



(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 I865537 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：109118425

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 02 日

(51)Int. Cl. :

*C07C15/28 (2006.01)**C07D209/56 (2006.01)**C07D209/86 (2006.01)**C07D235/08 (2006.01)**C07D307/77 (2006.01)**C07D409/10 (2006.01)**C07D471/04 (2006.01)**C07D493/04 (2006.01)**H05B33/14 (2006.01)**H05B33/22 (2006.01)**H10K50/00 (2023.01)**F21S2/00 (2016.01)**F21Y115/20 (2016.01)*

(30)優先權：2019/06/14 日本

2019-110831

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

日本

(72)發明人：瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；瀨尾広美 SEO, HIROMI (JP)；鈴木邦彦 SUZUKI, KUNIHIKO (JP)；安部寛太 ABE, KANTA (JP)；岩城裕司 IWAKI, YUJI (JP)；橋本直明 HASHIMOTO, NAOAKI (JP)；鈴木恒徳 SUZUKI, TSUNENORI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201521037A

CN 103430344A

審查人員：洪郁馨

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：32 共 139 頁

(54)名稱

發光器件、發光裝置、電子裝置及照明設備

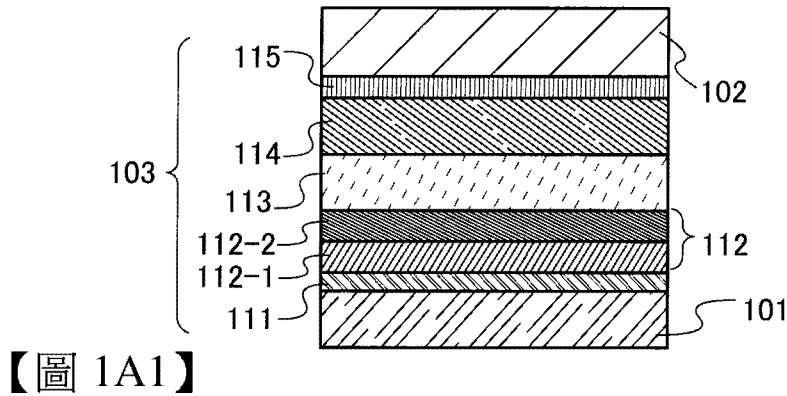
(57)摘要

提供一種新穎的發光器件。另外，提供一種發光效率良好的發光器件。另外，提供一種壽命良好的發光器件。另外，提供一種驅動電壓低的發光器件。本發明的一個實施方式提供一種發光器件，包括陽極、陰極及陽極與陰極之間的 EL 層，其中，EL 層包括電洞注入層、發光層及電子傳輸層，電洞注入層位於陽極與發光層之間，電子傳輸層位於發光層與陰極之間，電洞注入層包含第一物質及第二物質，第一物質是具有電洞傳輸性且其 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的有機化合物，第二物質是對第一物質呈現電子接收性的物質，並且，電子傳輸層使用在使電流流過時電阻值變小的材料構成。

A novel light-emitting device is provided. A light-emitting device with high emission efficiency is provided. A light-emitting device with a long lifetime is provided. A light-emitting device with low driving voltage is provided. The light-emitting device includes an anode, a cathode, and an EL layer between the anode and the cathode. The EL layer includes a hole-injection layer, a light-emitting layer, and an electron-transport layer. The hole-injection layer is positioned between the anode and the light-emitting layer. The electron-transport layer is positioned between the light-emitting layer and the cathode. The hole-injection

layer contains a first substance and a second substance. The first substance is an organic compound which has a hole-transport property and a HOMO level higher than or equal to -5.7 eV and lower than or equal to -5.4 eV. The second substance exhibits an electron-accepting property with respect to the first substance. The electron-transport layer contains a material whose resistance decreases with current flowing therethrough.

指定代表圖：



【圖 1A1】

符號簡單說明：

101:陽極

102:陰極

103:EL 層

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

112-1:第一電洞傳輸層

112-2:第二電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

115:電子注入層



I865537

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

發光器件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】LIGHT-EMITTING DEVICE, LIGHT-EMITTING APPARATUS,
ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE**【中文】**

提供一種新穎的發光器件。另外，提供一種發光效率良好的發光器件。另外，提供一種壽命良好的發光器件。另外，提供一種驅動電壓低的發光器件。本發明的一個實施方式提供一種發光器件，包括陽極、陰極及陽極與陰極之間的EL層，其中，EL層包括電洞注入層、發光層及電子傳輸層，電洞注入層位於陽極與發光層之間，電子傳輸層位於發光層與陰極之間，電洞注入層包含第一物質及第二物質，第一物質是具有電洞傳輸性且其HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的有機化合物，第二物質是對第一物質呈現電子接收性的物質，並且，電子傳輸層使用在使電流流過時電阻值變小的材料構成。

【 英文 】

A novel light-emitting device is provided. A light-emitting device with high emission efficiency is provided. A light-emitting device with a long lifetime is provided. A light-emitting device with low driving voltage is provided. The light-emitting device includes an anode, a cathode, and an EL layer between the anode and the cathode. The EL layer includes a hole-injection layer, a light-emitting layer, and an electron-transport layer. The hole-injection layer is positioned between the anode and the light-emitting layer. The electron-transport layer is positioned between the light-emitting layer and the cathode. The hole-injection layer contains a first substance and a second substance. The first substance is an organic compound which has a hole-transport property and a HOMO level higher than or equal to -5.7 eV and lower than or equal to -5.4 eV. The second substance exhibits an electron-accepting property with respect to the first substance. The electron-transport layer contains a material whose resistance decreases with current flowing therethrough.

【指定代表圖】第(1A1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

101:陽極

102:陰極

103:EL層

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

112-1:第一電洞傳輸層

112-2:第二電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

115:電子注入層

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

發光器件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種發光器件、發光裝置、顯示模組、照明模組、顯示裝置、電子裝置及照明設備。注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的一個實施方式的技術領域係關於一種物體、方法或製造方法。或者，本發明的一個實施方式係關於一種製程 (process)、機器 (machine)、產品 (manufacture) 或者組合物 (composition of matter)。因此，更明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的例子，可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明設備、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置、它們的驅動方法或者它們的製造方法。

【先前技術】

【0002】近年來，使用有機化合物且利用電致發光

(EL: Electroluminescence)的發光器件(有機EL元件)的實用化非常活躍。在這些發光器件的基本結構中，在一對電極之間夾有包含發光物質的有機化合物層(EL層)。藉由對該器件施加電壓，注入載子，利用該載子的再結合能量，可以獲得來自發光物質的發光。

【0003】因為這種發光器件是自發光型發光器件，所以當用於顯示器的像素時比起液晶有可見度更高、不需要背光源等優勢。因此，該發光器件適合於平板顯示器元件。另外，使用這種發光器件的顯示器可以被製造成薄且輕，這也是極大的優點。再者，非常高速的回應也是該發光器件的特徵之一。

【0004】此外，因為這種發光器件的發光層可以在二維上連續地形成，所以可以獲得面發光。因為這是在以白熾燈或LED為代表的點光源或者以螢光燈為代表的線光源中難以得到的特徵，所以作為可應用於照明等的面光源，上述發光器件的利用價值也高。

【0005】如上所述，雖然使用發光器件的顯示器或照明設備適用於各種各樣的電子裝置，但是為了追求具有更良好的效率及壽命的發光器件的研究開發日益活躍。

【0006】專利文獻1公開了在接觸於電洞注入層的第一電洞傳輸層與發光層之間設置其HOMO能階介於第一電洞傳輸層的HOMO能階與主體材料的HOMO能階之間的電洞傳輸材料的結構。

【0007】發光器件的特性明顯得到了提高，但是還不

足以對應對效率和耐久性等各種特性的高度要求。

【0008】

[專利文獻1]國際公開第2011/065136號小冊子

【發明內容】

【0009】於是，本發明的一個實施方式的目的是提供一種新穎的發光器件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種發光效率良好的發光器件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種壽命良好的發光器件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種驅動電壓低的發光器件。

【0010】另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種功耗低的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

【0011】本發明的一個實施方式只要實現上述目的中的任一個即可。

【0012】本發明的一個實施方式是一種發光器件，包括陽極、陰極及陽極與陰極之間的EL層，其中，EL層包括電洞注入層、發光層及電子傳輸層，電洞注入層位於陽極與發光層之間，電子傳輸層位於發光層與陰極之間，電洞注入層包含第一物質及第二物質，第一物質是具有電洞傳輸性且其HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的有機化合物，第二物質是對第一物質呈現電子接收性的物質，

並且，電子傳輸層使用在使電流流過時電阻值變小的材料構成。

【0013】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中在使電流流過時電阻值變小的材料包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物。

【0014】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中在使電流流過時電阻值變小的材料包含具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物。

【0015】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物形成簇。

【0016】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含含有氮及氧的配體和鹼金屬或鹼土金屬的金屬錯合物。

【0017】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含具有8-羥基喹啉結構的配體和一價金屬離子的金屬錯合物。

【0018】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含具有8-羥基喹啉結構的配體的鋰錯合物。

【0019】 在上述結構中，本發明的另一個實施方式是

一種發光器件，其中電子傳輸層包括第一層和第二層，第一層位於發光層與第二層之間，第二層位於第一層與陰極之間，並且第一層所含的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度與第二層不同。

【0020】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中第一層的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度高於第二層的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度。

【0021】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中第二物質是有機化合物。

【0022】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中發光層包含主體材料及發光物質，並且發光物質發射藍色螢光。

【0023】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種包括感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風的電子裝置。

【0024】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種包括電晶體或基板的發光裝置。

【0025】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種包括外殼的照明設備。

【0026】在本說明書中，發光裝置包括使用發光器件的影像顯示器件。另外，發光裝置有時還包括如下模組：發光器件安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置

有印刷線路板的模組；或者藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光器件上直接安裝有IC(積體電路)的模組。再者，照明設備等有時包括發光裝置。

【0027】本發明的一個實施方式能夠提供一種新穎的發光器件。另外，本發明的一個實施方式能夠提供一種壽命良好的發光器件。另外，本發明的一個實施方式能夠提供一種發光效率良好的發光器件。另外，本發明的一個實施方式能夠提供一種驅動電壓低的發光器件。

【0028】另外，本發明的另一個實施方式能夠提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的另一個實施方式能夠提供一種功耗低的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

【0029】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。另外，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，這些效果以外的效果從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載是顯然的，並可以從所述記載中衍生。

【圖式簡單說明】

【0030】在圖式中：

[圖1A1]、[圖1A2]、[圖1B]及[圖1C]是發光器件的示意圖；

[圖2A]和[圖2B]是說明長壽命化的圖；

[圖3A]和[圖3B]是說明亮度上升的圖；

[圖4A]和[圖4B]是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 5A]和[圖 5B]是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 6]是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 7A]和[圖 7B]是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

[圖 8A]和[圖 8B]是示出照明設備的圖；

[圖 9A]、[圖 9B1]、[圖 9B2]和[圖 9C]是示出電子裝置的圖；

[圖 10A]、[圖 10B]和[圖 10C]是示出電子裝置的圖；

[圖 11]是示出照明設備的圖；

[圖 12]是示出照明設備的圖；

[圖 13]是示出車載顯示裝置及照明設備的圖；

[圖 14A]和[圖 14B]是示出電子裝置的圖；

[圖 15A]、[圖 15B]和[圖 15C]是示出電子裝置的圖；

[圖 16]是示出本發明的一個實施方式的發光器件的 Z 標繪的一個例子的圖；

[圖 17]是示出本發明的一個實施方式的發光器件的 M 標繪的一個例子的圖；

[圖 18]是示出本發明的一個實施方式的發光器件的等效電路的一個例子的圖；

[圖 19]是示出本發明的一個實施方式的發光器件的各電阻成分的驅動之前後的電阻值的圖；

[圖 20]是示出發光器件 1 及比較發光器件 1 的相對於驅動時間的亮度的變化的圖表；

[圖 21A]及[圖 21B]是示出發光器件 1 及比較發光器件 1 的 Z 標繪的圖；

[圖 22]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的相對於驅動時間的電壓的變化的圖；

[圖 23]是示出發光器件 1 的 M 標繪的圖；

[圖 24A]是發光器件 2 至發光器件 5 的 M 標繪，[圖 24B]是各電阻成分的驅動之前後的電阻值；

[圖 25A]是發光器件 2、發光器件 6 及發光器件 7 的 M 標繪，[圖 25B]是各電阻成分的驅動之前後的電阻值；

[圖 26A]是發光器件 2 及發光器件 8 的 M 標繪，[圖 26B]是各電阻成分的驅動之前後的電阻值；

[圖 27]是示出 Liq 多聚體中的每一個分子的穩定化能量的圖；

[圖 28]是示出測定用元件的結構的圖；

[圖 29]示出直流電壓 7.0V 的 ZADN : Liq(1 : 1) 的所算出的電容 C 的頻率特性；

[圖 30]示出直流電壓 7.0V 的 ZADN : Liq(1 : 1) 的 $-\Delta B$ 的頻率特性；

[圖 31]示出各有機化合物的電子移動率的電場強度依賴性；

[圖 32A1]、[圖 32A2]、[圖 32B1]及[圖 32B2]是示出電子傳輸層中的第八物質的濃度分佈的圖。

【實施方式】

【0031】以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的

通常知識者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，本發明的一個實施方式不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

【0032】

實施方式1

圖1A1、圖1A2是示出本發明的一個實施方式的發光器件的圖。本發明的一個實施方式的發光器件包括陽極101、陰極102、EL層103，該EL層包括電洞注入層111、電洞傳輸層112、發光層113以及電子傳輸層114。注意，較佳的是，電洞傳輸層112包括第一電洞傳輸層112-1及第二電洞傳輸層112-2，電子傳輸層114如圖1A2所示包括第一電子傳輸層114-1及第二電子傳輸層114-2。

【0033】注意，雖然在圖1A1、圖1A2中的EL層103中除了上述以外還示出電子注入層115，但是發光器件的結構不侷限於此。只要具有上述結構，就也可以包括具有其他功能的層。

【0034】電洞注入層111是用來使電洞容易注入到EL層103的層，電洞注入層111使用電洞注入性高的材料構成。電洞注入層111包含第一物質和第二物質。第一物質是具有電洞傳輸性且其HOMO能階較深，亦即為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的有機化合物，第二物質是對第一物質呈現電子接收性的物質。藉由使第一物質具有較深的HOMO能階，電洞的感應適當地得到抑制，可以容易地向電洞傳

輸層112注入所感應的電洞。藉由使電洞注入層111具有這種結構，可以製造在驅動初期載子的再結合區域不僅在發光層中而且擴大到電子傳輸層的發光器件。

【0035】第二物質都可以使用無機化合物和有機化合物，但是較佳為使用具有拉電子基團(尤其是氟基那樣的鹵基或氰基)的有機化合物等。作為第二物質，可以從這樣的物質中適當地選擇對上述第一物質呈現電子接收性的物質。作為這種較佳的有機化合物，可以舉出7,7,8,8-四氟基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氟醌、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)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亞甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亞基)丙二腈等。尤其是，拉電子基團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的化合物諸如HAT-CN等熱穩定，所以是較佳的。另外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基、氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高所以特別較佳的，明確而言，可以舉出： α,α',α'' -1,2,3-環丙烷三亞基三[4-氟-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-環丙烷三亞基三[2,6-二氟-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-環丙烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。當第二物質為無機化合物時，可以使用過渡金屬氧化物。尤其是，適合使用屬於元素週期表中第四族至第八族的金屬氧化物，較佳為使用氧化鈮、氧化鋮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化

鎢、氧化錳、氧化銻等高電子接收性的金屬氧化物。特別較佳為使用氧化鋁，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

【0036】第一物質較佳為具有電洞傳輸性的有機化合物，更佳為具有咪唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蔥骨架中的任一個。尤其較佳為具有包括二苯并呋喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者9-萘基藉由伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺。注意，當這些第一物質是包括N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以製造壽命良好的發光器件，所以是較佳的。作為上述第一物質，明確而言，可以舉出N-(4-聯苯)-6，N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II)(4))、N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-p-三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-聯苯胺(簡稱：ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNBi)、4-(2;1'-聯萘基-6-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：

BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7; 1'-聯萘基-2-基)三苯基
 胺(簡稱: BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-
 2-基三苯基胺(簡稱: BBAP β NB-03)、4-(6; 2'-聯萘基-2-
 基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱: BBA(β N2)B)、4-(2;
 2'-聯萘基-7-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱:
 BBA(β N2)B-03)、4-(1; 2'-聯萘基-4-基)-4',4''-二苯基三
 苯基胺(簡稱: BBA β N α NB)、4-(1; 2'-聯萘基-5-基)-
 4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱: BBA β N α NB-02)、4-(4-聯苯
 基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱: TPBiA β NB)、4-
 (3-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱:
 mTPBiA β NBi)、4-(4-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯
 基三苯基胺(簡稱: TPBiA β NBi)、4-(1-萘基)-4'-苯基三苯
 基胺(簡稱: α NBA1BP)、4,4'-雙(1-萘基)三苯基胺(簡稱:
 α NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(呋啶-9-基)聯苯-4-基]三
 苯基胺(簡稱: YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋啶-9-基)
 苯基]三(1,1'-聯苯-4-基)胺(簡稱: YGTBi1BP-02)、4-[4'-
 (呋啶-9-基)聯苯-4-基]-4''-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡
 稱: YGTBi β NB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋啶-3-基)苯基]-N-[4-
 (1-萘基)苯基]-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱: PCBNBSF)、
 N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱:
 BBASF)、N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-4-
 胺(簡稱: BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-
 9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙(9H-芴)-4-胺(簡稱: oFBiSF)、N-
 (4-聯苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺

(簡稱：FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(簡稱：mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(簡稱：BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(簡稱：PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)等。

【0037】電洞注入層111中第一物質與第二物質的組成較佳為1：0.01至1：0.15(重量比)。注意，更佳為1：0.01至1：0.1(重量比)。

【0038】電洞傳輸層112也可以為單層，但是較佳為包括第一電洞傳輸層112-1和第二電洞傳輸層112-2。第一電洞傳輸層112-1位於比第二電洞傳輸層112-2更靠近陽極101一側。注意，有時第二電洞傳輸層112-2還同時具有電子障壁層的功能。

【0039】第一電洞傳輸層112-1及第二電洞傳輸層112-2具有電洞傳輸性的有機化合物。作為該電洞傳輸性的有機化合物，可以同樣地使用能夠用作上述第一物質的

有機化合物。注意，第一電洞傳輸層112-1及第二電洞傳輸層112-2中的電洞傳輸性的有機化合物可以為相同或不同的有機化合物。此外，第一電洞傳輸層112-1所包含的電洞傳輸性的有機化合物和電洞注入層111中的第一物質可以為相同或不同的有機化合物。

【0040】作為電洞注入層111所包含的第一物質的HOMO能階和第一電洞傳輸層112-1所包含的電洞傳輸性的有機化合物的HOMO能階，較佳為以後者的HOMO能階更深且其差為0.2eV以下的方式選擇各個材料。

【0041】另外，第二電洞傳輸層112-2所包含的電洞傳輸性的有機化合物的HOMO能階較佳為深於第一電洞傳輸層112-1所包含的電洞傳輸性的有機化合物的HOMO能階。再者，較佳為以其差為0.2eV以下的方式選擇各自的材料。藉由使電洞注入層111至第二電洞傳輸層112-2所包含的電洞傳輸性的有機化合物的HOMO能階具有上述關係，可以使電洞順利地注入到各層中，由此可以防止驅動電壓上升及發光層中電洞過少的狀態。

【0042】另外，電洞注入層111所包含的第一物質、電洞傳輸層112(第一電洞傳輸層112-1及第二電洞傳輸層112-2)所包含的電洞傳輸性的有機化合物較佳為分別具有電洞傳輸性骨架。作為該電洞傳輸性骨架，較佳為使用不會使上述有機化合物的HOMO能階過淺的咪唑骨架、二苯并咪喃骨架、二苯并噻吩骨架及蔥骨架。另外，當相鄰層所包含的材料都具有上述電洞傳輸性骨架時，可以順利地

進行電洞注入，所以是較佳的。作為上述電洞傳輸性骨架尤其較佳為具有二苯并呋喃骨架。

【0043】另外，藉由使相鄰層包含的材料為相同的有機化合物可以順利地進行電洞的注入，因此是較佳的。尤其較佳為電洞注入層111所包含的第一物質和第一電洞傳輸層112-1所包含的電洞傳輸性的有機化合物為相同材料。

【0044】發光層113包含發光物質及主體材料。注意，發光層113也可以包含其他材料。此外，也可以為組成不同的兩層的疊層。

【0045】發光物質可以是螢光發光物質、磷光發光物質、呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質或其他發光物質。在本發明的一個實施方式中，較佳為將發光層113用作呈現螢光發光的層，尤其是，呈現藍色螢光發光的層。

【0046】在發光層113中，作為可以用作螢光發光物質的材料，例如可以舉出如下物質。注意，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。

【0047】例如，可以舉出5,6-雙[4-(10-苯基-9-蔥基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蔥基)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)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-吡啶-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、4-(9H-吡啶-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-吡啶-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-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](簡稱：DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-吡啶-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]蒽(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-吡啶-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-吡啶-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-吡啶-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)茚并[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)丙二腈(簡稱:BisDCM)、2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱:BisDCJTM)、N,N'-(萘-1,6-二基)雙[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](簡稱:1,6BnfAPrn-03)、3,10-雙[N-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-雙[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等萘二胺化合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有合適的電洞俘獲性且良好的發光效率及可靠性,所以是較佳的。

【0048】在發光層113中,當作為發光物質使用磷光

發光物質時，作為可使用的材料，例如可以舉出如下物質。

【0049】例如可以使用如下材料，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-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(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)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啶基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱：FIRpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱：[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIr(acac))等以具有拉電子基的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是在440nm至520nm具有發光峰的化合物。

【0050】另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、雙(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、雙(苯并[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$)、三(苯并[h]喹啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$)、三(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在500nm至600nm具有發光

峰。另外，由於具有嘓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。

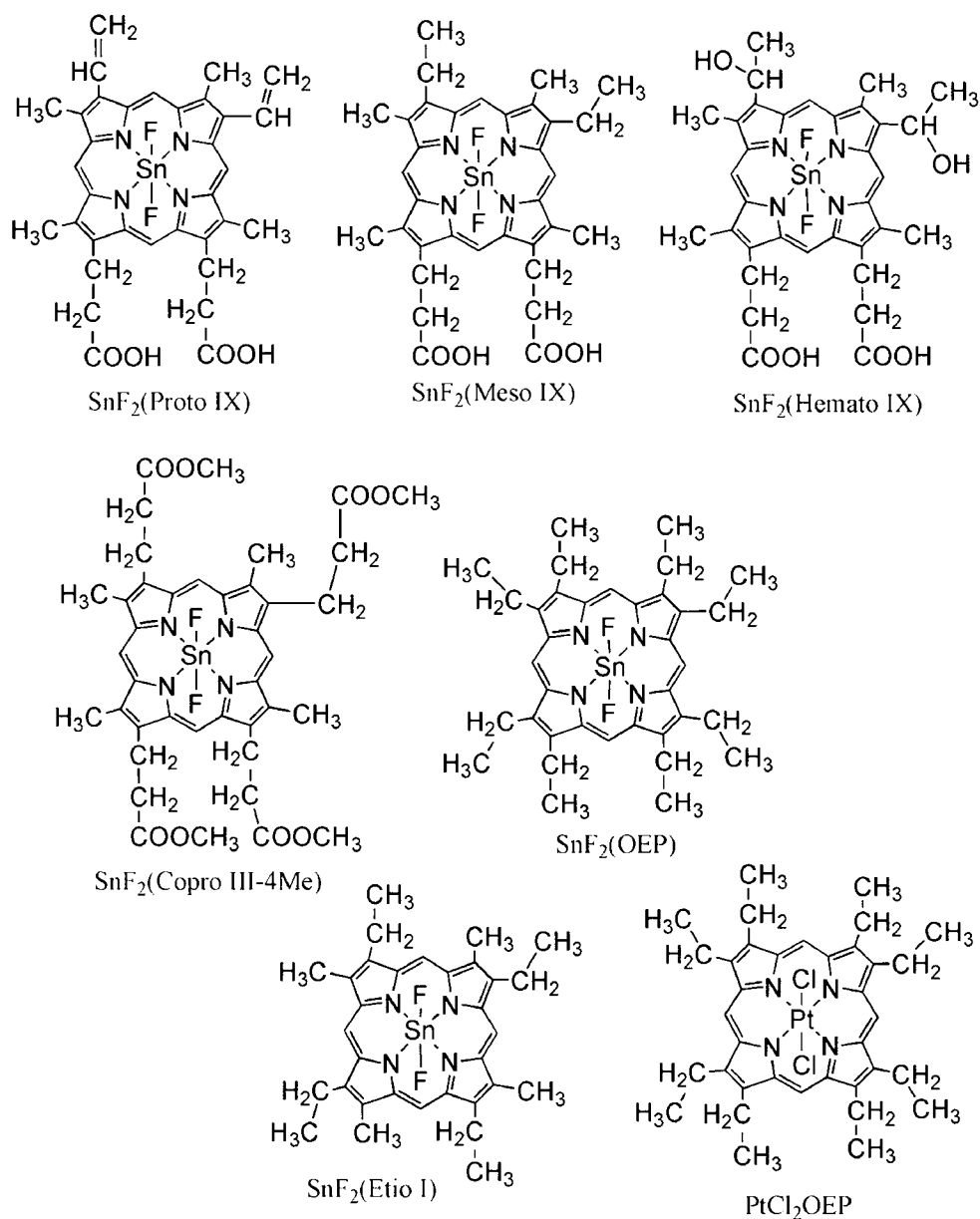
【0051】另外，可以舉出：(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘓啶基]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘓啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(萘-1-基)嘓啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘓啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$)、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)等具有嘓啶骨架的有機金屬銱錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉鉑(II)(簡稱： PtOEP)等的鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$)、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在600nm至700nm具有發光峰。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

【0052】另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇已知的磷光發光物質而使用。

【0053】作為 TADF 材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等。另外，還可以舉出包含鎂 (Mg)、鋅 (Zn)、鎘 (Cd)、錫 (Sn)、鉑 (Pt)、銦 (In) 或鈀 (Pd) 等含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、糞卟啉四甲酯-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) 以及八乙基卟啉-氟化鉑錯合物 (PtCl_2OEP) 等。

【0054】

[化學式 1]



