



(21)申請案號：110128462

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl. : H01L51/00 (2006.01)

C07F15/00 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

(30)優先權：2020/08/11 日本

2020-135814

(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：渡部剛吉 WATABE, TAKEYOSHI (JP)；植田藍莉 UEDA, AIRI (JP)；木戶裕允
KIDO, HIROMITSU (JP)；大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)；瀨尾哲史 SEO,
SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：27 共 163 頁

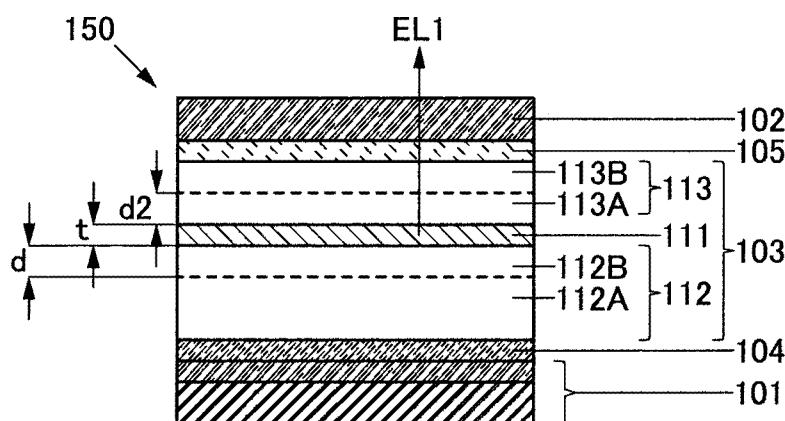
(54)名稱

發光器件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、照明設備

(57)摘要

提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。本發明是一種具有發射光的功能且包括第一電極、第二電極及單元的發光器件，光在波長(拉姆達)處具有最大峰，第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域。單元包括第一層、第二層及第三層，第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料。第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。第四層包含第一有機化合物，第一有機化合物對於具有波長(拉姆達)的光具有第一折射率，第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物，第二有機化合物對於具有波長(拉姆達)的光具有第二折射率，第二折射率小於第一折射率。

指定代表圖：



【圖 1A】

符號簡單說明：

101:電極

102:電極

103:單元

104:層

105:層

111:層

112:層

112A:層

112B:層

113:層

113A:層

113B:層
150:發光器件

【發明摘要】

【中文發明名稱】

發光器件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、照明設備

【中文】

提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。本發明是一種具有發射光的功能且包括第一電極、第二電極及單元的發光器件，光在波長(拉姆達)處具有最大峰，第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域。單元包括第一層、第二層及第三層，第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料。第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。第四層包含第一有機化合物，第一有機化合物對於具有波長(拉姆達)的光具有第一折射率，第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物，第二有機化合物對於具有波長(拉姆達)的光具有第二折射率，第二折射率小於第一折射率。

【指定代表圖】圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

101:電極

102:電極

103:單元

104:層

105:層

111:層

112:層

112A:層

112B:層

113:層

113A:層

113B:層

150:發光器件

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

發光器件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置、照明設備

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種發光器件、發光裝置、顯示裝置、電子裝置或照明設備。

【0002】注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的一個實施方式的技術領域係關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明的一個實施方式係關於一種製程(process)、機器(machine)、產品(manufacture)或者組合物(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例子可以舉出半導體裝置、顯示裝置、發光裝置、蓄電裝置、記憶體裝置、這些裝置的驅動方法或者這些裝置的製造方法。

【先前技術】

【0003】近年來，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)。藉由對該元件施加電壓，注入載子(電洞及電子)，利用該載子的

再結合能量，可以獲得來自發光材料的發光。

【0004】因為這種發光器件是自發光型發光器件，所以當用於顯示器的像素時比起液晶有可見度更高、不需要背光源等優勢。因此，該發光器件適合於平板顯示器元件。另外，使用這種發光器件的顯示器可以被製造成薄且輕，這也是極大的優點。再者，非常高速的回應也是該發光器件的特徵之一。

【0005】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。

【0006】如上所述，可以將使用發光器件的顯示器或照明設備適合用於各種各樣的電子裝置，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。

【0007】提取效率低是有機EL元件的常見問題之一。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元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，參照專利文獻1)。

【0008】與具有現有結構的發光器件相比，具有該結構的發光器件可以具有更高的光提取效率及外部量子效率，但是很難在不對其他發光器件的重要特性造成不良影響的情況下將這種低折射率的層形成在EL層內部。因為，

低折射率與高載子傳輸性或用於發光器件時的可靠性具有權衡關係。這是因為有機化合物中的載子傳輸性或可靠性大多來源於不飽和鍵的存在而具有很多不飽和鍵的有機化合物傾向於具有高折射率。

【0009】

[專利文獻1]美國申請專利公開第2020/0176692號說明書

【發明內容】

【0010】本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光裝置。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎顯示裝置。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎電子裝置。此外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎照明設備。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一種新穎發光器件、新穎發光裝置、新穎顯示裝置、新穎電子裝置或新穎照明設備。

【0011】注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。注意，本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述目的。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中

可明顯看出上述目的以外的目的，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生上述目的以外的目的。

【0012】(1)本發明的一個實施方式是一種發光器件，具有發射光功能且包括第一電極、第二電極及單元，其中，該光具有第一光譜 $\phi 1$ ，第一光譜 $\phi 1$ 在波長 λ 處具有最大峰。

【0013】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0014】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料。

【0015】第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0016】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda 1\text{nm}$ 的光具有第一折射率 $n1$ 。

【0017】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物CTM2。第二有機化合物CTM2對於具有波長 λ 的光具有第二折射率 $n2$ ，第二折射率 $n2$ 為1.4以上且1.75以下。

【0018】(2)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，具有發射光功能且包括第一電極、第二電極及單元，其中，該光具有第一光譜 $\phi 1$ ，第一光譜 $\phi 1$ 在波長 $\lambda 1\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0019】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元

具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0020】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料。

【0021】第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0022】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda_1\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 。

【0023】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物CTM2，第二有機化合物CTM2對於具有波長 $\lambda_1\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 。另外，第二折射率 n_2 小於第一折射率 n_1 。

【0024】(3)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，其中第一折射率 n_1 與第二折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【0025】(4)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，包括第一電極、第二電極及單元。

【0026】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0027】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料，第一層發射光致發光。該光致發光具有第二光譜 ϕ_2 ，第二光譜 ϕ_2 在波長 $\lambda_2\text{nm}$ 處具有最大

峰。

【0028】第二層具有夾在第一電極與第一層間的區域，第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0029】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 。

【0030】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物CTM2。第二有機化合物CTM2對於具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 ，並且，第二折射率 n_2 為1.4以上且1.75以下。

【0031】(5)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，包括第一電極、第二電極及單元。

【0032】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0033】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料，第一層發射光致發光。該光致發光具有第二光譜 ϕ_2 ，第二光譜 ϕ_2 在波長 $\lambda_2\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0034】第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0035】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第一折射率

n_1 。

【0036】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物CTM2，第二有機化合物CTM2對於具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 。第二折射率 n_2 小於第一折射率 n_1 。

【0037】(6)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第一折射率 n_1 與第二折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【0038】(7)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，包括第一電極、第二電極及單元。

【0039】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0040】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料，發光性材料發射光致發光。該光致發光具有第三光譜 ϕ_3 ，第三光譜 ϕ_3 在波長 $\lambda_3\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0041】第二層具有夾在第一電極與第一層間的區域，第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0042】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 。

【0043】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機

化合物CTM2，第二有機化合物CTM2對於具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 ，第二折射率 n_2 為1.4以上且1.75以下。

【0044】(8)另外，本發明的一個實施方式是一種發光器件，包括第一電極、第二電極及單元。

【0045】第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域，單元包括第一層、第二層及第三層。

【0046】第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料，發光性材料發射光致發光。該光致發光具有第三光譜 ϕ_3 ，第三光譜 ϕ_3 在波長 $\lambda_3\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0047】第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。

【0048】第四層包含第一有機化合物CTM1，第一有機化合物CTM1對於具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 。

【0049】第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物CTM2，第二有機化合物CTM2對於具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 。另外，第二折射率 n_2 小於第一折射率 n_1 。

【0050】(9)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第一折射率 n_1 與第二折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【0051】由此，可以使第四層的折射率及第五層的折射率不同。另外，可以利用折射率的不同反射光。另外，可以使用所反射的光加強從第一層發射的光。另外，可以提高從發光器件提取光的效率。另外，可以提高發光器件的發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0052】(10)另外，本發明的一個實施方式是一種上述發光器件，其中第四層在與第一層間具有距離 d ，並且距離 d 為 20nm 以上且 120nm 以下。

【0053】(11)另外，本發明的一個實施方式是一種上述發光器件，其中第四層在與第一層間具有距離 d ，第一層具有厚度 t ，並且距離 d 位於以利用厚度 t 、波長 $\lambda_1\text{nm}$ 、第二折射率 n_2 的下述數學式(1)表示的範圍內。

【0054】

[數學式 1]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \leq \left(d + \frac{t}{2}\right) \times n_2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0055】由此，可以使第四層的折射率及第五層的折射率不同。另外，可以利用折射率的不同反射光。另外，可以將所反射的光的相位成為與從第一層發射的光相互加強的相位。另外，可以在單元內部形成微諧振器結構的一部分。另外，可以提高發光顏色的彩度。另外，可以提高從發光器件提取光的效率。另外，可以提高發光器件的發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0056】(12)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第五層與第一層接觸，並且第五層具有抑制從第一層向第四層的載子的移動。

【0057】(13)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第二有機化合物CTM2具有電洞傳輸性。

【0058】第二有機化合物CTM2具有第一最低未占分子軌域能階(簡稱：LUMO能階)，第一層包含主體材料，主體材料具有第二LUMO能階，並且第二LUMO能階低於第一LUMO能階。

【0059】(14)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第二有機化合物CTM2為胺化合物。

【0060】(15)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第一有機化合物CTM1為胺化合物。

【0061】(16)另外，本發明的一個實施方式是上述發光器件，其中第二有機化合物CTM2為單胺化合物。

【0062】該單胺化合物包含一組芳香基及氮原子，一組芳香基包含第一芳香基、第二芳香基及第三芳香基。

【0063】氮原子與第一芳香基、第二芳香基及第三芳香基鍵合，一組芳香基具有取代基，該取代基包含 sp^3 碳。 sp^3 碳由 sp^3 混成軌域鍵合於其他原子， sp^3 碳佔單胺化合物的總碳原子數的23%以上且55%以下。

【0064】(17)另外，本發明的一個實施方式是一種發光裝置，包括上述發光器件、以及電晶體或基板。

【0065】(18)另外，本發明的一個實施方式是一種顯

示裝置，包括上述發光器件、以及電晶體或基板。

【0066】(19)另外，本發明的一個實施方式是一種照明設備，包括上述發光裝置及外殼。

【0067】(20)另外，本發明的一個實施方式是一種電子裝置，包括上述顯示裝置、以及感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

【0068】在本說明書的圖式中，根據其功能對組件進行分類而示出為彼此獨立的方塊的方塊圖，但是，實際上的組件難以根據其功能完全劃分，而一個組件會涉及多個功能。

【0069】另外，本說明書中的發光裝置包括使用發光元件的影像顯示器件。另外，發光裝置有時還包括如下模組：發光元件安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光元件上直接安裝有IC(積體電路)的模組。而且，照明設備等有時包括發光裝置。

【0070】根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光裝置。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎顯示裝置。此外，根據本發明的一個實施方式，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎電子裝置。

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

【0071】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。注意，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中可明顯看出上述效果以外的效果，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生上述效果以外的效果。

【圖式簡單說明】

【0072】

[圖1A]至[圖1D]是說明根據實施方式的發光器件的結構的圖。

[圖2A]及[圖2B]是說明根據實施方式的發光器件的結構的圖。

[圖3]是說明根據實施方式的功能面板的結構的圖。

[圖4A]及[圖4B]是主動矩陣型發光裝置的示意圖。

[圖5A]及[圖5B]是主動矩陣型發光裝置的示意圖。

[圖6]是主動矩陣型發光裝置的示意圖。

[圖7A]及[圖7B]是被動矩陣型發光裝置的示意圖。

[圖8A]及[圖8B]是示出照明設備的圖。

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

[圖 10A]至[圖 10C]是示出電子裝置的圖。

[圖 11]是示出照明設備的圖。

[圖 12]是示出照明設備的圖。

[圖 13]是示出車載顯示裝置及照明設備的圖。

[圖 14A]至[圖 14C]是示出電子裝置的圖。

[圖 15A]至[圖 15C]是說明根據實施例的發光器件的結構的圖。

[圖 16]是說明根據實施例的發光器件的電流密度-亮度特性的圖。

[圖 17]是說明根據實施例的發光器件的亮度-電流效率特性的圖。

[圖 18]是說明根據實施例的發光器件的電壓-亮度特性的圖。

[圖 19]是說明根據實施例的發光器件的電壓-電流特性的圖。

[圖 20]是說明根據實施例的發光器件的亮度-藍色指標特性的圖。

[圖 21]是說明根據實施例的發光器件的發射光譜的圖。

[圖 22]是說明根據實施例的發光器件的電流密度-亮度特性的圖。

[圖 23]是說明根據實施例的發光器件的亮度-電流效率

特性的圖。

[圖 24]是說明根據實施例的發光器件的電壓-亮度特性的圖。

[圖 25]是說明根據實施例的發光器件的電壓-電流特性的圖。

[圖 26]是說明根據實施例的發光器件的亮度-外部量子效率特性的圖。

[圖 27]是說明根據實施例的發光器件的發射光譜的圖。

【實施方式】

【0073】本發明是一種具有發射光的功能且包括第一電極、第二電極及單元的發光器件，該光在波長 λ 處具有最大峰，第二電極具有與第一電極重疊的區域，單元具有夾在第一電極與第二電極間的區域。單元包括第一層、第二層及第三層，第一層具有夾在第二層與第三層間的區域，第一層包含發光性材料。第二層包括第四層及第五層，第五層具有夾在第四層與第一層間的區域。第四層包含第一有機化合物，第一有機化合物對於具有波長 λ 的光具有第一折射率，第五層與第四層接觸，第五層包含第二有機化合物，第二有機化合物對於具有波長 λ 的光具有第二折射率，第二折射率小於第一折射率。

【0074】由此，可以提高發光效率。另外，除了發光效率以外還可以提高可靠性。其結果，可以提供一種方便

性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0075】參照圖式對實施方式進行詳細說明。注意，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。注意，在下面說明的發明結構中，在不同的圖式中共同使用相同的符號來表示相同的部分或具有相同功能的部分，而省略反復說明。

【0076】

實施方式1

在本實施方式中，參照圖1說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0077】圖1A是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的圖，圖1B是說明本發明的一個實施方式的發光器件所發射的光的光譜的圖，圖1C是說明圖1A的結構的一部分的圖。

【0078】<發光器件150的結構例子1>

在本實施方式中說明的發光器件150具有發射光EL1的功能且包括電極101、電極102及單元103(參照圖1A)。光EL1具有光譜 $\phi 1$ ，光譜 $\phi 1$ 在波長 $\lambda 1\text{nm}$ 處具有最大峰(參照圖1B)。另外，電極102具有與電極101重疊的區域。

【0079】<<單元103的結構例子1>>

單元103具有夾在電極101與電極102間的區域，單元

103包括層111、層112及層113。

【0080】<<層111的結構例子1>>

層111具有夾在層112與層113間的區域，層111包含主體材料及發光性材料。

【0081】<<層112的結構例子1>>

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

【0082】[具有電洞傳輸性的材料的例子1]

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

【0083】例如，可以將胺化合物或具有富 π 電子雜芳環骨架的有機化合物用於具有電洞傳輸性的材料。明確而言，可以使用具有芳香胺骨架的化合物、具有呋唑骨架的化合物、具有噻吩骨架的化合物、具有呋喃骨架的化合物等。尤其是，具有芳香胺骨架的化合物或具有呋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。

【0084】作為具有芳香胺骨架的化合物，例如可以使用4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]

聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(簡稱：PCBASF)等。

【0085】作為具有咔唑骨架的化合物，例如可以使用1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)等。

【0086】作為具有噻吩骨架的化合物，例如可以使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等。

【0087】作為具有呋喃骨架的化合物，例如可以使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱：mmDBFFLBi-II)等。

【 0088 】 <<層 112 的結構例子 2>>

層 112 包括層 112A 及層 112B，層 112B 具有夾在層 112A 與層 111 間的區域。

【 0089 】 <<層 112A 的結構例子 1>>

層 112A 包含材料 CTM1。材料 CTM1 對於具有波長 $\lambda_1\text{nm}$ 的光具有折射率 n_1 。

【 0090 】 <<層 112B 的結構例子 1>>

層 112B 與層 112A 接觸，層 112B 包含材料 CTM2。材料 CTM2 對於具有波長 $\lambda_1\text{nm}$ 的光具有折射率 n_2 ，折射率 n_2 小於折射率 n_1 。

【 0091 】 由此，可以使層 112A 的折射率及層 112B 的折射率不同。另外，可以利用折射率的不同反射光。另外，可以使用所反射的光加強從層 111 發射的光。另外，可以提高從發光器件提取光的效率。另外，可以提高發光器件的發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【 0092 】 <<材料 CTM2 的例子 1>>

另外，可以將折射率為 1.4 以上且 1.75 以下的材料適合用於材料 CTM2。

【 0093 】 例如，可以將如下材料用於材料 CTM2，亦即藍色發光區域(455nm 以上且 465nm 以下)的尋常光折射率為 1.50 以上且 1.75 以下或者通常用於折射率的測定的 633 nm 的光的尋常光折射率為 1.45 以上且 1.70 以下的具有電洞傳輸性的材料。

【0094】注意，在材料具有各向異性時，有時尋常光折射率與異常光折射率不同。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異常光折射率。注意，在本說明書中，在所測量的材料具有尋常光折射率及異常光折射率的兩者時，使用尋常光折射率作為指標。

【0095】[具有電洞傳輸性的材料的例子2]

作為具有該電洞傳輸性的材料的一個例子，可以舉出單胺化合物，該單胺化合物具有第一芳香基、第二芳香基及第三芳香基且上述第一芳香基、第二芳香基及第三芳香基鍵合到同一氮原子。

【0096】該單胺化合物較佳為如下化合物：相對於分子內的總碳原子數的由 sp^3 混成軌域形成鍵合的碳原子的比率較佳為23%以上且55%以下，並且在藉由 ^1H -NMR測量該單胺化合物的結果中，小於4ppm的信號的積分值超過4ppm以上的信號的積分值。

【0097】另外，較佳的是，該單胺化合物具有至少一個萸骨架，第一芳香基、第二芳香基和第三芳香基中的任一個或多個為萸骨架。

【0098】作為上述具有電洞傳輸性的材料，例如可以舉出具有如下述通式(G_{h1} 1)至(G_{h1} 4)那樣的結構的有機化合物。

【0099】

[化學式1]

氮。

【0109】注意，第一苯環也可以還具有取代或未取代的苯基，較佳為具有未取代的苯基。另外，第二苯環或第三苯環也可以具有鍵合有烷基的苯基。

【0110】另外，假設氫原子不直接與該第一至第三苯環中的兩個以上的苯環，較佳為所有苯環的1位及3位的碳原子鍵合而與上述第一至第三苯環、上述鍵合有烷基的苯基、上述至少三個烷基和上述胺中的氮原子中的任一個鍵合。

【0111】另外，上述芳基胺化合物較佳為還具有第二芳香基。作為第二芳香基，較佳為使用未取代的單環或者具有取代或未取代的三環以下的稠合環的基，其中更佳為使用具有取代或未取代的三環以下的稠合環且該稠合環具有成環碳原子數為6至13的稠合環，進一步較佳為使用具有萘環的基。另外，作為第二芳香基較佳為使用二甲基萘基。

【0112】另外，上述芳基胺化合物較佳為還具有第三芳香基。第三芳香基為具有一個至三個取代或未取代的苯環的基。

【0113】上述至少三個烷基、鍵合於苯基的烷基較佳為碳原子數為2至5的鏈烷基。尤其是，作為該烷基較佳為使用碳原子數為3至5的具有支鏈的鏈烷基，更佳為使用三級丁基。

【0114】作為上述具有電洞傳輸性的材料，例如可以

至6的烷基和鍵合有碳原子數為1至6的烷基的苯基中的任一個。另外，在上述通式(g2)中， R^{131} 至 R^{135} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基和鍵合有碳原子數為1至6的烷基的苯基中的任一個。另外， R^{111} 至 R^{115} 、 R^{121} 至 R^{125} 及 R^{131} 至 R^{135} 中的至少三個以上是碳原子數為1至6的烷基， R^{111} 至 R^{115} 中的取代或未取代的苯基為1以下， R^{121} 至 R^{125} 及 R^{131} 至 R^{135} 中的鍵合有碳原子數為1至6的烷基的苯基為1以下。另外，在 R^{112} 及 R^{114} 、 R^{122} 及 R^{124} 以及 R^{132} 及 R^{134} 的三個組合中的至少兩個組合中，至少一方R為氫以外的基。

【0122】明確而言，可以將如下材料用於材料CTM2：N,N-雙(4-環己苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-蒽-2基)胺(簡稱：dchPAF)、N-(4-環己苯基)-N-(3'',5''-二三級丁基-1,1''-聯苯-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-蒽-2基)胺(簡稱：mmtBuBichPAF)、N-(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5'-基)-N-(4-環己苯基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF)、N-[(3,3',5'-三級丁基)-1,1'-聯苯-5-基]-N-(4-環己苯基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumBichPAF)、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-[(3,3',5'-三-三級丁基)-1,1'-聯苯-5-基]-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumBioFBI)、N-(4-三級丁基苯基)-N-(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5'-基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumTPtBuPAF)、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二

甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPoFbi-02)、N-(4-環己苯基)-N-(3,3'',5',5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF-02)、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(3'',5',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPoFbi-03)、N-(4-環己苯基)-N-(3'',5',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF-03)等。

【0123】<<材料CTM1的例子>>

另外，可以將其折射率與材料CTM2所具有的折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異的材料適合用於材料CTM1。另外，較佳為將其折射率與材料CTM2所具有的折射率 n_2 間有0.15以上且1.0以下的差異的材料用於材料CTM1。另外，更佳為將其折射率與材料CTM2所具有的折射率 n_2 間有0.2以上且1.0以下的差異的材料用於材料CTM1。明確而言，可以將從上述具有電洞傳輸性的材料適當地選擇的材料用於材料CTM1。

【0124】<發光器件150的結構例子2>

本實施方式所說明的發光器件150與發光器件150的結構例子1不同之處在於：層111發射光致發光而該光致發光具有第二光譜 ϕ_2 。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於能夠使用與上述結構相同的結構的部分援用上述說明。

【0125】<<層111的結構例子2>>

層111發射光致發光而該光致發光具有第二光譜 ϕ_2 。

第二光譜 $\phi 2$ 在波長 $\lambda 2\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0126】<<層112A的結構例子2>>

層112A包含材料CTM1。材料CTM1對於具有波長 $\lambda 2\text{nm}$ 的光具有折射率 $n1$ 。

【0127】<<層112B的結構例子2>>

層112B與層112A接觸，層112B包含材料CTM2。材料CTM2對於具有波長 $\lambda 2\text{nm}$ 的光具有折射率 $n2$ ，折射率 $n2$ 小於折射率 $n1$ 。

【0128】<發光器件150的結構例子3>

本實施方式所說明的發光器件150與發光器件150的結構例子1不同之處在於：層111包含發光性材料，該發光性材料發射光致發光，該光致發光具有第三光譜 $\phi 3$ 。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於能夠使用與上述結構相同的結構的部分援用上述說明。

【0129】<<層111的結構例子3>>

層111包含發光性材料，該發光性材料發射光致發光。另外，該光致發光具有第三光譜 $\phi 3$ 。另外，第三光譜 $\phi 3$ 在波長 $\lambda 3\text{nm}$ 處具有最大峰。例如可以以發光性材料被溶解於溶液的狀態觀察發光性材料的光致發光。例如，可以以被溶解於極性溶劑、無極性溶劑或水等的狀態觀察發光性材料的光致發光。明確而言，可以使用甲苯、二氯甲烷、乙腈等作為溶劑。尤其是，可以適合使用甲苯。

【0130】<<層112A的結構例子3>>

層112A包含材料CTM1。材料CTM1對於具有波長

λ_{3nm} 的光具有折射率 n_1 。

【0131】 <<層 112B 的結構例子 3>>

層 112B 與層 112A 接觸，層 112B 包含材料 CTM2。材料 CTM2 對於具有波長 λ_{3nm} 的光具有折射率 n_2 ，折射率 n_2 小於折射率 n_1 。

【0132】 <<層 112A 的結構例子 4>>

另外，層 112A 在與層 111 間具有距離 d 。例如，距離 d 為 20nm 以上且 120nm 以下。

【0133】 <<單元 103 的結構例子 2>>

另外，在本實施方式所說明的發光器件 150 中，單元 103 的結構具有以下述數學式表示的關係。在數學式中， d 表示層 112A 與層 111 間的距離， t 表示層 111 的厚度， λ 表示發射光譜的最大峰的波長， n_2 表示材料 CTM2 對於具有波長 λ_{nm} 的光所具有的折射率(參照圖 1A)。

【0134】

[數學式 2]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda \leq \left(d + \frac{t}{2}\right) \times n_2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda \quad \dots (1)$$

【0135】可以將在發光器件 150 所發射的光的光譜中觀察到最大峰的波長 λ_{1nm} 用於波長 λ_{nm} 。另外，可以將在層 111 所發射的光致發光的光譜中觀察到最大峰的波長 λ_{2nm} 用於波長 λ_{nm} 。另外，可以將包含在層 111 中的發光性材料所發射的光致發光的光譜中觀察到最大峰的波長 λ_{3nm} 用於波長 λ_{nm} 。

【0136】由此，可以使層 112A 的折射率及層 112B 的

折射率不同。另外，可以利用折射率的不同反射光。另外，可以將所反射的光成為與從層111發射的光相互加強的相位。另外，可以在單元103內部形成微諧振器結構的一部分。另外，可以提高發光顏色的彩度。另外，可以提高從發光器件提取光的效率。另外，可以提高發光器件的發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0137】 <<層112的結構例子4>>

另外，在本發明的一個實施方式中，層112B與層111接觸且具有抑制從層111向層112A的載子的移動的功能。例如，層112B具有抑制電子的移動的功能。

【0138】 <<材料CTM2的例子2>>

材料CTM2包含電洞傳輸性，材料CTM2具有LUMO能階LUMO1(參照圖1C)。

【0139】 <<層111的結構例子4>>

層111包含主體材料。主體材料(HOST)具有LUMO能階LUMO2，LUMO能階LUMO2低於LUMO能階LUMO1。

【0140】 由此，可以抑制從層111向層112A的電子的移動。另外，可以提高電子與電洞在層111再結合的概率。另外，可以提高發光效率。另外，可以提高可靠性。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0141】 <<層113的結構例子1>>

例如，可以將具有電子傳輸性的材料、具有蔥骨架的

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

【0142】 [具有電子傳輸性的材料]

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

【0143】 可以將如下材料適合用於具有電子傳輸性的材料：在電場強度[V/cm]的平方根為600的條件下，電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下的材料。由此，可以控制電子傳輸層中的電子的傳輸性。另外，可以控制向發光層的電子注入量。另外，可以防止發光層成為電子過多的狀態。

【0144】 作為金屬錯合物，例如可以使用雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鈹(II)(簡稱：BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAIq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并呋喃基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻吩基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等。

【0145】 作為包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物，例如可以使用具有聚唑(polyazole)骨架的雜環化合物、具有二噁骨架的雜環化合物、具有吡啶骨架的雜環化合物、具有三噁骨架的雜環化合物等。尤其是，具有二噁骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好

