



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I856504 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：112104055 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl. : C09K11/06 (2006.01) H10K50/00 (2023.01)
C07D401/00 (2006.01)

(30)優先權：2016/09/14 日本 2016-179489

(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：川上祥子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP)；滝田悠介 TAKITA, YUSUKE (JP)；鈴木
恒徳 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；瀬尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：
TW 201002678A

審查人員：韓薰蘭

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：36 共 204 頁

(54)名稱
有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

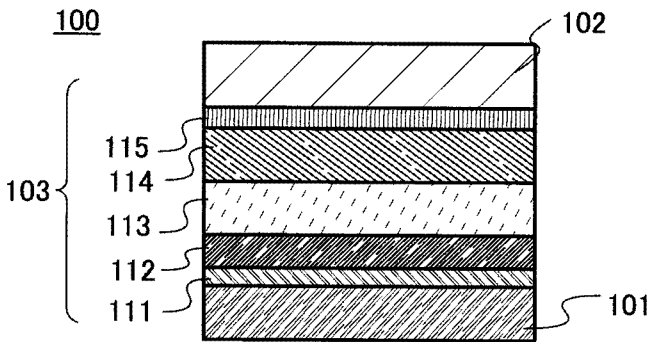
(57)摘要

本發明提供一種新穎的有機化合物，尤其是一種能夠提高發光元件的元件特性的新穎的有機化合物。另外，提供一種發光效率、驅動電壓及可靠性良好的新穎的發光元件。提供一種具有胺骨架及苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的有機化合物。另外，提供一種含有當該有機化合物的發光元件。

A novel organic compound is provided. In particular, a novel organic compound which can improve the element characteristics of a light-emitting element is provided. A novel light-emitting element with high emission efficiency, low driving voltage, and high reliability is provided. An organic compound including an amine skeleton and a benzo[b]naphtho[1,2- d]furan skeleton is provided. A light-emitting element including the organic compound is provided.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

100:發光元件
101:電極
102:電極
103:EL 層
110:發光元件
111:電洞注入層
112:電洞傳輸層
112-a:電洞傳輸層

圖 1B

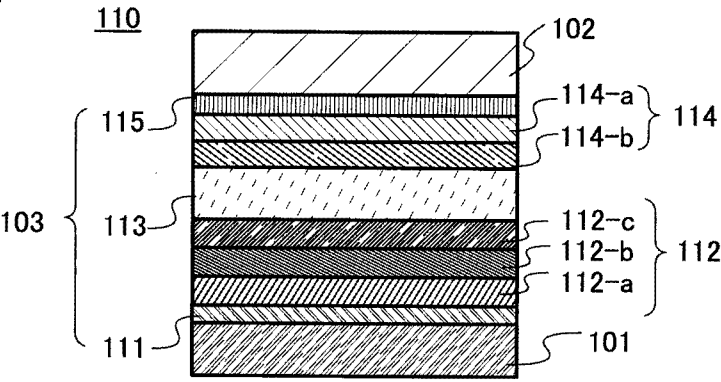


圖 1C

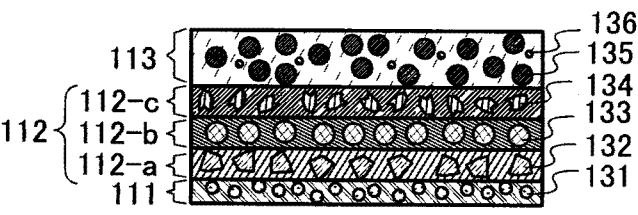
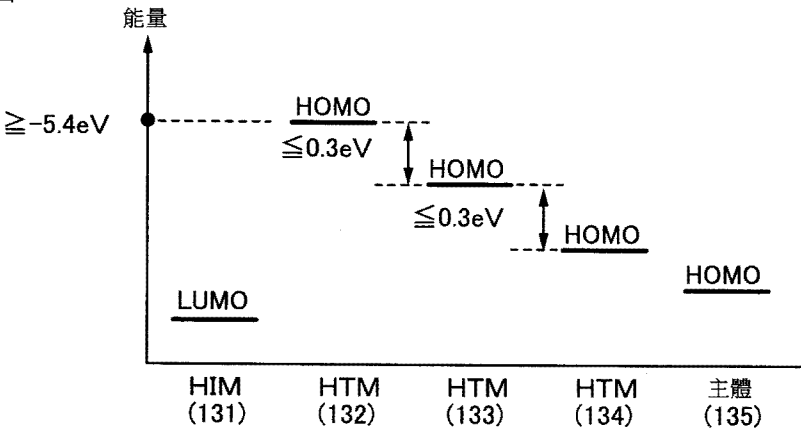


圖 1D



- 112-b:電洞傳輸層
- 112-c:電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 114-a:電子傳輸層
- 114-b:電子傳輸層
- 115:電子注入層
- 131:電洞注入材料
- 132:電洞傳輸材料
- 133:電洞傳輸材料
- 134:電洞傳輸材料
- 135:主體材料
- 136:客體材料



公告本

I856504

【發明摘要】

【中文發明名稱】

有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

ORGANIC COMPOUND, LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

【中文】

本發明提供一種新穎的有機化合物，尤其是一種能夠提高發光元件的元件特性的新穎的有機化合物。另外，提供一種發光效率、驅動電壓及可靠性良好的新穎的發光元件。提供一種具有胺骨架及苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的有機化合物。另外，提供一種含有當該有機化合物的發光元件。

【英文】

A novel organic compound is provided. In particular, a novel organic compound which can improve the element characteristics of a light-emitting element is provided. A novel light-emitting element with high emission efficiency, low driving voltage, and high reliability is provided. An organic compound including an amine skeleton and a benzo[b]naphtho[1,2-d]furan skeleton is provided. A light-emitting element including the organic compound is provided.

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

100:發光元件

101:電極

102:電極

103:EL層

110:發光元件

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

112-a:電洞傳輸層

112-b:電洞傳輸層

112-c:電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

114-a:電子傳輸層

114-b:電子傳輸層

115:電子注入層

131:電洞注入材料

132:電洞傳輸材料

133:電洞傳輸材料

134:電洞傳輸材料

135:主體材料

136:客體材料

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

ORGANIC COMPOUND, LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種新穎的有機化合物。此外，本發明的一個實施方式係關於一種具有苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的芳香胺化合物。或者，本發明的一個實施方式係關於一種含有該有機化合物的發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備。

【0002】注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。本發明的一個實施方式係關於一種物體、方法或製造方法。或者，本發明係關於一種製程(process)、機器(machine)、產品(manufacture)或組成物(composition of matter)。尤其是，本發明的一個實施方式係關於一種半導體裝置、發光裝置、顯示裝置、照明設備、發光元件以及它們的驅動方法或製造方法。另外，本發明的一個實施方式係關於一種具有苯並萘並呋喃骨架的芳香胺化合物的新穎的合成方法。為此，作為本說明書所公開的本發明的一

個實施方式的具體例子，可以舉出含有該有機化合物的發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備以及它們的製造方法。

【先前技術】

【0003】近年來，利用使用有機化合物的電致發光(EL：Electroluminescence)的發光元件(有機EL元件)的實用化非常活躍。在這些發光元件的基本結構中，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，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】這種發光元件是自發光型發光元件，當將其用於顯示器的圖元時，有可見度高、不需要背光源等優勢。因此，該發光元件適用於平板顯示器元件。另外，採用該發光元件的顯示器可以被製造成薄且輕也是其一大優點。並且，回應速度極快也是其特徵之一。

【0005】因為這種發光元件的發光層可以在二維上連續地形成，所以可以獲得面狀發光。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。另外，藉由選擇材料可以使有機化合物的發光為不含有紫外光的發光，由此作為可應用於照明等的面光源也有較高的利用價值。

【0006】如上所述，雖然使用發光元件的顯示器或照明設備適用於各種各樣的電子裝置，但是為了追求具有更

良好的效率及元件壽命的發光元件的研究開發日益活躍。尤其是，由於EL層主要使用有機化合物，有機化合物對提高發光元件的元件特性有較大影響，因此已開發出多種新穎的有機化合物。

【0007】作為採用有機化合物的發光元件，影響元件壽命及特性的因素很多，有時電洞傳輸材料的特性對採用有機化合物的發光元件的影響較大。尤其是，根據電洞傳輸材料的種類不同，元件的壽命及特性也大不同。

【0008】作為電洞傳輸材料，一般來說使用以芳香族化合物為代表的 π 共軛體系擴伸在分子整體的化合物，尤其是，進行了對芳香胺化合物的開發。芳香胺化合物根據芳香族骨架其作為電洞傳輸材料的特性有很大的不同。

【0009】雖然已公開有多種具有芳香族骨架的芳香胺化合物，但是使用這些化合物的發光元件的特性及可靠性雖得到了提高但還不足以達到對以效率及耐久性為首的各種特性的高度的要求（例如，專利文獻1）。

【0010】

[專利文獻1] 國際專利申請公開第2009/ 145016號小冊子

【發明內容】

【0011】本發明的一個實施方式的目的是之一提供一種新穎的有機化合物。尤其是提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。或者，本發明的一個實施方式的目的是

之一是提供一種壽命良好的發光元件。或者，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種發光效率良好的發光元件。或者，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種驅動電壓低的發光元件。

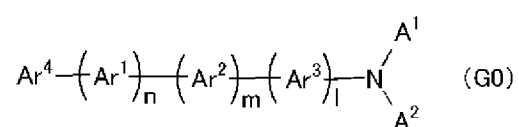
【0012】或者，本發明的另一個實施方式的目的之一是分別提供一種可靠性高的發光元件、發光裝置及電子裝置。或者，本發明的另一個實施方式的目的之一是分別提供一種低功耗的發光元件、發光裝置及電子裝置。

【0013】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。此外，上述以外的目的可明顯從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載看出，且可以從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載中衍生上述以外的目的。

【0014】本發明的一個實施方式是具有兩個取代或未取代的苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架的芳香胺化合物。

【0015】因此，本發明的一個實施方式是由下述通式（G0）表示的有機化合物。

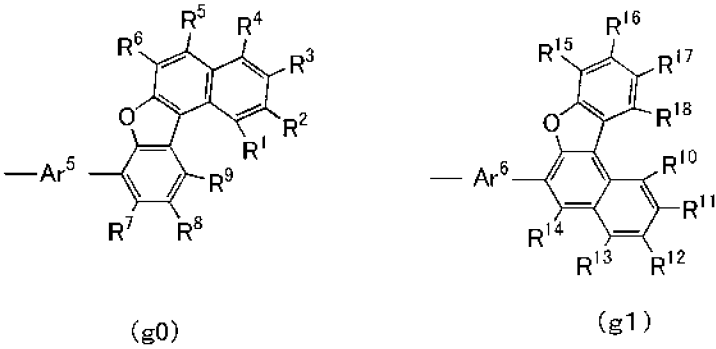
【0016】



【0017】在通式（G0）中，Ar¹、Ar²及Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基，Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基，n、m、l分

別獨立地表示0或1的整數。另外， A^1 及 A^2 分別獨立地表示由下述通式（g0）或（g1）表示的基。

【0018】



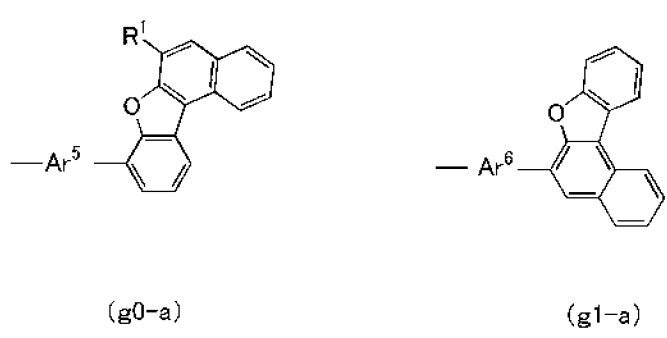
【0019】在通式（g0）及（g1）中， Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的二價芳烴基。另外， R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0020】在上述通式（g0）及（g1）中，較佳為 R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫或取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

【0021】另外，在上述通式（g0）及（g1）中，較佳為 R^6 及 R^{15} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

【0022】另外，本發明的另一個實施方式是一種如下有機化合物：通式（G0）中的 A^1 及 A^2 分別獨立地由下述通式（g0-a）或（g1-a）表示。

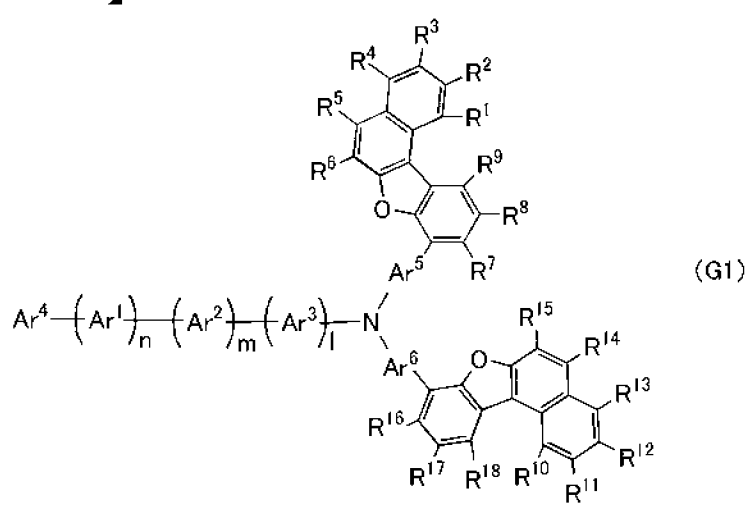
【0023】



【 0024 】 在通式（ g0-a ）及（ g1-a ）中， Ar⁵及 Ar⁶分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， R¹表示氫或取代或未取代的苯基。

【 0025 】 另外，本發明的一個實施方式是由下述通式（ G1 ）表示的有機化合物。

【 0026 】



【 0027 】 在通式（ G1 ）中， Ar¹、 Ar²、 Ar³、 Ar⁵及 Ar⁶分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基， n、 m、 1 分別獨立地表示 0 或 1 的整數。另外， R¹至 R¹⁸分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數 1

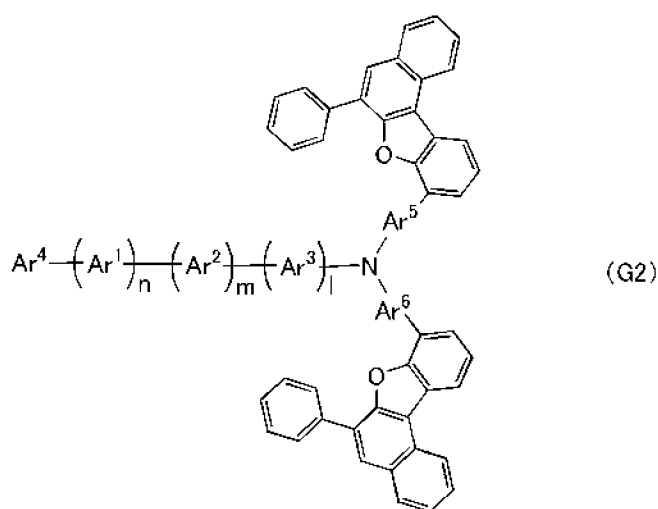
至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0028】在上述通式（G1）中，較佳為 R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫或取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

【0029】在上述通式（G1）中，較佳為 R^6 及 R^{15} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

【0030】另外，發明的另一個實施方式是由下述通式（G2）表示的有機化合物。

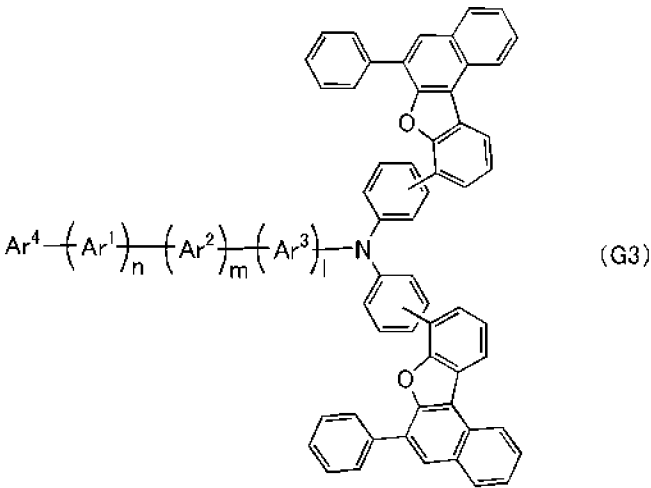
【0031】



【0032】在通式（G2）中， Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 1 分別獨立地表示0或1的整數。

【0033】另外，本發明的另一個實施方式是由下述通式（G3）表示的有機化合物。

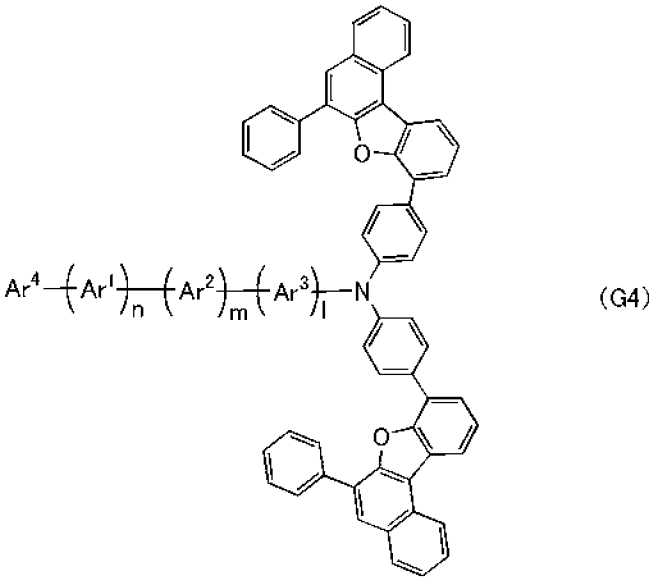
【0034】



【 0035 】 在通式（ G3 ）中， Ar¹至 Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基， n、m、l 分別獨立地表示 0 或 1 的整數。

【 0036 】 另外，本發明的另一個實施方式是由下述通式（ G4 ）表示的有機化合物。

【 0037 】

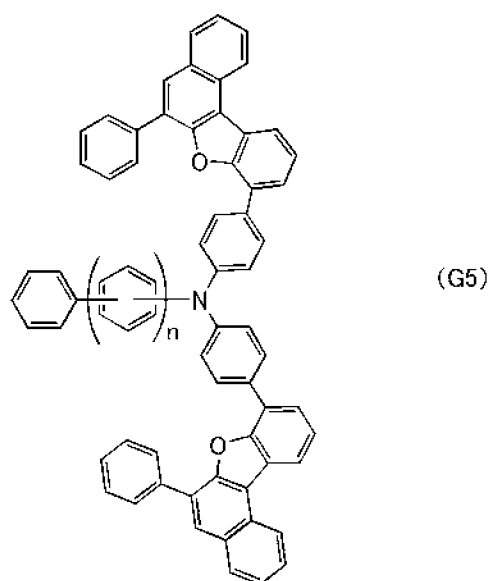


【 0038 】 在通式（ G4 ）中， Ar¹至 Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， Ar⁴表示取

代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 l 分別獨立地表示0或1的整數。

【0039】另外，本發明的另一個實施方式是由下述通式（G5）表示的有機化合物。

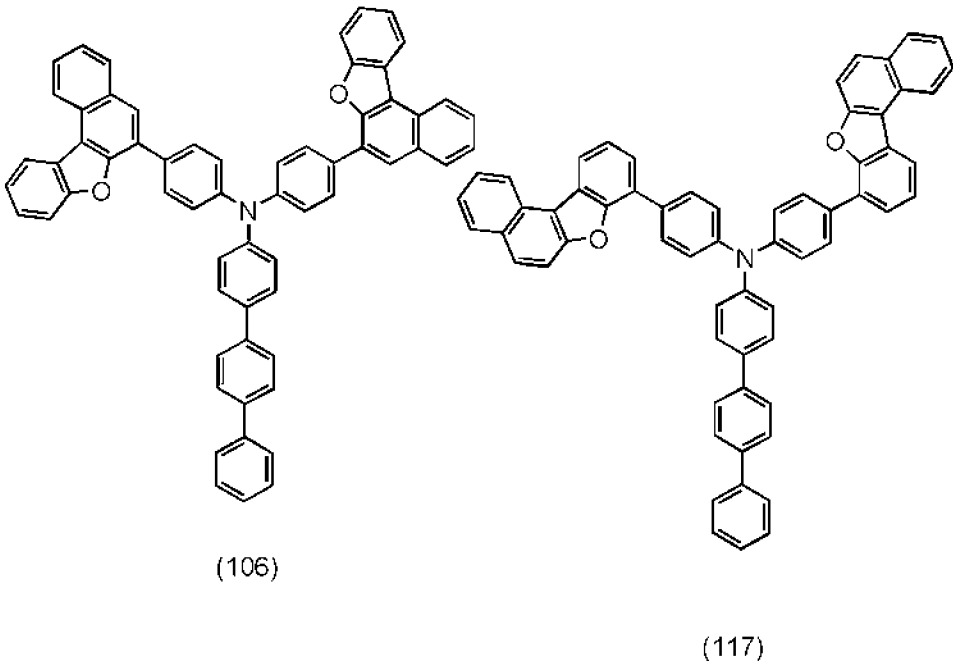
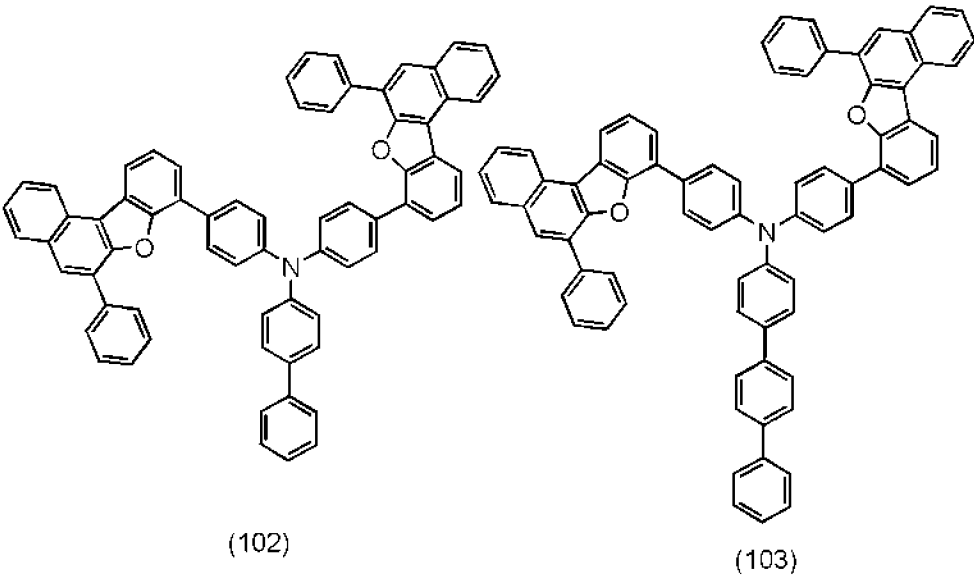
【0040】



【0041】在通式（G5）中， n 表示0至3的整數。

【0042】另外，本發明的另一個實施方式是由下述結構式（102）、（103）、（106）、（117）表示的有機化合物。

【0043】



【0044】另外，本發明的另一個實施方式是含有上述各結構所記載的有機化合物的發光元件。

【0045】另外，上述各結構中的發光元件在陽極與陰極之間包括EL層。另外，EL層包括發光層、電洞傳輸層、電洞注入層、電子傳輸層和電子注入層中的任一個。在上述各結構中，EL層較佳為包括發光層及電洞傳輸層並

且較佳為電洞傳輸層位於陽極與發光層之間。另外，EL層還可以包括其他功能層。

【0046】另外，在上述結構中，較佳為發光層含有發光材料。

【0047】另外，本發明的另一個實施方式是一種顯示裝置，該顯示裝置包括：上述各結構的發光元件；以及濾色片和電晶體中的至少一個。另外，本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，該電子裝置包括：該顯示裝置；以及外殼和觸控感測器中的至少一個。另外，本發明的另一個實施方式是一種照明設備，該照明設備包括：上述各結構的發光元件；以及外殼和觸控感測器中的至少一個。另外，本發明的一個實施方式在其範疇內不僅包括具有發光元件的發光裝置，還包括具有發光裝置的電子裝置。因此，本說明書中的發光裝置是指影像顯示裝置或光源（包括照明設備）。另外，如下模組也有時包括發光元件：在發光裝置中安裝有連接器諸如FPC(Flexible Printed Circuit：撓性電路板)或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP端部中設置有印刷線路板的模組；或者IC(積體電路)藉由COG(Chip On Glass：玻璃上晶片)方式直接安裝在發光元件上的模組。

【0048】本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的有機化合物。尤其是可以提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。或者，本發明的一個實施方式可以提供一種壽命良好的發光元件。或者，本發明的一個實施方式可

以提供一種發光效率良好的發光元件。或者，本發明的一個實施方式可以提供一種驅動電壓低的發光元件。

【0049】或者，本發明的另一個實施方式可以分別提供一種可靠性高的發光元件、電子裝置。或者，本發明的另一個實施方式可以分別提供一種低功耗的發光元件及電子裝置。

【0050】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實現所有上述效果。此外，上述以外的效果可明顯從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載看出，且可以從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載中衍生上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

【0051】在圖式中：

圖1A至圖1D是根據本發明的一個實施方式的發光元件的示意圖以及說明EL層的最高佔據分子軌域（也稱為Highest Occupied Molecular Orbital：HOMO）能階與最低空分子軌域（也稱為Lowest Unoccupied Molecular Orbital：LUMO）能階的相關的圖；

圖2A至圖2C是根據本發明的一個實施方式的發光元件的示意圖以及說明發光層的能階的相關的圖；

圖3是根據本發明的一個實施方式的發光元件的示意圖；

圖4A和圖4B是根據本發明的一個實施方式的主動矩

陣型發光裝置的示意圖；

圖 5A 和圖 5B 是根據本發明的一個實施方式的主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 6 是根據本發明的一個實施方式的主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 7A、圖 7B1 及圖 7B2 是根據本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

圖 8 是根據本發明的一個實施方式的顯示裝置的電路圖；

圖 9A 和圖 9B 是根據本發明的一個實施方式的顯示裝置的圖元的電路圖及示意圖；

圖 10 是根據本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

圖 11 是根據本發明的一個實施方式的顯示裝置的示意圖；

圖 12A 至圖 12D 示出根據本發明的一個實施方式的電子裝置的圖；

圖 13 示出根據本發明的一個實施方式的光源裝置的圖；

圖 14 示出根據本發明的一個實施方式的照明設備的圖；

圖 15 示出根據本發明的一個實施方式的照明設備的圖；

圖 16 示出根據本發明的一個實施方式的車載顯示裝置

及照明設備的圖；

圖 17A 和圖 17B 是說明根據實施例的化合物的 NMR 譜的圖；

圖 18A 和圖 18B 是說明根據實施例的化合物的 NMR 譜的圖；

圖 19 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 20 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 21A 和圖 21B 是說明根據實施例的化合物的 NMR 譜的圖；

圖 22 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 23 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 24 是說明根據實施例的發光元件的電流效率-亮度特性的圖；

圖 25 是說明根據實施例的發光元件的亮度-電壓特性的圖；

圖 26 是說明根據實施例的發光元件的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 27 是說明根據實施例的發光元件的電致發射光譜的圖；

圖 28 是說明根據實施例的發光元件的可靠性測試的

圖；

圖 29A 和 圖 29B 是說明根據實施例的化合物的 NMR 譜的圖；

圖 30 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 31 是說明根據實施例的化合物的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 32 是說明根據實施例的發光元件的電流效率-亮度特性的圖；

圖 33 是說明根據實施例的發光元件的電流密度-電壓特性的圖；

圖 34 是說明根據實施例的發光元件的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 35 是說明根據實施例的發光元件的電致發射光譜的圖；

圖 36 是說明根據實施例的發光元件的可靠性測試的圖。

【實施方式】

【0052】下面，參照圖式對本發明的實施方式進行說明。但是，所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實，就是本發明可以以多個不同形式來實施，其方式和詳細內容可以在不脫離本發明的精神及其範圍的條件下被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋

為僅限定在實施方式所記載的內容中。

【0053】另外，在本說明書所說明的每一個圖式中，有時為了便於說明，誇大表示陽極、EL層、中間層、陰極等的尺寸或厚度。因此，各組件不侷限於圖式所示的大小，並不侷限於各組件之間的相對大小。

【0054】注意，在本說明書等中，為了方便起見，附加了第一、第二、第三等序數詞，而其並不表示製程順序或上下的位置關係等。因此，例如可以將“第一”適當地替換為“第二”或“第三”等來進行說明。此外，有時本說明書等所記載的序數詞與用來指定本發明的一個實施方式的序數詞不一致。

【0055】另外，在本說明書等所說明的本發明的構成中，在不同圖式之間共同使用同一符號表示同一部分或具有相同功能的部分而省略其重複說明。另外，有時使用同一陰影線表示具有相同功能的部分，而不特別附加元件符號。

【0056】注意，在本說明書中，顏色是由色相(相當於單色光的波長)、色度(彩度，亦即，沒有帶點白色的程度)及明度(亮度，亦即，光的強度)的三個要素規定的。在本說明書中，顏色也可以由只上述三個要素中的任一個或只任兩個規定。另外，在本說明書中，“兩個光的顏色不同”的情況是指上述三個要素中至少一個不同的情況，也包括兩個光的光譜的形狀或各峰值的相對強度比的分佈不同的情況。

【 0057 】 另外，根據情況或狀態，可以互相調換“膜”和“層”。例如，有時可以將“導電層”調換為“導電膜”。或者，有時可以將“絕緣膜”調換為“絕緣層”。

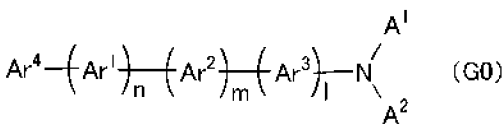
【 0058 】

實施方式1

在本實施方式中，例如，以下對根據本發明的一個實施方式的有機化合物進行說明。

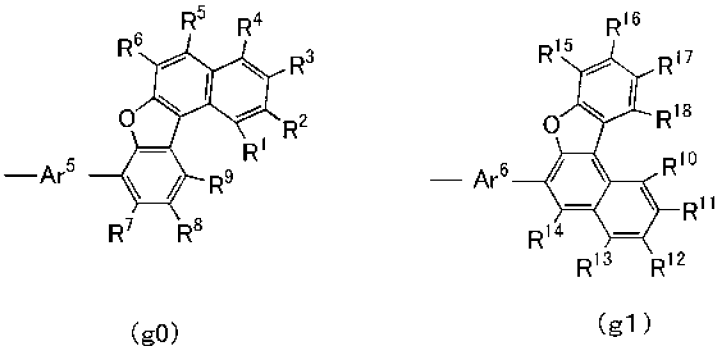
【 0059 】 本發明的一個實施方式的有機化合物由下述通式（G0）表示。

【 0060 】



【 0061 】 在通式（G0）中，Ar¹、Ar²、Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基，Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基，n、m、l分別獨立地表示0或1的整數。另外，A¹及A²分別獨立地表示由下述通式（g0）或（g1）表示的基。

【 0062 】



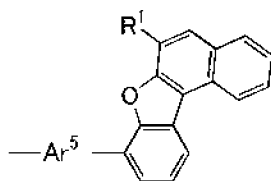
【0063】在通式（g0）及（g1）中， Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的二價芳烴基。另外， R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0064】另外，本發明的一個實施方式是一種如下有機化合物：通式（g0）及（g1）中的 R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫或取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

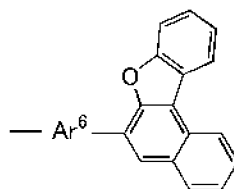
【0065】另外，本發明的一個實施方式是一種如下有機化合物：通式（g0）及（g1）中的 R^6 及 R^{15} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的芳烴基。

【0066】另外，本發明的一個實施方式是一種如下有機化合物：通式（G0）中的 A^1 及 A^2 分別獨立地由下述通式（g0-a）或（g1-a）表示。

【0067】



（g0-a）

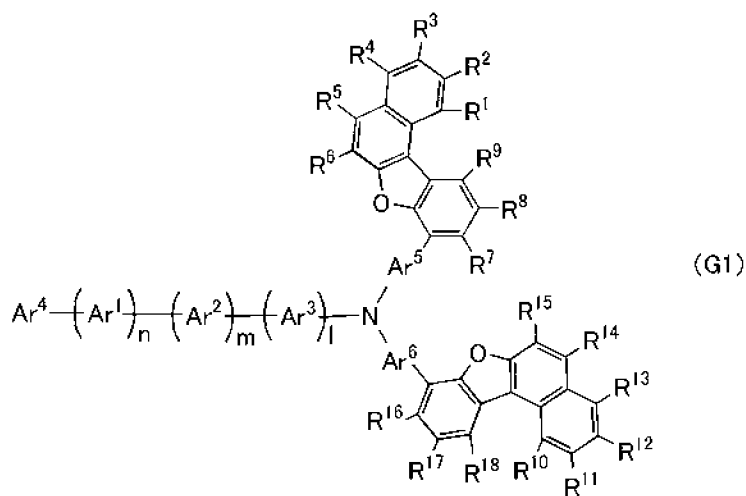


（g1-a）

【0068】在通式（g0-a）及（g1-a）中， Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， R^1 表示氫或取代或未取代的苯基。

【 0069 】 另外，本發明的一個實施方式是由通式（ G1 ）表示的有機化合物。在該有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至該有機化合物中的大取代基苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架，由此可以獲得高載子傳輸性。另外，藉由具有上述結構，該有機化合物可以具有高T1能階。

【 0070 】

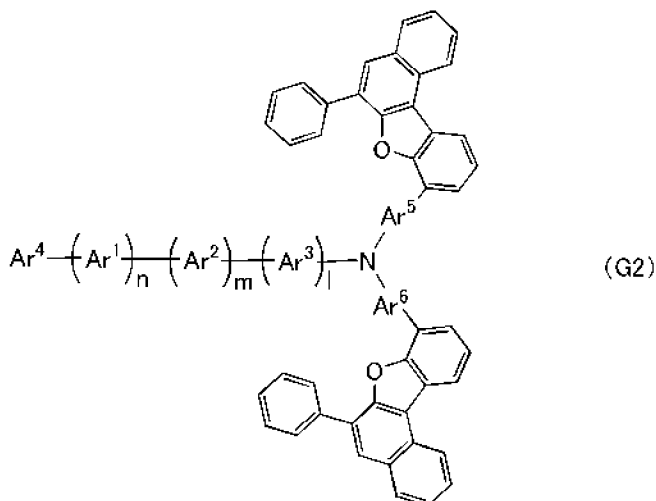


【 0071 】 在通式（ G1 ）中， Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 l 表示0或1的整數。另外， R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【 0072 】 另外，本發明的一個實施方式是由通式（ G2 ）表示的有機化合物。在該有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架，因此該有機

化合物可以具有高載子傳輸性。另外，藉由具有上述結構，該有機化合物可以具有高T1能階。

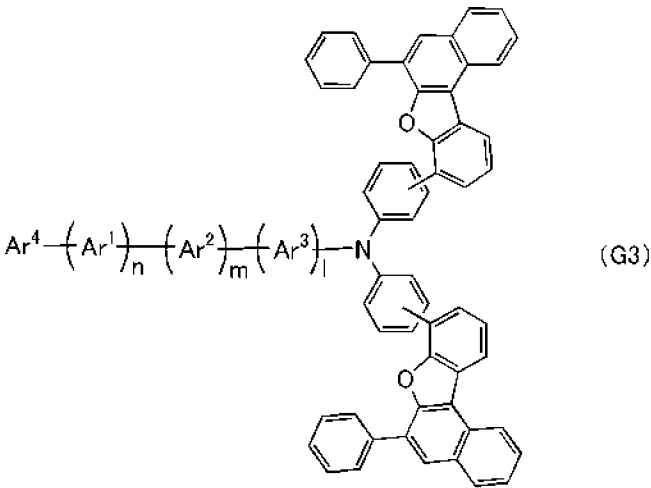
【 0073 】



【 0074 】 在通式（ G2 ）中， Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 l 表示0或1的整數。

【 0075 】 另外，本發明的一個實施方式是由通式（ G3 ）表示的有機化合物。在該有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至該有機化合物中的大取代基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架，由此可以獲得高載子傳輸性。另外，在由通式（ G3 ）表示的有機化合物中，胺基藉由伸苯基鍵合到苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的第8位上，而使 π 共軛擴大，由此可以具有高T1能階。

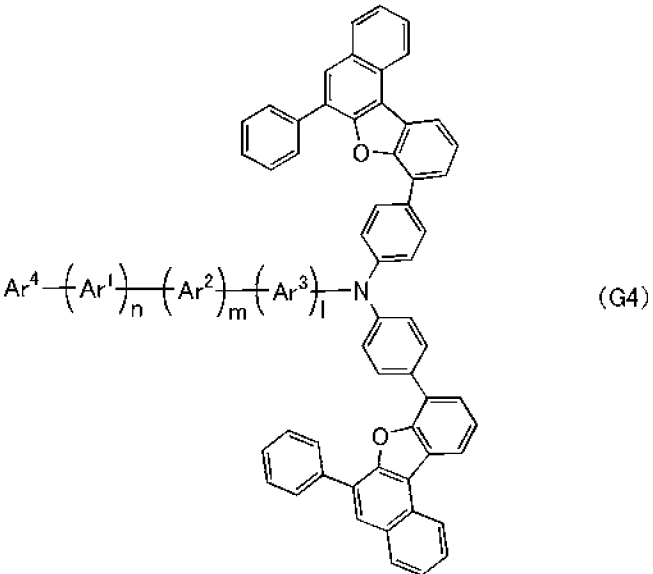
【 0076 】



【 0077 】 在通式（ G3 ）中， Ar^1 、 Ar^2 及 Ar^3 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 l 表示0或1的整數。

【 0078 】 另外，本發明的一個實施方式是由通式（ G4 ）表示的有機化合物。在該有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至該有機化合物中的大取代基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架，由此可以獲得高載子傳輸性。另外，在由通式（ G4 ）表示的有機化合物中，胺基藉由伸苯基鍵合到苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的第8位上，而使 π 共軛擴大，由此可以獲得高T1能階。

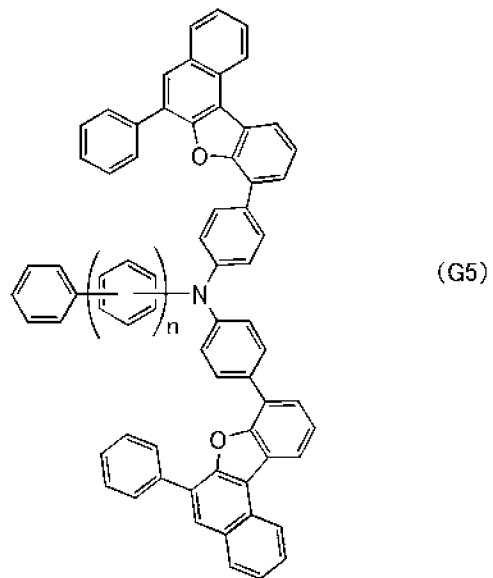
【 0079 】



【 0080 】 在通式（ G4 ）中， Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基， n 、 m 、 l 表示 0 或 1 的整數。

【 0081 】 另外，本發明的一個實施方式是由通式（ G5 ）表示的有機化合物。在該有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至該有機化合物中的大取代基苯並 [b] 萘並 [1,2-d] 呋喃骨架，由此可以獲得高載子傳輸性。在由通式（ G5 ）表示的有機化合物中，胺基藉由伸苯基鍵合到苯並 [b] 萘並 [1,2-d] 呋喃骨架的第 8 位上， π 共軛擴大，由此可以獲得高 T1 能階。

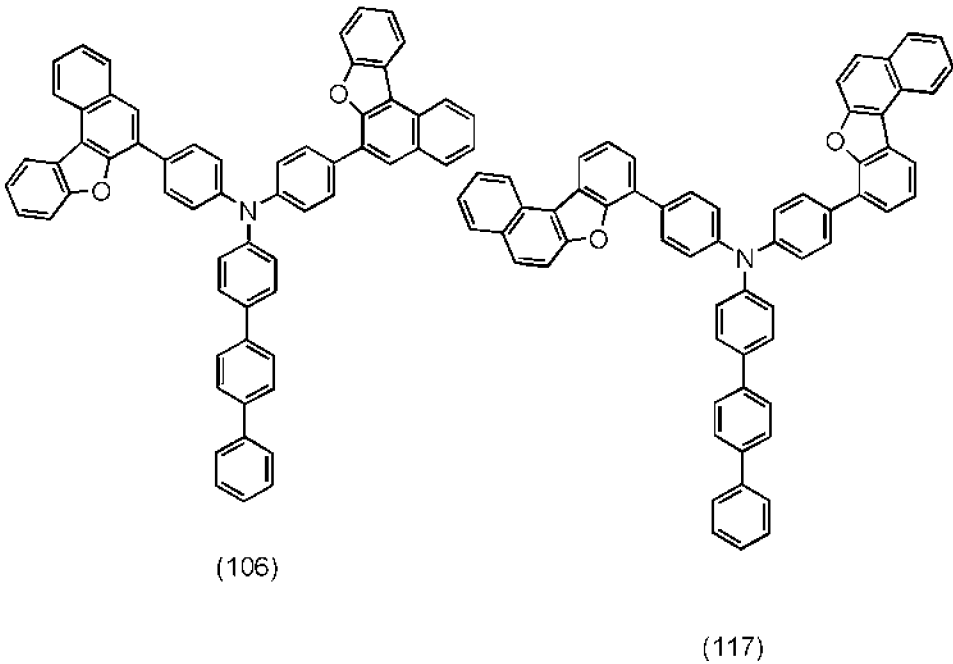
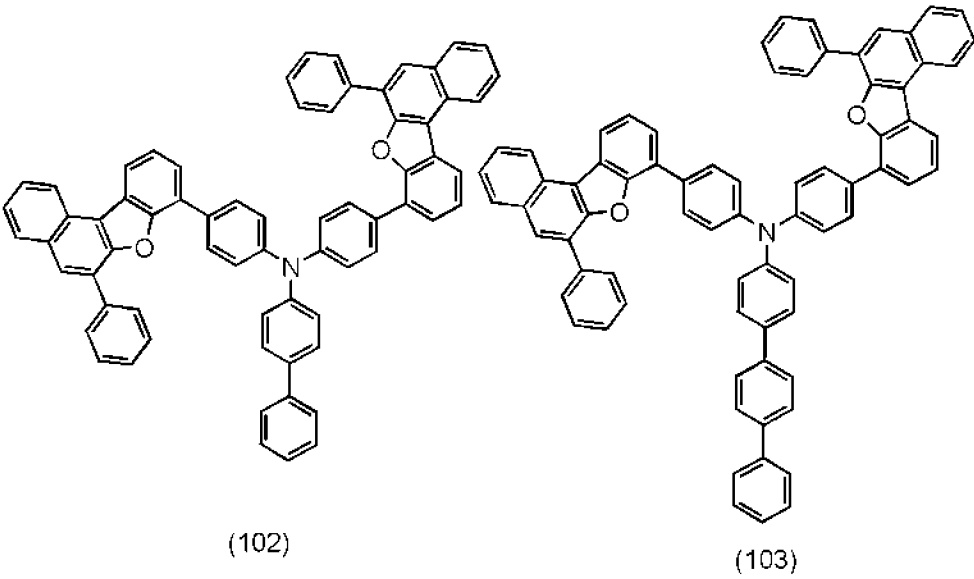
【 0082 】



【0083】但是，通式（G5）中的n表示0至3的整數。

【0084】另外，本發明的一個實施方式是由下述結構式（102）、（103）、（106）、（117）表示的有機化合物。

【0085】



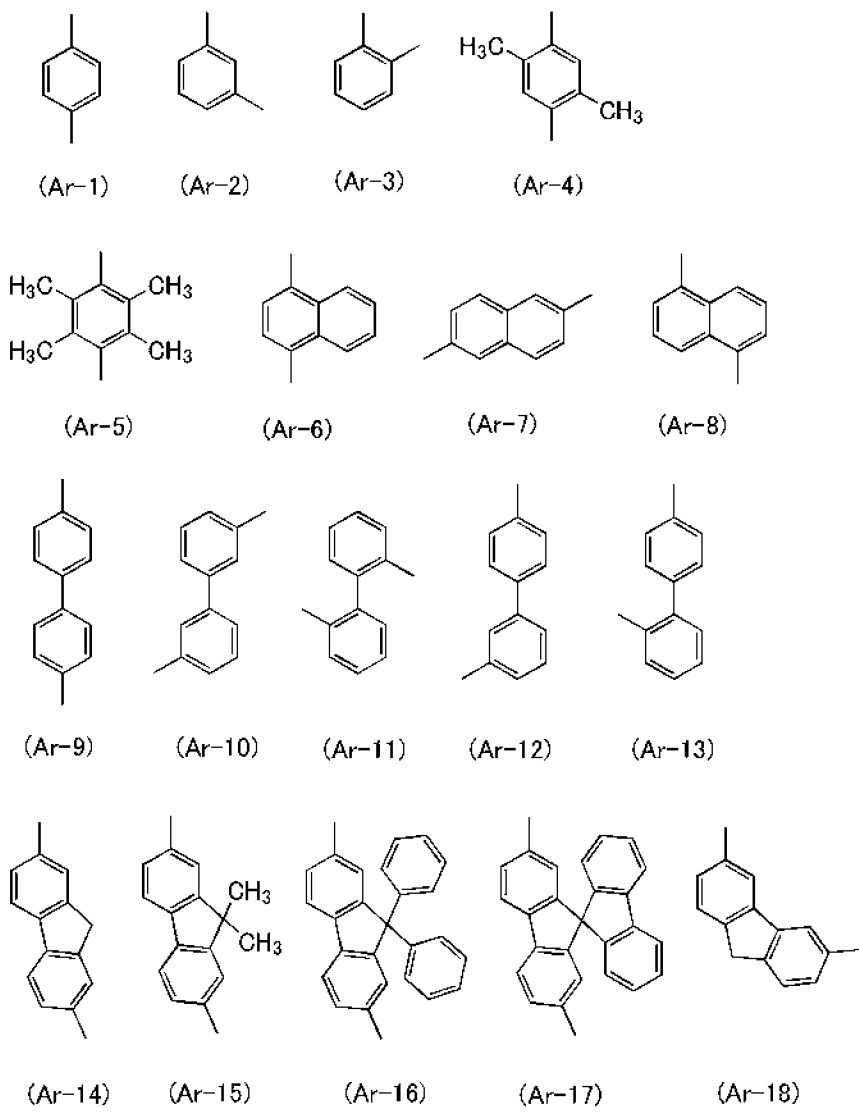
【 0086 】

< 取代基的例子 >

在通式（ G0 ）至（ G4 ）及通式（ g0 ）至（ g1 ）中，作為由 Ar¹、Ar²、Ar³、Ar⁵及Ar⁶表示的二價芳烴基，例如可以舉出：伸苯基、伸萘基、聯苯二基、9H-蒽-二基、9,9'-螺雙[9H-蒽]-二基。具體地，可以使用由下述結構式

(Ar-1) 至 (Ar-18) 表示的基。另外，由 Ar¹、Ar²、Ar³、Ar⁵、Ar⁶表示的基不侷限於此，也可以具有取代基。

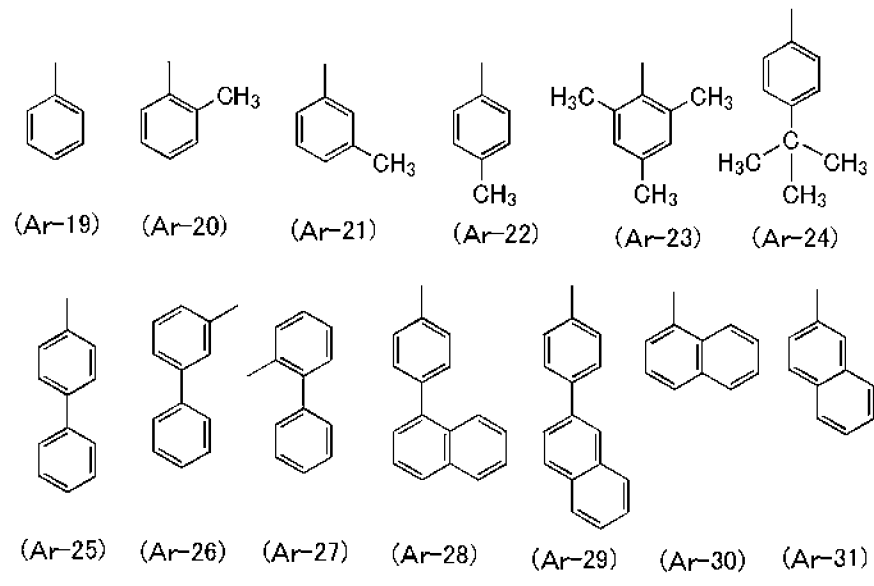
【 0087 】



【 0088 】 另外，在通式 (G0) 至 (G4) 及通式 (g0) 至 (g1) 中，作為由 Ar⁴表示的芳烴基的例子，例如包括苯基、萘基及組合了苯基、萘基的取代基。具體地，可以使用由下述結構式 (Ar-19) 至 (Ar-31) 表示的基。另外，由 Ar⁴表示的基不侷限於此，還可以具有取代

