



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I873242 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：109142991

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl. : C07D493/04 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H10K85/00 (2023.01)

H10K50/80 (2023.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2019/12/12 日本

2019-224651

(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：竹田恭子 TAKEDA, KYOKO (JP)；尾坂晴惠 OSAKA, HARUE (JP)；門間裕史
KADOMA, HIROSHI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；鈴木恒德 SUZUKI,
TSUNENORI (JP)；橋本直明 HASHIMOTO, NAOAKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201837043A

TW 201838999A

JP 2017-109929A

JP 2019-85387A

審查人員：陳俊志

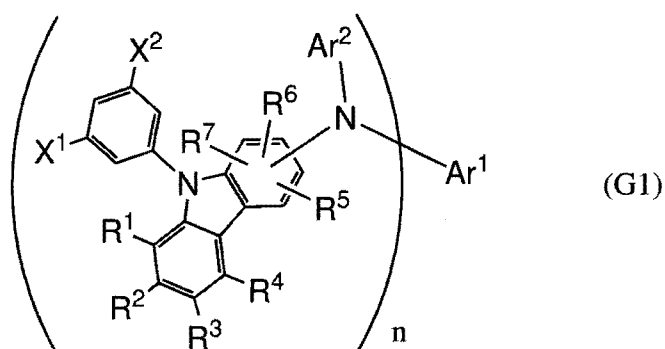
申請專利範圍項數：10 項 圖式數：74 共 242 頁

(54)名稱

有機化合物、光學裝置、發光裝置、發光設備、電子裝置、及照明裝置

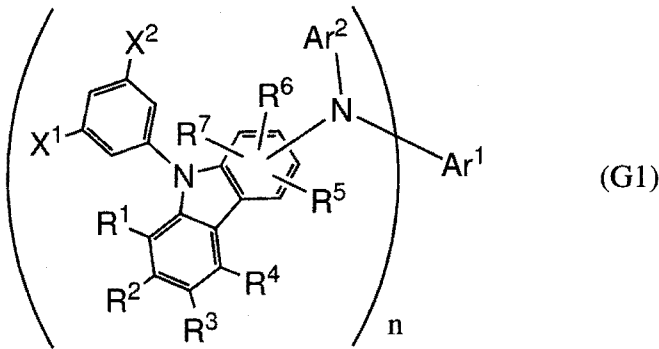
(57)摘要

提供一種以下述通式(G1)表示的新穎的有機化合物。在上述通式(G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為 3 至 6 且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。另外， Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為 10 至 60 且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為 8 至 60 且由兩個以上的環構成的稠合雜芳環骨架。另外， Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 25 的芳基。另外， n 是 1 至 3 中的任意個，在 n 為 2 以上時，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基既可以為相同又可以為不同。

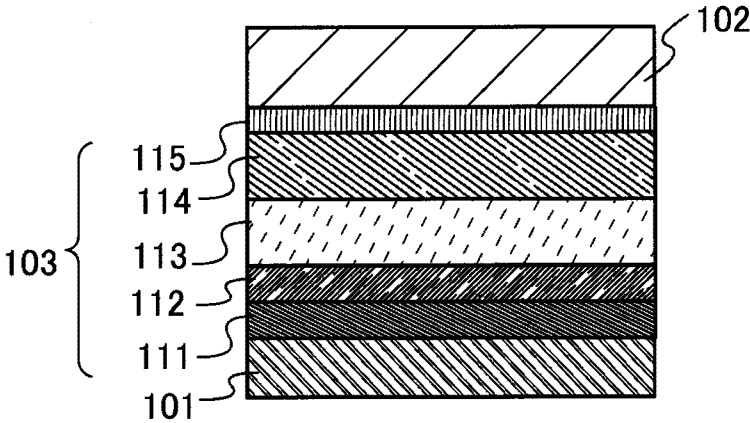


Anovel organic compound represented by General Formula (G1) is provided.

In General Formula (G1), X1 and X2 each independently represent a secondary or tertiary alkyl group having 3 to 6 carbon atoms and having a branched carbon atom which is 5 bonded to a phenyl group. In addition, Ar1 represents a substituted or unsubstituted condensed aromatic ring skeleton having 10 to 60 carbon atoms and composed of two or more rings or a substituted or unsubstituted condensed heteroaromatic ring skeleton having 8 to 60 carbon atoms and composed of two or more rings. Furthermore, Ar2 represents a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 25 carbon atoms. 10 Moreover, n represents any of 1 to 3, and in the case where n is 2 or more, two or more groups bonded to Ar1 may be identical or different.



指定代表圖：



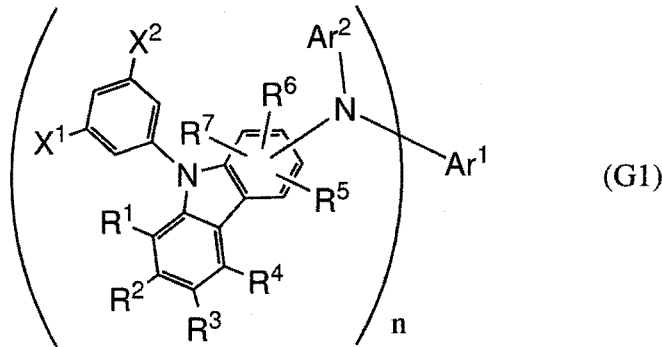
符號簡單說明：

- 101:第一電極
- 102:第二電極
- 103:EL 層
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 115:電子注入層

【圖 1A】

特徵化學式：

式 (G1)





I873242

【發明摘要】

【中文發明名稱】

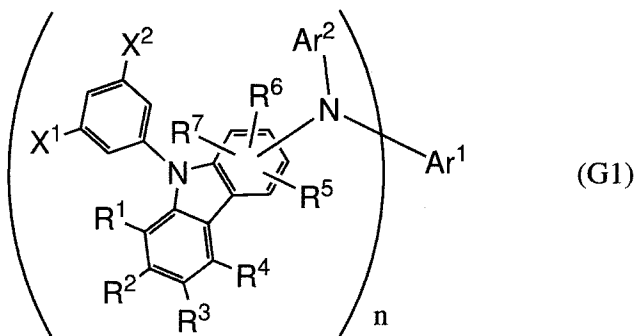
有機化合物、光學裝置、發光裝置、發光設備、電子裝置、及照明裝置

【英文發明名稱】

ORGANIC COMPOUND, OPTICAL DEVICE, LIGHT-EMITTING
DEVICE, LIGHT-EMITTING APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE,
AND LIGHTING DEVICE

【中文】

提供一種以下述通式(G1)表示的新穎的有機化合物。
在上述通式(G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。另外， Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且由兩個以上的環構成的稠合雜芳環骨架。另外， Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基。另外， n 是1至3中的任意個，在 n 為2以上時，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基既可以為相同又可以為不同。

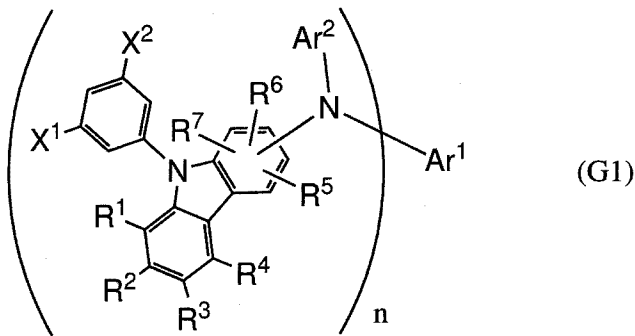


【 英文 】

Anovel organic compound represented by General Formula (G1) is provided.

In General Formula (G1), X₁ and X₂ each independently represent a secondary or tertiary alkyl group having 3 to 6 carbon atoms and having a branched carbon atom which is 5 bonded to a phenyl group. In addition, Ar₁ represents a substituted or unsubstituted condensed aromatic ring skeleton having 10 to 60 carbon atoms and composed of two or more rings or a substituted or unsubstituted condensed heteroaromatic ring skeleton having 8 to 60 carbon atoms and composed of two or more rings. Furthermore, Ar₂ represents a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 25 carbon atoms.

10 Moreover, n represents any of 1 to 3, and in the case where n is 2 or more, two or more groups bonded to Ar₁ may be identical or different.

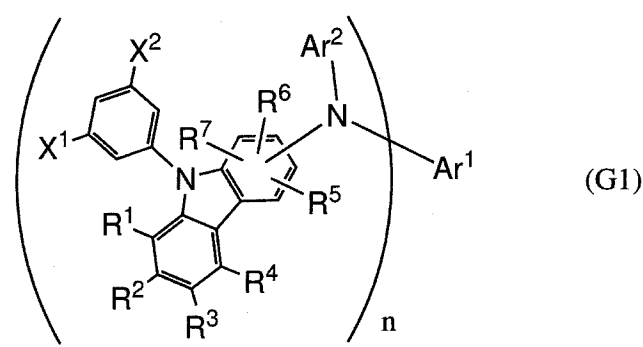


【指定代表圖】第(1A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 101:第一電極
- 102:第二電極
- 103:EL層
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 115:電子注入層

【特徵化學式】式(G1)



【發明說明書】

【中文發明名稱】

有機化合物、光學裝置、發光裝置、發光設備、電子裝置、及照明裝置

【英文發明名稱】

ORGANIC COMPOUND, OPTICAL DEVICE, LIGHT-EMITTING
DEVICE, LIGHT-EMITTING APPARATUS, 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有機化合物、發光元件、發光裝置、顯示模組、照明模組、顯示裝置、發光設備、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。另外，本發明的一個實施方式係關於一種製程(process)、機器(machine)、產品(manufacture)或者組合物(composition of matter)。由此，更明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的一個例子可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光設備、照明裝置、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置、這些裝置的驅動方法或者這些裝置的製造方法。

【 先前技術 】

【 0002 】 近年來，使用有機化合物且利用電致發光 (EL：Electroluminescence) 的發光裝置 (有機 EL 裝置) 的實用化非常活躍。在這些發光裝置的基本結構中，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 】 因為這種發光裝置是自發光型發光裝置，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，該發光裝置適合於平板顯示器元件。另外，使用這種發光裝置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裝置的特徵之一。

【 0004 】 此外，因為這種發光裝置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，上述發光裝置的利用價值也高。

【 0005 】 如上所述，雖然使用發光裝置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特性的發光裝置的研究開發日益活躍 (參照專利文獻 1)。

【 0006 】

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2019-085387 號公報

【發明內容】

【0007】 本發明的一個實施方式的目的是之一是一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之一是一是提供一種熱物性良好的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種溶解度高的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種色純度良好且蒸鍍溫度低的有機化合物。

【0008】 另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種新穎的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種熱物性良好的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種色純度良好且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。

【0009】 另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種可以提供特性良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種可以提供壽命良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的有機化合物。

【0010】 另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種可以提供特性良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種可以提供壽命良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式的目的是之一是一是提供一種初始特性及壽命良好且蒸鍍溫度低的藍色發光材

料。另外，本發明的一個實施方式的目的是可以提供一種高溫下的驅動壽命良好的發光裝置。

【0011】另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種壽命良好且容易製造的發光裝置、發光設備、電子裝置及顯示裝置。

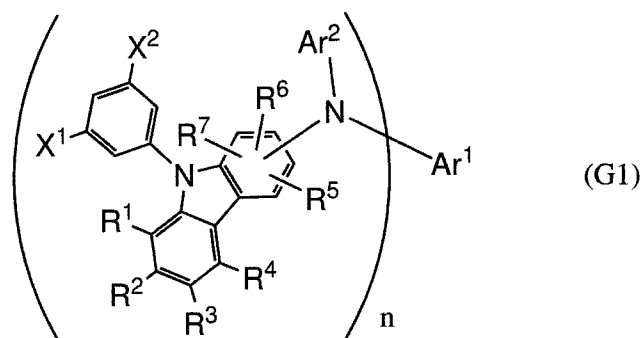
【0012】注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。此外，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述目的。另外，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載得知並衍生上述以外的目的。

【0013】本發明只要實現上述目的中的任一個即可。

【0014】本發明的一個實施方式是以下述通式(G1)表示的有機化合物。

【0015】

[化學式 1]



【0016】注意，在上述通式(G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。另外， Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且由兩個以上的環構成的稠

合雜芳環骨架， Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基。另外， R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個。另外， n 是1至3中的任意個，在 n 為2以上時，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基可以為相同或不同。

【0017】本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 Ar^1 為取代或未取代的碳原子數為10至60且由三至九個環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且由三至九個環構成的稠合雜芳環骨架。

【0018】另外，本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 Ar^1 為取代或未取代的碳原子數為8至60且由三至七個環構成的稠合雜芳環骨架。

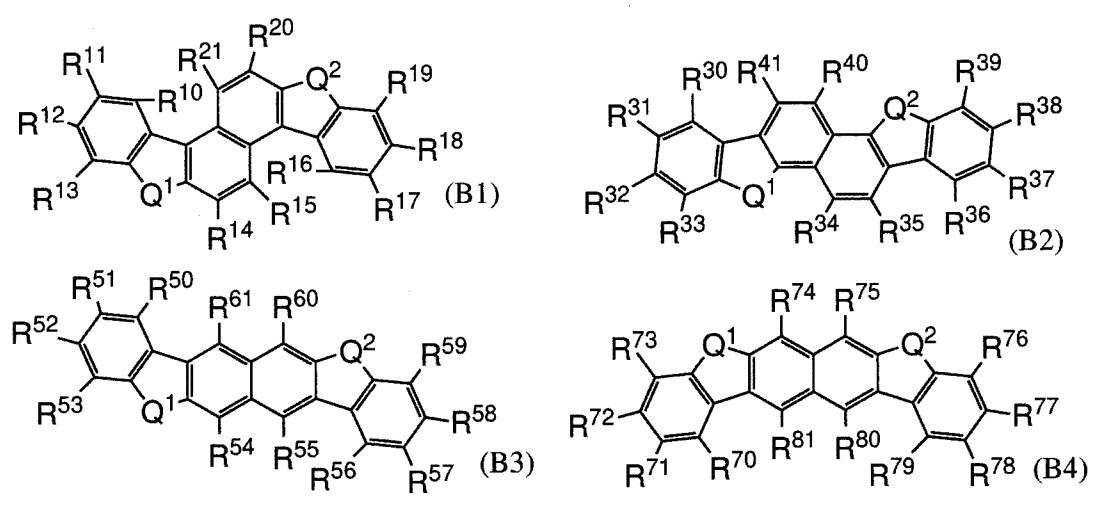
【0019】另外，本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 X^1 或 X^2 分別獨立地為碳原子數為3或4且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。

【0020】另外，本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 n 為2。

【0021】另外，本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 Ar^1 為以下述通式(B1)至(B4)表示的雜芳環骨架中的任意個。

【0022】

[化學式 2]



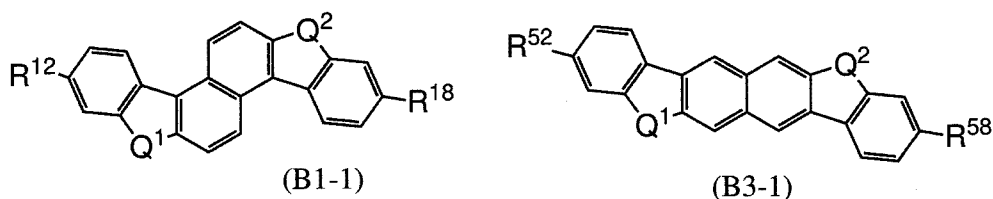
【0023】注意，在通式中Q¹及Q²分別獨立地表示氧原子或硫原子。另外，在上述通式(B1)中，R¹⁰至R²¹中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。另外，在上述通式(B2)中，R³⁰至R⁴¹中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。另外，在上述通式(B3)中，R⁵⁰至R⁶¹中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。另外，在上述通式(B4)中，R⁷⁰至R⁸¹中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為

取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。

【0024】另外，本發明的其他一個實施方式是一種有機化合物，在上述結構中上述 Ar^1 表示以下述通式 (B1-1) 或 (B3-1) 表示的雜芳環骨架。

【0025】

[化學式 3]

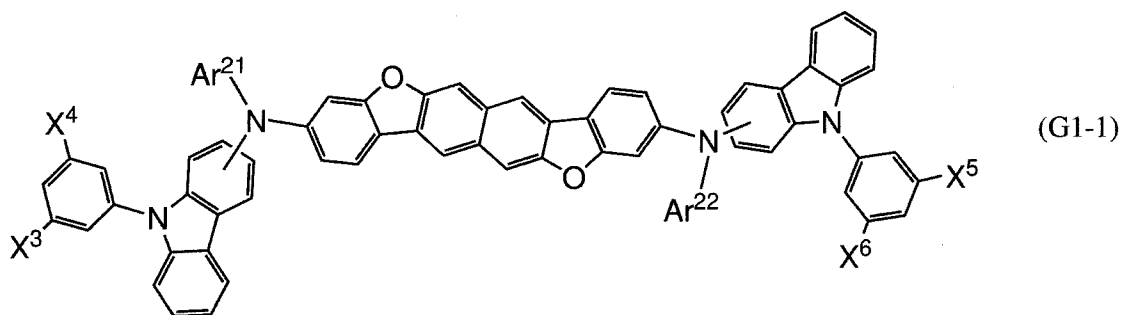


【0026】注意，在通式中 Q^1 及 Q^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。另外， R^{12} 、 R^{18} 、 R^{52} 及 R^{58} 表示單鍵。

【0027】另外，本發明的其他一個實施方式是一種以下述通式 (G1-1) 表示的有機化合物。

【0028】

[化學式 4]



【0029】注意，在上述通式 (G1-1) 中， X^3 至 X^6 分別獨立地表示碳原子數為 3 至 6 且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。另外， Ar^{21} 及 Ar^{22} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為 6 至 25 的芳基。

【0030】另外，本發明的其他一個實施方式是一種包括上述有機化合物的發光裝置。

【0031】另外，本發明的其他一個實施方式是一種包括上述發光裝置、感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風的電子裝置。

【0032】另外，本發明的其他一個實施方式是一種包括上述發光裝置、電晶體或基板的發光設備。

【0033】另外，本發明的其他一個實施方式是一種包括上述發光裝置及外殼的照明裝置。

【0034】在本說明書中，發光設備包括使用發光裝置的影像顯示裝置。另外，發光設備有時還包括如下模組：發光裝置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；或者藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光裝置上直接安裝有IC(積體電路)的模組。而且，照明裝置等有時包括發光設備。

【0035】本發明的一個實施方式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熱物性良好的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種色純度良好且蒸鍍溫度低的有機化合物。

【0036】另外，本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種熱物性良好的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種色純度良好且蒸鍍溫度低的藍色

發光材料。

【0037】另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可以提供特性良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可以提供壽命良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的有機化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種初始特性及壽命良好且蒸鍍溫度低的有機化合物。

【0038】另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可以提供特性良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可以提供壽命良好的發光裝置且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種初始特性及壽命良好且蒸鍍溫度低的藍色發光材料。

【0039】另外，本發明的一個實施方式可以提供一種壽命良好且容易製造的發光裝置、發光設備、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種高溫下的驅動壽命良好的發光裝置。

【0040】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，可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載得知並衍生上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