的可靠性，所以是較佳的。此外，具有二噻(嘧啶或吡噻)骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，而可以降低驅動電壓。

【0146】作為具有聚噻骨架的雜環化合物，例如可以使用2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噻二唑(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-噻二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噻二唑-2-基)苯基]-9H-吡嗪(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：mDBTBI-m-II)等。

【0147】作為具有二噻骨架的雜環化合物，例如可以使用2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]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-吡嗪-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)、4,8-雙[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]噻吩(簡稱：4,8mDBtP2Bqn)等。

【0148】作為具有吡啶骨架的雜環化合物，例如可以使用3,5-雙[3-(9H-吡嗪-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。

【0149】作為具有三嗪骨架的雜環化合物，例如可以使用2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-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]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mBnfBPTzn-02)等。

【0150】[具有蒽骨架的材料]

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

【0151】例如，可以使用具有蒽骨架及含氮五員環骨架的兩者的有機化合物。另外，可以使用環中包含兩個雜原子的含氮五員環骨架和蒽骨架的兩者的有機化合物。明確而言，可以將吡唑環、咪唑環、噁唑環、噻唑環等適合用於該雜環骨架。

【0152】例如，可以使用具有蒽骨架及含氮六員環骨架的兩者的有機化合物。另外，可以使用環中包含兩個雜原子的含氮六員環骨架和蒽骨架的兩者的有機化合物。明確而言，可以將吡嗪環、吡啶環、嗒咭環等適合用於該雜環骨架。

【0153】[混合材料的結構例子]

另外，可以將混合多種物質的材料用於層 113。明確而言，可以將包含鹼金屬、鹼金屬化合物或鹼金屬錯合物及具有電子傳輸性的物質的混合材料用於層 113。注意，上述具有電子傳輸性的材料的最高佔據分子軌域能階(簡稱：HOMO能階)更佳為 -6.0eV 以上。

【0154】另外，可以與將複合材料用於層 104 的結構組合而將該混合材料適合用於層 113。例如，可以將具有受體性的物質及具有電洞傳輸性的材料的複合材料用於層 104。明確而言，可以將具有受體性的物質與具有 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的較深 HOMO 能階 HOMO1 的物質的複合材料用於層 104(參照圖 1D)。尤其是，可以將該複合材料與用於層 104 的結構組合而將該混合材料適合用於層 113。由此，可以提高發光器件的可靠性。

【0155】另外，組合將該混合材料用於層 113 且將上述複合材料用於層 104 的結構和將具有電洞傳輸性的材料用於層 112 的結構而適合地使用。例如，可以將相對於上述較深 HOMO 能階 HOMO1 在 -0.2eV 以上且 0eV 以下的範圍具有 HOMO 能階 HOMO2 的物質用於層 112(參照圖 1D)。由此，可以提高發光器件的可靠性。

【0156】鹼金屬、鹼金屬化合物或鹼金屬錯合物較佳為以在層 113 的厚度方向上有濃度差(包括濃度差為 0 的情況)的方式存在。

【0157】例如，可以使用具有 8-羥基喹啉結構的金屬錯合物。另外，也可以使用具有 8-羥基喹啉結構的金屬錯

合物的甲基取代物(例如，2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。

【0158】作為具有8-羥基喹啉結構的金屬錯合物，可以使用8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)、8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Naq)等。尤其是，一價的金屬離子的錯合物中，較佳為使用鋰錯合物，更佳為使用Liq。

【0159】<<層113的結構例子2>>

層113包括層113A及層113B，層113A具有夾在層113B與層111間的區域。

【0160】<<層113B的結構例子1>>

層113B包含材料CTM12。材料CTM12對於具有波長 λ_1 nm的光具有折射率 n_{12} 。

【0161】<<層113A的結構例子>>

層113A與層113B接觸，層113A包含材料CTM11。材料CTM11對於具有波長 λ_1 nm的光具有折射率 n_{11} ，折射率 n_{11} 小於折射率 n_{12} 。

【0162】<<材料CTM11的例子1>>

另外，可以將折射率為1.4以上且1.75以下的材料適合用於材料CTM11。

【0163】例如，可以將如下材料用於材料CTM11，亦即藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下或者通常用於折射率的測定的633nm的光的尋常光折射率為1.45以上且1.70以下的具有電子傳輸性的材料。

【0164】注意，在材料具有各向異性時，有時尋常光折射率與異常光折射率不同。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異常光折射率。注意，在本說明書中，在所測量的材料具有尋常光折射率及異常光折射率的兩者時，使用尋常光折射率作為指標。

【0165】[具有電子傳輸性的材料]

較佳的是，構成上述具有電子傳輸性的材料的一個例子，可以舉出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的芳香烴環，多個上述芳香烴環中的至少兩個是苯環，並包含多個以 sp^3 混成軌域形成鍵合的烴基的有機化合物。

【0166】另外，在這種有機化合物中，分子的總碳原子數中以 sp^3 混成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。

【0167】注意，較佳的是，該有機化合物中的所有的以 sp^3 混成軌域形成鍵合的烴基都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。

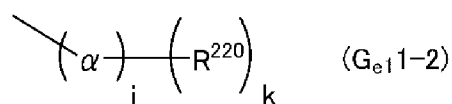
【0168】另外，該具有電子傳輸性的有機化合物較佳為以下述通式(G_{e1} 1)或(G_{e1} 2)表示的有機化合物。

有機化合物包括選自碳原子數為1至6的烷基及碳原子數為3至10的脂環基中的多個烴基，相對於分子內的總碳原子數的以sp³混成軌域形成鍵合的碳原子數的比率為10%以上且60%以下。

【0179】另外，在以上述通式(G_{e1}1)或(G_{e1}2)表示的有機化合物中，具有取代基的苯基較佳為以下述式(G_{e1}1-2)表示的基。

【0180】

[化學式10]



【0181】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。

【0182】R²²⁰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。

【0183】另外，j及k表示1至2。注意，在j是2的情況下，多個α可以相同，也可以不同。另外，在k為2時，多個R²²⁰可以彼此相同或不同。R²²⁰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。

【0184】明確而言，可以使用如下材料用於材料CTM11：2-{(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)、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)、2-(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-苯基-5'-基)-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumTPTzn)、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-嘧啶(簡稱：mmtBumBP-dmmtBuPPm)、2-(3,3'',5',5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mmtBumTPTzn-02)等。

【0185】<<材料CTM12的例子>>

另外，可以將其折射率與材料CTM11所具有的折射率 n_{11} 間有0.1以上且1.0以下的差異的材料適合用於材料CTM12。另外，較佳為將其折射率與材料CTM11所具有的折射率 n_{11} 間有0.15以上且1.0以下的差異的材料用於材料CTM12。另外，更佳為將其折射率與材料CTM11所具有的折射率 n_{11} 間有0.2以上且1.0以下的差異的材料用於材料CTM12。明確而言，可以將從上述具有電子傳輸性的材料適當地選擇的材料用於材料CTM12。

【0186】<<層113B的結構例子2>>

另外，層 113B 在與層 111 間具有距離 d2。例如，距離 d2 為 20nm 以上且 120nm 以下。

【0187】 <<單元 103 的結構例子 3>>

另外，在本實施方式所說明的發光器件 150 中，單元 103 的結構具有以下述數學式表示的關係。在數學式中，d2 表示層 113B 與層 111 間的距離，t 表示層 111 的厚度， λ 表示發射光譜的最大峰的波長，n11 表示對於具有波長 λ nm 的光的材料 CTM11 所具有的折射率(參照圖 1A)。

【0188】

[數學式 3]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda \leq \left(d2 + \frac{t}{2}\right) \times n11 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0189】可以將在發光器件 150 所發射的光的光譜中觀察到最大峰的波長 $\lambda1$ nm 用於波長 λ nm。另外，可以將在層 111 所發射的光致發光的光譜中觀察到最大峰的波長 $\lambda2$ nm 用於波長 λ nm。另外，可以將包含在層 111 中的發光性材料所發射的光致發光的光譜中觀察到最大峰的波長 $\lambda3$ nm 用於波長 λ nm。

【0190】由此，可以提高發光效率。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0191】 <<層 113 的結構例子 3>>

另外，在本發明的一個實施方式中，層 113A 與層 111 接觸且具有抑制從層 111 向層 113B 的載子的移動的功能。例如，層 113A 具有抑制電洞的移動的功能。

【0192】 <<材料 CTM11 的例子 2>>

材料 CTM11 具有電子傳輸性且具有 HOMO 能階 HOMO3。

【0193】 <<層 111 的結構例子 5>>

層 111 包含主體材料。主體材料具有 HOMO 能階 HOMO4，HOMO 能階 HOMO4 高於 HOMO 能階 HOMO3。

【0194】由此，可以抑制從層 111 向層 113B 的電子的移動。另外，可以提高電子與電洞在層 111 再結合的概率。另外，可以提高發光效率。另外，可以提高可靠性。其結果，可以提供一種方便性、實用性或可靠性優異的新穎發光器件。

【0195】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0196】

實施方式 2

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

【0197】<發光器件 150 的結構例子>

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

【0198】<單元 103 的結構例子>

單元 103 包括層 111、層 112 及層 113 (參照圖 1A)。

【0199】層 111 具有夾在層 112 與層 113 間的區域，層 112 具有夾在電極 101 與層 111 間的區域，層 113 具有夾在電

極102與層111間的區域。

【0200】例如，可以將選自發光層、電洞傳輸層、電子傳輸層、載子障壁層等功能層中的層用於單元103。另外，可以將選自電洞注入層、電子注入層、激子障壁層及電荷產生層等功能層中的層用於單元103。

【0201】<<層111的結構例子1>>

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

【0202】例如，可以將螢光發光物質、磷光發光物質或呈現熱活化延遲螢光(TADF：Thermally Delayed Fluorescence)的物質(也被稱為TADF材料)用於發光性材料。由此，可以將因載子的再結合而產生的能量從發光性材料作為光EL1射出(參照圖1A)。

【0203】[螢光發光物質]

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

【0204】明確而言，可以使用5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、

N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]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-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-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-苯基蒽-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯

基蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹噁-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]丙二烯合第-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]喹噁-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'-(萘-1,6-二基)雙[(6,N-二苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃)-8-胺](簡稱：1,6BnfAPrn-03)、3,10-雙[N-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)-N-苯基胺基]蔡并[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]蔡并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。

【0205】尤其是，以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、

1,6BnfAPrn-03等芘二胺化合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有高電洞俘獲性和良好的發光效率或可靠性，所以是較佳的。

【0206】[磷光發光物質]

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

【0207】例如，可以將如下材料用於層111：具有4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物、具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物、具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物、具有拉電子基團且以苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物、具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物、具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物、具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物、稀土金屬錯合物、鉑錯合物等。

【0208】[磷光發光物質(藍色)]

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

【0209】作為具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱：[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-

3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$)等。

【0210】作為具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用fac-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$)等。

【0211】作為以具有拉電子基團的苯基吡啉衍生物為配體的有機金屬銱錯合物等，可以使用雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啉)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)吡啉甲酸鹽(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}}銱(III)吡啉甲酸鹽(簡稱： $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIracac)等。

【0212】上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是在440nm至520nm具有發光波長的峰的化合物。

【0213】[磷光發光物質(綠色)]

作為具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱：

[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱：[Ir(mpppm)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：[Ir(dppm)₂(acac)])等。

【0214】作為具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱：[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱：[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等。

【0215】作為具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：[Ir(ppy)₃])、雙(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(ppy)₂(acac)])、雙(苯并[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)銱(III)(簡稱：[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：[Ir(pq)₃])、雙(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d3-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]雙[2-(5-d3-甲基-2-吡啶基-κN₂)苯基-κ]銱(III)(簡稱：[Ir(5mpppy-d3)₂(mbfpypy-d3)])、[2-d3-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]雙[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]銱(III)(簡稱：Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3))等。

【0216】作為稀土金屬錯合物，可以舉出三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱：[Tb(acac)₃(Phen)])等。

【0217】上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並

且在 500nm 至 600nm 具有發光波長的峰。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性或發光效率，所以是特別較佳的。

【0218】 [磷光發光物質(紅色)]

作為具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二三甲基乙醯基甲烷根根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根](二三甲基乙醯基甲烷根根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等。

【0219】 作為具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二三甲基乙醯基甲烷根根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合(quinoxalinato)]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)等。

【0220】 作為具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物等，可以使用三(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$)、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)等。

【0221】 作為稀土金屬錯合物等，可以舉出三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮基)(單啡啉)銬(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$)、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銬(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)等。

【0222】作為鉑錯合物等，可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-紫質鉑(II)(簡稱：PtOEP)等。

【0223】上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在600nm至700nm具有發光峰。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銨錯合物可以獲得紅色發光，其具有能夠適合用於顯示裝置的色度。

【0224】[呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質]

可以將TADF材料用於層111。例如，可以將以下所示的TADF材料用於發光性材料。注意，不侷限於此，可以將各種已知的TADF材料用於發光性材料。

【0225】由於TADF材料中S1能階與T1能階之差小而可以利用少量熱能量將三重激發態反系間竄躍(上轉換)為單重激發態。由此，可以高效地從三重激發態生成單重激發態。另外，可以將三重激發態轉換成發光。

【0226】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態轉換為單重激發態的TADF材料的功能。

【0227】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。

【0228】此外，當使用TADF材料作為發光物質時，

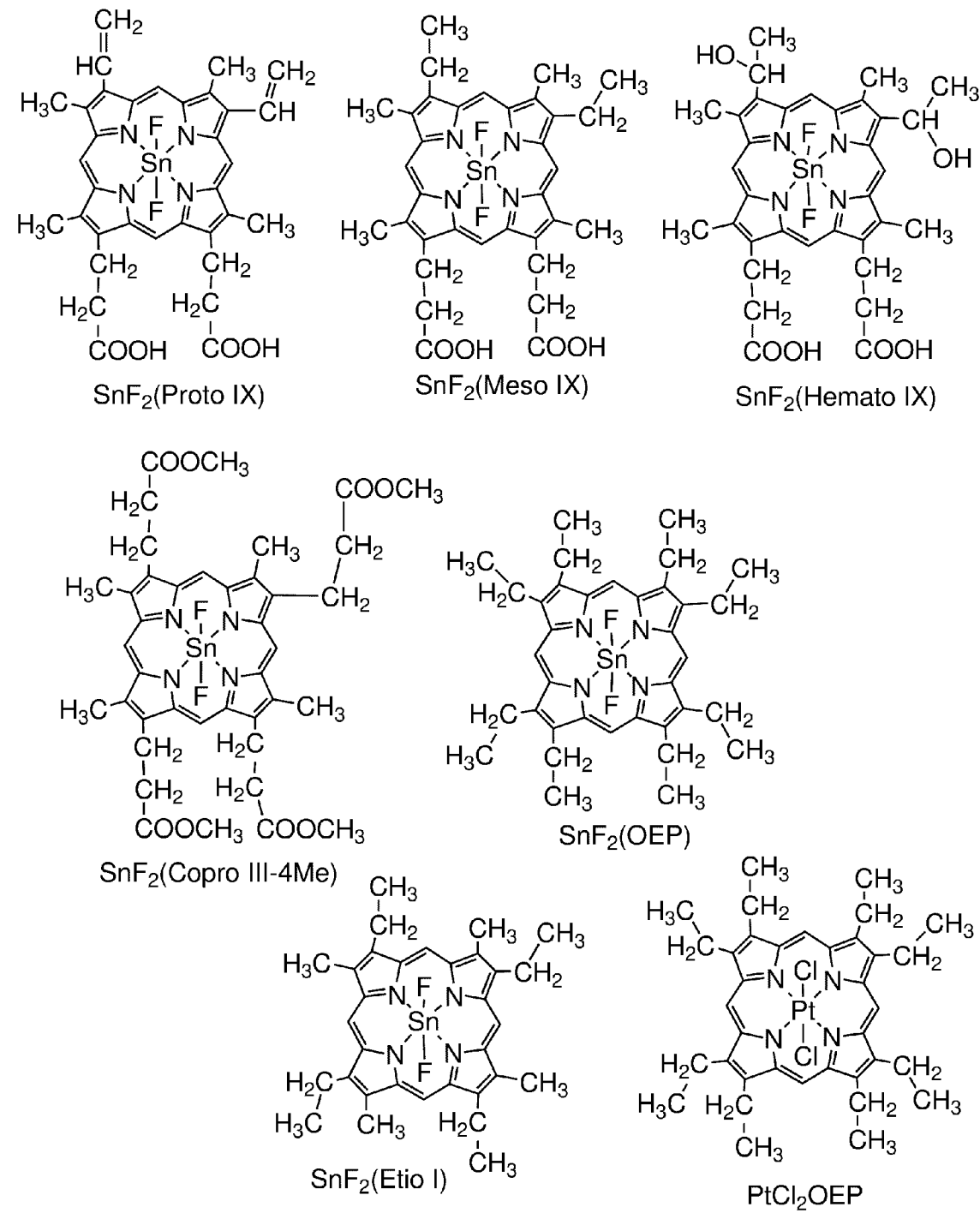
主體材料的 S1 能階較佳為比 TADF 材料的 S1 能階高。此外，主體材料的 T1 能階較佳為比 TADF 材料的 T1 能階高。

【0229】例如，可以將富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等用於 TADF 材料。另外，可以將包含鎂 (Mg)、鋅 (Zn)、鎘 (Cd)、錫 (Sn)、鉑 (Pt)、銦 (In) 或鈀 (Pd) 等的含金屬紫質用於 TADF 材料。

【0230】明確而言，可以使用以下述結構式表示的原紫質-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中紫質-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血紫質-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、糞紫質四甲酯-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。

【0231】

[化學式 11]



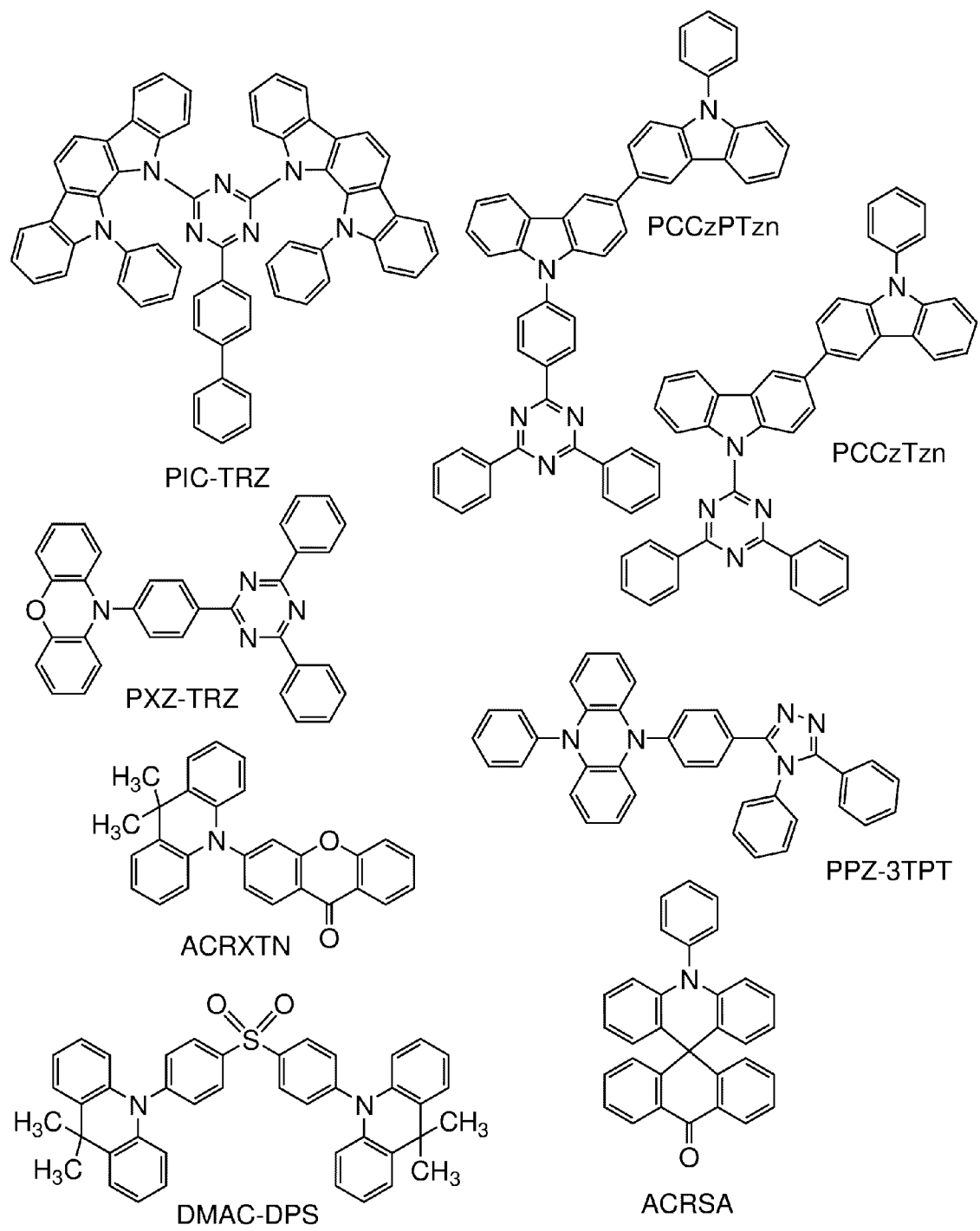
【 0232 】 另外，例如可以將具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物用於TADF材料。

【 0233 】 明確而言，可以使用以下述結構式表示的2-

(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶并[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H, 9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩噻嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫吩噻嗪-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。

【0234】

[化學式 12]



【 0235 】 另外，該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環，電子傳輸性和電洞傳輸性都高，所以是較佳的。尤其是，在具有缺 π 電子雜芳環的骨架中，吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、嗒咭骨架)及

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

【0236】另外，在具有富 π 電子型雜芳環的骨架中，吡啶骨架、啡啶骨架、啡噻吩骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好，所以較佳為具有上述骨架中的至少一個。另外，作為呋喃骨架較佳為使用二苯并呋喃骨架，作為噻吩骨架較佳為使用二苯并噻吩骨架。作為吡咯骨架，特別較佳為使用吡咯骨架、吡嗪骨架、吡啶吡嗪骨架、聯吡嗪骨架、3-(9-苯基-9H-吡嗪-3-基)-9H-吡嗪骨架。

【0237】在富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環直接鍵合的物質中，富 π 電子雜芳環的電子供給性和缺 π 電子型雜芳環的電子接受性都高而S₁能階與T₁能階之間的能量差變小，可以高效地獲得熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。另外，也可以使用鍵合有如氰基等拉電子基團的芳香環代替缺 π 電子型雜芳環。此外，作為富 π 電子骨架，可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。

【0238】此外，作為缺 π 電子骨架，可以使用氧雜蒽骨架、二氧化噻噸(thioxanthene dioxide)骨架、喹二啉骨架、三啉骨架、咪啉骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香環或雜芳環、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷

骨架等。

【0239】如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環和富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0240】<<層111的結構例子2>>

可以將具有載子傳輸性的材料用於主體材料。例如，可以將具有電洞傳輸性的材料、具有電子傳輸性的材料、呈現熱活化延遲螢光的物質、具有蒽骨架的材料及混合材料等用於主體材料。

【0241】[具有電洞傳輸性的材料]

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

【0242】例如，可以將可用於層112的具有電洞傳輸性的材料用於層111。明確而言，可以將可用於電洞傳輸層的具有電洞傳輸性的材料用於層111。

【0243】[具有電子傳輸性的材料]

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

【0244】[具有蒽骨架的材料]

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

【0245】作為具有蒽骨架的有機化合物，具有二苯基

蒽骨架，尤其是具有9,10-二苯基蒽骨架的有機化合物在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有咔唑骨架時，電洞的注入及傳輸性提高，所以是較佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并咔唑骨架的情況下，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。注意，從上述電洞注入及傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咔唑骨架。

【0246】因此，作為主體材料較佳為使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咔唑骨架的物質、具有9,10-二苯基蒽骨架和苯并咔唑骨架的物質、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咔唑骨架的物質。

【0247】例如，可以使用6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)聯苯-4'-基}蒽(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基(anthracenyl))苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c, g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)等。

【0248】尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性。

【0249】[呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質]

可以將TADF材料用於層111。例如，可以將以下所示的TADF材料用於主體材料。注意，不侷限於此，可以將各種已知的TADF材料用於主體材料。

【0250】在將TADF材料用於主體材料時，可以藉由反系間竄躍將在TADF材料中生成的三重態激發能轉換為單重態激發能。另外，可以將激發能轉移到發光物質。換言之，TADF材料被用作能量施體，發光物質被用作能量受體。由此，可以提高發光器件的發光效率。

【0251】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。

【0252】此外，較佳為使用呈現與螢光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的發光的TADF材料。由此，激發能順利地從TADF材料轉移到螢光發光物質，可以高效地得到發光，所以是較佳的。

【0253】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材料中產生載子的再結合。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的三重激發能。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。

【0254】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。

【0255】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、啡噻吩骨架等。尤其是，具有萘骨架、蒽骨架、菲骨架、蒽骨架、聯伸三苯骨架、稠四苯骨架、芘骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并雙苯并呋喃骨架的螢光發光物質具有高螢光量子產率，所以是較佳的。

【0256】例如，可以將可用於發光性材料的TADF材料用於主體材料。

【0257】[混合材料的結構例子1]

另外，可以將混合多種物質的材料用於主體材料。例如，可以將混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料用於混合材料。混合的材料中的具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的重量比例為具有電洞傳輸性的材料：具有電子傳輸性的材料=1:19至19:1即可。由

此，可以容易調整層111的載子傳輸性。另外，可以更簡便地進行再結合區域的控制。

【0258】 [混合材料的結構例子2]

可以將混合磷光發光物質的材料用於主體材料。磷光發光物質在作為發光物質使用螢光發光物質時可以被用作對螢光發光物質供應激發能的能量施體。

【0259】 另外，可以將包含形成激態錯合物的材料的混合材料用於主體材料。例如，可以將所形成的激態錯合物的發射光譜與發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的材料用於主體材料。因此，可以使能量轉移變得順利，從而提高發光效率。另外，可以抑制驅動電壓。

【0260】 可以將磷光發光物質用於形成激態錯合物的材料的至少一個。由此，可以利用反系間竄躍。或者，可以高效地將三種激發能轉換為單重激發能。

【0261】 作為形成激態錯合物的材料的組合，具有電洞傳輸性的材料的HOMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的HOMO能階以上。或者，具有電洞傳輸性的材料的LUMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的LUMO能階以上。由此，可以高效地形成激態錯合物。另外，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。明確而言，可以利用循環伏安法(CV)測定法測量還原電位及氧化電位。

【0262】 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。

【0263】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0264】

實施方式3

在本實施方式中，參照圖1A說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0265】<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及層104。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。另外，層104具有夾在電極101與單元103間的區域。另外，

例如可以將實施方式1及實施方式2所說明的結構用於單元103。

【0266】 <電極101的結構例子>

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

【0267】 例如，可以使用氧化銦-氧化錫(ITO: Indium Tin Oxide，銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。

【0268】 另外，例如可以使用金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)或金屬材料的氮化物(例如，氮化鈦)等。此外，可以使用石墨烯。

【0269】 <<層104的結構例子>>

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

【0270】 明確而言，可以將具有受體性的物質用於層104。或者，可以將具有受體性的物質及具有電洞傳輸性的材料的複合材料用於層104。由此，例如可以從電極101容易注入電洞。另外，可以降低發光器件的驅動電壓。

【0271】 [具有受體性的物質]

可以將有機化合物及無機化合物用於具有受體性的物

質。具有受體性的物質借助於施加電場而能夠從相鄰的電洞傳輸層或具有電洞傳輸性的材料抽出電子。

【0272】例如，可以將具有拉電子基團(鹵基或氰基)的化合物用於具有受體性的物質。另外，具有受體性的有機化合物可以利用蒸鍍容易地形成。因此，可以提高發光器件的生產率。