基。

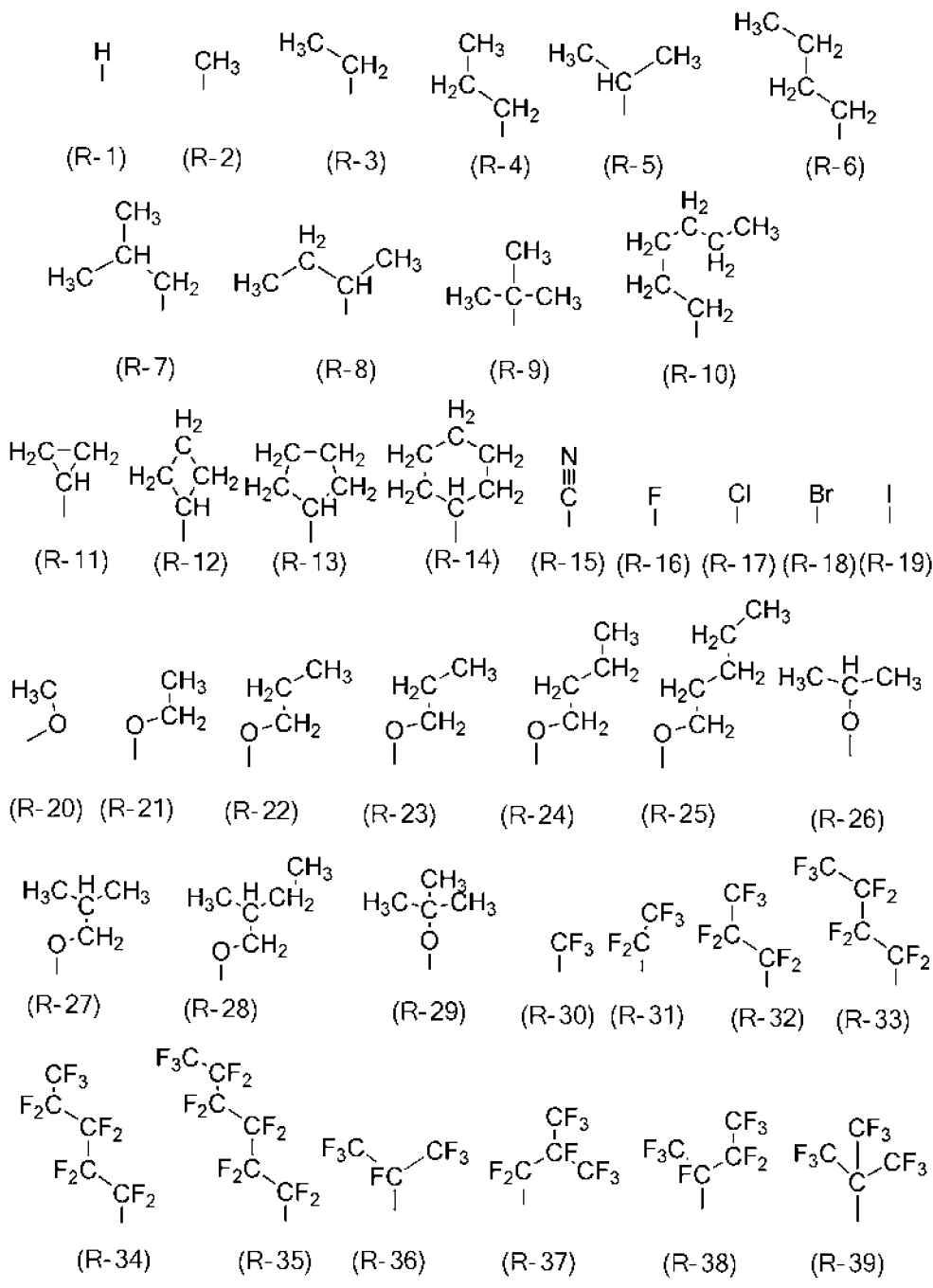
【 0089】



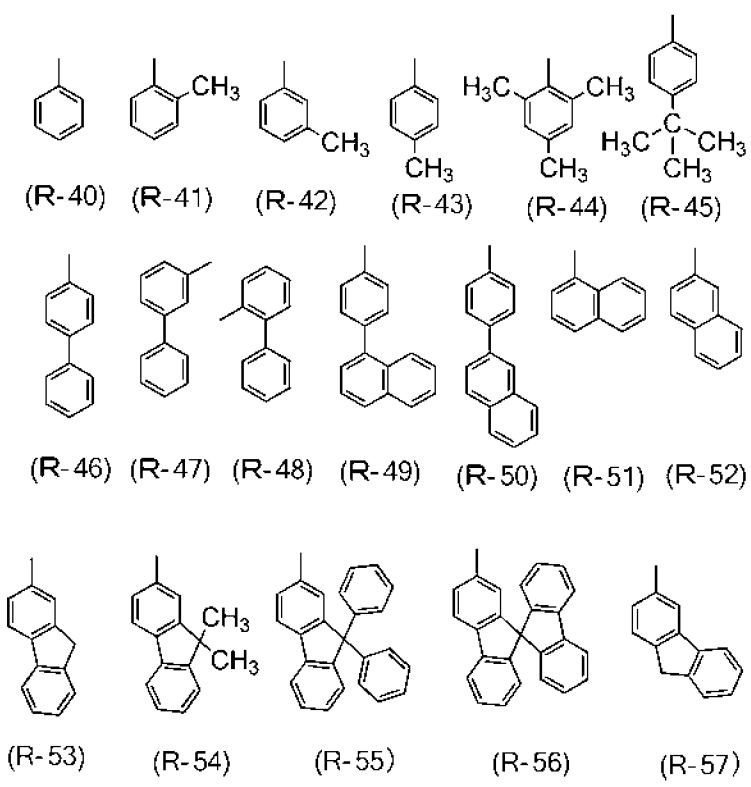
【 0090】 另外，在通式（ G0 ）、（ g0 ）、（ g1 ）中，作為由 R¹ 至 R¹⁸ 表示的氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數 1 至 6 的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基的例子，例如可以舉出由下述結構式（ R-1 ）至（ R-57 ）表示的基。另外，由 R¹ 至 R¹⁸ 表示的基不侷限於此。

【 0091】 當 Ar¹ 至 Ar⁶ 及 R¹ 至 R¹⁸ 具有取代基時，作為該取代基，例如有下述結構式（ R-1 ）至（ R-57 ）表示的基，但是不侷限於此。

【 0092】



【 0093 】

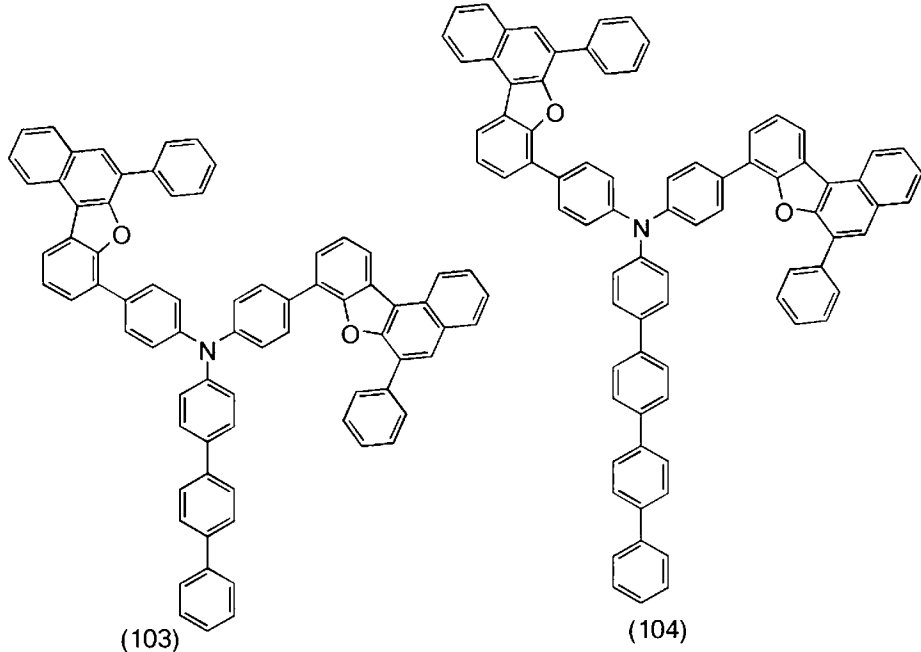
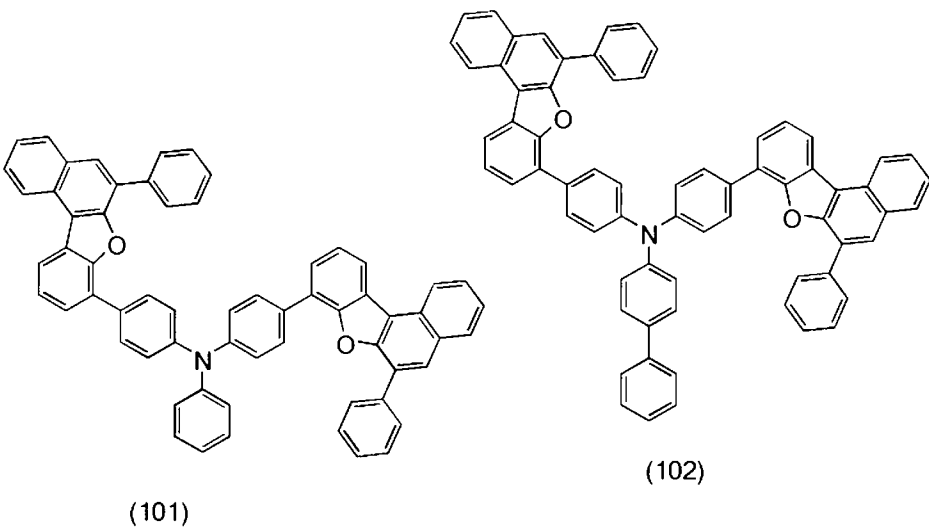


【 0094 】

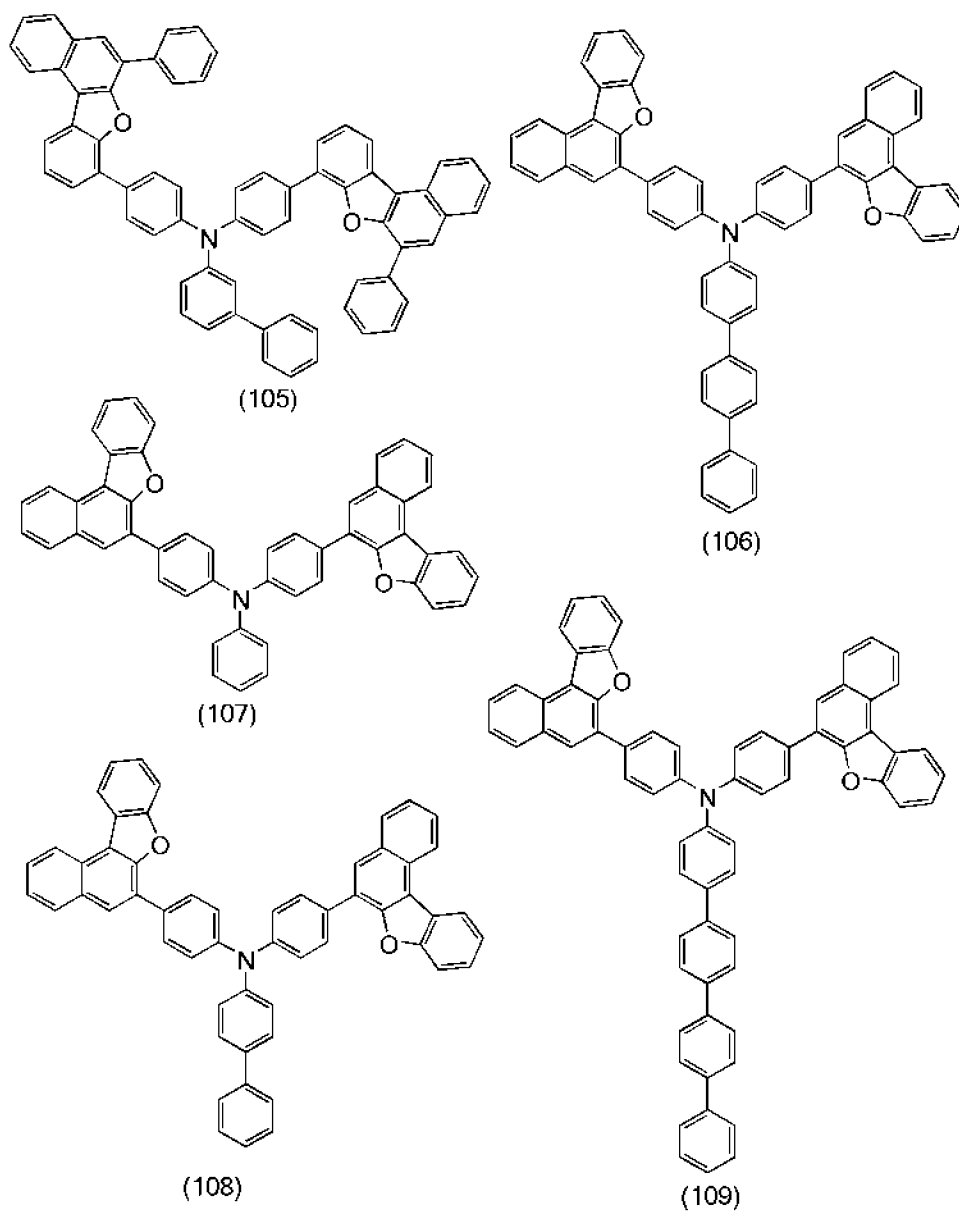
< 化合物的具體例 >

作為以通式（ G0 ）至（ G4 ）表示的化合物的具體結構可以舉出由下述結構式（ 101 ）至（ 152 ）表示的化合物等。另外，由通式（ G0 ）至（ G4 ）表示的化合物不侷限於下述例子。

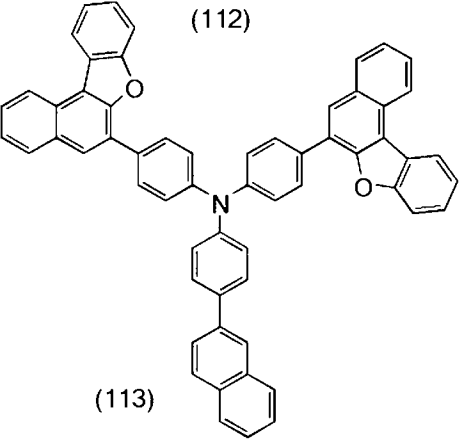
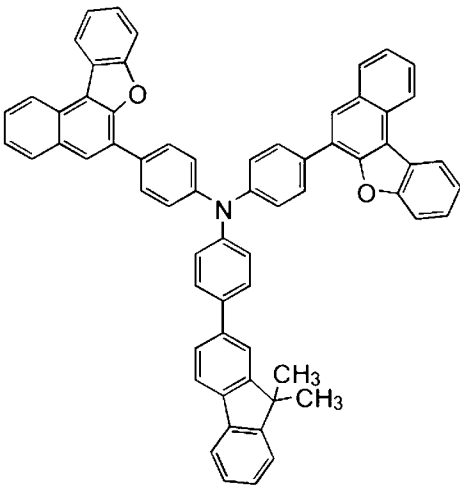
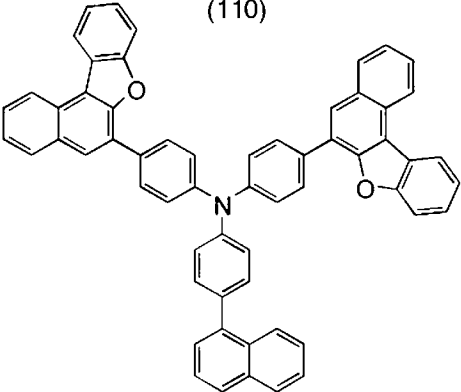
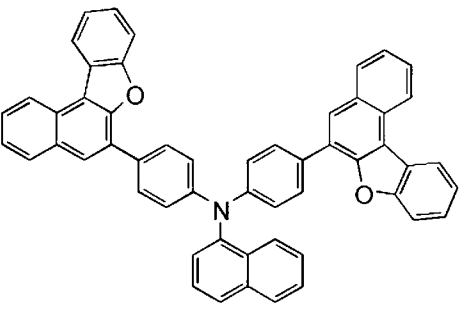
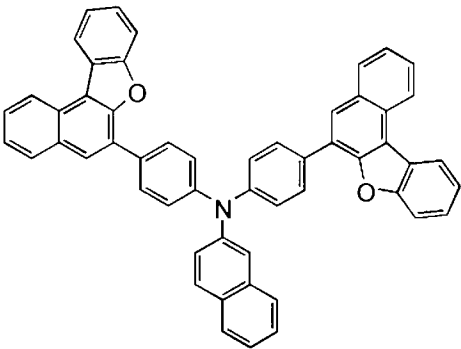
【 0095 】



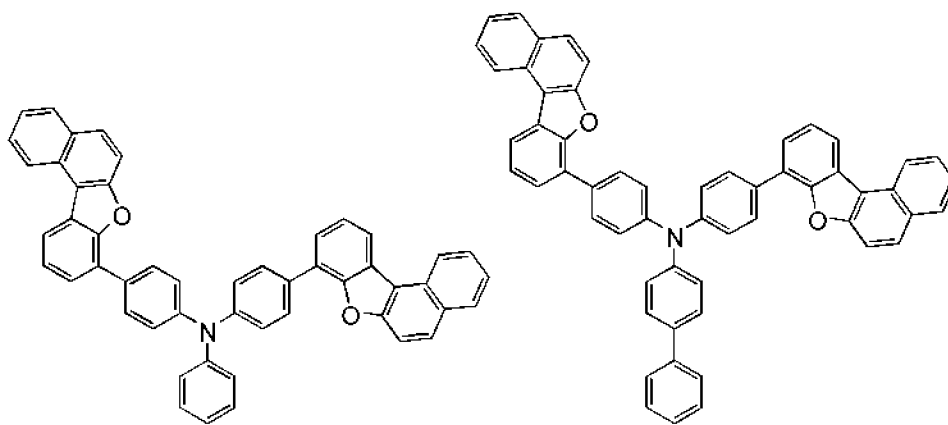
【 0096 】



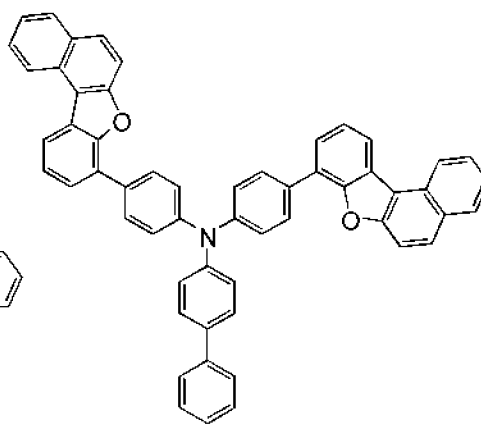
【 0097 】



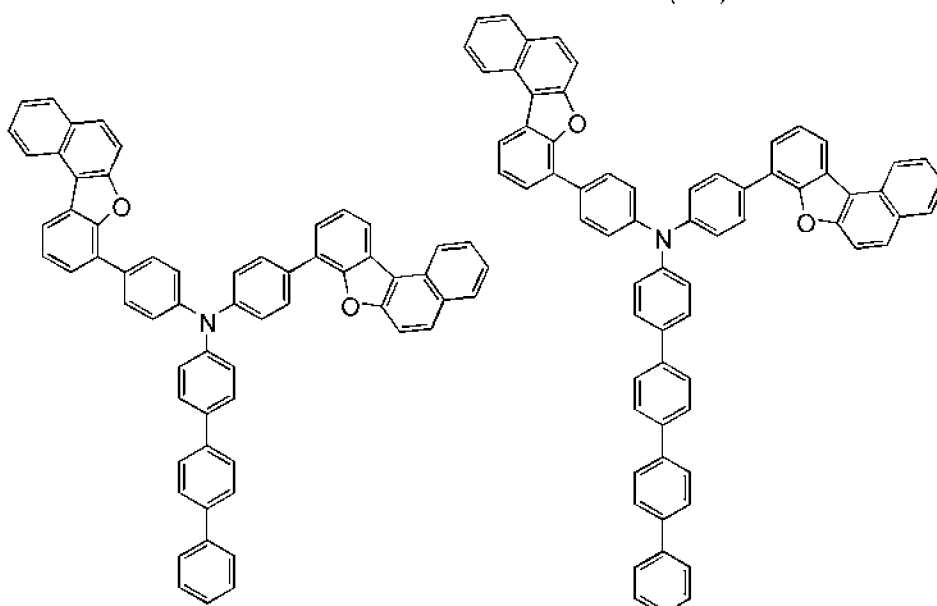
【 0098 】



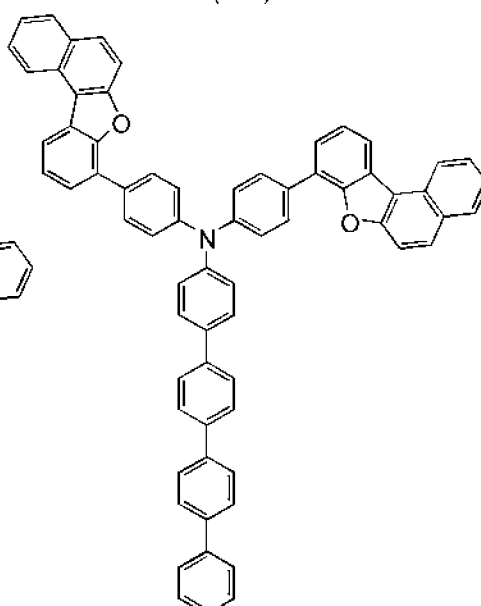
(115)



(116)

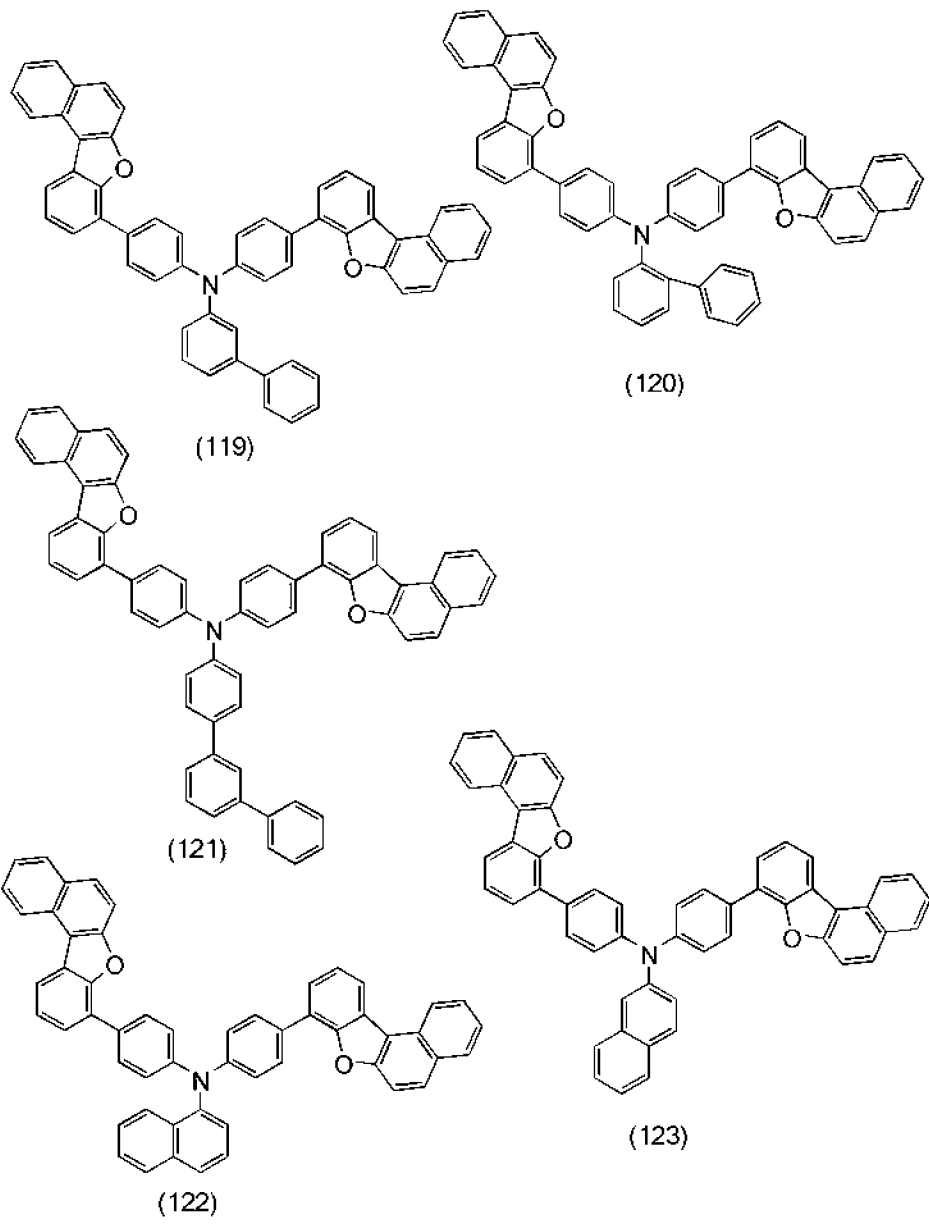


(117)

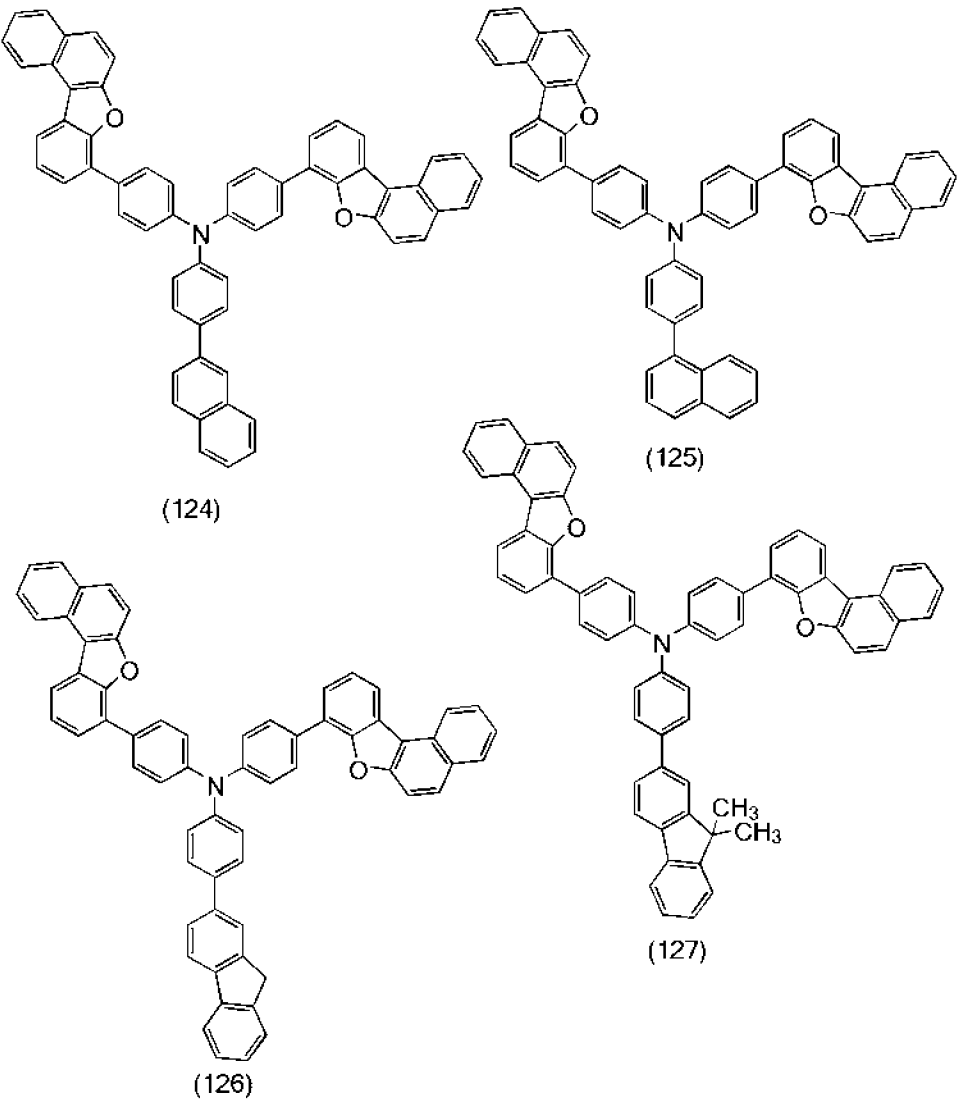


(118)

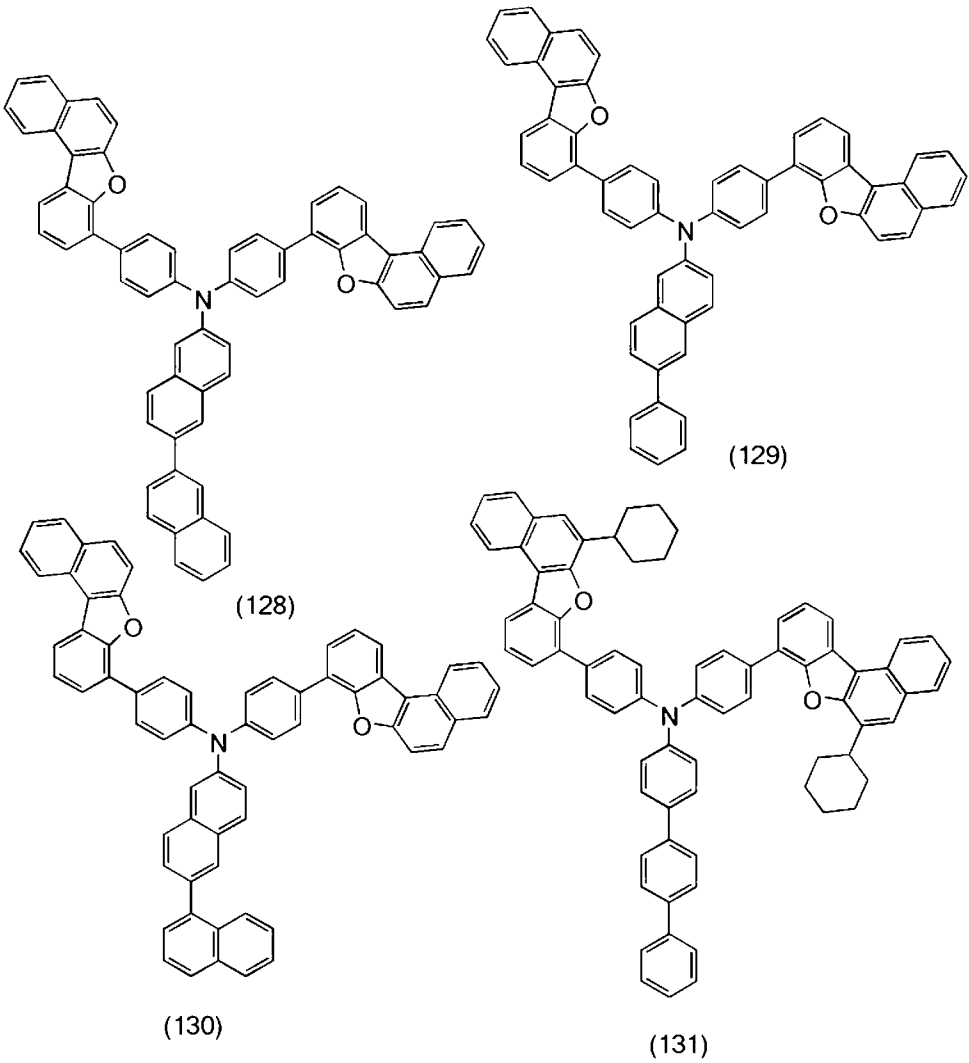
【 0099 】



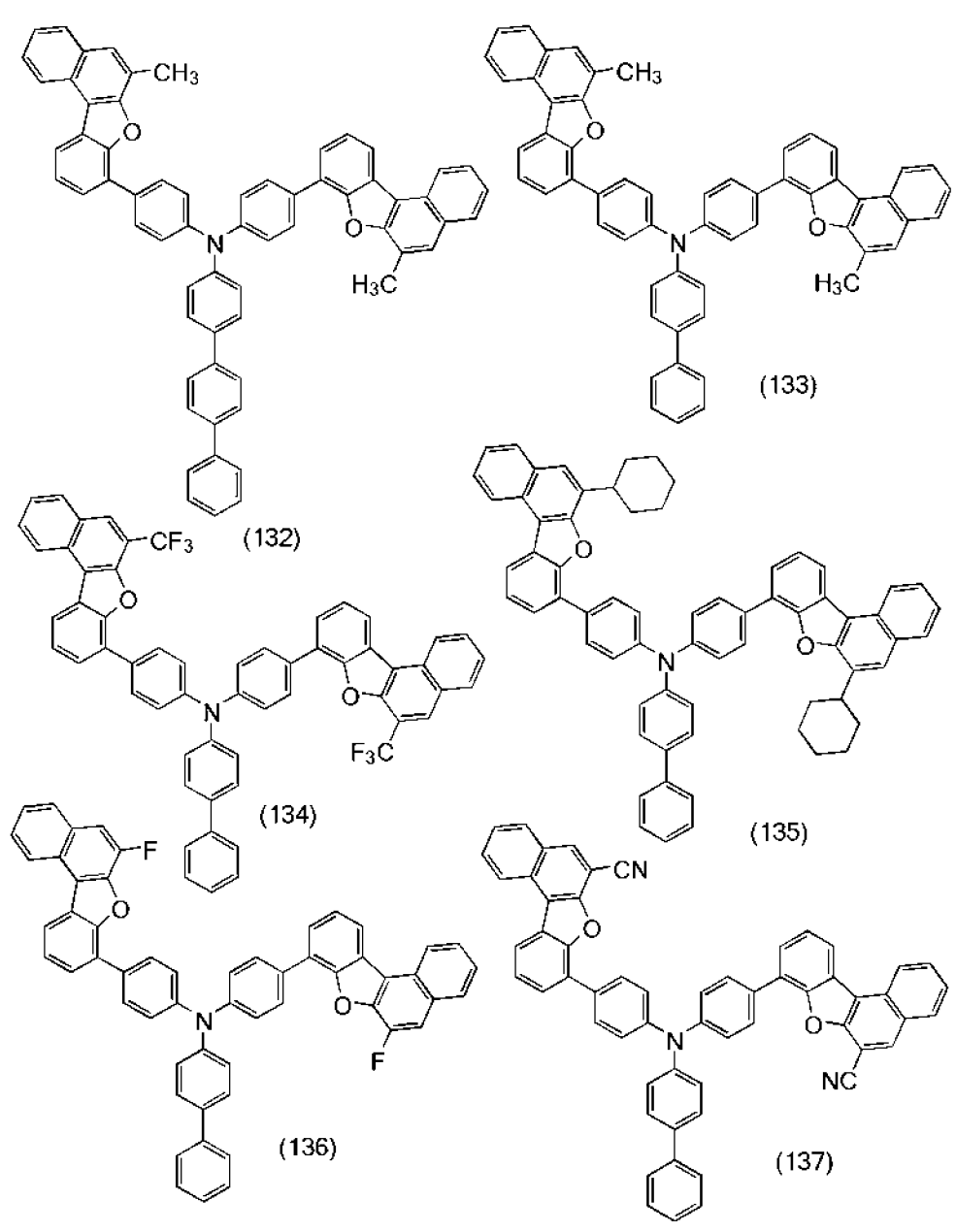
【 0100 】



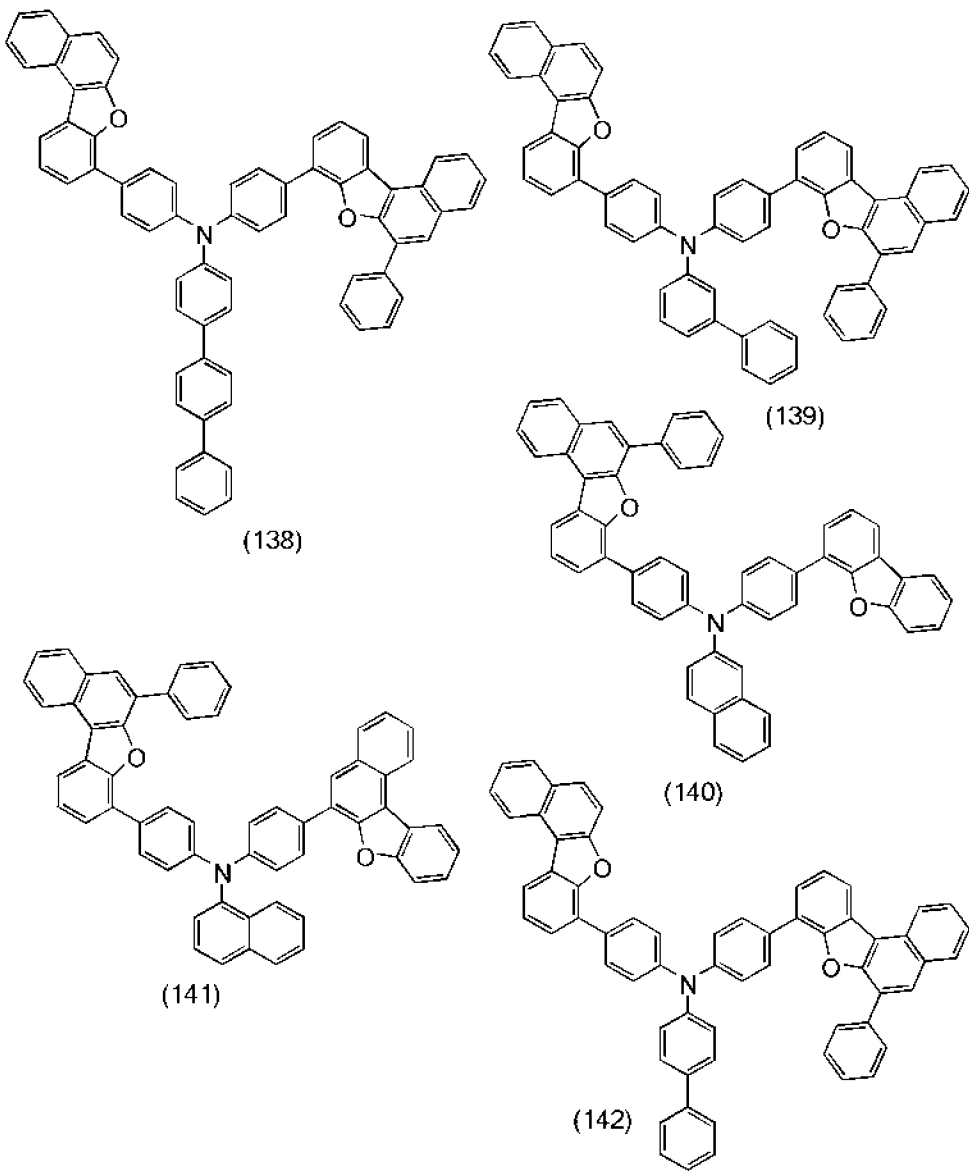
【 0101 】



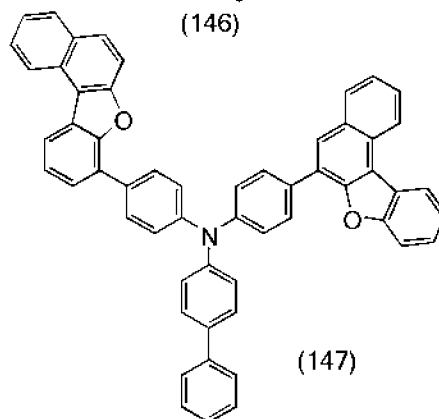
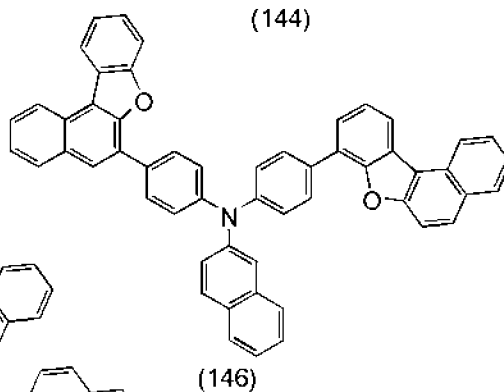
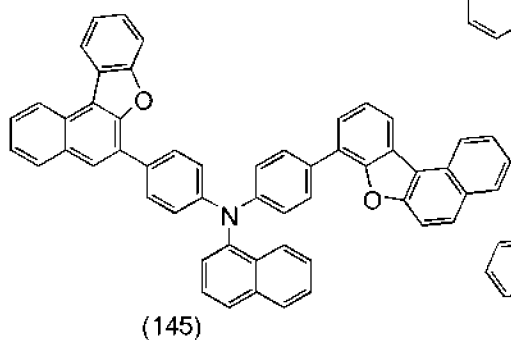
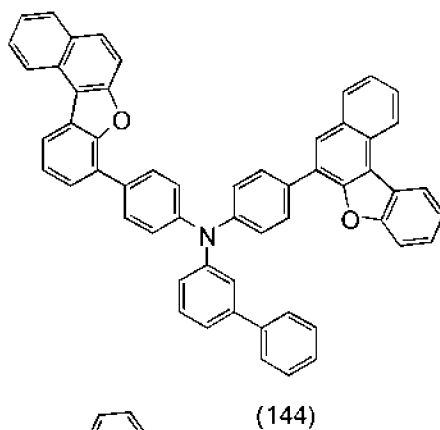
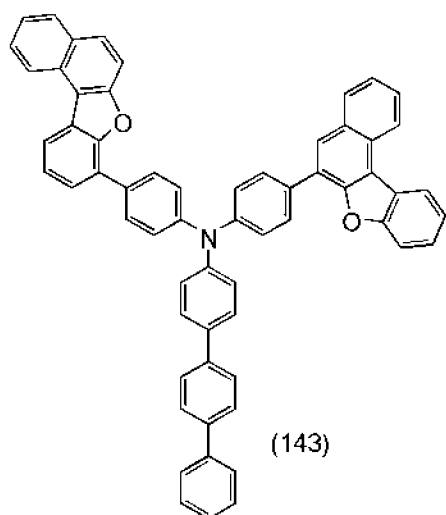
【 0102 】



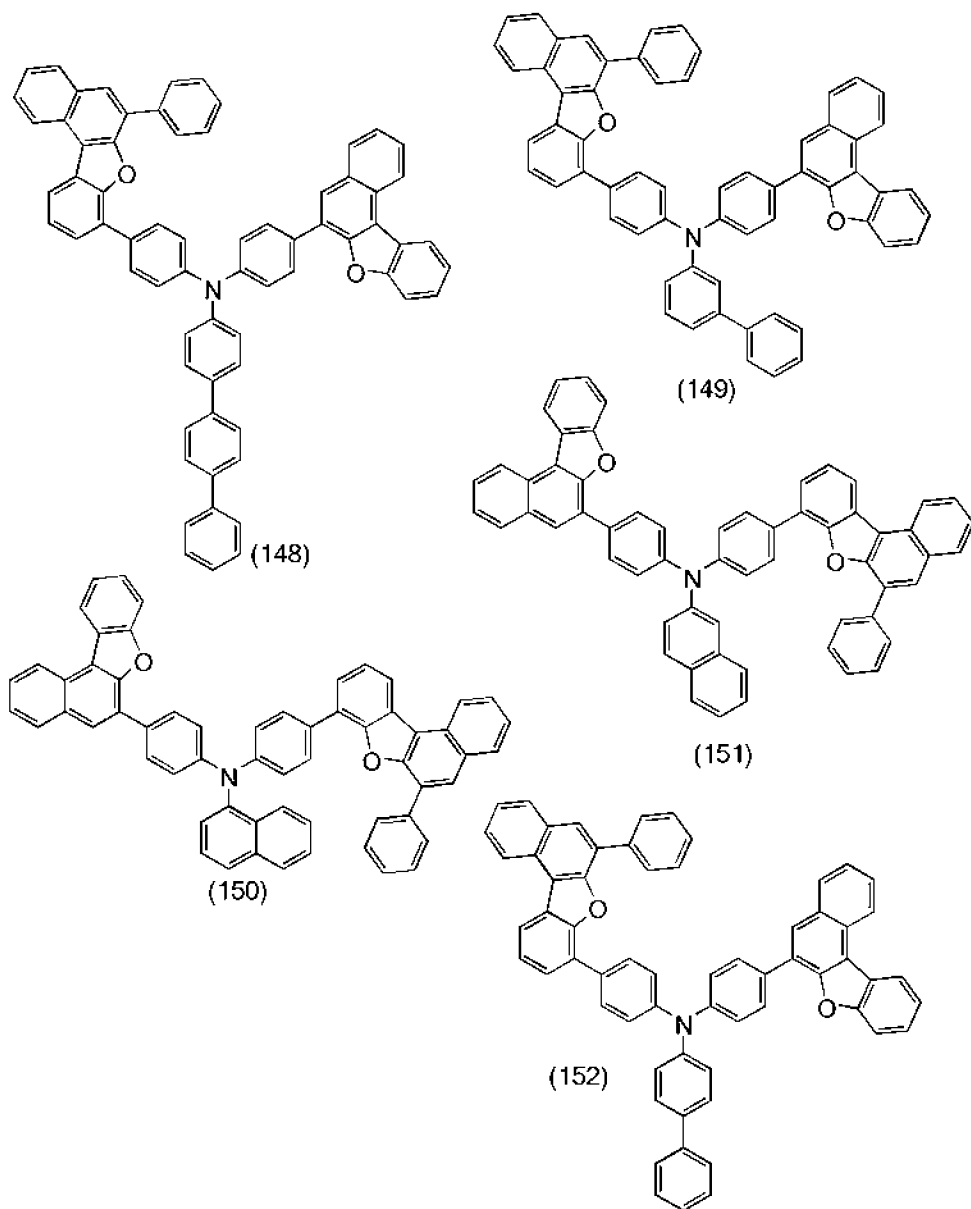
【 0103 】



【 0104 】



【 0105 】



【0106】在根據本發明的一個實施方式的有機化合物中， π 共軛體系的分佈擴伸至該有機化合物中的大取代基苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架而具有高載子傳輸性。所以，使用該有機化合物的發光元件可以以低電壓驅動。另外，由於該有機化合物的能帶間隙寬，藉由將該有機化合物用於發光元件，可以提供發光效率高的發光元件。

【0107】作為使用有機化合物的發光元件，影響其元件壽命的因素很多，尤其是有時電洞傳輸材料的特性對發

光元件的壽命的影響較大。尤其是，電洞傳輸材料的傳輸性的影響較大，根據電洞傳輸材料的種類不同壽命也大不同。

【0108】作為電洞傳輸材料，通常使用以芳香族化合物為代表的 π 共軛體系在分子的廣範圍上擴伸的化合物，尤其是芳香胺化合物。通常，芳香胺化合物具有 π 共軛體系並且分子中具有電荷偏負的部分而具有良好的電洞傳輸性，因此適合用作電洞傳輸材料。近年，已研發出多種芳香胺化合物。

【0109】這裡，芳香胺化合物的氧化還原特性及 π 共軛體系的分佈以及電荷密度等因芳香族骨架的性質及芳香族骨架與胺骨架的鍵合位置而不同。因此，芳香族骨架以及鍵合位置的選擇對於電洞傳輸材料開發至關重要。

【0110】這裡，本發明人發現，具有兩個苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的芳香胺化合物具有高電洞傳輸性並且將該有機化合物用於電洞傳輸層的發光元件的壽命得到提高。

【0111】苯並萘並呋喃骨架較佳為苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架，由此可以更低成本更簡便地進行苯並萘並呋喃的合成及純化。

【0112】尤其較佳為一個分子中具有兩個在第8位或第6位與伸芳基鍵合的苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的有機化合物。更佳為一個分子中具有在第8位與伸芳

基鍵合的兩個苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的有機化合物。

【0113】藉由採用上述結構， π 共軛體系的分佈擴伸至大取代基苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架，使該有機化合物具有高載子傳輸性，利用該有機化合物的發光元件可以以低電壓進行驅動。

【0114】另外，一般來說，具有三苯基胺骨架的有機化合物的HOMO能階為-5.3eV左右，而一個分子中具有在第8位與伸芳基鍵合的兩個苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的有機化合物的HOMO能階為-5.5eV左右。這裡由於採用上述結構的有機化合物比具有通常的三苯基胺骨架的有機化合物的HOMO分佈更廣的緣故。

【0115】如上所述，一個分子中具有在第8位與伸芳基鍵合的兩個苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的有機化合物的HOMO能階低於具有通常的三苯基胺骨架的有機化合物的HOMO能階，因此，當將根據本發明的一個實施方式的有機化合物用於發光元件的電洞傳輸層時，發光層與電洞傳輸層間的電洞注入能障下降而能夠降低該發光元件的驅動電壓，因此是較佳的。

【0116】另外，較佳為在第8位使伸芳基與苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架鍵合，由此根據本發明的一個實施方式

的有機化合物可以具有高T1能階。

【0117】另外，當連接氮原子與苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的伸芳基為伸苯基時，較佳為氮原子與苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架相對於伸苯基在對位上鍵合。藉由採用上述結構， π 共軛體系的分佈擴伸至大取代基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架，因此根據本發明的一個實施方式的有機化合物具有高載子傳輸性。

【0118】如上所述，根據本發明的一個實施方式的有機化合物為芳香胺化合物而具有高電洞傳輸性。另外，由於根據本發明的一個實施方式的有機化合物具有寬能帶間隙，藉由將其用於發光元件可以提供具有高發光效率的發光元件。作為將該有機化合物用於電洞傳輸層的發光元件，EL層中的電洞與電子的再結合概率（載子平衡）高並可以抑制從發光層的激子擴散，因此可以提供高發光效率及元件壽命長的發光元件。