【0041】

[圖 1A]、[圖 1B]及[圖 1C]是發光裝置的示意圖；

[圖 2A]及[圖 2B]是主動矩陣型發光設備的概念圖；

[圖 3A]及[圖 3B]是主動矩陣型發光設備的概念圖；

[圖 4]是主動矩陣型發光設備的概念圖；

[圖 5A]及[圖 5B]是被動矩陣型發光設備的概念圖；

[圖 6A]及[圖 6B]是示出照明裝置的圖；

[圖 7A]、[圖 7B1]、[圖 7B2]及[圖 7C]是示出電子裝置的圖；

[圖 8A]、[圖 8B]及[圖 8C]是示出電子裝置的圖；

[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]及[圖 12B]是示出電子裝置的圖；

[圖 13A]、[圖 13B]及[圖 13C]是示出電子裝置的圖；

[圖 14A]及[圖 14B]是 N- 苯基 -9-(3,5- 二 - 三級丁基 苯基)-9H- 吡啶 -2- 胺的 ^1H NMR 譜；

[圖 15A]及[圖 15B]是 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的 ^1H NMR 譜；

[圖 16]是甲苯溶液中的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的吸收光譜及發射光譜；

[圖 17]是 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 18]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1 及比較發光裝置 1-2 的亮度-電流密度特性；

[圖 19]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的電流效率-亮度特性；

[圖 20]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的亮度-電壓特性；

[圖 21]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的電流-電壓特性；

[圖 22]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的外部量子效率-亮度特性；

[圖 23]是發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的發射光譜；

[圖 24]是 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02、3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02、3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02及 3,10PCA2Nbf(IV)-02的溶液狀態下的發射光譜；

[圖 25]是藉由熱重-差熱分析測得的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02、3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02、3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02及 3,10PCA2Nbf(IV)-02的重量與溫度的關係；

[圖 26]是示出發光裝置 1、比較發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的相對於驅動時間的亮度變化的圖表；

[圖 27]是發光裝置 2及比較發光裝置 2的亮度-電流密度特性；

[圖 28]是發光裝置 2及比較發光裝置 2的電流效率-亮度特性；

[圖 29]是發光裝置 2及比較發光裝置 2的亮度-電壓特性；

[圖 30]是發光裝置2及比較發光裝置2的電流-電壓特性；

[圖 31]是發光裝置2及比較發光裝置2的外部量子效率-亮度特性；

[圖 32]是發光裝置2及比較發光裝置2的發射光譜；

[圖 33]是示出發光裝置2及比較發光裝置2的相對於驅動時間的亮度變化的圖表；

[圖 34]是發光裝置3的亮度-電流密度特性；

[圖 35]是發光裝置3的電流效率-亮度特性；

[圖 36]是發光裝置3的亮度-電壓特性；

[圖 37]是發光裝置3的電流-電壓特性；

[圖 38]是發光裝置3的外部量子效率-亮度特性；

[圖 39]是發光裝置3的發射光譜；

[圖 40]是發光裝置3的相對於驅動時間的亮度變化的圖表；

[圖 41]是甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02的吸收光譜及發射光譜；

[圖 42]是3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 43A]及[圖 43B]是 mmtBuPCA-03的 ^1H NMR譜；

[圖 44A]及[圖 44B]是 1,6mmtBuPCAPrn-03的 ^1H NMR譜；

[圖 45]是甲苯溶液中的 1,6mmtBuPCAPrn-03的吸收光譜及發射光譜；

[圖 46]是 1,6mmtBuPCAPrn-03的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 47A]及[圖 47B]是 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的 ^1H NMR譜；

[圖 48]是甲苯溶液中的 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的吸收光譜及發射光譜；

[圖 49]是 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 50A]及[圖 50B]是 mmtBuPCFA的 ^1H NMR譜；

[圖 51A]及[圖 51B]是 FrFAmmtBuPC的 ^1H NMR譜；

[圖 52]是甲苯溶液中的 FrFAmmtBuPC的吸收光譜及發射光譜；

[圖 53]是 FrFAmmtBuPC的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 54A]及[圖 54B]是 mmtBuPCzPCFL的 ^1H NMR譜；

[圖 55]是甲苯溶液中的 mmtBuPCzPCFL的吸收光譜及發射光譜；

[圖 56]是 mmtBuPCzPCFL的薄膜狀態下的吸收光譜及發射光譜；

[圖 57]是發光裝置4的亮度-電流密度特性；

[圖 58]是發光裝置4的電流效率-亮度特性；

[圖 59]是發光裝置4的亮度-電壓特性；

[圖 60]是發光裝置4的電流-電壓特性；

[圖 61]是發光裝置4的外部量子效率-亮度特性；

[圖 62]是發光裝置4的發射光譜；

[圖 63]是發光裝置5的亮度-電流密度特性；

[圖 64]是發光裝置5的電流效率-亮度特性；

[圖 65]是發光裝置5的亮度-電壓特性；

[圖 66]是發光裝置5的電流-電壓特性；

[圖 67]是發光裝置5的外部量子效率-亮度特性；

[圖 68]是發光裝置5的發射光譜；

[圖 69]是發光裝置6及發光裝置7的亮度-電流密度特性；

[圖 70]是發光裝置6及發光裝置7的電流效率-亮度特性；

[圖 71]是發光裝置6及發光裝置7的亮度-電壓特性；

[圖 72]是發光裝置6及發光裝置7的電流-電壓特性；

[圖 73]是發光裝置6及發光裝置7的外部量子效率-亮度特性；以及

[圖 74]是發光裝置6及發光裝置7的發射光譜。

【實施方式】

【0042】下面，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。注意，本發明不侷限於以下說明，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。

【 0043 】

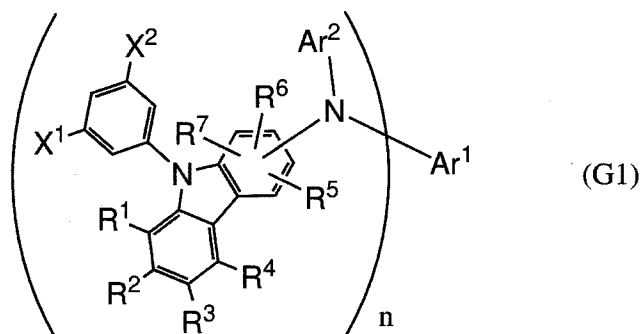
實施方式 1

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的有機化合物。

【 0044 】 本發明的一個實施方式的有機化合物是以下述通式 (G1) 表示的有機化合物。

【 0045 】

[化學式 5]



【 0046 】 藉由在 X^1 及 X^2 ，亦即與吡啶基的 9 位鍵合的苯基的兩個間位分別獨立地取代碳原子數為 3 至 6 的烷基，以上述通式 (G1) 表示的有機化合物的昇華性提高且對溶劑的溶解度也提高。由此，容易進行成膜及純化而生產率及可靠性得到提高。另外，在 X^1 及 X^2 分別獨立地為碳原子數為 3 或 4 的烷基時，可以廉價合成且昇華性良好，所以是較佳的。

【 0047 】 另外，以上述通式 (G1) 表示的有機化合物的特徵之一是：上述烷基的鍵合位置為 X^1 及 X^2 ，由此在該烷基鍵合時也幾乎沒有給 HOMO 能階或 LUMO 能階帶來的影響。因此，作為本發明的一個實施方式的有機化合物的以

上述通式(G1)表示的有機化合物藉由在 X^1 及 X^2 具有上述烷基，可以提高昇華性及溶解性而幾乎不給HOMO能階、LUMO能階、發射光譜及能帶間隙帶來影響。

【0048】在鍵合於呋啞基的9位的苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，亦即鍵合於苯基的烷基中的直接鍵合於苯基的碳為具有支鏈的烷基時，使用該有機化合物的發光裝置的可靠性提高，所以是較佳的。

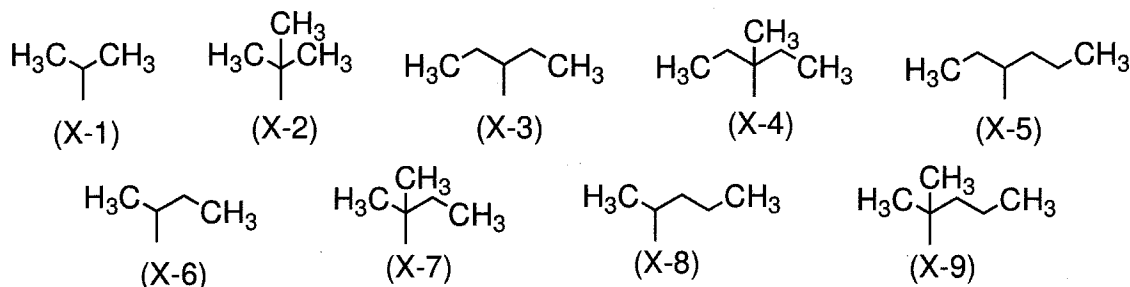
【0049】因此，在以上述通式(G1)表示的有機化合物的 X^1 及 X^2 為碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基時，可以廉價合成且昇華性良好，所以是較佳的。換言之，在鍵合於呋啞基的9位的苯基的碳具有支鏈時，可以抑制分子間相互作用。再者，藉由將其在分子幾乎不具有畸變的地方(兩個間位，亦即 X^1 和 X^2)取代，與在兩個間位中的一個取代的情況相比，可以進一步抑制分子間的相互作用。另外，共軛不容易從呋啞基擴散到呋啞基的9位的苯基中，所以即使對該苯基引入烷基，發射光譜及吸收光譜也不容易變化。並且，藉由對苯基引入烷基，該有機化合物的耐熱性提高，所以是較佳的。

【0050】另外，更佳的是，以上述通式(G1)表示的有機化合物的 X^1 及 X^2 為碳原子數為3或4且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。

【0051】作為碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，具體地可以使用以下述結構式(X-1)至(X-9)表示的基。

【 0052 】

[化學式 6]



【 0053 】 另外， R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個。

【 0054 】 另外，明確而言，作為上述碳原子數為1至6的烷基可以舉出甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、三級丁基、戊基及己基等。明確而言，作為碳原子數為3至12的環烷基可以舉出環丙基、環己基、降莖基及金剛烷基等，作為未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基，可以舉出苯基、聯苯基、萘基及二甲基萘基等。

【 0055 】 另外， n 是1至3中的任意個，在 n 為2以上時，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基既可以為相同又可以為不同。就是說，在 n 是2或3的情況下， Ar^1 既可以鍵合有多個相同的取代基又可以鍵合有結構互不相同的多個取代基。

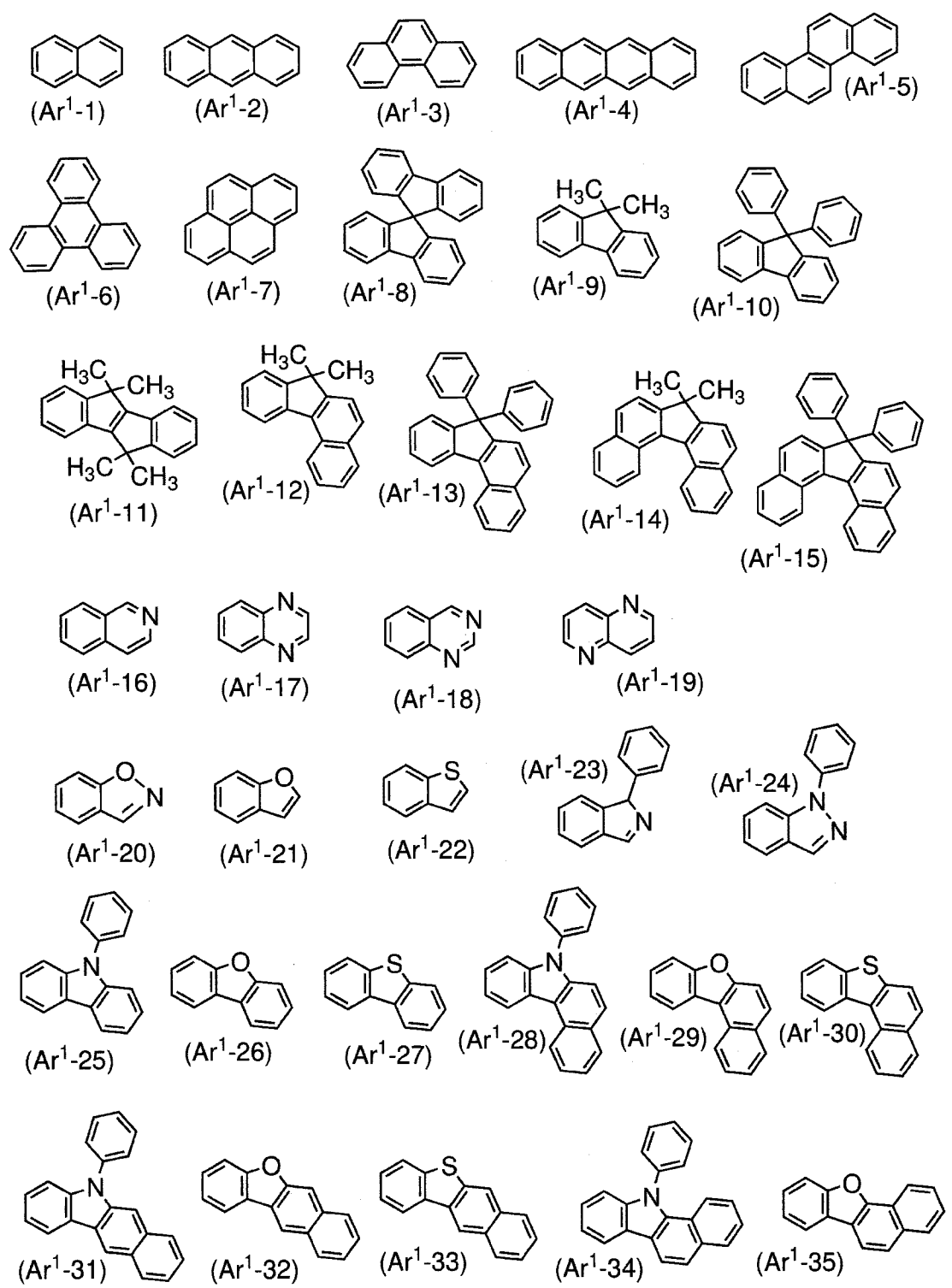
【 0056 】 另外， Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代

或未取代的碳原子數為 8 至 60 且由兩個以上的環構成的稠合雜芳環骨架。

【0057】作為上述 Ar^1 表示的基舉出的取代或未取代的碳原子數為 10 至 60 且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為 8 至 60 且由兩個以上的環構成的稠合雜芳環骨架，具體地可以舉出下述結構式 (Ar^1-1) 至 (Ar^1-56) 等。

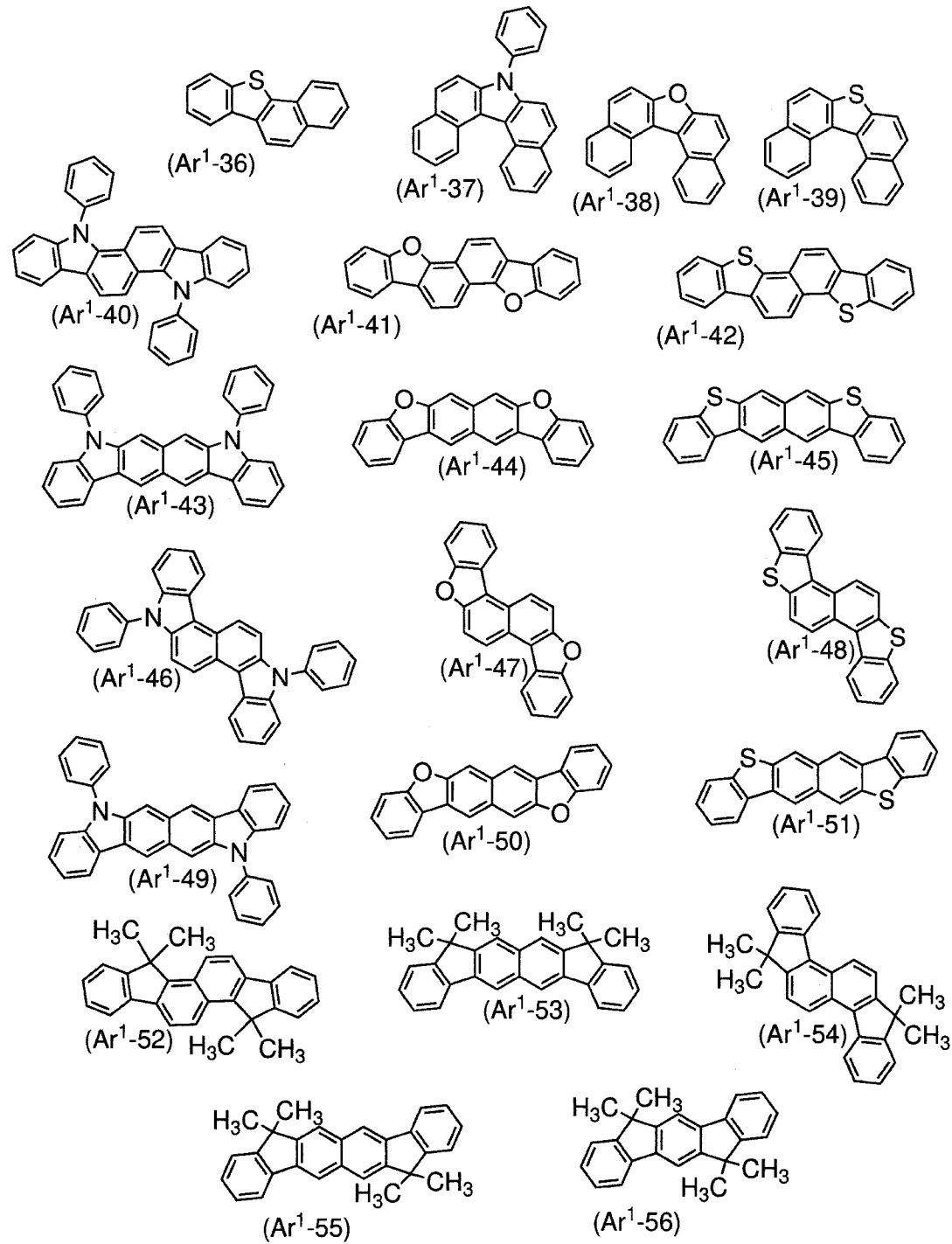
【0058】

[化學式 7]



【 0059 】

[化學式 8]



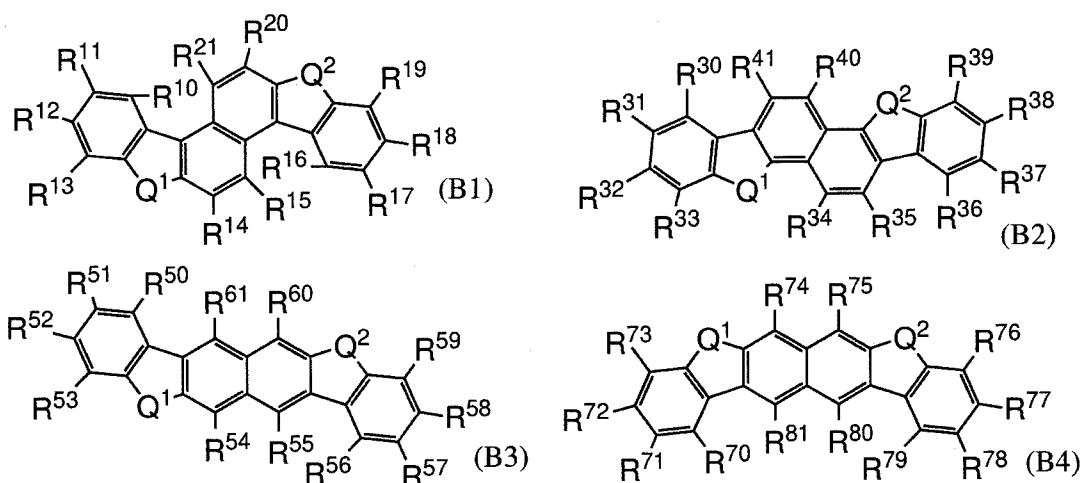
【0060】因為昇華性提高，所以較佳的是，Ar¹為取代或未取代的碳原子數為10至60且由三至九個環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且由三至九個環構成的稠合雜芳環骨架。更佳的是，Ar¹為取