【0273】明確而言，可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亞甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亞基)丙二腈等。

【0274】尤其是，HAT-CN這樣的拉電子基團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的化合物熱穩定，所以是較佳的。

【0275】另外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基或氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高，所以是較佳的。

【0276】明確而言，可以使用 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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。

【0277】另外，可以將鉬氧化物或釩氧化物、鈮氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等用於具有受體性的物質。

【0278】另外，可以使用酞青類錯化合物如酞青(簡稱： H_2Pc)或銅酞青($CuPc$)等；具有芳香胺骨架的化合物如4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)等。

【0279】另外，可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子等。

【0280】[複合材料的結構例子1]

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

【0281】例如，可以將具有芳香胺骨架的化合物、吡啶衍生物、芳烴基、具有乙烯基的芳烴基、高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)等用於複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。另外，可以將電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料適合用於複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。

【0282】另外，可以將具有較深HOMO能階的物質適合用於複合材料中的具有電洞傳輸性的材料。明確而言，HOMO能階較佳為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下。由此，可以容易將電洞注入到單元103。另外，可以容易將電洞注入

到層112。另外，可以提高發光器件的可靠性。

【0283】作為具有芳香胺骨架的化合物，例如可以使用N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-對伸苯基二胺(簡稱：DTDPPA)、4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯(簡稱：DPA3B)等。

【0284】作為咔唑衍生物，例如可以使用3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCN1)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(簡稱：TCPB)、9-[4-(N-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽(簡稱：CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

【0285】作為芳烴，例如可以使用2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱：t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱：DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡稱：t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱：DMNA)、2-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二

(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘、稠五苯、蔻等。

【0286】作為具有乙烯基的芳烴，例如可以使用4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱：DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱：DPVPA)等。

【0287】作為高分子化合物，例如可以使用聚(N-乙烯基吡啶)(簡稱：PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱：PVTBA)、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。

【0288】另外，例如可以將具有吡啶骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意個的物質適合用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料。另外，可以使用如下物質，亦即包含具有包括二苯并呋喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者9-萘基透過伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺的物質。注意，當使用包括N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以提高發光器件的可靠性。

【0289】作為這些材料，例如可以使用N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、

N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II)(4))、N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-對三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-聯苯胺(簡稱：ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：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：αNBB1BP)、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}三苯基胺(簡稱：YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺雙[9H-萸]-2-胺(簡稱：PCBNBSF)、N,N-雙(4-聯苯基)-9,9'-螺雙[9H-萸]-2-胺(簡稱：BBASF)、N,N-雙(1,1'-聯苯-4-基)-9,9'-螺雙[9H-萸]-4-胺(簡稱：BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-萸-2-基)-9,9'-螺雙(9H-萸)-4-胺(簡稱：oFBiSF)、N-(4-聯苯)-N-(二苯并呋喃-4-基)-9,9-二甲基-9H-萸-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-苯基萸-9-基)三苯基胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萸-9-基)三苯基胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基萸-9-基)苯基]三苯基胺(簡稱：BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二萸-2-胺(簡稱：PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9H-萸-2-胺(簡稱：PCBBiF)、N,N-

雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-4-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-3-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-2-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺雙-9H-芴-1-胺等。

【0290】 [複合材料的結構例子2]

例如，可以將包含具有受體性的物質、具有電洞傳輸性的材料及鹼金屬的氟化物或鹼土金屬的氟化物的複合材料用作具有電洞注入性的材料。尤其是，可以適合使用氟原子的原子比率為20%以上的複合材料。因此，可以降低層104的折射率。此外，可以在發光器件內部形成折射率低的層。另外，可以提高發光器件的外部量子效率。

【0291】 注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0292】

實施方式4

在本實施方式中，參照圖1A說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0293】 <發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及層105。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。另外，層105具有夾在單元103與電極102間的區域。另外，例如可以將實施方式1至實施方式3中的任一個所說明的結構用於單元103。

【0294】<電極102的結構例子>

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

【0295】 例如，可以將屬於元素週期表中的第1族的元素、屬於元素週期表中的第2族的元素、稀土金屬及包含它們的合金用於電極102。

【0296】 明確而言，可以將鋰(Li)、銫(Cs)等、鎂(Mg)、鈣(Ca)、銦(Sr)等、鎔(Eu)、鐿(Yb)等及包含它們的合金(MgAg、AlLi)用於電極102。

【0297】<<層105的結構例子>>

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

【0298】 明確而言，可以將具有施體性的物質用於層105。或者，可以將具有施體性的物質及具有電子傳輸性的材料的複合材料用於層105。或者，可以將電子化合物用於層105。由此，例如可以從電極102容易注入電子。或者，除了功函數較小的材料以外，還可以將功函數較大的材料用於電極102。或者，不依賴於功函數，可以從寬範圍的材料中選擇用於電極102的材料。明確而言，可以將Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用於電極102。另外，可以降低發光器件的驅動電壓。

【0299】[具有施體性的物質]

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

【0300】作為鹼金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)，可以使用氧化鋰、氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、碳酸鋰、碳酸銫、8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)等。

【0301】作為鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)，可以使用氟化鈣(CaF₂)等。

【0302】[複合材料的結構例子]

另外，可以將複合多種物質的材料用於具有電子注入性材料。例如，可以將具有施體性的物質及具有電子傳輸性的材料用於複合材料。另外，例如可以將可用於單元103的具有電子傳輸性的材料用於複合材料。

【0303】另外，可以將微晶狀態的鹼金屬的氟化物和具有電子傳輸性的材料用於複合材料。另外，可以將微晶狀態的鹼土金屬的氟化物及具有電子傳輸性的材料用於複合材料。尤其是，可以適合使用包含50wt%以上的鹼金屬的氟化物或鹼土金屬的氟化物的複合材料。另外，可以適合使用包含具有聯吡啶骨架的有機化合物的複合材料。因此，可以降低層104的折射率。另外，可以提高發光器件的外部量子效率。

【0304】[電子化合物]

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

【0305】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0306】**實施方式5**

在本實施方式中，參照圖2A說明本發明的一個實施方式的發光器件150的結構。

【0307】圖2A是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的剖面圖。

【0308】<發光器件150的結構例子>

在本實施方式中說明的發光器件150包括電極101、電極102、單元103及中間層106(參照圖2A)。電極102具有與電極101重疊的區域，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域。中間層106具有夾在單元103與電極102間的區域。

【0309】<<中間層106的結構例子>>

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

【0310】<<層106A的結構例子>>

例如，可以將具有電子傳輸性的材料用於層106A。另外，可以將層106A稱為電子中繼層。藉由使用層106A，可以使接觸於層106A的陽極側的層遠離接觸於層106A的

陰極側的層。另外，可以減輕接觸於層106A的陽極側的層和接觸於層106A的陰極側的層間的相互作用。由此，可以向接觸於層106A的陽極側的層順利地供應電子。

【0311】可以將如下物質適合用於層106A，亦即其LUMO能階位於接觸於層106A的陽極側的層中的具有受體性的物質的LUMO能階與接觸於層106A的陰極側的層中的物質的LUMO能階間的物質。

【0312】例如，可以將如下物質用於層106A，亦即在-5.0eV以上，較佳為在-5.0eV以上且-3.0eV以下的範圍內具有LUMO能階的材料。

【0313】明確而言，可以將酞青類材料用於層106A。此外，可以將具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物用於層106A。

【0314】<<層106B的結構例子>>

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

【0315】明確而言，可以將可用於層104的具有電洞注入性的材料用於層106B。例如，可以將複合材料用於層106B。另外，例如可以將層疊有包含該複合材料的膜與包含具有電洞傳輸性的材料的膜的疊層膜用於層106B。

【0316】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【 0317】**實施方式 6**

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

【 0318】 圖 2B 是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的剖面圖，其具有與圖 2A 所示的結構不同的結構。

【 0319】 <發光器件 150 的結構例子>

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

【 0320】 另外，有時將包括中間層 106 及多個單元的結構稱為疊層型發光器件或串聯型發光器件。因此，能夠在將電流密度保持為低的同時獲得高亮度發光。此外，可以提高可靠性。此外，可以降低在以同一亮度進行比較時的驅動電壓。此外，可以抑制功耗。

【 0321】 <<單元 103(12) 的結構例子>>

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

【 0322】 可以將與單元 103 同一結構用於單元 103(12)。

另外，可以將與單元103不同結構用於單元103(12)。

【0323】例如，可以將與單元103的發光顏色不同的發光顏色的結構用於單元103(12)。明確而言，可以使用發射紅色光及綠色光的單元103和發射藍色光的單元103(12)。因此，就可以提供一種發射所希望的顏色的光的發光器件。例如可以提供一種發射白色光的發光器件。

【0324】<<中間層106的結構例子>>

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

【0325】<發光器件150的製造方法>

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

【0326】明確而言，可以使用真空蒸鍍裝置、噴墨裝置、塗佈裝置如旋塗機等、凹版印刷裝置、平板印刷裝置、網版印刷裝置等製造發光器件150。

【0327】電極例如可以藉由利用金屬材料的膏劑的濕處理或溶膠-凝膠法形成。明確而言，可以使用相對於氧化銦添加有1wt%至20wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅膜。另外，可以使用相對於氧化銦添加有0.5wt%至5wt%的氧化鎢和0.1wt%至1wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)

膜。

【0328】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0329】

實施方式7

在本實施方式中，參照圖3說明本發明的一個實施方式的發光面板700的結構。

【0330】<發光面板700的結構例子>

本實施方式所說明的發光面板700包括發光器件150及發光器件150(2)(參照圖3)。

【0331】例如，可以將實施方式1至實施方式6中所說明的發光器件用作發光器件150。

【0332】<發光器件150(2)的結構例子>

本實施方式所說明的發光器件150(2)包括電極101(2)、電極102及單元103(2)(參照圖3)。電極102具有與電極101(2)重疊的區域。發光器件150的結構的一部分可以被用於發光器件150(2)的結構的一部分。由此，可以共用結構的一部分。或者，可以簡化製程。

【0333】<<單元103(2)的結構例子>>

單元103(2)具有夾在電極101(2)與電極102之間的區域，單元103(2)包括層111(2)。

【0334】單元103(2)具有單層結構或疊層結構。例如，可以將選自電洞傳輸層、電子傳輸層、載子障壁層及激子障壁層等功能層中的層用於單元103(2)。

【0335】單元103(2)具有從一個電極注入的電子與從另一個電極注入的電洞再結合的區域。例如，具有從電極101(2)注入的電洞與從電極102注入的電子再結合的區域。

【0336】<<層111(2)的結構例子1>>

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

【0337】例如，可以將與用於層111的發光性材料不同的發光性材料用於層111(2)。明確而言，可以將發光顏色不同的發光性材料用於層112(2)。由此，可以配置色相互不相同的發光器件。另外，可以使用色相互不相同的多個發光器件進行加法混色。另外，可以表現各發光器件不能顯示的色相的顏色。

【0338】例如，可以將發射藍色光的發光器件、發射綠色光的發光器件及發射紅色光的發光器件配置於功能面板。或者，可以將發射白色光的發光器件、發射黃色光的發光器件及發射紅外線的發光器件配置於功能面板。

【0339】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

【0340】

實施方式8

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

【0341】在本實施方式中，參照圖4對使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件而製造的發光裝置進行說明。注意，圖4A是示出發光裝置的俯視圖，並且圖4B是沿圖4A中的線A-B及線C-D切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光器件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部(源極線驅動電路601)、像素部602、驅動電路部(閘極線驅動電路603)。另外，元件符號604是密封基板，元件符號605是密封劑，由密封劑605圍繞的內側是空間607。

【0342】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。

【0343】下面，參照圖4B說明剖面結構。雖然在元件基板610上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路601和像素部602中的一個像素。

【0344】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。

【0345】對用於像素或驅動電路的電晶體的結構沒有特別的制限。例如，可以採用反交錯型電晶體或交錯型電晶體。另外，頂閘極型電晶體或底閘極型電晶體都可以被使用。對用於電晶體的半導體材料沒有特別的制限，例如可以使用矽、鍺、碳化矽、氮化鎵等。或者可以使用In-Ga-Zn類金屬氧化物等的包含銦、鎵、鋅中的至少一個的氧化物半導體。

【0346】對用於電晶體的半導體材料的結晶性也沒有特別的制限，可以使用非晶半導體或結晶半導體(微晶半導體、多晶半導體、單晶半導體或其一部分具有結晶區域的半導體)。當使用結晶半導體時可以抑制電晶體的特性劣化，所以是較佳的。

【0347】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)。

【0348】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。

【0349】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。

【0350】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。

【0351】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。

【0352】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。

【0353】注意，FET623示出形成在源極線驅動電路601中的電晶體的一個。另外，驅動電路也可以利用各種CMOS電路、PMOS電路或NMOS電路形成。另外，雖然在

本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，但是不一定必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

【0354】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素都包括開關FET611、電流控制FET612以及與該電流控制FET612的汲極電連接的第一電極613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的FET和電容器的像素部。

【0355】注意，形成絕緣物614來覆蓋第一電極613的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物614。

【0356】另外，將絕緣物614的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面，以獲得後面形成的EL層等的良好的覆蓋性。例如，在使用正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物614的材料的情況下，較佳為只使絕緣物614的上端部包括具有曲率半徑($0.2\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下)的曲面。作為絕緣物614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

【0357】在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。在此，作為用於被用作陽極的第一電極613的材料，較佳為使用具有大功函數的材料。例如，除了可以使用諸如ITO膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn膜、Pt膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以

鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構等。注意，藉由採用疊層結構，佈線的電阻值可以較低，可以得到良好的歐姆接觸，並且，可以將其用作陽極。

【0358】另外，EL層616藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL層616包括實施方式1至6中的任一個所示的結構。另外，作為構成EL層616的其他材料，也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、樹枝狀聚合物)。

【0359】另外，作為用於形成於EL層616上並被用作陰極的第二電極617的材料，較佳為使用具有功函數小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意，當使產生在EL層616中的光透過第二電極617時，較佳為使用由厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層作為第二電極617。

【0360】另外，發光器件618由第一電極613、EL層616、第二電極617形成。該發光器件是實施方式1至6中的任一個所示的發光器件。另外，像素部由多個發光器件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式1至6中的任一個所示的發光器件和具有其他結構的發光器件的兩者。

【0361】另外，藉由使用密封劑605將密封基板604貼合到元件基板610，將發光器件618設置在由元件基板

610、密封基板 604 以及密封劑 605 圍繞的空間 607 中。注意，空間 607 中填充有填料，作為該填料，可以使用惰性氣體(氮或氬等)，還可以使用密封劑。藉由在密封基板中形成凹部且在其中設置乾燥劑，可以抑制水分所導致的劣化，所以是較佳的。

【0362】另外，較佳為使用環氧樹脂或玻璃粉作為密封劑 605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水分或氧透過的材料。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。

【0363】雖然在圖 4 中沒有示出，但是也可以在第二電極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封劑 605 的露出部分的方式形成保護膜。另外，保護膜可以覆蓋一對基板的表面及側面、密封層、絕緣層等的露出側面而設置。

【0364】作為保護膜可以使用不容易透過水等雜質的材料。因此，可以能夠高效地抑制水等雜質從外部擴散到內部。

【0365】作為構成保護膜的材料，可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金屬或聚合物等。例如，可以使用含有氧化鋁、氧化鉛、矽酸鉛、氧化鏷、氧化矽、鈦酸鋇、氧化鋇、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋮、氧化鋳、氧化錫、氧化釷、氧化鈾、氧化鈾、氧化

銻、氧化釩、氧化銮等的材料或含有氮化鋁、氮化鉛、氮化矽、氮化鋁、氮化鈦、氮化鋮、氮化鉬、氮化鎢、氮化鎂的材料、包含含有鈦及鋁的氮化物、含有鈦及鋁的氧化物、含有鋁及鋅的氧化物、含有錳及鋅的硫化物、含有銻及鋮的硫化物、含有銻及鋁的氧化物、含有釩及鎢的氧化物等的材料。

【0366】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)法。較佳為將可以藉由ALD法形成的材料用於保護膜。藉由ALD法可以形成緻密且裂縫或針孔等缺陷被減少或具備均勻的厚度的保護膜。另外，可以減少在形成保護膜時加工構件受到的損傷。

【0367】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。

【0368】如上所述，可以得到使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件製造的發光裝置。

【0369】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0370】圖5示出藉由形成呈現白色發光的發光器件設置彩色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光裝置的例

子。圖 5A 示出基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光器件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL 層 1028、發光器件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封劑 1032 等。

【0371】另外，在圖 5A 中，將彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)設置在透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑矩陣 1035。對設置有彩色層及黑矩陣的透明基材 1033 進行對準而將其固定到基板 1001 上。另外，彩色層及黑矩陣 1035 被保護層 1036 覆蓋。另外，圖 5A 示出具有光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色光、綠色光、藍色光，因此能夠以四個顏色的像素顯示影像。

【0372】圖 5B 示出將彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)形成在閘極絕緣膜 1003 和第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上述那樣，也可以將彩色層設置在基板 1001 和密封基板 1031 之間。

【0373】另外，雖然以上說明了具有從形成有 FET 的基板 1001 一側提取光的結構(底部發射型)的發光裝置，但是也可以採用具有從密封基板 1031 一側提取發光的結構(頂部發射型)的發光裝置。圖 6 示出頂部發射型發光裝置

的剖面圖。在此情況下，基板1001可以使用不使光透過的基板。到製造用來使FET與發光器件的陽極連接的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極1022的方式形成第三層間絕緣膜1037。該絕緣膜也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜1037可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他公知材料形成。

【0374】雖然在此發光器件的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B都是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖6所示那樣的頂部發射型發光裝置的情況下，第一電極較佳為反射電極。EL層1028的結構採用實施方式1至6中的任一個所示的單元103的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

【0375】在採用圖6所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)的密封基板1031進行密封。密封基板1031也可以設置有位於像素和像素之間的黑矩陣1035。彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)或黑矩陣也可以被保護層1036覆蓋。另外，作為密封基板1031，使用具有透光性的基板。另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色的四個顏色進行全彩色顯示的例子，但是並不侷限於此，也可以以紅色、黃色、綠色、藍色的四個顏色或紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。

【0376】在頂部發射型發光裝置中，可以較佳地適用

微腔結構。將反射電極用作第一電極且將半透射半反射電極用作第二電極，由此可以得到具有微腔結構的發光器件。在反射電極與半透射半反射電極之間至少含有EL層，並且至少含有成為發光區域的發光層。

【0377】注意，反射電極是可見光反射率為40%至100%，較佳為70%至100%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。另外，半透射半反射電極是可見光反射率為20%至80%，較佳為40%至70%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。

【0378】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。

【0379】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。

【0380】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。

【0381】另外，在上述結構中，EL層可以含有多個發

光層，也可以只含有一個發光層。例如，也可以採用如下結構：組合上述串聯型發光器件的結構，在一個發光器件中以其間夾著電荷產生層的方式設置多個EL層，並且，在每個EL層中形成一個或多個發光層。

【0382】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。

【0383】因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件，所以可以得到具有優良特性的發光裝置。明確而言，使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

【0384】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7示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。注意，圖7A是示出發光裝置的透視圖，並且圖7B是沿圖7A的線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖7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至6中的任一個所示的發光器件，也可以得到可靠性良好的發光裝置或者低功耗的發光裝置。

【0385】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。

【0386】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0387】

實施方式9

在本實施方式中，參照圖8對將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件用於照明設備的例子進行說明。圖8B是照明設備的俯視圖，圖8A是沿著圖8B的線e-f的剖面圖。

【0388】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上形成有第一電極401。第一電極401相當於實施方式1至6中的任一個中的第一電極101。當從第一電極401一側提取光時，第一電極401使用具有透光性的材料形成。

【0389】另外，在基板400上形成用來對第二電極404供應電壓的焊盤412。

【0390】在第一電極401上形成有EL層403。EL層403相當於實施方式1至6中的任一個中的單元103的結構或組合單元103(12)以及中間層106的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

【0391】以覆蓋EL層403的方式形成第二電極404。第二電極404相當於實施方式1至6中的任一個中的第二電極102。當從第一電極401一側提取光時，第二電極404使用反射率高的材料形成。藉由使第二電極404與焊盤412連接，將電壓供應到第二電極404。

【0392】如上所述，本實施方式所示的照明設備具備包括第一電極401、EL層403以及第二電極404的發光器件。由於該發光器件是發光效率高的發光器件，所以本實施方式的照明設備可以是低功耗的照明設備。

【0393】使用密封劑405、406將形成有具有上述結構的發光器件的基板400和密封基板407固定來進行密封，由此製造照明設備。另外，也可以僅使用密封劑405和406中的一個。另外，也可以使內側的密封劑406(在圖8B中未圖示)與乾燥劑混合，由此可以吸收水分而提高可靠性。

【0394】另外，藉由以延伸到密封劑405、406的外部的方式設置焊盤412和第一電極401的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外輸入端子上設置安裝有轉換器等IC晶片420等。

【0395】本實施方式所記載的照明設備在EL元件中使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件，可以實現低功耗的照明設備。

【0396】

實施方式10

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

【0397】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。

【0398】圖9A示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼7101中組裝有顯示部7103。另外，在此示出利用支架7105支撐外殼7101的結構。可以利用顯示部7103顯示影像，並且將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件排列為矩陣狀而構成顯示部7103。

【0399】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，可以控制頻道或音量，由此

可以控制顯示在顯示部7103上的影像。另外，也可以在遙控器7110中設置用來顯示從該遙控器7110輸出的資訊的顯示部7107。

【0400】另外，電視機採用具備接收機或數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通訊網路，能夠進行單向(從發送者到接收者)或雙向(發送者和接收者之間或接收者之間等)的資訊通訊。

【0401】圖9B1示出電腦，該電腦包括主體7201、外殼7202、顯示部7203、鍵盤7204、外部連接埠7205、指向裝置7206等。另外，該電腦藉由將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。圖9B1中的電腦也可以為如圖9B2所示的方式。圖9B2所示的電腦設置有第二顯示部7210代替鍵盤7204及指向裝置7206。第二顯示部7210是觸控面板，藉由利用指頭或專用筆操作顯示在第二顯示部7210上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，第二顯示部7210不僅能夠顯示輸入用顯示，而且可以顯示其他影像。另外，顯示部7203也可以是觸控面板。因為兩個螢幕藉由鉸鏈部連接，所以可以防止在收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞等。

【0402】圖9C示出可攜式終端的一個例子。可攜式終端具備組裝在外殼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，可攜式終端包括將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件

排列為矩陣狀而製造的顯示部7402。

【0403】圖9C所示的可攜式終端也可以具有用指頭等觸摸顯示部7402來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用指頭等觸摸顯示部7402來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

【0404】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。

【0405】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。

【0406】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。

【0407】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。

【0408】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。

【0409】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。

【0410】圖10A是示出掃地機器人的一個例子的示意圖。

【0411】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。

【0412】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。

【0413】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。

【0414】可以在顯示器5101上顯示電池的剩餘電量或

所吸引的垃圾的量等。可以在顯示器 5101 上顯示掃地機器人 5100 的行走路徑。另外，顯示器 5101 可以是觸控面板，可以將操作按鈕 5104 顯示在顯示器 5101 上。

【0415】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。

【0416】可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示器 5101。

【0417】圖 10B 所示的機器人 2100 包括運算裝置 2110、照度感測器 2101、麥克風 2102、上部照相機 2103、揚聲器 2104、顯示器 2105、下部照相機 2106、障礙物感測器 2107 及移動機構 2108。

【0418】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。

【0419】顯示器 2105 具有顯示各種資訊的功能。機器人 2100 可以將使用者所希望的資訊顯示在顯示器 2105 上。顯示器 2105 也可以安裝有觸控面板。顯示器 2105 可以是可拆卸的資訊終端，藉由將該資訊終端設置在機器人 2100 的所定位置，可以進行充電及資料的收發。

【0420】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。

【0421】圖10C是示出護目鏡型顯示器的一個例子的圖。護目鏡型顯示器例如包括外殼5000、顯示部5001、揚聲器5003、LED燈5004、操作鍵(包括電源開關或操作開關)、連接端子5006、感測器5007(它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風5008、顯示部5002、支撐部5012、耳機5013等。

【0422】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。

【0423】圖11示出將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖11所示的檯燈包括外殼2001和光源2002，並且作為光源2002使用實施方式9所記載的照明設備。

【0424】圖12示出將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件用於室內的照明設備3001的例子。由於實施方式1至6中的任一個所示的發光器件是發光效率高的發光器

件，所以可以提供低功耗的照明設備。另外，因為實施方式1至6中的任一個所示的發光器件能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明設備。另外，因為實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的厚度薄，所以能夠作為實現薄型化的照明設備使用。

【0425】還可以將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖13示出將實施方式1至6中的任一個所示的發光器件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域5200至顯示區域5203是使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件設置的顯示區域。

【0426】顯示區域5200和顯示區域5201是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極製造實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的第一電極和第二電極，可以得到能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

【0427】顯示區域5202是設置在支柱部分的安裝有實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的顯示裝置。藉由在顯示區域5202上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在

儀表板部分上的顯示區域5203藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

【0428】顯示區域5203還可以藉由顯示導航資訊、速度表或轉速、行車距離、燃料表、排檔狀態、空調的設定等提供各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容或佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域5200至顯示區域5202上。另外，也可以將顯示區域5200至顯示區域5203用作照明設備。

【0429】此外，圖14A至圖14C示出能夠折疊的可攜式資訊終端9310。圖14A示出展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖14B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14C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。

【0430】功能面板9311由鉸鏈部9313所連接的三個外殼9315支撐。注意，功能面板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處彎折功能面板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功能面板9311。

【0431】另外，本實施方式所示的結構可以與實施方式1至實施方式6所示的結構適當地組合來使用。

【0432】如上所述，具備實施方式1至6中的任一個所示的發光器件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置用於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式1至6中的任一個所示的發光器件，可以得到功耗低的電子裝置。

【0433】注意，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

實施例1

【0434】在本實施例中，參照圖15至圖27說明所製造的本發明的一個實施方式的發光器件1至發光器件2。

【0435】圖15是說明本發明的一個實施方式的發光器件的結構的圖。圖15A是說明發光器件1的結構的圖，圖15B是說明發光器件2的結構的圖，圖15C是說明發光器件的結構的一部分的圖。

【0436】圖16是說明發光器件1及對比發光器件1的電流密度-亮度特性的圖。

【0437】圖17是說明發光器件1及對比發光器件1的亮度-電流效率特性的圖。

【0438】圖18是說明發光器件1及對比發光器件1的電壓-亮度特性的圖。

【0439】圖19是說明發光器件1及對比發光器件1的電

壓-電流特性的圖。

【0440】圖20是說明發光器件1及對比發光器件1的亮度-藍色指標特性的圖。

【0441】圖21是說明在使發光器件1及對比發光器件1以 1000cd/m^2 的亮度發光時的發射光譜的圖。

【0442】<發光器件1>

本實施例中所製造的發光器件1具有發射光EL1的功能且包括電極101、電極102及單元103(參照圖15A)。

【0443】光EL1具有光譜 $\phi 1$ ，光譜 $\phi 1$ 在波長 $\lambda 1\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0444】電極102具有與電極101重疊的區域。另外，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域，單元103包括層111、層112及層113。

