



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202236714 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：111103296

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 26 日

(51)Int. Cl. : H01L51/50 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2021/01/28 日本

2021-012419

2021/01/29 日本

2021-012819

(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：大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP) ; 瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP) ; 吉安唯
YOSHIYASU, YUI (JP) ; 吉住英子 YOSHIZUMI, HIDEKO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：46 共 205 頁

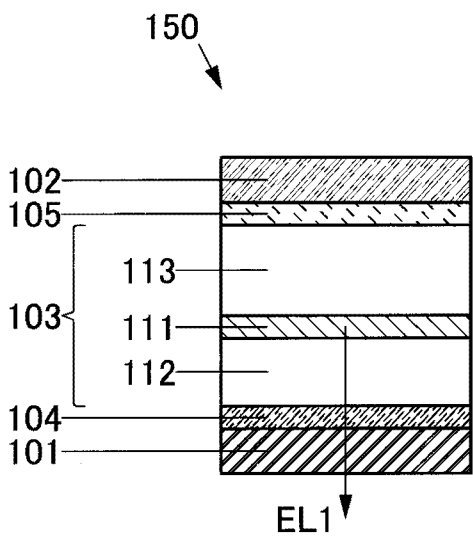
(54)名稱

發光器件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置、照明設備

(57)摘要

提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。該發光器件包括第一電極、第二電極以及第一層，第一層位於第一電極與第二電極之間，第一層包含發光材料、第一有機化合物及第一材料。發光材料具有發射螢光的功能，發光材料在第一波長處具有位於吸收光譜的最長波長的端部。第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，發光在第二波長處具有位於光譜的最短波長的端部，第二波長與第一波長相比位於短波長。另外，第一有機化合物包括第一取代基 R1，第一取代基 R1 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。另外，第一材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，第一材料的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差小於第一有機化合物的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差。

指定代表圖：



【圖 1A】

符號簡單說明：

- 101:電極
- 102:電極
- 103:單元
- 104:層
- 105:層
- 111:層
- 112:層
- 113:層
- 150:發光器件

【發明摘要】

【中文發明名稱】

發光器件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置、照明設備

【中文】

提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。該發光器件包括第一電極、第二電極以及第一層，第一層位於第一電極與第二電極之間，第一層包含發光材料、第一有機化合物及第一材料。發光材料具有發射螢光的功能，發光材料在第一波長處具有位於吸收光譜的最長波長的端部。第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，發光在第二波長處具有位於光譜的最短波長的端部，第二波長與第一波長相比位於短波長。另外，第一有機化合物包括第一取代基 **R1**，第一取代基 **R1** 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。另外，第一材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，第一材料的 **HOMO** 能階與 **LUMO** 能階之差小於第一有機化合物的 **HOMO** 能階與 **LUMO** 能階之差。

【指定代表圖】圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

101:電極

102:電極

103:單元

104:層

105:層

111:層

112:層

113:層

150:發光器件

【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、顯示裝置、照明設備

【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、電子裝置、顯示裝置、照明設備或半導體裝置。

【0002】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。另外，本發明的一個實施方式係關於一種製程 (process)、機器 (machine)、產品 (manufacture) 或組合物 (composition of matter)。由此，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、發光裝置、蓄電裝置、記憶體裝置、這些裝置的驅動方法或者這些裝置的製造方法。

【先前技術】

【0003】近年來，對利用電致發光 (Electroluminescence：EL) 的發光器件的研究開發日益火熱。這些發光器件的基本結構是在一對電極之間夾有包含發光物質的層 (EL層) 的結構。藉由將電壓施加到該發光器件的電極間，可以獲得

來自發光物質的發光。

【0004】因為上述發光器件是自發光型發光器件，所以使用該發光器件的顯示裝置具有如下優點：具有良好的可見度；不需要背光；以及功耗低等。另外，還具有如下優點：能夠被製造得薄且輕；以及回應速度快等。

【0005】當使用將有機化合物用作發光性物質並在一對電極間設置包含該發光性物質的EL層的發光器件(例如，有機EL元件)時，藉由將電壓施加到一對電極間，電子和電洞分別從陰極和陽極注入到發光性EL層，而使電流流過。而且，被注入了的電子與電洞再結合而使發光有機化合物成為激發態，由此可以從被激發的發光有機化合物得到發光。

【0006】作為有機化合物所形成的激發態的種類，有單重激發態(S^*)及三重激發態(T^*)，來自單重激發態的發光被稱為螢光，來自三重激發態的發光被稱為磷光。另外，在發光器件中，單重激發態和三重激發態的統計學上的生成比例被認為是 $S^* : T^* = 1 : 3$ 。因此，與使用發射螢光的化合物(螢光材料)的發光器件相比，使用發射磷光的化合物(磷光材料)的發光器件的發光效率更高。因此，近年來，對使用能夠將三重激發能轉換為發光的磷光材料的發光器件的研究開發日益火熱。

【0007】在使用磷光材料的發光器件中，尤其是發射藍色光的發光器件因為難以開發具有高三重激發能階的穩定的化合物，所以尚未投入實際使用。因此，對使用更穩

定的螢光材料的發光器件進行開發，尋找提高使用螢光材料的發光器件(螢光發光器件)的發光效率的方法。

【0008】作為能夠將三重激發能的一部分或全部轉換為發光的材料，除了磷光材料以外，已知有熱活化延遲螢光(TADF：Thermally Activated Delayed Fluorescence)材料。在熱活化延遲螢光材料中，藉由反系間竄越從三重激發態產生單重激發態，並且單重激發態的能量被轉換為發光。

【0009】為了在使用熱活化延遲螢光材料的發光器件中提高發光效率，不但在熱活化延遲螢光材料中由三重激發態高效地生成單重激發態，而且從單重激發態高效地獲得發光，亦即螢光量子產率高是重要的。但是，難以設計同時滿足上述兩個條件的發光材料。

【0010】此外，已提出了如下方法：在包含熱活化延遲螢光材料和螢光材料的發光器件中，將熱活化延遲螢光材料的單重激發能轉移到螢光材料，並從螢光材料獲得發光(參照專利文獻1)。

【0011】另外，已知有發光層中包含主體材料及客體材料的發光器件(參照專利文獻2)。主體材料具有將三重激發能轉換為發光的功能，客體材料發射螢光。客體材料的分子結構中含有發光體及保護基，一個客體材料分子中含有五個以上的保護基。藉由在分子中包括保護基，可以抑制基於德克斯特機制三重激發能從主體材料轉移到客體材料。作為保護基可以使用烷基、支鏈烷基。

【 0012】

[專利文獻1]日本專利申請公開第2014-45179號公報

[專利文獻2]國際專利申請公開第2019/171197號小冊子

【發明內容】

【0013】本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎電子裝置。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎顯示裝置。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎照明設備。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種新穎發光器件、新穎發光裝置、新穎電子裝置、新穎顯示裝置、新穎照明設備或新穎半導體裝置。

【0014】注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。注意，本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述目的。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中可明顯看出上述目的以外的目的，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生上述目的以外的目的。

【0015】(1)本發明的一個實施方式是一種包括第一電極、第二電極以及第一層的發光器件。

【0016】第二電極包括與第一電極重疊的區域，第一

層位於第一電極與第二電極之間，第一層包含發光材料FM、第一有機化合物及第一材料。

【0017】發光材料FM具有發射螢光的功能，發光材料FM在第一波長 $\lambda_{abs}(nm)$ 處具有位於吸收光譜的最長波長的端部。

【0018】第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，第一有機化合物的發光在第二波長 $\lambda_p(nm)$ 處具有位於光譜的最短波長的端部，第二波長 λ_p 與第一波長 λ_{abs} 相比位於短波長。

【0019】另外，第一有機化合物包括第一取代基 R^1 ，第一取代基 R^1 為烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個。注意，烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0020】另外，第一材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能。

【0021】(2)另外，本發明的一個實施方式是一種包括第一電極、第二電極以及第一層的發光器件。

【0022】第二電極包括與第一電極重疊的區域，第一層位於第一電極與第二電極之間，第一層包含發光材料FM、第一有機化合物及第一材料。

【0023】發光材料FM具有發射螢光的功能，發光材料FM在第一波長 $\lambda_{abs}(nm)$ 處具有位於吸收光譜的最長波長的端部。

【0024】第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，第一有機化合物的發光在第二波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 處具有位於光譜的最短波長的端部，第二波長 λ_p 與第一波長 λ_{abs} 相比位於短波長。

【0025】另外，第一有機化合物包括第一取代基 R^1 ，第一取代基 R^1 為取代或未取代的烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。另外，烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0026】第一材料由第二有機化合物和第三有機化合物構成，第二有機化合物和第三有機化合物形成激態錯合物。

【0027】(3)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，第一有機化合物具有第一HOMO能階HOMO1及第一LUMO能階LUMO1，第一材料具有第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2。

【0028】第一HOMO能階HOMO1、第一LUMO能階LUMO1、第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2滿足下述數學式(1)。

【0029】

[數學式1]

$$(LUMO2 - HOMO2) < (LUMO1 - HOMO1) \quad \cdots (1)$$

【0030】由此，可以將第一有機化合物用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態

的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有第一取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。

【0031】另外，可以將第一材料所產生的三重激子轉換為單重激子。另外，可以使來源於第一材料的HOMO能階與LUMO能階之差小於來源於第一有機化合物的HOMO能階與LUMO能階之差來增大在第一材料中轉移的載子。另外，可以提高第一材料中的載子的再結合概率。另外，可以將能量從第一材料所產生的激子轉移到能量施體材料ED。另外，可以在第一材料中生成激子藉由能量施體材料ED將該激子的能量轉移到發光材料FM。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0032】由此，可以增大在第一材料中轉移的載子。另外，可以提高第一材料中的載子的再結合概率。另外，可以將能量從第一材料所產生的激子轉移到能量施體材料ED。另外，可以在第一材料中生成激子藉由能量施體材料ED將該激子的能量轉移到發光材料FM。另外，可以使

發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0033】(4)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，發光材料FM包括第二取代基 R^2 ，第二取代基 R^2 為甲基、具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個。

【0034】注意，具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0035】(5)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，發光材料FM包括五個以上的第二取代基 R^2 ，五個以上的第二取代基 R^2 中的至少五個第二取代基 R^2 分別獨立地為具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個。

【0036】注意，具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0037】由此，發光材料FM與鄰近的能量施體材料ED間夾有第二取代基 R^2 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處

於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0038】(6)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，發光材料FM具有第三LUMO能階LUMO3，並且第三LUMO能階LUMO3比第二LUMO能階LUMO2高。

【0039】(7)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，第二HOMO能階HOMO2比第一HOMO能階HOMO1高，第二LUMO能階LUMO2比第一LUMO能階LUMO1低。

【0040】由此，可以抑制發光材料FM俘獲電子。另外，可以抑制發光材料FM中的載子的再結合概率。另外，可以抑制隨著發光材料FM中的載子的再結合而生成三重激發態的發光材料FM的現象。另外，可以在第一材料中生成激子藉由能量施體材料ED將該激子的能量轉移到發光材料FM。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0041】(8)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，第一HOMO能階HOMO1比第二HOMO能階HOMO2高。

【0042】由此，可以使有機金屬錯合物容易俘獲電

洞。另外，可以提高有機金屬錯合物中的載子的再結合概率。另外，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有第一取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0043】(9)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，第一LUMO能階LUMO1比第二LUMO能階LUMO2低。

【0044】由此，可以使有機金屬錯合物容易俘獲電子。另外，可以提高有機金屬錯合物中的載子的再結合概率。另外，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有第一取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料

FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0045】(10)另外，本發明的一個實施方式是一種包括上述發光器件以及電晶體或基板的發光裝置。

【0046】(11)另外，本發明的一個實施方式是一種包括上述發光器件以及電晶體或基板的顯示裝置。

【0047】(12)另外，本發明的一個實施方式是一種包括上述發光裝置以及外殼的照明設備。

【0048】(13)另外，本發明的一個實施方式是一種包括上述顯示裝置以及感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風的電子裝置。

【0049】在本說明書的圖式中，根據其功能對組件進行分類而示出為彼此獨立的方塊的方塊圖，但是，實際上的組件難以根據其功能完全劃分，而一個組件會涉及多個功能。

【0050】另外，本說明書中的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；藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光器件上直接安裝IC(積體電路)的模組。而且，照明設備等有時包括發光裝置。

【0051】根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎電子裝置。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎顯示裝置。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎照明設備。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種新穎發光器件、新穎發光裝置、新穎電子裝置、新穎顯示裝置、新穎照明設備或新穎半導體裝置。

【0052】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。注意，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中可明顯看出上述效果以外的效果，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生上述效果以外的效果。

【圖式簡單說明】

【0053】

[圖1A至圖1E]是說明根據實施方式的發光器件的結構的圖；

[圖2A至圖2C]是說明根據實施方式的發光器件的結構的圖；

[圖3A]及[圖3B]是說明根據實施方式的發光器件的結構的圖；

[圖 4A]及[圖 4B]是說明根據實施方式的功能面板的結構的圖；

[圖 5A至圖 5C]是說明根據實施方式的功能面板的結構的圖；

[圖 6A]及[圖 6B]是主動矩陣型發光裝置的概念圖；

[圖 7A]及[圖 7B]是主動矩陣型發光裝置的概念圖；

[圖 8]是主動矩陣型發光裝置的概念圖；

[圖 9A]及[圖 9B]是被動矩陣型發光裝置的概念圖；

[圖 10A]及[圖 10B]是示出照明設備的圖；

[圖 11A至圖 11D]是示出電子裝置的圖；

[圖 12A至圖 12C]是示出電子裝置的圖；

[圖 13]是示出照明設備的圖；

[圖 14]是示出照明設備的圖；

[圖 15]是示出車載顯示裝置及照明設備的圖；

[圖 16A至圖 16C]是示出電子裝置的圖；

[圖 17A至圖 17C]是說明根據實施例的發光器件的結構的圖；

[圖 18]是說明用於根據實施例的發光器件的材料的吸收光譜及發射光譜的圖；

[圖 19]是說明用於根據實施例的發光器件的材料的吸收光譜及發射光譜的圖；

[圖 20]是說明用於根據實施例的發光器件的材料的吸收光譜及發射光譜的圖；

[圖 21]是說明用於根據實施例的發光器件的材料的吸

收光譜及發射光譜的圖；

[圖 22]是說明根據實施例的發光器件的電流密度-亮度特性的圖；

[圖 23]是說明根據實施例的發光器件的亮度-電流效率特性的圖；

[圖 24]是說明根據實施例的發光器件的電壓-亮度特性的圖；

[圖 25]是說明根據實施例的發光器件的電壓-電流特性的圖；

[圖 26]是說明根據實施例的發光器件的亮度-外部量子效率特性的圖；

[圖 27]是說明根據實施例的發光器件的發射光譜的圖；

[圖 28]是說明根據實施例的發光器件的正規化亮度-時間變化特性的圖；

[圖 29]是說明根據實施例的參考器件的電壓-電流特性的圖；

[圖 30]是說明根據實施例的參考器件的發射光譜的圖；

[圖 31]是說明根據實施例的參考器件的脈衝驅動時的發光強度的變化的圖；

[圖 32]是說明根據實施例的發光器件的電流密度-亮度特性的圖；

[圖 33]是說明根據實施例的發光器件的亮度-電流效率

特性的圖；

[圖 34]是說明根據實施例的發光器件的電壓-亮度特性的圖；

[圖 35]是說明根據實施例的發光器件的電壓-電流特性的圖；

[圖 36]是說明根據實施例的發光器件的亮度-外部量子效率特性的圖；

[圖 37]是說明根據實施例的發光器件的發射光譜的圖；

[圖 38]是說明根據實施例的發光器件的正規化亮度-時間變化特性的圖；

[圖 39]是說明根據實施例的發光器件的電流密度-亮度特性的圖；

[圖 40]是說明根據實施例的發光器件的亮度-電流效率特性的圖；

[圖 41]是說明根據實施例的發光器件的電壓-亮度特性的圖；

[圖 42]是說明根據實施例的發光器件的電壓-電流特性的圖；

[圖 43]是說明根據實施例的發光器件的亮度-外部量子效率特性的圖；

[圖 44]是說明根據實施例的發光器件的發射光譜的圖；

[圖 45]是說明根據實施例的發光器件的正規化亮度-時

間變化特性的圖；

[圖 46]是說明根據實施例的發光器件的正規化亮度-時間變化特性的圖。

【實施方式】

【0054】本發明的一個實施方式的發光器件包括第一電極、第二電極以及第一層，第二電極包括與第一電極重疊的區域。第一層位於第一電極與第二電極之間，第一層包含發光材料、第一有機化合物及第一材料。發光材料具有發射螢光的功能，發光材料在第一波長處具有位於吸收光譜的最長波長的端部。第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，發光在第二波長處具有位於光譜的最短波長的端部，第二波長與第一波長相比位於短波長。另外，第一有機化合物包括第一取代基 R^1 ，第一取代基 R^1 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。另外，第一材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，第一材料的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差小於第一有機化合物的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差。

【0055】由此，可以將第一有機化合物用作能量施體材料而將能量施體材料的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料。另外，能量施體材料與鄰近的發光材料間夾有第一取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料和鄰近的發光材料的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能

量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料處於單重激發態。另外，可以提高發光材料中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。

【0056】另外，可以將第一材料所產生的三重激子轉換為單重激子。另外，可以使來源於第一材料的HOMO能階與LUMO能階之差小於來源於第一有機化合物的HOMO能階與LUMO能階之差來增大在第一材料中轉移的載子。另外，可以提高第一材料中的載子的再結合概率。另外，可以將能量從第一材料所產生的激子轉移到能量施體材料。另外，可以在第一材料中生成激子藉由能量施體材料將該激子的能量轉移到發光材料。另外，可以使發光材料處於單重激發態。另外，可以提高發光材料中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0057】第一層包含發光材料FM及激子俘獲(Harvest)型能量施體材料ED(參照圖1E)。可以將有機金屬錯合物、TADF材料或激態錯合物用作能量施體材料ED。能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有取代基 R^1 或取代基 R^2 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制(Dexter)的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制(FRET)的能量轉移佔優勢。注意，一般而言，在能量施體材料ED與發光材料FM的距離為1nm以下時，德克斯特機

制佔優勢(參照圖1D)，在能量施體材料ED與發光材料FM的距離為1nm以上且10nm以下時，福斯特機制佔優勢(參照圖1E)。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。另外，可以提高可靠性。

【0058】參照圖式對實施方式進行詳細說明。注意，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，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。注意，在下面說明的發明結構中，在不同的圖式中共同使用相同的符號來顯示相同的部分或具有相同功能的部分，而省略反復說明。

【0059】

實施方式1

在本實施方式中，參照圖1及圖2說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0060】在本說明書等中，有時將使用金屬遮罩或FMM (Fine Metal Mask，高精細金屬遮罩版)而製造的器件稱為具有MM(Metal Mask)結構的器件。此外，在本說明書等中，將不使用金屬遮罩或FMM而製造的器件稱為具有MML(Metal Mask Less)結構的器件。

【0061】此外，在本說明書等中，有時將在各顏色的發光器件(這裡為藍色(B)、綠色(G)及紅色(R))中分別形成

發光層或分別塗佈發光層的結構稱為SBS(Side By Side)結構。此外，在本說明書等中，有時將可發射白色光的發光器件稱為白色發光器件。白色發光器件藉由與彩色層(例如，濾色片)組合可以用作以全彩色顯示的發光器件。

【0062】此外，發光器件大致可以分為單結構和串聯結構。單結構的器件較佳為具有如下結構：在一對電極間包括一個發光單元，而且該發光單元包括一個以上的發光層。為了得到白色發光，以兩個以上的發光層的各發光處於補色關係的方式選擇發光層即可。例如，藉由使第一發光層的發光顏色與第二發光層的發光顏色處於補色關係，可以得到在發光器件整體上以白色發光的結構。此外，包括三個以上的發光層的發光器件也是同樣的。

【0063】串聯結構的器件較佳為具有如下結構：在一對電極間包括兩個以上的多個發光單元，而且各發光單元包括一個以上的發光層。為了得到白色發光，採用組合從多個發光單元的發光層發射的光來得到白色發光的結構即可。注意，得到白色發光的結構與單結構中的結構同樣。此外，在串聯結構的器件中，較佳為在多個發光單元間設置電荷產生層等中間層。

【0064】此外，在對上述白色發光器件(單結構或串聯結構)和SBS結構的發光器件進行比較的情況下，可以使SBS結構的發光器件的功耗比白色發光器件低。在想要降低功耗時較佳為採用SBS結構的發光器件。另一方面，白色發光器件的製程比SBS結構的發光器件簡單，由此可以

降低製造成本或者提高製造良率，所以是較佳的。

【0065】

<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102及單元103(參照圖1A)。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。

【0066】

<單元103的結構例子>

單元103具有單層結構或疊層結構。例如，單元103包括層111、層112及層113。單元103具有發射光EL1的功能。

【0067】層111具有夾在層112與層113間的區域，層112具有夾在電極101與層111間的區域，層113具有夾在電極102與層111間的區域。

【0068】例如，可以將選自發光層、電洞傳輸層、電子傳輸層、載子障壁層等功能層中的層用於單元103。另外，可以將選自電洞注入層、電子注入層、激子障壁層及電荷產生層等功能層中的層用於單元103。

【0069】

<<層111的結構例子1>>

層111包含發光材料FM、能量施體材料ED及主體材料。

【0070】

[發光材料FM的例子1]

發光材料FM具有發射螢光的功能，發光材料FM具有吸收光譜Abs(參照圖1C)。另外，可以將發光材料FM稱為螢光發光物質。

【0071】發光材料FM的吸收光譜Abs在波長 $\lambda_{abs}(nm)$ 處具有位於最長波長的端部。注意，藉由如下方法可以算出波長 $\lambda_{abs}(nm)$ ：在該吸收光譜的切線的傾斜度為極小的波長中位於最長波長處的波長上劃切線，來將該切線與橫軸的交點的波長作為 $\lambda_{abs}(nm)$ 。換言之， $\lambda_{abs}(nm)$ 為吸收光譜的吸收端。

【0072】

[發光材料FM的例子2]

另外，發光材料FM所發射的螢光具有螢光光譜 ϕ_f ，螢光光譜 ϕ_f 在波長 $\lambda_f(nm)$ 處具有位於最短波長的端部(參照圖1C)。藉由如下方法可以算出 $\lambda_f(nm)$ ：在該螢光光譜的切線的傾斜度為極大的波長中位於最短波長處的波長上劃切線，來將該切線與橫軸的交點的波長作為 $\lambda_f(nm)$ 。換言之， $\lambda_f(nm)$ 為螢光光譜的短波長一側的起始(onset)。

【0073】

[發光材料FM的例子3]

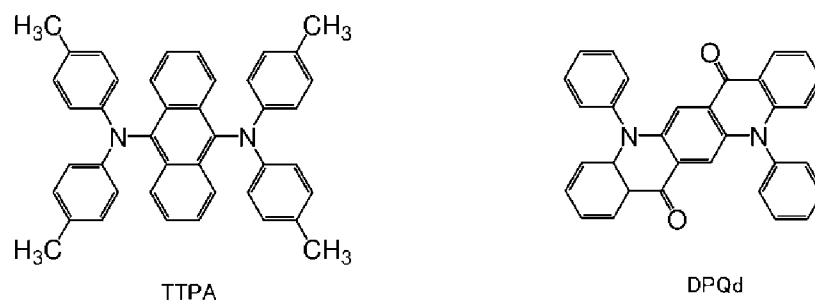
例如，可以將下述螢光發光物質用於層111。注意，螢光發光物質不侷限於此，可以將各種已知的螢光發光物質用於層111。

【0074】明確而言，可以使用N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)-9,10-蒽二胺(簡稱：TTPA)、N,N-二苯基喹吖啶酮(簡

稱：DPQd)等。

【0075】

[化學式1]



【0076】

[能量施體材料ED的例子1]

能量施體材料ED具有將三重激發能轉換為發光的功能，能量施體材料ED的發射光譜 ϕ_p 包括與發光材料FM的吸收光譜Abs重疊的區域OLP(參照圖1C)。另外，區域OLP在位於發光材料FM的吸收光譜Abs的最長波長的吸收帶中。

【0077】例如，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED。有機金屬錯合物具有在室溫下發射磷光的功能，該有機金屬錯合物的磷光光譜與發光材料FM的吸收光譜重疊。就是說，能量施體材料ED的發射光譜與發光材料FM的吸收光譜Abs重疊。

【0078】該有機金屬錯合物的磷光光譜在波長 λ_p (nm)處具有位於最短波長的端部，波長 λ_p 與波長 λ_{abs} 相比位於短波長(參照圖1C)。注意，藉由如下方法可以算出 λ_p (nm)：在該磷光光譜的切線的傾斜度為極大的波長中位於最短

波長處的波長上劃切線，來將該切線與橫軸的交點的波長作為 $\lambda_p(\text{nm})$ 。換言之， $\lambda_p(\text{nm})$ 為磷光光譜的短波長一側的起始(onset)。

【0079】較佳的是，波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 與波長 $\lambda_{abs}(\text{nm})$ 之間的關係由下述數學式(2)表示。由此，發光材料FM的位於最長波長的吸收帶更好地與有機金屬錯合物的磷光光譜重疊。

【0080】

[數學式2]

$$0.05 < 1240 \times \left(\frac{1}{\lambda_p} - \frac{1}{\lambda_{abs}} \right) \leq 0.30 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0081】此外，較佳的是，波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 與波長 $\lambda_f(\text{nm})$ 之間的關係由下述數學式(3)表示。由此，發光材料FM的位於最長波長的吸收帶更好地與有機金屬錯合物的磷光光譜重疊。

【0082】

[數學式3]

$$0 \leq 1240 \times \left(\frac{1}{\lambda_p} - \frac{1}{\lambda_f} \right) \leq 0.1 \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0083】例如，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED。該有機金屬錯合物包括配體，配體包括取代基 R^1 。取代基 R^1 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。

【0084】注意，在取代基 R^1 為烷基的情況下，烷基的碳原子數為3以上且12以下，在取代基 R^1 為環烷基的情況下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，在取代基

R^1 為三烷基矽基的情況下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0085】作為碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基，例如可以舉出異丙基、三級丁基等支鏈烷基。該支鏈烷基不侷限於此。作為碳原子數為3以上且10以下的環烷基，例如可以舉出環丙基、環丁基、環己基、降莰基、金剛烷基等。該環烷基不侷限於此。此外，當該環烷基具有取代基時，作為該取代基，可以舉出甲基、異丙基及三級丁基等碳原子數為1至7的烷基、環戊基、環己基、環庚基及8,9,10-三降莰基等碳原子數為5至7的環烷基、以及苯基、萘基、聯苯基等碳原子數為6至12的芳基等。作為碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基，例如可以舉出三甲基矽基、三乙基矽基、三級丁基二甲基矽基等。該三烷基矽基不侷限於此。

【0086】例如，取代基 R^1 可以包含重氫代替氫。由此，可以抑制氫的脫離。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0087】有機金屬錯合物具有第一HOMO能階HOMO1及第一LUMO能階LUMO1(參照圖1B)。

【0088】

[能量施體材料ED的例子2]

可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED。該有機金屬錯合物包含配體及過渡金屬。例如，可以將過渡金屬用作中心金屬。尤其是，較佳為使用作為中心金屬具有

銨或鉑的有機金屬錯合物。由此，可以得到輻射性三重激發態。另外，可以使有機金屬錯合物在化學上穩定。中心金屬附近的配體易於形成立體龐大的結構，其結果容易抑制德克斯特轉移，從這觀點而言，中心金屬尤其較佳為三價銨。

【0089】 該配體包括第一環及第二環，至少一個取代基 R^1 鍵合於第一環和第二環中的至少一方。

【0090】 注意，第一環為六員環，作為構成原子包含與過渡金屬共價鍵的原子。另外，第二環為五員環或六員環，作為構成原子包含與過渡金屬配位的原子。另外，第一環較佳為苯環。另外，作為與過渡金屬配位的構成原子有時為N諸如吡啶環，也有時為C諸如碳烯。

【0091】

[能量施體材料ED的例子3]

例如，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED。該有機金屬錯合物包括配體。

【0092】 該配體包括苯基吡啶骨架，至少一個取代基 R^1 鍵合於該苯基吡啶骨架的碳。

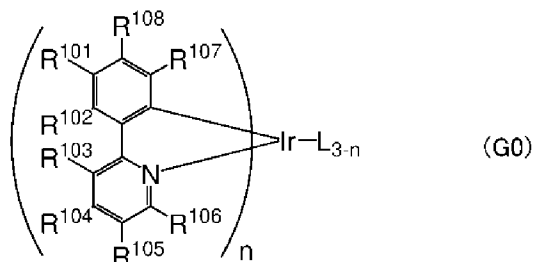
【0093】

[能量施體材料ED的例子4]

例如，可以將由下述通式(G0)表示的有機金屬錯合物用作能量施體材料ED。

【0094】

[化學式 2]



【0095】在上述通式中，L為配體， n 為1以上且3以下的整數。此外， n 較佳為2以上的整數。由此，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。

【0096】另外， R^{101} 至 R^{108} 為氫或取代基， R^{101} 至 R^{108} 包括烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任一個以上。此外，烷基較佳為碳原子數為3以上且12以下的烷基，環烷基的碳原子數較佳為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數較佳為3以上且12以下。換言之，上述取代基 R^1 包括在 R^{101} 至 R^{108} 中。

【0097】由此，可以提高發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0098】

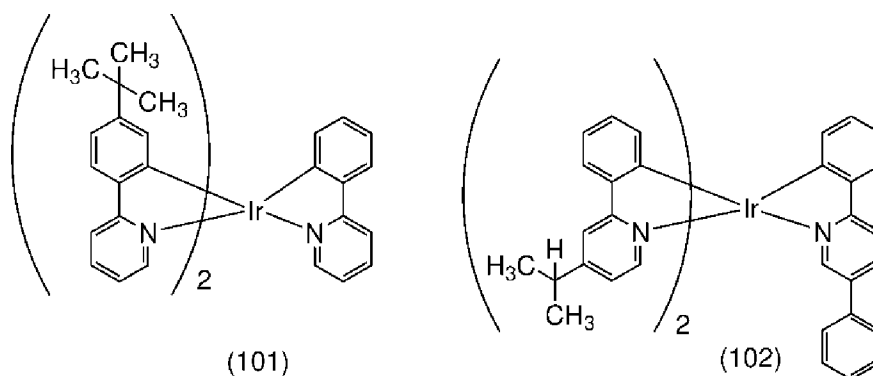
[能量施體材料ED的例子5]

例如，兩個配體具有苯基吡啶骨架及取代基，該取代基鍵合於苯基吡啶骨架的碳。例如，可以將碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基、碳原子數為3以上且12以下的環烷基或碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基用作取代基。

【0099】 以下示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

【0100】

[化學式3]



【0101】

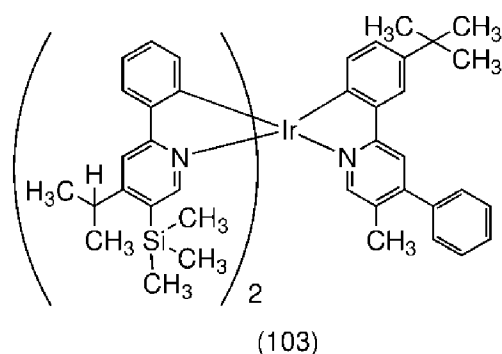
[能量施體材料ED的例子6]

例如，三個配體具有苯基吡啶骨架及單個或多個取代基，該取代基鍵合於苯基吡啶骨架的碳。例如，可以將碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基、碳原子數為3以上且12以下的環烷基或碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基用作取代基。另外，可以將具有相同結構的配體用作三個配體中的兩個。

【0102】 以下示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

【0103】

[化學式 4]

**【 0104 】**

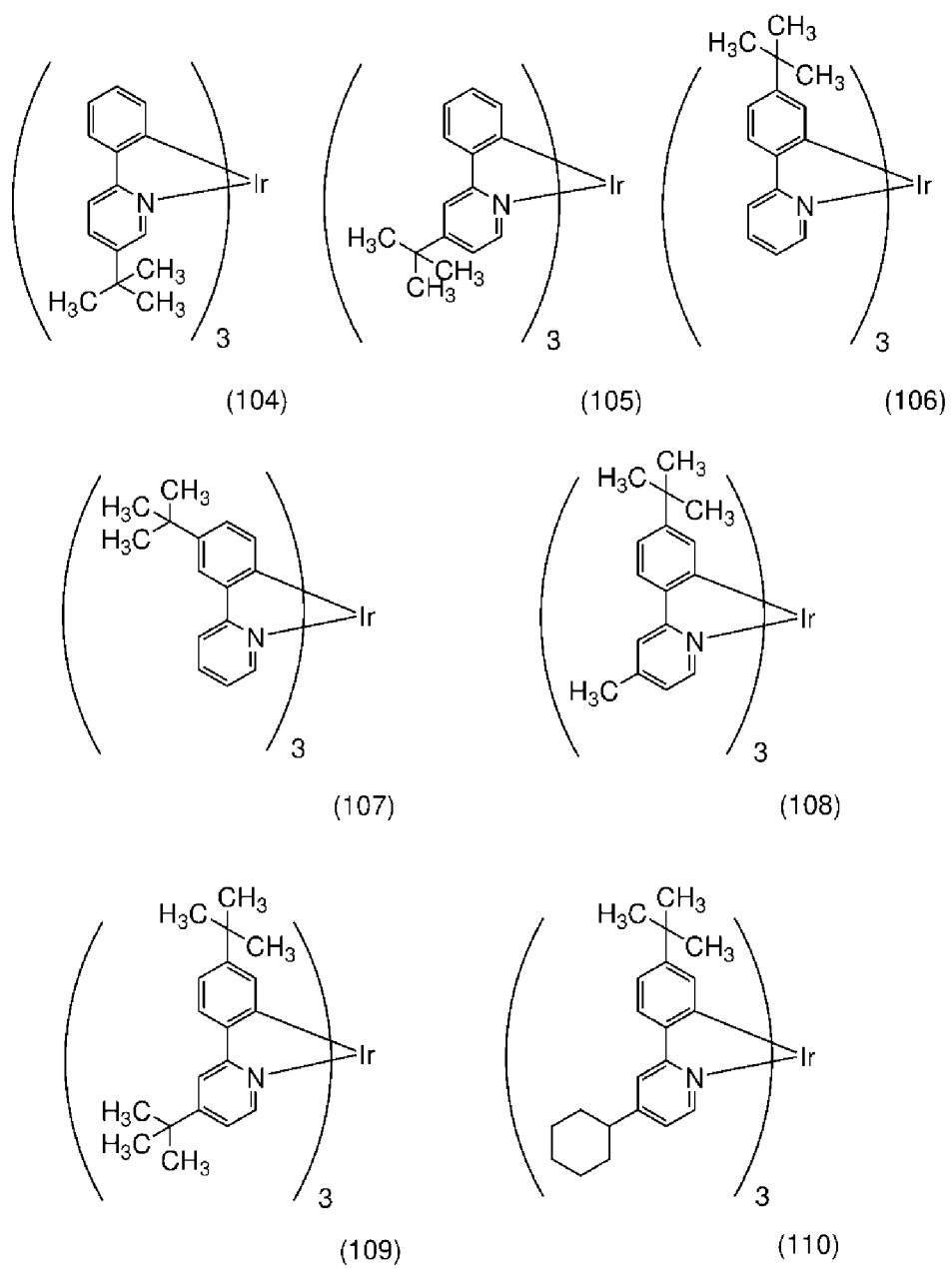
[能量施體材料ED的例子 7]

例如，三個配體具有苯基吡啶骨架及取代基，該取代基鍵合於苯基吡啶骨架的碳。例如，可以將碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基、碳原子數為3以上且12以下的環烷基或碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基用作取代基。另外，可以將具有相同結構的配體用作三個配體。

【 0105 】 以下示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

【 0106 】

[化學式 5]



【 0107 】

[能量施體材料ED的例子 8]

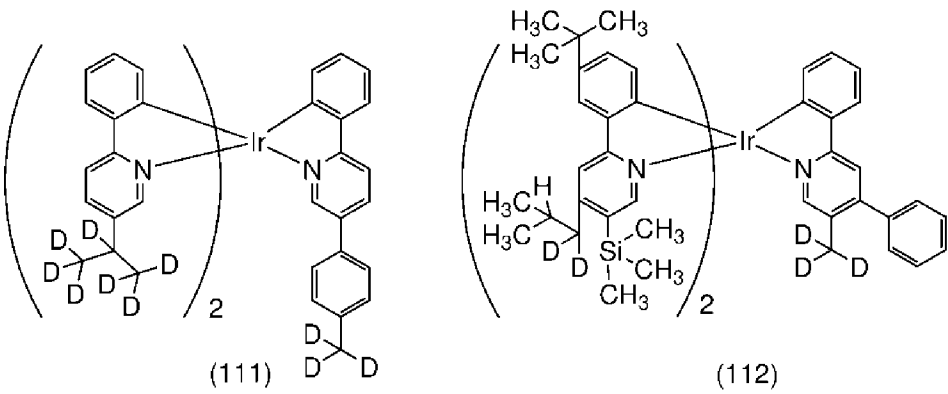
例如，配體具有苯基吡啶骨架及取代基，該取代基鍵合於苯基吡啶骨架的碳。例如，可以將碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基、碳原子數為3以上且12以下的環烷基或碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基

用作取代基，可以將部分或全部的氫被重氫取代的取代基用作該取代基。由此，可以提高可靠性。

【0108】以下示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

【0109】

[化學式6]



【0110】

[能量施體材料ED的例子9]

可以將具有在室溫下發射延遲螢光的功能的有機化合物用於能量施體材料ED。例如，可以將呈現熱活化延遲螢光的物質用於能量施體材料ED。TADF材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，該發射光譜與發光材料FM的吸收光譜重疊。

