



(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 I537261 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 11 日

(21) 申請案號：101100295 (22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 04 日

(51) Int. Cl. : C07D407/02 (2006.01) C09K11/06 (2006.01)  
H01L51/54 (2006.01) H05B33/14 (2006.01)

(30) 優先權：2011/01/14 日本 2011-005447

(71) 申請人：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：尾坂晴惠 OSAKA, HARUE (JP)；大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

US 2003/0072966A1 US 2007/0080630A1  
US 2010/0301322A1

審查人員：陳衍任

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：20 共 115 頁

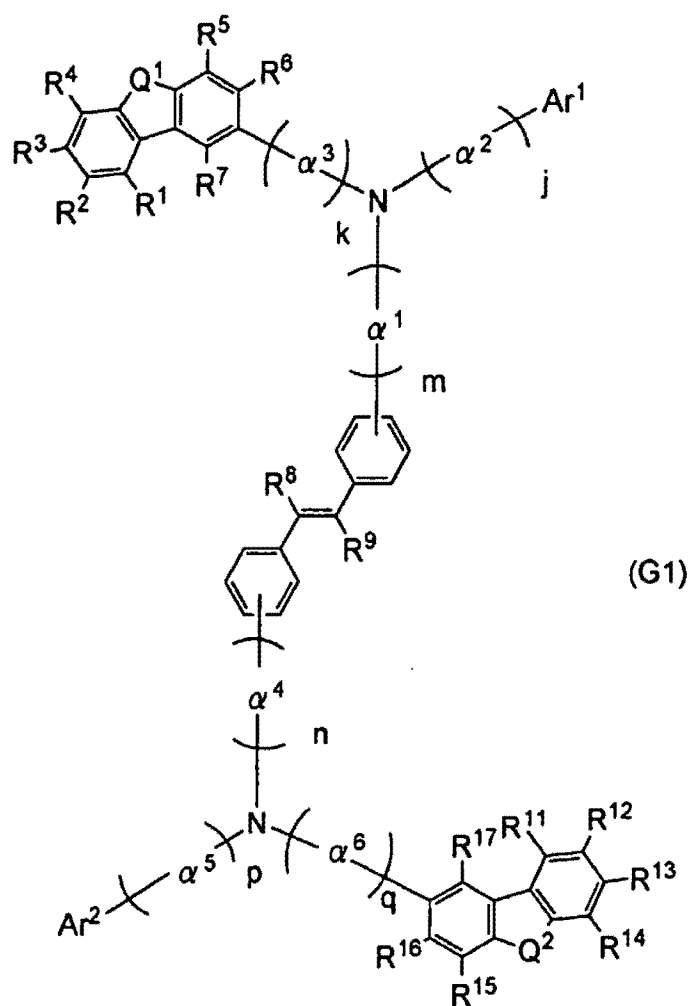
## (54) 名稱

二苯乙烯類化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

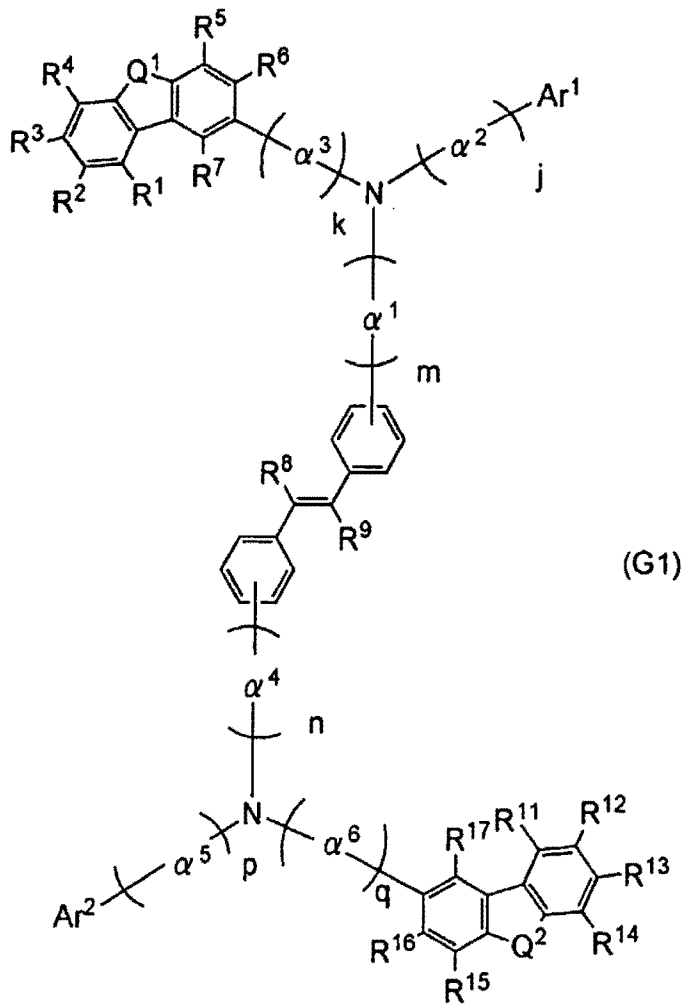
STILBENE COMPOUND, LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE,  
ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

## (57) 摘要

本發明的目的之一在於提供一種作為有機 EL 發光材料優良的新穎的二苯乙烯類化合物。本發明提供以下述通式(G1)表示的新穎的二苯乙烯化合物。在通式中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地是 0 或 1。

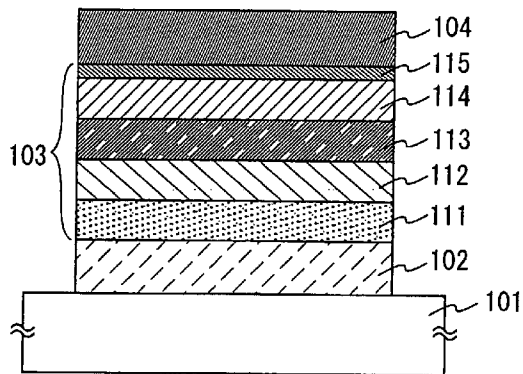


An object is to provide a novel stilbene compound suitable for an organic EL light-emitting material. Provided is a novel stilbene compound represented by a general formula (G1) below. In the formula,  $Q^1$  and  $Q^2$  separately represent an oxygen atom or a sulfur atom;  $R^1$  to  $R^9$  and  $R^{11}$  to  $R^{17}$  separately represent any one of a hydrogen atom, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, a substituted or unsubstituted phenyl group, and a substituted or unsubstituted biphenyl group;  $\alpha^1$  to  $\alpha^6$  separately represent a substituted or unsubstituted phenylene group;  $Ar^1$  and  $Ar^2$  separately represent any one of a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 12 carbon atoms forming a ring, a substituted or unsubstituted dibenzothiophen-2-yl group, and a substituted or unsubstituted dibenzofuran-2-yl group; and  $j$ ,  $k$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $p$ , and  $q$  separately represent 0 or 1.



指定代表圖：

圖1A



符號簡單說明：

- 101 . . . 基板
- 102 . . . 第一電極
- 103 . . . EL 層
- 104 . . . 第二電極
- 111 . . . 第一層(電洞注入層)
- 112 . . . 第二層(電洞傳輸層)
- 113 . . . 第三層(發光層)
- 114 . . . 第四層(電子傳輸層)
- 115 . . . 第五層(電子注入層)

公告本
-----

## 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101100295

C07D 407/02 (2006.01)

※申請日：101年01月04日

※IPC分類：

C09K 11/06 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H05B 33/4 (2006.01)

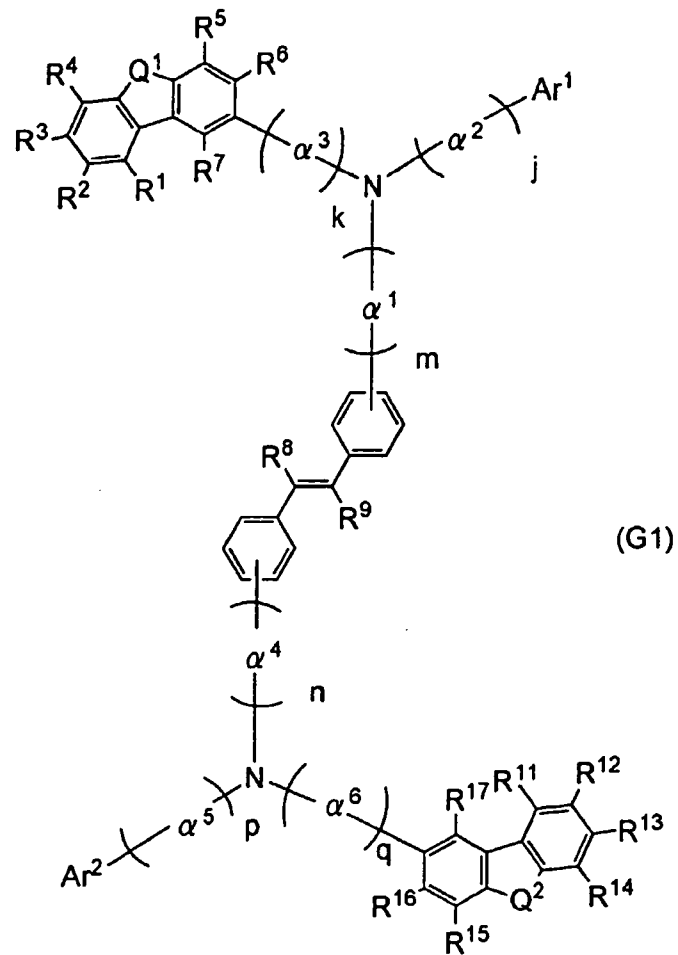
### 一、發明名稱：(中文/英文)

二苯乙烯類化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

Stilbene compound, light-emitting element, light-emitting device, electronic device,  
and lighting device

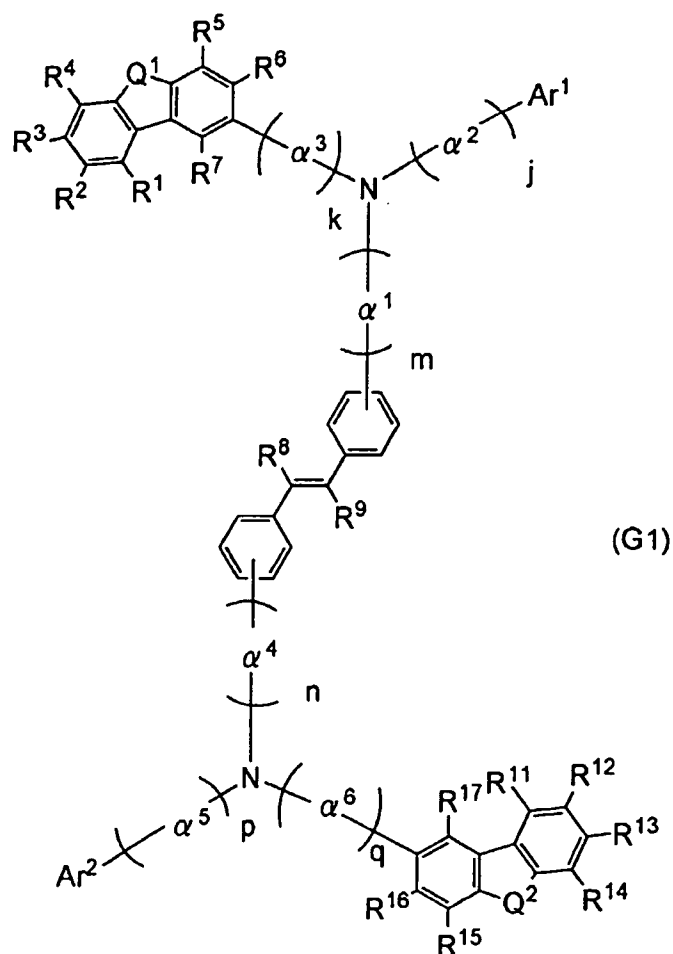
### 二、中文發明摘要：

本發明的目的之一在於提供一種作為有機 EL 發光材料優良的新穎的二苯乙烯類化合物。本發明提供以下述通式 (G1) 表示的新穎的二苯乙烯化合物。在通式中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並咪喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地是 0 或 1。



## 三、英文發明摘要：

An object is to provide a novel stilbene compound suitable for an organic EL light-emitting material. Provided is a novel stilbene compound represented by a general formula (G1) below. In the formula,  $Q^1$  and  $Q^2$  separately represent an oxygen atom or a sulfur atom;  $R^1$  to  $R^9$  and  $R^{11}$  to  $R^{17}$  separately represent any one of a hydrogen atom, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, a substituted or unsubstituted phenyl group, and a substituted or unsubstituted biphenyl group;  $\alpha^1$  to  $\alpha^6$  separately represent a substituted or unsubstituted phenylene group;  $Ar^1$  and  $Ar^2$  separately represent any one of a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 12 carbon atoms forming a ring, a substituted or unsubstituted dibenzothiophen-2-yl group, and a substituted or unsubstituted dibenzofuran-2-yl group; and  $j$ ,  $k$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $p$ , and  $q$  separately represent 0 or 1.



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

101：基板

102：第一電極

103：EL層

104：第二電極

111：第一層(電洞注入層)

112：第二層(電洞傳輸層)

113：第三層(發光層)

114：第四層(電子傳輸層)

115：第五層(電子注入層)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於能夠應用於發光元件的新穎材料。此外，本發明關於使用該材料的發光元件、發光裝置、電子裝置及照明裝置。

### 【先前技術】

近年來，對利用電致發光（Electro Luminescence：EL）的發光元件積極地進行研究開發。在這種發光元件的基本結構中，將包含發光物質的層夾在一對電極之間。藉由對該元件施加電壓，能夠得到來自發光物質的發光。

這種自發光型的發光元件具有如下優點：其像素的可見度高於液晶顯示器並且不需要背光等。由此，被認為適合用作平板顯示元件。此外，這種發光元件的重要優點是能夠製造成薄型且輕量。而且，超快應答速度也是其特徵之一。

進而，由於這種自發光型的發光元件可以形成為膜狀，所以能夠容易獲得面發光，從而能夠形成利用面發光的大面積元件。當使用以白熱燈泡或 LED 為典型的點光源或以螢光燈為典型的線光源時，該特徵是很難獲得的，因而，利用 EL 的發光元件的作為能夠應用於照明等的面光源的利用價值也很高。

利用 EL 的發光元件可以根據發光物質是有機化合物還是無機化合物而被大致分類。在作為發光物質使用有機

化合物的在一對電極之間設置包含該發光有機化合物的層的有機 EL 元件中，藉由對發光元件施加電壓，電子及電洞分別從陰極及陽極注入到包含有機化合物的層，從而電流流過。藉由電子及電洞兩者被注入，發光有機化合物成爲激發狀態，並且當從該激發狀態返回基態時從發光有機化合物得到發光。

由於具有這樣的機制，上述發光元件被稱爲電流激發型發光元件。另外，作爲由有機化合物形成的激發態的種類，有單重態激發態及三重態激發態。來自單重態激發態的發光被稱作螢光，來自三重態激發態的發光被稱作磷光。

對於這種發光元件，在改善元件特性方面存在依賴於物質的許多問題，爲了克服這些問題，進行元件結構的改進、物質的開發等。例如，專利文獻 1 公開了使用具有二苯乙烯骨架的化合物作爲發光材料的發光元件。但是，不能說該發光元件具有足夠高的可靠性。

此外，除了因電流激發的載子重新結合而產生的發光以外，還有因電流激發的有機化合物的激發能轉移到另一有機化合物而後該另一有機化合物被激發而發光的方法。這種方法在因爲當要使發光的有機分子的濃度高而產生堆疊相互作用從而發光效率下降的情況下（濃度猝滅（concentration quenching））有效。在有機 EL 元件中，該方法一般應用於將發光材料分散（摻雜）在發光層中的元件結構。藉由將要使發光的有機分子摻雜在主體材料中而

抑制堆疊相互作用，能夠提高發光元件的效率。在該發光元件中，由於激發能從電流激發的主體材料轉移到摻雜劑材料，從而該摻雜劑材料發光。另外，當將物質 A 分散在由物質 B 形成的基質中時，將形成基質的物質 B 稱作主體材料，而將分散在該基質中的物質 A 稱作摻雜劑材料。

這些摻雜劑材料中，呈現藍色發光顏色的材料的種類比呈現較長波長（紅、橙、黃、綠等）的發光顏色的材料的種類少。這可以被認為是因為為了呈現藍色發光，材料骨架應該共軛較小，從而選擇被限定的緣故。此外，可以被認為是因為用來呈現藍色發光的能量比用來呈現長波長的發光的能量高，摻雜劑材料由於該能量容易分解的緣故。

因此，被期待研究開發呈現良好的藍色且可獲得可靠性高的有機 EL 元件的用於藍色發光元件的材料。

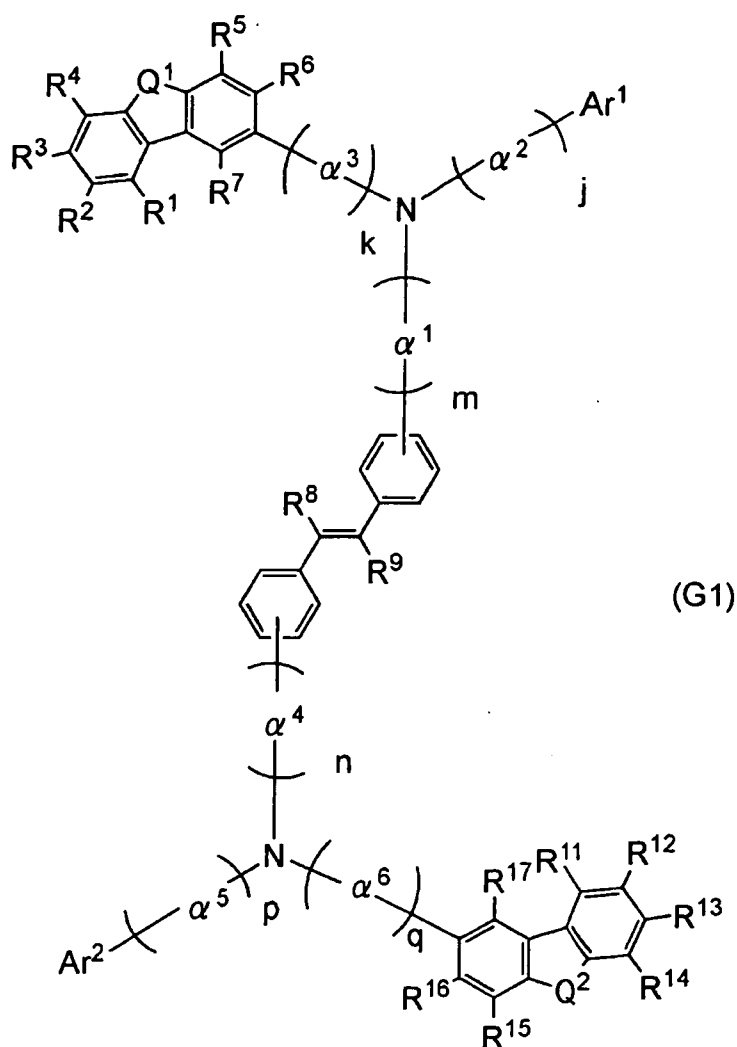
[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2009-221156 號公報

### 【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的一個方式的目的之一在於提供一種用於發光元件的新穎材料。此外，本發明的一個方式的目的之一在於提供一種呈現藍色發光的新穎物質。

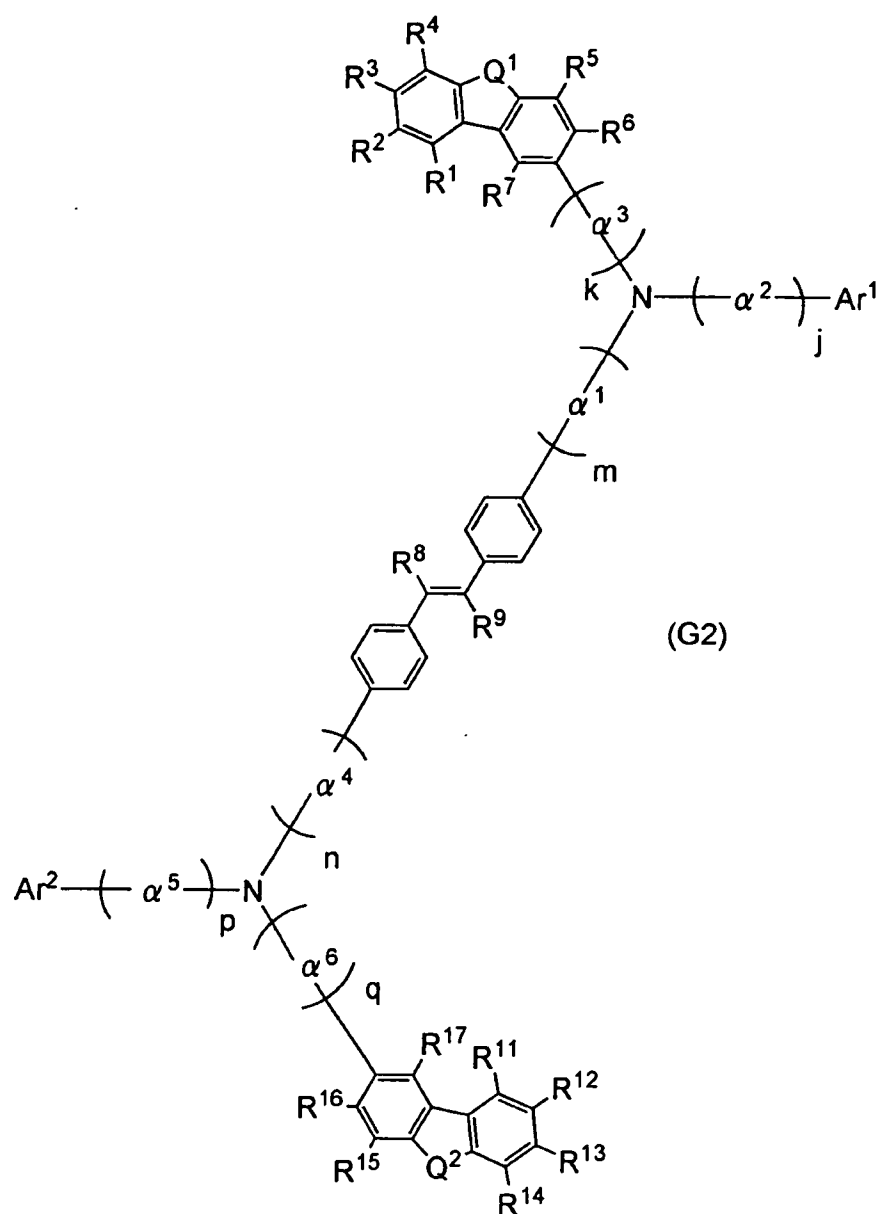
此外，本發明的一個方式的目的之一在於提供一種使用這些新穎物質的發光元件、發光裝置、照明裝置以及電子裝置。

本發明的一個方式為以下述通式 (G1) 表示的二苯乙  
烯化合物。



在通式 (G1) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並咪喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地是 0 或 1。

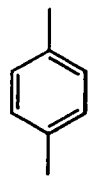
本發明的一個方式為以下述通式 (G2) 表示的二苯乙  
烯化合物。



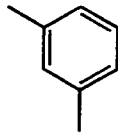
在通式 (G2) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取

代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。j、k、m、n、p、q 分別獨立地是 0 或 1。

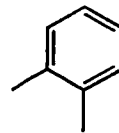
在通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  可以分別獨立地是以下述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ ) 表示的結構中的任一個。



( $\alpha-1$ )

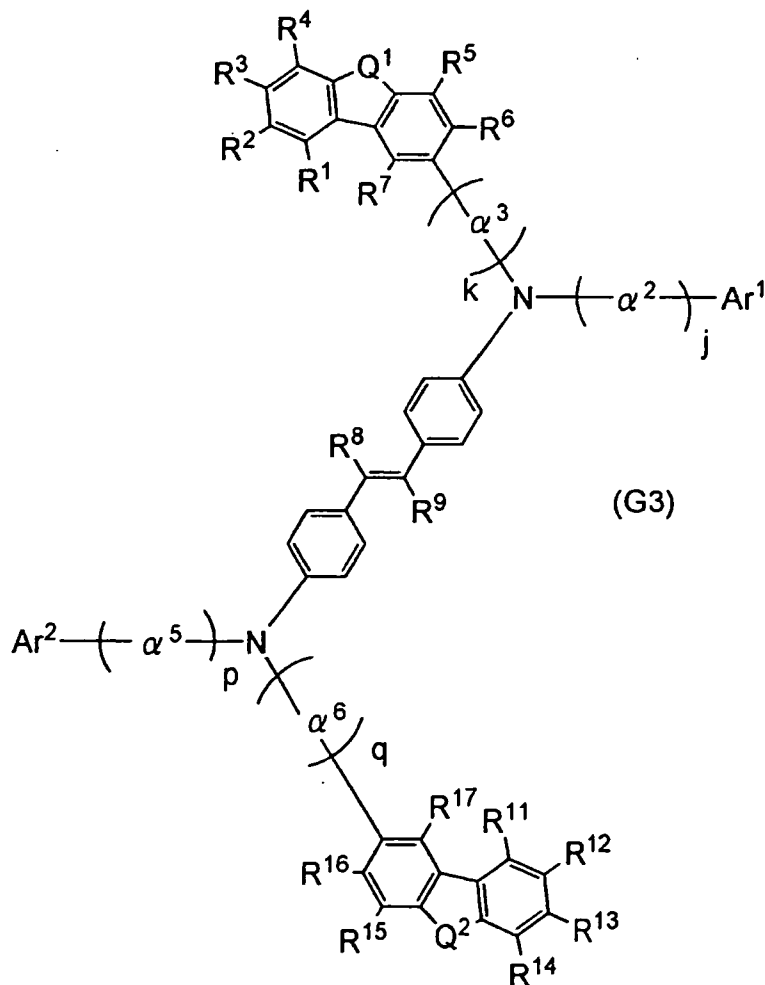


( $\alpha-2$ )



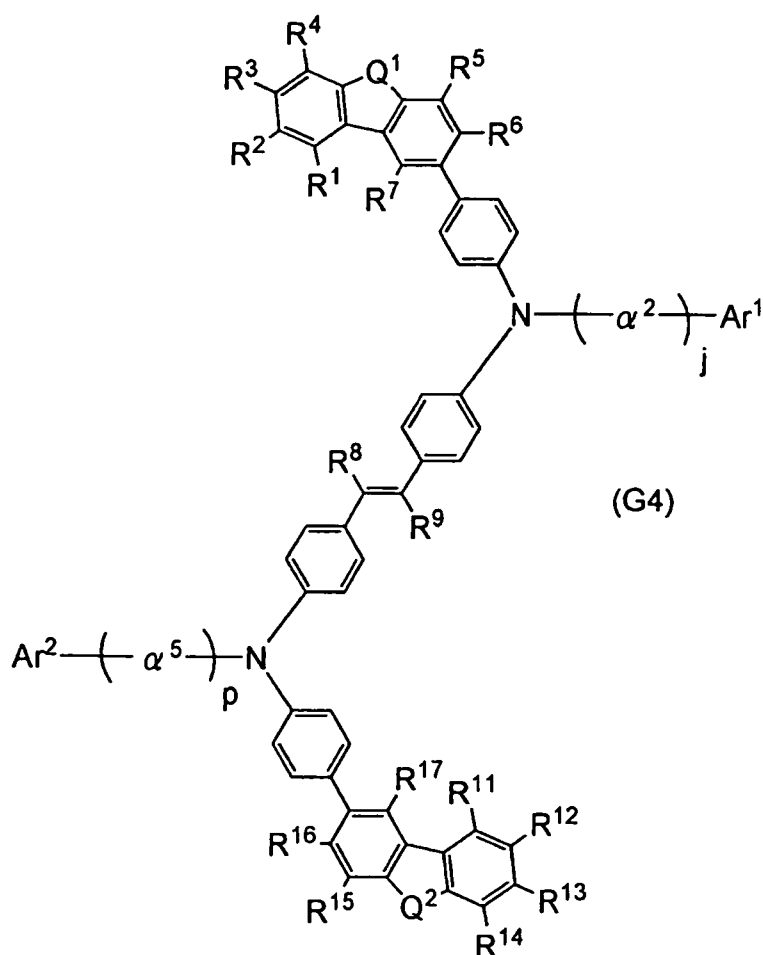
( $\alpha-3$ )

本發明的一個方式為以下述通式 (G3) 表示的二苯乙炔化合物。



在通式 (G3) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^2$ 、 $\alpha^3$ 、 $\alpha^5$  及  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地是 0 或 1。