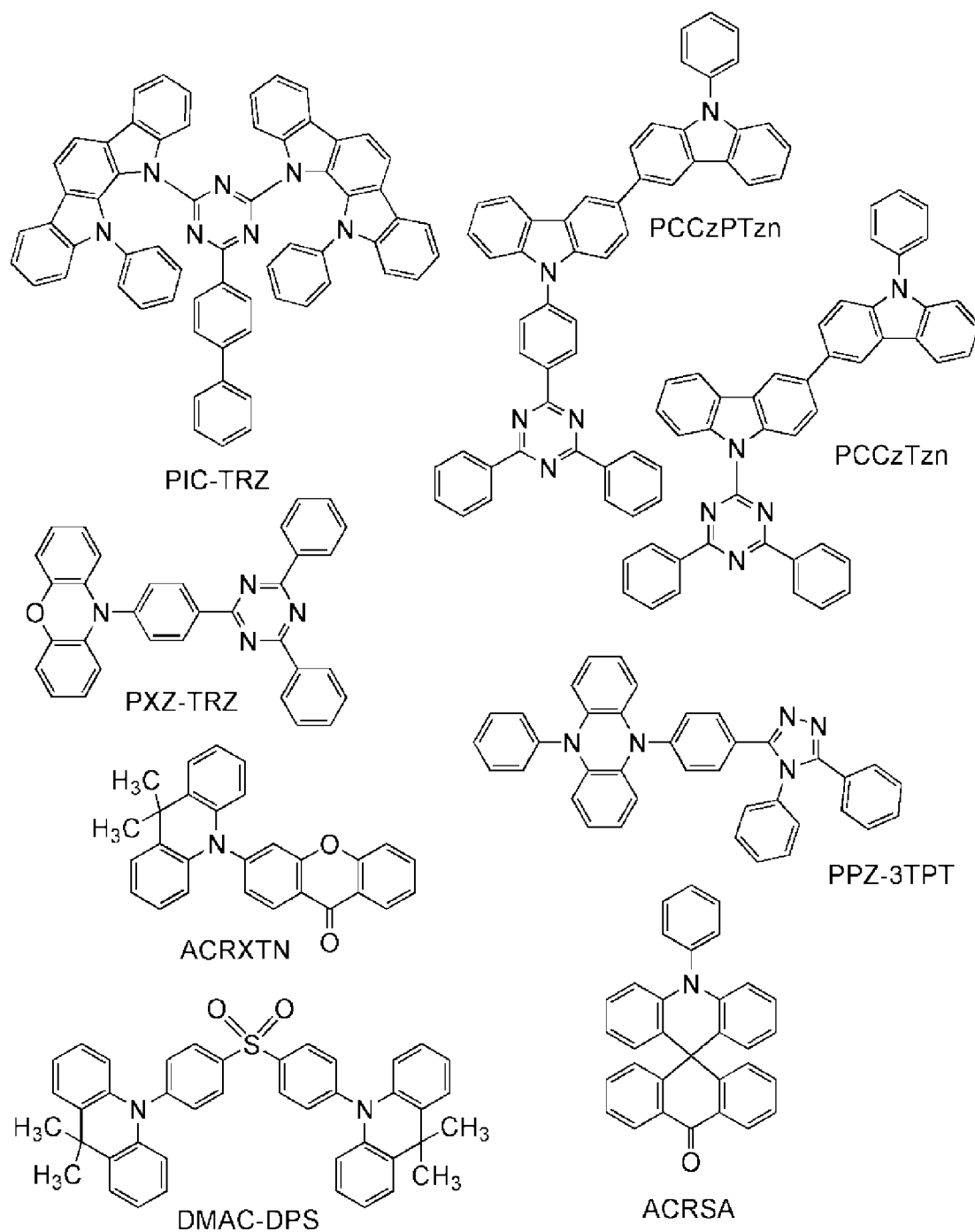
【0055】另外，還可以使用由下述結構式表示的2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PCCzPTzn)、2-[4-(10H-啡啶-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PXZ-TRZ)、3-[4-(5-

苯基-5,10-二氫啡咩-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(簡稱: PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱: ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]硫磺(簡稱: DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱: ACRSA)等具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物。該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環,電子傳輸性和電洞傳輸性都高,所以是較佳的。尤其是,在具有缺 π 電子雜芳環的骨架中,吡啶骨架、二噻吩骨架(噻吩骨架、吡噻吩骨架、噻吩骨架)及三噻吩骨架穩定且可靠性良好,所以是較佳的。尤其是,苯并呋喃并噻吩骨架、苯并噻吩并噻吩骨架、苯并呋喃并吡噻吩骨架、苯并噻吩并吡噻吩骨架的電子接收性高且可靠性良好,所以是較佳的。另外,在具有富 π 電子雜芳環的骨架中,吡啶骨架、啡咩咩骨架、啡噻吩骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好,所以較佳為具有上述骨架中的至少一個。另外,作為呋喃骨架較佳為使用二苯并呋喃骨架,作為噻吩骨架較佳為使用二苯并噻吩骨架。作為吡咯骨架,特別較佳為使用吡啶骨架、呋喃骨架、吡啶呋喃骨架、聯呋喃骨架、3-(9-苯基-9H-呋喃-3-基)-9H-呋喃骨架。在富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環直接鍵合的物質中,富 π 電子芳雜環的電子供給性和缺 π 電子型芳雜環的電子接收性都高而 S_1 能階與 T_1 能階之間的能量差變小,可以高效地獲得熱活化延遲螢光,所以是特別較佳的。注意,也可以使用

鍵合有氰基等拉電子基團的芳環代替缺 π 電子型芳雜環。此外，作為富 π 電子骨架，可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外，作為缺 π 電子骨架，可以使用氧雜蔥骨架、二氧化噻噸(thioxanthene dioxide)骨架、喹二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蔥醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香環或雜芳環、二苯甲酮等羰骨架、氧化磷骨架、砷骨架等。如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環以及富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0056】

[化學式 2]



【0057】TADF材料是指S1能階和T1能階之差較小且具有藉由反系間竄越將三重激發能轉換為單重激發能的功能的材料。因此，能夠藉由微小的熱能量將三重激發能上轉換(up-convert)為單重激發能(反系間竄越)並能夠高效地產生單重激發態。此外，可以將三重激發能轉換為發光。

【0058】以兩種物質形成激發態的激態錯合物(Exciplex)因S1能階和T1能階之差極小而具有將三重激發能轉換為單重激發能的TADF材料的功能。

【0059】注意，作為T1能階的指標，可以使用在低溫(例如，77K至10K)下觀察到的磷光光譜。關於TADF材料，較佳的是，當以藉由在螢光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為S1能階並以藉由在磷光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為T1能階時，S1與T1之差為0.3eV以下，更佳為0.2eV以下。

【0060】此外，當使用TADF材料作為發光物質時，主體材料的S1能階較佳為比TADF材料的S1能階高。此外，主體材料的T1能階較佳為比TADF材料的T1能階高。

【0061】作為發光層的主體材料，可以使用具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料、上述TADF材料等各種載子傳輸材料。

【0062】作為具有電洞傳輸性的材料，較佳為具有胺骨架及富 π 電子型雜芳環骨架。例如，可以舉出：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'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-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]第-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二第-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-第-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-第-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-第-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，所以是較佳的。此外，也可以使用作為上述第一物質的例子舉出的有機化合物。

【0063】作為具有電子傳輸性的材料，例如較佳為：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：BA1q)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并呋喃基)苯酚]鋅

(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物或具有缺 π 電子型芳雜環骨架的有機化合物。作為具有缺 π 電子型芳雜環骨架的有機化合物，例如2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱：mDBTBIIm-II)等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二嗪骨架的雜環化合物；2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯基-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)、2-[(1,1'-聯苯基)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(簡稱：BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并「b」萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并「b」萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mBnfBPTzn-

02)等具有三嗪骨架的雜環化合物；以及3,5-雙[3-(9H-咪唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(簡稱：TmPyPB)等的具有吡啶骨架的雜環化合物。其中，具有二嗪骨架的雜環化合物、具有三嗪骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好的可靠性，所以是較佳的。尤其是，具有二嗪(咪啶或吡嗪)骨架的雜環化合物及具有三嗪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。

【0064】作為能夠用作主體材料的TADF材料，可以使用與上述TADF材料同樣的材料。當使用TADF材料作為主體材料時，由TADF材料生成的三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能並進一步能量轉移到發光物質，由此可以提高發光器件的發光效率。此時，TADF材料被用作能量施體，發光物質被用作能量受體。

【0065】當上述發光物質為螢光發光物質時這是非常有效的。此外，此時，為了得到高發光效率，TADF材料的S1能階較佳為比螢光發光物的S1能階高。此外，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的S1能階高。因此，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的T1能階高。

【0066】此外，較佳為使用呈現與螢光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的發光的TADF材料。由此，激發能順利地從TADF材料轉移到螢光發光物質，可以高效地得到發光，所以是較佳的。

【0067】為了高效地從三重激發能藉由反系間竄躍生

成單重激發能，較佳為在TADF材料中產生載子再結合。此外，較佳的是在TADF材料中生成的三重激發能不轉移到螢光發光物質。為此，螢光發光物質較佳為在螢光發光物質所具有的發光體(成為發光的原因的骨架)的周圍具有保護基。作為該保護基，較佳為不具有 π 鍵的取代基，較佳為飽和烴，明確而言，可以舉出碳原子數為3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子數為3以上且10以下的環烷基、碳原子數為3以上且10以下的三烷基矽基，更佳為具有多個保護基。不具有 π 鍵的取代基由於幾乎沒有傳輸載子的功能，所以對載子傳輸或載子再結合幾乎沒有影響，可以使TADF材料與螢光發光物質的發光體彼此遠離。在此，發光體是指在螢光發光物質中成為發光的原因的原子團(骨架)。發光體較佳為具有 π 鍵的骨架，較佳為包含芳香環，並較佳為具有稠合芳香環或稠合雜芳環。作為稠合芳香環或稠合雜芳環，可以舉出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、啡啶骨架、啡噻啶骨架等。尤其是，具有萘骨架、蔥骨架、萘骨架、蒽骨架、聯伸三苯骨架、稠四苯骨架、芘骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并雙苯并呋喃骨架的螢光發光物質具有高螢光量子產率，所以是較佳的。

【0068】在將螢光發光物質用作發光物質的情況下，作為主體材料，較佳為使用具有蔥骨架的材料。藉由將具有蔥骨架的物質用作螢光發光物質的主體材料，可以實現發光效率及耐久性都良好的發光層。在用作主體材料的具

有蔥骨架的物質中，具有二苯基蔥骨架(尤其是9,10-二苯基蔥骨架)的物質在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有咪唑骨架的情況下，電洞的注入/傳輸性得到提高，所以是較佳的，尤其是，在包含苯環稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情況下，其HOMO能階比咪唑淺0.1eV左右，電洞容易注入，所以是更佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并咪唑骨架的情況下，其HOMO能階比咪唑淺0.1eV左右，不僅電洞容易注入，而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高，所以是較佳的。因此，進一步較佳為用作主體材料的物質是具有9,10-二苯基蔥骨架及咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)的物質。注意，從上述電洞注入/傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并萸骨架或二苯并萸骨架代替咪唑骨架。作為這種物質的例子，可以舉出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蔥基)苯基]-9H-咪唑(簡稱：PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(簡稱：PCPN)、9-[4-(10-苯基蔥-9-基)苯基]-9H-咪唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蔥基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(簡稱：cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蔥基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-萸-9-基)-聯苯-4'-基}-蔥(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蔥(簡稱： α N- β NPAnth)等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常好的特性，所以是較佳的。

【0069】另外，主體材料也可以是混合多種物質的材

料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層 113 的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量的重量比例為 1:19 至 19:1 即可。

【0070】 注意，作為上述混合的材料的一部分，可以使用磷光發光物質。磷光發光物質在作為發光物質使用螢光發光物質時可以被用作對螢光發光物質供應激發能的能量施體。

【0071】 另外，也可以使用這些混合了的材料形成激態錯合物。藉由以形成發射與發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的方式選擇混合材料，可以使能量轉移變得順利，從而高效地得到發光，所以是較佳的。另外，藉由採用該結構可以降低驅動電壓，因此是較佳的。

【0072】 注意，形成激態錯合物的材料的至少一個可以為磷光發光物質。由此，可以高效地將三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能。

【0073】 關於高效地形成激態錯合物的材料的組合，具有電洞傳輸性的材料的 HOMO 能階較佳為具有電子傳輸性的材料的 HOMO 能階以上。此外，具有電洞傳輸性的材料的 LUMO 能階較佳為具有電子傳輸性的材料的 LUMO 能階以上。注意，材料的 LUMO 能階及 HOMO 能階可以從藉

由循環伏安(CV)測定測得的材料的電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。

【0074】 注意，激態錯合物的形成例如可以藉由如下方法確認：對具有電洞傳輸性的材料的發射光譜、具有電子傳輸性的材料的發射光譜及混合這些材料而成的混合膜的發射光譜進行比較，當觀察到混合膜的發射光譜比各材料的發射光譜向長波長一側漂移(或者在長波長一側具有新的峰值)的現象時說明形成有激態錯合物。或者，對具有電洞傳輸性的材料的瞬態光致發光(PL)、具有電子傳輸性的材料的瞬態PL及混合這些材料而成的混合膜的瞬態PL進行比較，當觀察到混合膜的瞬態PL壽命與各材料的瞬態PL壽命相比具有長壽命成分或者延遲成分的比率變大等瞬態回應不同時說明形成有激態錯合物。此外，可以將上述瞬態PL稱為瞬態電致發光(EL)。換言之，與對具有電洞傳輸性的材料的瞬態EL、具有電子傳輸性的材料的瞬態EL及這些材料的混合膜的瞬態EL進行比較，觀察瞬態回應的不同，可以確認激態錯合物的形成。

【0075】 本發明的一個實施方式的發光器件中的電子傳輸層114使用在使電流流過時電阻值變小的材料構成。藉由使用在使電流流過時電阻值變小的材料構成電子傳輸層114，可以製造一種發光器件，其中在使電流流過亦即驅動發光器件的情況下，電子傳輸層114的電阻值下降。在此，藉由預先設計在驅動初期載子的再結合區域不僅在發光層中而且擴大到電子傳輸層的發光器件，可以得到發

生如下變化的發光器件：隨著驅動時間的經過而電子傳輸層 114 的傳輸性變高來使載子平衡變化，由此再結合區域的陰極一側的端部向發光層 113 一側移動。因為在電子傳輸層 114 中再結合的載子能量幾乎不被轉換為發光，所以擴大到電子傳輸層 114 的再結合區域回到發光層 113 一側，從而可以減少再結合能量的損失。其結果，可以得到在進行驅動時發光效率及亮度都上升的發光器件。呈現該舉動的發光器件可以利用該亮度上升使其與驅動初期的急劇劣化(亦即，所謂的初始劣化)相抵，由此可以實現初始劣化小而其結果具有非常良好的驅動壽命的發光器件。這種發光器件被稱為 **Recombination-Site Tailoring Injection** 元件 (**ReSTI** 元件)。

【0076】為了製造在驅動初期載子的再結合區域不僅在發光層中而且擴大到電子傳輸層的發光器件，電洞注入層 111 包含具有電洞傳輸性且其 HOMO 能階較深，亦即為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的第一物質以及對第一物質呈現電子接收性的物質的第二物質，即可。

【0077】作為在使電流流過時電阻值變小的材料，較佳為使用包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的材料。該材料既可以僅由鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物形成，又可以由鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物和其他物質形成。當在使電流流過時電阻值變小的材料包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物之外的物質的情況下，作為該物質較佳為使用具有電子傳輸性的有機化合

物。

【0078】當在使電流流過時電阻值變小的材料包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的情況下，該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物較佳為在使電流流過時形成簇的錯合物。當該錯合物形成簇時，電子傳輸性變高，由此可以得到電子傳輸層114的電阻值下降的發光器件。

【0079】尤其是，在是包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物和具有電子傳輸性的有機化合物的材料的情況下，該錯合物在使電流流過時形成簇而進行聚集，具有電子傳輸性的各有機化合物必然向靠近方向變化。因此，具有電子傳輸性的各有機化合物的導電路徑變粗，電子傳輸層114的電子傳輸性變高，由此可以得到電子傳輸層114的電阻值下降的發光器件。

【0080】該具有電子傳輸性的有機化合物的電子傳輸性優越於電洞傳輸性，且其電子移動率較佳為在電場強度[V/cm]的平方根為600時為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。藉由使電子傳輸層中的電子的移動率在上述範圍內，可以控制向發光層的電子的注入量，由此可以防止發光層變成電子過多的狀態。

【0081】該具有電子傳輸性的有機化合物的HOMO能階較佳為-6.0eV以上。此外，該具有電子傳輸性的有機化合物較佳為包含蔥骨，更佳為包含蔥骨架及雜環骨架的兩者。該雜環骨架較佳為含氮五員環骨架，該含氮五員環骨架尤其較佳為在如吡啶環、咪唑環、噁唑環、噻唑環那樣

的環中含有兩個雜原子。

【0082】 鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物較佳為包含含有氮及氧的配體和鹼金屬或鹼土金屬的金屬錯合物。尤其是，鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物較佳為包含具有8-羥基喹啉結構的配體和一價金屬離子的金屬錯合物，更佳為是包含具有8-羥基喹啉結構的配體的鋰錯合物。明確而言，可以舉出8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li_q)、8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Na_q)等。尤其較佳的是8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li_q)。

【0083】 注意，電子傳輸層114也可以在其厚度方向上存在有具有電子傳輸性的有機化合物與鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的混合比不同的部分。在該混合比中，陰極一側的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的混合比較佳為小。該混合比的大小可以根據飛行時間二次離子質譜分析(ToF-SIMS：Time-of-flight secondary ion mass spectrometry)所得到的原子或分子的檢測量估計出。在由相同的兩種該材料構成的混合比不同的部分中，藉由ToF-SIMS分析分別檢測出的值的大小相當於注目的原子、分子或離子的量的大小。因此，藉由對來源於該具有電子傳輸性的有機化合物或者鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的物質的檢測量進行比較，也可以估計出混合比的大小。

【0084】 就是說，較佳的是，在電子傳輸層114中存在第一電子傳輸層114-1及第二電子傳輸層114-2，第一電

子傳輸層比第二電子傳輸層靠近陽極一側，第一電子傳輸層的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度與第二電子傳輸層的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度不同。注意，在第一電子傳輸層的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度高於第二電子傳輸層時，可以得到長壽命的元件，所以是較佳的。

【0085】 電子傳輸層114所包含的具有電子傳輸性的有機化合物與鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的存在比如圖1A1所示沒有明確的層的界限時，如圖32A1、圖32A2所示，可以連續地變化，如圖1A2所示那樣可確認到分成層時，如圖32B1、圖32B2那樣，也可以分階段地變化。在電子傳輸層114中，較佳為比成為電子傳輸性的決速的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物中的濃度低的區域更靠近發光層113一側設置有鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物中的濃度高的區域。換言之，在電子傳輸層114中，較佳為從陰極一側到陽極一側存在有鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的存在量(濃度)上升的區域。此外，在電子傳輸層114中，鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的存在量(濃度)最大的區域較佳為比最小的區域靠近陽極一側。

【0086】 作為電子傳輸層114所包含的電子傳輸性的有機化合物，可以使用能夠用於上述主體材料的具有電子傳輸性的有機化合物或能夠用於上述螢光發光物質的主體材料的有機化合物。

【0087】在電子傳輸層114所包含的具有電子傳輸性的有機化合物中，電場強度[V/cm]的平方根為600的電子移動率較佳為比主體材料或發光層113小。

【0088】當發光層變為電子過多的狀態時，如圖2A所示，再結合區域113-1被限定在部分區域中而使該部分的負擔變大導致劣化加速。此外，電子不能進行再結合而穿過發光層也會導致壽命及發光效率下降。在本發明的一個實施方式中，藉由降低電子傳輸層114中的電子的傳輸性，如圖2B所示，可以使再結合區域113-1變寬以使對構成發光層113的材料的負擔得以分散，由此可以提供壽命長且發光效率良好的發光器件。

【0089】另外，在具有上述結構的發光器件中，在藉由電流密度恆定的條件下的驅動測試得到的亮度的劣化曲線中有時示出具有極大值的形狀。也就是說，本發明的一個實施方式的發光器件的劣化曲線有時成為隨著時間推移具有亮度上升部分的形狀。呈現該劣化舉動的發光器件可以利用該亮度上升使其與驅動初期的急劇劣化(亦即，所謂的初始劣化)相抵，由此可以實現初始劣化小且具有非常良好的驅動壽命的發光器件。這種發光器件被稱為Recombination-Site Tailoring Injection元件(ReSTI元件)。

【0090】注意，在取具有這種極大值的劣化曲線的微分時，存在有其值為0的部分。如此，劣化曲線的微分存在0的部分的本發明的一個實施方式的發光器件的初始劣化小，由此可以說是壽命非常優良的發光器件。

【0091】如圖3A所示，上述那樣的劣化曲線的舉動可以認為由於如下原因引起：在驅動初期電子傳輸層中的電子移動率小，因此無助於發光的再結合產生在非發光再結合區域120。就是說，在具有上述結構的本發明的發光器件中，由於在驅動初期電洞的注入能障較小(第一物質的HOMO能階較深)且電子傳輸層114的電子傳輸性較低，所以再結合區域113-1以從發光層113擴大到電子傳輸層114的狀態形成。另外，當電子傳輸層114中的具有電子傳輸性的有機化合物的HOMO能階較高，亦即為 -6.0eV 以上時，由於鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的HOMO能階位於相同的位置，所以電洞容易到達電子傳輸層114而在電子傳輸層114中發生再結合，由此容易形成非發光再結合區域120。

【0092】這裡，在本發明的一個實施方式的發光器件中，隨著驅動時間的推移載子的平衡發生變化，如圖3B所示覆合區域113-1的陰極一側的端部逐漸向電洞傳輸層112一側移動。由於非發光再結合區域120減少，再結合的載子的能量可以有效地用於發光，與驅動初始相比產生亮度的上升。該亮度上升與發光器件的驅動初期出現的亮度急劇下降(所謂的初始劣化)相抵消，由此可以提供初始劣化小且驅動壽命長的發光器件。

【0093】在此，本案發明人等藉由實驗驗證了如下內容：本發明的一個實施方式的發光器件中的載子平衡的變化是由發光器件的電阻變化(尤其是，電子傳輸層114的電

阻變化)導致的。藉由阻抗譜法(IS)測定電阻的變化。

【0094】在利用阻抗譜法的測定中，對該發光器件施加微小正弦波電壓信號 $[V=V_0\exp(i\omega t)]$ ，可以從其回應電流信號 $[I=I_0\exp\{i(\omega t+\phi)\}]$ 的電流振幅與輸入信號的相位差求出阻抗 $(Z=V/I)$ 。

【0095】以施加電壓信號的頻率為參數，將所得到的阻抗顯示在複平面上的標繪被稱為Nyquist標繪。藉由求出阻抗 (Z) ，可以求出基本傳遞函數的導納 (Y) 、模數 (M) 及介電常數 (ϵ) 等。以下示出各傳遞函數的關係。

【0096】

[表 1]

	Z	Y	M	ϵ
Z	Z	1/Y	M/j ω	1/j $\omega\epsilon$
Y	1/Z	Y	j ω /M	j $\omega\epsilon$
M	j ω Z	j ω /Y	M	1/ ϵ
ϵ	1/j ω Z	Y/j ω	1/M	ϵ

【0097】在本實施方式中，使用由實軸可知電阻成分的阻抗 (Z) 標繪及可知電容成分的倒數的模數 (M) 標繪分析發光器件。表2示出所測定的發光器件的結構。

【0098】

[表 2]

電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	12.5nm	12.5nm	1nm
BBABnf : ALD-MP001Q (1 : 0.1)	BBABnf	PCzN2	α N- β NPAnth : 3,10PCANbf(IV)-02 (1 : 0.015)	ZADN : Liq (0.7 : 1) (1 : 0.7)		Liq

【0099】圖 16 示出本發明的一個實施方式的發光器件的 Z 標繪的一個例子。在 Z 標繪中，以實軸表示電阻成分，由此可以看到驅動後的電阻與驅動前的電阻相比大幅度地下降。由此可知，本發明的一個實施方式的發光器件的電阻在驅動之前後大幅度地變化，驅動後的發光器件的電阻低於驅動前的發光器件。

【0100】接著，圖 17 示出相同發光器件的 M 標繪。對該圖表利用等效電路分析軟體 ZView(Scribner Associates/USA)進行擬定，本發光器件的等效電路能夠以圖 18 所示的四個 RC 並聯電路及一個串聯電阻器表示。注意，該標繪中的數值示出利用擬定得到的所對應的等效電路的電阻成分出現的地點。

【0101】圖 19 示出圖 18 中的等效電路所示的各電阻成分的驅動之前後的電阻值。從此可知，只有電阻器 R2 的電阻減小一位數以上。

【0102】於是，藉由改變厚度來測定各電阻成分對應於哪個層，由厚度較大時的 M 標繪的變化及電阻的上升確

認到R2的電阻成分來源於電子傳輸層。

【0103】由這些結果可確認，藉由使電流流過發光器件來使其驅動，電子傳輸層114的電阻下降，電子傳輸層114的電子傳輸性上升。如上所述，當電子傳輸層114的電子傳輸性上升時，載子平衡發生變化，擴大到電子傳輸層的再結合區域的端部向發光層方向移動，非發光再結合區域120縮小。其結果，發光層內部的再結合增多，能夠有效地使再結合能量有助於發光。因此，本發明的一個實施方式的發光器件示出其亮度與驅動初期相比上升的特有舉動。

【0104】由此可知，本發明的一個實施方式的發光器件的驅動後的電阻低於驅動前的電阻，該發光器件的電子傳輸層的電阻在進行驅動時下降。這意味著電子傳輸層使用在驅動發光器件即使電流流過時電阻率下降的材料構成。

【0105】具有如上那樣的結構的本發明的一個實施方式的發光器件可以為壽命非常優良的發光器件。尤其是，可以大幅度地延長初始亮度的95%左右(LT95)的劣化極小的區域的壽命。

【0106】另外，由於可以抑制初始劣化，由此可以大幅減少有機EL裝置的巨大缺點之一的燒屏(burn-in)問題以及為了減少該問題在出貨前進行的老化(aging)製程所需的時間及勞力。

【0107】

實施方式2

接著，對上述發光器件的詳細結構和材料的例子進行說明。如上所述本發明的一個實施方式的發光器件在陽極101和陰極102這一對電極間包括由多個層構成的EL層103，並且該EL層103從陽極101一側包括電洞注入層111、第一電洞傳輸層112-1、第二電洞傳輸層112-2、發光層113以及電子傳輸層114。

【0108】對EL層103中的其他層沒有特別的限制，可以採用電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、載子障壁層、激子障壁層、電荷產生層等各種層結構。

【0109】陽極101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。明確地說，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO: Indium Tin Oxide, 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-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出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-氧化鋅的方法等。另外，可以使用對氧化銦添加有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。此外，也可以使用石墨烯。注意，雖然在此舉出功函數大且典型地用於形成陽極的材料的物質，但是在本發明的一個實施方式中，作為電洞注入層111使用包含具有電洞傳輸性的有機化合物和對該有機化合物呈現電子接收性的物質的複合材料，因此可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

【0110】在本實施方式中，作為EL層103的疊層結構，對如下兩種結構進行說明：如圖1A1、圖1A2所示，採用包括電洞注入層111、第一電洞傳輸層112-1、第二電洞傳輸層112-2、發光層113、電子傳輸層114(第一電子傳輸層114-1、第二電子傳輸層114-2)及電子注入層115的結構；如圖1B所示，採用包括電荷產生層116而代替電子注入層115的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

【0111】因為對電洞注入層111、電洞傳輸層112(第一電洞傳輸層112-1、第二電洞傳輸層112-2)、發光層113及電子傳輸層114(第一電子傳輸層114-1、第二電子傳輸層114-2)在實施方式1中詳細地進行了說明，所以省略重複記載。參照實施方式1的記載。