【0111】該TADF材料的發射光譜在波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 處具有位於最短波長的端部，波長 λ_p 與波長 λ_{abs} 相比位於短波長(參照圖1C)。注意，藉由如下方法可以算出 $\lambda_p(\text{nm})$ ：在該發射光譜的切線的傾斜度為極大的波長中位於最短波長處的波長上劃切線，來將該切線與橫軸的交點的波長作為

$\lambda_p(\text{nm})$ 。換言之， $\lambda_p(\text{nm})$ 為發射光譜的短波長一側的起始(onset)。

【0112】較佳的是，波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 與波長 $\lambda_{abs}(\text{nm})$ 之間的關係由下述數學式(2)表示。由此，發光材料FM的位於最長波長的吸收帶更好地與TADF材料的發射光譜重疊。

【0113】

[數學式4]

$$0.05 < 1240 \times \left(\frac{1}{\lambda_p} - \frac{1}{\lambda_{abs}} \right) \leq 0.30 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0114】此外，較佳的是，波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 與波長 $\lambda_f(\text{nm})$ 之間的關係由下述數學式(3)表示。由此，發光材料FM的位於最長波長的吸收帶更好地與TADF材料的發射光譜重疊。

【0115】

[數學式5]

$$0 \leq 1240 \times \left(\frac{1}{\lambda_p} - \frac{1}{\lambda_f} \right) \leq 0.1 \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0116】例如，可以將TADF材料用作能量施體材料ED。該TADF材料包括取代基 R^1 。取代基 R^1 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。

【0117】注意，在取代基 R^1 為烷基的情況下，烷基的碳原子數為3以上且12以下，在取代基 R^1 為環烷基的情況下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，在取代基 R^1 為三烷基矽基的情況下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0118】例如，取代基 R^1 可以包含重氫代替氫。由此，可以抑制氫的脫離。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0119】TADF材料具有第一HOMO能階HOMO1及第一LUMO能階LUMO1(參照圖1B)。

【0120】

[主體材料的例子1]

主體材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能。注意，可以將第一材料用於主體材料。另外，主體材料是在發光層中的重量比至少大於發光材料的材料，更佳的是在發光層中的重量比最大的材料。例如，可以將呈現熱活化延遲螢光的物質用於主體材料。明確而言，可以將以下所例示的TADF材料用於主體材料。注意，不侷限於此，可以將各種已知的TADF材料用於主體材料。

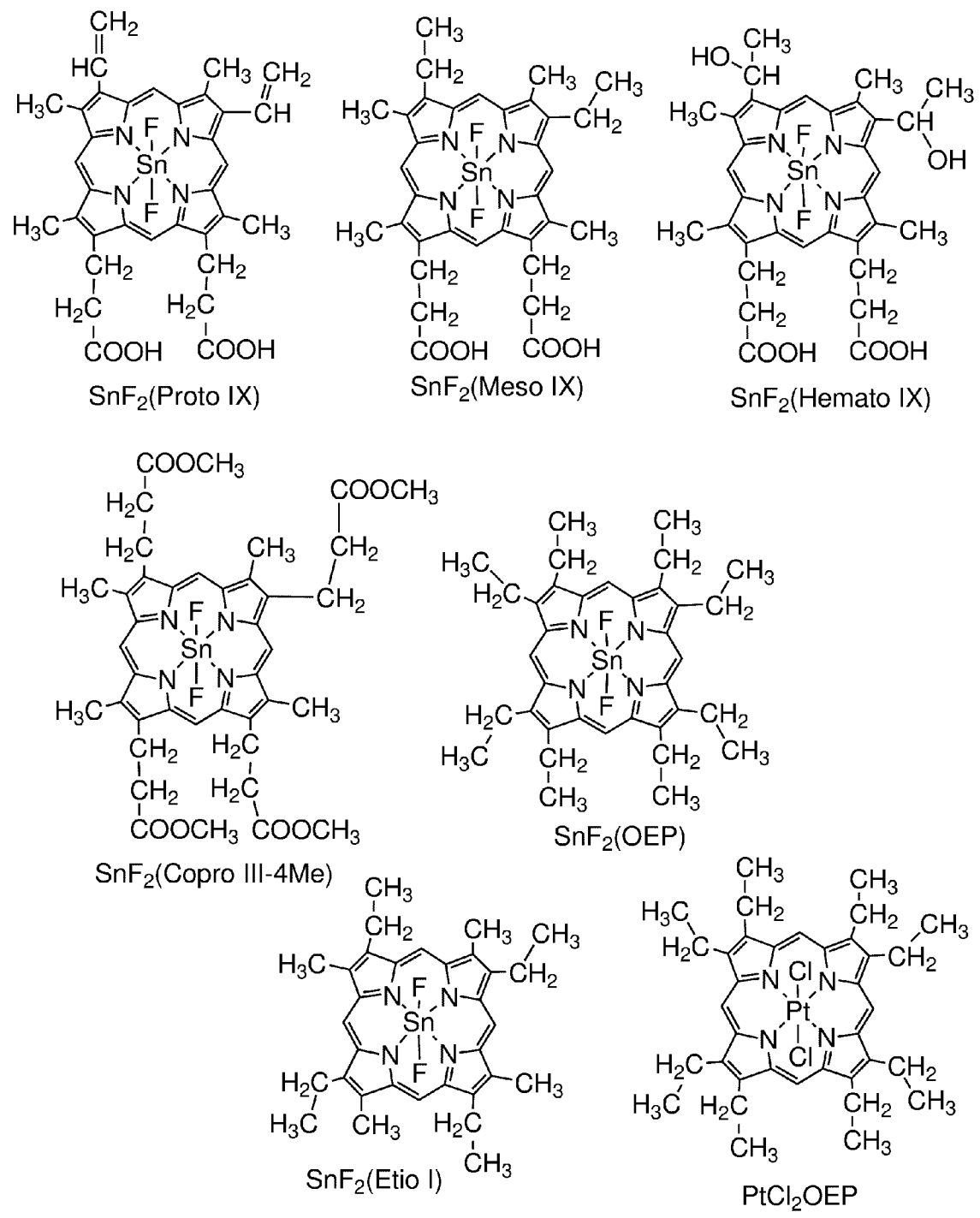
【0121】例如，可以將富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等用於TADF材料。另外，可以將包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等的含金屬紫質用於TADF材料。

【0122】明確而言，可以使用以下述結構式表示的原紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、冀紫質四甲酯-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$)以及八乙基紫質-氯化鉑錯合物

(PtCl₂OEP)等。

【 0123 】

[化學式 7]



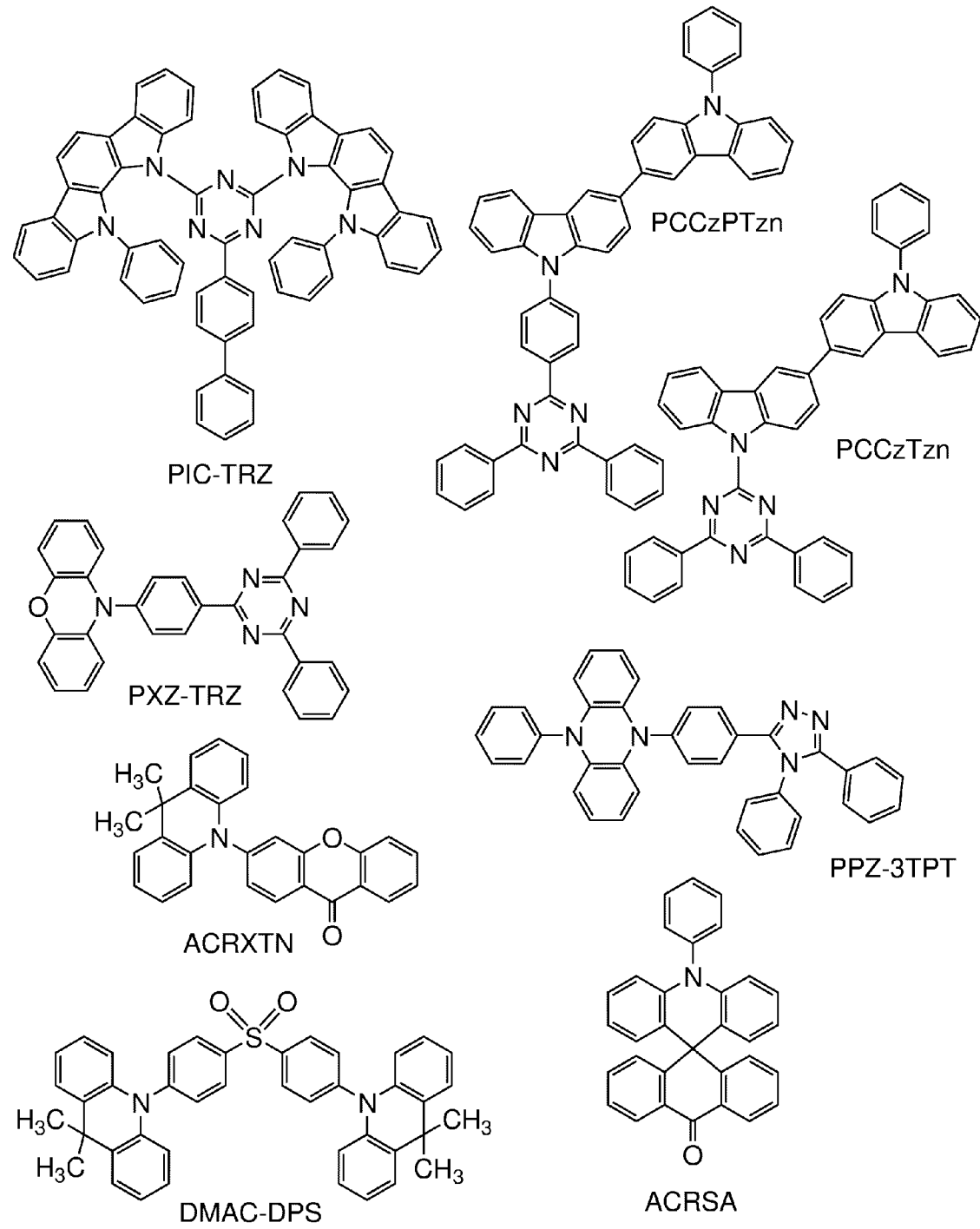
【 0124 】 另外，例如可以將具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物用於TADF材

料。

【0125】明確而言，可以使用以下述結構式表示的2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶并[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-5,10-二氫啡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三嗪(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。

【0126】

[化學式 8]



【0127】另外，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、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、嗒咭骨架)及

三嗪骨架穩定且可靠性良好，所以是較佳的。尤其是，苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的受體性高且可靠性良好，所以是較佳的。

【0128】另外，在具有富 π 電子型雜芳環的骨架中，吡啶骨架、啡啶骨架、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，特別較佳為使用吡咯骨架、吡嗪骨架、吡啶并吡嗪骨架、聯吡嗪骨架、3-(9-苯基-9H-吡嗪-3-基)-9H-吡嗪骨架。

【0129】在富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環直接鍵合的物質中，富 π 電子雜芳環的電子供給性和缺 π 電子型雜芳環的電子接受性都高而S1能階與T1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。另外，也可以使用鍵合有如氰基等拉電子基團的芳香環代替缺 π 電子型雜芳環。此外，作為富 π 電子骨架，可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。

【0130】此外，作為缺 π 電子骨架，可以使用氧雜蒽骨架、二氧化噻吩(thioxanthene dioxide)骨架、噻二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、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、氧化膦骨架、砷

骨架等。

【0131】如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環和富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0132】

[主體材料的例子2]

另外，可以將混合多種物質的材料用於主體材料。換言之，可以將混合多種物質的材料用於第一材料。例如，可以將由物質A和物質B的混合物構成且物質A和物質B形成激態錯合物的混合材料用於主體材料。較佳的是，可以將具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的混合材料用於主體材料。注意，該混合材料中的具有電洞傳輸性材料和具有電子傳輸性的材料的重量比的值為(具有電洞傳輸性的材料/具有電子傳輸性的材料) $\geq$ (1/19)以上且(19/1)以下即可。由此，可以容易地調整層111的載子傳輸性。另外，可以簡便地進行再結合區域的控制。

【0133】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。或者，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。由此，可以高效地形成激態錯合物。另外，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。明確而言，可以利用循環伏安法(CV)測定法測量還原電位及氧化電位。

【0134】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。

【0135】

[主體材料的例子3]

用於主體材料的第一材料具有第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2。注意，在將多個物質的混合材料用於主體材料時，可以將多個材料的HOMO能階中的最高的HOMO能階用作第二HOMO能階HOMO2。另外，可以將多個材料的LUMO能階中的最低的LUMO能階用作第二LUMO能階LUMO2。

【0136】第一HOMO能階HOMO1、第一LUMO能階LUMO1、第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2滿足下述數學式(1)。

【 0137】

[數學式 6]

$$(LUMO2 - HOMO2) < (LUMO1 - HOMO1) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【 0138】由此，可以將有機金屬錯合物或 TADF 材料用作能量施體材料 ED 而將能量施體材料 ED 的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料 FM。另外，能量施體材料 ED 與鄰近的發光材料 FM 間夾有取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料 ED 和鄰近的發光材料 FM 的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料 FM 處於單重激發態。另外，可以提高發光材料 FM 中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。

【 0139】另外，可以將主體材料所產生的三重激子轉換為單重激子。另外，可以使來源於主體材料的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差小於來源於能量施體材料 ED 的 HOMO 能階與 LUMO 能階之差來增大在主體材料中轉移的載子。另外，可以提高主體材料中的載子的再結合概率。另外，可以將能量從主體材料所產生的激子轉移到能量施體材料 ED。另外，可以在主體材料中生成激子藉由能量施體材料 ED 將該激子的能量轉移到發光材料 FM。另外，可以使發光材料 FM 處於單重激發態。另外，可以提高發光材料 FM 中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優

異的新穎發光器件。

【0140】

[主體材料的例子4]

主體材料的第二HOMO能階HOMO2比能量施體材料ED的第一HOMO能階HOMO1高(參照圖1B)。另外，主體材料的第二LUMO能階LUMO2比能量施體材料ED的第一LUMO能階LUMO1低。

【0141】 由此，可以增大在主體材料中轉移的載子。另外，可以提高主體材料中的載子的再結合概率。另外，可以將能量從主體材料所產生的激子轉移到能量施體材料ED。另外，可以在主體材料中生成激子藉由能量施體材料ED將該激子的能量轉移到發光材料FM。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0142】

[發光材料FM的例子4]

可用於本發明的一個實施方式的發光器件的較佳的發光材料FM包括至少一個取代基 R^2 。

【0143】 取代基 R^2 從甲基、具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中選擇。注意，在取代基 R^2 為具有支鏈的烷基的情況下，具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，在取代基 R^2 為環烷基的情況下，環烷

基的成環碳原子數為3以上且10以下，在取代基 R^2 為三烷基矽基的情況下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0144】作為碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基，例如可以舉出異丙基、三級丁基等支鏈烷基。該支鏈烷基不侷限於此。作為碳原子數為3以上且10以下的環烷基，例如可以舉出環丙基、環丁基、環己基、降莖基、金剛烷基等。該環烷基不侷限於此。此外，當該環烷基具有取代基時，作為該取代基，可以舉出甲基、異丙基及三級丁基等碳原子數為1至7的烷基、環戊基、環己基、環庚基及8,9,10-三降莖基等碳原子數為5至7的環烷基、以及苯基、萘基、聯苯基等碳原子數為6至12的芳基等。作為碳原子數為3以上且12以下的三烷基矽基，例如可以舉出三甲基矽基、三乙基矽基、三級丁基二甲基矽基等。該三烷基矽基不侷限於此。

【0145】在取代基 R^2 為具有支鏈的烷基的情況下，例如可以將二級烷基或三級烷基用作取代基 R^2 。明確而言，可以將鍵合於母骨架的碳具有支鏈的烷基用作取代基 R^2 。由此，可以減少 α 氫個數。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0146】在取代基 R^2 為具有支鏈的烷基的情況下，例如可以將碳原子數為3以上且4以下的烷基用作取代基 R^2 。

【0147】在取代基 R^2 為環烷基的情況下，例如可以將碳原子數為3以上且6以下的環烷基用作取代基 R^2 。

【0148】在取代基 R^2 為三烷基矽基的情況下，例如可以將三甲基矽基用作取代基 R^2 。

【0149】由此，發光材料FM與鄰近的能量施體材料ED間夾有取代基 R^2 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0150】例如，取代基 R^2 可以包含重氫代替氫。由此，可以抑制氫的脫離。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0151】

[發光材料FM的例子5]

可用於本發明的一個實施方式的發光器件的發光材料FM具有稠合芳香環或稠合雜芳環以及五個以上的取代基 R^2 。

【0152】該稠合芳香環或該稠合雜芳環為3環以上且10環以下。另外，五個以上的取代基 R^2 分別獨立地包括具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基或者三烷基矽基。換言之，至少五個取代基 R^2 不是甲基。注意，在取代基 R^2 為具有支鏈的烷基的情況下，具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，在取代基 R^2 為環烷基的情況下，環烷

基的成環碳原子數為3以上且10以下，在取代基 R^2 為三烷基矽基的情況下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0153】

[發光材料FM的例子6]

可用於本發明的一個實施方式的發光器件的發光材料FM具有稠合芳香環或稠合雜芳環以及三個以上的取代基 R^2 。

【0154】 該稠合芳香環或該稠合雜芳環為3環以上且10環以下。另外，三個以上的取代基 R^2 不與稠合芳香環或稠合雜芳環直接鍵合。另外，三個以上的取代基 R^2 分別獨立地包括烷基、取代或未取代的環烷基或者三烷基矽基。另外，在取代基 R^2 為烷基的情況下，烷基的碳原子數為3以上且12以下，在取代基 R^2 為環烷基的情況下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，在取代基 R^2 為三烷基矽基的情況下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0155】

[發光材料FM的例子7]

可用於本發明的一個實施方式的發光器件的發光材料FM具有稠合芳香環或稠合雜芳環以及二芳基胺基。

【0156】 該稠合芳香環或該稠合雜芳環為3環以上且10環以下。另外，二芳基胺基的氮原子鍵合於稠合芳香環或稠合雜芳環，二芳基胺基的芳基鍵合於取代基 R^2 。

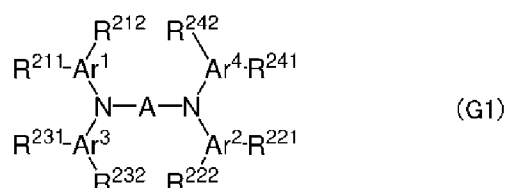
【0157】

[發光材料FM的例子8]

例如，可以將由下述通式(G1)表示的有機化合物用作發光材料FM。

【0158】

[化學式9]



【0159】在上述通式中，A為 π 共軛體系，例如可以將稠合芳香環或稠合雜芳環用作A。明確而言，可以將3環以上且10環以下的稠合芳香環或3環以上且10環以下的稠合雜芳環用作A。

【0160】另外， R^{211} 至 R^{242} 為氫或取代基， R^{211} 至 R^{242} 包括具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任一個以上。此外，具有支鏈的烷基較佳為碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基，環烷基的碳原子數較佳為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數較佳為3以上且12以下。換言之，上述取代基 R^2 包括在 R^{211} 至 R^{242} 中。

【0161】另外，N為氮原子， Ar^1 至 Ar^4 為芳基。換言之，發光材料FM具有二芳基胺基。二芳基胺基的氮原子鍵合於A，二芳基胺基的芳基鍵合於取代基 R^2 。此外，發光材料FM較佳為具有兩個以上的二芳基胺基。

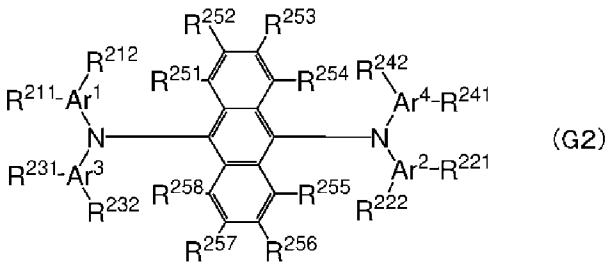
【0162】

[發光材料FM的例子9]

例如，可以將由下述通式(G2)或通式(G3)表示的有機化合物用作發光材料FM。

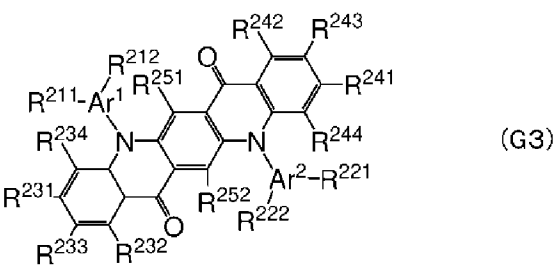
【 0163】

[化學式 10]



【 0164】

[化學式 11]



【 0165】 在上述通式中，R²¹¹至R²⁵⁸為氫或取代基，R²¹¹至R²⁵⁸包括具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任一個以上。此外，具有支鏈的烷基較佳為碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基，環烷基的碳原子數較佳為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數較佳為3以上且12以下。換言之，上述取代基R²包括在R²¹¹至R²⁵⁸中。

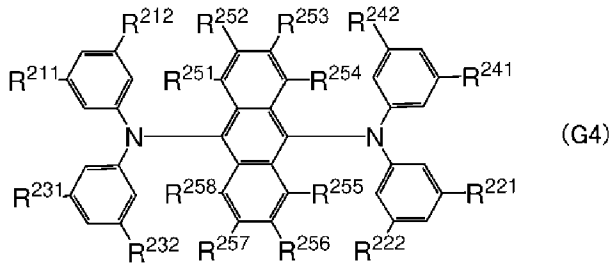
【 0166】

[發光材料FM的例子10]

例如，可以將由下述通式(G4)或通式(G5)表示的有機化合物用作發光材料FM。

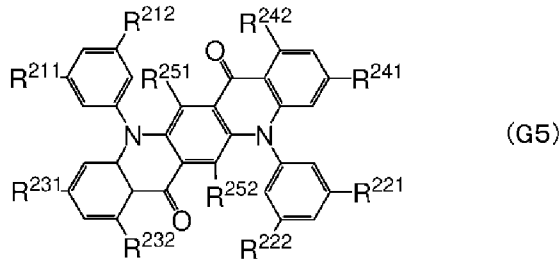
【 0167】

[化學式 12]



【 0168】

[化學式 13]



【 0169】 在上述通式中，R²¹¹至R²⁵⁸為氫或取代基，R²¹¹至R²⁵⁸包括具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任一個以上。此外，具有支鏈的烷基較佳為碳原子數為3以上且12以下的二級烷基或三級烷基，環烷基的碳原子數較佳為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數較佳為3以上且12以下。換言之，上述取代基R²包括在R²¹¹至R²⁵⁸中，在二芳基胺基中取代基R²與位於鍵合於氮原子的苯環的碳原子之間位的碳原子鍵合。

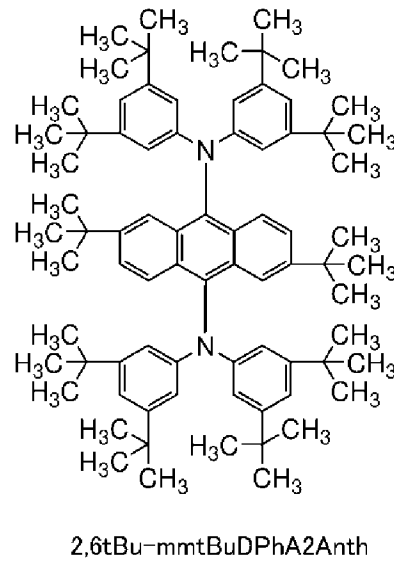
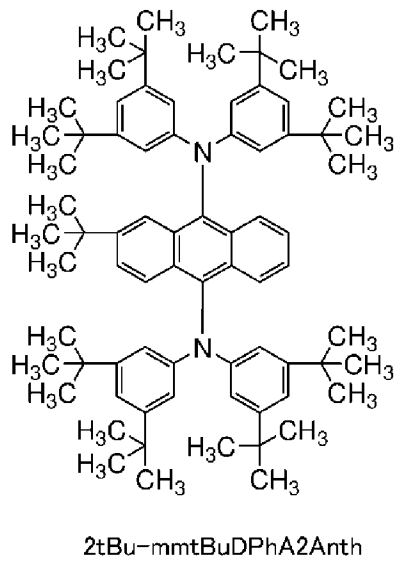
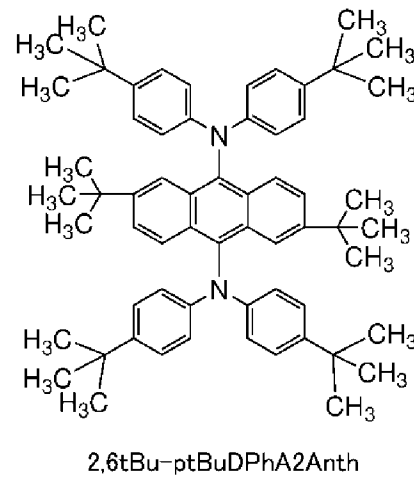
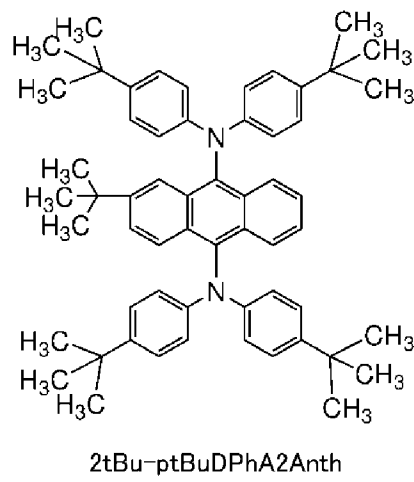
【 0170】 由此，可以將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態

的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有第一取代基 R^1 及第二取代基 R^2 。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光材料FM的發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0171】以下示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

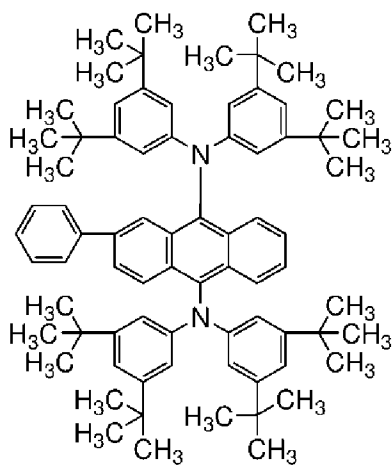
【0172】

[化學式 14]

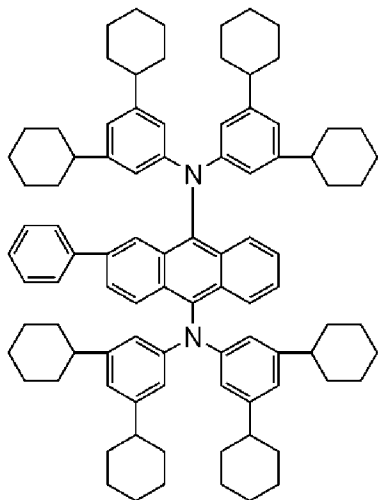


【 0173 】

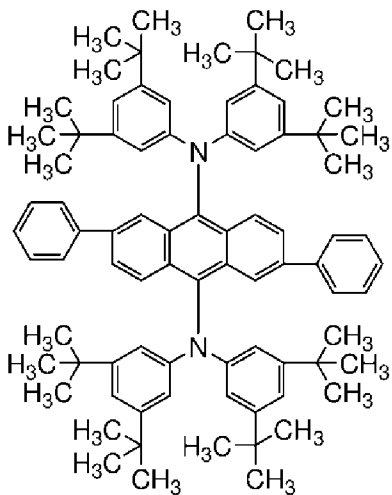
[化學式 15]



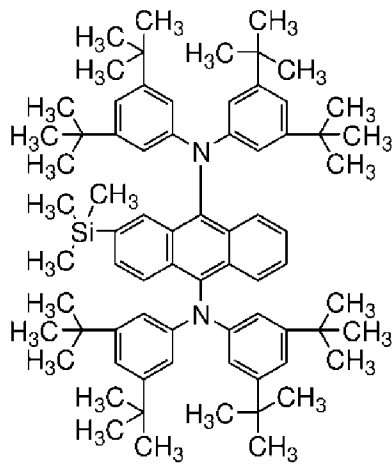
2Ph-mmtBuDPhA2Anth



2Ph-mmchDPhA2Anth



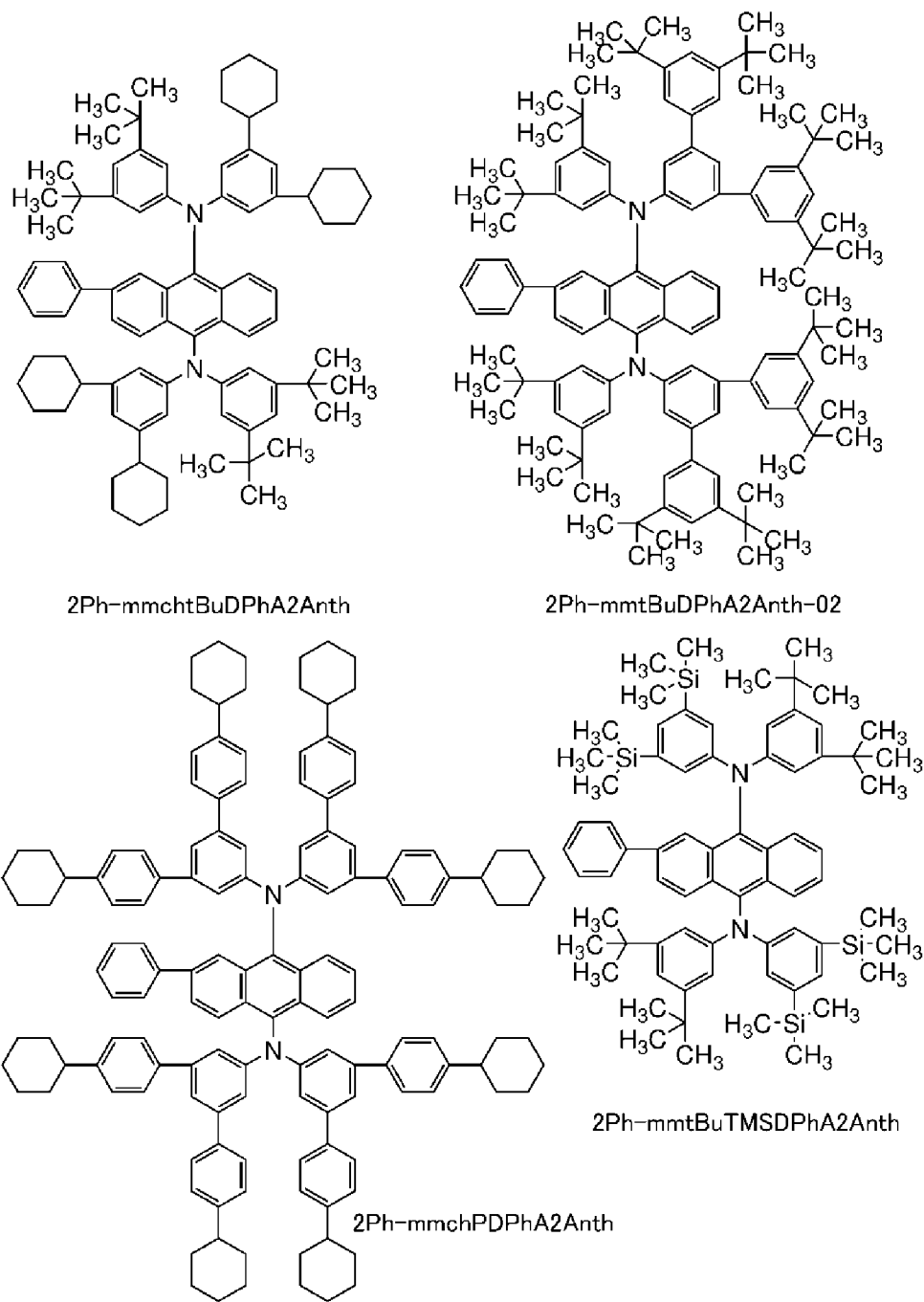
2,6Ph-mmtBuDPhA2Anth



2TMS-mmtBuDPhA2Anth

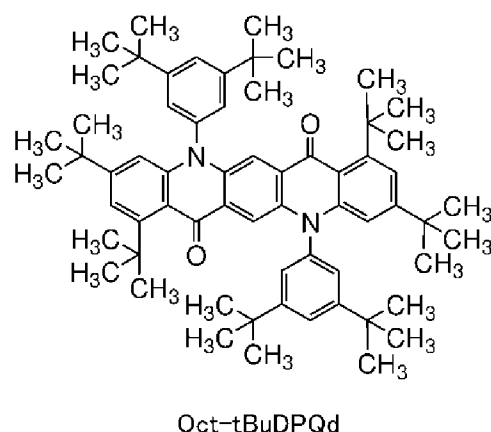
【 0174 】

[化學式 16]



【 0175 】

[化學式 17]



【 0176 】

[發光材料FM的例子 10]

發光材料FM具有第三LUMO能階LUMO3(參照圖1B)。第三LUMO能階LUMO3比主體材料的第二LUMO能階LUMO2高。

【 0177 】由此，可以抑制發光材料FM俘獲電子。另外，可以抑制發光材料FM中的載子的再結合概率。另外，可以抑制隨著發光材料FM中的載子的再結合而生成三重激發態的發光材料FM的現象。另外，可以在主體材料中生成激子藉由能量施體材料ED將該激子的能量轉移到發光材料FM。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【 0178 】

<<層111的結構例子2>>

層111包含發光材料FM、能量施體材料ED及主體材

料。注意，層111的結構例子2與層111的結構例子1的不同之處在於層111包含載子的俘獲能階。

【0179】

[能量施體材料ED的例子2]

能量施體材料ED的第一HOMO能階HOMO1比主體材料的第二HOMO能階HOMO2高(參照圖2A)。

【0180】由此，可以使能量施體材料ED容易俘獲電洞。另外，可以提高能量施體材料ED中的載子的再結合概率。另外，可以將有機金屬錯合物或TADF材料用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0181】

[能量施體材料ED的例子3]

能量施體材料ED的第一LUMO能階LUMO1比主體材料的第二LUMO能階LUMO2低(參照圖2B)。

【0182】由此，可以使能量施體材料ED容易俘獲電

子。另外，可以提高能量施體材料ED中的載子的再結合概率。另外，可以將有機金屬錯合物或TADF材料用作能量施體材料ED而將能量施體材料ED的能量，尤其是三重激發態的能量轉移到發光材料FM。另外，能量施體材料ED與鄰近的發光材料FM間夾有取代基 R^1 。另外，可以使能量施體材料ED和鄰近的發光材料FM的中心間距離合適。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。另外，可以使基於福斯特機制的能量轉移佔優勢。另外，可以使發光材料FM處於單重激發態。另外，可以提高發光材料FM中的單重激發態的產生概率。另外，可以提高發光效率。其結果是，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0183】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0184】

實施方式2

在本實施方式中，參照圖1及圖2說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0185】

<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102及單元103。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。

【0186】

<單元 103 的結構例子>

單元 103 具有單層結構或疊層結構。例如，單元 103 包括層 111、層 112 及層 113 (參照圖 1A)。單元 103 具有發射光 EL1 的功能。

【0187】 例如，可以將選自發光層、電洞傳輸層、電子傳輸層、載子障壁層等功能層中的層用於單元 103。

【0188】 層 111 具有夾在層 112 與層 113 間的區域，層 112 具有夾在電極 101 與層 111 間的區域，層 113 具有夾在電極 102 與層 111 間的區域。例如，可以將實施方式 1 所說明的結構用於層 111。

【0189】

<<層 112 的結構例子>>

例如，可以將具有電洞傳輸性的材料用於層 112。另外，可以將層 112 稱為電洞傳輸層。注意，較佳為將其能帶間隙大於層 111 中的發光性材料的材料用於層 112。因此，可以抑制從層 111 所產生的激子向層 112 的能量轉移。

【0190】

[具有電洞傳輸性的材料]

可以將電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料適合用作具有電洞傳輸性的材料。

【0191】 例如，可以將胺化合物或具有富 π 電子雜芳環骨架的有機化合物用作具有電洞傳輸性的材料。明確而言，可以使用具有芳香胺骨架的化合物、具有呋唑骨架的化合物、具有噻吩骨架的化合物、具有呋喃骨架的化合物

等。尤其是，具有芳香胺骨架的化合物或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。

【0192】作為具有芳香胺骨架的化合物，例如可以使用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-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(簡稱：PCBASf)等。

【0193】作為具有咔唑骨架的化合物，例如可以使用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。

【0194】作為具有噻吩骨架的化合物，例如可以使用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-芴-9-基)苯基]二苯并噻

吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等。

【0195】作為具有呋喃骨架的化合物，例如可以使用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-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱：mmDBFFLBI-II)等。

【0196】

<<層113的結構例子>>

例如，可以將具有電子傳輸性的材料、具有蒽骨架的材料及混合材料等用於層113。另外，可以將層113稱為電子傳輸層。注意，較佳為將其能帶間隙大於層111中的發光性材料的材料用於層113。因此，可以抑制從層111所產生的激子向層113的能量轉移。

【0197】

[具有電子傳輸性的材料]

例如，可以將金屬錯合物或具有缺 π 電子雜芳環骨架的有機化合物用作具有電子傳輸性的材料。

【0198】可以將如下材料適合用於具有電子傳輸性的材料：在電場強度[V/cm]的平方根為600的條件下，電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下的材料。由此，可以控制電子傳輸層中的電子的傳輸性。另外，可以控制向發光層的電子注入量。另外，可以防止發光層成為電子過多的狀態。

【0199】作為金屬錯合物，例如可以使用雙(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。

【0200】作為包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物，例如可以使用具有聚唑(polyazole)骨架的雜環化合物、具有二噁骨架的雜環化合物、具有吡啶骨架的雜環化合物、具有三噁骨架的雜環化合物等。尤其是，具有二噁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。此外，具有二噁(噻啞或吡噁)骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，而可以降低驅動電壓。