【0119】因此，根據本發明的一個實施方式的有機化合物是適用於發光元件的電洞傳輸層的材料。另外，該有機化合物還可以用作發光層中的主體材料。

【0120】但是，作為用於發光元件的有機化合物需要具有的重要性質之一，例如有耐熱性。當以材料的玻璃轉移溫度（ T_g ）為指標時，可以認為 T_g 越高耐熱性越好。通常來說，分子量大的材料趨向於具有更高的 T_g 。因此，為了提高材料的耐熱性需要提高分子量。

【0121】作為提高有機化合物的分子量的方法，可以

舉出導入苯基或萘基等芳烴基或增加芳香族的稠環的個數等方法。但是，上述方法會出現有機化合物的T1能階降低以及根據取代基的鍵合位置載子傳輸性下降等問題。

【0122】雖然根據本發明的一個實施方式的有機化合物包括多個芳烴基以及在分子中具有稠環結構且分子量大的苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架，但是具有高載子傳輸性及高T1能階。

【0123】為了獲得上述特性，較佳為具有一個分子中具有在第8位或第6位與伸芳基鍵合的兩個苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的結構。更佳為具有一個分子中具有在第8位與伸芳基鍵合的兩個苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的結構。

【0124】注意，當在第8位與伸芳基鍵合的苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架具有取代基時，較佳為取代基的鍵合位置在第6位。藉由在苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的第6位具有取代基，可以在不降低載子傳輸性及T1能階的情況下增大分子量。

【0125】這裡，通常有機化合物具有分子量越大玻璃轉移溫度（T_g）越高的趨勢，但是，由於耐熱性的提高，純化製程中進行的昇華純化或蒸餾中的昇華溫度或沸點也有變高的趨勢。僅增大分子量時昇華溫度或沸點也增高，由此在蒸鍍等成膜製程或昇華純化、蒸餾等純化製程中需

要更高的溫度而有可能導致有機化合物分解。

【0126】也就是說，為了提高主體材料的熱物性而僅增大分子量時，純化製程或成膜製程中發生分解的可能性變高，因此有時難以將高度純化的有機化合物用於元件。

【0127】但是，根據本發明的一個實施方式的有機化合物具有一個分子中具有在第8位或第6位與伸芳基鍵合的兩個苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架並且該苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架分別藉由該伸芳基與胺骨架鍵合的結構，因此，雖然分子量大但是分解溫度高，因而在純化製程或蒸鍍製程中不易分解而能夠將保持高純度的材料用於元件。也就是說，可以提供一種耐熱性高且特性良好的元件。

【0128】另外，可以利用蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、噴墨法、塗佈法、凹版印刷等的方法形成本發明的一個實施方式的有機化合物。

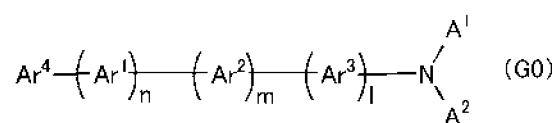
【0129】另外，本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

【0130】

實施方式2

在本實施方式中，對本發明的一個實施方式的由通式(G0)表示的有機化合物的合成方法進行說明。

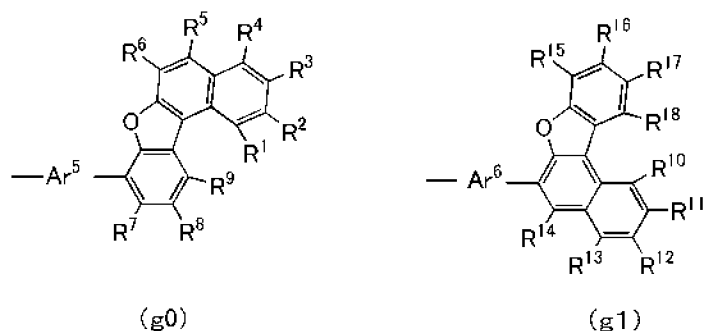
【0131】



【0132】在通式(G0)中， Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 分別獨立

地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基， Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基， n 、 m 、 l 分別獨立地表示0或1的整數。另外， A^1 及 A^2 分別獨立地表示由下述通式（g0）或（g1）表示的基。

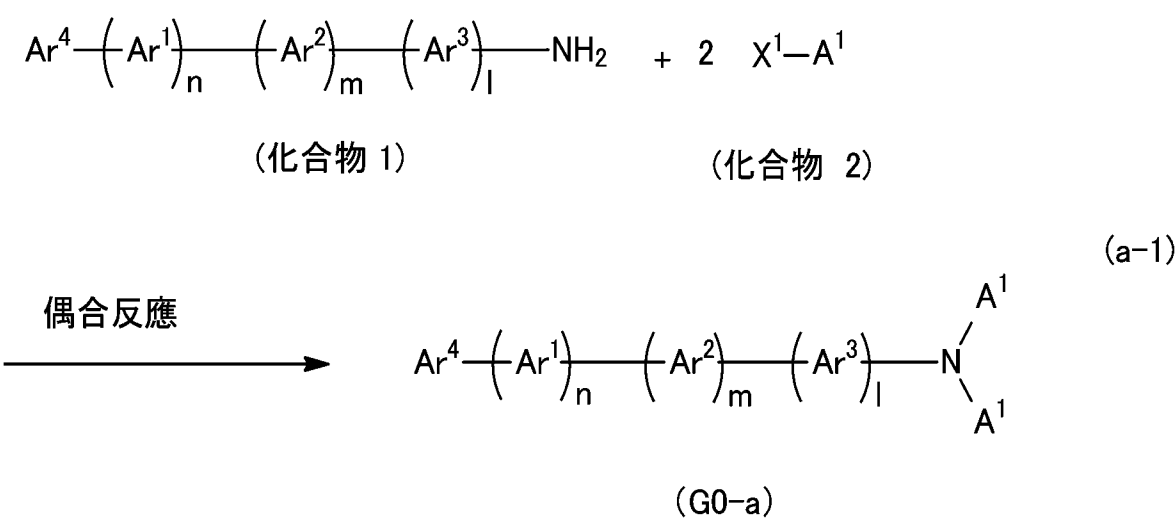
【0133】



【0134】在通式（g0）及（g1）中， Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的二價芳烴基。另外， R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。從合成的容易性及合成成本的觀點來看該有機化合物是有用的。

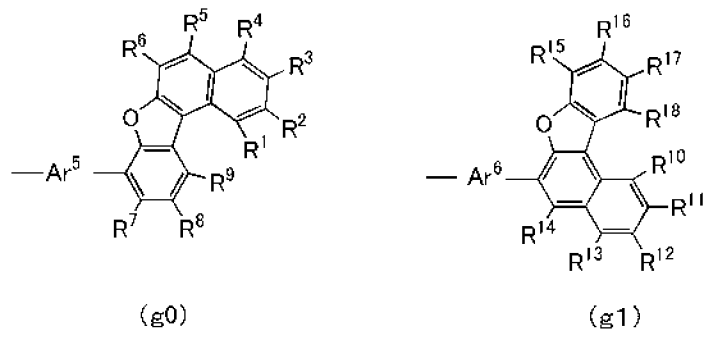
【0135】當本發明的一個實施方式的由通式（G0）表示的有機化合物的 A^1 及 A^2 具有同一結構時，可以以下述合成方案（a-1）合成。亦即，藉由使芳香胺化合物（化合物1）與具有苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃基的化合物（化合物2）耦合，可以得到目的物（G0-a）。下面示出合成方案（a-1）。

【0136】



【 0137 】 在合成方案 (a-1) 中，Ar¹至Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基，Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基，n、m、l分別獨立地表示0或1的整數，X¹表示氯溴、碘、三氟甲磺酸酯基。另外，A¹是由下述通式 (g0) 或 (g1) 表示的基。

【 0138 】



【 0139 】 在通式 (g0) 及 (g1) 中，Ar⁵及Ar⁶分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的二價芳烴基。另外，R¹至R¹⁸分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

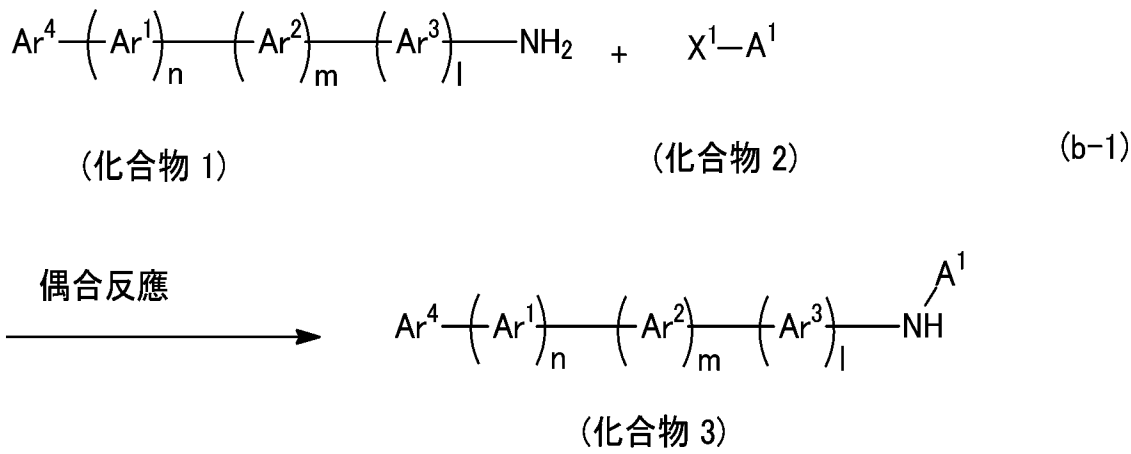
【0140】在合成方案(a-1)中可以進行使用鈀催化劑的布赫瓦爾德-鈴特維希(Buchwald-Hartwig)反應，當進行該反應時，可以使用雙(二亞苺基丙酮)鈀(0)、醋酸鈀(II)、[1,1-雙(二苺基磷基)二茂鐵]二氯化鈀(II)、四(三苺基磷)鈀(0)、氯化烯丙基鈀(II)二聚物等鈀化合物、三(三級丁基)磷、三(正己基)磷、三環己基磷、二(1-金剛烷基)-正丁基磷、2-二環己基磷基-2',6'-二甲氧基聯苺、三(鄰甲苺基)磷、(S)-(6,6'-二甲氧基聯苺基-2,2'-二基)雙(二異丙基磷)(簡稱：cBRIDP(註冊商標))等配體。在該反應中，可以使用有機鹼諸如三級丁醇鈉等、無機鹼諸如碳酸鉀、碳酸鈹、碳酸鈉等。在該反應中，作為溶劑，可以使用甲苺、二甲苺、苺、四氫呋喃、二氧六環等。注意，能夠用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

【0141】另外，在合成方案(a-1)中，當進行烏爾曼反應時，作為可以使用的試劑，可以舉出銅或銅化合物，作為鹼可以舉出碳酸鉀等無機鹼。另外，作為在該反應中可以使用的溶劑，可以舉出1,3-二甲基-3,4,5,6-四氫化-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、甲苺、二甲苺、苺等。在烏爾曼反應中，當反應溫度為100℃以上時，可以以更短時間且以高收穫率得到目的物，所以較佳為使用沸點高的DMPU、二甲苺。另外，反應溫度更佳為150℃以上的高溫度，所以更佳為使用DMPU。注意，可以應用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

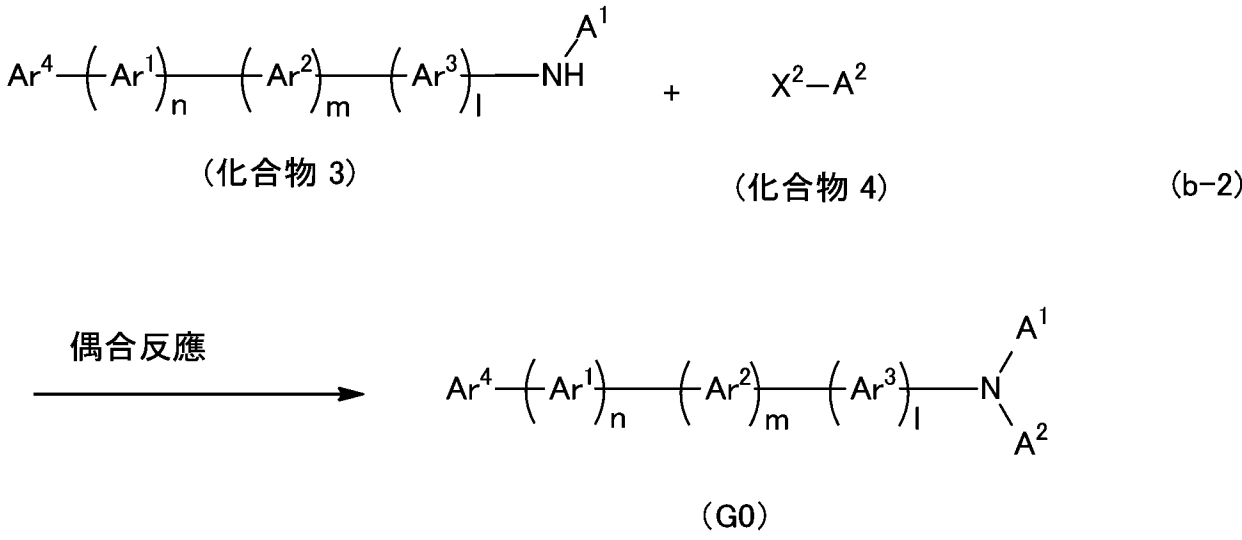
【0142】當本發明的一個實施方式的由通式(G0)表

示的有機化合物的A¹及A²的結構不同時，可以如下述合成方案（b-1）及（b-2）所示地使具有A¹或A²骨架的化合物（化合物2或化合物4）分兩回反應來進行合成。藉由使其分兩回反應，可以得到A¹及A²的結構不同的化合物。

【 0143 】



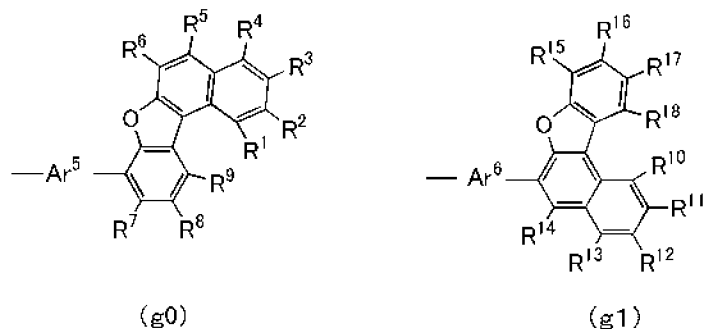
【 0144 】



【 0145 】 所述合成方案（b-1）及（b-2）中，Ar¹至Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至25的二價芳烴基，Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基，n、m、l分別獨立地表示0或1的整數，X¹及X²分別獨

立地表示氯、溴、碘、三氟甲磺酸酯基。另外， A^1 至 A^2 表示由下述通式（g0）或（g1）表示的基。

【0146】

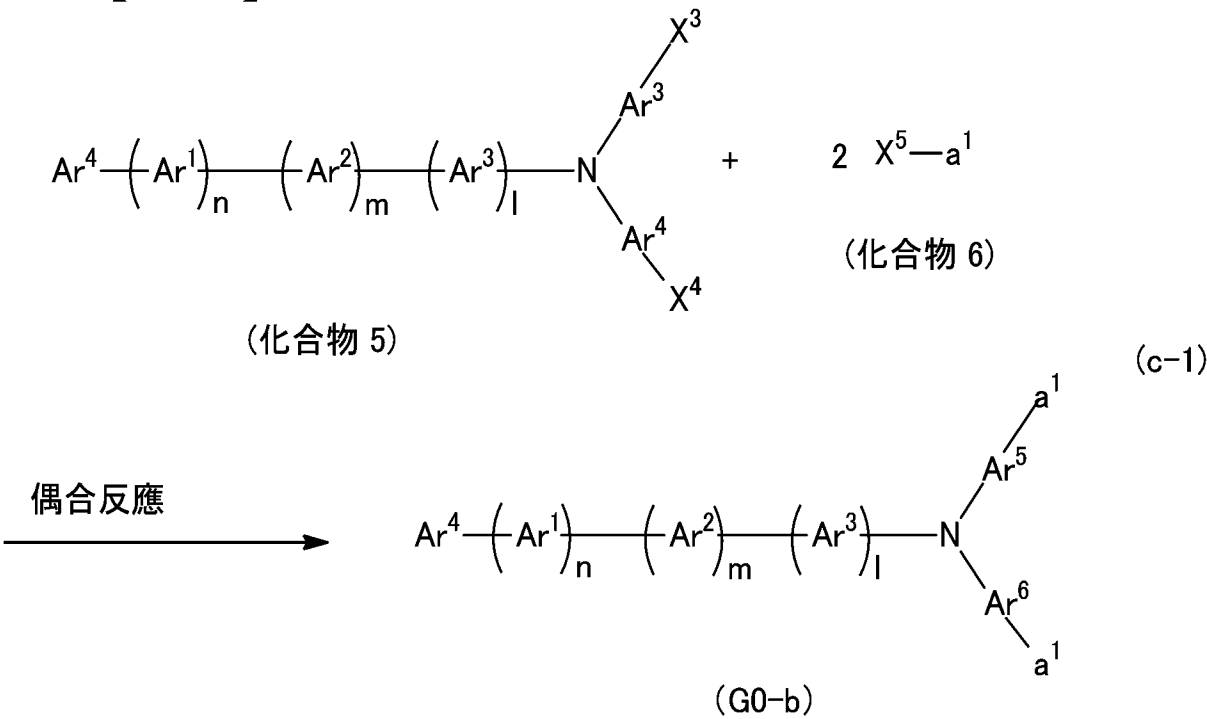


【0147】在通式（g0）及（g1）中， Ar^5 及 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數6至13的二價芳烴基。另外， R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數1至6的烴基、碳原子數3至6的環烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0148】在所述合成方案（b-1）及（b-2）中，可以進行布赫瓦爾德-鈴特維希反應或烏爾曼反應，可以用於各反應的試劑與合成方案（a-1）中的一樣。

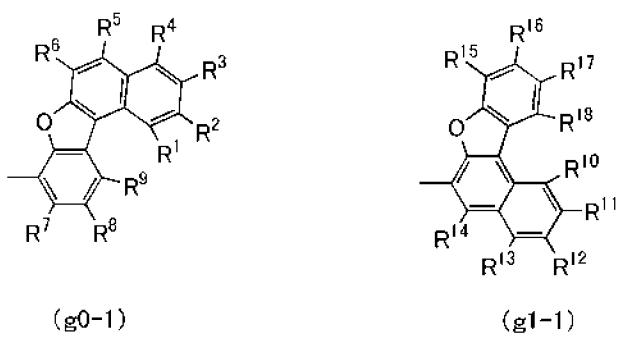
【0149】對本發明的一個實施方式的由通式（G0）表示的有機化合物的不同的合成法進行說明。上面對進行胺化反應的合成法進行了說明，這裡，對作為原料使用三芳胺化合物的合成方法進行說明。藉由使三芳基化合物（化合物5）與相對於化合物5為2當量的苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃化合物（化合物6）耦合，可以得到目的化合物（G0-b）。

【 0150 】



【 0151 】 所述合成方案 (c-1) 中 , Ar¹、Ar²、及 Ar³ 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳 烴基 , Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基 , n、m、l 分別獨立地表示 0 或 1 的整數 , X³ 至 X⁵ 表示鹵基、 硼酸基、有機硼基或三氟甲磺酸酯基。另外 , a¹ 表示由下 述通式 (g0-1) 或 (g1-1) 表示的基。

【 0152 】



【 0153 】 在通式 (g0-1) 及 (g1-1) 中 , R¹至 R¹⁸ 分別 獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環

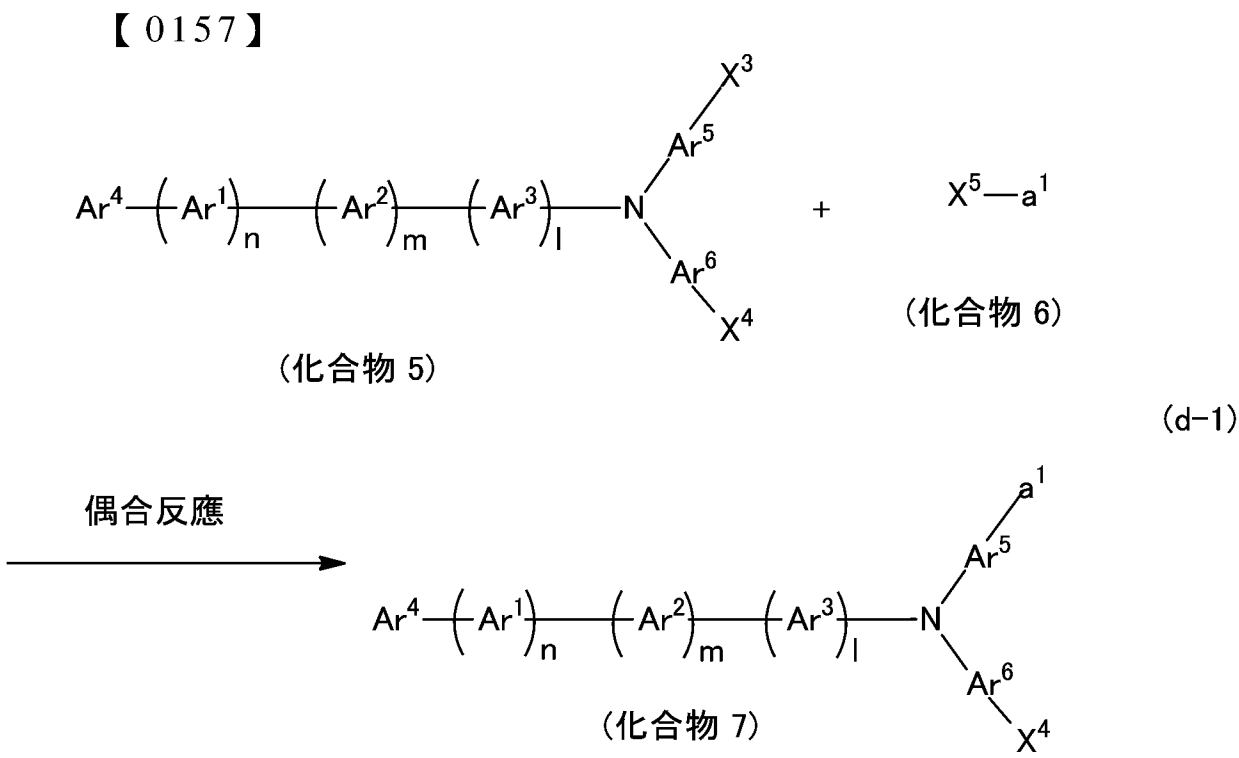
烴基、碳原子數1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數1至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0154】在合成方案(c-1)中，在進行使用鈀催化劑的鈴木-宮浦偶合反應的情況下， X^3 至 X^5 表示鹵素、硼酸基、有機硼基或者三氟甲基磺醯基，鹵素較佳為碘、溴或者氯。在該反應中，可以使用雙(二亞苳基丙酮)鈀(0)、醋酸鈀(II)、[1,1-雙(二苯基膦基)二茂鐵]二氯化鈀(II)、四(三苯基膦)鈀(0)等鈀化合物、三(三級丁基)膦、三(正己基)膦、三環己基膦、二(1-金剛烷基)-正丁基膦、2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧基聯苯、三(鄰甲苯基)膦等配體。在該反應中，可以使用有機鹼諸如三級丁醇鈉等、無機鹼諸如碳酸鉀、碳酸銻、碳酸鈉等。在該反應中，作為溶劑，可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氫呋喃、二氧六環、乙醇、甲醇、水等。注意，能夠用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

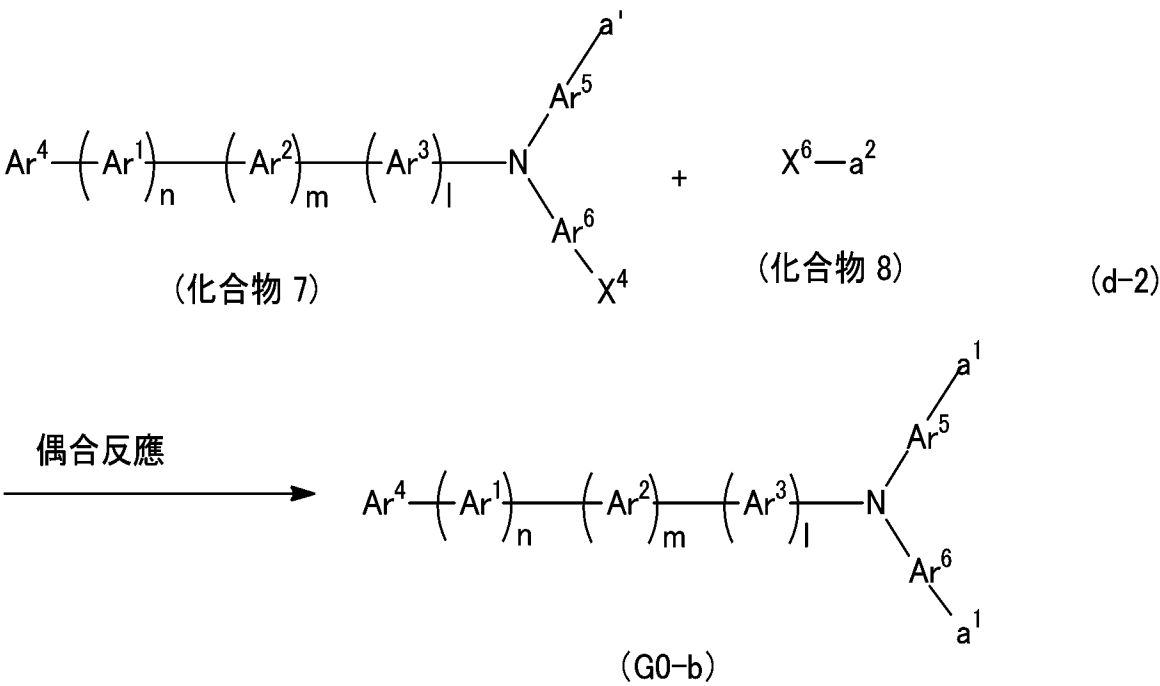
【0155】在合成方案(c-1)中進行的反應不侷限於鈴木-宮浦偶合反應，也可以利用使用有機錫化合物的右田-小杉-Stille偶合反應、使用格林納試劑的熊田-玉尾-Corriu偶合反應、使用有機鋅化合物的根岸偶合反應、使用銅或銅化合物的反應等。當使用右田-小杉-Stille偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示有機錫基時 X^5 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 表示有機錫基。就是說，化合物5和化合物6中的一個為有機錫化合物，另一個為鹵化物。當使用熊田-

玉尾 -Corriu 偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示鹵化鎂基時 X^5 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 表示鹵化鎂基。也就是說，化合物 5 和化合物 6 中的一個為格林納試劑，另一個為鹵化物。當使用根岸偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示有機鋅基時 X^5 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 表示有機鋅基。也就是說，化合物 5 和化合物 6 中的一個是有機鋅化合物，另一個是鹵化物。

【0156】當本發明的一個實施方式的由通式（G0）表示的有機化合物的 A^1 及 A^2 的結構不同時，可以如下述合成方案（d-1）及（d-2）所示地使具有 a^1 或 a^2 骨架的化合物（化合物 6 或化合物 8）分兩回反應來進行合成。藉由使其分兩回反應，可以得到 A^1 及 A^2 的結構不同的化合物。

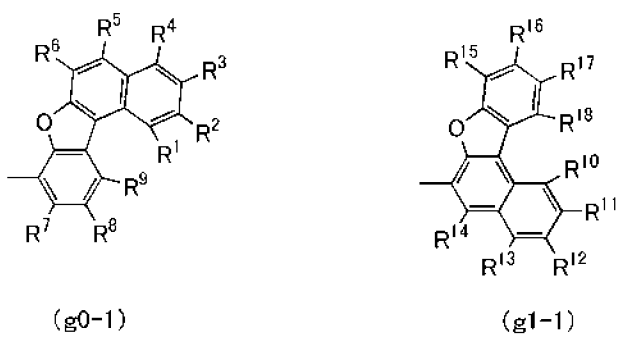


【0158】



【 0159 】 所述合成方案（ d-1 ） 及（ d-2 ） 中， Ar¹至 Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基， Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基， n、m、l分別獨立地表示 0 或 1 的整數， X³至 X⁶表示鹵基、硼酸基、有機硼基或三氟甲磺酸酯基。另外， a¹及 a²是由下述通式（ g0-1 ） 或（ g1-1 ） 表示的基。

【 0160 】



【 0161 】 在通式（ g0-1 ） 及（ g1-1 ） 中， R¹至 R¹⁸分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數 1

至6的鹵代烷基及取代或未取代的碳原子數6至25的芳烴基中的任一個。

【0162】在合成方案（d-1）及（d-2）中，可以與上述合成方案（c-1）同樣地利用鈴木-宮浦偶合反應、右田-小杉-Stille偶合反應、使用格林納試劑的熊田-玉尾-Corriu偶合反應、使用有機鋅化合物的根岸偶合反應、使用銅或銅化合物的反應等。當使用右田-小杉-Stille偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示有機錫基時 X^5 和 X^6 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 和 X^6 表示有機錫基。就是說，化合物5和化合物6中的一個為有機錫化合物，另一個為鹵化物。另外，化合物7和化合物8中的一個為有機錫化合物，另一個為鹵化物。當使用熊田-玉尾-Corriu偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示鹵化鎂基時 X^5 和 X^6 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 和 X^6 表示鹵化鎂基。也就是說，化合物5和化合物6中的一個為格林納試劑，另一個為鹵化物。另外，化合物7和化合物8中的一個為格林納試劑，另一個為鹵化物。當使用根岸偶合反應時，當 X^3 和 X^4 表示有機鋅基時 X^5 和 X^6 表示鹵素，當 X^3 和 X^4 表示鹵素時 X^5 和 X^6 表示有機鋅基。也就是說，化合物5和化合物6中的一個是有機鋅化合物，另一個是鹵化物。另外，化合物7和化合物8中的一個是有機鋅化合物，另一個是鹵化物。

【0163】另外，本發明的一個實施方式的由通式（G0）表示的有機化合物的合成方法不侷限於合成方案（a-1）至（d-2）。

【 0164】**實施方式3**

在本實施方式中，參照圖1A至圖2C對包含本發明的一個實施方式的有機化合物的發光元件的結構實例進行說明。

【 0165】 圖1A是本發明的一個實施方式的發光元件100的剖面圖。發光元件100至少具有一對電極（電極101和電極102），該電極間具有EL層103。

【 0166】 另外，EL層103至少包括發光層113及電洞傳輸層112。再者，EL層103還包括電洞注入層111、電子傳輸層114、電子注入層115等功能層。

【 0167】 注意，雖然在本實施方式中對電極101為陽極而電極102為陰極的情況進行了說明，但是發光元件的結構不侷限於此。也就是說，也可以採用電極101為陰極而電極102為陽極的結構。在該情況下，疊層順序反過來。也就是說，從陽極一側依次層疊電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層、電子注入層。

【 0168】 另外，EL層103的結構不侷限於此，還可以包括具有提高或阻礙電子或電洞的傳輸性、抑制激子擴散的功能等的功能層。上述功能層可以採用單層或者多個層的疊層結構。

【 0169】 在發光元件100中，EL層103中的至少一個層含有根據本發明的一個實施方式的有機化合物。作為含有該有機化合物的層，較佳為發光層113，更佳為電洞傳輸

層 112。

【0170】當根據本發明的一個實施方式的有機化合物包含於發光層 113 時，由於該有機化合物具有高電洞傳輸性及寬能帶間隙可以將其用作主體材料。

【0171】當根據本發明的一個實施方式的有機化合物包含於電洞傳輸層 112 時，由於該有機化合物具有高電洞傳輸性及寬能帶間隙，因此可以提供具有高發光效率及元件壽命長的發光元件。尤其適用於如下情況：電洞傳輸層 112 與電極 101 之間設置有電洞注入層 111，該電洞注入層 111 使用易於從電極注入電洞的受體性的有機化合物。

【0172】

< 發光元件的結構實例 1 >

當利用具有受體性的有機化合物進行電洞注入時，與電洞注入層 111 接觸的電洞傳輸層 112 中含有的化合物使因該具有受體性的有機化合物的電子的抽出變容易，因此較佳為其為 HOMO 能階比較高的電洞傳輸材料。但是，HOMO 能階高的電洞傳輸材料難以向發光層 113 注入電洞。當以與由該 HOMO 能階高的電洞傳輸材料構成的電洞傳輸層 112 接觸的方式形成發光層 113 時，載子在電洞傳輸層 112 與發光層 113 的介面上積累，有可能導致發光元件的壽命及效率下降。因此，藉由將含有本發明的一個實施方式的有機化合物的層設置於 HOMO 能階高的電洞傳輸材料與發光層 113 之間，可以順利地向發光層注入電洞，從而可以提高發光元件的壽命及效率。

【0173】參照圖1B、圖1C及圖1D對此時的發光元件的結構進行說明。這裡，對作為電洞注入材料131使用具有受體性的有機化合物且電洞注入材料131的LUMO能階低於第一電洞傳輸材料132的HOMO能階的情況進行說明。圖1D是示出此時的各材料的HOMO能階及LUMO能階的相關的示意圖。另外，圖1C及圖1D中的記載及符號如下所示。

- HIM (131) : 電洞注入材料131
- HTM (132) : 第一電洞傳輸材料132
- HTM (133) : 第二電洞傳輸材料133
- HTM (134) : 第三電洞傳輸材料134
- Host (135) : 主體材料135
- 客體材料136

【0174】如圖1B所示，電洞傳輸層112也可以為多個層的疊層結構。明確而言，電洞傳輸層112可以採用如下結構：從電洞注入層111一側包括第一電洞傳輸層112-a、第二電洞傳輸層112-b，第一電洞傳輸層112-a含有第一電洞傳輸材料132，第二電洞傳輸層112-b含有第二電洞傳輸材料133。可以將上述本發明的一個實施方式的有機化合物用作第二電洞傳輸材料133。在上述結構中，第二電洞傳輸材料133的HOMO能階低於第一電洞傳輸材料132的HOMO能階，可以實現壽命長且高效率的發光元件。另外，較佳為第一電洞傳輸材料132的HOMO能階為-5.4eV以上，由此可以容易地從電洞注入材料131抽出電子（參照

圖 1D)。

【0175】另外，如圖 1D 所示，當第一電洞傳輸材料 132 的 HOMO 能階與第二電洞傳輸材料 133 的 HOMO 能階之差為 0.3eV 以下，較佳為 0.2eV 以下時，可以容易地從第一電洞傳輸層 112-a 向第二電洞傳輸層 112-b 注入電洞，因此是較佳的。根據本發明的一個實施方式的有機化合物的 HOMO 能階為 -5.5eV 左右，而適用於第二電洞傳輸材料 133。

【0176】另外，電洞傳輸層 112 在第二電洞傳輸層 112-b 與發光層 113 之間還包括第三電洞傳輸層 112-c，該第三電洞傳輸層 112-c 也可以包含第三電洞傳輸材料 134（參照圖 1B 和圖 1C）。此時，如圖 1D 所示，較佳為該第三電洞傳輸材料 134 的 HOMO 能階比第二電洞傳輸層 112-b 所含有的本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料的 HOMO 能階低，較佳為其差為 0.3eV 以下，更佳為 0.2eV 以下。由於根據本發明的一個實施方式的有機化合物具有 -5.5eV 左右的 HOMO 能階，所以適合用於第三電洞傳輸材料 134。

【0177】此外，較佳為第三電洞傳輸材料 134 的 HOMO 能階與主體材料 135 的 HOMO 能階相同或者第三電洞傳輸材料 134 的 HOMO 能階位於更低的位置，由此可以將電洞適量地傳輸到發光層內而使發光元件具有良好的壽命及效率。

【0178】另外，雖然圖 1D 中示出電洞注入材料 131 的 LUMO 能階低於主體材料 135 的 HOMO 能階的情況，但是兩

者的關係不侷限於此。也就是說，電洞注入材料131的LUMO能階也可以高於主體材料135的HOMO能階或者與其相等。此外，也可以使主體材料135的HOMO能階高於第一電洞傳輸材料132的HOMO能階、使主體材料135的HOMO能階高於第二電洞傳輸材料133的HOMO能階、使主體材料135的HOMO能階高於第三電洞傳輸材料134的HOMO能階。另外，也可以使第一電洞傳輸材料132的HOMO能階低於第二電洞傳輸材料133的HOMO能階。另外，也可以使第二電洞傳輸材料133的HOMO能階低於第三電洞傳輸材料134的HOMO能階。另外，也可以使第一電洞傳輸材料132的HOMO能階低於第三電洞傳輸材料134的HOMO能階。

【0179】另外，當客體材料136的HOMO能階位於比主體材料135的HOMO能階淺(高)的位置時，根據電洞傳輸層的HOMO能階的位置，向客體材料136注入電洞的比例增多，再者，因電洞被客體材料136俘獲發光區域出現偏差有時會導致壽命下降。上述情況下較佳為採用本發明的發光元件的結構。作為容易具有上述結構的發光元件可以舉出藍色螢光元件。尤其較佳為對發射良好的藍色螢光的芳族二胺化合物，尤其是芘二胺化合物等採用本發明的結構，由此可以得到壽命、效率、色度都好的發光元件。

【0180】另外，雖然電子傳輸層114在圖1A中示出為一層的情況，但是不侷限於此，也可以採用多個層的疊層結構。另外，也可以為由多個材料構成的混合膜。具體

地，也可以如圖 1B 所示地從發光層 113 一側包括第一電子傳輸層 114-b 及第二電子傳輸層 114-a。藉由採用上述結構，可以調節從電子注入層 115 向電子傳輸層 114-a 的電子注入性以及電子傳輸層 114-b 及電子傳輸層 114-a 的電子傳輸性，因此是較佳的。

【0181】

<發光元件的結構實例 2>

下面，參照圖 2A、圖 2B、圖 2C 對上述藍色螢光元件的結構實例進行說明。

【0182】圖 2A 所示的發光元件 120 至少在電洞傳輸層 112 中含有本發明的一個實施方式的有機化合物。圖 2B 示出發光層 113 中的材料的結構實例，圖 2C 是示出發光層 113 中的各材料的能階的相關的示意圖。

【0183】這裡，說明主體材料 121 的 T1 能階低於客體材料 122 的 T1 能階的情況。注意，圖 2C 中的記載及符號如如下所示。主體材料 121 的 T1 能階也可以高於客體材料 122 的 T1 能階。

- Host (121) : 主體材料 121
- Guest (122) : 客體材料 122 (螢光材料)
- S_{FH} : 主體材料 121 的 S1 能級
- T_{FH} : 主體材料 121 的 T1 能級
- S_{FG} : 客體材料 122 (螢光材料) 的 S1 能級
- T_{FG} : 客體材料 122 (螢光材料) 的 T1 能級

【0184】主體材料 121 較佳為具有利用三重態-三重態

消滅(TTA: triplet-triplet annihilation)將三重激發能量轉換為單重激發能量的功能。由此，可以將本來與螢光發光無關的發光層113中生成的三重激發能量的一部分轉換為主體材料121中的單重激發能量並使該單重激發能量轉移到客體材料122(參照圖2C的路徑E₁)來提取螢光發光。由此，可以提高螢光元件的發光效率。另外，因TTA的螢光發光是經過壽命長的三重激發態得到的發光，因此，觀察到延遲螢光。

【0185】在發光層113中，為了高效地向客體材料122傳送單重態激發能，較佳為如圖2C所示地使主體材料121的單重態激發能的最低能階(S1能階)高於客體材料122的S1能階。另外，主體材料121的三重激發能量中最低的能階(T1能階)較佳為低於客體材料122的T1能階(參照圖2C的路徑E₂)。藉由採用上述結構，可以在發光層113中高效地發生TTA。

【0186】再者，較佳為主體材料121的T1能階低於與發光層113接觸的電洞傳輸層112(圖2A中的電洞傳輸層112-c)所使用的材料的T1能階。也就是說，較佳為電洞傳輸層112具有抑制激子擴散的功能。藉由採用該結構，可以抑制發光層113中生成的三重態激子擴散至電洞傳輸層112，由此可以提供發光效率高的元件。

【0187】由於本發明的一個實施方式的有機化合物具有高T1能階及高電洞傳輸性，因此適合用作利用上述TTA的發光元件中的電洞傳輸材料。另外，本發明的一個實施

方式的有機化合物也可以用作主體材料121。

【0188】最低激發單重能階可以從有機化合物從單重基態躍遷到最低激發單重態時的吸收光譜觀察到。或者，也可以從有機化合物的螢光發射光譜的峰值波長估計最低激發單重能階。另外，最低激發三重能階可以從有機化合物從單重基態躍遷到最低激發三重態時的吸收光譜觀察到，但是由於該躍遷是禁止躍遷，所以有時難以觀察到。在此情況下，也可以從有機化合物的磷光發射光譜的峰值波長估計最低激發三重能階。

【0189】

< 材料 >

下面，對根據本發明的一個實施方式的發光元件的組件進行詳細說明。

【0190】

《發光層》

在發光層113中，主體材料121的重量比至少比客體材料122大，客體材料122（螢光材料）分散於主體材料121中。注意，發光層113的主體材料121可以由一個化合物構成，也可以由多個化合物構成。

【0191】在發光層113中，對客體材料122沒有特別的限制，但是較佳為使用蔥衍生物、稠四苯衍生物、蒽（*chrysene*）衍生物、菲衍生物、芘衍生物、芴衍生物、二苯乙烯衍生物、吡啶酮衍生物、香豆素衍生物、啡啉衍生物、啡噻啉衍生物等，例如可以使用如下材料。

【0192】明確而言，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-4-基]-2,2'-聯吡啶（簡稱：PAPP2BPy）、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]芘-1,6-二胺（簡稱：1,6FLPAPrn）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-雙[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]芘-1,6-二胺（簡稱：1,6mMemFLPAPrn）、N,N'-雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-N,N'-雙（4-三級丁苯基）芘-1,6-二胺（簡稱：1,6tBu-FLPAPrn）、N,N'-雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-N,N'-二苯基-3,8-二環己基芘-1,6-二胺（簡稱：ch-1,6FLPAPrn）、N,N'-雙[4-（9H-喹啉-9-基）苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-（9H-喹啉-9-基）-4'-（10-苯基-9-蒽基）三苯胺（簡稱：YGAPA）、4-（9H-喹啉-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-喹啉-3-胺（簡稱：PCAPA）、芘、2,5,8,11-四（三級丁基）芘（簡稱：TBP）、4-（10-苯基-9-蒽基）-4'-（9-苯基-9H-喹啉-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-喹啉-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

二苯並 [g,p] 蒽 (chrysene) -2,7,10,15- 四胺 (簡稱 : DBC1) 、 香豆素 30 、 N- (9,10-二苯基 -2-蒽基) -N,9-二苯基 -9H-吡啶 -3-胺 (簡稱 : 2PCAPA) 、 N-[9,10-雙 (1,1'-聯苯 -2-基) -2-蒽基]-N,9-二苯基 -9H-吡啶 -3-胺 (簡稱 : 2PCABPhA) 、 N- (9,10-二苯基 -2-蒽基) -N,N',N'-三苯基 -1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPAPA) 、 N-[9,10-雙 (1,1'-聯苯 -2-基) -2-蒽基]-N,N',N'-三苯基 -1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPABPhA) 、 9,10-雙 (1,1'-聯苯 -2-基) -N-[4- (9H-吡啶 -9-基) 苯基]-N-苯基蒽 -2-胺 (簡稱 : 2YGABPhA) 、 N,N,9-三苯基蒽 -9-胺 (簡稱 : DPhAPhA) 、 香豆素 6 、 香豆素 545T 、 N,N'-二苯基喹吖酮 (簡稱 : DPQd) 、 紅螢烯 、 2,8-二-三級丁基 -5,11-雙 (4-三級丁苯基) -6,12-二苯基稠四苯 (簡稱 : TBRb) 、 尼羅紅 、 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-苯並 [ij]喹啉 -9-基) 乙基] -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) 蒽並 [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-苯並 [ij]喹啉 -9-基) 乙基] -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-苯並 [ij]喹啉 -9-基)

乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：DCJTB）、2-（2,6-雙{2-[4-（二甲胺基）苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基）丙二腈（簡稱：BisDCM）、2-{2,6-雙[2-（8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：BisDCJTM）、5,10,15,20-四苯基雙苯並（tetraphenylbisbenzo）[5,6]萘並[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]芘等。

【0193】或者，發光層113也可以包含主體材料121及客體材料122以外的材料。

【0194】雖然對能夠用於發光層113的材料沒有特別的限制，但是例如可以舉出：三（8-羥基喹啉）鋁（III）（簡稱：Alq）、三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（III）（簡稱：Almq₃）、雙（10-羥基苯並[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：BAlq）、雙（8-羥基喹啉）鋅（II）（簡稱：Znq）、雙[2-（2-苯並呋啞基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnPBO）、雙[2-（2-苯並噻啞基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnBTZ）等金屬錯合物；2-（4-聯苯基）-5-（4-三級丁基苯基）-1,3,4-呋二啞（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-（對三級丁基苯基）-1,3,4-呋二啞-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-三級丁基苯基）-1,2,4-三啞（簡稱：TAZ）、2,2',2''-（1,3,5-苯三基）三（1-苯基-1H-苯並咪啞）（簡稱：TPBI）、紅啡啉（簡稱：BPhen）、浴銅靈（簡稱：BCP）、9-[4-（5-苯基-

1,3,4-噁二唑-2-基) 苯基]-9H-噁唑 (簡稱: CO11) 等雜環化合物; 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯 (簡稱: NPB或 α -NPD)、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'-二芐-2-基)-N-苯基胺基]聯苯 (簡稱: BSPB) 等芳香胺化合物。另外, 可以舉出蔥衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒽 (chrysene) 衍生物、二苯並[g,p]蒽 (chrysene) 衍生物等稠合多環芳香化合物 (condensed polycyclic aromatic compound)。具體地, 可以舉出9,10-二苯基蔥 (簡稱: DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蔥基) 苯基]-9H-噁唑-3-胺 (簡稱: CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蔥基) 三苯胺 (簡稱: DPhPA)、4-(9H-噁唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蔥基) 三苯胺 (簡稱: YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蔥基) 苯基]-9H-噁唑-3-胺 (簡稱: PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蔥基) 苯基] 苯基}-9H-噁唑-3-胺 (簡稱: PCAPBA)、N,9-二苯基-N-(9,10-二苯基-2-蔥基)-9H-噁唑-3-胺 (簡稱: 2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯蒽、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯並[g,p]蒽 (chrysene)-2,7,10,15-四胺 (簡稱: DBC1)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蔥基) 苯基]-9H-噁唑 (簡稱: PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蔥基) 苯基]-9H-噁唑 (簡稱: DPCzPA)、9,10-雙(3,5-二苯基苯基) 蔥 (簡稱: DPPA)、9,10-二(2-萘基) 蔥 (簡稱: DNA)、2-三級

丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱:t-BuDNA)、9,9'-聯蒽(簡稱:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(簡稱:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(簡稱:DPNS2)以及1,3,5-三(1-萘基)苯(簡稱:TPB3)等。此外,可以從這些物質及已知的物質中選擇一種或多種具有比上述客體材料122的能隙大的能隙的物質。

【0195】發光層113也可以由兩層以上的多個層形成。例如,在從電洞傳輸層一側依次層疊第一發光層和第二發光層來形成發光層113的情況下,可以將具有電洞傳輸性的物質用作第一發光層的主體材料,並且將具有電子傳輸性的物質用作第二發光層的主體材料。

【0196】下麵,對圖1A、圖2A所示的發光元件100、發光元件120的其他組件的詳細內容進行說明。

【0197】

《電洞注入層》

電洞注入層111具有藉由降低來自一對電極中的一個(電極101或電極102)的電洞注入能障促進電洞注入的功能,並例如使用過渡金屬氧化物、酞青衍生物或芳香胺等形成。作為過渡金屬氧化物可以舉出鉬氧化物、釩氧化物、鈮氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。作為酞青衍生物,可以舉出酞青或金屬酞青等。作為芳香胺,可以舉出聯苯胺衍生物或苯二胺衍生物等。另外,也可以使用聚噻吩或聚苯胺等高分子化合物,典型的是:作為被自摻雜的聚噻吩的聚(乙基二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)等。

【0198】作為電洞注入層111，可以使用具有由電洞傳輸材料和具有接收來自電洞傳輸材料的電子的特性的材料構成的複合材料的層。或者，也可以使用包含電子接收性材料的層與包含電洞傳輸性材料的層的疊層。在定態或者在存在有電場的狀態下，電荷的授受可以在這些材料之間進行。作為電子接收性材料，可以舉出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮雜聯伸三苯衍生物等有機受體。明確而言，可以舉出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷（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）等具有拉電子基團（鹵基或氰基）的化合物。此外，也可以使用過渡金屬氧化物、例如第4族至第8族金屬的氧化物。明確而言，可以使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋇、氧化鎢、氧化錳、氧化銻等。特別較佳為使用氧化鋇，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

【0199】作為電洞傳輸材料，可以使用電洞傳輸性比電子傳輸性高的材料，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率的材料。明確而言，可以使用芳香胺化合物、喹啉衍生物、芳烴、二苯乙烯衍生物等。上述電洞傳輸材料也可以是高分子化合物。

