



(21)申請案號：108147241

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 24 日

(51)Int. Cl. : C07D307/77 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2016/01/29 日本

2016-016262

(71)申請人：日商半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：川上祥子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP)；鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；

滝田悠介 TAKITA, YUSUKE (JP)；瀬尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：61 共 225 頁

(54)名稱

發光元件、發光裝置、電子裝置、及照明裝置

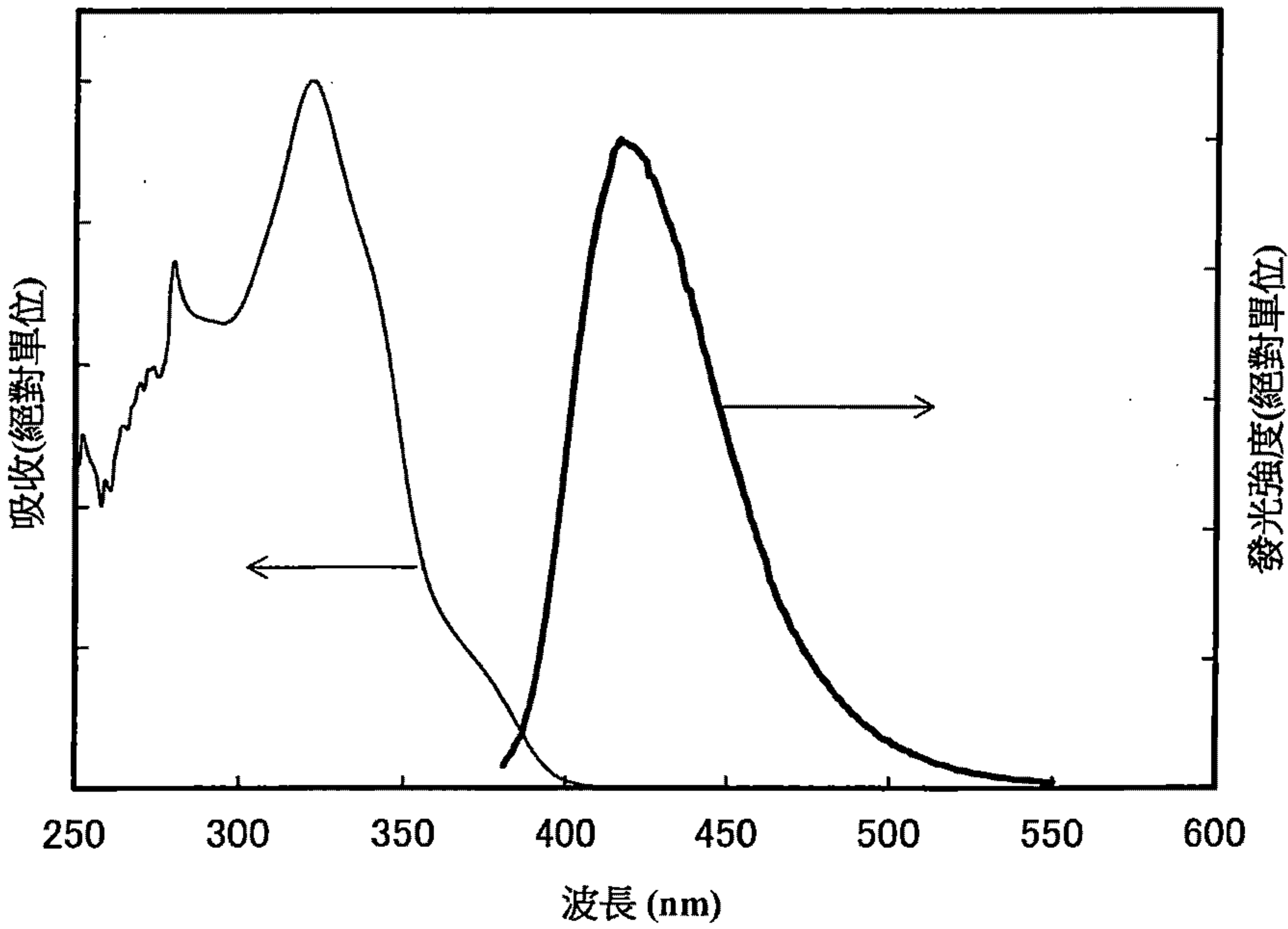
(57)摘要

本發明提供一種新穎的發光元件。本發明提供一種壽命良好的發光元件。本發明提供一種發光效率良好的發光元件。本發明提供一種新穎的有機化合物。本發明提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。本發明提供一種新穎的電洞傳輸材料。本發明提供一種包含具有取代或未取代的苯并萘并呋喃骨架及取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料。本發明提供一種使用該電洞傳輸材料的發光元件。本發明提供一種苯并萘并呋喃的第 6 位或第 8 位鍵合有具有碳原子數為 6 至 60 的兩個芳烴基的胺骨架的有機化合物。

A novel light-emitting element is provided. A light-emitting element with a long lifetime is provided. A light-emitting element with high emission efficiency is provided. A novel organic compound is provided. A novel organic compound having a hole-transport property is provided. A novel hole-transport material is provided. A hole-transport material including an organic compound having a substituted or unsubstituted benzonaphthofuran skeleton and a substituted or unsubstituted amine skeleton is provided. A light-emitting element using the hole-transport material is provided. An organic compound in which an amine skeleton including two aromatic hydrocarbon groups having 6 to 60 carbon atoms is bonded to the 6- or 8-position of the benzonaphthofuran skeleton is provided.

指定代表圖：

圖 15



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】

本發明提供一種新穎的發光元件。本發明提供一種壽命良好的發光元件。本發明提供一種發光效率良好的發光元件。本發明提供一種新穎的有機化合物。本發明提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。本發明提供一種新穎的電洞傳輸材料。本發明提供一種包含具有取代或未取代的苯并羸并呋喃骨架及取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料。本發明提供一種使用該電洞傳輸材料的發光元件。本發明提供一種苯并羸并呋喃的第 6 位或第 8 位鍵合有具有碳原子數為 6 至 60 的兩個芳烴基的胺骨架的有機化合物。

【 英文 】

A novel light-emitting element is provided. A light-emitting element with a long lifetime is provided. A light-emitting element with high emission efficiency is provided. A novel organic compound is provided. A novel organic compound having a hole-transport property is provided. A novel hole-transport material is provided. A hole-transport material including an organic compound having a substituted or unsubstituted benzonaphthofuran skeleton and a substituted or unsubstituted amine skeleton is provided. A light-emitting element using the hole-transport material is provided. An organic compound in which an amine skeleton including two aromatic hydrocarbon groups having 6 to 60 carbon atoms is bonded to the 6- or 8-position of the benzonaphthofuran skeleton is provided.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(15)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【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] 本發明的一個實施方式係關於一種發光元件、顯示模組、照明模組、顯示裝置、發光裝置、電子裝置及照明裝置。注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的一個實施方式的技術領域係關於一種物體、方法或製造方法。或者，本發明的一個實施方式係關於一種製程（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或者組合物（composition of matter）。因此，更明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的例子，可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明裝置、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置、它們的驅動方法以及它們的製造方法。

【先前技術】

[0002] 近年來，使用有機化合物且利用電致發光（EL：Electroluminescence）的發光元件（有機 EL 元

件)的實用化非常活躍。在這些發光元件的基本結構中，在一對電極之間夾有包含發光材料的有機化合物層(EL層)。藉由對該元件施加電壓，注入載子，利用該載子的再結合能量，可以獲得來自發光材料的發光。

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

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

[0005] 如上所述，雖然使用發光元件的顯示器或照明裝置適用於各種各樣的電子裝置，但是為了追求具有更良好的效率及壽命的發光元件的研究開發日益活躍。

[0006] 作為用於使向EL層的載子(尤其是電洞)的注入變得容易而使用的電洞注入層的材料，有具有受體性的有機化合物。具有受體性的有機化合物可以利用蒸鍍容易地形成，適合大量生產而被廣泛應用。但是，當具有受體性的有機化合物的LUMO能階與構成電洞傳輸層有機化合物的HOMO能階之間有距離時，難以對EL層注入電

洞。因此，為了使具有受體性的有機化合物的 LUMO 能階接近構成電洞傳輸層有機化合物的 HOMO 能階，使構成電洞傳輸層有機化合物的 HOMO 能階較淺。但是，當構成電洞傳輸層有機化合物的 HOMO 能階較淺時，其與發光層的 HOMO 能階之間的差變大，雖然可以對 EL 層注入電洞了，但是難以從電洞傳輸層向發光層的主體材料注入電洞。

[0007] 專利文獻 1 公開了在接觸於電洞注入層的第一電洞傳輸層與發光層之間設置其 HOMO 能階介於第一電洞注入層的 HOMO 能階與主體材料的 HOMO 能階之間的電洞傳輸材料的結構。

[0008] 發光元件的特性明顯得到了提高，但是還不足以對應對效率和耐久性等各種特性的高度要求。

[0009]

[專利文獻 1] 國際公開第 2011/065136 號小冊子

【發明內容】

[0010] 本發明的一個實施方式的目的是提供一種新穎的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種壽命良好的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種發光效率良好的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種新穎的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。另外，本發明的

一個實施方式的目的之一是提供一種新穎的電洞傳輸材料。

[0011] 另外，本發明的其他的一個實施方式的目的提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的其他的一個實施方式的目的提供一種功耗低的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

[0012] 本發明的一個實施方式只要實現上述目的中的任一個即可。

[0013] 本發明的一個實施方式是一種包含具有取代或未取代的苯并蔡并呋喃（benzonaphthofuran）骨架和取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料。

[0014] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種包含具有取代或未取代的苯并蔡并呋喃骨架和一個取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料。

[0015] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的電洞傳輸材料，其中所述胺骨架鍵合到所述苯并蔡并呋喃骨架的第 6 位或第 8 位。

[0016] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種包含具有上述結構的電洞傳輸材料，其中所述苯并蔡并呋喃骨架與胺骨架的氮原子直接鍵合的有機化合物。

[0017] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種發光元件，該發光元件包括陽極、陰極及 EL 層，所述 EL 層包括發光層，所述 EL 層位於所述陽極與所述陰極之間，所述 EL 層含有上述任一項所述的電洞傳輸材料。

[0018] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種發光元件，該發光元件包括陽極、陰極及 EL 層，所述 EL 層位於所述陽極與所述陰極之間，所述 EL 層包括發光層和電洞傳輸層，所述電洞傳輸層位於發光層與陽極之間，電洞傳輸層包含上述任一項所述的電洞傳輸材料。

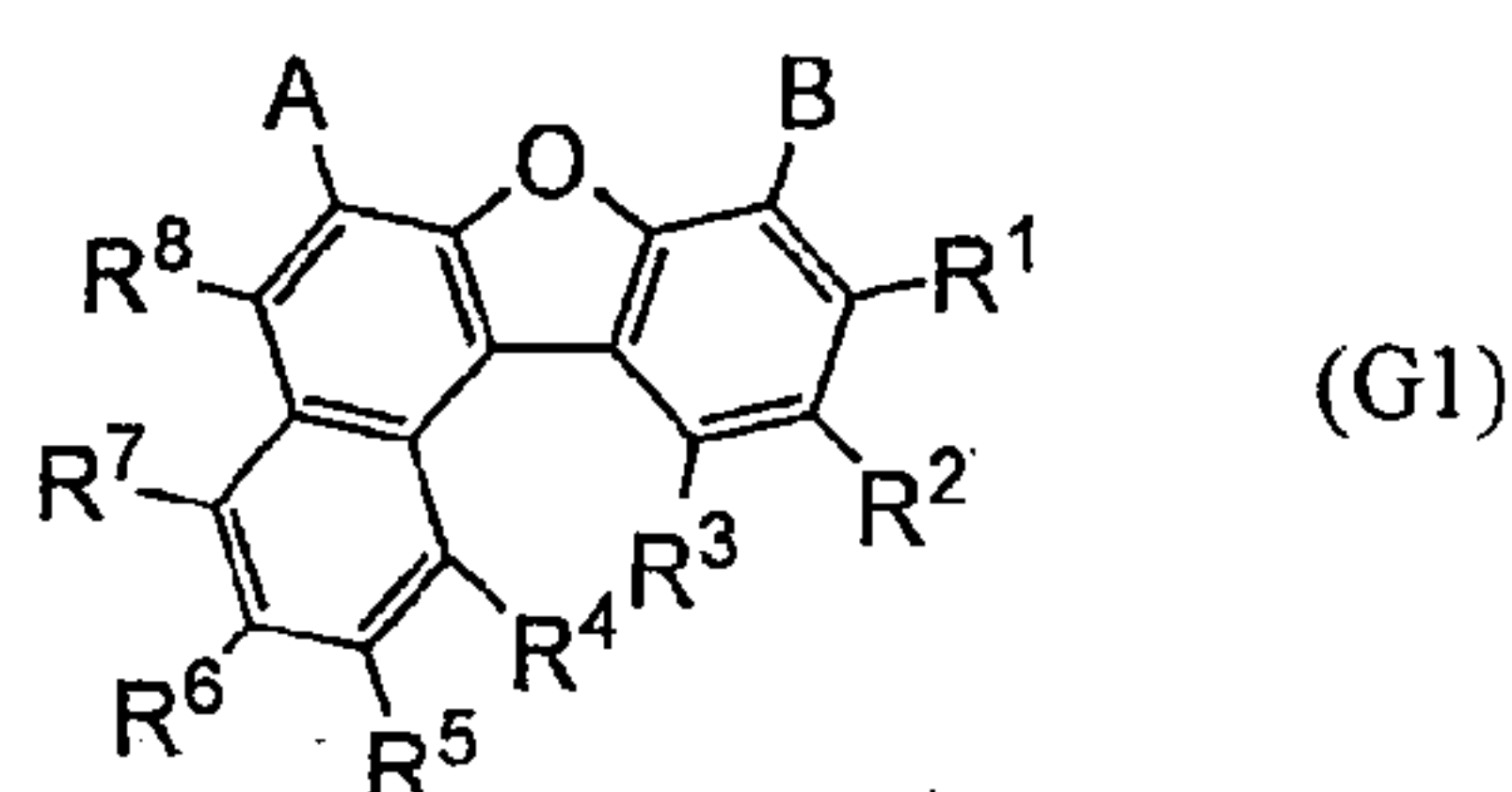
[0019] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光層包含發光材料及所述電洞傳輸材料。

[0020] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光層還包含電子傳輸材料。

[0021] 另外，本發明的其他一個實施方式是由下述通式（G1）表示的有機化合物。

[0022]

[化 1]

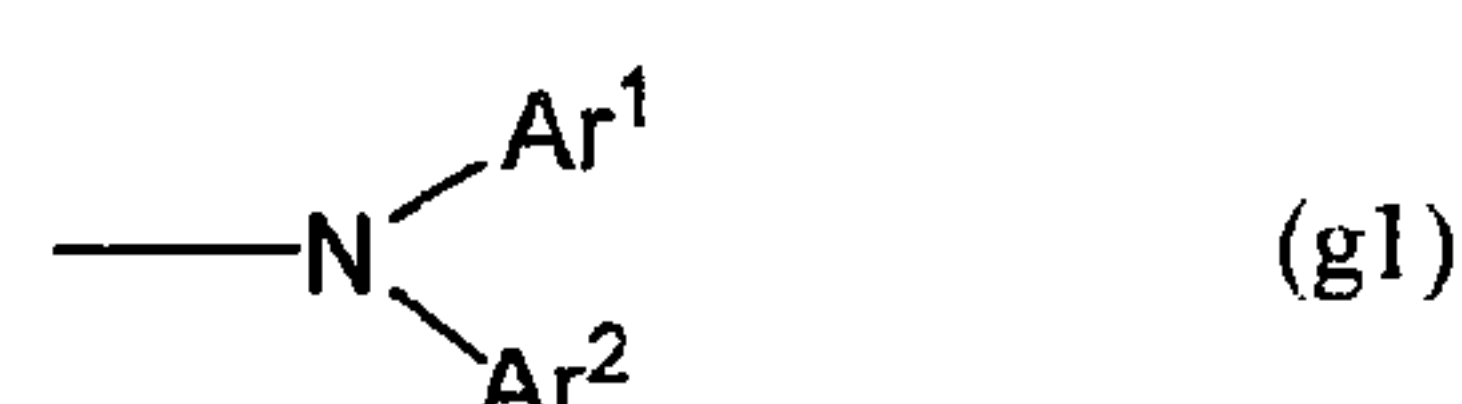


[0023] 注意，在通式（G1）中，R¹至 R⁸分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。另外，A 和 B 中的一個為由下述通式（g1）表示的基團，另一個表示氫、碳原子數為

3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。

[0024]

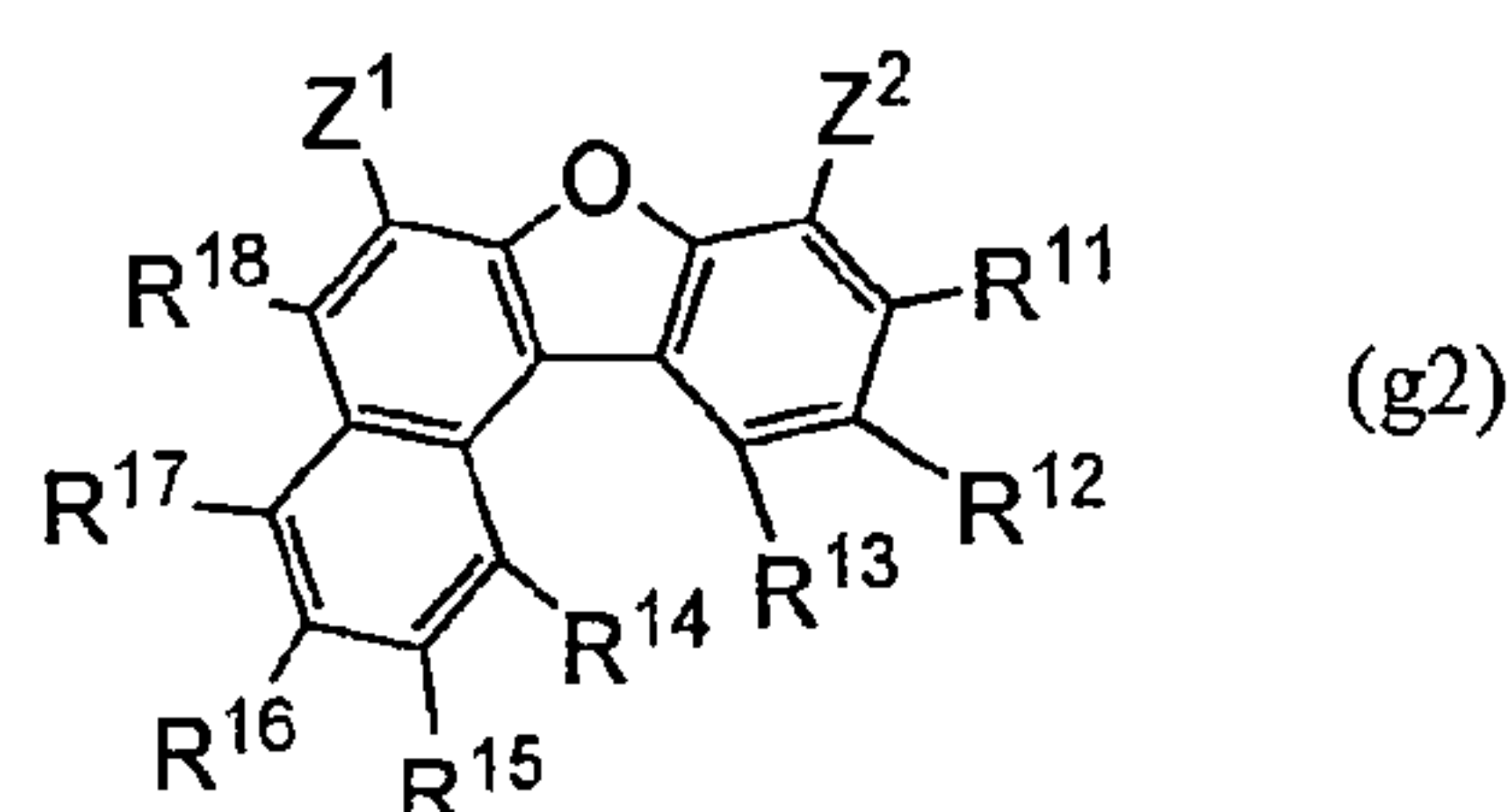
[化 2]



[0025] 注意，在通式 (g1) 中， Ar^1 、 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基和由下述通式 (g2) 表示的基團中的任一個，當 Ar^1 、 Ar^2 為碳原子數為 6 至 60 的芳烴基並具有取代基時，取代基包含苯并萘并呋喃基 (benzonaphthofuranyl) 及二萘并呋喃基。

[0026]

[化 3]



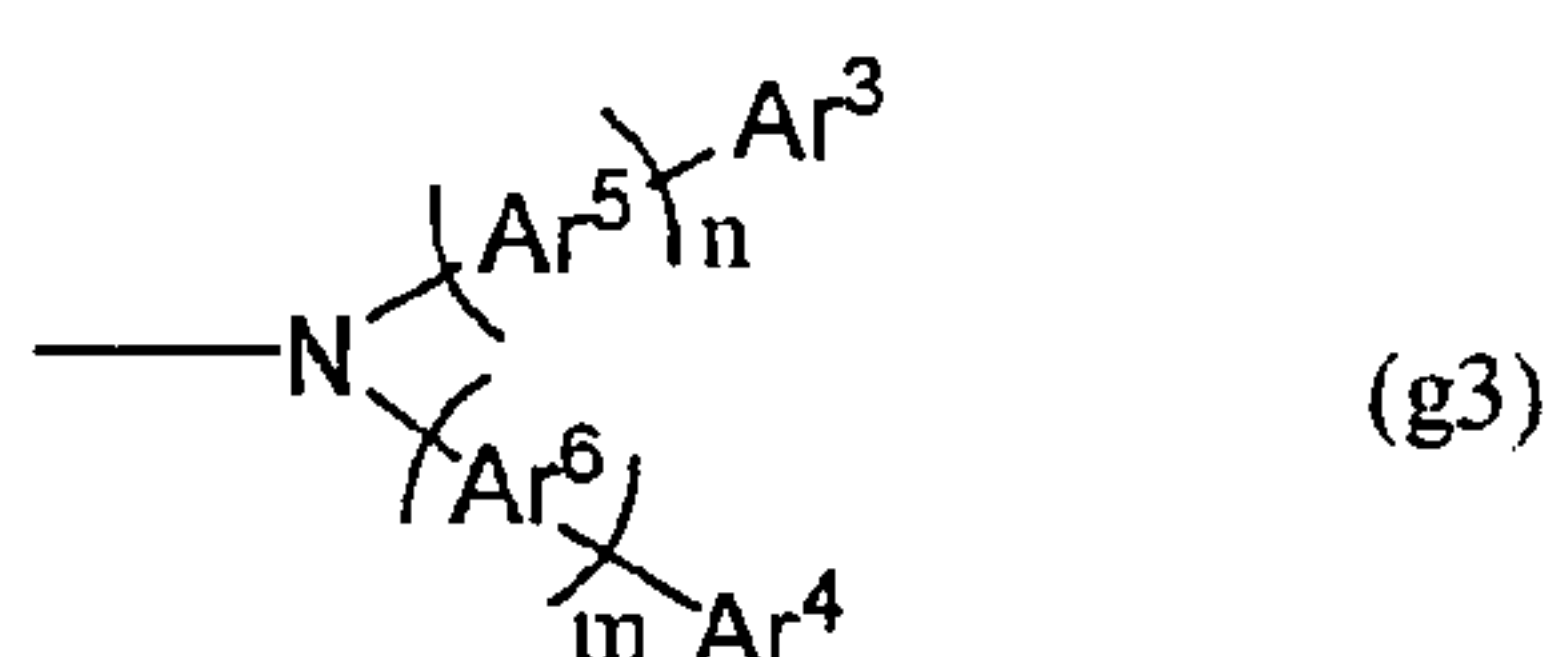
[0027] 注意，在通式 (g2) 中， R^{11} 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。另外， Z^1 和 Z^2 中的一個與

通式 (g1) 中的氮原子鍵合，另一個表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。

[0028] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中由所述通式 (g1) 表示的基團是由下述通式 (g3) 表示的基團。

[0029]

[化 4]



[0030] 注意，在通式 (g3) 中， Ar^3 、 Ar^4 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基和取代或未取代的二萘并呋喃基中的任一個。另外， Ar^5 、 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 54 的 2 價的芳烴基， n 及 m 獨立地表示 0 至 2。另外， Ar^3 和 Ar^5 的碳原子數的總和與 Ar^4 和 Ar^6 的碳原子數的總和都在 60 以下。

[0031] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中所述 Ar^3 及 Ar^4 分別獨立地表示取代或未取代的苯基、取代或未取代的萘基、取代或未取代的蒽基和取代或未取代的芘基中的任一個。

[0032] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具

有上述結構的有機化合物，其中所述 Ar^5 及所述 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取代的伸苯基、取代或未取代的伸萘基、取代或未取代的亞蒽基和取代或未取代的亞芘基中的任一個。

[0033] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中所述 Ar^3 及所述 Ar^4 為苯基。

[0034] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中所述 Ar^5 及 Ar^6 為伸苯基。

[0035] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中所述 n 和所述 m 中的一個為 1、另一個為 0。

[0036] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種發光元件，該發光元件包括陽極、陰極及 EL 層，所述 EL 層位於所述陽極與所述陰極之間，所述 EL 層含有上述結構的有機化合物。

[0037] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種發光元件，該發光元件包括陽極、陰極及 EL 層，所述 EL 層位於所述陽極與所述陰極之間，所述 EL 層包括發光層，所述發光層含有上述結構的有機化合物。

[0038] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光層還含有發光材料。

[0039] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光層還含有具有電子傳輸性的材料。

[0040] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種發光元件，該發光元件包括陽極、陰極及 EL 層，所述 EL 層位於所述陽極與所述陰極之間，所述 EL 層包括發光層和電洞傳輸層，所述電洞傳輸層位於所述發光層與所述陽極之間，所述電洞傳輸層含有具有上述結構的有機化合物。

[0041] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述 EL 層還包括電洞注入層，所述電洞注入層以與所述陽極及所述電洞傳輸層接觸的方式設置，所述電洞注入層含有具有受體性的有機化合物。

[0042] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種在上述結構中所述具有受體性的有機化合物為 2,3,6,7,10,11-六氫-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯的發光元件。

[0043] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述電洞傳輸層包括第一層、第二層及第三層，所述第一層位於所述電洞注入層與所述第二層之間，所述第三層位於所述第二層與所述發光層之間，所述第一層與所述電洞注入層接觸，所述第三層與所述發光層接觸，所述第一層包含第一電洞傳輸材料，所述第二層包含所述有機化合物，所述第三層包含第三電

洞傳輸材料，所述發光層包含主體材料和發光材料，所述有機化合物的 HOMO 能階比所述第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階深，所述主體材料的 HOMO 能階比所述有機化合物的 HOMO 能階深，所述有機化合物的 HOMO 能階與所述第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階的差為 0.3eV 以下。

[0044] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階為 -5.4eV 以上。

[0045] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階與所述有機化合物的 HOMO 能階之差為 0.3eV 以下。

[0046] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述有機化合物的 HOMO 能階與所述第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階的差為 0.2eV 以下。

[0047] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階與所述有機化合物的 HOMO 能階之差為 0.2eV 以下。

[0048] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光材料的 HOMO 能階比所述主體材料的 HOMO 能階高。

[0049] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階與所述主體材料的 HOMO 能階相等或比所述主體材料的 HOMO 能階深。

[0050] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光材料為螢光發光物質。

[0051] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光材料所發射的光為藍色螢光。

[0052] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光材料為稠合芳族二胺化合物。

[0053] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中所述發光材料為芘二胺（diaminopyrene）化合物。

[0054] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種包括上述結構的發光元件、電晶體或基板的發光裝置。

[0055] 另外，本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，包括具有上述結構的發光裝置、感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

[0056] 另外，本發明的另一個實施方式是一種照明裝置，包括具有上述結構的發光裝置以及外殼。

[0057] 另外，本說明書中的發光裝置包括使用發光

元件的影像顯示裝置。另外，發光裝置有時包括如下模組：發光元件安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光元件上直接安裝有IC(集成電路)的模組。

[0058] 本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的發光元件。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種壽命良好的發光元件。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種發光效率良好的發光元件。另外，本發明可以提供一種新穎的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種具有電洞傳輸性的新穎的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的電洞傳輸材料。

[0059] 另外，本發明的其他一個實施方式可以提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的其他一個實施方式可以提供一種功耗小的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

[0060] 注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。此外，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載看來除這些效果外的效果是顯然的，從而可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生除這些效果外的效果。

【圖式簡單說明】

[0061] 在圖式中：

圖 1A 至圖 1C 是發光元件的示意圖；

圖 2A 和圖 2B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 3A 和圖 3B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 4 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 5A 和圖 5B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 6A 和圖 6B 是示出照明裝置的圖；

圖 7A、圖 7B1、圖 7B2、圖 7C 及圖 7D 是示出電子裝置的圖；

圖 8 是示出光源裝置的圖；

圖 9 是示出照明裝置的圖；

圖 10 是示出照明裝置的圖；

圖 11 是示出車載顯示裝置及照明裝置的圖；

圖 12A 至圖 12C 是示出電子裝置的圖；

圖 13A 至圖 13C 是示出電子裝置的圖；

圖 14A 和圖 14B 是 BnfABP 的 ^1H NMR 譜；

圖 15 是 BnfABP 的溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 16 是 BnfABP 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 17A 和圖 17B 是 BBABnf 的 ^1H NMR 譜；

圖 18 是 BBABnf 的溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 19 是 BBABnf 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 20 是示出發光元件 1 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 21 是示出發光元件 1 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 22 是示出發光元件 1 的亮度-電壓特性的圖；

圖 23 是示出發光元件 1 的電流-電壓特性的圖；

圖 24 是示出發光元件 1 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 25 是示出發光元件 1 的發射光譜的圖；

圖 26 是示出發光元件 1 的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖 27 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 28 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 29 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的亮度-電壓特性的圖；

圖 30 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的電流-電壓特性的圖；

圖 31 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 32 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的發射光譜的圖；

圖 33 是示出發光元件 2 及發光元件 3 的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖 34A 至圖 34D 是說明 EL 層的製造方法的剖面圖；

圖 35 是說明液滴噴射裝置的示意圖；

圖 36A 和圖 36B 是 BBABnf (6) 的 ^1H NMR 譜；

圖 37 是 BBABnf (6) 的溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 38 是 BBABnf (6) 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 39A 和圖 39B 是 BBABnf (8) 的 ^1H NMR 譜；

圖 40 是 BBABnf (8) 的溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 41 是 BBABnf (8) 的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 42 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 43 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 44 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的亮度-電壓特性的圖；

圖 45 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的電流-電壓特性的圖；

圖 46 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 47 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的發射光譜的圖；

圖 48 是示出發光元件 4 及發光元件 5 的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖 49 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的亮度-電流密

度特性的圖；

圖 50 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 51 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的亮度-電壓特性的圖；

圖 52 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的電流-電壓特性的圖；

圖 53 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 54 是示出發光元件 6 及發光元件 7 的發射光譜的圖；

圖 55 是示出發光元件 8 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 56 是示出發光元件 8 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 57 是示出發光元件 8 的亮度-電壓特性的圖；

圖 58 是示出發光元件 8 的電流-電壓特性的圖；

圖 59 是示出發光元件 8 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 60 是示出發光元件 8 的發射光譜的圖；

圖 61 是示出發光元件 8 的正規化亮度-時間變化特性的圖。

【實施方式】

[0062] 以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的

通常知識者可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0063]

實施方式 1

作為採用有機材料的發光元件，影響其壽命的因素很多，尤其是電洞傳輸材料的特性對發光元件的壽命的影響較大。其中，電洞傳輸材料的傳輸性的影響較大，根據電洞傳輸材料的種類不同壽命也大不同。

[0064] 在此，本發明的發明者發現含有具有取代或未取代的苯并萘并呋喃骨架及取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料的傳輸性較佳，使用該電洞傳輸材料的發光元件的壽命得到提高。

[0065] 尤其是，含有具有取代或未取代的苯并萘并呋喃骨架及一個取代或未取代的胺骨架的有機化合物的電洞傳輸材料更佳。另外，進一步較佳的是所含有的有機化合物的苯并萘并呋喃骨架為苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃骨架的電洞傳輸材料，由此可以提供可靠性高的元件。更佳的是所含有的有機化合物的上述胺骨架鍵合到苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃骨架的第 6 位或第 8 位的電洞傳輸材料。

[0066] 另外，含有胺骨架的氮不藉由取代基而直接與苯并萘并呋喃骨架鍵合的有機化合物的電洞傳輸材料可以提供具有高可靠性的發光元件並為 HOMO 能階適中的

電洞傳輸材料，因此是較佳的。另外，所述電洞傳輸材料藉由含有胺骨架的氮不藉由取代基而直接與苯并羰并呋喃骨架鍵合的有機化合物而呈現高電洞傳輸性，由此可以提供低驅動電壓的發光元件，因此是較佳的。

[0067] 將上述電洞傳輸材料用於 EL 層的發光元件可以具有良好的壽命。

[0068] 圖 1A 至圖 1C 示出本發明的一個實施方式的發光元件。本發明的一個實施方式的發光元件包括陽極 101、陰極 102 及 EL 層 103。該 EL 層採用上述含有有機化合物的電洞傳輸材料。

[0069] EL 層 103 包括發光層 113，還可以包括電洞傳輸層 112。發光層 113 包含發光材料和主體材料，本發明的一個實施方式的發光元件從該發光材料獲得發光。本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料可以包含於發光層 113 中，也可以包含於電洞傳輸層 112 中，還可以包含於其兩者中。

[0070] 另外，雖然除了上述以外圖 1A 至圖 1C 還圖示出電洞注入層 111、電子傳輸層 114 及電子注入層 115，但是發光元件的結構不侷限於此。

[0071] 可以將該電洞傳輸材料用作主體材料。另外，也可以藉由使該電洞傳輸材料與電子傳輸材料進行共蒸鍍來形成由該電子傳輸材料與該電洞傳輸材料形成激態錯合物。藉由形成具有適當的發光波長的激態錯合物，可以實現對發光材料的高效的能量轉移，由此可以提供高效

率且具有良好的壽命的發光元件。

[0072] 另外，由於上述電洞傳輸材料具有良好的電洞傳輸性而適合用於電洞傳輸層 112。尤其適用於如下情況：電洞傳輸層 112 與陽極 101 之間設置有電洞注入層 111，該電洞注入層 111 使用易於從電極注入電洞的受體性的有機化合物。

[0073] 當利用具有受體性的有機化合物進行電洞注入時，與電洞注入層 111 接觸的電洞傳輸層 112 中含有的化合物使因該具有受體性的有機化合物的電子的抽出變容易，因此較佳為其為 HOMO 能階比較淺的電洞傳輸材料。但是，HOMO 能階淺的電洞傳輸材料難以對發光層 113 注入電洞，當以與發光層 113 接觸的方式形成由上述 HOMO 能階淺的電洞傳輸材料構成的電洞傳輸層 112 時，載子積累於其介面上，而導致發光元件的壽命及效率下降。因此，藉由將含有本發明的一個實施方式的有機化合物的層設置於 HOMO 能階淺的電洞傳輸材料與發光層 113 之間，可以順利地向發光層注入電洞，從而可以提高發光元件的壽命及效率。

[0074] 亦即，如下發光元件可以具有良好的壽命及效率，在該發光元件中：上述電洞傳輸層 112 從電洞注入層 111 一側包括第一電洞傳輸層 112-1 及第二電洞傳輸層 112-2，第一電洞傳輸層包含第一電洞傳輸材料，第二電洞傳輸層包含上述本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料，本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料的 HOMO 能

階比第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階深。另外，當第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階為 -5.4eV 以上時，具有受體性的有機化合物可以容易地進行電子的抽出，因此是較佳的。

[0075] 另外，當第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階與本發明的電洞傳輸材料的 HOMO 能階之差為 0.3eV 以下，較佳為 0.2eV 以下時，可以容易地從第一電洞傳輸層 112-1 向第二電洞傳輸層 112-2 注入電洞，因此是較佳的。

[0076] 另外，電洞傳輸層 112 在第二電洞傳輸層 112-2 與發光層之間還包括第三電洞傳輸層 112-3，該第三電洞傳輸層 112-3 也可以包含第三電洞傳輸材料。此時，較佳為該第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階比第二電洞傳輸層 112-2 所含有的本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料的 HOMO 能階深，較佳為其差為 0.3eV 以下，更佳為 0.2eV 以下。

[0077] 此外，較佳為第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階與主體材料的 HOMO 能階相同或者第三電洞傳輸材料的 HOMO 能階位於更深的位置，由此可以將電洞適量地傳輸到發光層內而使發光元件具有良好的壽命及效率。

[0078] 另外，當發光材料的 HOMO 能階位於比主體材料的 HOMO 能階淺（高）的位置時，根據電洞傳輸層的 HOMO 能階的位置，向發光材料注入電洞的比例增多，再者，因電洞被發光材料俘獲發光區域出現偏差有時

會導致壽命下降。上述情況下較佳為採用本發明的發光元件的結構。作為容易具有上述結構的發光元件可以舉出藍色螢光元件。尤其較佳為對發射良好的藍色螢光的芳族二胺化合物，尤其是芘二胺化合物等採用本發明的結構，由此可以得到壽命、效率、色度都好的發光元件。

[0079] 接著，對上述發光元件的詳細結構和材料的例子進行說明。如上所述本發明的一個實施方式的發光元件在陽極 101 和陰極 102 這一對電極間包括由多個層構成的 EL 層 103，並且該 EL 層 103 至少從陽極 101 一側包括電洞注入層 111、電洞傳輸層 112 及發光層 113。

[0080] 對 EL 層 103 中的其他層沒有特別的限制，可以採用電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、載子障壁層、激子障壁層、電荷產生層等各種層結構。

[0081] 陽極 101 較佳為使用功函數大（具體為 4.0eV 以上）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。具體地，例如可以舉出氧化銦-氧化錫（ITO：Indium Tin Oxide，銦錫氧化物）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出使用對氧化銦添加有 1wt% 以上且 20wt% 以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法等。另外，可以使用對氧化銦添加有 0.5wt%

以上且至 5wt%以下的氧化鎢和 0.1wt%以上且 1wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦 (IWZO)。另外，可以舉出金 (Au)、鉑 (Pt)、鎳 (Ni)、鎢 (W)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鐵 (Fe)、鈷 (Co)、銅 (Cu)、鈀 (Pd)、鋁 (Al) 或金屬材料的氮化物 (例如，氮化鈦) 等。此外，也可以使用石墨烯。另外，藉由將後面說明的複合材料用於 EL 層 103 中的接觸於陽極 101 的層，可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

[0082] 在本實施方式中，作為 EL 層 103 的疊層結構，對如下兩種結構進行說明：如圖 1A 所示，採用包括電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113、電子傳輸層 114 及電子注入層 115 的結構；如圖 1B 所示，採用包括電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113、電子傳輸層 114、電子注入層 115 及電荷產生層 116 的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

[0083] 電洞注入層 111 是含有具有受體性的物質的層。更佳為將本發明的一個實施方式的結構用於使用具有受體性的有機化合物的情況。作為具有受體性的有機化合物，可以使用具有拉電子基團 (鹵素或氰基) 的化合物、7,7,8,8-四氰-2,3,5,6-四氰醌二甲烷 (簡稱：F₄-TCNQ)、3,6-二氰-2,5,7,7,8,8-六氰基對醌二甲烷、氰醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯 (簡稱：HAT-CN) 等。作為具有受體性的有機化合物，拉電子基

團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的化合物諸如 HAT-CN 等在熱方面穩定，所以是較佳的。具有受體性的有機化合物借助於施加電場而能夠從鄰接的電洞傳輸層(或電洞傳輸材料)抽出電子。

[0084] 當不將具有受體性的有機化合物用於電洞注入層 111 時，作為具有受體性的物質可以採用鉬氧化物、釩氧化物、釷氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用酞青類化合物如酞青（簡稱： H_2Pc ）、銅酞青（簡稱： $CuPC$ ）等；芳香胺化合物如 4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙{4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基}-N,N'-二苯基-（1,1'-聯苯）-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）等；或者高分子如聚(3,4-乙炔二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等來形成電洞注入層 111。

[0085] 另外，作為電洞注入層 111，可以使用在具有電洞傳輸性的物質中含有受體物質的複合材料。注意，藉由使用在具有電洞傳輸性的物質中含有受體物質的複合材料，在選擇形成電極的材料時可以無需顧及電極的功函數。換言之，作為陽極 101，不僅可以使用功函數高的材料，還可以使用功函數低的材料。作為該受體性物質，可以舉出 7,7,8,8-四氫-2,3,5,6-四氫醌二甲烷（簡稱：F4-TCNQ）、氯醌、1,3,4,5,7,8-六氟四氫（hexafluorotetracyano）-呋喃醌二甲烷（naphthoquinodimethane）（簡稱：F6-TCNNQ）等具有受體性的有機化合物及過渡金屬氧化

物。另外，可以舉出屬於元素週期表中第四族至第八族的金屬的氧化物。作為屬於元素週期表中第四族至第八族的金屬氧化物，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋁、氧化鎢、氧化錳、氧化銻等高電子接受性的金屬氧化物。其中，由於氧化鋁在大氣中穩定且吸濕性低而易於處理，所以是較佳的。

[0086] 作為用於複合材料的電洞傳輸物質，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、吡啉衍生物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的物質，較佳為使用電洞移動率為 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。以下，具體地列舉可以用作複合材料中的電洞傳輸物質的有機化合物。

[0087] 作為可以用於複合材料的芳香胺化合物，可以舉出 N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-p-伸苯基二胺(簡稱：DTDPPA)、4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯(簡稱：DPA3B)等。作為吡啉衍生物，可以具體地舉出 3-[N-(9-苯基吡啉-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基吡啉-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啉-3-基)胺基]-9-苯基吡啉(簡稱：PCzPCN1)、4,4'-二(N-吡啉基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-吡啉基)苯基]苯

(簡稱：TCPB)、9-[4-(10-苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作為芳烴，例如可以舉出 2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱：t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱：DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡稱：t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱：DMNA)、2-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘等。另外，此時，作為受體性物質較佳為使用 F6-TCNNQ。

[0088] 另外，還可以使用聚(N-乙炔基咔唑)(簡稱：PVK)、聚(4-乙炔基三苯胺)(簡稱：PVTTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯酸醯胺](簡稱：PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](簡稱：Poly-TPD)等高分子化合物。

[0089] 藉由形成電洞注入層，使電洞注入性變為良好，從而可以獲得驅動電壓小的發光元件。

[0090] 另外，可以單獨使用上述受體材料或者使用與其他材料混合了的上述受體材料來形成電洞注入層。此

時，受體材料可以從電洞傳輸層抽出電子，並將電洞注入到電洞傳輸層。受體材料將抽出的電子傳輸到陽極。

[0091] 藉由形成電洞注入層 111，可以提高電洞注入性，從而可以獲得驅動電壓小的發光元件。另外，具有受體性的有機化合物可以利用蒸鍍容易地形成，所以是易於使用的材料。

[0092] 電洞傳輸層 112 以包含電洞傳輸材料的方式形成。電洞傳輸材料較佳為具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率。電洞傳輸層 112 較佳為含有本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料。藉由使電洞傳輸層 112 含有本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料，可以得到壽命長且效率良好的發光元件。

[0093] 尤其是當作為電洞注入層 111 使用具有受體性的有機化合物時，藉由使電洞注入層 111 至少具有第一電洞傳輸層和第二電洞傳輸層這兩個層，使第一電洞傳輸層含有 HOMO 能階比較淺的第一電洞傳輸材料，並使第二電洞傳輸層含有本發明的一個實施方式的電洞傳輸材料，由此可以得到壽命長且效率好的發光元件。

[0094] 具有受體性的有機化合物的 LUMO 能階與第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階的差根據具有受體性的有機化合物的受體性的高低改變，因此沒有特別的限制，只要該能階之差大約為 1eV 以下左右就可以注入電洞。當使用 HAT-CN 作為具有受體性的有機化合物時，HAT-CN 的 LUMO 能階可以利用循環伏安法測定估計為 -4.41eV，因

此第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階較佳為 -5.4eV 以上。注意，如果第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階過高，向第二電洞傳輸材料的電洞注入性則降低。另外，ITO 等的陽極的功函數為 -5eV 左右，所以第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階高於 -5eV 的情況也不利的。因此，第一電洞傳輸材料的 HOMO 能階較佳為 -5.0eV 以下。

[0095] 另外，也可以在第二電洞傳輸層與發光層之間還形成第三電洞傳輸層。第三電洞傳輸層包含第三電洞傳輸材料。

[0096] 由於在上述說明中對第一電洞傳輸層、第二電洞傳輸層及第三電洞傳輸層進行了說明，所以省略對其重複說明。另外，至於第一電洞傳輸層、第二電洞傳輸層及第三電洞傳輸層所含有的電洞傳輸材料，可以從上述具有電洞傳輸性的材料或者其他各種具有電洞傳輸性的材料中選擇與上述層的關係一致的材料而使用。

[0097] 發光層 113 是包含主體材料及發光材料的層。發光材料可以是螢光發光物質、磷光發光物質和呈現熱活化延遲螢光（TADF）的物質中的任一個。另外，可以為單層，也可以由包含不同發光材料的多個層構成。在本發明的一個實施方式中，較佳為將發光層 113 用作呈現螢光發光的層，尤其是，呈現藍色螢光發光的層。

[0098] 在發光層 113 中，作為可以用作螢光發光物質的材料，可以舉出如下物質。另外，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。

[0099] 例如，可以舉出 5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-聯吡啶（簡稱：PAP2BPy）、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶（簡稱：PAPP2BPy）、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺（簡稱：1,6FLPAPrn）、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺（簡稱：1,6mMemFLPAPrn）、N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺（簡稱：YGAPA）、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺（簡稱：2YGAPPA）、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：PCAPA）、芴、2,5,8,11-四-三級丁基芴（簡稱：TBP）、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺（簡稱：PCBAPA）、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺]（簡稱：DPABPA）、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCAPPA）、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPAPPA）、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]釐（chrysene）-2,7,10,15-四胺（簡稱：DBC1）、香豆素 30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCAPA）、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯基-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺

(簡 稱 : 2PCABPhA) 、 N- (9,10-二 苯 基 -2- 蒽 基) -
 N,N',N'-三 苯 基 -1,4- 苯 二 胺 (簡 稱 : 2DPAPA) 、 N-[9,10-
 雙 (1,1'-聯 苯 -2-基) -2-蒽 基]-N,N',N'-三 苯 基 -1,4- 苯 二 胺
 (簡 稱 : 2DPABPhA) 、 9,10-雙 (1,1'-聯 苯 -2-基) -N-[4-
 (9H- 呋 喃 -9- 基) 苯 基]-N- 苯 基 蒽 -2- 胺 (簡 稱 :
 2YGABPhA) 、 N,N,9- 三 苯 基 蒽 -9- 胺 (簡 稱 :
 DPhAPhA) 、 香 豆 素 545T 、 N,N'-二 苯 基 喹 吖 酮 (簡 稱 :
 DPQd) 、 紅 螢 烯 、 5,12-雙 (1,1'-聯 苯 -4-基) -6,11-二 苯
 基 稠 四 苯 (簡 稱 : BPT) 、 2- (2- { 2-[4- (二 甲 胺 基) 苯
 基] 乙 烯 基 } -6- 甲 基 -4H-吡 喃 -4-亞 基) 丙 二 腈 (簡 稱 :
 DCM1) 、 2- { 2- 甲 基 -6-[2- (2,3,6,7-四 氫 -1H , 5H- 苯 并 [ij]
 喹 啉 -9- 基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 :
 DCM2) 、 N,N,N',N'-四 (4- 甲 基 苯 基) 稠 四 苯 -5,11-二 胺
 (簡 稱 : p-mPhTD) 、 7,14-二 苯 基 -N,N,N',N'-四 (4- 甲 基
 苯 基) 茚 并 [1,2-a] 丙 二 烯 合 萸 -3,10- 二 胺 (簡 稱 : p-
 mPhAFD) 、 2- { 2- 異 丙 基 -6-[2- (1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-
 四 氫 -1H , 5H- 苯 并 [ij] 喹 啉 -9- 基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞
 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 : DCJTI) 、 2- { 2- 三 級 丁 基 -6-[2-
 (1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-四 氫 -1H , 5H- 苯 并 [ij] 喹 啉 -9-
 基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 : DCJTB) 、
 2- (2,6-雙 { 2-[4- (二 甲 胺 基) 苯 基] 乙 烯 基 } -4H-吡 喃 -4-亞
 基) 丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCM) 、 2- { 2,6-雙 [2- (8- 甲 氧 基 -
 1,1,7,7-四 甲 基 -2,3,6,7-四 氫 -1H , 5H- 苯 并 [ij] 喹 啉 -9- 基)
 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCJTM) 、

N,N'-二苯基-N,N'-(1,6-萘-二基)雙[(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](簡稱: 1,6BnfAPrn-03)等。尤其是, 以 1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03 等萘二胺衍化合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有合適的電洞俘獲性且良好的發光效率及可靠性, 所以是較佳的。

[0100] 在發光層 113 中, 作為可以用作磷光發光物質的材料, 可以舉出如下物質。

[0101] 例如, 可以舉出: 三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}銱(III)(簡稱: [Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱: [Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱: [Ir(iPrptz-3b)₃])等具有 4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物; 三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱: [Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱: [Ir(Prptz1-Me)₃])等具有 1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物; fac-三[(1-2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱: [Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱: [Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物; 以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啉基)硼酸鹽(簡稱: FIr6)、

雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱: FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱: FIr(acac))等以具有拉電子基的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物,並且在 440nm 至 520nm 具有發光的峰值。

[0102] 另外,可以舉出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱: [Ir(mppm)₃])、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱: [Ir(tBuppm)₃])、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱: [Ir(mppm)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱: [Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱: [Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱: Ir(mpmppm)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱: [Ir(dppm)₂(acac)])等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物; (乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱: [Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物; 三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)(簡稱: [Ir(ppy)₃])、雙(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱

(III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$) 、 雙 (苯并 [h] 喹啉) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$) 、 三 (苯并 [h] 喹啉) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$) 、 三 (2- 苯基喹啉 -N,C^{2'}) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$) 、 雙 (2- 苯基喹啉 -N,C^{2'}) 銱 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$) 等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物 ; 以及三 (乙醯丙酮根) (單啡啉) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$) 等稀土金屬錯合物。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物 , 並且在 500nm 至 600nm 具有發光的峰值。另外 , 由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率 , 所以是特別較佳的。

[0103] 另外 , 可以舉出 : (二異丁醯基甲烷根) 雙 [4,6- 雙 (3- 甲基苯基) 嘧啶基] 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$) 、 雙 [4,6- 雙 (3- 甲基苯基) 嘧啶根] (二新戊醯基甲烷根) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$) 、 雙 [4,6- 二 (蔡 -1- 基) 嘧啶根] (二新戊醯基甲烷根) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$) 等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物 ; (乙醯丙酮根) 雙 (2,3,5- 三苯基吡嗪根) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$) 、 雙 (2,3,5- 三苯基吡嗪根) (二新戊醯基甲烷根) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$) 、 (乙醯丙酮根) 雙 [2,3- 雙 (4- 氟苯基) 喹啉合] 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$) 等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物 ; 三 (1- 苯基異喹啉 -N,C^{2'}) 銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$) 、

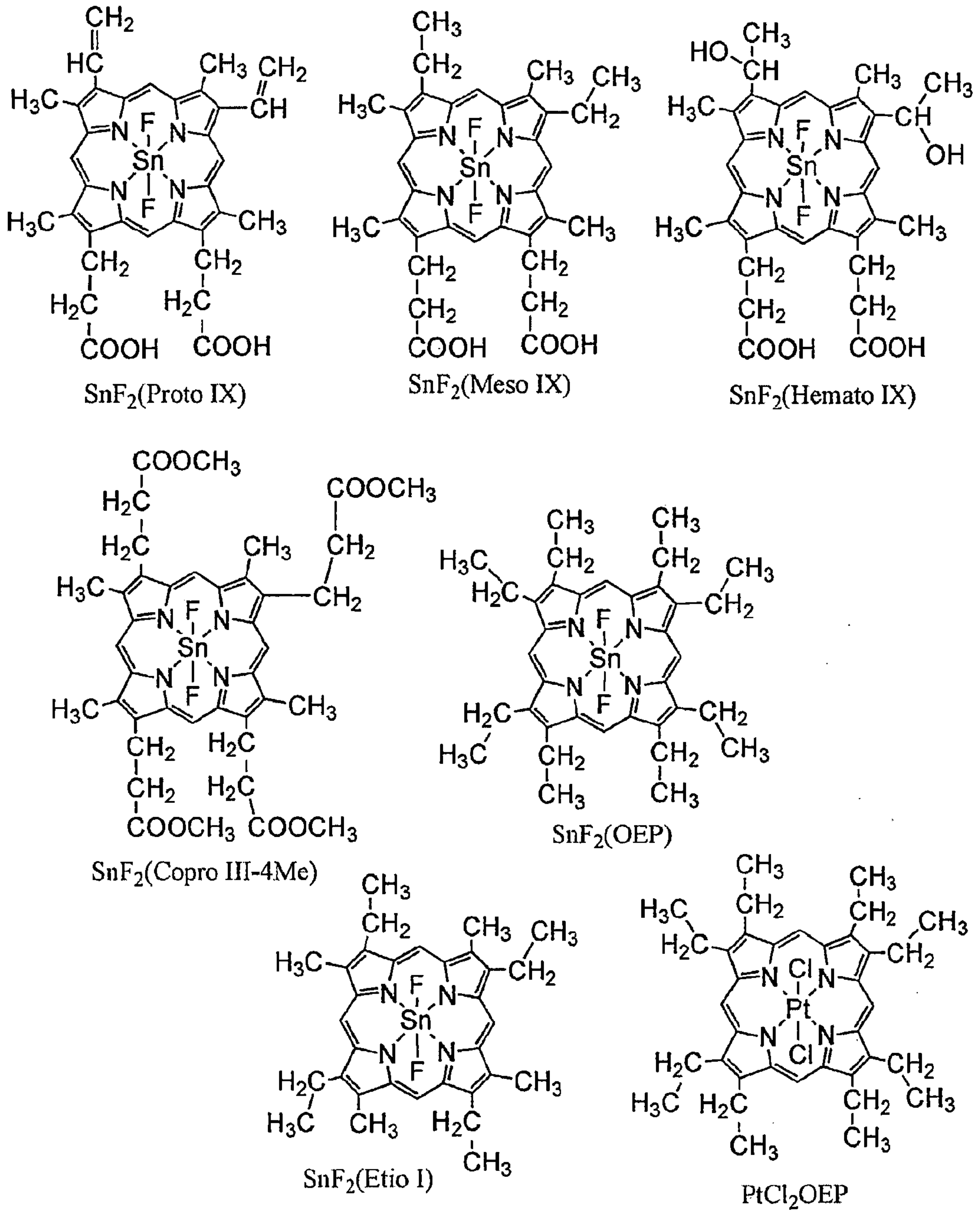
雙（1-苯基異喹啉-N,C^{2'}）銨（III）乙醯丙酮（簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$ ）等具有吡啶骨架的有機金屬銨錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉鉑（II）（簡稱： PtOEP ）等的鉑錯合物；以及三（1,3-二苯基-1,3-丙二酮（propanedionato））（單啡啉）鎔（III）（簡稱： $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$ ）、三[1-（2-噻吩甲醯基）-3,3,3-三氟丙酮]（單啡啉）鎔（III）（簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$ ）等稀土金屬錯合物。上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在 600nm 至 700nm 具有發光的峰值。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銨錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

[0104] 另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇已知的磷光發光材料而使用。

[0105] 作為 TADF 材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等。另外，還可以舉出包含鎂（Mg）、鋅（Zn）、鎘（Cd）、錫（Sn）、鉑（Pt）、銦（In）或鈀（Pd）等含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$ ）、中卟啉-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$ ）、血卟啉-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$ ）、糞卟啉四甲酯-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$ ）、八乙基卟啉-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{OEP})$ ）、初卟啉-氟化錫錯合物（ $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$ ）以及八乙基卟啉-氟化鉑錯合物（ PtCl_2OEP ）等。

[0106]

[化 5]

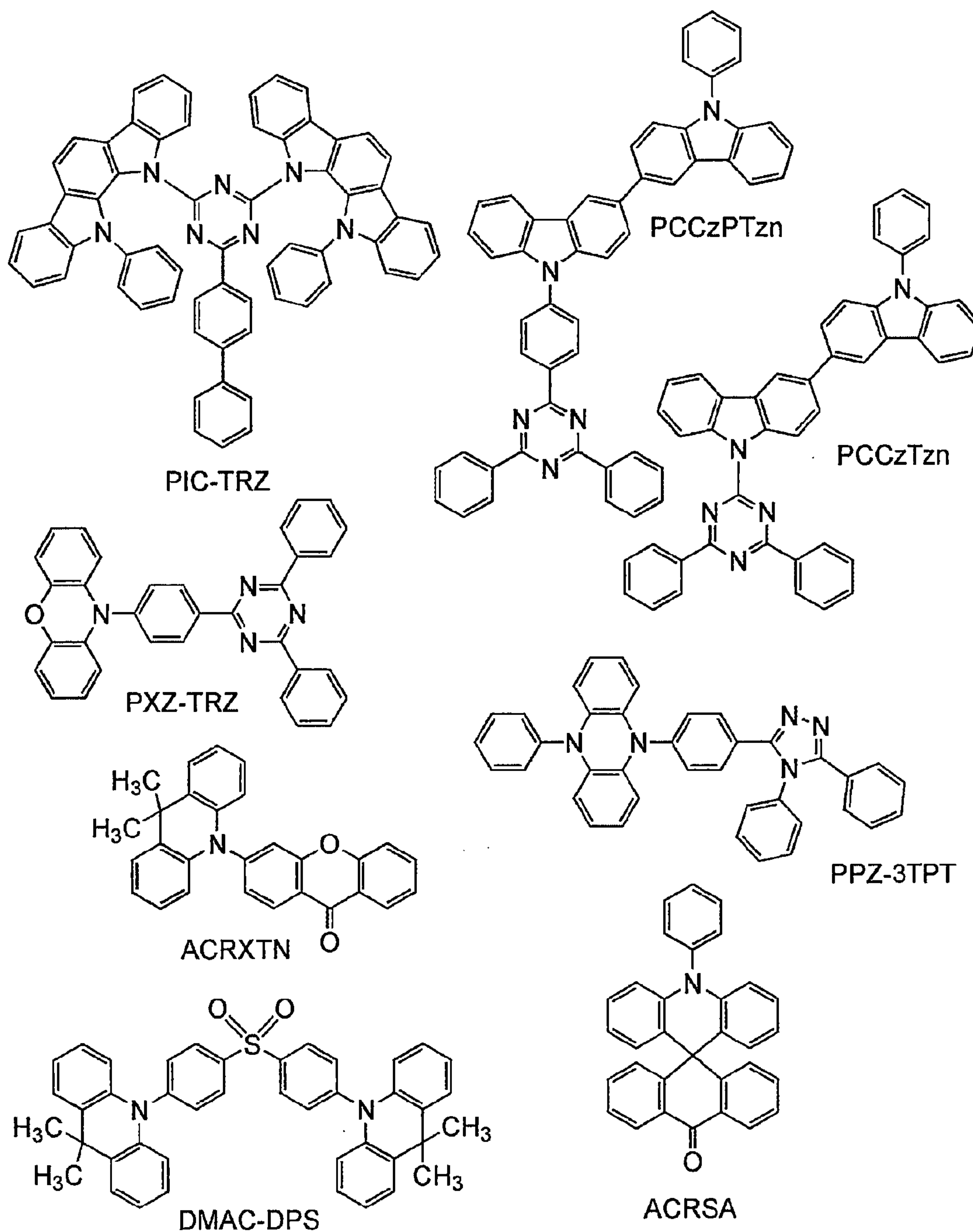


[0107] 另外，還可以使用由下述結構式表示的 2-
（聯苯-4-基）-4,6-雙（12-苯基吡啶[2，3-a]吡啶-11-基）
-1,3,5-三嗪（簡稱：PIC-TRZ）、9-（4,6-二苯基-1,3,5-三
嗪-2-基）-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶（簡稱：
PCCzTzn）、9-[4-（4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基）苯基]-
9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶（簡稱：PCCzPTzn）、2-[4-

(10H-啡啶-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫啡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(簡稱:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱:ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]硫磺(簡稱:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱:ACRSA)等具有富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環的兩者的雜環化合物。另外,該雜環化合物具有富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環,電子傳輸性和電洞傳輸性都高,所以是較佳的。在富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環直接鍵合的物質中,富 π 電子芳雜環的施體性和缺 π 電子型芳雜環的受體性都高而 S_1 能階與 T_1 能階之間的能量差變小,可以高效地獲得熱活化延遲螢光,所以是特別較佳的。另外,也可以使用鍵合有氰基等拉電子基團的芳環代替缺 π 電子型芳雜環。

[0108]

[化 6]



[0109] 作為發光層的主體材料，可以使用具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料等各種載子傳輸材料。

[0110] 另外，作為具有電洞傳輸性的材料，可以舉出：4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：

NPB) 、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱: TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萸-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱: BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基萸-9-基)三苯胺(簡稱: BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萸-9-基)三苯胺(簡稱: mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱: PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱: PCBBI1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱: PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱: PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]萸-2-胺(簡稱: PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-聯萸-2-胺(簡稱: PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物; 1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱: mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱: CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱: CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱: PCCP)等具有咔唑骨架的化合物; 4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱: DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱: DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱: DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物; 以及 4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱: DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-萸-9-基)苯

基]苯基}二苯并呋喃(簡稱: mmDBFFLBI-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咪唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓,所以是較佳的。

[0111] 例如,作為具有電子傳輸性的材料,例如可以舉出:雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鉍(II)(簡稱: BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱: BAlq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱: Znq)、雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱: ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱: ZnBTZ)等金屬錯合物;2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱: PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱: TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱: OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咪唑(簡稱: CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(簡稱: TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱: mDBTBIIm-II)等具有多唑骨架的雜環化合物;2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹噁啉(簡稱: 2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹噁啉(簡稱: 2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咪唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹噁啉(簡稱: 2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱:

4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱:4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噻骨架的雜環化合物;以及3,5-雙[3-(9H-呋唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)-苯基]苯(簡稱:TmPyPB)等的具有吡啶骨架的雜環化合物。其中,具有二噻骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好的可靠性,所以是較佳的。尤其是,具有二噻(嘧啶或吡噻)骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性,也有助於降低驅動電壓。

[0112] 在將螢光發光物質用作發光材料的情況下,作為主體材料,較佳為使用具有蔥骨架的材料。藉由將具有蔥骨架的物質用作螢光發光物質的主體材料,可以實現發光效率及耐久性都良好的發光層。具有蔥骨架的材料大多具有較深的HOMO能階,因此較佳為用於本發明的一個實施方式。在用作主體材料的具有蔥骨架的物質中,具有二苯基蔥骨架(尤其是9,10-二苯基蔥骨架)的物質在化學上穩定,所以是較佳的。另外,在主體材料具有呋唑骨架的情況下,電洞的注入/傳輸性得到提高,所以是較佳的。尤其是,在包含苯環稠合到呋唑的苯并呋唑骨架的情況下,其HOMO能階比呋唑淺0.1eV左右,電洞容易注入,所以是更佳的。尤其是,在主體材料具有二苯并呋唑骨架的情況下,其HOMO能階比呋唑淺0.1eV左右,不僅電洞容易注入,而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高,所以是較佳的。因此,進一步較佳為用作主體材料的

物質是具有 9,10-二苯基蒽骨架及咔唑骨架（或者苯并咔唑骨架或二苯并咔唑骨架）的物質。注意，從上述電洞注入/傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并萸骨架或二苯并萸骨架代替咔唑骨架。作為這種物質的例子，可以舉出 9-苯基-3-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：PCzPA）、3-[4-（1-萘基）-苯基]-9-苯基-9H-咔唑（簡稱：PCPN）、9-[4-（10-苯基蒽-9-基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）、7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑（簡稱：cgDBCzPA）、6-[3-（9,10-二苯基-2-蒽基）苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃（簡稱：2mBnfPPA）、9-苯基-10-{4-（9-苯基-9H-萸-9-基）-聯苯-4'-基}-蒽（簡稱：FLPPA）等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA 呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

[0113] 本發明的一個實施方式的發光元件尤其較佳為用於呈現藍色螢光發光的發光元件。

[0114] 另外，主體材料也可以是混合多種物質的材料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層 113 的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量比例為 1:9 至 9:1 即可。

[0115] 另外，也可以使用這些混合了的材料形成激

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

[0116] 電子傳輸層 114 是包含具有電子傳輸性的物質的層。作為具有電子傳輸性的物質，可以使用以上所述的能夠用於主體材料的具有電子傳輸性的物質。

[0117] 可以在電子傳輸層 114 和陰極 102 之間設置由氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF₂）等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物形成的電子注入層 115。電子注入層 115 可以使用將鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物包含在由具有電子傳輸性的物質構成的層中的層或電子化合物（electride）。作為電子化合物，可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。

[0118] 另外，可以設置電荷產生層 116，而代替電子注入層 115（參照圖 1B）。電荷產生層 116 是藉由施加電位，可以對與該層的陰極一側接觸的層注入電洞，並且對與該層的陽極一側接觸的層注入電子的層。電荷產生層 116 至少包括 P 型層 117。P 型層 117 較佳為使用上述構成電洞注入層 111 的複合材料來形成。另外，P 型層 117 也可以將作為構成複合材料的材料分別包含上述受體材料和電洞傳輸材料的膜層疊來形成。藉由對 P 型層 117 施加電位，電子和電洞分別注入到電子傳輸層 114 和用作陰極

的陰極 102，使得發光元件工作。

[0119] 另外，電荷產生層 116 除了包括 P 型層 117 之外，較佳為還包括電子中繼層 118 及電子注入緩衝層 119 中的任一個或兩個。

[0120] 電子中繼層 118 至少包含具有電子傳輸性的物質，並且能夠防止電子注入緩衝層 119 和 P 型層 117 的相互作用，並順利地傳遞電子。較佳為將電子中繼層 118 所包含的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階設定在 P 型層 117 中的受體物質的 LUMO 能階與電子傳輸層 114 中的接觸於電荷產生層 116 的層所包含的物質的 LUMO 能階之間。明確而言，電子中繼層 118 中的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階較佳為 -5.0eV 以上，更佳為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。另外，作為電子中繼層 118 中的具有電子傳輸性的物質，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物。

[0121] 電子注入緩衝層 119 可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物（鹼金屬化合物（包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽）、鹼土金屬化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）或稀土金屬的化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽））等電子注入性高的物質。

[0122] 另外，在電子注入緩衝層 119 包含具有電子傳輸性的物質及施體物質的情況下，作為施體物質，除了鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬和這些物質的化合物（鹼金

屬化合物（包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銨等碳酸鹽）、鹼土金屬化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）或稀土金屬的化合物（包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽）以外，還可以使用四硫稠四苯（tetrathianaphthacene）（簡稱：TTN）、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。另外，作為具有電子傳輸性的物質，可以使用與上面所說明的用於電子傳輸層 114 的材料同樣的材料。

[0123] 作為形成陰極 102 的物質，可以使用功函數小（具體為 3.8eV 以下）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出鋰（Li）或銨（Cs）等鹼金屬、鎂（Mg）、鈣（Ca）或者銣（Sr）等的屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素、包含它們的合金（MgAg、AlLi）、鎔（Eu）、鐳（Yb）等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在陰極 102 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函率的大小而將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作陰極 102。這些導電材料可以藉由真空蒸鍍法、濺射法等乾處理、噴墨法、旋塗法等形成。另外，電極可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。

[0124] 另外，作為 EL 層 103 的形成方法，不論乾處理或濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空蒸鍍法、凹版印刷法、平板印刷法、網版印刷法、噴墨法或旋塗法等。

[0125] 另外，也可以藉由使用不同成膜方法形成上面所述的各電極或各層。

[0126] 注意，設置在陽極 101 與陰極 102 之間的層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離陽極 101 及陰極 102 遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬接近而發生的淬滅。

[0127] 另外，為了抑制從在發光層中產生的激子的能量轉移，接觸於發光層 113 的如電洞傳輸層和電子傳輸層，尤其是靠近發光層 113 中的再結合區域的載子傳輸層較佳為使用如下物質構成，亦即具有比構成發光層的發光材料或者包含在發光層中的發光材料所具有的能帶間隙大的能帶間隙的物質。

[0128] 接著，參照圖 1C 說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光元件（以下也稱為疊層型元件或串聯元件）的方式。該發光元件是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光元件。一個發光單元具有與圖 1A 所示的 EL 層 103 大致相同的結構。就是說，可以說，圖 1C 所示的發光元件是具有多個發光單元的發光元件，而圖 1A 或圖 1B 所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件。

[0129] 在圖 1C 中，在陽極 501 和陰極 502 之間層疊有第一發光單元 511 和第二發光單元 512，並且在第一發光單元 511 和第二發光單元 512 之間設置有電荷產生層 513。陽極 501 和陰極 502 分別相當於圖 1A 中的陽極 101

和陰極 102，並且可以應用與圖 1A 的說明同樣的材料。另外，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有相同結構，也可以具有不同結構。

[0130] 電荷產生層 513 具有在對陽極 501 及陰極 502 施加電壓時，對一個發光單元注入電子並對另一個發光單元注入電洞的功能。就是說，在圖 1C 中，在以陽極的電位比陰極的電位高的方式施加電壓的情況下，電荷產生層 513 只要是對第一發光單元 511 注入電子並對第二發光單元 512 注入電洞的層即可。

[0131] 電荷產生層 513 較佳為具有與圖 1B 所示的電荷產生層 116 同樣的結構。因為有機化合物與金屬氧化物的複合材料具有良好的載子注入性及載子傳輸性，從而能夠實現低電壓驅動及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的面接觸於電荷產生層 513 的情況下，電荷產生層 513 可以具有發光單元的電洞注入層的功能，所以發光單元也可以不設置電洞注入層。

[0132] 另外，在設置電子注入緩衝層 119 的情況下，因為該電子注入緩衝層 119 具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，所以在陽極一側的發光單元中不一定必須設置電子注入層。

[0133] 雖然在圖 1C 中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的發光元件。如根據本實施方式的發光元件，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層 513 隔開並配置，

該元件可以在保持低電流密度的同時實現高亮度發光，並且能夠實現使用壽命長的元件。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且低功耗的發光裝置。

[0134] 另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光元件得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光元件中獲得來自第一發光單元的紅色和綠色的發光顏色以及來自第二發光單元的藍色的發光顏色，可以得到在整個發光元件中進行白色發光的發光元件。

[0135] 另外，上述 EL 層 103、第一發光單元 511、第二發光單元 512 及電荷產生層等各層及電極例如可以利用蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、液滴噴射法（也稱為噴墨法）、塗佈法、凹版印刷法等方法形成。此外，其也可以包含低分子材料、中分子材料（包括低聚物、樹枝狀聚合物）或者高分子材料。

[0136] 這裡，參照圖 34A 至圖 34D 對利用液滴噴射法形成 EL 層 786 的方法進行說明。圖 34A 至圖 34D 是說明 EL 層 786 的製造方法的剖面圖。

[0137] 首先，在平坦化絕緣膜 770 上形成導電膜 772，以覆蓋導電膜 772 的一部分的方式形成絕緣膜 730（參照圖 34A）。

[0138] 接著，在作為絕緣膜 730 的開口的導電膜 772 的露出部利用液滴噴射裝置 783 噴射液滴 784，來形成包含組成物的層 785。液滴 784 是包含溶劑的組成物，附著

於導電膜 772 上(參照圖 34B)。

[0139] 此外，也可以在減壓下進行噴射液滴 784 的製程。

[0140] 接著，藉由去除包含組成物的層 785 中的溶劑而使其固化，形成 EL 層 786(參照圖 34C)。

[0141] 作為去除溶劑的方法，可以進行乾燥製程或加熱製程。

[0142] 接著，在 EL 層 786 上形成導電膜 788，形成發光元件 782(參照圖 34D)。

[0143] 如上所述，藉由利用液滴噴射法形成 EL 層 786，可以選擇性地噴射組成物，因此可以減少材料的損失。另外，由於不需要經過用來進行形狀的加工的光微影製程等，所以可以使製程簡化，從而可以以低成本形成 EL 層。

[0144] 另外，上述的液滴噴射法為包括如下單元的總稱，該單元為具有組成物的噴射口的噴嘴或者具有一個或多個噴嘴的頭等液滴噴射單元。

[0145] 接著，參照圖 35 說明在液滴噴射法中利用的液滴噴射裝置。圖 35 是說明液滴噴射裝置 1400 的示意圖。

[0146] 液滴噴射裝置 1400 包括液滴噴射單元 1403。液滴噴射單元 1403 包括頭 1405、頭 1412 及頭 1416。

[0147] 藉由由電腦 1410 控制與頭 1405、頭 1412 及頭 1416 連接的控制單元 1407，可以描畫預先程式設計了

的圖案。

[0148] 另外，作為描畫的時機，例如可以以形成在基板 1402 上的標記 1411 為基準而進行描畫。或者，也可以以基板 1402 的邊緣為基準而確定基準點。在此，利用成像單元 1404 檢測出標記 1411，將藉由影像處理單元 1409 轉換為數位信號的標記 1411 利用電腦 1410 識別而產生控制信號，以將該控制信號傳送至控制單元 1407。

[0149] 作為成像單元 1404，可以利用使用電荷耦合器（CCD）、互補型金屬氧化物半導體（CMOS）的影像感測器等。另外，在基板 1402 上需要形成的圖案的資料存儲於存儲介質 1408，可以基於該資料將控制信號傳送至控制單元 1407，來分別控制液滴噴射單元 1403 的頭 1405、頭 1412 及頭 1416 等各頭。噴射的材料分別從材料供應源 1413、材料供應源 1414 及材料供應源 1415 藉由管道供應到頭 1405、頭 1412 及頭 1416。

[0150] 頭 1405 的內部包括以虛線 1406 所示的填充液狀材料的空間及噴射口的噴嘴。在此未圖示，但是頭 1412 及頭 1416 具有與頭 1405 相同的內部結構。藉由將頭 1405 的噴嘴的尺寸與頭 1412 的噴嘴的尺寸不同，可以使用不同的材料同時描畫具有不同的寬度的圖案。使用一個頭可以噴射多種發光材料且描畫圖案，於是在對廣區域描畫圖案的情況下，為了提高處理量，同時使用多個噴嘴噴射同一發光材料而可以描畫圖案。在使用大型基板的情況下，頭 1405、頭 1412 及頭 1416 在圖 35 所示的箭頭的

X、Y 或 Z 的方向上自由地對基板進行掃描，可以自由地設定描畫的區域，由此可以在一個基板上描畫多個相同的圖案。

[0151] 另外，可以在減壓下進行噴射組成物的製程。可以在加熱基板的狀態下噴射組成物。在噴射組成物之後，進行乾燥製程和燒成製程中的一個或兩個。乾燥製程及燒成製程都是一種加熱處理的製程，各製程的目的、溫度及時間不同。乾燥製程及燒成製程在常壓或減壓下藉由雷射的照射、快速熱退火或加熱爐的使用等進行。注意，對進行該加熱處理的時機、加熱處理的次數沒有特別的限制。為了進行良好的乾燥製程及燒成製程，其溫度依賴於基板的材料及組成物的性質。

[0152] 如上所述，可以利用液滴噴射裝置形成 EL 層 786。

[0153] 在利用液滴噴射裝置製造 EL 層 786 的情況下，可以利用使用將本發明的電洞傳輸材料溶解於溶劑中的組成物的濕處理形成電洞傳輸層。在該情況下，可以使用各種有機溶劑作為塗佈用組成物。作為能夠用於所述組成物的有機溶劑，可以使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯、四氫呋喃、二氧六環、乙醇、甲醇、n-丙醇、異丙醇、n-丁醇、t-丁醇、乙腈、二甲亞碲、二甲基甲醯胺、氯仿、二氯甲烷、四氯化碳、乙酸乙酯、己烷、環己烷等各種有機溶劑。尤其較佳為使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯等低極性的苯衍生物，由此可以形成適中濃度的溶液

並可以防止包含於墨中的本發明的電洞傳輸材料因氧化而發生劣化。另外，考慮到形成後的膜的均勻性及膜厚度的均勻性等，較佳為使用沸點為 100℃ 以上的物質，尤其較佳為使用甲苯、二甲苯、均三甲苯。

[0154] 另外，上述結構可以與其他實施方式或本實施方式中的其他結構適當地組合。

[0155]

實施方式 2

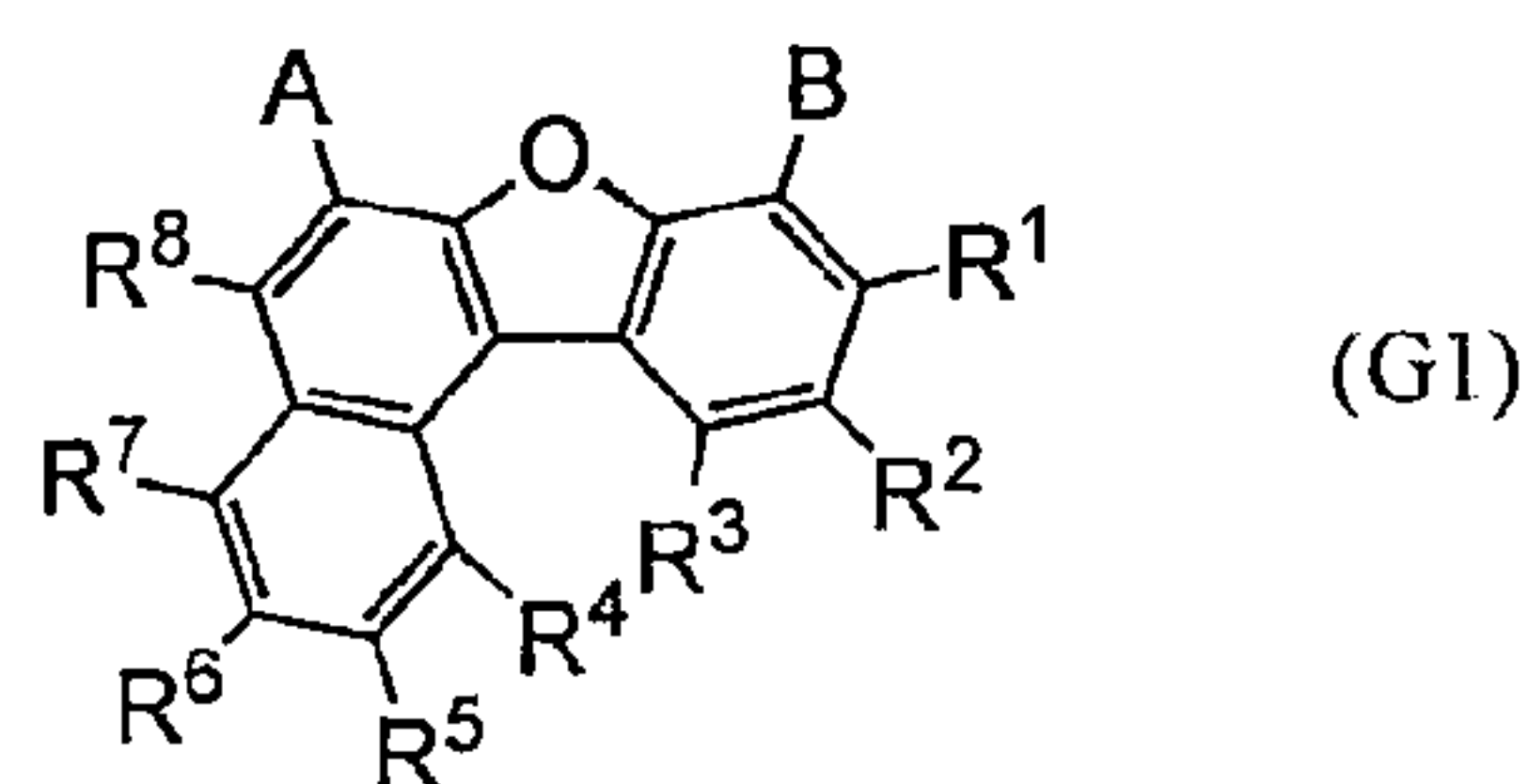
在本實施方式中，對本發明的一個實施方式的有機化合物進行說明。

[0156] 由於能夠用於實施方式 1 中說明的第二電洞傳輸材料的有機化合物的一部分為新穎的化合物，所以上述有機化合物也是本發明的一個實施方式。下面，對本發明的一個實施方式的有機化合物進行說明。

[0157] 本發明的一個實施方式的有機化合物是由下述通式 (G1) 表示的有機化合物。

[0158]

[化 7]



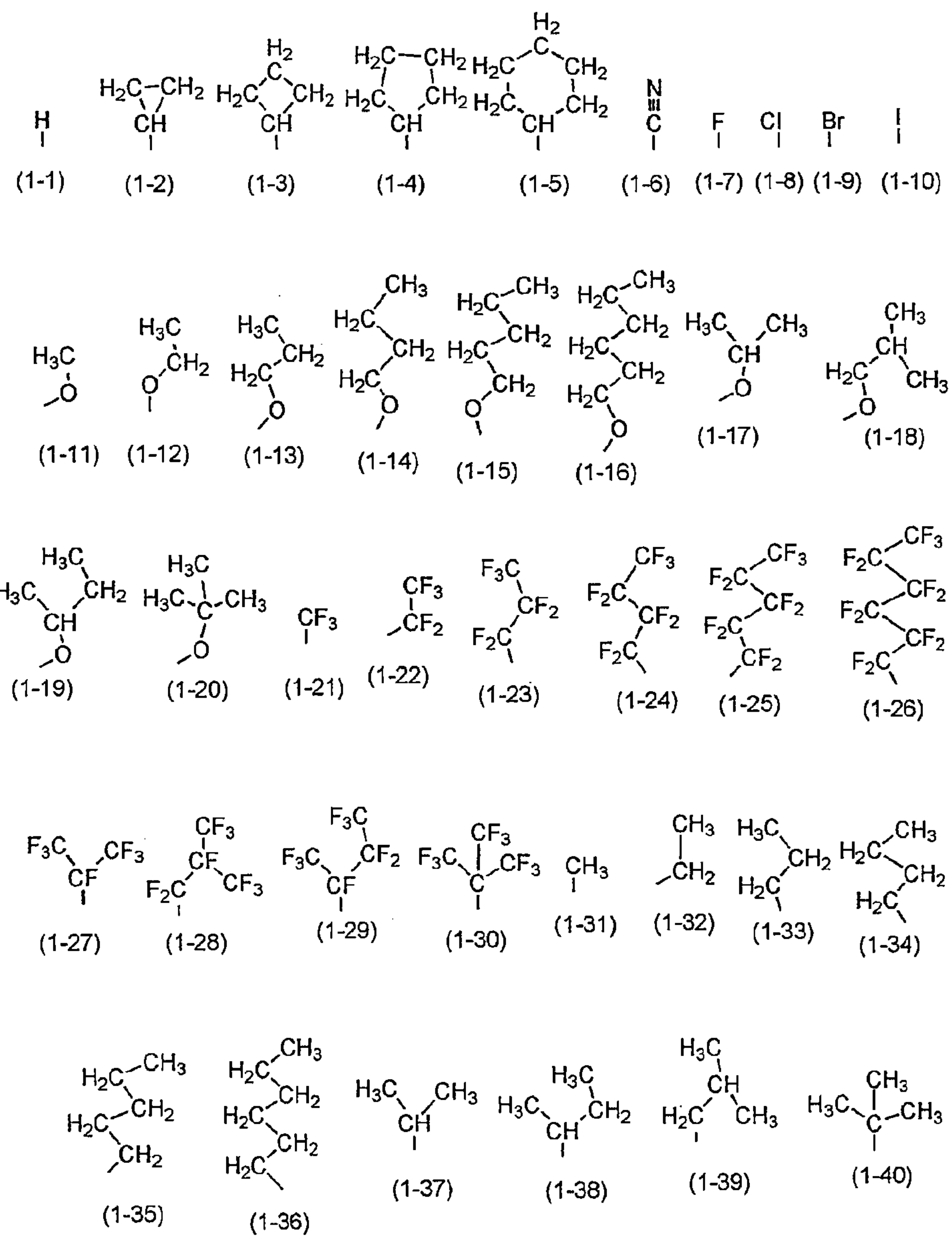
[0159] 注意，在通式 (G1) 中， R^1 至 R^8 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原

子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。

[0160] 作為上述通式 (G1) 中的 R^1 至 R^8 的具體例子，可以舉出下述式 (1-1) 至 (1-40)。另外，當 R^1 至 R^8 為取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基時，作為形成取代基的骨架的芳烴可以舉出下述式 (2-1) 至 (2-13)。另外，式 (2-1) 至 (2-13) 表示的芳烴的取代位置沒有限定，也可以具有多個芳烴連結形成的骨架。

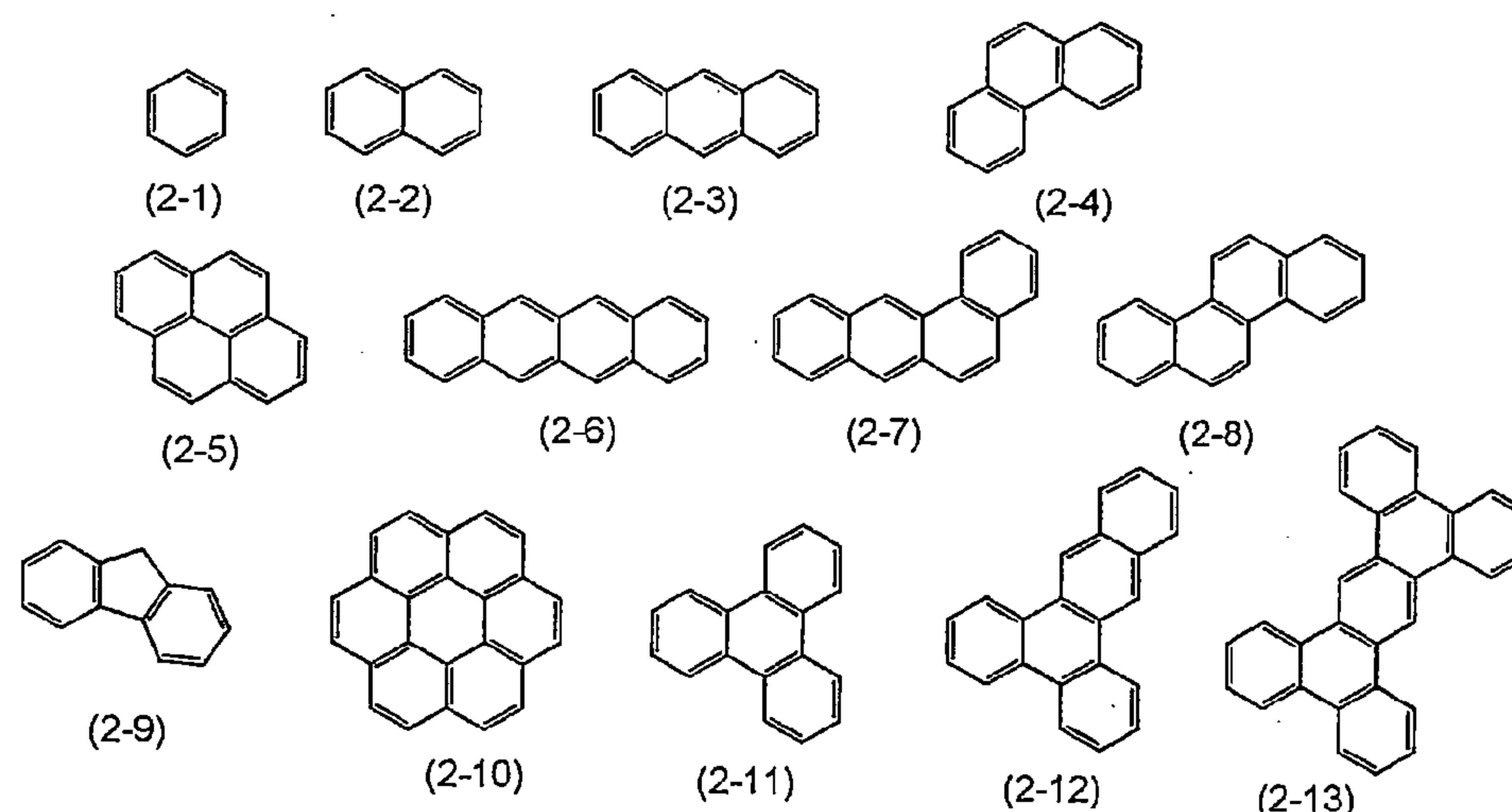
[0161]

[化 8]



[0162]

[化 9]



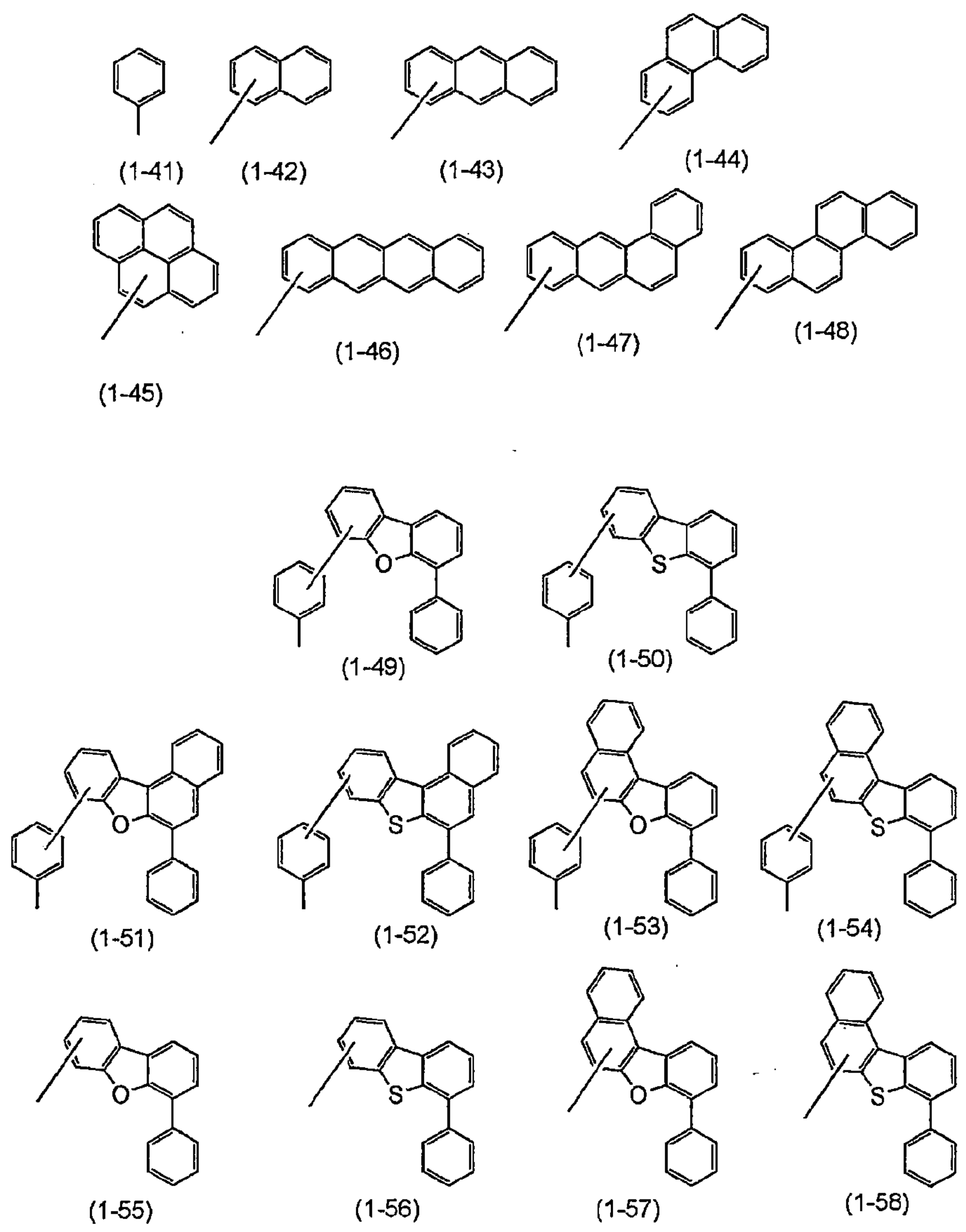
[0163] 另外，當 R^1 至 R^8 為具有取代基的芳烴基時，作為該取代基，可以舉出碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并蔡并呋喃基及苯并呋喃噻吩基。當 R^1 至 R^8 為具有取代基的芳烴基時，該取代基為碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素及碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基時的具體結構例與作為上述 R^1 至 R^8 的具體例子表示的式 (1-1) 至 (1-40) 相同。

[0164] 另外，當 R^1 至 R^8 為具有取代基的芳烴基時，作為該取代基為取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并蔡并呋喃基及苯并呋喃噻吩基時的具體例子，可以舉出由下述式 (1-41) 至 (1-81) 表示的基團。對由下述式 (1-41) 至 (1-

81) 表示的取代基的取代位置沒有限制。

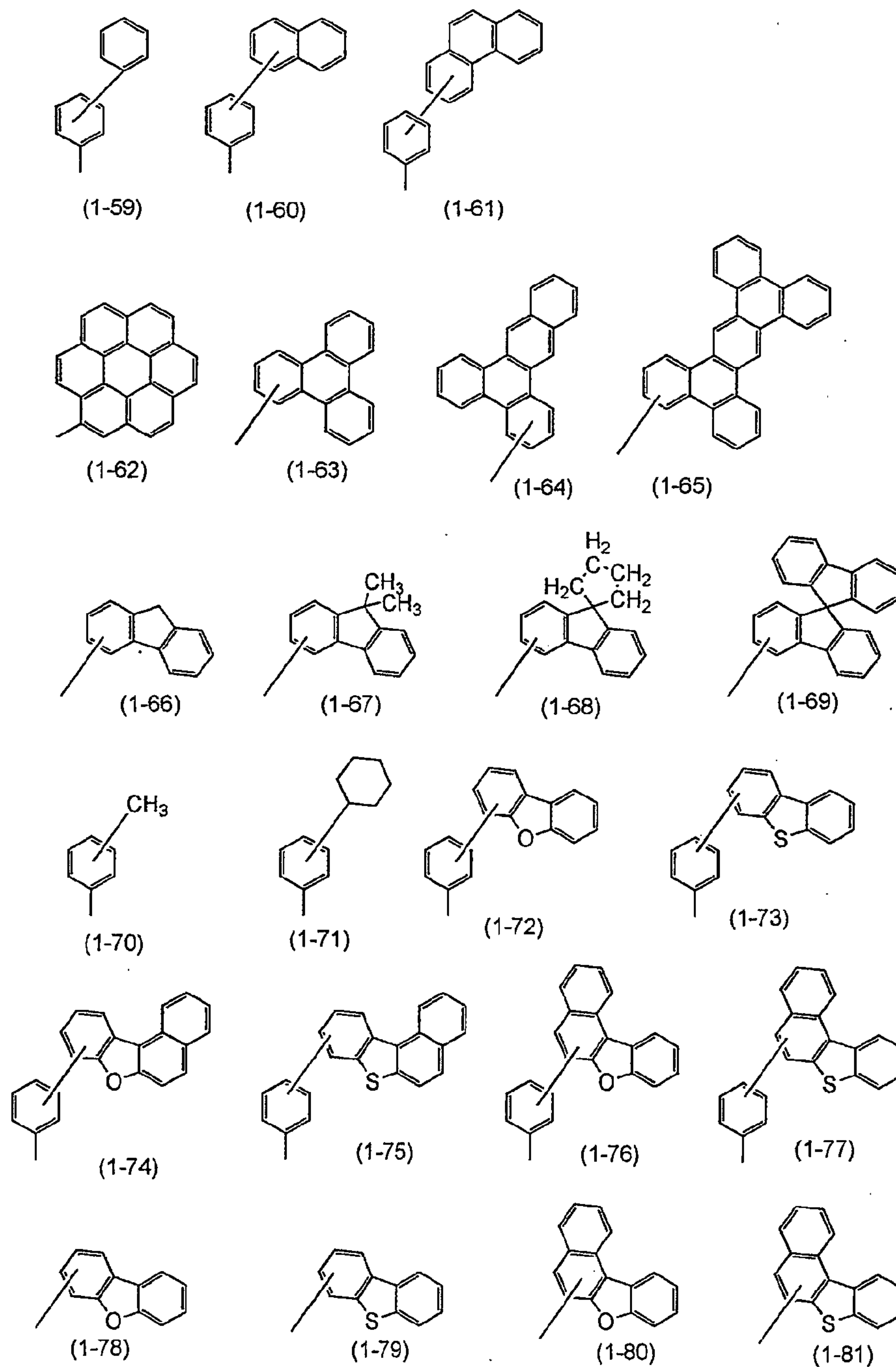
[0165]