代或未取代的碳原子數為8至60且由三至七個環構成的稠合雜芳環骨架，此時耐熱性也提高。

【0061】其中進一步較佳的是，上述 Ar^1 為以下述通式 (B1) 至 (B4) 表示的雜芳環骨架中的任意個的有機化合物，該有機化合物呈現良好的藍色發光。

【0062】

[化學式 9]



【0063】注意，在通式 (B1) 至 (B4) 中， Q^1 及 Q^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。另外，在上述通式 (B1) 中， R^{10} 至 R^{21} 中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個。另外，在上述通式 (B2) 中， R^{30} 至 R^{41} 中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個。另外，在上述通式 (B3) 中， R^{50} 至 R^{61} 中

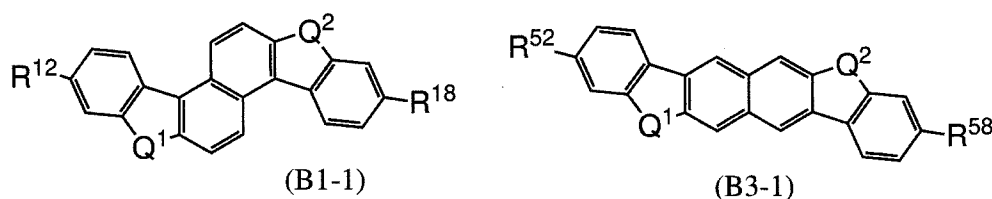
的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13芳基中的任意個。另外，在上述通式(B4)中， R^{70} 至 R^{81} 中的任一個或兩個表示單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基及未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個。

【0064】明確而言，作為碳原子數為1至6的烷基可以舉出甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、三級丁基、戊基、己基等。另外，作為碳原子數為3至10的環烷基可以舉出環丙基、環己基、降莖基、十氫化萘基、金剛烷基等。另外，作為碳原子數為6至13的芳基可以舉出苯基、聯苯基、萘基、蒽基等。

【0065】在上述通式(B1)至(B4)中，因為呈現藍色發光，所以更佳為使用以上述通式(B1)或(B3)表示的雜芳環骨架。另外，因為發光量子產率提高，所以進一步較佳為使用以下述通式(B1-1)或(B3-1)表示的雜芳環骨架。注意，在通式中 Q^1 及 Q^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。另外， R^{12} 、 R^{18} 、 R^{52} 及 R^{58} 表示單鍵。

【0066】

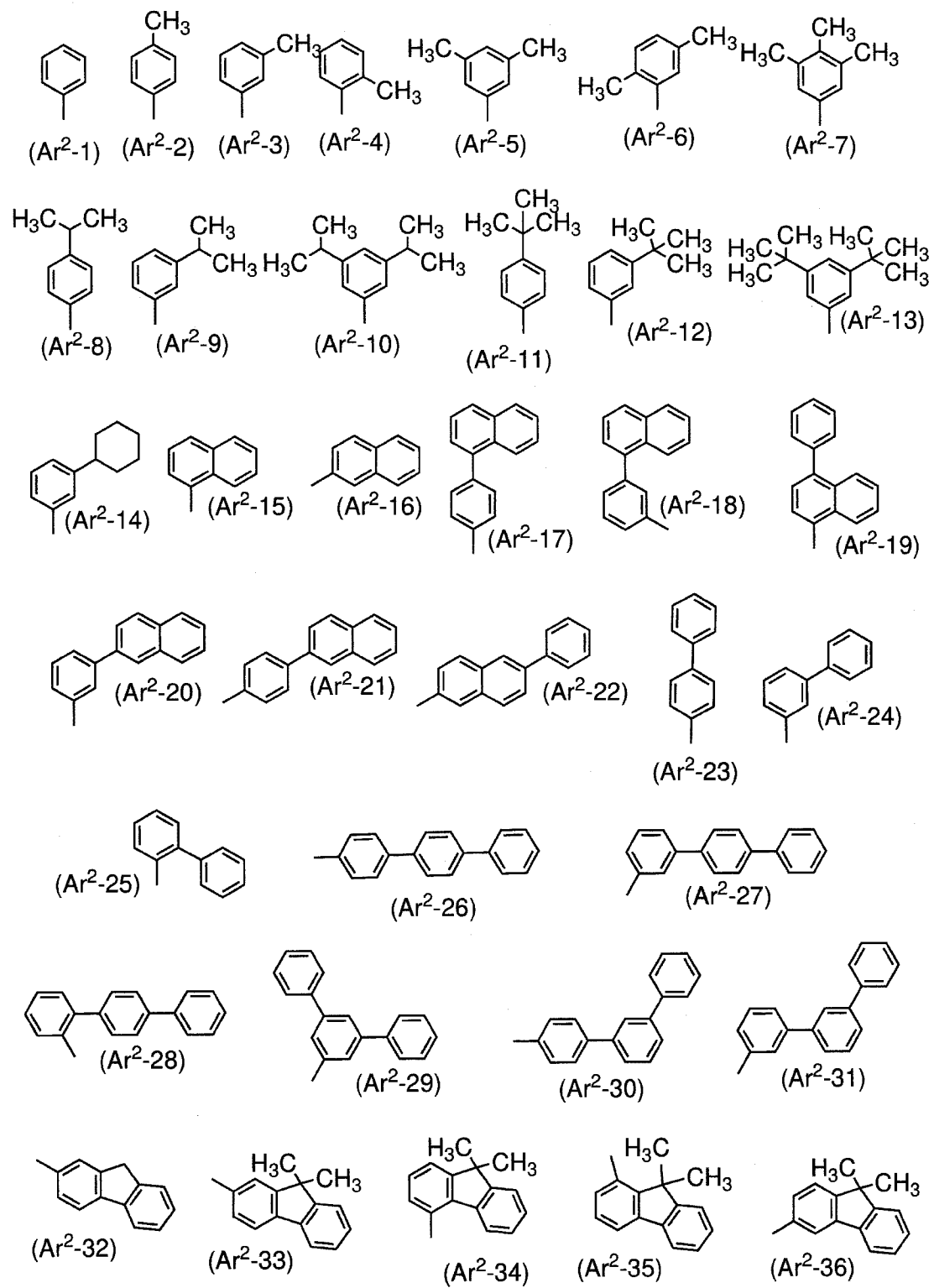
[化學式 10]



【0067】另外， Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基。作為取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，可以舉出苯基、甲苯基、二甲基苯基、三甲基苯基、丙基苯基、二丙基苯基、丁基苯基、二丁基苯基、環己基苯基、萘基、萘基苯基、苯基萘基、聯苯基、三聯苯基、蒾基、9,9-二甲基蒾基、菲基、9,9-二苯基蒾基、螺蒾基、聯伸三苯基、芑基、蔥基及9-苯基蔥基等。明確而言，可以舉出以下述結構式(Ar^2-1)至(Ar^2-49)表示的基等。

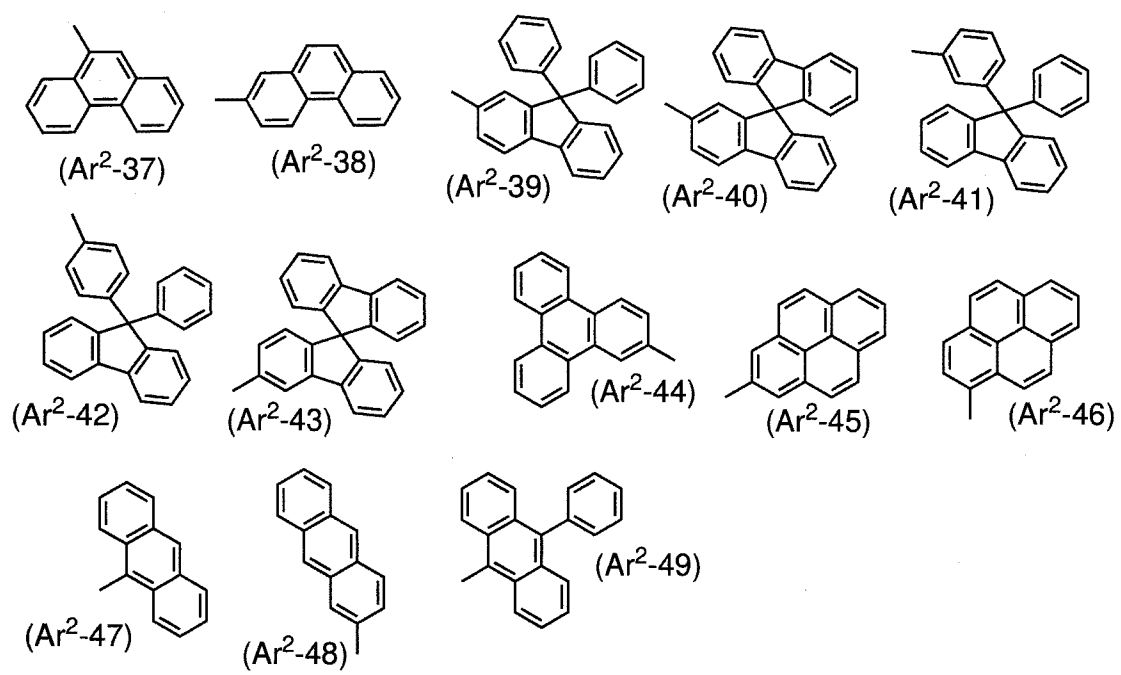
【0068】

[化學式 11]



【 0069 】

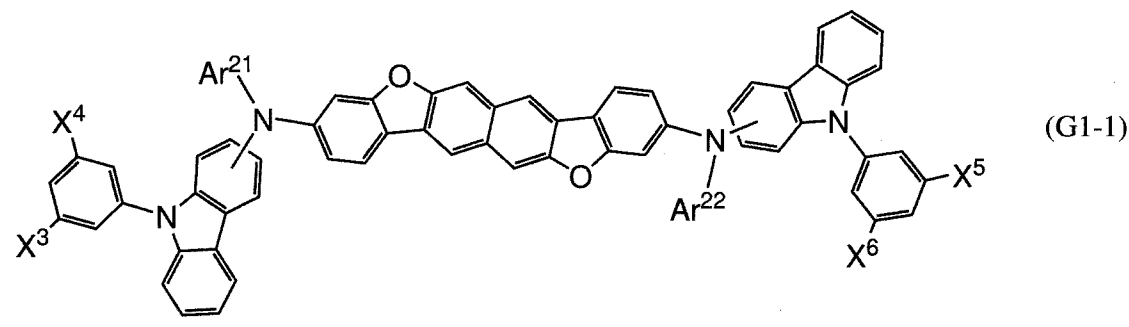
[化學式 12]



【0070】另外，在以上述通式(G1)表示的有機化合物中，因為成為色純度高且呈現良好藍色發光的有機化合物，所以Ar¹較佳為以上述通式(B3-1)表示的雜芳環骨架。另外，因為合成更簡單，所以R¹至R⁷較佳為氫。就是說，本發明的一個實施方式的有機化合物較佳為以下述通式(G1-1)表示的有機化合物。

【0071】

[化學式 13]



【0072】注意，在上述通式(G1-1)中，X³至X⁶分別獨

立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，並且可以選擇與上述通式(G1)中的 X^1 及 X^2 同樣的基。另外， Ar^{21} 及 Ar^{22} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，並且可以選擇與上述通式(G1)中的 Ar^2 同樣的基。

【0073】以上述通式(G1-1)表示的有機化合物是呈現良好的藍色發光的有機化合物。另外，藉由具有 X^3 至 X^6 ，昇華性提高。

【0074】因為其分子量大且在分子中具有多個胺骨架及多個呋喃環，所以從以上述通式(G1-1)表示的有機化合物去除 X^3 至 X^6 的有機化合物的昇華純化的溫度到達400℃附近。在加熱溫度到達400℃左右時，有機化合物有時在昇華之前被燒焦。另一方面，本發明的一個實施方式的有機化合物藉由具有 X^3 至 X^6 ，可以減少分子間的相互作用而昇華溫度下降。由此，可以抑制進行昇華純化時發生的燒焦。另外，蒸餾溫度也降低所以生產率提高。

【0075】另外，從以上述通式(G1-1)表示的有機化合物去除 X^3 至 X^6 的有機化合物不容易溶解於溶劑而生成較難，但是具有 X^3 至 X^6 的本發明的一個實施方式的有機化合物的對溶劑的溶解性提高，所以容易進行用溶劑的純化。

【0076】注意，在上面的說明中“取代或未取代的”基或環具有取代基時，作為該取代基可以選擇碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基。更佳為選擇

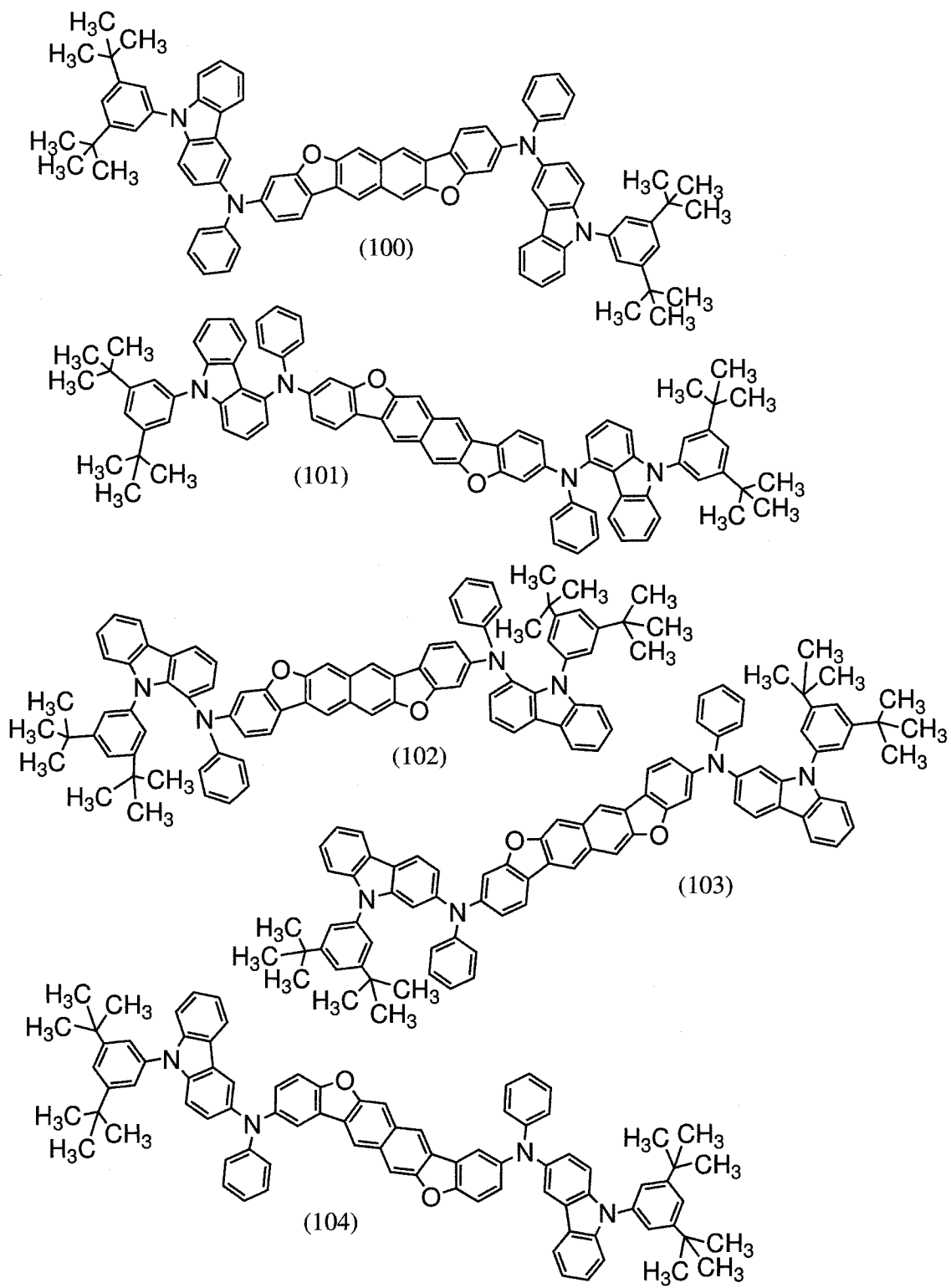
碳原子數為1至6的烷基及碳原子數為3至12的環烷基，進一步較佳為選擇碳原子數為1至6的烷基。另外，從合成的簡單以及容易拿到原料的觀點來看，“取代或未取代的”基或環較佳為未取代。

【0077】另外，作為在上面說明中說明的碳原子數為1至6的烷基較佳為使用甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、三級丁基、戊基、己基等。另外，作為碳原子數為3至12的環烷基較佳為使用環丙基、環己基、降莰基、十氫化萘基、金剛烷基等。另外，作為碳原子數為6至13的芳基較佳為使用苯基、聯苯基、萘基、蒽基等。