【0445】層111具有夾在層112與層113間的區域，層111包含發光性材料。

【0446】層112包括層112A及層112B。層112B具有夾在層112A與層111間的區域且接觸於層112A。

【0447】層112A對於具有 460nm 的波長的光具有折射率2.02。

【0448】層112B對於具有 460nm 的波長的光具有折射率1.69，折射率1.69位於1.4以上且1.75以下的範圍內，小於折射率2.02。

【0449】另外，折射率1.69與折射率2.02間有0.33的差異。

【 0450 】 另外，在本實施例中所製造的發光器件 1 中，層 111 的厚度為 25nm，在層 112A 與層 111 間有 45nm 的距離。

【 0451 】 注意，在距離 d 為 45nm、厚度 t 為 25nm、波長 λ 為 460nm、折射率 n_2 為 1.69 時， $(d+t/2) \times n_2$ 的值為 97.125nm。另外， $0.5 \times 0.25 \times 460\text{nm}$ 的值為 57.5nm， $1.5 \times 0.25 \times 460\text{nm}$ 的值為 172.5nm。就是說，97.125nm 位於 57.5nm 以上且 172.5nm 以下的範圍內。

【 0452 】 <<發光器件 1 的結構>>

表 1 示出發光器件 1 的結構。另外，以下示出用於本實施例所說明的發光器件的材料結構式。

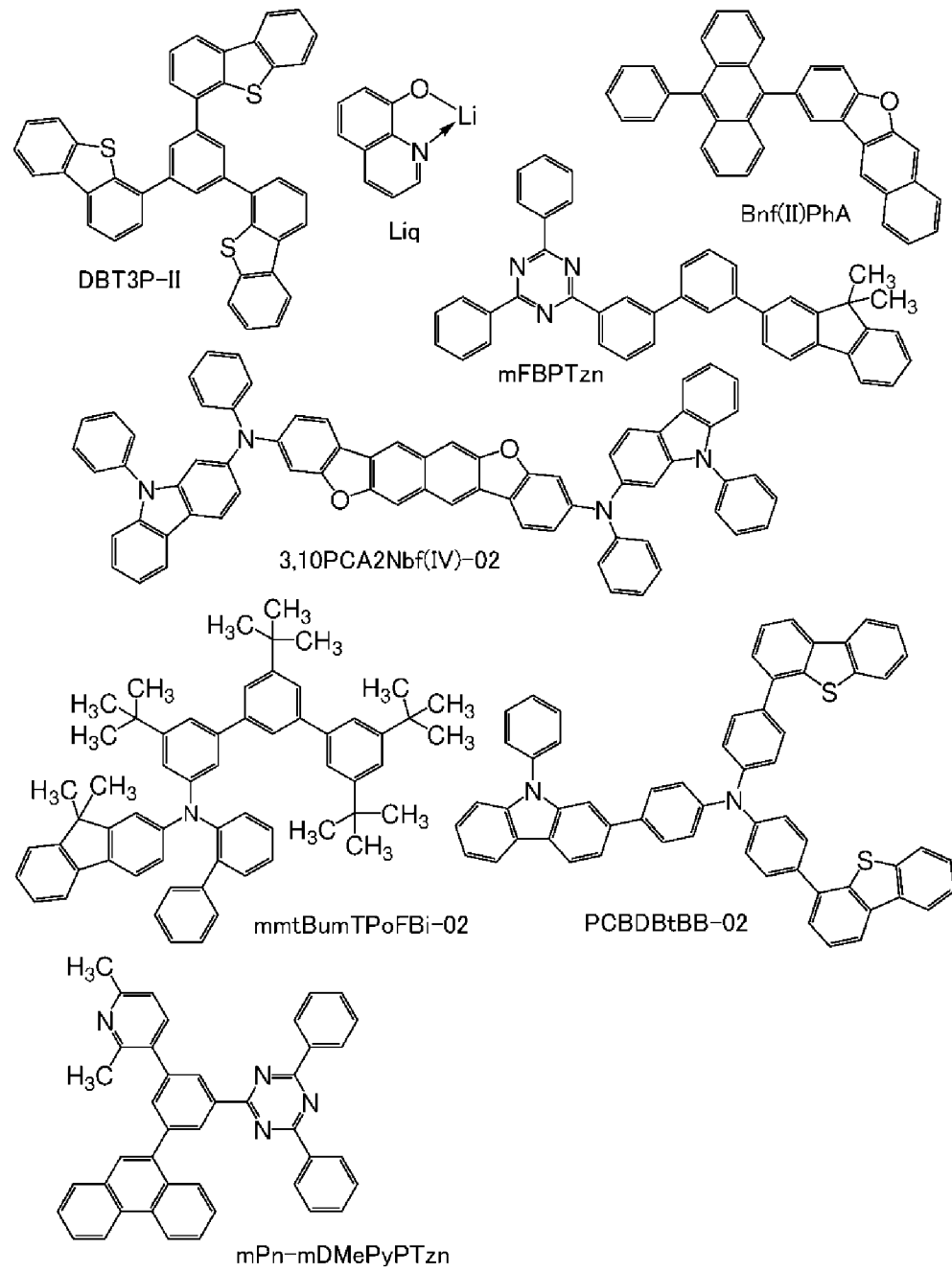
【 0453 】

[表 1]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
層	CAP	DBT3P-II		70
電極	102	Ag:Mg	10:1	15
層	105	LiF		1
層	113B	mPn-mDMePyPTzn:Liq	1:1	20
層	113A	mFBPTzn		10
層	111	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
層	112C	PCBDBtBB-02		10
層	112B	CTM2		35
層	112A	PCBDBtBB-02		70
層	104	PCBDBtBB-02:OCHD-001	1:0.1	10
導電膜	TCF	ITSO		10
反射膜	REF	Ag		100

【 0454 】

[化學式 13]



【 0455 】 <<發光器件 1 的製造方法>>

藉由具有下述步驟的方法製造了本實施例所說明的發光器件 1。

【 0456 】 [第一步驟]

在第一步驟，形成反射膜 REF。明確而言，作為靶材

使用 Ag 藉由濺射法形成反射膜 REF。

【0457】注意，反射膜 REF 包含 Ag，並且其厚度為 100nm。

【0458】[第二步驟]

在第二步驟，在反射膜 REF 上形成導電膜 TCF。明確而言，作為靶材使用含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫(簡稱：ITSO)藉由濺射法形成導電膜 TCF。

【0459】注意，導電膜 TCF 包含 ITSO，其厚度為 10nm，並且其面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0460】接著，用水對形成有電極 101 的基板進行洗滌，以 200°C 焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

【0461】[第三步驟]

在第三步驟，在電極 101 上形成層 104。明確而言，藉由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0462】另外，層 104 包含 4,4'-雙(二苯并噻吩-4-基)-4''-(9-苯基-9H-呋啉-2-基)三苯基胺(簡稱：PCBDBtBB-02)及電子受體性材料(簡稱：OCHD-001)，其重量比為 PCBDBtBB-02：OCHD-001=1：0.1，其厚度為 10nm。

【0463】[第四步驟]

在第四步驟，在層 104 上形成層 112A。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料 CTM1。

【 0464 】 層 112A 包 含 PCBDBtBB-02 ， 其 厚 度 為 70nm 。 另 外 ， PCBDBtBB-02 對 於 波 長 460nm 的 光 具 有 2.02 的 折 射 率 。

【 0465 】 [第 五 步 驟]

在 第 五 步 驟 ， 在 層 112A 上 形 成 層 112B 。 明 確 而 言 ， 利 用 電 阻 加 熱 法 蒸 鍍 材 料 CTM2 。

【 0466 】 作 為 材 料 CTM2 使 用 N-(1,1'-聯 苯 -2-基)-N-(3,3'',5',5''-四 -三 級 丁 基 -1,1':3',1''-三 聯 苯 基 -5-基)-9,9-二 甲 基 -9H-芴 -2-胺 (簡 稱 ： mmtBumTPoFbi-02) 。 層 112B 包 含 mmtBumTPoFbi-02 ， 其 厚 度 為 35nm 。 另 外 ， mmtBumTPoFbi-02 對 於 波 長 460nm 的 光 具 有 1.69 的 折 射 率 。

【 0467 】 [第 六 步 驟]

在 第 六 步 驟 ， 在 層 112B 上 形 成 層 112C 。 明 確 而 言 ， 利 用 電 阻 加 熱 法 蒸 鍍 材 料 。

【 0468 】 層 112C 包 含 PCBDBtBB-02 ， 其 厚 度 為 10nm 。

【 0469 】 [第 七 步 驟]

在 第 七 步 驟 ， 在 層 112C 上 形 成 層 111 。 明 確 而 言 ， 利 用 電 阻 加 熱 法 共 蒸 鍍 材 料 。

【 0470 】 層 111 包 含 2-(10-苯 基 -9-蒽 基 (anthracenyl))-苯 基 [b] 萘 并 [2,3-d] 呋 喃 (簡 稱 ： Bnf(II)PhA) 及 3,10-雙 [N-(9-苯 基 -9H-呋 喃 -2-基)-N-苯 基 胺 基] 萘 并 [2,3-b;6,7-b'] 雙 苯 并 呋 喃 (簡 稱 ： 3,10PCA2Nbf(IV)-02) ， 其 重 量 比 為 Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015 ， 其 厚 度 為 25nm 。

【0471】[第八步驟]

在第八步驟，在層111上形成層113A。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0472】層113A包含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)，其厚度為10nm。

【0473】[第九步驟]

在第九步驟，在層113A上形成層113B。明確而言，利用電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0474】另外，層113B包含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)及8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)，其重量比為mPn-mDMePyPTzn:Liq=1:1，其厚度為20nm。

【0475】[第十步驟]

在第十步驟，在層113B上形成層105。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0476】層105包含LiF，其厚度為1nm。

【0477】[第十一步驟]

在第十一步驟，在層105上形成電極102。明確而言，利用電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0478】電極102包含Ag及Mg，其體積比為Ag:Mg=10:1，其厚度為15nm。

【0479】[第十二步驟]

在第十二步驟，在電極102上形成層CAP。明確而

言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0480】層CAP包含4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩))(簡稱：DBT3P-II)，其厚度為70nm。

【0481】<<發光器件1的工作特性>>

在供應電力時發光器件1發射光EL1(參照圖15A)。對發光器件1的工作特性進行了測定(參照圖16至圖21)。測量利用分光輻射亮度計(拓普康公司製造，UR-UL1R)在室溫下進行。

【0482】表2示出以1000cd/m²左右的亮度使發光器件1發光時的主要初始特性。表2還示出對比發光器件1的初始特性，在後面說明其結構。

【0483】

[表2]

	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)	B.I. (cd/A/y)
發光器件1	4.0	0.41	10.2	0.14	0.05	9.1	184
對比發光器件1	4.0	0.54	13.5	0.14	0.05	8.1	172

【0484】注意，藍色指標(BI：Blue Index)是指將電流效率(cd/A)還除以y色度而得的值，是表示藍色發光的發光特性的指標之一。藍色發光有y色度越小色純度越高的發光的傾向。色純度高的藍色發光即使亮度成分小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y色度的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良好。

【0485】可知發光器件1呈現良好的特性。例如，發光器件1可以以與對比發光器件1相等的驅動電壓以及低於對比發光器件1的電流密度獲得與對比發光器件1相等的亮度(參照表2)。或者，發光器件1可以以低於對比發光器件1的功耗獲得與對比發光器件1相等的亮度。另外，發光器件1的電流效率高於對比發光器件1(參照表2及圖17)。另外，發光器件1的藍色指標比對比發光器件1高，亦即1.07倍左右(參照表2及圖20)。其結果，可以提供方便性、實用性或可靠性良好的新穎發光器件。

【0486】(參考例1)

本實施例中所製造的對比發光器件1與發光器件1不同之處在於：層112B的厚度；以及用於層112B的材料CTM2。明確而言，將PCBDBtBB-02用於材料CTM2而不使用mmtBumTPoFBi-02，這一點與發光器件1不同。換言之，作為材料CTM1及材料CTM2使用相同材料在一個區域中形成層112A、層112B及層112C。

【0487】<<對比發光器件1的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造對比發光器件1。

【0488】對比發光器件1的製造方法與發光器件1的製造方法不同之處在於：在形成層112B的步驟，使用PCBDBtBB-02代替mmtBumTPoFBi-02；以及其厚度不是35nm而是30nm。換言之，使用PCBDBtBB-02形成層112A、

層 112B 及層 112C，使它們的總厚度為 110nm。在此，對不同之處進行詳細說明，而關於使用相同方法的部分援用上述說明。

【0489】 [第五步驟]

在第五步驟，在層 112A 上形成層 112B。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0490】 層 112B 包含 PCBDBtBB-02，其厚度為 30nm。

【0491】 表 2 示出對比發光器件 1 的主要初始特性。

實施例 2

【0492】 在本實施例中，參照圖 22 至圖 27 說明所製造的本發明的一個實施方式的發光器件 2。

【0493】 圖 22 是說明發光器件 2 的電流密度-亮度特性的圖。

【0494】 圖 23 是說明發光器件 2 的亮度-電流效率特性的圖。

【0495】 圖 24 是說明發光器件 2 的電壓-亮度特性的圖。

【0496】 圖 25 是說明發光器件 2 的電壓-電流特性的圖。

【0497】 圖 26 是說明發光器件 2 的亮度-外部量子效率特性的圖。注意，假設發光器件的配光特性為朗伯特型，根據亮度算出外部量子效率。

【0498】圖27是說明在使發光器件2以 1000cd/m^2 的亮度發光時的發射光譜的圖。

【0499】<發光器件2>

本實施例中所製造的發光器件2具有發射光EL1的功能且包括電極101、電極102及單元103(參照圖15B)。

【0500】光EL1具有光譜 $\phi 1$ ，光譜 $\phi 1$ 在波長 $\lambda 1\text{nm}$ 處具有最大峰。

【0501】電極102具有與電極101重疊的區域。另外，單元103具有夾在電極101與電極102間的區域，單元103包括層111、層112及層113。

【0502】層111具有夾在層112與層113間的區域，層111包含發光性材料。

【0503】層112包括層112A及層112B。層112B具有夾在層112A與層111間的區域且接觸於層112A。

【0504】層112A對於具有 530nm 的波長的光具有折射率1.86。

【0505】層112B對於具有 530nm 的波長的光具有折射率1.67，折射率1.67小於折射率1.86。

【0506】另外，折射率1.67與折射率1.86間有0.19的差異。

【0507】另外，在本實施例中所製造的發光器件2中，層111的厚度為 40nm ，在層112A與層111間有 40nm 的距離。

【0508】注意，在距離 d 為 40nm 、厚度 t 為 40nm 、波

長 λ 為 530nm、折 射 率 n_2 為 1.67 時， $(d+t/2) \times n_2$ 的 值 為 100.2nm。另 外， $0.5 \times 0.25 \times 530\text{nm}$ 的 值 為 66.25nm， $1.5 \times 0.25 \times 530\text{nm}$ 的 值 為 198.75nm。就 是 說，100.2nm 位 於 66.25nm 以 上 且 198.75nm 以 下 的 範 圍 內。

【0509】另外，在發光器件2中，層112B具有抑制載子從層111向層112A移動的功能。明確而言，具有抑制電子的移動的功能。

【0510】<<發光器件2的結構>>

表3示出發光器件2的結構。另外，以下示出用於本實施例所說明的發光器件的材料的結構式。表中的Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)表示Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)。

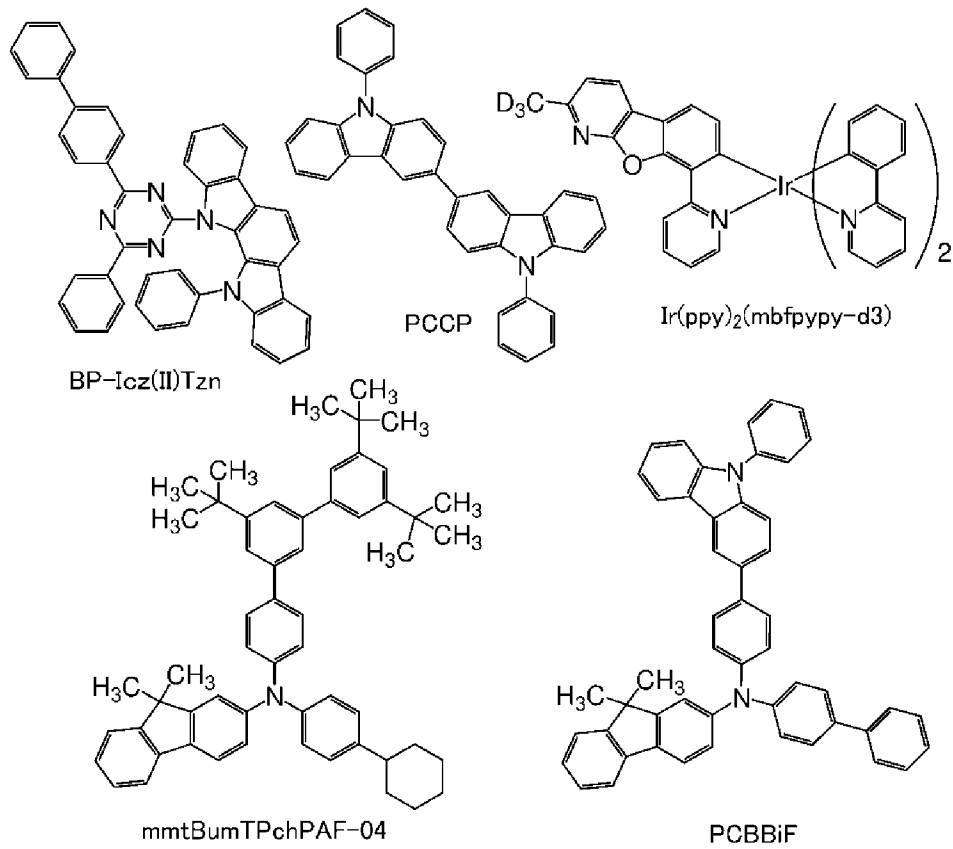
【0511】

[表3]

組件	符號	材料	組成比	厚度 /nm
電極	102	Al		200
層	105	Liq		1
層	113B	mPn-mDMePyPTzn:Liq	1:1	25
層	113A	mFBPTzn		10
層	111	BP-Icz(II)Tzn:	0.5:	40
		PCCP:	0.5:	
		Ir(ppy) ₂ (mbfpypy-d3)	0.10	
層	112B	mmtBumTPchPAF-04		40
層	112A	PCBBiF		100
層	104	PCBBiF:OCHD-001	1:0.03	10
電極	101	ITSO		110

【0512】

[化學式 14]



【0513】 <<發光器件2的製造方法>>

利用包括下述步驟的方法製造本實施例中說明的發光器件2。

【0514】 [第一步驟]

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

【0515】 注意，電極101包含ITSO，其厚度為110 nm，並且其面積為4mm²(2mm×2mm)。

【0516】 接著，用水對形成有電極101的基板進行洗滌，以200℃焙燒1小時，然後進行UV臭氧處理370秒。然後，將基板放入其內部被減壓到10⁻⁴Pa左右的真空蒸鍍裝

置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在170℃的溫度下進行真空焙燒30分鐘。然後，將基板冷卻30分鐘左右。

【0517】[第二步驟]

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

【0518】層104包含N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)及OCHD-001，其重量比為PCBBiF：OCHD-001=1：0.03，其厚度為10nm。

【0519】[第三步驟]

在第三步驟，在層104上形成層112A。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料CTM1。

【0520】層112A包含PCBBiF，其厚度為100nm。另外，PCBBiF對於波長530nm的光具有1.86的折射率。

【0521】[第四步驟]

在第四步驟，在層112A上形成層112B。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料CTM2。

【0522】層112B包含N-(3'',5'',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-4-基)-N-(4-環己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF-04)，其厚度為40nm。另外，mmtBumTPchPAF-04對於波長530nm的光具有1.67的折射率。

【0523】[第五步驟]

在第五步驟，在層112B上形成層111。明確而言，藉

由電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0524】層111包含11-(4-[1,1'-聯苯]-4-基-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-11,12-二氫-12-苯基-吲哚[2,3-a]咔唑(簡稱：BP-Icz(II)Tzn)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)及[2-d3-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]雙[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]銨(III)(簡稱：Ir(ppy)₂(mbfppy-d3))，其重量比為BP-Icz(II)Tzn：PCCP:Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)=0.5:0.5:0.10，其厚度為40nm。

【0525】[第六步驟]

在第六步驟，在層111上形成層113A。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0526】層113A包含mFBPTzn，其厚度為10nm。

【0527】[第七步驟]

在第七步驟，在層113A上形成層113B。明確而言，利用電阻加熱法共蒸鍍材料。

【0528】層113B包含mPn-mDMePyPTzn及Liq，其重量比為mPn-mDMePyPTzn:Liq=1:1，其厚度為25nm。

【0529】[第八步驟]

在第八步驟，在層113B上形成層105。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0530】層105包含Liq，其厚度為1nm。

【0531】[第九步驟]

在第九步驟，在層105上形成電極102。明確而言，利用電阻加熱法蒸鍍材料。

【0532】電極102包含A1，其厚度為200nm。

【0533】<<發光器件2的工作特性>>

在供應電力時發光器件2發射光EL1(參照圖15B)。對發光器件1的工作特性進行了測定(參照圖22至圖27)。測量在室溫下進行。

【0534】表4示出以1000cd/m²左右的亮度使發光器件2發光時的主要初始特性。

【0535】

[表4]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光器件2	2.8	0.03	0.8	0.34	0.63	109.6	28.1

【0536】可知發光器件2呈現良好特性。例如，發光器件2呈現非常高電流效率(參照表2及圖23)。另外，發光器件2呈現非常高外部量子效率(參照表2及圖26)。其結果，可以提供方便性、實用性或可靠性良好的新穎發光器件。

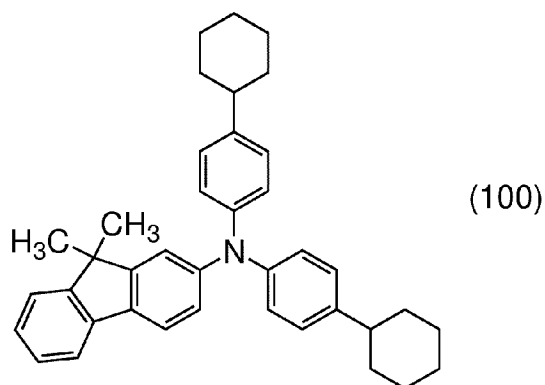
【0537】<<合成例1>>

在本實施例中，說明實施方式1中說明的低折射率電洞傳輸性材料的合成方法。

【0538】首先，說明N,N-雙(4-環己苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-蒽-2基)胺(簡稱：dchPAF)的詳細合成方法。以下示出dchPAF的結構。

【0539】

[化學式 15]

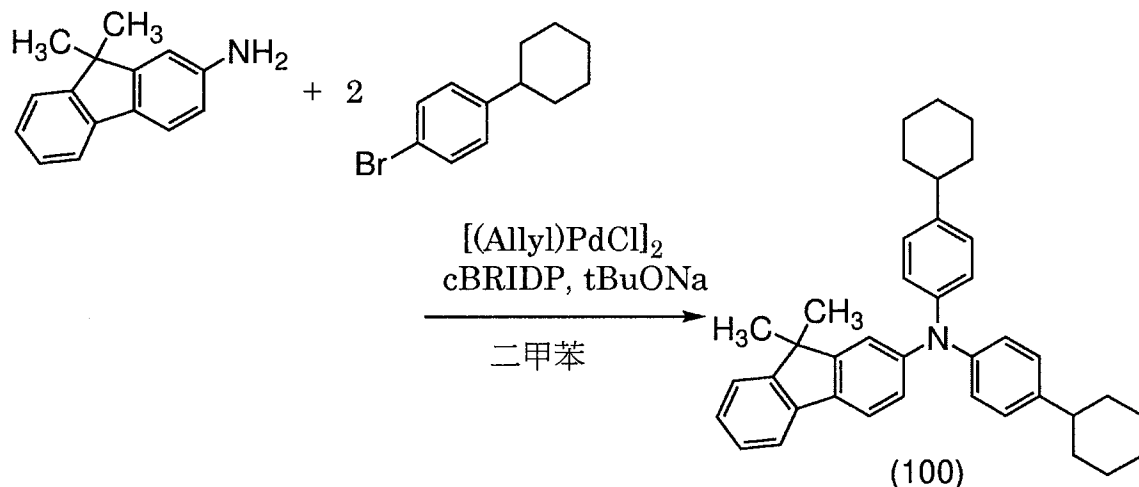


【 0540 】 <步驟 1：N,N-雙(4-環己基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2基)胺(簡稱：dchPAF)的合成>

將 10.6g(51mmol) 的 9,9- 二 甲 基 -9H- 芴 -2- 胺 、 18.2g(76mmol) 的 4- 環 己 -1- 溴 苯 、 21.9g(228mmol) 的 三 級 丁 醇 鈉 、 255mL 的 二 甲 苯 放 入 三 頸 燒 瓶 中 ， 在 減 壓 下 進 行 脫 氣 處 理 之 後 ， 對 該 燒 瓶 內 進 行 氮 氣 置 換 。 將 該 混 合 物 加 熱 到 50℃ 左 右 並 進 行 攪 拌 。 這 裡 ， 添 加 370mg(1.0mmol) 的 氯 化 烯 丙 基 鈰 (II) 二 聚 物 (簡 稱 ： [(Allyl)PdCl]₂) 、 1660mg (4.0mmol) 的 二 -三 級 丁 基 (1-甲 基 -2,2-二 苯 基 環 丙 基) 膦 (簡 稱 ： cBRIDP(註 冊 商 標)) ， 對 該 混 合 物 以 120℃ 進 行 加 熱 5 小 時 左 右 。 然 後 ， 使 燒 瓶 的 溫 度 回 到 60℃ 左 右 ， 添 加 4mL 左 右 的 水 ， 使 固 體 析 出 。 將 析 出 的 固 體 過 濾 出 來 。 濃 縮 濾 液 ， 利 用 矽 膠 管 柱 層 析 法 對 所 得 到 的 濾 液 進 行 純 化 。 濃 縮 所 得 到 的 溶 液 ， 得 到 濃 縮 甲 苯 溶 液 。 將 該 甲 苯 溶 液 滴 落 到 乙 醇 ， 再 沉 澱 。 在 10℃ 左 右 下 過 濾 析 出 物 ， 在 80℃ 左 右 下 對 所 得 到 的 固 體 進 行 減 壓 乾 燥 ， 以 40% 的 產 率 得 到 10.1g 的 目 的 物 的 白 色 固 體 。 以 下 示 出 步 驟 1 的 dchPAF 的 合 成 方 案 。

【 0541 】

[化學式 16]