[化 10]



[0166]

[化 11]

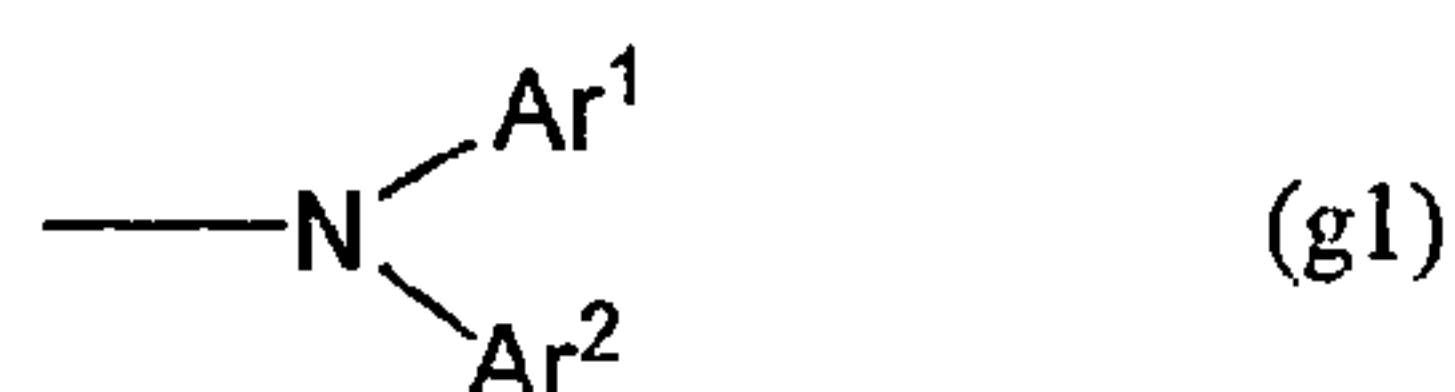


[0167] 另外，A 和 B 中的一個為由下述通式（g1）表示的基團，另一個表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。其具

體例子與取代基 R^1 至 R^8 相同。

[0168]

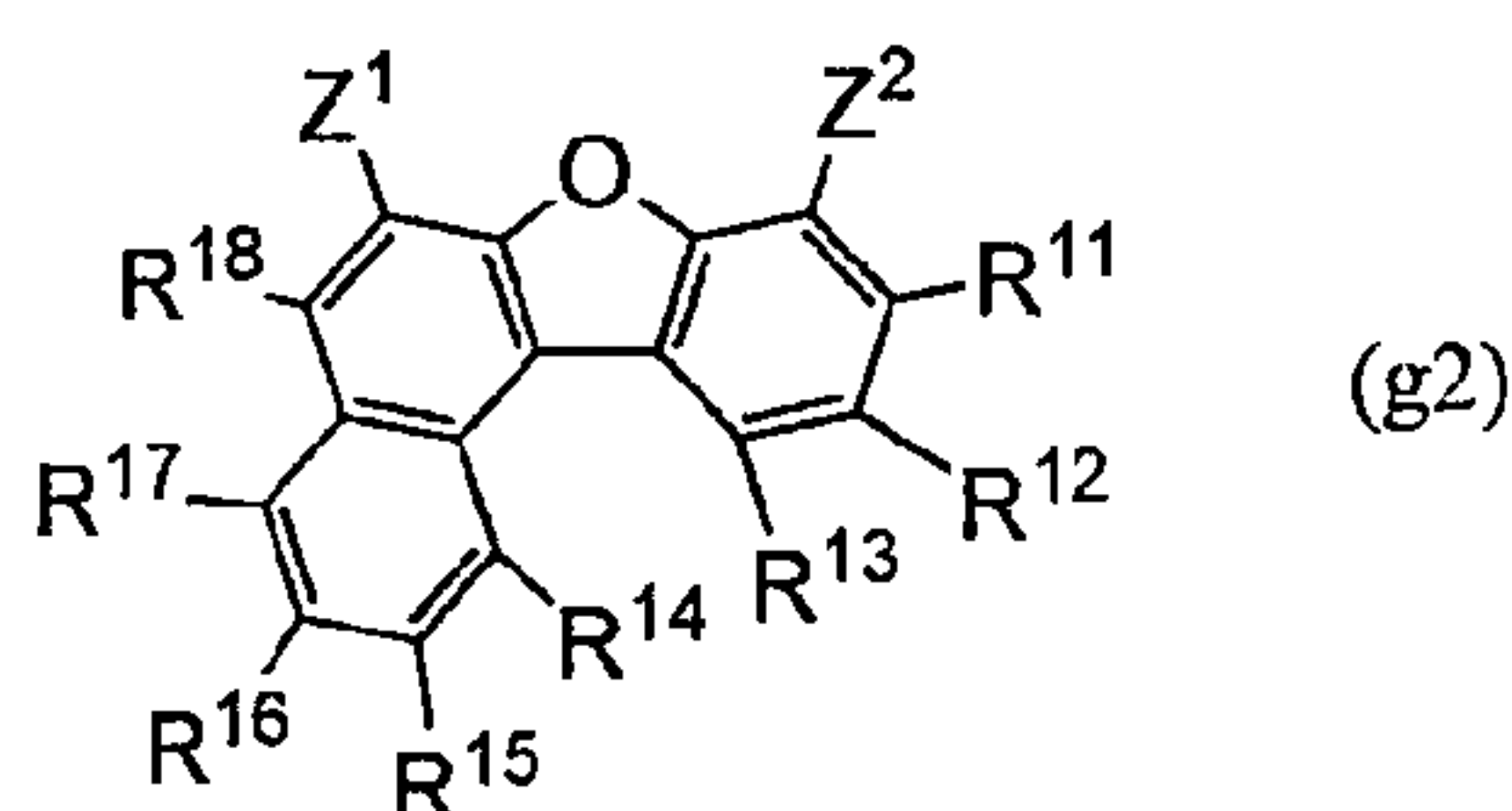
[化 12]



[0169] 注意，在通式 (g1) 中， Ar^1 、 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基和由下述通式 (g2) 表示的基團中的任一個，當 Ar^1 、 Ar^2 為碳原子數為 6 至 60 的芳烴基並具有取代基時，取代基包含苯并萘并呋喃基及二萘并呋喃基。

[0170]

[化 13]



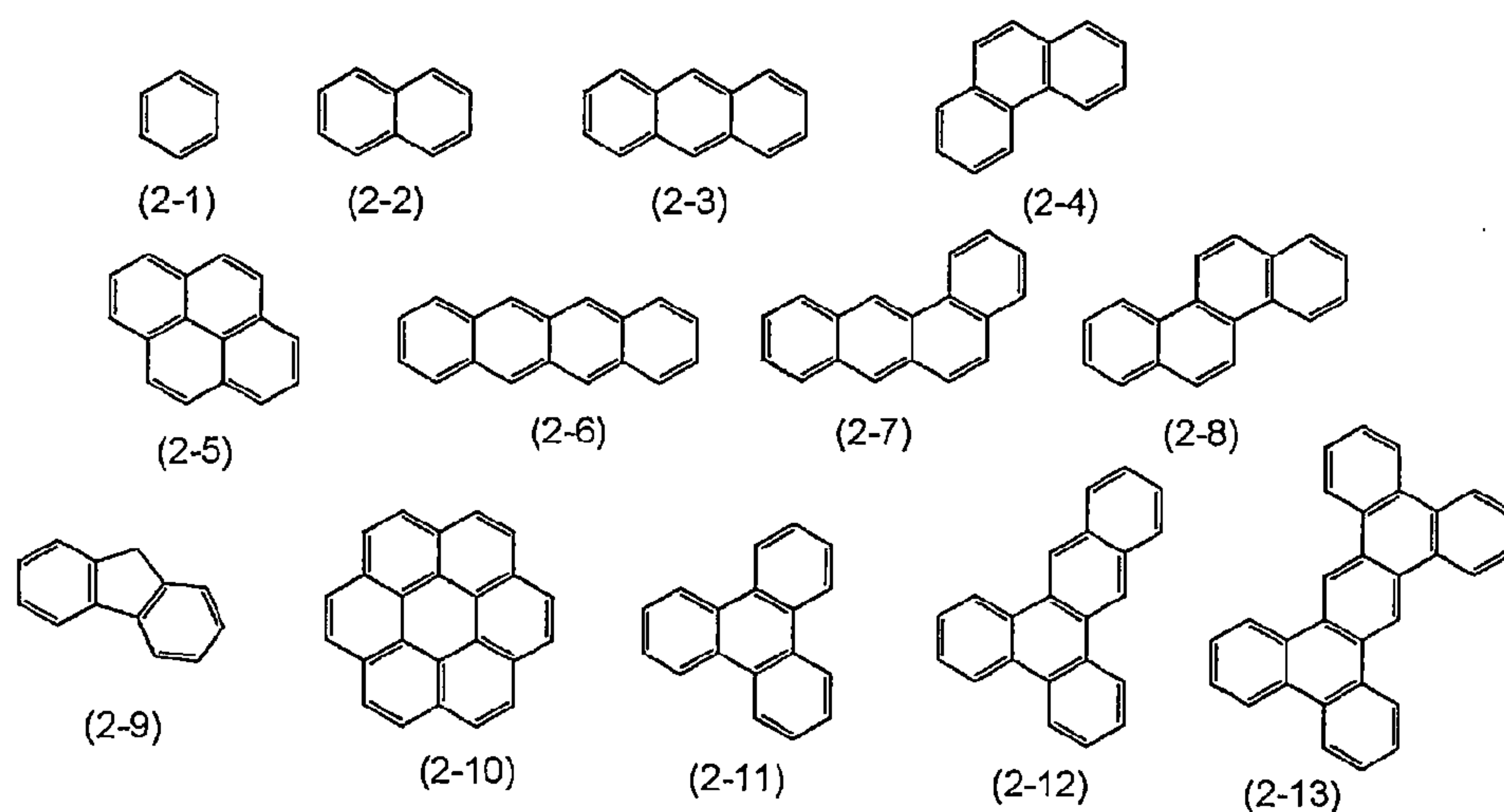
[0171] 注意，在通式 (g2) 中， R^{11} 至 R^{18} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。另外， Z^1 和 Z^2 中的一個與通式 (g1) 中的氮原子鍵合，另一個表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的

任一個。另外，由上述通式 (g2) 表示的基團中的 R^{11} 至 R^{18} 的具體例子與由上述通式 (G1) 表示的有機化合物中的 R^1 至 R^8 相同。另外， Z^1 或 Z^2 中不與由通式 (g1) 表示的基團的氮原子鍵合的一方的具體例子與由通式 (G1) 表示的有機化合物的 A 或 B 中不由通式 (g1) 表示的基團相同。亦即， Z^1 或 Z^2 中不與由通式 (g1) 表示的基團的氮原子鍵合的基團為氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。另外，其具體例子與上述取代基 R^1 至 R^8 相同。

[0172] 作為能用於上述通式 (g1) 中的 Ar^1 、 Ar^2 的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基的骨架的具體例子，可以舉出由下述結構式 (2-1) 至 (2-13) 表示的骨架。另外，取代位置不限，也可以由多個骨架形成。

[0173]

[化 14]



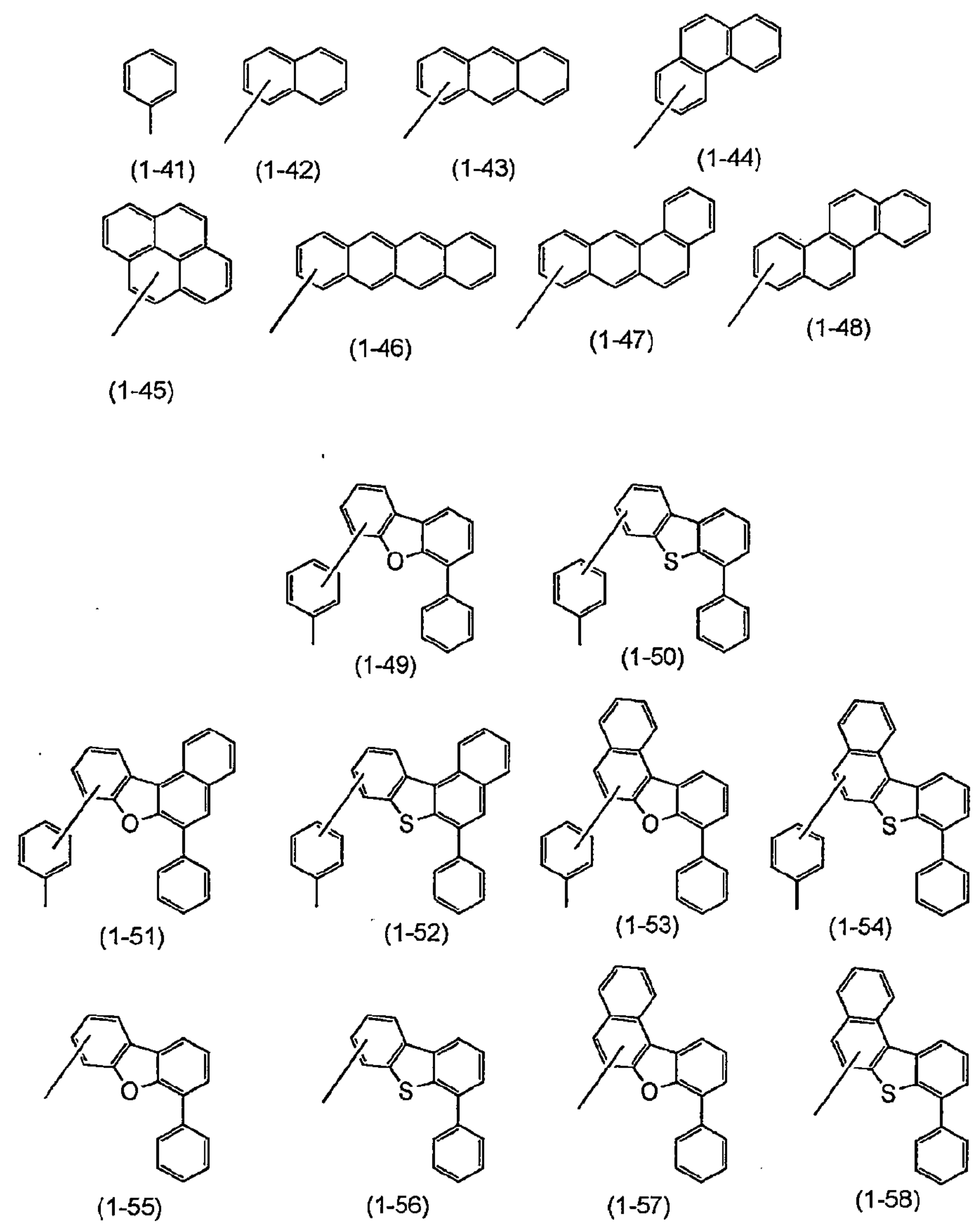
[0174] 另外，當通式 (g1) 中 Ar^1 、 Ar^2 為具有取代

基的芳烴基時，作為該取代基，可以舉出碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并蔡并呋喃基及苯并呋喃噻吩基。當 Ar^1 、 Ar^2 為具有取代基的芳烴基時，該取代基為碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素及碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基時的具體結構例與作為上述通式 (G1) 中的 R^1 至 R^8 的具體例子所示的式 (1-1) 至 (1-40) 相同。

[0175] 另外，當通式 (g1) 中 Ar^1 、 Ar^2 為具有取代基的芳烴基時，作為該取代基為取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并蔡并呋喃基及苯并呋喃噻吩基時的具體例子，可以舉出由下述式 (1-41) 至 (1-135) 表示的基團。對由下述式 (1-41) 至 (1-135) 表示的取代基的取代位置沒有限制。

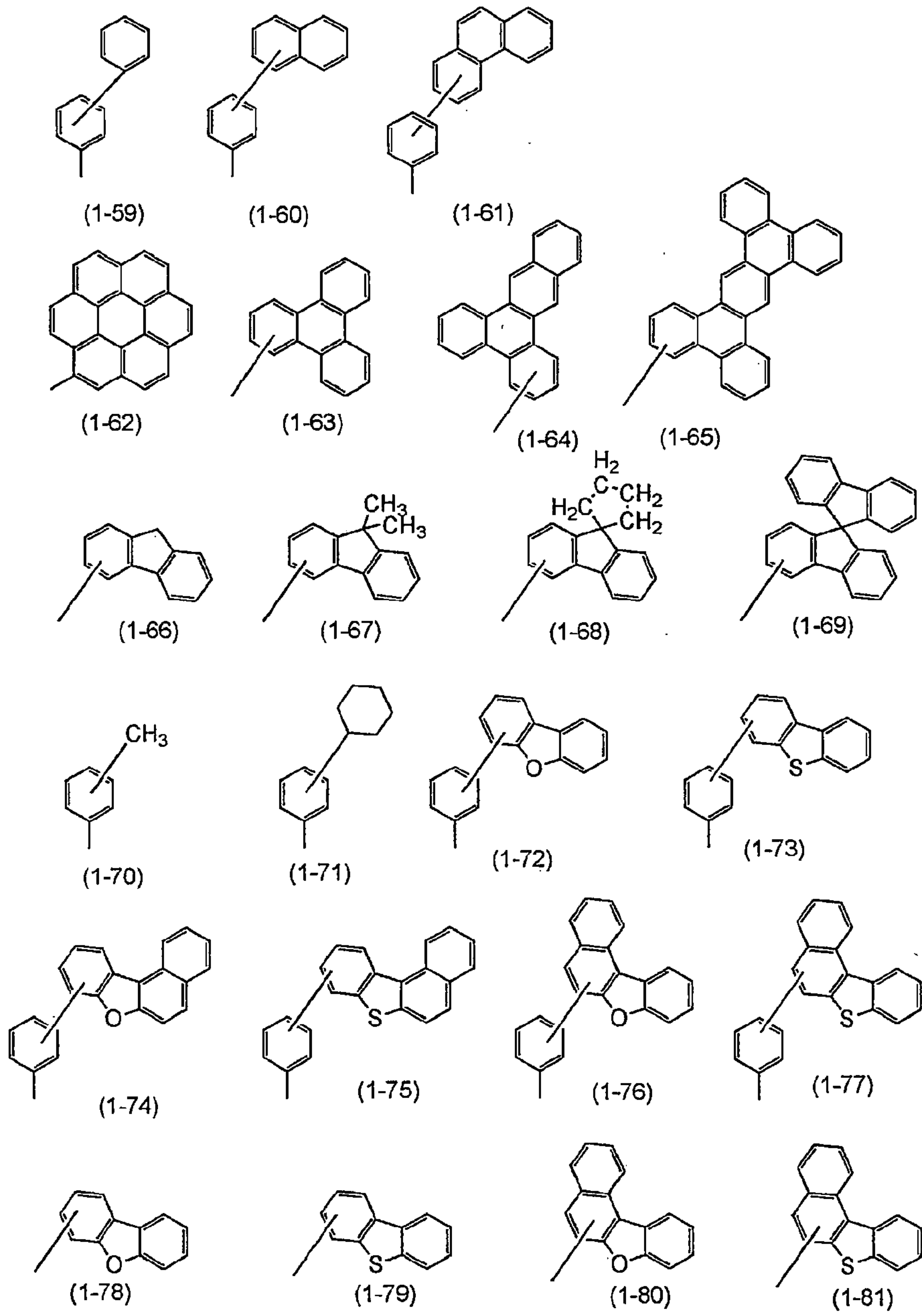
[0176]

[化 15]



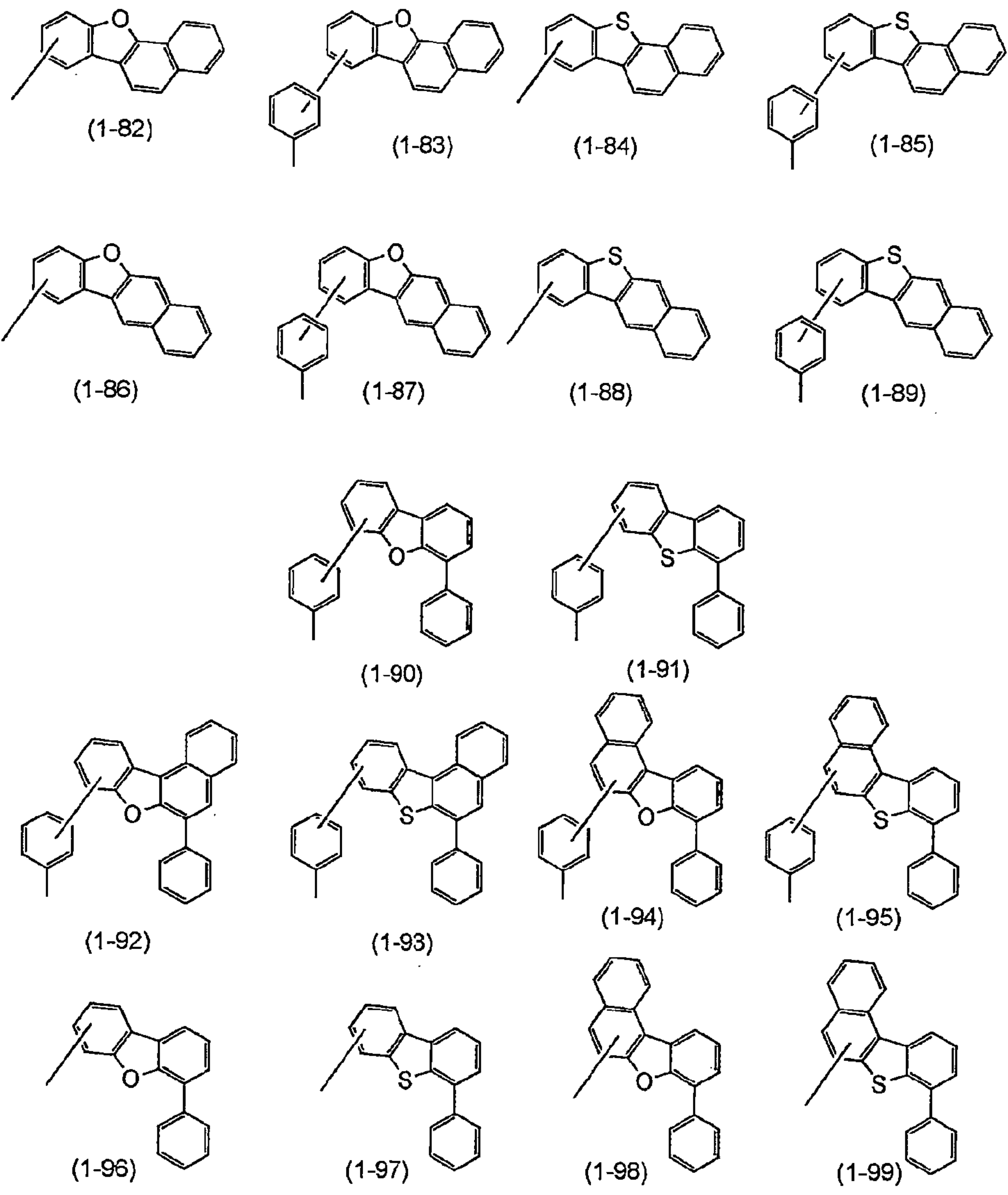
[0177]

[化 16]



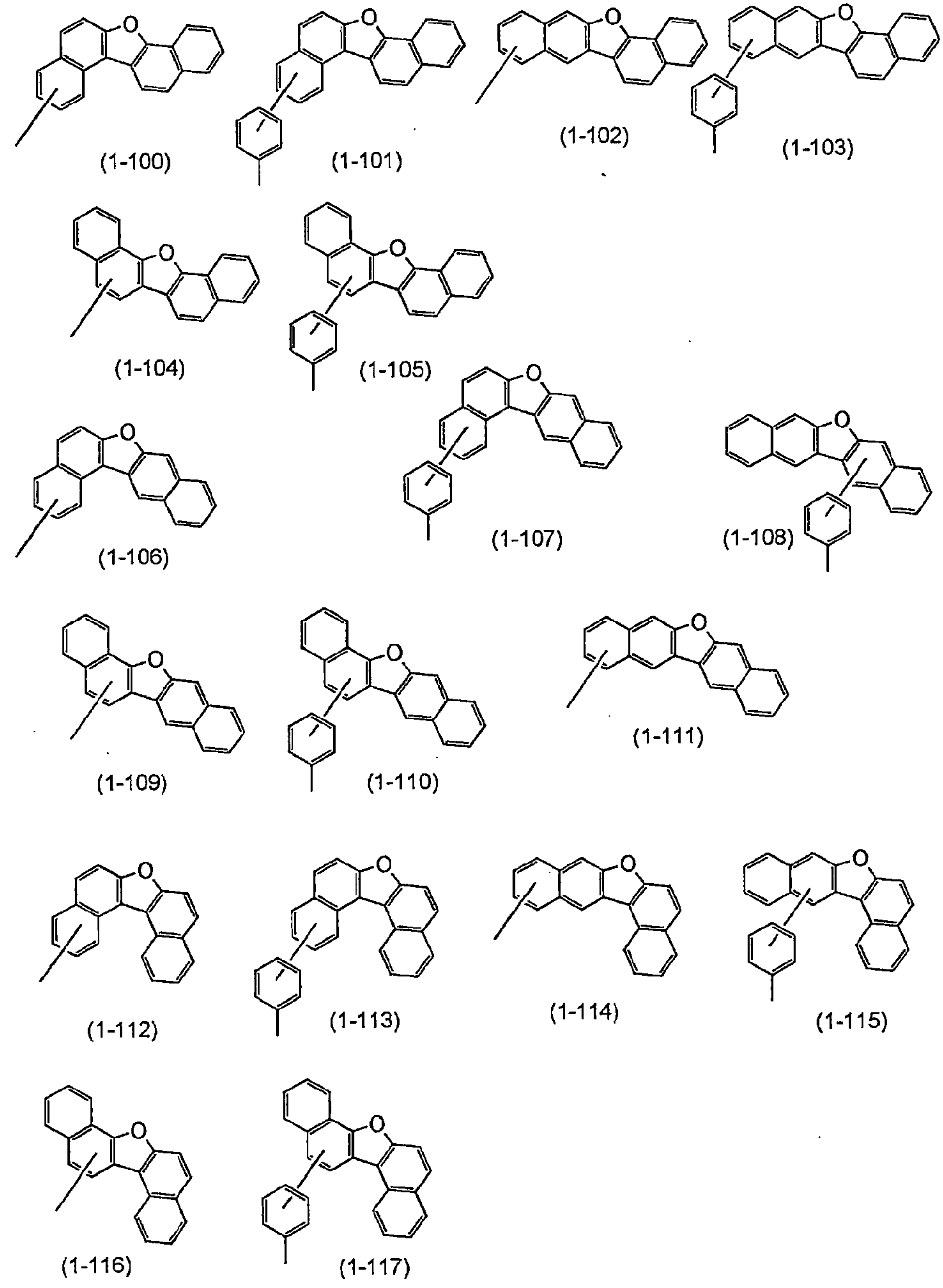
[0178]

[化 17]



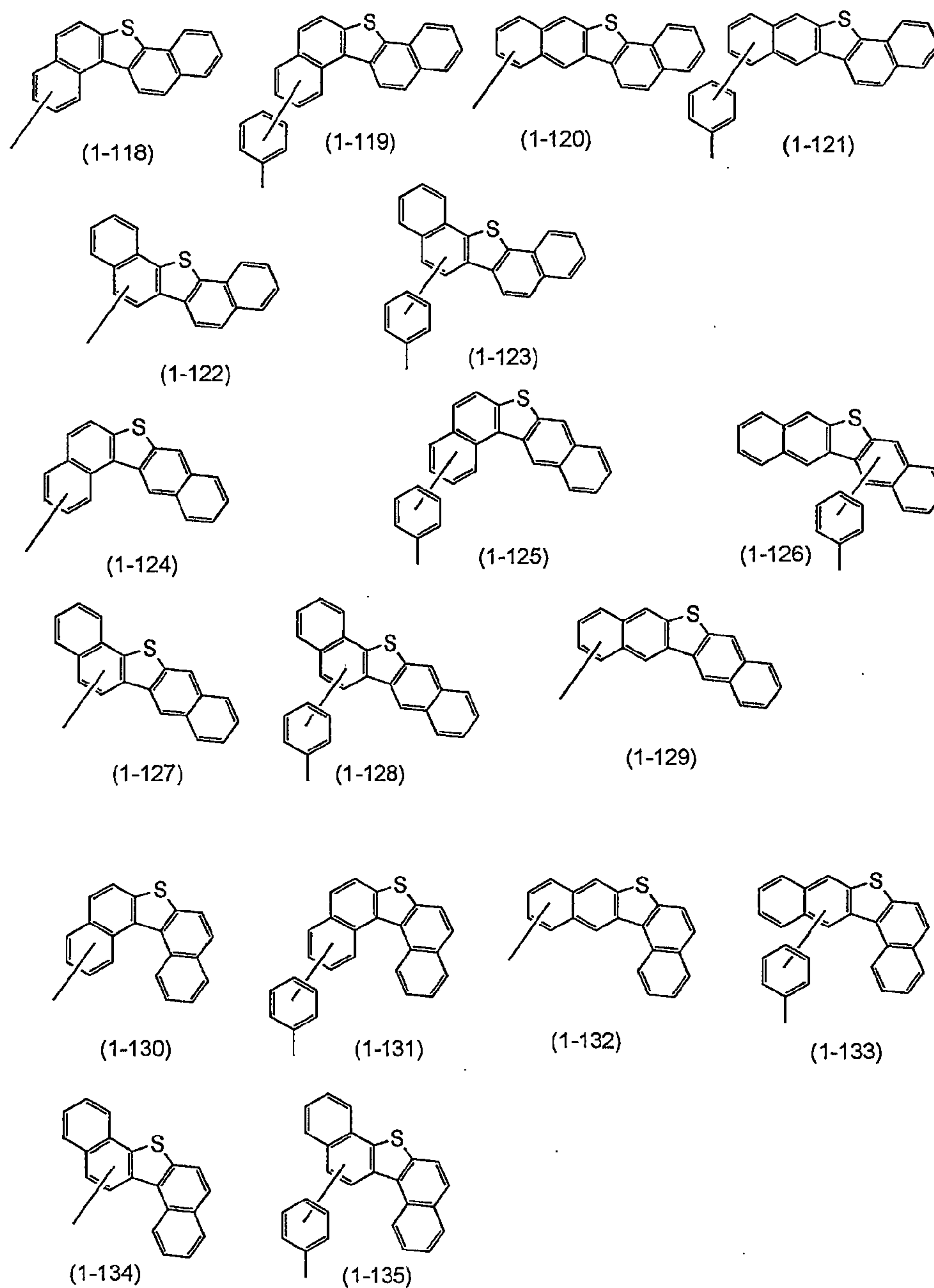
[0179]

[化 18]



[0180]

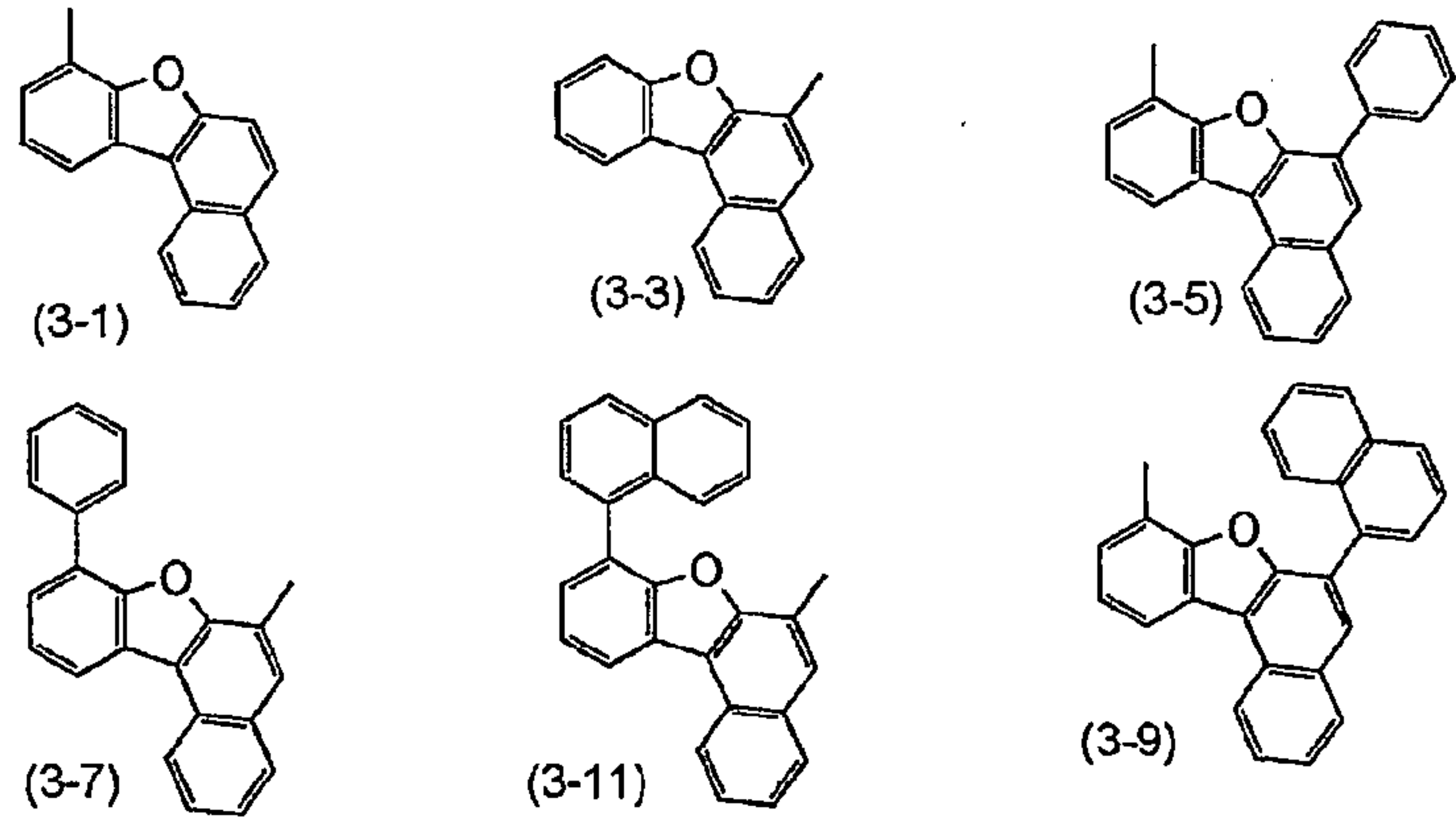
[化 19]



[0181] 另外，由上述通式（g2）表示的取代基的具體例子可以舉出下述基。

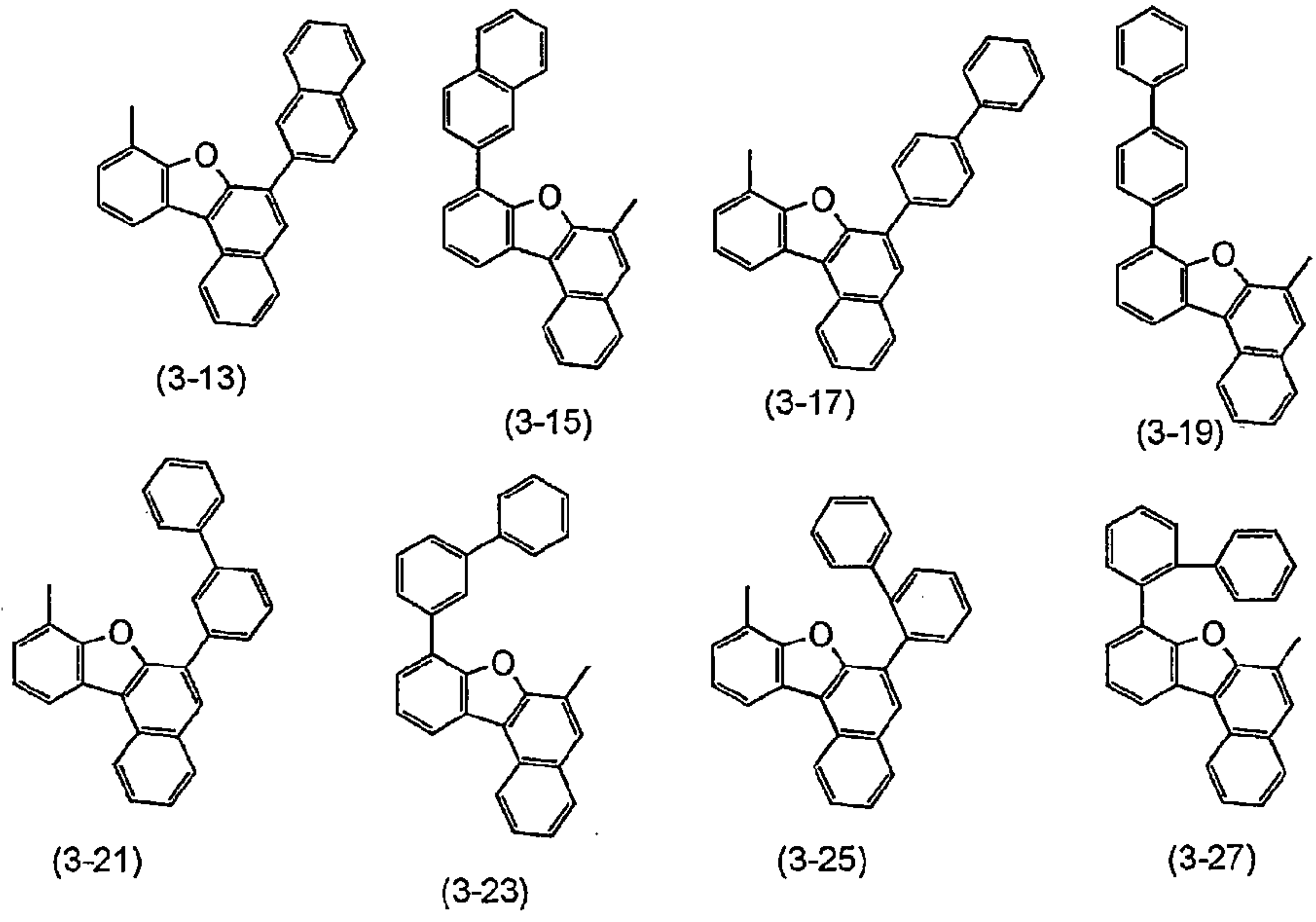
[0182]

[化 20]



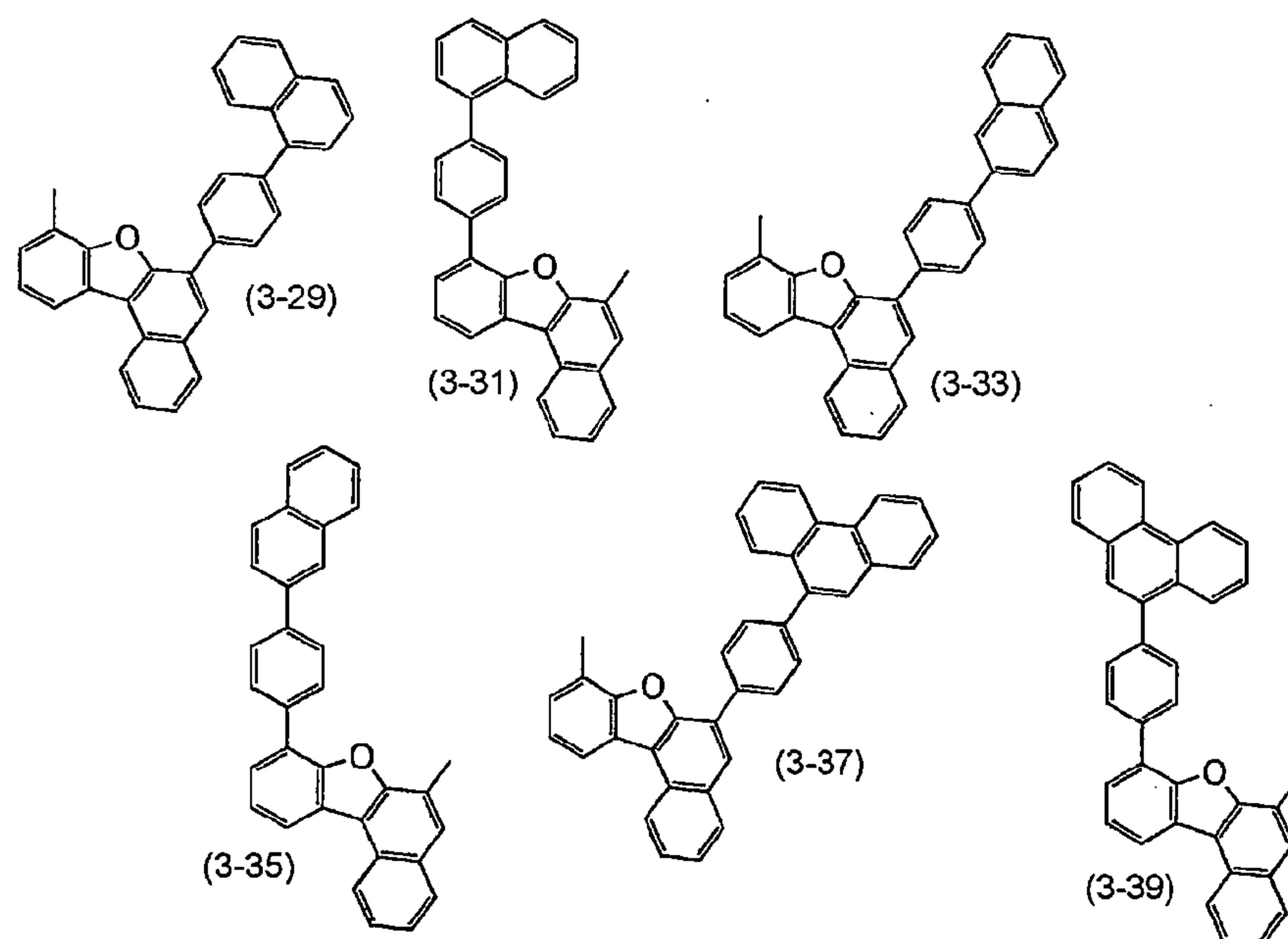
[0183]

[化 21]



[0184]

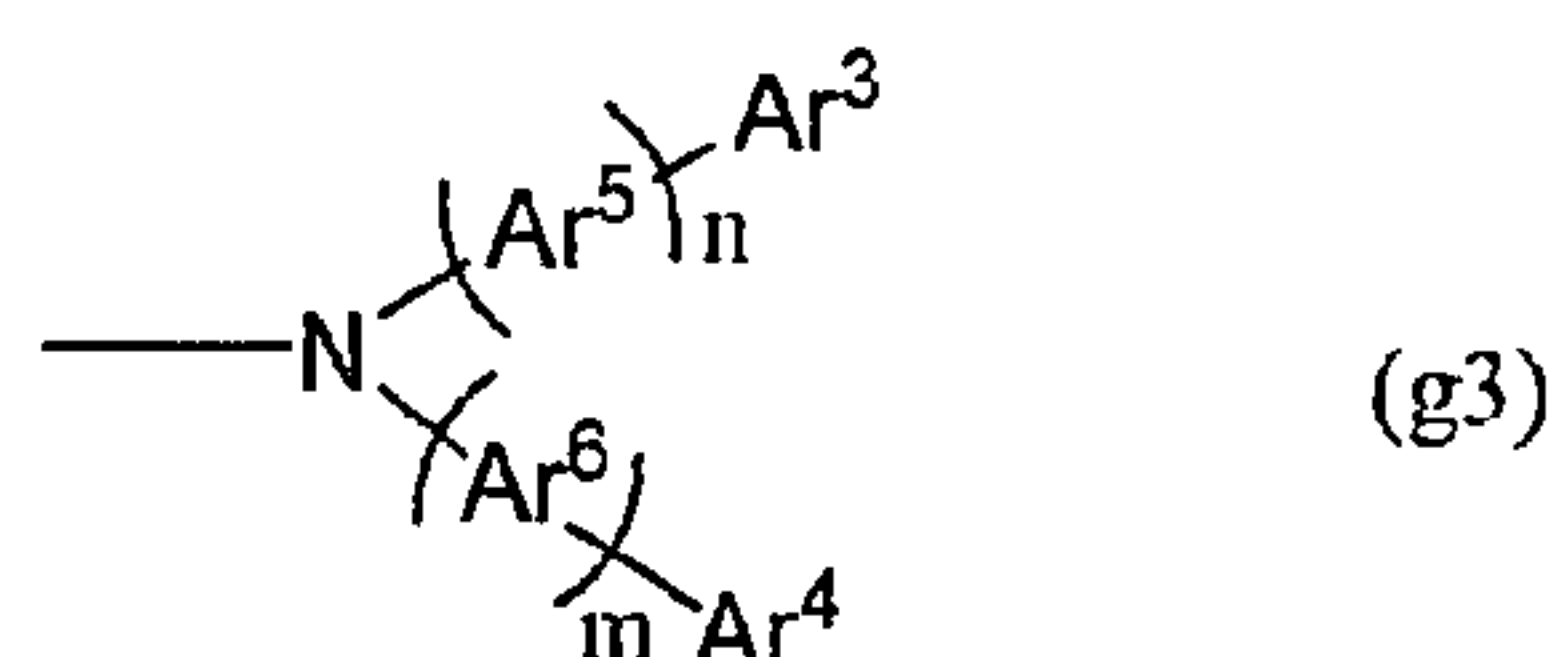
[化 22]



[0185] 另外，本發明的其他一個實施方式的有機化合物是如下有機化合物：在由所述通式 (g1) 表示的基團是由下述通式 (g3) 表示的基團。

[0186]

[化 23]



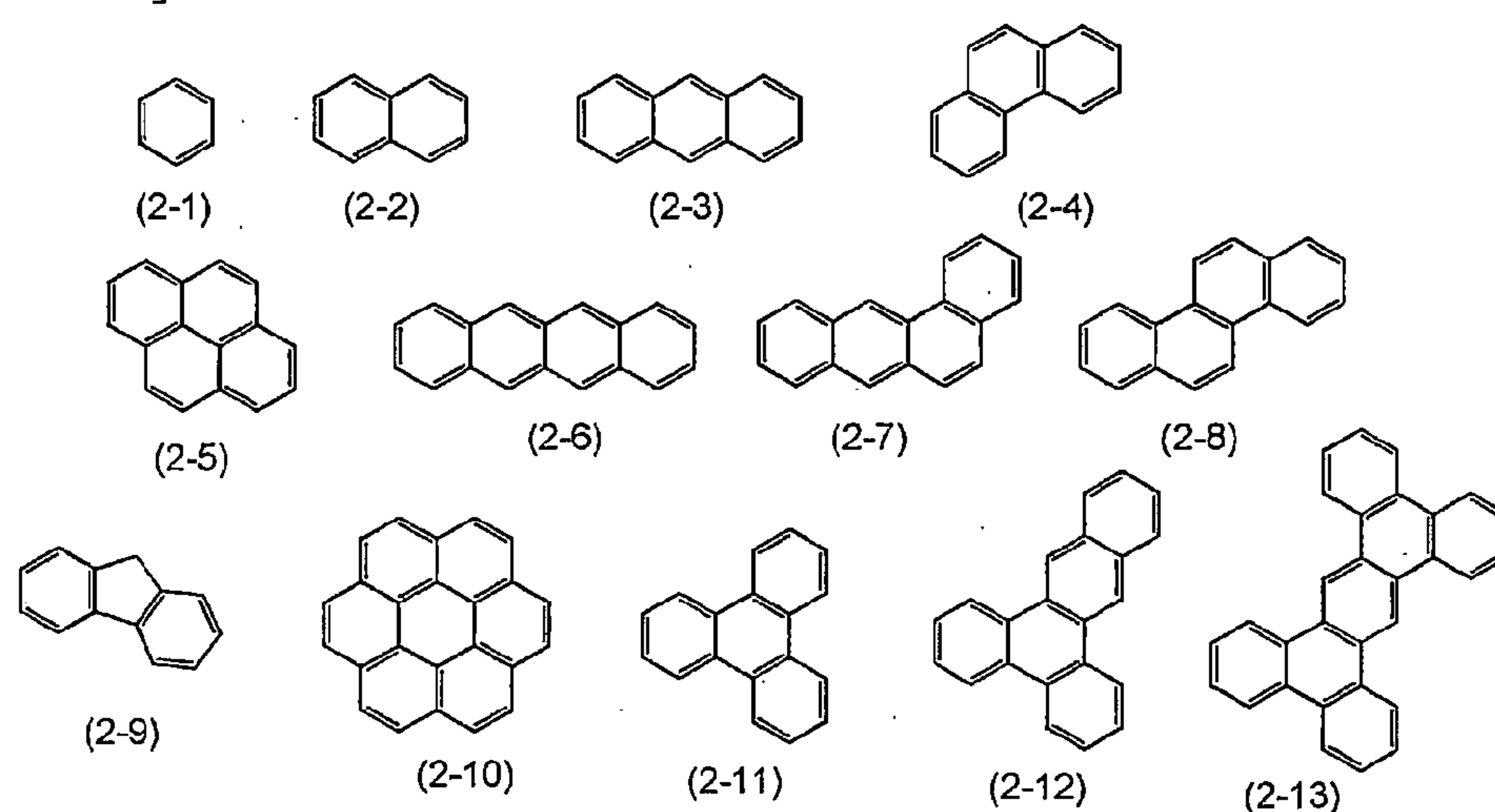
[0187] 注意，在通式 (g3) 中， Ar^3 、 Ar^4 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基和取代或未取代的二萘并呋喃基中的任一個。 Ar^3 、 Ar^4 與上述通式 (g1) 中的 Ar^1 ， Ar^2 相同。另外， Ar^3 和 Ar^5 的碳原子數的總和與 Ar^4 和 Ar^6 的碳原子數的總和都在 60 以下。

[0188] 另外， Ar^5 、 Ar^6 分別獨立地表示取代或未取

代的碳原子數為 6 至 54 的 2 價的芳烴基， n 及 m 獨立地表示 0 至 2。另外， Ar^3 和 Ar^5 的碳原子數的總和與 Ar^4 和 Ar^6 的碳原子數的總和都在 60 以下。作為 Ar^5 、 Ar^6 的具體例子，可以舉出具有由下述結構式 (2-1) 至 (2-13) 表示的骨架的 2 價的基團。

[0189]

[化 24]



[0190] 另外，在具有上述結構的有機化合物中，當 Ar^3 及 Ar^4 為取代或未取代的苯基、取代或未取代的萘基、取代或未取代的蒽基和取代或未取代的芘基中的任一個時，可以形成耐熱性高且膜質良好的傳輸層並具有良好的電洞傳輸性，因此是較佳的。另外，尤其是當其為苯基時，可以呈現更好的成膜性並具有良好的電洞傳輸性，所以是較佳的。

[0191] 另外，在具有上述結構的有機化合物中，當 Ar^5 及 Ar^6 為取代或未取代的伸苯基、取代或未取代的伸萘基、取代或未取代的亞蒽基和取代或未取代的亞芘基時，可以形成耐熱性高且膜質好的傳輸層並具有良好的電

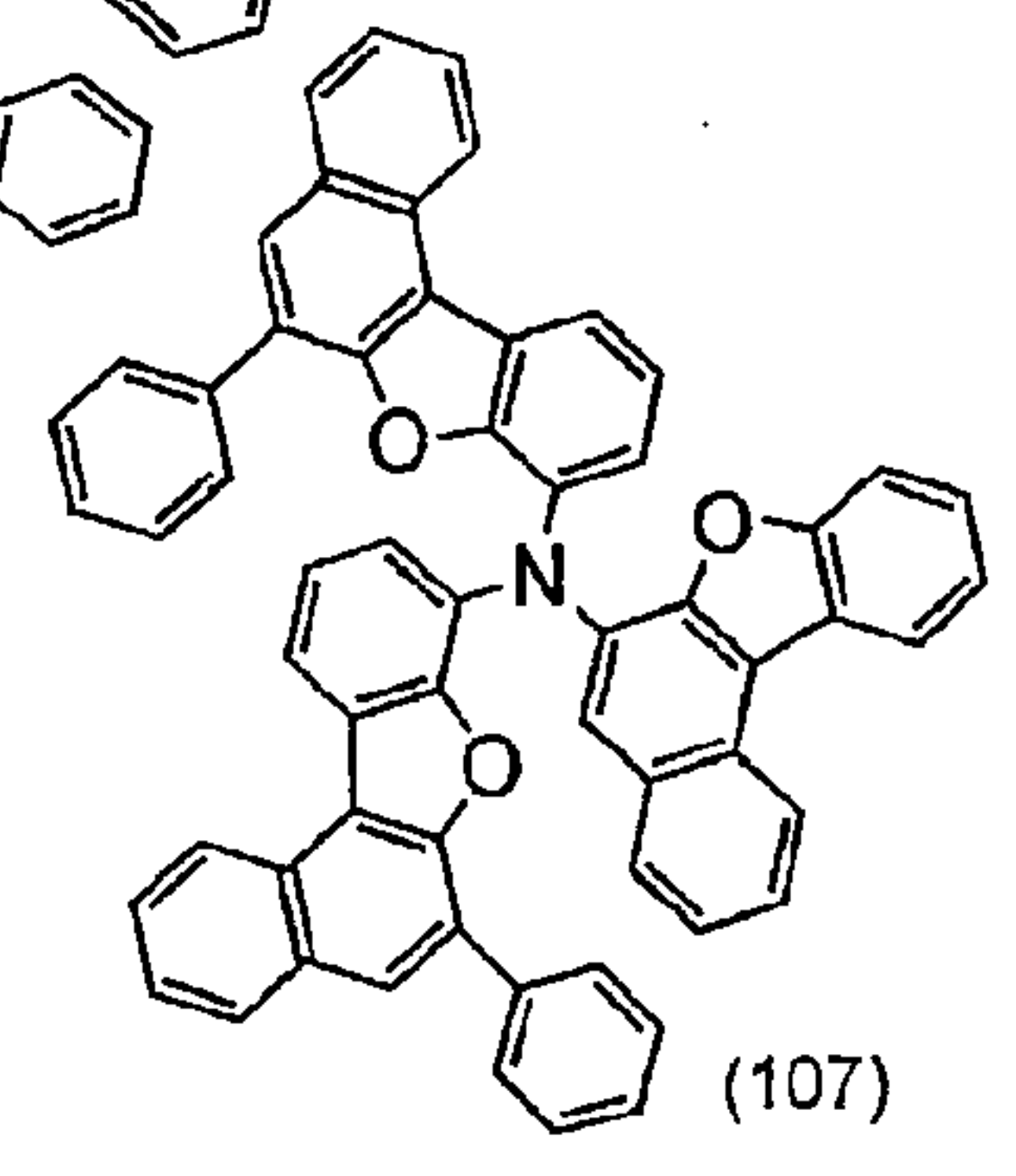
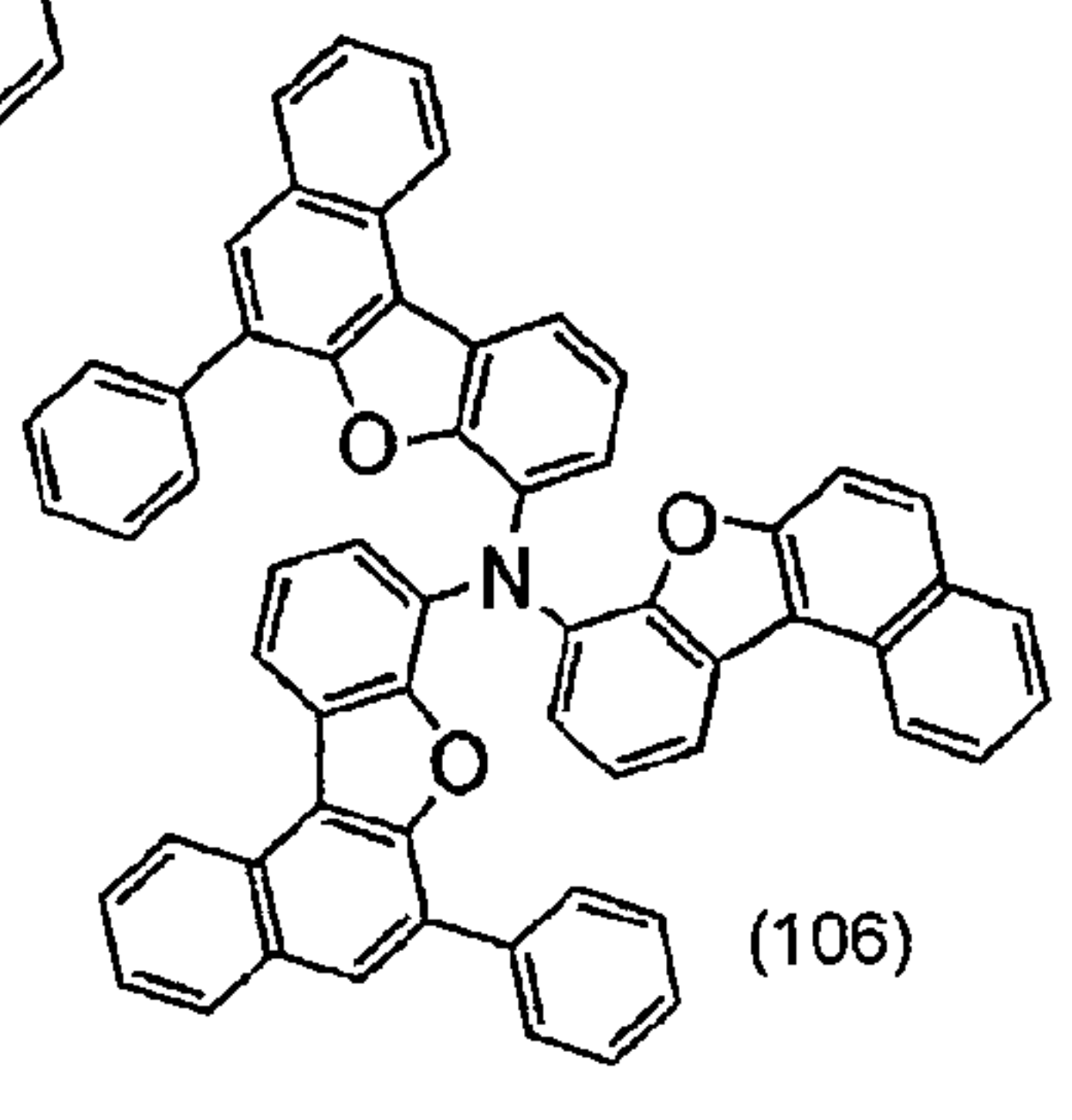
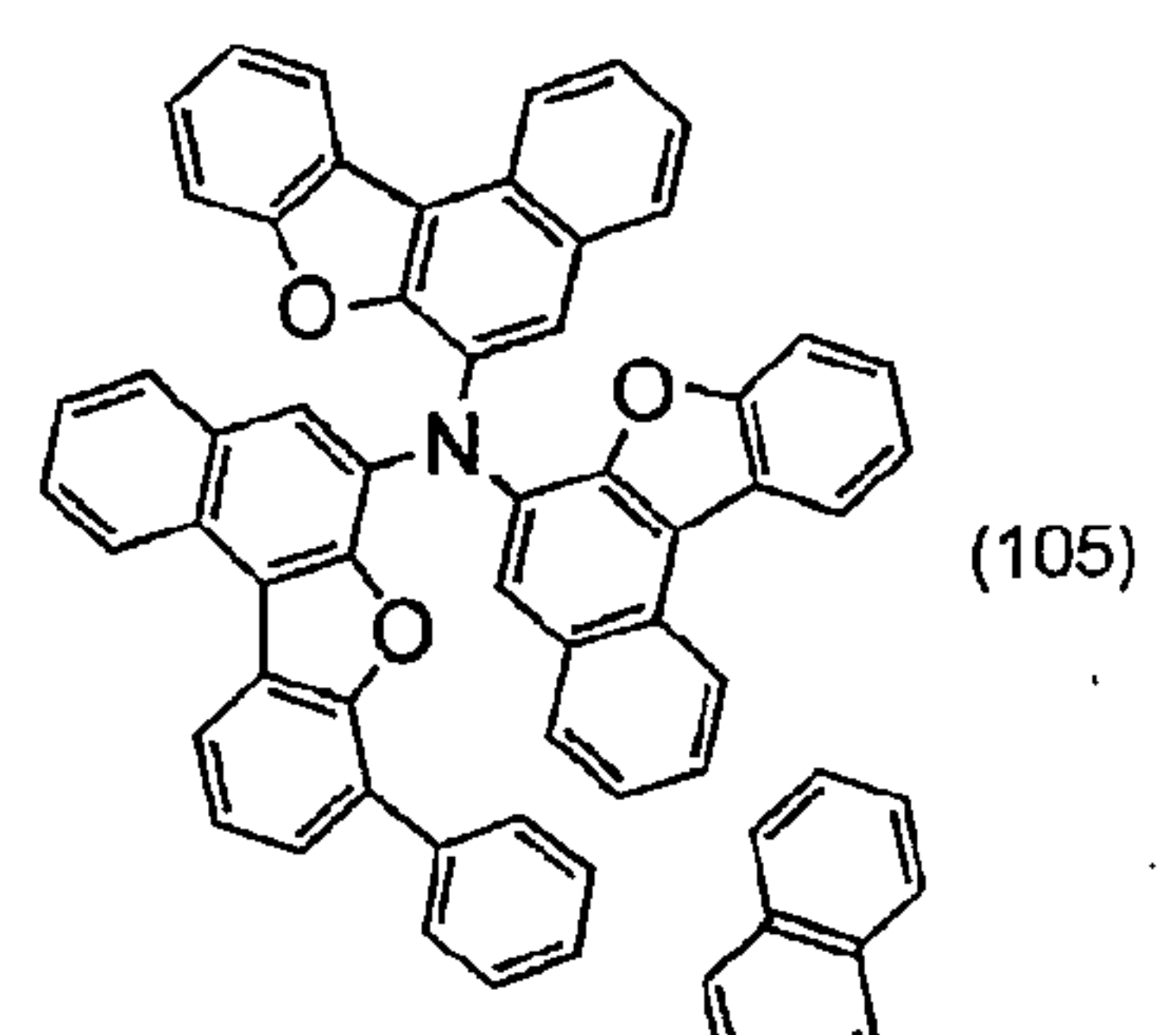
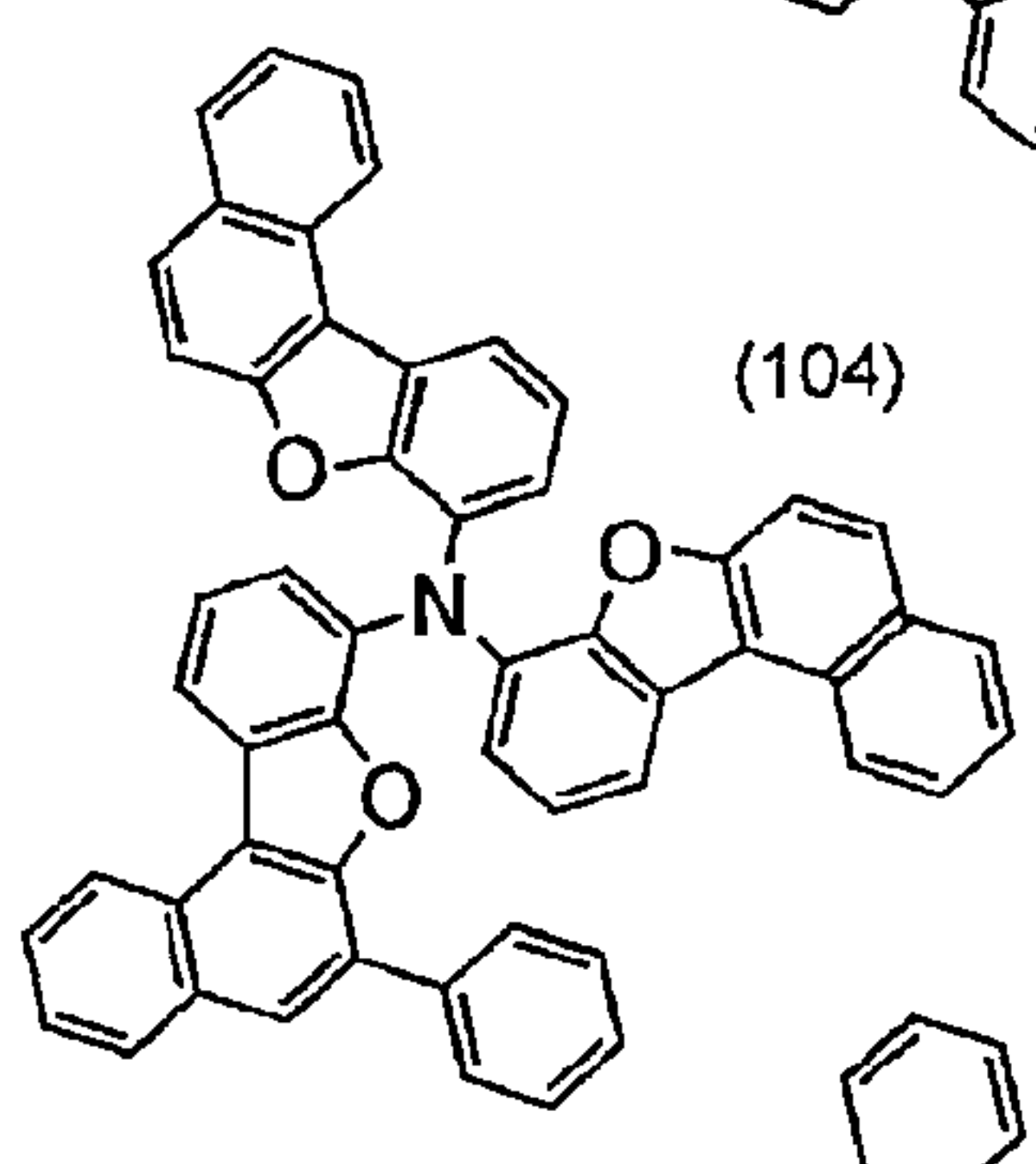
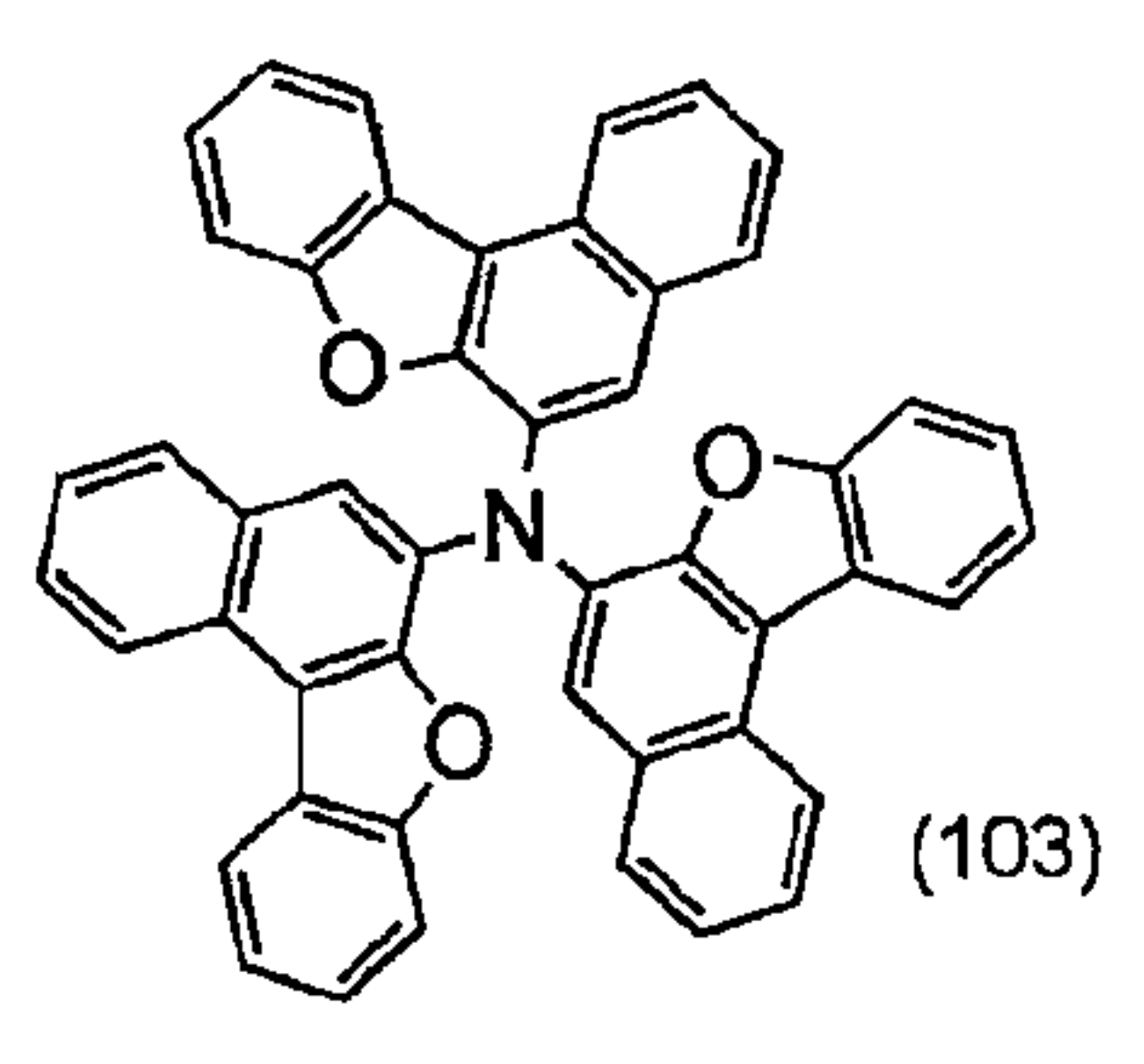
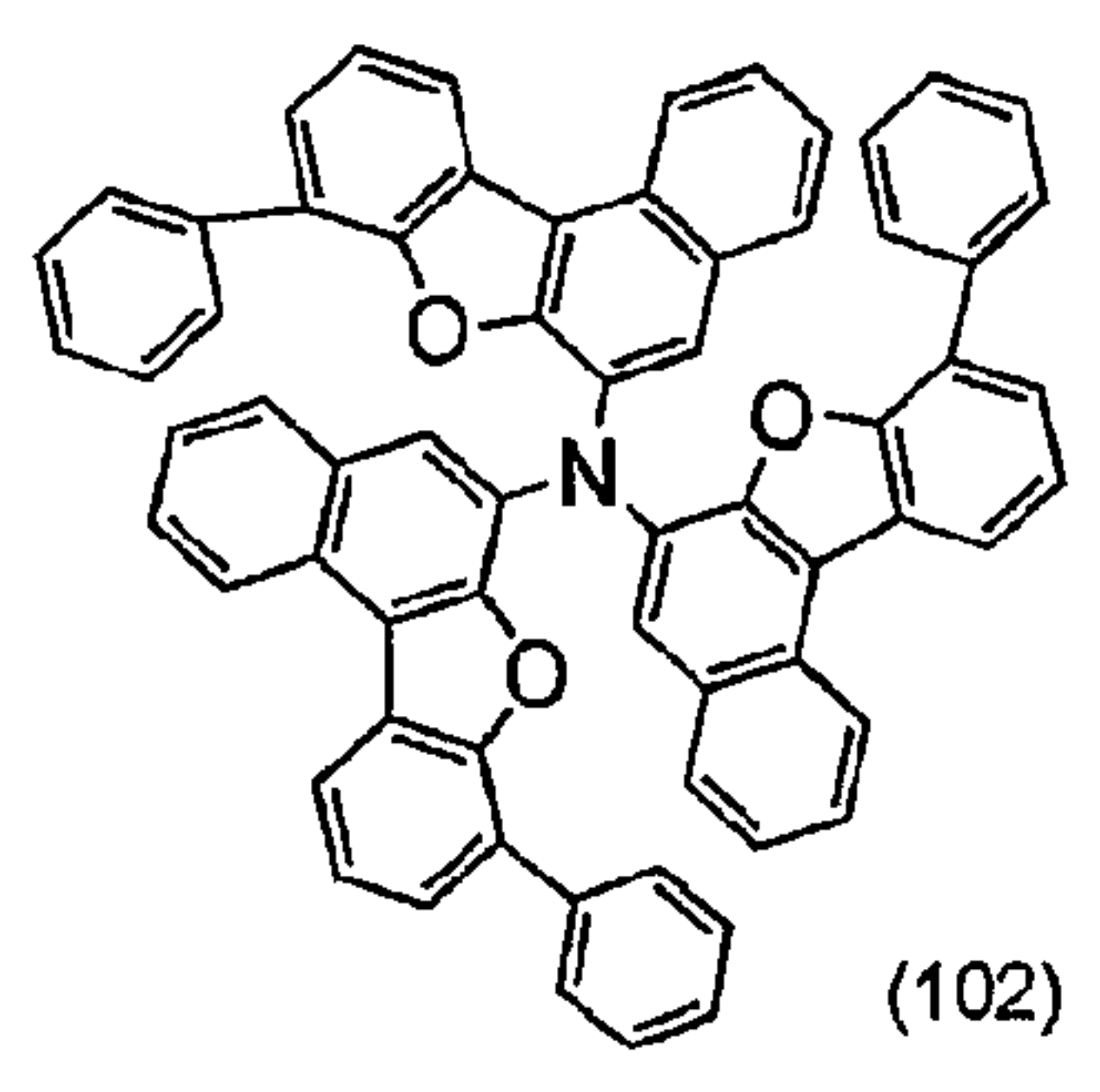
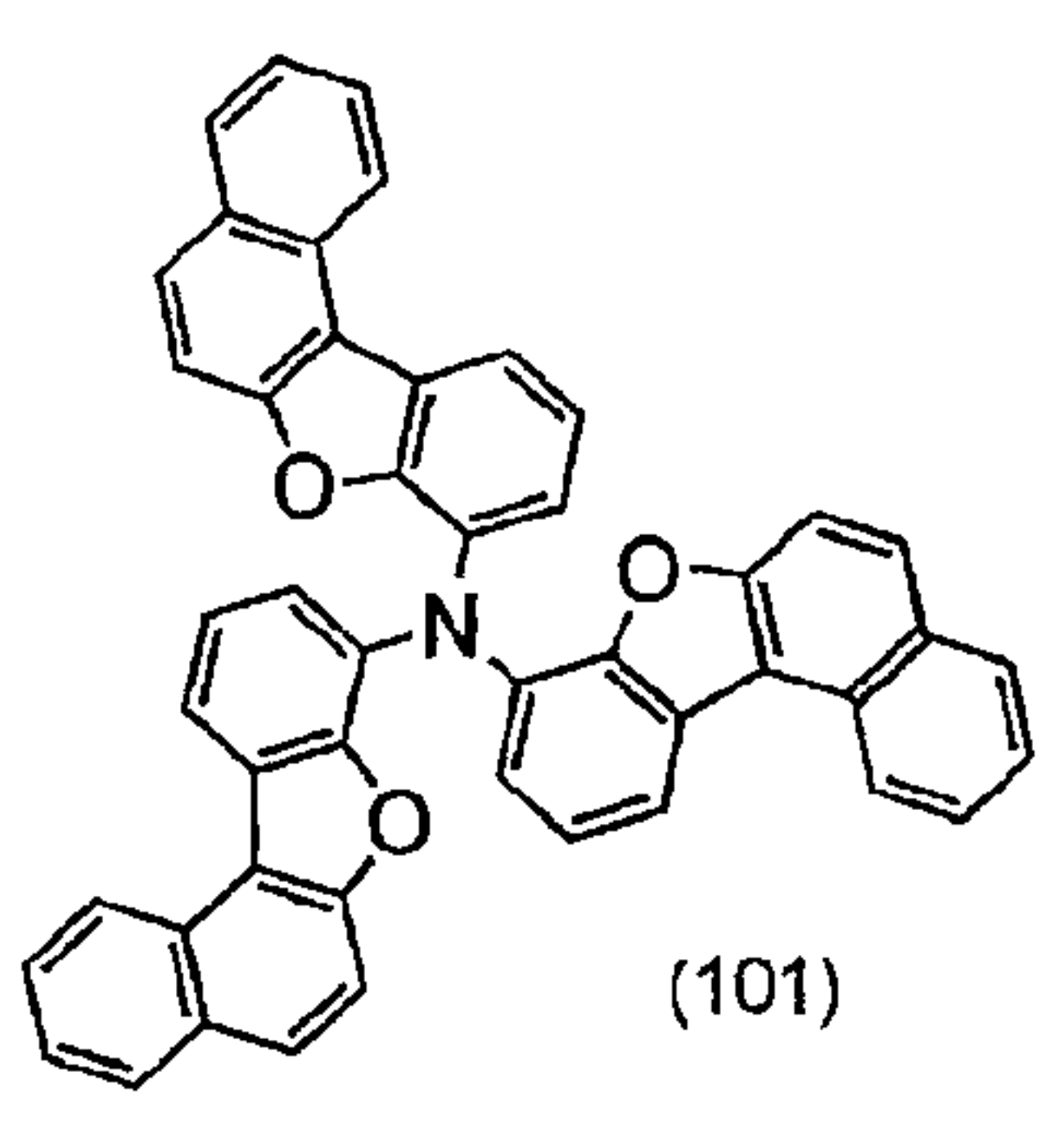
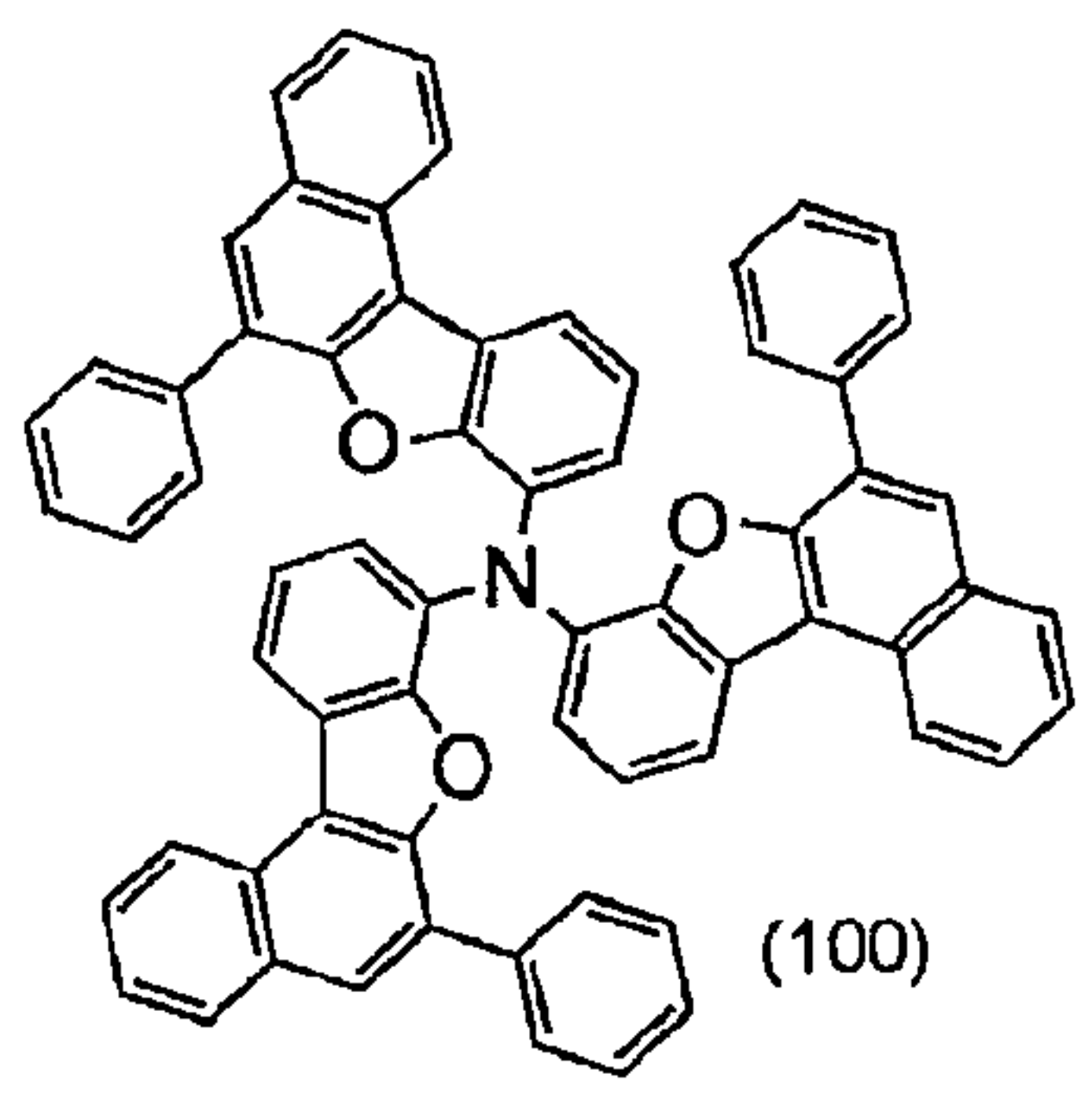
洞傳輸性，因此是較佳的。另外，尤其是當其為伸苯基時，可以呈現更好的成膜性並具有良好的電洞傳輸性，所以是較佳的。

[0192] 另外，在具有上述結構的有機化合物中，當 n 和 m 中的一方為 1 而另一方為 0 時可以形成良好的膜並具有良好的電洞傳輸性，所以是尤其較佳的。

[0193] 下面示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

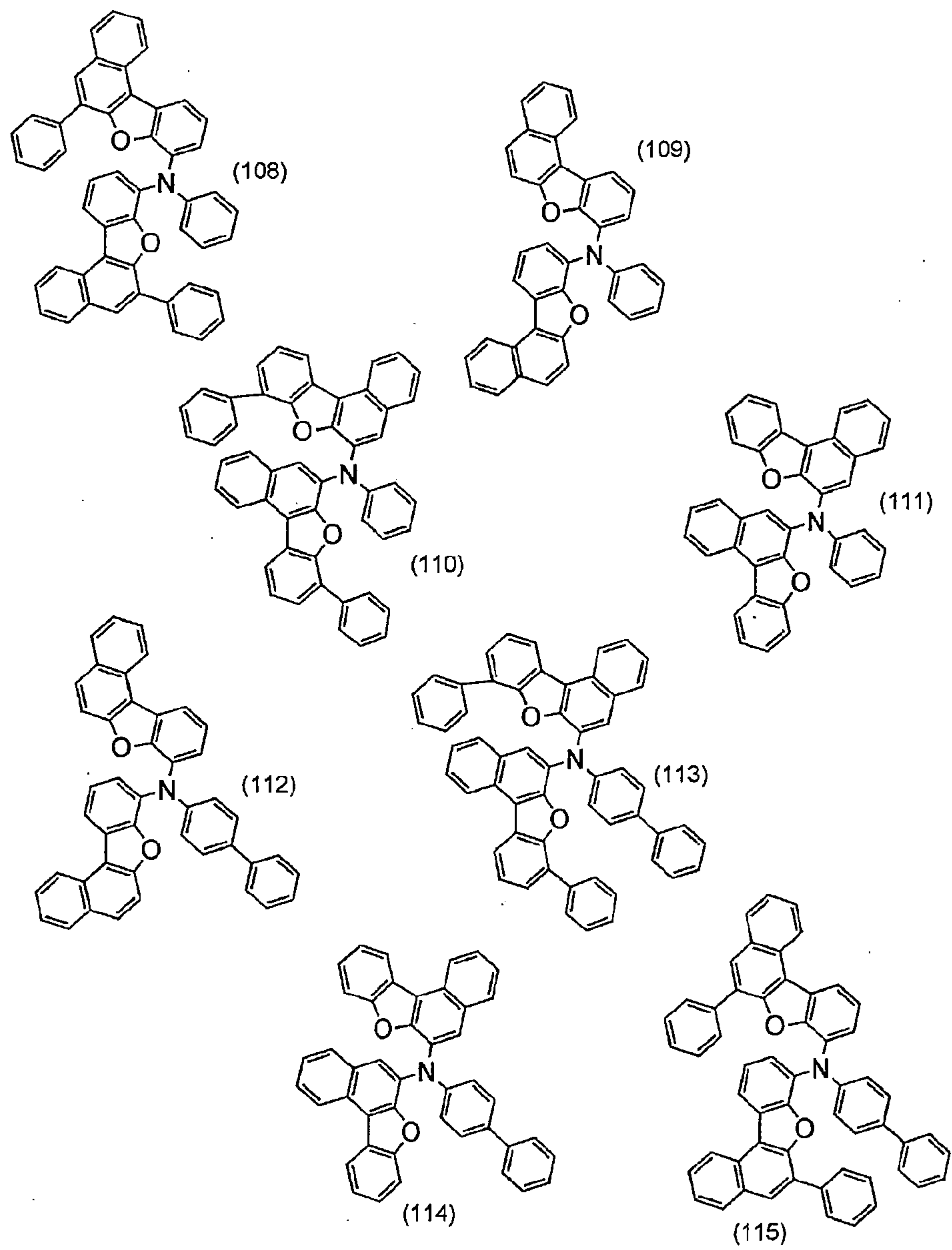
[0194]

[化 25]



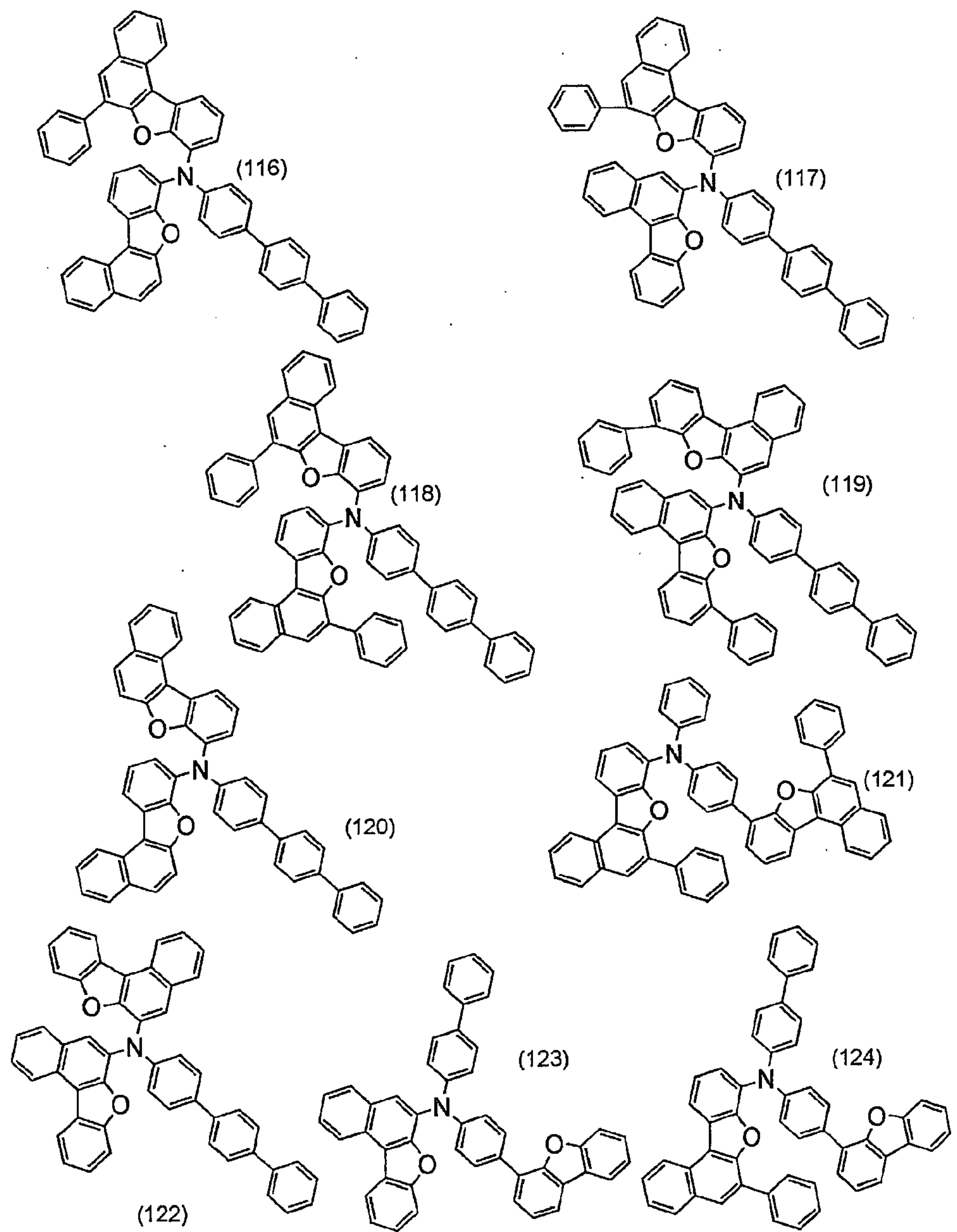
[0195]

[化 26]



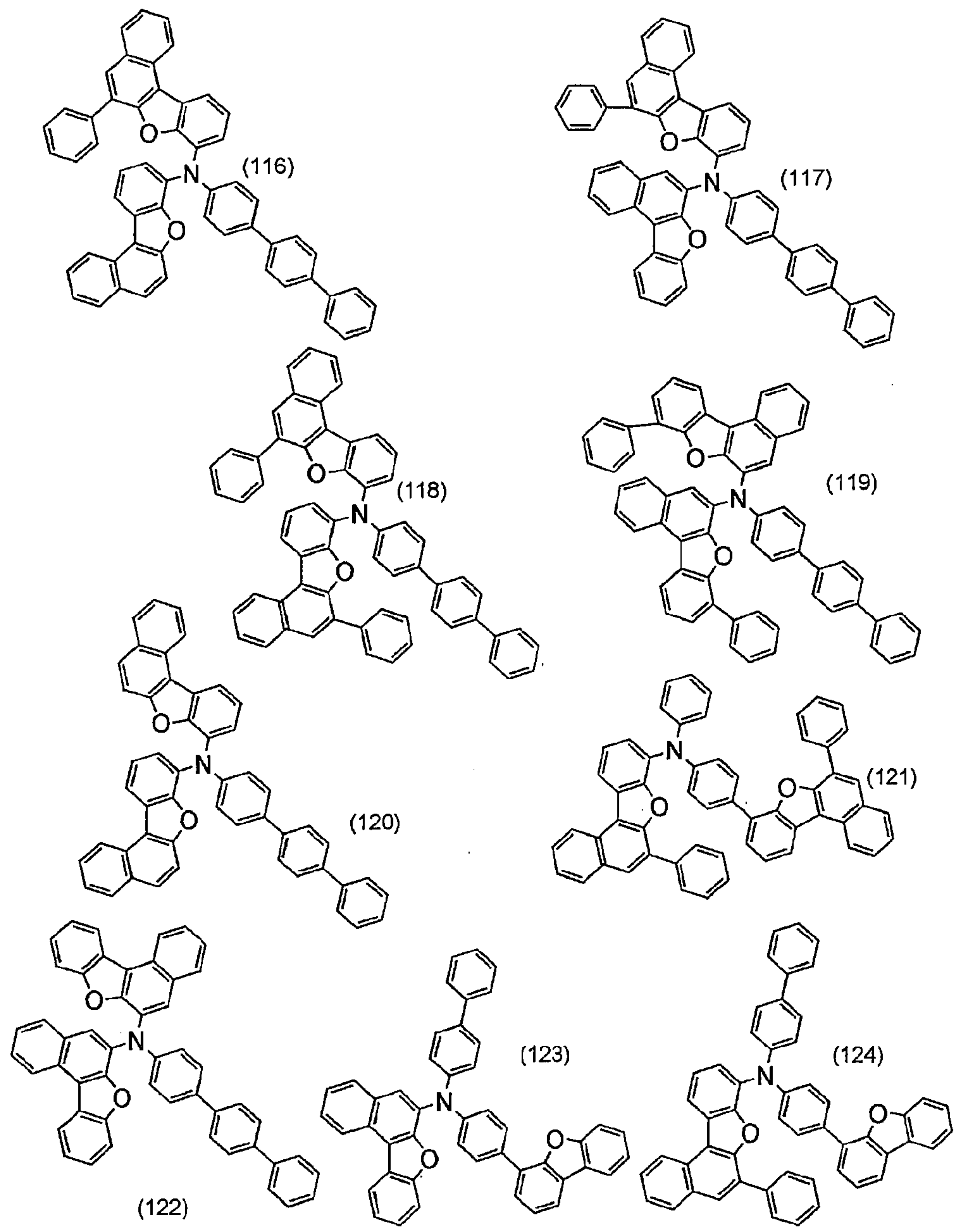
[0196]

[化 27]



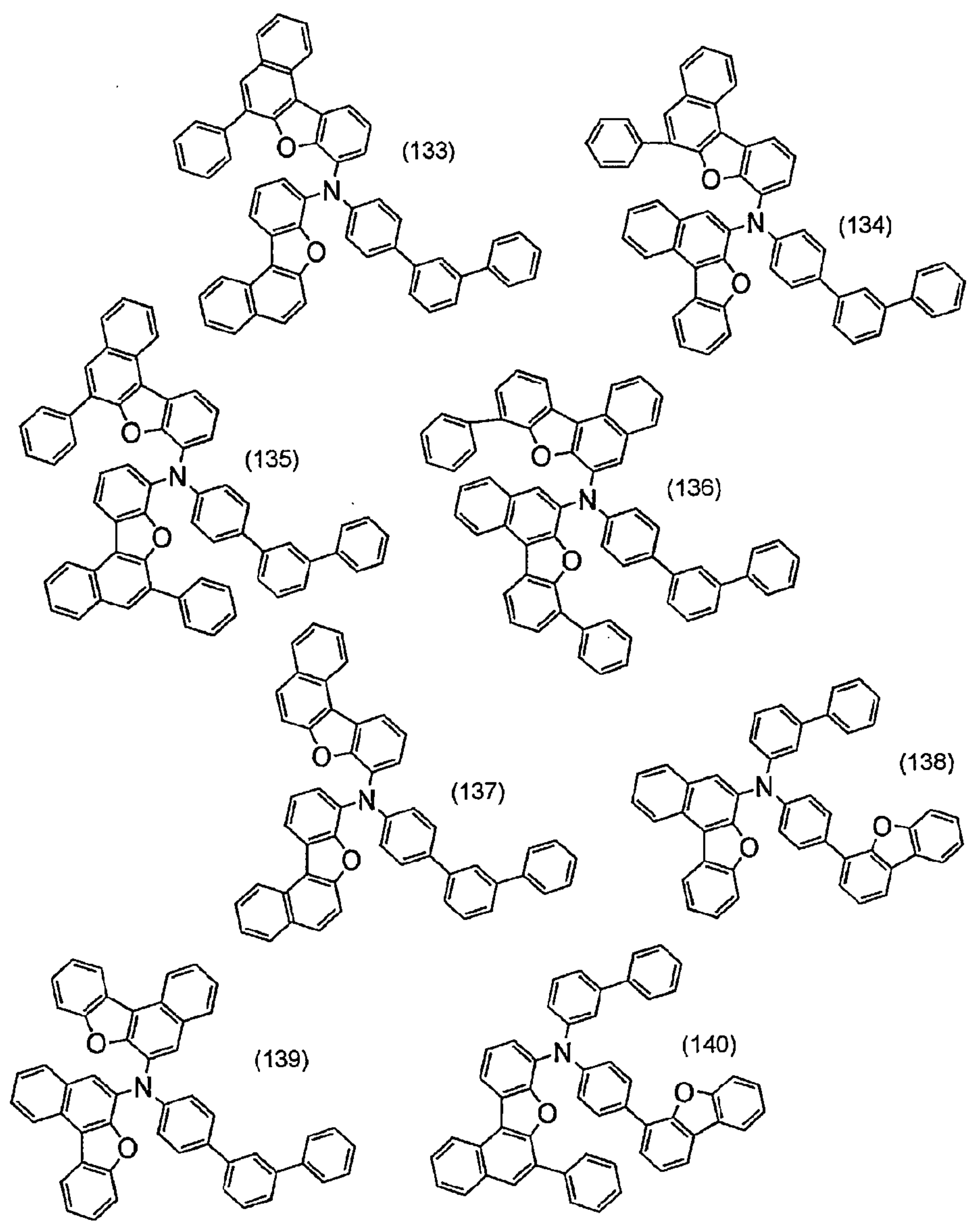
[0197]

