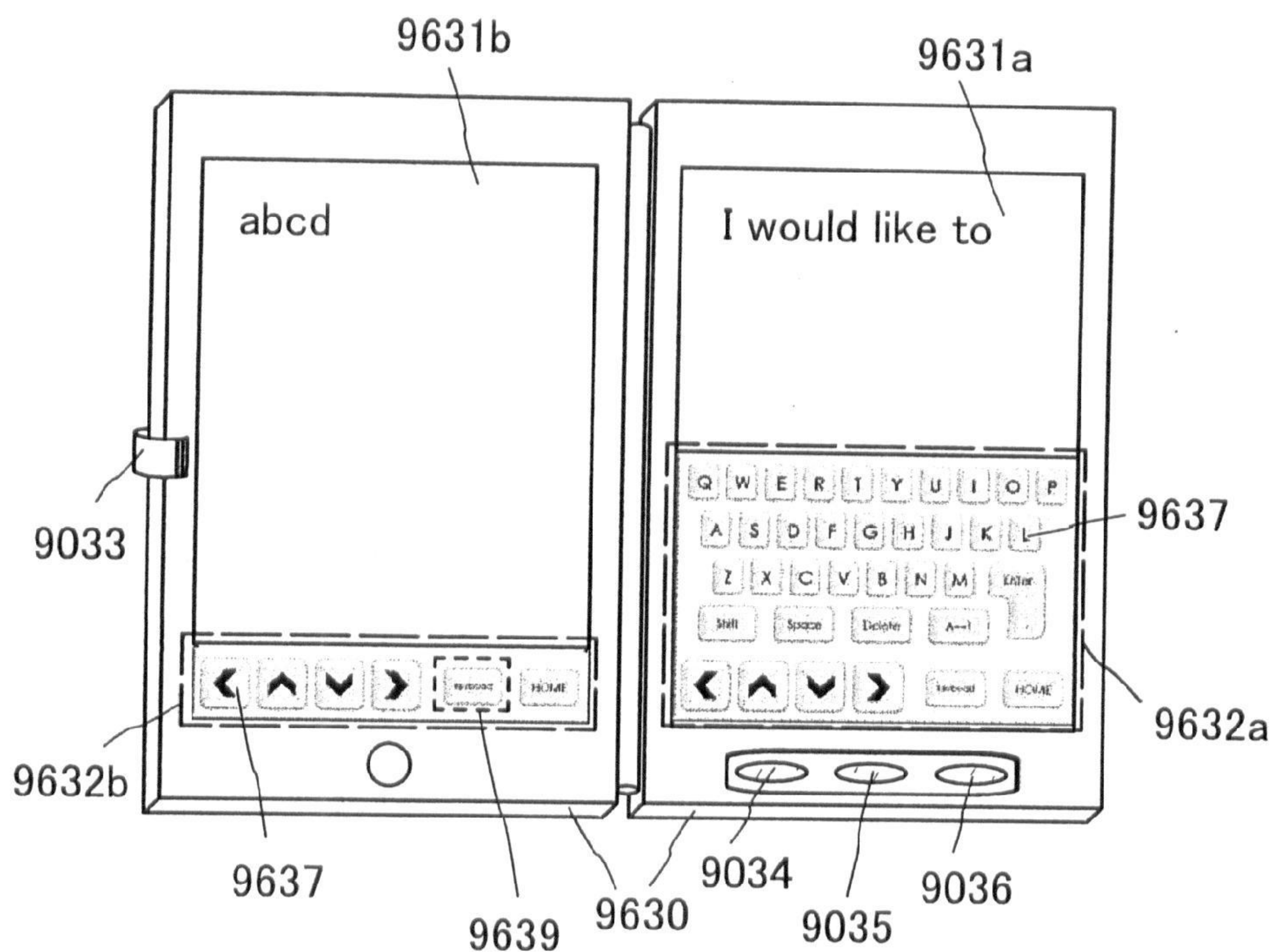


圖 7B