【0112】可以在電子傳輸層114和陰極102之間設置由氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF₂)等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物形成的電子注入層115。電子注入層115可以使用將鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物包含在由具有電子傳輸性的物質構成的層中的層或電子化合

物(electride)。作為電子化合物，例如可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。

【0113】另外，可以在電子傳輸層114與陰極102之間設置電荷產生層116，而代替電子注入層115(圖1B)。電荷產生層116是藉由施加電位，可以對與該層的陰極一側接觸的層注入電洞，並且對與該層的陽極一側接觸的層注入電子的層。電荷產生層116至少包括P型層117。P型層117較佳為使用上述構成電洞注入層111的複合材料來形成。另外，P型層117也可以將作為構成複合材料的材料包含上述呈現電子接收性的物質的膜和包含電洞傳輸材料的膜層疊來形成。藉由對P型層117施加電位，電子和電洞分別注入到電子傳輸層114和用作陰極的陰極102，使得發光器件工作。

【0114】另外，電荷產生層116除了包括P型層117之外，較佳為還包括電子中繼層118及電子注入緩衝層119中的任一個或兩個。

【0115】電子中繼層118至少包含具有電子傳輸性的物質，並且能夠防止電子注入緩衝層119和P型層117的相互作用，並順利地傳遞電子。較佳為將電子中繼層118所包含的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階設定在P型層117中的電子接收性物質的LUMO能階與電子傳輸層114中的接觸於電荷產生層116的層所包含的物質的LUMO能階之間。明確而言，電子中繼層118中的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階較佳為-5.0eV以上，更佳為-5.0eV以上

且 -3.0eV 以下。另外，作為電子中繼層 118 中的具有電子傳輸性的物質，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。

【0116】電子注入緩衝層 119 可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))等電子注入性高的物質。

【0117】另外，在電子注入緩衝層 119 包含具有電子傳輸性的物質及電子施體性物質的情況下，作為電子施體性物質，除了鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬和這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))以外，還可以使用四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。另外，作為具有電子傳輸性的物質，可以使用與上面所說明的用於電子傳輸層 114 的材料同樣的材料形成。

【0118】作為形成陰極 102 的物質，可以使用功函數小(具體為 3.8eV 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)或銻(Cs)等鹼金屬、鎂(Mg)、鈣(Ca)或者銦(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)、銻(Eu)、鐳(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在陰極102和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函數的大小而將各種導電材料諸如Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銻-氧化錫等用作陰極102。這些導電材料可以藉由真空蒸鍍法、濺射法等乾處理、噴墨法、旋塗法等形成。另外，電極可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。

【0119】另外，作為EL層103的形成方法，不論乾處理或濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空蒸鍍法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、網版印刷法、噴墨法或旋塗法等。

【0120】另外，也可以藉由使用不同成膜方法形成上面所述的各電極或各層。

【0121】注意，設置在陽極101與陰極102之間的層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離陽極101及陰極102遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬接近而發生的淬滅。

【0122】另外，為了抑制從在發光層中產生的激子的能量轉移，接觸於發光層113的如電洞傳輸層和電子傳輸層，尤其是靠近發光層113中的再結合區域的載子傳輸層較佳為使用如下物質構成，亦即具有比構成發光層的發光

物質或者包含在發光層中的發光物質所具有的能帶間隙大的能帶間隙的物質。

【0123】接著，參照圖1C說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光器件(以下也稱為疊層型元件或串聯元件)的方式。該發光器件是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光器件。一個發光單元具有與圖1A1或圖1A2所示的EL層103大致相同的結構。就是說，可以說，圖1C所示的發光器件是具有多個發光單元的發光器件，而圖1A1、圖1A2、圖1B所示的發光器件是具有一個發光單元的發光器件。

【0124】在圖1C中，在陽極501和陰極502之間層疊有第一發光單元511和第二發光單元512，並且在第一發光單元511和第二發光單元512之間設置有電荷產生層513。陽極501和陰極502分別相當於圖1A1中的陽極101和陰極102，並且可以應用與圖1A1的說明同樣的材料。另外，第一發光單元511和第二發光單元512可以具有相同結構，也可以具有不同結構。

【0125】電荷產生層513具有在對陽極501及陰極502施加電壓時，對一個發光單元注入電子並對另一個發光單元注入電洞的功能。就是說，在圖1C中，在以陽極的電位比陰極的電位高的方式施加電壓的情況下，電荷產生層513只要是對第一發光單元511注入電子並對第二發光單元512注入電洞的層即可。

【0126】電荷產生層513較佳為具有與圖1B所示的電

荷產生層 116 同樣的結構。因為有機化合物與金屬氧化物的複合材料具有良好的載子注入性及載子傳輸性，從而能夠實現低電壓驅動及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的面接觸於電荷產生層 513 的情況下，電荷產生層 513 可以具有發光單元的電洞注入層的功能，所以在發光單元中也可以不設置電洞注入層。

【0127】另外，當在電荷產生層 513 中設置電子注入緩衝層 119 時，因為該電子注入緩衝層 119 具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，所以在陽極一側的發光單元中不一定必須設置電子注入層。

【0128】雖然在圖 1C 中說明了具有兩個發光單元的發光器件，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的發光器件。如根據本實施方式的發光器件，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層 513 隔開並配置，該元件可以在保持低電流密度的同時實現高亮度發光，並且能夠實現壽命長的元件。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且低功耗的發光裝置。

【0129】另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光器件得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光器件中獲得來自第一發光單元的紅色和綠色的發光顏色以及來自第二發光單元的藍色的發光顏色，可以得到在整個發光器件中進行白色發光的發光器件。另外，作為層疊三個以上的發光單元的發光器件的結構，例如，可以採用第一發光單元包括第一藍色發

光層，第二發光單元包括黃色或黃綠色發光層及紅色發光層，第三發光單元包括第二藍色發光層的串聯型裝置。該串聯型裝置與上述發光器件同樣可以得到白色發光。

【0130】另外，上述EL層103、第一發光單元511、第二發光單元512及電荷產生層等各層及電極例如可以利用蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、液滴噴射法(也稱為噴墨法)、塗佈法、凹版印刷法等方法形成。此外，其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、樹枝狀聚合物)或者高分子材料。

【0131】

實施方式3

在本實施方式中，對使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件的發光裝置進行說明。

【0132】在本實施方式中，參照圖4A和圖4B對使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件而製造的發光裝置進行說明。注意，圖4A是示出發光裝置的俯視圖，並且圖4B是沿圖4A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器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。

【0133】注意，引導佈線608是用來傳送輸入到源極線驅動電路601及閘極線驅動電路603的信號的佈線，並且

從用作外部輸入端子的FPC(軟性印刷電路)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。

【0134】下面，參照圖4B說明剖面結構。雖然在元件基板610上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路601和像素部602中的一個像素。

【0135】除了可以使用由玻璃、石英、有機樹脂、金屬、合金、半導體等構成的基板以外，還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板，而製造元件基板610。

【0136】對用於像素或驅動電路的電晶體的結構沒有特別的制限。例如，可以採用反交錯型電晶體或交錯型電晶體。另外，頂閘極型電晶體或底閘極型電晶體都可以被使用。對用於電晶體的半導體材料沒有特別的制限，例如可以使用矽、鍺、碳化矽、氮化鎵等。或者可以使用In-Ga-Zn類金屬氧化物等的包含銦、鎵、鋅中的至少一個的氧化物半導體。

【0137】對用於電晶體的半導體材料的結晶性也沒有特別的制限，可以使用非晶半導體或結晶半導體(微晶半導體、多晶半導體、單晶半導體或其一部分具有結晶區域

的半導體)。當使用結晶半導體時可以抑制電晶體的特性劣化，所以是較佳的。

【0138】在此，氧化物半導體較佳為用於設置在上述像素或驅動電路中的電晶體和用於在後面說明的觸控感測器等的電晶體等半導體裝置。尤其較佳為使用其能帶間隙比矽寬的氧化物半導體。藉由使用能帶間隙比矽寬的氧化物半導體，可以降低電晶體的關態電流(off-state current)。

【0139】上述氧化物半導體較佳為至少包含銦(In)或鋅(Zn)。另外，上述氧化物半導體更佳為包含以In-M-Zn類氧化物(M為Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金屬)表示的氧化物的氧化物半導體。

【0140】在此，以下對能夠用於本發明的一個實施方式的氧化物半導體進行說明。

【0141】氧化物半導體被分為單晶氧化物半導體和非單晶氧化物半導體。作為非單晶氧化物半導體，例如可以舉出CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor)、多晶氧化物半導體、nc-OS(nano crystalline oxide semiconductor)、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半導體等。

【0142】CAAC-OS具有c軸配向性，其多個奈米晶在a-b面方向上連結而結晶結構具有畸變。畸變是指在多個奈米晶連結的區域中晶格排列一致的區域與其他晶格排列一致的區域之間的晶格排列的方向變化的部分。

【0143】奈米晶基本上為六角形，但是不侷限於正六角形，有時為非正六角形。另外，奈米晶有時在畸變中具有五角形或七角形等晶格排列。另外，在CAAC-OS中，即使在畸變附近也難以觀察到明確的晶界(也稱為 grain boundary)。亦即，可知由於晶格排列畸變，可抑制晶界的形成。這是由於CAAC-OS因為a-b面方向上的氧原子排列的低密度或因金屬元素被取代而使原子間的鍵合距離產生變化等而能夠包容畸變。

【0144】CAAC-OS有具有層狀結晶結構(也稱為層狀結構)的傾向，在該層狀結晶結構中層疊有包含銮及氧的層(下面稱為In層)和包含元素M、鋅及氧的層(下面稱為(M, Zn)層)。另外，銮和元素M彼此可以取代，在用銮取代(M, Zn)層中的元素M的情況下，也可以將該層表示為(In, M, Zn)層。另外，在用元素M取代In層中的銮的情況下，也可以將該層表示為(In, M)層。

【0145】CAAC-OS是結晶性高的氧化物半導體。另一方面，在CAAC-OS中不容易觀察明確的晶界，因此不容易發生起因於晶界的電子移動率的下降。另外，氧化物半導體的結晶性有時因雜質的進入或缺陷的生成等而降低，因此可以說CAAC-OS是雜質或缺陷(氧空位(也稱為V_o(oxygen vacancy))等)少的氧化物半導體。因此，具有CAAC-OS的氧化物半導體的物理性質穩定。因此，包含CAAC-OS的氧化物半導體具有高耐熱性及高可靠性。

【0146】在nc-OS中，微小的區域(例如1nm以上且

10nm以下的區域，特別是1nm以上且3nm以下的區域)中的原子排列具有週期性。另外，nc-OS在不同的奈米晶之間觀察不到結晶定向的規律性。因此，在膜整體中觀察不到配向性。所以，有時nc-OS在某些分析方法中與a-like OS或非晶氧化物半導體沒有差別。

【0147】另外，在包含銦、鎵和鋅的氧化物半導體的一種的銦-鎵-鋅氧化物(以下，IGZO)有時在由上述奈米晶構成時具有穩定的結構。尤其是，IGZO有在大氣中不容易進行晶體生長的傾向，所以有時與由大結晶(在此，幾mm的結晶或者幾cm的結晶)形成時相比由小結晶(例如，上述奈米結晶)形成時在結構上穩定。

【0148】a-like OS是具有介於nc-OS與非晶氧化物半導體之間的結構的氧化物半導體。a-like OS包含空洞或低密度區域。也就是說，a-like OS的結晶性比nc-OS及CAAC-OS的結晶性低。

【0149】氧化物半導體具有各種結構及各種特性。本發明的一個實施方式的氧化物半導體也可以包括非晶氧化物半導體、多晶氧化物半導體、a-like OS、nc-OS、CAAC-OS中的兩種以上。

【0150】另外，除了上述氧化物半導體之外還可以使用CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS。

【0151】另外，CAC-OS在材料的一部分中具有導電性的功能，在材料的另一部分中具有絕緣性的功能，作為材料的整體具有半導體的功能。此外，在將CAC-OS用於

電晶體的半導體層的情況下，導電性的功能是使被用作載子的電子(或電洞)流過的功能，絕緣性的功能是不使被用作載子的電子流過的功能。藉由導電性的功能和絕緣性的功能的互補作用，可以使CAC-OS具有開關功能(開啟/關閉的功能)。藉由在CAC-OS中使各功能分離，可以最大限度地提高各功能。

【0152】另外，CAC-OS具有導電性區域及絕緣性區域。導電性區域具有上述導電性的功能，絕緣性區域具有上述絕緣性的功能。此外，在材料中，導電性區域和絕緣性區域有時以奈米粒子級分離。另外，導電性區域和絕緣性區域有時在材料中不均勻地分佈。此外，有時觀察到其邊緣模糊而以雲狀連接的導電性區域。

【0153】此外，在CAC-OS中，導電性區域和絕緣性區域有時以0.5nm以上且10nm以下，較佳為0.5nm以上且3nm以下的尺寸分散在材料中。

【0154】此外，CAC-OS由具有不同能帶間隙的成分構成。例如，CAC-OS由具有起因於絕緣性區域的寬隙的成分及具有起因於導電性區域的窄隙的成分構成。在該結構中，當使載子流過時，載子主要在具有窄隙的成分中流過。此外，具有窄隙的成分與具有寬隙的成分互補作用，與具有窄隙的成分聯動地在具有寬隙的成分中載子流過。因此，在將上述CAC-OS用於電晶體的通道形成區域時，在電晶體的導通狀態中可以得到高電流驅動力，亦即大通態電流及高場效移動率。

【0155】也就是說，也可以將CAC-OS稱為基質複合材料(matrix composite)或金屬基質複合材料(metal matrix composite)。

【0156】藉由作為半導體層使用上述氧化物半導體材料，可以實現電特性的變動被抑制的可靠性高的電晶體。

【0157】另外，由於具有上述半導體層的電晶體的關態電流較低，因此能夠長期間保持經過電晶體而儲存於電容器中的電荷。藉由將這種電晶體用於像素，能夠在保持各顯示區域所顯示的影像的灰階的狀態下，停止驅動電路。其結果是，可以實現功耗極低的電子裝置。

【0158】為了實現電晶體的特性穩定化等，較佳為設置基底膜。作為基底膜，可以使用氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜等無機絕緣膜並以單層或疊層製造。基底膜可以藉由濺射法、CVD(Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積)法(電漿CVD法、熱CVD法、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition：有機金屬化學氣相沉積)法等)或ALD(Atomic Layer Deposition：原子層沉積)法、塗佈法、印刷法等形成。注意，基底膜若不需要則也可以不設置。

【0159】注意，FET623示出形成在驅動電路部601中的電晶體的一個。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，但是不一定必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外

部，而不形成在基板上。

【0160】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素都包括開關FET 611、電流控制FET 612以及與該電流控制FET 612的汲極電連接的陽極613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的FET和電容器的像素部。

【0161】注意，形成絕緣物614來覆蓋陽極613的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸形成絕緣物614。

【0162】另外，將絕緣物614的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面，以獲得後面形成的EL層等的良好的覆蓋性。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 μm 至3 μm)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。

【0163】在陽極613上形成有EL層616及陰極617。在此，較佳為使用具有高功函數的材料作為用於陽極613的材料。例如，除了可以使用諸如ITO膜、包含矽的銮錫氧化物膜、包含2wt%至20wt%的氧化鋅的氧化銮膜、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等。注意，如果這裡採用疊層結構，由於佈線的電阻值較低，因此可以得到良好的歐姆接觸，另外，其可用作陽極。

【0164】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及實施方式2所示的結構。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)。

【0165】另外，作為用於形成在EL層616上的陰極617的材料，較佳為使用具有功函數小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意，當使產生在EL層616中的光透過陰極617時，較佳為使用由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)構成的疊層作為陰極617。

【0166】另外，發光器件由陽極613、EL層616、陰極617形成。該發光器件是實施方式1及實施方式2所示的發光器件。另外，像素部由多個發光器件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式1及實施方式2所示的發光器件和具有其他結構的發光器件的兩者。

【0167】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，將發光器件618設置在由元件基板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，可以使用惰性氣體(氬或氬等)，還可以使用密封劑。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。

【0168】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，這些材料較佳為儘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 (Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

【0169】雖然在圖 4A 和圖 4B 中沒有示出，但是也可以在陰極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封材料 605 的露出部分的方式形成保護膜。另外，保護膜可以覆蓋一對基板的表面及側面、密封層、絕緣層等的露出側面而設置。

【0170】作為保護膜可以使用不容易透過水等雜質的材料。因此，可以能夠高效地抑制水等雜質從外部擴散到內部。

【0171】作為構成保護膜的材料，可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金屬或聚合物等。例如，該材料可以含有氧化鋁、氧化鉛、矽酸鉛、氧化鏷、氧化矽、鈦酸鋇、氧化鉍、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋰、氧化鋳、氧化錫、氧化釷、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾、氮化鋁、氮化鉛、氮化矽、氮化鉍、氮化鈦、氮化鋰、氮化鋳、氮化鋳、氮化鋳、含有鈦及鋁的氮化物、含有鈦及鋁的氧化物、含有鋁及鋅的氧化物、含有錳及鋅的硫化物、含有鈾及鋇的硫化物、含有鋇及鋁的氧化物、含有釷及鋳的氧化物等。

【0172】保護膜較佳為藉由步階覆蓋性 (step

coverage)良好的成膜方法來形成。這種方法中之一個是原子層沉積(ALD: Atomic Layer Deposition)法。較佳為將可以藉由ALD法形成的材料用於保護膜。藉由ALD法可以形成緻密且裂縫或針孔等缺陷被減少或具備均勻的厚度的保護膜。另外，可以減少當形成保護膜時加工部材受到的損傷。

【0173】例如，藉由ALD法可以將均勻且缺陷少的保護膜形成在具有複雜的凹凸形狀的表面或觸控面板的頂面、側面以及背面上。

【0174】如上所述，可以得到使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件製造的發光裝置。

【0175】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，實施方式1及實施方式2所示的發光器件是壽命長的發光器件，從而可以實現可靠性良好的發光裝置。另外，使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0176】圖5A和圖5B示出藉由形成呈現白色發光的發光器件設置彩色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光裝置的例子。圖5A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、發光器件的陽極1024W、1024R、

1024G、1024B、分隔壁1025、EL層1028、發光器件的陰極1029、密封基板1031、密封材料1032等。

【0177】另外，在圖5A中，將彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)設置在透明基材1033上。另外，還可以設置黑矩陣1035。對設置有彩色層及黑矩陣的透明基材1033進行對準而將其固定到基板1001上。另外，彩色層及黑矩陣1035被保護層1036覆蓋。另外，圖5A示出具有光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色光、綠色光、藍色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

【0178】圖5B示出將彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層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，也可以將彩色層設置在基板1001和密封基板1031之間。

【0179】另外，在以上說明的發光裝置中，雖然說明了具有從形成有FET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從密封基板1031一側取出發光的結構(頂部發射型)的發光裝置。圖6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。到製造用來使FET與發光器件的陽極連接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。該絕緣膜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公知材料形成。

【0180】雖然在此發光器件的陽極 1024W、1024R、1024G、1024B 都是陽極，但是也可以形成為陰極。另外，在採用如圖 6 所示那樣的頂部發射型發光裝置的情況下，陽極較佳為反射電極。EL 層 1028 的結構採用實施方式 1 及實施方式 2 所示的 EL 層 103 的結構，並且採用能夠獲得白色發光的器件結構。

【0181】在採用圖 6 所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 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矩陣 1035。彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)、黑矩陣也可以被保護層覆蓋。另外，作為密封基板 1031，使用具有透光性的基板。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、黃色、綠色、藍色的四個顏色或紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。

【0182】在頂部發射型的發光裝置中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作陽極且將半透射式電極用作陰極，由此可以得到具有微腔結構的發光器件。在反射電極與半透射式電極之間至少含有 EL 層，並且至少含有成為

發光區域的發光層。

【0183】注意，反射電極是其可見光反射率為40%至100%，較佳為70%至100%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。另外，半透射式電極是其可見光反射率為20%至80%，較佳為40%至70%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。

【0184】從EL層所包含的發光層射出的光被反射電極和半透射式電極反射，並且諧振。

【0185】在該發光器件中，藉由改變透明導電膜、上述複合材料或載子傳輸材料等的厚度而可以改變反射電極與半透射式電極之間的光程。由此，可以在反射電極與半透射式電極之間加強諧振的波長的光且使不諧振的波長的光衰減。

【0186】注意，被反射電極反射回來的光(第一反射光)會給從發光層直接入射到半透射式電極的光(第一入射光)帶來很大的干涉，因此較佳為將反射電極與發光層的光程調節為 $(2n-1)\lambda/4$ (注意， n 為1以上的自然數， λ 為要放大的光的波長)。藉由調節該光程，可以使第一反射光與第一入射光的相位一致，由此可以進一步放大從發光層發射的光。

【0187】另外，在上述結構中，EL層可以含有多個發光層，也可以只含有一個發光層。例如，也可以採用如下結構：組合上述串聯型發光器件的結構，在一個發光器件中夾著電荷產生層設置多個EL層，在每個EL層中形成一

個或多個發光層。

【0188】藉由採用微腔結構，可以加強指定波長的正面方向上的發光強度，由此可以實現低功耗化。注意，在為使用紅色、黃色、綠色以及藍色的四個顏色的子像素顯示影像的發光裝置的情況下，因為可以獲得由於黃色發光的亮度提高效果，而且可以在所有的子像素中採用適合各顏色的波長的微腔結構，所以能夠實現具有良好的特性的發光裝置。

【0189】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，實施方式1及實施方式2所示的發光器件是壽命長的發光器件，從而可以實現可靠性良好的發光裝置。另外，使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0190】雖然到這裡說明了主動矩陣型發光裝置，但是下面說明被動矩陣型發光裝置。圖7A和圖7B示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。注意，圖7A是示出發光裝置的立體圖，並且圖7B是沿圖7A的線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖7A和圖7B中，在基板951上的電極952與電極956之間設置有EL層955。電極952的端部被絕緣層953覆蓋。在絕緣層953上設置有隔離層954。隔離層954的側壁具有如下傾斜，亦即越接近基板表面，兩個側壁之間的時間隔越窄。換句話說，隔離層954的短邊方向的剖面

是梯形，底邊(朝向與絕緣層953的面方向相同的方向並與絕緣層953接觸的邊)比上邊(朝向與絕緣層953的面方向相同的方向並與絕緣層953不接觸的邊)短。如此，藉由設置隔離層954，可以防止起因於靜電等的發光器件的不良。另外，在被動矩陣型發光裝置中，藉由使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件，也可以得到可靠性良好的發光裝置或者低功耗的發光裝置。

【0191】 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器件中的每一個，所以該發光裝置適用於進行影像顯示的顯示裝置。

【0192】 另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0193】

實施方式4

在本實施方式中，參照圖8A和圖8B對將實施方式1及實施方式2所示的發光器件用於照明設備的例子進行說明。圖8B是照明設備的俯視圖，圖8A是沿著圖8B的線e-f切斷的剖面圖。

【0194】 在本實施方式的照明設備中，在用作支撐體的具有透光性的基板400上形成有陽極401。陽極401相當於實施方式2中的陽極101。當從陽極401一側取出光時，陽極401使用具有透光性的材料形成。

【0195】 在基板400上形成用來對陰極404供應電壓的焊盤412。

【0196】在陽極401上形成有EL層403。EL層403相當於實施方式1及實施方式2中的EL層103的結構或組合發光單元511、發光單元512以及電荷產生層513的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

【0197】以覆蓋EL層403的方式形成陰極404。陰極404相當於實施方式2中的陰極102。當從陽極401一側取出光時，陰極404使用反射率高的材料形成。藉由使陰極404與焊盤412連接，將電壓供應到陰極404。

【0198】如上所述，本實施方式所示的照明設備具備包括陽極401、EL層403以及陰極404的發光器件。由於該發光器件是發光效率高的發光器件，所以本實施方式的照明設備可以提供低功耗的照明設備。

【0199】使用密封材料405、406將形成有具有上述結構的發光器件的基板400和密封基板407固定來進行密封，由此製造照明設備。可以僅使用密封材料405和406中的一個。另外，也可以使內側的密封材料406(在圖8B中未圖示)與乾燥劑混合，由此可以吸收空間408的水分而提高可靠性。

【0200】另外，藉由以延伸到密封材料405、406的外部的的方式設置焊盤412和陽極401的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外部輸入端子上設置安裝有轉換器等的IC晶片420等。

【0201】以上，本實施方式所記載的照明設備在EL元件中使用實施方式1及實施方式2所示的發光器件，可以實

現可靠性良好的發光裝置。另外，可以實現低功耗的發光裝置。

【0202】

實施方式5

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式1及實施方式2所示的發光器件的電子裝置的例子進行說明。實施方式1及實施方式2所示的發光器件是壽命良好且可靠性良好的發光器件。其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括可靠性良好的發光部的電子裝置。

【0203】作為採用上述發光器件的電子裝置，例如可以舉出電視機(也稱為電視機或電視接收機)、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機(也稱為行動電話、行動電話裝置)、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

【0204】圖9A示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼7101中組裝有顯示部7103。另外，在此示出利用支架7105支撐外殼7101的結構。可以利用顯示部7103顯示影像，並且將實施方式1及實施方式2所示的發光器件排列為矩陣狀而構成顯示部7103。

【0205】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，也可以採用

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的結構。

【0206】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訊網路，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)的資訊通訊。

【0207】圖9B1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，該電腦藉由將實施方式1及實施方式2所示的發光器件排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。圖9B1中的電腦也可以為如圖9B2所示的方式。圖9B2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，藉由利用指頭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。

【0208】圖9C示出可攜式終端的一個例子。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，行動電話機包括將實施方式1及實施方式2所示的發光器件排列為矩陣狀而製造的顯示部7402。

【0209】圖9C所示的可攜式終端也可以具有用指頭等觸摸顯示部7402來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用指頭等觸摸顯示部7402來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

【0210】顯示部7402主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

【0211】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。

【0212】另外，藉由在可攜式終端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，可以判斷可攜式終端的方向(縱或橫)而自動進行顯示部7402的螢幕顯示的切換。

【0213】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。此外，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。

【0214】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。

【0215】也可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或指頭觸摸顯示部 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源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝指靜脈、手掌靜脈等。

【0216】另外，本實施方式所示的結構可以與實施方式 1 至實施方式 4 所示的結構適當地組合來使用。

【0217】如上所述，具備實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器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 及實施方式 2 所示的發光器件，可以得到可靠性高的電子裝置。

【0218】圖 10A 為示出掃地機器人的一個例子的示意圖。

【0219】掃地機器人 5100 包括頂面上的顯示器 5101 及側面上的多個照相機 5102、刷子 5103 及操作按鈕 5104。雖然未圖示，但是掃地機器人 5100 的底面設置有輪胎和吸入口等。此外，掃地機器人 5100 還包括紅外線感測器、超音波感測器、加速度感測器、壓電感測器、光感測器、陀螺儀感測器等各種感測器。另外，掃地機器人 5100 包括無線通訊單元。

【0220】掃地機器人 5100 可以自動行走，檢測垃圾

5120，可以從底面的吸入口吸引垃圾。

【0221】另外，掃地機器人5100對照相機5102所拍攝的影像進行分析，可以判斷牆壁、家具或步階等障礙物的有無。另外，在藉由影像分析檢測佈線等可能會繞在刷子5103上的物體的情況下，可以停止刷子5103的旋轉。