[化 28]



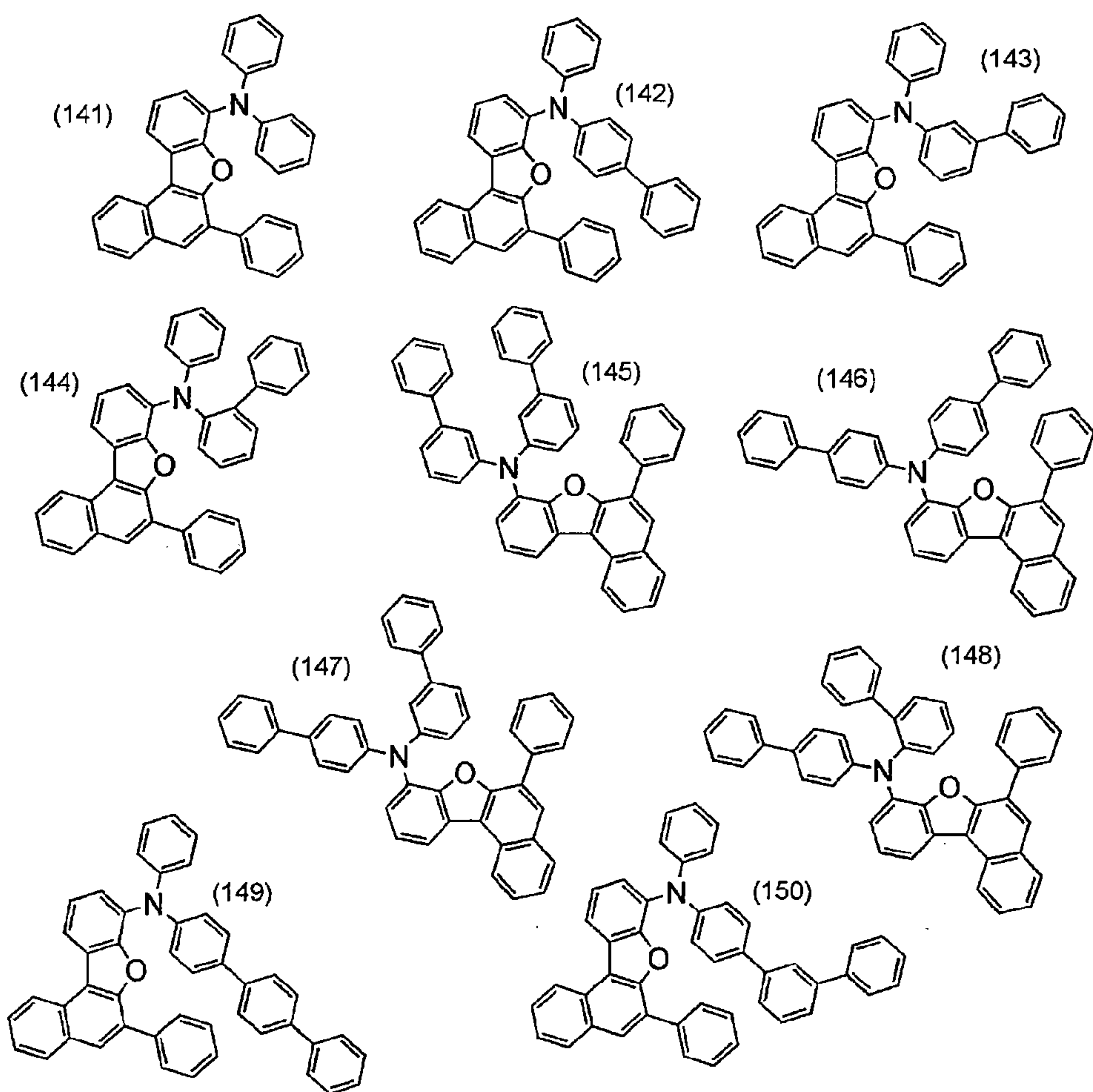
[0198]

[化 29]



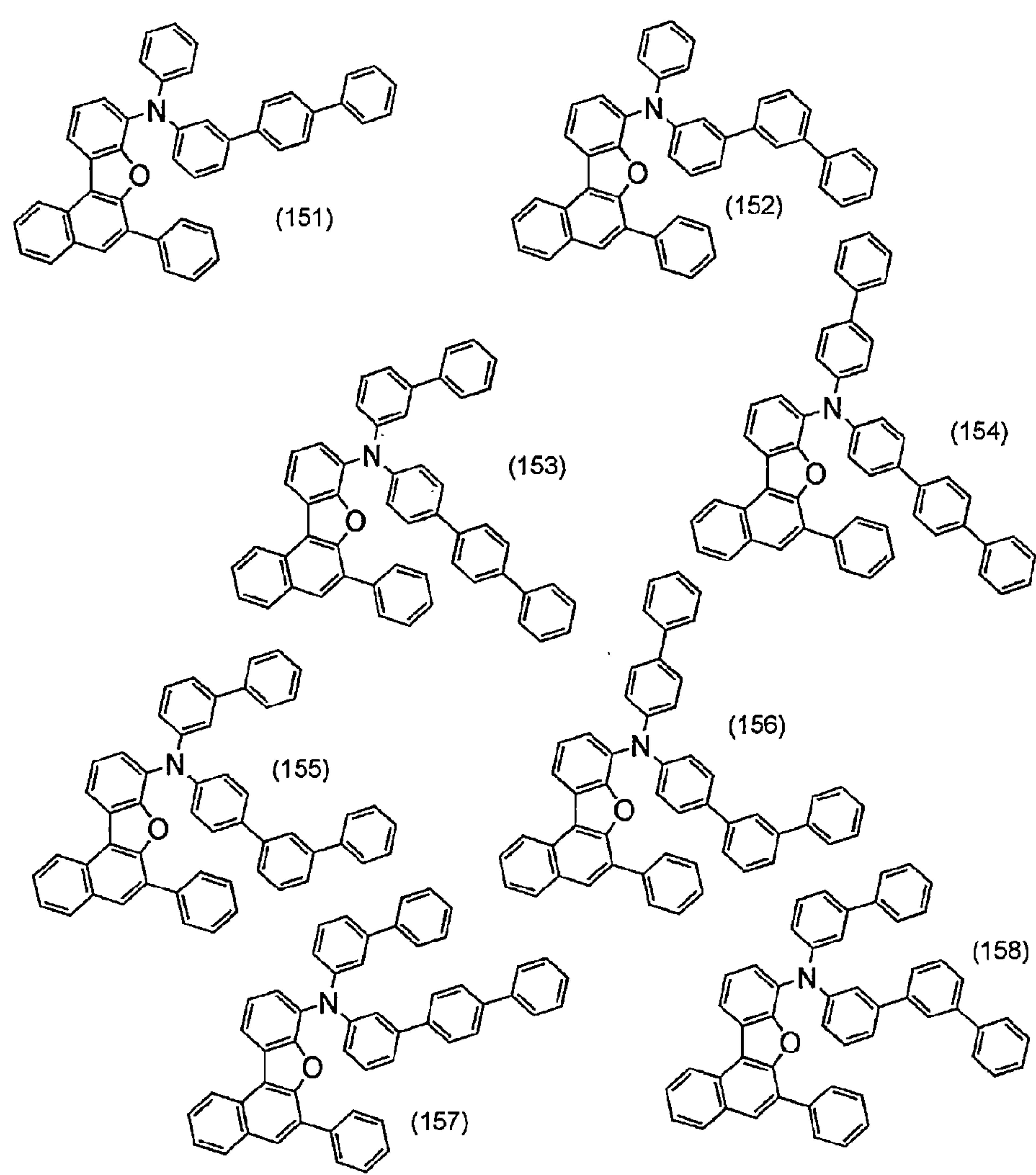
[0199]

[化 30]



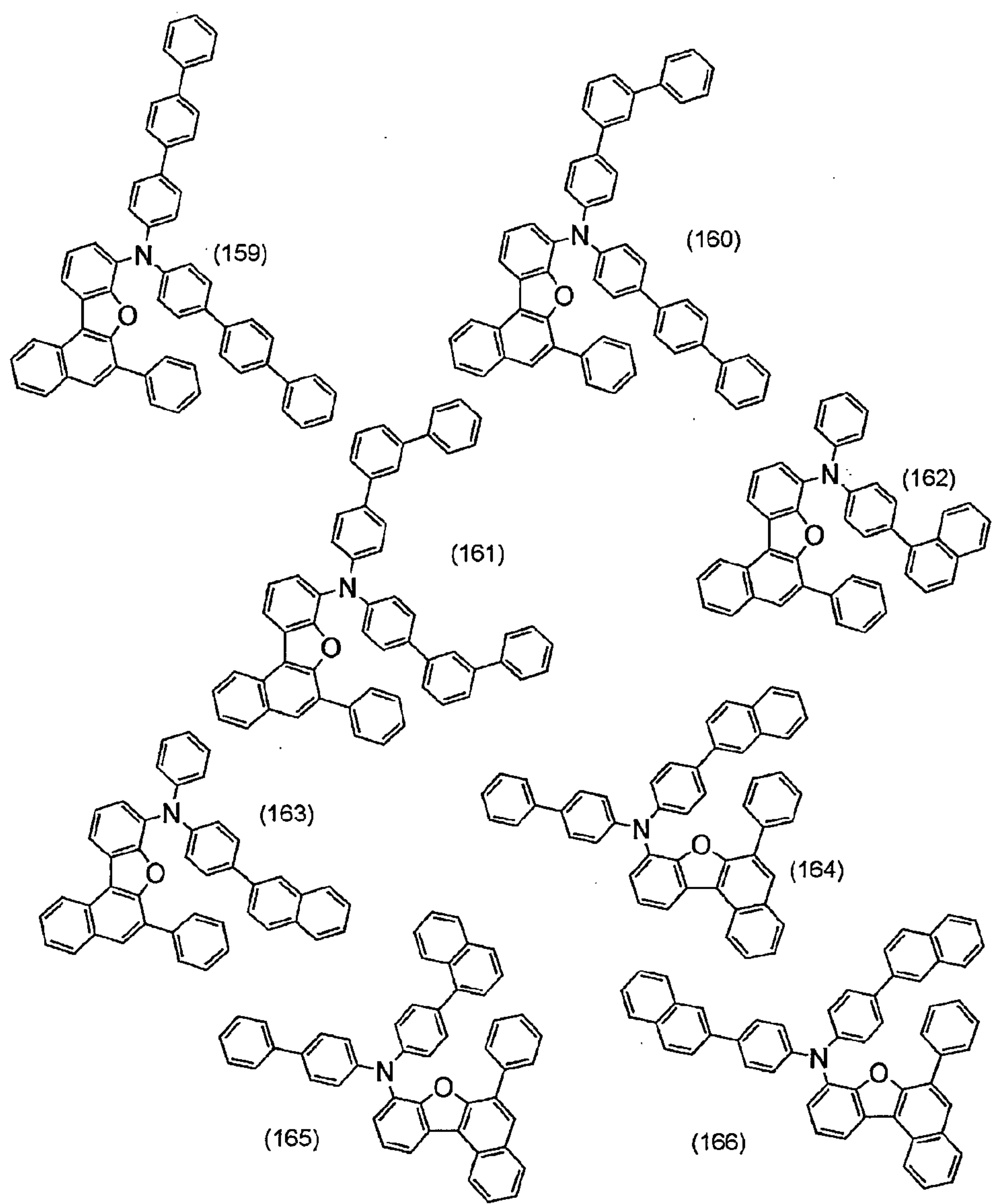
[0200]

[化 31]



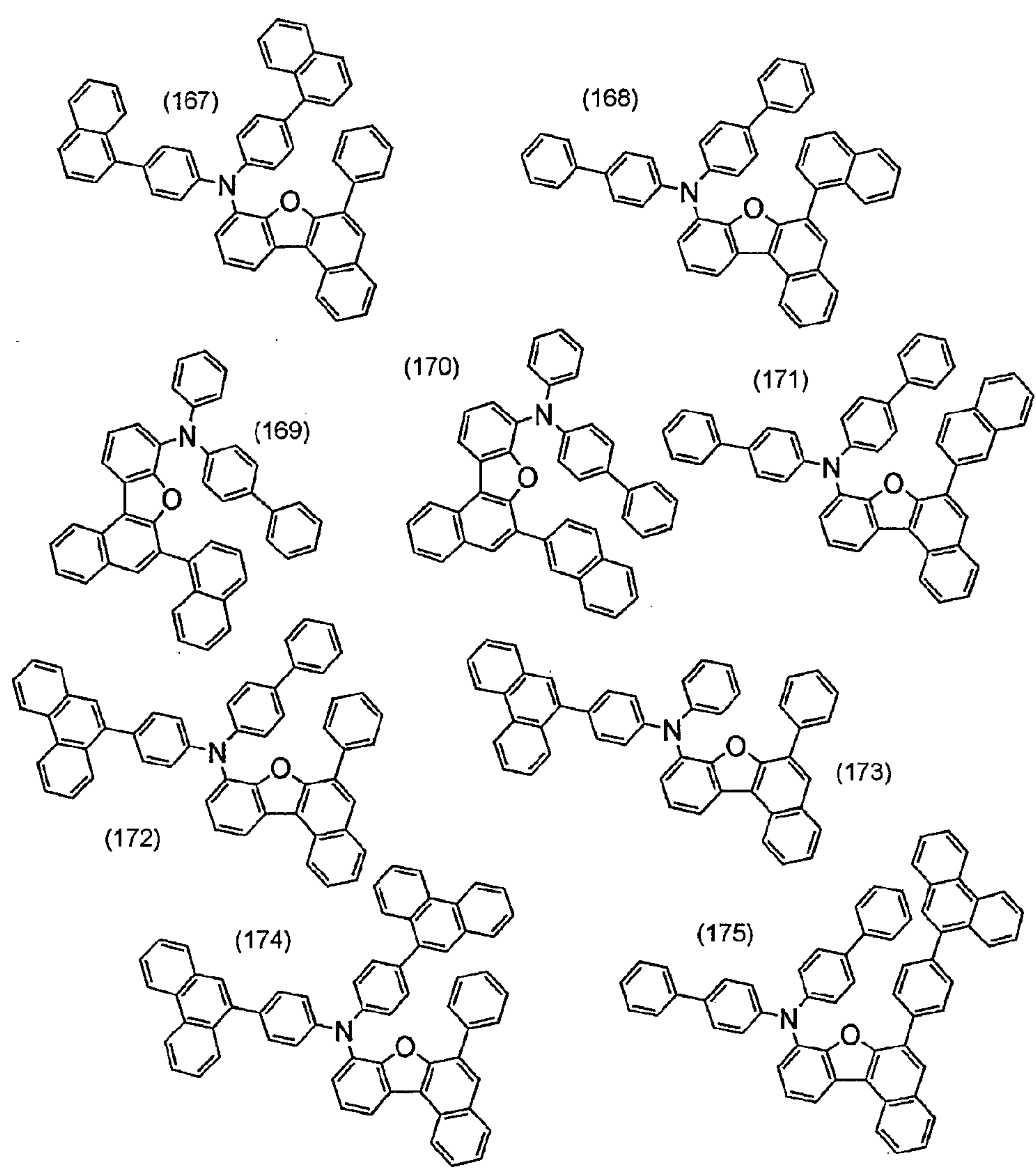
[0201]

[化 32]



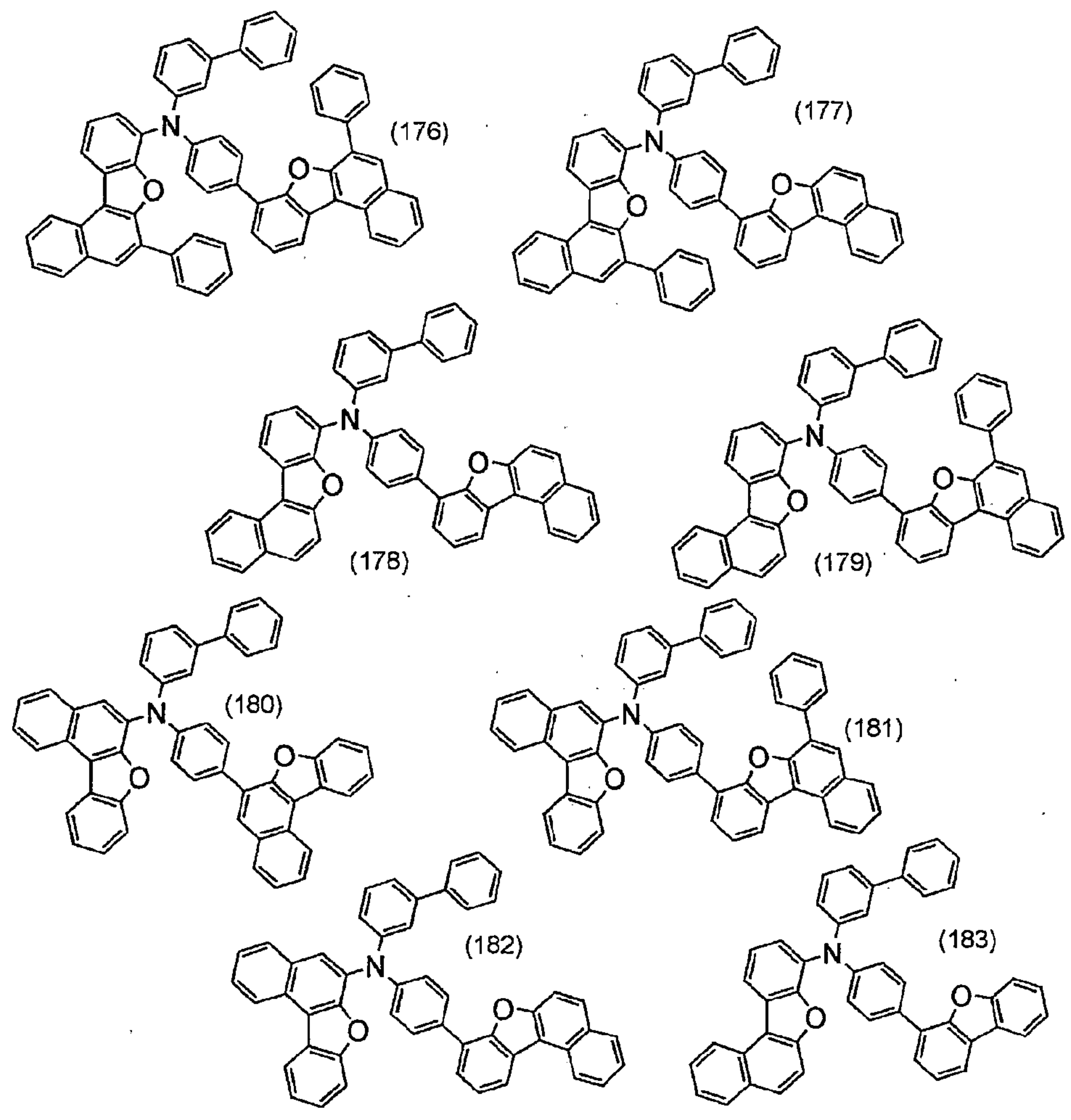
[0202]

[化 33]



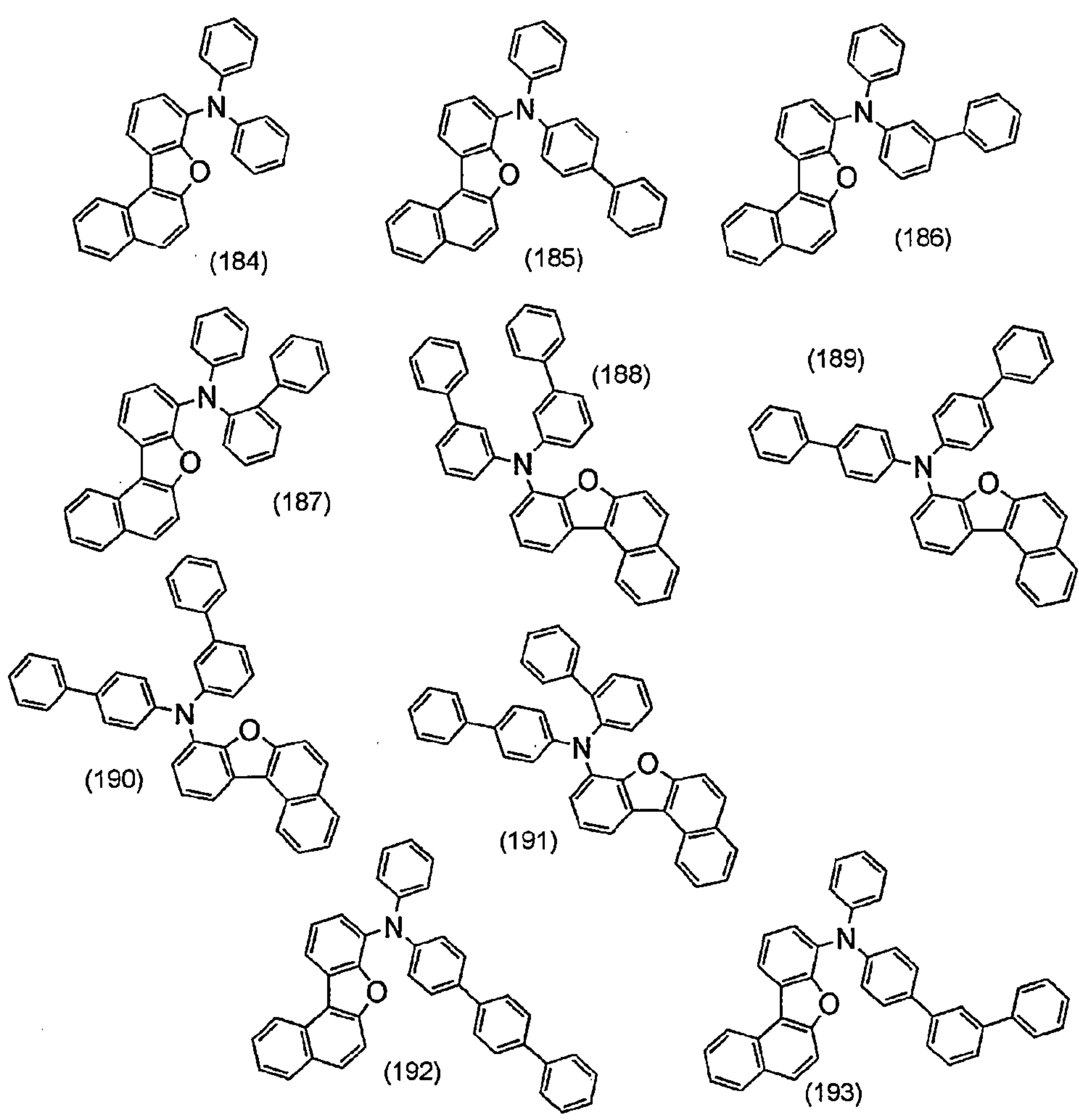
[0203]

[化 34]



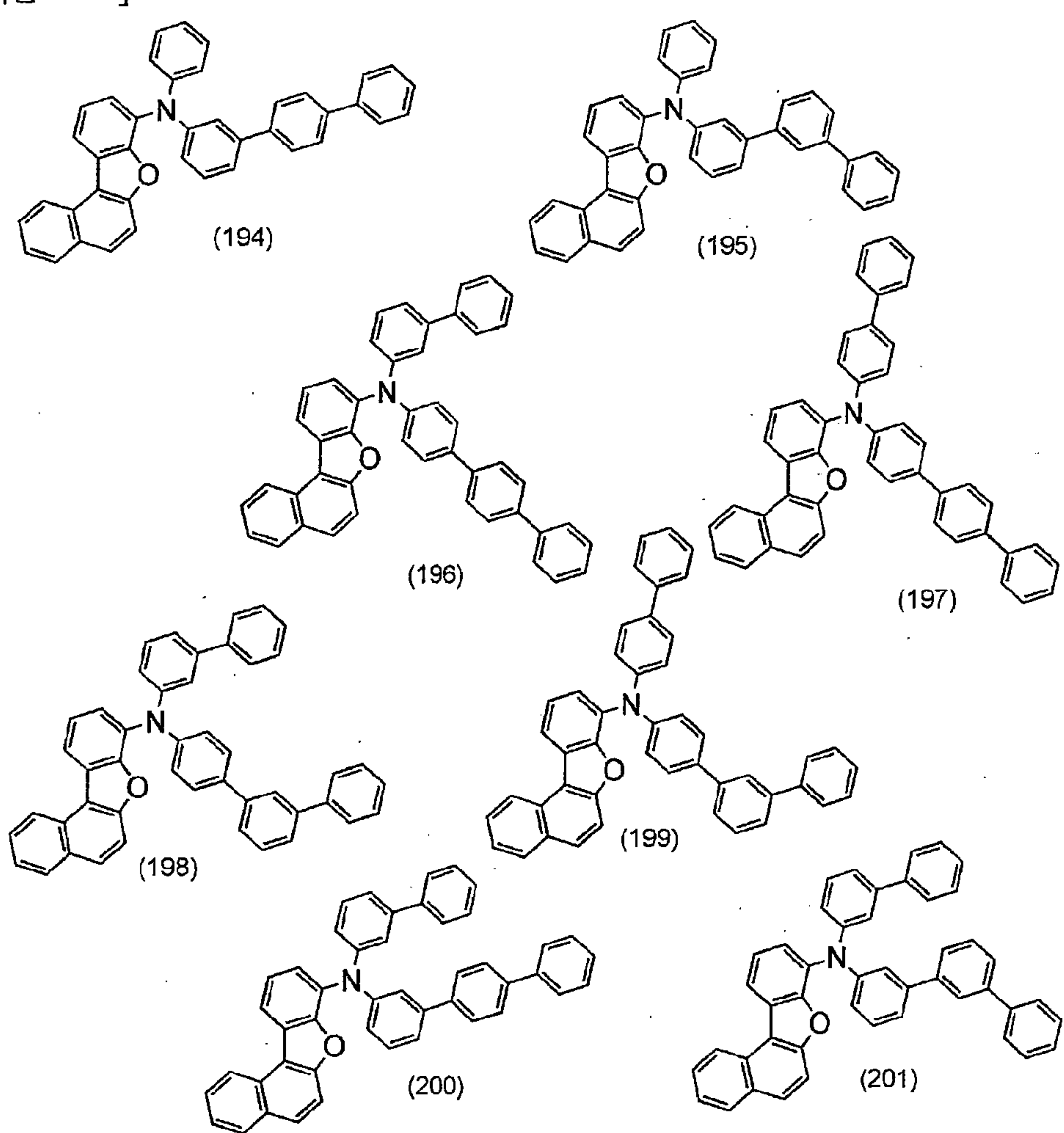
[0204]

[化 35]



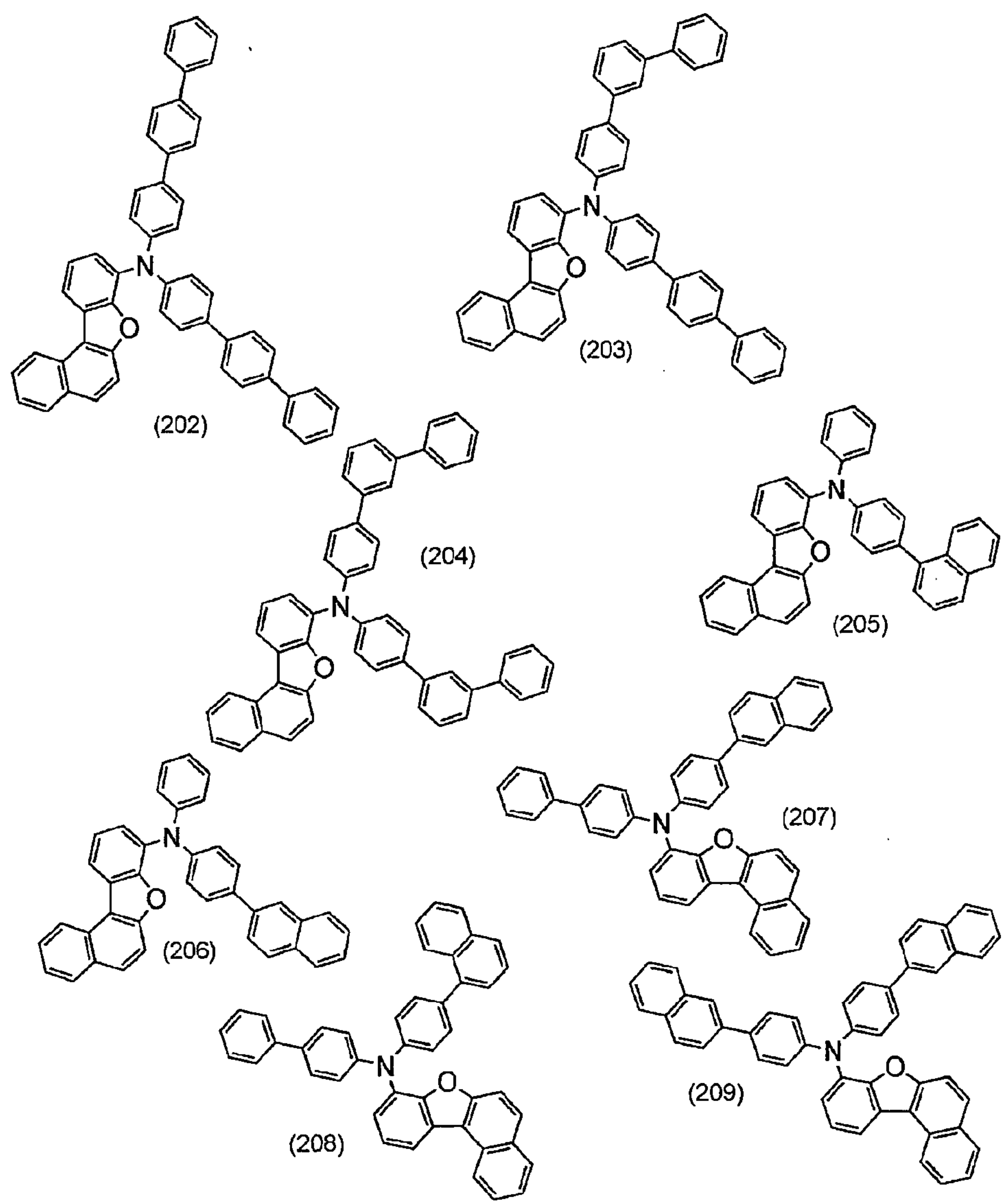
[0205]

[化 36]



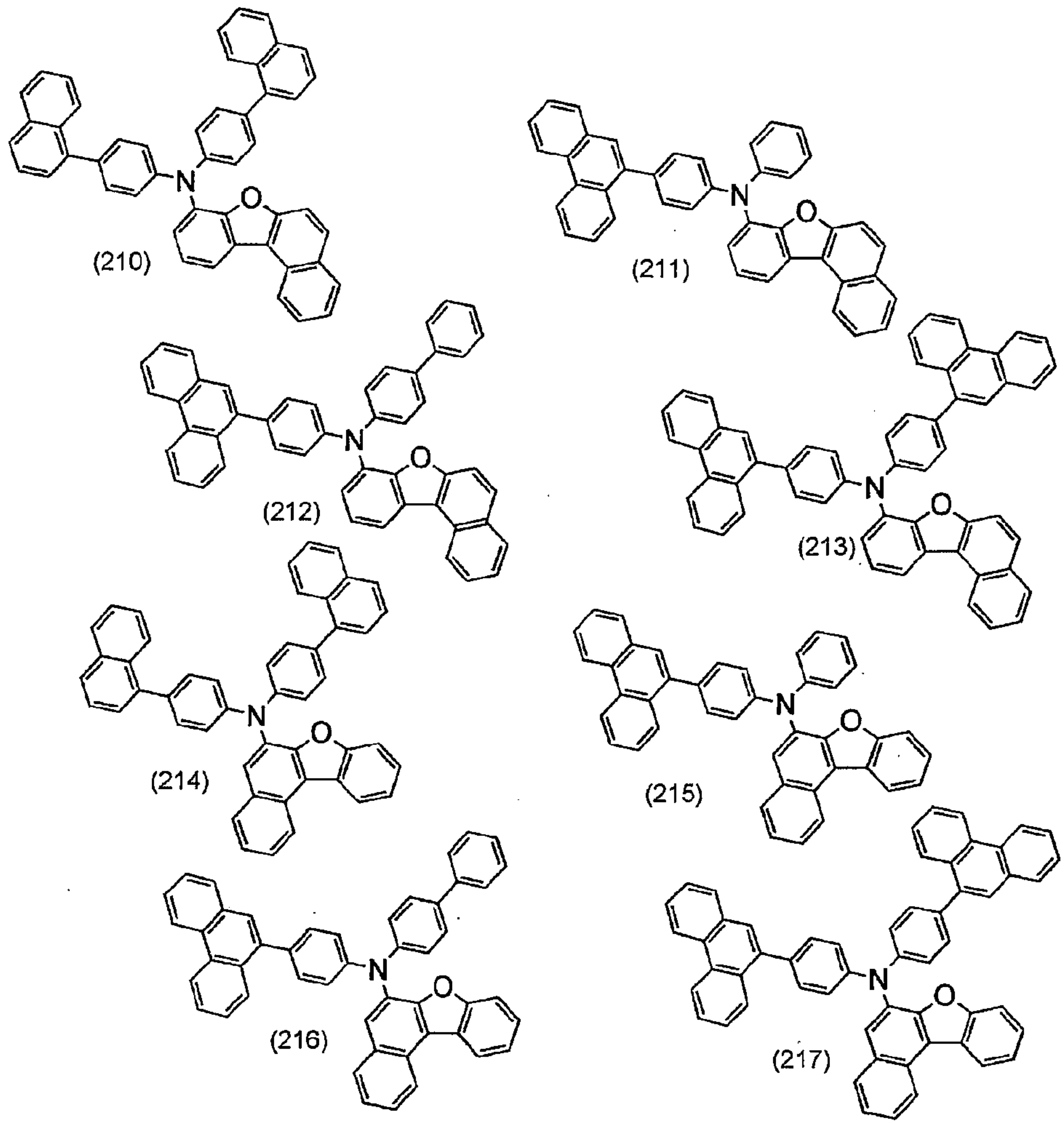
[0206]

[化 37]



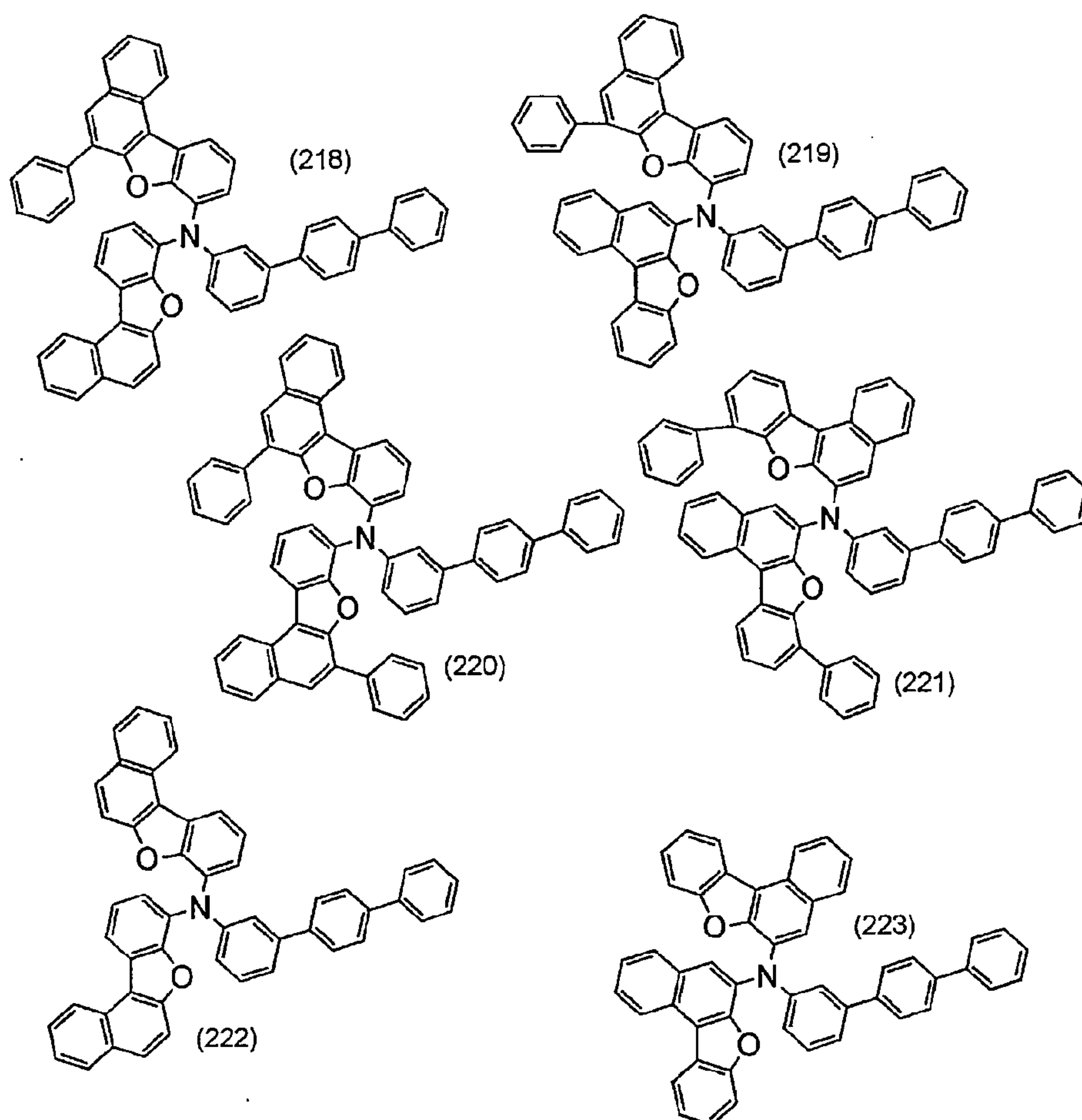
[0207]

[化 38]



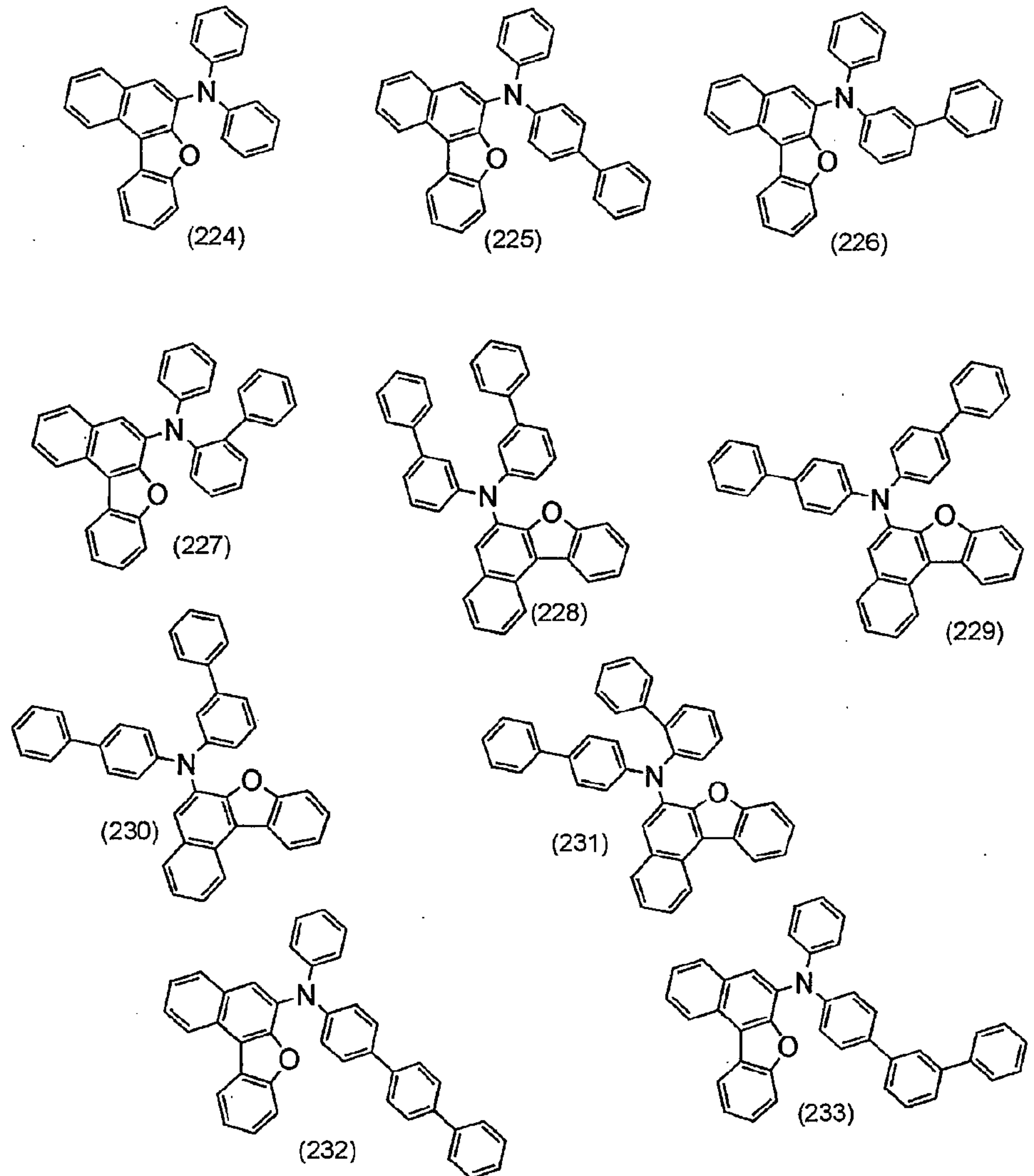
[0208]

[化 39]



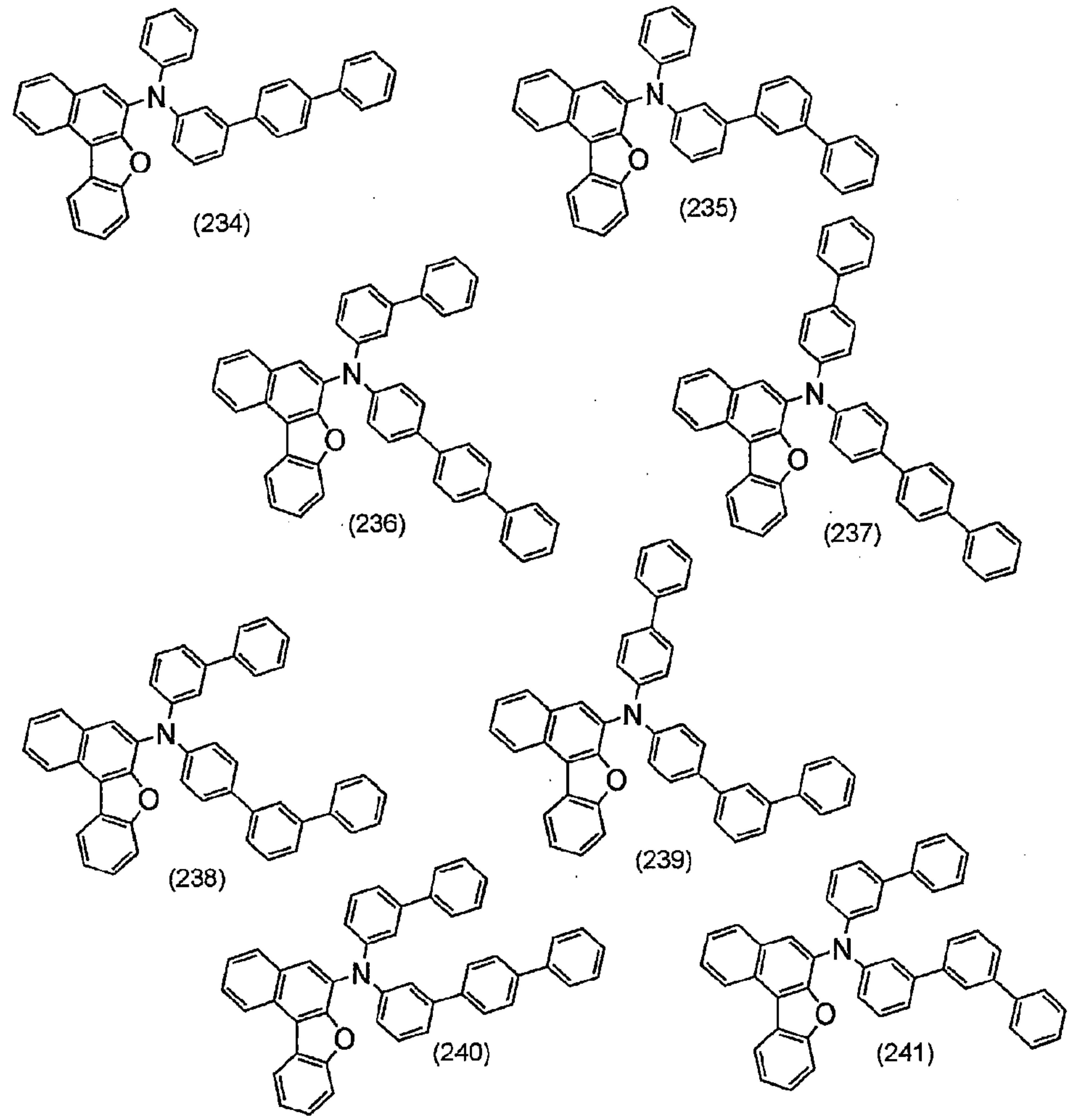
[0209]

[化 40]



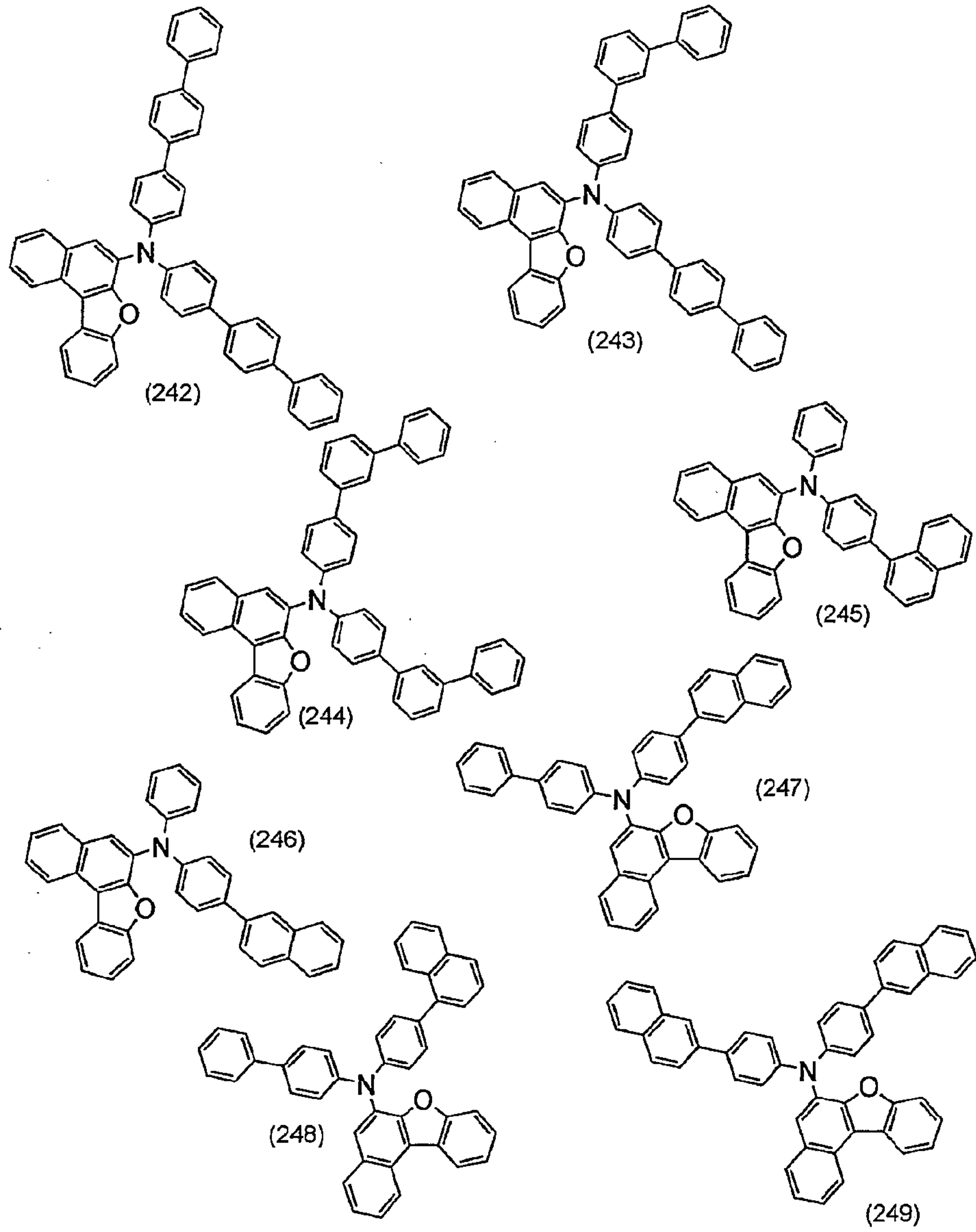
[0210]

[化 41]



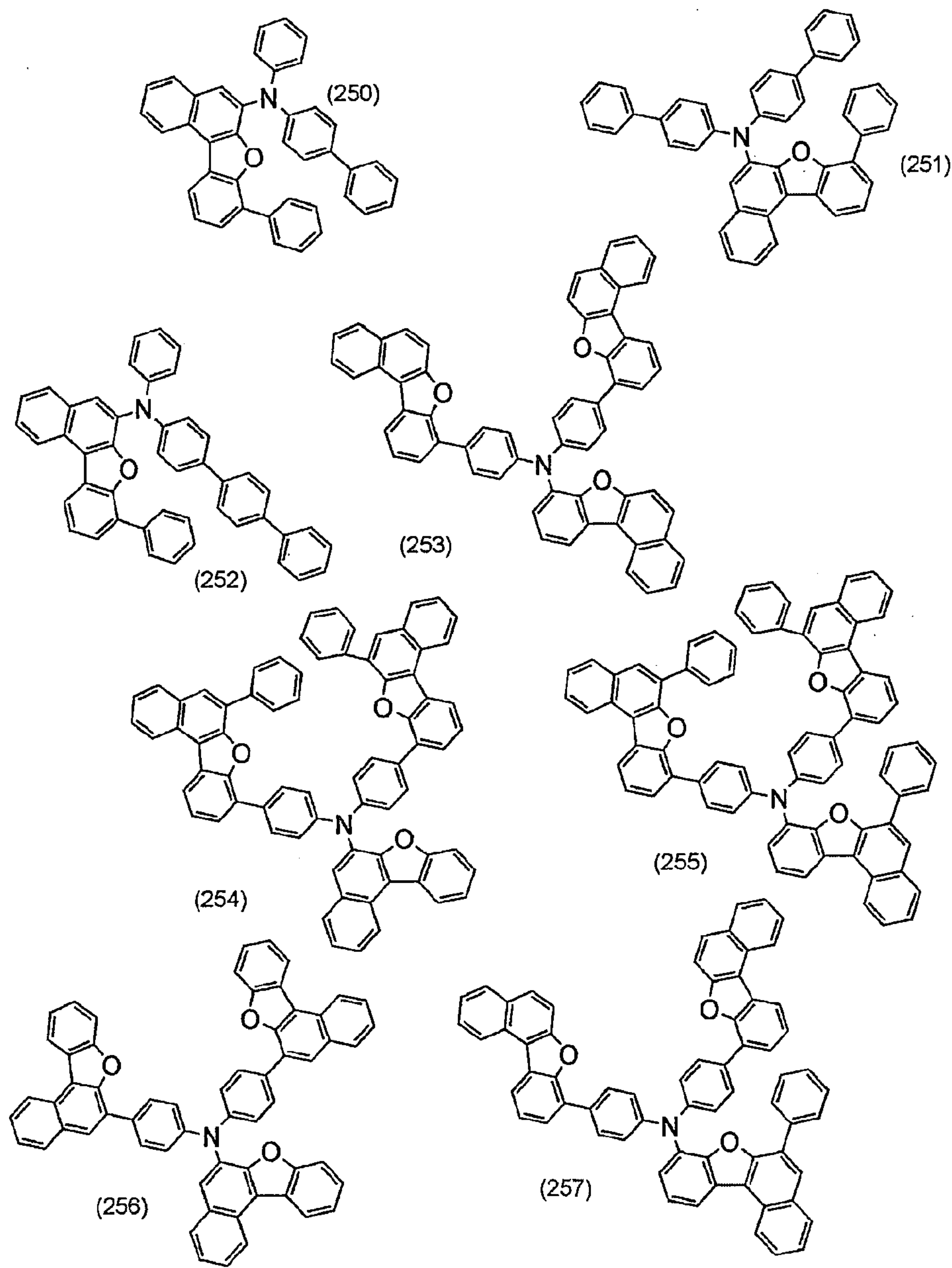
[0211]

[化 42]



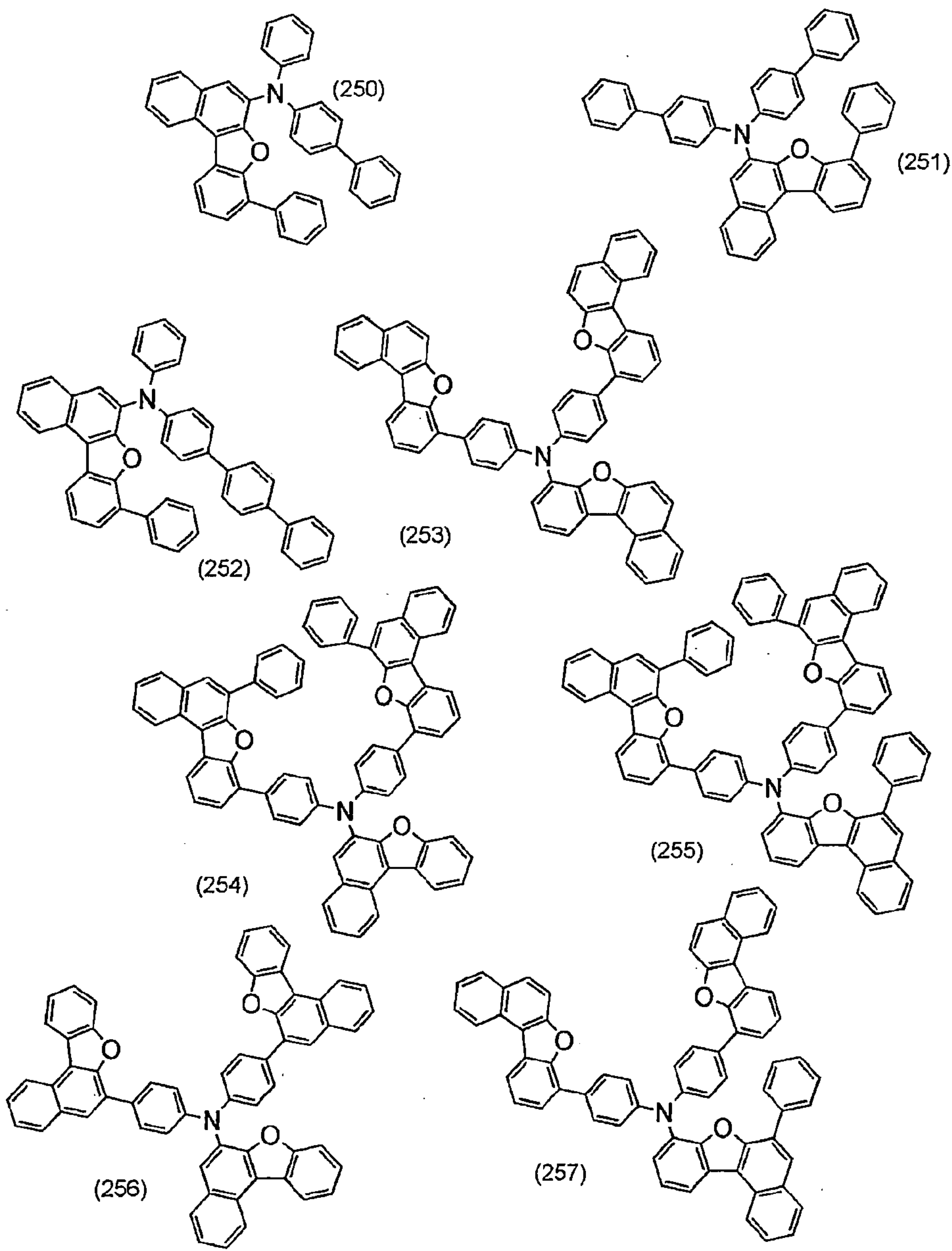
[0212]

[化 43]



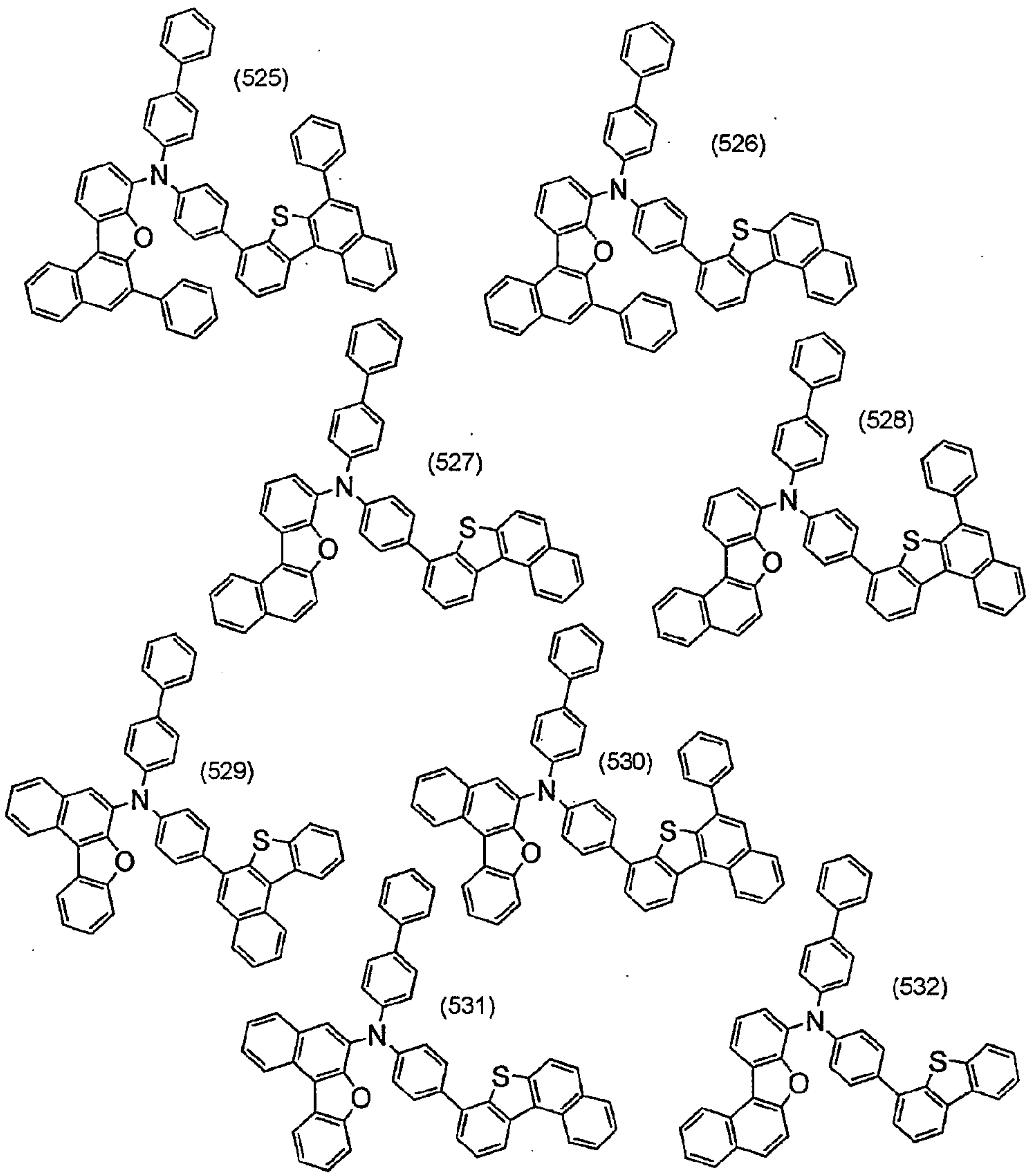
[0213]

[化 44]



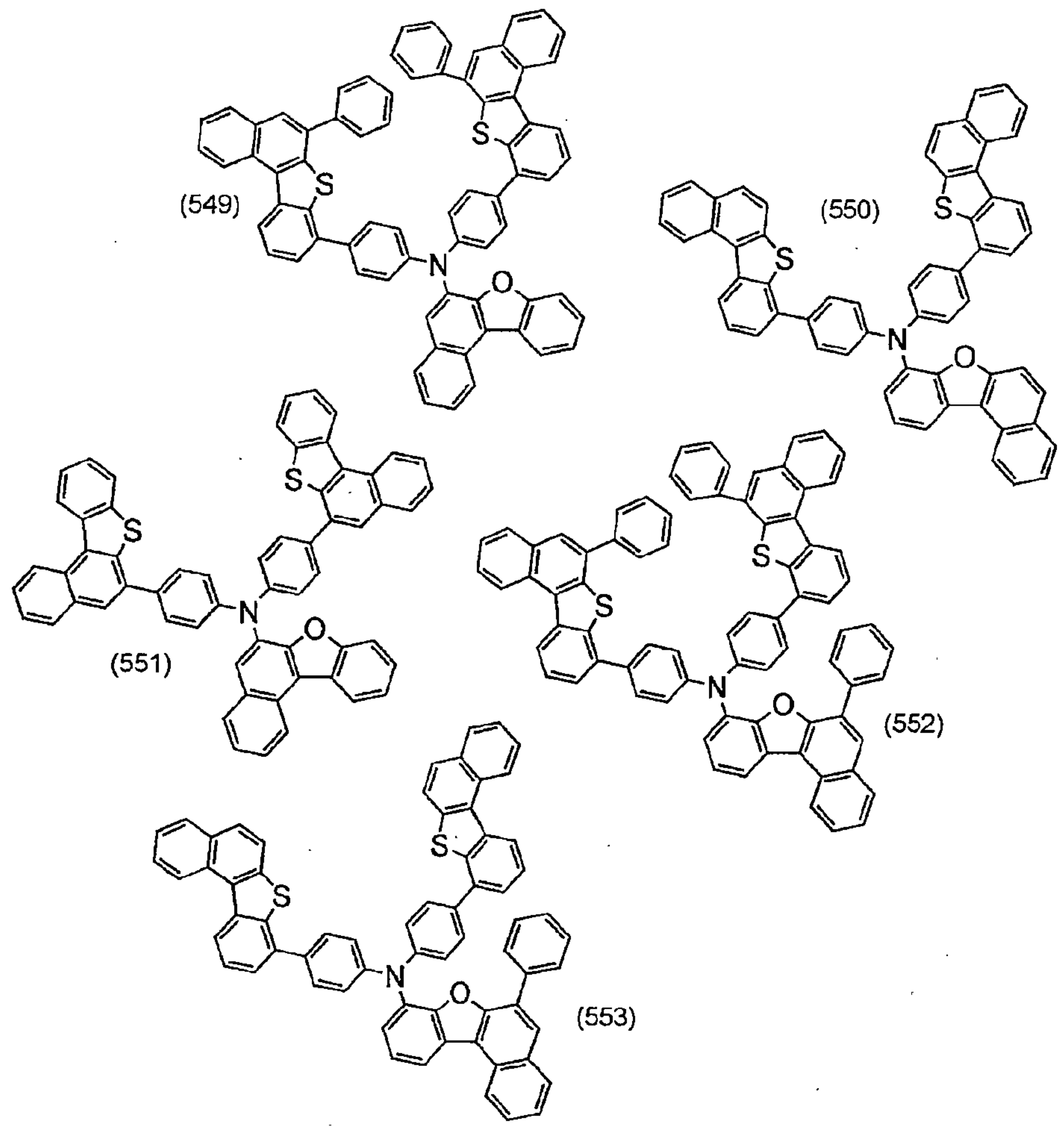
[0214]

[化 45]



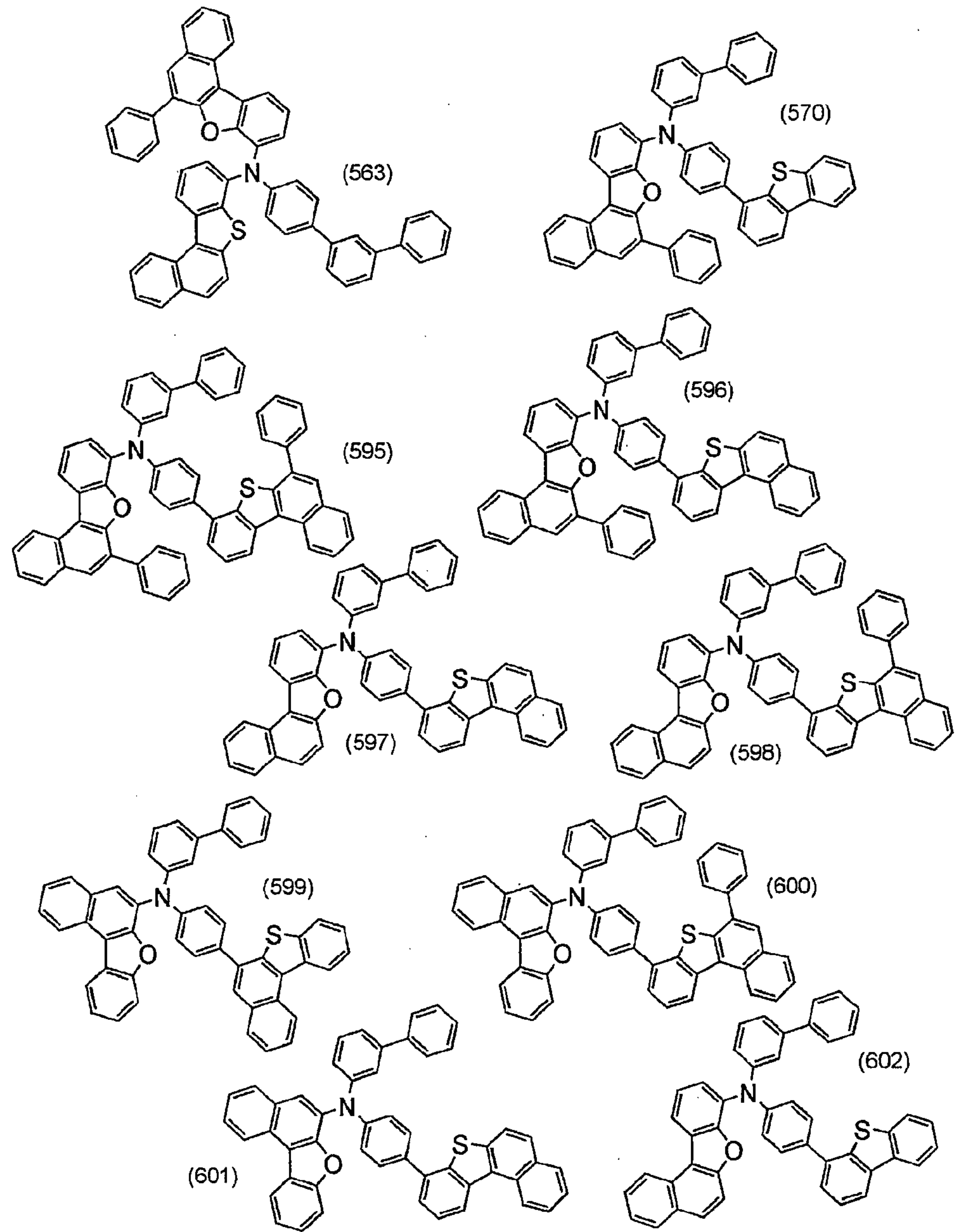
[0215]

[化 46]



[0216]

[化 47]



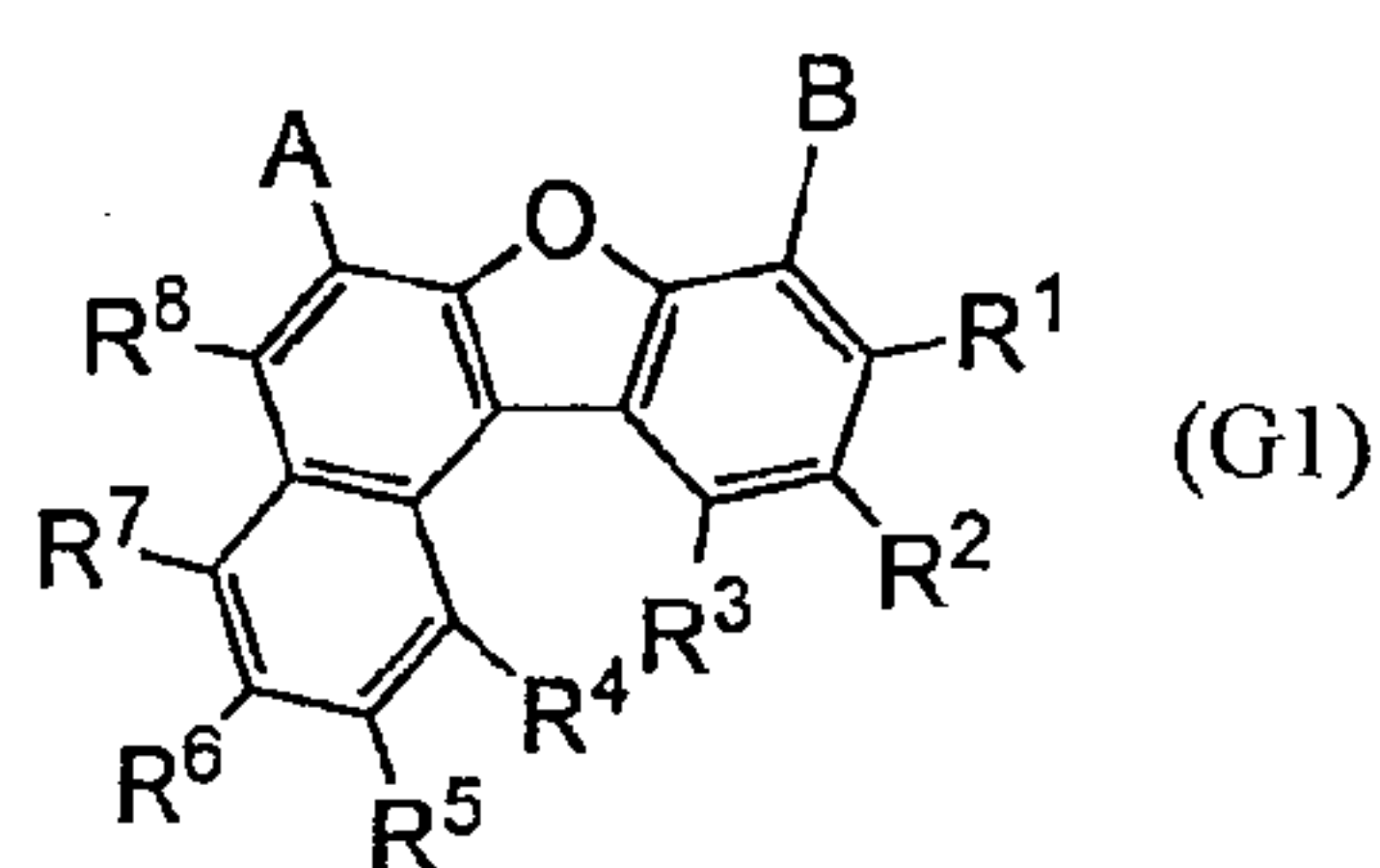
[0217] 上述有機化合物可以利用下述合成方案（a-1）、（a-2）、（b-1）及（b-2）合成。

[0218] 對由下述通式（G1）表示的有機化合物的合成方法進行說明。通式（G1）中， R^1 至 R^8 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至

60 的芳烴基中的任一個。另外，A 和 B 中的一個為由下述通式 (g1) 表示的基團，另一個表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個。

[0219]

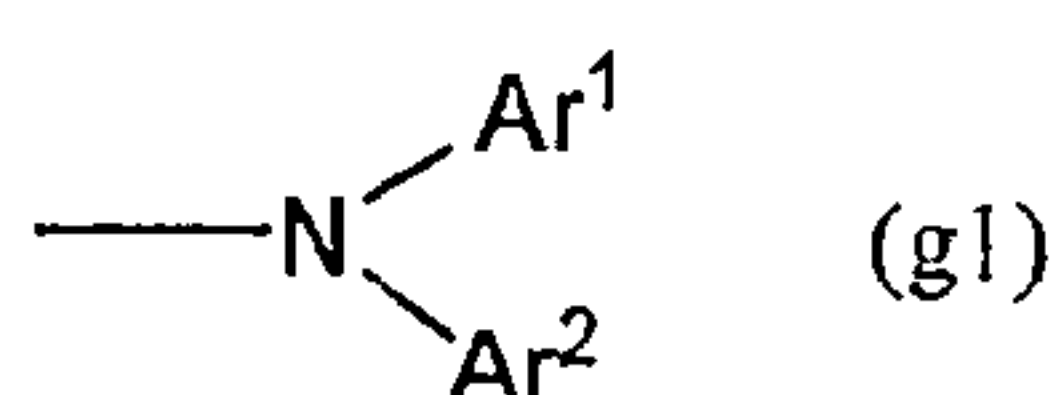
[化 48]



[0220] 注意，在通式 (g1) 中， Ar^1 、 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基，當 Ar^1 、 Ar^2 具有取代基時，取代基包含苯并萘并呋喃基及二萘并呋喃基。

[0221]

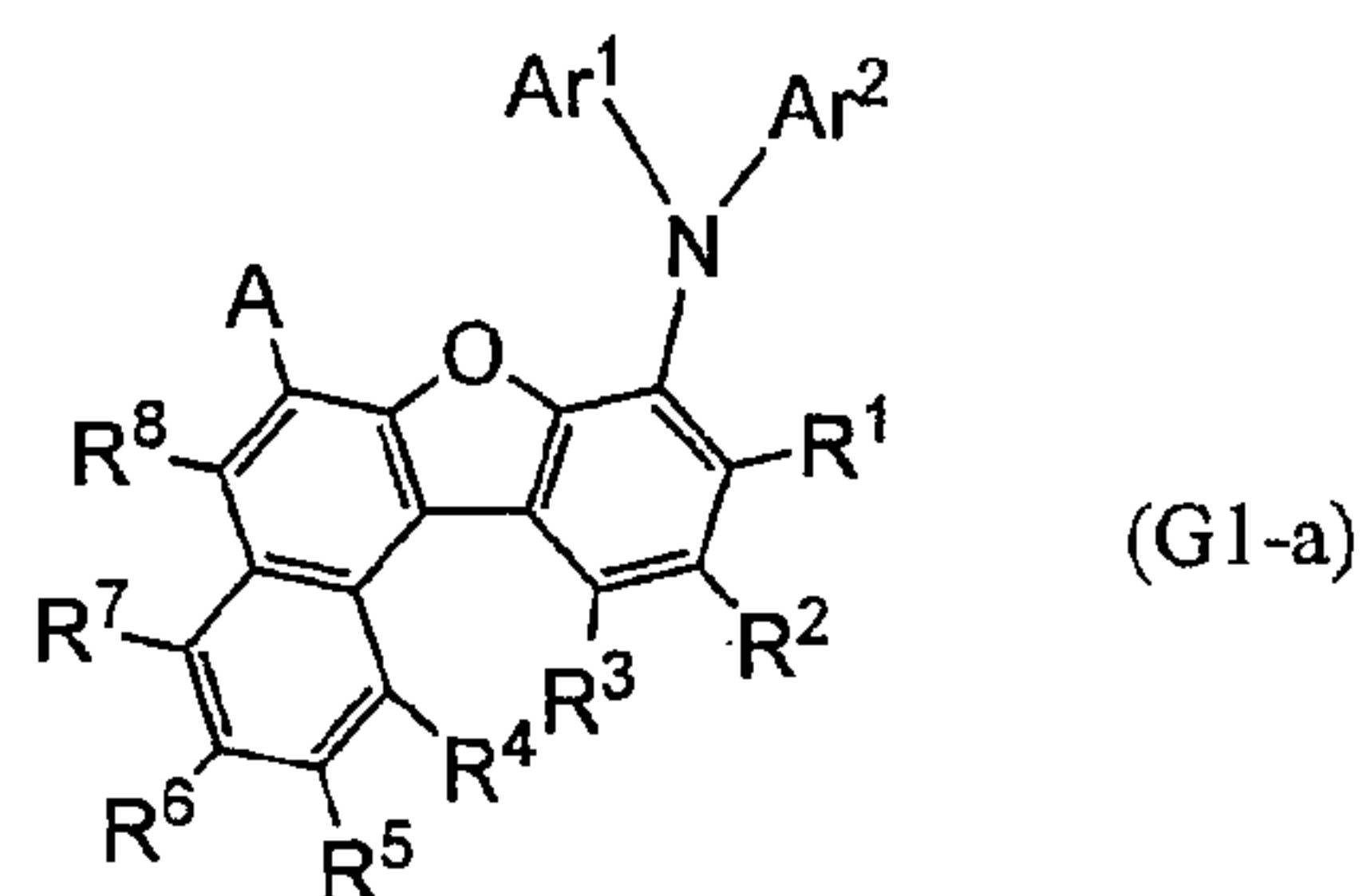
[化 49]



[0222] 因此，通式 (G1) 可以由下述通式 (G1-a) 或 (G1-b) 表示。作為由通式 (G1-a) 及 (G1-b) 表示的有機化合物的合成方法可以利用各種反應。注意，本發明的一個實施方式的由通式 (G1-a) 及 (G1-b) 表示的有機化合物的合成方法不侷限於下述合成方法。

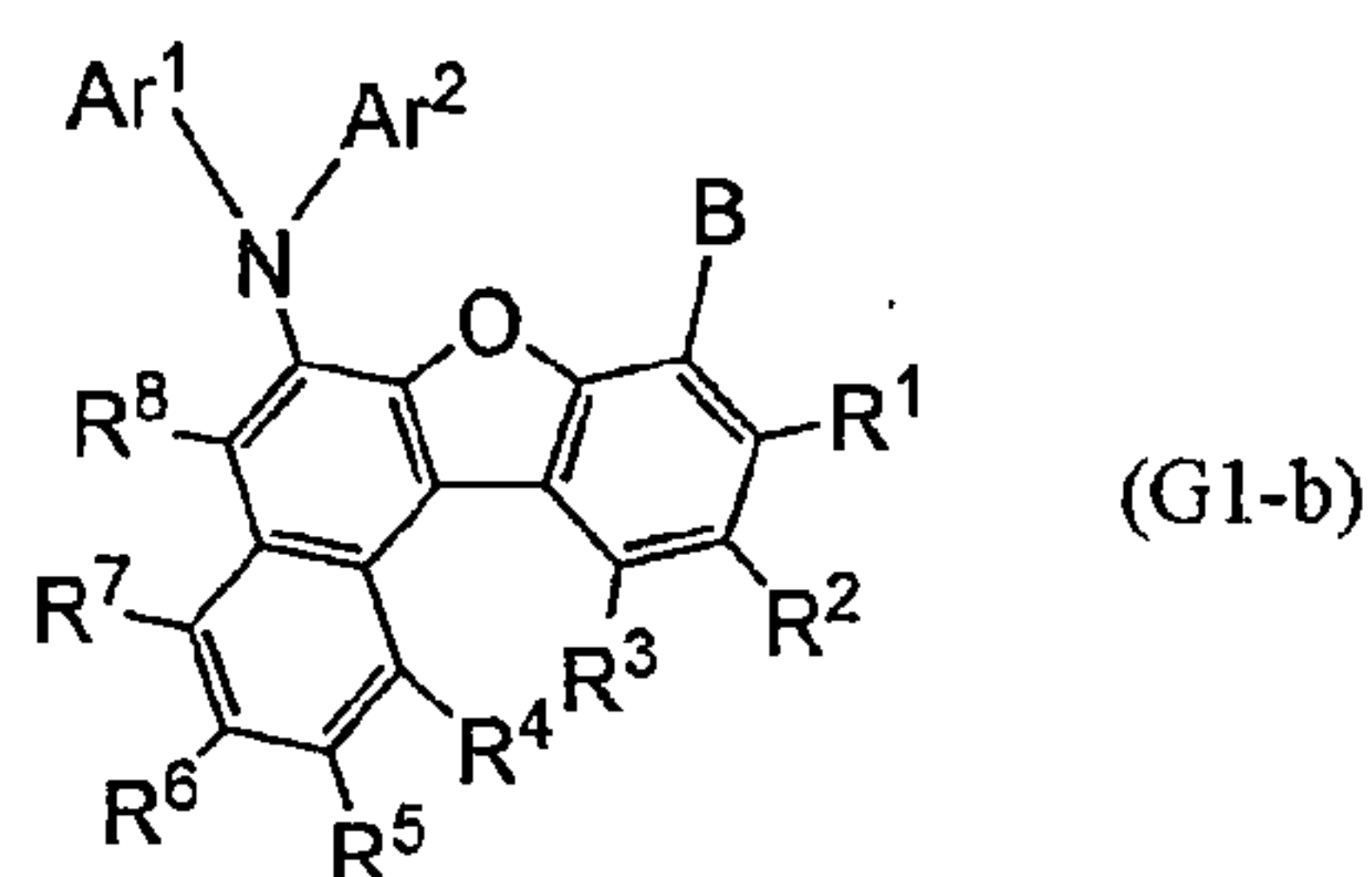
[0223]

[化 50]



[0224]

[化 51]



[0225]

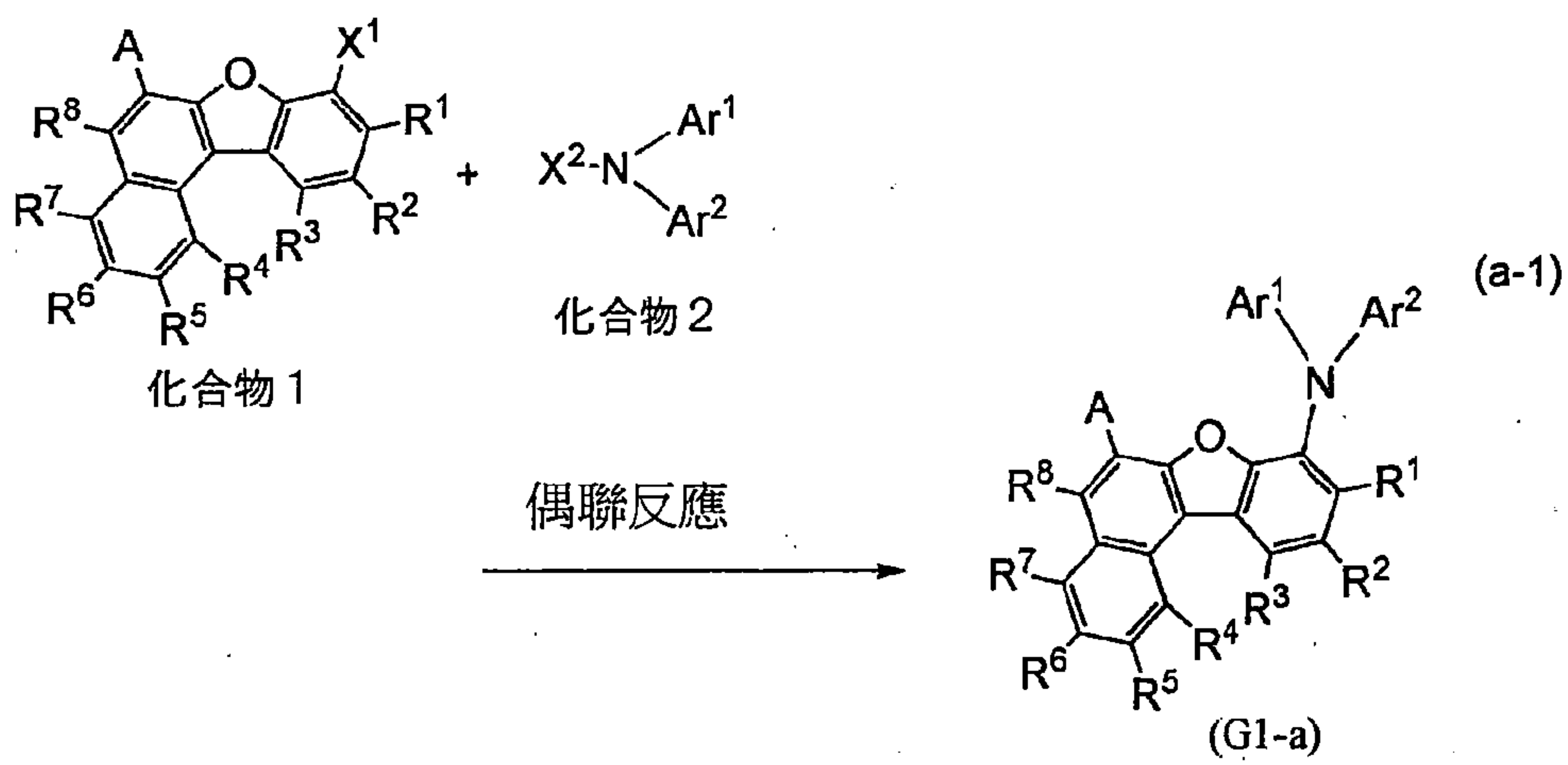
〈由通式（G1-a）表示的有機化合物的合成方法〉

本發明的一個實施方式的有機化合物的由通式（G1-a）表示的有機化合物可以經過下述合成方案（a-1）或（a-2）合成。

[0226] 也就是說，可以藉由使苯并蔡并呔喃化合物（化合物 1）與二芳基胺（化合物 2）偶合得到苯并蔡并呔喃基胺化合物（G1-a）。或者說，可以藉由使苯并蔡并呔喃基胺（化合物 3）與具有芳基骨架（aryl skeleton）的化合物（化合物 4）偶合得到苯并蔡并呔喃基胺化合物（G1-a）。下面示出合成方案（a-1）及（a-2）。

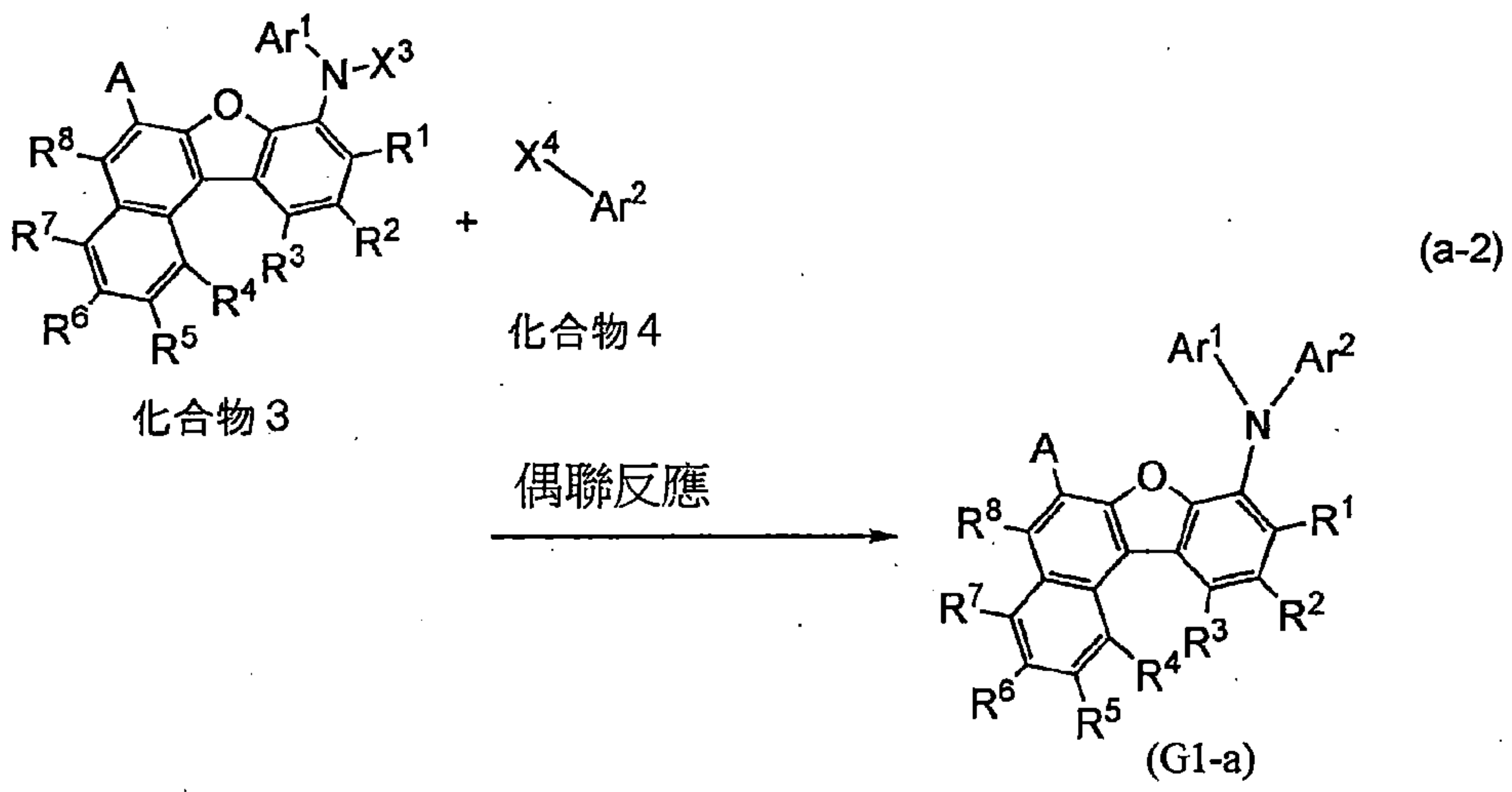
[0227]

[化 52]



[0228]

[化 53]



[0229] 合成方案 (a-1) 及 (a-2) 中， R^1 至 R^8 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個，A 表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1

至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個， Ar^1 、 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基，當 Ar^1 、 Ar^2 具有取代基時，使取代基包含苯并萘并呋喃基及二萘并呋喃基而不包含胺基。

[0230] X^1 及 X^4 分別獨立地表示氯、溴、碘、三氟甲磺酸酯基， X^2 和 X^3 分別獨立地表示氫、有機錫基等。

[0231] 當在合成方案(a-1)及(a-2)中進行使用鈀催化劑的布赫瓦爾德-鈴木維希(Buchwald-Hartwig)反應時，可以使用雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)、醋酸鈀(II)、[1,1-雙(二苯基膦基)二茂鐵]二氯化鈀(II)、四(三苯基膦)鈀(0)、氯化烯丙基鈀(II)二聚物等鈀化合物、三(三級丁基)膦、三(正己基)膦、三環己基膦、二(1-金剛烷基)-正丁基膦、2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧基聯苯、三(鄰甲苯基)膦、(S)-(6,6'-二甲氧基聯苯基-2,2'-二基)雙(二異丙基膦)(簡稱：cBRIDP(註冊商標))等配體。在該反應中，可以使用有機鹼諸如三級丁醇鈉等、無機鹼諸如碳酸鉀、碳酸鈾、碳酸鈉等。在該反應中，作為溶劑，可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氫呋喃、二氧六環等。注意，能夠用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

[0232] 另外，當在合成方案(a-1)、(a-2)及(b-1)中進行使用銅或銅化合物的烏爾曼(Ullmann)反應時， X^1 及 X^4 分別獨立地表示氯、溴、碘，並且 X^2 及 X^3 表示氫。在該反應中，可以使用銅或銅化合物。作為用於該反應的鹼，

可以舉出碳酸鉀等無機鹼。另外，作為在該反應中可以使用的溶劑，可以舉出 1,3-二甲基-3,4,5,6-四氫化-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、甲苯、二甲苯、苯等。在烏爾曼反應中，當反應溫度為 100°C 以上時，可以以更短時間且以高收穫率得到目的物，所以較佳為使用沸點高的 DMPU、二甲苯。另外，反應溫度更佳為 150°C 以上的高溫度，所以更佳為使用 DMPU。注意，可以應用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

[0233]

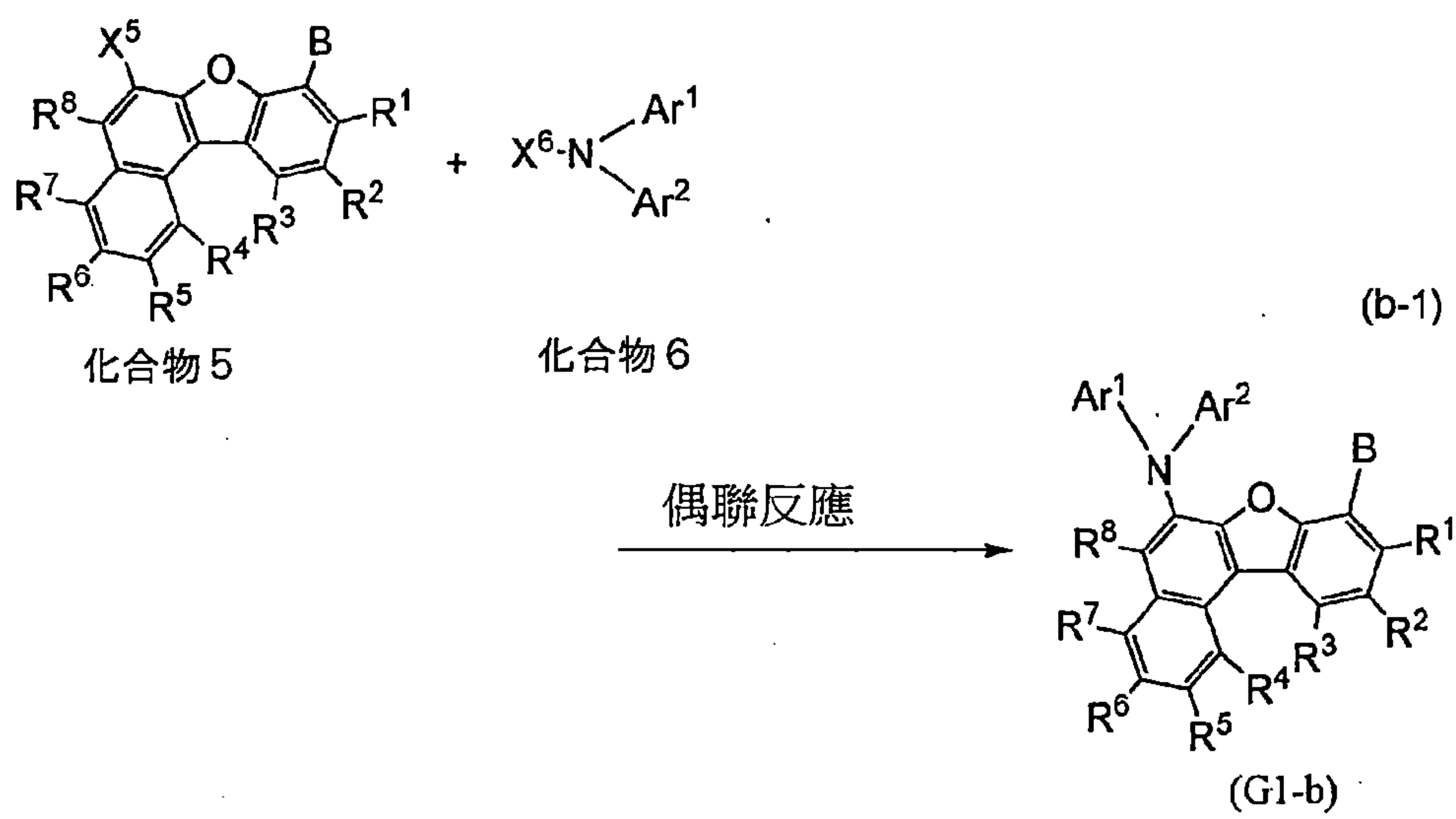
〈由通式 (G1-b) 表示的有機化合物的合成方法〉

本發明的由通式 (G1-b) 表示的有機化合物可以經下述合成方案 (b-1) 或 (b-2) 合成。

[0234] 也就是說，可以藉由使苯并羰并呋喃化合物 (化合物 5) 與二芳基胺 (化合物 6) 偶合，得到苯并羰并呋喃基胺化合物 (G1-b)。或者說，可以藉由使苯并羰并呋喃基胺 (化合物 7) 與具有芳基骨架的化合物 (化合物 8) 偶合得到苯并羰并呋喃基胺化合物 (G1-b)。下面示出合成方案 (b-1) 及 (b-2)。