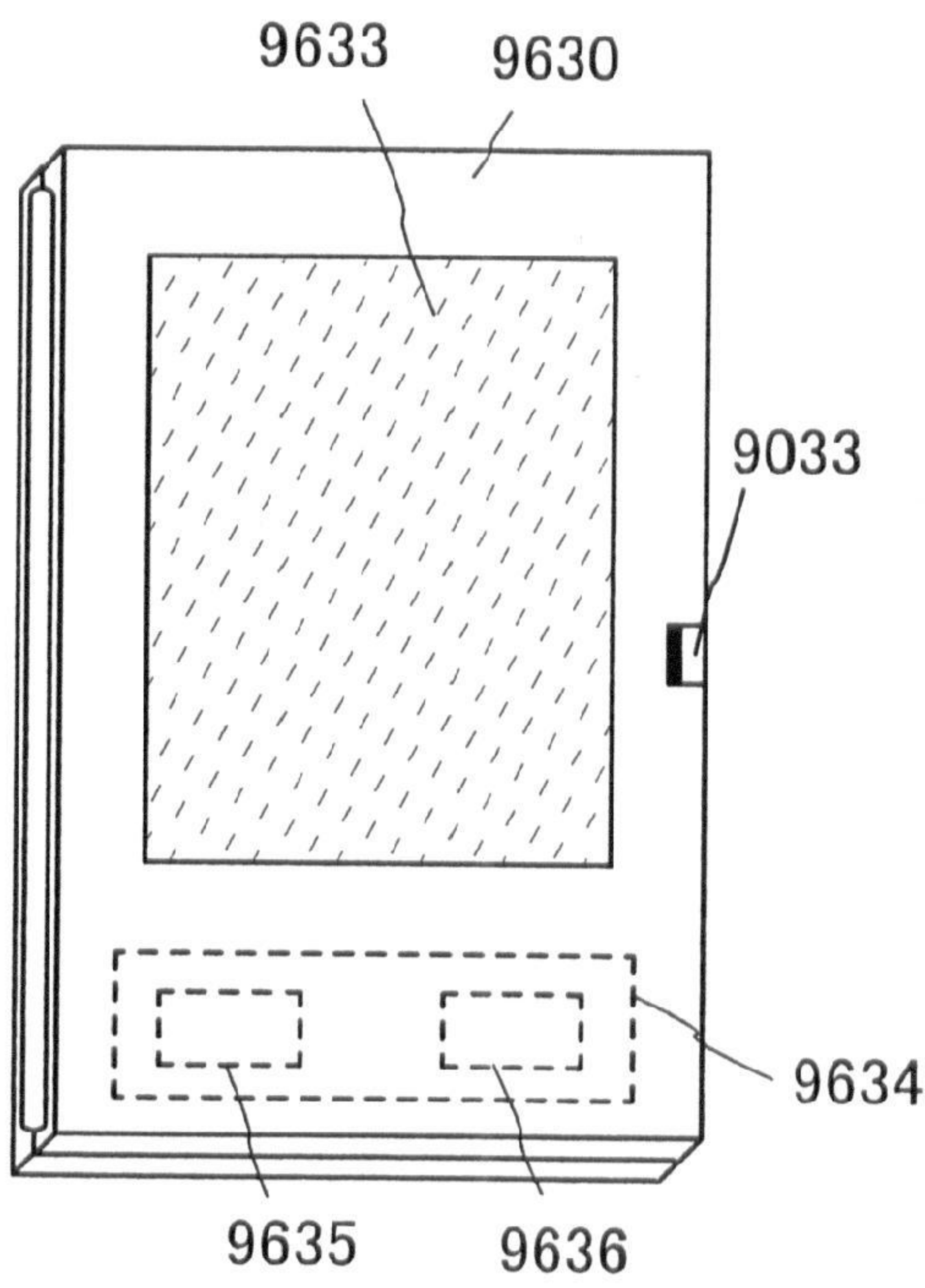


圖 7C