【0222】可以在顯示器5101上顯示電池的剩餘電量和所吸引的垃圾的量等。可以在顯示器5101上顯示掃地機器人5100的行走路徑。另外，顯示器5101可以是觸控面板，可以將操作按鈕5104顯示在顯示器5101上。

【0223】掃地機器人5100可以與智慧手機等可攜式電子裝置5140互相通訊。照相機5102所拍攝的影像可以顯示在可攜式電子裝置5140上。因此，掃地機器人5100的擁有者在出門時也可以知道房間的情況。另外，可以使用智慧手機等可攜式電子裝置確認顯示器5101的顯示內容。

【0224】可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示器5101。

【0225】圖10B所示的機器人2100包括運算裝置2110、照度感測器2101、麥克風2102、上部照相機2103、揚聲器2104、顯示器2105、下部照相機2106、障礙物感測器2107及移動機構2108。

【0226】麥克風2102具有檢測使用者的聲音及周圍的聲音等的功能。另外，揚聲器2104具有發出聲音的功能。機器人2100可以使用麥克風2102及揚聲器2104與使用者交流。

【0227】顯示器2105具有顯示各種資訊的功能。機器人2100可以將使用者所希望的資訊顯示在顯示器2105上。顯示器2105可以安裝有觸控面板。顯示器2105可以是可拆卸的資訊終端，藉由將該資訊終端設置在機器人2100的所定位置，可以進行充電及資料的收發。

【0228】上部照相機2103及下部照相機2106具有對機器人2100的周圍環境進行攝像的功能。另外，障礙物感測器2107可以檢測機器人2100使用移動機構2108移動時的前方的障礙物的有無。機器人2100可以使用上部照相機2103、下部照相機2106及障礙物感測器2107認知周圍環境而安全地移動。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示器2105。

【0229】圖10C是示出護目鏡型顯示器的一個例子的圖。護目鏡型顯示器例如包括外殼5000、顯示部5001、揚聲器5003、LED燈5004、連接端子5006、感測器5007(它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、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、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風5008、顯示部5002、支撐部5012、耳機5013等。

【0230】可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示部5001及顯示部5002。

【0231】圖11示出將實施方式1及實施方式2所示的發光器件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖11所示的檯燈

包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用實施方式 3 所記載的照明設備。

【0232】圖 12 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件用於室內的照明設備 3001 的例子。實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件是可靠性高的發光器件，從而可以實現可靠性良好的照明設備。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明設備。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件的厚度薄，所以能夠製造實現薄型化的照明設備。

【0233】還可以將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 13 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域 5200 至顯示區域 5203 是使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件設置的顯示區域。

【0234】顯示區域 5200 和顯示區域 5201 是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極製造實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光器件的陽極和陰極，可以得到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。

【0235】顯示區域5202是設置在支柱部分的安裝有實施方式1及實施方式2所示的發光器件的顯示裝置。藉由在顯示區域5202上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域5203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。

【0236】顯示區域5203可以提供各種資訊。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5200至顯示區域5202上。另外，也可以將顯示區域5200至顯示區域5203用作照明設備。

【0237】圖14A和圖14B示出可折疊的可攜式資訊終端5150。可折疊的可攜式資訊終端5150包括外殼5151、顯示區域5152及彎曲部5153。圖14A示出展開狀態的可攜式資訊終端5150。圖14B示出折疊狀態的可攜式資訊終端5150。雖然可攜式資訊終端5150具有較大的顯示區域5152，但是藉由將可攜式資訊終端5150折疊，可攜式資訊終端5150變小而可攜性好。

【0238】可以由彎曲部5153將顯示區域5152折疊成一半。彎曲部5153由可伸縮的構件和多個支撐構件構成，在折疊時，可伸縮的構件被拉伸，以彎曲部5153具有2mm以上，較佳為3mm以上的曲率半徑的方式進行折疊。

【0239】另外，顯示區域5152也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入/輸出裝置)。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示區域5152。

【0240】此外，圖15A至圖15C示出能夠折疊的可攜式資訊終端9310。圖15A示出展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖15B示出從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變為另一個狀態的中途的狀態的可攜式資訊終端9310。圖15C示出折疊狀態的可攜式資訊終端9310。可攜式資訊終端9310在折疊狀態下可攜性好，在展開狀態下因為具有無縫拼接的較大的顯示區域所以顯示一覽性強。

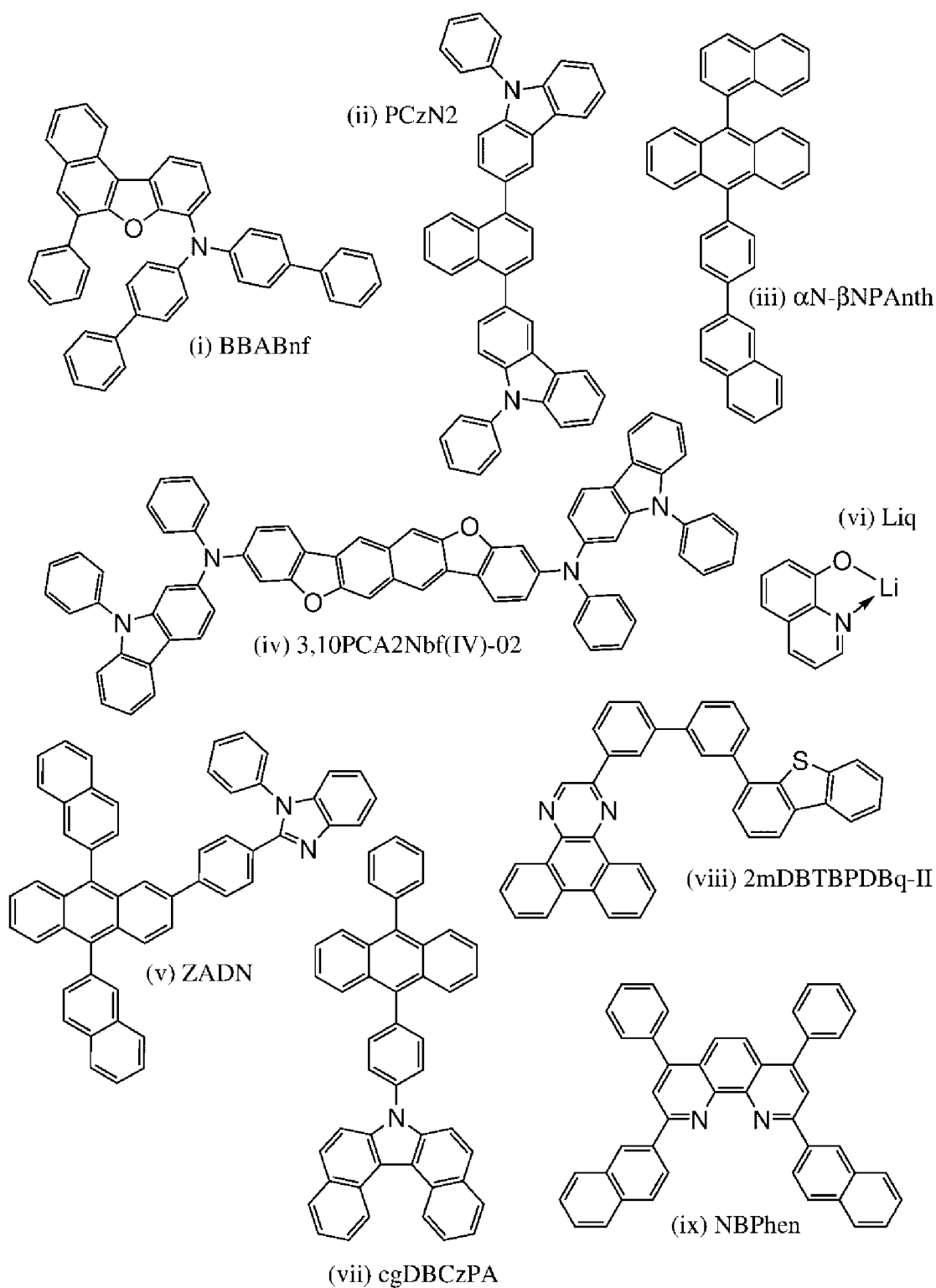
【0241】顯示面板9311由鉸鏈部9313所連接的三個外殼9315支撐。注意，顯示面板9311也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入輸出裝置)。另外，藉由在兩個外殼9315之間的鉸鏈部9313處彎折顯示面板9311，可以使可攜式資訊終端9310從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面板9311。

實施例1

【0242】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件1及比較發光器件1的製造方法及阻抗譜測定結果進行說明。以下示出在發光器件1及比較發光器件1中使用的有機化合物的結構式。

【0243】

[化學式 3]



【 0244 】

(發光器件 1 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成含氧化矽的氧化

錫銦 (ITSO) 來形成陽極 101。注意，其厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

【0245】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【0246】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0247】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式 (i) 所表示的 N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并 [b] 蔡并 [1,2-d] 咪喃 -8-胺 (簡稱：BBABnf) 與 ALD-MP001Q (分析工房株式會社 (Analysis Atelier Corporation)，材料序號：1S20180314) 的重量比為 1 : 0.1 (=BBABnf : ALD-MP001Q) 且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。注意，ALD-MP001Q 是具有接收性的有機化合物。

【0248】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 BBABnf，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式 (ii) 所表示的 3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咪唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸

層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0249】接著，以上述結構式 (iii) 所表示的 9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽 (簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$) 與 (iv) 所表示的 3,10-雙 [N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基] 萘并 [2,3-b ; 6,7-b'] 雙苯并呋喃 (簡稱： $3,10\text{PCA}2\text{Nbf(IV)-02}$) 的重量比為 1 : 0.015 (= $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$: $3,10\text{PCA}2\text{Nbf(IV)-02}$) 且厚度為 25nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層 113。

【0250】然後，在發光層 113 上以由上述結構式 (v) 表示的 2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑 (簡稱： ZADN) 與由上述結構式 (vi) 表示的 8-羥基喹啉鋰 (簡稱： Liq) (化成化學公司 (Chemipro Kasei Kaisha, Ltd.)，材料序號：181201) 的重量比為 0.7 : 1 (= ZADN : Liq) 且厚度為 12.5nm 的方式進行共蒸鍍，然後以重量比為 1 : 0.7 (= ZADN : Liq) 且厚度為 12.5nm 的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層 114。

【0251】在形成電子傳輸層 114 之後，以 1nm 的厚度蒸鍍 Liq 來形成電子注入層 115，接著，以 200nm 的厚度蒸鍍鋁來形成陰極 102，由此製造本實施例的發光器件 1。

【0252】

(比較發光器件 1 的製造方法)

比較發光器件 1 與發光器件 1 的不同之處在於：使用上述結構式 (vii) 所表示的 7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并 [c,g] 咔唑 (簡稱： cgDBCzPA) 代替發光層 113 中的 $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$ ；蒸鍍 15nm 的上述結構式 (viii) 所表示的 2-[3'-(二

苯并噻吩-4-基)聯苯基-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)，然後蒸鍍10nm的上述結構式(ix)所表示的2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，由此形成電子傳輸層114。除此之外，比較發光器件1和發光器件1同樣地製造。

【0253】發光器件1及比較發光器件1的元件結構如下表所示。

【0254】

[表3]

發光器件1

電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	12.5nm	12.5nm	1nm
BBABnf : ALD-MP001Q (1 : 0.1)	BBABnf	PCzN2	α N- β NPAnth : 3,10PCANbf(IV)-02 (1 : 0.015)	ZADN : Liq (0.7 : 1) (1 : 0.7)		Liq

比較發光器件1

電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	15nm	10nm	1nm
BBABnf : ALD-MP001Q (1 : 0.1)	BBABnf	PCzN2	cgDBCzPA : 3,10PCANbf(IV)-02 (1 : 0.015)	2mDBTBPDBq-II	NBPhen	Liq

【0255】這裡，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方

根為600時的電子移動率的表。

【0256】

[表4]

	HOMO 能階 (eV)	LUMO 能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
BBABnf	-5.56	—	—
PCzN2	-5.71	—	—
α N- β NPAnth	-5.85	-2.74	—
ZADN	—	-2.87	—
ZADN:Liq (1:1)	—	—	3.5×10^{-6}
cgDBCzPA	-5.69	-2.74	7.7×10^{-5}
2mDBTBPDBq-II	—	-2.94	2.2×10^{-6}

【0257】在氮氛圍的手套箱中，以不使這些發光器件暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對該發光器件的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。表5示出發光器件1及比較發光器件1的1000cd/m²附近的主要特性。

【0258】

[表5]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光器件1	3.1	0.32	8.1	0.14	0.13	12.0	11.5
比較發光器件1	4.4	0.29	7.2	0.14	0.13	10.6	10.2

【0259】由表5可知，本發明的一個實施方式的發光器件1及比較發光器件1都是具有良好的初期特性的藍色發

光器件。

【0260】另外，圖20示出電流密度 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖20所示，本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件1在驅動後亮度上升，該亮度上升到與初始亮度相比更高的亮度，然後逐漸下降。換言之，在劣化曲線上具有極大點。由此，可以大幅度地提高以較少的劣化狀態(尤其是，從初期亮度減少2%至5%的亮度的劣化狀態)為基準的驅動壽命。

【0261】接著，對發光器件1及比較發光器件1進行阻抗譜測定(IS測定)。對發光器件施加微小正弦波電壓信號 $[V=V_0\exp(i\omega t)]$ ，從其回應電流信號 $[I=I_0\exp\{i(\omega t+\phi)\}]$ 的電流振幅與輸入信號的相位差求出阻抗 $(Z=V/I)$ 。藉由從高頻電壓變化到低頻電壓而將其施加到元件，可以使具有有助於阻抗的各種弛豫時間的成分分離並進行測定。

【0262】以施加電壓信號的頻率為參數，將所得到的阻抗顯示在複平面上的標繪被稱為Nyquist標繪。藉由求出阻抗 (Z) ，可以求出基本傳遞函數的導納 (Y) 、模數 (M) 及介電常數 (ϵ) 等。以下示出各傳遞函數的關係。

【0263】在本實施例中，使用由實軸可知電阻成分的阻抗 (Z) 標繪及可知電容成分的倒數的模數 (M) 標繪分析發光器件。

【0264】使用Biologic公司製造的高性能電化學測定系統SP-300超級模型及微小電流測定用電纜進行測定。

【0265】圖21A和圖21B示出發光器件1及比較發光器

件 1 的 Z 標繪。圖 21A 和圖 21B 的測定條件為如下：頻率區域為 1MHz 至 3MHz，交流電壓為 100mV，施加電壓為 2.5V。此外，發光器件 1 以 50mA/cm² 驅動 670 小時，比較發光器件 1 以 50mA/cm² 驅動 380 小時，以得到驅動後的元件。

【0266】由圖 21A 可知，本發明的一個實施方式的發光器件 1 的驅動後的電阻小於驅動前的電阻。另一方面，由圖 21B 可知，習知的比較發光器件 1 的驅動後的電阻稍微大於驅動前的電阻。

【0267】圖 22 示出電流密度為 50mA/cm² 的恆定條件下的相對於驅動時間的電壓的變化。由圖 22 可知，在本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件 1 中，在電流密度為恆定的條件下驅動電壓下降，這結果與示出驅動時的電阻下降的 IS 測定的結果沒有矛盾。

【0268】注意，習知的比較發光器件 1 的驅動電壓在驅動時上升，這結果也與 IS 測定的結果沒有矛盾。現有發光器件的大部分在電流密度為恆定的條件下示出隨著驅動而驅動電壓上升的傾向，隨著驅動而驅動電壓下降是本發明的一個實施方式的發光器件特有的現象。

【0269】接著，圖 23 示出發光器件 1 的 M 標繪。驅動前的圖表形狀與驅動後的形狀不同，由此可知模數在驅動之前後變化。

【0270】接著，利用等效電路分析軟體 ZView (Scribner Associates/USA) 進行擬定，本發光器件的等效電

路能夠以圖 18 所示的四個 RC 並聯電路及一個串聯電阻器表示。注意，M 標繪中的數值示出由擬定分離的等效電路的電阻成分出現的地點。

【0271】接著，圖 19 示出標繪被分離的電阻成分的驅動之前後的值的圖表。從此可知，只有驅動後的 R2 的電阻與驅動前的電阻相比減小一位數以上。

【0272】於是，藉由製造改變了各層的厚度的發光器件(發光器件 2 至發光器件 8)並對其進行 IS 測定，確認到這些電阻成分對應於各發光器件 1 的哪個層。注意，這些發光器件除了電子傳輸層 114 的結構及以下表的粗文字表示的部分的厚度之外具有與發光器件 1 相同的結構。發光器件 1 的電子傳輸層 114 具有 12.5nm 的 ZADN : Liq(=0.7 : 1) 的第一電子傳輸層 114-1 以及 12.5nm 的 ZADN : Liq(=1 : 0.7) 的第二電子傳輸層 114-2 的疊層結構，但是發光器件 2 至發光器件 8 的電子傳輸層 114 由 25nm、35nm、45nm 及 55nm 的 ZADN : Liq(=1 : 1) 這一層形成。

【0273】

[表 6]

	第一電洞傳輸層 (nm)	發光層 (nm)	電子傳輸層 (nm)
發光器件 2	20	25	25
發光器件 3	20	25	35
發光器件 4	20	25	45
發光器件 5	20	25	55
發光器件 6	20	40	25
發光器件 7	20	55	25
發光器件 8	50	25	25

【0274】對發光器件 2 至發光器件 8 進行 IS 測定，圖 24A 至圖 26B 示出使用所得到的結果形成的 M 標繪。圖 24A 示出改變了電子傳輸層 114 的厚度的發光器件 3 至發光器件 5 和參考用的發光器件 2 的 M 標繪，圖 25A 示出改變了發光層 113 的厚度的發光器件 6 及發光器件 7 和參考用的發光器件 2 的 M 標繪，圖 26A 示出改變了第一電洞傳輸層 112-1 的厚度的發光器件 8 和參考用的發光器件 2 的 M 標繪。

【0275】根據圖 24A、圖 25A 及圖 26A 可知，藉由改變各層的厚度，M 標繪的形狀也變化。注意，在圖 24B、圖 25B 及圖 26B 中，按由 ZView 擬定算出的對應於等效電路的各電阻成分 R1 至 R5 標繪各發光器件的電阻。

【0276】由圖 24A 至圖 26B 可知，在改變了電子傳輸層 114 的厚度的發光器件中，R2 的電阻成分變化，在改變了發光層 113 的厚度的發光器件中，R1 的電阻成分變化，在改變了第一電洞傳輸層 112-1 的厚度的發光器件中，R3 的電阻成分變化。因此可知，在圖 18 所示的本發明的一個

實施方式的發光器件的等效電路中， R_1 是發光層， R_2 是電子傳輸層， R_3 是第一電洞傳輸層，其餘的 R_4 被認為是第二電洞傳輸層。

【0277】由此可知，電阻在驅動之前後變化的電阻成分 R_2 是來源於電子傳輸層114的成分。

【0278】如上所述，本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件1是壽命長的發光器件，驅動後的發光器件整體的電阻比驅動前的電阻小。此外，該電阻的下降來源於電子傳輸層114的電阻的下降。

【0279】其結果，在發光器件1驅動時，電子傳輸層114的電阻值下降而容易流過載子(電子)，擴大到電子傳輸層114的一部分的再結合區域的端部向發光區域一側移動。因此可認為，能夠將在電子傳輸層中無助於發光而失活的再結合能量轉換為發光，從而如圖20所示那樣發生亮度上升。

【0280】如此，本發明的一個實施方式的發光器件可以為壽命非常優良的發光器件。

實施例2

【0281】在本實施例中，說明可用於電子傳輸層114的在使電流流過(驅動發光器件)時電阻值下降的材料的一個例子。

【0282】作為該在使電流流過時電阻值下降的材料，可以適合使用鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的單體

或具有電子傳輸性的有機化合物與鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的混合材料。本實施例示出作為具有電子傳輸性的有機化合物使用2-苯基-3-{4-[10-(3-吡啶基)-9-蒽基]苯基}喹啉(簡稱：PyA1PQ)且作為鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物使用Liq時的計算結果。

【0283】首先，在以1：1的重量比混合PyA1PQ與Liq的膜中，對Liq的多聚體的易形成性進行計算。作為計算，利用古典分子動力學(molecular dynamics)計算。明確而言，與重量比1：1對應地，以PyA1PQ與Liq的莫耳比為18：82的方式將分子引入到單元內，一旦以高溫及高壓壓縮單元，將壓力下降到大氣壓，將溫度下降到室溫以緩和單元，由此生成非晶狀態的模型。然後，從單元內的分子的凝結狀態確認到Liq的二聚體、三聚體等聯合體(association)及六聚體的簇等被抽出。由此可知，即使在室溫及大氣狀態下也容易形成Liq的多聚體。

【0284】接著，利用第一原理計算進行結構最佳化，對使Liq單體多聚體化時的穩定化程度進行評價。結構最佳化的條件是如下：利用Gaussian 09，Revision E.01，作為功函數使用RB3LYP/6-311g(d,p)，在真空下進行計算。在評價中，對各多聚體由Liq單體構成時的能量與由該多聚體構成時的能量進行比較，算出多聚體化時的穩定化能量，該能量值除以Liq的數量，將其算出為每一個Liq的穩定化能量。注意，對Liq的二聚體、三聚體、四聚體、六聚體及八聚體進行計算及評價。圖27示出其結果。

【0285】由圖27的圖表可知，Liq在為六聚體時最穩定，此時的每一個Liq的穩定化能量大約為1.54 eV。由此可知，在Liq中，六聚體的結構很穩定，優先被形成。注意，藉由計算得到的Liq的四聚體至八聚體的穩定化能量看不到大差異，由此可認為容易生成四聚體以上的多聚體。

【0286】由此可認為，用於電子傳輸層的Liq在驅動發光器件(使電流流過)時逐漸形成多聚體。就是說，在使電流流過時電阻率下降的材料在所含的鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物形成多聚體的情況下提高電子移動率，並且電阻下降。

【0287】在本發明的一個實施方式的發光器件中，載子平衡以再結合區域在驅動初期到達電子傳輸層的方式被調整，但是藉由繼續驅動，在電子傳輸層中形成鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的簇，電子移動率上升，載子平衡變化。其結果，再結合區域縮小到發光層內而發生亮度上升，由此可以得到初期劣化小且壽命長的發光器件。

【0288】

<參考例1>

在本參考例中，對在各實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階以及電子移動率的算出方法進行說明。

【0289】HOMO能階及LUMO能階可以根據循環伏安法(CV)測定算出。

【0290】作為測定裝置，使用電化學分析儀(BAS株式會社(BAS Inc.)製造的ALS型號600A或600C)。以如下方法調製用於CV測定的溶液：作為溶劑，使用脫水二甲基甲醯胺(DMF)(株式會社Aldrich製造，99.8%，目錄號碼：22705-6)，使作為支援電解質的過氯酸四正丁銨($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)(東京化成工業株式會社(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)製造，目錄號碼：T0836)以100mmol/L的濃度溶解，且使測定物件以2mmol/L的濃度溶解而調製。另外，作為工作電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，PTE鉑電極)，作為輔助電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，VC-3用Pt對電極(5cm))，作為參比電極使用Ag/Ag⁺電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，RE7非水溶劑型參比電極)。注意，在室溫下(20℃至25℃)進行測量。將CV測定時的掃描速度統一為0.1V/sec，測量出相對於參考電極的氧化電位E_a[V]及還原電位E_c[V]。E_a為氧化-還原波之間的中間電位，E_c為還原-氧化波之間的中間電位。在此，已知在本實施例中使用的參考電極的相對於真空能階的勢能為-4.94[eV]，因此利用HOMO能階[eV]=-4.94-E_a、LUMO能階[eV]=-4.94-E_c這兩個公式分別求得HOMO能階及LUMO能階。

【0291】電子移動率可以藉由阻抗譜法(Impedance Spectroscopy：IS法)測定。

【0292】作為EL材料的載子移動率的測定方法，已知有飛行時間法(Time-of-flight：TOF法)或從空間電荷限制

電流 (Space-charge-limited current : SCLC) 的 I-V 特性來求出的方法 (SCLC 法) 等。TOF 法與實際上的有機 EL 元件相比需要厚度更厚的樣本。SCLC 法具有不能得到載子移動率的電場強度依賴性等的缺點。在 IS 法中，由於測定所需要的有機膜的厚度薄，亦即幾百 nm 左右，所以可以使用較少量的 EL 材料形成膜，可以在採用近於實際上的 EL 元件的厚度的情況下測定移動率，可以得到載子移動率的電場強度依賴性。

【0293】在 IS 法中，對 EL 元件施加微小正弦波電壓信號 ($V = V_0[\exp(j\omega t)]$)，從其回應電流信號 ($I = I_0 \exp[j(\omega t + \phi)]$) 的電流振幅與輸入信號的相位差求出 EL 元件的阻抗 ($Z = V/I$)。藉由從高頻電壓變化到低頻電壓而將其施加到元件，可以使具有有助於阻抗的各種弛豫時間的成分分離並進行測定。

【0294】這裡，阻抗的倒數的導納 $Y (= 1/Z)$ 如下述公式 (1) 那樣可以由導電 G 及電納 B 表示。

【0295】

[公式 1]

$$Y = \frac{1}{Z} = G + jB \quad \dots(1)$$

【0296】再者，藉由單一電荷注入 (single injection) 模型，可以算出下述公式 (2) 及 (3)。這裡， g (公式 (4)) 為微分電導。注意，在公式中， C 表示靜電電容 (電容)， θ 表示渡越角 (ωt)， ω 表示角頻率。 t 為渡越時間。作為分析使用

電流方程、泊松方程、電流連續方程，並忽略擴散電流及陷阱態的存在。

【0297】

[公式 2]

$$G = \frac{g\theta^3}{6} \frac{\theta - \sin \theta}{(\theta - \sin \theta)^2 + \left(\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1\right)^2} \dots(2)$$

$$B = \omega C = \frac{g\theta^3}{6} \frac{\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1}{(\theta - \sin \theta)^2 + \left(\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1\right)^2} \dots(3)$$

$$g = \frac{9}{4} \varepsilon \mu \frac{V_0}{d^3} \dots(4)$$

【0298】 從靜電電容的頻率特性算出移動率的方法為 $-\Delta B$ 法。此外，從導電的頻率特性算出移動率的方法為 $\omega \Delta G$ 法。

【0299】 實際上，首先，製造使用想要算出電子移動率的材料的測定用元件。該測定用元件以作為載子只流過電子的方式設計。圖 28 示出所使用的測定用元件的示意圖。在本說明書中，對從靜電電容的頻率特性算出移動率的方法 ($-\Delta B$ 法) 進行說明。

【0300】 這次為了用於測定製造的測定用元件如圖 28 所示那樣在陽極 201 與陰極 202 之間包括第一層 210、第二層 211 及第三層 212。將要求出其電子移動率的材料用作第二層 211 的材料。這次以 ZADN 與 Liq 為 0.5 : 0.5 (重量比) 的

共蒸鍍膜的電子移動率的測定為例進行說明。具體的結構例子如下表所示。

【0301】

[表 7]

陽極			第一層	第二層	第三層	陰極
100 nm	50 nm	100 nm	1 nm	200 nm	1 nm	100 nm
APC	NITO	Al	Liq	ZADN: Liq (0.5:0.5)	Liq	Al