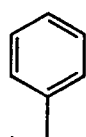
本發明的一個方式為以下述通式 (G4) 表示的二苯乙炔化合物。



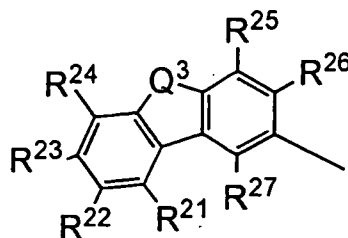
在通式 (G4) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1

至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^2$  及  $\alpha^5$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並咪喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $p$  分別獨立地是 0 或 1。

通式 (G1) 至通式 (G4) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  也可以具有以下述結構式 (Ar-1) 或下述通式 (Ar-2) 表示的結構。



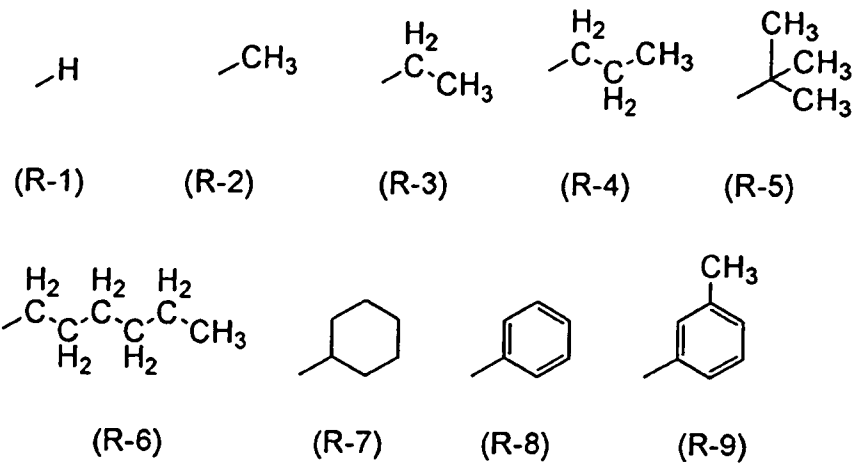
(Ar-1)



(Ar-2)

在通式 (Ar-2) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

通式 (G1) 至通式 (G4) 中的  $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$ 、通式 (Ar-2) 中的  $R^{21}$  至  $R^{27}$  也可以分別獨立地具有以下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 表示的任一個結構。



此外，本發明的另一個方式為使用上述二苯乙炔化合物的發光元件。

此外，本發明的另一個方式為使用上述發光元件的發光裝置。

此外，本發明的另一個方式為使用上述發光裝置的照明裝置。

此外，本發明的另一個方式為使用上述發光裝置的電子裝置。

另外，本說明書中的發光裝置包括影像顯示裝置、光源、電子裝置。此外，發光裝置還包括：在面板上安裝有連接器諸如 FPC (Flexible Printed Circuit: 撓性印刷電路)、TAB (Tape Automated Bonding: 載帶自動接合) 帶或 TCP (Tape Carrier Package: 載帶封裝) 的模組；在 TAB 帶或 TCP 的端部上設置有印刷線路板的模組；藉由 COG (Chip On Glass: 玻璃覆晶封裝) 方式將 IC (積體電路) 直接安裝到發光元件上的模組。

本發明的一個方式的二苯乙炔化合物能夠發射較短波長的可見光，並能夠獲得顏色純度好的藍色發光。

此外，藉由使用本發明的一個方式的二苯乙烯化合物，能夠獲得發光效率及可靠性高的發光元件。

再者，藉由使用該發光元件，能夠獲得可靠性高的發光裝置、電子裝置及照明裝置。

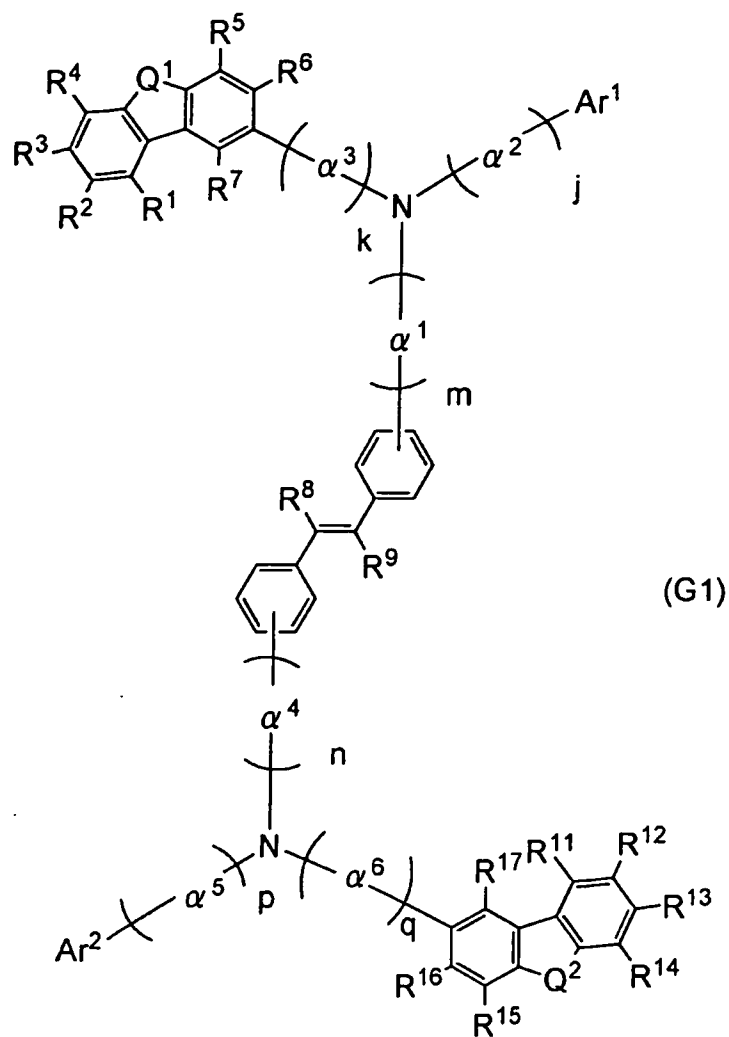
### 【實施方式】

下面，將參照圖式詳細說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的宗旨及其範圍下可以被變換為各種形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。

#### 實施方式 1

在本實施方式中說明本發明的一個方式的二苯乙烯化合物。

本實施方式的二苯乙烯化合物為以下述通式 (G1) 表示的二苯乙烯化合物。

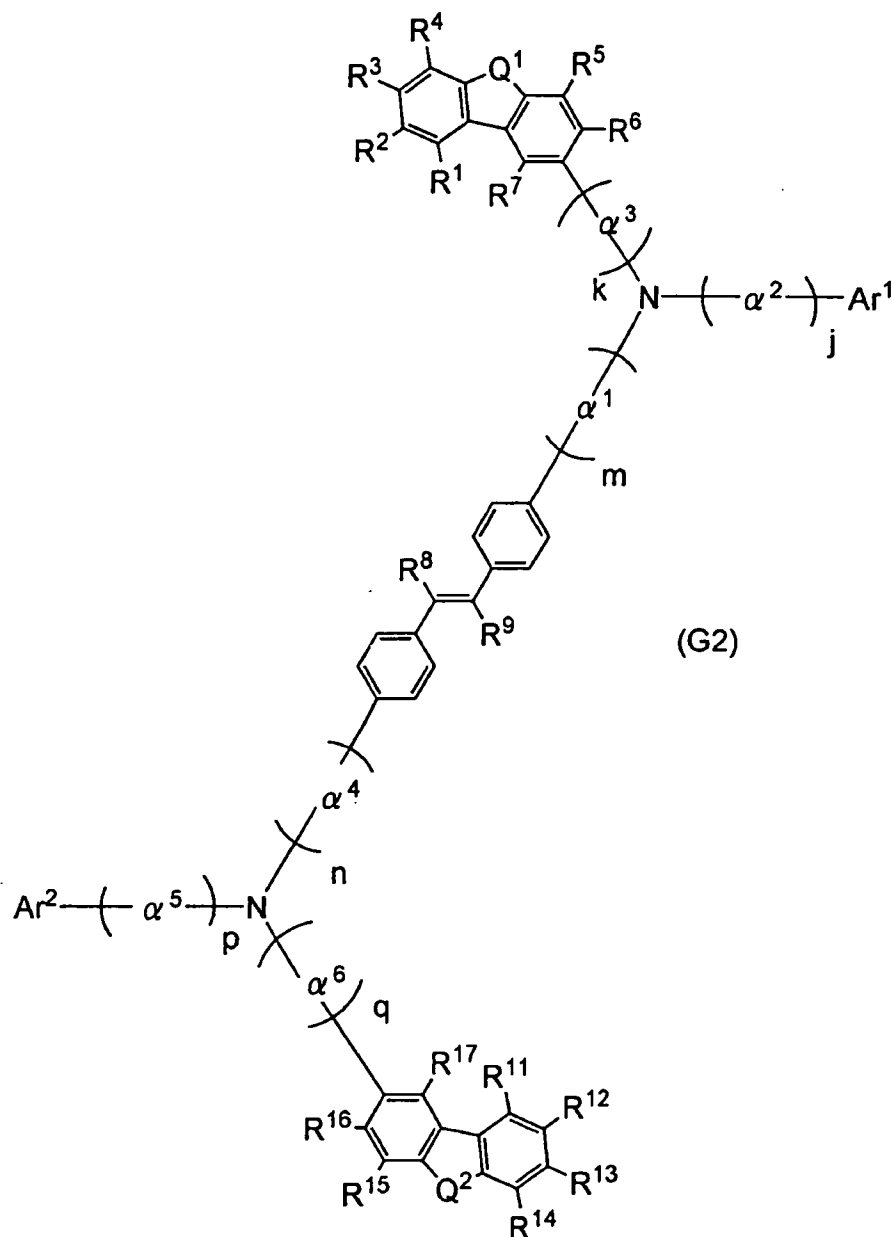


在通式 (G1) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地是 0 或 1。

另外，本實施方式可以為二苯乙烯的反式 (trans) 體或順式 (cis) 體。由於在熱力學上穩定，所以使用反式二

苯乙烯較佳。

此外，由於容易合成，所以採用以下述通式 (G2) 表示的結構較佳。



在通式 (G2) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代

或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。j、k、m、n、p、q 分別獨立地是 0 或 1。

另外，當通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $R^1$  至  $R^9$  或  $R^{11}$  至  $R^{17}$  具有烷基取代基時或者當通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $Ar^1$  或  $Ar^2$  具有烷基取代基時，在有機溶劑中的溶解性提高，純化變得容易，所以是較佳的。此外，因為溶解性提高，而當藉由濕處理製程製造有機 EL 元件時，所形成的膜的均勻性也提高，所以具有烷基較佳。

此外，通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $Ar^1$  或  $Ar^2$  為取代或未取代的芳基較佳。

另一方面，當通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $R^1$  至  $R^9$  或  $R^{11}$  至  $R^{17}$  為氫時或者當通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $Ar^1$  或  $Ar^2$  為未取代時，合成變得簡便，這一點上是較佳的。

此外，以通式 (G1) 及通式 (G2) 表示的二苯乙烯化合物由於在分子內具有像二苯並呋喃基或二苯並噻吩基那樣的三維龐大的結構，所以分子和分子的相互作用被抑制，而改善形態（分子形態）。據此，使用以通式 (G1) 及通式 (G2) 表示的二苯乙烯化合物的膜的膜品質提高，而當將其用於發光層時容易抑制濃度猝滅或受激準分子 (excimer) 的形成。

此外，由於二苯並呋喃基或二苯並噻吩基的骨架的分子量小，所以共軛不大。因此，即使在分子內具有這些骨

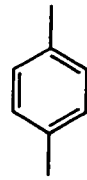
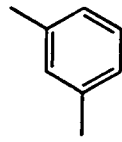
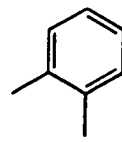
架，共軛也不容易變大，從而能夠得到短波長的發光顏色。

此外，當通式 (G1) 及通式 (G2) 中的  $R^1$  至  $R^9$  或  $R^{11}$  至  $R^{17}$  具有諸如苯基或聯苯基等的芳基或者烷基取代基時，其結構變成更有立體性的結構，從而分子和分子之間的相互作用被抑制。由此，能夠改善形態 (分子形態)，所以是較佳的。同樣地，當通式 (G1) 及通式 (G2) 的  $Ar^1$  或  $Ar^2$  具有諸如苯基或聯苯基等的芳基或者烷基取代基時，其結構變成更有立體性的結構，從而分子和分子之間的相互作用被抑制，所以是較佳的。

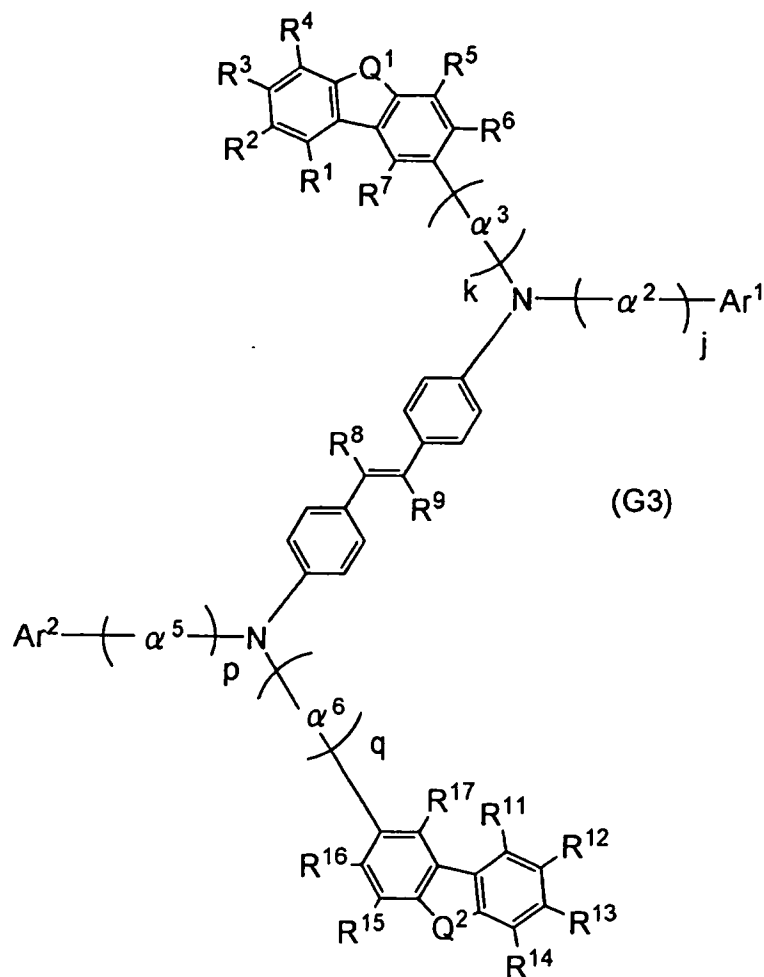
再者，使二苯並呋喃基或二苯並噻吩基的 2 位置鍵結至胺的氮原子，將成為對電洞穩定的骨架而具有良好電洞注入性及電洞傳輸性。此外，二苯乙烯骨架是對載子穩定的骨架並且是載子傳輸性良好的骨架。因此，與以通式 (G1) 及通式 (G2) 表示的二苯乙烯化合物同樣地，在分子內具有二苯並呋喃基或二苯並噻吩基的二苯乙烯化合物可以說是當用作發光元件時能夠獲得高效率及長使用壽命的化合物，所以適合用作發光元件的材料。

此外，由於使用具有高螢光量子效率的二苯乙烯骨架，所以能夠得到高發光效率。

作為以通式 (G1) 中的  $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  表示的取代基，具體地可以舉出下述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ ) 等。

 $(\alpha-1)$  $(\alpha-2)$  $(\alpha-3)$ 

此外，如以下述通式 (G3) 表示那樣，在通式 (G2) 中， $n$  及  $m$  為 0 較佳。



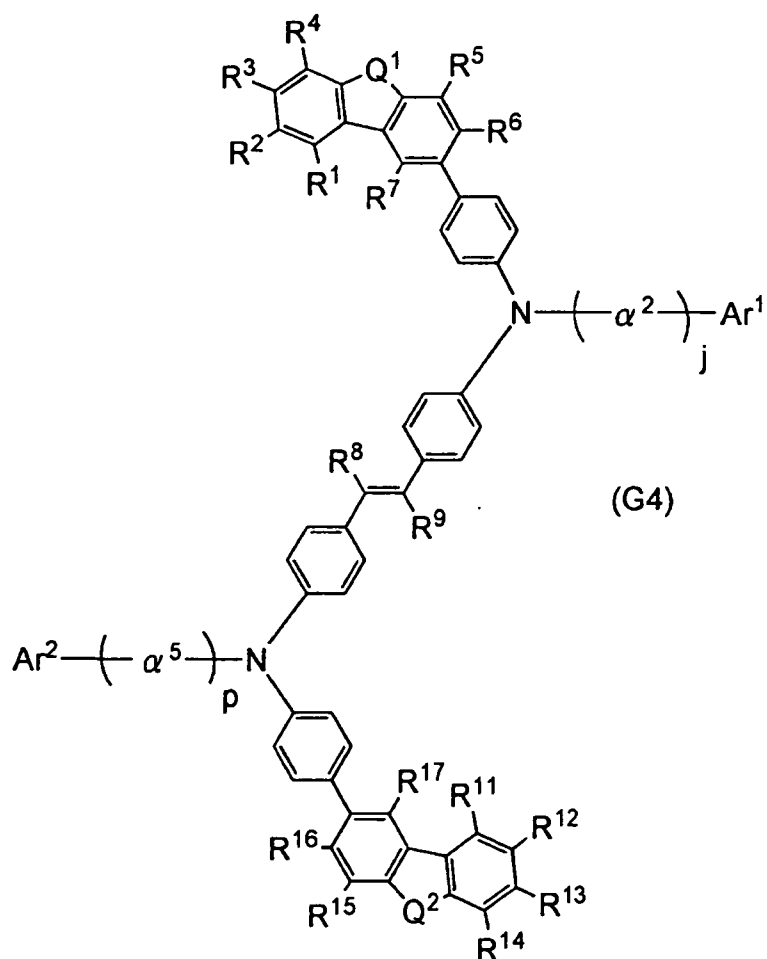
在通式 (G3) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^2$ 、 $\alpha^3$ 、 $\alpha^5$  及  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至

12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。j、k、p、q 分別獨立地是 0 或 1。

此外，作為以通式 (G3) 中的  $\alpha^2$ 、 $\alpha^3$ 、 $\alpha^5$  及  $\alpha^6$  表示的取代基，具體地可以舉出上述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ )。

此時，當作為  $\alpha^1$  採用如結構式 ( $\alpha-1$ ) 那樣的對伸苯基時，激發狀態更穩定，所以是較佳的。

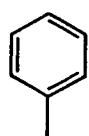
如以下述通式 (G4) 表示，在通式 (G3) 中作為  $\alpha^3$  及  $\alpha^6$  具有以結構式 ( $\alpha-1$ ) 表示的取代基的二苯乙烯化合物更佳。



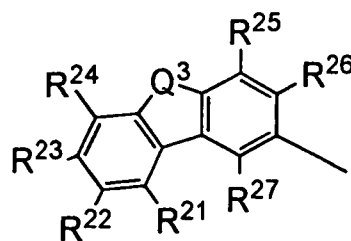
在通式 (G4) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^2$  及  $\alpha^5$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $p$  分別獨立地是 0 或 1。

此外，作為以通式 (G4) 中的  $\alpha^2$  及  $\alpha^5$  表示的取代基，具體地可以舉出上述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ )。

作為以通式 (G1) 至通式 (G4) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示的取代基，具體地可以舉出下述結構式 ( $Ar-1$ ) 或下述通式 ( $Ar-2$ ) 等。



(Ar-1)



(Ar-2)

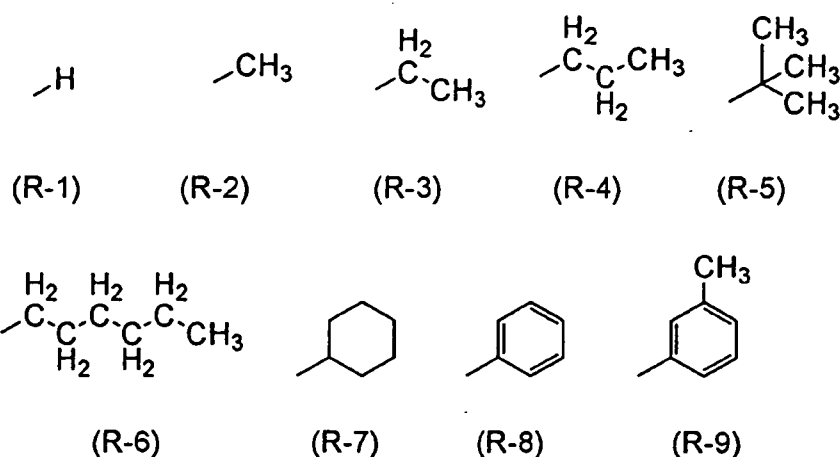
在通式 ( $Ar-2$ ) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

此外，當以  $Ar^2$  表示的取代基為上述通式 ( $Ar-2$ ) 時，通式 (G4) 中的  $j$ 、 $p$  為 1 更佳，並且  $\alpha^2$  及  $\alpha^5$  與結構式 ( $\alpha-1$ ) 同樣地為對伸苯基更佳。此外，通式 (G1) 至通式 (G4) 中的  $Q^1$  及  $Q^2$  與通式 ( $Ar-2$ ) 中的  $Q^3$  為相同的

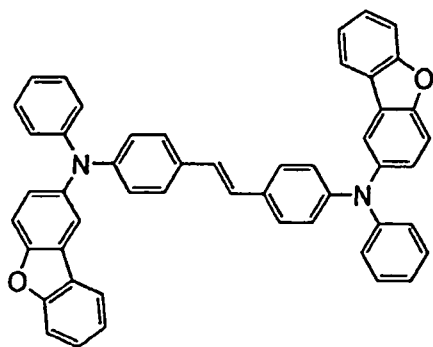
元素較佳，並且在這些雜環具有取代基的情況下，在包含  $Q^1$  的雜環、包含  $Q^2$  的雜環及包含  $Q^3$  的雜環的相同位置（例如， $R^5$  及  $R^{15}$  及  $R^{25}$ 、 $R^6$  及  $R^{16}$  及  $R^{26}$  等）上具有相同的取代基較佳。

此外，當包含  $Q^1$  的雜環、包含  $Q^2$  的雜環及包含  $Q^3$  的雜環為未取代時，合成變得簡便，所以是較佳的。

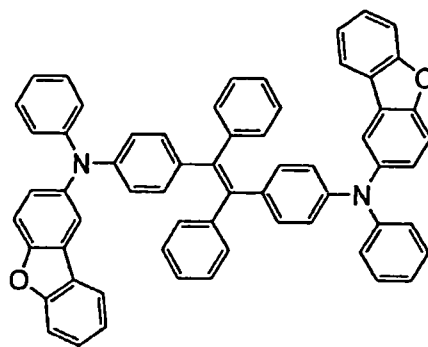
此外，作為以通式 (G1) 至通式 (G4) 中的  $R^1$  至  $R^9$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及通式 (Ar-2) 中的  $R^{21}$  至  $R^{27}$  表示的取代基，具體地可以舉出下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 等。



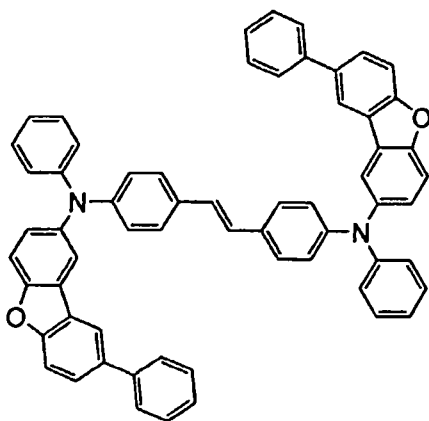
作為以通式 (G1) 至通式 (G4) 表示的二苯乙烯化合物的具體例子，可以舉出以結構式 (100) 結構式 (110) 表示的二苯乙烯化合物。但是，本發明不侷限於它們。



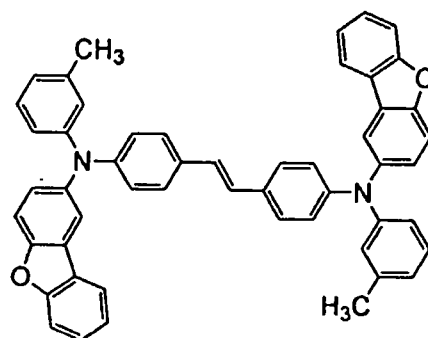
(100)



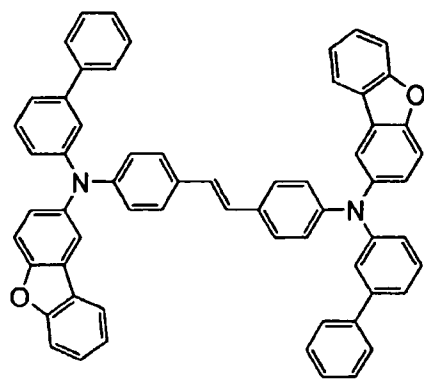
(101)



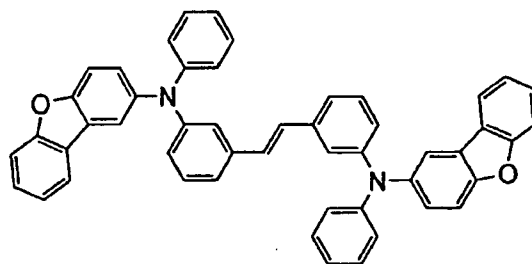
(102)



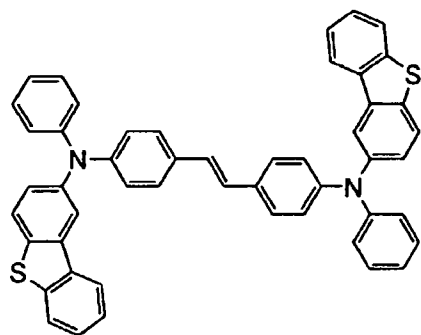
(103)



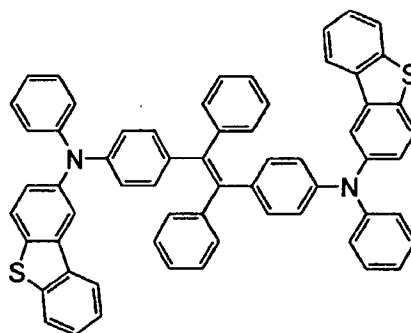
(104)



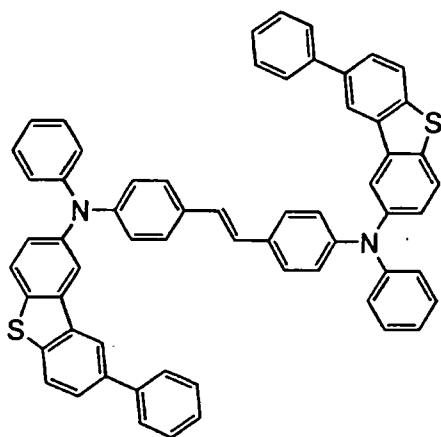
(105)



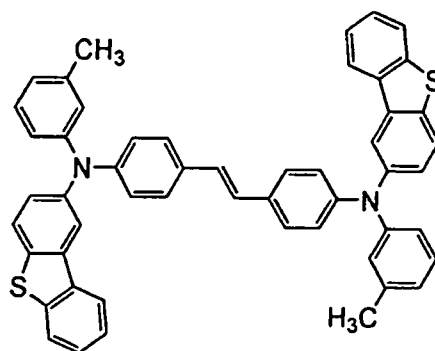
(106)



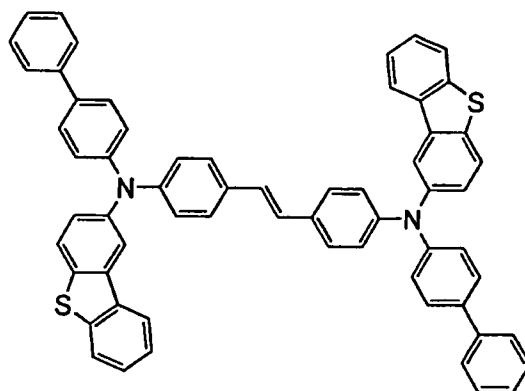
(107)



