



(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 202147665 A

(43)公開日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：110114259

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(51)Int. Cl.：

*H01L51/54 (2006.01)**H01L51/52 (2006.01)**C09K11/06 (2006.01)**C07F1/02 (2006.01)**C07F1/04 (2006.01)**H05B33/14 (2006.01)*

(30)優先權：2020/04/28 日本

2020-078826

2020/06/05 日本

2020-098260

2020/12/07 日本

2020-202413

(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：河野優太 KAWANO, YUTA (JP)；田藍莉 UEDA, AIRI (JP)；渡部剛吉 WATABE, TAKEYOSHI (JP)；大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)；鳥巢桂都 TOSU, KEITO (JP)；尾坂晴惠 OSAKA, HARUE (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；成川遼 NARUKAWA, RYO (JP)；野村詩穗 NOMURA, SHIHO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：75 共 229 頁

(54)名稱

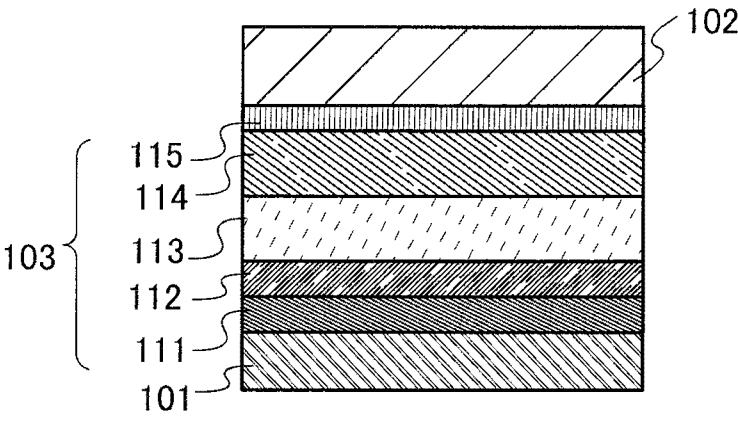
發光器件、金屬錯合物、發光裝置、電子裝置及照明設備

(57)摘要

提供一種發光效率高的發光器件。提供一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極以及位於所述陽極和所述陰極之間的 EL 層，所述 EL 層包括發光層及電子傳輸層，所述發光層包括發光材料，所述電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，所述具有電子傳輸性的有機化合物的所述發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為 1.50 以上且 1.75 以下，所述鹼金屬的金屬錯合物的相所述發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為 1.45 以上且 1.70 以下。

A light-emitting device with high emission efficiency is provided. The light-emitting device includes an anode, a cathode, and an EL layer positioned between the anode and the cathode. The EL layer includes a light-emitting layer and an electron-transport layer; the light-emitting layer includes a light-emitting material; the electron-transport layer includes an organic compound having an electron-transport property and a metal complex of an alkali metal; the ordinary refractive index of the organic compound having an electron-transport property in a peak wavelength of light emitted from the light-emitting material is greater than or equal to 1.50 and less than or equal to 1.75; and the ordinary refractive index of the metal complex of an alkali metal in the peak wavelength of the light emitted from the light-emitting material is greater than or equal to 1.45 and less than or equal to 1.70.

指定代表圖：



【圖 1A】

符號簡單說明：

- 101:陽極
- 102:陰極
- 103:EL 層
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 115:電子注入層



202147665

【發明摘要】

【中文發明名稱】

發光器件、金屬錯合物、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【中文】

提供一種發光效率高的發光器件。提供一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極以及位於所述陽極和所述陰極之間的EL層，所述EL層包括發光層及電子傳輸層，所述發光層包括發光材料，所述電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，所述具有電子傳輸性的有機化合物的所述發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下，所述鹼金屬的金屬錯合物的相所述發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【 英文 】

A light-emitting device with high emission efficiency is provided. The light-emitting device includes an anode, a cathode, and an EL layer positioned between the anode and the cathode. The EL layer includes a light-emitting layer and an electron-transport layer; the light-emitting layer includes a light-emitting material; the electron-transport layer includes an organic compound having an electron-transport property and a metal complex of an alkali metal; the ordinary refractive index of the organic compound having an electron-transport property in a peak wavelength of light emitted from the light-emitting material is greater than or equal to 1.50 and less than or equal to 1.75; and the ordinary refractive index of the metal complex of an alkali metal in the peak wavelength of the light emitted from the light-emitting material is greater than or equal to 1.45 and less than or equal to 1.70.

【指定代表圖】第(1A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

101:陽極

102:陰極

103:EL層

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

115:電子注入層

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

發光器件、金屬錯合物、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種有機化合物、發光元件、發光器件、顯示模組、照明模組、顯示裝置、發光裝置、電子裝置、照明設備及電子器件。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)或者組合物(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一個例子可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明設備、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置以及這些裝置的驅動方法或者這些裝置的製造方法。

【 先前技術 】

【 0002 】 近年來，使用有機化合物且利用電致發光 (EL：Electroluminescence) 的發光器件 (有機 EL 器件) 的實用化非常活躍。在這些發光器件的基本結構中，在一對電極之間夾有包含發光材料的有機化合物層 (EL 層)。藉由對該器件施加電壓，注入載子，利用該載子的再結合能量，可以獲得來自發光材料的發光。

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

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

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

【 0006 】 光提取效率低是有機 EL 器件的常見問題之一。尤其是，因鄰層間的折射率不同引起的反射導致的衰減成為發光器件效率下降的主要原因。為了降低該影響，提出了在 EL 層內部形成由低折射率材料形成的層的結構

(例如，參照非專利文獻1)。

【0007】

[非專利文獻1] Jaeho Lee、其他12名，“Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes”，nature COMMUNICATIONS，2016年6月2日，DOI：10.1038/ncomms11791

【發明內容】

【0008】 本發明的一個實施方式的目的是提供一種發光效率高的發光器件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種功耗低的發光器件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置和電子器件中的任意個。

【0009】 另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種新穎有機金屬錯合物(金屬錯合物)。另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種可用於驅動電壓低的發光器件的金屬錯合物。另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種可用於包括折射率低的電子傳輸層且驅動電壓低的發光器件的金屬錯合物。

【0010】 本發明只要實現上述目的中的任一個即可。

【0011】 本發明的一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，發光層包括發光材料，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的發光材料所發

射的光的峰波長處的尋常光折射率為 1.50 以上且 1.75 以下，鹼金屬的金屬錯合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為 1.45 以上且 1.70 以下。

【0012】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的 EL 層，EL 層包括發光層及電子傳輸層，發光層包括發光材料，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率之和除以 2 而得到的值為 1.50 以上且小於 1.75。

【0013】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的 EL 層，EL 層包括發光層及電子傳輸層，發光層包括發光材料，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為 1.50 以上且小於 1.75。

【0014】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的 EL 層，EL 層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的相對於 455nm 以上且 465nm 以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為 1.50 以上且 1.75 以下，鹼金屬的金屬錯合物的相對於 455nm 以上且

465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【0015】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50以上且小於1.75。

【0016】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.50以上且小於1.75。

【0017】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下，鹼金屬的金屬錯合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.40以上且1.65以

下。

【0018】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有電子傳輸性的有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.45以上且小於1.70。

【0019】本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且小於1.70。

【0020】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物各自具有烷基或環烷基。

【0021】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有電子傳輸性的有機化合物所具有的烷基為支鏈烷基和碳原子數為3或4的烷基中的任一個，鹼金屬的金屬錯合物所具有的烷基為碳原子數為1至3的烷基。

【0022】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述

結構的發光器件，其中具有電子傳輸性的有機化合物所具有的烷基為三級丁基，鹼金屬的金屬錯合物所具有的烷基為甲基。

【0023】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有電子傳輸性的有機化合物中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳之比例佔該有機化合物的總碳原子數的10%以上且60%以下。

【0024】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中在具有電子傳輸性的有機化合物的 1H -NMR測量結果中小於4ppm的信號的積分值超過4ppm以上的信號的積分值。

【0025】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有電子傳輸性的有機化合物具有三嗪骨架或二嗪骨架。

【0026】另外，本發明的另一個實施方式是具有電子傳輸性的有機化合物具有苯環的發光器件。

【0027】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，發光層包括發光材料，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50

以上且小於1.75。

【0028】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，發光層包括發光材料，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為1.50以上且小於1.75。

【0029】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下，鹼金屬的金屬錯合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【0030】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的相對於455nm以上

且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50以上且小於1.75。

【0031】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.50以上且小於1.75。

【0032】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下，鹼金屬的金屬錯合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.40以上且1.65以下。

【0033】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率與鹼金屬的金屬錯合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率之和除以2而

得到的值為1.45以上且小於1.70。

【0034】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，該發光器件包括陽極、陰極、位於陽極和陰極之間的EL層，EL層包括發光層及電子傳輸層，電子傳輸層包括具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，電子傳輸層的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且小於1.70。

【0035】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物各自具有烷基或環烷基。

【0036】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物所具有的烷基為支鏈烷基和碳原子數為3或4的烷基中的任一個，鹼金屬的金屬錯合物所具有的烷基為碳原子數為1至3的烷基。

【0037】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物所具有的烷基為三級丁基，鹼金屬的金屬錯合物所具有的烷基為甲基。

【0038】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳之比例佔該有機化合物的總碳原子數的10%以上且60%以下。

【0039】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述

結構的發光器件，其中在具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物的 $^1\text{H-NMR}$ 測量結果中小於4ppm的信號的積分值超過4ppm以上的信號的積分值。

【0040】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中具有缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物具有三嗪骨架或二嗪骨架。

【0041】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中鹼金屬的金屬錯合物是包括具有8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物。

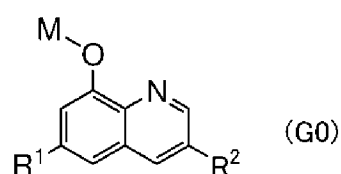
【0042】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中鹼金屬的金屬錯合物具有一個烷基，一個烷基是碳原子數為1至3的烷基。

【0043】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中鹼金屬的金屬錯合物是鋰的金屬錯合物。

【0044】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中所述金屬錯合物是由下述通式(G0)表示的金屬錯合物。

【0045】

[化學式1]



【0046】注意，在上述通式(G0)中，M表示鹼金屬，

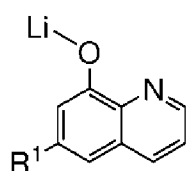
R^1 表示碳原子數為1至3的烷基， R^2 表示氫或碳原子數為1至3的烷基。

【0047】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中 R^2 是甲基。

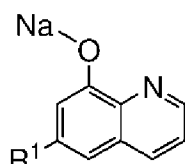
【0048】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中所述金屬錯合物是由下述通式(G1)至(G3)中的任一個表示的金屬錯合物。

【0049】

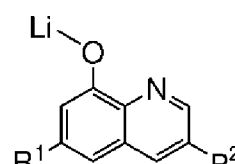
[化學式2]



(G1)



(G2)



(G3)

【0050】注意，在上述通式(G1)至(G3)中， R^1 表示碳原子數為1至3的烷基，在通式(G3)中， R^2 表示碳原子數為1至3的烷基。

【0051】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中 R^1 是甲基。

【0052】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中 R^1 是乙基。

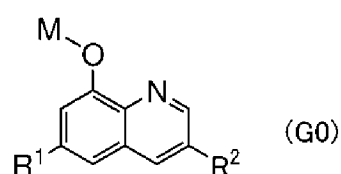
【0053】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中所述M是鋰。

【0054】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光器件，其中所述M是鈉。

【0055】另外，本發明的另一個實施方式是一種由下述通式(G0)表示的金屬錯合物。

【0056】

[化學式3]



【0057】注意，在上述通式(G0)中，M表示鹼金屬、 R^1 表示碳原子數為1至3的烷基、 R^2 表示氫或碳原子數為1至3的烷基。

【0058】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的金屬錯合物，其中 R^2 是甲基。

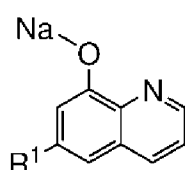
【0059】另外，本發明的另一個實施方式是一種由下述通式(G1)至(G3)中的任一個表示的金屬錯合物。

【0060】

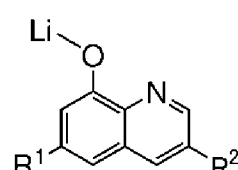
[化學式4]



(G1)



(G2)



(G3)

【0061】注意，在上述通式(G1)至(G3)中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示碳原子數為1至3的烷基。

【0062】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的金屬錯合物，其中 R^1 是甲基。

【0063】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述

結構的金屬錯合物，其中 R^1 是乙基。

【0064】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的金屬錯合物，其中所述M是鋰。

【0065】另外，本發明的另一個實施方式是具有上述結構的金屬錯合物，其中所述M是鈉。

【0066】另外，本發明的另一個實施方式是一種具有上述金屬錯合物的發光器件。

【0067】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，其中由上述通式(G1)表示的金屬錯合物的發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【0068】另外，本發明的另一個實施方式是一種在發光層和陰極之間包括上述金屬錯合物的發光器件。

【0069】另外，本發明的另一個實施方式是一種在電子傳輸層中包括上述金屬錯合物的發光器件。

【0070】另外，本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，包括：上述任意項所述的發光器件；以及感測器、操作按鈕、揚聲器和麥克風中的至少一個。

【0071】另外，本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：上述任意項所述的發光器件；以及電晶體和基板中的至少一個。

【0072】另外，本發明的另一個實施方式是一種照明設備，包括：上述任意項所述的發光器件；以及外殼。

【0073】在本說明書中，發光裝置包括使用發光器件

的影像顯示器件。另外，發光裝置有時還包括如下模組：發光器件安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；或者藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光器件上直接安裝有IC(積體電路)的模組。再者，照明設備等有時包括發光裝置。

【0074】本發明的一個實施方式可以提供一種發光效率高的發光器件。本發明的一個實施方式可以提供一種功耗低的發光器件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置和電子器件中的任意個。

【0075】本發明的另一個實施方式可以提供一種新穎有機金屬錯合物(金屬錯合物)。另外，本發明的另一個實施方式可以提供一種可用於驅動電壓低的發光器件的金屬錯合物。另外，本發明的另一個實施方式可以提供一種可用於包括折射率低的電子傳輸層且驅動電壓低的發光器件的金屬錯合物。

【0076】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。此外，本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述效果。另外，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載得知並衍生上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

【0077】

[圖1A]、[圖1B]及[圖1C]是發光器件的示意圖；

[圖 2A]及[圖 2B]是示出主動矩陣型發光裝置的圖；
[圖 3A]及[圖 3B]是示出主動矩陣型發光裝置的圖；
[圖 4]是示出主動矩陣型發光裝置的圖；
[圖 5A]及[圖 5B]是示出被動矩陣型發光裝置的圖；
[圖 6A]及[圖 6B]是示出照明設備的圖；
[圖 7A]、[圖 7B1]、[圖 7B2]及[圖 7C]是示出電子裝置的圖；
[圖 8A]、[圖 8B]及[圖 8C]是示出電子裝置的圖；
[圖 9]是示出照明設備的圖；
[圖 10]是示出照明設備的圖；
[圖 11]是示出車載顯示裝置及照明設備的圖；
[圖 12A]及[圖 12B]是示出電子裝置的圖；
[圖 13A]、[圖 13B]及[圖 13C]是示出電子裝置的圖；
[圖 14]是 mmtBumBP-dmmtBuPTzn、mPn-mDMePyPTzn、Li-6mq及Liq的折射率的測量資料；
[圖 15]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的亮度-電流密度特性；
[圖 16]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的電流效率-亮度特性；
[圖 17]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的亮度-電壓特性；
[圖 18]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的電流-電壓特性；
[圖 19]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的藍色指標-亮度

特性；

[圖 20]是發光器件 1 及比較發光器件 1 的發射光譜；

[圖 21]是 mmtBumBP-dmmtBuPTzn、Li-6mq 及 Liq 的折射率的測量資料；

[圖 22]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的亮度-電流密度特性；

[圖 23]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的電流效率-亮度特性；

[圖 24]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的亮度-電壓特性；

[圖 25]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的電流-電壓特性；

[圖 26]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的藍色指標-亮度特性；

[圖 27]是發光器件 2 及比較發光器件 2 的發射光譜；

[圖 28]是 mPn-mDMePyPTzn、Li-6mq 及 Liq 的折射率的測量資料；

[圖 29]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的亮度-電流密度特性；

[圖 30]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的電流效率-亮度特性；

[圖 31]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的亮度-電壓特性；

[圖 32]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的電流-電壓特

性；

[圖 33]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的發射光譜；

[圖 34]是發光器件 3 及比較發光器件 3 的藍色指標-亮度特性；

[圖 35]是脫水丙酮溶液中的 Li-6mq 的吸收光譜及發射光譜；

[圖 36]是 mmtBumBP-dmmtBuPTzn 的折射率的測量資料；

[圖 37]是 mmtBumBPTzn、mPn-mDMePyPTzn、Li-6mq 及 Liq 的折射率的測量資料；

[圖 38]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的亮度-電流密度特性；

[圖 39]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的電流效率-亮度特性；

[圖 40]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的亮度-電壓特性；

[圖 41]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的電流密度-電壓特性；

[圖 42]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的發射光譜；

[圖 43]是發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的藍色指標-亮度特性；

[圖 44]是 mmtBumBPTzn 的折射率的測量資料；

[圖 45]是脫水丙酮溶液中的 Li-6eq 的吸收光譜及發射

光譜；

[圖 46]是 Li-6eq 的折射率的測量資料；

[圖 47]是脫水丙酮溶液中的 Na-6mq 的吸收光譜及發射光譜；

[圖 48]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的亮度-電流密度特性的圖；

[圖 49]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的亮度-電壓特性的圖；

[圖 50]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 51]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 52]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 53]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的功率效率-亮度特性的圖；

[圖 54]是示出發光器件 5 及發光器件 6 的發射光譜的圖；

[圖 55]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的亮度-電流密度特性的圖；

[圖 56]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的亮度-電壓特性的圖；

[圖 57]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 58]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 59]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 60]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的功率效率-亮度特性的圖；

[圖 61]是示出發光器件 7、發光器件 8 及比較發光器件 6 的發射光譜的圖；

[圖 62]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的亮度-電流密度特性的圖；

[圖 63]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的亮度-電壓特性的圖；

[圖 64]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 65]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 66]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 67]是示出發光器件 9、發光器件 10、發光器件 11 及發光器件 12 的發射光譜的圖；

[圖 68]是脫水丙酮溶液中的 Li-3,6dmq 的吸收光譜及發射光譜；

[圖 69]是示出發光器件 13、發光器件 14 及比較發光器件 7 的亮度-電流密度特性的圖；

[圖 70]是示出發光器件 13、發光器件 14及比較發光器件 7的亮度-電壓特性的圖；

[圖 71]是示出發光器件 13、發光器件 14及比較發光器件 7的電流效率-亮度特性的圖；

[圖 72]是示出發光器件 13、發光器件 14及比較發光器件 7的電流密度-電壓特性的圖；

[圖 73]是示出發光器件 13、發光器件 14及比較發光器件 7的外部量子效率-亮度特性的圖；

[圖 74]是示出發光器件 13、發光器件 14及比較發光器件 7的發射光譜的圖；

[圖 75]是 mmtBumBPTzn、Li-mq、Li-5mq、Li-6mq及 Li-7mq的折射率的測量資料。

【實施方式】

【0078】以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。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侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

【0079】

實施方式 1

【0080】圖 1A是示出本發明的一個實施方式的發光器件的圖。本發明的一個實施方式的發光器件包括陽極

101、陰極 102 及 EL 層 103，該 EL 層 103 包括發光層 113 及電子傳輸層 114。

【0081】發光層 113 至少包括發光材料，電子傳輸層 114 包括具有電子傳輸性的有機化合物以及鹼金屬的金屬錯合物。

【0082】本發明的一個實施方式的發光器件的電子傳輸層 114 所包括的具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物較佳為如下組合：發光層 113 所包括的發光材料所發射的光的峰波長(λ_p)處的各自尋常光折射率之和除以 2 而得到的值為 1.50 以上且小於 1.75，較佳為 1.50 以上且小於 1.70。

【0083】注意，上述具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物的折射率藉由對該材料的薄膜進行測量而決定，當在這種薄膜中產生各向異性時，尋常光折射率和非尋常光折射率有時不同。在所測量的薄膜處於上述狀態時，可以藉由進行各向異性分析分別算出尋常光折射率與非尋常光折射率。注意，在本說明書中，在所測量的材料具有尋常光折射率及非尋常光折射率的兩者時，使用尋常光折射率作為指標。

【0084】使用這種材料的電子傳輸層 114 可以為折射率低的層，藉由在 EL 層中設置折射率低的層，光提取效率得到提高因此可以得到發光效率高的發光器件。一般而言，構成發光器件的有機化合物的折射率為 1.8 至 1.9 左右，因為本發明的一個實施方式的發光器件包括折射率低

的電子傳輸層所以可以實現發光效率高的發光器件。

【0085】尤其是，因為電子傳輸層114設置在發光層113和陰極102之間，所以適合於頂部發射型發光器件。

【0086】另外，本發明的一個實施方式的發光器件的電子傳輸層114的相對於 λ_p 的光的尋常光折射率較佳為1.50以上且小於1.75，更佳為1.50以上且小於1.70。

【0087】尤其是，包括在該電子傳輸層114中的具有電子傳輸性的有機化合物較佳為相對於 λ_p 的光的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下的物質，鹼金屬的金屬錯合物較佳為相對於 λ_p 的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下的物質。

【0088】另外，在藍色發光器件中，上述發光材料發射藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)的範圍內的任意波長(λ_B)的光，因此具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物較佳為如下組合：相對於 λ_B 的光的各自尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50以上且小於1.75，更佳為1.50以上且小於1.70。

【0089】另外，同樣地，藍色發光器件的電子傳輸層114的相對於 λ_B 的光的尋常光折射率較佳為1.50以上且小於1.75，更佳為1.50以上且小於1.70。尤其是，具有電子傳輸性的有機化合物較佳為相對於 λ_B 的光的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下，更佳為1.50以上且1.70以下的物質，鹼金屬的金屬錯合物較佳為相對於 λ_B 的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下的物質。

【0090】另外，在原理上在短波長一側折射率高且在長波長一側折射率低，因此用於本發明的一個實施方式的電子傳輸層114的具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物較佳為如下組合：相對於633nm波長的光的各自尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.45以上且小於1.70。另外，同樣地，用於本發明的一個實施方式的電子傳輸層114的相對於633nm波長的光的尋常光折射率較佳為1.45以上且小於1.70。另外，尤其較佳的是，用於本發明的一個實施方式的電子傳輸層114的具有電子傳輸性的有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下，用於本發明的一個實施方式的電子傳輸層114的鹼金屬的金屬錯合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.40以上且1.65以下。

【0091】另外，用於本發明的一個實施方式的電子傳輸層114的具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物較佳為各自具有烷基或環烷基。當它們具有烷基或環烷基時，可以降低折射率，因此可以實現折射率低的電子傳輸層114。

【0092】在此，一般被認為烷基或環烷基的存在阻礙具有電子傳輸性的有機化合物和鹼金屬的金屬錯合物的互相作用(也稱為對接)，導致驅動電壓的增高，但是，在本發明的一個實施方式的發光器件中，沒有很大的驅動電壓的增高，可以實現包括折射率低的電子傳輸層且發光效率高的發光器件。

【0093】注意，該具有電子傳輸性的有機化合物所具有的烷基較佳為支鏈烷基，尤其較佳為碳原子數為3或4的烷基，三級丁基是特別較佳的。另外，鹼金屬的金屬錯合物所具有的烷基的碳原子數較佳為1至3中的任一個，甲基是特別較佳的。

【0094】較佳的是，構成該電子傳輸層114的具有電子傳輸性的有機化合物具有至少一個氮原子數為1至3的六員環雜芳環，包括多個成環碳原子數為6至14的稠合芳香烴環，多個上述稠合芳香烴環中的至少兩個是苯環，並包含多個以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的烴基的有機化合物。

【0095】另外，在這種有機化合物中，分子的總碳原子數中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳原子數之比例較佳為佔10%以上且60%以下，更佳為佔10%以上且50%以下。或者，在這種有機化合物中，在利用 1H -NMR對該有機化合物進行測量的結果中小於4ppm的信號的積分值較佳為4ppm以上的信號的積分值的1/2倍以上。

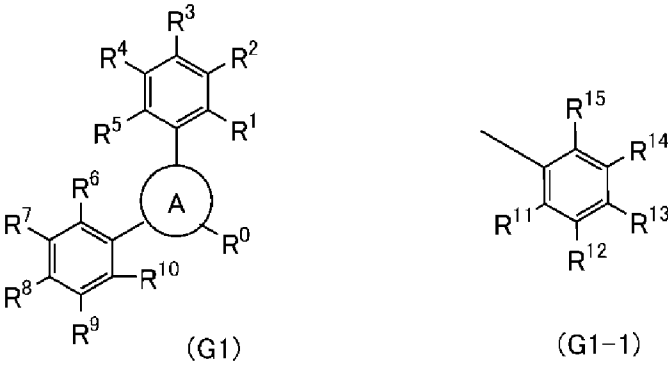
【0096】注意，較佳的是，該有機化合物中的所有的以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的烴基鍵合到上述成環碳原子數為6至14的稠合芳香烴環，該有機化合物的LUMO沒有分佈在該稠合芳香烴環上。

【0097】注意，上述有機化合物相當於包括在電子傳輸層114中的具有電子傳輸性的有機化合物。

【0098】該具有電子傳輸性的有機化合物較佳為由下述通式(G1)表示的有機化合物。

【 0099】

[化學式 5]



【 0100】 在通式中，A表示氮原子數為1至3的六員環雜芳環，並較佳為吡啶環、嘧啶環、吡嗪環、嗒咭環或者三嗪環。

【 0101】 另外，R⁰表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至10的脂環基或者由式(G1-1)表示的取代基。

【 0102】 R¹至R¹⁵中的至少一個是具有取代基的苯基，其他的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至10的脂環基、取代或未取代的成環碳原子數為6至14的芳香烴基或者取代或未取代的吡啶基。R¹、R³、R⁵、R⁶、R⁸、R¹⁰、R¹¹、R¹³及R¹⁵較佳為氫。上述具有取代基的苯基具有一個或兩個取代基，該取代基分別獨立地為碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至10的脂環基或者取代或未取代的成環碳原子數為6至14的芳香烴基。

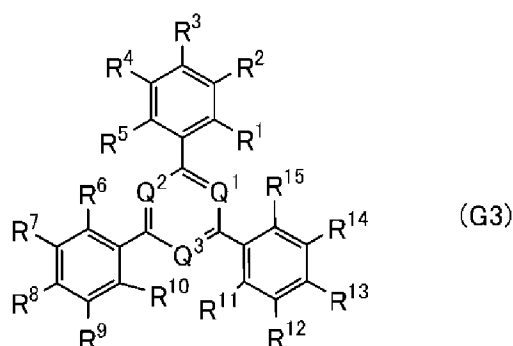
【 0103】 由上述通式(G1)表示的有機化合物具有多個選自碳原子數為1至6的烷基和碳原子數為3至10的脂環基

中的烴基，分子的總碳原子數中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳原子數之比例佔 10% 以上且 60% 以下。

【0104】另外，該具有電子傳輸性的有機化合物較佳為由下述通式 (G3) 表示的有機化合物。

【0105】

[化學式 6]



【0106】在通式中， Q^1 至 Q^3 中的兩個或三個表示 N，在上述 Q^1 至 Q^3 中的兩個是 N 時，其餘的一個表示 CH。

【0107】此外， R^1 至 R^{15} 中的至少一個是具有取代基的苯基，其他的分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烷基、碳原子數為 3 至 10 的脂環基、取代或未取代的成環碳原子數為 6 至 14 的芳香烴基或者取代或未取代的吡啶基。 R^1 、 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{13} 及 R^{15} 較佳為氫。上述具有取代基的苯基具有一個或兩個取代基，該取代基分別獨立地為碳原子數為 1 至 6 的烷基、碳原子數為 3 至 10 的脂環基或者取代或未取代的成環碳原子數為 6 至 14 的芳香烴基。

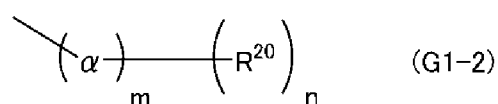
【0108】較佳的是，由上述通式 (G3) 表示的有機化合物具有多個選自碳原子數為 1 至 6 的烷基和碳原子數為 3 至

10的脂環基中的烴基，分子的總碳原子數中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳原子數之比例佔10%以上且60%以下。

【0109】另外，在由上述通式(G1)或(G3)表示的有機化合物中，具有取代基的苯基較佳為由下述式(G1-2)表示的基。

【0110】

[化學式7]



【0111】在式中， α 表示取代或未取代的伸苯基，間位取代伸苯基是較佳的。另外，當間位取代伸苯基具有一個取代基時，較佳為該取代基也在間位取代。該取代基較佳為碳原子數為1至6的烷基或者碳原子數為3至10的脂環基，更佳為碳原子數為1至6的烷基，進一步較佳為三級丁基。

【0112】 R^{20} 表示碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至10的脂環基或者取代或未取代的成環碳原子數為6至14的芳香烴基。

【0113】另外， m 及 n 表示1或2。注意，在 m 是2的情況下，多個 α 可以相同，也可以不同。另外，在 n 是2的情況下，多個 R^{20} 可以相同，也可以不同。 R^{20} 較佳為苯基，更佳為在兩個間位中的一者或兩者具有碳原子數為1至6的烷基或者碳原子數為3至10的脂環基的苯基。該苯基在兩個間位中的一者或兩者所具有的取代基更佳為碳原子數為

1至6的烷基，進一步較佳為三級丁基。

【0114】另外，鹼金屬的金屬錯合物較佳為鋰的金屬錯合物或鈉的金屬錯合物。另外，該金屬錯合物的配體較佳為具有8-羥基喹啉結構的配體。

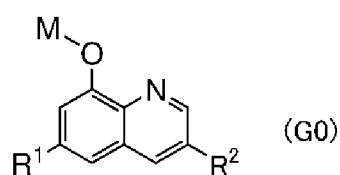
【0115】當具有8-羥基喹啉結構的鋰錯合物或鈉錯合物具有烷基時，該錯合物所具有的烷基較佳為一個或兩個。具有烷基的8-羥基喹啉-鋰可以實現折射率低的金屬錯合物。明確而言，在薄膜狀態下，相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的波長的光的尋常光折射率可以為1.45以上且1.70以下，並且相對於633nm波長的光的尋常光折射率可以為1.40以上且1.65以下。

【0116】另外，尤其是，當使用包括在6位具有烷基的8-羥基喹啉配體的鹼金屬錯合物時，有降低發光器件的驅動電壓的效果。其中，使用包括6-烷基-8-羥基喹啉配體的鹼金屬錯合物或者包括3,6-二烷基-8-羥基喹啉配體的鹼金屬錯合物的發光器件具有良好的特性，所以是較佳的。上述烷基更佳為甲基或乙基。

【0117】在此，可以由下述通式(G0)表示上述包括在6位具有烷基的8-羥基喹啉配體的鹼金屬錯合物。

【0118】

[化學式8]

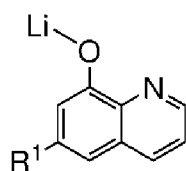


【0119】注意，在上述通式(G0)中，M表示鹼金屬， R^1 表示碳原子數為1至3的烷基， R^2 表示氫或碳原子數為1至3的烷基。

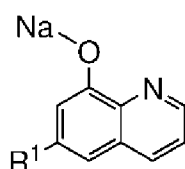
【0120】並且，由上述通式(G0)表示的金屬錯合物特別較佳為由下述通式(G1)至(G3)中的任一個表示的金屬錯合物。

【0121】

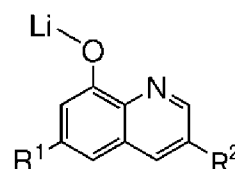
[化學式9]



(G1)



(G2)



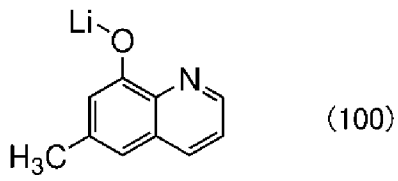
(G3)

【0122】注意，在上述通式(G1)至(G3)中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示碳原子數為1至3的烷基。藉由利用具有這樣結構的金屬錯合物，可以得到發光效率高且驅動電壓低的發光器件。此外，由通式(G3)表示的金屬錯合物的真空蒸鍍中的蒸鍍速率很穩定，所以是較佳的。此外，更佳的是， R^1 及 R^2 的碳原子數分別獨立地為1，此時與碳原子數為2以上的情況相比驅動電壓更低。

【0123】此外，在由上述通式(G1)至(G3)表示的金屬錯合物中，更佳的方式是由下述結構式(100)、(101)、(102)、(200)表示的金屬錯合物。

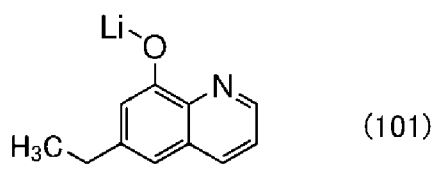
【0124】

[化學式 10]



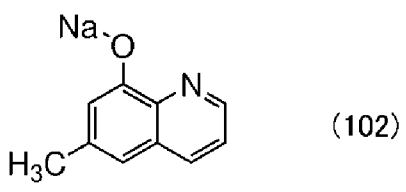
【 0125】

[化學式 11]



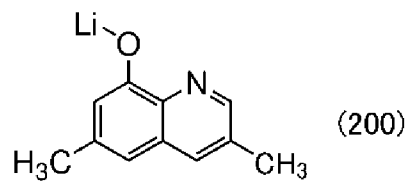
【 0126】

[化學式 12]



【 0127】

[化學式 13]



【 0128】 如上所述，用於本發明的一個實施方式的發光器件的電子傳輸層 114 的具有電子傳輸性的有機化合物較佳為具有碳原子數為 3 或 4 的烷基，具有電子傳輸性的有機化合物特別較佳為具有多個該烷基。但是，在分子中的烷基過多時載子傳輸性下降，因此具有電子傳輸性的有機化合物中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳之比例較佳為佔該有機化合物的總碳原子數的 10% 以上且 60% 以下，更佳為

佔10%以上且50%以下。具有這種結構的具有電子傳輸性的有機化合物可以實現低折射率，而沒有電子傳輸性的大幅度下降。

【0129】當利用 $^1\text{H-NMR}$ (質子核磁共振)進行該有機化合物的測量時，得到小於4ppm的信號的積分值超過4ppm以上的信號的積分值的結果。

【0130】在用於本發明的一個實施方式的發光器件的電子傳輸層114的具有電子傳輸性的有機化合物具有三嗪骨架或二嗪骨架時載子傳輸性良好，所以是較佳的。

【0131】藉由該電子傳輸層如上所述地包括折射率低的具有電子傳輸性的有機化合物以及折射率低的鹼金屬的金屬錯合物，可以實現折射率低的層而不導致驅動電壓等的大幅度惡化。其結果是，來自發光層113的發光的提取效率得到提高，本發明的一個實施方式的發光器件可以為發光效率高的發光器件。

【0132】接著，說明本發明的一個實施方式的發光器件的其他結構或材料的例子。如上所述，本發明的一個實施方式的發光器件在陽極101和陰極102這一對電極之間包括由多個層構成的EL層103，該EL層103包括包含發光材料的發光層113以及具有上述結構的電子傳輸層114。

【0133】陽極101較佳為使用功函數大(具體為4.0eV以上)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。明確地說，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO：Indium Tin Oxide，銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化

銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化錫及氧化鋅的氧化銦 (IWZO) 等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出使用對氧化銦添加有 1wt% 至 20wt% 的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法等。另外，可以使用對氧化銦添加有 0.5wt% 至 5wt% 的氧化錫和 0.1wt% 至 1wt% 的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化錫及氧化鋅的氧化銦 (IWZO)。另外，作為用於陽極 101 的材料例如可以舉出金 (Au)、鉑 (Pt)、鎳 (Ni)、錳 (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，作為用於陽極 101 的材料也可以使用石墨烯。另外，藉由將後面說明的複合材料用於 EL 層 103 中的接觸於陽極 101 的層，可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

【0134】EL 層 103 較佳為具有疊層結構，對該疊層結構沒有特別的限制，可以採用電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層、電子注入層、載子障壁層 (電洞障壁層及電子障壁層)、激子障壁層、電荷產生層等各種層結構。可以不設置任何層。在本實施方式中，說明如下兩種結構：如圖 1A 所示，除了電子傳輸層 114、電子注入層 115 及發光層 113 以外還包括電洞注入層 111 及電洞傳輸層 112 的結構；以及如圖 1B 所示，除了電子傳輸層 114、發光層 113、電洞注入層 111 及電洞傳輸層 112 以外還包括電荷產生層 116 的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

【0135】電洞注入層111是含有具有受體性的物質的層。作為具有受體性的物質，可以使用有機化合物和無機化合物。

【0136】作為具有受體性的物質可以使用具有拉電子基團(鹵基或氰基)的化合物，可以舉出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氯醌、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。尤其是，拉電子基團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的化合物諸如HAT-CN等熱穩定，所以是較佳的。另外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基、氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高所以特別較佳的，明確而言，可以舉出： $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環烷三亞基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。作為具有受體性的物質，除了上述有機化合物以外可以使用鉬氧化物、鈮氧化物、釷氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用酞菁類錯合物化合物如酞菁(簡稱：H₂Pc)、銅酞菁(CuPc)等；芳香胺化合物如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；或者高分子如聚(3,4-乙 烯二 氧 噻 吩)/聚(苯 乙 烯 磺 酸)(簡 稱：PEDOT/PSS)等來形成電洞注入層111。具有受體性的物質借助於施加電場而能夠從鄰接的電洞傳輸層(或電洞傳輸材料)抽出電子。

【0137】另外，作為電洞注入層111，可以使用在具有電洞傳輸性的材料中含有上述受體物質的複合材料。注意，藉由使用在具有電洞傳輸性的材料中含有受體物質的複合材料，在選擇形成電極的材料時可以無需顧及電極的功函數。換言之，作為陽極101，不僅可以使用功函數大的材料，還可以使用功函數小的材料。

【0138】作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、吡啶衍生物、芳香烴、高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)等。作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，較佳為使用電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。以下，具體地列舉可以用作複合材料中的具有電洞傳輸性的材料的有機化合物。

【0139】作為可以用於複合材料的芳香胺化合物，可以舉出N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-對苯二胺(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。作為吡啶衍生物，可以具體地舉出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-苯基蒽-9-基)苯基]-9H-呋啉(簡稱: CzPA)、1,4-雙[4-(N-呋啉基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作為芳香烴,例如可以舉出2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱: t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱: DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱: t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱: DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱: DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡稱: t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱: DMNA)、2-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘等。另外,除此之外,還可以使用稠五苯、蒽等。另外,也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳香烴,例如可以舉出4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱: DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱: DPVPA)等。另外,也可以使用本發明的一個實施方式的有機化合物。

【0140】此外，也可以使用聚(N-乙基基吡啶)(簡稱：PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯醯胺](簡稱：PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](簡稱：Poly-TPD)等高分子化合物。

【0141】作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，更佳為具有吡啶骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意個。尤其是，可以為具有包括二苯并呋喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者9-萘基藉由伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺。注意，當這些第二有機化合物是包括N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以製造壽命良好的發光器件，所以是較佳的。作為上述第二有機化合物，明確而言，可以舉出N-(4-聯苯)-6，N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II)(4))、N,N-雙[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-4-胺基-對三聯苯(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：

BBA β NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β NBi)、4,4'-二苯基-4''-(6；1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7；1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(簡稱：BBAP β NB-03)、4,4'-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'-(呋唑-9-基)聯苯-4-基]三苯基胺(簡稱：YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋唑-9-基)苯基]三(1,1'-聯苯-4-基)胺(簡稱：YGTBi1BP-02)、4-二苯基-4'-(2-萘基)-4''-{9-(4-聯苯基)呋唑}三苯胺(簡稱：YGTBi β NB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二(9H-芴)-2-胺(簡稱：PCBNBSF)、N,N-雙(4-聯苯基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(簡稱：BBASF)、N,N-雙(1,1'-聯苯基-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(簡稱：BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-

9H-芴-2-基)-9,9'-螺二(9H-芴)-4-胺(簡稱：oFBiSF)、N-(4-聯苯)-N-(二苯并呋喃-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-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]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(簡稱：PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-4-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-3-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-2-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-1-胺等。

【0142】注意，用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料更佳為HOMO能階為-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有較深的HOMO能階的物質。當用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料具有較深的HOMO能階時，電洞容易注入到電洞傳輸層112，且可以容易得到壽命長的發光器件。另外，

在用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料為具有較深的HOMO能階的物質時，電洞的感應適當地得到抑制，因此可以實現壽命更長的發光器件。

【0143】注意，藉由對上述複合材料還混合鹼金屬或鹼土金屬的氟化物(較佳的是該層中的氟原子的原子比率為20%以上)，可以降低該層的折射率。由此，也可以在EL層103內部形成折射率低的層，且可以提高發光器件的外部量子效率。

【0144】藉由形成電洞注入層111，可以提高電洞注入性，從而可以得到驅動電壓低的發光器件。

【0145】另外，在具有受體性的物質中具有受體性的有機化合物可以利用蒸鍍容易地形成，所以是易於使用的材料。

【0146】電洞傳輸層112以包含具有電洞傳輸性的材料的方式形成。具有電洞傳輸性的材料較佳為具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率。

【0147】作為上述具有電洞傳輸性的材料，可以舉出：4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-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]苈-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苈]-2-胺(簡稱：PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-苈-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-苈-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物；以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-苈-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱：mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。注意，作為構成電洞傳輸層112的材料也可以適當地使用作為用於電洞注入層111的複合材料的具有電洞傳輸性的材料舉出的物質。

【0148】發光層113包含發光物質及主體材料。注意，發光層113也可以包含其他材料。此外，也可以為組

成不同的兩層疊層。

【0149】發光物質可以是螢光發光物質、磷光發光物質、呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質或其他發光物質。本發明的一個實施方式可以在發光層113為呈現螢光發光的層，尤其是，為呈現藍色螢光發光的層的情況下更適合地使用。

【0150】在發光層113中，作為可以用作螢光發光物質的材料，例如可以舉出如下物質。注意，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。

【0151】可以舉出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)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-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]芴-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)、芴、2,5,8,11-四-三級丁基芴(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-萘基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱:2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-萘基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱:2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯基-2-基)-2-萘基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-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-咔唑-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 噁 -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 噁 -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCJTM)、N,N'-二 苯 基 -N,N'-(1,6-萘 -二 基) 雙 [(6-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 啉 -2-基)-N-苯 基 胺 基] 萘 并 [2,3-b;6,7-b'] 雙 苯 并 呋 喃 (簡 稱 : 3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-雙 [N-(二 苯 并 呋 喃 -3-基)-N-苯 基 胺 基] 萘 并 [2,3-b;6,7-b'] 雙 苯 并 呋 喃 (簡 稱 : 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 等。尤 其 是 , 以 1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等 萘 二 胺 化 合 物 為 代 表 的 稠 合 芳 族 二 胺 化 合 物 具 有 合 適 的 電 洞 俘 獲 性 且 高 發 光 效 率 及 高 可 靠 性 , 所 以 是 較 佳 的。

【0152】當在發光層113中作為發光物質使用磷光發光物質時，作為可使用的材料，例如可以舉出如下物質。

【0153】例如可以使用如下材料，三 {2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2] 苯基- κ C} 銱 (III) (簡稱 : [Ir(mpptz-dmp)₃])、三 (5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑) 銱 (III) (簡稱 : [Ir(Mptz)₃])、三 [4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑] 銱 (III) (簡稱 : [Ir(iPrptz-3b)₃]) 等具有4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；三 [3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑] 銱 (III) (簡稱 : [Ir(Mptz1-mp)₃])、三 (1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三

唑)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$)等具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物；fac-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$)等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡唑基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)吡啉甲酸酯(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}}銱(III)吡啉甲酸酯(簡稱： $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIr(acac))等以具有拉電子基的苯基吡啉衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是在440nm至520nm的波長區域中具有發光峰的化合物。

【0154】另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啉根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啉根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啉根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啉根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啉根]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-苯基嘧啉根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啉根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)等具有嘧啉骨架的

有機金屬銦錯合物；(乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)銦(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)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銦錯合物；三(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、雙(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銦(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、雙(苯并[h]喹啉)銦(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$)、三(苯并[h]喹啉)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$)、三(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銦(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有機金屬銦錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銥(III)(簡稱： $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質主要是呈現綠色磷光的化合物，並且在500nm至600nm的波長區域中具有發光峰。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銦錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

【0155】另外，可以舉出：(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶基]銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銦(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銦錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銦(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：[Ir(tppr)₂(dpm)]、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]銱(III)(簡稱：[Ir(Fdpq)₂(acac)]等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：[Ir(piq)₃]、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(piq)₂(acac)]等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-紫質鉑(II)(簡稱：PtOEP)等鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)銬(III)(簡稱：[Eu(DBM)₃(Phen)]、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銬(III)(簡稱：[Eu(TTA)₃(Phen)]等稀土金屬錯合物。上述物質是呈現紅色磷光的化合物，並且在600nm至700nm的波長區域中具有發光峰。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

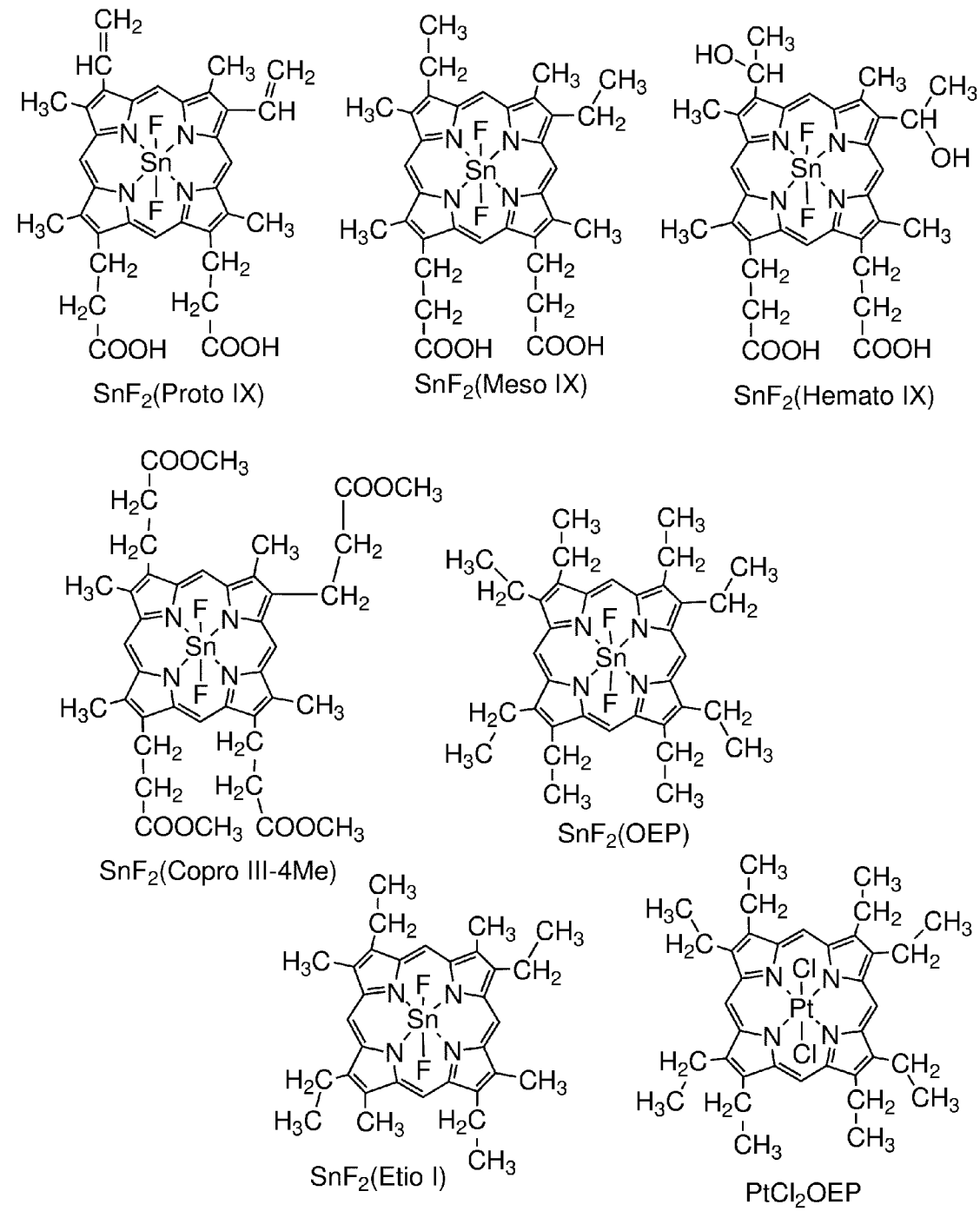
【0156】另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇已知的磷光化合物而使用。