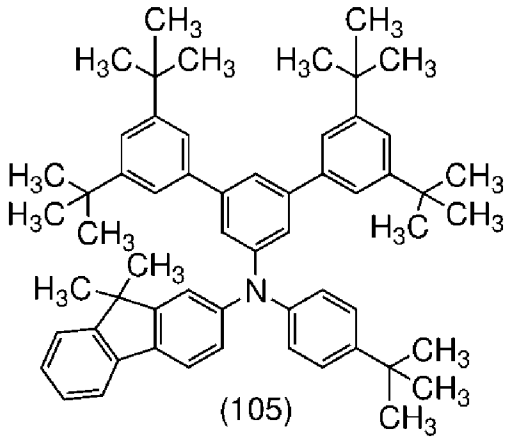
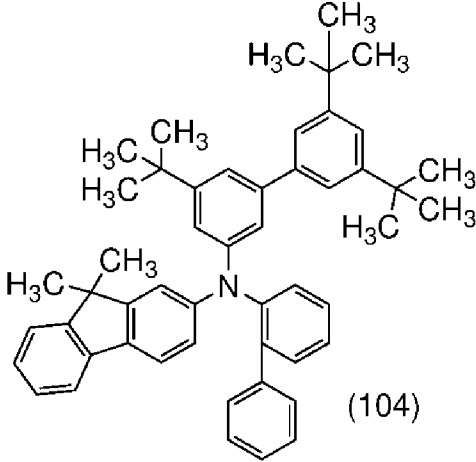
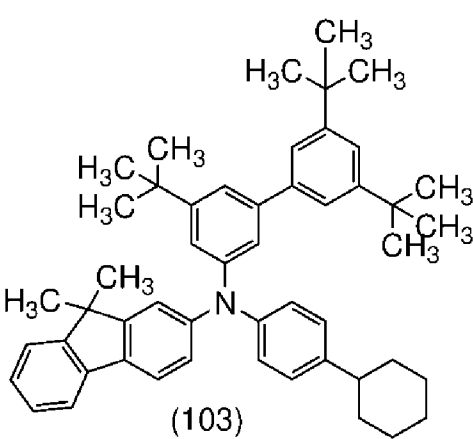
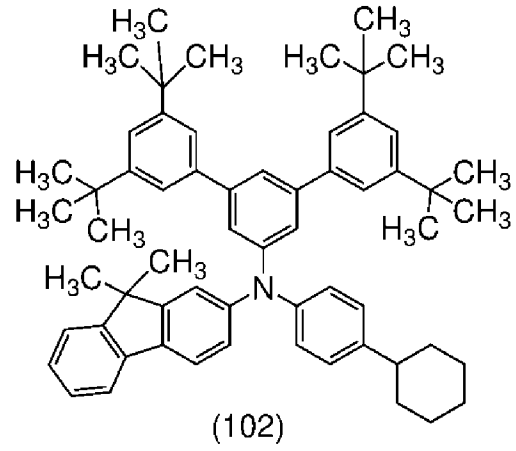
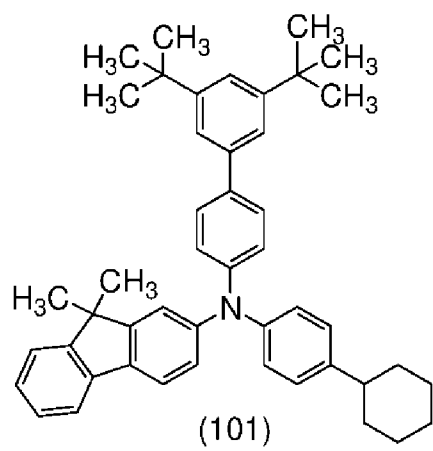
【 0542 】 另外，下面示出利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 分析藉由上述步驟 1 得到的白色固體的結果。由此可知，在本合成例中可以合成 dchPAF。

【 0543 】 $^1\text{H-NMR}$. $\delta(\text{CDCl}_3)$: 7.60(d , 1H , $J=7.5$ Hz) , 7.53(d , 1H , $J=8.0\text{Hz}$) , 7.37(d , 2H , $J=7.5\text{Hz}$) , 7.29(td , 1H , $J=7.5\text{Hz}$, 1.0Hz) , 7.23(td , 1H , $J=7.5\text{Hz}$, 1.0Hz) , 7.19(d , 1H , $J=1.5\text{Hz}$) , 7.06(m , 8H) , 6.97(dd , 1H , $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz) , 2.41-2.51(brm , 2H) , 1.79-1.95(m , 8H) , 1.70-1.77(m , 2H) , 1.33-1.45(brm , 14H) , 1.19-1.30(brm , 2H)。

【 0544 】 同樣地，合成以下述結構式 (101) 至結構式 (105) 表示的有機化合物。

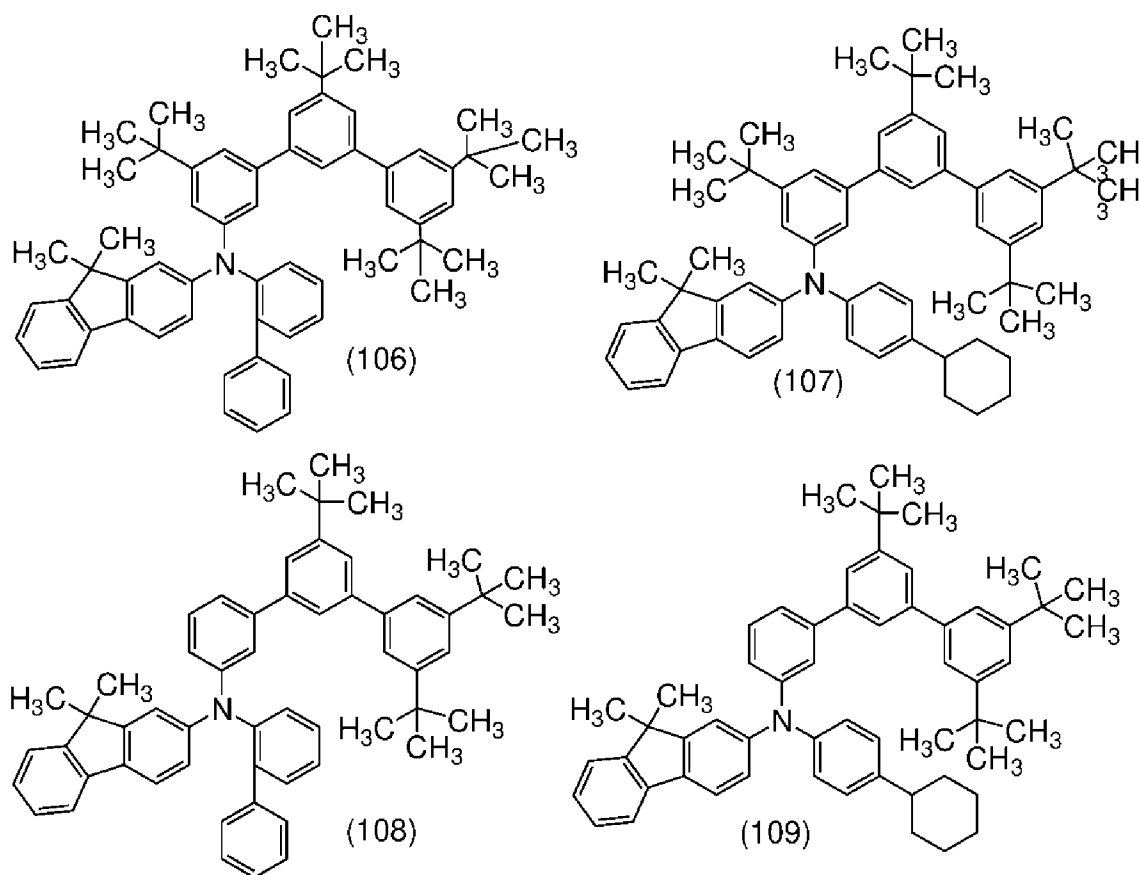
【 0545 】

[化學式 17]



【 0546 】

[化學式 18]



【 0547 】 以下示出藉由核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 分析上述有機化合物的結果。

【 0548 】 結構式 (101)，亦即 N-(4-環己苯基)-N-(3'',5''-二三級丁基-1,1''-聯苯-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2基)胺 (簡稱：mmtBuBichPAF) 的分析結果為如下： $^1\text{H-NMR}$. $\delta(\text{CDCl}_3)$ ：7.63(d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$)，7.57(d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$)，7.44-7.49(m, 2H)，7.37-7.42(m, 4H)，7.31(td, 1H, $J=7.5\text{Hz}$, 2.0Hz)，7.23-7.27(m, 2H)，7.15-7.19(m, 2H)，7.08-7.14(m, 4H)，7.05(dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 2.0Hz)，2.43-2.53(brm, 1H)，1.81-1.96(m, 4H)，1.75(d, 1H, $J=12.5\text{Hz}$)，1.32-1.48(m, 28H)，1.20-1.31

(brm, 1H)。

【0549】結構式(102)，亦即N-(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5'-基)-N-(4-環己苯基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF)的分析結果為如下：¹H-NMR(300MHz, CDCl₃)：δ=7.63(d, J=6.6Hz, 1H), 7.58(d, J=8.1Hz, 1H), 7.42-7.37(m, 4H), 7.36-7.09(m, 14H), 2.55-2.39(m, 1H), 1.98-1.20(m, 51H)。

【0550】結構式(103)，亦即N-[(3,3',5'-三級丁基)-1,1'-聯苯-5-基]-N-(4-環己苯基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumBichPAF)的分析結果為如下：¹H-NMR. δ(CDCl₃)：7.63(d, 1H, J=7.5Hz), 7.56(d, 1H, J=8.5Hz), 7.37-7.40(m, 2H), 7.27-7.32(m, 4H), 7.22-7.25(m, 1H), 7.16-7.19(brm, 2H), 7.08-7.15(m, 4H), 7.02-7.06(m, 2H), 2.43-2.51(brm, 1H), 1.80-1.93(brm, 4H), 1.71-1.77(brm, 1H), 1.36-1.46(brm, 10H), 1.33(s, 18H), 1.22-1.30(brm, 10H)。

【0551】結構式(104)，亦即N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-[(3,3',5'-三-三級丁基)-1,1'-聯苯-5-基]-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱：mmtBumBioFBi)的分析結果為如下：¹H-NMR. δ(CDCl₃)：7.57(d, 1H, J=7.5Hz), 7.40-7.47(m, 2H), 7.32-7.39(m, 4H), 7.27-7.31(m, 2H), 7.27-7.24(m, 5H), 6.94-7.09(m, 6H), 6.83(brs, 2H), 1.33(s, 18H), 1.32(s, 6H), 1.20(s, 9H)。

【0552】結構式(105)，亦即N-(4-三級丁基苯基)-N-

(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPtBuPAF)的分析結果為如下：¹H-NMR.δ(CDCl₃)：7.64(d，1H，J=7.5Hz)，7.59(d，1H，J=8.0Hz)，7.38-7.43(m，4H)，7.29-7.36(m，8H)，7.24-7.28(m，3H)，7.19(d，2H，J=8.5Hz)，7.13(dd，1H，J=1.5Hz，8.0Hz)，1.47(s，6H)，1.32(s，45H)。

【0553】結構式(106)，亦即N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(3,3'',5,5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPoFBi-02)的分析結果為如下：¹H-NMR.δ(CDCl₃)：7.56(d，1H，J=7.4Hz)，7.50(dd，1H，J=1.7Hz)，7.33-7.46(m，11H)，7.27-7.29(m，2H)，7.22(dd，1H，J=2.3Hz)，7.15(d，1H，J=6.9Hz)，6.98-7.07(m，7H)，6.93(s，1H)，6.84(d，1H，J=6.3Hz)，1.38(s，9H)，1.37(s，18H)，1.31(s，6H)，1.20(s，9H)。

【0554】結構式(107)，亦即N-(4-環己苯基)-N-(3,3'',5',5''-四-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：mmtBumTPchPAF-02)的分析結果為如下：¹H-NMR.δ(CDCl₃)：7.62(d，1H，J=7.5Hz)，7.56(d，1H，J=8.0Hz)，7.50(dd，1H，J=1.7Hz)，7.46-7.47(m，2H)，7.43(dd，1H，J=1.7Hz)，7.37-7.39(m，3H)，7.29-7.32(m，2H)，7.23-7.25(m，2H)，7.20(dd，1H，J=1.7Hz)，7.09-7.14(m，5H)，7.05(dd，1H，

$J=2.3\text{Hz}$) , 2.46(brm , 1H) , 1.83-1.88(m , 4H) , 1.73-1.75(brm , 1H) , 1.42(s , 6H) , 1.38(s , 9H) , 1.36(s , 18H) , 1.29(s , 9H)

【 0555 】 結構式 (108) , 亦即 N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(3'',5'-5''-三-三級丁基)-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱 : mmtBumTPoFbi-03)的分析結果為如下 : $^1\text{H-NMR}.\delta(\text{CDCl}_3)$: 7.55(d , 1H , $J=7.4\text{Hz}$) , 7.50(dd , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 7.42-7.43(m , 3H) , 7.27-7.39(m , 10H) , 7.18-7.25(m , 4H) , 7.00-7.12(m , 4H) , 6.97(dd , 1H , $J=6.3\text{Hz}$, 1.7Hz) , 6.93(d , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 6.82(dd , 1H , $J=7.3\text{Hz}$, 2.3Hz) , 1.37(s , 9H) , 1.36(s , 18H) , 1.29(s , 6H)。

【 0556 】 結構式 (109) , 亦即 N-(4-環己基)-N-(3'',5',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-蒽-2-胺(簡稱 : mmtBumTPchPAF-03)的分析結果為如下 : $^1\text{H-NMR}.\delta(\text{CDCl}_3)$: 7.62(d , 1H , $J=7.5\text{Hz}$) , 7.56(d , 1H , $J=8.6\text{Hz}$) , 7.51(dd , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 7.48(dd , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 7.46(dd , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 7.42(dd , 1H , $J=1.7\text{Hz}$) , 7.37-7.39(m , 4H) , 7.27-7.33(m , 2H) , 7.23-7.25(m , 2H) , 7.05-7.13(m , 7H) , 2.46(brm , 1H) , 1.83-1.90(m , 4H) , 1.73-1.75(brm , 1H) , 1.41(s , 6H) , 1.37(s , 9H) , 1.35(s , 18H)。

【 0557 】 以上物質都是藍色發光區域(455nm以上且465nm以下)的尋常光折射率為1.50以上且1.75以下或者通

常用於折射率的測定的 633nm 的光的尋常光折射率為 1.45 以上且 1.70 以下的物質。

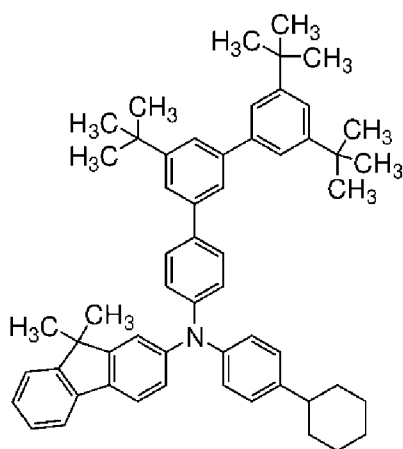
【0558】 <<合成例 2>>

在本實施例中，說明實施方式 1 中說明的低折射率電洞傳輸性材料的合成方法。

【0559】說明 N-(4-環己基)-N-(3'',5'',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺 (簡稱：mmtBumTPchPAF-04) 的合成方法。以下示出 mmtBumTPchPAF-04 的結構。

【0560】

[化學式 19]



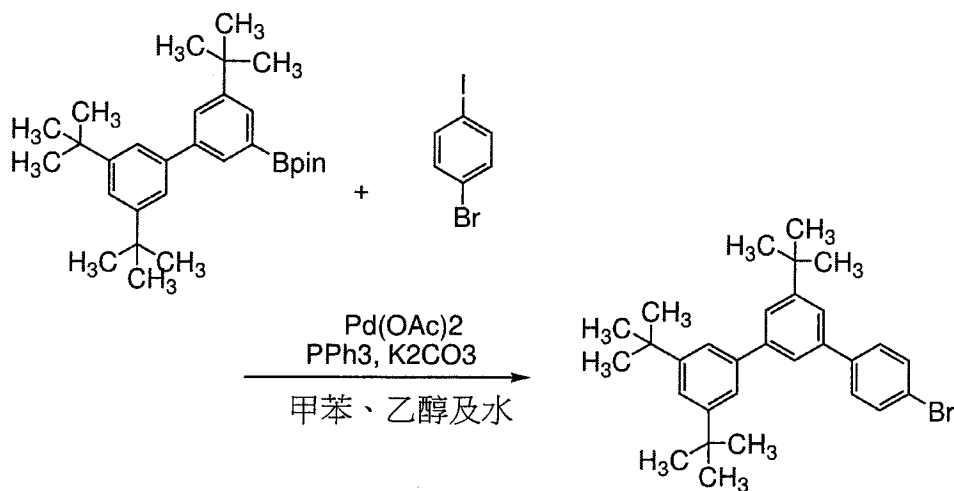
【0561】<步驟 1：4-溴-3'',5'',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基的合成>

將 9.0g (20.1mmol) 的 2-(3',5,5'-三-三級丁基[1,1'-聯苯]-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧硼戊環、6.8g (24.1mmol) 的 1-溴-4-碘苯、8.3g (60.3mmol) 的碳酸鉀、100mL 的甲苯、40mL 的乙醇、30mL 的自來水放入三頸燒瓶中，在減壓下進行脫氣處理之後，用氮氣置換燒瓶內的

空氣，添加 91mg(0.40mmol)的醋酸鈮、211mg(0.80mmol)的三苯基磷，以 80℃ 加熱該混合物約 4 小時。然後，使混合物的溫度回到室溫，並使混合物分離成有機層及水層。對該溶液添加硫酸鎂使水分乾燥之後，進行濃縮。利用矽膠管柱層析法對所得到的己烷溶液進行純化，以 62.5% 的產率得到 6.0g 的目的物的白色固體。此外，以下示出步驟 1 的 4-溴-3'',5',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基的合成方案。

【 0562 】

[化學式 20]



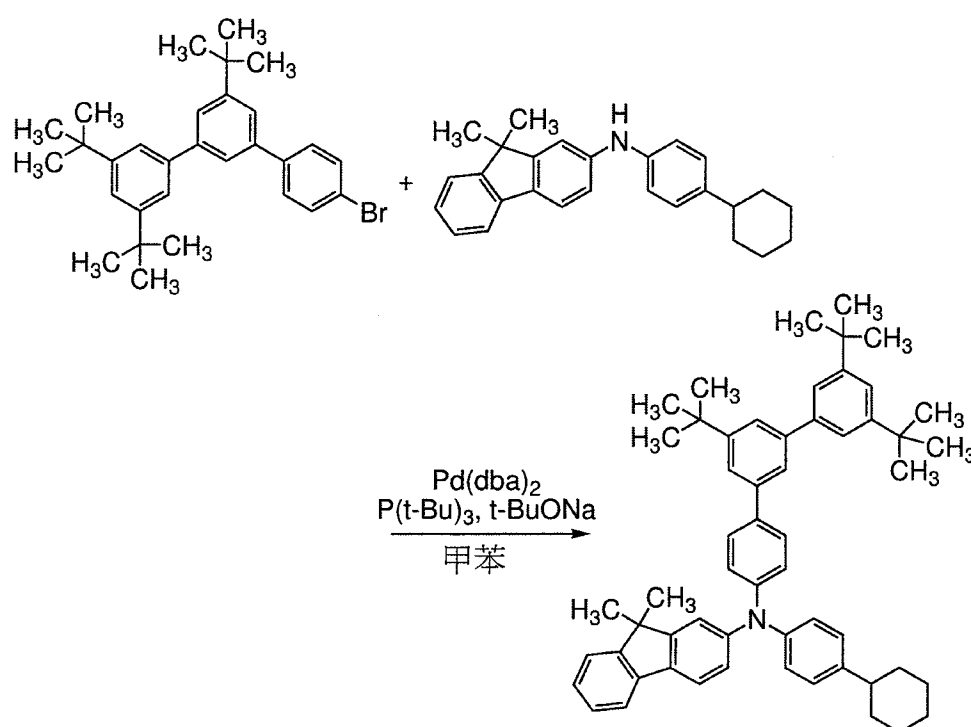
【 0563 】 <步驟 2： mmtBumTPchPAF-04 的合成>

將 3.0g(6.3mmol)的藉由步驟 1 得到的 4-溴-3'',5',5''-三-三級丁基-1,1':3',1''-三聯苯基、2.3g(6.3mmol)的 N-(4-環己基苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺、1.8g(18.9mmol)的三級丁醇鈉、32mL 的甲苯放入三頸燒瓶中，在減壓下進行脫氣處理之後，用氮氣置換燒瓶內的空氣，添加 72mg (0.13mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈮(0)、76mg(0.38mmol)的

三-三級丁基磷，以80℃加熱該混合物約2小時。然後，使燒瓶的溫度回到60℃左右，添加1mL左右的水，將析出的固體過濾出來，用甲苯進行洗滌。濃縮濾液，利用矽膠管柱層析法對所得到的甲苯溶液進行純化。濃縮所得到的溶液，得到濃縮甲苯溶液。對該甲苯溶液添加乙醇，進行減壓濃縮來得到乙醇懸浮液。在20℃左右下將在該乙醇懸浮液中析出的固體過濾出來，在80℃左右下使所得到的固體減壓乾燥，以85%的產率得到4.1g的目的物的白色固體。以下示出步驟2的mmtBumTPchPAF-04的合成方案。

【0564】

[化學式21]



【0565】另外，下面示出利用核磁共振分光法 (¹H-NMR) 分析藉由上述步驟2得到的白色固體的結果。由此可

知，在本合成例中可以合成 mmtBumTPchPAF-04。

【 0566】 ¹H-NMR.δ(CDC1₃)： 7.63(d， 1H， J=7.5)， 7.52-7.59(m， 7H)， 7.44-7.45(m， 4H)， 7.39(d， 1H， J=7.4Hz)， 7.31(dd， 1H， J=7.4Hz)， 7.19(d， 2H， J=6.6Hz)， 7.12(m， 4H)， 7.07(d， 1H， J=9.7Hz)， 2.48 (brm， 1H)， 1.84-1.93(brm， 4H)， 1.74-1.76(brm， 1H)， 1.43(s， 18H)， 1.39(brm， 19H)， 1.24-1.30(brm， 1H)。

【符號說明】

【 0567】

CAP:層

101:電極

102:電極

103:單元

104:層

105:層

106:中間層

106A:層

106B:層

111:層

112:層

112A:層

112B:層

112C:層

113:層

113A:層

113B:層

150:發光器件

400:基板

401:電極

403:EL層

404:電極

405:密封劑

406:密封劑

407:密封基板

412:焊盤

420:IC晶片

601:源極線驅動電路

602:像素部

603:閘極線驅動電路

604:密封基板

605:密封劑

607:空間

608:佈線

610:元件基板

611:開關FET

612:電流控制FET

613:電極

614:絕緣物

616:EL層

617:電極

618:發光器件

623:FET

700:發光面板

951:基板

952:電極

953:絕緣層

954:隔離層

955:EL層

956:電極

1001:基板

1002:基底絕緣膜

1003:閘極絕緣膜

1006:閘極電極

1007:閘極電極

1008:閘極電極

1020:層間絕緣膜

1021:層間絕緣膜

1022:電極

1024B:電極

1024G:電極

1024R:電極

1024W:電極
 1025:分隔壁
 1028:EL層
 1029:電極
 1031:密封基板
 1032:密封劑
 1033:基材
 1034B:彩色層
 1034G:彩色層
 1034R:彩色層
 1035:黑矩陣
 1036:保護層
 1037:層間絕緣膜
 1040:像素部
 1041:驅動電路部
 1042:周邊部
 2001:外殼
 2002:光源
 2100:機器人
 2101:照度感測器
 2102:麥克風
 2103:上部照相機
 2104:揚聲器
 2105:顯示器

2106:下部照相機
 2107:障礙物感測器
 2108:移動機構
 2110:運算裝置
 3001:照明設備
 5000:外殼
 5001:顯示部
 5002:顯示部
 5003:揚聲器
 5004:LED燈
 5006:連接端子
 5007:感測器
 5008:麥克風
 5012:支撐部
 5013:耳機
 5100:掃地機器人
 5101:顯示器
 5102:照相機
 5103:刷子
 5104:操作按鈕
 5120:垃圾
 5140:可攜式電子裝置
 5200:顯示區域
 5201:顯示區域

5202:顯示區域
 5203:顯示區域
 7101:外殼
 7103:顯示部
 7105:支架
 7107:顯示部
 7109:操作鍵
 7110:遙控器
 7201:主體
 7202:外殼
 7203:顯示部
 7204:鍵盤
 7205:外部連接埠
 7206:指向裝置
 7210:顯示部
 7401:外殼
 7402:顯示部
 7403:操作按鈕
 7404:外部連接埠
 7405:揚聲器
 7406:麥克風
 9310:可攜式資訊終端
 9311:功能面板
 9313:鉸鏈

9315:外殼

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種發光器件，具有發射光的功能且包括：

第一電極；

第二電極；

第一層；

第二層；以及

第三層，

其中，該光具有第一光譜，

該第一光譜在波長 λ_1 處具有最大峰，

該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，

該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區域，

該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，

該第一層包含發光性材料，

該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，

該第二層包括第四層及第五層，

該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，

該第四層包含第一有機化合物，

該第一有機化合物對於具有波長 λ_1 的光具有第一折射率 n_1 ，

該第五層與該第四層接觸，

該第五層包含第二有機化合物，

該第二有機化合物對於具有該波長 λ_1 的光具有第二折

射率 n_2 ，

並且，該第二折射率 n_2 為 1.4 以上且 1.75 以下。

【請求項 2】一種發光器件，具有發射光的功能且包括：

第一電極；

第二電極；

第一層；

第二層；以及

第三層，

其中，該光具有第一光譜，

該第一光譜在波長 λ_1 處具有最大峰，

該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，

該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區域，

該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，

該第一層包含發光性材料，

該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，

該第二層包括第四層及第五層，

該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，

該第四層包含第一有機化合物，

該第一有機化合物對於具有該波長 λ_1 的光具有第一折射率 n_1 ，

該第五層與該第四層接觸，

該第五層包含第二有機化合物，

該第二有機化合物對於具有該波長 λ_1 的光具有第二折射率 n_2 ，

並且，該第二折射率 n_2 小於該第一折射率 n_1 。

【請求項3】如請求項2之發光器件，

其中該第一折射率 n_1 與該第二折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【請求項4】一種發光器件，包括：

第一電極；

第二電極；

第一層；

第二層；以及

第三層，

其中，該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，

該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區域，

該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，

該第一層包含發光性材料，

該第一層發射光致發光，

該光致發光具有第二光譜，

該第二光譜在波長 λ_2 nm處具有最大峰，

該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，

該第二層包括第四層及第五層，

該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，

該第四層包含第一有機化合物，

該第一有機化合物對於具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 ，

該第五層與該第四層接觸，

該第五層包含第二有機化合物，

該第二有機化合物對於該具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 ，

並且，該第二折射率 n_2 為1.4以上且1.75以下。

【請求項5】一種發光器件，包括：

第一電極；

第二電極；

第一層；

第二層；以及

第三層，

其中，該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，

該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區域，

該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，

該第一層包含發光性材料，

該第一層發射光致發光，

該光致發光具有第二光譜，

該第二光譜在波長 $\lambda_2\text{nm}$ 處具有最大峰，

該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，

該第二層包括第四層及第五層，

該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，

該第四層包含第一有機化合物，

該第一有機化合物對於具有該波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第一折射率 n_1 ，

該第五層與該第四層接觸，

該第五層包含第二有機化合物，

該第二有機化合物對於該具有波長 $\lambda_2\text{nm}$ 的光具有第二折射率 n_2 ，

並且，該第二折射率 n_2 小於該第一折射率 n_1 。

【請求項6】如請求項5之發光器件，

其中該第一折射率 n_1 與該第二折射率 n_2 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【請求項7】一種發光器件，包括：

第一電極；

第二電極；

第一層；

第二層；以及

第三層，

其中，該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，

該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區域，

該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，

該第一層包含發光性材料，

該發光性材料發射光致發光，

該光致發光具有第三光譜，

該第三光譜在波長 $\lambda_3\text{nm}$ 處具有最大峰，
該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，
該第二層包括第四層及第五層，
該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，
該第四層包含第一有機化合物，
該第一有機化合物對於具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第一
折射率 n_1 ，
該第五層與該第四層接觸，
該第五層包含第二有機化合物，
該第二有機化合物對於該具有波長 $\lambda_3\text{nm}$ 的光具有第
二折射率 n_2 ，
並且，該第二折射率 n_2 為1.4以上且1.75以下。
【請求項8】一種發光器件，包括：
第一電極；
第二電極；
第一層；
第二層；以及
第三層，
其中，該第二電極具有與該第一電極重疊的區域，
該第一層具有夾在該第一電極與該第二電極間的區
域，
該第一層具有夾在該第二層與該第三層間的區域，
該第一層包含發光性材料，
該發光性材料發射光致發光，