【0200】作為電洞傳輸性高的材料，例如，作為芳香胺化合物，可以舉出N,N'-二（對甲苯基）-N,N'-二苯基-對苯二胺（簡稱：DTDPPA）、4,4'-雙[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺基]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-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]苯(簡稱:DPA3B)等。

【0201】另外，作為喹啉衍生物，明確而言，可以舉出3-[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzDPA1)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯胺基]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzDPA2)、3,6-雙[N-(4-二苯胺基苯基)-N-(1-萘基)氮]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzTPN2)、3-[N-(9-苯基喹啉-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基喹啉-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基喹啉-3-基)氮]-9-苯基喹啉(簡稱:PCzPCN1)等。

【0202】另外，作為喹啉衍生物，還可以舉出4,4'-二(N-喹啉基)聯苯(簡稱:CBP)、1,3,5-三[4-(N-喹啉基)苯基]苯(簡稱:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-喹啉(簡稱:CzPA)、1,4-雙[4-(N-喹啉基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

【0203】另外，作為芳烴，例如可以舉出2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱:t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱:DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱:DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱:DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡

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

【0204】注意，芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴，例如，可以舉出4,4'-雙（2,2-二苯基乙烯基）聯苯（簡稱：DPVBi）、9,10-雙[4-（2,2-二苯基乙烯基）苯基]蒽（簡稱：DPVPA）等。

【0205】另外，也可以使用聚（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）等高分子化合物。

【0206】另外，作為電洞傳輸性高的材料，例如，可以使用4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯胺基]聯苯（簡稱：NPB或 α -NPD）、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',4''-三（吡啶-9-基）

三苯胺（簡稱：TCTA）、4,4',4''-三[N-（1-萘基）-N-苯胺基]三苯胺（簡稱：1'-TNATA）、4,4',4''-三（N,N-二苯胺基）三苯胺（簡稱：TDATA）、4,4',4''-三[N-（3-甲基苯基）-N-苯胺基]三苯胺（簡稱：MTDATA）、4,4'-雙[N-（螺-9,9'-聯萘-2-基）-N-苯胺基]聯苯（簡稱：BSPB）、4-苯基-4'-（9-苯基萘-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP）、4-苯基-3'-（9-苯基萘-9-基）三苯胺（簡稱：mBPAFLP）、N-（9,9-二甲基-9H-萘-2-基）-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-（9,9-二甲基-9H-萘-2-基）氮]-9H-萘-7-基}苯基胺（簡稱：DFLADFL）、N-（9,9-二甲基-2-二苯胺基-9H-萘-7-基）二苯基胺（簡稱：DPNF）、2-[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺基]螺-9,9'-聯萘（簡稱：DPASF）、4-苯基-4'-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBA1BP）、4,4'-二苯基-4''-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBBi1BP）、4-（1-萘基）-4'-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBANB）、4,4'-二（1-萘基）-4''-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBNBB）、4-苯基二苯基-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）胺（簡稱：PCA1BP）、N,N'-雙（9-苯基噁唑-3-基）-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺（簡稱：PCA2B）、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三（9-苯基噁唑-3-基）苯-1,3,5-三胺（簡稱：PCA3B）、N-（4-聯苯）-N-（9,9-二甲基-9H-萘-2-基）-9-苯基-9H-噁唑-3-胺（簡稱：PCBiF）、N-（1,1'-聯苯-4-基）-N-[4-（9-苯基-9H-噁唑-3-基）苯基]-9,9-二甲

基-9H-芴-2-胺（簡稱：PCBBiF）、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-呟唑-3-基）苯基]芴-2-胺（簡稱：PCBAF）、N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-呟唑-3-基）苯基]螺-9,9'-聯芴-2-胺（簡稱：PCBASf）、2-[N-（9-苯基呟唑-3-基）-N-苯胺基]螺-9,9'-聯芴（簡稱：PCASf）、2,7-雙[N-（4-二苯胺基苯基）-N-苯胺基]螺-9,9'-聯芴（簡稱：DPA2Sf）、N-[4-（9H-呟唑-9-基）苯基]-N-（4-苯基）苯基苯胺（簡稱：YGA1BP）、N,N'-雙[4-（呟唑-9-基）苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺（簡稱：YGA2F）等芳香胺化合物等。另外，可以使用3-[4-（1-萘基）-苯基]-9-苯基-9H-呟唑（簡稱：PCPN）、3-[4-（9-菲基）-苯基]-9-苯基-9H-呟唑（簡稱：PCPPn）、3,3'-雙（9-苯基-9H-呟唑）（簡稱：PCCP）、1,3-雙（N-呟唑基）苯（簡稱：mCP）、3,6-雙（3,5-二苯基苯基）-9-苯基呟唑（簡稱：CzTP）、3,6-二（9H-呟唑-9-基）-9-苯基-9H-呟唑（簡稱：PhCzGI）、2,8-二（9H-呟唑-9-基）-二苯並噻吩（簡稱：Cz2DBT）、4-{3-[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]苯基}二苯並呋喃（簡稱：mmDBFFLBI-II）、4,4',4''-（苯-1,3,5-三基）三（二苯並呋喃）（簡稱：DBF3P-II）、1,3,5-三（二苯並噻吩-4-基）苯（簡稱：DBT3P-II）、2,8-二苯基-4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]二苯並噻吩（簡稱：DBTFLP-III）、4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-6-苯基二苯並噻吩（簡稱：DBTFLP-IV）、4-[3-（聯伸三苯-2-基）苯基]二苯並噻吩（簡稱：

mDBTTPp-II) 等胺化合物、噁唑化合物、噻吩化合物、呋喃化合物、萘化合物、聯伸三苯化合物、菲化合物等。其中，具有吡咯骨架、呋喃骨架、噻吩骨架和芳香胺骨架中的至少一個的化合物穩定且可靠性良好，所以是較佳的。具有上述骨架的化合物具有高電洞傳輸性，也有助於降低驅動電壓。

【0207】

《電洞傳輸層》

電洞傳輸層112是包含電洞傳輸材料的層，可以使用作為電洞注入層111的材料所例示的電洞傳輸材料。電洞傳輸層112具有將注入到電洞注入層111的電洞傳輸到發光層113的功能，所以較佳為具有與電洞注入層111的HOMO能階相同或接近的HOMO能階。

【0208】另外，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述物質以外的物質。另外，包括具有高電洞傳輸性的物質的層不限於單層，還可以層疊兩層以上的由上述物質構成的層。

【0209】另外，也可以使用本發明的一個實施方式的有機化合物。

【0210】

《電子傳輸層》

電子傳輸層114具有將從一對電極中的另一個（電極101或電極102）經過電子注入層115注入的電子傳輸到發

光層 113 的功能。作為電子傳輸性材料，可以使用電子傳輸性比電洞傳輸性高的材料，較佳為使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子移動率的材料。作為容易接收電子的化合物（具有電子傳輸性的材料），可以使用含氮雜芳族化合物等缺 π 電子型雜芳族化合物或金屬錯合物等。明確而言，可以舉出包括喹啉配體、苯並喹啉配體、喹啉配體或噻啉配體的金屬錯合物、喹二啉衍生物、三啉衍生物、苯並咪啉衍生物、喹啉衍生物、二苯並喹啉衍生物、啡啉衍生物、吡啉衍生物、聯吡啉衍生物、噻啉衍生物、三噻啉衍生物等。只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就可以使用上述物質以外的物質。另外，電子傳輸層 114 不限於單層，還可以層疊兩層以上的由上述物質構成的層。

【0211】明確而言，作為具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬錯合物，例如可以舉出三（8-羥基喹啉）鋁（III）（簡稱：Alq）、三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（III）（簡稱：Almq₃）、雙（10-羥基苯並[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）等。另外，除此之外，還可以使用如雙[2-（2-苯並喹啉基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnPBO）、雙[2-（2-苯並噻啉基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnBTZ）等具有喹啉基類或噻啉基類配體的金屬錯合物等。再者，除了金屬錯合物以外，還可以使用 2-（4-聯苯基）-

5-（4-三級丁苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-（對三級丁苯基）-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-噁唑（簡稱：CO11）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-三級丁苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、9-[4-（4,5-二苯基-4H-1,2,4-三唑-3-基）苯基]-9H-噁唑（簡稱：CzTAZ1）、2,2',2''-（1,3,5-苯三基）三（1-苯基-1H-苯並咪唑）（簡稱：TPBI）、2-[3-（二苯並噁吩-4-基）苯基]-1-苯基-1H-苯並咪唑（簡稱：mDBTBIIm-II）、紅啡啉（簡稱：BPhen）、2,9-雙（萘-2-基）-4,7-二苯基-1,10-啡啉（簡稱：NBphen）、浴銅靈（簡稱：BCP）等雜環化合物；2-[3-（二苯並噁吩-4-基）苯基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：2mDBTPDBq-II）、2-[3'-（二苯並噁吩-4-基）聯苯-3-基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：2mDBTBPDq-II）、2-[3'-（9H-噁唑-9-基）聯苯-3-基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：2mCzBPDBq）、2-[4-（3,6-二苯基-9H-噁唑-9-基）苯基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：2CzPDBq-III）、7-[3-（二苯並噁吩-4-基）苯基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：7mDBTPDBq-II）、6-[3-（二苯並噁吩-4-基）苯基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：6mDBTPDBq-II）、2-[3-（3,9'-聯-9H-噁唑-9-基）苯基]二苯並[f,h]喹啉（簡稱：2mCzCzPDBq）、4,6-雙[3-（菲-9-基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mPnP2Pm）、4,6-雙[3-（4-二苯並噁吩基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mDBTP2Pm-II）、4,6-雙[3-（9H-噁唑-9-

基) 苯基] 嘧啶 (簡稱 : 4,6mCzP2Pm) 等具有二嗪骨架的雜環化合物 ; 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) 等具有三嗪骨架的雜環化合物 ; 3,5-雙[3-(9H-吡啶-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 ; 4,4'-雙 (5-甲基苯並噁唑基-2-基) 二苯乙烯 (簡稱 : BzOs) 等雜芳族化合物。在上述雜環化合物中, 具有三嗪骨架、二嗪 (嘧啶、吡嗪、嗒咭) 骨架和吡啶骨架中的至少一個的雜環化合物穩定且可靠性良好, 所以是較佳的。尤其是, 具有上述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。另外, 還可以使用高分子化合物諸如聚 (2,5-吡啶二基) (簡稱 : PPy) 、聚 [(9,9-二己基芞-2,7-二基) -共- (吡啶-3,5-二基)] (簡稱 : PF-Py) 、聚 [(9,9-二辛基芞-2,7-二基) -共- (2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)] (簡稱 : PF-BPy) 。在此所述的物質主要是電子移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。

【0212】另外, 只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質, 就可以使用上述物質以外的物質作為電子傳輸層。另外, 電子傳輸層 114 不限於單層, 還可以層疊兩層以上的由上述物質構成的層。

【0213】另外, 還可以在電子傳輸層 114 與發光層 113 之間設置控制載子的移動的層。該控制電子載子的移動的層是對上述電子傳輸性高的材料添加少量的電子俘獲性高

的物質而成的層，藉由抑制載子的移動，可以調節載子的平衡。這種結構對抑制因電子穿過發光層而引起的問題（例如元件壽命的下降）發揮很大的效果。

【0214】此外，也可以使用n型化合物半導體，例如，可以使用氧化鈦、氧化鋅、氧化矽、氧化錫、氧化鎢、氧化鋇、鈦酸鋇、鋇酸鋇、氧化鋇、氧化鈣、氧化鋁、氧化鈮、矽酸鋇等氧化物；氮化矽等氮化物；硫化鎘、硒化鋅及硫化鋅等。

【0215】

《電子注入層》

電子注入層115具有藉由降低來自電極102的電子注入能障促進電子注入的功能，例如可以使用第1族金屬、第2族金屬或它們的氧化物、鹵化物、碳酸鹽等。另外，也可以使用上述電子傳輸性材料和具有對電子傳輸性材料呈現電子供給性的材料的複合材料。作為電子供給性材料，可以舉出第1族金屬、第2族金屬或它們的氧化物等。明確而言，可以使用氟化鋰、氟化鈉、氟化銫、氟化鈣及鋰氧化物等鹼金屬、鹼土金屬或這些金屬的化合物。另外，可以使用氟化鋇等稀土金屬化合物。另外，也可以將電子鹽用於電子注入層115。作為該電子鹽，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。另外，也可以將能夠用於電子傳輸層114的物質用於電子注入層115。

【0216】另外，也可以將有機化合物與電子予體（施體）混合形成的複合材料用於電子注入層115。這種複合

材料因為藉由電子予體在有機化合物中產生電子而具有優異的電子注入性和電子傳輸性。在此情況下，有機化合物較佳為在傳輸所產生的電子方面性能優異的材料，明確而言，例如，可以使用如上所述的構成電子傳輸層114的物質（金屬錯合物、雜芳族化合物等）。作為電子予體，只要是對有機化合物呈現電子供給性的物質即可。明確而言，較佳為使用鹼金屬、鹼土金屬和稀土金屬，可以舉出鋰、鈉、鉍、鎂、鈣、銦、鐿等。另外，較佳為使用鹼金屬氧化物或鹼土金屬氧化物，可以舉出鋰氧化物、鈣氧化物、銦氧化物等。此外，還可以使用氧化鎂等路易士鹼。另外，也可以使用四硫富瓦烯（簡稱：TTF）等有機化合物。

【0217】另外，上述發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層及電子注入層都可以藉由蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、噴墨法、塗佈法、凹版印刷等方法形成。此外，作為上述發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層及電子注入層，除了上述材料之外，也可以使用量子點等無機化合物或高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）。

【0218】

《量子點》

量子點是其尺寸為幾nm至幾十nm的半導體奈米晶，並包括 1×10^3 個至 1×10^6 個左右的原子。量子點的能量移動依賴於其尺寸，因此，即使是包括相同的物質的量子點也

根據尺寸具有互不相同的發光波長。所以，藉由改變所使用的量子點的尺寸，可以容易改變發光波長。

【0219】此外，量子點的發射光譜的峰寬窄，因此，可以得到色純度高的發光。再者，量子點的理論上的內部量子效率被認為幾乎為100%，亦即，大幅度地超過呈現螢光發光的有機化合物的25%，且與呈現磷光發光的有機化合物相等。因此，藉由將量子點用作發光材料，可以獲得發光效率高的發光元件。而且，作為無機材料的量子點在實質穩定性上也是優異的，因此，可以獲得壽命長的發光元件。

【0220】作為構成量子點的材料，可以舉出第十四族元素、第十五族元素、第十六族元素、包含多個第十四族元素的化合物、第四族至第十四族的元素和第十六族元素的化合物、第二族元素和第十六族元素的化合物、第十三族元素和第十五族元素的化合物、第十三族元素和第十七族元素的化合物、第十四族元素和第十五族元素的化合物、第十一族元素和第十七族元素的化合物、氧化鐵類、氧化鈦類、硫系尖晶石（spinel chalcogenide）類、各種半導體簇等。

【0221】明確而言，可以舉出硒化鎘、硫化鎘、碲化鎘、硒化鋅、氧化鋅、硫化鋅、碲化鋅、硫化汞、硒化汞、碲化汞、砷化銦、磷化銦、砷化鎵、磷化鎵、氮化銦、氮化鎵、銻化銦、銻化鎵、磷化鋁、砷化鋁、銻化鋁、硒化鉛、碲化鉛、硫化鉛、硒化銦、碲化銦、硫化

銻、硒化鎵、硫化砷、硒化砷、碲化砷、硫化銻、硒化銻、碲化銻、硫化鉍、硒化鉍、碲化鉍、矽、碳化矽、鍺、錫、硒、碲、硼、碳、磷、氮化硼、磷化硼、砷化硼、氮化鋁、硫化鋁、硫化鋇、硒化鋇、碲化鋇、硫化鈣、硒化鈣、碲化鈣、硫化鉍、硒化鉍、碲化鉍、硫化鎂、硒化鎂、硫化鍺、硒化鍺、碲化鍺、硫化錫、硫化錫、硒化錫、碲化錫、氧化鉛、氟化銅、氯化銅、溴化銅、碘化銅、氧化銅、硒化銅、氧化鎳、氧化鈷、硫化鈷、氧化鐵、硫化鐵、氧化錳、硫化鉬、氧化釩、氧化鎢、氧化鈮、氧化鈳、氮化矽、氮化鍺、氧化鋁、鈦酸鋇、硒鋅鎵的化合物、銻砷磷的化合物、鎵硒硫的化合物、鎵硒碲的化合物、銻鎵砷的化合物、銻鎵硒的化合物、銻硒硫化合物、銅銻硫的化合物以及它們的組合等，但是不侷限於此。此外，也可以使用以任意數表示組成的所謂的合金型量子點。例如，因為鎵硒硫的化合物的合金型量子點可以藉由改變元素的含量比來改變發光波長，所以鎵硒硫的化合物的合金型量子點是有效於得到藍色發光的手段之一。

【0222】作為量子點的結構，有核型、核殼（Core Shell）型、核多殼（Core Multishell）型等。可以使用上述任一個，但是藉由使用覆蓋核且具有更寬的能帶間隙的其他無機材料來形成殼，可以減少存在於奈米晶表面上的缺陷或懸空鍵的影響，從而可以大幅度地提高發光的量子效率。由此，較佳為使用核殼型或核多殼型的量子點。作

為殼的材料例子，可以舉出硫化鋅或氧化鋅。

【0223】此外，在量子點中，由於表面原子的比例高，因此反應性高而容易發生聚集。因此，量子點的表面較佳為附著有保護劑或設置有保護基。由此可以防止聚集並提高對溶劑的溶解性。此外，還可以藉由降低反應性來提高電穩定性。作為保護劑（或保護基），例如可以舉出：月桂醇聚氧乙烯醚、聚氧乙烯硬脂酸酯（polyoxyethylene stearyl ether）、聚氧乙烯月桂醚（polyoxyethylene oleyl ether）等聚氧乙烯烷基醚類；三丙基膦、三丁基膦、三己基膦、三辛基膦等三烷基膦類；聚氧乙烯n-辛基苯基醚、聚氧乙烯n-壬基苯基醚等聚氧乙烯烷基苯基醚類；三（n-己基）胺、三（n-辛基）胺、三（n-癸基）胺等三級胺類；三丙基氧化膦、三丁基氧化膦、三己基氧化膦、三辛基氧化膦、三癸基氧化膦等有機磷化合物；聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯等聚乙二醇二酯類；吡啶、二甲基吡啶、柯林鹼、喹啉類等含氮芳香化合物等有機氮化合物；己基胺、辛基胺、癸基胺、十二烷基胺、十四烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺等胺基鏈烷類；二丁基硫醚等二烷基硫醚類；二甲亞碲、二丁亞碲等二烷亞碲類；噻吩等含硫芳香化合物等有機硫化合物；棕櫚酸、硬脂酸、油酸等高級脂肪酸；乙醇類；失水山梨醇脂肪酸酯類；脂肪酸改性聚酯類；三級胺類改性聚氨酯類；聚乙烯亞胺類等。

【0224】量子點其尺寸越小能帶間隙越大，因此適當

地調節其尺寸以獲得所希望的波長的光。結晶尺寸越小，量子點的發光越向藍色一側（亦即，高能量一側）遷移，因此，藉由改變量子點的尺寸，可以將發光波長調節為紫外區域、可見光區域和紅外區域的光譜的波長區域。通常使用的量子點的尺寸（直徑）為0.5nm以上20nm以下，較佳為1nm以上10nm以下。另外，量子點其尺寸分佈越小發射光譜越窄，因此可以獲得色純度高的發光。另外，對量子點的形狀沒有特別的限制，可以為球狀、棒狀、圓盤狀、其他的形狀。另外，作為棒狀量子點的量子杆具有呈現具有指向性的光的功能，所以藉由將量子杆用作發光材料，可以得到外部量子效率更高的發光元件。

【0225】在有機EL元件中，通常藉由將發光材料分散在主體材料中來抑制發光材料的濃度淬滅，而提高發光效率。主體材料需要具有發光材料以上的單重激發能階或三重激發能階。特別是，在將藍色磷光材料用作發光材料時，需要具有藍色磷光材料以上的三重激發能階且使用壽命長的主體材料，這種材料的開發是極困難的。在此，量子點即使在只使用量子點而不使用主體材料來形成發光層的情況下，也可以確保發光效率，因此可以得到使用壽命長的發光元件。在只使用量子點形成發光層時，量子點較佳為具有核殼型結構（包括核多殼型結構）。

【0226】在將量子點用作發光層的發光材料的情況下，該發光層的厚度為3nm以上100nm以下，較佳為10nm以上100nm以下，發光層所包含的量子點的比率為1vol.%

以上 100vol.% 以下。注意，較佳為只由量子點形成發光層。另外，在形成將該量子點用作發光材料而將其分散在主體材料中的發光層時，可以將量子點分散在主體材料中或將主體材料和量子點溶解或分散在適當的液體介質中，並使用濕處理（旋塗法、澆鑄法、染料塗佈法、刮塗法、輥塗法、噴墨法、印刷法、噴塗法、簾式塗佈法、朗繆爾-布羅基特（Langmuir Blodgett）法等）形成。使用磷光發光材料的發光層除了上述濕處理之外較佳為採用真空蒸鍍法。

【0227】作為用於濕處理的液體介質，例如可以使用：甲乙酮、環己酮等酮類；乙酸乙酯等脂肪酸酯類；二氯苯等鹵化烴類；甲苯、二甲苯、均三甲苯、環己基苯等芳烴類；環己烷、十氫化萘、十二烷等脂肪族烴類；二甲基甲醯胺（DMF）、二甲亞砜（DMSO）等有機溶劑。

【0228】

《一對電極》

電極 101 及電極 102 被用作發光元件的陽極或陰極。電極 101 及電極 102 可以使用金屬、合金、導電性化合物以及它們的混合物或疊層體等形成。

【0229】電極 101 和電極 102 中的一個較佳為使用具有反射光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出包含鋁（Al）或包含 Al 的合金等。作為包含 Al 的合金，可以舉出包含 Al 及 L（L 表示鈦（Ti）、釹（Nd）、鎳（Ni）和鐳（La）中的一個或多個）的合金等，例如為包

含Al及Ti的合金或者包含Al、Ni及La的合金等。鋁具有低電阻率和高光反射率。此外，由於鋁在地殼中大量地含有且不昂貴，所以使用鋁可以降低發光元件的製造成本。此外，也可以使用銀（Ag）、包含Ag、N（N表示釔（Y）、Nd、鎂（Mg）、鐿（Yb）、Al、Ti、鎵（Ga）、鋅（Zn）、銦（In）、鎢（W）、錳（Mn）、錫（Sn）、鐵（Fe）、Ni、銅（Cu）、鈀（Pd）、銱（Ir）和金（Au）中的一個或多個）的合金等。作為包含銀的合金，例如可以舉出如下合金：包含銀、鈀及銅的合金；包含銀及銅的合金；包含銀及鎂的合金；包含銀及鎳的合金；包含銀及金的合金；以及包含銀及鐿的合金等。除了上述材料以外，可以使用鎢、鉻（Cr）、鉬（Mo）、銅及鈦等的過渡金屬。

【0230】另外，從發光層獲得的光透過電極101和電極102中的一個或兩個被提取。由此，電極101和電極102中的至少一個較佳為使用具有透過光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出可見光穿透率為40%以上且100%以下，較佳為60%以上且100%以下，且電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的導電材料。

【0231】此外，電極101及電極102也可以使用具有透過光的功能及反射光的功能的導電材料形成。作為該導電材料，可以舉出可見光反射率為20%以上且80%以下，較佳為40%以上且70%以下，且電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的導電材料。例如，可以使用具有導電性的金屬、合金和導

電性化合物中的一種或多種。明確而言，銦錫氧化物（Indium Tin Oxide，以下稱為ITO）、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物（簡稱：ITSO）、氧化銦-氧化鋅（Indium Zinc Oxide）、含有鈦的氧化銦-錫氧化物、銦-鈦氧化物、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦等金屬氧化物。另外，可以使用具有透過光的程度的厚度（較佳為1nm以上且30nm以下的厚度）的金屬膜。作為金屬，例如可以使用Ag、Ag及Al、Ag及Mg、Ag及Au以及Ag及Yb等的合金等。

【0232】注意，在本說明書等中，作為具有透光的功能的材料，使用具有使可見光透過的功能且具有導電性的材料即可，例如有上述以ITO（Indium Tin Oxide）為代表的氧化物導電體、氧化物半導體或包含有機物的有機導電體。作為包含有機物的有機導電體，例如可以舉出包含混合有機化合物與電子予體（施體）而成的複合材料、包含混合有機化合物與電子受體（受體）而成的複合材料等。另外，也可以使用石墨烯等無機碳類材料。另外，該材料的電阻率較佳為 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下，更佳為 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。

【0233】另外，可以藉由層疊多個上述材料形成電極101和電極102中的一個或兩個。

【0234】為了提高光提取效率，可以與具有透過光的功能的電極接觸地形成其折射率比該電極高的材料。作為這種材料，只要具有透過可見光的功能就可，可以為具有

導電性的材料，也可以為不具有導電性的材料。例如，除了上述氧化物導電體以外，還可以舉出氧化物半導體、有機物。作為有機物，例如可以舉出作為發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層或電子注入層例示出的材料。另外，也可以使用無機碳類材料或具有透過光的程度的厚度的薄膜，也可以使用層疊多個厚度為幾 nm 以上幾十 nm 以下的層。

【0235】當電極 101 或電極 102 被用作陰極時，較佳為使用功函數小（ 3.8eV 以下）的材料。例如，可以使用屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素（例如，鋰、鈉及鉀等鹼金屬、鈣或銦等鹼土金屬、鎂等）、包含上述元素的合金（例如，Ag 及 Mg 或 Al 及 Li）、銻（Eu）或 Yb 等稀土金屬、包含上述稀土金屬的合金、包含鋁、銀的合金等。

【0236】當電極 101 或電極 102 被用作陽極時，較佳為使用功函數大（ 4.0eV 以上）的材料。

【0237】電極 101 及電極 102 也可以採用具有反射光的功能的導電材料及具有透過光的功能的導電材料的疊層。在此情況下，電極 101 及電極 102 具有調整光學距離的功能以便使來自各發光層的所希望的光諧振而增強其波長，所以是較佳的。

【0238】作為電極 101 及電極 102 的成膜方法，可以適當地使用濺射法、蒸鍍法、印刷法、塗佈法、MBE（Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶）法、CVD 法、

脈衝雷射沉積法、ALD (Atomic Layer Deposition : 原子層沉積) 法等。

【0239】

《基板》

另外，本發明的一個實施方式的發光元件可以在由玻璃、塑膠等構成的基板上製造。作為在基板上層疊的順序，可以從電極101一側依次層疊，也可以從電極102一側依次層疊。

【0240】 另外，作為能夠形成本發明的一個實施方式的發光元件的基板，例如可以使用玻璃、石英或塑膠等。或者，也可以使用撓性基板。撓性基板是可以彎曲的基板，例如由聚碳酸酯、聚芳酯製成的塑膠基板等。另外，可以使用薄膜、無機蒸鍍薄膜等。注意，只要在發光元件及光學元件的製造過程中起支撐物的作用，就可以使用其他材料。或者，只要具有保護發光元件及光學元件的功能即可。

【0241】 例如，在本發明等中，可以使用各種基板形成發光元件。對基板的種類沒有特別的限制。作為該基板的例子，例如可以使用半導體基板（例如，單晶基板或矽基板）、SOI基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料、紙或者基材薄膜等。作為玻璃基板的例子，有鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作為撓性基板、

貼合薄膜、基材薄膜等，可以舉出如下例子。例如，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚砜（PES）、聚四氟乙烯（PTFE）為代表的塑膠。或者，作為例子，可以舉出丙烯酸樹脂等樹脂等。或者，作為例子，可以舉出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。或者，作為例子，可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧樹脂、無機蒸鍍薄膜、紙類等。

【0242】另外，也可以作為基板使用撓性基板，並在撓性基板上直接形成發光元件。或者，也可以在基板與發光元件之間設置剝離層。當在剝離層上製造發光元件的一部分或全部，然後將其從基板分離並轉置到其他基板上時可以使用剝離層。此時，也可以將發光元件轉置到耐熱性低的基板或撓性基板上。另外，作為上述剝離層，例如可以使用鎢膜和氧化矽膜的無機膜的疊層結構或在基板上形成有聚醯亞胺等樹脂膜的結構等。

【0243】也就是說，也可以使用一個基板來形成發光元件，然後將發光元件轉置到另一個基板上。作為發光元件被轉置的基板的例子，除了上述基板之外，還可以舉出玻璃紙基板、石材基板、木材基板、布基板（包括天然纖維（絲、棉、麻）、合成纖維（尼龍、聚氨酯、聚酯）或再生纖維（醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯）等）、皮革基板、橡膠基板等。藉由採用這些基板，可以製造不易損壞的發光元件、耐熱性高的發光元件、實現輕

量化的發光元件或實現薄型化的發光元件。

【0244】另外，也可以在上述基板上例如形成場效應電晶體（FET），並且在與FET電連接的電極上製造發光元件110。由此，可以製造藉由FET控制發光元件110的驅動的主動矩陣型顯示裝置。

【0245】在本實施方式中，對本發明的一個實施方式進行說明。另外，在其他實施方式中，對本發明的另一個實施方式進行說明。但是，本發明的一個實施方式不侷限於此。就是說，在本實施方式及其他實施方式中記載各種各樣的發明的方式，由此本發明的一個實施方式不侷限於特定的方式。例如，雖然示出了將本發明的一個實施方式應用於發光元件的例子，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，根據情況或狀況，也可以不將本發明的一個實施方式應用於發光元件。

【0246】本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

【0247】

實施方式4

在本實施方式中，參照圖3說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光元件（以下也稱為疊層型元件）的方式。該發光元件是在第一電極與第二電極之間具有多個發光單元的發光元件。一個發光單元具有與實施方式3所示的EL層103同樣的結構。亦即，可以說實施方式3所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件，而本實施方式所

示的發光元件是具有多個發光單元的發光元件。

【0248】

<發光裝置的結構實例1>

在圖3中，在第一電極510與第二電極502之間層疊有第一發光單元521和第二發光單元522，並且在第一發光單元521與第二發光單元522之間設置有電荷產生層523。第一電極510和第二電極502分別相當於實施方式3中的第一電極101和第二電極102，並且可以應用與實施方式3所說明的材料同樣的材料。另外，第一發光單元521和第二發光單元522可以具有相同結構或不同結構。例如，第一發光單元521較佳為使用實施方式3所述的EL層103。

【0249】電荷產生層523既可以具有對電洞傳輸材料添加有作為電子受體的受體性物質的結構，又可以具有對電子傳輸性材料添加有作為電子予體的施體性物質的結構。此外，也可以層疊這兩種結構。

【0250】當電荷產生層523包含由有機化合物與受體性物質構成的複合材料時，作為該複合材料使用可以用於實施方式3所示的電洞注入層111的複合材料即可。作為有機化合物，可以使用芳香胺化合物、噁唑化合物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等各種化合物。此外，作為有機化合物，較佳為使用其電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。但是，只要是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用這些以外的物質。因為由有機化合物和受體性物質構成的複合材料具有

良好的載子注入性以及載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動以及低電流驅動。注意，當發光單元的陽極一側的表面接觸於電荷產生層523時，電荷產生層523還可以具有該發光單元的電洞注入層或電洞傳輸層的功能，所以在該發光單元中也可以不設置電洞注入層或電洞傳輸層。當發光單元的陰極一側的表面接觸於電荷產生層523時，電荷產生層523還可以具有該發光單元的電子注入層或電子傳輸層的功能，所以在該發光單元中也可以不設置電子注入層或電子傳輸層。

【0251】注意，電荷產生層523也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與由其他材料構成的層的疊層結構。例如，也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與包含選自供電子性物質中的一個化合物和高電子傳輸性的化合物的層的結構。此外，也可以是組合包含有機化合物和受體性物質的複合材料的層與包含透明導電材料的層的結構。

【0252】夾在第一發光單元521與第二發光單元522之間的電荷產生層523只要具有在將電壓施加到第一電極510和第二電極502之間時，將電子注入到一個發光單元且將電洞注入到另一個發光單元的結構即可。例如，在圖3中，在以使第一電極510的電位高於第二電極502的電位元的方式施加電壓時，電荷產生層523將電子注入到第一發光單元521且將電洞注入到第二發光單元522。

【0253】從光提取效率的觀點來看，電荷產生層523

較佳為具有可見光透射性（明確而言，電荷產生層523具有40%以上的可見光透射率）。此外，電荷產生層523即使其導電率小於一對電極（電極510及電極502）也發揮作用。

【0254】藉由使用上述材料形成電荷產生層523，可以抑制在層疊發光層時的驅動電壓的增大。

【0255】注意，電荷產生層523也可以藉由採用組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與由其他材料構成的層的疊層結構形成。例如，也可以藉由組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與包含選自電子給予性物質中的一個化合物和具有高電子傳輸性的化合物的層形成。另外，也可以藉由組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與透明導電膜形成。

【0256】總之，夾在第一發光單元521與第二發光單元522之間的電荷產生層523只要具有在將電壓施加到第一電極510和第二電極502時，將電子注入到一個發光單元且將電洞注入到另一個發光單元的結構即可。例如，在圖3中，電荷產生層523可以具有在以使第一電極510的電位高於第二電極502的電位元的方式施加電壓時將電子注入到第一發光單元521且將電洞注入到第二發光單元522的結構。

【0257】雖然在本實施方式中說明瞭具有兩個發光單元的發光元件，但是可以同樣地應用層疊有三個以上的發光單元的發光元件。如根據本實施方式的發光元件那樣，

藉由在一對電極之間以由電荷產生層將其隔開的方式來配置多個發光單元，該發光元件在保持低電流密度的同時還可以進行高亮度發光，並且可以實現使用壽命更長的發光元件。另外，還可以實現能夠進行低電壓驅動且耗電量低的發光裝置。

【0258】此外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光元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元件中使第一發光單元的發光顏色和第二發光單元的發光顏色成為補色關係，可以實現以整個發光元件發射白色光的發光元件。注意，補色是指當顏色混合時得到無彩色的顏色關係。亦即，當混合補色關係的顏色的光時，可以得到白色光。另外，具有三個發光單元的發光元件也是同樣的，例如，在第一發光單元的發光顏色是紅色，第二發光單元的發光顏色是綠色，第三發光單元的發光顏色是藍色的情況下，可以以整個發光元件發射白色光。此外，藉由在一個發光單元中應用使用呈現磷光發光的發光中心物質的發光層而在另一個發光單元中應用使用呈現螢光發光的發光中心物質的發光層，能夠在一個發光元件中高效地得到螢光發光和磷光發光的兩者。例如，藉由在一個發光單元中得到紅色和綠色的磷光發光而在另一個發光單元中得到藍色的螢光發光，能夠得到發光效率高的白色發光。

【0259】藉由將本發明的一個實施方式的有機化合物用於發光元件，可以提供低驅動電壓、高效率、高壽命的

藍色螢光元件，從而可以容易地實現整個發光元件的低電壓化、高效率化、高壽命化及顏色調節。

【0260】本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

【0261】

實施方式5

本實施方式中參照圖4A及圖4B對使用實施方式3及實施方式4中說明的發光元件的發光裝置進行說明。

【0262】圖4A是示出發光裝置的俯視圖，圖4B是沿圖4A中的A-B以及C-D切割的剖面圖。該發光裝置包括以虛線表示的用來控制發光元件的發光的驅動電路部（源極一側驅動電路）601、圖元部602以及驅動電路部（閘極一側驅動電路）603。另外，元件符號604是密封基板，元件符號625是乾燥劑，元件符號605是密封劑，由密封劑605圍繞的內側是空間607。

【0263】另外，引導佈線608是用來傳送輸入到源極一側驅動電路601及閘極一側驅動電路603的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的FPC（軟性印刷電路板）609接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。另外，雖然在此只圖示FPC，但是該FPC也可以安裝有印刷線路板（PWB：Printed Wiring Board）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，並且還包括安裝有FPC或PWB的發光裝置。

【0264】接下來，參照圖4B說明上述發光裝置的剖面

結構。在元件基板610上形成有驅動電路部及圖元部，在此示出作為驅動電路部的源極一側驅動電路601及圖元部602中的一個圖元。

【0265】另外，在源極一側驅動電路601中，形成組合n通道型TFT623和p通道型TFT624的CMOS電路。此外，驅動電路也可以使用各種CMOS電路、PMOS電路或NMOS電路形成。另外，在本實施方式中，雖然示出將驅動電路形成於基板上的驅動器一體型，但不需要必須採用該結構，也可以將驅動電路形成於外部而不形成於基板上。

【0266】此外，圖元部602由包括開關用TFT611、電流控制用TFT612、電連接於該電流控制用TFT612的汲極的第一電極613的圖元形成。另外，以覆蓋第一電極613的端部的方式形成有絕緣物614。絕緣物614可以使用正型的光敏樹脂膜來形成絕緣物614。

【0267】另外，為了提高形成於絕緣物614上的膜的覆蓋率，將絕緣物614的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面。例如，在作為絕緣物614的材料使用光敏丙烯酸樹脂的情況下，較佳為僅使絕緣物614的上端部具有曲面。該曲面的曲率半徑為 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。此外，作為絕緣物614，可以使用負型光敏材料或正型光敏材料。

【0268】在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。在此，作為用作陽極的第一電極613的材料較佳為使用功函數大的材料。例如，除了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膜等。注意，當採用疊層結構時，佈線電阻也低，可以得到良好的歐姆接觸，並且可以將其用作陽極。

【0269】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。作為構成 EL 層 616 的材料，也可以使用低分子化合物、或者高分子化合物（包含低聚物、樹枝狀聚合物）。

【0270】另外，作為形成在 EL 層 616 上並用作陰極的第二電極 617 的材料，較佳為使用功函數小的材料（Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金及化合物、MgAg、MgIn、AlLi 等）。注意，當使產生在 EL 層 616 中的光透過第二電極 617 時，作為第二電極 617 較佳為使用由膜厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2wt% 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）構成的疊層結構。

【0271】此外，發光元件 618 由第一電極 613、EL 層 616、第二電極 617 形成。該發光元件 618 較佳為具有實施方式 3 及實施方式 4 所示的結構。另外，圖元部由多個發光元件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括具有實施方式 3 及實施方式 4 所說明的結構的發光元件和具有其他結構

的發光元件的兩者。

【0272】再者，藉由利用密封劑605將密封基板604與元件基板610貼合在一起，在由元件基板610、密封基板604及密封劑605圍繞的空間607中設置有發光元件618。另外，在空間607中填充有填充劑，除了填充有惰性氣體（氮、氬等）以外，還有時填充有樹脂或乾燥材料、或者樹脂與乾燥材料的兩者。

【0273】作為密封劑605，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉。另外，這些材料較佳為儘量不使水分、氧透過的材料。此外，作為用於密封基板604的材料，除了玻璃基板、石英基板之外，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。

【0274】藉由上述方法可以得到使用實施方式3及實施方式4中說明的發光元件的發光裝置。

【0275】

<發光裝置的結構實例2>

在圖5A和圖5B中，作為顯示裝置的一個例子示出形成有呈現白色發光的發光元件及彩色層（濾色片）的發光裝置的例子。

【0276】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、圖元部1040、驅動電路部1041、發光元件的第一電極1024W、

1024R、1024G、1024B、分隔壁1026、EL層1028、發光元件的第二電極1029、密封基板1031、密封劑1032等。

【0277】另外，在圖5A、圖5B中將彩色層（紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B）設置於透明基材1033上。另外，還可以設置黑色層（黑矩陣）1035。對設置有彩色層及黑色層的透明基材1033進行對準將其固定在基板1001上。此外，彩色層及黑色層由覆蓋層1036覆蓋。另外，圖5A示出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、藍色光、綠色光，因此能夠以四個顏色的圖元呈現影像。

【0278】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與第一層間絕緣膜1020之間的例子。如圖5B所示，也可以將彩色層設置在基板1001與密封基板1031之間。

【0279】另外，雖然作為上述說明的發光裝置採用從形成有TFT的基板1001一側取出發光的結構（底部發射型）的發光裝置，但是也可以採用從密封基板1031一側取出發光的結構（頂部發射型）的發光裝置。

【0280】

<發光裝置的結構實例3>

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。直到製造連接

TFT與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極1022的方式形成第三層間絕緣膜1037。該第三層間絕緣膜1037也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜1037可以使用與第二層間絕緣膜1021相同的材料或其他各種材料形成。

【0281】雖然發光元件的下部電極1025W、1025R、1025G、1025B在這裡都為陽極，但是也可以為陰極。另外，在圖6所示的頂部發射型的發光裝置中，較佳為下部電極1025W、1025R、1025G、1025B為反射電極。另外，較佳為第二電極1029具有發射光及使光透過的功能。另外，較佳為在第二電極1029與下部電極1025W、1025R、1025G、1025B間採用微腔結構，由此可以放大特定波長的光。EL層1028的結構採用如實施方式2及實施方式3所說明那樣的結構，並且採用能夠得到白色發光的元件結構。

【0282】在圖5A、圖5B和圖6中，藉由使用多個發光層或者使用多個發光單元等來實現能夠得到白色發光的EL層的結構，即可。注意，獲得白色發光的結構不侷限於此。

【0283】在採用如圖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。可以在密封基板1031上設置有位元於圖元與圖元之間黑色層（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）、黑色層（黑矩

陣)也可以由覆蓋層覆蓋。另外，作為密封基板1031使用具有透光性的基板。

【0284】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，但並不侷限於此，也可以以紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。另外，也可以以紅色、綠色、藍色和黃色的四個顏色進行全彩色顯示。

【0285】藉由上述方法可以得到使用實施方式3及實施方式4中說明的發光元件的發光裝置。

【0286】另外，本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

【0287】

實施方式6

在本實施方式中對使用實施方式3及實施方式4說明的發光元件的顯示裝置的具體例子進行說明。以下所述的顯示裝置包括反射型液晶元件及發光元件的兩種元件且能夠以透射模式和反射模式的兩種模式進行顯示。作為發光元件，較佳為採用實施方式3及實施方式4說明的發光元件。

【0288】

[顯示裝置的結構實例1]

圖7A是示出顯示裝置400的結構的一個例子的方塊圖。顯示裝置400包括在顯示部362中排列為矩陣狀的多個圖元410。另外，顯示裝置400包括電路GD及電路SD。另外，包括與在方向R上排列的多個圖元410及電路GD電連

接的多個佈線 G1、多個佈線 G2、多個佈線 ANO及多個佈線 CSCOM。另外，包括與在方向 C上排列的多個圖元 410 及電路 SD電連接的多個佈線 S1及多個佈線 S2。

【0289】圖元 410包括反射型液晶元件及發光元件。在圖元 410中，液晶元件及發光元件具有彼此重疊的部分。

【0290】圖 7B1示出圖元 410所包括的電極 311b的結構實例。電極 311b被用作圖元 410中的液晶元件的反射電極。另外，在電極 311b中形成有開口 451。

【0291】在圖 7B1中，以虛線示出位於與電極 311b重疊的區域中的發光元件 360。發光元件 360與電極 311b所包括的開口 451重疊。由此，發光元件 360所發射出的光藉由開口 451射出到顯示面一側。

【0292】在圖 7B1中，在方向 R上相鄰的圖元 410是對應於不同的顏色的圖元。此時，如圖 7B1所示，較佳為在方向 R上相鄰的兩個圖元中開口 451以不設置在一列上的方式設置於電極 311b的不同位置上。由此，可以將兩個發光元件 360分開地配置，從而可以抑制發光元件 360所發射出的光入射到相鄰的圖元 410所包括的彩色層的現象（也稱為串擾）。另外，由於可以將相鄰的兩個發光元件 360分開地配置，因此即使利用陰影遮罩等分別製造發光元件 360的 EL層，也可以實現高解析度的顯示裝置。

【0293】另外，也可以採用圖 7B2所示的排列。

【0294】當開口 451的總面積相對於非開口部的總面

積的比例過大時，使用液晶元件的顯示會變暗。另外，當開口451的總面積相對於非開口部的總面積的比例過小時，使用發光元件360的顯示會變暗。

【0295】另外，當設置於被用作反射電極的電極311b中的開口451的面積過小時，發光元件360所發射的光的提取效率變低。

【0296】開口451的形狀例如可以為多角形、四角形、橢圓形、圓形或十字狀等的形狀。另外，也可以為細長的條狀、狹縫狀、方格狀的形狀。另外，也可以以靠近相鄰的圖元的方式配置開口451。較佳的是，將開口451配置為靠近顯示相同的顏色的其他圖元。由此，可以抑制產生串擾。

【0297】

[電路結構實例]

圖8是示出圖元410的結構實例的電路圖。圖8示出相鄰的兩個圖元410。

【0298】圖元410包括開關SW1、電容元件C1、液晶元件340、開關SW2、電晶體M、電容元件C2以及發光元件360等。另外，佈線G1、佈線G2、佈線ANO、佈線CSCOM、佈線S1及佈線S2與圖元410電連接。另外，圖8示出與液晶元件340電連接的佈線VCOM1以及與發光元件360電連接的佈線VCOM2。

【0299】圖8示出將電晶體用於開關SW1及開關SW2時的例子。

【0300】在開關SW1中，閘極與佈線G1連接，源極和汲極中的一個與佈線S1連接，源極和汲極中的另一個與電容元件C1的一個電極及液晶元件340的一個電極連接。在電容元件C1中，另一個電極與佈線CSCOM連接。在液晶元件340中，另一個電極與佈線VCOM1連接。

【0301】在開關SW2中，閘極與佈線G2連接，源極和汲極中的一個與佈線S2連接，源極和汲極中的另一個與電容元件C2的一個電極及電晶體M的閘極連接。在電容元件C2中，另一個電極與電晶體M的源極和汲極中的一個及佈線ANO連接。在電晶體M中，源極和汲極中的另一個與發光元件360的一個電極連接。在發光元件360中，另一個電極與佈線VCOM2連接。

【0302】圖8示出電晶體M包括夾著半導體的兩個互相連接著的閘極的例子。由此，可以提高電晶體M能夠流過的電流量。

【0303】可以對佈線G1供應將開關SW1控制為導通狀態或非導通狀態的信號。可以對佈線VCOM1供應規定的電位。可以對佈線S1供應控制液晶元件340所具有的液晶的配向狀態的信號。可以對佈線CSCOM供應規定的電位。

【0304】可以對佈線G2供應將開關SW2控制為導通狀態或非導通狀態的信號。可以對佈線VCOM2及佈線ANO分別供應產生用來使發光元件360發光的電位差的電位。可以對佈線S2供應控制電晶體M的導通狀態的信號。

【0305】圖8所示的圖元410例如在以反射模式進行顯示時，可以利用供應給佈線G1及佈線S1的信號驅動，並利用液晶元件340的光學調變而進行顯示。另外，在以透射模式進行顯示時，可以利用供應給佈線G2及佈線S2的信號驅動，並使發光元件360發光而進行顯示。另外，在以兩個模式驅動時，可以利用分別供應給佈線G1、佈線G2、佈線S1及佈線S2的信號而驅動。

【0306】注意，雖然圖8示出一個圖元410包括一個液晶元件340及一個發光元件360的例子，但是不侷限於此。圖9A示出一個圖元410包括一個液晶元件340及四個發光元件360（發光元件360r、360g、360b、360w）的例子。與圖8不同，圖9A所示的圖元410可以利用一個圖元進行全彩色顯示。

【0307】在圖9A中，除了圖8的結構實例之外，佈線G3及佈線S3與圖元410連接。

【0308】在圖9A所示的例子中，例如作為四個發光元件360，可以使用分別呈現紅色（R）、綠色（G）、藍色（B）及白色（W）的發光元件。另外，作為液晶元件340可以使用呈現白色的反射型液晶元件。由此，在以反射模式進行顯示時，可以進行高反射率的白色顯示。另外，在以透射模式進行顯示時，可以以低功耗進行高演色性的顯示。

【0309】另外，圖9B示出圖元410的結構實例。圖元410包括與電極311所包括的開口重疊的發光元件360w、配

置在電極311周圍的發光元件360r、發光元件360g及發光元件360b。發光元件360r、發光元件360g及發光元件360b較佳為具有幾乎相同的發光面積。

【0310】

[顯示裝置的結構實例2]

圖10是本發明的一個實施方式的顯示裝置300的透視示意圖。顯示裝置300具有將基板351與基板361貼合在一起的結構。在圖10中，以虛線表示基板361。

【0311】顯示裝置300包括顯示部362、電路部364、佈線365、電路部366、佈線367等。在基板351上，例如設置有電路部364、佈線365、電路部366、佈線367以及被用作圖元電極的電極311b等。圖10示出在基板351上安裝有IC373、FPC372、IC375及FPC374的例子。因此，也可以將圖10所示的結構稱為包括顯示裝置300、IC373、FPC372、IC375及FPC374的顯示模組。

【0312】作為電路部364，例如可以使用用作掃描線驅動電路的電路。

【0313】佈線365具有對顯示部及電路部364供應信號或電力的功能。該信號或電力從外部經由FPC372或者從IC373輸入到佈線365。

【0314】另外，圖10示出利用COG（Chip On Glass：晶粒玻璃接合）方式等對基板351設置IC373的例子。作為IC373，例如可以使用具有掃描線驅動電路或信號線驅動電路等功能的IC。另外，當顯示裝置300具有用作掃描線

驅動電路或信號線驅動電路的電路，或者將用作掃描線驅動電路或信號線驅動電路的電路設置在外部且藉由FPC372輸入用來驅動顯示裝置300的信號等時，也可以不設置IC373。另外，也可以利用COF（Chip On Film：薄膜覆晶封裝）方式等將IC373安裝於FPC372。