【0078】下面示出具有上述結構的有機化合物的具體例子。

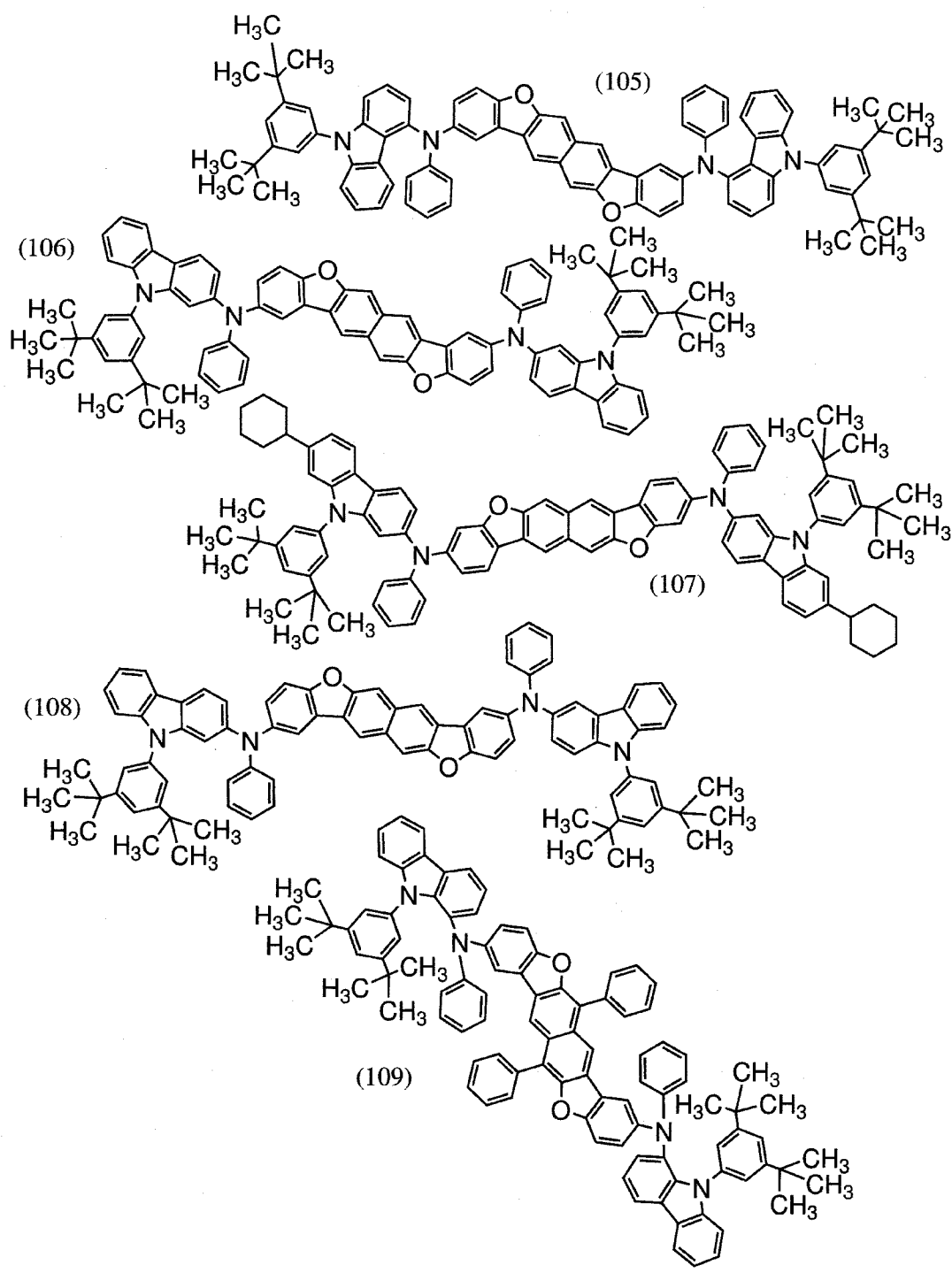
【0079】

[化學式 14]



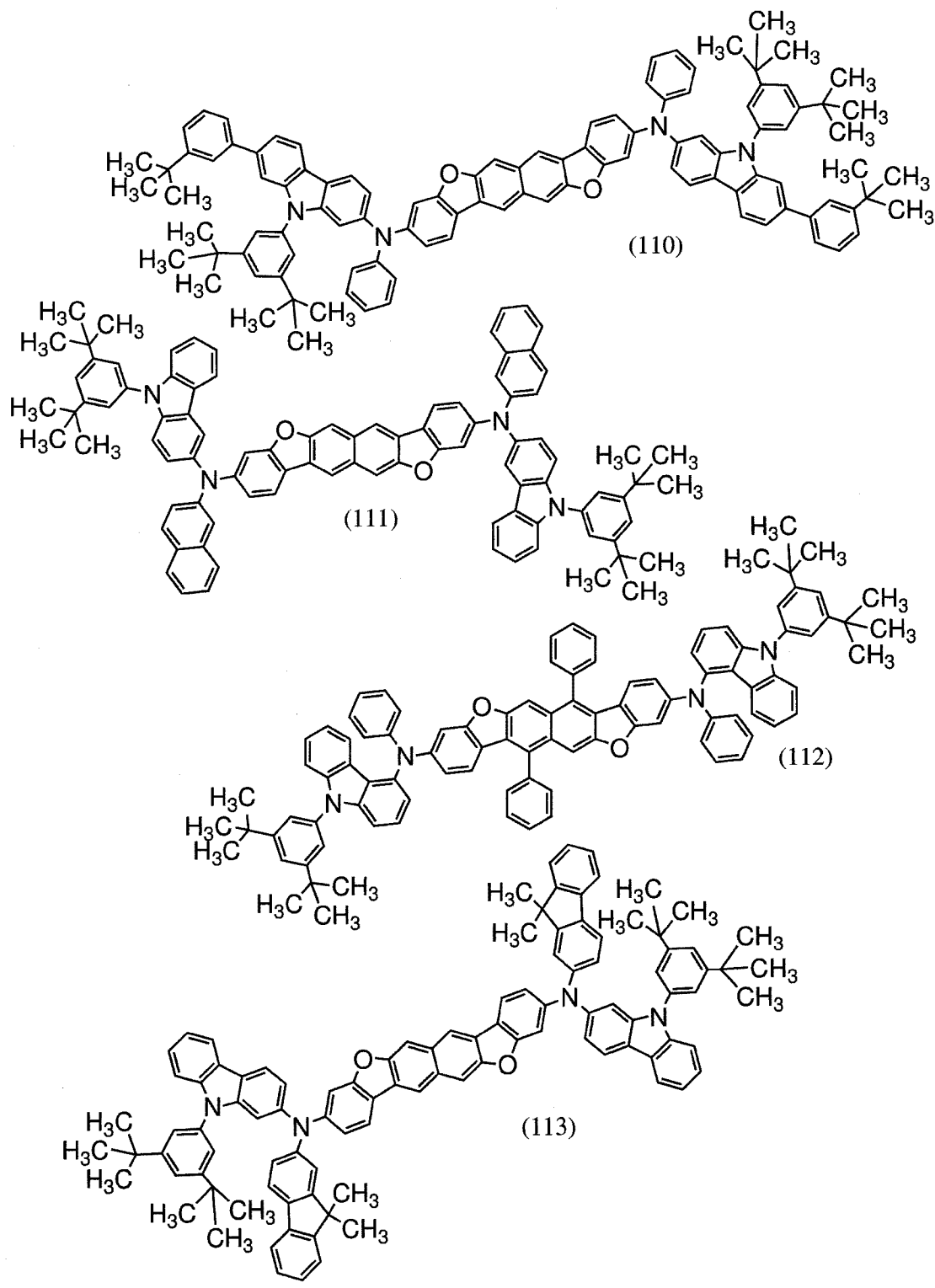
【 0080 】

[化學式 15]



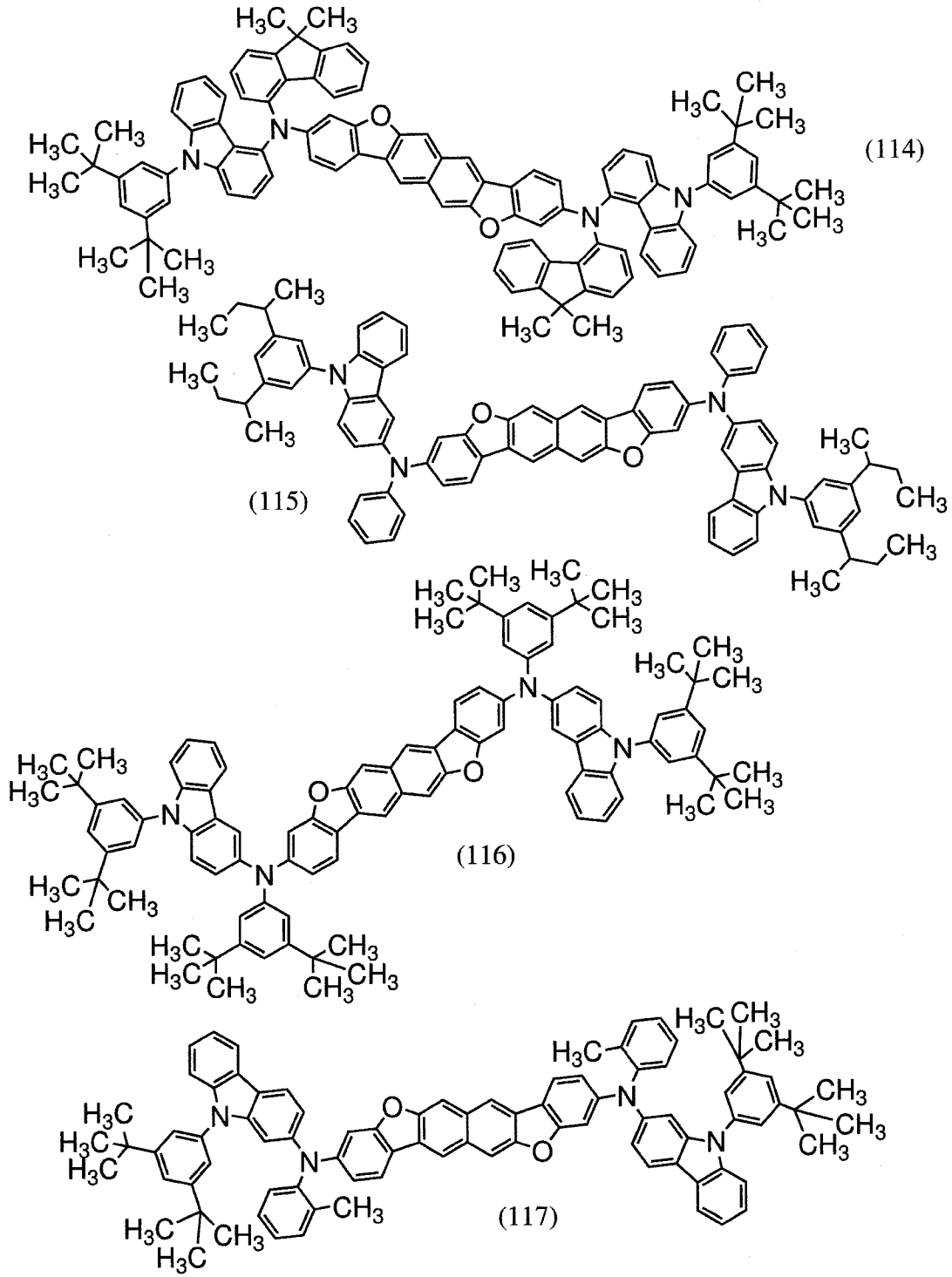
【 0081 】

[化學式 16]



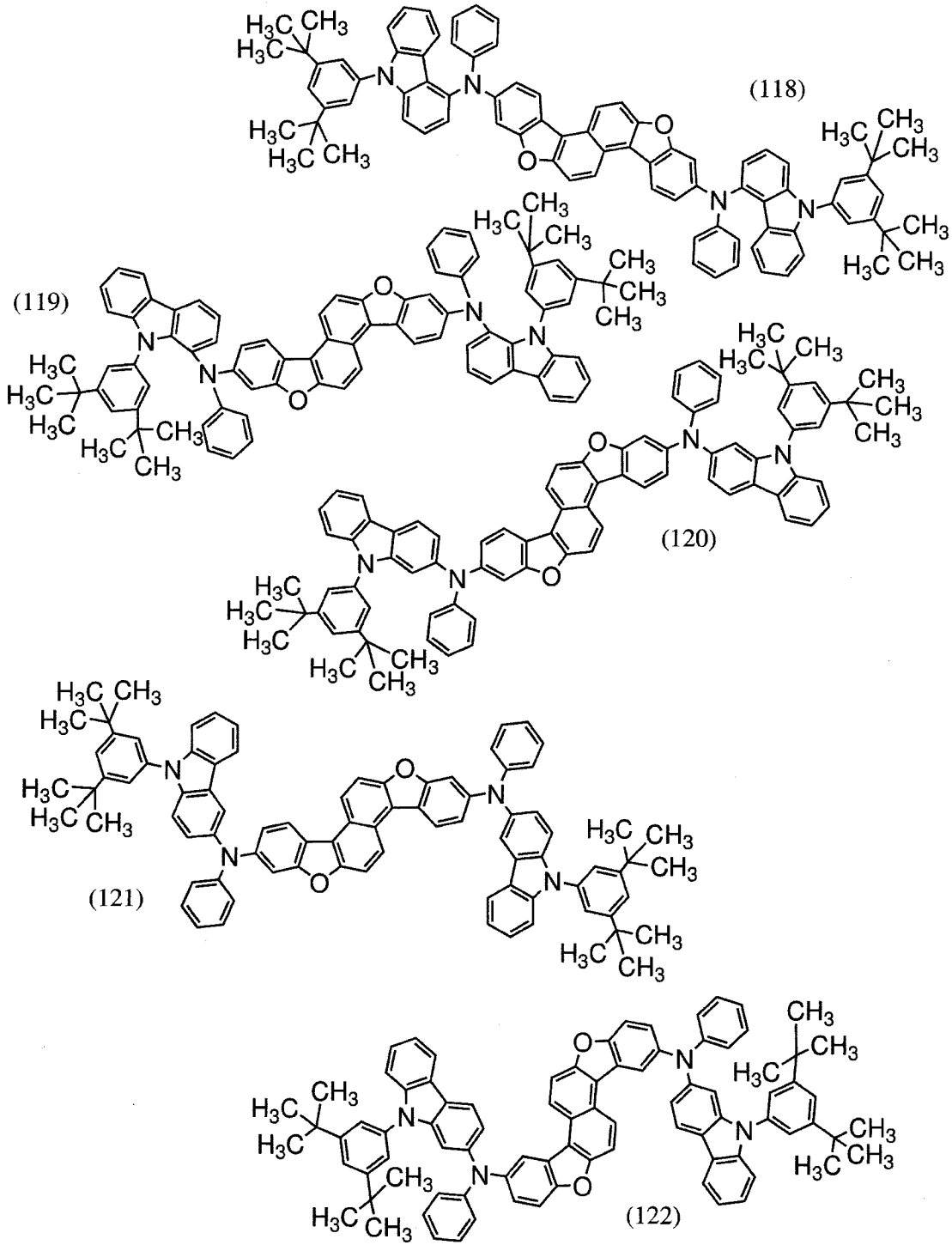
【 0082 】

[化學式 17]



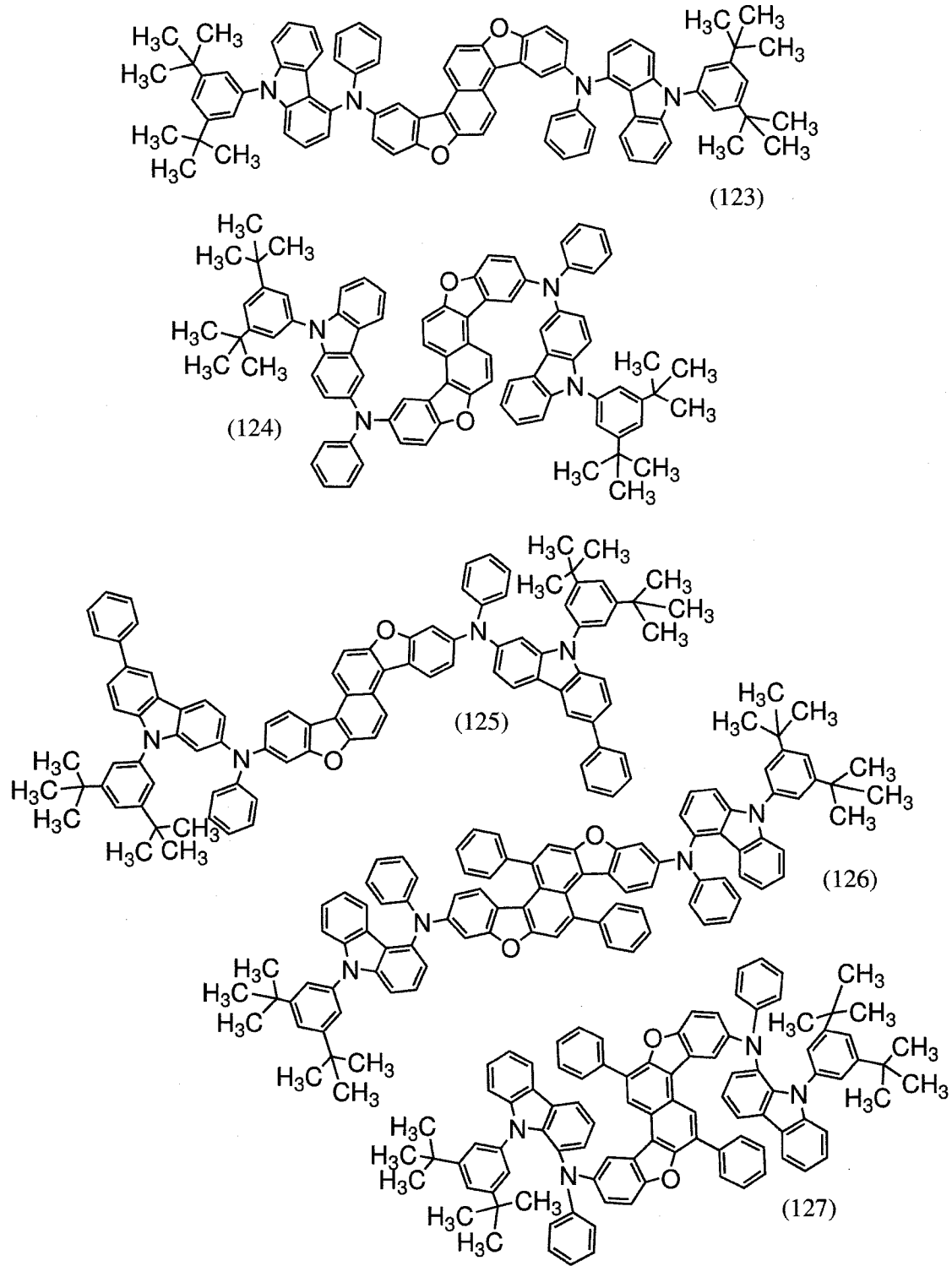
【 0083 】

[化學式 18]