【0157】作為TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等。另外，還可以舉出包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等的含金屬紫質。作為該含金屬紫質，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原紫質-氟化錫錯合物(SnF₂(Proto IX))、中紫質-氟化錫錯合物(SnF₂(Meso IX))、血紫質-氟化錫錯合物(SnF₂(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 (PtCl_2OEP)等。

【 0158 】

[化學式 14]



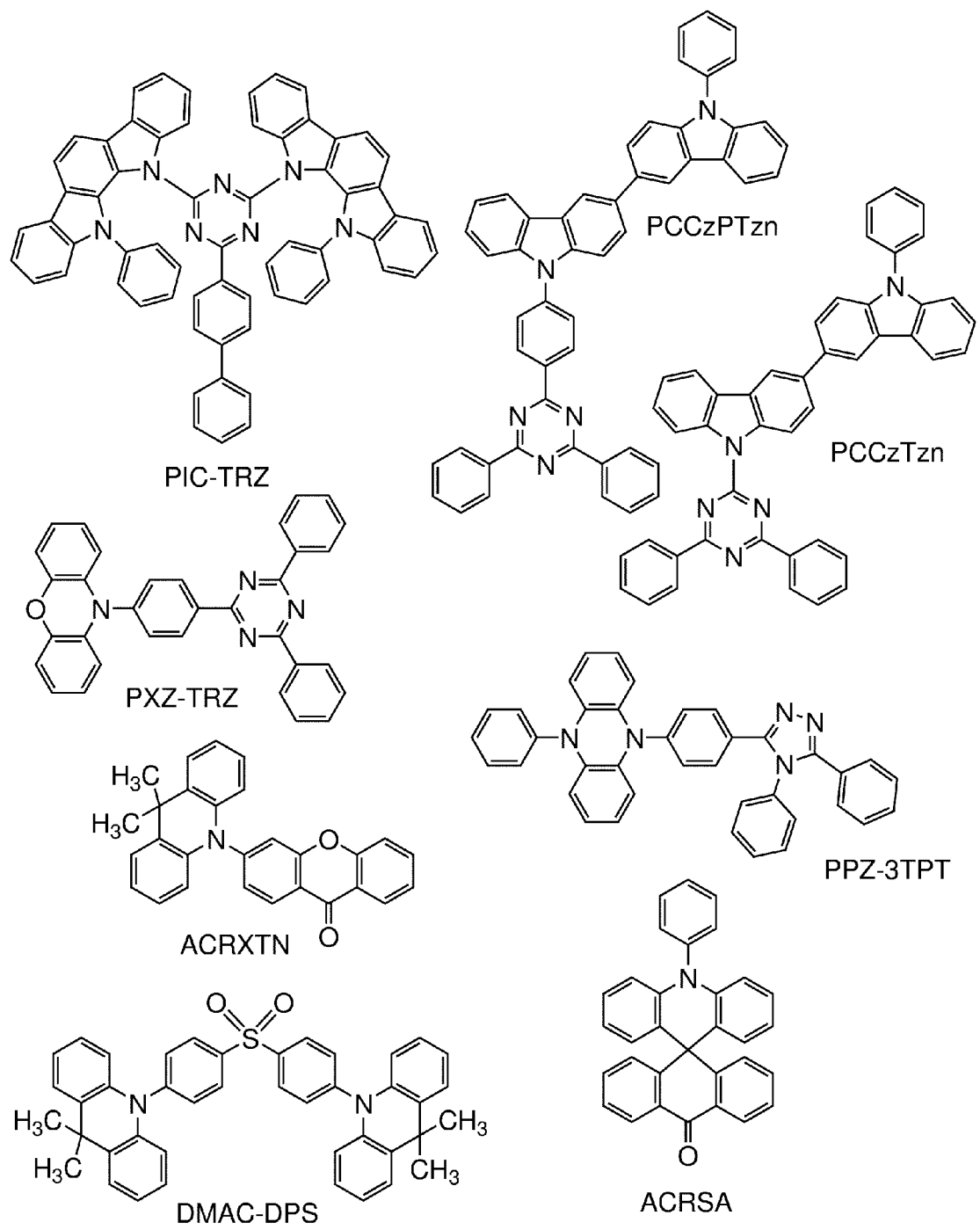
【 0159 】 另外，還可以使用由下述結構式表示的 2-

(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(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)等具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物。該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環，電子傳輸性和電洞傳輸性都高，所以是較佳的。其中，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接受性高且可靠性良好，所以是較佳的。另外，在具有富 π 電子雜芳環的骨架中，吡啶骨架、啡啶骨架、啡噻咭骨架、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、咔唑骨架、吡啶咔唑骨架、聯咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。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 S_1 能階與 T_1 能階之間的能量差變小，可以高效地獲得熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。注意，也可以使用鍵合有氰基等拉電子基團的芳香環代替缺 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。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、嗎二唑骨架、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、氧化磷骨架、砷骨架等。如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環以及富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0160】

[化學式 15]



【0161】TADF材料是指S1能階和T1能階之差較小且具有藉由反系間竄越將三重激發能轉換為單重激發能的功能的材料。因此，能夠藉由微小的熱能量將三重激發能上轉換(up-convert)為單重激發能(反系間竄越)並能夠高效地產生單重激發態。此外，可以將三重激發能轉換為發光。

【0162】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。

【0163】注意，作為T1能階的指標，可以使用在低溫(例如，77K至10K)下觀察到的磷光光譜。關於TADF材料，較佳的是，當以藉由在螢光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為S1能階並以藉由在磷光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為T1能階時，S1與T1之差為0.3eV以下，更佳為0.2eV以下。

【0164】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。

【0165】作為發光層的主體材料，可以使用具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料、上述TADF材料等各種載子傳輸材料。

【0166】作為具有電洞傳輸性的材料，較佳為使用具有胺骨架或富 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物。例如，可以舉出：4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-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]苐-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苐]-2-胺(簡稱：PCBASf)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物；以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱：mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。此外，也可以使用作為電洞傳輸層112的具有電洞傳輸性的材料的例子舉出的有機化合物。

【0167】作為具有電子傳輸性的材料，例如可以舉出：雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鉍(II)(簡稱：BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BA1q)、雙(8-

經基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物或包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物。作為包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物，例如可以舉出：2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱：mDBTBIIm-II)等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噁骨架的雜環化合物；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)等具有吡啶骨架的雜環化合物；以及2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-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)等具有三嗪骨格的雜環化合物。其中,具有二嗪骨架的雜環化合物、具有吡啶骨架的雜環化合物或具有三嗪骨架的雜環化合物具有良好的可靠性,所以是較佳的。尤其是,具有二嗪(嘧啶或吡嗪)骨架的雜環化合物、具有三嗪骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性,也有助於降低驅動電壓。

【0168】作為能夠用作主體材料的TADF材料,可以使用與上面作為TADF材料舉出的材料同樣的材料。當使用TADF材料作為主體材料時,由TADF材料生成的三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能並進一步能量轉移到發光物質,由此可以提高發光器件的發光效率。此時,TADF材料被用作能量施體,發光物質被用作能量受體。

【0169】當上述發光物質為螢光發光物質時這是非常有效的。此外,此時,為了得到高發光效率,TADF材料的S1能階較佳為比螢光發光物的S1能階高。此外,TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的S1能階高。因此,TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的T1能階高。

【0170】此外,較佳為使用呈現與螢光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的波長的發光的TADF材料。由此,激發能順利地從TADF材料轉移到螢光發光物質,可以高效地得到發光,所以是較佳的。

【0171】為了高效地從三重激發能藉由反系間竄躍生成單重激發能，較佳為在TADF材料中產生載子再結合。此外，較佳的是在TADF材料中生成的三重激發能不轉移到螢光發光物質。為此，螢光發光物質較佳為在螢光發光物質所具有的發光體(成為發光的原因的骨架)的周圍具有保護基。作為該保護基，較佳為不具有 π 鍵的取代基，較佳為飽和烴，明確而言，可以舉出碳原子數為3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子數為3以上且10以下的環烷基、碳原子數為3以上且10以下的三烷基矽基，更佳為具有多個保護基。不具有 π 鍵的取代基由於幾乎沒有傳輸載子的功能，所以對載子傳輸或載子再結合幾乎沒有影響，可以使TADF材料與螢光發光物質的發光體彼此遠離。在此，發光體是指在螢光發光物質中成為發光的原因的原子團(骨架)。發光體較佳為具有 π 鍵的骨架，較佳為包含芳香環，並較佳為具有稠合芳香環或稠合雜芳環。作為稠合芳香環或稠合雜芳環，可以舉出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、啡啉骨架、啡噻啉骨架等。尤其是，具有蔡骨架、蔥骨架、萸骨架、蒽骨架、聯伸三苯骨架、稠四苯骨架、芘骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、蔡并雙苯并呋喃骨架的螢光發光物質具有高螢光量子產率，所以是較佳的。

【0172】在將螢光發光物質用作發光物質的情況下，作為主體材料，較佳為使用具有蔥骨架的材料。藉由將具有蔥骨架的物質用作螢光發光物質的主體材料，可以實現

發光效率及耐久性都高的發光層。在用作主體材料的具有蒽骨架的物質中，具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物質在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有咔唑骨架的情況下，電洞的注入/傳輸性得到提高，所以是較佳的，在包含苯環稠合到咔唑的苯并咔唑骨架的情況下，其HOMO能階比咔唑淺0.1eV左右，電洞容易注入，所以是更佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并咔唑骨架的情況下，其HOMO能階比咔唑淺0.1eV左右，不僅電洞容易注入，而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高，所以是較佳的。因此，進一步較佳為用作主體材料的物質是具有9,10-二苯基蒽骨架及咔唑骨架(或者苯并咔唑骨架或二苯并咔唑骨架)的物質。注意，從上述電洞注入/傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并萸骨架或二苯并萸骨架代替咔唑骨架。作為這種物質的例子，可以舉出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)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)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-萸-9-基)-聯苯-4'-基}-蒽(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

【0173】另外，主體材料也可以是混合多種物質的材料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層113的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量的重量比例為1:19至19:1即可。

【0174】注意，作為上述混合的材料的一部分，可以使用磷光發光物質。磷光發光物質在作為發光物質使用螢光發光物質時可以被用作對螢光發光物質供應激發能的能量施體。

【0175】另外，也可以使用這些混合了的材料形成激態錯合物。藉由以形成發射與發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的方式選擇混合材料，可以使能量轉移變得順利，從而高效地得到發光，所以是較佳的。另外，藉由採用該結構可以降低驅動電壓，因此是較佳的。

【0176】注意，形成激態錯合物的材料的至少一個可以為磷光發光物質。由此，可以高效地將三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能。

【0177】關於高效地形成激態錯合物的材料的組合，具有電洞傳輸性的材料的HOMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的HOMO能階以上。此外，具有電洞傳輸性的材料的LUMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的LUMO能

階以上。注意，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從藉由循環伏安(CV)測定測得的材料的電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。

【0178】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。

【0179】在電子傳輸層114具有本發明的結構時可以為折射率低的層，因此EL層103中可以形成折射率低的層而沒有驅動電壓的大幅度下降，可以提高發光器件的外部量子效率。

【0180】注意，具有本結構的電子傳輸層114有時兼作電子注入層115。

【0181】另外，電子傳輸層114較佳為在電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。藉由降低電子傳輸層114中的電子的傳輸性可以控制向發光層的電子的注入量，由此可以防止發光層變成電子過多的狀態。當在使用複合材料形成電洞注入層且該複合材料中的具有電洞傳輸性的材料的HOMO能階為-5.7eV以上且-5.4eV以下的較深的HOMO能階的情況下使用該結構時，可以獲得長壽命，所以是特別較佳的。注意，此時，具有電子傳輸性的材料的HOMO能階較佳為-6.0eV以上。

【0182】另外，較佳為在電子傳輸層114中鹼金屬或鹼土金屬的金屬錯合物中在其厚度方向上存在濃度差(也包括0的情況)。

【0183】可以在電子傳輸層114和陰極102之間設置由氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF_2)、8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物或錯合物的層作為電子注入層115。電子注入層115可以使用將鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物包含在由具有電子傳輸性的物質構成的層中的層或電子化合物(electride)。作為電子化合物，例如可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。

【0184】注意，作為電子注入層115，也可以使用對具有電子傳輸性的物質(較佳為具有聯吡啶骨架的有機化合物)包含上述鹼金屬或鹼土金屬的氟化物為微晶狀態的

濃度以上(50wt%以上)的層。該由於該層為折射率低的層，所以可以提供外部量子效率更良好的發光器件。

【0185】另外，可以設置電荷產生層116，而代替圖1A的電子注入層115(圖1B)。電荷產生層116是藉由施加電位，可以對與該層的陰極一側接觸的層注入電洞，並且對與該層的陽極一側接觸的層注入電子的層。電荷產生層116至少包括P型層117。P型層117較佳為使用上述構成電洞注入層111的複合材料來形成。另外，P型層117也可以將作為構成複合材料的材料包含上述包含接受性材料的膜和包含電洞傳輸材料的膜層疊來形成。藉由對P型層117施加電位，電子和電洞分別注入到電子傳輸層114和陰極102，使得發光器件工作。

【0186】另外，電荷產生層116除了包括P型層117之外，較佳為還包括電子中繼層118及電子注入緩衝層119中的任一者或兩者。

【0187】電子中繼層118至少包含具有電子傳輸性的物質，並且能夠防止電子注入緩衝層119和P型層117的相互作用，並順利地傳遞電子。較佳為將電子中繼層118所包含的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階設定在P型層117中的接受性物質的LUMO能階與電子傳輸層114中的接觸於電荷產生層116的層所包含的物質的LUMO能階之間。明確而言，電子中繼層118中的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階較佳為-5.0eV以上，更佳為-5.0eV以上且-3.0eV以下。另外，作為電子中繼層118中的具有電子傳輸

性的物質，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物。

【0188】電子注入緩衝層119可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))等電子注入性高的物質。

【0189】另外，在電子注入緩衝層119包含具有電子傳輸性的物質及施體性物質的情況下，作為施體性物質，除了鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬和這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))以外，還可以使用四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。

【0190】另外，作為具有電子傳輸性的物質，可以使用與上面所說明的用於電子傳輸層114的材料同樣的材料形成。由於該材料為折射率較低的有機化合物，所以藉由將其用於電子注入緩衝層119，可以得到外部量子效率良好的發光器件。

【0191】作為形成陰極102的物質，可以使用功函數小(具體為3.8eV以下)的金屬、合金、導電化合物以及它們

的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出鋰(Li)或銫(Cs)等鹼金屬、鎂(Mg)、鈣(Ca)或者銦(Sr)等的屬於元素週期表中的第1族或第2族的元素、包含它們的合金(MgAg、AlLi)、銦(Eu)、鐿(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在陰極102和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函數的大小而將各種導電材料諸如Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作陰極102。這些導電材料可以藉由真空蒸鍍法、濺射法等乾處理、噴墨法、旋塗法等形式。另外，陰極102可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。

【0192】另外，作為EL層103的形成方法，不論乾處理或濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空蒸鍍法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、網版印刷法、噴墨法或旋塗法等。

【0193】另外，也可以藉由使用不同成膜方法形成上面所述的各電極或各層。

【0194】注意，設置在陽極101與陰極102之間的層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離陽極101及陰極102遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬接近而發生的淬滅。

【0195】另外，為了抑制從在發光層中產生的激子的能量轉移，接觸於發光層113的如電洞傳輸層和電子傳輸

層，尤其是靠近發光層113中的再結合區域的載子傳輸層較佳為使用如下物質構成，亦即具有比構成發光層的發光材料或者包含在發光層中的發光材料所具有的能帶間隙大的能帶間隙的物質。

【0196】接著，參照圖1C說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光器件(以下也稱為疊層型元件或串聯元件)的方式。該發光器件是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光器件。一個發光單元具有與圖1A所示的EL層103大致相同的結構。就是說，可以說，圖1C所示的發光器件是具有多個發光單元的發光器件，而圖1A或圖1B所示的發光器件是具有一個發光單元的發光器件。

【0197】在圖1C中，在陽極501和陰極502之間層疊有第一發光單元511和第二發光單元512，並且在第一發光單元511和第二發光單元512之間設置有電荷產生層513。陽極501和陰極502分別相當於圖1A中的陽極101和陰極102，並且可以應用與圖1A的說明同樣的材料。另外，第一發光單元511和第二發光單元512可以具有相同結構，也可以具有不同結構。

【0198】電荷產生層513具有在對陽極501及陰極502施加電壓時，對一個發光單元注入電子並對另一個發光單元注入電洞的功能。就是說，在圖1C中，在以陽極的電位比陰極的電位高的方式施加電壓的情況下，電荷產生層513只要是對第一發光單元511注入電子並對第二發光單元512注入電洞的層即可。

【0199】電荷產生層513較佳為具有與圖1B所示的電荷產生層116同樣的結構。因為有機化合物與金屬氧化物的複合材料具有良好的載子注入性及載子傳輸性，從而能夠實現低電壓驅動及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的面接觸於電荷產生層513的情況下，電荷產生層513可以具有發光單元的電洞注入層的功能，所以在發光單元中也可以不設置電洞注入層。

【0200】另外，當在電荷產生層513中設置電子注入緩衝層119時，因為該電子注入緩衝層119具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，所以在陽極一側的發光單元中不一定必須設置電子注入層。

【0201】雖然在圖1C中說明了具有兩個發光單元的發光器件，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的發光器件。如根據本實施方式的發光器件，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層513隔開並配置，該元件可以在保持低電流密度的同時實現高亮度發光，並且能夠實現長壽命。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且低功耗的發光裝置。

【0202】另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光器件得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光器件中獲得來自第一發光單元的紅色和綠色的發光顏色以及來自第二發光單元的藍色的發光顏色，可以得到在整個發光器件中進行白色發光的發光器件。

【0203】另外，上述EL層103、第一發光單元511、第二發光單元512及電荷產生層等各層及電極例如可以利用蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、液滴噴射法(也稱為噴墨法)、塗佈法、凹版印刷法等方法形成。此外，其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、樹枝狀聚合物)或者高分子材料。

【0204】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0205】 實施方式2

在本實施方式中，對使用實施方式1所示的發光器件的發光裝置進行說明。

【0206】在本實施方式中，參照圖2A及圖2B對使用實施方式1所示的發光器件而製造的發光裝置進行說明。注意，圖2A是示出發光裝置的俯視圖，並且圖2B是沿圖2A中的點劃線A-B及點劃線C-D切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光器件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部(源極線驅動電路)601、像素部602、驅動電路部(閘極線驅動電路)603。另外，元件符號604是密封基板，元件符號605是密封材料，由密封材料605圍繞的內側是空間607。

【0207】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。

【0208】下面，參照圖 2B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

【0209】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。

【0210】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、鍺、碳化矽、氮化鎵等。或者可以使用 In-Ga-Zn 類金屬氧化物等的包含銦、鎵、鋅中的至少一個的氧化物半導體。

【0211】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。

【0212】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)。

【0213】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。

【0214】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。

【0215】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。

【0216】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。

【0217】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。

【0218】注意，FET623示出形成在驅動電路部601中的電晶體的一個。另外，驅動電路也可以利用各種CMOS電路、PMOS電路或NMOS電路形成。另外，雖然在本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，但是不一定必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

【0219】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素都包括開關FET 611、電流控制FET 612以及與該電流控制FET 612的汲極電連接的陽極613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的FET和電容器的像素部。

【0220】注意，形成絕緣物614來覆蓋陽極613的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物614。

【0221】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($0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$)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。

【0222】在陽極613上形成有EL層616及陰極617。在此，作為用於陽極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%至20wt%的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn膜、Pt膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分の膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分の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，可以得到好的歐姆接觸，並且，可以將其用作陽極。

【0223】另外，EL層616藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL層616包括實施方式1所示的結構。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)。

【0224】另外，作為用於形成於EL層616上的陰極617的材料，較佳為使用具有小功函數的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意，當使產生在EL層616中的光透過陰極617時，較佳為使用由厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層作為陰極617。

【0225】另外，發光器件由陽極613、EL層616、陰極

617形成。該發光器件是實施方式1所示的發光器件。另外，像素部包括多個發光器件，本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式1所示的發光器件和具有其他結構的發光器件的兩者。

【0226】另外，藉由使用密封材料605將密封基板604貼合到元件基板610，將發光器件618設置在由元件基板610、密封基板604以及密封材料605圍繞的空間607中。注意，空間607中填充有填料，作為該填料，可以使用惰性氣體(氮或氬等)，還可以使用密封材料。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。

【0227】另外，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水分或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板604的材料，除了可以使用玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

【0228】雖然在圖2A及圖2B中沒有示出，但是也可以在陰極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封材料605的露出部分的方式形成保護膜。另外，保護膜可以覆蓋一對基板的表面及側面、密封層、絕緣層等的露出側面而設置。

【0229】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

内部。

【0230】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、氧化碲、鈦酸鋇、氧化鉍、氧化鈦、氧化鋅、氧化銻、氧化鎘、氧化錫、氧化釷、氧化鈾、氧化釷、氧化鈾、氧化鈾、氧化鈾等的材料、含有氮化鋁、氮化鉛、氮化碲、氮化鉍、氮化鈦、氮化鋅、氮化銻、氮化鎘、氮化錫、氮化釷、氮化鈾等的材料、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、含有鈾及鋇的硫化物、含有鈾及鋁的氧化物、含有釷及鎢的氧化物等的材料。

【 0231 】 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。

【0232】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。

【0233】如上所述，可以得到使用實施方式1所示的發光器件製造的發光裝置。

【0234】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1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所示的發光器件的發光效率高，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0235】圖3A及圖3B示出藉由形成呈現白色發光的發光器件且設置彩色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光裝置的例子。圖3A示出基板1001、基底絕緣膜1002、閘極絕緣膜1003、閘極電極1006、1007、1008、第一層間絕緣膜1020、第二層間絕緣膜1021、周邊部1042、像素部1040、驅動電路部1041、發光器件的陽極1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL層1028、發光器件的陰極1029、密封基板1031、密封材料1032等。

【0236】另外，在圖3A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3A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。

【0237】圖3B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。

【0238】另外，雖然以上說明了具有從形成有FET的基板1001一側取出光的結構(底部發射型)的發光裝置，但是也可以採用具有從密封基板1031一側取出發光的結構(頂部發射型)的發光裝置。圖4示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板1001可以使用不使光透過的基板。到製造用來使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1021相同的材料或其他公知材料形成。

【0239】發光器件的陽極1024W、1024R、1024G、1024B也可以是陰極。另外，在採用如圖4所示那樣的頂部發射型發光裝置的情況下，陽極較佳為反射電極。EL層1028的結構採用實施方式1所示的EL層103的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

【0240】在採用圖4所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)的密封基板1031進行密封。密封基板1031也可以設置有位於像素和像素之間的黑矩陣1035。彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)、黑矩陣1035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。

【0241】在頂部發射型發光裝置中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作陽極且將半透射·半反射電極用作陰極，由此可以得到具有微腔結構的發光器件。在反射電極與半透射·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。

【0242】注意，反射電極的可見光反射率為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。另外，半透射·半反射電極的可見光反射率為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。

【0243】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。

【0244】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。

【0245】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。

【0246】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，可以組合上述結構與上述串聯型發光器件的結構，其中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。

【0247】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。

【0248】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，實施方式1所示的發光器件的發光效率高，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0249】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5A及圖5B示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。注意，圖5A是示

出發光裝置的立體圖，並且圖5B是沿圖5A的點劃線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖5A及圖5B中，在基板951上的電極952與電極956之間設置有EL層955。電極952的端部被絕緣層953覆蓋。在絕緣層953上設置有隔離層954。隔離層954的側壁具有如下傾斜，亦即越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。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。

【0250】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。

【0251】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0252】

實施方式3

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

【0253】在本實施方式的照明設備中，在用作支撐體

的具有透光性的基板400上形成有陽極401。陽極401相當於實施方式1中的陽極101。當從陽極401一側取出光時，陽極401使用具有透光性的材料形成。

【0254】另外，在基板400上形成用來對陰極404供應電壓的焊盤412。

【0255】在陽極401上形成有EL層403。EL層403相當於實施方式1中的EL層103的結構或組合發光單元511、發光單元512以及電荷產生層513的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

【0256】以覆蓋EL層403的方式形成陰極404。陰極404相當於實施方式1中的陰極102。當從陽極401一側取出光時，陰極404使用反射率高的材料形成。藉由使陰極404與焊盤412連接，將電壓供應到陰極404。

【0257】如上所述，本實施方式所示的照明設備具備包括陽極401、EL層403以及陰極404的發光器件。由於該發光器件是發光效率高的發光器件，所以本實施方式的照明設備可以是低功耗的照明設備。

【0258】使用密封材料405、406將形成有具有上述結構的發光器件的基板400和密封基板407固定來進行密封，由此製造照明設備。另外，也可以僅使用密封材料405和406中的一個。另外，也可以使內側的密封材料406(在圖6B中未圖示)與乾燥劑混合，由此可以吸收水分而提高可靠性。

【0259】另外，藉由以延伸到密封材料405、406的外

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

【0260】以上，本實施方式所記載的照明設備在EL元件中使用實施方式1所示的發光器件，可以實現低功耗的照明設備。

【0261】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0262】

實施方式4

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式1所示的發光器件的電子裝置的例子進行說明。實施方式1所示的發光器件是發光效率高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。

【0263】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。

【0264】圖7A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所示的發光器件排列為矩陣狀而構成顯示部7103。

【0265】可以藉由利用外殼7101所具備的操作開關或另行提供的遙控器7110進行電視機的操作。藉由利用遙控器7110所具備的操作鍵7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部7103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。此外，還可以將實施方式1中記載的發光器件排列為矩陣狀並用於顯示部7107。

【0266】另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通訊網路，能夠進行單向(從發送者到接收者)或雙向(發送者和接收者之間或接收者之間等)的資訊通訊。

【0267】圖7B1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所示的發光器件排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。圖7B1中的電腦也可以為如圖7B2所示的方式。圖7B2所示的電腦設置有顯示部7210代替鍵盤7204及指向裝置7206。顯示部7210是觸控面板，藉由利用指頭或專用筆操作顯示在顯示部7210上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，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。

【0268】圖7C示出可攜式終端的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼7401中的顯示部7402、操作按鈕7403、外部連接埠7404、揚聲器7405、麥克風7406等。另外，行動電話機包括將實施方式1所示的發光器件排列為矩陣狀而製造的顯示部7402。

【0269】圖7C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。

【0270】顯示部7402主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

【0271】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。

【0272】另外，藉由在可攜式終端內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷可攜式終端的方向(縱或橫)而自動進行顯示部7402的螢幕顯示的切換。

【0273】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。

【0274】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。

【0275】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。

【0276】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3所示的結構適當地組合來使用。

【0277】如上所述，具備實施方式1或實施方式2所示的發光器件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置用於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式1或實施方式2所示的發光器件，可以得到功耗低的電子裝置。

【0278】圖8A是示出掃地機器人的一個例子的示意圖。

【0279】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。

【0280】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。

【0281】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。

【0282】可以在顯示器5101上顯示電池的剩餘電量和所吸引的垃圾的量等。可以在顯示器5101上顯示掃地機器人5100的行走路徑。另外，顯示器5101可以是觸控面板，可以將操作按鈕5104顯示在顯示器5101上。

【0283】掃地機器人5100可以與智慧手機等可攜式電子裝置5140互相通訊。照相機5102所拍攝的影像可以顯示在可攜式電子裝置5140上。因此，掃地機器人5100的擁有者在出門時也可以知道房間的情況。另外，可以使用智慧手機等可攜式電子裝置確認顯示器5101的顯示內容。

【0284】可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示器5101。

【0285】圖8B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。

【0286】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。

【0287】顯示器2105具有顯示各種資訊的功能。機器人2100可以將使用者所希望的資訊顯示在顯示器2105上。顯示器2105可以安裝有觸控面板。顯示器2105可以是可拆卸的資訊終端，藉由將該資訊終端設置在機器人2100的所定位置，可以進行充電及資料的收發。

【0288】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。

【0289】圖8C是示出護目鏡型顯示器的一個例子的圖。護目鏡型顯示器例如包括外殼5000、顯示部5001、揚聲器5003、LED燈5004、連接端子5006、感測器5007(它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物

質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風5008、顯示部5002、支撐部5012、耳機5013等。

【0290】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。

【0291】圖9示出將實施方式1所示的發光器件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖9所示的檯燈包括外殼2001和光源2002，並且作為光源2002也可以使用實施方式3所記載的照明設備。

【0292】圖10示出將實施方式1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所示的發光器件的厚度薄，所以能夠製造實現薄型化的照明設備。

【0293】還可以將實施方式1所示的發光器件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖11示出將實施方式1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所示的發光器件設置的顯示。

【0294】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所示的

發光器件的陽極和陰極，可以得到能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

【0295】顯示區域5202是設置在支柱部分的安裝有實施方式1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，可以彌補被支柱遮擋的視界。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，能夠彌補被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以彌補不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

【0296】顯示區域5203還可以提供導航資訊、速度表、轉速表、空調的設定等各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域5200至顯示區域5203上。另外，也可以將顯示區域5200至顯示區域5203用作照明設備。

【0297】圖12A和圖12B示出可折疊的可攜式資訊終端5150。可折疊的可攜式資訊終端5150包括外殼5151、顯示區域5152及彎曲部5153。圖12A示出展開狀態的可攜式資訊終端5150。圖12B示出折疊狀態的可攜式資訊終端5150。雖然可攜式資訊終端5150具有較大的顯示區域

5152，但是藉由將可攜式資訊終端 5150 折疊，可攜式資訊終端 5150 變小而可攜性好。

【0298】可以由彎曲部 5153 將顯示區域 5152 折疊成一半。彎曲部 5153 由可伸縮的構件和多個支撐構件構成，在折疊時，可伸縮的構件被拉伸，以彎曲部 5153 具有 2mm 以上，較佳為 3mm 以上的曲率半徑的方式進行折疊。

【0299】另外，顯示區域 5152 也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入/輸出裝置)。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示區域 5152。

【0300】此外，圖 13A 至圖 13C 示出能夠折疊的可攜式資訊終端 9310。圖 13A 示出展開狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 13B 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 13C 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。

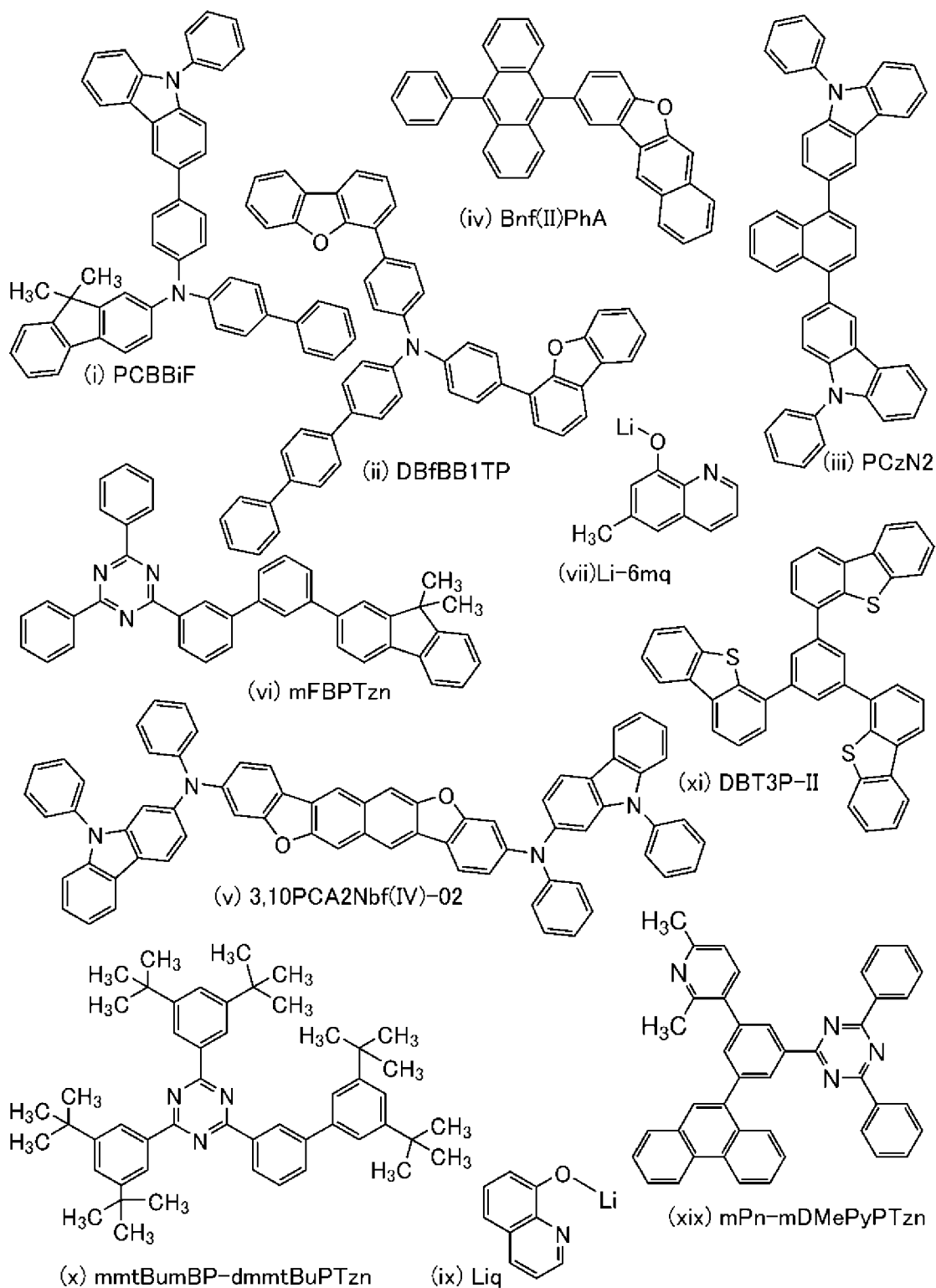
【0301】顯示面板 9311 由鉸鏈部 9313 所連接的三個外殼 9315 支撐。注意，顯示面板 9311 也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入輸出裝置)。另外，藉由在兩個外殼 9315 之間的鉸鏈部 9313 處彎折顯示面板 9311，可以使可攜式資訊終端 9310 從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面板 9311。

實施例 1

【0302】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件 1 及比較發光器件 1 進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0303】

[化學式 16]



【 0304 】

(發光器件1的製造方法)

首先，在玻璃基板上作為反射電極藉由濺射法以

100nm的厚度形成銀(Ag)、鈀(Pd)及銅(Cu)的合金膜(Ag-Pd-Cu(APC)膜)，然後作為透明電極藉由濺射法以85nm的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。注意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0305】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0306】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0307】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0308】在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(ii)表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。

【0309】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的

方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-卡啞)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0310】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]蔡并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-卡啞-2-基)-N-苯基胺基]蔡并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0311】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(x)表示的2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-雙(3,5-二三級丁基苯基)-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBP-dmmtBuPTzn)來形成電洞障壁層之後，以mmtBumBP-dmmtBuPTzn與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mmtBumBP-dmmtBuPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0312】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積Li-6mq來形成電子注入層115，最後以厚度為15nm的方式且以1:0.1的體積比共蒸鍍銀(Ag)和鎂(Mg)來形成陰極102，由此製造發光器件1。注意，陰極102是具有反射光的功能及使光透過的功能的半透射·半反射電極，本實施例的發光器件是從陰極102取出光的頂部發射型器件。另外，在陰極102上以厚度為70nm的方式蒸鍍由

上述結構式(xi)表示的1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(簡稱：DBT3P-II)來提高光提取效率。

【0313】

(比較發光器件1的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件1的製造條件與發光器件1相同：將電洞傳輸層112中的PCB BiF的厚度改為15nm；將由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)用於電洞障壁層代替mmtBumBP-dmmtBuPTzn；將由上述結構式(xix)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)用於電子傳輸層114代替mmtBumBP-dmmtBuPTzn；將由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)用於電子傳輸層114及電子注入層115代替Li-6mq。將電洞傳輸層的厚度調節為使元件之間的色度同樣的厚度。

【0314】以下的表示出發光器件1及比較發光器件1的元件結構。

【0315】

[表 1]

	厚度	發光器件1	比較發光器件1
電子注入層	1nm	Li-6mq	Liq
電子傳輸層	20nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn ： Li-6mq (1：1)	mPn-mDMePyPTzn： Liq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn	mFBPTzn
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)	
電子障壁層	10nm	PCzN2	
電洞傳輸層	10nm	DBfBB1TP	
	*1	PCBBiF	
電洞注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.05)	

*1 發光器件1：20nm，比較發光器件1：15nm

【 0316 】 另 外 ， 圖 14 和 以 下 的 表 2 分 別 示 出 mmtBumBP-dmmtBuPTzn、mPn-mDMePyPTzn、Li-6mq 及 Liq 的 折 射 率 以 及 456nm 處 的 折 射 率 。 測 量 利 用 光 譜 橢 圓 偏 光 計 (J.A. Woollam Japan 製 造 的 M-2000U) 進 行 。 作 為 測 量 樣 本 ， 使 用 藉 由 真 空 蒸 鍍 法 以 50nm 左 右 的 厚 度 將 各 層 的 材 料 形 成 在 石 英 基 板 上 而 得 的 膜 。 此 外 ， 圖 14 中 記 載 了 尋 常 光 折 射 率 n , Ordinary 及 非 尋 常 光 折 射 率 n , Extraordinary。

【 0317 】 從 圖 14 可 知 ， mmtBumBP-dmmtBuPTzn 的 整 個 藍 色 發 光 區 域 (455nm 以 上 且 465nm 以 下) 處 的 尋 常 光 折 射 率 為 1.60 以 上 且 1.61 以 下 ， 亦 即 在 1.50 以 上 且 1.75 以 下 的 範 圍 內 。 而 且 ， 633nm 處 的 尋 常 光 折 射 率 為 1.57，亦即在 1.45 以 上 且 1.70 以 下 的 範 圍 內 ， 由 此 可 知 mmtBumBP-dmmtBuPTzn 是 折 射 率 低 的 材 料 。 另 外 ， Li-6mq 的 整 個 藍

色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的尋常光折射率為1.67以下，亦即在1.45以上且1.70以下的範圍內。而且，633nm處的尋常光折射率為1.61，亦即在1.40以上且1.65以下的範圍內，由此可知Li-6mq是折射率低的材料。

【0318】由此可知，發光器件1是如下發光器件：整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的電子傳輸層114的尋常光折射率在1.50以上且小於1.75的範圍內，633nm處的電子傳輸層114的尋常光折射率在1.45以上且小於1.70的範圍內。

【0319】

[表2]

	尋常光折射率(n, Ordinary) @456nm
mmtBumBP-dmmtBuPTzn	1.61
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

【0320】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件1及比較發光器件1暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0321】圖15示出發光器件1及比較發光器件1的亮度-電流密度特性，圖16示出電流效率-亮度特性，圖17示出

亮度-電壓特性，圖 18 示出電流-電壓特性，圖 19 示出藍色指標-亮度特性，圖 20 示出發射光譜。此外，表 3 示出發光器件 1 及比較發光器件 1 的 1000cd/m^2 附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE 色度及發射光譜。

【0322】注意，藍色指標(BI)是指將電流效率(cd/A)還除以色度 y 而得的值(cd/A/y)，是表示藍色發光的發光特性的指標之一。藍色發光有色度 y 越小色純度越高的傾向。色純度高的藍色發光即使亮度分量少也可以呈現較寬的範圍的藍色。當使用色純度高的藍色發光時，用來呈現藍色時所需要的亮度得到降低，因此可以取得降低功耗的效果。因此，適當地使用考慮到藍色純度的指標之一的色度 y 的 BI 作為表示藍色發光的效率的方法，可以說發光器件的 BI 越高作為用於顯示器的藍色發光器件的效率越好。

【0323】

[表 3]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
發光器件1	4.4	0.46	11.4	0.14	0.05	8.0	153
比較發光器件1	3.6	0.61	15.3	0.14	0.05	7.3	148

【0324】由圖 15 至圖 20 及表 3 可知，本發明的一個實施方式的使用低折射率材料的發光器件 1 是呈現與比較發光器件 1 幾乎相同的發射光譜而具有比比較發光器件 1 良好的電流效率的 EL 器件。

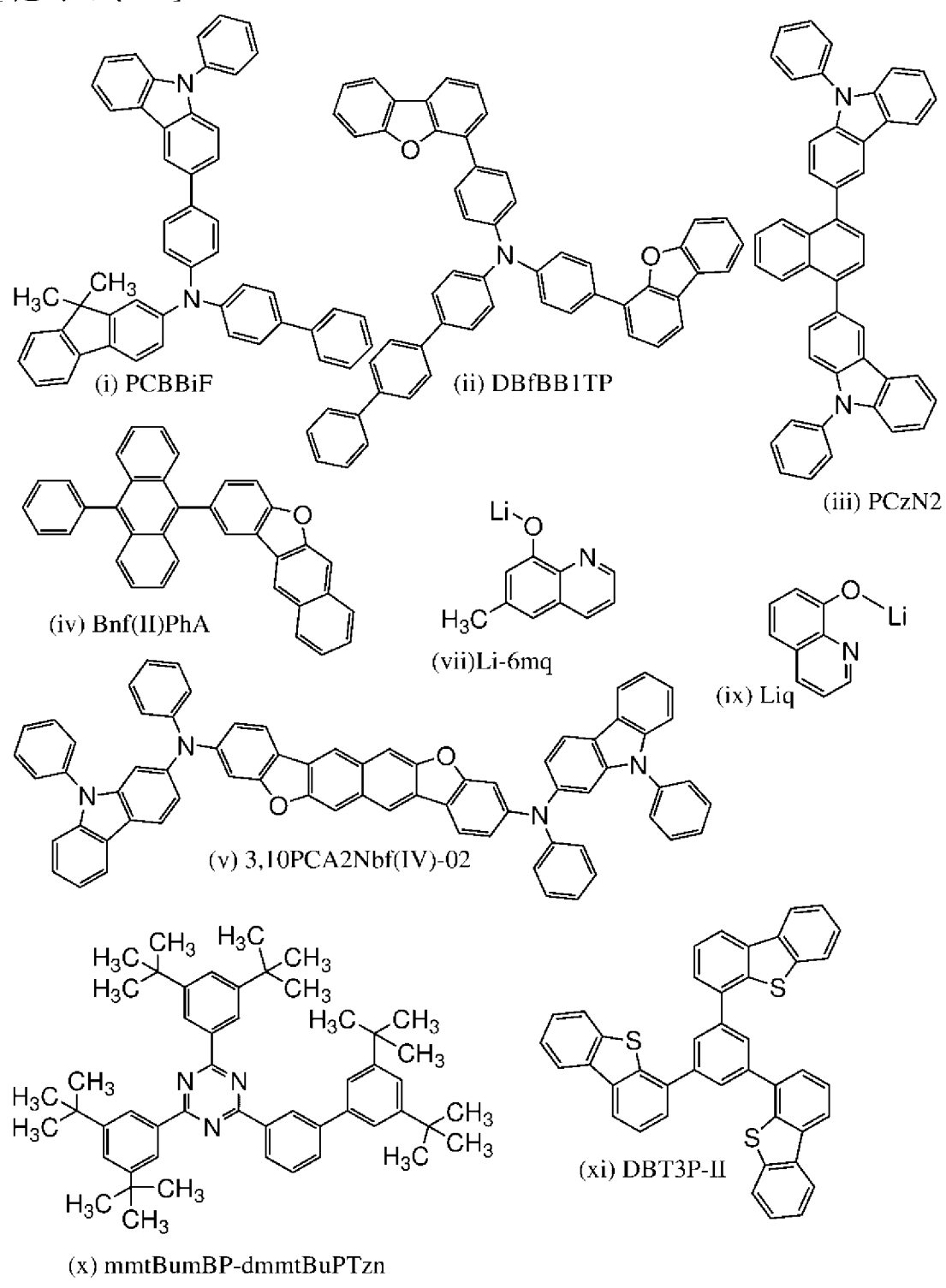
【0325】另外，發光器件1及比較發光器件1的1000 cd/m²附近的藍色指標(BI)分別是153(cd/A/y)及148(cd/A/y)，最大BI分別是161(cd/A/y)及149(cd/A/y)。如此，可以說發光器件1是BI特別好的發光器件。因此，本發明的一個實施方式適合用作用於顯示器的發光器件。

實施例2

【0326】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件2及比較發光器件2進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0327】

[化學式 17]



【 0328 】

(發光器件2的製造方法)

首先，在玻璃基板上作為反射電極藉由濺射法以100nm的厚度形成銀 (Ag)、鈦 (Pd)及銅 (Cu)的合金膜 (Ag-

Pd-Cu(APC)膜)，然後作為透明電極藉由濺射法以10nm的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。注意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0329】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0330】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0331】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0332】在電洞注入層111上以厚度為105nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(ii)表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氮-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。

【0333】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-

苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0334】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0335】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(x)表示的2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-雙(3,5-二三級丁基苯基)-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBP-dmmtBuPTzn)來形成電洞障壁層之後，以mmtBumBP-dmmtBuPTzn與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mmtBumBP-dmmtBuPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0336】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積Li-6mq來形成電子注入層115，最後以厚度為15nm的方式且以1:0.1的體積比共蒸鍍銀(Ag)和鎂(Mg)來形成陰極102，由此製造發光器件2。注意，陰極102是具有反射光的功能及使光透過的功能的半透射·半反射電極，本實施例的發光器件是從陰極102取出光的頂部發射型器件。另外，在陰極102上以厚度為70nm的方式蒸鍍由上述結構式(xi)表示的1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(簡

稱：DBT3P-II)來提高光提取效率。

【 0337】

(比較發光器件2的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件2的製造條件與發光器件2相同：將由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)用於電子傳輸層114及電子注入層115代替Li-6mq；將電洞傳輸層112中的PCBBiF的厚度改為100nm。將電洞傳輸層的厚度調節為使元件之間的色度同樣的厚度。

【 0338】 以下的表示出發光器件2及比較發光器件2的元件結構。

【 0339】

[表 4]

	厚度	發光器件2	比較發光器件2
電子注入層	1nm	Li-6mq	Liq
電子傳輸層	20nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn： Li-6mq (1：1)	mmtBumBP-dmmtBuPTzn： Liq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn	
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)	
電子障壁層	10nm	PCzN2	
電洞傳輸層	10nm	DBfBB1TP	
	*2	PCBBiF	
電洞注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.05)	

*2 發光器件2：105nm，比較發光器件2：100nm

【 0340】 另外，圖21和以下的表5分別示出mmtBumBP-dmmtBuPTzn、Li-6mq及Liq的折射率以及456nm處的折射率。測量利用光譜橢圓偏光計(J.A.