該光致發光具有第三光譜，
該第三光譜在波長 $\lambda 3\text{nm}$ 處具有最大峰，
該第二層具有夾在該第一電極與該第一層間的區域，
該第二層包括第四層及第五層，
該第五層具有夾在該第四層與該第一層間的區域，
該第四層包含第一有機化合物，
該第一有機化合物對於具有該波長 $\lambda 3\text{nm}$ 的光具有第一折射率 $n1$ ，
該第五層與該第四層接觸，
該第五層包含第二有機化合物，
該第二有機化合物對於該具有波長 $\lambda 3\text{nm}$ 的光具有第二折射率 $n2$ ，
並且，該第二折射率 $n2$ 小於該第一折射率 $n1$ 。
【請求項9】如請求項8之發光器件，
其中該第一折射率 $n1$ 與該第二折射率 $n2$ 間有0.1以上且1.0以下的差異。

【請求項10】如請求項1至9中任一項之發光器件，
其中該第四層在與該第一層間具有距離 d ，
並且該距離 d 為 20nm 以上且 120nm 以下。
【請求項11】如請求項1至9中任一項之發光器件，
其中該第四層在與該第一層間具有距離 d ，
該第一層具有厚度 t ，
並且該距離 d 位於以利用該厚度 t 、該波長 $\lambda 1$ 、該第二折射率 $n2$ 的下述數學式(1)表示的範圍內，

[數學式 1]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \leq \left(d + \frac{t}{2}\right) \times n_2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

。

【請求項 12】如請求項 1 至 11 中任一項之發光器件，
其中該第五層與該第一層接觸，
並且該第五層具有抑制從該第一層向該第四層的載子的移動的功能。

【請求項 13】如請求項 12 之發光器件，
其中該第二有機化合物具有電洞傳輸性，
該第二有機化合物具有第一 LUMO 能階，
該第一層包含主體材料，
該主體材料具有第二 LUMO 能階，
並且該第二 LUMO 能階低於該第一 LUMO 能階。

【請求項 14】如請求項 1 至 13 中任一項之發光器件，
其中該第二有機化合物為胺化合物。

【請求項 15】如請求項 1 至 14 中任一項之發光器件，
其中該第一有機化合物為胺化合物。

【請求項 16】如請求項 1 至 15 中任一項之發光器件，
其中該第二有機化合物為單胺化合物，
該單胺化合物包含一組芳香基及氮原子，
該一組芳香基包含第一芳香基、第二芳香基及第三芳香基，

該氮原子與該第一芳香基、該第二芳香基及該第三芳香基鍵合，

該一組芳香基具有取代基，

該取代基包含 sp^3 碳，
該 sp^3 碳由 sp^3 混成軌域鍵合於其他原子，
並且該 sp^3 碳佔該單胺化合物的總碳原子數的 23% 以上
且 55% 以下。

【請求項 17】一種發光裝置，包括：

請求項 1 至 16 中任一項之發光器件；以及
電晶體或基板。

【請求項 18】一種顯示裝置，包括：

請求項 1 至 16 中任一項之發光器件；以及
電晶體或基板。

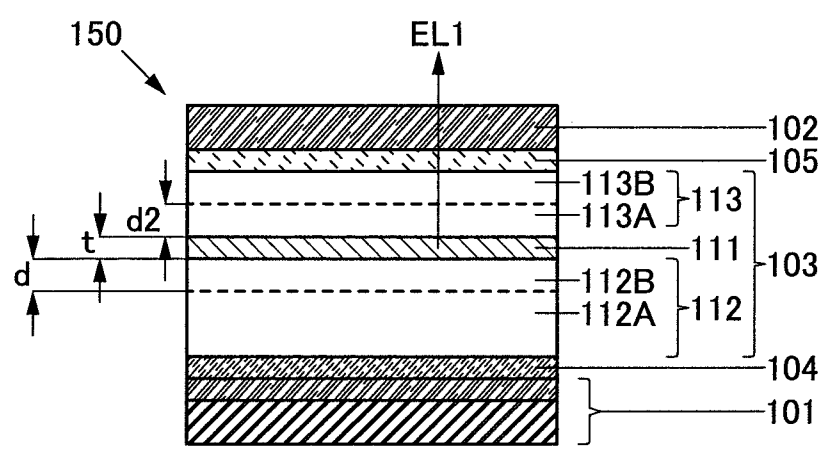
【請求項 19】一種照明設備，包括：

請求項 17 之發光裝置；以及
外殼。

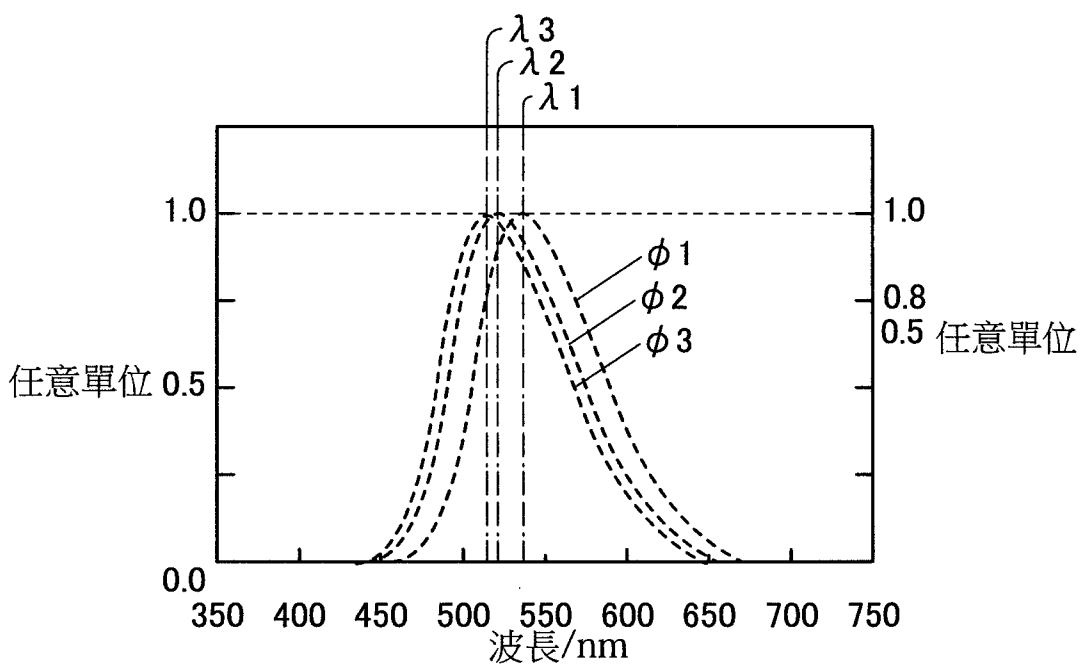
【請求項 20】一種電子裝置，包括：

請求項 18 之顯示裝置；以及
感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

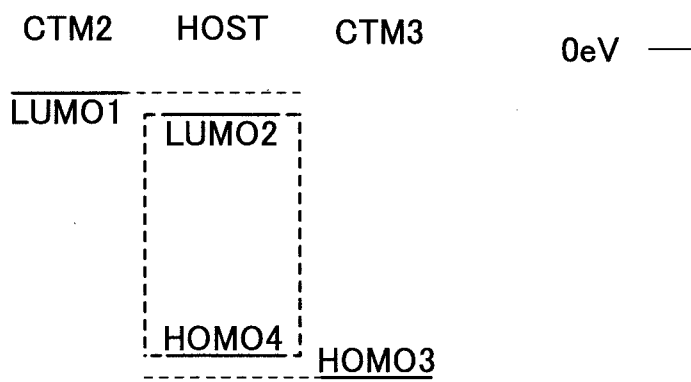
【發明圖式】



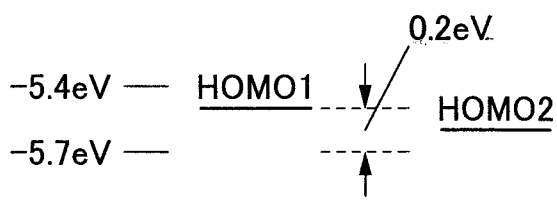
【圖 1A】



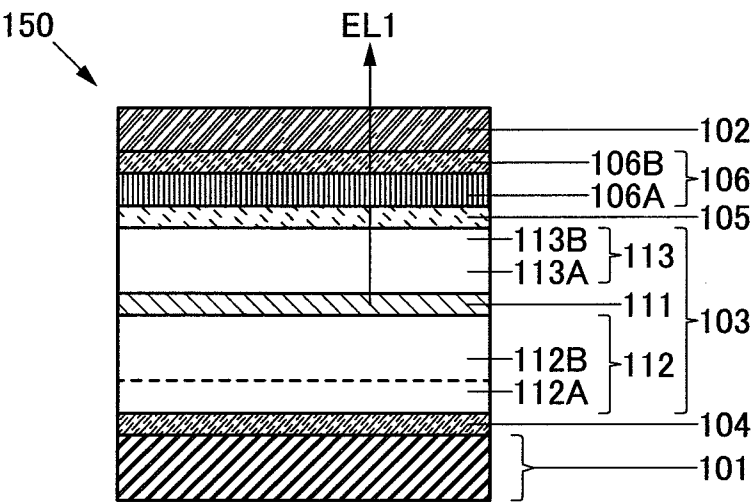
【圖 1B】



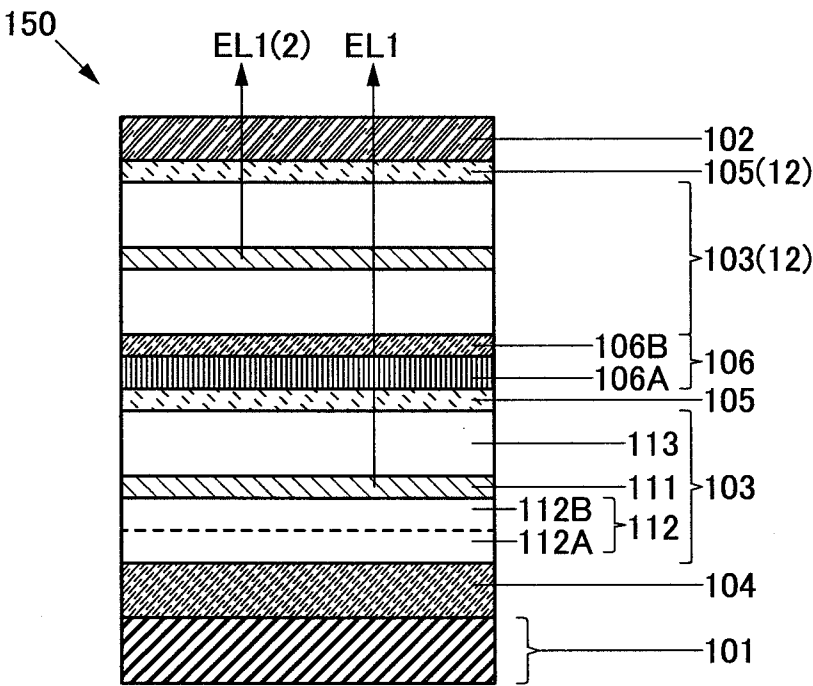
【圖 1C】



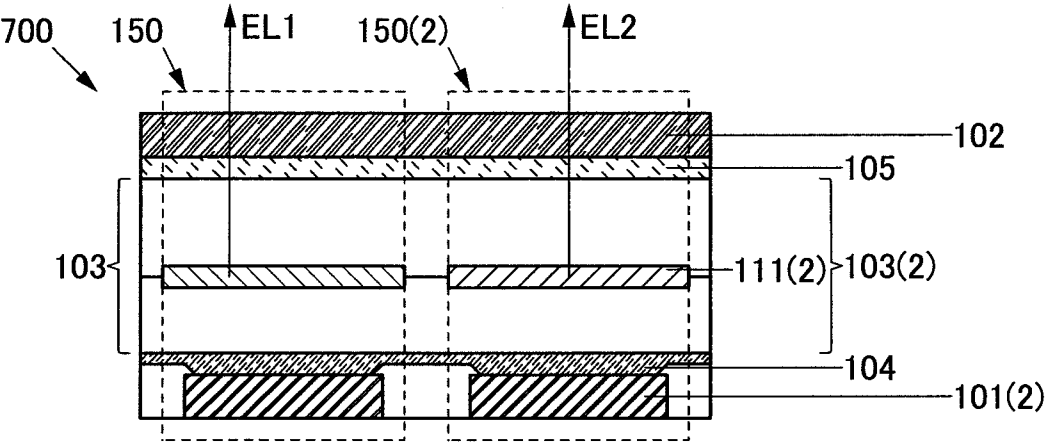
【圖 1D】



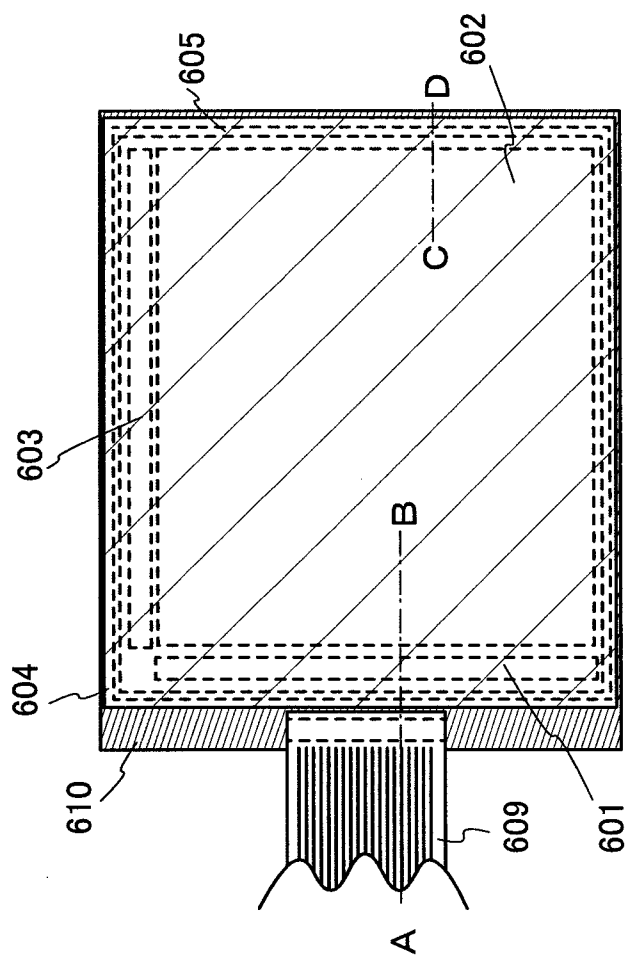
【圖 2A】



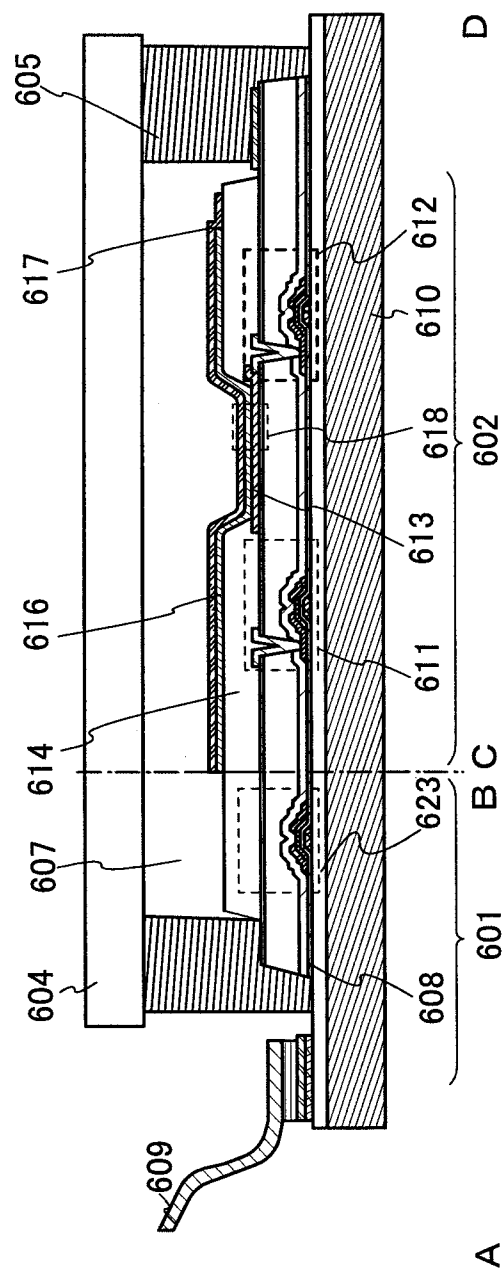
【圖 2B】



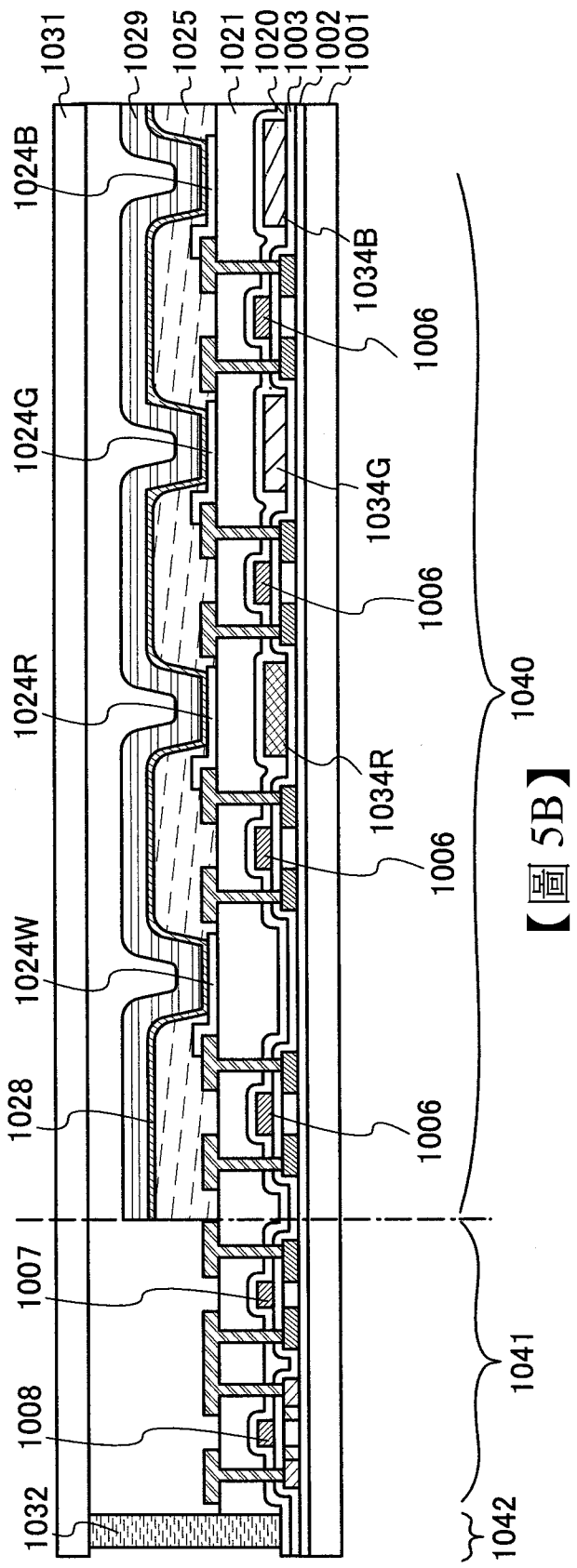
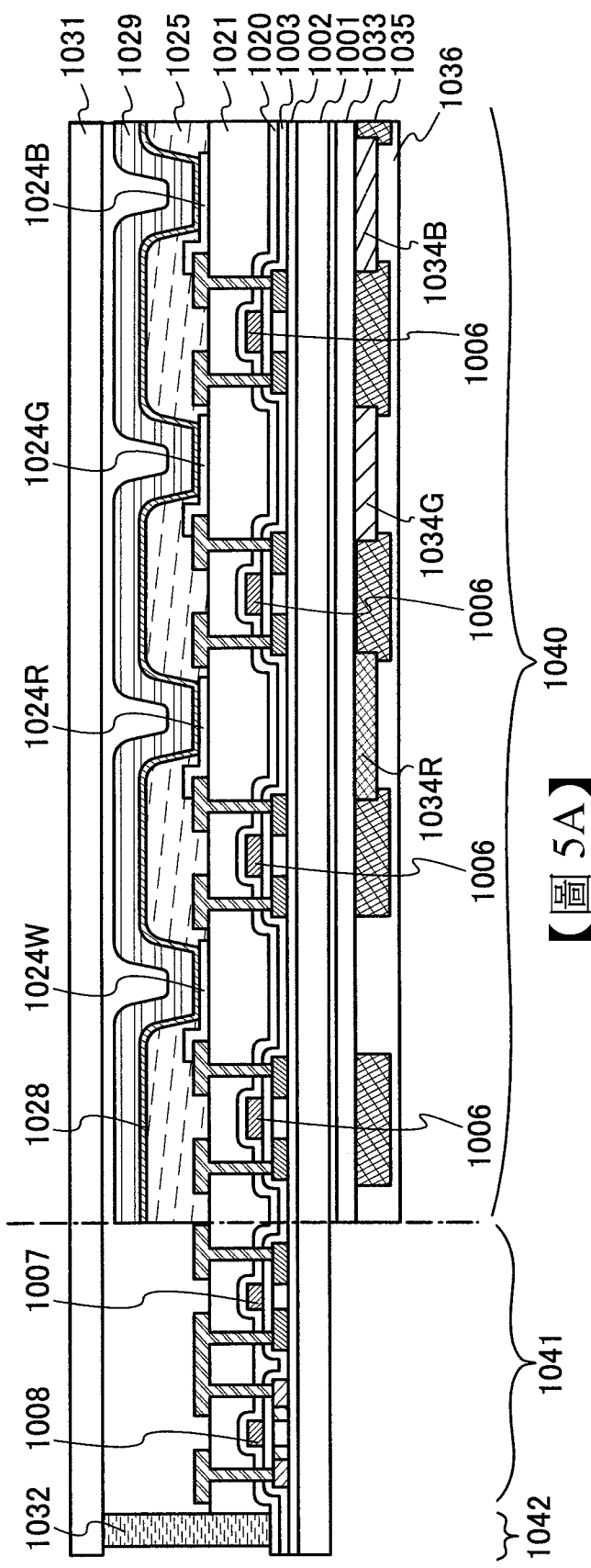
【圖 3】