(108)



(109)

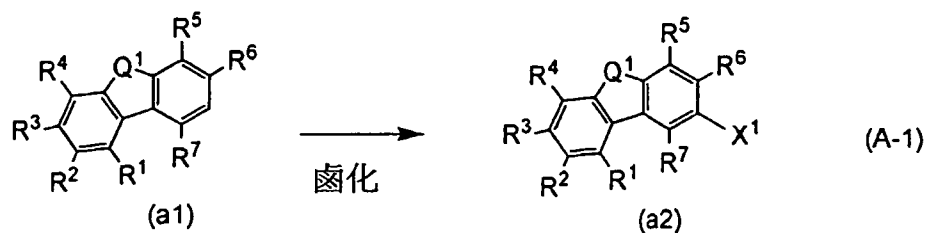


(110)

作為本實施方式的二苯乙炔化合物的合成方法，可以採用各種反應。例如，藉由進行下面所示的合成反應，能夠合成以通式 (G1) 表示的本發明的一個方式的二苯乙炔化合物。另外，本發明的一個方式的二苯乙炔化合物的合成方法不侷限於下述合成方法。

#### <以通式 (G1) 表示的二苯乙炔化合物的合成方法>

首先，如合成圖解 (A-1) 表示，藉由使二苯並呋喃化合物或二苯並噻吩化合物 (a1) 鹵化，能夠得到鹵化二苯並呋喃化合物或鹵化二苯並噻吩化合物 (a2)。

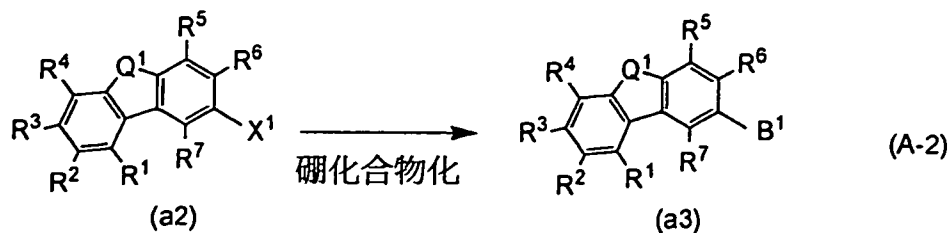


另外，在合成圖解 (A-1) 中， $Q^1$  表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^7$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

此外， $X^1$  表示鹵素，並且作為鹵素採用氯、溴或碘較佳。另外，為了低廉地進行合成，使用溴較佳，使用氯更佳。此外，為了提高所產生的鹵化二苯並呋喃化合物或鹵化二苯並噻吩化合物 (a2) 的鹵基活性，使用溴較佳，使用碘更佳。藉由提高鹵化二苯並呋喃化合物或鹵化二苯並噻吩化合物 (a2) 的鹵基活性，使後續反應中的反應性提高，所以是較佳的。

另外，作為可以使用的鹵化劑，可以舉出碘和正過碘酸的混合物或者溴。當使用碘和正過碘酸的混合物時，作為可以使用的反應催化劑可以舉出硫酸，並且作為可以使用的溶劑可以舉出冰醋酸。當使用溴時，作為可以使用的溶劑可以舉出氯仿、二氯甲烷及四氯化碳等。

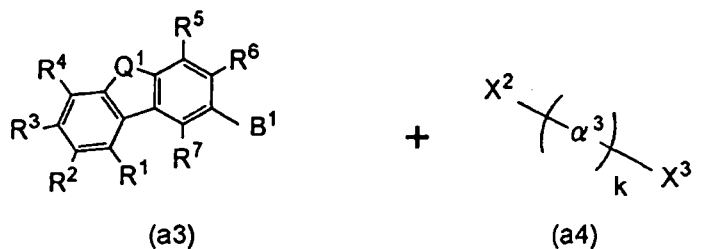
接著，如合成圖解 (A-2) 所示，藉由在使鹵化二苯並呋喃化合物或鹵化二苯並噻吩化合物 (a2) 鋰化或格氏 (Grignard) 試劑化之後使其與硼酸酯起反應，能夠得到二苯並呋喃的 2-硼化合物或二苯並噻吩的 2-硼化合物 (a3)。



另外，在合成圖解（A-2）中， $Q^1$  表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^7$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。此外， $X^1$  表示鹵素，並且作為鹵素使用氯、溴或碘較佳。此外， $B^1$  表示硼酸或二烷氧基硼。

作為用作鋰化劑的試劑，可以舉出諸如正丁基鋰、叔丁基鋰、甲基鋰等的烷基鋰試劑。作為格氏試劑，可以使用用二溴乙烷活性化了的鎂。溶劑的例子包括脫水溶劑，可以使用二乙醚或四氫呋喃（THF）等醚類。

接著，如合成圖解（A-3）所示，藉由在鹼存在的狀態下使用金屬催化劑使二苯並呋喃的 2-硼化合物或二苯並噻吩的 2-硼化合物（a3）與二鹵化芳烴（a4）起偶聯反應，能夠得到鹵化二苯並呋喃硼化合物或鹵化二苯並噻吩硼化合物（a5）。



(A-3)

另外，在合成圖解 (A-3) 中，Q<sup>1</sup> 表示氧原子或硫原子，R<sup>1</sup> 至 R<sup>7</sup> 分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。此外，α<sup>3</sup> 表示取代或未取代的伸苯基。

在合成圖解 (A-3) 中，二鹵化芳烴 (a4) 的 X<sup>2</sup> 及 X<sup>3</sup> 分別獨立地表示鹵素，並且作為鹵素使用氯、溴或碘較佳。另外，當考慮到高反應性時，使用溴較佳，使用碘更佳。

此外，為了更選擇性地使二苯並咪喃的 2-硼化合物或二苯並噻吩的 2-硼化合物 (a3) 的 B<sup>1</sup> 與二鹵化芳烴 (a4) 的 X<sup>2</sup> 起反應，X<sup>2</sup> 是其反應性比 X<sup>3</sup> 高的鹵素較佳。例如，在 X<sup>3</sup> 為氯原子的情況下，X<sup>2</sup> 為溴原子或碘原子較佳，而在 X<sup>3</sup> 為溴原子的情況下，X<sup>2</sup> 為碘原子較佳。這是因為這樣能夠減少因二苯並咪喃的 2-硼化合物或二苯並噻吩的 2-硼化合物 (a3) 的 B<sup>1</sup> 與 X<sup>2</sup> 及 X<sup>3</sup> 兩者起反應而生成的副產物的緣故。

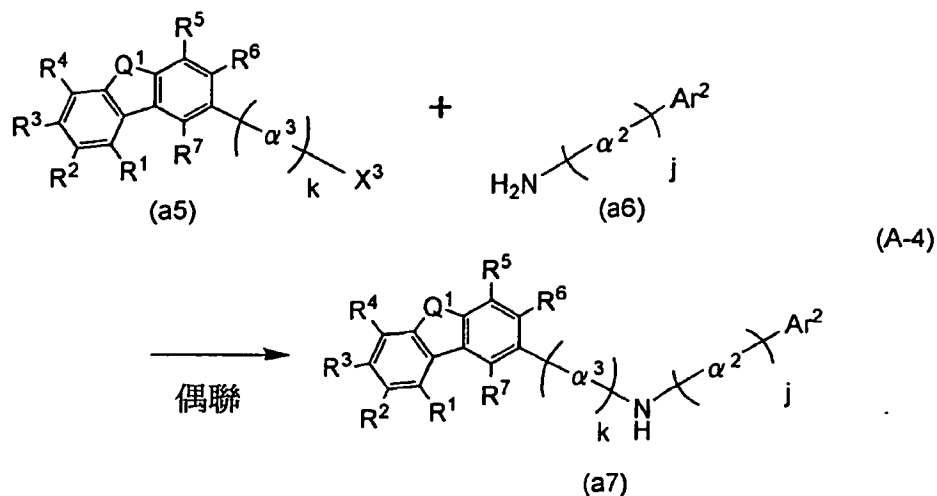
當在合成圖解 (A-3) 中進行 Suzuki-Miyaura 反應 (鈴木-宮浦反應) 時, 作為可以使用的鈀催化劑, 可以舉出醋酸鈀(II)、四(三苯膦)鈀(0)、雙(三苯膦)鈀(II)二氯化物等。此外, 作為可以使用的鈀催化劑的配位體, 可以舉出三(鄰甲苯基)膦、三苯膦、三環己膦等。此外, 作為可以使用的鹼, 可以舉出有機鹼諸如叔丁醇鈉 (簡稱: *tert*-BuONa) 等或者無機鹼諸如碳酸鉀、碳酸鈉等。作為可以使用的溶劑, 可以舉出甲苯和水的混合溶劑、甲苯和乙醇等醇和水的混合溶劑、二甲苯和水的混合溶劑、二甲苯和乙醇等醇和水的混合溶劑、苯和水的混合溶劑、苯和乙醇等醇和水的混合溶劑、乙二醇二甲醚等醚類和水的混合溶劑等。並且, 使用甲苯和水的混合溶劑、甲苯和乙醇和水的混合溶劑或者乙二醇二甲醚等醚類和水的混合溶劑更佳。

在以合成圖解 (A-3) 表示的反應中, 也可以採用除了硼化合物以外還使用有機鋁、有機鎘、有機鋅、有機錫化合物等的交叉偶聯反應。此外, 在該偶聯中, 除了鹵素以外, 也可以使用三氟甲磺酸酯基等。

此外, 由於一個二鹵化芳烴 (a4) 與兩個二苯並咪喃的 2-硼化合物或二苯並噻吩的 2-硼化合物 (a3) 起反應而生成的副產物的分子量比目標物的鹵化二苯並咪喃硼化合物或鹵化二苯並噻吩硼化合物 (a5) 的分子量充分大, 所以能夠容易藉由管柱純化進行分離。此外, 由於該副產物不具有活性位置, 所以在後面的反應中不會與其他化合物

起反應而不會生成其他副產物。因此，也能夠在後面的反應後從混合有該副產物的化合物中去除該副產物。

接著，如合成圖解 (A-4) 所示，藉由使鹵化二苯並呋喃硼化合物或鹵化二苯並噻吩硼化合物 (a5) 與芳基胺化合物 (a6) 偶聯，能夠得到二芳基胺化合物 (a7)。



另外，在合成圖解 (A-4) 中，Q<sup>1</sup> 表示氧原子或硫原子，R<sup>1</sup> 至 R<sup>7</sup> 分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。此外，α<sup>2</sup> 及 α<sup>3</sup> 分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。此外，Ar<sup>2</sup> 表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。j、k 分別獨立地為 0 或 1。X<sup>3</sup> 表示鹵素，並且作為鹵素使用氯、溴或碘較佳。另外，因為反應性高，所以使用溴較佳，使用碘更佳。

此外，當以 Ar<sup>2</sup> 表示的取代基為上述通式 (Ar-2) 時，二芳基胺化合物 (a7) 的 j 為 1 更佳，並且 α<sup>2</sup> 與結構式

( $\alpha-1$ ) 同樣地為對伸苯基更佳。此外，通式 (G1) 中的  $Q^1$  與通式 (Ar-2) 中的  $Q^3$  為相同的元素較佳，並且在這些雜環具有取代基的情況下，在包含  $Q^1$  的雜環和包含  $Q^3$  的雜環的相同位置（例如， $R^5$  及  $R^{25}$ 、 $R^6$  及  $R^{26}$  等）上具有相同的取代基更佳。這樣能夠使包含  $Q^1$  的雜環（二苯並呋喃基或二苯並噻吩基）及包含  $Q^3$  的雜環藉由相同的製程偶聯以使其成為二苯胺化合物，合成變得簡便，所以是較佳的。

此外，當包含  $Q^1$  的雜環或包含  $Q^3$  的雜環為未取代時，合成變得簡便，所以是較佳的。

在合成圖解 (A-4) 中，具有鹵素基的芳基化合物和具有胺的芳基化合物（一級芳基胺化合物）的偶聯反應具有各種反應條件。作為其一個例子，可以採用在鹼存在的狀態下使用金屬催化劑的合成方法。

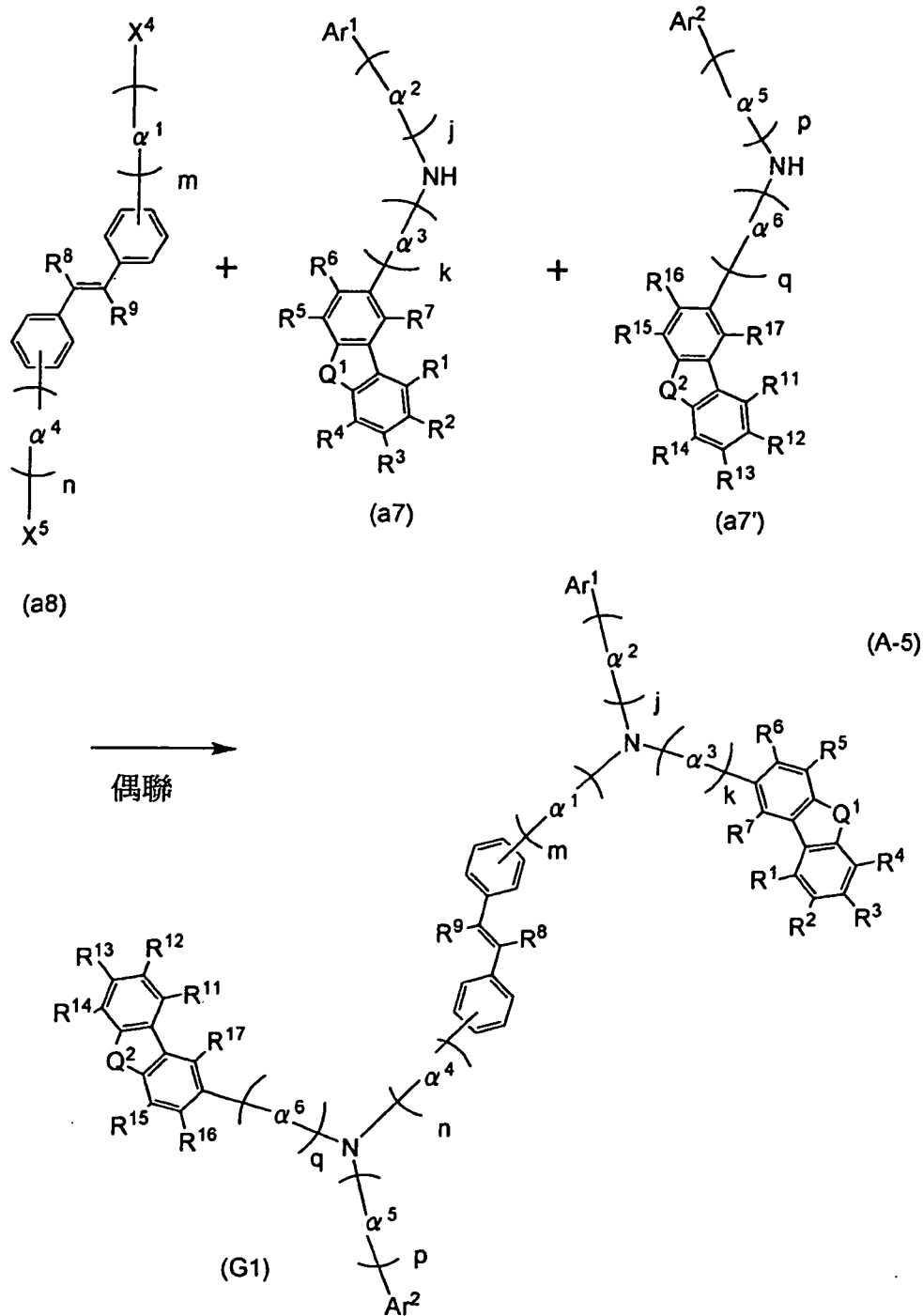
下面描述在合成圖解 (A-4) 中進行布赫瓦爾德-哈特維希 (Buchwald-Hartwig) 反應的情況。作為金屬催化劑可以使用鈀催化劑，並且作為鈀催化劑可以使用鈀配合物和其配位體的混合物。作為鈀配合物，可以舉出雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)、醋酸鈀(II)等。此外，作為配位體，可以舉出三(叔丁基)膦、三(正己基)膦、三環己膦、1,1-雙(二苯膦基)二茂鐵（簡稱：DPPF）等。此外，作為用作鹼的物質，可以舉出有機鹼諸如叔丁醇鈉（簡稱：tert-BuONa）等或者無機鹼諸如碳酸鉀等。此外，在溶液中進行反應較佳。作為可以使用的溶劑，可以舉出甲苯、二甲

苯、苯等。但是，可以使用的催化劑及其配位體、鹼、溶劑不侷限於這些。此外，在氮或氫等惰性氛圍下進行反應較佳。

下面描述在合成圖解 (A-4) 中進行烏爾曼 (Ullmann) 反應的情況。作為金屬催化劑，可以使用銅催化劑。作為銅催化劑，可以舉出碘化銅 (I) 或醋酸銅 (II)。此外，作為可以用作鹼的物質，可以舉出碳酸鉀等無機鹼。此外，在溶液中進行反應較佳。作為可以使用的溶劑，可以舉出 1,3-二甲基-3,4,5,6-四氫-2(1H)-嘧啶酮 (簡稱: DMPU)、甲苯、二甲苯、苯等。但是，可以使用的催化劑、鹼、溶劑不侷限於這些。此外，在氮或氫等惰性氛圍下進行反應較佳。

注意，在烏爾曼反應中，由於當反應溫度為 100°C 以上時可以以更短時間和高產率獲得目的物，所以使用沸點高的溶劑諸如 DMPU、二甲苯等較佳。此外，採用 150°C 以上的反應溫度更佳，從而，使用 DMPU 更佳。

接著，如合成圖解 (A-5) 所示，藉由使鹵化二苯乙烯化合物 (a8)、二芳基胺化合物 (a7)、二芳基胺化合物 (a7') 偶聯，能夠得到以上述通式 (G1) 表示的二苯乙烯化合物。



另外，在合成圖解 (A-5) 中， $Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子， $R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別獨立地表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。 $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基。 $Ar^1$  及  $Ar^2$  表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻

吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個。 $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別獨立地為 0 或 1。 $X^4$  及  $X^5$  表示鹵素，作為鹵素使用氯、溴或碘較佳，並且由於反應性高，所以使用溴較佳，使用碘更佳。

在合成圖解 (A-5) 中，具有鹵素基的芳基化合物與具有胺的芳基化合物（二級芳基胺化合物）的偶聯反應有各種反應條件。作為其一個例子，可以採用在鹼存在的狀態下使用金屬催化劑的合成方法。由於該條件與合成圖解 (A-4) 同樣，所以詳細條件參照合成圖解 (A-4)。

此外，此時，當二芳基胺化合物 (a7) 具有與二芳基胺化合物 (a7') 相同的結構時，合成變得簡便且能夠以高產率獲得目標物，所以它們具有相同的結構較佳。

在合成圖解 (A-5) 中，使二芳基胺化合物 (a7) 及二芳基胺化合物 (a7') 同時與鹵化二苯乙烯化合物 (a8) 起反應，但是，當二芳基胺化合物 (a7) 和二芳基胺化合物 (a7') 的結構不同時，於不同位置逐步起反應較佳，因為這樣能夠使它們高產率地起反應。在此情況下，作為鹵化二苯乙烯化合物 (a8) 的  $X^4$  及  $X^5$ ，使用任一方的活性高於另一方的活性高的鹵素較佳。例如，在  $X^4$  為碘且  $X^5$  為溴的情況下，能夠在使二芳基胺化合物 (a7) 與  $X^4$  選擇性地起反應之後使二芳基胺化合物 (a7') 與  $X^5$  起反應，而能夠以高產率獲得目標物，所以是較佳的。

此外，雖然在上述合成圖解 (A-5) 中，藉由使鹵化二苯乙烯化合物 (a8) 與二芳基胺化合物 (a7) 及二芳基

胺化合物 (a7') 偶聯，來合成目標物的以上述通式 (G1) 表示的二苯乙烯化合物，但是本實施方式不侷限於此。

本實施方式的二苯乙烯化合物表現螢光性，能夠發射較短波長的光。因此，藉由將本實施方式的二苯乙烯化合物用作發光材料，能夠得到藍色發光。

此外，本實施方式的二苯乙烯化合物也適合用於發光元件的發光層的主體材料。就是說，藉由在由本實施方式的二苯乙烯化合物構成的層中添加其能隙比該二苯乙烯化合物小的發光物質（也寫為摻雜劑材料），能夠得到來自摻雜劑材料的發光。此時，由於本實施方式的二苯乙烯化合物具有較寬的能隙，所以可以用作螢光性化合物的主體材料，該材料至少發射具有長於綠色光的波長的可見光。

此外，由於本實施方式的二苯乙烯化合物具有電洞傳輸性，所以能夠適當地用作發光元件的電洞注入層的材料或或電洞傳輸層的材料。此外，可以將混合本實施方式的二苯乙烯化合物（電子給體）和電子受體而成的複合材料用於發光元件的電洞注入層。另外，電子給體和電子受體為至少藉由電場的作用接收與釋出電子。

另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

## 實施方式 2

在本實施方式中，說明使用實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物形成的發光元件。

本實施方式中的發光元件由用作陽極的第一電極、用

作陰極的第二電極以及設置在第一電極和第二電極之間的 EL 層構成。另外，本實施方式中的發光元件為如下一種發光元件，即當分別對第一電極及第二電極施加電壓使得第一電極的電位比第二電極的電位高時，能夠發射光。

使用圖 1A 及 1B 說明本實施方式中的發光元件的結構。將基板 101 用作發光元件的基板。作為基板 101，例如可以使用玻璃、石英、塑膠等。此外，也可以使用撓性基板。撓性基板是可彎曲的（撓性）基板，例如可以舉出由聚碳酸酯、聚芳酯、聚醚砜等構成的塑膠基板等。此外，也可以使用薄膜（由聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯等構成）、無機蒸鍍薄膜。

另外，既可以使上述基板 101 殘留在作為利用本實施方式的發光元件的產品的發光裝置中，又可以不使上述基板 101 殘留在最終產品中而使其只具有作為發光元件的製造製程中的基板的作用。

形成在基板 101 上的第一電極 102 使用功函數大（具體地， $4.0\text{eV}$  以上）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成較佳。明確而言，可以例如舉出氧化銦-氧化錫（ITO：Indium Tin Oxide）、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、含有氧化鎢及氧化鋅的氧化銦、石墨烯（graphene）等。除此之外，還可以舉出金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti）或金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。

這些材料的膜通常藉由濺射法形成。例如，氧化銦-氧化鋅膜可以藉由濺射法使用在氧化銦中加入 1 至 10wt% 氧化鋅的靶材形成；含有氧化鎢及氧化鋅的氧化銦膜可以藉由濺射法使用在氧化銦中加入 0.5 至 5wt% 氧化鎢及 0.1 至 1wt% 氧化鋅的靶材形成。除此之外，也可以藉由真空蒸鍍法、塗敷法、噴墨法、旋塗法等形成上述材料的膜。

此外，因為形成在第一電極 102 上的 EL 層 103 中以與第一電極 102 接觸的方式形成的第一層（電洞注入層）111 使用不管第一電極 102 的功函數如何而容易注入電洞的複合材料形成，所以只要是作為電極材料可使用的材料（如金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物，除這些之外還包括屬於元素週期表中第一族或第二族的元素），就可以使用所有的眾所周知的材料。

此外，當採用含有下述複合材料的層時，作為用於第一電極 102 的材料，可以使用各種金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等，而不考慮其功函數。例如，也可以使用鋁（Al）、銀（Ag）、含有鋁的合金（例如，AlSi）等。

此外，也可以使用屬於元素週期表中第一族或第二族的元素，即，鹼金屬如鋰（Li）或銫（Cs）等；鹼土金屬如鈣（Ca）或銦（Sr）等；鎂（Mg）；包含這些金屬的合金（如，MgAg 或 AlLi），稀土金屬如銻（Eu）或鐿（Yb）等；包含稀土金屬的合金等，這些是功函數小的材料。

另外，在使用鹼金屬、鹼土金屬以及包含這些金屬的

合金形成第一電極 102 的情況下，可以採用真空蒸鍍法或濺射法。再者，在使用銀膏等的情況下，可以採用塗敷法或噴墨法等。

形成在第一電極 102 上的 EL 層 103 至少包含實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物，並且還可以使用其他眾所周知的材料。此外，作為眾所周知的材料，也可以使用低分子化合物及高分子化合物中的任一種。另外，作為形成 EL 層 103 的物質，既可以採用只由有機化合物構成的物質，又可以採用其一部分含有無機化合物的物質。

EL 層 103 藉由適當地組合並層疊包含電洞注入性高的物質的電洞注入層、包含電洞傳輸性高的物質的電洞傳輸層、包含發光物質的發光層、包含電子傳輸性高的物質的電子傳輸層、包含電子注入性高的物質的電子注入層等來形成。但是，EL 層 103 至少包括發光層，即可。

另外，圖 1A 所示的 EL 層 103 從第一電極 102 一側按順序層疊第一層（電洞注入層）111、第二層（電洞傳輸層）112、第三層（發光層）113、第四層（電子傳輸層）114 及第五層（電子注入層）115 而形成。

作為電洞注入層的第一層（電洞注入層）111 是包含電洞注入性高的物質的電洞注入層。作為電洞注入性高的物質，可以舉出氧化鉬、氧化鈦、氧化釩、氧化銻、氧化鈮、氧化鉻、氧化鋯、氧化鉛、氧化鋇、氧化銀、氧化鎢、氧化錳等。此外，作為低分子有機化合物，可以舉出酞菁類化合物諸如酞菁（簡稱： $H_2Pc$ ）、酞菁銅(II)（簡稱

: CuPc) 等。

此外，還可以使用作為低分子有機化合物的芳香胺化合物等，諸如 4,4',4''-三(*N,N*-二苯基胺基)-三苯胺 (簡稱: TDATA)、4,4',4''-三[*N*-(3-甲基苯基)-*N*-苯基胺基]-三苯胺 (簡稱: MTDATA)、4,4'-雙[*N*-(4-二苯基胺基苯基)-*N*-苯基胺基]聯苯 (簡稱: DPAB)、4,4'-雙(*N*-{4-[*N'*-(3-甲基苯基)-*N'*-苯基胺基]苯基}-*N*-苯基胺基)聯苯 (簡稱: DNTPD)、1,3,5-三[*N*-(4-二苯基胺基苯基)-*N*-苯基胺基]苯 (簡稱: DPA3B)、3-[*N*-(9-苯基咔唑-3-基)-*N*-苯基胺基]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzPCA1)、3,6-雙[*N*-(9-苯基咔唑-3-基)-*N*-苯基胺基]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzPCA2) 以及 3-[*N*-(1-萘基)-*N*-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑 (簡稱: PCzPCN1) 等。此外，也可以使用實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物。

再者，還可以使用高分子化合物 (低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)。例如，可以舉出聚(*N*-乙烯咔唑) (簡稱: PVK)、聚(4-乙烯三苯胺) (簡稱: PVTPA)、聚[*N*-(4-{*N'*-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基}-*N'*-苯基胺基)苯基)甲基丙烯酸醯胺] (簡稱: PTPDMA) 以及聚[*N,N'*-雙(4-丁基苯基)-*N,N'*-雙(苯基)二胺基聯苯] (簡稱: Poly-TPD) 等的高分子化合物。此外，還可以使用添加有酸的高分子化合物諸如聚(3,4-伸乙二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸) (PEDOT/PSS) 以及聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸) (PAni/PSS) 等。

此外，作為第一層（電洞注入層）111，可以使用在電洞傳輸性高的物質中包含受體物質的複合材料。另外，藉由使用在電洞傳輸性高的物質中包含受體物質的材料，可以選擇形成電極的材料而不考慮電極的功函數。就是說，作為第一電極 102，除了可以使用功函數大的材料以外，還可以使用功函數小的材料。這些複合材料可以藉由共蒸鍍電洞傳輸性高的物質和受體物質來形成。另外，在本說明書中，術語“複合”不僅是指單純地混合兩種材料的狀態，而且還是指藉由混合多種材料而在材料之間能夠進行電荷移轉的狀態。

作為用於複合材料的有機化合物，可以使用各種化合物，諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烴、高分子化合物（例如低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。另外，作為用於複合材料的有機化合物，使用電洞傳輸性高的有機化合物較佳。明確而言，使用具有  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  以上的電洞遷移率的物質較佳。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就也可以使用上述以外的物質。在下文中，具體地舉出可用於複合材料的有機化合物。