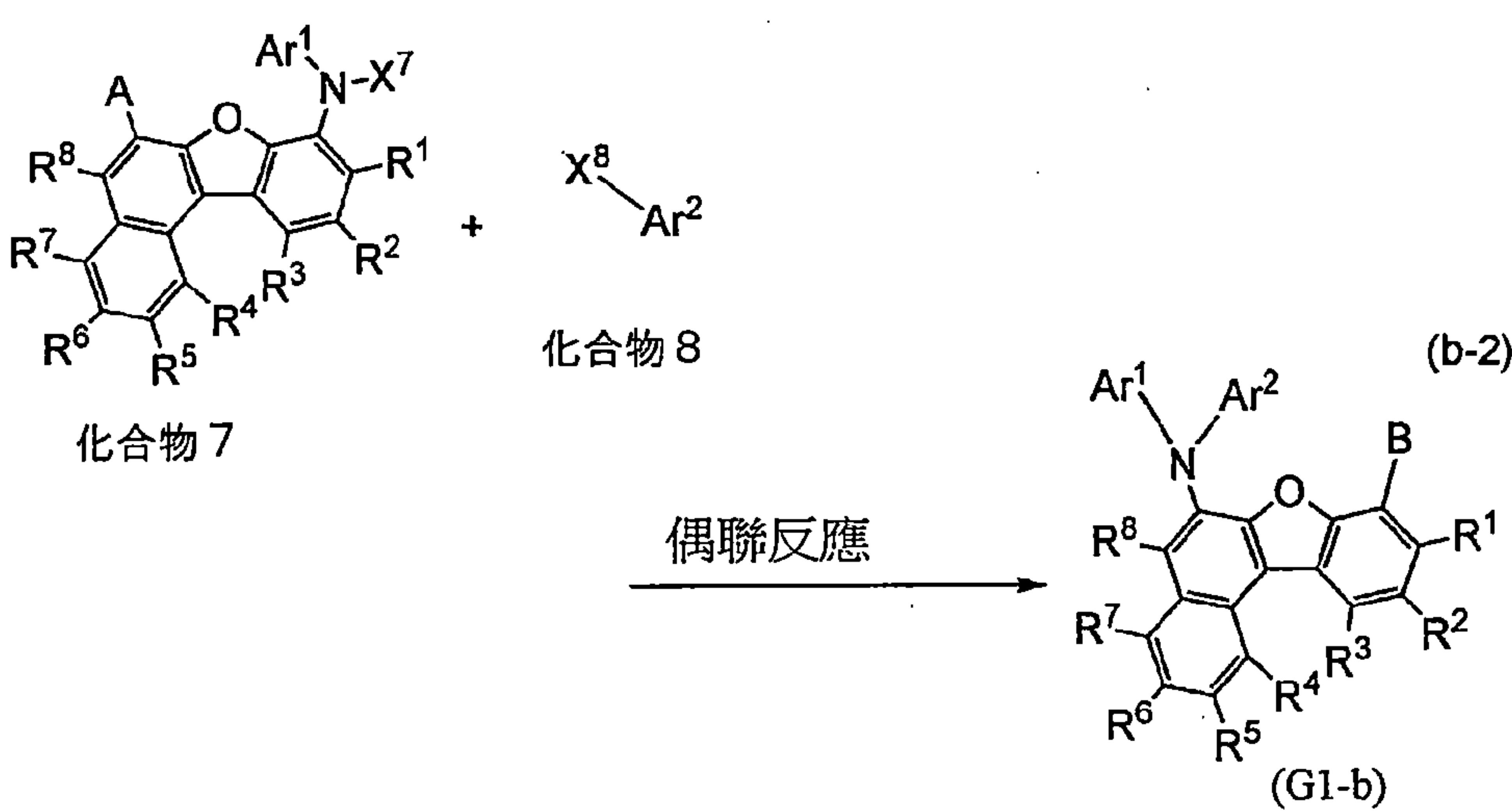
[0235]

[化 54]



[0236]

[化 55]



[0237] 合成方案 (b-1) 及 (b-2) 中， R^1 至 R^8 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個，A 表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰

基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基和取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一個， Ar^1 、 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基，當 Ar^1 、 Ar^2 具有取代基時，取代基包含苯并萘并呋喃基及二萘并呋喃基而不包含胺基。

[0238] X^1 及 X^4 分別獨立地表示氯、溴、碘、三氟甲磺酸酯基， X^2 和 X^3 分別獨立地表示氫、有機錫基等。

[0239] 當在合成方案(b-1)及(b-2)中進行使用鈀催化劑的布赫瓦爾德-鈴木維希(Buchwald-Hartwig)反應時，可以使用雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)、醋酸鈀(II)、[1,1-雙(二苯基膦基)二茂鐵]二氯化鈀(II)、四(三苯基膦)鈀(0)、氯化烯丙基鈀(II)二聚物等鈀化合物、三(三級丁基)膦、三(正己基)膦、三環己基膦、二(1-金剛烷基)-正丁基膦、2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧基聯苯、三(鄰甲苯基)膦、(S)-(6,6'-二甲氧基聯苯基-2,2'-二基)雙(二異丙基膦)(簡稱：cBRIDP (註冊商標))等配體。在該反應中，可以使用有機鹼諸如三級丁醇鈉等、無機鹼諸如碳酸鉀、碳酸銨、碳酸鈉等。在該反應中，作為溶劑，可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氫呋喃、二氧六環等。注意，能夠用於該反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

[0240] 另外，當在合成方案(b-1)及(b-2)中進行使用銅或銅化合物的烏爾曼(Ullmann)反應時， X^1 及 X^4 分別獨立地表示氯、溴、碘，並且 X^2 和 X^3 表示氫。在該反應

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

[0241]

實施方式 3

在本實施方式中，對使用實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置進行說明。

[0242] 在本實施方式中，參照圖 2A 和圖 2B 對使用實施方式 1 所示的發光元件而製造的發光裝置進行說明。注意，圖 2A 是示出發光裝置的俯視圖，並且圖 2B 是沿圖 2A 中的線 A-B 及線 C-D 切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光元件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部（源極線驅動電路）601、像素部 602、驅動電路部（閘極線驅動電路）603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 605 是密封材料，由密封材料 605 圍繞的內側是空間 607。

[0243] 注意，引導佈線 608 是用來傳送輸入到源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號的佈線，並

且從用作外部輸入端子的 FPC（軟性印刷電路板）609 接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出 FPC，但是該 FPC 還可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0244] 下面，參照圖 2B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

[0245] 元件襯底 610 除了可以使用由玻璃、石英、有機樹脂、金屬、合金、半導體等構成的襯底以外還可以使用由 FRP（Fiber Reinforced Plastics：纖維增強塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠襯底。

[0246] 對用於像素或驅動電路的電晶體的結構沒有特別的限制。例如，可以採用反交錯型電晶體或交錯型電晶體。另外，頂閘極型電晶體或底閘極型電晶體都可以被使用。對用於電晶體的半導體材料沒有特別的限制，例如可以使用矽、鍺、碳化矽、氮化鎵等。或者可以使用 In-Ga-Zn 類金屬氧化物等的包含銦、鎵、鋅中的至少一個的氧化物半導體。

[0247] 對用於電晶體的半導體材料的結晶性也沒有特別的限制，可以使用非晶半導體或結晶半導體（微晶半導體、多晶半導體、單晶半導體或其一部分具有結晶區域

的半導體)。當使用結晶半導體時可以抑制電晶體的特性劣化，所以是較佳的。

[0248] 在此，氧化物半導體較佳為用於設置在上述像素或驅動電路中的電晶體和用於在後面說明的觸控感測器等的電晶體等半導體裝置。尤其較佳為使用其能帶間隙比矽寬的氧化物半導體。藉由使用能帶間隙比矽寬的氧化物半導體，可以降低電晶體的關態電流 (off-state current) 。

[0249] 上述氧化物半導體較佳為至少包含銦 (In) 或鋅 (Zn) 。另外，上述氧化物半導體更佳為包含以 In-M-Zn 類氧化物 (M 為 Al 、 Ti 、 Ga 、 Ge 、 Y 、 Zr 、 Sn 、 La 、 Ce 或 Hf 等金屬) 表示的氧化物的氧化物半導體。

[0250] 尤其是，作為半導體層，較佳為使用如下氧化物半導體膜：具有多個結晶部，該多個結晶部的 c 軸都朝向垂直於半導體層的被形成面或半導體層的頂面的方向，並且在相鄰的結晶部間不具有晶界。

[0251] 藉由作為半導體層使用上述材料，可以實現電特性的變動被抑制的可靠性高的電晶體。

[0252] 另外，由於具有上述半導體層的電晶體的關態電流較低，因此能夠長期間保持經過電晶體而儲存於電容器中的電荷。藉由將這種電晶體用於像素，能夠在保持各顯示區域所顯示的影像的灰階的狀態下，停止驅動電路。其結果是，可以實現功耗極低的電子裝置。

[0253] 為了實現電晶體的特性穩定化等，較佳為設

置基底膜。作為基底膜，可以使用氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜等無機絕緣膜並以單層或疊層製造。基底膜可以藉由濺射法、CVD（Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積）法（電漿 CVD 法、熱 CVD 法、MOCVD（Metal Organic Chemical Vapor Deposition：有機金屬化學氣相沉積）法等）或 ALD（Atomic Layer Deposition：原子層沉積）法、塗佈法、印刷法等形成。注意，基底膜若不需要則也可以不設置。

[0254] 注意，FET623 示出形成在驅動電路部 601 中的電晶體的一個。另外，驅動電路也可以利用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。另外，雖然在本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，但是不一定必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

[0255] 另外，像素部 602 由多個像素形成，該多個像素都包括開關 FET 611、電流控制 FET 612 以及與該電流控制 FET 612 的汲極電連接的陽極 613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的 FET 和電容元件的像素部。

[0256] 注意，形成絕緣物 614 來覆蓋陽極 613 的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

[0257] 另外，將絕緣物 614 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面，以獲得後面形成的 EL 層等的良好的

覆蓋性。例如，在使用正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物 614 的材料的情況下，較佳為只使絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。作為絕緣物 614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

[0258] 在陽極 613 上形成有 EL 層 616 及陰極 617。在此，較佳為使用具有高功函數的材料作為陽極 613。例如，除了可以使用諸如 ITO 膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含 2wt%至 20wt%的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構等。注意，如果這裡採用疊層結構，由於佈線的電阻值較低，因此可以得到好的歐姆接觸。

[0259] 另外，EL 層 616 藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL 層 616 包括實施方式 1 所示的結構。另外，作為構成 EL 層 616 的其他材料，也可以使用低分子化合物或高分子化合物（包含低聚物、樹枝狀聚合物）。

[0260] 另外，作為用作形成於 EL 層 616 上的陰極 617 的材料，較佳為使用具有功函數小的材料（Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物（MgAg、MgIn、AlLi 等）等）。注意，當使產生在 EL 層 616 中的光透過陰極 617 時，較佳為使用由膜厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2wt%至 20wt%的氧化鋅的氧化銦、包含

矽的銦錫氧化物、氧化鋅（ ZnO ）等）構成的疊層作為陰極 617。

[0261] 另外，發光元件由陽極 613、EL 層 616、陰極 617 形成。該發光元件是實施方式 1 所示的發光元件。另外，像素部由多個發光元件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括實施方式 1 所示的發光元件和具有其他結構的發光元件的兩者。

[0262] 另外，藉由使用密封材料 605 將密封基板 604 貼合到元件基板 610，將發光元件 618 設置在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞的空間 607 中。注意，空間 607 中填充有填料，作為該填料，可以使用惰性氣體（氮或氬等），還可以使用密封劑。藉由在密封基板中形成凹部且在其中設置乾燥劑，可以抑制水分所導致的劣化，所以是較佳的。

[0263] 另外，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料 605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板 604 的材料，除了可以使用玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP（Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0264] 雖然在圖 2A 和 2B 中沒有示出，但是也可以在陰極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封材料 605 的露出部分的方式形成保護膜。另外，保護膜可以覆蓋一對基板的表

面及側面、密封層、絕緣層等的露出側面而設置。

[0265] 作為保護膜可以使用不容易透過水等雜質的材料。因此，可以能夠高效地抑制水等雜質從外部擴散到內部。

[illegible]

[0267] 保護膜優選通過臺階覆蓋性 (step coverage) 良好的成膜方法來形成。這種方法中之一個是原子層沉積 (ALD: Atomic Layer Deposition) 法。較佳為將可以藉由 ALD 法形成的材料用於保護膜。藉由 ALD 法可以形成緻密且裂縫或針孔等缺陷被減少或具備均勻的厚度的保護膜。另外，可以減少當形成保護膜時加工部材受到的損傷。

[0268] 例如，藉由 ALD 法可以將均勻且缺陷少的保護膜形成在具有複雜的凹凸形狀的表面或觸控面板的頂面、側面以及背面上。

[0269] 如上所述，可以得到使用實施方式 1 所示的發光元件製造的發光裝置。

[0270] 因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式 1 所示的發光元件，所以可以具有優良特性。明確而言，實施方式 1 所示的發光元件是壽命長的發光元件，從而可以實現可靠性良好的發光裝置。另外，使用實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

[0271] 圖 3A 和 3B 示出藉由形成呈現白色發光的發光元件設置彩色層（濾色片）等來實現全彩色化的發光裝置的例子。圖 3A 示出基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光元件的陽極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL 層 1028、發光元件的陰極 1029、密封基板 1031、密封材料 1032 等。

[0272] 另外，在圖 3A 中，將彩色層（紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）設置在透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑矩陣 1035。對設置有彩色層及黑矩陣的透明基材 1033 進行對準而將其固定到基板 1001 上。另外，彩色層及黑矩陣 1035 被保護層 1036 覆蓋。另外，圖 3A 示出具有光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光

成為紅色光、綠色光、藍色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

[0273] 圖 3B 示出將彩色層（紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）形成在閘極絕緣膜 1003 和第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上述那樣，也可以將彩色層設置在基板 1001 和密封基板 1031 之間。

[0274] 另外，雖然以上說明了具有從形成有 FET 的基板 1001 一側取出光的結構（底部發射型）的發光裝置，但是也可以採用具有從密封基板 1031 一側取出發光的結構（頂部發射型）的發光裝置。圖 4 示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板 1001 可以使用不使光透過的基板。到製造用來使 FET 與發光元件的陽極連接的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極 1022 的方式形成第三層間絕緣膜 1037。該第三層間絕緣膜 1037 也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜 1037 可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他公知材料形成。

[0275] 雖然在此發光元件的陽極 1024W、1024R、1024G、1024B 都是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖 4 所示那樣的頂部發射型發光裝置的情況下，陽極較佳為反射電極。EL 層 1028 的結構採用實施方式 1 所示的 EL 層 103 的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

[0276] 在採用圖 4 所示的頂部發射結構的情況下，

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

[0277] 在頂部發射型的發光裝置中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作陽極且將半透射·半反射電極用作陰極，由此可以得到具有微腔結構的發光元件。在反射電極與半透射·半反射電極之間至少含有 EL 層，並且至少含有成為發光區域的發光層。

[0278] 注意，反射電極的可見光反射率為 40% 至 100%，較佳為 70% 至 100%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。另外，半透射·半反射電極的可見光反射率為 20% 至 80%，較佳為 40% 至 70%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0279] 從 EL 層所包含的發光層射出的光被反射電極和半透射·半反射電極反射，並且諧振。

[0280] 在該發光元件中，藉由改變透明導電膜、上述複合材料或載子傳輸材料等的厚度而可以改變反射電極

與半透射·半反射電極之間的光程。由此，可以在反射電極與半透射·半反射電極之間加強諧振的波長的光且使不諧振的波長的光衰減。

[0281] 被反射電極反射回來的光（第一反射光）會給從發光層直接入射到半透射·半反射電極的光（第一入射光）帶來很大的干涉，因此較佳為將反射電極與發光層的光程調節為 $(2n-1)\lambda/4$ （注意， n 為 1 以上的自然數， λ 為要放大的光的波長）。藉由調節該光程，可以使第一反射光與第一入射光的相位一致，由此可以進一步放大從發光層發射的光。

[0282] 另外，在上述結構中，EL 層可以含有多個發光層，也可以只含有一個發光層。例如，可以組合上述結構與上述串聯型發光元件的結構，其中在一個發光元件中以其間夾著電荷產生層的方式設置多個 EL 層，並且，在每個 EL 層中形成一個或多個發光層。

[0283] 藉由採用微腔結構，可以加強指定波長的正面方向上的發光強度，由此可以實現低功耗化。注意，在為使用紅色、黃色、綠色以及藍色的四個顏色的子像素顯示影像的發光裝置的情況下，因為可以獲得由於黃色發光的亮度提高效果，而且可以在所有的子像素中採用適合各顏色的波長的微腔結構，所以能夠實現具有良好的特性的發光裝置。

[0284] 因為本實施方式中的發光裝置使用實施方式 1 所示的發光元件，所以可以具有優良特性。明確而言，實

施方式 1 所示的發光元件是壽命長的發光元件，從而可以實現可靠性良好的發光裝置。另外，使用實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光裝置。

[0285] 雖然到這裡說明了主動矩陣型發光裝置，但是下面說明被動矩陣型發光裝置。圖 5A 和圖 5B 示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。注意，圖 5A 是示出發光裝置的透視圖，並且圖 5B 是沿圖 5A 的線 X-Y 切斷而獲得的剖面圖。在圖 5A 和圖 5B 中，在基板 951 上的電極 952 與電極 956 之間設置有 EL 層 955。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置有隔離層 954。隔離層 954 的側壁具有如下傾斜，亦即，越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。換句話說，隔離層 954 的短邊方向的剖面是梯形，底邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 接觸的邊）比上邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 不接觸的邊）短。如此，藉由設置隔離層 954，可以防止起因於靜電等的發光元件的不良。另外，在被動矩陣型發光裝置中，藉由使用實施方式 1 所示的發光元件，也可以得到可靠性良好的發光裝置或者低功耗的發光裝置。

[0286] 以上說明的發光裝置能夠控制配置為矩陣狀的微小的多個發光元件中的每一個，所以作為進行影像的顯示的顯示裝置可以適當地利用。

[0287] 另外，本實施方式可以與其他實施方式自由

地組合。

[0288]

實施方式 4

在本實施方式中，參照圖 6A 和圖 6B 對將實施方式 1 所示的發光元件用於照明裝置的例子進行說明。圖 6B 是照明裝置的俯視圖，圖 6A 是沿著圖 6B 的線 e-f 切斷的剖面圖。

[0289] 在本實施方式的照明裝置中，在用作支撐體的具有透光性的基板 400 上形成有陽極 401。陽極 401 相當於實施方式 1 中的陽極 101。當從陽極 401 一側取出光時，陽極 401 使用具有透光性的材料形成。

[0290] 另外，在基板 400 上形成用來對陰極 404 供應電壓的焊盤 412。

[0291] 在陽極 401 上形成有 EL 層 403。EL 層 403 相當於實施方式 1 中的 EL 層 103 的結構或組合發光單元 511、發光單元 512 以及電荷產生層 513 的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

[0292] 以覆蓋 EL 層 403 的方式形成陰極 404。陰極 404 相當於實施方式 1 中的陰極 102。當從陽極 401 一側取出光時，陰極 404 使用反射率高的材料形成。藉由使陰極 404 與焊盤 412 連接，將電壓供應到陰極 404。

[0293] 如上所述，本實施方式所示的照明裝置具備包括陽極 401、EL 層 403 以及陰極 404 的發光元件。由於該發光元件是發光效率高的發光元件，所以本實施方式的

照明裝置可以提供低功耗的照明裝置。

[0294] 使用密封材料 405、406 將形成有具有上述結構的發光元件的基板 400 和密封基板 407 固定來進行密封，由此製造照明裝置。也可以僅使用密封材料 405 和 406 中的一個。另外，也可以使內側的密封材料 406（在圖 6B 中未圖示）與乾燥劑混合，由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0295] 另外，藉由以延伸到密封材料 405、406 的外部的方式設置焊盤 412 和陽極 401 的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外部輸入端子上設置安裝有轉換器等 IC 晶片 420 等。

[0296] 本實施方式所記載的照明裝置在 EL 元件中使用實施方式 1 所示的發光元件，可以實現可靠性良好的發光裝置。另外，可以實現低功耗的發光裝置。

[0297]

實施方式 5

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式 1 所示的發光元件的電子裝置的例子進行說明。實施方式 1 所示的發光元件是壽命良好且可靠性良好的發光元件。其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括可靠性良好的發光部的電子裝置。

[0298] 作為採用上述發光元件的電子裝置，可以例如舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電

話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

[0299] 圖 7A 示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部 7103 顯示影像，並且將實施方式 1 所示的發光元件排列為矩陣狀而構成顯示部 7103。

[0300] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0301] 另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通訊網路，能夠進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者之間等）的資訊通訊。

[0302] 圖 7B1 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外部連接埠 7205、指向裝置 7206 等。另外，該電腦藉由將實施方式 1 所示的發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。圖 7B1 中的電腦也可以為如圖 7B2 所示的方式。圖 7B2 所示

的電腦設置有第二顯示部 7210 代替鍵盤 7204 及指向裝置 7206。第二顯示部 7210 是觸控面板，藉由利用指頭或專用筆操作顯示在第二顯示部 7210 上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，第二顯示部 7210 不僅能夠顯示輸入用顯示，而且可以顯示其他影像。另外，顯示部 7203 也可以是觸控面板。因為兩個螢幕藉由鉸鏈部連接，所以可以防止當收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞等。

[0303] 圖 7C 示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼 7301 和外殼 7302 的兩個外殼構成，並且藉由連接部分 7303 可以開閉地連接。外殼 7301 中組裝有將實施方式 1 所示的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7304，並且外殼 7302 中組裝有顯示部 7305。另外，圖 7C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分 7306、記錄介質插入部分 7307、LED 燈 7308、輸入單元（操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311（包括測量如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線）、麥克風 7312）等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部 7304 和顯示部 7305 中的至少一個或兩個中使用將實施方式 1 所示的發光元件排列為矩陣狀製造的顯示部即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 7C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在記錄介質中的程式

或資料並將其顯示在顯示部上；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通訊而實現資訊共用。另外，圖 7C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，可以具有各種各樣的功能。

[0304] 圖 7D 示出可攜式終端的一個例子。行動電話機 7400 具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機 7400 包括將實施方式 1 所示的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。

[0305] 圖 7D 所示的可攜式終端也可以具有用指頭等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用指頭等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

[0306] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

[0307] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而輸入在螢幕上顯示的文字。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0308] 另外，藉由在可攜式終端內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷可攜式終端的方向（縱或橫）而自動進行顯示部

7402 的螢幕顯示的切換。

[0309] 另外，藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行螢幕模式的切換。或者，也可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0310] 另外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將螢幕模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0311] 也可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或指頭觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝指靜脈、手掌靜脈等。

[0312] 另外，本實施方式所示的結構可以與實施方式 1 至實施方式 4 所示的結構適當地組合來使用。

[0313] 如上所述，具備實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置用於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式 1 所示的發光元件，可以得到可靠性良好的電子裝置。

[0314] 圖 8 示出將實施方式 1 所示的發光元件用於背光源的液晶顯示裝置的一個例子。圖 8 所示的液晶顯示

裝置包括外殼 901、液晶層 902、背光單元 903 以及外殼 904，液晶層 902 與驅動器 IC905 連接。另外，在背光單元 903 中使用實施方式 1 所示的發光元件，並且藉由端子 906 將電流供應到背光單元 903。

[0315] 藉由將實施方式 1 所示的發光元件用於液晶顯示裝置的背光源，可以得到功耗得到降低的背光源。另外，藉由使用實施方式 1 所示的發光元件，能夠製造面發射的照明裝置，還能夠實現大面積化。由此能夠實現背光源的大面積化及液晶顯示裝置的大面積化。再者，使用實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置可以使厚度比習知的發光裝置薄，所以還能夠實現顯示裝置的薄型化。

[0316] 圖 9 示出將實施方式 1 所示的發光元件用於作為照明裝置的檯燈的例子。圖 9 所示的檯燈包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用實施方式 4 所記載的照明裝置。

[0317] 圖 10 示出將實施方式 1 所示的發光元件用於室內的照明裝置 3001 的例子。實施方式 1 所示的發光元件是可靠性高的發光元件，從而可以實現可靠性良好的照明裝置。另外，因為實施方式 1 所示的發光元件能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明裝置。另外，因為實施方式 1 所示的發光元件的厚度薄，所以能夠製造實現薄型化的照明裝置。

[0318] 還可以將實施方式 1 所示的發光元件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 11 示出將實施方式 1 所

示的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域 5000 至顯示區域 5005 使用實施方式 1 所示的發光元件設置。

[0319] 顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式 1 所示的發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成陽極和陰極，可以將實施方式 1 所示的發光元件形成為能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

[0320] 顯示區域 5002 是設置在支柱部分的安裝有實施方式 1 所示的發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域 5002 上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

[0321] 顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速表、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區

域 5000 至顯示區域 5003 上。另外，也可以將顯示區域 5000 至顯示區域 5005 用作照明裝置。

[0322] 圖 12A 及圖 12B 是折疊式平板終端的一個例子。圖 12A 是打開的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、顯示部 9631a、顯示部 9631b、顯示模式切換開關 9034、電源開關 9035、省電模式切換開關 9036、卡子 9033 以及操作開關 9038。該平板終端藉由將具備實施方式 1 所示的發光元件的發光裝置用於顯示部 9631a、顯示部 9631b 的一者或兩者來製造。

[0323] 在顯示部 9631a 中，可以將其一部分用作觸控面板區域 9632a，並且可以藉由接觸所顯示的操作鍵 9637 來輸入資料。另外，作為一個例子示出如下結構：顯示部 9631a 的一半只具有顯示的功能，另一半具有觸控面板的功能，但是不侷限於該結構。也可以採用顯示部 9631a 的整個區域具有觸控面板的功能的結構。例如，可以使顯示部 9631a 的整個面顯示鍵盤按鈕來將其用作觸控面板，並且將顯示部 9631b 用作顯示畫面。

[0324] 另外，在顯示部 9631b 中與顯示部 9631a 同樣，也可以將其一部分用作觸控面板區域 9632b。另外，藉由使用指頭或觸控筆等接觸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕 9639 的位置，可以在顯示部 9631b 上顯示鍵盤按鈕。

[0325] 另外，也可以對觸控面板區域 9632a 和觸控面板區域 9632b 同時進行觸摸輸入。

[0326] 另外，顯示模式切換開關 9034 能夠切換豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向並切換黑白顯示和彩色顯示等。根據藉由平板終端所內置的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9036 可以將顯示的亮度設定為最適合的亮度。平板終端也可以內置光感測器、陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器等的其他檢測裝置。

[0327] 另外，圖 12A 示出顯示部 9631b 的顯示面積與顯示部 9631a 的顯示面積相等的例子，但是不侷限於此，既可以使一個顯示部的尺寸和另一個顯示部的尺寸不相等又可以使它們的顯示品質有差異。例如顯示部 9631a 和顯示部 9631b 中的一個與另一個相比可以進行高精細的顯示。

[0328] 圖 12B 是合上的狀態，並且本實施方式中的平板終端示出包括外殼 9630、太陽能電池 9633、充放電控制電路 9634、電池 9635 以及 DCDC 轉換器 9636 的例子。另外，在圖 12B 中，作為充放電控制電路 9634 的一個例子示出包括電池 9635 和 DCDC 轉換器 9636 的結構。

[0329] 另外，折疊式平板終端在不使用時可以合上外殼 9630。因此，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，而可以提供一種耐久性優越且從長期使用的觀點來看可靠性優越的平板終端。

[0330] 另外，圖 12A 及圖 12B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊（靜態影像、動態

影像、文字影像等）；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上；對顯示在顯示部上的資訊進行觸摸輸入操作或編輯的觸摸輸入；藉由各種各樣的軟體（程式）控制處理等。

[0331] 藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。注意，太陽能電池 9633 可以設置在外殼 9630 的一個面或兩個面，可以高效率地對電池 9635 充電。

[0332] 另外，參照圖 12C 所示的方塊圖對圖 12B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 12C 示出太陽能電池 9633、電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 以及顯示部 9631，電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至開關 SW3 對應於圖 12B 所示的充放電控制電路 9634。

[0333] 首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 對太陽能電池所產生的電力進行升壓或降壓以使它成為用來對電池 9635 進行充電的電壓。並且，當利用來自太陽能電池 9633 的電力使顯示部 9631 工作時使開關 SW1 導通，並且，利用轉換器 9638 將來自太陽能電池 9633 的電力升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電壓。另外，可以採用當不進行顯示部 9631 中的顯示時，使 SW1 關閉且使 SW2 導通來對電池 9635 進行充電的結構。

[0334] 注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池 9633，但是發電單元不侷限於此，也可以使用壓電元件（piezoelectric element）或熱電轉換元件（珀耳帖元件（peltier element））等其他發電單元進行電池 9635 的充電。也可以使用以無線（不接觸）的方式收發電力來進行充電的無線電力傳輸模組或組合其他充電單元進行充電，並且也可以不包括發電單元。

[0335] 另外，只要具備上述顯示部 9631，就不侷限於圖 12A 至圖 12C 所示的形狀的平板終端。

[0336] 圖 13A 至圖 13C 示出能夠折疊的可攜式資訊終端 9310。圖 13A 示出展開狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 13B 示出從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變為另一個狀態的中途的狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 13C 示出折疊狀態的可攜式資訊終端 9310。可攜式資訊終端 9310 在折疊狀態下可攜性好，在展開狀態下因為具有無縫拼接的較大的顯示區域所以顯示一覽性強。

[0337] 顯示面板 9311 由鉸鏈部 9313 所連接的三個外殼 9315 支撐。顯示面板 9311 也可以為安裝有觸控感測器（輸入裝置）的觸控面板（輸入輸出裝置）。藉由在兩個外殼 9315 之間的鉸鏈部 9313 處彎折顯示面板 9311，可以使可攜式資訊終端 9310 從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面板 9311。顯示面板 9311 中的顯示區域 9312 是位於折疊狀態的可攜式資訊終端 9310 的側面的顯示區域

9312。在顯示區域 9312 中可以顯示使用次數多的軟體或程式的快捷等，能夠順便地進行確認資訊或開啟軟體。

[0338] 另外，可以將本發明的一個實施方式的含有具有取代或未取代的苯并蔡并呋喃骨架及一個取代或未取代的胺骨架的有機化合物用於有機薄膜太陽能電池。明確而言，它具有載子傳輸性，因此可以將其用於載子傳輸層及載子注入層。另外，藉由採用與受體性物質的混合膜可以用作電荷產生層。另外，它能夠光激發，所以可以將其用於發電層。

實施例 1

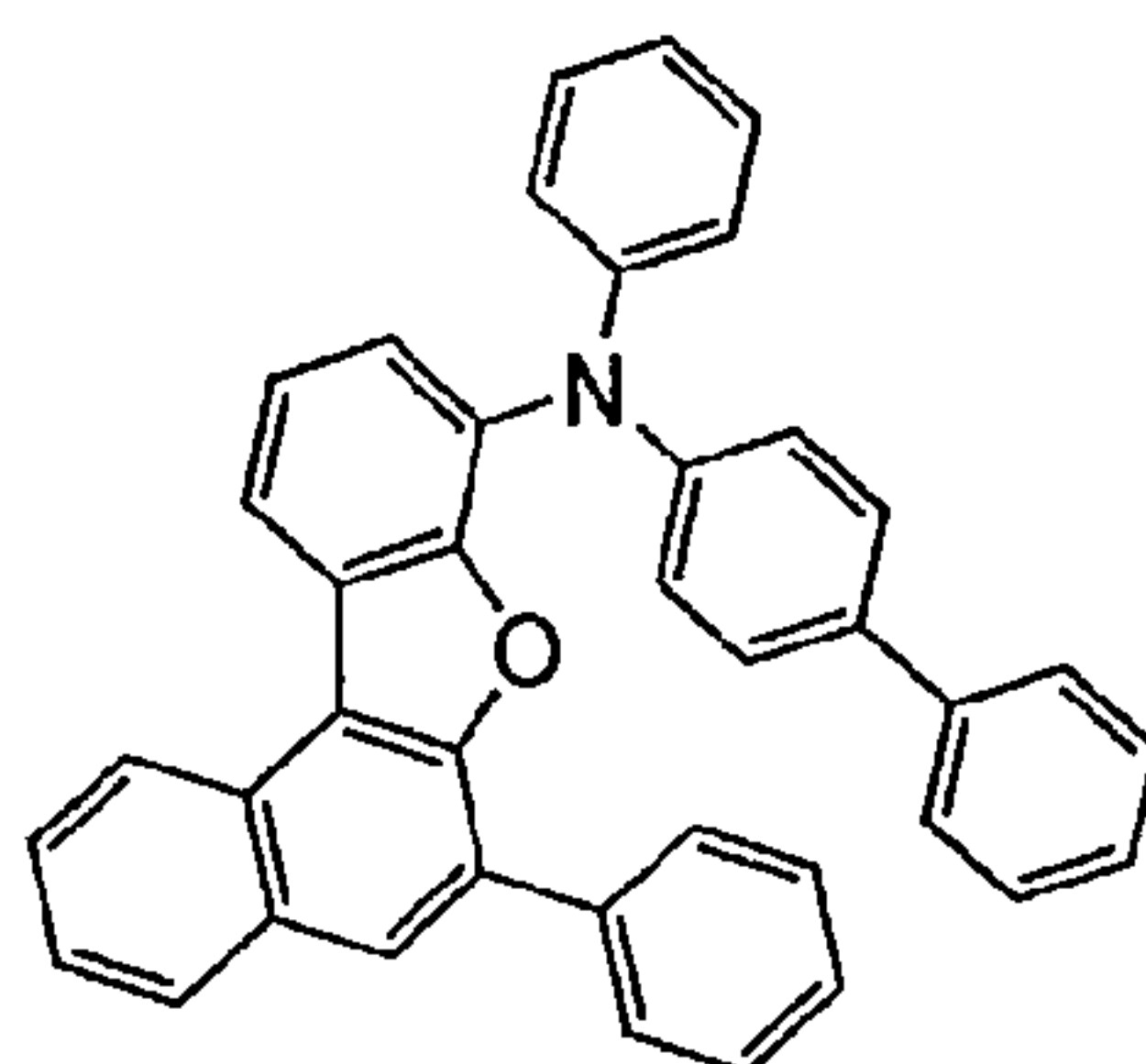
[0339]

《合成例 1》

在本合成例中，具體示出實施方式中由結構式 (142) 表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯並[b]蔡並[1,2-d]呋喃-8-胺（簡稱：BnfABP）的合成例。以下示出 BnfABP 的結構式。

[0340]

[化 56]

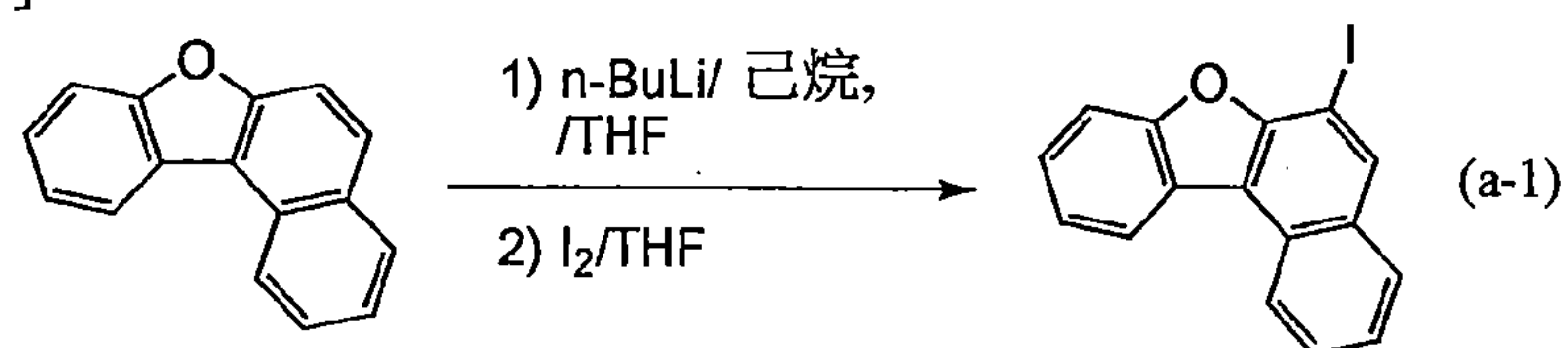


[0341]

<步驟 1：6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

將 8.5g (39mmol) 的苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在 500mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，然後加入 195mL 的四氫呋喃 (THF)。將該溶液冷卻到 -75℃，然後對該溶液滴加 25mL (40mmol) 的正丁基鋰 (1.59mol/L 正己烷溶液)。在滴加之後，在室溫下攪拌該溶液 1 小時。在經過預定時間後，將該溶液冷卻到 -75℃，滴加將 10g (40mmol) 的碘溶解於 40mL 的 THF 中的溶液。在滴加之後，在將所得到的溶液回升至室溫的同時攪拌 17 小時。然後，對該混合物加入硫代硫酸鈉水溶液攪拌 1 小時，然後使用水洗滌該混合物的有機層，使用硫酸鎂使該有機層乾燥。在乾燥之後，對該混合物進行重力過濾，將所得到的溶液藉由矽酸鎂 (日本和光純藥工業公司、目錄號碼：066-05265)、矽藻土 (日本和光純藥工業公司、目錄號碼：537-02305) 吸引過濾。濃縮所得到的濾液以得到固體，然後使用甲苯使該固體再結晶，以 45% 的產率得到 6.0g (18mmol) 的目的物的白色粉末。下述式 (a-1) 示出步驟 1 的合成方案。

[0342]



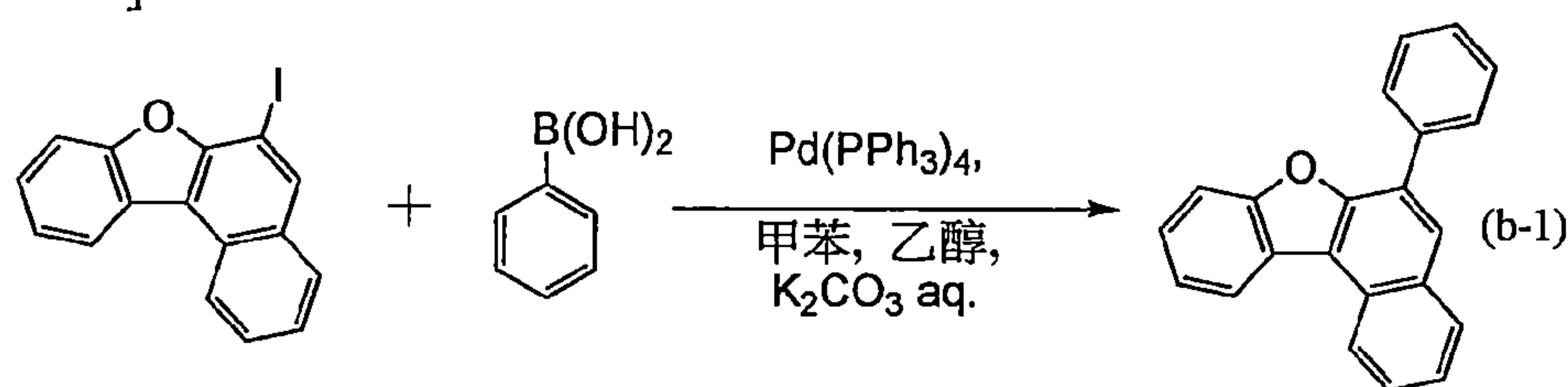
[0343]

<步驟 2：6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

將 6.0g (18mmol) 的藉由步驟 1 合成的 6-碘苯并[b]

蔡并[1,2-d]呋喃、2.4g (19mmol) 的苯硼酸、70mL 的甲苯、20mL 的乙醇及 22mL 的碳酸鉀水溶液 (2.0mol/L) 放在 200mL 三頸燒瓶中。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。在脫氣之後，對燒瓶內進行氮氣置換，然後加入 480mg (0.42mmol) 的四(三苯基膦)鈀(0)。在氮氣流下以 90℃ 攪拌該混合物 12 小時。在經過規定時間之後，將水加入到該混合物中，用甲苯萃取水層。混合所得到的萃取溶液和有機層，使用水進行洗滌，然後使用硫酸鎂乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液以得到固體，然後將該固體溶解於甲苯。將所得到的溶液藉由矽藻土(日本和光純藥工業公司、目錄號碼：531-16855)、矽酸鎂(日本和光純藥工業公司、目錄號碼：540-00135)、礬土吸引過濾。濃縮所得到的濾液以得到固體，然後使用甲苯使該固體再結晶，以 93% 的產率得到 4.9g (17mmol) 的目的物的白色固體。下述式 (b-1) 示出步驟 2 的合成方案。

[0344]



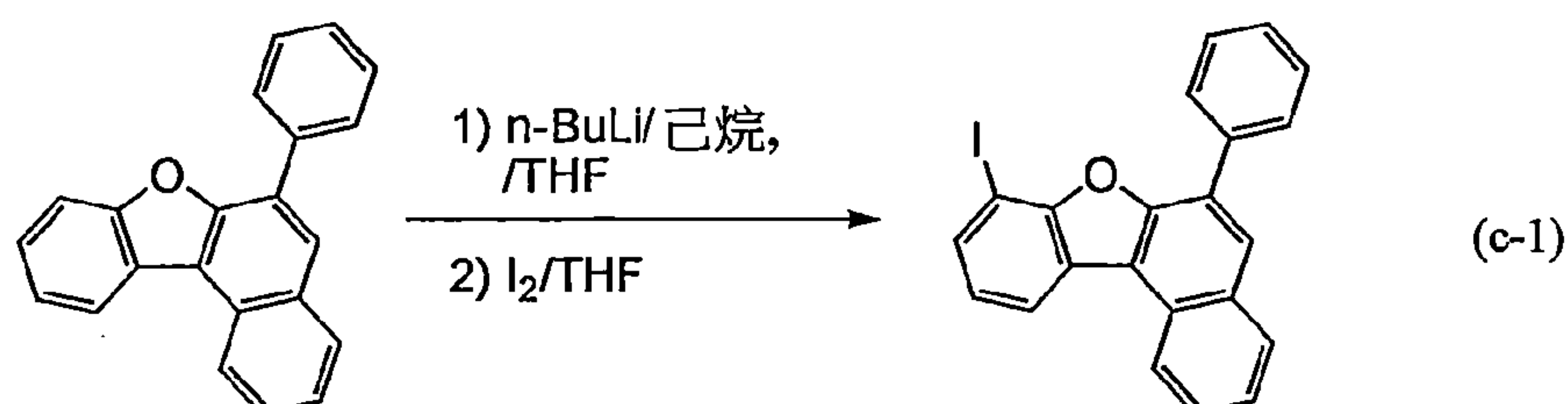
[0345]

<步驟 3：8-碘-6-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃的合成>

將 4.9g (17mmol) 的藉由步驟 2 合成的 6-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃放在 300mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進

行氮氣置換，然後加入 87mL 的四氫呋喃（THF）。將該溶液冷卻到 -75°C ，然後將 11mL（18mmol）的正丁基鋰（1.59mol/L 正己烷溶液）滴加到該溶液中。在滴加之後，在室溫下攪拌該溶液 1 小時。在經過預定時間後，將該溶液冷卻到 -75°C ，滴加將 4.6g（18mmol）的碘溶解於 18mL 的 THF 中的溶液。在將所得到的溶液回升至室溫的同時攪拌 17 小時。然後，對該混合物加入硫代硫酸鈉水溶液攪拌 1 小時，然後使用水洗滌該混合物的有機層，使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾以得到濾液，將該濾液藉由矽藻土（日本和光純藥工業公司、目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業公司、目錄號碼：540-00135）及礬土吸引過濾。濃縮所得到的濾液以得到固體，然後使用甲苯使該固體再結晶，以 53% 的產率得到 3.7g（8.8mmol）的目的物的白色固體。下述式（c-1）示出步驟 3 的合成方案。

[0346]



[0347]

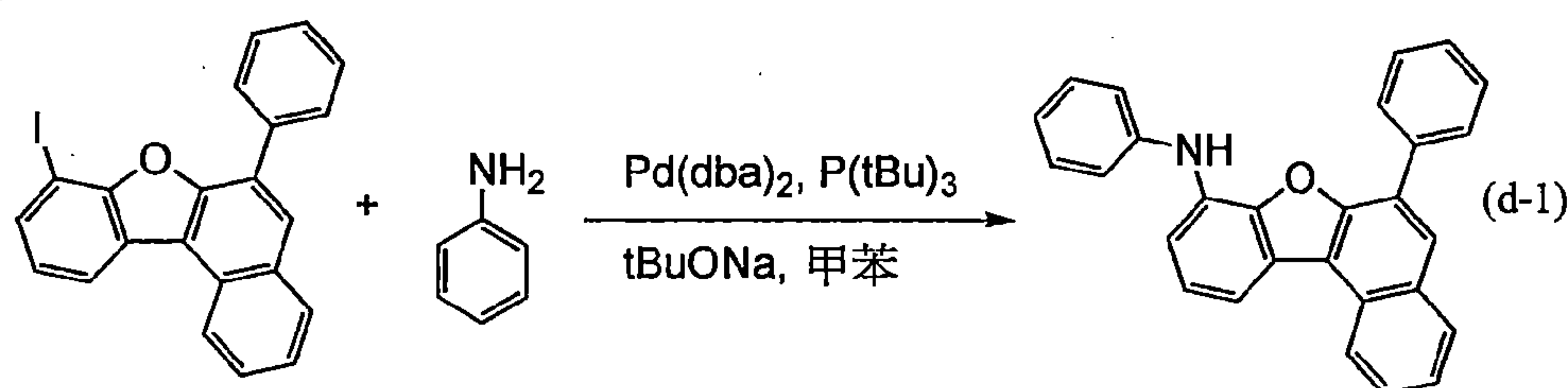
<步驟 4：6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺的合成>

將 5.0g(12mmol)的藉由步驟 3 合成的 8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.9g(30mmol)的三級丁醇鈉放在 200mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換。然後，加入

60mL 的甲苯、1.4g(13mmol)的苯胺以及 0.4mL 的三(三級丁基)膦(10wt%己烷溶液)。在對該混合物進行減壓脫氣之後，在氮氣流下將其保持為 60℃，然後加入 60mg(0.1mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，以 60℃攪拌該混合物 40 分鐘。在攪拌之後，使用水和飽和食鹽水洗滌所得到的混合物，且使用硫酸鎂使有機層乾燥。藉由重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所獲得的濾液，從而獲得白色固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑為甲苯：己烷=1：2)對該固體進行純化，以 77%的產率得到 3.5g 的目的物的白色固體。下述式(c-1)示出步驟4的合成方案。

[0348]

[化 60]



[0349] 以下示出所得到的白色固體的 ¹H NMR 資料。

¹H NMR (氯仿-d, 500MHz) : δ = 6.23 (s、1H)、7.04 (t、J=7.5Hz、1H)、7.24-7.26 (m、2H)、7.34-7.41 (m、4H)、7.47 (t、J=8.0Hz、1H)、7.54-7.60 (m、3H)、7.74 (t、J=7.5Hz、1H)、7.95 (d、J=6.5Hz、2H)、7.99 (dd、J1=1.5Hz、J2=7.0Hz、1H)、8.03 (s、1H)、8.08 (d、J=8.0Hz、1H)、8.66 (d、J=9.0Hz、1H)

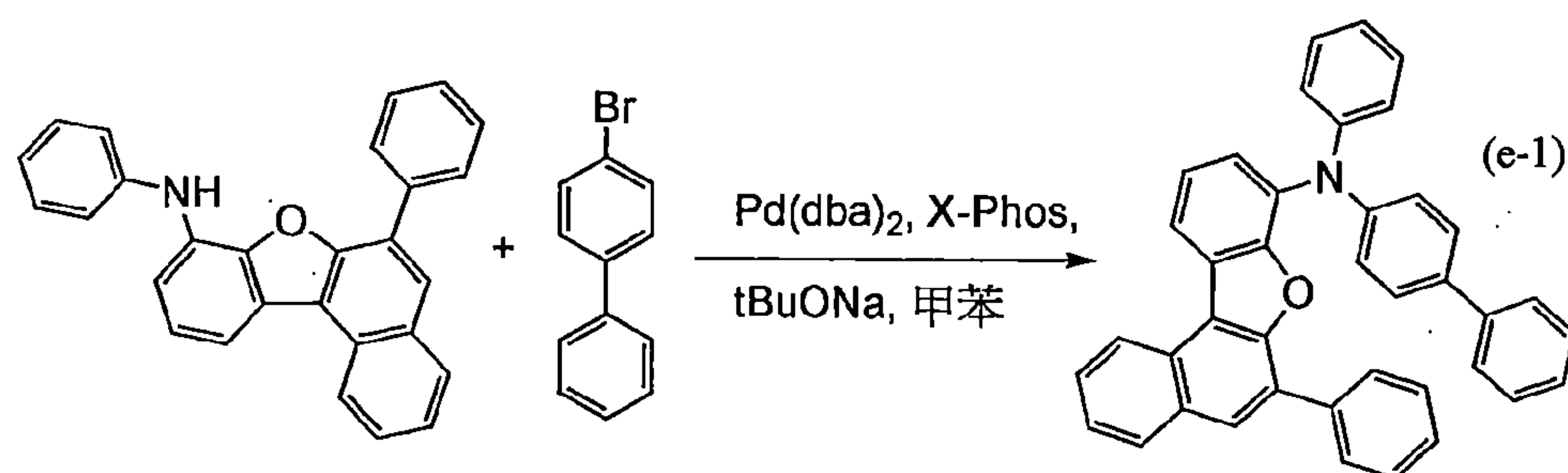
[0350]

〈步驟 5：（N-4-聯苯）-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺〉的合成〉

對 200mL 的三頸燒瓶中加入 1.3g (5.0mmol) 的 4-溴聯苯、1.9g (5.0mmol) 的經步驟 4 合成的 6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺、0.14g (0.30mmol) 的 2-二環己基膦基-2',4',6'-三異丙基聯苯（簡稱：X-Phos）、1.5g (15mmol) 的三級丁醇鈉，然後對燒瓶內進行氮置換，並加入 25mL 的甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，在氮氣流下將其保持為 60℃，然後加入 61mg(0.10mmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，以 80℃ 攪拌該混合物 3 小時。在攪拌之後，使用水和飽和食鹽水洗滌所得到的混合物，且使用硫酸鎂使有機層乾燥。藉由重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所獲得的濾液，從而獲得褐色固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑為甲苯：己烷=3：7)對該固體進行純化，以 67%的產率得到 2.0g 的目的物的淡黃色固體。下述式（e-1）示出步驟 5 的合成方案。

[0351]

[化 61]



[0352] 以下示出所得到的淡黃色固體的 ¹H NMR。另

外，圖 14A 和圖 14B 示出 ^1H NMR 譜。圖 14B 是圖 14A 中的 7.00ppm 至 9.00ppm 的範圍的放大圖。由此可知，根據本合成例得到了本發明的一個實施方式的有機化合物的 BnfABP。

[0353] ^1H NMR (二氯甲烷- d_2 , 500MHz) : δ = 7.11 (t, J =7.0Hz, 1H)、7.16 (t, J =7.0Hz, 4H)、7.22-7.33 (m, 7H)、7.39-7.47 (m, 5H)、7.53-7.60 (m, 5H)、7.74 (t, J =7.0Hz, 1H)、8.02 (s, 1H)、8.06 (d, J =8.0Hz, 1H)、8.23 (d, J =8.0Hz, 1H)、8.66 (d, J =8.0Hz, 1H)

[0354] 利用梯度昇華方法對所得到的 1.5g 的淡黃色固體進行昇華純化。昇華純化的條件為如下：壓力為 3.6Pa，氬流速為 15mL/min，以 235℃ 至 250℃ 將固體加熱 16 小時。在昇華純化之後，以 90% 的產率得到 1.4g 的目的物的淡黃色固體。

[0355] 接著，測量 BnfABP 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外·可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。作為甲苯溶液的吸收光譜測量，使用紫外可見分光光度計(日本分光公司製造的 V550 型)，減去只將甲苯放在石英皿中測定的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計 U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射

光譜。圖 15 示出所得到的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果，圖 16 示出固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。

[0356] 由圖 15 可知，BnfABP 的甲苯溶液在 376nm、340nm 及 321nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 417nm（激發波長 370nm）。

[0357] 另外，由圖 16 可知，BnfABP 的薄膜在 387nm、346nm、326nm、294nm 及 262nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 440nm（激發波長 360nm）。

[0358] 利用循環伏安法（CV）算出 BnfABP 的 HOMO 能階及 LUMO 能階。以下示出算出方法。

[0359] 作為測量裝置，使用電化學分析儀(BAS 株式會社(BAS Inc.)製造的 ALS 型號 600A 或 600C)。關於用於 CV 測定的溶液，作為溶劑使用脫水的二甲基甲醯胺(DMF，西格瑪-奧爾德里奇公司(Sigma-Aldrich Inc.)製造，99.8%，目錄號碼：227056)，將作為支援電解質(supporting electrolyte)的過氯酸四正丁基銨($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ，由東京化成工業株式會社製造，目錄號碼：T0836)溶解於溶劑並使過氯酸四正丁基銨的濃度為 100mmol/L。另外，將測定物件溶解於溶劑並使其濃度為 2mmol/L。另外，作為工作電極使用鉑電極(由 BAS 株式會社製造，PTE 鉑電極)，作為輔助電極使用鉑電極(BAS 株式會社製造，VC-3 用 Pt 對電極(5cm))，作為參考電極使用 Ag/Ag^+ 電極(由 BAS 株式會社製造，RE7 非水溶劑型

參考電極)。另外，測定在室溫下(20℃至 25℃)進行。將 CV 測定時的掃描速度統一為 0.1V/sec，測量出相對於參考電極的氧化電位 E_a [V]及還原電位 E_c [V]。 E_a 為氧化-還原波之間的中間電位， E_c 為還原-氧化波之間的中間電位。在此，已知在本實施例中使用的參考電極的相對於真空能階的勢能為 -4.94[eV]，因此利用 $\text{HOMO 能階 [eV]} = -4.94 - E_a$ 、 $\text{LUMO 能階 [eV]} = -4.94 - E_c$ 這兩個公式分別求得 HOMO 能階及 LUMO 能階。反復進行 CV 測量 100 次，比較第 100 次測量中的氧化-還原波與第 1 次測量中的氧化-還原波，來調查化合物的電性穩定性。

[0360] 由該結果可知，BnfABP 的 HOMO 能階為 -5.59eV、LUMO 能階為 -2.53eV。與第一次循環的氧化-還原波相比，循環 100 次後的氧化-還原波保持了 83%的峰值強度，由此可以確認 BnfABP 有很好的抗氧化性。此外，進行了 BnfABP 的熱重量檢測-差熱分析 (TG-DTA: Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。使用高真空熱重-差熱分析儀 (BrukerAXS 公司製造的 TG-DTA2410SA) 進行測定。在常壓、升溫速度為 10℃/min、氮氣流下 (流速: 200mL/min) 的條件下進行了測定時，從重量與溫度的關係 (熱重量測定) 來看，BnfABP 的 5%失重溫度約為 370℃。由此可知，BnfABP 具有很好的耐熱性。另外，使用由 PerkinElmer, Inc.製造的 Pyris 1 DSC 進行差示掃描量熱測量 (DSC 測量)。在差示掃描量熱測量中，連續地進行如下操作兩次：以

40℃ /分鐘的升溫速度從 -10℃ 升溫到 300℃，然後在相同溫度下保持 1 分鐘，接著，以 40℃ /分鐘的降溫速度從 300℃ 降溫到 -10℃。由 DSC 測量可知 BnfABP 的玻璃轉化點為 97℃ 是具有高耐熱性的化合物。

實施例 2

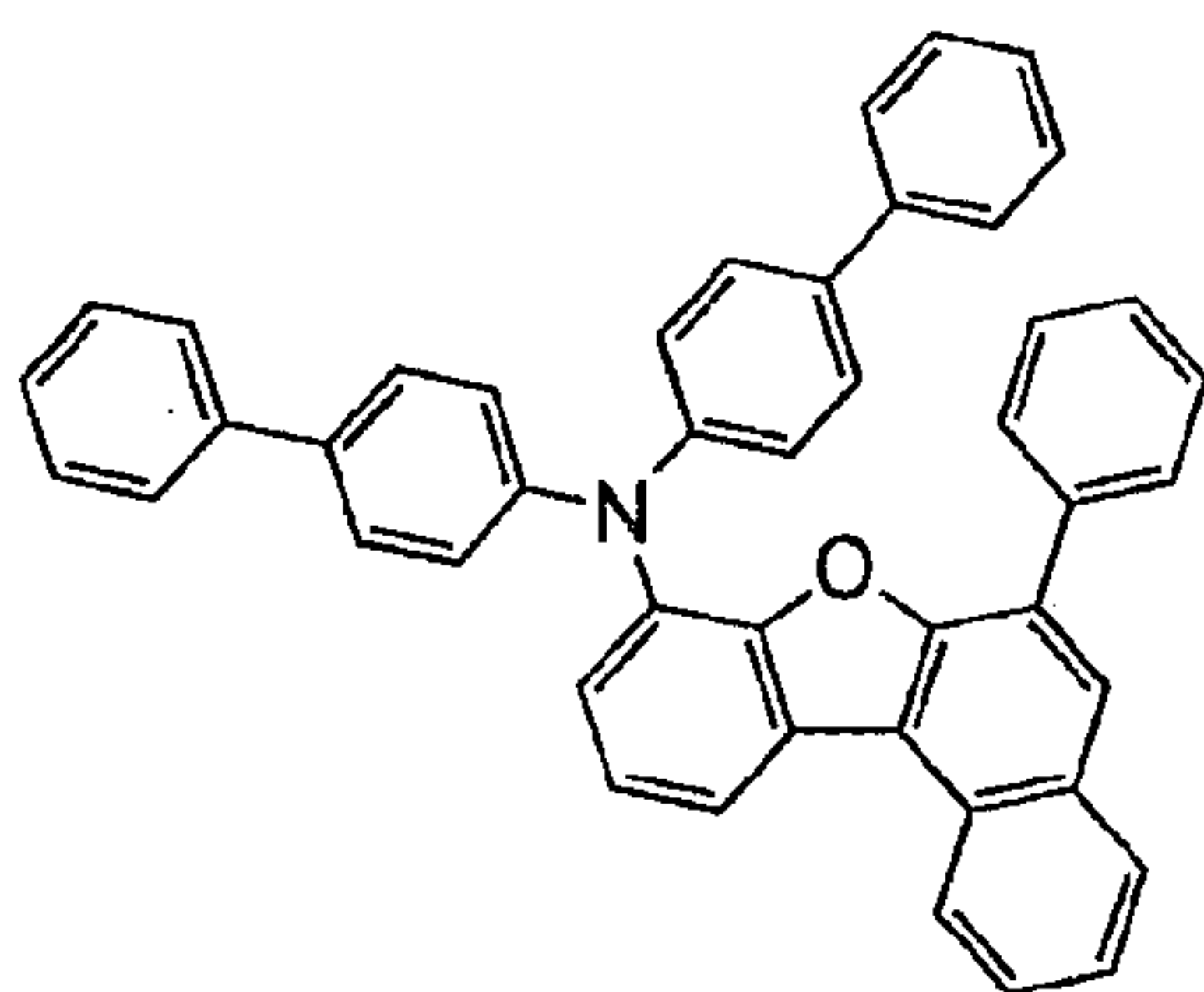
[0361]

《合成例 2》

在本合成例中，具體示出實施方式中由結構式 (146) 表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N,N-雙(聯苯-4-基)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺基(簡稱：BBABnf)的合成例。以下示出 BBABnf 的結構式。

[0362]

[化 62]



[0363]

〈步驟 1：6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成〉

與合成例 1 的步驟 1 同樣地合成。

[0364]

〈步驟 2：6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成〉

與合成例 1 的步驟 2 同樣地合成。

[0365]

〈步驟 3：8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成〉

與合成例 1 的步驟 3 同樣地合成。

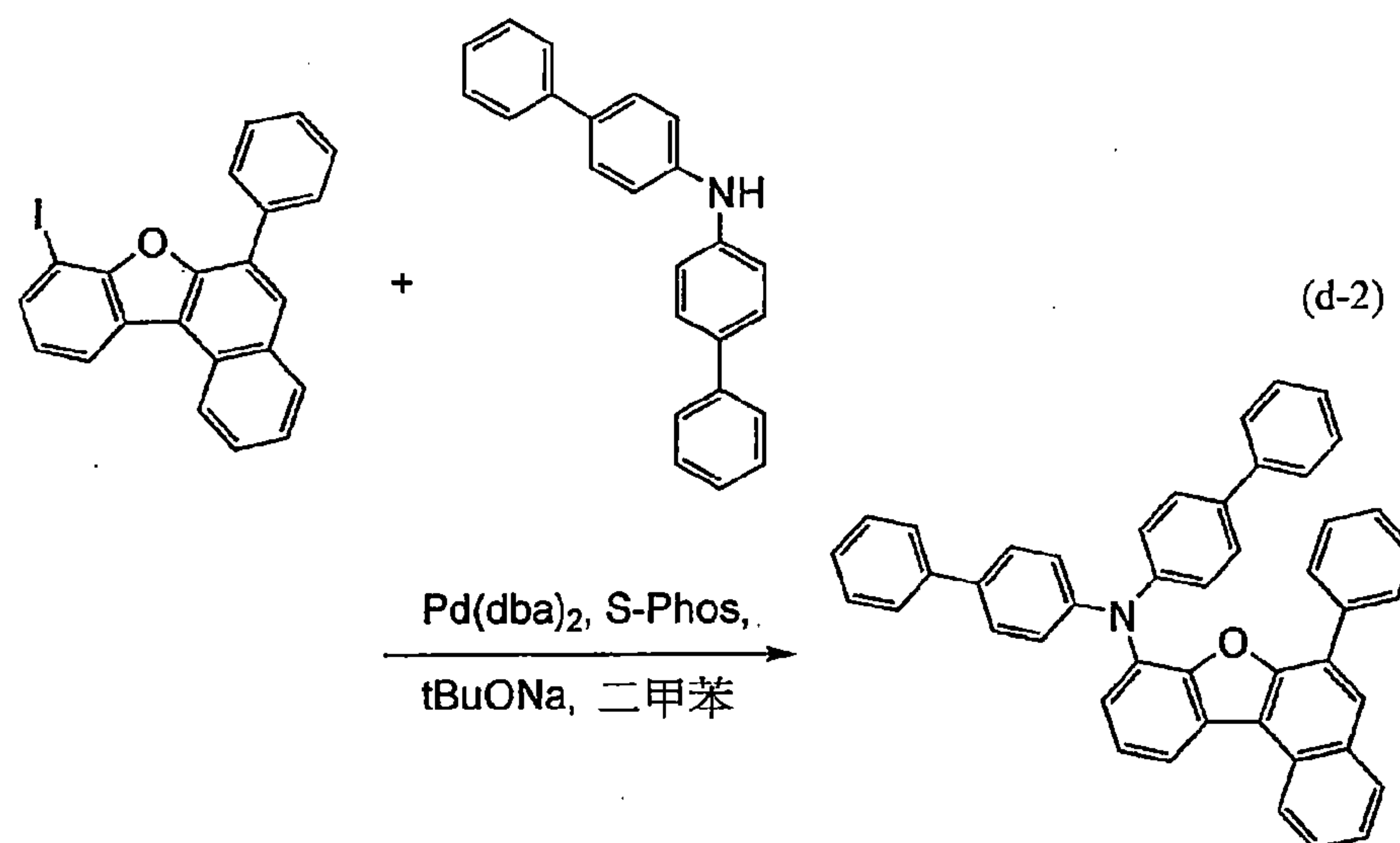
[0366]

〈步驟 4：（9,9-二甲基-9H-芴-2,7-二基）雙（6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺）的合成〉

將 2.1g(5.0mmol)的經實施例 1 的步驟 3 合成的 8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、1.6g(5.0mmol)的雙（1,1'-聯苯基-4-基）胺、0.17g(0.40mmol)的 2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧-1,1'-聯苯（簡稱：S-Phos）、0.97g(10mmol)的三級丁醇鈉放在 200mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，然後，加入 25mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，在氮氣流下將其保持為 80℃，然後，加入 0.12g(0.20mmol)的雙（二亞苺基丙酮）鈣(0)，以 80℃ 攪拌該混合物 5.5 小時，然後進一步，以 100℃ 攪拌該混合物 5 小時。在攪拌之後，使用水和飽和食鹽水洗滌所得到的混合物，且使用硫酸鎂使有機層乾燥。藉由重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所獲得的濾液，從而獲得褐色固體。將獲得的固體溶解於甲苯中，並將其藉由矽藻土（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：537-02305）和礬土過濾。濃縮所得到的濾液，以 67%的產率得到 2.0g 的目的物的黃色固體。以下示出步驟 4 的合成路線（d-2）。

[0367]

[化 63]



[0368] 以下示出所得到的淡黃色固體的 ^1H NMR。另外，圖 17A 和圖 17B 示出 ^1H NMR 譜。圖 17B 是圖 17A 中的 7.00ppm 至 9.00ppm 的範圍的放大圖。由此可知，根據本合成例得到了本發明的一個實施方式的有機化合物的 BBABnf。

^1H NMR (二氯甲烷- d_2 , 500MHz) : $\delta = 7.14\text{--}7.19$ (m、3H)、7.22 (d、 $J=8.5\text{Hz}$ 、4H)、7.29-7.33 (m、3H)、7.41 (t、 $J=8.0\text{Hz}$ 、4H)、7.44-7.49 (m、3H)、7.55-7.58 (m、5H)、7.61 (d、 $J=8.0\text{Hz}$ 、4H)、7.74 (t、 $J=8.0\text{Hz}$ 、1H)、8.02 (s、1H)、8.06 (d、 $J=8.0\text{Hz}$ 、1H)、8.26 (d、1H)、8.67 (d、 $J=8.0\text{Hz}$ 、1H)

[0369] 利用梯度昇華方法對所得到的 2.0g 的淡黃色固體進行昇華純化。昇華純化的條件為如下：壓力為 3.8Pa、氬流速為 15mL/min，以 270℃ 將固體加熱 16 小時。在昇華純化之後，以 81% 的產率得到 1.7g 的目的物

的黃色固體。

[0370] 接著，測量 BBABnf 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。該測定使用與 BnfABP 測定同樣的裝置及方法進行。圖 18 示出所得到的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果，圖 19 示出固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。

[0371] 由圖 18 可知，BBABnf 的甲苯溶液在 343nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 420nm (激發波長 340nm)。

[0372] 另外，由圖 19 可知，BBABnf 的薄膜在 344nm、325nm 及 257nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值為 439nm (激發波長 361nm)。

[0373] 利用循環伏安法 (CV) 算出 BBABnf 的 HOMO 能階及 LUMO 能階。算出方法與實施例 1 說明的方法相同。

[0374] 由該結果可知，BBABnf 的 HOMO 能階為 -5.56eV、LUMO 能階為 -2.51eV。另外，較循環 1 次的氧化-還原波，循環 100 次後的氧化-還原波保持 90%的峰值強度，由此可以確認 BBABnf 的抗氧化性極強。另外，BBABnf 的 TG-DTA 測定與 DSC 測定利用與 BnfABP 同樣的測定方法進行。但是，在 DSC 測定中，使溫度上升至 330℃。由 TG-DTA 測定可知，5%失重溫度大約為 410℃。由此可知，BBABnf 具有良好的耐熱性。另外，由

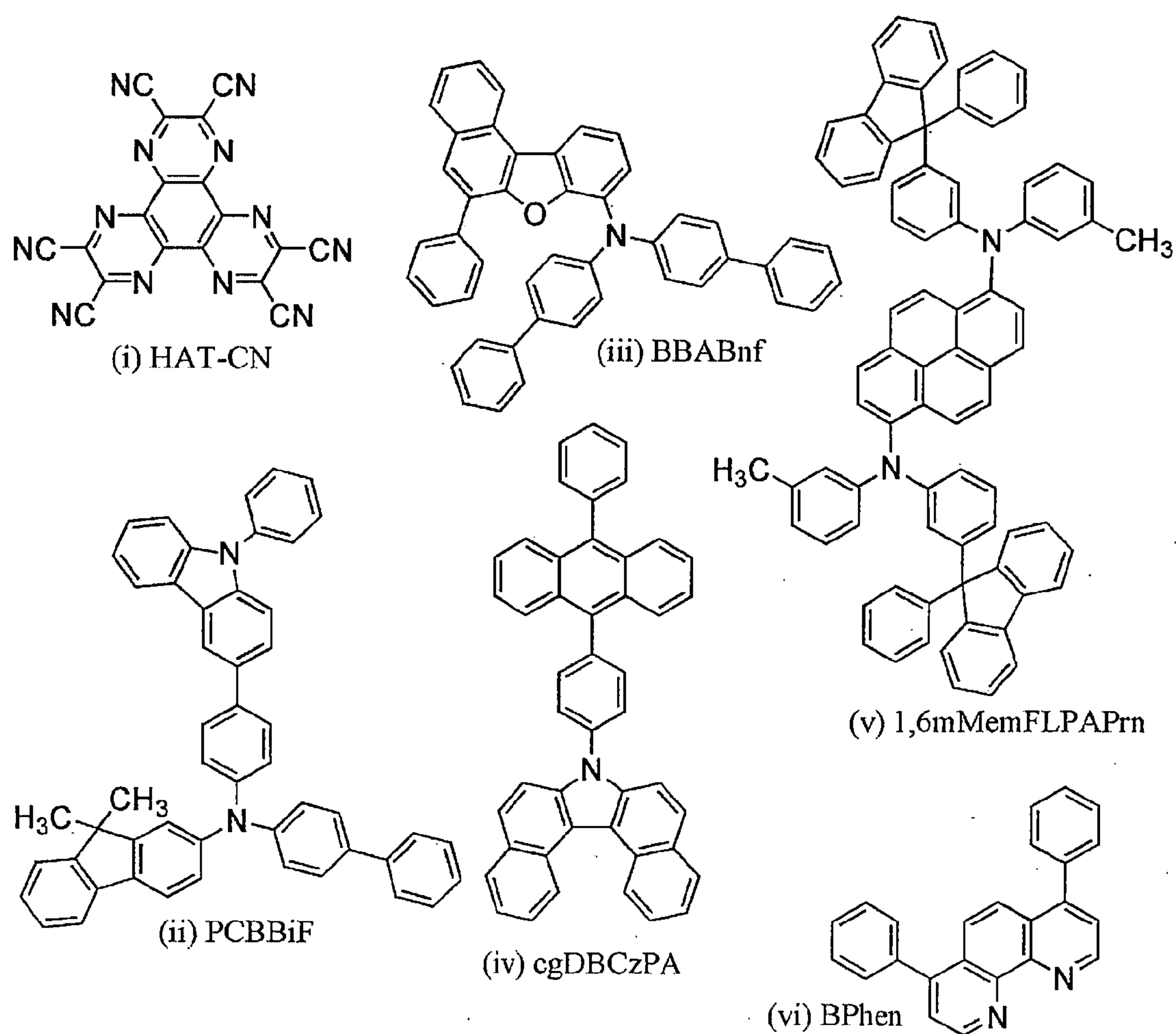
DSC 測定可知，BBABnf 的玻璃轉化點為 117°C 是具有高耐熱性的化合物。

實施例 3

[0375] 本實施例中對實施方式 1 說明之本發明的一個實施方式的發光元件 1 進行說明。以下示出發光元件 1 的有機化合物的結構式。

[0376]

[化 64]



[0377]

(發光元件 1 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成含氧化矽的氧化錫銦（ITSO）來形成陽極 101。其膜厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

[0378] 然後，作為對在基板上形成發光元件的預處理步驟，用水洗滌基板表面，在 200℃ 烘焙 1 小時，並進行 370 秒 UV 臭氧處理。

[0379] 之後，將基板引入在其內部壓力降低到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，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。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

[0380] 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，然後在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以厚度為 5nm 的方式蒸鍍上述結構式 (i) 所表示的 2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯（簡稱：HAT-CN），由此形成電洞注入層 111。

[0381] 接著，在電洞注入層 111 上蒸鍍厚度為 25nm 的由上述結構式 (ii) 表示的 N-（1,1'-聯苯-4-基）-9,9-二甲基-N-[4-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）苯基]-9H-芴-2-胺（簡稱：PCBBiF）及厚度為 5nm 的由上述結構式 (iii) 表示的 N,N-雙（聯苯-4-基）-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺（簡稱：BBABnf），由此形成電洞傳輸層 112。

[0382] 接著，將由上述結構式 (iv) 表示的 7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c,g]吡啶（簡稱：

cgDBCzPA) 和由上述結構式 (v) 表示的 N,N'-雙 (3-甲基苯基) -N,N'-雙 [3- (9-苯基 -9H-芴 -9-基) 苯基] -芘 -1,6-二胺 (簡稱 : 1, 6mMemFLPAPrn) 以重量比為 1 : 0.03 (=cgDBCzPA : 1, 6mMemFLPAPrn) 的方式進行共蒸鍍形成 25nm 厚的發光層 113。

[0383] 然後，在發光層 113 上蒸鍍 10nm 厚的 cgDBCzPA，然後再蒸鍍 15nm 厚的由上述結構式 (vi) 表示的紅啡啉 (簡稱 : BPhen)，由此形成電子傳輸層 114。

[0384] 在形成電子傳輸層 114 之後，蒸鍍 1nm 厚的氟化鋰 (LiF) 來形成電子注入層 115，然後蒸鍍 200nm 厚的鋁來形成陰極 102，由此製造出本實施例的發光元件 1。

[0385] 表 1 示出發光元件 1 的元件結構。

[0386]

[表 1]

空穴 注入層	空穴 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
5nm	25nm	5nm	25nm	10nm	15nm	1nm
HAT-CN	PCBBiF	BBABnf	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0387] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 1 暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 1 進行密封處理 (將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理)，然後對發光元

件的初期特性及可靠性進行測量。測定在保持為 25℃ 的氛圍中進行。

[0388] 圖 20 示出發光元件 1 的亮度-電流密度特性，圖 21 示出電流效率-亮度特性，圖 22 示出亮度-電壓特性，圖 23 示出電流-電壓特性，圖 24 示出外部量子效率-亮度特性，圖 25 示出發射光譜。表 2 示出發光元件 1 的 1000cd/m² 附近的主要特性。

[0389]

[表 2]

電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
2.9	0.18	5	0.14	0.16	12.4	10.8

[0390] 由圖 20 至圖 25 及表 2 可知，本發明的一個實施方式的發光元件 1 是驅動電壓小且高效率的藍色發光元件。

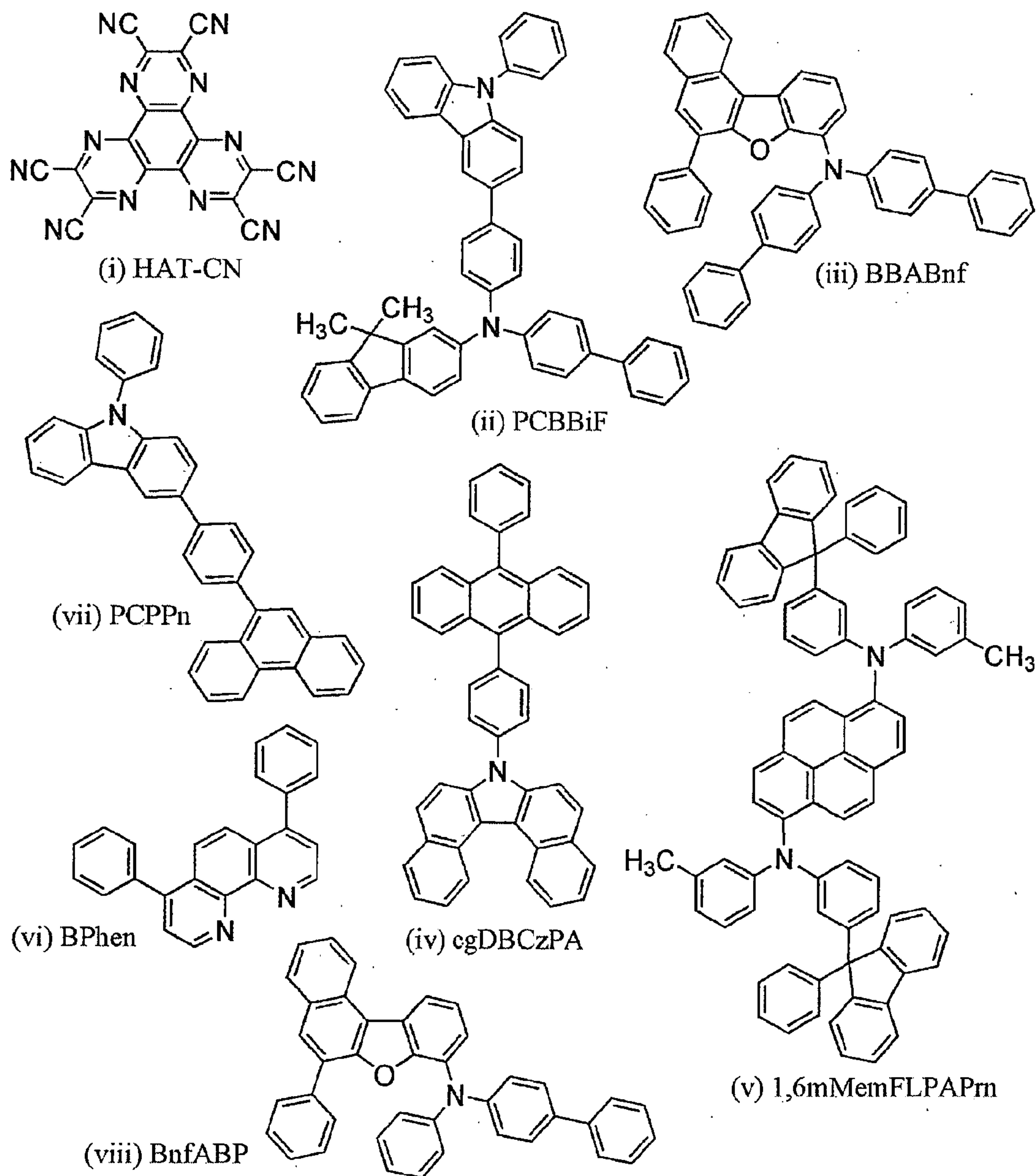
[0391] 另外，圖 26 示出在電流值為 2mA 且電流密度為恆定的條件下，相對於驅動時間的亮度變化的圖表。由圖 26 可知，發光元件伴隨驅動時間累積的亮度下降少且使用壽命長。

實施例 4

[0392] 在本實施例中，對在實施方式 1 中說明的本發明的一個實施方式的發光元件 2 及發光元件 3 進行說明。以下示出用於發光元件 2 及發光元件 3 的有機化合物的結構式。

[0393]

[化 65]



[0394]

(發光元件 2 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成含氧化矽的氧化錫銮（ITSO）來形成陽極 101。其膜厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

[0395] 然後，作為對在基板上形成發光元件的預處理步驟，用水洗滌基板表面，在 200℃ 烘焙 1 小時，並進行 370 秒 UV 臭氧處理。

[0396] 之後，將基板引入在其內部壓力降低到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，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。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

[0397] 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，然後在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以厚度為 5nm 的方式蒸鍍上述結構式 (i) 所表示的 2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯 (簡稱：HAT-CN)，由此形成電洞注入層 111。

[0398] 接著，在電洞注入層 111 上蒸鍍 20nm 厚的由上述結構式 (ii) 表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-呋啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺 (簡稱：PCBBiF) 以形成第一電洞傳輸層 112-1，並在第一電洞傳輸層 112-1 上蒸鍍 5nm 厚的由上述結構式 (iii) 表示的 N,N-雙(聯苯-4-基)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺 (簡稱：BBABnf) 以形成第二電洞傳輸層 112-2，在第二電洞傳輸層 112-2 上蒸鍍 5nm 厚的由上述結構式 (vii) 表示的 3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-呋啶 (簡稱：PCPPn) 以形成第三電洞傳輸層 112-3。

[0399] 接著，將由上述結構式 (iv) 表示的 7-[4-

(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱:cgDBCzPA)和由上述結構式(v)表示的N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-芘-1,6-二胺(簡稱:1,6mMemFLPAPrn)以重量比為1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)的方式進行共蒸鍍形成25nm厚的發光層113。

[0400] 然後,在發光層113上蒸鍍10nm厚的cgDBCzPA,然後再蒸鍍15nm厚的由上述結構式(vi)表示的紅啡啉(簡稱:BPhen),由此形成電子傳輸層114。

[0401] 在形成電子傳輸層114之後,蒸鍍1nm厚的氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115,然後蒸鍍200nm厚的鋁來形成陰極102,由此製造出本實施例的發光元件2。

[0402]

(發光元件3的製造方法)

發光元件3藉由如下方法形成:代替BBABnf使用(N-4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱:BnfABP)形成發光元件2中的第二電洞傳輸層112-2,其他部分與發光元件2同樣地製造。

[0403] 表3示出發光元件2及發光元件3的元件結構。

[0404]

[表 3]

空穴 注入層	空穴 傳輸層			發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
	1	2	3				
5nm	20nm	5nm	5nm	25nm	10nm	15nm	1nm
HAT-CN	PCBBiF	*1	PCPPn	cgDBCzPA: 1, 6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

*1 發光元件 2：BBABnf, 發光元件 3：BnfBPA

[0405] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 2 及發光元件 3 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理)，然後對這些發光元件的初期特性及可靠性進行測量。在室溫下（在保持於 25℃ 的大氣中）進行測量。

[0406] 圖 27 示出發光元件 2 及發光元件 3 的亮度-電流密度特性，圖 28 示出電流效率-亮度特性，圖 29 示出亮度-電壓特性，圖 30 示出電流-電壓特性，圖 31 示出外部量子效率-亮度特性，圖 32 示出發射光譜。表 4 示出各發光元件的 1000cd/m² 附近的主要特性。

[0407]

[表 4]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件2	3.0	0.20	5	0.14	0.16	13.8	11.8
發光元件3	3.0	0.34	9	0.14	0.15	12.8	11.5

[0408] 由圖 27 至圖 32 及表 4 可知，本發明的一個實施方式的發光元件 2 及發光元件 3 是驅動電壓低且高效

率的藍色發光元件。

[0409] 另外，圖 33 示出電流值為 2mA 且電流密度為恆定的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。由圖 33 可知，發光元件 2 及發光元件 3 是在驅動 40 小時之後還能保持初始亮度的 94% 以上的亮度的隨驅動時間變長亮度降低非常小的壽命良好的發光元件。

實施例 5

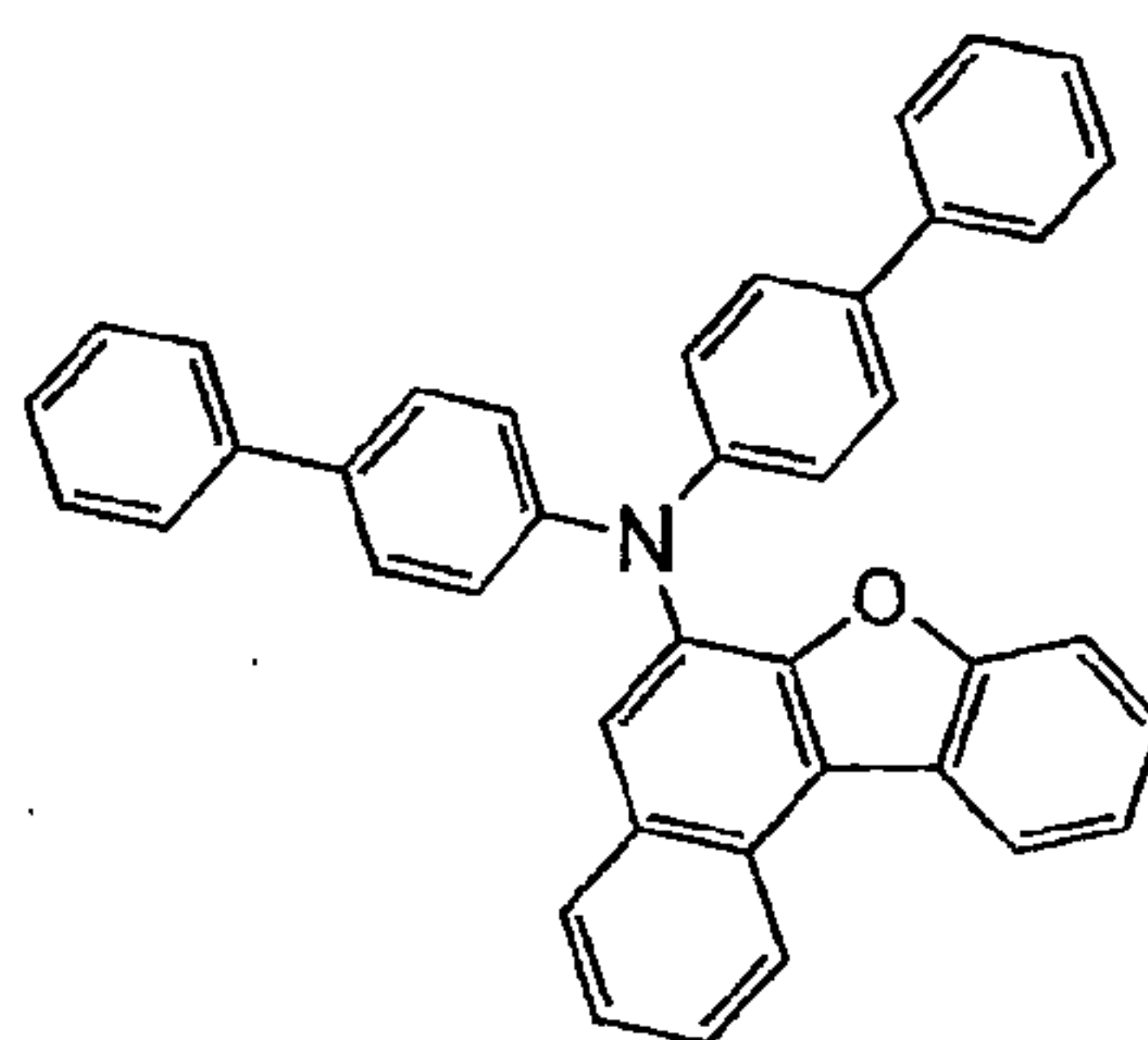
[0410]

《合成例 3》

在本合成例中，具體示出實施例中由結構式（229）表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N,N-雙（4-聯苯）苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺（簡稱：BBABnf（6））的合成例。以下示出 BBABnf（6）的結構式。

[0411]

[化 66]



[0412]

〈步驟 1：6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成〉

6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃利用與實施例 1 的合成例 1 中的步驟 1 同樣的步驟合成。

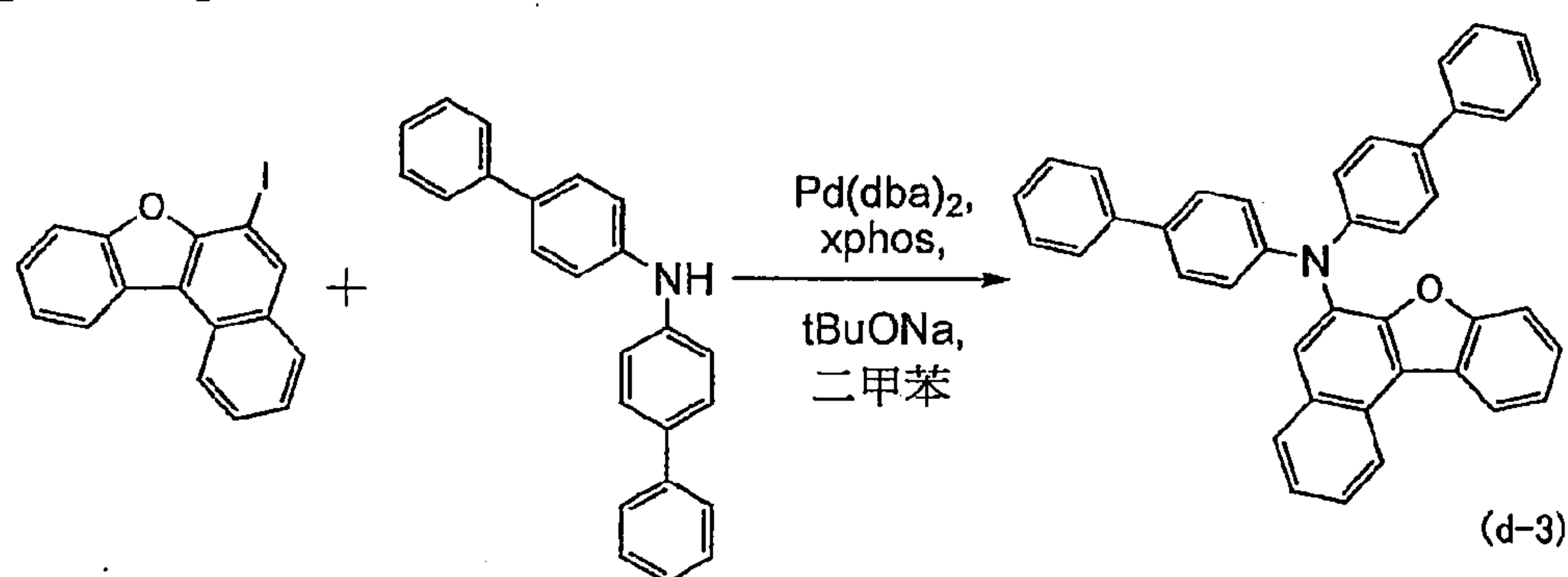
[0413]

〈步驟 2：BBABnf (6) 的合成〉

對 200mL 三頸燒瓶加入 2.7g (8.0mmol) 的經步驟 1 合成的 6-碘苯并[b]萸并[1,2-d]呋喃、2.6g (8.0mmol) 的雙(1,1'-聯苯-4-基)胺、0.19g (0.40mmol) 的 2-二環己基磷基-2',4',6'-三異丙基聯苯(簡稱：x-Phos)和 1.5g (15mmol) 的三級丁醇鈉，並對燒瓶內進行氮置換之後，在加入 40mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，在氮氣流下將其保持為 80℃，然後，加入 0.11g (0.20mmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，並對該混合物以 120℃ 攪拌 3 小時，然後再以 140℃ 攪拌 6.5 小時。攪拌後，使用水和飽和食鹽水洗滌得到的混合物並使用硫酸鎂對有機層進行乾燥。藉由重力過濾去除硫酸鎂，濃縮所獲得的濾液，從而獲得褐色固體。藉由利用高速液體層析法(移動相(mobile phase)：氯仿)純化該褐色固體，以 79%的產率得到 3.4g 的目的物的淡黃色固體。下述式(d-3)示出步驟 2 的合成方案。

[0414]

[化 67]



[0415] 以下示出所得到的淡黃色固體的 ^1H NMR。圖 36A 和圖 36B 示出 ^1H NMR 譜。圖 36B 是圖 36A 中的 7.00ppm 至 9.00ppm 的範圍的放大圖。由此可知，根據本合成例得到了本發明的一個實施方式的有機化合物的 BBABnf (6)。

^1H NMR (氯仿- d , 500MHz) : δ = 7.25 (d、 J =8.5Hz、4H)、7.31 (t、 J =7.5Hz、2H)、7.41-7.48 (m、6H)、7.51-7.54 (m、6H)、7.60 (d、 J =8.0Hz、4H)、7.67 (t、 J =7.5Hz、1H)、7.73 (s、1H)、7.88 (d、 J =8.0Hz、1H)、8.42 (d、 J =7.0Hz、1H)、6.83 (d、 J =8.0Hz、1H)

[0416] 利用梯度昇華方法對所得到的 3.4g 的淡黃色固體進行昇華純化。昇華純化的條件為如下：壓力為 3.8Pa，氬流速為 15mL/min，以 275℃ 將固體加熱 15 小時。在昇華純化之後，以 87% 的產率得到 3.0g 的目的物的淡黃色固體。

[0417] 接著，測量 BBABnf (6) 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外·可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。測定使用與實施例 1 的測定同樣的裝置及方法進行。圖 37 示出得到的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測定結果，圖 38 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜的測定結果。

[0418] 由圖 37 可知，BBABnf (6) 的甲苯溶液在 382nm 附近觀察到主要的吸收峰值，發光波長的峰值為

429nm（激發波長 337nm）。

[0419] 另外，由圖 38 可知，BBABnf（6）的薄膜在 390nm 附近觀察到主要的吸收峰值，發光波長的峰值為 453nm（激發波長 390nm）。

實施例 6

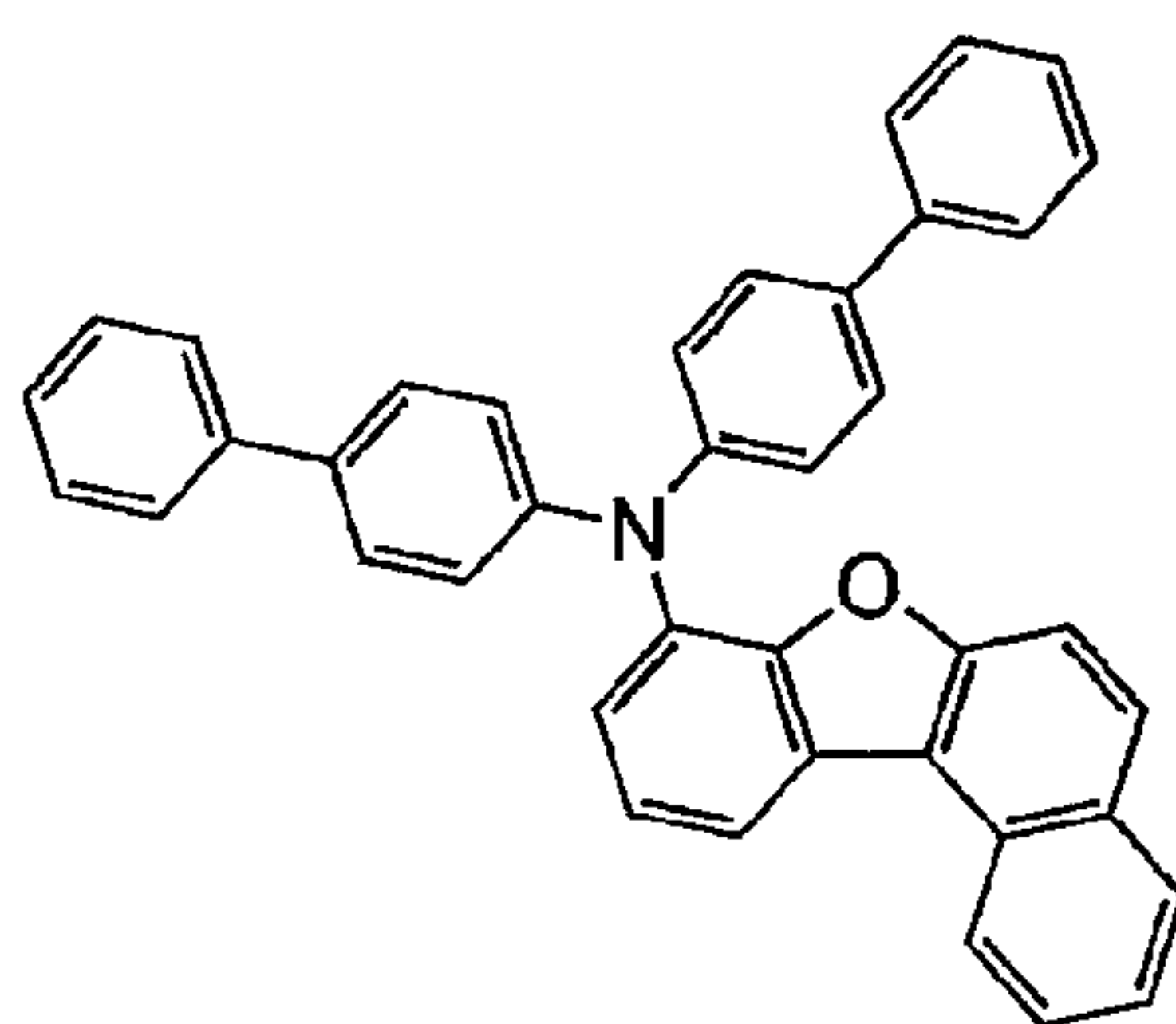
[0420]