【0315】圖10示出顯示部362的一部分的放大圖。在顯示部362中以矩陣狀配置有多個顯示元件所包括的電極311b。電極311b具有反射可見光的功能且被用作如下所述的液晶元件340的反射電極。

【0316】另外，如圖10所示，電極311b具有開口。另外，在比電極311b近於基板351一側設置有發光元件360。來自發光元件360的光經過電極311b的開口發射到基板361一側。

【0317】圖11示出將圖10所示的顯示裝置中的包括FPC372的區域的一部分、包括電路部364的區域的一部分、包括顯示部362的區域的一部分、包括電路部366的區域的一部分以及包括FPC374的區域的一部分分別切割時的剖面的一個例子。

【0318】圖11所示的顯示裝置具有層疊有顯示面板700及顯示面板800的結構。顯示面板700包括樹脂層701及樹脂層702。顯示面板800包括樹脂層201及樹脂層202。樹脂層702與樹脂層201由黏合層50黏合。樹脂層701由黏合層51與基板351黏合。樹脂層202由黏合層52與基板361黏合。

【 0319】**[顯示面板 700]**

顯示面板 700 包括樹脂層 701、絕緣層 478、多個電晶體、電容元件 405、絕緣層 411、絕緣層 412、絕緣層 413、絕緣層 414、絕緣層 415、發光元件 360、間隔物 416、黏合層 417、彩色層 425、遮光層 426、絕緣層 476 及樹脂層 702。

【 0320】 電路部 364 包括電晶體 401。顯示部 362 包括電晶體 402 及電晶體 403。

【 0321】 各電晶體包括閘極、絕緣層 411、半導體層、源極及汲極。閘極與半導體層隔著絕緣層 411 彼此重疊。絕緣層 411 的一部分具有閘極絕緣層的功能，其他一部分具有電容元件 405 的電介質的功能。用作電晶體 402 的源極或汲極的導電層還被用作電容元件 405 的一個電極。

【 0322】 圖 11 示出底閘極結構的電晶體。在電路部 364 和顯示部 362 中，電晶體的結構也可以彼此不同。在電路部 364 和顯示部 362 中，也可以分別包括多種電晶體。

【 0323】 電容元件 405 包括一對電極以及它們之間的電介質。電容元件 405 包括利用與電晶體的閘極相同的材料和相同的製程形成的導電層以及利用與電晶體的源極及汲極相同的材料和相同的製程形成的導電層。

【 0324】 絕緣層 412、絕緣層 413 及絕緣層 414 分別覆蓋電晶體等。對覆蓋電晶體等的絕緣層的數量沒有特別的限制。絕緣層 414 具有平坦化層的功能。較佳為對絕緣層

412、絕緣層413和絕緣層414中的至少一個使用水或氫等雜質不容易擴散的材料。由此，可以有效地抑制來自外部的雜質擴散到電晶體中，從而可以提高顯示裝置的可靠性。

【0325】在作為絕緣層414使用有機材料的情況下，有水分等雜質從顯示裝置的外部經過露出於顯示裝置的端部的絕緣層414侵入發光元件360等的擔憂。因雜質侵入導致的發光元件360的劣化引起顯示裝置的劣化。因此，如圖11所示，絕緣層414較佳為不位於顯示裝置的端部。在圖11的結構中，由於使用有機材料的絕緣層不位於顯示裝置的端部，所以可以抑制雜質侵入到發光元件360中。

【0326】發光元件360包括電極421、EL層422及電極423。發光元件360也可以包括光學調整層424。發光元件360具有向彩色層425一側發射光的頂部發射結構。

【0327】藉由以與發光元件360的發光區域重疊的方式配置電晶體、電容元件及佈線等，可以提高顯示部362的開口率。

【0328】電極421和電極423中的一個被用作陽極，另一個被用作陰極。當對電極421與電極423之間施加高於發光元件360的臨界電壓的電壓時，電洞從陽極一側而電子從陰極一側注入EL層422中。被注入的電子和電洞在EL層422中再結合，由此，包含在EL層422中的發光物質發光。

【0329】電極421電連接到電晶體403的源極或汲極。這些構件既可以直接連接，又可以藉由其他導電層彼此連

接。電極421被用作圖元電極，並設置在每個發光元件360中。相鄰的兩個電極421由絕緣層415電絕緣。

【0330】電極423被用作共用電極，並橫跨配置在多個發光元件360中。電極423被供應恆定電位。

【0331】發光元件360隔著黏合層417與彩色層425重疊。間隔物416隔著黏合層417與遮光層426重疊。雖然圖11示出在電極423與遮光層426之間有間隙的情況，但是它們也可以彼此接觸。雖然圖11示出將間隔物416設置在基板351一側的結構，但是間隔物416也可以設置在基板361一側（例如，比遮光層426更靠近基板361的一側）。

【0332】藉由利用濾色片（彩色層425）與微腔結構（光學調整層424）的組合，可以從顯示裝置取出色純度高的光。根據各圖元的顏色改變光學調整層424的厚度。

【0333】彩色層425是使特定波長區域的光透過的有色層。例如，可以使用使紅色、綠色、藍色或黃色的波長區域的光透過的濾色片等。

【0334】另外，本發明的一個實施方式不侷限於濾色片方式，也可以採用獨立顯色方式、顏色轉換方法或量子點方式等。

【0335】遮光層426設置在相鄰的彩色層425之間。遮光層426遮擋相鄰的發光元件360所發出的光，從而抑制相鄰的發光元件360之間的混色。這裡，藉由以其端部與遮光層426重疊的方式設置彩色層425，可以抑制漏光。作為遮光層426，可以使用遮擋發光元件360所發出的光的材

料。另外，藉由將遮光層426設置於電路部364等顯示部362之外的區域中，可以抑制起因於導光等的非意圖的漏光，所以是較佳的。

【0336】在樹脂層701的一個表面上形成有絕緣層478。在樹脂層702的一個表面上形成有絕緣層476。作為絕緣層476及絕緣層478，較佳為使用防濕性高的膜。藉由將發光元件360及電晶體等配置於一對防濕性高的絕緣層之間，可以抑制水等雜質侵入這些元件，從而可以提高顯示裝置的可靠性，所以是較佳的。

【0337】作為防濕性高的絕緣膜，可以舉出氮化矽膜、氮氧化矽膜等含有氮與矽的膜以及氮化鋁膜等含有氮與鋁的膜等。另外，也可以使用氧化矽膜、氧氮化矽膜、氧化鋁膜等。

【0338】例如，防濕性高的絕緣膜的水蒸氣透過量為 $1 \times 10^{-5} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，較佳為 $1 \times 10^{-6} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，更佳為 $1 \times 10^{-7} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下，進一步較佳為 $1 \times 10^{-8} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下。

【0339】連接部406包括佈線365。佈線365可以使用與電晶體的源極及汲極相同的材料和相同的製程形成。連接部406與將來自外部的信號或電位傳達給電路部364的外部輸入端子電連接。在此示出作為外部輸入端子設置FPC372的例子。FPC372與連接部406藉由連接層419電連接。

【0340】作為連接層419，可以使用各種異方性導電

膜（ACF：Anisotropic Conductive Film）及異方性導電膏（ACP：Anisotropic Conductive Paste）等。

【0341】以上是對顯示面板700的說明。

【0342】

[顯示面板800]

顯示面板800是採用垂直電場方式的反射型液晶顯示裝置。

【0343】顯示面板800包括樹脂層201、絕緣層578、多個電晶體、電容元件505、佈線367、絕緣層511、絕緣層512、絕緣層513、絕緣層514、液晶元件529、配向膜564a、配向膜564b、黏合層517、絕緣層576及樹脂層202。

【0344】樹脂層201與樹脂層202隔著黏合層517貼合在一起。在由樹脂層201、樹脂層202及黏合層517圍繞的區域中密封有液晶563。偏光板599位於基板361外側的面上。

【0345】液晶元件529包括電極311b、電極562及液晶563。電極311b被用作圖元電極。電極562被用作共用電極。藉由利用在電極311b與電極562之間產生的電場，可以控制液晶563的配向。在液晶563與電極311b之間設置有配向膜564a。在液晶563與電極562之間設置有配向膜564b。

【0346】在樹脂層202上，設置有絕緣層576、電極562及配向膜564b等。

【0347】在樹脂層201上，設置有電極311b、配向膜564a、電晶體501、電晶體503、電容元件505、連接部506及佈線367等。

【0348】在樹脂層201上，設置有絕緣層511、絕緣層512、絕緣層513、絕緣層514等的絕緣層。

【0349】在此，在電晶體503的源極和汲極中，不與電極311b電連接的導電層也可以被用作信號線的一部分。另外，用作電晶體503的閘極的導電層也可以被用作掃描線的一部分。

【0350】在圖11中，作為顯示部362的例子，示出沒有設置彩色層的結構。由此，液晶元件529是進行黑白灰階級顯示的元件。

【0351】在圖11中，作為電路部366的例子，示出設置有電晶體501的結構實例。

【0352】覆蓋各電晶體的絕緣層512和絕緣層513中的至少一個較佳為使用水或氫等雜質不容易擴散的材料。

【0353】在絕緣層514上設置有電極311b。電極311b藉由形成在絕緣層514、絕緣層513、絕緣層512等中的開口與電晶體503的源極和汲極中的一個電連接。另外，電極311b與電容元件505的一個電極電連接。

【0354】由於顯示面板800為反射型液晶顯示裝置，所以將反射可見光的導電材料用於電極311b，並且將透射可見光的導電材料用於電極562。

【0355】作為透射可見光的導電材料，例如較佳為使

用包含選自銦（In）、鋅（Zn）、錫（Sn）中的一種的材料。明確而言，可以舉出氧化銦、銦錫氧化物（ITO：Indium Tin Oxide）、銦鋅氧化物、包含氧化鎢的銦氧化物、包含氧化鎢的銦鋅氧化物、包含氧化鈦的銦氧化物、包含氧化鈦的銦錫氧化物、包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO）、氧化鋅、包含鎳的氧化鋅等。另外，也可以使用包含石墨烯的膜。包含石墨烯的膜例如可以藉由還原氧化石墨烯而形成。

【0356】作為反射可見光的導電材料，例如可以舉出鋁、銀或包含這些金屬材料的合金等。另外，可以使用金、鉑、鎳、鎢、鉻、鈾、鐵、鈷、銅或鈮等金屬材料或包含這些金屬材料的合金。另外，也可以在上述金屬材料或合金中添加有鐳、釹或銻等。另外，也可以使用鋁和鈦的合金、鋁和鎳的合金、鋁和釹的合金、鋁、鎳和鐳的合金（Al-Ni-La）等包含鋁的合金（鋁合金）、銀和銅的合金、銀、鈮和銅的合金（Ag-Pd-Cu，也記為APC）或者銀和鎂的合金等包含銀的合金。

【0357】在此，作為偏光板599可以使用直線偏光板，也可以使用圓偏光板。作為圓偏光板，例如可以使用將直線偏光板和四分之一波相位差板層疊而成的偏光板。由此，可以抑制外光的反射。另外，藉由根據偏光板599的種類調整用於液晶元件529的液晶元件的單元間隙、配向及驅動電壓等，來實現所希望的對比度。

【0358】電極562在樹脂層202的端部附近藉由連接器

543與設置在樹脂層201一側的導電層電連接。由此，可以從配置在樹脂層201一側的FPC374或IC等向電極562供應電位或信號。

【0359】作為連接器543，例如可以使用導電粒子。作為導電粒子，可以使用其表面被金屬材料覆蓋的有機樹脂或二氧化矽等的粒子。作為金屬材料，較佳為使用鎳或金，因為其可以降低接觸電阻。另外，較佳為使用如在鎳上還覆蓋有金等以層狀覆蓋有兩種以上的金屬材料的粒子。另外，作為連接器543，較佳為採用能夠彈性變形或塑性變形的材料。此時，有時導電粒子的連接器543成為圖11所示那樣的在縱向上被壓扁的形狀。藉由具有該形狀，可以增大連接器543與電連接於該連接器的導電層之間的接觸面積，從而可以降低接觸電阻並抑制接觸不良等問題發生。

【0360】連接器543較佳為以由黏合層517覆蓋的方式配置。例如，可以將連接器543預先分散在被固化之前的黏合層517中。

【0361】在樹脂層201的端部附近的區域中設置有連接部506。連接部506藉由連接層519與FPC374電連接。在圖11所示的結構中，示出藉由層疊佈線367的一部分和對與電極311b同一導電膜進行加工而得到的導電層來構成連接部506的例子。

【0362】以上是對顯示面板800的說明。

【0363】

[顯示元件]

作為位於顯示面一側的第一圖元所包括的顯示元件，可以使用反射外光來進行顯示的元件。因為這種元件不包括光源，所以可以使顯示時的功耗為極小。作為第一圖元所包括的顯示元件，可以典型地使用反射型液晶元件。或者，作為第一圖元所包括的顯示元件，不僅可以使用快門方式的MEMS（Micro Electro Mechanical System：微機電系統）元件、光干涉方式的MEMS元件，而且還可以使用應用微囊方式、電泳方式、電潤濕方式、電子粉流體（註冊商標）方式等的元件。

【0364】另外，作為位於與顯示面相反一側的第二圖元所包括的顯示元件，可以使用包括光源且利用來自該光源的光來進行顯示的元件。由於這種圖元所發射的光的亮度及色度不受到外光的影響，因此這種圖元可以進行色彩再現性高（色域寬）且對比度高的顯示，即可以進行鮮明的顯示。作為第二圖元所包括的顯示元件，例如可以使用OLED（Organic Light Emitting Diode：有機發光二極體）、LED（Light Emitting Diode：發光二極體）、QLED（Quantum-dot Light Emitting Diode：量子點發光二極體）等自發光性發光元件。或者，作為第二圖元所包括的顯示元件，也可以組合作為光源的背光源和控制來自背光源的光的透光量的透射型液晶元件而使用。

【0365】

[液晶元件]

作為液晶元件，可以採用使用VA（Vertical Alignment：垂直配向）模式的元件。作為垂直配向模式，可以使用MVA（Multi-Domain Vertical Alignment：多象限垂直配向）模式、PVA（Patterned Vertical Alignment：垂直配向構型）模式、ASV（Advanced Super View：超視覺）模式等。

【0366】另外，作為液晶元件，可以採用使用各種模式的液晶元件。例如，除了VA模式以外，可以使用TN（Twisted Nematic：扭曲向列）模式、IPS（In-Plane-Switching：平面切換）模式、FFS（Fringe Field Switching：邊緣電場切換）模式；ASM（Axially Symmetric Aligned Micro-cell：軸對稱排列微單元）模式、OCB（Optically Compensated Birefringence：光學補償彎曲）模式、FLC（Ferroelectric Liquid Crystal：鐵電性液晶）模式、AFLC（AntiFerroelectric Liquid Crystal：反鐵電液晶）模式等的液晶元件。

【0367】另外，液晶元件是利用液晶的光學調變作用而控制光的透過或非透過的元件。液晶的光學調變作用由施加到液晶的電場（包括橫向電場、縱向電場或傾斜方向電場）控制。作為用於液晶元件的液晶可以使用熱致液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶（PDLC：Polymer Dispersed Liquid Crystal：聚合物分散液晶）、鐵電液晶、反鐵電液晶等。這些液晶材料根據條件呈現出膽固醇相、層列相、立方相、手向列相、各向同

性相等。

【0368】另外，作為液晶材料，可以使用正型液晶和負型液晶中的任一種，根據所適用的模式或設計可以採用適當的液晶材料。

【0369】另外，為了控制液晶的配向，可以設置配向膜。在採用橫向電場方式的情況下，也可以使用不使用配向膜的呈現藍相的液晶。藍相是液晶相的一種，是指當使膽固醇液晶的溫度上升時即將從膽固醇相轉變到均質相之前出現的相。因為藍相只在窄的溫度範圍內出現，所以將其中混合了幾wt%以上的手性試劑的液晶組合物用於液晶層，以擴大溫度範圍。包含呈現藍相的液晶和手性試劑的液晶組成物的回應速度快，並且其具有光學各向同性。另外，包含呈現藍相的液晶和手性試劑的液晶組成物不需要配向處理，並且視角依賴性小。另外，由於不需要設置配向膜而不需要摩擦處理，因此可以防止由於摩擦處理而引起的靜電破壞，並可以降低製程中的液晶顯示裝置的不良及破損。

【0370】當採用反射型液晶元件時，將偏光板設置在顯示面一側。此外，當在顯示面一側另外設置光擴散板時，可以提高可見度，所以是較佳的。

【0371】

[發光元件]

發光元件可以使用能夠進行自發光的元件，並且在其範疇內包括由電流或電壓控制亮度的元件。例如，可以使

用LED、QLED、有機EL元件以及無機EL元件等，較佳為使用實施方式3及實施方式4說明的發光元件。

【0372】在本實施方式中，尤其是，作為發光元件較佳為使用頂部發射型發光元件。作為提取光一側的電極使用透射可見光的導電膜。另外，作為不提取光一側的電極較佳為使用反射可見光的導電膜。另外，發光元件既可以是包括一個EL層的單元件，又可以是隔著電荷產生層層疊有多個EL層的串聯元件。

【0373】EL層至少包括發光層。作為發光層以外的層，EL層可以還包括包含電洞注入性高的物質、電洞傳輸性高的物質、電洞阻擋材料、電子傳輸性高的物質、電子注入性高的物質或雙極性的物質（電子傳輸性及電洞傳輸性高的物質）等的層。

【0374】EL層可以使用實施方式3中舉出的低分子化合物、高分子化合物、無機化合物。構成EL層的層分別可以藉由蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、轉印法、印刷法、噴墨法、塗佈等方法形成。

【0375】

[黏合層]

作為黏合層，可以使用紫外線硬化型黏合劑等光硬化型黏合劑、反應硬化型黏合劑、熱固性黏合劑、厭氧黏合劑等各種硬化型黏合劑。作為這些黏合劑，可以舉出環氧樹脂、丙烯酸樹脂、矽酮樹脂、酚醛樹脂、聚醯亞胺樹脂、醯亞胺樹脂、PVC（聚氯乙烯）樹脂、PVB（聚乙烯

醇縮丁醛)樹脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)樹脂等。尤其是，較佳為使用環氧樹脂等透濕性低的材料。另外，也可以使用兩液混合型樹脂。另外，也可以使用黏合薄片等。

【0376】另外，在上述樹脂中也可以包含乾燥劑。例如，可以使用鹼土金屬的氧化物(氧化鈣或氧化鋇等)那樣的藉由化學吸附吸附水分的物質。或者，也可以使用沸石或矽膠等藉由物理吸附來吸附水分的物質。當在樹脂中包含乾燥劑時，能夠抑制水分等雜質進入元件，從而提高顯示面板的可靠性，所以是較佳的。

【0377】另外，藉由在上述樹脂中混合折射率高的填料或光散射構件，可以提高光提取效率。例如，可以使用氧化鈦、氧化鋇、沸石、鋳等。

【0378】

[連接層]

作為連接層，可以使用異方性導電膜(ACF: Anisotropic Conductive Film)、異方性導電膏(ACP: Anisotropic Conductive Paste)等。

【0379】

[彩色層]

作為能夠用於彩色層的材料，可以舉出金屬材料、樹脂材料、包含顏料或染料的樹脂材料等。

【0380】

[遮光層]

作為能夠用於遮光層的材料，可以舉出碳黑、鈦黑、金屬、金屬氧化物或包含多個金屬氧化物的固溶體的複合氧化物等。遮光層也可以為包含樹脂材料的膜或包含金屬等無機材料的薄膜。另外，也可以對遮光層使用包含彩色層的材料膜的疊層膜。例如，可以採用包含用於使某個顏色的光透過的彩色層的材料膜與包含用於使其他顏色的光透過的彩色層的材料膜的疊層結構。藉由使彩色層與遮光層的材料相同，除了可以使用相同的設備以外，還可以實現製程簡化，因此是較佳的。

【0381】如上，本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

【0382】

實施方式7

在本實施方式中，對其一部分包括實施方式3及實施方式4所示的發光元件的電子裝置進行說明。實施方式3及實施方式4所記載的發光元件具有含有本發明的一個實施方式的化合物的發光元件，因此是耗電量得到降低的具有高可靠性的發光元件，其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以是包括耗電量得到降低且具有高可靠性的顯示部的電子裝置。另外，因為實施方式3及實施方式4所記載的發光元件是驅動電壓較低的發光元件，所以可以實現驅動電壓較低的電子裝置。

【0383】作為適用上述發光元件的電子裝置，可以例如舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦

等的顯示器、數位相機、數位攝影機、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。

【0384】圖12A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。顯示部7103可以顯示影像，顯示部7103可以藉由將與實施方式3或實施方式4相同的發光元件排列為矩陣狀而構成。因為該發光元件包含具有包括根據本發明的一個實施方式的有機化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部7103的電視機可以為耗電量降低了的電視機。此外，也可以為驅動電壓低的電視機。

【0385】可以藉由利用外殼7101所具備的操作開關或另行提供的遙控器7110進行電視機的操作。藉由利用遙控器7110所具備的操作鍵7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部7103中的影像。另外，也可以在遙控器7110中設置用來顯示從該遙控器7110輸出的資料的顯示部7107。

【0386】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。

【0387】圖12B示出電腦，該電腦包括主體7201、外殼7202、顯示部7203、鍵盤7204、外部連接埠7205、指向裝置7206等。另外，該電腦藉由將與實施方式3或實施方式4相同的發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。因為該發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部7203的電腦可以為耗電量降低了的電腦。此外，也可以為驅動電壓低的電腦。

【0388】圖12C示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼7301和外殼7302的兩個外殼構成，並且藉由連結部7303可以開閉地連接。外殼7301中組裝有將與實施方式3及實施方式4相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部7304，並且外殼7302中組裝有顯示部7305。另外，圖12C所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分7306、記錄介質插入部分7307、LED燈7308、輸入單元(操作鍵7309、連接端子7310、感測器7311(包括測量如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線)、麥克風7312)等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部7304和顯示部7305中的至少一者或兩者中使用藉由將與實施方式3

及實施方式4相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖12C所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在記錄介質中的程式或資料並將其顯示在顯示部上；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通訊而實現資訊共用。另外，圖12C所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，可以具有各種各樣的功能。在包括上述顯示部7304的可攜式遊戲機中，因為用於顯示部7304的發光元件包含具有包括本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率，因此可以實現耗電量得到降低的可攜式遊戲機。另外，因為用於顯示部7304的發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以以較低的驅動電壓驅動，因此可以實現驅動電壓低的可攜式遊戲機。

【0389】圖12D示出行動電話機的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼7401中的顯示部7402、操作按鈕7403、外部連接埠7404、揚聲器7405、麥克風7406等。另外，行動電話機包括將與實施方式3及實施方式4相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部7402。因為該發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部7402的行動電話機可以為耗電量降低了的行動電話機。此外，也可以為驅動電壓低的行動電話機。

【0390】圖12D所示的行動電話機也可以具有藉由用

手指等觸摸顯示部7402來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠藉由用手指等觸摸顯示部7402來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

【0391】顯示部7402主要有三種螢幕模式。第一是以影像顯示為主的顯示模式，第二是以文字等資訊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。

【0392】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進行在螢幕上顯示的文字的輸入操作。在此情況下，較佳為在顯示部7402的螢幕的大部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

【0393】另外，藉由在行動電話機內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷行動電話機的方向（縱或橫）而自動進行顯示部7402的螢幕顯示的切換。

【0394】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。

【0395】另外，當在輸入模式中藉由檢測顯示部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，也可以將螢幕模式控制為從輸入模式切換成顯示模式。

【0396】也可以將顯示部7402用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

【0397】注意，本實施方式所示的結構可以適當地組合實施方式1至實施方式4所示的結構而使用。

【0398】如上所述，包括包含在實施方式3及實施方式4中說明的本發明的一個實施方式的化合物的發光元件的發光裝置的適用範圍極寬，可以將該發光裝置應用於所有領域的電子裝置。可以得到耗電量得到降低的電子裝置。另外，可以得到驅動電壓低的電子裝置。

【0399】另外，包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件可以用於光源裝置。參照圖13說明一個實施方式。光源裝置是指作為照射光的單元包括包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件並至少包括對該發光元件供應電流的輸入輸出端子部的裝置。另外，該發光元件較佳為由密封單元與外部氛圍隔絕。

【0400】圖13示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於背光源的液晶顯示裝置的一個例子。圖13所示的液晶顯示裝置包括外殼901、液晶層902、背光源903以及外殼904，液晶層902與驅動器IC905連接。此

外，在背光源903中使用包含上述化合物的發光元件，並且藉由端子906將電流供應到背光源903。

【0401】藉由將包含上述化合物的發光元件用於液晶顯示裝置的背光源，可以得到耗電量被降低了的背光源。另外，藉由使用包含上述化合物的發光元件，能夠製造面發射的照明設備，還能夠實現大面積化。由此能夠實現背光源的大面積化及液晶顯示裝置的大面積化。再者，使用包含上述化合物的發光元件的背光源可以使發光裝置的厚度比習知的發光裝置小，所以還能夠實現顯示裝置的薄型化。

【0402】圖14示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖14所示的檯燈包括外殼2001和光源2002，並且作為光源2002使用上述包含化合物的照明設備。

【0403】圖15示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於室內的照明設備3001的例子。包含上述化合物的發光元件是耗電量得到降低的發光元件，從而可以實現耗電量得到降低的照明設備。另外，因為包含上述化合物的發光元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，因為包含上述化合物的發光元件的厚度小，所以能夠製造實現了薄型化的照明設備。此外，圖15示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於顯示裝置3002的例子。

【0404】還可以將包含本發明的一個實施方式的化合

物的發光元件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 16 示出將包含上述化合物的發光元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 5000 至顯示區域 5005 使用包含上述化合物的發光元件設置。

【0405】顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有包含上述化合物的發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將包含上述化合物的發光元件形成為能看到對面一側的所謂的透視式顯示裝置。當採用透視式顯示時，即使將該透視式顯示裝置設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視野。另外，在設置用於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。

【0406】顯示區域 5002 是設置在支柱部分的安裝有包含上述化合物所示的發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域 5002 上顯示來自設置在車體上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視野。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠彌補被車體遮擋的視野的死角，從而提高安全性。藉由顯示影像以彌補看不見的部分，能夠更自然且簡單地確認安全。

【0407】顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速表、行駛距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯

示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域5000至顯示區域5003上。另外，也可以將顯示區域5000至顯示區域5005用作照明設備。

【0408】可以將本發明的一個實施方式的化合物用於有機薄膜太陽能電池等電子裝置。明確而言，因為該化合物具有載子傳輸性，因此可以用於載子傳輸層、載子注入層。另外，它能夠光激發，所以可以將其用於發電層。

實施例1

【0409】在本實施例中，對根據本發明的一個實施方式的有機化合物之一的N,N-雙[4-(6-苯基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：BnfBB1TP）（結構式（103））的合成方法及該化合物的物性進行說明。

【0410】

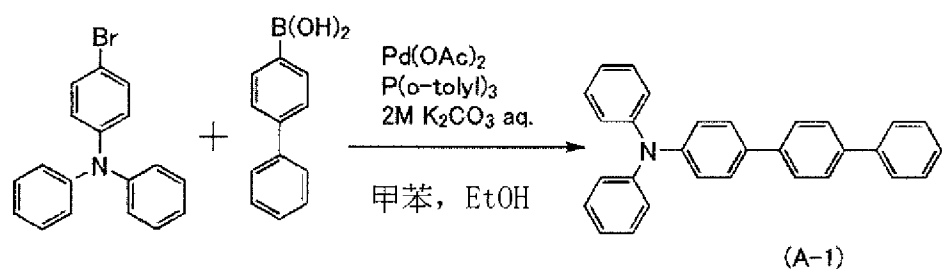
<合成例1>

（步驟1：4-(4-聯苯基)三苯基胺的合成）

對1000mL三頸燒瓶中倒入28g（85mmol）的4-溴三苯基胺、17g（85mmol）的4-聯苯硼酸、0.92g（3.0mmol）的三(鄰-甲苯基)膦、340mL的甲苯、85mL的乙醇及100mL的碳酸鉀水溶液（2.0mol/L），對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到60℃之後加入0.22g（1.0mmol）的醋酸鈣（II），以80℃對該混合物進行攪拌5個半小時。攪拌後，將其冷卻至室溫，

藉由吸引過濾回收所析出的固體，並利用水、乙醇、甲苯進行洗滌，由此以86%的產率得到29g的目的物的淡褐色固體。步驟1的合成方案如下式（A-1）所示。

【 0411 】

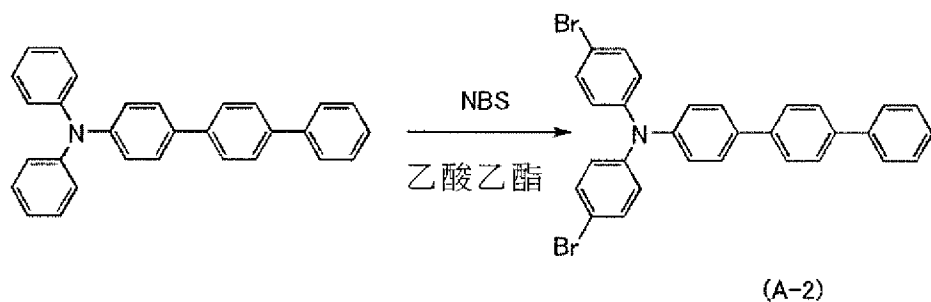


【 0412 】

（步驟2：N,N-雙（4-溴苯基）-4-胺基-p-三聯苯的合成）

對2L的三角燒瓶內加入12g（30mmol）的4-（4-聯苯基）三苯基胺及1.5L的乙酸乙酯，然後對該混合物進行加熱攪拌使4-（4-聯苯基）三苯基胺充分溶解。藉由目視確認溶解後加入11g（60mmol）的N-溴代丁二醯亞胺（NBS），在室溫下攪拌該溶液兩天。用水、飽和食鹽水對攪拌後獲得的溶液進行洗滌，加入硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾，藉由濃縮濾液以73%的產率得到12g的目的物的白色固體。步驟2的合成方案如下式（A-2）所示。

【 0413 】



【0414】下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法 (^1H NMR)的分析結果。

^1H NMR (氯仿- d , 500MHz) : $\delta=7.0$ (d、 $J=9.0\text{Hz}$ 、4H) 、 7.13 (d、 $J=8.5\text{Hz}$ 、2H) 、 7.37 (d、 $J=8.5\text{Hz}$ 、5H) 、 7.46 (t、 $J=8.0\text{Hz}$ 、2H) 、 7.54 (d、 $J=8.0\text{Hz}$ 、2H) 、 7.63-7.68 (m、6H)

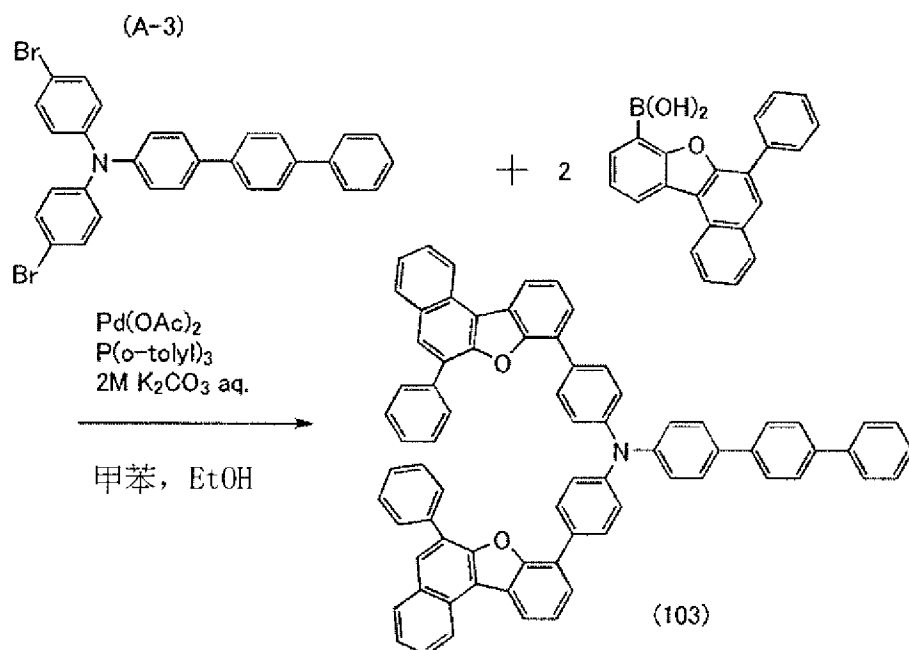
【0415】另外，圖 17A 和圖 17B 示出獲得的固體的 ^1H NMR 譜。圖 17B 是圖 17A 中 6.5ppm 至 8.0ppm 範圍的放大圖。由測定結果可知得到了目的物 N,N-雙 (4-溴苯基) -4-胺基 -p-三聯苯。

【0416】

(步驟 3 : N,N-雙 [4- (6-苯基苯並 [b] 萘並 [1,2- d] 呋喃 -8-基) 苯基] -4-胺基 -p-三聯苯 (簡稱 : BnfBB1TP) 的合成)

對 200mL 的三頸燒瓶內加入 1.4g (2.5mmol) 的 N,N-雙 (4-溴苯基) -4-胺基 -p-三聯苯、1.7g (5.0mmol) 的 6-苯基苯並 [b] 萘並 [1,2- d] 呋喃 -8-硼酸、0.11g (0.40mmol) 的三(鄰-甲苯基)膦、20mL 的甲苯、5mL 的乙醇以及 5mL 的碳酸鉀水溶液 (2.0mol/L)，對該混合物進行減壓脫氣，將系統內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 60℃ 之後加入 50mg (0.20mmol) 的醋酸鈹 (II)，然後以 80℃ 攪拌一個半小時。攪拌後，藉由吸引過濾來收集析出的固體，利用甲苯、水、乙醇進行洗滌，以 41% 的產率得到 1.0g 的褐色粉末。步驟 3 的合成方案如下式 (A-3) 所示。

【 0417 】



【 0418 】 利用梯度昇華方法對所得到的 1.0g 的褐色粉末進行昇華純化。該昇華純化在壓力為 $3.2 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 的條件下，以 430°C 加熱褐色粉末 15 小時。昇華純化後以 63% 的產率得到 0.65g 目的物的淡黃色固體。

【 0419 】 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法 (^1H NMR) 的分析結果。

^1H NMR (二氯甲烷- d_2 , 500MHz) : $\delta=7.34\text{-}7.39$ (m, 7H)、7.41 (t, $J=7.5\text{Hz}$, 2H)、7.46 (t, $J=7.5\text{Hz}$, 2H)、7.53 (t, $J=7.5\text{Hz}$, 4H)、7.58-7.63 (m, 4H)、7.65-7.68 (m, 4H)、7.72-7.78 (m, 8H)、7.97 (d, $J=9.0\text{Hz}$, 4H)、8.06 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 4H)、8.11 (t, $J=4.0\text{Hz}$, 4H)、8.43 (d, $J=8.0\text{Hz}$, 2H)、8.71 (d, $J=8.0\text{Hz}$, 2H)

【 0420 】 另外，圖 18A 和圖 18B 示出得到的固體的 ^1H

NMR 譜。圖 18B 是圖 18A 中的 7.0ppm 至 9.0ppm 的範圍的放大圖。由測定結果可知得到了目的物 BnfBB1TP。

【0421】

< BnfBB1TP 的特性 >

圖 19 示出 BnfBB1TP 的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜。另外，圖 20 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計（由日本分光株式會社製造，V550 型）。圖 19 所示的 BnfBB1TP 溶液的吸收光譜是藉由如下方法獲得的：從 BnfBB1TP 的甲苯溶液的吸收光譜減去僅將甲苯放入石英皿中測得的甲苯的吸收光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計（日立高新技術 (Hitachi High-Technologies Corporation) 製造的分光光度計 U4100）。使用螢光分光光度計（由日本濱松光子學株式會社製造，FS920）測量發射光譜。

【0422】由圖 19 可知，BnfBB1TP 的甲苯溶液在 370nm、352nm、324nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 416nm（激發波長 370nm）。另外，由圖 20 可知，BnfBB1TP 的薄膜在 383nm、360nm、332nm、266nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 446nm 附近（激發波長 365nm），並確認到 BnfBB1TP 為藍色發光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0423】另外，BnfBB1TP 的薄膜在大氣下不容易凝

集，形態變化小，具有良好的膜質。

【0424】利用循環伏安法(CV)測量計算出BnfBB1TP的HOMO能階及LUMO能階。計算方法如下所示。

【0425】作為測量裝置，使用電化學分析儀(BAS株式會社(BAS Inc.)製造的ALS型號600A或600C)。此外，以如下方法調變用於CV測定的溶液：作為溶劑，使用脫水二甲基甲醯胺(DMF)(株式會社Aldrich製造，99.8%，目錄號碼：22705-6)，使作為支援電解質的過氯酸四正丁銨($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)(東京化成工業株式會社(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)製造，目錄號碼：T0836)以100mmol/L的濃度溶解，且使測定物件以2mmol/L的濃度溶解而調變。另外，作為工作電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，PTE鉑電極)，作為輔助電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，VC-3用Pt對電極(5cm))，作為參比電極使用Ag/Ag⁺電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，RE7非水溶劑型參比電極)。另外，測定在室溫(20以上25℃以下)進行。將CV測定時的掃描速度統一為0.1V/sec，測量出相對於參考電極的氧化電位Ea[V]及還原電位Ec[V]。Ea為氧化-還原波之間的中間電位，Ec為還原-氧化波之間的中間電位。在此，已知在本實施例中使用的參考電極的相對於真空能階的勢能為-4.94[eV]，因此利用HOMO能階[eV]=-4.94-Ea、LUMO能階[eV]=-4.94-Ec這兩個公式分別求得HOMO能階及LUMO能階。

【0426】另外，反復進行CV測量100次，比較第100

次測量中的氧化-還原波與第1次測量中的氧化-還原波，來調查化合物的電性穩定性。

【0427】其結果表明：在BnfBB1TP的氧化電位 E_a [V]的測量中，HOMO能階為 -5.50eV ，而LUMO能階為 -2.52eV 。另外，根據氧化-還原波的反復測量中的第1次測量與第100次後測量的波形比較，可知在 E_a 測量中保持了79%的峰強度，在 E_c 測量中保持了69%的峰強度，BnfBB1TP的耐氧化及還原性非常高。

【0428】另外，使用由PerkinElmer，Inc.製造的Pyris 1 DSC進行BnfBB1TP的差示掃描量熱測量(DSC測量)。在差示掃描量熱測量中，連續地進行如下操作兩次：以 $40^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升溫速度從 -10°C 升溫到 320°C ，然後以 320°C 保持1分鐘後以 $50^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降溫速度從 320°C 降溫到 -10°C 。

【0429】由第二次循環的DSC測定結果可知BnfBB1TP的玻璃轉移溫度為 163°C 、晶化溫度為 215°C 、熔點為 307°C ，亦即，其具有非常高的耐熱性。

【0430】另外，進行BnfBB1TP的熱重量檢測-差熱分析(TG-DTA：Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。當測定時，使用高真空差動型熱重分析儀(BrukerAXS K.K.製造的TG-DTA2410SA)。在氮氣流(流量為 $200\text{mL}/\text{min}$)和大氣壓下，以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升溫速率進行測量。根據熱重-差熱分析結果可知，從熱重測量求得的BnfBB1TP的重量成為測量開始時的-5%的溫度(分解溫度)為 500°C 以上，這表示BnfBB1TP的耐熱性高。

實施例2

【0431】在本實施例中，對根據本發明的一個實施方式的有機化合物之一的4,4'-雙（6-苯基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-基）-4''-苯基三苯基胺（簡稱：BnfBB1BP）（結構式（102））的合成方法及該化合物的物性進行說明。

【0432】

<合成例2>

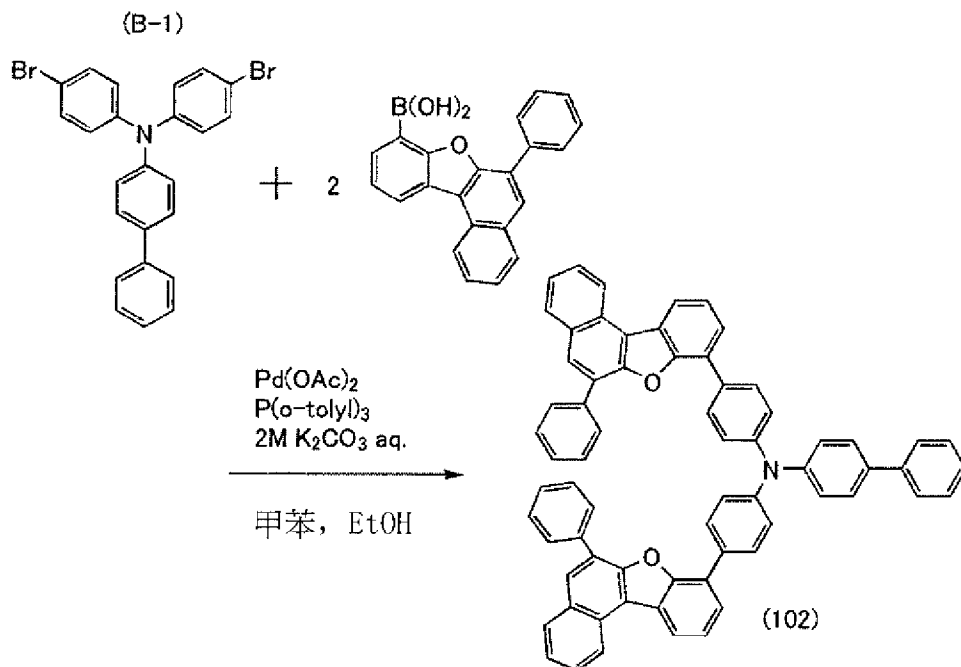
（步驟1：4,4'-雙（6-苯基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-基）-4''-苯基三苯基胺（簡稱：BnfBB1BP）的合成）

向200mL的三頸燒瓶倒入1.4g（3.0mmol）的4,4'-二溴-4''-苯基三苯基胺、2.0g的（6.0mmol）的6-苯基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-硼酸、0.31g（1.0mmol）的三(鄰-甲基)膦、12mL的甲苯、3mL的乙醇及5mL的碳酸鉀水溶液（2.0mol/L），對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到60℃後加入73mg（0.32mmol）的醋酸鈣（II），然後以80℃攪拌6個半小時。攪拌後，過吸引過濾來收集析出的固體，利用甲苯、水、乙醇進行洗滌，利用高速液體層析法（移動相：氯仿）對得到的固體進行純化，以42%的產率得到1.1g的目的物的淡黃色固體。

【0433】利用梯度昇華方法對所得到的1.0g的固體進行昇華純化。昇華純化在壓力3.6Pa的條件下以420℃加熱固體15小時。昇華純化後以81%的產率得到0.93g的目的物

的淡黃色固體。

【 0434 】



【0435】下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法(^1H NMR)的分析結果。

¹H NMR (二 氯 甲 烷 -d₂ , 500MHz) : δ=7.33-7.38 (m 、 7H) 、 7.41 (t 、 J=7.5Hz 、 2H) 、 7.46 (t 、 J=7.5Hz 、 2H) 、 7.52 (t 、 J=7.5Hz 、 4H) 、 7.58-7.62 (m 、 6H) 、 7.65 (d 、 J=7.5Hz 、 2H) 、 7.74-7.78 (m 、 4H) 、 7.97 (d 、 J=9.0Hz 、 4H) 、 8.05 (d 、 J=8.0Hz 、 4H) 、 8.11 (t 、 J=4.0Hz 、 4H) 、 8.43 (d 、 J=8.0Hz 、 2H) 、 8.71 (d 、 J=8.0Hz 、 2H)

【0436】另外，圖21A和圖21B示出得到的固體的¹H NMR譜。圖21B是圖21A中的7.0ppm至9.0ppm的範圍的放大圖。由測定結果可知得到了目的物BnfBB1BP。

【 0437 】

＜ BnfBB1BP的特性 ＞

接著，圖 22 示出 BnfBB1BP 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。另外，圖 23 示出薄膜的吸收光譜和發射光譜。測量方法與之先所示的實施例 1 相同。

【 0438 】 由圖 22 可知，BnfBB1BP 的甲苯溶液在 370nm、350nm、324nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 404nm（激發波長 360nm）。另外，由圖 23 可知，BnfBB1BP 的薄膜在 382nm、355nm、330nm、278nm、257nm、207nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 450nm 附近（激發波長 370nm）。並確認到 BnfBB1BP 為藍色發光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【 0439 】 另外，BnfBB1BP 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜質。

【 0440 】 接著，利用循環伏安法 (CV) 測量計算出 BnfBB1BP 的 HOMO 能階及 LUMO 能階。計算方法與實施例 1 相同。

【 0441 】 另外，反復進行 CV 測量 100 次，比較第 100 次測量中的氧化-還原波與第 1 次測量中的氧化-還原波，來調查化合物的電性穩定性。

【 0442 】 其結果表明：在 BnfBB1BP 的氧化電位 E_a [V] 的測量中，HOMO 能階為 -5.51eV，而 LUMO 能階為 -2.50eV。另外，根據氧化-還原波的反復測量中的第 1 次測量與第

100次後測量的波形比較，可知在Ea測量中保持了79%的峰強度，在Ec測量中保持了77%的峰強度，BnfBB1BP的耐氧化及還原性非常高。

【0443】另外，對BnfBB1BP進行差示掃描量熱測量（DSC測量）。測量方法與之前所示的實施例1相同。由第二次循環的DSC測定結果可知BnfBB1BP的玻璃轉移溫度為155℃，亦即，其具有非常高的耐熱性。

【0444】另外，進行BnfBB1BP的熱重量檢測-差熱分析（TG-DTA：Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis）。測量方法與之前所示的實施例1相同。根據熱重-差熱分析結果可知，從熱重測量求得的BnfBB1BP的重量成為測量開始時的-5%的溫度(分解溫度)為500℃以上，這表示BnfBB1TP的耐熱性高。

實施例3

【0445】在本實施例中，對作為根據本發明的一個實施方式的有機化合物的比較物質而合成的N,N-雙[4-（二苯並呋喃-4-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：DBfBB1TP）的合成方法及該化合物的物性進行說明。

【0446】

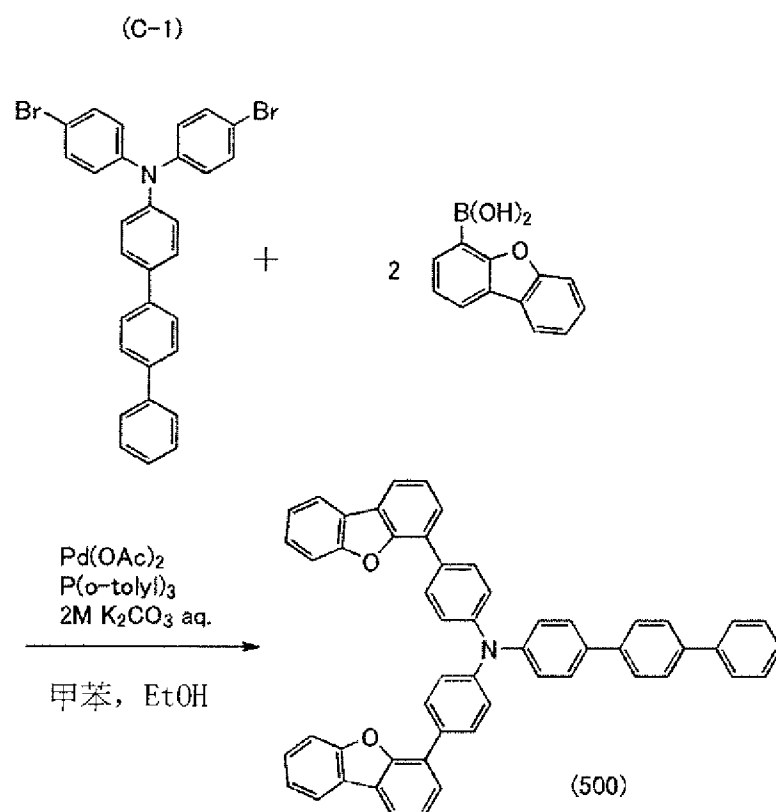
<合成例3>

（N,N-雙[4-（二苯並呋喃-4-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：DBfBB1TP）（結構式（500））的合成）

向200mL的三頸燒瓶倒入2.8g（5.0mmol）的N,N-雙

(4-溴苯基)-4-胺基-p-三聯苯、2.1g (10mmol) 的二苯並呋喃-4-硼酸、0.63g (2.0mmol) 的三(鄰-甲苯基)膦、20mL 的甲苯、5mL 的乙醇及 10mL 的碳酸鉀水溶液 (2.0mol/L)，對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 60℃ 後加入 97mg (0.40mmol) 的酞酸鈣 (II)，然後以 80℃ 攪拌 8 個半小時。攪拌後藉由吸引過濾來收集析出的固體，利用甲苯、水、乙醇進行洗滌。另外，依次以水、飽和食鹽水洗滌濾液的有機層，並加入硫酸鎂進行乾燥。對混合物進行重力過濾並對得到的濾液進行濃縮得到固體，將該固體與反應後回收的固體一起利用高速液體層析法 (移動相 (mobile phase)：氯仿) 進行純化，以 48% 的產率得到 1.8g 的目的物的淡黃色固體。步驟 1 的合成方案如下式 (C-1) 所示。

【0447】



【0448】利用梯度昇華方法對所得到的1.8g的固體進行昇華純化。昇華純化在壓力3.7Pa的條件下以436℃加熱固體15小時。昇華純化後以91%的產率得到1.6g的淡黃色固體。