作為可用於複合材料的有機化合物，可以例如舉出芳香胺化合物如 MTDATA、TDATA、DPAB、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）和 4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺（簡稱：BPAFLP）

； 呋 啞 衍 生 物 如 4,4'-二 (*N*-呋 啞 基 ) 聯 苯 ( 簡 稱 : CBP ) 、 1,3,5-三 [4-(*N*-呋 啞 基 ) 苯 基 ] 苯 ( 簡 稱 : TCPB ) 、 9-[4-(*N*-呋 啞 基 ) 苯 基 ]-10-苯 基 蒽 ( 簡 稱 : CzPA ) 、 9-苯 基 -3-[4-(10-苯 基 -9-蒽 基 ) 苯 基 ]-9*H*-呋 啞 ( 簡 稱 : PCzPA ) 和 1,4-雙 [4-(*N*-呋 啞 基 ) 苯 基 ]-2,3,5,6-四 苯 基 苯 。

此 外 ， 還 可 以 舉 出 芳 烴 化 合 物 ， 諸 如 2-叔 丁 基 -9,10-二 (2-萘 基 ) 蒽 ( 簡 稱 : t-BuDNA ) 、 2-叔 丁 基 -9,10-二 (1-萘 基 ) 蒽 、 9,10-雙 (3,5-二 苯 基 苯 基 ) 蒽 ( 簡 稱 : DPPA ) 、 2-叔 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-叔 丁 基 蒽 ( 簡 稱 : t-BuAnth ) 、 9,10-雙 (4-甲 基 -1-萘 基 ) 蒽 ( 簡 稱 : DMNA ) 、 9,10-雙 [2-(1-萘 基 ) 苯 基 ]-2-叔 丁 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 等 。

再 者 ， 還 可 以 舉 出 芳 烴 化 合 物 ， 諸 如 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 熒 烯 、 芘 、 2,5,8,11-四 (叔 丁 基 ) 芘 、 稠 五 苯 、 蒽 等 ； 具 有 乙 烯 基 的 芳 烴 化 合 物 ， 諸 如 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 。 此 外 ， 也 可 以 使 用 實 施 方 式 1 所 示 的 二 苯 乙 烯 化 合 物 。

此 外 ， 作 為 可 用 於 複 合 材 料 的 受 體 物 質 ， 可 以 舉 出

2,3,5,6-四氟-7,7',8,8'-四氫二甲基對苯醌（簡稱：F<sub>4</sub>-TCNQ）、氫醌等有機化合物、過渡金屬氧化物。此外，可以舉出屬於元素週期表中第四族至第八族的金屬的氧化物。明確而言，使用氧化鈮、氧化鋰、氧化鋇、氧化鉻、氧化鋇、氧化鎢、氧化錳、氧化銻較佳，因為它們的電子接受性高。其中，尤其使用氧化鋇較佳，因為它在大氣中也較穩定且吸濕性低，從而易於使用。

另外，也可以使用如 PVK、PVTPA、PTPDMA 或 Poly-TPD 等上述高分子化合物以及上述受體物質形成複合材料，並且將該複合材料用於第一層（電洞注入層）111。

第二層（電洞傳輸層）112 是包含電洞傳輸性高的物質的層。作為電洞傳輸性高的物質，可以例如使用芳香胺化合物等，諸如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺（簡稱：BPAFLP）、4,4'-雙[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯胺]聯苯（簡稱：DFLDPBi）、4,4',4''-三(N,N-二苯基胺基)三苯基胺（簡稱：TDATA）、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]三苯基胺（簡稱：MTDATA）、或 4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）等。這裏示出的物質主要是具有  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  以上的電洞遷移率的物質。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就也可以使用除此之外的物質。此外，也可以使

用實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物。另外，包含電洞傳輸性高的物質的層不限於單層，也可以是兩個以上的由上述物質形成的層的疊層。

此外，作為第二層（電洞傳輸層）112，也可使用諸如 CBP、CzPA 或 PCzPA 等的咪唑衍生物或者諸如 t-BuDNA、DNA 或 DPAnth 等的蔥衍生物。

另外，作為第二層（電洞傳輸層）112，也可以使用高分子化合物如聚(N-乙基咪唑)（簡稱：PVK）或聚(4-乙基三苯胺)（簡稱：PVTBA）。

第三層（發光層）113 是包含發光性高的物質的發光層。在本實施方式中，第三層（發光層）113 是作為發光物質包含實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物的層。

另外，第三層（發光層）113 也可以包含實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物作為主要成分，或者也可以將實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物作為摻雜劑材料分散在其他物質（主體材料）中。注意，在將二苯乙烯化合物作為摻雜劑材料分散在其他物質中的情況下，將實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物的濃度的質量比設定為整體的 10% 以下較佳。此外，作為主體材料，可以使用眾所周知的物質，但是使用其最低空分子軌道能階（LUMO 能階）比實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物的淺（絕對值小）且其最高佔據分子軌道能階（HOMO 能階）比實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物的深（絕對值大）的物質較佳。此外，主體材料的 S1 能階比實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物高較佳

此外，作為主體材料，可以例如使用雜環化合物諸如 2-(4-聯苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-(對叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、3-(聯苯-4-基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1*H*-苯並咪唑)（簡稱：TPBI）、紅啡啉（簡稱：BPhen）以及浴銅靈（簡稱：BCP）等。

此外，還可以使用稠環芳香化合物如 9-[4-(*N*-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽（簡稱：CzPA）、9-[4-(3,6-二苯基-*N*-咔唑)苯基]-10-苯基蒽（簡稱：DPCzPA）、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽（簡稱：DPPA）、9,10-二(2-萘基)蒽（簡稱：DNA）、2-叔丁基-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 3,3',3''-(苯-1,3,5-三基)三芘（簡稱：TPB3）等。

此外，作為用於分散發光物質的物質（主體材料）可以使用多種物質。例如，為了抑制結晶化，也可以進一步添加諸如紅熒烯等的抑制結晶化的物質。再者，為了更高效地使能量移動到發光物質，也可以添加電洞傳輸性高的物質或電子傳輸性高的物質等。如此，藉由將發光物質分散在其他物質中，能夠抑制第三層（發光層）113 的結晶化。再者，能夠抑制因發光性高的物質的濃度高而導致的

濃度猝滅。

此外，更佳的是，尤其在上述物質之中的電子傳輸性物質中分散實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物來形成第三層（發光層）113。明確而言，也可以使用上述金屬錯合物、雜環化合物、稠環芳香化合物中的 CzPA、DNA、t-BuDNA、而且，也可以使用作為用於後面描述的第四層（電子傳輸層）114 的物質而舉出的高分子化合物。

另外，雖然在本實施方式中示出將實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物用作發光物質的例子，但是本發明的實施方式不侷限於此。由於實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物具有較寬的能隙，所以可以至少用作發射具有長於綠色光的波長的可見光的螢光性化合物的主體材料。

明確而言，作為發射綠光的材料，可以舉出 *N*-(9,10-二苯基-2-蔥基)-*N*,9-二苯基-9*H*-咪唑-3-胺（簡稱：2PCAPA）、*N*-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蔥基]-*N*,9-二苯基-9*H*-咪唑-3-胺（簡稱：2PCABPhA）、*N*-(9,10-二苯基-2-蔥基)-*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-蔥基]-*N*,*N'*,*N'*-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPABPhA）、*N*-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)]-*N*-[4-(9*H*-咪唑-9-基)苯基]-*N*-苯基蔥-2-胺（簡稱：2YGABPhA）、*N*,*N*,9-三苯基蔥-9-胺（簡稱：DPhAPhA）等。此外，作為發射黃光的材料，可以舉出紅熒烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯（簡稱：BPT）等。此外，發射紅光的材料，可以舉出 *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)萘並基(acenaphtho)[1,2-a]蒽蔥-3,10-二胺(簡稱:p-mPhAFD)等。

另外,第三層(發光層)113也可以使用兩層以上的多個層形成。例如,在從電洞傳輸層一側按順序層疊第一發光層和第二發光層形成第三層(發光層)113的情況下,可以作為第一發光層的主體材料使用具有電洞傳輸性的物質,並且作為第二發光層的主體材料使用具有電子傳輸性的物質。更佳的是,作為第一發光層的主體材料使用其電洞傳輸性高於電子傳輸性的材料,並且作為第二發光層的主體材料使用其電子傳輸性高於電洞傳輸性的材料。藉由採用上述結構,第一發光層和第二發光層之間的區域成為發光區,而能夠獲得更高效的元件。

在具有如上所述的結構的發光層由多個材料構成的情況下,可以藉由利用真空蒸鍍法的共蒸鍍、使用混合溶液的噴墨法、旋塗法或浸漬塗布法等來形成。

第四層(電子傳輸層)114是包含電子傳輸性高的物質的電子傳輸層。第四層(電子傳輸層)114例如可以使用金屬錯合物等諸如Alq、Almq<sub>3</sub>、BeBq<sub>2</sub>、BAIq、Znq、ZnPBO和ZnBTZ等作為低分子有機化合物而形成。此外,除了金屬錯合物以外,也可以使用諸如PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen或BCP的雜環化合物。這裏示出的物質主要具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子遷移率的物質。另外,只要是其電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質,就也可以使用

用上述以外的物質作為電子傳輸層。此外，電子傳輸層不侷限於單層，而且也可以是兩層以上的由上述物質構成的層的疊層。

此外，作為第四層（電子傳輸層）114，也可以使用高分子化合物。例如，可以使用聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共聚-(吡啶-3,5-二基)]（簡稱：PF-Py）和聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共聚-(2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)]（簡稱：PF-Bpy）等。

此外，第五層（電子注入層）115 是包含電子注入性高的物質的電子注入層。第五層（電子注入層）115 可以使用諸如氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF<sub>2</sub>）等的鹼金屬、鹼土金屬、鎂（Mg）或它們的化合物。此外，也可以使用在具有電子傳輸性的物質中包含鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物的物質，明確地說，在 Alq<sub>3</sub> 中包含鎂（Mg）的物質等。另外，在此情況下，能夠更高效地從第二電極 104 注入電子。

第二電極 104 使用功函數小（明確而言，3.8 eV 以下）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等較佳。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出如下屬於元素週期表中第一族或第二族的元素：諸如鋰（Li）或銫（Cs）等的鹼金屬；諸如鈣（Ca）、銣（Sr）等的鹼土金屬；鎂（Mg）；以及含有這些元素的合金（例如，MgAg、AlLi）；諸如鏷（Eu）、鐿（Yb）等的稀土金屬；以及含有這些元素的合金等。

另外，在使用鹼金屬、鹼土金屬或含有它們的合金形成第二電極 104 的情況下，可以使用真空蒸鍍法或濺射法。此外，在使用銀膏形成第二電極 104 的情況下，可以使用塗敷法或噴墨法等。

另外，藉由設置第五層（電子注入層）115，可以使用 Al、Ag、ITO、石墨烯、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等各種導電材料形成第二電極 104，而不考慮功函數的大小。這些導電材料的膜可以利用濺射法、噴墨法、旋塗法等形式。

此外，作為按順序層疊第一層（電洞注入層）111、第二層（電洞傳輸層）112、第三層（發光層）113、第四層（電子傳輸層）114 以及第五層（電子注入層）115 而形成的 EL 層 103 的製造方法，不論是乾處理還是濕處理，都可以採用各種方法。例如，可以採用真空蒸鍍法、噴墨法或旋塗法等。另外，也可以分別採用不同的成膜方法形成各個層。

第二電極 104 不僅可以藉由濺射法或真空蒸鍍法等乾處理形成，而且還可以藉由使用金屬材料膏的濕處理形成。

此外，因為在第一電極 102 和第一層（電洞注入層）111 之間、第一層（電洞注入層）111 和第二層（電洞傳輸層）112 之間以及第二層（電洞傳輸層）112 和第三層（發光層）113 之間主要使電洞流動，所以這些層的 HOMO 能階（在使用金屬的情況下，這些層的功函數）相

同或者幾乎相同較佳，以降低在相鄰層之間的載子注入勢壘。同樣地，因為在第三層（發光層）113 和第四層（電子傳輸層）114 之間、第四層（電子傳輸層）114 和第五層（電子注入層）115 之間以及第五層（電子注入層）115 和第二電極 104 之間主要使電子流動，所以這些層的 LUMO 能階（在使用金屬的情況下，這些層的功函數）相同或者幾乎相同較佳，以降低在相鄰層之間的載子注入勢壘。其差距為 0.2eV 以內較佳，為 0.1eV 以內更佳。

此外，藉由故意地分別將第二層（電洞傳輸層）112 和第三層（發光層）113 之間的 HOMO 能階的差距、第三層（發光層）113 和第四層（電子傳輸層）114 之間的 LUMO 能階的差距設定為大較佳，將載子限制在發光層中，因為這樣獲得更高效的發光元件。但是，在此情況下，若勢壘太大，元件的驅動電壓提高而成為元件的負擔。因此，各能階差為 0.4eV 以內較佳，為 0.2eV 以內更佳。

上述的本實施方式所示的發光元件具有如下機理：根據產生在第一電極 102 和第二電極 104 之間的電位差，電流流過，在 EL 層 103 中電洞和電子重新結合，發光有機化合物形成激發狀態，利用從激發態返回到基底態時的弛豫能而發光。然後，該發光透射第一電極 102 及第二電極 104 中的任一者或兩者而提取到外部。因此，第一電極 102 及第二電極 104 中的任一者或兩者為具有透光性的電極。

另外，在只有第一電極 102 具有透光性的情況下，如

圖 2A 所示，產生在 EL 層 103 中的發光透射第一電極 102 從基板 101 一側提取。此外，在只有第二電極 104 具有透光性的情況下，如圖 2B 所示，產生在 EL 層 103 中的發光透射第二電極 104 從與基板 101 相反一側提取。再者，在第一電極 102 及第二電極 104 都具有透光性的情況下，如圖 2C 所示，產生在 EL 層 103 中的發光透射第一電極 102 及第二電極 104 從基板 101 一側及與基板 101 相反一側的兩者提取。

另外，設置在第一電極 102 和第二電極 104 之間的層的結構不侷限於上述結構。至少具有作為發光層的第三層（發光層）113，就也可以採用上述以外的結構。

此外，如圖 1B 所示，也可以採用在基板 101 上按順序層疊用作陰極的第二電極 104、EL 層 103、用作陽極的第一電極 102 的結構。另外，此時的 EL 層 103 具有在第二電極 104 上按順序層疊第五層（電子注入層）115、第四層（電子傳輸層）114、第三層（發光層）113、第二層（電洞傳輸層）112、第一層（電洞注入層）111、第一電極 102 的結構。

另外，藉由使用本實施方式所示的發光元件，能夠製造被動矩陣型發光裝置或由薄膜電晶體（TFT）控制發光元件的驅動的主動矩陣型發光裝置。

另外，在製造主動矩陣型發光裝置的情況下，對 TFT 的結構沒有特別的限制。例如，可以適當地使用交錯型 TFT 或者反交錯型 TFT。而且，形成在 TFT 基板上的驅動

器電路也可以由 n 型 TFT 及 p 型 TFT 兩者形成或者僅由 n 型 TFT 及 p 型 TFT 中的一方形成。而且，對用於 TFT 的半導體膜的結晶性也沒有特別的限制。既可以使用非晶半導體膜，又可以使用晶體半導體膜。

據此，本實施方式所示的發光元件包含實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物而形成，因此元件效率提高，並且成為長使用壽命的發光元件。

### 實施方式 3

在本實施方式中，參照圖 3A 及 3B 說明層疊多個發光單元（也寫為 EL 層）的結構的發光元件（以下，稱為疊層型元件）的方式。該發光元件是在第一電極和第二電極之間具有多個發光單元的疊層型發光元件。作為各發光單元的結構，可以採用與實施方式 2 所示的 EL 層的結構同樣的結構。就是說，本實施方式 2 所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件。在本實施方式中說明具有多個發光單元的發光元件。

在圖 3A 中，在第一電極 321 和第二電極 322 之間層疊有第一發光單元 311 及第二發光單元 312。作為第一電極 321 及第二電極 322，可以採用與實施方式 2 相同的電極。此外，第一發光單元 311 和第二發光單元 312 既可以具有相同的結構，又可以具有不同的結構，其結構可以採用與實施方式 2 相同的結構。

電荷產生層 313 是如下一種層，即當在第一電極 321

和 第二電極 322 之間施加電壓時，向一方發光單元注入電子而向另一方發光單元注入電洞。就是說，電荷產生層 313 可以具有包含電洞傳輸性高的有機化合物和電子受體 (acceptor) 的結構或包含電子傳輸性高的有機化合物和電子給體 (donor) 的結構，並且，可以是單層或層疊多個層的疊層。作為層疊多個層的結構，採用層疊注入電洞的層和注入電子的層的結構較佳。

作為注入電洞的層，可以採用氧化鋁、氧化鈮、氧化銻、氧化鈦等的半導體或絕緣體。或者，注入電洞的層也可以具有對電洞傳輸性高的物質添加受體物質的結構。包含電洞傳輸性高的物質和受體物質的層作為受體物質包含 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟對苯醌二甲烷 (簡稱：F<sub>4</sub>-TCNQ)、氧化鈮、氧化鋁或氧化鎢等的金屬氧化物。作為電洞傳輸性高的物質，可以使用各種化合物諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳香烴、高分子化合物、低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等。另外，也可以同樣地採用實施方式 1 所示的二苯乙烯化合物。另外，作為電洞傳輸性高的物質，採用具有  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上的電洞遷移率的物質較佳。但是，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，也可以採用上述以外的物質。因為包含電洞傳輸性高的物質和受體物質的複合材料具有優越的載子注入性和載子傳輸性，所以能夠實現低電壓驅動和低電流驅動。

作為注入電子的層，可以採用氧化鋰、氟化鋰、碳酸銻等的絕緣體或半導體。或者，注入電子的層也可以具有

對電子傳輸性高的物質添加施體物質的結構。作為施體物質，可以採用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬或屬於元素週期表中第二、第十三族的金屬及其氧化物、碳酸鹽。明確而言，採用鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、鐳（Yb）、銦（In）、氧化鋰、碳酸銫等較佳。此外，也可以將四硫稠四苯等的有機化合物用作施體物質。作為電子傳輸性高的物質，採用具有  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上的電子遷移率的物質較佳。但是，只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就也可以採用上述以外的物質。因為包含電子傳輸性高的物質和施體物質的複合材料具有優越的載子注入性和載子傳輸性，所以能夠實現低電壓驅動和低電流驅動。

此外，作為電荷產生層 313，也可以採用實施方式 2 所示的電極材料。例如，電荷產生層 313 也可以組合包含電洞傳輸性高的物質及金屬氧化物的層與透明導電膜而形成。另外，從光提取效率的觀點來看，作為電荷產生層採用透光性高的層較佳。

無論在哪種情況下，夾在第一發光單元 311 和第二發光單元 312 之間的電荷產生層 313 只要是如下層即可，即當在第一電極 321 和第二電極 322 之間施加電壓時，向一方發光單元注入電子而向另一方發光單元注入電洞。例如，當施加電壓使得第一電極的電位比第二電極的電位高時，只要向第一發光單元 311 注入電子而向第二發光單元 312 注入電洞，電荷產生層 313 就可以具有任何結構。

雖然在本實施方式中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是，也可以同樣地採用如圖 3B 所示的層疊三個以上的發光單元（ $n$  個發光單元）的發光元件。像根據本實施方式的發光元件那樣，藉由利用電荷產生層將多個發光單元隔開而配置在一對電極之間，能夠在將電流密度保持得低的同時在高亮度區域中發射光。由於能夠將電流密度保持得低，所以能夠實現使用壽命長的元件。此外，當採用照明作為應用例子時，能夠減少因電極材料的電阻而導致的電壓降，從而能夠實現在大面積上的均勻發光。此外，能夠實現能進行低電壓驅動且耗電量低的發光裝置。

此外，藉由使各個發光單元發射不同顏色的光，能夠在發光元件的整體上獲得所希望顏色的發光。例如，在具有兩個發光單元的發光元件中，藉由使第一發光單元的發光顏色和第二發光單元的發光顏色處於補色的關係，能夠獲得在發光元件的整體上進行白色發光的發光元件。注意，補色是指一種顏色之間的關係，在該補色混合時呈現無彩色。也就是說，當將發射處於補色關係的顏色的光的物質的發光混合時，能夠獲得白色發光。而且，具有三個發光單元的發光元件也與上述情況類似，例如，在第一發光單元的發光顏色為紅色，第二發光單元的發光顏色為綠色並且第三發光單元的發光顏色為藍色的情形中，能夠在發光元件的整體上獲得白色發光。

另外，本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

#### 實施方式 4

在本實施方式中，使用圖 4A 及 4B 說明在像素部分中包括實施方式 2 或實施方式 3 所示的發光元件的發光裝置。另外，圖 4A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 4B 是沿圖 4A 的線 A-B 及線 C-D 切割的剖面圖。

圖 4A 所示的發光裝置包括驅動電路部分（源極側驅動電路 401）、像素部分 402、驅動電路部分（閘極側驅動電路 403）、密封基板 404 以及密封材料 405，並且由密封材料 405 圍繞的內側成爲空間 407。

另外，引線 408 是用於傳送輸入到源極側驅動電路 401 及閘極側驅動電路 403 的信號並且從作爲外部輸入端子的 FPC（撓性印刷電路）409 接受視頻信號、時脈信號、起始信號、重設信號等的佈線。注意，雖然在此只顯示 FPC，但也可以將印刷線路板（PWB）連接到 FPC 上。此外，本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置本身，而且還包括將 FPC 或 PWB 連接到發光裝置上的狀態。

接著，使用圖 4B 說明剖面結構。在元件基板 410 上形成有驅動電路部分及像素部分。在此示出作爲驅動電路部分的源極側驅動電路 401 和像素部分 402 中的一個像素。另外，在源極側驅動電路 401 中形成組合 N 通道型 TFT423 和 P 通道型 TFT424 的 CMOS 電路。此外，驅動電路也可以使用 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路而形成。在本實施方式中，雖然示出了將驅動電路形成在基板上的驅動器一體形式，但驅動電路沒必要一定形成在基板

上，而可以形成在基板外部。

此外，像素部分 402 由多個像素形成，該多個像素各自包括開關 TFT411、電流控制 TFT412 和電連接到電流控制 TFT412 的汲極的第一電極 413。另外，以覆蓋第一電極 413 的端部的方式形成絕緣物 414。

此外，爲了提高覆蓋性，將絕緣物 414 的上端部或下端部形成爲具有曲率的曲面較佳。例如，藉由將正型光敏丙烯酸系用作絕緣物 414 的材料，僅使絕緣物 414 的上端部具有帶有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$  到  $3\mu\text{m}$ ）的曲面。此外，作爲絕緣物 414，都可以使用藉由光照射變成在蝕刻劑中不能溶解的負型光敏材料或藉由光照射變成在蝕刻劑中能溶解的正型光敏材料。

在第一電極 413 上形成 EL 層 416 及第二電極 417。在此，作爲用於第一電極 413 的材料，可以使用各種金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物。另外，作爲具體的材料，可以使用實施方式 2 所示的可用於第一電極的材料。

此外，EL 層 416 藉由使用蒸鍍掩模的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法而形成。EL 層 416 具有實施方式 2 或實施方式 3 所示的結構。此外，作爲構成 EL 層 416 的其他材料，也可以採用低分子化合物或者高分子化合物（包括低聚物、樹枝狀聚合物）。此外，作爲用於 EL 層的材料，既可以採用有機化合物，又可以採用無機化合物。

此外，作爲用於第二電極 417 的材料，可以採用各種

金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物。在將第二電極 417 用作陰極的情況下，使用功函數較小（功函數為  $3.8\text{eV}$  以下）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等較佳。例如，可以舉出屬於元素週期表中第一族或第二族的元素，即鋰（Li）、銫（Cs）等的鹼金屬；鈣（Ca）、銦（Sr）等的鹼土金屬；鎂（Mg）；包含它們的合金（例如，Mg-Ag、Al-Li）等。

另外，當採用在 EL 層 416 中產生的光透射第二電極 417 的結構時，作為第二電極 417，也可以採用其膜厚度被減薄的金屬薄膜和透明導電膜（氧化銦-氧化錫（ITO）、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、含有氧化鎢及氧化鋅的氧化銦、石墨烯等）的疊層。

再者，藉由用密封材料 405 將密封基板 404 和元件基板 410 貼合在一起，獲得在由元件基板 410、密封基板 404 以及密封材料 405 圍繞而成的空間 407 中具有發光元件 418 的結構。另外在空間 407 中填充有填料，除了在空間 407 中填充有惰性氣體（氮或氬等）的情況以外，還包括在空間 407 中填充有密封材料 405 的情況。

另外，作為密封材料 405，使用環氧類樹脂較佳。此外，這些材料為盡可能地不滲透水分、氧的材料較佳。此外，作為用於密封基板 404 的材料，除了玻璃基板、石英基板以外，還可以使用由 FRP（玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯或丙烯酸系等形成的塑膠基板。

藉由上述方式，能夠獲得具有實施方式 2 或實施方式

3 所示的發光元件的主動矩陣型發光裝置。

此外，也可以將實施方式 2 或實施方式 3 所示的發光元件不僅可以用於上述的主動矩陣型發光裝置，而且還可以用於被動矩陣型發光裝置。圖 5A 及 5B 示出使用上述實施方式所示的發光元件的被動矩陣型發光裝置的立體圖及剖面圖。圖 5A 是示出發光裝置的立體圖，圖 5B 是沿圖 5A 的線 X-Y 切割的剖面圖。

在圖 5A 及 5B 中，在基板 501 上的第一電極 502 和第二電極 503 之間設置有 EL 層 504。絕緣層 505 覆蓋第一電極 502 的端部。並且，在絕緣層 505 上設置有隔壁層 506。隔壁層 506 的側壁具有如下傾斜，即越接近於基板面，一方側壁和另一方側壁之間の間隔越窄。換言之，隔壁層 506 的短邊方向上的剖面為梯形，並且底邊（朝向與絕緣層 505 的面方向同樣的方向且與絕緣層 505 相接的一邊）比上邊（朝向與絕緣層 505 的面方向同樣的方向且不與絕緣層 505 相接的一邊）短。像這樣，藉由設置隔壁層 506，能夠防止因靜電等而導致的發光元件的缺陷。

藉由上述方式，能夠獲得具有實施方式 2 或實施方式 3 所示的發光元件的被動矩陣型發光裝置。

另外，由於本實施方式所示的發光裝置（主動矩陣型、被動矩陣型）都使用上述實施方式所示的發光效率高且使用壽命長的發光元件而形成，所以能夠獲得耗電量低且可靠性高的發光裝置。

另外，本實施方式可以與其他實施方式所示的結構適

當地組合而使用。

#### 實施方式 5

在本實施方式中，使用圖 6A 及 6B 說明在像素部分包括實施方式 2 或實施方式 3 所示的發光元件的發光裝置。另外，圖 6A 為示出發光裝置的俯視圖，圖 6B 為沿圖 6A 的線 E-F 切割的剖面圖。另外，在圖 6A 中，未圖示圖 6B 中的第二基板 200b 及密封材料 216。

圖 6A 及 6B 所示的發光裝置包括第一基板 200a、第一電極 203、EL 層 202、第二電極 208、密封材料 216 以及第二基板 200b。明確而言，在第一基板 200a 上形成第一電極 203，以覆蓋第一電極 203 中的連接端子部分 203a 以外的部分的方式形成 EL 層 202，以不與第一電極 203 接觸且覆蓋 EL 層 202 的方式形成第二電極 208，並且使用密封材料 216 將第一基板 200a 和第二基板 200b 貼合在一起。由第一基板 200a、第二基板 200b 及密封材料 216 圍繞的內側成爲空間 214。此外，第一電極 203 的一部分的連接端子部分 203a 及第二電極 208 的一部分的連接端子部分 208a 分別與連接電極連接。

在圖 6A 及 6B 所示的發光裝置中，第一電極 203、EL 層 202、第二電極 208 可以分別參酌上述實施方式的第一電極 413、EL 層 416、第二電極 417。此外，密封材料 216 也可以參酌上述實施方式的密封材料 405。

此外，在空間 214 中也與上述實施方式的空間 407 同

樣地填充有填料。除了在空間 214 中填充有惰性氣體（氮或氬等）的情況以外，還有在空間 214 中填充有密封材料 216 或與密封材料 216 不同的密封材料的情況以及空間 214 為真空的情況。