Woollam Japan製造的 M-2000U)進行。作為測量樣本，使用藉由真空蒸鍍法以 50nm 左右的厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的膜。此外，圖 21 中記載了尋常光折射率 n , Ordinary 及非尋常光折射率 n , Extra-ordinary。

【0341】從圖 21 可知，mmtBumBP-dmmtBuPTzn 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.60 以上且 1.61 以下，亦即在 1.50 以上且 1.75 以下的範圍內，而且 633nm 處的尋常光折射率為 1.57，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，由此可知 mmtBumBP-dmmtBuPTzn 是折射率低的材料。此外，Li-6mq 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.67 以下，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，而且 633nm 處的尋常光折射率為 1.61，亦即在 1.40 以上且 1.65 以下的範圍內，由此可知 Li-6mq 是折射率低的材料。

【0342】由此可知，發光器件 2 是如下發光器件：整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的電子傳輸層 114 的尋常光折射率在 1.50 以上且小於 1.75 的範圍內，633nm 處的電子傳輸層 114 的尋常光折射率在 1.45 以上且小於 1.70 的範圍內。

【0343】

[表 5]

	尋常光折射率(n, Ordinary) @456nm
mmtBumBP-dmmtBuPTzn	1.61
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

【0344】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件2及比較發光器件2暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0345】圖22示出發光器件2及比較發光器件2的亮度-電流密度特性，圖23示出電流效率-亮度特性，圖24示出亮度-電壓特性，圖25示出電流-電壓特性，圖26示出藍色指標-亮度特性，圖27示出發射光譜。此外，表6示出發光器件2及比較發光器件2的1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0346】注意，藍色指標(BI)是指將電流效率(cd/A)還除以色度y而得的值(cd/A/y)，是表示藍色發光的發光特性的指標之一。藍色發光有色度y越小色純度越高的傾向。色純度高的藍色發光即使亮度分量少也可以呈現較寬的範圍的藍色。當使用色純度高的藍色發光時，用來呈現

藍色時所需要的亮度得到降低，因此可以取得降低功耗的效果。因此，適當地使用考慮到藍色純度的指標之一的色度y的BI作為表示藍色發光的效率的方法，可以說發光器件的BI越高作為用於顯示器的藍色發光器件的效率越好。

【 0347 】

[表 6]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)	功率效率 (lm/W)
發光 器件2	5.1	0.51	12.9	0.14	0.05	7.3	145	4.5
比較發光 器件2	6.9	0.75	18.7	0.14	0.05	5.5	119	2.5

【 0348 】 由圖 22至圖 27及表 6可知，本發明的一個實施方式的使用低折射率材料的發光器件 2是呈現與比較發光器件 2幾乎相同的發射光譜而具有比比較發光器件 2低的驅動電壓及高的電流效率的EL器件。

【 0349 】 可知：如此將在 6位具有烷基的鹼金屬的有機錯合物 Li-6mq與具有較多的烷基的電子傳輸材料一起用於電子傳輸層 114，由此驅動電壓大幅度下降的效果。一般被認為烷基的存在阻礙分子間堆積，抑制互相作用且導致驅動電壓的增高，但是，在本發明的一個實施方式的發光器件中，在上述鹼金屬的有機錯合物和上述電子傳輸材料的兩者具有烷基時，驅動電壓降低的效果特別明顯。這是包括具有在 6位具有烷基的 8-羥基喹啉結構的配體的鹼金屬的有機金屬錯合物特有的很大的效果。與具有 6位是

未取代(氫)的8-羥基喹啉結構的同樣的金屬錯合物相比，驅動電壓反下降。該有機金屬錯合物較佳為6-烷基-8-羥基喹啉-鋰，特別較佳為6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)。

【0350】另外，發光器件2及比較發光器件2的1000 cd/m²附近的藍色指標(BI)分別是145(cd/A/y)及119(cd/A/y)。如此，可以說發光器件2是BI特別好的發光器件。因此，本發明的一個實施方式適合用作用於顯示器的發光器件。

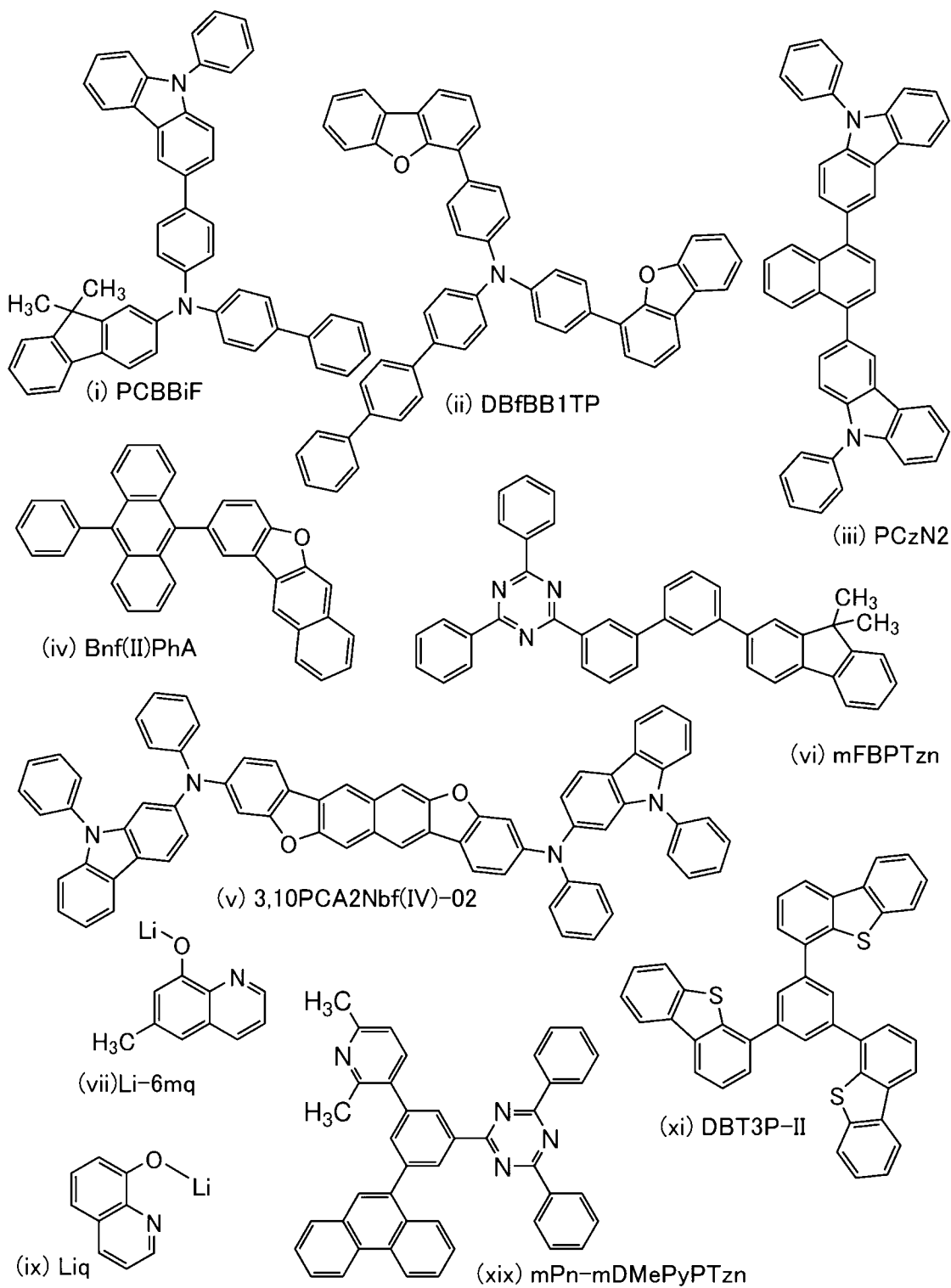
【0351】另外，發光器件2及比較發光器件2的1000 cd/m²附近的功率效率分別為4.5(lm/W)及2.5(lm/W)。如此，可以說發光器件2是功耗特別低的發光器件。

實施例3

【0352】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件3及比較發光器件3進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0353】

[化學式 18]



【 0354 】

(發光器件3的製造方法)

首先，在玻璃基板上作為反射電極藉由濺射法以

100nm的厚度形成銀(Ag)、鈀(Pd)及銅(Cu)的合金膜(Ag-Pd-Cu(APC)膜)，然後作為透明電極藉由濺射法以10nm的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。注意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0355】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0356】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0357】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0358】在電洞注入層111上以厚度為100nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(ii)表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。

【0359】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的

方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-卡啞)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0360】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]蔡并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-卡啞-2-基)-N-苯基胺基]蔡并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0361】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以由上述結構式(xix)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0362】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積Li-6mq來形成電子注入層115，最後以厚度為15nm的方式且以1:0.1的體積比共蒸鍍銀(Ag)和鎂(Mg)來形成陰極102，由此製造發光器件3。注意，陰極102是具有反射光的功能及使光透過的功能的半透射·半反射電極，本實施例的發光器件是從陰極102取出光的頂部發射

型元件。另外，在陰極102上以厚度為70nm的方式蒸鍍由上述結構式(xi)表示的1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(簡稱：DBT3P-II)來提高光提取效率。

【0363】

(比較發光器件3的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件3的製造條件與發光器件3相同：將由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)用於電子傳輸層代替Li-6mq。

【0364】以下的表示出發光器件3及比較發光器件3的元件結構。

【0365】

[表7]

	厚度	發光器件3	比較發光器件3
電子注入層	1nm	Li-6mq	Liq
電子傳輸層	20nm	mPn-mDMePyPTzn：Li-6mq (1：1)	mPn-mDMePyPTzn：Liq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mFBPTzn	
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)	
電子障壁層	10nm	PCzN2	
電洞傳輸層	10nm	DBfBB1TP	
	100nm	PCBBiF	
電洞注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.05)	

【0366】另外，圖28和以下的表8分別示出mPn-mDMePyPTzn、Li-6mq及Liq的折射率以及456nm處的折射率。測量利用光譜橢圓偏光計(J.A. Woollam Japan製造的M-2000U)進行。作為測量樣本，使用藉由真空蒸鍍法以50nm左右的厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的

膜。此外，圖 28 中記載了尋常光折射率 n , Ordinary 及非尋常光折射率 n , Extra-ordinary。

【 0367 】

[表 8]

	尋常光折射率(n , Ordinary) @456nm
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

【 0368 】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件 3 及比較發光器件 3 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將 UV 固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射 UV，在大氣壓下 80℃ 下進行熱處理 1 小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【 0369 】圖 29 示出發光器件 3 及比較發光器件 3 的亮度-電流密度特性，圖 30 示出電流效率-亮度特性，圖 31 示出亮度-電壓特性，圖 32 示出電流-電壓特性，圖 33 示出發射光譜，圖 34 示出藍色指標(BI)-亮度特性。此外，表 9 示出發光器件 3 及比較發光器件 3 的 1000cd/m² 附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE 色度及發射光譜。

【 0370 】注意，藍色指標(BI)是指將電流效率(cd/A)還除以色度 y 而得的值(cd/A/ y)，是表示藍色發光的發光特

性的指標之一。藍色發光有色度 y 越小色純度越高的傾向。色純度高的藍色發光即使亮度分量少也可以呈現較寬的範圍的藍色。當使用色純度高的藍色發光時，用來呈現藍色時所需要的亮度得到降低，因此可以取得降低功耗的效果。因此，適當地使用考慮到藍色純度的指標之一的色度 y 的BI作為表示藍色發光的效率的方法，可以說發光器件的BI越高，作為用於顯示器的藍色發光器件的效率越好。

【0371】

[表9]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
發光器件3	3.7	0.49	12.4	0.14	0.04	6.7	152.3
比較發光器件3	3.9	0.53	13.2	0.14	0.05	7.0	149.4

【0372】由圖29至圖34及表9可知，本發明的一個實施方式的使用低折射率材料的發光器件3是呈現與比較發光器件3幾乎相同的發射光譜而具有比比較發光器件3低的驅動電壓及良好的藍色指標的EL器件。

【0373】可知：如此將在6位具有烷基的鹼金屬的有機錯合物Li-6mq與電子傳輸材料一起用於電子傳輸層114，由此得到驅動電壓下降的效果。這是包括具有在6位具有烷基的8-羥基喹啉結構的配體的鹼金屬的有機金屬錯合物特有的效果。該有機金屬錯合物較佳為6-烷基-8-羥基喹啉-鋰，特別較佳為6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)。

【0374】另外，發光器件3及比較發光器件3的1000 cd/m²附近的藍色指標(BI)分別是152.3(cd/A/y)及149.4(cd/A/y)，最大BI分別是153.3(cd/A/y)及150.4(cd/A/y)。如此，可以說發光器件3是BI特別好的發光器件。

【0375】注意，在本實施例中，將折射率低的材料只用於有機金屬錯合物，確認6-烷基-8-羥基喹啉-鋰(較佳的是Li-6mq)的低驅動電壓化效果，如實施例1所示，藉由將折射率低的材料用於電子傳輸層的具有電子傳輸性的有機化合物和金屬錯合物的兩者，可以得到光提取效果明顯提高的效果，這引起電流效率或BI的提高。

【0376】另外，如實施例2所示，藉由將具有烷基的具有電子傳輸性的有機化合物與6-烷基-8-羥基喹啉-鋰(較佳的是Li-6mq)一起使用，可以得到很大的低驅動電壓化效果。另外，可知：藉由使用具有烷基、折射率低的具有電子傳輸性的有機化合物和6-烷基-8-羥基喹啉-鋰(較佳的是Li-6mq)，可以得到很大的低驅動電壓化效果以及很大的發光效率提高的效果。

實施例4

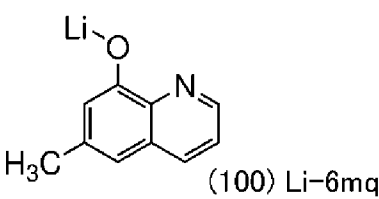
【0377】

<<合成例子1>>

在本實施例中，說明本發明的一個實施方式的金屬錯合物6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的合成方法。以下示出Li-6mq的結構式。

【 0378】

[化學式 19]



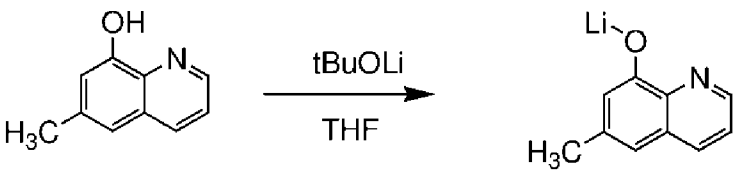
【 0379】

<步驟 1：Li-6mq 的合成>

將 8-羥基 -6-甲 基 喹 啉 2.0g(12.6mmol)和 脫 水 四 氫 呋 喃 (簡 稱：THF)130mL放 在 三 頸 燒 瓶 中，進 行 攪 拌。對 該 溶 液 加 入 三 級 丁 醇 鋰 (簡 稱：tBuOLi) 1M THF溶 液 10.1mL (10.1mmol)，在 室 溫 下 進 行 攪 拌 47小 時。濃 縮 反 應 溶 液 而 得 到 黃 色 固 體。對 該 固 體 加 入 乙 腈，照 射 超 音 波 並 進 行 過 濾，由 此 得 到 淡 黃 色 固 體。進 行 該 洗 滌 操 作 兩 次。作 為 濾 渣 得 到 Li-6mq 的 淡 黃 色 固 體 1.6g(產 率 95%)。以 下 示 出 本 合 成 方 案。

【 0380】

[化學式 20]



【 0381】接 著，圖 35 示 出 Li-6mq 的 脫 水 丙 酮 溶 液 中 的 吸 收 光 譜 及 發 射 光 譜 的 測 量 結 果。吸 收 光 譜 利 用 紫 外 可 見 分 光 光 度 計 (由 日 本 分 光 株 式 會 社 製 造 的 V550 型)進 行 測 量，示 出 減 去 僅 將 脫 水 丙 酮 放 入 石 英 皿 中 測 得 的 光 譜 而 得 到 的 光 譜。另 外，發 射 光 譜 使 用 螢 光 分 光 光 度 計 (由 日 本

分光株式會社製造，FP-8600)測量。

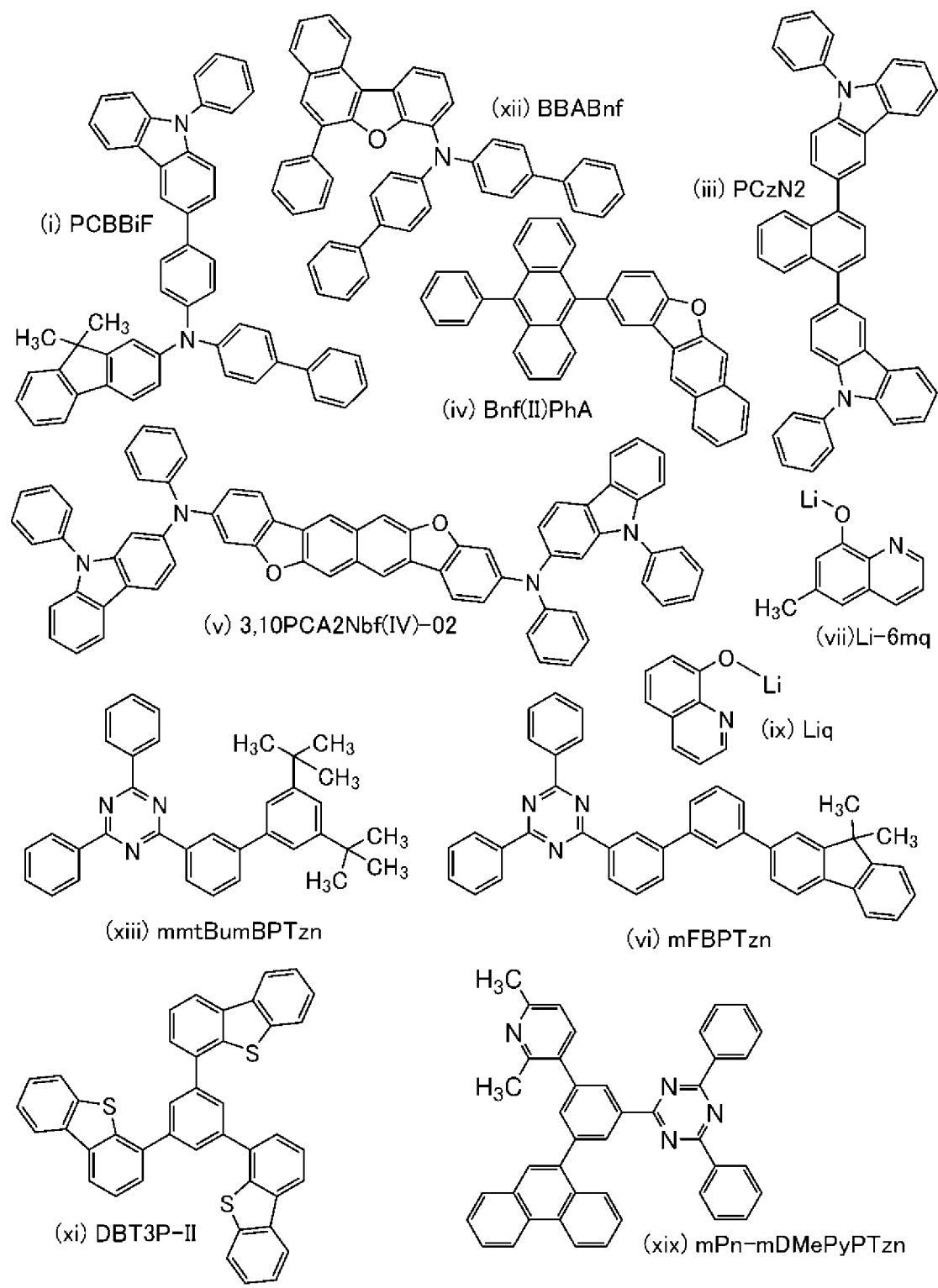
【0382】由圖35可知，脫水丙酮溶液中的Li-6mq在390nm具有吸收峰且在540nm(激發波長385nm)具有發光波長的峰。

實施例5

【0383】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件4、比較發光器件4及比較發光器件5進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0384】

[化學式 21]



【 0385 】

(發光器件4的製造方法)

首先，在玻璃基板上作為反射電極藉由濺射法以

100nm的厚度形成銀(Ag)，然後作為透明電極藉由濺射法以95nm的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。注意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0386】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0387】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0388】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的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)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0389】在電洞注入層111上以厚度為10nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(xii)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)，由此形成電洞傳輸層112。

【0390】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-

苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0391】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0392】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(xiii)表示的2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以mmtBumBPTzn與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mmtBumBPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0393】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積氟化鋰來形成電子注入層115，最後以厚度為15nm的方式且以1:0.1的體積比共蒸鍍銀(Ag)和鎂(Mg)來形成陰極102，由此製造發光器件4。注意，陰極102是具有反射光的功能及使光透過的功能的半透射·半反射電極，本實施例的發光器件是從陰極102取出光的頂部發射型元件。另外，在陰極102上以厚度為70nm的方式蒸鍍由上述結構式(xi)表示的1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(簡稱：DBT3P-II)來提高光提取效率。

【 0394】

(比較發光器件4的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件4的製造條件與發光器件4相同：將由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li_q)用於電子傳輸層114代替Li-6mq。

【 0395】

(比較發光器件5的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件5的製造條件與比較發光器件4相同：將由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)用於電洞障壁層代替mmtBumBPTzn；將由上述結構式(xix)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)用於電子傳輸層114代替mmtBumBPTzn。將電洞傳輸層的厚度調節為使元件之間的色度同樣的厚度。

【 0396】 以下的表示出發光器件4、比較發光器件4及比較發光器件5的元件結構。

【 0397】

[表 10]

	厚度	發光器件4	比較發光器件4	比較發光器件5
電子注入層	1nm	Li-6mq	Liq	Liq
電子傳輸層	20nm	mmtBumBPTzn : Li-6mq (1 : 1)	mmtBumBPTzn : Liq (1 : 1)	mPn-mDMePyPTzn : Liq (1 : 1)
空穴障壁層	*3	mmtBumBPTzn		mFBPTzn
發光層	25nm	Bnf(II)PhA : 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1 : 0.015)		
電子障壁層	10nm	PCzN2		
空穴傳輸層	10nm	BBABnf		
	10nm	PCBBiF		
空穴注入層	10nm	PCBBiF : OCHD-001 (1 : 0.05)		

*3 發光器件4,比較發光器件4 : 10nm , 比較發光器件5 : 5nm

【 0398 】 另 外 ， 圖 37 和 以 下 的 表 11 分 別 示 出 mmtBumBPTzn 、 mPn-mDMePyPTzn 、 Li-6mq 及 Liq 的 折 射 率 以 及 456nm 處 的 折 射 率 。 測 量 利 用 光 譜 橢 圓 偏 光 計 (J.A. Woollam Japan 製 造 的 M-2000U) 進 行 。 作 為 測 量 樣 本 ， 使 用 藉 由 真 空 蒸 鍍 法 以 50nm 左 右 的 厚 度 將 各 層 的 材 料 形 成 在 石 英 基 板 上 而 得 的 膜 。 此 外 ， 圖 37 中 記 載 了 尋 常 光 折 射 率 n, Ordinary 及 非 尋 常 光 折 射 率 n, Extra-ordinary 。

【 0399 】 從 圖 37 可 知 ， mmtBumBPTzn 的 整 個 藍 色 發 光 區 域 (455nm 以 上 且 465nm 以 下) 處 的 尋 常 光 折 射 率 為 1.68 ， 亦 即 在 1.50 以 上 且 1.75 以 下 的 範 圍 內 。 而 且 ， 633nm 處 的 尋 常 光 折 射 率 為 1.64 ， 亦 即 在 1.45 以 上 且 1.70 以 下 的 範 圍 內 ， 由 此 可 知 mmtBumBPTzn 是 折 射 率 低 的 材 料 。 另 外 ， Li-6mq 的 整 個 藍 色 發 光 區 域 (455nm 以 上 且 465nm 以 下)

處的尋常光折射率為 1.67，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，而且 633nm 處的尋常光折射率為 1.61，亦即在 1.40 以上且 1.65 以下的範圍內，由此可知 Li-6mq 是折射率低的材料。

【0400】由此可知，發光器件 4 是如下發光器件：整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的電子傳輸層 114 的尋常光折射率在 1.50 以上且小於 1.75 的範圍內，633nm 處的電子傳輸層 114 的尋常光折射率在 1.45 以上且小於 1.70 的範圍內。

【0401】

[表 11]

	尋常光折射率(n, Ordinary) @456nm
mmtBumBPTzn	1.68
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

【0402】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件 4 及比較發光器件 4 及 5 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將 UV 固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射 UV，在大氣壓下 80℃ 下進行熱處理 1 小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0403】圖 38 示出發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的亮度-電流密度特性，圖 39 示出電流效率-亮

度特性，圖 40 示出亮度-電壓特性，圖 41 示出電流密度-電壓特性，圖 42 示出發射光譜，圖 43 示出藍色指標-亮度特性。此外，表 12 示出發光器件 4、比較發光器件 4 及比較發光器件 5 的 1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE 色度及發射光譜。

【 0404 】 注意，藍色指標(BI)是指將電流效率(cd/A)還除以色度 y 而得的值(cd/A/y)，是表示藍色發光的發光特性的指標之一。藍色發光有色度 y 越小色純度越高的傾向。色純度高的藍色發光即使亮度分量少也可以呈現較寬的範圍的藍色。當使用色純度高的藍色發光時，用來呈現藍色時所需要的亮度得到降低，因此可以取得降低功耗的效果。因此，適當地使用考慮到藍色純度的指標之一的色度 y 的 BI 作為表示藍色發光的效率的方法，可以說發光器件的 BI 越高，作為用於顯示器的藍色發光器件的效率越好。

【 0405 】

[表 12]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)	功率效率 (lm/W)
發光 器件4	3.6	0.44	11.1	0.14	0.04	7.8	178	6.8
比較發光 器件4	4.0	0.50	12.5	0.14	0.05	7.5	164	5.9
比較發光 器件5	3.6	0.66	16.4	0.14	0.04	6.7	160	5.9

【 0406 】 由圖 38 至圖 43 及表 12 可知，為本發明的一個

實施方式的發光器件的發光器件4是呈現與比較發光器件5幾乎相同的發射光譜而具有比比較發光器件5良好的電流效率的發光器件。此外可知，為本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件4是其驅動電壓比比較發光器件4低的發光器件。

【0407】另外，發光器件4、比較發光器件4及比較發光器件5的 1000cd/m^2 附近的藍色指標(BI)分別是178(cd/A/y)、164(cd/A/y)及160(cd/A/y)。如此，可以說發光器件4是BI特別好的發光器件。因此，本發明的一個實施方式適合用作用於顯示器的發光器件。

【0408】另外，發光器件4、比較發光器件4及比較發光器件5的 1000cd/m^2 附近的功率效率分別是6.8(lm/W)、5.9(lm/W)及5.9(lm/W)。如此，可以說發光器件4是功耗特別低的發光器件。

【0409】並且，製造底部發射型發光器件15及發光器件16，進行初始特性測量：發光器件15具有與發光器件4幾乎相同的結構，而層疊20nm厚的PCBBiF和10nm厚的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)形成電洞傳輸層，作為電子注入層形成氟化鋰1nm；發光器件16使用2-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-mq)代替發光器件15的Li-6mq而製造。在為4V時發光器件15及發光器件16的電流值分別是0.36mA及0.27mA，亦即發光器件15的電流值比發光器件16高30%以上。如此，與使用包括具有在2位具有烷基的8-羥基喹啉結構的配體

的金屬錯合物的情況相比，使用包括具有在6位具有碳原子數為1至3的烷基的8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物的發光器件可以為驅動電壓特別低的發光器件。

實施例6

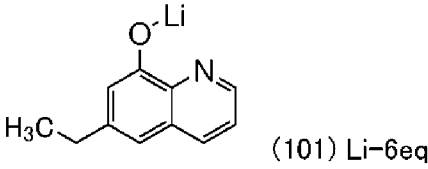
【0410】

<<合成例子2>>

在本實施例中，說明本發明的一個實施方式的金屬錯合物6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6eq)的合成方法。以下示出Li-6eq的結構式。

【0411】

[化學式22]



【0412】

<步驟1：6-乙基-8-羥基喹啉的合成>

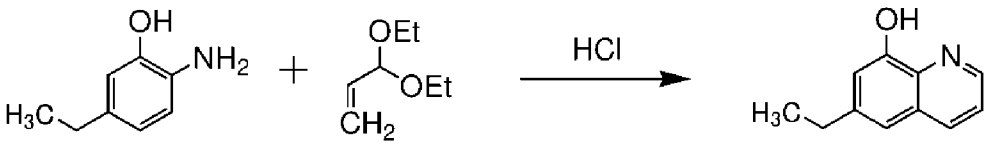
將2-胺基-5-乙基苯酚5.21g(38.0mmol)和1N鹽酸135mL放在三頸燒瓶中，以100℃進行攪拌30分鐘。將混合丙烯醛二乙基縮醛7.42g(57.0mmol)(8.73mL)和乙醇10mL而成的溶液滴加到該反應溶液1小時，以100℃進行5小時的加熱。在反應結束後，以100℃對反應溶液進行加熱120分鐘。在對反應溶液加入二氯甲烷之後，利用10%氫氧化鈉水溶液及1N鹽酸將水層的pH值調節為pH7。在對溶液進行

過濾之後取出有機層，並且水層用二氯甲烷萃取。然後，混合萃取溶液和有機層，利用水進行洗滌，在對有機層利用硫酸鎂進行脫水後進行濃縮，由此得到包含目的物的黑色固體。

【0413】藉由利用將其極性從己烷：乙酸乙酯=10：0變為己烷：乙酸乙酯=10：1的展開溶劑的矽膠管柱層析法對所得到的固體進行純化。該純化總共進行兩次，得到目的物的白黃色固體 3.4g(產率：51%)。以下式示出步驟1的合成方案。

【0414】

[化學式 23]



【0415】

<步驟2：Li-6eq的合成>

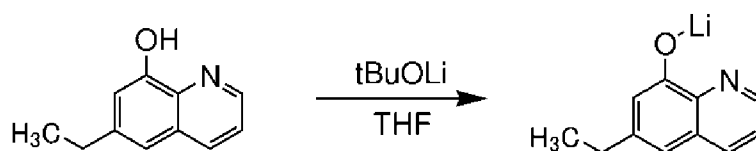
將步驟1中得到的6-乙基-8-羥基喹啉 3.0g(17.4mmol)和脫水四氫呋喃(簡稱：THF)200mL放在三頸燒瓶中，進行攪拌。對該溶液加入三級丁醇鋰(簡稱：tBuOLi) 1M THF溶液 13.9mL(13.9mmol)，在室溫下進行攪拌68小時。濃縮反應溶液而得到黃色固體。對該固體加入乙腈並照射超音波，進行過濾，由此得到黃色固體。進行該洗滌操作兩次。作為濾渣得到黃色固體 2.6g(產率104%)。

【0416】利用梯度昇華法，在壓力2.8Pa、335℃的條件下進行加熱15.5小時，由此對所得到的黃色固體 2.58g進

行昇華純化。在昇華純化後，以75%的回收率得到黃色固體1.94g。以下示出步驟2的合成方案。

【0417】

[化學式24]



【0418】以下示出利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)的所得到的黃色固體的分析結果。由該結果可知，在本實施例中，得到上述由結構式(101)表示的本發明的一個實施方式的有機化合物Li-6eq。

【0419】 $^1\text{H NMR}$ (DMSO- d_6 , 300MHz): δ =1.21(t, 3H), 2.54(t, 2H), 6.29(s, 1H), 6.37(s, 1H), 7.22(q, 1H), 7.96(d, 1H), 8.30(d, 1H)。

【0420】接著，圖45示出Li-6eq的脫水丙酮溶液中的吸收光譜及發射光譜的測量結果。吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的V550型)進行測量，示出減去僅將脫水丙酮放入石英皿中測得的光譜而得到的光譜。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。

【0421】脫水丙酮溶液中的Li-6eq在369nm具有吸收峰且在532nm(激發波長375nm)具有發光波長的峰。

【0422】此外，圖46示出利用光譜橢圓偏光計(J.A. Woollam Japan製造的M-2000U)進行的Li-6eq的折射率的測量結果。在測量中，使用藉由真空蒸鍍法以50nm左右的

厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的膜。此外，圖46中記載了尋常光折射率 n , Ordinary及非尋常光折射率 n , Extra-ordinary。

【0423】從圖46可知，Li-6eq的整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的尋常光折射率為1.68，亦即在1.45以上且1.70以下的範圍內，而且633nm處的尋常光折射率為1.63，亦即在1.40以上且1.65以下的範圍內，由此可知Li-6eq是折射率低的材料。

實施例7

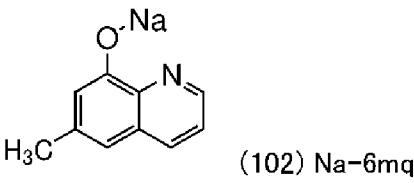
【0424】

<<合成例子3>>

在本實施例中，說明本發明的一個實施方式的金屬錯合物6-甲基-8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Na-6mq)的合成方法。以下示出Na-6mq的結構式。

【0425】

[化學式25]



【0426】

<步驟1：Na-6mq的合成>

將8-羥基-6-甲基喹啉3.8g(23.7mmol)、氫氧化鈉0.76g(18.9mmol)及甲醇240mL放在三頸燒瓶中，以80℃進行攪

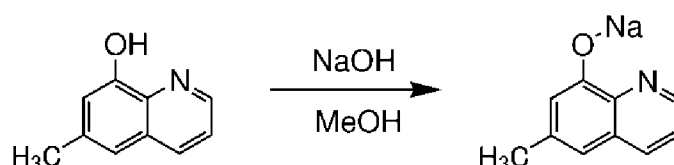
拌8小時。對反應溶液進行加熱，常壓蒸餾。在溶劑減少後加入甲苯140mL。進行該製程總共三次。用冰水冷卻反應溶液，進行過濾。作為濾渣得到目的物的黃綠色固體3.4g(產率98%)。

【0427】在壓力 3.2×10^{-2} Pa、 358°C 的條件下利用梯度昇華法對所得到的黃綠色固體1.3g進行昇華純化16.5小時。在昇華純化後，以77%的回收率得到黃色固體1.0g。

【0428】並且，在壓力 2.0×10^{-2} Pa、 356°C 的條件下利用梯度昇華法對所得到的黃色固體1.0g進行昇華純化16小時。在昇華純化後，以84%的回收率得到黃色固體0.84g。以下示出步驟1的合成方案。

【0429】

[化學式26]



【0430】以下示出利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)的所得到的黃色固體的分析結果。由該結果可知，在本實施例中，得到上述由結構式(102)表示的本發明的一個實施方式的有機化合物Na-6mq。

【0431】 $^1\text{H NMR}$ (DMSO- d_6 , 300MHz): $\delta=2.24(\text{s}, 3\text{H})$, 6.32(d, 2H), 7.18(q, 1H), 7.86(d, 1H), 8.37(d, 1H)。

【0432】圖47示出Na-6mq的脫水丙酮溶液中的吸收光譜及發射光譜的測量結果。吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的V550型)進行測量，示

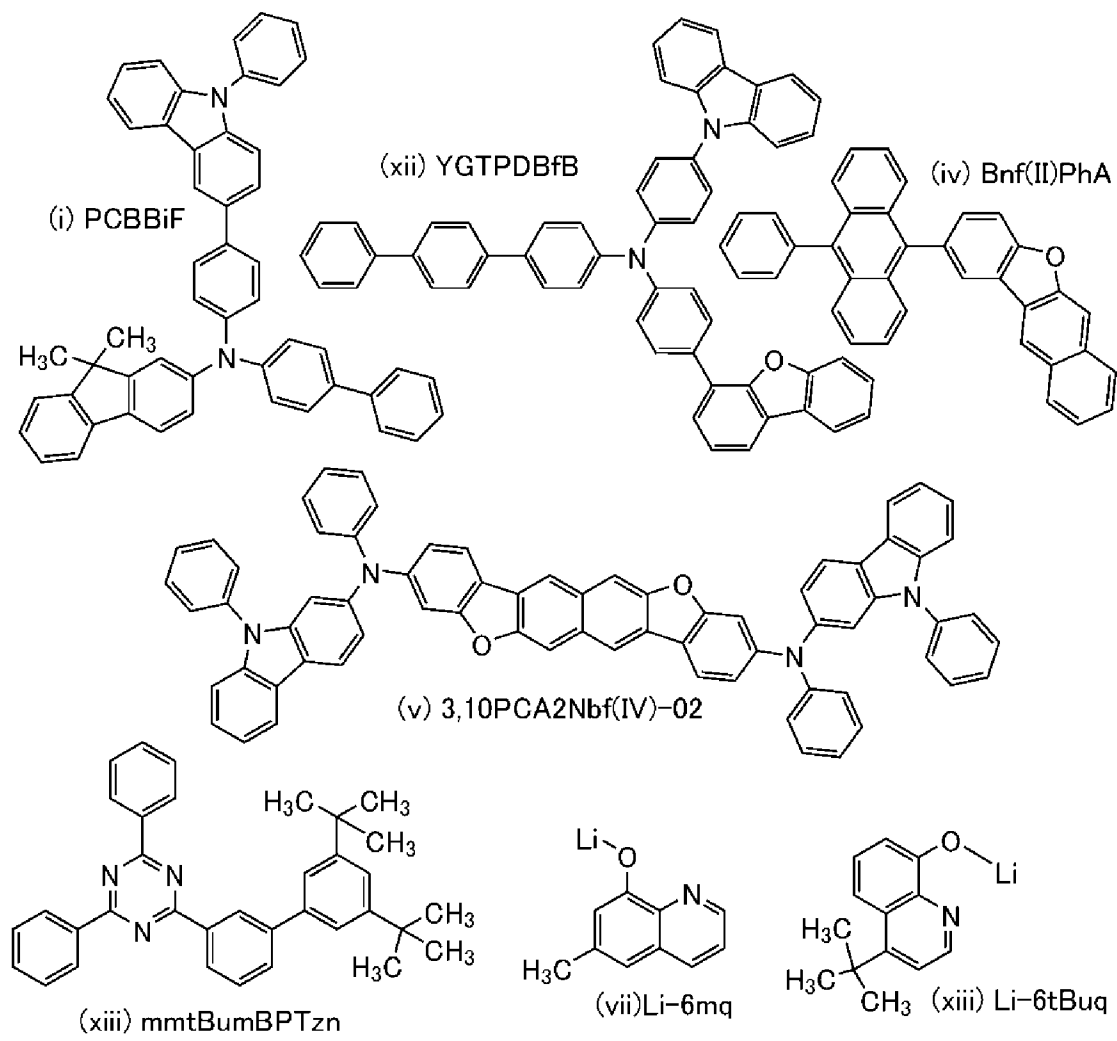
出減去僅將脫水丙酮放入石英皿中測得的光譜而得到的光譜。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。脫水丙酮溶液中的Na-6mq在405nm具有吸收峰且在551nm(激發波長405nm)具有發光波長的峰。

實施例8

【0433】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件5及發光器件6進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0434】

[化學式 27]



【 0435 】

(發光器件5的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法以 70nm 的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，來形成陽極 101。注意，其電極面積為 4mm²(2mm×2mm)。

【 0436 】 接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘烤 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【 0437 】 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℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0438】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的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)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0439】在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍PCBBiF，由此形成電洞傳輸層112。

【0440】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(xii)表示的N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-[4-(4-二苯并呋喃)苯基]-[1,1'：4',1''-三聯苯]-4-胺(簡稱：YGTPDBfB)，由此形成電子障壁層。

【0441】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0442】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(xiii)表示的2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以mmtBumBPTzn與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mmtBumBPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0443】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積氟化鋰來形成電子注入層115，最後以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造發光器件5。注意，本實施例的發光器件是從陽極101一側取出光的底部發射型元件。

【0444】

(發光器件6的製造方法)

除了如下點以外，發光器件6的製造條件與發光器件5相同：使用由上述結構式(xiii)表示的6-三級丁基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6tBuq)代替Li-6mq。

【0445】Li-6tBuq的整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的尋常光折射率為1.63以上且1.64以下，亦即在1.45至1.70的範圍內，而且633nm處的尋常光折射率為1.59，亦即在1.40以上且1.65以下的範圍內，由此可知Li-6tBuq是折射率低的材料。

【0446】以下的表示出發光器件5及發光器件6的元件結構。

【 0447 】

[表 13]

	厚度	發光器件5	發光器件6
電子注入層	1nm	LiF	
電子傳輸層	20nm	mmtBumBPTzn：Li-6mq (1：1)	mmtBumBPTzn：Li-6tBuq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mmtBumBPTzn	
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)	
電子障壁層	10nm	YGTPDBfB	
空穴傳輸層	20nm	PCBBiF	
空穴注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.05)	

【 0448 】 在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件5及發光器件6暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【 0449 】 圖48示出發光器件5及發光器件6的亮度-電流密度特性，圖49示出電流效率-亮度特性，圖50示出亮度-電壓特性，圖51示出電流密度-電壓特性，圖52示出外部量子效率-亮度特性，圖53示出功率效率-亮度特性，圖54示出發射光譜。此外，表14示出發光器件5及發光器件6的1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度

計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0450】

[表 14]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
發光 器件5	3.8	0.36	9.1	0.14	0.11	11.1	9.1	11.5
發光 器件6	5.2	0.43	10.7	0.14	0.11	9.9	6.0	10.2

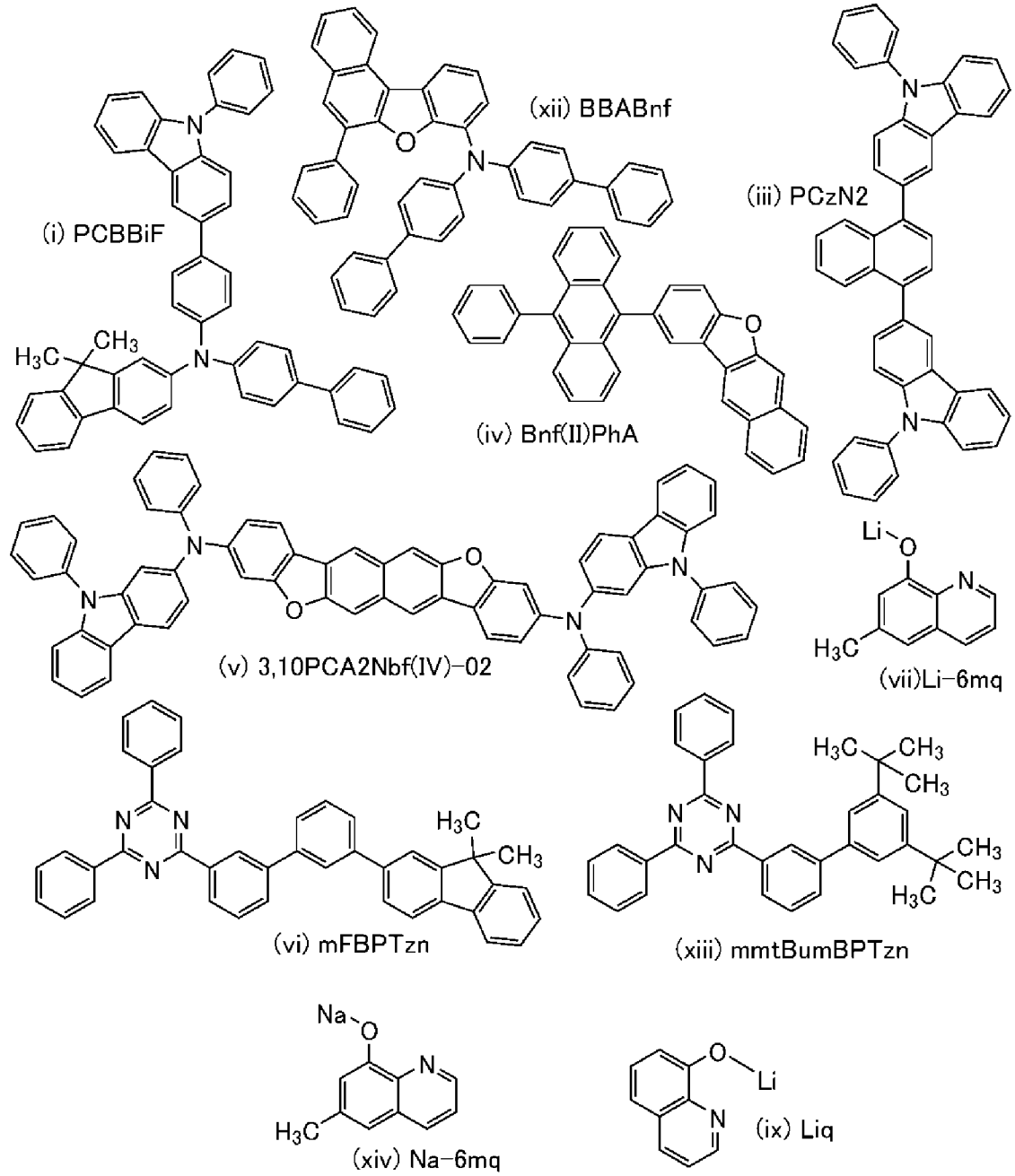
【0451】由圖48至圖54及表14可知，為本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件5及發光器件6都是具有良好的特性的發光器件。另外可知，尤其是，在使用Li-6mq的發光器件5中，與發光器件6相比，外部量子效率也良好，驅動電壓特別低，因此發光器件5是電流效率及功率效率良好的發光器件。如此，可知，與使用包括具有在6位具有碳原子數為4以上的烷基(三級丁基等)的8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物的情況相比，使用包括具有在6位具有碳原子數為1至3的烷基的8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物的發光器件可以為驅動電壓特別低的發光器件。

實施例9

【0452】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件7、發光器件8及比較發光器件6進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【 0453 】

[化學式 28]



【 0454 】

(發光器件 7 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法以 70nm 的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，來形成陽極 101。注意，其電極面積為 4mm²(2mm×2mm)。

【0455】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0456】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℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0457】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的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)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0458】在電洞注入層111上以厚度為10nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(xii)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)，由此形成電洞傳輸層112。

【0459】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0460】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由

上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-呋啉-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)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0461】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以由上述結構式(xiii)表示的2-{(3',5'-二叔丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBPTzn)與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mmtBumBPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0462】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積氟化鋰來形成電子注入層115，最後以厚度為200nm的方式共蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造發光器件7。注意，本實施例的發光器件是從陽極101一側取出光的底部發射型元件。

【0463】

(發光器件8的製造方法)

除了如下點以外，發光器件8的製造條件與發光器件7相同：使用由上述結構式(xiv)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Na-6mq)代替Li-6mq。

【 0464】

(比較發光器件6的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件6的製造條件與發光器件7相同：使用由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)代替Li-6mq。

【 0465】 以下的表示出發光器件7、發光器件8及比較發光器件6的元件結構。

【 0466】

[表 15]

	厚度	發光器件7	發光器件8	比較發光器件6
電子注入層	1nm	LiF		
電子傳輸層	20nm	mmtBumBPTzn ： Li-6mq (1：1)	mmtBumBPTzn ： Na-6mq (1：1)	mmtBumBPTzn ： Liq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mFBPTzn		
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)		
電子障壁層	10nm	PCzN2		
空穴傳輸層	10nm	BBABnf		
	10nm	PCBBiF		
空穴注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.05)		

【 0467】 在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件7、8及比較發光器件6暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進

行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0468】圖55示出發光器件7、發光器件8及比較發光器件6的亮度-電流密度特性，圖56示出電流效率-亮度特性，圖57示出亮度-電壓特性，圖58示出電流密度-電壓特性，圖59示出外部量子效率-亮度特性，圖60示出功率效率-亮度特性，圖61示出發射光譜。此外，表16示出發光器件7、發光器件8及比較發光器件6的1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0469】

[表16]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
發光 器件7	3.8	0.44	11.1	0.14	0.10	10.3	8.5	11.4
發光 器件8	3.5	0.39	9.8	0.14	0.10	10.1	9.0	11.2
比較發光 器件6	4.0	0.36	9.1	0.14	0.10	10.0	7.8	11.2