【0201】作為具有多唑骨架的雜環化合物，例如可以使用2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-呋二唑(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-呋二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-呋二唑-2-基)苯基]-9H-吡啶(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。

【0202】作為具有二噁骨架的雜環化合物，例如可以使用2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹呋啉(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)、4,8-雙[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]喹啉(簡稱：4,8mDBtP2Bqn)等。

【0203】作為具有吡啶骨架的雜環化合物，例如可以使用3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(簡稱：TmPyPB)等。

【0204】作為具有三嗪骨架的雜環化合物，例如可以使用2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)、2-[(1,1'-聯苯)-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]蔡并[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]蔡并[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。

【0205】

[具有蒽骨架的材料]

可以將具有蒽骨架的有機化合物用於層113。尤其是，可以適合使用具有蒽骨架和雜環骨架的兩者的有機化合物。

【0206】例如，可以使用具有蔥骨架及含氮五員環骨架的兩者的有機化合物。另外，可以使用環中包含兩個雜原子的含氮五員環骨架和蔥骨架的兩者的有機化合物。明確而言，可以將吡唑環、咪唑環、噁唑環、噻唑環等適合用於該雜環骨架。

【0207】例如，可以使用具有蔥骨架及含氮六員環骨架的兩者的有機化合物。另外，可以使用環中包含兩個雜原子的含氮六員環骨架和蔥骨架的兩者的有機化合物。明確而言，可以將吡嗪環、吡啶環、嗒吡環等適合用於該雜環骨架。

【0208】

[混合材料的結構例子]

另外，可以將混合多種物質的材料用於層113。明確而言，可以將包含鹼金屬、鹼金屬化合物或鹼金屬錯合物及具有電子傳輸性的物質的混合材料用於層113。注意，具有電子傳輸性的材料的HOMO能階更佳為-6.0eV以上。

【0209】另外，可以與將複合材料用於層104的結構組合而將該混合材料適合用於層113。例如，可以將具有受體性的物質及具有電洞傳輸性的材料的複合材料用於層104。明確而言，可以將具有受體性的物質與具有-5.7eV以上且-5.4eV以下的較深HOMO能階HM1的物質的複合材料用於層104(參照圖2C)。尤其是，可以將該複合材料與用於層104的結構組合而將該混合材料適合用於層113。由此，可以提高發光器件的可靠性。

【0210】另外，組合將該混合材料用於層113且將上述複合材料用於層104的結構和將具有電洞傳輸性的材料用於層112的結構而適合地使用。例如，可以將相對於上述較深HOMO能階HM1在 -0.2eV 以上且 0eV 以下的範圍具有HOMO能階HM2的物質用於層112(參照圖2C)。由此，可以提高發光器件的可靠性。注意，在本說明書等中，有時將上述發光器件稱為Recombination-Site Tailoring Injection結構(ReSTI結構)。

【0211】鹼金屬、鹼金屬化合物或鹼金屬錯合物較佳為以在層113的厚度方向上有濃度差(包括濃度差為0的情況)的方式存在。

【0212】例如，可以使用具有8-羥基喹啉結構的金屬錯合物。另外，也可以使用具有8-羥基喹啉結構的金屬錯合物的甲基取代物(例如，2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。

【0213】作為具有8-羥基喹啉結構的金屬錯合物，可以使用8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)、8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Naq)等。尤其是，一價的金屬離子的錯合物中，較佳為使用鋰錯合物，更佳為使用Liq。

【0214】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0215】

實施方式3

在本實施方式中，參照圖1A說明本發明的一個實施方

式的發光器件150的結構。

【 0216】

<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及層104。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。另外，層104具有夾在電極101與單元103間的區域。另外，例如可以將實施方式2所說明的結構用於單元103。

【 0217】

<電極101的結構例子>

例如，可以將導電材料用於電極101。明確而言，可以將金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等用於電極101。例如，可以適合使用具有4.0eV以上的功函數的材料。

【 0218】 例如，可以使用氧化銦-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(ITSO)、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。

【 0219】 另外，例如可以使用金(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，可以使用石墨烯。

【 0220】

<<層104的結構例子>>

例如，可以將具有電洞注入性的材料用於層104。另外，可以將層104稱為電洞注入層。

【0221】明確而言，可以將具有受體性的物質用於層104。或者，可以將具有受體性的物質及具有電洞傳輸性的材料的複合材料用於層104。由此，例如可以從電極101容易注入電洞。另外，可以降低發光器件的驅動電壓。

【0222】

[具有受體性的物質]

可以將有機化合物及無機化合物用作具有受體性的物質。具有受體性的物質借助於施加電場而能夠從相鄰的電洞傳輸層或具有電洞傳輸性的材料抽出電子。

【0223】例如，可以將具有拉電子基團(鹵基或氰基)的化合物用作具有受體性的物質。另外，具有受體性的有機化合物可以利用蒸鍍容易地形成。因此，可以提高發光器件的生產率。

【0224】明確而言，可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-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。

【0225】尤其是，HAT-CN這樣的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熱穩定，所以是較佳的。

【0226】另外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基或氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高，所以是較佳的。

【0227】明確而言，可以使用 α,α',α'' -1,2,3-環烷三亞基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-環丙三亞基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-環烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

【0228】另外，可以將鉬氧化物或釩氧化物、鈮氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等用於具有受體性的物質。

【0229】另外，可以使用酞青類錯合物化合物如酞青(簡稱： H_2Pc)或銅酞青($CuPc$)等；具有芳香胺骨架的化合物如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)等。

【0230】另外，可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子等。

【0231】

[複合材料的結構例子1]

另外，可以將複合多種物質的材料用於具有電洞注入性的材料。例如，可以將具有受體性的物質及具有電洞傳輸性的材料用於複合材料。由此，除了功函數較大的材料以外，還可以將功函數較小的材料用於電極101。或者，不依賴於功函數，可以從寬範圍的材料中選擇用於電極101的材料。

【0232】例如，可以將具有芳香胺骨架的化合物、呋啉衍生物、芳烴基、具有乙烯基的芳烴基、高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)等用作複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。另外，可以將電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料適合用作複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。

【0233】另外，可以將具有較深HOMO能階的物質適合用於複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。明確而言，HOMO能階較佳為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下。由此，可以容易將電洞注入到單元103。另外，可以容易將電洞注入到層112。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0234】作為具有芳香胺骨架的化合物，例如可以使用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。

【0235】作為呋啉衍生物，例如可以使用3-[N-(9-苯基呋啉-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基呋啉(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基呋啉-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基呋啉(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基呋啉-3-基)胺基]-9-苯基呋啉(簡稱：PCzPCN1)、4,4'-二(N-呋啉基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-呋啉基)苯基]苯

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

【0236】作為芳烴，例如可以使用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、稠五苯、蔻等。

【0237】作為具有乙烯基的芳烴，例如可以使用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。

【0238】作為高分子化合物，例如可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(簡稱：PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)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。

【0239】另外，例如可以將具有呋唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意個的物質適合作複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。另外，可以使用如下物質，亦即包含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-菲基藉由伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺的物質。注意，當使用包括N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以提高發光器件的可靠性。

【0240】作為這些材料，例如可以使用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-對三聯苯基(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)、4,4'-二苯基-4''-(6；1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBAαNβNB)、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)、4,4'-二苯基-4''-(6；2'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7；2'-聯萘基-2-基)-三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4；2'-聯萘基-1-基)三苯基胺(簡稱：BBA β N α NB)、4,4'-二苯基-4''-(5；2'-聯萘基-1-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-苯基-4'-(1-萘基)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'-(咔唑-9-基)聯苯-4-基]三苯基胺(簡稱：YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(1,1'-聯苯-4-基)胺(簡稱：YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咔唑-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-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺雙[9H-蒽]-2-胺(簡稱：PCBNBSF)、N,N-雙([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-蒽]-2-胺(簡稱：BBASF)、N,N-雙(1,1'-聯苯-4-基)-9,9'-螺雙[9H-蒽]-4-胺(簡稱：BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-蒽-2-基)-9,9'-螺雙[9H-蒽]-4-胺(簡稱：oFBiSF)、N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-蒽-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)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱:PCBBiF)、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-4-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-3-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-2-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-1-胺等。

【0241】

[複合材料的結構例子2]

例如，可以將包含具有受體性的物質、具有電洞傳輸性的材料及鹼金屬的氟化物或鹼土金屬的氟化物的複合材料用作具有電洞注入性的材料。尤其是，可以適合使用氟原子的原子比率為20%以上的複合材料。因此，可以降低層111的折射率。此外，可以在發光器件內部形成折射率

低的層。另外，可以提高發光器件的外部量子效率。

【0242】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0243】

實施方式4

在本實施方式中，參照圖1A說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0244】

<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及層105。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。另外，層105具有夾在單元103與電極102間的區域。另外，例如可以將實施方式2所說明的結構用於單元103。

【0245】

<電極102的結構例子>

例如，可以將導電材料用於電極102。明確而言，可以將金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等用於電極102。例如，可以將功函數小於電極101的材料用於電極102。明確而言，可以使用具有3.8eV以下的功函數的材料。

【0246】例如，可以將屬於元素週期表中的第1族的元素、屬於元素週期表中的第2族的元素、稀土金屬及包含它們的合金用於電極102。

【0247】明確而言，可以將鋰(Li)、銫(Cs)等、鎂(Mg)、鈣(Ca)、銦(Sr)等、銦(Eu)、鐿(Yb)等及包含它們的合金(MgAg、AlLi)用於電極102。

【0248】

<<層105的結構例子>>

例如，可以將具有電子注入性的材料用於層105。另外，可以將層105稱為電子注入層。

【0249】明確而言，可以將具有施體性的物質用於層105。或者，可以將具有施體性的物質及具有電子傳輸性的材料的複合材料用於層105。或者，可以將電子化合物用於層105。由此，例如可以從電極102容易注入電子。或者，除了功函數較小的材料以外，還可以將功函數較大的材料用於電極102。或者，不依賴於功函數，可以從寬範圍的材料中選擇用於電極102的材料。明確而言，可以將Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用於電極102。另外，可以降低發光器件的驅動電壓。

【0250】

[具有施體性的物質]

例如，可以將鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬或它們的化合物(氧化物、鹵化物、碳酸鹽等)用作具有施體性的物質。另外，可以將四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物用作具有施體性的物質。

【0251】作為鹼金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、

碳酸鹽)，可以使用氧化鋰、氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、碳酸鋰、碳酸銫、8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)等。

【0252】作為鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)，可以使用氟化鈣(CaF₂)等。

【0253】

[複合材料的結構例子1]

另外，可以將複合多種物質的材料用於具有電子注入性材料。例如，可以將具有施體性的物質及具有電子傳輸性的材料用於複合材料。

【0254】例如，可以將金屬錯合物或具有缺 π 電子雜芳環骨架的有機化合物用作複合材料中的具有電子傳輸性的材料。例如，可以將可用於單元103的具有電子傳輸性的材料用於複合材料。

【0255】

[複合材料的結構例子2]

另外，可以將微晶狀態的鹼金屬的氟化物和具有電子傳輸性的材料用於複合材料。另外，可以將微晶狀態的鹼土金屬的氟化物及具有電子傳輸性的材料用於複合材料。尤其是，可以適合使用包含50wt%以上的鹼金屬的氟化物或鹼土金屬的氟化物的複合材料。另外，可以適合使用包含具有聯吡啶骨架的有機化合物的複合材料。因此，可以降低層104的折射率。另外，可以提高發光器件的外部量子效率。

【0256】

[電子化合物]

例如，可以將對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等用於具有電子注入性的材料。

【0257】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0258】

實施方式5

在本實施方式中，參照圖3A說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0259】圖3A是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的剖面圖。

【0260】

<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及中間層106(參照圖3A)。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。中間層106具有夾在單元103與電極102間的區域。

【0261】

<<中間層106的結構例子>>

中間層106包括層106A及層106B。層106B具有夾在層106A與電極102間的區域。

【0262】

<<層106A的結構例子>>

例如，可以將具有電子傳輸性的材料用於層 106A。另外，可以將層 106A 稱為電子中繼層。藉由使用層 106A，可以使接觸於層 106A 的陽極側的層遠離接觸於層 106A 的陰極側的層。另外，可以減輕接觸於層 106A 的陽極側的層和接觸於層 106A 的陰極側的層間的相互作用。由此，可以向接觸於層 106A 的陽極側的層順利地供應電子。

【0263】可以將如下物質適合用於層 106A，亦即其 LUMO 能階位於接觸於層 106A 的陽極側的層中的具有受體性的物質的 LUMO 能階與接觸於層 106A 的陰極側的層中的物質的 LUMO 能階間的物質。

【0264】例如，可以將如下物質用於層 106A，亦即在 -5.0eV 以上，較佳為在 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下的範圍內具有 LUMO 能階的材料。

【0265】明確而言，可以將酞青類材料用於層 106A。此外，可以將具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物用於層 106A。

【0266】

<<層 106B 的結構例子>>

例如，可以將如下材料用於層 106B，亦即藉由施加電壓可以對陽極側供應電子且對陰極側供應電洞的材料。明確而言，可以對配置在陽極側的單元 103 供應電子。另外，可以將層 106B 稱為電荷產生層。

【0267】明確而言，可以將可用於層 104 的具有電洞注入性的材料用於層 106B。例如，可以將複合材料用於層

106B。另外，例如可以將層疊有包含該複合材料的膜與包含具有電洞傳輸性的材料的膜的疊層膜用於層106B。

【0268】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0269】

實施方式6

在本實施方式中，參照圖3B說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0270】圖3B是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的剖面圖，該發光器件具有與圖3A所示的結構不同的結構。

【0271】

<發光器件150的結構例子>

本實施方式所說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103、中間層106及單元103(12)(參照圖3B)。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域，中間層106具有夾在單元103與電極102間的區域。另外，單元103(12)具有夾在中間層106與電極102間的區域，單元103(12)具有發射光EL1(2)的功能。

【0272】另外，有時將包括中間層106及多個單元的結構稱為疊層型發光器件或串聯型發光器件。因此，能夠在將電流密度保持為低的同時獲得高亮度發光。另外，可以提高可靠性。此外，可以降低在以同一亮度進行比較時

的驅動電壓。此外，可以抑制功耗。

【0273】

<<單元103(12)的結構例子>>

可以將可用於單元103的結構用於單元103(12)。換言之，發光器件150包括層疊的多個單元。注意，層疊的多個單元不侷限於兩個單元，可以層疊三個以上的單元。

【0274】 可以將與單元103同一結構用於單元103(12)。另外，可以將與單元103不同結構用於單元103(12)。

【0275】 例如，可以將與單元103的發光顏色不同的發光顏色的結構用於單元103(12)。明確而言，可以使用發射紅色光及綠色光的單元103和發射藍色光的單元103(12)。因此，就可以提供一種發射所希望的顏色的光的發光器件。例如可以提供一種發射白色光的發光器件。

【0276】

<<中間層106的結構例子>>

中間層106具有向單元103和單元103(12)中的一個供應電子並向其中另一個供應電洞的功能。例如，可以使用實施方式5所說明的中間層106。

【0277】

<發光器件150的製造方法>

例如，可以藉由乾處理、濕處理、蒸鍍法、液滴噴射法、塗佈法或印刷法等形成電極101、電極102、單元103、中間層106及單元103(12)的各層。另外，可以藉由

不同方法形成各組件。

【0278】明確而言，可以使用真空蒸鍍裝置、噴墨裝置、塗佈裝置如旋塗機等、凹版印刷裝置、平板印刷裝置、網版印刷裝置等製造發光器件150。

【0279】電極例如可以藉由利用金屬材料的膏劑的濕處理或溶膠-凝膠法形成。此外，可以使用相對於氧化銦添加有1wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅膜。另外，可以使用相對於氧化銦添加有0.5wt%以上且5wt%以下的氧化鎢和0.1wt%以上且1wt%以下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)膜。

【0280】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0281】

實施方式7

在本實施方式中，參照圖4A及圖4B說明本發明的一個實施方式的功能面板700的結構。

【0282】圖4A是說明本發明的一個實施方式的功能面板700的結構的剖面圖，圖4B是說明與圖4A不同的本發明的一個實施方式的功能面板700的結構的剖面圖。

【0283】

<功能面板700的結構例子1>

本實施方式所說明的功能面板700包括發光器件150及發光器件150(2)(參照圖4A)。另外，功能面板700包括絕緣

膜 521。

【0284】功能面板 700 包括絕緣膜 528(參照圖 4A)。絕緣膜 528 包括開口部，一個開口部與電極 101 重疊，另一個開口部與電極 101(2)重疊。

【0285】

<功能面板 700 的結構例子 2>

另外，功能面板 700 例如包括絕緣膜 573(參照圖 4B)。絕緣膜 573 包括絕緣膜 573A 及絕緣膜 573B，絕緣膜 573A 具有夾在絕緣膜 573B 與絕緣膜 521 間的區域。

【0286】另外，在單元 103(2)與單元 103 之間具有槽，單元 103(2)沿著該槽具有側壁。另外，單元 103 也沿著該槽具有側壁。

【0287】絕緣膜 573A 具有與單元 103(2)的側壁接觸的區域及與單元 103 的側壁接觸的區域。

【0288】例如，可以將實施方式 1 至實施方式 6 中所說明的發光器件用作發光器件 150。

【0289】

<發光器件 150(2)的結構例子>

本實施方式所說明的發光器件 150(2)包括電極 101(2)、電極 102 及單元 103(2)(參照圖 4A)。電極 102 具有與電極 101(2)重疊的區域，單元 103(2)具有夾在電極 101(2)與電極 102 間的區域。

【0290】電極 101(2)的電位與電極 101 的電位可以相同或不同。藉由供應不同的電位，可以在與發光器件 150

不同的條件下使發光器件150(2)驅動。注意，可以將可用於電極101的材料用於電極101(2)。

【0291】另外，發光器件150(2)包括層104及層105。層104具有夾在電極101(2)與單元103(2)間的區域，層105具有夾在單元103(2)與電極102間的區域。注意，發光器件150的結構的一部分可以被用於發光器件150(2)的結構的一部分。由此，可以共用結構的一部分。或者，可以簡化製程。

【0292】

<單元103(2)的結構例子>

單元103(2)具有單層結構或疊層結構。單元103(2)例如包括層111(2)、層112及層113(參照圖4A)。另外，單元103(2)例如包括層111(2)、層112(2)及層113(2)(參照圖4B)。注意，層112(2)具有可用於層112的結構，層113(2)具有可用於層113的結構。

【0293】層111(2)具有夾在層112與層113間的區域，層112具有夾在電極101(2)與層111(2)間的區域，層113具有夾在電極102與層111(2)間的區域。

【0294】例如，可以將選自發光層、電洞傳輸層、電子傳輸層、載子障壁層等功能層中的層用於單元103(2)。另外，可以將選自電洞注入層、電子注入層、激子障壁層及電荷產生層等功能層中的層用於單元103(2)。

【0295】

<<層111(2)的結構例子1>>

例如，可以將發光性材料或者發光性材料及主體材料用於層 111(2)。另外，可以將層 111(2)稱為發光層。注意，較佳為在電洞與電子再結合的區域中配置層 111(2)。由此，可以高效地將載子再結合所產生的能量作為光發射。另外，較佳為從用於電極等的金屬遠離的方式配置層 111(2)。因此，可以抑制用於電極等的金屬發生淬滅現象。

【0296】例如，可以將與用於層 111 的發光性材料不同的發光性材料用於層 111(2)。明確而言，可以將發光顏色不同的發光性材料用於層 111(2)。由此，可以配置色相互不相同的發光器件。另外，可以使用色相互不相同的多個發光器件進行加法混色。另外，可以表現各發光器件不能顯示的色相的顏色。

【0297】例如，可以將發射藍色光的發光器件、發射綠色光的發光器件及發射紅色光的發光器件配置於功能面板。或者，可以將發射白色光的發光器件、發射黃色光的發光器件及發射紅外線的發光器件配置於功能面板。

【0298】

<<層 111(2)的結構例子 2>>

例如，可以將螢光發光物質、磷光發光物質或呈現熱活化延遲螢光的物質(也被稱為 TADF 材料)用於發光性材料。由此，可以將因載子的再結合而產生的能量從發光性材料作為光 EL2 射出(參照圖 4A)。

【0299】

[螢光發光物質]

可以將螢光發光物質用於層111(2)。例如，可以將下述螢光發光物質用於層111(2)。注意，螢光發光物質不侷限於此，可以將各種已知的螢光發光物質用於層111(2)。

【0300】明確而言，可以使用5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-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-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-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](簡稱：DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-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-2-基)-2-萘基]-N,9-二苯基-9H-吡啶-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-萘基)-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-萘基]-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-苯基萘-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基萘-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]丙二烯合萘-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-呋喃-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。

【0301】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高電洞俘獲性和良好的發光效率或可靠性，所以是較佳的。

【0302】

[磷光發光物質]

可以將磷光發光物質用於層111(2)。例如，可以將下述磷光發光物質用於層111(2)。注意，磷光發光物質不侷限於此，可以將各種已知的磷光發光物質用於層111(2)。

【0303】例如，可以將如下材料用於層111(2)：具有4H-三唑骨架的有機金屬銦錯合物、具有1H-三唑骨架的有機金屬銦錯合物、具有咪唑骨架的有機金屬銦錯合物、具有拉電子基團且以苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銦錯合物、具有嘧啶骨架的有機金屬銦錯合物、具有吡嗪骨架的有機金屬銦錯合物、具有吡啶骨架的有機金屬銦錯合物、稀土金屬錯合物、鉑錯合物等。

【0304】

[磷光發光物質(藍色)]

作為具有4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κN^2]苯基- κC }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。

【0305】作為具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三[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。

【0306】作為具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用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[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱：[Ir(dmpimpt-Me)₃])等。

【0307】作為以具有拉電子基團的苯基吡啉衍生物為配體的有機金屬銱錯合物等，可以使用雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啉)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)吡啉甲酸鹽(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}}銱(III)吡啉甲酸鹽(簡稱：[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIracac)等。

【0308】上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是

在440nm至520nm具有發光波長的峰的化合物。

【0309】

[磷光發光物質(綠色)]

作為具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(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。

【0310】作為具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(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。

【0311】作為具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(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：

[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：[Ir(pq)₃])、雙(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d₃-甲基-8-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]雙[2-(5-d₃-甲基-2-吡啶基-κN²)苯基-κC]銱(III)(簡稱：[Ir(5mppy-d₃)₂(mbfpypy-d₃)])、[2-d₃-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]雙[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]銱(III)(簡稱：[Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃)])等。

【0312】作為稀土金屬錯合物，可以舉出三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱：[Tb(acac)₃(Phen)])等。

【0313】上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在500nm至600nm具有發光波長的峰。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或發光效率，所以是特別較佳的。

【0314】

[磷光發光物質(紅色)]

作為具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根]銱(III)(簡稱：[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、雙[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：[Ir(d1npm)₂(dpm)])等。

【0315】作為具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱：[Ir(tppr)₂(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(quinoxalinato)]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)等。

【0316】作為具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(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。

【0317】作為稀土金屬錯合物等，可以舉出三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮基)(單啡啉)銬(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)銬(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)等。

【0318】作為鉑錯合物等，可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-紫質鉑(II)(簡稱：PtOEP)等。

【0319】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紅色發光，其具有能夠適合用於顯示裝置的色度。

【0320】

[呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質]

可以將TADF材料用於層111(2)。由於TADF材料中S1能階與T1能階之差小而可以利用少量熱能量將三重激發態反系間竄躍(上轉換)為單重激發態。由此，可以高效地從三重激發態生成單重激發態。另外，可以將三重激發態轉

換成發光。

【0321】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。

【0322】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位於最短波長處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位於最短波長處的尾處引切線得到的外推線的波長能量為T1能階時，S1能階與T1能階之差為0.3eV以下，更佳為0.2eV以下。

【0323】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。

【0324】例如，可以將實施方式1所說明的可用作主體材料的TADF材料用作發光性材料。

【0325】

<<層111(2)的結構例子3>>

可以將具有載子傳輸性的材料用於主體材料。例如，可以將具有電洞傳輸性的材料、具有電子傳輸性的材料、呈現熱活化延遲螢光的物質、具有蔥骨架的材料及混合材料等用於主體材料。注意，較佳為將其能帶間隙大於層111(2)中的發光性材料的材料用於主體材料。因此，可以抑制層111(2)所產生的從激子到主體材料的能量轉移。

【 0326】

[具有電洞傳輸性的材料]

可以將電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料用於具有電洞傳輸性的材料。

【 0327】 例如，可以將可用於層 112 的具有電洞傳輸性的材料用於層 111(2)。明確而言，可以將可用於電洞傳輸層的具有電洞傳輸性的材料用於層 111(2)。

【 0328】

[具有電子傳輸性的材料]

例如，可以將可用於層 113 的具有電子傳輸性的材料用於層 111(2)。明確而言，可以將可用於電子傳輸層的具有電子傳輸性的材料用於層 111(2)。

【 0329】

[具有蒽骨架的材料]

可以將具有蒽骨架的有機化合物用於主體材料。尤其是，在作為發光物質使用螢光發光物質時，具有蒽骨架的有機化合物很合適。由此，可以實現發光效率及耐久性良好的發光器件。

【 0330】 作為具有蒽骨架的有機化合物，具有二苯基蒽骨架，尤其是具有 9,10-二苯基蒽骨架的有機化合物在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有呋啞骨架時，電洞的注入及傳輸性提高，所以是較佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并呋啞骨架的情況下，其 HOMO 能階比呋啞淺 0.1 eV 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。注意，從上述電洞注入及傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并蒽骨架或二苯并蒽骨架代替咔唑骨架。

【0331】因此，作為主體材料較佳為使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咔唑骨架的物質、具有9,10-二苯基蒽骨架和苯并咔唑骨架的物質、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咔唑骨架的物質。

【0332】例如，可以使用6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-蒽-9-基)聯苯-4'-基}蒽(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基(anthracenyl))苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)等。

【0333】尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性。

【0334】

[混合材料的結構例子1]

另外，可以將混合多種物質的材料用於主體材料。例如，可以將混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料用於混合材料。混合材料中的具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的重量比的值為(具有電洞傳

輸性的材料/具有電子傳輸性的材料) $\geq(1/19)$ 以上且 $(19/1)$ 以下即可。由此，可以容易地調整層111(2)的載子傳輸性。另外，可以簡便地進行再結合區域的控制。

【0335】

[混合材料的結構例子2]

可以將混合磷光發光物質的材料用於主體材料。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。

【0336】另外，可以將包含形成激態錯合物的材料的混合材料用於主體材料。例如，可以將所形成的激態錯合物的發射光譜與發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的材料用於主體材料。因此，可以使能量轉移變得順利，從而提高發光效率。另外，可以抑制驅動電壓。藉由採用這樣的結構，可以高效地得到利用從激態錯合物到發光物質(磷光材料)的能量轉移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer：激態錯合物-三重態能量轉移)的發光。

【0337】可以將磷光發光物質用於形成激態錯合物的材料的至少一個。由此，可以利用反系間竄躍。或者，可以高效地將三種激發能轉換為單重激發能。

【0338】作為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。或者，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。由此，可以高效地形成激態錯合物。另外，材料的

LUMO能階及HOMO能階可以從電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。明確而言，可以利用循環伏安法(CV)測定法測量還原電位及氧化電位。

【0339】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。

【0340】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0341】

實施方式8

在本實施方式中，參照圖5說明本發明的一個實施方式的功能面板700的結構。

【 0342】

<功能面板 700 的結構例子 1>

本實施方式所說明的功能面板 700 包括發光器件 150 及光功能器件 170 (參照圖 5A)。

【 0343】 例如，可以將實施方式 1 至實施方式 6 所說明的發光器件用作發光器件 150。

【 0344】

<光功能器件 170 的結構例子>

本實施方式所說明的光功能器件 170 包括電極 101S、電極 102 及單元 103S。電極 102 包括與電極 101S 重疊的區域，單元 103S 包括夾在電極 101S 與電極 102 間的區域。

【 0345】 另外，光功能器件 170 包括層 104 及層 105。層 104 包括夾在電極 101S 與單元 103S 間的區域，層 105 包括夾在單元 103S 與電極 102 間的區域。注意，可以將發光器件 150 的部分結構用於光功能器件 170 的部分結構。由此，可以共用部分結構。此外，可以簡化製程。

【 0346】

<單元 103S 的結構例子 1>

單元 103S 具有單層結構或疊層結構。例如，單元 103S 包括層 114、層 112 及層 113 (參照圖 5A)。

【 0347】 層 114 包括夾在層 112 與層 113 間的區域，層 112 包括夾在電極 101S 與層 114 間的區域，層 113 包括夾在電極 102 與層 114 間的區域。

【 0348】 例如，可以將選自光電轉換層、電洞傳輸

層、電子傳輸層及載子障壁層等功能層中的層用於單元 103S。另外，可以將選自激子障壁層及電荷產生層等功能層中的層用於單元 103S。

【0349】 單元 103S 吸收光 $h\nu$ ，向一個電極供應電子並且向另一個電極供應電洞。例如，單元 103S 向電極 101S 供應電洞並且向電極 102 供應電子。

【0350】

<<層 112 的結構例子>>

例如，可以將具有電洞傳輸性的材料用於層 112。另外，可以將層 112 稱作電洞傳輸層。例如，可以將實施方式 2 所說明的結構用於層 112。

【0351】

<<層 113 的結構例子>>

例如，可以將具有電子傳輸性的材料、具有蔥骨架的材料及混合材料等用於層 113。例如，可以將實施方式 2 所說明的結構用於層 113。

【0352】

<<層 114 的結構例子 1>>

例如，可以將電子接收性材料及電子供給性材料用於層 114。明確而言，可以將可用於有機太陽能電池的材料用於層 114。另外，可以將層 114 稱作光電轉換層。層 114 吸收光 $h\nu$ ，向一個電極供應電子並且向另一個電極供應電洞。例如，層 114 向電極 101S 供應電洞並且向電極 102 供應電子。

【 0353】

[電子接收性材料的例子]

例如，可以將富勒烯衍生物、非富勒烯電子受體等用於電子接收性材料。

【 0354】 作為電子接收性材料，可以使用 C_{60} 富勒烯、 C_{70} 富勒烯、[6,6]-苯基- C_{71} -丁酸甲酯(簡稱：PC71BM)、[6,6]-苯基- C_{61} -丁酸甲酯(簡稱：PC61BM)、1',1'',4',4''-四氫-二[1,4]甲萘蒽并(methanonaphthaleno)[1,2 : 2',3',5,6,60 : 2'',3''] [5,6]富勒烯- C_{60} (簡稱：ICBA)等。

【 0355】 另外，作為非富勒烯電子受體，可以使用茈萘衍生物或具有二氰基亞甲基茈萘酮基的化合物等。可以使用 N,N'-二甲基-3,4,9,10-茈萘二碳醯亞胺(簡稱：Me-PTCDI)等。

【 0356】

[電子供給性材料的例子]

例如，可以將酞菁化合物、稠四苯衍生物、喹吖啶酮衍生物、紅螢烯衍生物等用於電子供給性材料。

【 0357】 作為電子供給性材料，可以使用銅(II)酞菁(簡稱：CuPc)、錫(II)酞菁(簡稱：SnPc)、鋅酞菁(簡稱：ZnPc)、四苯基二苯并二茈萘并茈萘(簡稱：DBP)、紅螢烯等。

【 0358】

<<層 114 的結構例子 2>>

例如，可以將單層結構或疊層結構用於層 114。明確

而言，可以將本體異質接面型的結構用於層 114。另外，可以將異質接面型的結構用於層 114。

【0359】

[混合材料的結構例子]

例如，可以將包含電子接收性材料及電子供給性材料的混合材料用於層 114(參照圖 5A)。注意，可以將作為層 114 使用包含電子接收性材料及電子供給性材料的混合材料的結構稱作本體異質接面型。

【0360】明確而言，可以將包含 C_{70} 富勒烯及 DBP 的混合材料用於層 114。

【0361】

[異質接面型的例子]

可以將層 114N 及層 114P 用於層 114。層 114N 包括夾在一個電極與層 114P 間的區域，層 114P 包括夾在層 114N 與另一個電極間的區域。例如，層 114N 包括夾在電極 102 與層 114P 間的區域，層 114P 包括夾在層 114N 與電極 101S 間的區域(參照圖 5B)。

【0362】可以將 n 型的半導體用於層 114N。例如，可以將 Me-PTCDI 用於層 114N。

【0363】此外，可以將 p 型的半導體用於層 114P。例如，可以將紅螢烯用於層 114P。

【0364】注意，可以將具有層 114P 與層 114N 接觸的結構的光功能器件 170 稱作 PN 接面型光電二極體。

【0365】

<單元 103S 的結構例子 2>

單元 103S 包括層 111(2)，層 111(2) 包括夾在層 114 與層 113 間的區域(參照圖 5C)。

【0366】單元 103S 的結構例子 2 與單元 103S 的結構例子 1 的不同之處在於包括層 111(2)。在此，僅對不同之處進行詳細的說明，而關於具有相同結構的部分，援用上述說明。

【0367】

<<層 111(2) 的結構例子>>

例如，可以將發光性材料或者發光性材料及主體材料用於層 111(2)。另外，可以將層 111(2) 稱作發光層。注意，較佳為在電洞與電子再結合的區域中配置層 111(2)。由此，可以高效地將載子再結合所產生的能量轉換為光並射出。另外，較佳為以遠離用於電極等的金屬的方式配置層 111(2)。由此，可以抑制用於電極等的金屬發生淬滅現象。

【0368】明確而言，可以將實施方式 7 所說明的結構用於層 111(2)。尤其是，作為層 111(2)，可以適當地採用射出不易被層 114 吸收的波長的光的結構。由此，可以高效地提取從層 111(2) 射出的光 EL2。

【0369】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0370】

實施方式 9

在本實施方式中，對使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件的發光裝置進行說明。

【0371】在本實施方式中，參照圖6對使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件而製造的發光裝置進行說明。注意，圖6A是示出發光裝置的俯視圖，並且圖6B是沿圖6A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是密封劑，由密封劑605圍繞的內側是空間607。

【0372】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。

【0373】下面，參照圖6B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。

【0374】元件基板610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。

【0375】對用於像素或驅動電路的電晶體的結構沒有特別的限制。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限制，例如可以使用矽、銻、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。

【0376】對用於電晶體的半導體材料的結晶性也沒有特別的限制，可以使用非晶半導體或結晶半導體(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。

【0377】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)。

【0378】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。

【0379】尤其是，作為半導體層，較佳為使用如下氧化物半導體膜：具有多個結晶部，該多個結晶部的c軸都朝向垂直於半導體層的被形成面或半導體層的頂面的方向，並且在相鄰的結晶部間不具有晶界。

【0380】藉由作為半導體層使用上述材料，可以實現電特性的變動被抑制的可靠性高的電晶體。

【0381】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。

【0382】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 CVD：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。

【0383】注意，FET623示出形成在源極線驅動電路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。

【0384】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素都包括開關FET611、電流控制FET612以及與該電流控制FET612的汲極電連接的第一電極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。

【0385】注意，形成絕緣物614來覆蓋第一電極613的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物614。

【0386】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($0.2\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下)的曲面。作為絕緣物614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

【0387】在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。在此，作為用於被用作陽極的第一電極613的材料，較佳為使用具有大功函數的材料。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%以上且20wt%以下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等。注意，藉由採用疊層結構，佈線的電阻值可以較低，可以得到良好的歐姆接觸，並且，可以將其用作陽極。

【0388】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至實施方式6中的任一個所示的結構。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)。

【0389】另外，作為用於形成於EL層616上並被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、或它們的合金或化合物(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，較佳為使用由厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層作為第二電極617。

【0390】另外，發光器件618由第一電極613、EL層616、第二電極617形成。該發光器件是實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件。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至實施方式6中的任一個所示的發光器件和具有其他結構的發光器件的兩者。

【0391】另外，藉由使用密封劑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 以及密封劑 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(氮或氬等)，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。

【0392】另外，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封劑 605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水分及氧透過的材料。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。

【0393】雖然在圖 6A 及圖 6B 中沒有示出，但是也可以在第二電極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封劑 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。

【0394】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。

【0395】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，可以使用含有氧化鋁、氧化鉛、矽酸鉛、氧化鏷、氧化矽、鈦酸鋇、氧化鋇、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋮、氧化鋳、氧化錫、氧化釷、氧化鈾、氧化釷、氧化

銻、氧化釩、氧化銩等的材料或含有氮化鋁、氮化鉛、氮化矽、氮化鋁、氮化鈦、氮化鋮、氮化鉬、氮化鎢、氮化鎂的材料、包含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、含有銻及銻的硫化物、含有銻及鋁的氧化物、含有釩及鎢的氧化物等的材料。

【0396】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有均勻的厚度的保護膜。另外，可以減少在形成保護膜時加工構件受到的損傷。

【0397】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。

【0398】如上所述，可以得到使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件製造的發光裝置。

【0399】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0400】圖7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7A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、發光器件的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL層1028、發光器件的第二電極1029、密封基板1031、密封劑1032等。

【0401】另外，在圖7A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7A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顯示影像。

【0402】圖7B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。

【0403】另外，雖然以上說明了具有從形成有FET的基板1001一側提取光的結構(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8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。

【0404】雖然在此發光器件的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B都是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖8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的結構採用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的單元103的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

【0405】在採用圖8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)或黑矩陣也可以被保護層1036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。

【0406】在頂部發射型發光裝置中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作第一電極且將半透射半反射電極用作第二電極，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半反射電極之間至少含有EL層，並且至少含有成為發光區域的發光層。

【0407】注意，反射電極是可見光反射率為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，半透射半反射電極是可見光反射率為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。

【0408】從EL層所包含的發光層射出的光被反射電極和半透射半反射電極反射，並且諧振。

【0409】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半反射電極之間的光程。由此，可以在反射電極與半透射半反射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。