【0449】下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法(^1H NMR)的分析結果。

^1H NMR (氯仿-d、500MHz) : $\delta=7.35\text{-}7.39$ (m、5H)、7.40 (d、 $J=9.0\text{Hz}$ 、4H)、7.44 (t、 $J=7.5\text{Hz}$ 、2H)、7.48 (q、 $J=7.5\text{Hz}$ 、4H)、7.64 (t、 $J=7.5\text{Hz}$ 、7H)、7.67-7.73 (m、5H)、7.91-7.94 (m、6H)、8.01 (d、 $J=7.0\text{Hz}$ 、2H)

【0450】

< DBfBB1TP的特性 >

利用循環伏安法(CV)測量計算出DBfBB1TP的HOMO能階及LUMO能階。計算方法與實施例1相同。

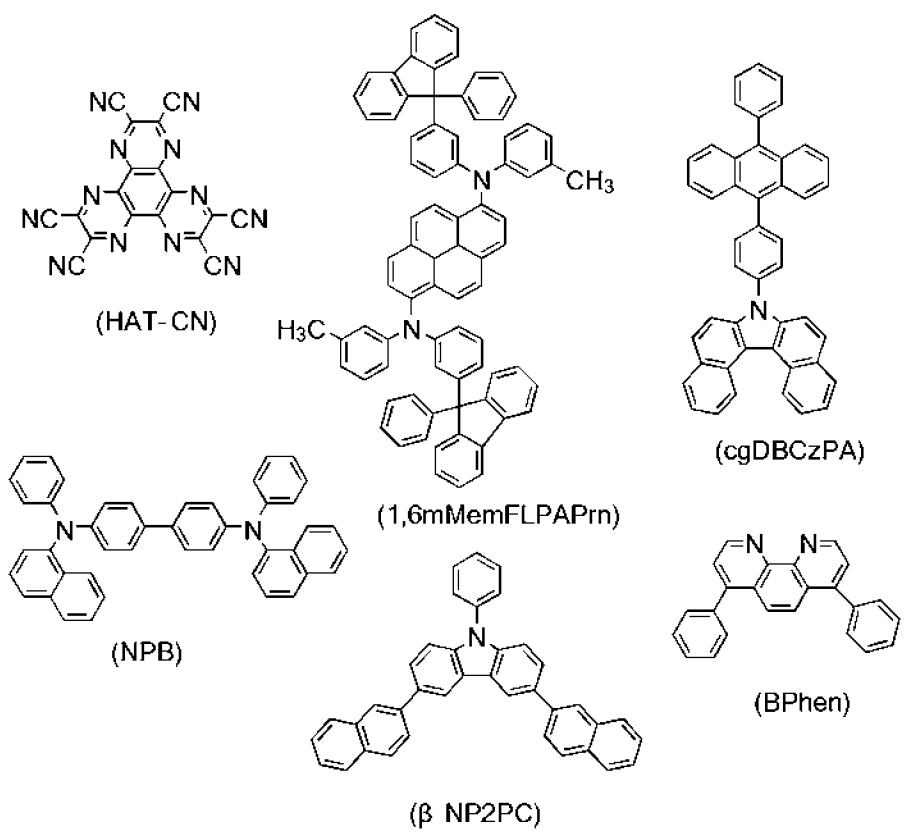
【0451】其結果表明：在DBfBB1TP的氧化電位 E_a [V]的測量中，HOMO能階為-5.49eV，而LUMO能階為-2.31eV。BnfBB1TP及BnfBB1BP的LUMO能階都為-2.5eV左右，由此可知，藉由具有苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架可以獲得比二苯並呋喃骨架（DBf骨架）更低的LUMO能階的物質。

【0452】另外，藉由與實施例1同樣的方法對DBfBB1TP進行了DSC測定及TG-DTA測定，由測定結果可知，玻璃轉移溫度為124℃、熔點為258℃、分解溫度為483℃。由該結果及實施例1、實施例2可知，與具有二苯並呋喃骨架的DBfBB1TP相比，本發明的具有苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃骨架的BnfBB1TP及BnfBB1BP具有更高的耐熱性。另外，可知本發明的化合物的昇華純化中的產率高、耐熱性高且昇華性高。

實施例4

【0453】本實施例對含有根據本發明的一個實施方式的有機化合物的發光元件的製造例子及該發光元件的特性進行說明。本實施例中製造的元件結構的剖面圖與圖1B相同。另外，表1示出詳細的元件結構。另外，下面示出這裡所使用的化合物的結構及簡稱。此外，關於其他化合物可以參照上述實施例的記載。

【0454】



【 0455 】

[表 1]

	第一電極 (101)	電洞注入層 (111)	電洞傳輸層 (112)			發光層 (113)	電子傳輸層 (114)		電子注入層 (115)	第二電極 (102)
			112-a	112-b	112-c		114-a	114-b		
膜厚 (nm)	70	5	10	10	10	25	10	15	1	200
發光元件 1	ITSO	HAT-CN	NPB	*	β NP2PC	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF	Al
發光元件 2	ITSO	HAT-CN	NPB	**	β NP2PC	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF	Al
比較發光元件 3	ITSO	HAT-CN	NPB	***	β NP2PC	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF	Al

*BnfBB1TP

**BnfBB1BP

***DBfBB1BP

【 0456 】

< 發光元件的製造 >

《發光元件1的製造》

在玻璃基板上作為電極101利用濺射法形成70nm厚的ITSO膜。另外，電極101的電極面積為 4mm^2 （ $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ ）。接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 乾燥1小時，並進行370秒的UV臭氧處理。然後，將基板放入被保持在 10^{-4}Pa 左右的真空度的真空蒸著裝置，以 170°C 進行30分鐘的焙燒。然後，將基板冷卻30分鐘左右。

【0457】接著，在電極101上作為電洞注入層111蒸鍍5nm厚的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）形成電洞注入層111。

【0458】接著，在電洞注入層111上作為第一電洞傳輸層112-a蒸鍍10nm厚的4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）。

【0459】接著，在第一電洞傳輸層112-a上作為第二電洞傳輸層112-b蒸鍍10nm厚的根據本發明的一個實施方式的有機化合物N,N-雙[4-（6-苯基苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：BnfBB1TP）。

【0460】接著，在第二電洞傳輸層112-b上作為第三電洞傳輸層112-c蒸鍍10nm厚的3，6-雙[4-（2-萘基）苯基]-9-苯基-9H-呋啞（簡稱： βNP2PC ）。

【0461】接著，作為發光層113，在第三電洞傳輸層112-c上共蒸鍍7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯並[c,g]呋啞（簡稱：cgDBCzPA）及N,N'-雙（3-甲基苯基）-

N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱: 1,6mMemFLPAPrn), 並使重量比為1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)且厚度為25nm。在發光層113中,cgDBCzPA為主體材料,1,6mMemFLPAPrn為發光材料。

【0462】接著,在發光層113上作為第一電子傳輸層114-b蒸鍍10nm厚的cgDBCzPA。然後,在第一電子傳輸層114-b上作為第二電子傳輸層114-a蒸鍍15nm厚的紅啡啉(簡稱:BPhen)。

【0463】接著,作為電子注入層115,在第二電子傳輸層114-a上以厚度為1nm的方式蒸鍍氟化鋰(LiF)。

【0464】接著,作為電極102,在電子注入層115上以200nm的厚度形成鋁(Al)。

【0465】接著,在氮氛圍的手套箱內,使用有機EL用密封劑將與形成有發光元件1的基板不同的基板(對向基板)固定到形成有發光元件的玻璃基板上來密封發光元件1。具體地,向對向基板黏貼乾燥劑,然後貼合對相對的發光元件的形成範圍周邊塗佈了密封劑的對向玻璃基板和形成有發光元件的基板,並以 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射波長為365nm的紫外光,在 80°C 下進行1小時的熱處理。藉由上述步驟得到發光元件1。

【0466】

《發光元件2的製造》

發光元件2與上述發光元件1的不同之處僅在於第二電

洞傳輸層 112-b 的形成製程，其他製程與發光元件 1 的製造方法相同。

【0467】作為發光元件 2 的第二電洞傳輸層 112-b，蒸鍍 10nm 厚的 BnfBB1BP。

【0468】

《比較發光元件 3 的製造》

比較發光元件 3 與上述發光元件 1 的不同之處僅在於第二電洞傳輸層 112-b 的形成製程，其他製程與發光元件 1 的製造方法相同。

【0469】作為比較發光元件 3 的第二電洞傳輸層 112-b，蒸鍍 10nm 厚的 DBfBB1TP。

【0470】

<發光元件的特性>

接著，測定上述製造的發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 的特性。利用色亮度計(由 Topcon Technohouse 公司製造的 BM-5A)測定亮度及 CIE 色度，利用多通道光譜分析儀(由日本濱松光子學株式會社製造的 PMA-11)測定電致發射光譜。

【0471】圖 24 示出發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 的電流效率-亮度特性。另外，圖 25 示出亮度-電壓特性。另外，圖 26 示出外部量子效率-亮度特性。另外，各發光元件的測量在室溫(保持為 23℃ 的氛圍)下進行。

【0472】另外，表 2 示出在 1000cd/m² 附近的發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 的元件特性。

【 0473 】

[表 2]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE 色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
發光元件 1	3.40	8.62	(0.139, 0.159)	1080	12.5	11.5	11.0
發光元件 2	3.40	6.92	(0.138, 0.160)	930	13.5	12.4	11.7
比較發光元件 3	3.20	9.97	(0.139, 0.165)	1320	13.2	13.0	11.3

【 0474 】 另外，圖 27 示出以 12.5mA/cm² 的電流密度使電流流過發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 時的電致發射光譜。

【 0475 】 如圖 24、圖 26 及表 2 所示，發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 具有高電流效率及外部量子效率。發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 的外部量子效率的最大值都為 11% 以上，作為螢光元件具有極優的值。

【 0476 】 因從一對電極注入的載子(電洞及電子)的複合而生成的單重態激子的生成概率為 25%，因此當向外部的光提取效率為 25% 時，螢光元件的外部量子效率的理論值最大為 6.25%。發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 的外部量子效率為 11% 以上，亦即，都超過理論極限值。其原因可以認為是由於如下緣故：在發光元件 1、發光元件 2、比較發光元件 3 中，除了來自因從一對電極注入的載子再結合而生成的單重激子的發光之外，因實施方式 3 所

示的TTA部分三重激子變為單重激子而有助於螢光發光。雖然在本實施例中沒有例示，藉由瞬態螢光（transient fluorescence）測定分別從發光元件1、發光元件2、比較發光元件3觀察到延遲螢光。由此可知，發光元件1、發光元件2、比較發光元件3因TTA得到了理論極限值以上的外部量子效率。

【0477】另外，由表2可知，發光元件1、發光元件2、比較發光元件3在 1000cd/m^2 附近的驅動電壓都為3.5V以下而具有高功率效率。

【0478】另外，由圖27可知，發光元件1、發光元件2、比較發光元件3的電致發射光譜在465nm附近具有光譜峰值，半峰全寬為40nm左右，發光元件1、發光元件2、比較發光元件3呈現良好的藍色發光。

【0479】

<發光元件的可靠性>

接著，在2mA定電流下對發光元件1、發光元件2、比較發光元件3進行驅動測試。結果如圖28所示。由圖28可知，發光元件1、發光元件2、比較發光元件3的LT₇₀（亮度30%減少時間）都超過250小時而具有高可靠性。另外，由圖28可知，發光元件1及發光元件2比比較發光元件3具有更高的可靠性。由此可知，與二苯並呋喃骨架相比苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架能夠獲得更高的可靠性。

實施例5

【0480】在本實施例中，對作為根據本發明的一個實施方式的有機化合物之一的N,N-雙[4-（苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-6-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：Bnf（6）BB1TP）（結構式（106））的合成方法及該化合物的物性進行說明。

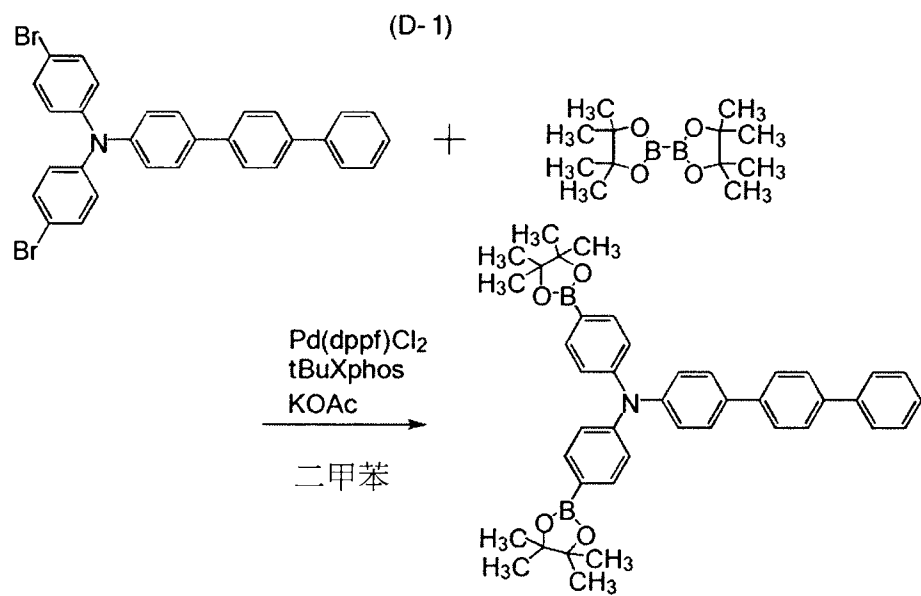
【0481】

<合成例4>

（步驟1：N,N-雙[4-（4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧硼戊環-2-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯的合成）

向200mL的三頸燒瓶加入1.7g（3.0mmol）的N,N-雙（4-溴苯基）-4-胺基-p-三聯苯、1.4g（3.0mmol）的雙(戊醯)二硼、0.10g（0.20mmol）的2,2,3,3-四級丁基膦-2',4',6'-三異丙基聯苯（簡稱：tBuXphos）及1.3g（12mmol）的醋酸鉀之後，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對該混合物加入30mL的二甲苯，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到60℃之後加入88mg（0.10mmol）的[1,1'-雙(二苯基膦基)二茂鐵]二氯化鈹(II)，然後以120℃攪拌7個半小時。利用薄層層析確認原料消失後進行下一步的反應。步驟1的合成方案如下式（D-1）所示。

【0482】

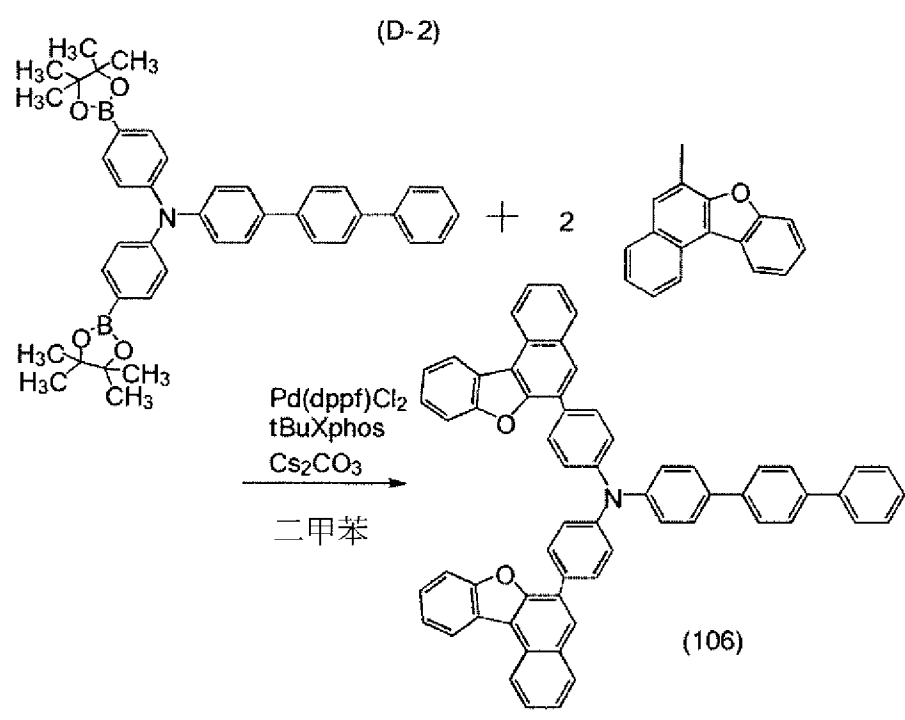


【 0483 】

(步驟 2：Bnf (6) BB1TP的合成)

對藉由步驟1得到的混合物加入2.1g (6.0mmol) 的6-碘苯並 [b] 萘 並 [1,2-d] 呋 喃 及 85mg (0.20mmol) 的 tBuXphos、4.1g (12mmol) 的碳酸鉀並對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到60℃ 之後加入86mg (0.10mmol) 的 [1,1'-雙 (二苯基膦基) 二茂鐵]二氯化鈹 (II)，然後以120℃ 攪拌15小時。以水、飽和食鹽水對攪拌後得到的混合物進行洗滌並以硫酸鎂進行乾燥。對得到的混合物進行重力過濾並對濾液進行濃縮得到固體。利用高速液體層析法 (HPLC) 對得到固體進行純化，以60%的產率得到1.0g目的物的淡黃色固體。步驟2的合成方案如下式 (D-2) 所示。

【 0484 】



【 0485 】 利用梯度昇華方法對所得到的 0.89g 的固體進行昇華純化。作為該昇華純化，以流量為 15mL/min 導入氬並在壓力為 3.1Pa 的條件下以 410℃ 加熱固體 15 小時。昇華純化後，以 67% 的產率得到 0.59g 的目的物的淡褐色固體。

【 0486 】 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法 (¹H NMR) 的分析結果。

¹H NMR (氯仿 -d , 500MHz) : δ=7.35-7.60 (m 、 14H) 、 7.65-7.77 (m 、 12H) 、 7.84 (d 、 J=8.5Hz 、 1H) 、 7.95-8.09 (m 、 8H) 、 8.39 (d 、 J=8.5Hz 、 1H) 、 8.46-8.50 (m 、 1H) 、 8.68 (t 、 J=8.5Hz 、 2H)

【 0487 】 另外，圖 29A 和圖 29B 示出所得到的固體的 ¹H NMR 譜。另外，圖 29B 是圖 29A 中的 7.0ppm 至 9.0ppm 的範圍的放大圖。由測定結果可知得到了目的物 Bnf (6)

BB1TP。

【0488】另外，利用雷射解吸離子化法（LDI-TOFMS）對獲得的固體的MS光譜進行測定。LDI-TOFMS測定使用由日本電子株式會社製造的超高分解能MALDI-TOFMS系統進行。該測定利用陽離子螺旋模式（positive ion spiral mode）將任意濃度的Bnf（6）BB1TP氯仿溶液滴落到靶材板來進行。將雷射功率設定為40進行200回以上積算的結果，確認到為目的物的質量電荷比 $[M^+]=829.3$ 。由此可知得到了目的物Bnf（6）BB1TP。

【0489】

< Bnf（6）BB1TP的特性 >

接著，圖30示出Bnf（6）BB1TP的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。另外，圖31示出薄膜的吸收光譜和發射光譜。測定方法與上述實施例1相同。

【0490】由圖30可知，Bnf（6）BB1TP的甲苯溶液在367nm附近觀察到吸收峰值，同樣由圖30可知發光波長的峰值在424nm（激發波長366nm）。另外，由圖31可知，Bnf（6）BB1TP的薄膜在374nm、350nm、256nm附近觀察到吸收峰值，同樣由圖31可知，發光波長的峰值在451nm附近（激發波長380nm），並確認到Bnf（6）BB1TP為藍色發光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0491】另外，Bnf（6）BB1TP的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜質。

【0492】接著，利用循環伏安法(CV)計算出Bnf(6) BB1TP的HOMO能階及LUMO能階。計算方法與實施例1相同。

【0493】另外，反復進行CV測量100次，比較第100次測量中的氧化-還原波與第1次測量中的氧化-還原波，來調查化合物的電性穩定性。

【0494】其結果表明：在Bnf(6) BB1TP的氧化電位Ea[V]的測量中，HOMO能階為-5.50eV，而LUMO能階為-2.51eV。另外，根據氧化-還原波的反復測量中的第1次測量與第100次後測量的波形比較，可知在Ea測量中保持了88%的峰強度，在Ec測量中保持了99%的峰強度，Bnf(6) BB1TP的耐氧化及還原性非常高。

【0495】另外，對Bnf(6) BB1TP進行差示掃描量熱測量(DSC測量)。測量方法與之前所示的實施例1相同。由第二次循環的DSC測定結果可知Bnf(6) BB1TP的玻璃轉移溫度為163℃，亦即，其具有非常高的耐熱性。

【0496】此外，進行Bnf(6) BB1TP的熱重量檢測-差熱分析(TG-DTA: Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。測量方法與實施例1同樣。根據熱重-差熱分析結果可知，從熱重測量求得的Bnf(6) BB1TP的重量成為測量開始時的-5%的溫度(分解溫度)為500℃以上，這表示Bnf(6) BB1TP的耐熱性高。

實施例6

【0497】在本實施例中，對根據本發明的一個實施方式的有機化合物之一的N,N-雙[4-（苯並[b]萘並[1,2-d]呋喃-8-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯（簡稱：Bnf（8）BB1TP）（結構式（117））的合成方法及該化合物的物性進行說明。

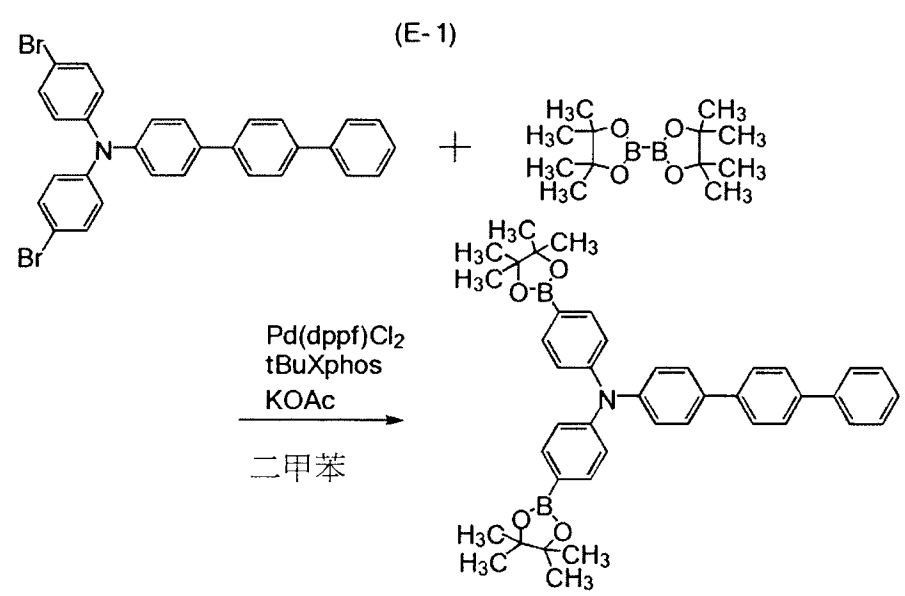
【0498】

<合成例5>

（步驟1：N,N-雙[4-（4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧硼戊環-2-基）苯基]-4-胺基-p-三聯苯的合成）

向200mL的三頸燒瓶倒入0.56g（1.0mmol）的N,N-雙（4-溴苯基）-4-胺基-p-三聯苯、0.52g（2.0mmol）的雙（戊醯）二硼、0.85g（0.20mmol）的2,2,3,3-四級丁基膦-2',4',6'-三異丙基聯苯（簡稱：tBuXphos）及0.39g（4.0mmol）的醋酸鉀之後，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對該混合物加入10mL的二甲苯，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到60℃之後加入87mg（0.10mmol）的[1,1'-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈣(II)，然後以120℃攪拌6個小時。利用薄層層析確認原料消失後進行下一步的反應。步驟1的合成方案如下式（E-1）所示。

【0499】

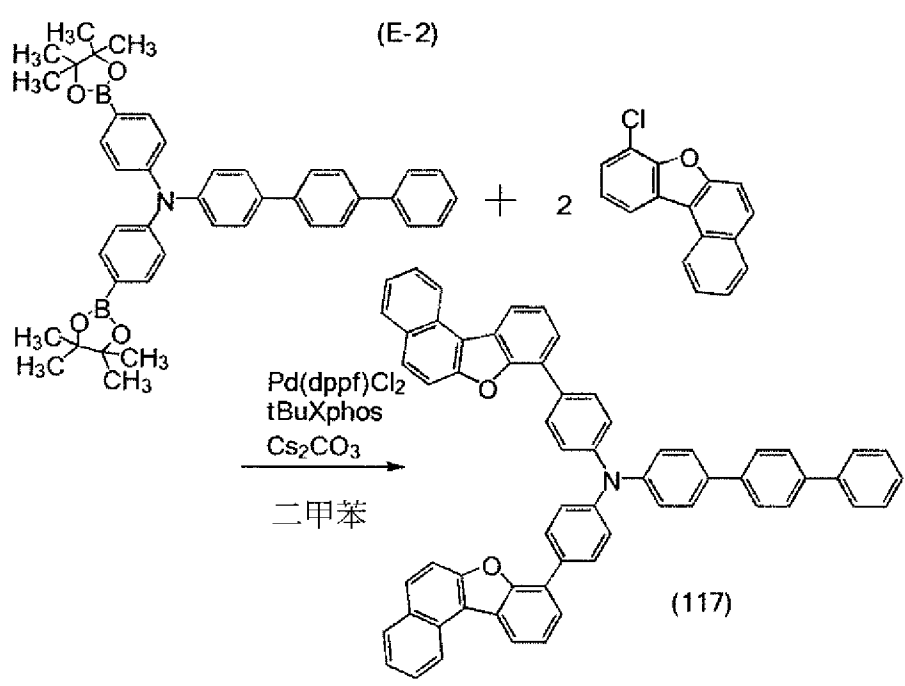


【 0500 】

(步驟 2：Bnf (8) BB1TP的合成)

對藉由步驟 1 得到的混合物加入 0.51g (2.0mmol) 的 8- 氯 苯 並 [b] 萘 並 [1,2-d] 呋 喃 、 83mg (0.20mmol) 的 tBuXphos 及 1.4g (4.0mmol) 的 碳酸 鉀 ， 對 該 混 合 物 進 行 減 壓 脫 氣 ， 將 燒 瓶 內 氛 圍 置 換 為 氮 氣 。 在 將 該 混 合 物 加 熱 到 60℃ 後 加 入 82mg (0.10mmol) 的 [1,1'- 雙 (二 苯 基 膦 基) 二 茂 鐵] 二 氯 化 鈦 (II) ， 然 後 以 120℃ 攪 拌 15 小 時 。 利 用 矽 藻 土 (日 本 和 光 純 藥 工 業 株 式 會 社 、 目 錄 號 碼 ： 537-02305) 、 矽 酸 鎂 (日 本 和 光 純 藥 工 業 株 式 會 社 、 目 錄 號 碼 ： 066-05265) 及 氧 化 鋁 對 攪 拌 後 得 到 的 混 合 物 進 行 過 濾 並 濃 縮 所 得 到 的 濾 液 ， 由 此 得 到 目 的 物 的 淡 黃 色 固 體 。 步 驟 2 的 合 成 方 案 如 下 式 (E-2) 所 示 。

【 0501 】

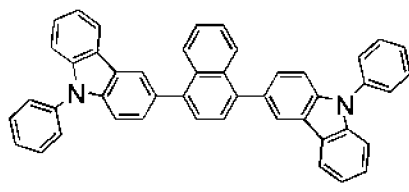


【0502】另外，利用 LDI-TOFMS 對得到的固體的 MS 光譜進行測定。測定方法與實施例 5 相同。藉由上述測定觀察到目的物的質量電荷比的 $[M+] = 829.3$ 。由此可知得到了 Bnf (8) BB1TP。

實施例 7

【0503】在本實施例中，對作為電洞傳輸層 112-b 使用根據本發明的一個實施方式的有機化合物的 Bnf (6) BB1TP 的發光元件進行說明。本實施例中製造的元件結構與實施例 4 相同，所以省略其製造方法的說明。本實施例中製造的元件結構的剖面圖與圖 1B 相同。另外，表 3 示出詳細的元件結構。另外，所使用的化合物的結構及簡稱如下所示。此外，關於其他化合物可以參照上述實施例的記載。

【0504】



PCzN2

【 0505】

[表 3]

	第一電極 (101)	電洞注入層 (111)	電洞傳輸層 (112)			發光層 (113)	電子傳輸層 (114)		電子注入層 (115)	第二電極 (102)
			112-a	112-b	112-c		114-a	114-b		
膜厚 (nm)	70	5	10	10	10	25	15	10	1	200
發光元件4	ITO	HAT-CN	NPB	*	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPA Prn (1:0.03)	cgDB CzPA	NBPhen	LiF	Al
比較發光 元件5	ITO	HAT-CN	NPB	**	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPA Prn (1:0.03)	cgDB CzPA	NBPhen	LiF	Al

*Bnf(6)BB1TP

**DBfBB1TP

【 0506】

< 發光元件的電洞傳輸層 112-c >

在發光元件 4 及比較發光元件 5 的電洞傳輸層 112-b 上作為電洞傳輸層 112-c 蒸鍍 10nm 的 3,3'-（ 蔡 -1,4-二基 ） 雙（ 9-苯基-9H-吡啶 ） （ 簡稱： PCzN2 ） 。

【 0507】

< 發光元件的特性 >

接著，測定上述製造的發光元件 4 及比較發光元件 5 的特性。採用與實施例 4 同樣的方法進行測定。

【 0508】 圖 32 示出發光元件 4 及比較發光元件 5 的電流

效率-亮度特性。圖 33 示出電流密度-電壓特性。圖 34 示出外部量子效率-亮度特性。

【 0509 】 另外，表 4 示出 1000cd/m^2 附近的發光元件 4 及比較發光元件 5 的元件特性。

【 0510 】

[表 4]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE 色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
發光元件 4	3.20	6.87	(0.141, 0.154)	901	14.2	12.9	11.6
比較 發光元件 5	3.10	5.36	(0.140, 0.160)	758	13.1	14.3	12.4

【 0511 】 另外，圖 35 示出以 12.5mA/cm^2 的電流密度使電流流過發光元件 4 及比較發光元件 5 時的電界發射光譜。

【 0512 】 如圖 32、圖 34 及表 4 所示，發光元件 4 及比較發光元件 5 具有高電流效率及外部量子效率。發光元件 4 及比較發光元件 5 的外部量子效率的最大值都為 11% 以上，作為螢光元件具有極優的值。與實施例 4 所記載的發光元件同樣，發光元件 4 及比較發光元件 5 因 TTA 得到理論極限以上的外部量子效率。

【 0513 】 另外，由表 4 可知，發光元件 4 及比較發光元件 5 在 1000cd/m^2 附近的驅動電壓都為 3.2V 以下而具有良好的功率效率。

【 0514 】 另外，由圖 35 可知，發光元件 4、比較發光元件 5 的發射光譜在 465nm 附近具有光譜峰值，半峰全寬為 35nm 左右，發光元件 4、比較發光元件 5 呈現良好的藍

色發光。

【 0515】

<發光元件的可靠性>

接著，在2mA定電流下對發光元件4、比較發光元件5進行驅動測試。結果如圖36所示。由圖36可知，發光元件4的LT₉₀（亮度10%減少時間）超過100小時而具有良好的可靠性。另外，由圖36可知，發光元件4比比較發光元件5具有更高的可靠性。由此可知，與二苯並呋喃骨架相比苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃骨架能夠獲得更高的可靠性。

【符號說明】

【 0516】

- 50:黏合層
- 51:黏合層
- 52:黏合層
- 100:發光元件
- 101:電極
- 102:電極
- 103:EL層
- 110:發光元件
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 112-a:電洞傳輸層
- 112-b:電洞傳輸層

112-c:電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

114-a:電子傳輸層

114-b:電子傳輸層

115:電子注入層

120:發光元件

121:主體材料

122:客體材料

131:電洞注入材料

132:電洞傳輸材料

133:電洞傳輸材料

134:電洞傳輸材料

135:主體材料

136:客體材料

160:發光層

201:樹脂層

202:樹脂層

300:顯示裝置

311:電極

311b:電極

340:液晶元件

351:基板

360:發光元件

360b:發光元件

360g:發光元件

360r:發光元件

360w:發光元件

361:基板

362:顯示部

364:電路部

365:佈線

366:電路部

367:佈線

372:FPC

373:IC

374:FPC

375:IC

400:顯示裝置

401:電晶體

402:電晶體

403:電晶體

404:發光元件

405:電容元件

406:連接部

410:圖元

411:絕緣層

412:絕緣層

413:絕緣層
414:絕緣層
415:絕緣層
416:間隔物
417:黏合層
419:連接層
421:電極
422:EL層
423:電極
424:光學調整層
425:彩色層
426:遮光層
451:開口
471:基板
472:基板
476:絕緣層
478:絕緣層
501:電晶體
502:電極
503:電晶體
505:電容元件
506:連接部
510:電極
511:絕緣層

512:絕緣層
513:絕緣層
514:絕緣層
517:黏合層
519:連接層
521:發光單元
522:發光單元
523:電荷產生層
529:液晶元件
543:連接器
562:電極
563:液晶
564a:配向膜
564b:配向膜
572:基板
576:絕緣層
578:絕緣層
599:偏光板
600A:ALS型號
601:源極側驅動電路
602:圖元部
603:閘極側驅動電路
604:密封基板
605:密封劑

607:空間
608:佈線
610:元件基板
611:開關用 TFT
612:電流控制用
613:電極
614:絕緣物
616:EL層
617:電極
618:發光元件
623:n通道型 TFT
624:p通道型 TFT
700:顯示面板
701:樹脂層
702:樹脂層
800:顯示面板
901:外殼
902:液晶層
903:背光源
904:外殼
905:驅動器 IC
906:端子
920:FS
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

1025B:下部電極

1024B:電極

1025G:下部電極

1024G:電極

1025R:下部電極

1024R:電極

1026: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

1036:覆蓋層

1037:層間絕緣膜

1040:圖元部

1041:驅動電路部

1042:周邊部

2001:外殼

2002:光源

3001:照明設備

3002:顯示裝置

5000:顯示區域

5001:顯示區域

5002:顯示區域

5003:顯示區域

5004:顯示區域

5005:顯示區域

7101:外殼

7103:顯示部

7105:支架

7107:顯示部

7109:操作鍵

7110:遙控器

7201:主體

7202:外殼

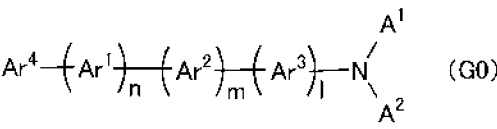
7203:顯示部

7204:鍵盤

7205:外部連接埠
7206:指向裝置
7301:外殼
7302:外殼
7303:連結部
7304:顯示部
7305:顯示部
7306:揚聲器部
7307:記錄介質插入部分
7308:LED燈
7309:操作鍵
7310:連接端子
7311:感測器
7312:麥克風
7400:行動電話機
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

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種由通式 (G0) 表示的有機化合物，



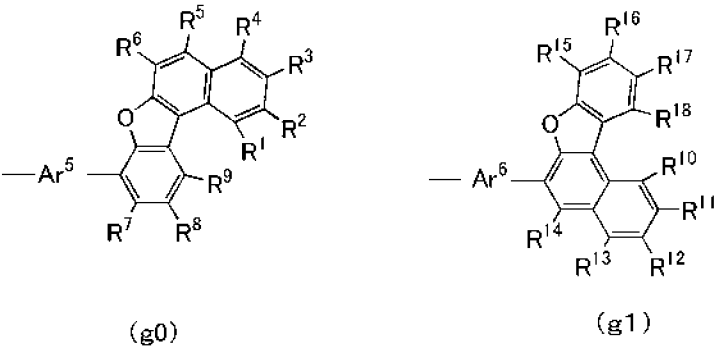
其中 Ar¹、Ar²和 Ar³分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基，

其中 Ar⁴表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基，

其中 n、m和 l 分別獨立地表示 0 或 1 的整數，

其中 A¹表示通式 (g0) 或通式 (g1)，

其中 A²表示通式 (g0) 或通式 (g1)，



其中 Ar⁵和 Ar⁶分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 13 的二價芳烴基，

其中 R¹至 R⁵、R⁷至 R¹⁴、和 R¹⁶至 R¹⁸分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數 1 至 6 的鹵代烷基、及取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基中的任一者，及

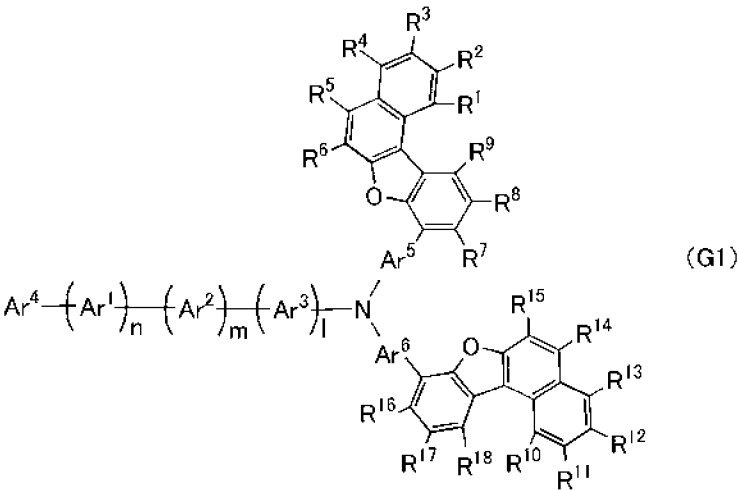
其中 R^6 和 R^{15} 分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、和碳原子數 1 至 6 的鹵代烷基中的任一者。

【請求項 2】根據請求項 1 之有機化合物，
其中 R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫。

【請求項 3】根據請求項 1 之有機化合物，
其中 Ar^5 和 Ar^6 表示取代或未取代的對-伸苯基。

【請求項 4】根據請求項 1 之有機化合物，
其中 Ar^5 和 Ar^6 表示未取代的對-伸苯基。

【請求項 5】一種由通式 (G1) 表示的有機化合物，



其中 Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^5 、和 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的二價芳烴基，

其中 Ar^4 表示取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基，

其中 n、m 和 l 分別獨立地表示 0 或 1 的整數，

其中 R^1 至 R^5 、 R^7 至 R^{14} 、和 R^{16} 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原

子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數 1 至 6 的鹵代烷基、及取代或未取代的碳原子數 6 至 25 的芳烴基中的任一者，及

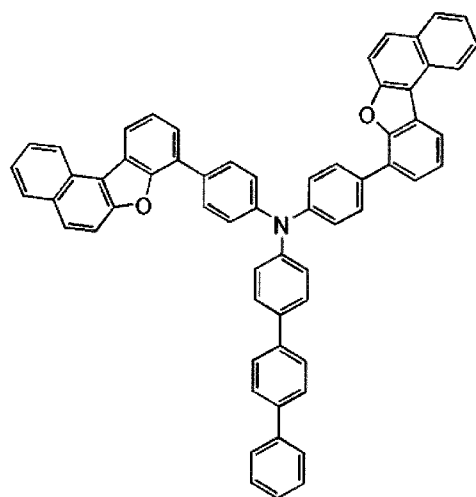
其中 R^6 和 R^{15} 分別獨立地表示氫、碳原子數 1 至 6 的烴基、碳原子數 3 至 6 的環烴基、碳原子數 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、和碳原子數 1 至 6 的鹵代烷基中的任一者。

【請求項 6】根據請求項 5 之有機化合物，
其中 R^1 至 R^{18} 分別獨立地表示氫。

【請求項 7】根據請求項 5 之有機化合物，
其中 Ar^5 和 Ar^6 表示取代或未取代的對-伸苯基。

【請求項 8】根據請求項 5 之有機化合物，
其中 Ar^5 和 Ar^6 表示未取代的對-伸苯基。

【請求項 9】根據請求項 5 之有機化合物，
其中通式 (G1) 係如結構式 (117) 表示，



(117)

