



(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 I682987 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：107133785

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 31 日

(51)Int. Cl. : C09K11/06 (2006.01)

C07D209/86 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2012/08/03 日本

2012-172944

2013/03/07 日本

2013-045127

(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：濱田孝夫 HAMADA, TAKAO (JP) ; 瀨尾広美 SEO, HIROMI (JP) ; 安部寛太

ABE, KANTA (JP) ; 竹田恭子 TAKEDA, KYOKO (JP) ; 瀨尾哲史 SEO, SATOSHI

(JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200940677A

TW 201141989A

審查人員：趙偉志

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：42 共 172 頁

(54)名稱

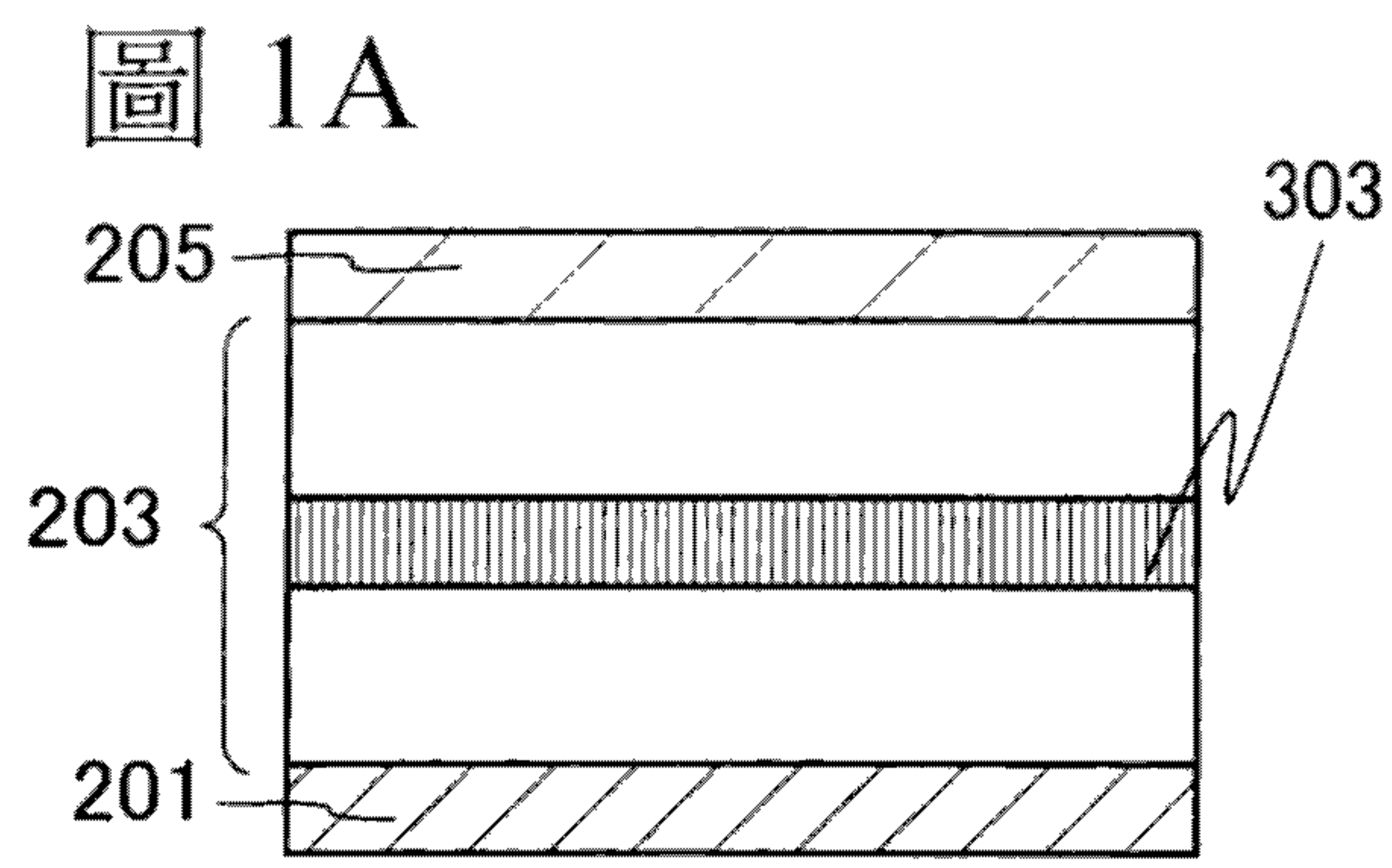
發光元件，發光裝置，電子裝置及照明裝置

(57)摘要

本發明提供一種具有長壽命的發光元件。本發明提供一種在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。發光元件在一對電極之間包括發光層。發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式(G0)表示。第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。在通式(G0)中，Ar<sup>1</sup> 及 Ar<sup>2</sup> 各自獨立地表示苸基、螺苸基、或聯苸基，並且 Ar<sup>3</sup> 表示包括咔唑骨架的取代基。

A light-emitting element having a long lifetime is provided. A light-emitting element exhibiting high emission efficiency in a high luminance region is provided. A light-emitting element includes a light-emitting layer between a pair of electrodes. The light-emitting layer contains a first organic compound, a second organic compound, and a phosphorescent compound. The first organic compound is represented by a general formula (G0). The molecular weight of the first organic compound is greater than or equal to 500 and less than or equal to 2000. The second organic compound is a compound having an electron-transport property. In the general formula (G0), Ar<sup>1</sup> and Ar<sup>2</sup> each independently represent a fluorenyl group, a spirofluorenyl group, or a biphenyl group, and Ar<sup>3</sup> represents a substituent including a carbazole skeleton.

指定代表圖：



符號簡單說明：

205 . . . 第二電極

203 . . . EL 層

201 . . . 第一電極

303 . . . 發光層

## 發明摘要

## 【發明名稱】(中文/英文)

發光元件，發光裝置，電子裝置及照明裝置

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

## 【中文】

本發明提供一種具有長壽命的發光元件。本發明提供一種在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。發光元件在一對電極之間包括發光層。發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式(G0)表示。第一種有機化合物的分子量為大於或等於500且小於或等於2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。在通式(G0)中，Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>各自獨立地表示萸基、螺萸基、或聯苯基，並且Ar<sup>3</sup>表示包括咪唑骨架的取代基。



## 【 英文 】

A light-emitting element having a long lifetime is provided. A light-emitting element exhibiting high emission efficiency in a high luminance region is provided. A light-emitting element includes a light-emitting layer between a pair of electrodes. The light-emitting layer contains a first organic compound, a second organic compound, and a phosphorescent compound. The first organic compound is represented by a general formula (G0). The molecular weight of the first organic compound is greater than or equal to 500 and less than or equal to 2000. The second organic compound is a compound having an electron-transport property. In the general formula (G0), Ar<sup>1</sup> and Ar<sup>2</sup> each independently represent a fluorenyl group, a spirofluorenyl group, or a biphenyl group, and Ar<sup>3</sup> represents a substituent including a carbazole skeleton.



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

205：第二電極

203：EL層

201：第一電極

303：發光層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

發光元件，發光裝置，電子裝置及照明裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE,

ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

## 【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種使用電致發光 (EL: Electroluminescence) 的發光元件 (也記載為 EL 元件)、發光裝置、電子裝置以及照明裝置。

## 【先前技術】

[0002] 近年來，對 EL 元件有廣泛的研究和開發。在 EL 元件的基本結構中，在一對電極之間配有包含發光物質的層。藉由對該元件施加電壓，可以獲得來自發光物質的發光。

[0003] 因為 EL 元件為自發光型，而認為 EL 元件優於液晶顯示器，像素的可見度高，且不需要背光等等，由此，EL 元件被認為適合於平板顯示器元件。另外，EL 元件還具有可以被製造為薄且輕之元件的極大優點。再者，應答速度非常快也是此元件之特徵之一。

[0004] 因為可以將 EL 元件形成為膜狀，所以可以提供平面發光。因此，可以容易形成大面積的元件。這是在

以白熾燈和 LED 為代表的點光源或以螢光燈為代表的線光源中難以得到的特徵。因此，EL 元件在作為可以應用於照明等的面光源的潛力也高。

[0005] 根據發光物質是有機化合物或是無機化合物，可以對 EL 元件進行大致的分類。在一對電極之間設置有包含有機化合物作為發光物質之層的有機 EL 元件的情況中，對發光元件施加電壓造成電子和電洞分別從陰極和陽極注入到該包含有機化合物的層，而使電流流過。於是，所注入的電子和電洞使該有機化合物成為激發態，藉以從被激發的該有機化合物得到發光。

[0006] 有機化合物的激發態可以為單重態激發態和三重態激發態，且由單重態激發態 ( $S^*$ ) 的發光被稱為螢光，而由三重態激發態 ( $T^*$ ) 的發光被稱為磷光。

[0007] 在改善這些發光元件的元件特性的方面上，由物質導致的問題很多，從而，為了解決這些問題而進行元件結構的改良、物質的開發等。例如，專利文獻 1 揭示包括含有有機低分子電洞傳輸物質、有機低分子電子傳輸物質及磷光摻雜劑的混合層的有機發光元件。

[0008] [專利文獻 1] PCT 國際申請案的日本案號第 2004-515895 號公報

### 【發明內容】

[0009] 有機 EL 元件的開發在發光效率、可靠性、成本等各種方面上還有改善的餘地。



[0010] 為了實現使用有機 EL 元件的顯示器或照明的實用化，例如，有機 EL 元件被要求具有較長的壽命且在高亮度區域中展現較高發光效率。

[0011] 於是，本發明的一個具體實施態樣的目的是提供一種使用壽命長的發光元件。本發明的一個具體實施態樣的另一目的是提供一種在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。

[0012] 本發明的一個具體實施態樣的另一目的是提供一種藉由使用該發光元件而具有高可靠性的發光裝置、電子裝置以及照明裝置。

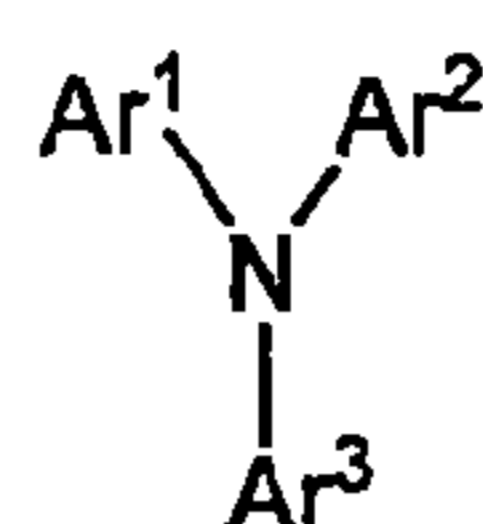
[0013] 本發明的一個具體實施態樣的發光元件在一對電極之間包括發光層，且該發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。該第一種有機化合物是三級胺並具有一結構，於該結構中，包括萸骨架、螺萸骨架和聯苯骨架的兩個取代基及包括咪唑骨架的一個取代基各自直接鍵結至氮原子。該第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。該第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。由於發光層具有這種結構，發光元件可具有長壽命。此外，發光元件在高亮度區域中可以展現高發光效率。

[0014] 明確地說，本發明一個具體實施態樣是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括發光層。該發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式 (G0) 表示。第一

種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。

[0015]

[化學式 1]



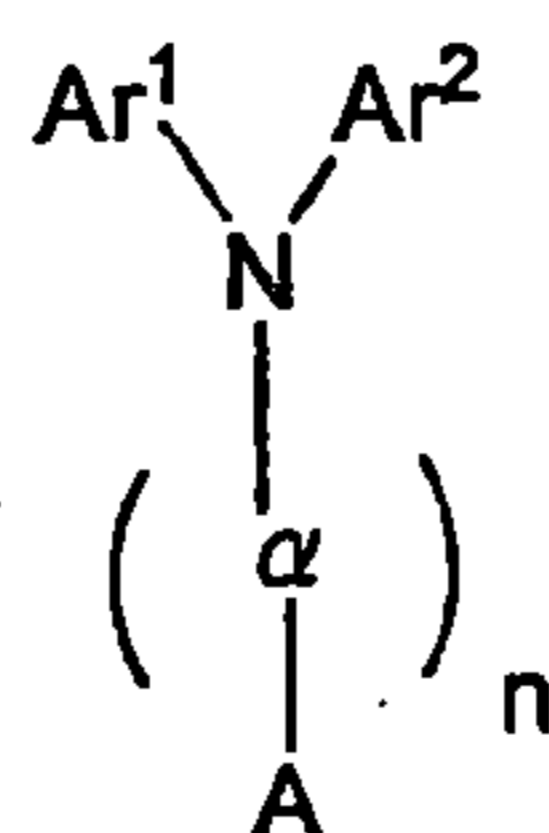
(G0)

[0016] 在通式 (G0) 中， $\text{Ar}^1$  及  $\text{Ar}^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基，並且  $\text{Ar}^3$  表示包括咪唑骨架的取代基。

[0017] 本發明的另一個具體實施態樣是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括發光層。該發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式 (G1) 表示。第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。

[0018]

[化學式 2]



(G1)

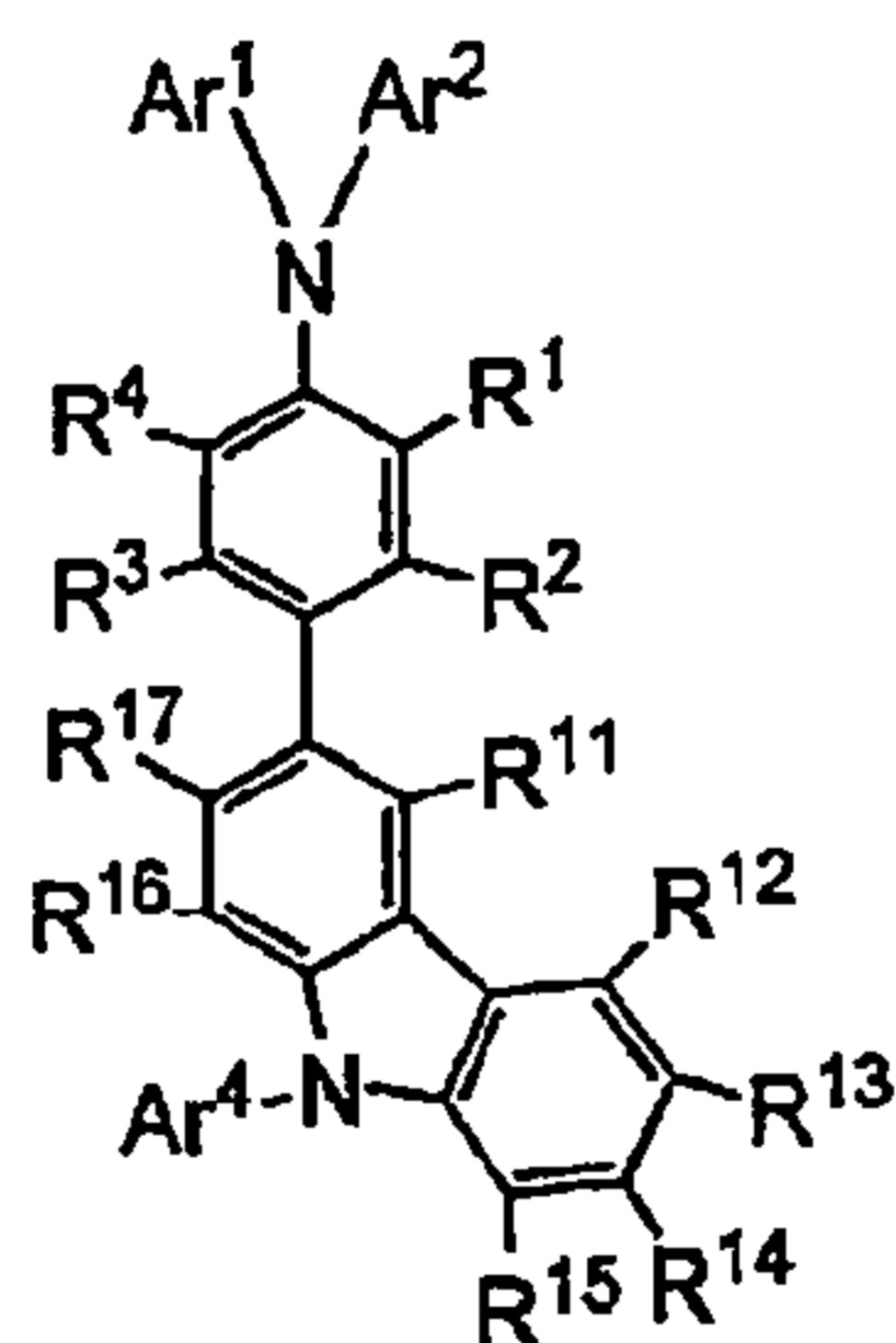
[0019] 在通式 (G1) 中， $\text{Ar}^1$  及  $\text{Ar}^2$  各自獨立地表示

經取代或未經取代的萘基、經取代或未經取代的螺萘基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $\alpha$ 表示經取代或未經取代的伸苯基或者經取代或未經取代的聯苯二基； $n$ 表示 0 或 1；並且 A 表示經取代或未經取代的 3-咪唑基。

[0020] 本發明的另一個具體實施態樣是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括具有發光層該發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式 (G2) 表示。第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。

[0021]

[化學式 3]



(G2)

[0022] 在通式 (G2) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的萘基、經取代或未經取代的螺萘基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $R^1$  至  $R^4$  和  $R^{11}$  至  $R^{17}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原

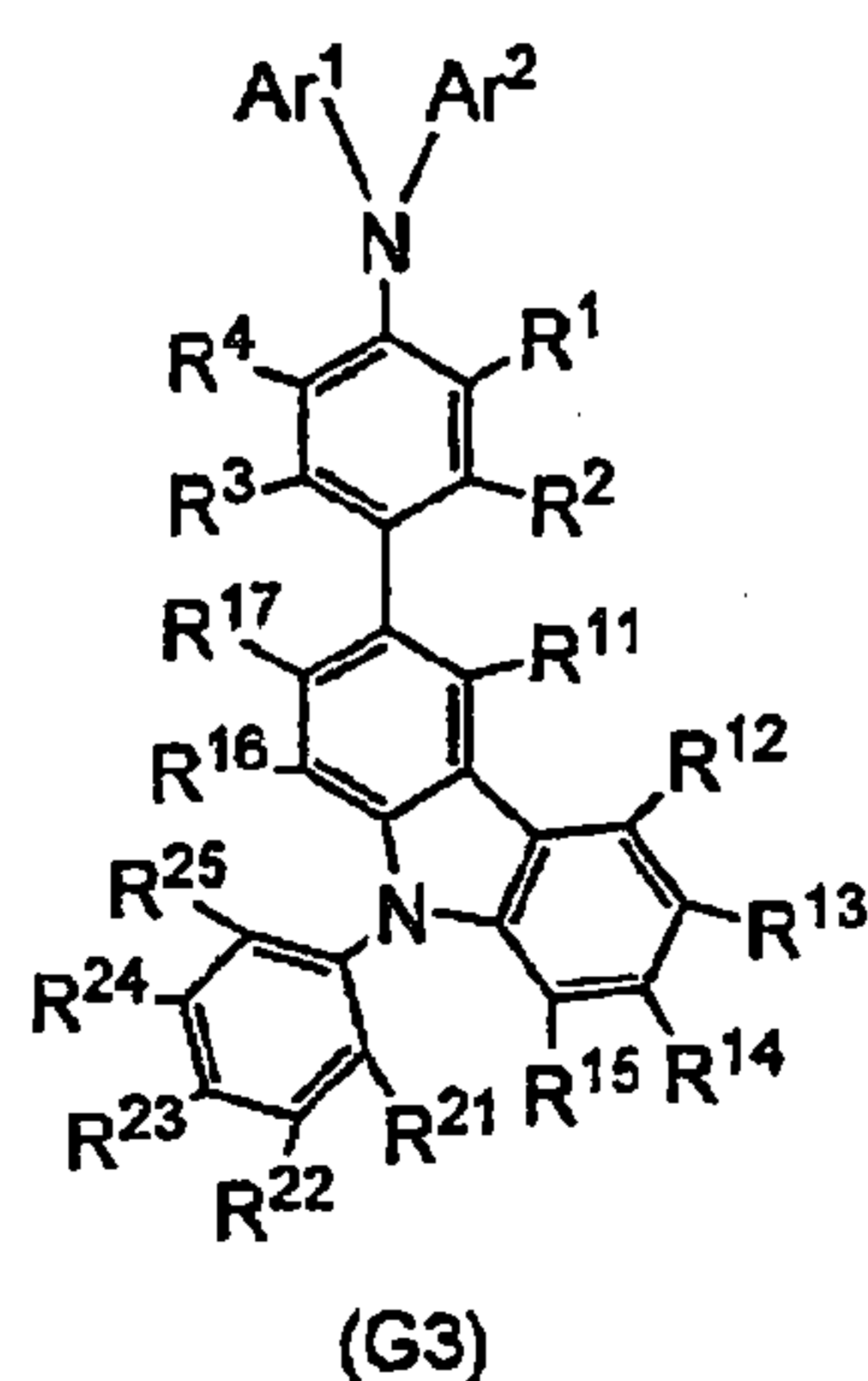


子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基；Ar<sup>4</sup> 表示碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基。

[0023] 本發明的另一個具體實施態樣是一種發光元件，該發光元件在一對電極之間包括發光層。該發光層包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。第一種有機化合物是由通式 (G3) 表示的有機化合物。第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。

[0024]

[化學式 4]



[0025] 在通式 (G3) 中，Ar<sup>1</sup> 及 Ar<sup>2</sup> 各自獨立地表示經取代或未經取代的萘基、經取代或未經取代的螺萘基、或者經取代或未經取代的聯苯基；R<sup>1</sup> 至 R<sup>4</sup>、R<sup>11</sup> 至 R<sup>17</sup> 以

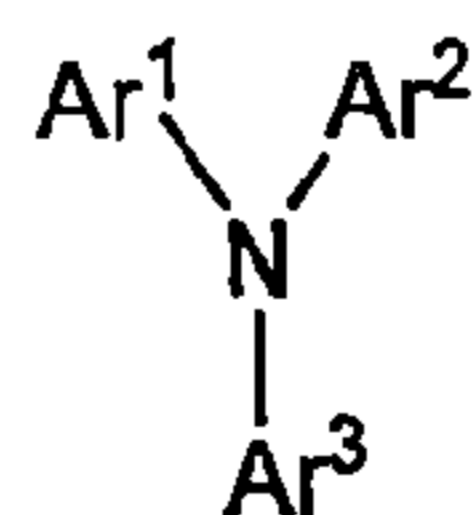
及  $R^{21}$  至  $R^{25}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基。

[0026] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，在通式 (G0) 至通式 (G3) 中的每一者， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的 2-萸基、經取代或未經取代的螺-9,9'-聯萸-2-基、或者聯苯-4-基。

[0027] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，提供與發光層接觸的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包含第三有機化合物，該第三有機化合物是由通式 (G0) 表示，並且第三有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。

[0028]

[化學式 5]



(G0)

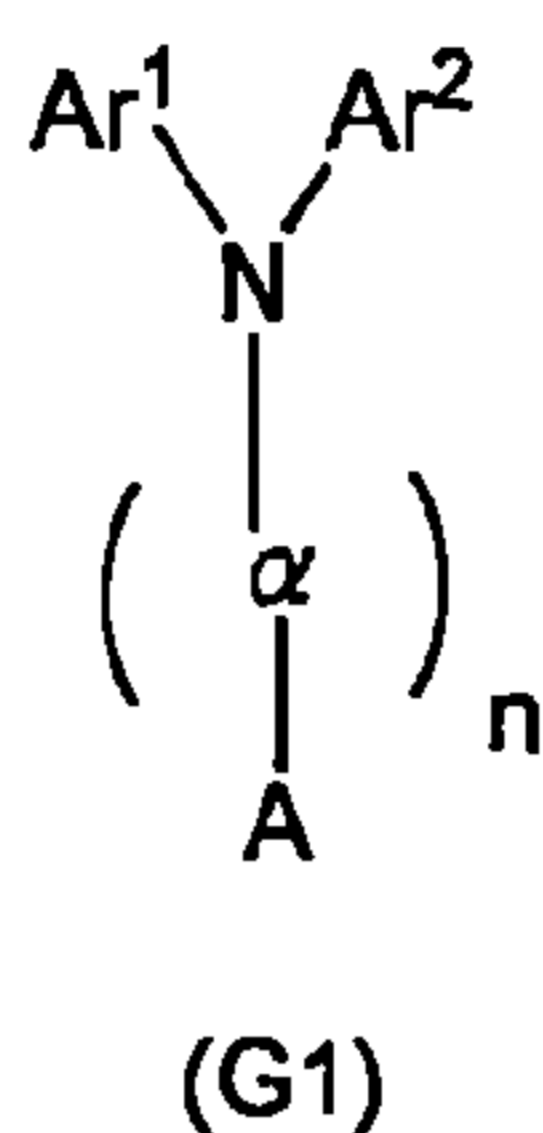
[0029] 在通式 (G0) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的萸基、經取代或未經取代的螺萸基、或者經取代或未經取代的聯苯基，並且  $Ar^3$  表示包括咪唑骨架的取代基。

[0030] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，

提供與發光層接觸的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包含第三有機化合物，該第三有機化合物是由通式（G1）表示，並且第三有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。

[0031]

[化學式 6]



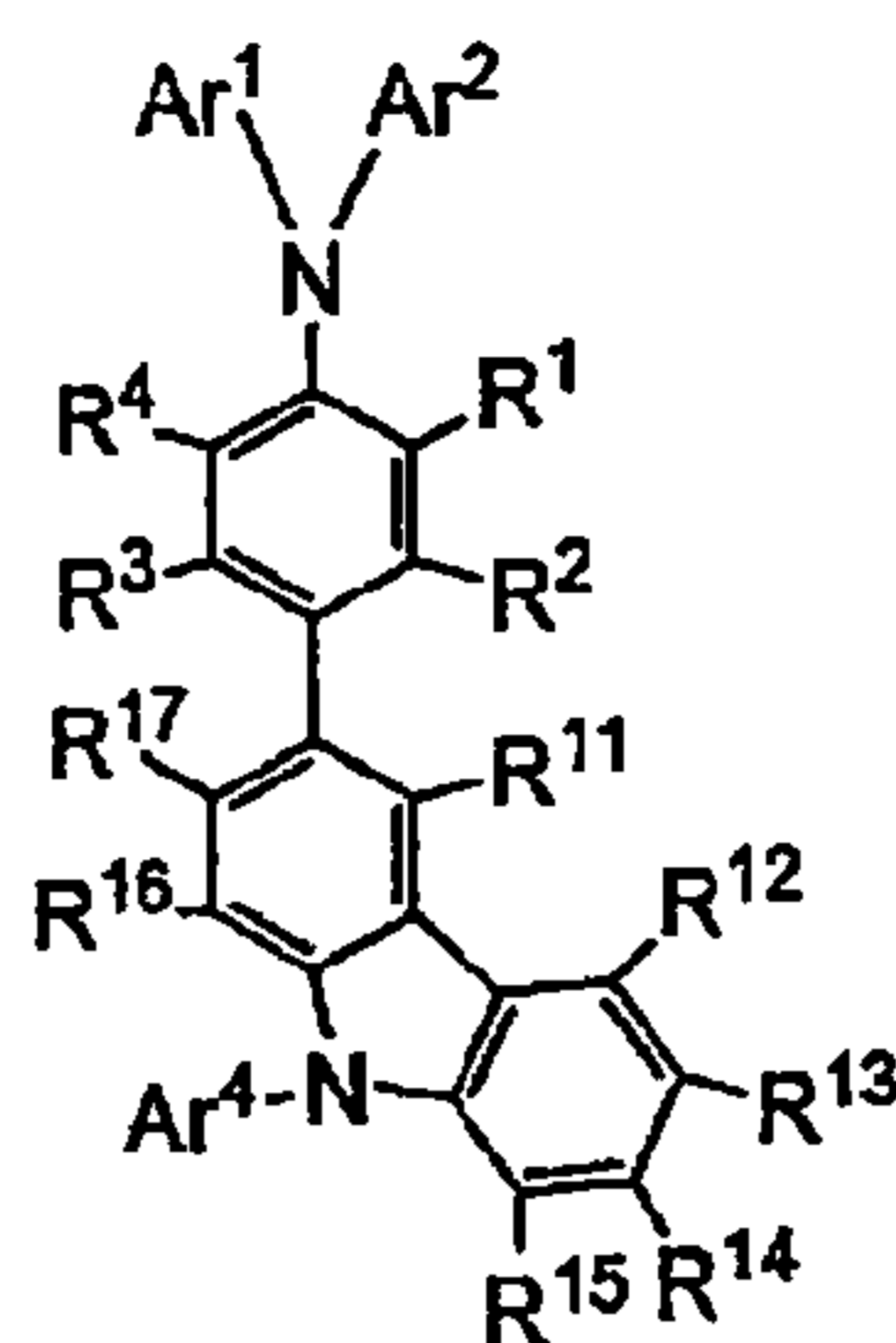
[0032] 在通式（G1）中，Ar<sup>1</sup> 及 Ar<sup>2</sup> 各自獨立地表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基；α表示經取代或未經取代的伸苯基或者經取代或未經取代的聯苯二基；n 表示 0 或 1；並且 A 表示經取代或未經取代的 3-咪唑基。

[0033] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，提供與發光層接觸的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包含第三有機化合物，該第三有機化合物是由通式（G2）表示，並且第三有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。

[0034]



[化學式 7]



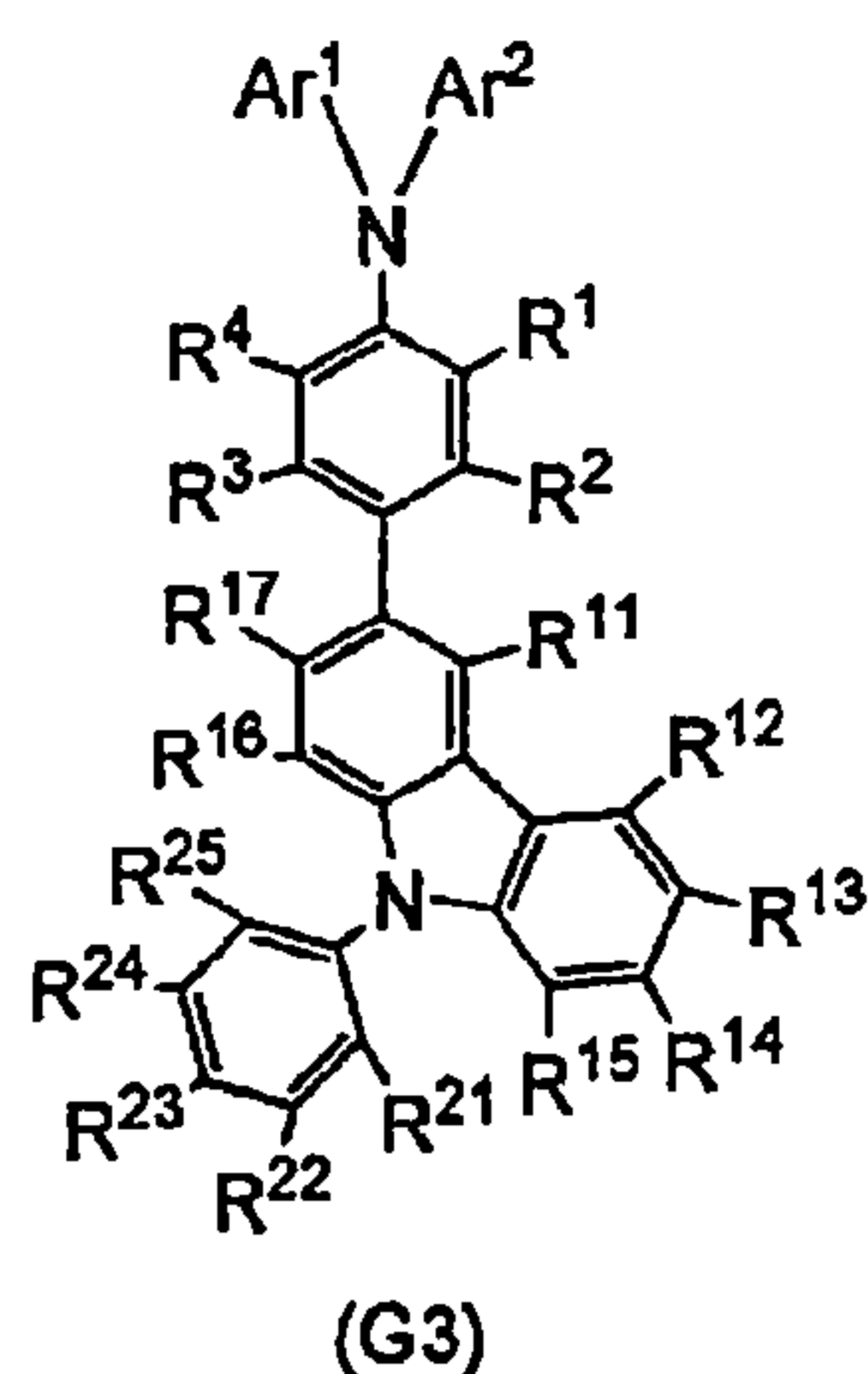
(G2)

[0035] 在通式 (G2) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $R^1$  至  $R^4$  和  $R^{11}$  至  $R^{17}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基； $Ar^4$  表示碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基。

[0036] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，提供與發光層接觸的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包含第三有機化合物，該第三有機化合物是由通式 (G3) 表示，並且第三有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。

[0037]

[化學式 8]



[0038] 在通式 (G3) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的萸基、經取代或未經取代的螺萸基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $R^1$  至  $R^4$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{25}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基。

[0039] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，第三有機化合物與第一種有機化合物相同。

[0040] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，第一種有機化合物和第二種有機化合物的組合物形成激態錯合物 (exciplex)。

[0041] 在本發明的上述具體實施態樣中，較佳的是，具有電子傳輸性質的化合物為  $\pi$  電子不足型雜芳族化合物。 $\pi$  電子不足型雜芳族化合物的實例包括含有喹啉

骨架、二苯並喹啉骨架、喹啉骨架、嘧啶骨架、吡啶骨架、吡啶骨架、二唑骨架、或三唑骨架的化合物。

[0042] 本發明的另一個具體實施態樣是在發光部中包含上述發光元件的發光裝置。本發明的另一個具體實施態樣是在顯示部中包含該發光裝置的電子裝置。本發明的另一個具體實施態樣是在發光部中包含該發光裝置的照明裝置。

[0043] 因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件具有長壽命，所以可以得到具有高可靠性的發光裝置。同樣地，藉由利用本發明的一個具體實施態樣，可以得到高可靠性的電子裝置及照明裝置。

[0044] 此外，因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件在高亮度區域中展現高發光效率，因此可以得到高發光效率的發光裝置。同樣地，藉由利用本發明的一個具體實施態樣，可以得到高發光效率的電子裝置及照明裝置。

[0045] 注意，本說明書中的發光裝置在其範疇中包括具有發光元件的影像顯示裝置。此外，如下模組都包括在發光裝置中：連接器諸如各向異性導電薄膜或捲帶式封裝（TCP）與發光元件連接的模組；在 TCP 的端部備有印刷線路板的模組；藉由玻璃覆晶接合（COG）方法直接將積體電路（IC）安裝在發光裝置上的模組。再者，亦將包括用於照明設備等的發光裝置。

[0046] 本發明的一個具體實施態樣可以提供具有長



壽命的發光元件。藉由使用該發光元件，可以提供各自具有高可靠性的發光裝置、電子裝置以及照明裝置。本發明的一個具體實施態樣亦可以提供在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。藉由使用該發光元件，可以提供各自具有高發光效率的發光裝置、電子裝置以及照明裝置。

### 【圖式簡單說明】

[0047]

圖 1A 至圖 1F 各自示出本發明的一個具體實施態樣的發光元件的例子。

圖 2A 示出本發明的具體實施態樣的發光元件的例子，且圖 2B 和圖 2C 說明本發明的一個具體實施態樣的激態錯合物的概念；

圖 3A 和圖 3B 示出本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的例子；

圖 4A 和圖 4B 示出本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的例子；

圖 5A 至圖 5E 各自示出電子裝置的例子；

圖 6A 和圖 6B 示出照明裝置的例子；

圖 7 示出實施例中的發光元件；

圖 8 示出實施例 1 的發光元件的亮度-電流效率特性；

圖 9 示出實施例 1 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 10 示出實施例 1 的發光元件的亮度-外部量子效率

特性；

圖 11A 和圖 11B 示出實施例 1 的發光元件的可靠性測試的結果；

圖 12 示出實施例 2 的發光元件的亮度-電流效率特性；

圖 13 示出實施例 2 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 14 示出實施例 2 的發光元件的亮度-功率效率特性；

圖 15 示出實施例 2 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 16 示出實施例 2 的發光元件的可靠性測試的結果；

圖 17 示出實施例 3 的發光元件的亮度-電流效率特性；

圖 18 示出實施例 3 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 19 示出實施例 3 的發光元件的亮度-功率效率特性；

圖 20 示出實施例 3 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 21A 和圖 21B 示出 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺 (縮寫: PCBBiF) 的  $^1\text{H}$  NMR 圖；

圖 22A 和圖 22B 示出在 PCBBiF 的甲苯溶液中 PCBBiF 的吸收光譜及發射光譜；

圖 23A 和圖 23B 示出 PCBBiF 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 24A 和圖 24B 示出 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9'-螺二(spirobi)[9H-芴]-2-胺(縮寫:PCBBiSF)的<sup>1</sup>H NMR 圖；

圖 25A 和圖 25B 示出在 PCBBiSF 的甲苯溶液中 PCBBiSF 的吸收光譜及發射光譜；

圖 26A 和圖 26B 示出 PCBBiSF 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 27 示出實施例 4 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 28 示出實施例 4 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 29 示出實施例 4 的發光元件的發射光譜；

圖 30 示出實施例 4 的發光元件的可靠性測試的結果；

圖 31 示出實施例 5 的發光元件的亮度-電流效率特性；

圖 32 示出實施例 5 的發光元件的電壓-亮度特性的圖；

圖 33 示出實施例 5 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 34 示出實施例 5 的發光元件的可靠性測試的結果；

圖 35 示出實施例 6 的發光元件的亮度-電流效率特



性；

圖 36 示出實施例 6 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 37 示出實施例 6 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 38 示出實施例 6 的發光元件的可靠性測試的結果；

圖 39 示出實施例 7 的發光元件的亮度-電流效率特性；

圖 40 示出實施例 7 的發光元件的電壓-亮度特性；

圖 41 示出實施例 7 的發光元件的亮度-外部量子效率特性；

圖 42 示出實施例 7 發光元件的可靠性測試的結果。

## 【實施方式】

### [實施本發明的最佳模式]

[0048] 參照圖式對具體實施態樣進行詳細說明。注意，本發明不侷限於以下說明，且所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解：不違反本發明的精神及範圍的情況下可以進行各種變化和修飾。因此，本發明不應該被解釋為限定在下面所示的具體實施態樣的描述。注意，在以下說明的發明的結構中，在不同的圖式之間藉由使用同一元件符號來表示同一部分或具有類似功能的部分，而不會重複此部分的說明。

[0049]

(具體實施態樣 1)

在本具體實施態樣中，參照圖 1A 至圖 1F 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。

[0050] 在本具體實施態樣中例示出的發光元件作為實施例，其各自包括一對電極以及含有在該對電極之間的發光性有機化合物的層 (EL 層)。

[0051] 圖 1A 所示的發光元件在第一電極 201 與第二電極 205 之間包括 EL 層 203。在此具體實施態樣中，第一電極 201 用作陽極，第二電極 205 用作陰極。

[0052] 當對第一電極 201 與第二電極 205 之間施加比發光元件的臨界電壓高的電壓時，電洞從第一電極 201 一側注入到 EL 層 203，並且電子從第二電極 205 一側注入到 EL 層 203。被注入的電子和電洞在 EL 層 203 中重新結合，由此，包含在 EL 層 203 中的發光物質發光。

[0053] EL 層 203 至少包括發光層 303。在此具體實施態樣的發光元件中，發光層 303 包含第一種有機化合物、第二種有機化合物以及磷光性化合物。

[0054] 在此具體實施態樣中，磷光性化合物作為客體材料之發光物質。第一種有機化合物和第二種有機化合物中之一者 (其在發光層中的含量高於另一者的含量) 稱為主體材料，其中有客體材料分散。

[0055] 在此具體實施態樣的發光元件的發光層中，主體材料的含量高於客體材料的含量。當客體材料分散在主體材料中，可以抑制發光層的結晶作用。此外，可能抑



制因客體材料的高濃度而導致的濃度淬滅，而因此發光元件可以具有較高的發光效率。

[0056] 第一種有機化合物是三級胺並具有一結構，於該結構中，包括萸骨架、螺萸骨架、或聯苯骨架的兩個取代基及包括咪唑骨架的一個取代基各自直接鍵結至氮原子。該第一種有機化合物的分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。該第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。

[0057] 於該三級胺中，導入聯苯基、萸基、或螺萸基作為直接鍵結至氮原子之取代基，代替具有簡單結構的苯基或烷基苯基。因此。三級胺是化學上穩定的，其使具有長壽命的穩定發光元件能夠以高再現性容易得到。該三級胺亦包括咪唑骨架，且因此具有高熱穩定性，而改善可靠性。該三級胺另外包括萸胺骨架、螺萸胺骨架或聯苯胺骨架，而因此具有高電洞傳輸性質和高電子阻擋性質。此外，三級胺相較於含有萘骨架或諸如此類者之胺具有高的三重態激發能，且因此具有優良的激子阻擋性質。據此，即使在高亮度區域中也可以防止電子的洩漏或激子的擴散，且因此發光元件可以展現出高發光效率。

[0058] 以下將詳細說明可以作為包含在發光層 303 中的第一種有機化合物、第二種有機化合物和磷光性化合物的材料。

[0059]

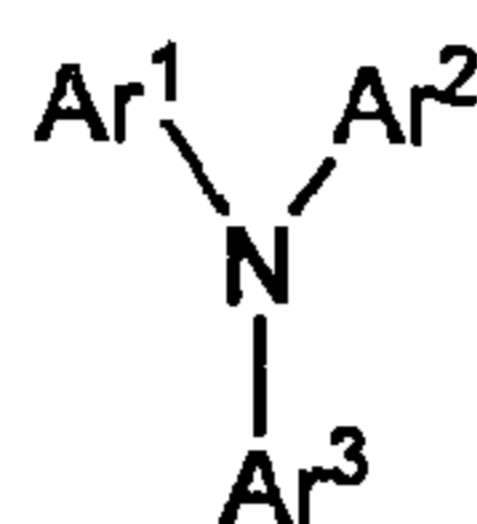
<第一種有機化合物>



第一種有機化合物是由通式 (G0) 表示，且第一種有機化合物的分子量是大於或等於 500 且小於或等於 2000。

[0060]

[化學式 9]



(G0)

[0061] 在通式 (G0) 中， $\text{Ar}^1$  及  $\text{Ar}^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的萸基、經取代或未經取代的螺萸基、或者經取代或未經取代的聯苯基，並且  $\text{Ar}^3$  表示包括咪唑骨架的取代基。

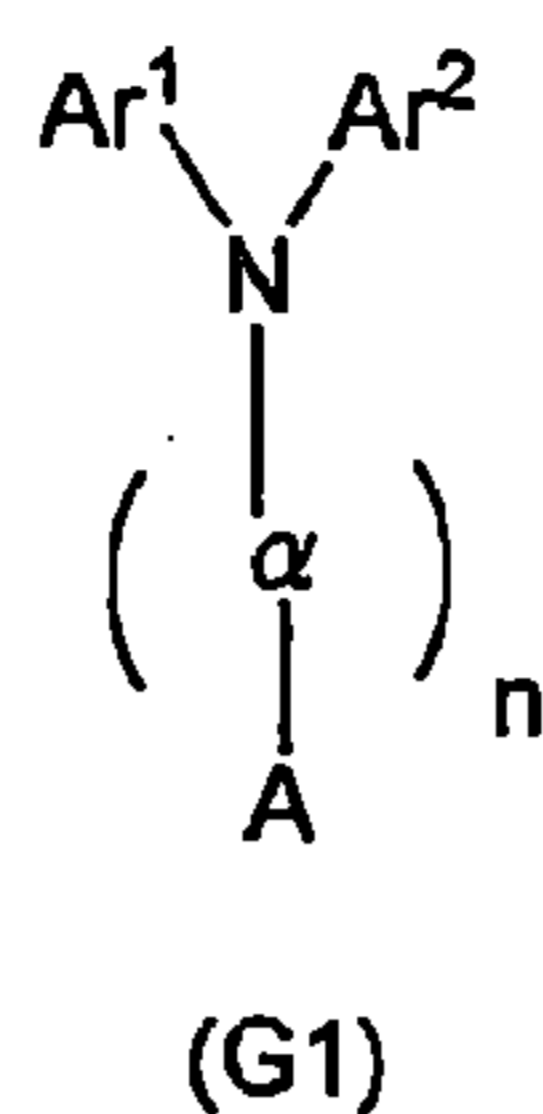
[0062] 在通式 (G0) 中之萸基、螺萸基或聯苯基具有取代基的情況中，該取代基的實例包括碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、和未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基。當採用這些取代基時，與不具有取代基的情況相比，由通式 (G0) 表示且具有這些取代基中之任一者的化合物比不具有取代基之化合物較不可能具有低電洞傳輸性質、電子阻擋性質和激子阻擋性質（或可以具有像不具有取代基之化合物一樣高的電洞傳輸性質、電子阻擋性質和激子阻擋性質）。

[0063]  $Ar^3$  的實例包括經取代或未經取代的（9H-咪唑-9-基）苯基、經取代或未經取代的（9H-咪唑-9-基）聯苯基、經取代或未經取代的（9H-咪唑-9-基）聯三苯基、經取代或未經取代的（9-芳基-9H-咪唑-3-基）苯基、經取代或未經取代的（9-芳基-9H-咪唑-3-基）聯苯基、經取代或未經取代的（9-芳基-9H-咪唑-3-基）聯三苯基、經取代或未經取代的 9-芳基-9H-咪唑-3-基等。芳基的具體實例包括未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基等。注意，在  $Ar^3$  具有取代基的情況中，該取代基的實例包括碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基等。這些取代基中的任一者可以抑制由通式（G0）表示的化合物的高電洞傳輸性質、電子阻擋性質和激子阻擋性質的損傷。

[0064] 較佳的是，包含在發光層 303 中的第一種有機化合物由下述通式（G1）表示。

[0065]

[化學式 10]

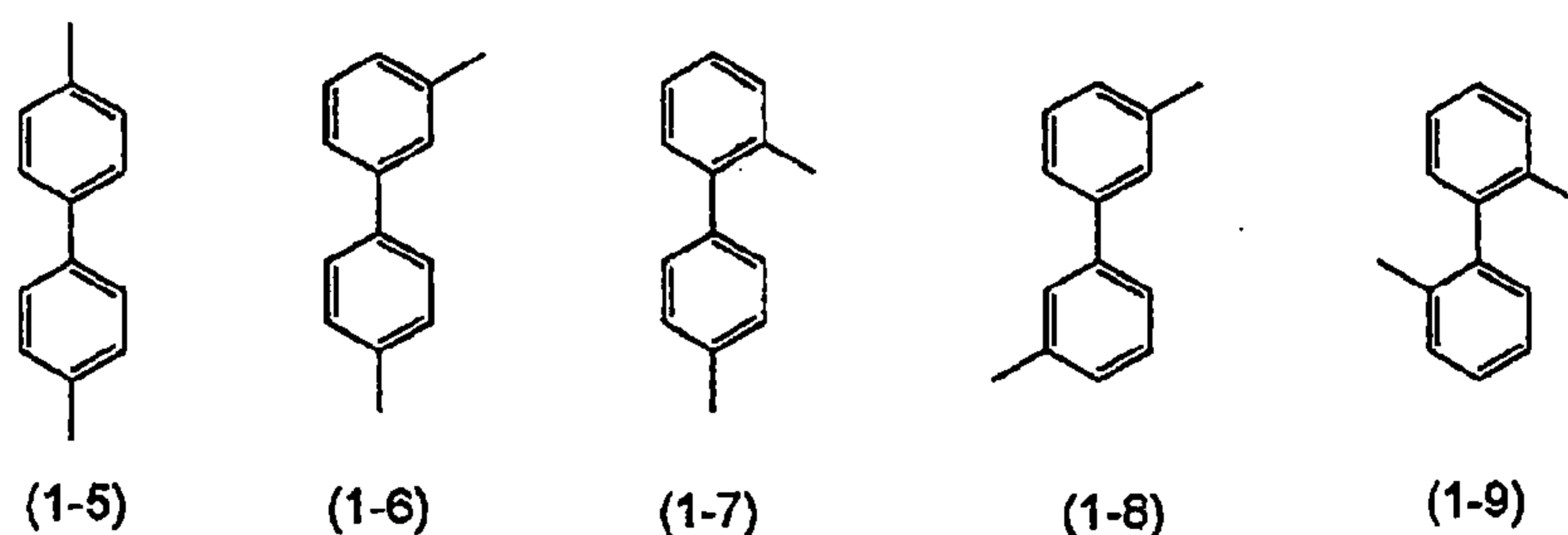
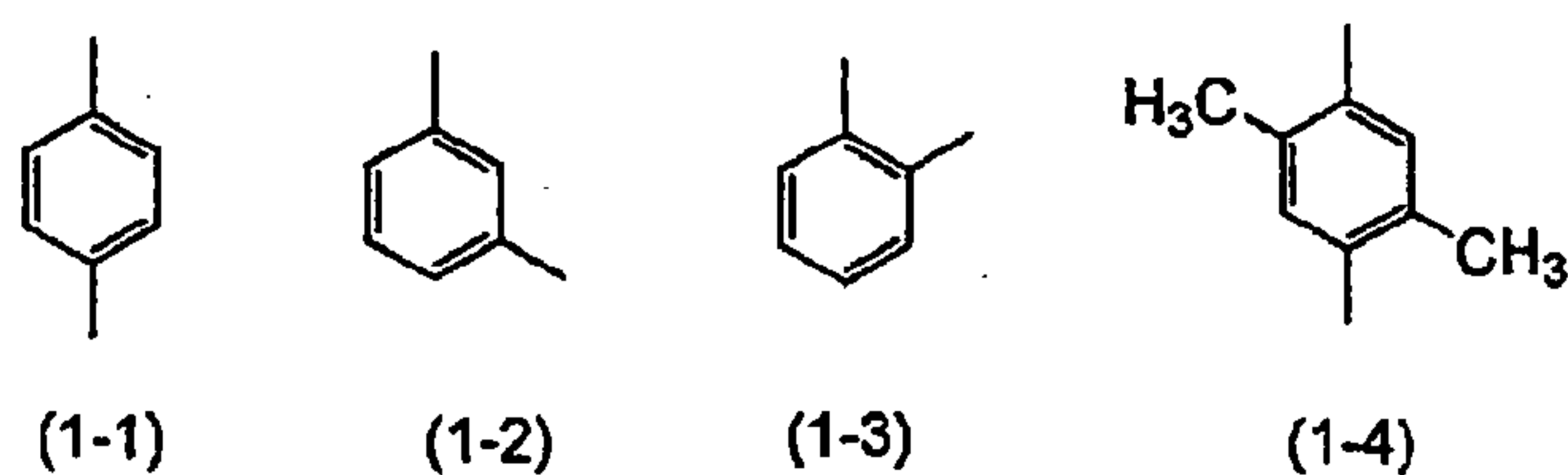


[0066] 在通式 (G1) 中， $\text{Ar}^1$  及  $\text{Ar}^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $\alpha$  表示經取代或未經取代的伸苯基或者經取代或未經取代的聯苯二基； $n$  表示 0 或 1；並且 A 表示經取代或未經取代的 3-咪唑基。

[0067] 結構式 (1-1) 至結構式 (1-9) 示出通式 (G1) 中的  $\alpha$  的具體結構的例子。

[0068]

[化學式 11]

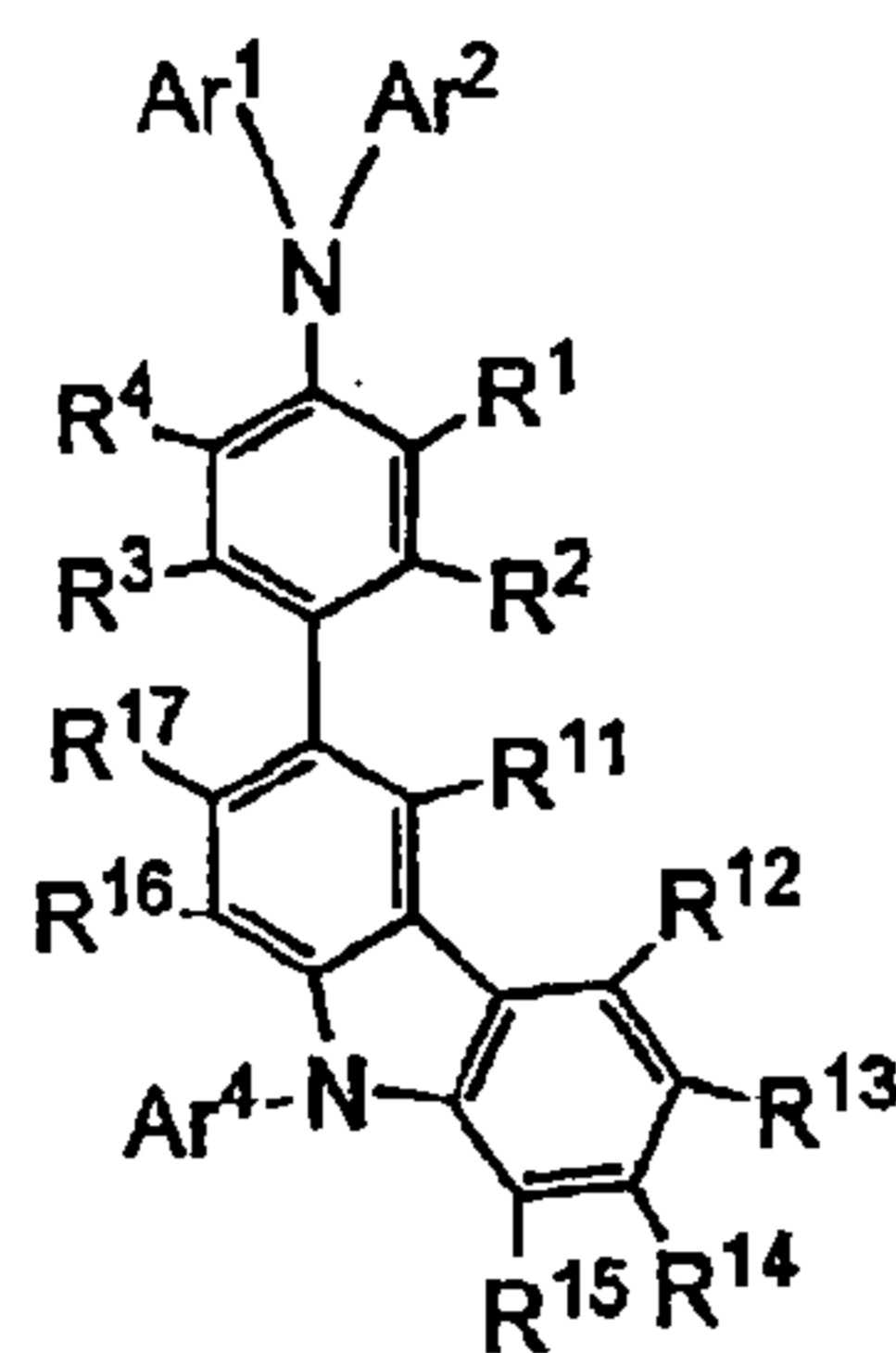


[0069] 另外較佳的是，包含在發光層 303 中的第一種有機化合物由下述通式 (G2) 表示。

[0070]



[化學式 12]



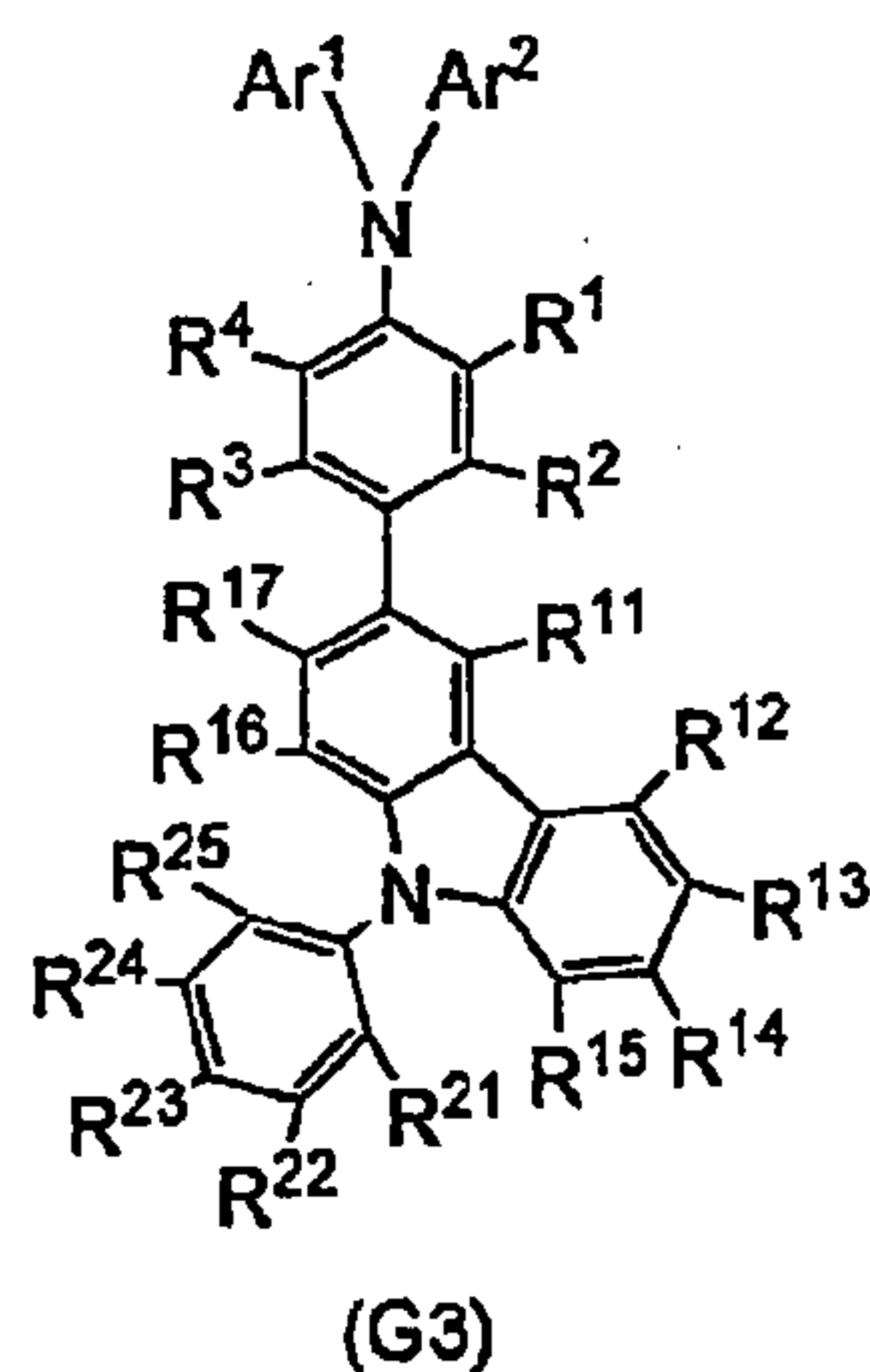
(G2)

[0071] 在通式 (G2) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $R^1$  至  $R^4$  和  $R^{11}$  至  $R^{17}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基； $Ar^4$  表示碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基。

[0072] 特別佳的是，包含在發光層 303 中的第一種有機化合物由下述通式 (G3) 表示。

[0073]

[化學式 13]



[0074] 在通式 (G3) 中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的萸基、經取代或未經取代的螺萸基、或者經取代或未經取代的聯苯基； $R^1$  至  $R^4$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至  $R^{25}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基。

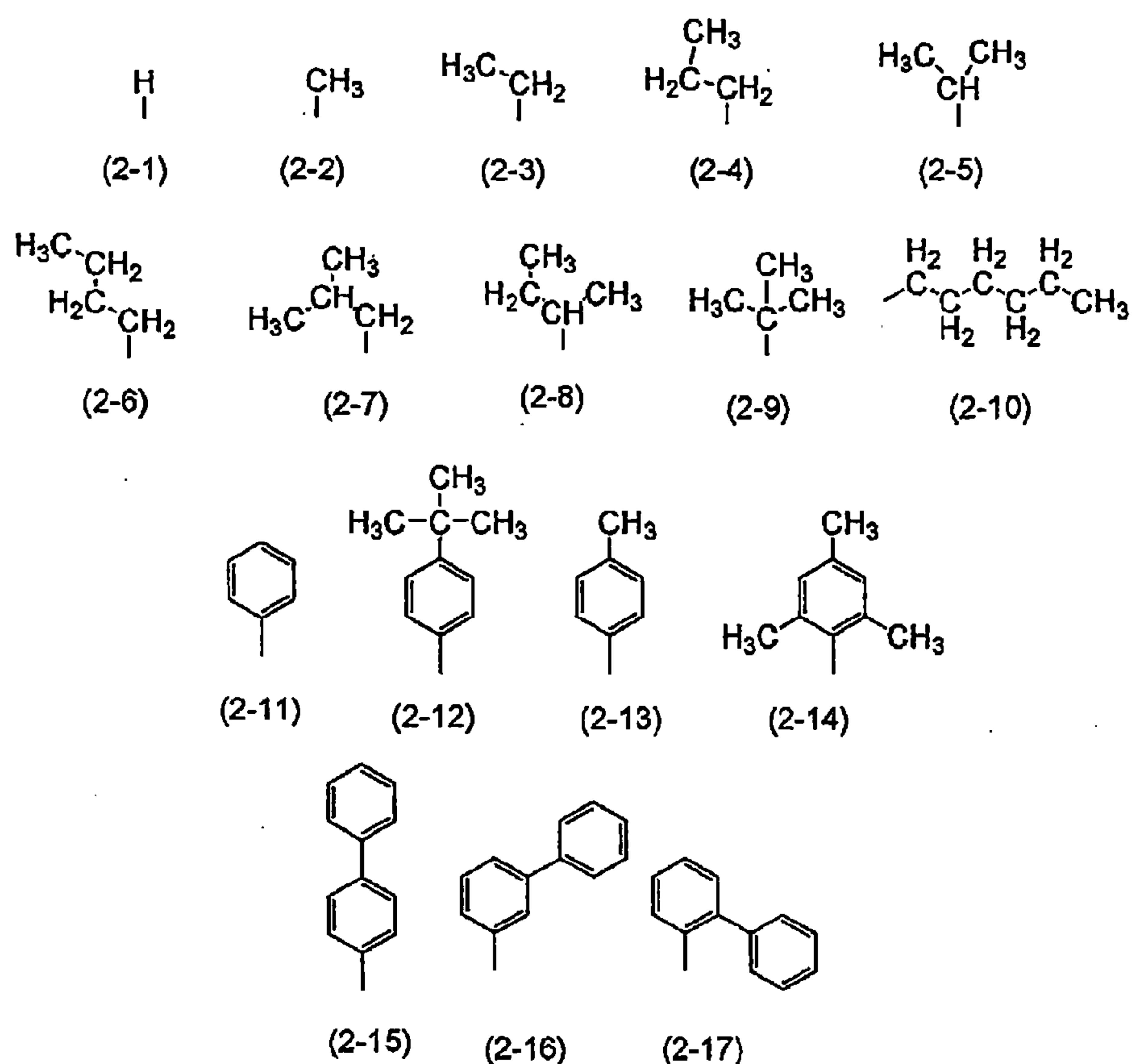
[0075] 較佳的是， $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立地表示經取代或未經取代的 2-萸基、經取代或未經取代的螺-9,9'-聯萸-2-基或者聯苯-4-基。具有這些骨架中的任一者的三級胺是較佳的，因為其高電洞傳輸性質和高電子阻擋性質，和由於其三重態激發能高於包括蔡骨架等的胺而具有優良的激子阻擋性質。在聯苯基、萸基、螺萸基中，這些取代位置的取代基是較佳的，因為其容易合成且不貴。

[0076] 結構式 (2-1) 至結構式 (2-17) 示出通式 (G2) 或通式 (G3) 中的  $R^1$  至  $R^4$ 、 $R^{11}$  至  $R^{17}$  以及  $R^{21}$  至

$R^{25}$  的具體結構的例子。在上述各通式中之萘基、螺萘基或聯苯基具有取代基的情況中，該取代基的實例包括碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、和未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基。作為這些取代基的具體結構的例子，可以舉出結構式 (2-2) 至結構式 (2-17) 所示的取代基。通式 (G2) 中的  $Ar^4$  的具體結構的例子包括結構式 (2-2) 至結構式 (2-17) 所示的取代基。

[0077]

[化學式 14]



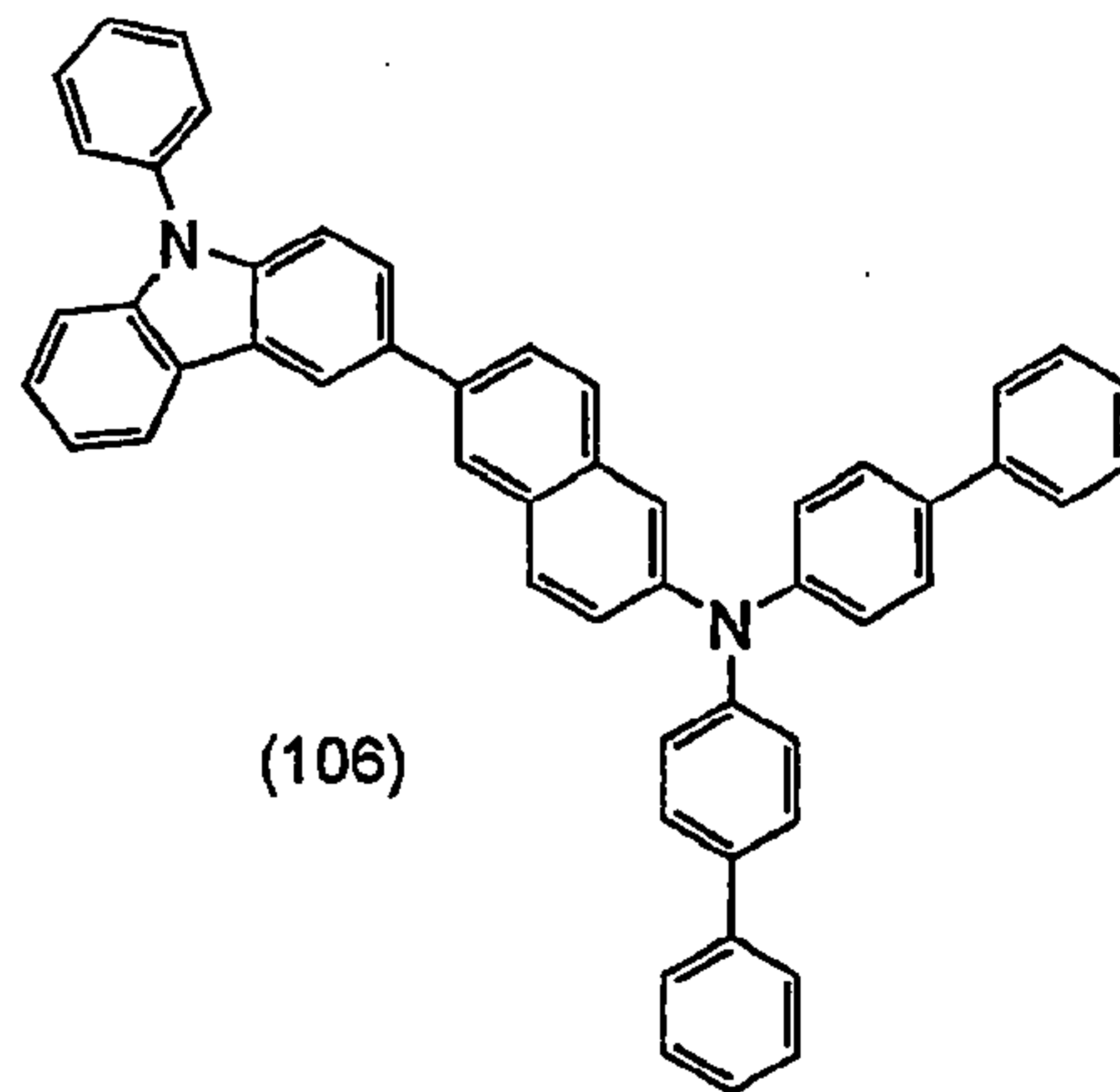
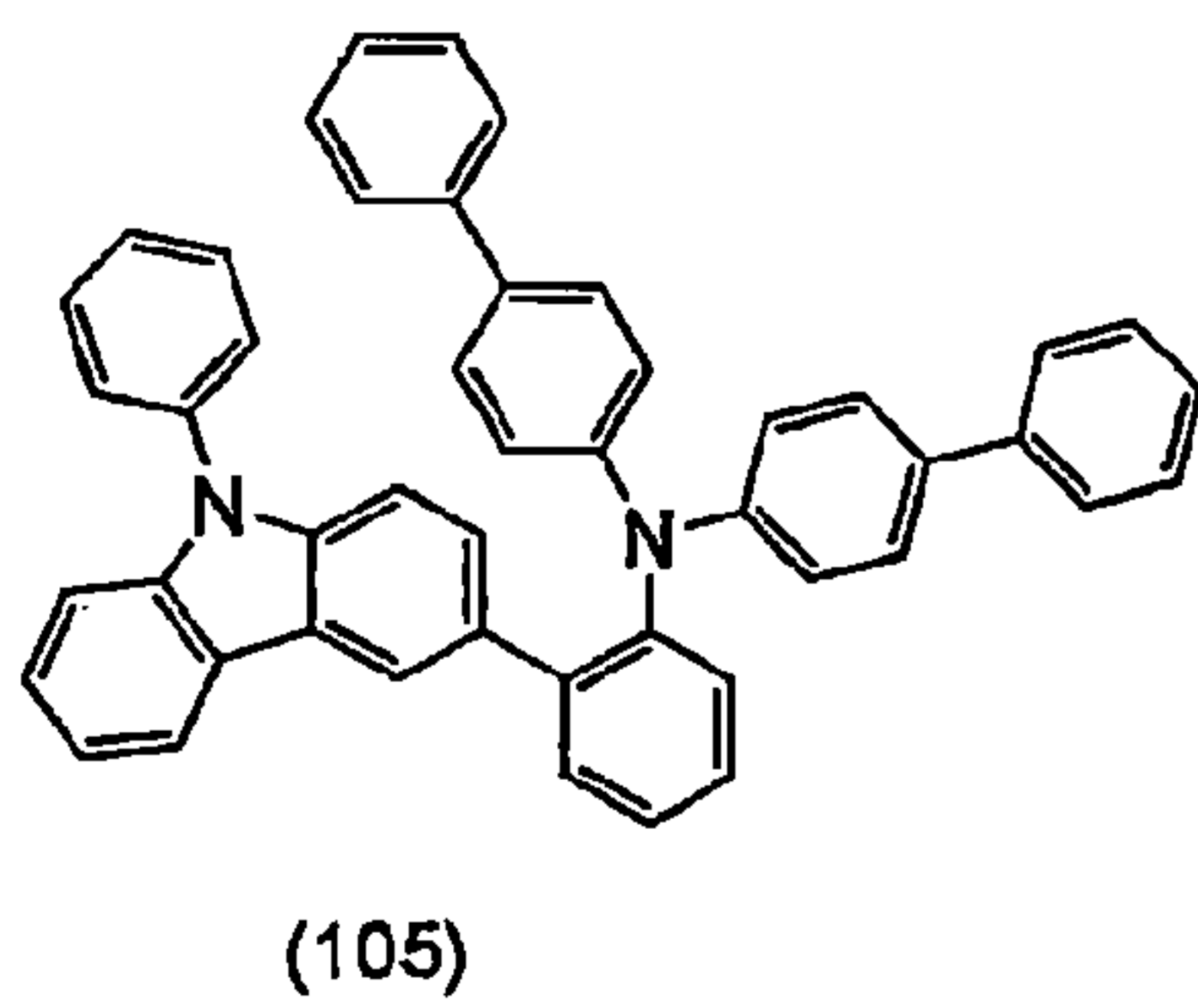
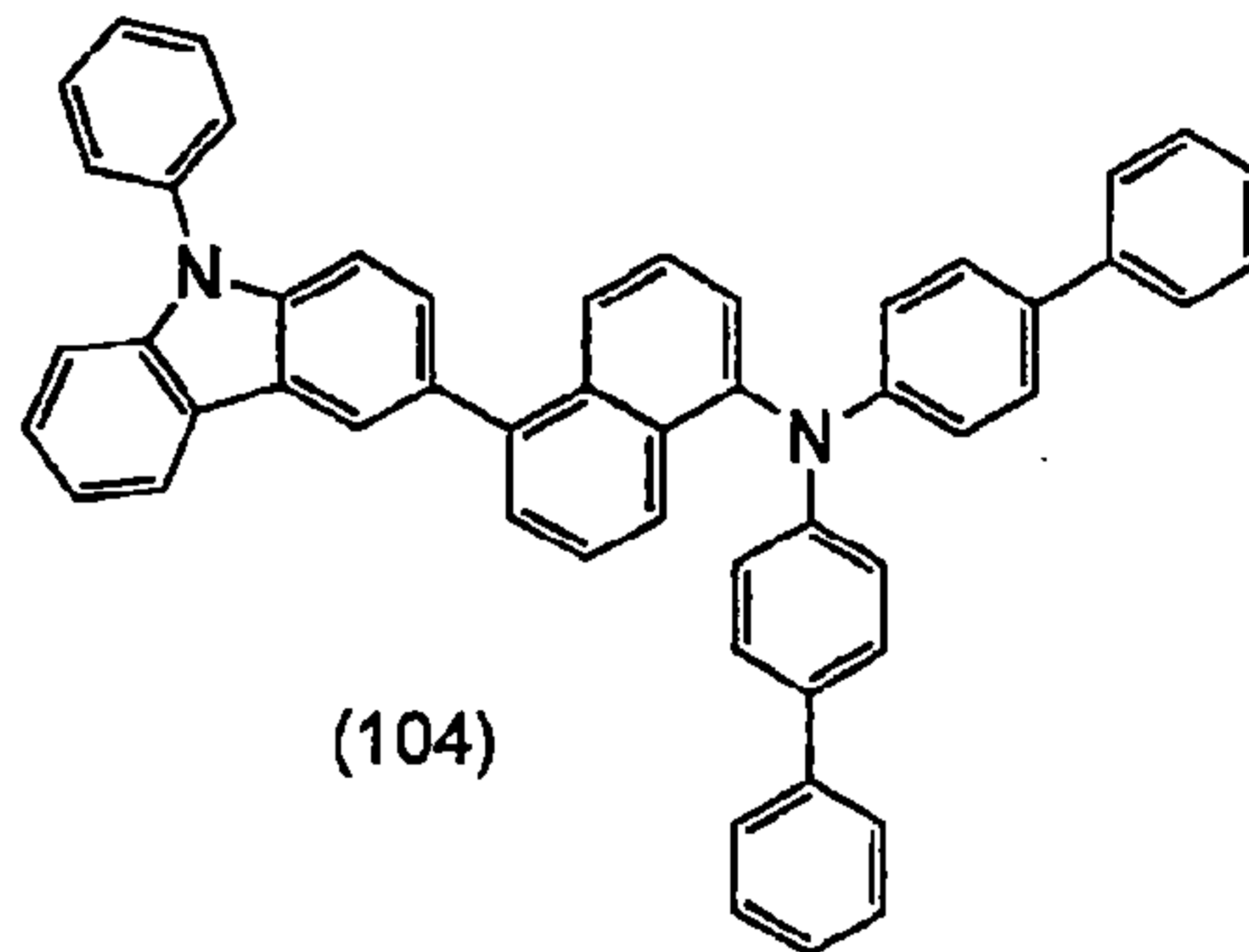
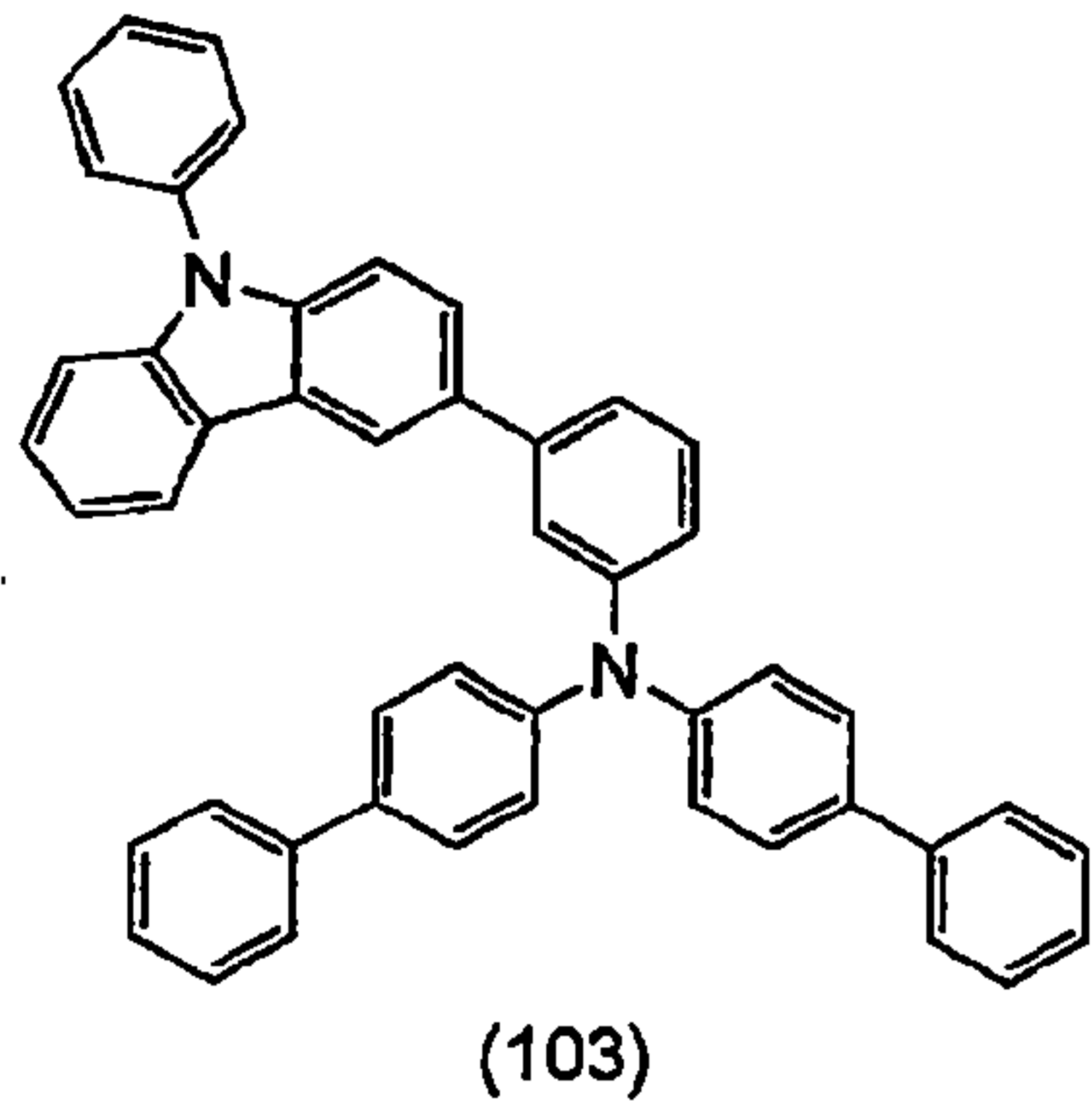
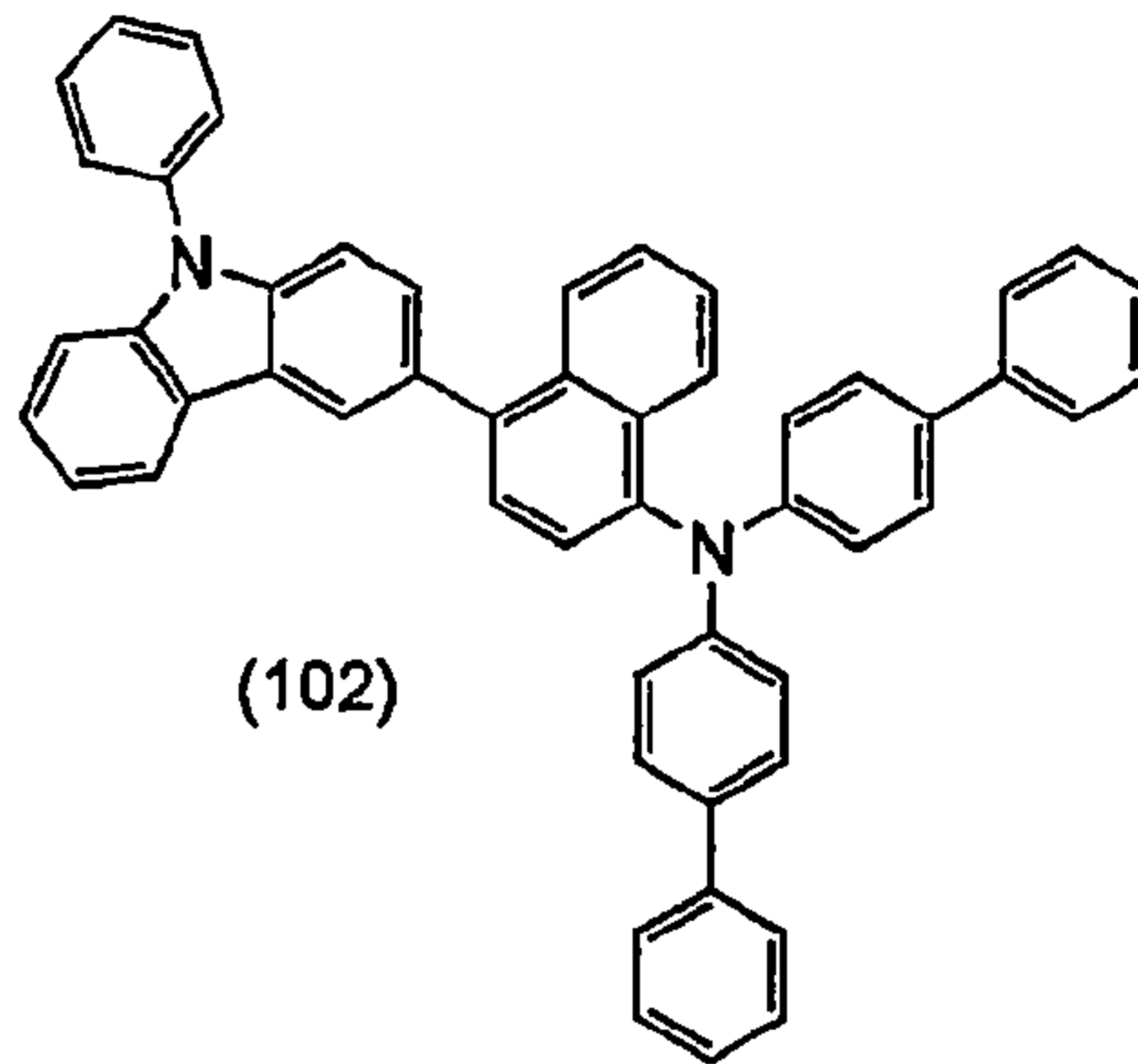
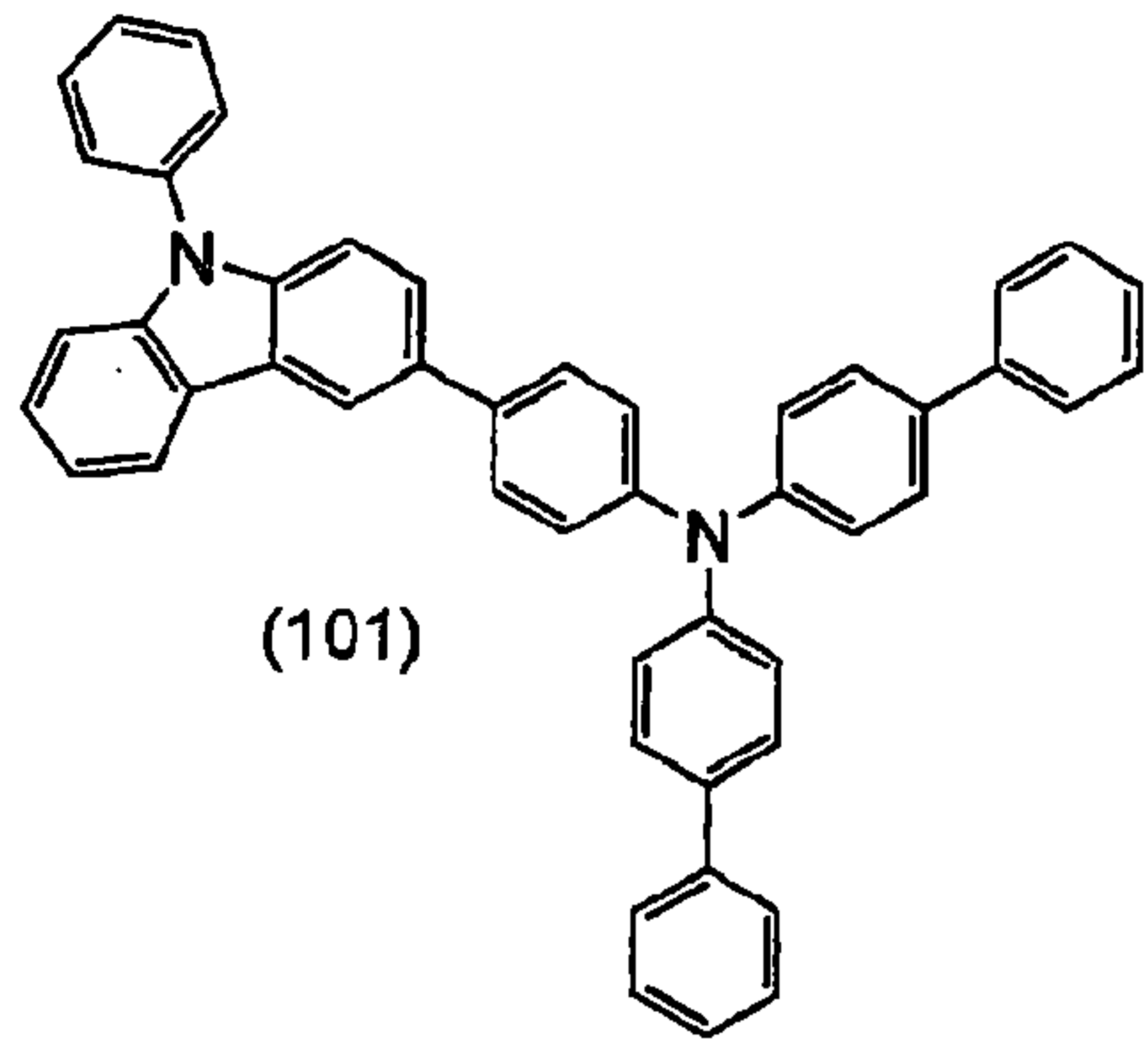
[0078] 由通式 (G0) 表示的有機化合物的具體例子包括由結構式 (101) 至結構式 (142) 表示的有機化合