《合成例 4》

在本合成例中，具體示出實施例中由結構式（189）表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N,N-雙（4-聯苯）苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺）（簡稱：BBABnf（8））的合成例。以下示出 BBABnf（8）的結構式。

[0421]

[化 68]



[0422]

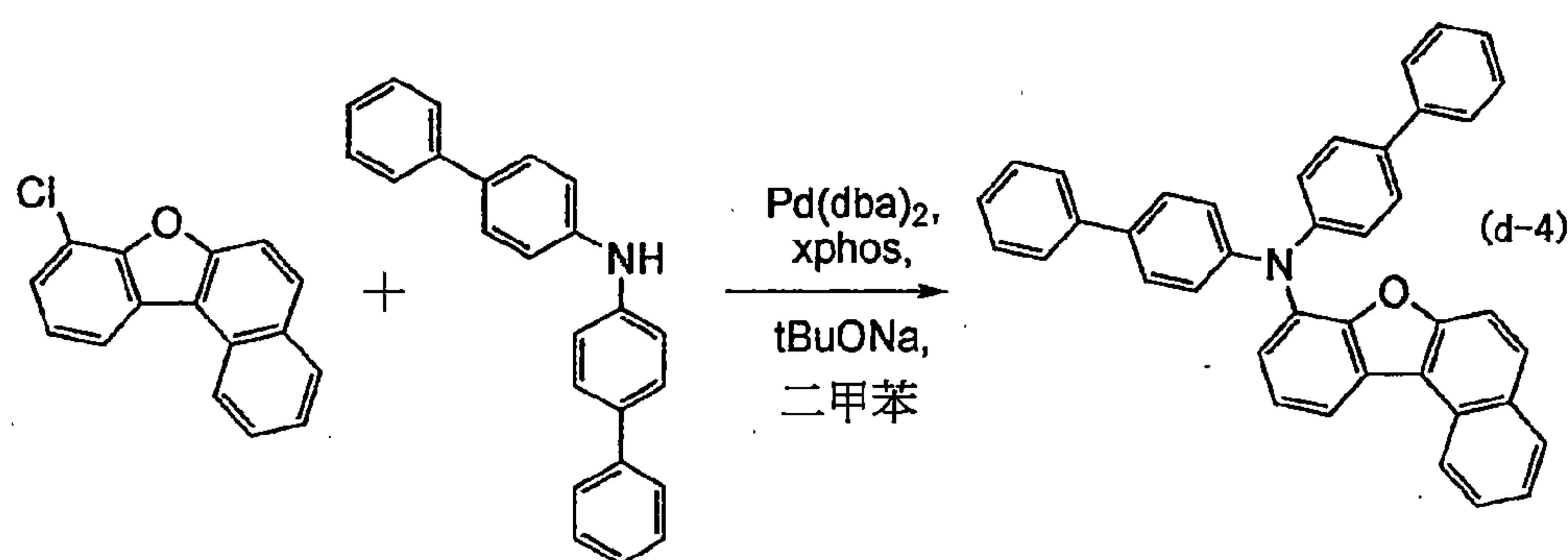
〈步驟 1：BBABnf（8）的合成〉

對 200mL 的三頸燒瓶加入 2.0g（8.0mmol）的 8-氯苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.6g（8.0mmol）的雙（1,1'-聯苯-4-基）胺、0.19g（0.40mmol）的 2-二環己基膦基-2',4',6'-三異丙基聯苯（簡稱：xPhos）和 1.5g（15mmol）的三級丁

醇鈉，對燒瓶內進行氮置換之後在加入 40mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，在氮氣流下將其保持為 80℃，然後，加入 0.11g (0.20mmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)，並以 120℃ 攪拌該混合物 3 小時，然後再以 140℃ 攪拌 6.5 小時。攪拌後，以 120℃ 加熱得到的混合物並利用矽藻土(日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855)、矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135)及氧化鋁對其進行過濾。藉由濃縮獲得的濾液，獲得淡褐色固體。藉由利用高速液體層析法(移動相(mobile phase)：氯仿)純化該褐色固體，以 68% 的產率得到 2.9g 的目的物的淡黃色固體。下述式 (d-4) 示出步驟 1 的合成方案。

[0423]

[化 69]



[0424] 以下示出得到的淡黃色固體的 ¹H NMR。另外，圖 39A 和圖 39B 示出 ¹H NMR 譜。圖 39B 是圖 39A 中的 7.00ppm 至 9.00ppm 的範圍的放大圖。由此可知，根據本合成例得到了本發明的一個實施方式的有機化合物 BBABnf (8)。

^1H NMR (氯仿 -d , 500MHz) : δ =7.23 (d 、 J=8.5Hz 、 4H) 、 7.31 (t 、 J=7.5Hz 、 2H) 、 7.36 (d 、 J=8.0Hz 、 1H) 、 7.42 (t 、 J=8.0Hz 、 4H) 、 7.47 (d 、 J=8.0Hz 、 1H) 、 7.52 (d 、 J=9.0Hz 、 4H) 、 7.56 (t 、 J=7.5Hz 、 1H) 、 7.59-7.61 (m 、 5H) 、 7.74 (t 、 J=8.5Hz 、 1H) 、 7.87 (d 、 J=8.0Hz 、 1H) 、 8.01 (d 、 J=8.0Hz 、 1H) 、 8.25 (d 、 J=8.0Hz 、 1H) 、 8.65 (d 、 J=8.0Hz 、 1H)

[0425] 利用梯度昇華方法對所得到的 3.9g 的淡黃色固體進行昇華純化。昇華純化的條件為如下：壓力為 3.8Pa、氬流速為 15mL/min，以 275℃ 將固體加熱 15 小時。在昇華純化之後，以 72% 的產率得到 2.1g 的目的物的黃色固體。

[0426] 接著，測量 BBABnf (8) 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外·可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。測定使用與實施例 1 的測定同樣的裝置及方法進行。圖 40 示出得到的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測定結果，圖 41 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜的測定結果。

[0427] 由圖 40 可知，BBABnf (8) 的甲苯溶液在 337nm 附近觀察到主要的吸收峰值，發光波長的峰值為 410nm (激發波長 337nm) 。

[0428] 由圖 41 可知，BBABnf (8) 的薄膜在 370nm 附近觀察到主要的吸收峰值，發光波長的峰值為 431nm

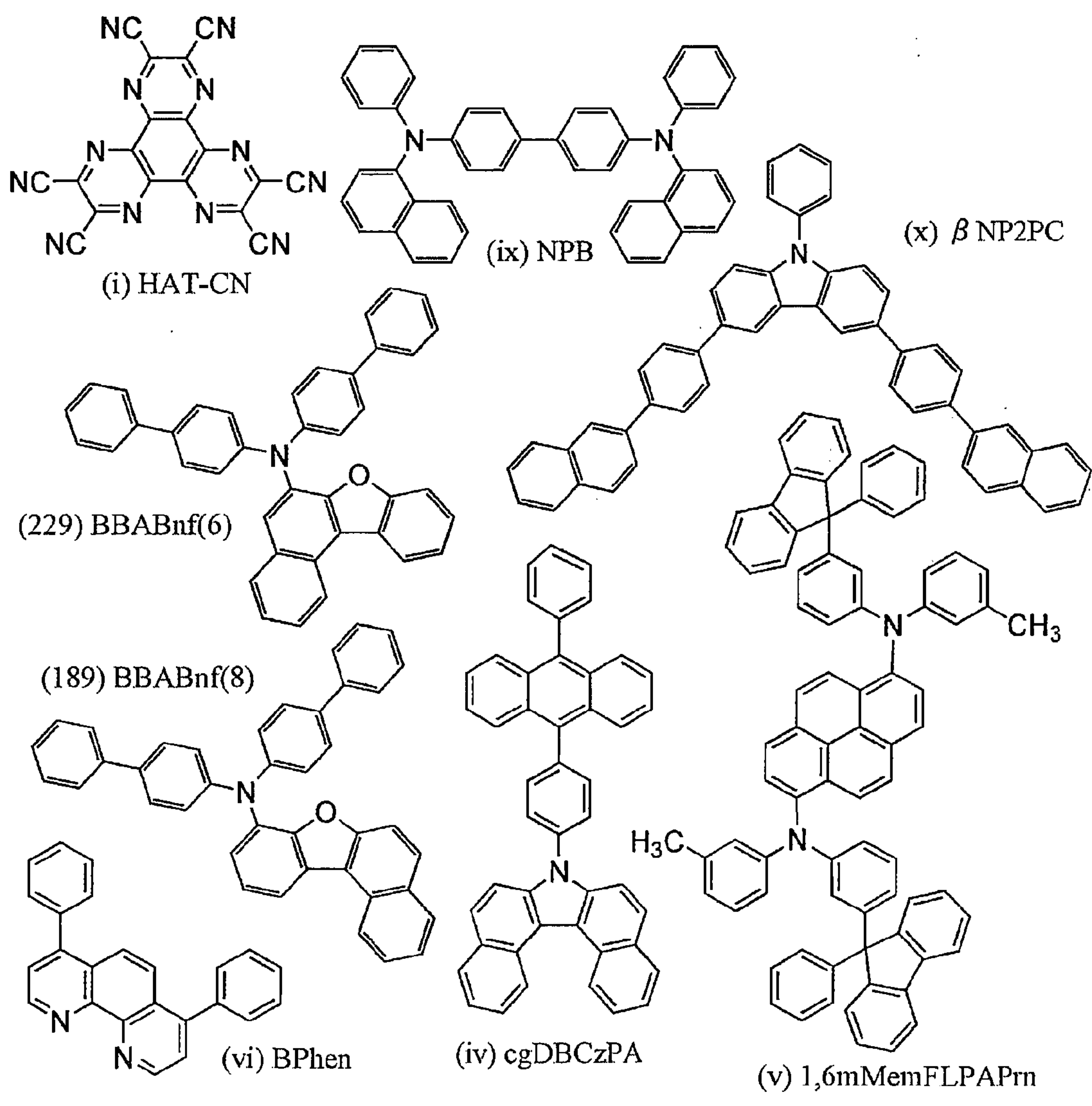
(激發波長 358nm) 。

實施例 7

[0429] 在本實施例中，對實施方式 1 說明的本發明的一個實施方式的發光元件 4 及發光元件 5 進行說明。以下示出發光元件 4 及發光元件 5 使用的有機化合物的結構式。

[0430]

[化 70]



[0431]

（發光元件 4 的製造方法）

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物（ITSO）膜，由此形成陽極 101。該陽極 101 的厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

[0432] 接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理步驟，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，並進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0433] 然後，將基板引入到其內部壓力被降低到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170℃ 進行 30 分鐘的真空烘焙後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

[0434] 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，然後在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以厚度為 5nm 的方式蒸鍍上述結構式（i）所表示的 2,3,6,7,10,11-六氫-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯（簡稱：HAT-CN），由此形成電洞注入層 111。

[0435] 接著，在電洞注入層 111 上蒸鍍 10nm 厚的由上述結構式（ix）表示的 4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）形成第一電洞傳輸層 112-1，在第一電洞傳輸層 112-1 上蒸鍍 10nm 厚的由上述結構式（229）表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N,N-二（4-聯苯）苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺（簡

稱：BBABnf (6)) 來形成第二電洞傳輸層 112-2，在第二電洞傳輸層 112-2 上蒸鍍 10nm 厚的由上述結構式 (x) 表示的 3,6-雙[4-(2-萘基)苯基]-9-苯基-9H-咔唑 (簡稱： β NP2PC) 形成第三電洞傳輸層 112-3。

[0436] 接著，以重量比為 1 : 0.03 (=cgDBCzPA : 1, 6mMemFLPAPrn) 的方式共蒸鍍由上述結構式 (iv) 表示的 7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑 (簡稱：cgDBCzPA) 和由上述結構式 (v) 表示的 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-芘-1,6-二胺 (簡稱：1, 6mMemFLPAPrn) 形成 25nm 厚的發光層 113。

[0437] 然後，在發光層 113 上以厚度為 10nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA，然後以厚度為 15nm 的方式蒸鍍由上述結構式 (vi) 表示的紅啡啉 (簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層 114。

[0438] 在形成電子傳輸層 114 之後，藉由以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰 (LiF) 來形成電子注入層 115，接著，藉由以厚度為 200nm 的方式蒸鍍鋁來形成陰極 102，，由此製造出本實施例的發光元件 4。

[0439]

(發光元件 5 的製造方法)

發光元件 5 除了使用 N,N-二(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺) (簡稱：BBABnf (8)) 代替 BBABnf (6) 形成第二電洞傳輸層 112-2 之外其他都與發光元件 4

的製造方法相同。

[0440] 表 5 示出發光元件 4 及發光元件 5 的元件結構。

[0441]

[表 5]

空穴 注入層	空穴傳輸層			發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
	1	2	3				
5nm	10nm	10nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
HAT-CN	NPB	*2	β NP2PC	cgDBCzPA: 1, 6mMemFLP APrn (1:0.03)	cgDBCzP A	BPhen	LiF

*2 發光元件 4：BBABnf(6), 發光元件 5：BBABnf(8)

[0442] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 4 及發光元件 5 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理），然後對這些發光元件的初期特性及可靠性進行測量。另外，測量在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行。

[0443] 圖 42 示出發光元件 4 及發光元件 5 的亮度-電流密度特性，圖 43 示出電流效率-亮度特性，圖 44 示出亮度-電壓特性，圖 45 示出電流-電壓特性，圖 46 示出外部量子效率-亮度特性，圖 47 示出發射光譜。表 6 示出各發光元件的 1000cd/m² 附近中的主要特性。

[0444]

[表 6]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件4	3.30	0.30	7.60	0.14	0.17	13.4	11.7
發光元件5	3.30	0.31	7.74	0.14	0.15	13.0	11.5

[0445] 由圖 42 至圖 46 及表 6 可知，本發明的一個實施方式的發光元件 4 及發光元件 5 是驅動電壓低且高效率的藍色發光元件。

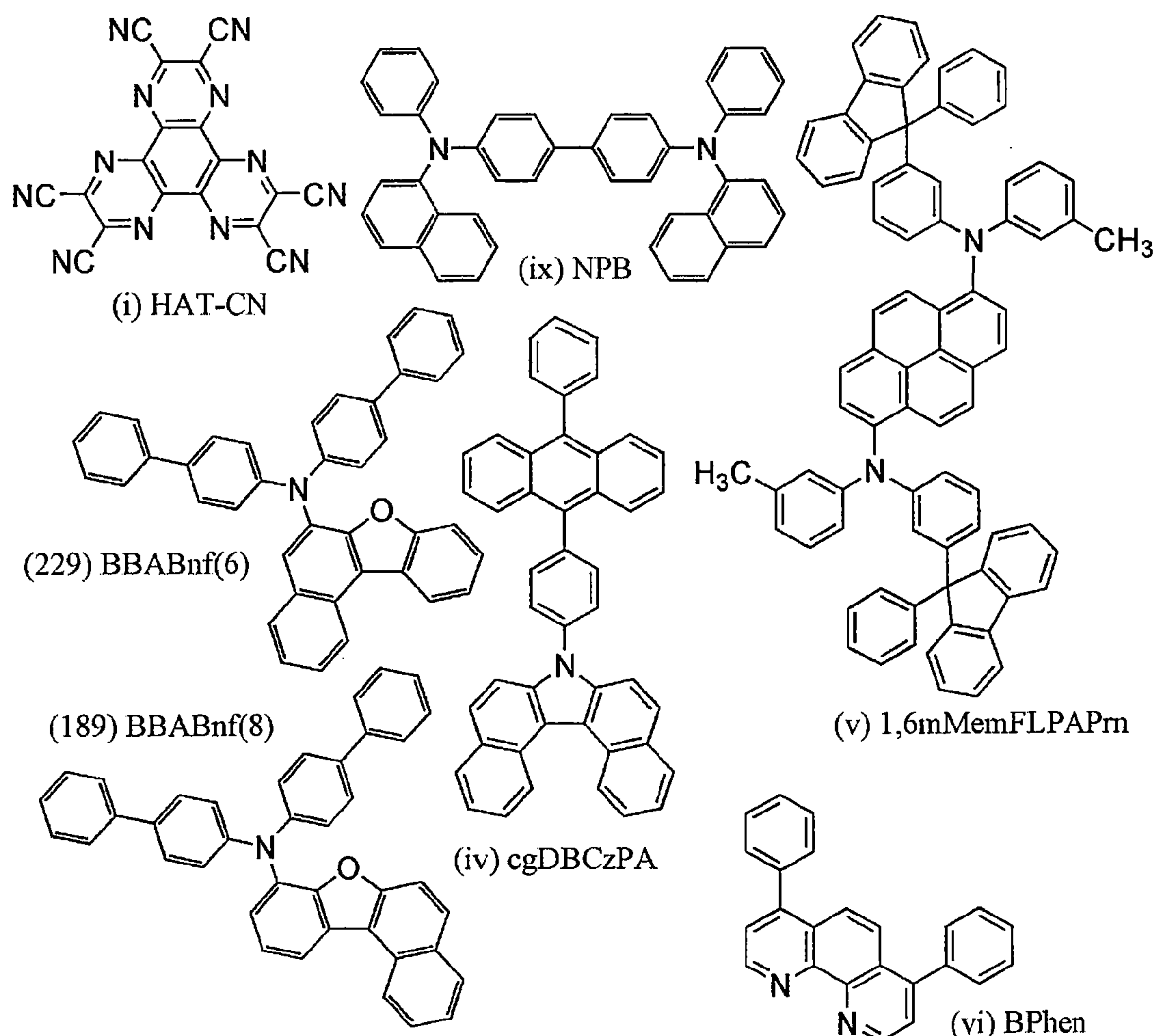
[0446] 圖 48 示出電流值為 2mA 且電流密度為恆定的條件下表示相對於驅動時間的亮度的變化的圖表。由圖 48 可知，發光元件 4 及發光元件 5 在驅動 100 小時後保持初始亮度的 85%以上的亮度，其伴隨驅動時間的積累的亮度下降非常小且壽命良好。

實施例 8

[0447] 在本實施例中，對實施方式 1 說明的本發明的一個實施方式的發光元件 6 及發光元件 7 進行說明。以下示出發光元件 6 及發光元件 7 使用的有機化合物的結構式。

[0448]

[化 71]



[0449]

(發光元件 6 的製造方法)

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成含有氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，由此形成陽極 101。陽極 101 的厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

[0450] 接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理步驟，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，並進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0451] 然後，將基板引入到其內部壓力被降低到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加

熱室中以 170℃ 進行 30 分鐘的真空烘焙後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

[0452] 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，然後在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以厚度為 5nm 的方式蒸鍍上述結構式 (i) 所表示的 2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯（簡稱：HAT-CN），由此形成電洞注入層 111。

[0453] 接著，在電洞注入層 111 上蒸鍍 20nm 厚的由上述結構式 (ix) 表示的 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）形成第一電洞傳輸層 112-1，在第一電洞傳輸層 112-1 上蒸鍍 10nm 厚的由上述結構式 (229) 表示的本發明的一個實施方式的有機化合物的 N,N-二(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺（簡稱：BBABnf(6)）來形成第二電洞傳輸層 112-2。

[0454] 接著，以重量比為 1 : 0.03 (=cgDBCzPA : 1, 6mMemFLPAPrn) 的方式共蒸鍍由上述結構式 (iv) 表示的 7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]呋啞（簡稱：cgDBCzPA）和由上述結構式 (v) 表示的 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-芘-1,6-二胺（簡稱：1, 6mMemFLPAPrn）形成 25nm 厚的發光層 113。

[0455] 然後，在發光層 113 上以厚度為 10nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA，然後以厚度為 15nm 的方式蒸鍍由上述

結構式 (vi) 表示的紅啡啉 (簡稱 : BPhen) , 來形成電子傳輸層 114 。

[0456] 在形成電子傳輸層 114 之後 , 藉由以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰 (LiF) 來形成電子注入層 115 , 接著 , 藉由以厚度為 200nm 的方式蒸鍍鋁來形成陰極 102 , , 由此製造出本實施例的發光元件 6 。

[0457]

(發光元件 7 的製造方法)

發光元件 7 除了使用 N,N-二 (4-聯苯) 苯并 [b] 萘并 [1,2-d] 呋喃 -8-胺) (簡稱 : BBABnf (8)) 代替 BBABnf (6) 形成第二電洞傳輸層 112-2 之外其他都與發光元件 6 的製造方法相同 。

[0458] 表 7 示出發光元件 6 及發光元件 7 的元件結構 。

[0459]

[表 7]

空穴 注入層	空穴 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
5nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
HAT-CN	NPB	*3	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

*3 發光元件 6 : BBABnf (6), 發光元件 7 : BBABnf (8)

[0460] 在氮氬圍的手套箱中 , 以不使發光元件 6 及發光元件 7 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理 (將密封材料塗佈在元件的周圍 , 在密封時進行 UV 處理

並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理），然後對這些發光元件的初期特性及可靠性進行測量。另外，測量在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下進行。

[0461] 圖 49 示出發光元件 6 及發光元件 7 的亮度-電流密度特性，圖 50 示出電流效率-亮度特性，圖 51 示出亮度-電壓特性，圖 52 示出電流-電壓特性，圖 53 示出外部量子效率-亮度特性，圖 54 示出發射光譜。表 8 示出各發光元件的 1000cd/m² 附近中的主要特性。

[0462]

[表 8]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件6	3.10	0.33	8.27	0.14	0.16	12.0	10.1
發光元件7	3.10	0.31	7.80	0.14	0.15	11.9	10.9

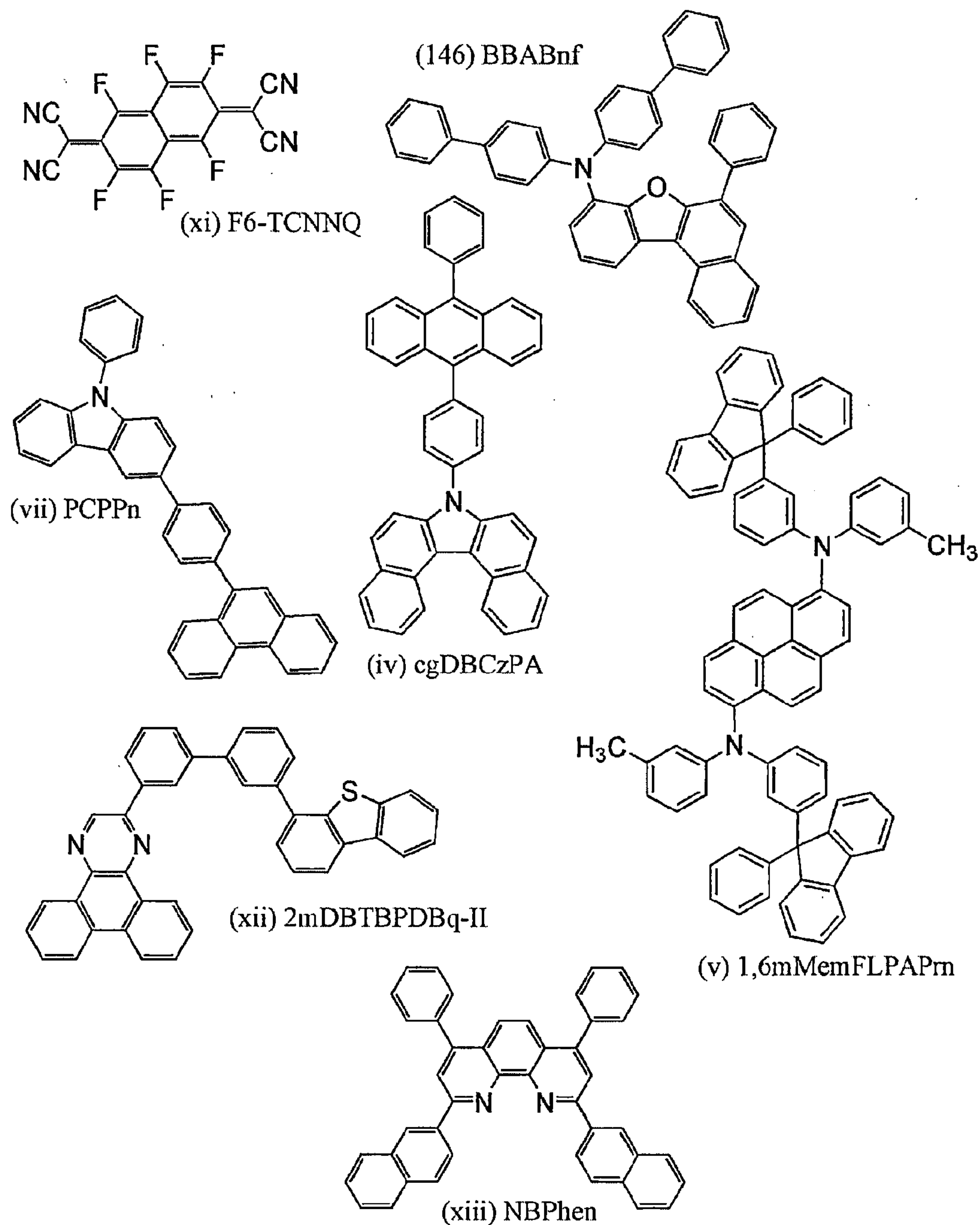
[0463] 由圖 49 至圖 54 及表 8 可知，本發明的一個實施方式的發光元件 6 及發光元件 7 是驅動電壓低且高效率的藍色發光元件。

實施例 9

[0464] 在本實施例中，對實施方式 1 說明的本發明的一個實施方式的發光元件 8 進行說明。以下示出發光元件 8 使用的有機化合物的結構式。

[0465]

[化 72]



[0466]

(發光元件 8 的製造方法)

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成含有氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，由此形成陽極 101。陽極 101 的厚度為 70nm，電極面積為 2mm×2mm。

[0467] 接著，作為為了在基板上形成發光元件的預

處理步驟，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，並進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

[0468] 然後，將基板引入到其內部壓力被降低到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170℃ 進行 30 分鐘的真空烘焙後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

[0469] 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，然後在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以厚度為 10nm 且重量比為 2 : 1 (=BBABnf : F6-TCNNQ) 的方式共蒸鍍由上述結構式 (146) 表示的本發明的一個實施方式的有機化合物 N,N-雙 (聯苯-4-基) -6-苯基苯并 [b] 蔡并 [1,2-d] 呋喃-8-胺 (簡稱 : BBABnf) 和由上述結構式 (xi) 表示的 1,3,4,5,7,8-六氟四氰-呋喃醌二甲烷 (簡稱 : F6-TCNNQ) ，由此形成電洞注入層 111。

[0470] 接著，在電洞注入層 111 上蒸鍍 10nm 厚的 BBABnf 以形成第一電洞傳輸層 112-1，在第一電洞傳輸層 112-1 上蒸鍍 20nm 厚的由上述結構式 (vii) 表示的 3-[4- (9-菲基) -苯基] -9-苯基-9H-卡唑 (簡稱 : PCPPn) 以形成第二電洞傳輸層 112-2。

[0471] 接著，以重量比為 1 : 0.03 (=cgDBCzPA : 1, 6mMemFLPAPrn) 的方式共蒸鍍由上述結構式 (iv) 表示的 7-[4- (10-苯基-9-蒽基) 苯基] -7H-二苯并 [c,g] 卡唑 (簡稱 : cgDBCzPA) 和由上述結構式 (v) 表示的

N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-雙〔3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基〕-芘-1,6-二胺（簡稱：1,6mMemFLPAPrn）形成 25nm 厚的發光層 113。

[0472] 然後，在發光層 113 上蒸鍍 10nm 厚的由上述結構式（xii）表示的 2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II），再蒸鍍 15nm 厚的由上述結構式（xiii）表示的 2,9-雙（萘-2-基）-4,7-二苯基-1,10-啡啉（簡稱：NBPhen），由此形成電子傳輸層 114。

[0473] 在形成電子傳輸層 114 之後，藉由以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰（LiF）來形成電子注入層 115，接著，藉由以厚度為 200nm 的方式蒸鍍鋁來形成陰極 102，由此製造出本實施例的發光元件 8。

[0474] 表 9 示出發光元件 8 的元件結構。

[0475]

[表 9]

空穴 注入層	空穴 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
10nm	10nm	20nm	25nm	10nm	15nm	1nm
BBABnf: F6-TCNNQ (1: 0.5)	BBABnf	PCPPn	cgDBCzPA: 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	2mDBTBPDBq-II	NBPhen	LiF

[0476] 在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 8 暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理），然後對其初期特性及可靠性進行測量。另外，測量在室溫（保持為 25℃ 的氛圍）下

進行。

[0477] 圖 55 示出發光元件 8 的亮度-電流密度特性，圖 56 示出電流效率-亮度特性，圖 57 示出亮度-電壓特性，圖 58 示出電流-電壓特性，圖 59 示出外部量子效率-亮度特性，圖 60 示出發射光譜。表 10 示出發光元件 8 的 1000cd/m^2 附近中的主要特性。

[0478]

[表 10]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件8	3.30	0.31	7.65	0.14	0.16	14.2	12.2

[0479] 由圖 55 至圖 60 及表 10 可知，本發明的一個實施方式的發光元件 8 是驅動電壓低且高效率的藍色發光元件。

[0480] 圖 61 示出電流值為 2mA 且電流密度為恆定的條件下表示相對於驅動時間的亮度的變化的圖表。由圖 61 可知，發光元件 8 在驅動 100 小時後保持初始亮度的 90%以上的亮度，其伴隨驅動時間的積累的亮度下降非常小且壽命良好。

【符號說明】

[0481]

101：陽極

102：陰極

- 103：EL 層
- 111：電洞注入層
- 112：電洞傳輸層
- 112-1：第一電洞傳輸層
- 112-2：第二電洞傳輸層
- 112-3：第三電洞傳輸層
- 113：發光層
- 114：電子傳輸層
- 115：電子注入層
- 116：電荷產生層
- 117：P 型層
- 118：電子中繼層
- 119：電子注入緩衝層
- 400：基板
- 401：陽極
- 403：EL 層
- 404：陰極
- 405：密封材料
- 406：密封材料
- 407：密封基板
- 412：焊盤
- 420：IC 晶片
- 501：陽極
- 502：陰極

- 511：第一發光單元
- 512：第二發光單元
- 513：電荷產生層
- 601：驅動電路部（源極線驅動電路）
- 602：像素部
- 603：驅動電路部（閘極線驅動電路）
- 604：密封基板
- 605：密封材料
- 607：空間
- 608：佈線
- 609：FPC（軟性印刷電路板）
- 610：元件基板
- 611：開關 FET
- 612：電流控制 FET
- 613：陽極
- 614：絕緣物
- 616：EL 層
- 617：陰極
- 618：發光元件
- 730：絕緣膜
- 770：平坦化絕緣膜
- 772：導電膜
- 782：發光元件
- 783：液滴噴射裝置

784：液滴

785：層

786：EL 層

788：導電膜

901：外殼

902：液晶層

903：背光單元

904：外殼

905：驅動器 IC

906：端子

951：基板

952：電極

953：絕緣層

954：隔離層

955：EL 層

956：電極

1001：基板

1002：基底絕緣膜

1003：閘極絕緣膜

1006：閘極電極

1007：閘極電極

1008：閘極電極

1020：第一層間絕緣膜

1021：第二層間絕緣膜

1022：電極

1024W：陽極

1024R：陽極

1024G：陽極

1024B：陽極

1025：分隔壁

1028：EL層

1029：陰極

1031：密封基板

1032：密封材料

1033：透明基材

1034R：紅色彩色層

1034G：綠色彩色層

1034B：藍色彩色層

1035：黑矩陣

1036：保護層

1037：第三層間絕緣膜

1040：像素部

1041：驅動電路部

1042：周邊部

1400：液滴噴射裝置

1402：基板

1403：液滴噴射單元

1404：成像單元

1405：頭

1406：虛線

1407：控制單元

1408：存儲介質

1409：影像處理單元

1410：電腦

1411：標記

1412：頭

1413：材料供應源

1414：材料供應源

1415：材料供應源

1416：頭

2001：外殼

2002：光源

3001：照明裝置

5000：顯示區域

5001：顯示區域

5002：顯示區域

5003：顯示區域

5004：顯示區域

5005：顯示區域

7101：外殼

7103：顯示部

7105：支架

7107：顯示部

7109：操作鍵

7110：遙控器

7201：主體

7202：外殼

7203：顯示部

7204：鍵盤

7205：外部連接埠

7206：指向裝置

7210：第二顯示部

7301：外殼

7302：外殼

7303：連接部分

7304：顯示部

7305：顯示部

7306：揚聲器部

7307：記錄介質插入部分

7308：LED 燈

7309：操作鍵

7310：連接端子

7311：感測器

7401：外殼

7402：顯示部

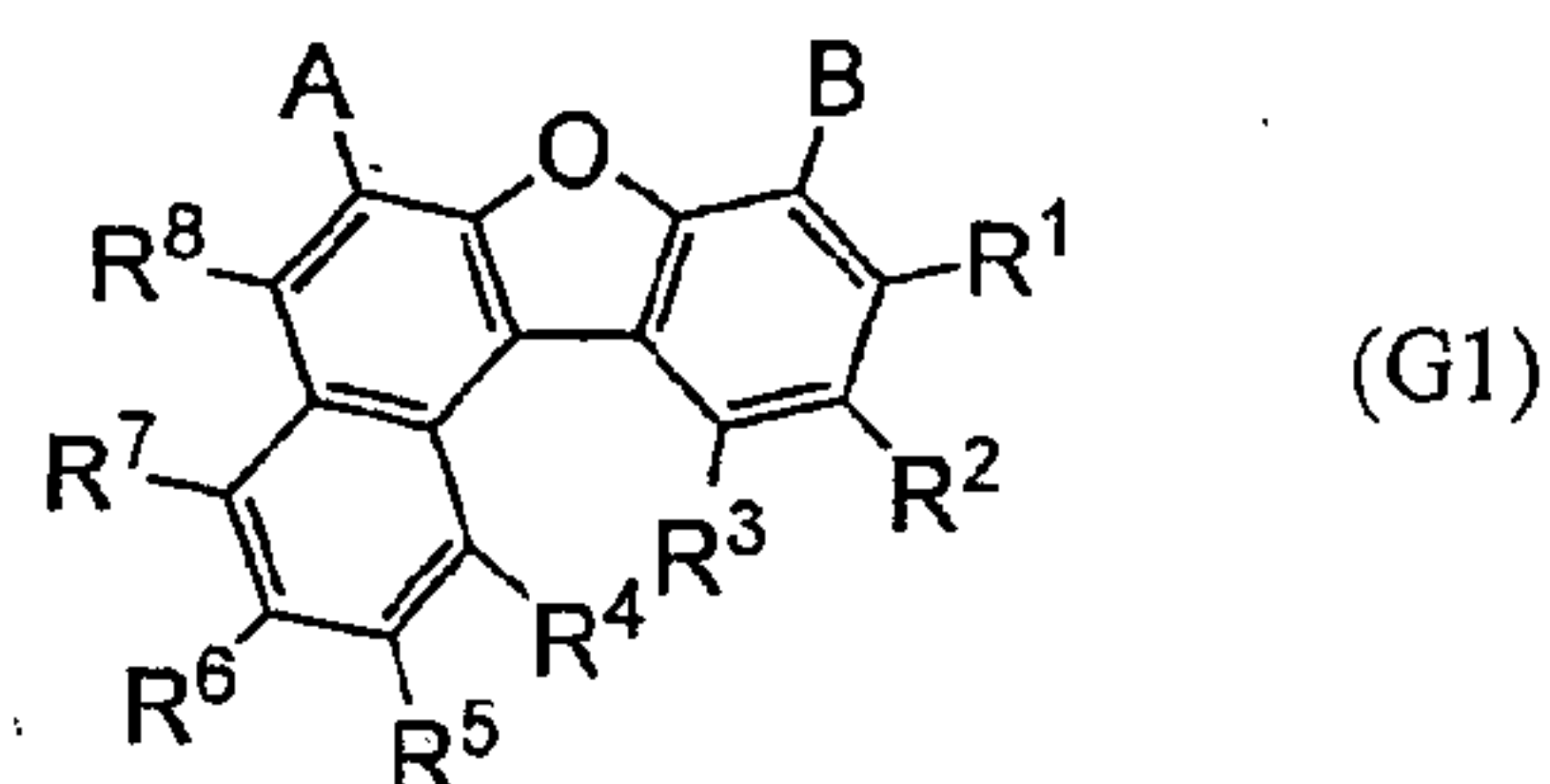
7403：操作按鈕

7404：外部連接埠
7405：揚聲器
7406：麥克風
7400：行動電話機
9033：夾子
9034：開關
9035：電源開關
9036：開關
9038：操作開關
9310：可攜式資訊終端
9311：顯示面板
9312：顯示區域
9313：鉸鏈部
9315：外殼
9630：外殼
9631：顯示部
9631a：顯示部
9631b：顯示部
9632a：觸控面板區域
9632b：觸控面板區域
9633：太陽能電池
9634：充放電控制電路
9635：電池
9636：DCDC轉換器

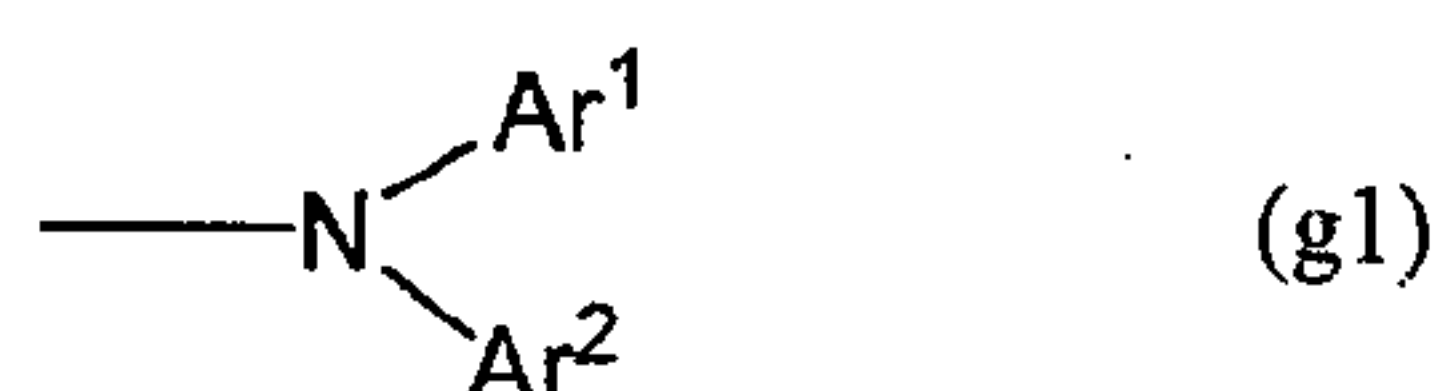
- 9637：操作鍵
- 9638：轉換器
- 9639：按鈕

申請專利範圍

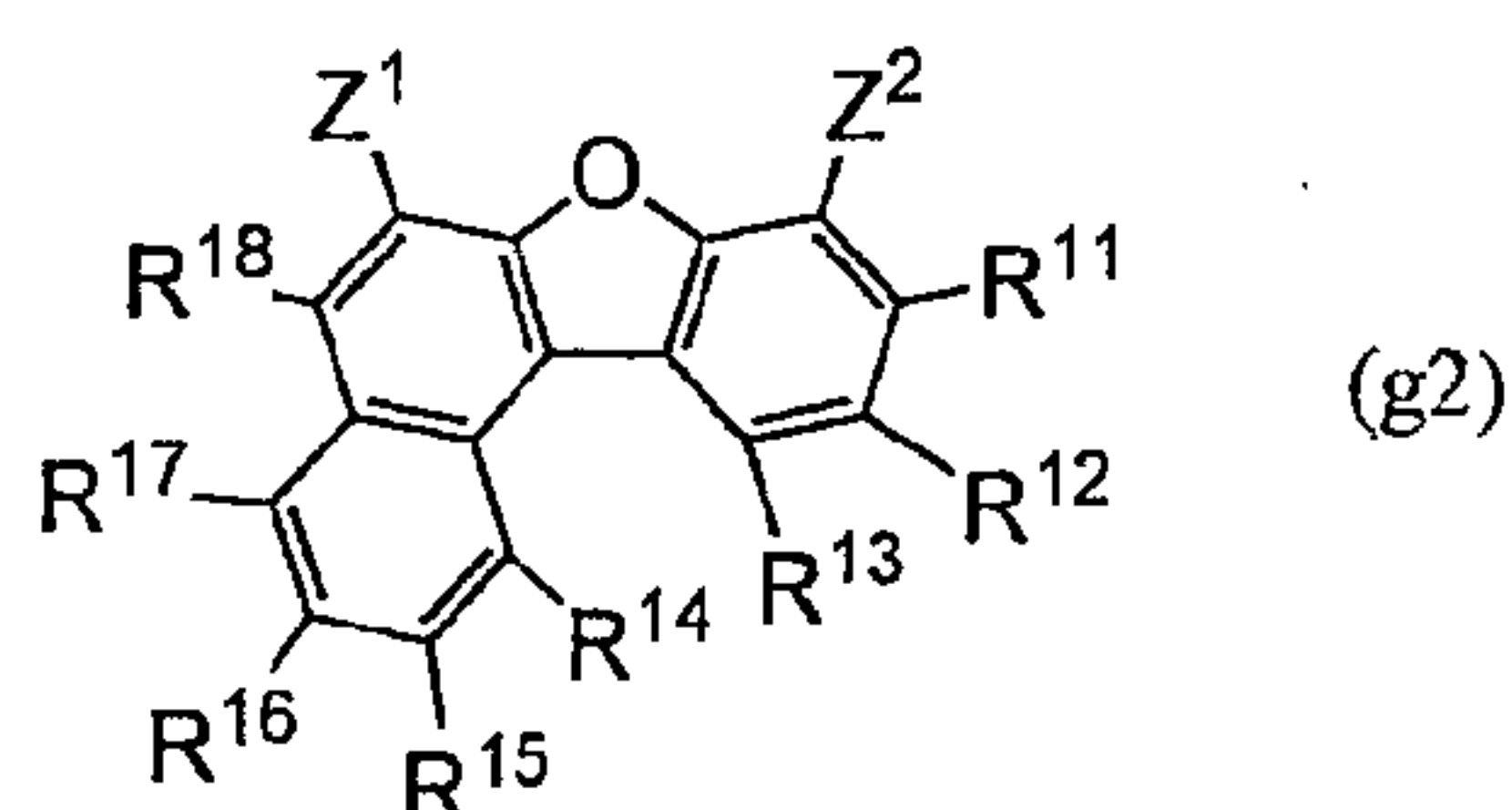
1. 一種由下述通式(G1)所表示之有機化合物，



其中，在通式(G1)中，R¹至R⁸各自獨立表示氫、碳原子數為1至6的烴基、碳原子數為3至6的環烴基、碳原子數為1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為1至6的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為6至60的芳烴基中的任一者，又，A及B中的一者為由下述通式(g1)所表示之基團，而另一者表示氫、碳原子數為3至6的環烴基、碳原子數為1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為1至6的鹵代烷基、碳原子數為1至6的烴基、和經取代或未經取代之碳原子數為6至60的芳烴基中的任一者，



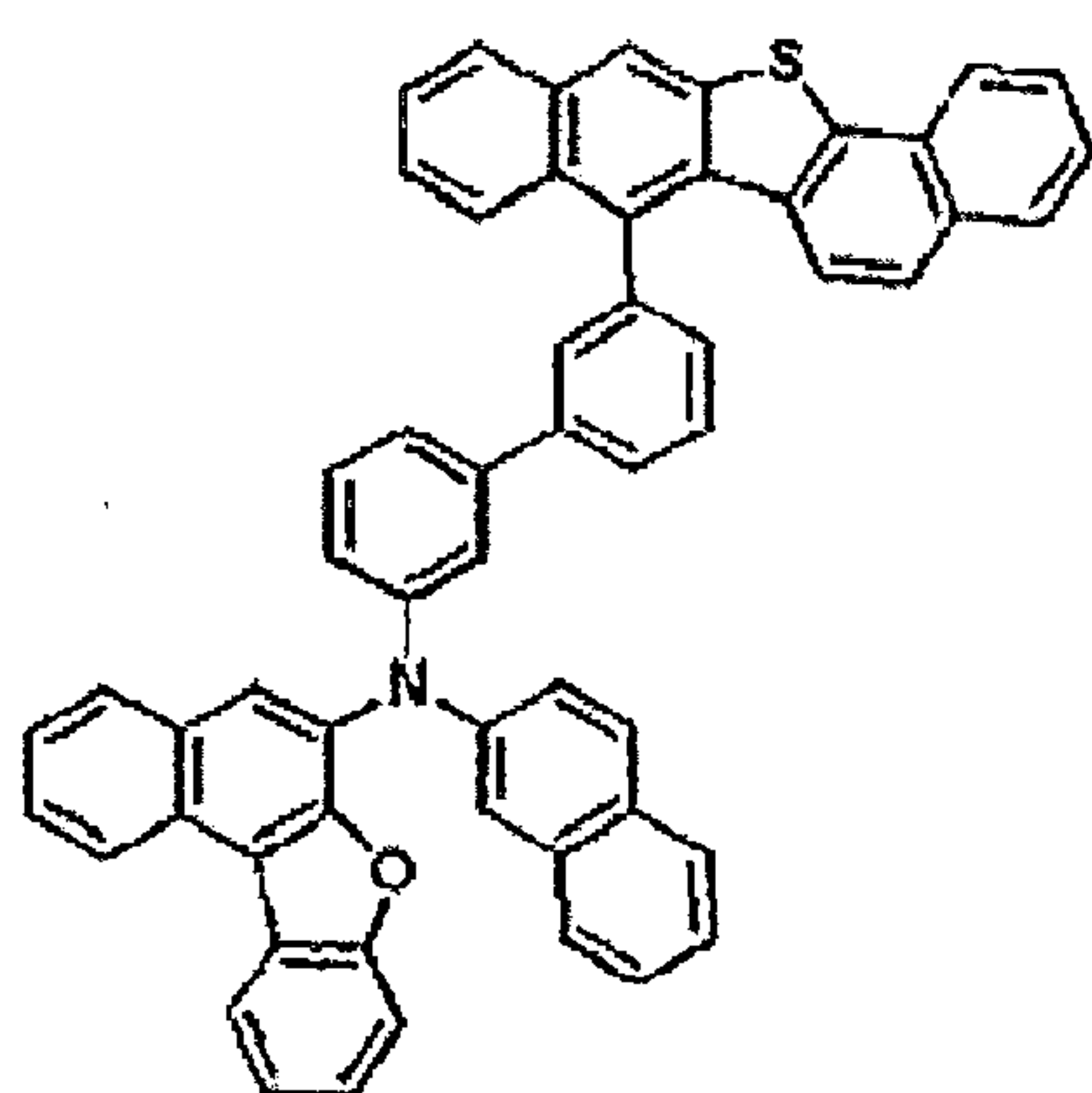
其中，在通式(g1)中，Ar¹、Ar²各自獨立表示經取代或未經取代之碳原子數為6至60的芳烴基和由下述通式(g2)表示的基團中的任一者，



其中，在通式(g2)中，R¹¹至R¹⁸各自獨立表示氫、碳

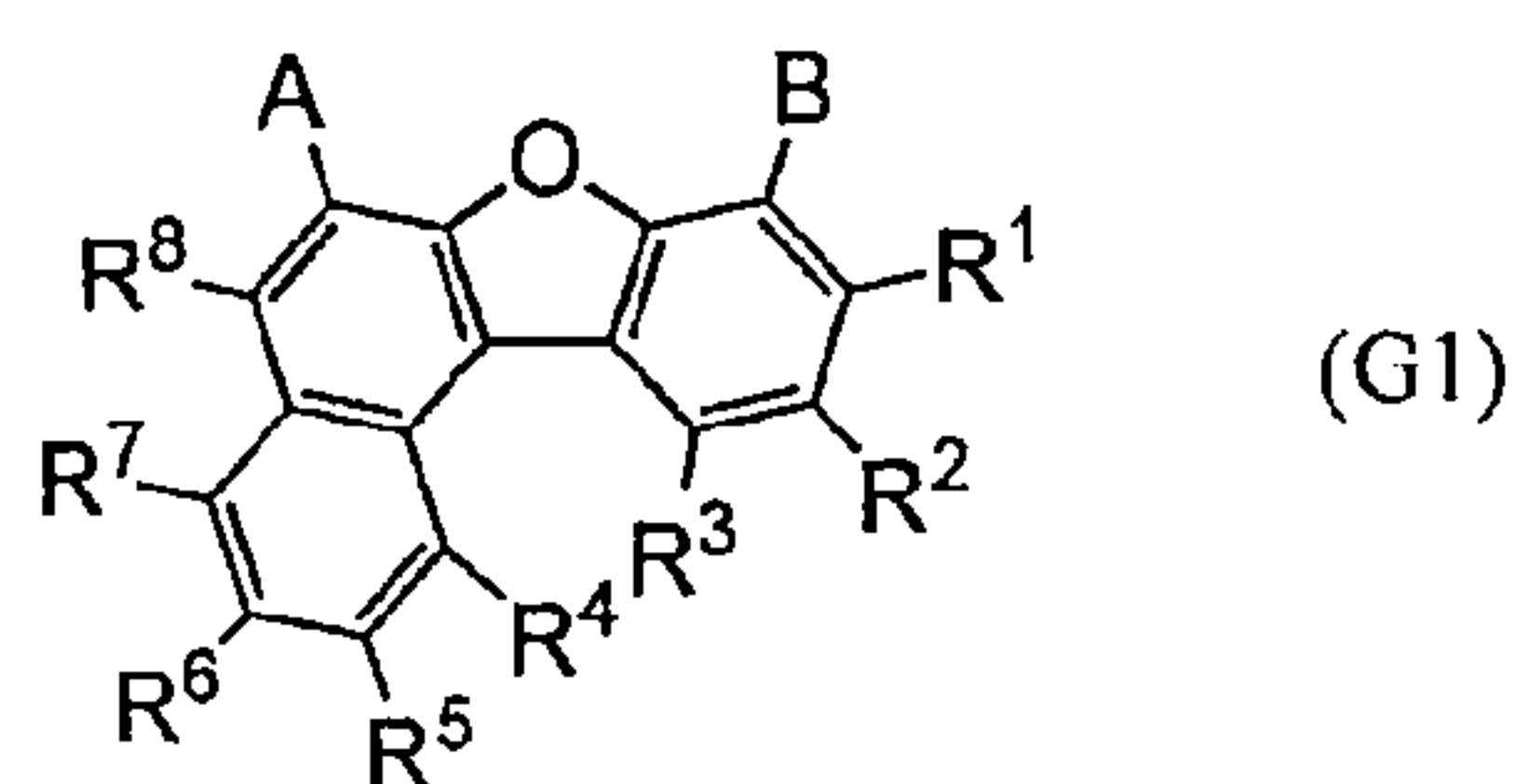
原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，又， Z^1 和 Z^2 中的一者與通式 (g1) 中的氮原子鍵合，而另一者表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基、和經取代或未經取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，

惟排除 P-88 所表示之化合物：



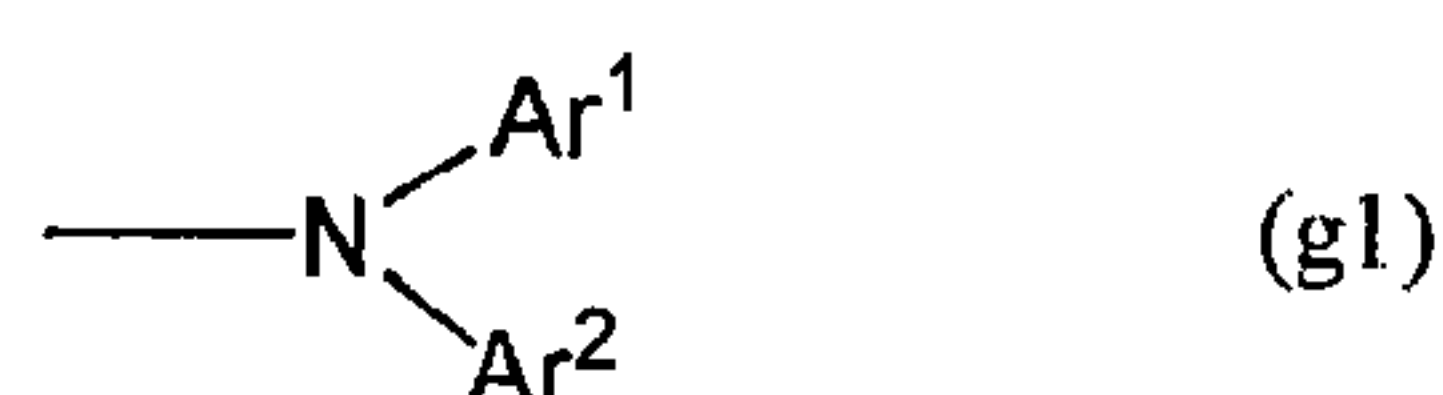
P-88

2. 一種由下述通式 (G1) 所表示之有機化合物，

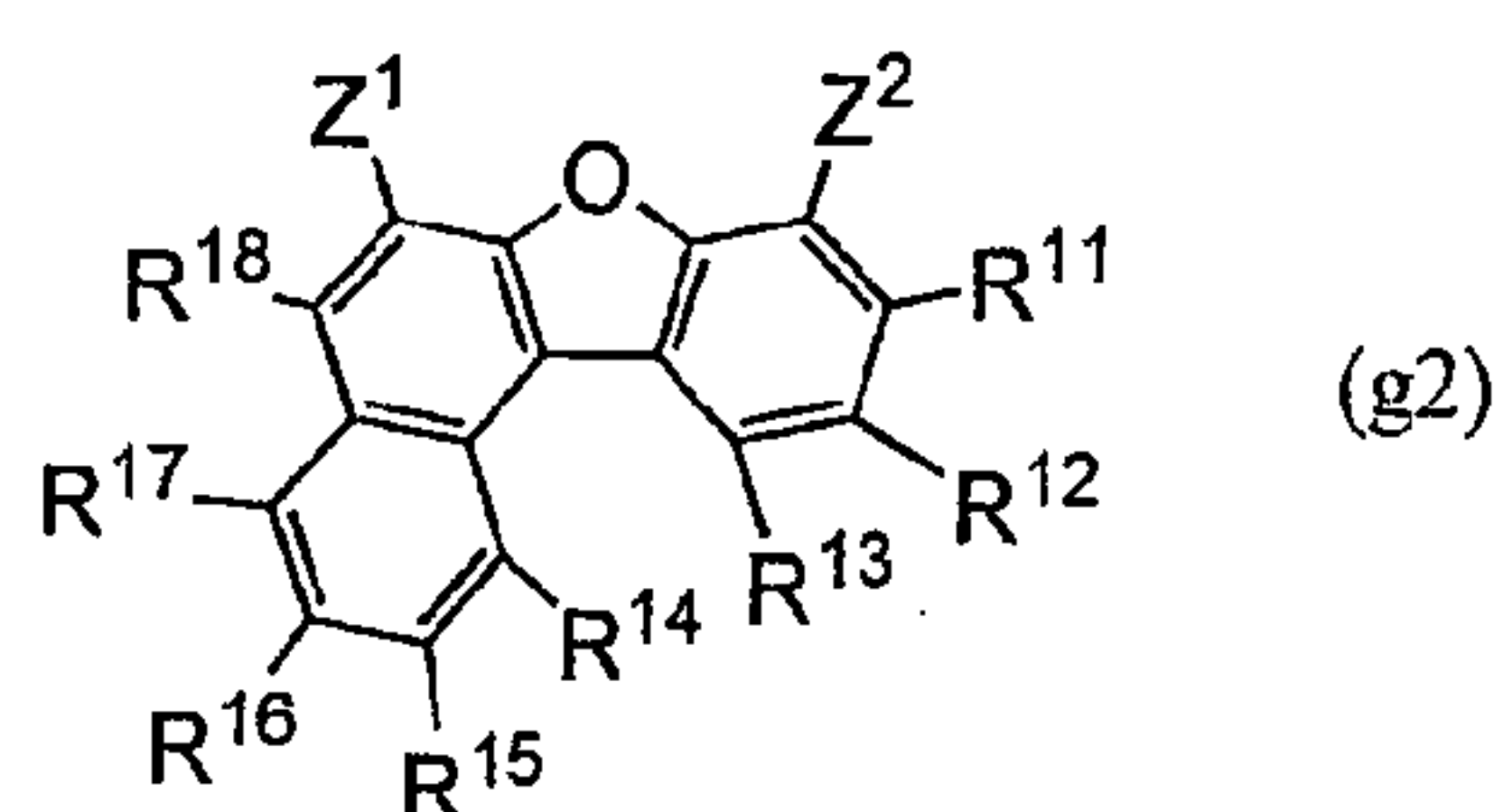


其中，在通式 (G1) 中， R^1 至 R^8 各自獨立表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至

6 的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，又，A 及 B 中的一者為由下述通式 (g1) 所表示之基團，而另一者表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基、和經取代或未經取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，



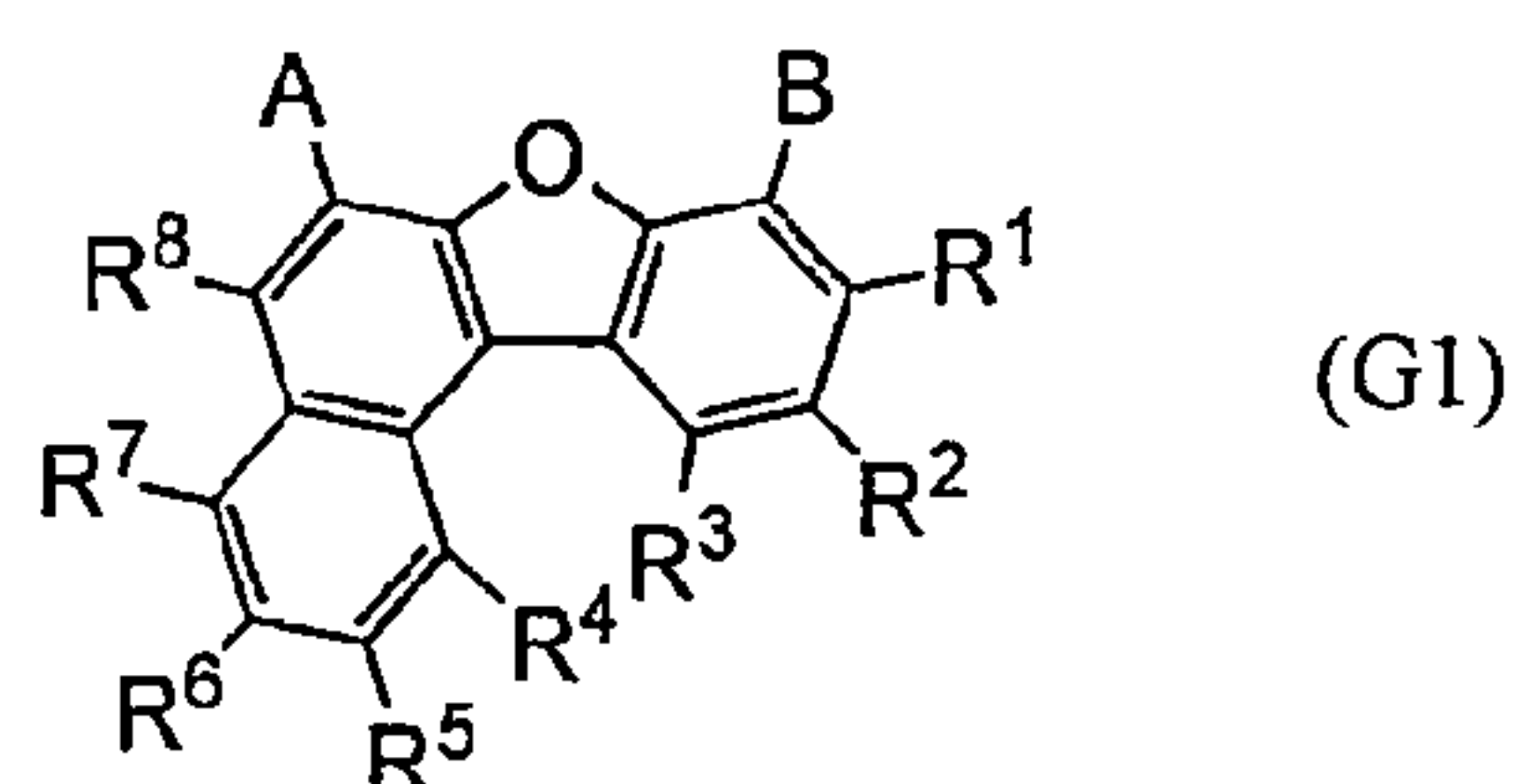
其中，在通式 (g1) 中， Ar^1 、 Ar^2 各自獨立表示經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基(當具有取代基時，排除該取代基為二苯并噻吩基之情況)、和下述通式 (g2) 所表示之基團中的任一者，



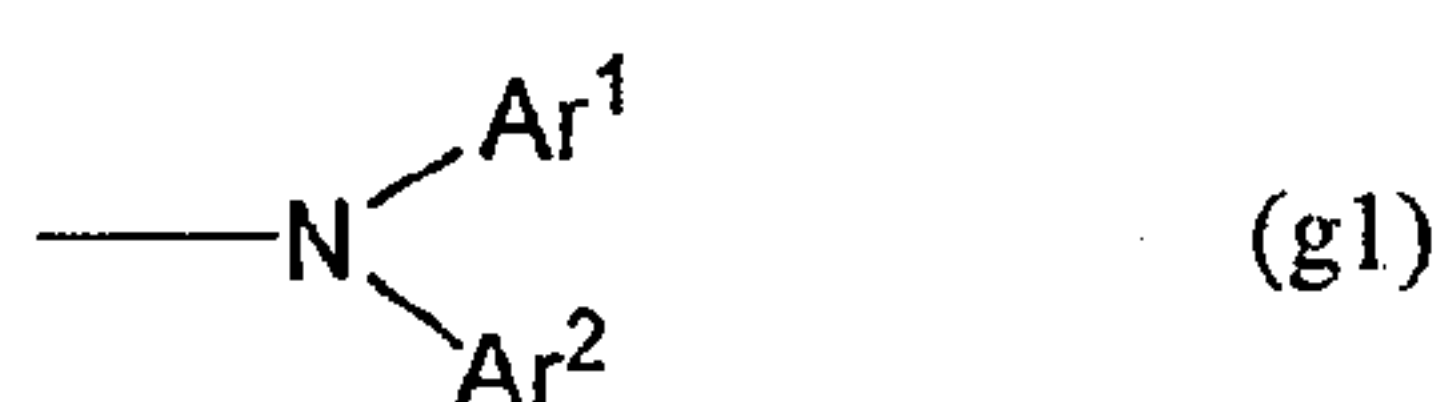
其中，在通式 (g2) 中， R^{11} 至 R^{18} 各自獨立表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，又， Z^1 和 Z^2 中的一者與通式 (g1) 中的氮原子鍵合，而另一者表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基、和

經取代或未經取代的碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者。

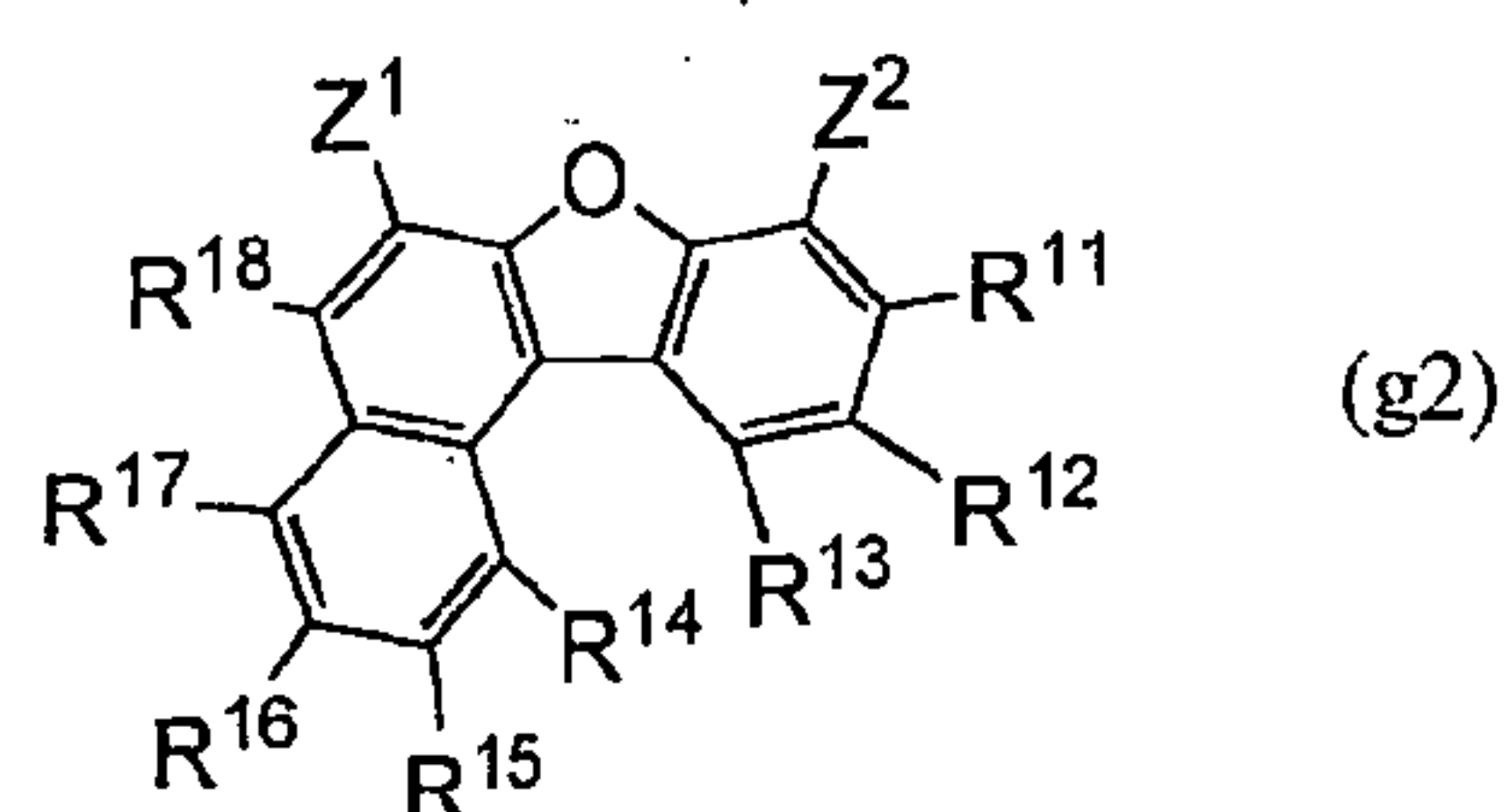
3. 一種由下述通式(G1)所表示之有機化合物，



其中，在通式(G1)中， R^1 至 R^8 各自獨立表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烴基、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，又，A 及 B 中的一者為由通式(g1)所表示之基團，而另一者表示氫、碳原子數為 3 至 6 的環烴基、碳原子數為 1 至 6 的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為 1 至 6 的鹵代烷基、碳原子數為 1 至 6 的烴基、和經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基中的任一者，

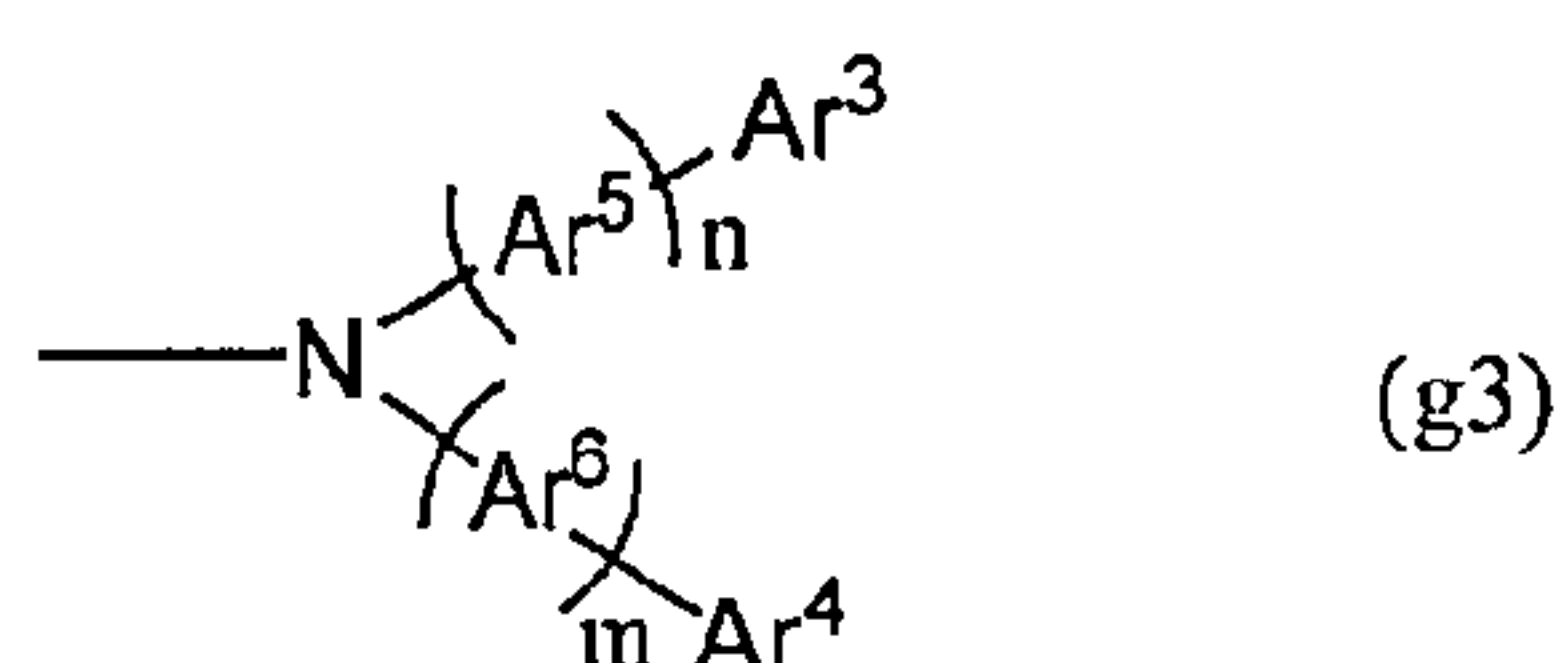


其中，在通式(g1)中， Ar^1 、 Ar^2 各自獨立表示經取代或未經取代之碳原子數為 6 至 60 的芳烴基(當具有取代基時，排除該取代基為具有二苯并噻吩骨格之情況)、和下述通式(g2)所表示之基團中的任一者，



其中，在通式(g2)中， R^{11} 至 R^{18} 各自獨立表示氫、碳原子數為1至6的烴基、碳原子數為3至6的環烴基、碳原子數為1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為1至6的鹵代烷基、和經取代或未經取代之碳原子數為6至60的芳烴基中的任一者，又， Z^1 和 Z^2 中的一者與通式(g1)中的氮原子鍵合，而另一者表示氫、碳原子數為3至6的環烴基、碳原子數為1至6的烷氧基、氰基、鹵素、碳原子數為1至6的鹵代烷基、碳原子數為1至6的烴基、和經取代或未經取代的碳原子數為6至60的芳烴基中的任一者。

4. 根據請求項1至3中的任一項之有機化合物，其中前述式(g1)所表示之基團為下述通式(g3)所表示之基團，



其中，在通式(g3)中， Ar^3 、 Ar^4 分別獨立表示經取代或未經取代的芳烴基、經取代或未經取代的苯並萘並呋喃基、和經取代或未經取代的二萘並呋喃基中的任一者，又， Ar^5 、 Ar^6 各自獨立表示經取代或未經取代的芳烴基，和n及m獨立表示0或1，另外， Ar^3 和 Ar^5 的碳原子數的總和與 Ar^4 和 Ar^6 的碳原子數的總和都在60以下。

5. 根據請求項 4 之有機化合物，其中前述 Ar^3 及前述 Ar^4 分別獨立表示經取代或未經取代的苯基、經取代或未經取代的萘基、經取代或未經取代的蒽基、和經取代或未經取代的芘基中的任一者。

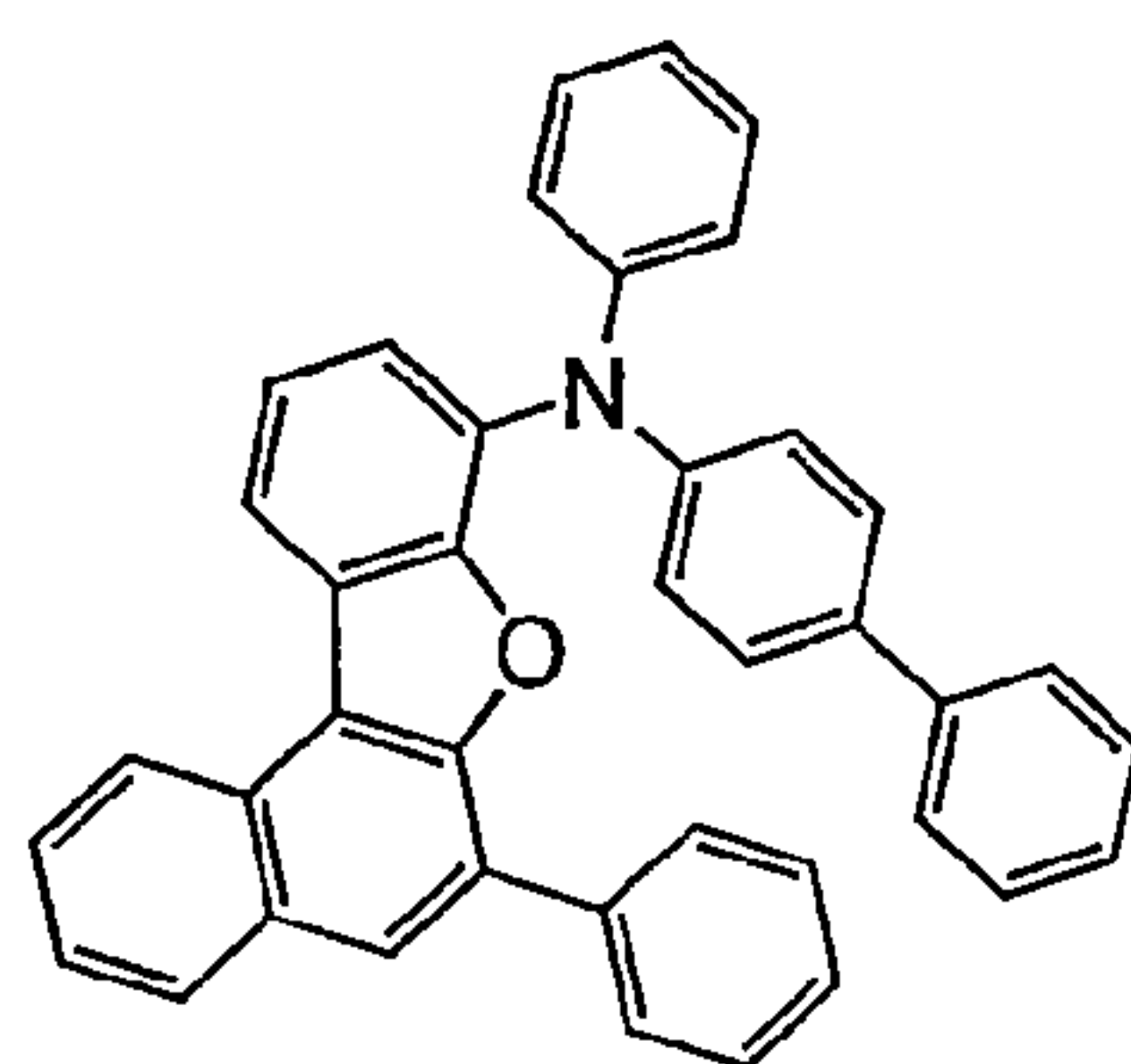
6. 根據請求項 4 之有機化合物，其中前述 Ar^5 及前述 Ar^6 分別獨立表示經取代或未經取代的伸苯基、經取代或未經取代的伸萘基、經取代或未經取代的伸蒽基、和經取代或未經取代的伸芘基中的任一者。

7. 根據請求項 4 之有機化合物，其中前述 Ar^3 及前述 Ar^4 為苯基。

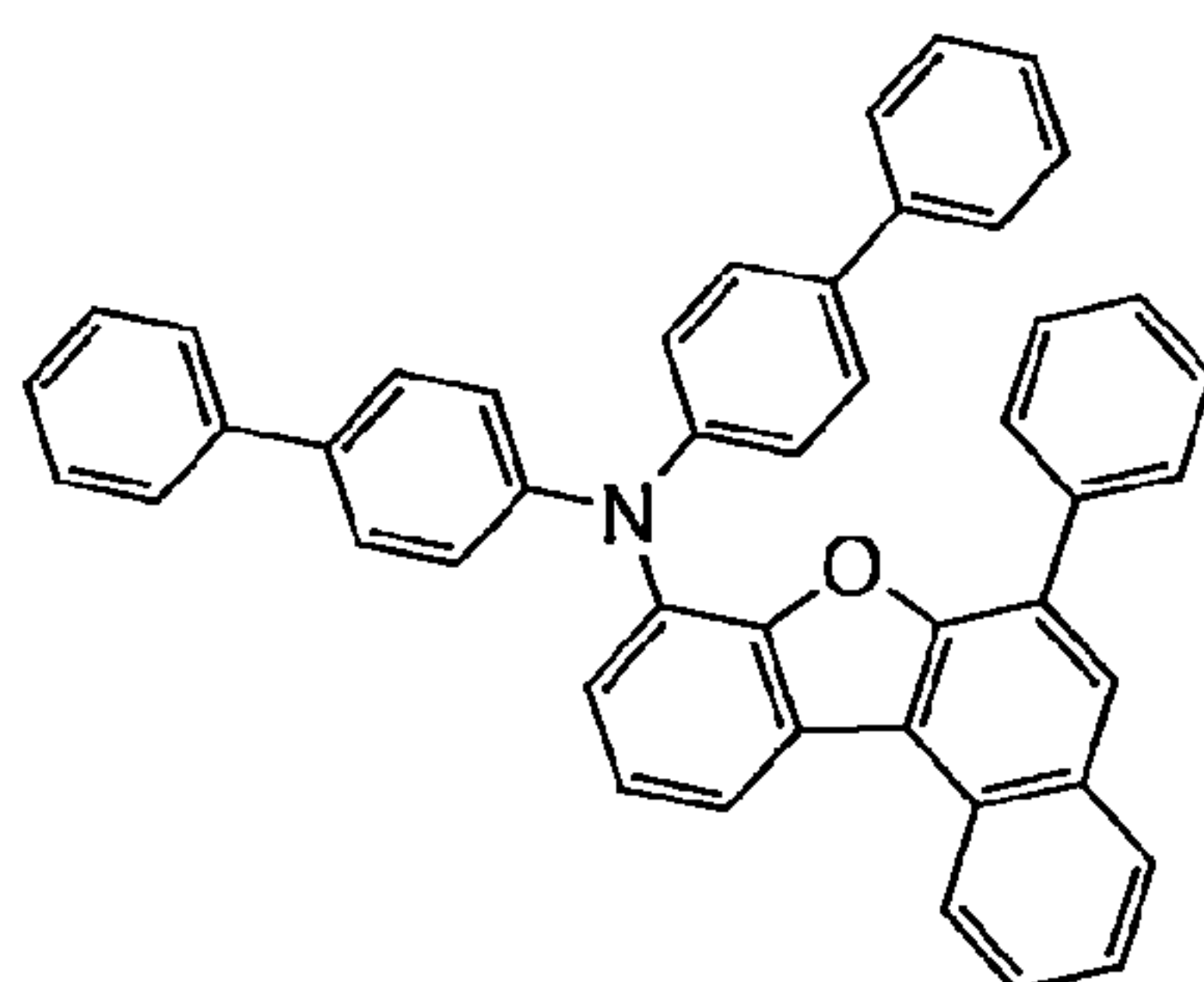
8. 根據請求項 4 之有機化合物，其中前述 Ar^5 及前述 Ar^6 為伸苯基。

9. 根據請求項 4 之有機化合物，其中前述 n 及前述 m 中之一者為 1，而另一者為 0。

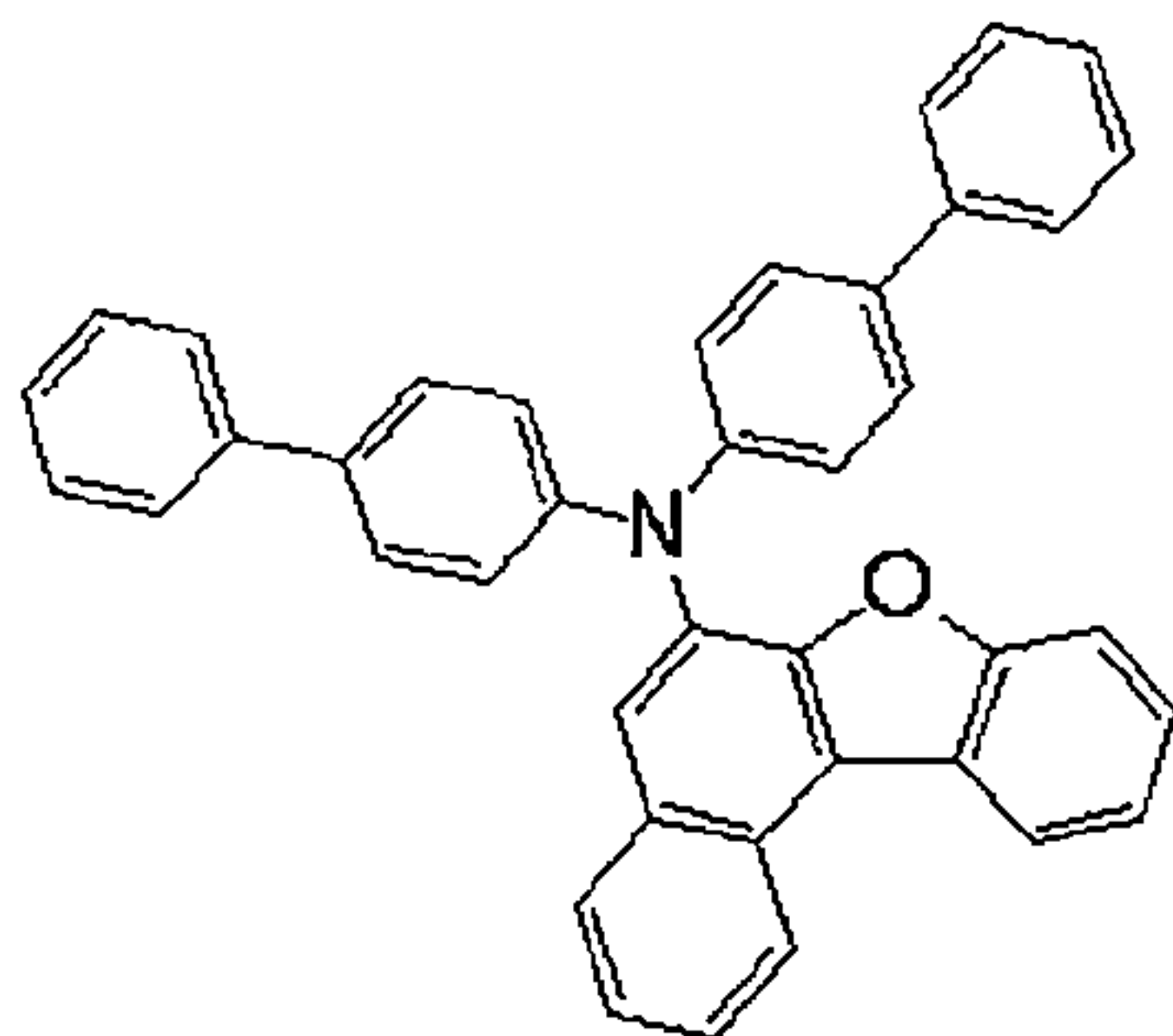
10. 一種由下述通式所表示之有機化合物，



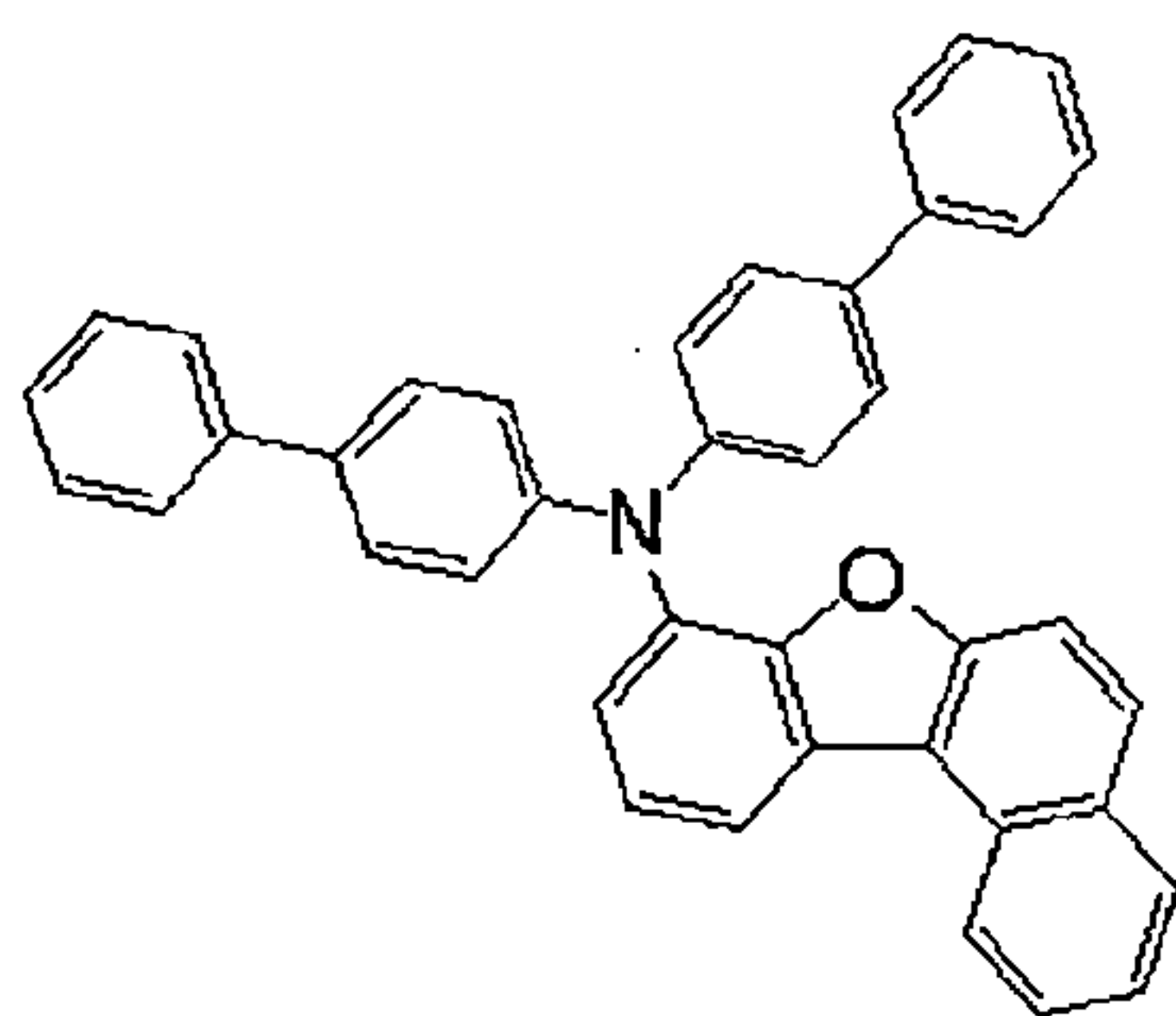
11. 一種由下述通式所表示之有機化合物，



12. 一種由下述通式所表示之有機化合物，



13. 一種由下述通式所表示之有機化合物，



圖式

圖 1A

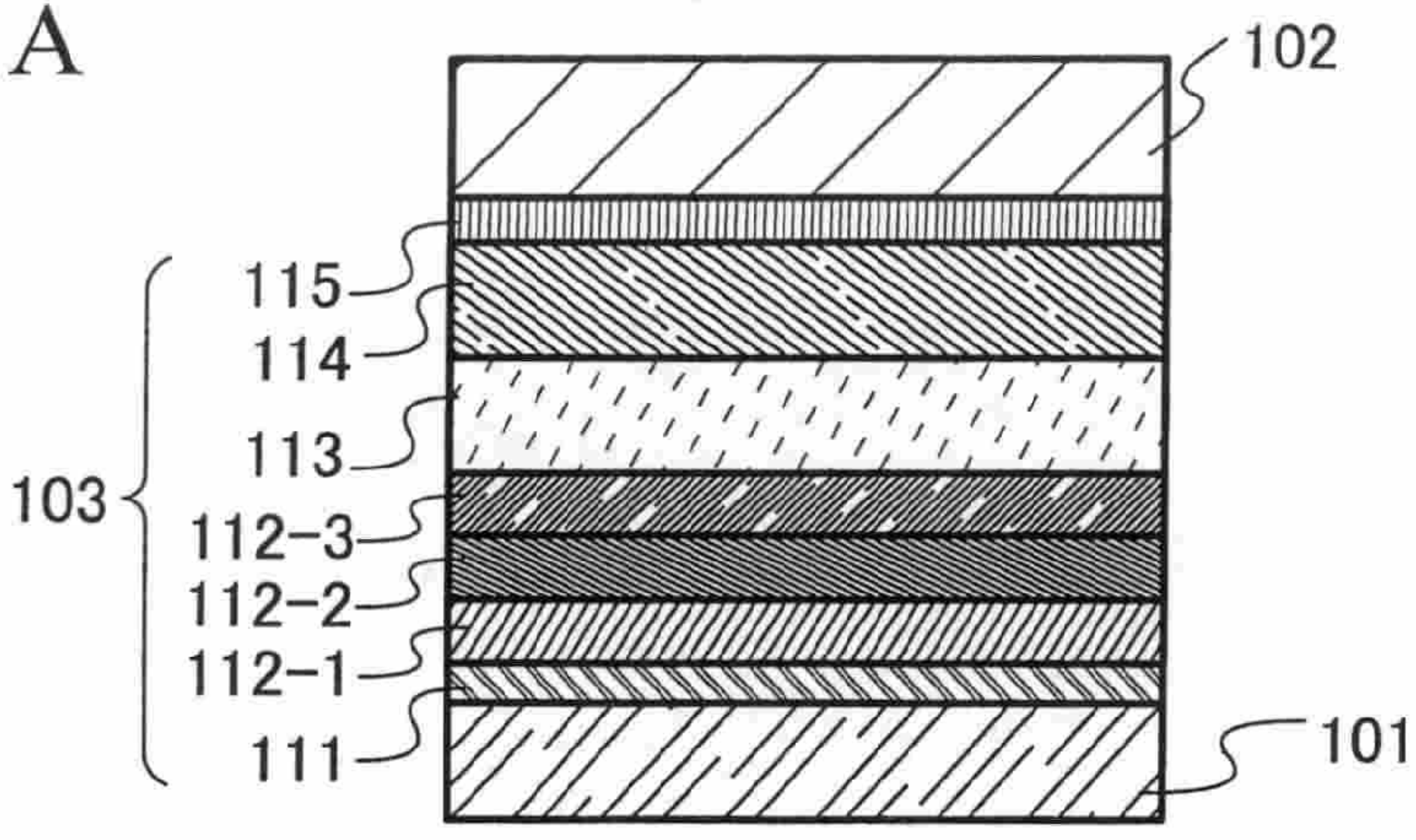


圖 1B

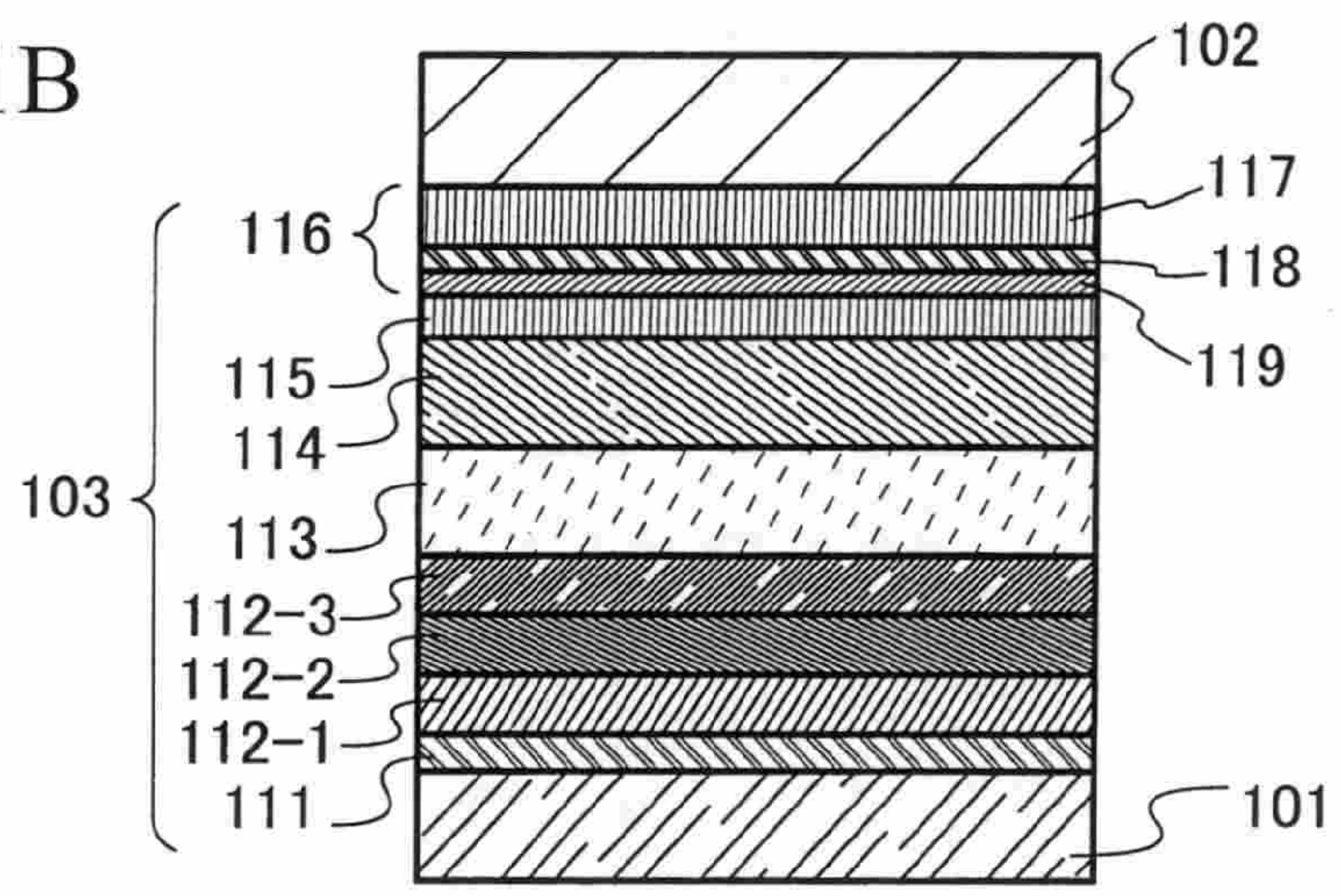


圖 1C

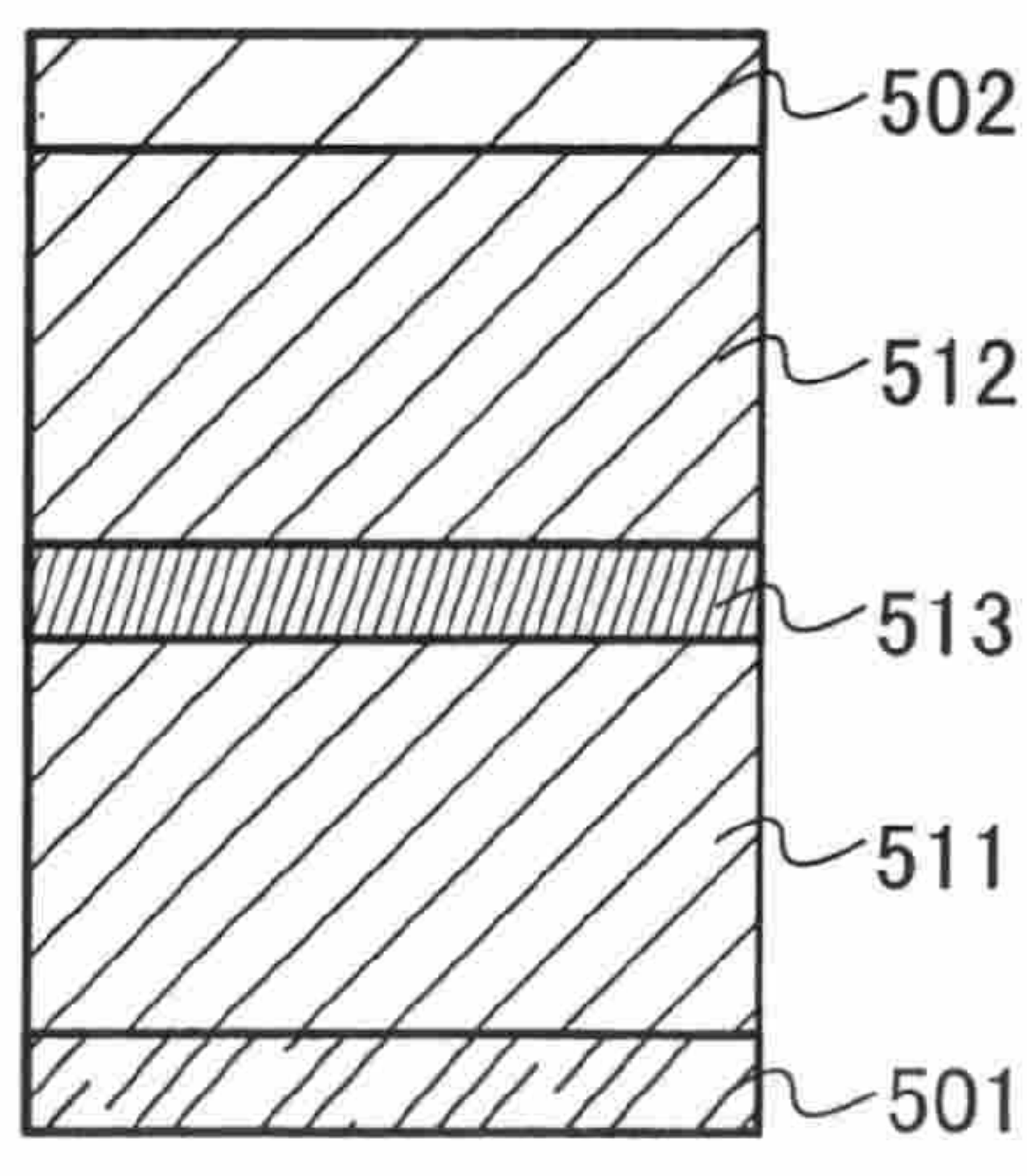


圖 2A

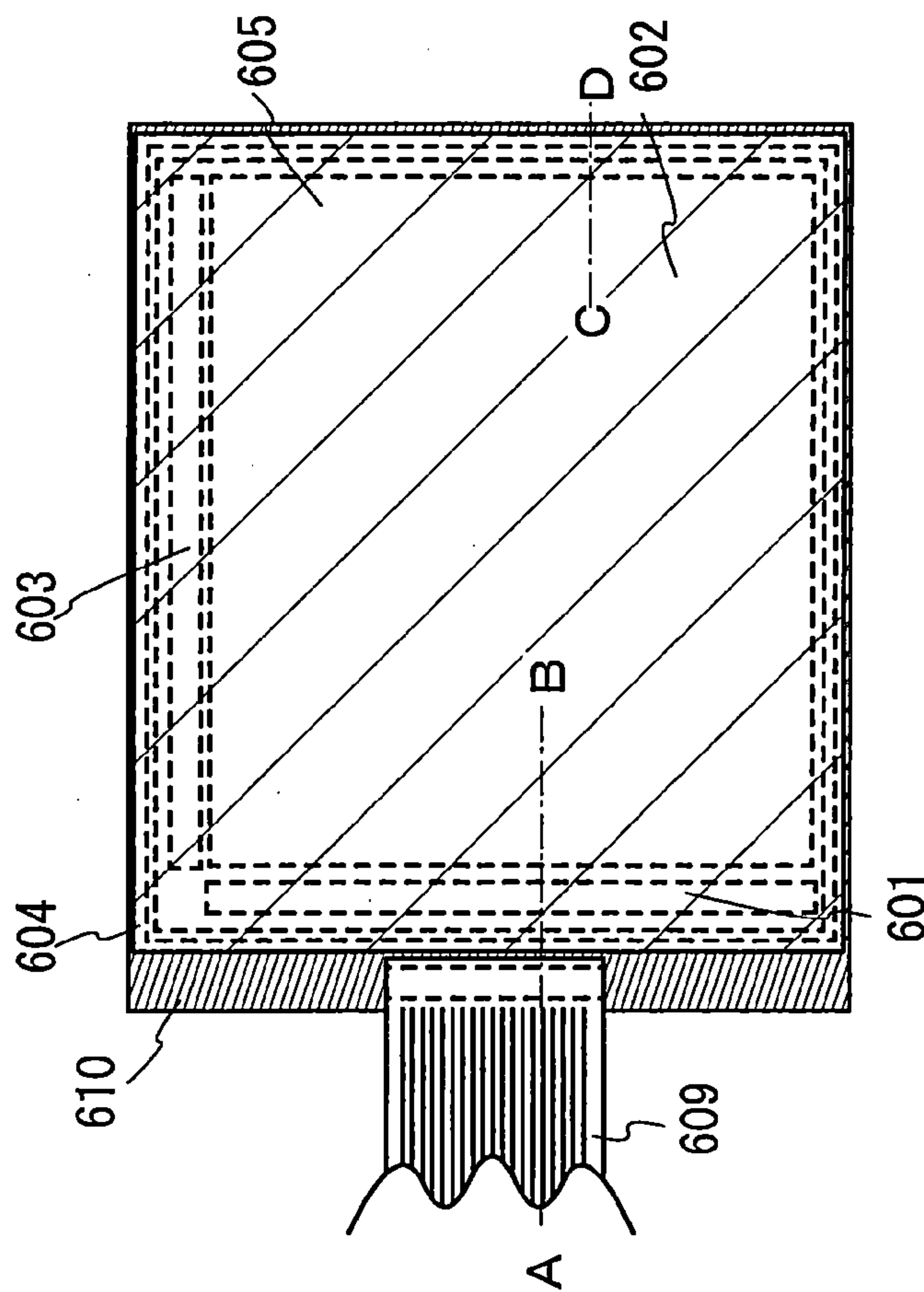
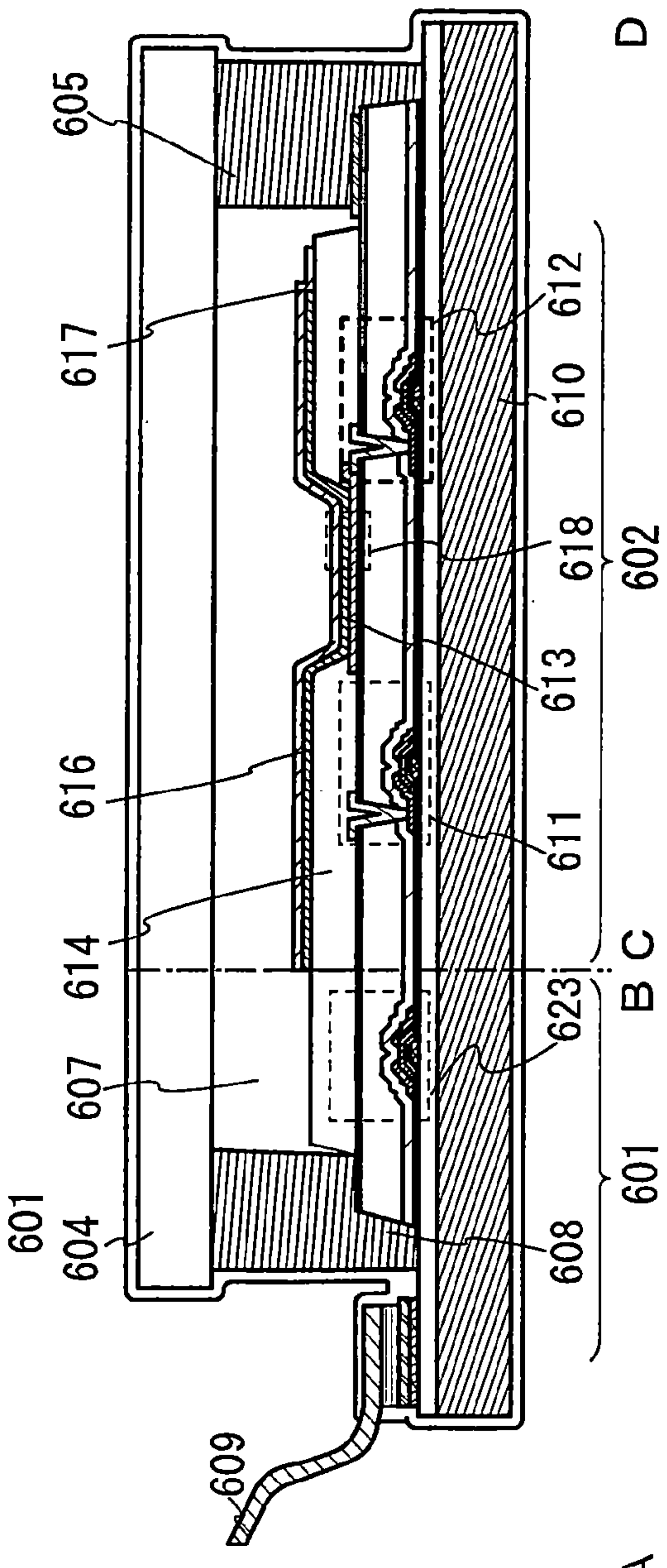