【0410】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半反射電極的光(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 為要增強的光的波長)。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，由此可以進一步增強從發光層發射的光。

【0411】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，在一個發光器件中以其間夾著電荷產生層的方式設置多個EL層，並且，在每個EL層中形成一個或多個發光層。

【0412】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。

【0413】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，使用實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0414】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9示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。注意，圖9A是示出發光裝置的透視圖，並且圖9B是沿圖9A的線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖9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，兩個側壁之間の間隔越窄。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至實施方式6中的任一個所示的發光器件，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。

【0415】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，所以作為進行影像的顯示的顯示裝置可以適當地利用。

【0416】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0417】

實施方式10

在本實施方式中，參照圖10對將實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件用於照明設備的例子進行說明。圖10B是照明設備的俯視圖，圖10A是沿著圖10B的線e-f的剖面圖。

【0418】在本實施方式的照明設備中，用作支撐體的具有透光性的基板400上形成有第一電極401。第一電極401相當於實施方式1至實施方式6中的任一個中的電極101。當從第一電極401一側提取光時，第一電極401使用

具有透光性的材料形成。

【0419】另外，在基板400上形成用來對第二電極404供應電壓的焊盤412。

【0420】在第一電極401上形成有EL層403。EL層403相當於組合實施方式1至實施方式6中的任一個中的層104、單元103及層105的結構或組合實施方式1至實施方式6中的任一個中的層104、單元103、中間層106、單元103(2)及層105的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

【0421】以覆蓋EL層403的方式形成第二電極404。第二電極404相當於實施方式1至實施方式6中的任一個中的電極102。當從第一電極401一側提取光時，第二電極404使用反射率高的材料形成。藉由使第二電極404與焊盤412連接，將電壓供應到第二電極404。

【0422】如上所述，本實施方式所示的照明設備具有包括第一電極401、EL層403以及第二電極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是低功耗的照明設備。

【0423】使用密封劑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。另外，也可以僅使用密封劑405和406中的一個。另外，也可以使內側的密封劑406(在圖10B中未圖示)與乾燥劑混合，由此可以吸收水分而提高可靠性。

【0424】另外，藉由以延伸到密封劑405、406的外部

的方式設置焊盤412和第一電極401的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外部輸入端子上設置安裝有轉換器等IC晶片420等。

【0425】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至實施方式6中的任一個所示的發光器件，可以實現低功耗的照明設備。

【0426】

實施方式11

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件的電子裝置的例子進行說明。實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件是發光效率良好且功耗低的發光器件。其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括功耗低的發光部的電子裝置。

【0427】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。

【0428】圖11A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至實施方式6中的任一個所示的發

光器件排列為矩陣狀而構成顯示部7103。

【0429】可以藉由利用外殼7101所包括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所包括的操作鍵7109，可以控制頻道或音量，由此可以控制顯示在顯示部7103上的影像。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。

【0430】另外，電視機採用包括接收機或數據機等的結構。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。

【0431】圖11B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至實施方式6中的任一個所示的發光器件排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。圖11B中的電腦也可以為如圖11C所示的方式。圖11C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，所以可以防止在收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞

等。

【0432】圖 11D 示出可攜式終端的一個例子。可攜式終端包括組裝在外殼 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，可攜式終端包括將實施方式 1 至實施方式 6 中的任一個所示的發光器件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。

【0433】圖 11D 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。

【0434】顯示部 7402 主要有三個螢幕模式。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。

【0435】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。

【0436】另外，藉由在可攜式終端內部設置具有陀螺儀感測器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。

【0437】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。

【0438】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。

【0439】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。

【0440】圖 12A 是示出掃地機器人的一個例子的示意圖。

【0441】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。

【0442】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。

【0443】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。

【0444】可以在顯示器5101上顯示電池的剩餘電量或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。

【0445】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5140確認顯示器5101的顯示內容。

【0446】可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示器5101。

【0447】圖12B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。

【0448】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。

【0449】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也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。

【0450】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。

【0451】圖12C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、操作鍵(包括電源開關或操作開關)、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。

【0452】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。

【0453】圖13示出將實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖13

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10所記載的照明設備。

【0454】圖14示出將實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件用於室內的照明設備3001的例子。由於實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件是發光效率高的發光器件，所以可以提供低功耗的照明設備。另外，因為實施方式1至實施方式6中的任一個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至實施方式6中的任一個所示的發光器件的厚度薄，所以能夠作為實現薄型化的照明設備使用。

【0455】還可以將實施方式1至實施方式6中的任一個所示的發光器件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖15示出將實施方式1至實施方式6中的任一個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至實施方式6中的任一個所示的發光器件設置的顯示區域。

【0456】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至實施方式6中的任一個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至實施方式6中的任一個所示的發光器件的第一電極和第二電極，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。

【0457】顯示區域5202是設置在支柱部分的安裝有實施方式1至實施方式6中的任一個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。

【0458】顯示區域5203可以藉由顯示導航資訊、速度或轉速、行車距離、燃料剩餘量、排檔狀態、空調的設定等提供各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容或佈置。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。

【0459】此外，圖16A至圖16C示出能夠折疊的可攜式資訊終端9310。圖16A示出展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖16B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16C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。

【0460】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。

【0461】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6所示的結構適當地組合來使用。

【0462】如上所述，包括實施方式1至實施方式6中的任一個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至實施方式6中的任一個所示的發光器件，可以得到功耗低的電子裝置。

【0463】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

實施例1

【0464】在本實施例中，參照圖17至圖45說明本發明的一個實施方式的發光器件222(22)。注意，為了方便起見，在本實施例的圖式和表中下標字元及上標字元以標準大小記載。例如，簡稱中的下標字元及單位中的上標字元都在表中以標準大小記載。可以參照說明書中的記載對上述表中的記載進行替換。

【0465】圖 17A 至圖 17C 是說明發光器件 150 的結構的圖。

【0466】圖 18 是說明 TTPA 的吸收光譜、 $\text{Ir}(5\text{tBuppy})_3$ 的發射光譜及 TTPA 的發射光譜的圖。

【0467】圖 19 是說明 TTPA 的吸收光譜、 $\text{Ir}(4\text{tBuppy})_3$ 的發射光譜及 TTPA 的發射光譜的圖。

【0468】圖 20 是說明 2Ph-mmtBuDPhA2Anth 的吸收光譜、 $\text{Ir}(5\text{tBuppy})_3$ 的發射光譜及 2Ph-mmtBuDPhA2Anth 的發射光譜的圖。

【0469】圖 21 是說明 2Ph-mmtBuDPhA2Anth 的吸收光譜、 $\text{Ir}(4\text{tBuppy})_3$ 的發射光譜及 2Ph-mmtBuDPhA2Anth 的發射光譜的圖。

【0470】圖 22 是說明發光器件 222(22) 的電流密度-亮度特性的圖。

【0471】圖 23 是說明發光器件 222(22) 的亮度-電流效率特性的圖。

【0472】圖 24 是說明發光器件 222(22) 的電壓-亮度特性的圖。

【0473】圖 25 是說明發光器件 222(22) 的電壓-電流特性的圖。

【0474】圖 26 是說明發光器件 222(22) 的亮度-外部量子效率特性的圖。注意，假設發光器件的配光特性為朗伯特型，根據亮度算出外部量子效率。

【0475】圖 27 是說明使發光器件 222(22) 以 1000cd/m^2

的亮度發光時的發射光譜的圖。

【0476】圖28是說明以 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恆定電流密度使發光器件222(22)發光時的正規化亮度-時間變化特性的圖。

【0477】圖29是說明參考器件的電壓-電流特性的圖。

【0478】圖30是說明以 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 的電流密度使參考器件發光時的發射光譜的圖。

【0479】圖31是說明以相當於示出 $1300\text{cd}/\text{m}^2$ 的條件的電壓進行脈衝驅動的發光器件的發光強度的變化的圖。

【0480】

<發光器件222(22)>

本實施例所說明的製造的發光器件222(22)具有與發光器件150同樣的結構(參照圖17A)。

【0481】發光器件150包括電極101、電極102及層111(參照圖17A)。電極102包括與電極101重疊的區域，層111位於電極101與電極102之間。

【0482】層111包含發光材料FM、能量施體材料ED及主體材料。

【0483】發光材料FM具有發射螢光的功能，發光材料FM在波長 $\lambda_{\text{abs}}(\text{nm})$ 處具有位於吸收光譜Abs的最長波長的端部(參照圖17C)。

【0484】將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED，有機金屬錯合物包括配體，配體包括取代基 R^1 ，取代基 R^1

為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。注意，烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0485】另外，有機金屬錯合物具有在室溫下發射磷光的功能，磷光在波長 $\lambda_p(\text{nm})$ 處具有位於光譜的最短波長的端部，波長 λ_p 與波長 λ_{abs} 相比位於短波長。

【0486】另外，有機金屬錯合物具有第一HOMO能階HOMO1及第一LUMO能階LUMO1(參照圖17B)。

【0487】主體材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，主體材料具有第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2。

【0488】第一HOMO能階HOMO1、第一LUMO能階LUMO1、第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2滿足下述數學式(1)。

【0489】

[數學式7]

$$(LUMO2 - HOMO2) < (LUMO1 - HOMO1) \quad \cdots (1)$$

【0490】

<<發光器件222(22)的結構>>

表1示出發光器件222(22)的結構。另外，以下示出用於本實施例所說明的發光器件的材料的結構式以及HOMO能階及LUMO能階。

【0491】用於發光器件222(22)的發光材料FM的2Ph-mmtBuDPhA2Anth在波長519nm處具有位於吸收光譜的最

長波長的端部(參照圖 20)。注意，甲苯溶液中的發光材料 FM 的吸收光譜使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的 V550 型)在室溫下測量。

【0492】用於發光器件 222(22)的有機金屬錯合物的 $\text{Ir}(\text{5tBuppy})_3$ 具有發射磷光的功能。該磷光在波長 484nm 處具有位於光譜的最短波長的端部，該端部與波長 519nm 相比位於短波長。另外， $\text{Ir}(\text{5tBuppy})_3$ 在 -5.32eV 處具有第一 HOMO 能階 HOMO1，在 -2.25eV 處具有第一 LUMO 能階 LUMO1。注意，二氯甲烷溶液中的有機金屬錯合物的磷光光譜的測量使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造的 FP-8600 型)在室溫下進行。另外，有機金屬錯合物的 HOMO 能階及 LUMO 能階根據使用電化學分析儀(BAS 株式會社製造，型號：ALS 型 600A 或 600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【0493】用於發光器件 222(22)的主體材料的材料具有發射延遲螢光的功能。明確而言，mPCCzPTzn-02 發射延遲螢光。另外，該材料在 -5.69eV 處具有第二 HOMO 能階 HOMO2，在 -3.00eV 處具有第二 LUMO 能階 LUMO2(參照表 2)。注意，主體材料的 HOMO 能階及 LUMO 能階根據使用電化學分析儀(BAS 株式會社製造，型號：ALS 型 600A 或 600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【0494】注意，(LUMO2-HOMO2)的值為 2.69eV，其小於(LUMO1-HOMO1)的值，亦即 3.07eV。

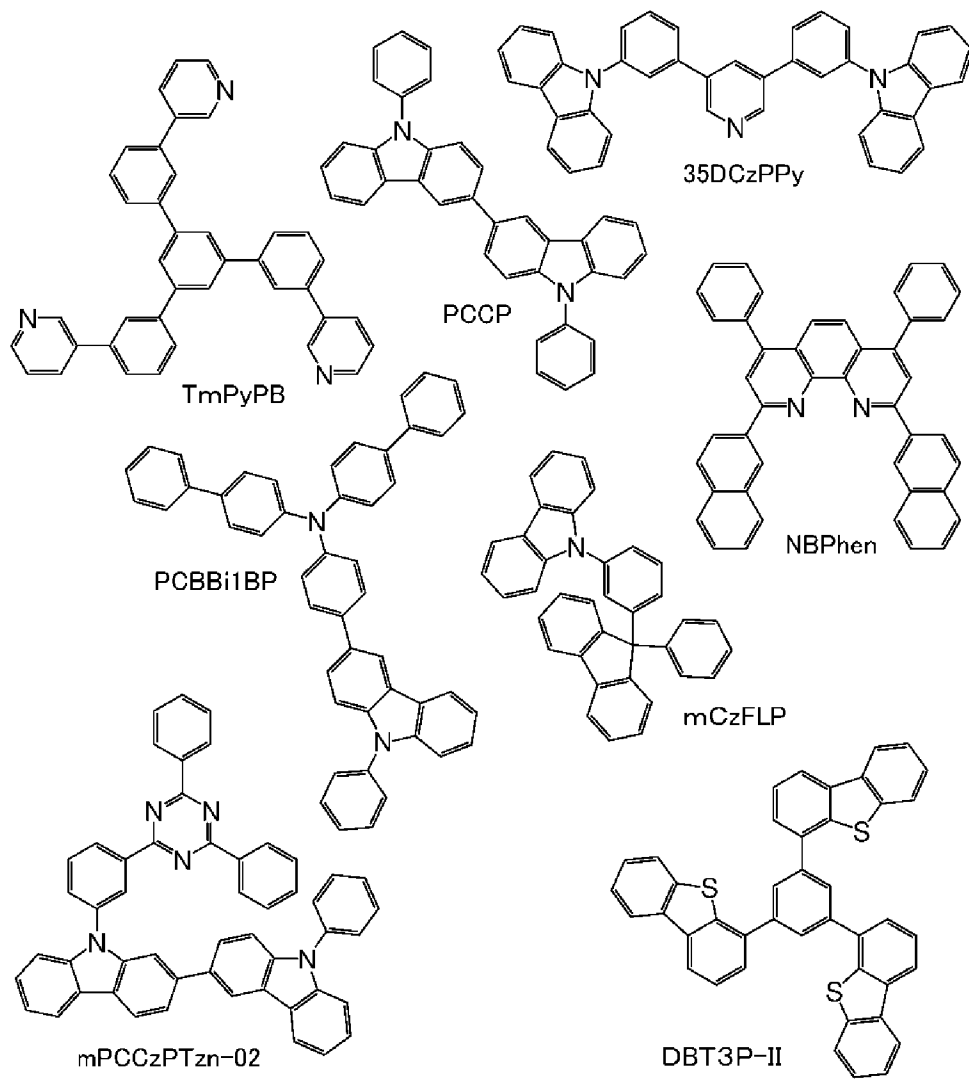
【 0495】

[表 1]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
電極	102	Al		200
層	105	LiF		1
層	113B	TmPyPB		10
層	113A	35DCzPPy		20
層	111	mPCCzPTzn-02: Ir(5tBuppy)3: 2Ph-mmtBuDPhA2Anth	1:0.1:0.05	40
層	112	mCzFLP		20
層	104	DBT3P II :MoOx	1:0.5	40
電極	101	ITSO		70

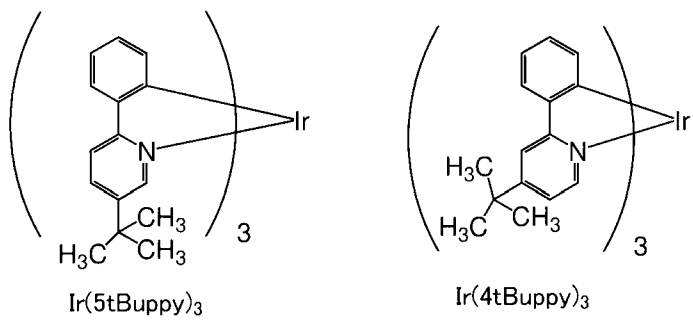
【 0496】

[化學式 18]



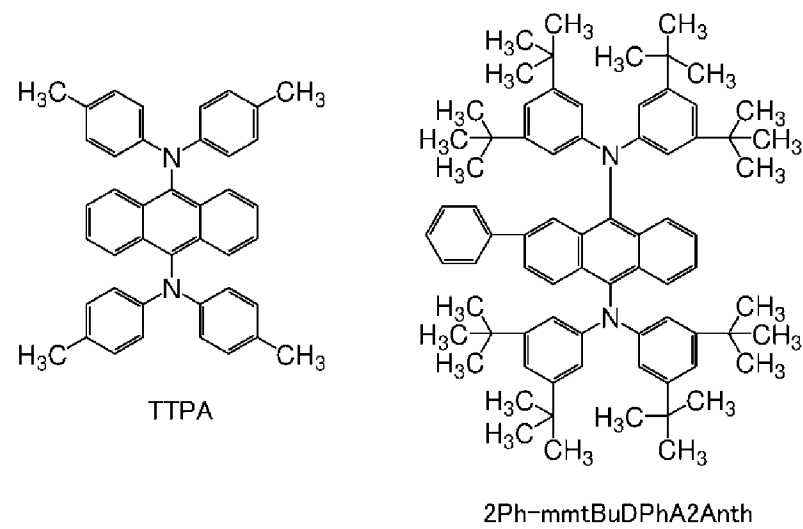
【 0497】

[化學式 19]



【 0498】

[化學式 20]



【 0499 】

[表 2]

	HOMO /eV	LUMO /eV	ΔE /eV
mPCCzPTzn-02	-5.69	-3.00	2.69
PCCP	-5.63	-1.96	3.67
mCBP	-5.93	-2.22	3.71
Ir(4tBuppy)3	-5.26	-2.25	3.01
Ir(5tBuppy)3	-5.32	-2.25	3.07
Ir(ppy)3	-5.32	-2.31	3.01
TTPA	-5.34	-2.88	2.46
2Ph-mmtBuDPhA2Anth	-5.35	-2.87	2.48

【 0500 】

<<發光器件 222(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件 222(22)。

【 0501 】

[第一步驟]

在第一步驟中，形成電極 101。明確而言，作為靶材使用含有矽或氧化矽的氧化銮-氧化錫(簡稱：ITSO)藉由濺射法形成電極 101。

【0502】注意，電極101包含ITSO，其厚度為70nm，其面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0503】接著，用水對形成有電極101的基板進行洗滌，以 200°C 焙燒1小時，然後進行UV臭氧處理370秒。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 的溫度下進行真空焙燒30分鐘。然後，將基板冷卻30分鐘左右。

【0504】

[第二步驟]

在第二步驟中，在電極101上形成層104。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0505】注意，層104包含4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)及氧化鉬(VI)(簡稱： MoO_3)，其重量比為DBT3P-II： $\text{MoO}_3=1:0.5$ ，其厚度為40nm。

【0506】

[第三步驟]

在第三步驟中，在層104上形成層112。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0507】注意，層112包含9-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：mCzFLP)，其厚度為20nm。

【0508】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉

由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0509】注意，層111包含9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-聯-9H-咔唑(簡稱：mPCCzPTzn-02)、三[2-[5-(三級丁基)-2-吡啶基-κN]苯基-κC]銱(簡稱：Ir(5tBuppy)₃)及N,N'-雙(3,5-二-三級丁基苯基)-N,N'-雙[3,5-雙(3,5-二-三級丁基苯基)苯基]-2-苯基蒽-9,10-二胺(簡稱：2Ph-mmtBuDPhA2Anth)，其重量比為mPCCzPTzn-02：Ir(5tBuppy)₃：2Ph-mmtBuDPhA2Anth=1：0.1：0.05，其厚度為40nm。注意，mPCCzPTzn-02是呈現熱活化延遲螢光的物質。

【0510】

[表3]

	HOST	ED	FM
發光器件 222(22)	mPCCzPTzn-02	Ir(5tBuppy) ₃	2Ph-mmtBuDPhA2Anth
比較器件 021(22)	mCBP	Ir(5tBuppy) ₃	TTPA
比較器件 022(22)	mCBP	Ir(5tBuppy) ₃	2Ph-mmtBuDPhA2Anth

【0511】

[第五步驟]

在第五步驟中，在層111上形成層113A。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0512】注意，層113A包含3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)，其厚度為20nm。

【0513】

[第六步驟]

在第六步驟中，在層113A上形成層113B。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0514】注意，層113B包含1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(簡稱：TmPyPB)，其厚度為10nm。

【0515】

[第七步驟]

在第七步驟中，在層113B上形成層105。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0516】注意，層105包含氟化鋰(簡稱：LiF)，其厚度為1nm。

【0517】

[第八步驟]

在第八步驟中，在層105上形成電極102。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0518】注意，電極102包含鋁(簡稱：Al)，其厚度為200nm。

【0519】

<<發光器件222(22)的工作特性>>

在供應電力時發光器件222(22)發射綠色光EL1(參照圖17A)。對發光器件222(22)的工作特性進行測量(參照圖22至圖27)。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造的SR-UL1R)在室溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0520】表4示出使製造的發光器件以1000cd/m²左右

的亮度發光時的主要初始特性。另外，表4示出LT90，該LT90是指在以恆定電流密度(50mA/cm²)使發光器件發光的情況下亮度降低到初始亮度的90%為止的經過時間。另外，表4還示出其他發光器件的特性，它們的結構將在後面進行說明。

【0521】

[表4]

	電壓	電流	電流 密度	色度 x	色度 y	電流效 率	外部量 子效率	LT90 @50mA/ cm2
	(V)	(mA)	(mA/c m2)			(cd/A)	(%)	(h)
發光器件222(22)	3.5	0.05	1.3	0.35	0.62	66.0	17.0	97.0
發光器件321(22)	3.0	0.08	2.0	0.38	0.60	44.2	11.5	194.2
發光器件331(22)	3.1	0.11	2.8	0.37	0.61	39.8	10.4	192.0
發光器件322(22)	2.8	0.04	1.0	0.35	0.62	78.6	20.1	196.0
發光器件332(22)	2.9	0.05	1.4	0.35	0.62	81.9	20.9	142.0
比較器件022(22)	7.4	0.10	2.6	0.34	0.63	35.5	9.0	13.7
比較器件021(22)	7.4	0.22	5.5	0.35	0.62	18.3	4.7	4.3
比較器件311(22)	3.5	0.11	2.7	0.38	0.60	35.7	9.3	174.2
比較器件312(22)	3.4	0.06	1.5	0.35	0.62	59.3	15.1	115.0

【0522】可知發光器件222(22)呈現良好的特性。例如，發光器件222(22)發射在約為540nm處具有峰值波長的來自發光材料FM的發射光譜的光(參照圖27)。另外，沒有觀察到來自能量施體材料ED的發光。或者，能量從能量施體材料ED轉移到發光材料FM。另外，可以抑制從能量施體材料ED到發光材料FM的不被期望的能量轉移。另外，可以抑制從能量施體材料ED到發光材料FM的基於德克斯特機制的能量轉移。

【0523】另外，發光器件222(22)可以以低於比較器件022(22)及比較器件021(22)的電壓實現 1000cd/m^2 左右的亮度(參照表4)。另外，與比較器件022(22)相比，呈現更高的外部量子效率。另外，與比較器件021(22)相比，呈現更高的外部量子效率。

【0524】另外，在以 50mA/cm^2 的恆定電流密度使發光器件發光的情況下，發光器件222(22)的亮度降低到初始亮度的90%為止的時間比比較器件022(22)長。

【0525】

(參考例1)

本參考例所說明的製造的比較器件022(22)與發光器件222(22)的不同之處在於作為主體材料使用3,3'-9H-咔唑-9-基-聯苯(簡稱：mCBP)代替mPCCzPTzn-02。另外，本參考例所說明的製造的比較器件021(22)與發光器件222(22)的不同之處是：作為主體材料使用mCBP代替mPCCzPTzn-02；以及作為發光材料FM使用N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)-9,10-蒽二胺(簡稱：TTPA)代替2Ph-mmtBuDPhA2Anth。

【0526】

<<比較器件022(22)的結構>>

表5示出本參考例所說明的製造的比較器件022(22)的結構。注意，比較器件022(22)與發光器件222(22)的不同之處在於作為主體材料使用mCBP。

【0527】用於發光器件022(22)的主體材料的mCBP不

發射延遲螢光。另外，該材料在 -5.93eV處具有第二 HOMO 能階 HOMO2，在 -2.22eV處具有第二 LUMO能階 LUMO2(參照表 2)。注意，主體材料的 HOMO能階及 LUMO能階根據使用電化學分析儀(BAS株式會社製造，型號：ALS型 600A 或 600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【 0528】注意，(LUMO2-HOMO2)的值為 3.71eV，其大於(LUMO1-HOMO1)的值，亦即 3.07eV。

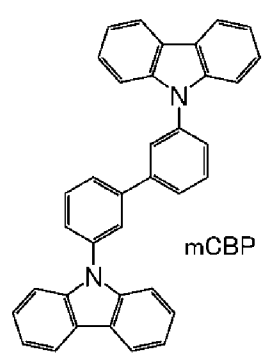
【 0529】

[表 5]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
電極	102	Al		200
層	105	LiF		1
層	113B	TmPyPB		10
層	113A	35DCzPPy		20
層	111	mCBP: Ir(5tBuppy)3: 2Ph-mmtBuDPhA2Anth	1:0.1:0.05	40
層	112	mCzFLP		20
層	104	DBT3PII:MoOx	1:0.5	40
電極	101	ITSO		70

【 0530】

[化學式 21]



【 0531】

<<比較器件 022(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件 022(22)。

【 0532】 注意，發光器件 022(22)的製造方法與發光器件 222(22)的製造方法的不同之處是：在形成層 111 的步驟中，作為主體材料使用 mCBP 代替 mPCCzPTzn-02。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【 0533】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層 112 上形成層 111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【 0534】 注意，層 111 包含 mCBP、Ir(5tBuppy)₃ 及 2Ph-mmtBuDPhA2Anth，其重量比為 mCBP:Ir(5tBuppy)₃：2Ph-mmtBuDPhA2Anth=1：0.1：0.05，其厚度為 40nm(參照表 3)。

【 0535】

<<比較器件 021(22)的結構>>

本參考例所說明的製造的比較器件 021(22)與發光器件 222(22)的不同之處是：作為主體材料使用 mCBP；以及作為發光材料 FM 使用 TTPA 代替 2Ph-mmtBuDPhA2Anth。

【 0536】 用於發光器件 022(22)的主體材料的 mCBP 不發射延遲螢光。另外，該材料在 -5.93eV 處具有第二 HOMO

能階 HOMO2，在 -2.22eV 處具有第二 LUMO 能階 LUMO2 (參照表 2)。

【0537】注意，(LUMO2-HOMO2) 的值為 3.71eV，其大於 (LUMO1-HOMO1) 的值，亦即 3.07eV。

【0538】另外，用於發光器件 021(22) 的發光材料 FM 的 TTPA 包括第二取代基 R^2 。第二取代基 R^2 為甲基。

【0539】

<<比較器件 021(22) 的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件 021(22)。

【0540】注意，發光器件 021(22) 的製造方法與發光器件 222(22) 的製造方法的不同之處是：在形成層 111 的步驟中，作為主體材料使用 mCBP 代替 mPCCzPTzn-02；以及作為發光材料 FM 使用 TTPA 代替 2Ph-mmtBuDPhA2Anth。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0541】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層 112 上形成層 111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0542】注意，層 111 包含 mCBP、Ir(5tBuppy)₃ 及 TTPA，其重量比為 mCBP：Ir(5tBuppy)₃：TTPA=1：0.1：0.05，其厚度為 40nm (參照表 3)。

【0543】

(參考例2)

本參考例所說明的製造的參考器件1具有與發光器件150同樣的結構(參照圖17A)。

【0544】發光器件150包括電極101、電極102及層111。電極102包括與電極101重疊的區域，層111位於電極101與電極102之間。另外，發光器件150包括層104及層105。

【0545】層111包含主體材料，主體材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能。

【0546】

<<參考器件1的結構>>

表6示出參考器件1的結構。另外，以下示出用於本實施例所說明的參考器件的材料結構式。

【0547】

[表6]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
電極	102	Al		200
層	105	LiF		1
層	113B	NBPhen		10
層	113A	mPCCzPTzn-02		20
層	111	mPCCzPTzn-02		30
層	112	PCCP		20
層	104	DBT3PII:MoOx	1:0.5	30
電極	101	ITSO		70

【0548】

<<參考器件1的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的參考

器件 1。

【0549】

[第一步驟]

在第一步驟中，形成電極 101。明確而言，作為靶材使用含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫(簡稱：ITSO)藉由濺射法形成電極 101。

【0550】 注意，電極 101 包含 ITSO，其厚度為 70nm，其面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0551】 接著，用水對形成有電極 101 的基板進行洗滌，以 200℃ 焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。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℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

【0552】

[第二步驟]

在第二步驟中，在電極 101 上形成層 104。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0553】 注意，層 104 包含 DBT3P-II 及 MoO_3 ，其重量比為 DBT3P-II： $\text{MoO}_3=1:0.5$ ，其厚度為 30nm。

【0554】

[第三步驟]

在第三步驟中，在層 104 上形成層 112。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0555】 注意，層 112 包含 3,3'-雙(9-苯基-9H-吡

唑)(簡稱：PCCP)，其厚度為20nm。

【0556】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0557】 注意，層111包含mPCCzPTzn-02，其厚度為30nm。

【0558】

[第五步驟]

在第五步驟中，在層111上形成層113A。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0559】 注意，層113A包含mPCCzPTzn-02，其厚度為20nm。

【0560】

[第六步驟]

在第六步驟中，在層113A上形成層113B。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0561】 注意，層113B包含2,9-雙(蔡-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，其厚度為10nm。

【0562】

[第七步驟]

在第七步驟中，在層113B上形成層105。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0563】 注意，層105包含LiF，其厚度為1nm。

【 0564】**[第八步驟]**

在第八步驟中，在層 105 上形成電極 102。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【 0565】 注意，電極 102 包含 Al，其厚度為 200nm。

【 0566】**<<參考器件 1 的工作特性>>**

在供應電力時參考器件 1 發射光 EL1(參照圖 17A)。對參考器件 1 的工作特性進行測定(參照圖 29 及圖 30)。注意，在室溫下，利用色彩亮度計(由拓普康公司製造的 BM-5A)測量亮度及 CIE 色度，並利用多通道光譜分析儀(由日本濱松光子學株式會社製造的 PMA-11)測量發射光譜。

【 0567】 另外，延遲螢光使用皮秒螢光壽命測定系統(日本濱松光子學公司製造)測定。明確而言，將相當於示出 1300cd/m^2 的條件的電壓施加到參考器件 1，在 $100\mu\text{s}$ 的期間以矩形脈衝狀保持預定電壓，在 $20\mu\text{s}$ 的期間觀察延遲螢光的衰減。另外，在觀察延遲螢光的衰減的期間施加 -5V 的負偏壓。以 10Hz 為一循環反復測定，對資料進行累計。圖 31 示出以預定電壓進行脈衝驅動的參考器件 1 的發光強度。

【 0568】 從電極 101 供應的電洞和從電極 102 供應的電子在層 111 中再結合，從所產生的激發態的主體材料得到發光，明確而言，從激發態的 mPCCzPTzn-02 得到發光(參照圖 30)。另外，至少可以確認來自 $0.3\mu\text{s}$ 以下的壽命短的

激子的發光和來自 $6\mu\text{s}$ 的壽命長的激子的發光(參照圖31)。
由此，可以確認經由壽命長的三重激子產生單重激子。

實施例2

【0569】在本實施例中，參照圖17及圖32至圖38說明本發明的一個實施方式的發光器件321(22)至發光器件332(22)。注意，為了方便起見，在本實施例的圖式和表中下標及上標以標準大小記載。例如，簡稱中的下標及單位中的上標都在表中以標準大小記載。可以參照說明書中的記載對上述表中的記載進行替換。

【0570】圖32是說明發光器件321(22)及發光器件331(22)的電流密度-亮度特性的圖。

【0571】圖33是說明發光器件321(22)及發光器件331(22)的亮度-電流效率特性的圖。

【0572】圖34是說明發光器件321(22)及發光器件331(22)的電壓-亮度特性的圖。

【0573】圖35是說明發光器件321(22)及發光器件331(22)的電壓-電流特性的圖。

【0574】圖36是說明發光器件321(22)及發光器件331(22)的亮度-外部量子效率特性的圖。注意，假設發光器件的配光特性為朗伯特型，根據亮度算出外部量子效率。

【0575】圖37是說明使發光器件321(22)及發光器件331(22)以 1000cd/m^2 的亮度發光時的發射光譜的圖。

【0576】圖38是說明以 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恆定電流密度使發光器件321(22)及發光器件331(22)發光時的正規化亮度-時間變化特性的圖。

【0577】

<發光器件321(22)>

本實施例所說明的製造的發光器件321(22)具有與發光器件150同樣的結構(參照圖17A)。

【0578】發光器件150包括電極101、電極102及層111(參照圖17A)。電極102包括與電極101重疊的區域，層111位於電極101與電極102之間。

【0579】層111包含發光材料FM、能量施體材料ED及主體材料。

【0580】發光材料FM具有發射螢光的功能，發光材料FM在波長 $\lambda_{\text{abs}}(\text{nm})$ 處具有位於吸收光譜Abs的最長波長的端部(參照圖17C)。

【0581】將有機金屬錯合物用作能量施體材料ED，有機金屬錯合物包括配體，配體包括取代基 R^1 ，取代基 R^1 為烷基、環烷基和三烷基矽基中的任意個。注意，烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0582】另外，有機金屬錯合物具有在室溫下發射磷光的功能，磷光在波長 $\lambda_{\text{p}}(\text{nm})$ 處具有位於光譜的最短波長的端部，波長 λ_{p} 與波長 λ_{abs} 相比位於短波長。

【0583】另外，有機金屬錯合物具有第一HOMO能階

HOMO1及第一LUMO能階LUMO1(參照圖17B)。

【0584】主體材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能，主體材料具有第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2。

【0585】第一HOMO能階HOMO1、第一LUMO能階LUMO1、第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2滿足下述數學式(1)。

【0586】

[數學式8]

$$(LUMO2 - HOMO2) < (LUMO1 - HOMO1) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0587】

<<發光器件321(22)的結構>>

表7示出發光器件321(22)的結構。另外，以下示出用於本實施例所說明的發光器件的材料的結構式以及HOMO能階及LUMO能階。

【0588】用於發光器件321(22)的發光材料FM的TPPA在波長514nm處具有位於吸收光譜的最長波長的端部(參照圖18)。注意，甲苯溶液中的發光材料FM的吸收光譜使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的V550型)在室溫下測量。

【0589】用於發光器件321(22)的有機金屬錯合物的Ir(5tBuppy)₃具有發射磷光的功能。該磷光在波長484nm處具有位於光譜的最短波長的端部，該端部與波長514nm相比位於短波長。另外，Ir(5tBuppy)₃在-5.32eV處具有第一

HOMO能階 HOMO1，在 -2.25eV 處具有第一 LUMO能階 LUMO1。注意，二氯甲烷溶液中的有機金屬錯合物的磷光光譜的測量使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造的 FP-8600型)在室溫下進行。另外，有機金屬錯合物的 HOMO能階及 LUMO能階根據使用電化學分析儀(BAS株式會社製造，型號：ALS型 600A或 600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【0590】用於發光器件 321(22)的主體材料的混合材料具有發射延遲螢光的功能。明確而言，包含 mPCCzPTzn-02及 PCCP的混合材料發射延遲螢光。另外，該混合材料在 -5.63eV 處具有第二 HOMO能階 HOMO2，在 -3.00eV 處具有第二 LUMO能階 LUMO2(參照表 2)。注意，主體材料的 HOMO能階及 LUMO能階根據使用電化學分析儀(BAS株式會社製造，型號：ALS型 600A或 600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【0591】注意，(LUMO2-HOMO2)的值為 2.63eV ，其小於(LUMO1-HOMO1)的值，亦即 3.07eV 。

【0592】

[表 7]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
電極	102	Al		200
層	105	LiF		1
層	113B	NBPhen		10
層	113A	mPCCzPTzn-02		20
層	111	mPCCzPTzn-02:PCCP: Ir(5tBuppy)3:TTPA	0.5:0.5: 0.1:0.05	40
層	112	PCBBi1BP		20
層	104	DBT3PII:MoOx	1:0.5	40
電極	101	ITSO		70

【 0593 】

<<發光器件 321(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件 321(22)。

【 0594 】

[第一步驟]

在第一步驟中，形成電極 101。明確而言，作為靶材使用含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫(簡稱：ITSO)藉由濺射法形成電極 101。

【 0595 】 注意，電極 101 包含 ITSO，其厚度為 70nm，其面積為 4mm²(2mm×2mm)。

【 0596 】 接著，用水對形成有電極 101 的基板進行洗滌，以 200℃ 焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。然後，將基板放入其內部被減壓到 10⁻⁴Pa 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℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

【 0597 】

[第二步驟]

在第二步驟中，在電極 101 上形成層 104。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0598】注意，層 104 包含 DBT3P-II 及 MoO_3 ，其重量比為 DBT3P-II： MoO_3 =1：0.5，其厚度為 40nm。

【0599】

[第三步驟]

在第三步驟中，在層 104 上形成層 112。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0600】注意，層 112 包含 4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)，其厚度為 20nm。

【0601】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層 112 上形成層 111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0602】注意，層 111 包含 mPCCzPTzn-02、PCCP、 $\text{Ir}(\text{5tBuppy})_3$ 及 TTPA，其重量比為 mPCCzPTzn-02：PCCP： $\text{Ir}(\text{5tBuppy})_3$ ：TTPA=0.5：0.5：0.1：0.05，其厚度為 40nm。注意，mPCCzPTzn-02 和 PCCP 是形成激態錯合物的物質。

【0603】

[表 8]

	HOST	ED	FM
發光器件 321(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(5tBuppy)3	TTPA
發光器件 331(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(4tBuppy)3	TTPA
比較器件 311(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(ppy)3	TTPA

【 0604】

[第五步驟]

在第五步驟中，在層 111 上形成層 113A。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【 0605】注意，層 113A 包含 mPCCzPTzn-02，其厚度為 20nm。

【 0606】

[第六步驟]

在第六步驟中，在層 113A 上形成層 113B。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【 0607】注意，層 113B 包含 NBPhen，其厚度為 10nm。

【 0608】

[第七步驟]