物。注意，本發明不侷限於這些實例。

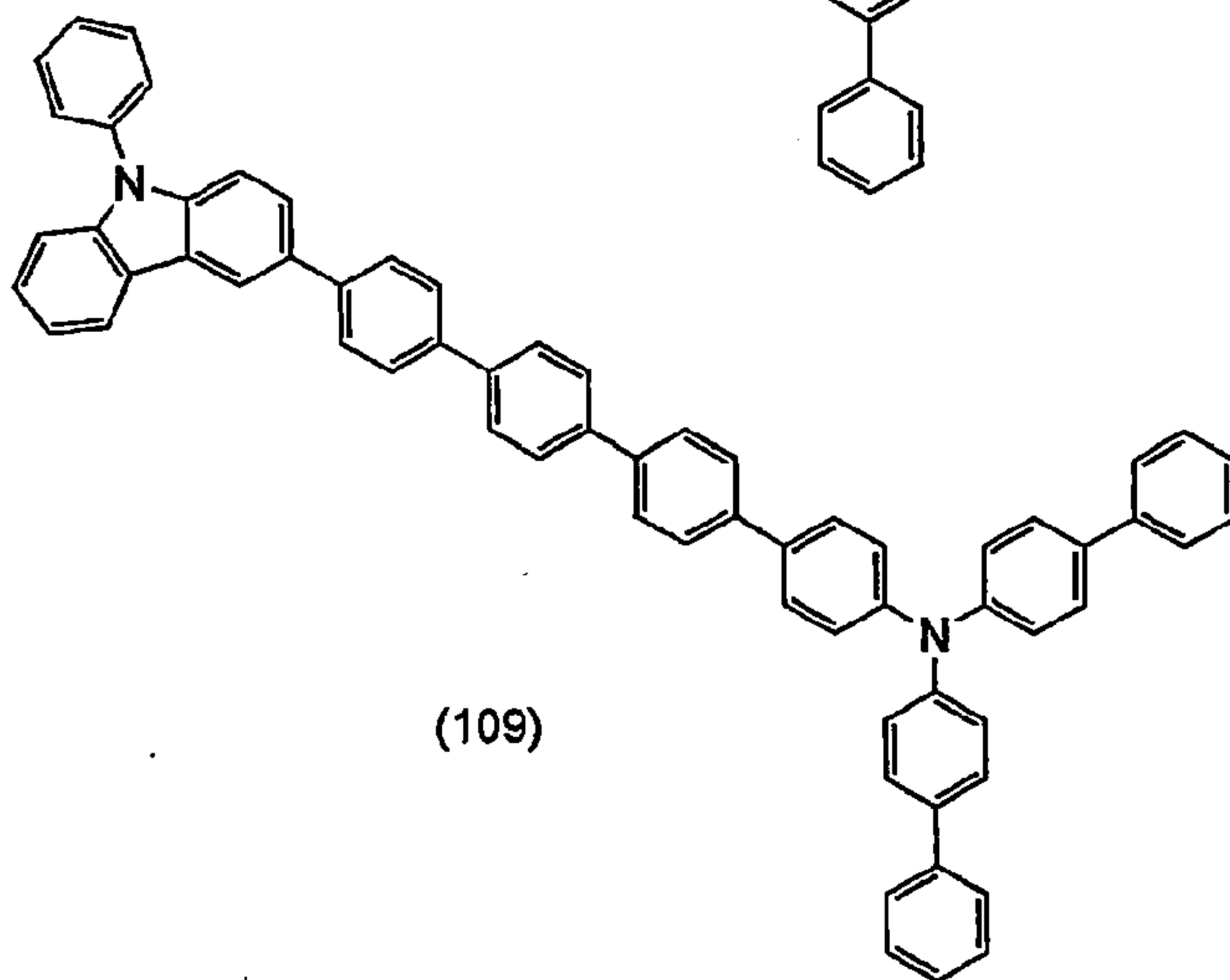
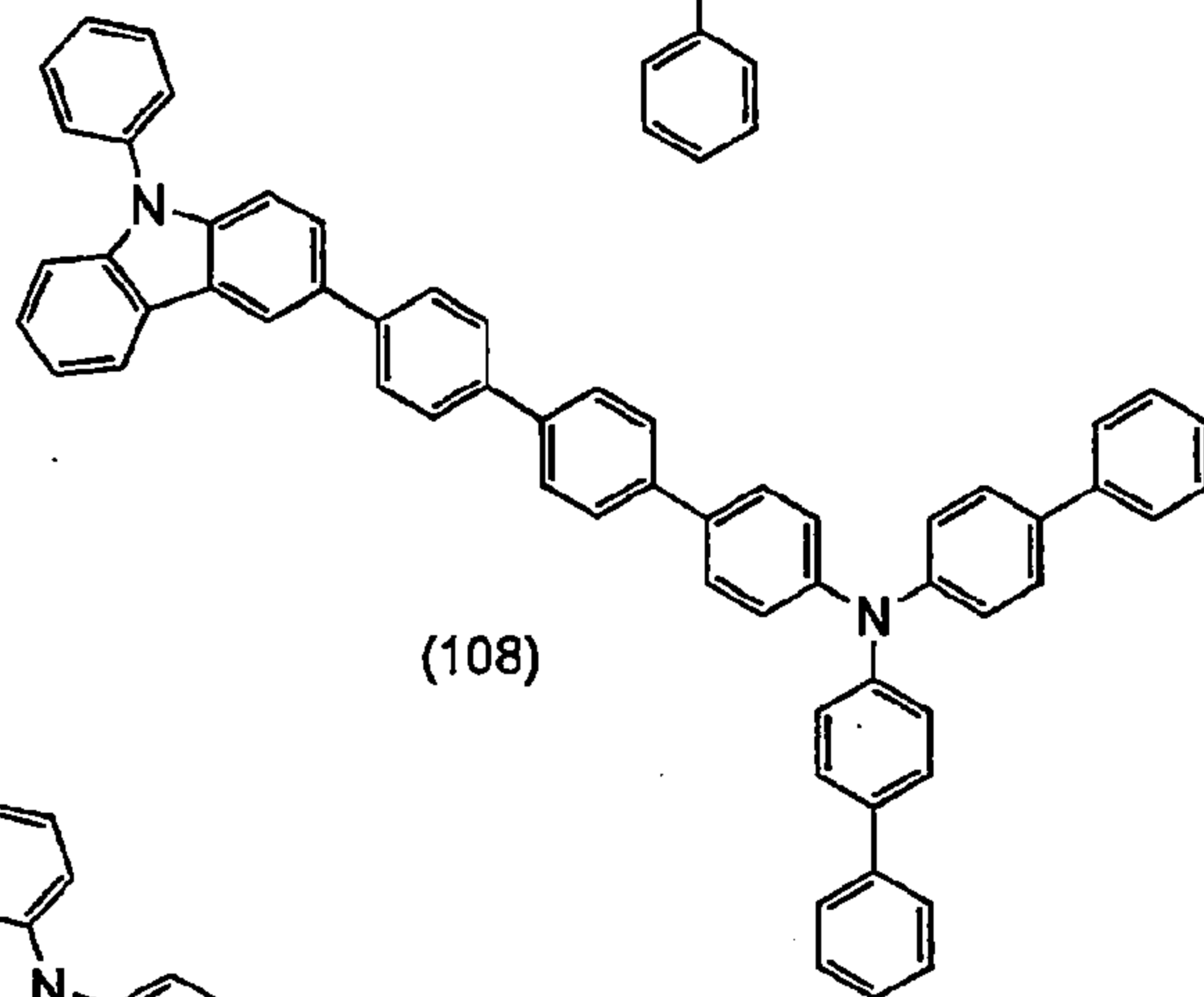
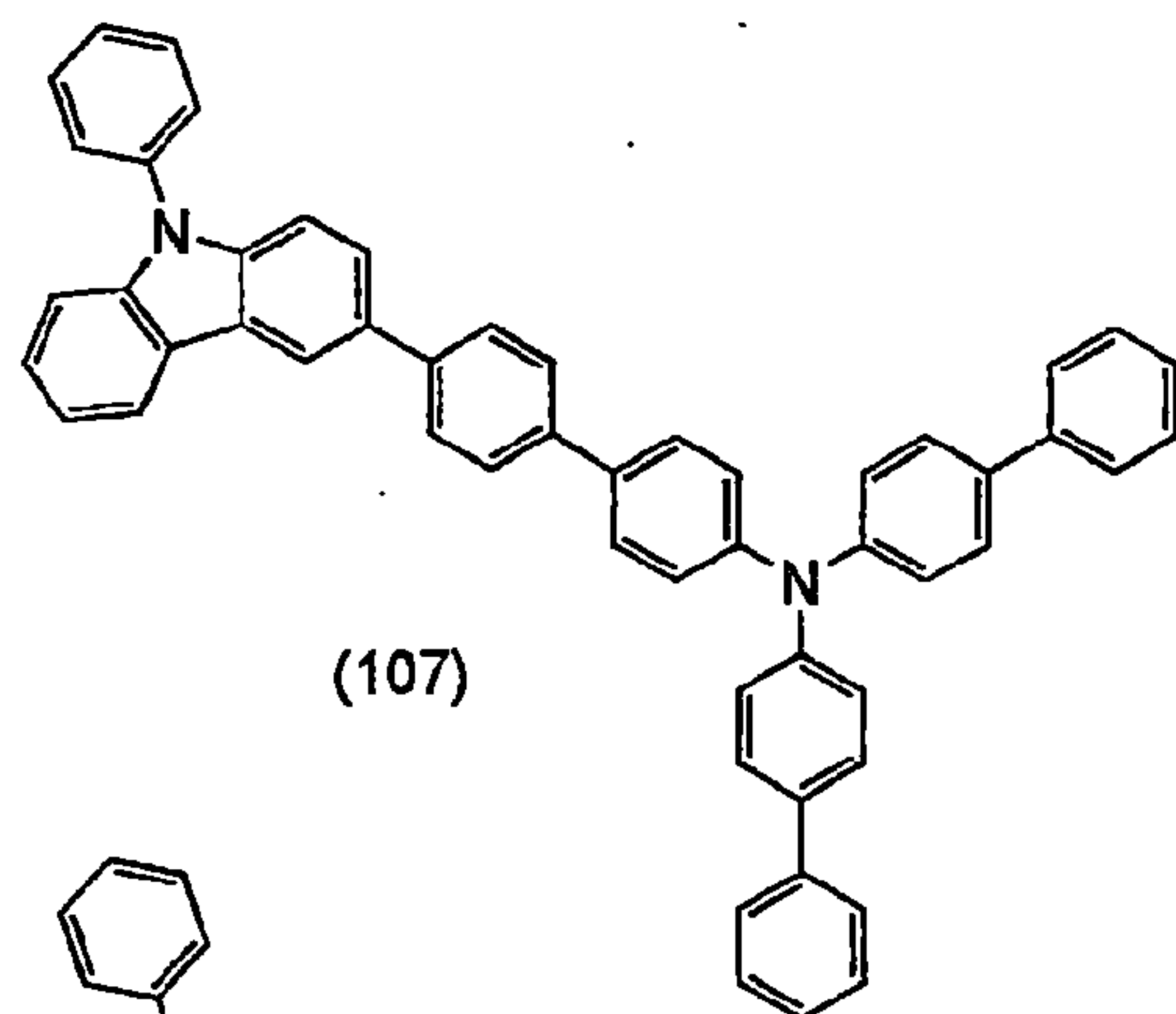
[0079]

[化學式 15]



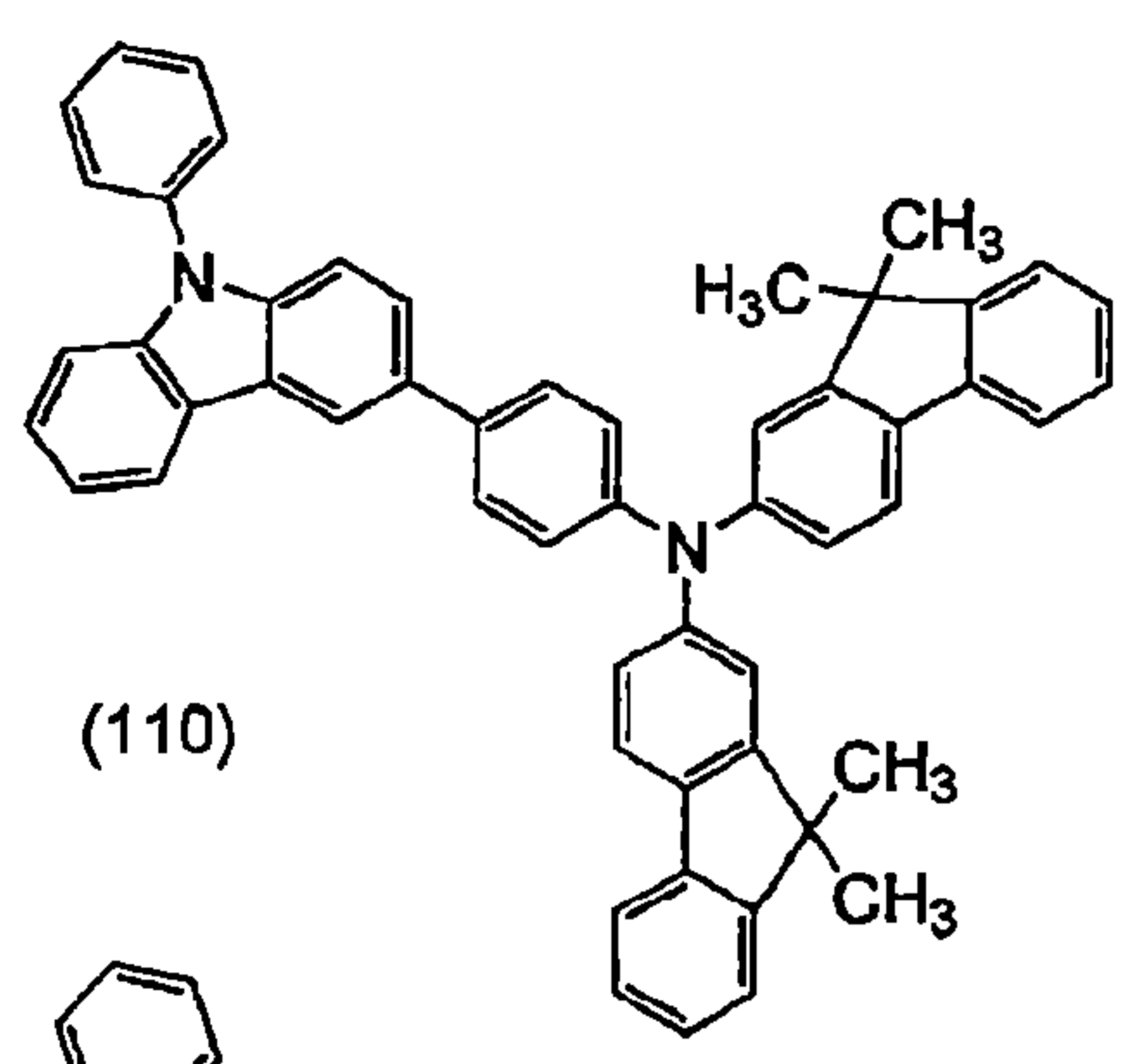
[0080]

[化學式 16]

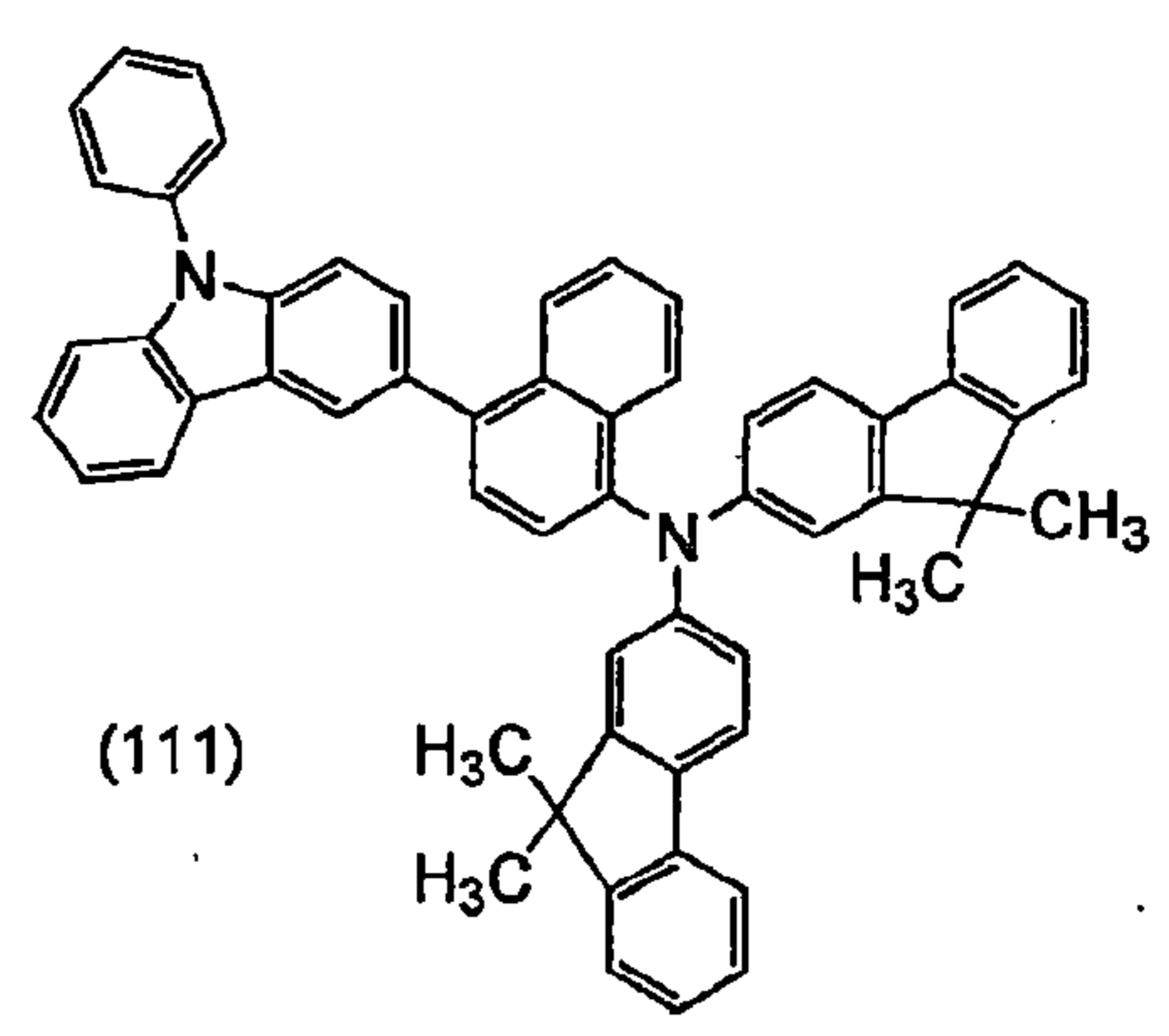


[0081]

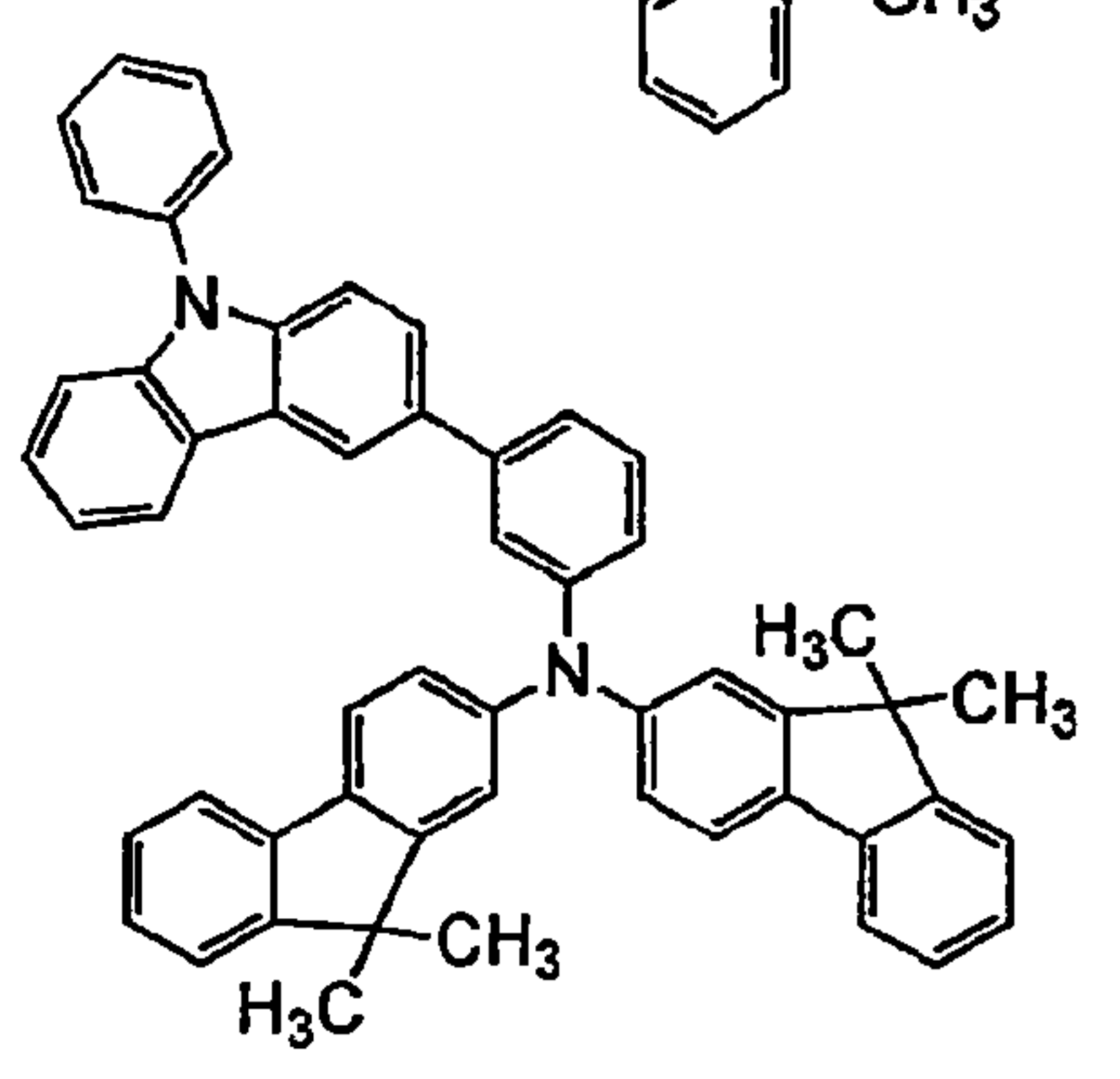
[化學式 17]



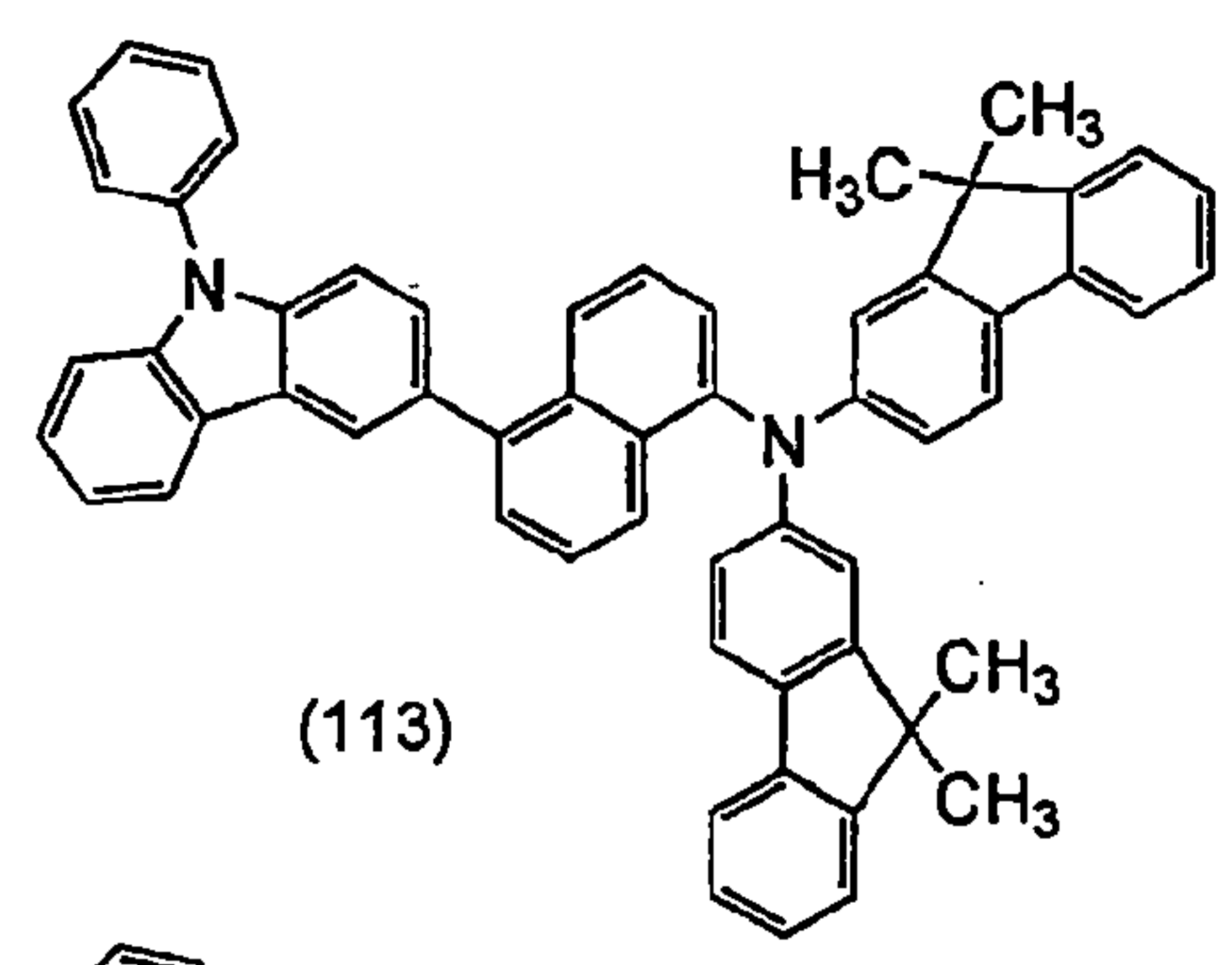
(110)



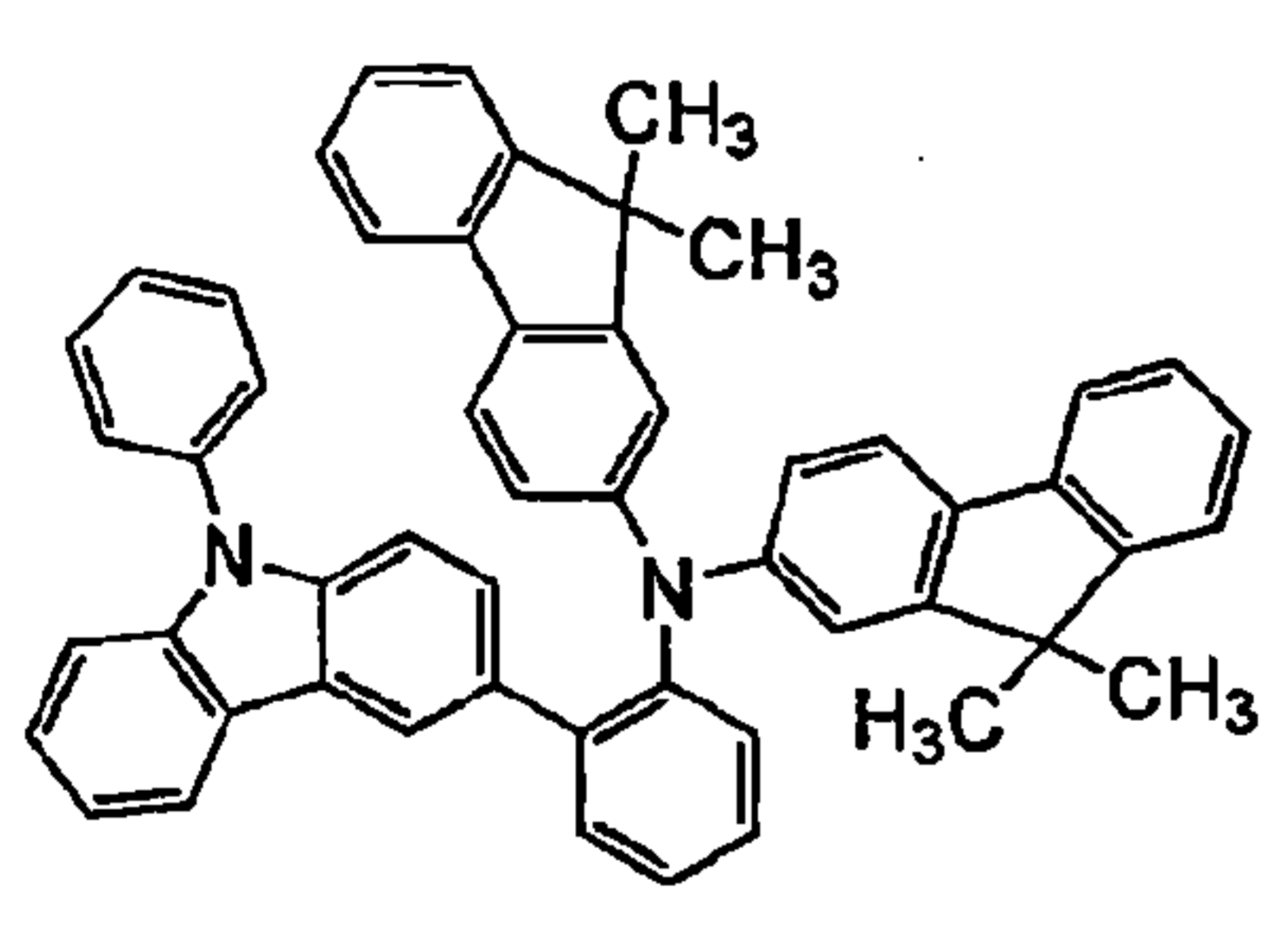
(111)



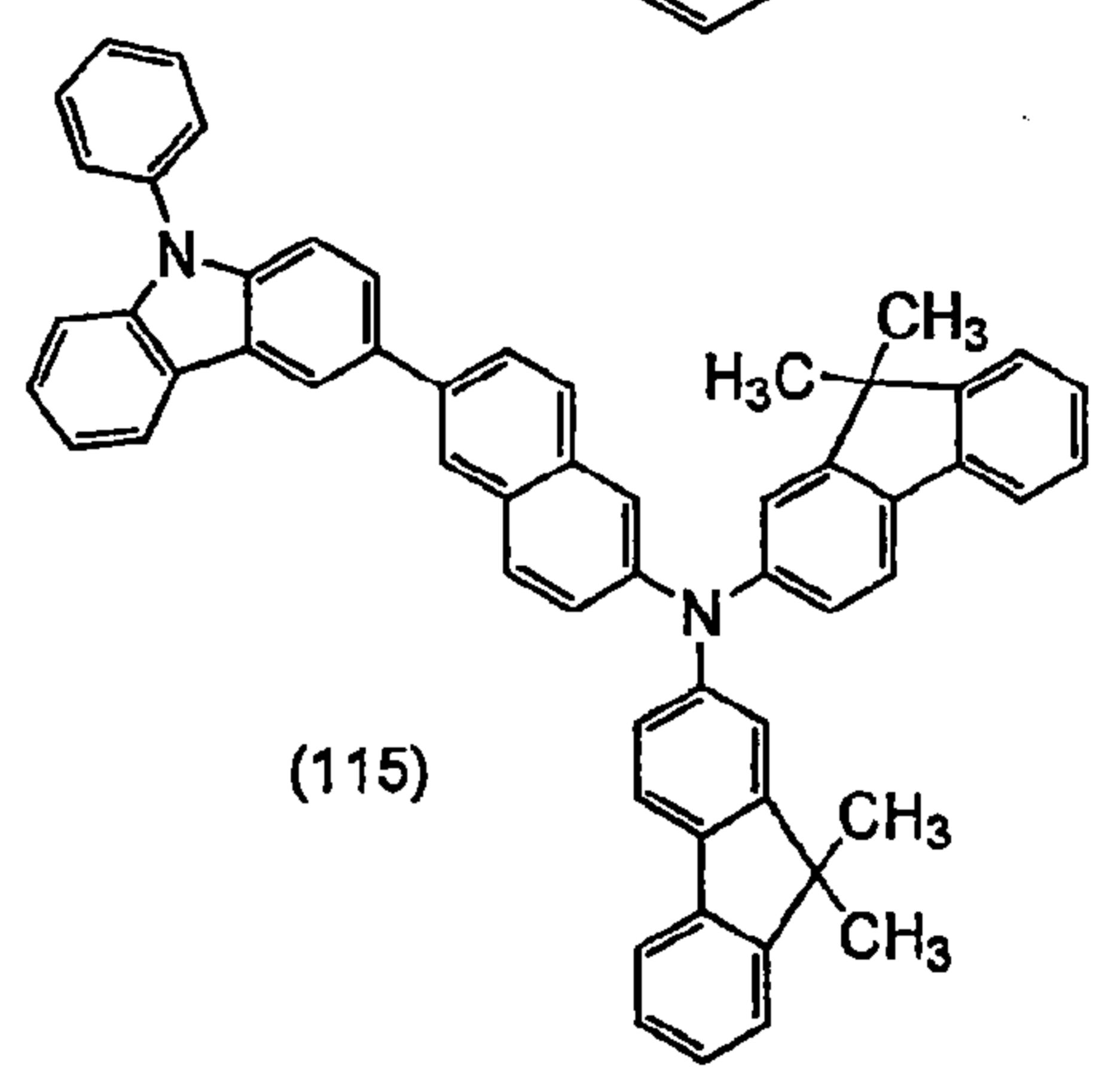
(112)



(113)



(114)

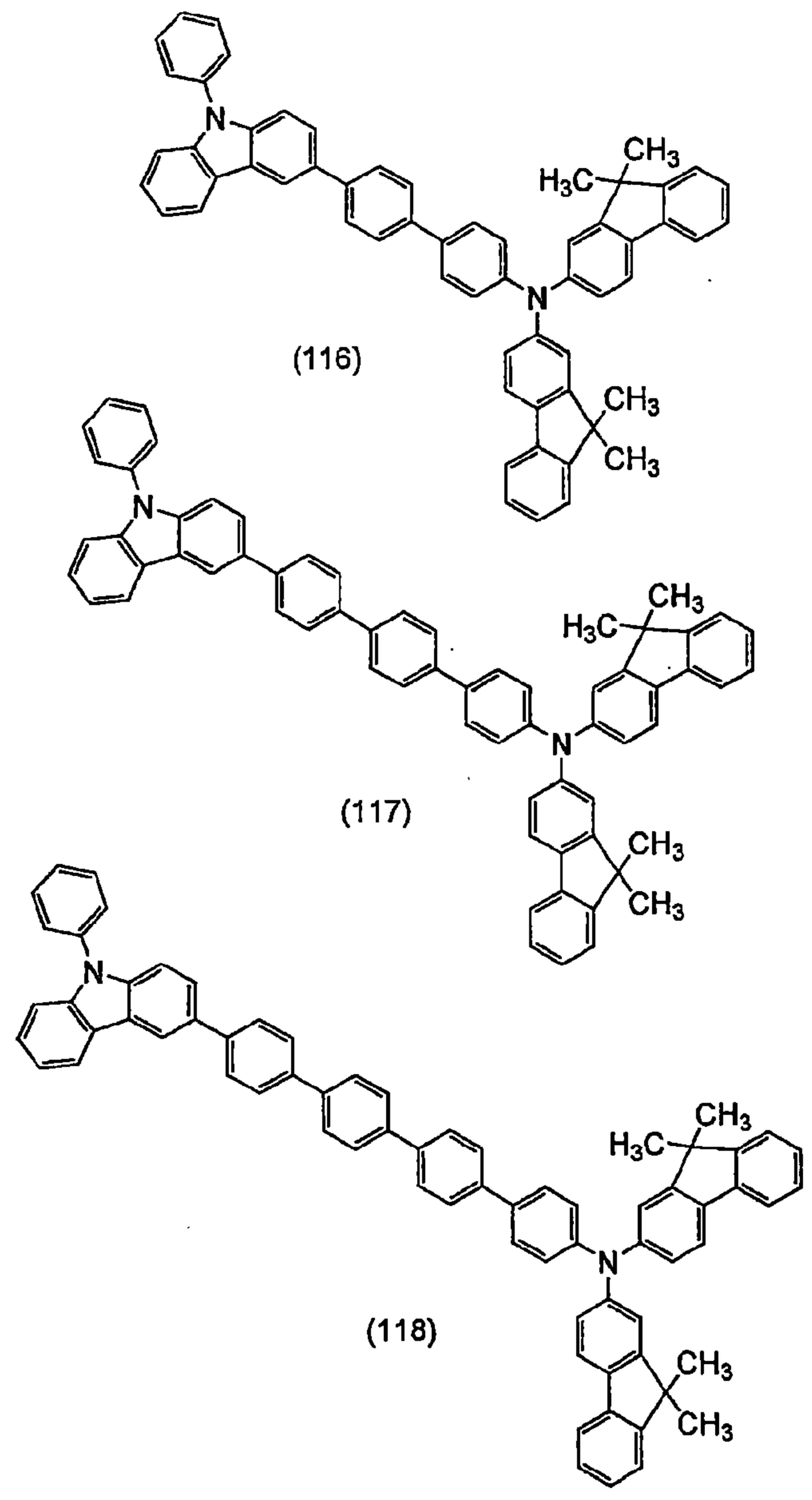


(115)

[0082]

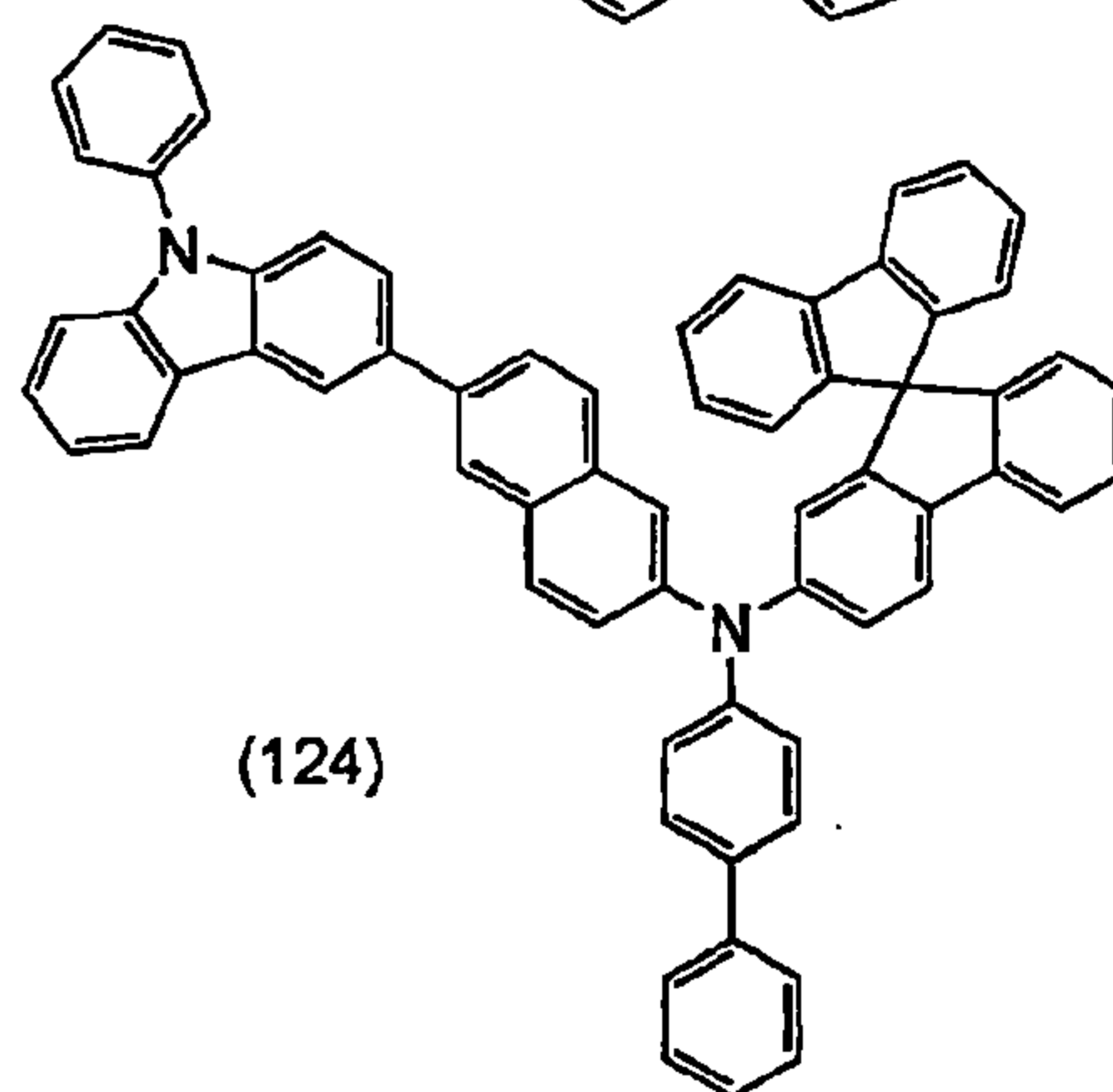
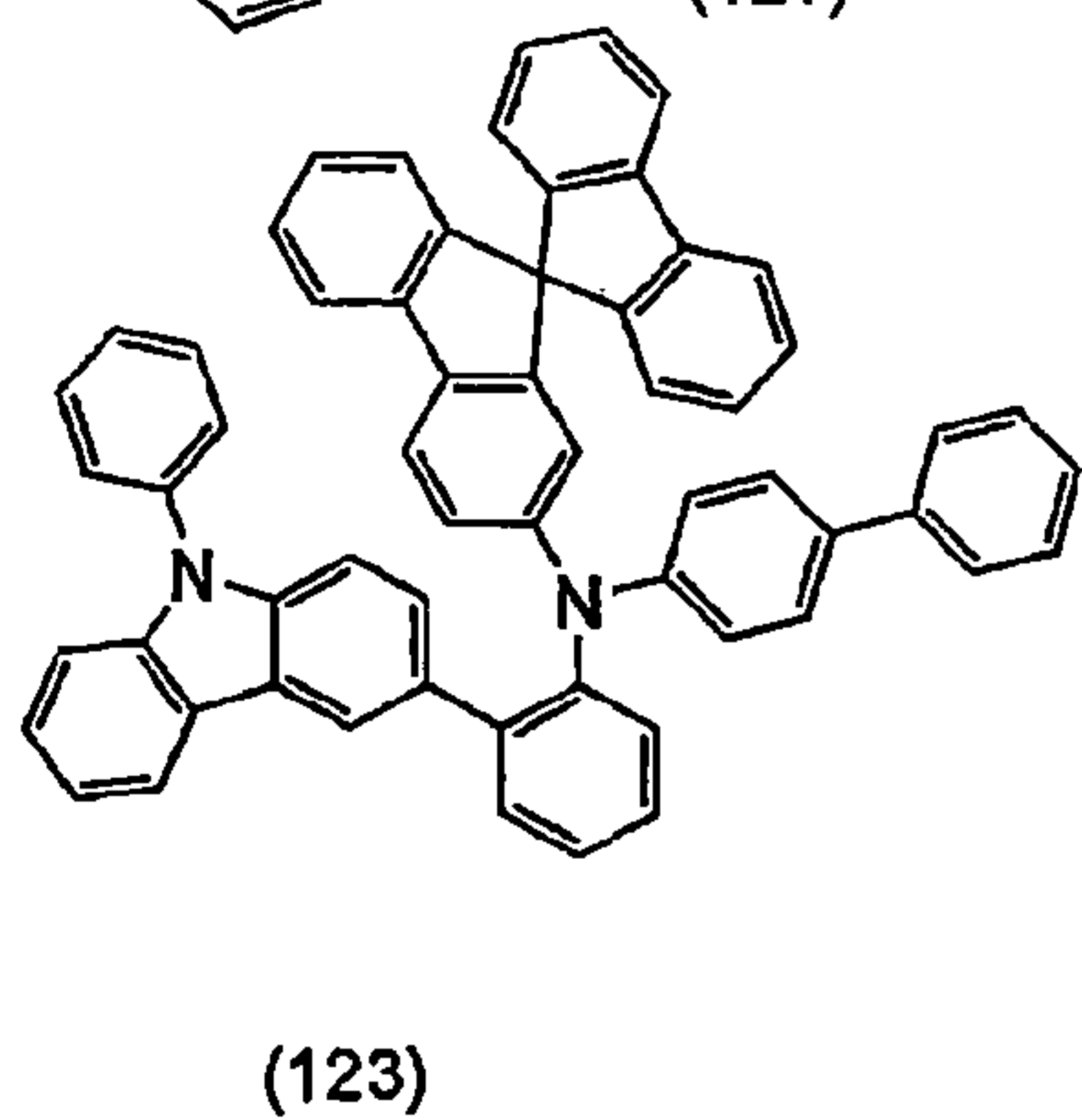
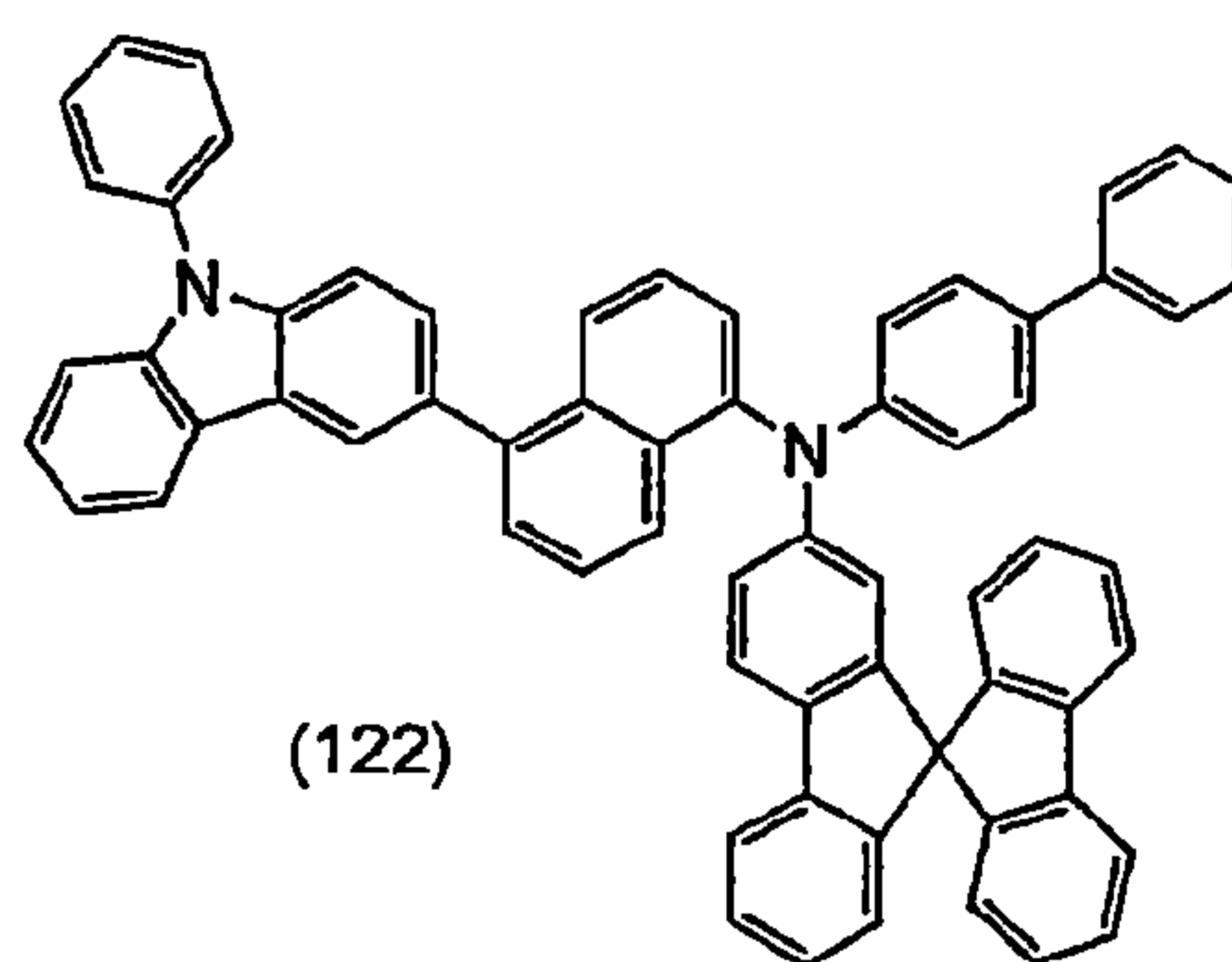
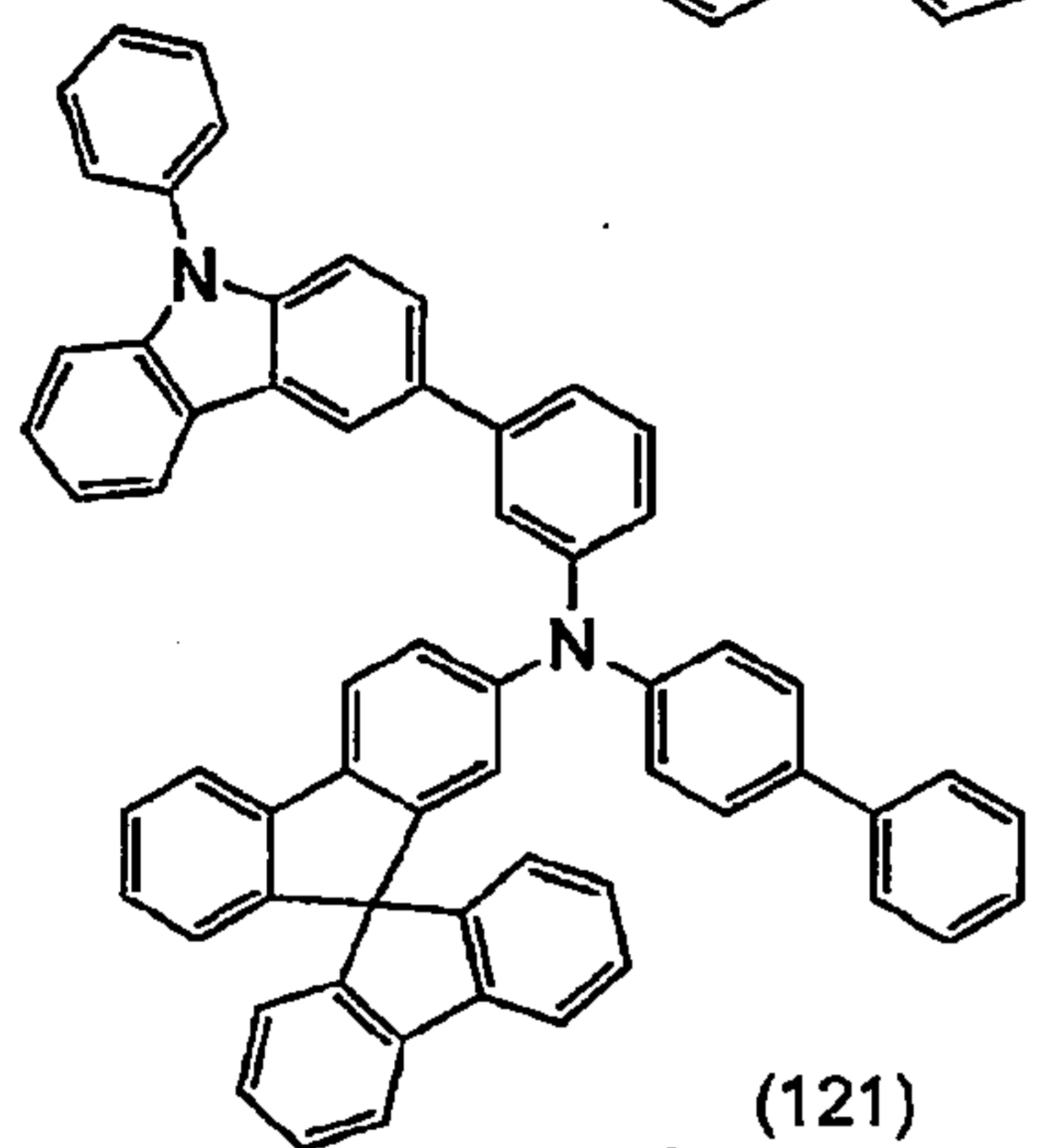
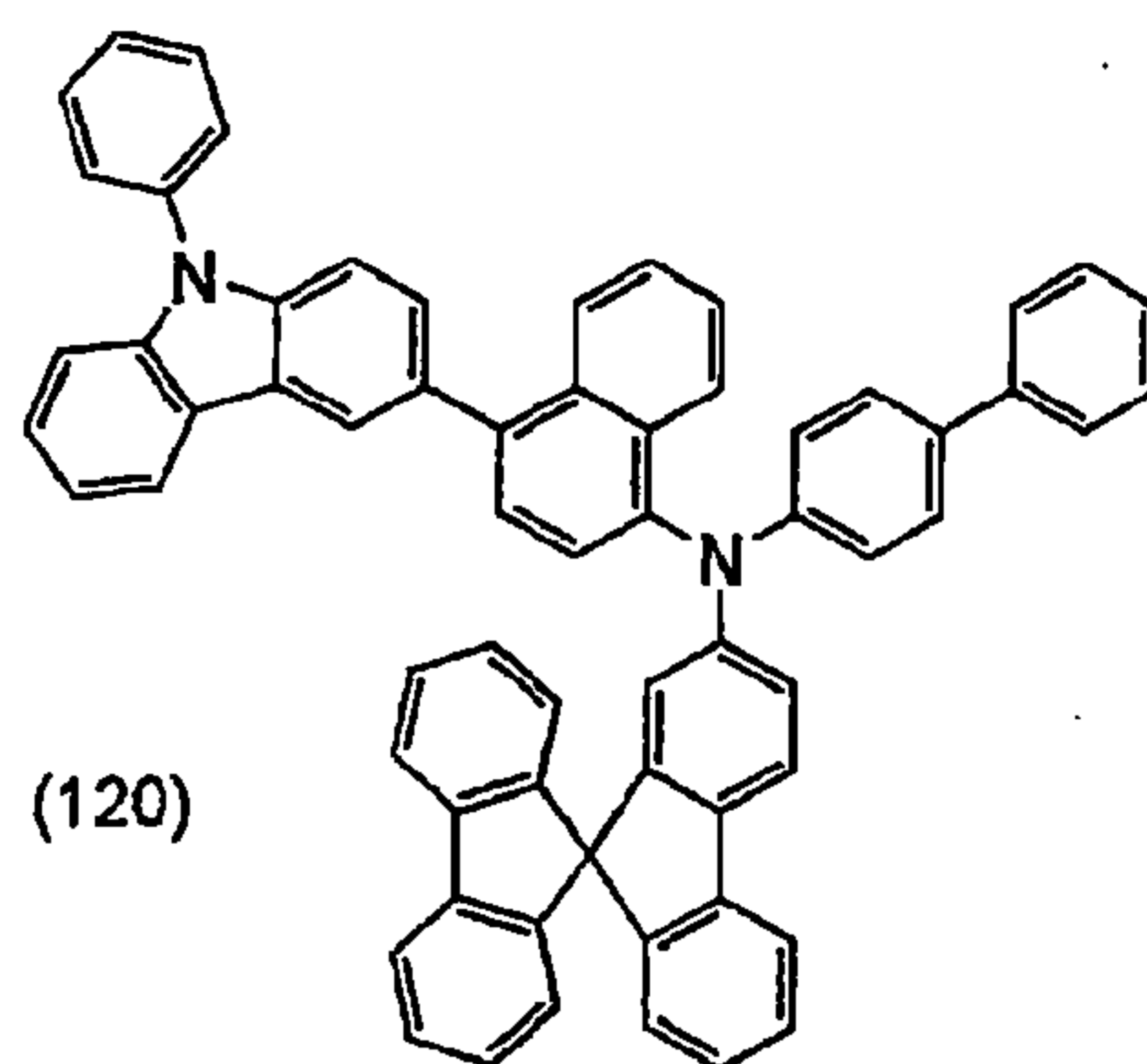
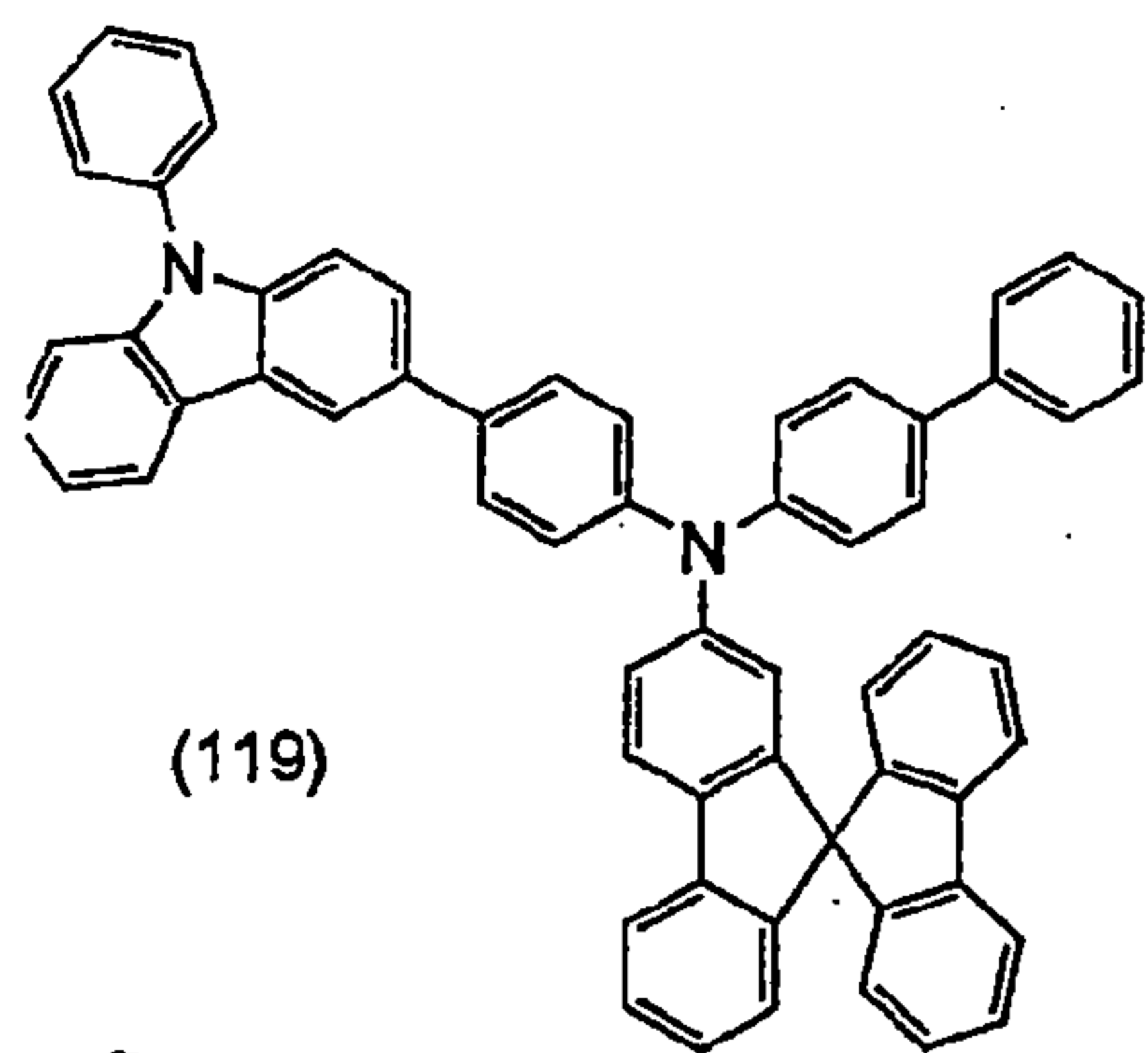


[化學式 18]



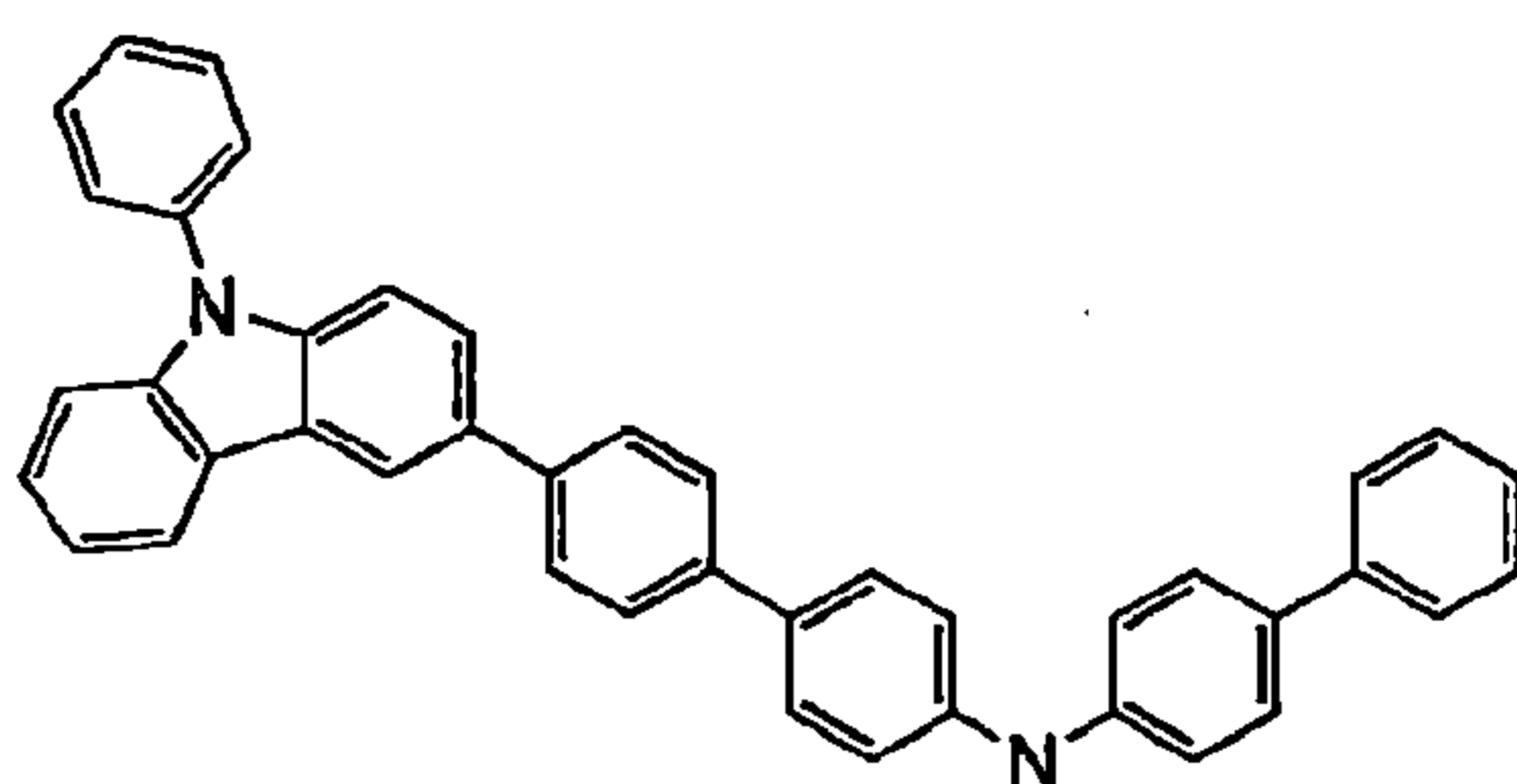
[0083]

[化學式 19]