圖 2B



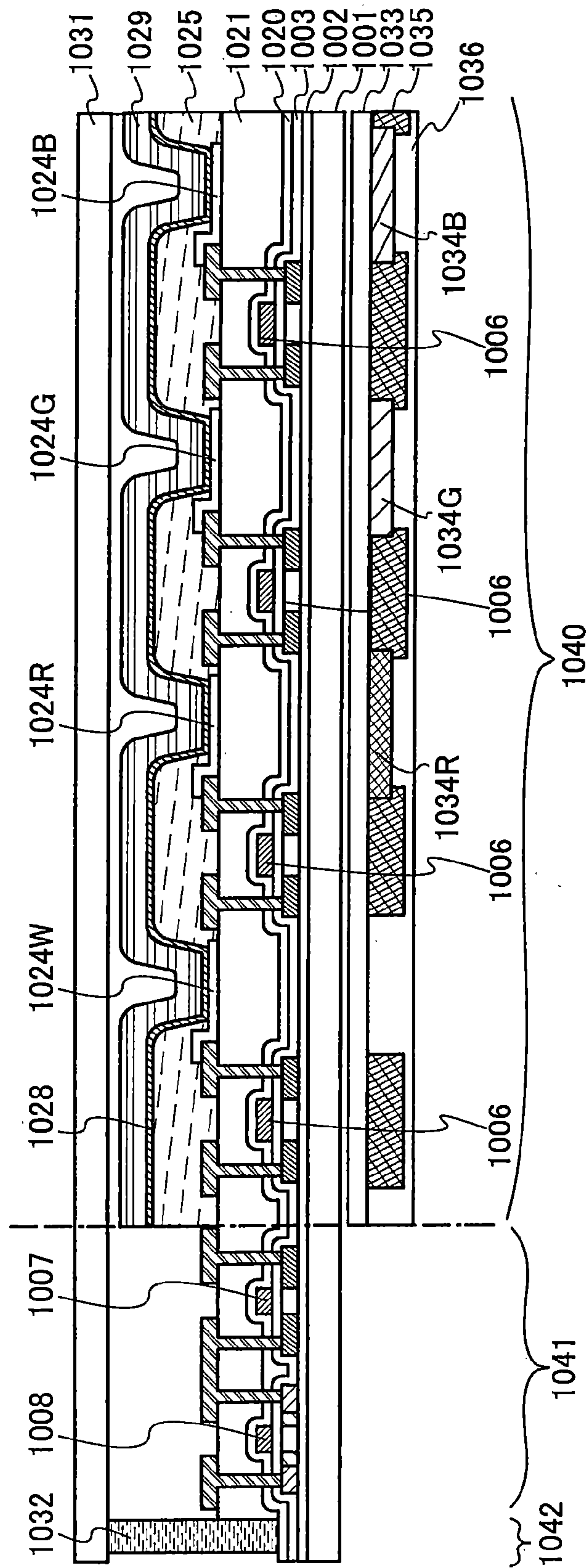


圖 3A

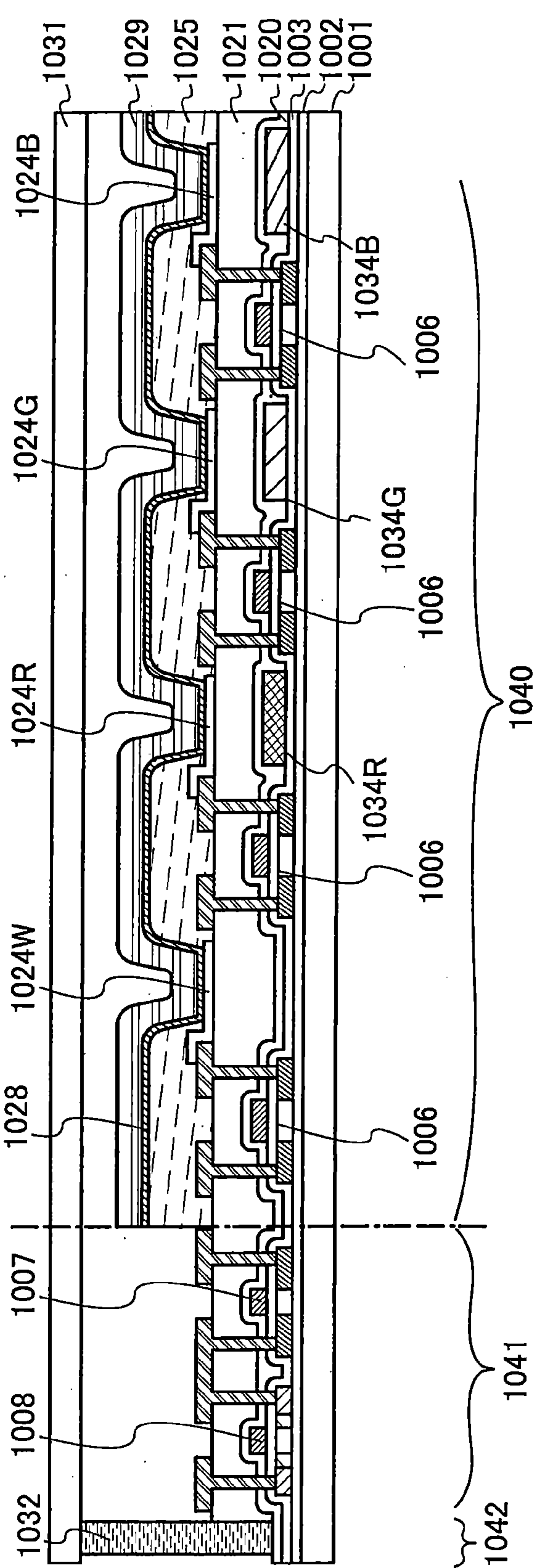


圖 3B

圖 4

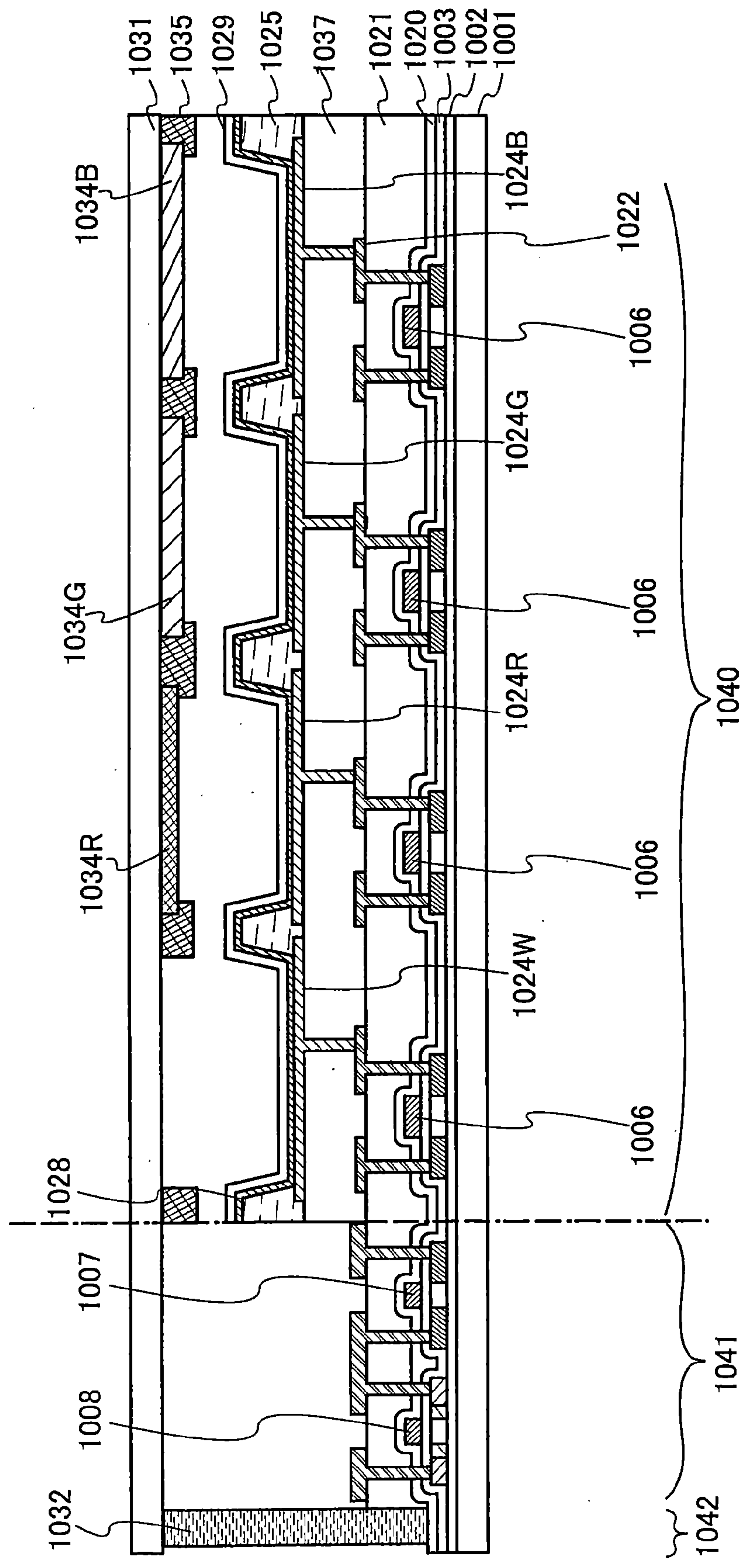


圖 5A

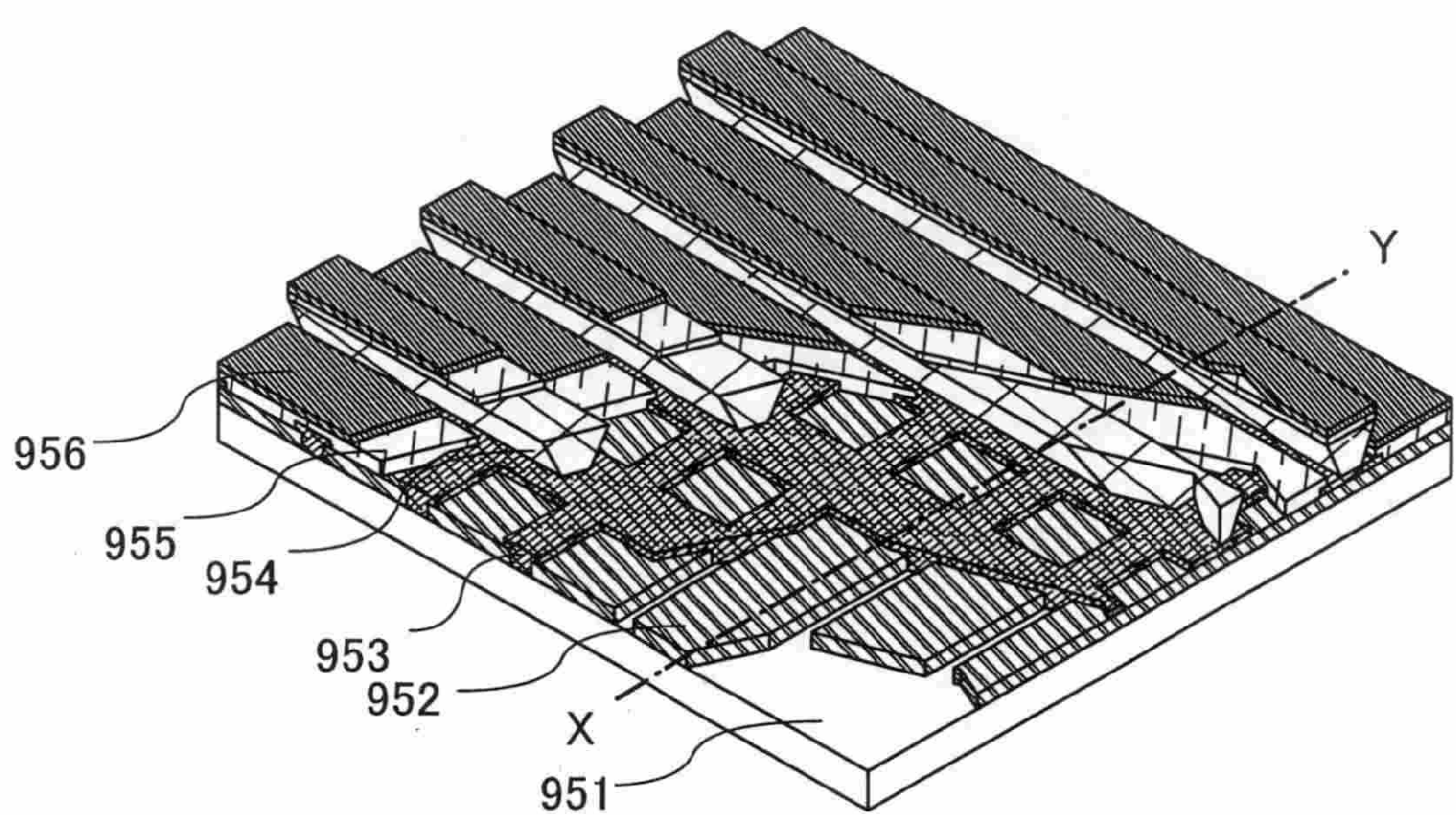


圖 5B

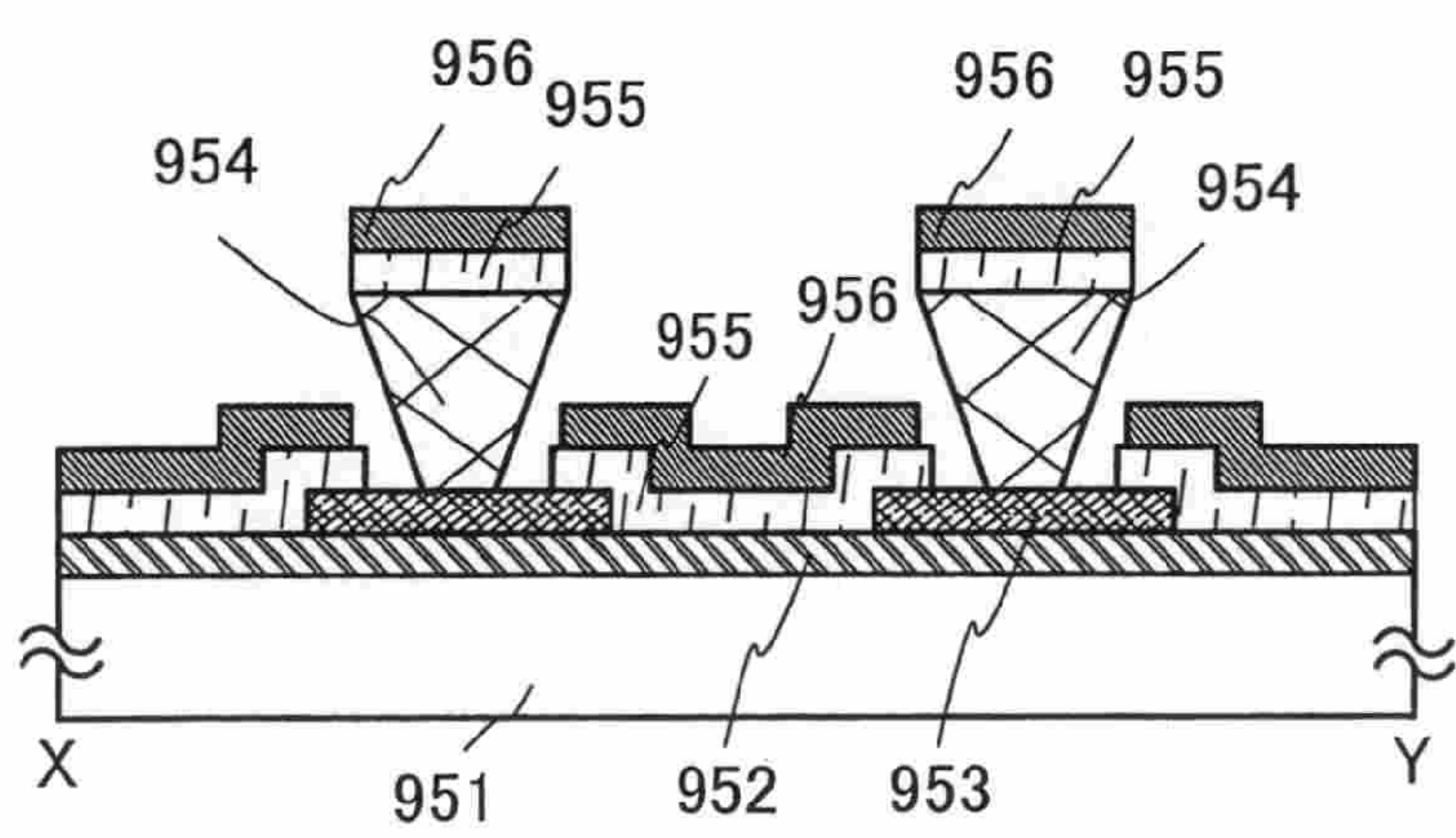


圖 6A

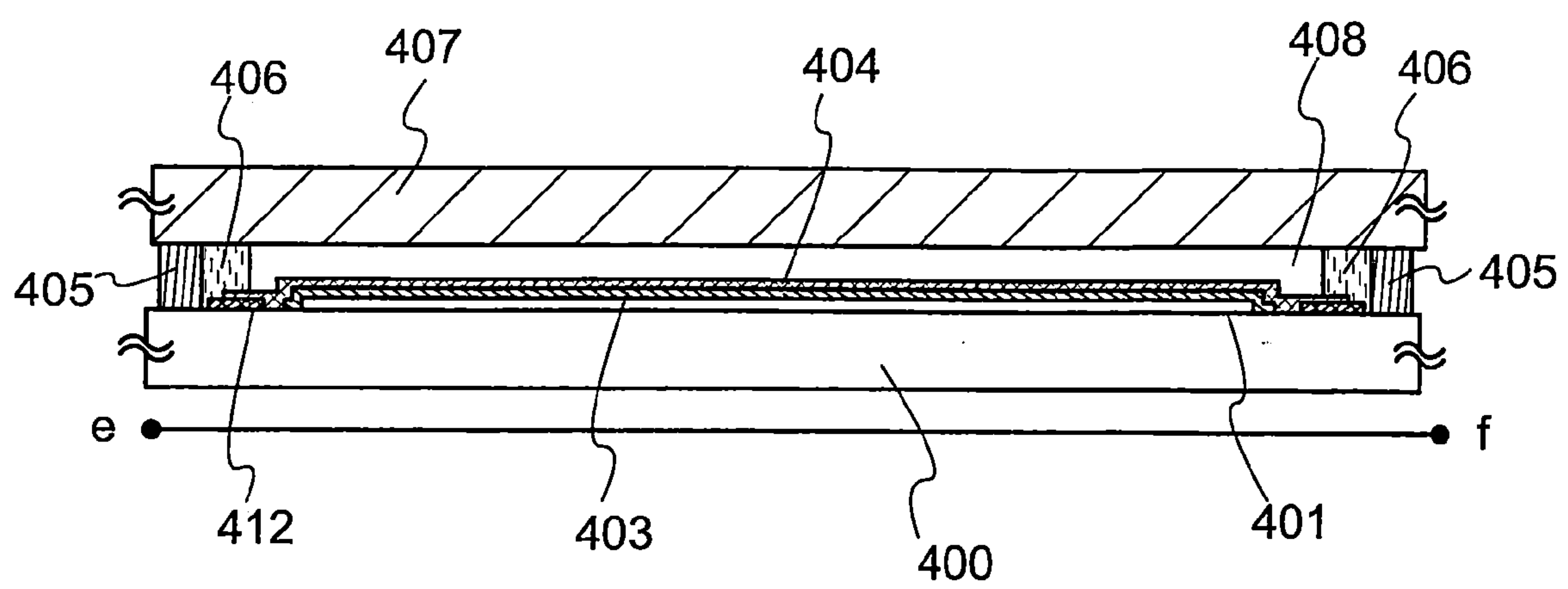


圖 6B

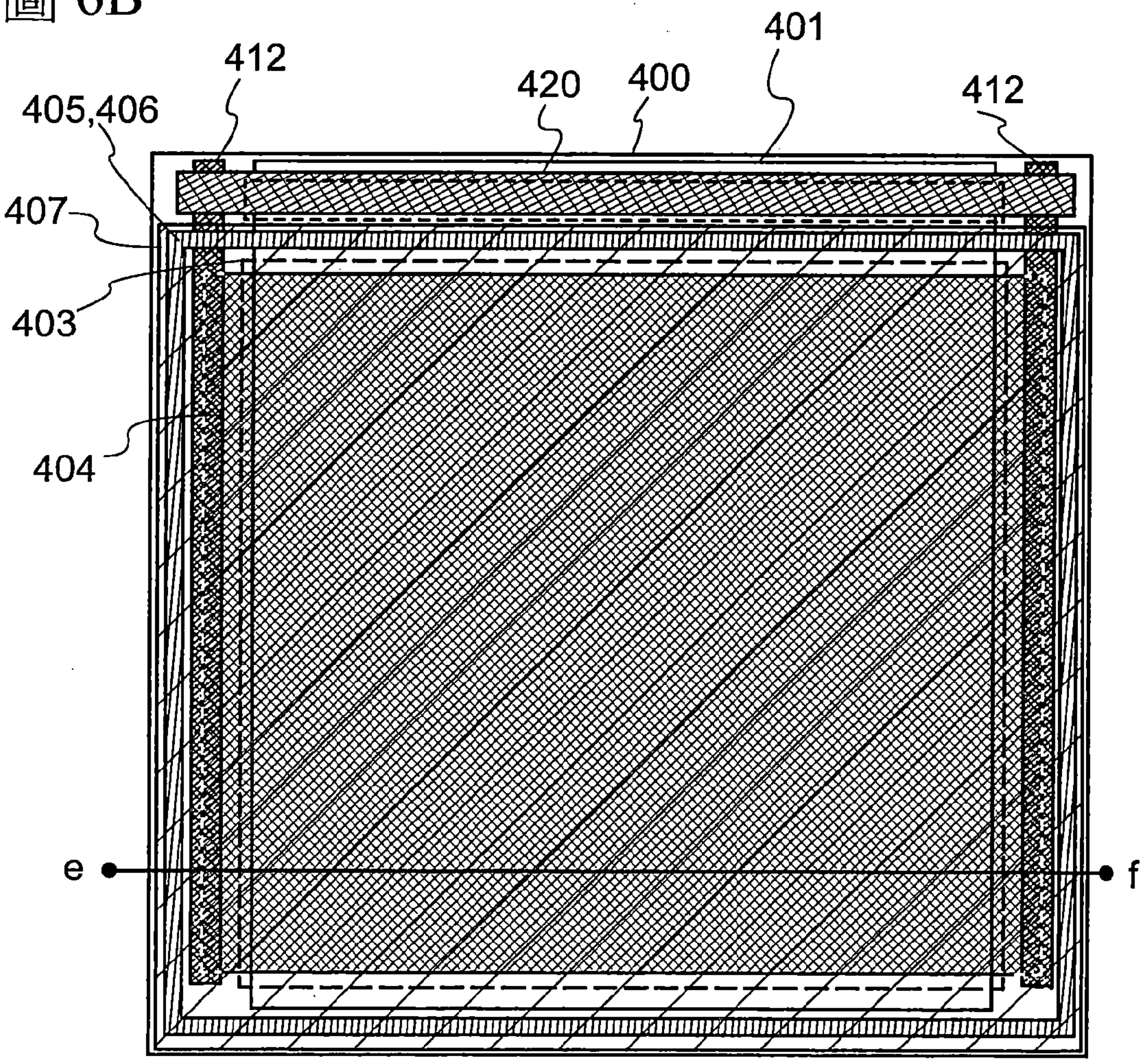


圖 7A

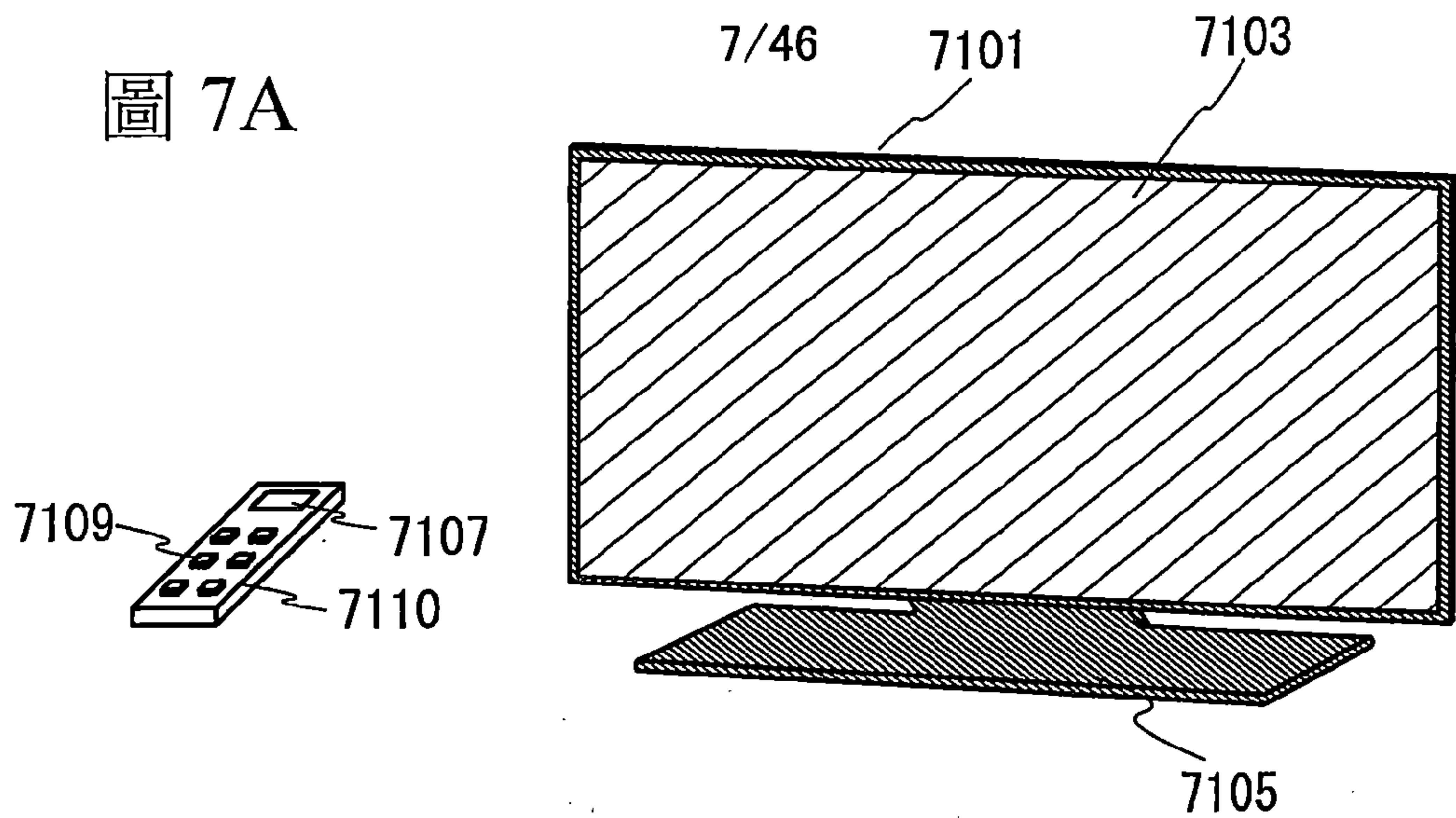


圖 7B1

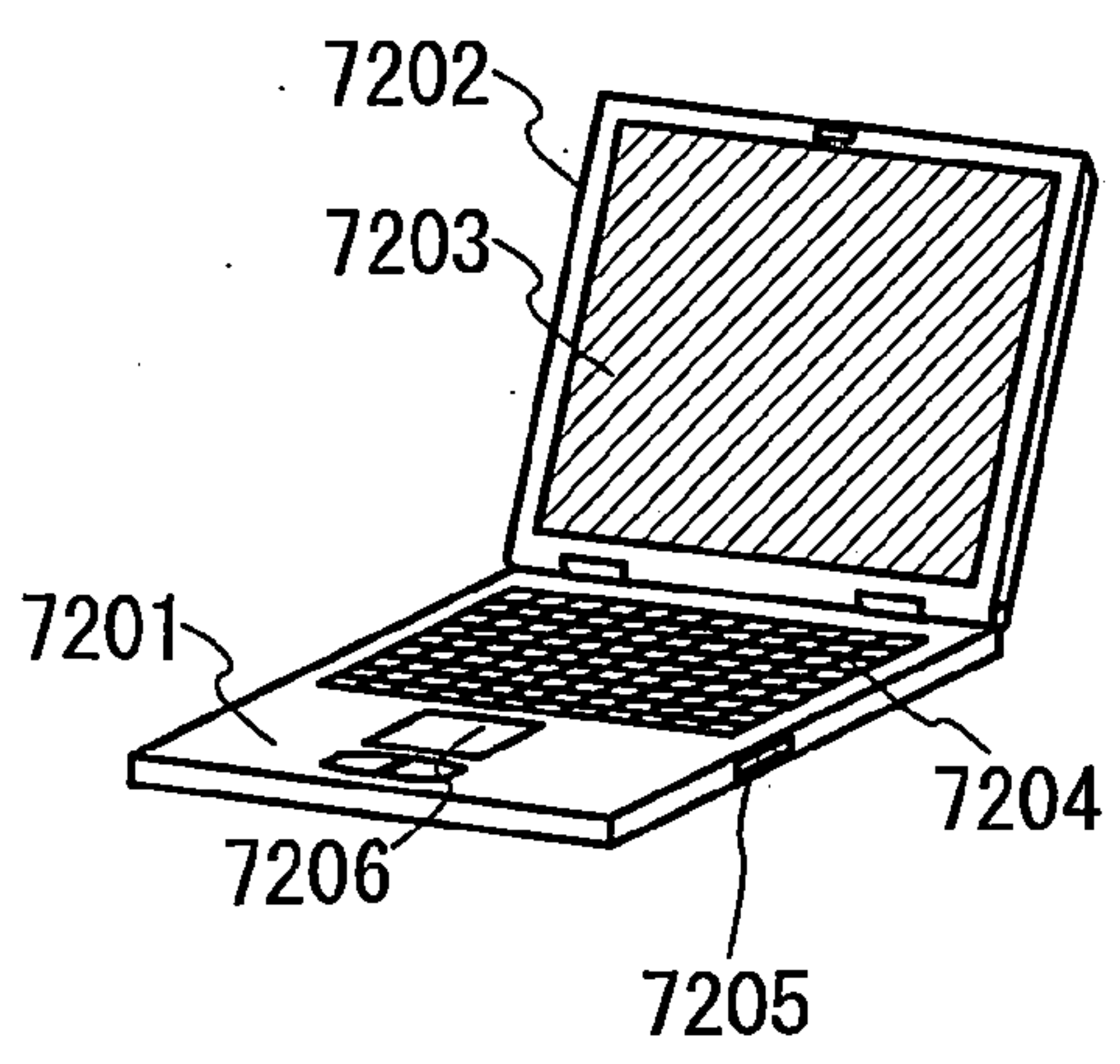


圖 7B2

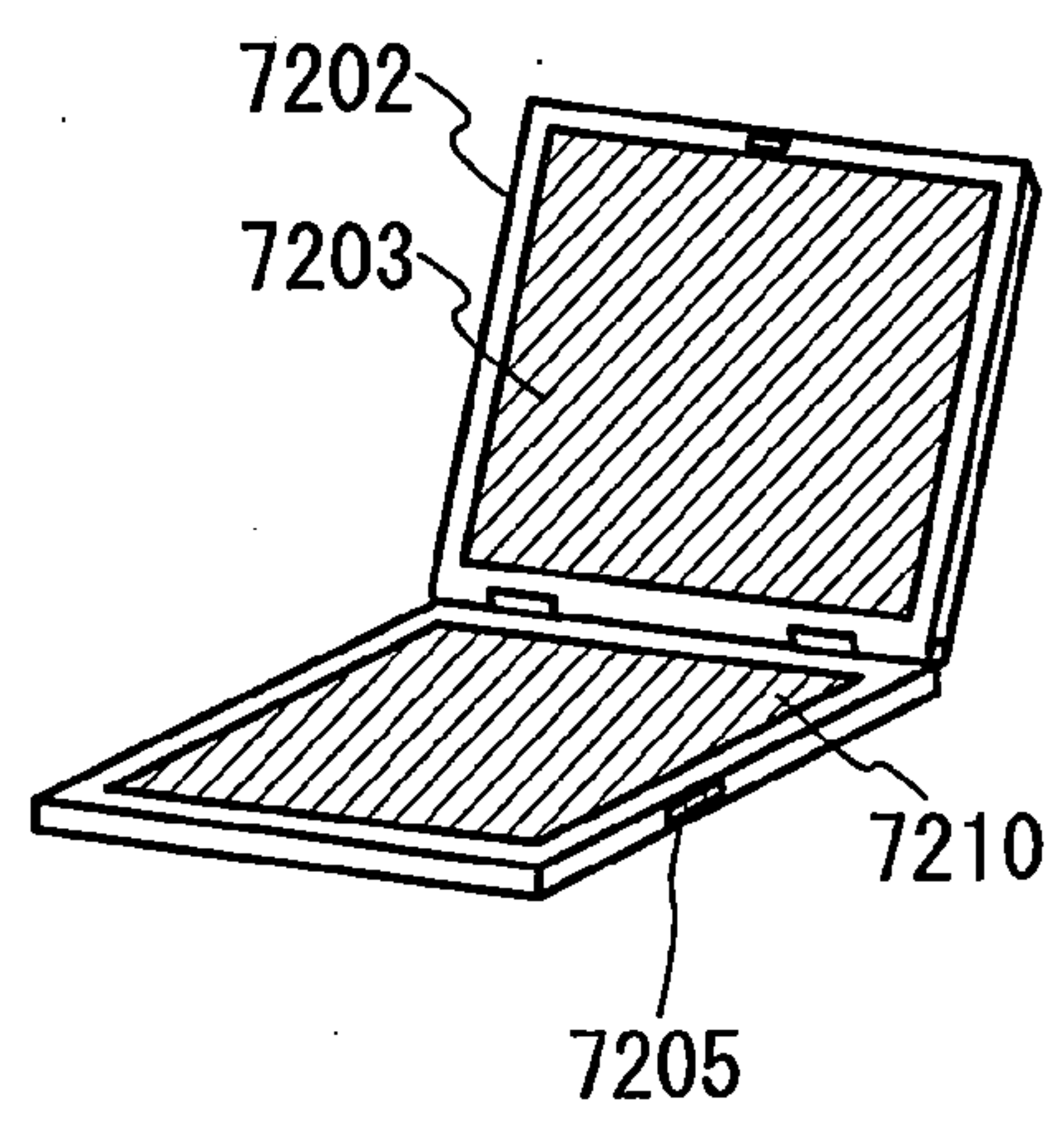


圖 7C

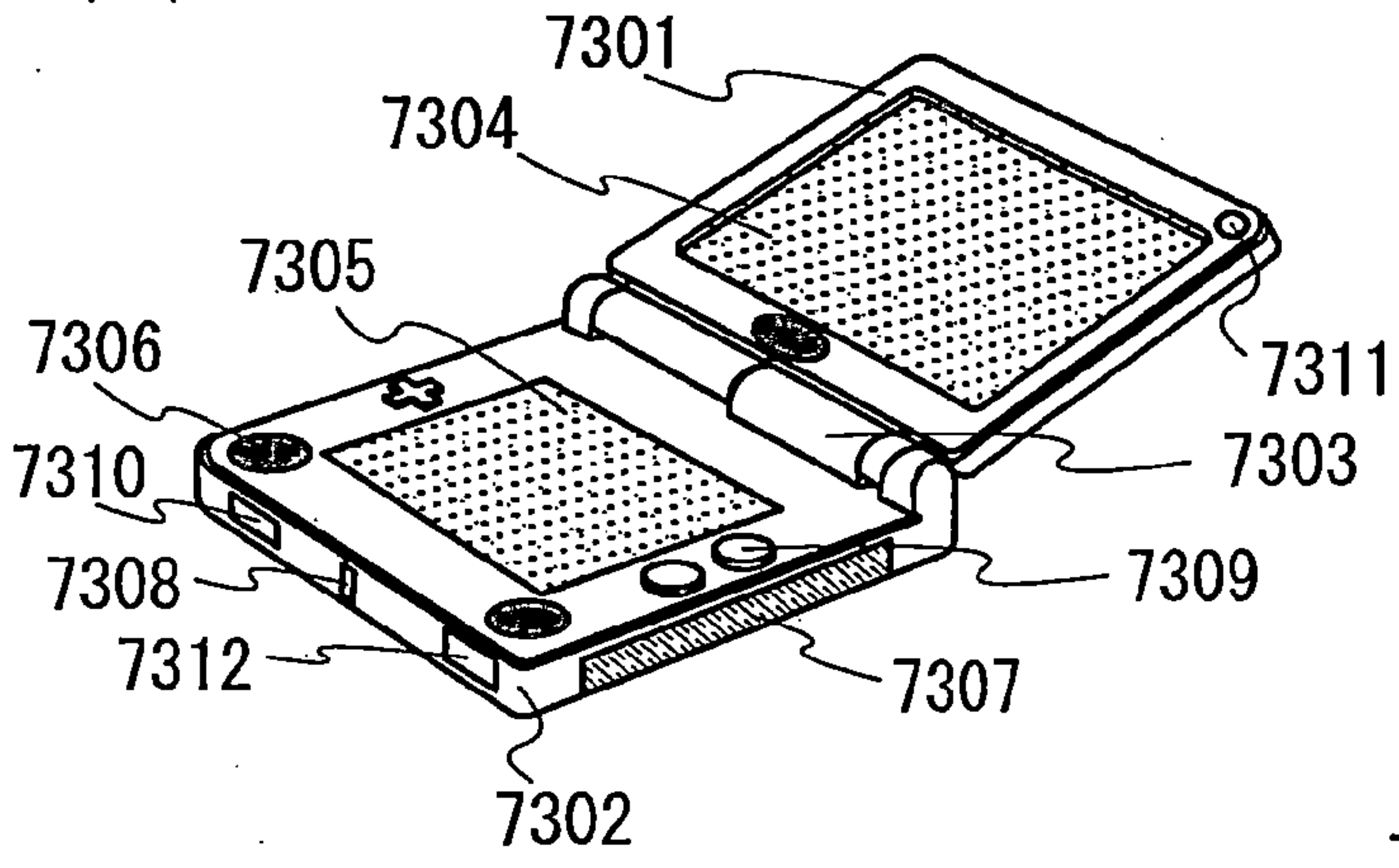


圖 7D

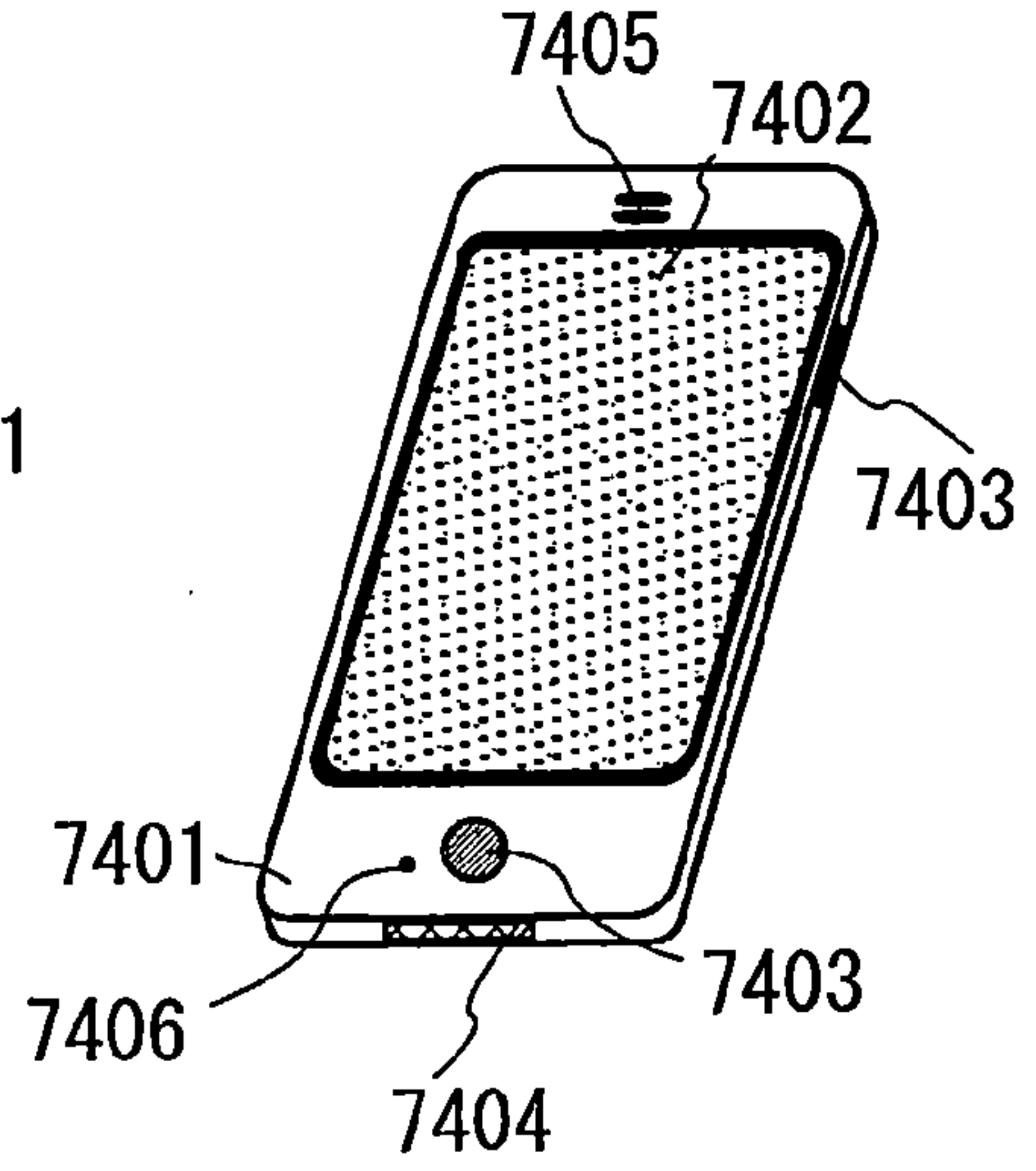


圖 8

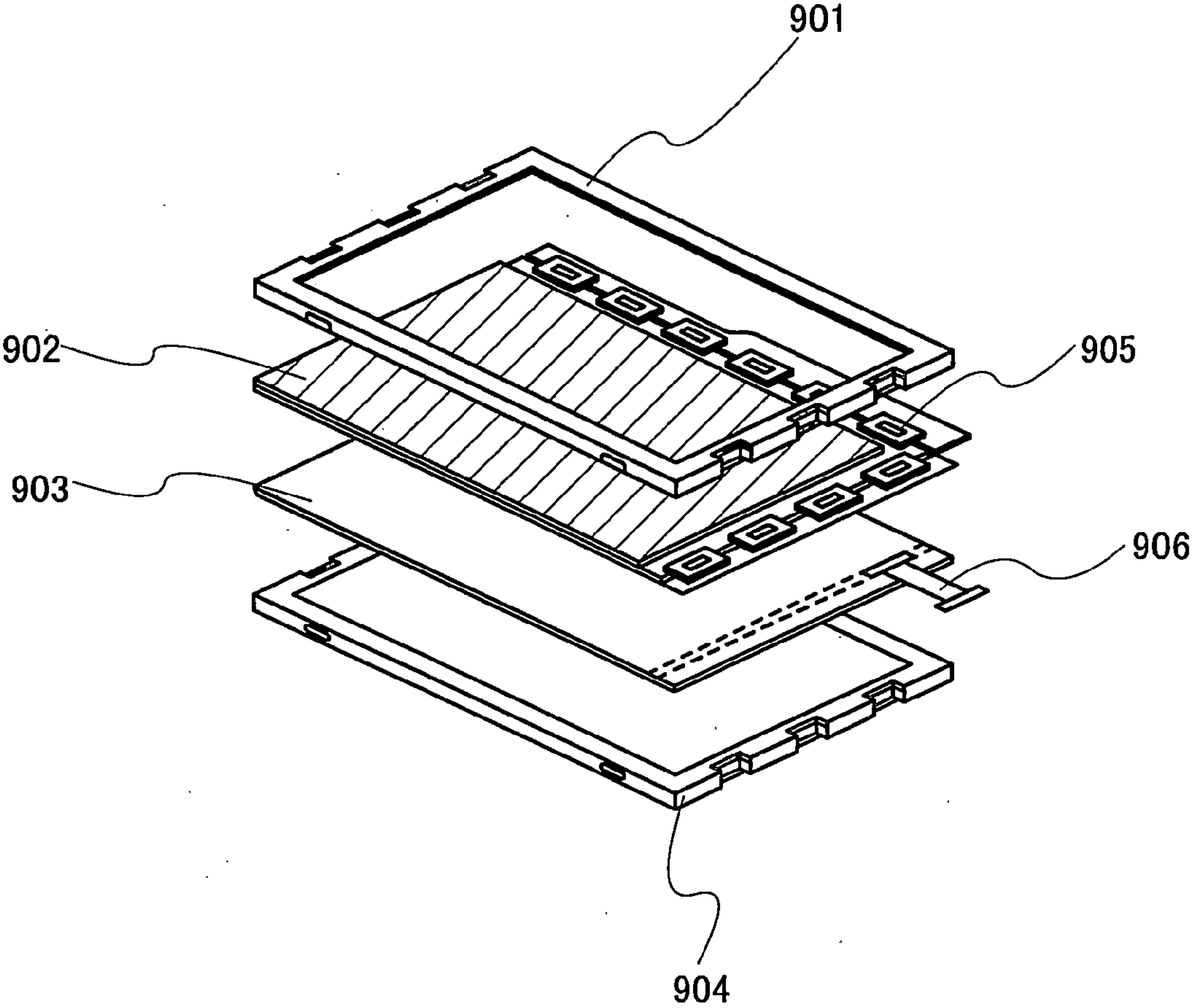


圖 9

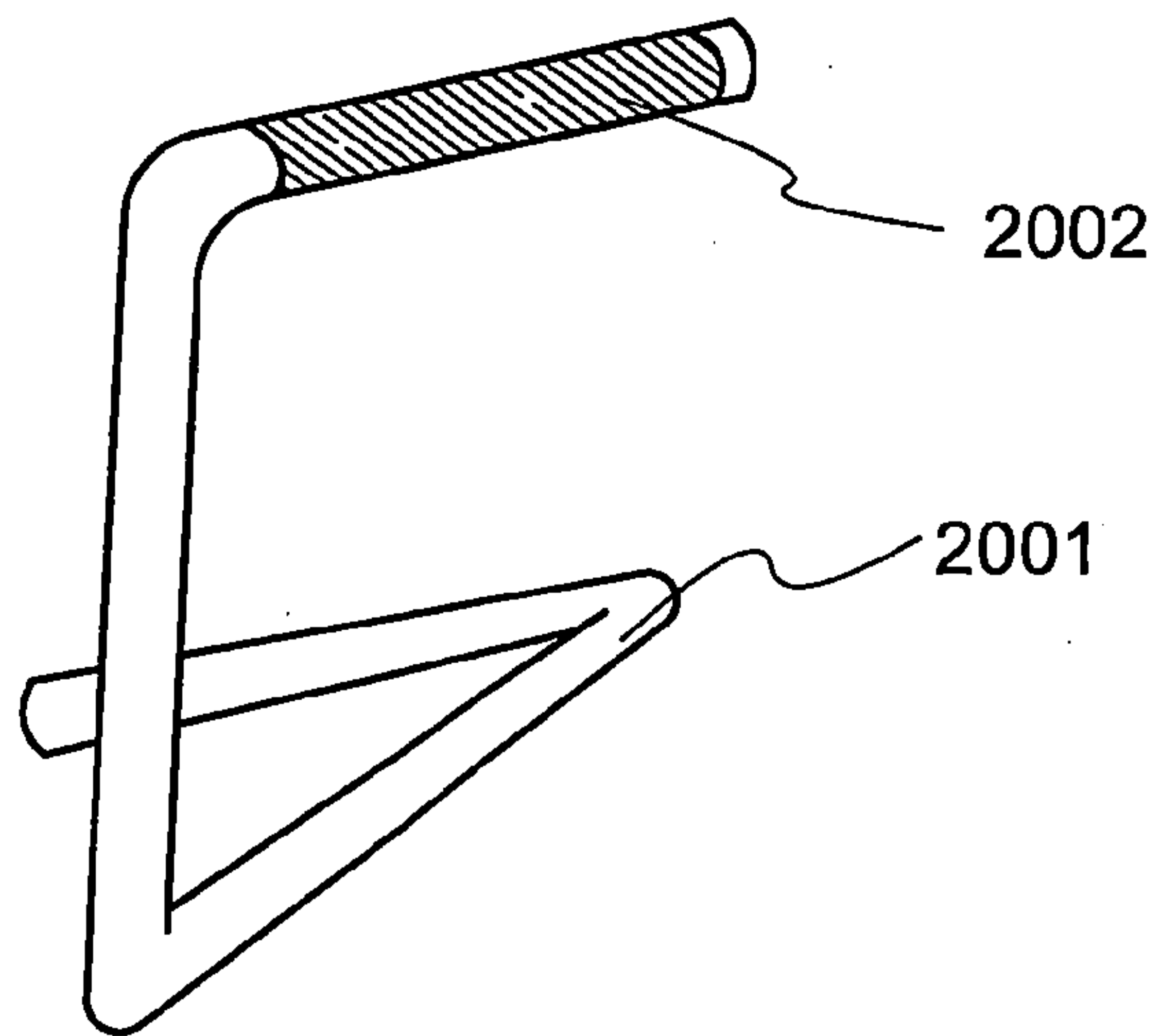


圖 10

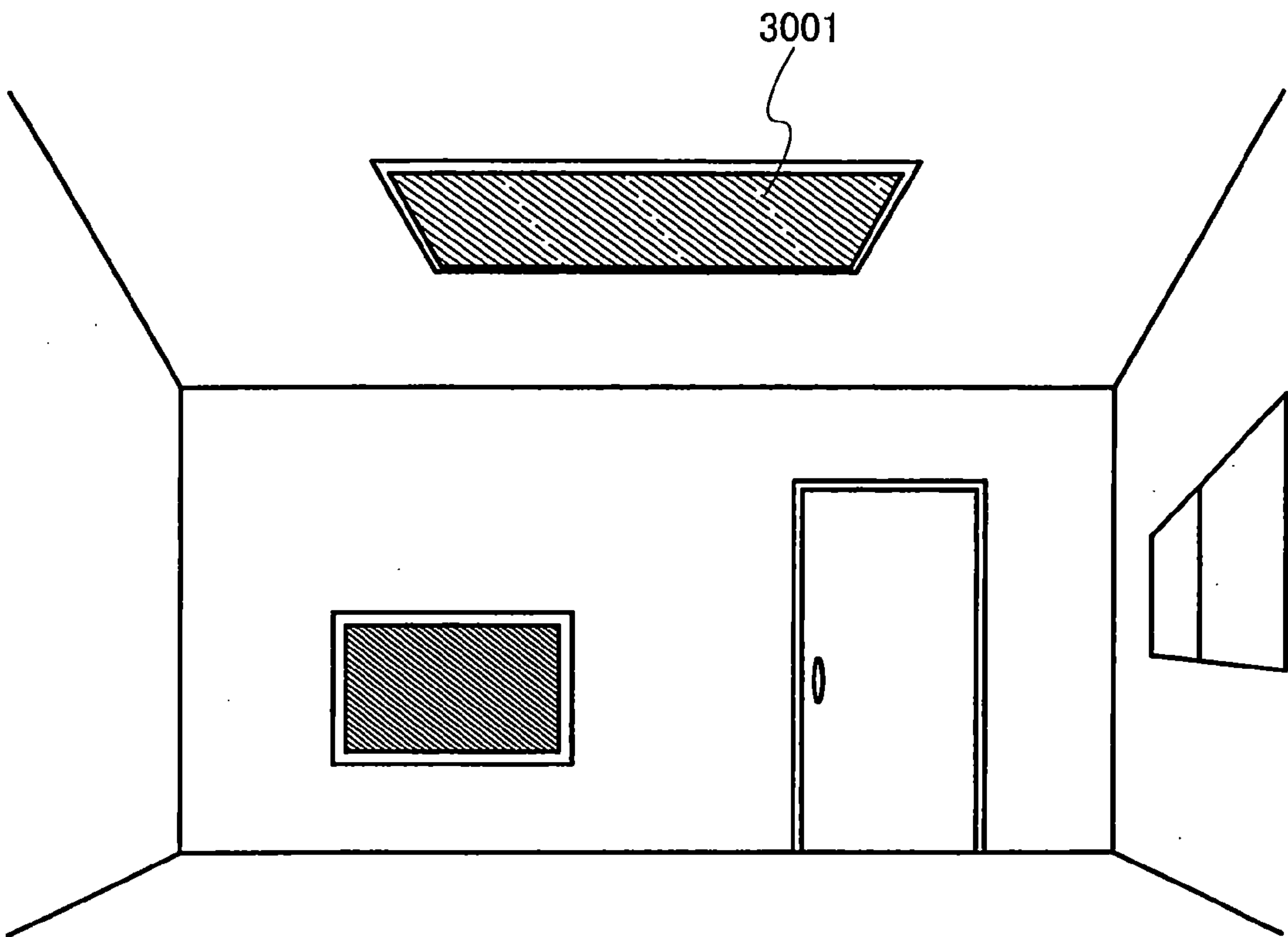


圖 11

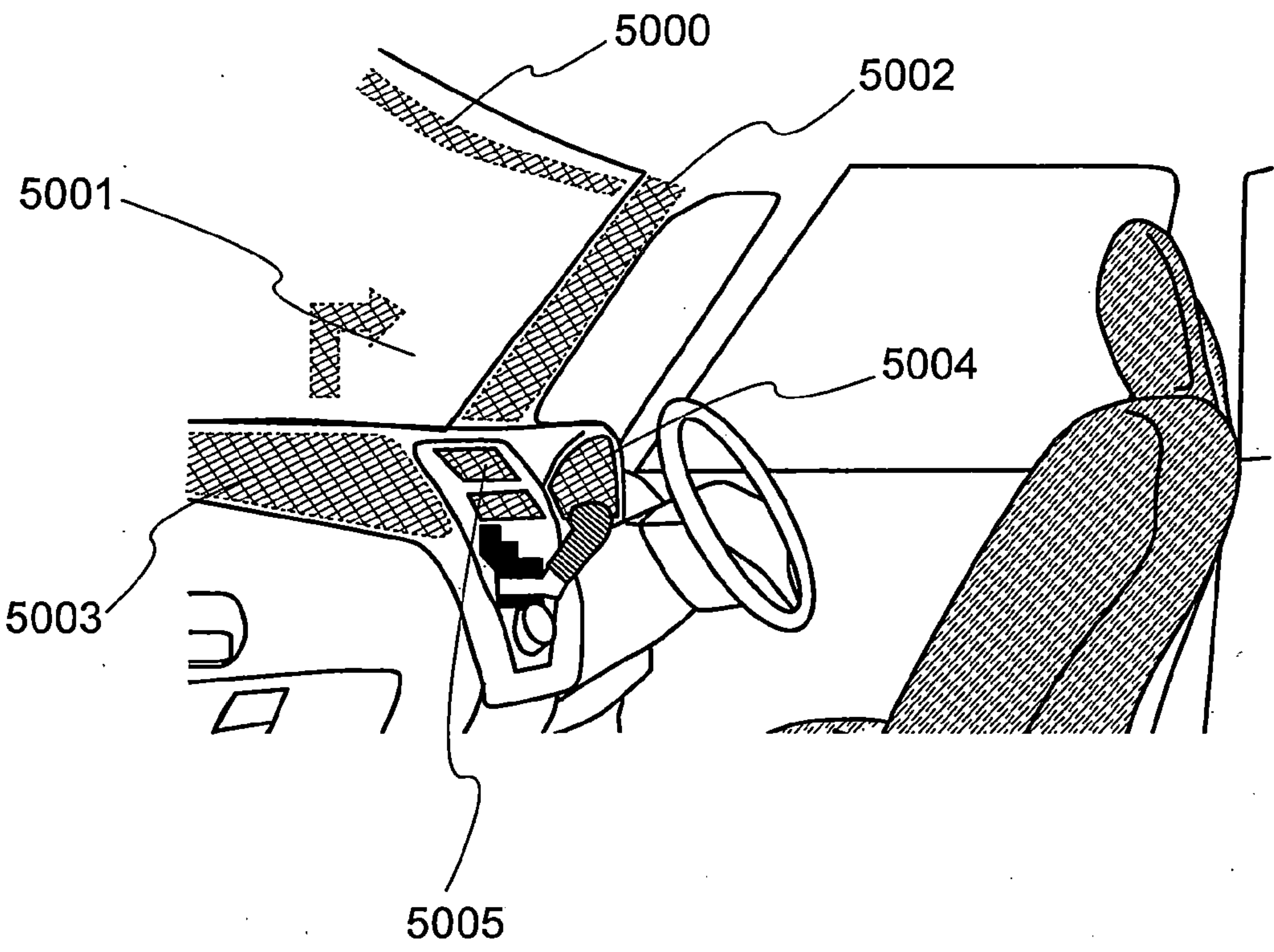


圖 12A

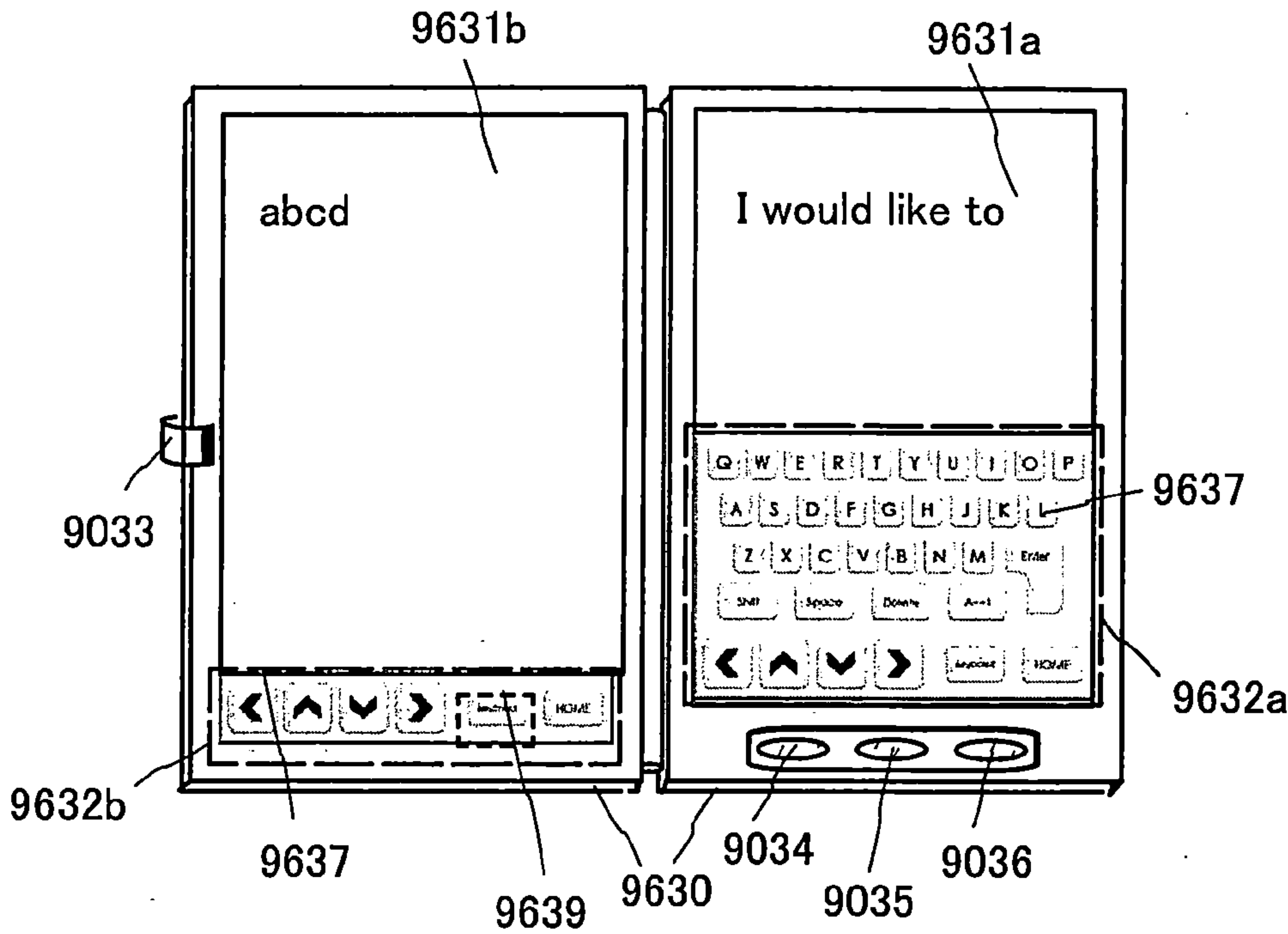


圖 12B

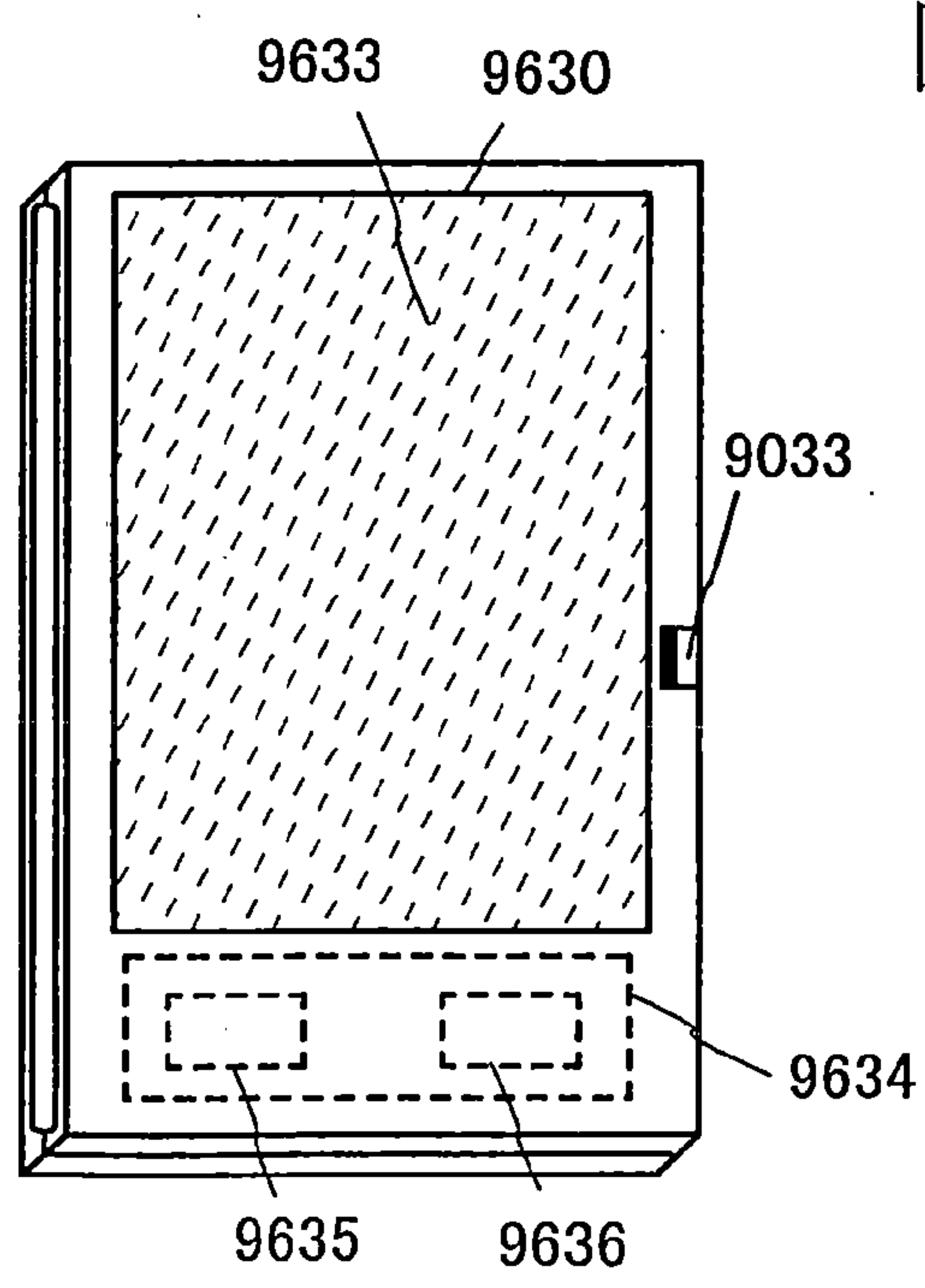


圖 12C

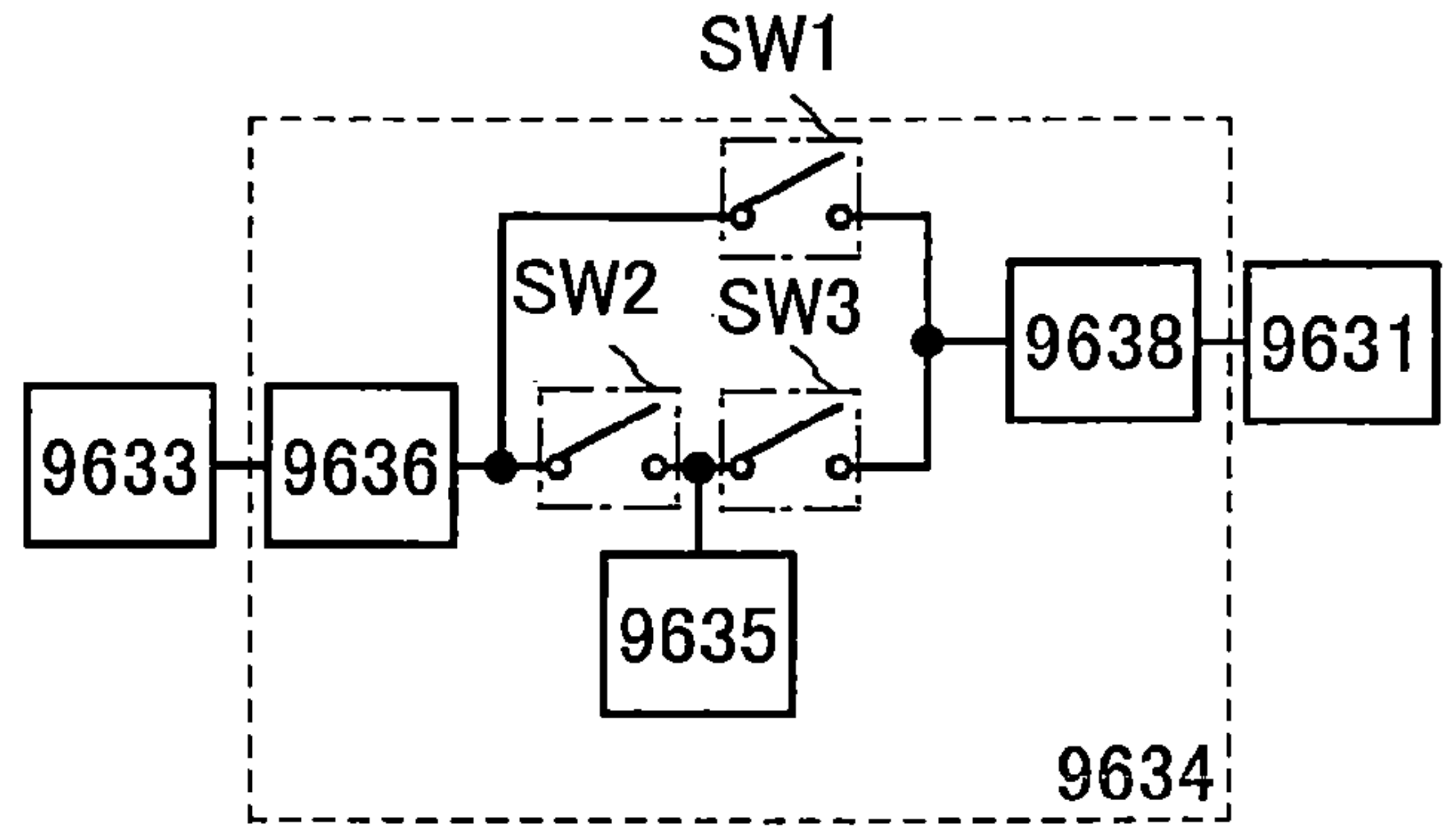


圖 13A

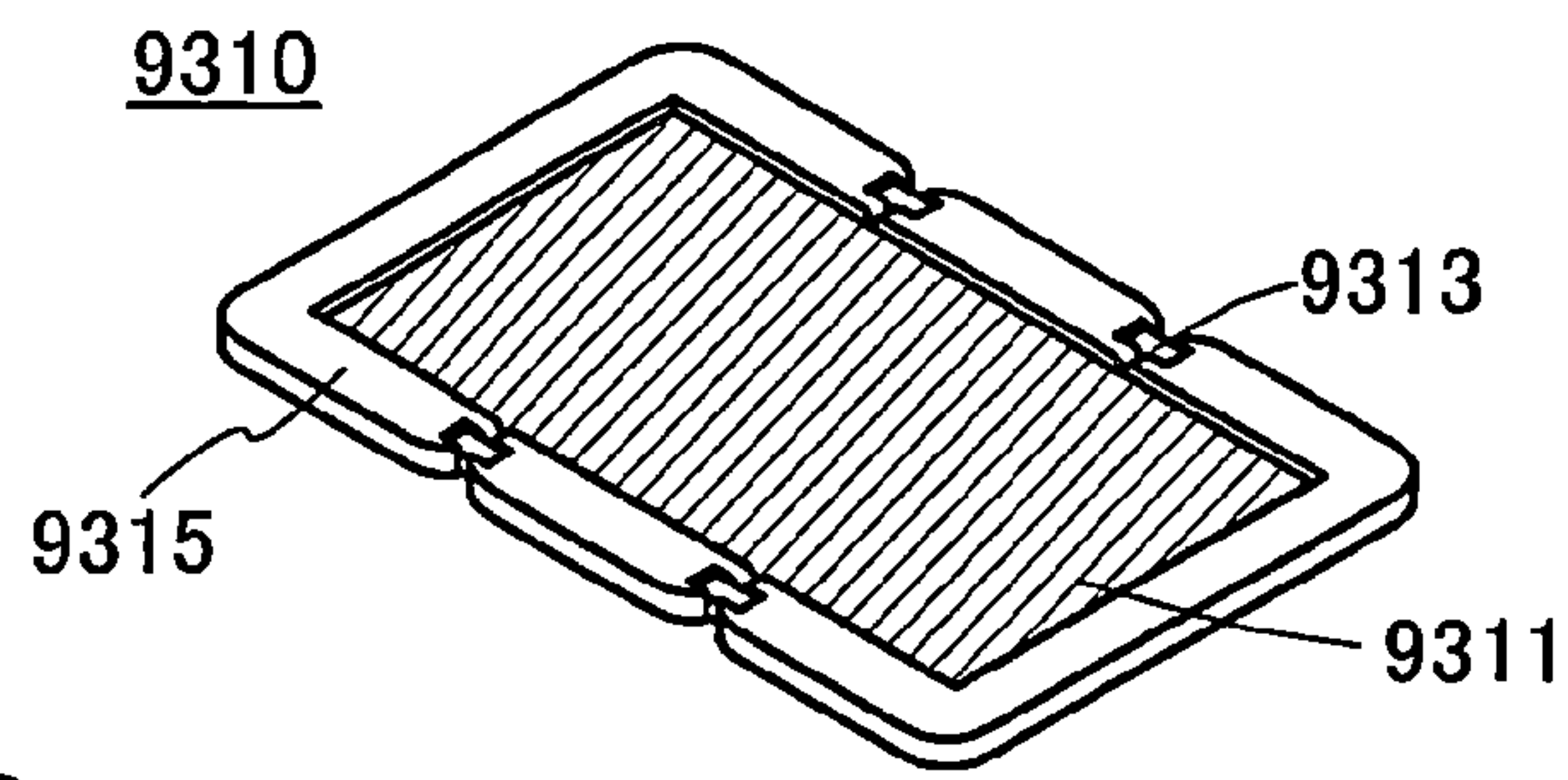


圖 13B

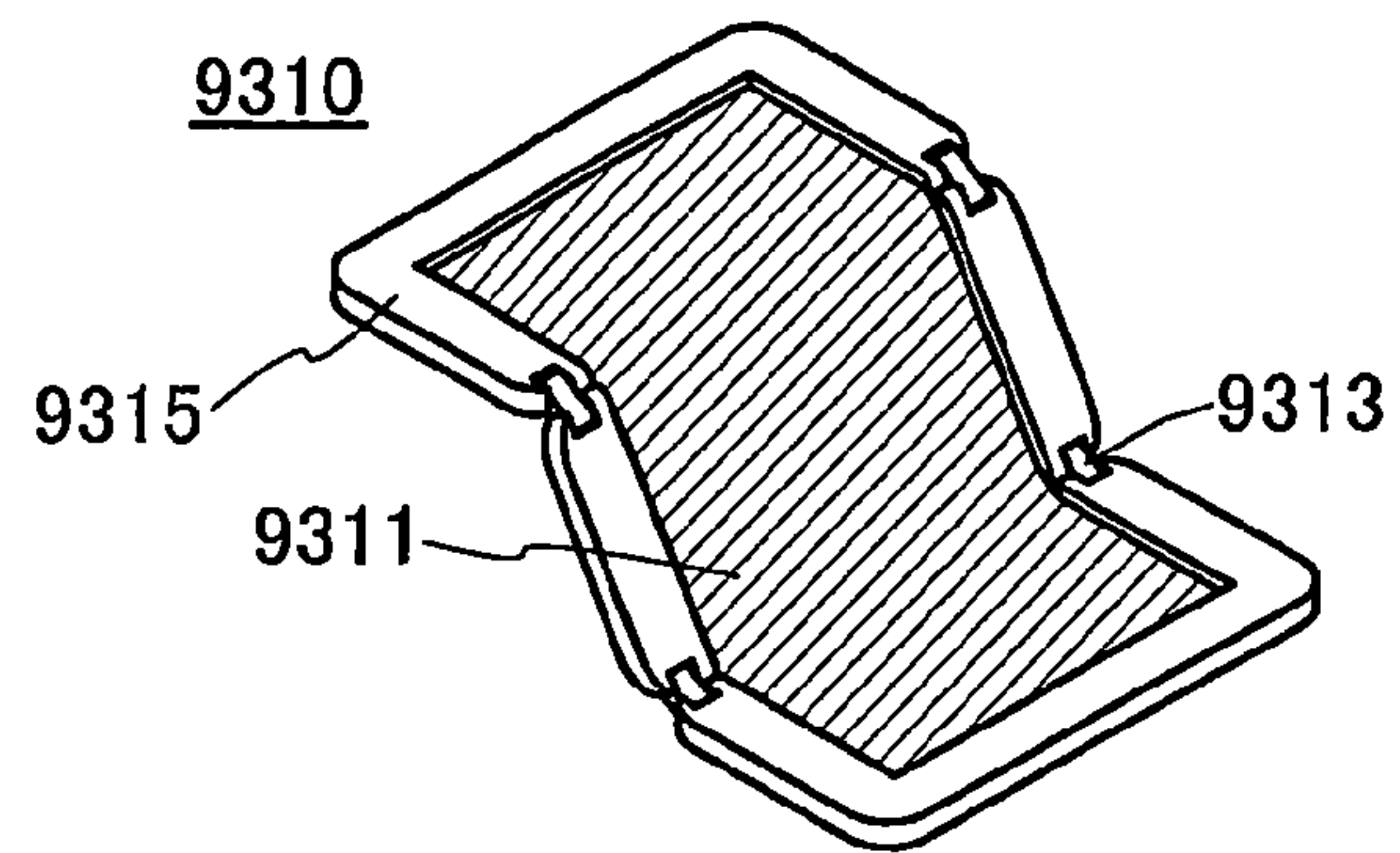


圖 13C

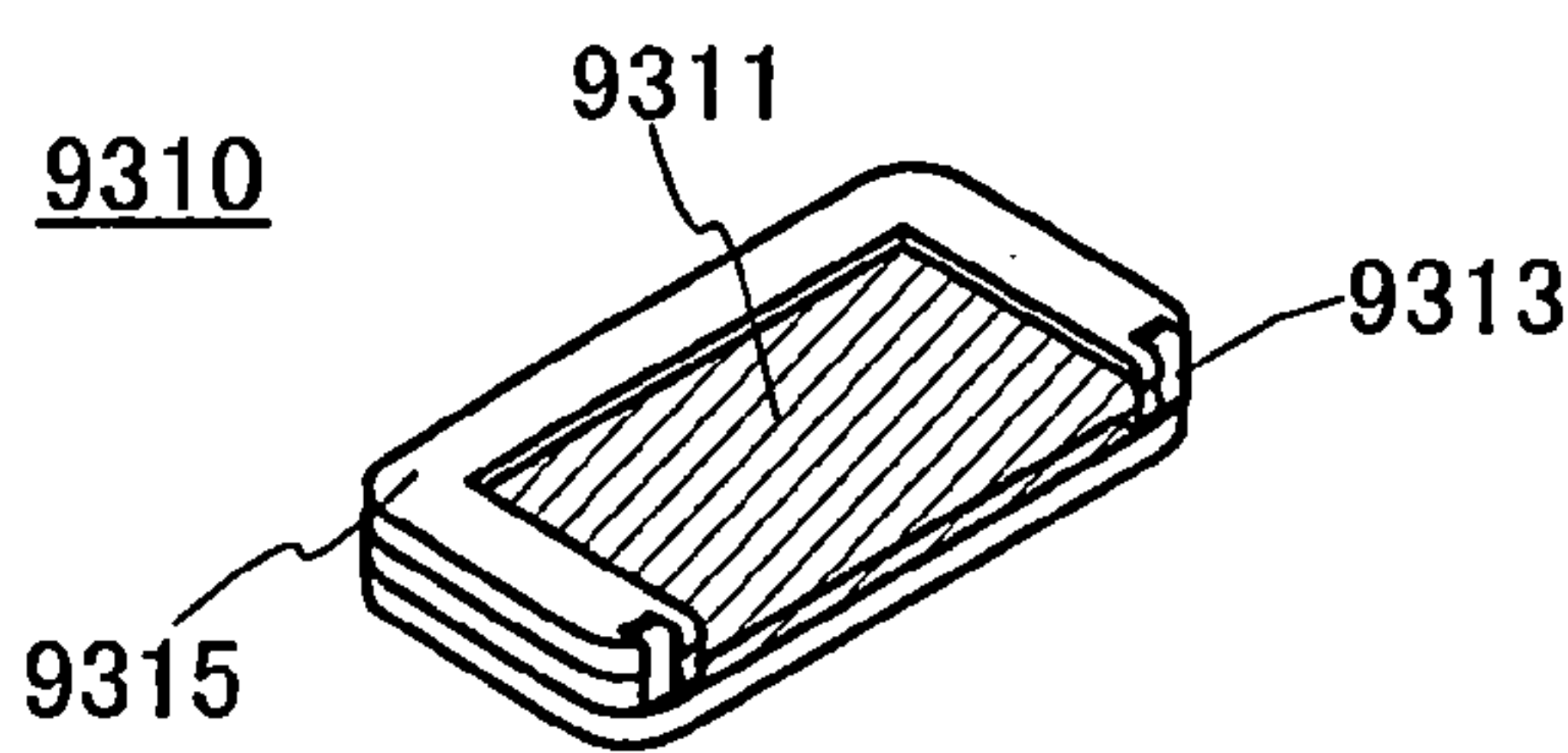


圖 14A

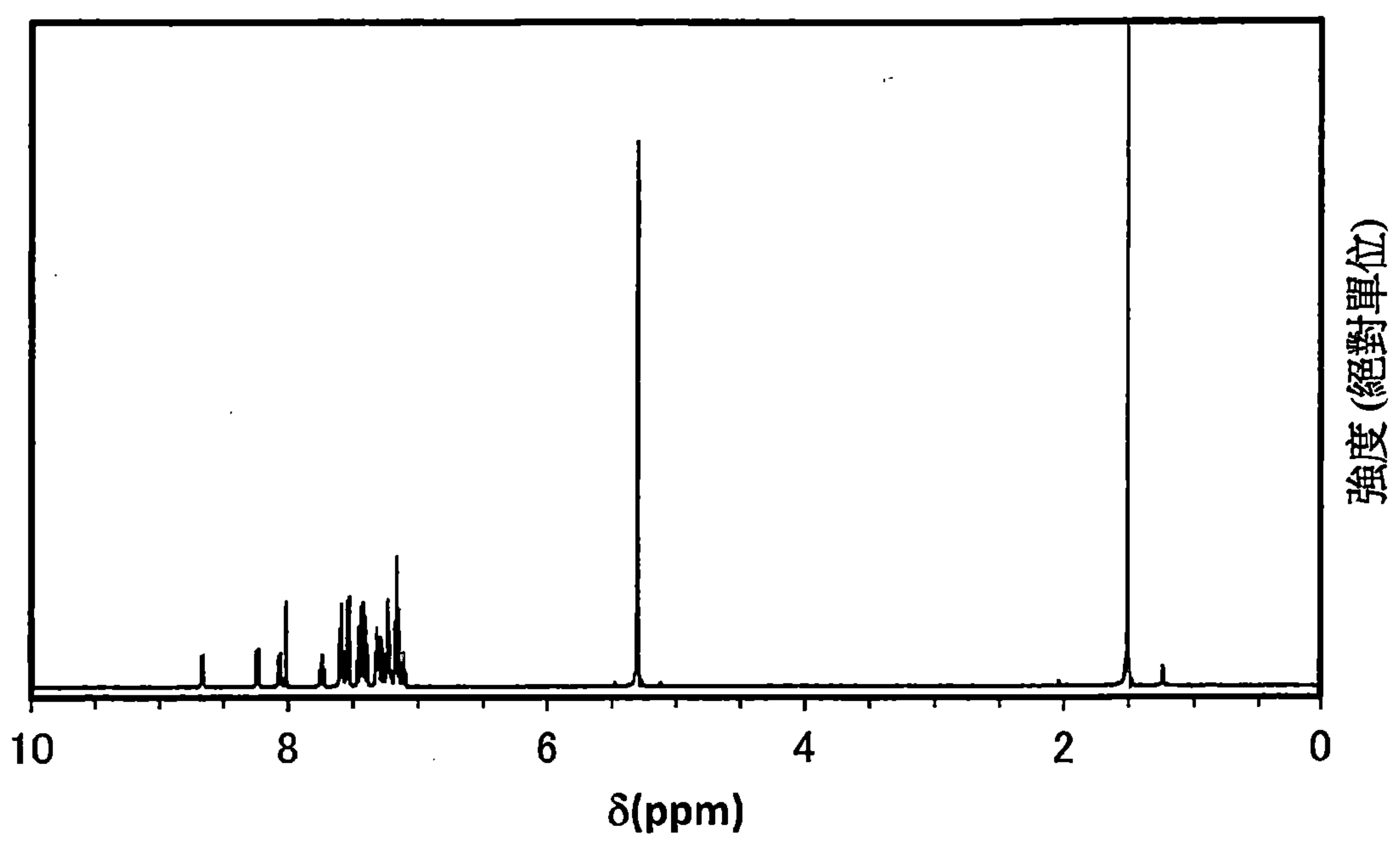


圖 14B

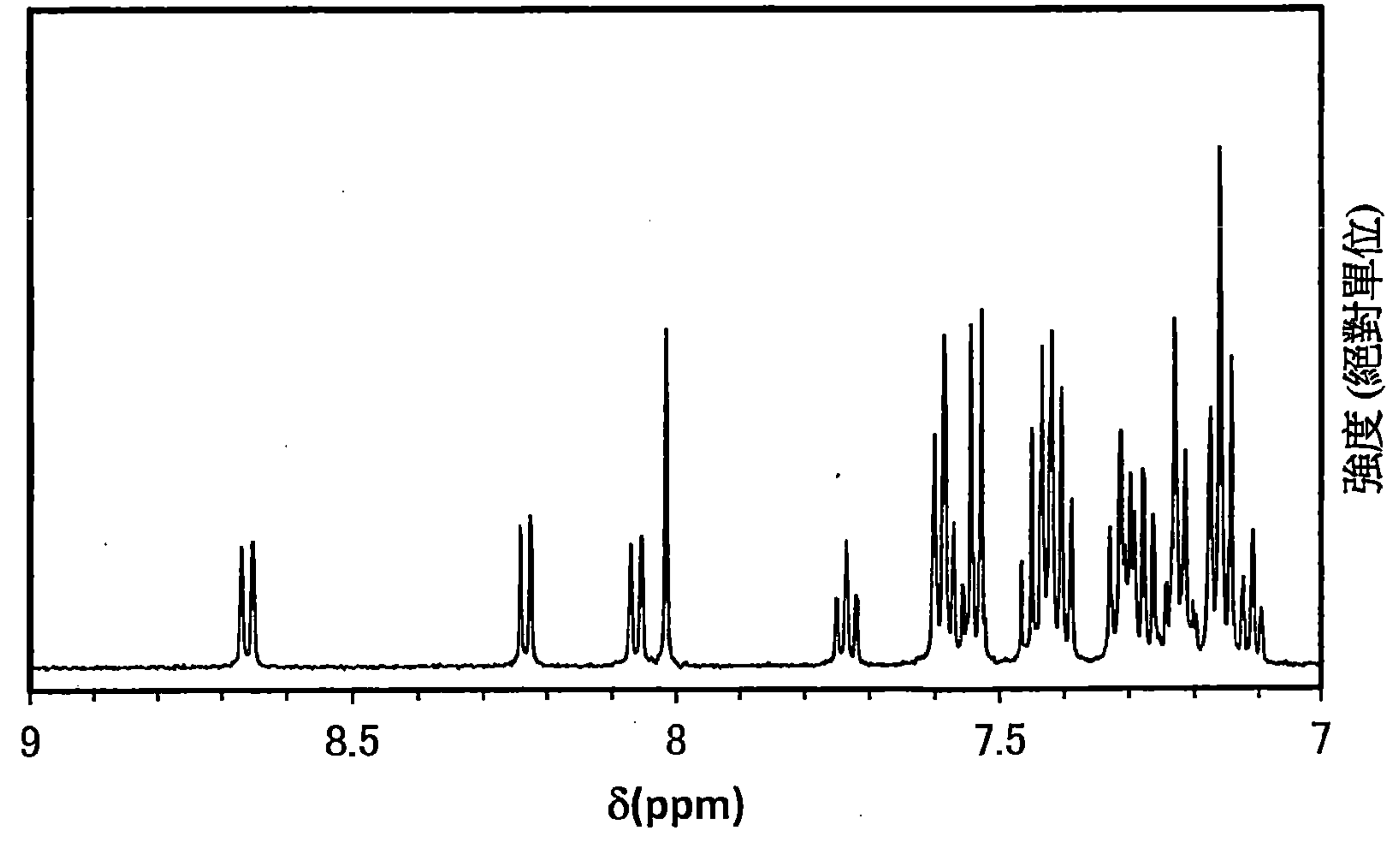


圖 15

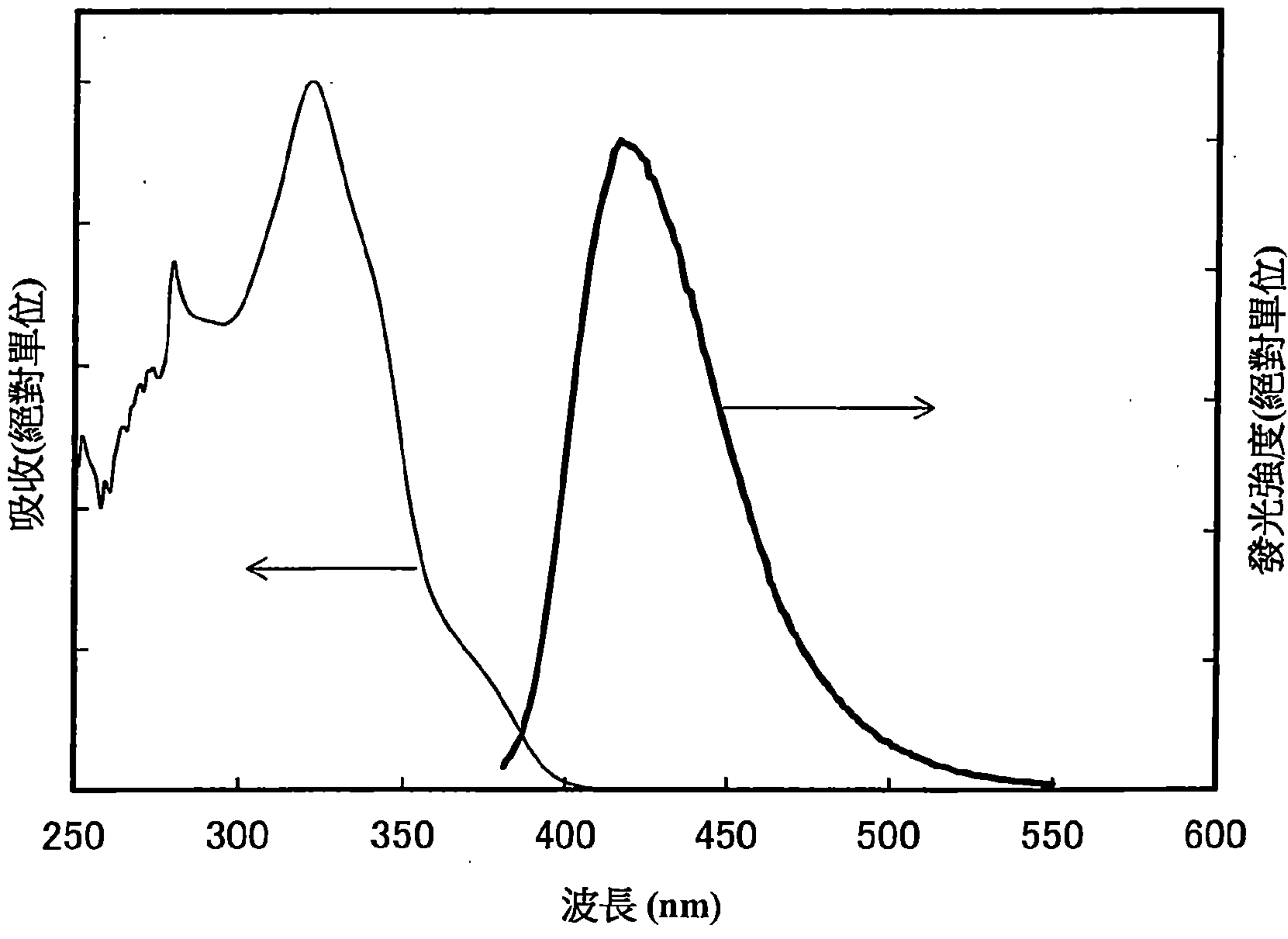


圖 16