第一基板 200a 及第二基板 200b 中的至少一方對可見光具有透光性（以下寫為透光性）。作為第一基板 200a 及第二基板 200b 的材料，例如可以使用玻璃、石英、塑膠等。此外，也可以使用撓性基板。作為撓性基板的材料，可以使用聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）等聚酯樹脂、聚丙烯腈樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚甲基丙烯酸甲酯樹脂、聚碳酸酯（PC）樹脂、聚醚砜（PES）樹脂、聚醯胺樹脂、環烯烴樹脂、聚苯乙烯樹脂、聚醯胺醯亞胺樹脂、聚氯乙烯樹脂等。此外，還可以使用在玻璃纖維中浸滲有樹脂而成的基板或將無機填料混合在有機樹脂中而成的基板。

另外，雖然在本實施方式中示出第一基板 200a 及第二基板 200b 的形狀為四邊形的情況，但是第一基板 200a 及第二基板 200b 的形狀不侷限於四邊形。例如，第一基板 200a 及第二基板 200b 也可以具有圓形或橢圓形。同樣地，雖然在本實施方式中示出發光元件的光發射面的形狀為四邊形的情況，但是發光元件的形狀不侷限於四邊形。例如，發光元件也可以具有圓形或橢圓形。

作為連接電極的材料，可以使用具有導電性的物質。例如，可以使用各種金屬、合金、導電化合物以及它們的

混合物。

此外，也可以設置覆蓋發光元件（第一電極 203、EL 層 202 和第二電極 208 重疊的部分）的無機絕緣層。此外，也可以採用在第一基板 200a 和發光元件之間設置無機絕緣層的結構。作為無機絕緣層的材料，可以例如使用氮化矽、氧化矽、氧化鋁等。藉由設置無機絕緣層，能夠抑制水分或雜質等從發光元件的外部侵入到發光元件所包含的有機化合物或金屬材料中。

在設置無機絕緣層的情況下，也可以不設置第二基板 200b 及密封材料 216，但是，藉由設置第二基板 200b 及密封材料 216，能夠進一步抑制水分或雜質等從發光元件的外部侵入到發光元件所包含的有機化合物或金屬材料中。

此外，在本實施方式中，當從第一基板 200a 一側提取光時，將具有透光性的材料用於第一電極 203 及第一基板 200a，當從第二基板 200b 一側提取光時，將具有透光性的材料用於第二電極 208 及第二基板 200b，並且當從第一基板 200a 一側及第二基板 200b 一側提取光時，將具有透光性的材料用於第一電極 203、第一基板 200a、第二電極 208 以及第二基板 200b，即可。

另外，本實施方式可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

實施方式 6

在本實施方式中，說明在其一部分包括實施方式 4 及實施方式 5 所示的發光裝置的電子裝置。實施方式 4 及實施方式 5 所記載的發光裝置由於使用包含實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物的發光元件，所以其耗電量被降低，其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以為具有耗電量被降低的顯示部分的電子裝置。此外，本實施方式所記載的電子裝置可以為驅動電壓小的電子裝置。此外，本實施方式所記載的電子裝置可以為可靠性高的電子裝置。

作為採用發光裝置的電子裝置，可以例如舉出電視裝置（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、諸如數位相機及數位攝影機等影像拍攝裝置、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、聲音再現裝置、彈子機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

圖 7A 示出電視裝置的一個例子。在電視裝置中，外殼 7101 組裝有顯示部分 7103。此外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。利用顯示部分 7103 顯示影像，並且將與實施方式 2 或實施方式 3 所說明的發光元件同樣的發光元件排列成矩陣狀而構成顯示部分 7103。由於該發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物，所以可以為發光效率良好的發光元件。此外，該發光元件還可以為驅動電壓小的發光元件。此外，該發光元件還可以為可靠性高的發光元件。因此，具有由該發光元件構成的顯示部分 7103 的電視裝置可以為耗電量降低了的電視裝置。

。此外，該電視裝置還可以為驅動電壓小的電視裝置。此外，該電視裝置還可以為可靠性高的電視裝置。

可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關、另外提供的遙控器 7110 進行電視裝置的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以進行頻道及音量的操作，並且可以對在顯示部分 7103 上顯示的影像進行操作。此外，也可以採用在遙控器 7110 中設置顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部分 7107 的結構。

另外，電視裝置採用具備接收機、資料機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由資料機連接到有線或無線方式的通信網路，能夠進行單向（從發送者到接收者）或雙向（在發送者和接收者之間或在接收者之間等）的資訊通信。

圖 7B 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部分 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 2 或實施方式 3 所說明的發光元件同樣的發光元件排列成矩陣狀並將它用於顯示部分 7203 而形成。由於該發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物，所以可以為發光效率良好的發光元件。此外，該發光元件還可以為驅動電壓小的發光元件。此外，該發光元件還可以為可靠性高的發光元件。因此，具有由該發光元件構成的顯示部分 7203 的電腦可以為耗電量降低了的電腦。此外，該電腦還可以為驅動電壓小的電腦。此外，該電腦還可以為可靠性高的電腦。

圖 7C 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，並且藉由連接部分 7303 可以開閉地連接。外殼 7301 組裝有將與實施方式 2 或實施方式 3 所說明的發光元件同樣的發光元件排列成矩陣狀而製造的顯示部分 7304，並且外殼 7302 組裝有顯示部分 7305。此外，圖 7C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分 7306、記錄媒體插入部分 7307、LED 燈 7308、輸入單元（操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311（包括測定如下因素的功能：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，只要在顯示部分 7304 及顯示部分 7305 中的兩者或一方中使用將與實施方式 2 或實施方式 3 所說明的發光元件同樣的發光元件排列成矩陣狀而製造的顯示部分即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 7C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在記錄媒體中的程式或資料並將其顯示在顯示部分上；以及藉由與其他可攜式遊戲機進行無線通信而實現資訊共用。另外，圖 7C 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。由於用於顯示部分 7304 的發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙烯化合物，所以上述具有顯示部分 7304 的可攜式遊戲機得到良好的發光效率，從而該可攜式

遊戲機可以為耗電量降低了的可攜式遊戲機。此外，由於用於顯示部分 7304 的發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙烯化合物，能夠利用低驅動電壓驅動可攜式遊戲機，所以該可攜式遊戲機可以為驅動電壓小的可攜式遊戲機。此外，由於用於顯示部分 7304 的發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙烯化合物，得到較高的可靠性，所以該可攜式遊戲機可以為可靠性高的可攜式遊戲機。

圖 7D 示出行動電話的一個例子。行動電話 7400 除了具備組裝在外殼 7401 中的顯示部分 7402 以外，還具備操作按鈕 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 2 或實施方式 3 所說明的發光元件同樣的發光元件排列成矩陣狀而製造的顯示部分 7402。由於該發光元件包含實施方式 1 所記載的二苯乙烯化合物，所以可以為發光效率良好的發光元件。此外，該發光元件還可以為驅動電壓小的發光元件。此外，該發光元件還可以為可靠性高的發光元件。因此，具有由該發光元件構成的顯示部分 7402 的行動電話機可以為耗電量降低了的行動電話機。此外，該行動電話機還可以為驅動電壓小的行動電話機。此外，該行動電話機還可以為可靠性高的行動電話機。

圖 7D 所示的行動電話機也可以具有用手指等觸摸顯示部分 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用手指等觸摸顯示部分 7402 來進行打電話或製作電子郵件等的操作。

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

例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部分 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而輸入在螢幕上顯示的文字。在此情況下，在顯示部分 7402 的螢幕的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕較佳。

此外，藉由在行動電話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，可以判斷行動電話的方向（縱或橫）而自動進行顯示部分 7402 的螢幕顯示的切換。

此外，藉由觸摸顯示部分 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分 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部分上的影像信號為動態影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當顯示在顯示部分上的影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

此外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部分 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分 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將螢幕模式從輸入模式切換成顯示模式。

也可以將顯示部分 7402 用作影像感測器。例如，藉

由用手掌或手指觸摸顯示部分 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。此外，藉由在顯示部分中使用發射近紅外光的背光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。

如上所述，如實施方式 2 或實施方式 3 所說明那樣的具備包含實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物的發光元件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置應用到各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物，可以得到耗電量降低了的電子裝置。此外，還可以得到驅動電壓小的電子裝置。此外，還可以得到可靠性高的電子裝置。

此外，也可以將實施方式 5 所記載的發光裝置用作照明裝置。使用圖 8 說明將實施方式 5 所記載的發光裝置用作照明裝置的一種方式。

圖 8 表示使用實施方式 5 所記載的發光裝置作為背光的液晶顯示裝置的一個例子。圖 8 所示的液晶顯示裝置包括外殼 901、液晶層 902、背光 903 以及外殼 904，液晶層 902 與驅動器 IC 905 連接。此外，作為背光 903 使用實施方式 5 所記載的發光裝置，並且藉由端子 906 將電流供應給背光 903。

藉由使用實施方式 5 所記載的發光裝置作為液晶顯示裝置的背光，可以得到耗電量降低了的背光。此外，因為實施方式 5 所記載的發光裝置是面發光的照明裝置且能夠實現大面積化，所以能夠實現背光的大面積化及液晶顯示

裝置的大面積化。再者，由於實施方式 5 所記載的發光裝置是薄型，所以能夠實現顯示裝置的薄型化。

圖 9 表示將實施方式 5 所記載的發光裝置用作作為照明裝置的檯燈的例子。圖 9 所示的檯燈包括外殼 2501 和光源 2502，並且作為光源 2502 使用實施方式 5 所記載的發光裝置。

圖 10 表示將實施方式 5 所記載的發光裝置用作室內的照明裝置 3001 的例子。因為實施方式 5 所記載的發光裝置是耗電量降低了的發光裝置，所以能夠實現耗電量降低了的照明裝置。此外，因為實施方式 5 所記載的發光裝置能夠實現大面積化，所以能夠用作大面積的照明裝置。此外，因為實施方式 5 所記載的發光裝置是薄型，所以能夠用作薄型化了的照明裝置。

還可以將實施方式 5 所記載的發光裝置用於汽車的擋風玻璃或儀錶盤。圖 11 示出將實施方式 5 所記載的發光裝置用於汽車的擋風玻璃或儀錶盤的一種方式。顯示 5000 至顯示 5005 是使用實施方式 5 所記載的發光裝置而形成的顯示。

顯示 5000 和顯示 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上的實施方式 5 所記載的發光裝置。可以藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，將實施方式 5 所記載的發光裝置形成為可透視越過該發光元件的景色的所謂透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視線。另外，在設置用來驅動的電晶體

等的情況下，使用具有透光性的電晶體較佳，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。

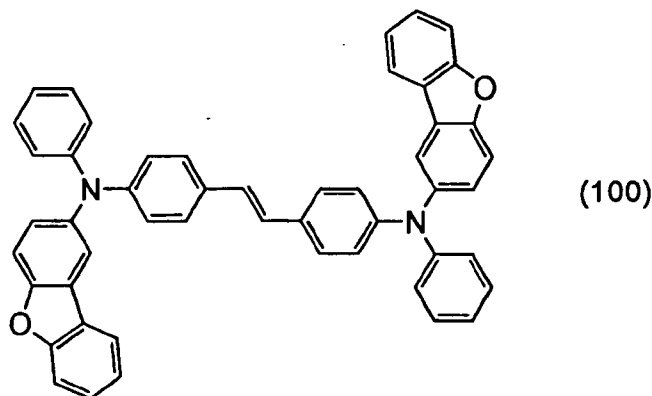
顯示 5002 是設置在立柱部分的顯示裝置。藉由在顯示 5002 上顯示來自設置在車廂上的成像裝置的影像，可以補充被立柱遮擋的視線。此外，同樣地，設置在儀錶盤部分上的顯示 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像裝置的影像，能夠補充被車廂遮擋的視線的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且無驚扭地確認安全。

顯示 5004 和顯示 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速計、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定等以及其他各種資訊。可以根據使用者的嗜好適當地改變顯示內容及佈局。另外，這些資訊也可以顯示在顯示 5000 至顯示 5003 上。

實施方式 5 所記載的發光裝置藉由包含實施方式 1 所記載的二苯乙炔化合物，可以為驅動電壓小的發光裝置或耗電量小的發光裝置。並且，即使設置多個大面積螢幕，也能夠降低對於電池的負載，而舒適地使用。

#### 實施例 1

本實施例示出以實施方式 1 中的結構式 (100) 表示的 4,4'-雙[N-(二苯並呋喃-2-基)-N-苯基胺基]二苯乙炔 (簡稱: FrA2S) 的合成方法的一個例子。

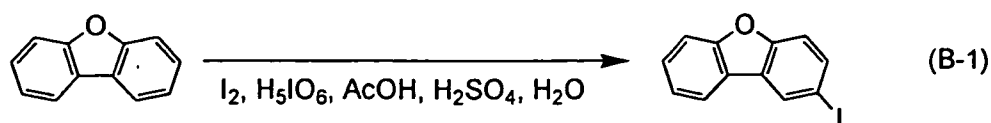


<步驟 1：2-碘二苯並呔喃的合成方法>

在 500mL 三頸燒瓶中，將包含 8.4g (50mmol) 的二苯並呔喃、6.2g (25mmol) 的碘、5.7g (25mmol) 的正過碘酸、150mL 的冰醋酸、30mL 的水以及 500 $\mu$ L 的硫酸的懸浮液以 60 $^{\circ}$ C 加熱並攪拌 4.5 小時使其起反應。

在反應結束後，將該反應混合液在室溫下進一步攪拌 16 小時。藉由過濾所生成的析出物，將該濾渣溶解在甲苯 150mL 中，然後用水洗滌三次。對該甲苯溶液加入硫酸鎂，以吸附水分。

在進行過濾並對所獲得的濾液進行濃縮後，對其加入己烷，並照射超聲波。藉由對所生成的固體進行過濾及乾燥，以 77% 的產率獲得 11.3g 的白色粉末狀目標物質。上述合成方法的反應圖解以下述 (B-1) 表示。



藉由核磁共振法 (NMR) 測量藉由上述步驟 1 獲得的化合物。下面示出測量資料。

$^1\text{H}$  NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300MHz) : $\delta$  (ppm) =7.33-7.38 (m

， 2H ) ， 7.48 ( dt ， J=1.5Hz ， 8.4Hz ， 1H ) ， 7.56 ( d ， J=8.1Hz ， 1H ) ， 7.72 ( dd ， J=2.1Hz ， 8.4Hz ， 1H ) ， 7.95 ( d ， J=7.8Hz ， 1H ) ， 8.27 ( d ， J=1.5Hz ， 1H ) 。

從測量結果確認到獲得了目的物質的 2-碘二苯並呋喃

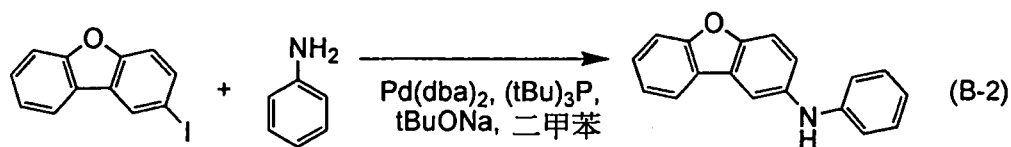
<步驟 2：N-(二苯並呋喃-2-基)-苯胺（簡稱：FrA）的合成方法>

在 100mL 的三頸燒瓶中，將 4.5g ( 15mmol ) 的 2-碘二苯並呋喃、2.0g ( 20mmol ) 的苯胺、45mg ( 0.1mmol ) 的雙(二亞苈基丙酮)鈹(0)、3.0g ( 30mmol ) 的叔丁醇鈉（簡稱：tert-BuONa）、30mL 的脫水二甲苯脫氣 3 分鐘直到不再產生氣泡。對該懸浮液加入 0.5mL ( 0.3mmol ) 的三叔丁磷（10wt%己烷溶液）在氮氛圍下以 120℃ 加熱並攪拌 5 小時使其起反應。

對該反應懸浮液加入大約 200mL 的甲苯並使其藉由矽酸鎂（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135）、礬土、矽藻土（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855）進行過濾。用水對所獲得的濾液進行洗滌，對其加入硫酸鎂，以吸附水分。

使該懸浮液進一步藉由矽酸鎂、礬土、矽藻土進行過濾，對所獲得的濾液進行濃縮，在對其加入甲醇後照射超聲波。藉由對所生成的固體進行過濾並使其乾燥，而以 39% 的產率獲得 1.6g 的白色粉末目的物質。上述合成方法

的反應圖解以下述 (B-2) 表示。



藉由矽膠薄層析法 (TLC) 得到的 R<sub>f</sub> 值 (展開劑: 乙酸乙酯:己烷 = 1:10) 為如下: 目的物質為 0.28, 2-碘二苯並呔喃為 0.59, 苯胺為 0.07。

藉由核磁共振法 (NMR) 測量藉由上述步驟 2 獲得的化合物。下面示出測量資料。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300MHz): δ (ppm) = 5.80 (s, 1H), 6.94-7.68 (m, 10H), 8.99 (d, J=7.8Hz, 1H), 8.11 (s, 1H)。

從測量結果確認到獲得了目的物質的 N-(二苯並呔喃-2-基)-苯胺 (簡稱: FrA)。

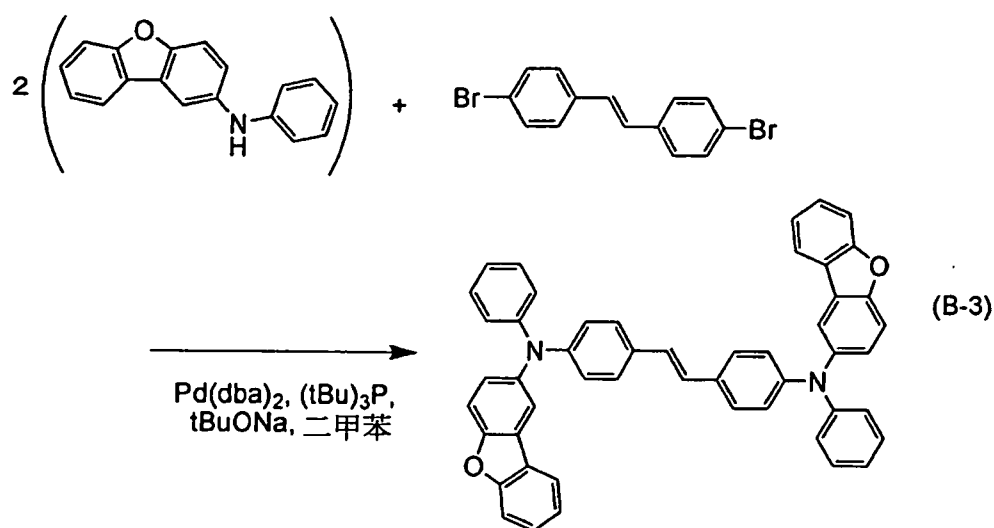
<步驟 3: 4,4'-雙[N-(二苯並呔喃-2-基)-N-苯基胺基]二苯乙烯 (簡稱: FrA2S) 的合成方法>

在 50mL 三頸燒瓶中, 對 1.0g (4.2mmol) 的(二苯並呔喃-2-基)-苯胺、680mg (2.0mmol) 的 4,4'-二溴二苯乙烯、23mg (40μmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)、1.0g (10mmol) 的叔丁醇鈉 (簡稱: tert-BuONa) 以及 20mL 的脫水二甲苯脫氣三分鐘直到不再產生氣泡。對該懸浮液加入 100μL (50μmol) 的三叔丁磷 (10wt%己烷溶液), 在氮氣圍下以 120°C 加熱並攪拌 5.5 小時使其起反應。

對該反應懸浮液加入大約 200mL 的甲苯並使其藉由矽

酸鎂、礬土、矽藻土進行過濾。用水對所獲得的濾液進行洗滌，對其加入硫酸鎂，以吸附水分。

使該懸浮液進一步藉由矽酸鎂、礬土、矽藻土進行過濾，對所獲得的濾液進行濃縮，在對其加入丙酮甲醇後照射超聲波。藉由對所生成的固體進行過濾並使其乾燥，而以 79% 的產率獲得 900mg 的黃色粉末目的物質。上述合成方法的反應圖解以下述 (B-3) 表示。



藉由矽膠薄層析法 (TLC) 獲得的 R<sub>f</sub> 值 (展開劑 醋酸乙基:己烷=1:10) 為如下: 目的物質為 0.37, 4,4'-二溴二苯乙烯為 0.62, (二苯並呋喃-2-基)-苯胺為 0.31。

藉由核磁共振法 (NMR) 測量藉由上述步驟 3 獲得的化合物。下面示出測量資料。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300MHz): δ (ppm) = 6.96-7.14 (m, 12H), 7.24-7.57 (m, 18H), 7.74 (d, J=2.1Hz, 2H), 7.82 (d, J=7.8Hz, 2H)。

從測量結果確認到獲得了目的物質的 4,4'-雙 [N-(二苯並呋喃-2-基)-N-苯基胺基] 二苯乙烯 (簡稱: FrA2S)。

利用 GC/MS 儀器（賽默飛世爾科技（Thermo Fisher Scientific Inc.）製造，ITQ1100 離子阱型 GCMS 系統）測量上述化合物的分子量。據此檢測出以分子量 694.14（模式為 EI+）為主的峰值，並且確認到獲得了目的物質的 4,4'-雙[N-(二苯並呋喃-2-基)-N-苯基氨基]二苯乙烯（簡稱：FrA2S）。

此外，圖 12A 示出 FrAs 的甲苯溶液的吸收光譜，而圖 12B 示出發射光譜。此外，圖 13A 示出 FrA2s 的薄膜的吸收光譜，而圖 13B 示出發射光譜。使用紫外可見分光光度計（日本分光株式會社製造、V550 型）測量吸收光譜。使用螢光分光光度計（濱松光子學公司（Hamamatsu Photonics Corporation）製造、FS920）測量發射光譜。將溶液放在石英皿中並將薄膜蒸鍍在石英基板上而製造樣品，來進行測量。作為吸收光譜，示出減去了在石英皿中只放入甲苯測量的吸收光譜而得到的溶液的吸收光譜、減去了石英基板的光譜而得到的薄膜的吸收光譜。在圖 12A 及 12B、圖 13A 及 13B 中，橫軸表示波長（nm），縱軸表示吸收強度（任意單位）或發光強度（任意單位）。甲苯溶液的吸收峰值位於 390nm 附近並且其最大發光波長為 435nm（激發波長 375nm）。此外，薄膜的吸收峰值位於 399nm、302nm 附近，並且其最大發光波長為 444nm（激發波長為 302nm）。

從吸收光譜可知，本實施例所示的 FrA2S 是在可見光區幾乎沒有吸收的材料。此外，從發光光譜可知，本實施

例所示的 FrA2S 呈現藍色發光。

## 實施例 2

在本實施例中示出對在實施例 1 中合成的根據本發明的一個方式的二苯乙烯化合物的薄膜狀態的最高佔據分子軌道能階（HOMO 能階）、最低未佔據分子軌道能階（LUMO 能階）以及能隙進行測量的結果。

另外，在本實施例中，藉由如下步驟進行測量。將藉由大氣中的光電子分光法（日本理研計器株式會社製造，AC-2）測量的電離電位值換算為負數值，以獲得 HOMO 能階的值。另外，使用上述實施例所示的薄膜的吸收光譜的資料，從假定直接躍遷的  $Tauc$  繪圖找到吸收端，並且以該吸收端為光學能隙將它加入 HOMO 能階的數值，以獲得 LUMO 能階的值。

在下面的表 1 中示出藉由測量獲得的 FrA2S 的 HOMO 能階、LUMO 能階以及能隙。

[表 1]

簡稱	HOMO 能階(eV)	LUMO 能階(eV)	能隙(eV)
FrA2S	-5.27	-2.48	2.79

從表 1 確認到作為根據本發明的一個方式的二苯乙烯化合物的 FrA2S 具有較深的 HOMO 能階、較淺的 LUMO 能階、較寬的能隙。

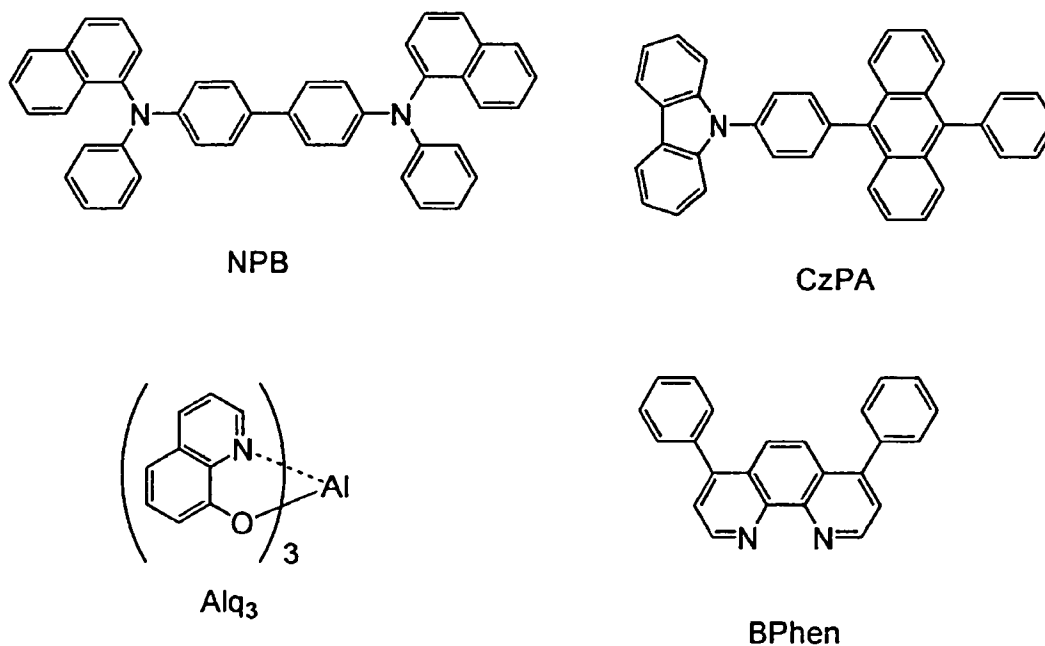
此外，還可知，作為根據本發明的一個方式的二苯乙

烯化合物的 FrA2S 因為具有較淺的 HOMO 能階，所以容易被氧化。因此，可以認為它是適合用於電洞注入層及電洞傳輸層的材料。

### 實施例 3

在本實施例中示出將在實施例 1 中合成的根據本發明的一個方式的二苯乙烯化合物用作發光材料的發光元件的製造方法及元件特性的測量結果。

在下文中，使用圖 14 說明發光元件 1 的製造方法。此外，下面示出在本實施例中使用的有機化合物的結構式。



### (發光元件 1)

首先，如圖 14 所示，在作為玻璃基板的基板 2101 上藉由濺射法形成含有氧化矽的氧化銦錫 (ITO) 膜，形成第一電極 2102。注意，其厚度為 110nm 且其電極面積為

2mm×2mm。在本實施例中，第一電極 2102 用作陽極。

接著，在第一電極 2102 上形成層疊多個層的 EL 層。發光元件 1 的 EL 層具有按順序層疊電洞注入層 2103、電洞傳輸層 2104、發光層 2105、電子傳輸層 2106 以及電子注入層 2107 的結構。

以使形成有第一電極 2102 的一面朝下的方式將形成有第一電極 2102 的基板 2101 固定於設置在真空蒸度裝置中的基板支架上，並且將壓力降低到  $10^{-4}$ Pa 程度之後，在第一電極 2102 上共蒸鍍 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）和氧化鉬（VI），來形成電洞注入層 2103。調節蒸鍍速率，以使其厚度成爲 50nm 且 NPB 和氧化鉬的重量比成爲 4:1（=NPB:氧化鉬）。注意，共蒸鍍法是指在一個處理室中從多個蒸發源同時進行蒸鍍的方法。

接著，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在電洞注入層 2103 上以 10nm 的厚度形成電洞傳輸材料的膜，形成電洞傳輸層 2104。另外，使用 NPB 形成電洞傳輸層 2104。

接著，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在電洞傳輸層 2104 上形成發光層 2105。藉由共蒸鍍 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）和 4,4'-雙[N-(二苯並呋喃-2-基)-N-苯基胺基]二苯乙烯（簡稱：FrA2S），以 30nm 的厚度形成發光層 2105。這裏，調節蒸鍍速率，以將 CzPA 和 FrA2S 的重量比設定爲 1:0.05（=CzPA:FrA2S）。

再者，在發光層 2105 上以 10nm 的厚度形成電子傳輸材料的膜，形成電子傳輸層 2106。另外，使用三(8-喹啉

醇)鋁 (簡稱:  $\text{Alq}_3$ ) 形成電子傳輸層 2106。

再者，在電子傳輸層 2106 上共蒸鍍三(8-喹啉醇)鋁 (簡稱:  $\text{Alq}_3$ ) 和鋰 (Li)，來形成 20nm 厚的電子注入層 2107。這裏，調節蒸鍍速率，以將  $\text{Alq}_3$  和 Li 的重量比設定為 1:0.01 (=  $\text{Alq}_3$ :Li)。