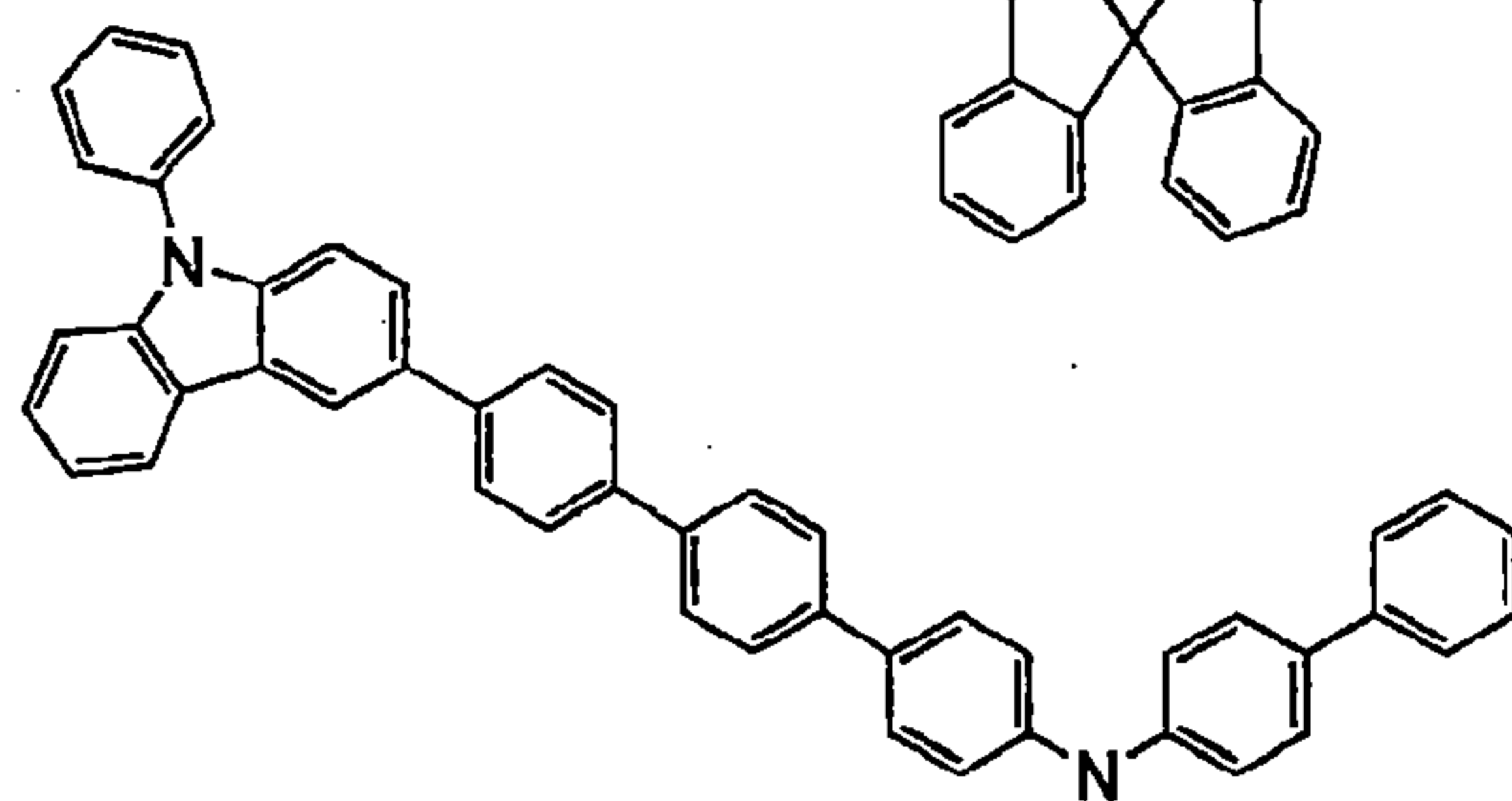


[0084]

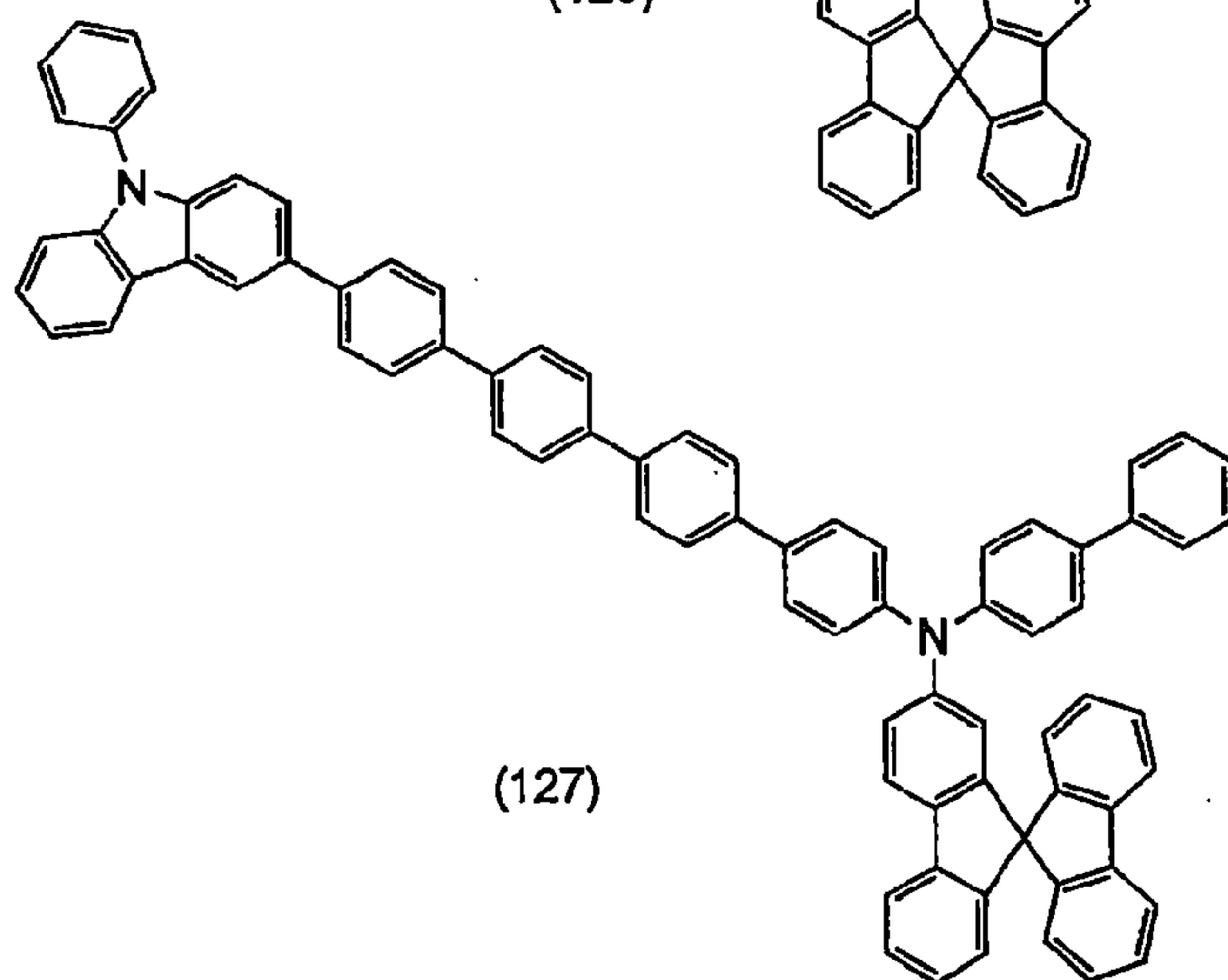
## [化學式 20]



(125)



(126)

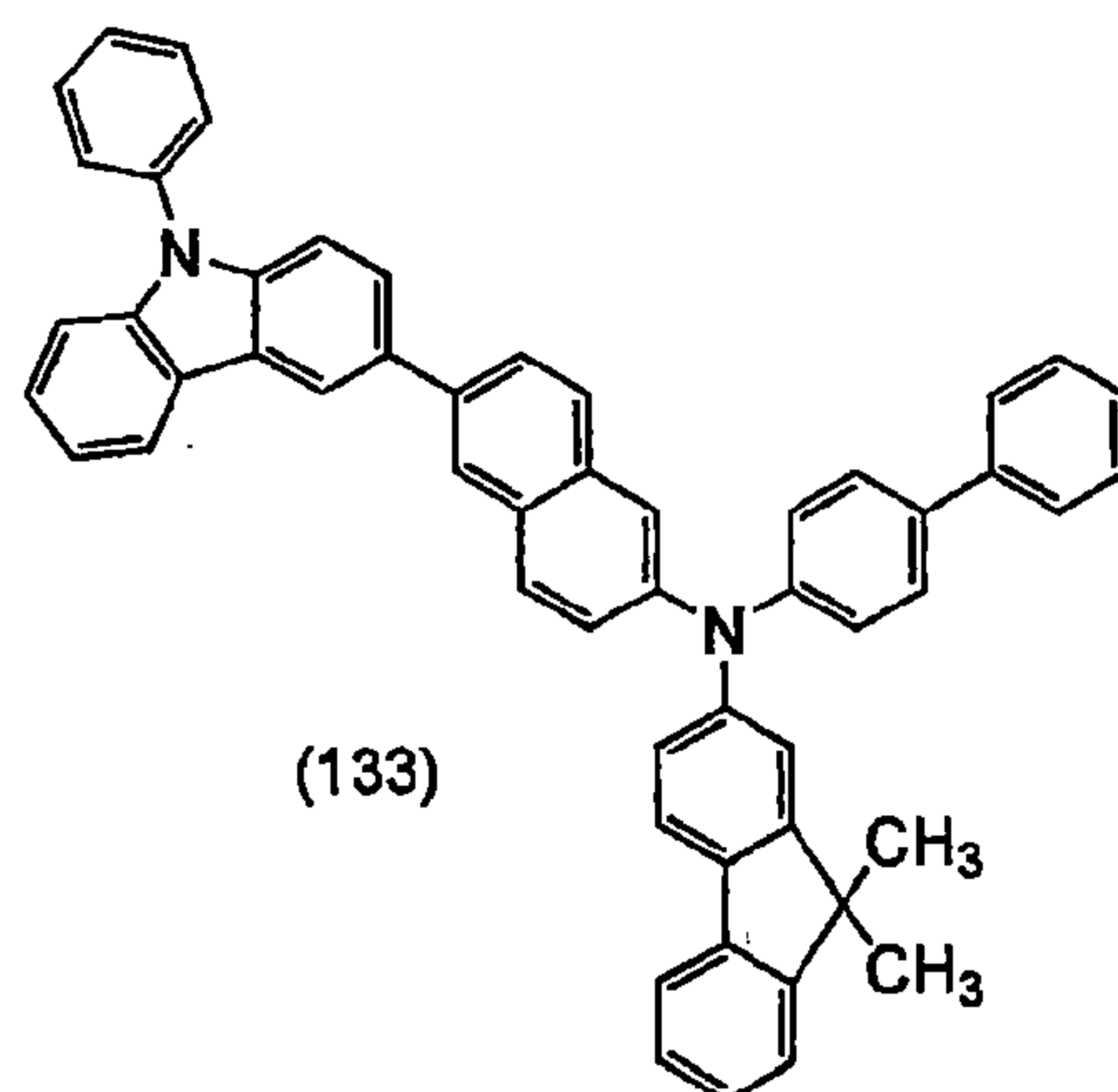
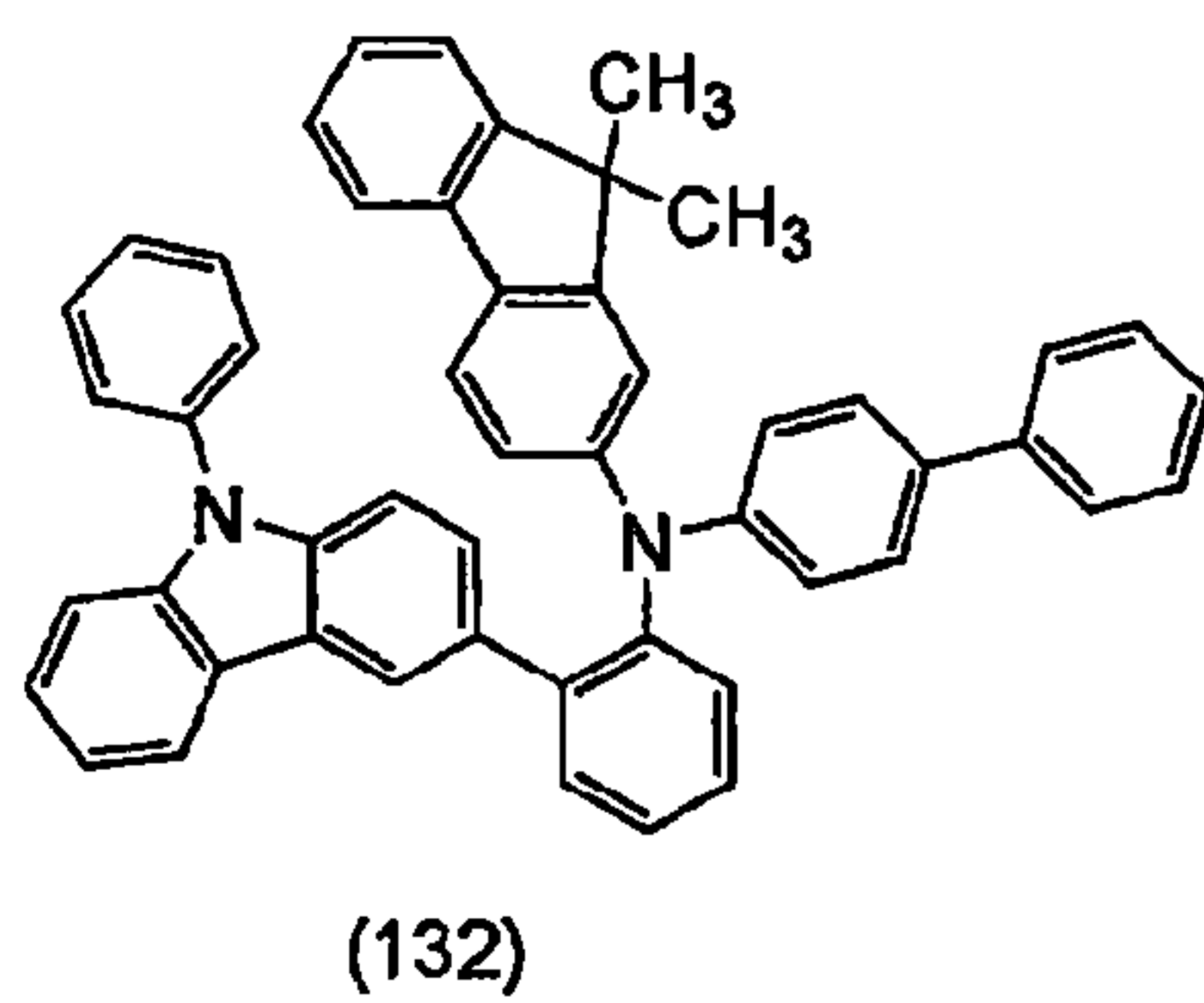
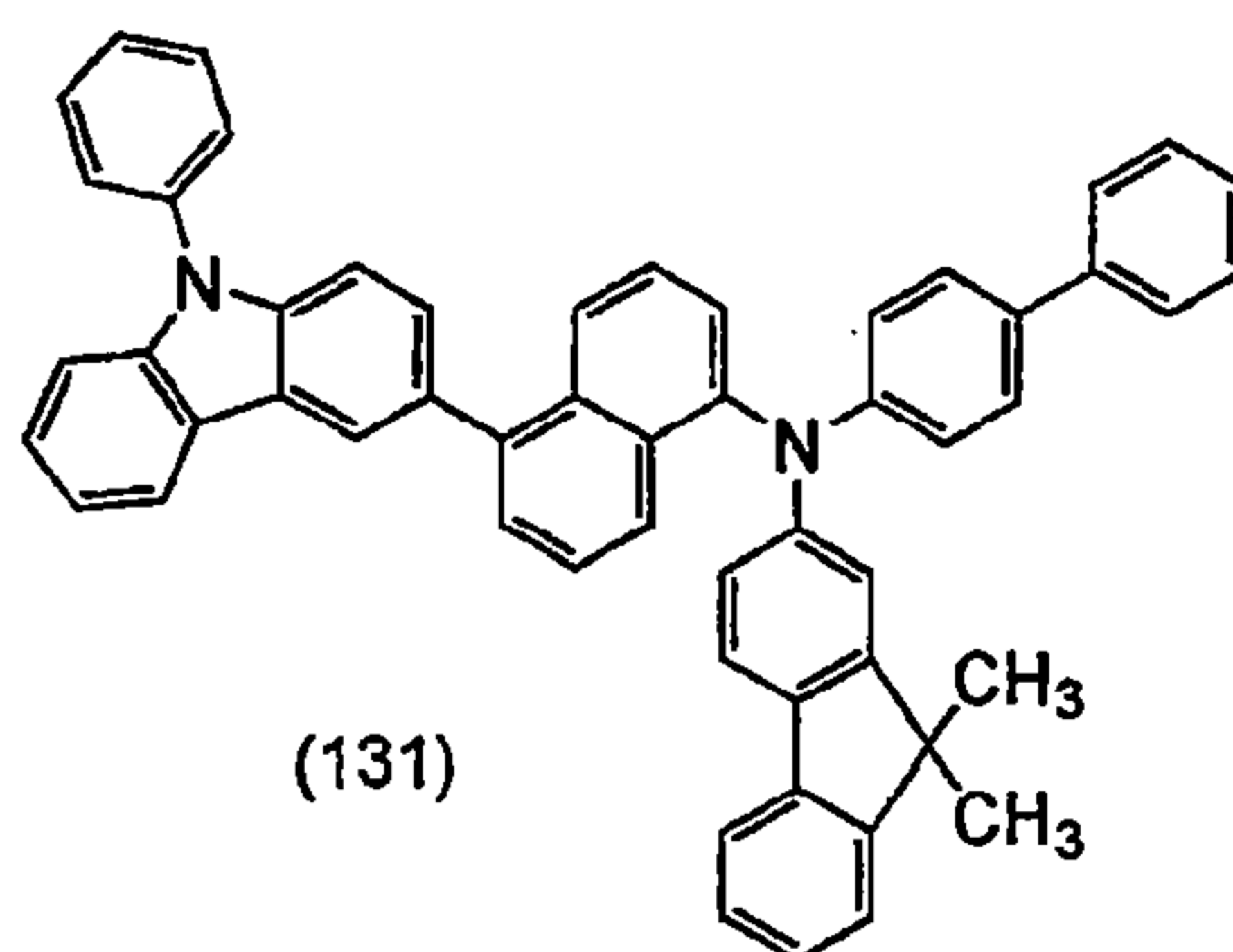
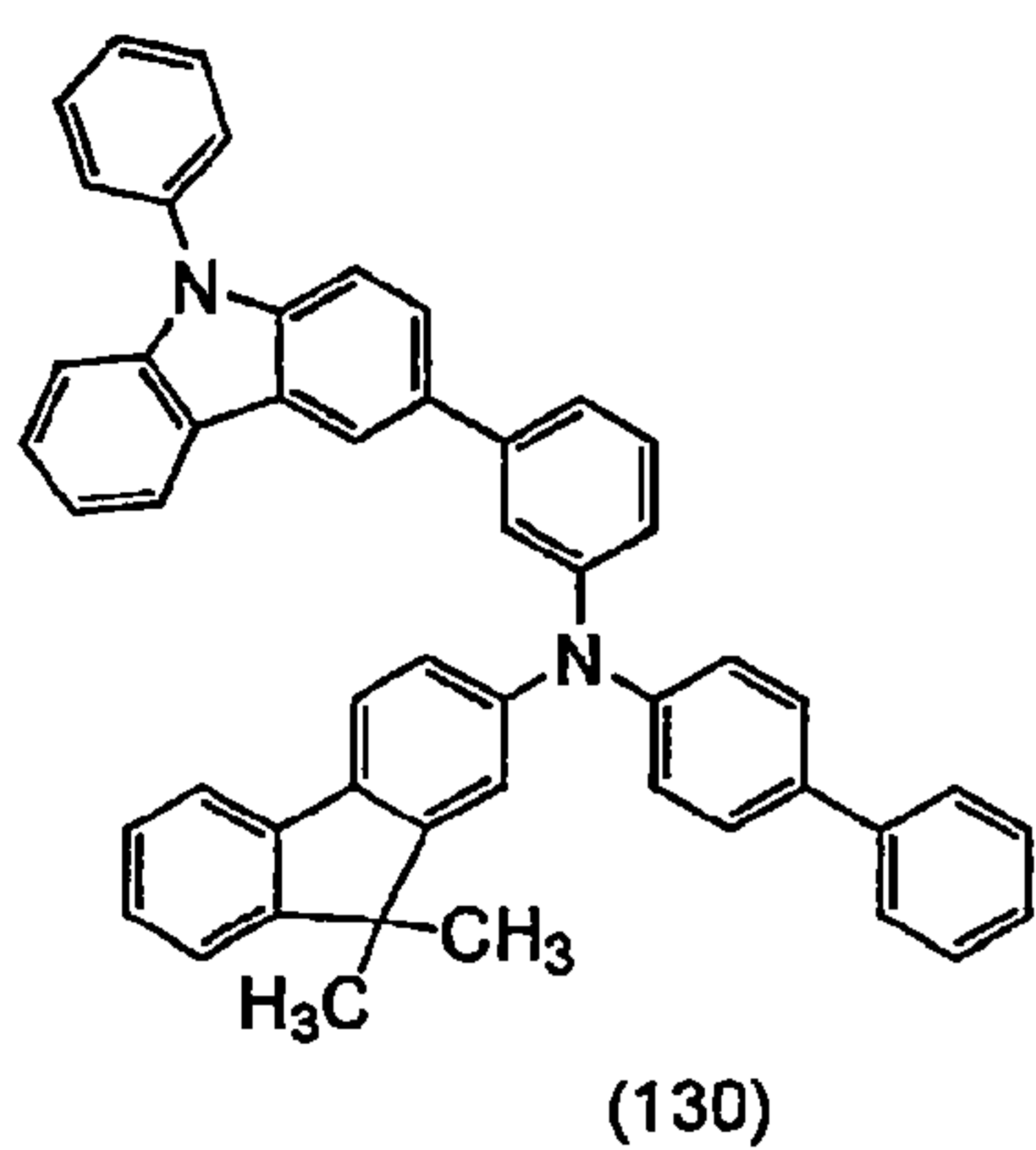
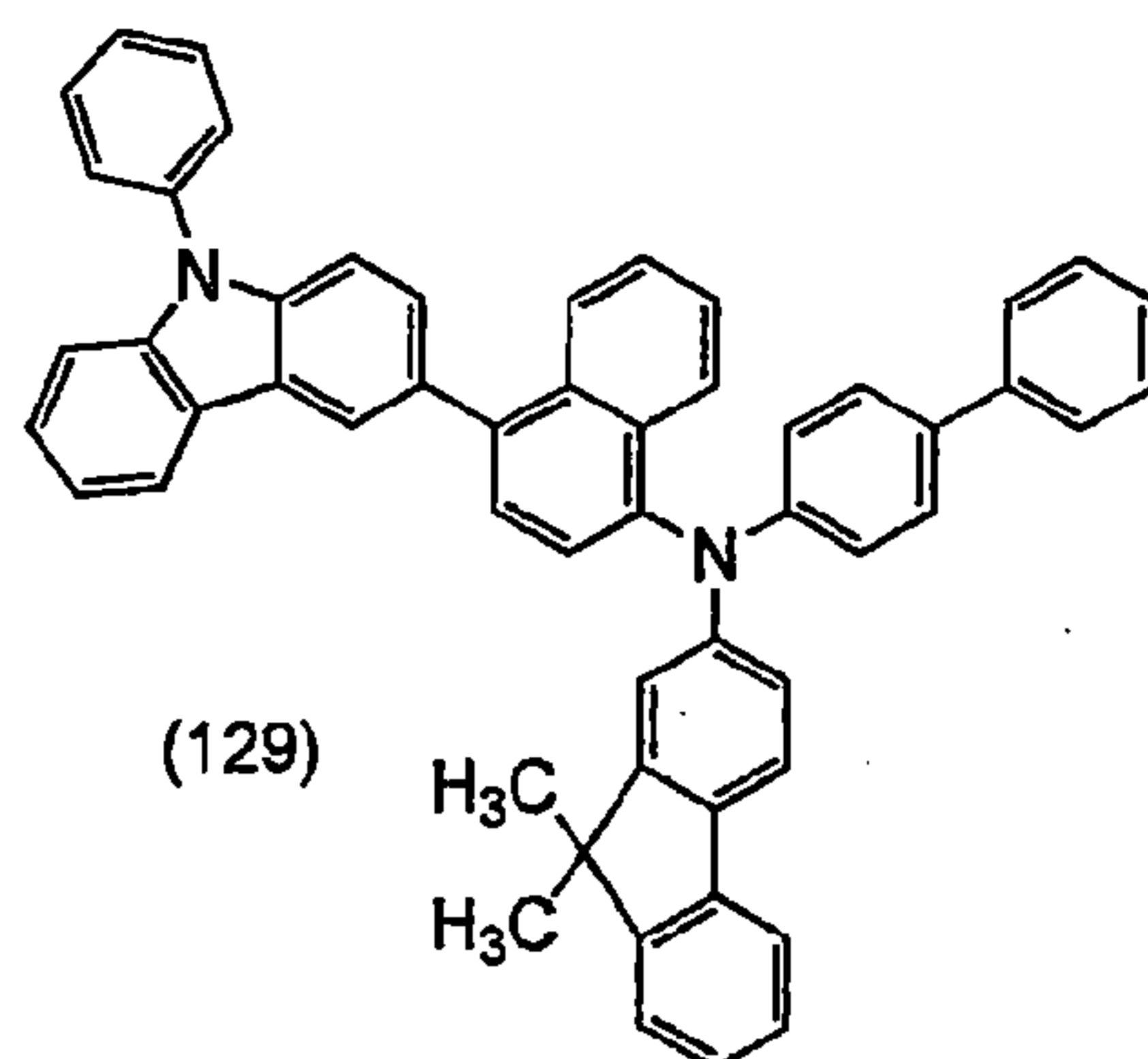
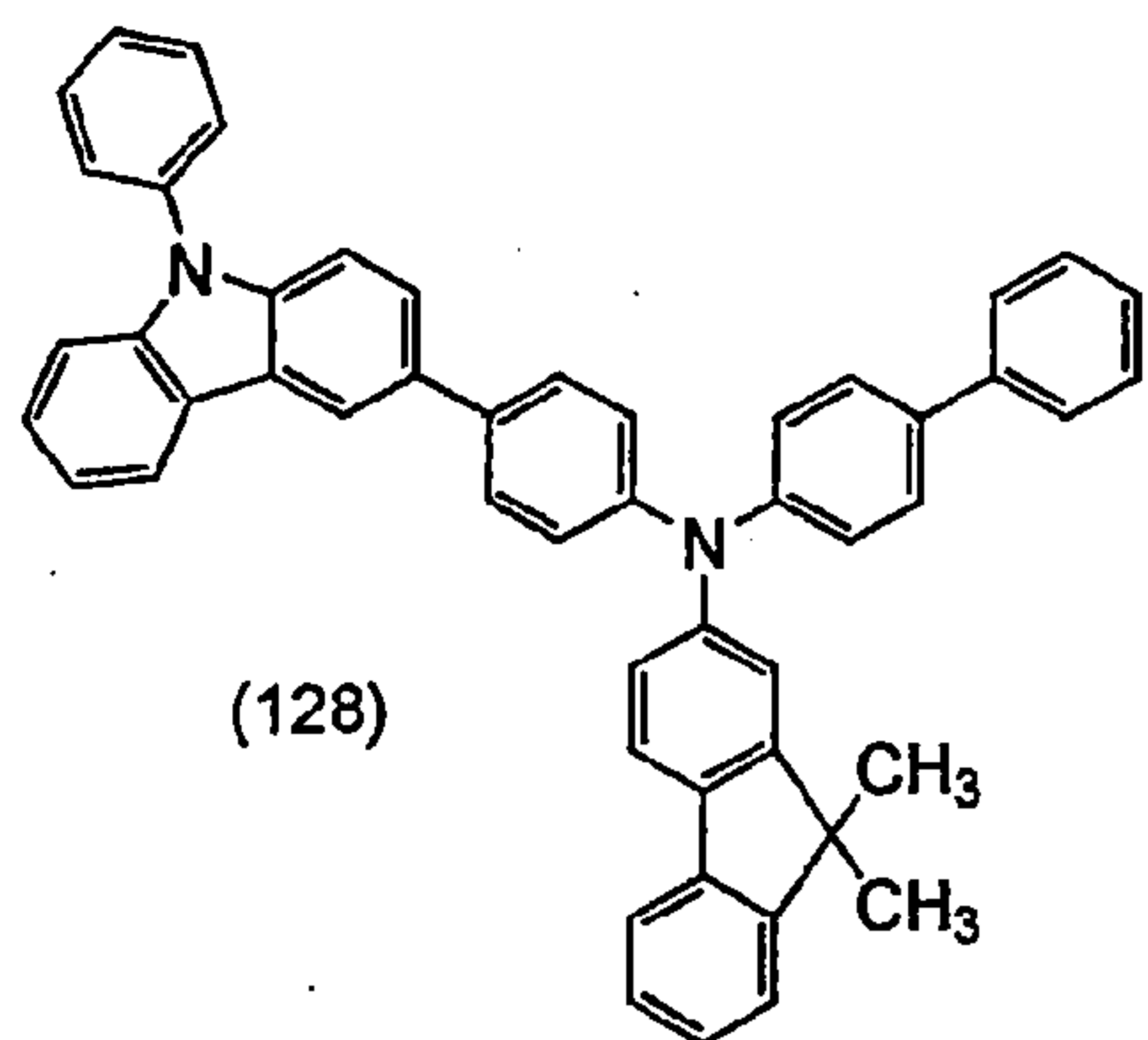


(127)

[0085]

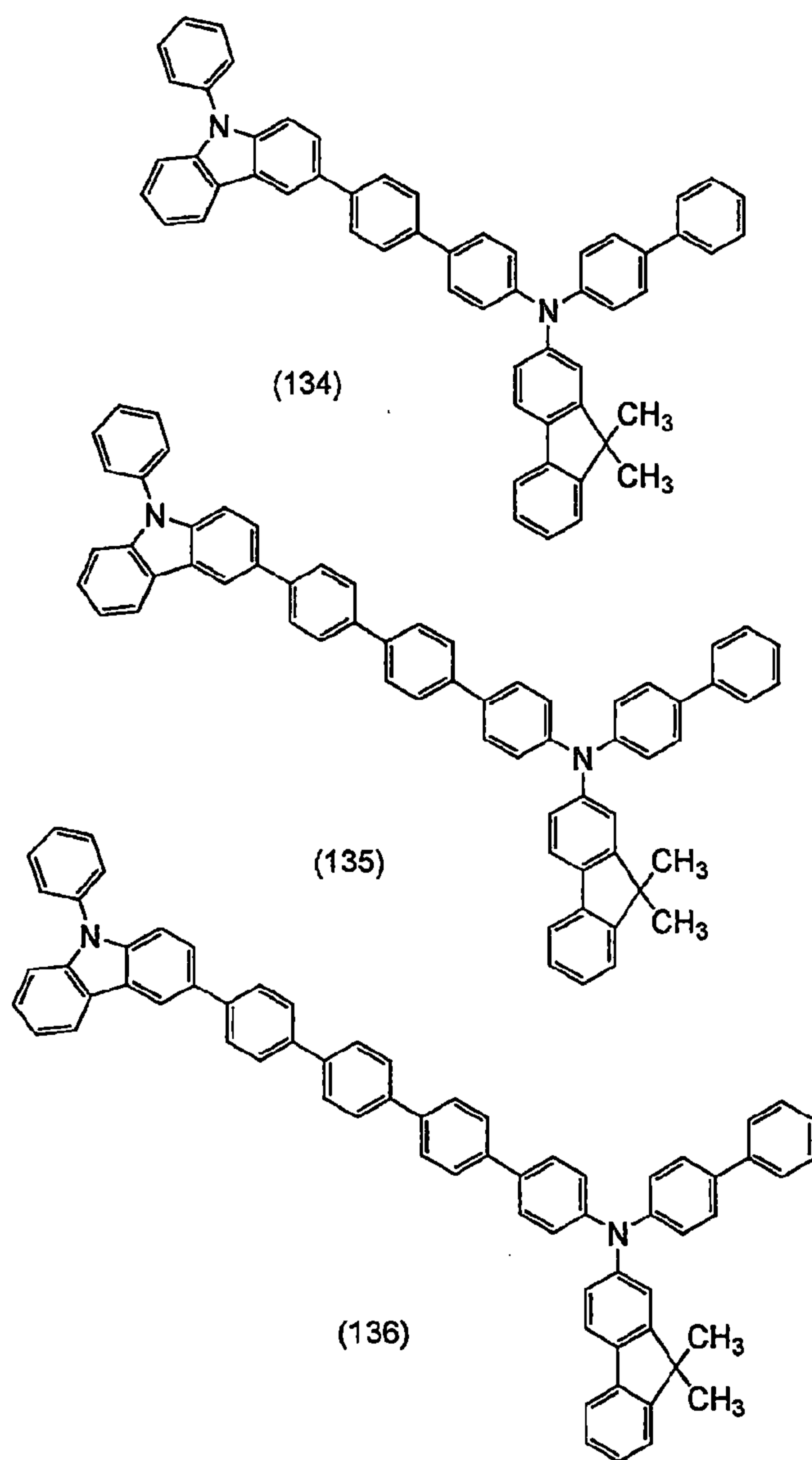


## [化學式 21]



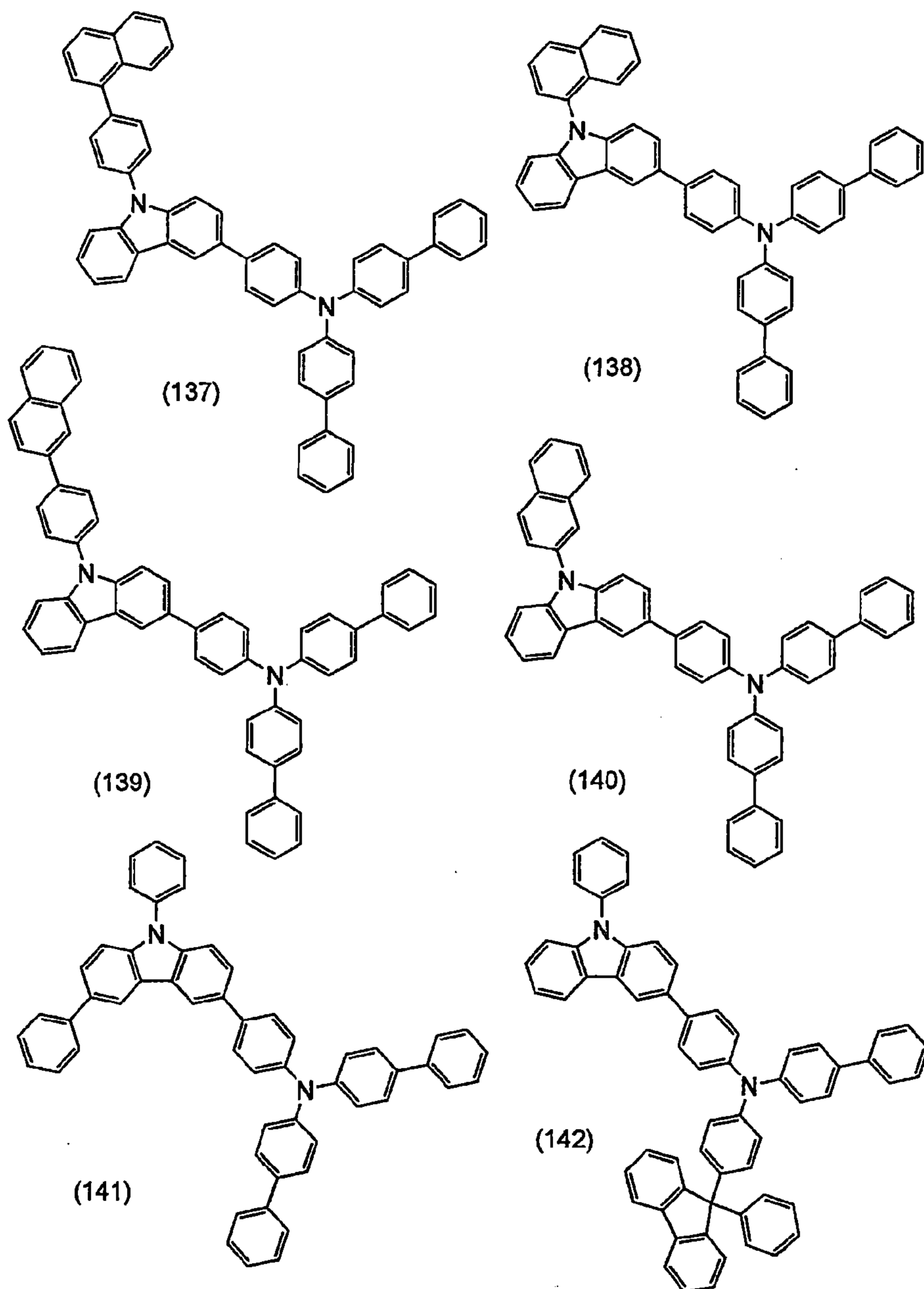
[0086]

[化學式 22]



[0087]

## [化學式 23]



## [0088]

## &lt;第二種有機化合物&gt;

第二種有機化合物是具有電子傳輸性質的化合物。作為具有電子傳輸性質的化合物，可以使用 $\pi$ 電子不足型雜芳族化合物諸如含氮雜芳族化合物、具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬錯合物、具有基於噁唑（oxazole-based）



之配位基或基於噻唑 (thiazole-based) 之配位基的金屬錯合物等。

[0089] 具體的實例包括下述：金屬錯合物諸如雙 (10-羥基苯並[h]喹啉) 鈹 (II) (縮寫：BeBq<sub>2</sub>)、雙 (2-甲基-8-羥基喹啉根) (4-苯基苯酚根) 鋁 (III) (縮寫：BAIq)、雙 (8-羥基喹啉根) 鋅 (II) (縮寫：Znq)、雙 [2- (2-苯並噁唑基) 苯酚根] 鋅 (II) (縮寫：Zn(BOX)<sub>2</sub>)、和雙 [2- (2-苯並噻唑基) 苯酚根] (II) 鋅 (縮寫：Zn(BTZ)<sub>2</sub>)；具有多唑骨架 (polyazole skeleton) 的雜環化合物，諸如 2- (4-聯苯基) -5- (4-三級丁基苯基) -1,3,4-噁二唑 (縮寫：PBD)、3- (4-聯苯基) -4-苯基 -5- (4-三級丁基苯基) -1,2,4-三唑 (縮寫：TAZ)、1,3-雙 [5- (對三級丁基苯基) -1,3,4-噁二唑 -2-基] 苯 (縮寫：OXD-7)、9-[4- (5-苯基 -1,3,4-噁二唑 -2-基) 苯基]-9H-咪唑 (縮寫：CO11)、2,2',2''- (1,3,5-苯三基) 三 (1-苯基 -1H-苯並咪唑) (縮寫：TPBI)、和 2-[3- (二苯並噻吩 -4-基) 苯基]-1-苯基 -1H-苯並咪唑 (縮寫：mDBTBIIm-II)；具有噻喹啉骨架或二苯並噻喹啉骨架的雜環化合物，諸如 2-[3- (二苯並噻吩 -4-基) 苯基] 二苯並 [f,h] 噻喹啉 (縮寫：2mDBTPDBq-II)、7-[3- (二苯並噻吩 -4-基) 苯基] 二苯並 [f,h] 噻喹啉 (縮寫：7mDBTPDBq-II)、6-[3- (二苯並噻吩 -4-基) 苯基] 二苯並 [f,h] 噻喹啉 (縮寫：6mDBTPDBq-II)、2-[3'- (二苯並噻吩 -4-基) 聯苯 -3-基] 二苯並 [f,h] 噻喹啉 (縮寫：

2mDBTBPDBq-II) 、和 2-[3'- (9H-咔唑-9-基) 聯苯-3-基]二苯並[f,h]喹啉 (縮寫: 2mCzBPDBq) ; 具有二吡啶骨架 (嘧啶骨架或吡啶骨架) 的雜環化合物, 諸如 4,6-雙[3-(菲-9-基) 苯基]嘧啶 (縮寫: 4,6mPnP2Pm) 、4,6-雙[3-(9H-咔唑-9-基) 苯基]嘧啶 (縮寫: 4,6mCzP2Pm) 、和 4,6-雙[3-(4-二苯並噁吩基) 苯基]嘧啶 (縮寫: 4,6mDBTP2Pm-II) ; 具有吡啶骨架的雜環化合物, 諸如 3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基) 苯基]吡啶 (縮寫: 35DCzPPy) 、1,3,5-三[3-(3-吡啶) 苯基]苯 (縮寫: TmPyPB) 、和 3,3',5,5'-四[(間吡啶)-苯-3-基]聯苯 (縮寫: BP4mPy) 。在上述材料中, 具有喹啉骨架或二苯並喹啉骨架的雜環化合物、具有二吡啶骨架的雜環化合物、和具有吡啶骨架的雜環化合物是較佳的, 因為其高可靠性。

#### [0090]

#### <磷光性化合物>

在此舉出可以用於發光層 303 的磷光性化合物的例子。例如在 440nm 至 520nm 具有發射峰的磷光性化合物的實例包括下述: 具有 4H-三唑骨架的有機金屬銥錯合物, 諸如三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- $\kappa N^2$ ] 苯基- $\kappa C$ } 銥 (III) (縮寫: [Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>]) 、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑根 (triazolato)) 銥 (III) (縮寫: [Ir(Mptz)<sub>3</sub>]) 、和三[4-(3-聯苯基)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑根]銥



( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{iPrptz-3b})_3]$  ) ; 具有 1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物 , 諸如三 [3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑根]銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$  ) 、 和三 ( 1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$  ) ; 具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物 , 諸如面 ( fac ) -三 [1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$  ) 和三 [3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑並 [1,2-f] 啡啶根 ( phenanthridinato ) ]銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$  ) ; 以及以具有拉電子基的苯基吡啶衍生物為配位基的有機金屬銱錯合物 , 諸如雙 [2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]銱 ( III ) 四 ( 1-吡啶基 ) 硼酸鹽 ( 縮寫 :  $\text{FIr6}$  ) 、 雙 [2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]銱 ( III ) 2-吡啶甲酸鹽 ( 縮寫 :  $\text{FIrpic}$  ) 、 雙 {2-[3',5'-雙 ( 三氟甲基 ) 苯基]吡啶根-N,C<sup>2'</sup>}銱 ( III ) 2-吡啶甲酸鹽 ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$  ) 、 和雙 [2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]銱 ( III ) 乙醯丙酮 ( 縮寫 :  $\text{FIr}(\text{acac})$  ) 。 在上述材料中 , 具有 4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物是特別較佳的 , 因為其高可靠性及高發光效率。

[0091] 在 520nm 至 600nm 具有發射峰的磷光性化合物的實例包括下述 : 具有嘓啶骨架的有機金屬銱錯合物 , 諸如三 ( 4-甲基-6-苯基嘓啶根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$  ) 、 三 ( 4-三級丁基-6-苯基嘓啶根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$  ) 、 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 ( 6-甲基-4-



苯基嘧啶根) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$  ) 、  
 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 ( 6-三級丁基-4-苯基嘧啶根 ) 銱 ( III )  
 ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  ) 、 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 [4-  
 ( 2-降莖基 ) -6-苯基嘧啶基] 銱 ( III ) ( 內-和外-混合  
 物 ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$  ) 、 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 [5-  
 甲基-6- ( 2-甲基苯基 ) -4-苯基嘧啶根] 銱 ( III ) ( 縮寫 :  
 $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$  ) 、 和 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 ( 4,6-二苯  
 基嘧啶根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  ) ; 具有  
 吡啶骨架的有機金屬銱錯合物, 諸如 ( 乙醯丙酮根 ) 雙  
 ( 3,5-二甲基-2-苯基吡啶根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  
 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$  ) 和 ( 乙醯丙酮根 ) 雙 ( 5-異丙基-3-  
 甲基-2-苯基吡啶根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  
 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$  ) ; 具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合  
 物, 諸如三 ( 2-苯基吡啶根 -N,C<sup>2'</sup> ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  
 $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$  ) 、 雙 ( 2-苯基吡啶根 -N,C<sup>2'</sup> ) 銱 ( III ) 乙醯丙  
 酮 ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$  ) 、 雙 ( 苯並 [h] 喹啉根 ) 銱  
 ( III ) 乙醯丙酮 ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$  ) 、 三 ( 苯並 [h]  
 喹啉根 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$  ) 、 三 ( 2-苯基喹  
 啉根 -N,C<sup>2'</sup> ] 銱 ( III ) ( 縮寫 :  $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$  ) 、 和 雙 ( 2-苯基喹  
 啉根 -N,C<sup>2'</sup> ) 銱 ( III ) 乙醯丙酮 ( 縮寫 :  
 $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$  ) ; 以及稀土金屬錯合物, 諸如三 ( 乙醯丙  
 酮根 ) ( 單啡啉 ) 銱 ( III ) ( 縮寫 :  
 $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$  ) 。 在上述材料中, 具有嘧啶骨架的有  
 機金屬銱錯合物是特別較佳的, 因為其特別高的可靠性及

發光效率。

[0092] 在 600nm 至 700nm 具有發射峰的磷光性化合物的實例包括下述：具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物，諸如雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二異丁醯基甲橋)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$ )、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$ )、和雙[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$ )；具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物，諸如(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡啶根)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$ )、雙(2,3,5-三苯基吡啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ )、和(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啶根]銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$ )；具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物，諸如三(1-苯基異喹啶根-N,C<sup>2'</sup>)銱(III)(縮寫： $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$ )和雙(1-苯基異喹啶根-N,C<sup>2'</sup>)銱(III)乙醯丙酮(縮寫： $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$ )；鉑錯合物諸如2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啶鉑(II)(縮寫： $\text{PtOEP}$ )；以及稀土金屬錯合物，諸如三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮根(propanedionato)) (單啡啶)鎔(III)(縮寫： $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$ )和三[1-(2-噁吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮根](單啡啶)鎔(III)(縮寫： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$ )。在上述材料中，具有嘧啶骨架的有



機金屬銥錯合物是特別較佳的，因為其特別高的可靠性及發光效率。此外，具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物可以提供具有有利色度的紅色發光。

[0093] 藉由使用包含第一種有機化合物、第二種有機化合物和磷光性化合物的上述發光層，可以製造具有長壽命的發光元件。此外，藉由使用該發光層，可以製造在高亮度區域中展現出高發光效率的發光元件。

[0094] 另外，藉由提供多個發光層並使發光層的發光顏色不同，整體上可以自發光元件得到所希望的顏色的發光。例如，第一發光層和第二發光層的發光顏色在具有兩個發光層的發光元件中是互補的，使得可以製造發光元件以在整體上發射白色光。注意，術語“互補”是指當混合顏色時得到無色的顏色關係。即，藉由使從發射顏色為互補色的物質所發射之光混合，可以得到白色發光。另外，這可以應用於具有三個或更多個的發光層的發光元件。注意，在本發明的一個具體實施態樣中之含有多個發光層的發光元件中，發光層中之至少一者具有上述組成物（包含第一種有機化合物、第二種有機化合物和磷光性化合物的結構），且所有發光層可具有上述組成物。

[0095] 除發光層以外，EL層203可另外包括含有下述物質之一或多個層：具有高電洞注入性質的物質、具有高電洞傳輸性質的物質、電洞阻擋材料、具有高電子傳輸性質的物質、具有高電子注入性質的物質、具有雙極性的物質（具有高電子傳輸性質及電洞傳輸性質的物質）等。



EL 層 203 可以使用已知的材料。也可以使用低分子化合物和高分子化合物，還可以使用無機化合物。

[0096] 圖 1B 所示的發光元件包括在第一電極 201 和第二電極 205 之間的 EL 層 203，且在該 EL 層 203 中，從第一電極 201 一側依次層疊電洞注入層 301、電洞傳輸層 302、發光層 303、電子傳輸層 304 及電子注入層 305。

[0097] 圖 1C 所示的發光元件包括在第一電極 201 和第二電極 205 之間的 EL 層 203，並另外包括在 EL 層 203 和第二電極 205 之間的中間層 207。

[0098] 圖 1D 示出中間層 207 之結構的具體例子。中間層 207 至少包括電荷產生區域 308。除了電荷產生區域 308 之外，中間層 207 可另外包括電子中繼層 307 和電子注入緩衝層 306。在圖 1D 中，發光元件包括在第一電極 201 上之 EL 層 203，在 EL 層 203 上之中間層 207，在中間層 207 上之第二電極 205。此外，在圖 1D 中作為中間層 207，從 EL 層 203 一側依序提供電子注入緩衝層 306、電子中繼層 307 和電荷產生區域 308。

[0099] 當對第一電極 201 和第二電極 205 之間施加高於發光元件的臨界電壓的電壓時，在電荷產生區域 308 中產生電洞和電子，並電洞移動到第二電極 205，而電子移動到電子中繼層 307。電子中繼層 307 具有高電子傳輸性質，並將在電荷產生區域 308 中所產生的電子立即送達到電子注入緩衝層 306。電子注入緩衝層 306 降低電子注入至 EL 層 203 的勢壘，並改善電子注入至 EL 層 203 的

效率。以此方式，在電荷產生區域 308 中所產生的電子透過電子中繼層 307 和電子注入緩衝層 306 注入到 EL 層 203 的 LUMO（最低未佔用分子軌域）能階。

[0100] 此外，電子中繼層 307 可以防止在電荷產生區域 308 所含的物質和電子注入緩衝層 306 所含的物質之間的界面起反應。因此，可能預防相互作用諸如損壞電荷產生區域 308 和電子注入緩衝層 306 的功能。

[0101] 如圖 1E 和圖 1F 之發光元件的說明，可在第一電極 201 和第二電極 205 之間層疊多個 EL 層。在此情況下，較佳在層疊的 EL 層之間提供中間層 207。例如，圖 1E 所示的發光元件包括在第一 EL 層 203a 和第二 EL 層 203b 之間的中間層 207。圖 1F 所示的發光元件包括  $n$  個 EL 層（ $n$  是 2 或更多的自然數）和中間層 207，且中間層 207 在第  $m$  個 EL 層 203（ $m$ ）與第（ $m+1$ ）個 EL 層 203（ $m+1$ ）之間。注意，在本發明的一個具體實施態樣的發光元件（其包括多個 EL 層）中，將上述組成物（包含第一種有機化合物、第二種有機化合物和磷光性化合物）施加至 EL 層中之至少一者，且可施加至所有 EL 層。

[0102] 將描述位在 EL 層 203（ $m$ ）和 EL 層 203（ $m+1$ ）之間的中間層 207 中的電子和電洞的行為。當對第一電極 201 和第二電極 205 之間施加高於發光元件的臨界電壓的電壓時，在中間層 207 中產生電洞和電子，且電洞移動到位在第二電極 205 一側的 EL 層 203（ $m+1$ ），而



電子移動到設置在第一電極 201 一側的 EL 層 203 ( m ) 。注入到 EL 層 203 ( m+1 ) 的電洞與從第二電極 205 一側注入的電子重新結合，使得包含在該 EL 層 203 ( m+1 ) 中的發光物質發光。另外，注入到 EL 層 203 ( m ) 的電子與從第一電極 201 一側注入的電洞重新結合，使得包含在該 EL 層 203 ( m ) 中的發光物質發光。因此，在中間層 207 中所產生的電洞和電子造成不同的 EL 層的發光。

[0103] 注意，當這些 EL 層允許在彼此之間形成與中間層有相同之結構時，可以以彼此接觸的方式提供 EL 層。例如，當在 EL 層的一個表面上形成電荷產生區域時，可以以與該表面接觸的方式提供另一 EL 層。

[0104] 另外，藉由使 EL 層的發光顏色不同，所希望的顏色的發光整體上可以得自發光元件。例如，在具有兩個 EL 層的發光元件中，第一 EL 層和第二 EL 層的發光顏色為互補色，使得可以製造發光元件以在整體上發射白色光。這可以應用於具有三個或更多個的 EL 層的發光元件。

[0105] 圖 1B 至圖 1E 可以以適當組合而使用。例如，可以在圖 1F 的第二電極 205 和 EL 層 203 ( n ) 之間提供中間層 207。

[0106] 以下例示出可以用於各層的材料。注意，各層不侷限於單層，而也可以為兩層或更多層的疊層。

[0107]

<陽極>



用作陽極的電極（在本具體實施態樣中的第一電極 201）可以使用一或多種導電金屬和合金、導電性化合物等而予以形成。尤其是，較佳的是使用具有高功函數（ $4.0\text{eV}$  或更大）的材料。實例包括銦錫氧化物（ITO）、含有矽或氧化矽的銦錫氧化物、銦鋅氧化物、含有氧化鎢及氧化鋅的氧化銦、石墨烯、金、鉑、鎳、鎢、鉻、鉬、鐵、鈷、銅、鈮或金屬材料的氮化物（例如氮化鈦）。

[0108] 當陽極與電荷產生區域接觸時，可以使用各種各樣的導電材料，不論其功函數；例如，可以使用鋁、銀、包含鋁的合金等。

[0109]

<陰極>

用作陰極的電極（在本具體實施態樣中的第二電極 205）可以使用一或多種導電金屬和合金、導電性化合物等予以形成。尤其是，較佳的是使用具有低功函數（ $3.8\text{eV}$  或更小）的材料。實例包括屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素（例如，鹼金屬如鋰或鈉、鹼土金屬如鈣或鎵、或鎂）、包含這些元素中之任一者的合金（例如，Mg-Ag 或 Al-Li）、稀土金屬如鎳或鐳、包含這些稀土金屬中之任一者的合金。

[0110] 注意，在陰極與電荷產生區域接觸的情況中，可以使用各種各樣的導電材料，不論其功函數。例如，可以使用 ITO、矽、或含有氧化矽的銦錫氧化物。

[0111] 發光元件可能具有使用透射可見光之導電膜形成陽極和陰極中的一者且使用反射可見光之導電膜形成另一者的結構，或使用透射可見光之導電膜形成陽極和陰極兩者的結構。

[0112] 透射可見光的導電膜可以使用例如氧化銦、ITO、銦鋅氧化物、氧化鋅、添加有鎵的氧化鋅予以形成。或者，可以形成金屬材料如金、鉑、鎳、鎢、鉻、鉬、鐵、鈷、銅、鈮或鈦或這些金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）的薄膜以使其具有透光性質。另一選擇性地，可能使用石墨稀等。

[0113] 反射可見光的導電膜可以使用例如金屬材料如鋁、金、鉑、銀、鎳、鎢、鉻、鉬、鐵、鈷、銅或鈮；含有鋁的合金（鋁合金）如鋁和鈦的合金、鋁和鎳的合金、鋁和鈹的合金；或含有銀的合金如銀和銅的合金予以形成。銀和銅的合金是較佳的，因為其高耐熱性。另外，可能在金屬材料或合金中添加有鏷、鈹或鍺。

[0114] 電極可藉由真空蒸鍍法或濺射法而予以形成。或者，當使用銀膏等時，可使用塗敷法或噴墨法。

[0115]

<電洞注入層 301>

電洞注入層 301 包含具有高電洞注入性質的物質。

[0116] 具有高電洞注入性質的物質的實例包括金屬氧化物，諸如氧化鉬、氧化鈦、氧化鈳、氧化銻、氧化鈹、氧化鉻、氧化鍺、氧化鉛、氧化鉭、氧化銀、氧化鎢



和氧化錳。

[0117] 也可以使用酞菁類化合物，諸如酞菁（縮寫：H<sub>2</sub>Pc）、銅（II）酞菁（縮寫：CuPc）。

[0118] 另一選擇性地，可能使用低分子有機化合物的芳香族胺化合物，諸如 4,4',4''-三（N,N-二苯基胺基）三苯胺（縮寫：TDATA）、4,4',4''-三[N-（3-甲基苯基）-N-苯基胺基]三苯胺（縮寫：MTDATA）、4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：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（縮寫：DNTPD）、1,3,5-三[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]苯（縮寫：DPA3B）、3-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（縮寫：PCzPCA1）、3,6-雙[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（縮寫：PCzPCA2）、或 3-[N-（1-萘基）-N-（9-苯基咔唑-3-基）胺基]-9-苯基咔唑（縮寫：PCzPCN1）。

[0119] 另一選擇性地，可能使用高分子化合物，諸如聚（N-乙烯基咔唑）（縮寫：PVK）、聚（4-乙烯基三苯胺）（縮寫：PVTPA）、聚[N-（4-{N'-[4-（4-二苯基胺基）苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基）甲基丙烯醯胺]（縮寫：PTPDMA）、或聚[N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺]（縮寫：Poly-TPD）、或者有添加酸的高分子化合物，諸如聚（3,4-乙烯二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（PEDOT/PSS）、聚苯胺/聚（苯乙烯磺酸）



( PAAni/PSS ) 。

[0120] 電洞注入層 301 可用作電荷產生區域。當將與陽極接觸的電洞注入層 301 用作電荷產生區域時，可以將各種導電材料用於該陽極，不論其功函數。電荷產生區域所含的材料將在後面進行說明。

[0121]

<電洞傳輸層 302>

電洞傳輸層 302 包含具有高電洞傳輸性質的物質。高電洞傳輸性質的物質是具有傳輸電洞多於電子之性質的物質，且尤其佳的是具有電洞遷移率為  $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$  或更大的物質。

[0122] 關於電洞傳輸層 302，可以使用由上述通式 (G0) 至通式 (G3) 所示之有機化合物中之任一者。當電洞傳輸層 302 和發光層 303 兩者都使用由上述通式 (G0) 至通式 (G3) 所示之有機化合物中之任一者時，可能降低電洞注入勢壘，取因此可能不只提高發光效率，還可以降低驅動電壓。換言之，此一結構使下述成為可能：不只在如上所述之高亮度區域中維持高發光效率，還可以保持低驅動電壓。因此，可以得到甚至在高亮度下由於電壓損失所導致的功率效率的降低少的發光元件，即可以得到具有高功率效率（低耗電量）的發光元件。特佳的是，從電洞注入勢壘的觀點來看，電洞傳輸層 302 和發光層 303 包含相同的有機化合物。

[0123] 具有高電洞傳輸性質的物質的其他實例為芳

香族胺化合物，例如，4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：NPB 或  $\alpha$ -NPB）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（縮寫：TPD）、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺（縮寫：BPAFLP）、4,4'-雙[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：DFLDPBi）、以及4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：BSPB）。

[0124] 或者，可能使用咪唑衍生物如4,4'-二(N-咪唑基)聯苯（縮寫：CBP）、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑（縮寫：CzPA）、或9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑（縮寫：PCzPA）。

[0125] 另一選擇性地，可能使用芳香烴化合物如2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽（縮寫：t-BuDNA）、9,10-二(2-萘基)蒽（縮寫：DNA）、或9,10-二苯基蒽（縮寫：DPAnth）。

[0126] 亦可以使用高分子化合物如PVK、PVTTPA、PTPDMA、或Poly-TPD。

[0127]

<電子傳輸層 304>

電子傳輸層 304 包含具有高電子傳輸性質的物質。

[0128] 具有高電子傳輸性質的物質是具有傳輸電子多於電洞之性質的有機化合物，且尤其較佳的是具有電子遷移率為  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  或更大的物質。

[0129] 關於電子傳輸層 304，可以使用包含在發光層

303 中的第二種有機化合物（具有電子傳輸性質的化合物）。

[0130] 金屬錯合物例如三（8-羥基喹啉根）鋁（III）（縮寫：Alq）或三（4-甲基-8-羥基喹啉根）鋁（III）（縮寫：Almq<sub>3</sub>）可以用於電子傳輸層 304。

[0131] 此外，可以使用雜芳族化合物例如向紅菲咯啉（bathophenanthroline）（縮寫：BPhen）、浴銅靈（bathocuproine）（縮寫：BCP）、3-（4-三級丁基苯基）-4-（4-乙基苯基）-5-（4-聯苯基）-1,2,4-三唑（縮寫：p-EtTAZ）、或 4,4'-雙（5-甲基苯並噁唑-2-基）二苯乙烯（縮寫：BzOs）。

[0132] 另外，可以使用高分子化合物例如聚（2,5-吡啶二基）（縮寫：PPy）、聚〔（9,9-二己基芴-2,7-二基）-共-（吡啶-3,5-二基）〕（縮寫：PF-Py）、或聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-共-（2,2'-聯吡啶-6,6'-二基）〕（縮寫：PF-BPy）。

[0133]

<電子注入層 305>

電子注入層 305 包含具有高電子注入性質的物質。

[0134] 具有高電子注入性質的物質的實例包括鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、和其化合物（例如，其氧化物、其碳酸鹽、和其鹵化物），例如鋰、銻、鈣、氧化鋰、碳酸鋰、碳酸銻、氟化鋰、氟化銻、氟化鈣、和氟化鉬。



[0135] 電子注入層 305 可能包含上述具有高電子傳輸性質的物質和施體物質。例如，可能藉由使用包含鎂 (Mg) 之 Alq 層而形成電子注入層 305。當包含具有高電子傳輸性質的物質和施體物質之物質時，施體物質對具有高電子傳輸性質的物質的質量比較佳地從 0.001 : 1 至 0.1 : 1。

[0136] 施體物質的實例包括鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、和其化合物（例如，其氧化物），例如鋰、銻、鎂、鈣、銻、鎳、氧化鋰、氧化鈣、氧化鋇、和氧化鎂；路易士鹼；和有機化合物例如四硫富烯（縮寫：TTF）、四硫並稠四苯（tetrathianaphthacene）（縮寫：TTN）、二茂鎳、或十甲基二茂鎳。

[0137]

<電荷產生區域>

電洞注入層中所包括的電荷產生區域和電荷產生區域 308 各自包含具有高電洞傳輸性質的物質和受體物質（電子受體）。較佳的是，添加受體物質，使得受體物質對高電洞傳輸性質的物質的質量比為從 0.1 : 1 至 4.0 : 1。

[0138] 電荷產生區域未被限制至在同一膜中含有高電洞傳輸性質的物質和受體物質之結構，和可能具有層疊包含高電洞傳輸性質的物質的層和包含受體物質的層之結構。注意，在陰極一側提供電荷產生區域之層疊結構的情況中，含有高電洞傳輸性質的物質的層與陰極接觸，而在陽極一側提供電荷產生區域之層疊結構的情況中，含有受

體物質的層與陽極接觸。

[0139] 具有高電洞傳輸性質的物質是具有傳輸電洞多於電子的有機化合物，且尤其佳地是具有電洞遷移率為  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  或更大的有機化合物。

[0140] 具體來說，可能使用由上述通式 (G0) 表示的化合物或任何具有高電洞傳輸性質的物質作為可以用於電洞傳輸層 302 的物質之實例，例如，芳香胺化合物如 NPB 和 BPAFLP，、咪唑衍生物如 CBP、CzPA、PCzPA，芳烴化合物如 t-BuDNA、DNA、DPAnth，和高分子化合物如 PVK 和 PVTFA。

[0141] 受體物質的實例包括鹵素化合物如 7,7,8,8-四氟基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷 (縮寫：F<sub>4</sub>-TCNQ) 和氯醌，氰化合物如吡啶並 [2,3-f][1,10] 喹啉-2,3-二甲腈 (縮寫：PPDN) 和二吡啶並 (dipyrazino) [2,3-f:2',3'-h] 喹啉-2,3,6,7,10,11-六甲腈 (縮寫：HAT-CN)，過渡金屬氧化物，和屬於元素週期表第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確而言，氧化釩、氧化鋯、氧化鈮、氧化鉻、氧化鈿、氧化鎢、氧化錳、和氧化鋁是較佳的，因為其高電子接受性質。特別地，氧化鋁是較佳的，因為其在大氣中的穩定性、吸濕性低、和處理的容易性。

[0142]

<電子注入緩衝層 306>

電子注入緩衝層 306 包含具有高電子注入性質的物質。電子注入緩衝層 306 有助於使電子從電荷產生區域



308 注入到 EL 層 203。作為具有高電子注入性質的物質，可以使用任何的上述材料。或者，電子注入緩衝層 306 可能包含任何上述具有高電子傳輸性質的物質和施體物質。

[0143]

<電子中繼層 307>

電子中繼層 307 立即接收受體物質在電荷產生區域 308 中所抽出的電子。

[0144] 電子中繼層 307 包含具有高電子傳輸性值的物質。作為具有高電子傳輸性質的物質，較佳地使用酞菁類材料或具有金屬-氧鍵和芳香族配位基的金屬錯合物。

[0145] 作為該酞菁類材料，明確而言，可能使用 CuPc、酞菁錫 (II) 錯合物 (SnPc)、酞菁鋅錯合物 (ZnPc)、酞菁鈷 (II)， $\beta$ -型 (CoPc)、酞菁鐵 (FePc)、或 2,9,16,23-四苯氧基-29H,31H-酞菁氧釩 (PhO-VOPc)。

[0146] 作為該具有金屬-氧鍵和芳香族配位基的金屬錯合物，較佳地使用具有金屬-氧雙鍵的金屬錯合物。金屬-氧雙鍵具有受體性質；因此電子更易於轉移（施予和接受）。

[0147] 作為該具有金屬-氧鍵和芳香族配位基的金屬錯合物，亦較佳地使用酞菁類材料。特別地，釩氧酞菁 (VOPc、酞菁氧化錫 (IV) 錯合物) (SnOPc)、或酞菁氧化鈦錯合物 (TiOPc) 是較佳的，因為就分子結構而言，金屬-氧雙鍵更可能作用在另一分子上，且受體性質



是高的。

[0148] 作為該酞菁類材料，較佳地使用具有苯氧基的酞菁類材料。明確而言，較佳地使用具有苯氧基的酞菁衍生物，例如 PhO-VOPc。具有苯氧基的酞菁衍生物可以溶解於溶劑中；因此，在形成發光元件時期，酞菁衍生物具有容易處理之優點，並且具有助於對用於成膜之裝置的維修之優點。

[0149] 具有高電子傳輸性質的物質的實例包括芘衍生物如 3,4,9,10-芘四羧酸二酐（縮寫：PTCDA）、3,4,9,10-芘四羧酸雙苯並咪唑（縮寫：PTCBI）、N,N'-二辛基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺（縮寫：PTCDI-C8H）、N,N'-二己基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺（縮寫：Hex PTC）等。或者，可能使用含氮稠環芳香族化合物如吡啶並 [2,3-f][1,10] 啡啶 -2,3-二甲腈（縮寫：PPDN）、2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮聯伸三苯（縮寫：HAT(CN)<sub>6</sub>）、2,3-二苯基吡啶並 [2,3-b] 吡啶（縮寫：2PYPR）、或 2,3-雙（4-氟苯基）吡啶並 [2,3-b] 吡啶（縮寫：F2PYPR）。含氮稠環芳香族化合物較佳地用於電子中繼層 307，因為其穩定 F 性。

[0150] 此外，可能使用 7,7,8,8-四氟基醌二甲烷（縮寫：TCNQ）、1,4,5,8-萘四羧酸二酐（縮寫：NTCDA）、全氟稠五苯（perfluoropentacene）、十六氟酞菁銅（縮寫：F<sub>16</sub>CuPc）、N,N'-雙（2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十五氟辛基）-1,4,5,8-萘四羧酸二醯亞胺（縮寫：NTCDI-

C<sub>8</sub>F) 、 3',4'-二丁基-5,5"-雙(二氰基亞甲基)-5,5"-二氫-2,2':5',2"-三噻吩(縮寫:DCMT)、或甲橋富勒烯(例如,[6,6]-苯基C<sub>61</sub>丁酸甲酯)。

[0151] 電子中繼層 307 另外可能包含任何上述施體物質。當電子中繼層 307 包含施體物質時，電子可以容易轉移，和能夠以更低電壓驅動發光元件。

[0152] 具有高電子傳輸性質的物質和該施體物質的 LUMO 能階較佳地為 -5.0eV 至 -3.0eV，且位於包含在電荷產生區域 308 的受體物質的 LUMO 能階與包含在電子傳輸層 304 的具有高電子傳輸性質的物質的 LUMO 能階(或與電子中繼層 307 或與其之間之電子注入緩衝層 306 接觸的 EL 層 203 的 LUMO 能階)之間。當電子中繼層 307 包含施體物質時，作為具有高電子傳輸性質的物質，可以使用具有比包含在電荷產生區域 308 中的受體物質的受體能階高的 LUMO 能階的物質。

[0153] EL 層 203 中所含之上述層及中間層 207 分別藉由下面方法予以形成：蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、轉移法、印刷法、噴墨法、塗敷法等。

[0154] 藉由使用本具體實施態樣中所述的發光元件，可以製造被動矩陣型發光裝置或由電晶體控制發光元件的驅動的主動矩陣型發光裝置。此外，可以將該發光裝置應用於電子裝置或照明裝置等。

[0155] 本具體實施態樣可以與任何其他具體實施態樣組合，若適當。



[0156]

(具體實施態樣 2)

在本具體實施態樣中，將參考圖 2A 至圖 2C 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。

[0157] 圖 2A 所示的發光元件包括在第一電極 201 和第二電極 205 之間的 EL 層 203。EL 層 203 包括發光層 213。

[0158] 在圖 2A 所示的發光元件中，發光層 213 含有第一種有機化合物 221、第二種有機化合物 222 及磷光性化合物 223。第一種有機化合物 221 由具體實施態樣 1 中所示的通式 (G0) 表示，及分子量為大於或等於 500 且小於或等於 2000。第二種有機化合物 222 是具有電子傳輸性質的化合物。

[0159] 磷光性化合物 223 是發光層 213 中的客體材料。在本具體實施態樣中，第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 中的一者 (其含量在發光層 213 中高於另一者的含量) 發光層 213 中的主體材料。

[0160] 注意，較佳的是，第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的每一者的三重態激發能的能階 ( $T_1$  能階) 高於磷光性化合物 223 的  $T_1$  能階。這是因為，當第一種有機化合物 221 (或第二種有機化合物 222) 的  $T_1$  能階低於磷光性化合物 223 的  $T_1$  能階，第一種有機化合物 221 (或第二種有機化合物 222) 則會使有助於發光的磷光性化合物 223 的三重態激發能淬滅



( quench ) ， 且 因 此 會 降 低 發 光 效 率 。

[0161] 在 此 ， 為 了 提 高 從 主 體 材 料 到 客 體 材 料 的 能 量 轉 移 效 率 ， 考 慮 到 作 為 分 子 之 間 的 能 量 轉 移 機 制 而 被 周 知 的 福 斯 特 ( Förster ) 機 制 ( 偶 極 - 偶 極 相 互 作 用 ) 及 德 克 斯 特 ( Dexter ) 機 制 ( 電 子 交 換 相 互 作 用 ) 。 根 據 機 制 ， 較 佳 的 是 ， 主 體 分 子 的 發 射 光 譜 ( 自 單 重 態 激 發 態 的 能 量 轉 移 的 螢 光 光 譜 ， 和 自 三 重 態 激 發 的 能 量 轉 移 的 磷 光 光 譜 ) 大 部 分 地 與 客 體 分 子 的 吸 收 光 譜 ( 更 詳 細 地 說 ， 最 長 波 長 ( 最 低 能 量 ) 側 的 吸 收 帶 中 的 光 譜 ) 重 疊 。

[0162] 然 而 ， 在 使 用 磷 光 性 化 合 物 作 為 客 體 材 料 的 情 況 中 ， 難 以 使 主 體 材 料 的 螢 光 光 譜 與 客 體 材 料 的 最 長 波 長 ( 最 低 能 量 ) 側 的 吸 收 帶 中 的 吸 收 光 譜 重 疊 。 這 是 因 為 如 下 緣 故 ： 若 主 體 材 料 的 螢 光 光 譜 與 客 體 材 料 的 最 長 波 長 ( 最 低 能 量 ) 側 的 吸 收 帶 中 的 吸 收 光 譜 重 疊 ， 因 為 主 體 材 料 的 磷 光 光 譜 位 於 比 螢 光 光 譜 長 的 波 長 ( 低 能 量 ) 一 側 ， 主 體 材 料 的  $T_1$  能 階 變 成 低 於 磷 光 性 化 合 物 的  $T_1$  能 階 ， 和 發 生 上 述 淬 滅 的 問 題 ； 然 而 ， 當 設 計 主 體 材 料 以 使 主 體 材 料 的  $T_1$  能 階 高 於 磷 光 性 化 合 物 的  $T_1$  能 階 以 避 免 淬 滅 的 問 題 時 ， 主 體 材 料 的 螢 光 光 譜 漂 移 到 較 短 波 長 ( 較 高 能 量 ) 側 ， 且 因 此 該 螢 光 光 譜 不 與 客 體 材 料 的 最 長 波 長 ( 最 低 能 量 ) 側 的 吸 收 帶 中 的 吸 收 光 譜 有 任 何 的 重 疊 。 為 該 理 由 ， 通 常 ， 難 以 使 主 體 材 料 的 螢 光 光 譜 與 客 體 材 料 的 最 長 波 長 ( 最 低 能 量 ) 側 的 吸 收 帶 中 的 吸 收 光 譜 重 疊 以 使 主 體 材 料 的 自 單 重 態 激 發 態 的 能 量 轉 移 最 大 化 。

[0163] 於是，在本具體實施態樣中，第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的組合物形成激態錯合物。

[0164] 將參考圖 2B 和圖 2C 說明激態錯合物。

[0165] 圖 2B 是顯示激態錯合物的概念的示意圖；顯示第一種有機化合物 221（或第二種有機化合物 222）的螢光光譜、第一種有機化合物 221（或第二種有機化合物 222）的磷光光譜、磷光性化合物 223 的吸收光譜、以及激態錯合物的發射光譜。

[0166] 例如，在發光層 213 中，第一種有機化合物 221 的螢光光譜及第二種有機化合物 222 的螢光光譜轉換為位於更長波長側的激態錯合物的發射光譜。並且，當選擇第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 以使激態錯合物的發射光譜大部分與磷光性化合物 223（客體材料）的吸收光譜重疊，可以最大化自單重態激發態的能量轉移（參照圖 2B）。

[0167] 注意，同樣地在三重態激發態的情況中，認為自激態錯合物（非主體材料）的能量轉移會發生。

[0168] 因此，因為所形成之激態錯合物的發射波長比第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 中每一者的發射波長（螢光波長）長，第一種有機化合物 221 的螢光光譜或第二種有機化合物 222 的螢光光譜可以變成位於更長波長側的發射光譜。

[0169] 此外，認為激態錯合物的單重態激發能與三



重態激發能之間的差異極小。換言之，激態錯合物的單重態的發射光譜與其三重態的發射光譜彼此極為接近。因此，在實施一設計以使激態錯合物的發射光譜（一般是指激態錯合物的單重態的發射光譜）與磷光性化合物 223（客體材料）的的吸收帶（其如上所述位於最長波長側）重疊，激態錯合物的三重態的發射光譜（其在常溫下觀察不到，在很多情況下甚至在低溫下也觀察不到）也與磷光性化合物 223（客體材料）的的吸收帶（其位於最長波長側）重疊。換言之，可以增加自三重態激發態的能量轉移的效率和自單重態激發態的能量轉移的效率，及結果，可以自單重態激發態和三重態激發態兩者得到高效率的發光。

[0170] 以上面方式，本發明的一個具體實施態樣的發光元件藉由利用在發光層 213 中所形成的激態錯合物的發射光譜與磷光性化合物 223（客體材料）的吸收光譜之間的重疊而轉移能量，而因此具有高能量轉移效率。

[0171] 此外，激態錯合物只在激發態下存在，而因此沒有能吸收能量的基態。因此，原理上不認為會發生如下現象：磷光性化合物 223（客體材料）藉由自磷光性化合物 223（客體材料）的單重態激發態和三重態激發態到激態錯合物的能量轉移而在發光之前失活（即，降低發光效率）。

[0172] 注意，上述激態錯合物係藉由激發態下的相異分子間的相互作用而形成。一般已知激態錯合物易在具



有相對深的 LUMO 能階的材料和具有相對窄的最高佔據分子軌域 (HOMO) 能階的材料之間予以形成。

[0173] 在此，參考圖 2C 說明第一種有機化合物 221、第二種有機化合物 222 和激態錯合物的能階的概念。注意，圖 2C 示意性地說明第一種有機化合物 221、第二種有機化合物 222 和激態錯合物的能階的圖。

[0174] 第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的 HOMO 能階與 LUMO 能階彼此不同。明確地說，能階以下面順序變化：第二種有機化合物 222 的 HOMO 能階 < 第一種有機化合物 221 的 HOMO 能階 < 第二種有機化合物 222 的 LUMO 能階 < 第一種有機化合物 221 的 LUMO 能階。當藉由這兩種有機化合物形成激態錯合物時，激態錯合物的 LUMO 能階和 HOMO 能階分別源自於第二種有機化合物 222 和第一種有機化合物 221 (參照圖 2C)。

[0175] 激態錯合物的發射波長取決於 HOMO 能階與 LUMO 能階之間的能量差。作為一般傾向，當能量差大時，發射波長則短，而當能量差小時，發射波長則長。

[0176] 因此，激態錯合物的能量差小於第一種有機化合物 221 的能量差及第二種有機化合物 222 的能量差。換言之，激態錯合物的發射波長比第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的發射波長長。

[0177] 本發明的一個具體實施態樣的形成激態錯合物的過程可以為下面兩個過程中的任一者。

[0178] 形成激態錯合物的一個過程為：由具有載子的第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222（陽離子或陰離子）形成激態錯合物。

[0179] 一般地，當在主體材料中電子和電洞再結合時，激發能量自在激發態的主體材料轉移到客體材料，藉此客體材料成為激發態而發光。在激發能量從主體材料轉移到客體材料之前，主體材料本身發光或激發能量變為熱能時，其導致一部份激發能量的失活。

[0180] 然而，在本發明的一個具體實施態樣中，從具有載子（陽離子或陰離子）的第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 形成激態錯合物；因此可以抑制第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的單重態激子的形成。換言之，可以有在不形成單重態激子的狀態下直接形成激態錯合物的過程。由此，可以抑制單重態激發能的失活。據此，可以得到具有長壽命的發光元件。