【0302】 阻抗測定在 5.0V 至 9.0V 的範圍內施加直流電壓的同時在交流電壓為 70mV、頻率為 1Hz 至 3MHz 的條件下進行測定。從這裡得到的阻抗的倒數的導納(上述(1)公式)算出電容。圖 29 示出施加電壓為 7.0V 時算出的電容 C 的頻率特性。

【0303】 由於由微小電壓信號注入的載子所產生的空間電荷不能完全跟上微小交流電壓，電容 C 的頻率特性是從電流產生相位差得到的。這裡，膜中的載子的走行時間被所注入的載子到達相對電極的時間 T 定義，由以下公式(5)表示。

【0304】

[公式 3]

$$T = \frac{4}{3} \frac{L^2}{\mu V_0} \quad \dots(5)$$

【0305】 負電納變化(-ΔB)對應於靜電電容變化-ΔC乘以角頻率ω的值(-ωΔC)。由公式(3)導出最低頻率一側的峰

頻率 $f'_{\max}(=\omega_{\max}/2\pi)$ 與 走行時間 T 之間滿足以下公式 (6) 的關係。

【0306】

[公式 4]

$$T = \frac{4.5}{2\pi f'_{\max}} \quad \dots(6)$$

【0307】圖 30 示出從上述測定算出的 (亦即直流電壓為 7.0V 時的) $-\Delta B$ 的頻率特性。在圖式中以箭頭示出從圖 30 求出的最低頻率一側的峰頻率 f'_{\max} 。

【0308】由於從由上述測定及分析得到的 f'_{\max} 求出走行時間 T (參照上述公式 (6))，所以可以從上述公式 (5) 求出這裡的電壓為 7.0V 時的電子移動率。藉由在直流電壓為 5.0V 至 9.0V 範圍內進行同樣的測定，可以算出各電壓 (電場強度) 的電子移動率，因此也可以測定移動率的電場強度依賴性。

【0309】圖 31 示出藉由上述算出法獲得的各有機化合物的電子移動率的最終電場強度依賴性，表 9 示出從圖 31 讀出的電場強度 [V/cm] 的平方根為 $600[\text{V/cm}]^{1/2}$ 時的電子移動率的值。

【0310】

[表 8]

	電子移動率 (cm^2/Vs)
cgDBCzPA	7.7×10^{-5}
2mDBTBPDBq-II	2.2×10^{-5}
ZADN: Liq (1:1)	3.5×10^{-6}

【0311】如上所述可以算出電子移動率。注意，關於詳細的測定方法，參照 Takayuki Okachi 等人的“Japanese Journal of Applied Physics” Vol. 47, No. 12, 2008, pp. 8965-8972。

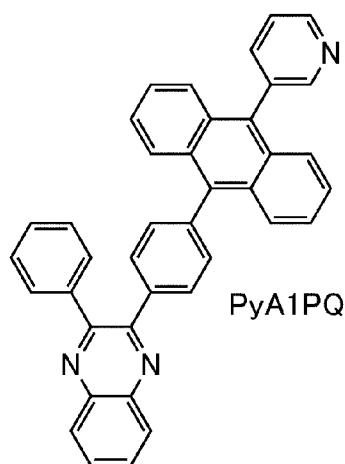
【0312】

<參考例 2>

在本參考例中，說明在實施例 2 中使用的 2-苯基-3-{4-[10-(3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：PyA1PQ)的合成方法。以下示出 PyA1PQ 的結構。

【0313】

[化學式 4]



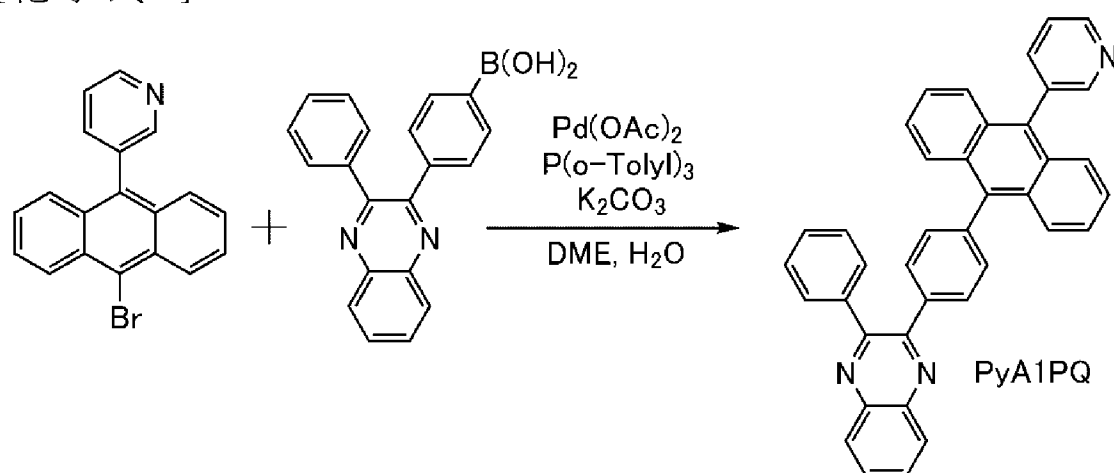
【0314】將 3-(10-溴-9-蔥基)吡啶 0.74g(2.2mmol)、三

(鄰甲苯基)膦0.26g(0.85mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸0.73g(2.3mmol)、碳酸鉀水溶液1.3g(9.0mmol)、乙二醇二甲醚(DME)40mL及水4.4mL放入50mL的三頸燒瓶內。藉由在減壓下攪拌該混合物來脫氣，對燒瓶內進行氮置換。

【0315】對該燒瓶內的混合物加入乙酸鈣(II)65mg(0.29mmol)，在氮氣流下於80℃攪拌11小時。攪拌後，對燒瓶內的混合物加入水，使用甲苯進行萃取。使用飽和食鹽水對所得到的萃取溶液進行洗滌，並使用硫酸鎂進行乾燥。對其進行重力過濾並濃縮濾液，以得到油狀物。該油狀物利用矽膠管柱層析法使用氯仿並使用甲苯：乙酸乙酯=5:1提純兩次，使用甲苯/己烷重結晶。以36%的產率得到目的物的黃色固體0.43g。以下示出合成路線。

【0316】

[化學式5]



【0317】利用梯度昇華法對所得到的黃色固體0.44g進行昇華提純。作為昇華提純條件，壓力為10Pa，氬流量為5.0mL/min，在260℃下加熱18小時。在昇華提純之後，

以79%的回收率得到目的物的黃色固體0.35g。

【0318】以下示出經上述反應得到的黃色固體的核磁共振波譜法($^1\text{H-NMR}$)的分析結果。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式所示的PyA1PQ。

【0319】 $^1\text{H NMR}(\text{CDCl}_3, 300\text{MHz})$ ： $\delta=7.37-7.50(\text{m}, 9\text{H}), 7.56-7.78(\text{m}, 9\text{H}), 7.82-7.86(\text{m}, 3\text{H}), 8.24-8.30(\text{m}, 2\text{H}), 8.75(\text{dd}, J=1.8\text{Hz}, 0.9\text{Hz}, 1\text{H}), 8.84(\text{dd}, J=4.8\text{Hz}, 1.8\text{Hz}, 1\text{H})$ 。

【符號說明】

【0320】

101:陽極

102:陰極

103:EL層

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

112-1:第一電洞傳輸層

112-2:第二電洞傳輸層

113:發光層

113-1:再結合區域

114:電子傳輸層

114-1:第一電子傳輸層

114-2:第二電子傳輸層

115:電子注入層

- 116:電荷產生層
- 117:P型層
- 118:電子繼電層
- 119:電子注入緩衝層
- 120:非發光再結合區域
- 201:陽極
- 202:陰極
- 210:第一層
- 211:第二層
- 212:第三層
- 400:基板
- 401:陽極
- 403:EL層
- 404:陰極
- 405:密封劑
- 406:密封劑
- 407:密封基板
- 408:空間
- 412:焊盤
- 420:IC晶片
- 501:陽極
- 502:陰極
- 511:第一發光單元
- 512:第二發光單元

513:電荷產生層
601:驅動電路部(源極線驅動電路)
602:像素部
603:驅動電路部(閘極線驅動電路)
604:密封基板
605:密封劑
607:空間
608:佈線
609:FPC(軟性印刷電路)
610:元件基板
611:開關FET
612:電流控制FET
613:陽極
614:絕緣物
616:EL層
617:陰極
618:發光器件
951:基板
952:電極
953:絕緣層
954:分隔壁層
955:EL層
956:電極
1001:基板

- 1002:基底絕緣膜
- 1003:閘極絕緣膜
- 1006:閘極電極
- 1007:閘極電極
- 1008:閘極電極
- 1020:第一層間絕緣膜
- 1021:第二層間絕緣膜
- 1022:電極
- 1024W:陽極
- 1024R:陽極
- 1024G:陽極
- 1024B:陽極
- 1025:分隔壁
- 1028:EL層
- 1029:陰極
- 1031:密封基板
- 1032:密封劑
- 1033:透明基材
- 1034R:紅色彩色層
- 1034G:綠色彩色層
- 1034B:藍色彩色層
- 1035:黑矩陣
- 1036:保護層
- 1037:第三層間絕緣膜

- 1040:像素部
- 1041:驅動電路部
- 1042:周邊部
- 2001:外殼
- 2002:光源
- 2100:機器人
- 2110:運算裝置
- 2101:照度感測器
- 2102:麥克風
- 2103:上部照相機
- 2104:揚聲器
- 2105:顯示器
- 2106:下部照相機
- 2107:障礙物感測器
- 2108:移動機構
- 3001:照明設備
- 5000:外殼
- 5001:顯示部
- 5002:第二顯示部
- 5003:揚聲器
- 5004:LED燈
- 5006:連接端子
- 5007:感測器
- 5008:麥克風

5012:支撐部
5013:耳機
5100:掃地機器人
5101:顯示器
5102:照相機
5103:刷子
5104:操作按鈕
5150:可攜式資訊終端
5151:外殼
5152:顯示區域
5153:彎曲部
5120:垃圾
5200:顯示區域
5201:顯示區域
5202:顯示區域
5203:顯示區域
7101:外殼
7103:顯示部
7105:支架
7107:顯示部
7109:操作鍵
7110:遙控器
7201:主體
7202:外殼

- 7203:顯示部
- 7204:鍵盤
- 7205:外部連接埠
- 7206:指向裝置
- 7210:第二顯示部
- 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
- 9310:可攜式資訊終端
- 9311:顯示面板
- 9313:鉸鏈部
- 9315:外殼

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種發光器件，包括：

陽極；

陰極；以及

該陽極與該陰極之間的 EL 層，

其中，該 EL 層包括電洞注入層、發光層及電子傳輸層，

該電洞注入層位於該陽極與該發光層之間，

該電子傳輸層位於該發光層與該陰極之間，

該電洞注入層包含第一物質及第二物質，

該第一物質是具有電洞傳輸性且其 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的有機化合物，

該第二物質對該第一物質呈現電子接收性，

並且，該電子傳輸層包含在使電流流過時電阻值變小的材料。

【請求項 2】根據請求項 1 之發光器件，

其中該在使電流流過時電阻值變小的材料包含鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物。

【請求項 3】根據請求項 1 之發光器件，

其中該在使電流流過時電阻值變小的材料包含具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物。

【請求項 4】根據請求項 2 或請求項 3 之發光器件，

其中該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物形成簇。

【請求項 5】根據請求項 2 或請求項 3 之發光器件，其中該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含含有氮及氧的配體和鹼金屬或鹼土金屬的金屬錯合物。

【請求項 6】根據請求項 2 或請求項 3 之發光器件，其中該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含一價金屬離子和具有 8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物。

【請求項 7】根據請求項 2 或請求項 3 之發光器件，其中該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物是包含具有 8-羥基喹啉結構的配體的鋰錯合物。

【請求項 8】根據請求項 2 或請求項 3 之發光器件，其中該電子傳輸層包括第一層和第二層，該第一層位於該發光層與該第二層之間，該第二層位於該第一層與該陰極之間，並且該第一層中的該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的濃度與該第二層不同。