【請求項 10】一種發光元件，其包括：
陽極；

陰極；以及

電致發光層，

其中該電致發光層位於該陽極與該陰極之間，及

其中該電致發光層包含請求項 1 或 5 之有機化合物。

【發明圖式】

圖 1A

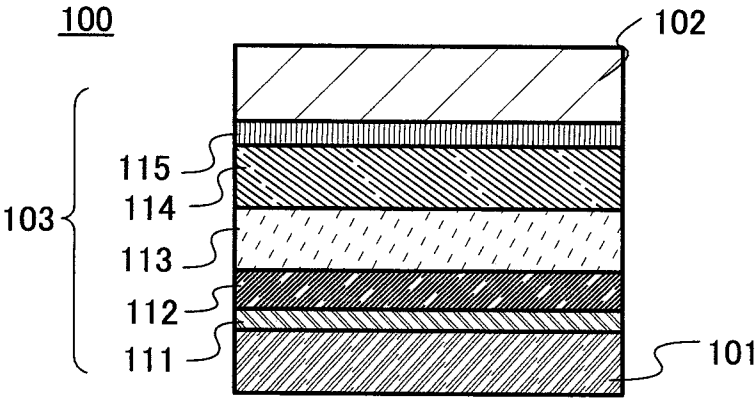


圖 1B

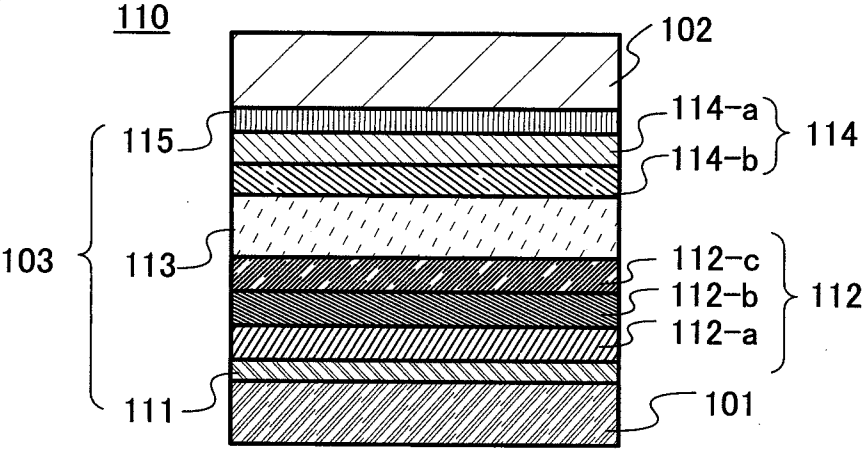


圖 1C

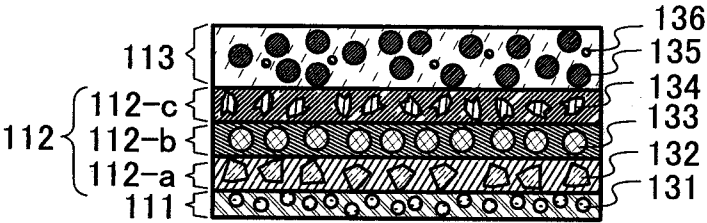


圖 1D

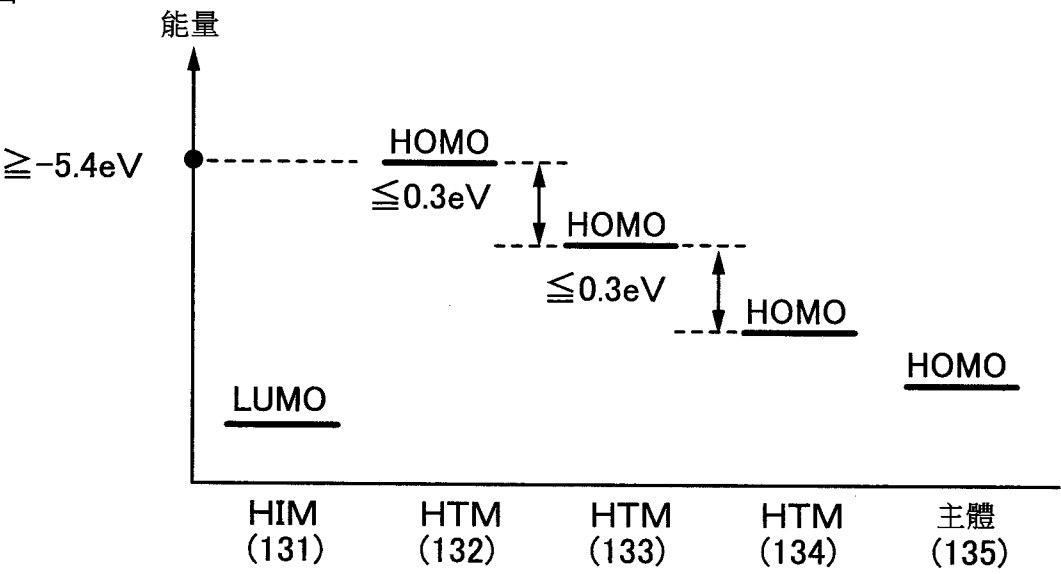


圖 2A

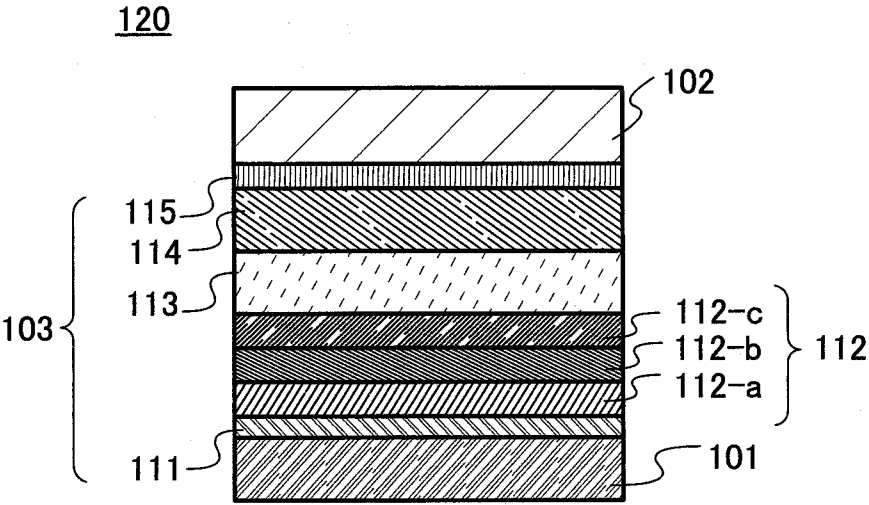


圖 2B

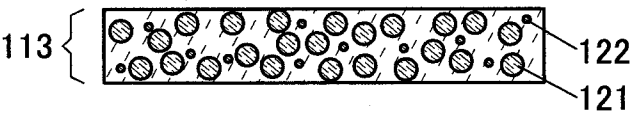


圖 2C

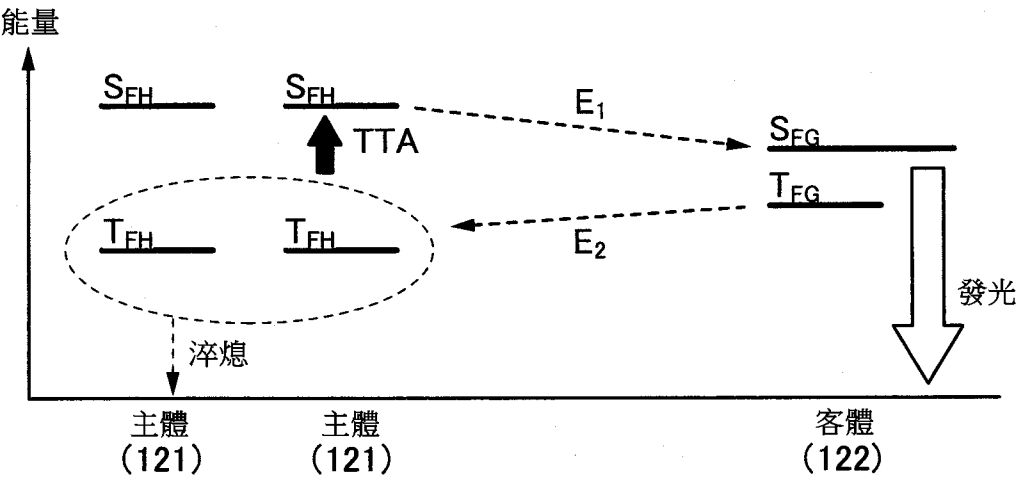


圖 3

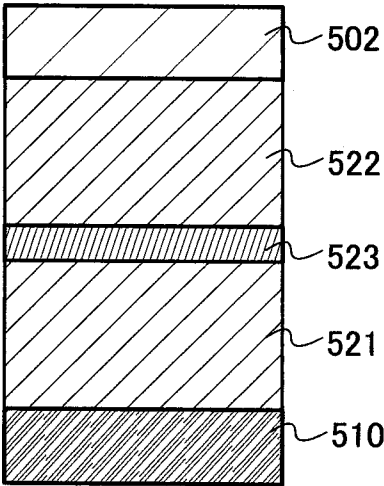


圖 4A

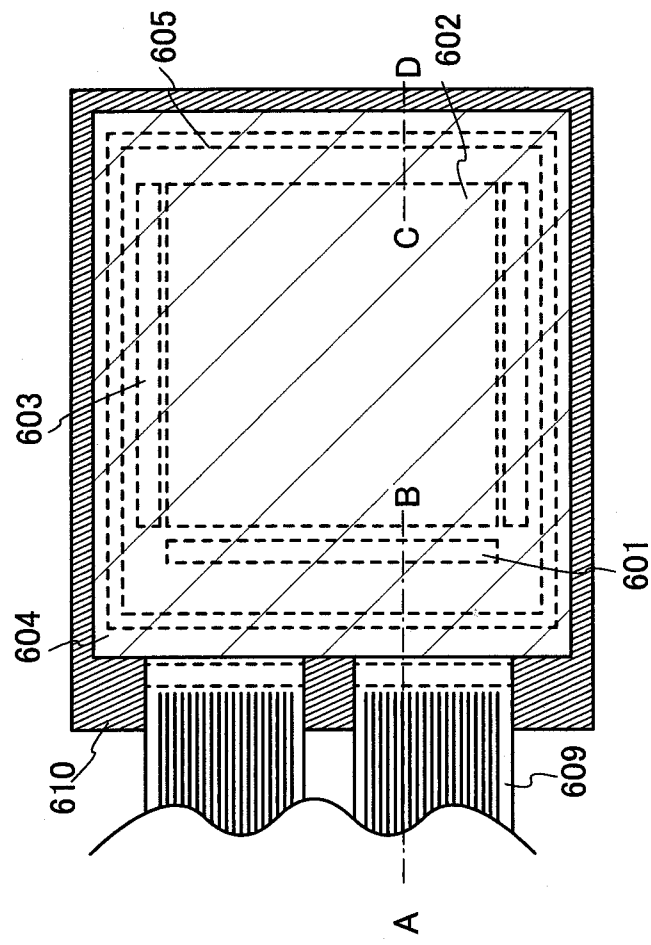


圖 4B

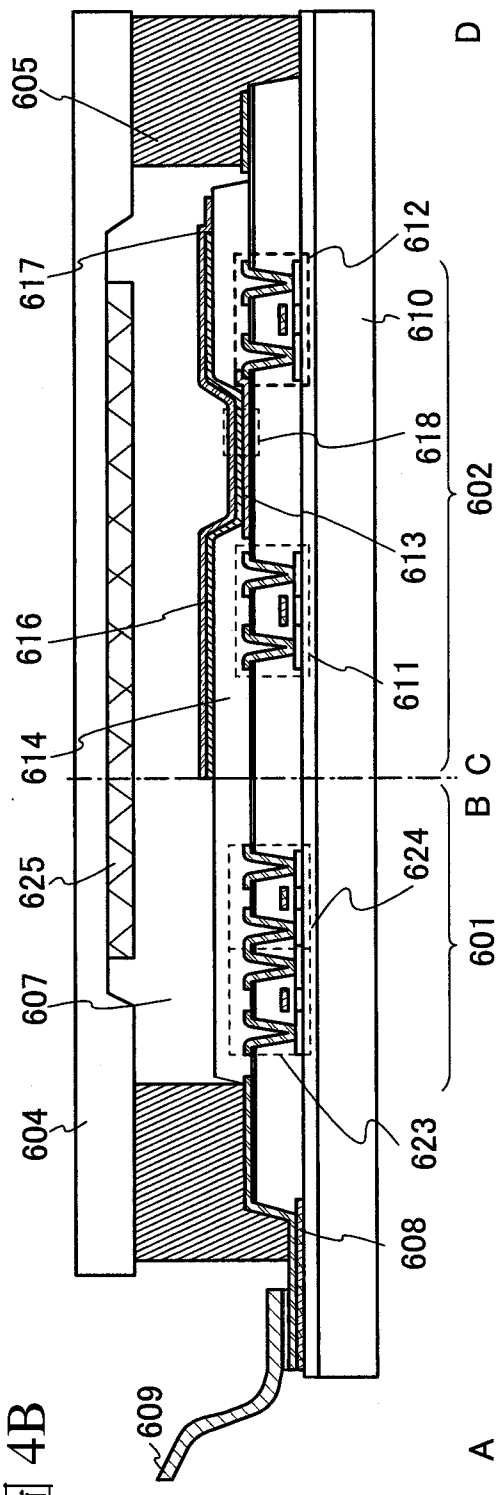


圖 5A

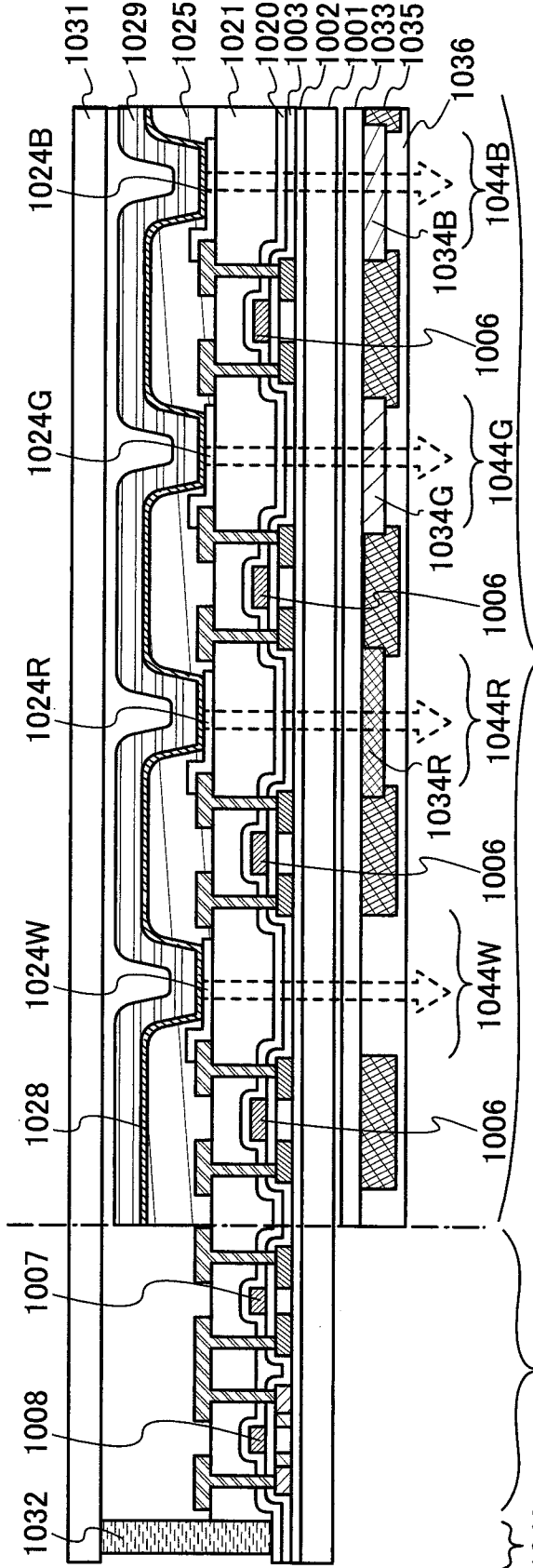
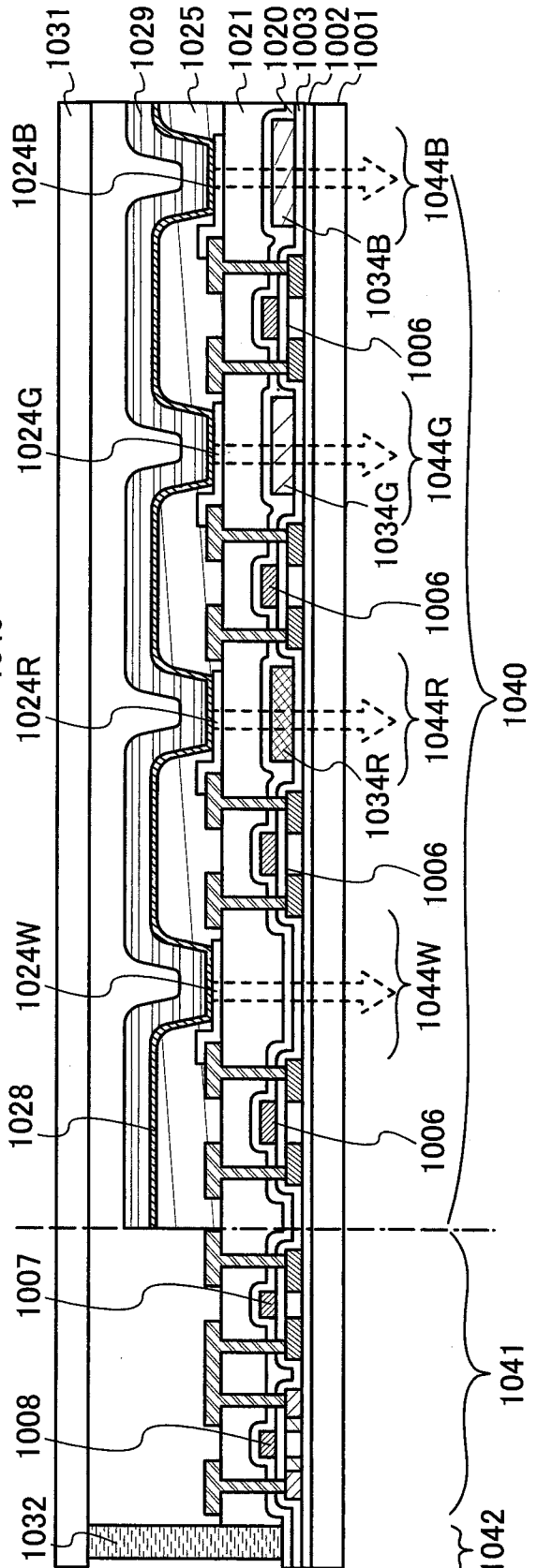


圖 5B



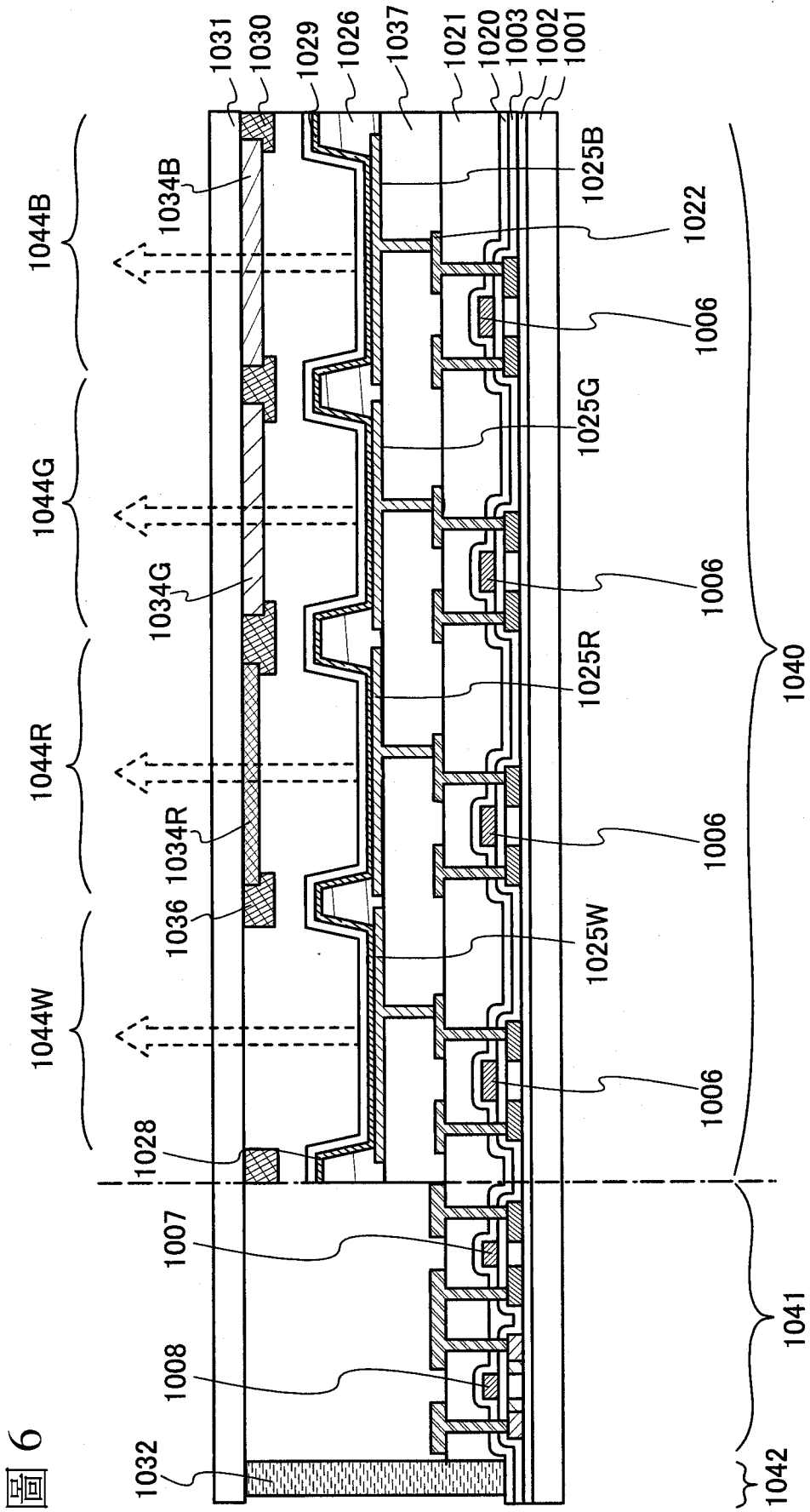


圖 6

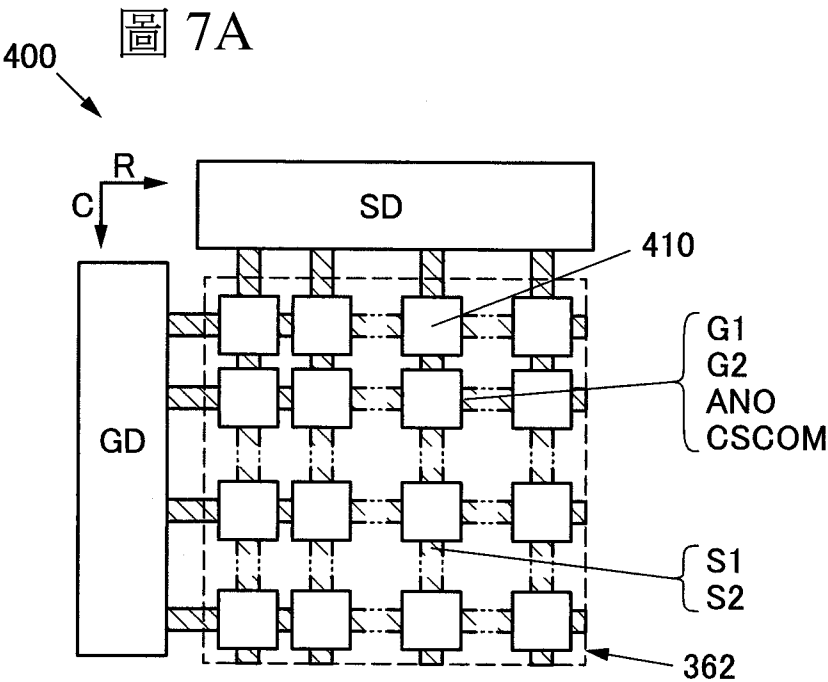


圖 7B1

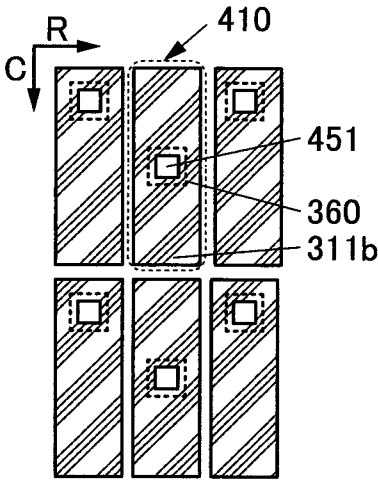


圖 7B2

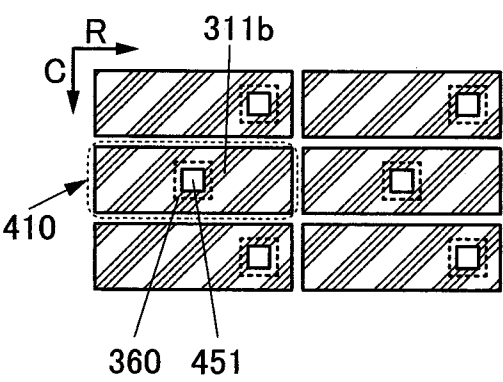


圖 8

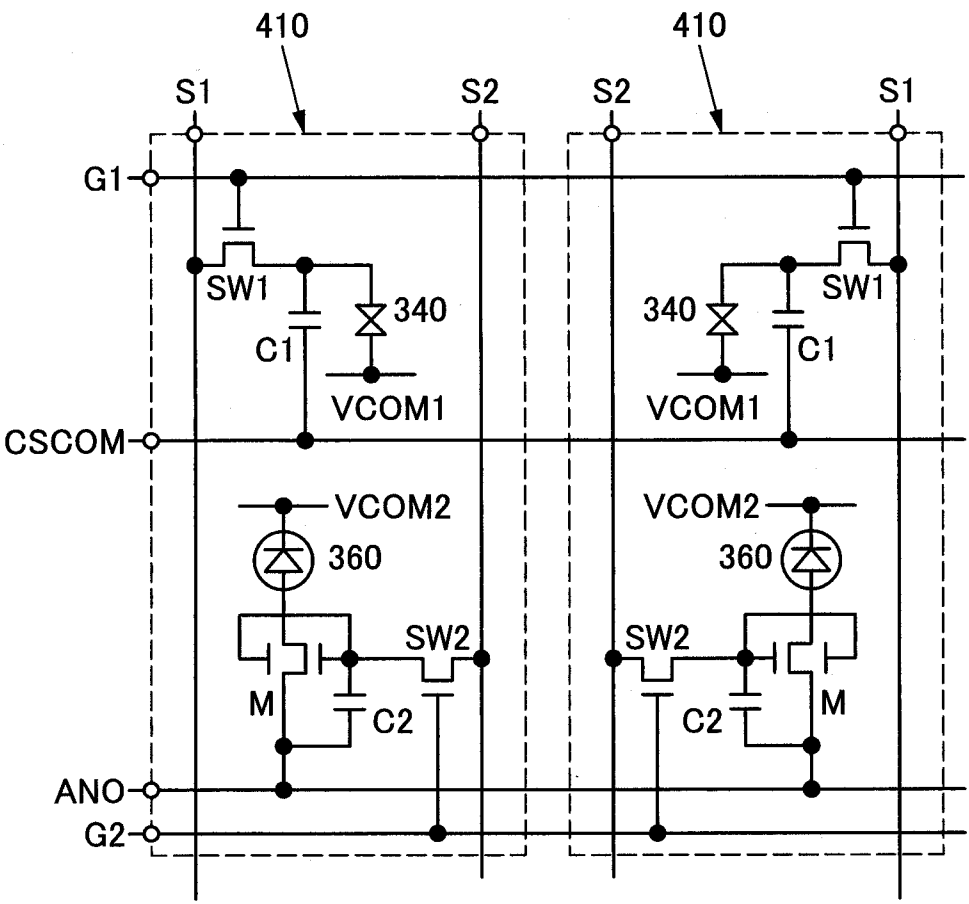


圖 9A

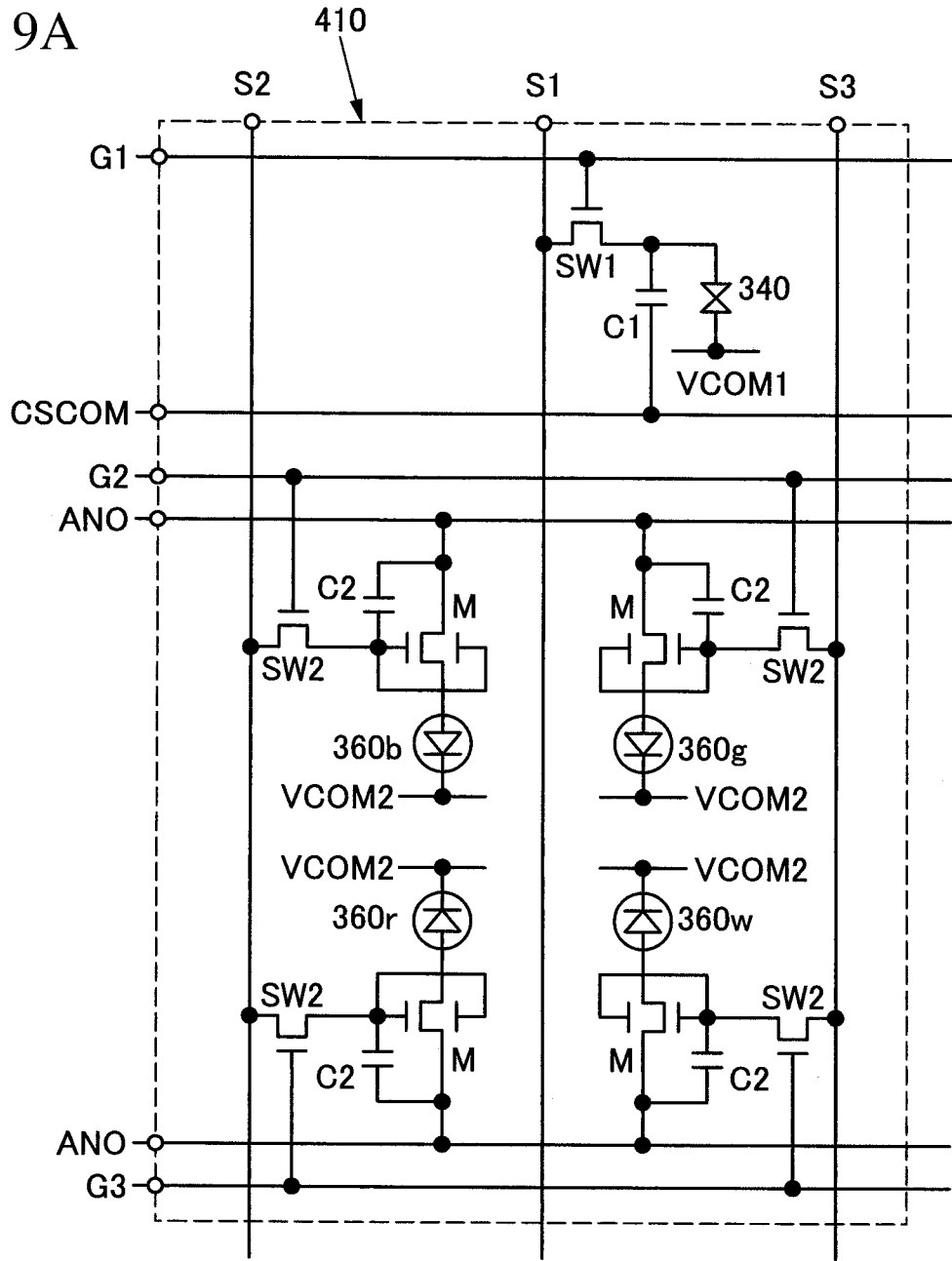
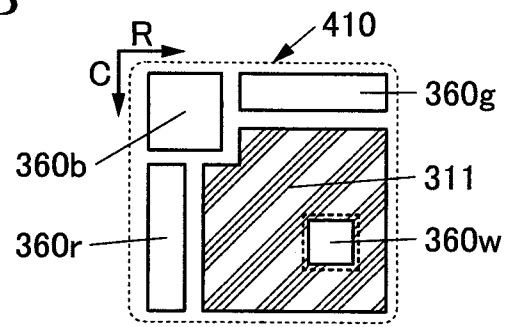