[0181] 例如，在第一種有機化合物 221 是在電洞傳輸性材料中的具有容易俘獲電洞（載子）的性質（具有窄 HOMO 能階）的電洞俘獲性的化合物且第二種有機化合物 222 是在電子傳輸性材料中的具有容易俘獲電子（載子）的性質（具有深 LUMO 能階）的電子俘獲性的化合物的情況中，由第一種有機化合物 221 的陽離子和第二種有機化合物 222 的陰離子直接形成激態錯合物。透過此一過程所形成的激態錯合物特別稱為電致激態錯合物（electroplex）。



[0182] 藉由抑制第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的單重態激發態的發生且從電致激態錯合物到磷光性化合物 223 (客體材料) 能量轉移, 可以得到具有高發光效率的發光元件。注意, 在此情況下, 同樣地抑制第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 的三重態激發態的發生, 而直接形成激態錯合物; 因此, 認為發生從激態錯合物到磷光性化合物 223 (客體材料) 的能量轉移。

[0183] 形成激態錯合物的另一過程為如下: 在第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 中的一者形成單重態激子, 且接著與在基態的另一者相互作用而形成激態錯合物的基本過程。與電致激態錯合物不同, 在此情況下, 暫時生成第一種有機化合物 221 或第二種有機化合物 222 的單重態激發態, 但是該單重態激發態迅速地轉換為激態錯合物, 而因此可以抑制單重態激發能的失活、來自單重態激發態的反應等。此可能抑制第一種有機化合物 221 或第二種有機化合物 222 的激發能量的失活; 從而可以得到具有長壽命的發光元件。注意, 在此情況下, 認為第一種有機化合物 221 或第二種有機化合物 222 的三重態激發態同樣地迅速轉換為激態錯合物, 且能量從激態錯合物轉移到磷光性化合物 223 (客體材料)。

[0184] 注意, 在下述情況中: 第一種有機化合物 221 為電洞俘獲性的化合物, 第二種有機化合物 222 為電子俘獲性的化合物, 而這些化合物的 HOMO 能階的差異及



LUMO 能階的差異為大（明確而言，差異為  $0.3\text{eV}$  或更大），電洞選擇性地注入第一種有機化合物 221，而電子選擇性地注入第二種有機化合物 222。在此情況中，認為：形成電致激態錯合物的過程優先於透過單態激子形成激態錯合物的過程。

[0185] 一般地，認為從主體材料的單重態激發態或三重態激發態到磷光性化合物的能量轉移。另一方面，本發明的一個具體實施態樣與常用技術的極大差異在於：首先形成由主體材料和另一材料所構成的激態錯合物，和使用來自該激態錯合物的能量轉移。此外，此差異無先例地提供高發光效率。

[0186] 注意，一般地，將激態錯合物用於發光元件的發光層具有例如能控制發光顏色的益處，但是通常導致發光效率的顯著降低。所以，已認為激態錯合物的使用不適合用來獲得高效率的發光元件。然而，相反地，使用激態錯合物作為能量轉移的介質能使發光效率最大化，如本發明的一個具體實施態樣所示。此技術概念與習知的固定概念相抵觸。

[0187] 為了使激態錯合物的發射光譜與磷光性化合物 223（客體材料）的吸收光譜彼此充分地重疊，發射光譜的峰的能量與吸收光譜的最低能量側的吸收帶的峰的能量之間的差異較佳為  $0.3\text{eV}$  或更小。此差異更佳為  $0.2\text{eV}$  或更小，甚至更佳為  $0.1\text{eV}$  或更小。

[0188] 在本發明的一個具體實施態樣的發光元件

中，亦較佳的是，激態錯合物的激發能量充分地轉移到磷光性化合物 223（客體材料），且實質上觀察不到來自激態錯合物的發光。因此，能量較佳地透過激態錯合物而轉移到磷光性化合物 223（客體材料），使得磷光性化合物 223 發射磷光。

[0189] 在下述之情況中：磷光性化合物在本發明的一個具體實施態樣的發光元件中作為主體材料，該主體材料本身可能發光，但不可能使能量轉移到客體材料。在此情況中，有利的是，若作為該主體材料的磷光性化合物能有效地發光，但難以實現高發光效率，由於主體材料發生濃度淬滅的問題。因此，第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 中的至少一者為螢光化合物（即，可能經歷來自單重態激發態的發光或熱失活的化合物）的情況是有效的。所以，較佳的是，第一種有機化合物 221 和第二種有機化合物 222 中的至少一者為螢光化合物。

[0190] 在此具體實施態樣中所述之發光元件中，可以改善能量轉移效率，由於利用激態錯合物的發射光譜與磷光性化合物（客體材料）的吸收光譜的重疊的能量轉移；據此，發光元件可以實現高發光效率。

[0191] 注意，本具體實施態樣所述的結構，若適當，可以與其他具體實施態樣所述的任何結構組合。

[0192]

（具體實施態樣 3）

在本具體實施態樣中，參照圖 3A 和圖 3B 對本發明



的一個具體實施態樣的發光裝置進行說明。圖 3A 是本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的平面圖，而圖 3B 是沿著圖 3A 中的虛線-點線 A-B 的剖面圖。

[0193] 在本具體實施態樣的發光裝置中，在由支撐基板 401、密封基板 405 以及密封材料 407 包圍的空間 415 內提供發光元件 403（第一電極 421、EL 層 423 以及第二電極 425）。發光元件 403 具有底部發射結構；明確而言，在支撐基板 401 上提供透射可見光的第一電極 421，在第一電極 421 上提供 EL 層 423，並且在 EL 層 423 上提供反射可見光的第二電極 425。

[0194] 作為本具體實施態樣的發光元件 403，使用本發明的一個具體實施態樣的發光元件。因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件具有長壽命，可以得到具有高可靠性的發光裝置。此外，因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件在高亮度區域中展現高發光效率，可以得到具有高發光效率的發光裝置。

[0195] 第一端子 409a 與輔助佈線 417 及第一電極 421 電連接。在第一電極 421 上的與輔助佈線 417 重疊的區域中提供絕緣層 419。第一端子 409a 與第二電極 425 藉由絕緣層 419 而電絕緣。第二端子 409b 與第二電極 425 電連接。注意，雖然在本實施具體實施態樣中，在輔助佈線 417 上形成第一電極 421，但是可能在第一電極 421 上形成輔助佈線 417。

[0196] 因為有機 EL 元件在折射率高於在大氣中之折



射率的區域中發光，所以當光被提取到大氣中時，光全反射在某一條件下可能發生在有機 EL 元件內部或者在有機 EL 元件與大氣之間的界面，其導致有機 EL 元件的光提取效率小於 100%。

[0197] 因此，在支撐基板 401 與大氣之間的界面較佳地提供光提取結構 411a。支撐基板 401 的折射率高於大氣的折射率。因此，當在支撐基板 401 與大氣之間的界面提供光提取結構 411a，其可以減少因全反射而不能被提取到大氣中的光，導致發光裝置的光提取效率的增加。

[0198] 另外，在發光元件 403 與支撐基板 401 之間的界面提供光提取結構 411b。

[0199] 然而，第一電極 421 的不平坦可能導致在形成於第一電極 421 上的 EL 層 423 中產生洩漏電流。因此，在本具體實施態樣中，以與光提取結構 411b 接觸的方式提供其折射率高於或等於 EL 層 423 的折射率的平坦化層 413。因此，第一電極 421 可以為平坦的膜，並且可以防止因第一電極 421 的不平坦而在 EL 層 423 中之洩漏電流的產生。另外，因為位於在平坦化層 413 與支撐基板 401 之間的界面上的光提取結構 411b，所以可以減少因全反射而不能提取到大氣中的光，由此可以提高發光裝置的光提取效率。

[0200] 本發明不侷限於下述之結構：支撐基板 401、光提取結構 411a 及光提取結構 411b 是不同成分，如在圖 3B 中。上面所述中的兩者或全部可能形成為一體。另

外，例如，在光提取結構 411b 不會使第一電極 421 具有表面不平坦的情況中（例如，光提取結構 411b 不具有表面不平坦的情況），沒有必要提供平坦化層 413。

[0201] 本發明不侷限於下述之結構：發光裝置是八角形，如圖 3A 所示。發光裝置可能具有任何其他多角形或具有曲線部份的形狀。尤其是，發光裝置較佳地具有三角形、四角形、或正六角形等，使得在有限的面積內無過剩的空間下可以提供多個發光裝置，或使得可以有效地利用有限的基板面積來形成發光裝置。另外，發光裝置所包含的發光元件的個數不侷限於一個，而可能多於一個。

[0202] 光提取結構 411a 以及光提取結構 411b 的不平坦的形狀沒必要具有週期性。當不平坦的形狀有週期性時，不平坦視其大小而起到繞射光柵的作用，使得干擾效應增強，且具有某一波長的光容易被提取到大氣中。因此，較佳的是，不平坦的形狀是沒有週期性。

[0203] 對不平坦的底面形狀沒有特別的限制；例如，形狀可能為多角形如三角形或四角形、圓形等。當不平坦的底面形狀有週期性時，較佳地提供不平坦，以使不平坦的相鄰部分之間沒有間隙。可以舉出正六角形作為較佳的底面形狀的實例。

[0204] 對不平坦的形狀沒有特別的限制；例如，可以使用半球狀或具有頂點的形狀如圓錐、角錐（例如，三角錐、四角錐）、或傘狀。

[0205] 特別佳的是，不平坦的大小或高度大於或等



於  $1\mu\text{m}$ ，於該情況中，可以減少光干擾的影響。

[0206] 光提取結構 411a 及光提取結構 411b 可以於支撐基板 401 上直接予以製造。例如，光提取結構 411a 及光提取結構 411b，若適當，可以使用下面方法中的任一者予以形成：蝕刻法、噴砂法（sand blasting method）、乾冰噴砂加工法（microblast processing method）、消光加工法（frost processing method）、液滴噴射法、印刷法（絲網印刷或膠版印刷，藉此形成圖案）、塗覆法如旋塗敷法、浸漬法、分配器法、壓印法、奈米壓印法等。

[0207] 作為光提取結構 411a 及光提取結構 411b 的材料，例如，可以使用樹脂。或者，關於光提取結構 411a 及光提取結構 411b，可以使用半球透鏡、微透鏡陣列、具有不平坦表面結構的膜、光擴散膜等。例如，光提取結構 411a 及光提取結構 411b 可以藉由以黏著劑等使透鏡或膜連接至支撐基板 401 而予以形成，該黏著劑的折射率實質上與支撐基板 401 或該透鏡或該膜的折射率相同。

[0208] 與第一電極 421 接觸的平坦化層 413 的面比與光提取結構 411b 接觸的平坦化層 413 的面平坦。因此，第一電極 421 可以為平坦的膜。結果，可以抑制起因於第一電極 421 的不平坦而使 EL 層 423 的洩漏電流的產生。作為平坦化層 413 的材料，可以使用具有高折射率的玻璃、樹脂等。平坦化層 413 具有透光性質。

[0209] 本具體實施態樣若適當可以與任何其他具體



實施態樣組合。

[0210]

(具體實施態樣 4)

在本具體實施態樣中，參照圖 4A 和圖 4B 對本發明的一個具體實施態樣的發光裝置進行說明。圖 4A 是本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的平面圖，且圖 4B 是沿著圖 4A 中的虛線-點線 C-D 的剖面圖。

[0211] 本具體實施態樣的主動矩陣型發光裝置包括，在支撐基板 501 上，發光部 551、驅動電路部 552 (閘極側驅動電路部)、驅動電路部 553 (源極側驅動電路部) 以及密封材料 507。發光部 551、驅動電路部 552 及驅動電路部 553 被密封在由支撐基板 501、密封基板 505 以及密封材料 507 所包圍的空間 515 中。

[0212] 圖 4B 所示的發光部 551 包括多個發光單元，該多個發光單元的每一者包括開關電晶體 541a、電流控制電晶體 541b 以及與電晶體 541b 的佈線 (源極電極或汲極電極) 電連接的第二電極 525。

[0213] 發光元件 503 具有頂部發射結構，且包括透射可見光的第一電極 521、EL 層 523 以及反射可見光的第二電極 525。另外，形成分隔間 519 以覆蓋第二電極 525 的端部。

[0214] 作為本具體實施態樣的發光元件 503，使用本發明的一個具體實施態樣的發光元件。因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件具有長壽命，所以可以得到高可

靠性的發光裝置。此外，因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件在高亮度區域中展現高發光效率，可以得到具有高發光效率的發光裝置。

[0215] 在支撐基板 501 上，提供用來連接外部輸入端子的引線 517，透過該外部輸入端子，將來自外部的信號（例如，視頻信號、時脈信號、啟動信號或重設信號）或電位傳遞至驅動電路部 552 或驅動電路部 553。在此，描述如下之實例：提供撓性印刷電路（FPC）509 作為外部輸入端子。注意，可將印刷線路板（PWB）貼附到 FPC509。在本說明書中，發光裝置在其範疇中包括發光裝置本身和備有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0216] 驅動電路部 552 和驅動電路部 553 包含多個電晶體。圖 4B 說明下面之實例：驅動電路部 552 具有 CMOS 電路，而該 CMOS 電路為 n-通道電晶體 542 和 p-通道電晶體 543 的組合。驅動電路部所包括的電路可以由各種類型的電路如 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路所形成。本發明不侷限於本具體實施態樣中所述之驅動器一體型（driver-integrated type），於其中，驅動電路形成於基板上，而發光部形成於該基板上。驅動電路可以形成於基板上，而該基板不同於在其上有發光部形成的基板。

[0217] 為了防止製造步驟的數目的增加，引線 517 較佳使用與用於發光部或驅動電路部的電極或佈線相同之材料和相同步驟予以形成。



[0218] 本具體實施態樣中所述者為下面之實例：引線 517 使用與用於包括在發光部 551 及驅動電路部 552 中的電晶體的源極電極和汲極電極的相同材料和相同步驟予以形成。

[0219] 在圖 4B 中，密封材料 507 與引線 517 上的第一絕緣層 511 接觸。在一些情況中，密封材料 507 與金屬的黏附力低。因此，密封材料 507 較佳地與在引線 517 上的無機絕緣膜接觸。此一結構能使發光裝置具有高密封性能、高黏附力、和高可靠性。無機絕緣膜的實例包括金屬和半導體的氧化物膜、金屬和半導體的氮化物膜、金屬和半導體的氧氮化物膜，且明確而言，氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜（silicon oxynitride film）、氮氧化矽膜（silicon nitride oxide film）、氧化鋁膜、氧化鈦膜等。

[0220] 第一絕緣層 511 具有防止雜質擴散到電晶體中所包括之半導體的效果。作為第二絕緣層 513，選擇具有平坦化功能的絕緣膜以為了減小起因於電晶體的表面不平坦。

[0221] 對用於本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的電晶體的結構沒有特別的限制。可使用頂閘極型電晶體，或可使用底閘極型電晶體如反交錯型電晶體。電晶體可為通道蝕刻型電晶體或通道保護型電晶體。此外，對用於電晶體的材料沒有特別的限制。

[0222] 半導體層可以使用矽或氧化物半導體予以形成。作為矽，若適當，可以使用單晶矽、多晶矽等。作為



氧化物半導體，若適當，可以使用 In-Ga-Zn 類金屬氧化物等。注意，電晶體較佳地使用氧化物半導體予以形成，該氧化物半導體為用於半導體層之 In-Ga-Zn 類金屬氧化物，以便具有低關態電流（off-state current），於該情況中，可以減少發光元件處於關閉狀態時的洩漏電流。

[0223] 密封基板 505 備有濾色片 533，該濾色片 533 為與發光元件 503（其發光區域）重疊的著色層。提供濾色片 533 以控制來自發光元件 503 的發光顏色。例如，在使用白色發光的發光元件之全彩色顯示裝置中，使用備有不同顏色的濾色片的多個發光單元。在該情況中，可使用三種顏色（紅色（R）、綠色（G）、藍色（B））四種顏色（紅色（R）、綠色（G）、藍色（B）、和黃色（Y））。

[0224] 另外，在相鄰的濾色片 533 之間提供黑矩陣 531（以便與分隔間 519 重疊）。黑矩陣 531 遮擋來自與發光單元相鄰的發光元件 503 所發射的光，和防止相鄰發光單元之間的混色。當提供濾色片 533 使其端部與黑矩陣 531 重疊，可以減少光洩漏。黑矩陣 531 可以使用遮擋來自發光元件 503 的發光的材料而予以形成，例如，如金屬或樹脂之材料。注意，亦可在與驅動電路部 552 等重疊之區域，除了發光部 551 以外，提供黑矩陣 531。

[0225] 另外，形成黑矩陣 531 以便覆蓋濾色片 533 及黑矩陣 5315。關於保護層 535，使用透射來自發光元件 503 的發光的材料，和，例如，可以使用無機絕緣膜或有

機絕緣膜。當不需要時，無需提供保護層 535。

[0226] 本發明的結構不侷限於使用濾色片方法的發光裝置。其被描述為本具體實施態樣的實例。例如，可使用分別著色法或顏色轉換法。

[0227] 本具體實施態樣，若適當，可以與任何其他具體實施態樣組合。

[0228]

(具體實施態樣 5)

在本具體實施態樣中，參照圖 5A 至圖 5E 和圖 6A 及圖 6B 說明使用本發明的一個具體實施態樣的發光裝置的電子裝置及照明裝置的實例。

[0229] 本具體實施態樣的電子裝置在顯示部中包括本發明的一個具體實施態樣的發光裝置。本具體實施態樣的照明裝置在發光部（照明部）中包括本發明的一個具體實施態樣的發光裝置。可藉由採用本發明的一個具體實施態樣的發光裝置而提供高可靠性的電子裝置及高可靠性的照明裝置。此外，可藉由採用本發明的一個具體實施態樣的發光裝置，而提供具有高發光效率的電子裝置及照明裝置。

[0230] 有應用發光裝置的電子裝置的實例為電視機（也稱為電視或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、相機如數位相機和數位攝影機、數位相框、行動電話機（也稱為可攜式電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端機、音頻錄放裝置、大型遊戲機如彈珠機、和等等。圖



5A 至圖 5E 和圖 6A 及圖 6B 說明這些電子裝置及照明裝置的具體實例。

[0231] 圖 5A 說明電視機的例子。在電視機 7100 中，外殼 7101 組裝有顯示部 7102。顯示部 7102 能夠顯示影像。可以將本發明的一個具體實施態樣的發光裝置應用於顯示部 7102。此外，在此，用支架 7103 支撐外殼 7101。

[0232] 可以用外殼 7101 所備有的操作開關或獨立的遙控器 7111 操作電視機 7100。用遙控器 7111 所備有的操作鍵，可以控制頻道及音量，和可以控制在顯示部 7102 上所顯示的影像。遙控器 7111 可備有顯示部以用於顯示由該遙控器 7111 所輸出之數據。

[0233] 注意，電視機 7100 備有接收機、數據機等。藉由使用接收機，可以接收一般的電視廣播。再者，當電視機經由數據機以有線或無線連接到通訊網路，可以進行單向（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）的資訊通訊。

[0234] 圖 5B 說明電腦的例子。該電腦 7200 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。注意，該電腦是藉由使用供顯示部 7203 用之本發明的一個具體實施態樣的發光裝置予以製造。

[0235] 圖 5C 說明可攜式遊戲機的例子。可攜式遊戲機 7300 具有兩個外殼（外殼 7301a 和外殼 7301b），其



以連接部 7302 連接，使得可攜式遊戲機可以打開或關閉。外殼 7301a 組裝有顯示部 7303a，而外殼 7301b 組裝有顯示部 7303b。此外，圖 5C 所說明的可攜式遊戲機包括揚聲器部 7304、記錄介質插入部 7305、操作鍵 7306、連接端子 7307、感測器 7308（感測器具有測量或感應如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動頻率、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、流速、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線）、LED 燈、麥克風等。不用說，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要本發明的一個具體實施態樣的發光裝置用於顯示部 7303a 和顯示部 7303b 中的至少一者或兩者，且若適當可包括其他附屬設備。圖 5C 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數據以將其顯示在顯示部上，和藉由無線通訊與另一可攜式遊戲機分享資訊。注意，圖 5C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，且該可攜式遊戲機可以具有各種功能。

[0236] 圖 5D 說明行動電話機的例子。行動電話機 7400 組裝有在外殼 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。注意，使用供顯示部 7402 用之本發明的一個具體實施態樣的發光裝置用於來製造行動電話機 7400。

[0237] 當圖 5D 所示的行動電話機 7400 中的顯示部 7402 用手指等觸摸時，可以將數據輸至該行動電話機。

另外，可以用手指等觸摸顯示部 7402 來進行操作如打電話或編寫電子郵件。

[0238] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一種模式是主要用於顯示影像的顯示模式。第二種模式是主要用於輸入資訊如文字的輸入模式。第三種模式是組合顯示模式和輸入模式這兩種模式的顯示-和-輸入模式。

[0239] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，針對顯示部 7402，選擇主要用於輸入文字之文字輸入模式，使得螢幕上所顯示之文字可被輸入。

[0240] 當行動電話機 7400 內部備有用於檢測傾斜度的感測器如陀螺儀感測器或加速度感測器，可以藉由判斷行動電話機 7400 的方向而在方向上自動切換顯示部 7402 的螢幕上的顯示（不論行動電話機 7400 是否水平或垂直放置以供風景模式或肖像模式）。

[0241] 藉由觸摸顯示部 7402 或以外殼 7401 的操作按鈕 7403 操作來切換螢幕模式。可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類而切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像數據的信號時，將螢幕模式切換成顯示模式。當顯示在顯示部上的影像信號為文字數據的信號時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0242] 此外，在輸入模式下，若檢測顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號，和未進行藉由觸摸顯示部 7402 的輸入達某一期間，可控制螢幕模式以便從輸入模式切換成顯示模式。



[0243] 顯示部 7402 可用作為影像感測器。例如，當用手掌或手指觸摸顯示部 7402，其拍攝掌紋、指紋等的影像，從而可以進行個人身份識別。另外，當顯示部備有發射近紅外光的背光或檢測光源用於，可以拍攝手指靜脈、手掌靜脈等的影像。

[0244] 圖 5E 說明可折疊的平板終端（打開狀態）的例子。平板終端 7500 包括外殼 7501a、外殼 7501b、顯示部 7502a、和顯示部 7502b。外殼 7501a 和外殼 7501b 藉由軸部 7503 而連接，並且可以以該軸部 7503 為軸而打開或關閉。外殼 7501a 包括電源開關 7504、操作鍵 7505、揚聲器 7506 等。注意，使用供顯示部 7502a 和顯示部 7502b 中的一者或兩者用之本發明的一個具體實施態樣的發光裝置來製造該平板終端 7500。

[0245] 一部份的顯示部 7502a 或顯示部 7502b 可以作為觸摸面板區域，其中可以藉由觸摸所顯示的操作鍵來輸入數據。例如，鍵盤可以顯示在顯示部 7502a 的整個區域，使得顯示部 7502a 充當觸摸螢幕而顯示部 7502b 可以充當顯示螢幕。

[0246] 圖 6A 說明檯燈，其包括照明部 7601、燈罩 7602、可調支架（adjustable arm）7603、支柱 7604、底座 7605、和電源開關 7606。檯燈是使用供照明部 7601 用之本發明的一個具體實施態樣的發光裝置來製造。注意，燈在其範疇上還包括雲幕燈（ceiling light）、壁燈等。

[0247] 圖 6B 說明將本發明的一個具體實施態樣的發



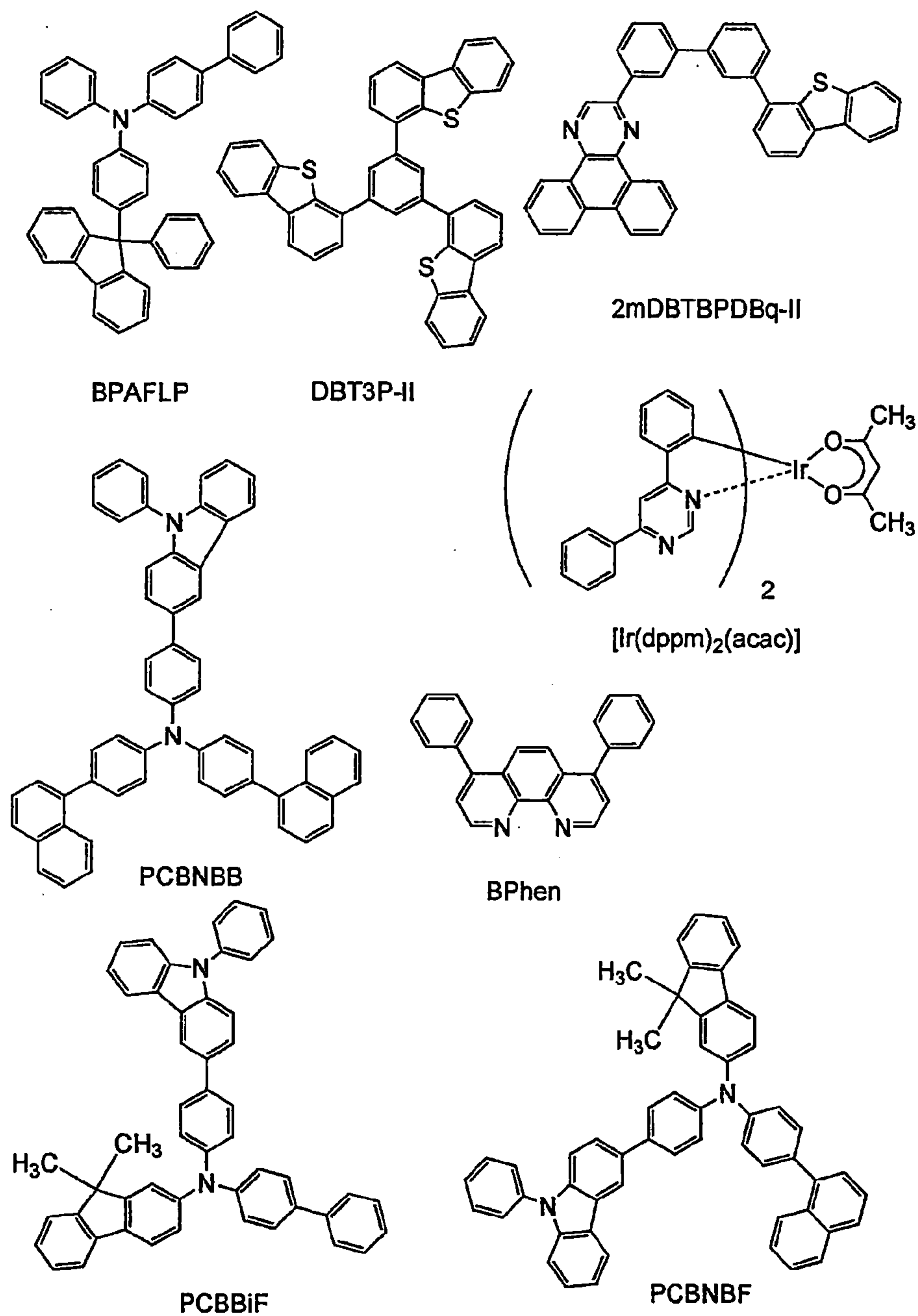
光裝置用於室內燈 7701 的例子。因為本發明的一個具體實施態樣的發光裝置可以具有較大面積，其可以用於大面積的照明裝置。此外，發光裝置可以用於轉動型燈 7702。如圖 6B 所說明，參照圖 6A 所述之檯燈 7703 可在備有室內燈 7701 的房間內使用。

[實施例 1]

[0248] 在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。本實施例所使用的材料的化學式如下所示。

[0249]

## [化學式 24]



[0250] 下面將描述本實施例的發光元件 1、比較發光元件 2 以及比較發光元件 3 的製造方法。

## [0251]

(發光元件 1)

首先，在玻璃基板 1100 上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO) 的膜，以便形成第一電極

1101。其厚度為 110nm，且電極面積為 2mm×2mm。在此，第一電極 1101 是作為發光元件的陽極。

[0252] 接著，作為用來在玻璃基板 1100 上形成發光元件的預處理，在用水洗滌基板之表面並在 200℃ 下進行焙燒 1 小時之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0253] 然後，將玻璃基板 1100 移到真空蒸鍍裝置中，其中壓力已被減壓到約  $10^{-4}$ Pa，及在真空蒸鍍裝置內的加熱室中在 170℃ 下進行 30 分鐘的真空焙燒，且然後使基板冷卻約 30 分鐘。

[0254] 接著，在其上有形成第一電極 1101 的玻璃基板 1100 固定在真空蒸鍍裝置內所備有的基板支架上，以使有形成第一電極 1101 的表面面朝下。真空蒸鍍裝置內的壓力降低到約  $10^{-4}$ Pa。然後，在第一電極 1101 上，藉由使用電阻加熱的蒸鍍法共蒸鍍 4,4',4''-(1,3,5-苯三基)三(二苯並噻吩) (縮寫：DBT3P-II) 和氧化鋁 (VI)，以便形成電洞注入層 1111。將電洞注入層 1111 的厚度設定為 40nm，將 DBT3P-II 對氧化鋁的重量比調節為 4:2 (=DBT3P-II:氧化鋁)。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蒸鍍法。

[0255] 接著，在電洞注入層 1111 上形成厚度為 20nm 的 4-苯基-4'-(9-苯基第-9-基)三苯胺 (縮寫：BPAFLP) 的膜，來形成電洞傳輸層 1112。

[0256] 另外，藉由共蒸鍍 2-[3'-(二苯並噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯並[f,h]喹啉 (縮寫：2mDBTBPDBq-



II) 、N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(縮寫:PCBBI<sub>F</sub>)以及(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銦(III)(縮寫:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])在電洞傳輸層1112上形成發光層1113。在此,將2mDBTBPDBq-II對PCBBI<sub>F</sub>和[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]的重量比調節為0.8:0.2:0.05(=2mDBTBPDBq-II:PCBBI<sub>F</sub>:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])。此外,將發光層1113的厚度設定為40nm。

[0257] 接著,係以形成厚度為15nm的2mDBTBPDBq-II的膜和形成厚度為15nm的紅啡啉(縮寫:BPhen)的膜之方式在發光層1113上形成電子傳輸層1114。

[0258] 然後,在電子傳輸層1114上,藉由蒸鍍而形成厚度為1nm之氟化鋰(LiF)的膜,來形成電子注入層1115。

[0259] 最後,藉由蒸鍍而沈積至厚度為200nm以形成作為用作陰極的第二電極1103。因此,製造本實施例的發光元件1。

[0260] 注意,在所有上面蒸鍍步驟中,蒸鍍藉由電阻加熱法予以進行。

[0261]

(比較發光元件2)

藉由共蒸鍍2mDBTBPDBq-II、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(縮寫:PCBNBB)和

[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]，來形成比較發光元件 2 的發光層 1113。在此，將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBNBB 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBNBB:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])。將發光層 1113 的厚度設定為 40nm。發光層 1113 之外的構成要素以與發光元件 1 類似的方式予以製造。

[0262]

(比較發光元件 3)

共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-N-[4-(1-萘基)苯基]-9H-第-2-胺 (縮寫:PCBNBF) 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]，來形成比較發光元件 3 的發光層 1113。在此，將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBNBF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBNBF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])。將發光層 1113 的厚度設定為 40nm。發光層 1113 之外的構成要素以與發光元件 1 類似的方式予以製造。

[0263] 表 1 顯示出在此實施例中如上述所得之發光元件的元件結構。

[0264]

[表 1]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件1	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBBiF :[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBT BPDBq-II 15nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
比較發光元件2				2mDBTBPDBq-II:PCBNBB :[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm				
比較發光元件3				2mDBTBPDBq-II:PCBNBF :[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm				

[0265] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 1、比較發光元件 2 以及比較發光元件 3，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0266] 圖 8 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 8 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示電流效率 ( $\text{cd/A}$ )。圖 9 顯示出電壓-亮度特性。在圖 9 中，橫軸表示電壓 (V)，而縱軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )。圖 10 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 10 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示外部量子效率 (%)。表 2 顯示出亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  附近時的各發光元件中的電壓 (V)、電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )、CIE 色度座標 (x, y)、電流效率 ( $\text{cd/A}$ )、功率效率 ( $\text{lm/W}$ )、和外部量子效率 (%)。

[0267]



[表 2]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度		亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	電流功率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
			x	y				
發光元件1	3.0	1.7	0.55	0.45	1200	67	70	26
比較發 光元件2	3.0	1.4	0.55	0.44	900	63	66	25
比較發 光元件3	3.0	1.5	0.55	0.45	1000	66	69	25

[0268] 如表 2 所示，亮度為 1200cd/m<sup>2</sup> 時的發光元件 1 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.55,0.45)。亮度為 900cd/m<sup>2</sup> 時的比較發光元件 2 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.55,0.44)。亮度為 1000cd/m<sup>2</sup> 時的比較發光元件 3 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.55,0.45)。已發現：自本實施例的發光元件得到源於 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的橙色發光。

[0269] 從圖 8 至圖 10 以及表 2 顯示：發光元件 1、比較發光元件 2 和比較發光元件 3 各自可以在低電壓予以驅動並具有高電流效率、高功率效率、高外部量子效率。

[0270] 亦已發現：與比較發光元件 2 和比較發光元件 3 相比，發光元件 1 的高亮度區域中的電流效率及外部量子效率比較高（參照圖 8 或圖 10 中的亮度為 1000 至 10000cd/m<sup>2</sup> 時的電流效率或外部量子效率）。在發光元件 1 中，發光層包含具有萘基、聯苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCBBiF。在比較發光元件 2 中，發光層包含具有兩個萘基和含有咪唑骨架之取代基的 PCBNBB。在比較發光元件 3 中，發光層包含具有萘基、萘基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCBNBF。就是說，發光元件 1 與比較發

光元件 2 或比較發光元件 3 之間的主要差異是：包含在發光層中的三級胺是否具有萘基。因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件 1 中所使用的三級胺具有聯苯胺骨架及蒽胺骨架，所以其具有高電洞傳輸性質及高電子阻擋性質。此外，因為三級胺具有比包括萘骨架等的胺高的三重態激發能，因此其具有優良的激子阻擋性質。因此，可以預防電子洩漏或激子擴散，甚至在高亮度區域中，而因此可以得到展現高發光效率的發光元件。

[0271] 接著，進行發光元件 1、發光元件 2 以及比較發光元件 3 的可靠性測試。圖 11A 和圖 11B 顯示出可靠性測試的結果。在圖 11A 和圖 11B 中，縱軸表示以初始亮度為 100% 時的標準化亮度（%），而橫軸表示元件的驅動時間（h）。在該可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為  $5000\text{cd/m}^2$ ，且電流密度固定。圖 11A 和圖 11B 顯示，發光元件 1 在 460 小時後保持 95% 的初始亮度的，比較發光元件 2 在 460 小時後保持 92% 的初始亮度，而比較發光元件 3 在 370 小時後保持 94% 的初始亮度。該可靠性測試的結果已揭示：與比較發光元件 2 及比較發光元件 3 相比，發光元件 1 具有更長的壽命。

[0272] 如上所述，在本發明的一個具體實施態樣的發光元件 1 中，可以預防電子洩漏或激子擴散，甚至在高亮度區域中；因此，有很少數的非發光物質發光的遷移（輻射失活）的失活途徑（無輻射失活）。因此，可以減



少元件的亮度降解。此外，可以以高再現性、輕易地和穩定地得到此一具有少降解的發光元件。

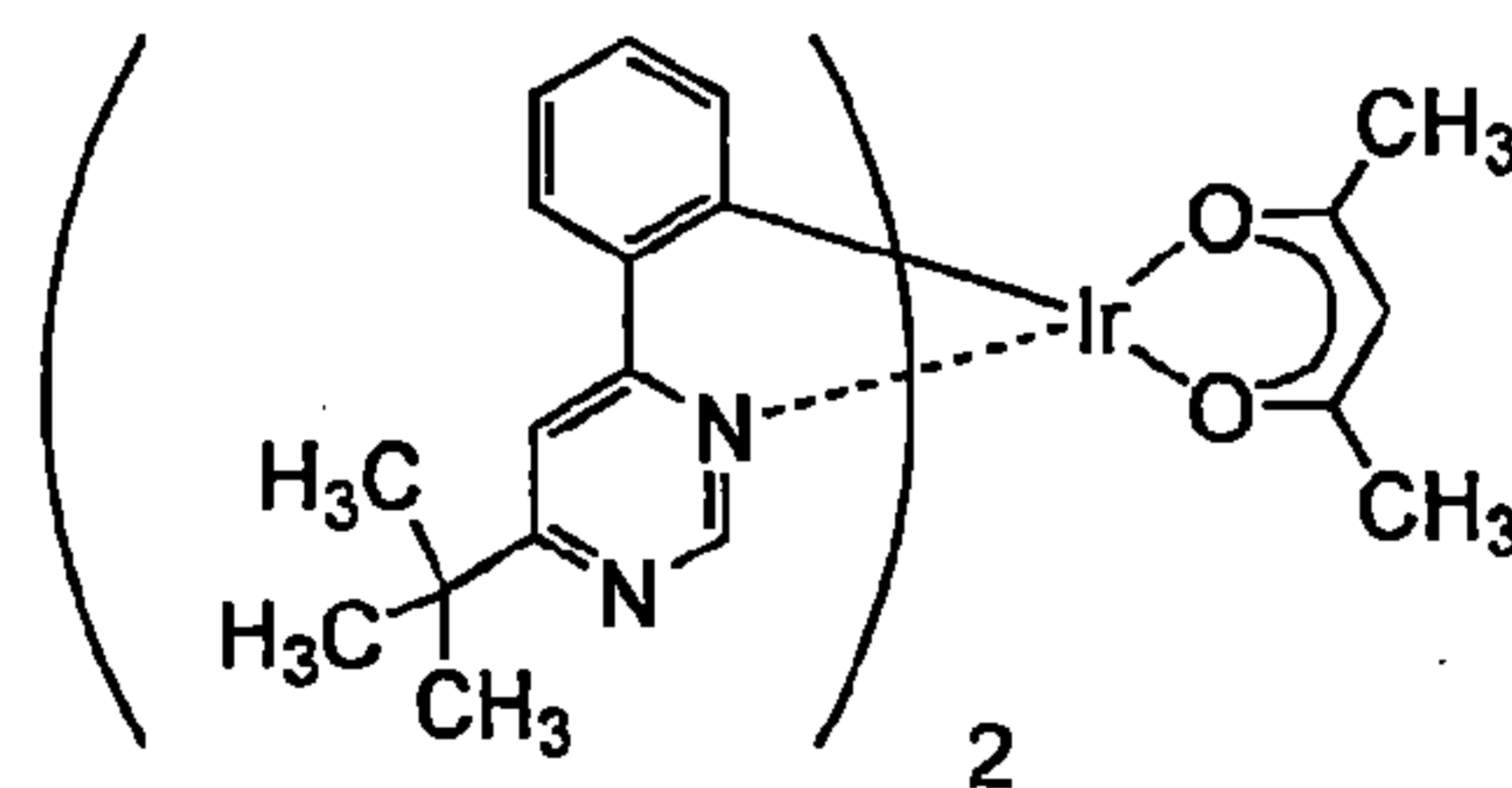
[0273] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到具有長壽命的發光元件。

### [實施例 2]

[0274] 在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。下面顯示出本實施例中所使用的材料的化學式。注意，省略所示之材料的化學式。

[0275]

[化學式 25]



[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]

[0276] 下面將描述本實施例的發光元件 4 以及比較發光元件 5 的製造方法。

[0277]

(發光元件 4)

首先，以與發光元件 1 類似的方式，在玻璃基板 1100 上形成第一電極 1101 及電洞注入層 1111。

[0278] 接著，在電洞注入層 1111 上形成厚度為



20nm 的 PCBBiF 的膜，來形成電洞傳輸層 1112。

[0279] 另外，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBBiF 和（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘓啶根）銱（III）（縮寫： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ），在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05（=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ）的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.8:0.2:0.05（=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ）的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0280] 接著，以在發光層 1113 上形成厚度為 5nm 的 2mDBTBPDBq-II 的膜並形成厚度為 15nm 的 BPhen 的膜之方式形成電子傳輸層 1114。

[0281] 另外，在電子傳輸層 1114 上，藉由蒸鍍而形成厚度為 1nm 的 LiF 的膜，來形成電子注入層 1115。

[0282] 最後，藉由蒸鍍而沈積鋁至厚度為 200nm 以形成用作陰極的第二電極 1103。因此，製造本實施例的發光元件 4。

[0283] 注意，在所有上面蒸鍍步驟中，蒸鍍藉由電阻加熱法予以進行。

[0284]

（比較發光元件 5）

藉由形成厚度為 20nm 的 PCBNBB 的膜，來形成比較

發光元件 5 的電洞傳輸層 1112。藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBNBB 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ，來形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBNBB 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBNBB: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBNBB 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBNBB: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。以與發光元件 4 類似的方式製造電洞傳輸層 1112 和發光層 1113 以外的構成要素。

[0285] 表 3 顯示出在此實施例中如上述所得發光元件的元件結構。

[0286]

[表 3]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件4	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	PCBiF 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$		2mDBT BPDBq-II 5nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				
比較發光元件5			PCBNBB 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBNBB: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$					
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				

[0287] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 4 以及比較發光元件 5，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0288] 圖 12 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 12 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示電流效率 ( $\text{cd/A}$ )。圖 13 顯示出電壓-亮度特性。在圖 13 中，橫軸表示電壓 (V)，而縱軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )。另外，圖 14 顯示出亮度-功率效率特性。在圖 14 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示功率效率 ( $\text{lm/W}$ )。圖 15 示出亮度-外部量子效率特性。在圖 15 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示外部量子效率 (%)。表 4 顯示出亮度為  $900\text{cd/m}^2$  時的發光元件 4 及比較發光元件 5 中的電壓 (V)、電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )、CIE 色度座標 (x, y)、電流效率 ( $\text{cd/A}$ )、功率效率 ( $\text{lm/W}$ )、和外部量子效率 (%)。

[0289]

[表 4]

	電壓 (V)	電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )	色度		亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )	電流功率 ( $\text{cd/A}$ )	功率效率 ( $\text{lm/W}$ )	外部量子效率 (%)
			x	y				
發光元件4	2.6	0.82	0.41	0.59	900	106	128	27
比較發光元件5	2.7	0.94	0.40	0.59	900	92	108	24

[0290] 如表 4 所示，亮度為  $900\text{cd/m}^2$  時的發光元件 4 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.41,0.59)，比較發光元件 5 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.40,0.59)。已發現：自發光元件 4 及比較發光元件 5 可以得到源於  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的綠色發光。

[0291] 圖 12 至圖 15 以及表 4 顯示：發光元件 4 和



比較發光元件 5 各自可以在極低電壓予以驅動。亦已發現：與比較發光元件 5 相比，發光元件 4 具有較高的電流效率、較高功率效率及較高外部量子效率高（參照圖 12、圖 14 或圖 15 中的亮度為 1000 至 10000cd/m<sup>2</sup> 時的電流效率、功率效率或外部量子效率）。

[0292] 在發光元件 4 中，發光層及電洞傳輸層包含具有萸基、聯苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCBBiF。在比較發光元件 5 中，發光層及電洞傳輸層包含具有兩個萘基和含有咪唑骨架之取代基的 PCBNBB。就是說，發光元件 4 與比較發光元件 5 之間的主要差異是：包含在發光層中的三級胺是否具有萘基。因為本發明的一個具體實施態樣的發光元件 4 中所使用的三級胺具有聯苯胺骨架及萸胺骨架，所以其具有高電洞傳輸性質及高電子阻擋性質。此外，因為三級胺具有比包括萘骨架等的胺高的三重態激發能，因此其具有優良的激子阻擋性質。因此，可以預防電子洩漏或激子擴散，甚至在高亮度區域中，而因此可以得到展現高發光效率的發光元件。當將與包含在發光層中的三級胺相同的化合物用於電洞傳輸層時，發光效率變得更高。就是說，雖然如發光元件 4 或比較發光元件 5，藉由將與包含在發光層中的三級胺相同的化合物用於電洞傳輸層，可以降低驅動電壓，但是發光效率會降低，如比較發光元件 5，除非應用本發明的一個具體實施態樣（除非使用由上述通式（G0）表示的三級胺）。

[0293] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到在高亮度區域中展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到可以在低電壓予以驅動的發光元件。已發現，可以藉由將第一種有機化合物（具體實施態樣 1 所示的由通式（G0）表示的化合物）用於電洞傳輸層及發光層的而得到具有特高發光效率的發光元件。

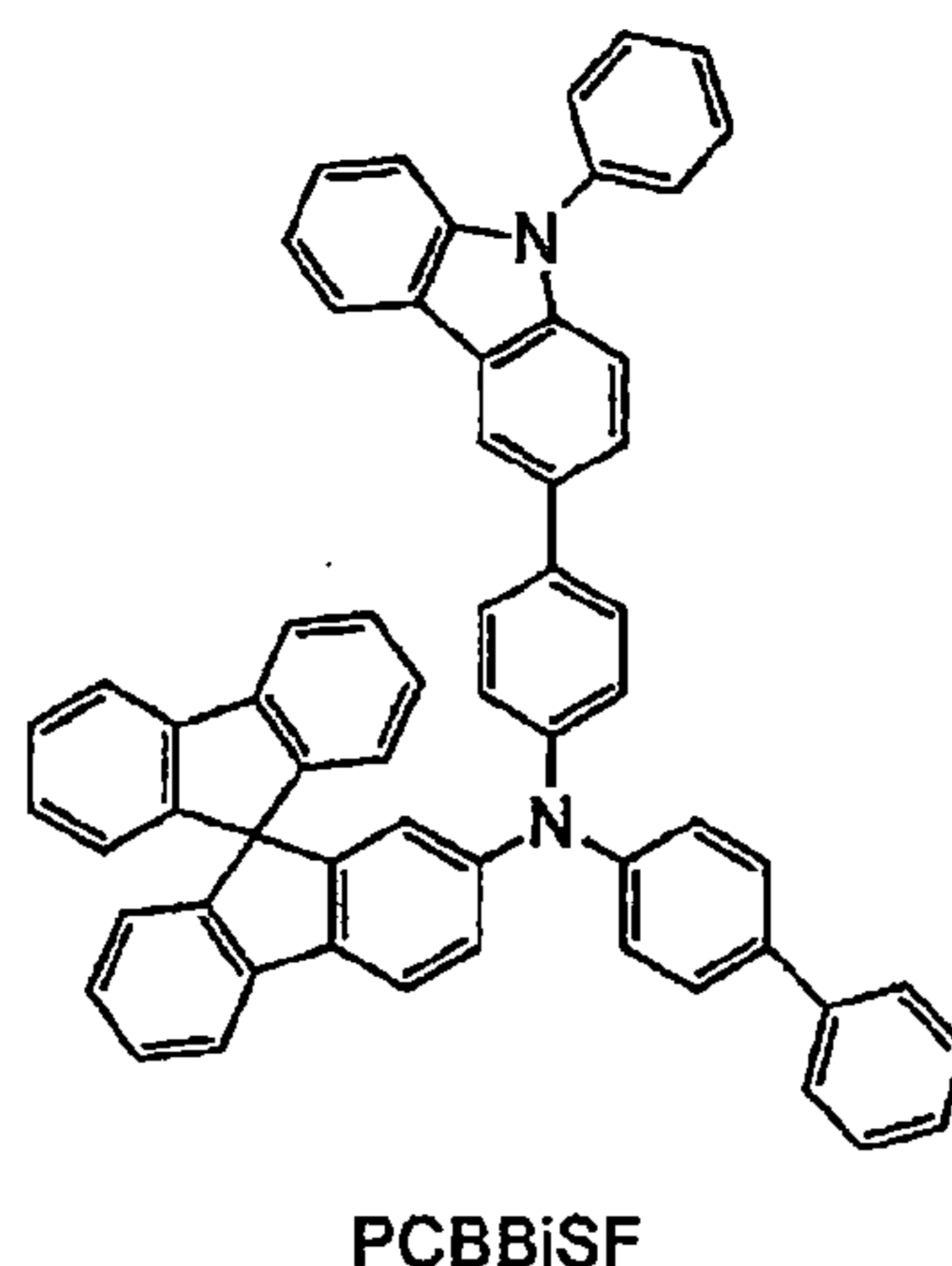
[0294] 接著，進行發光元件 4 以及比較發光元件 5 的可靠性測試。圖 16 顯示出可靠性測試的結果。在圖 16 中，縱軸表示以初始亮度為 100%條件下的標準化亮度（%），而橫軸表示元件的驅動時間（h）。在該可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為  $5000\text{cd/m}^2$ ，且電流密度固定。圖 16 顯示，發光元件 4 在 160 小時後保持 93%的初始亮度的，而比較發光元件 5 在 360 小時後保持 89%的初始亮度。

### [實施例 3]

[0295] 在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。下面顯示出在本實施例中所使用的材料的化學式。注意，省略上面所示之材料的化學式。

[0296]

[化學式 26]



[0297] 下面將描述本實施例的發光元件 6 以及發光元件 7 的製造方法。

[0298]

(發光元件 6)

首先，以與發光元件 1 類似的方式，在玻璃基板 1100 上形成第一電極 1101 及電洞注入層 1111。

[0299] 接著，在電洞注入層 1111 上形成厚度為 20nm 的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-呔啶-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺（縮寫：PCBBiSF）的膜，來形成電洞傳輸層 1112。

[0300] 另外，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBBiSF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ，在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiSF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05（=2mDBTBPDBq-II:PCBBiSF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ）的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiSF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的重量比



調節為 0.8:0.2:0.05 ( =2mDBTBPDBq-II:PCBBiSF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0301] 接著，以在發光層 1113 上形成厚度為 20nm 的 2mDBTBPDBq-II 的膜並形成厚度為 20nm 的 BPhen 的膜之方式形成電子傳輸層 1114。

[0302] 另外，在電子傳輸層 1114 上，藉由蒸鍍而形成厚度為 1nm 的 LiF，來形成電子注入層 1115。

[0303] 最後，藉由蒸鍍而沈積鋁至厚度為 200nm 以形成用作陰極的第二電極 1103。因此，製造本實施例的發光元件 6。

[0304] 注意，在所有上面蒸鍍步驟中，蒸鍍藉由電阻加熱法予以進行。

[0305]

(發光元件 7)

藉由形成厚度為 20nm 的 BPAFLP 的膜，來形成發光元件 7 的電洞傳輸層 1112。以與發光元件 6 類似的方式製造電洞傳輸層 1112 以外的構成要素。

[0306] 表 5 顯示出在此實施例中如上述所得發光元件的元件結構。

[0307]

[表 5]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件6	ITSO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	PCBiSF 20nm	2mDBTBPDBq-II :PCBiSF: [Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)]		2mDBT BPDBq-II 20nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
發光元件7			BPAFLP 20nm	(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				

[0308] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 6 以及發光元件 7，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0309] 圖 17 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 17 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示電流效率 ( $\text{cd/A}$ )。圖 18 顯示出電壓-亮度特性。在圖 18 中，橫軸表示電壓 (V)，而縱軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )。圖 19 顯示出亮度-功率效率特性。在圖 19 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示功率效率 ( $\text{lm/W}$ )。圖 20 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 20 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )，而縱軸表示外部量子效率 (%)。表 6 顯示出亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  附近時的發光元件 6 及發光元件 7 中的電壓 (V)、電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )、CIE 色度座標 (x, y)、電流效率 ( $\text{cd/A}$ )、功率效率 ( $\text{lm/W}$ )、和外部量子效率 (%)。

[0310]

[表 6]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x      y	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	電流功率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
發光元件6	2.8	1.1	0.56   0.44	900	85	96	31
發光元件7	3.0	1.1	0.55   0.44	1000	87	92	31

[0311] 如表 6 所示，亮度為  $900\text{cd/m}^2$  時的發光元件 6 的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.56,0.44)$ ，亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  時的發光元件 7 的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.55,0.44)$ 。已發現：自發光元件 6 及發光元件 7 可以得到來源於  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的橙色發光。

[0312] 圖 17 至圖 20 以及表 6 顯示：發光元件 6 和發光元件 7 各自可以在低電壓予以驅動並具有高電流效率、高功率效率、和高外部量子效率。因為用於本發明的一個具體實施態樣的發光元件 6 及發光元件 7 中之每一者的發光層的三級胺具有聯苯胺骨架及螺莖胺骨架，所以其具有高電洞傳輸性質及高電子阻擋性質，且亦具有優良的激子阻擋性質。因此，可以預防電子洩漏或激子擴散，甚至在高亮度區域中，而因此可以得到展現高發光效率的發光元件。另外，依據本發明的一個具體實施態樣，如發光元件 6，藉由將與包含在發光層中的三級胺相同的化合物用於電洞傳輸層，可以降低驅動電壓並保持高發光效率（不降低發光效率）。

#### [實施例 4]

[0313] 在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一



個具體實施態樣的發光元件。注意，已顯示本實施例中所使用之材料的化學式。

[0314] 下面將描述本實施例的發光元件 8 以及比較發光元件 9 的製造方法。

[0315]

(發光元件 8)

首先，以與發光元件 1 類似的方式，在玻璃基板 1100 上形成第一電極 1101、電洞注入層 1111 以及電洞傳輸層 1112。將電洞注入層 1111 的厚度設定為 20nm。

[0316] 接著，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ，來在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCB BiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的該重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCB BiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0317] 接著，藉由以在發光層 1113 上形成厚度為 20nm 的 2mDBTBPDBq-II 的膜並形成厚度為 20nm 的 BPhen 的膜之方式形成電子傳輸層 1114。

[0318] 然後，在電子傳輸層 1114 上，藉由蒸鍍而形成厚度為 1nm 之 LiF 的膜，來形成電子注入層 1115。

[0319] 最後，藉由蒸鍍而沈積鋁至厚度為 200nm 以

形成用作陰極的第二電極 1103。因此，製造本實施例的發光元件 8。

[0320] 注意，在所有上面蒸鍍步驟中，蒸鍍藉由電阻加熱法予以進行。

[0321]

(比較發光元件 9)

藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ，來形成比較發光元件 9 的發光層 1113。在此，將 2mDBTBPDBq-II 對  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 1:0.05 (=2mDBTBPDBq-II: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ )。將發光層 1113 的厚度設定為 40nm。係以形成厚度為 10nm 的 2mDBTBPDBq-II 的膜和形成厚度為 15nm 的 BPhen 的膜之方式，形成比較發光元件 9 的電子傳輸層 1114。以與發光元件 8 類似的方式製造發光層 1113 和電子傳輸層 1114 以外的構成要素。

[0322] 表 7 顯示出在此實施例中如上述所得之發光元件的元件結構。

[0323]

[表 7]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件8	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	BPAFLP 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$	2mDBT	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm	
比較發光元件9				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				BPDBq-II 20nm
				2mDBTBPDBq-II: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$	2mDBT	BPhen			
				(=1:0.05) 40nm	BPDBq-II 10nm	15nm			

[0324] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封

發光元件 8 以及比較發光元件 9，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0325] 圖 27 顯示出本實施例中的發光元件的電壓-電流特性。在圖 27 中，橫軸表示電壓（V），而縱軸表示電流（mA）。圖 28 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 28 中，橫軸表示亮度（ $\text{cd/m}^2$ ），而縱軸表示外部量子效率（%）。圖 29 顯示出本實施例的發光元件的發射光譜。表 8 顯示出亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  附近時的各發光元件中的電壓（V）、電流密度（ $\text{mA/cm}^2$ ）、CIE 色度座標（ $x,y$ ）、電流效率（ $\text{cd/A}$ ）、功率效率（ $\text{lm/W}$ ）、和外部量子效率（%）。

[0326]

[表 8]

	電壓 (V)	電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )	色度		亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )	電流功率 ( $\text{cd/A}$ )	功率效率 ( $\text{lm/W}$ )	外部量子 效率(%)
			x	y				
發光元件8	2.8	1.1	0.56	0.44	960	85	95	31
比較發光元件9	3.3	2.1	0.56	0.44	1100	53	50	21

[0327] 如表 8 所示，亮度為  $960\text{cd/m}^2$  時的發光元件 8 的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.56,0.44)$ 。亮度為  $1100\text{cd/m}^2$  時的比較發光元件 9 的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.56,0.44)$ 。已發現：自本實施例的發光元件得到源於  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的橘色發光。

[0328] 發光元件 8 在  $1000\text{cd/m}^2$  附近時顯示出 31% 之



極高的外部量子效率（對應於 85cd/A 的電流效率），其高於未包含自激態錯合物之能量轉移的比較發光元件 9 的外部量子效率。

[0329] 此外，發光元件 8 在 1000cd/m<sup>2</sup> 附近時顯示出的 2.8V 的極低電壓，而該電壓低於比較發光元件 9 的電壓。

[0330] 接著，進行發光元件 8 以及比較發光元件 9 的可靠性測試。圖 30 顯示出可靠性測試的結果。在圖 30 中，縱軸表示以初始亮度為 100% 時的標準化亮度（%），而橫軸表示元件的驅動時間（h）。在該可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為 5000cd/m<sup>2</sup>，且電流密度固定。圖 30 顯示，發光元件 8 在 3400 小時後保持 89% 的初始亮度，而比較發光元件 9 在 230 小時後低於 89% 初始亮度%。該可靠性測試的結果已揭示：與比較發光元件 9 相比，發光元件 8 具有更長的壽命。

[0331] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣可以得到具有長壽命的發光元件。

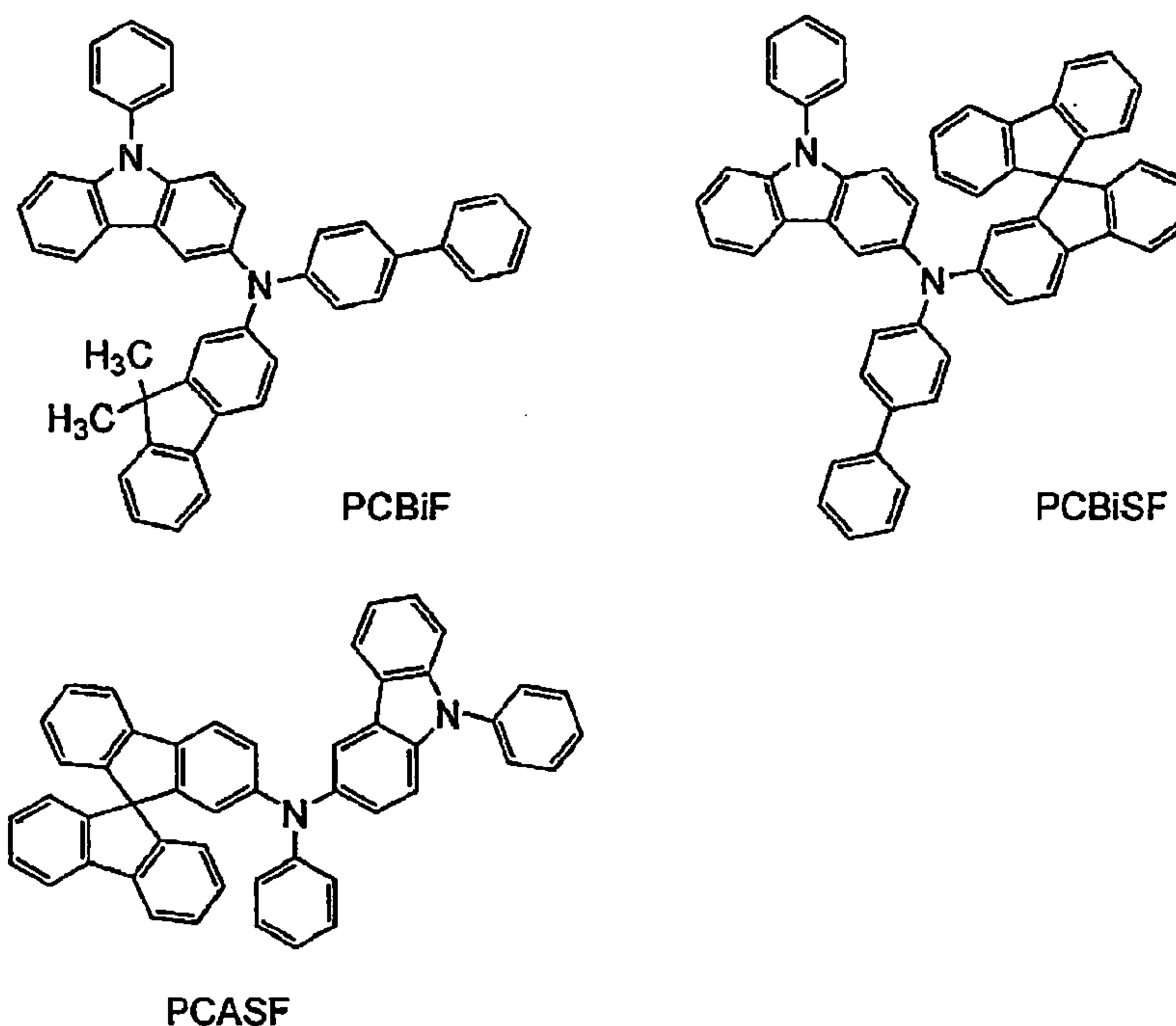
#### [實施例 5]

在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。下面顯示出本實施例中所使用的材料

的化學式。注意，省略所示之材料的化學式。

[0332]

[化學式 27]



[0333] 下面將描述本實施例的發光元件 10、發光元件 11 以及比較發光元件 12 的製造方法。注意，本實施例的各發光元件中的發光層以外的構成要素及其製造方法類似於發光元件 8，因此，在此省略說明。下面將描述本實施例的各發光元件的發光層及製造方法。

[0334]

(發光元件 10)

在發光元件 10 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺 (縮寫：PCBiF) 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBiF 和  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$

的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 ( =2mDBTBPDBq-II:PCBiF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBiF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 ( =2mDBTBPDBq-II:PCBiF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0335]

( 發光元件 11 )

在發光元件 11 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、N-(4-聯苯)-N-(9,9'-螺二[9H-芴]-2-基)-9-苯基-9H-吡啶-3-胺 ( 縮寫：PCBiSF ) 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBiSF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 ( =2mDBTBPDBq-II:PCBiSF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II、PCBiSF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 ( =2mDBTBPDBq-II:PCBiSF:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0336]

( 比較發光元件 12 )

在比較發光元件 12 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、2-[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基胺基]螺-9,9'-聯芴 ( 縮寫：PCASF ) 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCASF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比



調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCASF:

[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCASF 和 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比

調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCASF:

[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0337] 表 9 顯示出在此實施例中如上述所得發光元件的元件結構。

[0338]

[表 9]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件10	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	BPAFLP 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBiF:[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)]		2mDBT BPDBq-II 20nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				
發光元件11				2mDBTBPDBq-II:PCBiSF:[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)]					
	(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCASF:[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)]						
比較發光元件12				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				

[0339] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 10、發光元件 11 以及比較發光元件 12，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行測量。

[0340] 圖 31 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 31 中，橫軸表示亮度 (cd/m<sup>2</sup>)，而縱軸表示電流效率 (cd/A)。圖 32 顯示出電壓-亮度特性。在圖 32 中，橫軸表示電壓 (V)，而縱軸表示亮度 (cd/m<sup>2</sup>)。圖 33 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 33 中，橫軸表示亮度 (cd/m<sup>2</sup>)，而縱軸表示外部量子效

率 (%)。另外，表 10 顯示出亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  附近時的各發光元件中的電壓 (V)、電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )、CIE 色度座標 (x,y)、電流效率 ( $\text{cd/A}$ )、功率效率 ( $\text{lm/W}$ )、和外部量子效率 (%)。

[0341]

[表 10]

	電壓 (V)	電流密度 ( $\text{mA/cm}^2$ )	色度		亮度 ( $\text{cd/m}^2$ )	電流功率 ( $\text{cd/A}$ )	功率效率 ( $\text{lm/W}$ )	外部量子效率 (%)
			x	y				
發光元件10	3.2	1.4	0.57	0.43	960	70	69	29
發光元件11	3.3	1.5	0.57	0.43	1000	70	67	29
比較發光元件12	3.3	1.4	0.57	0.43	930	65	62	27

[0342] 如表 10 所示，亮度為  $1000\text{cd/m}^2$  附近時的各發光元件的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.57,0.43)$ 。已發現：自本實施例的發光元件得到源於  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$  的橙色發光。

[0343] 圖 32 以及表 10 顯示：發光元件 10、發光元件 11 以及比較發光元件 12 在可相比之電壓予以驅動。圖 31、圖 33 及表 10 顯示：與比較發光元件 12 相比，發光元件 10 和發光元件 11 具有較高電流效率、較高功率效率及較高外部量子效率高。

[0344] 接著，進行發光元件 10、發光元件 11 以及比較發光元件 12 的可靠性測試。圖 34 顯示出可靠性測試的結果。在圖 34 中，縱軸表示以初始亮度為 100% 時的標準化亮度 (%)，而橫軸表示元件的驅動時間 (h)。在該



可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為  $5000\text{cd/m}^2$ ，且電流密度固定。圖 34 顯示，發光元件 10 在 660 小時後保持 94% 的初始亮度，發光元件 11 在 660 小時後保持 93% 的初始亮度，而比較發光元件 12 在 660 小時後低於 87% 的初始亮度。該可靠性測試的結果已揭示：與比較發光元件 12 相比，發光元件 10 及發光元件 11 具有更長的壽命。

[0345] 在發光元件 11 中，發光層包含具有螺萸基、聯苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCBisF。在比較發光元件 12 中，發光層包含具有螺萸基、苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCASF。就是說，發光元件 11 與比較發光元件 12 之間的唯一差異是：包含在發光層中的三級胺的取代基是否為聯苯基或苯基。本發明的一個具體實施態樣的發光元件 11 中所使用的三級胺形成對聯苯胺骨架，其中該高反應性的苯胺骨架的苯基的 4 位置上有苯基。因此，可以得到高可靠性的發光元件。

[0346] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣可以得到具有長壽命的發光元件。

#### [實施例 6]

在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。注意，已顯示本實施例中所使用之材



料的化學式。

[0347] 下面將描述本實施例的發光元件 13、發光元件 14、發光元件 15 以及比較發光元件 16 的製造方法。注意，本實施例的各發光元件中的發光層及電子傳輸層以外的構成要素及其製造方法類似於發光元件 8，因此，在此省略說明。下面將描述本實施例的各發光元件中的發光層及電子傳輸層及製造方法。

[0348]

(發光元件 13)

在發光元件 13 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0349]

(發光元件 14)

在發光元件 14 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比

調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBiF:

[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 2mDBTBPDBq-II 對 PCBiF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比

調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBiF:

[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0350]

(發光元件 15)

在發光元件 15 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBiSF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]，而在電洞傳輸層 1112 上

形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將

2mDBTBPDBq-II 對 PCBiSF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBiSF:

[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將

2mDBTBPDBq-II 對 PCBiSF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCBiSF:

[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0351]

(比較發光元件 16)

在比較發光元件 16 中，藉由共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCASF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]，而在電洞傳輸層 1112

上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將

2mDBTBPDBq-II 對 PCASF 和 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] 的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCASF:

[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將

2mDBTBPDBq-II 對 PCASF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=2mDBTBPDBq-II:PCASF:

$[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0352] 另外，在發光元件 13、發光元件 14、發光元件 15 及比較發光元件 16 中之每一者中，以在發光層 1113 上形成厚度為 10nm 的 2mDBTBPDBq-II 的膜和形成厚度為 15nm 的 BPhen 的膜方式形成電子傳輸層 1114。

[0353] 表 11 顯示出在此實施例中如上述所得發光元件的元件結構。

[0354]

[表 11]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件13	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	BPAFLP 20nm	2mDBTBPDBq-II:PCBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$		2mDBT BPDBq-II 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				
發光元件14				2mDBTBPDBq-II:PCBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$					
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				
發光元件15				2mDBTBPDBq-II:PCBiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$					
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				
比較發光元件16				2mDBTBPDBq-II:PCASF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$					
				(=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm				

[0355] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 13、發光元件 14、發光元件 15 以及比較發光元件 16，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0356] 圖 35 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 35 中，橫軸表示亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )，而



縱軸表示電流效率 (cd/A)。圖 36 顯示出電壓-亮度特性。在圖 36 中，橫軸表示電壓 (V)，而縱軸表示亮度 (cd/m<sup>2</sup>)。圖 37 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 37 中，橫軸表示亮度 (cd/m<sup>2</sup>)，而縱軸表示外部量子效率 (%)。另外，表 12 顯示出亮度為 1000cd/m<sup>2</sup> 附近時的各發光元件中的電壓 (V)、電流密度 (mA/cm<sup>2</sup>)、CIE 色度座標 (x,y)、電流效率 (cd/A)、功率效率 (lm/W)、和外部量子效率 (%)。

[0357]

[表 12]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度		亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	電流功率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
			x	y				
發光元件13	2.8	0.80	0.41	0.58	860	107	120	28
發光元件14	2.9	0.89	0.41	0.58	970	109	118	29
發光元件15	2.9	0.95	0.42	0.57	1000	109	119	29
比較發 光元件16	3.0	0.10	0.42	0.57	1100	109	114	29

[0358] 如表 12 所示，亮度為 860cd/m<sup>2</sup> 時的發光元件 13 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.41,0.58)。亮度為 970cd/m<sup>2</sup> 時的發光元件 14 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.41,0.58)。亮度為 1000cd/m<sup>2</sup> 時的發光元件 15 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.42,0.57)。亮度為 1100cd/m<sup>2</sup> 時的比較發光元件 16 的 CIE 色度座標為 (x,y) = (0.42,0.57)。已發現：自本實施例的發光元件得到源於 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] 的黃綠色發光。

[0359] 圖 35 至圖 37 以及表 12 顯示：發光元件 13、發光元件 14、發光元件 15 以及比較發光元件 16 各自可以在低電壓予以驅動，並具有高電流效率、高功率效率及高外部量子效率。

[0360] 接著，進行發光元件 13、發光元件 14、發光元件 15 以及比較發光元件 16 的可靠性測試。圖 38 顯示出可靠性測試的結果。在圖 38 中，縱軸表示以初始亮度為 100%時的標準化亮度（%），而橫軸表示元件的驅動時間（h）。在可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為  $5000\text{cd/m}^2$ ，且電流密度固定。圖 38 顯示，發光元件 13 在 520 小時後保持 90%的初始亮度，發光元件 14 在 600 小時後保持 84%的初始亮度，發光元件 15 在 520 小時後保持 85%的初始亮度，而比較發光元件 16 在 600 小時後低於 75%的初始亮度的。該可靠性測試的結果已揭示：與比較發光元件 16 相比，發光元件 13、發光元件 14 及發光元件 15 具有更長的壽命。

[0361] 如上所述，發光元件 15 在 520 小時後保持 85%的初始亮度，但是比較發光元件 16 在 520 小時後低於 77%的初始亮度。在發光元件 15 中，發光層包含具有螺萸基、聯苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCBiSF。在比較發光元件 16 中，發光層包含具有螺萸基、苯基、和含有咪唑骨架之取代基的 PCASF。就是說，發光元件 15 與比較發光元件 16 之間的唯一差異是：包含在發光層

中的三級胺的取代基是否為聯苯基或苯基。本發明的一個具體實施態樣的發光元件 15 中所使用的三級胺形成對聯苯胺骨架，其中該高反應性的苯胺骨架的苯基的 4 位置上有苯基。因此，可以得到高可靠性的發光元件。

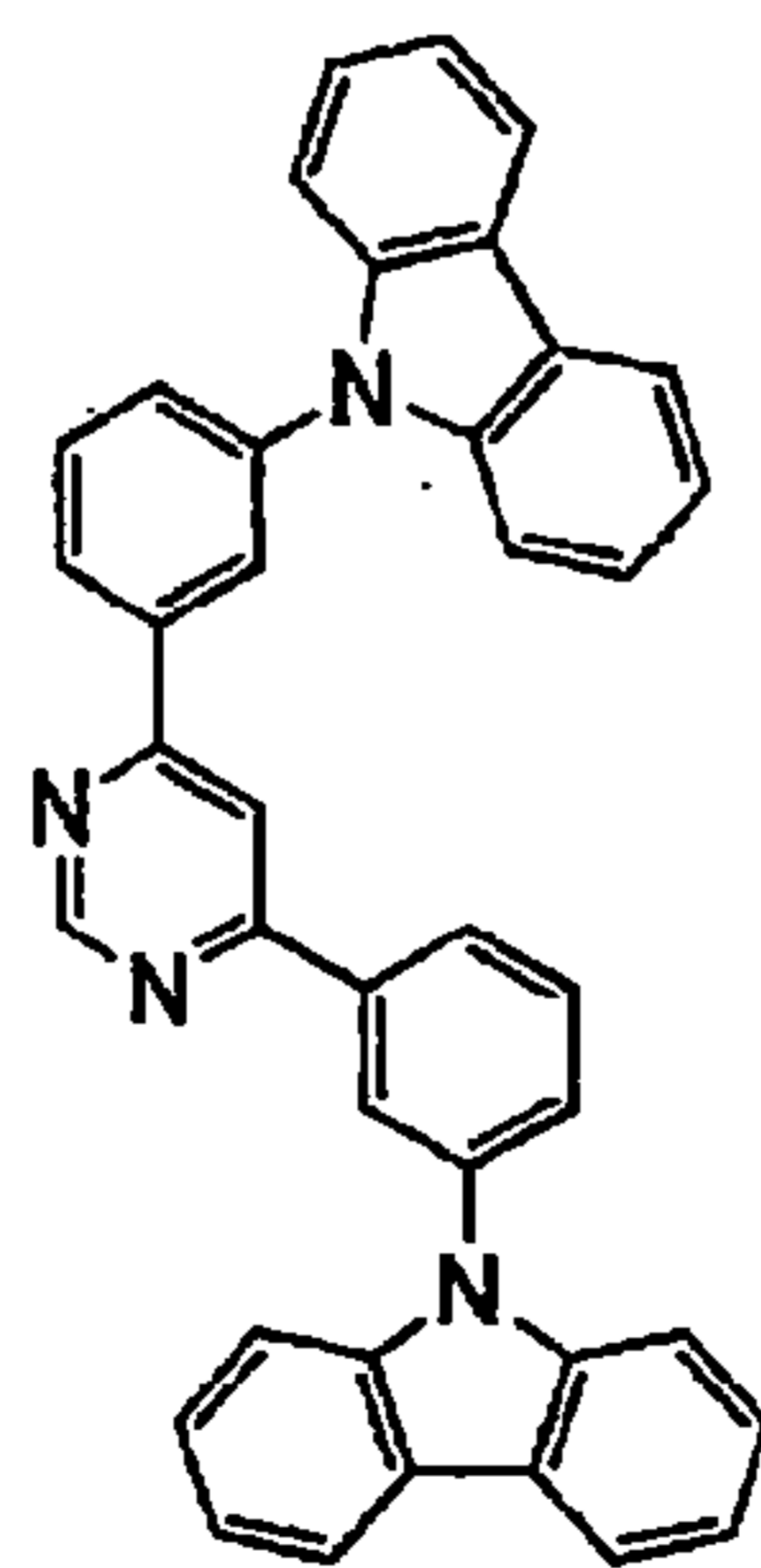
[0362] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣可以得到具有長壽命的發光元件。

#### [實施例 7]

[0363] 在本實施例中，將參照圖 7 說明本發明的一個具體實施態樣的發光元件。下面顯示出本實施例中所使用之材料的化學式。注意，省略所示之材料的化學式。

[0364]

[化學式 28]



4,6mCzP2Pm

[0365] 下面將描述本實施例的發光元件 17 的製造方法。

[0366]



(發光元件 17)

首先，以與發光元件 8 類似的方式，在玻璃基板 1100 上形成第一電極 1101、電洞注入層 1111 以及電洞傳輸層 1112。

[0367] 接著，藉由共蒸鍍 4,6-雙 [3- (9H-咔唑 -9-基) 苯基] 嘧啶 (縮寫：4,6mCzP2Pm)、PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ，而在電洞傳輸層 1112 上形成發光層 1113。在此，層疊如下兩個層：以將 4,6mCzP2Pm 對 PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.7:0.3:0.05 (=4,6mCzP2Pm:PCB BiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層與以將 4,6mCzP2Pm 對 PCB BiF 和  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的重量比調節為 0.8:0.2:0.05 (=4,6mCzP2Pm:PCB BiF: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ ) 的方式形成厚度為 20nm 的層。

[0368] 接著，以在發光層 1113 上形成厚度為 15nm 的 4,6mCzP2Pm 的膜和形成厚度為 10nm 的 BPhen 的膜之方式形成電子傳輸層 1114。

[0369] 然後，在電子傳輸層 1114 上，藉由蒸鍍而形成厚度為 1nm 之 LiF 的膜，來形成電子注入層 1115。

[0370] 最後，藉由蒸鍍而沈積鋁至厚度為 200nm 以形成用作陰極的第二電極 1103。因此，製造本實施例的發光元件 17。

[0371] 注意，在所有上面蒸鍍步驟中，蒸鍍藉由電阻加熱法予以進行。

[0372] 表 13 顯示出在此實施例中如上述所得之發光元件的元件結構。

[0373]