【請求項 9】根據請求項 8 之發光器件，其中該第一層中的該鹼金屬或鹼土金屬的有機金屬錯合物的該濃度高於該第二層。

【請求項 10】根據請求項 1 之發光器件，其中該第二物質是有機化合物。

【請求項 11】根據請求項 1 之發光器件，其中該發光層包含主體材料及發光物質，並且該發光物質發射藍色螢光。

【請求項 12】一種電子裝置，包括：

請求項 1 之發光器件；以及
感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

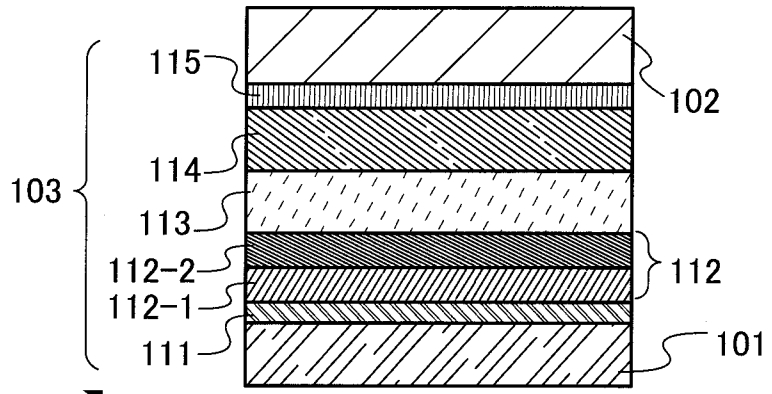
【請求項 13】一種發光裝置，包括：

請求項 1 之發光器件；以及
電晶體或基板。

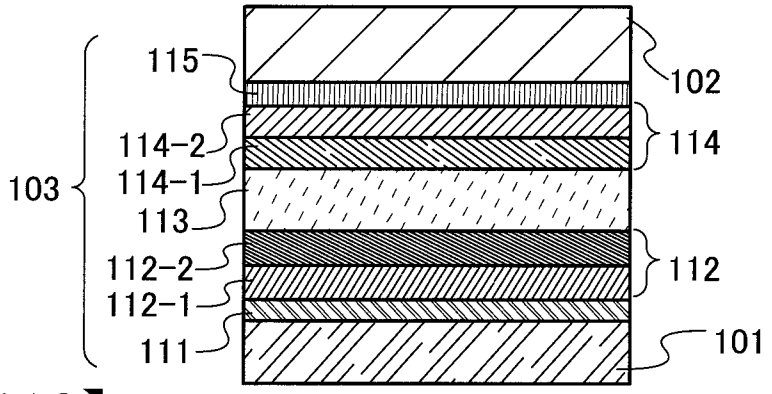
【請求項 14】一種照明設備，包括：

請求項 1 之發光器件；以及
外殼。

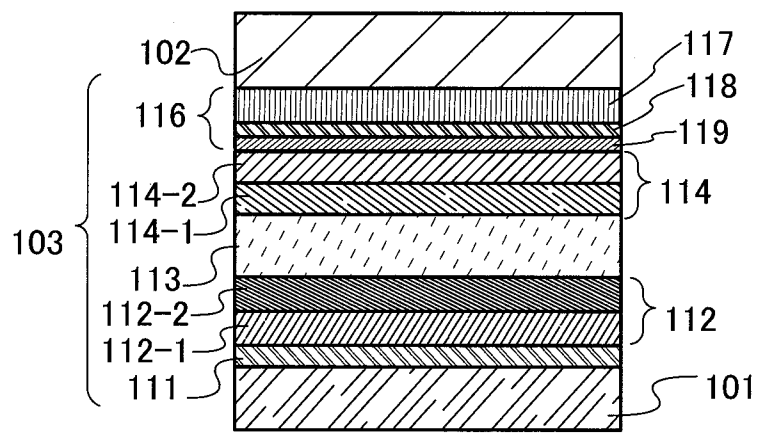
【發明圖式】



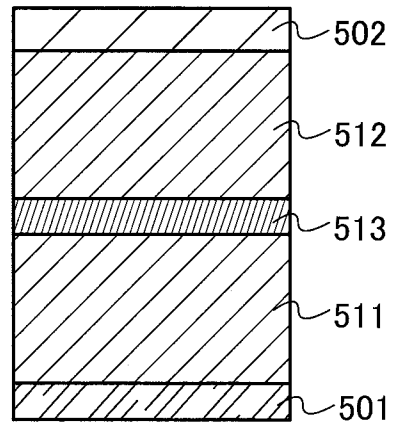
【圖 1A1】



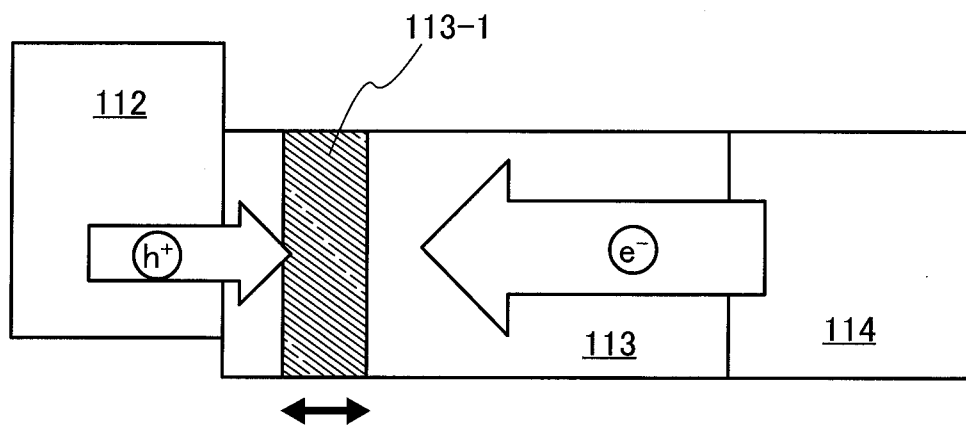
【圖 1A2】



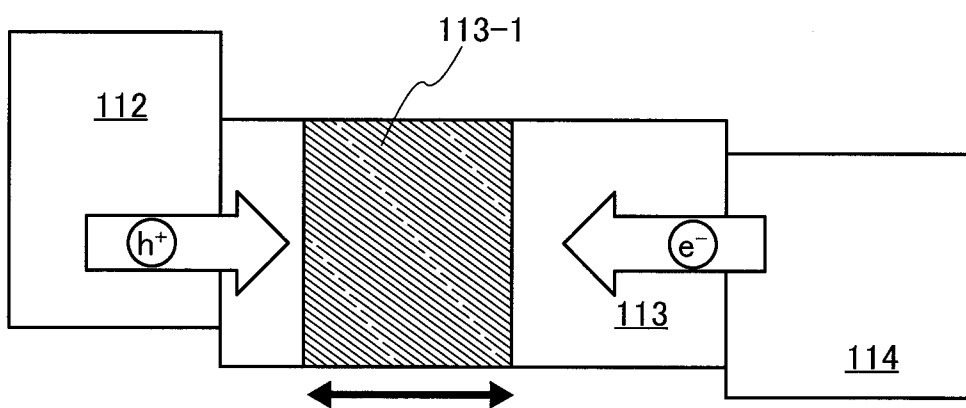
【圖 1B】



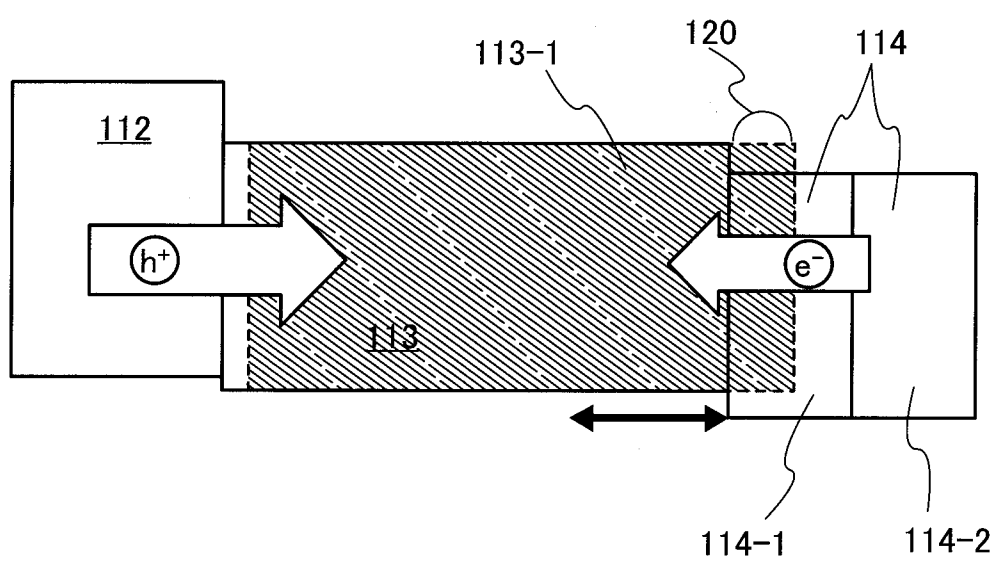
【圖 1C】



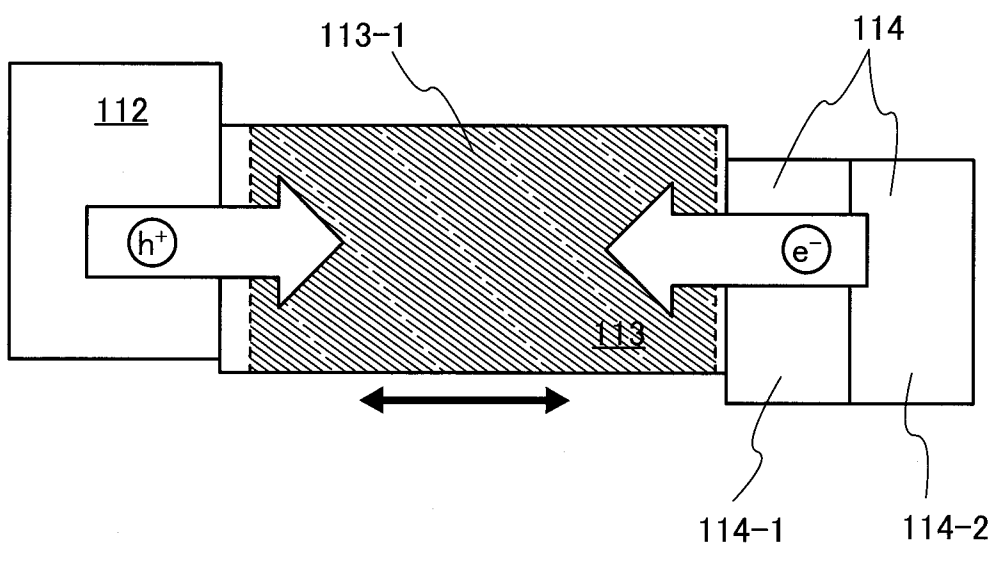
【圖 2A】



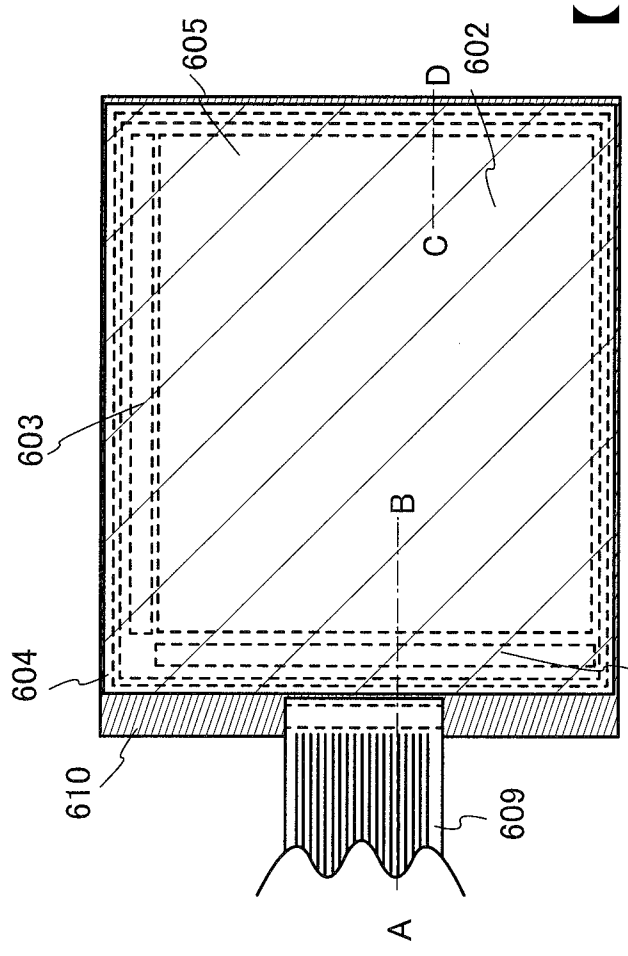
【圖 2B】



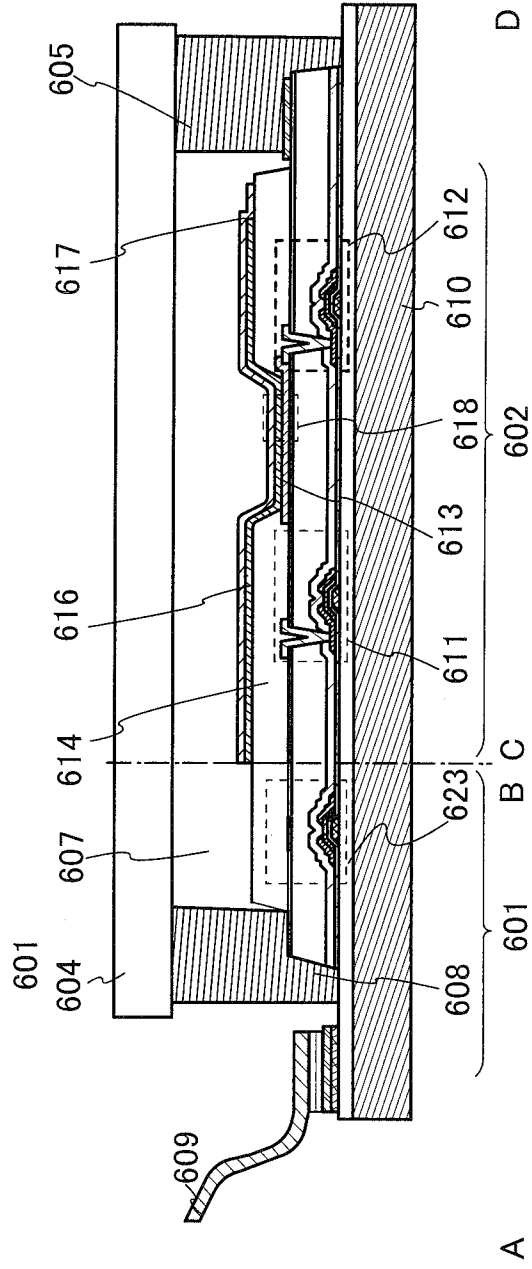
【圖 3A】



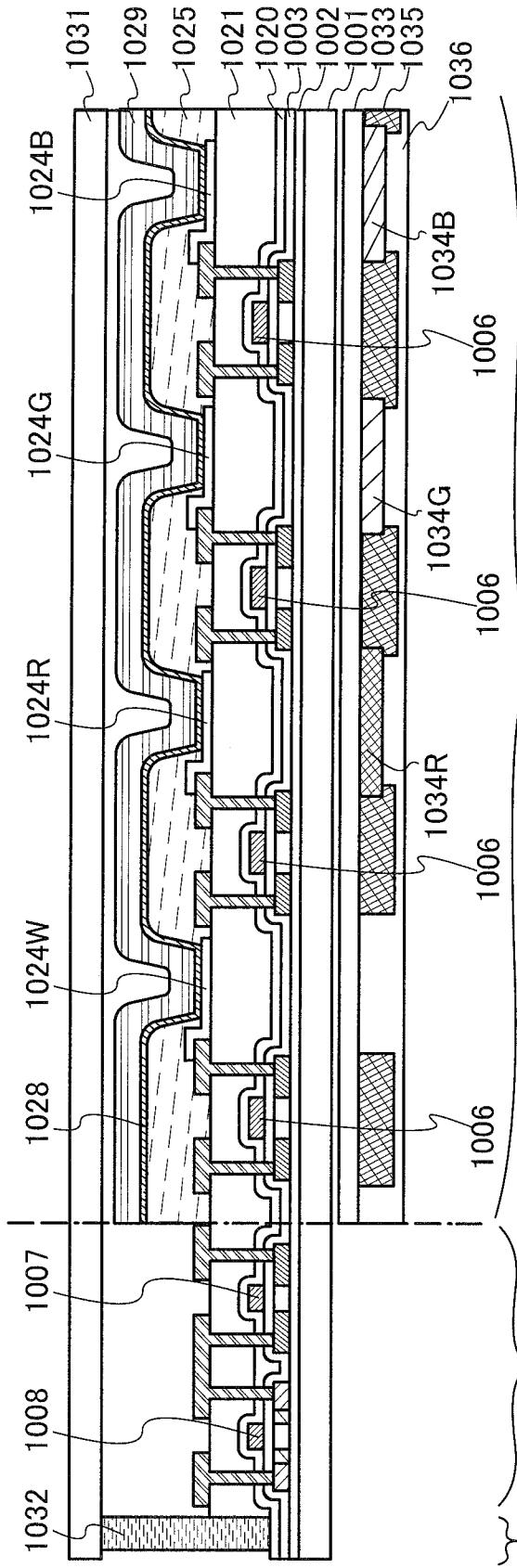
【圖 3B】



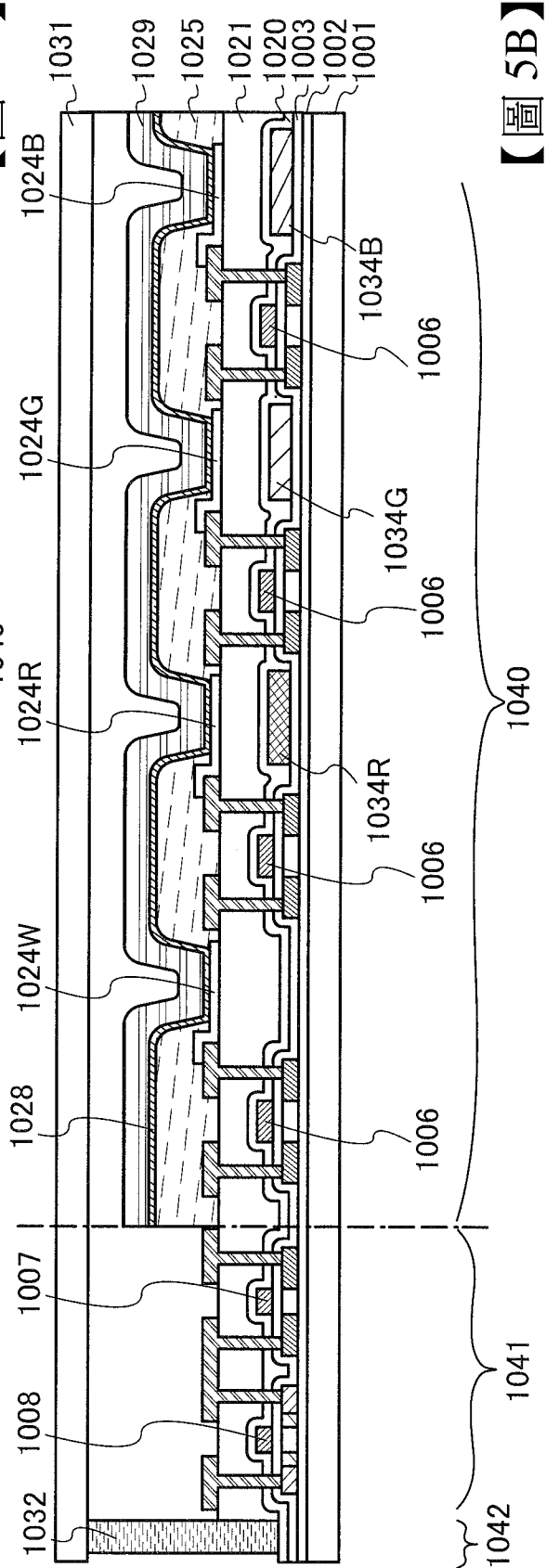
【圖 4A】



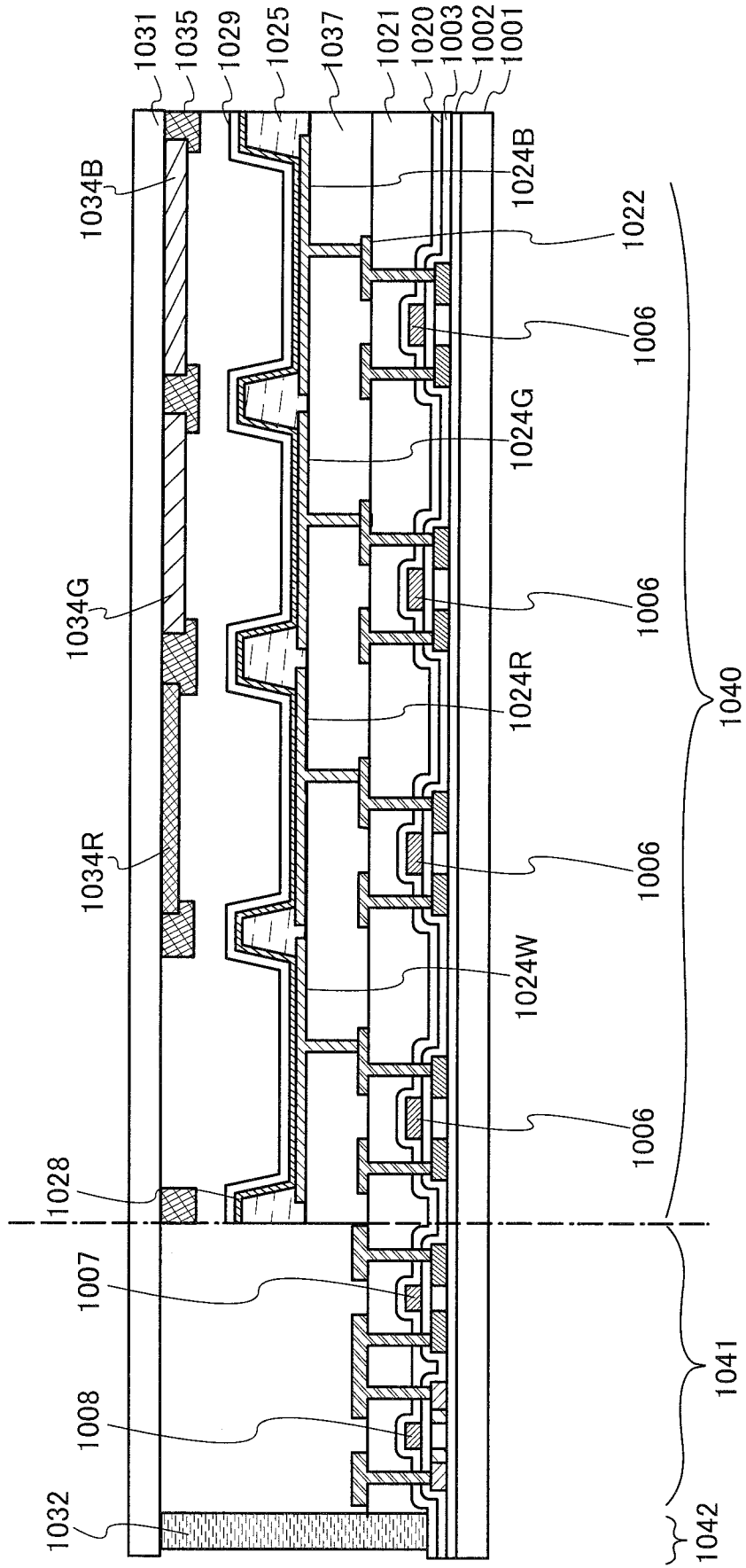
【圖 4B】



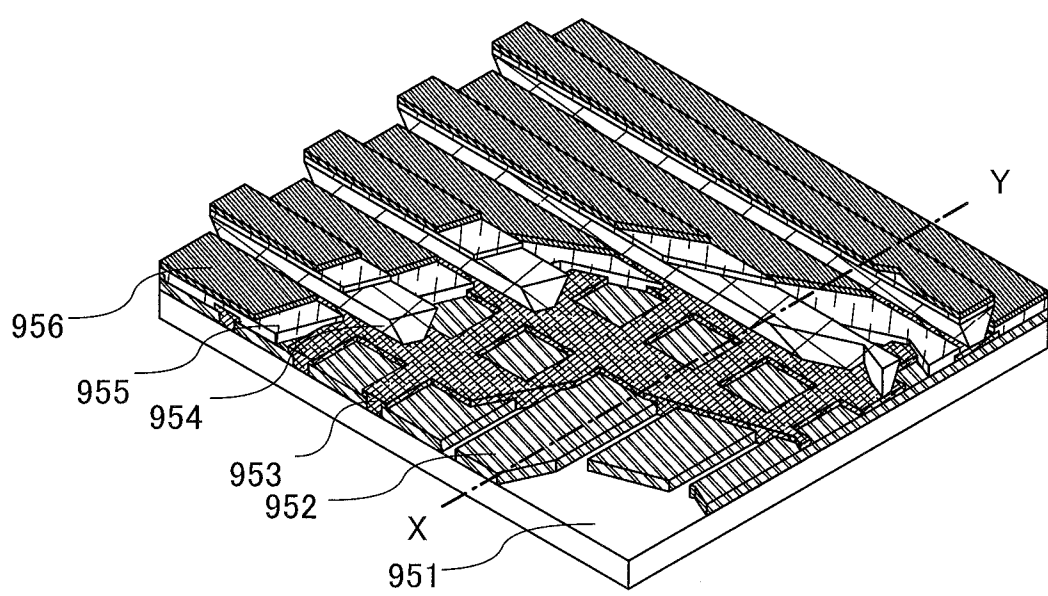
【圖 5A】



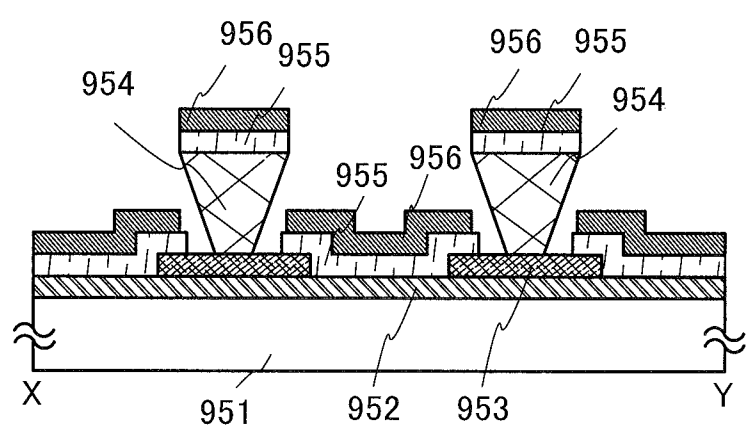
【圖 5B】