在第七步驟中，在層 113B 上形成層 105。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【 0609】注意，層 105 包含 LiF，其厚度為 1nm。

【 0610】

[第八步驟]

在第八步驟中，在層105上形成電極102。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0611】注意，電極102包含Al，其厚度為200nm。

【0612】

<發光器件331(22)>

本實施例所說明的製造的發光器件331(22)具有與發光器件150同樣的結構(參照圖17A)。

【0613】

<<發光器件331(22)的結構>>

發光器件331(22)與發光器件321(22)的不同之處在於作為能量施體材料ED使用三[2-[4-(三級丁基)-2-吡啶基-κN]苯基-κC]銱(簡稱： $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$)。

【0614】用於發光器件331(22)的有機金屬錯合物的 $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 具有發射磷光的功能(參照圖19)。該磷光在波長482nm處具有位於光譜的最短波長的端部，該端部與波長514nm相比位於短波長。另外， $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 在-5.26eV處具有第一HOMO能階HOMO1，在-2.25eV處具有第一LUMO能階LUMO1。注意，二氯甲烷溶液中的有機金屬錯合物的磷光光譜的測量使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造的FP-8600型)在室溫下進行。另外，有機金屬錯合物的HOMO能階及LUMO能階根據使用電化學分析儀(BAS株式會社製造，型號：ALS型600A或600C)並藉由循環伏安(CV)測量得到的氧化電位及還原電位算出。

【0615】注意，(LUMO2-HOMO2)的值為2.63eV，其小於(LUMO1-HOMO1)的值，亦即3.01eV。

【0616】

<<發光器件331(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件331(22)。

【0617】注意，發光器件331(22)的製造方法與發光器件321(22)的製造方法的不同之處是：在形成層111的步驟中，作為能量施體材料ED使用Ir(4tBuppy)₃代替Ir(5tBuppy)₃。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0618】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0619】注意，層111包含mPCCzPTzn-02、PCCP、Ir(4tBuppy)₃及TTPA，其重量比為mPCCzPTzn-02：PCCP：Ir(4tBuppy)₃：TTPA=0.5：0.5：0.1：0.05，其厚度為40nm(參照表8)。

【0620】

<<發光器件321(22)及發光器件331(22)的工作特性>>

在供應電力時發光器件321(22)及發光器件331(22)發射綠色光EL1(參照圖17A)。對發光器件321(22)及發光器件331(22)的工作特性進行測量(參照圖32至圖37)。注意，

使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造的SR-UL1R)在室溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0621】表4示出使製造的發光器件以 1000cd/m^2 左右的亮度發光時的主要初始特性。另外，表4示出LT90，該LT90是指在以恆定電流密度(50mA/cm^2)使發光器件發光的情況下亮度降低到初始亮度的90%為止的經過時間。另外，表4還示出其他發光器件的特性，它們的結構將在下面說明。

【0622】可知發光器件321(22)及發光器件331(22)呈現良好的特性。例如，發光器件321(22)及發光器件331(22)發射在約為 540nm 處具有峰值波長的來自發光材料FM的發射光譜的光(參照圖37)。另外，沒有觀察到來自能量施體材料ED的發光。或者，能量從能量施體材料ED轉移到發光材料FM。另外，可以抑制從能量施體材料ED到發光材料FM的不被期望的能量轉移。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。

【0623】另外，發光器件321(22)及發光器件331(22)可以以低於比較器件311(22)的電壓實現 1000cd/m^2 左右的亮度(參照表4)。另外，與比較器件311(22)相比，呈現更高的外部量子效率。

【0624】另外，在以 50mA/cm^2 的恆定電流密度使發光器件發光的情況下，發光器件321(22)及發光器件331(22)的亮度降低到初始亮度的90%為止的時間比比較器件311(22)長。

【 0625】

(參考例 3)

本參考例所說明的製造的比較器件 311(22)與發光器件 321(22)及發光器件 331(22)不同之處在於作為能量施體材料 ED 使用三 (2- 苯基吡啶根 -N,C^{2'}) 銱 (III)(簡稱： Ir(ppy)_3)。

【 0626】

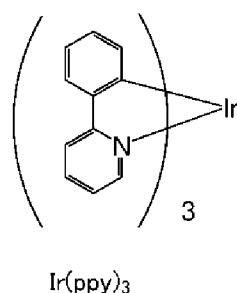
<<比較器件 311(22)的結構>>

本參考例所說明的製造的比較器件 311(22)與發光器件 321(22)的不同之處在於作為能量施體材料 ED 使用 Ir(ppy)_3 。

【 0627】用於發光器件 311(22)的有機金屬錯合物的 Ir(ppy)_3 包括配體。注意，該配體不包括烷基、環烷基或三烷基矽基。

【 0628】

[化學式 22]



【 0629】

<<比較器件 311(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造比較器件 311(22)。

【 0630】注意，比較器件 311(22)的製造方法與發光

器件321(22)的製造方法的不同之處是：在形成層111的步驟中，作為能量施體材料ED使用Ir(ppy)₃代替Ir(5tBuppy)₃。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0631】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0632】注意，層111包含mPCCzPTzn-02、PCCP、Ir(ppy)₃及TPPA，其重量比為mPCCzPTzn-02：PCCP：Ir(ppy)₃：TPPA=0.5：0.5：0.1：0.05(重量比)，其厚度為40nm(參照表8)。

【0633】

(參考例4)

本參考例所說明的製造的參考器件2與參考器件1的不同之處是層111的結構，明確而言，不是作為主體材料僅使用mPCCzPTzn-02而是作為主體材料使用包含mPCCzPTzn-02及PCCP的混合材料。

【0634】

<<參考器件2的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的參考器件2。

【0635】注意，在形成層111的步驟中，參考器件2的製造方法與參考器件1的製造方法不同。在此，對不同之

處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0636】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法蒸鍍材料。

【0637】 注意，層111包含 mPCCzPTzn-02 及 PCCP，其重量比為 mPCCzPTzn-02：PCCP=0.8：0.2，其厚度為 30nm。

【0638】

<<參考器件2的工作特性>>

在供應電力時參考器件2發射光EL1(參照圖17A)。對參考器件2進行工作特性(參照圖29及圖30)。注意，在亮度及CIE色度的測量中利用色彩亮度計(由拓普康公司製造的BM-5A)，並且作為發射光譜的測量，利用多通道光譜分析儀(由日本濱松光子學株式會社製造的PMA-11)在室溫下測量。

【0639】 另外，延遲螢光使用皮秒螢光壽命測定系統(日本濱松光子學公司製造)測定。明確而言，將相當於示出 1300cd/m^2 的條件的電壓施加到參考器件2，在 $100\mu\text{s}$ 的期間以矩形脈衝狀保持預定電壓，在 $20\mu\text{s}$ 的期間觀察延遲螢光的衰減。另外，在觀察延遲螢光的衰減的期間施加 -5V 的負偏壓。以 10Hz 為一循環反復測定，對資料進行累計。圖31示出以預定電壓進行脈衝驅動的參考器件2的發

光強度。

【0640】從電極101供應的電洞和從電極102供應的電子在層111中再結合，從所產生的激發態的主體材料得到發光，明確而言，從mPCCzPTzn-02及PCCP的激態錯合物得到發光(參照圖30)。另外，至少可以確認來自 $0.3\mu\text{s}$ 以下的壽命短的激子的發光和來自 $4\mu\text{s}$ 的壽命長的激子的發光(參照圖31)。由此，可以確認經由壽命長的三重激子產生單重激子。

實施例3

【0641】在本實施例中，參照圖17及圖39至圖45說明本發明的一個實施方式的發光器件322(22)至發光器件332(22)。注意，為了方便起見，在本實施例的圖式和表中下標及上標以標準大小記載。例如，簡稱中的下標及單位中的上標都在表中以標準大小記載。可以參照說明書中的記載對上述表中的記載進行替換。

【0642】圖39是說明發光器件322(22)及發光器件332(22)的電流密度-亮度特性的圖。

【0643】圖40是說明發光器件322(22)及發光器件332(22)的亮度-電流效率特性的圖。

【0644】圖41是說明發光器件322(22)及發光器件332(22)的電壓-亮度特性的圖。

【0645】圖42是說明發光器件322(22)及發光器件332(22)的電壓-電流特性的圖。

【0646】圖43是說明發光器件322(22)及發光器件332(22)的亮度-外部量子效率特性的圖。注意，假設發光器件的配光特性為朗伯特型，根據亮度算出外部量子效率。

【0647】圖44是說明使發光器件322(22)及發光器件332(22)以 1000cd/m^2 的亮度發光時的發射光譜的圖。

【0648】圖45是說明以 50mA/cm^2 的恆定電流密度使發光器件322(22)及發光器件332(22)發光時的正規化亮度-時間變化特性的圖。

【0649】

<發光器件322(22)>

本實施例所說明的製造的發光器件322(22)具有與發光器件150同樣的結構(參照圖17A)。注意，發光器件322(22)與發光器件321(22)的不同之處在於作為發光材料FM使用2Ph-mmtBuDPhA2Anth。

【0650】發光材料FM包括第二取代基 R^2 ，第二取代基 R^2 為甲基、具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個。注意，具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【0651】

<<發光器件322(22)的結構>>

本實施例所說明的製造的發光器件322(22)與發光器件321(22)不同之處在於作為發光材料FM使用2Ph-

mmtBuDPhA2Anth。

【0652】用於發光器件322(22)的發光材料FM的2Ph-mmtBuDPhA2Anth在波長519nm處具有位於吸收光譜的最長波長的端部(參照圖20)。

【0653】用於發光器件322(22)的有機金屬錯合物的Ir(5tBuppy)₃具有發射磷光的功能。該磷光在波長484nm處具有位於光譜的最短波長的端部，該端部與波長519nm相比位於短波長。

【0654】

<<發光器件322(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造發光器件322(22)。

【0655】注意，發光器件322(22)的製造方法與發光器件321(22)的製造方法的不同之處是：在形成層111的步驟中，作為發光材料FM使用2Ph-mmtBuDPhA2Anth代替TTPA。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0656】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0657】注意，層111包含mPCCzPTzn-02、PCCP、Ir(5tBuppy)₃及2Ph-mmtBuDPhA2Anth，其重量比為mPCCzPTzn-02：PCCP：Ir(5tBuppy)₃：2Ph-mmtBuDPhA2Anth=0.5：0.5：0.1：0.05，其厚度為40nm。

【 0658 】

[表 9]

		HOST	ED	FM
發光器件	322(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(5tBuppy)3	2Ph- mmtBuDPhA2Anth
發光器件	332(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(4tBuppy)3	2Ph- mmtBuDPhA2Anth
比較器件	312(22)	mPCCzPTzn-02: PCCP	Ir(ppy)3	2Ph- mmtBuDPhA2Anth

【 0659 】

<發光器件 332(22)>

本實施例所說明的製造的發光器件 332(22)具有與發光器件 150 同樣的結構(參照圖 17A)。注意，發光器件 332(22)與發光器件 321(22)的不同之處是：作為能量施體材料 ED 使用 Ir(4tBuppy)₃；以及作為發光材料 FM 使用 2Ph-mmtBuDPhA2Anth。

【 0660 】

<<發光器件 332(22)的結構>>

本實施例所說明的製造的發光器件 332(22)與發光器件 321(22)的不同之處是：作為能量施體材料 ED 使用 Ir(4tBuppy)₃，作為發光材料 FM 使用 2Ph-mmtBuDPhA2Anth。

【 0661 】用於發光器件 332(22)的發光材料 FM 的 2Ph-mmtBuDPhA2Anth 在波長 519nm 處具有位於吸收光譜的最長波長的端部(參照圖 21)。

【 0662 】用於發光器件 332(22)的有機金屬錯合物的

$\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 具有發射磷光的功能。該磷光在波長482nm處具有位於光譜的最短波長的端部，該端部與波長519nm相比位於短波長。另外， $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 在-5.26eV處具有第一HOMO能階HOMO1，在-2.25eV處具有第一LUMO能階LUMO1。

【0663】注意，(LUMO2-HOMO2)的值為2.63eV，其小於(LUMO1-HOMO1)的值，亦即3.01eV。

【0664】

<<發光器件332(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例所說明的發光器件332(22)。

【0665】注意，發光器件332(22)的製造方法與發光器件321(22)的製造方法的不同之處是：在形成層111的步驟中，作為能量施體材料ED使用 $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 代替 $\text{Ir}(\text{5tBuppy})_3$ ，作為發光材料FM使用2Ph-mmtBuDPhA2Anth代替TTPA。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0666】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0667】注意，層111包含mPCCzPTzn-02、PCCP、 $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ 及2Ph-mmtBuDPhA2Anth，其重量比為mPCCzPTzn-02：PCCP： $\text{Ir}(\text{4tBuppy})_3$ ：2Ph-mmtBuDPhA2Anth=

0.5 : 0.5 : 0.1 : 0.05，其厚度為40nm(參照表9)。

【0668】

<<發光器件322(22)及發光器件332(22)的工作特性>>

在供應電力時發光器件322(22)及發光器件332(22)發射綠色光EL1(參照圖17A)。對發光器件322(22)及發光器件332(22)的工作特性進行測量(參照圖39至圖44)。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造的SR-UL1R)在室溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0669】表4示出使發光器件322(22)及發光器件332(22)以1000cd/m²左右的亮度發光時的主要初始特性。另外，表4示出LT90，該LT90是指在以恆定電流密度(50mA/cm²)使發光器件發光的情況下亮度降低到初始亮度的90%為止的經過時間。

【0670】可知發光器件322(22)及發光器件332(22)呈現良好的特性。例如，發光器件322(22)及發光器件332(22)發射在約為540nm處具有峰值波長的來自發光材料FM的發射光譜的光(參照圖44)。另外，沒有觀察到來自能量施體材料ED的發光。或者，能量從能量施體材料ED轉移到發光材料FM。另外，可以抑制從能量施體材料ED到發光材料FM的不被期望的能量轉移。另外，可以抑制基於德克斯特機制的能量轉移。

【0671】另外，發光器件322(22)及發光器件332(22)可以以低於比較器件312(22)的電壓實現1000cd/m²左右的亮度(參照表4)。另外，與比較器件312(22)相比，呈現更

高的外部量子效率。

【0672】另外，在以 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恆定電流密度使發光器件發光的情況下，發光器件 322(22) 及發光器件 332(22) 的正規化亮度降低到初始亮度的 90% 為止的時間比較器件 312(22) 長，可靠性更高(參照圖 45)。

【0673】與現有發光器件相比，本發明的一個實施方式的發光器件可以在 65°C 的環境下實現高可靠性。例如，可以期待實現具有如下可靠性的發光器件 B，該發光器件 B 在使發射綠色光的發光器件以 $29000\text{cd}/\text{m}^2$ 左右的亮度發光的情況下其亮度降低到初始亮度的 90% 為止的經過時間是發光器件 A 的兩倍左右(參照圖 46)。

【0674】

(參考例 5)

本參考例所說明的製造的比較器件 312(22) 與發光器件 322(22) 及發光器件 332(22) 的不同之處在於作為能量施體材料 ED 使用三 (2- 苯基吡啶根 -N, C^{2'}) 銱 (III) (簡稱： $\text{Ir}(\text{ppy})_3$)。

【0675】

<比較器件 312(22) 的結構>

在本參考例所說明的製造的比較器件 312(22) 中，作為能量施體材料 ED 使用 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 。

【0676】

<<比較器件 312(22) 的結構>>

在本參考例所說明的製造的比較器件 312(22) 中，作

為能量施體材料ED使用Ir(ppy)₃。

【0677】

<<比較器件312(22)的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造比較器件312(22)。

【0678】注意，比較器件312(22)的製造方法與發光器件321(22)的製造方法的不同之處是：在形成層111的步驟中，作為能量施體材料ED使用Ir(ppy)₃代替Ir(5tBuppy)₃，作為發光材料FM使用2Ph-mmtBuDPhA2Anth代替TTPA。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0679】

[第四步驟]

在第四步驟中，在層112上形成層111。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0680】注意，層111包含mPCCzPTzn-02、PCCP、Ir(ppy)₃及2Ph-mmtBuDPhA2Anth，其重量比為mPCCzPTzn-02：PCCP：Ir(ppy)₃：2Ph-mmtBuDPhA2Anth=0.5：0.5：0.1：0.05，其厚度為40nm(參照表9)。

【符號說明】

【0681】

101:電極

101S:電極

102:電極

103:單元

103S:單元

104:層

105:層

106:中間層

106A:層

106B:層

111:層

112:層

113:層

113A:層

113B:層

114:層

114N:層

114P:層

150:發光器件

170:光功能器件

400:基板

401:電極

403:EL層

404:電極

405:密封劑

406:密封劑

407:密封基板

412:焊 盤
420:IC 晶片
521:絕 緣 膜
528:絕 緣 膜
573:絕 緣 膜
573A:絕 緣 膜
573B:絕 緣 膜
601:源 極 線 驅 動 電 路
602:像 素 部
603:閘 極 線 驅 動 電 路
604:密 封 基 板
605:密 封 劑
607:空 間
608:佈 線
609:FPC
610:元 件 基 板
611:開 關 FET
612:電 流 控 制 FET
613:電 極
614:絕 緣 物
616:EL 層
617:電 極
618:發 光 器 件
623:FET

700:功能面板

951:基板

952:電極

953:絕緣層

954:隔離層

955:EL層

956:電極

1001:基板

1002:基底絕緣膜

1003:閘極絕緣膜

1006:閘極電極

1007:閘極電極

1008:閘極電極

1020:層間絕緣膜

1021:層間絕緣膜

1022:電極

1024B:電極

1024G:電極

1024R:電極

1024W:電極

1025:分隔壁

1028:EL層

1029:電極

1031:密封基板

1032:密封劑
1033:基材
1034B:彩色層
1034G:彩色層
1034R:彩色層
1035:黑矩陣
1036:保護層
1037: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
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
2110:運算裝置
3001:照明設備

5000:外殼
5001:顯示部
5002: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
5120:垃圾
5140:可攜式電子裝置
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: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：

第一電極；

第二電極；以及

第一層，

其中，該第二電極包括與該第一電極重疊的區域，

該第一層位於該第一電極與該第二電極之間，

該第一層包含發光材料、第一有機化合物及第一材料，

該發光材料具有發射螢光的功能，

該發光材料在第一波長處具有位於吸收光譜的最長波長的端部，

該第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，

該第一有機化合物的發光在第二波長處具有位於光譜的最短波長的端部，

該第二波長與該第一波長相比位於短波長，

該第一有機化合物包括第一取代基，

該第一取代基為烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個，

該烷基的碳原子數為3以上且12以下，

該環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，

該三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下，

並且，該第一材料具有在室溫下發射延遲螢光的功能。

能。

【請求項2】一種發光器件，包括：

第一電極；

第二電極；以及

第一層，

其中，該第二電極包括與該第一電極重疊的區域，

該第一層位於該第一電極與該第二電極之間，

該第一層包含發光材料、第一有機化合物及第一材料，

該發光材料具有發射螢光的功能，

該發光材料在第一波長處具有位於吸收光譜的最長波長的端部，

該第一有機化合物具有將三重激發能轉換為發光的功能，

該第一有機化合物的發光在第二波長處具有位於光譜的最短波長的端部，

該第二波長與該第一波長相比位於短波長，

該第一有機化合物包括第一取代基，

該第一取代基為烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個，

該烷基的碳原子數為3以上且12以下，

該環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，

該三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下，

該第一材料由第二有機化合物和第三有機化合物構

成，

並且，該第二有機化合物和該第三有機化合物形成激態錯合物。

【請求項3】如請求項1或2之發光器件，

其中該第一有機化合物具有第一HOMO能階HOMO1及第一LUMO能階LUMO1，

該第一材料具有第二HOMO能階HOMO2及第二LUMO能階LUMO2，

並且該第一HOMO能階HOMO1、該第一LUMO能階LUMO1、該第二HOMO能階HOMO2及該第二LUMO能階LUMO2滿足下述數學式(1)

[數學式1]

$$(LUMO2 - HOMO2) < (LUMO1 - HOMO1) \quad \cdots (1)。$$

【請求項4】如請求項1至3中任一項之發光器件，

其中該發光材料包括第二取代基，

該第二取代基為甲基、具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和三烷基矽基中的任意個，

該具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，

該環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，

並且該三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【請求項5】如請求項1至4中任一項之發光器件，

其中該發光材料包括五個以上的第二取代基，

五個以上的該第二取代基中的至少五個該第二取代基分別獨立地為具有支鏈的烷基、取代或未取代的環烷基和

三烷基矽基中的任意個，

該具有支鏈的烷基的碳原子數為3以上且12以下，

該環烷基的成環碳原子數為3以上且10以下，

並且該三烷基矽基的碳原子數為3以上且12以下。

【請求項6】如請求項1至5中任一項之發光器件，

其中該發光材料具有第三LUMO能階，

並且該第三LUMO能階比該第二LUMO能階LUMO2高。

【請求項7】如請求項1至6中任一項之發光器件，

其中該第二HOMO能階HOMO2比該第一HOMO能階HOMO1高，

並且該第二LUMO能階LUMO2比該第一LUMO能階LUMO1低。

【請求項8】如請求項1至6中任一項之發光器件，

其中該第一HOMO能階HOMO1比該第二HOMO能階HOMO2高。

【請求項9】如請求項1至6中任一項之發光器件，

其中該第一LUMO能階LUMO1比該第二LUMO能階LUMO2低。

【請求項10】一種發光裝置，包括：

如請求項1至9中任一項之發光器件；以及
電晶體或基板。

【請求項11】一種顯示裝置，包括：

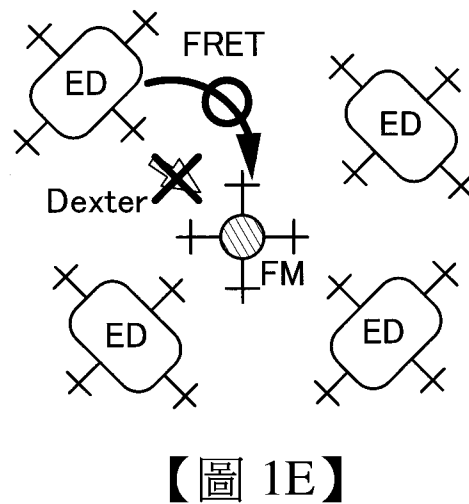
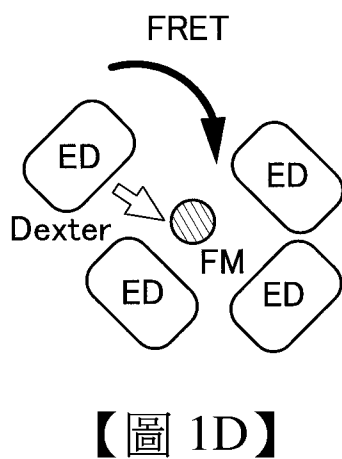
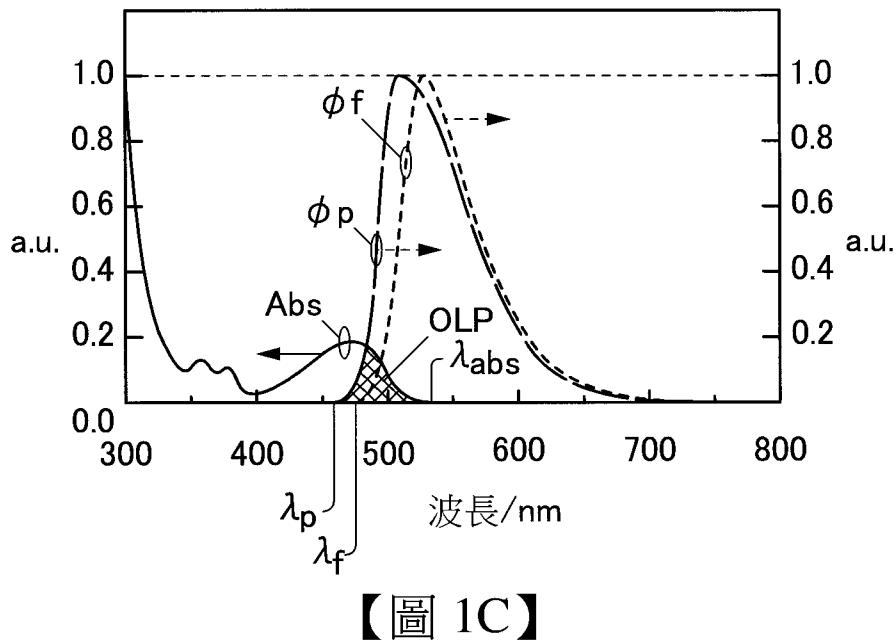
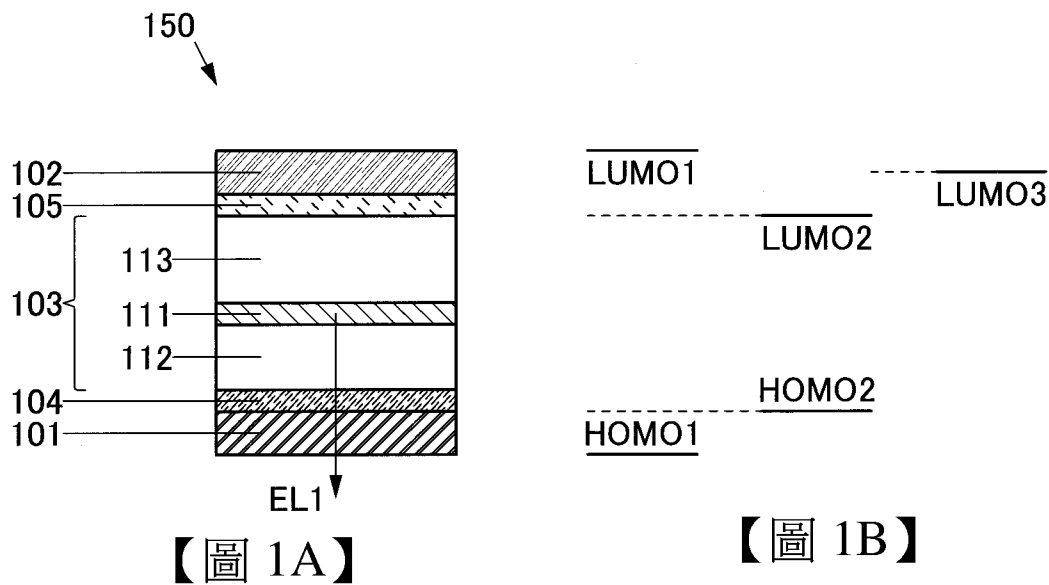
如請求項1至9中任一項之發光器件；以及

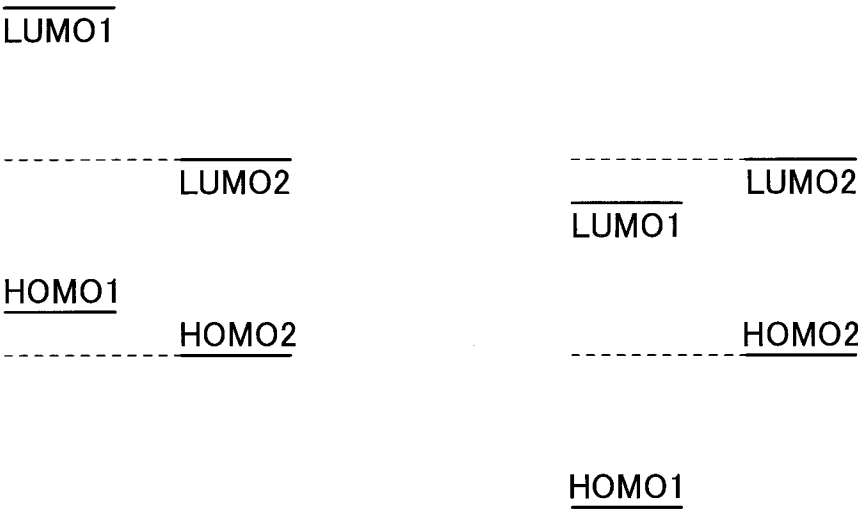
電晶體或基板。

【請求項12】一種照明設備，包括：
如請求項10之發光裝置；以及
外殼。

【請求項13】一種電子裝置，包括：
如請求項11之顯示裝置；以及
感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