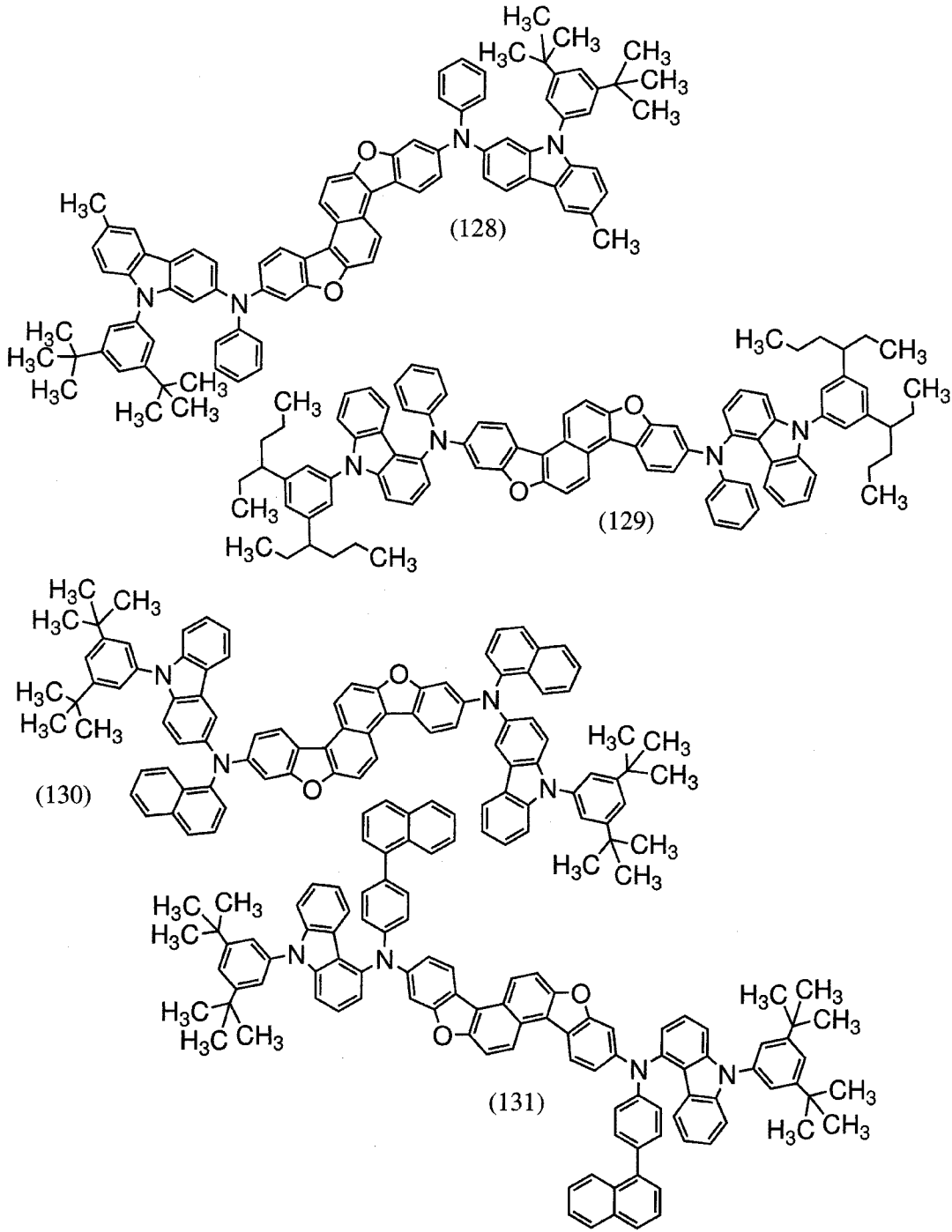
【 0084 】

[化學式 19]



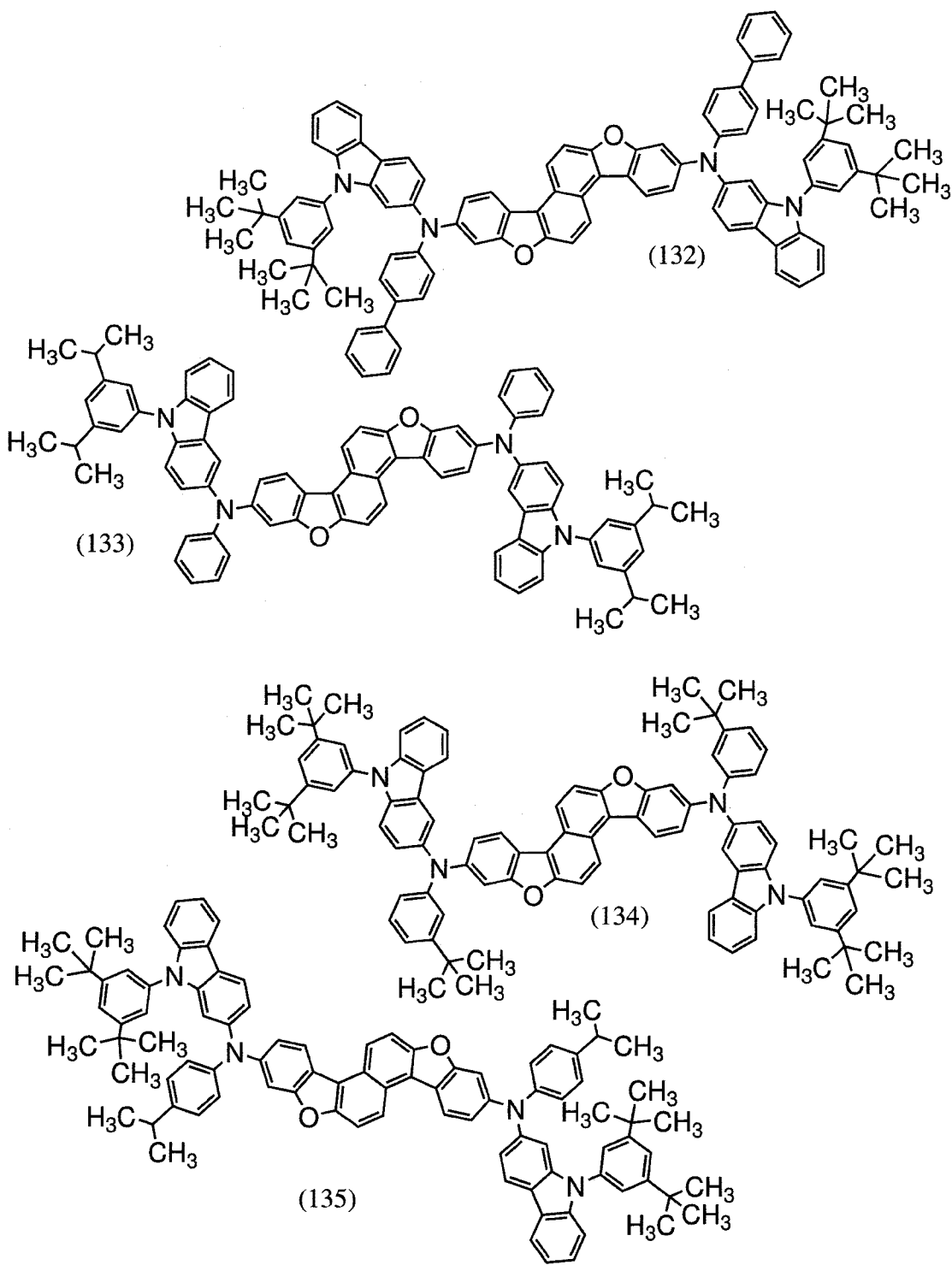
【 0085 】

[化學式 20]



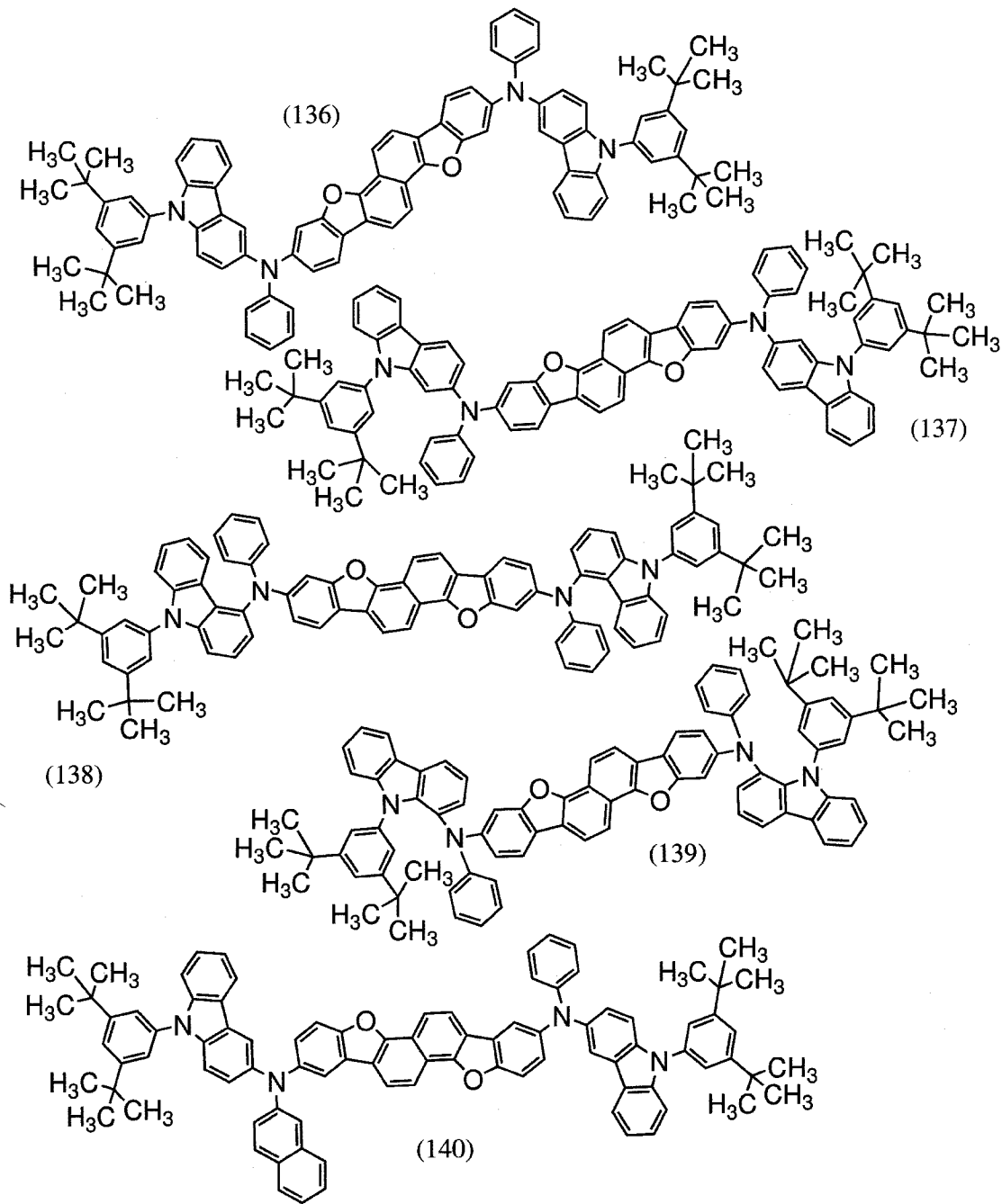
【 0086 】

[化學式 21]



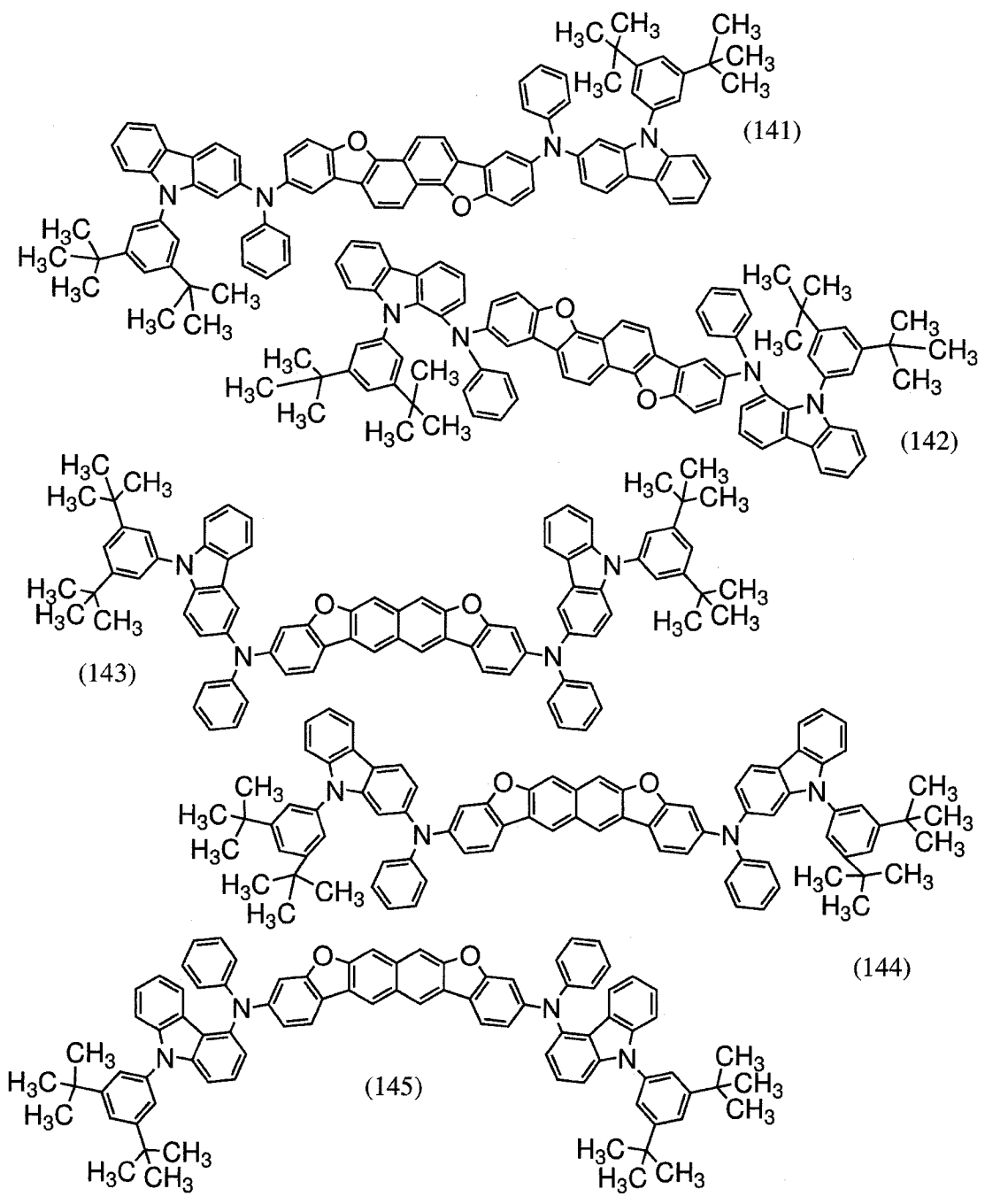
【 0087 】

[化學式 22]



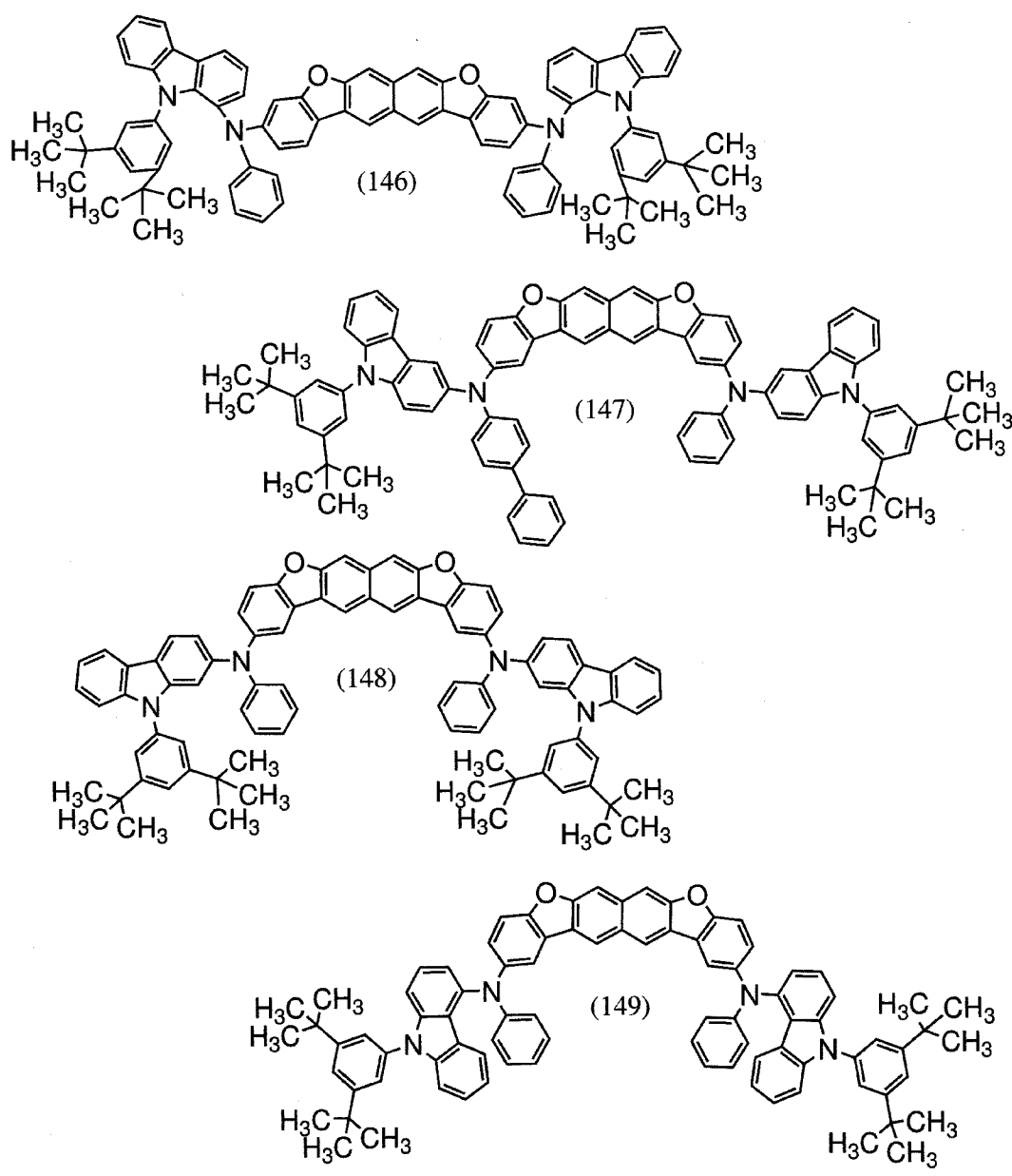
【 0088 】

[化學式 23]



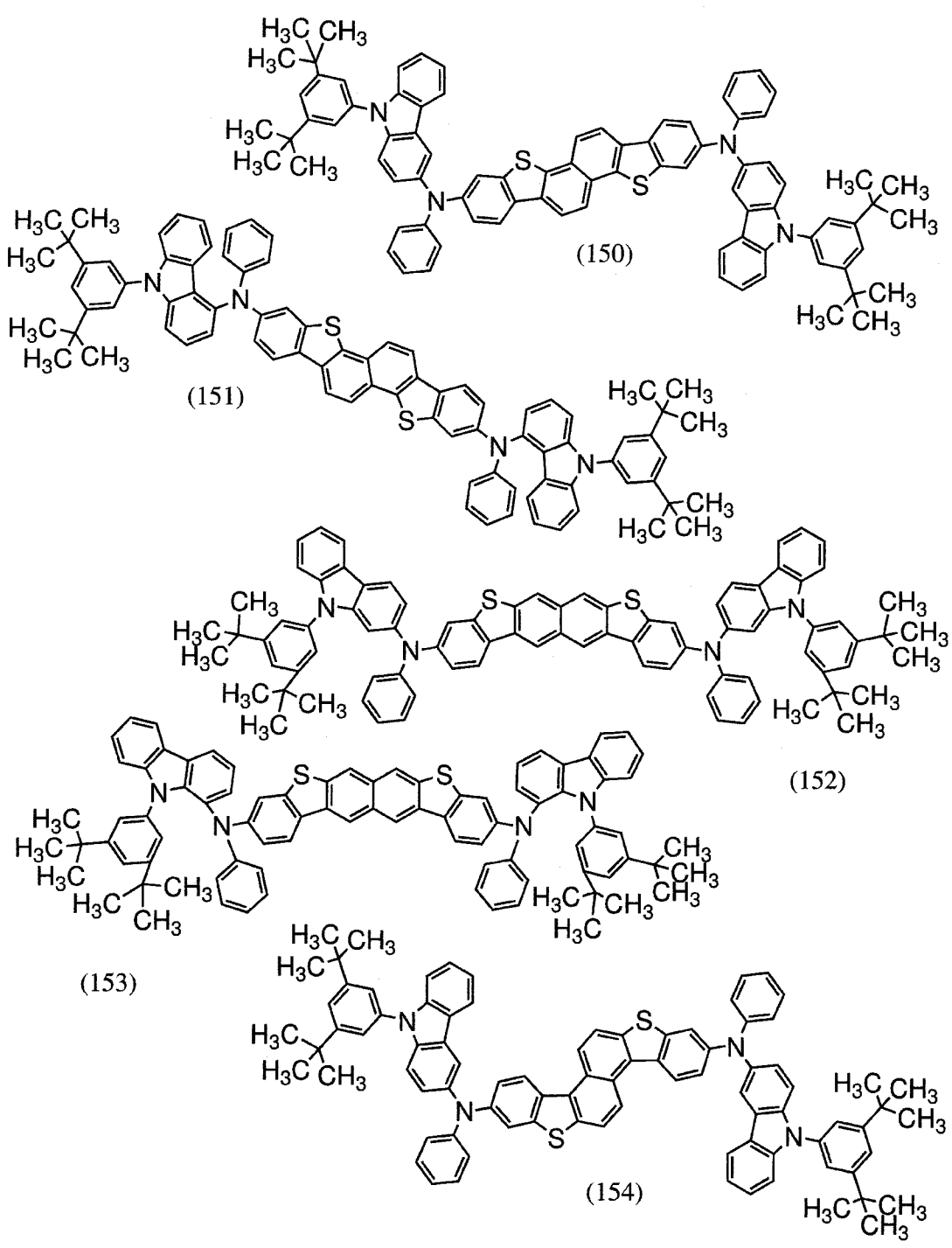
【 0089 】

[化學式 24]