圖 9B



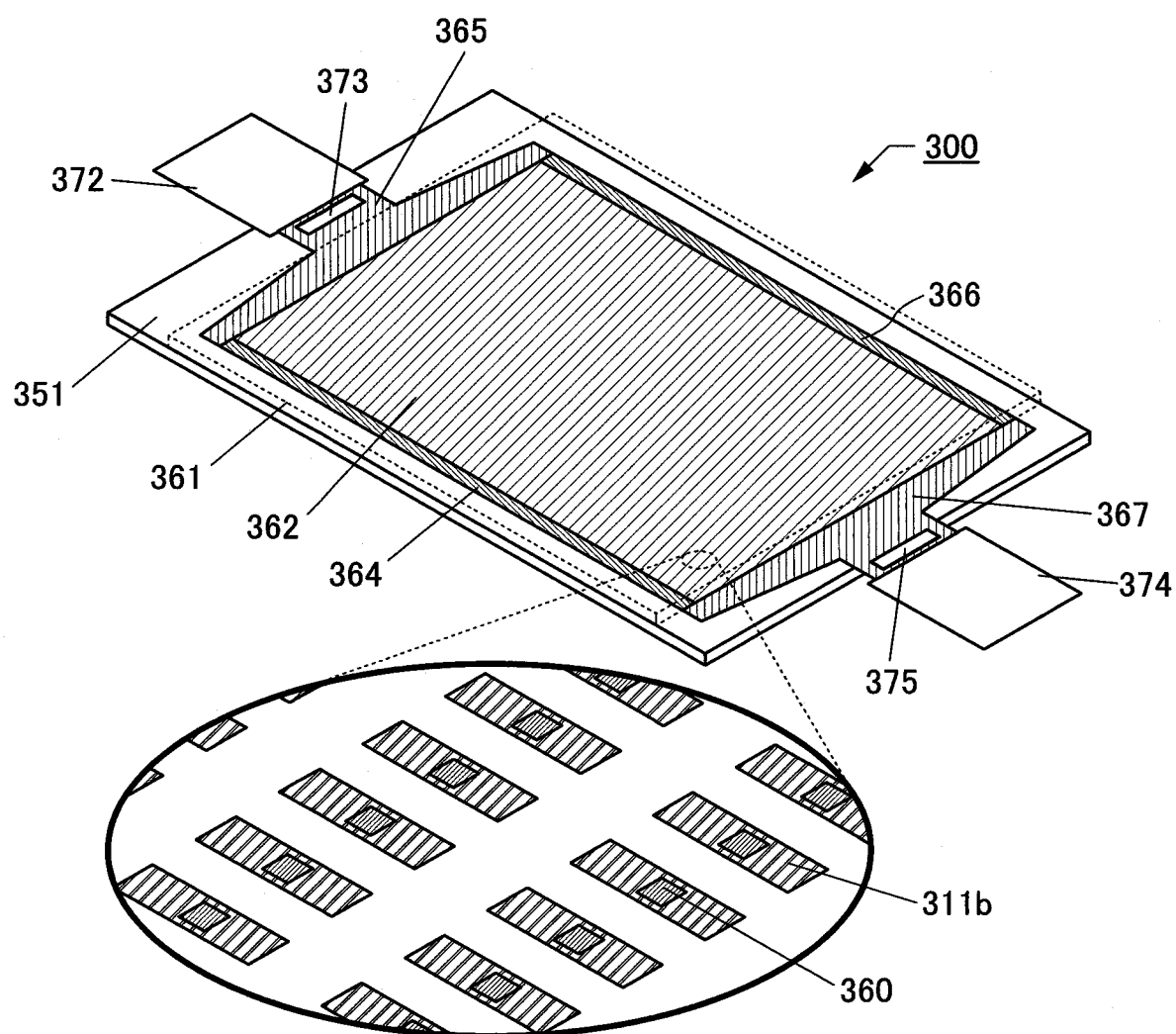


圖 11

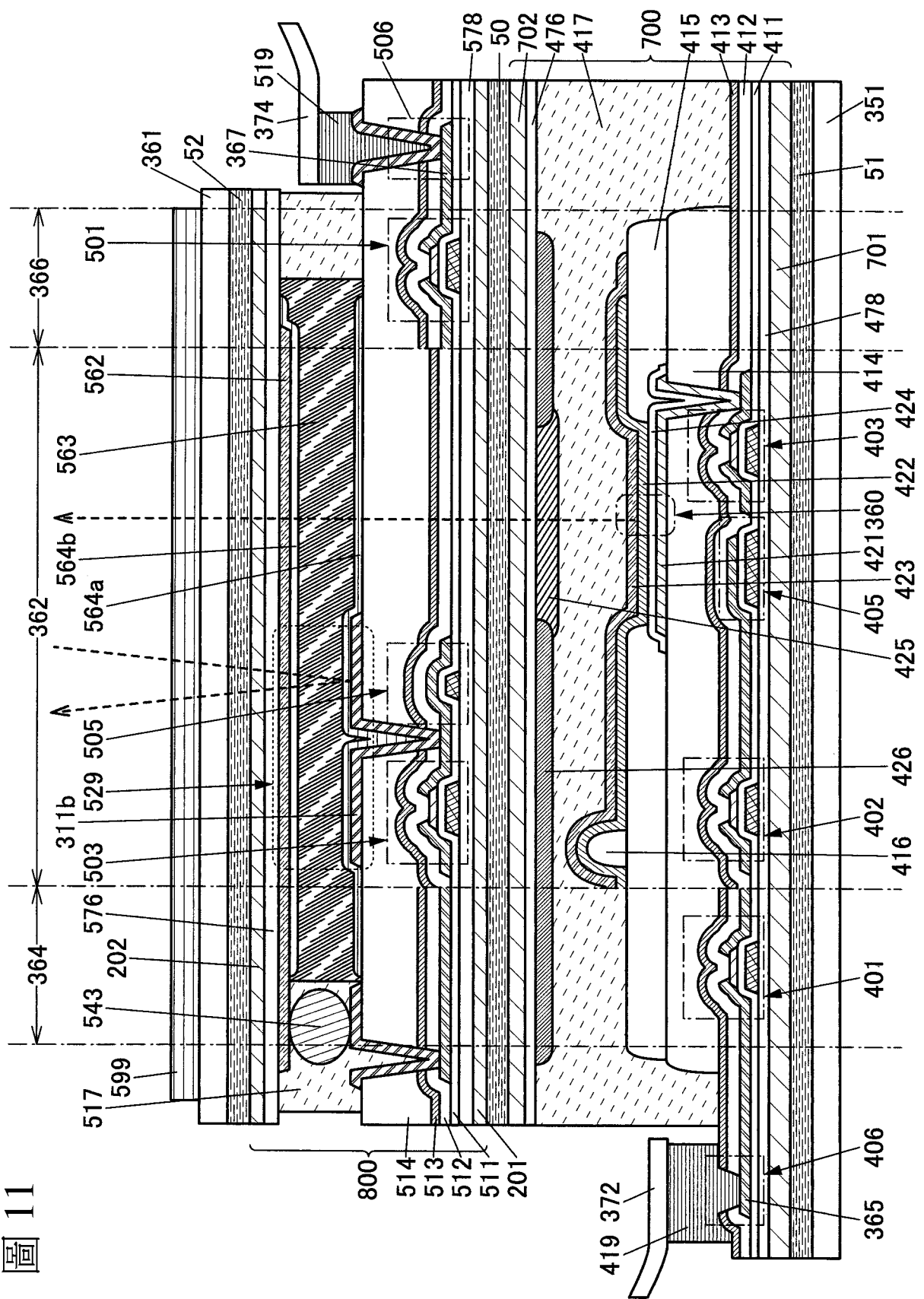


圖 12A

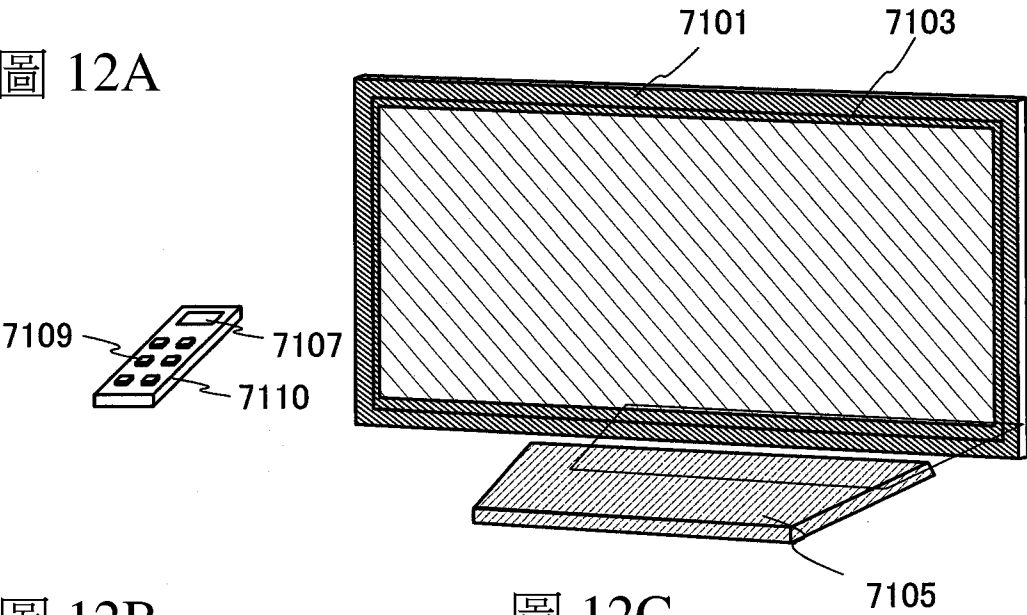


圖 12B

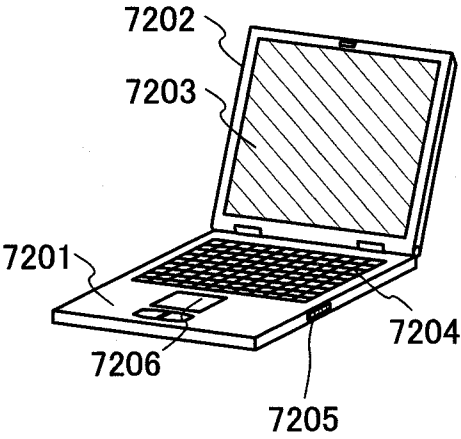


圖 12C

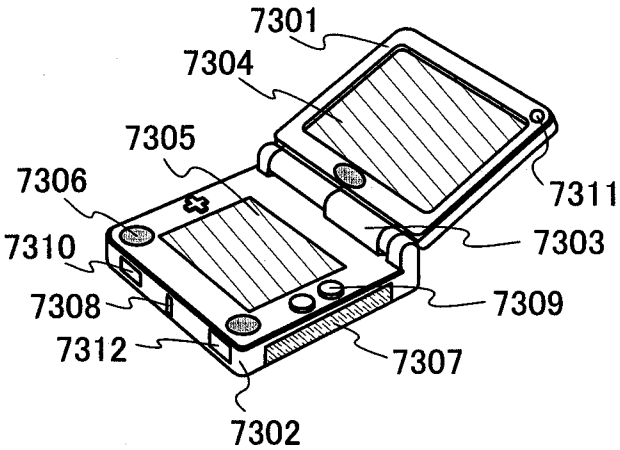


圖 12D

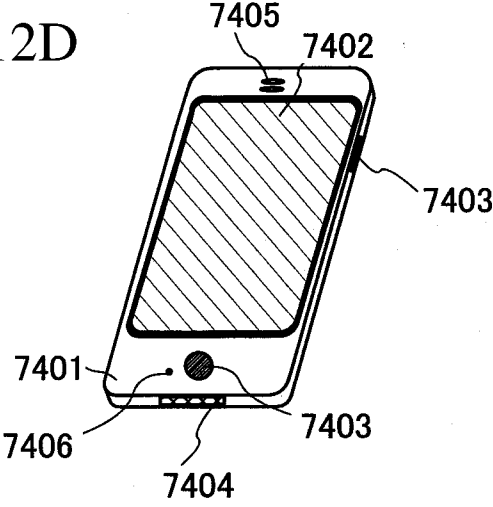


圖 13

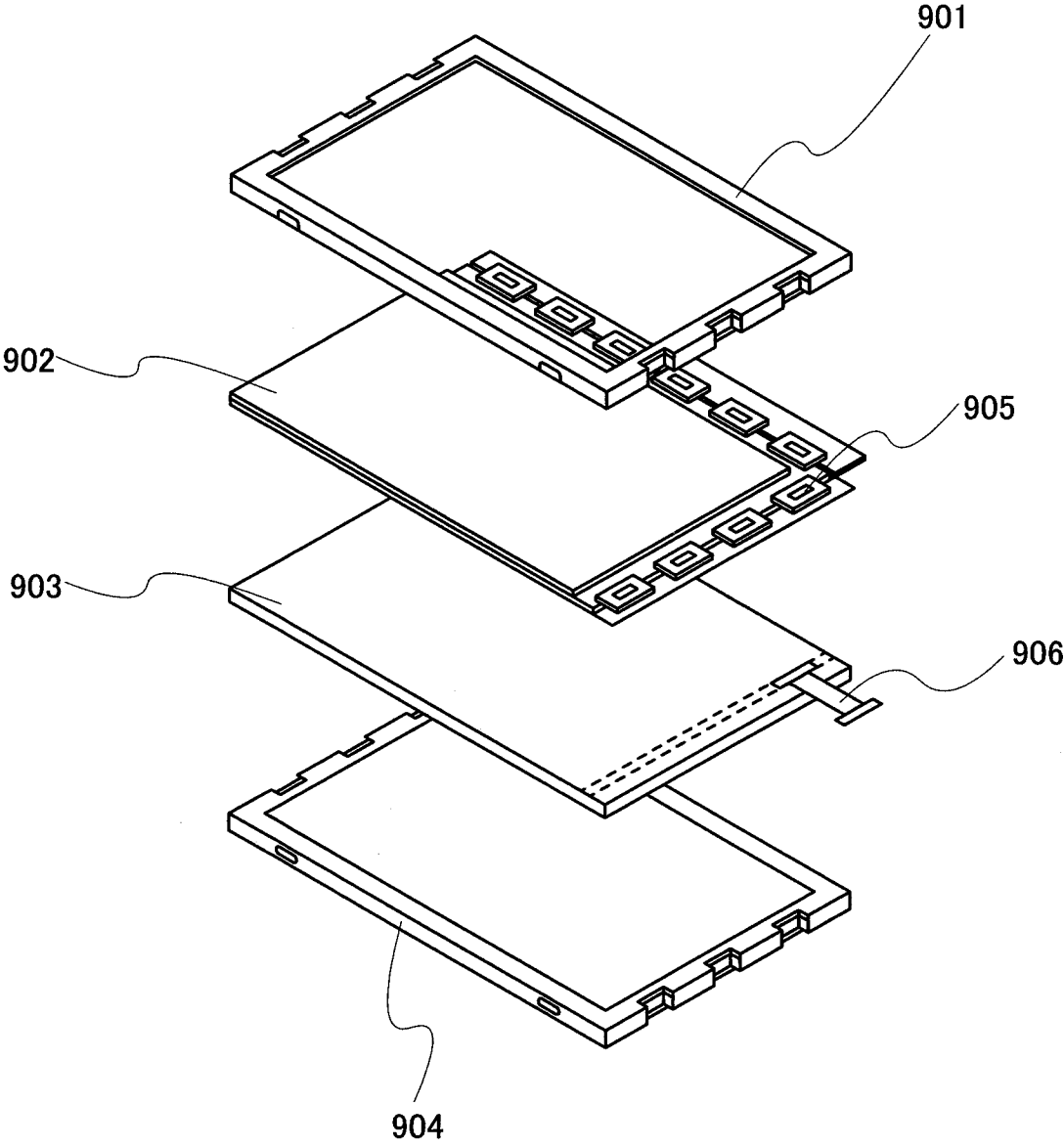


圖 14

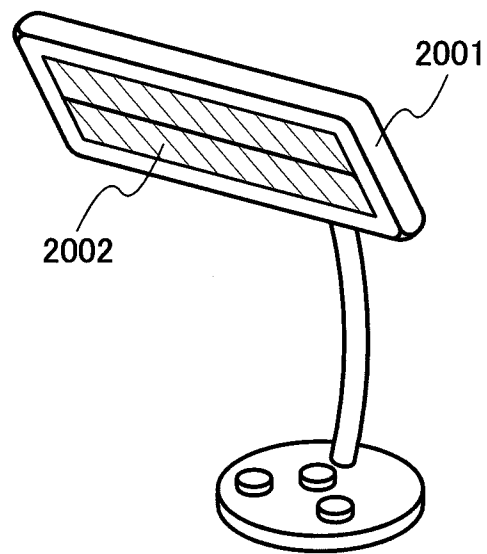


圖 15

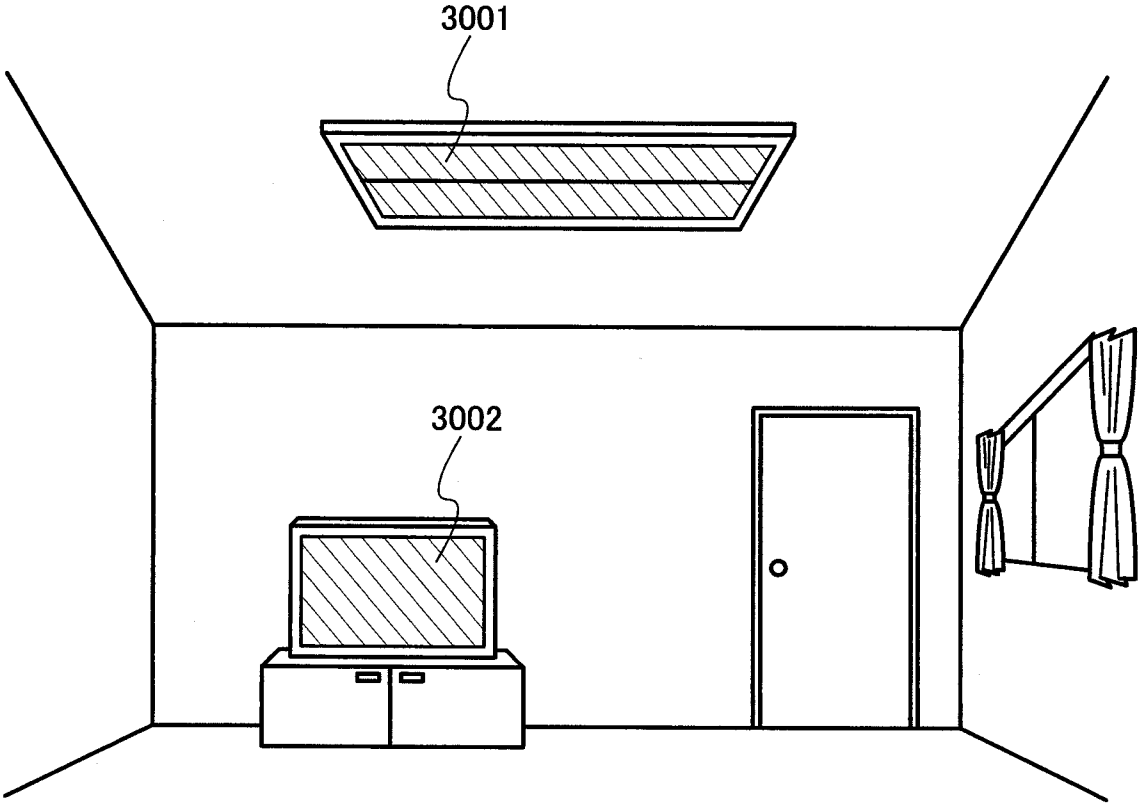


圖 16

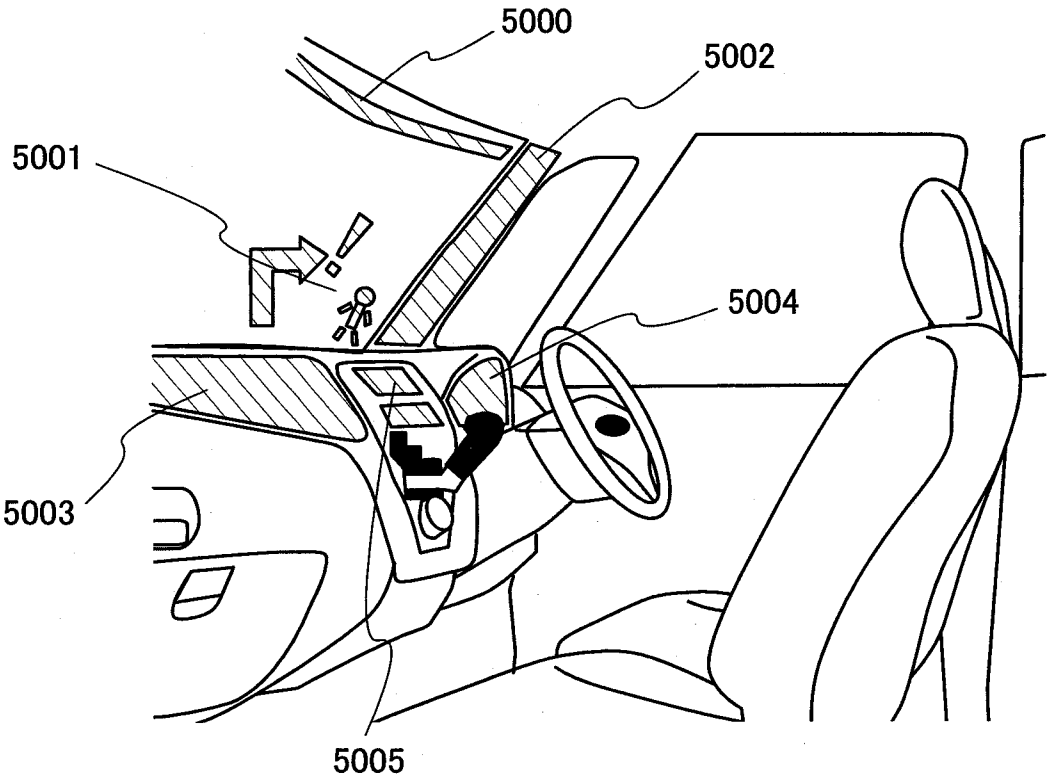


圖 17A

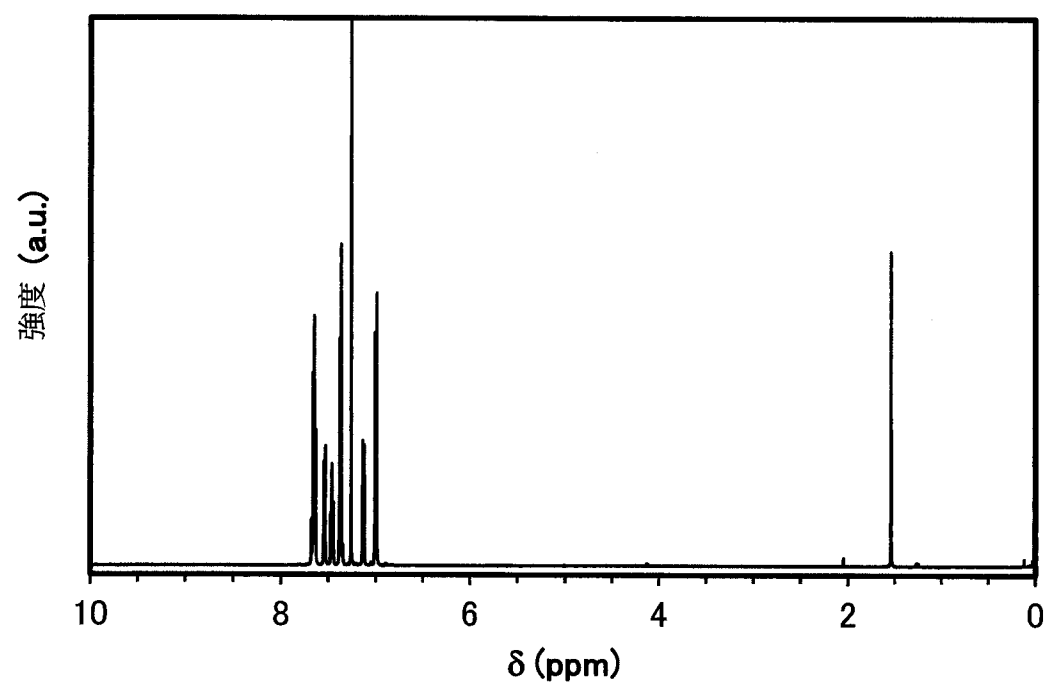


圖 17B

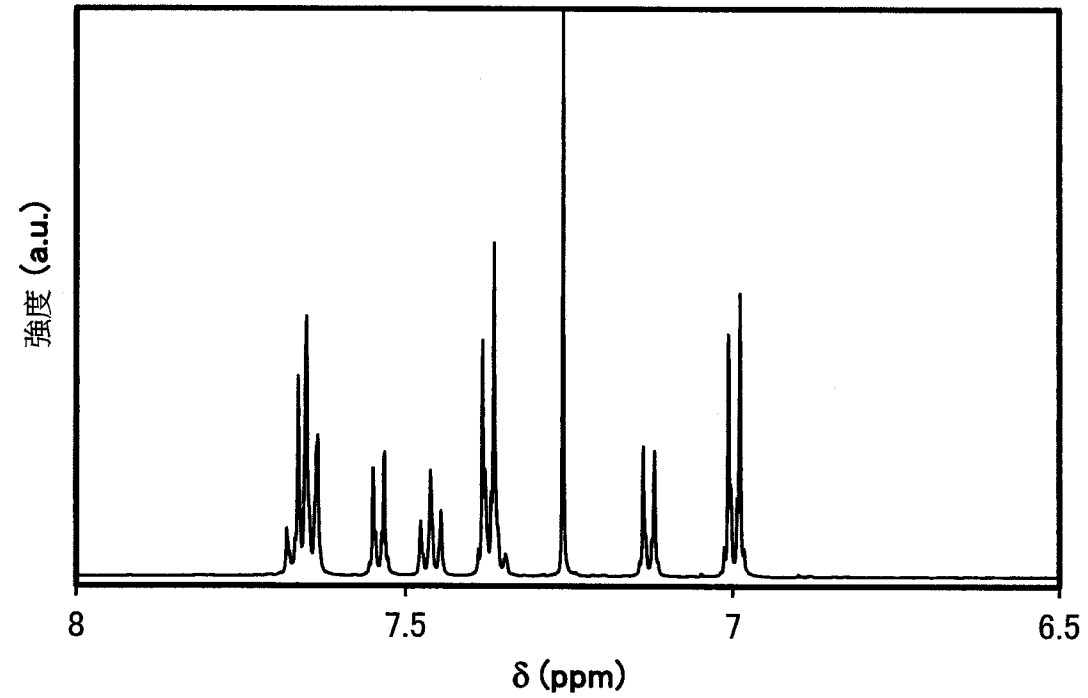


圖 18A

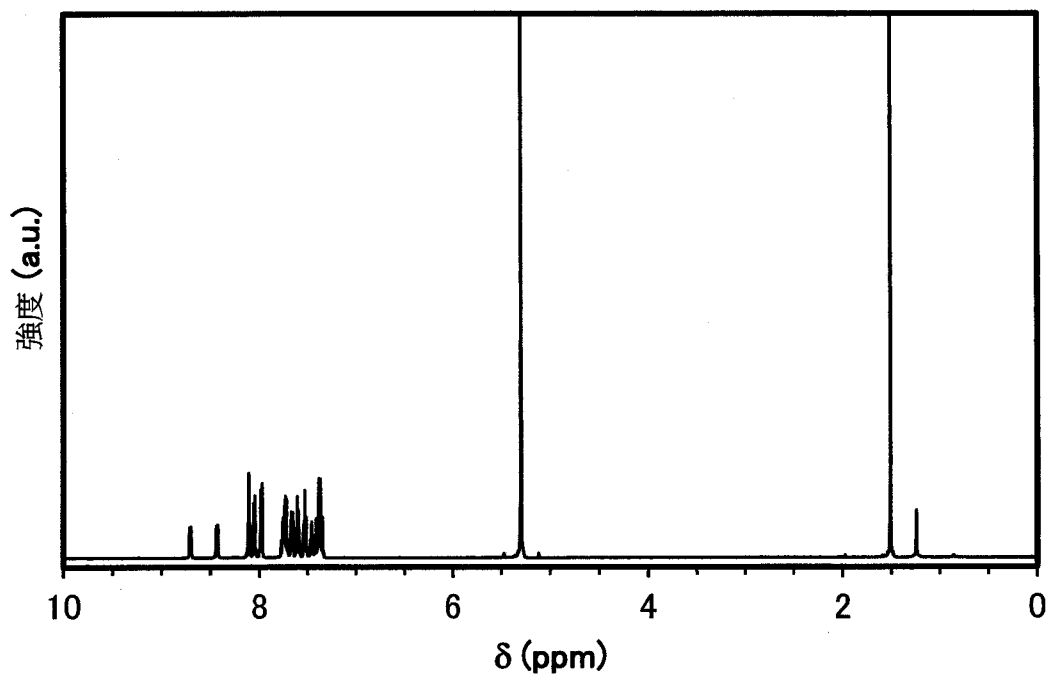


圖 18B

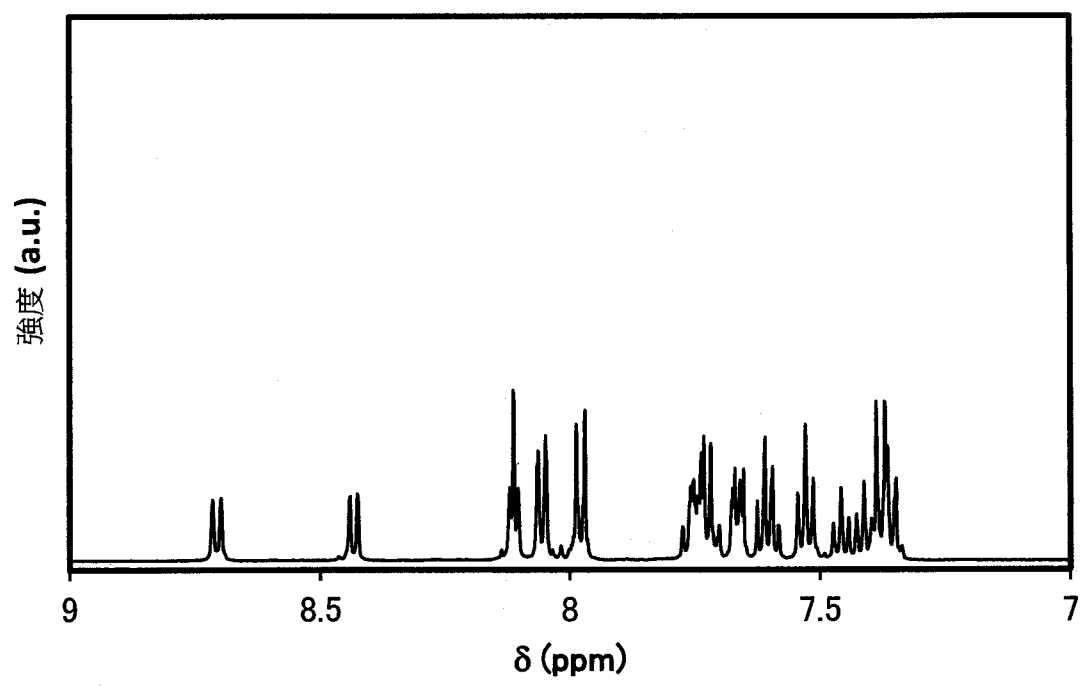


圖 19

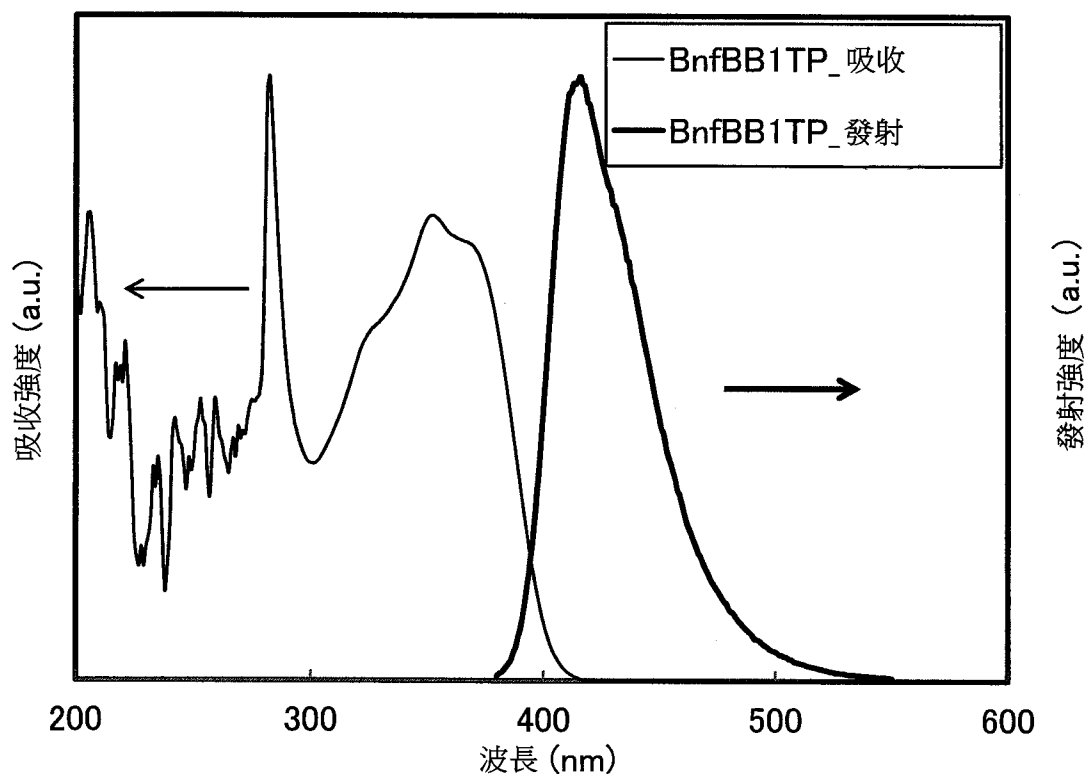


圖 20

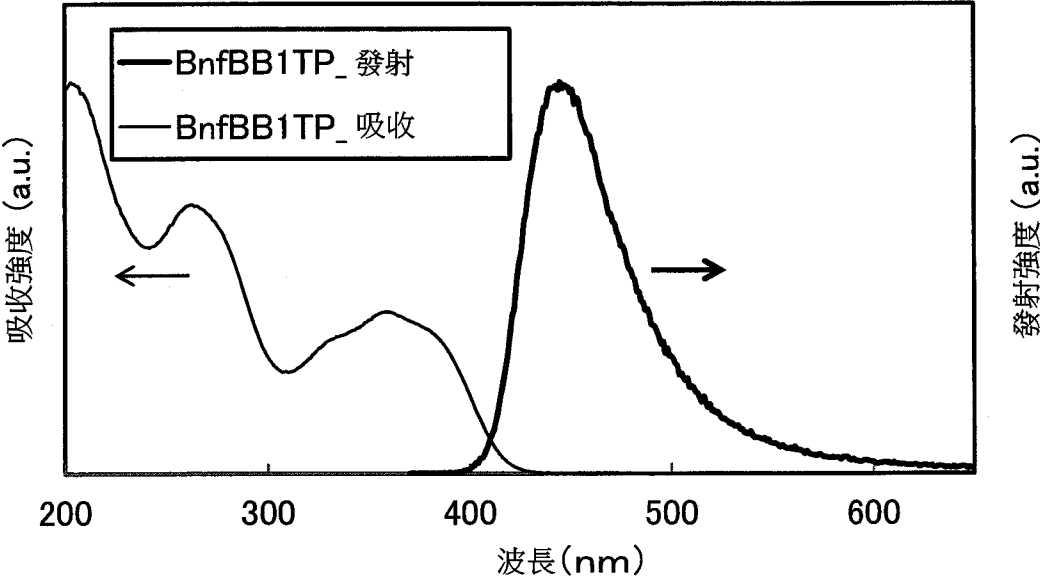


圖 21A

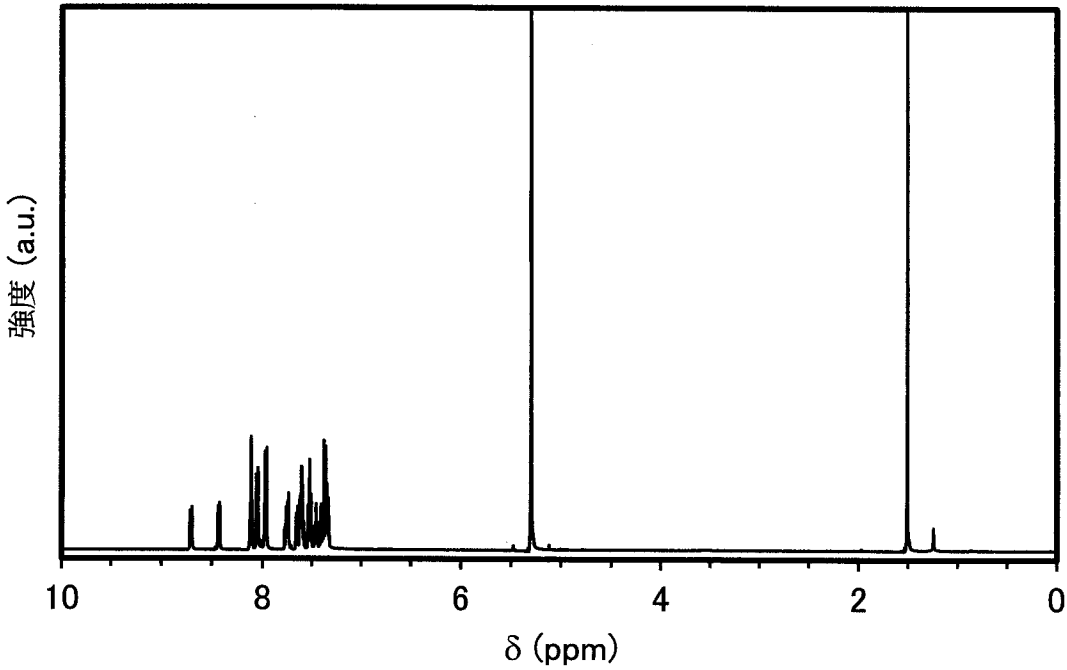


圖 21B

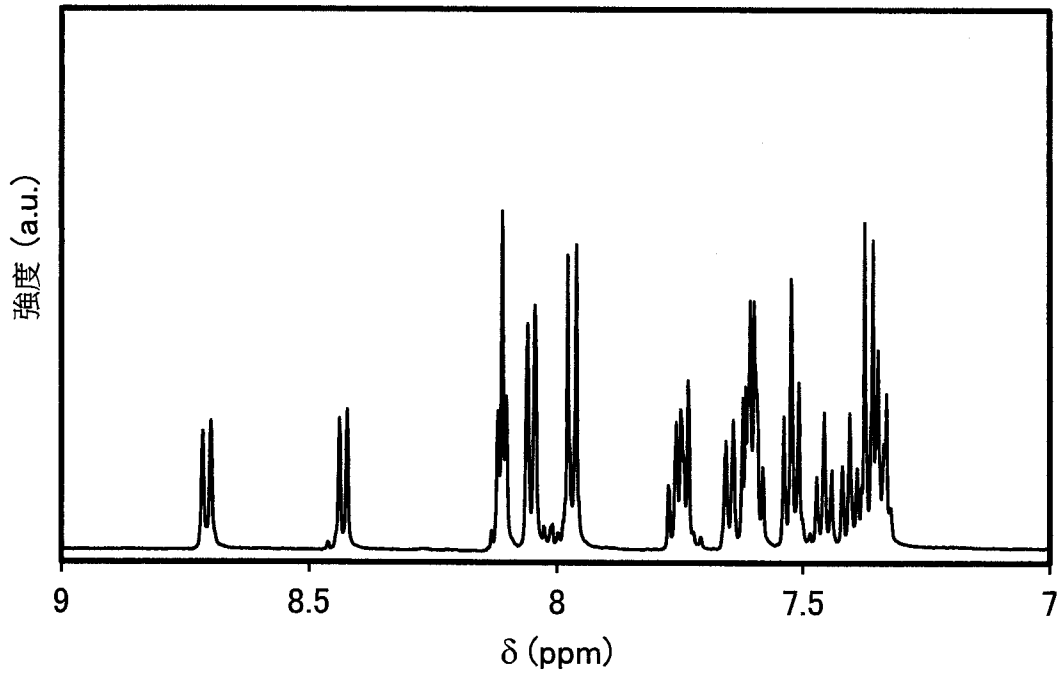


圖 22

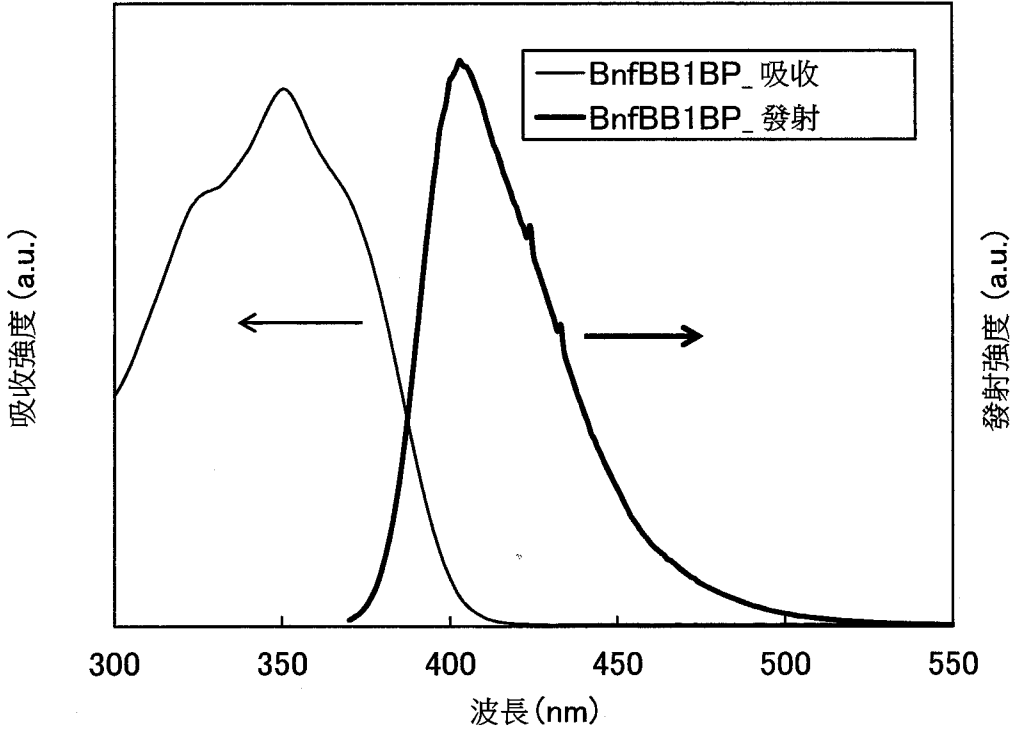


圖 23

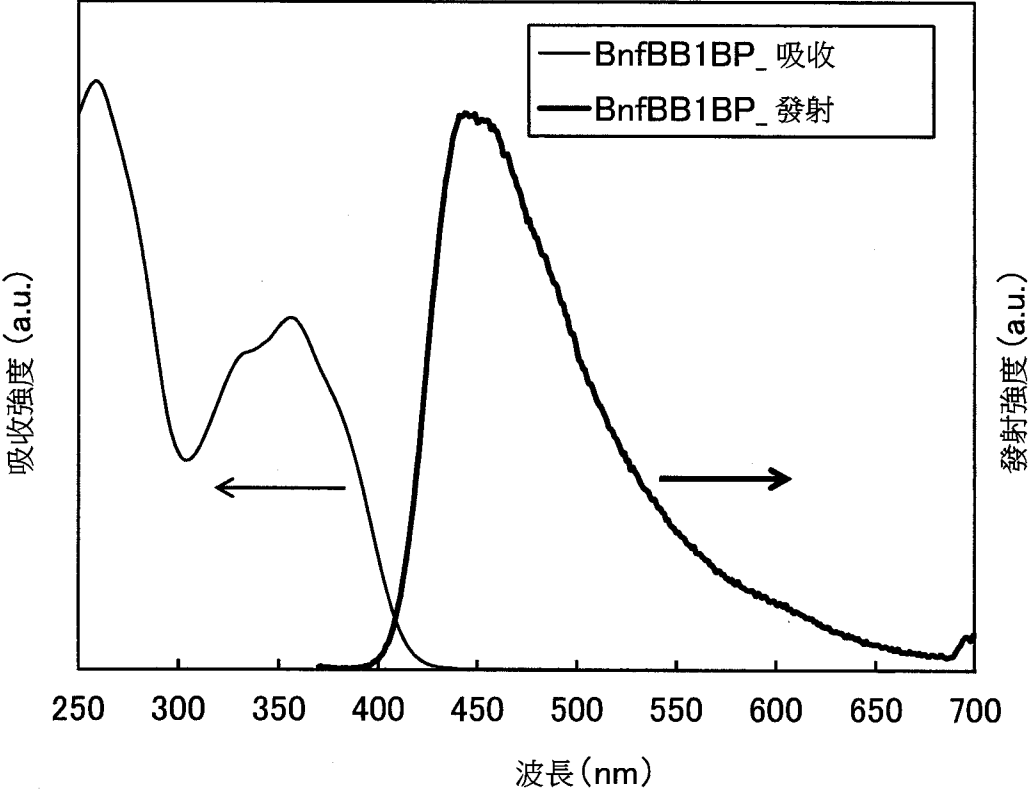


圖 24

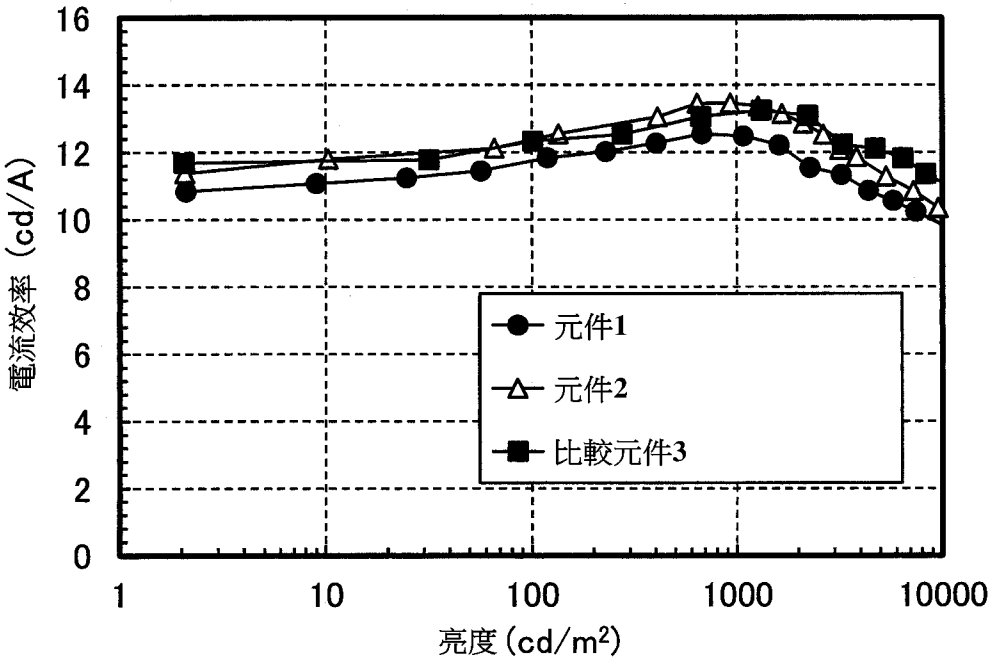


圖 25

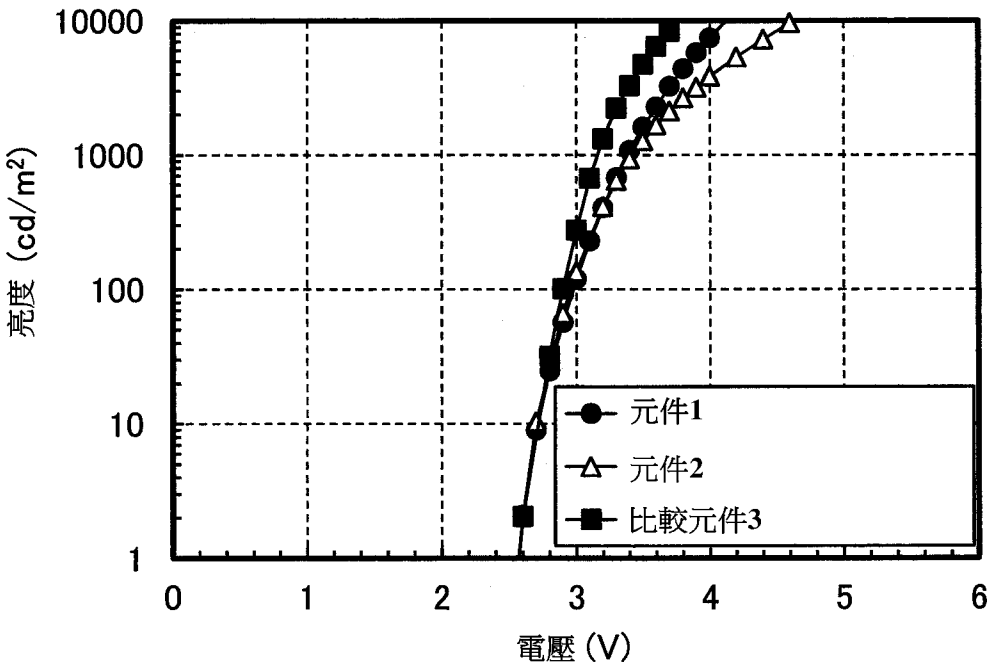


圖 26

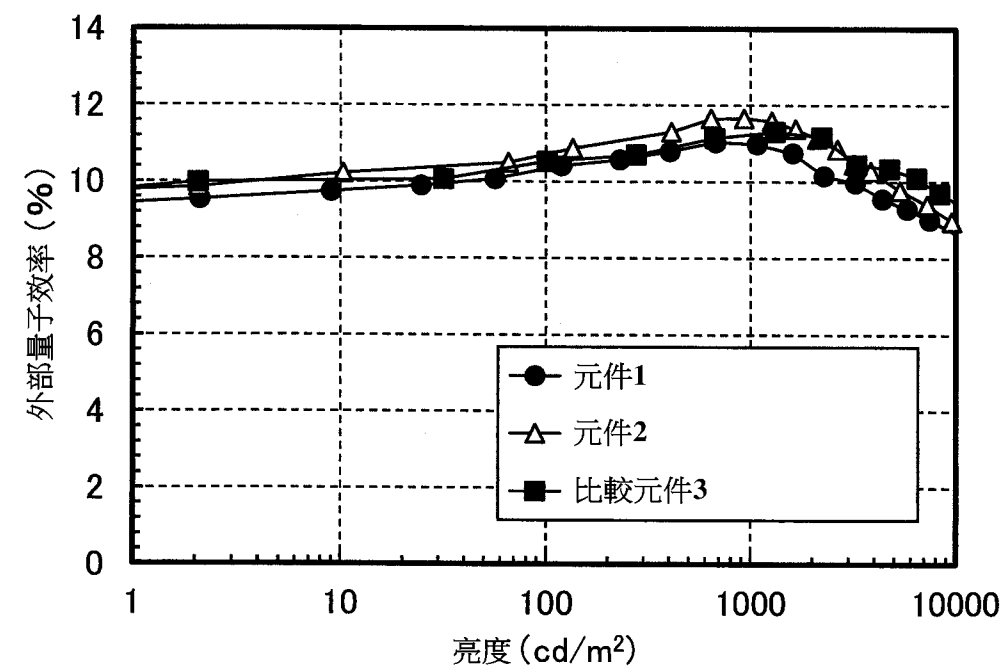


圖 27

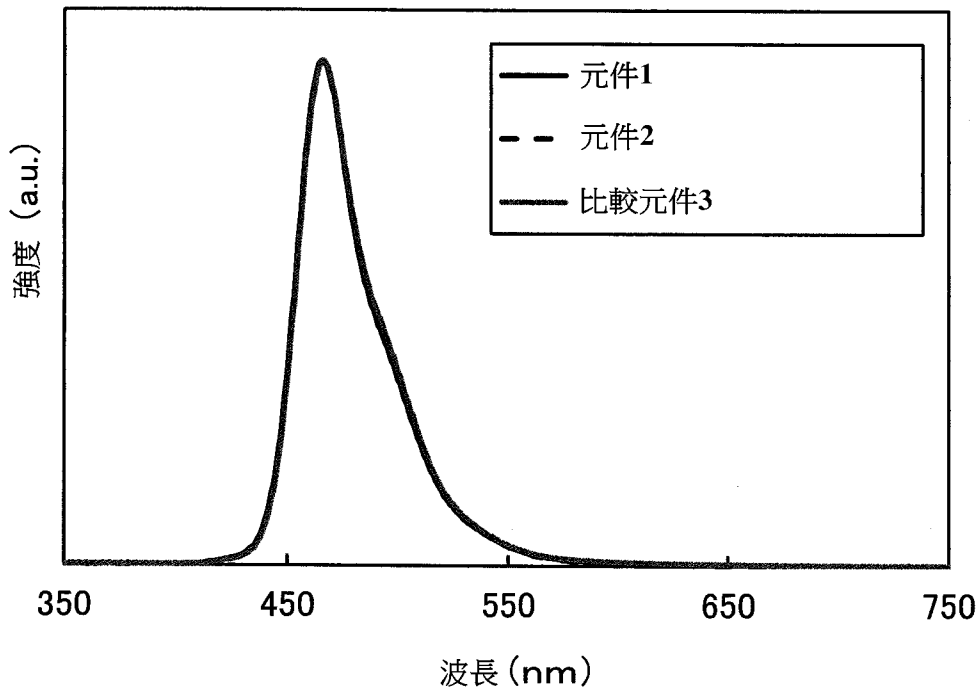


圖 28

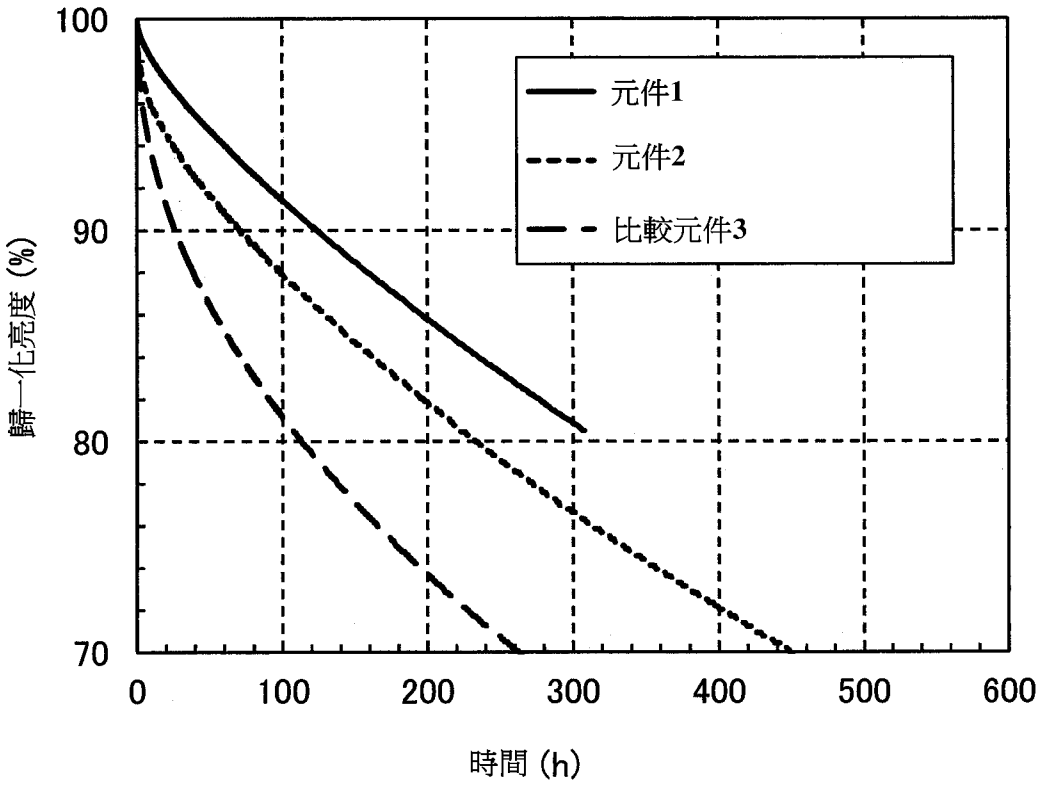


圖 29A

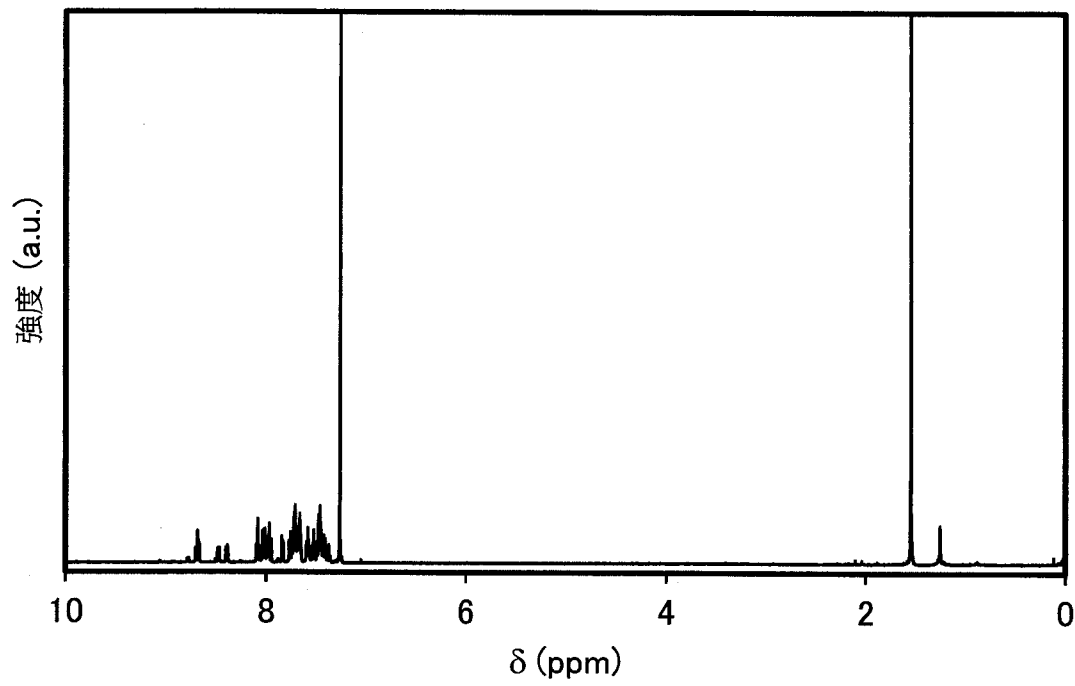


圖 29B

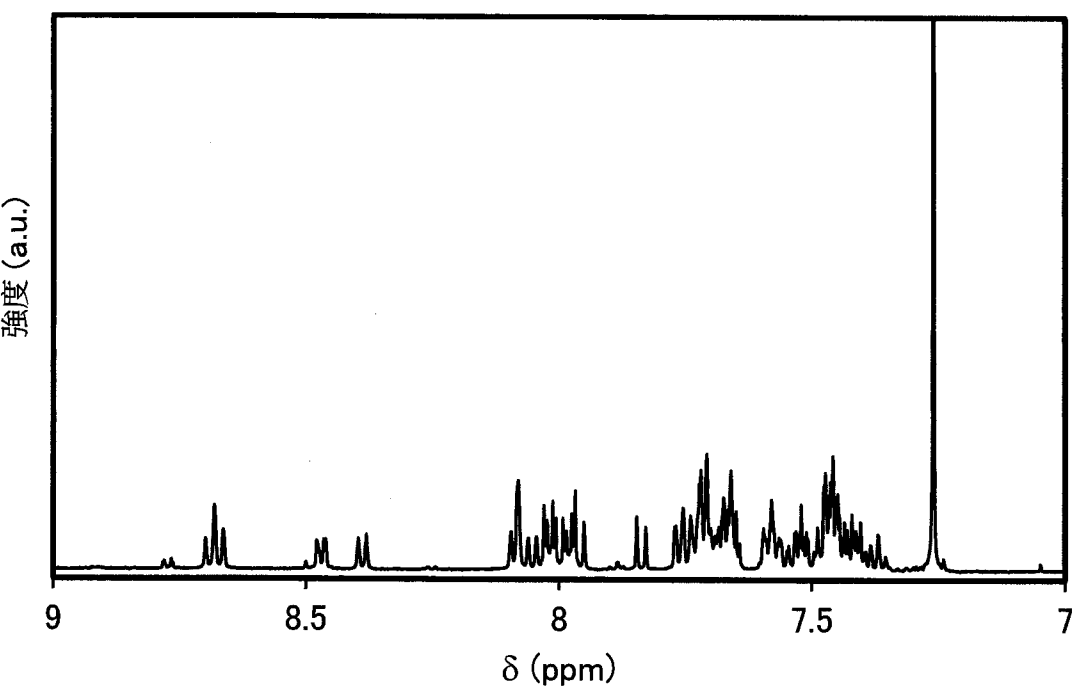


圖 30

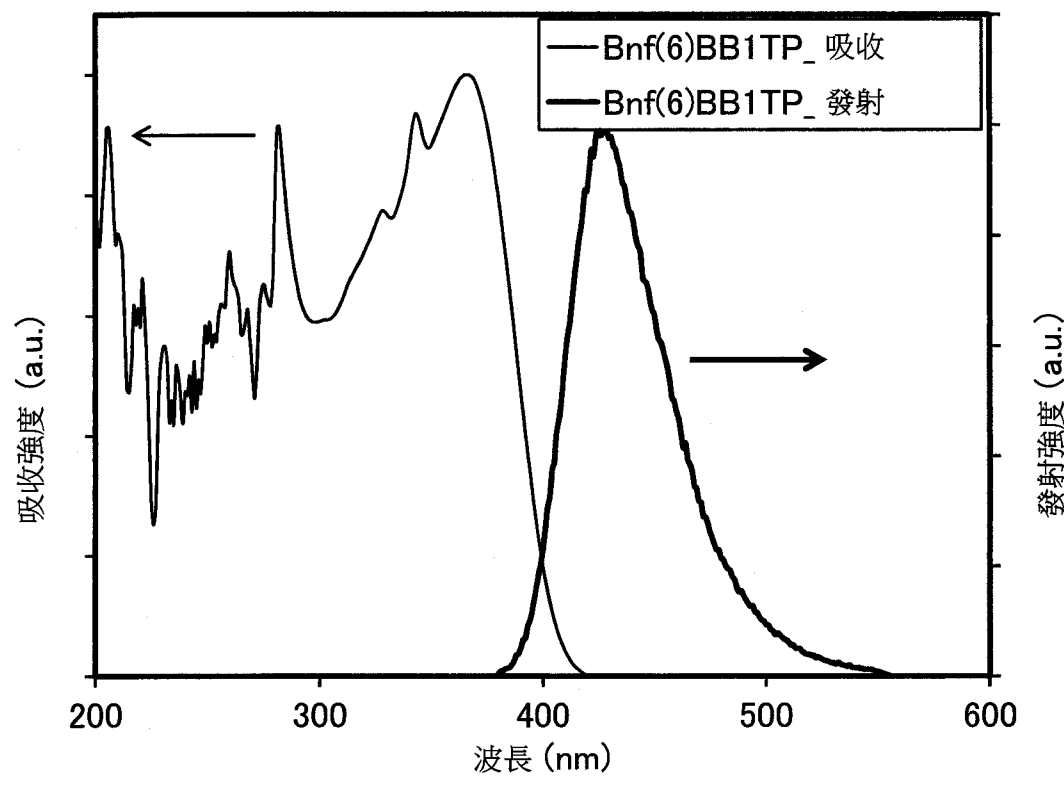


圖 31

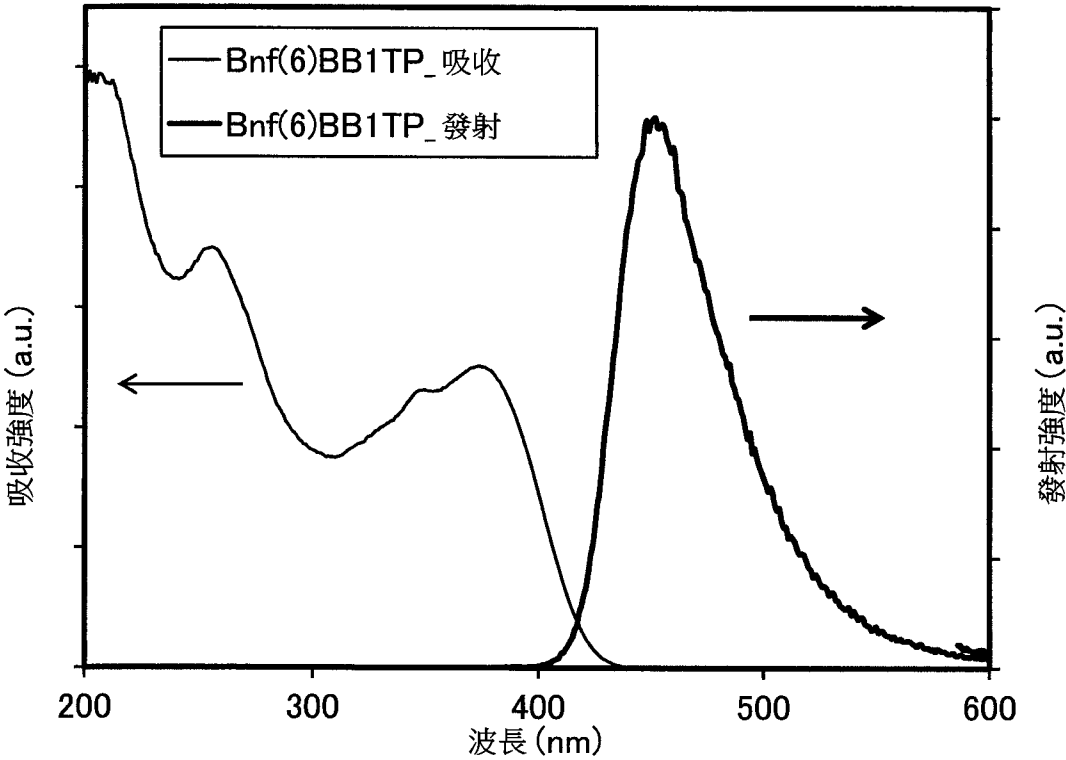


圖 32

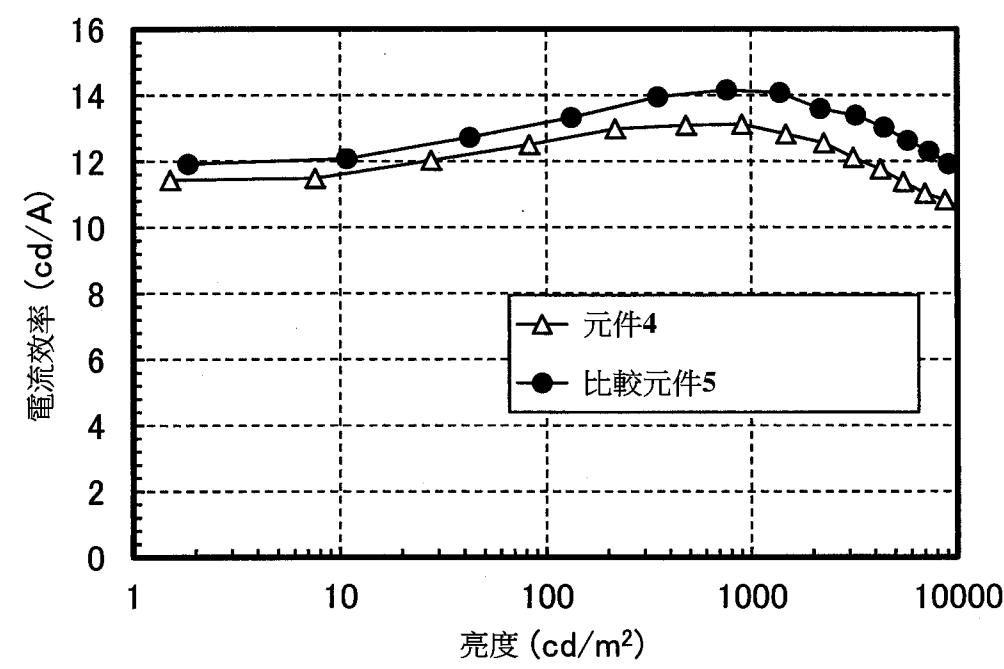


圖 33

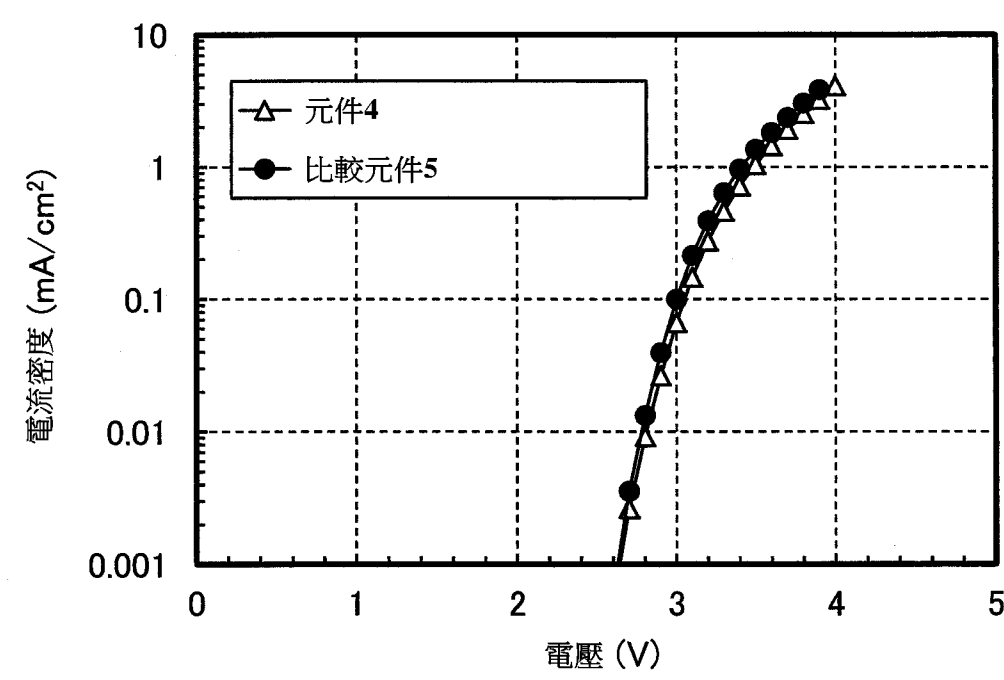


圖 34

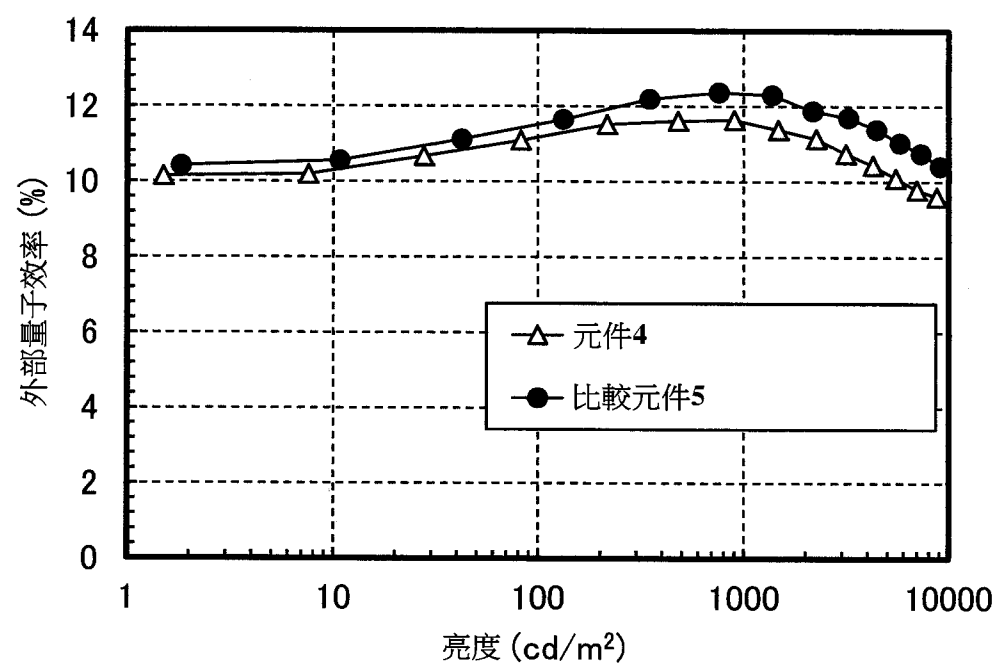


圖 35

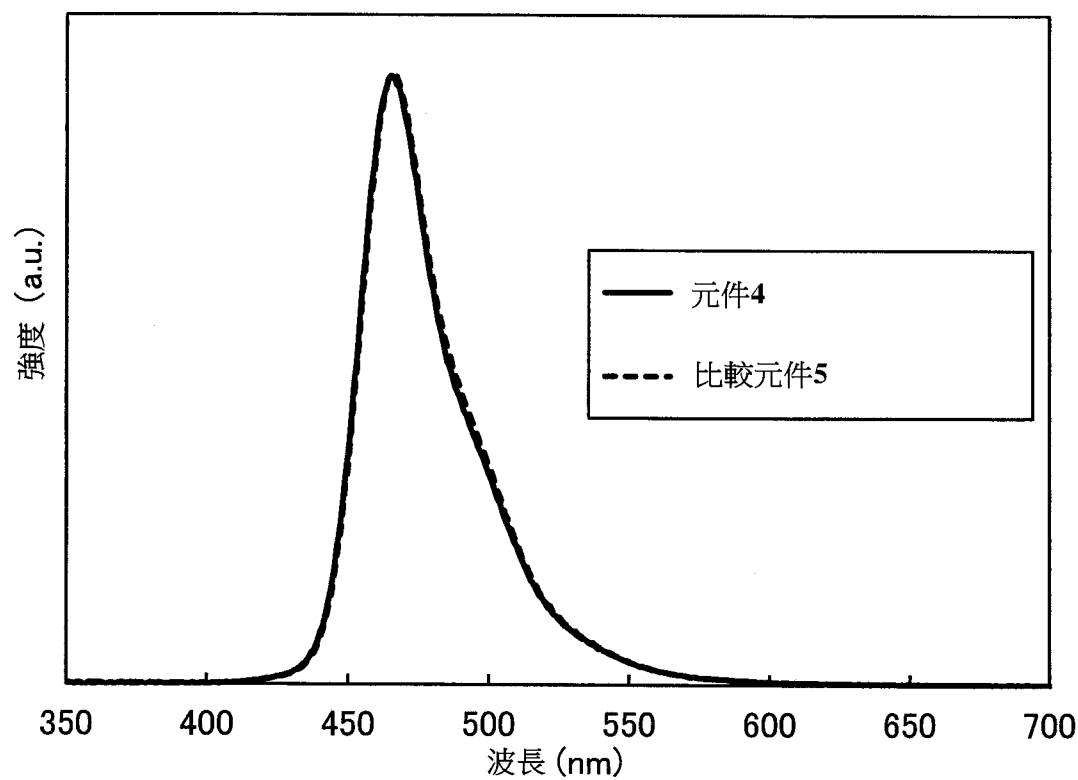


圖 36