【發明圖式】

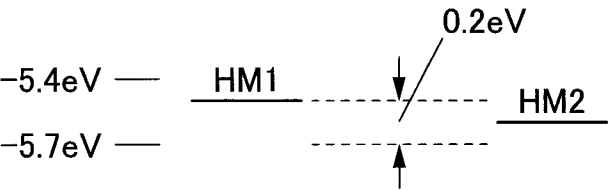




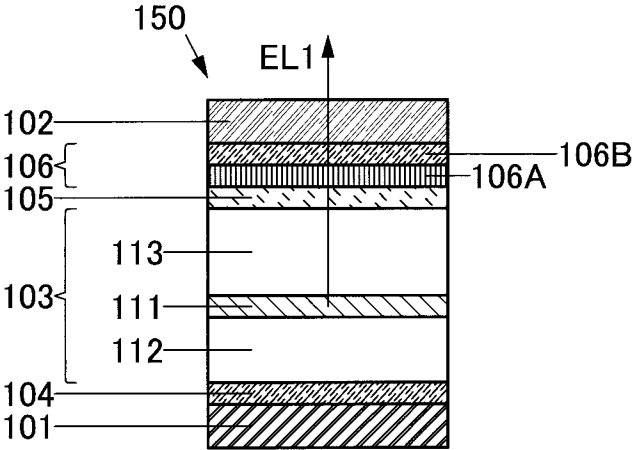
【圖 2A】

【圖 2B】

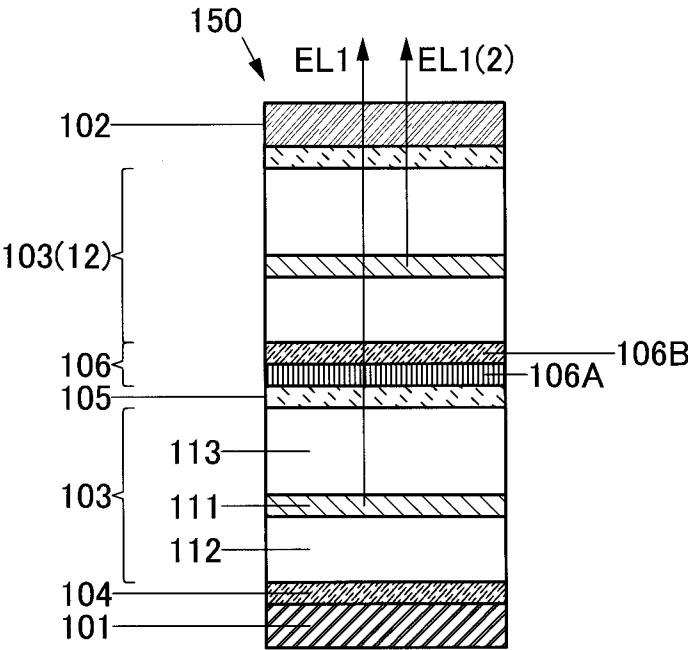
0eV —



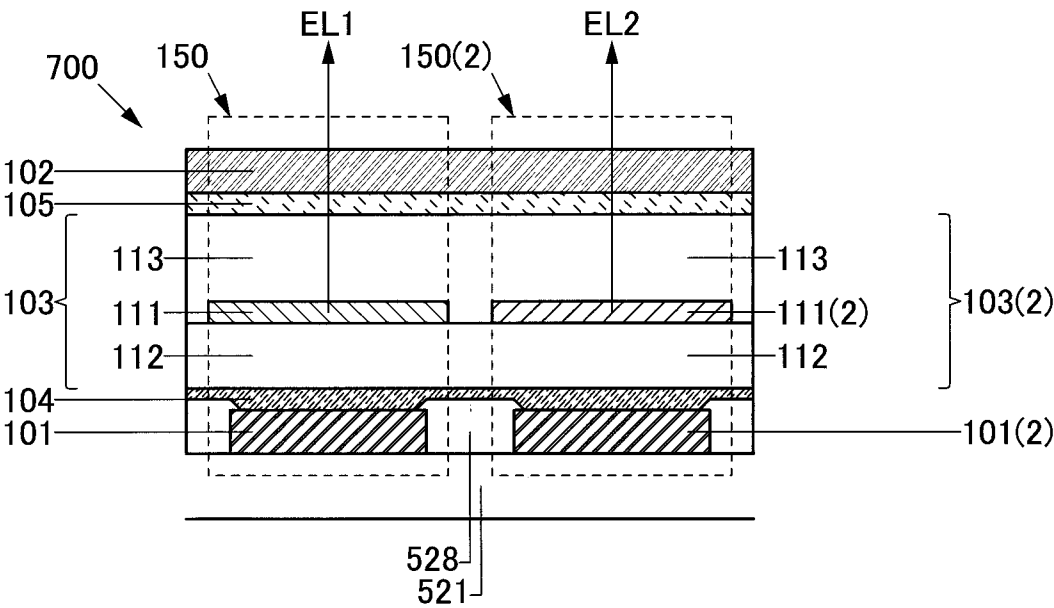
【圖 2C】



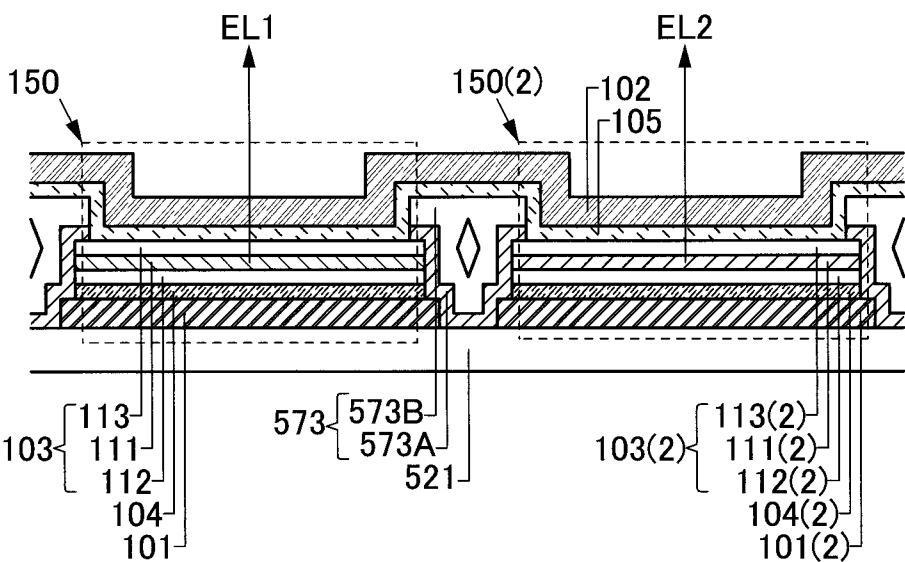
【圖 3A】



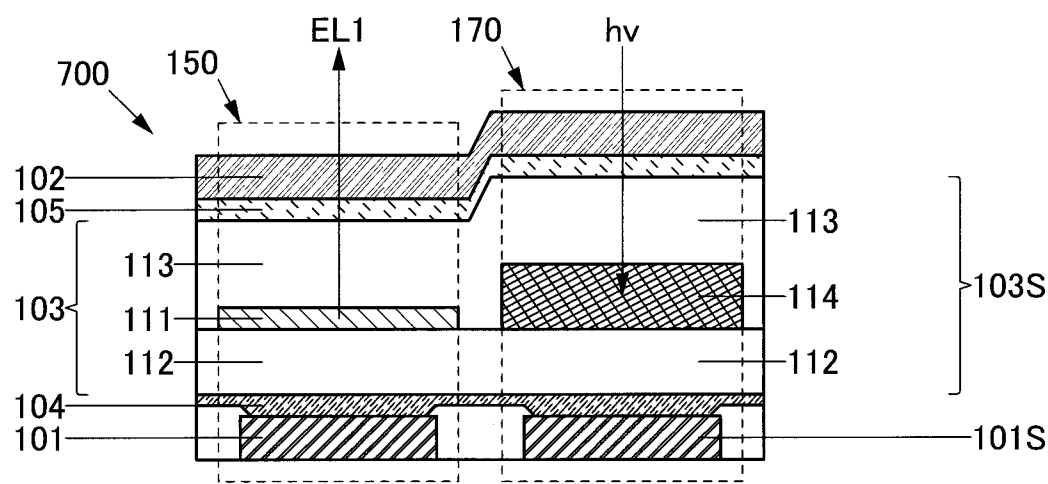
【圖 3B】



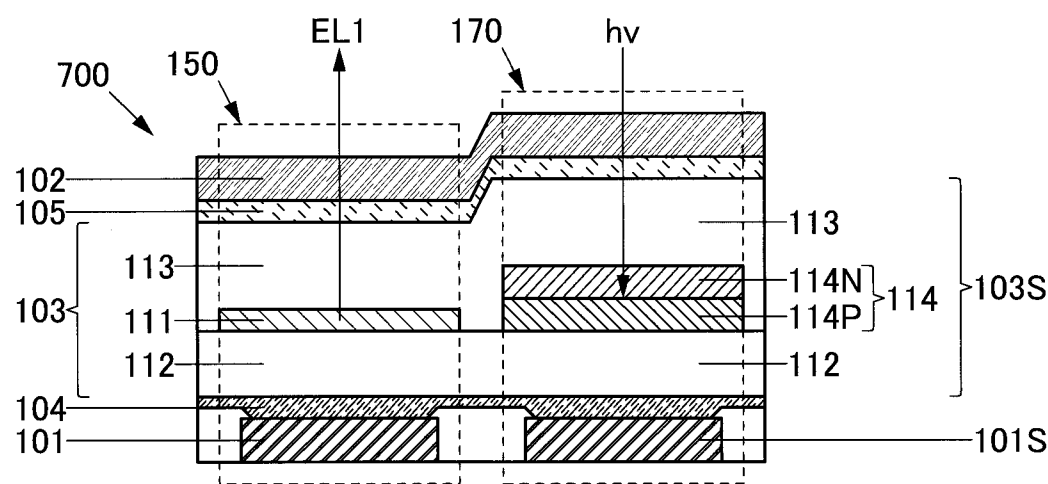
【圖 4A】



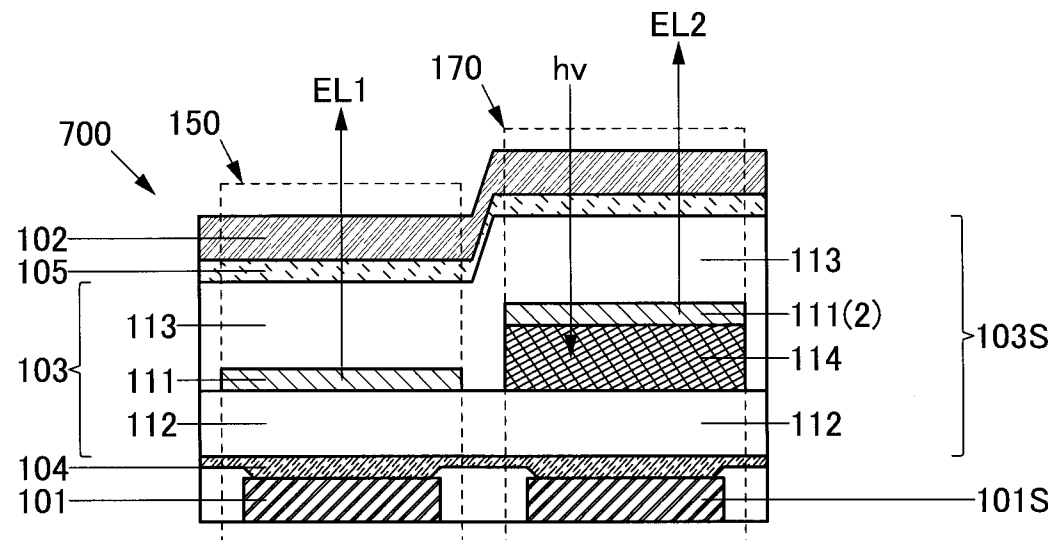
【圖 4B】



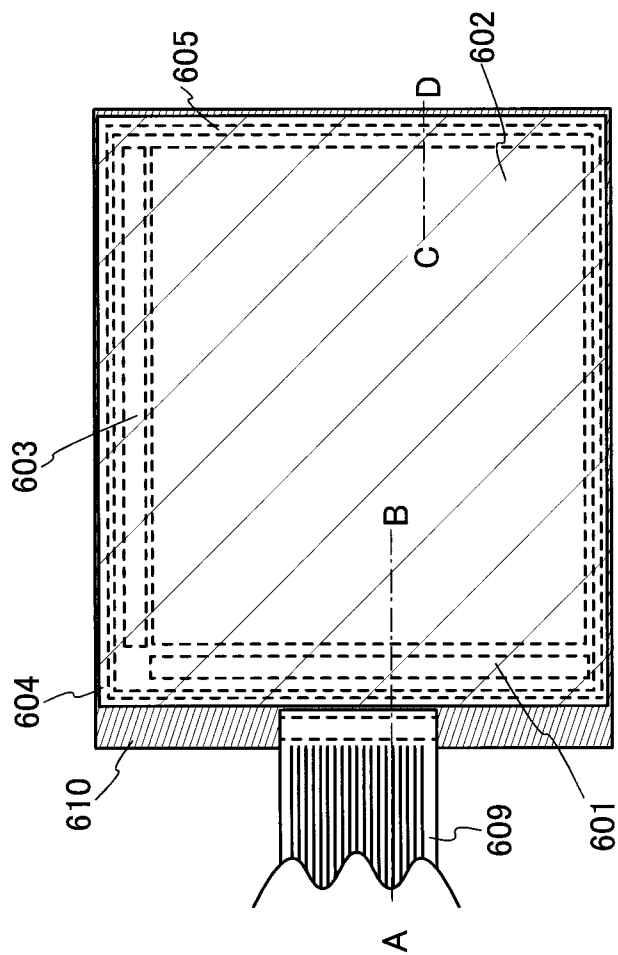
【圖 5A】



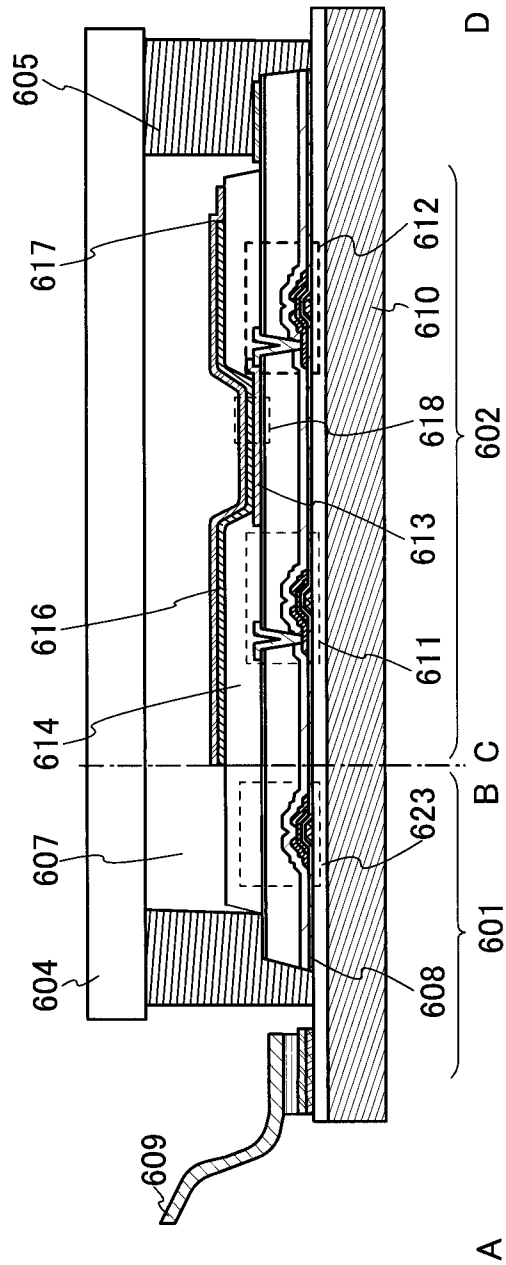
【圖 5B】



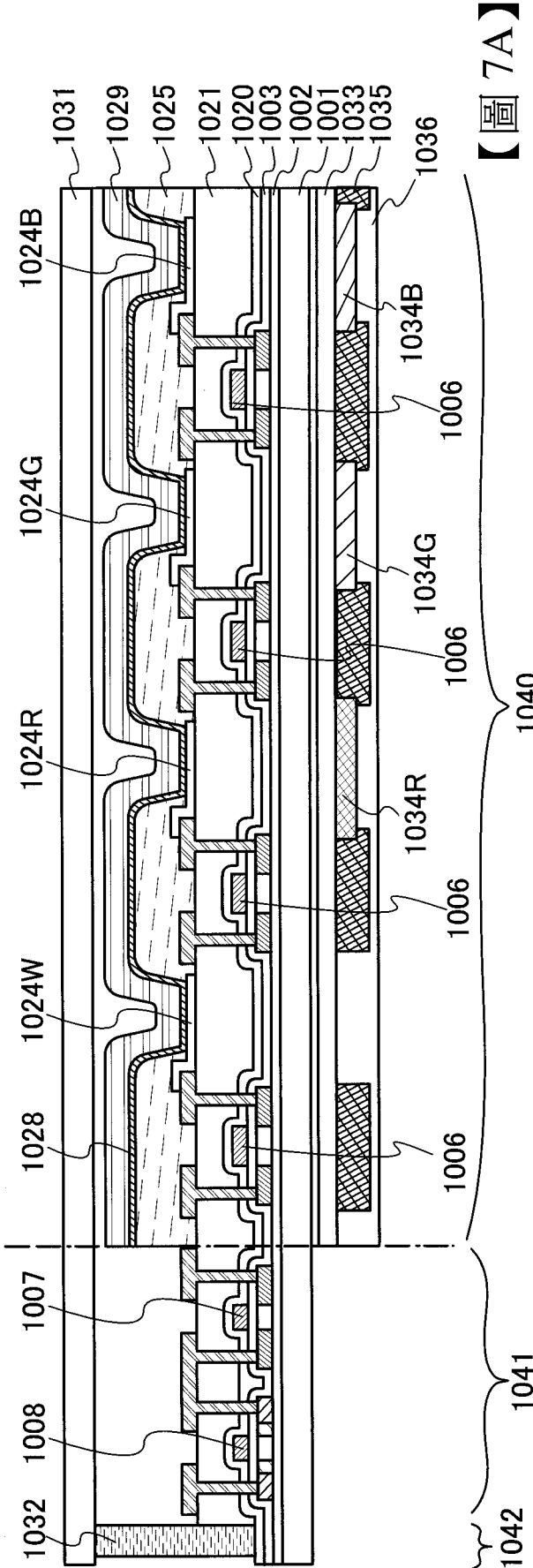
【圖 5C】



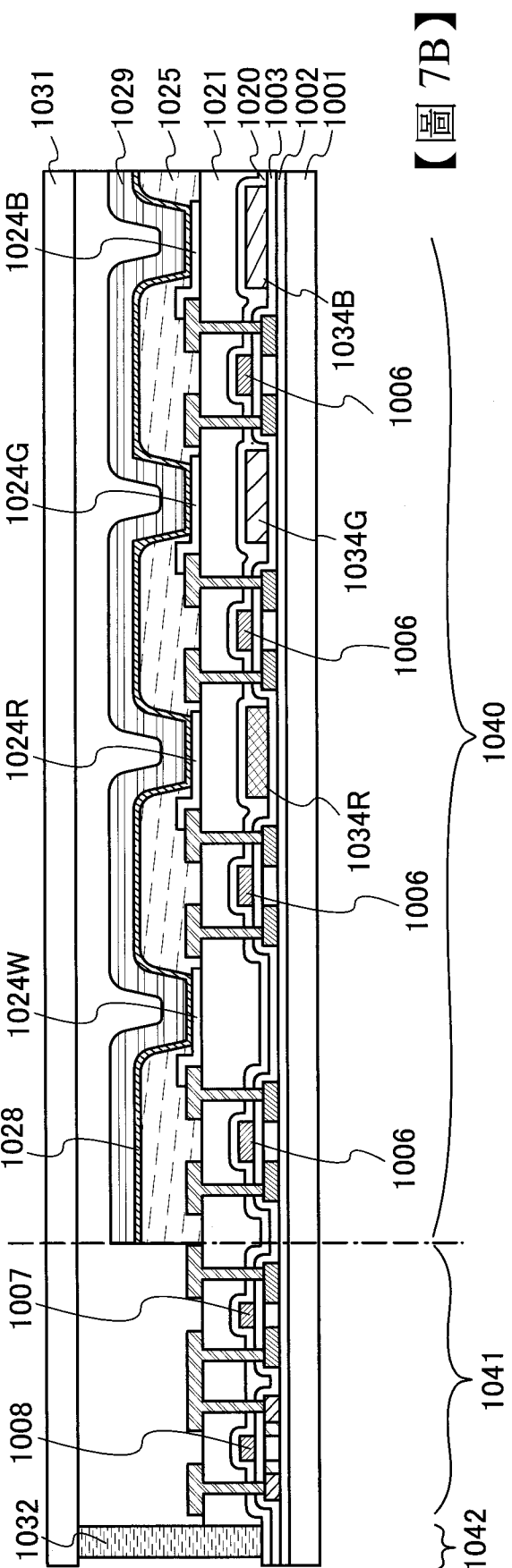
【圖 6A】



【圖 6B】

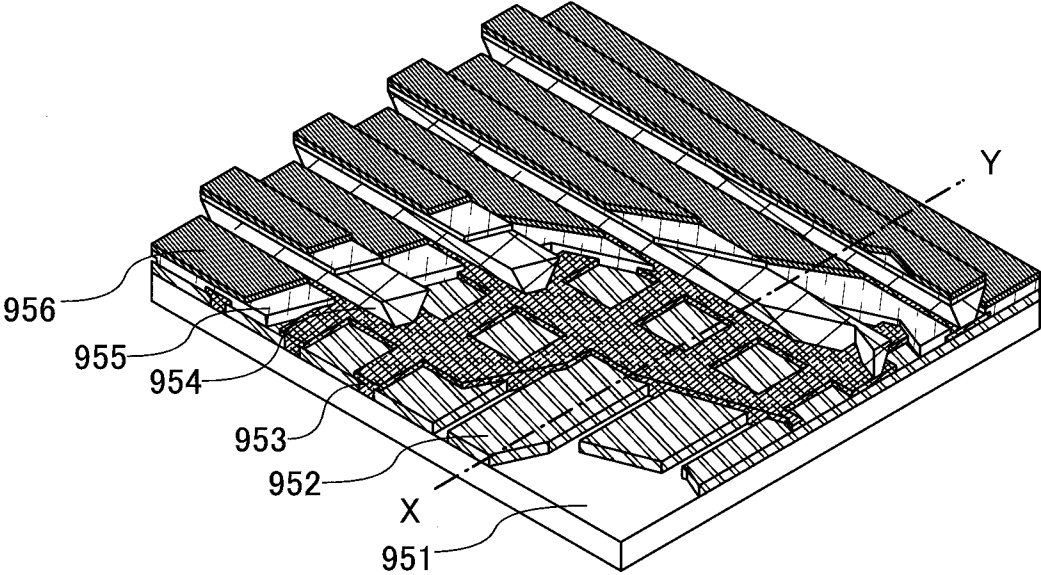


【圖 7A】

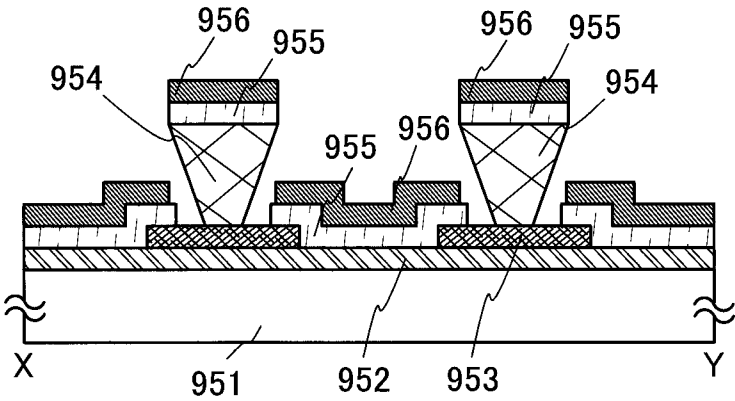


【圖 7B】

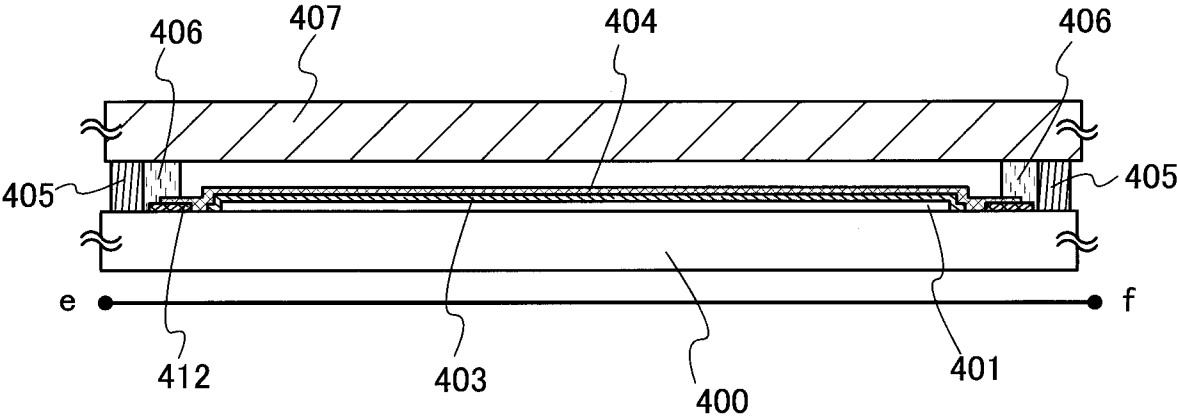




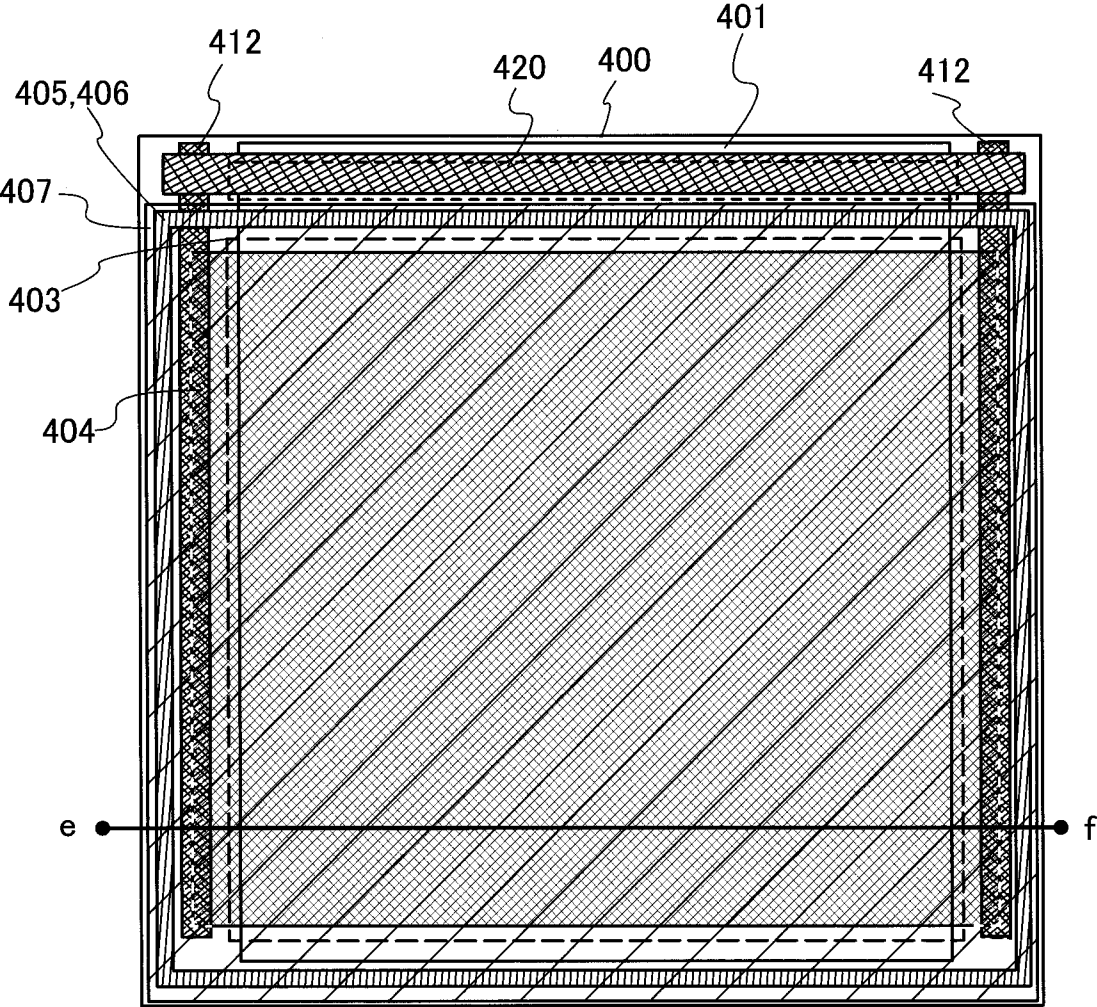
【圖 9A】



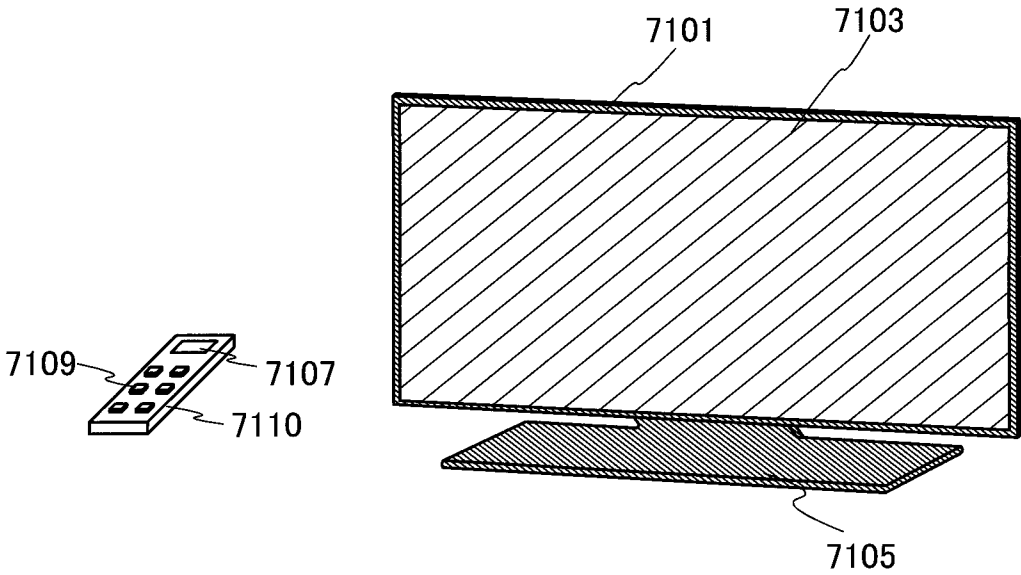
【圖 9B】



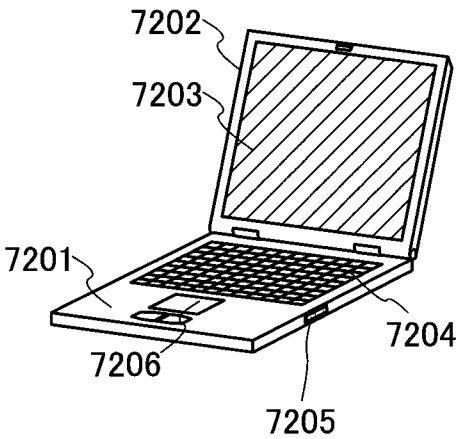
【圖 10A】



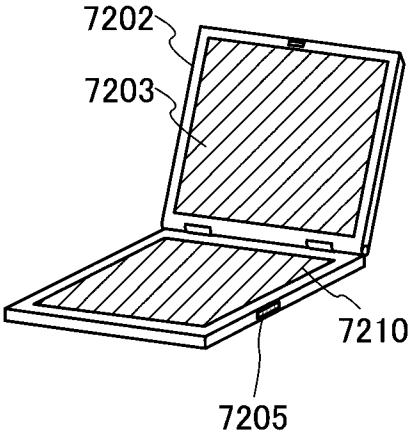
【圖 10B】



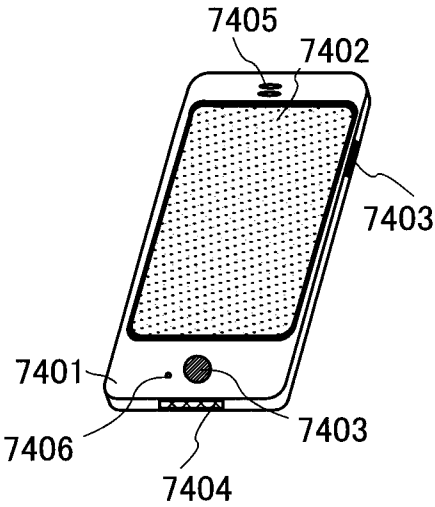
【圖 11A】