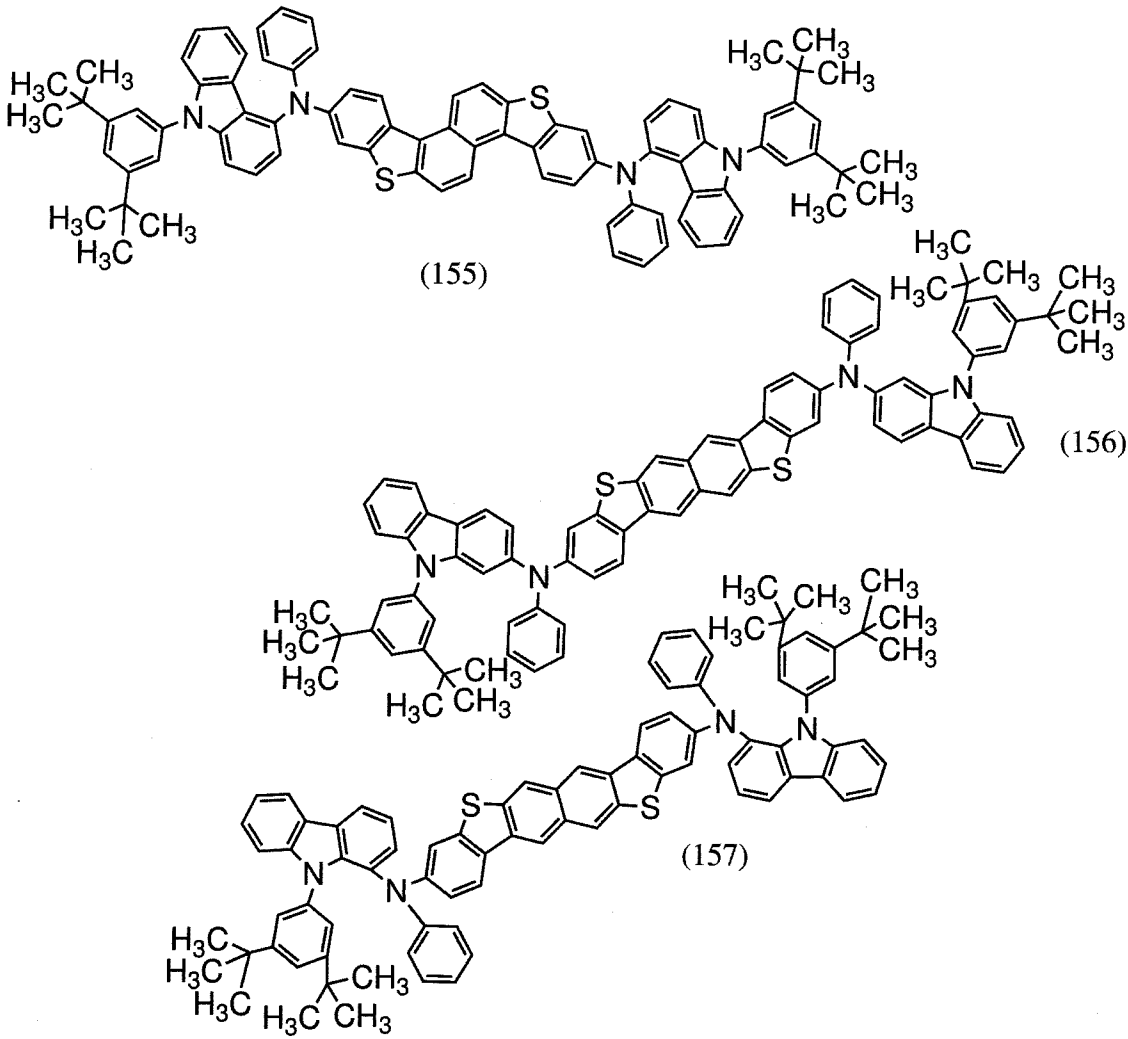
【 0090 】

[化學式 25]



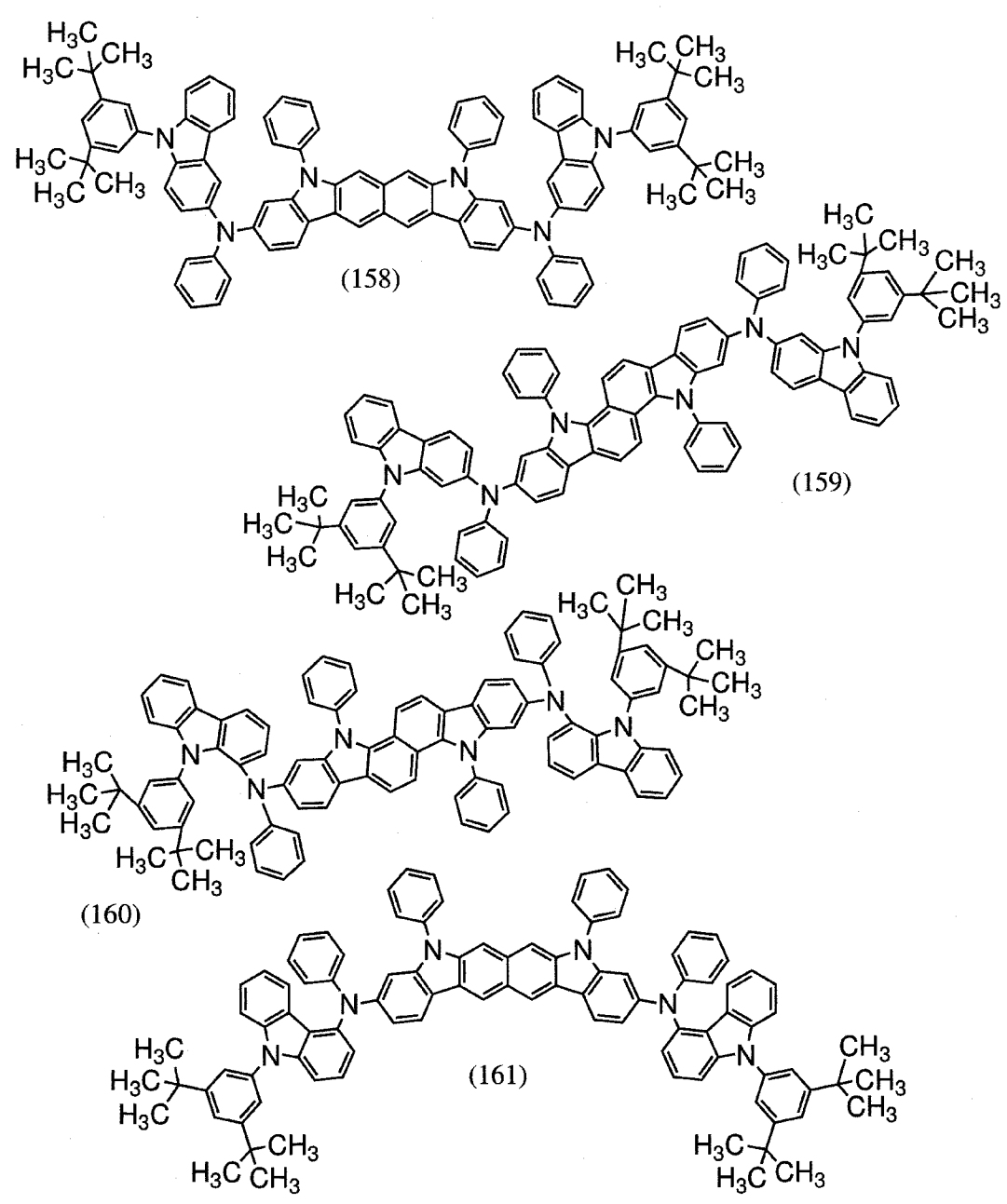
【 0091 】

[化學式 26]



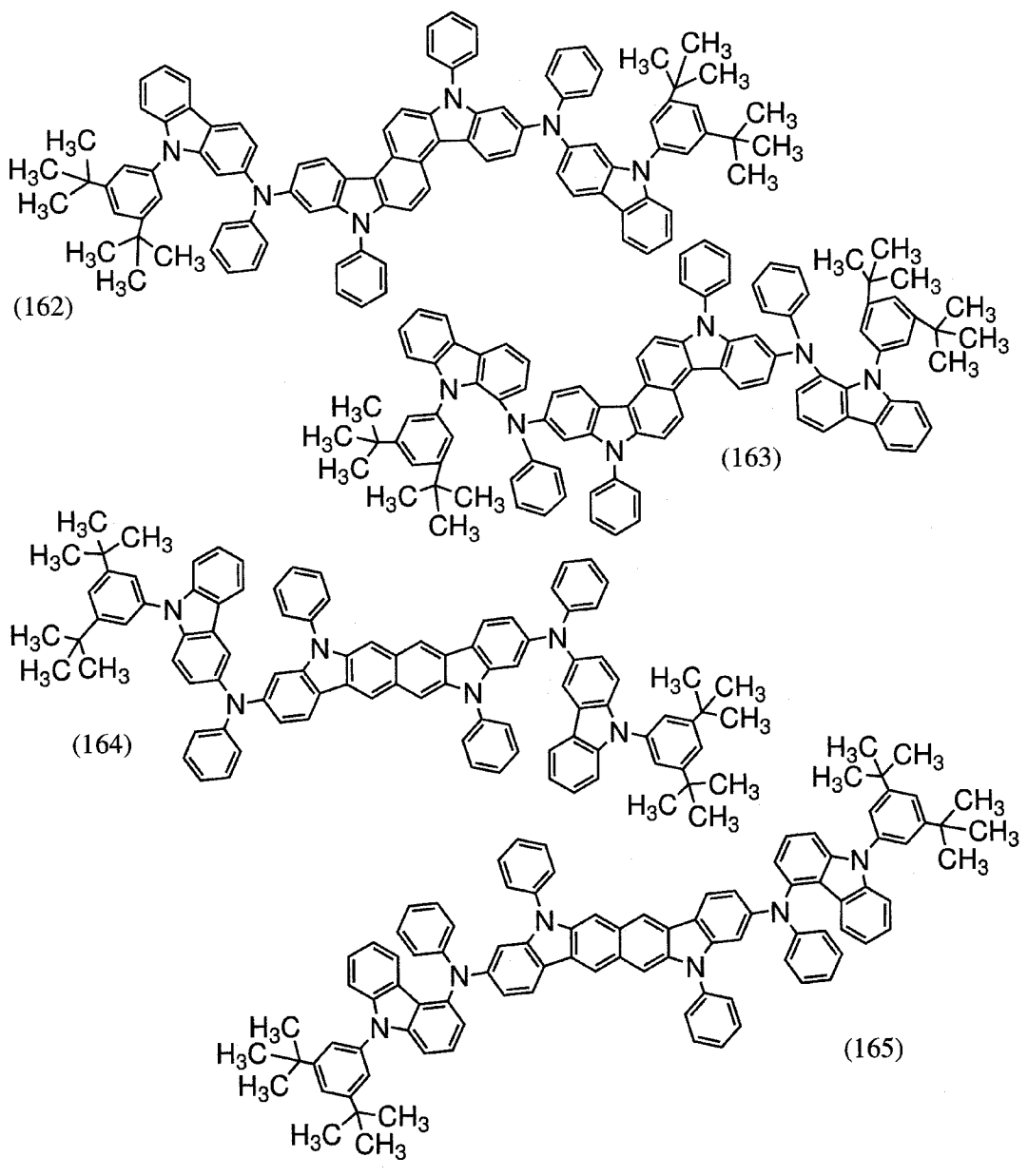
【 0092 】

[化學式 27]



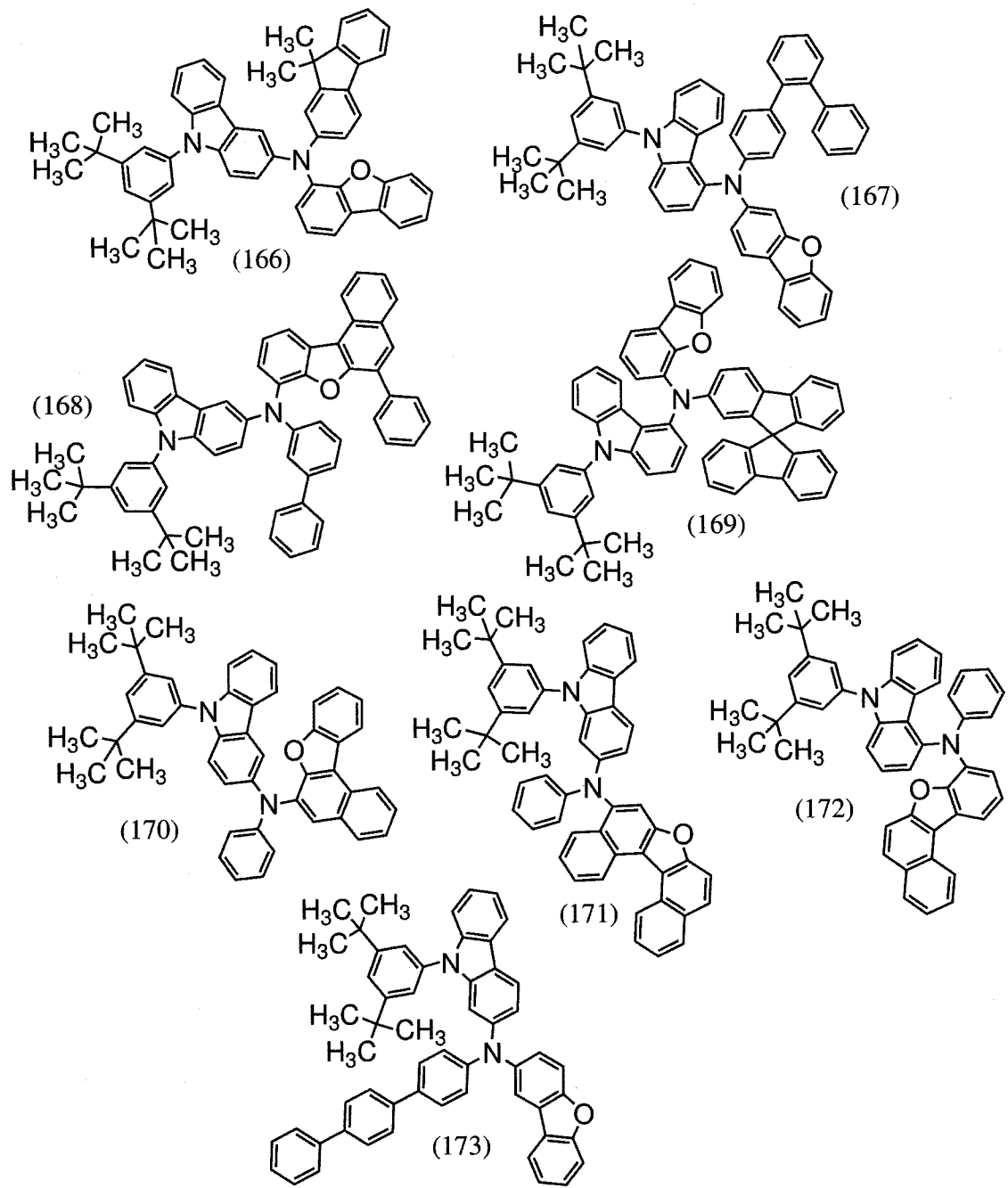
【 0093 】

[化學式 28]



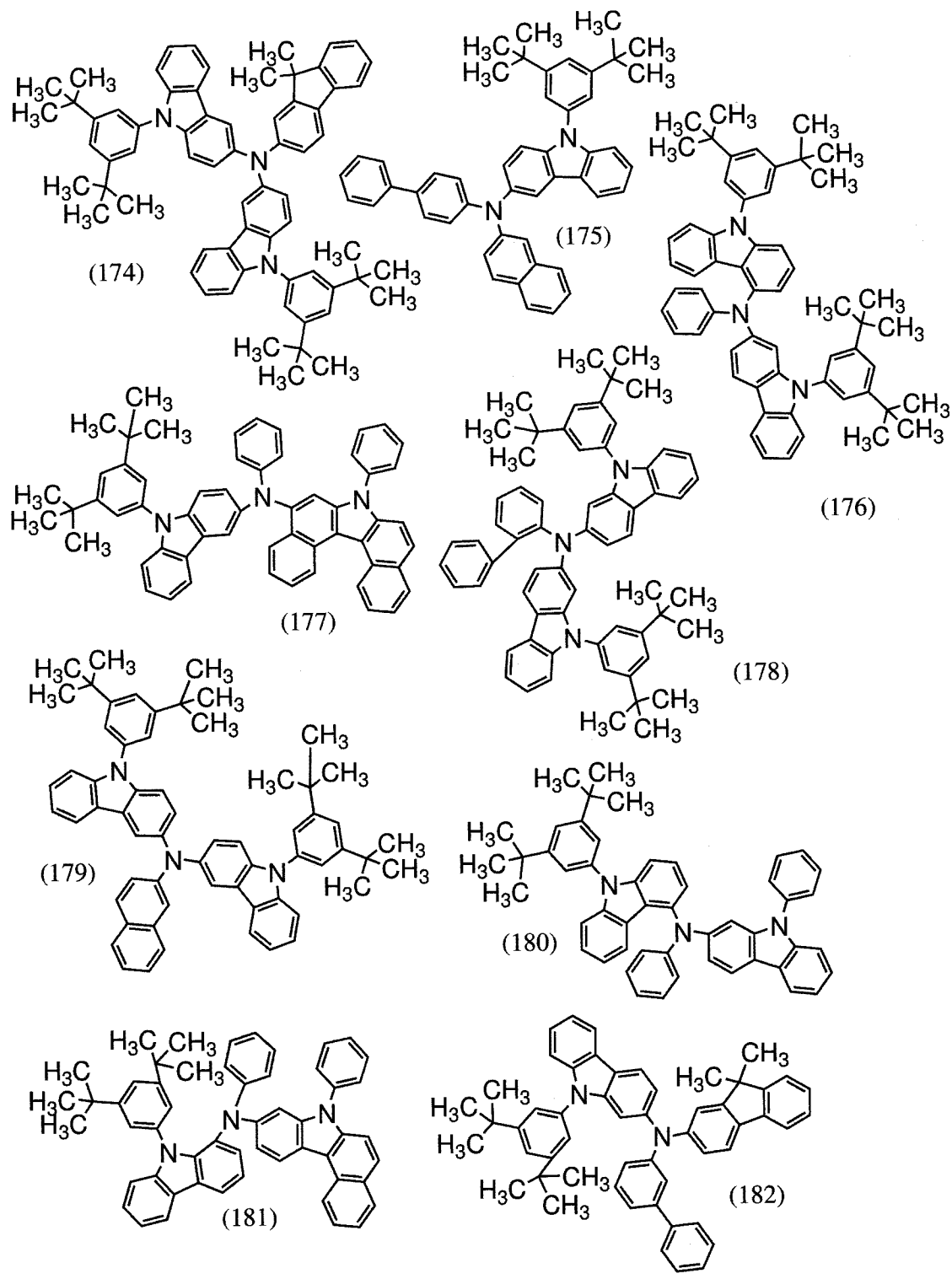
【 0094 】

[化學式 29]