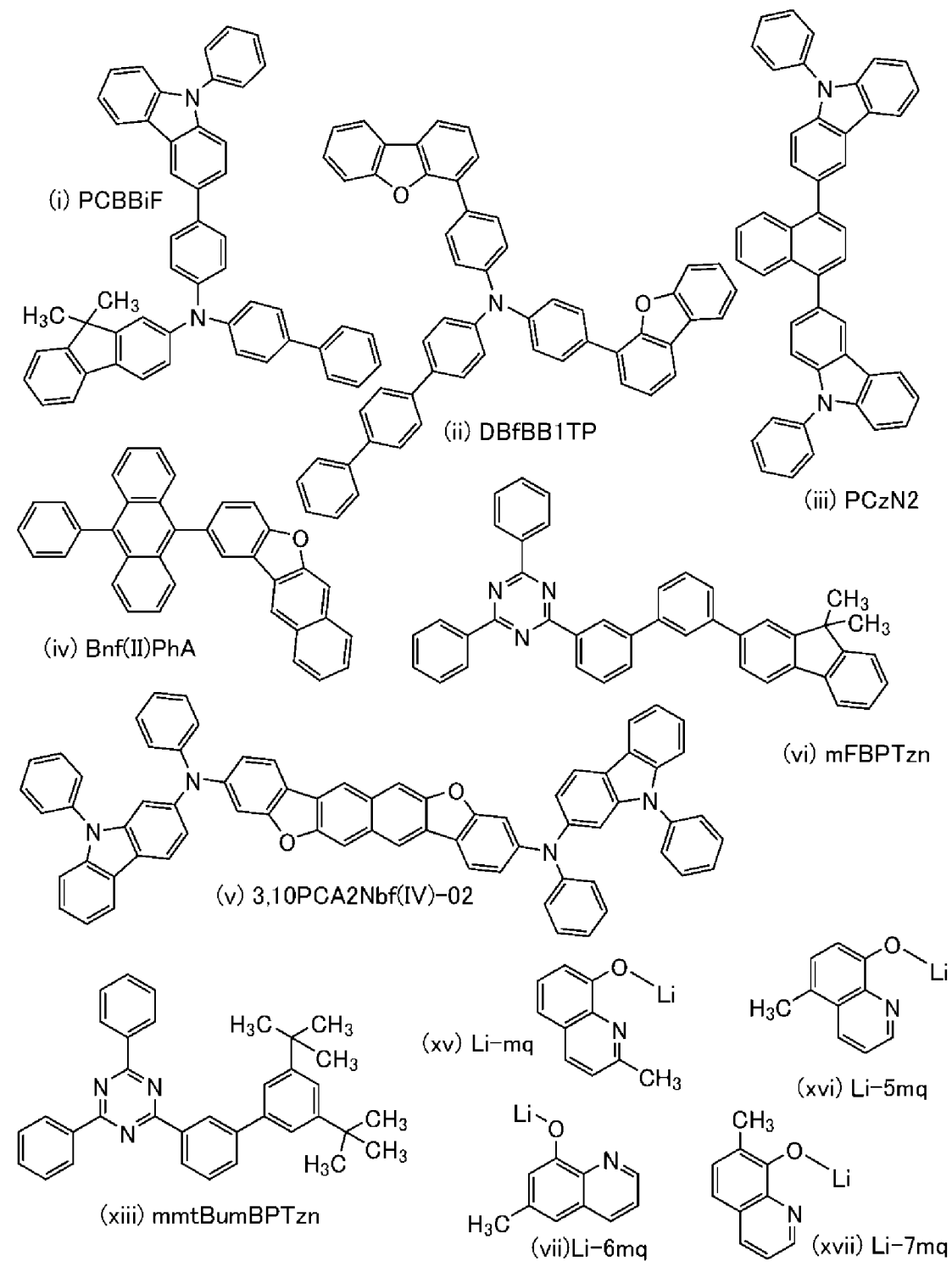
【0470】由圖55至圖61及表16可知，為本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件7、發光器件8以及比較發光器件6都是呈現良好特性的發光器件。尤其是，使用在6位具有烷基的金屬的羥基喹啉錯合物的發光器件7及發光器件8具有低驅動電壓，因此是電流效率及功率效率良好的發光器件。此外，可知，尤其是，利用使用鈉金屬的羥基喹啉錯合物的發光器件8是驅動電壓低、電流效率良好且功率效率良好的發光器件。

實施例 10

【0471】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光器件 9 至發光器件 12 進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0472】

[化學式 29]



【 0473 】

(發光器件 9 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法以 55nm 的厚度形成

包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。注意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0474】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0475】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0476】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的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)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.05(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0477】在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(ii)表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。

【0478】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0479】然後，以由上述結構式(iv)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(簡稱：Bnf(II)PhA)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-呋啉-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)的重量比為1：0.015(=Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0480】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以由上述結構式(xiii)表示的2-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBPTzn)與由上述結構式(xv)表示的2-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-mq)的重量比為0.5：0.5(=mmtBumBPTzn：Li-mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0481】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積氟化鋰來形成電子注入層115，最後以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造發光器件9。

【0482】

(發光器件10的製造方法)

除了如下點以外，發光器件10的製造條件與發光器件9相同：將由上述結構式(xvi)表示的5-甲基-8-羥基喹啉-鋰

(簡稱：Li-5mq)用於電子傳輸層114代替Li-mq。

【0483】

(發光器件11的製造方法)

除了如下點以外，發光器件11的製造條件與發光器件9相同：將由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)用於電子傳輸層114代替Li-mq；將重量比改為0.4：0.6(=mmtBumBPTzn：Li-6mq)。

【0484】

(發光器件12的製造方法)

除了如下點以外，發光器件12的製造條件與發光器件9相同：將由上述結構式(xvii)表示的7-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-7mq)用於電子傳輸層114代替Li-mq。

【0485】 以下的表示出發光器件9至發光器件12的元件結構。

【0486】

[表 17]

	厚度	發光 器件9	發光 器件10	發光 器件11	發光 器件12
電子 注入層	1nm	LiF			
電子 傳輸層	20nm	mmtBumBPTzn：Li錯合物			
		(0.5:0.5)		(0.4:0.6)	(0.5:0.5)
空穴 障壁層	10nm	mFBPTzn			
發光層	25nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)			
電子 障壁層	10nm	PCzN2			
空穴 傳輸層	10nm	DBfBB1TP			
	20nm	PCBBiF			
空穴 注入層	10nm	PCBBiF：OCHD-001 (1：0.1)			

Li錯合物
發光器件9：Li-mq
發光器件10：Li-5mq
發光器件11：Li-6mq
發光器件12：Li-7mq

【 0487 】 另外，圖 75 和 以下的表 18 分別示出 mmtBumBPTzn、Li-mq、Li-5mq、Li-6mq 及 Li-7mq 的折射率以及 456nm 處的折射率。測量利用光譜橢圓偏光計(J.A. Woollam Japan製造的 M-2000U)進行。作為測量樣本，使用藉由真空蒸鍍法以 50nm 左右的厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的膜。此外，圖 75 中記載了尋常光折射率 n, Ordinary 及非尋常光折射率 n, Extra-ordinary。

【 0488 】

[表 18]

	尋常光折射率(n, Ordinary) @456nm
mmtBumBPTzn	1.68
Li-mq	1.68
Li-5mq	1.72
Li-6mq	1.67
Li-7mq	1.69

【 0489 】 從圖 75 及表 18 可知，mmtBumBPTzn 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.68，亦即在 1.50 以上且 1.75 以下的範圍內。而且，633nm 處的尋常光折射率為 1.64，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，由此可知 mmtBumBPTzn 是折射率低的材料。另外，Li-mq 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.67 至 1.68，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，而且 633nm 處的尋常光折射率為 1.62，亦即在 1.40 以上且 1.65 以下的範圍內，由此可知 Li-mq 是折射率低的材料。另外，Li-6mq 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.67，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，而且 633nm 處的尋常光折射率為 1.61，亦即在 1.40 以上且 1.65 以下的範圍內，由此可知 Li-6mq 是折射率低的材料。另外，Li-7mq 的整個藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)處的尋常光折射率為 1.68 至 1.69，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，並且 633nm 處的尋常光折射率為 1.63，亦即在 1.40 以上且 1.65 以下的範圍內，由此可知 Li-7mq 是折射率低的材

料。

【0490】在此，Li-5mq的633nm處的尋常光折射率為1.65，亦即在1.40以上且1.65以下的範圍內，整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的尋常光折射率為1.71至1.72亦即1.70以上，由此可知Li-5mq是其折射率比本實施例中的其他Li錯合物高的材料。但是，由於具有電子傳輸性的有機化合物mmtBumBPTzn的藍色發光區域處的折射率低即為1.68，各折射率之和除以2而得到的值為1.75以下，因此使用Li-5mq的發光器件10是呈現十分良好的特性的發光器件。

【0491】由此可知，發光器件9至發光器件12是如下發光器件：整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的電子傳輸層114的尋常光折射率在1.50以上且小於1.75的範圍內，633nm處的電子傳輸層114的尋常光折射率在1.45以上且小於1.70的範圍內。

【0492】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件9至發光器件12暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0493】圖62示出發光器件9至發光器件12的亮度-電流密度特性，圖63示出電流效率-亮度特性，圖64示出亮

度-電壓特性，圖 65 示出電流密度-電壓特性，圖 66 示出外部量子效率-亮度特性，圖 67 示出發射光譜。此外，表 19 示出發光器件 9 至發光器件 12 的 1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE 色度及發射光譜。

【 0494 】

[表 19]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
發光 器件9	4.2	0.38	9.5	0.14	0.11	12.4	9.3	13.2
發光 器件10	3.8	0.32	8.0	0.14	0.11	10.8	9.0	11.7
發光 器件11	4.0	0.36	9.1	0.14	0.11	11.3	8.9	12.2
發光 器件12	5.0	0.42	10.6	0.14	0.10	9.8	6.2	11.0

【 0495 】 由圖 62 至圖 67 及表 19 可知，為本發明的一個實施方式的發光器件的發光器件 9 至發光器件 12 是具有良好的特性的發光器件。

【 0496 】 另外，由圖 65 可知，尤其是，利用 Li-5mq 的發光器件 10 及利用 Li-6mq 的發光器件 11 是驅動電壓低且特性良好的發光器件。如此，藉由鍵合到鋰的 8-羥基喹啉錯合物的甲基存在於遠離鋰原子或喹啉骨架的氮原子的位置上，可以得到驅動電壓低的發光器件。注意，Li-5mq 傾向於具有高折射率，因此在使用 Li-6mq 時更容易得到外部量子效率高且特性良好的發光器件，Li-6mq 是很有用的材料。本實施例是具有底部發射結構的發光器件，但是在是

具有頂部發射結構的發光器件的情況下，低折射率所帶來的外部量子效率提高的效果更大，因此Li-6mq特別適合於具有頂部發射結構的發光器件。如此，可知，與使用包括具有在6位以外的取代位置具有烷基的8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物的情況相比，使用包括具有在6位具有碳原子數為1至3的烷基的8-羥基喹啉結構的配體的金屬錯合物的發光器件可以為特性良好的發光器件。

實施例 11

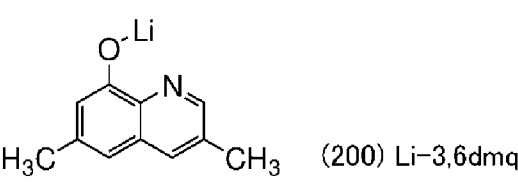
【 0497】

<<合成例子 4>>

在本實施例中，說明本發明的一個實施方式的金屬錯合物3,6-二甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-3,6dmq)的合成方法。以下示出Li-3,6dmq的結構式。

【 0498】

[化學式 30]



【 0499】

<步驟 1：8-羥基-3,6-二甲基喹啉的合成>

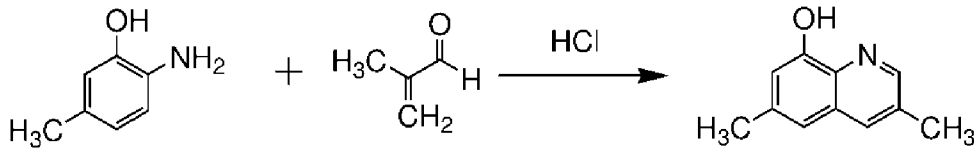
將6-胺基-間甲酚6.28g(51.0mmol)和1N鹽酸175mL放在三頸燒瓶中，以100℃進行攪拌30分鐘。將混合甲基丙烯醛5.36g(76.5mmol)(6.38mL)和乙醇15mL而成的溶液滴

加到該反應溶液1小時，以100℃進行2小時的加熱。在反應結束後，以100℃對反應溶液進行加熱2小時。在對反應溶液加入二氯甲烷之後，利用10%氫氧化鈉水溶液及1N鹽酸將水層的pH值調節為pH7。在對溶液進行過濾之後取出有機層，並且水層用二氯甲烷萃取。然後，混合萃取溶液和有機層，利用水進行洗滌，在對有機層利用硫酸鎂進行脫水後進行濃縮，由此得到包含目的物的黑色固體。

【0500】藉由利用將其極性從己烷：乙酸乙酯=10：0變為己烷：乙酸乙酯=10：1的展開溶劑的矽膠管柱層析法對所得到的固體進行純化。該純化總共進行兩次，得到目的物的白黃色固體4.3g(產率：49%)。以下示出步驟1的合成方案。

【0501】

[化學式31]



【0502】

<步驟2：Li-3,6dmq的合成>

將步驟1中得到的8-羥基-3,6-二甲基喹啉2.00g(11.6mmol)和脫水四氫呋喃(簡稱：THF)130mL放在三頸燒瓶中，進行攪拌。對該溶液加入三級丁醇鋰(簡稱：tBuOLi) 1M THF溶液9.24mL(9.24mmol)，在室溫下進行攪拌96小時。濃縮該反應溶液而得到黃色固體。對該固體加入乙腈並照射超音波，進行過濾，由此得到黃色固體。進

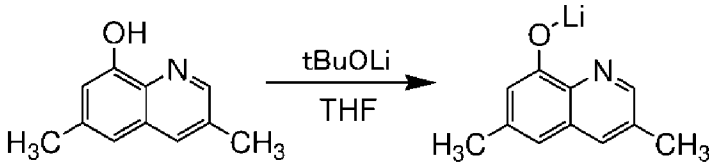
行該洗滌操作兩次。作為濾渣得到 Li-3,6dmq 的黃色固體 1.7g(產率 100%)。

【0503】利用梯度昇華法，在壓力 2.7Pa、330℃ 的條件下對所得到的黃色固體 1.65g 進行昇華純化 17 小時。在昇華純化後，以 84% 的回收率得到目的物的黃色固體 1.40g。

【0504】另外，在本合成中用作原料的甲基丙烯醛是比丙烯醛二乙基縮醛廉價的材料。因此，可以說，在 8-羥基喹啉的 3 位具有甲基的材料可以比沒有甲基的材料廉價地形成。亦即，可以說利用 8-羥基-3,6-二甲基喹啉合成的本發明的一個實施方式的 Li-3,6dmq 等羥基喹啉錯合物是廉價的良好材料，該 8-羥基-3,6-二甲基喹啉是利用甲基丙烯醛合成的。

【0505】

[化學式 32]



【0506】以下示出利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 的所得到的黃色固體的分析結果。由該結果可知，在本實施例中，得到上述由結構式 (200) 表示的本發明的一個實施方式的有機化合物 Li-3,6dmq。

【0507】 $^1\text{H NMR}$ (DMSO-d_6 , 300MHz): $\delta=2.23(\text{s}, 3\text{H})$, 2.36(s, 3H), 6.17(s, 1H), 6.23(s, 1H), 7.69(s, 1H), 8.14(s, 1H)。

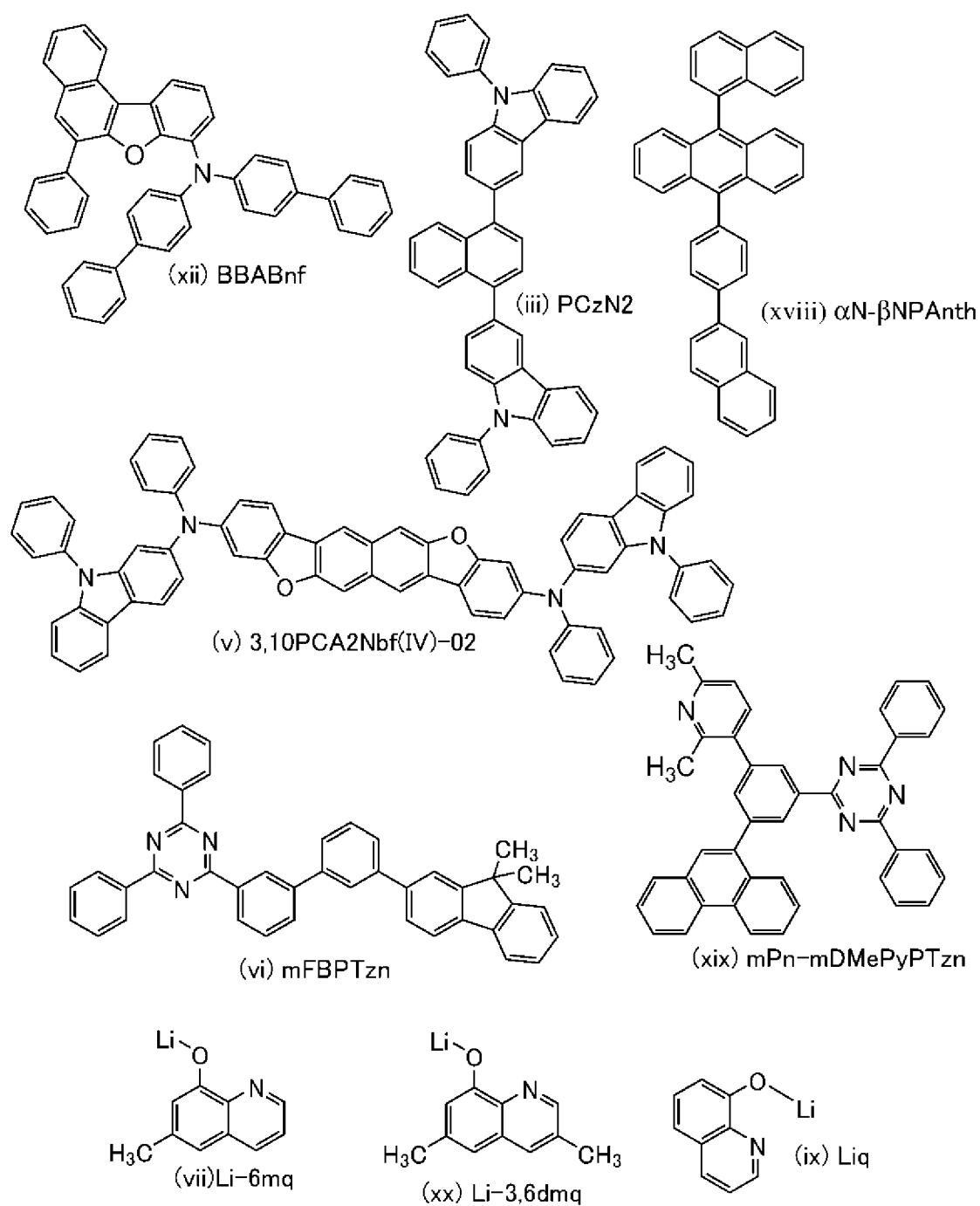
【0508】圖68示出Li-3,6dmq的脫水丙酮溶液中的吸收光譜及發射光譜的測量結果。吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的V550型)進行測量，示出減去僅將脫水丙酮放入石英皿中測得的光譜而得到的光譜。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。脫水丙酮溶液中的Li-3,6dmq在376nm具有吸收峰且在533nm(激發波長378nm)具有發光波長的峰。

實施例12

【0509】在本實施例中，對為使用在實施方式中說明的本發明的一個實施方式的有機金屬錯合物的發光器件的發光器件13、發光器件14以及為使用習知的有機金屬錯合物的發光器件的比較發光器件7進行說明。下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。

【0510】

[化學式 33]



【 0511 】

(發光器件 13 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法以 70nm 的厚度形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，來形成陽極 101。注

意，其電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0512】接著，作為用來在基板上形成發光器件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0513】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0514】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由蒸鍍法以上述結構式(xii)所表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.1(=BBABnf：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0515】在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf，由此形成電洞傳輸層112。

【0516】接著，在電洞傳輸層112上以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(iii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電子障壁層。

【0517】然後，以由上述結構式(xviii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)和由上述結構式(v)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：

3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(= α N- β NPAnth：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0518】然後，在以厚度為10nm的方式蒸鍍由上述結構式(vi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)來形成電洞障壁層之後，以由上述結構式(xix)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)與由上述結構式(vii)表示的6-甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-6mq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Li-6mq)且厚度為20nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0519】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式沉積由上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li_q)來形成電子注入層115，最後以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造發光器件13。注意，本實施例的發光器件是從陽極101一側取出光的底部發射型元件。

【0520】

(發光器件14的製造方法)

除了如下點以外，發光器件14的製造條件與發光器件13相同：使用由上述結構式(xx)表示的3,6-二甲基-8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Li-3,6dmq)代替Li-6mq。

【0521】

(比較發光器件7的製造方法)

除了如下點以外，比較發光器件7的製造條件與發光器件13相同：使用上述結構式(ix)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)代替Li-6mq。

【0522】 以下的表示出發光器件13、發光器件14及比較發光器件7的元件結構。

【0523】

[表 20]

	厚度	發光器件13	發光器件14	比較發光器件7
電子注入層	1nm	Liq		
電子傳輸層	20nm	mPn-mDMePyPTzn ： Li-6mq (1：1)	mPn-mDMePyPTzn ： Li-3,6dmq (1：1)	mPn-mDMePyPTzn ： Liq (1：1)
空穴障壁層	10nm	mFBPTzn		
發光層	20nm	Bnf(II)PhA：3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1：0.015)		
電子障壁層	10nm	PCzN2		
空穴傳輸層	20nm	BBABnf		
空穴注入層	10nm	BBABnf：OCHD-001 (1：0.1)		

【0524】 在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光器件13、發光器件14及比較發光器件7暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將UV固化密封材料塗佈在元件的周圍，以不對發光器件照射的方式只對密封材料照射UV，在大氣壓下80℃下進行熱處理1小時)，然後對這些發光器件的初始特性進行測量。注意，不對進行了密封處理的玻璃基板進行用來提高光提取效率的特殊處理。

【0525】圖69示出發光器件13、發光器件14及比較發光器件7的亮度-電流密度特性，圖70示出電流效率-亮度特性，圖71示出亮度-電壓特性，圖72示出電流密度-電壓特性，圖73示出外部量子效率-亮度特性，圖74示出發射光譜。此外，表21示出發光器件13、發光器件14及比較發光器件7的1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光輻射亮度計(拓普康公司製造、SR-UL1R)在常溫下測量亮度、CIE色度及發射光譜。

【0526】

[表21]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
發光 器件13	3.8	0.35	8.8	0.13	0.12	12.3	10.1	12.4
發光 器件14	3.8	0.35	8.7	0.14	0.11	12.2	10.1	12.8
比較發光 器件7	4.0	0.36	9.0	0.13	0.12	12.2	9.5	12.1

【0527】由圖69至圖74及表21可知，為本發明的一個實施方式的使用金屬錯合物的發光器件的發光器件13及發光器件14都是驅動電壓低且發光效率高的發光器件。

【0528】此外，尤其是，在製造元件時的真空蒸鍍中，Li-3,6dmq的蒸鍍速率穩定性高，所以Li-3,6dmq可以說是良好材料。

【0529】

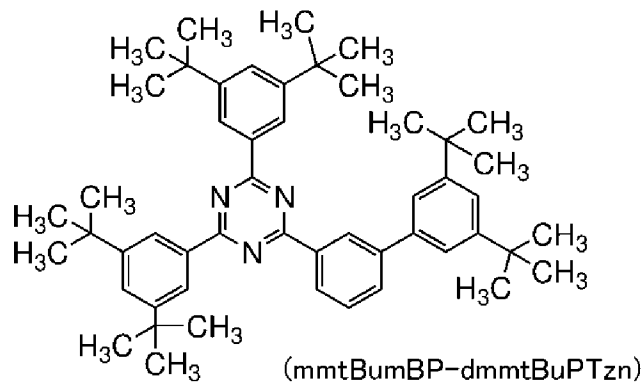
<<參考合成例子1>>

說明實施例1及實施例2中使用的2-{(3',5'-二三級丁

基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-雙(3,5-二三級丁基苯基)-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBP-dmmtBuPTzn)的合成方法。以下示出mmtBumBP-dmmtBuPTzn的結構。

【0530】

[化學式34]



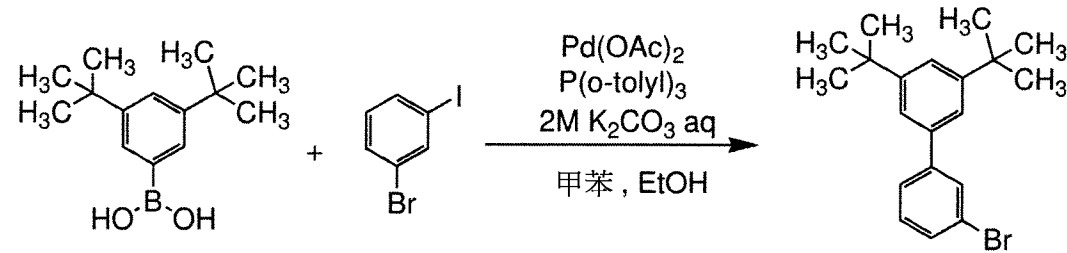
【0531】

<步驟1：3-溴-3',5'-二三級丁基聯苯的合成>

將3,5-二三級丁基苯基硼酸1.0g(4.3mmol)、1-溴-3-碘苯1.5g(5.2mmol)、2mol/L碳酸鉀水溶液4.5mL、甲苯20mL以及乙醇3mL放在三頸燒瓶中，在減壓下進行攪拌來進行脫氣。並且，對其加入三(2-甲基苯基)膦52mg(0.17mmol)、醋酸鈹(II)10mg(0.043mmol)，在氮氛圍下以80℃進行反應14小時。在反應結束後利用甲苯進行萃取，利用硫酸鎂使所得到的有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷)對所得到的濾液進行純化，由此得到目的的白色固體1.0g(產率：68%)。以下示出步驟1的合成方案。

【0532】

[化學式 35]



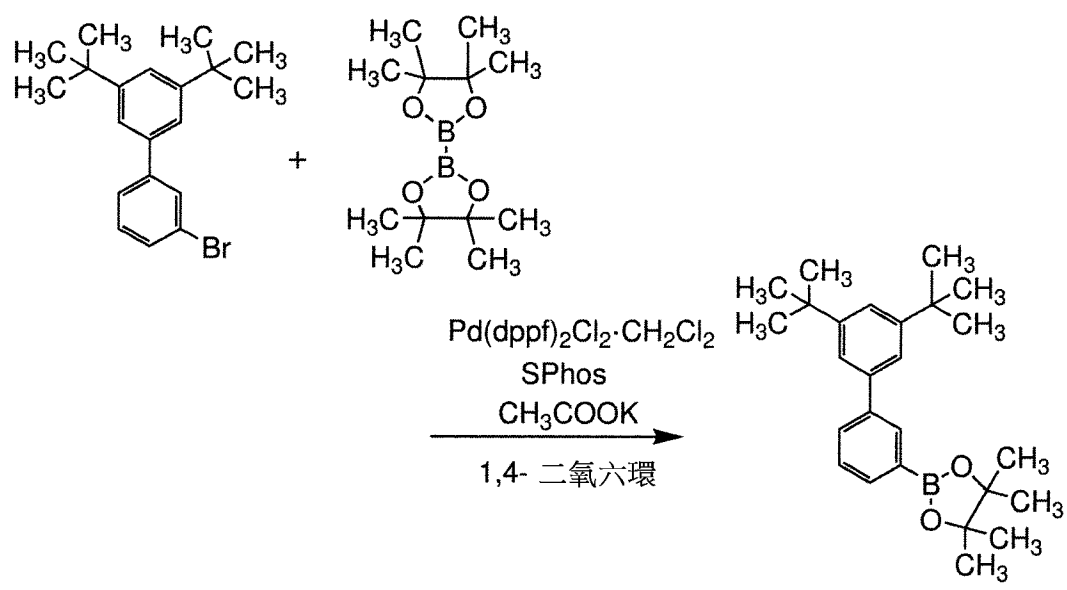
【 0533 】

<步驟 2：2-(3',5'-二三級丁基聯苯-3-基)-4,4,5,5,-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷(dioxaborolane)的合成>

將 3-溴-3',5'-二三級丁基聯苯 1.0g(2.9mmol)、雙(頻那醇酯)二硼 0.96g(3.8mmol)、醋酸鉀 0.94g(9.6mmol)、1,4-二氧六環 30mL 放在三頸燒瓶中，在減壓下進行攪拌來進行脫氣。並且，對其加入 2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧基聯苯 0.12g(0.30mmol)、[1,1'-雙(二苯基膦基)二茂鐵]二氯化鈹(II)二氯甲烷加成物 0.12g(0.15mmol)，在氮氛圍下以 110℃ 進行反應 24 小時。在反應結束後利用甲苯進行萃取，利用硫酸鎂使所得到的有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯)對所得到的濾液進行純化，由此得到目的的黃色油 0.89g(產率：78%)。以下示出步驟 2 的合成方案。

【 0534 】

[化學式 36]



【 0535 】

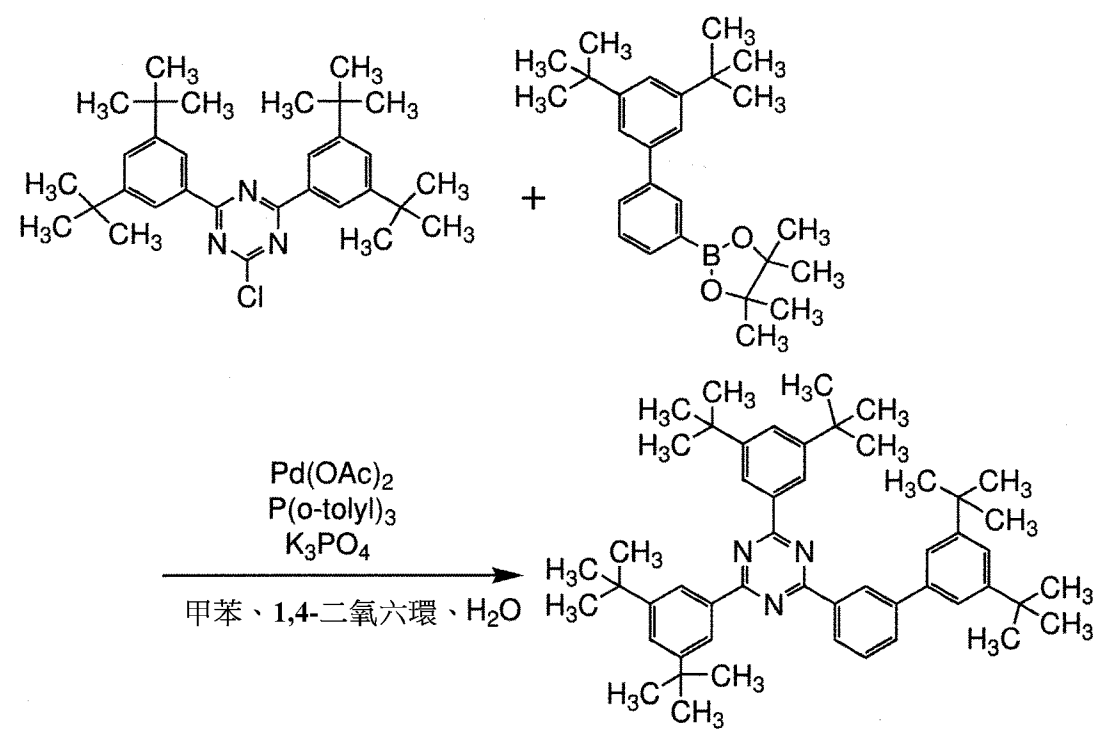
<步驟 3：2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-雙(3,5-二三級丁基苯基)-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumBP-dmmtBuPTzn)的合成>

將 4,6-雙(3,5-二三級丁基苯基)-2-氯-1,3,5-三嗪 0.8g (1.6mmol)、2-(3',5'-二三級丁基聯苯-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷 0.89g(2.3mmol)、磷酸三鉀 0.68g (3.2mmol)、水 3mL、甲苯 8mL 以及 1,4-二氧六環 3mL 放在三頸燒瓶中，在減壓下進行攪拌來進行脫氣。並且，對其加入醋酸鈹(II)3.5mg(0.016mmol)、三(2-甲基苯基)膦 10mg (0.032mmol)，在氮氛圍下加熱回流 12 小時。在反應結束後利用乙酸乙酯進行萃取，利用硫酸鎂使所得到的有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾。濃縮所得到的濾液，藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑 乙酸乙酯：己烷=1:20)進行純化，由此得到固體。藉由矽膠管柱層析法(作為展開溶

劑將比例從氯仿：己烷=5:1變為1:0)對該固體進行純化。利用己烷使所得到的固體重結晶，由此以76%的產率得到目的的白色固體0.88g。以下示出步驟3的合成方案。

【 0536】

[化學式 37]



【 0537】 利用梯度昇華法對所得到的白色固體0.87g進行昇華純化。在壓力為5.8Pa的條件下，在供應氬氣體的同時以230℃對固體進行加熱。在昇華純化後，以95%的回收率得到目的物的白色固體0.82g。

【 0538】 另外，圖36示出利用光譜橢圓偏光計(J.A. Woollam Japan製造的M-2000U)進行的藉由上述合成方法得到的mmtBumBP-dmmtBuPTzn的折射率的測量結果。在測量中，使用藉由真空蒸鍍法以50nm左右的厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的膜。此外，圖36中記載了

尋常光折射率 n , Ordinary 及非尋常光折射率 n , Extra-ordinary。

【0539】從圖36可知， $\text{mmtBumBP-dmmtBuPTzn}$ 的整個藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)處的尋常光折射率在1.50以上且1.75以下的範圍內，而且633nm處的尋常光折射率在1.45以上且1.70以下的範圍內，由此可知 $\text{mmtBumBP-dmmtBuPTzn}$ 是折射率低的材料。

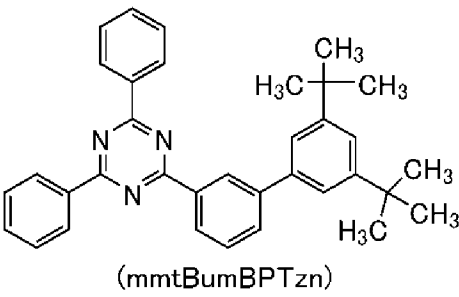
【0540】

<<參考合成例子2>>

說明實施例5中使用的2-{(3',5'-二三級丁基)-1,1'-聯苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱： mmtBumBPTzn)的合成方法。以下示出 mmtBumBPTzn 的結構。

【0541】

[化學式38]



【0542】

<步驟1：3-溴-3',5'-二三級丁基聯苯的合成>

與參考合成例子1的步驟1同樣地進行合成。

【0543】

<步驟2：2-(3',5'-二三級丁基聯苯-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷的合成>

與參考合成例子1的步驟2同樣地進行合成。

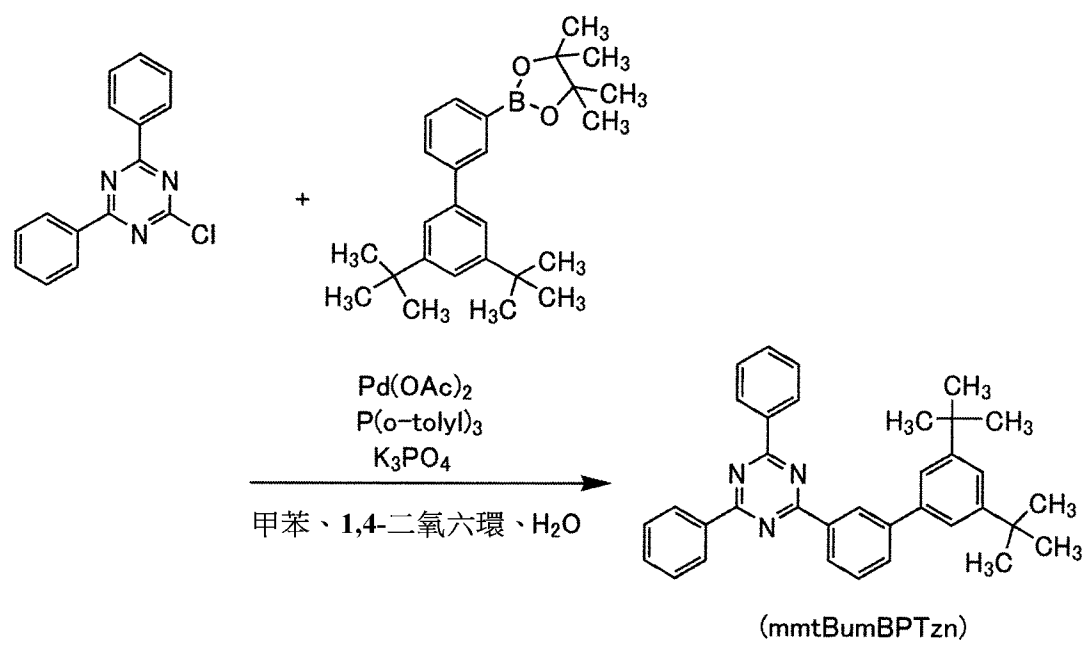
【0544】

<步驟3：mmtBumBPTzn的合成>

將 4,6-二苯基-2-氯-1,3,5-三嗪 1.5g(5.6mmol)、2-(3',5'-二三級丁基聯苯-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷 2.4g(6.2mmol)、磷酸三鉀 2.4g(11mmol)、水 10mL、甲苯 28mL及 1,4-二氧六環 10mL放在三頸燒瓶中，在減壓下進行攪拌來進行脫氣。並且，對其加入醋酸鈮(II) 13mg(0.056mmol)及三(2-甲基苯基)膦 34mg(0.11mmol)，在氮氛圍下加熱回流 14小時，進行反應。在反應結束後利用乙酸乙酯進行萃取，利用硫酸鎂去除所得到的有機層的水。藉由矽膠管柱層析法(作為展開溶劑將比例從氯仿：己烷=1:5變為 1:3)對藉由該混合物的重力過濾而得的濾液進行純化，然後利用己烷進行重結晶，由此得到目的的白色固體 2.0g(產率：51%)。以下式(b-1)示出步驟3的合成方案。

【0545】

[化學式 39]



【0546】在氬氣體氣流下、壓力3.4Pa及220℃的條件下，利用梯度昇華法對所得到的白色固體2.0g進行昇華純化。對固體進行加熱。在昇華純化後，以80%的回收率得到目的物的白色固體1.8g。

【0547】以下示出利用核磁共振分光法(¹H-NMR)的上述步驟3中得到的白色固體的分析結果。由該結果可知，在本實施例中，得到mmtBumBPTzn。

【0548】¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=1.44(s, 18H), 7.51-7.68(m, 10H), 7.83(d, 1H), 8.73-8.81(m, 5H), 9.01(s, 1H)。

【0549】另外，圖44示出利用光譜橢圓偏光計(J.A. Woollam Japan製造的M-2000U)進行的mmtBumBPTzn的折射率的測量結果。在測量中，使用藉由真空蒸鍍法以50nm左右的厚度將各層的材料形成在石英基板上而得的

膜。此外，圖 44 中記載了尋常光折射率 n , Ordinary 及非尋常光折射率 n , Extra-ordinary。

【 0550 】 從圖 44 可知， mmtBumBPTzn 的整個藍色發光區域 (455nm 以上且 465nm 以下) 處的尋常光折射率是 1.68，亦即在 1.50 以上且 1.75 以下的範圍內，並且 633nm 處的尋常光折射率為 1.64，亦即在 1.45 以上且 1.70 以下的範圍內，由此可知 mmtBumBPTzn 是折射率低的材料。

【符號說明】

【 0551 】

- 101:陽極
- 102:陰極
- 103:EL層
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 115:電子注入層
- 116:電荷產生層
- 117:P型層
- 118:電子繼電層
- 119:電子注入緩衝層
- 400:基板
- 401:陽極

403:EL層

404:陰極

405:密封材料

406:密封材料

407:密封基板

412:焊盤

420:IC晶片

501:陽極

502:陰極

511:第一發光單元

512:第二發光單元

513:電荷產生層

601:驅動電路部(源極線驅動電路)

602:像素部

603:驅動電路部(閘極線驅動電路)

604:密封基板

605:密封材料

607:空間

608:佈線

609:FPC(軟性印刷電路)

610:元件基板

611:開關FET

612:電流控制FET

613:陽極

614:絕緣物

616:EL層

617:陰極

618:發光器件

951:基板

952:電極

953:絕緣層

954: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:第一層間絕緣膜

1021:第二層間絕緣膜

1022:電極

1024W:陽極

1024R:陽極

1024G:陽極

1024B:陽極

1025:分隔壁

1028:EL層

1029:陰極

1031:密封基板

1032:密封材料

1033:透明基材

1034R:紅色彩色層

1034G:綠色彩色層

1034B:藍色彩色層

1035:黑矩陣

1036:保護層

1037:第三層間絕緣膜

1040:像素部

1041:驅動電路部

1042:周邊部

2001:外殼

2002:光源

2100:機器人

2110:運算裝置

2101:照度感測器

2102:麥克風

2103:上部照相機

2104:揚聲器

2105:顯示器

2106:下部照相機

2107:障礙物感測器
2108:移動機構
3001:照明設備
5000:外殼
5001:顯示部
5002:顯示部
5003:揚聲器
5004:LED燈
5006:連接端子
5007:感測器
5008:麥克風
5012:支撐部
5013:耳機
5100:掃地機器人
5101:顯示器
5102:照相機
5103:刷子
5104:操作按鈕
5150:可攜式資訊終端
5151:外殼
5152:顯示區域
5153:彎曲部
5120:垃圾
5200:顯示區域

5201:顯示區域
5202:顯示區域
5203:顯示區域
7101:外殼
7103:顯示部
7105:支架
7107:顯示部
7109:操作鍵
7110:遙控器
7201:主體
7202:外殼
7203:顯示部
7204:鍵盤
7205:外部連接埠
7206:指向裝置
7210:第二顯示部
7401:外殼
7402:顯示部
7403:操作按鈕
7404:外部連接埠
7405:揚聲器
7406:麥克風
9310:可攜式資訊終端
9311:顯示面板

9313: 鉸 鏈

9315: 外 殼

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種發光器件，包括：

陽極；

陰極；以及

該陽極和該陰極之間的EL層，

其中，該EL層包括發光層及電子傳輸層，

該發光層包括發光材料，

該電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，

具有該電子傳輸性的該有機化合物的該發光材料所發射的光的峰波長處的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下，

並且，該鹼金屬的該金屬錯合物的該發光材料所發射的該光的該峰波長處的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【請求項2】如請求項1之發光器件，

其中具有該電子傳輸性的該有機化合物的該發光材料所發射的該光的該峰波長處的該尋常光折射率與該鹼金屬的該金屬錯合物的該發光材料所發射的該光的該峰波長處的該尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50以上且小於1.75。

【請求項3】如請求項1之發光器件，

其中該電子傳輸層的該發光材料所發射的該光的該峰波長處的尋常光折射率為1.50以上且小於1.75。

【請求項4】一種發光器件，包括：

陽極；

陰極；以及

該陽極和該陰極之間的EL層，

其中，該EL層包括發光層及電子傳輸層，

該電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，

具有該電子傳輸性的該有機化合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下，

並且，該鹼金屬的該金屬錯合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下。

【請求項5】如請求項4之發光器件，

其中具有該電子傳輸性的該有機化合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的該尋常光折射率與該鹼金屬的該金屬錯合物的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的該尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.50以上且小於1.75。

【請求項6】如請求項4之發光器件，

其中該電子傳輸層的相對於455nm以上且465nm以下的範圍內的任意波長的光的尋常光折射率為1.50以上且小於1.75。

【請求項7】一種發光器件，包括：

陽極；

陰極；以及

該陽極和該陰極之間的EL層，

其中，該EL層包括發光層及電子傳輸層，

該電子傳輸層包括具有電子傳輸性的有機化合物及鹼金屬的金屬錯合物，

具有該電子傳輸性的該有機化合物的相對於633nm波長的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下，

並且，該鹼金屬的該金屬錯合物的相對於該633nm波長的該光的尋常光折射率為1.40以上且1.65以下。

【請求項8】如請求項7之發光器件，

其中具有該電子傳輸性的該有機化合物的相對於該633nm波長的該光的該尋常光折射率與該鹼金屬的該金屬錯合物的相對於該633nm波長的該光的該尋常光折射率之和除以2而得到的值為1.45以上且小於1.70。

【請求項9】如請求項7之發光器件，

其中該電子傳輸層的相對於該633nm波長的該光的尋常光折射率為1.45以上且小於1.70。

【請求項10】如請求項1之發光器件，

其中具有該電子傳輸性的該有機化合物和該鹼金屬的該金屬錯合物各自具有烷基或環烷基。

【請求項11】如請求項10之發光器件，

其中具有該電子傳輸性的該有機化合物的該烷基為支鏈烷基和碳原子數為3或4的烷基中的任一個，

並且該鹼金屬的該金屬錯合物的該烷基為碳原子數為1至3的烷基。

【請求項12】如請求項10之發光器件，
其中具有該電子傳輸性的該有機化合物的該烷基為三級丁基，

並且該鹼金屬的該金屬錯合物的該烷基為甲基。

【請求項13】如請求項1之發光器件，
其中具有該電子傳輸性的該有機化合物中以 sp^3 雜化軌域形成鍵合的碳原子之比例佔總碳原子數的10%以上且60%以下。

【請求項14】如請求項1之發光器件，
其中在具有該電子傳輸性的該有機化合物的 1H -NMR測量結果中小於4ppm的信號的積分值超過4ppm以上的信號的積分值。

【請求項15】如請求項1之發光器件，
其中具有該電子傳輸性的該有機化合物具有缺 π 電子型雜芳環骨架。

【請求項16】如請求項4之發光器件，
其中具有該電子傳輸性的該有機化合物具有缺 π 電子型雜芳環骨架。

【請求項17】如請求項7之發光器件，
其中具有該電子傳輸性的該有機化合物具有缺 π 電子型雜芳環骨架。

【請求項18】如請求項15之發光器件，

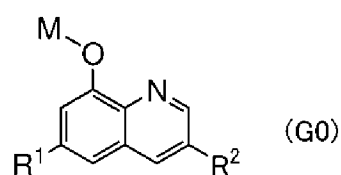
其中該缺 π 電子型雜芳環骨架具有三嗪骨架或二嗪骨架。

【請求項19】如請求項1之發光器件，
其中該金屬錯合物包括具有8-羥基喹啉結構的配體。

【請求項20】如請求項19之發光器件，
其中該金屬錯合物具有一個或兩個烷基，
並且該一個或兩個烷基各自的碳原子數為1至3。

【請求項21】如請求項1之發光器件，
其中該金屬錯合物是鋰的金屬錯合物。

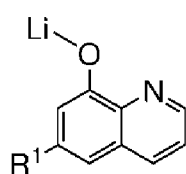
【請求項22】一種由通式(G0)表示的金屬錯合物，



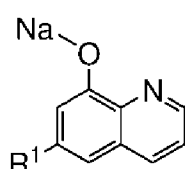
其中，M表示鹼金屬， R^1 表示碳原子數為1至3的烷基， R^2 表示氫或碳原子數為1至3的烷基。

【請求項23】如請求項22之金屬錯合物，
其中 R^2 是甲基。

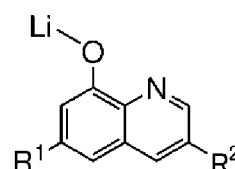
【請求項24】如請求項22之金屬錯合物，其中該金屬錯合物由通式(G1)至(G3)中的任一個表示，



(G1)



(G2)



(G3)