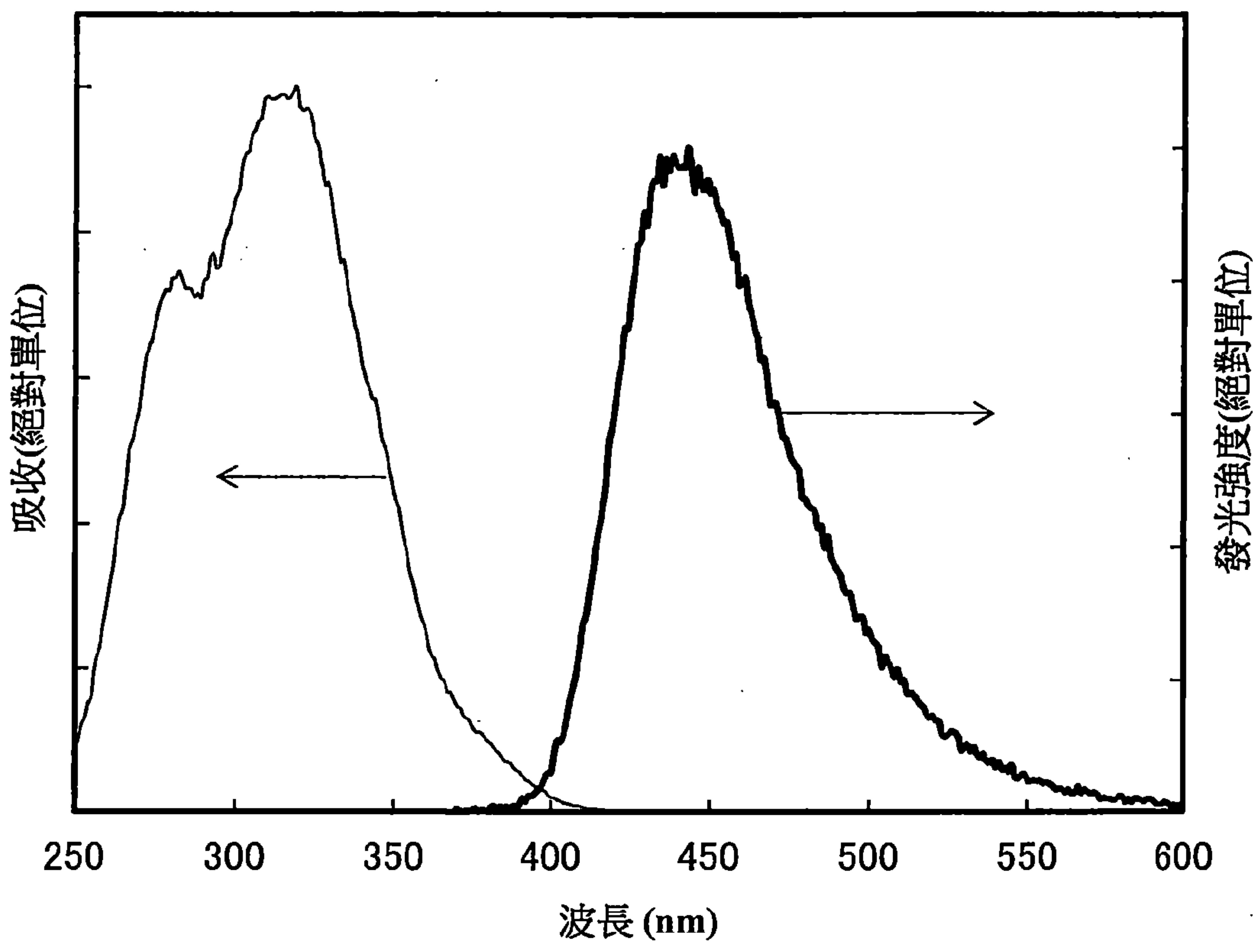


圖 17A

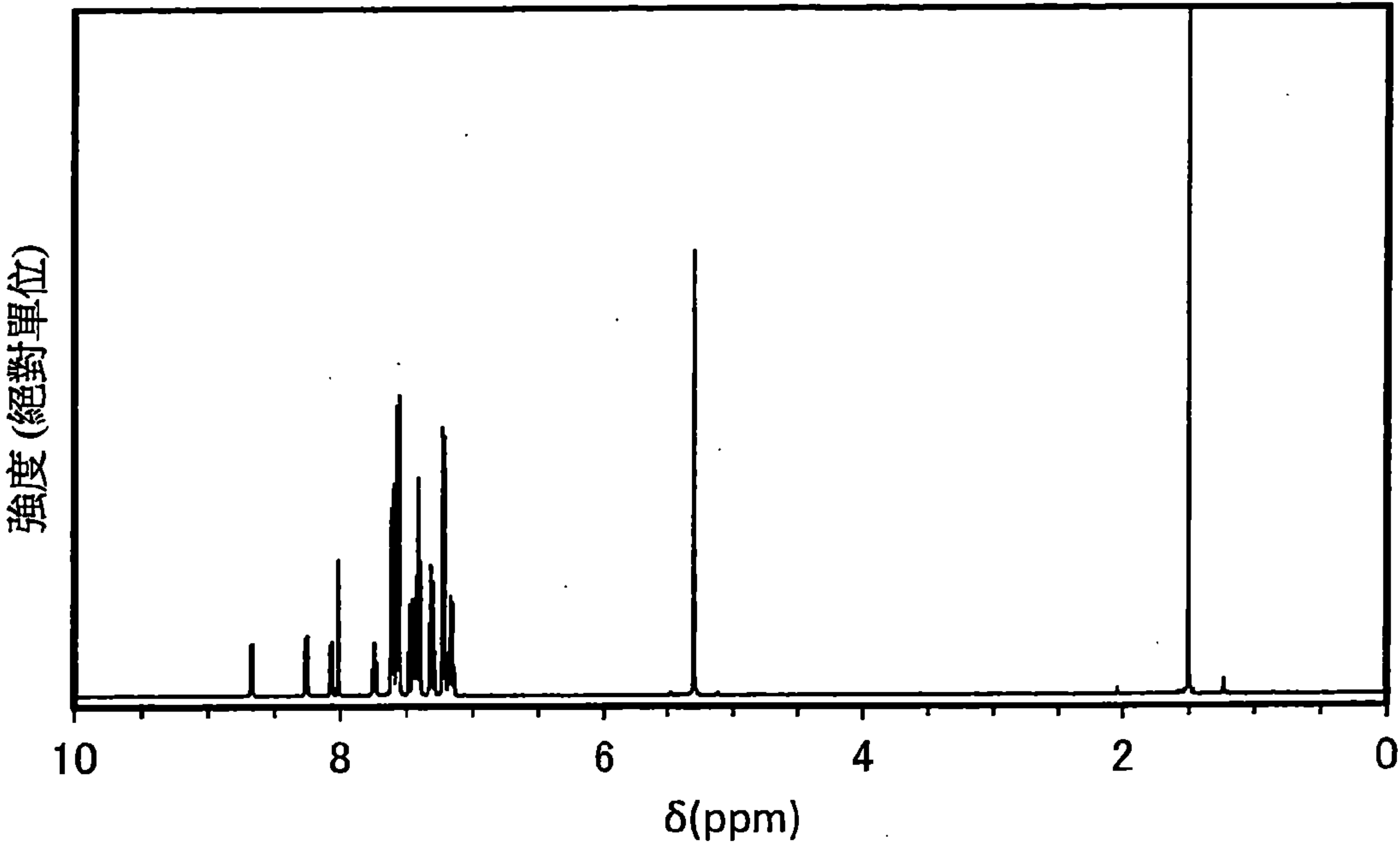


圖 17B

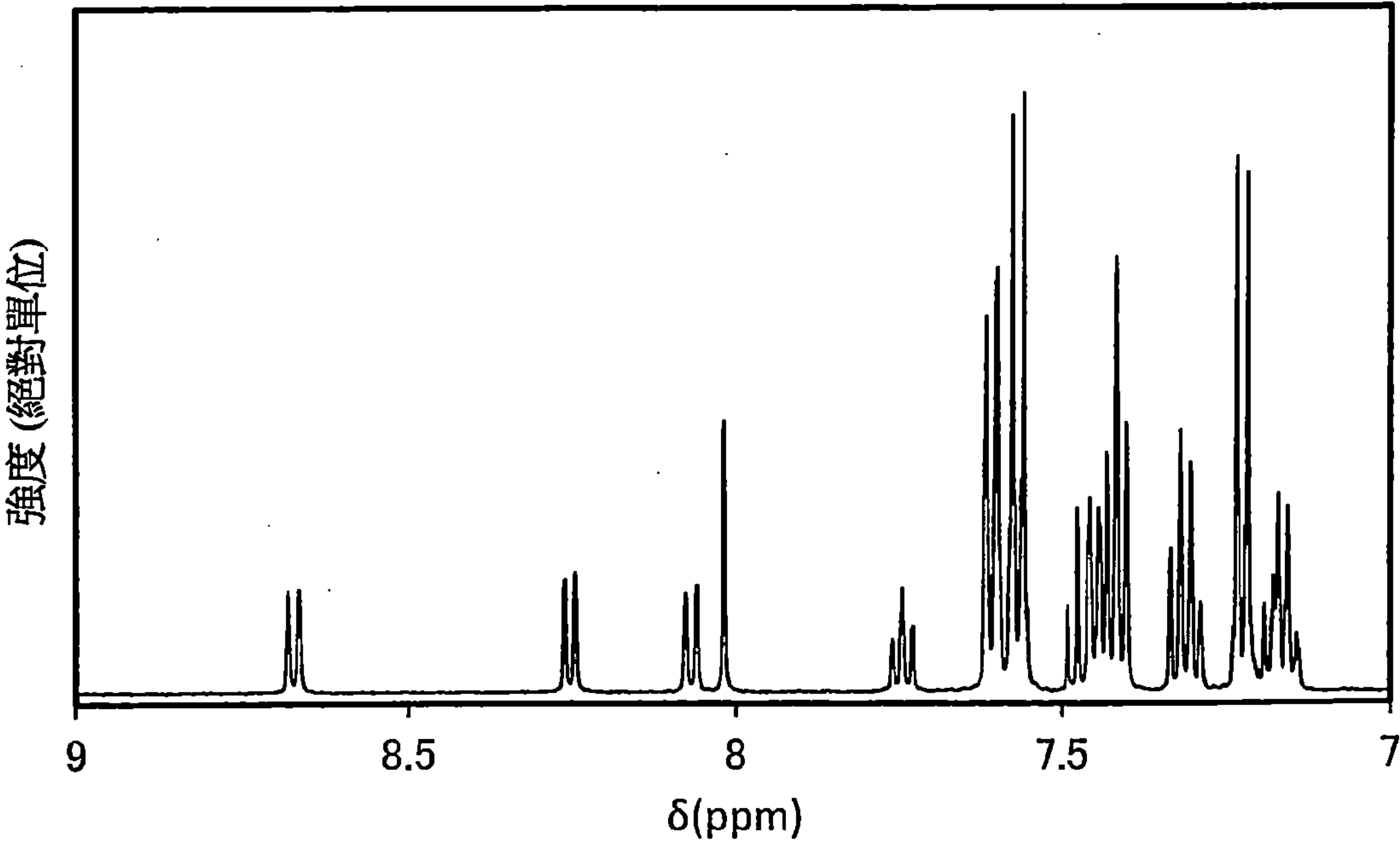


圖 18

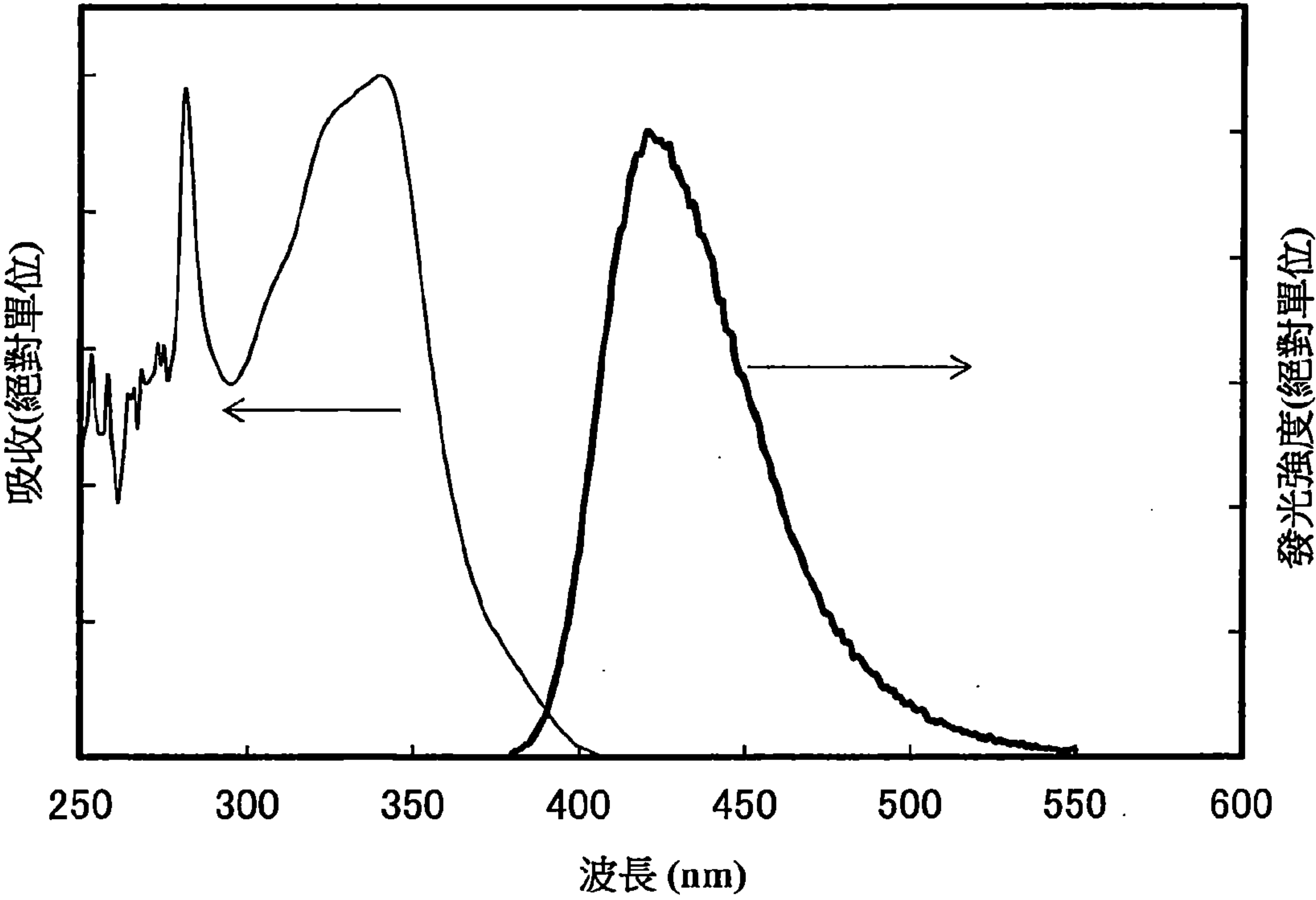


圖 19

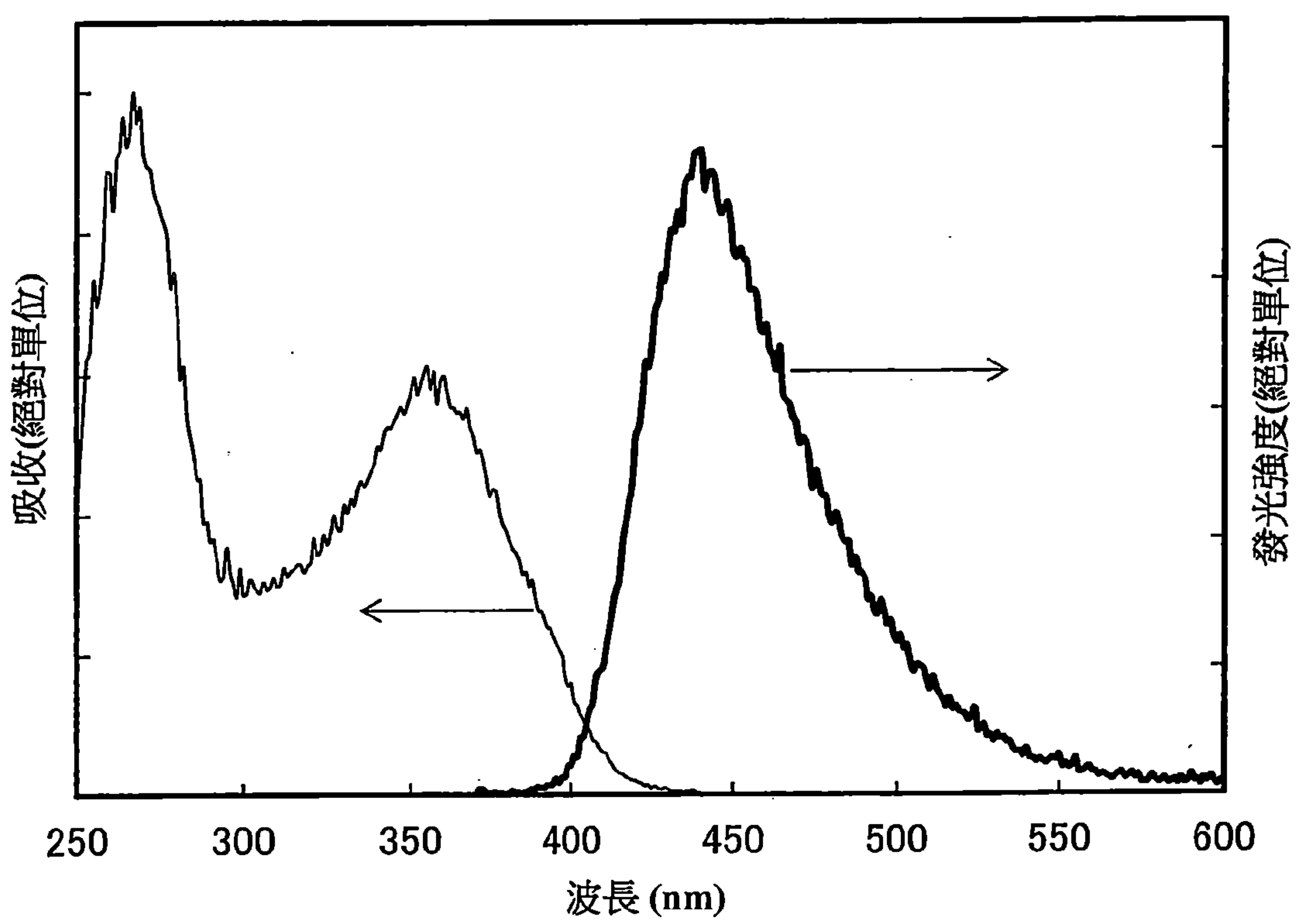


圖 20

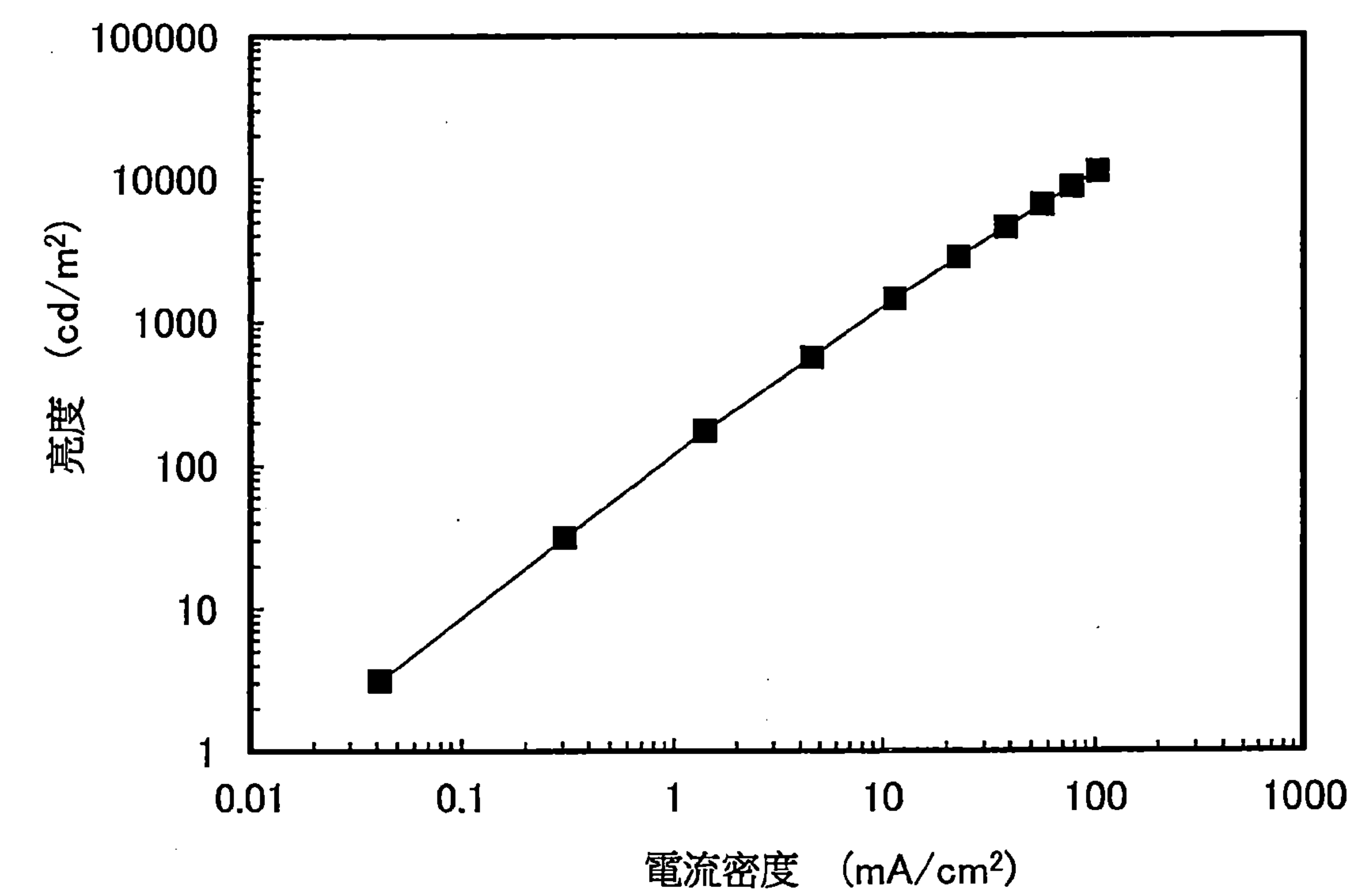


圖 21

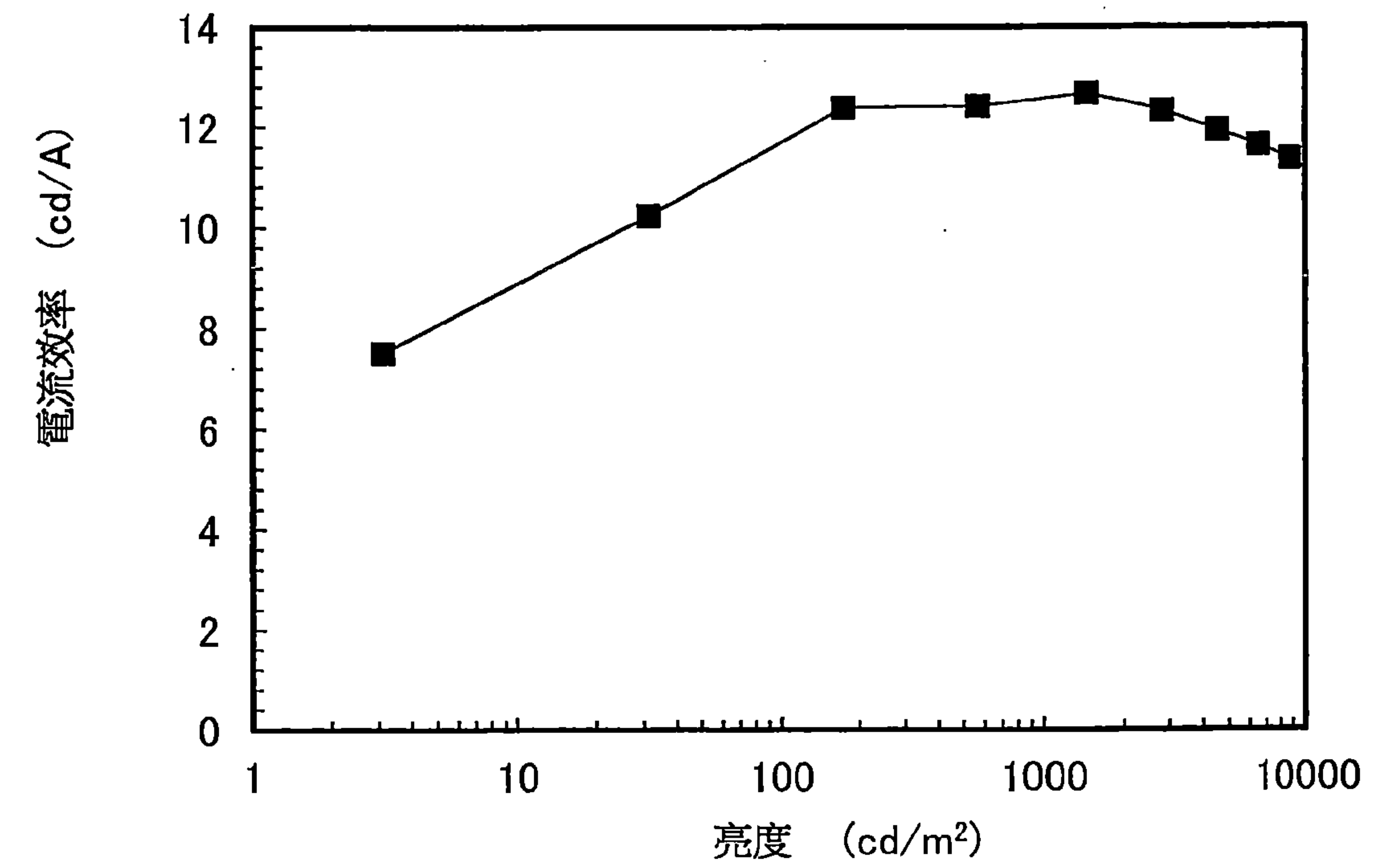


圖 22

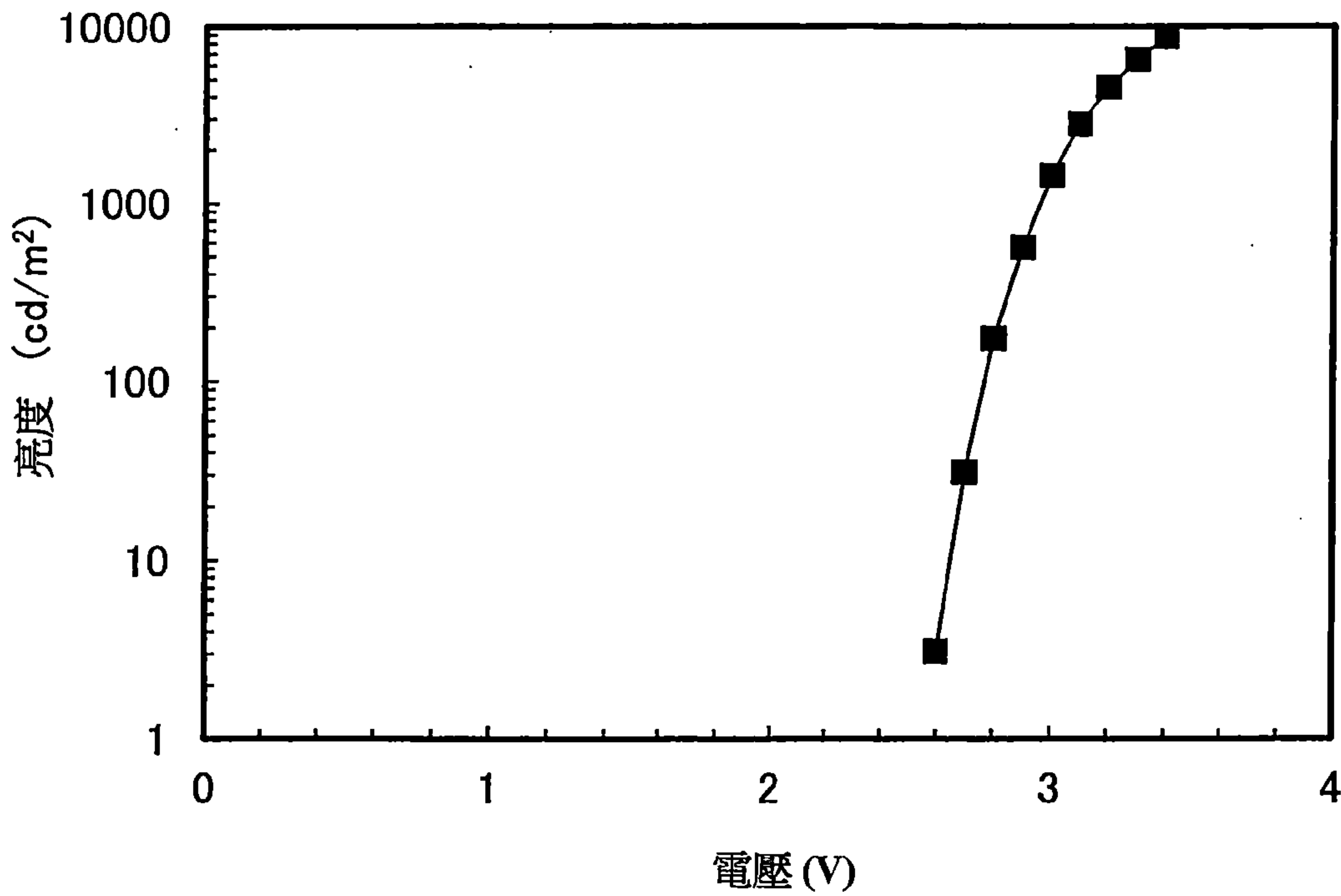


圖 23

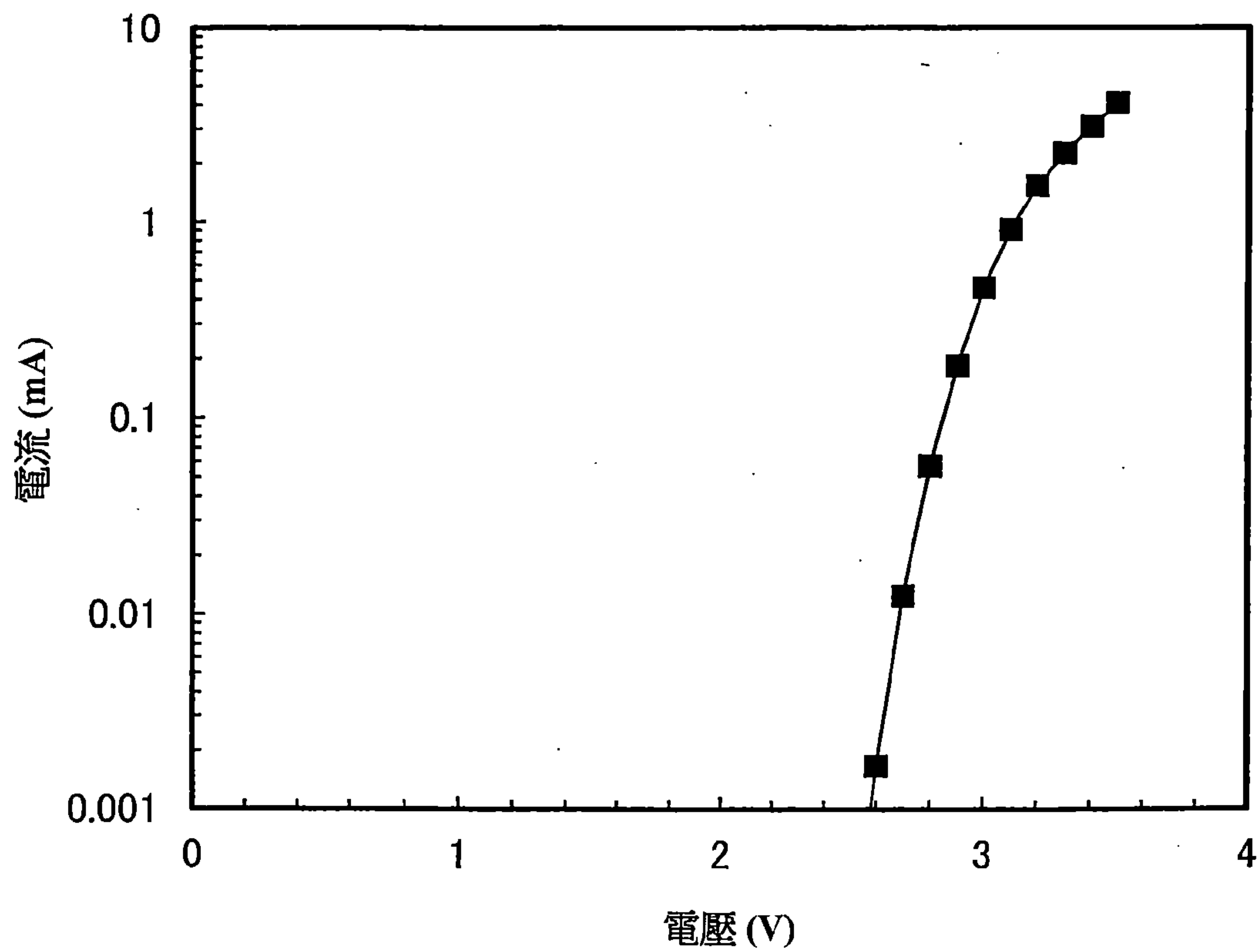


圖 24

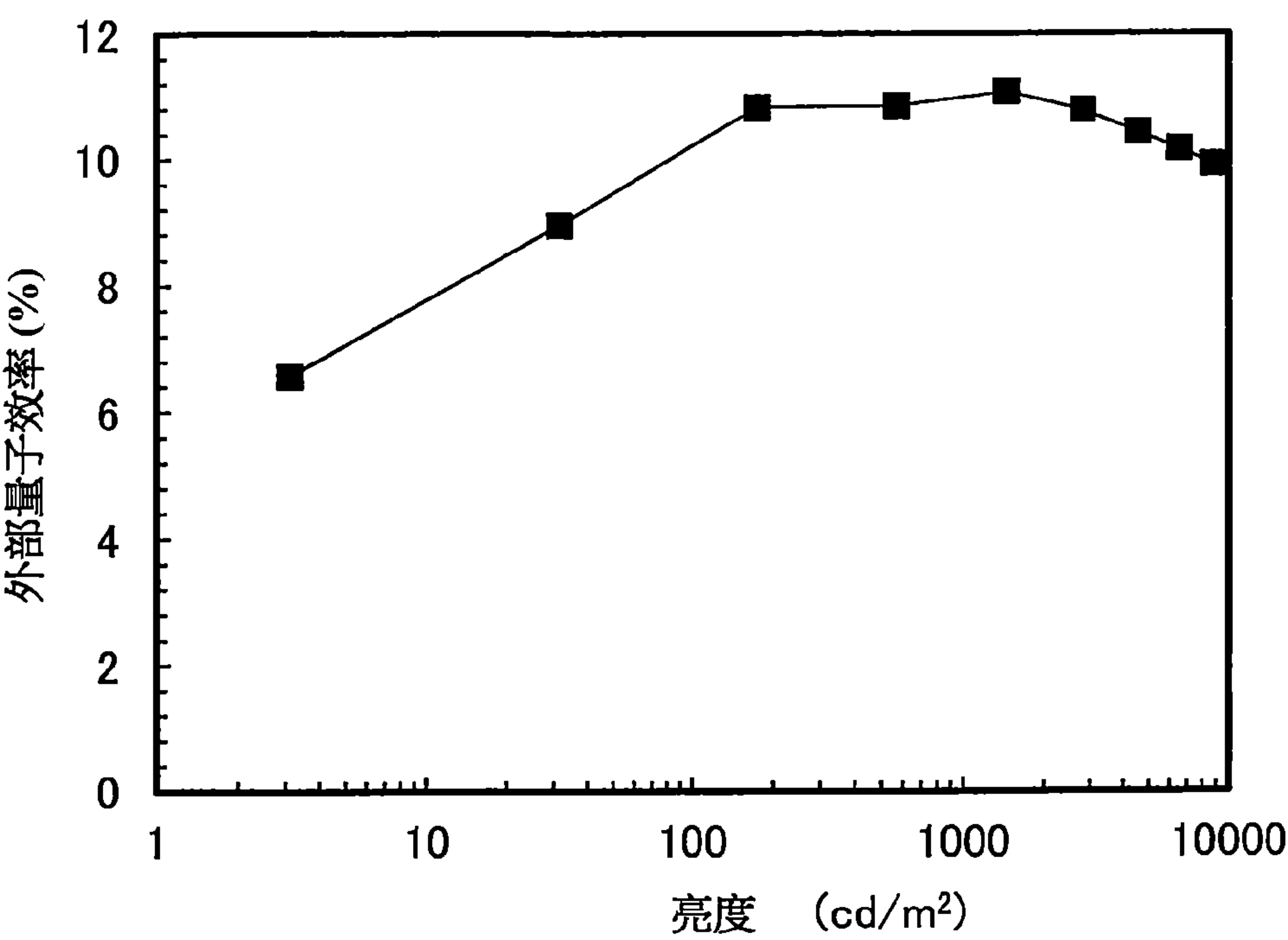


圖 25

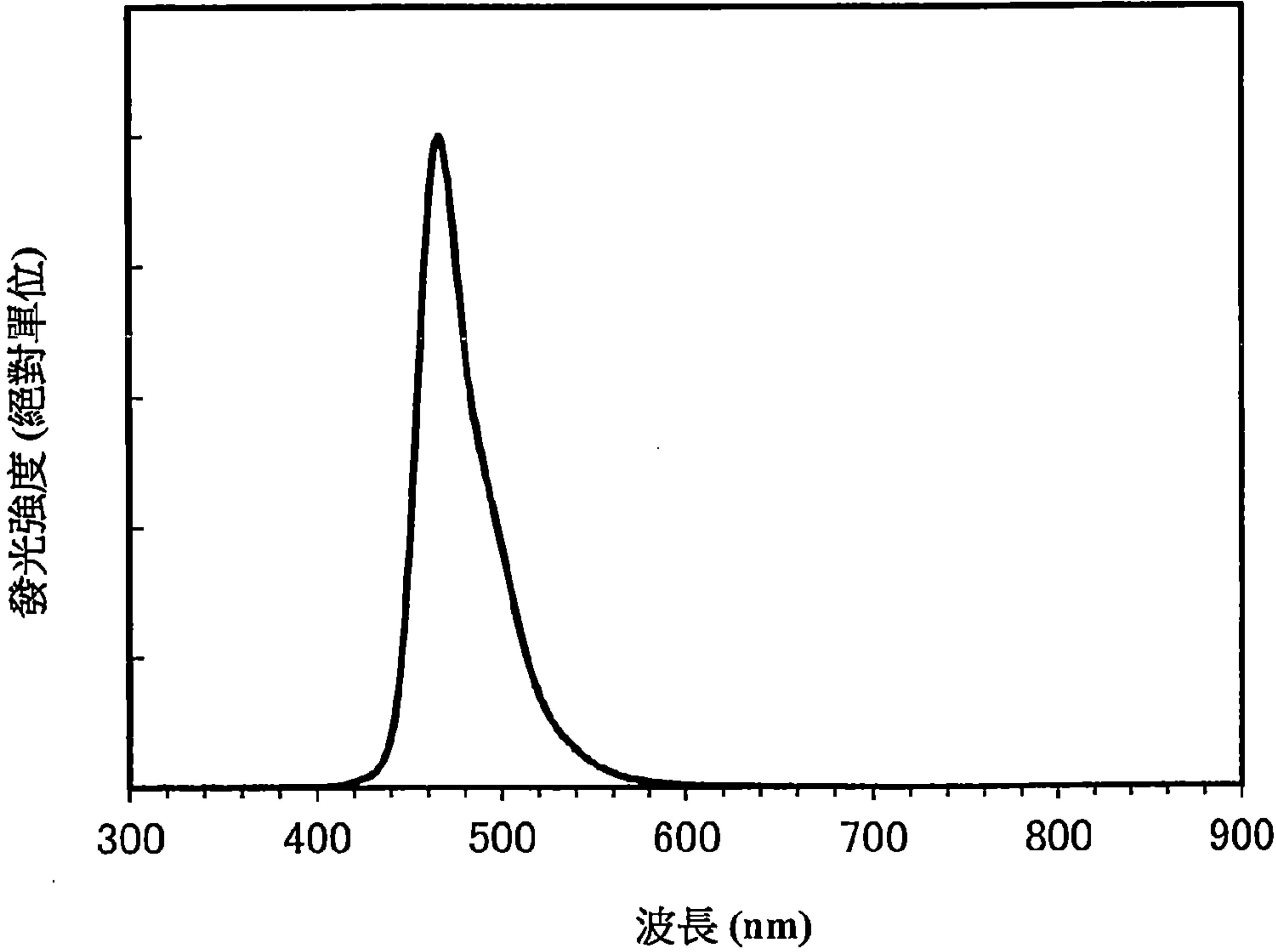


圖 26

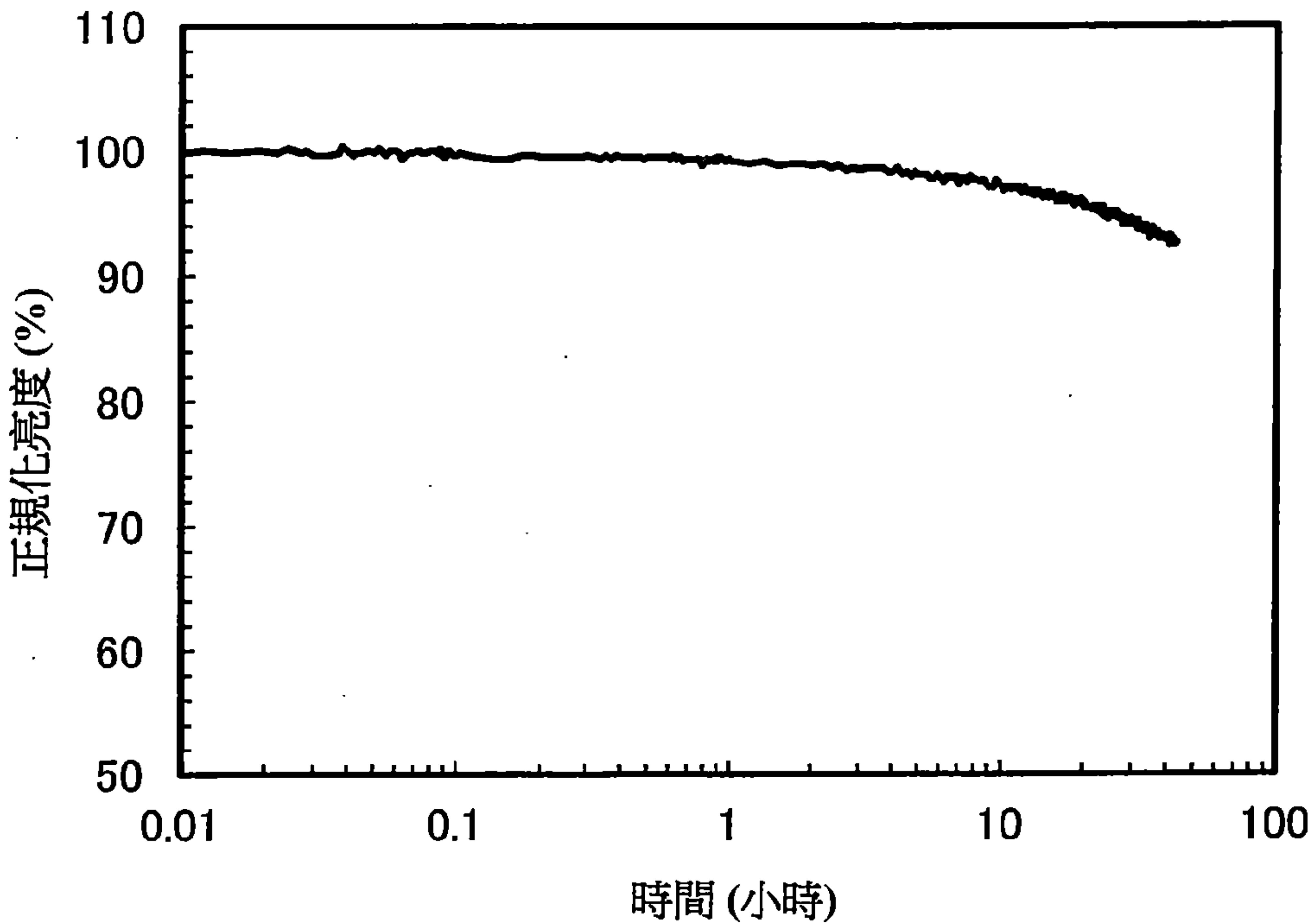


圖 27

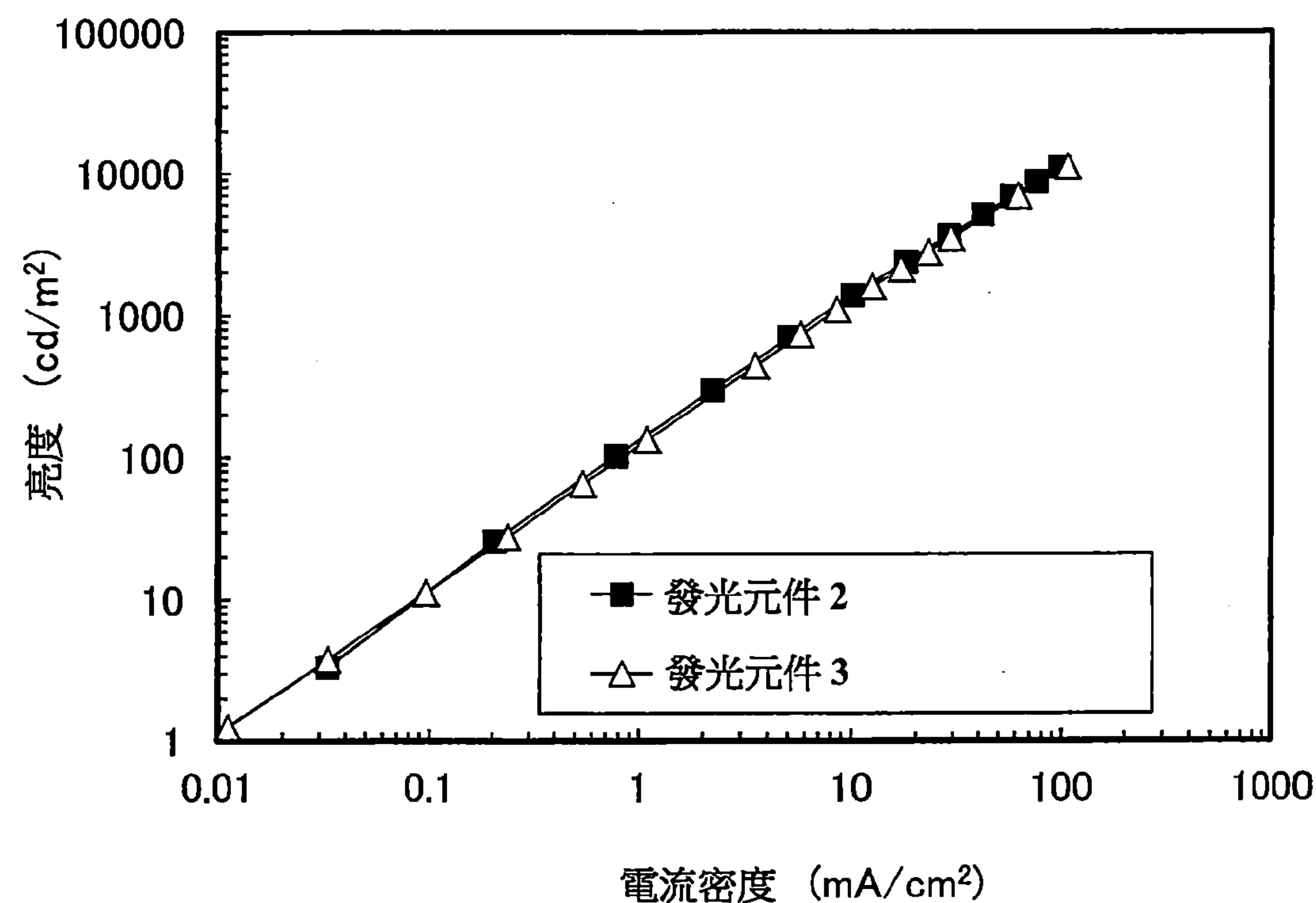


圖 28

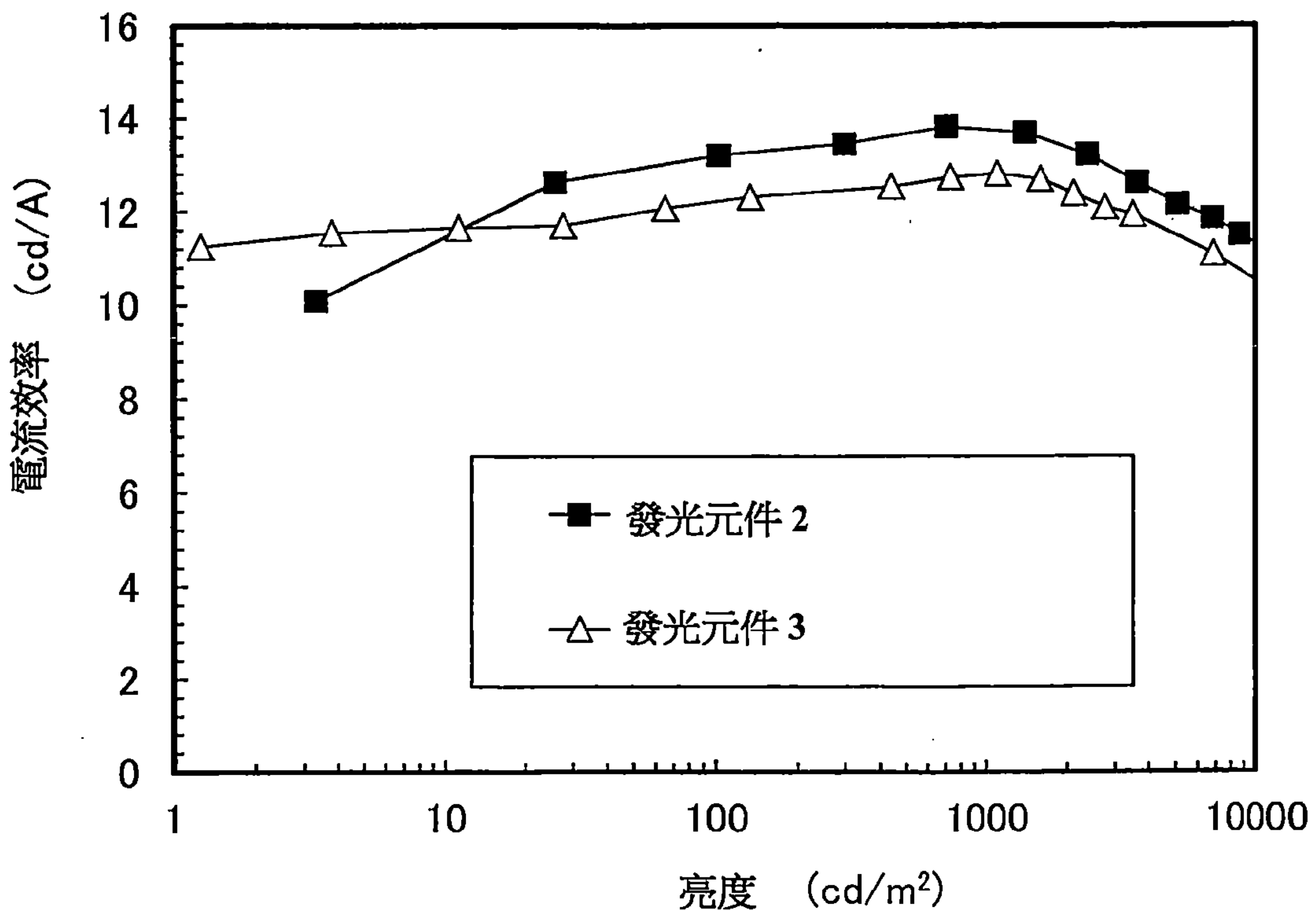


圖 29

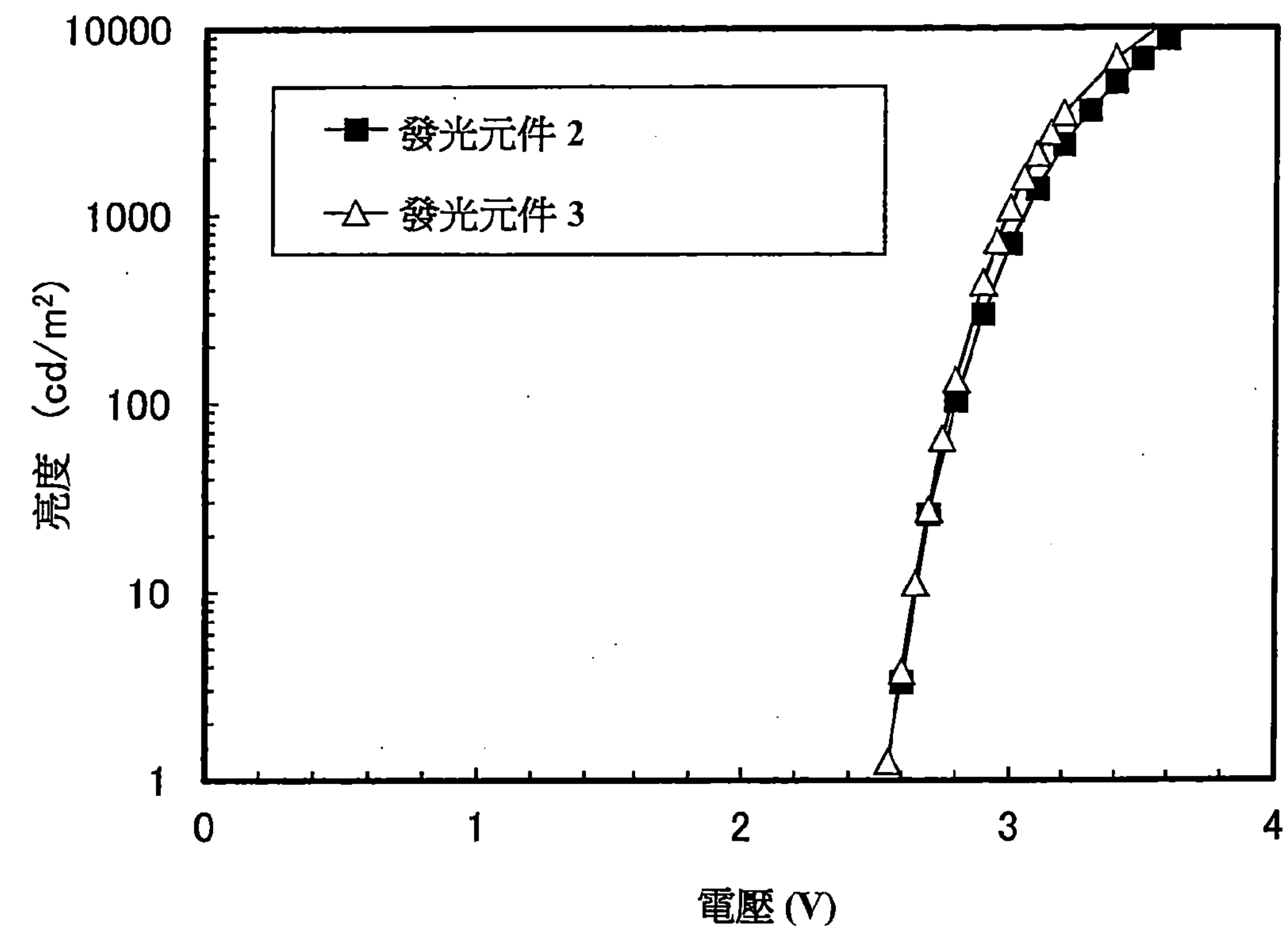


圖 30

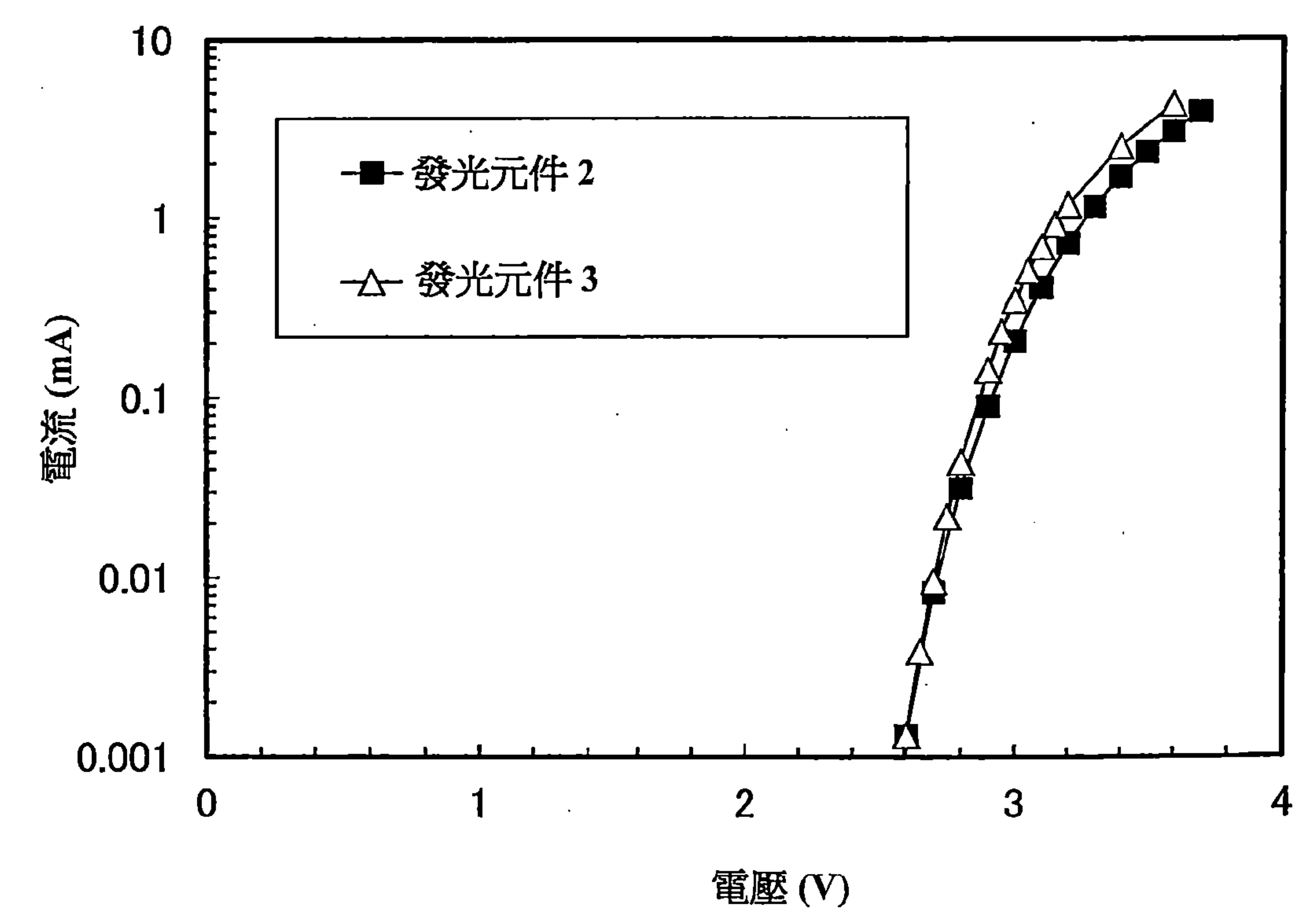


圖 31

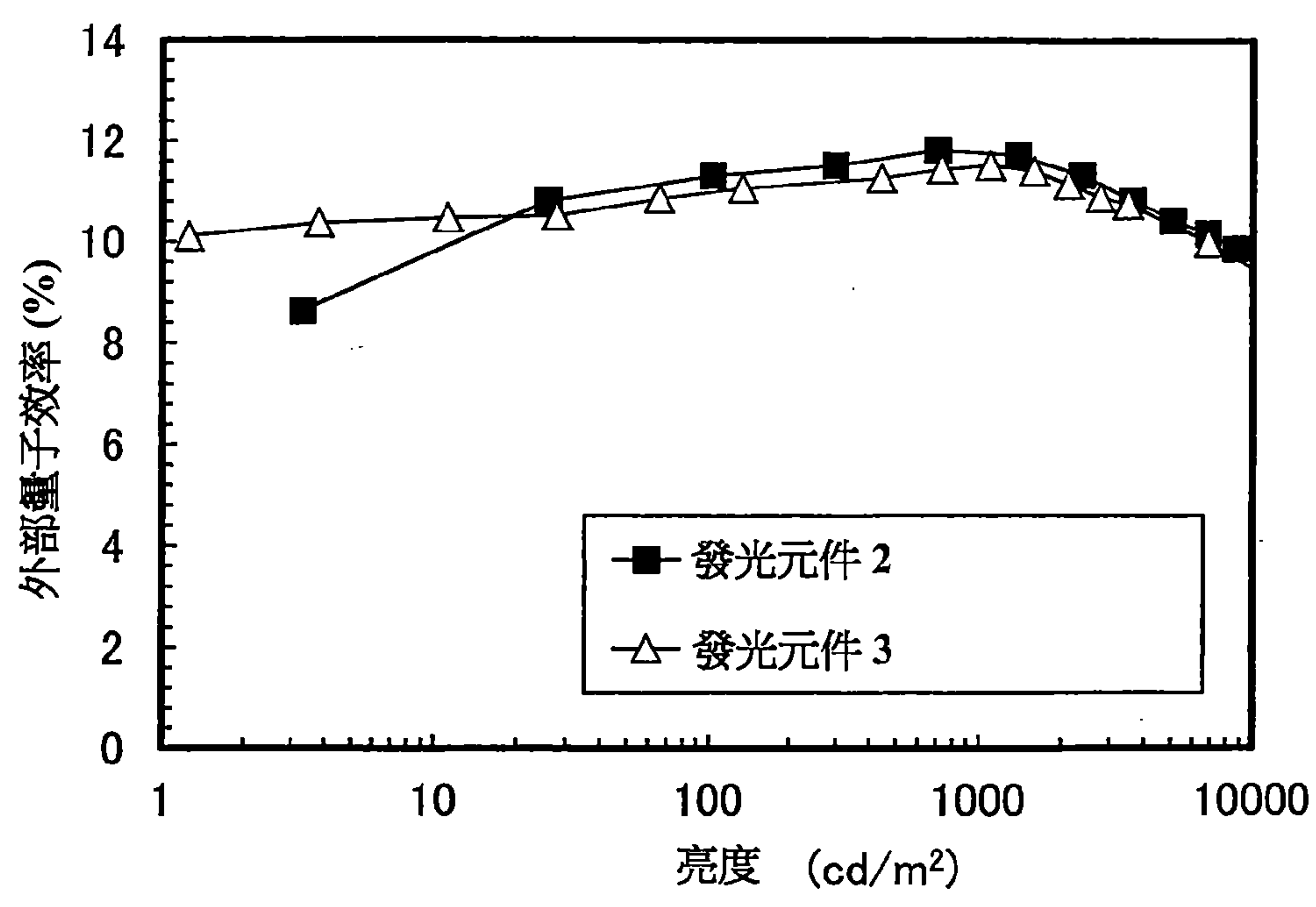


圖 32

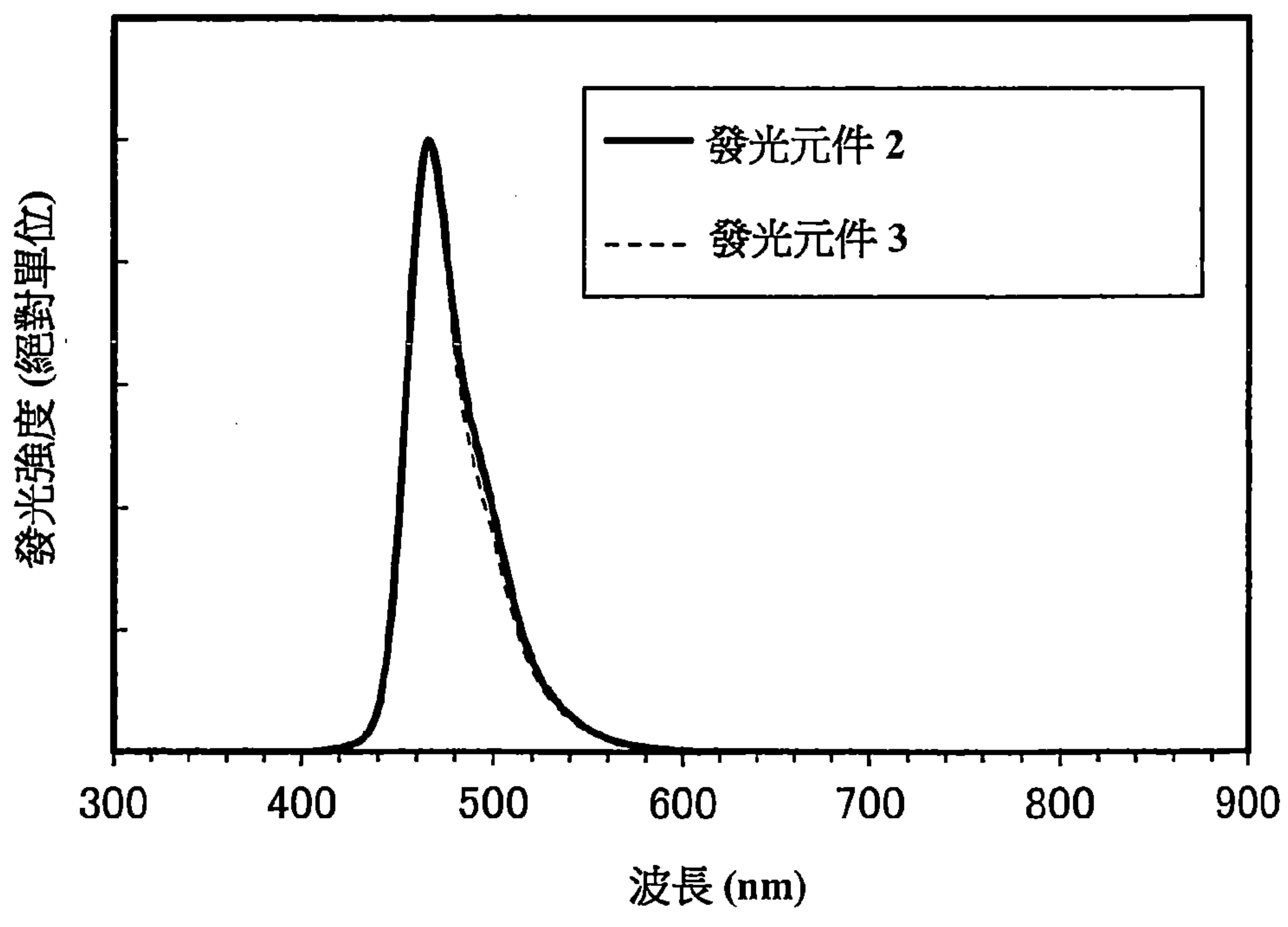


圖 33

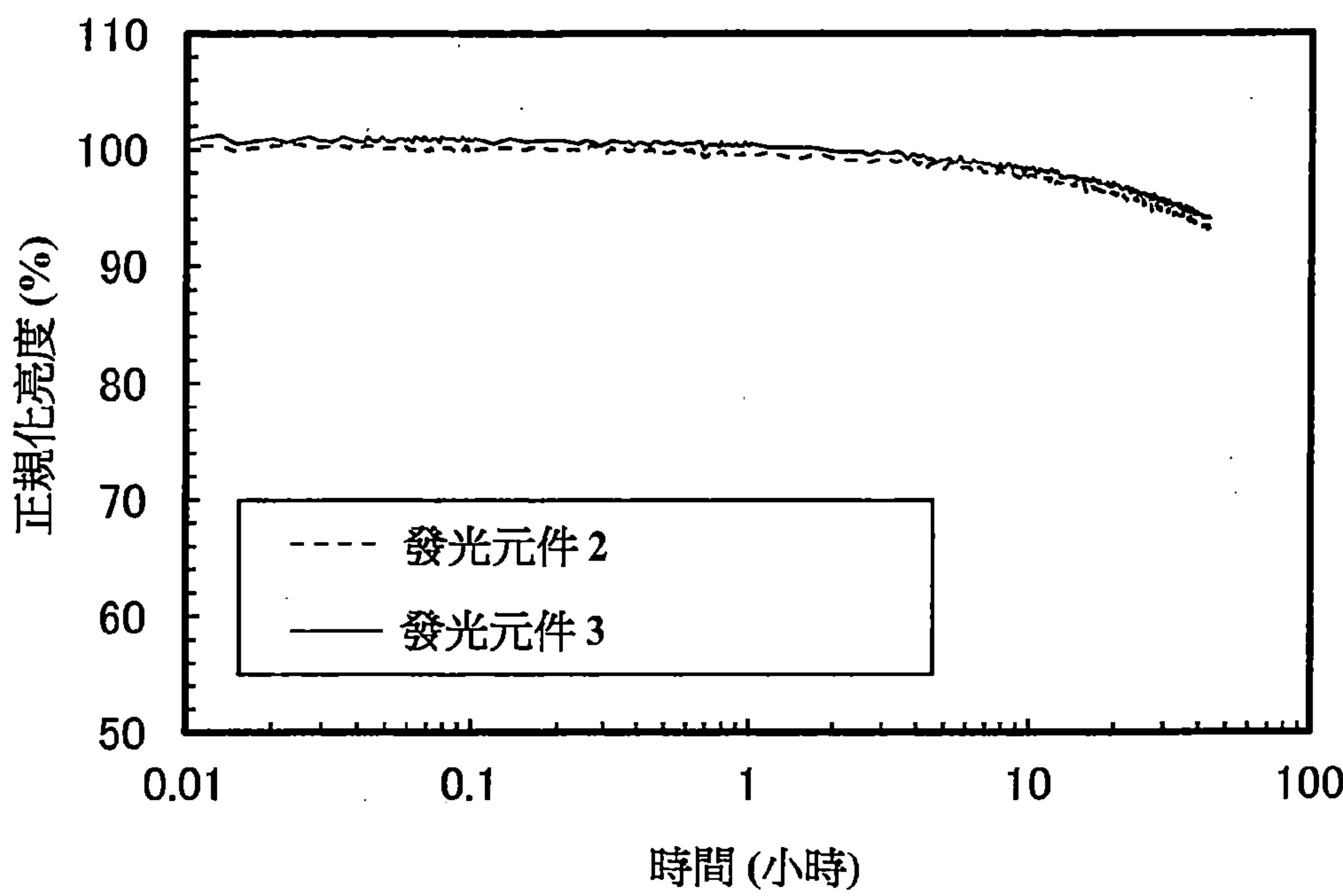


圖 34A

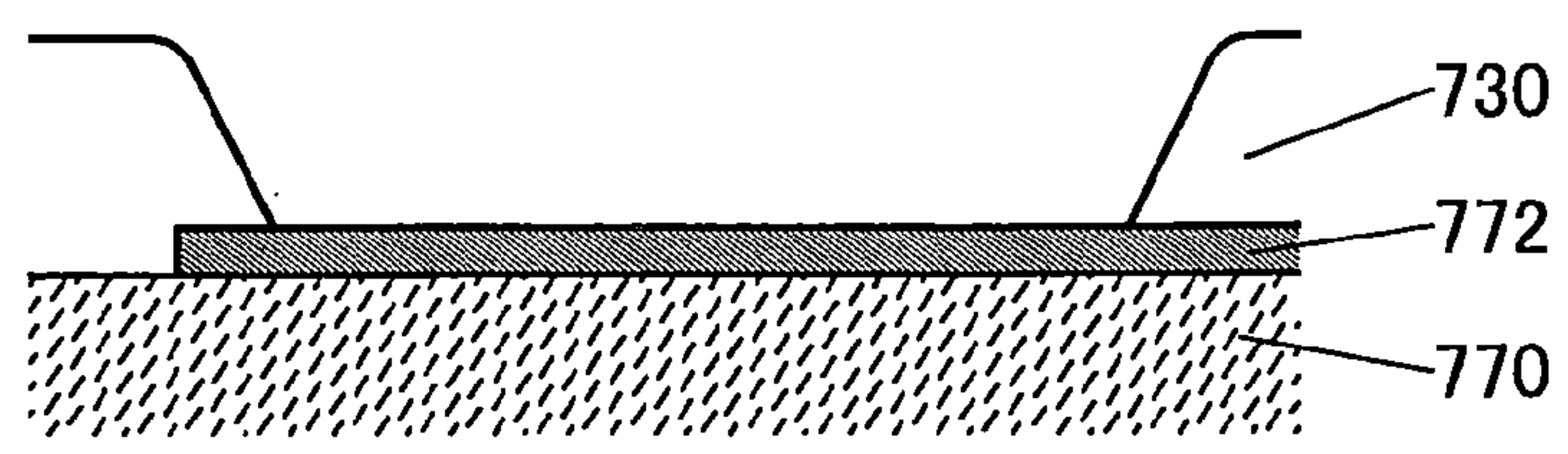


圖 34B

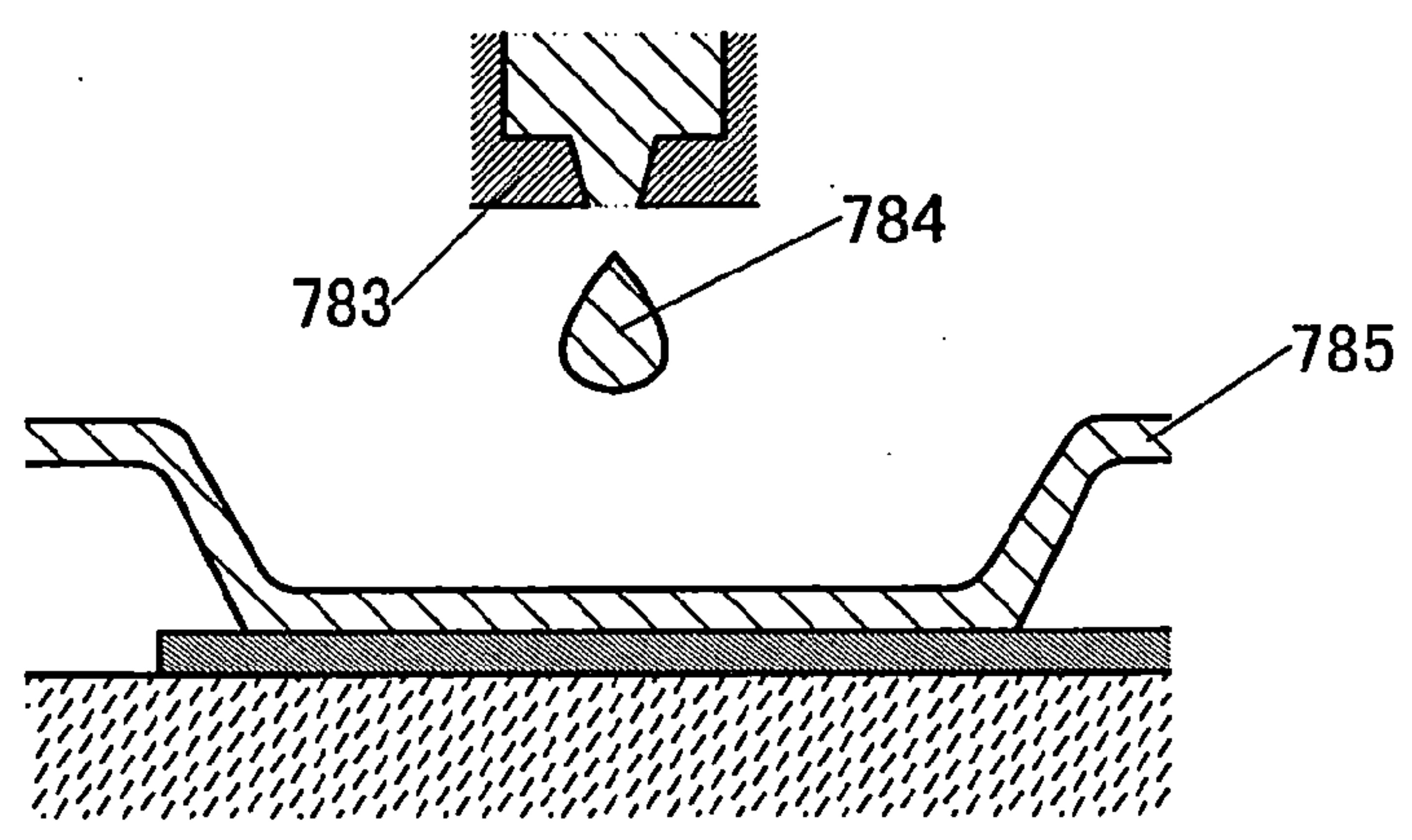


圖 34C

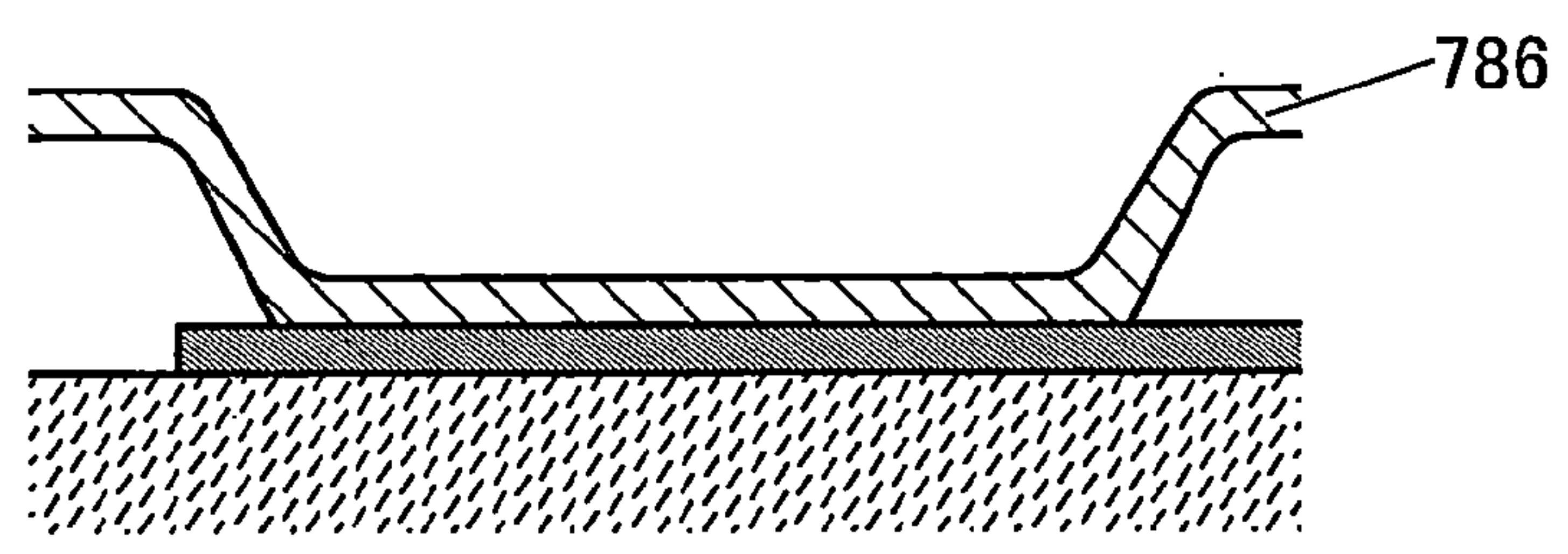


圖 34D

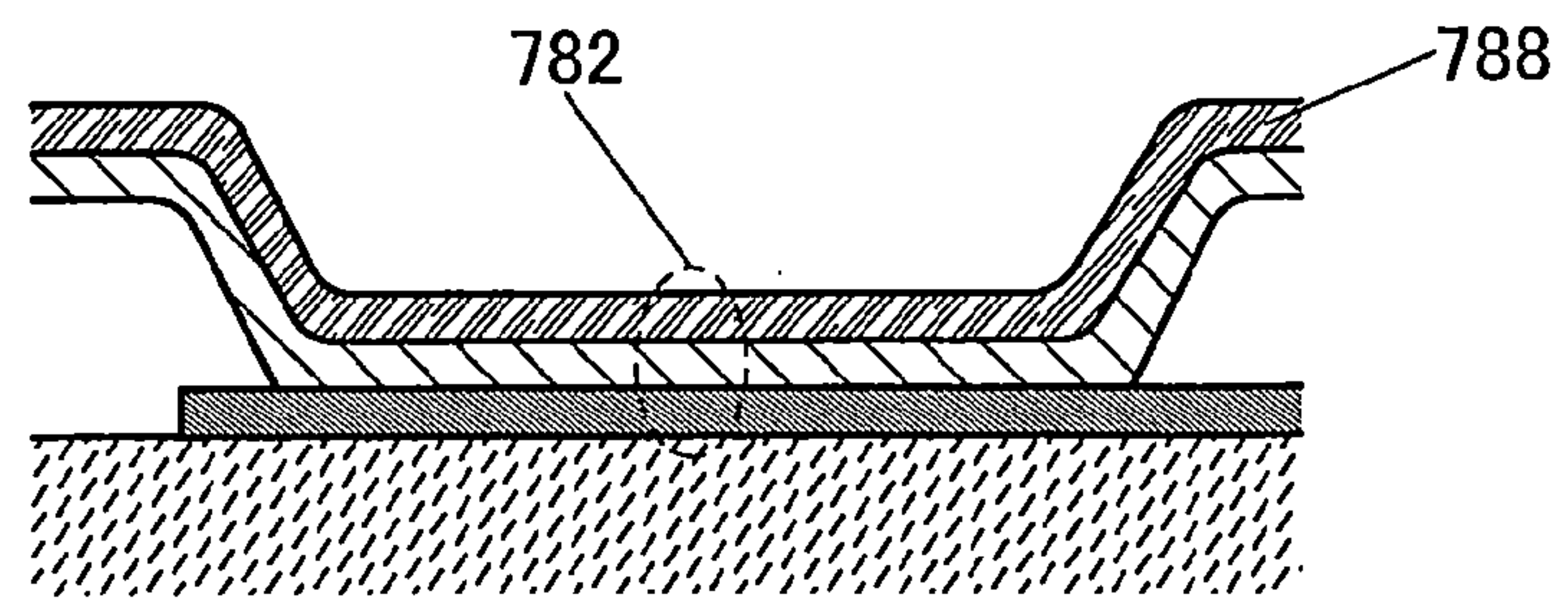


圖 35

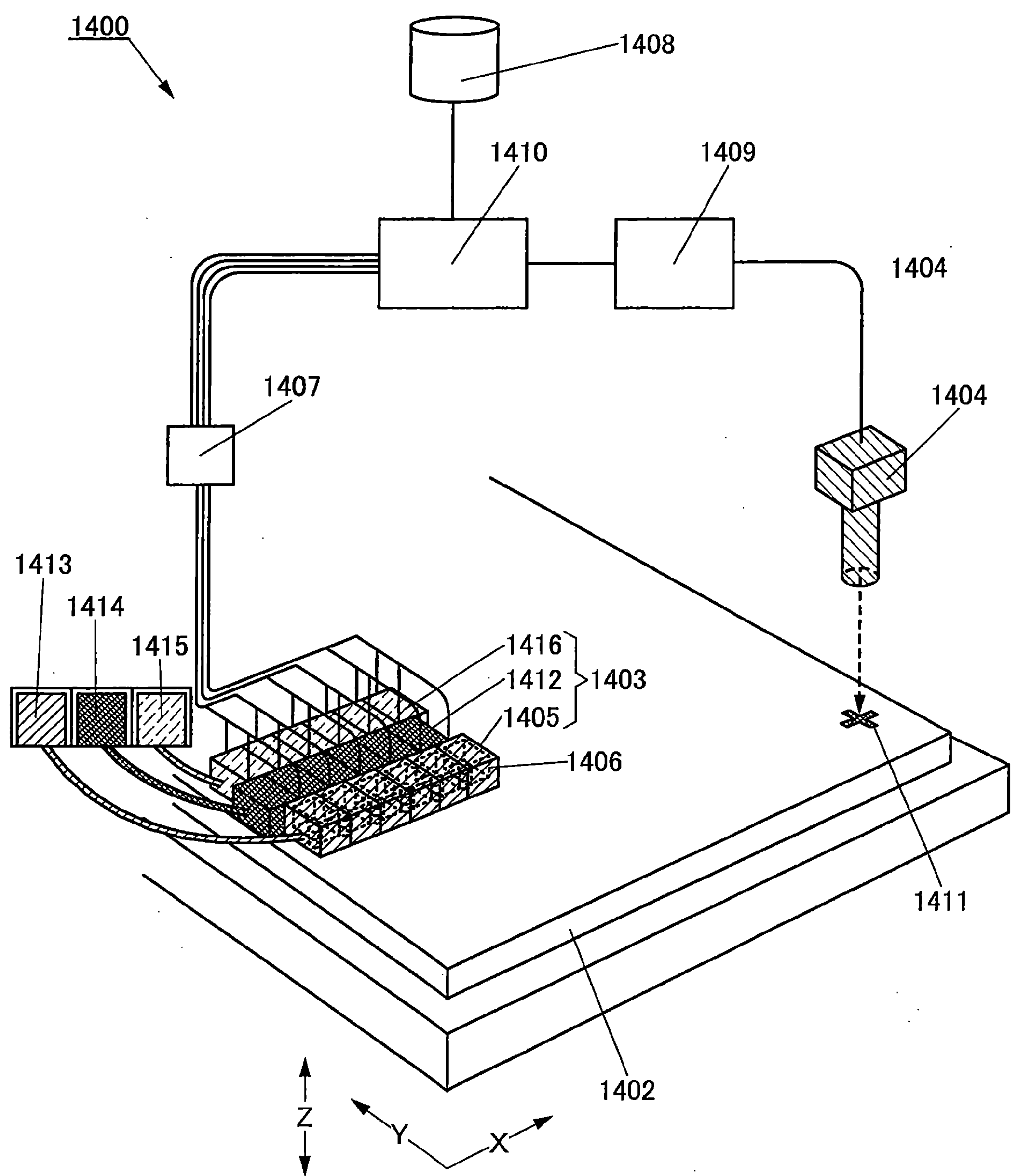


圖 36A

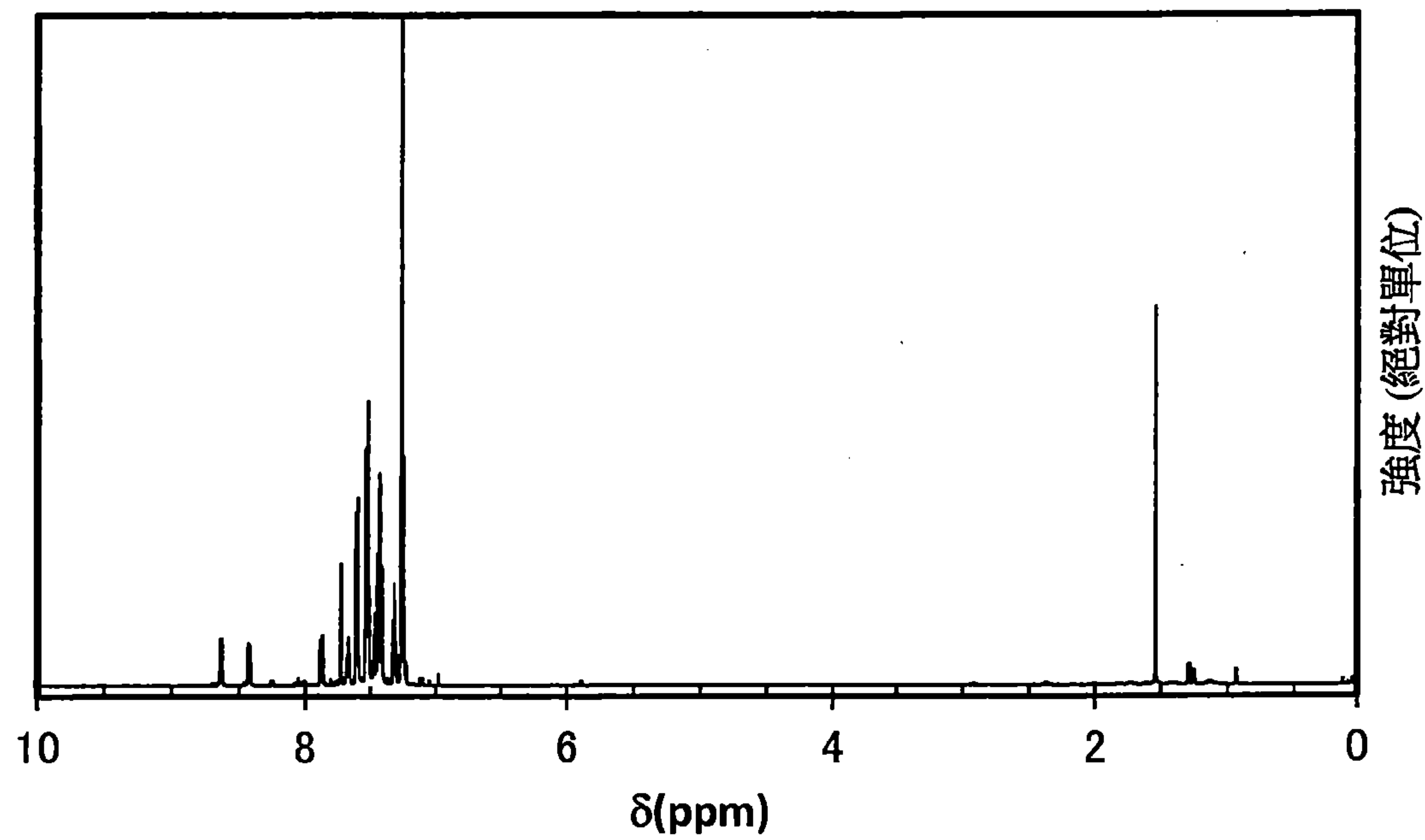


圖 36B

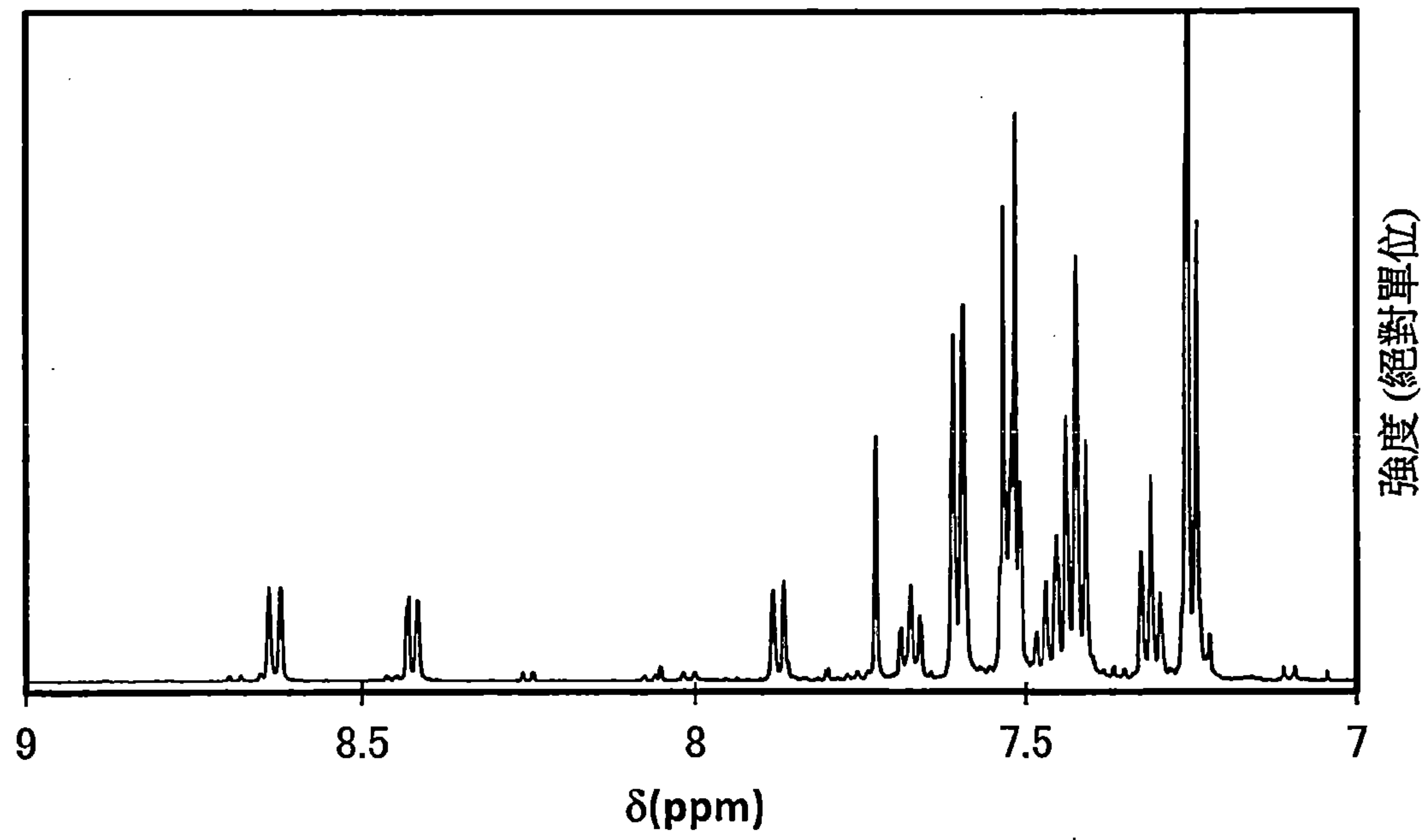