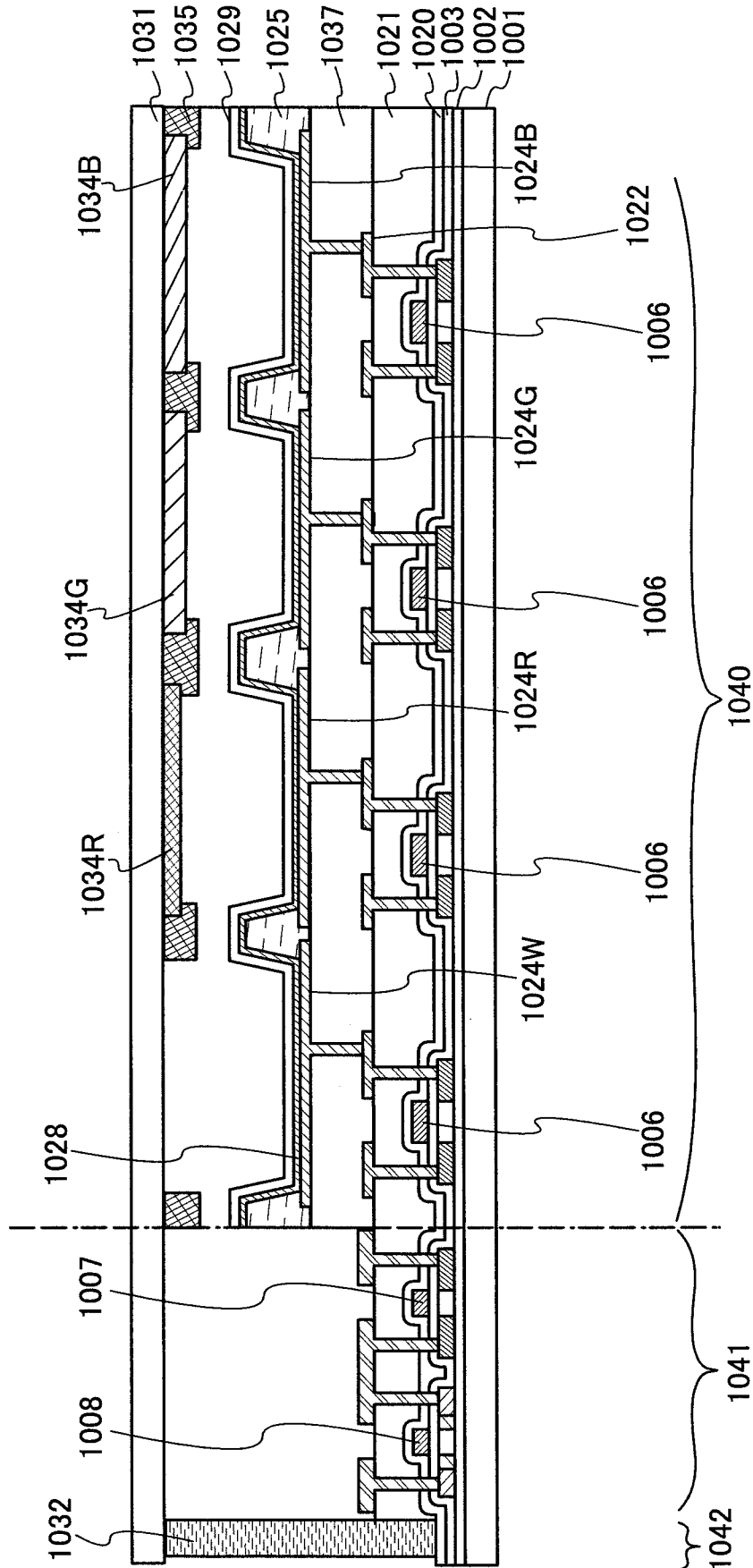


【圖 4A】

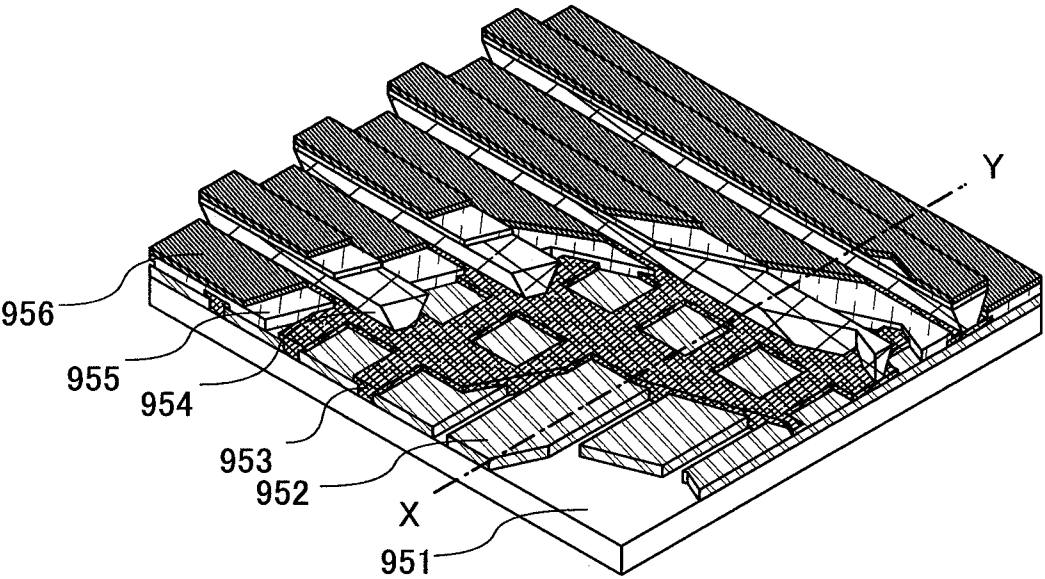


【圖 4B】

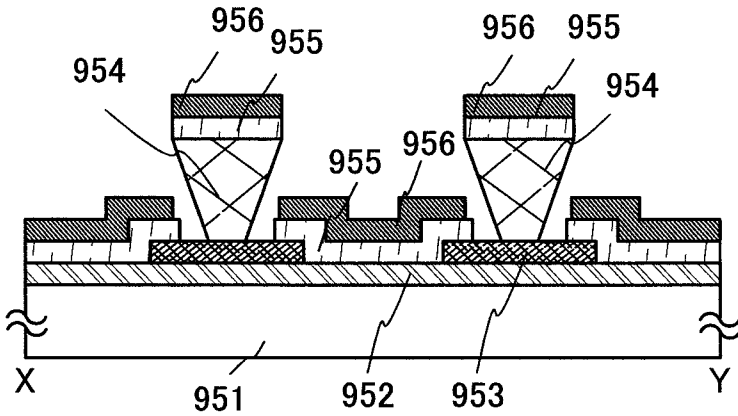




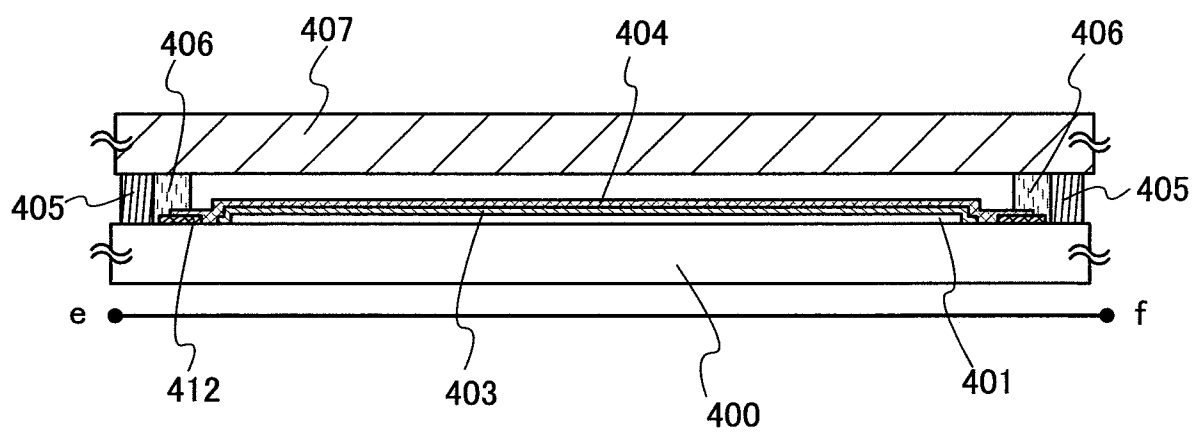
【圖 6】



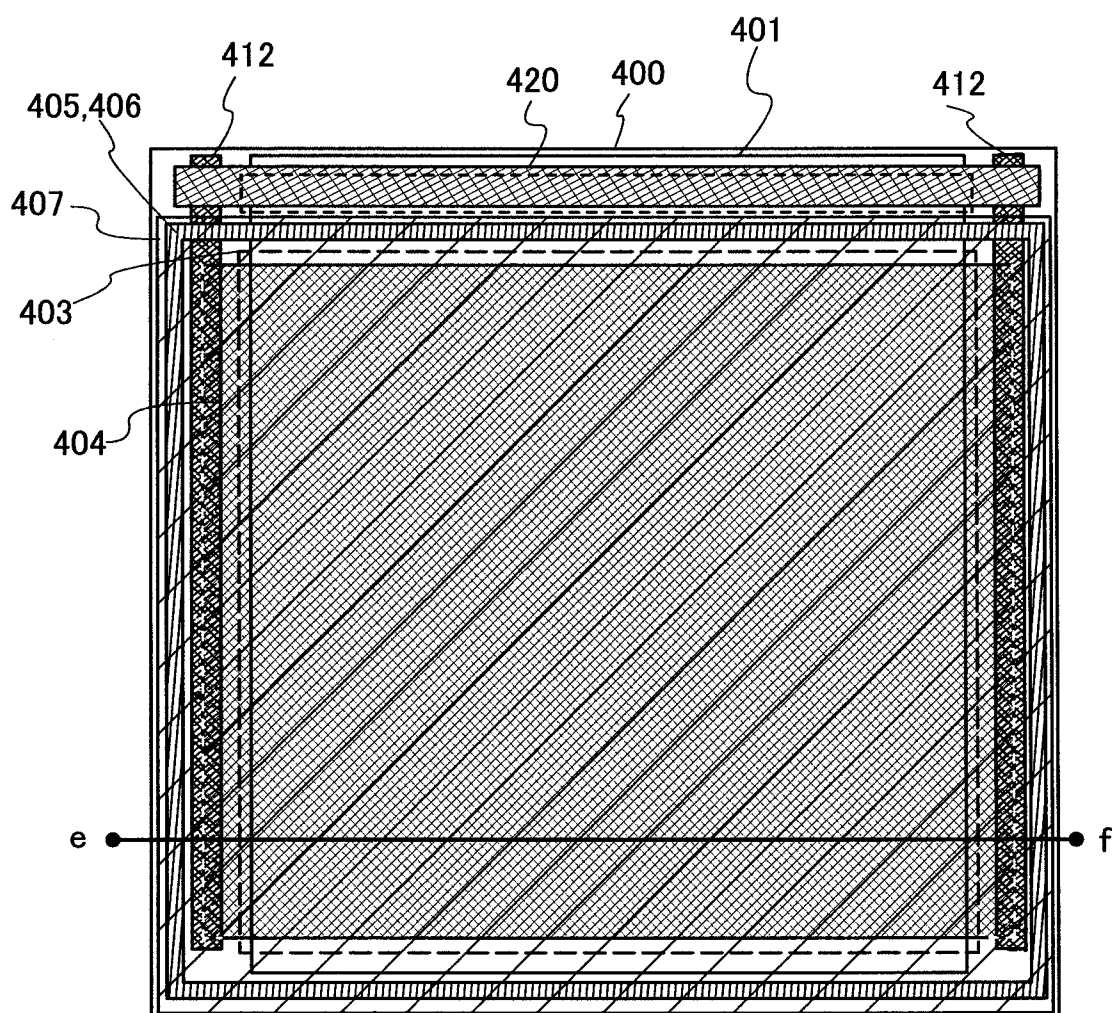
【圖 7A】



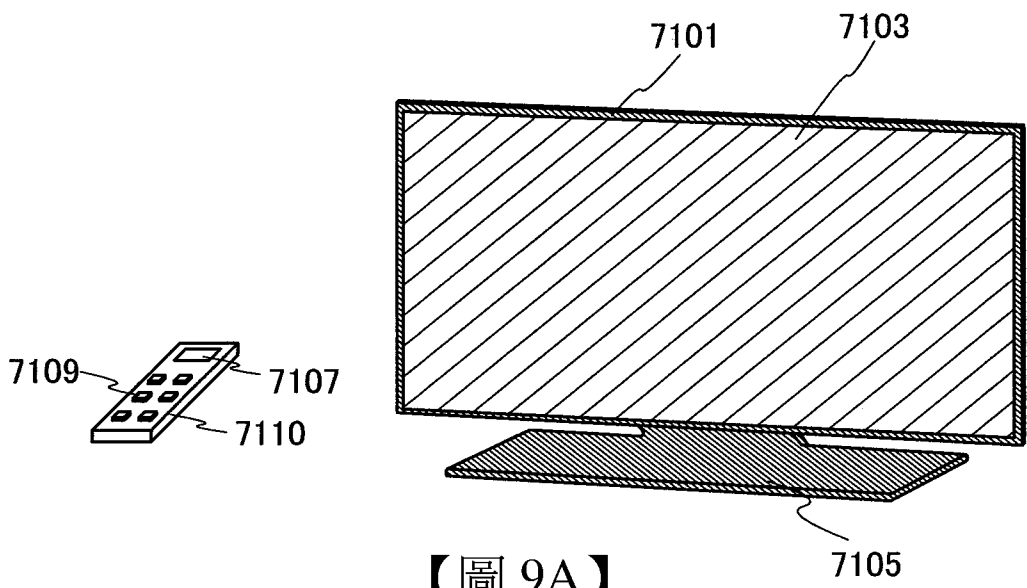
【圖 7B】



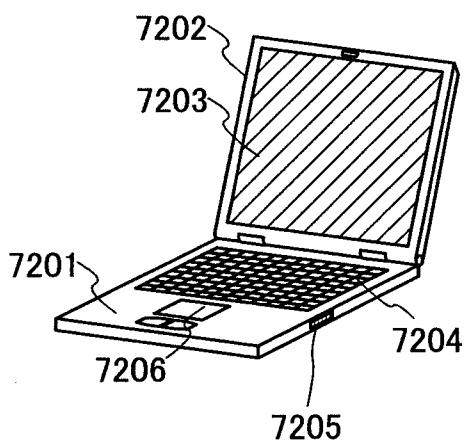
【圖 8A】



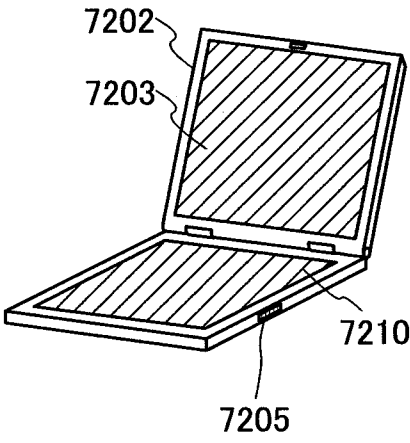
【圖 8B】



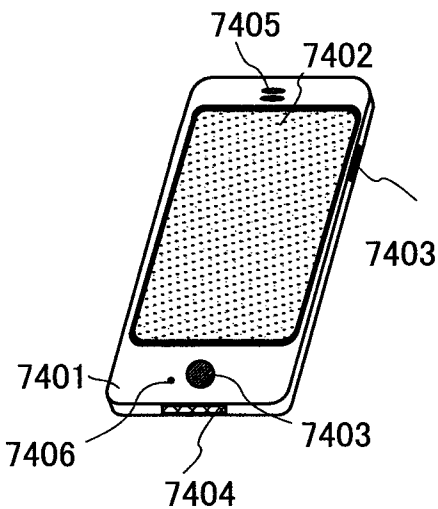
【圖 9A】



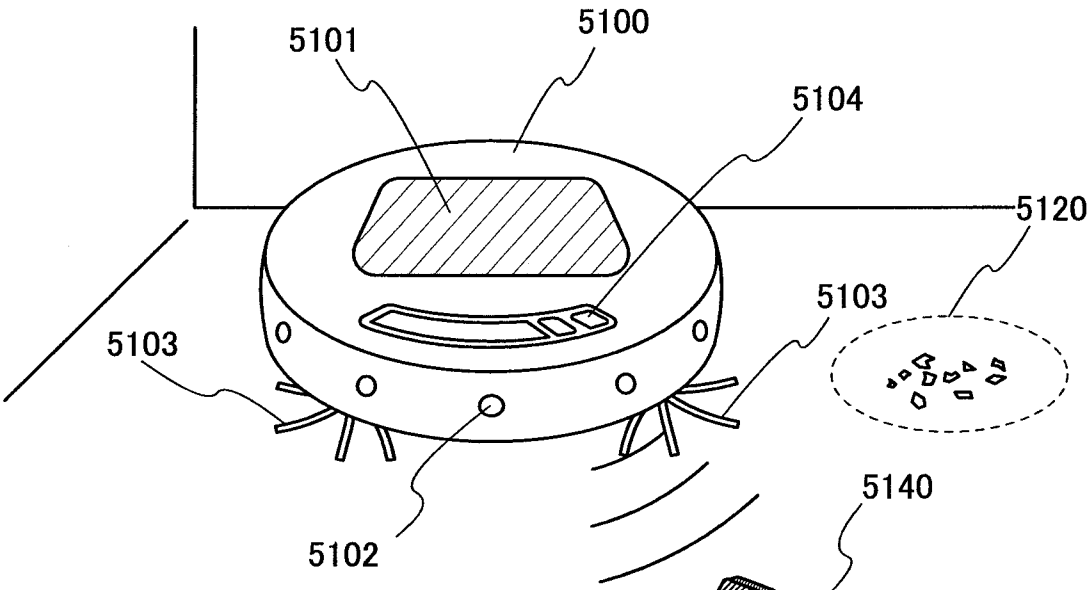
【圖 9B1】



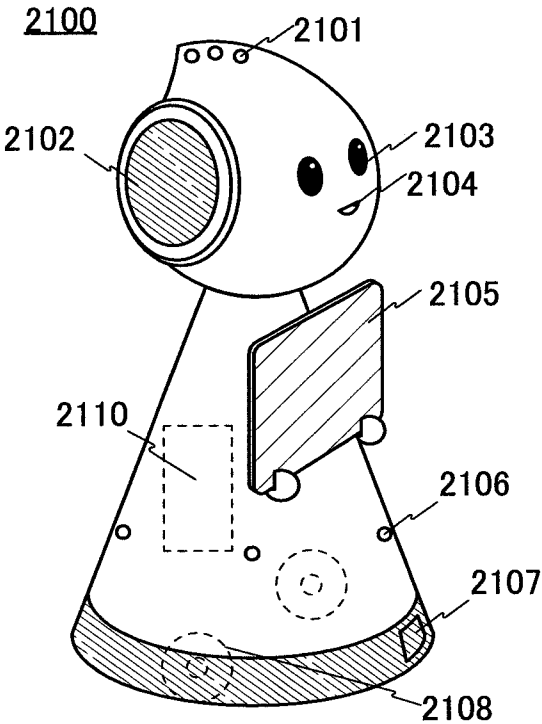
【圖 9B2】



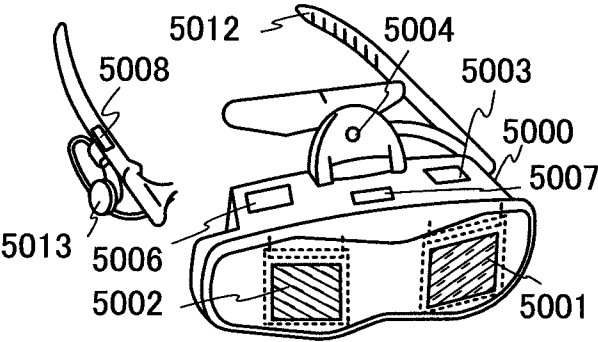
【圖 9C】



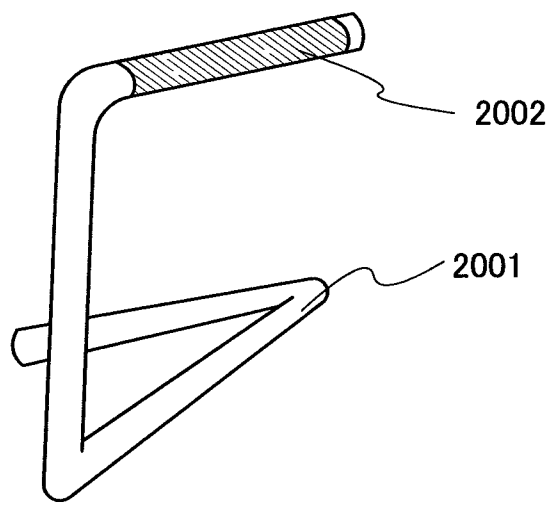
【圖 10A】



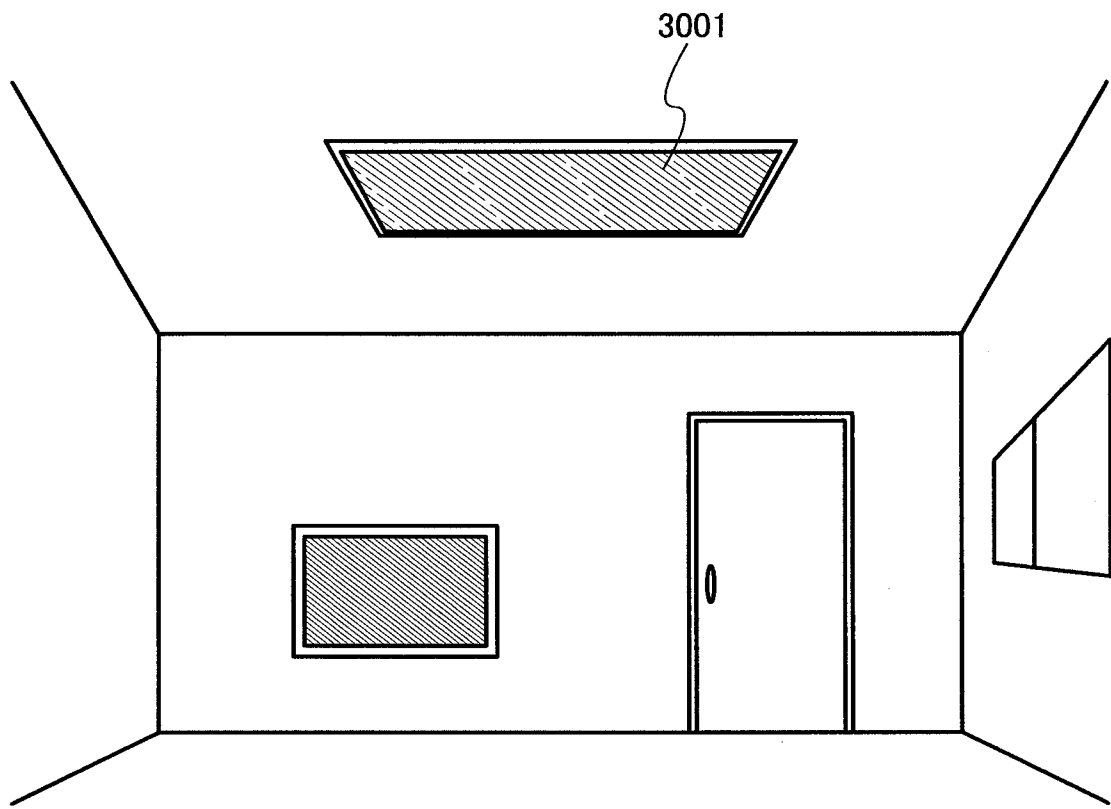
【圖 10B】



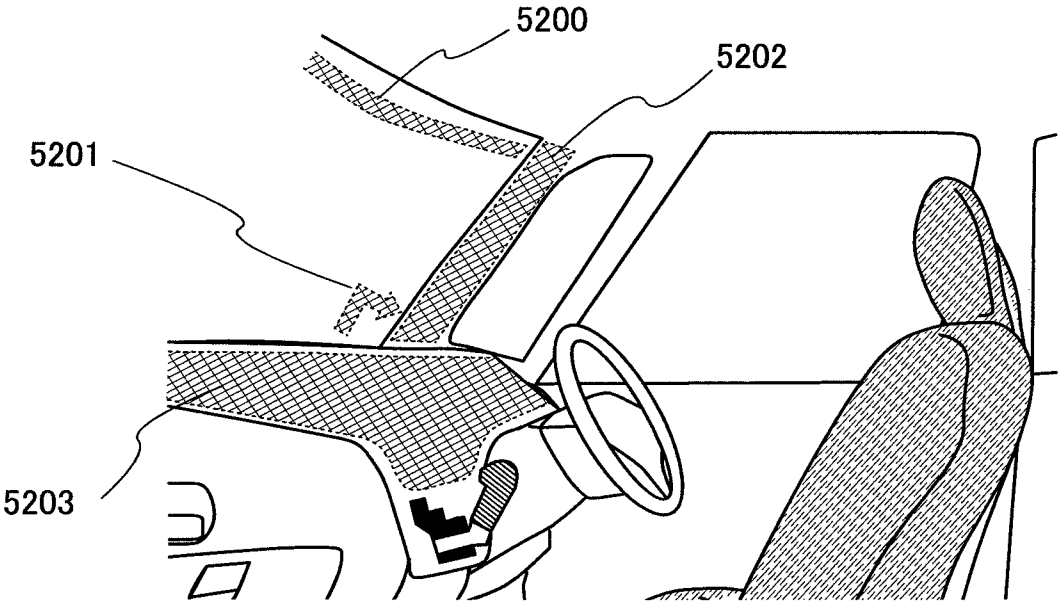
【圖 10C】



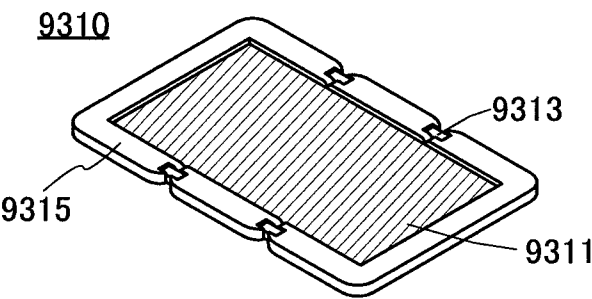
【圖 11】



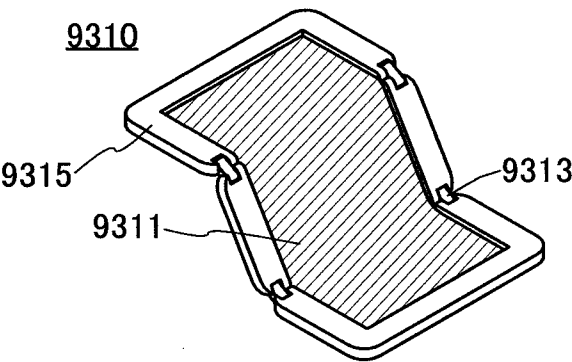