其中 R^1 及 R^2 各自表示碳原子數為1至3的烷基。

【請求項25】如請求項24之金屬錯合物，

其中 R^1 是甲基。

【請求項26】如請求項24之金屬錯合物，

其中 R^1 是乙基。

【請求項27】一種包括請求項22之金屬錯合物的發光器件。

【請求項28】一種在發光層和陰極之間包括請求項22之金屬錯合物的發光器件。

【請求項29】一種在電子傳輸層中包括請求項22之金屬錯合物的發光器件。

【請求項30】一種電子裝置，包括：

請求項27之發光器件；以及

感測器、操作按鈕、揚聲器和麥克風中的至少一個。

【請求項31】一種發光裝置，包括：

請求項27之發光器件；以及

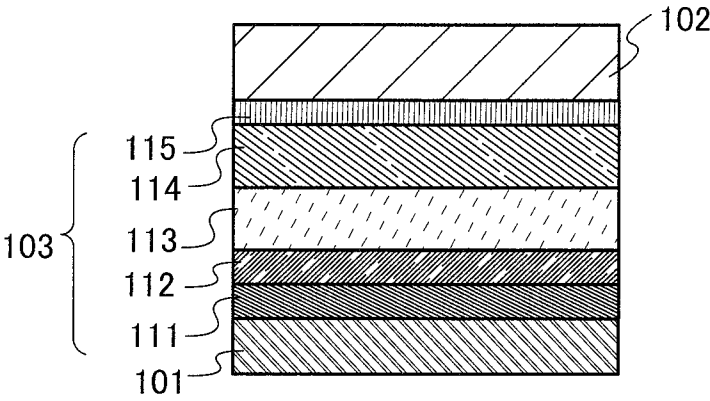
電晶體和基板中的至少一個。

【請求項32】一種照明設備，包括：

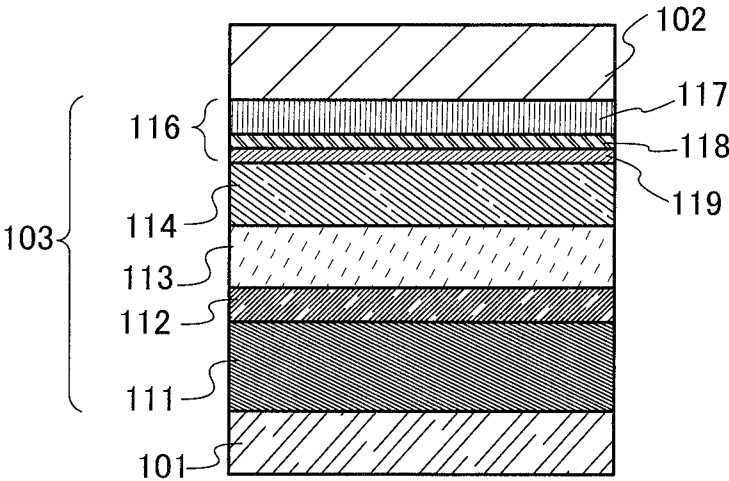
請求項27之發光器件；以及

外殼。

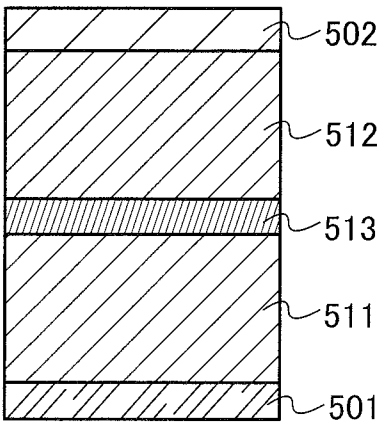
【發明圖式】



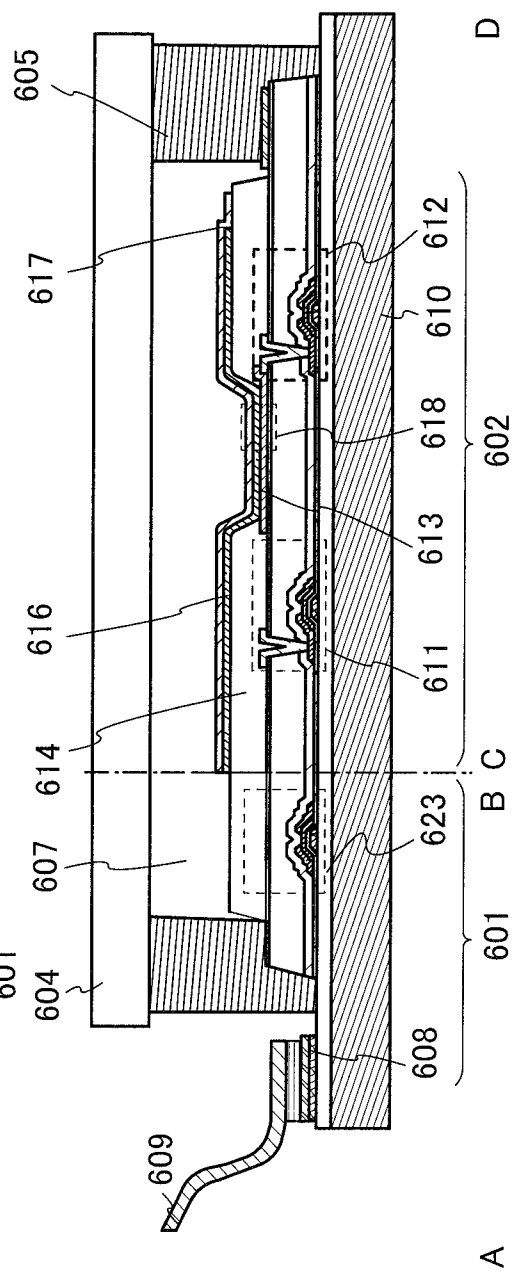
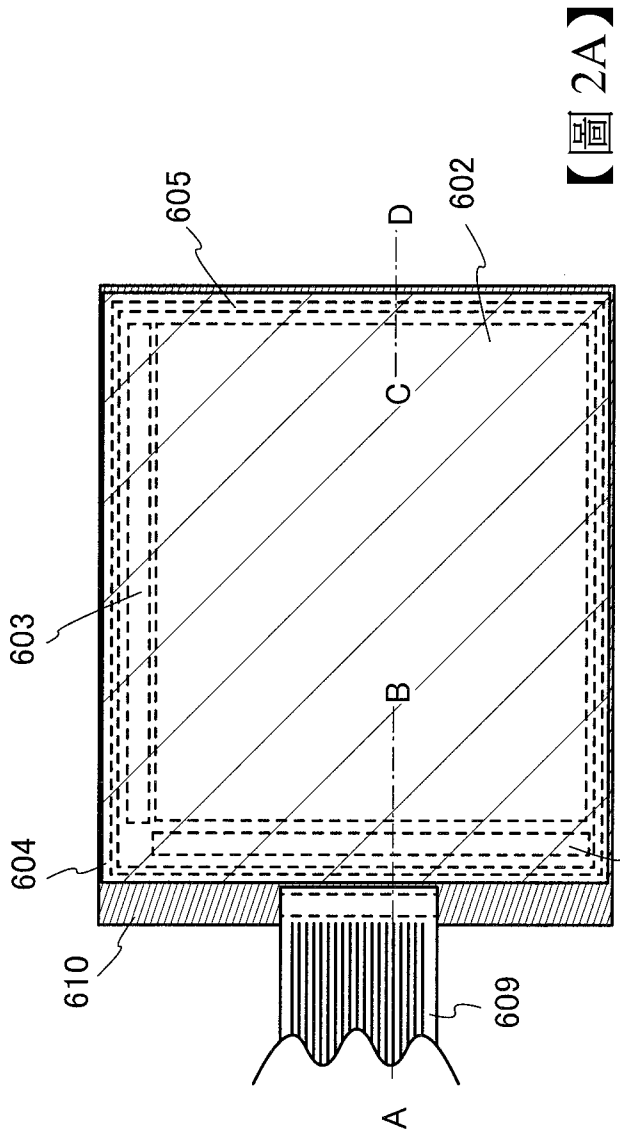
【圖 1A】