圖 37

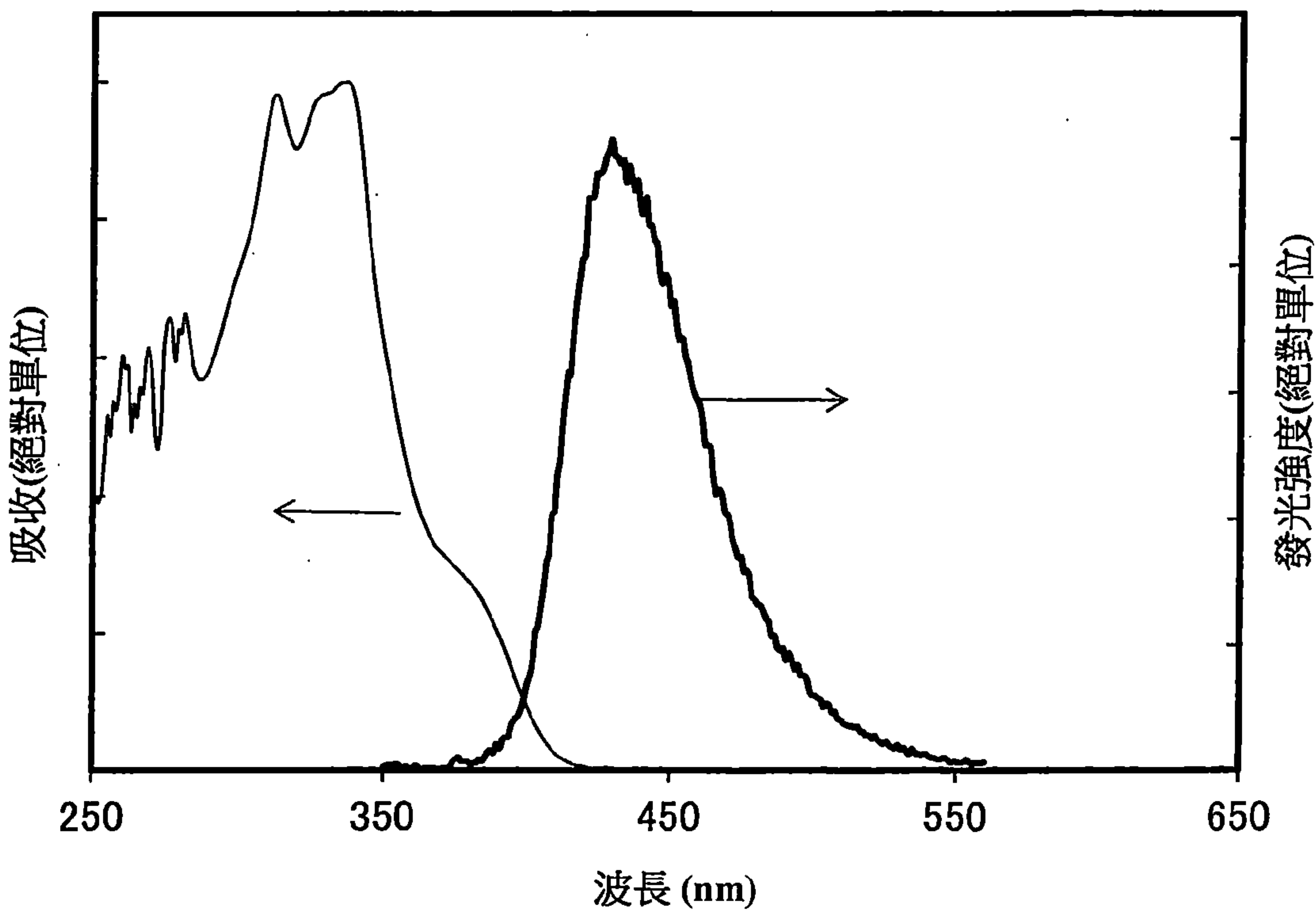


圖 38

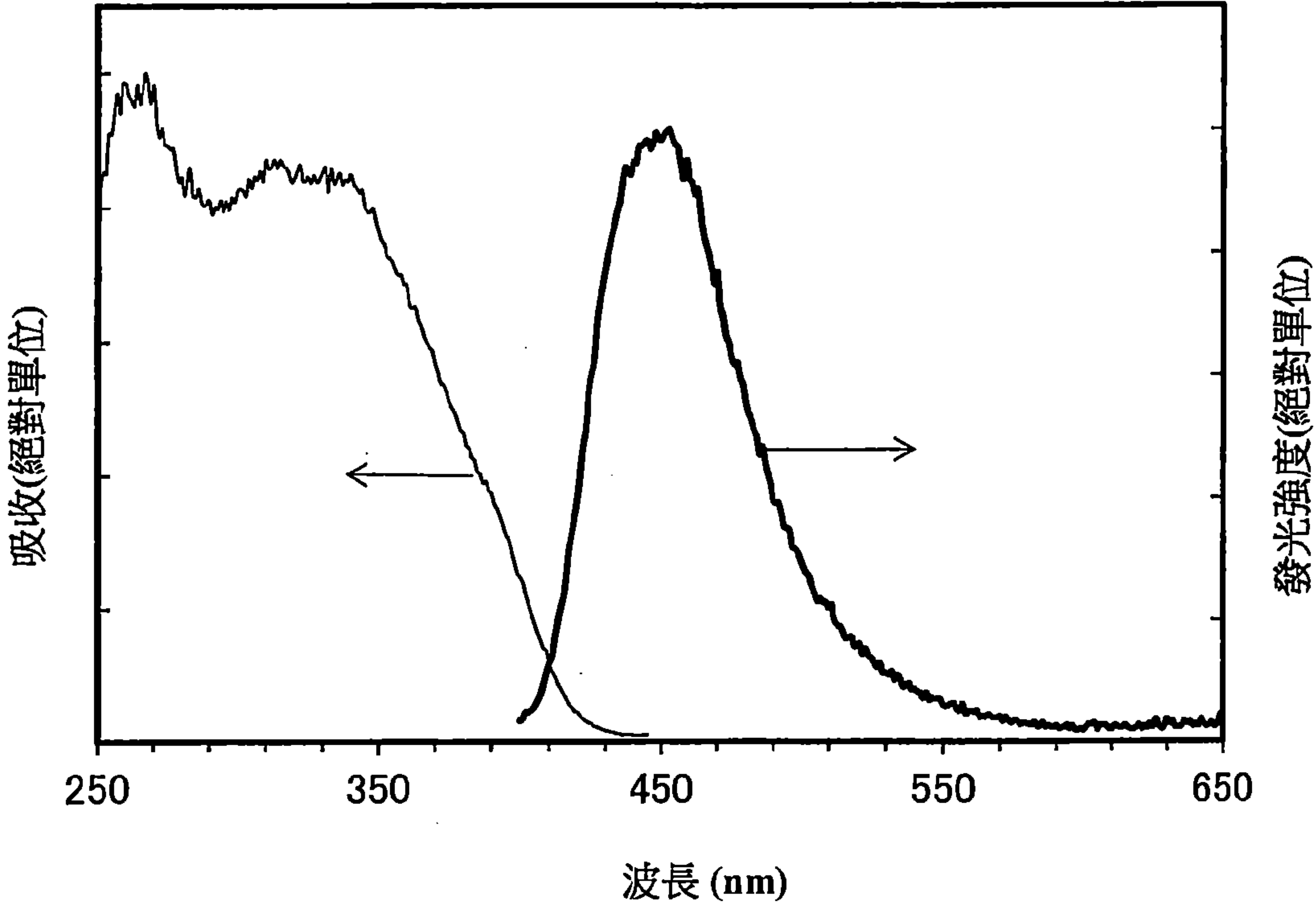


圖 39A

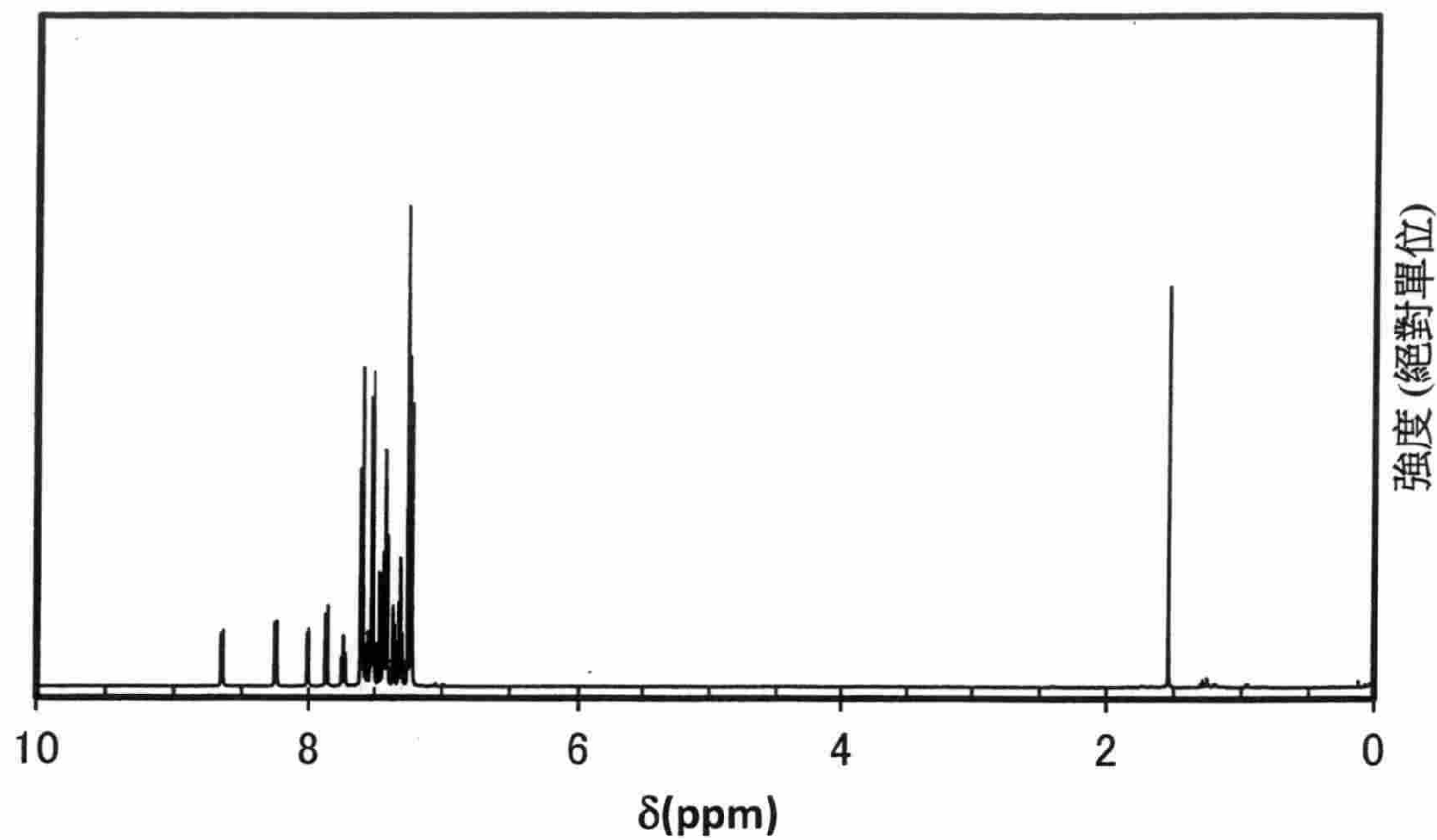


圖 39B

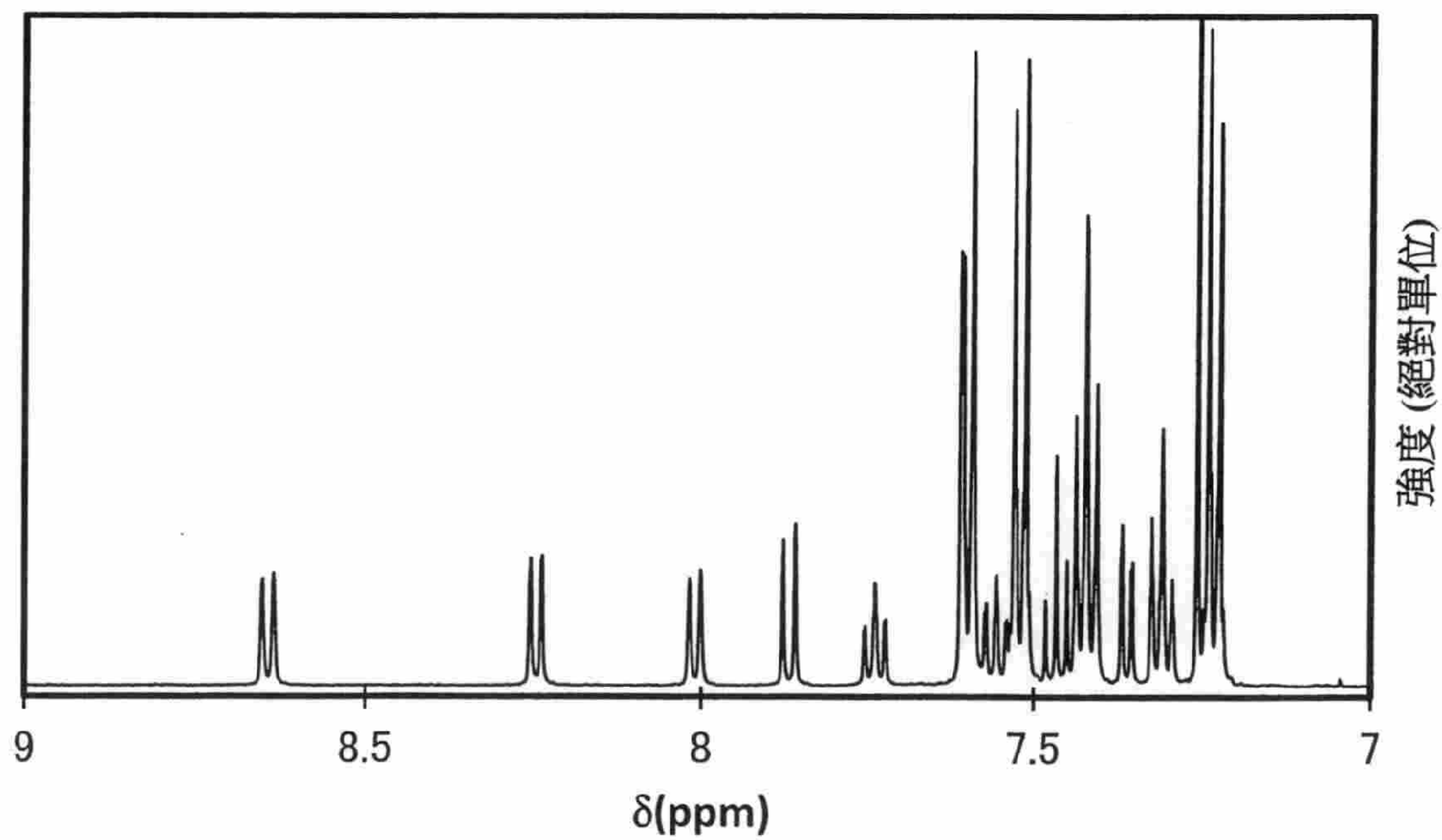


圖 40

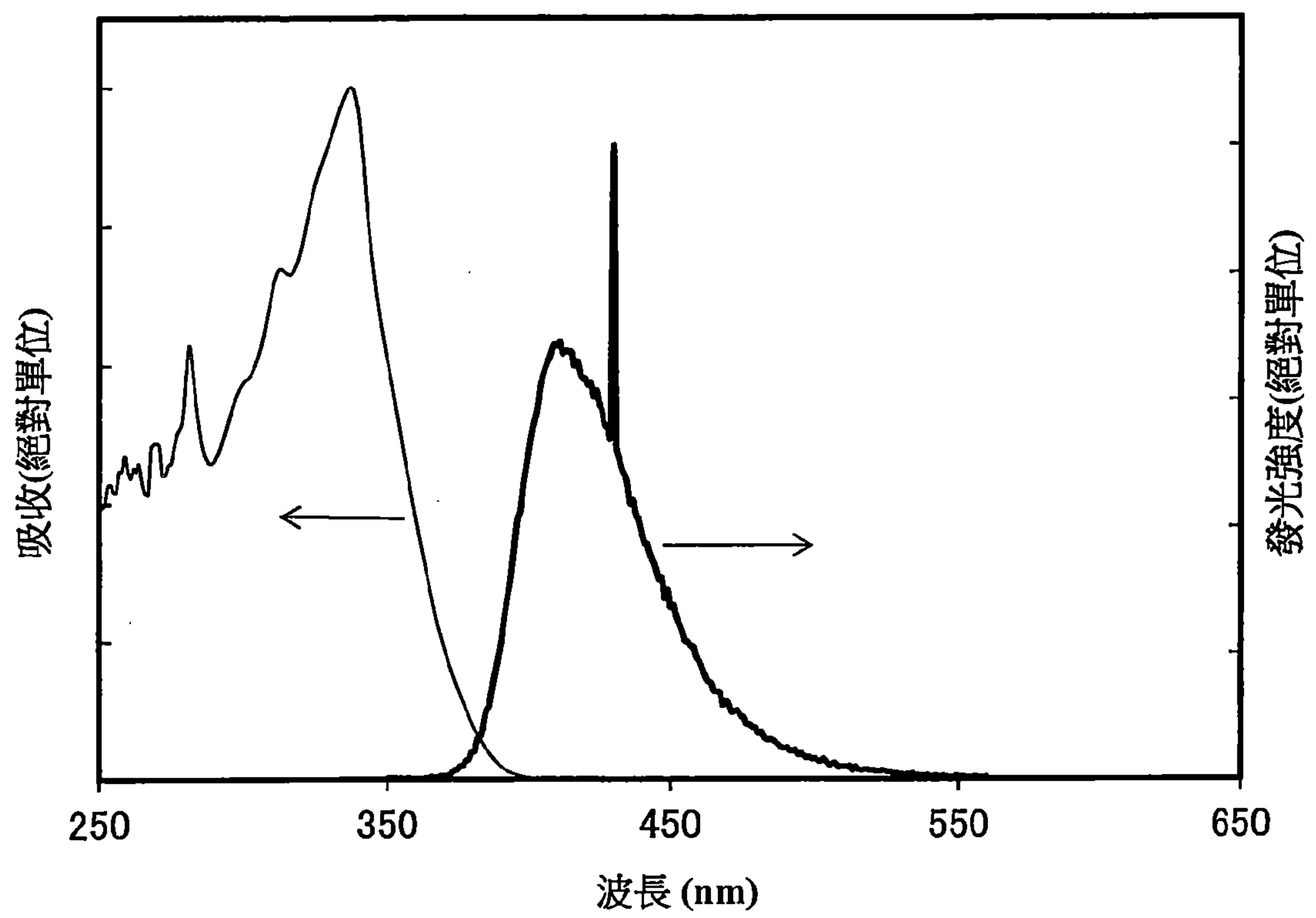


圖 41

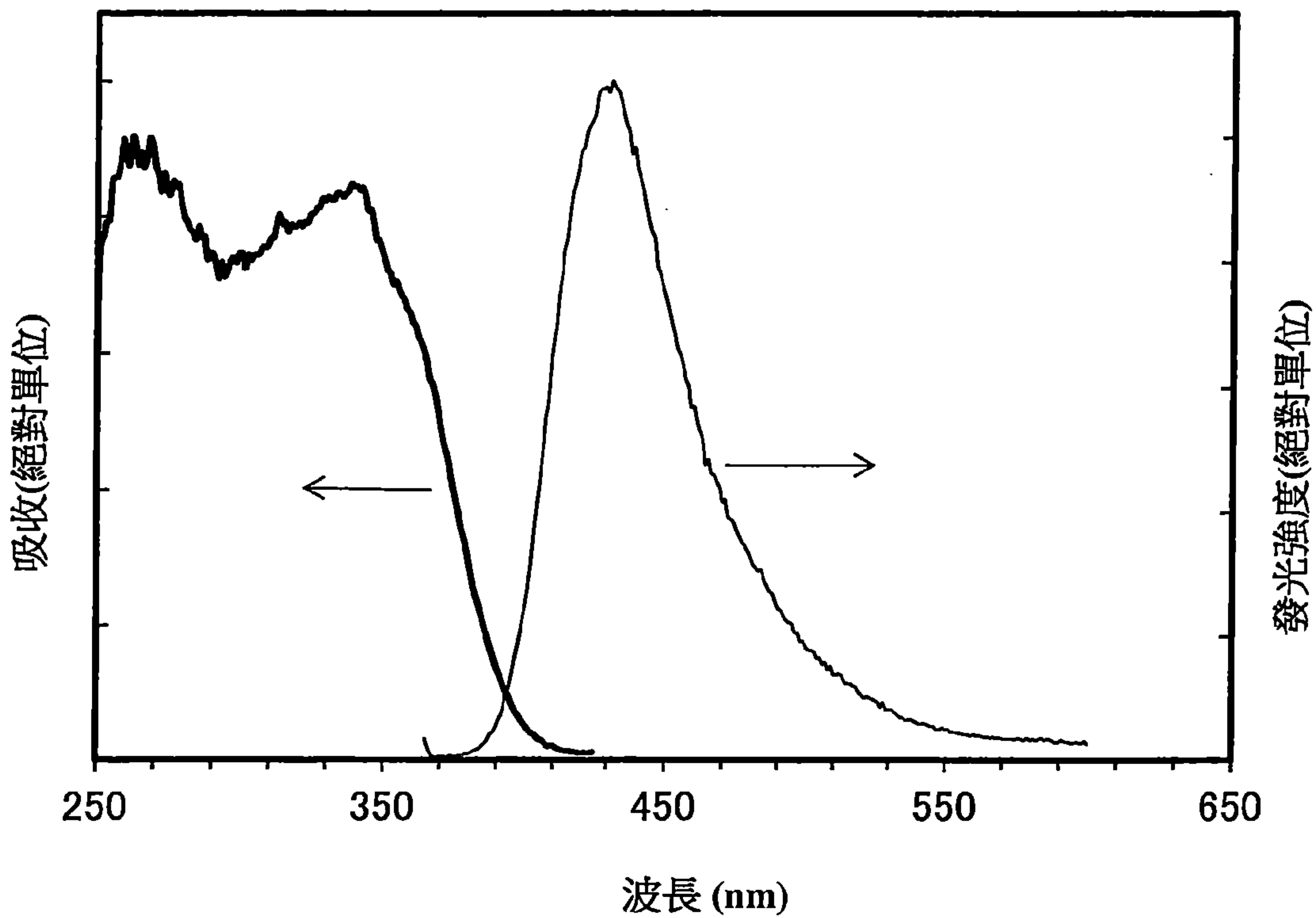


圖 42

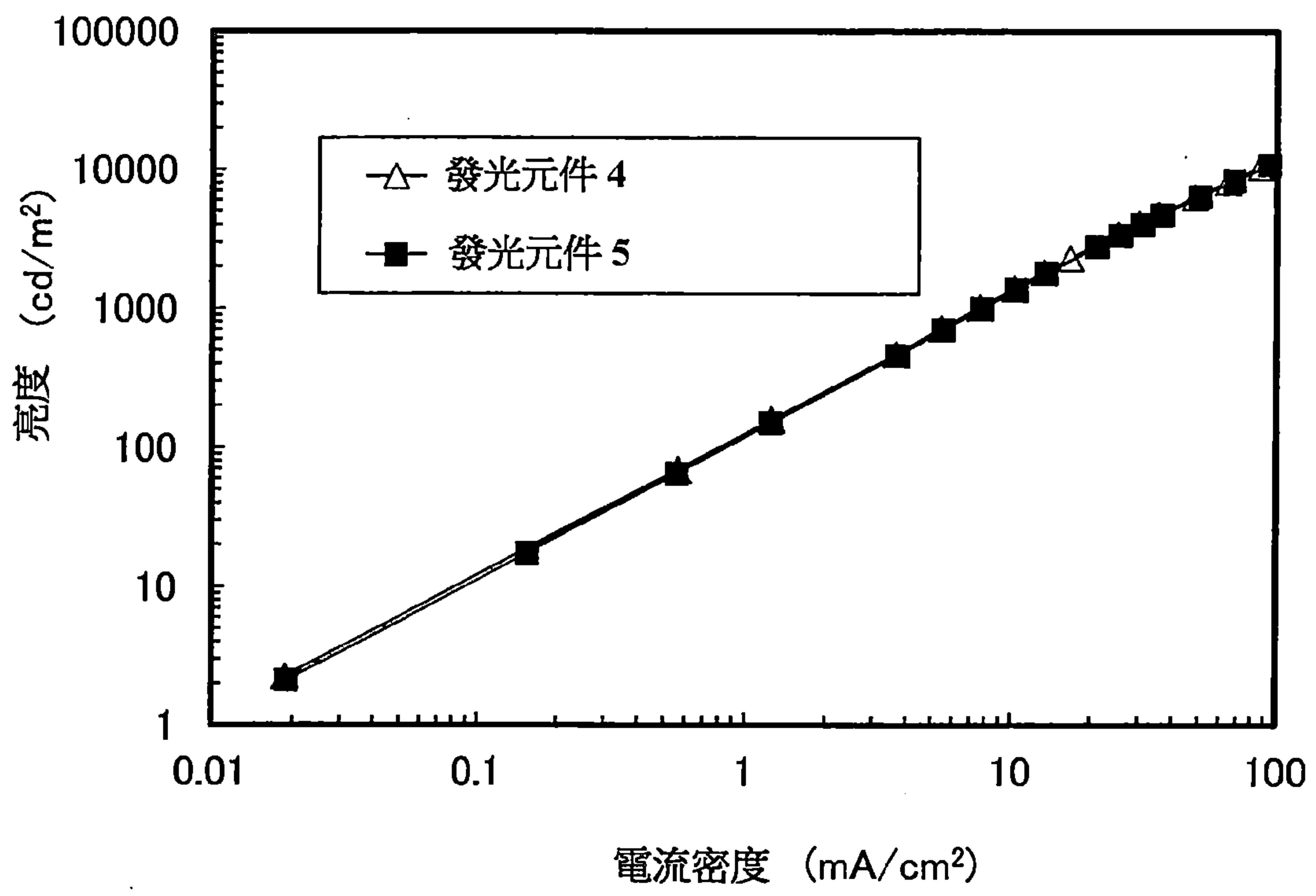


圖 43

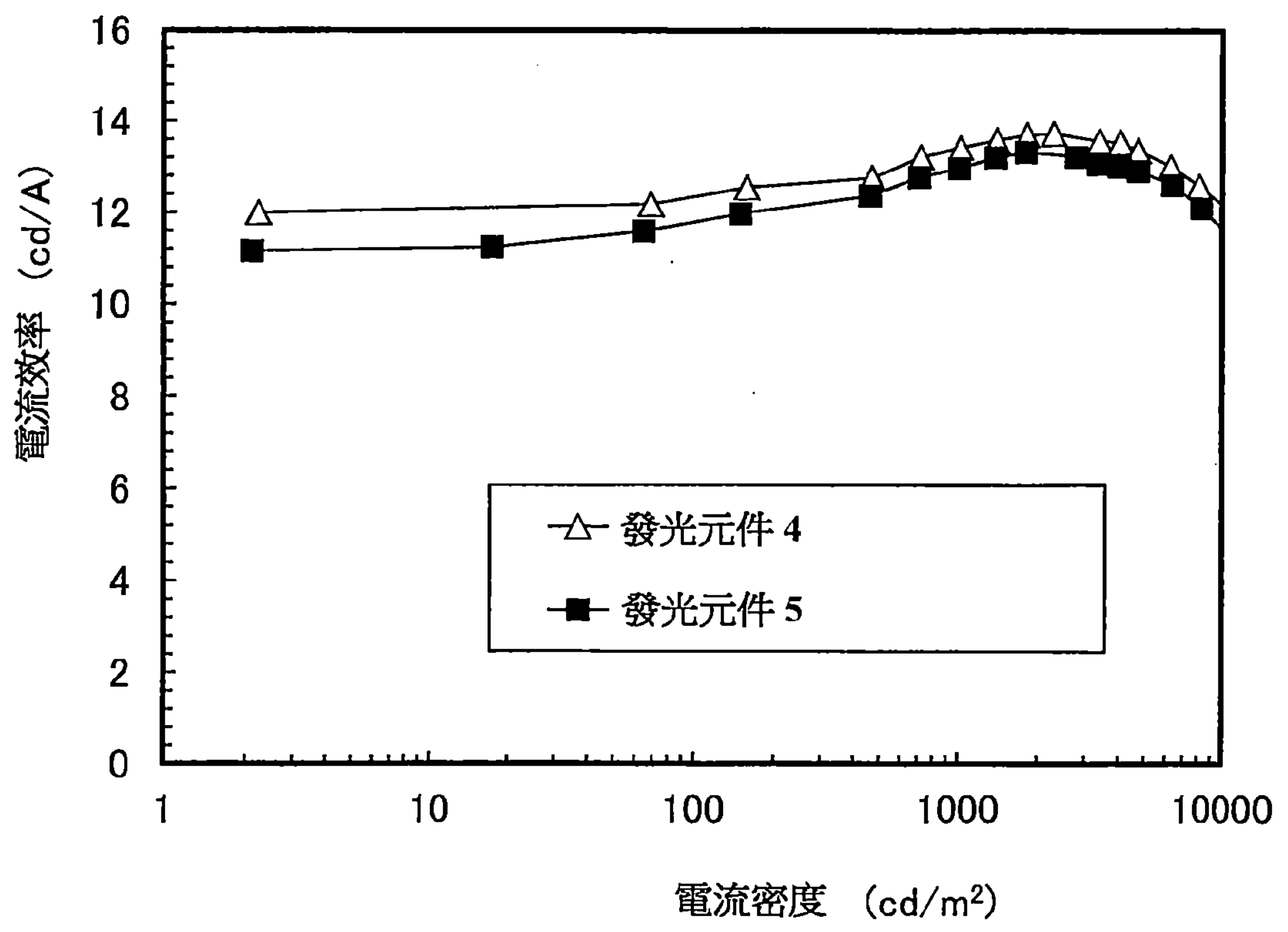


圖 44

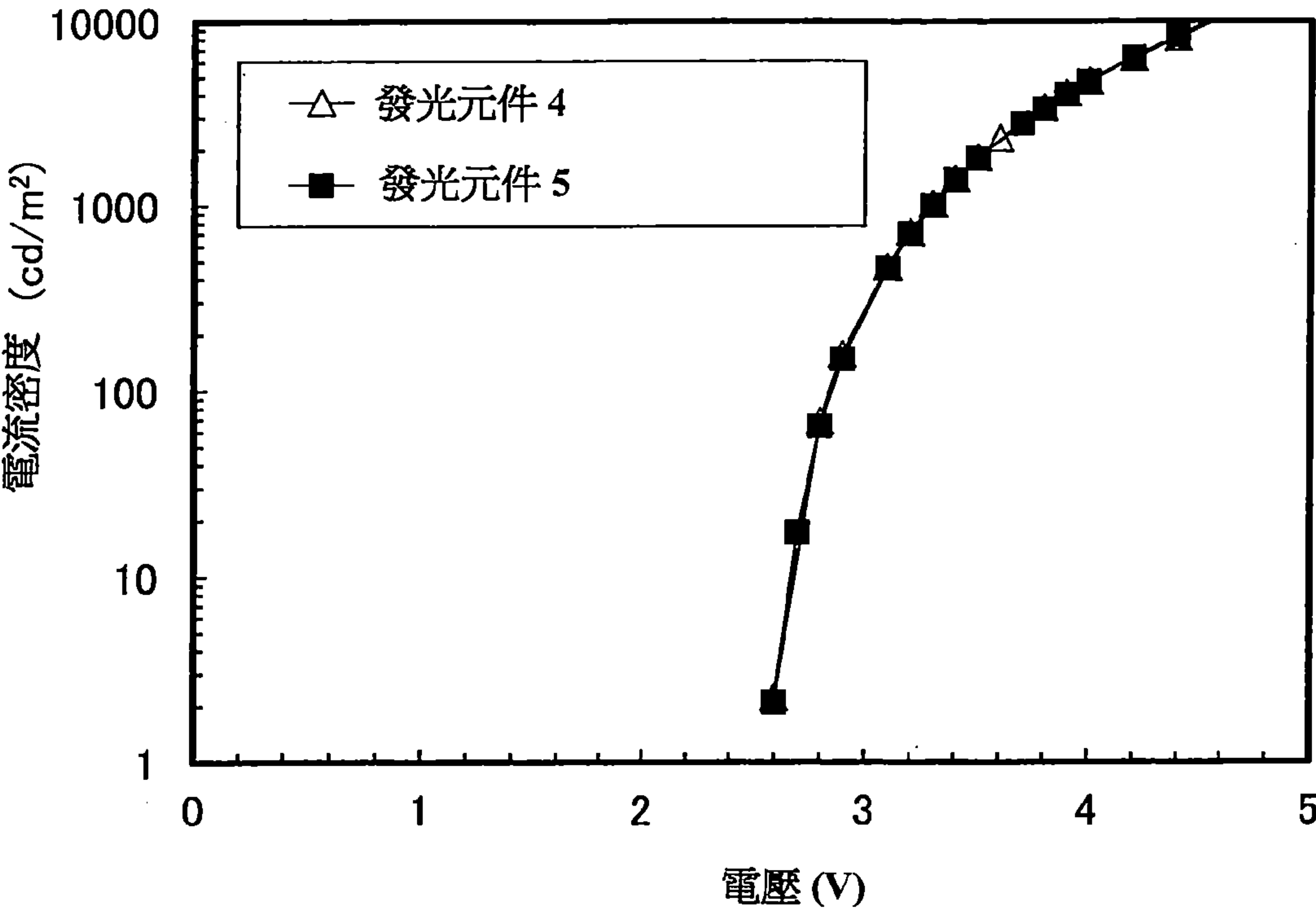


圖 45

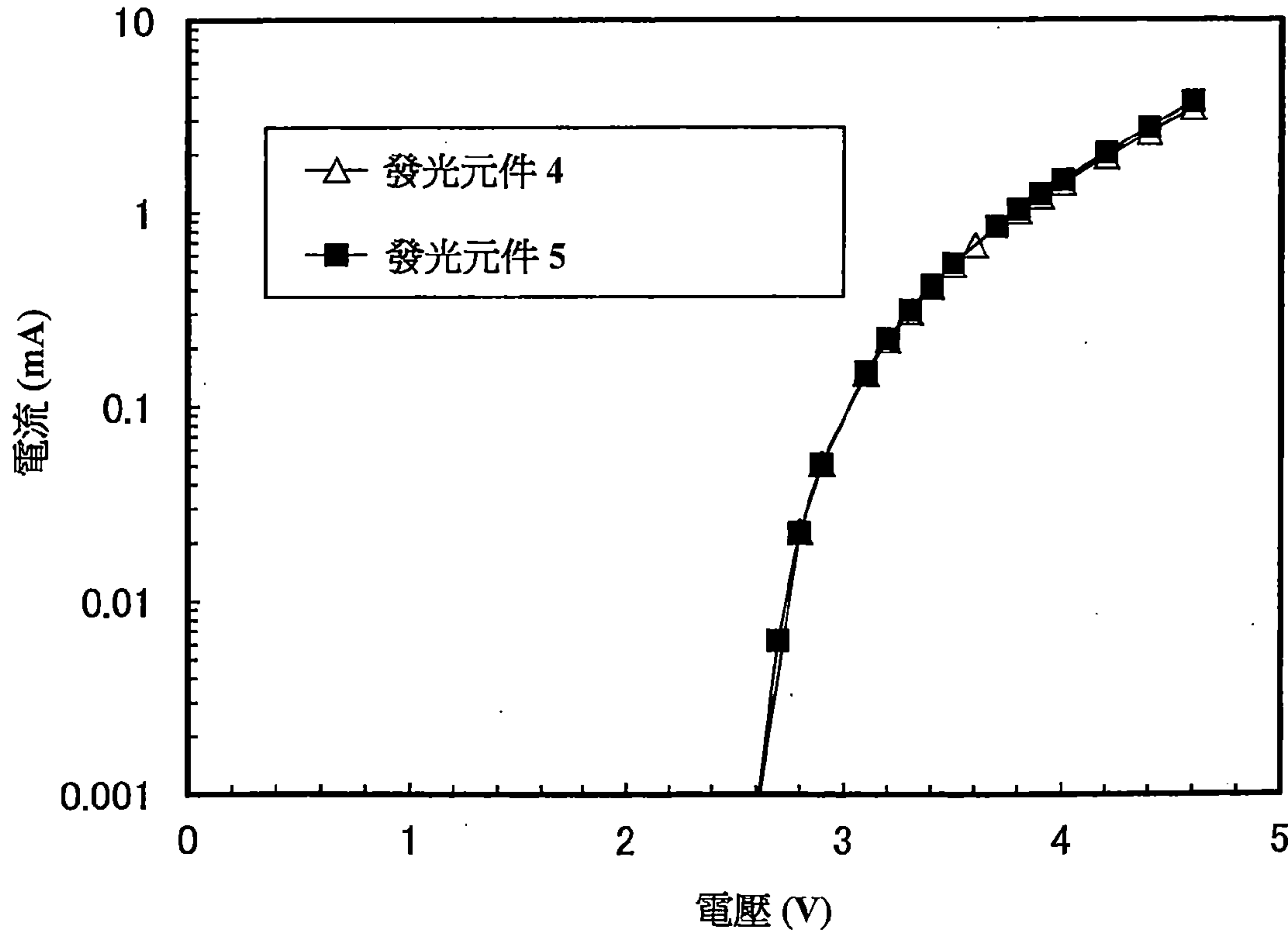


圖 46

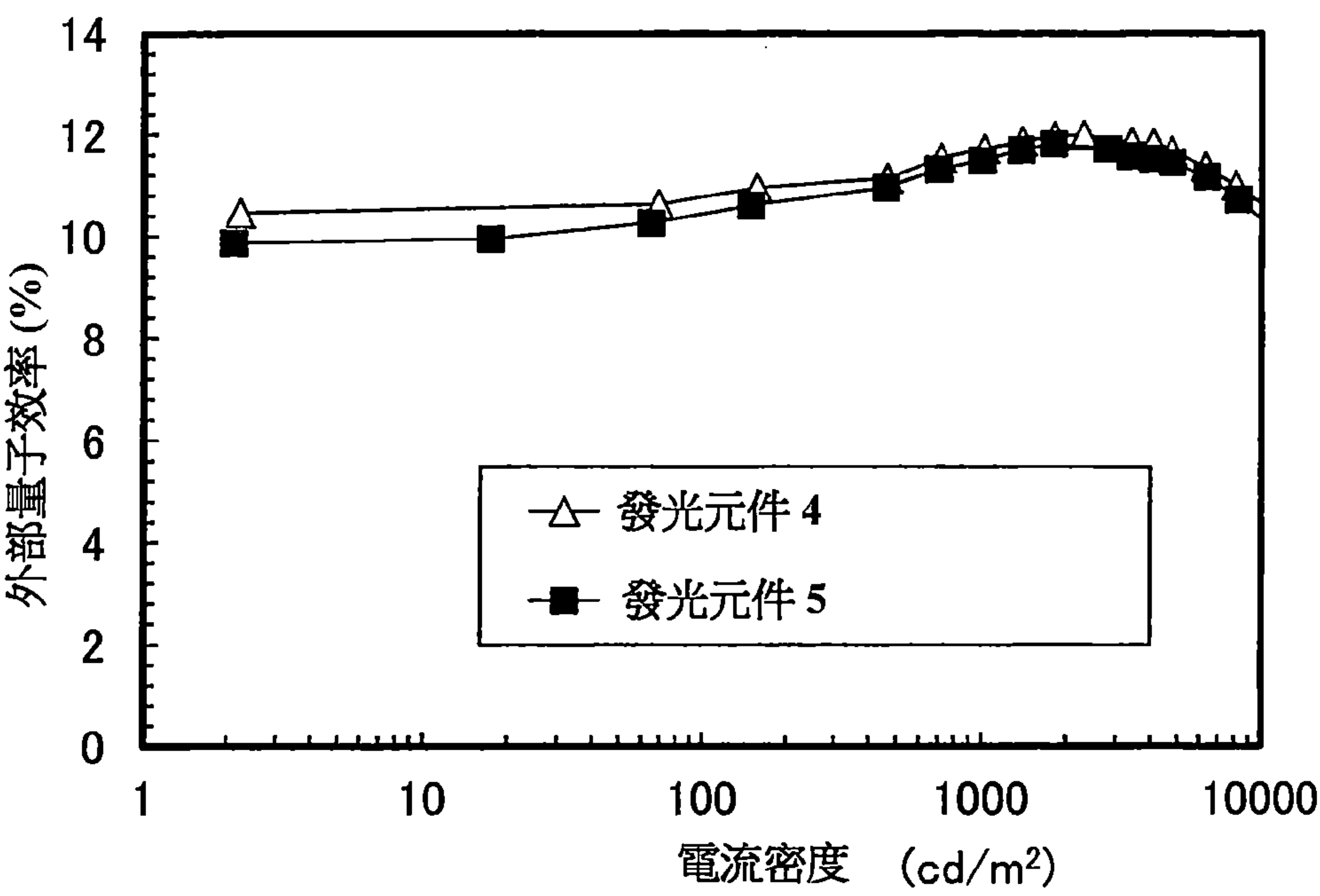


圖 47

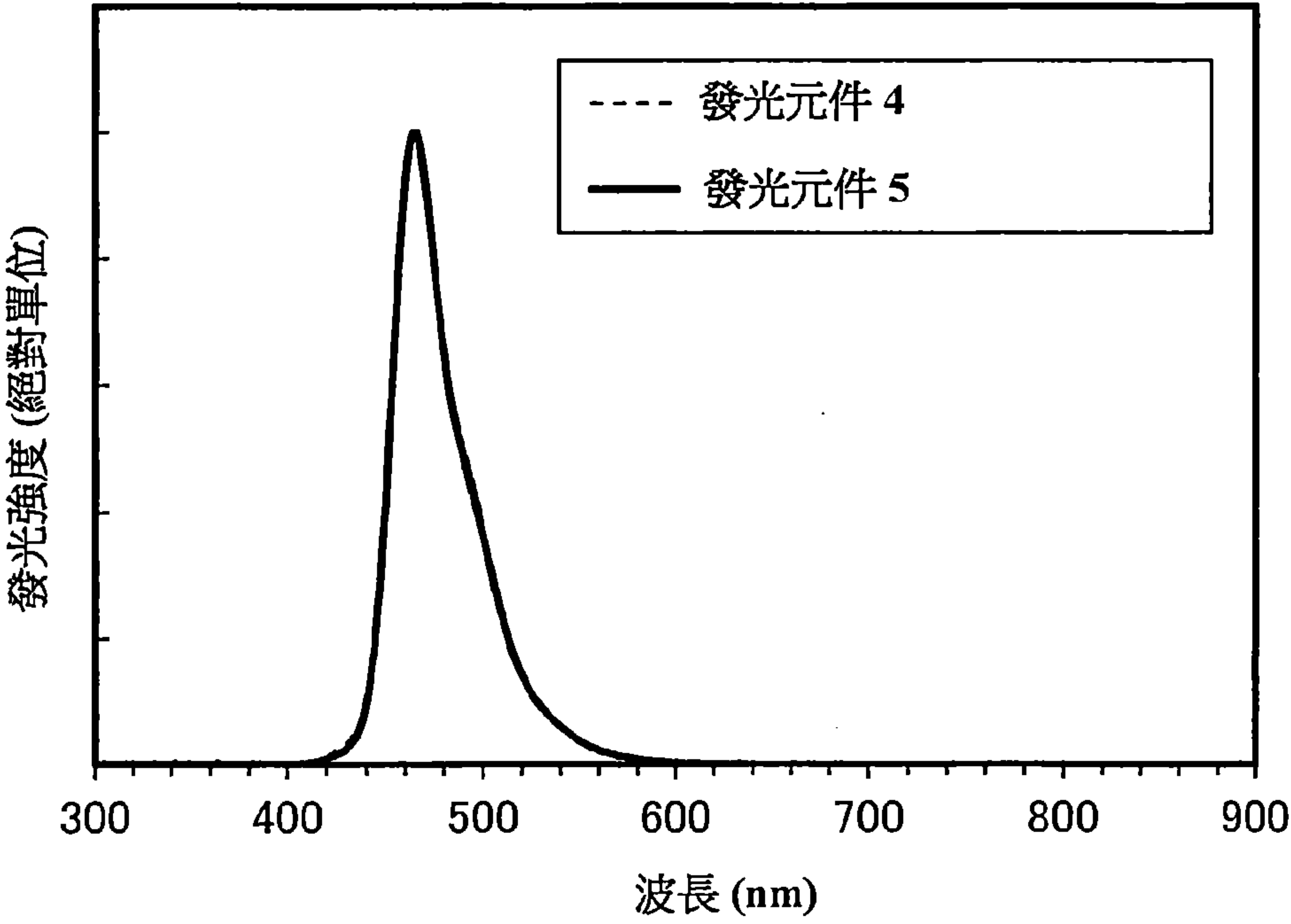


圖 48

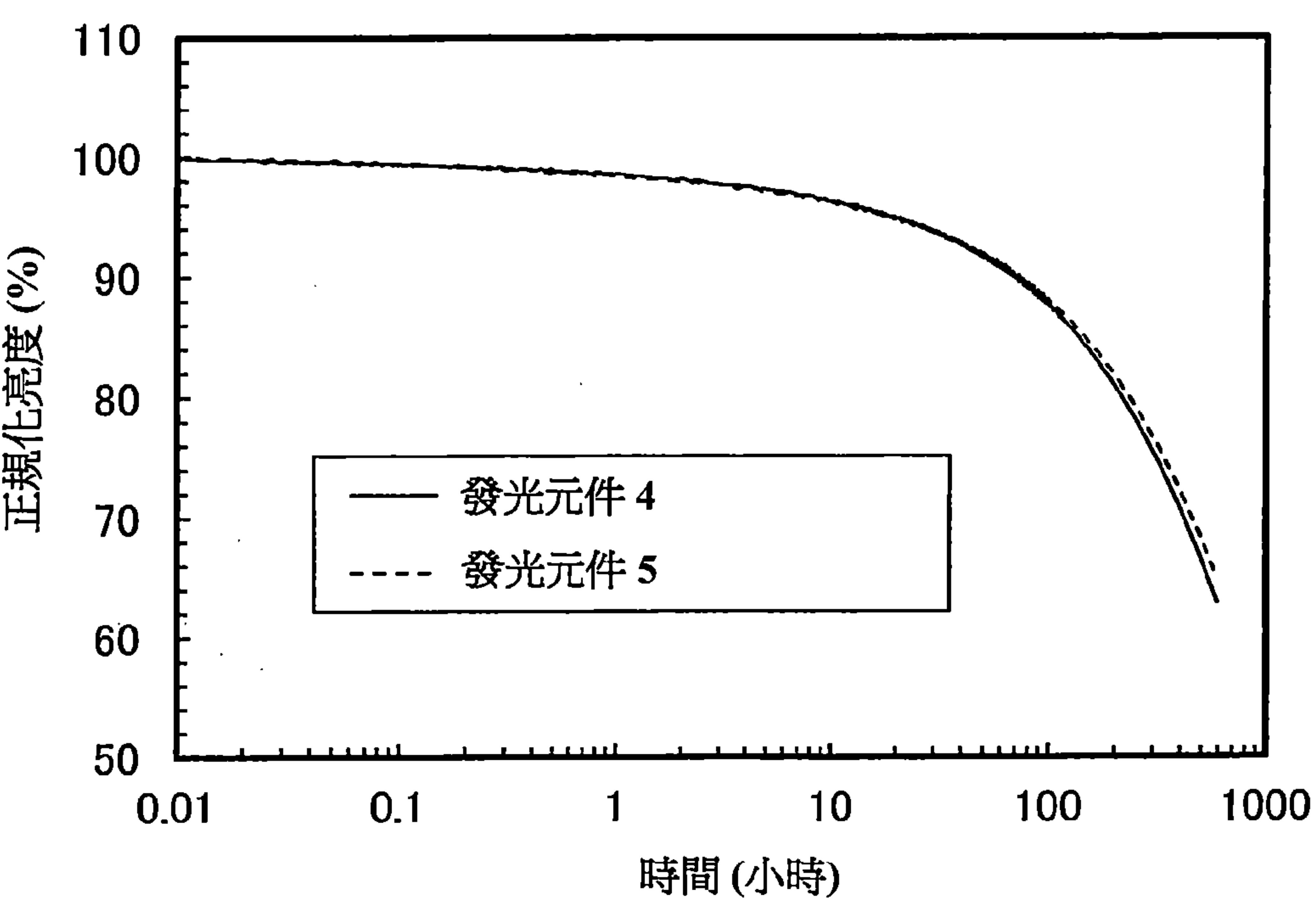


圖 49

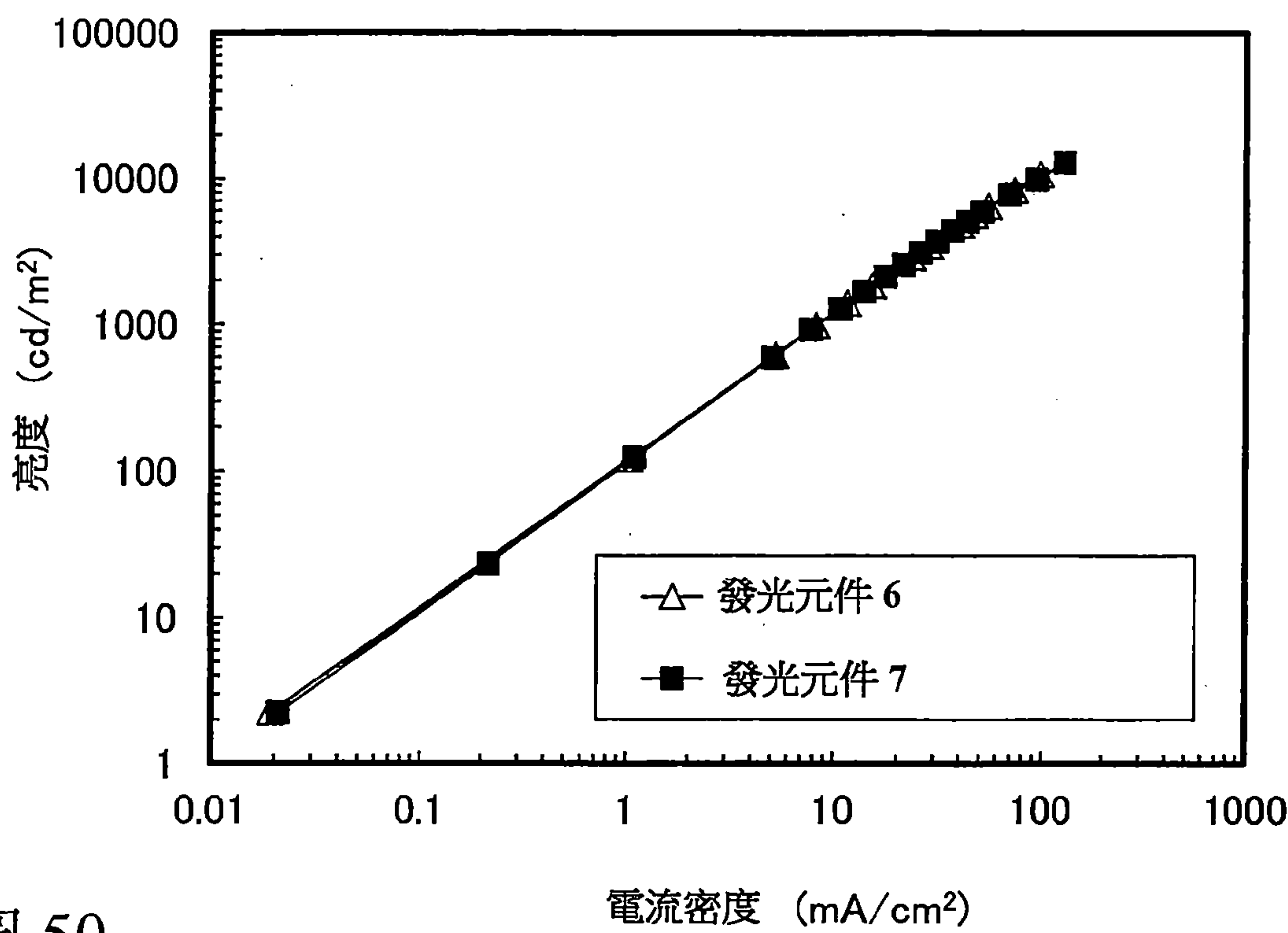


圖 50

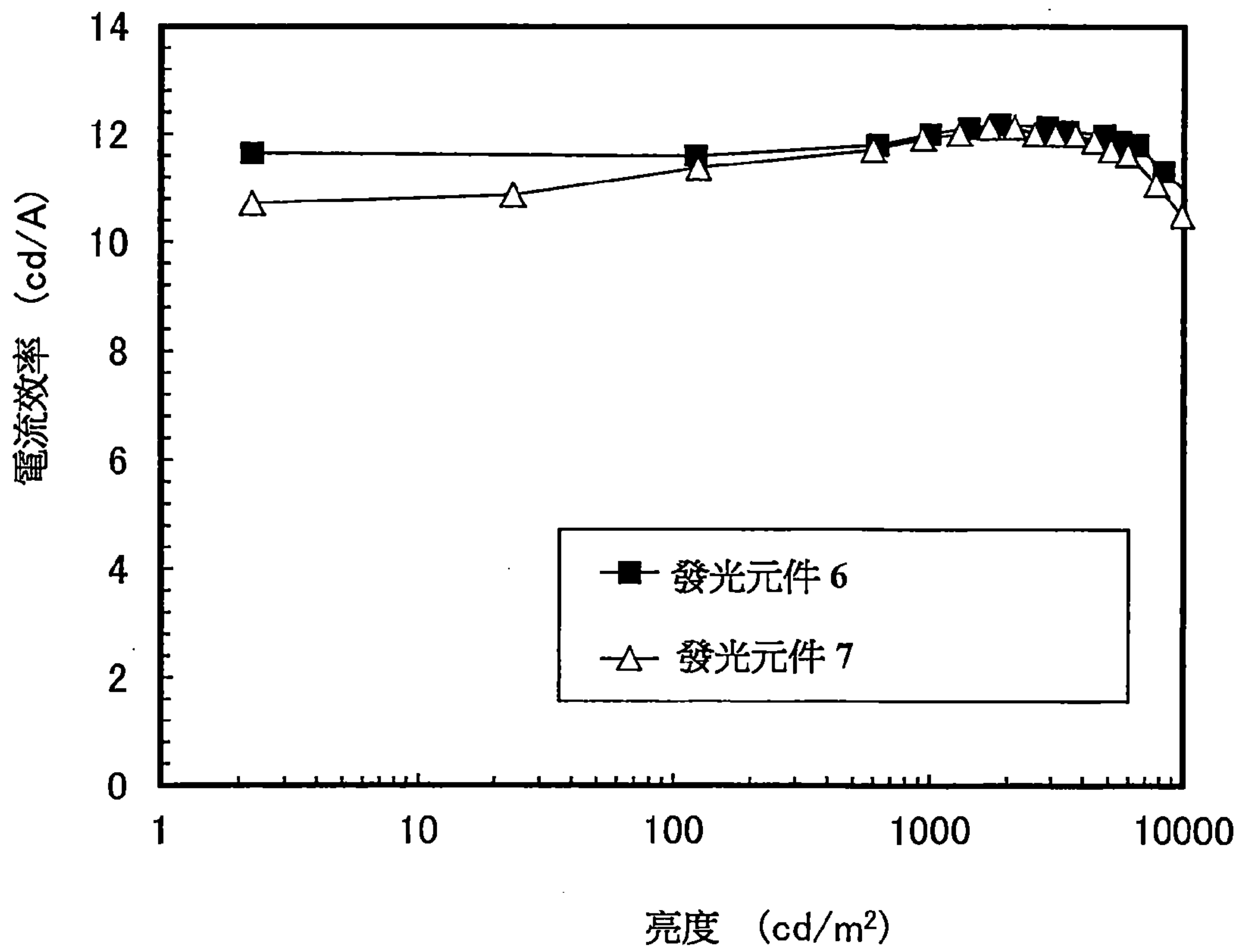


圖 51

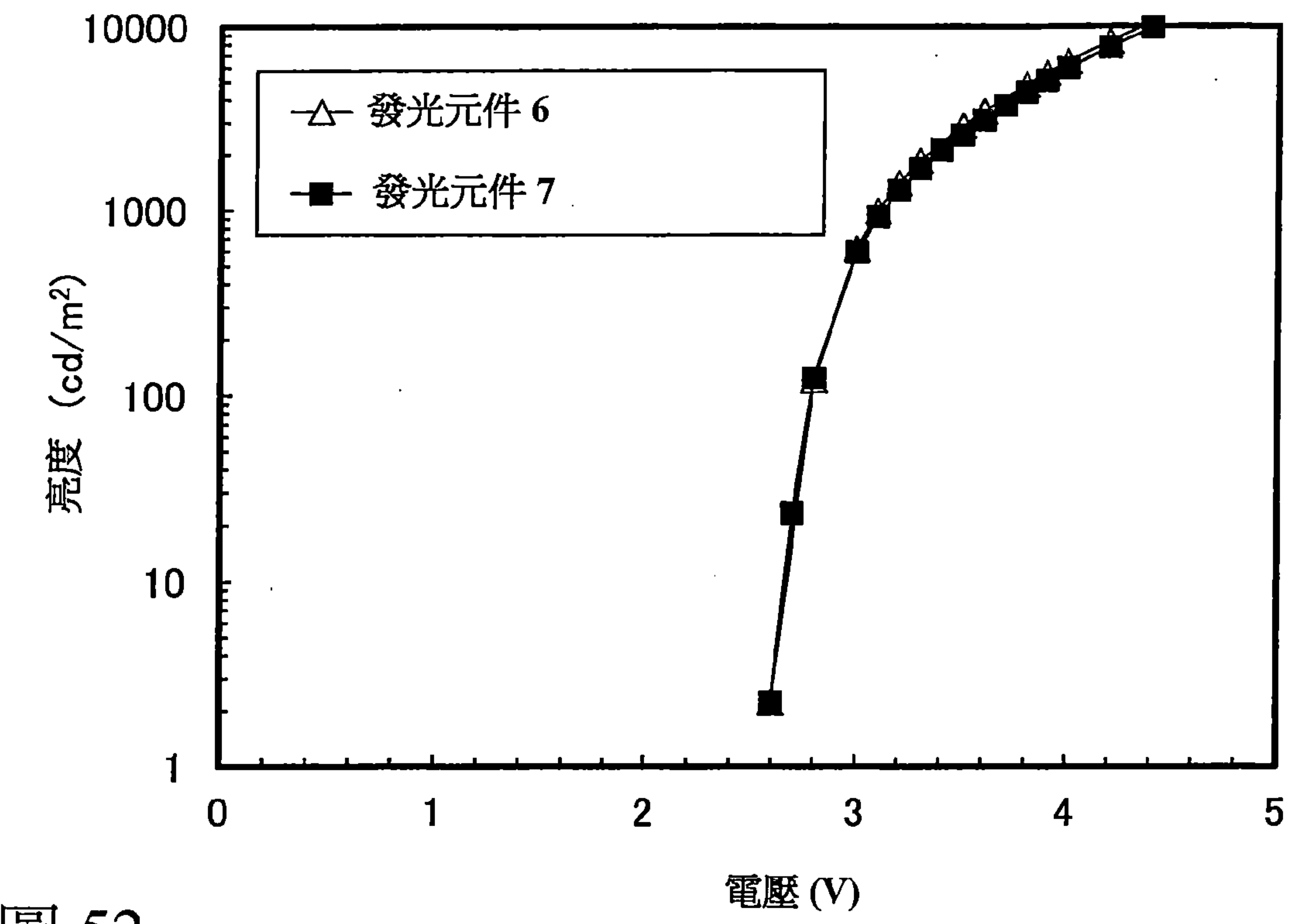


圖 52

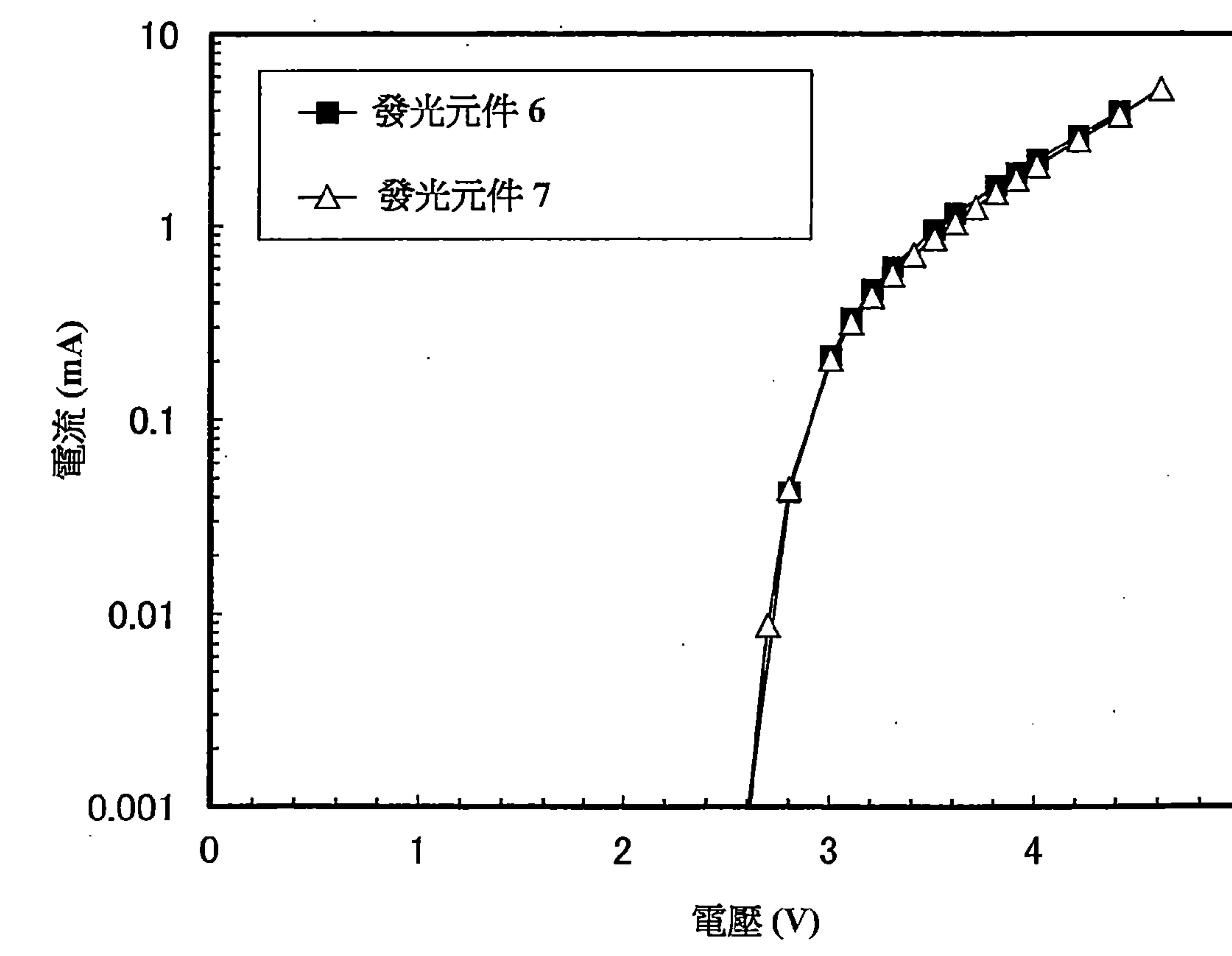


圖 53

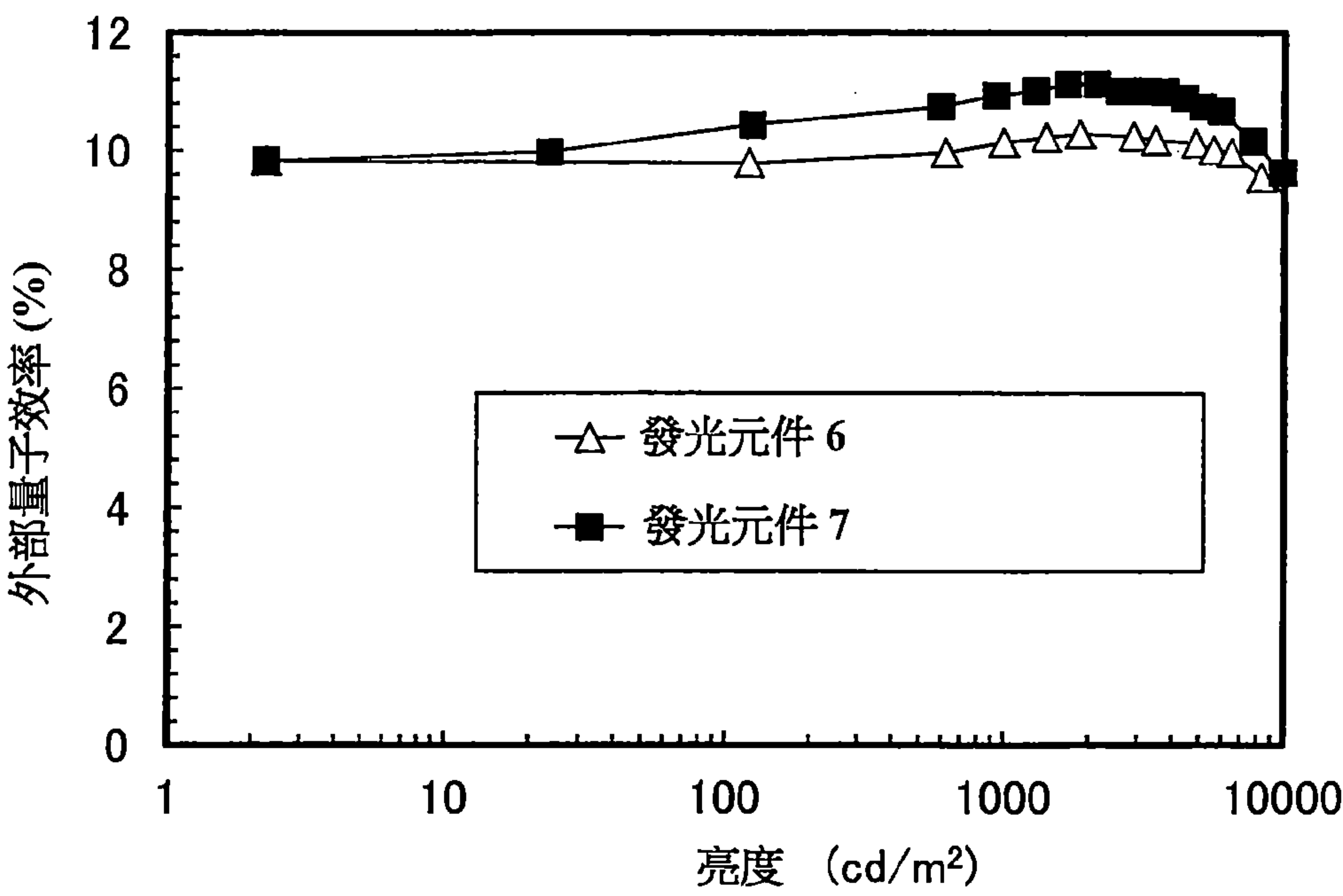


圖 54

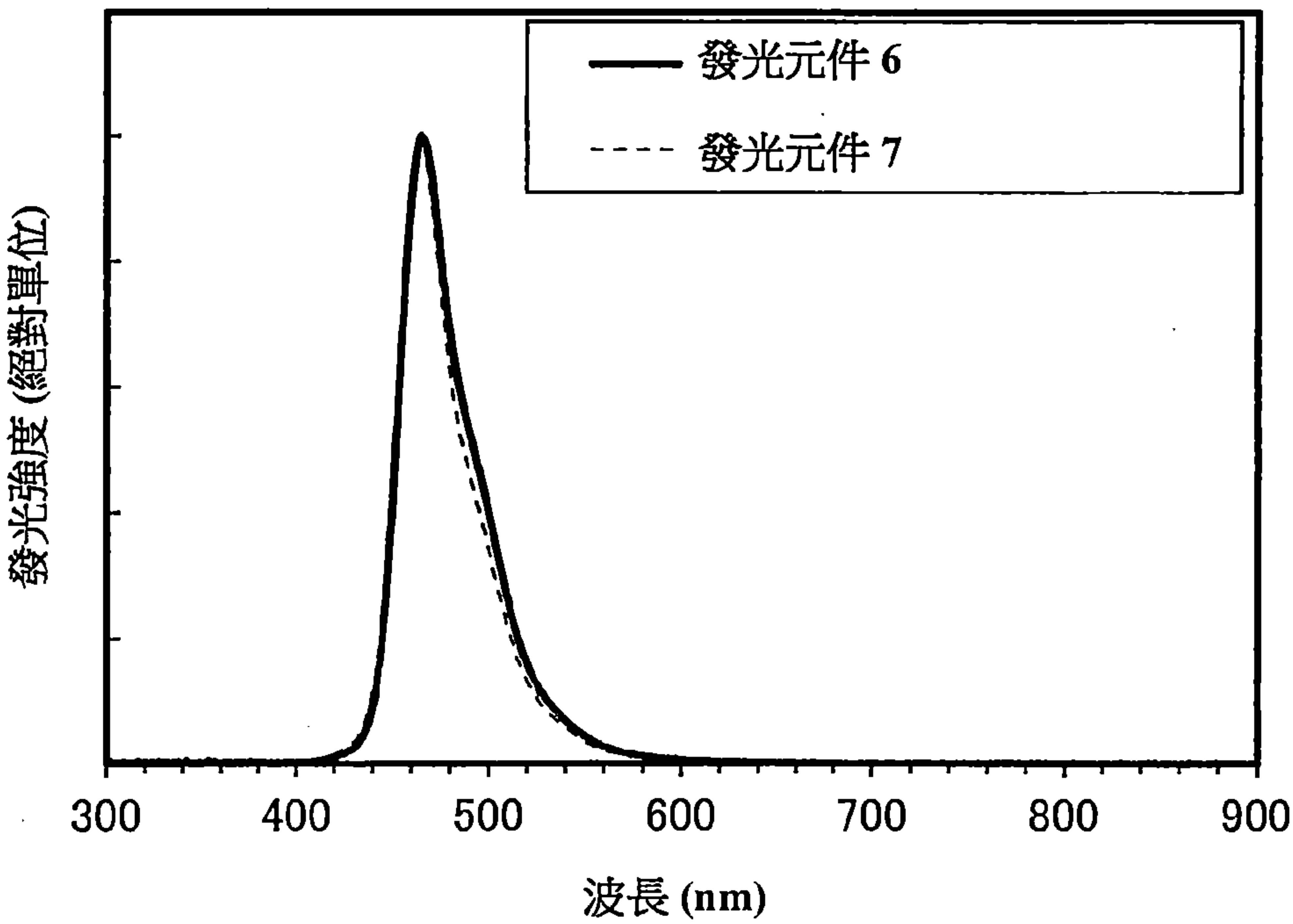


圖 55

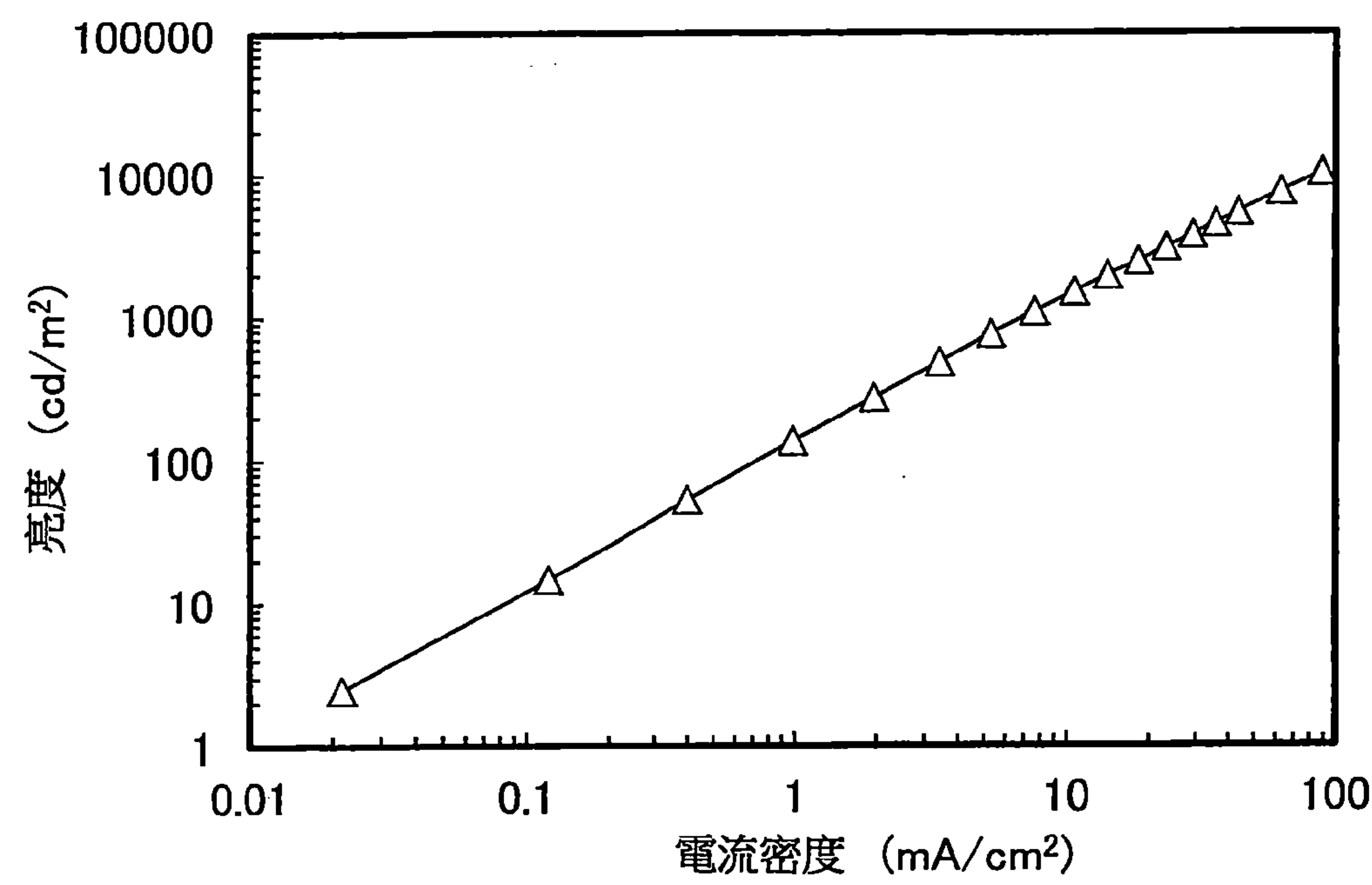


圖 56

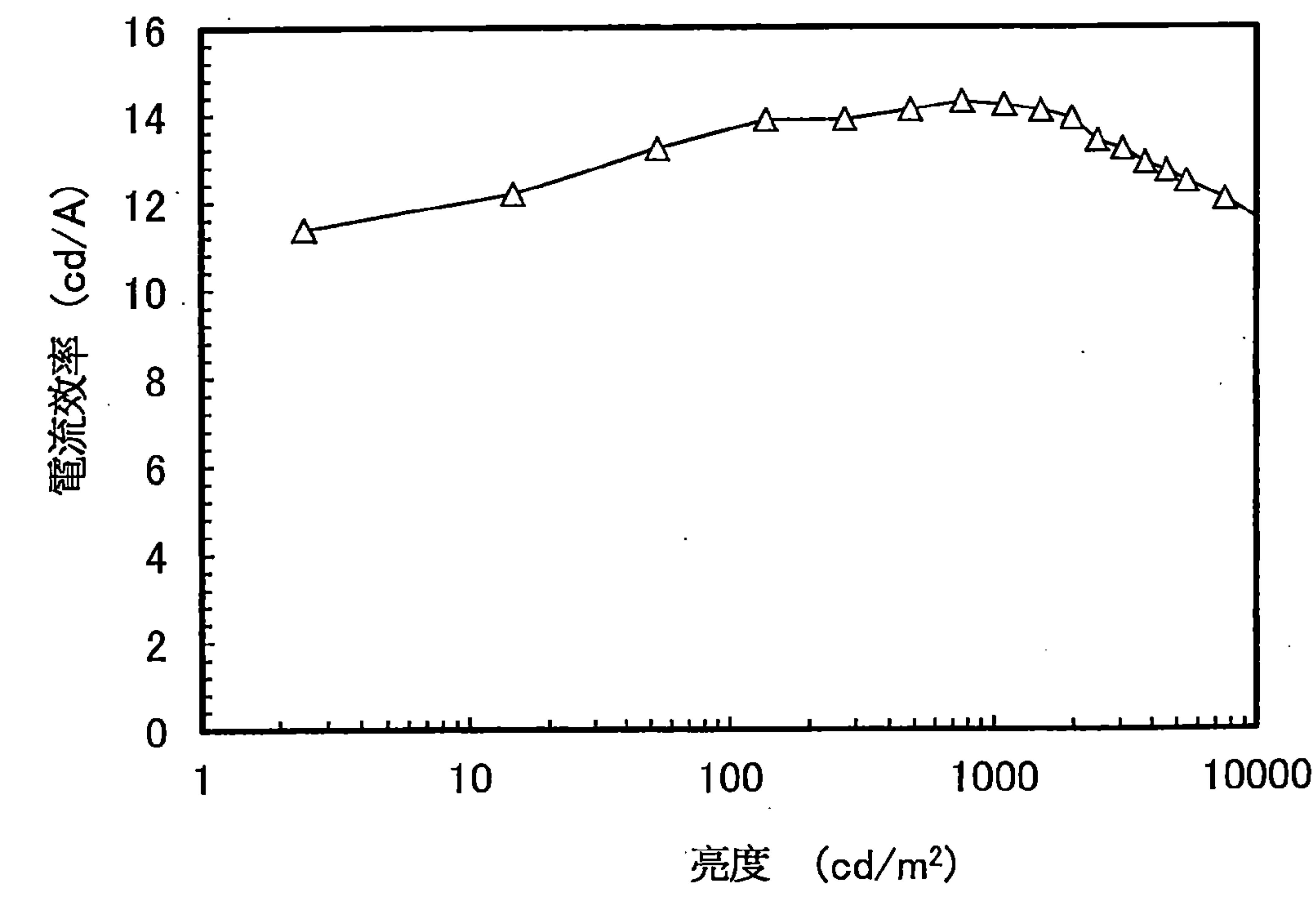


圖 57

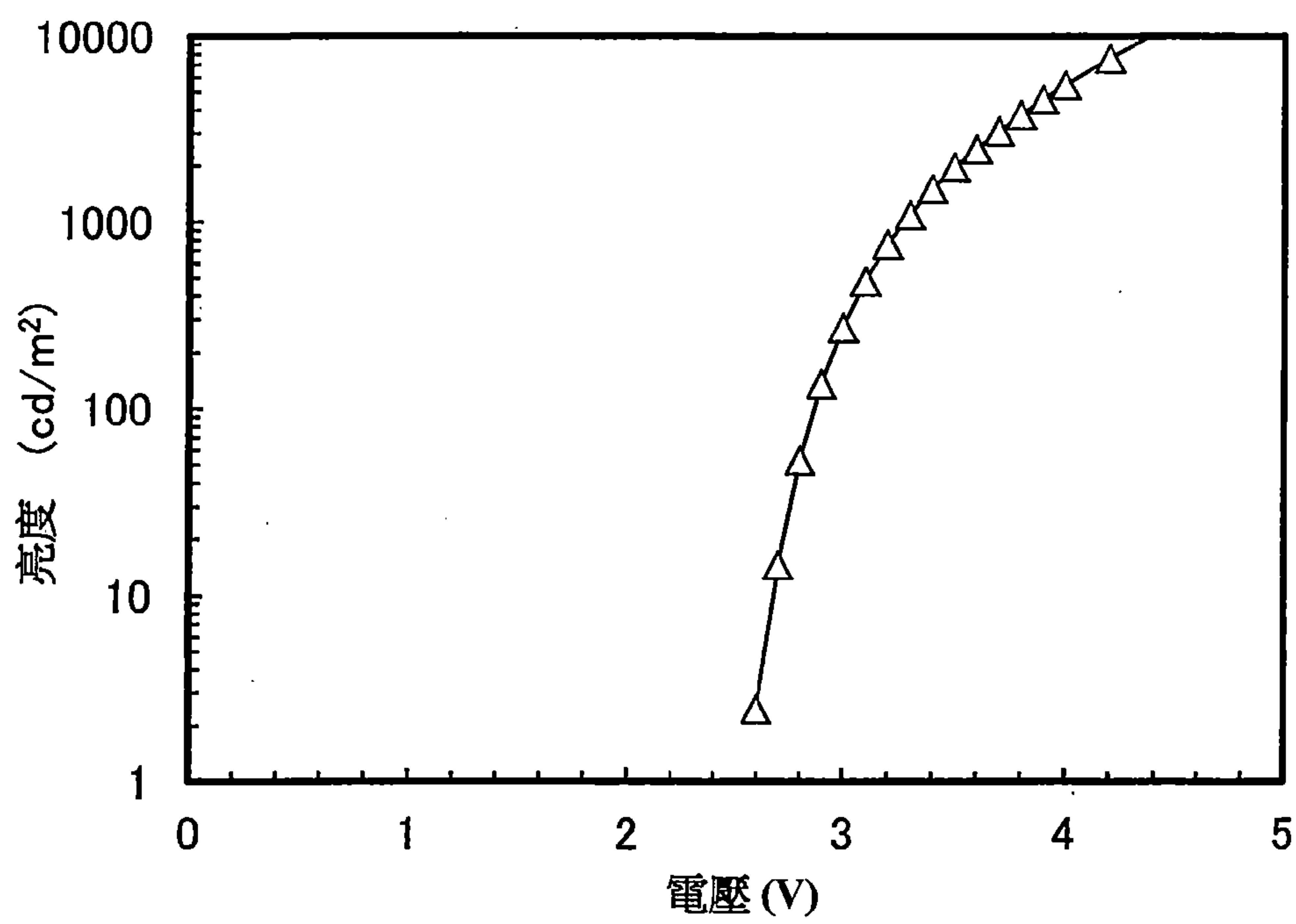


圖 58

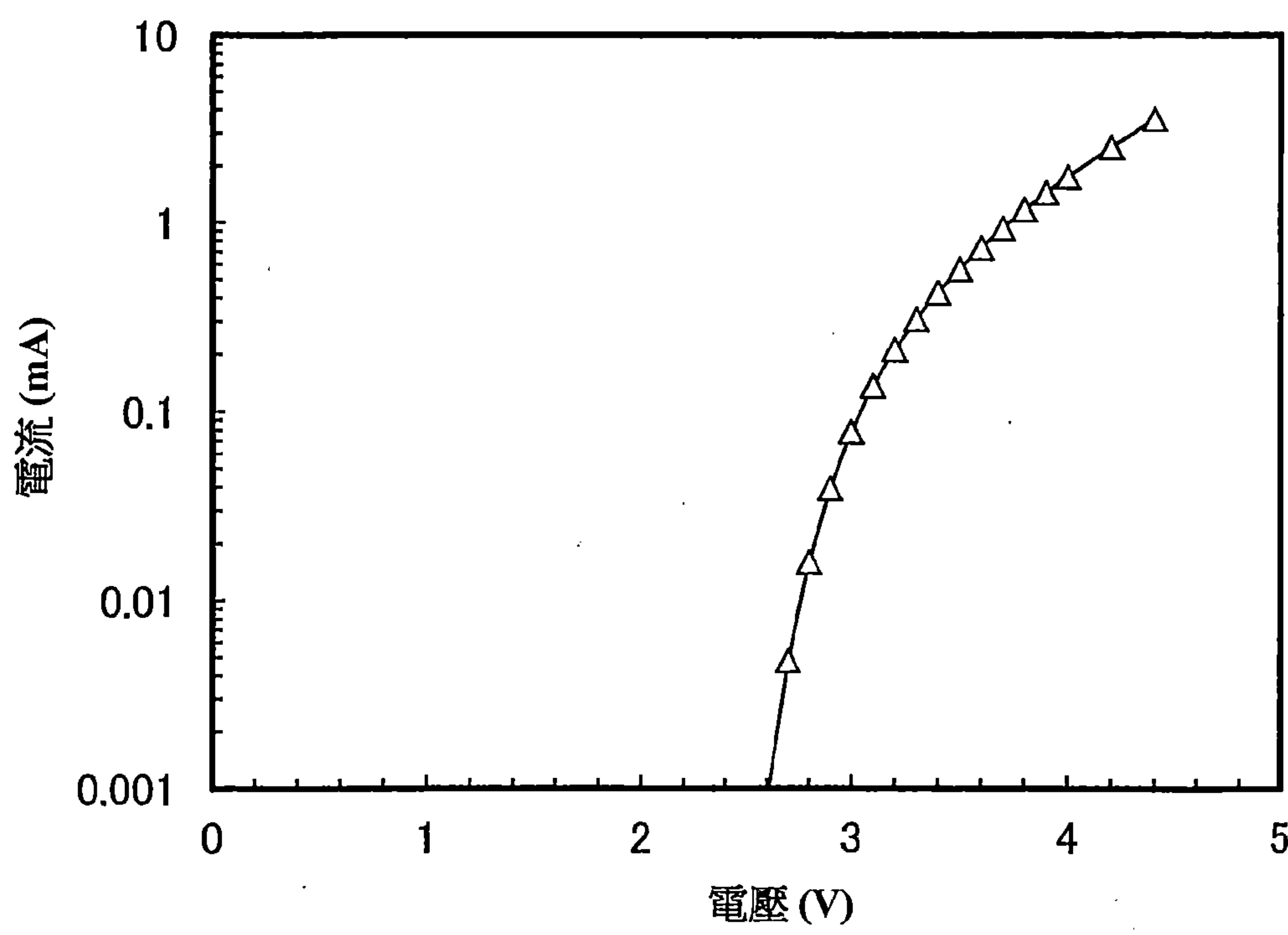


圖 59

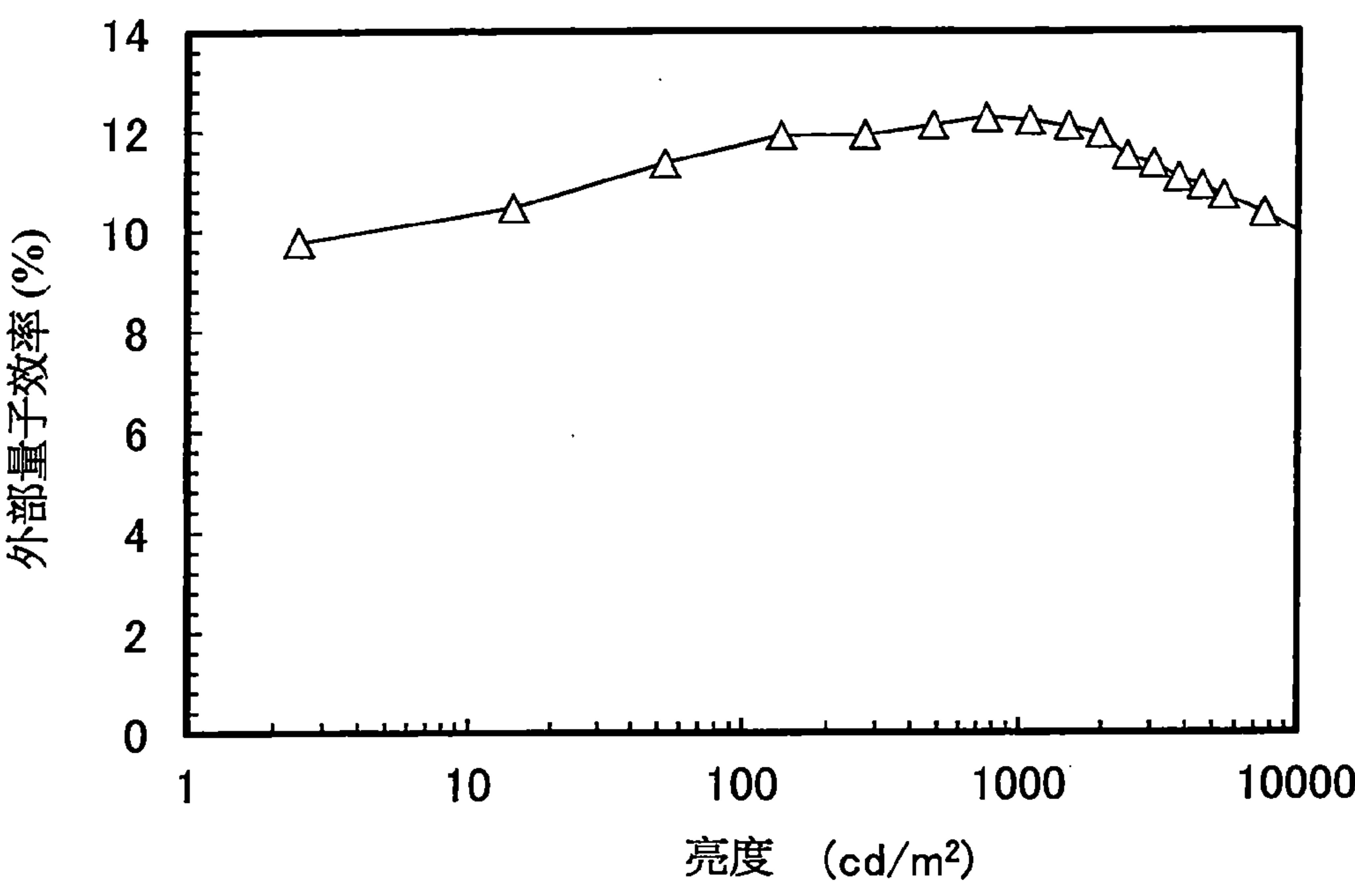


圖 60

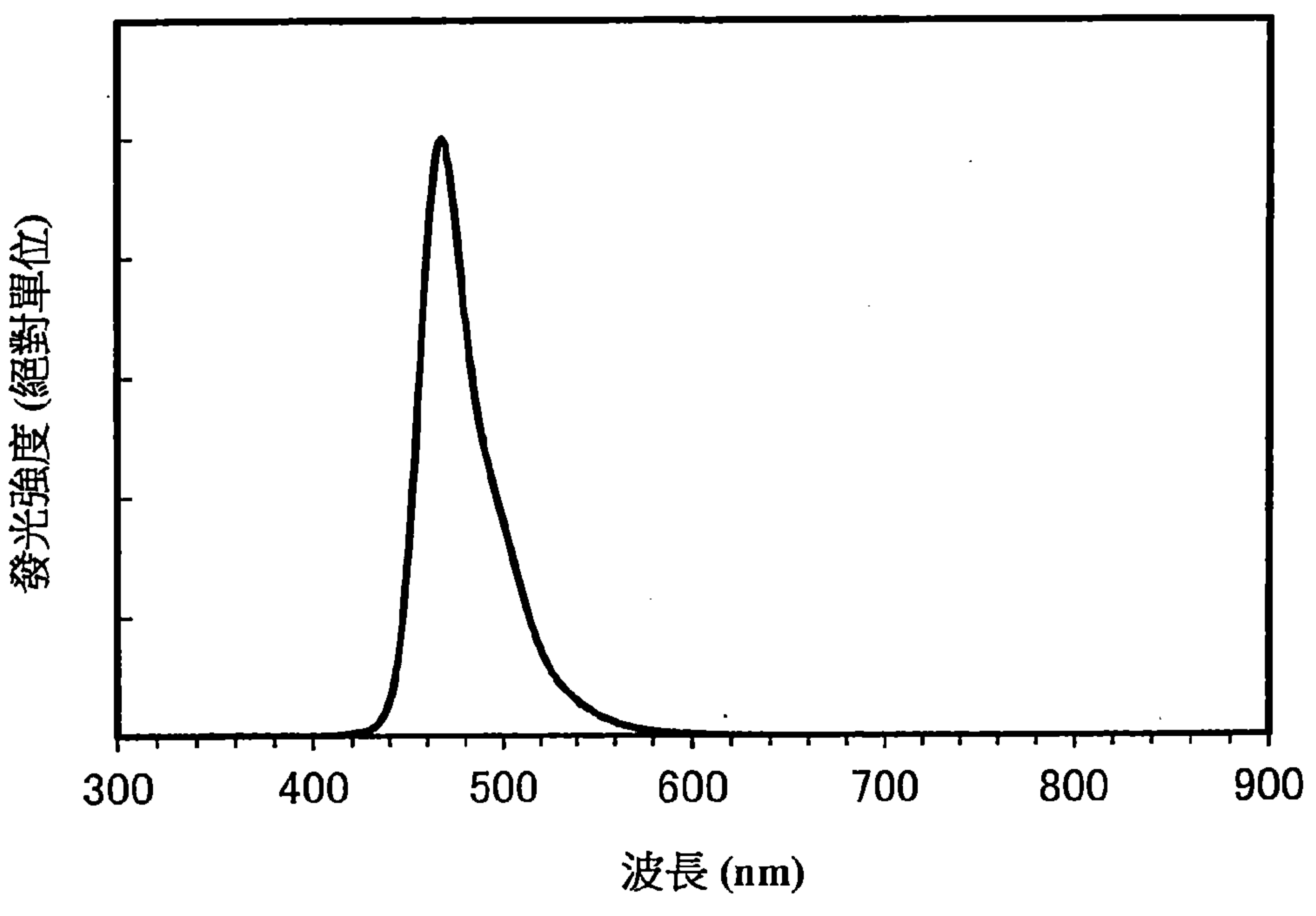


圖 61