最後，以 200nm 的厚度蒸鍍鋁，形成用作陰極的第二電極 2108，來製造本實施例的發光元件 1。

表 2 示出本實施例中製造的發光元件 1 的元件結構。在表 2 中，以重量比表示所有混合比。

[表 2]

	第一電極 2102	電洞注入層 2103	電洞傳輸層 2104	發光層 2105
發光元件 1	ITO 110nm	NPB:MoO <sub>x</sub> (=4:1) 50nm	NPB 10nm	CzPA:FrA2S (=1:0.05) 30nm
	電子傳輸層 2106	電子注入層 2107	第二電極 2108	
發光元件 1	$\text{Alq}_3$ 10nm	$\text{Alq}_3$ :Li (=1:0.01) 20nm	Al 200nm	

\*混合比都以重量比表示

在氮氛圍的手套箱中以不暴露於大氣的方式對藉由上述製程得到的發光元件 1 進行密封之後，對發光元件的工作特性進行測量。另外，在室溫（保持 25°C 的氛圍）下進行測量。

表 3 示出發光元件 1 的亮度為 1000cd/m<sup>2</sup> 附近時的電

壓 (V)、電流 (mA)、電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )、CIE 色度座標 (x, y)、電流效率 ( $\text{cd}/\text{A}$ )、功率效率 ( $\text{lm}/\text{W}$ )、外部量子效率 (%)。

[表 3]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	色度 (x, y)
發光元件 1	5.4	0.94	23	(0.17, 0.21)
	電流效率 ( $\text{cd}/\text{A}$ )	功率效率 ( $\text{lm}/\text{W}$ )	外部量子效率 (%)	
發光元件 1	3.9	2.2	2.5	

圖 15 示出發光元件 1 的發射光譜。在圖 15 中，橫軸表示波長 (nm)，縱軸表示發光強度 (任意單位)。

從圖 15 可知，發光元件 1 的發射光譜在 444nm 附近有峰值。此外，從表 3 的 CIE 色度座標也可知源自於 FrA2S 的藍色發光。所以發現發光元件 1 是顏色純度高的發光材料。

此外，圖 16 示出發光元件 1 的電流密度-亮度特性。在圖 16 中，橫軸表示電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )，縱軸表示亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )。此外，圖 17 示出發光元件 1 的電壓-電流特性。在圖 17 中，橫軸表示電壓 (V)，縱軸表示電流 (mA)。此外，圖 18 示出發光元件 1 的亮度-電流效率特性。在圖 18 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )，縱軸表示電流效率 ( $\text{cd}/\text{A}$ )。

從圖 16、圖 17、圖 18 以及表 3 可知，發光元件 1 是能夠以低電壓進行驅動且高效率的發光元件。

此外，圖 19 示出發光元件 1 的亮度-色度特性。在圖 19 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )，縱軸表示色度 (任意單位)。

從圖 19 可知，在發光元件 1 中，即使在亮度發生變化時，源自於 FrA2S 的藍色的色度也不發生變化。由此可知，發光元件 1 是載子平衡優良且調光時不容易發生色移的元件。因此，可知，可以將發光元件 1 良好地用於全彩色顯示器等。

此外，對所製造的發光元件 1 進行可靠性試驗。在將初始亮度設定為  $1000\text{cd}/\text{m}^2$  且將電流密度設定為一定值的條件下驅動該元件，每當經過一定時間時測量亮度，來進行可靠性試驗。圖 20 示出藉由可靠性試驗得到的結果。在圖 20 中，縱軸表示時間上的對於初始亮度的亮度的比例，即正規化亮度 (%)，橫軸表示通電時間 (小時)。

從圖 20 可知，發光元件 1 不容易發生由於時間的經過導致的亮度的降低，並且其使用壽命較長。在驅動 380 小時之後，發光元件 1 也維持初始亮度的 65% 的亮度。

如上所述，可以確認到，能夠將本實施例的發光元件 1 形成為良好的藍色發光元件，並且形成為顏色純度高的藍色發光元件。

本申請案基於 2011 年 1 月 14 日向日本專利局申請的日本專利申請第 2011-005447 號，其全部內容併入本案參

考。

【圖式簡單說明】

在圖式中：

圖 1A 及 1B 為說明本發明的一個方式的發光元件的圖

；

圖 2A 至 2C 為說明本發明的一個方式的發光元件的圖

；

圖 3A 及 3B 為說明本發明的一個方式的發光元件的圖

；

圖 4A 及 4B 為說明本發明的一個方式的發光裝置的圖

；

圖 5A 及 5B 為說明本發明的一個方式的發光裝置的圖

；

圖 6A 及 6B 為說明本發明的一個方式的發光裝置的圖

；

圖 7A 至 7D 為說明本發明的一個方式的電子裝置的圖；

圖 8 為說明本發明的一個方式的電子裝置的圖；

圖 9 為說明本發明的一個方式的照明裝置的圖；

圖 10 為說明本發明的一個方式的照明裝置的圖；

圖 11 為說明車載顯示裝置的圖；

圖 12A 及 12B 為示出 FrA2S 的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 13A 及 13B 為示出 FrA2S 的薄膜的吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 14 為說明實施例的發光元件的圖；

圖 15 為示出發光元件 1 的發射光譜的圖；

圖 16 為示出發光元件 1 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 17 為示出發光元件 1 的電壓-電流特性的圖；

圖 18 為示出發光元件 1 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 19 為示出發光元件 1 的亮度-色度特性的圖；

圖 20 為示出發光元件 1 的可靠性試驗的結果的圖。

#### 【主要元件符號說明】

101：基板

102：第一電極

103：EL層

104：第二電極

111：第一層（電洞注入層）

112：第二層（電洞傳輸層）

113：第三層（發光層）

114：第四層（電子傳輸層）

115：第五層（電子注入層）

200a：第一基板

200b：第二基板

202：EL層

203：第一電極

- 203a : 連接端子部分
- 208 : 第二電極
- 208b : 連接端子部分
- 214 : 空間
- 216 : 密封材料
- 311 : 第一發光單元
- 312 : 第二發光單元
- 313 : 電荷產生層
- 321 : 第一電極
- 322 : 第二電極
- 401 : 源極側驅動電路
- 402 : 像素部分
- 403 : 閘極側驅動電路
- 404 : 密封基板
- 405 : 密封材料
- 407 : 空間
- 408 : 引線
- 409 : FPC ( 撓性印刷電路 )
- 410 : 元件基板
- 411 : 開關 TFT
- 412 : 電流控制 TFT
- 413 : 第一電極
- 414 : 絕緣物
- 416 : EL 層

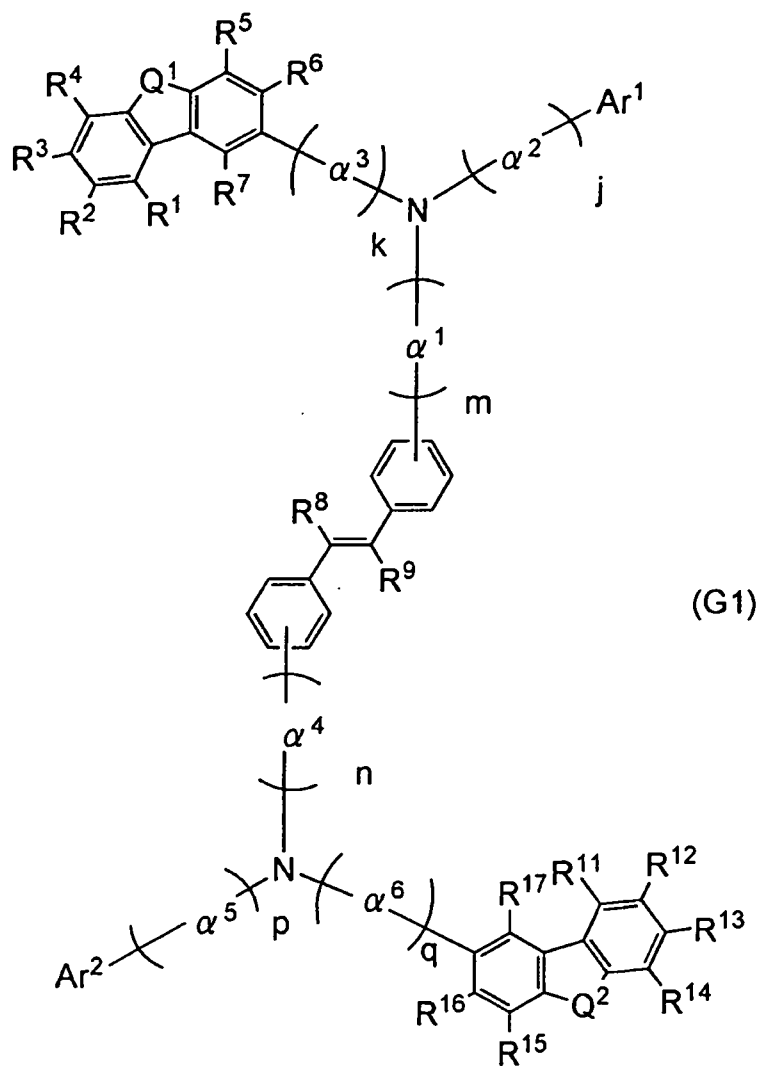
- 417 : 第二電極
- 418 : 發光元件
- 423 : N 通道型 TFT
- 424 : P 通道型 TFT
- 501 : 基板
- 502 : 第一電極
- 503 : 第二電極
- 504 : EL 層
- 505 : 絕緣層
- 506 : 隔壁層
- 901 : 外殼
- 902 : 液晶層
- 903 : 背光
- 904 : 外殼
- 905 : 驅動器 IC
- 906 : 端子
- 2101 : 基板
- 2102 : 第一電極
- 2103 : 電洞注入層
- 2104 : 電洞傳輸層
- 2105 : 發光層
- 2106 : 電子傳輸層
- 2107 : 電子注入層
- 2108 : 第二電極

- 2501 : 外殼
- 2502 : 光源
- 3001 : 照明裝置
- 7101 : 外殼
- 7103 : 顯示部分
- 7105 : 支架
- 7107 : 顯示部分
- 7109 : 操作鍵
- 7110 : 遙控器
- 7201 : 主體
- 7202 : 外殼
- 7203 : 顯示部分
- 7204 : 鍵盤
- 7205 : 外部連接埠
- 7206 : 指向裝置
- 7301 : 外殼
- 7302 : 外殼
- 7303 : 連接部分
- 7304 : 顯示部分
- 7305 : 顯示部分
- 7306 : 揚聲器部分
- 7307 : 記錄媒體插入部分
- 7308 : LED 燈
- 7309 : 操作鍵

- 7310 : 連接端子
- 7311 : 感測器
- 7401 : 外殼
- 7402 : 顯示部分
- 7403 : 操作按鈕
- 7404 : 外部連接埠
- 7405 : 揚聲器
- 7406 : 麥克風
- 7400 : 行動電話

## 七、申請專利範圍：

1. 一種以下述通式 (G1) 表示的二苯乙烯化合物，



其中，在通式 (G1) 中：

$Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子；

$R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個；

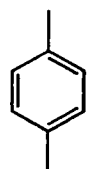
$\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別表示取代或未取代的伸苯基；

$Ar^1$  及  $Ar^2$  分別表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代

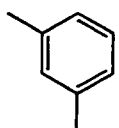
或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個；

並且， $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別表示 0 或 1。

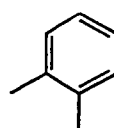
2. 根據申請專利範圍第 1 項之二苯乙烯化合物，其中該通式 (G1) 中的  $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別具有以下述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ ) 中的任一種表示的結構，



( $\alpha-1$ )



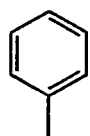
( $\alpha-2$ )



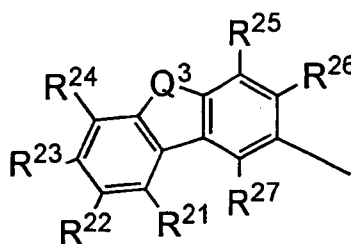
( $\alpha-3$ )

3. 根據申請專利範圍第 1 項之二苯乙烯化合物，

其中該通式 (G1) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別具有以下述結構式 (Ar-1) 或下述通式 (Ar-2) 表示的結構，



(Ar-1)

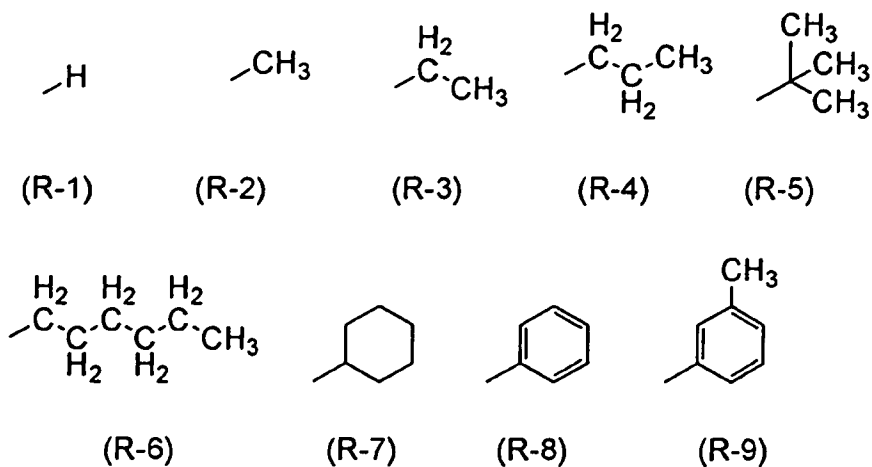


(Ar-2)

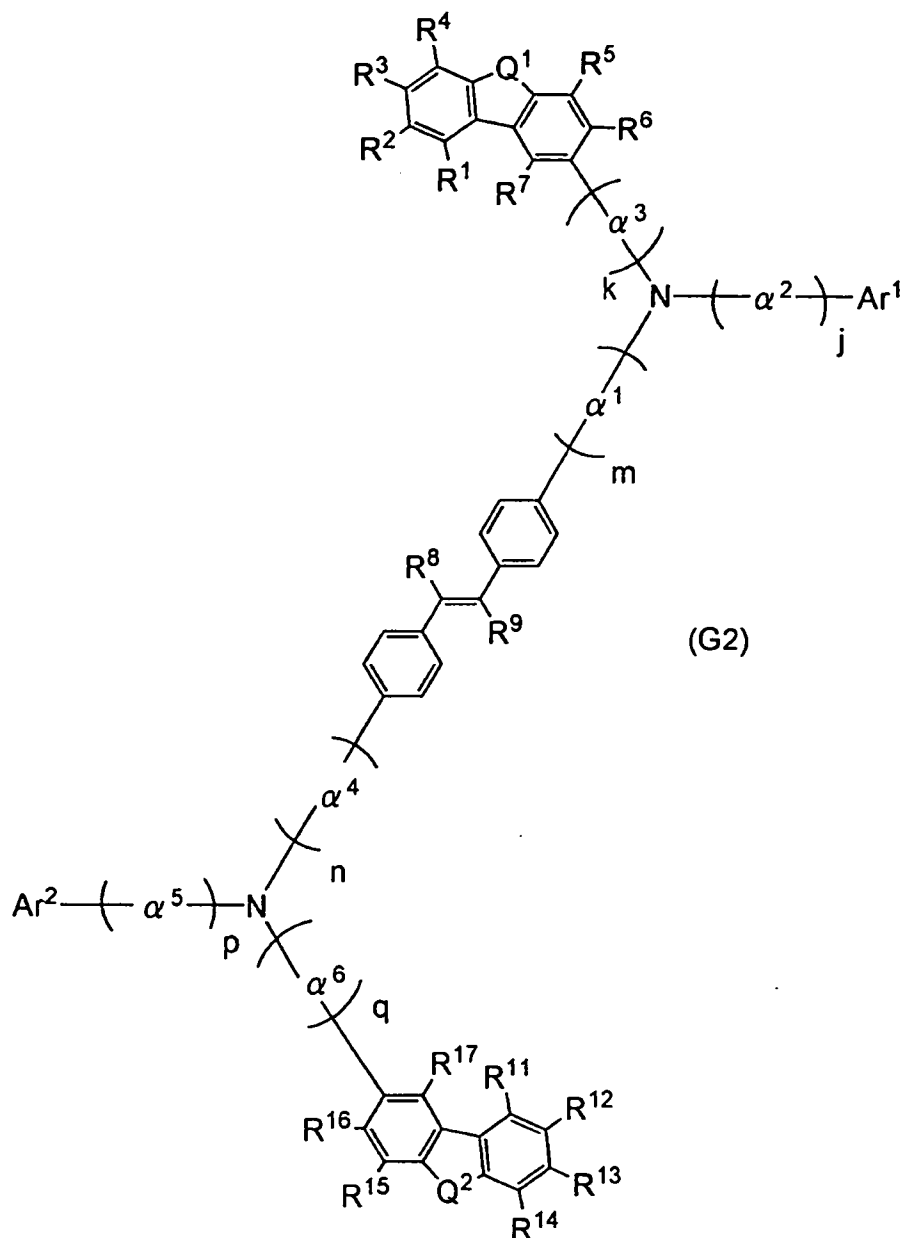
並且，在通式 (Ar-2) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之二苯乙烯化合物，

其中該  $R^1$  至  $R^9$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別具有以下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 中的任一種表示的結構，



5. 一種以下述通式 (G2) 表示的二苯乙烯化合物，



其中，在通式 (G2) 中：

$Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子；

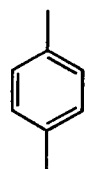
$R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個；

$\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別表示取代或未取代的伸苯基；

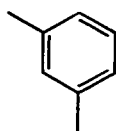
$Ar^1$  及  $Ar^2$  分別表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個；

並且， $j$ 、 $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 、 $q$  分別表示 0 或 1。

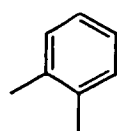
6. 根據申請專利範圍第 5 項之二苯乙烯化合物，其中該通式 (G2) 中的  $\alpha^1$  至  $\alpha^6$  分別具有以下述結構式 ( $\alpha-1$ ) 至 ( $\alpha-3$ ) 中的任一種表示的結構，



( $\alpha-1$ )



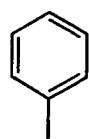
( $\alpha-2$ )



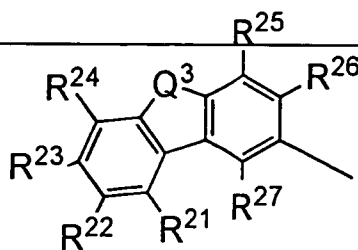
( $\alpha-3$ )

7. 根據申請專利範圍第 5 項之二苯乙烯化合物，

其中，該通式 (G2) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別具有以下述結構式 (Ar-1) 或下述通式 (Ar-2) 表示的結構，



(Ar-1)

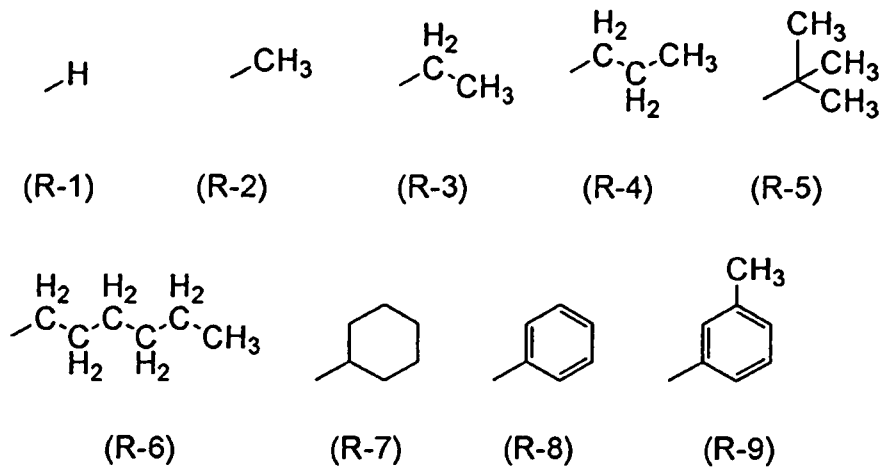


(Ar-2)

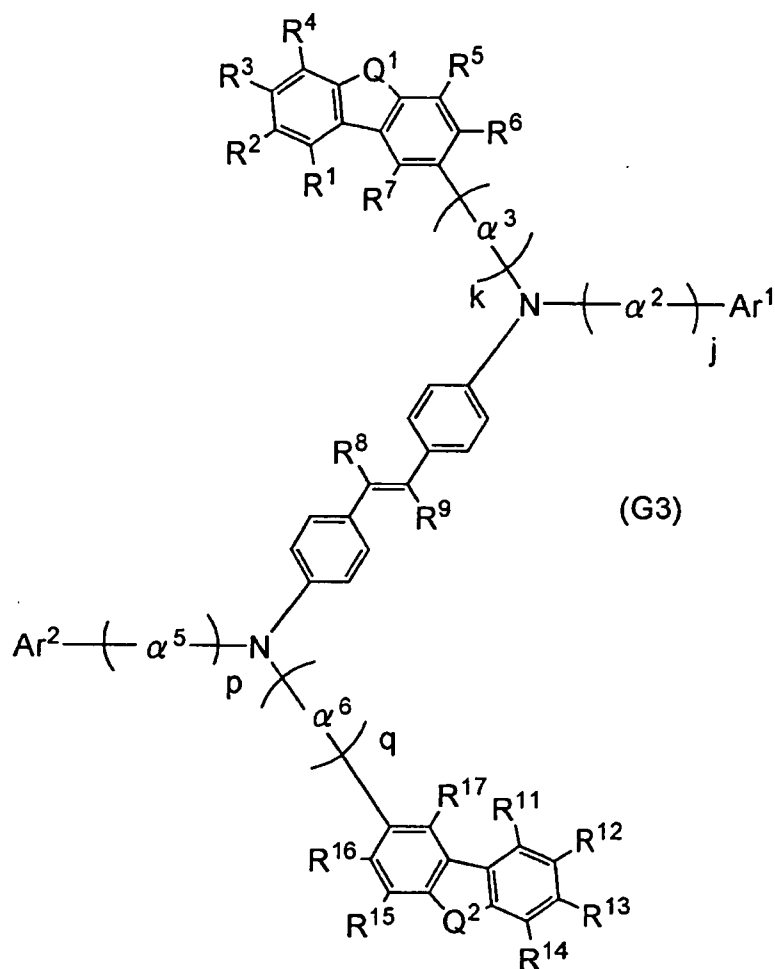
並且，在通式 (Ar-2) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

8. 根據申請專利範圍第 5 項之二苯乙烯化合物，

其中， $R^1$  至  $R^9$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別具有以下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 中的任一種表示的結構，



9. 一種以下述通式 (G3) 表示的二苯乙烯化合物，



其中，在通式 (G3) 中：

$Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子；

$R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個；

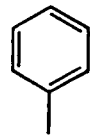
$\alpha^2$ 、 $\alpha^3$ 、 $\alpha^5$  及  $\alpha^6$  分別表示取代或未取代的伸苯基；

$Ar^1$  及  $Ar^2$  分別表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個；

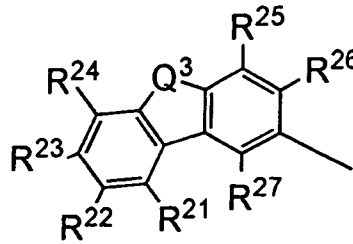
並且， $j$ 、 $k$ 、 $p$ 、 $q$  分別表示 0 或 1。

10. 根據申請專利範圍第 9 項之二苯乙烯化合物，

其中，該通式 (G3) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別具有以下述結構式 (Ar-1) 或下述通式 (Ar-2) 表示的結構，



(Ar-1)



(Ar-2)

並且，在通式 (Ar-2) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

11. 根據申請專利範圍第 9 項之二苯乙烯化合物，

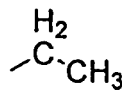
其中， $R^1$  至  $R^9$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別具有以下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 中的任一種表示的結構，



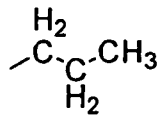
(R-1)



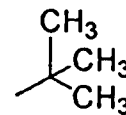
(R-2)



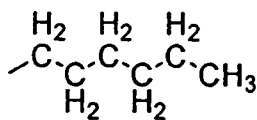
(R-3)



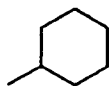
(R-4)



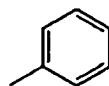
(R-5)



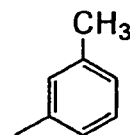
(R-6)



(R-7)

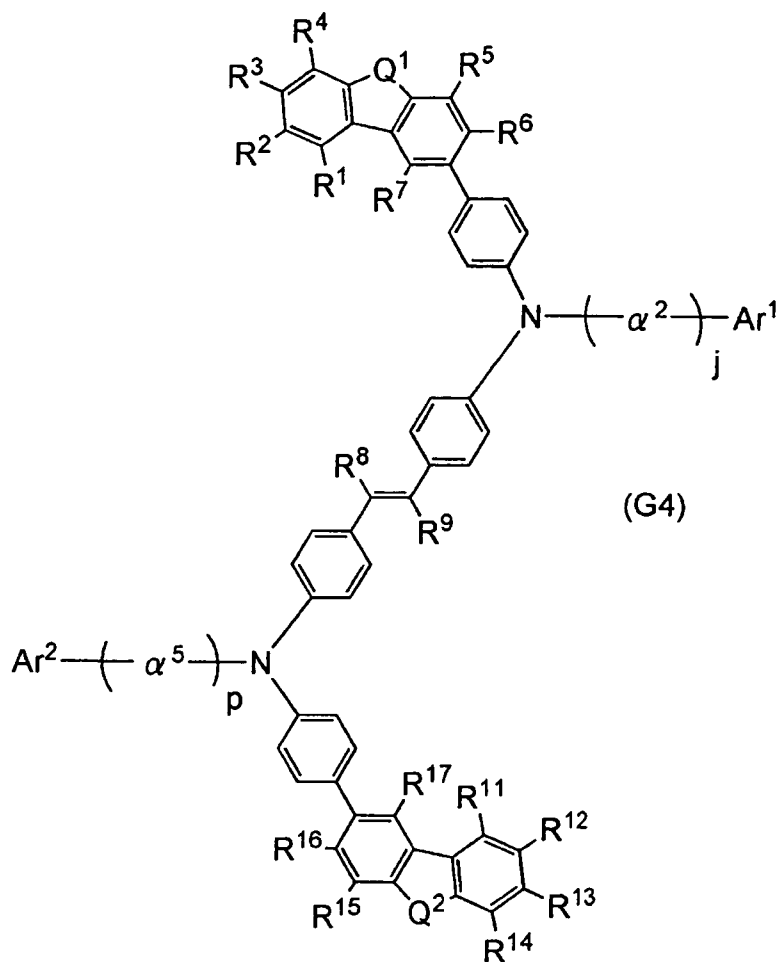


(R-8)



(R-9)

12. 一種以下述通式 (G4) 表示的二苯乙烯化合物，



其中，在通式 (G4) 中：

$Q^1$  及  $Q^2$  分別表示氧原子或硫原子；

$R^1$  至  $R^9$  及  $R^{11}$  至  $R^{17}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個；

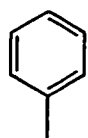
$\alpha^2$  及  $\alpha^5$  分別表示取代或未取代的伸苯基；

$Ar^1$  及  $Ar^2$  分別表示形成環的碳數為 6 至 12 的取代或未取代的芳基、取代或未取代的二苯並噻吩-2-基以及取代或未取代的二苯並呋喃-2-基中的任一個；

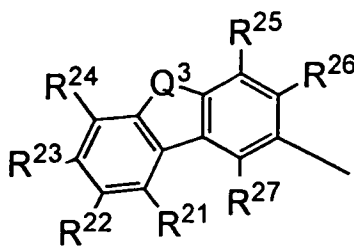
並且， $j$  及  $p$  分別表示 0 或 1。

13. 根據申請專利範圍第 12 項之二苯乙烯化合物，

其中，該通式 (G4) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別具有以下述結構式 (Ar-1) 或下述通式 (Ar-2) 表示的結構，



(Ar-1)



(Ar-2)

並且，其中，在通式 (Ar-2) 中， $Q^3$  表示氧原子或硫原子， $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別表示氫原子、碳數為 1 至 6 的烷基、取代或未取代的苯基以及取代或未取代的聯苯基中的任一個。