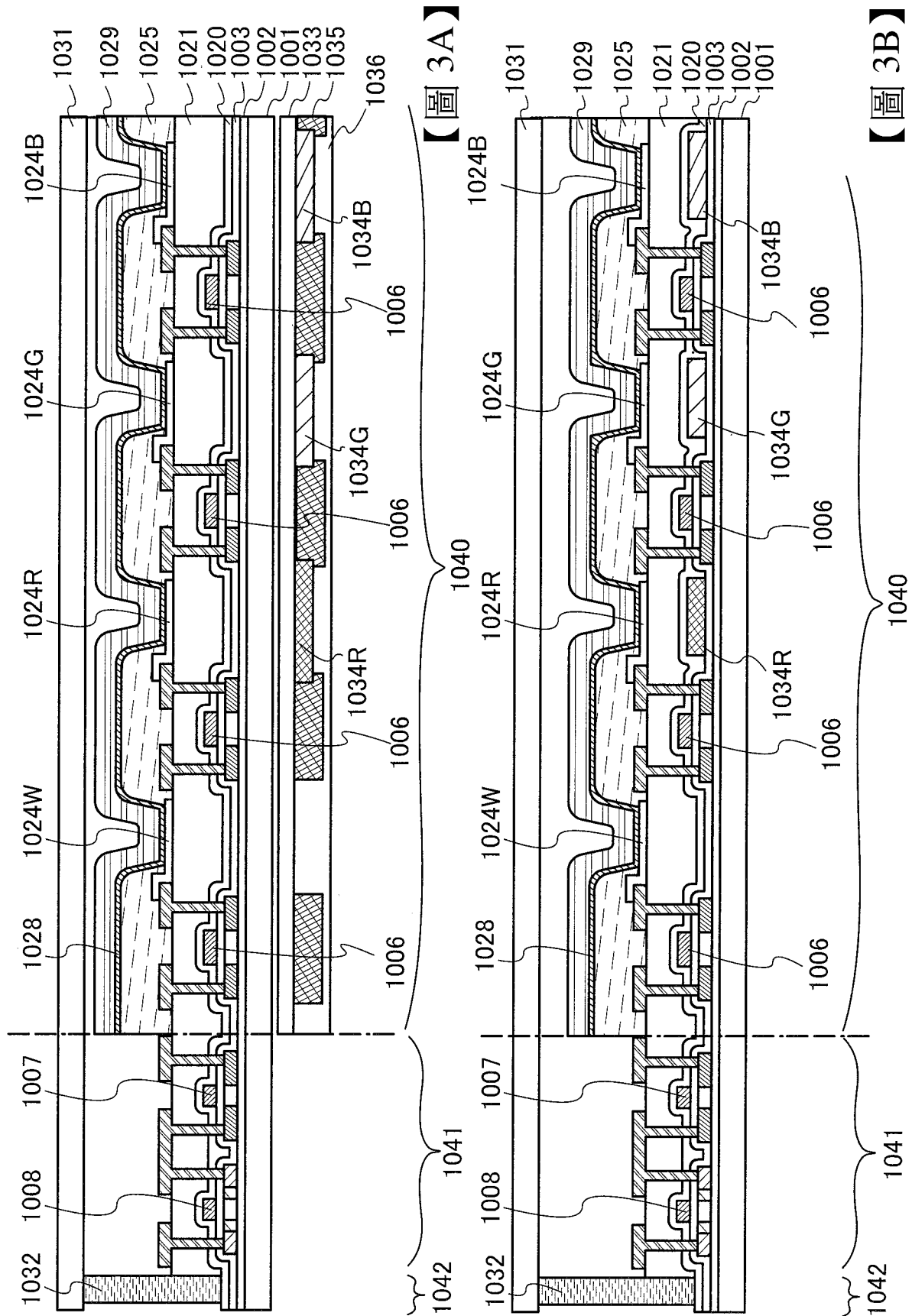


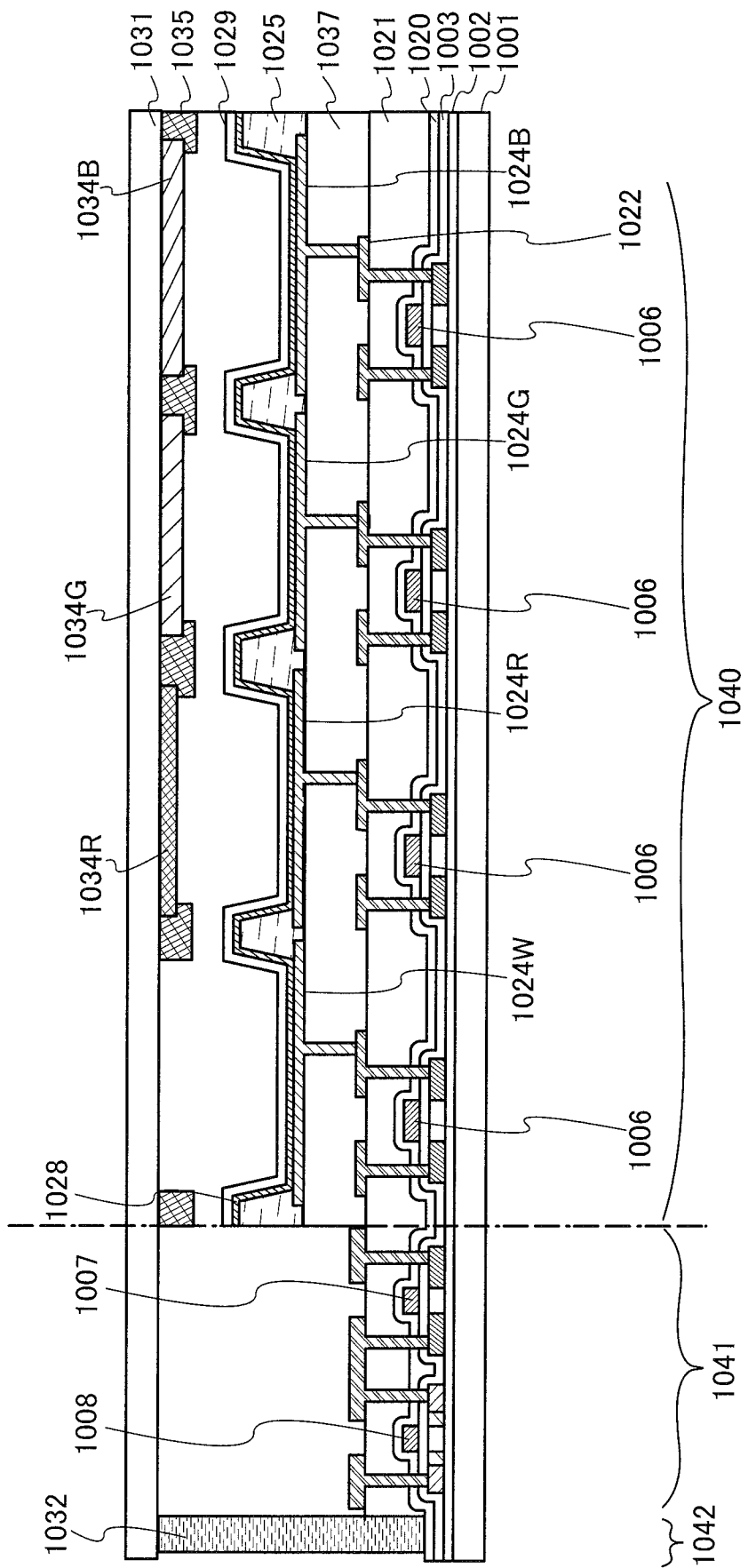
【圖 1B】



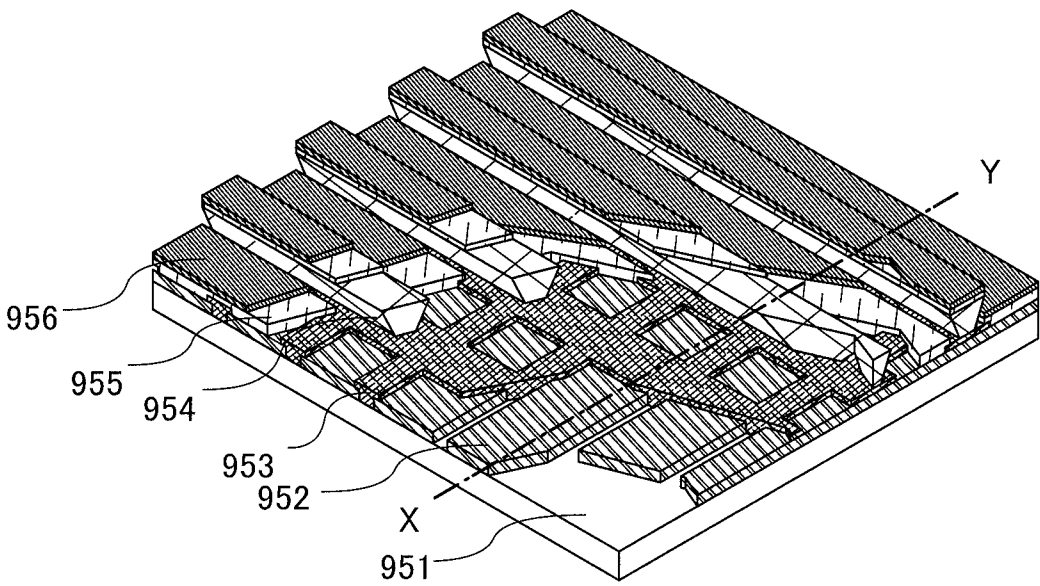
【圖 1C】



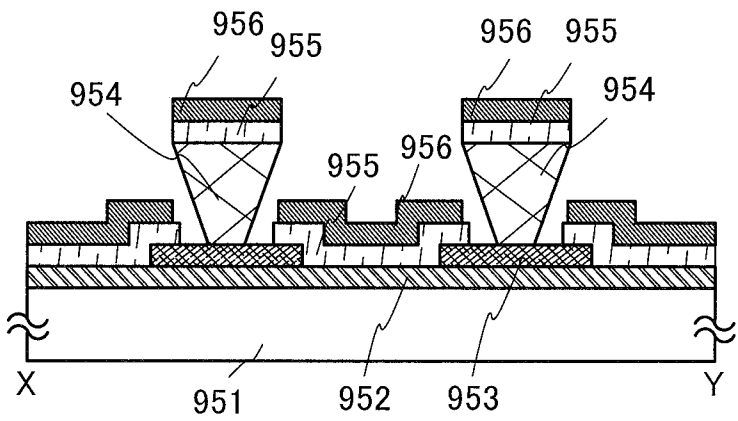




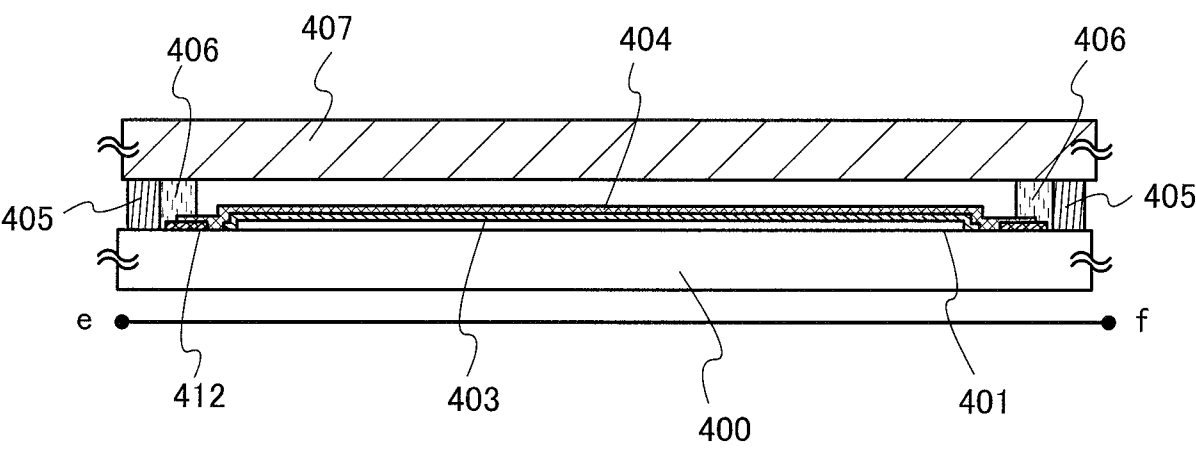
【圖 4】



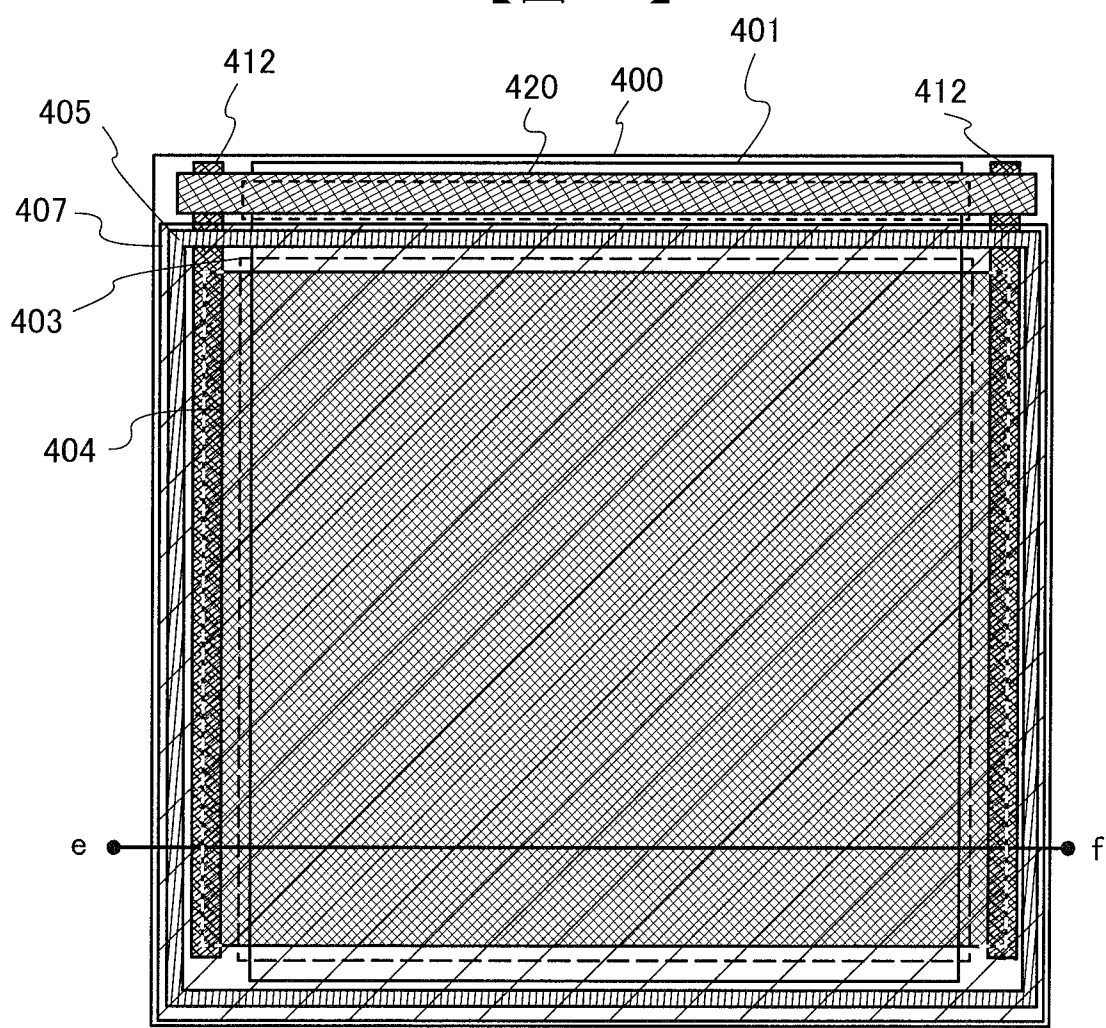
【圖 5A】



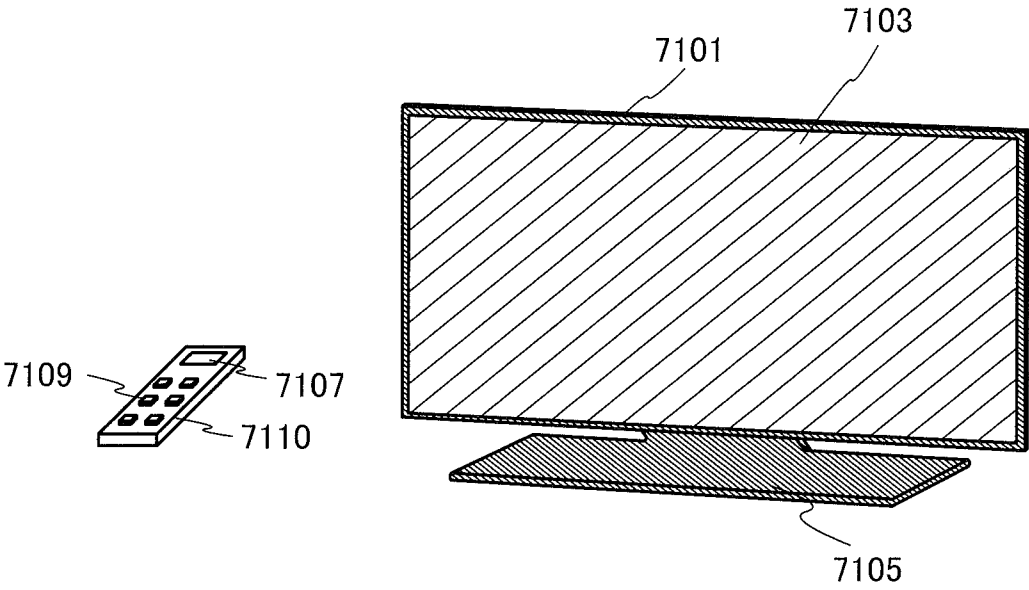
【圖 5B】



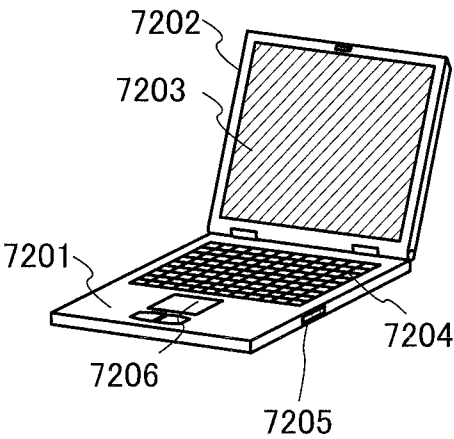
【圖 6A】



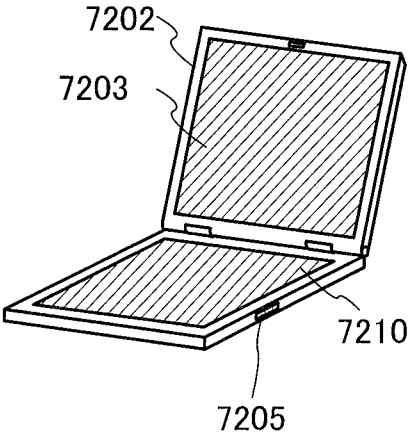
【圖 6B】



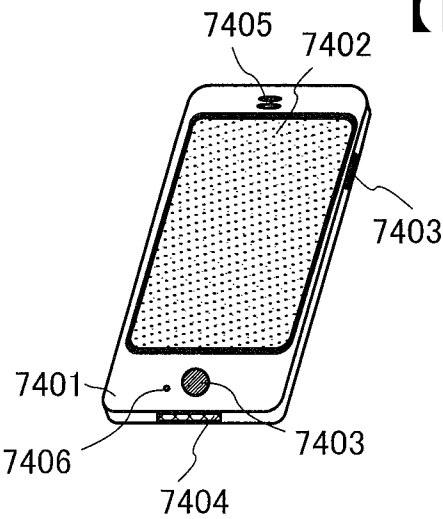
【圖 7A】



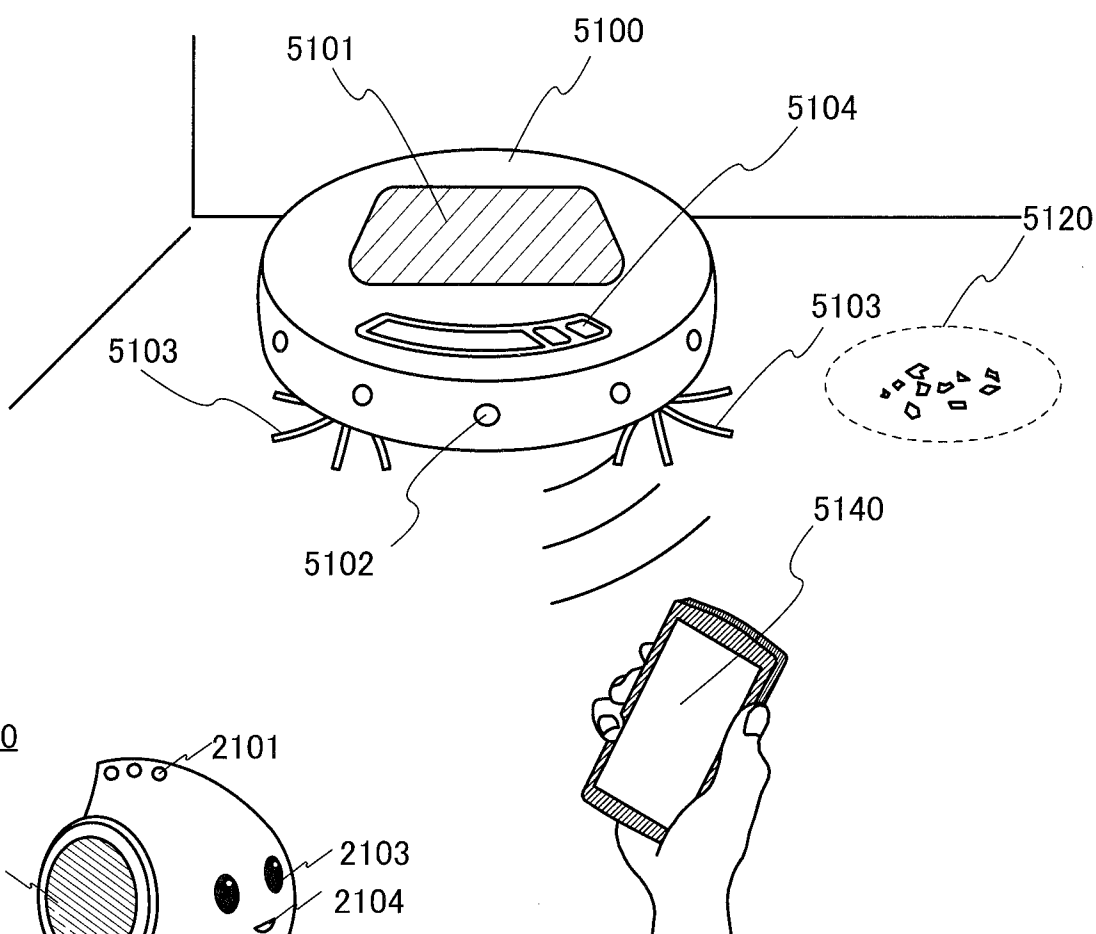
【圖 7B1】



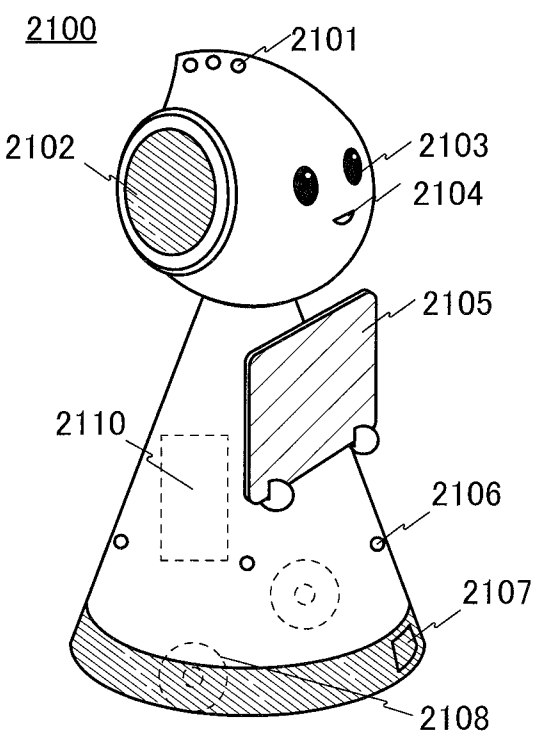
【圖 7B2】



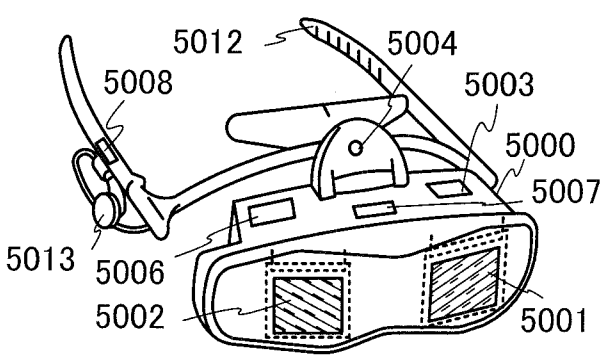
【圖 7C】



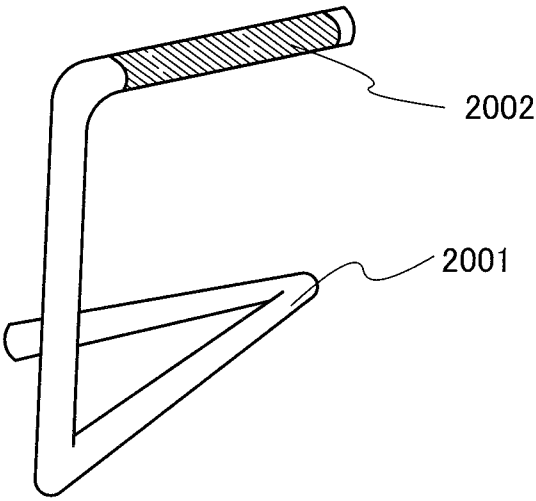
【圖 8A】



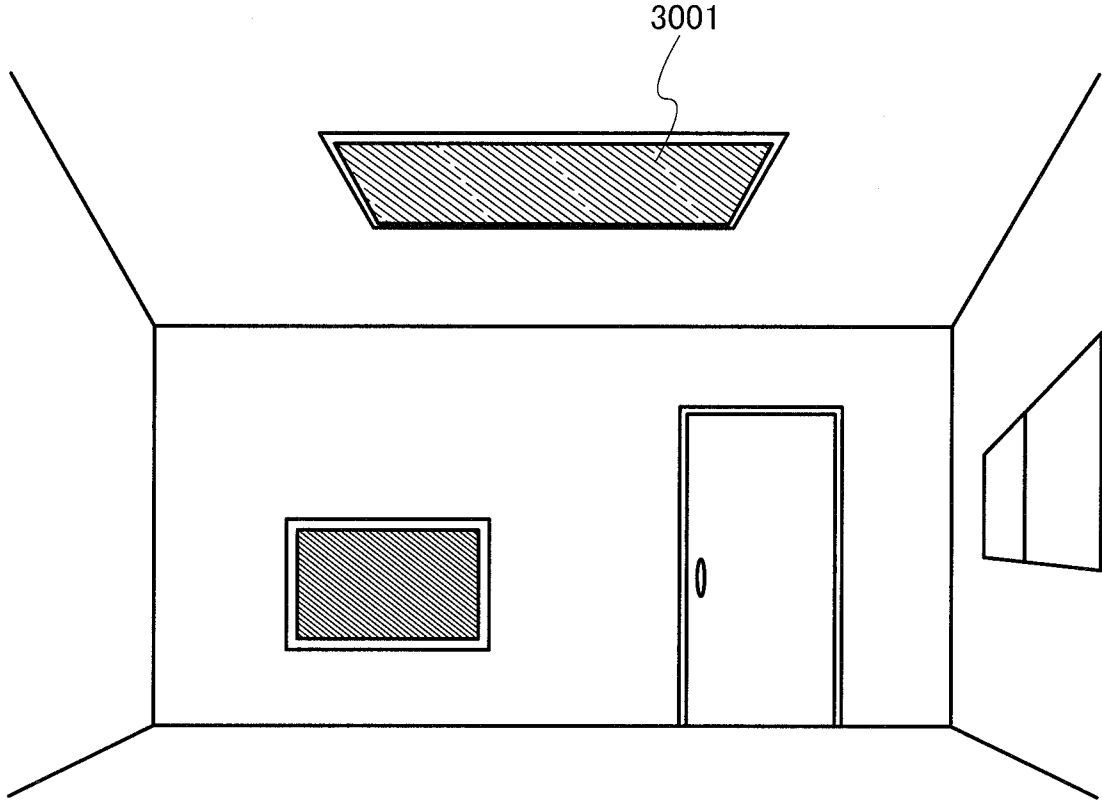
【圖 8B】



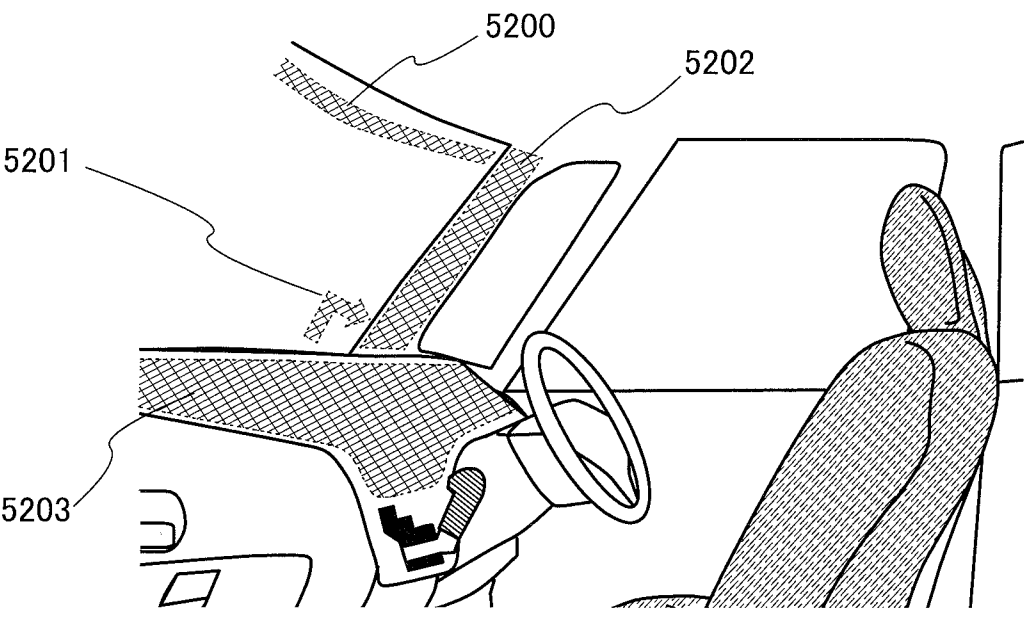
【圖 8C】



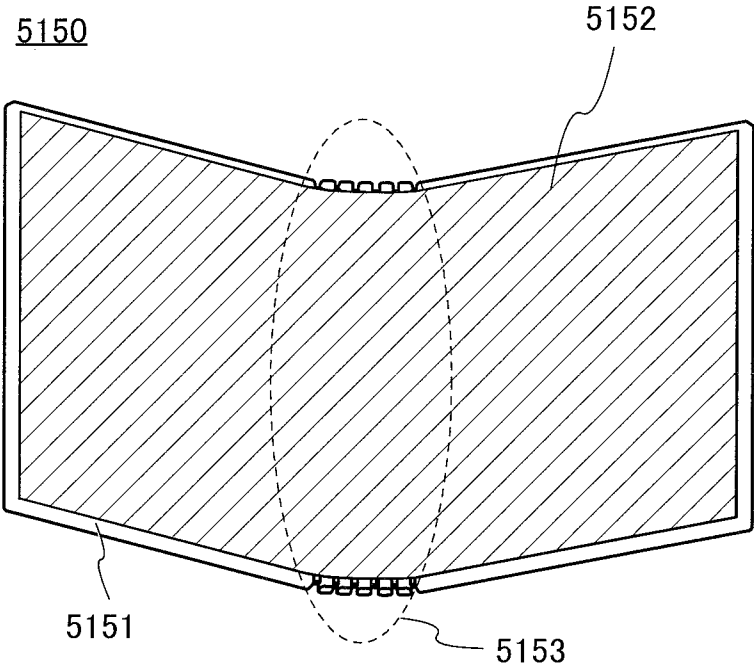
【圖 9】



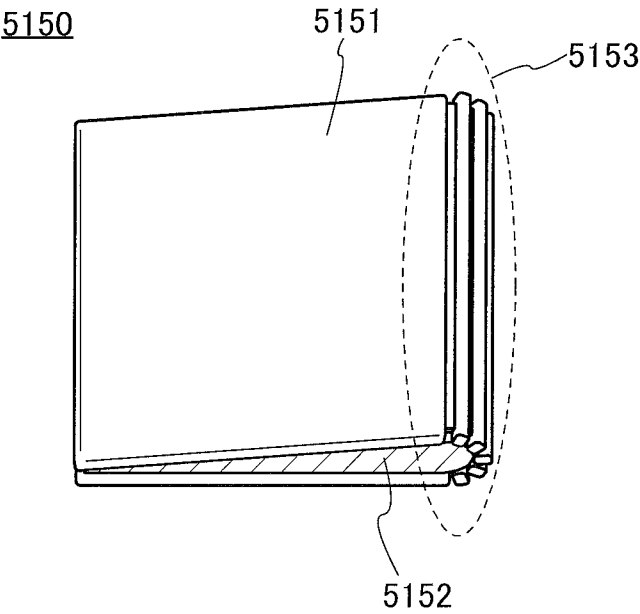
【圖 10】



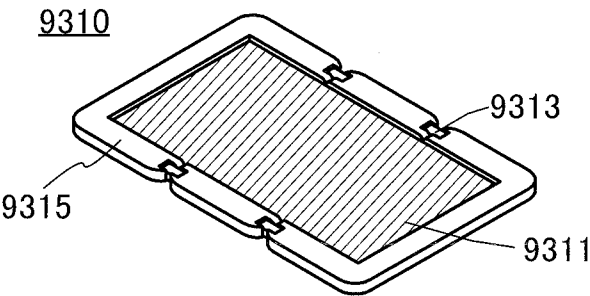
【圖 11】



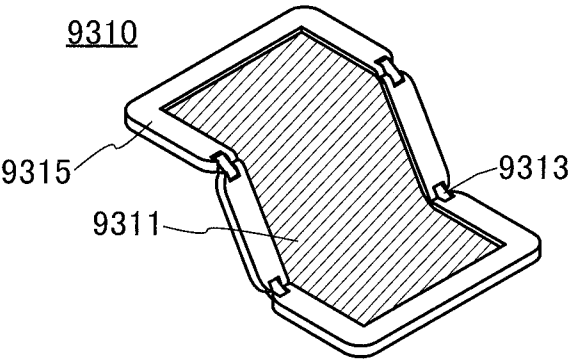
【圖 12A】



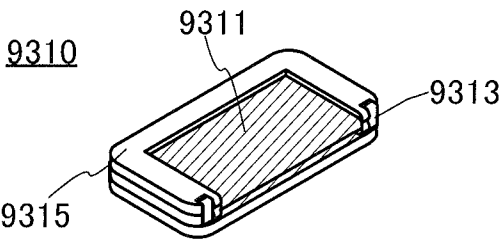
【圖 12B】



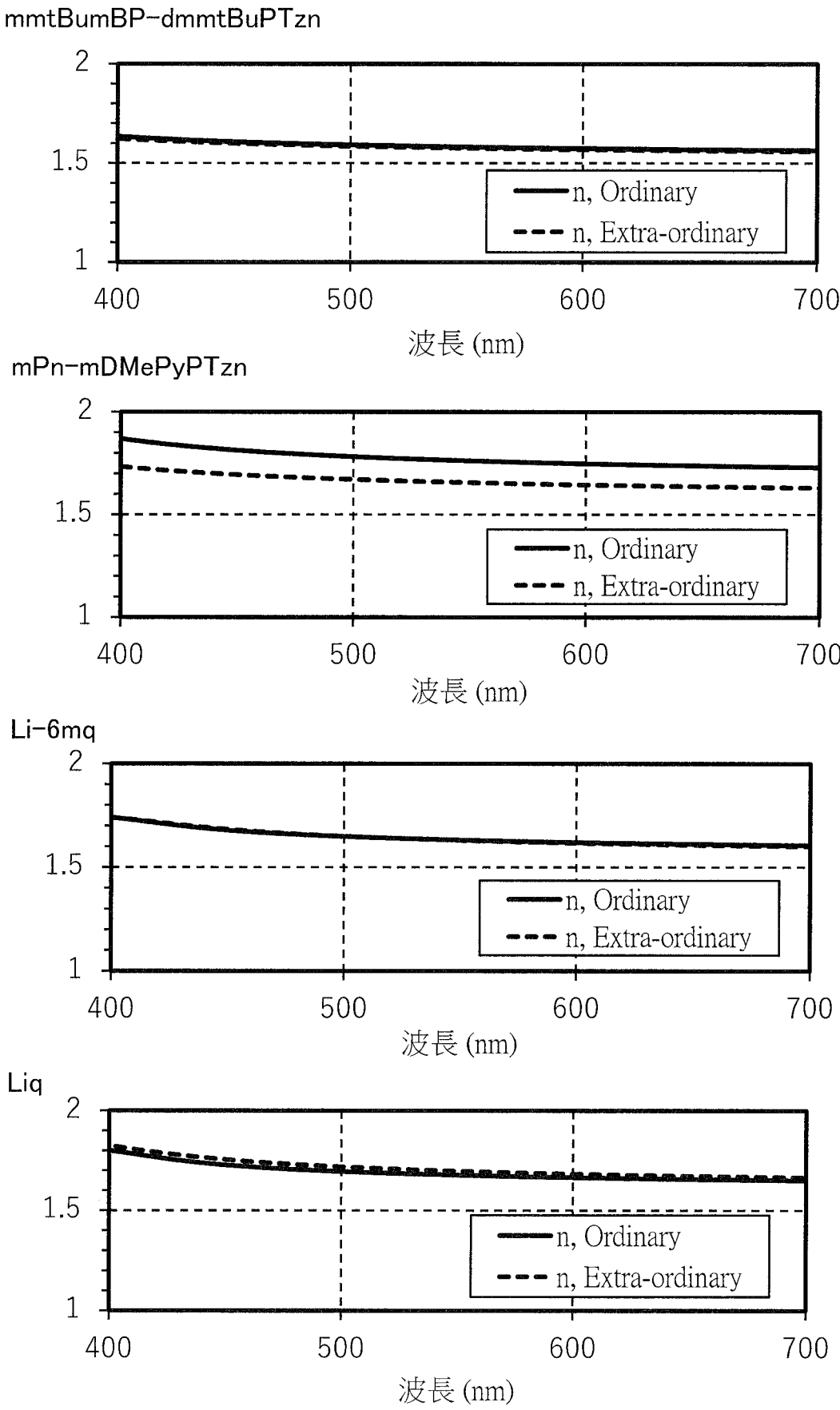
【圖 13A】



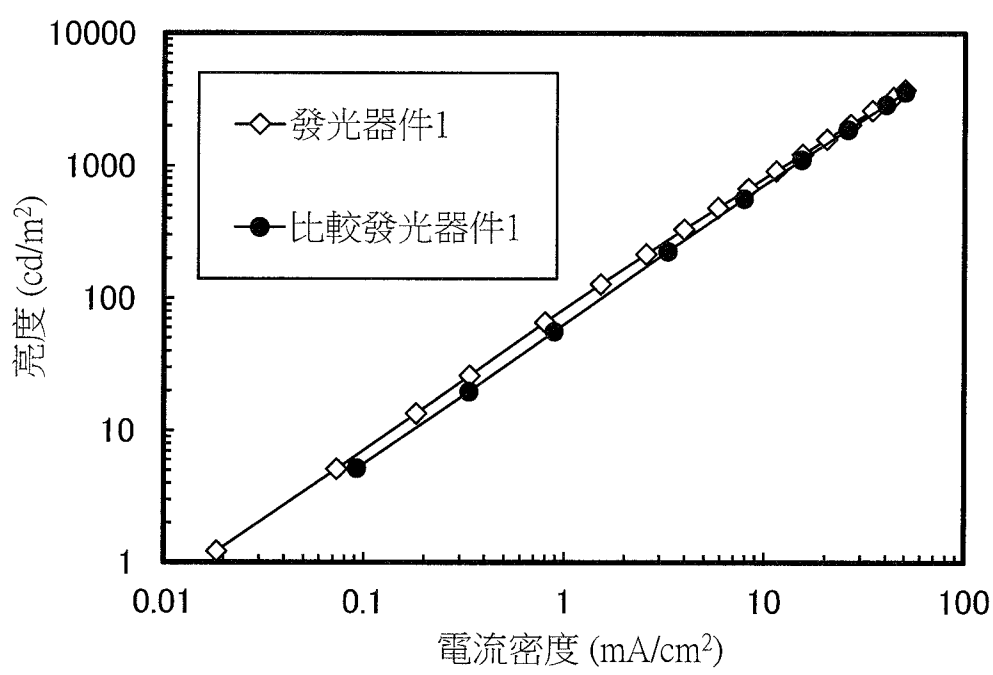
【圖 13B】



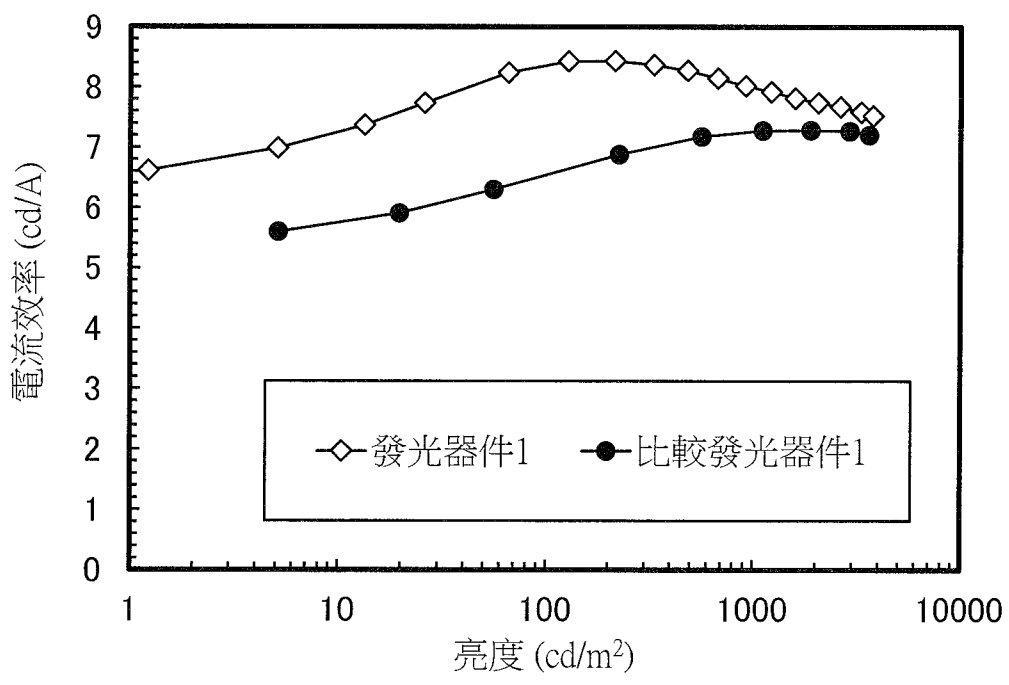
【圖 13C】



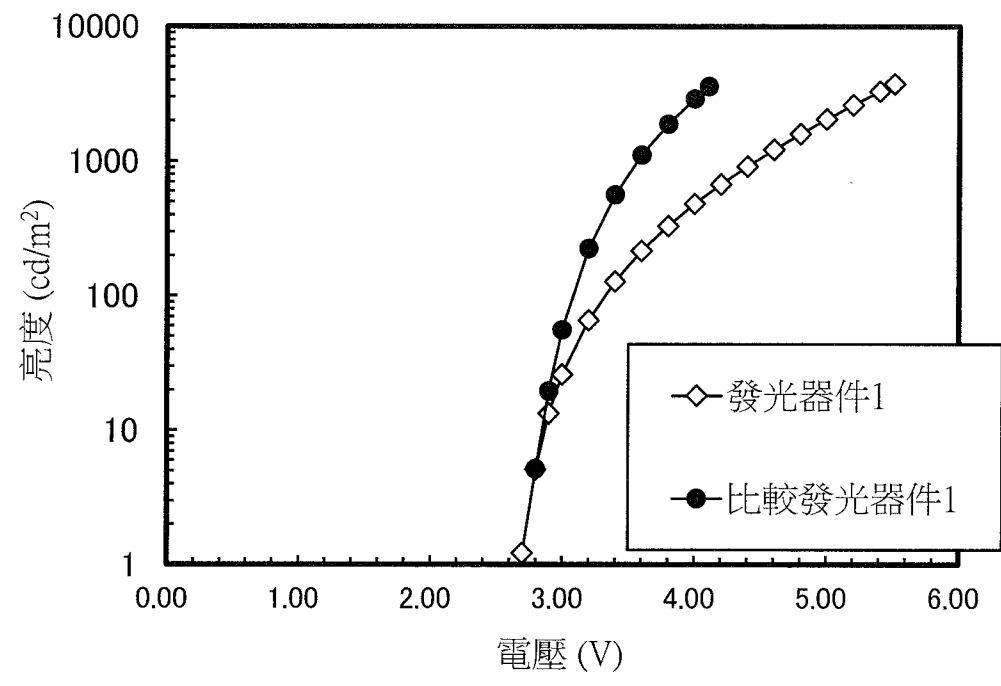
【圖 14】



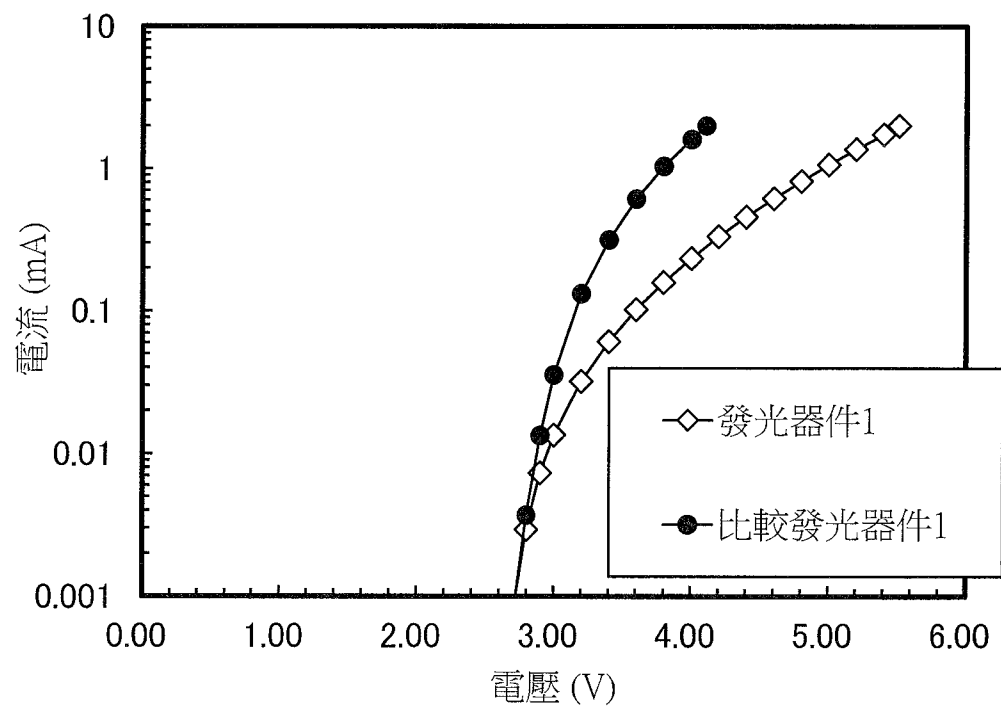
【圖 15】



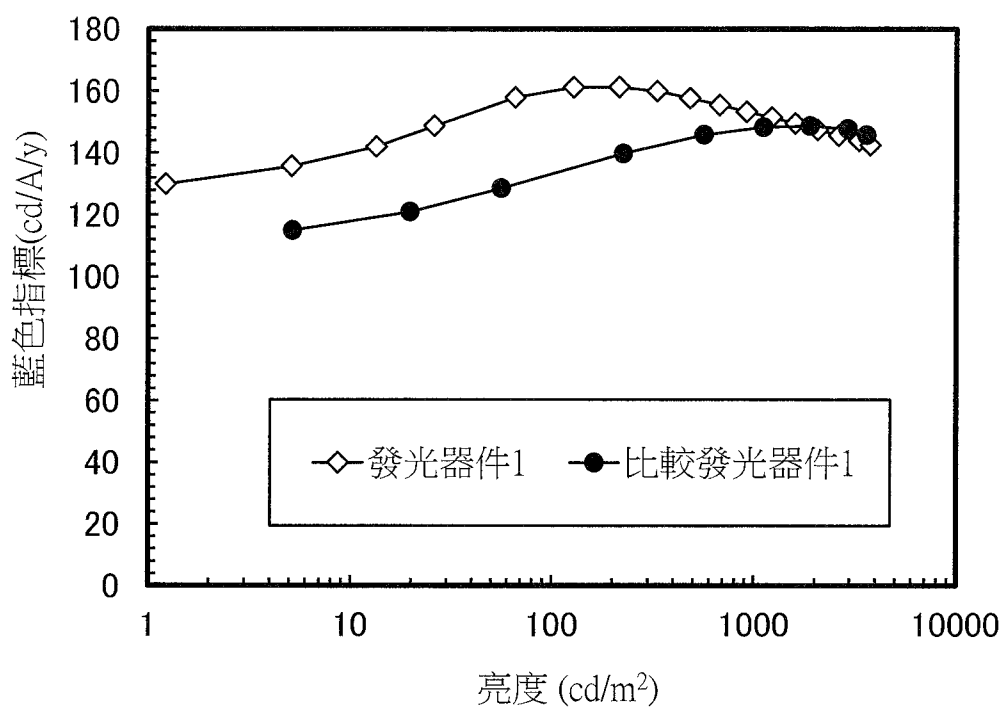
【圖 16】



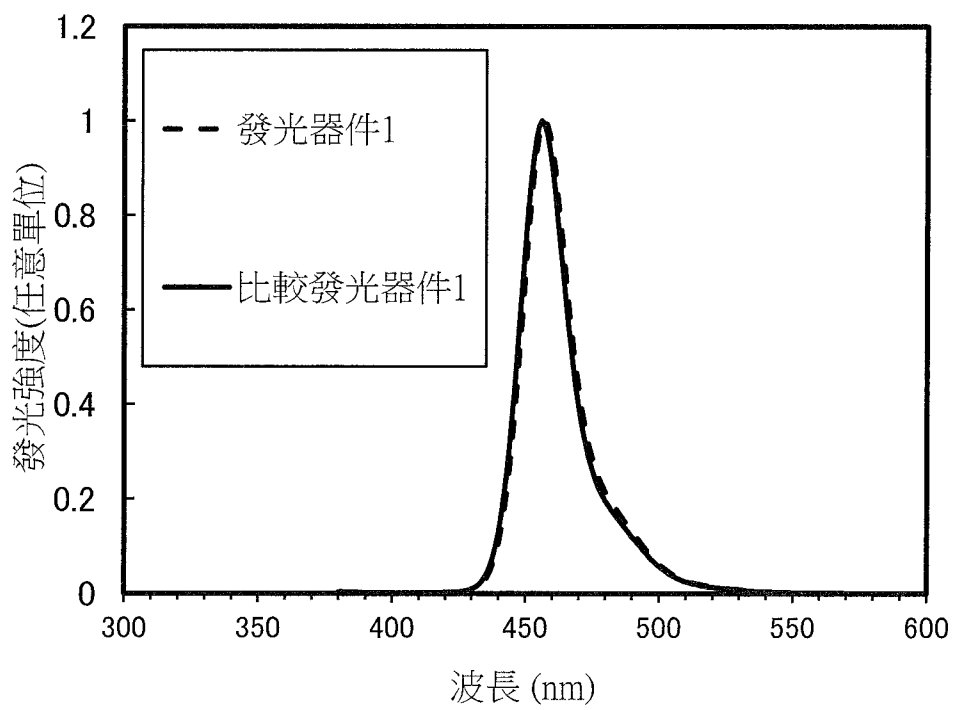
【圖 17】