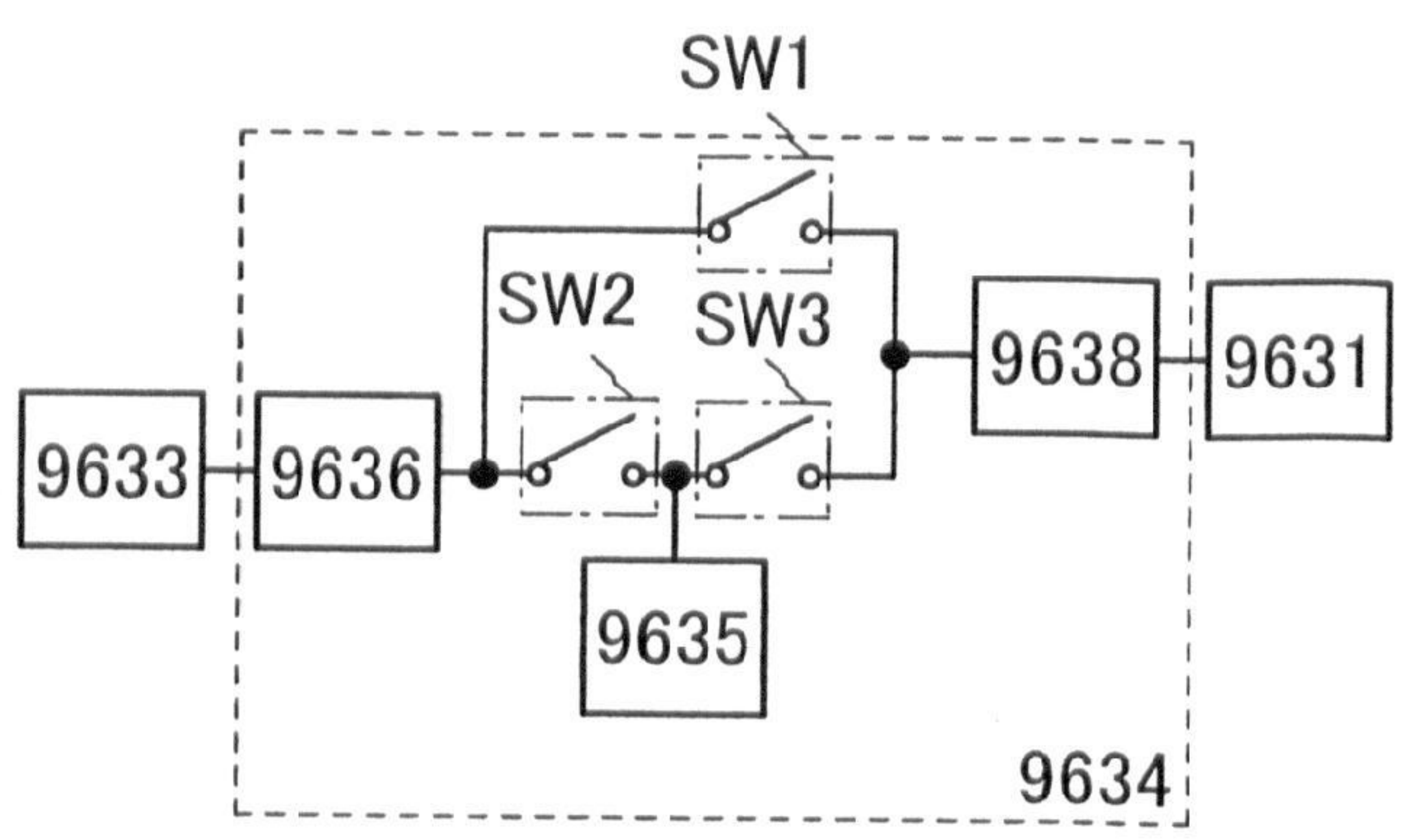


圖 8

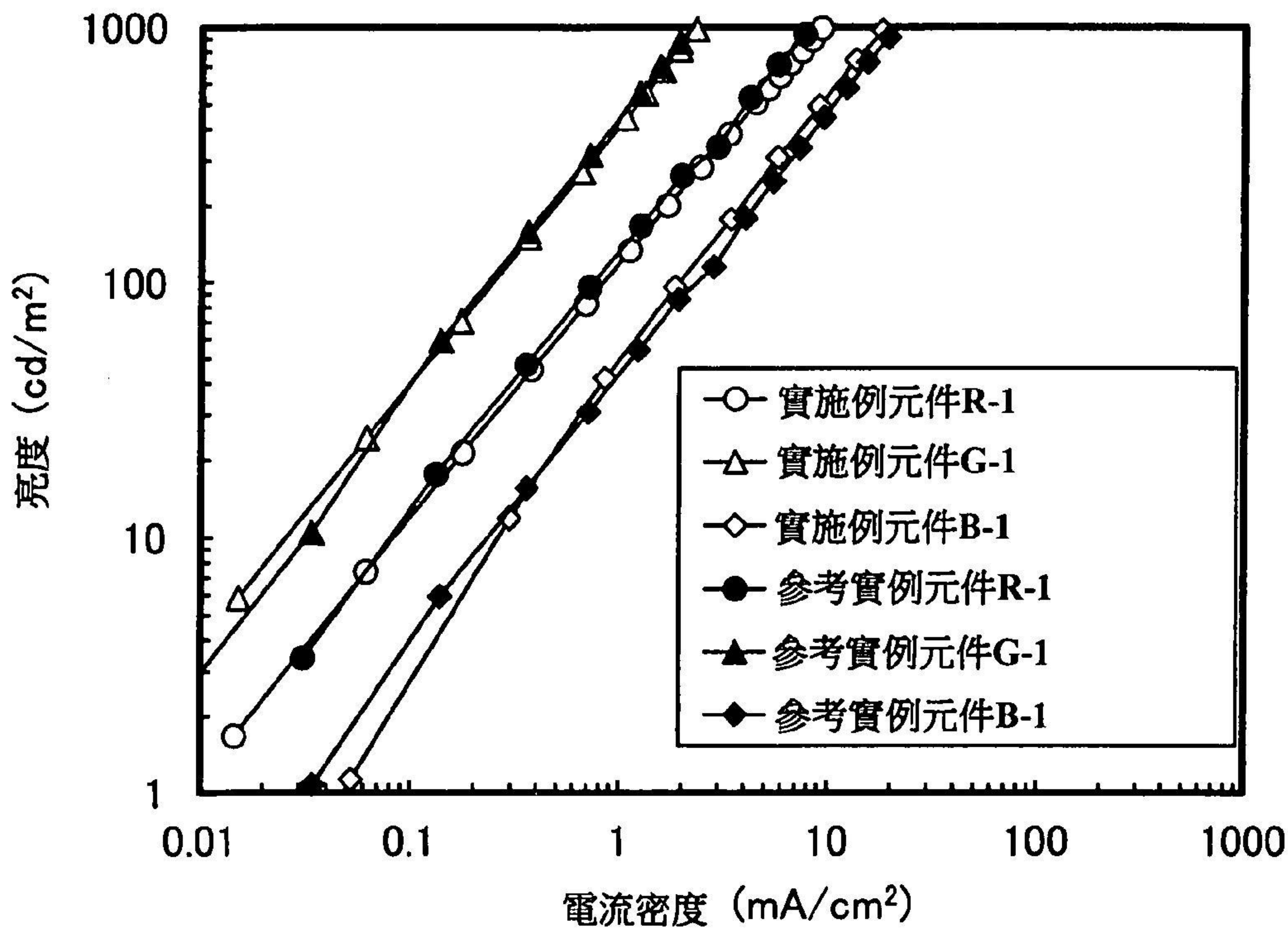