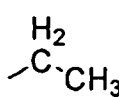
14. 根據申請專利範圍第 12 項之二苯乙烯化合物，其中， $R^1$  至  $R^9$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{27}$  分別具有以下述結構式 (R-1) 至 (R-9) 中的任一種表示的結構，



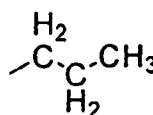
(R-1)



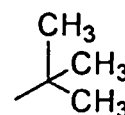
(R-2)



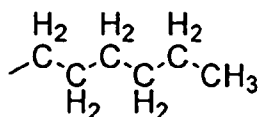
(R-3)



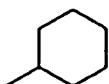
(R-4)



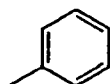
(R-5)



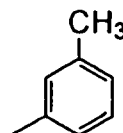
(R-6)



(R-7)



(R-8)



(R-9)

15. 一種包括根據申請專利範圍第 1、5、9 及 12 項中任一項之二苯乙烯化合物的發光元件。

16. 一種包括根據申請專利範圍第 15 項之發光元件的發光裝置。

17. 一種包括根據申請專利範圍第 16 項之發光裝置的照明裝置。

18. 一種包括根據申請專利範圍第 16 項之發光裝置的電子裝置。

圖 1A

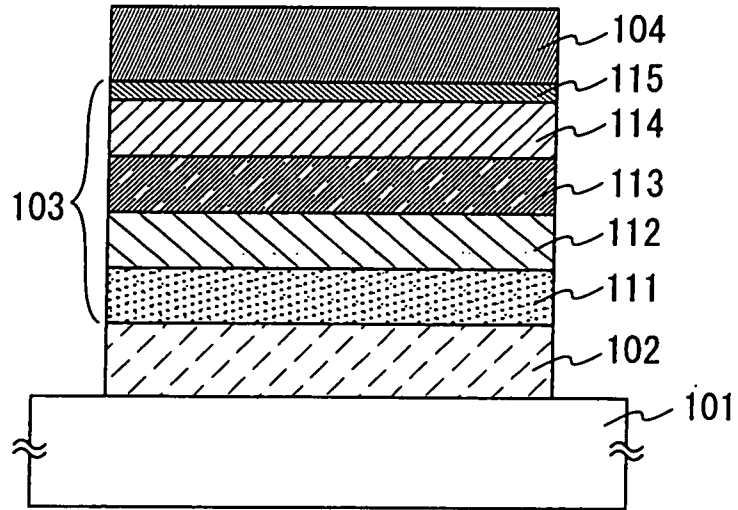


圖 1B

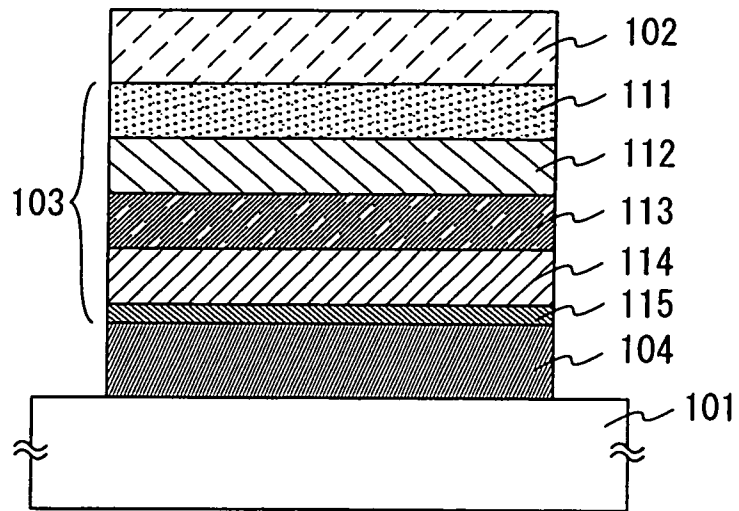


圖2A

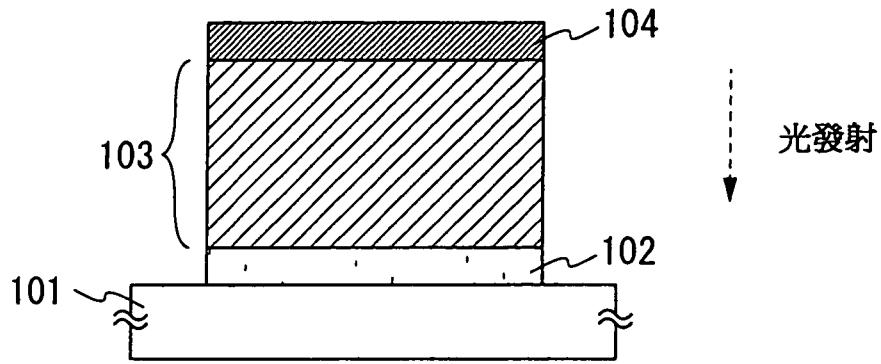


圖2B

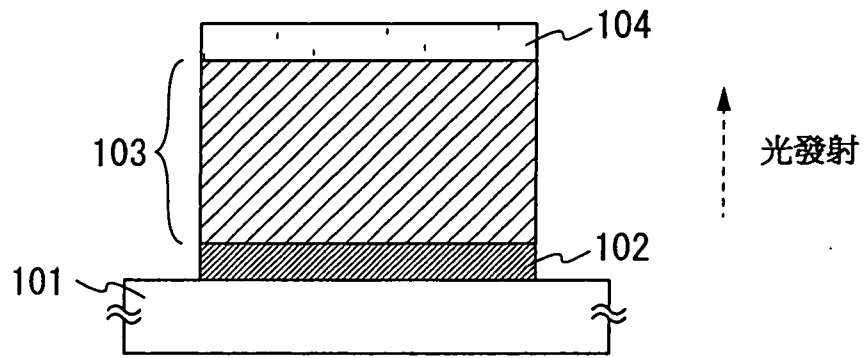


圖2C

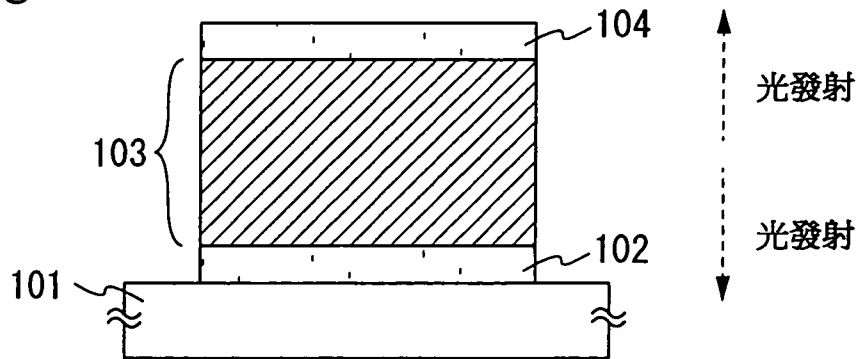


圖 3A

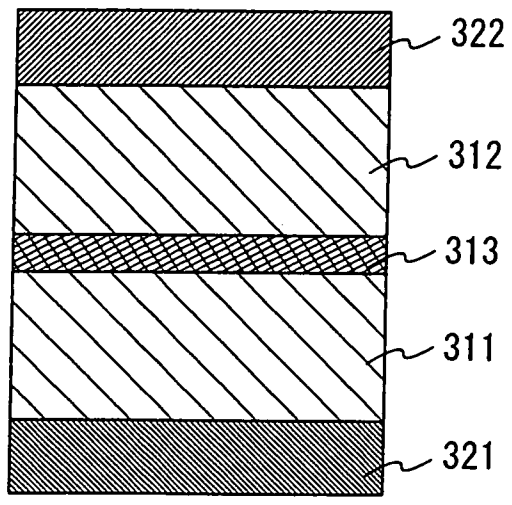


圖 3B

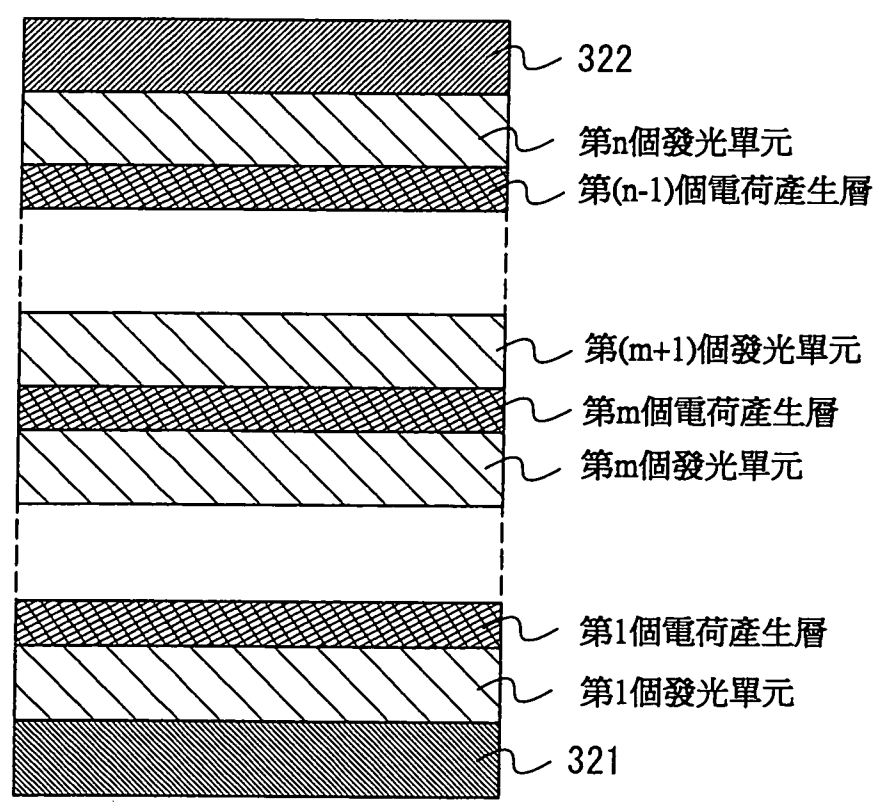


圖4A

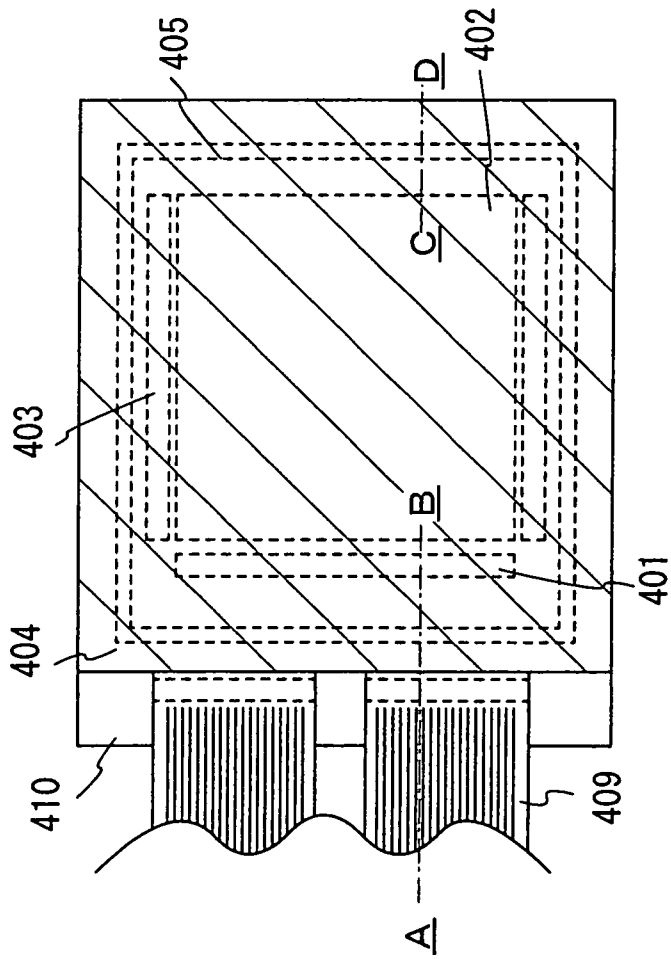


圖4B

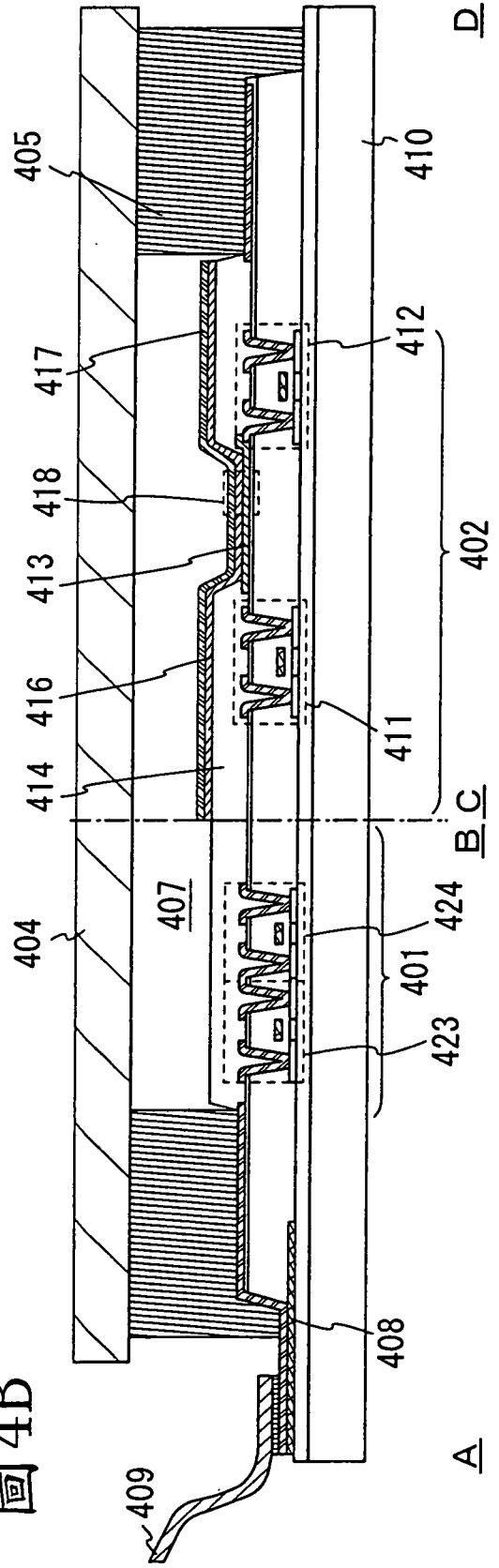