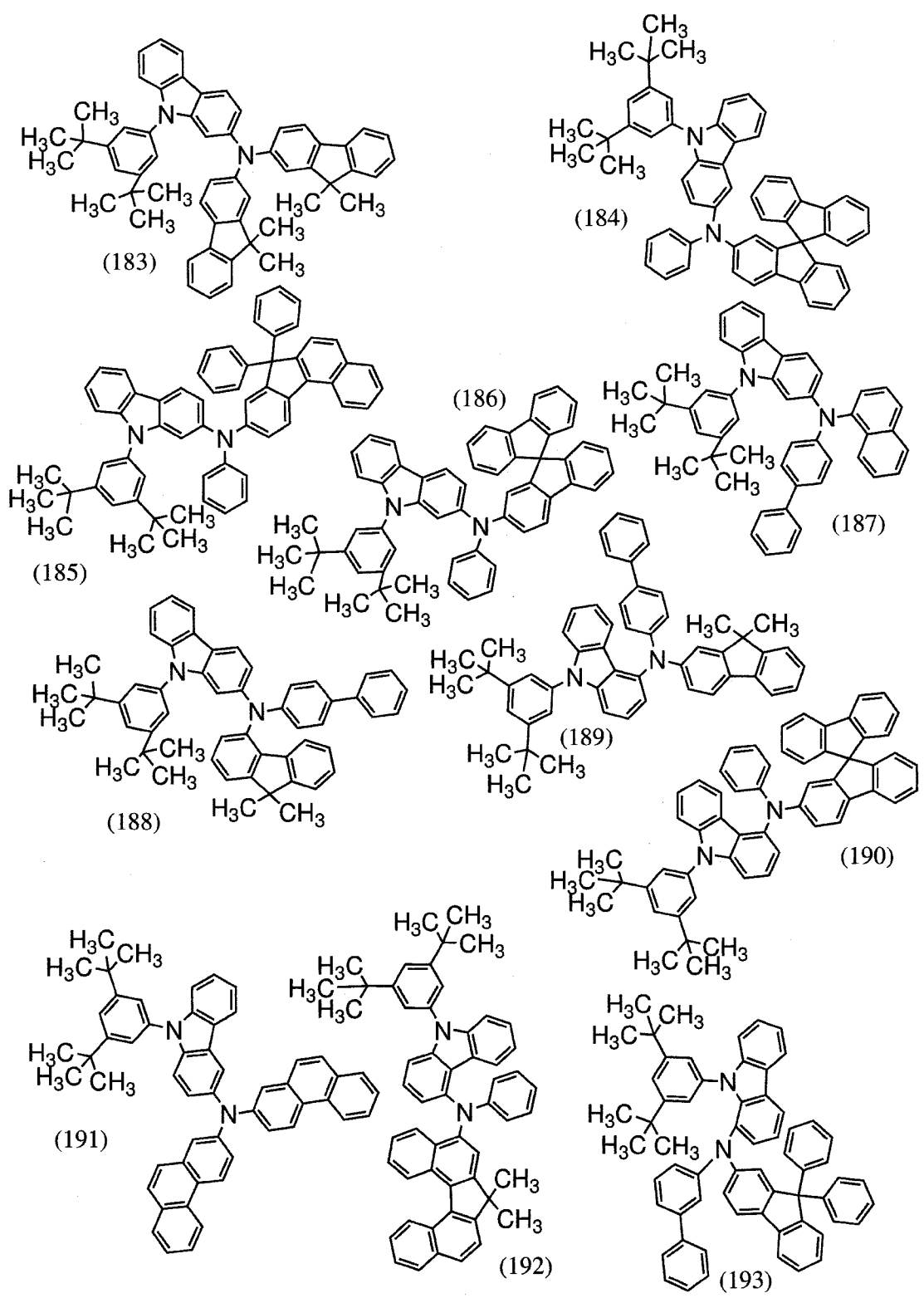
【 0095 】

[化學式 30]



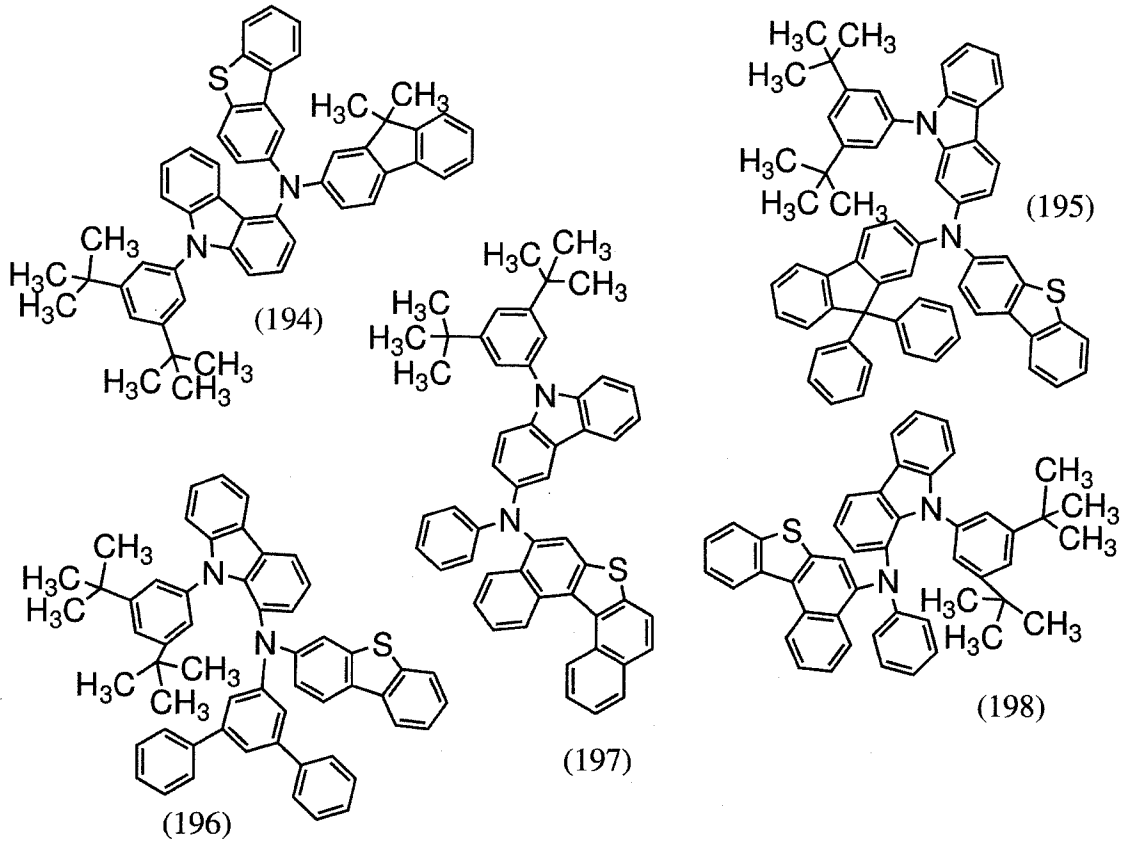
【 0096 】

[化學式 31]



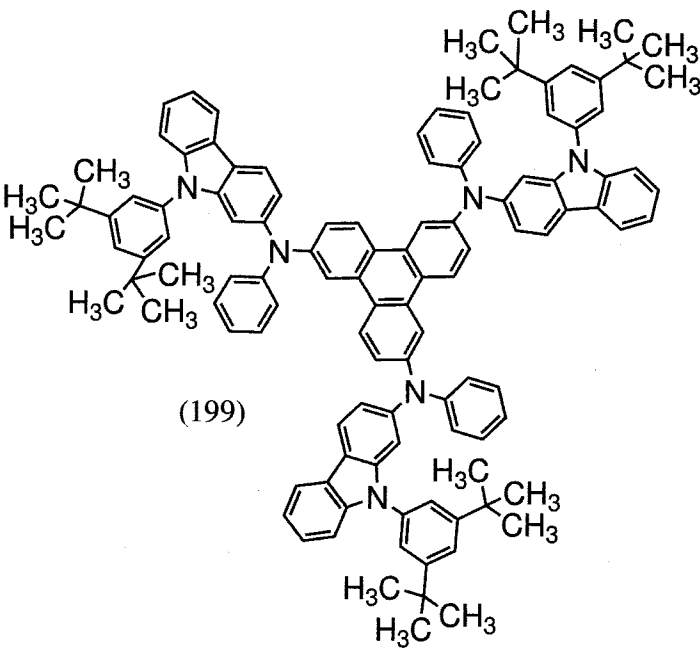
【 0097 】

[化學式 32]



【 0098 】

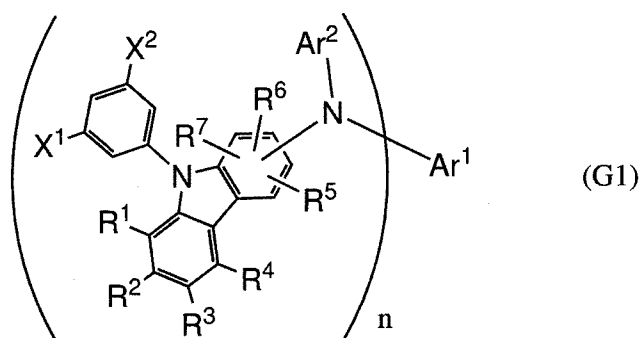
[化學式 33]



【0099】接著，說明如上所述的發明的有機化合物的合成方法的一個例子。以下示出以通式(G1)表示的有機化合物。

【0100】

[化學式 34]



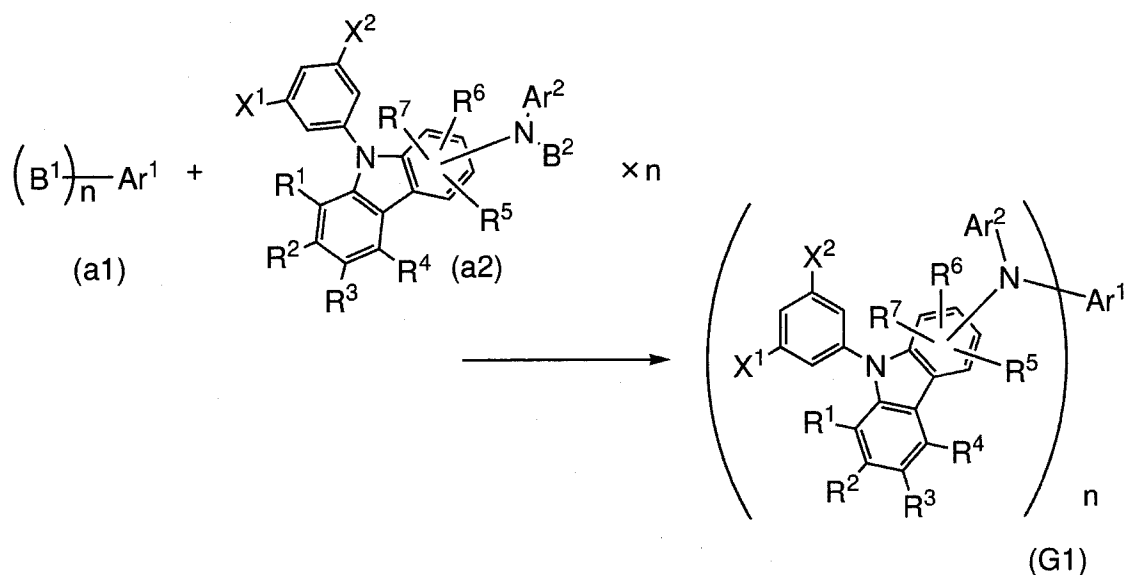
【0101】注意，在上述通式(G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。另外， Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且由兩個以上的環構成的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且由兩個以上的環構成的稠合雜芳環骨架， Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基。另外， R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。另外， n 是1至3中的任意個，在 n 為2以上時，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基既可以為相同又可以為不同。

【0102】如下述合成方案表示，藉由化合物(a1)與芳基胺化合物(a2)的交叉偶合反應可以得到以通式(G1)表示的有機化合物。作為 B^1 的例子，可以舉出氯、溴、碘等鹵

基、三氟甲磺酸酯基等。作為 B^2 的例子，可以舉出氫、有機錫基等。

【0103】

[化學式 35]



【0104】可以在各種條件下進行該反應，例如，可以採用在鹼的存在下使用金屬催化劑的合成方法。例如，可以利用烏爾曼偶合或布赫瓦爾德-哈特維希 (Buchwald-Hartwig) 反應。

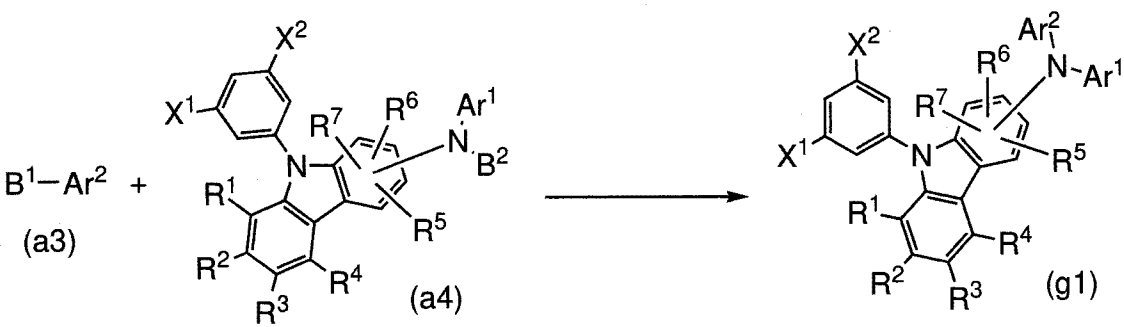
【0105】在此，使 n 等效的化合物 (a2) 與化合物 (a1) 起反應，但是，在 n 是 2 以上，亦即在化合物 (G1) 中的括弧內表示的兩個以上的取代基彼此鍵合且該取代基互不相同時，可以使每一種化合物 (a2) 與化合物 (a1) 起反應。

【0106】另外，在 n 是 1 時，如下述合成方案所示，藉由化合物 (a3) 與芳基胺化合物 (a4) 或者化合物 (a5) 與芳基胺化合物 (a6) 的偶合反應可以得到以通式 (g1) 表示的有機化合物。作為 B^1 的例子，可以舉出氯、溴、碘等鹵基、三氟

甲磺酸酯基等。作為 B^2 的例子，可以舉出氫、有機錫基等。

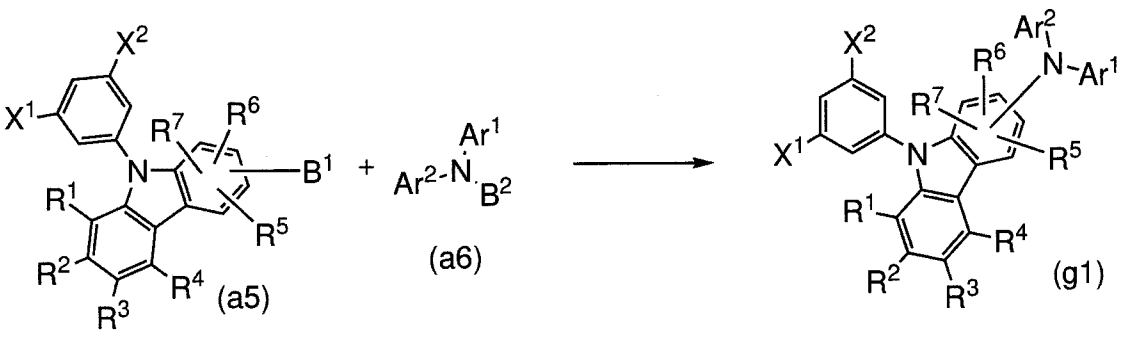
【 0107】

[化學式 36]



【 0108】

[化學式 37]



【 0109】 藉由上述步驟，可以合成本發明的一個實施方式的有機化合物。

【 0110】

實施方式2

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的發光裝置。

【 0111】 圖 1A 是示出本發明的一個實施方式的發光裝置的圖。本發明的一個實施方式的發光裝置包括第一電極

101、第二電極102及EL層103。EL層103包括實施方式1所示的有機化合物。

【0112】EL層103包括發光層113，發光層113包含發光材料。在發光層113與第一電極101間設置電洞注入層111、電洞傳輸層112。由於高效地發射藍色光，所以實施方式1所記載的有機化合物較佳為被用作發光材料。

【0113】發光層113也可以包括發光材料及主體材料。主體材料是具有載子傳輸性的有機化合物。另外，也可以包括一種或多種主體材料。此時，在多個有機化合物為具有電子傳輸性的有機化合物及具有電洞傳輸性的有機化合物時，可以調整發光層113中的載子平衡，所以是較佳的。另外，多個有機化合物也可以都是具有電子傳輸性的有機化合物，但是在電子傳輸性彼此不同時也可以調整發光層113中的電子傳輸性。藉由適當地調整載子平衡，可以提供一種壽命良好的發光裝置。另外，也可以在作為主體材料的多個有機化合物間或者在主體材料與發光材料間形成激態錯合物。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裝置。

【0114】在圖1A中，EL層103除了發光層113、電洞注入層111及電洞傳輸層112之外，還包括電子傳輸層114及電子注入層115，但是發光裝置的結構不侷限於此。既可以不形成上述任何層，又可以包括具有其他功能的層。

【0115】接著，對上述發光裝置的詳細結構和材料的

例子進行說明。本發明的一個實施方式的發光裝置如上所述在第一電極101與第二電極102的一對電極間包括具有多個層的EL層103，該EL層103的任意層中包含實施方式1所公開的有機化合物。

【0116】第一電極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。明確地說，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%至20wt%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%至5wt%的氧化鎢和0.1wt%至1wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)。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)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中的接觸於第一電極101的層，可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