圖 9

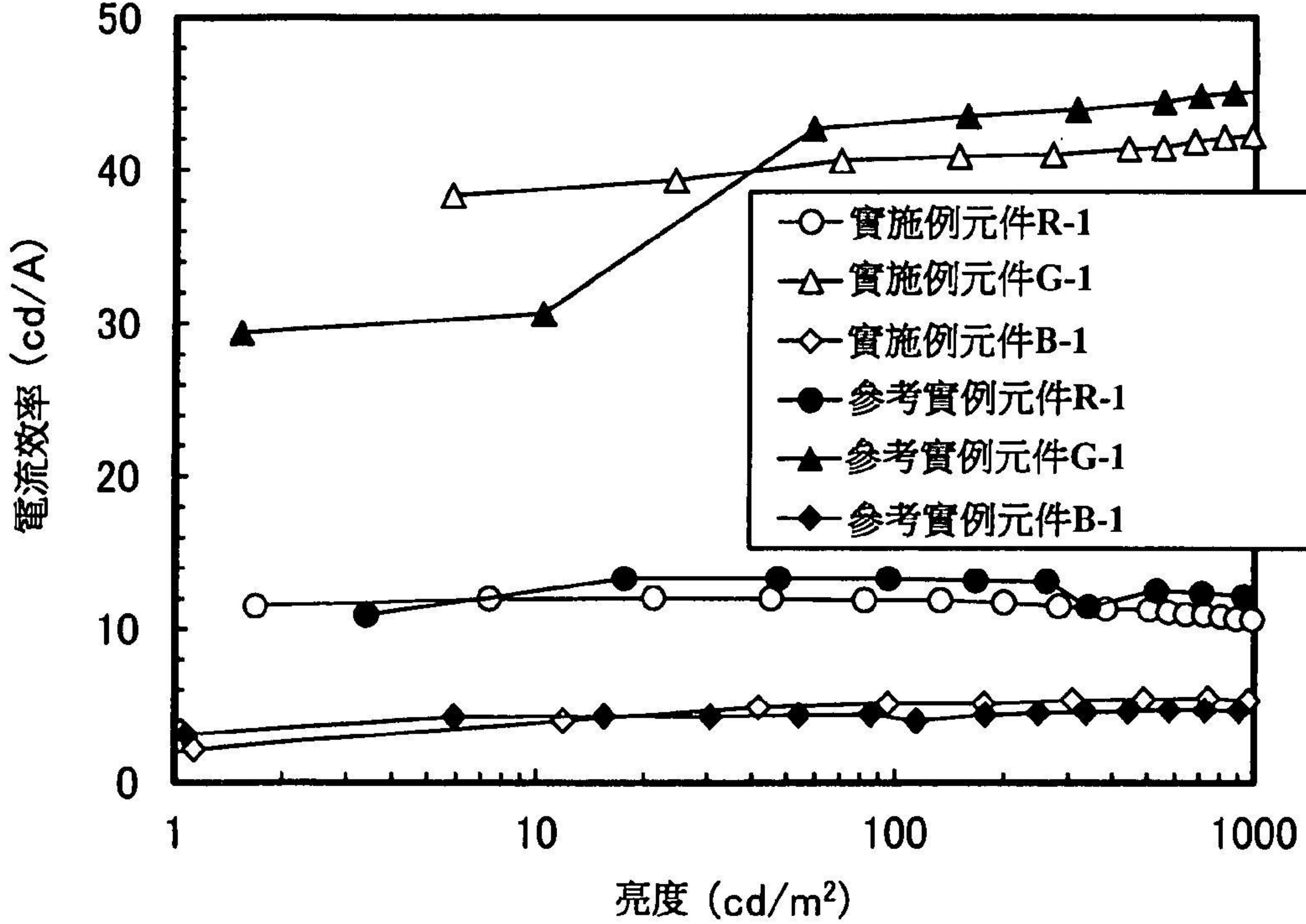