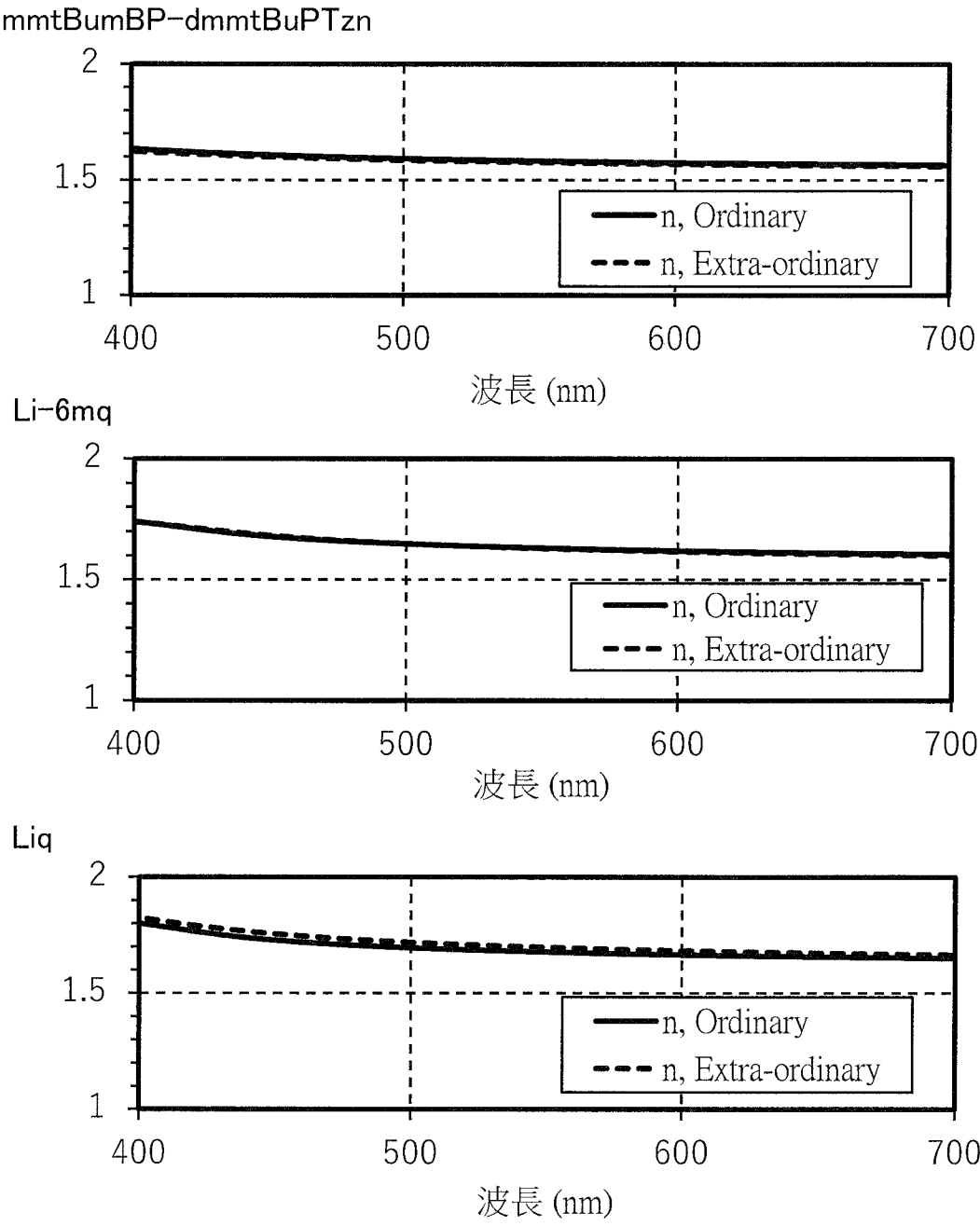
【圖 18】



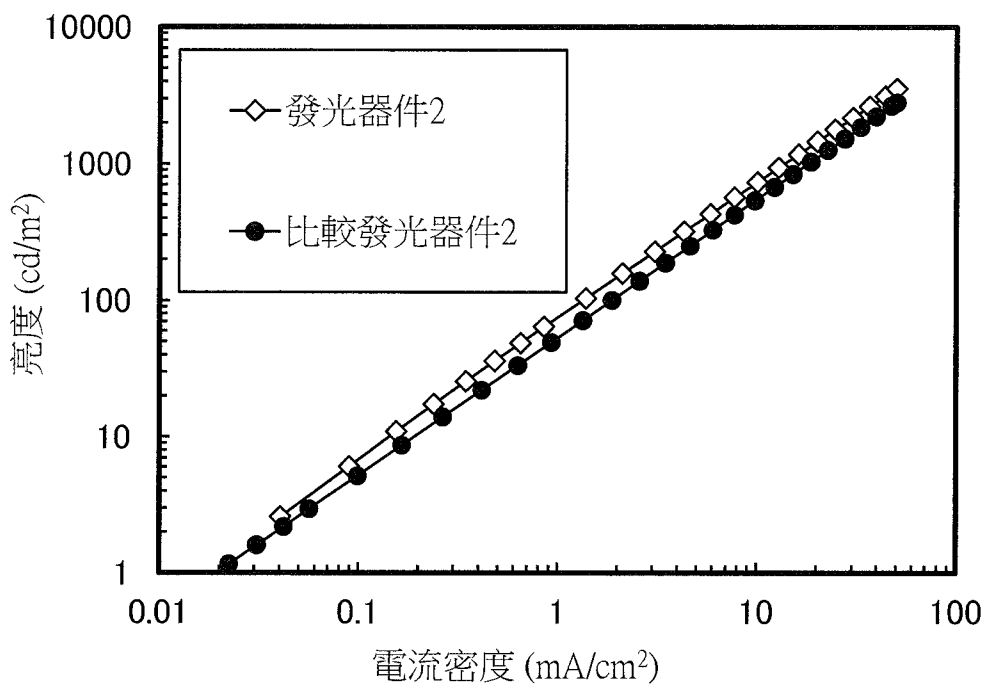
【圖 19】



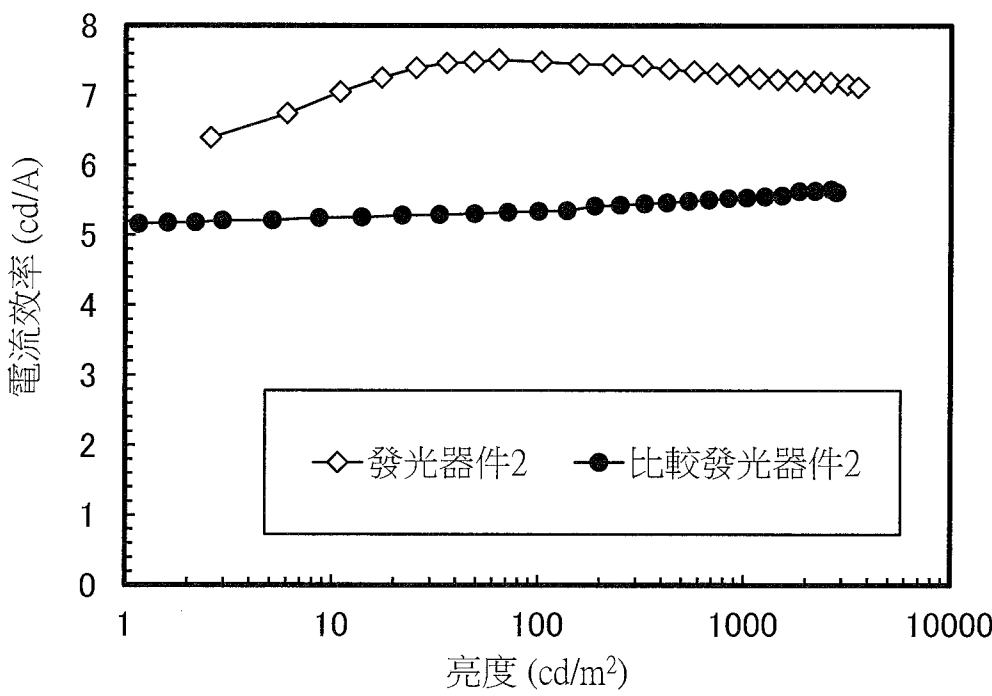
【圖 20】



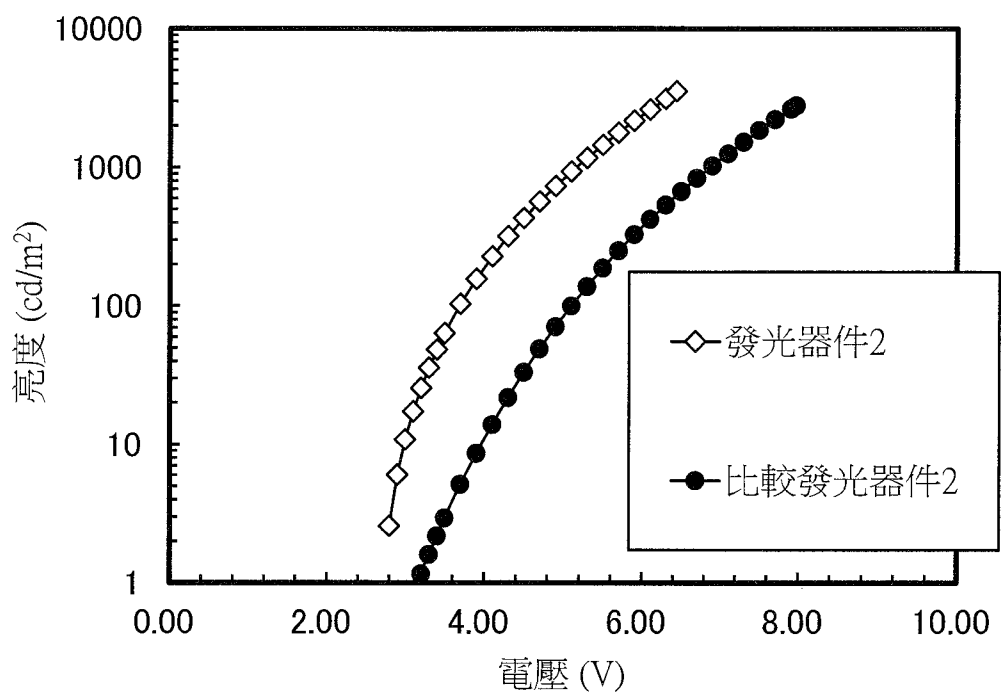
【圖 21】



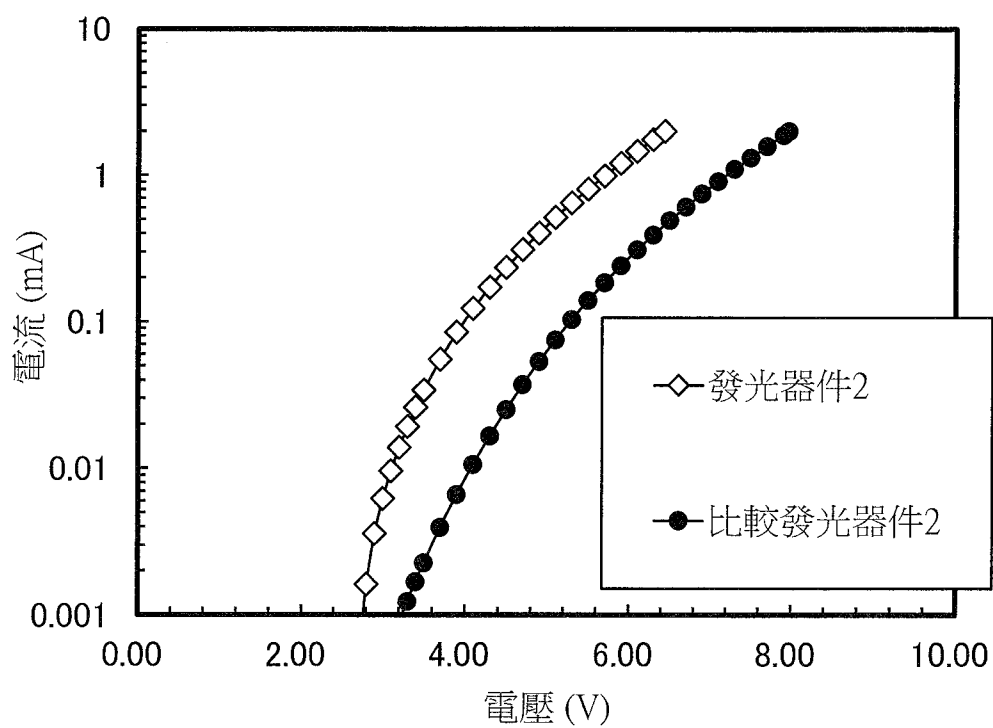
【圖 22】



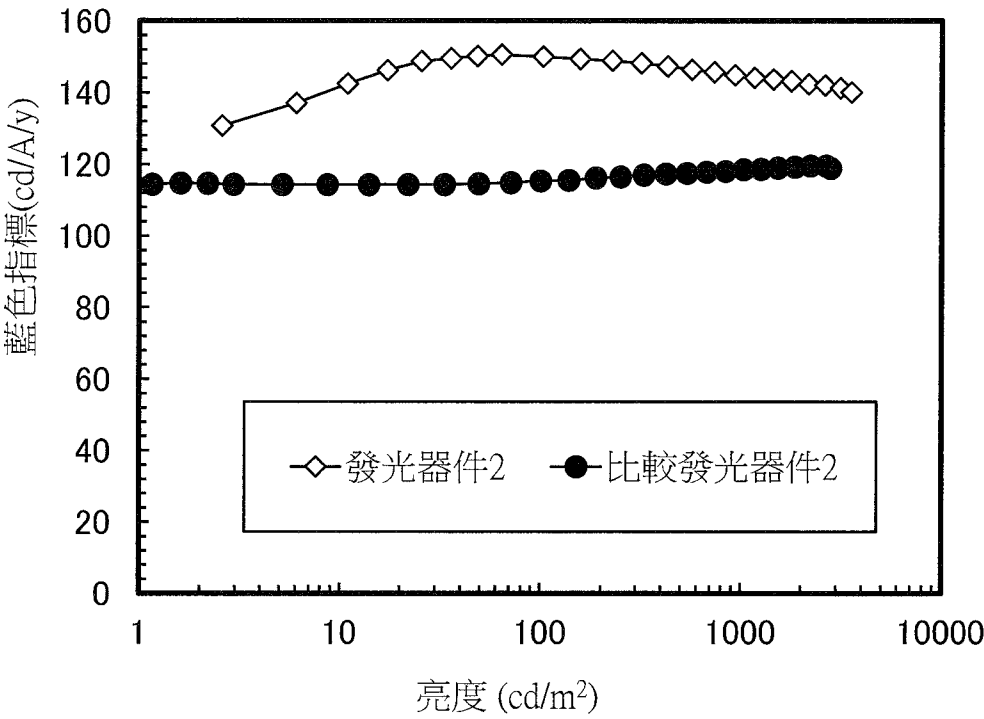
【圖 23】



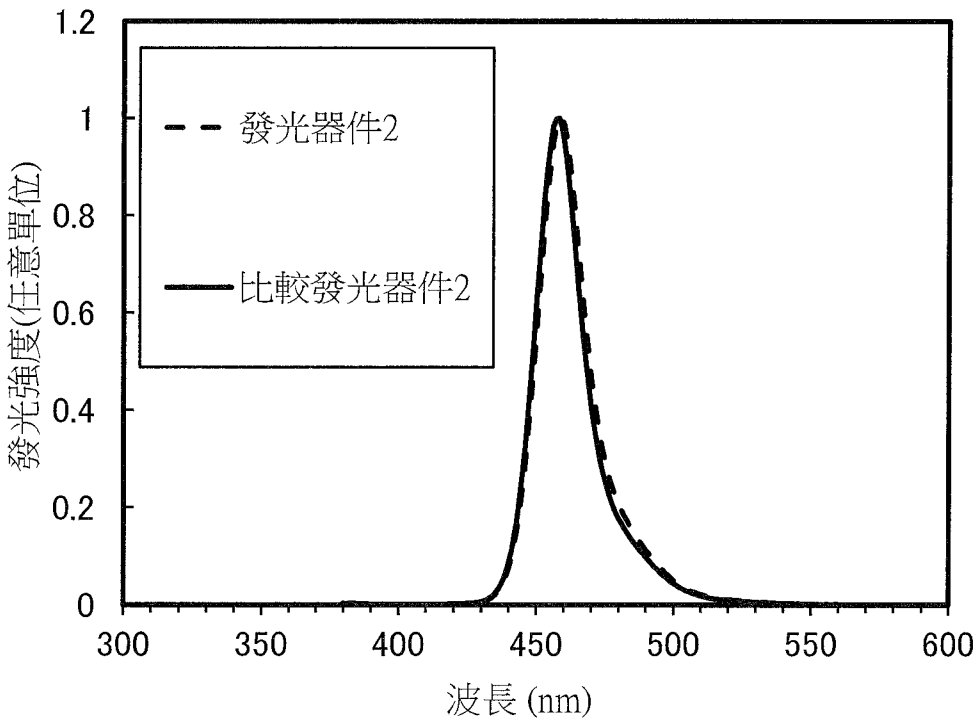
【圖 24】



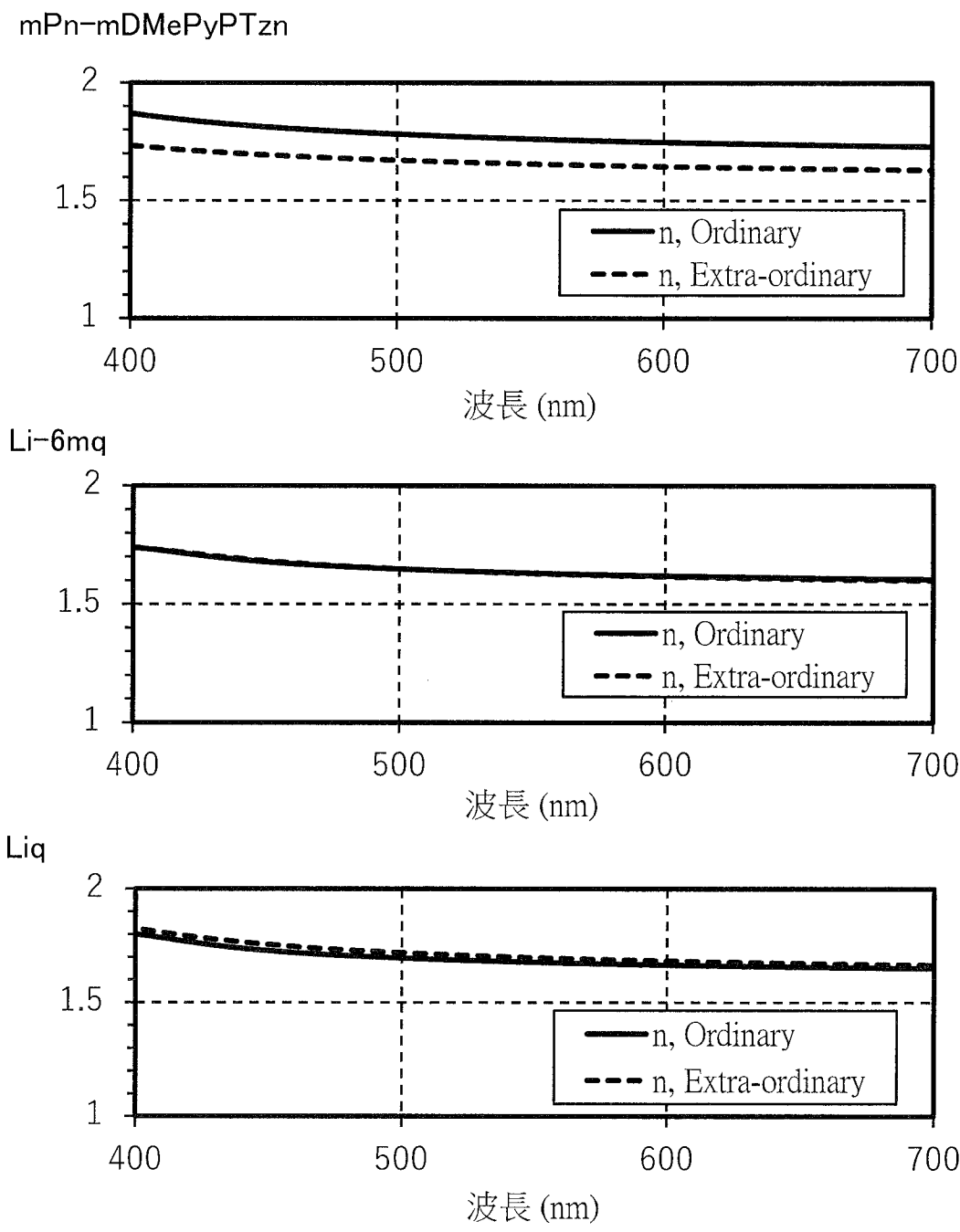
【圖 25】



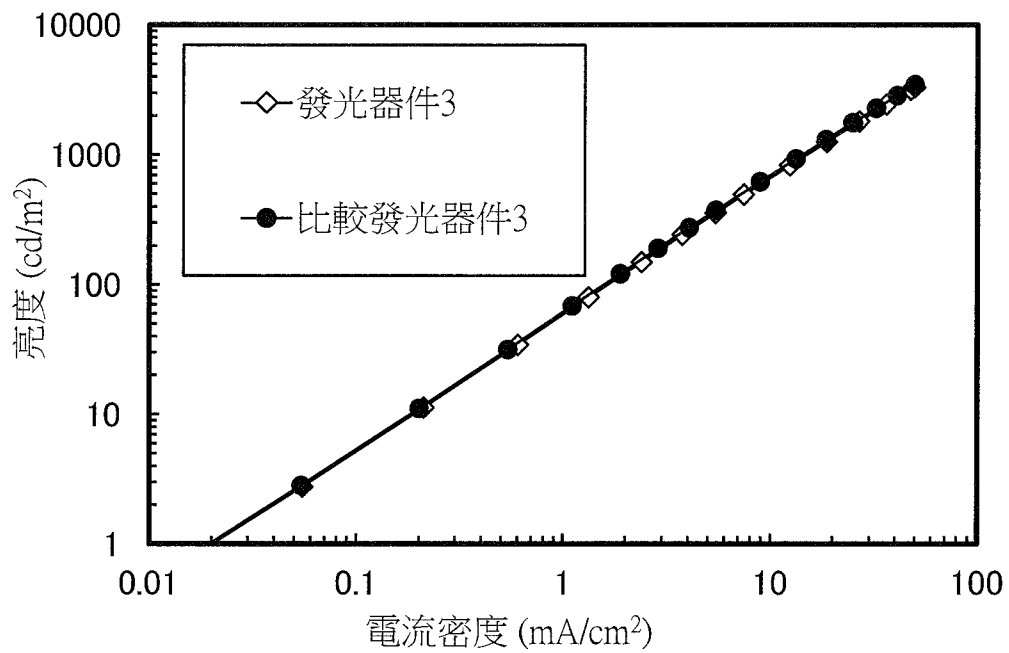
【圖 26】



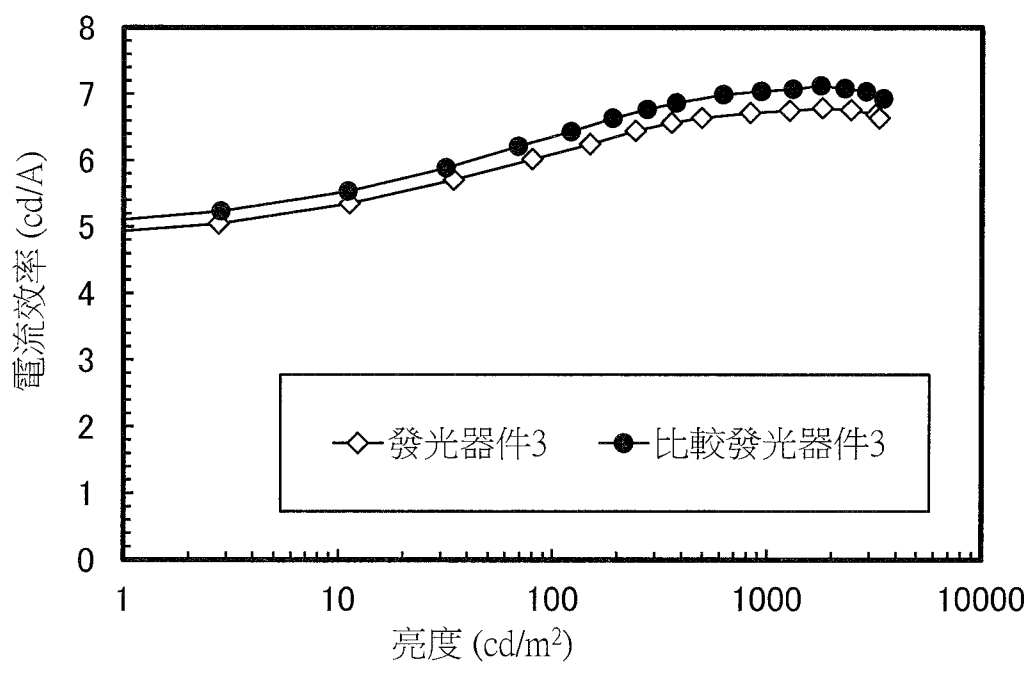
【圖 27】



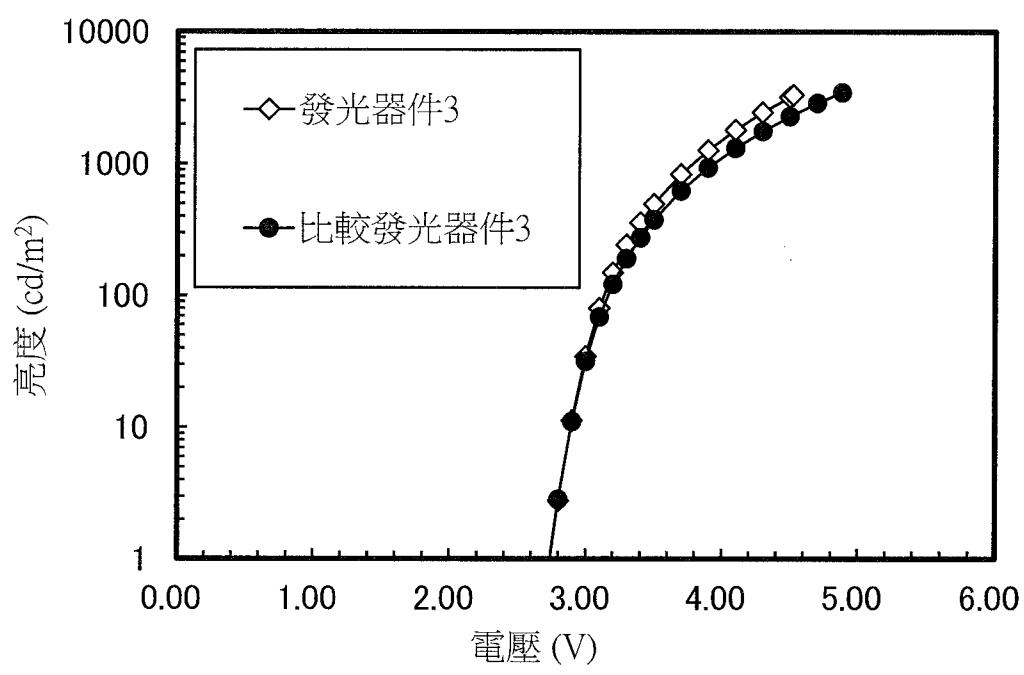
【圖 28】



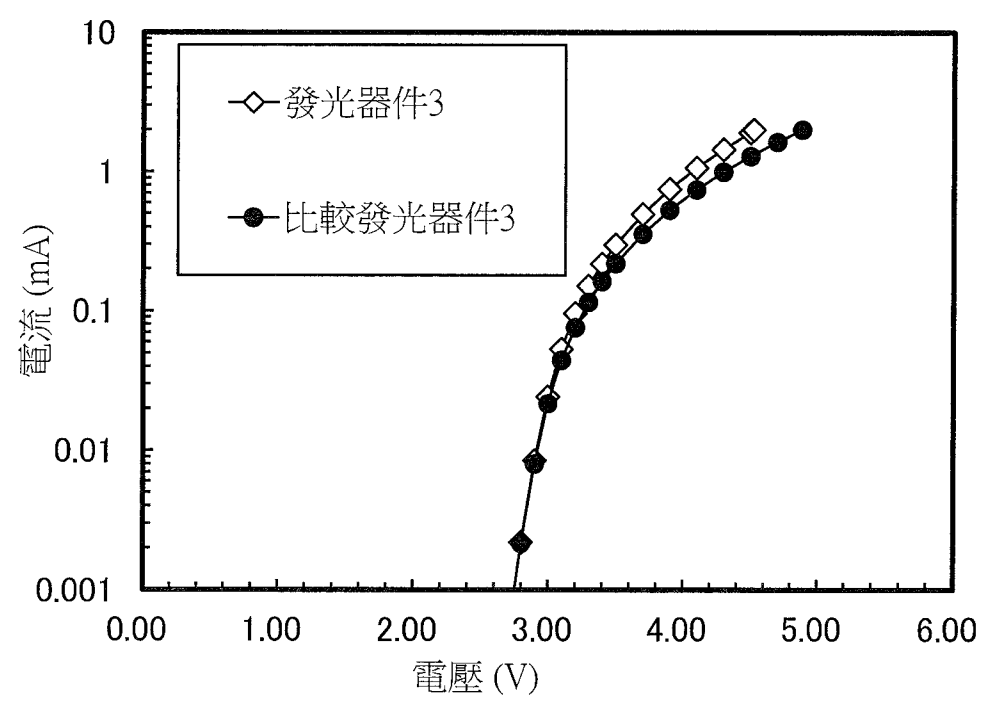
【圖 29】



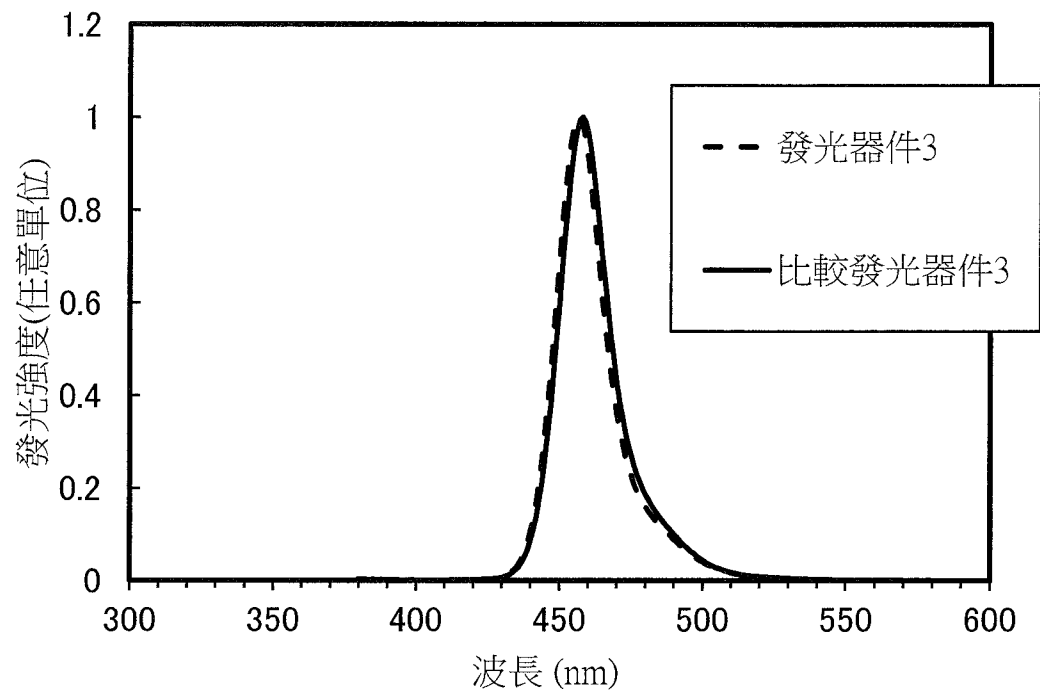
【圖 30】



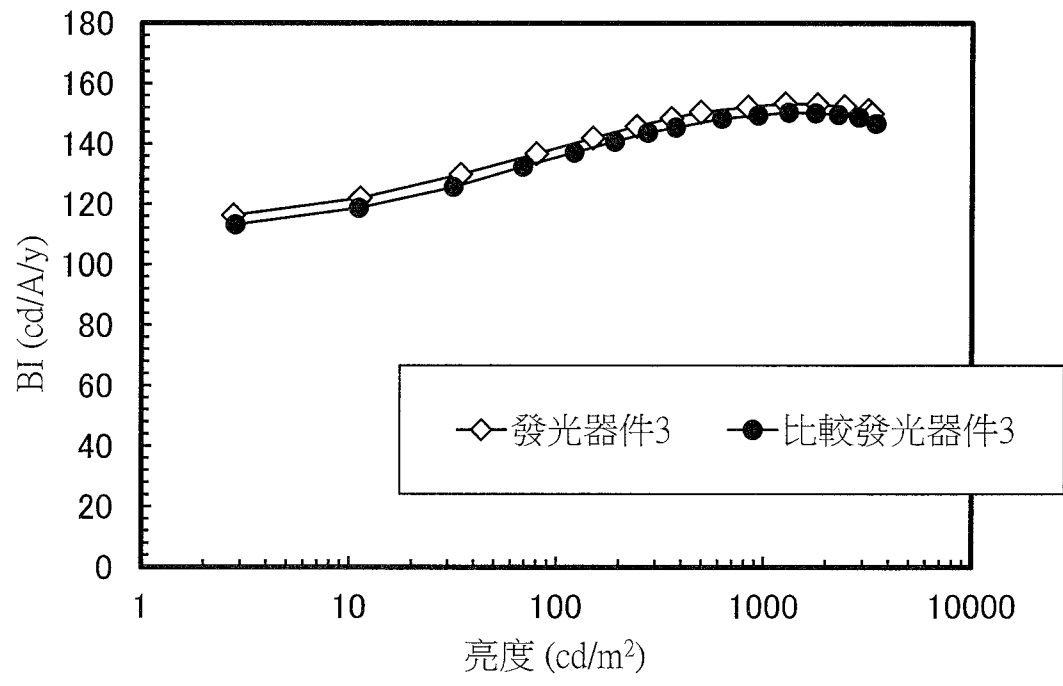
【圖 31】



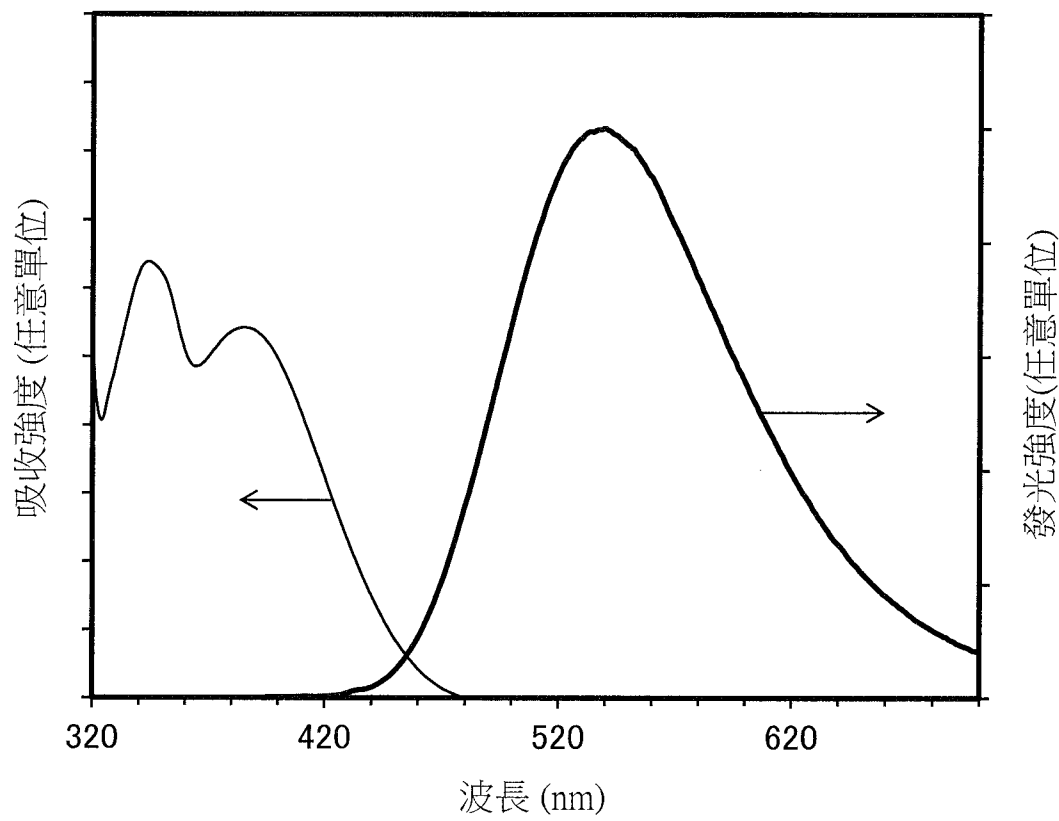
【圖 32】



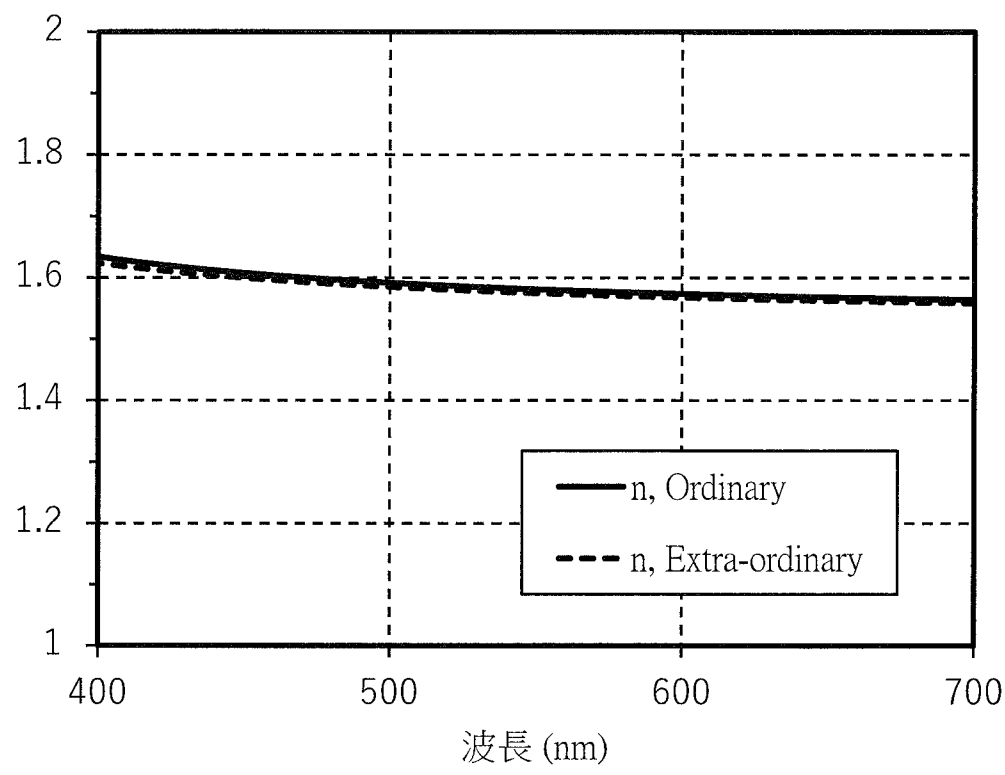
【圖 33】



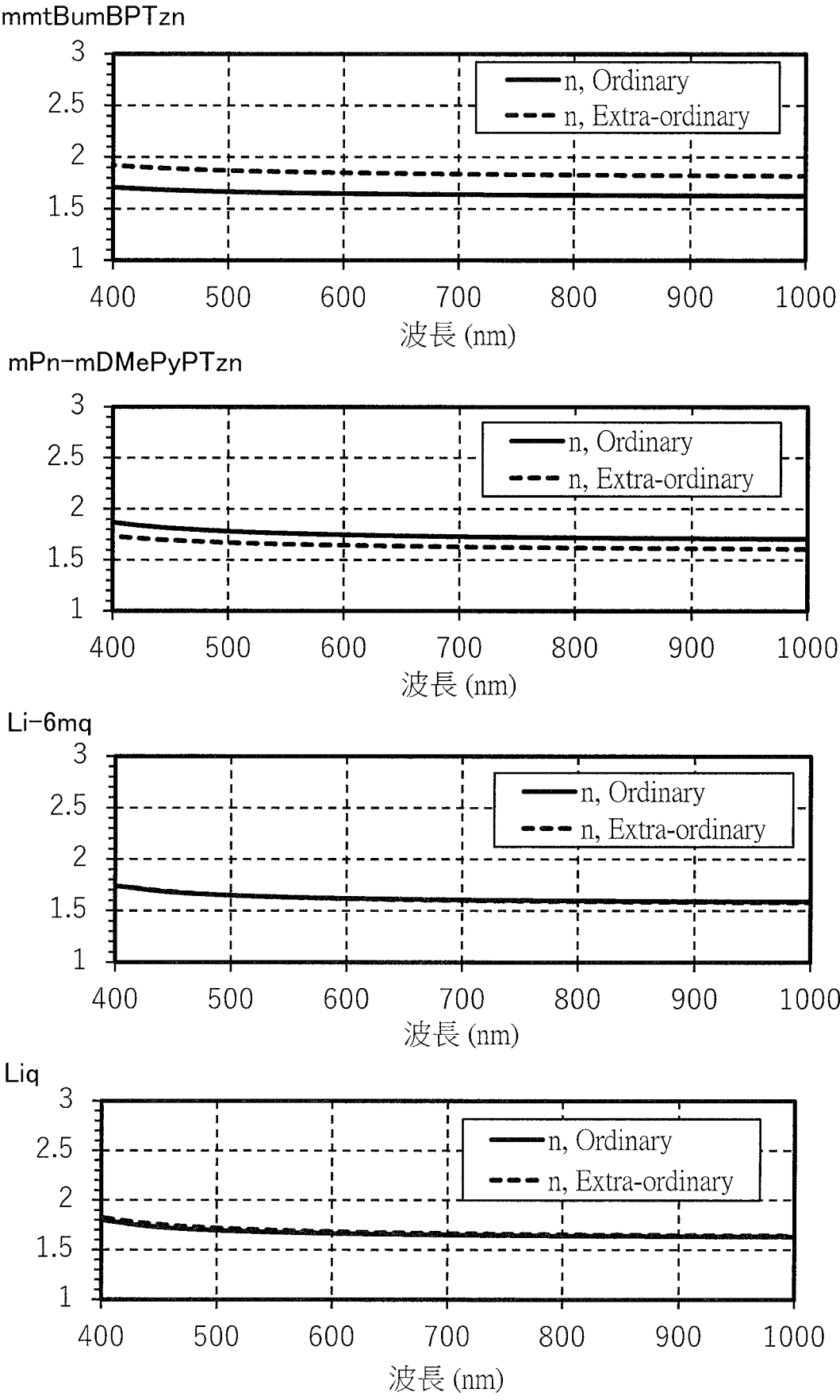
【圖 34】



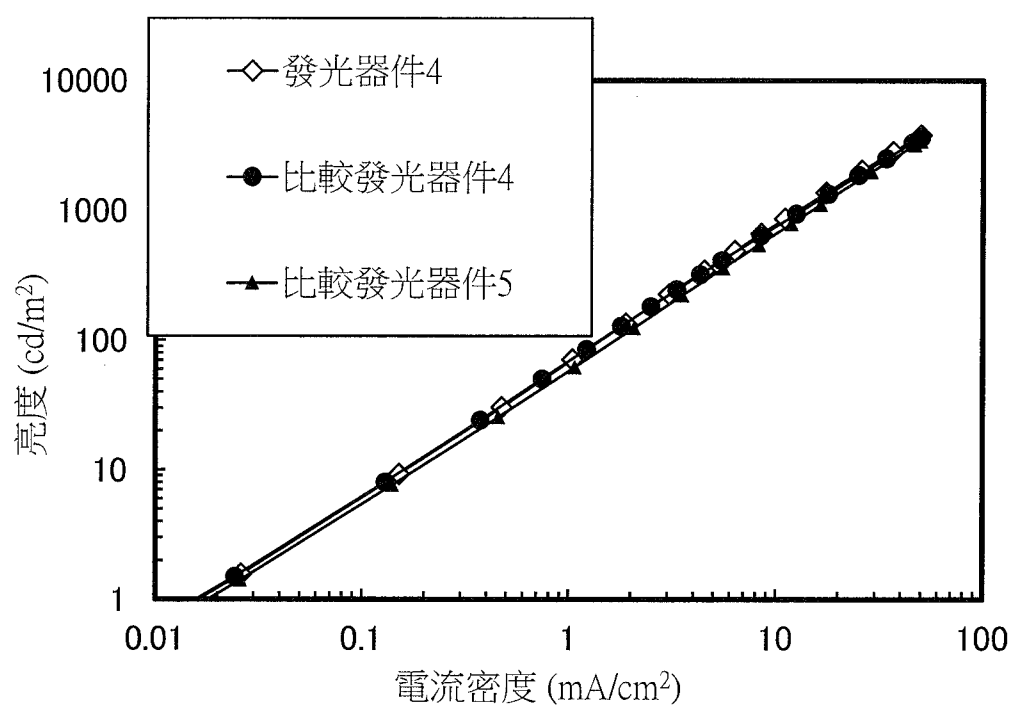
【圖 35】



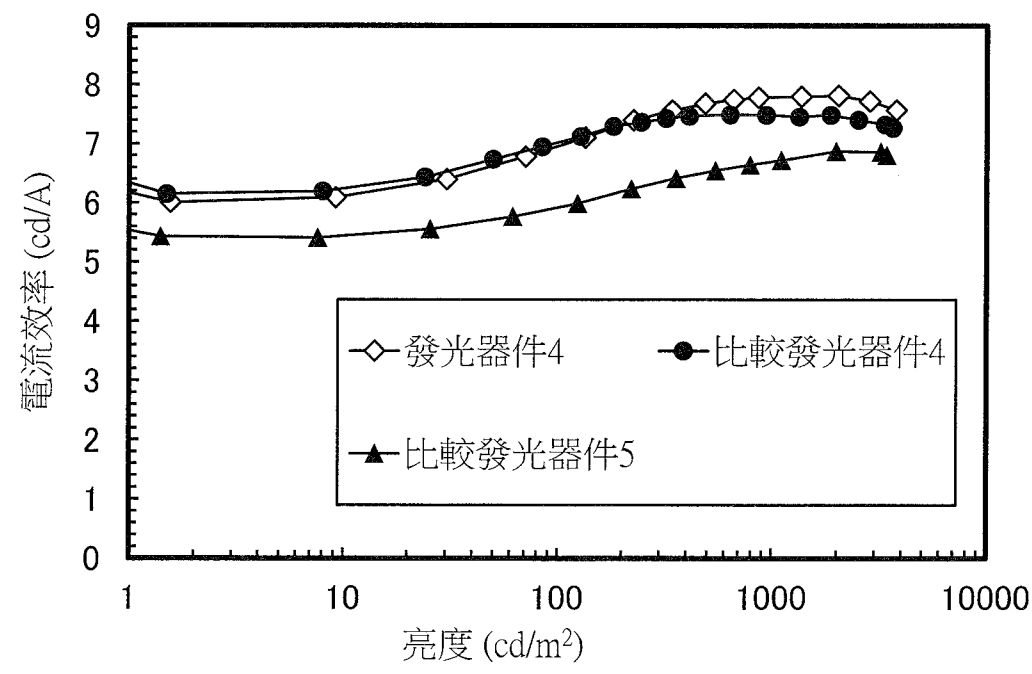
【圖 36】



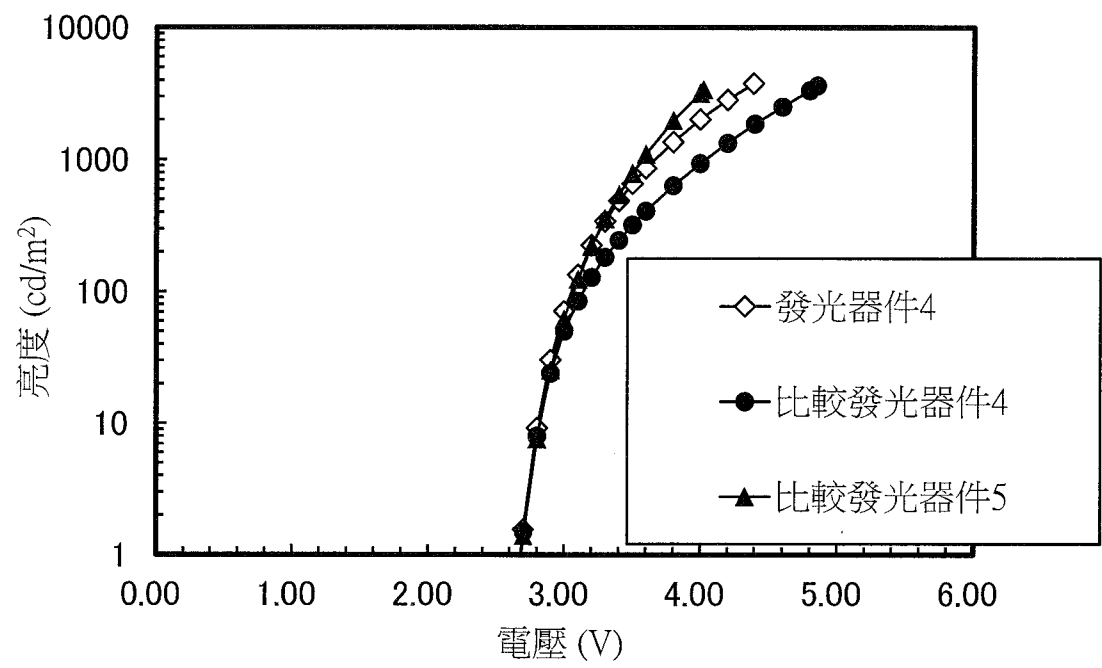
【圖 37】



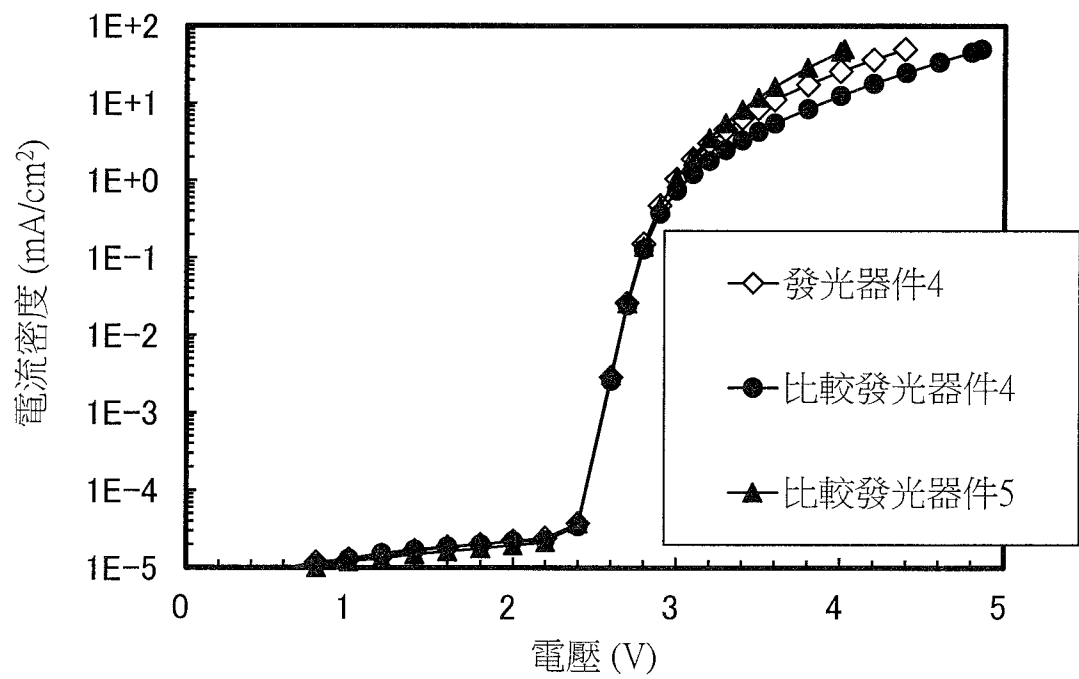
【圖 38】



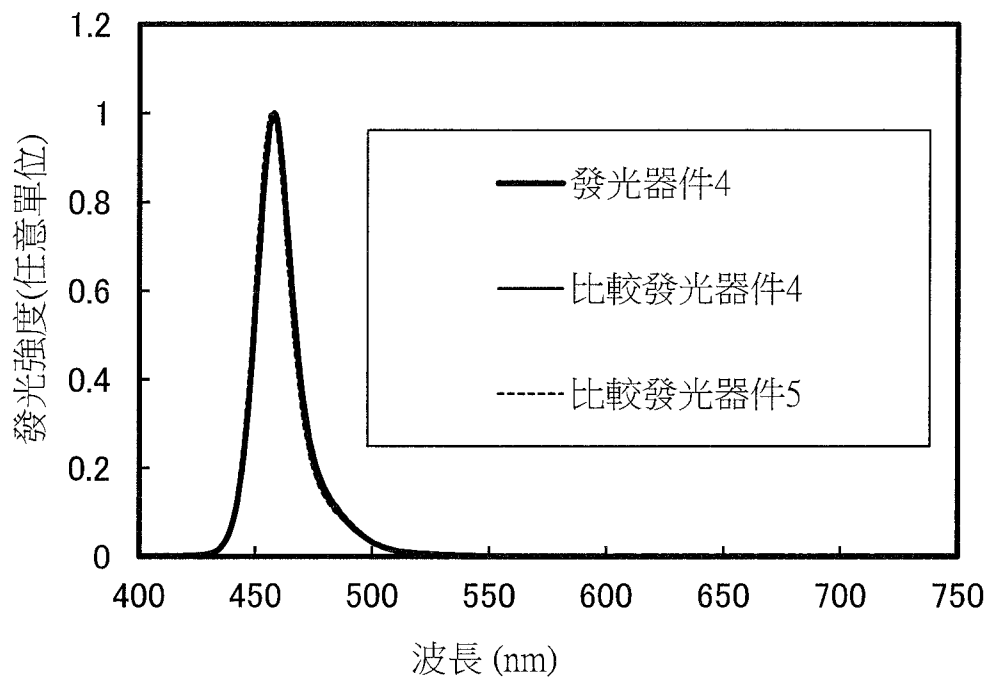
【圖 39】



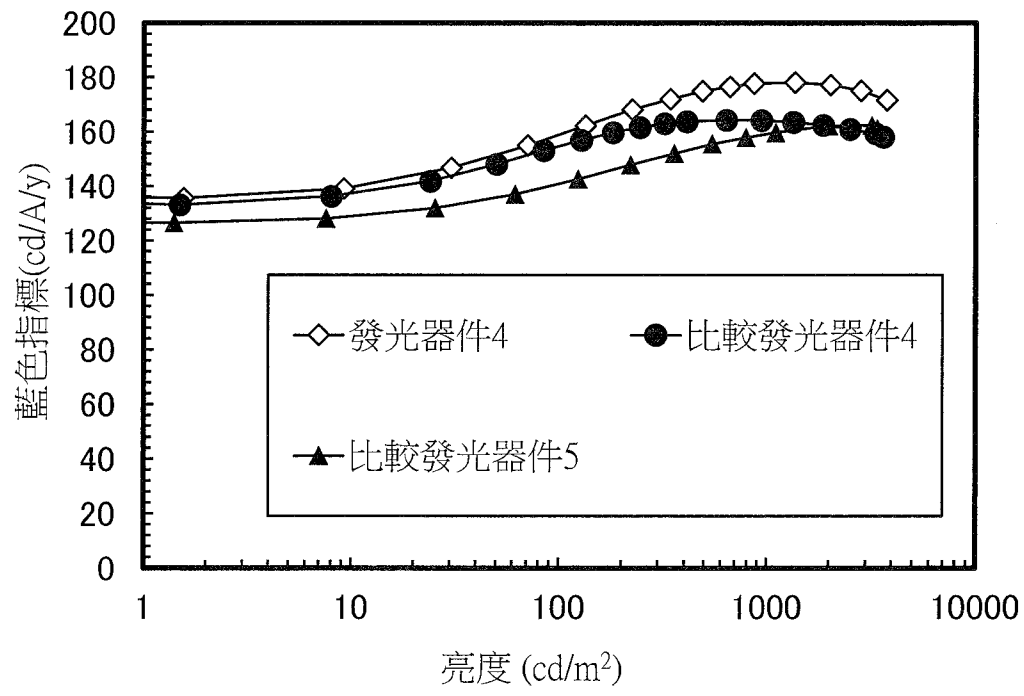
【圖 40】



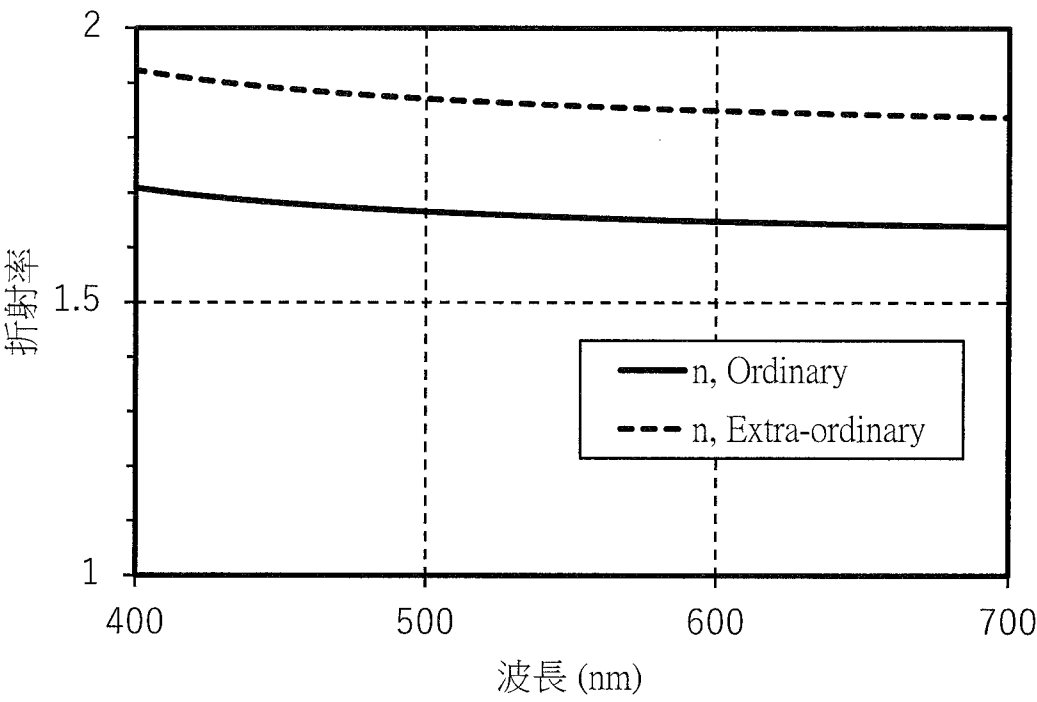
【圖 41】



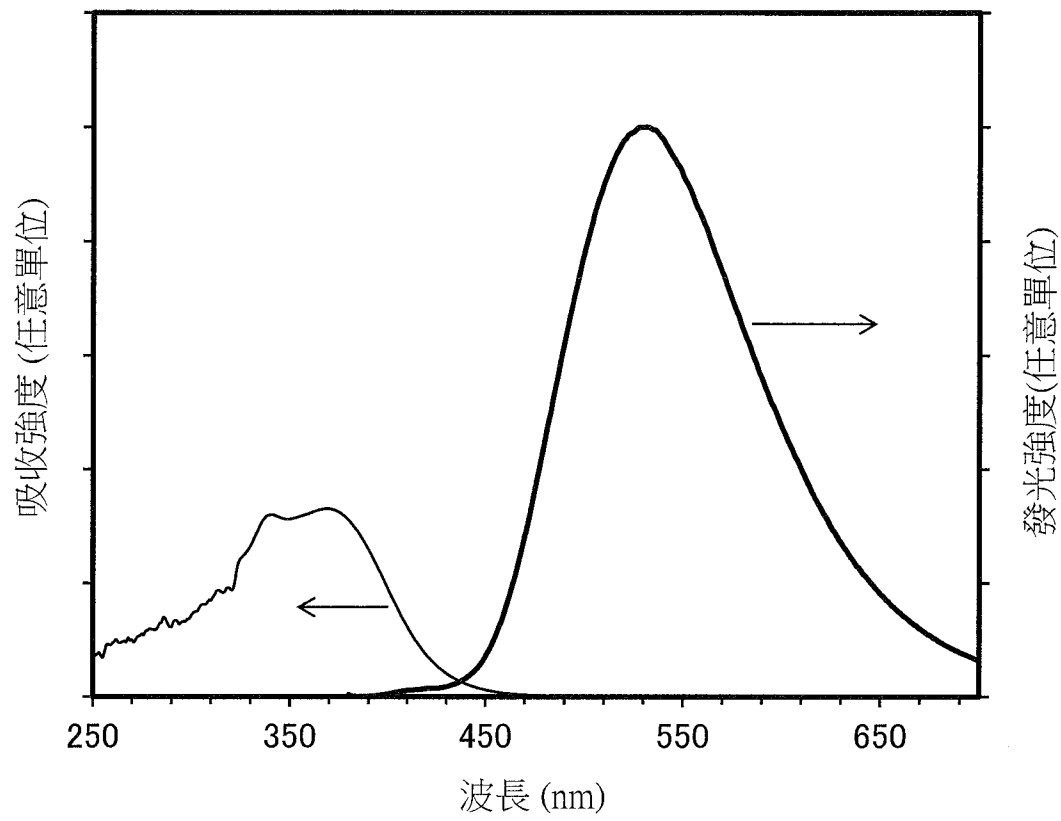
【圖 42】



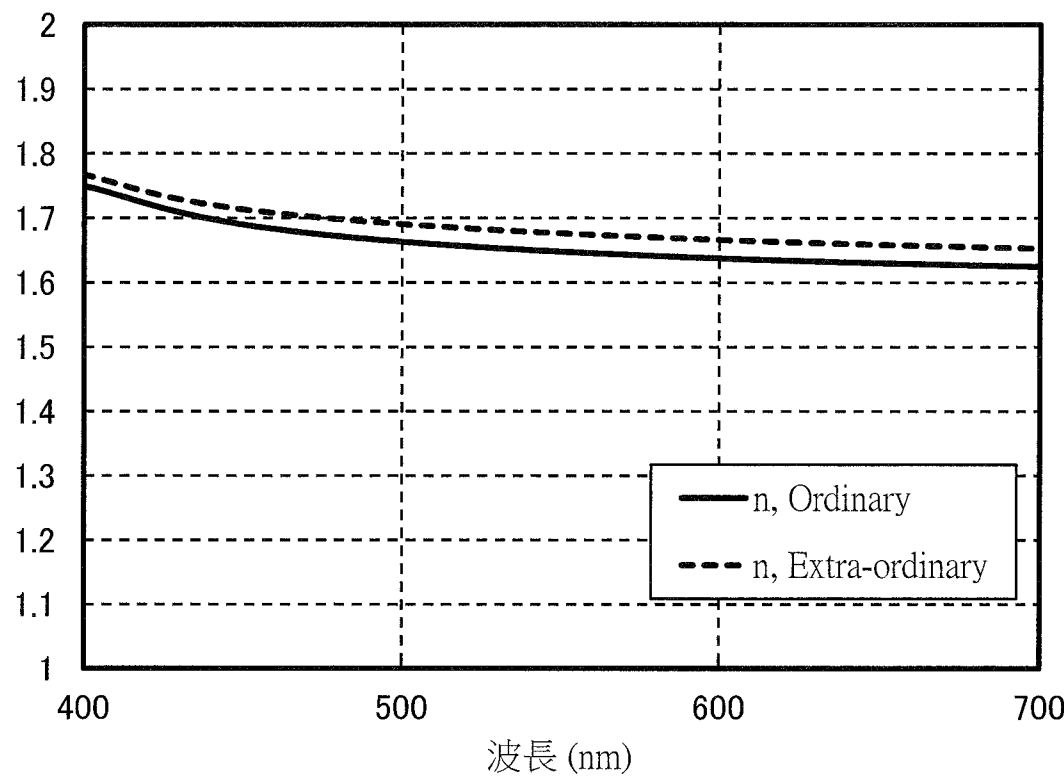
【圖 43】



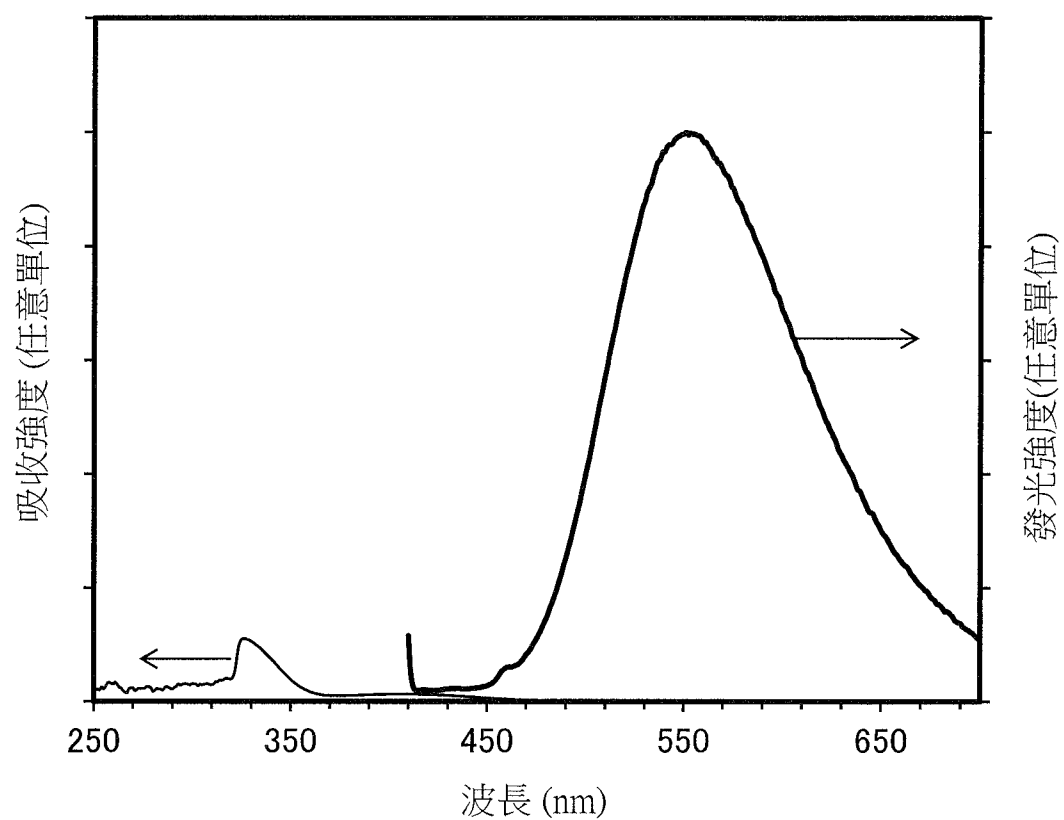
【圖 44】



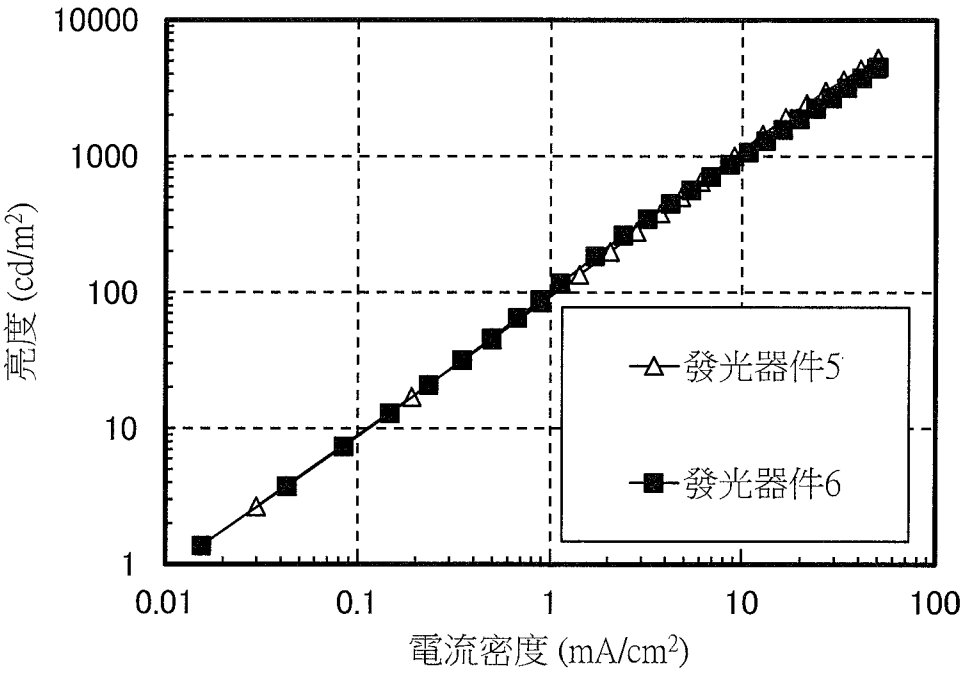