圖 5A

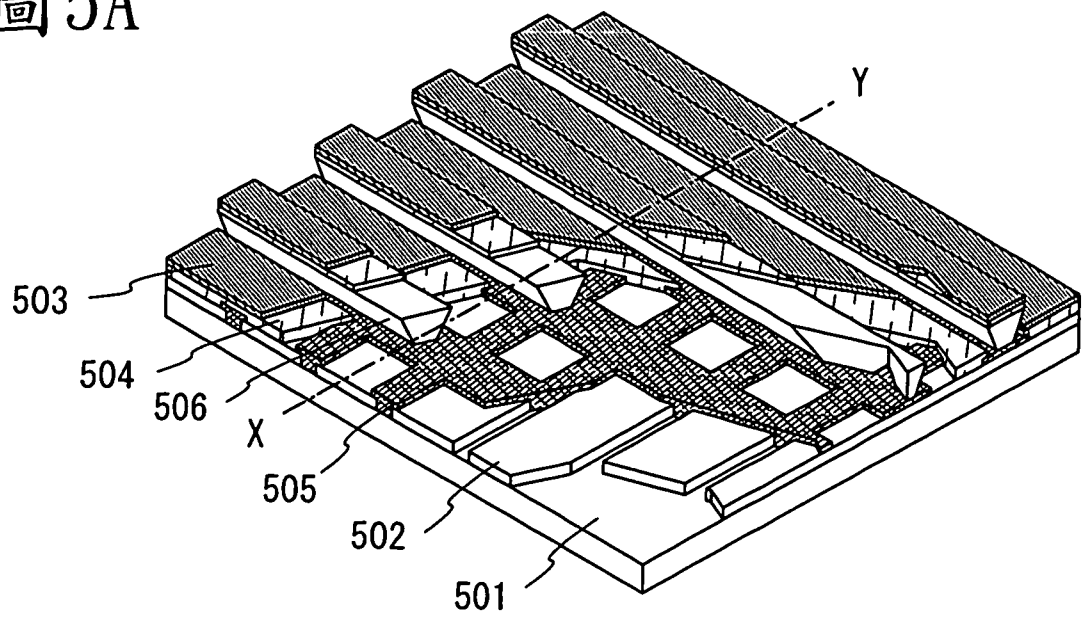


圖 5B

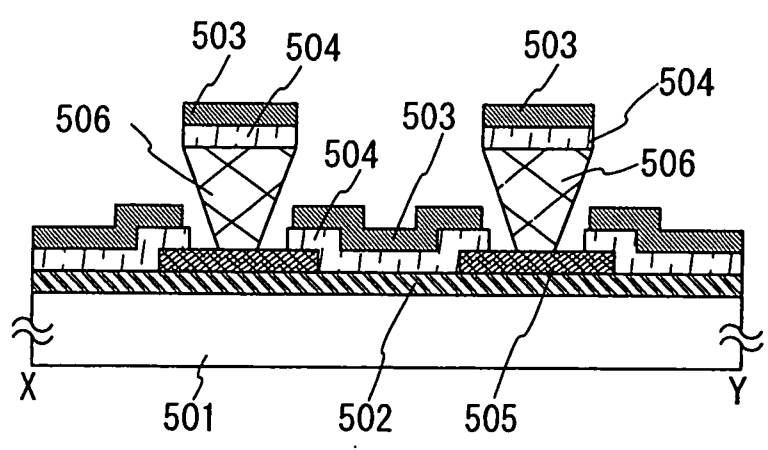


圖 6A

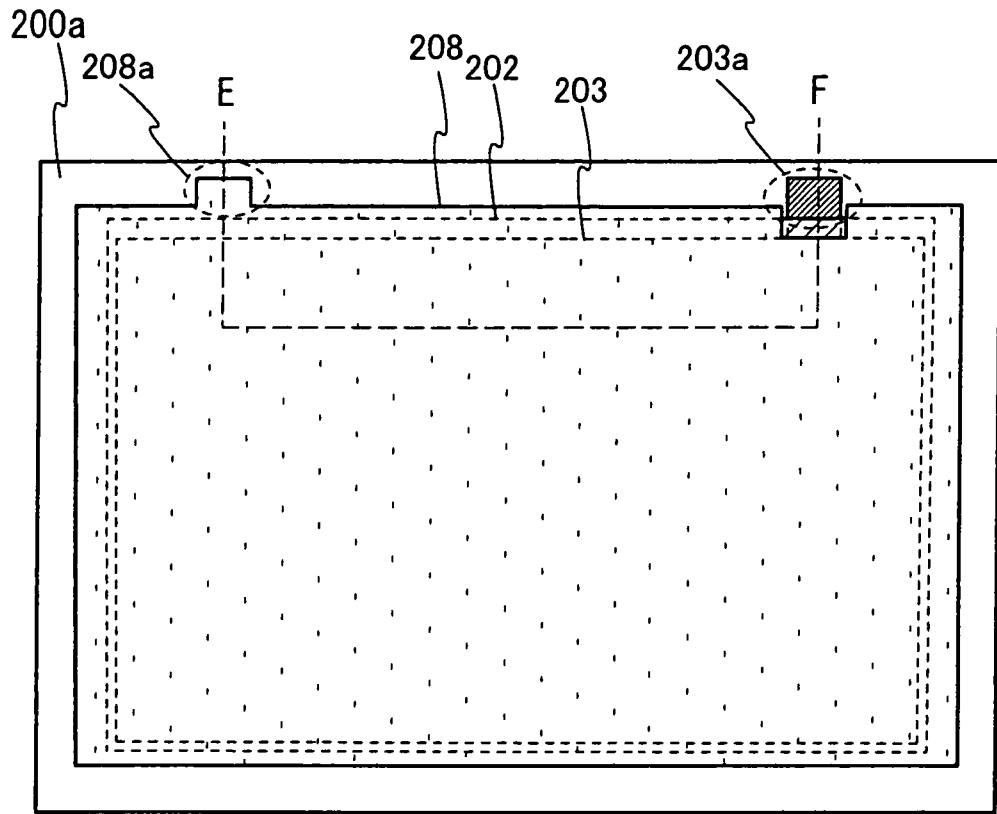


圖 6B

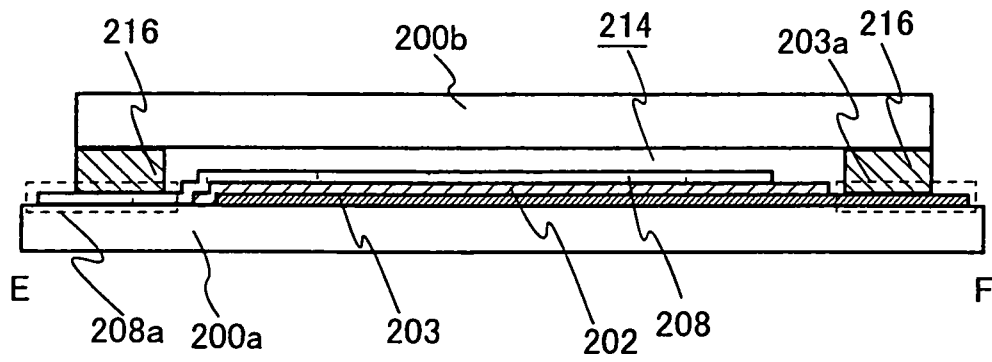


圖 7A

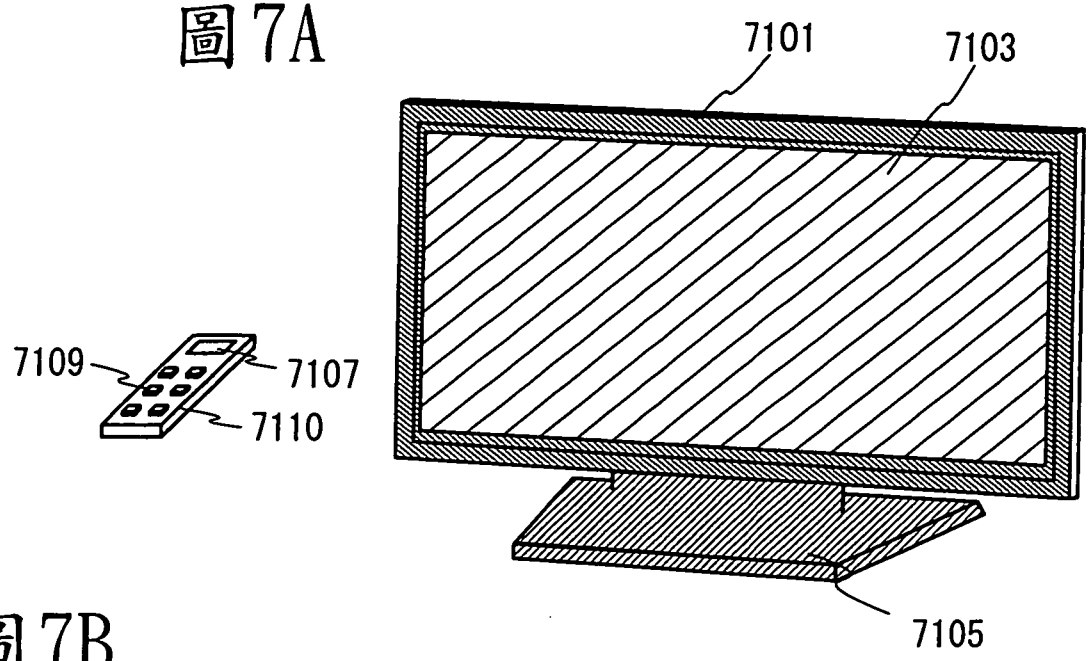


圖 7B

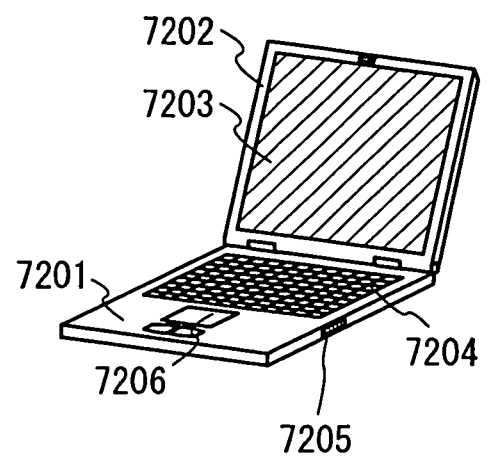


圖 7C

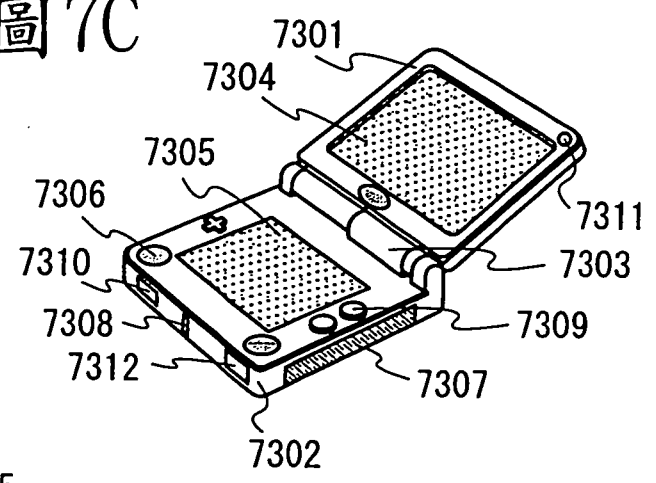


圖 7D

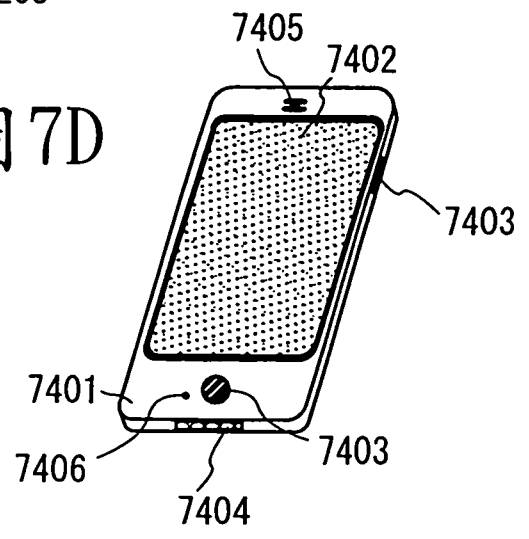


圖8

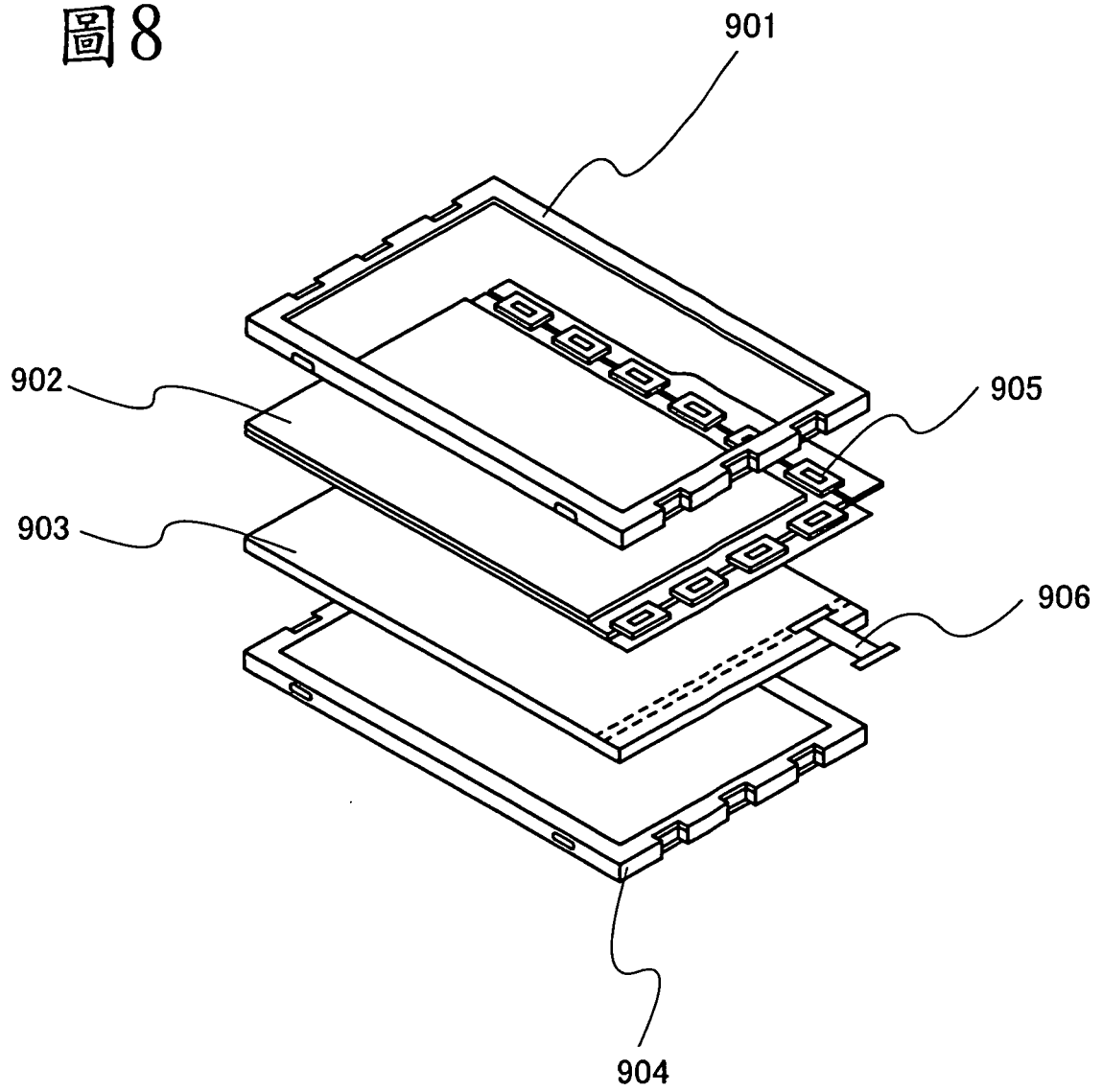


圖9

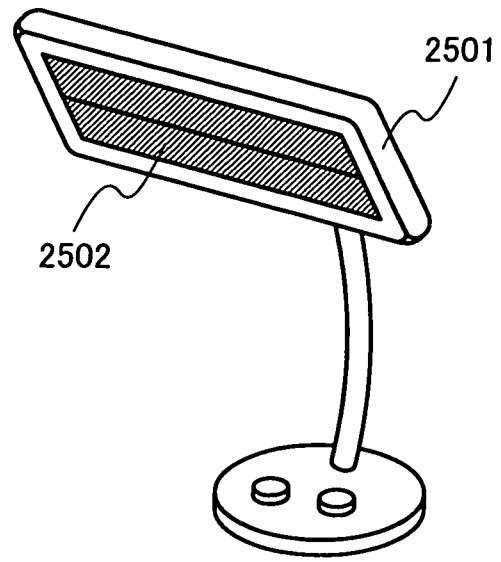


圖10

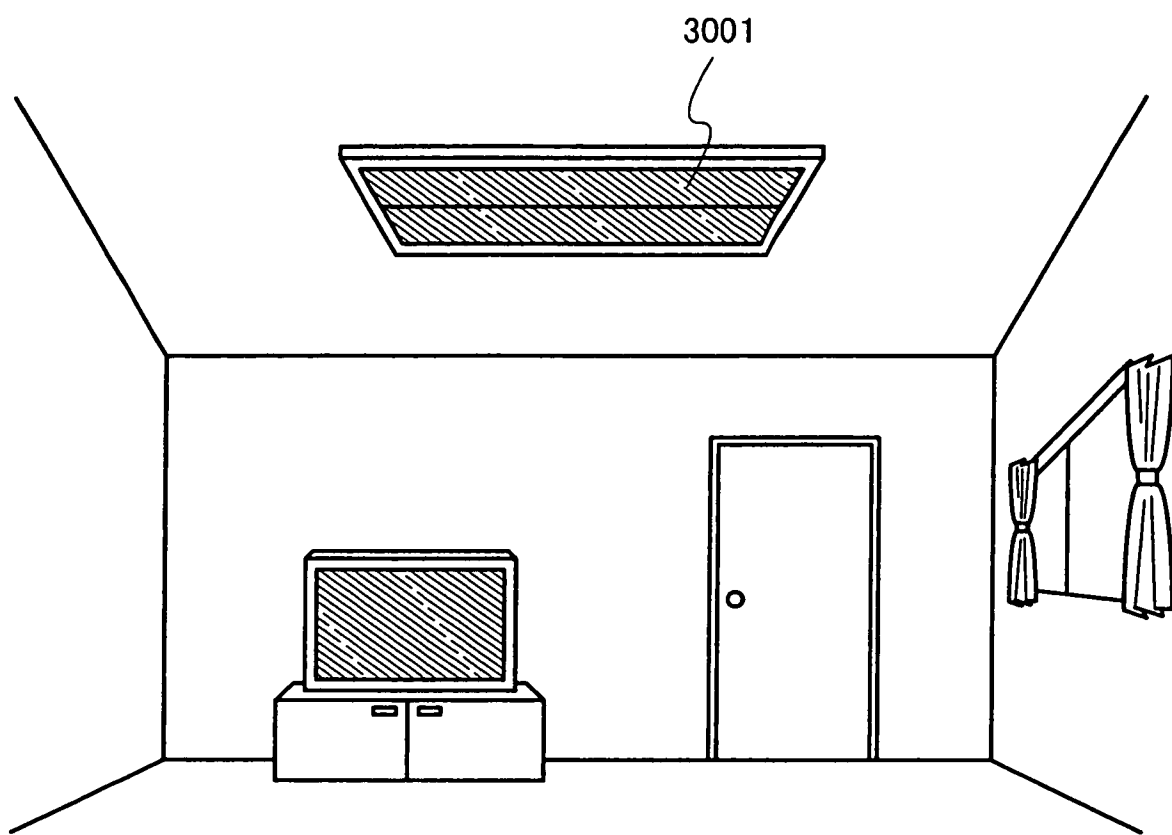


圖 11

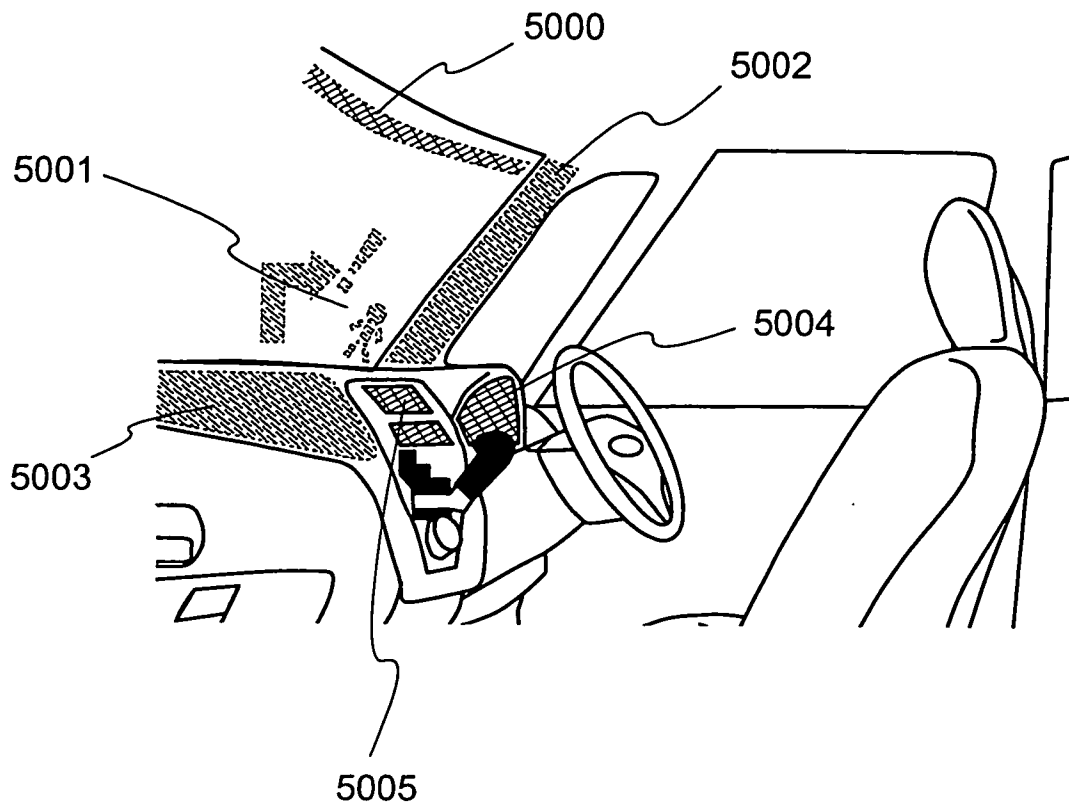


圖 12A

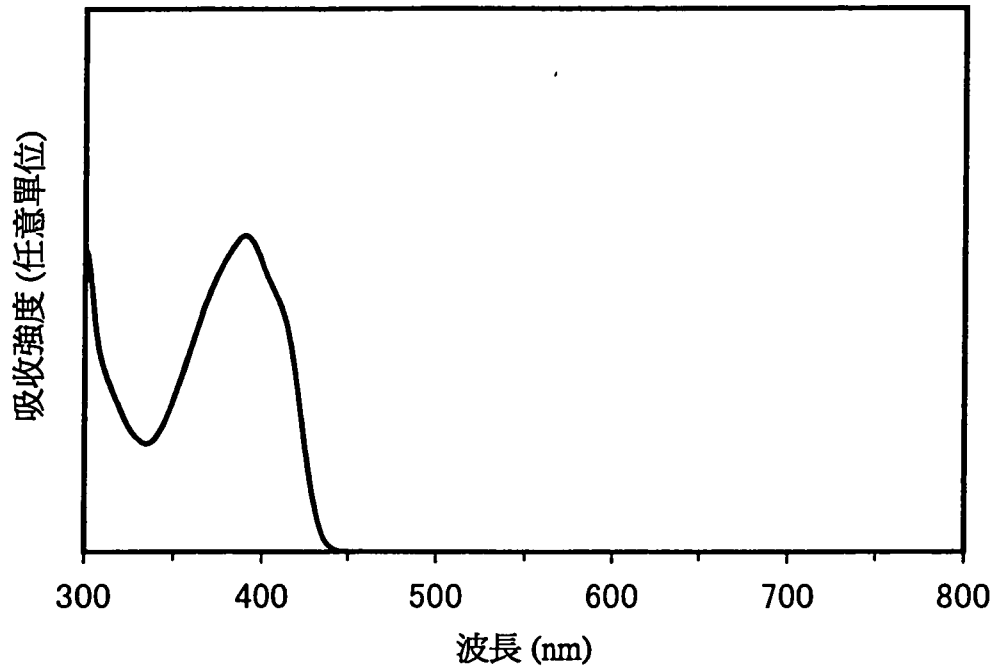


圖 12B

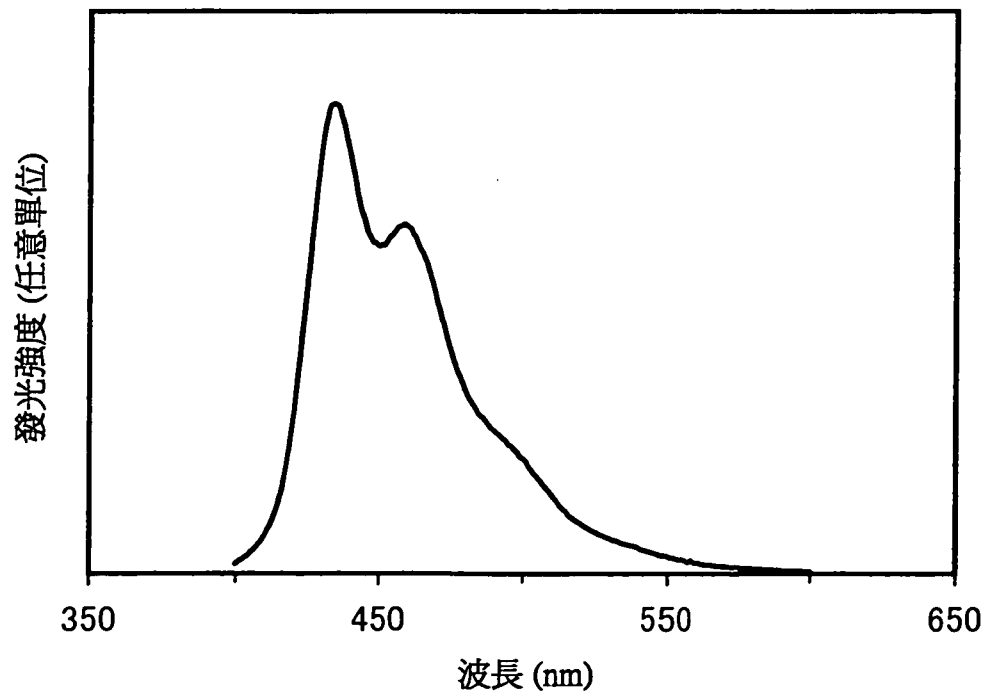


圖 13A

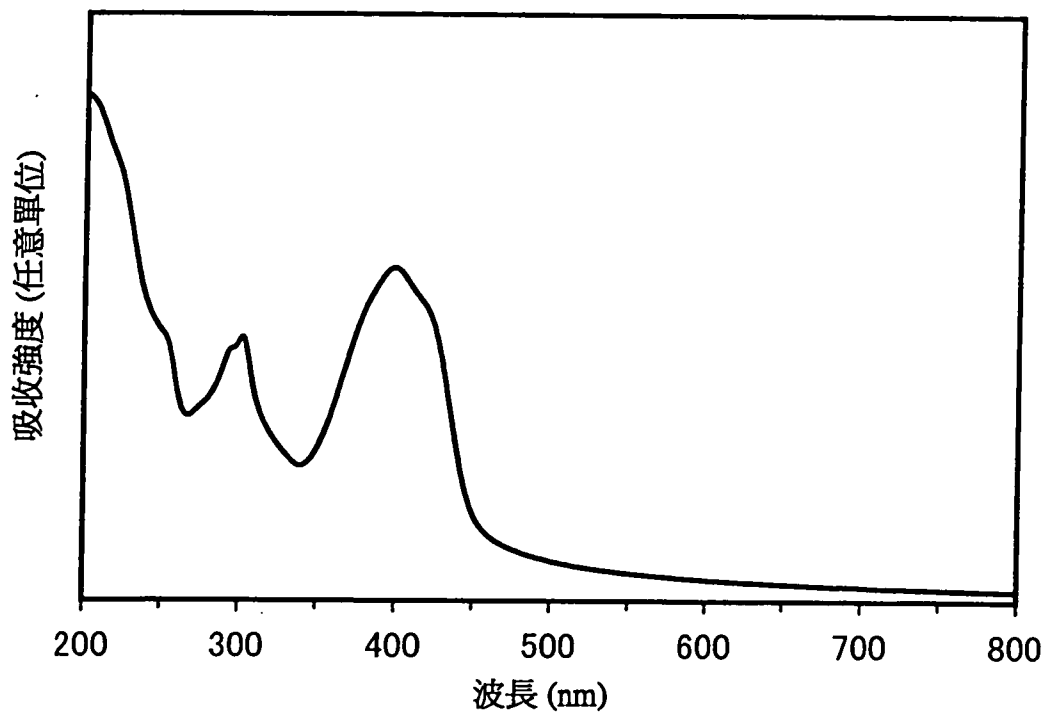


圖 13B

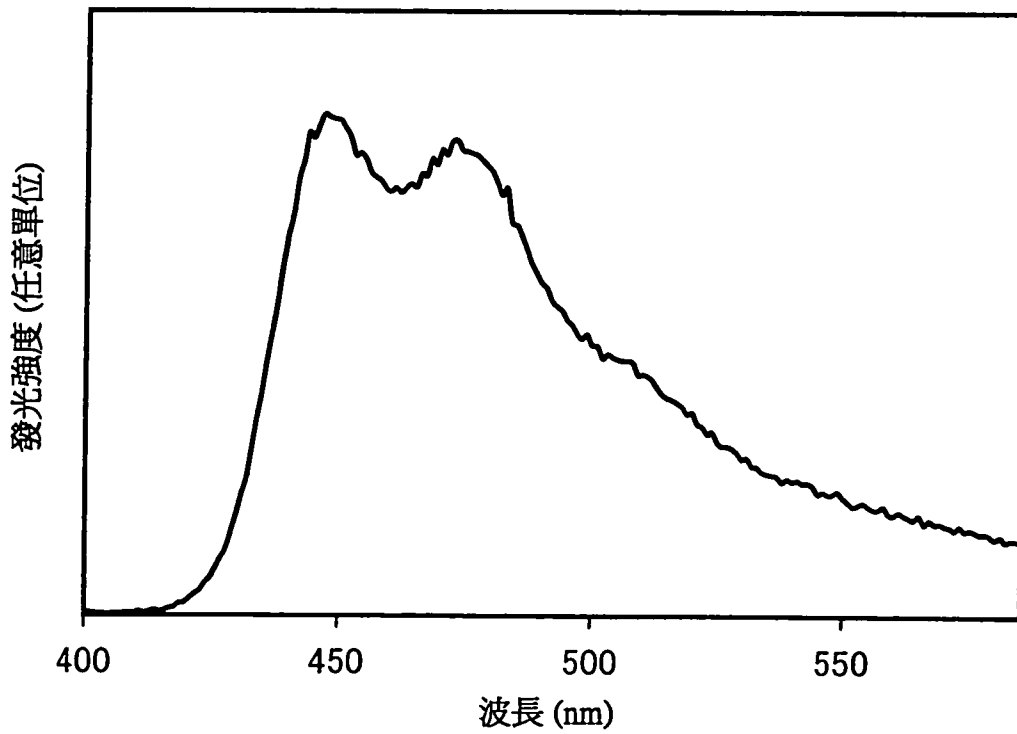


圖 14

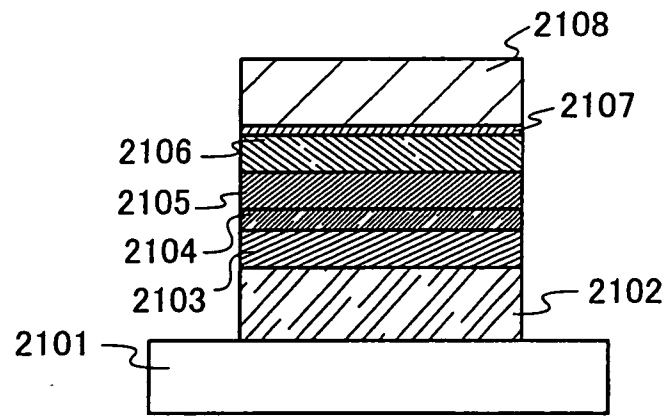


圖 15

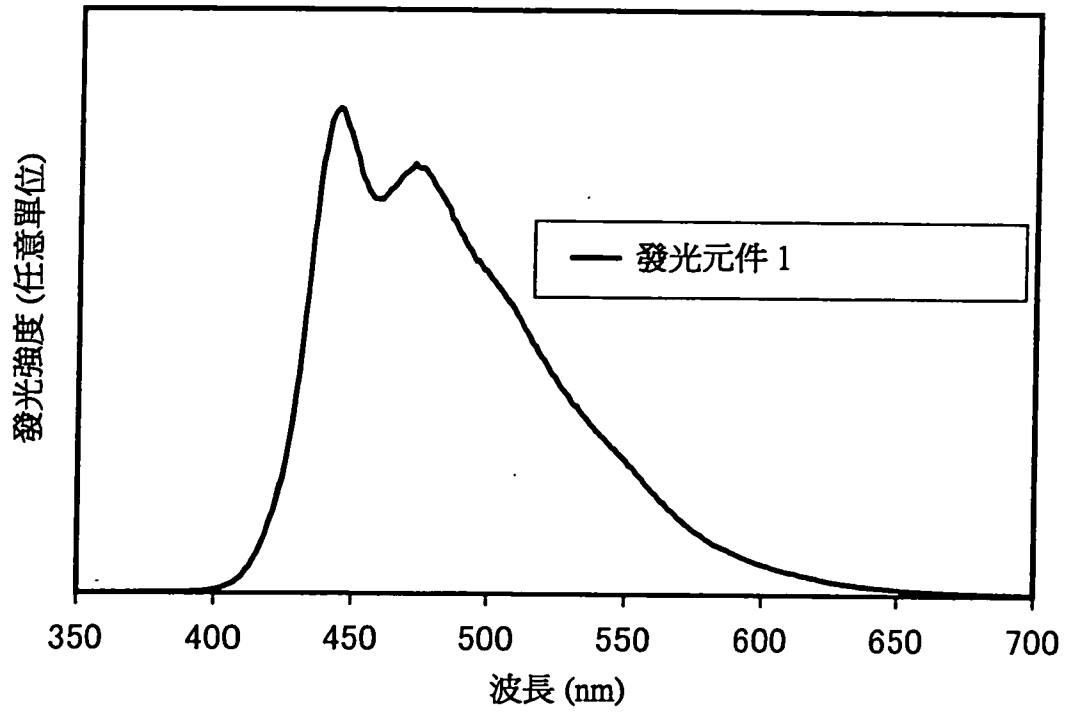


圖 16

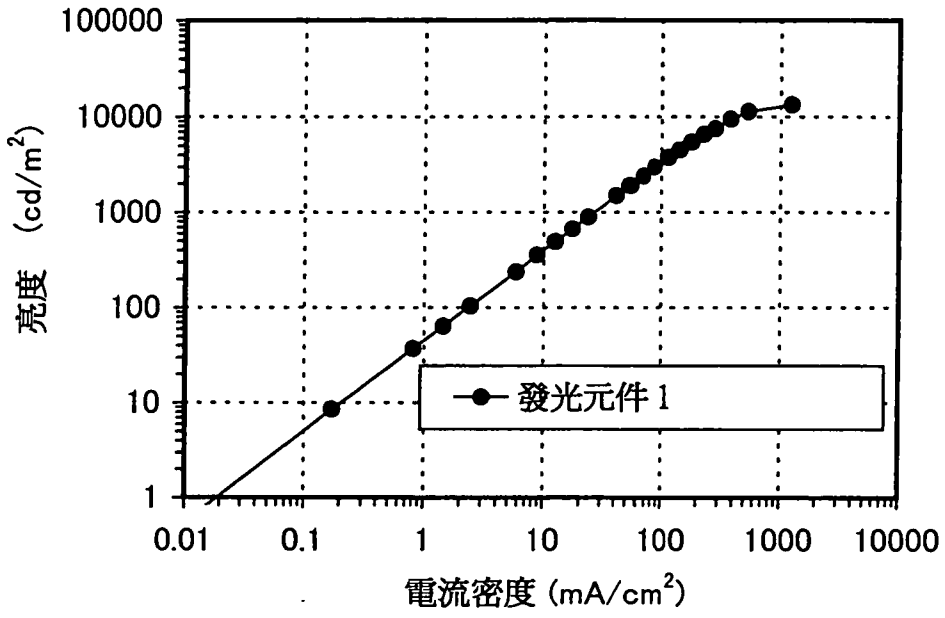


圖 17

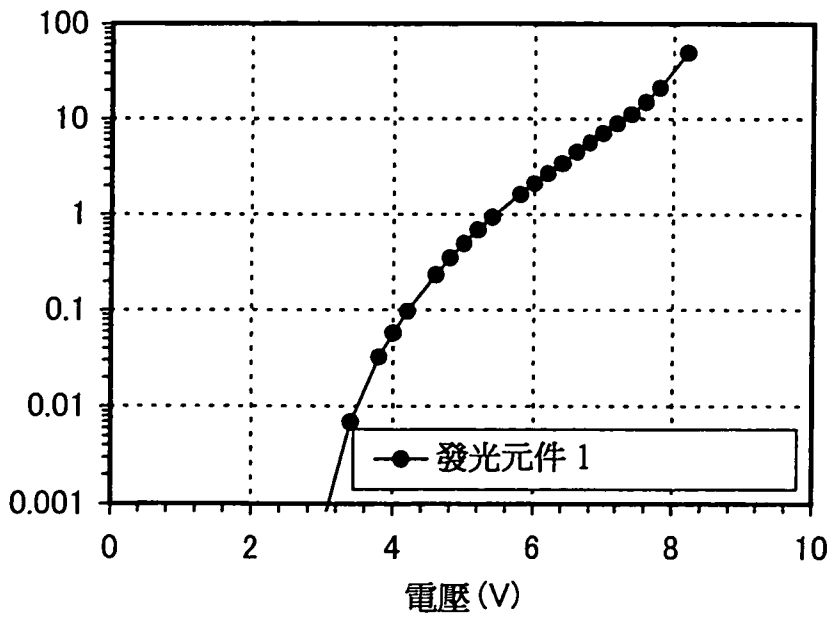


圖 18

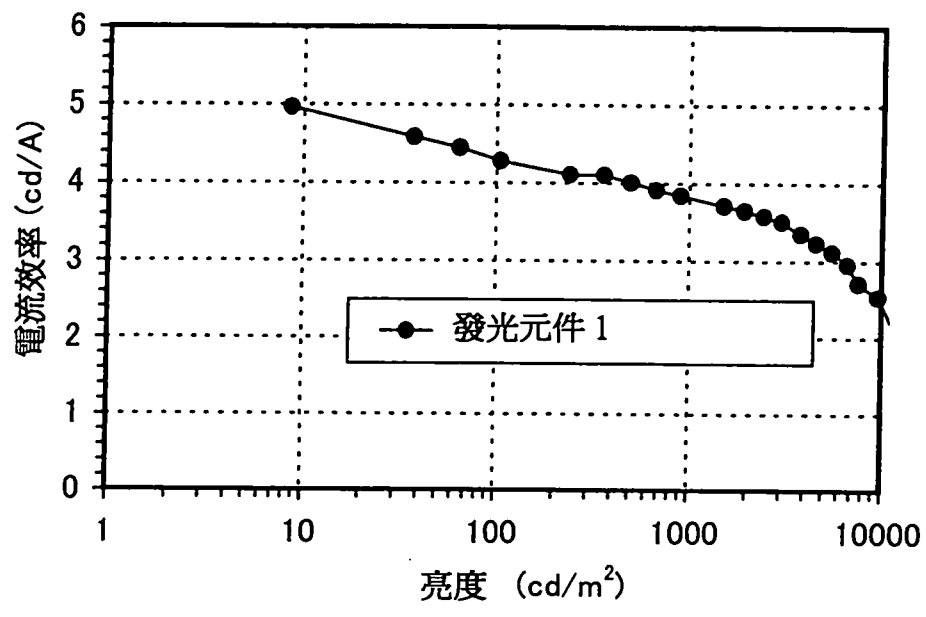


圖 19

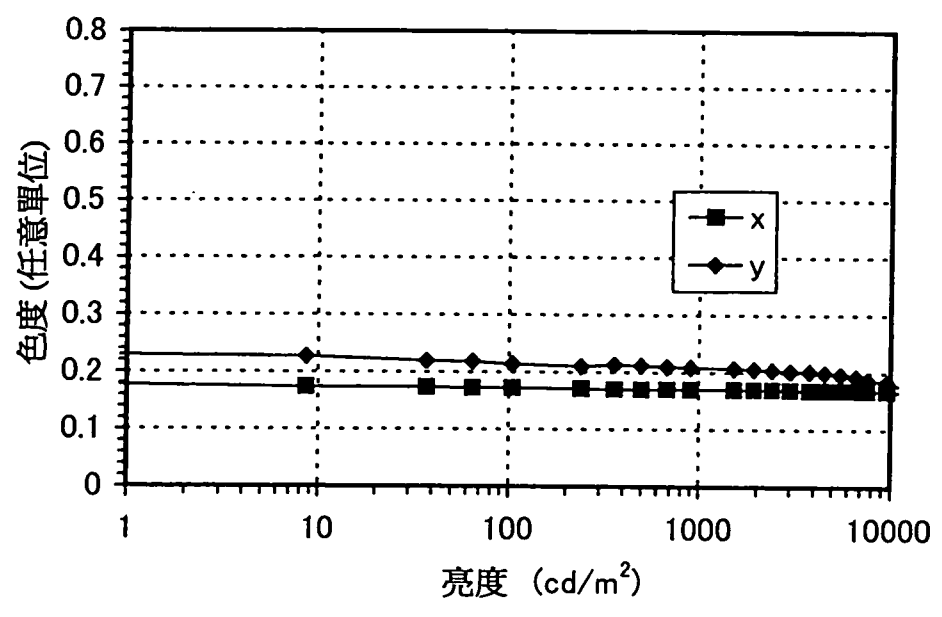


圖 20