圖 10

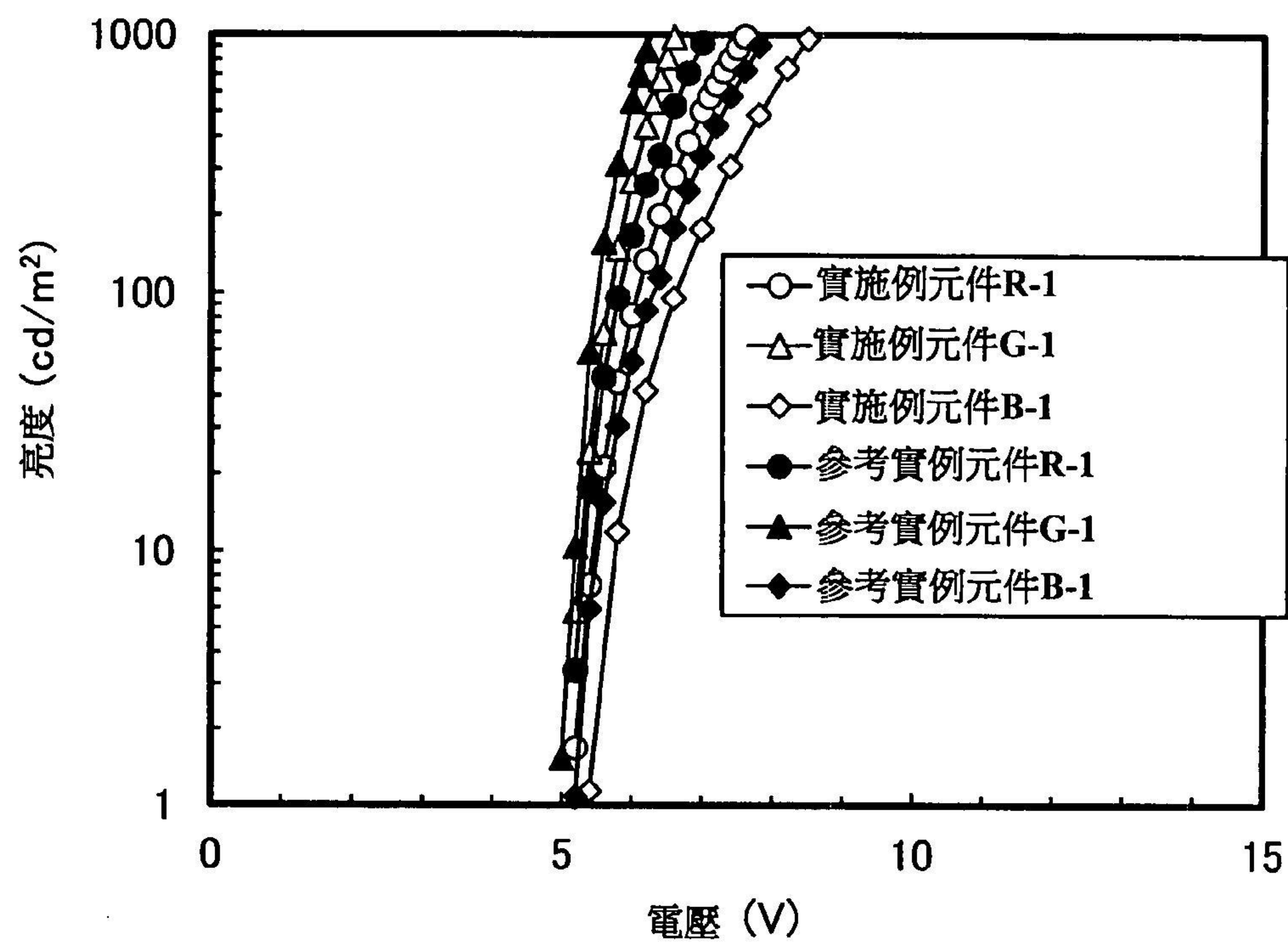


圖 11