【圖 45】



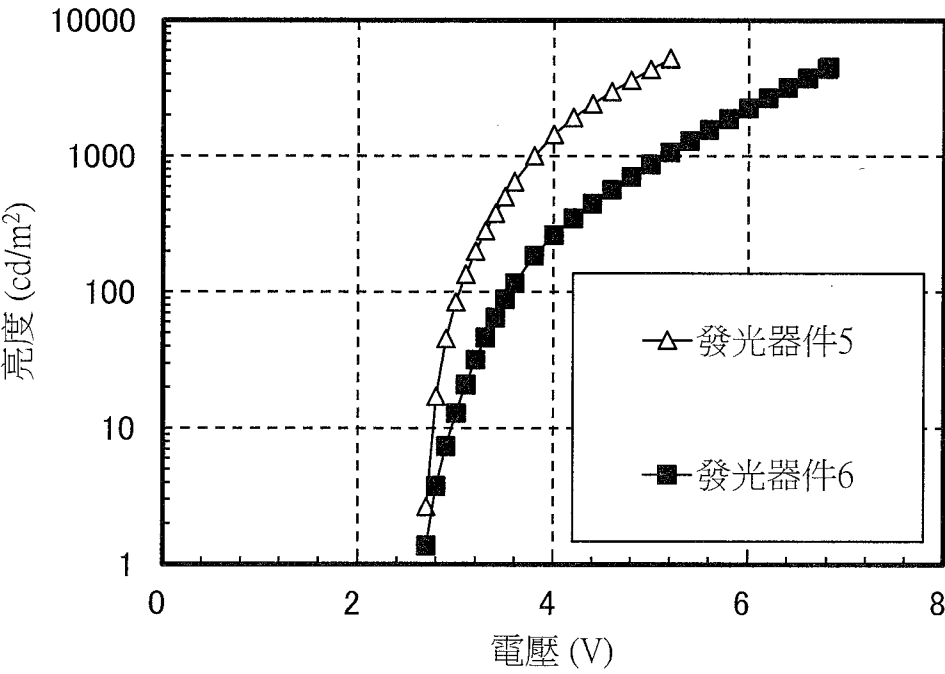
【圖 46】



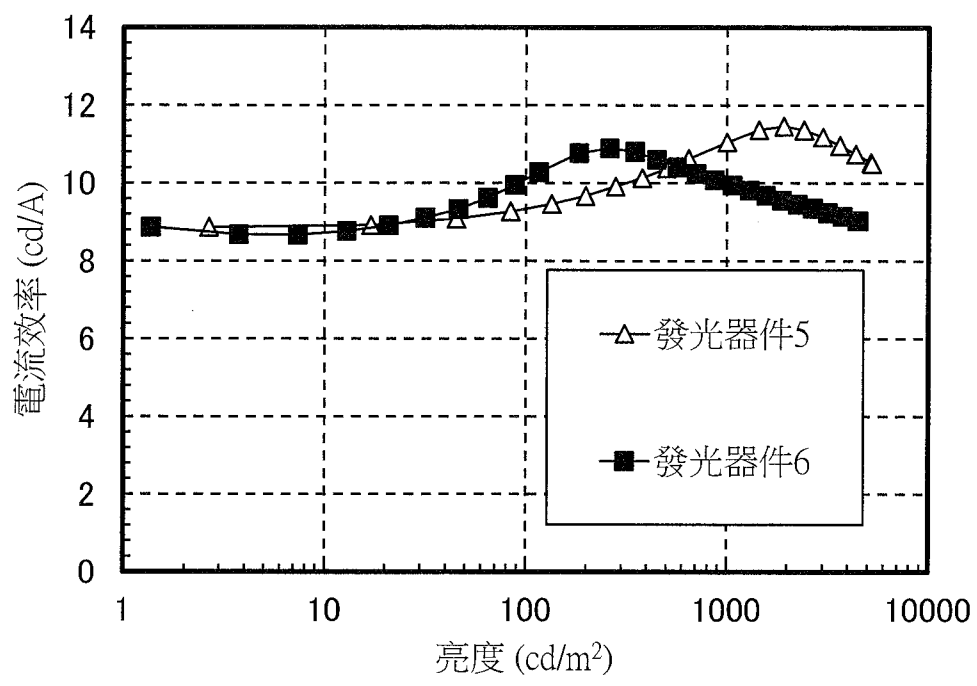
【圖 47】



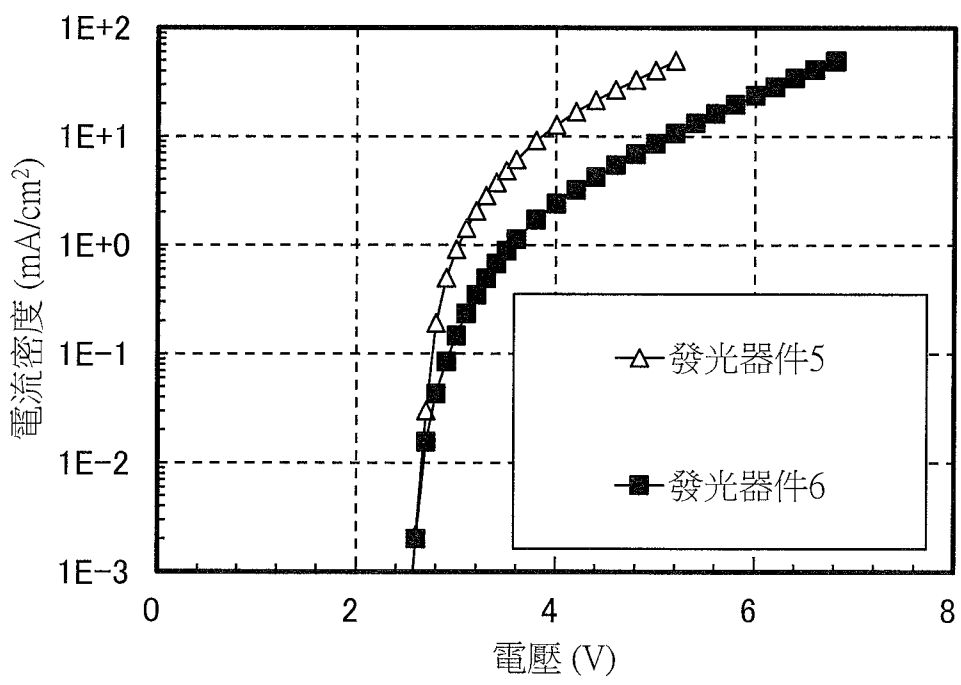
【圖 48】



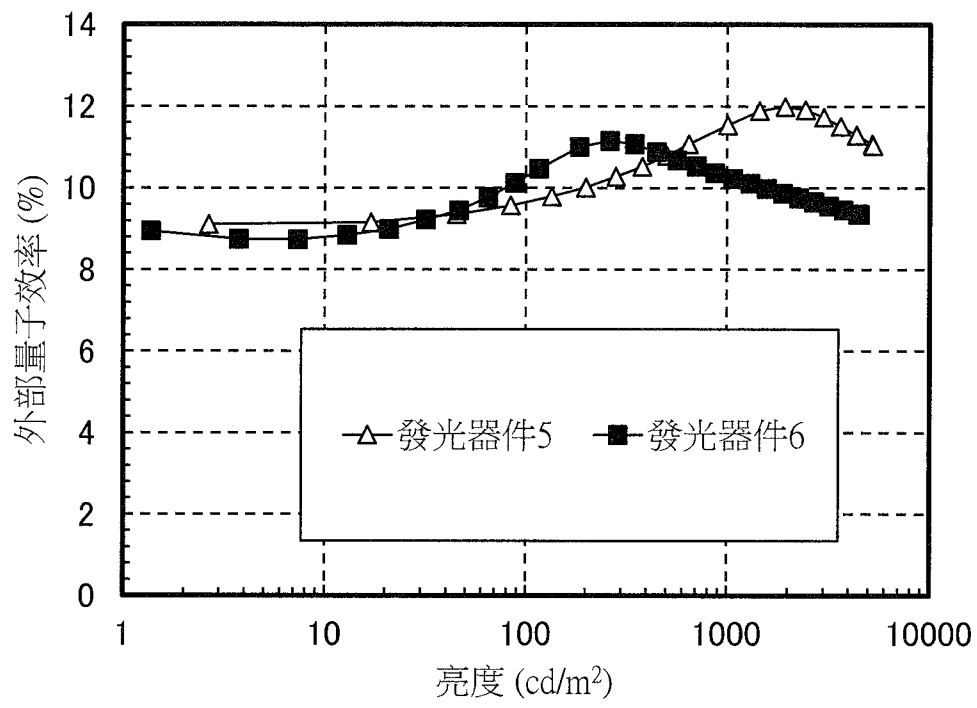
【圖 49】



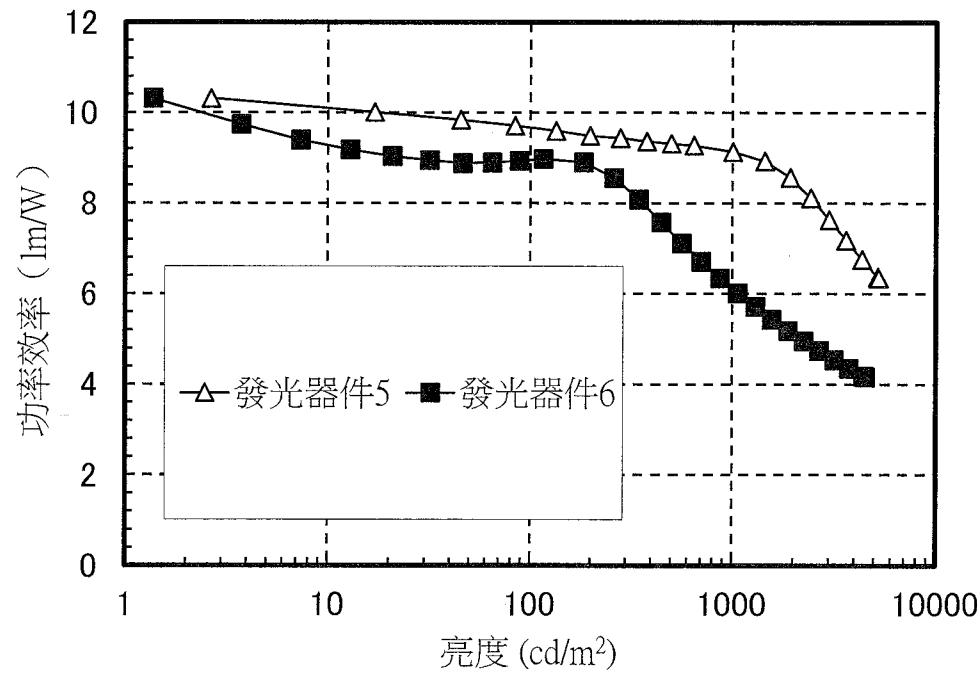
【圖 50】



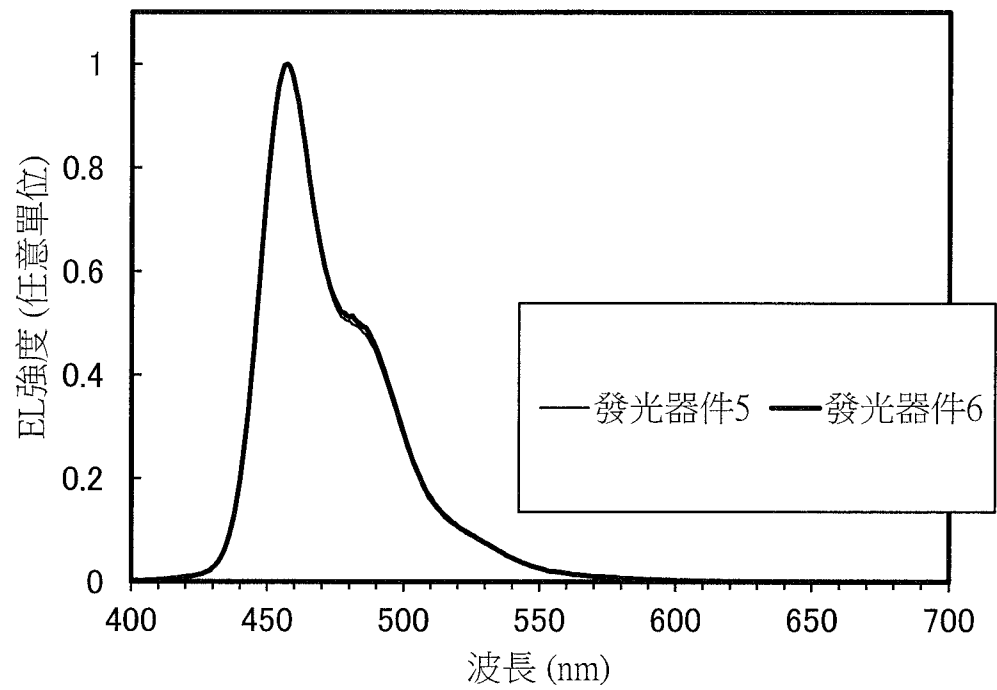
【圖 51】



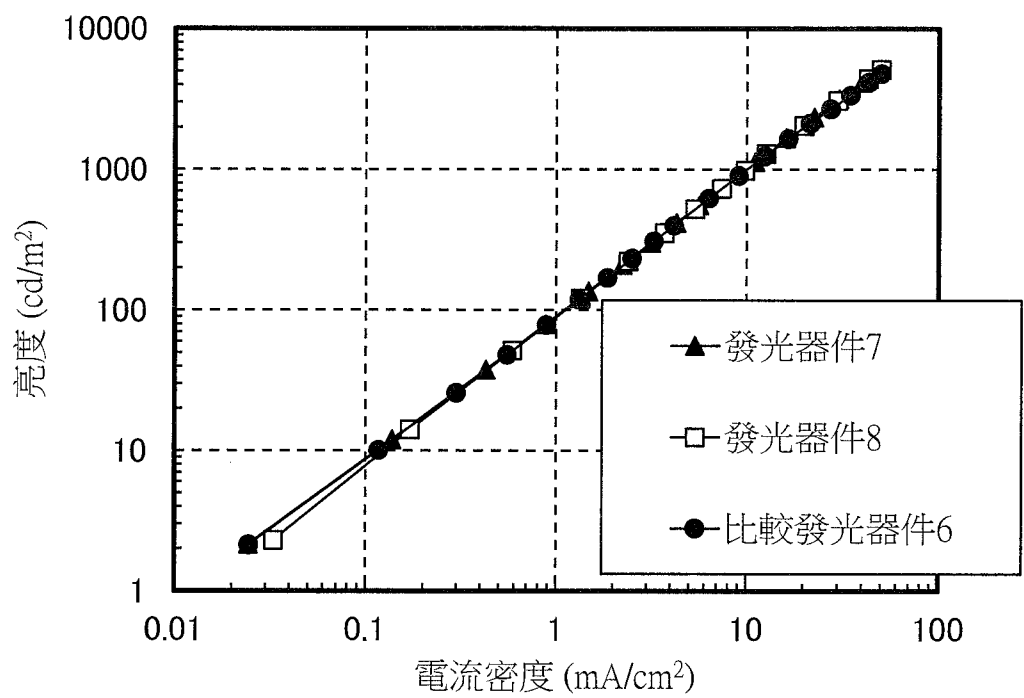
【圖 52】



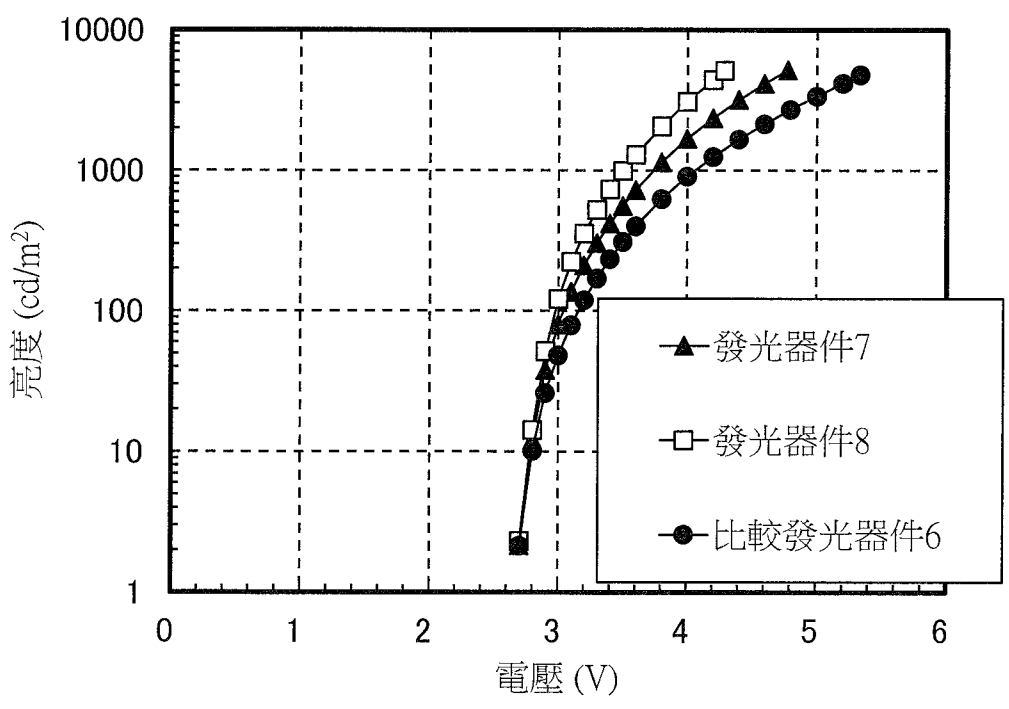
【圖 53】



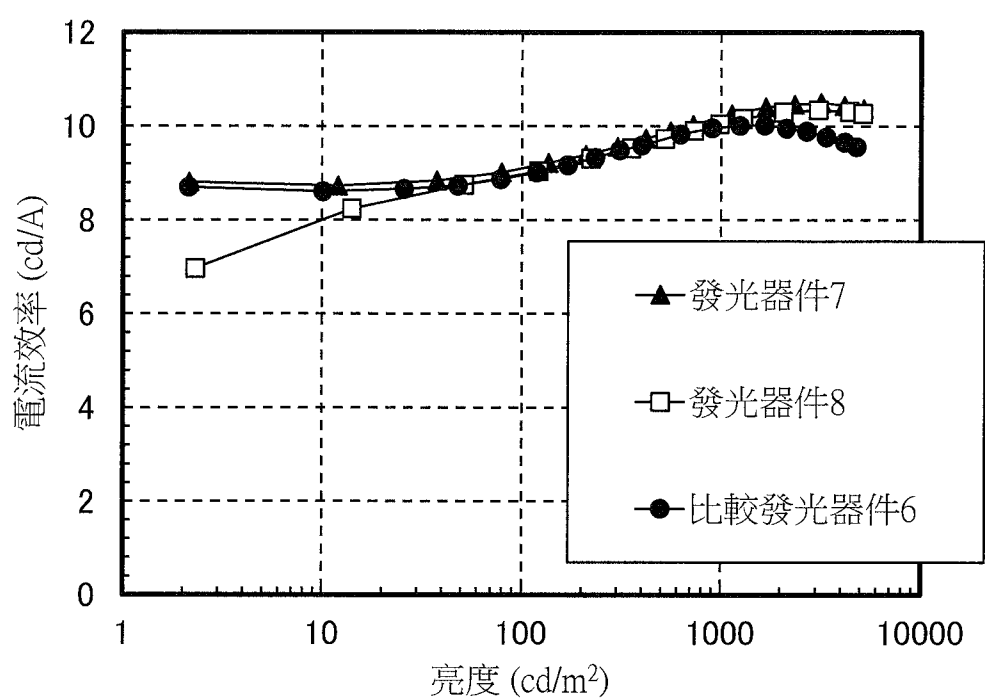
【圖 54】



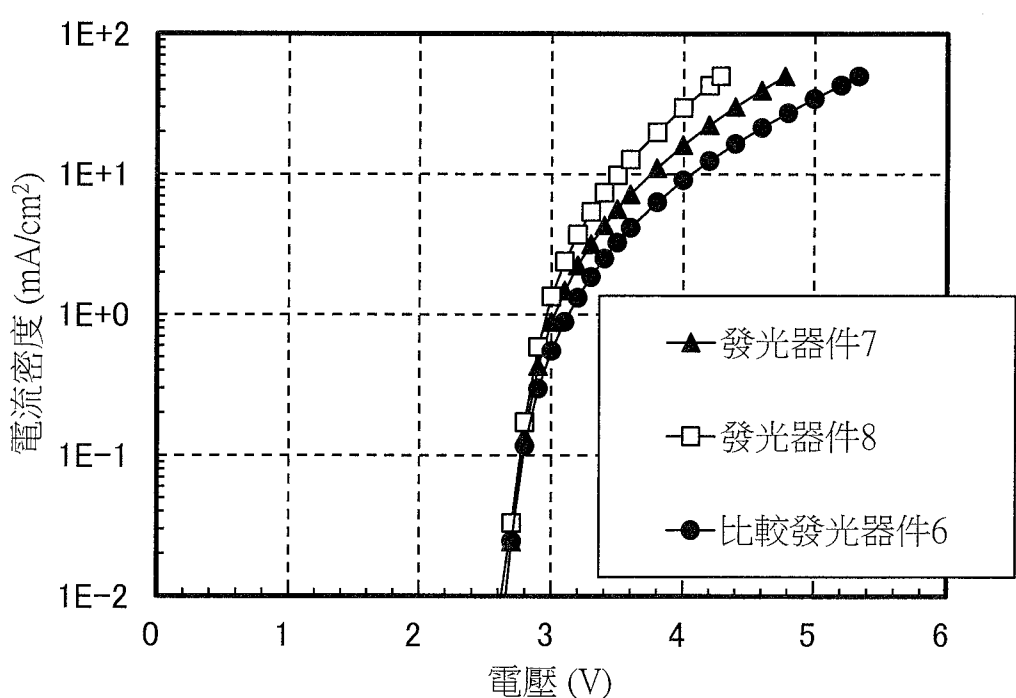
【圖 55】



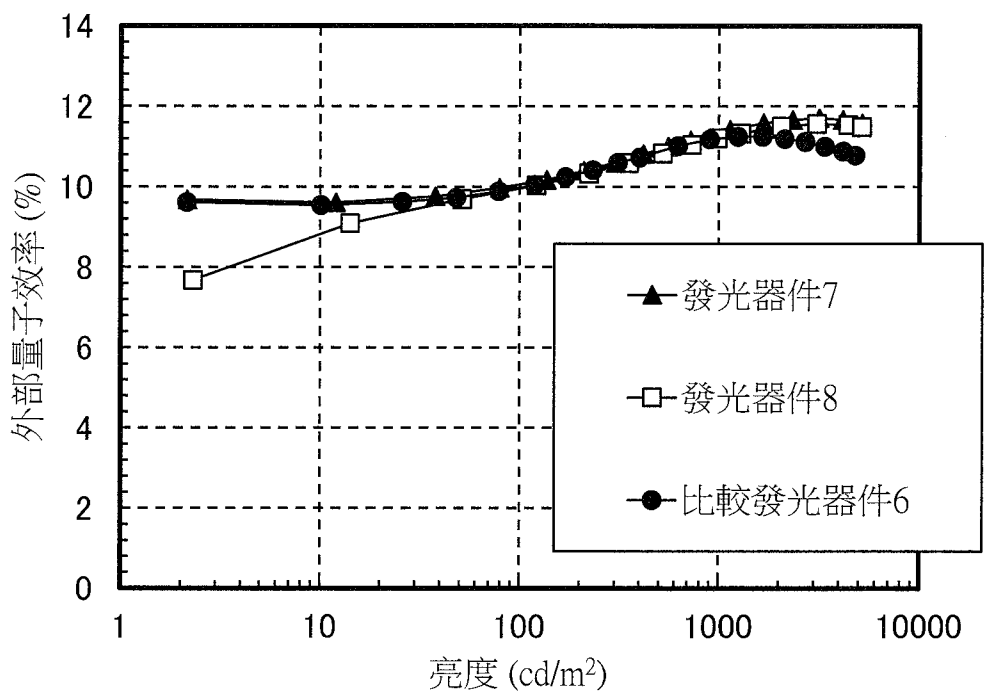
【圖 56】



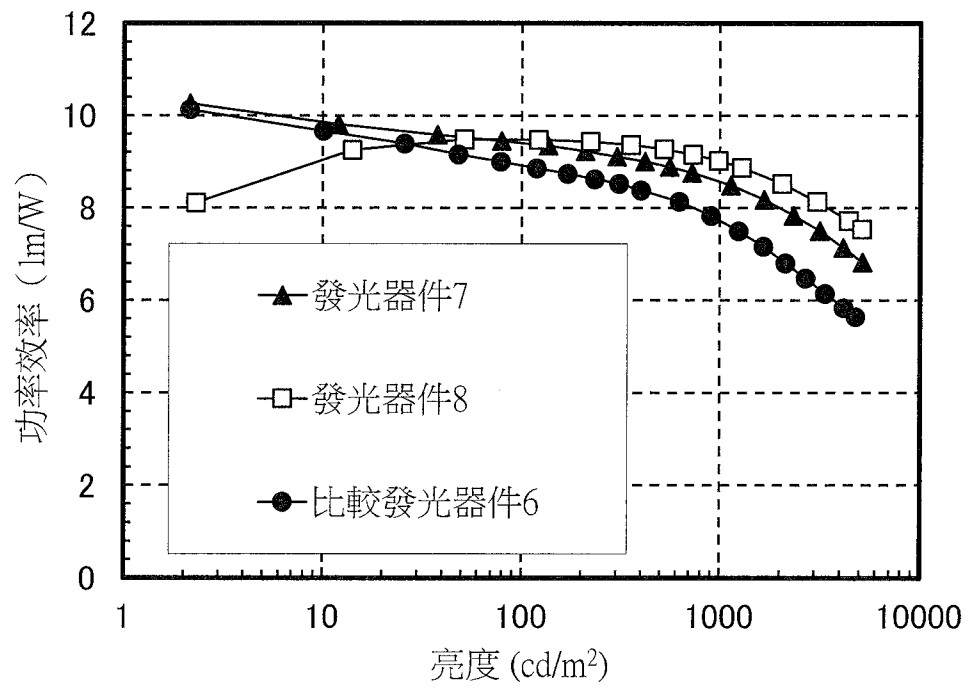
【圖 57】



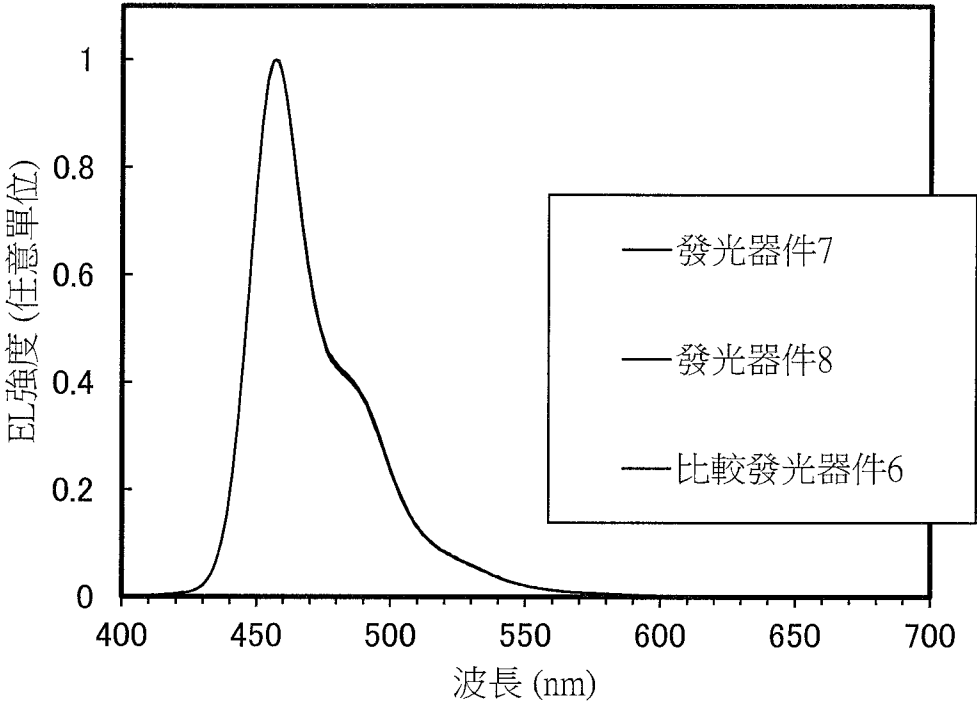
【圖 58】



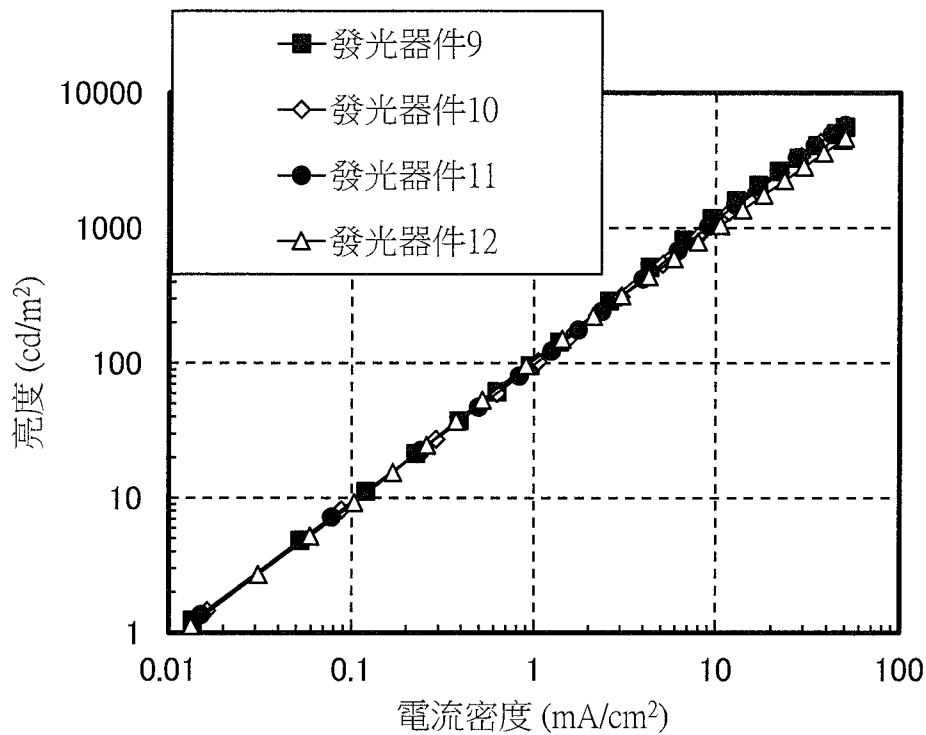
【圖 59】



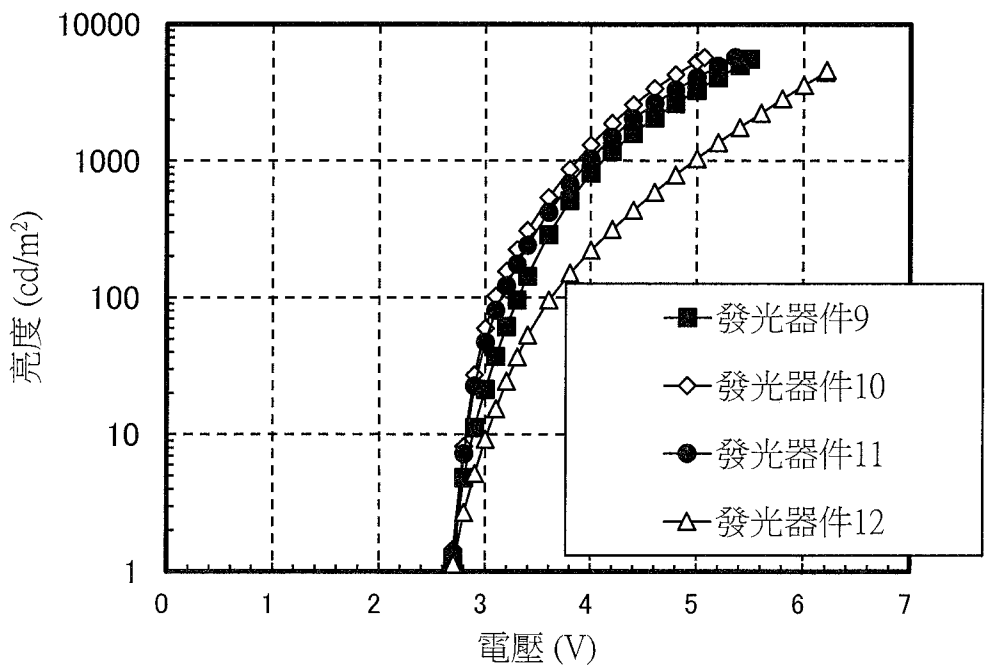
【圖 60】



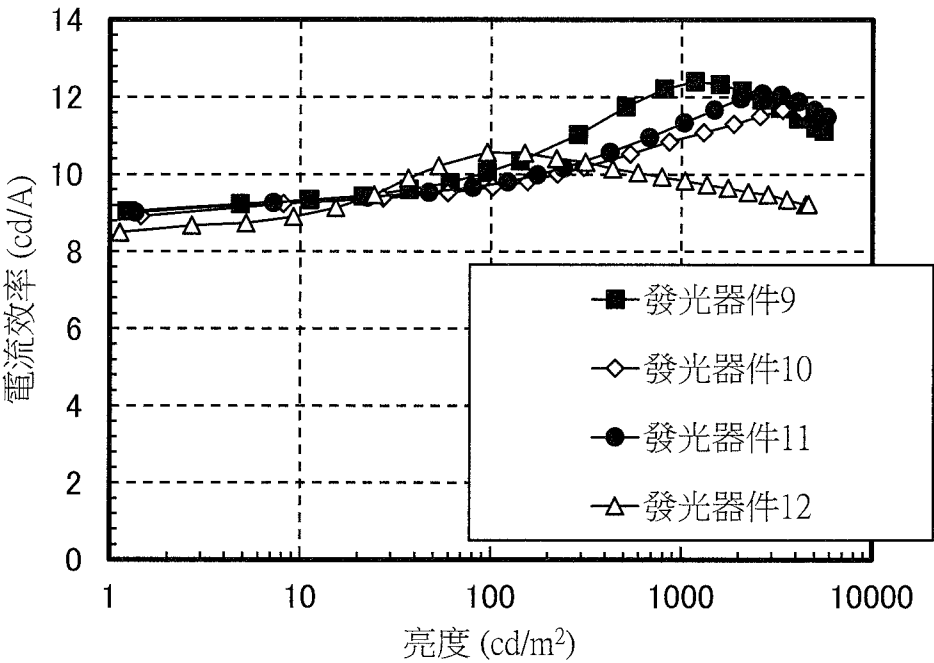
【圖 61】



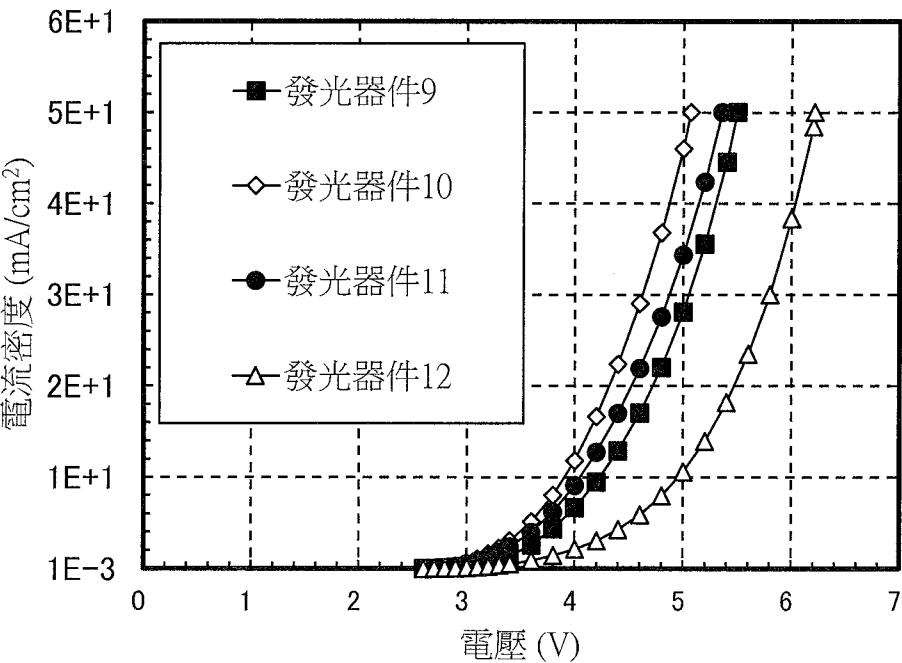
【圖 62】



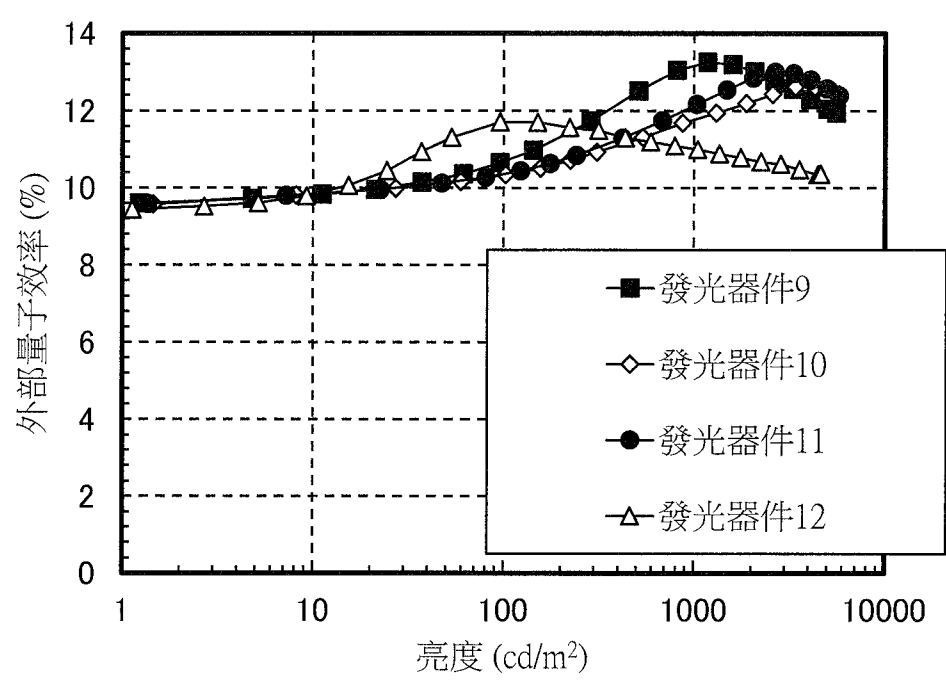
【圖 63】



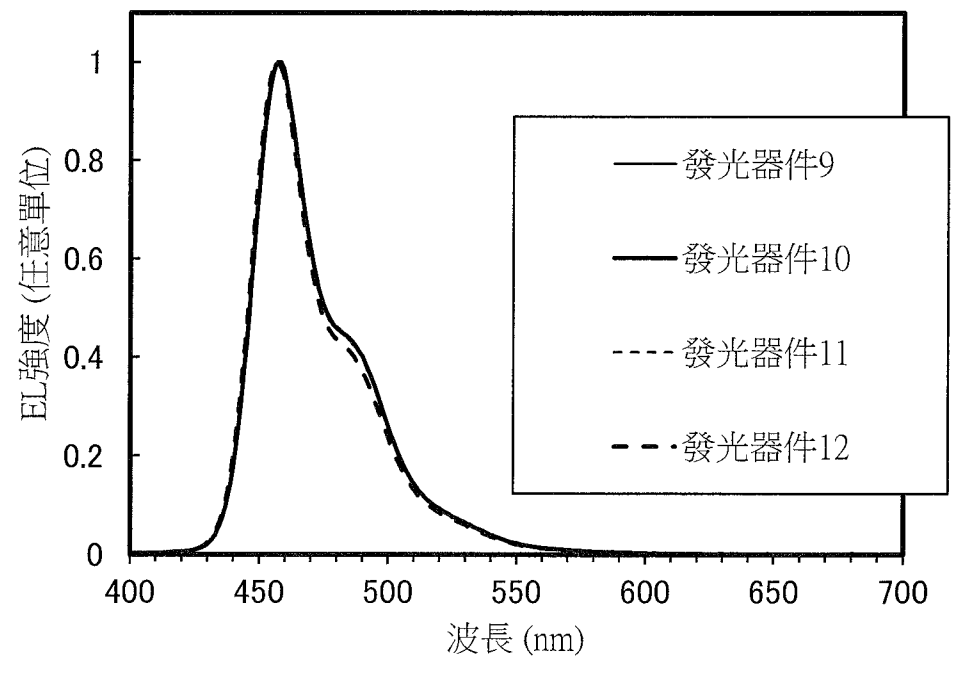
【圖 64】



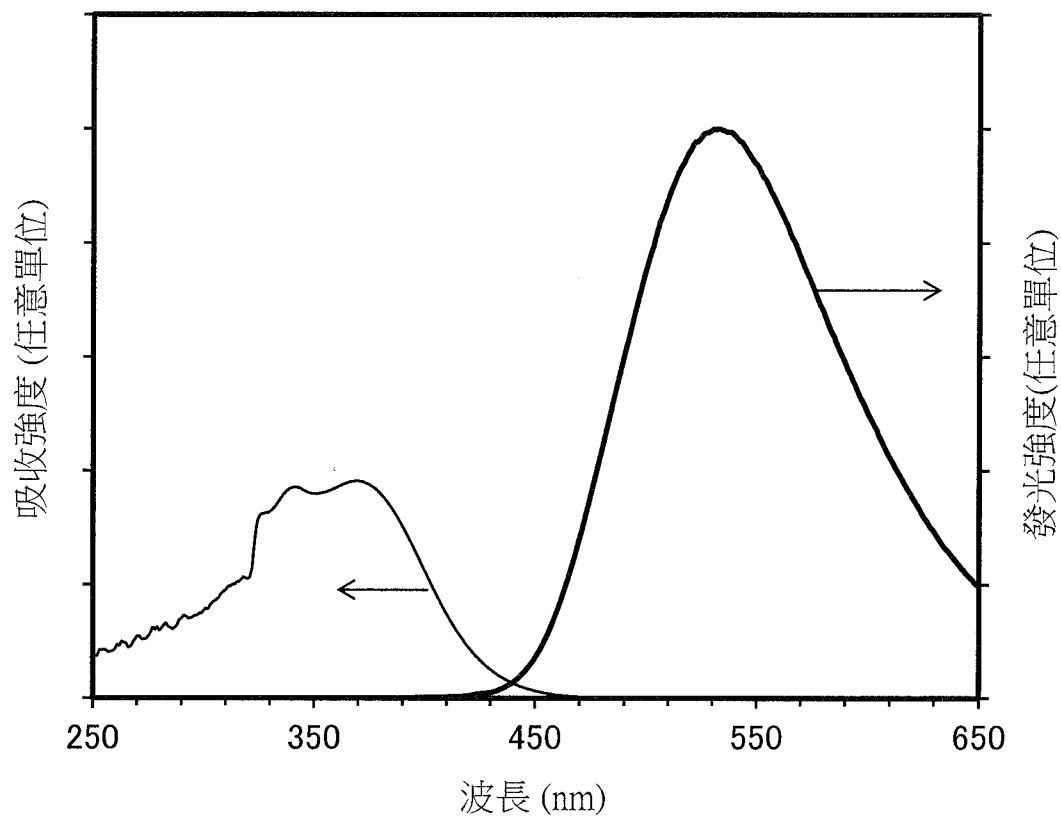
【圖 65】



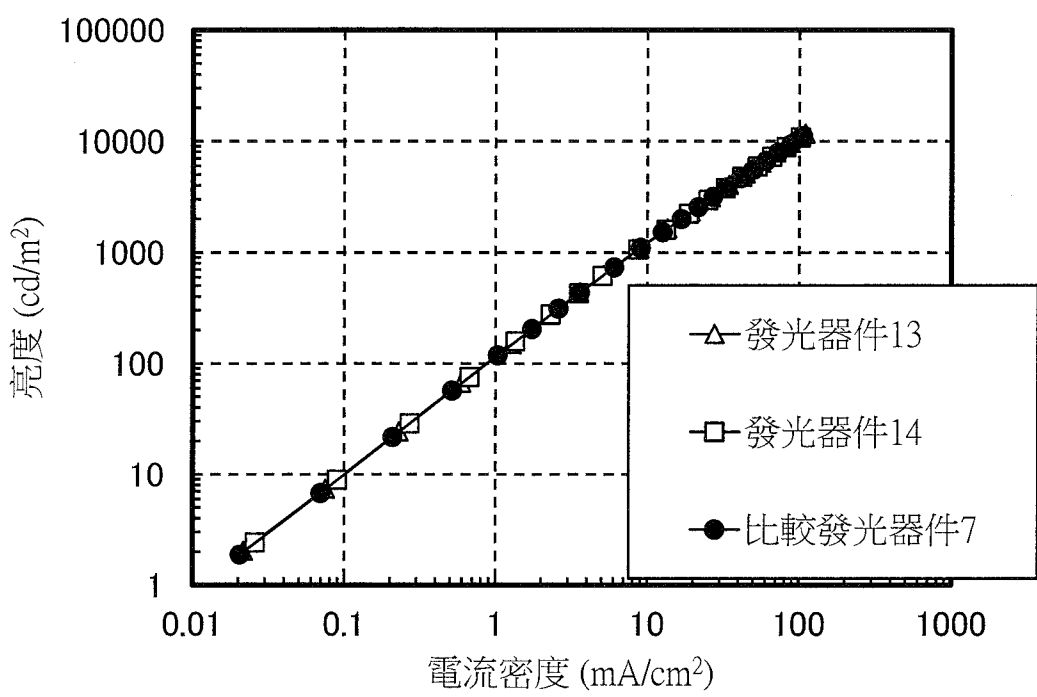
【圖 66】



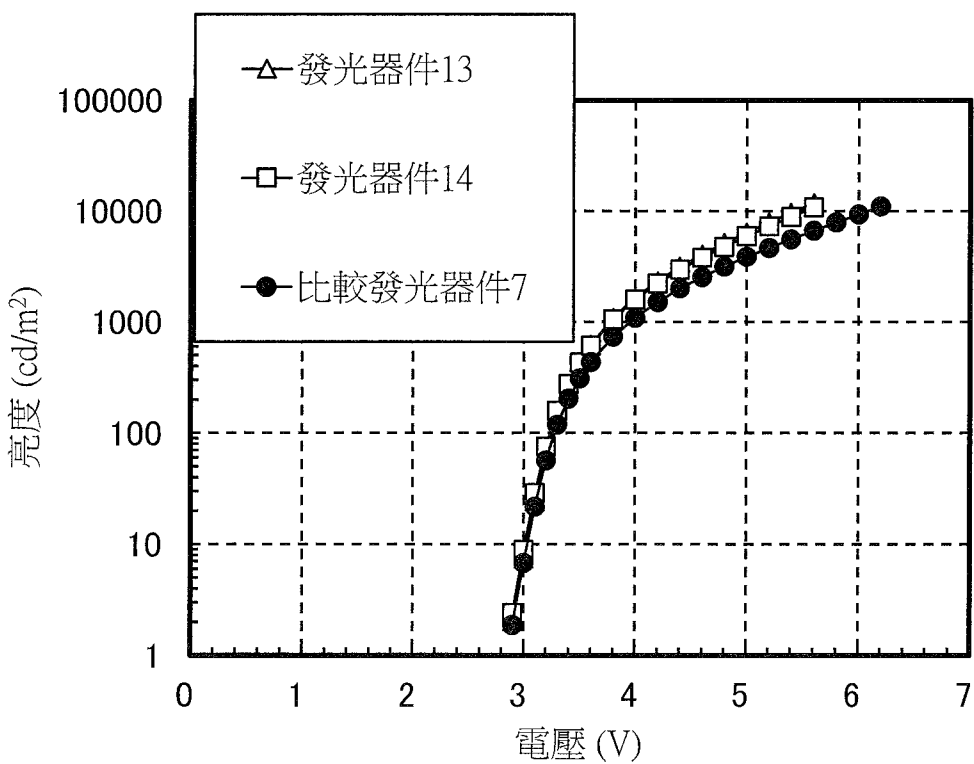
【圖 67】



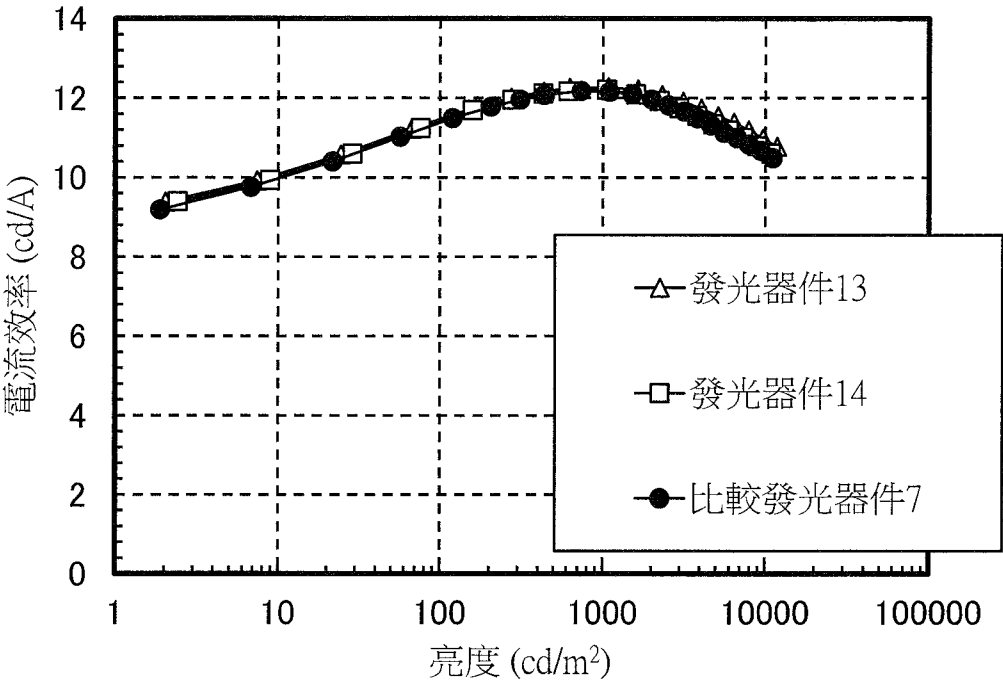
【圖 68】



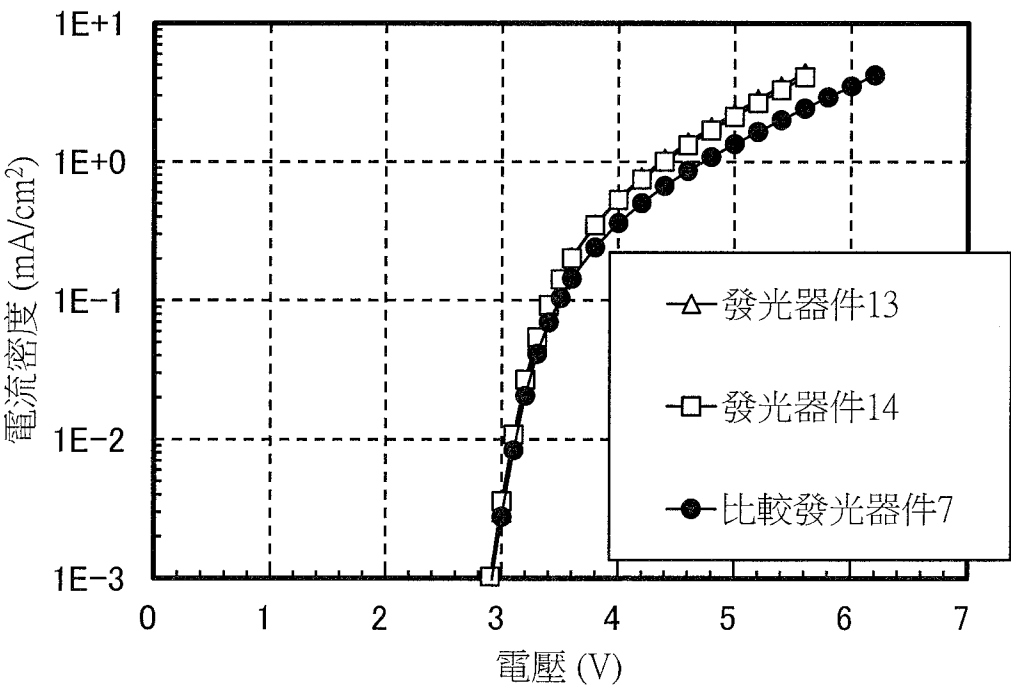
【圖 69】



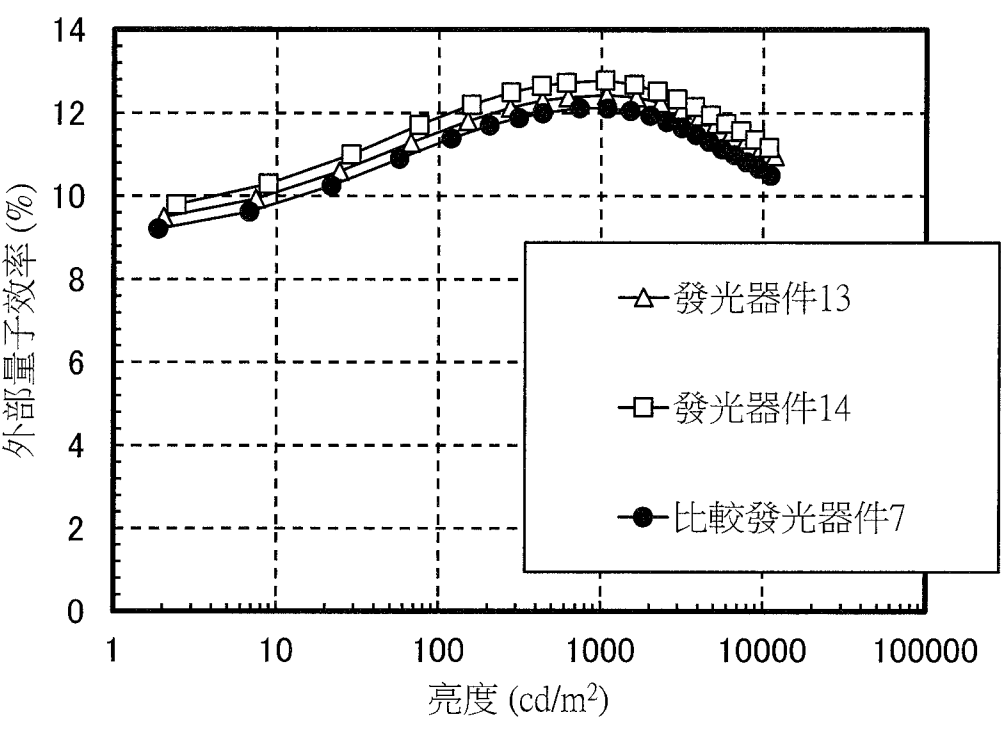
【圖 70】



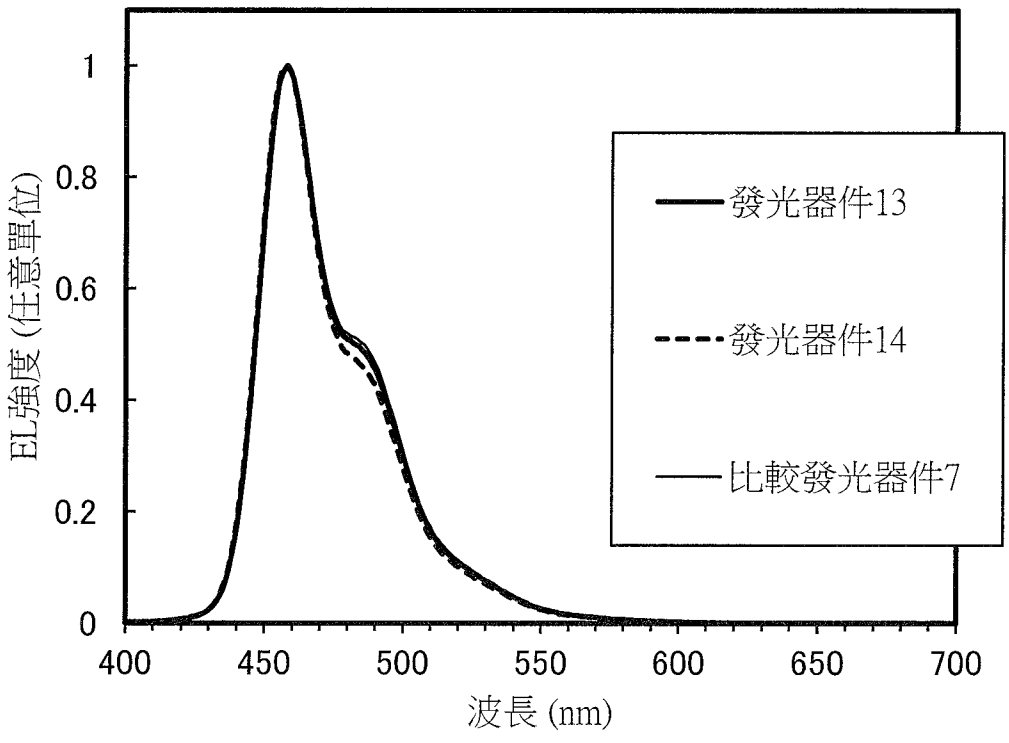
【圖 71】



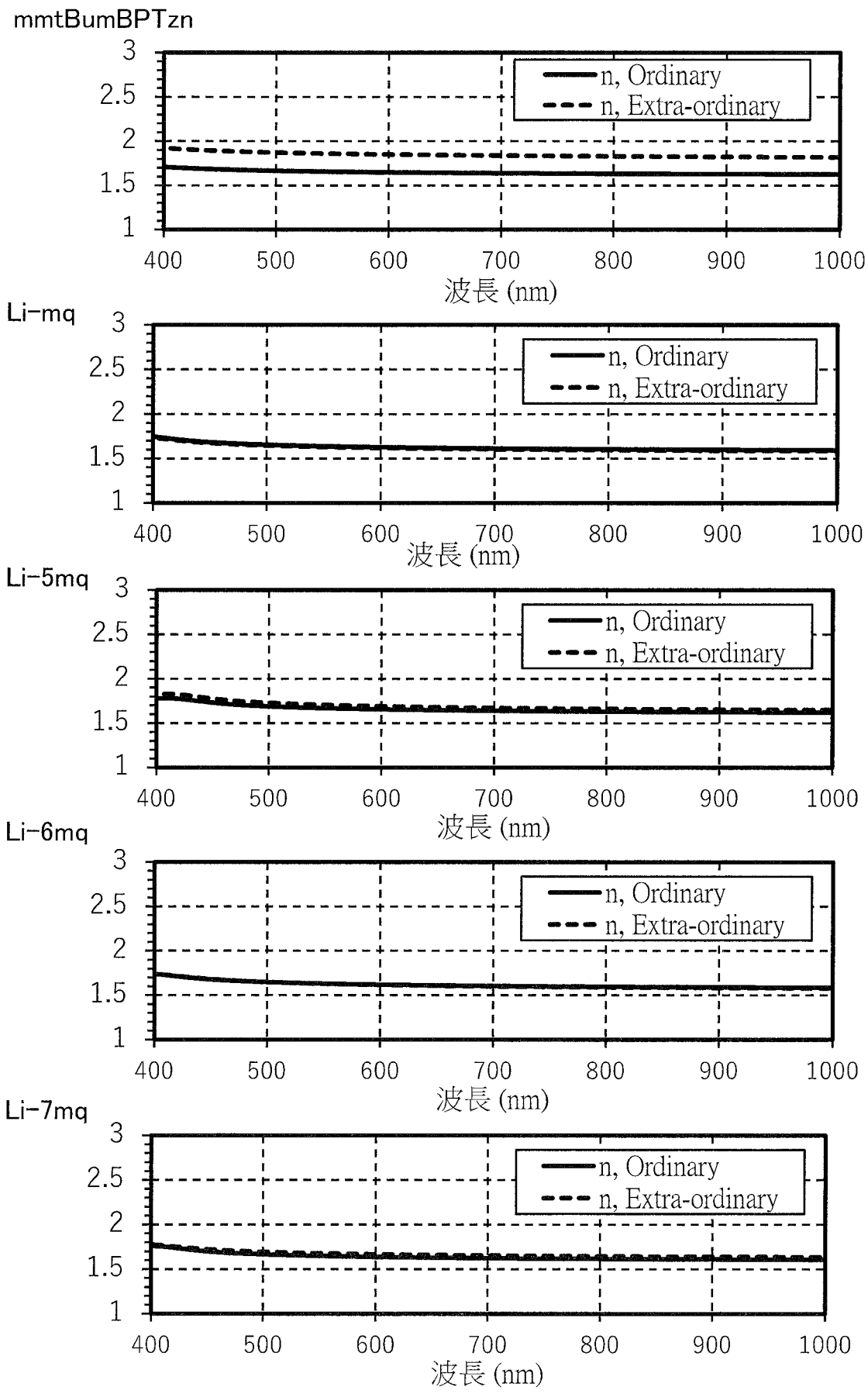
【圖 72】



【圖 73】



【圖 74】



【圖 75】