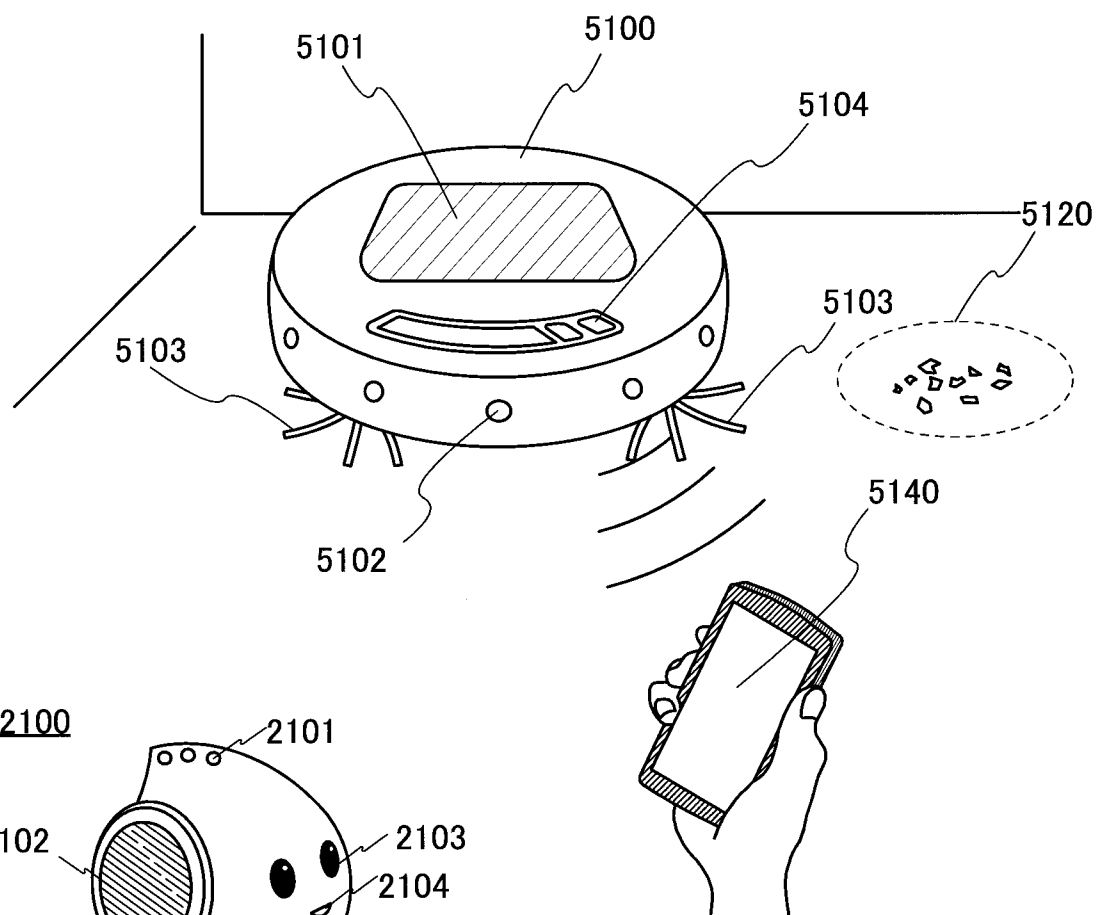
【圖 11B】



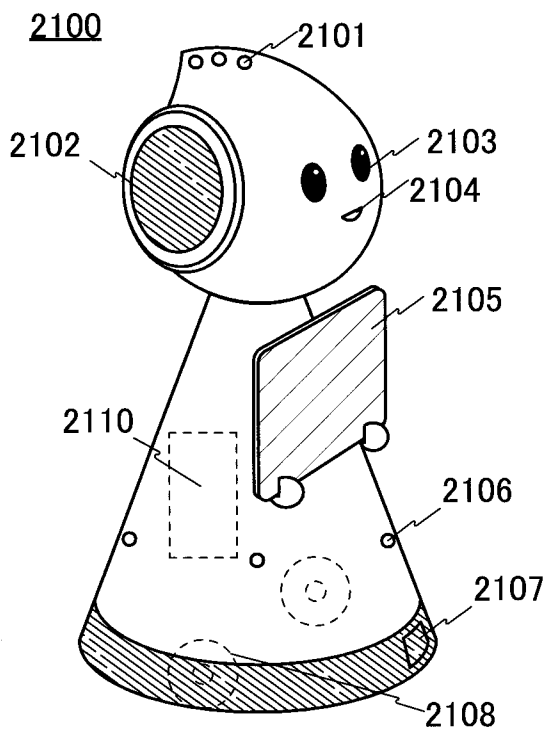
【圖 11C】



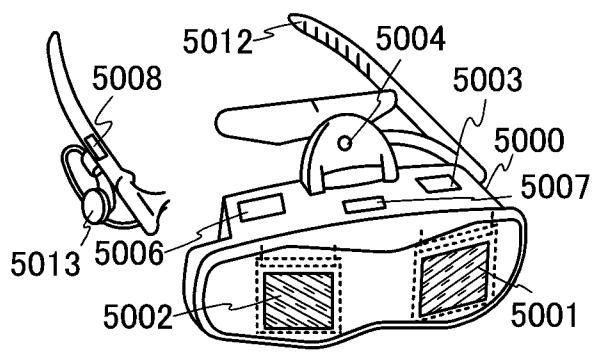
【圖 11D】



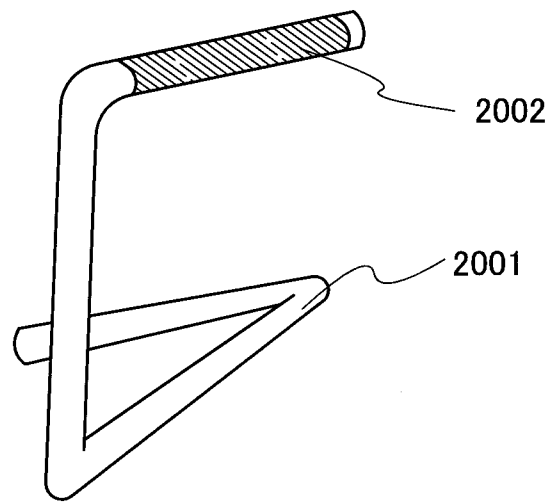
【圖 12A】



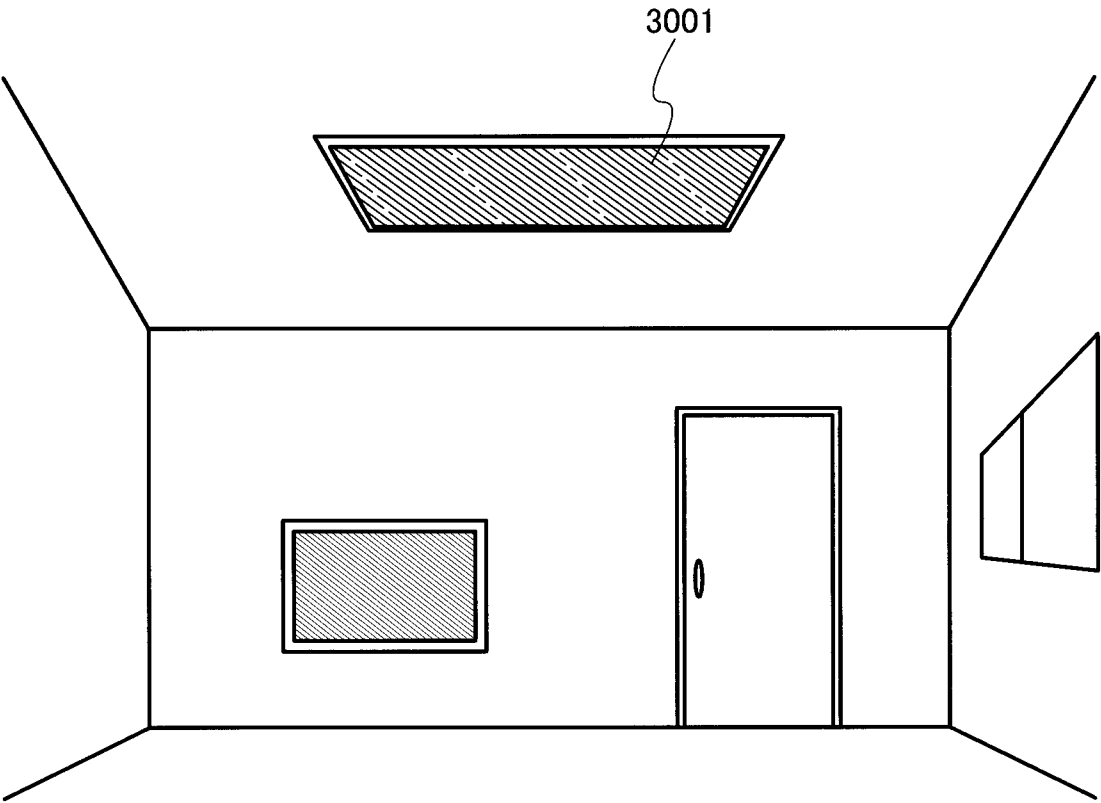
【圖 12B】



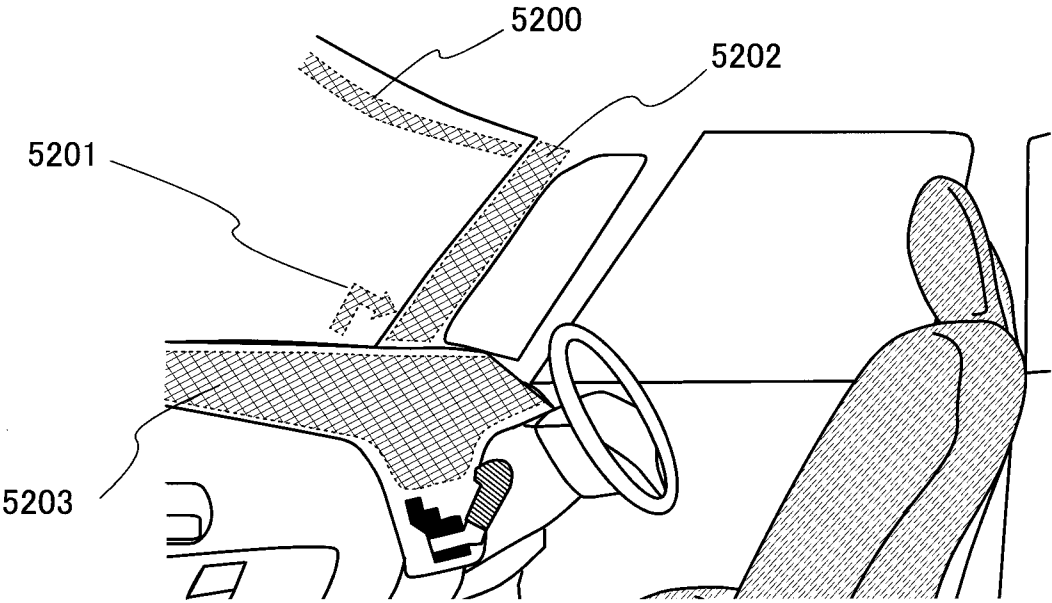
【圖 12C】



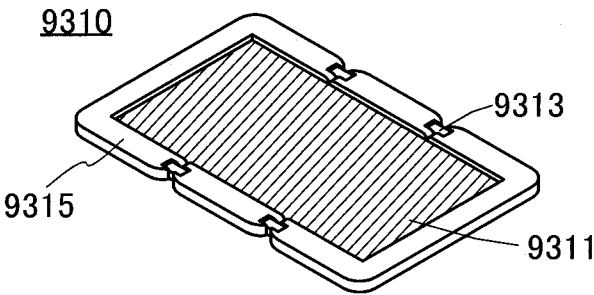
【圖 13】



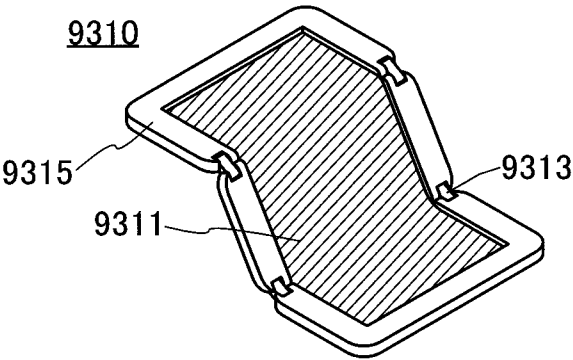
【圖 14】



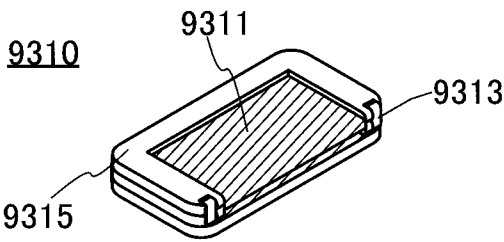
【圖 15】



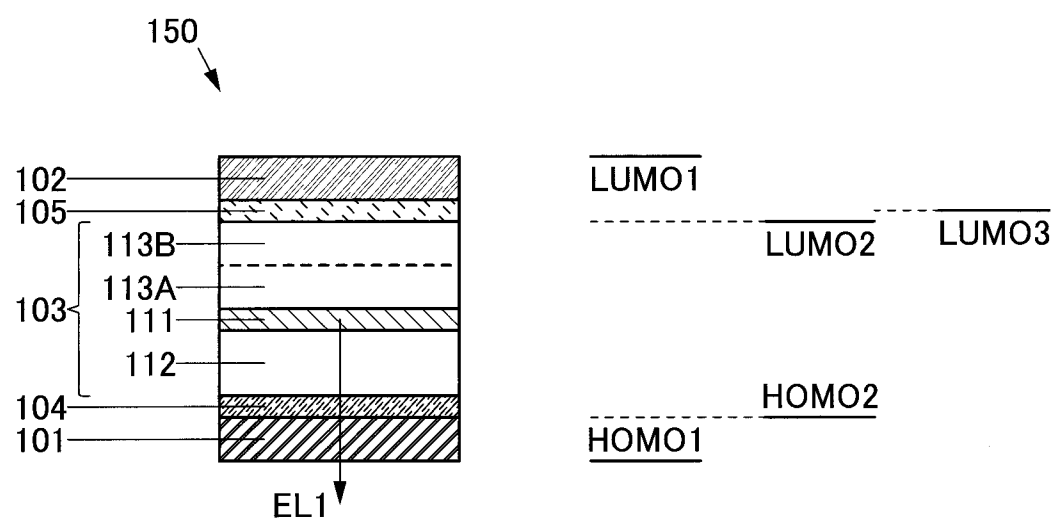
【圖 16A】



【圖 16B】

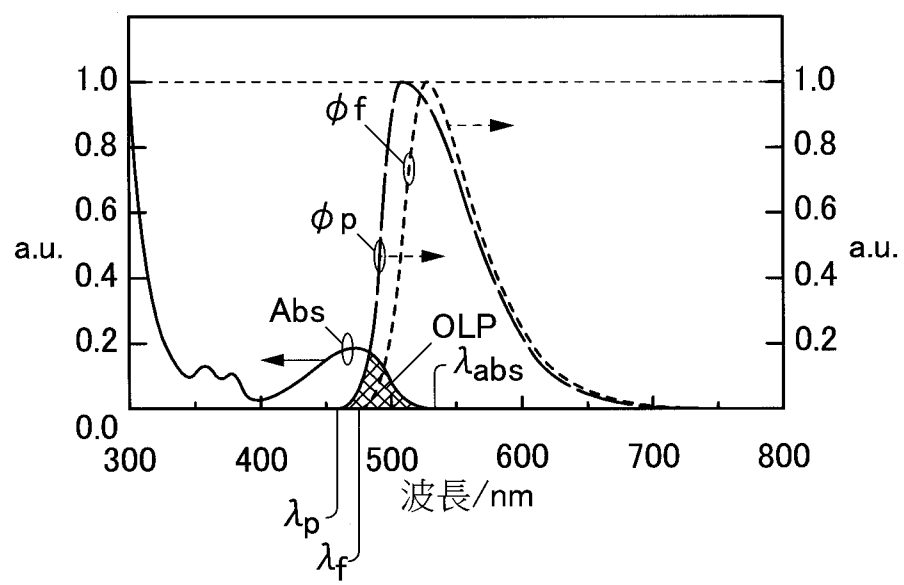


【圖 16C】

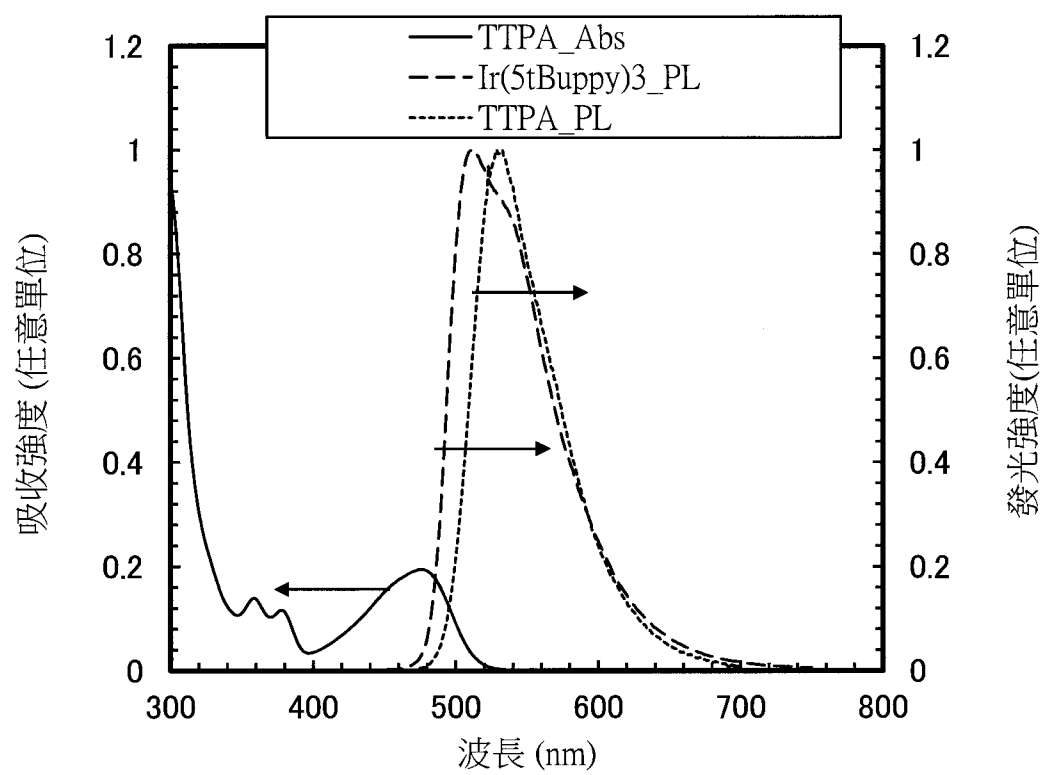


【圖 17A】

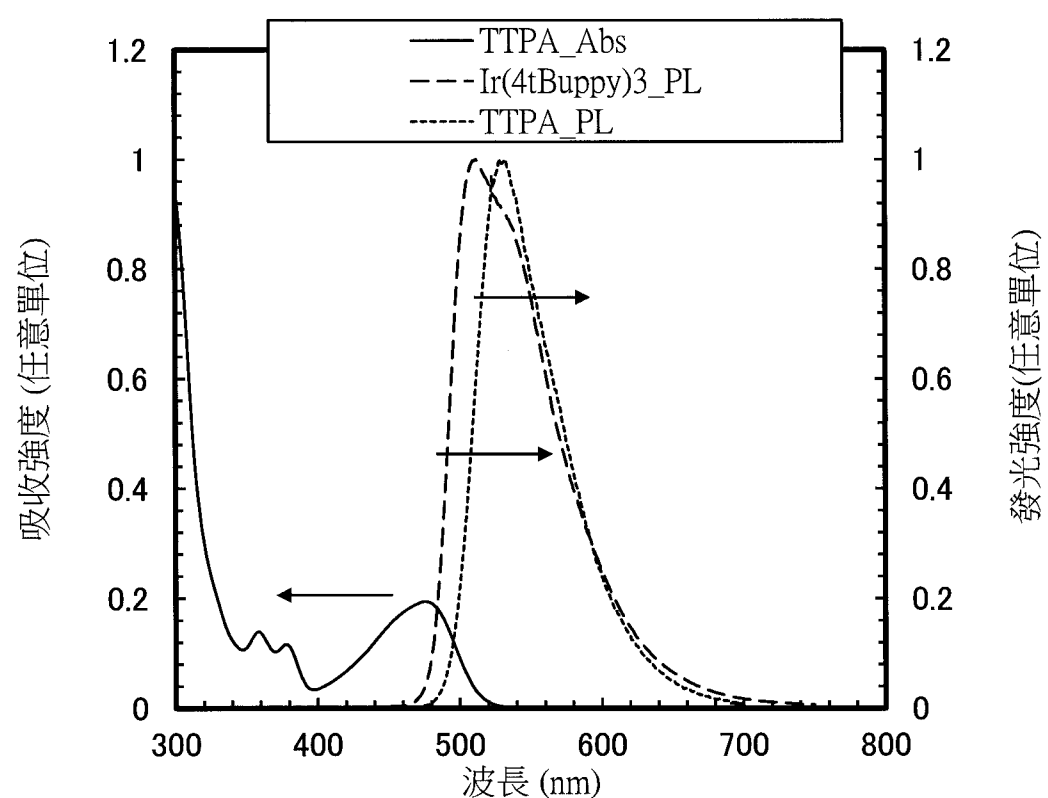
【圖 17B】



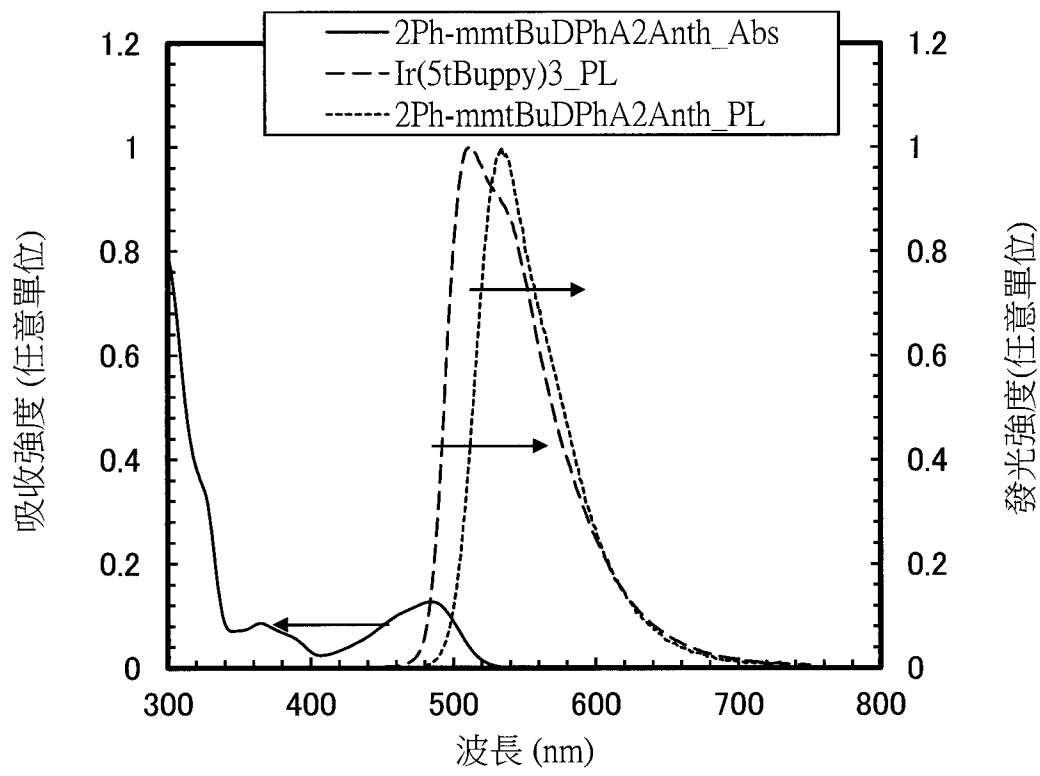
【圖 17C】



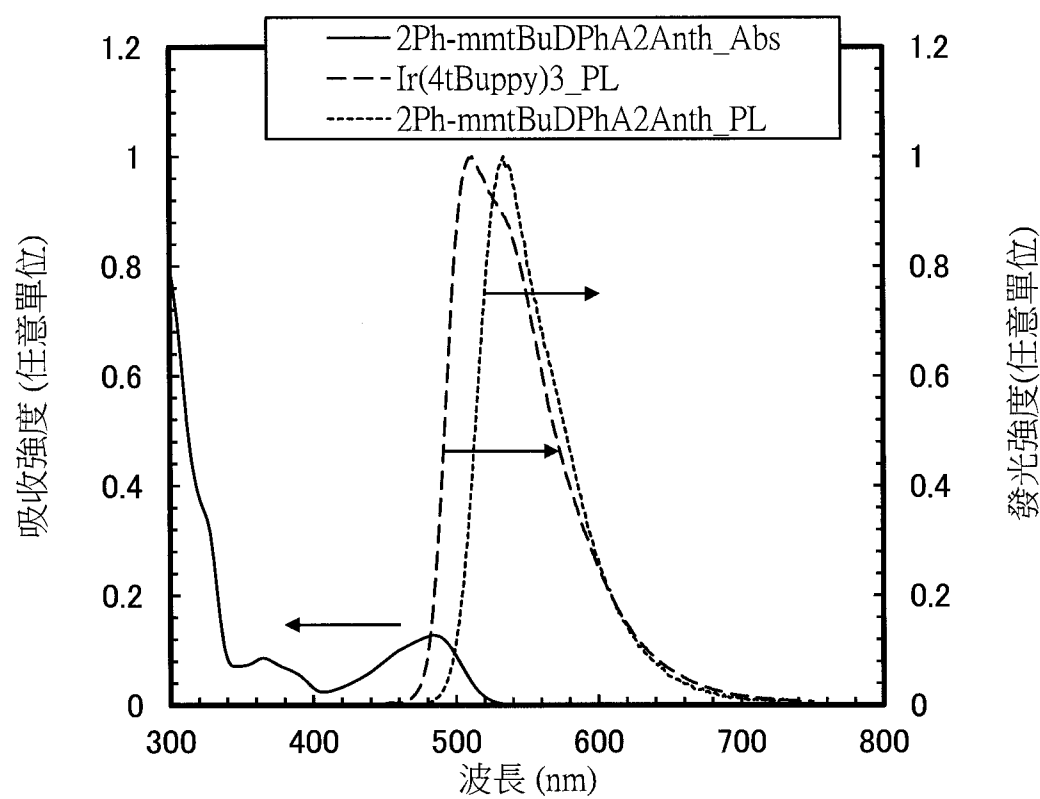
【圖 18】



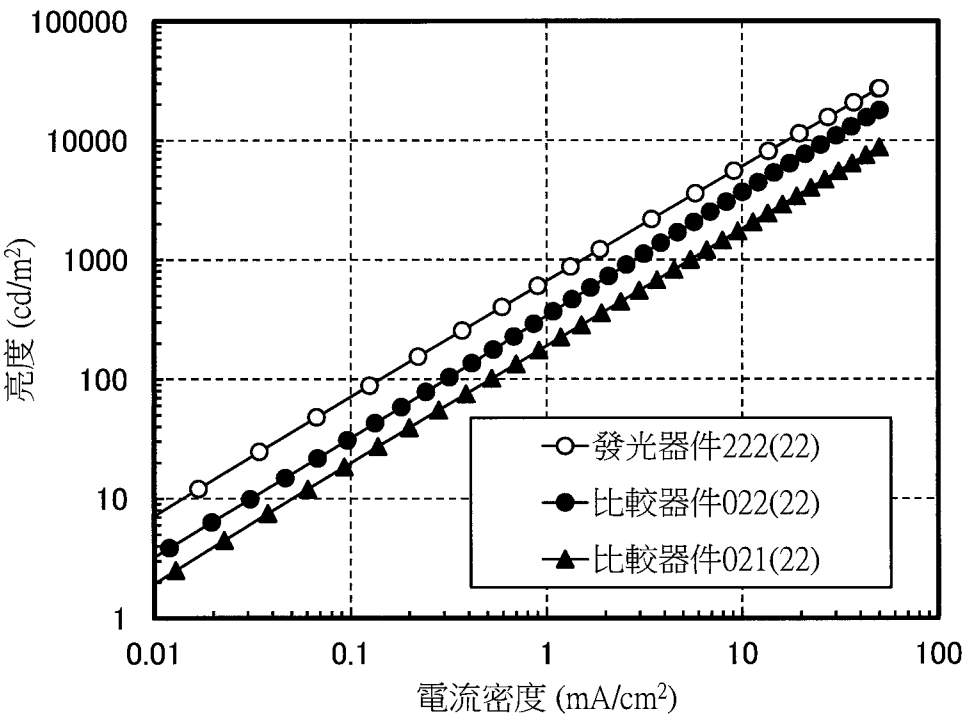
【圖 19】



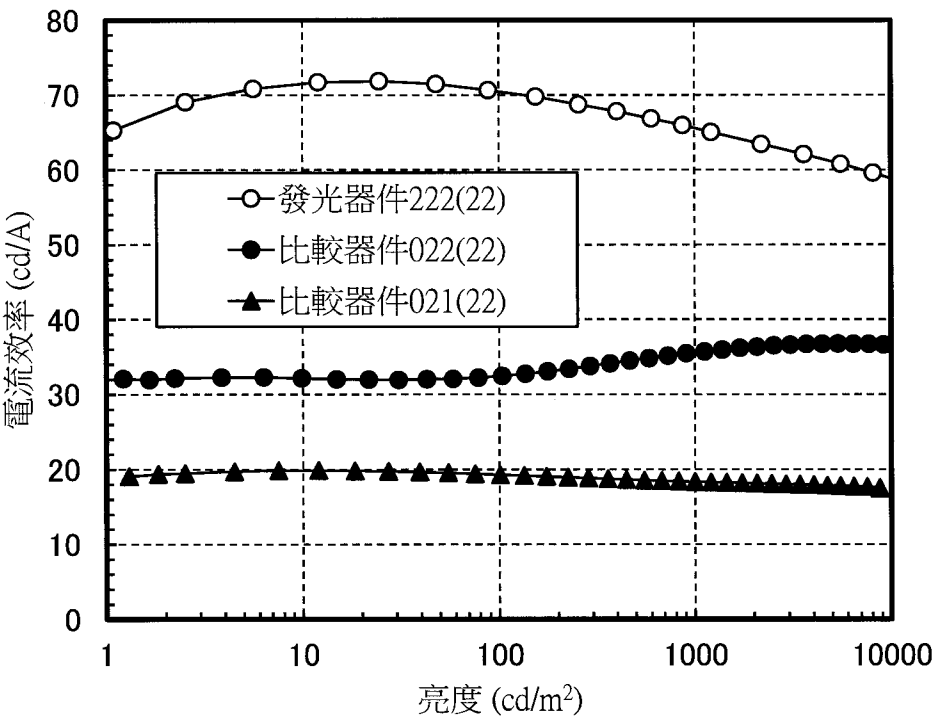
【圖 20】



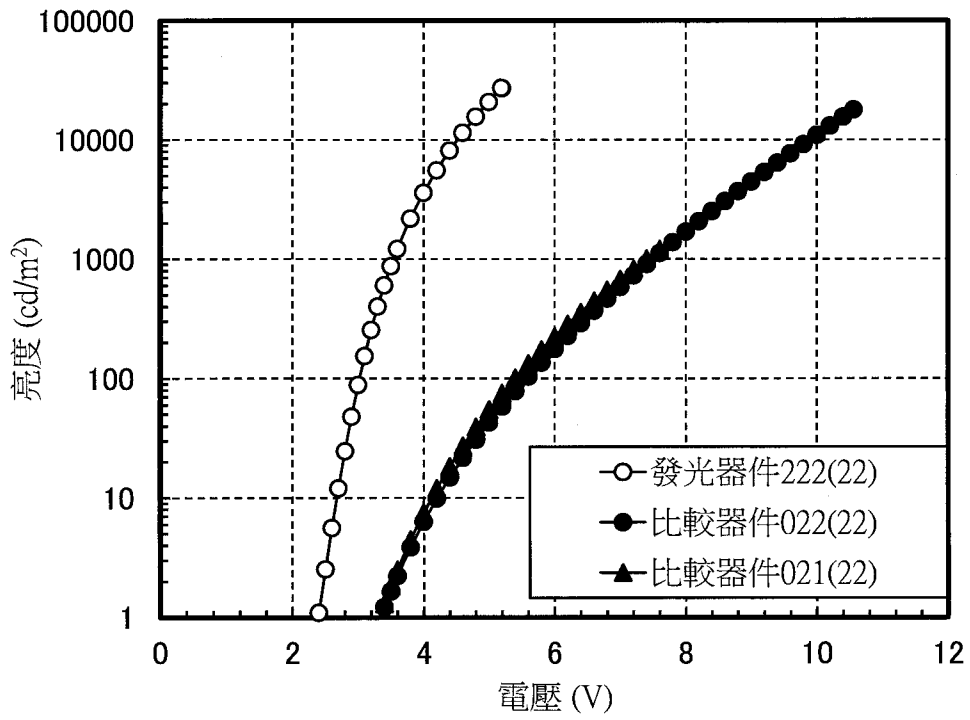
【圖 21】



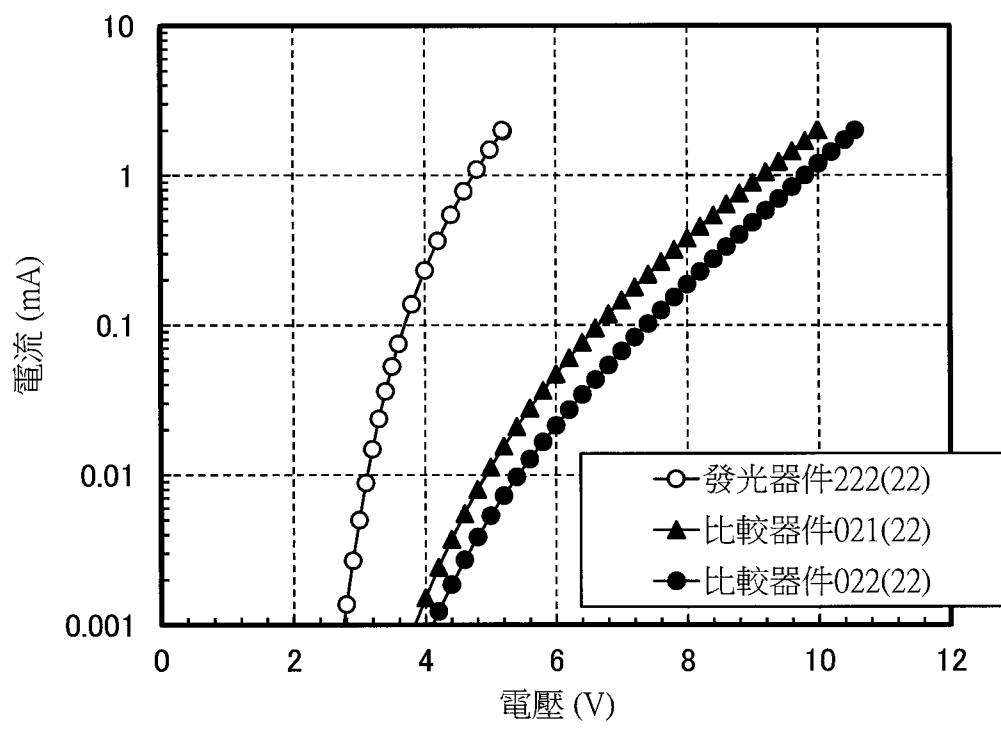
【圖 22】



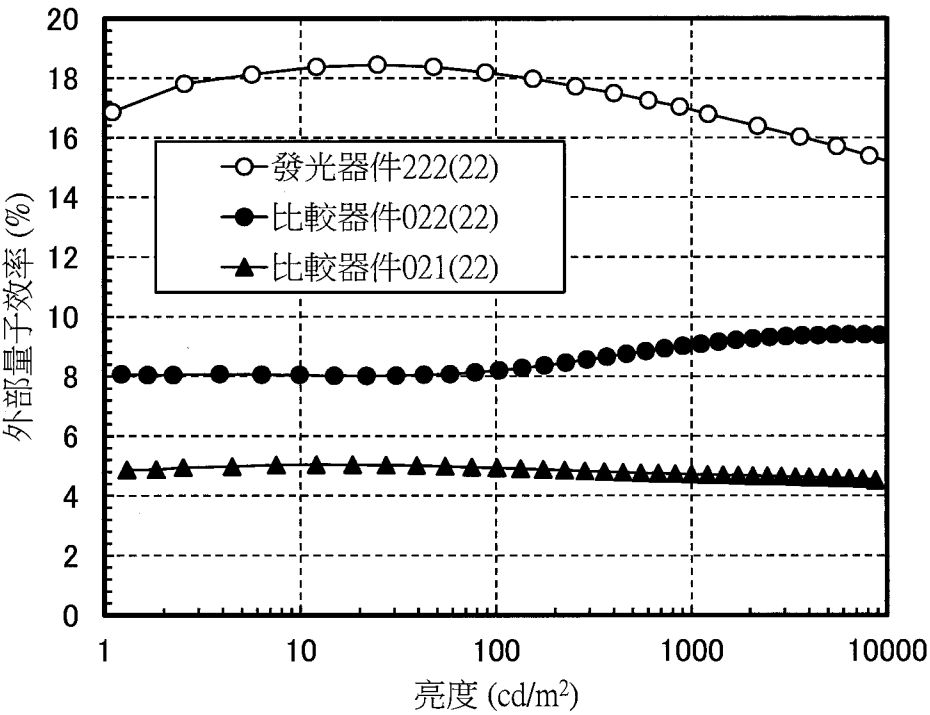
【圖 23】