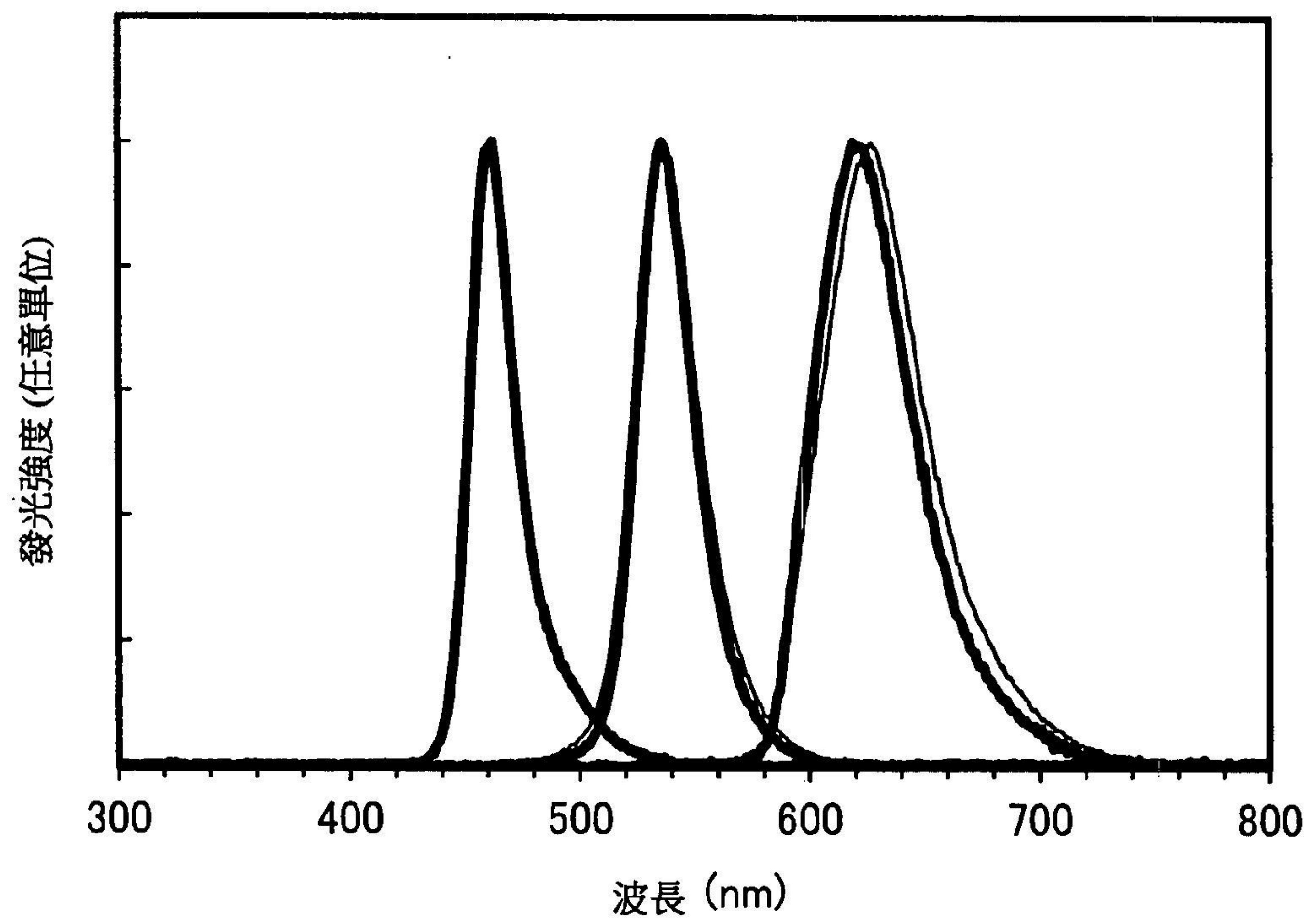


圖 12

參考實例元件 2