[表 13]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件17	ITO 110nm	DBT3P-II :MoOx (=4:2) 20nm	BPAFLP 20nm	4,6mCzP2Pm:PCBBiF: [Ir(tBuppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.7:0.3:0.05) 20nm	(=0.8:0.2:0.05) 20nm	4,6mCzP2Pm 15nm	BPhen 10nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0374] 在氮氣氛圍的手套箱中，使用玻璃基板密封發光元件 17，以不會暴露於空氣。然後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

[0375] 圖 39 顯示出本實施例中的發光元件的亮度-電流效率特性。在圖 39 中，橫軸表示亮度（ $\text{cd/m}^2$ ），而縱軸表示電流效率（ $\text{cd/A}$ ）。圖 40 顯示出電壓-亮度特性。在圖 40 中，橫軸表示電壓（V），而縱軸表示亮度（ $\text{cd/m}^2$ ）。圖 41 顯示出亮度-外部量子效率特性。在圖 41 中，橫軸表示亮度（ $\text{cd/m}^2$ ），而縱軸表示外部量子效率（%）。表 14 顯示出亮度為  $760\text{cd/m}^2$  時的發光元件 17 中的電壓（V）、電流密度（ $\text{mA/cm}^2$ ）、CIE 色度座標（ $x,y$ ）、電流效率（ $\text{cd/A}$ ）、功率效率（ $\text{lm/W}$ ）、和外部量子效率（%）。

[0376]

[表 14]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度		電流功率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
			x	y			
發光元件17	2.8	0.67	0.41	0.58	113	127	30

[0377] 如表 14 所示，亮度為  $760\text{cd/m}^2$  時的發光元件 17 的 CIE 色度座標為  $(x,y) = (0.41,0.58)$ 。已發現：自本實施例的發光元件得到源於  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$  的橙色發光。

[0378] 圖 39 至圖 41 以及表 14 顯示：發光元件 17 可以在低電壓予以驅動並具有高電流效率、高功率效率和高外部量子效率的發光元件。

[0379] 接著，進行發光元件 17 的可靠性測試。圖 42 顯示出可靠性測試的結果。在圖 42 中，縱軸表示以初始亮度為 100% 時的標準化亮度 (%)，而橫軸表示元件的驅動時間 (h)。在該可靠性測試中，本實施例的發光元件在室溫及下述條件下予以驅動：將初始亮度設定為  $5000\text{cd/m}^2$ ，且電流密度固定。圖 42 顯示，發光元件 17 愛 80 小時後保持 90% 的初始亮度。

[0380] 如上所述，已發現：依據本發明的一個具體實施態樣，可以得到展現高發光效率的發光元件。亦已發現：依據本發明的一個具體實施態樣可以得到具有長壽命的發光元件。

[0381]

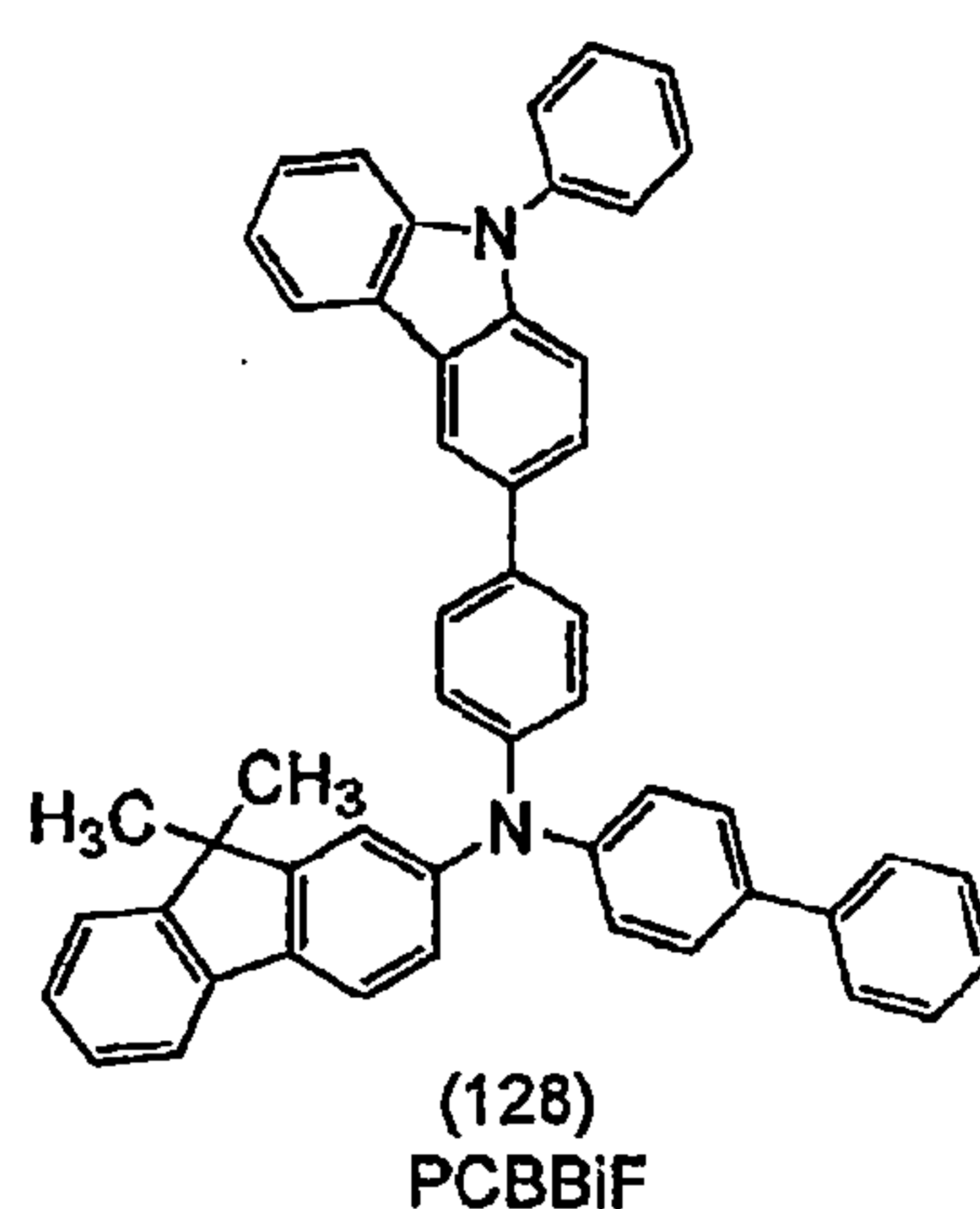
(參考例 1)



對在實施例 1、實施例 2 及實施例 4 中使用且由下述結構式 (128) 表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺 (縮寫: PCBBiF) 的合成方法進行說明。

[0382]

[化學式 29]



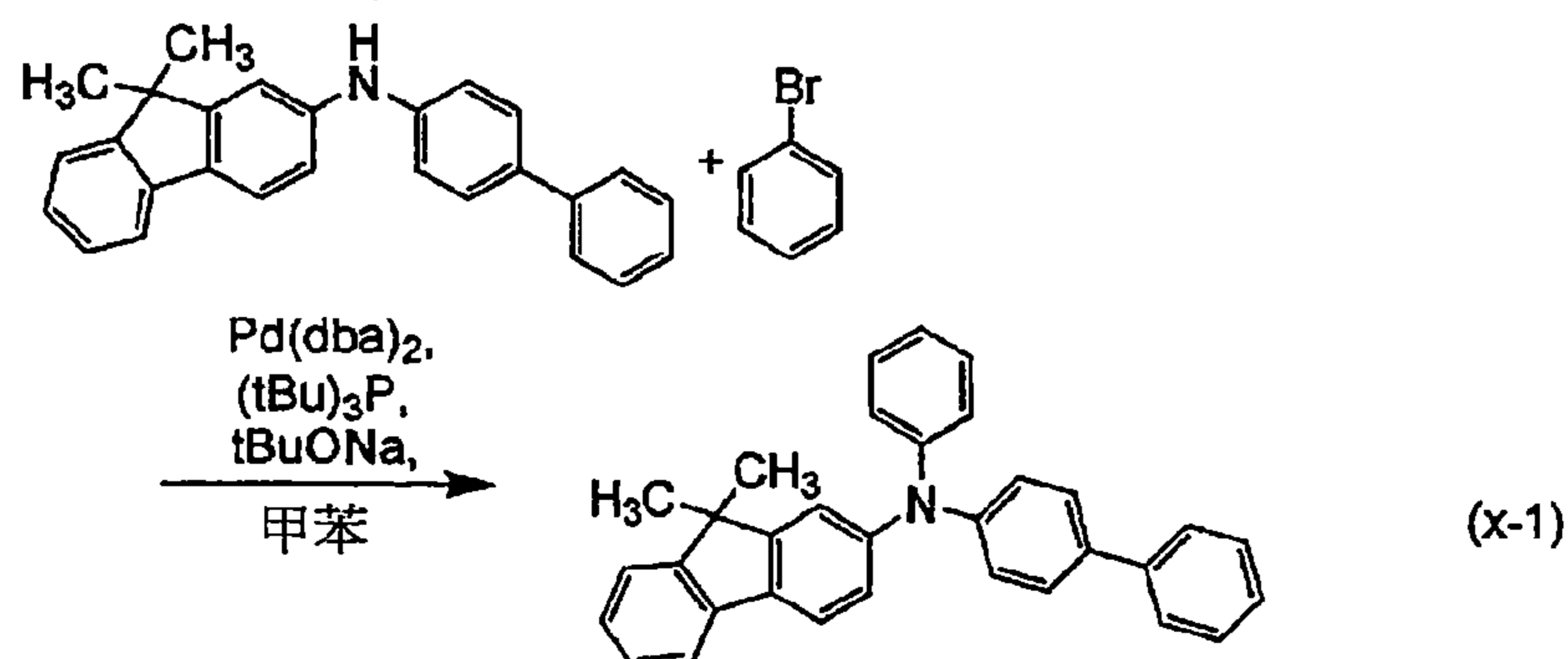
[0383]

<步驟 1: N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-苯基-9H-芴-2-胺的合成>

由 (x-1) 示出步驟 1 的合成方案。

[0384]

[化學式 30]



[0385] 將 45g (0.13mol) 的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-

9,9-二甲基-9H-蒾-2-胺、36g (0.38mol) 的三級丁醇鈉、21g (0.13mol) 的溴苯、500mL 的甲苯放入 1L 三頸燒瓶中。在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對該燒瓶進行氮氣置換。然後，添加 0.8g (1.4mmol) 的雙(二亞苺基丙酮)鈮(0)、12mL (5.9mmol) 的三(三級丁基)磷(10wt.%的己烷溶液)。

[0386] 在氮氣流下且在 90°C 的溫度下攪拌該混合物 2 小時。然後，在將該混合物冷卻到室溫之後，藉由抽濾分離固體。濃縮所得到的濾液，來得到 200mL 左右的褐色液體。在混合該褐色液體和甲苯之後，使用矽藻土(日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855。以下所示的矽藻土也是相同的，所以省略重複記載)、礬土、矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135。以下所示的矽酸鎂也是相同的，所以省略重複記載)對所得到的溶液進行純化。濃縮所得到的濾液，來得到淡黃色液體。使用己烷使該淡黃色液體再結晶，以 95% 的產率得到 52g 的目的物的淡黃色粉末。

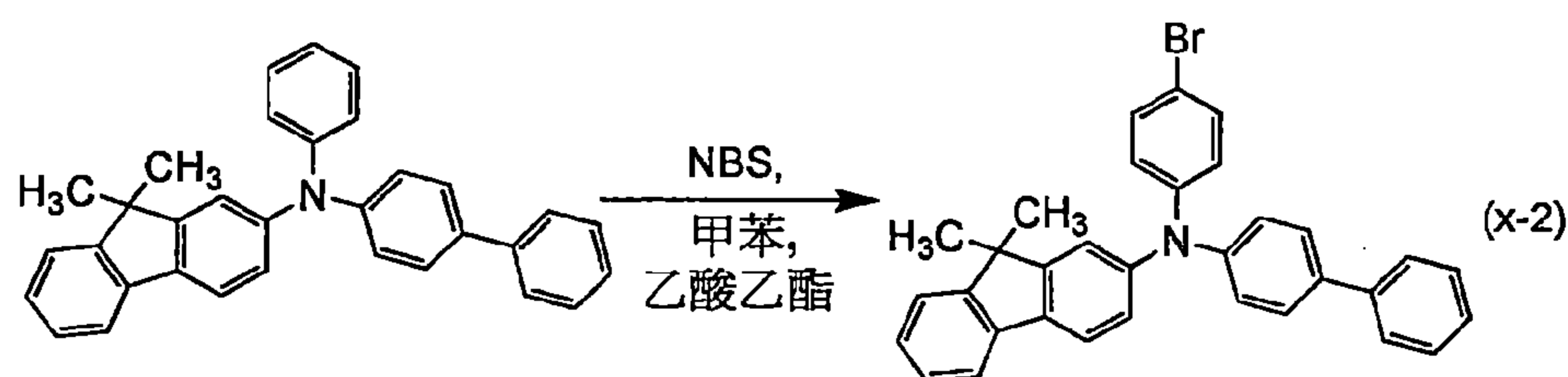
[0387]

<步驟 2：N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-(4-溴苯基)-9,9-二甲基-9H-蒾-2-胺的合成>

由(x-2)示出步驟 2 的合成方案。

[0388]

[化學式 31]



[0389] 將 45g (0.10mol) 的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-苯基-9H-芴-2-胺放入 1L 的 Mayer 燒瓶中，添加 225mL 的甲苯進行加熱同時進行攪拌和溶解。在將該溶液自然冷卻到室溫之後，添加 225mL 的乙酸乙酯，添加 18g (0.10mol) 的 N-溴丁二醯亞胺 (縮寫：NBS)，在室溫下攪拌混合物 2.5 小時。在攪拌結束之後，使用飽和碳酸氫鈉水溶液對該混合物進行洗滌三次，使用飽和食鹽水對該混合物進行洗滌一次。對所得到的有機層添加硫酸鎂，將混合物放置 2 小時以進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所得到的濾液，而得到黃色液體。混合該黃色液體和甲苯，使用矽藻土、礬土、矽酸鎂對該溶液進行純化。濃縮所得到的溶液，來得到淡黃色固體。使用甲苯/乙醇使該淡黃色固體再結晶，以 89% 的產率得到 47g 的目的物的白色粉末。

[0390]

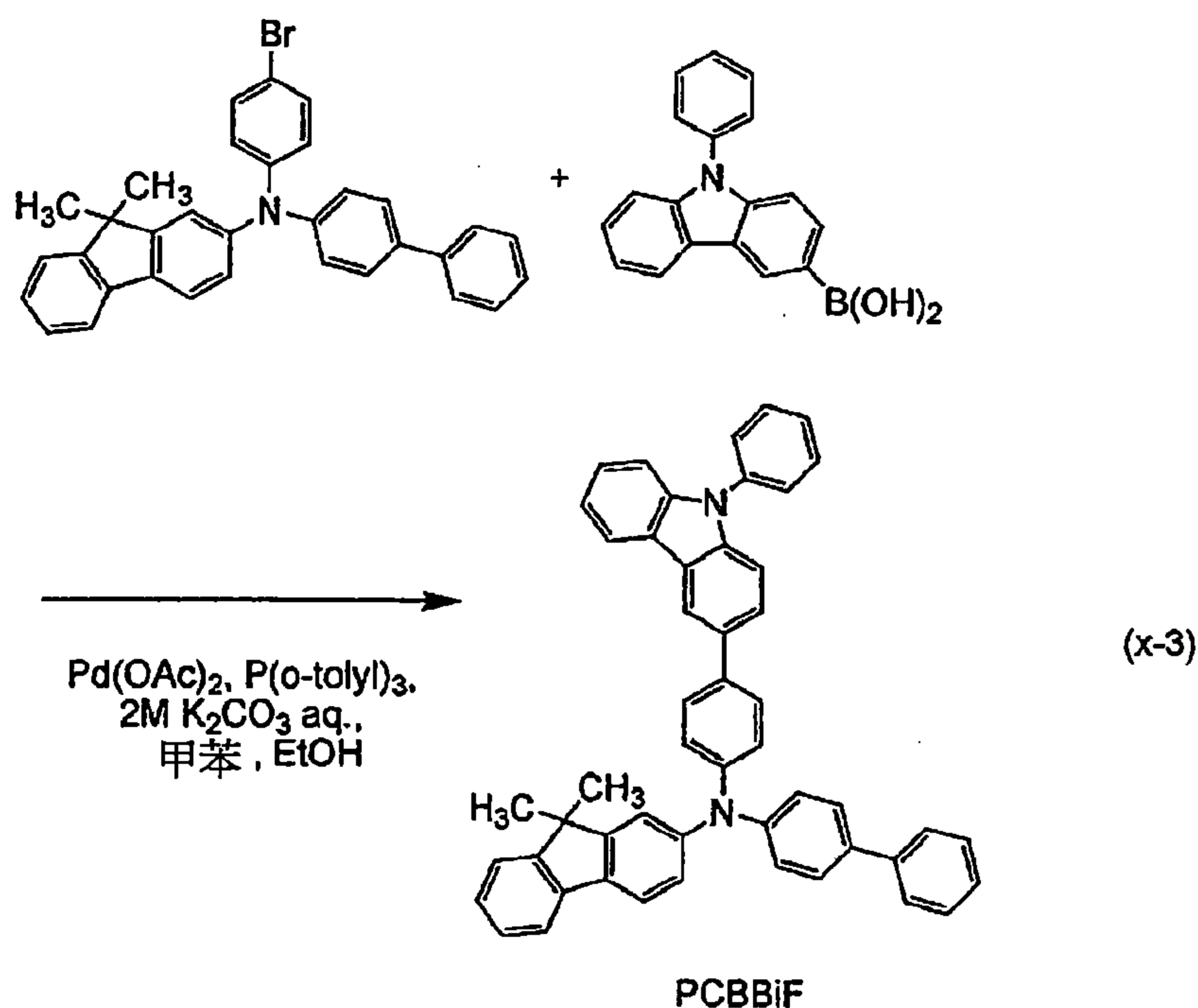
&lt;步驟 3：PCBBiF 的合成&gt;

由 (x-3) 示出步驟 3 的合成方案。

[0391]



## [化學式 32]



[0392] 將 41g (80mmol) 的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-(4-溴苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺以及 25g (88mmol) 的 9-苯基-9H-吡啶-3-酮放入 1L 三頸燒瓶中，添加 240mL 的甲苯、80mL 的乙醇、120mL 的碳酸鉀水溶液 (2.0mol/L)，在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對該燒瓶進行氮氣置換。另外，添加 27mg (0.12mmol) 的醋酸鈣 (II)、154mg (0.5mmol) 的三(鄰甲苯基)膦，再次在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對該燒瓶進行氮氣置換。在氮氣流下且在 110°C 的溫度下攪拌該混合物 1.5 小時。

[0393] 然後，在攪拌該混合物的同時將其自然冷卻到室溫，然後使用甲苯萃取該混合物的水層兩次。在組合所得到的萃取液和有機層之後，使用水對其進行洗滌兩

次，使用飽和食鹽水對其進行洗滌兩次。對該溶液添加硫酸鎂，將混合物放置以進行乾燥。對該混合物進行重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所得到的濾液，而得到褐色溶液。在混合該褐色溶液和甲苯之後，使用矽藻土、礬土、矽酸鎂對所得到的溶液進行純化。濃縮所得到的濾液，來得到淡黃色固體。使用乙酸乙酯/乙醇使該淡黃色固體再結晶，以 88% 的產率得到 46g 的目的物的淡黃色粉末。

[0394] 藉由分段式梯度昇華方法對所獲得的 38g 淡黃色粉末進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.7Pa 且氬氣流速為 15mL/min 的條件下，在 345°C 的溫度下加熱淡黃色粉末。在進行昇華純化之後，以 83% 的產率得到 31g 的目的物的淡黃色固體。

[0395] 藉由核磁共振 (NMR) 光譜確認到該化合物為合成的目的物，即 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺 (縮寫: PCBBiF)。

[0396] 以下示出所得到的淡黃色固體的  $^1\text{H}$  NMR 資料：

$^1\text{H}$  NMR (CDCl<sub>3</sub>, 500MHz) :  $\delta$  = 1.45 (s, 6H)、7.18 (d, J=8.0Hz, 1H)、7.27-7.32 (m, 8H)、7.40-7.50 (m, 7H)、7.52-7.53 (m, 2H)、7.59-7.68 (m, 12H)、8.19 (d, J=8.0Hz, 1H)、8.36 (d, J=1.1Hz, 1H)。

[0397] 圖 21A 和圖 21B 示出  $^1\text{H}$  NMR 圖。注意，圖 21B 是放大圖 21A 中的 6.00ppm 至 10.0ppm 的範圍而得到

的圖。

[0398] 此外，圖 22A 示出在 PCBBiF 的甲苯溶液中 PCBBiF 的吸收光譜，圖 22B 示出其發射光譜。此外，圖 23A 示出 PCBBiF 的薄膜的吸收光譜，圖 23B 示出其發射光譜。使用紫外光-可見分光光度計（由日本分光株式會社製造，V550 型）來進行測量。以將溶液放在石英皿中，並將薄膜蒸鍍在石英基板上方式製造樣本。藉由從溶液及石英的吸收光譜減去甲苯和石英的吸收光譜，獲得該溶液的吸收光譜。藉由從石英基板及薄膜的吸收光譜減去石英基板的吸收光譜，獲得該薄膜的吸收光譜。在圖 22A 和圖 22B 以及圖 23A 和圖 23B 中，橫軸表示波長（nm），而縱軸表示強度（任意單位）。在甲苯溶液的情況下，在 350nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 401nm 及 420nm（激發波長為 360nm）。在測量薄膜的情況下，在 356nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 415nm 及 436nm（激發波長為 370nm）。

[0399]

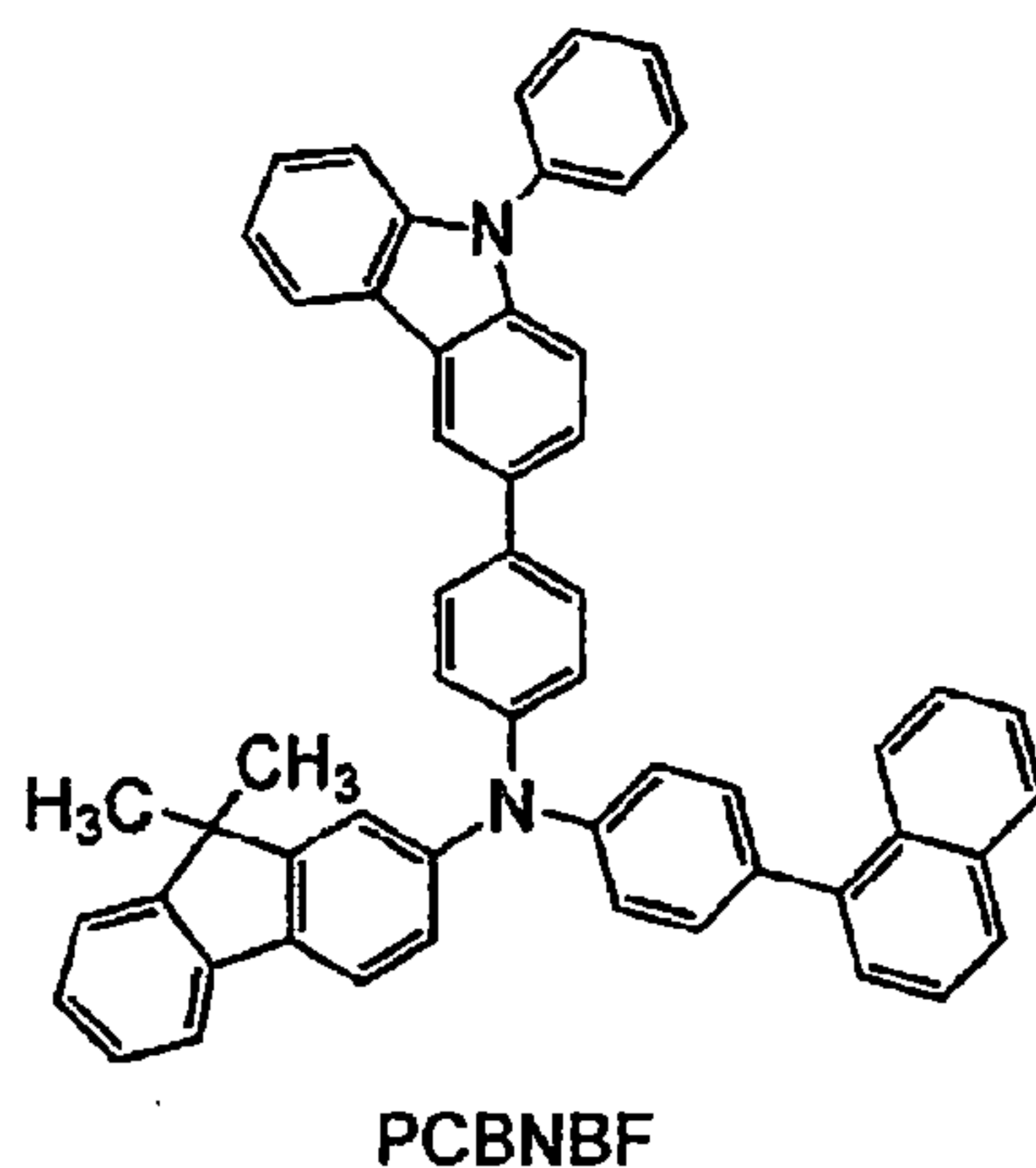
（參考例 2）

對在實施例 1 中所使用的 9,9-二甲基-N-[4-（1-萘基）苯基]-N-[4-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）苯基]-9H-第-2-胺（縮寫：PCBNBF）的合成方法進行說明。

[0400]



[化學式 33]



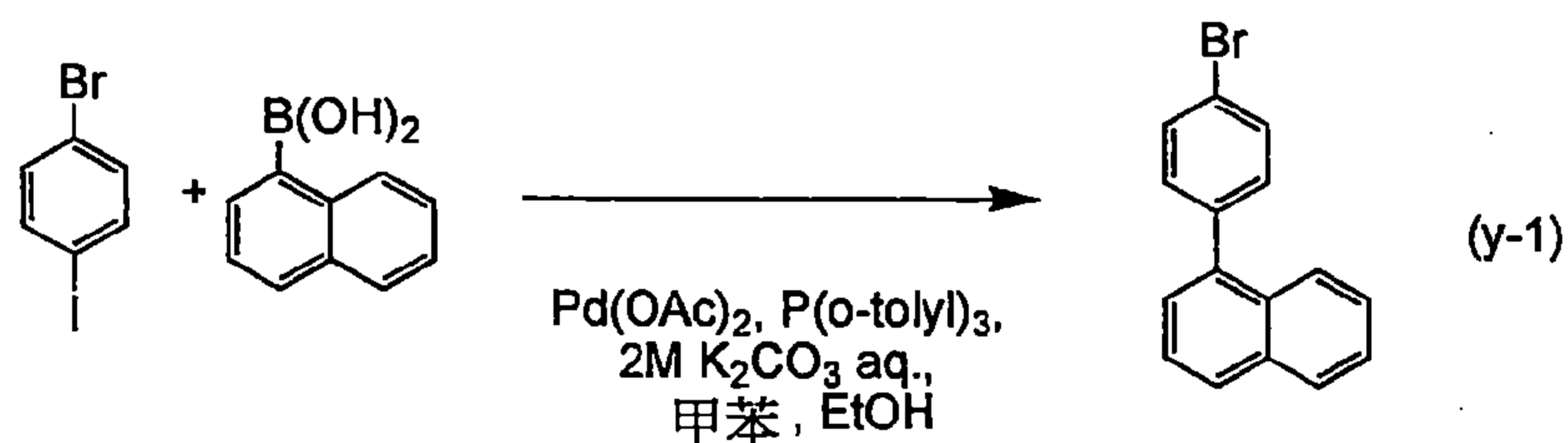
[0401]

&lt;步驟 1：1-（4-溴苯基）萘的合成&gt;

由（y-1）示出步驟 1 的合成方案。

[0402]

[化學式 34]



[0403] 將 47g (0.28mol) 的 1-萘硼酸及 82g (0.29mol) 的 4-溴碘苯放入 3L 三頸燒瓶中，然後添加 750mL 的甲苯及 250mL 的乙醇。在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對該燒瓶進行氮氣置換。然後，對該溶液添加 415mL (2.0mol/L) 的碳酸鉀水溶液，再次在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對該燒瓶進行氮氣置換。另外，添加 4.2g (14mmol) 的三（鄰甲苯基）膦及 0.7g (2.8mmol) 的醋酸鈮（II）。在氮氣流下且在 90℃ 的溫度下攪拌該混

合物 1 小時。

[0404] 在攪拌之後，將該混合物自然冷卻到室溫，利用甲苯萃取該混合物的水層三次。組合所得到的萃取液和有機層，使用水進行洗滌兩次，使用飽和食鹽水進行洗滌兩次。然後，添加硫酸鎂，並將混合物放置 18 小時以進行乾燥。對該混合物進行重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所得到的濾液來得到橙色液體。

[0405] 對該橙色液體添加 500mL 的己烷，然後藉由矽藻土及矽酸鎂對所得到的溶液進行純化。濃縮所得到的濾液來得到無色液體。對該無色液體添加己烷，混合物置於 -10°C 的溫度下，藉由過濾分離出所沈澱的雜質。濃縮所得到的濾液來得到無色液體。利用減壓蒸餾對該無色液體進行純化，利用矽膠管柱層析法（展開溶劑：己烷）進行純化，由此以 72% 的產率得到 56g 的目的物的無色液體。

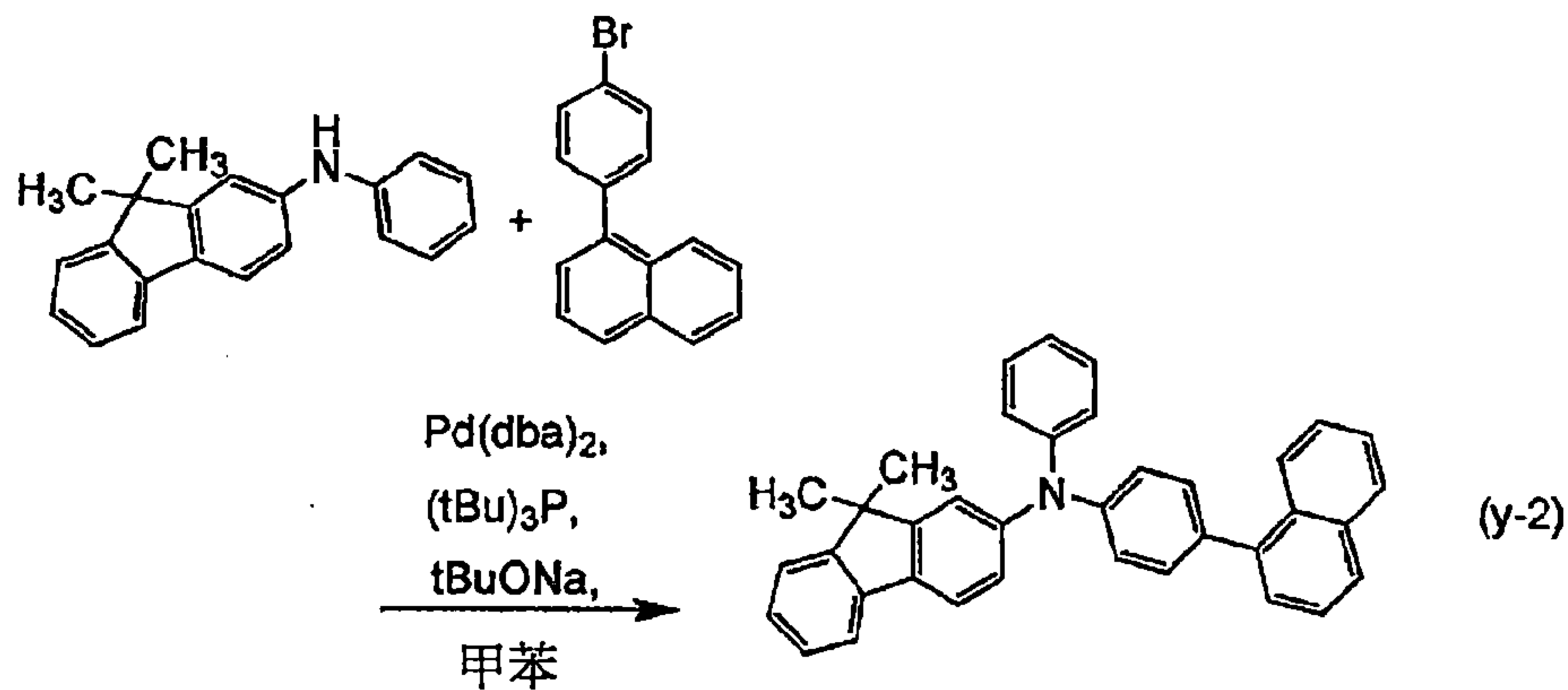
[0406]

<步驟 2：9,9-二甲基-N-(4-萘基)苯基-N-苯基-9H-芴-2-胺的合成>

由 (y-2) 示出步驟 1-2 的合成方案。

[0407]

[化學式 35]



[0408] 將 40g (0.14mol) 的 9,9-二甲基-N-苯基-9H-芴-2-胺、40g (0.42mol) 的三級丁醇鈉以及 2.8g (1.4mmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)放入 1L 三頸燒瓶中，然後添加 560mL 的 44g 1-(4-溴苯基)萘 (0.15mol) 的甲苯溶液。在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對燒瓶進行氮氣置換。然後，添加 14mL (7.0mmol) 的三(三級丁基)膦(10wt% 己烷溶液)，在氮氣流下且在 110°C 的溫度下攪拌該混合物 2 小時。

[0409] 然後，將該混合物冷卻到室溫，利用抽濾分離固體。濃縮所得到的濾液來得到濃褐色液體。在混合該濃褐色液體和甲苯之後，藉由矽藻土、礬土及矽酸鎂對所得到的溶液進行純化。濃縮所得到的濾液來得到淡黃色液體。使用乙腈使該淡黃色液體再結晶，以 78% 的產率得到 53g 的目的物的淡黃色粉末。

[0410]

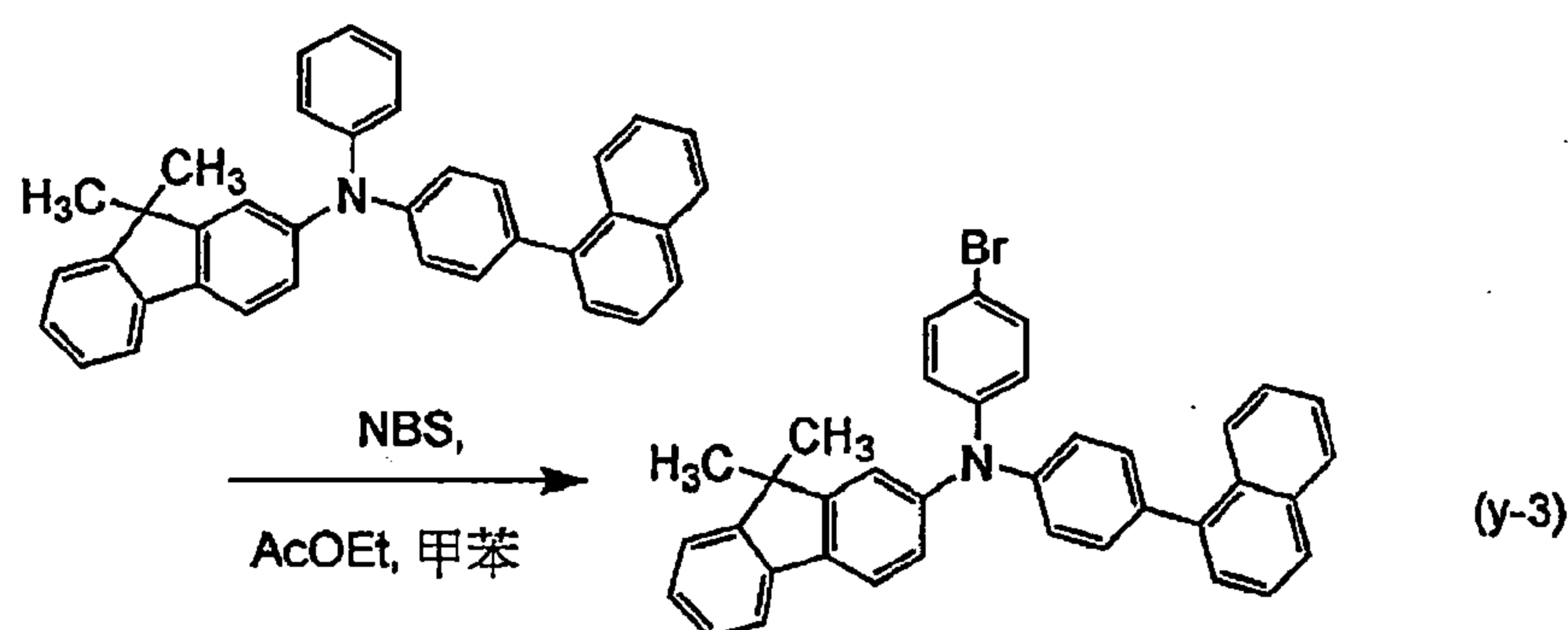
<步驟 3：N-(4-溴苯基)-9,9-二甲基-N-[4-(1-萘基)苯基]-9H-芴-2-胺的合成>



由 (y-3) 示出步驟 3 的合成方案。

[0411]

[化學式 36]



[0412] 將 59g (0.12mol) 的 9,9-二甲基-N-(4-萘基) 苯基-N-苯基-9H-芴-2-胺及 300mL 的甲苯放入 2LMayer 燒瓶中，在加熱的同時攪拌該混合物。在將所得到的溶液自然冷卻到室溫之後，添加 300mL 的乙酸乙酯，然後添加 21g (0.12mol) 的 N-溴琥珀醯亞胺 (縮寫：NBS)，在室溫下攪拌混合物 2.5 小時左右。對該混合物添加 400mL 的飽和碳酸氫鈉水溶液並在室溫下攪拌該混合物。對該混合物的有機層使用飽和碳酸氫鈉水溶液進行洗滌兩次，使用飽和食鹽水進行洗滌兩次。然後，添加硫酸鎂並將混合物放置 2 小時以進行乾燥。對該混合物進行重力過濾去除硫酸鎂，然後濃縮所得到的濾液來得到黃色液體。將該液體溶解於甲苯中，然後藉由矽藻土、礬土及矽酸鎂進行純化，得到淡黃色固體。使用甲苯/乙腈將所得到的淡黃色固體再沉澱，以 85% 的產率得到 56g 的目的物的白色粉末。

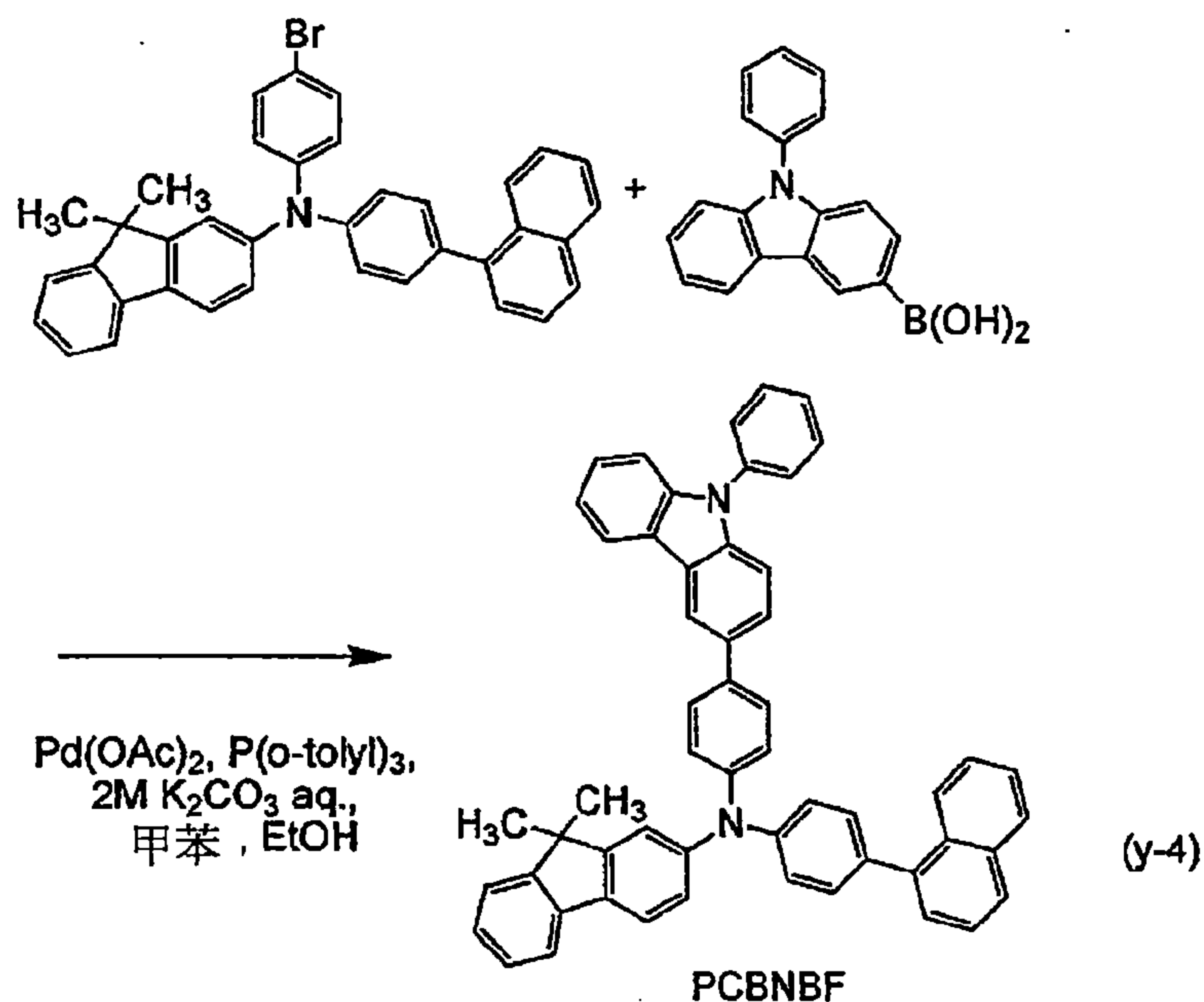
[0413]

<步驟 4：PCBNBF 的合成>

由 (y-4) 示出步驟 4 的合成方案。

[0414]

[化學式 37]



[0415] 將 51g (90mmol) 的 N-(4-溴苯基)-9,9-二甲基-N-[4-(1-萘基)苯基]-9H-芴-2-胺、28g (95mmol) 的 9-苯基-9H-呋啶-3-羧酸、0.4mg (1.8mmol) 的醋酸鈣 (II)、1.4g (4.5mmol) 的三(鄰甲苯基)膦、300mL 的甲苯、100mL 的乙醇以及 135mL (2.0mol/L) 的碳酸鉀水溶液放入 1L 三頸燒瓶中。在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，在脫氣之後，對燒瓶進行氮氣置換。在氮氣流下且在 90°C 的溫度下攪拌該混合物 1.5 小時。在攪拌之後，將該混合物冷卻到室溫，利用抽濾收集固體。從所得到的水層與有機層的混合物萃取有機層，濃縮該有機層來得到褐色固體。使用甲苯/乙酸乙酯/乙醇使該褐色固體再結晶來得到目的物的白色粉末。然後，將在攪拌之後所收集的固體與藉由再結晶得到的白色粉末溶解於甲苯，

藉由矽藻土、礬土、矽酸鎂進行純化。濃縮所得到的溶液，利用甲苯/乙醇進行再結晶，以 82% 的產率得到 54g 的目的物的白色粉末。

[0416] 利用分段式昇華方法對所得到的 51g 白色粉末進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.7Pa 且氬氣流速為 15mL/min 的條件下，在 360°C 的溫度下加熱白色粉末。在進行昇華純化之後，以 38% 的收集率得到 19g 的目的物的淡黃色固體。

[0417] 藉由核磁共振 (NMR) 光譜，確認到上述化合物是合成的目的物，即 9,9-二甲基-N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺 (縮寫：PCBNBF)。

[0418] 以下示出所得到的物質的  $^1\text{H}$  NMR 資料。

$^1\text{H}$  NMR (CDCl<sub>3</sub>, 500MHz) :  $\delta$ =1.50 (s, 6H), 7.21 (dd, J=8.0Hz, 1.6Hz, 1H), 7.26-7.38 (m, 8H), 7.41-7.44 (m, 5H), 7.46-7.55 (m, 6H), 7.59-7.69 (m, 9H), 7.85 (d, J=8.0Hz, 1H), 7.91 (dd, J=7.5Hz, 1.7Hz, 1H), 8.07-8.09 (m, 1H), 8.19 (d, J=8.0Hz, 1H), 8.37 (d, J=1.7Hz, 1H)。

[0419]

(參考例 3)

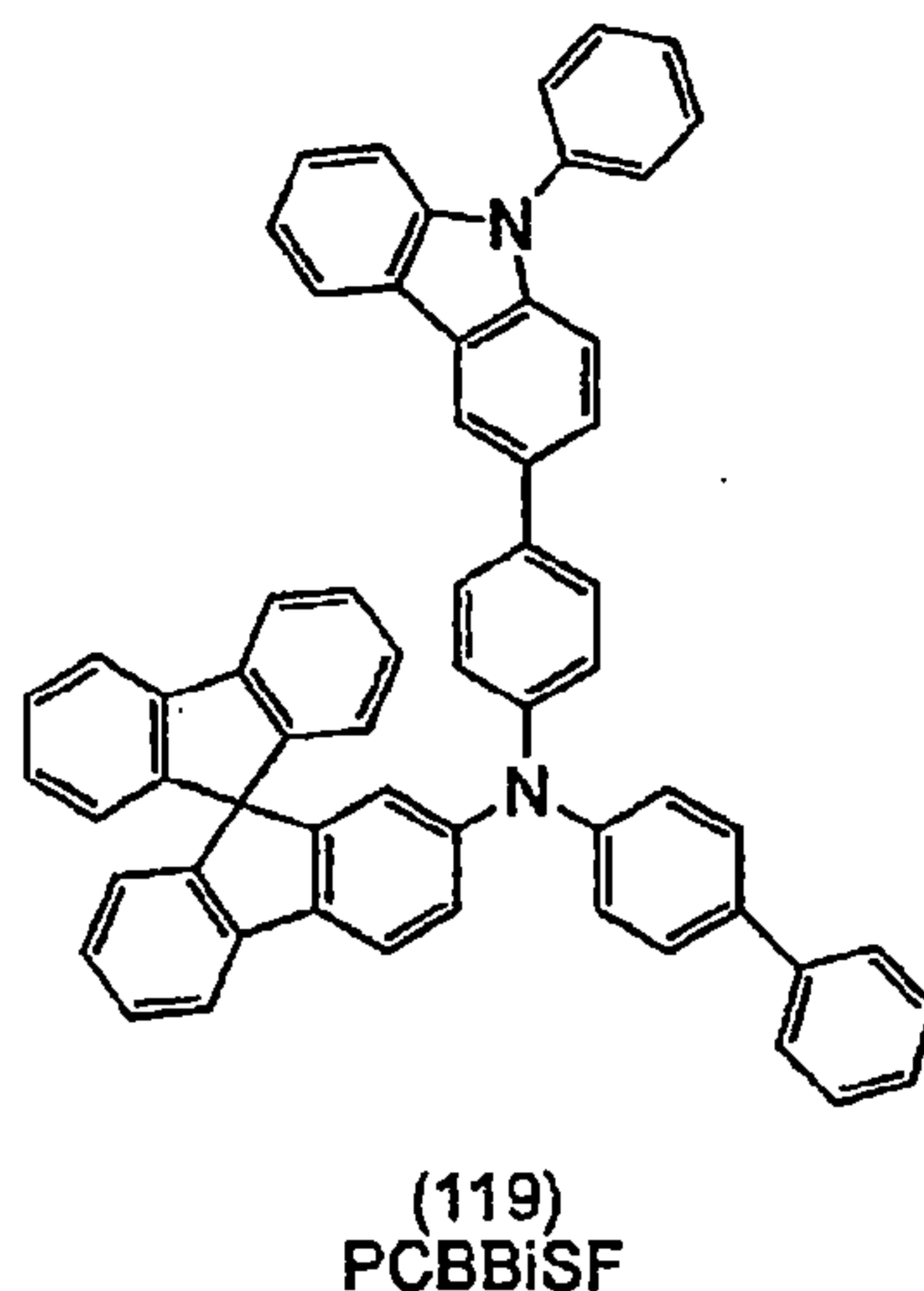
對在實施例 3 中所使用且由下述結構式 (119) 表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺 (縮寫：PCBBiSF) 的合成方



法進行說明。

[0420]

[化學式 38]



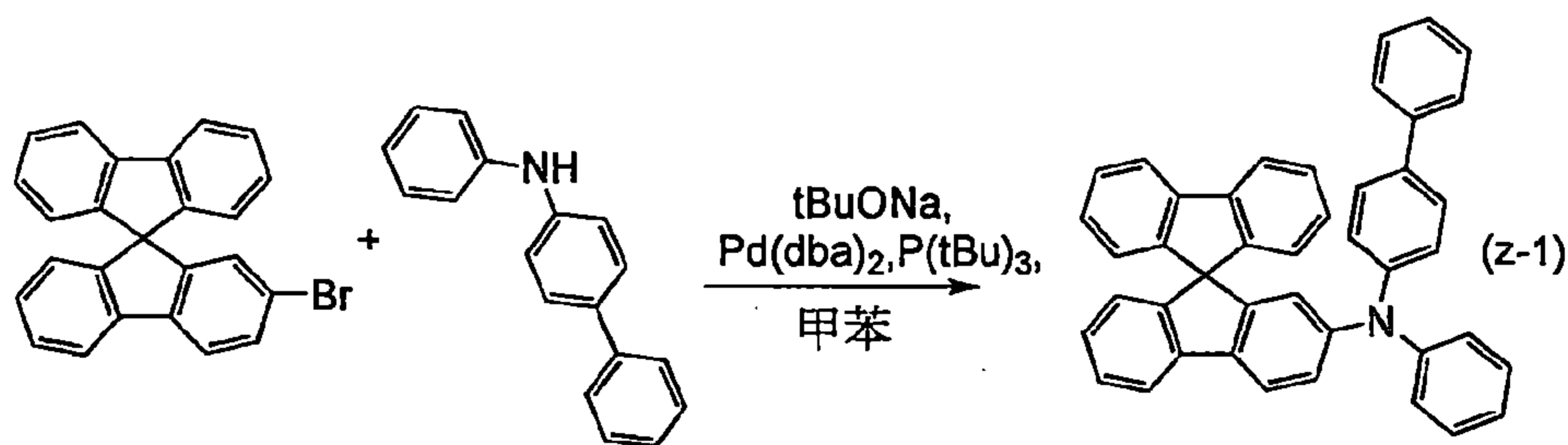
[0421]

<步驟 1：N-（1,1'-聯苯-4-基）-N-苯基-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺的合成>

由（z-1）示出步驟 1 的合成方案。

[0422]

[化學式 39]



[0423] 將 4.8g (12mmol) 的 2-溴-9,9'-螺二[9H-芴]、3.0g (12mmol) 的 4-苯基-二苯基胺以及 3.5g (37mmol) 的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中，對該燒瓶進行氬氣置換。對該混合物添加 60mL 的脫水甲苯和 0.2mL 的三（三級丁基）膦（10%己烷溶液），在進行減壓的同時攪

拌該混合物，以進行脫氣。對該混合物添加 70mg (0.12mmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)，並在氮氣流下且在 110°C 的溫度下加熱和攪拌混合物 8 小時。在攪拌之後，對該混合物添加水，使用甲苯萃取水層，組合萃取液和有機層，並且使用飽和食鹽水對其進行洗滌。使用硫酸鎂對有機層進行乾燥。藉由重力過濾分離該混合物，濃縮濾液來得到固體。

[0424] 利用矽膠管柱層析法對該固體進行純化。在管柱層析法中，使用甲苯：己烷=1：5，然後使用甲苯：己烷=1：3 作為展開劑，濃縮所得到的餾分得到固體。使用甲苯/乙酸乙酯使所得到的固體再結晶，以 83% 的產率得到 5.7g 的白色固體。

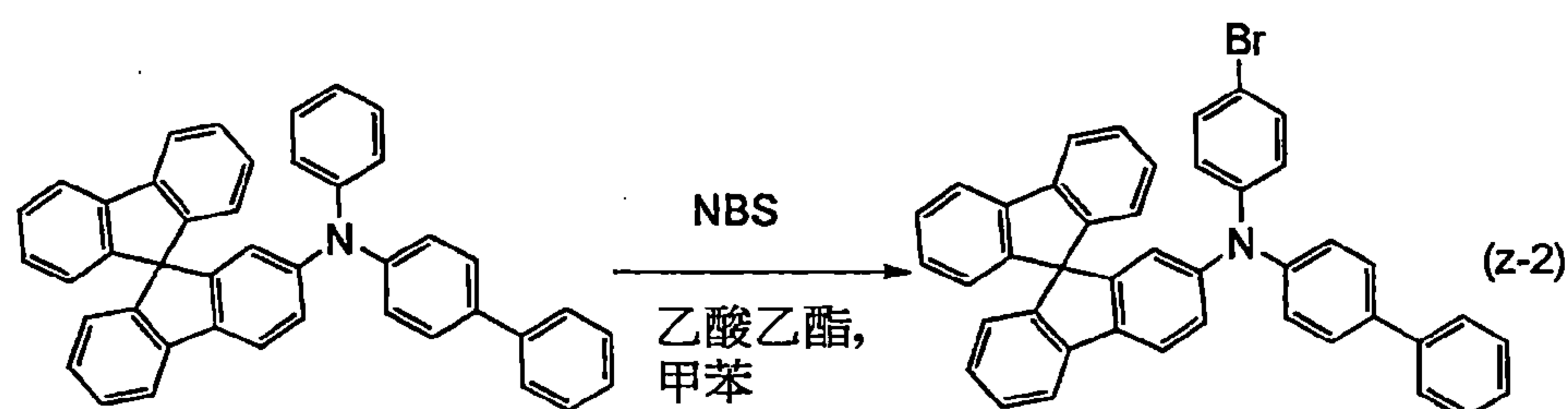
[0425]

<步驟 2：N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-(4-溴苯基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺的合成>

由 (z-2) 示出步驟 2 的合成方案。

[0426]

[化學式 40]



[0427] 將 3.0g (5.4mmol) 的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-苯基-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺、20mL 的甲苯以及 40mL 的乙酸乙酯放入 100mL 三頸燒瓶中。對該溶液添加 0.93g

(5.2mmol) 的 N-溴丁二醯亞胺 (縮寫: NBS), 並攪拌混合物 25 小時。在攪拌之後, 在使用水、飽和碳酸氫鈉水溶液對該混合物進行洗滌之後, 使用硫酸鎂對有機層進行乾燥。藉由重力過濾分離該混合物, 濃縮濾液來得到固體。利用矽膠管柱層析法對該固體進行純化。在管柱層析法中, 使用己烷, 然後使用甲苯: 己烷=1:5 作為展開劑, 濃縮所得到的餾分得到固體。使用乙酸乙酯/己烷使所得到的固體再結晶, 以 83% 的產率得到 2.8g 的白色固體。

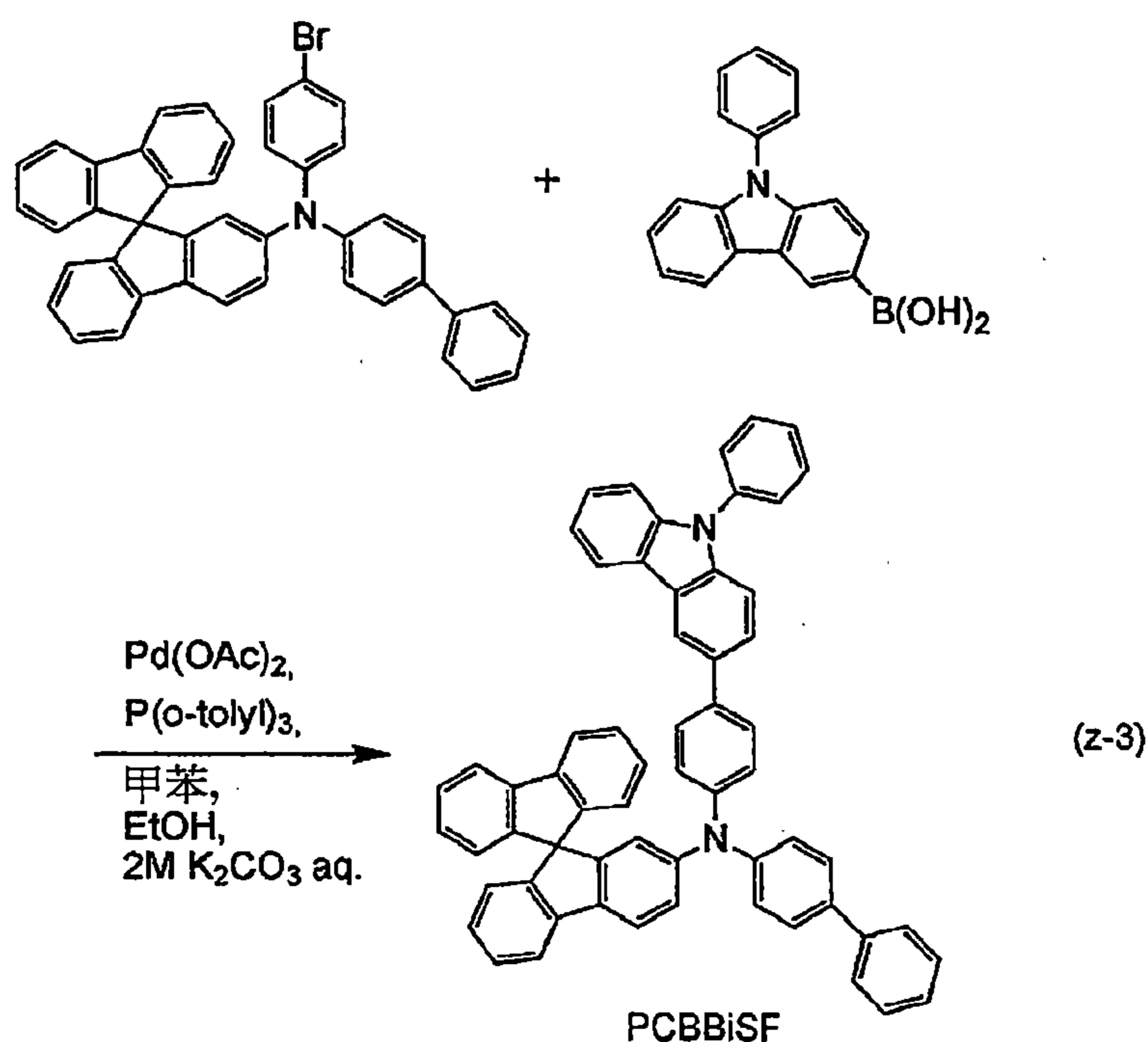
[0428]

<步驟 3: PCBBiSF 的合成>

由 (z-3) 示出步驟 3 的合成方案。

[0429]

[化學式 41]



[0430] 將 2.4g (3.8mmol) 的 N-(1,1'-聯苯-4-基) -



N- ( 4- 溴 苯 基 ) -9,9'- 螺 二 [9H- 萸 ]-2- 胺 、 1.3g ( 4.5mmol ) 的 9- 苯 基 咪 唑 -3- 酮 酸 、 57mg ( 0.19mmol ) 的 三 ( 鄰 甲 苯 基 ) 膦 以 及 1.2g ( 9.0mmol ) 的 碳 酸 鉀 放 入 200mL 三 頸 燒 瓶 中 。 對 該 混 合 物 添 加 5mL 的 水 、 14mL 的 甲 苯 、 7mL 的 乙 醇 ， 在 減 壓 下 攪 拌 該 混 合 物 ， 以 進 行 脫 氣 。 對 該 混 合 物 添 加 8mg ( 0.038mmol ) 的 醋 酸 鈮 ， 在 氬 氣 流 下 且 在 90℃ 的 溫 度 下 攪 拌 混 合 物 7.5 小 時 。 在 攪 拌 之 後 ， 使 用 甲 苯 萃 取 所 得 到 的 混 合 物 。 組 合 所 得 到 的 萃 取 溶 液 和 有 機 層 且 使 用 飽 和 食 鹽 水 對 其 進 行 洗 滌 ， 然 後 使 用 硫 酸 鎂 進 行 乾 燥 。 藉 由 重 力 過 濾 分 離 該 混 合 物 ， 濃 縮 濾 液 來 得 到 固 體 。 利 用 矽 膠 管 柱 層 析 法 對 該 固 體 進 行 純 化 。 在 管 柱 層 析 法 中 ， 使 用 甲 苯 : 己 烷 =1 : 2 ， 然 後 使 用 甲 苯 : 己 烷 =2 : 3 作 為 展 開 劑 ， 濃 縮 所 得 到 的 餾 分 得 到 固 體 。 使 用 乙 酸 乙 酯 / 己 烷 使 所 得 到 的 固 體 再 結 晶 ， 以 94% 的 產 率 得 到 2.8g 的 目 的 物 的 白 色 固 體 。

[0431] 藉 由 分 段 式 昇 華 方 法 ， 對 所 獲 得 的 2.8g 的 固 體 進 行 昇 華 純 化 。 該 昇 華 純 化 係 在 壓 力 為 2.9Pa 且 氬 氣 流 速 為 5mL/min 和 在 336℃ 的 溫 度 下 加 熱 而 予 以 進 行 。 在 昇 華 純 化 之 後 ， 以 35% 的 收 集 率 得 到 0.99g 的 目 的 物 的 淡 黃 色 固 體 。

[0432] 藉 由 核 磁 共 振 ( NMR ) 光 譜 確 認 到 該 化 合 物 為 合 成 的 目 的 物 ， 即 N- ( 1,1'- 聯 苯 -4- 基 ) -N-[4- ( 9- 苯 基 -9H- 咪 唑 -3- 基 ) 苯 基 ]-9,9'- 螺 二 [9H- 萸 ]-2- 胺 ( 縮 寫 : PCBBiSF ) 。

[0433] 以下示出所得淡黃色固體的  $^1\text{H}$  NMR 資料。

$^1\text{H}$  NMR (  $\text{CDCl}_3, 500\text{MHz}$  ) :  $\delta$  =6.67-6.69 ( m, 2H ) 、 6.84 ( d,  $J_1=7.5\text{Hz}$ , 2H ) 、 7.04-7.11 ( m, 5H ) 、 7.13-7.17 ( m, 3H ) 、 7.28-7.45 ( m, 12H ) 、 7.46-7.53 ( m, 5H ) 、 7.57-7.64 ( m, 5H ) 、 7.74-7.77 ( m, 4H ) 、 8.17 ( d,  $J_1=7.5\text{Hz}$ , 1H ) 、 8.27 ( d,  $J_1=1.5\text{Hz}$ , 1H ) 。

[0434] 圖 24A 和圖 24B 示出  $^1\text{H}$  NMR 圖。注意，圖 24B 是放大圖 24A 中的 6.50ppm 至 8.50ppm 的範圍而得到的圖。

[0435] 另外，圖 25A 示出 PCBBiSF 的甲苯溶液的吸收光譜，而圖 25B 示出其發射光譜。此外，圖 26A 示出 PCBBiSF 的薄膜的吸收光譜，而圖 26B 示出其發射光譜。吸收光譜係以與參考例 1 之相同方式予以得到。在圖 25A 和圖 25B 以及圖 26A 和圖 26B 中，橫軸表示波長 ( nm ) ，而縱軸表示強度 ( 任意單位 ) 。在甲苯溶液的情況下，在 352nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 403nm ( 激發波長為 351nm ) 。在薄膜的情況下，在 357nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 424nm ( 激發波長為 378nm ) 。

[0436] 本案係建基於 2012 年 8 月 3 日向日本專利局申請之日本專利申請案案號：2012-172944 和 2013 年 3 月 7 日向日本專利局申請之日本專利申請案案號：2013-045127，其整個內容藉由引用而被併入。

## 【符號說明】

[0437]

- 201：第一電極
- 203：EL層
- 203a：第一EL層
- 203b：第二EL層
- 205：第二電極
- 207：中間層
- 213：發光層
- 221：第一種有機化合物
- 222：第二種有機化合物
- 223：磷光性化合物
- 301：電洞注入層
- 302：電洞傳輸層
- 303：發光層
- 304：電子傳輸層
- 305：電子注入層
- 306：電子注入緩衝層
- 307：電子繼電層
- 308：電荷產生區域
- 401：支撐基板
- 403：發光元件
- 405：密封基板



- 407 : 密封材料
- 409a : 第一端子
- 409b : 第二端子
- 411a : 光提取結構
- 411b : 光提取結構
- 413 : 平坦化層
- 415 : 空間
- 417 : 輔助佈線
- 419 : 絕緣層
- 421 : 第一電極
- 423 : EL 層
- 425 : 第二電極
- 501 : 支撐基板
- 503 : 發光元件
- 505 : 密封基板
- 507 : 密封材料
- 509 : FPC
- 511 : 絕緣層
- 513 : 絕緣層
- 515 : 空間
- 517 : 佈線
- 519 : 分隔間
- 521 : 第一電極
- 523 : EL 層

- 525 : 第二電極
- 531 : 黑矩陣
- 533 : 濾色片
- 535 : 保護層
- 541a : 電晶體
- 541b : 電晶體
- 542 : 電晶體
- 543 : 電晶體
- 551 : 發光部
- 552 : 驅動電路部
- 553 : 驅動電路部
- 1100 : 玻璃基板
- 1101 : 第一電極
- 1103 : 第二電極
- 1111 : 電洞注入層
- 1112 : 電洞傳輸層
- 1113 : 發光層
- 1114 : 電子傳輸層
- 1115 : 電子注入層
- 7100 : 電視機
- 7101 : 外殼
- 7102 : 顯示部
- 7103 : 支架
- 7111 : 遙控器

- 7200 : 電腦
- 7201 : 主體
- 7202 : 外殼
- 7203 : 顯示部
- 7204 : 鍵盤
- 7205 : 外部連接埠
- 7206 : 指向裝置
- 7300 : 可攜式遊戲機
- 7301a : 外殼
- 7301b : 外殼
- 7302 : 連接部
- 7303a : 顯示部
- 7303b : 顯示部
- 7304 : 揚聲器部
- 7305 : 記錄介質插入部
- 7306 : 操作鍵
- 7307 : 連接端子
- 7308 : 感測器
- 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
- 7500 : 平板終端
- 7501a : 外殼
- 7501b : 外殼
- 7502a : 顯示部
- 7502b : 顯示部
- 7503 : 軸部
- 7504 : 電源開關
- 7505 : 操作鍵
- 7506 : 揚聲器
- 7601 : 照明部
- 7602 : 燈罩
- 7603 : 可調支架
- 7604 : 支柱
- 7605 : 底座
- 7606 : 電源開關
- 7701 : 照明裝置
- 7702 : 照明裝置
- 7703 : 檯燈

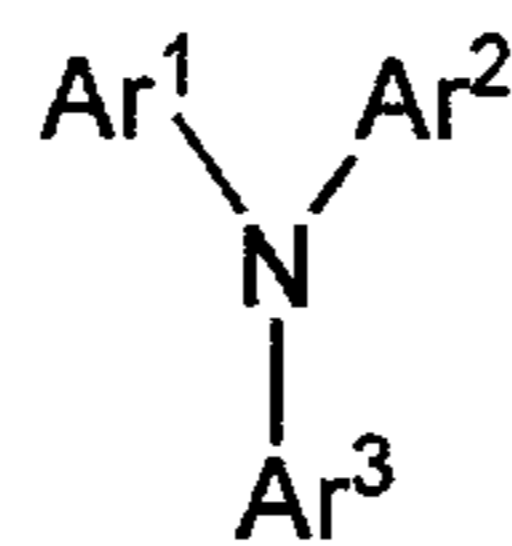
## 申請專利範圍

1. 一種發光裝置，具備：

陽極、陰極、與含有形成激態錯合物之 2 種有機化合物的發光層；

該發光層位於該陽極與該陰極之間，

且在該陽極與該發光層之間，具有含有由通式 (G0) 所表示之化合物之層，



(G0)

通式 (G0) 中  $\text{Ar}^1$  及  $\text{Ar}^2$  各自獨立表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基， $\text{Ar}^3$  表示含有咪唑骨架的取代基。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中含有由該通式 (G0) 所表示之化合物的層係與該發光層接觸。

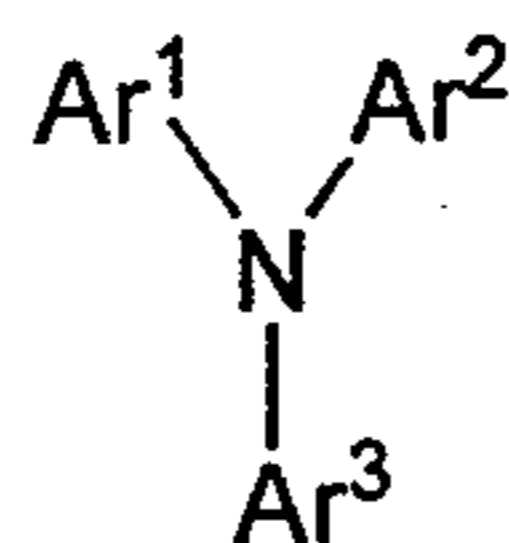
3. 一種發光裝置，具備：

陽極、陰極、含有形成激態錯合物之 2 種有機化合物的發光層、與含有受體性物質之區域；

該發光層位於該陽極與該陰極之間；

該含有受體性物質之區域位於該陽極與該發光層之間；

在該發光層與含有受體性物質的區域之間，含有由通式 (G0) 所表示之化合物，



(G0)

通式 (G0) 中  $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基， $Ar^3$  表示含有咪唑骨架的取代基。

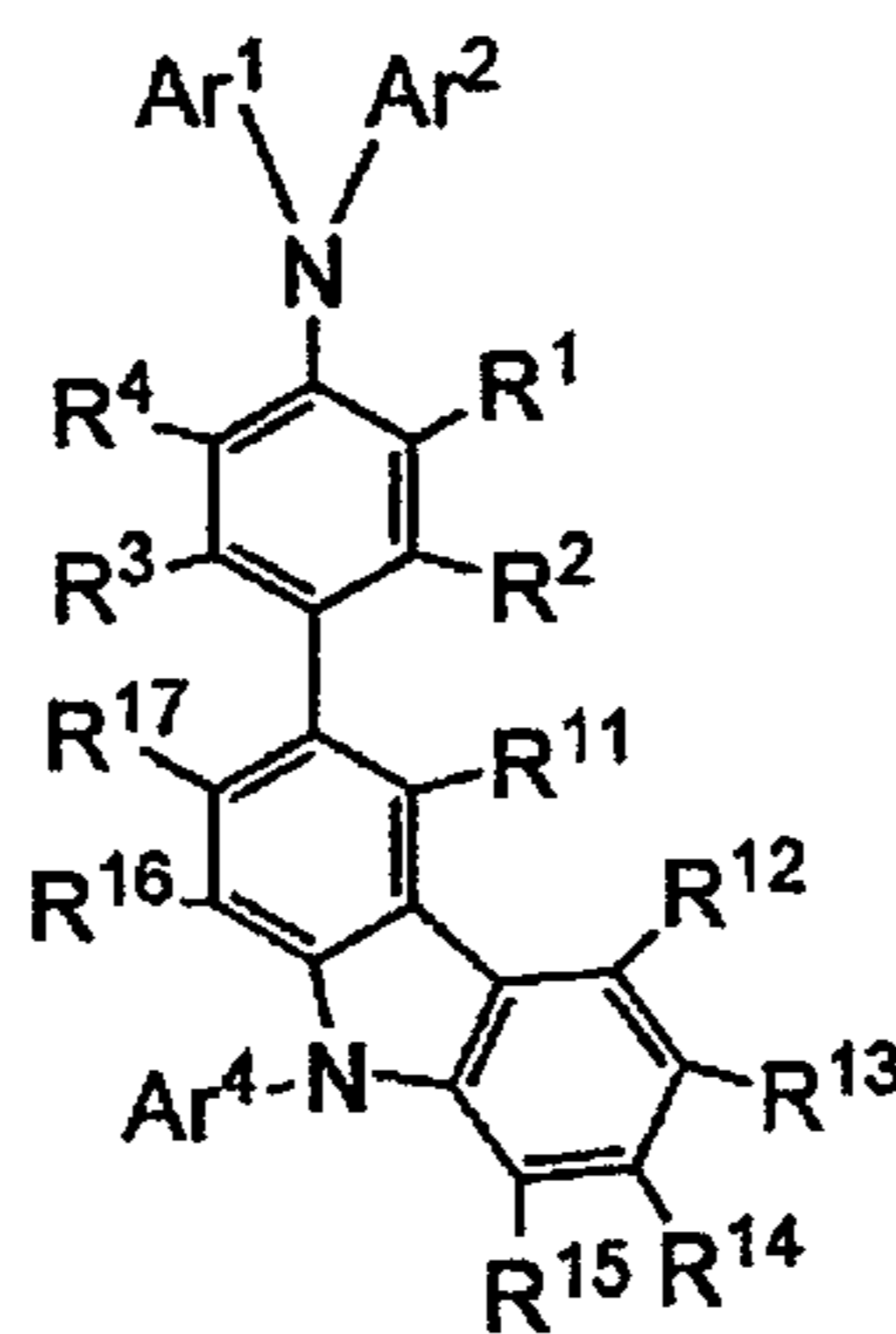
4. 一種發光裝置，具備：

陽極、陰極、含有 3 種化合物的發光層、與含有受體性物質之區域；

該發光層位於該陽極與該陰極之間；

該含有受體性物質之區域位於該陽極與該發光層之間；

在該發光層與含有受體性物質的區域之間，含有由通式 (G2) 所表示之化合物，



(G2)

通式 (G2) 中  $Ar^1$  及  $Ar^2$  各自獨立表示經取代或未經取代的苄基、經取代或未經取代的螺苄基、或者經取代或未經取代的聯苯基， $Ar^1$  與  $Ar^2$  相異， $R^1$  至  $R^4$  和  $R^{11}$  至  $R^{17}$  各自獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經



取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、或者未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基；Ar<sup>4</sup> 表示碳原子數為 1 至 10 的烷基、未經取代的苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的苯基、未經取代的聯苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯苯基、或者未經取代的聯三苯基或具有至少一個碳原子數為 1 至 10 之烷基作為取代基的聯三苯基。

5. 根據申請專利範圍第 3 或 4 項之發光裝置，

其中該含有受體性物質之區域係含有高電洞傳輸性之物質與受體性物質之區域。

6. 根據申請專利範圍第 5 項之發光裝置，

其中該受體性物質，以相對於該高電洞傳輸性之物質為質量比 0.1 以上 4.0 以下的比率被含有於該含有受體性物質之區域。

7. 根據申請專利範圍第 5 項之發光裝置，

其中該高電洞傳輸性之物質係含有  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上的電洞遷移率之有機化合物。

8. 根據申請專利範圍第 3 或 4 項之發光裝置，

其中該含有受體性物質之區域係含有高電洞傳輸性之物質的層與含有受體性物質的層所層疊之區域。

9. 根據申請專利範圍第 8 項之發光裝置，

其中該受體性物質，以相對於該高電洞傳輸性之物質

為質量比 0.1 以上 4.0 以下的比率被含有於該含有受體性物質之區域。

10.根據申請專利範圍第 8 項之發光裝置，  
其中該高電洞傳輸性之物質係含有  $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上的電洞遷移率之有機化合物。