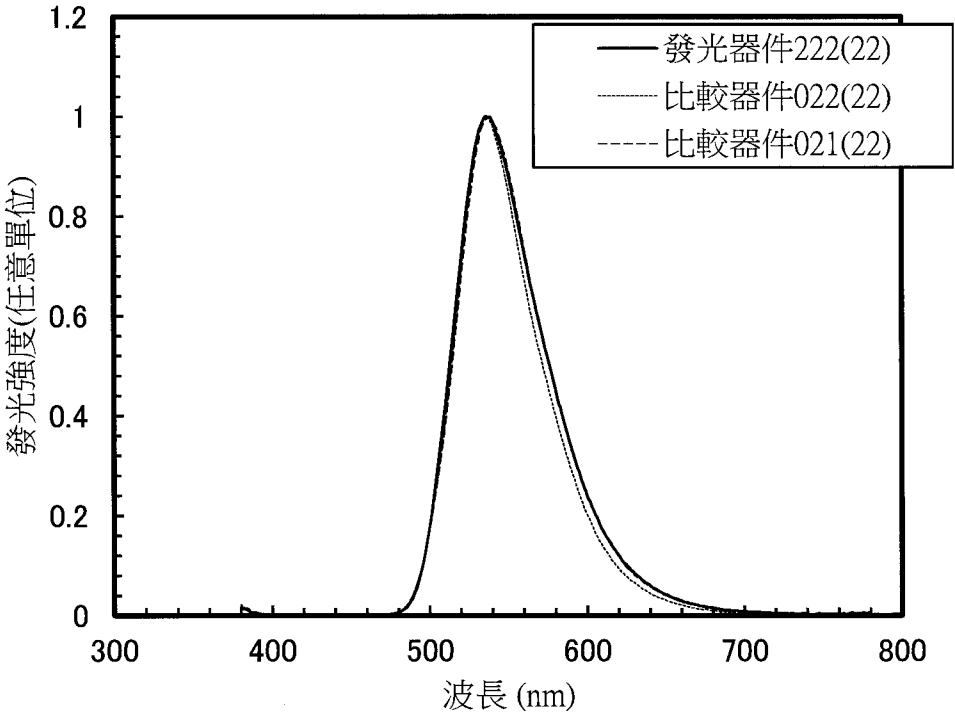
【圖 24】



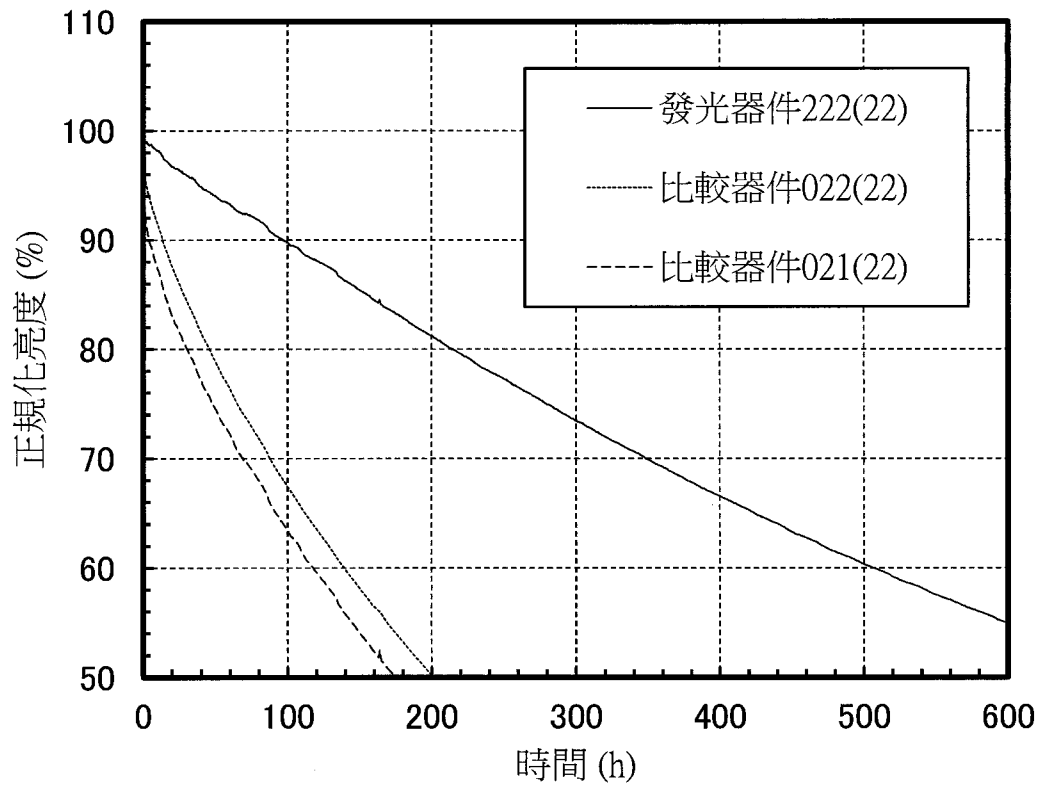
【圖 25】



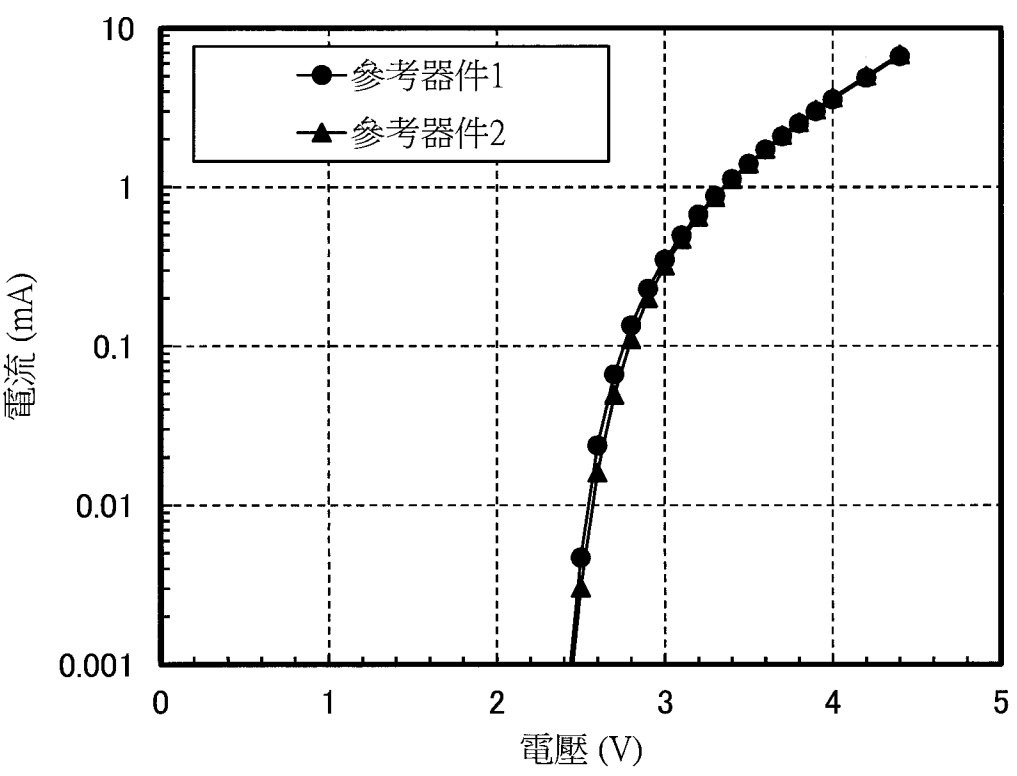
【圖 26】



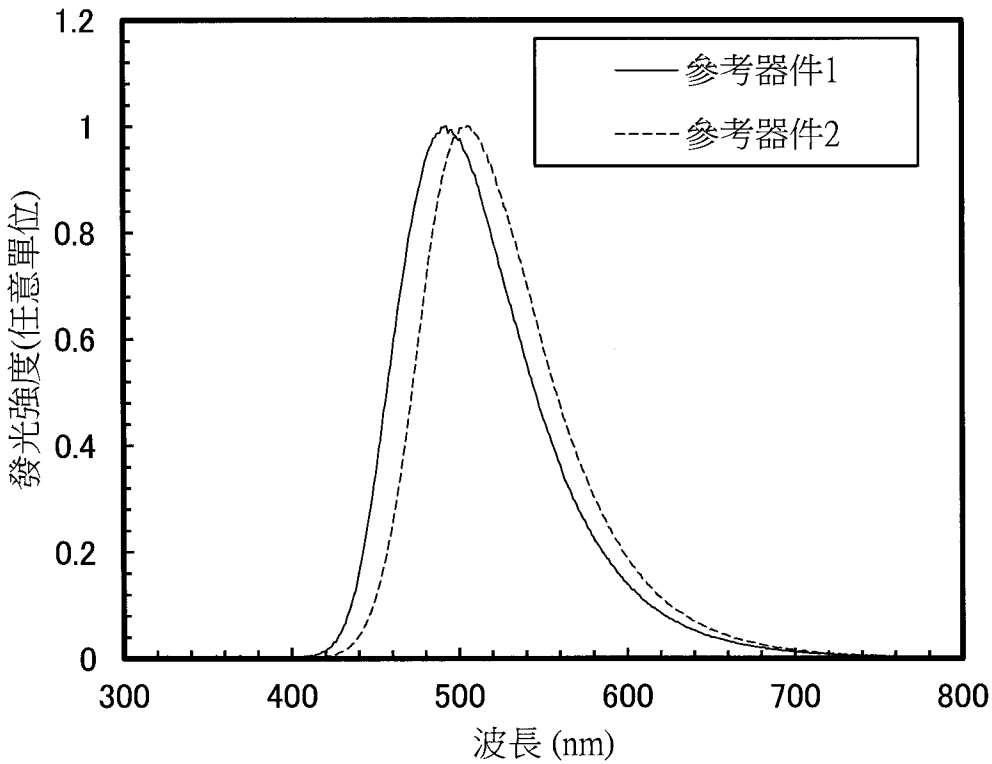
【圖 27】



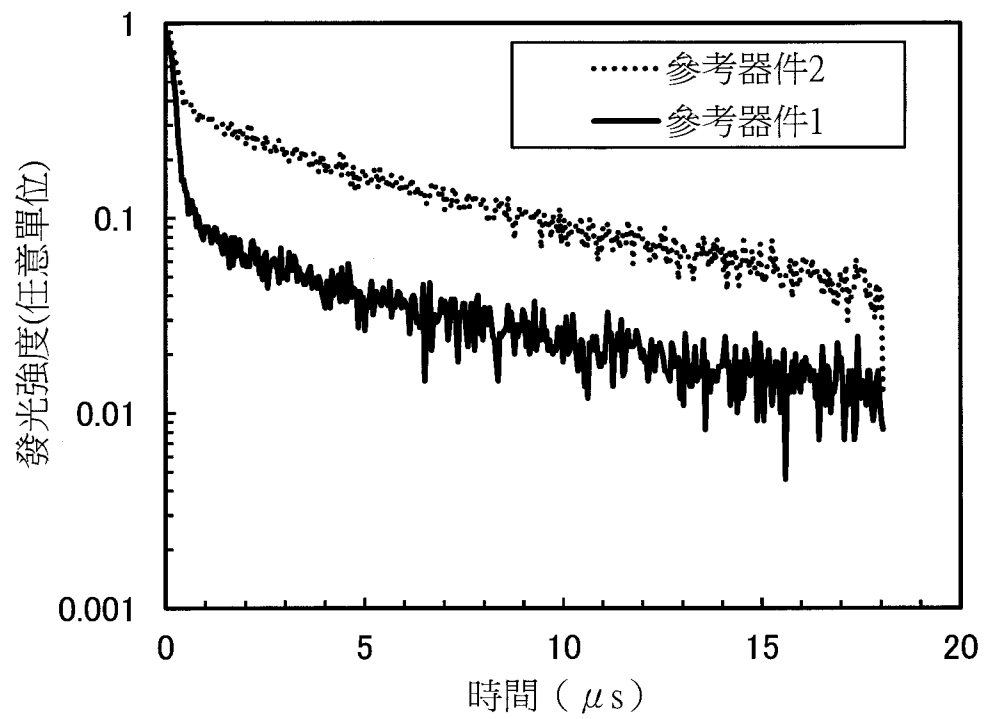
【圖 28】



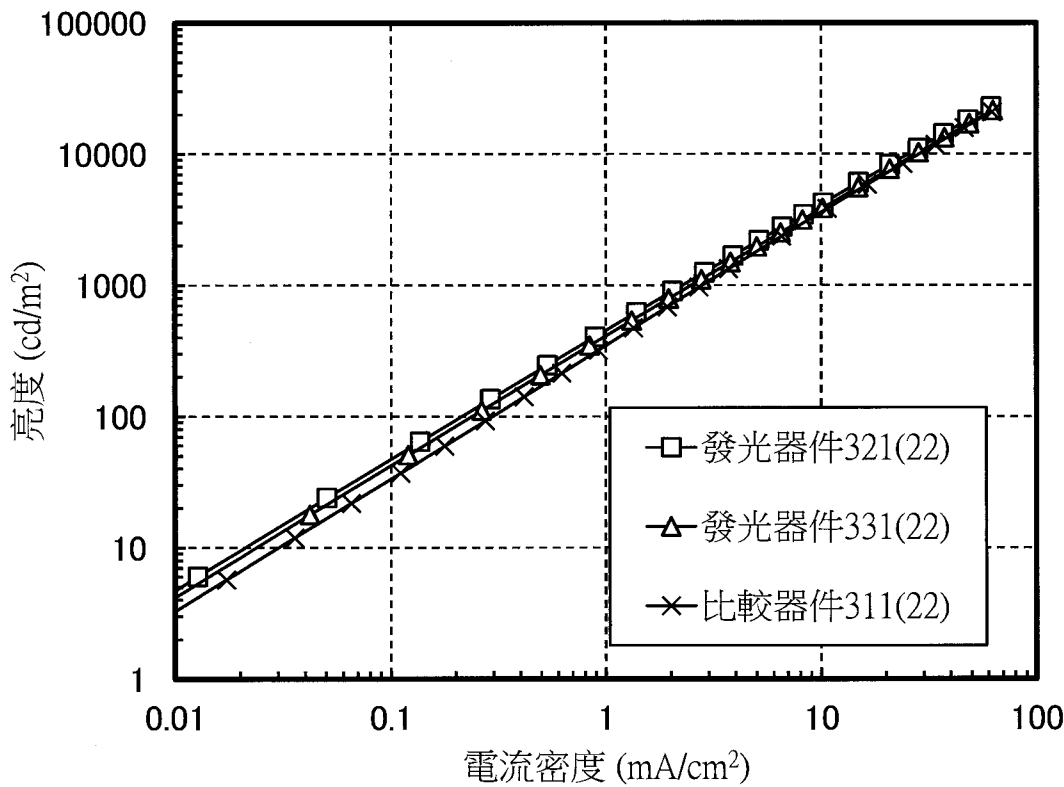
【圖 29】



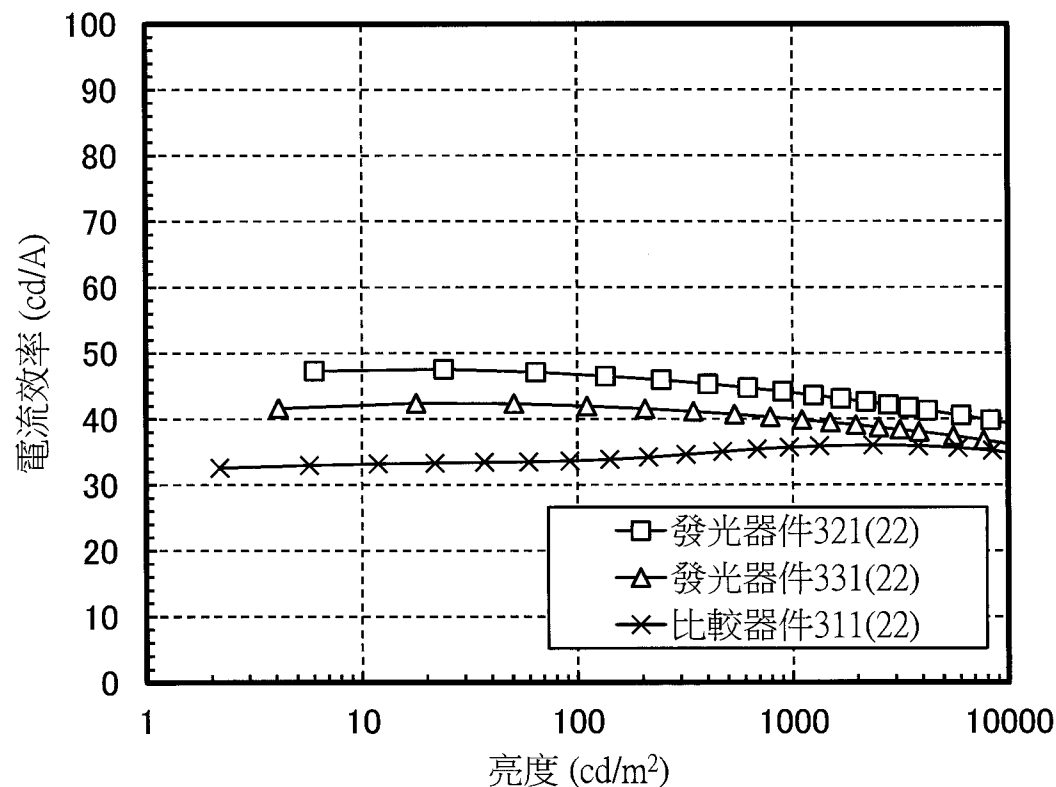
【圖 30】



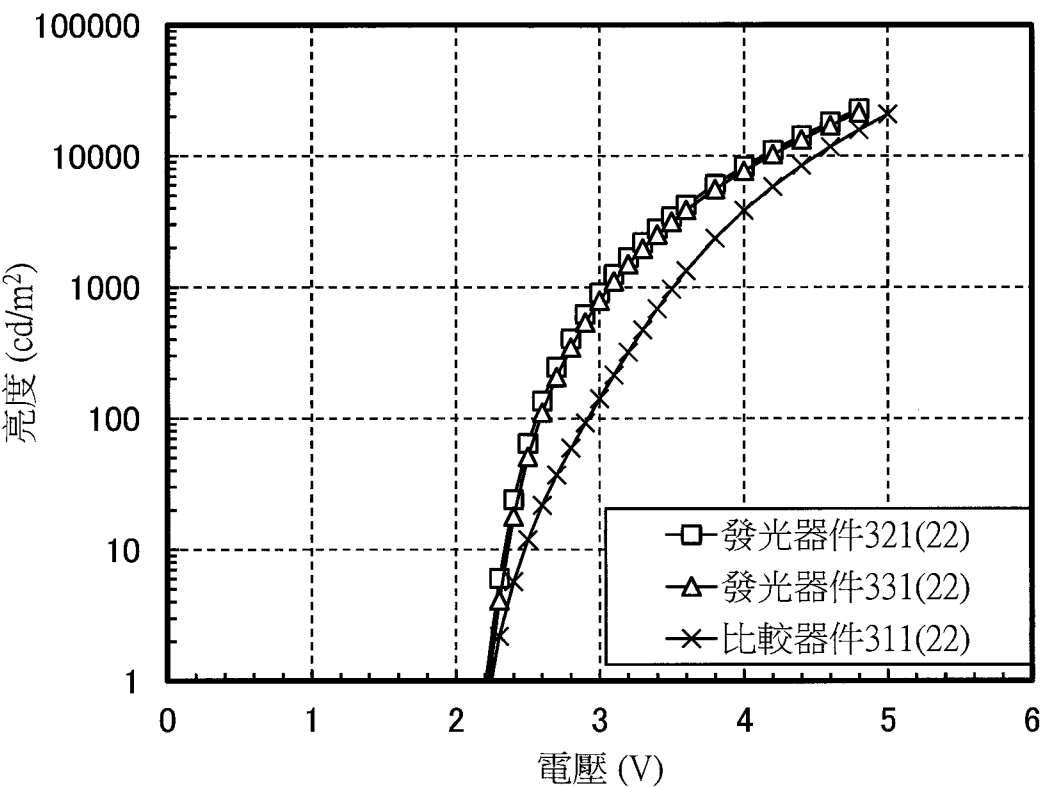
【圖 31】



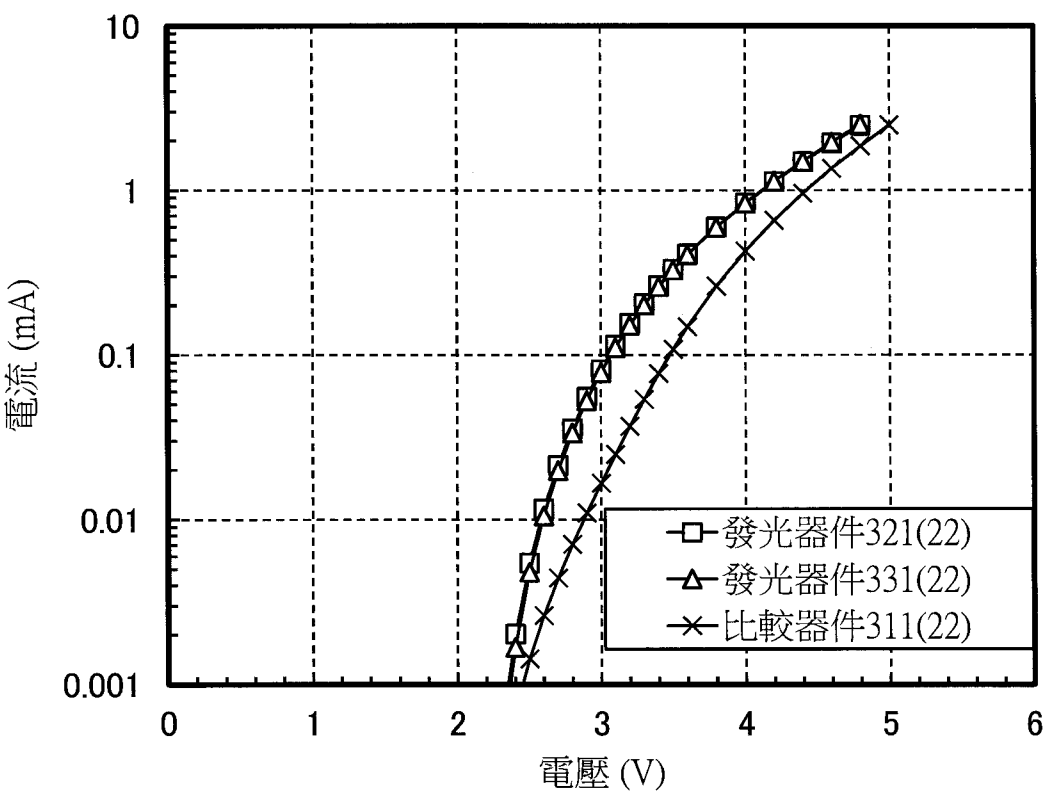
【圖 32】



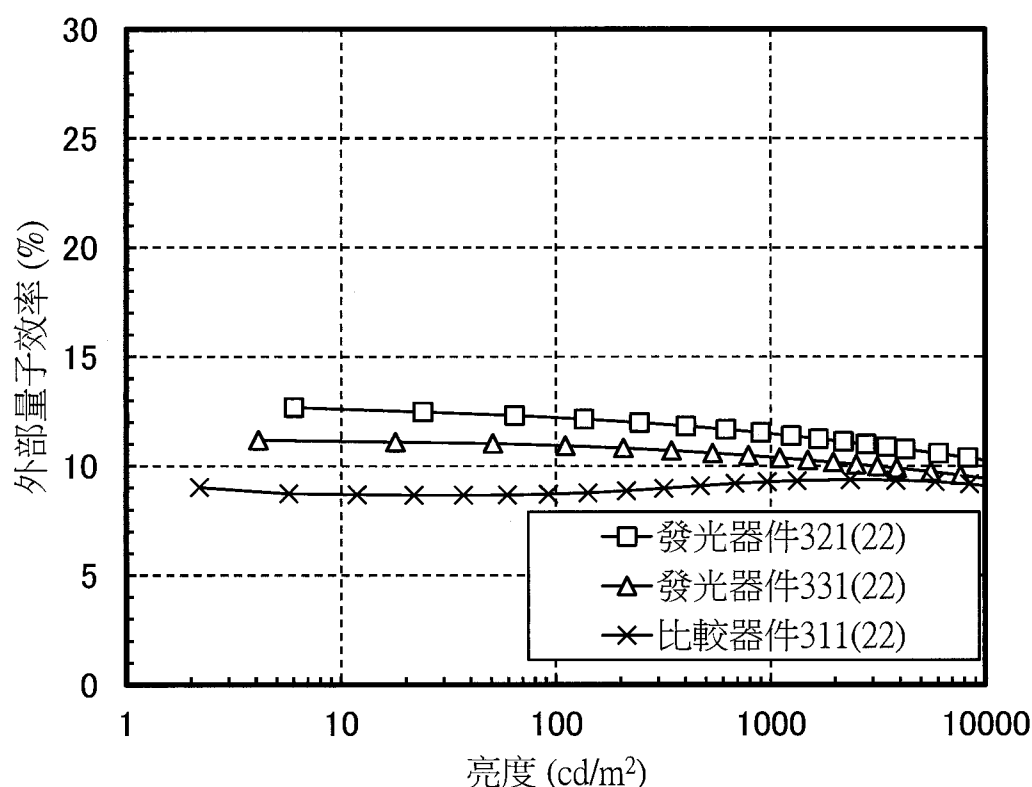
【圖 33】



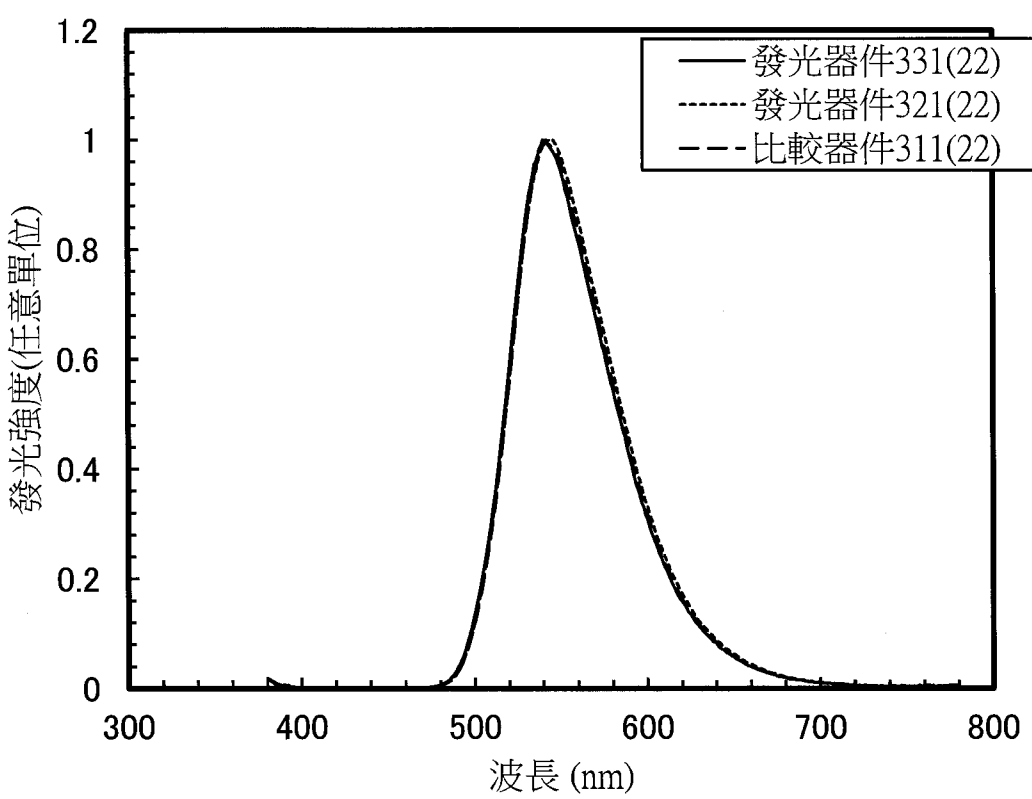
【圖 34】



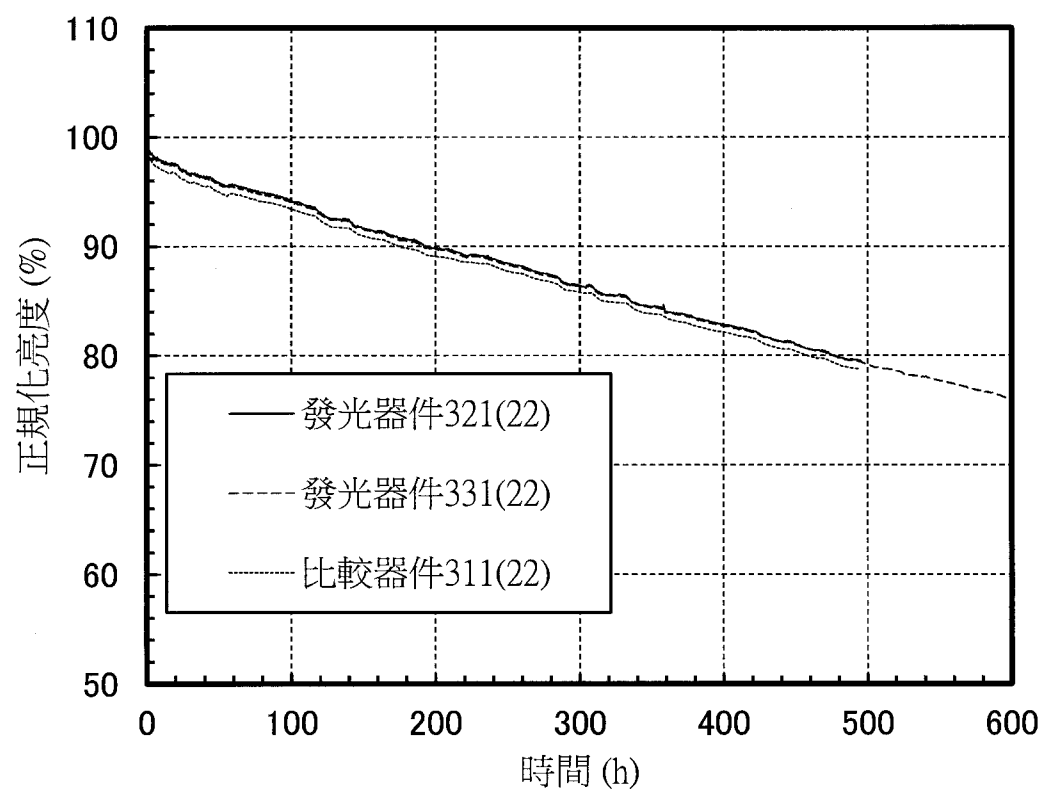
【圖 35】



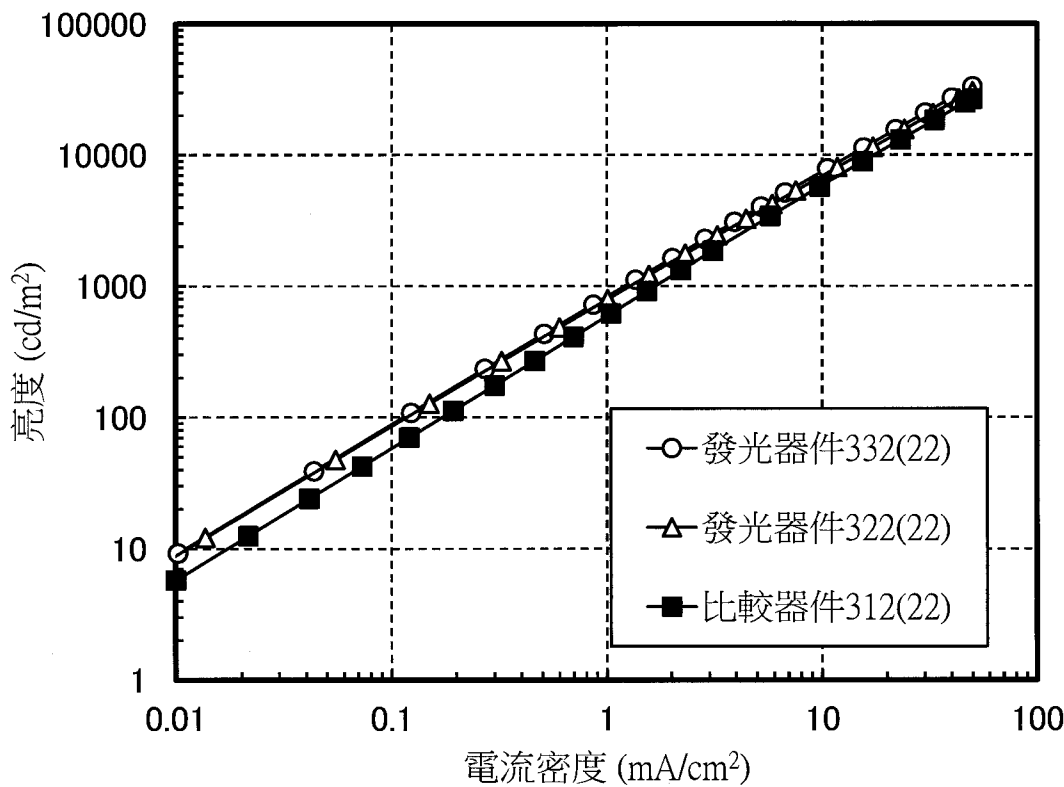
【圖 36】



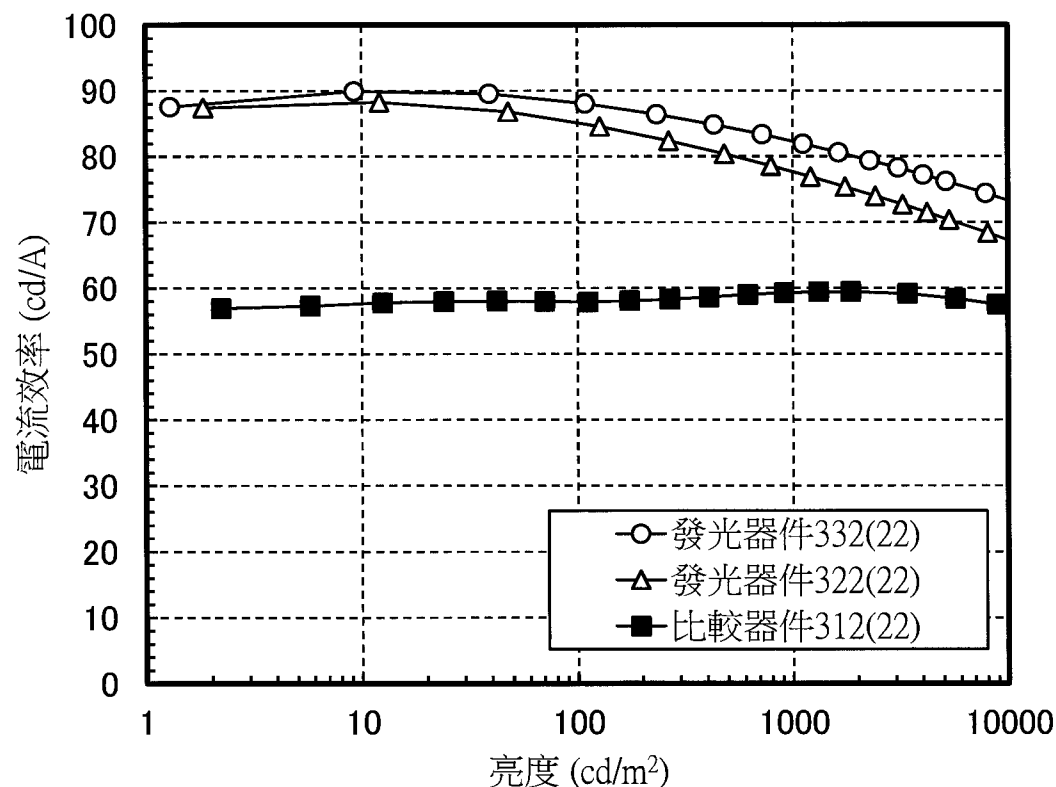
【圖 37】



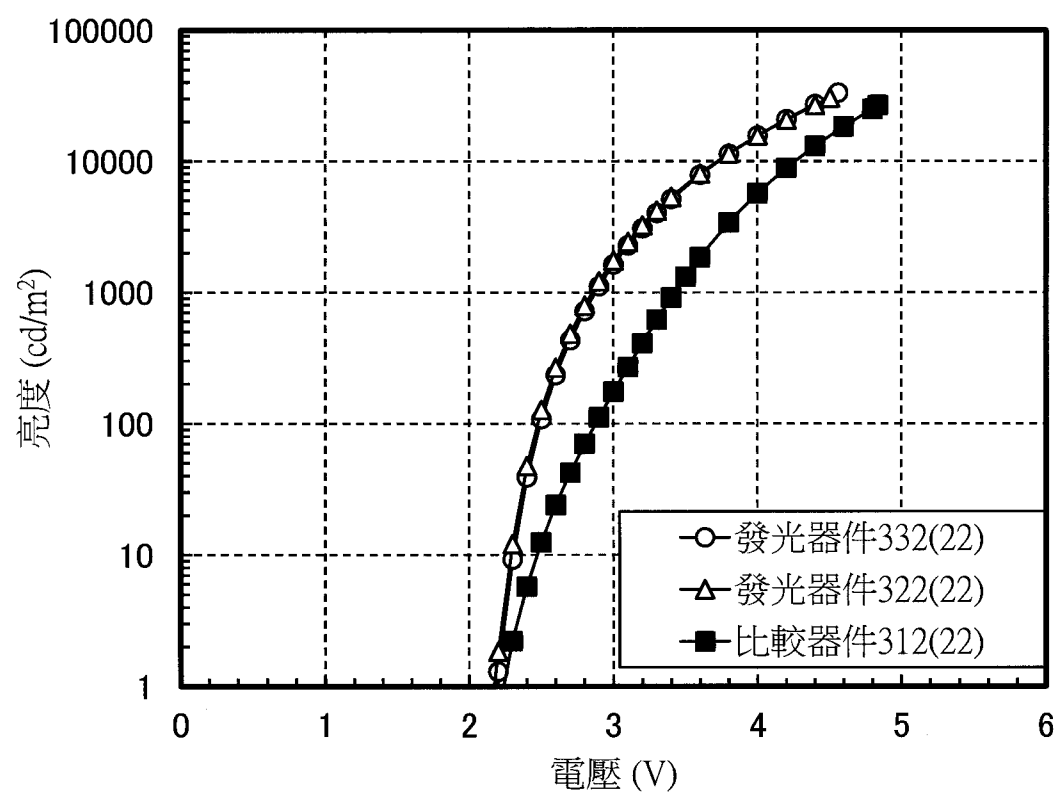
【圖 38】



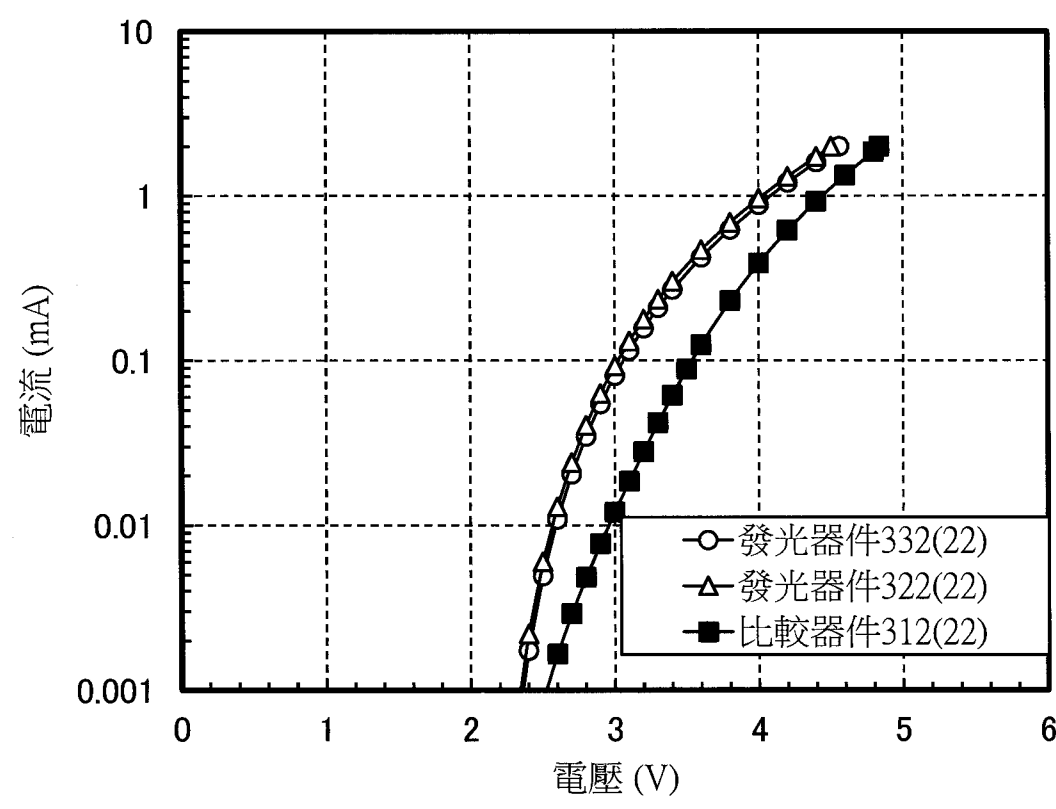
【圖 39】



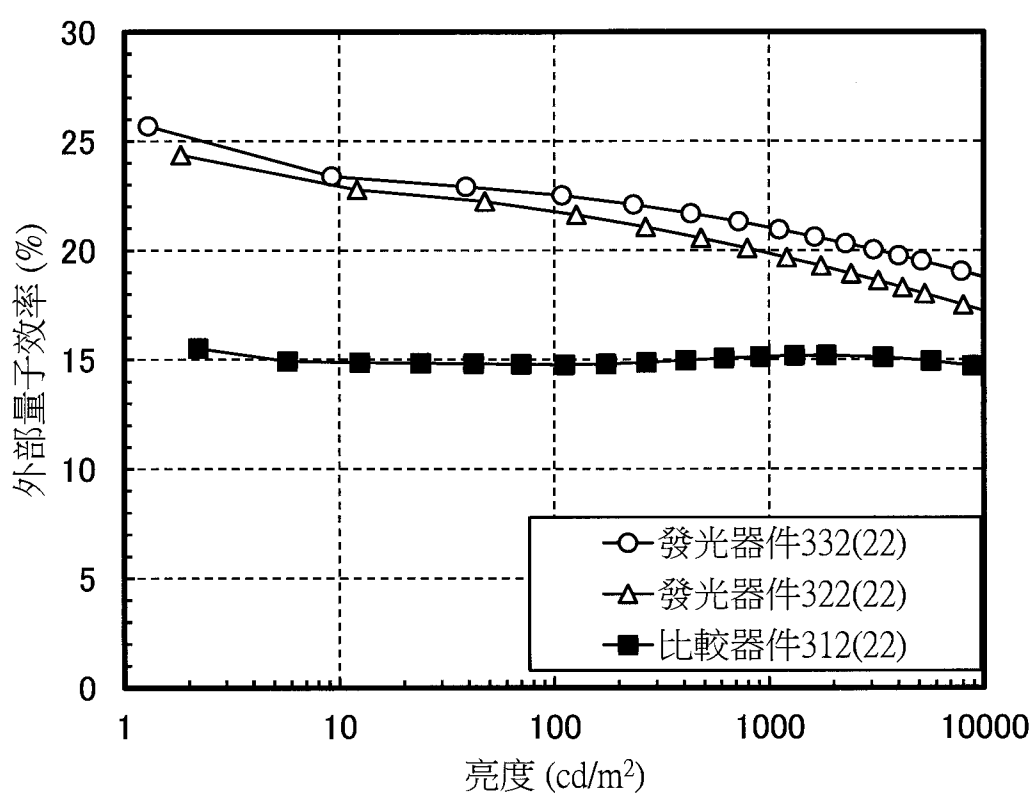
【圖 40】



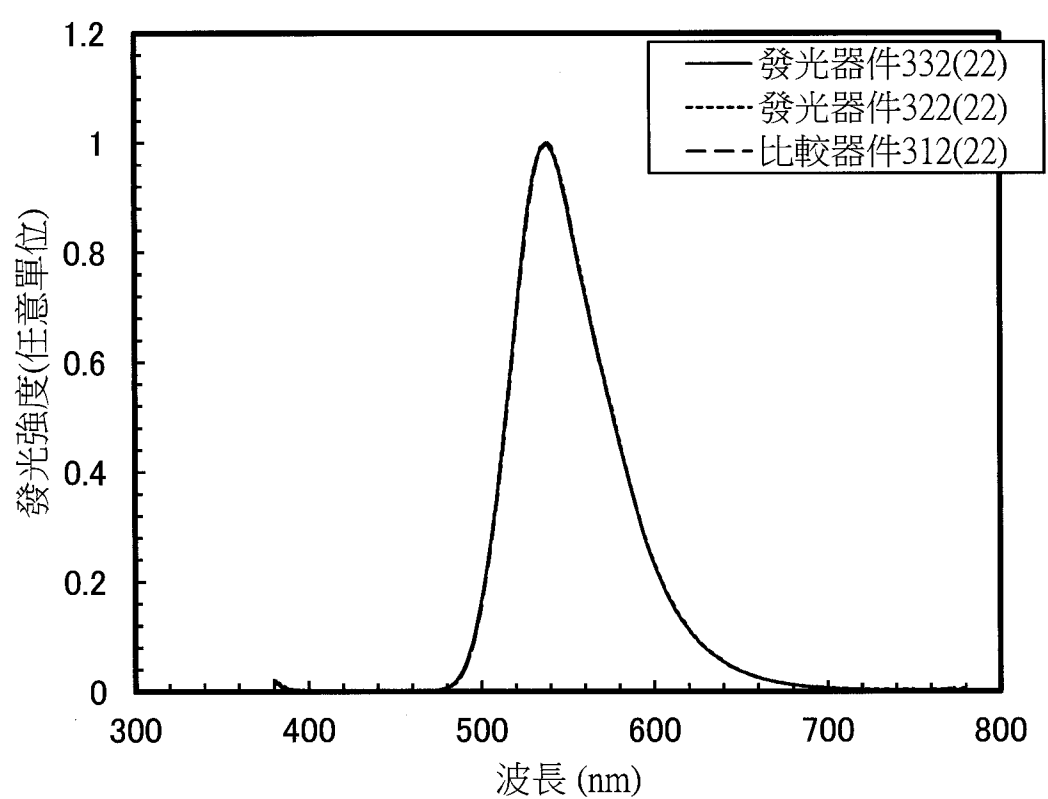
【圖 41】



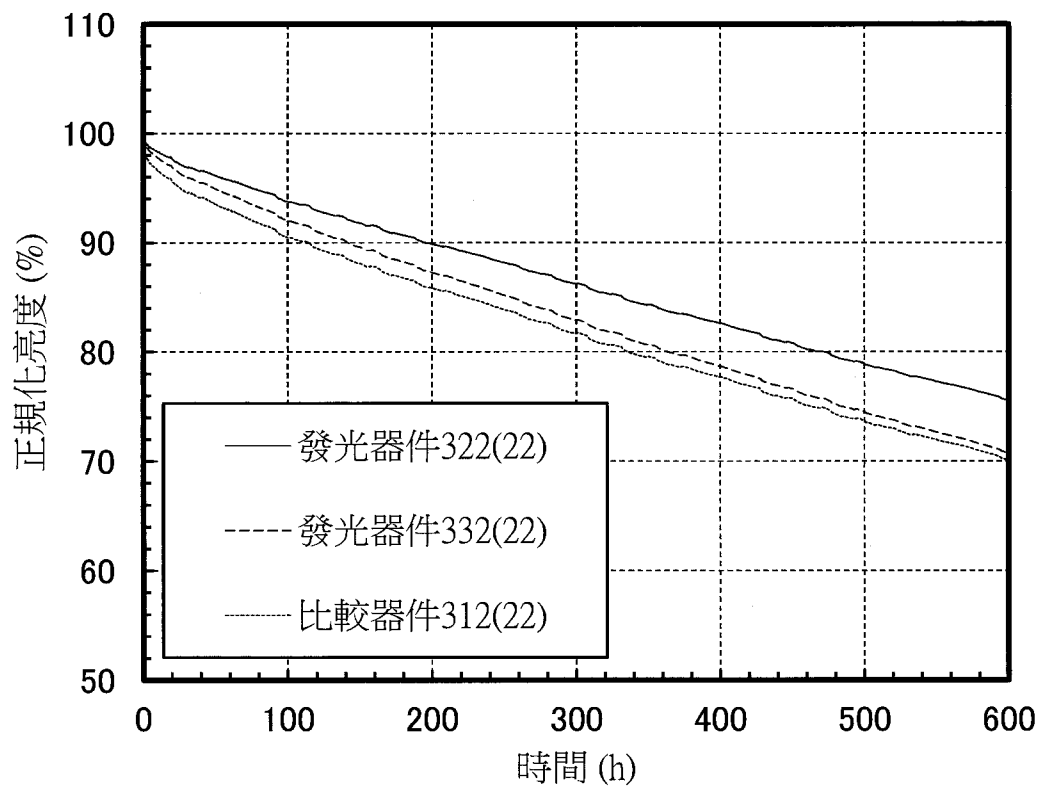
【圖 42】



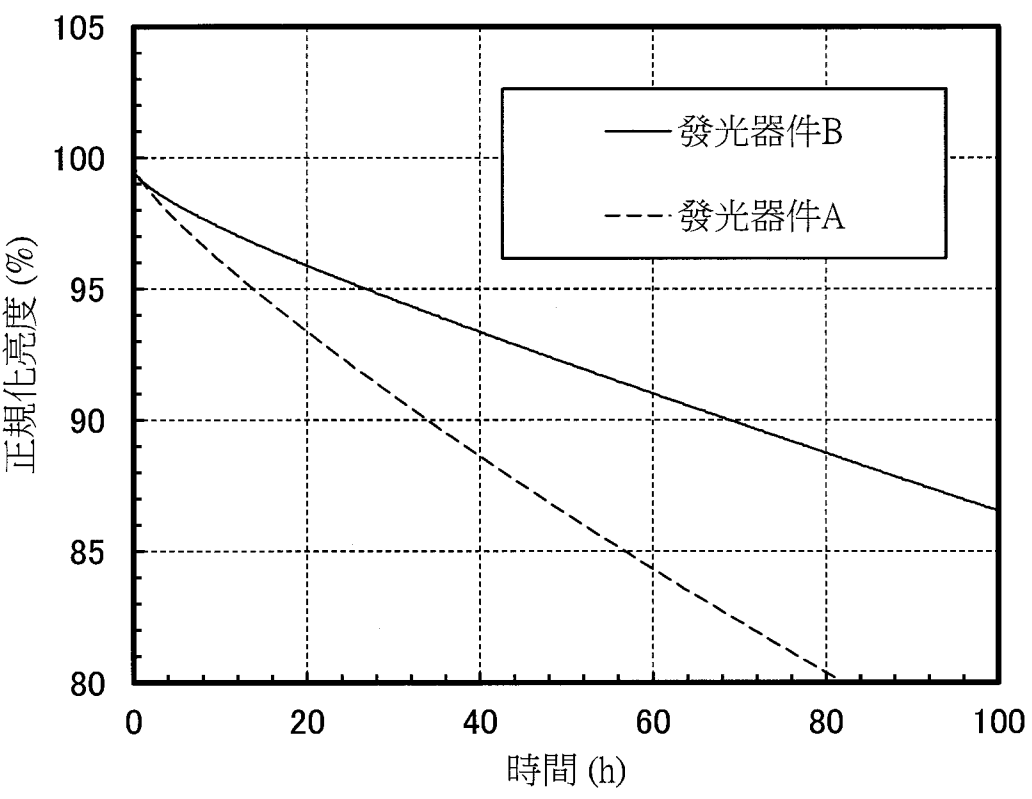
【圖 43】



【圖 44】



【圖 45】



【圖 46】