實施例元件 2

紅

綠

藍

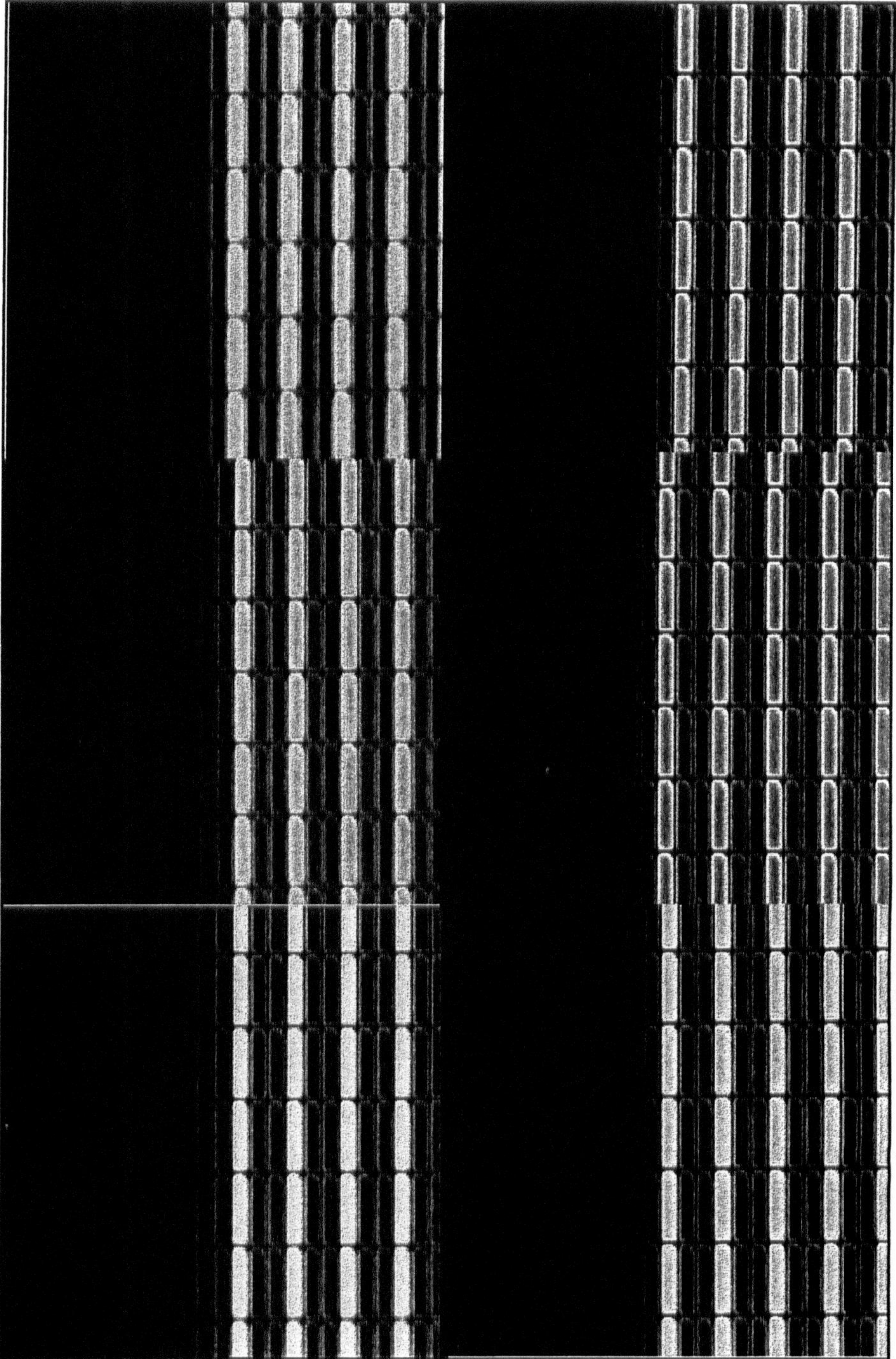