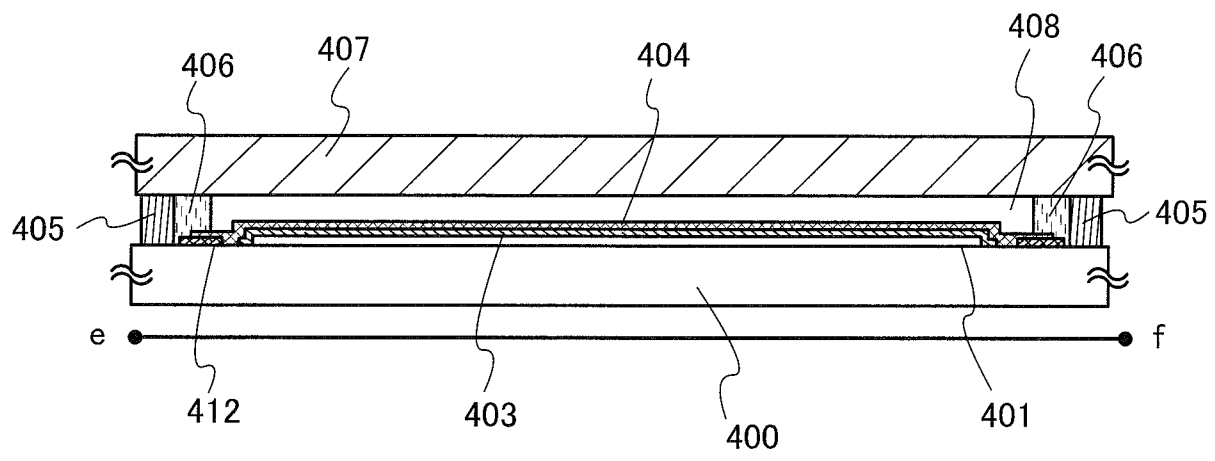
【圖 6】



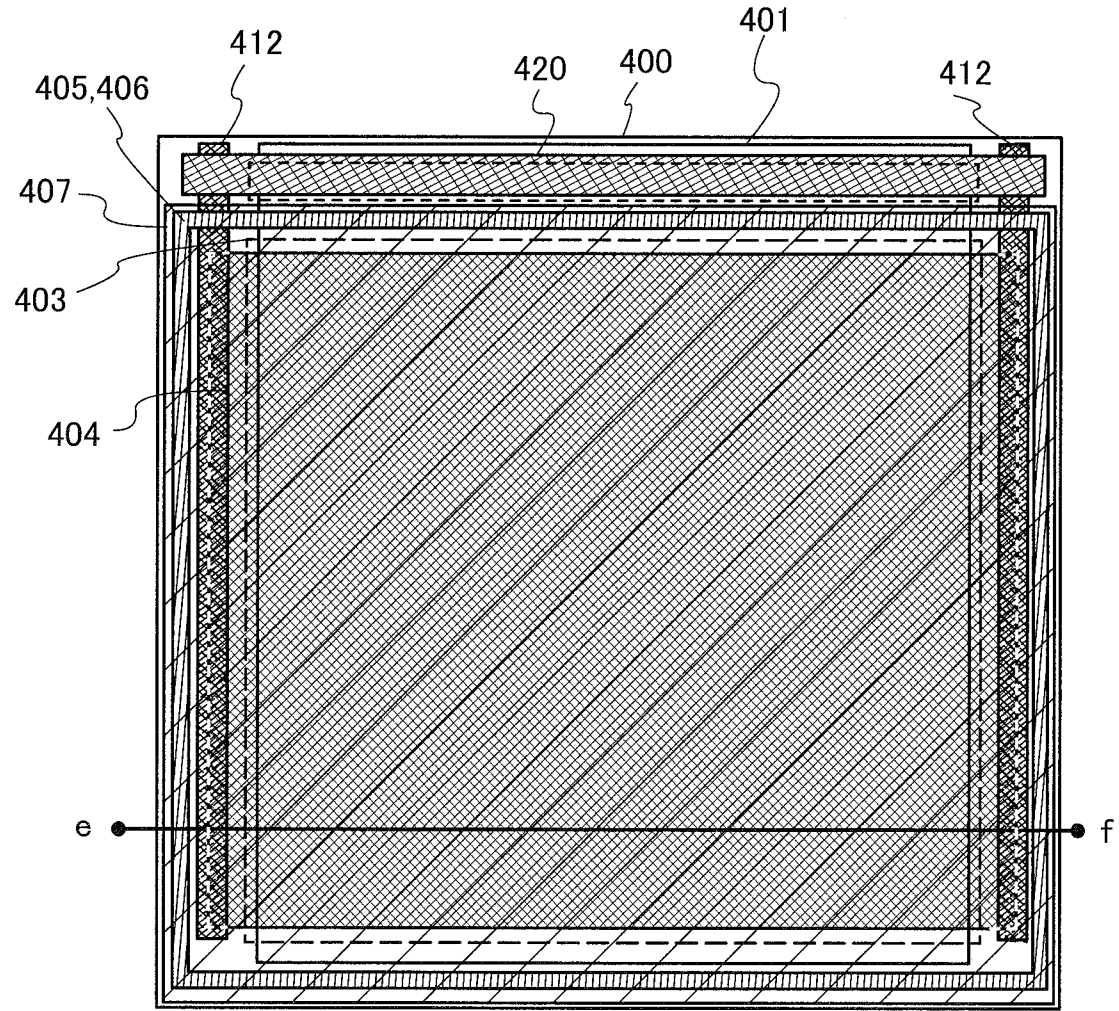
【圖 7A】



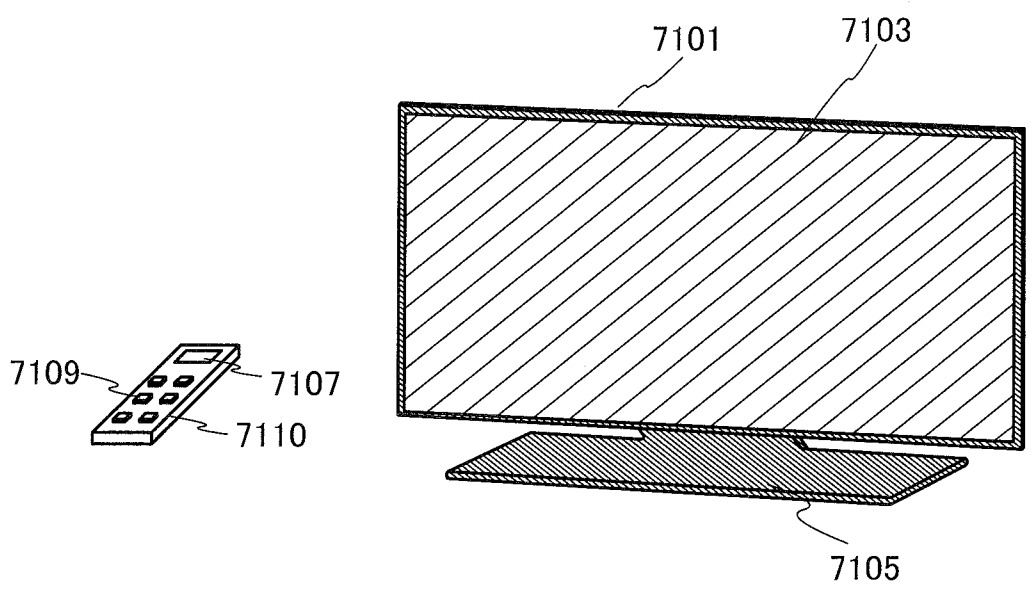
【圖 7B】



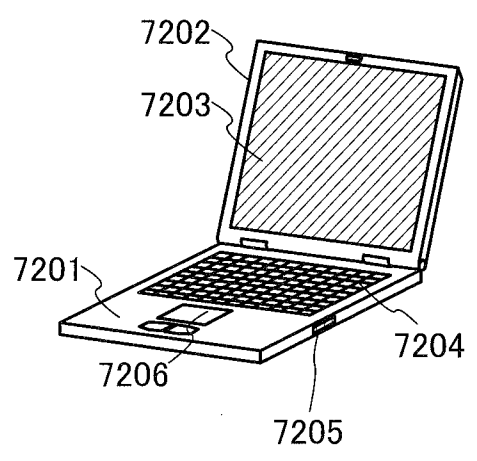
【圖 8A】



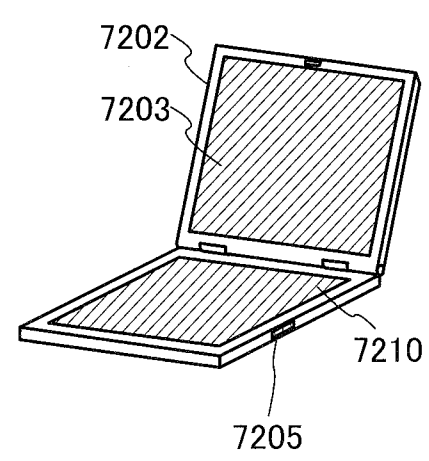
【圖 8B】



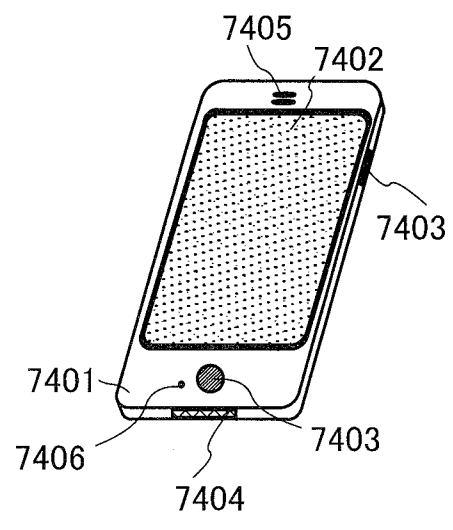
【圖 9A】



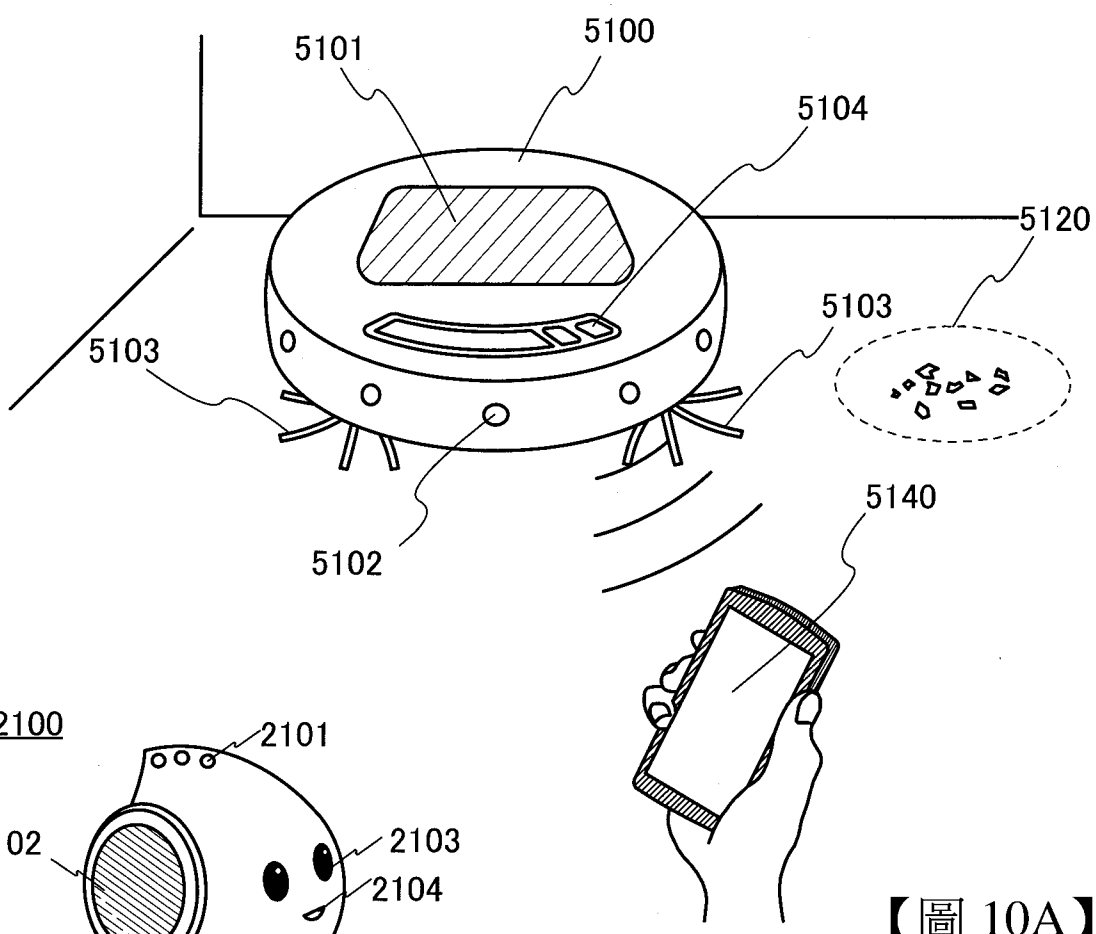
【圖 9B1】



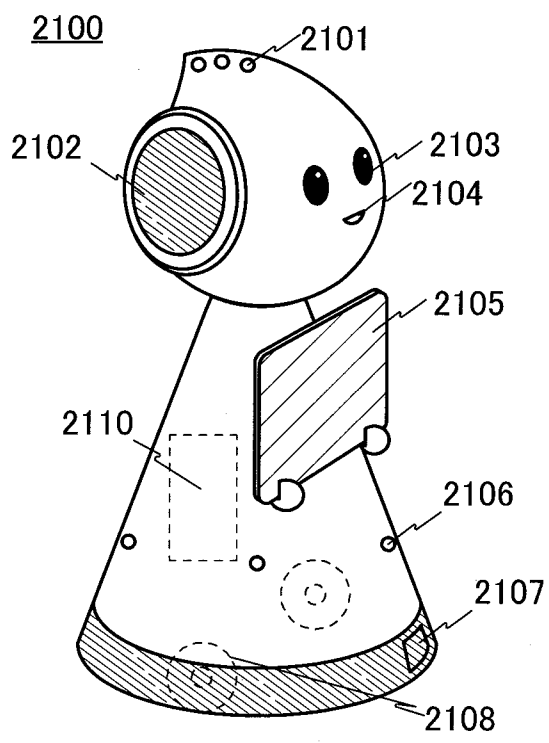
【圖 9B2】



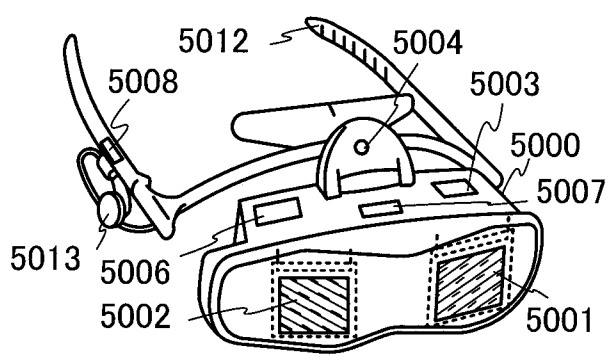
【圖 9C】



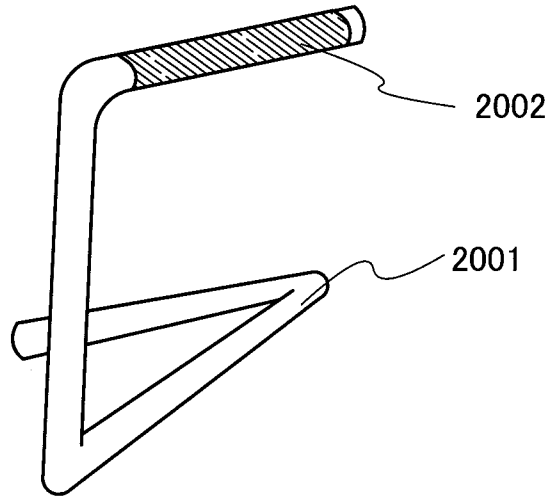
【圖 10A】



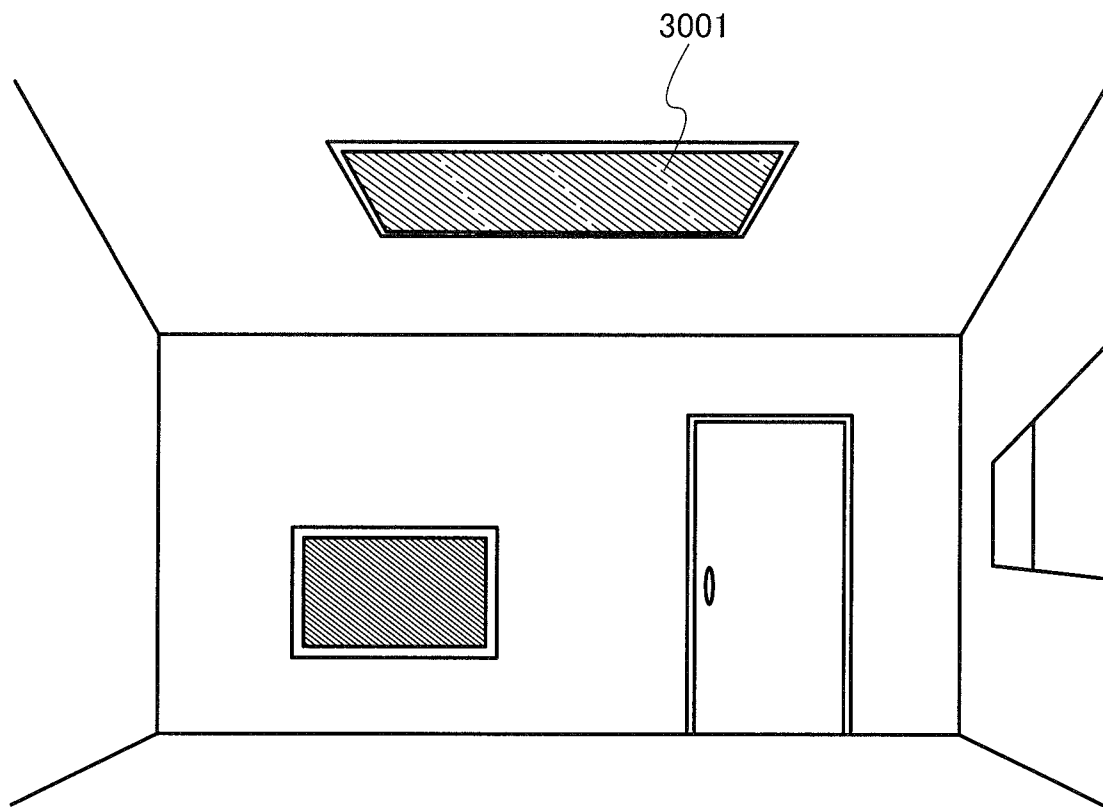
【圖 10B】



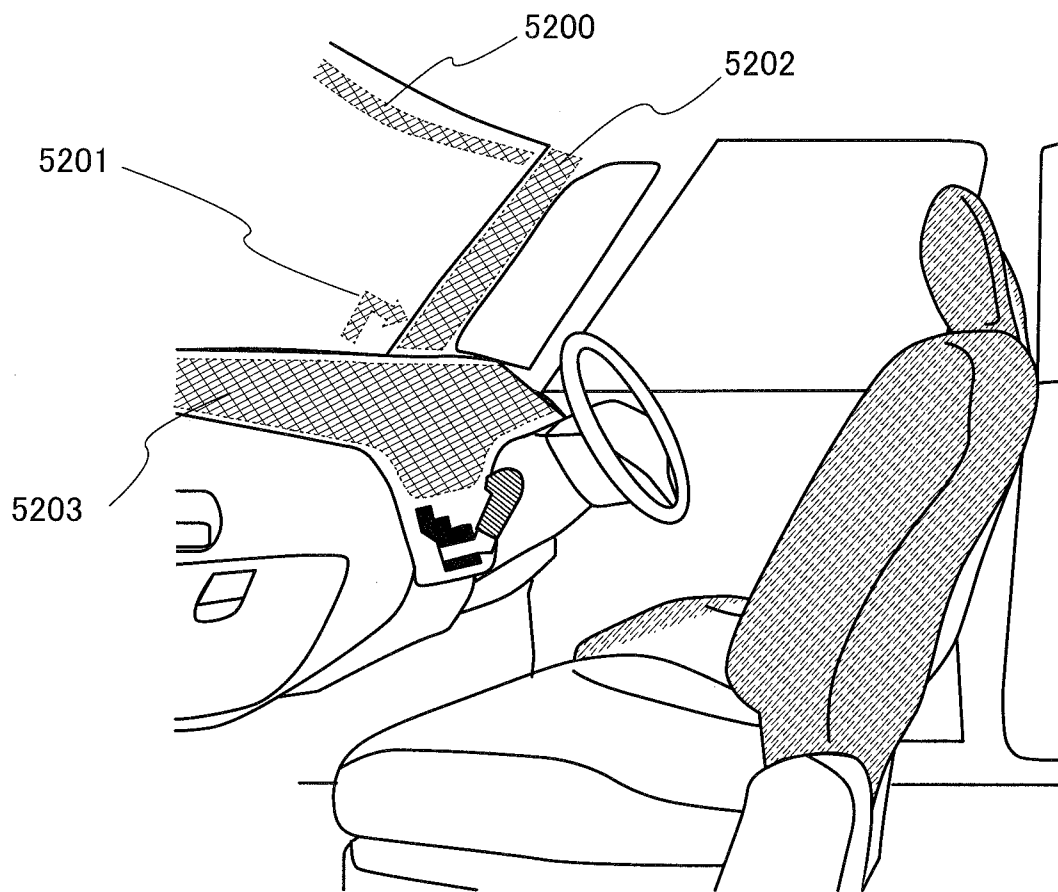
【圖 10C】



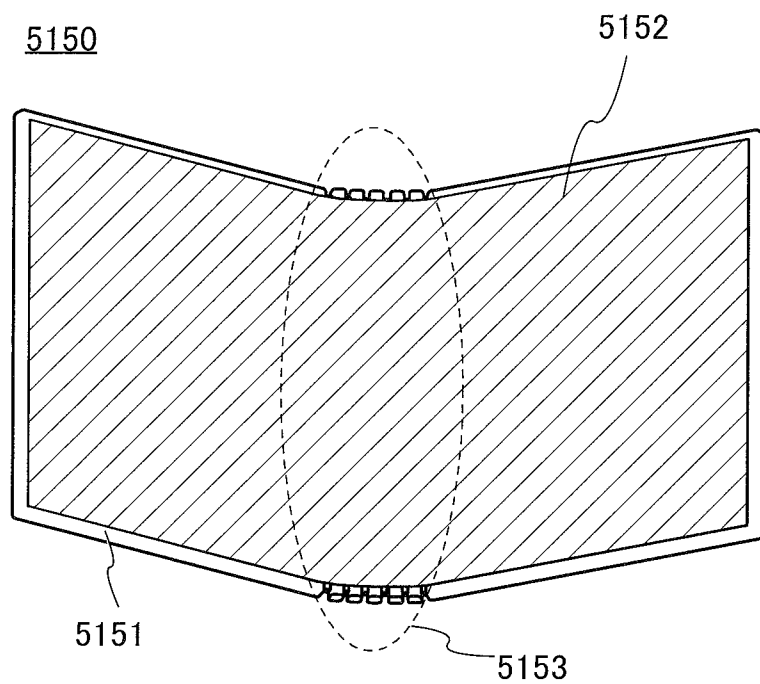
【圖 11】



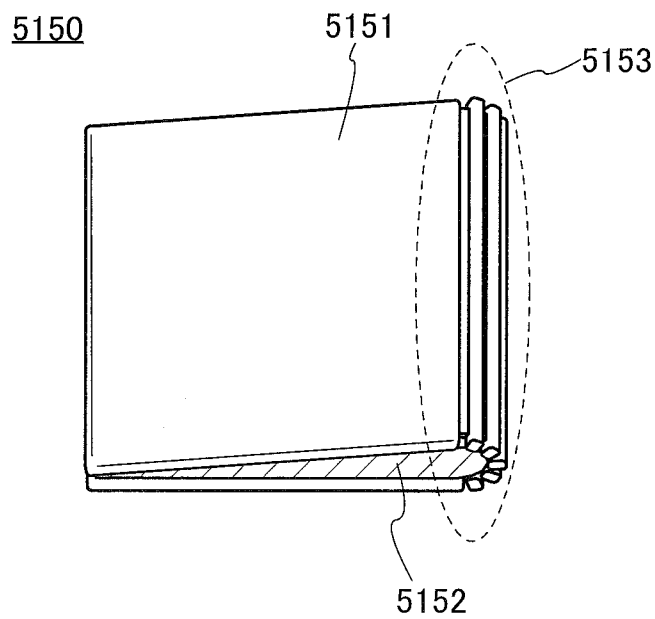
【圖 12】



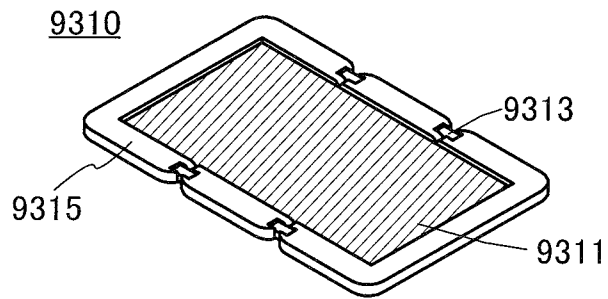
【圖 13】



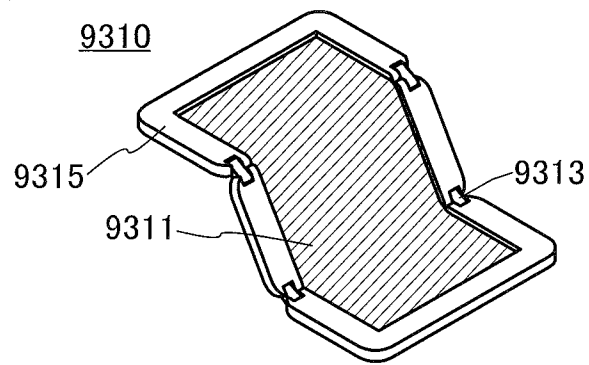
【圖 14A】



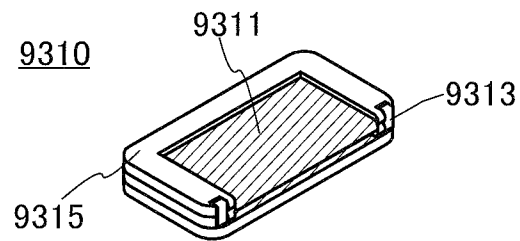
【圖 14B】



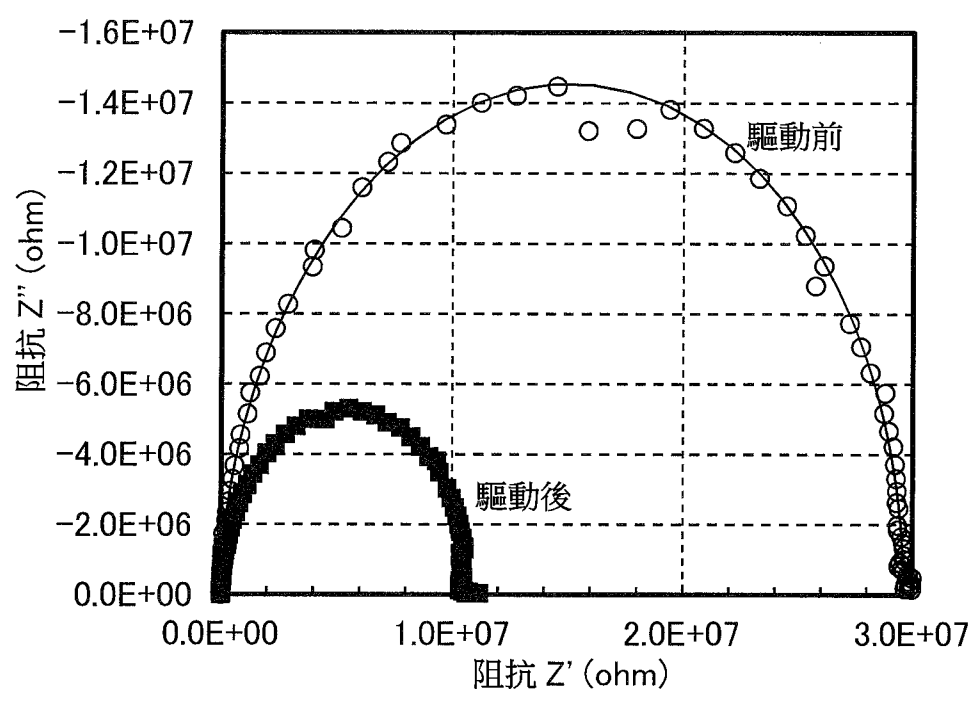
【圖 15A】



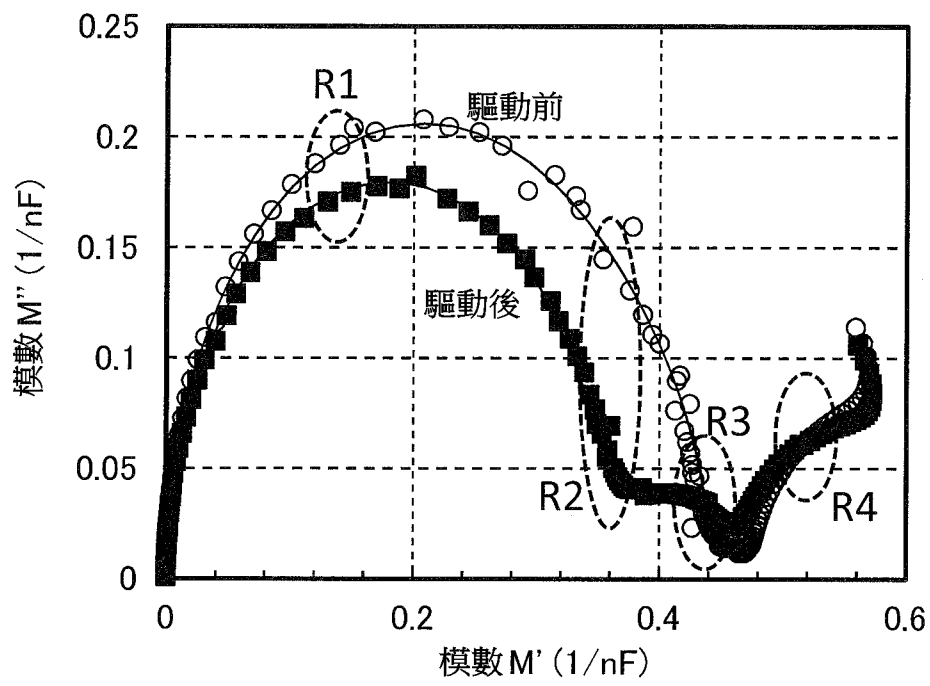
【圖 15B】



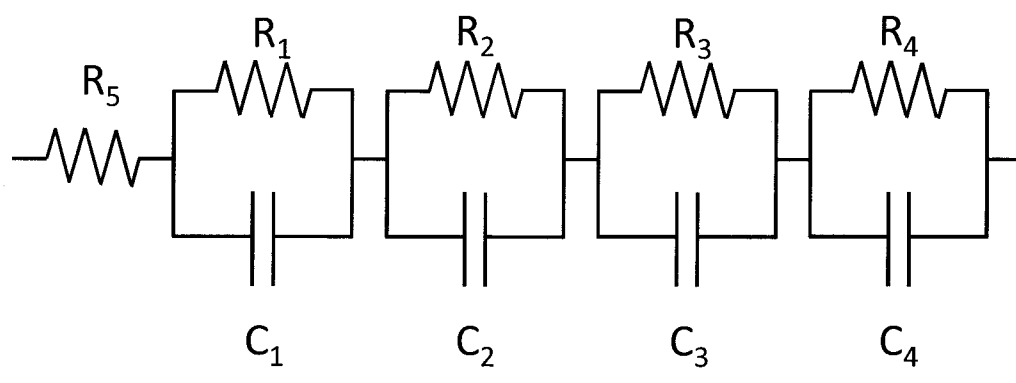
【圖 15C】



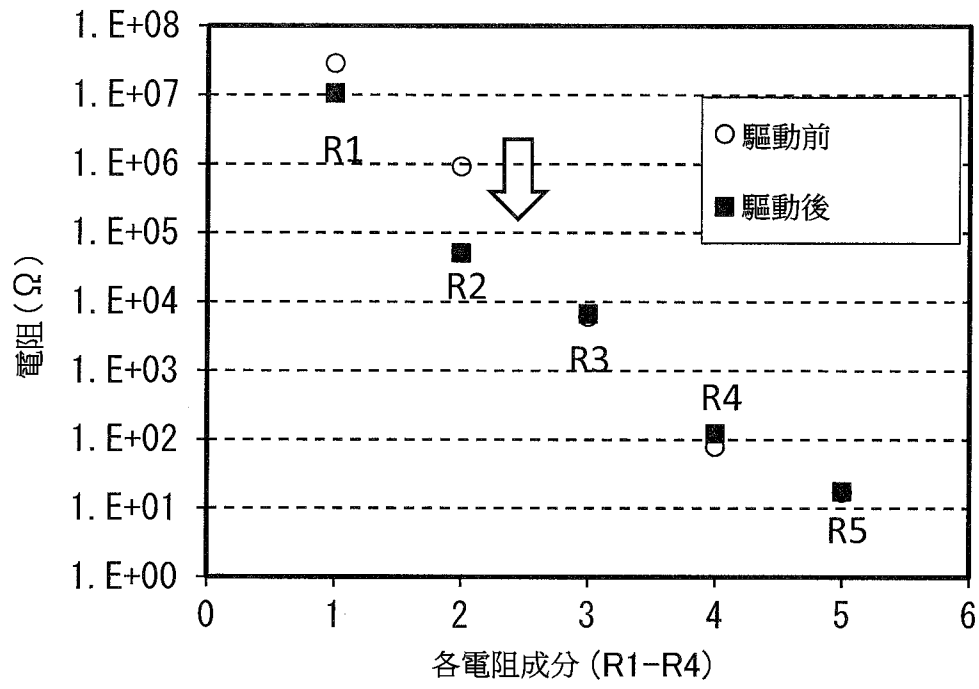