【圖 12】



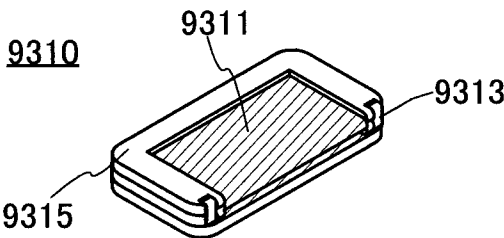
【圖 13】



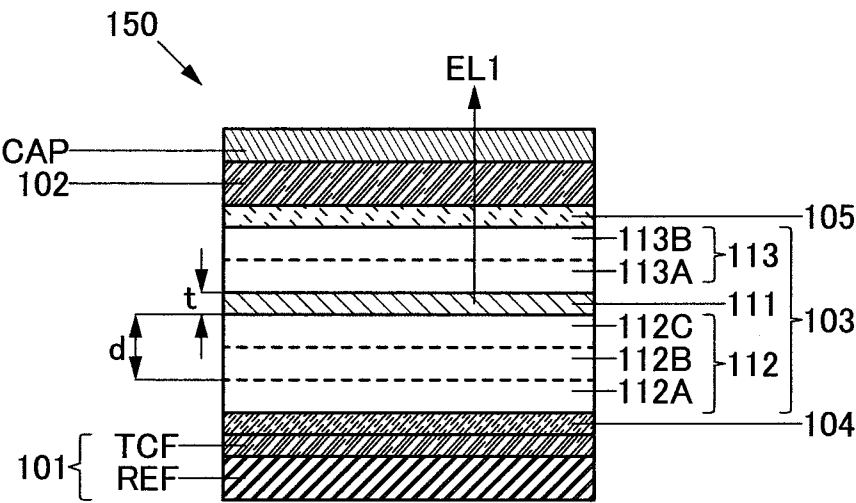
【圖 14A】



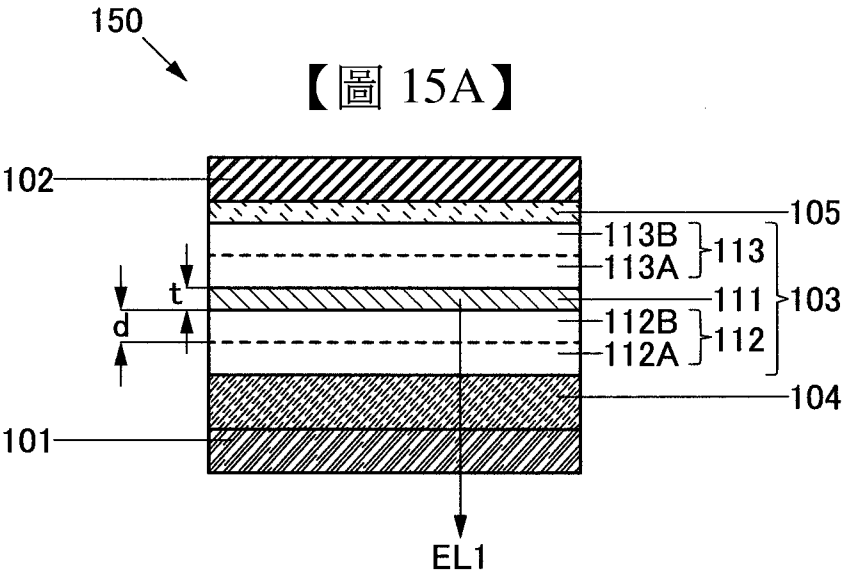
【圖 14B】



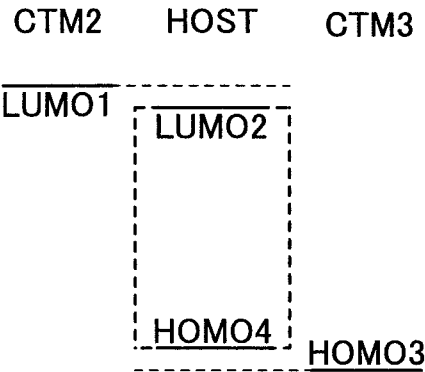
【圖 14C】



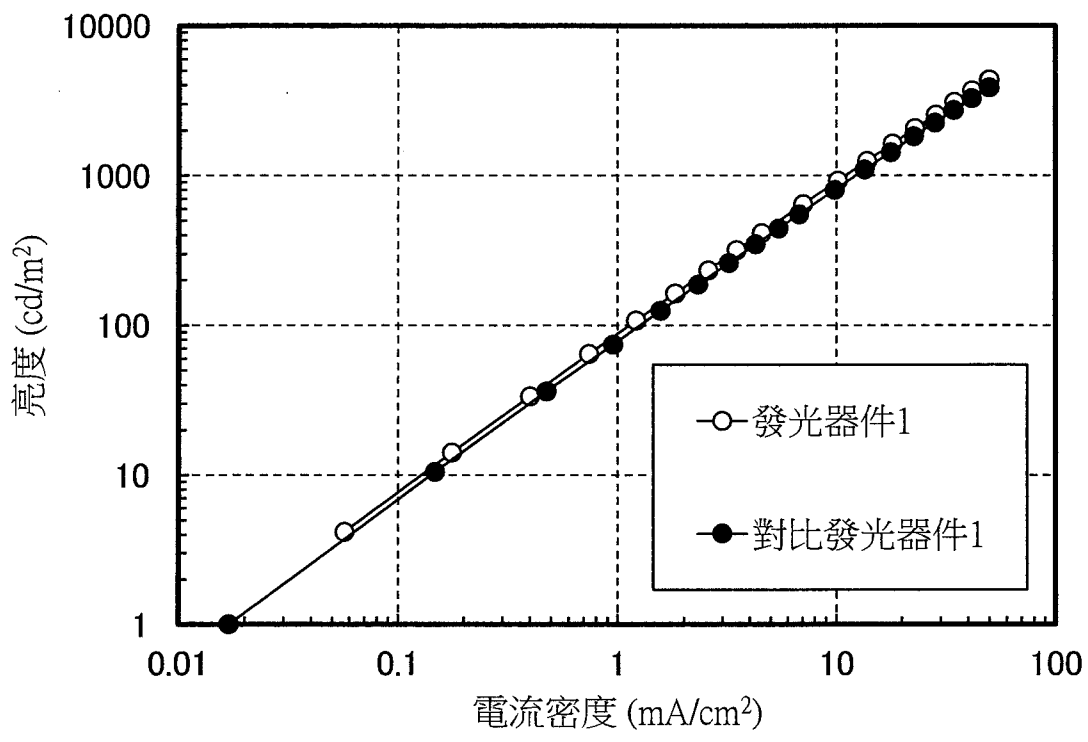
【圖 15A】



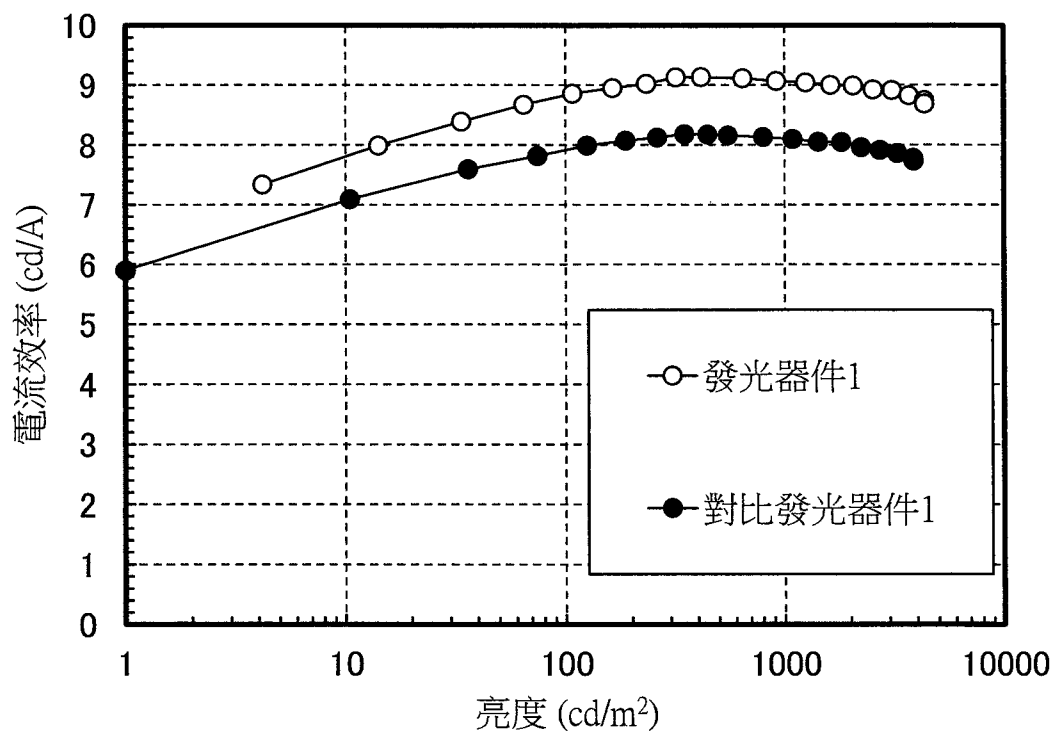
【圖 15B】



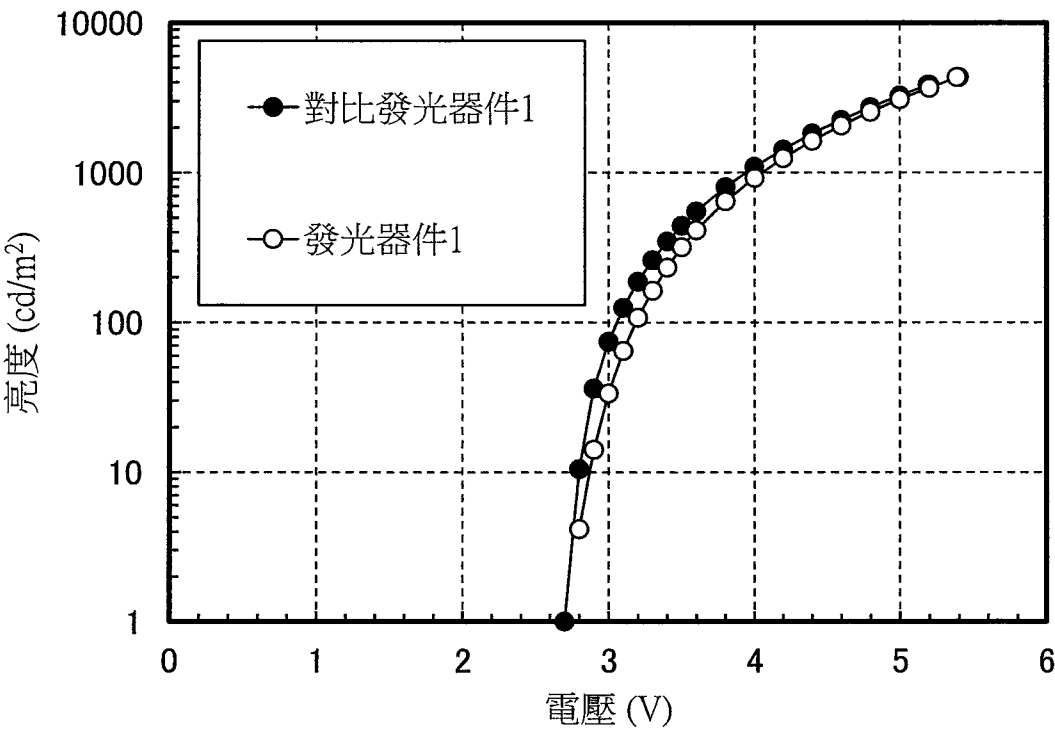
【圖 15C】



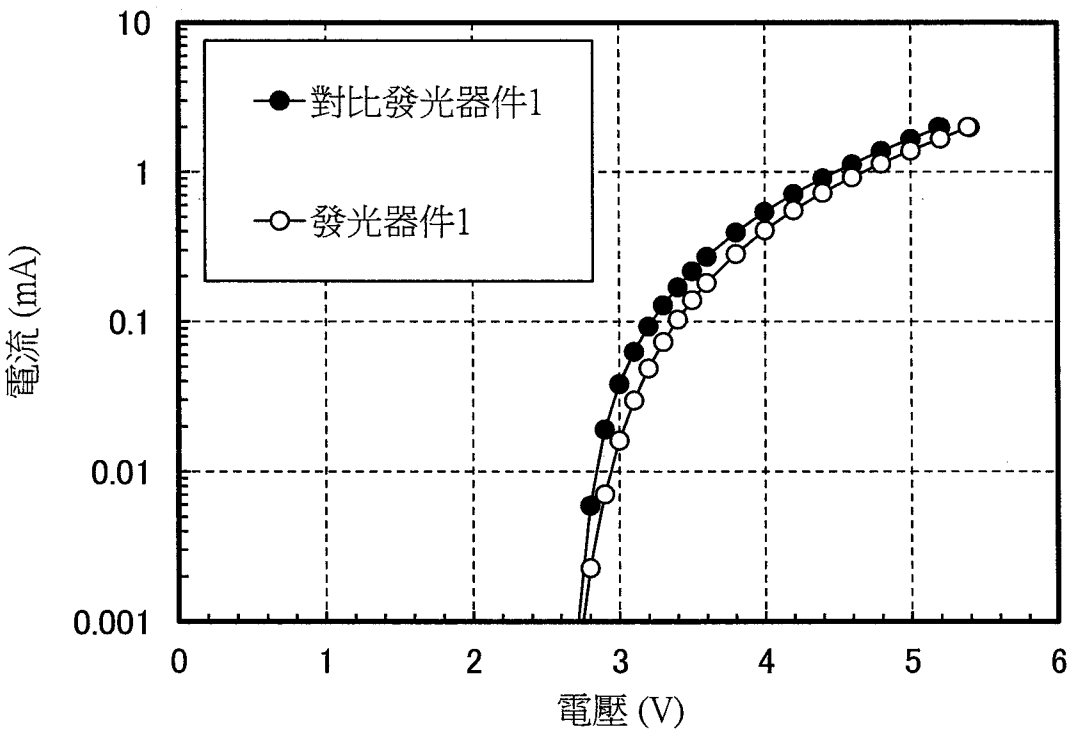
【圖 16】



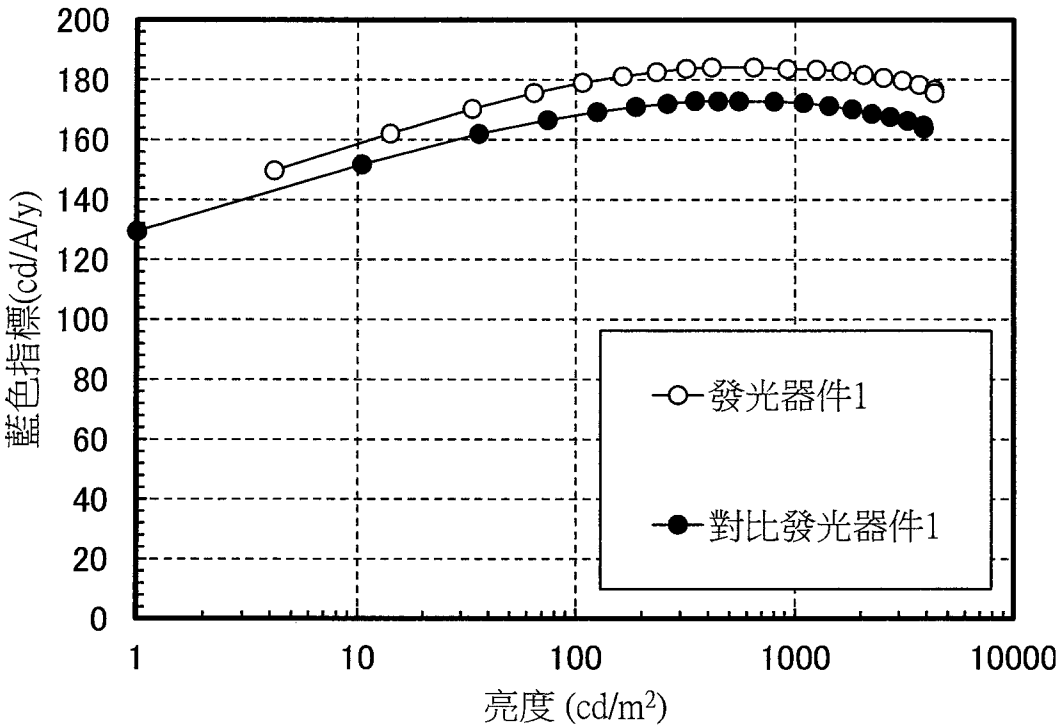
【圖 17】



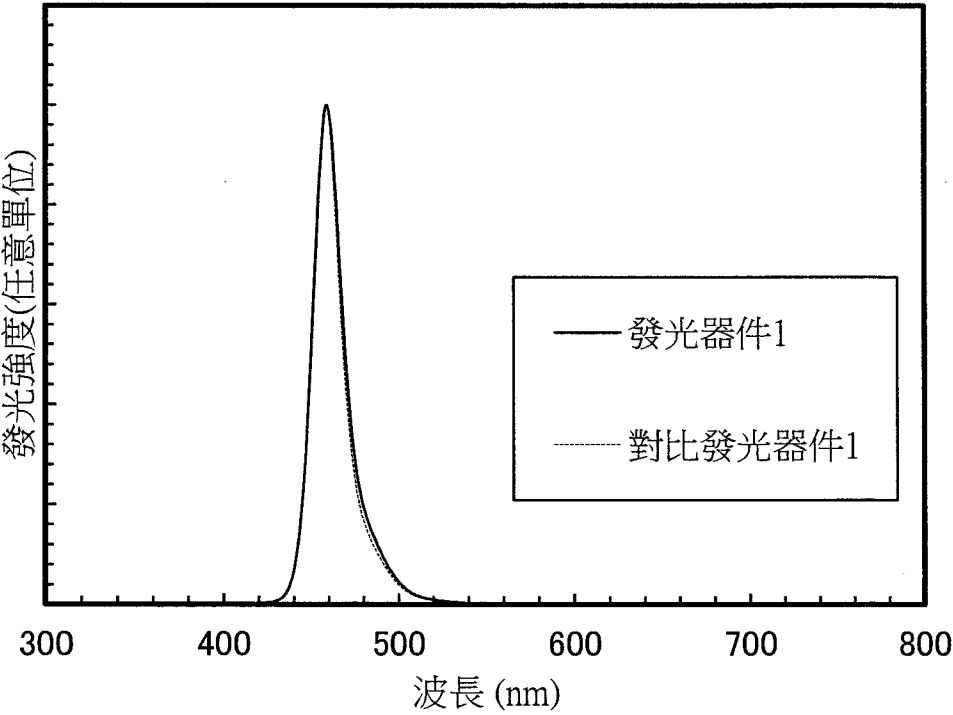
【圖 18】



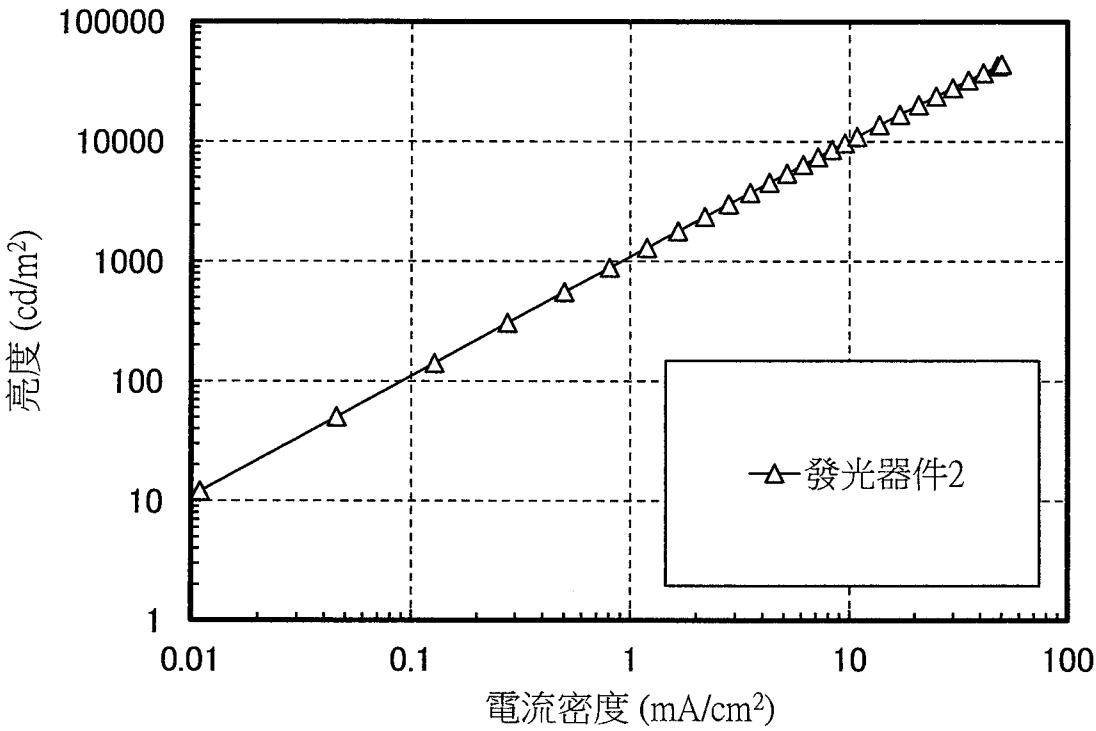
【圖 19】



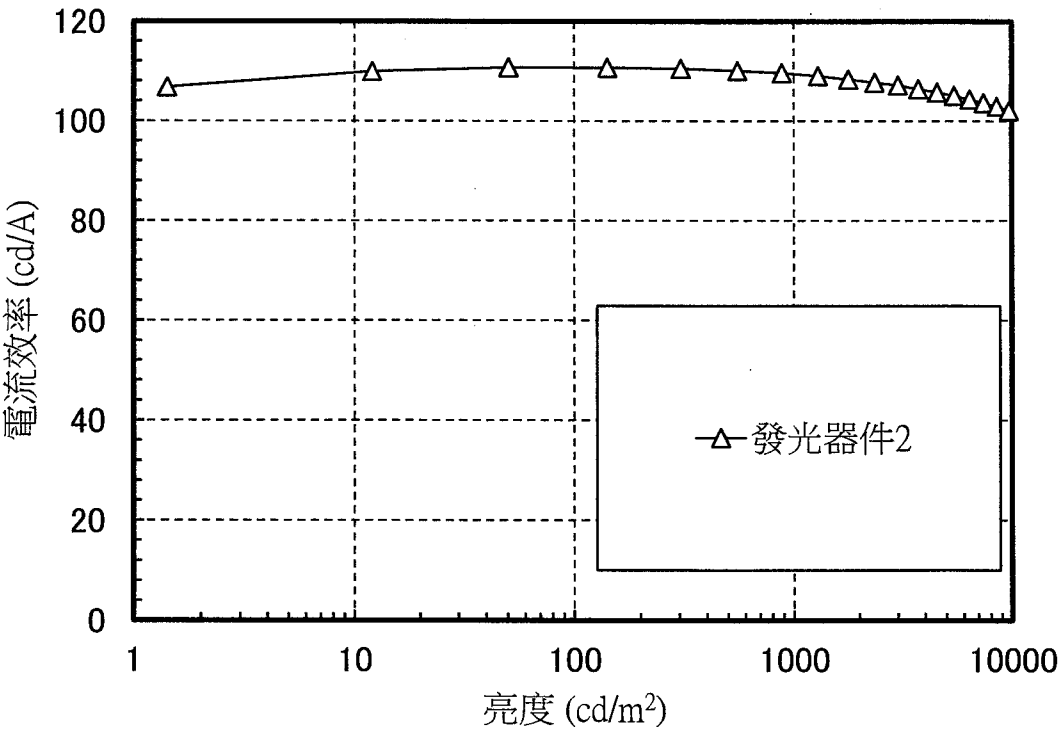
【圖 20】



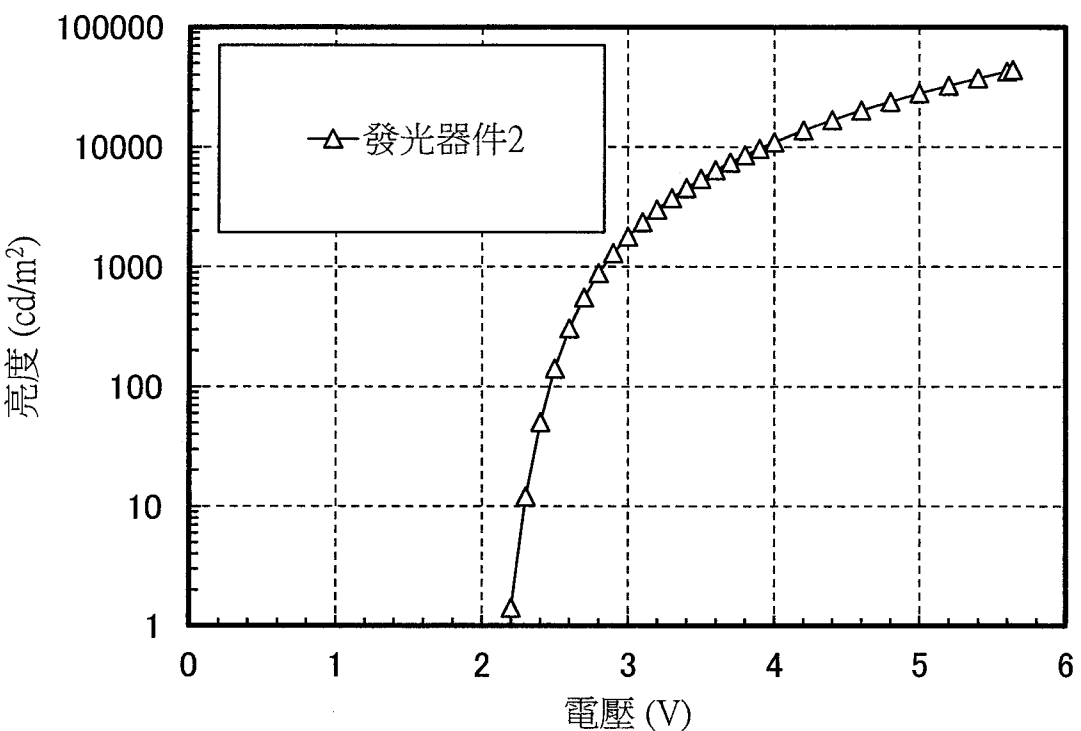
【圖 21】



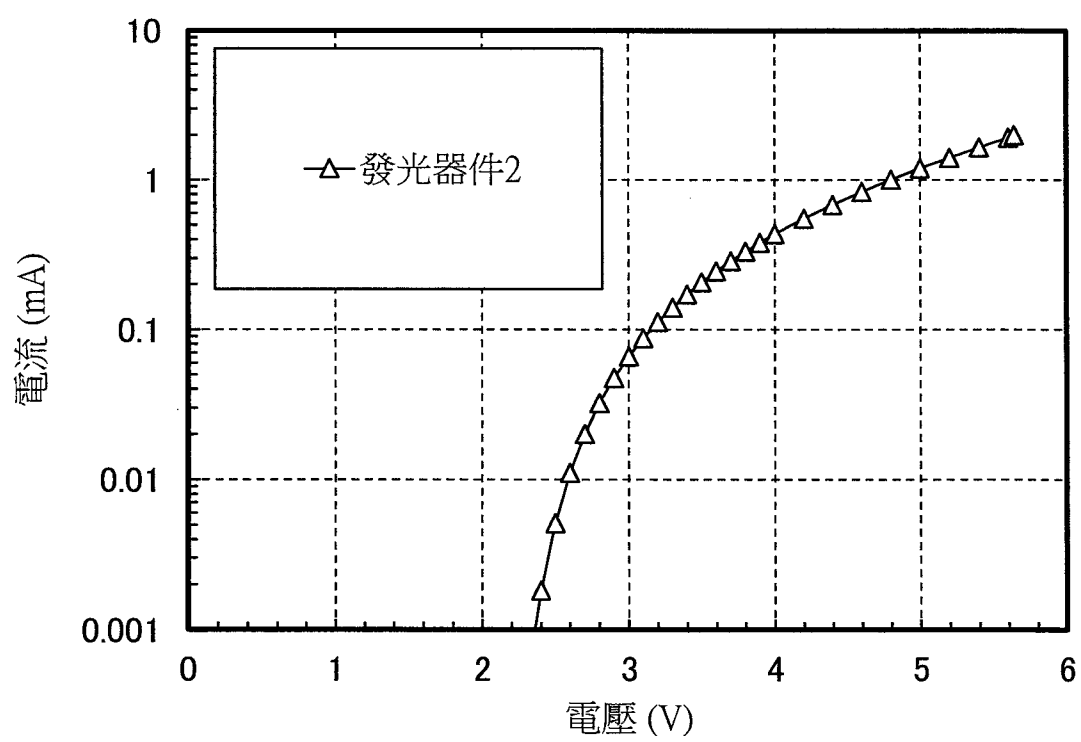
【圖 22】



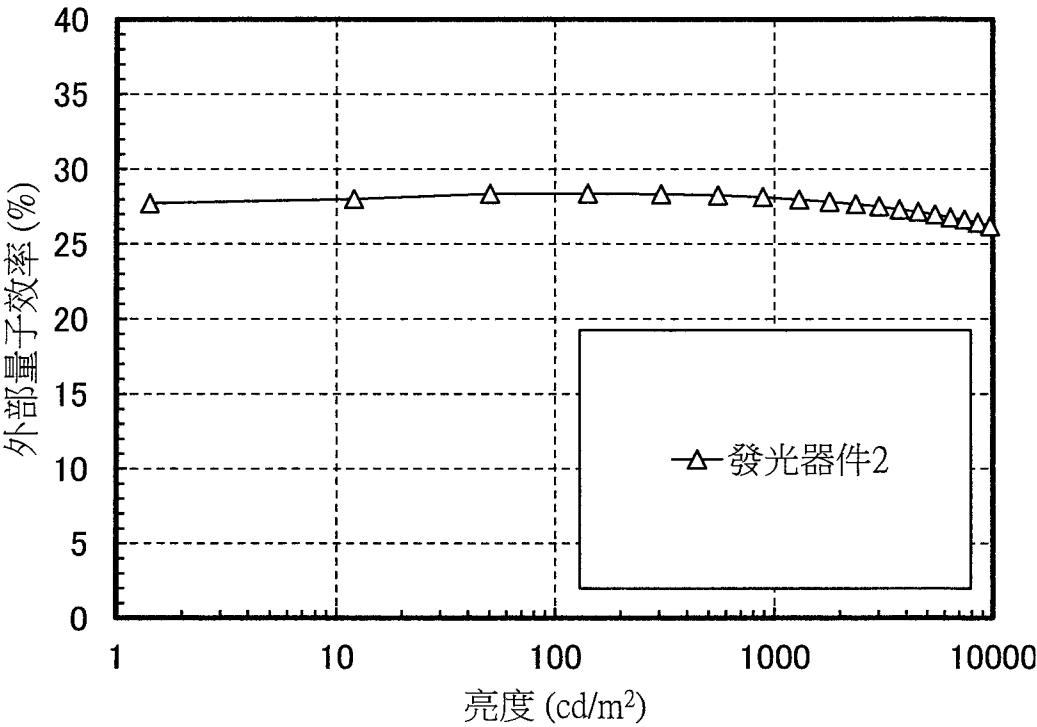
【圖 23】



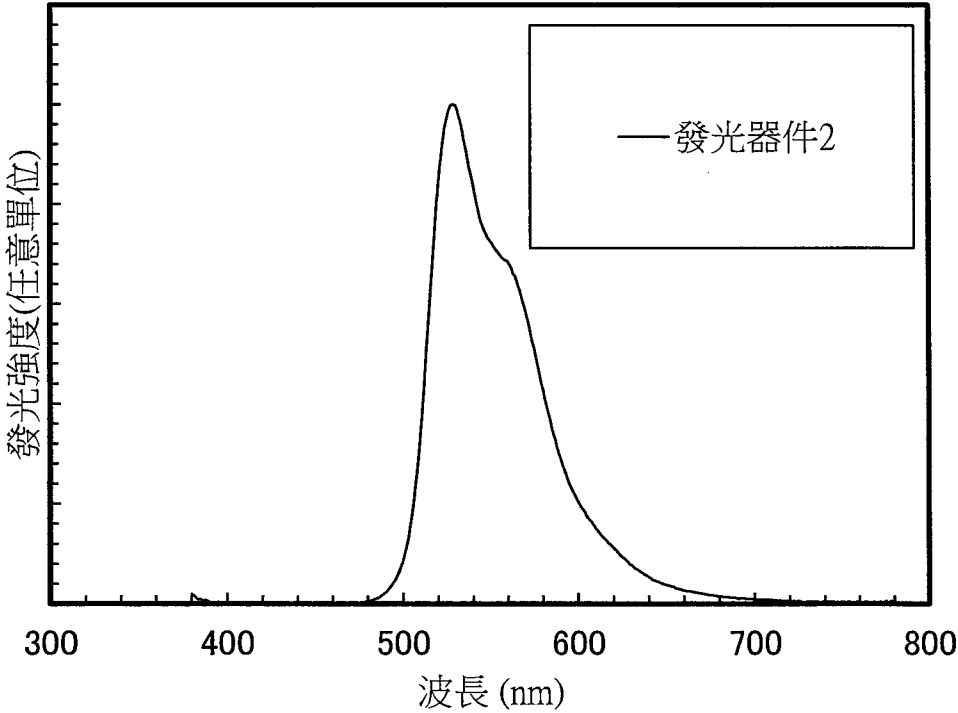
【圖 24】



【圖 25】



【圖 26】



【圖 27】