圖 13

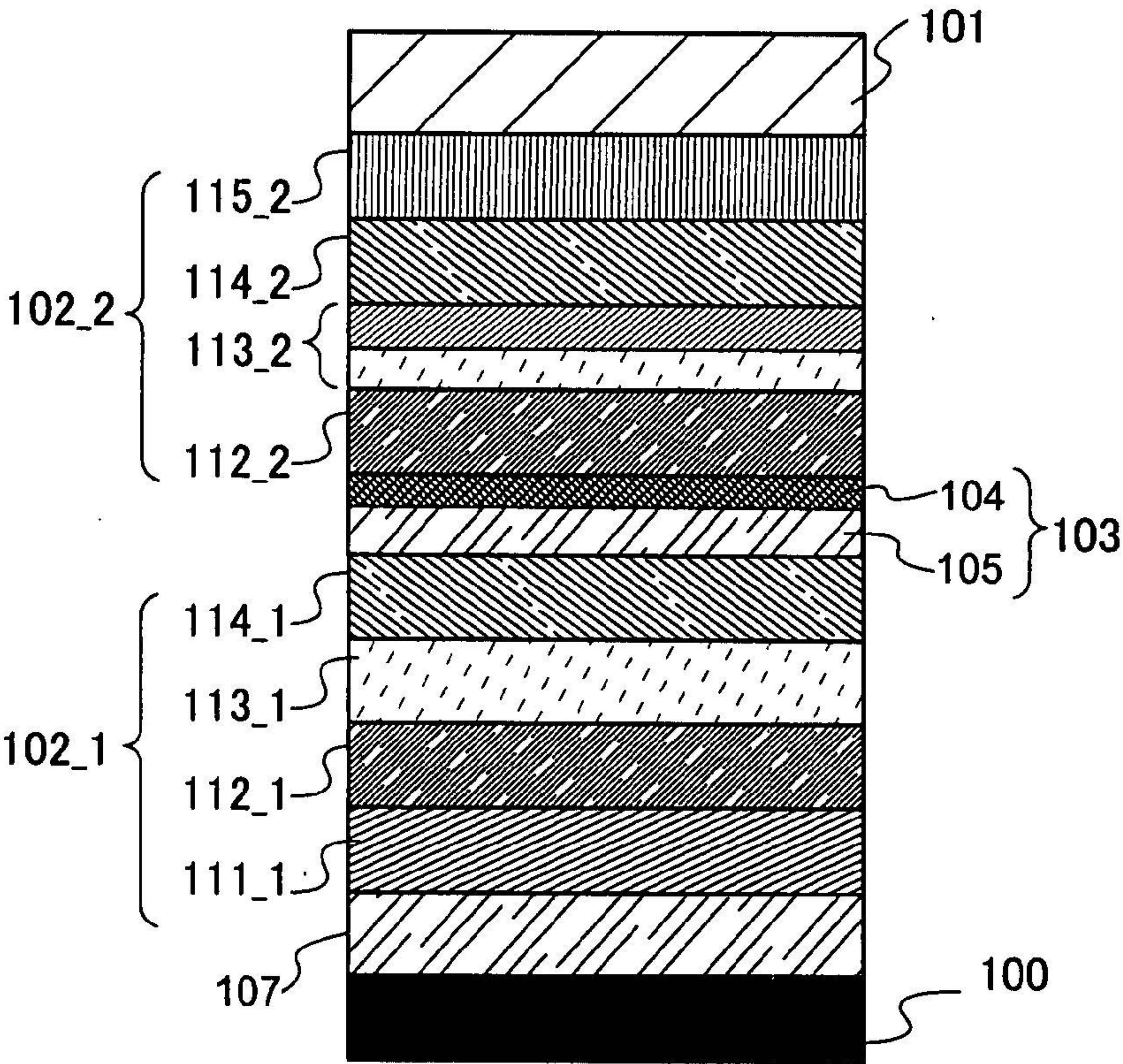


圖 14