11.根據申請專利範圍第 3 或 4 項之發光裝置，  
其中該含有受體性物質之區域係與該陽極接觸。

12.根據申請專利範圍第 1 或 3 項之發光裝置，  
其中由該通式 (G0) 所表示之化合物的分子量為 500 以上 2000 以下。

13.根據申請專利範圍第 4 項之發光裝置，  
其中由該通式 (G2) 所表示之化合物的分子量為 500 以上 2000 以下。



圖式

圖 1A

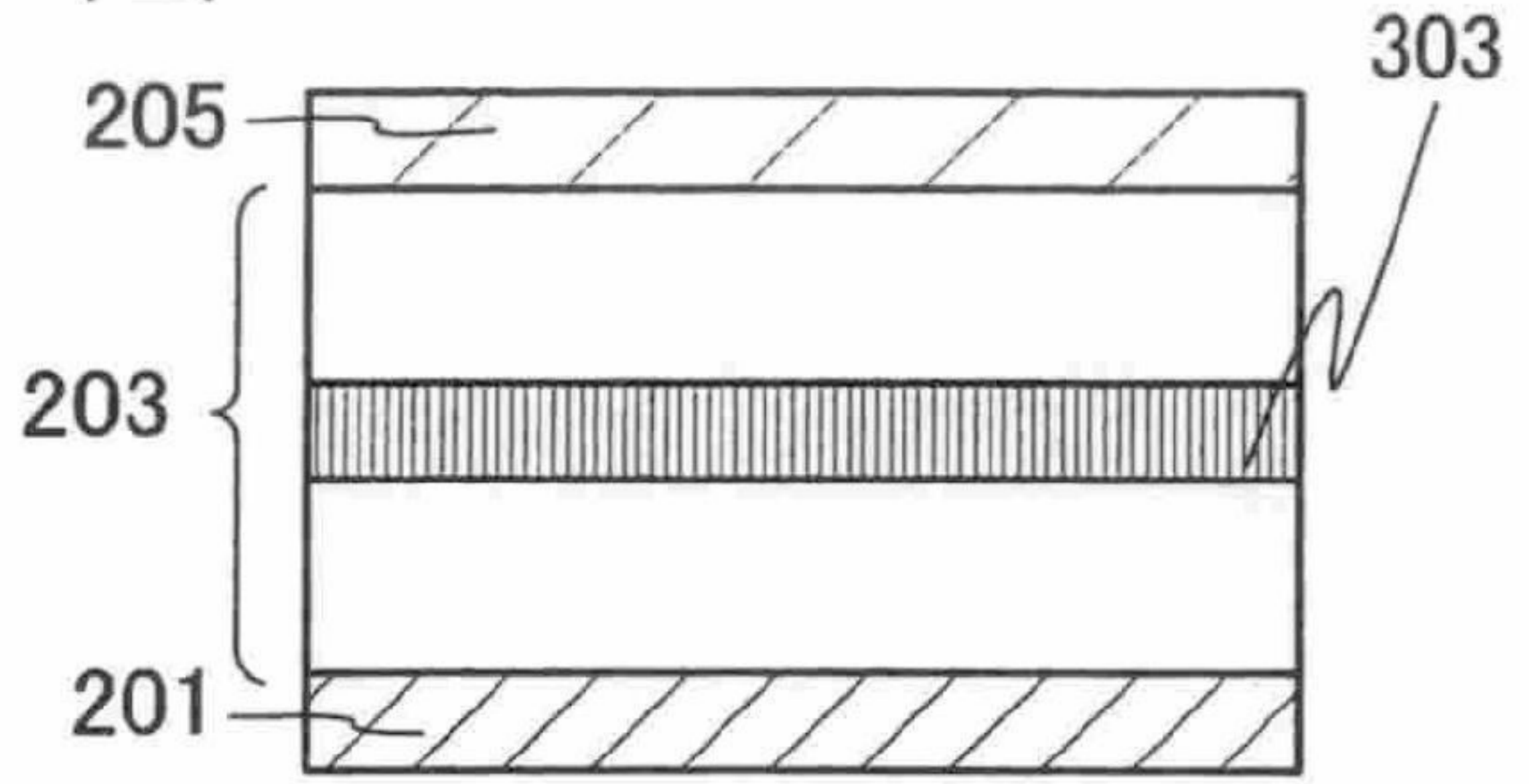


圖 1B

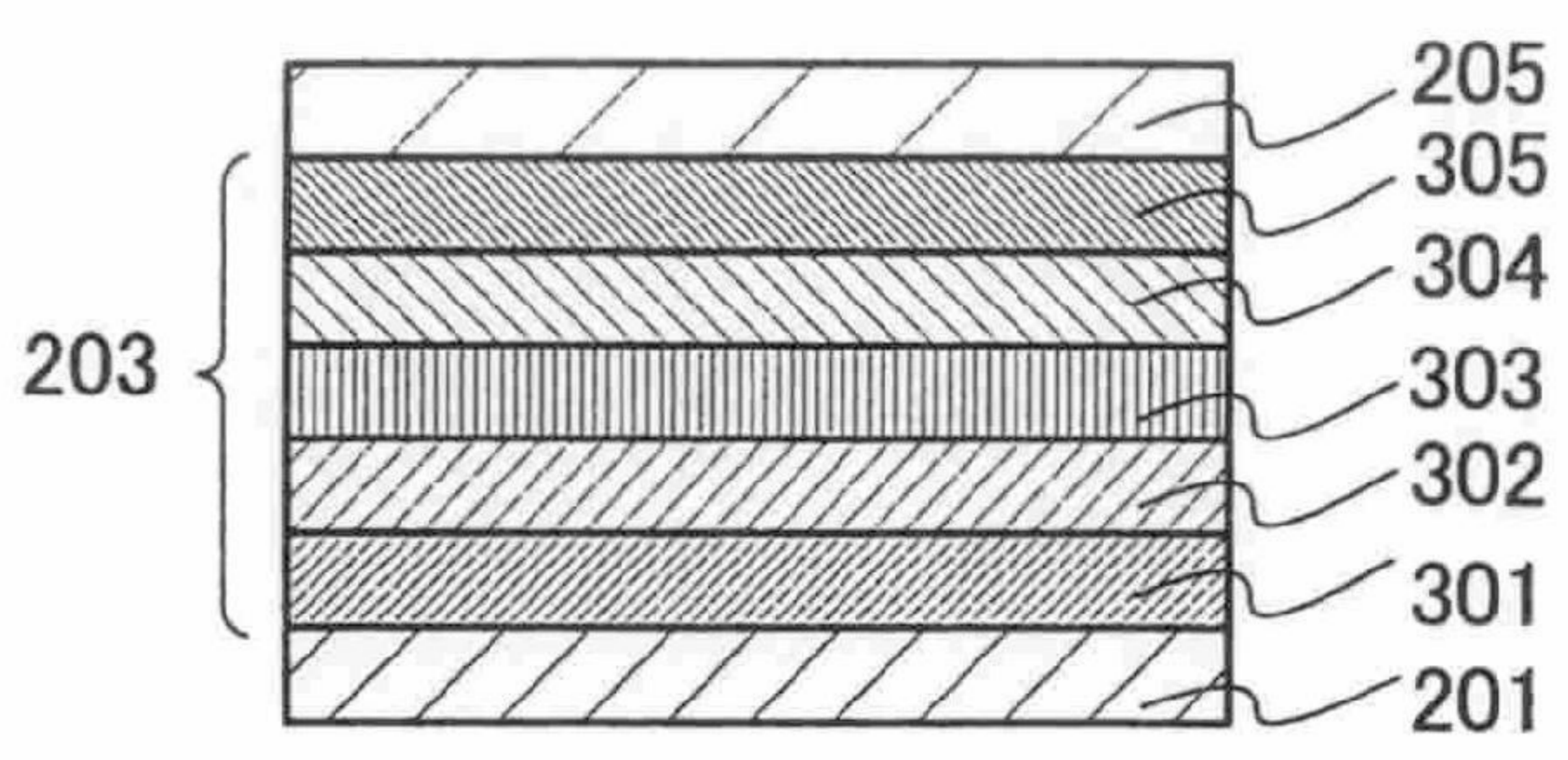


圖 1C

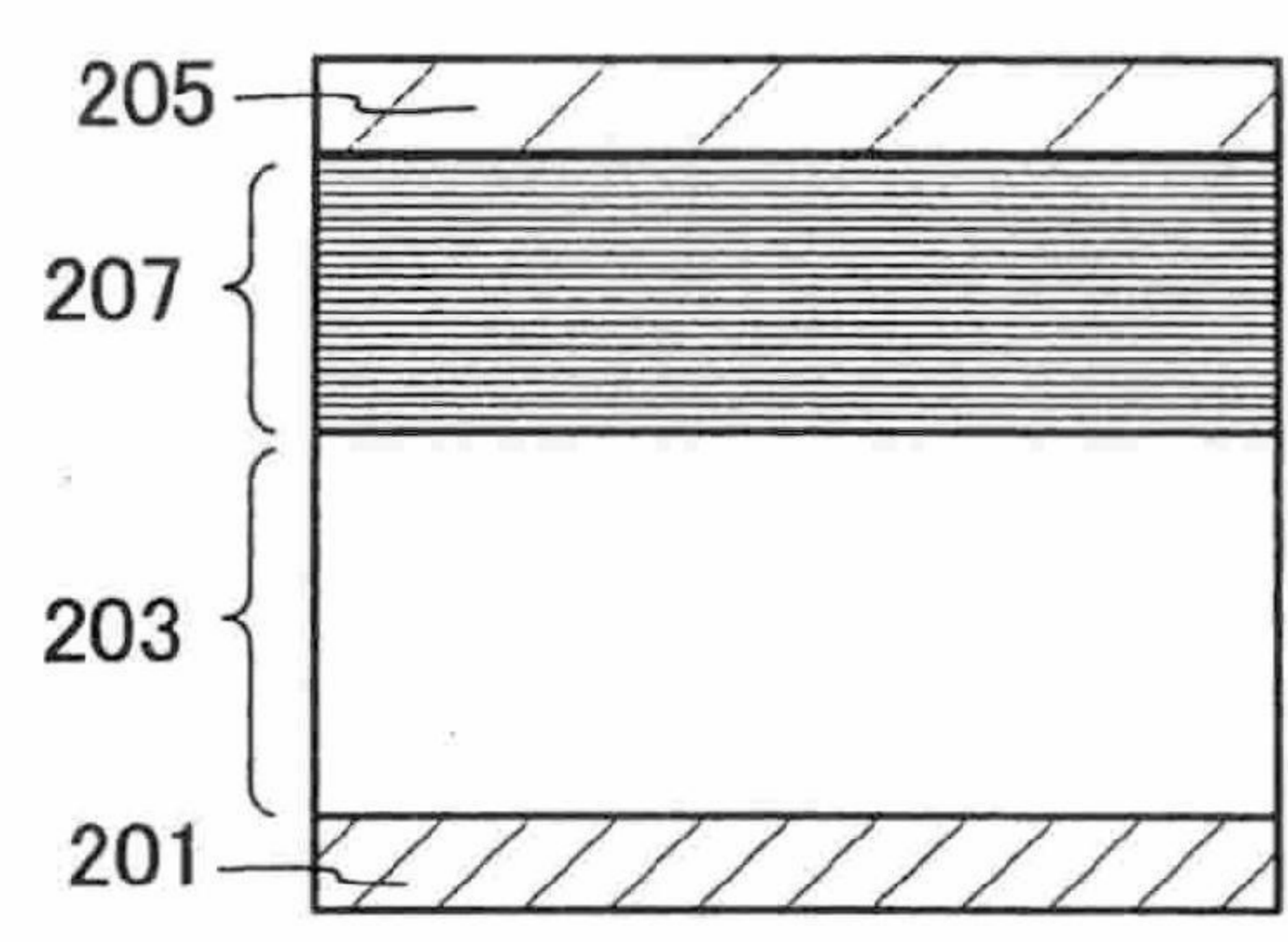


圖 1D

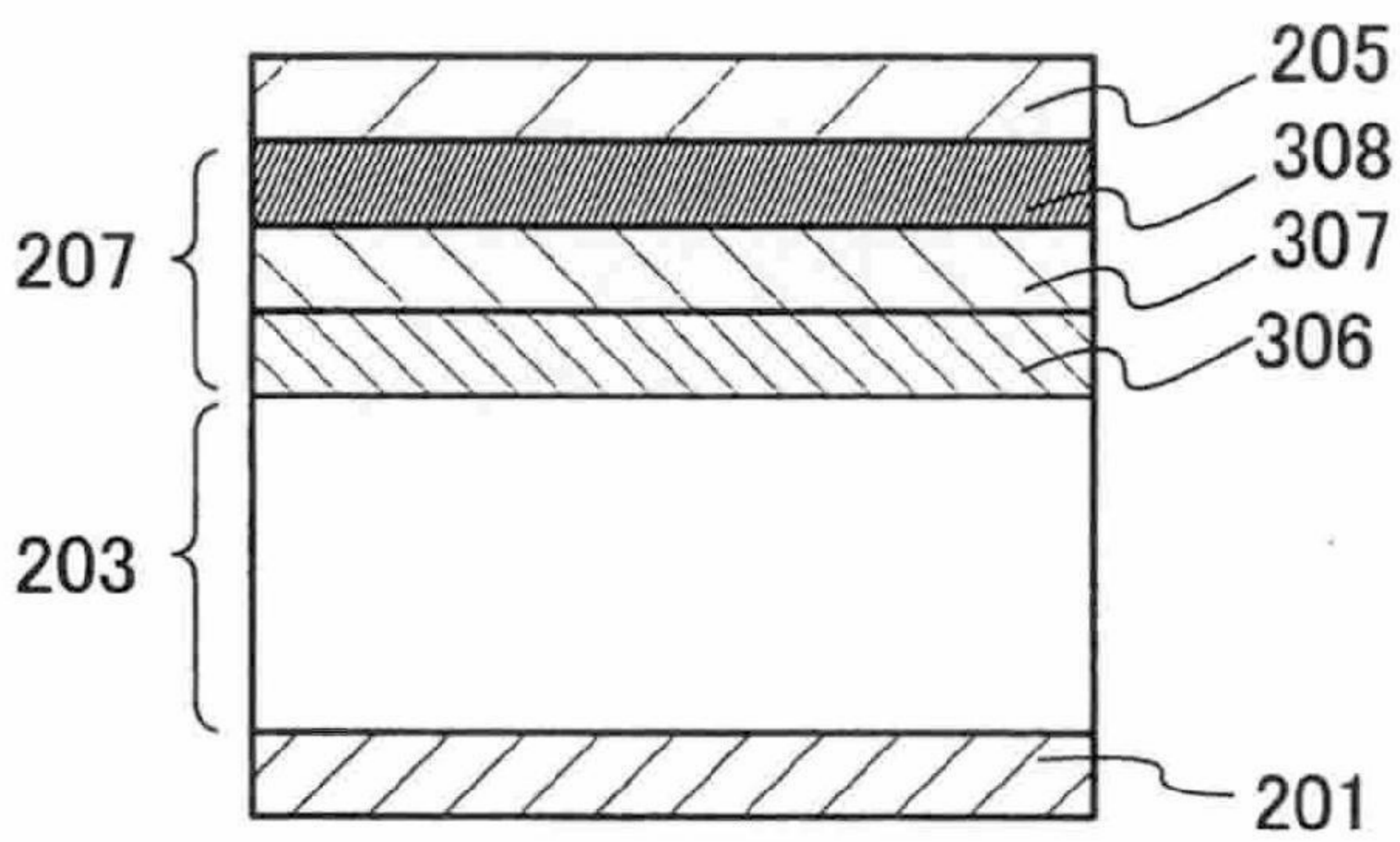


圖 1E

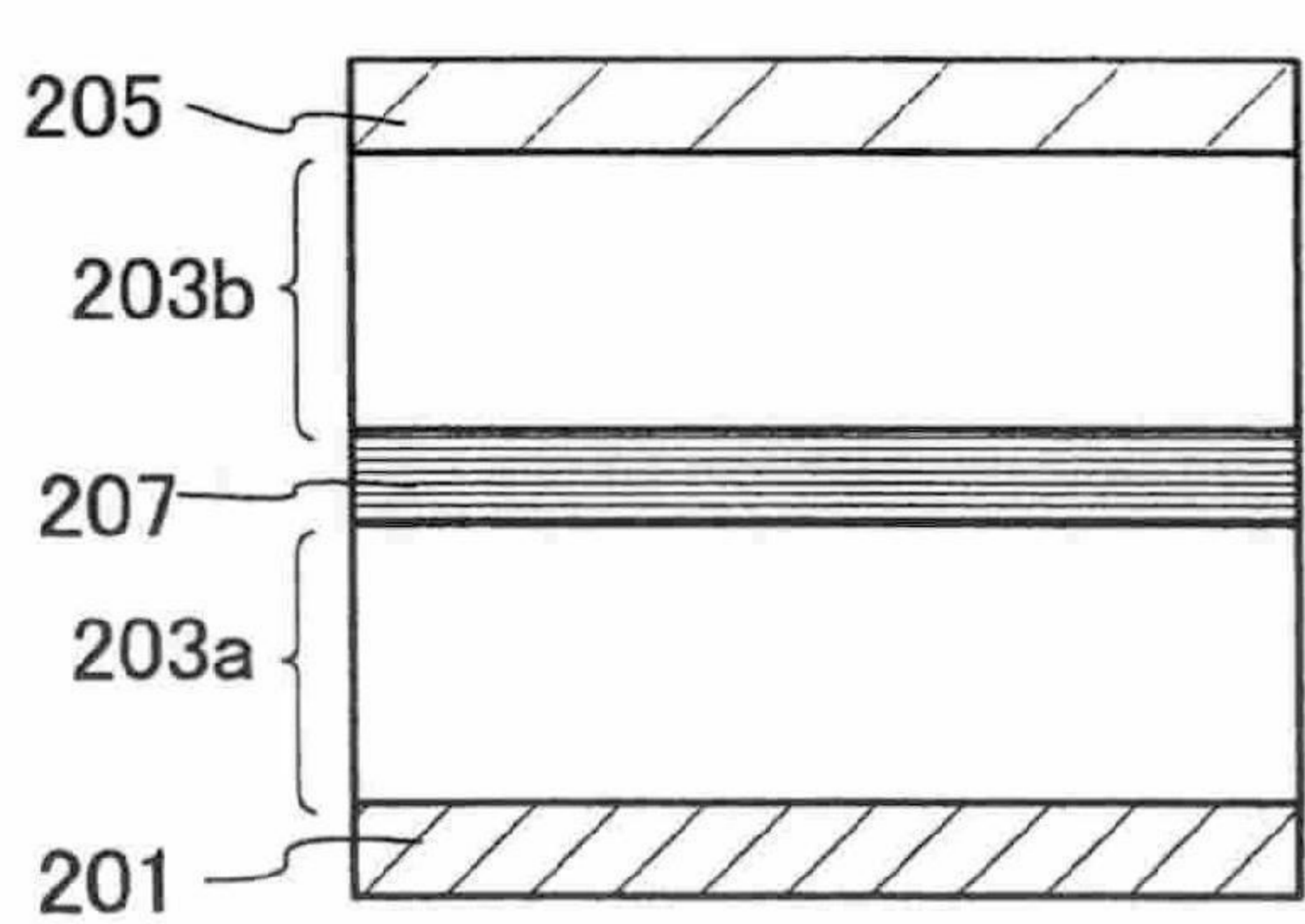


圖 1F

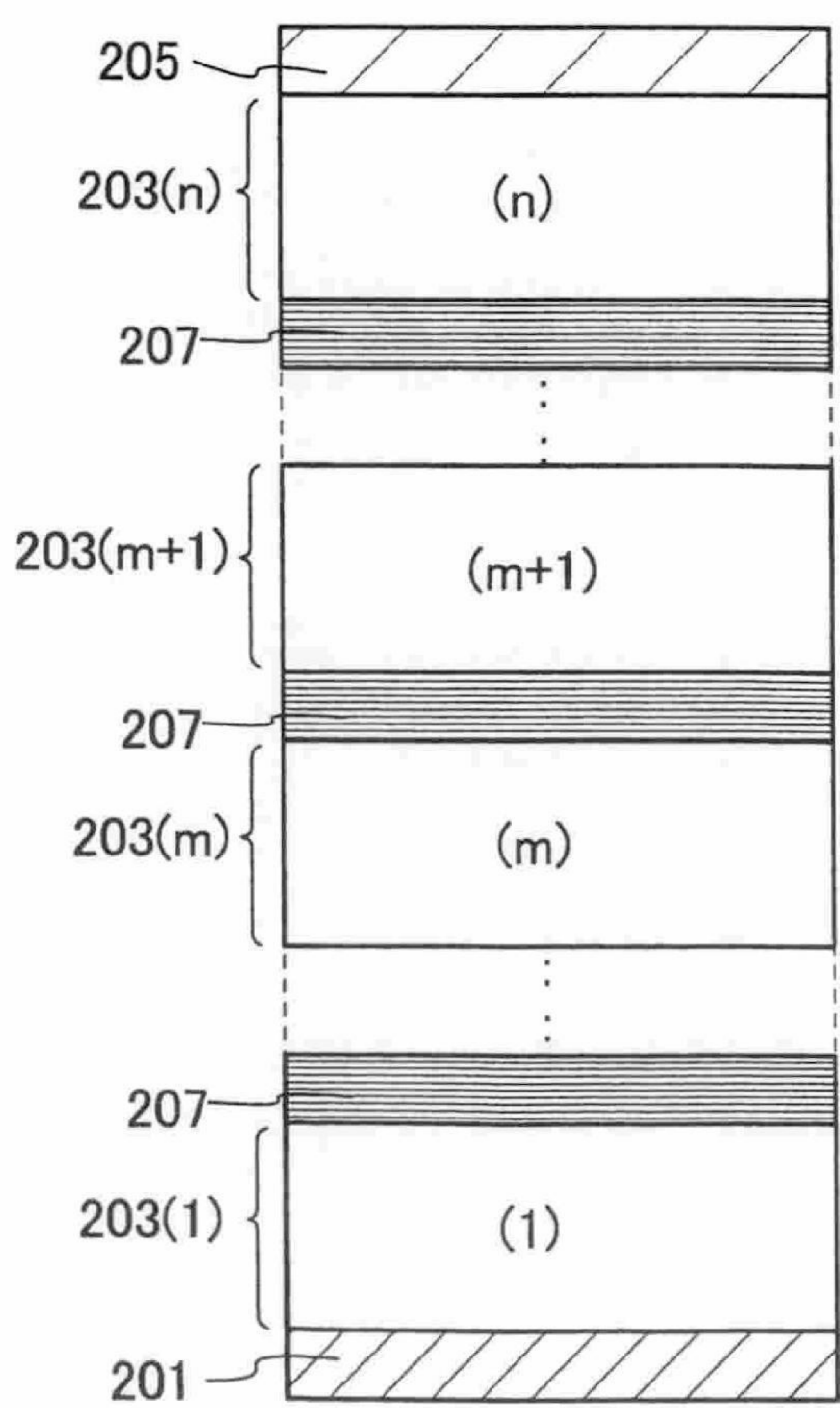




圖 2A

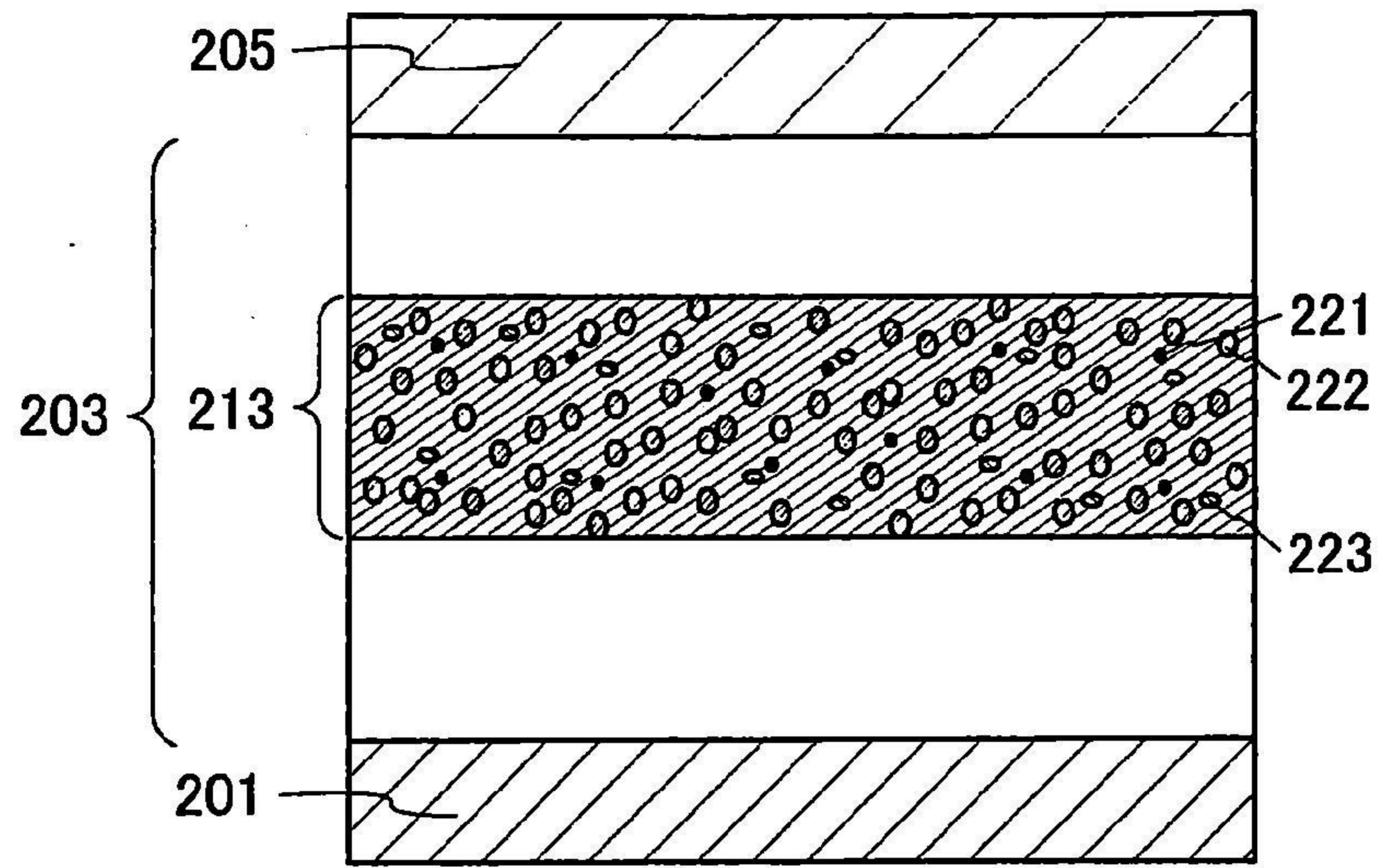
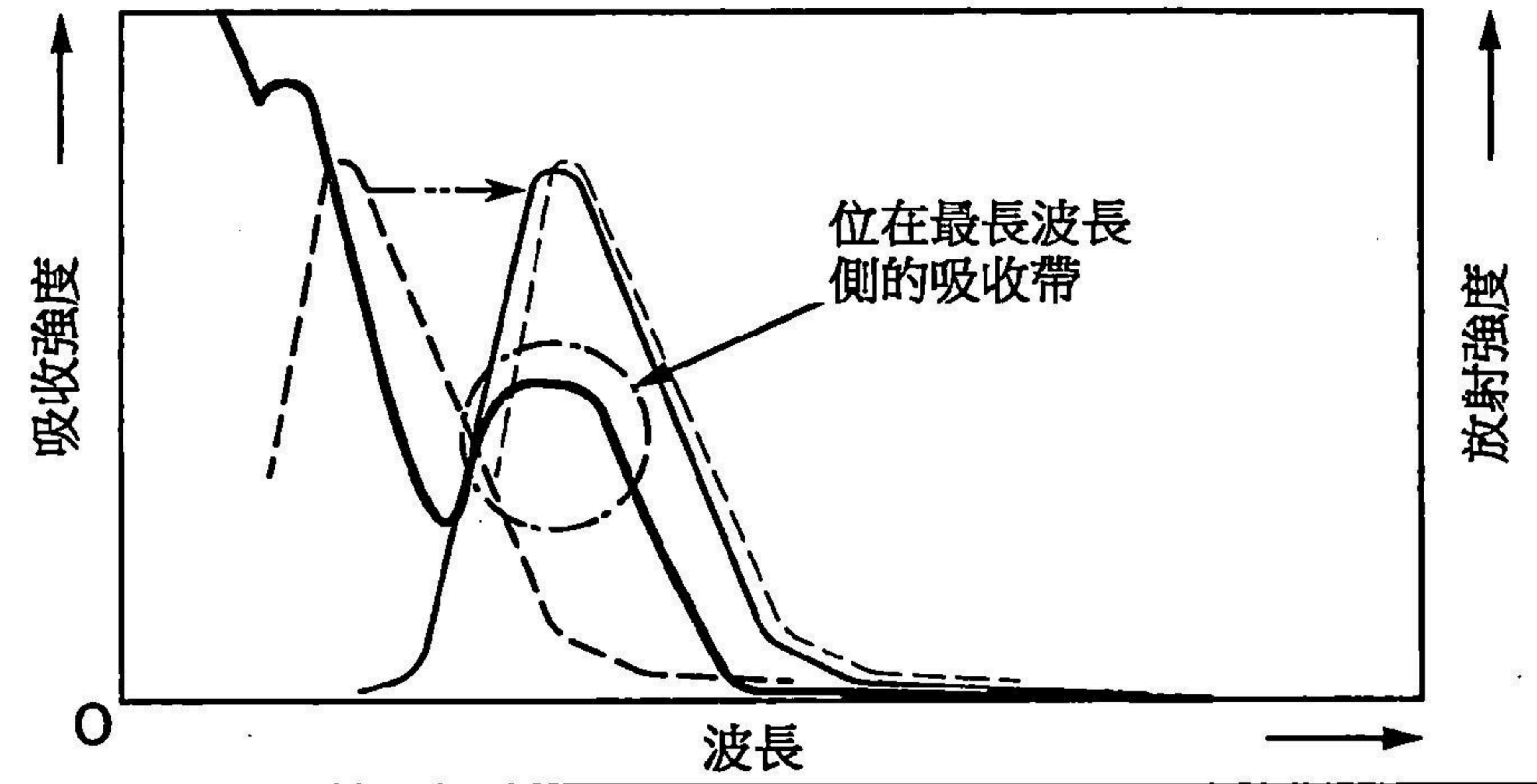


圖 2B



- 第一種有機化合物的螢光光譜221 (或第二種有機化合物222)
- 第一種有機化合物的磷光光譜221 (或第二種有機化合物222)
- 磷光性化合物的吸收光譜223
- 激態錯合物的放射光譜