【圖 16】



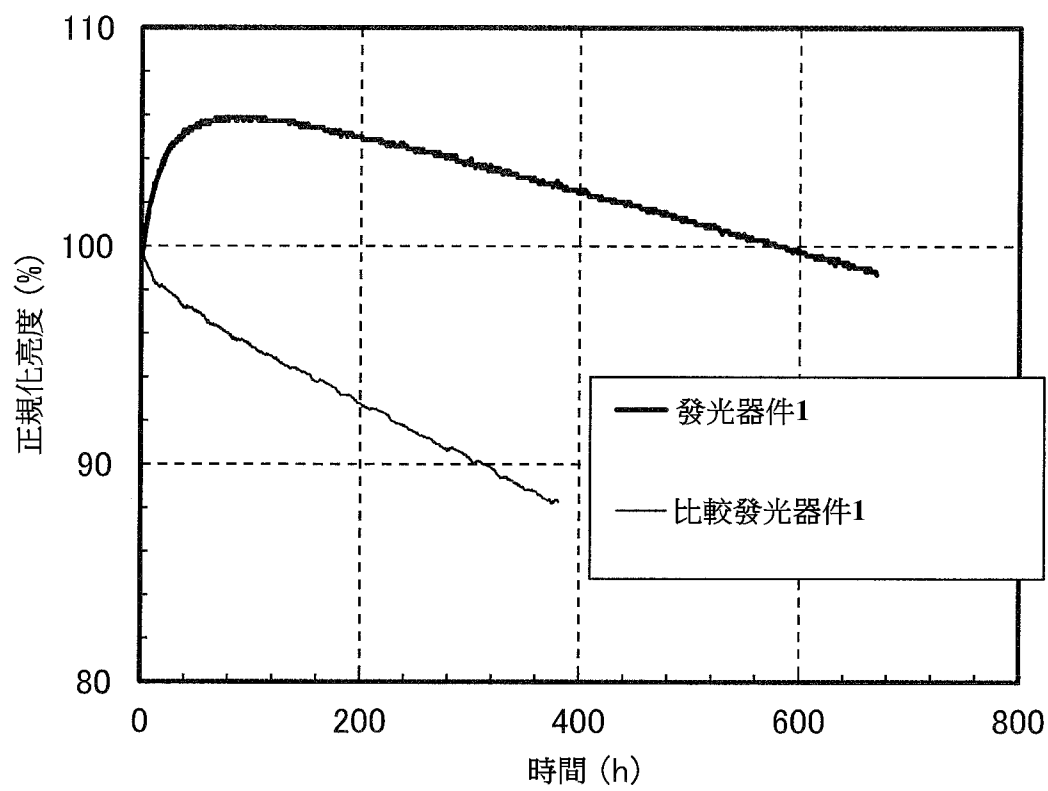
【圖 17】



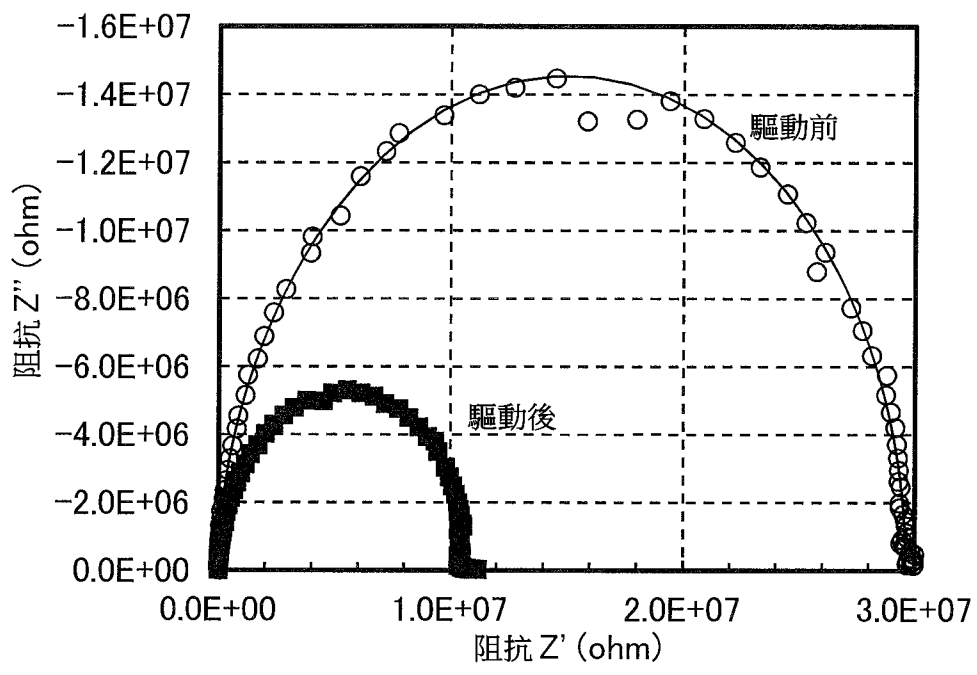
【圖 18】



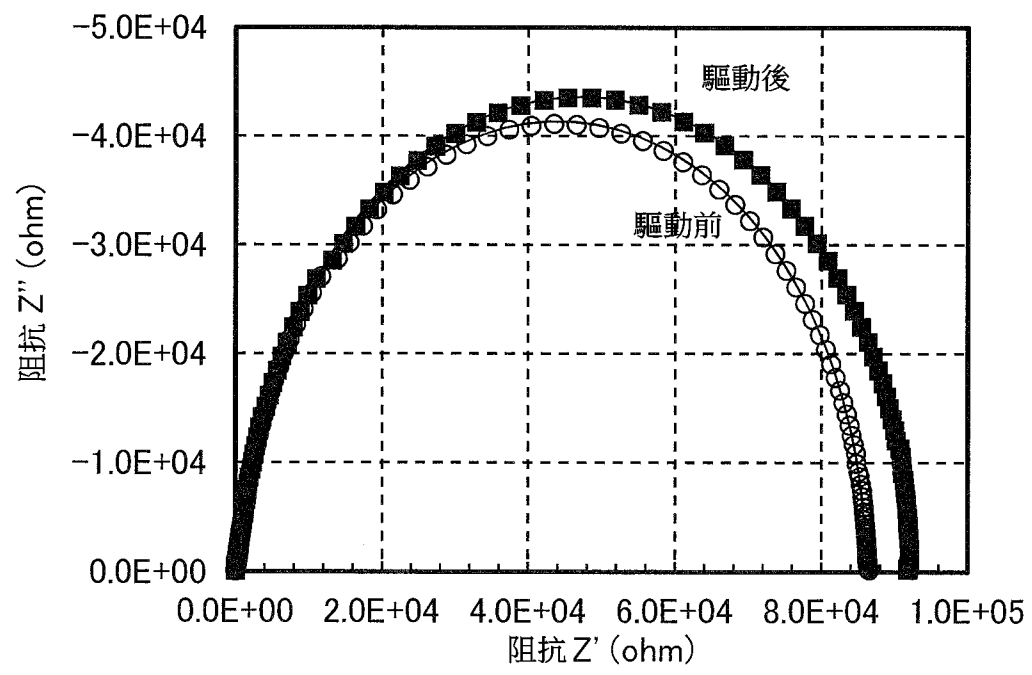
【圖 19】



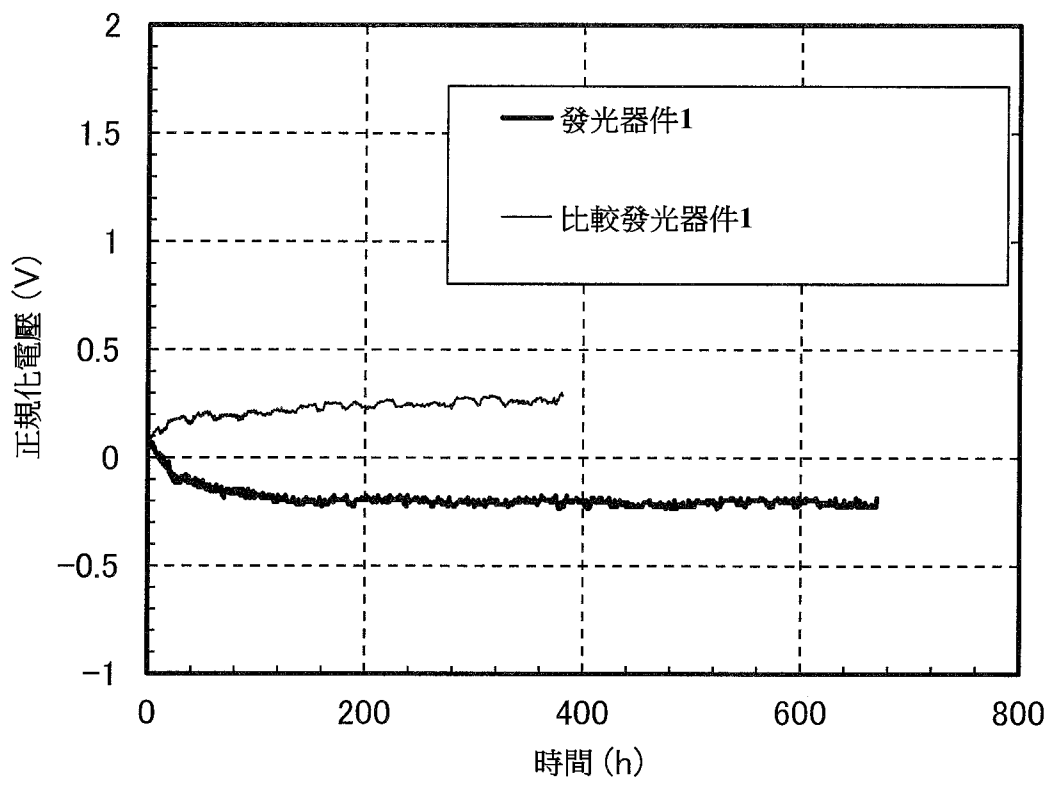
【圖 20】



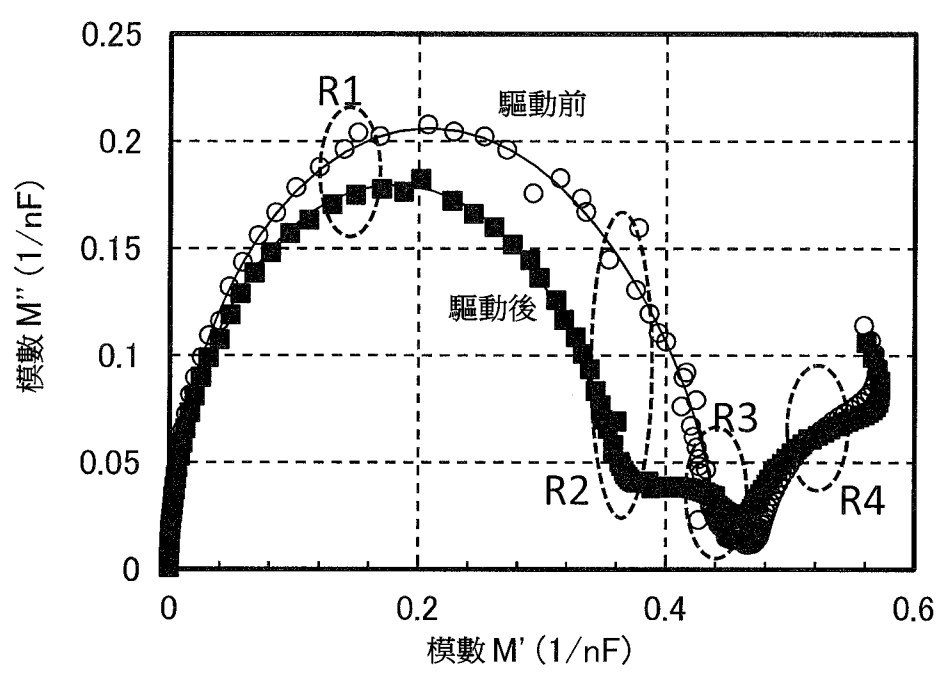
【圖 21A】



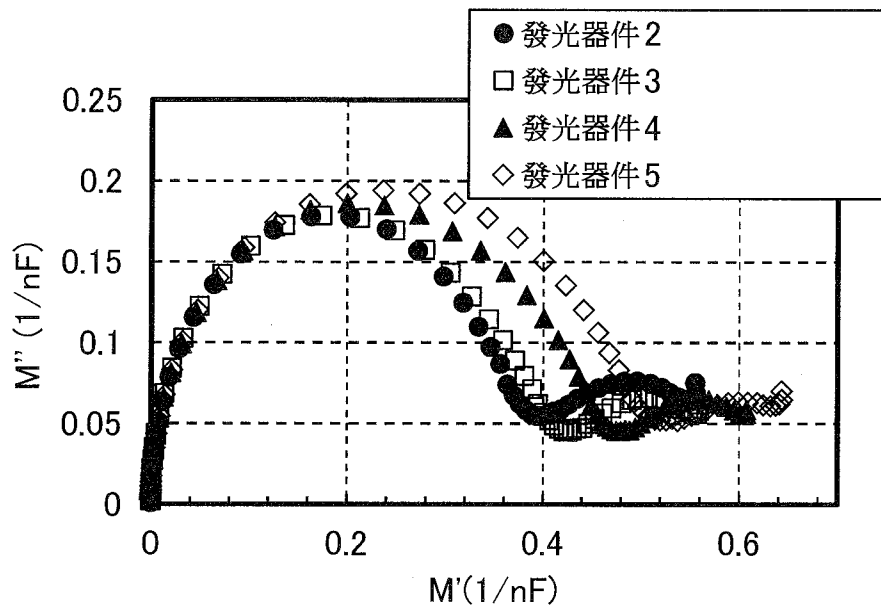
【圖 21B】



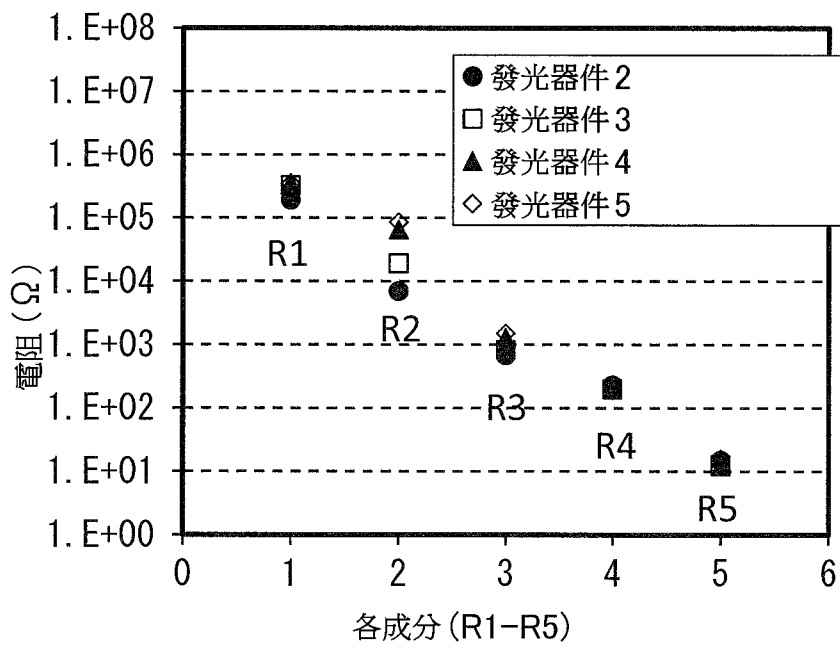
【圖 22】



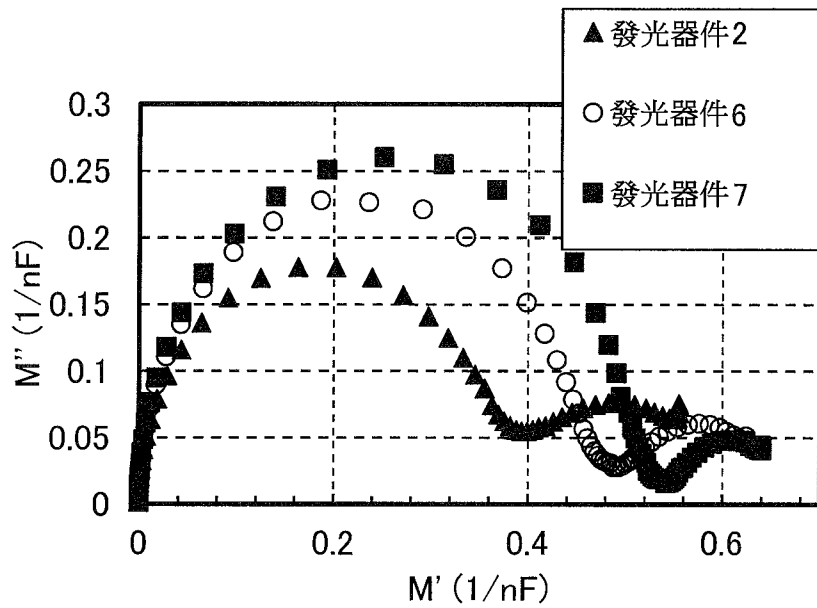
【圖 23】



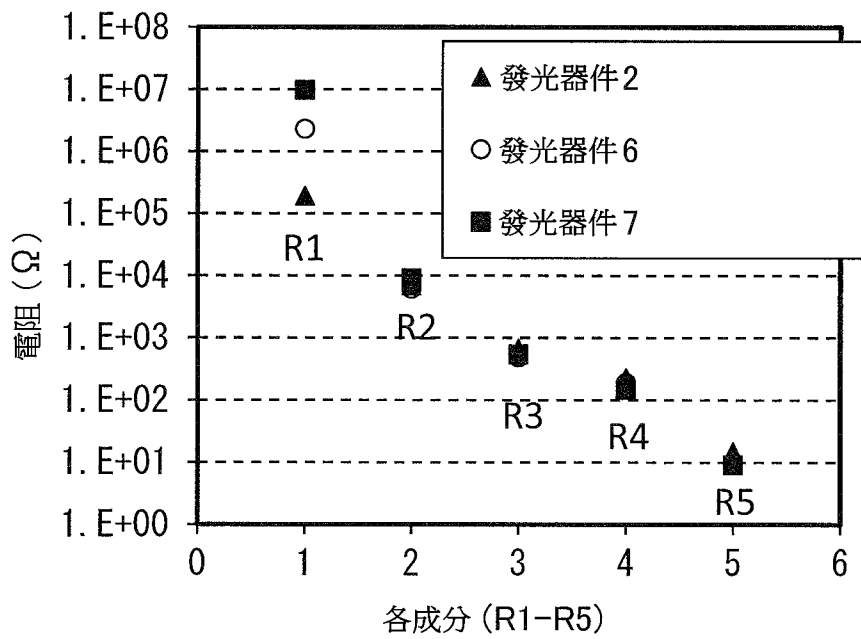
【圖 24A】



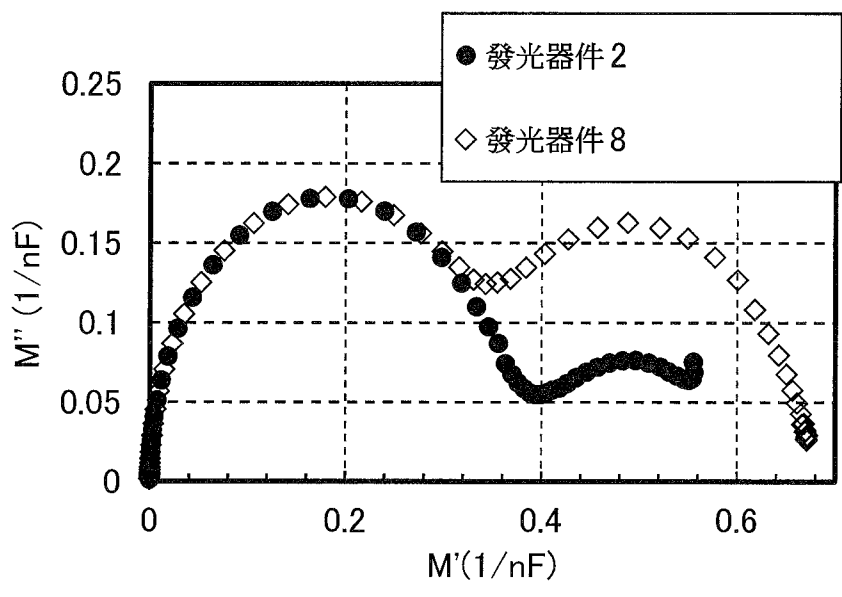
【圖 24B】



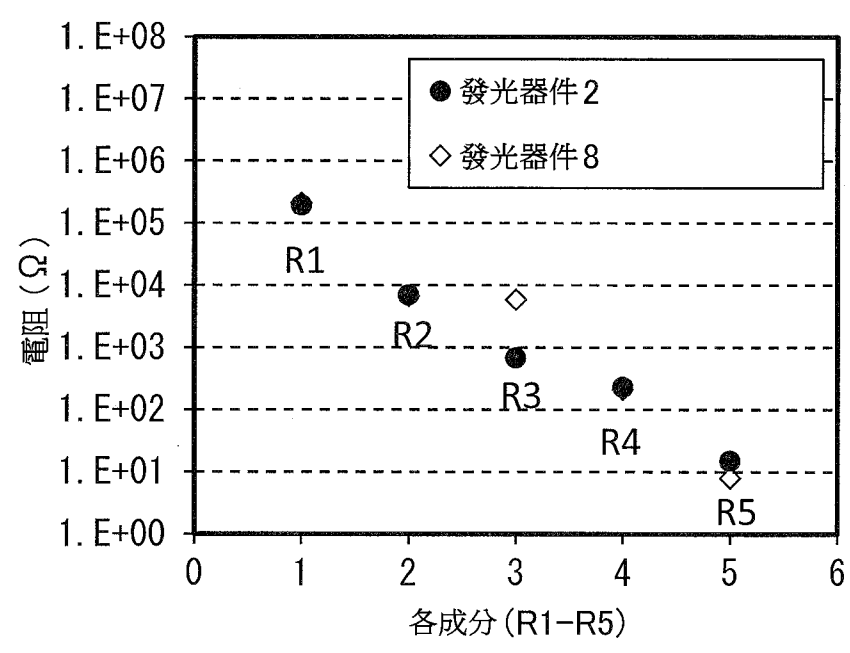
【圖 25A】



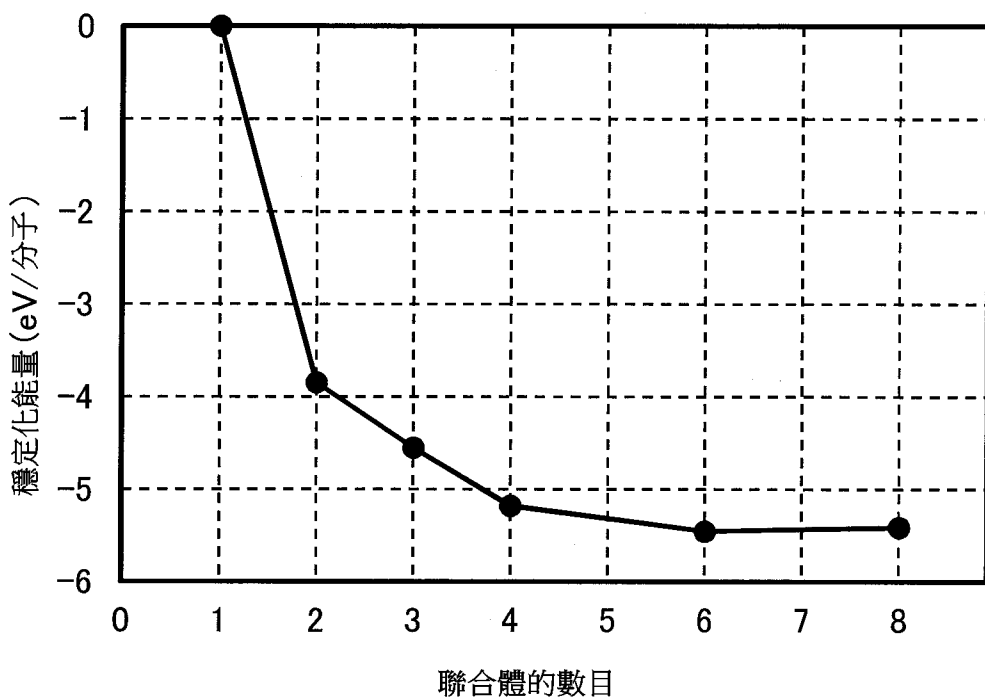
【圖 25B】



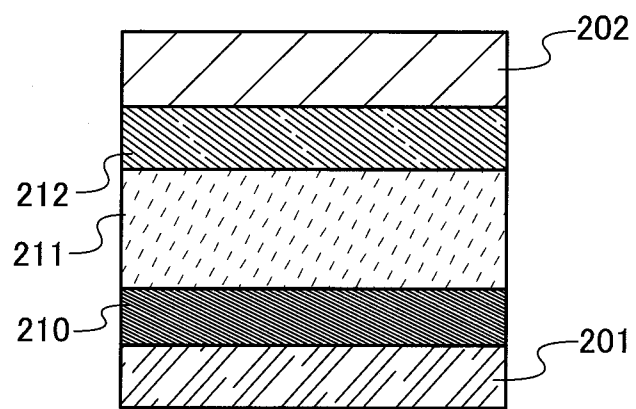
【圖 26A】



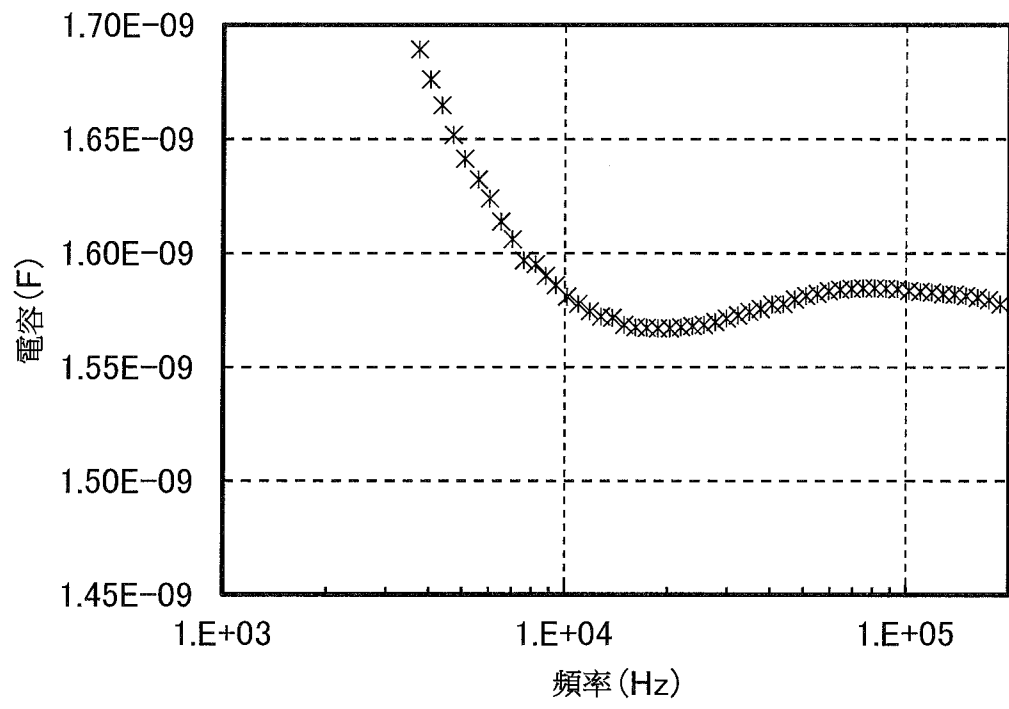
【圖 26B】



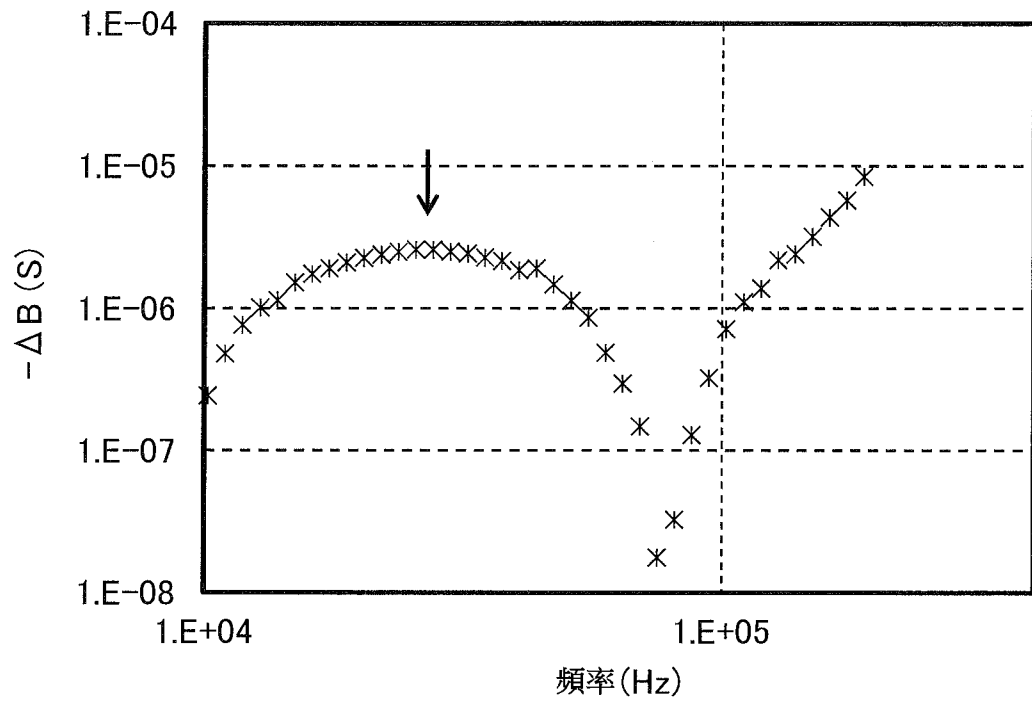
【圖 27】



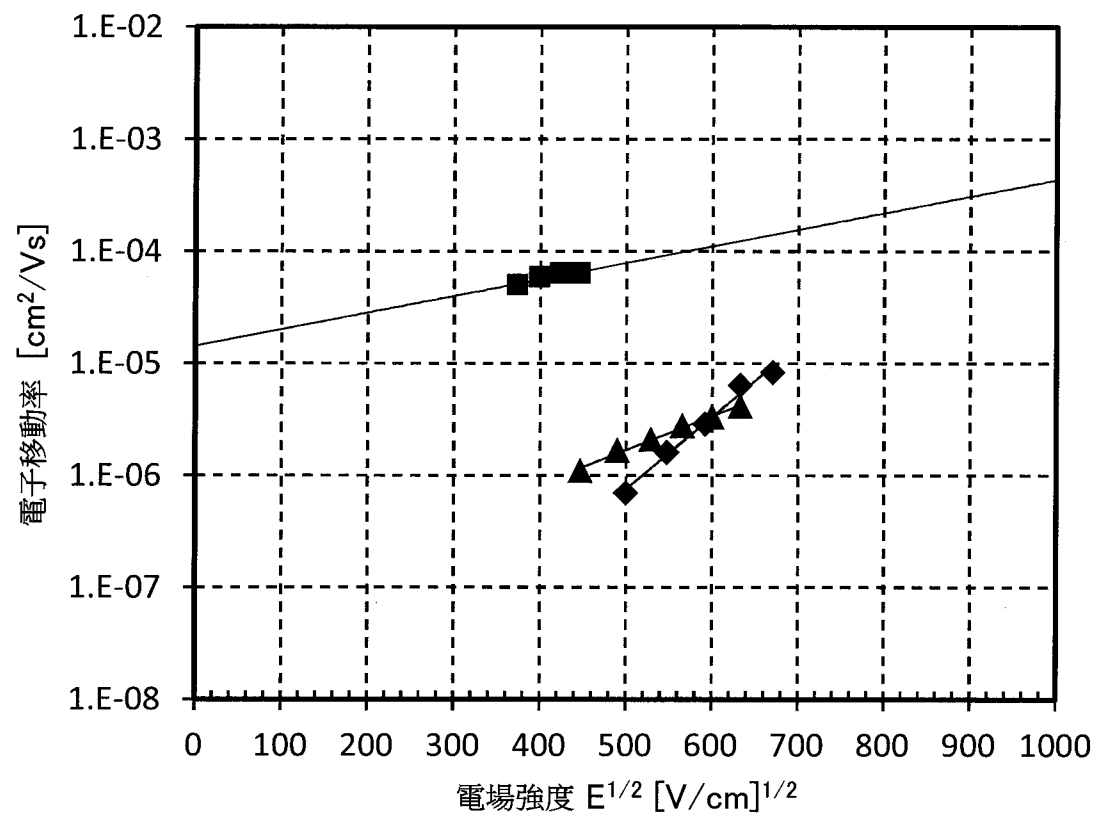
【圖 28】



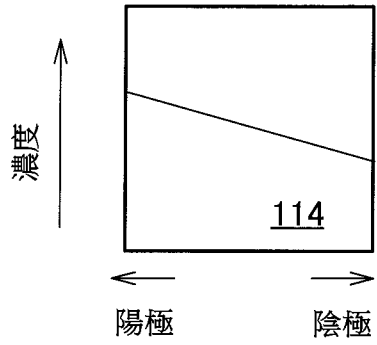
【圖 29】



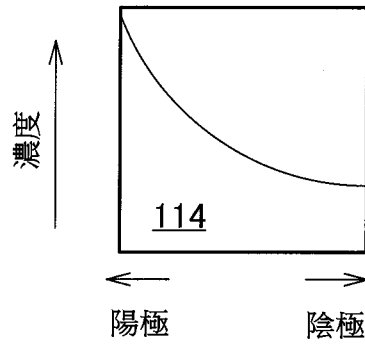
【圖 30】



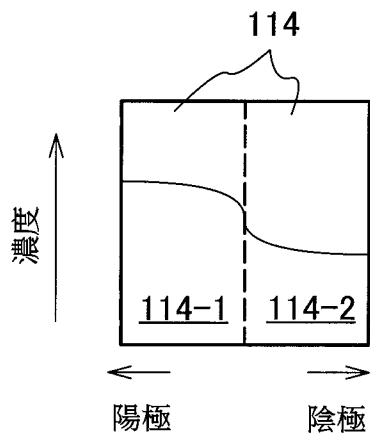
【圖 31】



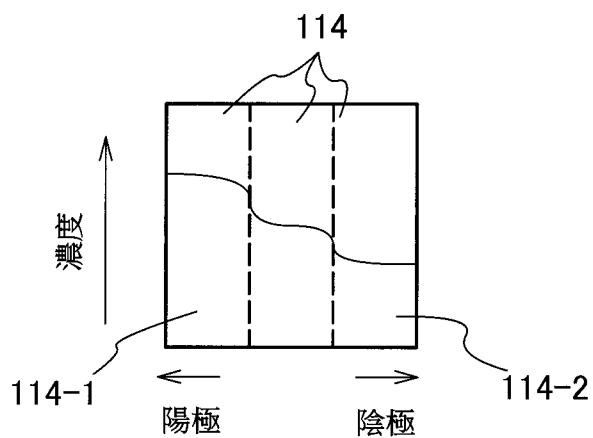
【圖 32A1】



【圖 32A2】



【圖 32B1】



【圖 32B2】