圖 2C

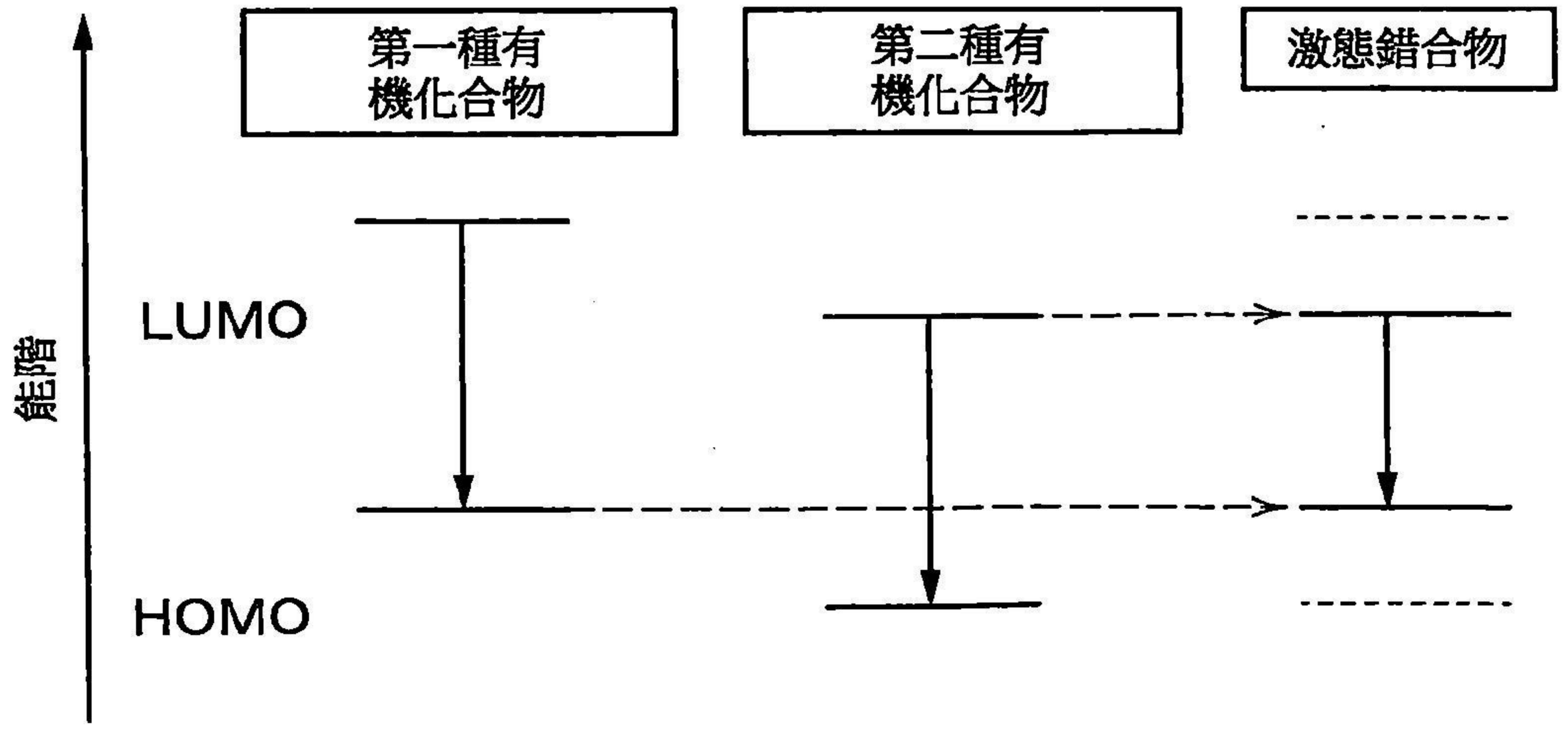




圖 3A

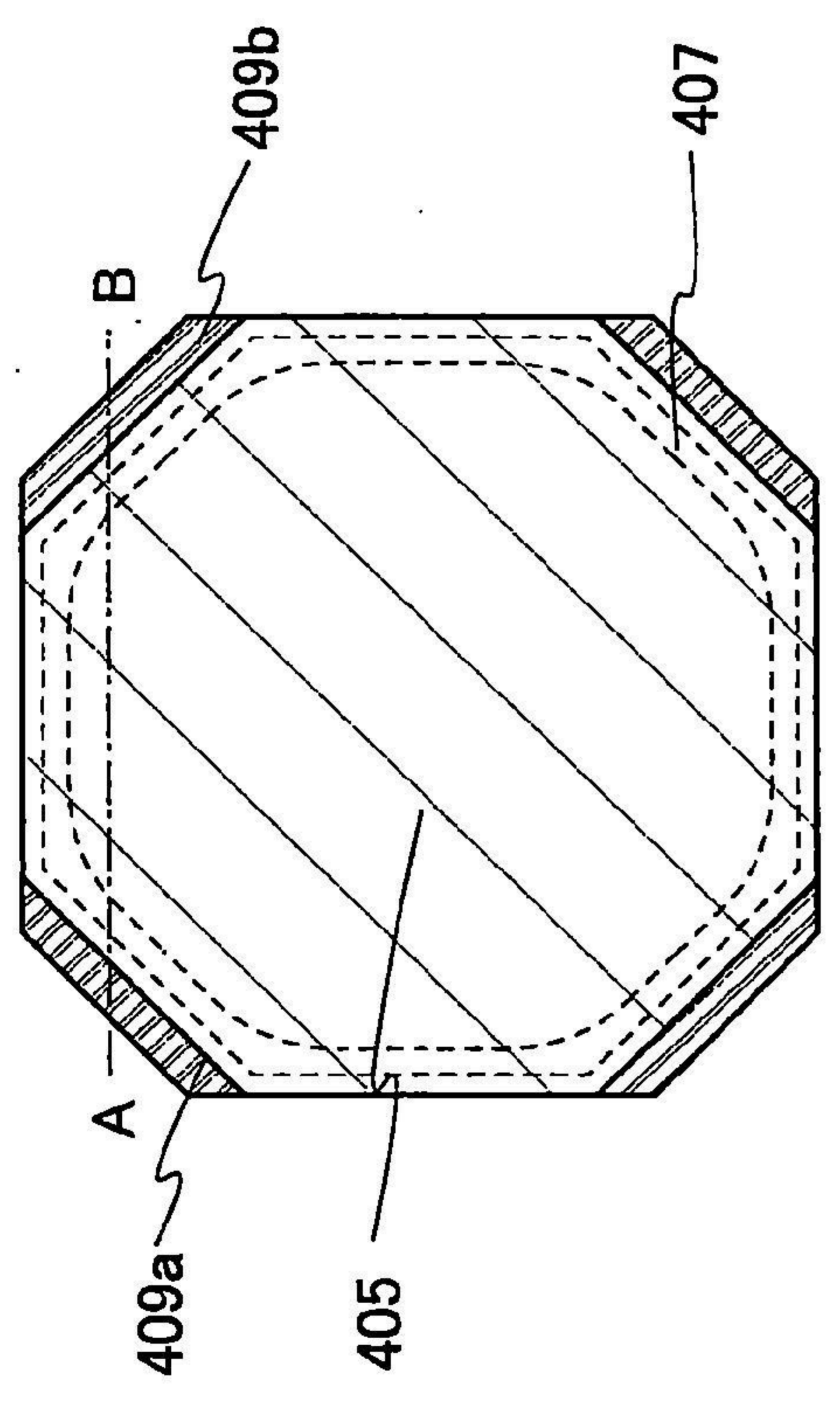


圖 3B

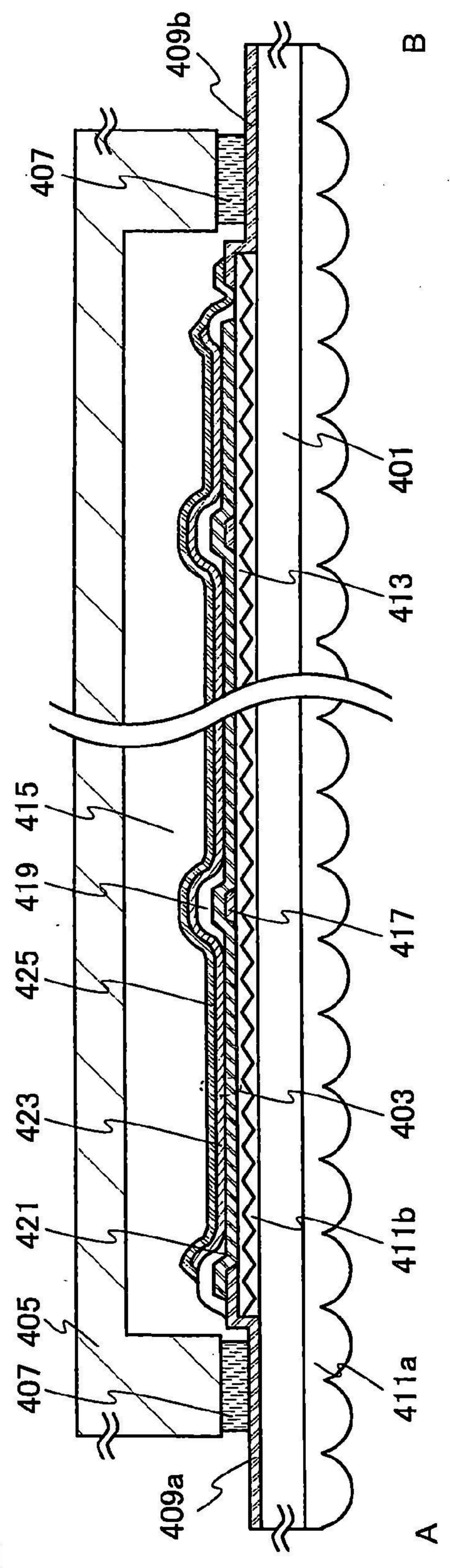




圖 4A

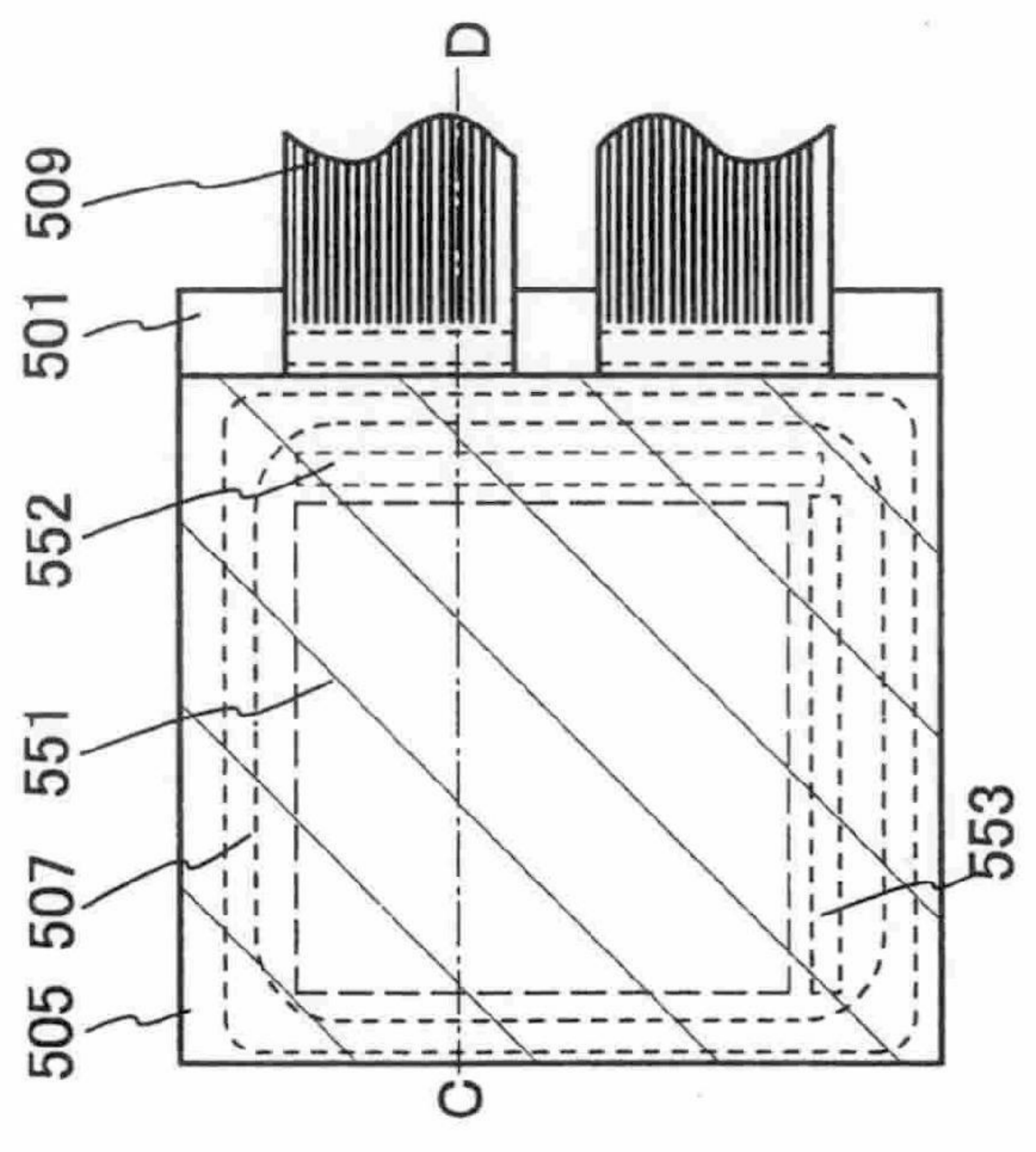


圖 4B

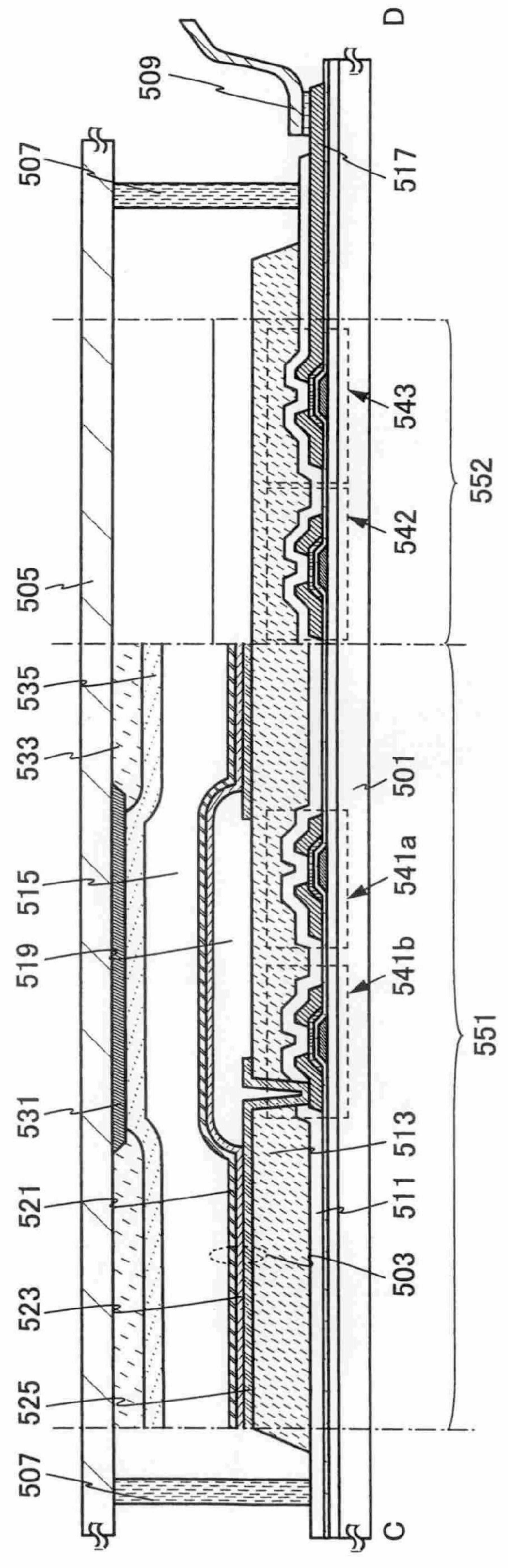




圖 5A

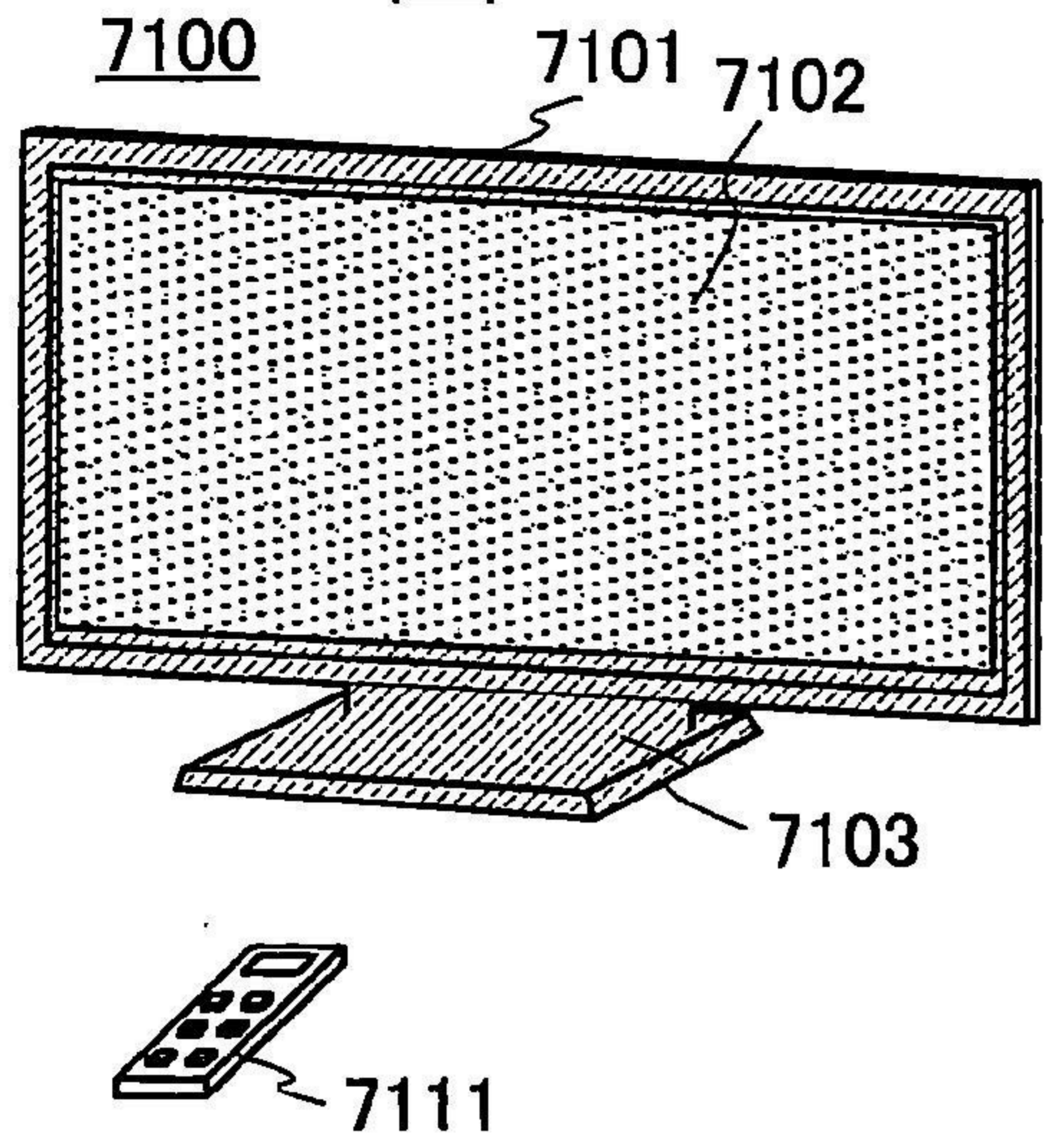


圖 5B

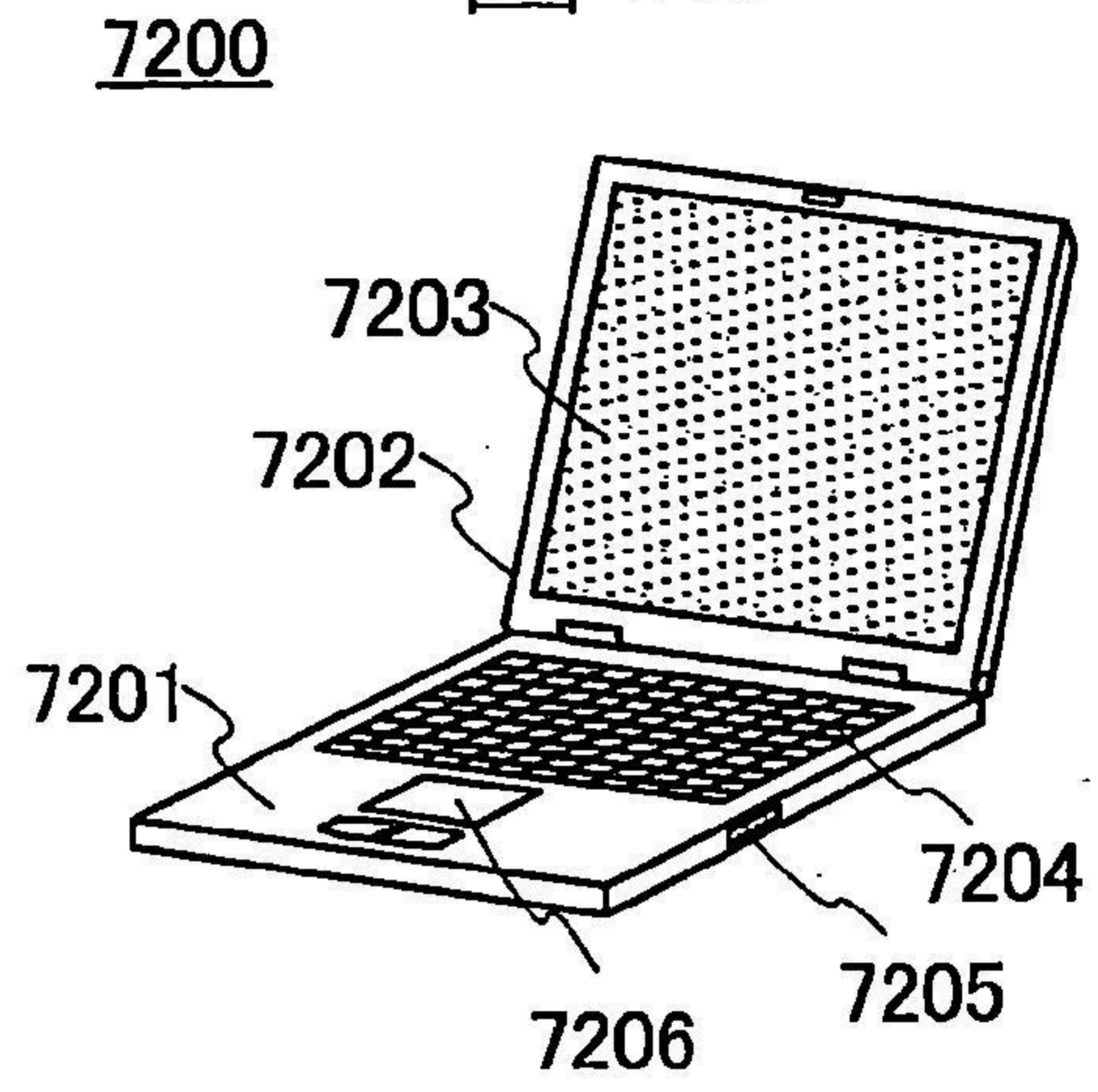


圖 5C

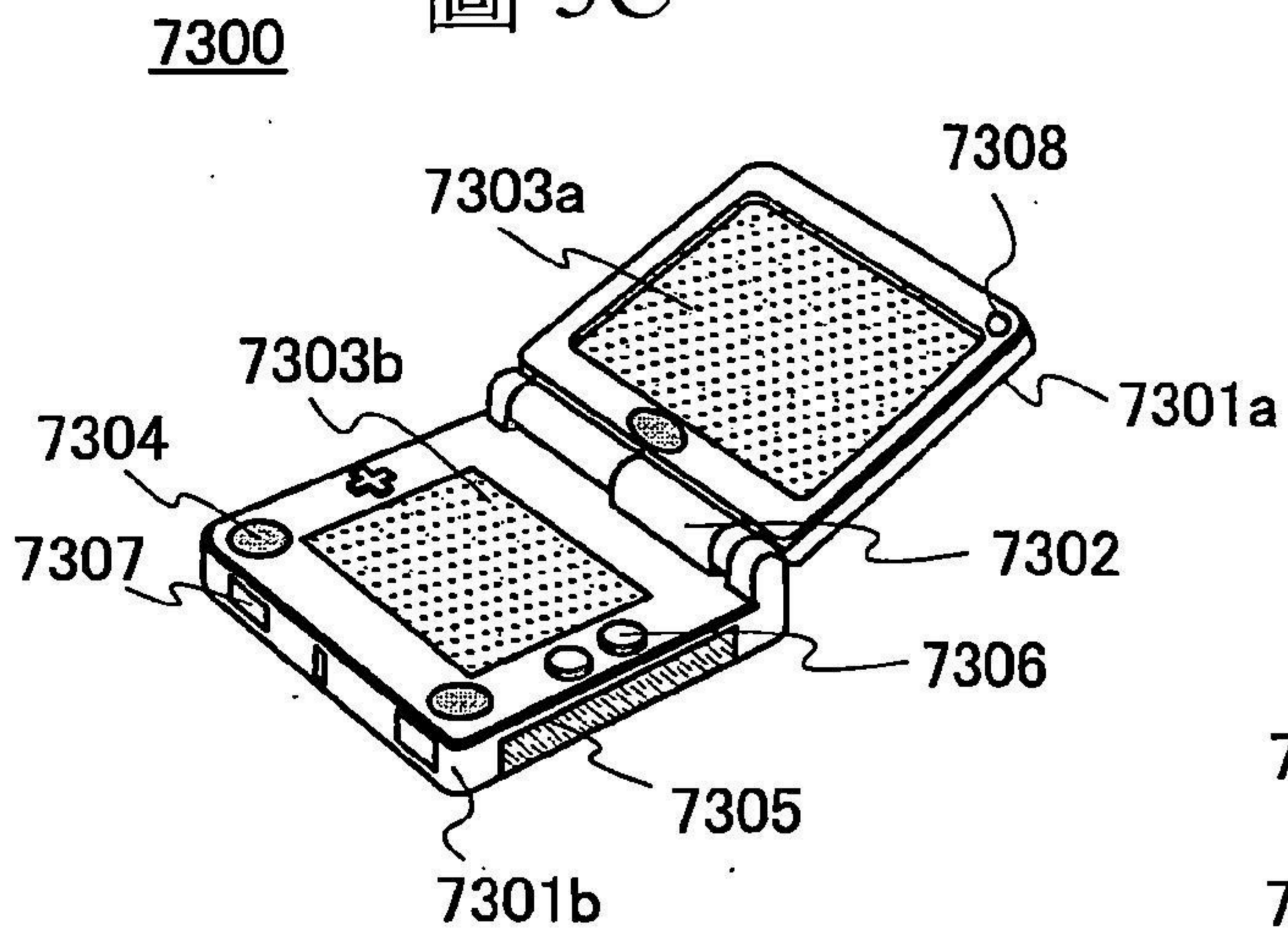


圖 5D

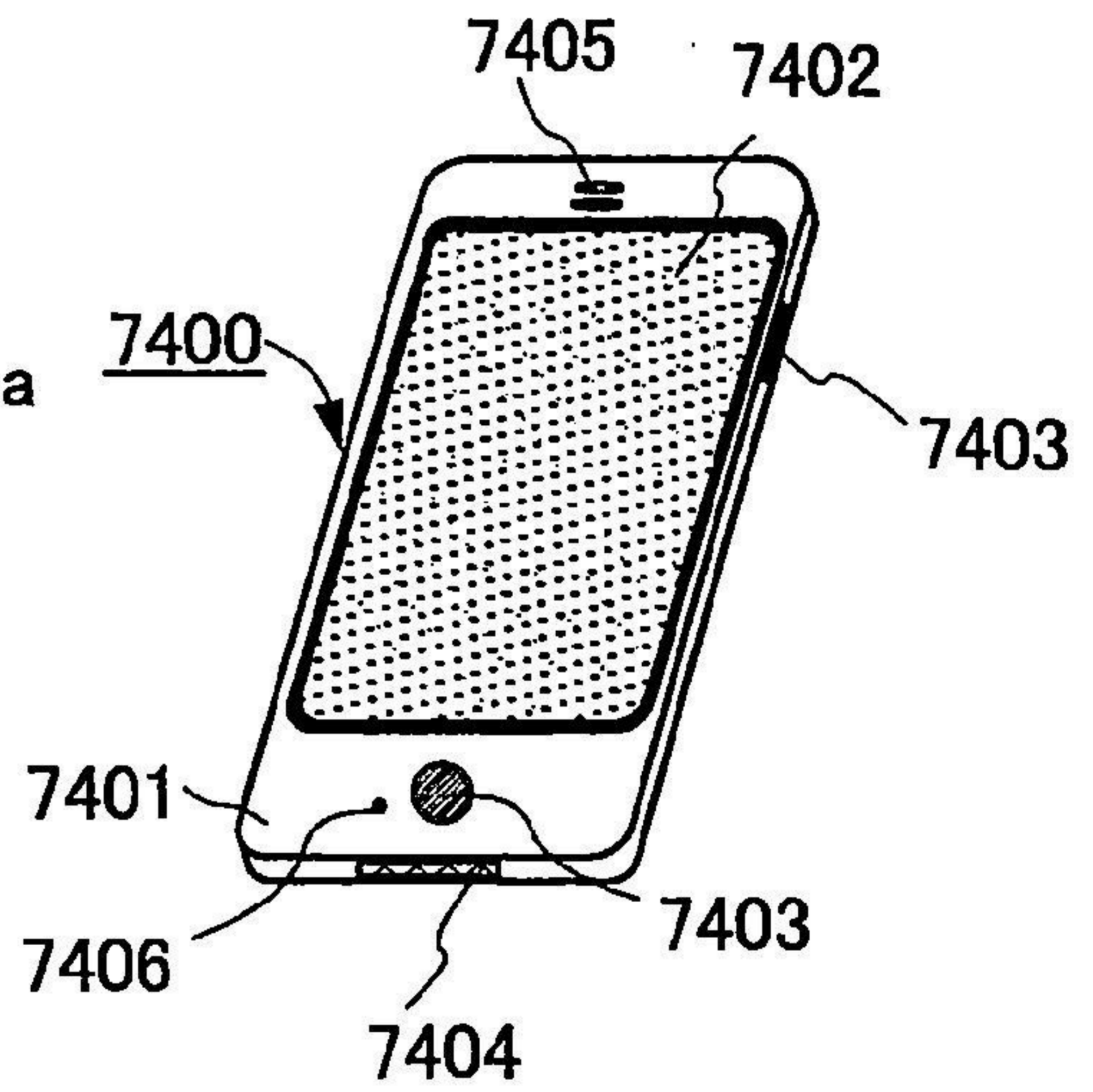


圖 5E

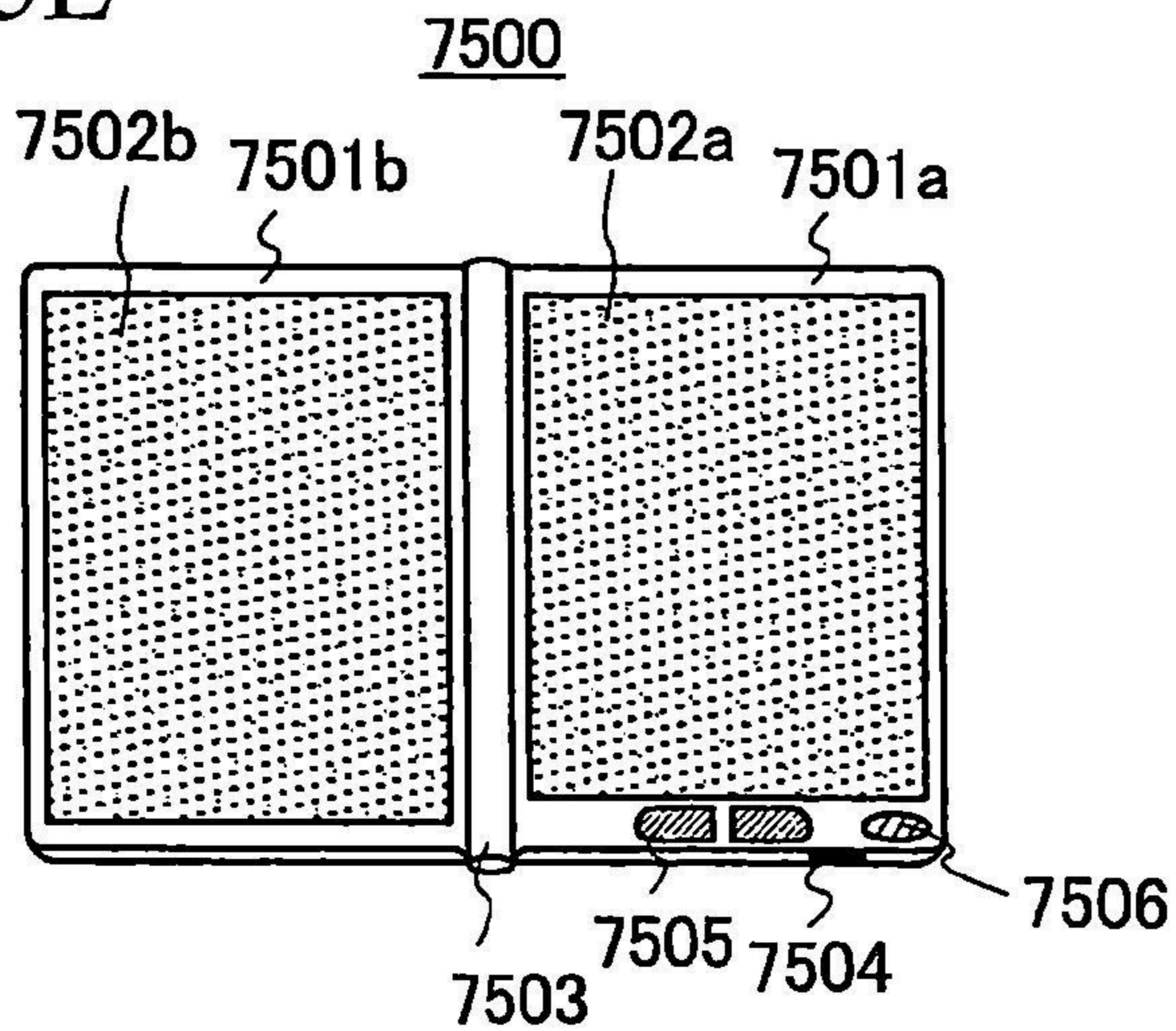




圖 6A

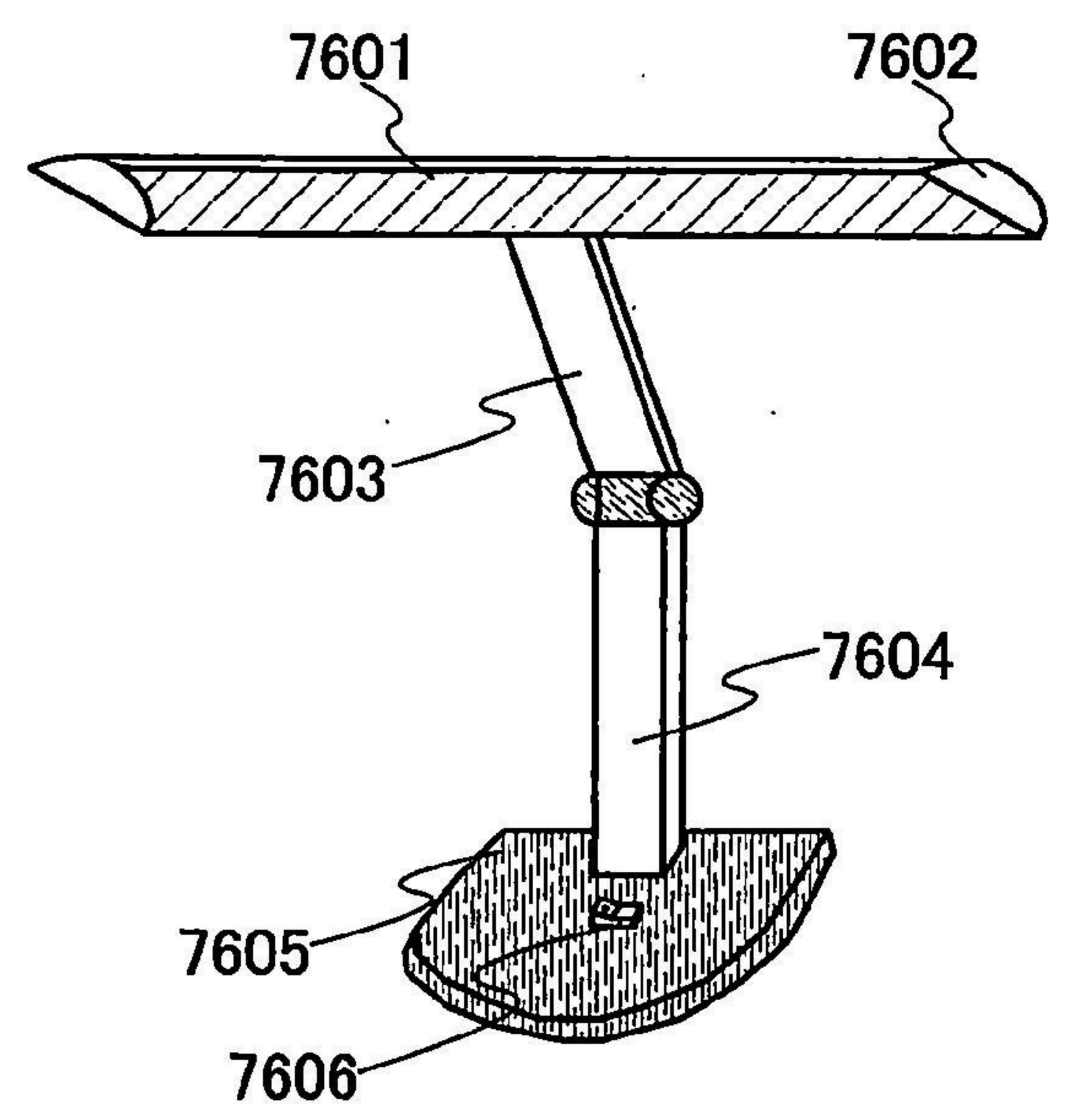


圖 6B

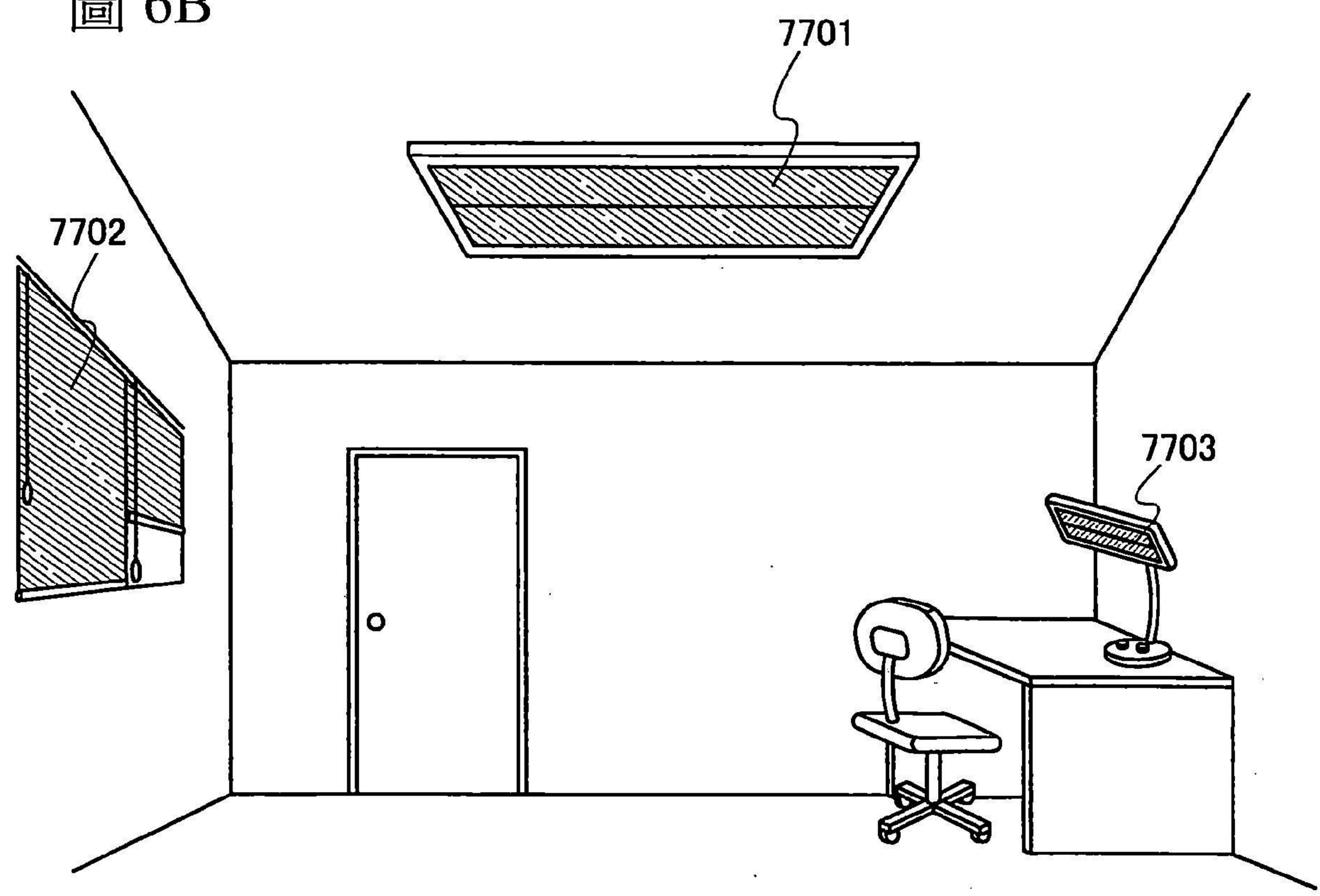




圖 7

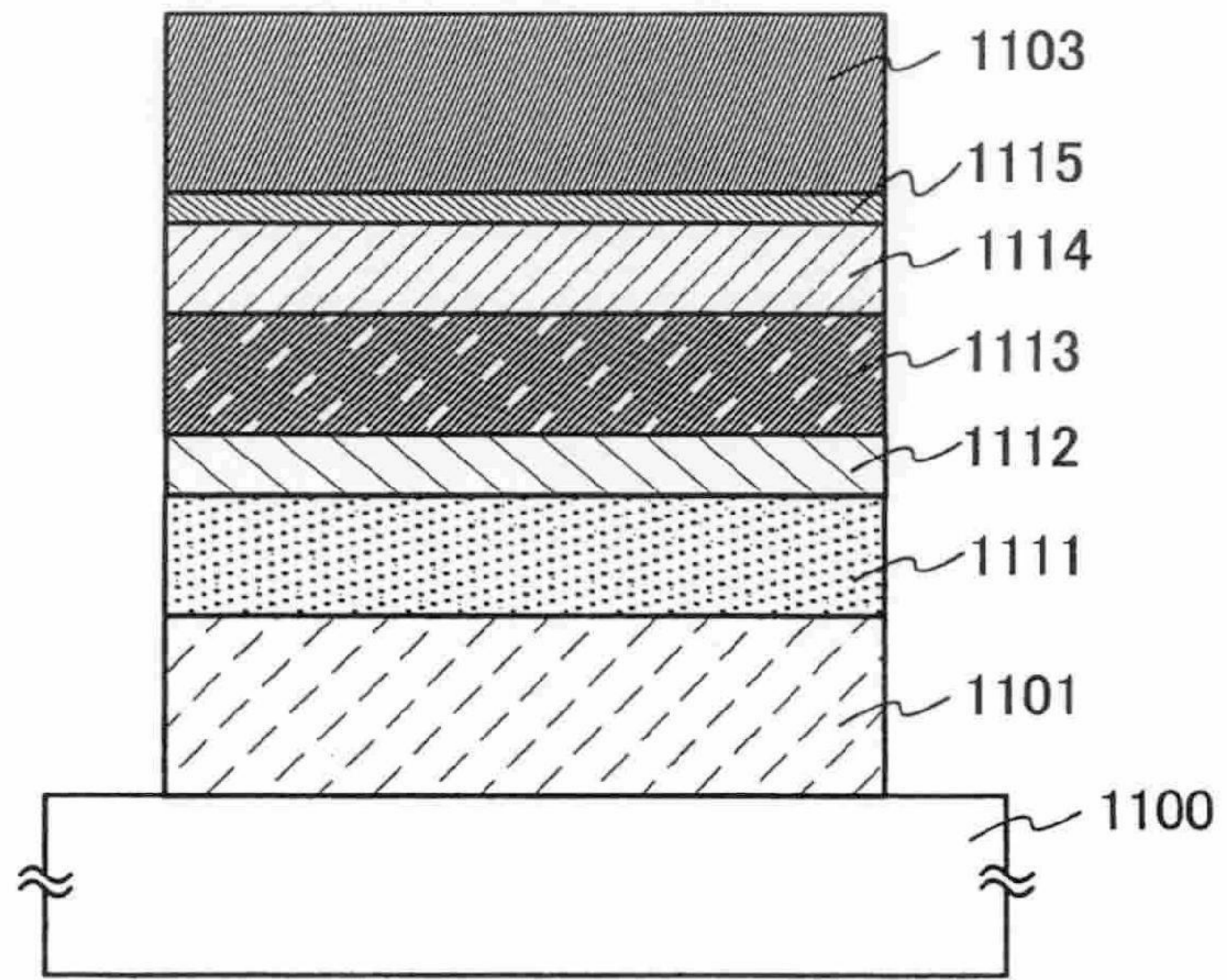




圖 8

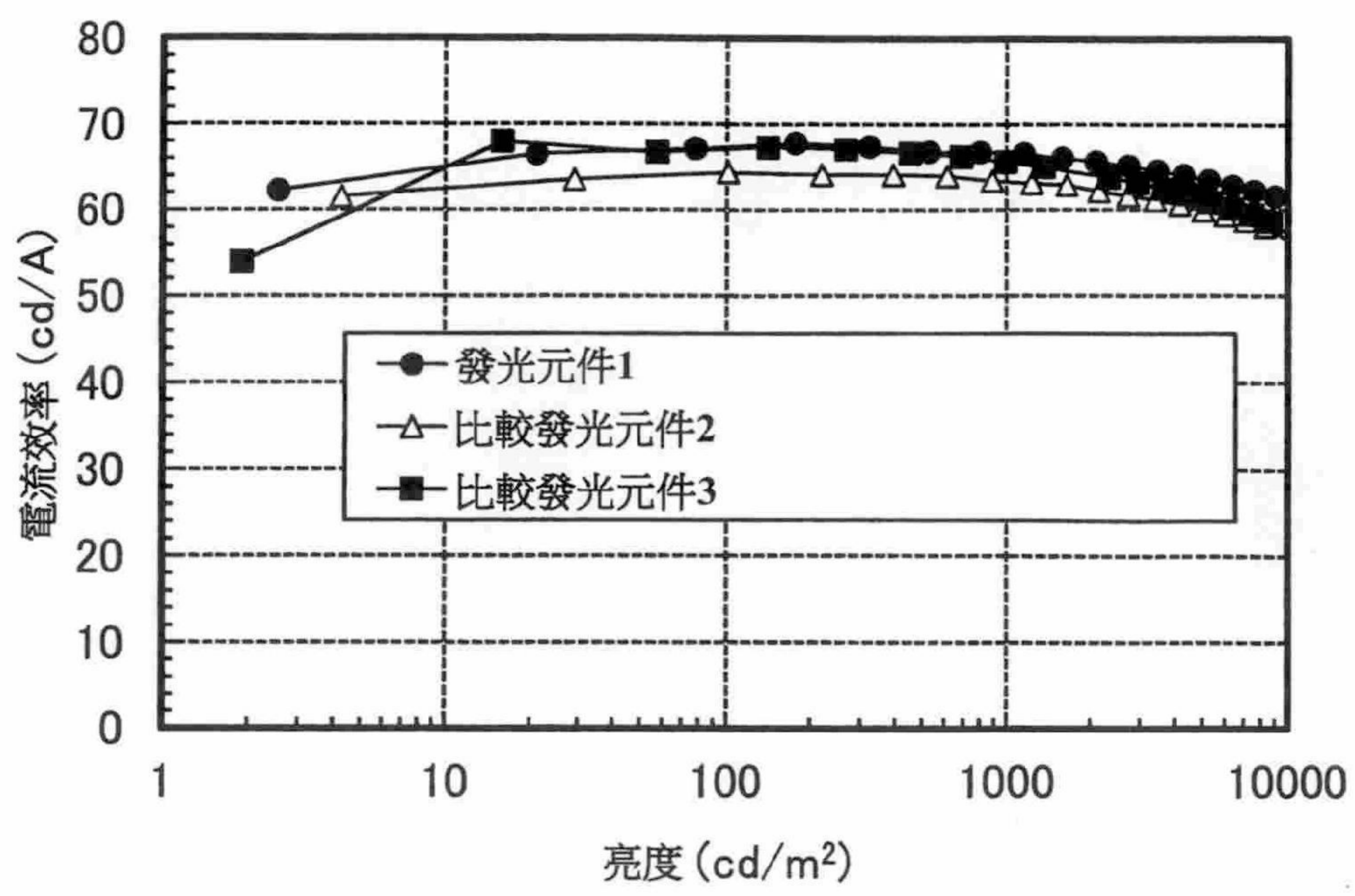


圖 9

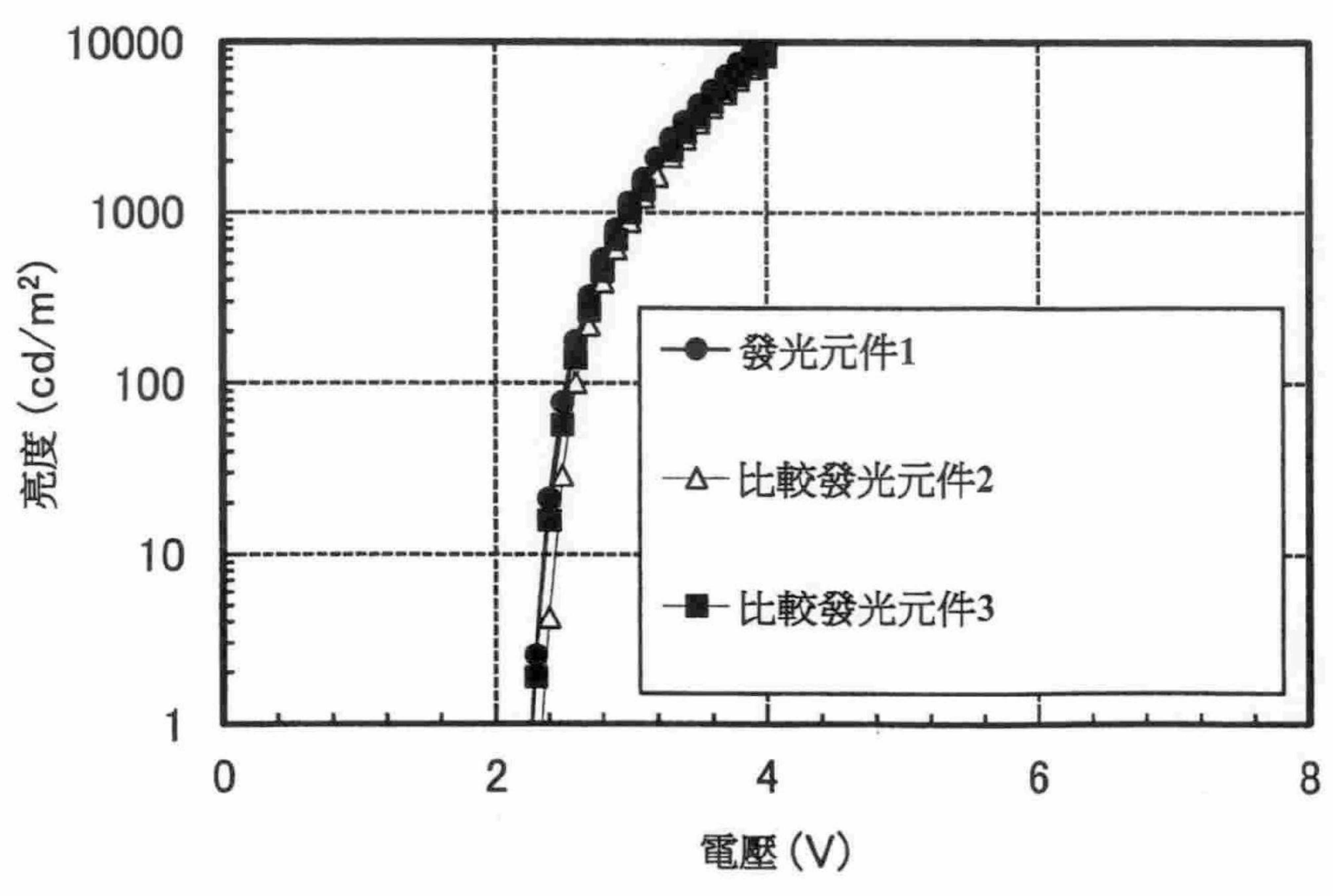




圖 10

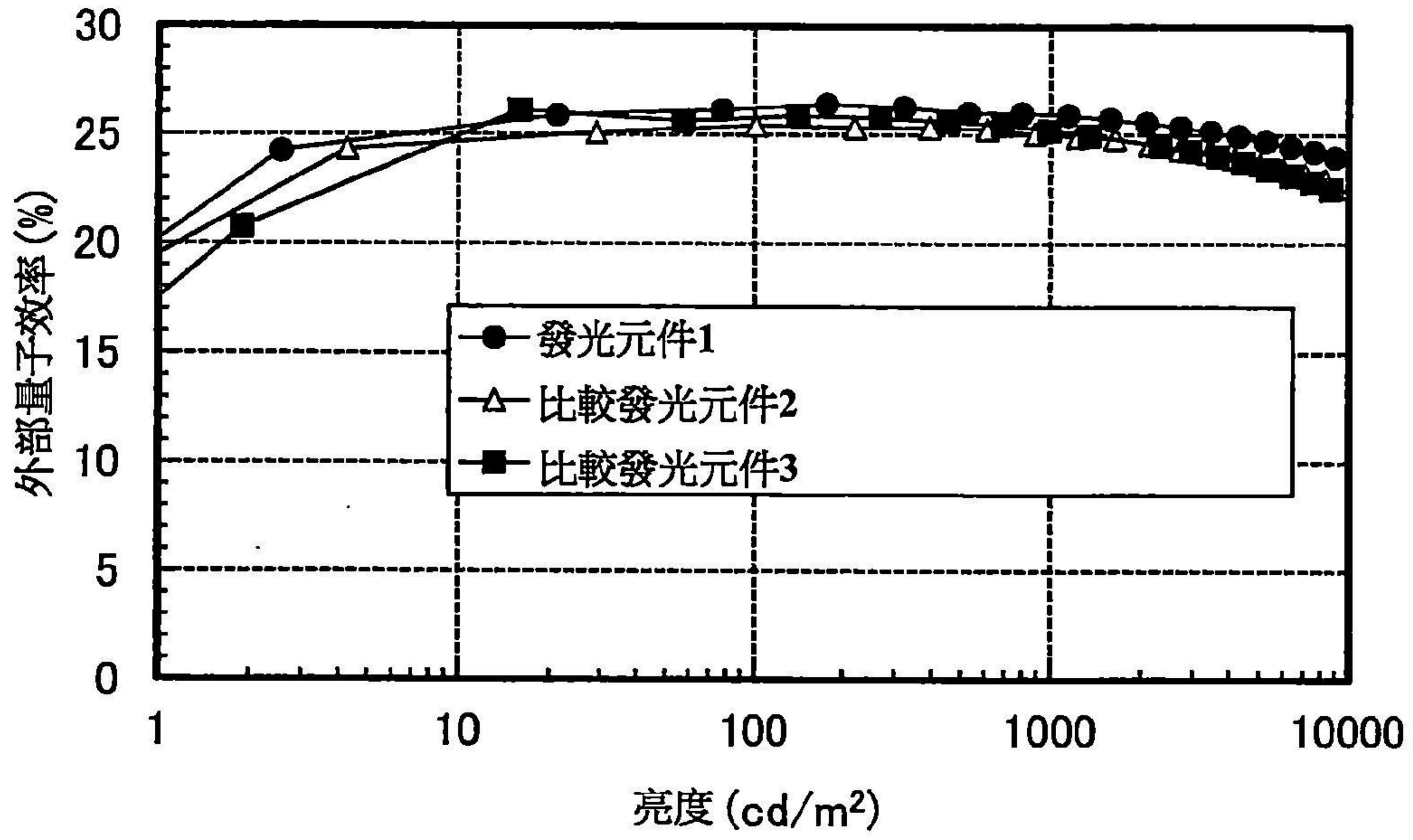




圖 11A

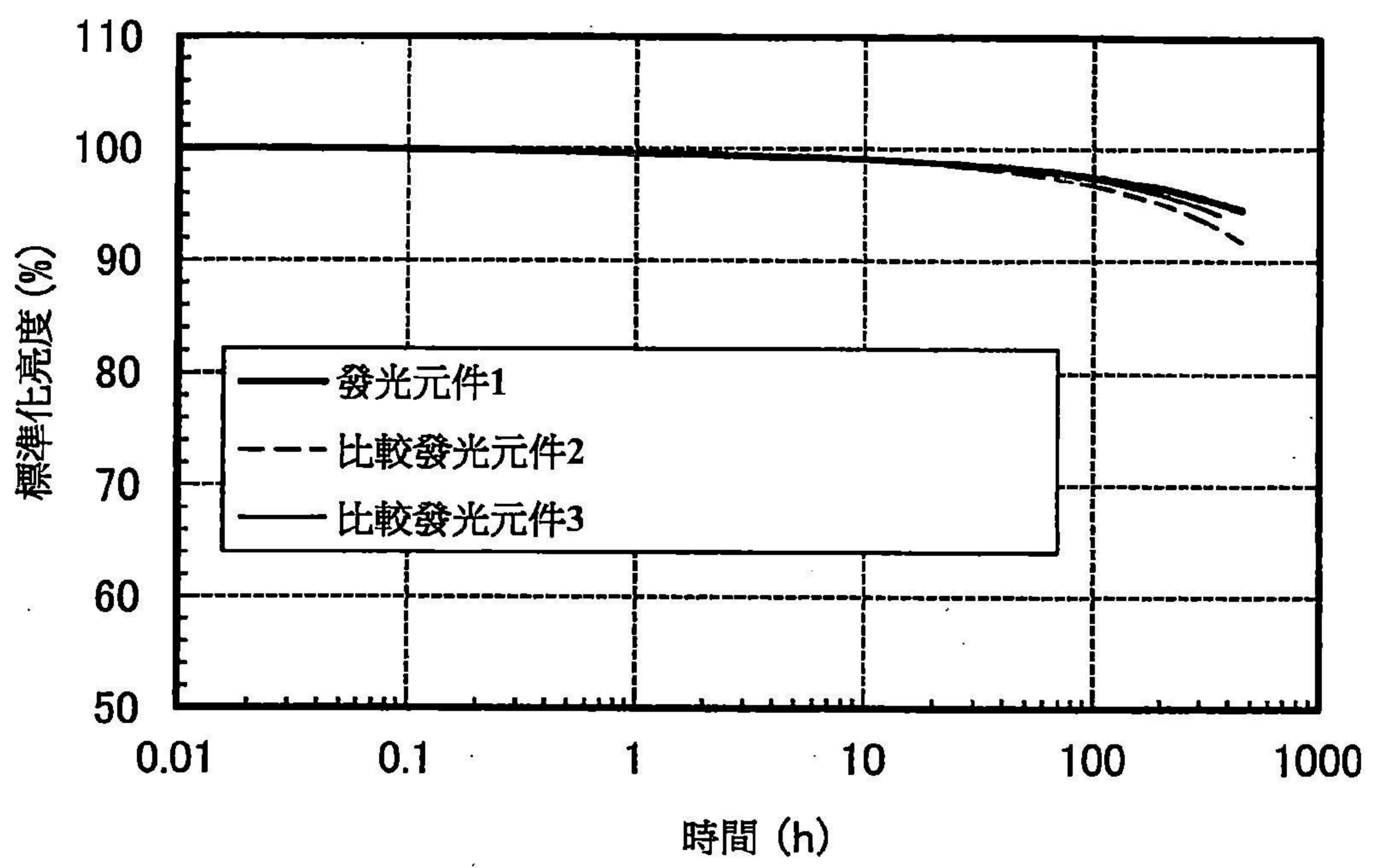


圖 11B

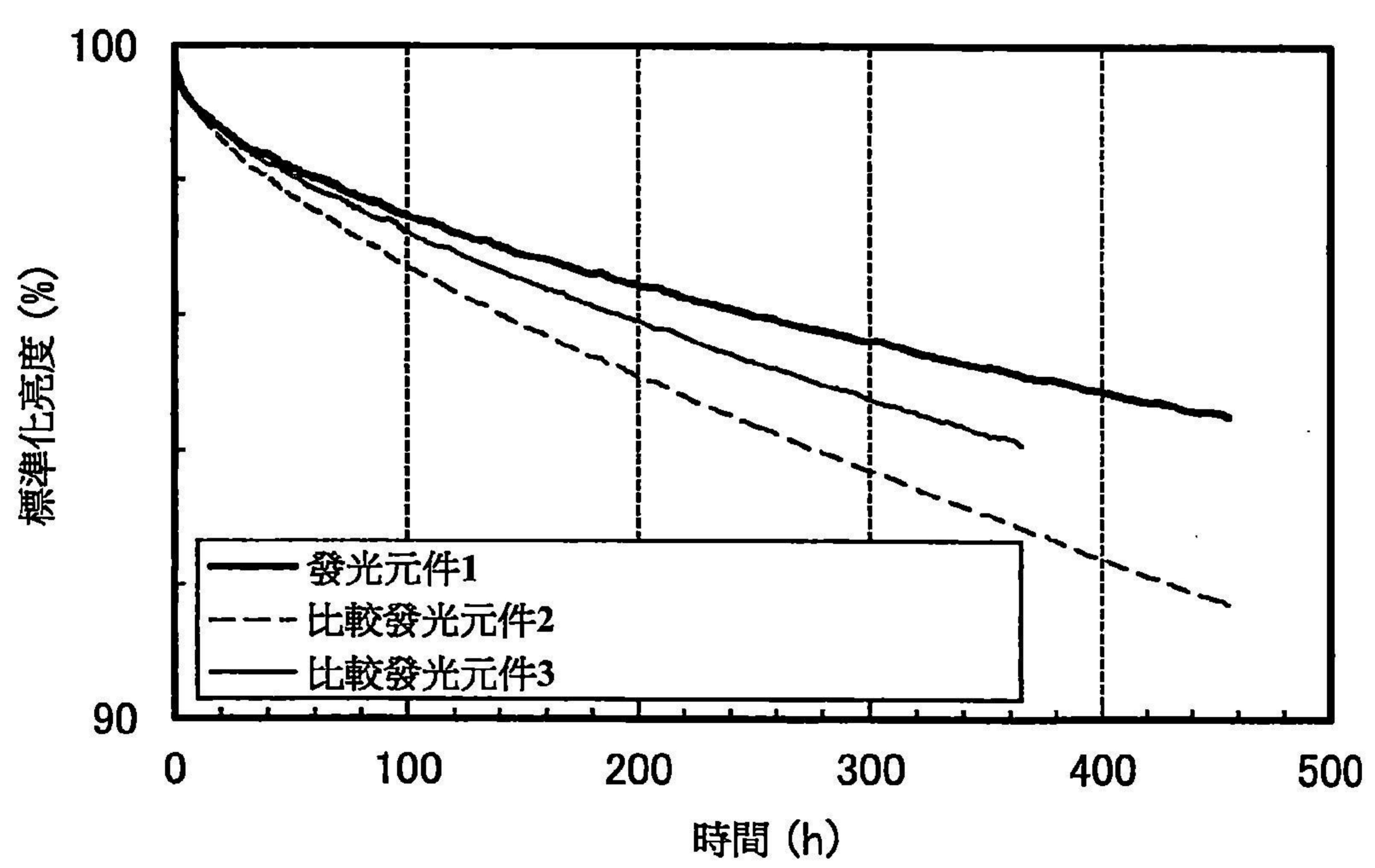




圖 12

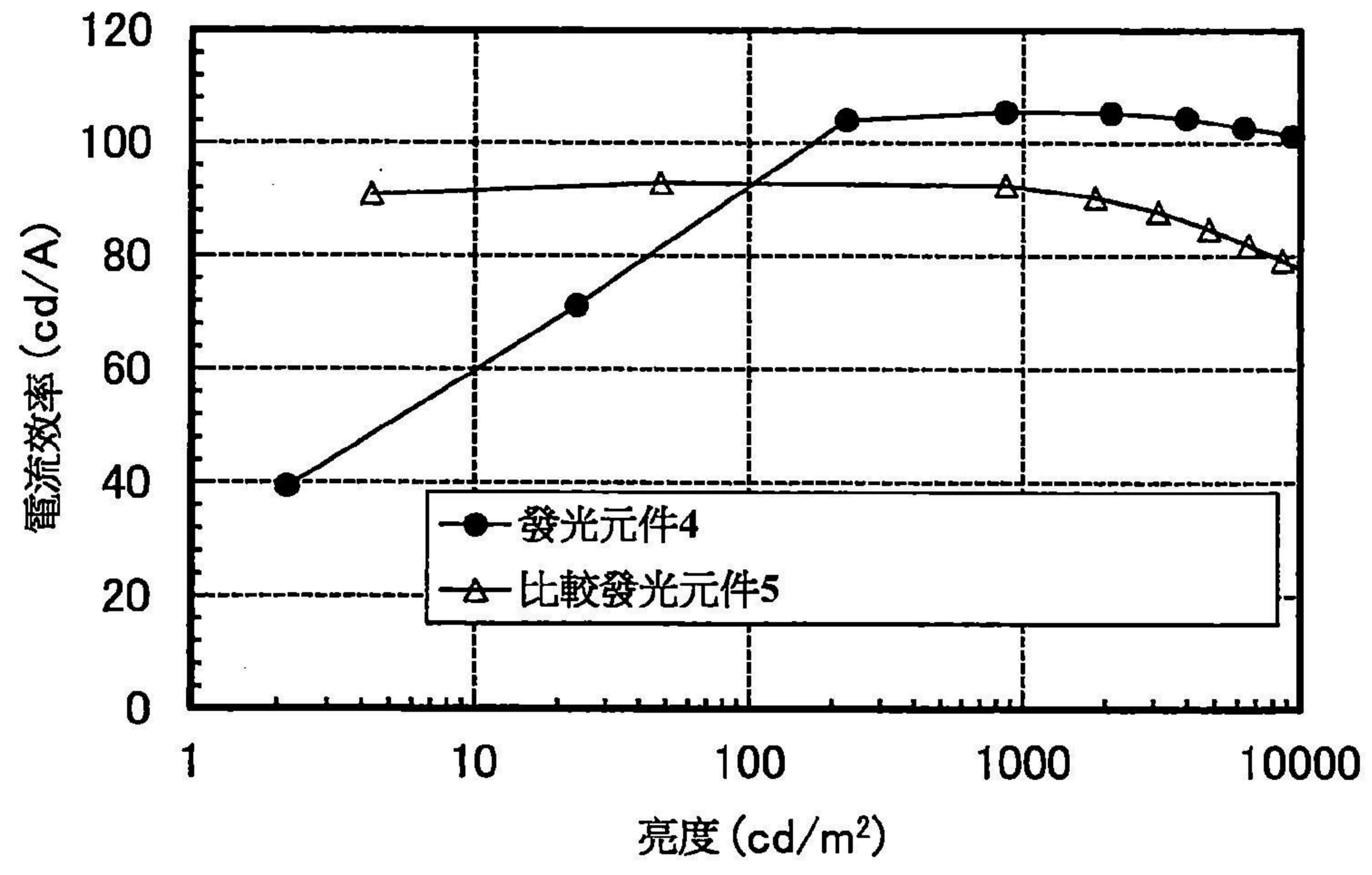


圖 13

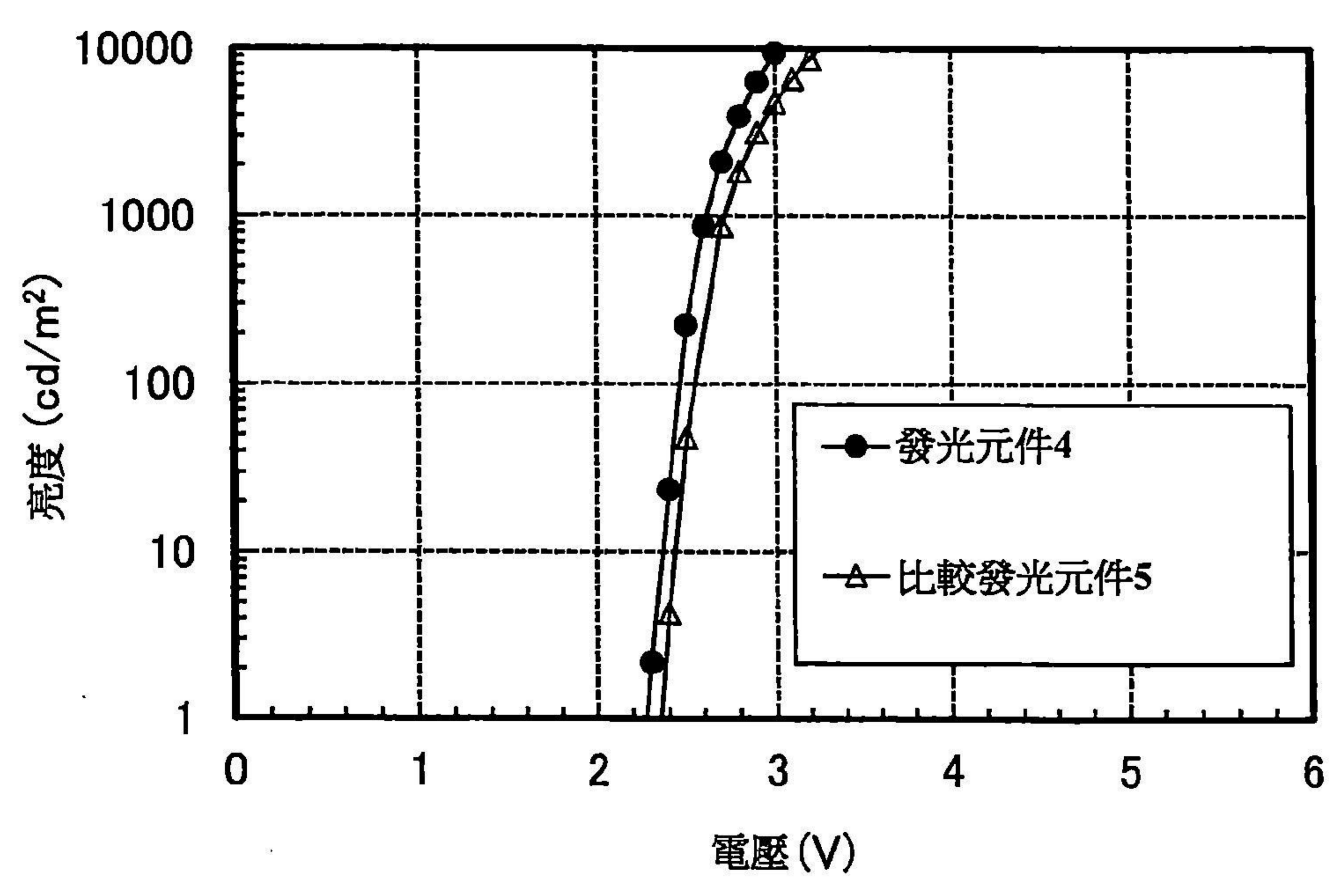




圖 14

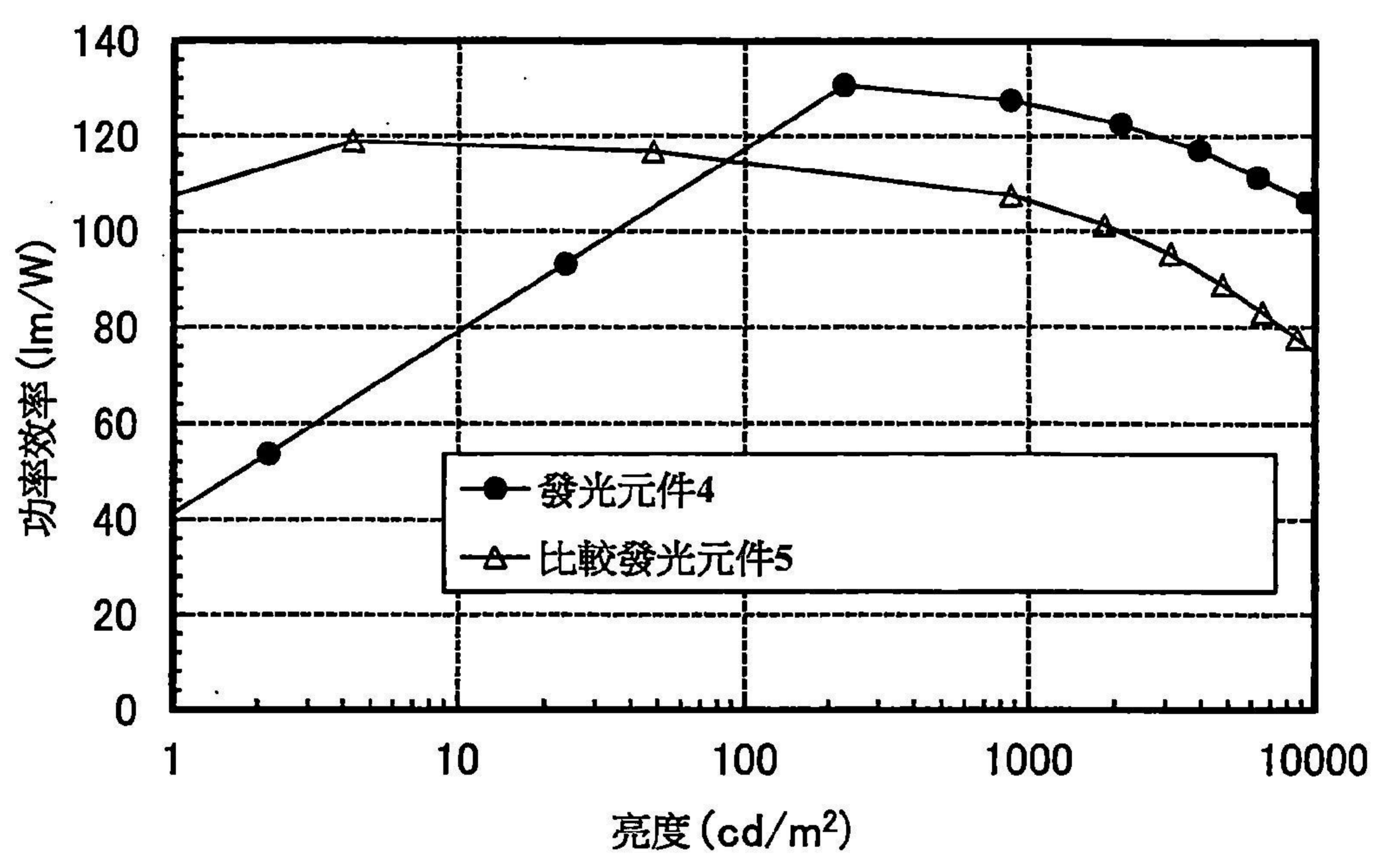


圖 15

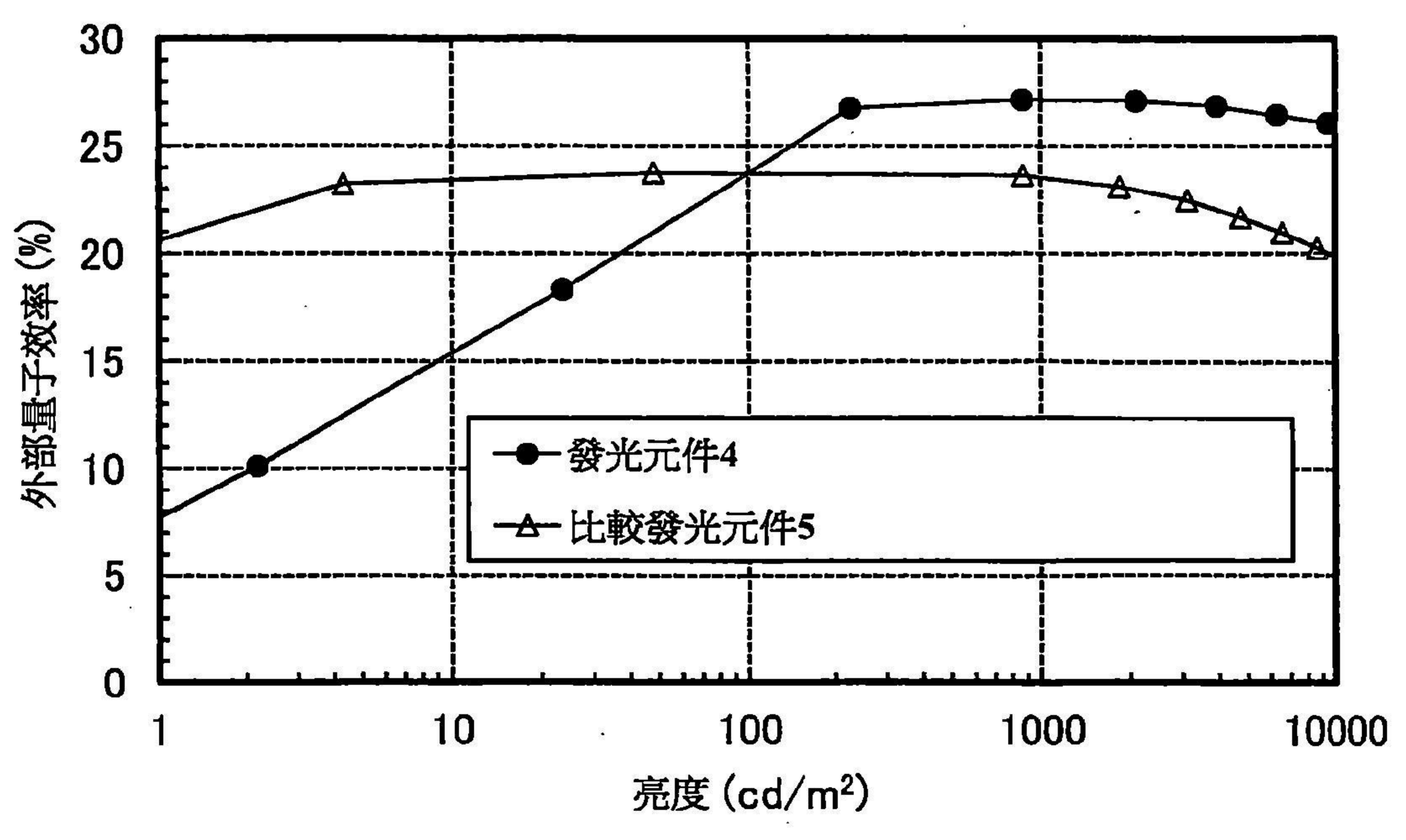




圖 16

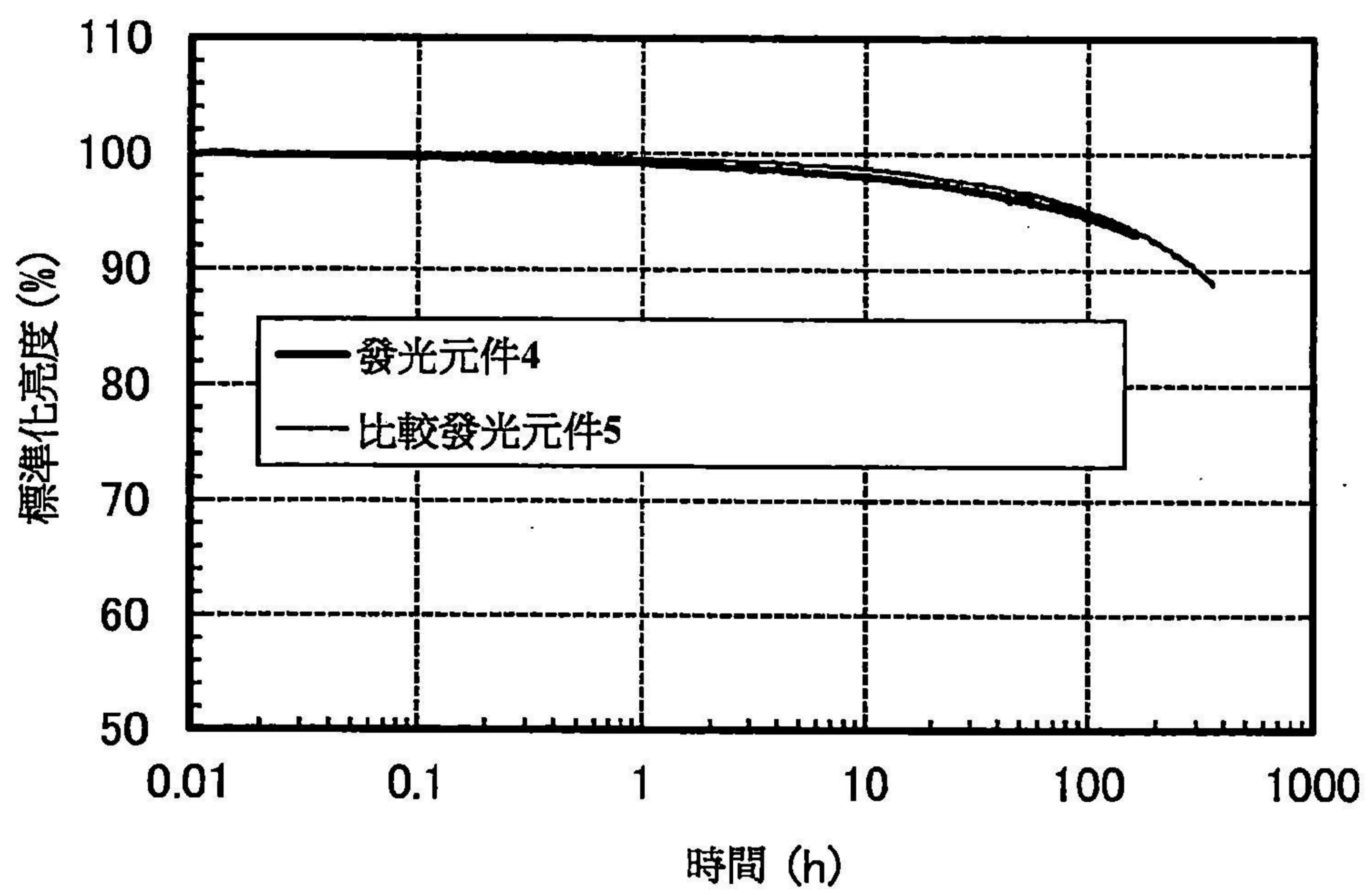




圖 17

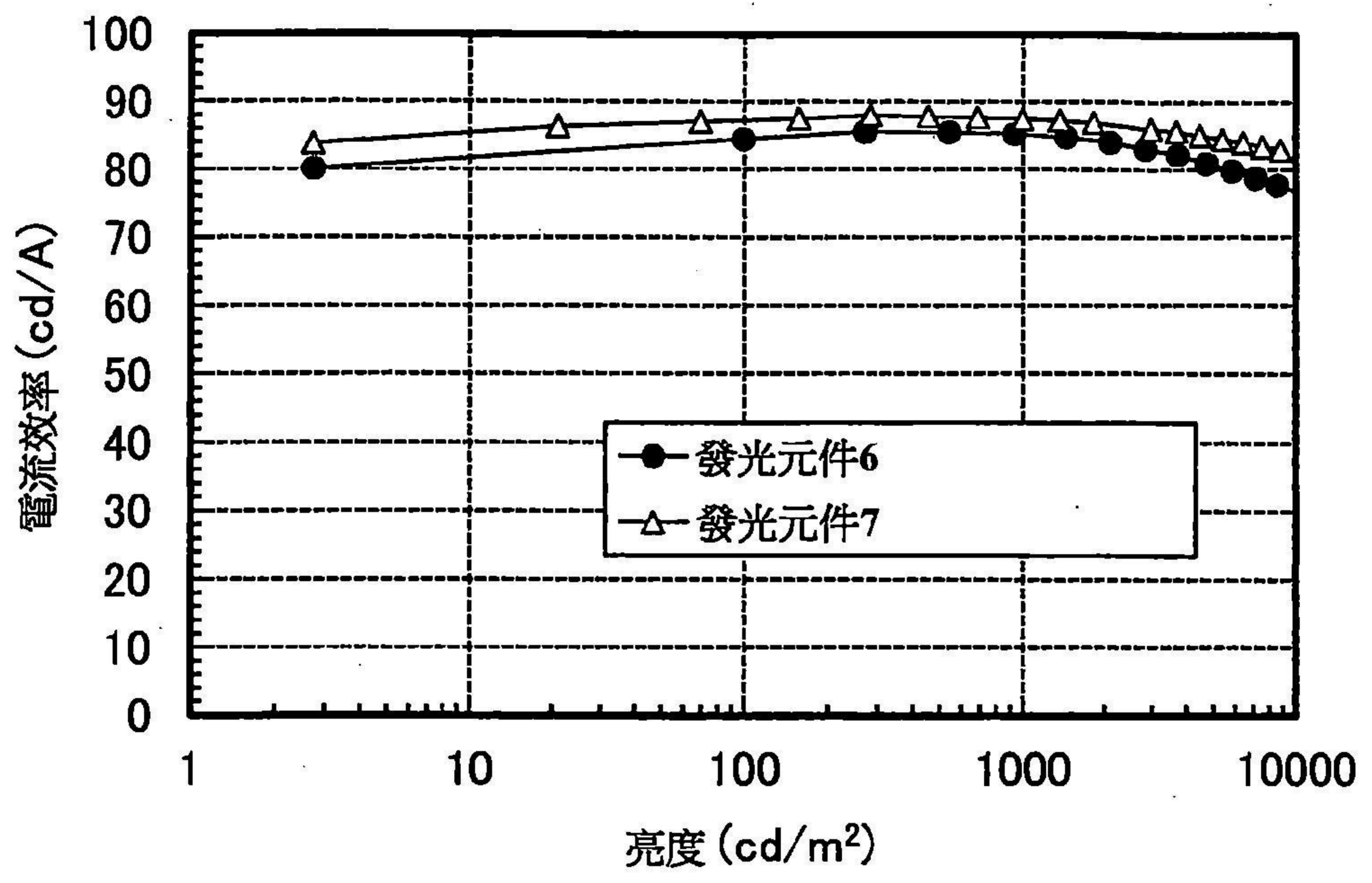


圖 18

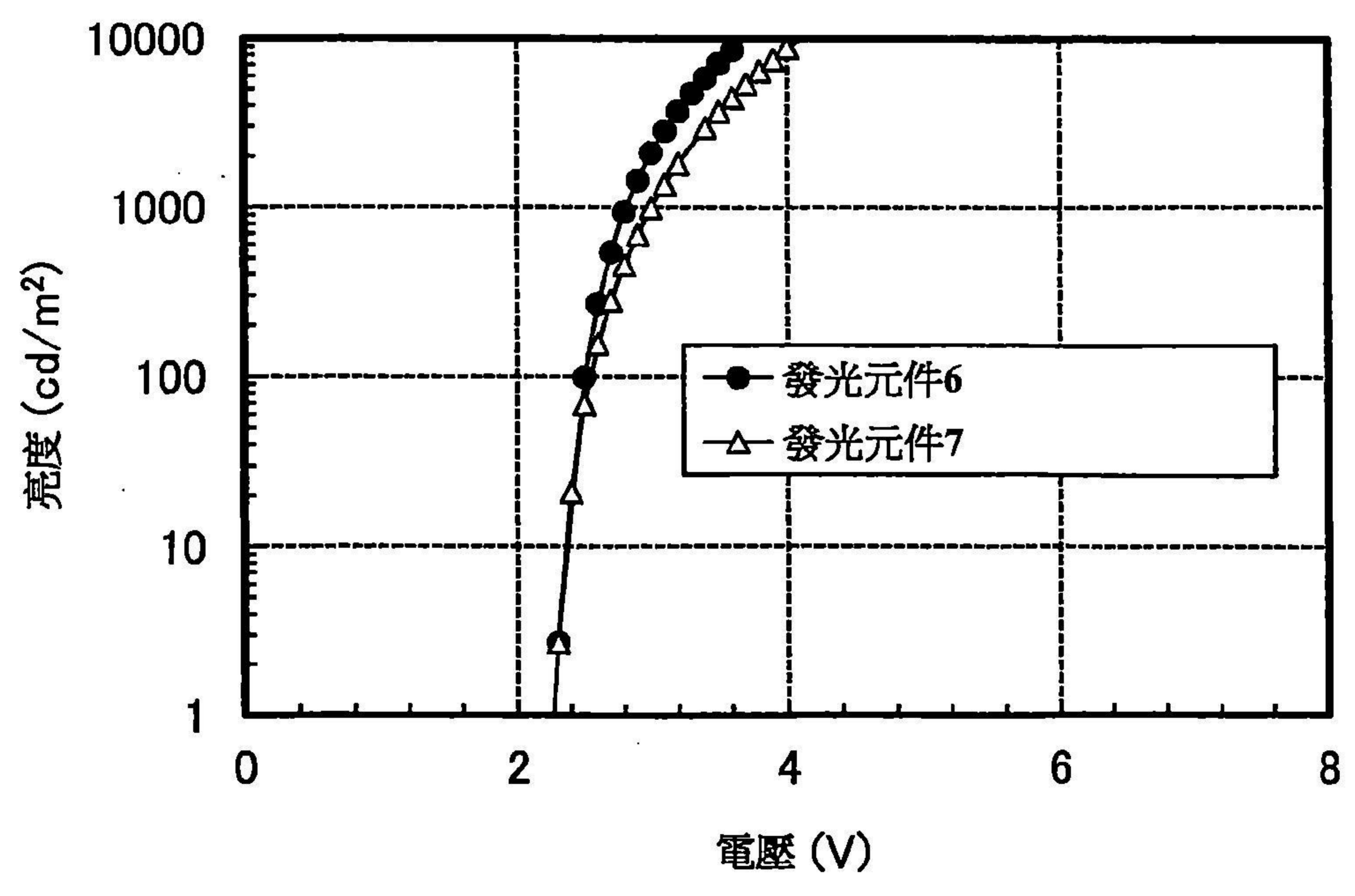




圖 19

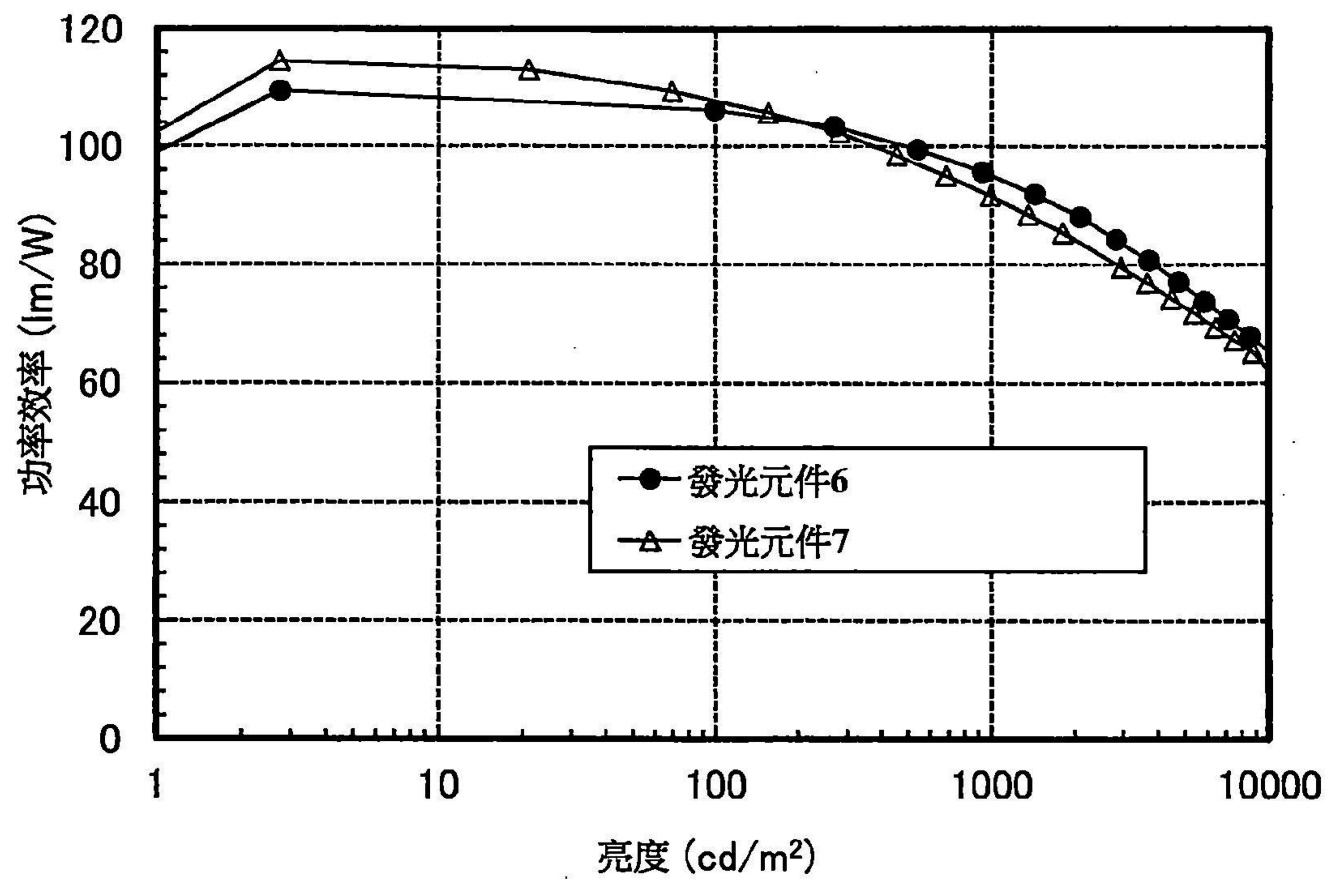


圖 20

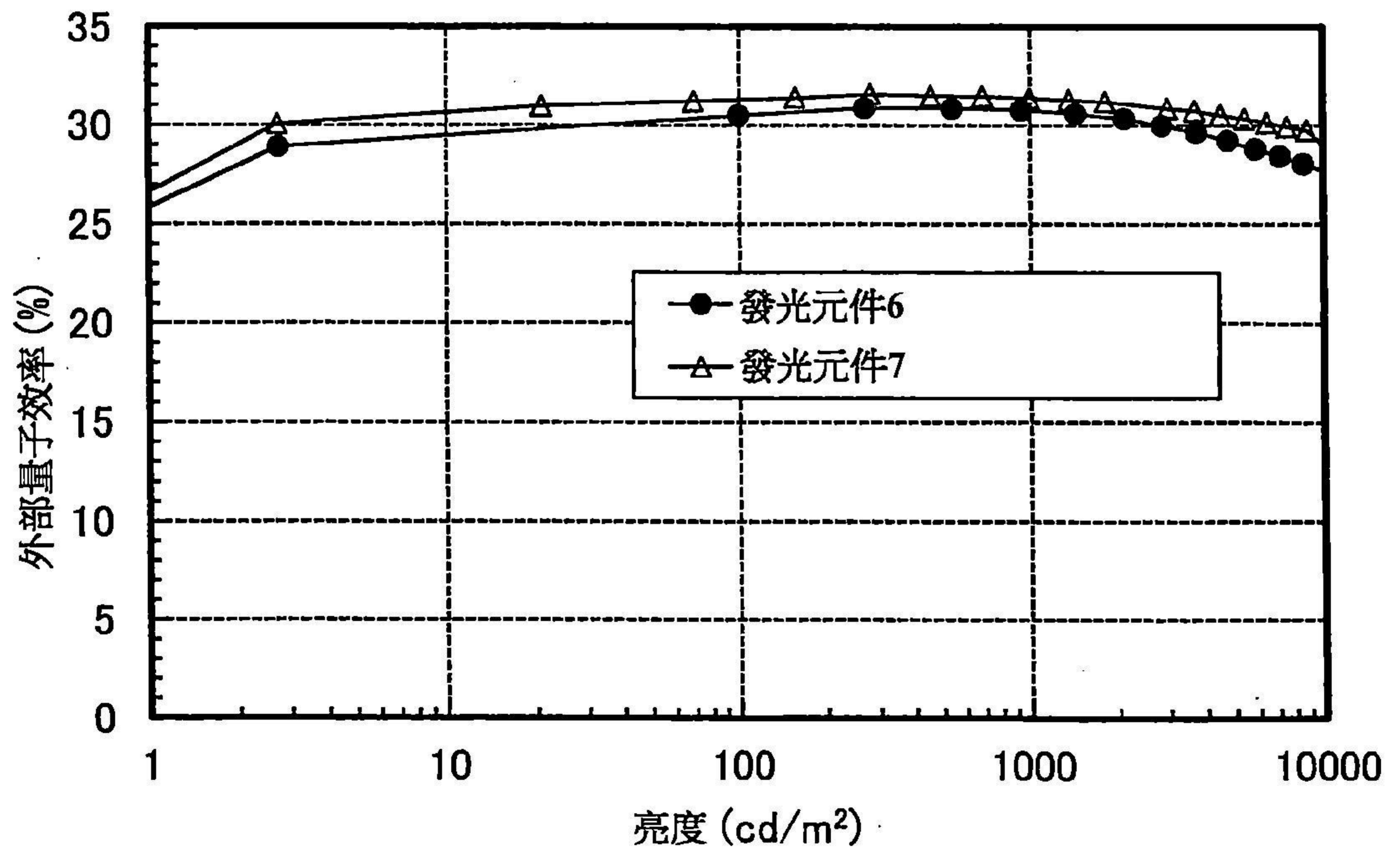




圖 21A

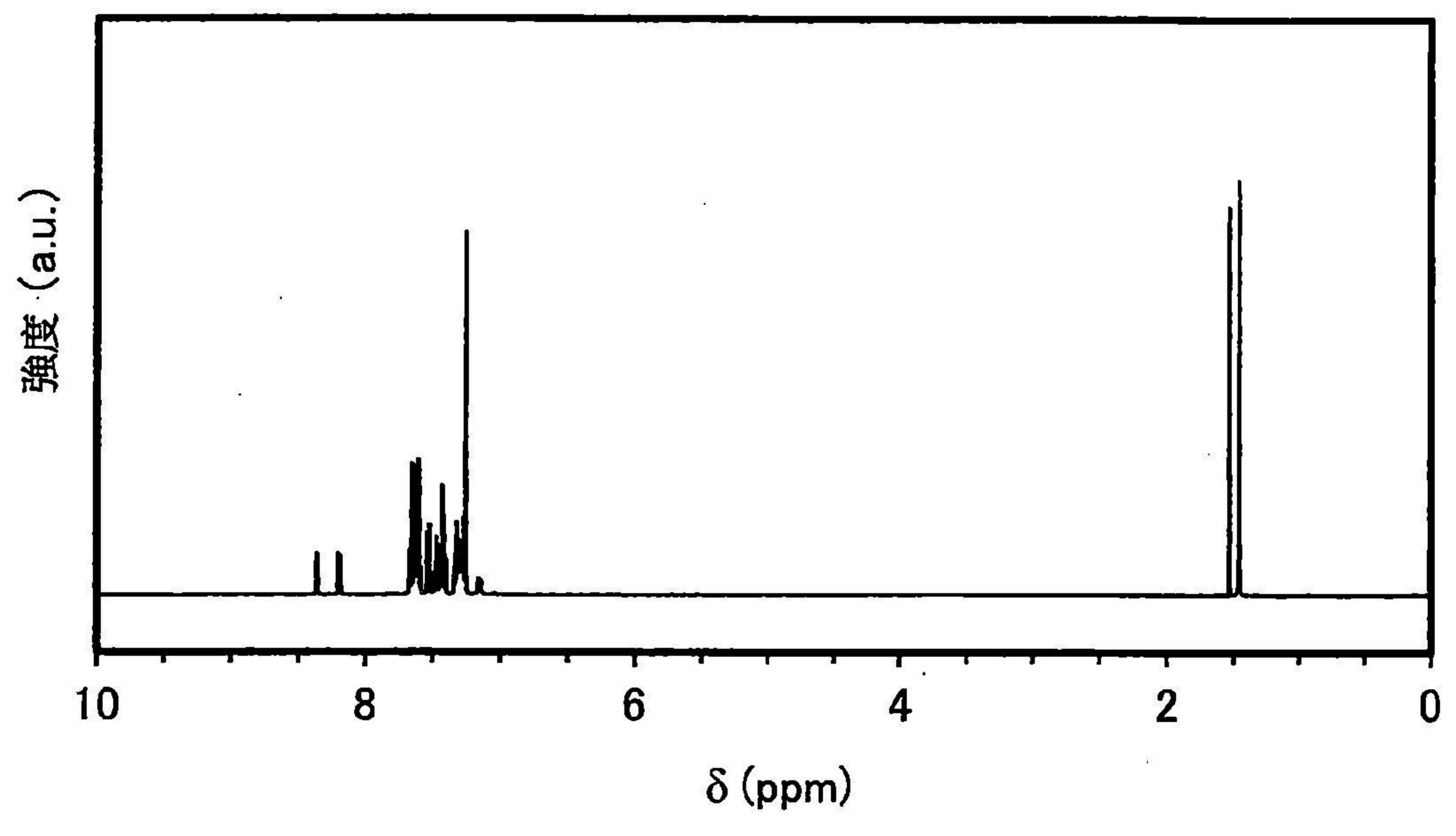


圖 21B

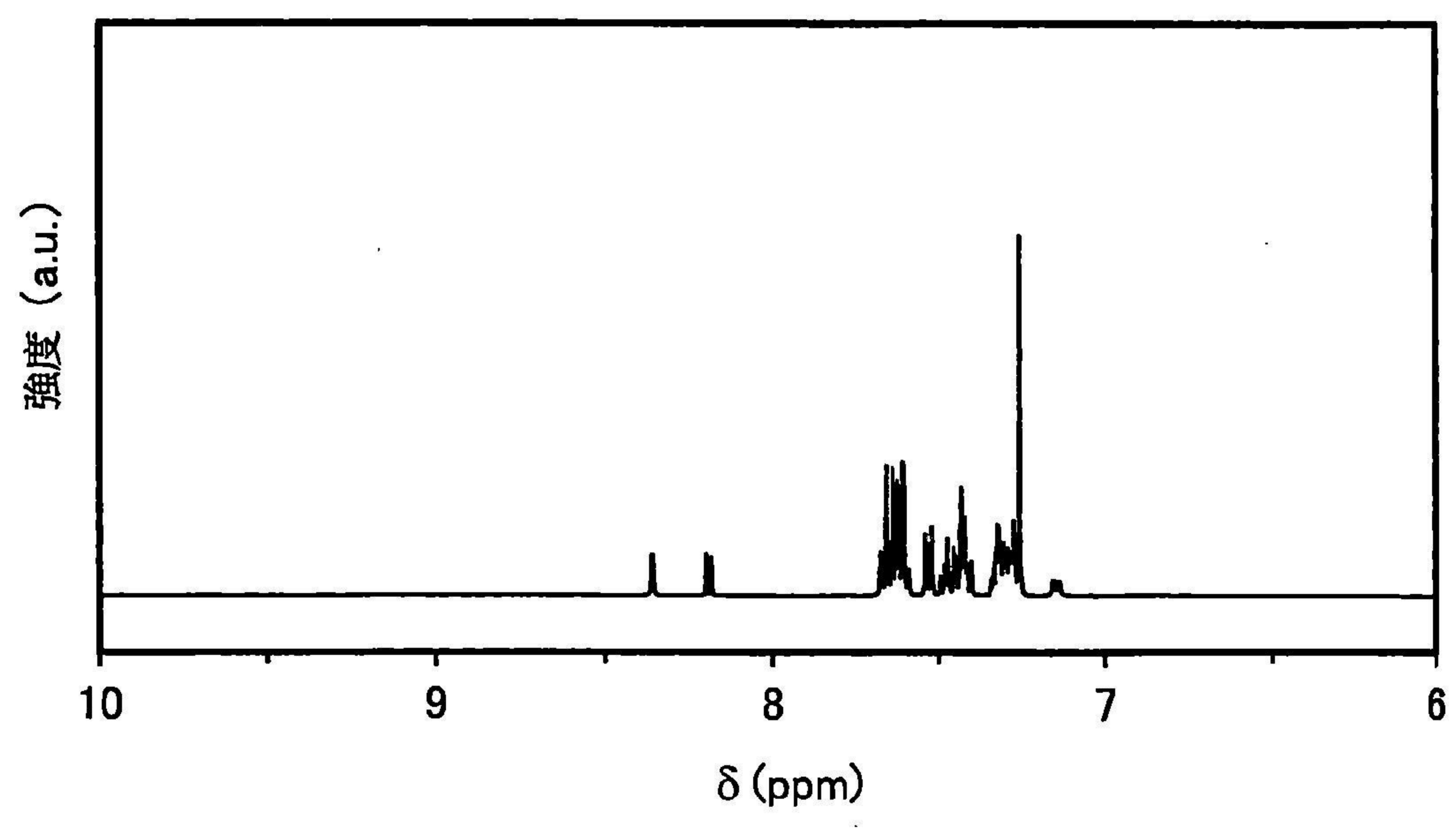




圖 22A

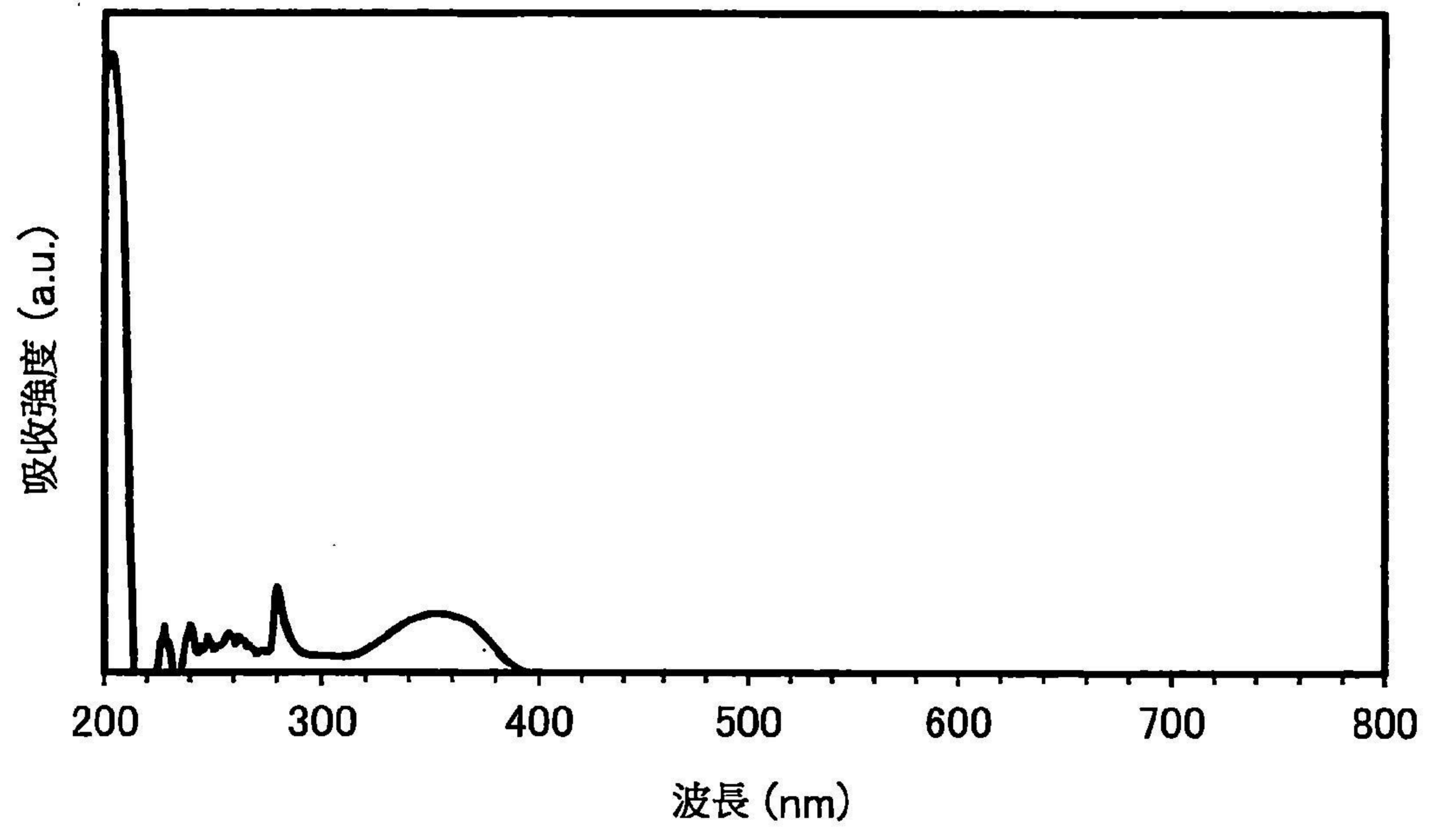


圖 22B

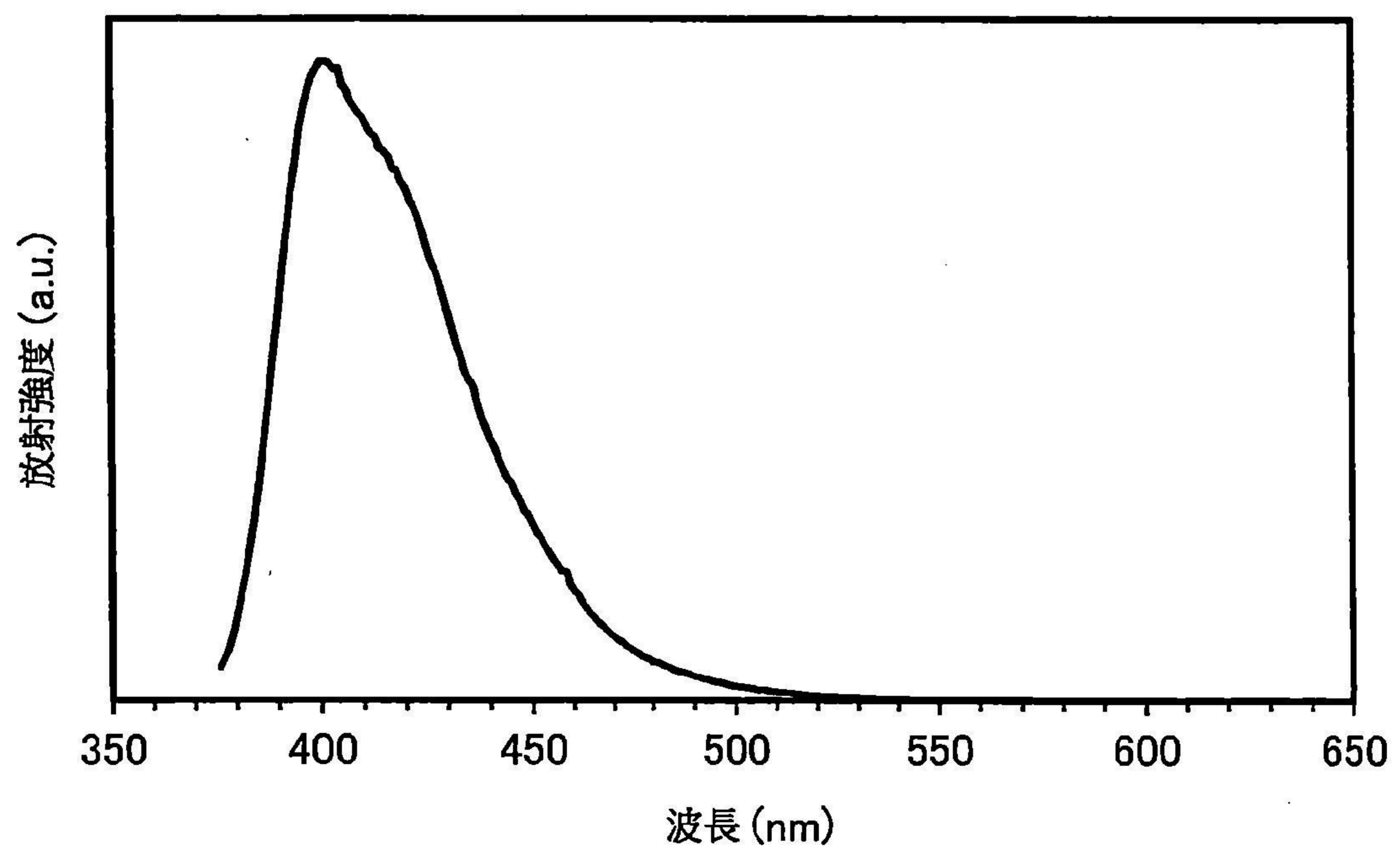


圖 23A

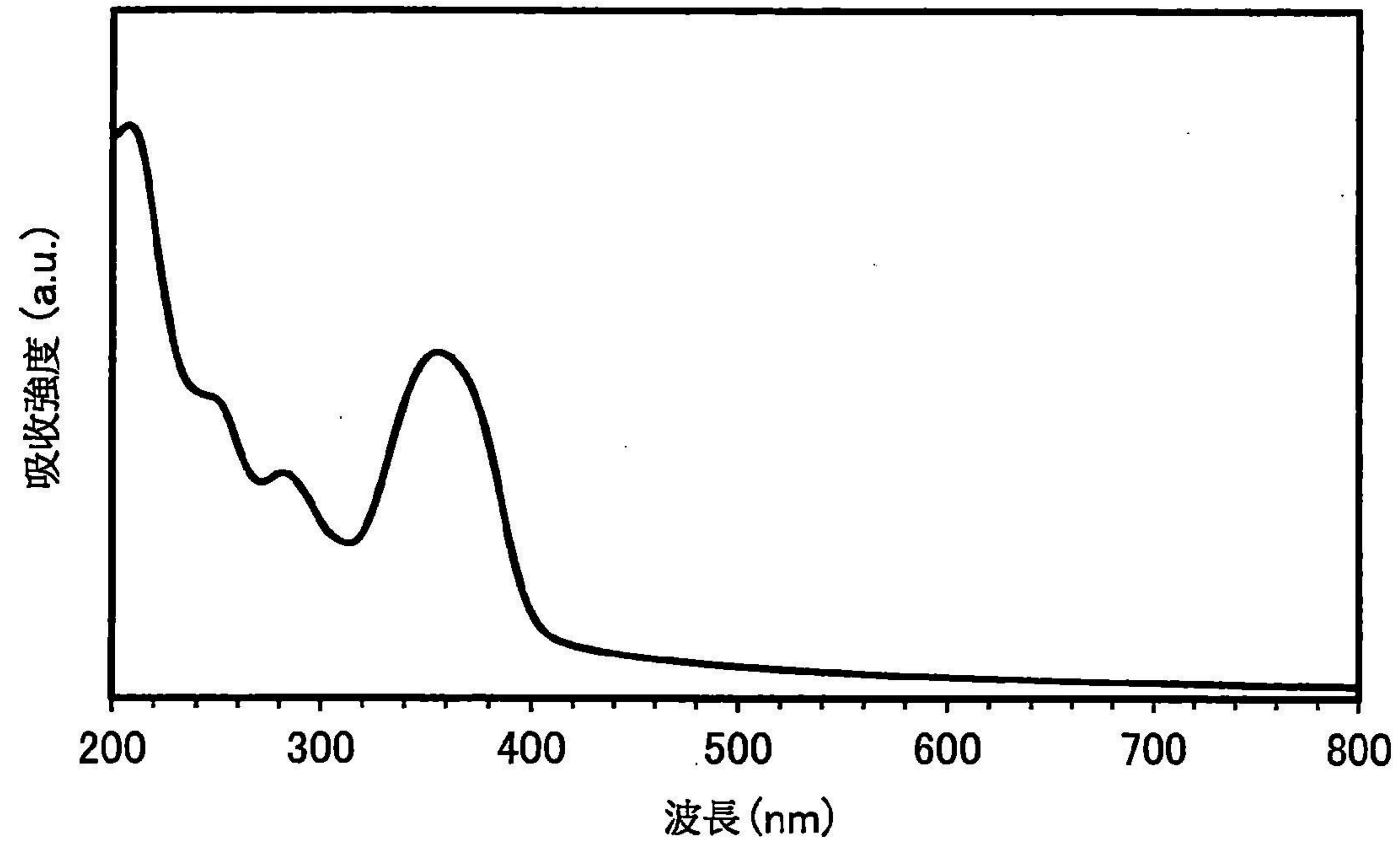


圖 23B

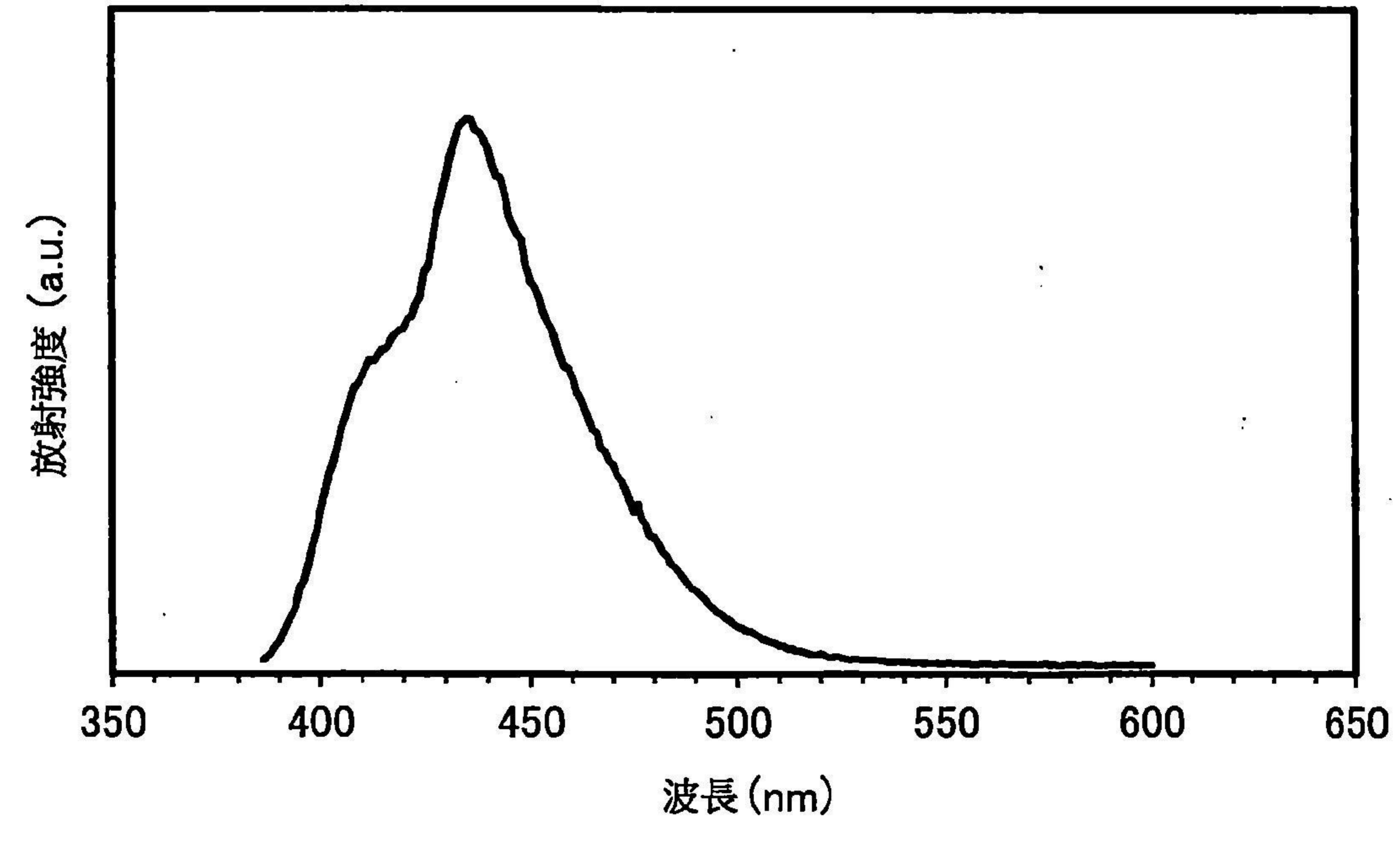




圖 24A

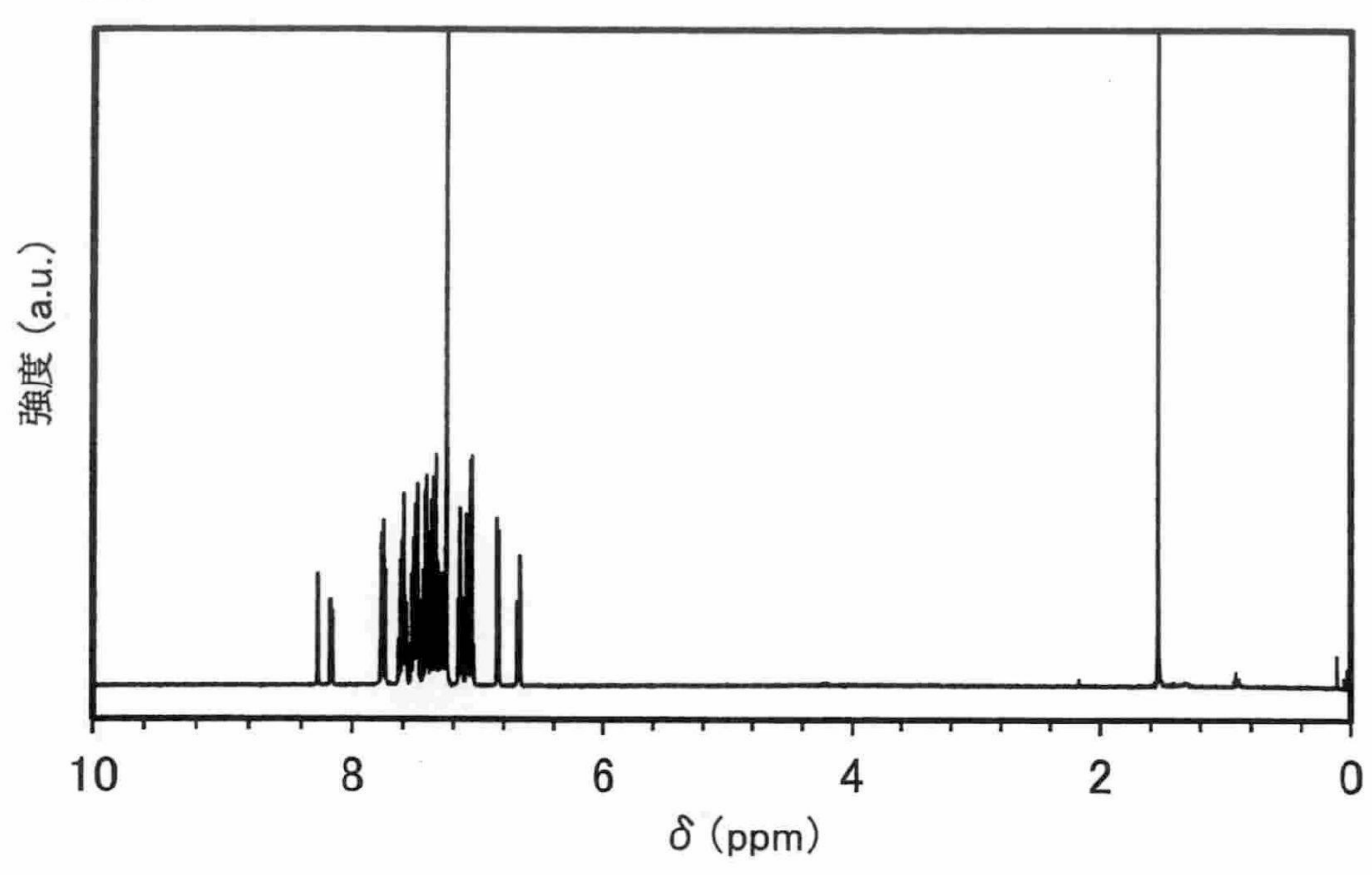


圖 24B

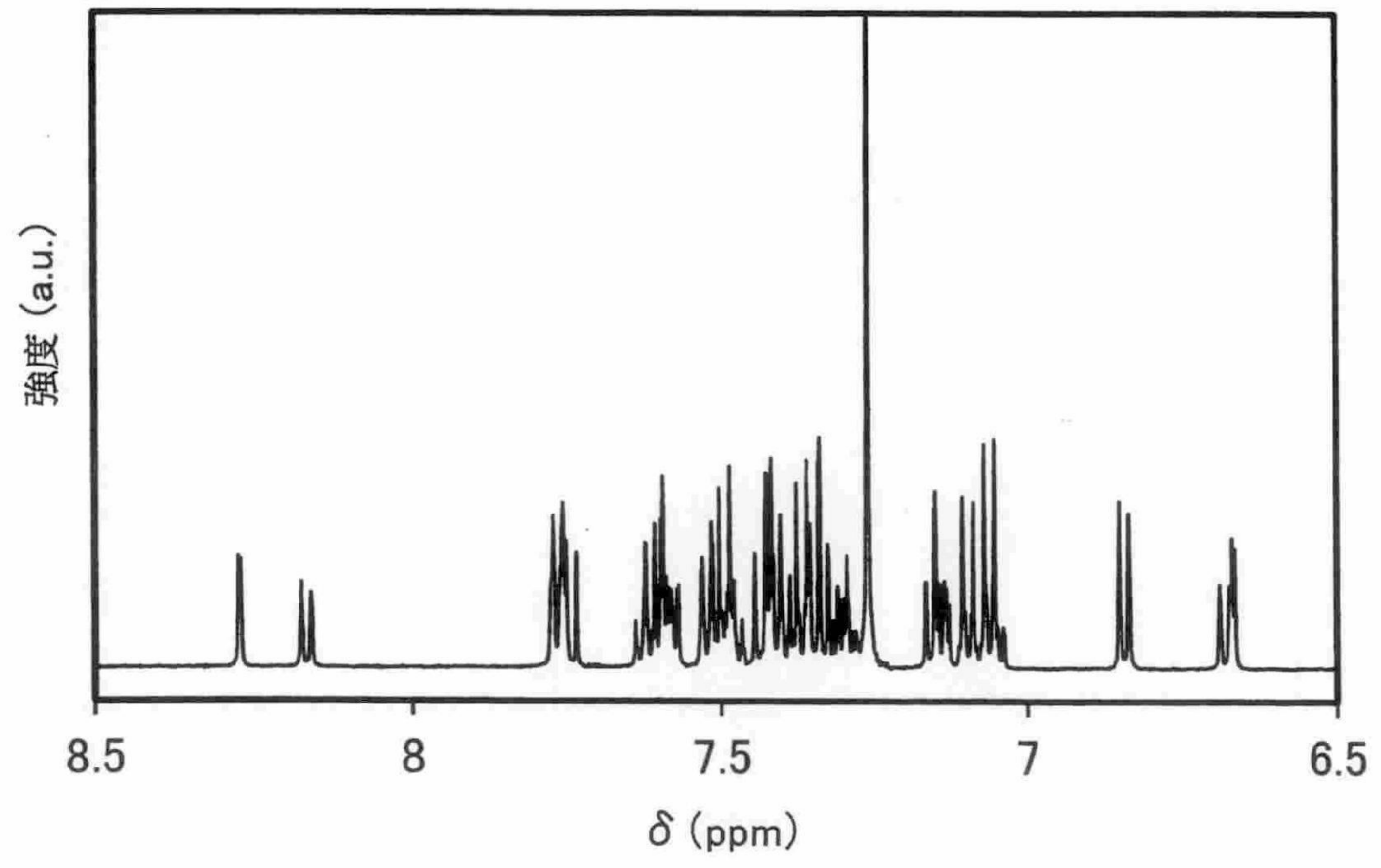




圖 25A

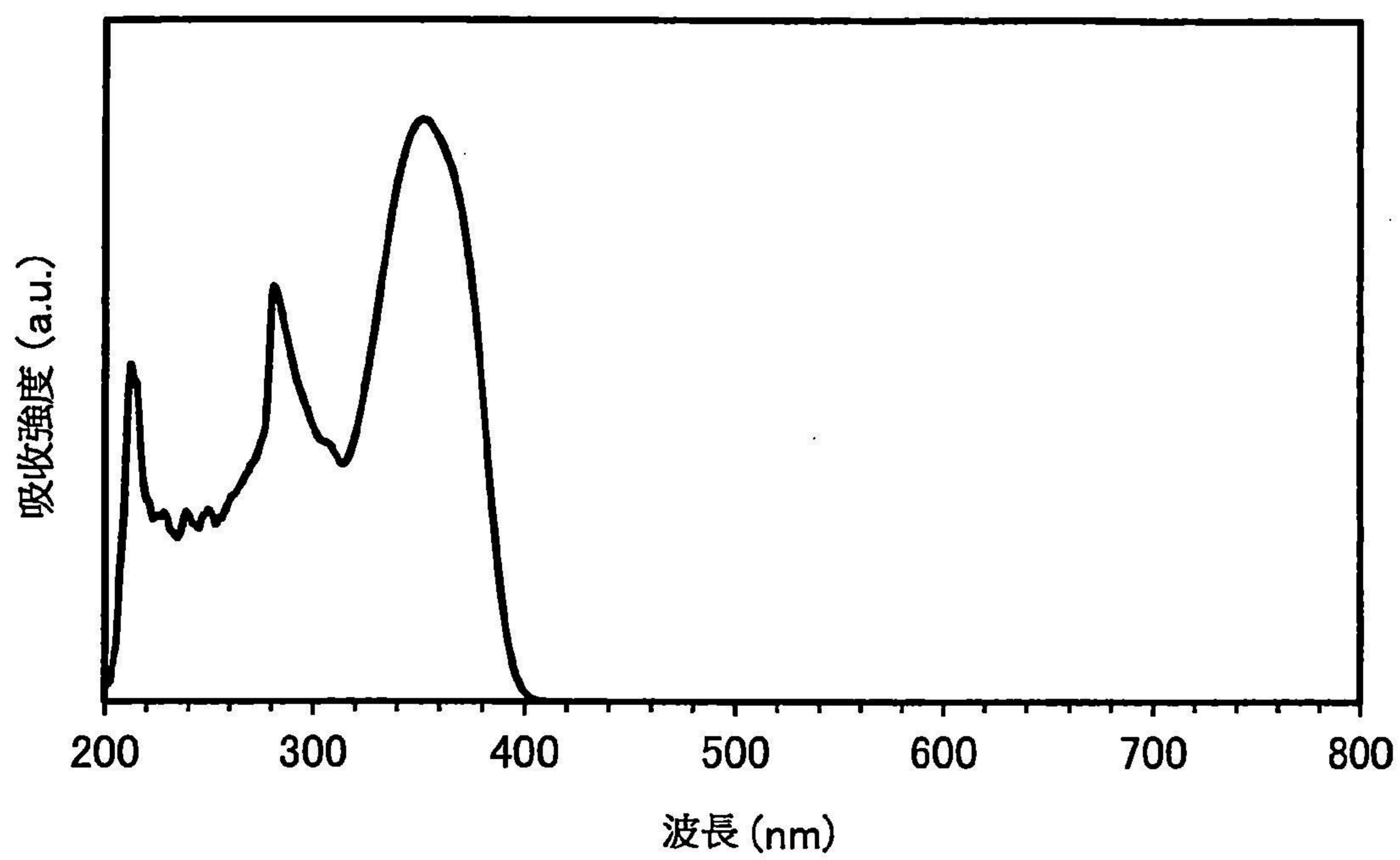


圖 25B

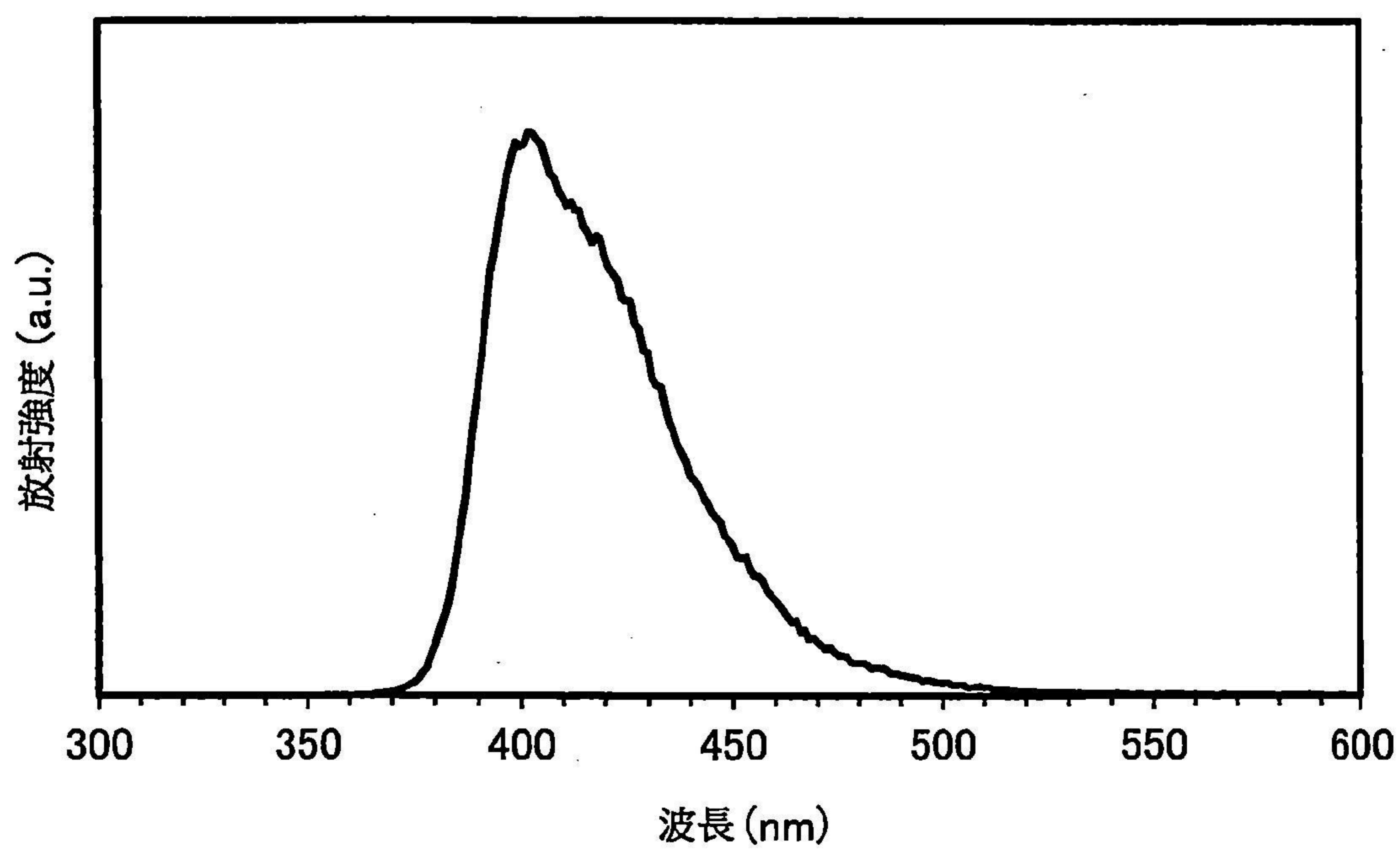




圖 26A

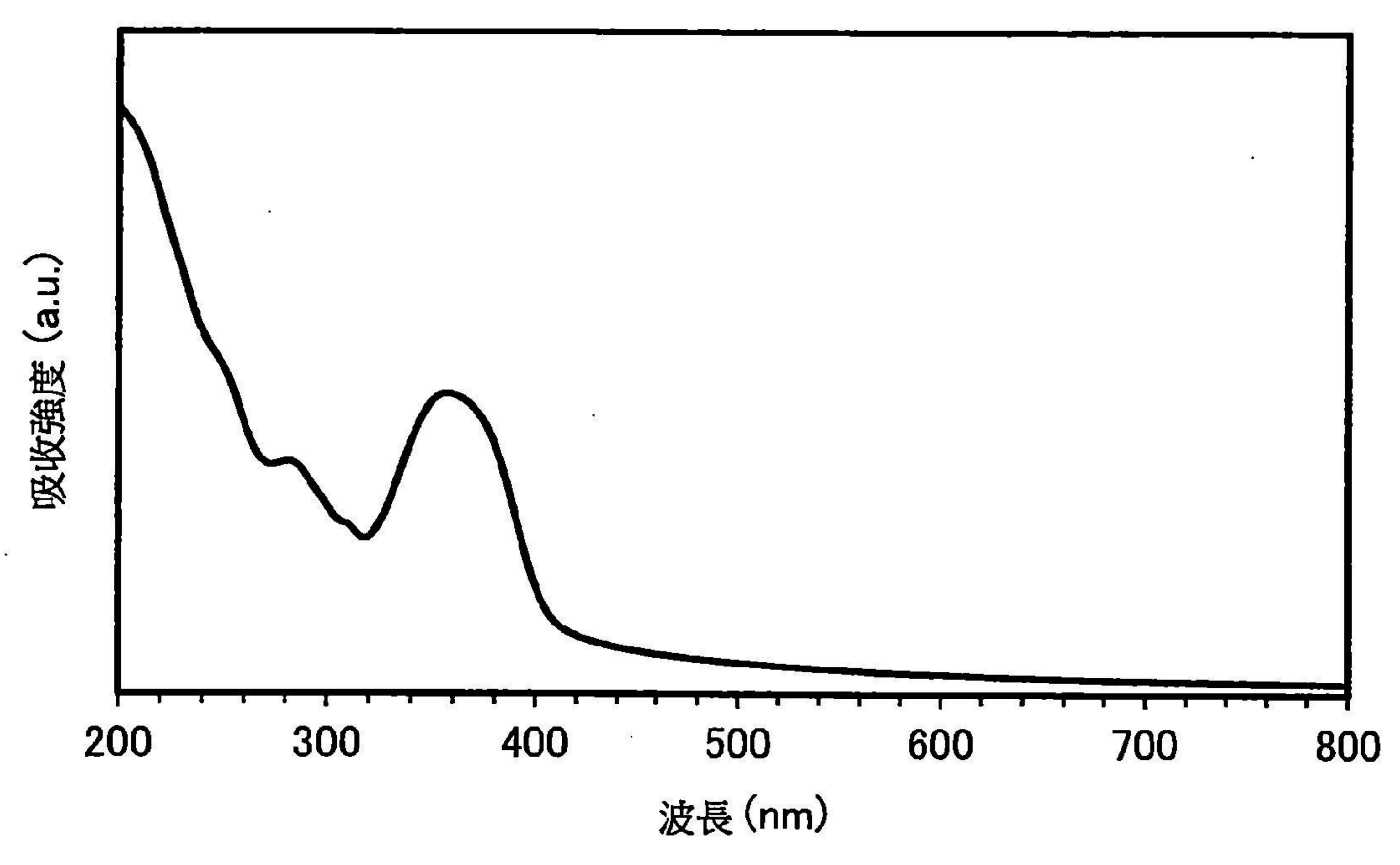


圖 26B

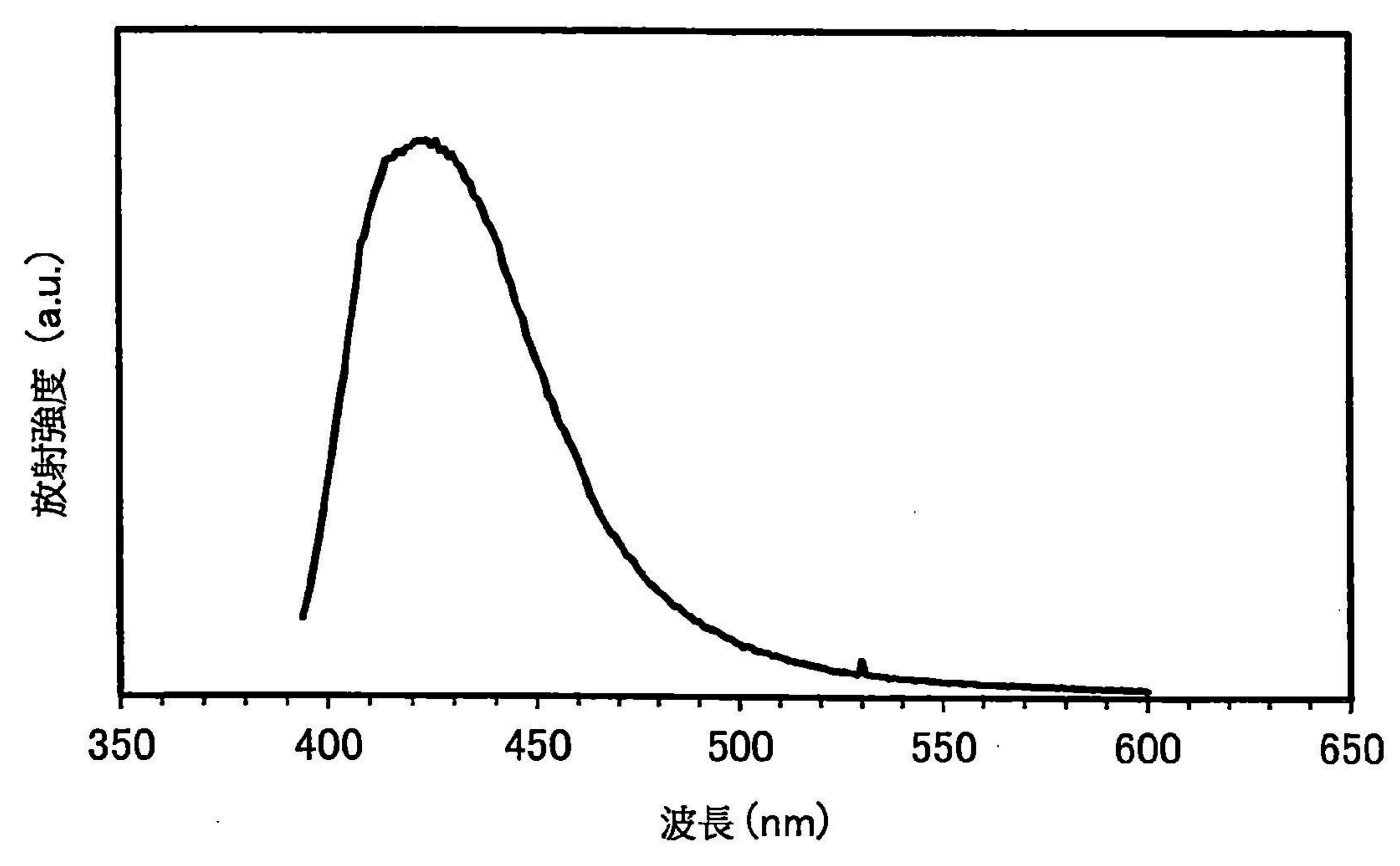




圖 27

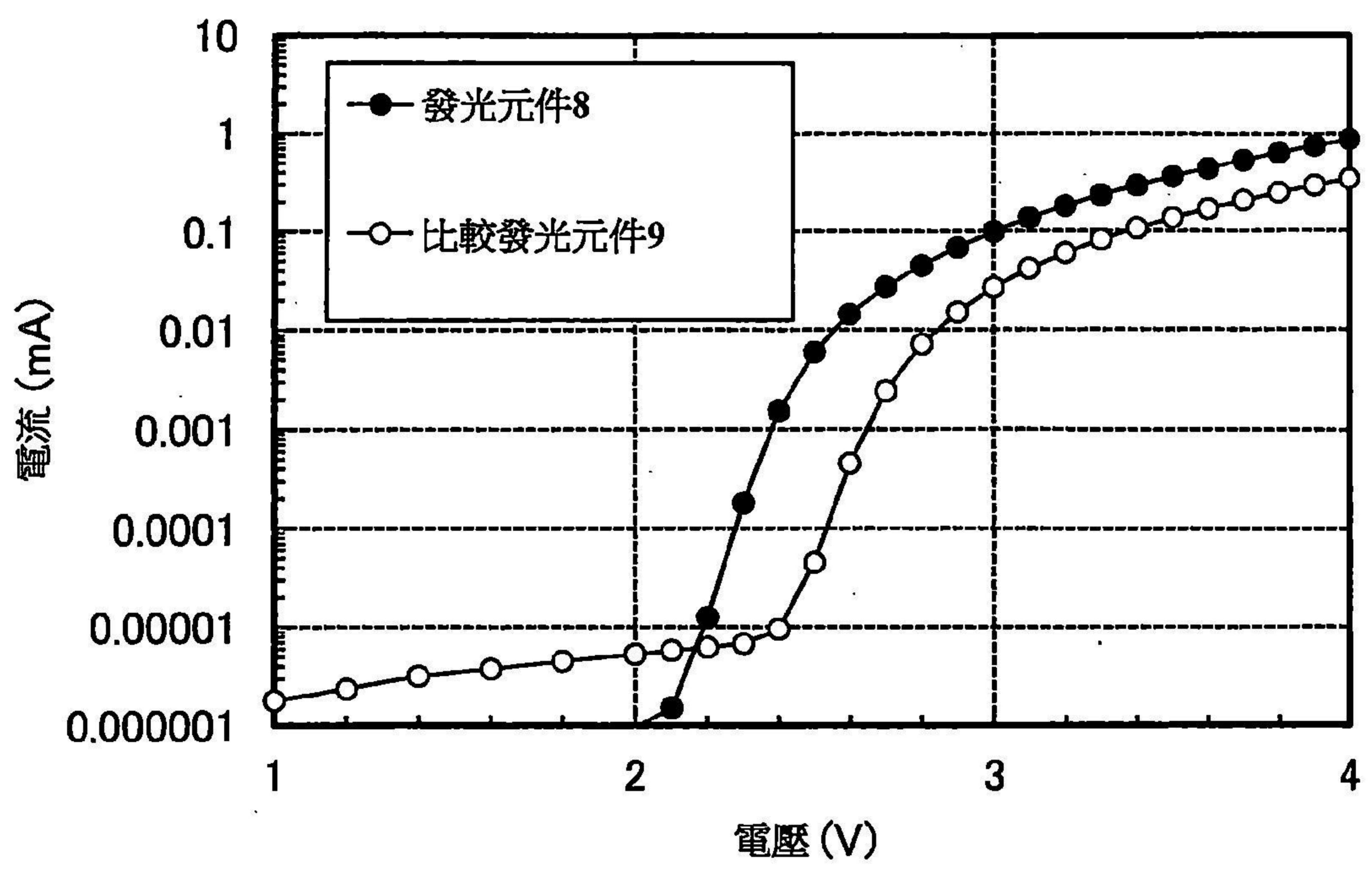


圖 28

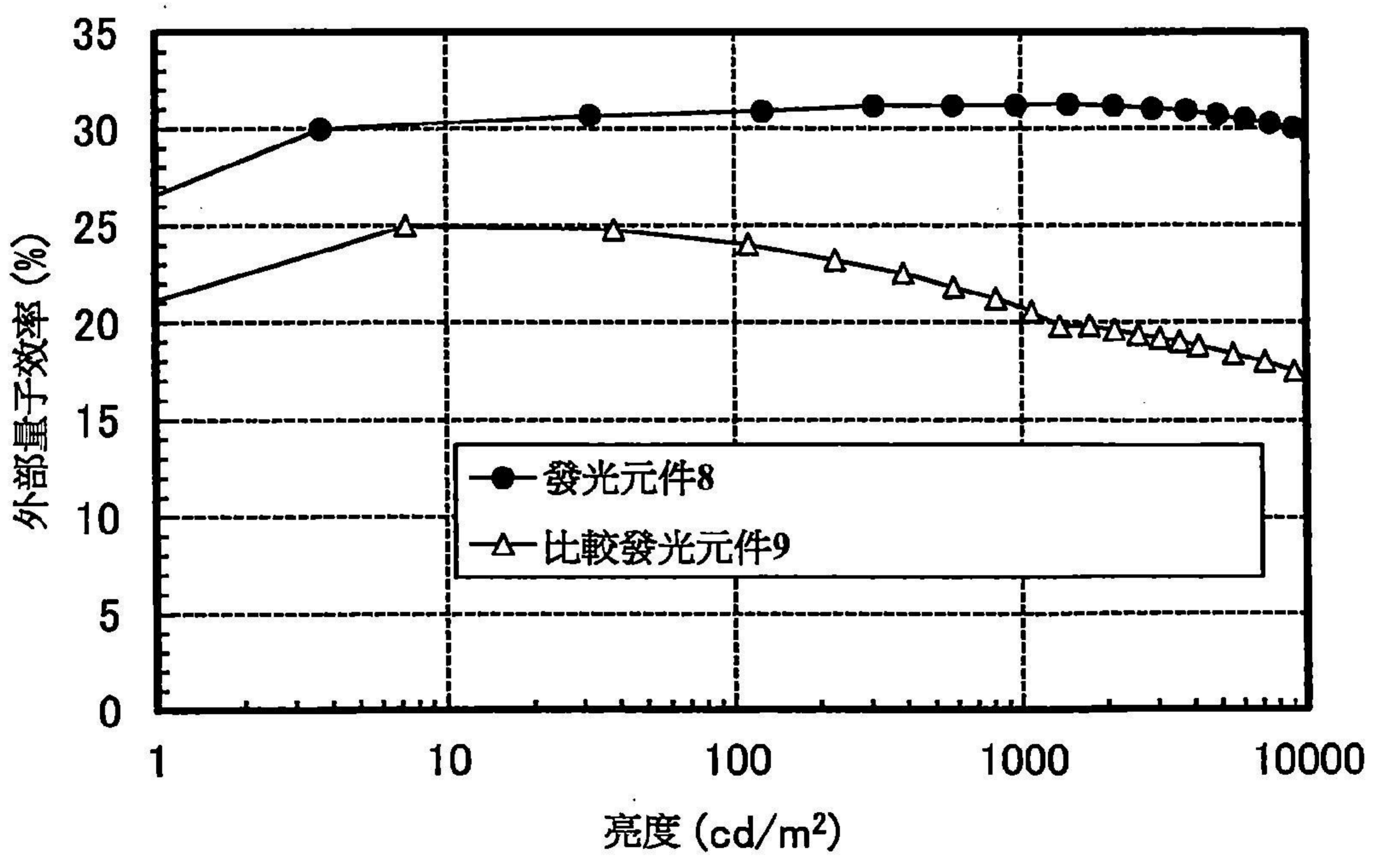




圖 29

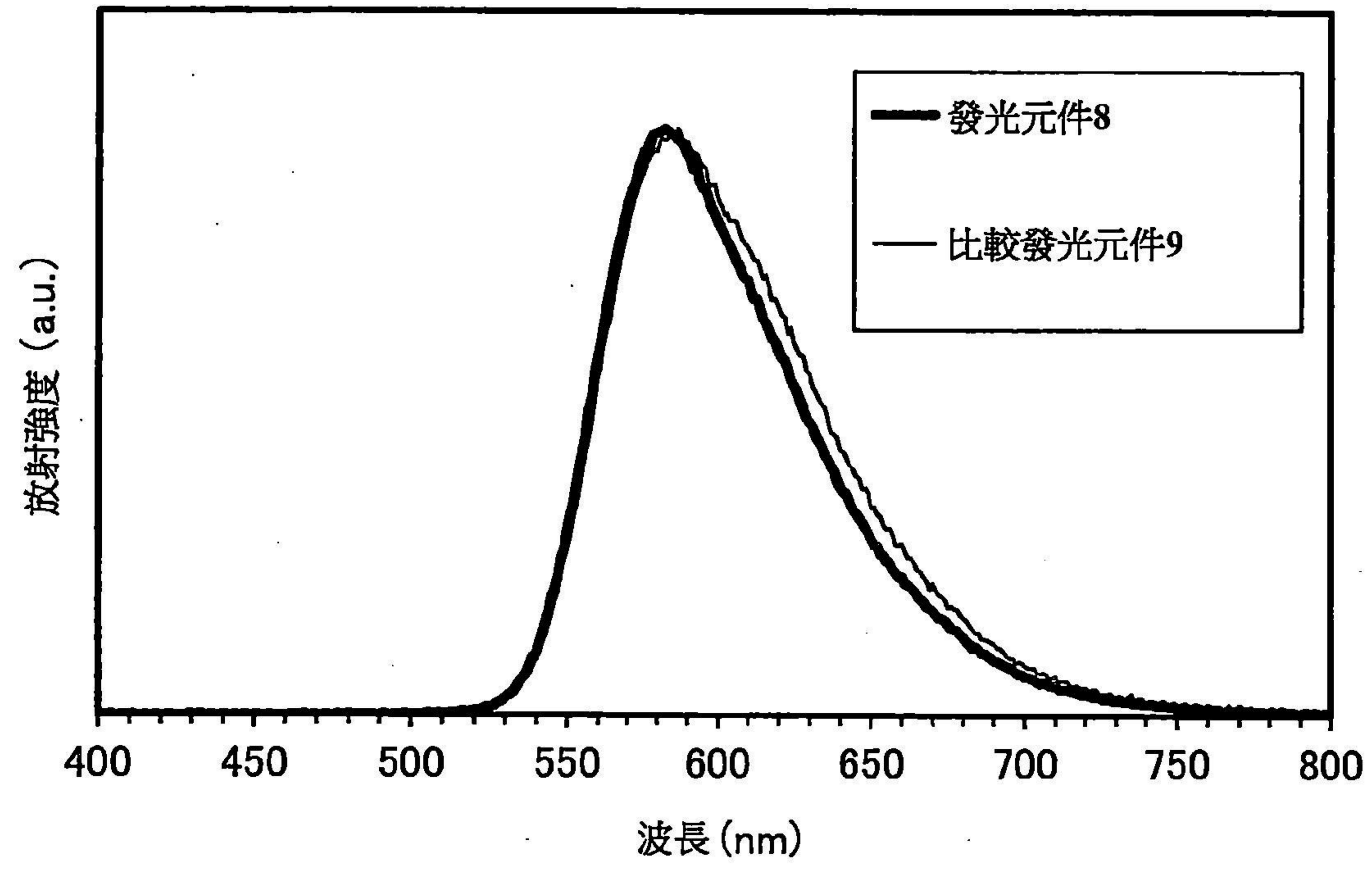


圖 30

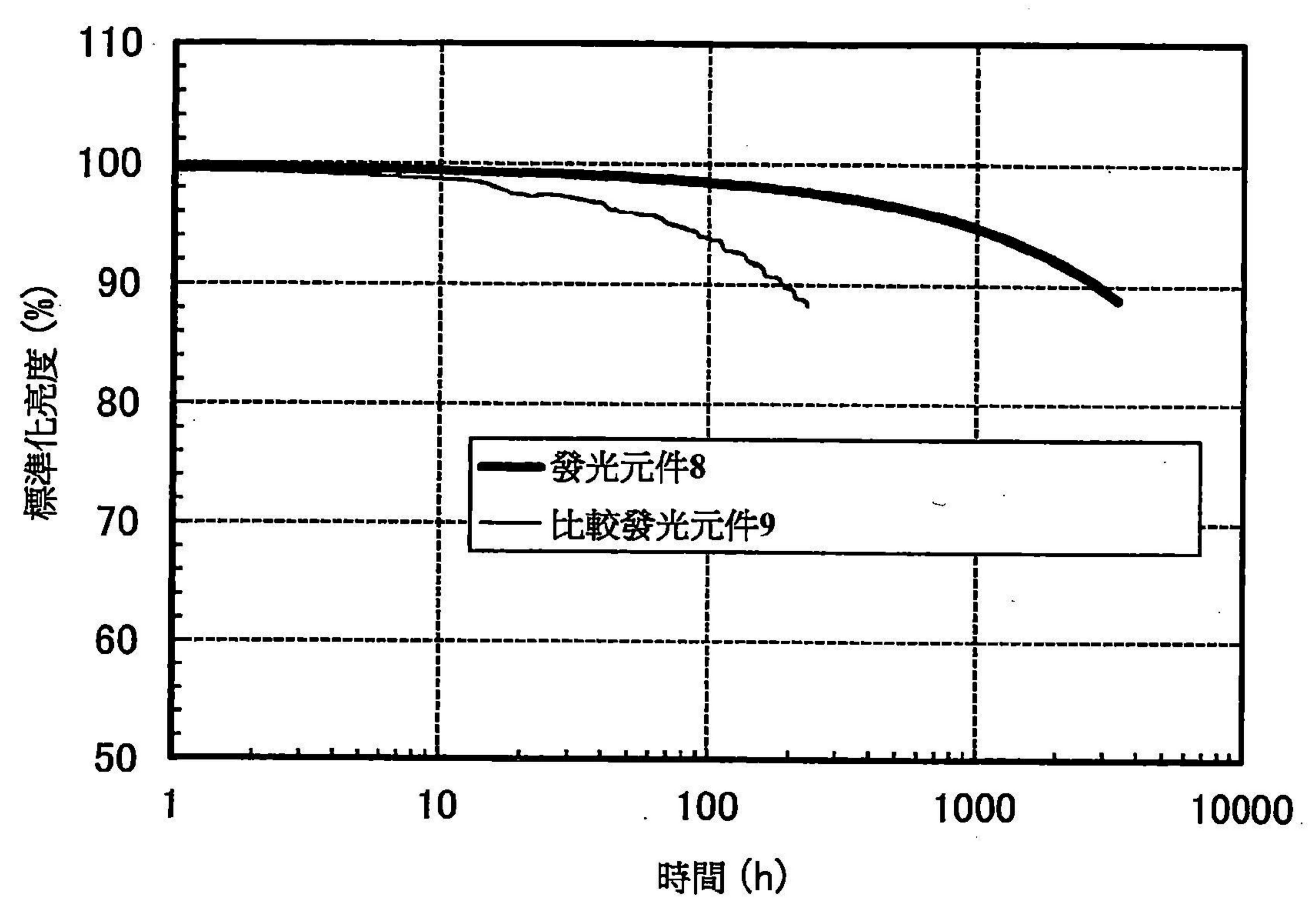




圖 31

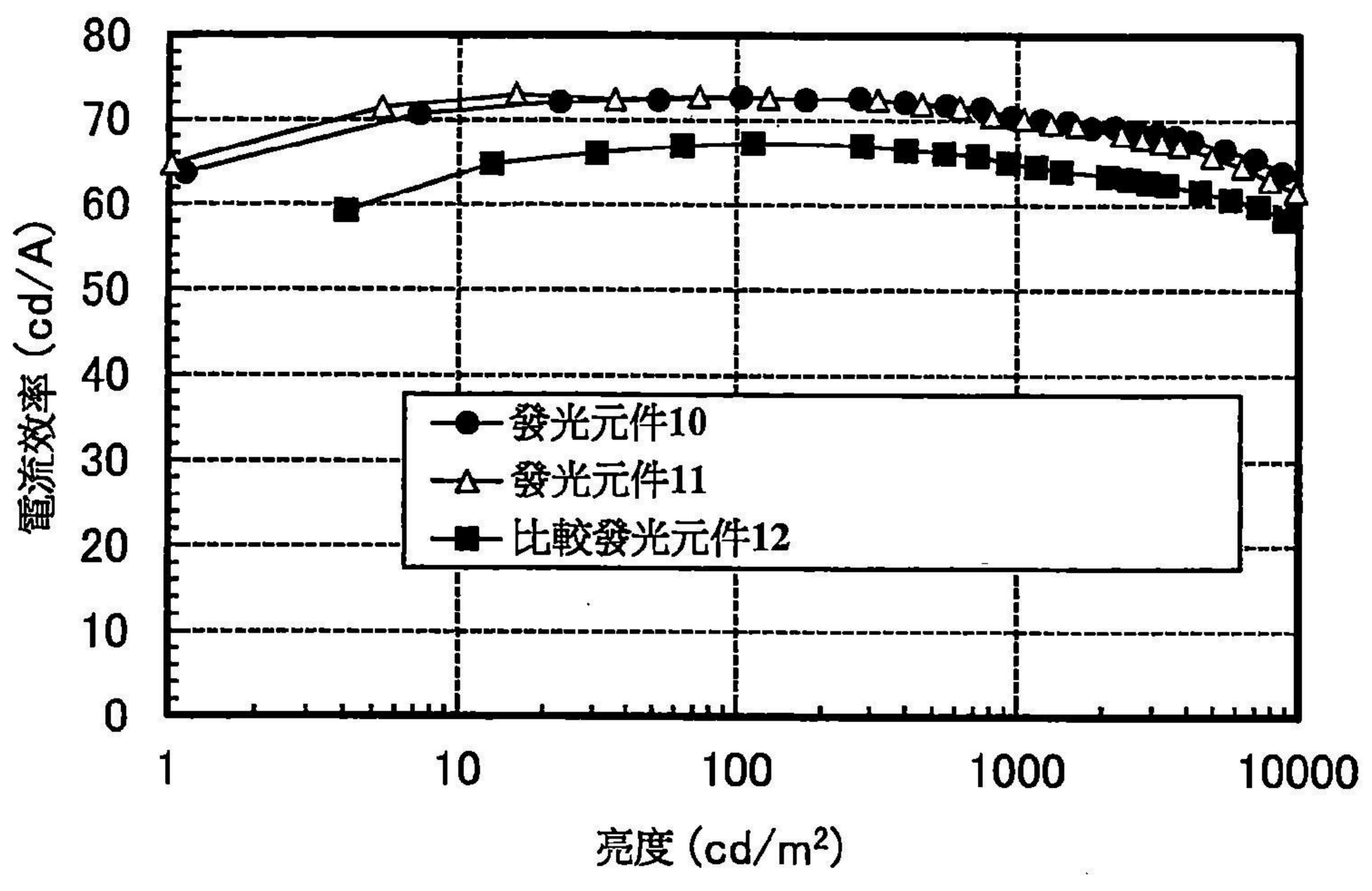


圖 32

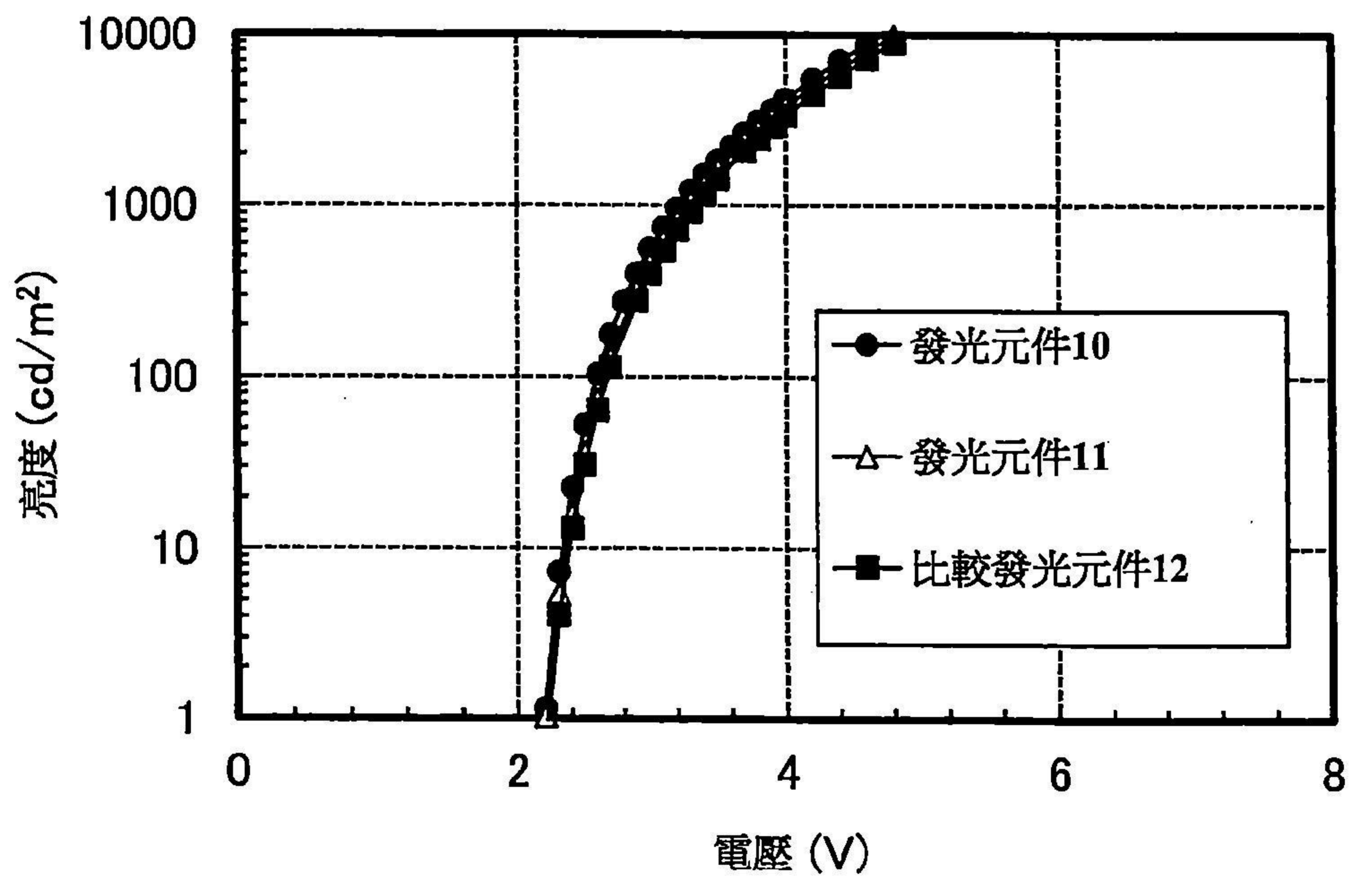




圖 33

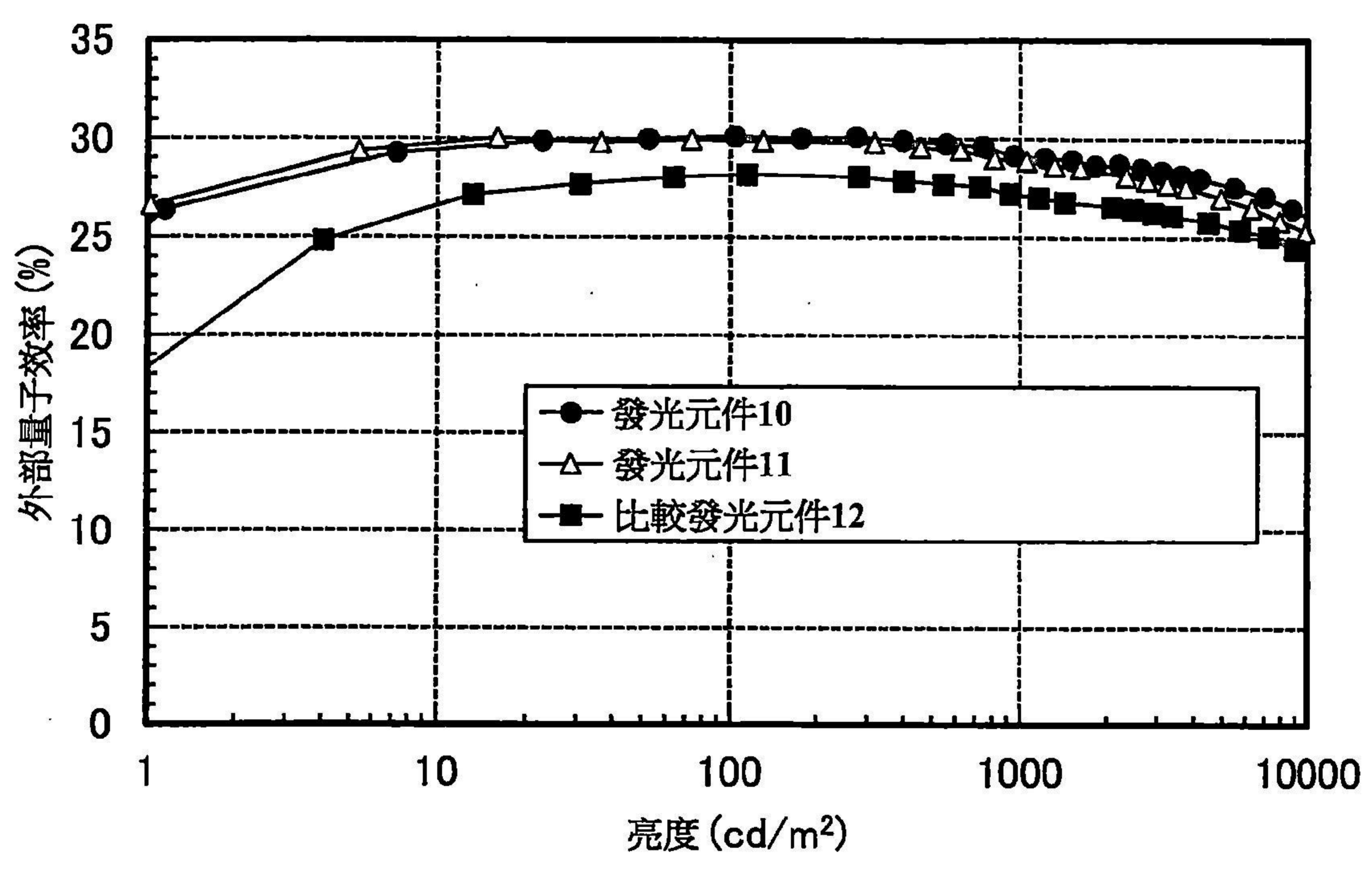




圖 34

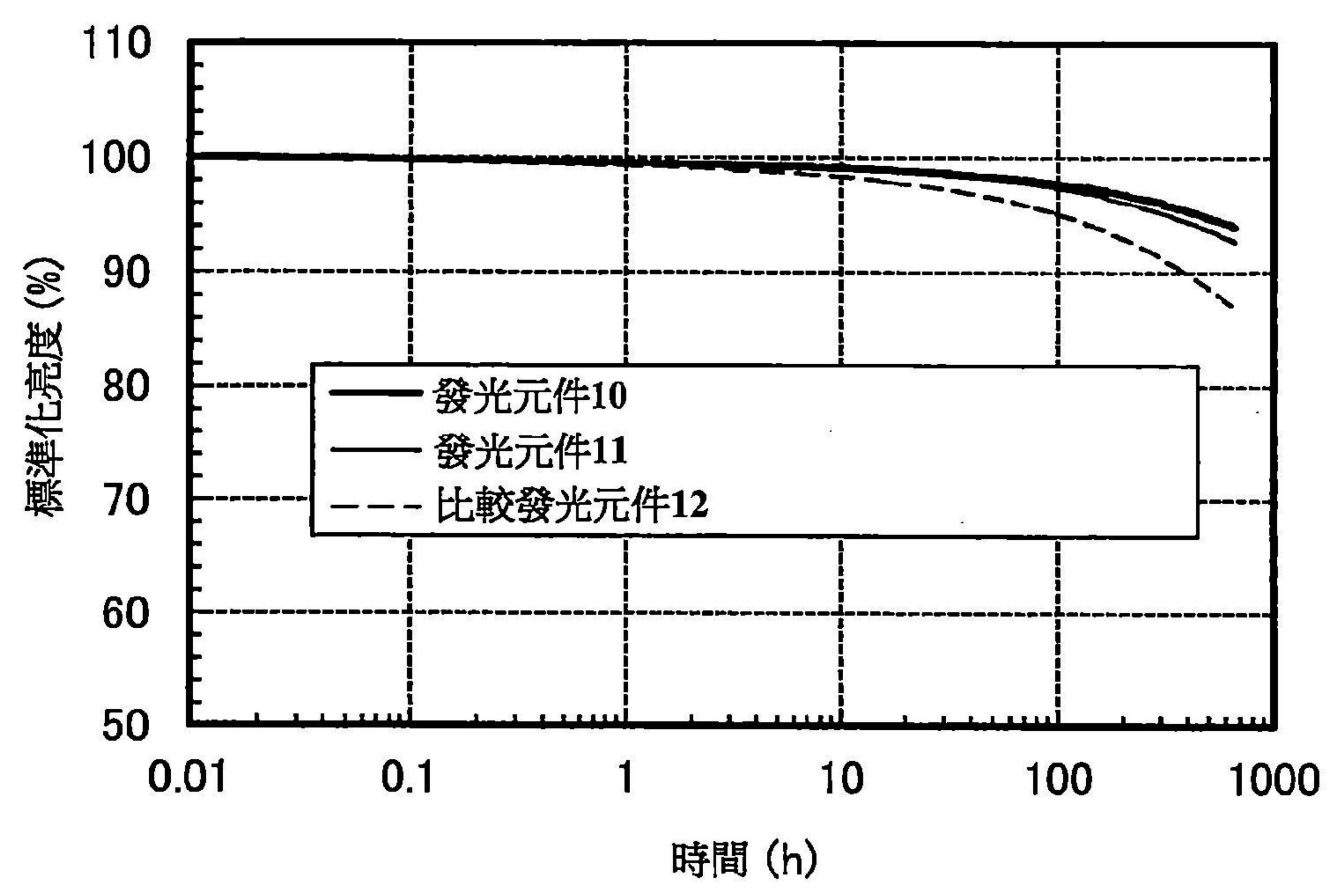




圖 35

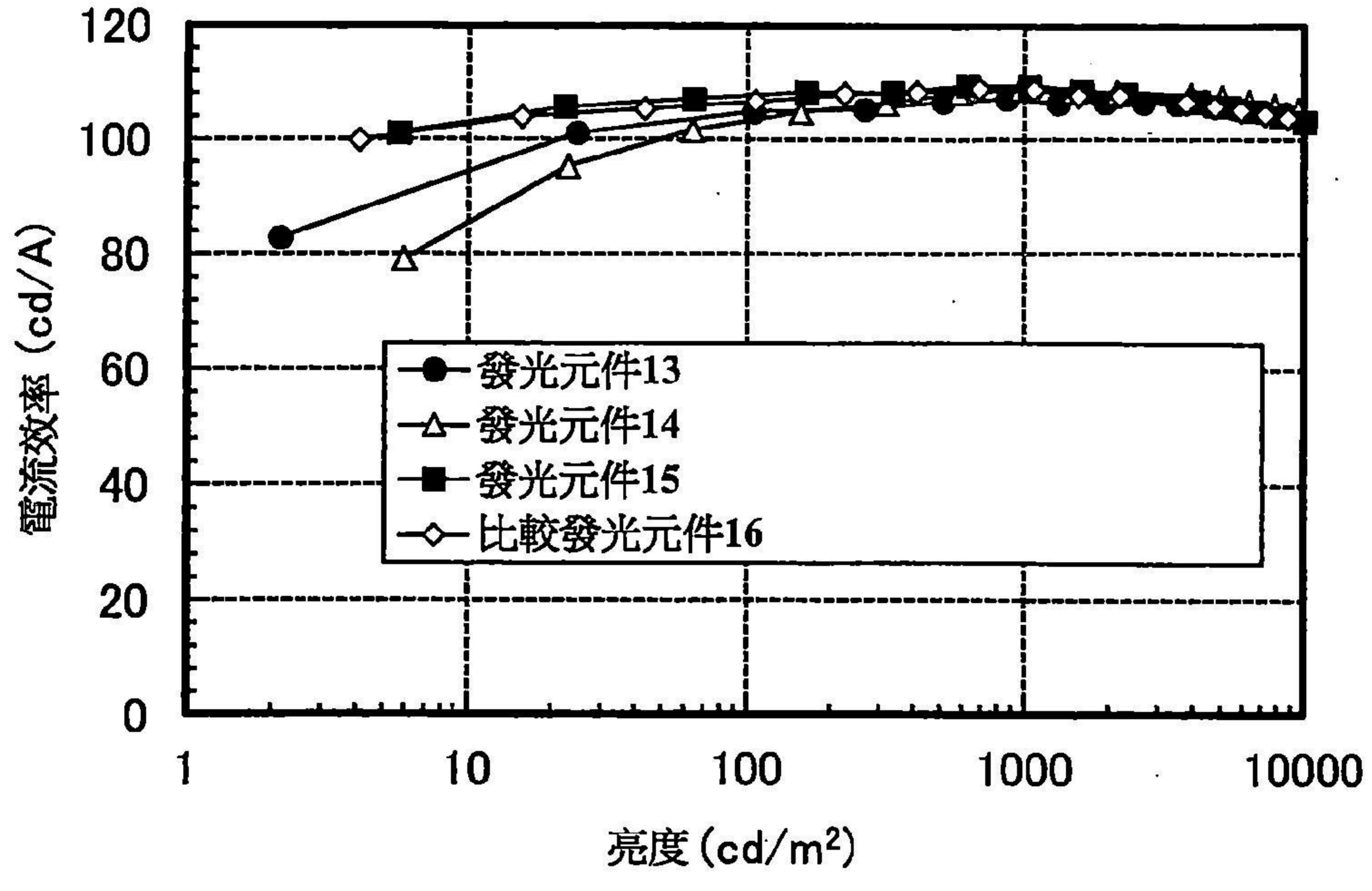


圖 36

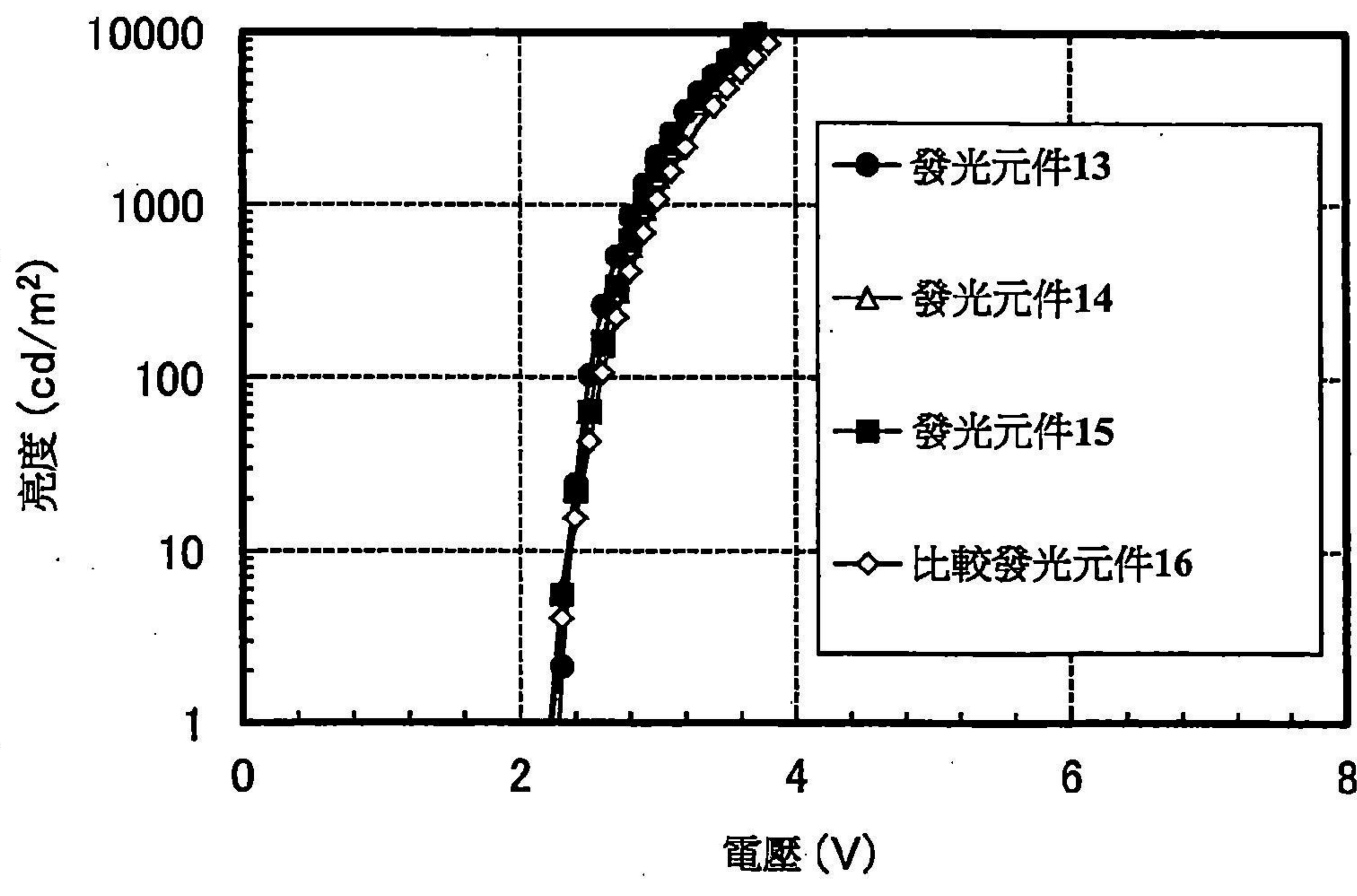




圖 37

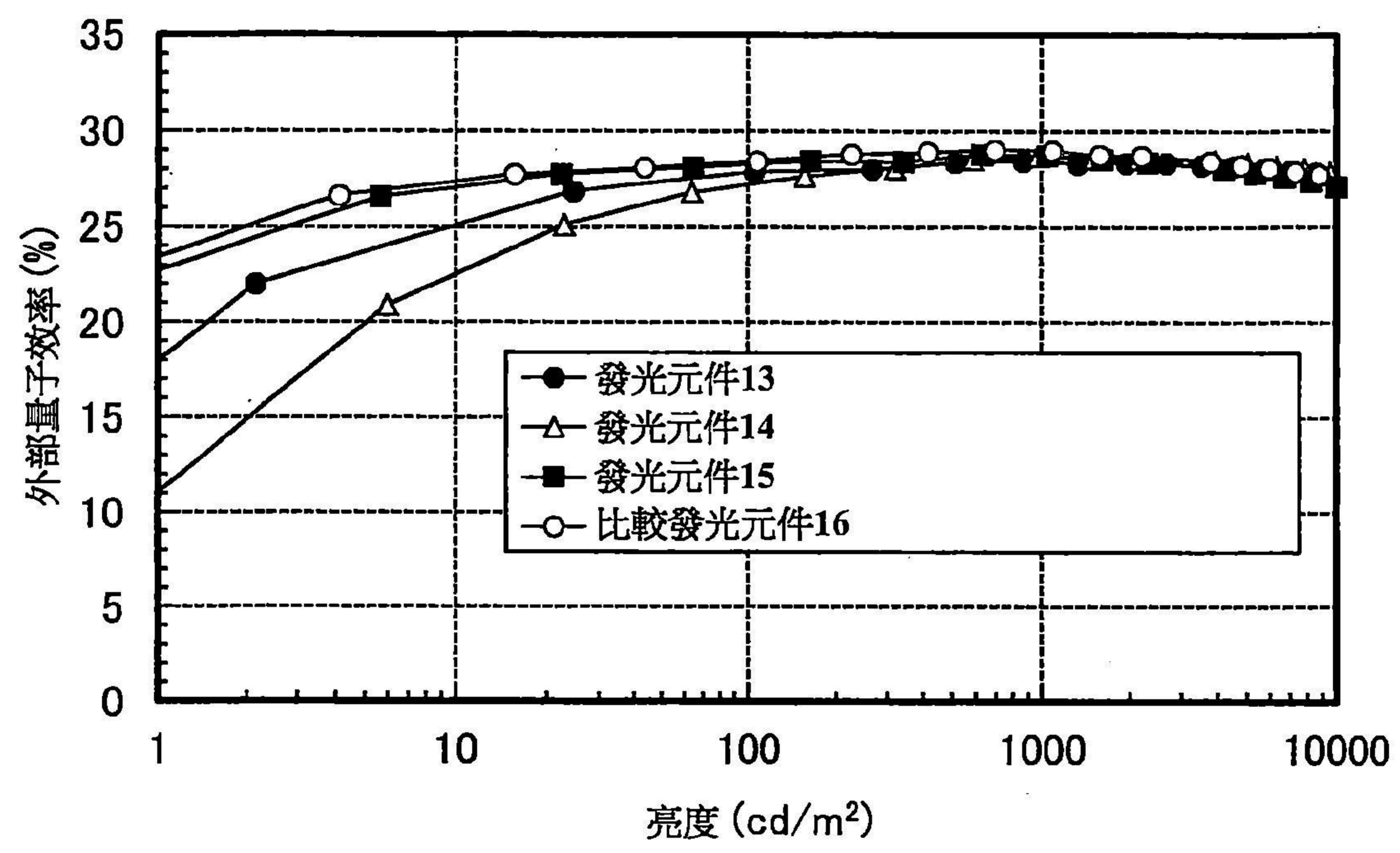




圖 38

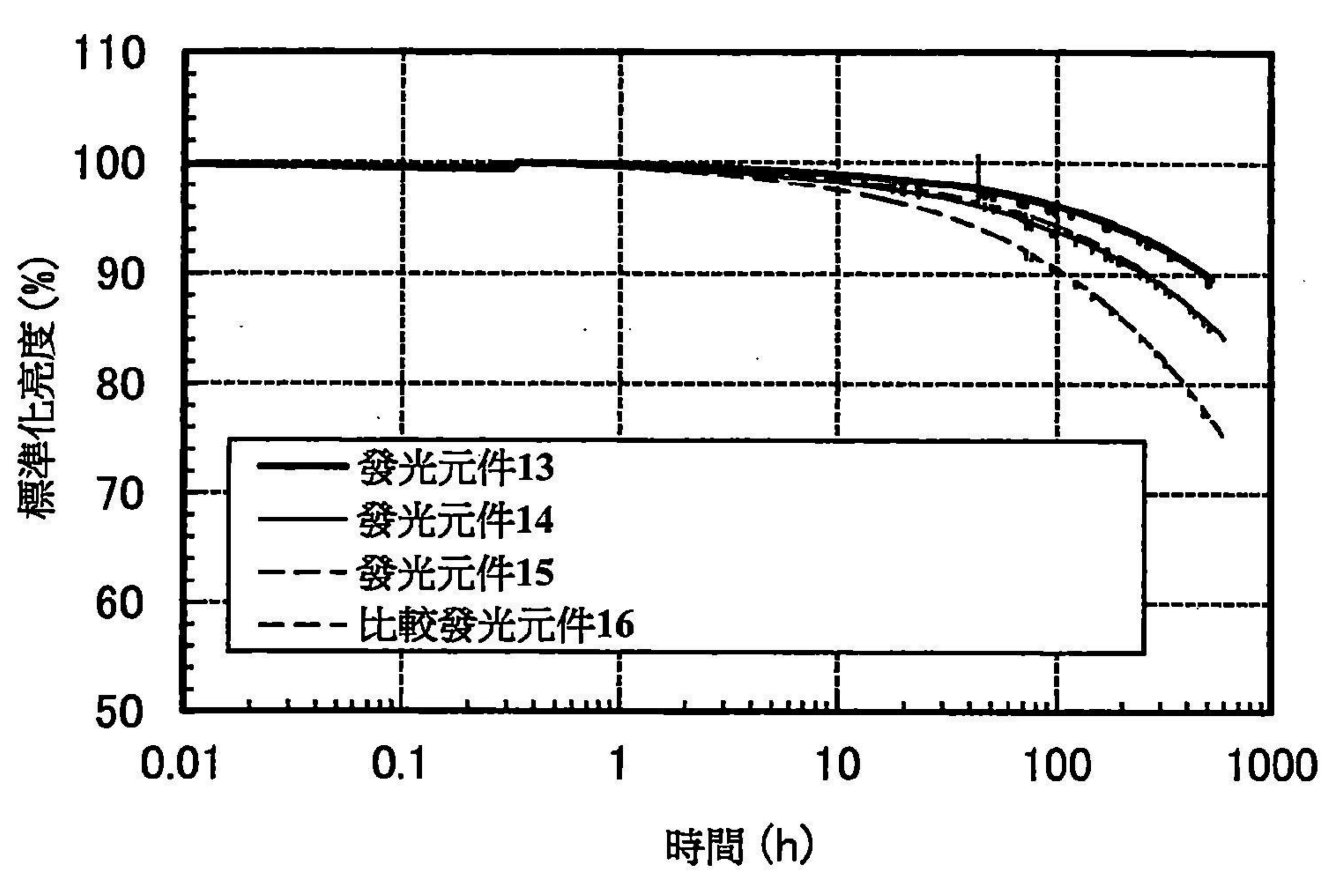




圖 39

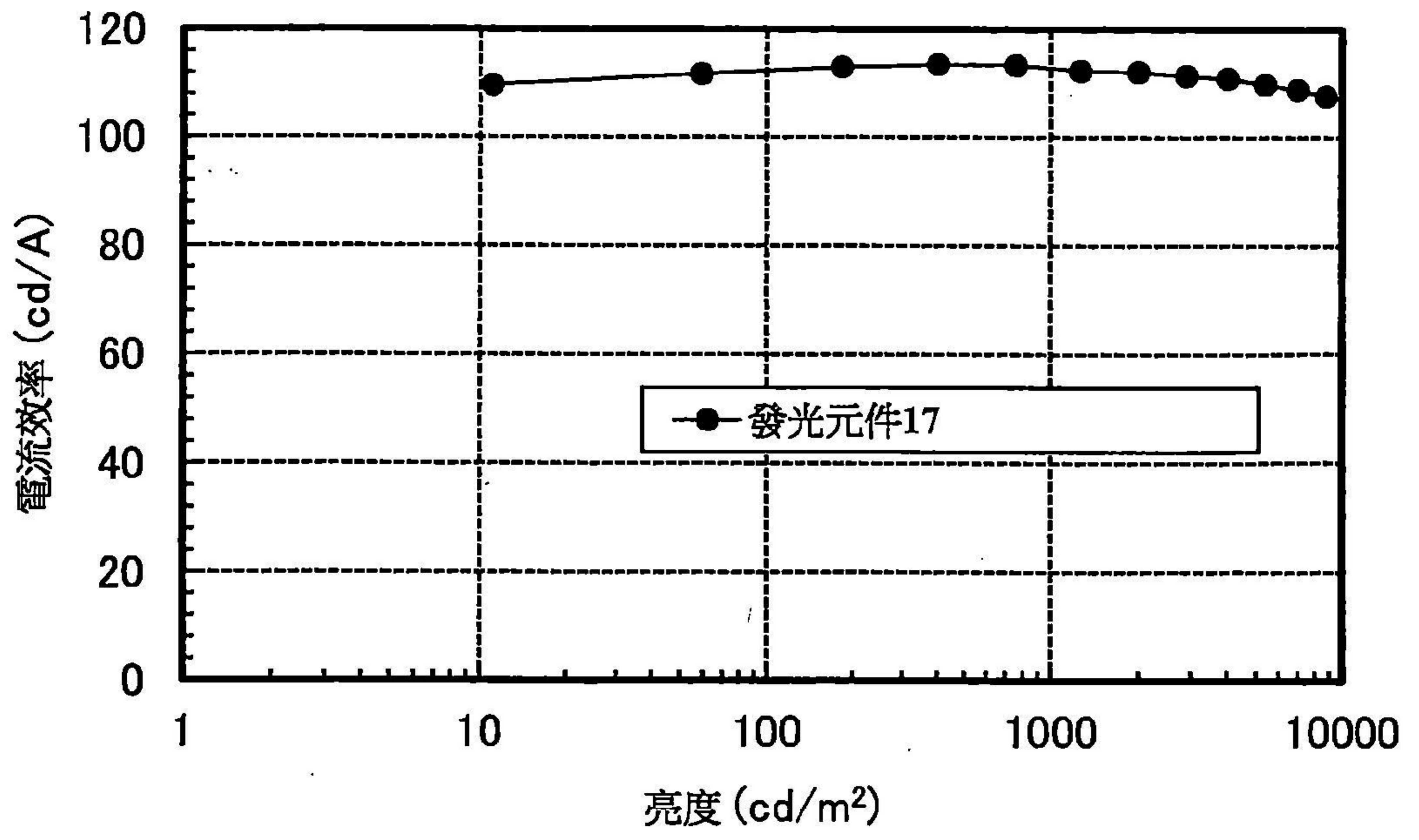


圖 40

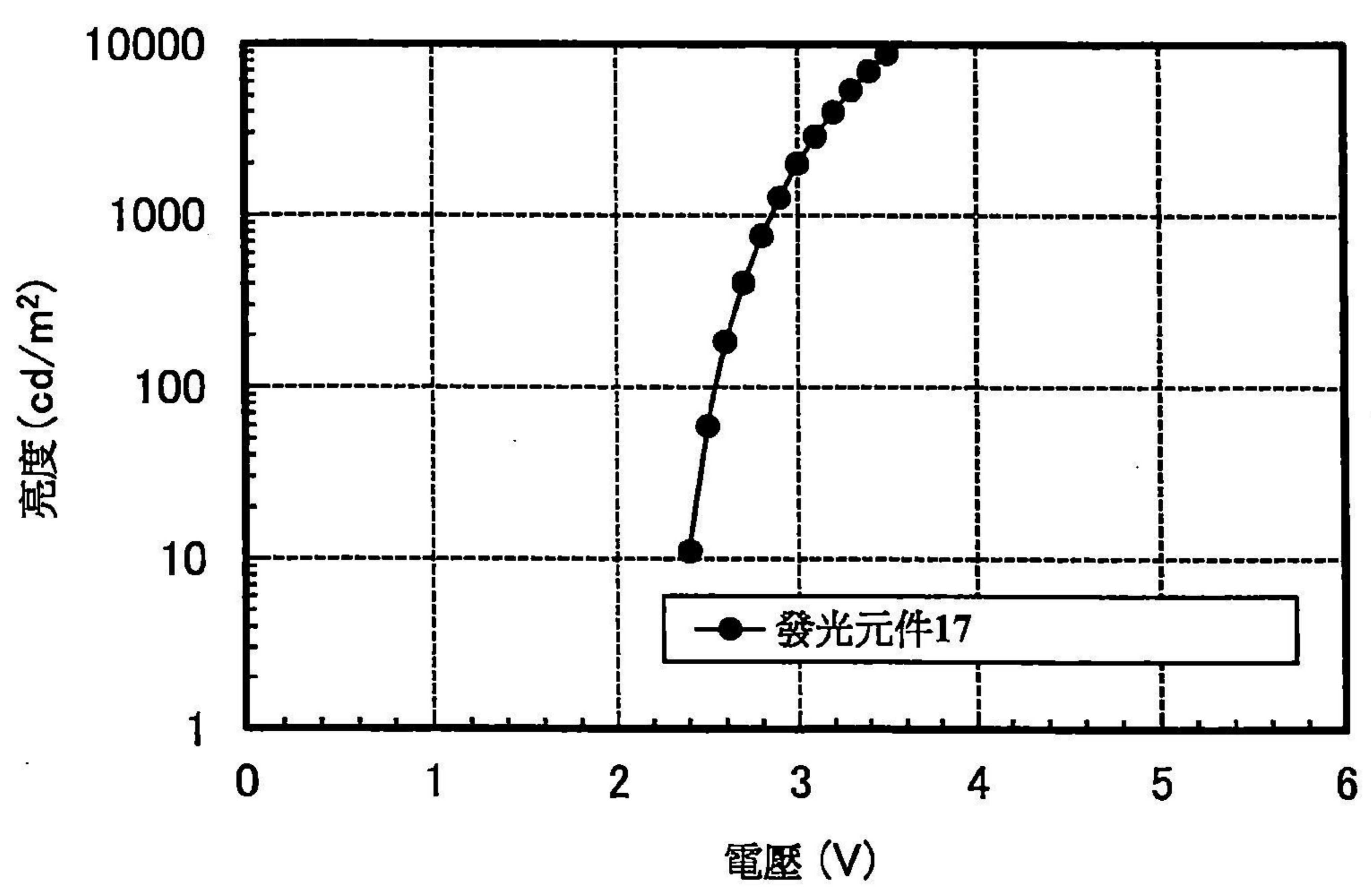




圖 41

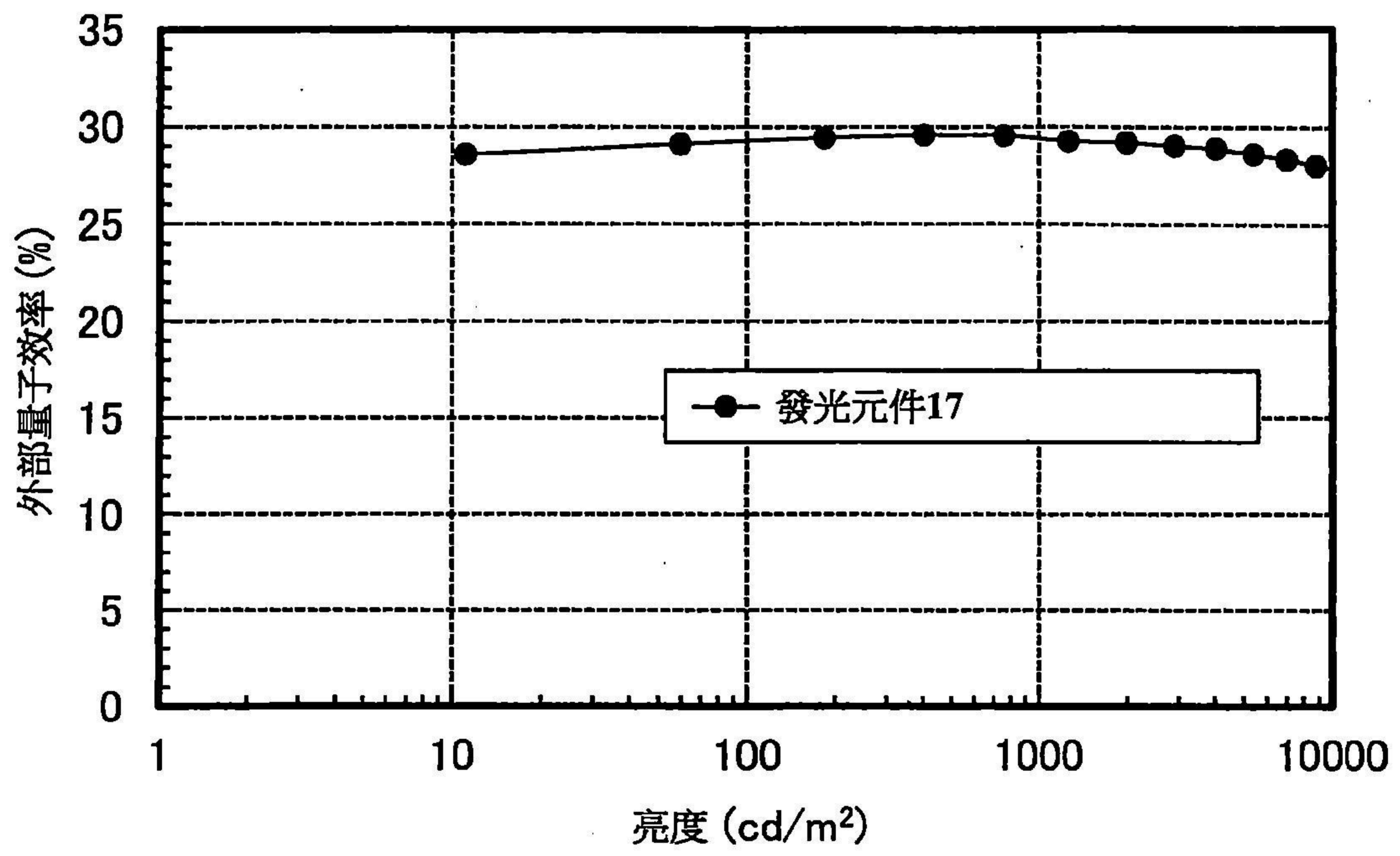




圖 42