【0117】EL層103較佳為具有疊層結構，對該疊層結構沒有特別的限制，可以採用電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、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。在本實施方式中，說明如下兩種結構：如圖1A所示，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；以及如圖1B所示，包括電洞注入層111、電洞傳輸層112、發光層113、電子傳輸層114及電荷產生層116的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

【0118】電洞注入層111是含有具有受體性的物質的層。作為具有受體性的物質，可以使用有機化合物和無機化合物。

【0119】作為具有受體性的物質可以使用具有拉電子基團(鹵基或氰基)的化合物，可以舉出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亞甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亞基)丙二腈等。尤其是，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等熱穩定，所以是較佳的。另外，包括拉電子基團(尤其是如氰基等鹵基、氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高所以特別較佳的，明確而言，可以舉出： $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環烷三亞基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環丙三亞基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。作為具有受體性的物

質，除了上述有機化合物以外可以使用鋁氧化物、釩氧化物、鈮氧化物、鈦氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用酞青類錯合物化合物如酞青(簡稱： H_2Pc)、銅酞青($CuPc$)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-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(簡稱：PEDOT/PSS)等來形成電洞注入層111。具有受體性的物質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。

【0120】另外，作為電洞注入層111，可以使用在具有電洞傳輸性的材料中含有上述受體物質的複合材料。注意，藉由使用在具有電洞傳輸性的材料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，作為第一電極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。

【0121】作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、吡啶衍生物、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 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。以下，具體地列舉可以用作複合材料中的具有電洞傳輸性的材料的有機化合物。

【0122】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-對伸苯基二胺(簡稱：DTDPPA)、4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯(簡稱：DPA3B)等。作為咔唑衍生物，可以具體地舉出3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCN1)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(簡稱：TCPB)、9-[4-(N-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽(簡稱：CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作為芳烴，例如可以舉出二-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、二-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、二-三級丁基-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：DPAAnth)、二-三級丁基蒽(簡稱：t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱：DMNA)、二-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠

四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘等。另外，除此之外，還可以使用稠五苯、蔻等。另外，也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴，例如可以舉出4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱：DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱：DPVPA)等。

【0123】此外，也可以使用聚(N-乙烯基吡啶)(簡稱：PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(簡稱：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯醯胺](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。

【0124】作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料，更佳為具有吡啶骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意個。尤其是，可以為具有包括二苯并呋喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者9-萘基透過伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺。注意，當這些第二有機化合物是包括N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以製造壽命良好的發光裝置，所以是較佳的。作為上述第二有機化合物，明確而言，可以舉出N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：

BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II)(4))、N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-聯苯胺(簡稱：ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β NBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(簡稱：BBAP β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-聯萘基-2-基)-三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-聯萘基-1-基)三苯基胺(簡稱：BBA β N α NB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-聯萘基-1-基)三苯基胺(簡稱：BBA β N α NB-02)、4-(4-聯苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiA β NB)、4-(3-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：mTPBiA β NBi)、4-(4-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiA β NBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(簡稱： α NBA1BP)、4,4'-雙(1-萘基)三苯基胺(簡稱： α NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(呋喃-9-基)聯苯-4-基]三苯基胺(簡稱：YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋喃-9-基)苯基]三(1,1'-聯苯-4-基)胺(簡稱：YGTBi1BP-02)、4-[4'-(呋喃-9-基)聯苯-4-基]-4'-2-萘基-4''-苯基三苯基胺(簡稱：YGTBi β NB)、N-[4-(9-苯基-

9H-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(簡稱:PCBNBSF)、N,N-雙([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱:BBASF)、N,N-雙([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(簡稱:BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(簡稱:oFBiSF)、N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(簡稱:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(簡稱:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(簡稱:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(簡稱:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(簡稱:PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱:PCBBiF)、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-3-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺、N,N-雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-1-胺等。

【0125】注意，用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料更佳為HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的具有較深的HOMO能階的物質。當用於複合材料的具有電洞傳輸性的材料具有較深的HOMO能階時，電洞容易注入到電洞傳輸層112，且可以容易得到壽命長的發光裝置。

【0126】注意，藉由還對上述複合材料混合鹼金屬或鹼土金屬的氟化物(較佳的是該層中的氟原子的原子比率為20%以上)，可以降低該層的折射率。由此，也可以在EL層103內部形成折射率低的層，且可以提高發光裝置的外部量子效率。

【0127】藉由形成電洞注入層111，可以提高電洞注入性，從而可以得到驅動電壓低的發光裝置。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。

【0128】電洞傳輸層112以包含具有電洞傳輸性的材料的方式形成。具有電洞傳輸性的材料較佳為具有 $1\times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞移動率。作為上述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'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-

咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]第-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-第]-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-第-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-第-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-第-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、具有咔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。注意，作為構成電洞傳輸層112的材料也可以適當地使用作為用於電洞注入層111的複合材料的具有電洞傳輸性的材料舉出的物質。由於其電洞傳輸性高，所以實施方式1所記載的有機化合物很適合地用於構成電洞傳輸層112的材料。另外，由於實施方式1所記載的有機

化合物的電洞傳輸性高，所以即使以100nm以上的厚度形成電洞傳輸層112也可以提供驅動電壓的上升小且具有良好的元件特性的發光裝置。藉由使電洞傳輸層112的厚度厚，可以容易調整電極間的光程長，所以可以易於適當地構成微腔結構。

【0129】因為實施方式1所記載的有機化合物折射率低且鍵合有龐大的烷基，所以可以得到折射率低的膜。因此，在用於發光元件時光提取效率提高，由此可以得到發光效率高的元件。

【0130】發光層113包含發光物質及主體材料。注意，發光層113也可以包含其他材料。此外，也可以為組成不同的兩層疊層。

【0131】發光物質可以是螢光發光物質、磷光發光物質、呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質或其他發光物質。

【0132】在發光層113中，作為可以用作螢光發光物質的材料，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-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6FLPAPrn)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-雙[4-(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)、茈、2,5,8,11-四(三級丁基)茈(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''-(二-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](簡稱：DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-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)茱并[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-茱并[ij]喹噁-9-基)乙基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{二-三級丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-茱并[ij]喹噁-9-基)乙基]-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-茱并[ij]喹噁-9-基)乙基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：BisDCJTM)、N,N'-(茱-1,6-二基)雙[(6,N-二苯基茱并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](簡稱：1,6BnfAPrn-03)、3,10-雙[N-(9-苯基-9H-呋喃-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙茱并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-雙[N-(二茱并呋喃-3-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙茱并呋喃(簡稱：3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是，以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等茱二胺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。此外，還可以使用其他螢光發光物質。

【0133】實施方式1所說明的有機化合物也可以作為螢光發光物質使用。本發明的一個實施方式的發光裝置較佳為使用實施方式1所說明的有機化合物。實施方式1所說

明的有機化合物是容易進行純化且容易蒸餾的有機化合物，所以可以提供可靠性高的發光裝置。另外，由於可以保持高色純度提高熱物性，所以可以提供色純度良好且可靠性良好的發光裝置。另外，可以提供高溫下的驅動壽命良好的發光裝置。

【0134】在發光層113中，當作為發光物質使用磷光發光物質時，作為可使用的材料，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-吡唑基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)吡啉甲酸酯(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}}銱(III)吡啉甲酸酯(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 : $\text{FIr}(\text{acac})$) 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等。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是在 440nm 至 520nm 具有發射光譜的峰的化合物。

【0135】另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啶根]銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]銱 (III) (簡稱 : $\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) 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 : $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱 (III) (簡稱 : $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$) 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 : $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、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 :

[Ir(pq)₃])、雙(2-苯基喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d3-甲基-8-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]嘧啶-κC]雙[2-(5-d3-甲基-2-嘧啶基-κN2)苯基-κ]銱(III)(簡稱：[Ir(5mppy-d3)₂(mbfpypy-d3)])、[2-d3-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]嘧啶-κC]雙[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]銱(III)(簡稱：[Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)])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：[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金屬錯合物等。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在500 nm至600nm具有發射光譜的峰。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

【0136】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：[Ir(5mdppm)₂(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：[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、雙[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：[Ir(d1npm)₂(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：[Ir(tppr)₂(acac)])、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合(quinoxalinato)]銱(III)(簡稱：[Ir(Fdpq)₂(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：[Ir(piq)₃])、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})

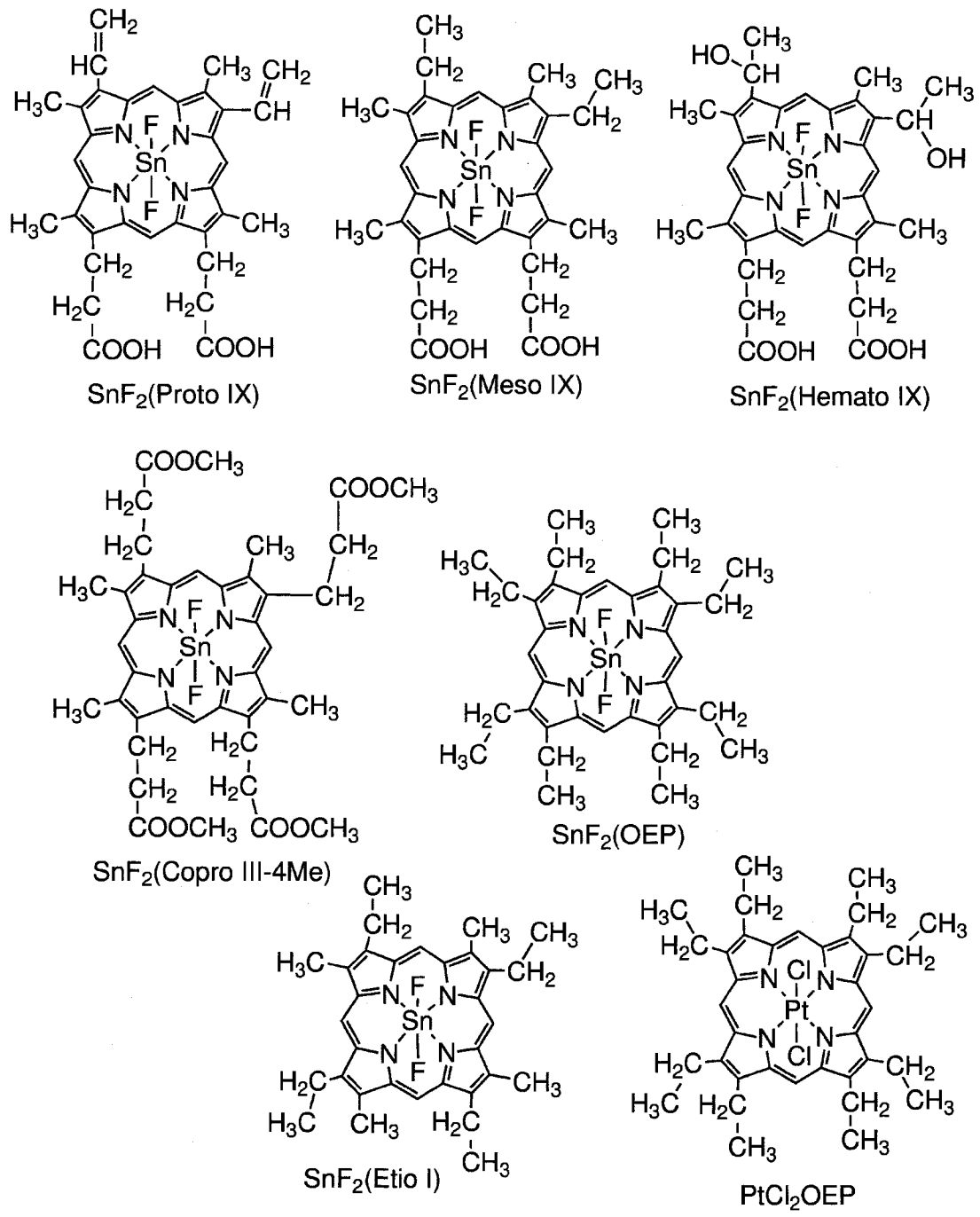
銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-紫質鉑(II)(簡稱： PtOEP)等的鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)銻(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$)、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銻(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)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

【0137】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物質而使用。

【0138】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)等含金屬紫質。作為該含金屬紫質，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、冀紫質四甲酯-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初紫質-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$)以及八乙基紫質-氯化鉑錯合物(PtCl_2OEP)等。

【0139】

[化學式 38]



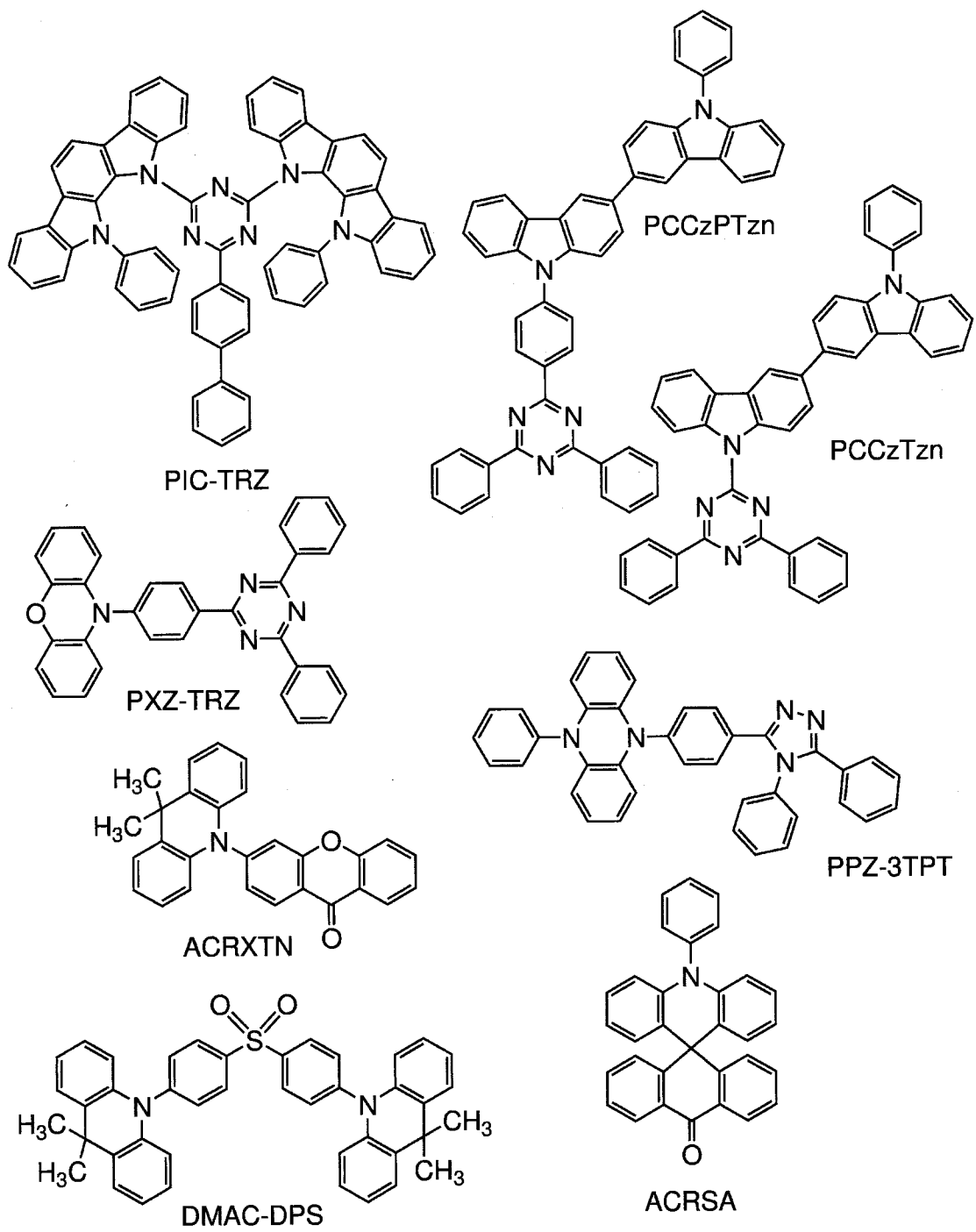
【 0140 】 另外，還可以使用由下述結構式表示的 2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、2-{4-[3-

(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩噻嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫吩噻嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三嗪(簡稱:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吲哚-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱:ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吲哚)苯基]硫磺(簡稱:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吲哚-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱:ACRSA)等具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物。該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環,電子傳輸性和電洞傳輸性都高,所以是較佳的。尤其是,在具有缺 π 電子雜芳環的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、噻吩骨架)及三嗪骨架穩定且可靠性良好,所以是較佳的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的接受性高且可靠性良好,所以是較佳的。另外,在具有富 π 電子雜芳環的骨架中,吲哚骨架、吩噻嗪骨架、吩噻吩骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好,所以較佳為具有上述骨架中的至少一個。另外,作為呋喃骨架較佳為使用二苯并呋喃骨架,作為噻吩骨架較佳為使用二苯并噻吩骨架。作為吡咯骨架,特別較佳為使用吡咯骨架、吡啶骨架、吡啶吡啶骨架、聯吡啶骨架、3-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶骨架。在富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環直接鍵合的物質中,富 π 電子雜

芳環的電子供給性和缺 π 電子型雜芳環的電子接受性都高而S1能階與T1能階之間的能量差變小，可以高效地獲得熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。注意，也可以使用鍵合有氰基等拉電子基團的芳香環代替缺 π 電子型雜芳環。此外，作為富 π 電子骨架，可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外，作為缺 π 電子骨架，可以使用氧雜蒽骨架、二氧化噻吩(thioxanthene dioxide)骨架、喹二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香環或雜芳環、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷骨架等。如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環以及富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0141】

[化學式 39]



【 0142 】 TADF材料是指S1能階和T1能階之差較小且具有藉由反系間竄躍將三重激發能轉換為單重激發能的功能的材料。因此，能夠藉由微小的熱能量將三重激發能上轉換(up-convert)為單重激發能(反系間竄躍)並能夠高效地

產生單重激發態。此外，可以將三重激發能轉換為發光。

【0143】以兩種物質形成激發態的激態錯合物(Exciplex)因S1能階和T1能階之差極小而具有將三重激發能轉換為單重激發能的TADF材料的功能。

【0144】注意，作為T1能階的指標，可以使用在低溫(例如，77K至10K)下觀察到的磷光光譜。關於TADF材料，較佳的是，當以藉由在螢光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為S1能階並以藉由在磷光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為T1能階時，S1與T1之差為0.3eV以下，更佳為0.2eV以下。

【0145】此外，當使用TADF材料作為發光物質時，主體材料的S1能階較佳為比TADF材料的S1能階高。此外，主體材料的T1能階較佳為比TADF材料的T1能階高。

【0146】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、上述TADF材料等各種載子傳輸材料。

【0147】作為具有電洞傳輸性的材料，較佳為使用具有胺骨架或 π 電子過剩型雜芳環骨架的有機化合物。例如，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'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-

基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]萘-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-萘]-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-萘-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-萘-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-萘-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、具有咔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。

【0148】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：BA1q)、雙(8-

經基喹啉)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)等金屬錯合物或包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物。作為包括缺 π 電子型雜芳環骨架的有機化合物，例如可以舉出：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-咔唑(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)等具有聚唑(polyazole)骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)、4,8-雙[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]噻吩(簡稱：4,8mDBtP2Bqn)等具有二噻吩骨架的雜環化合物；以及3,5-雙[3-(9H-咔唑-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，具有二噻吩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(噻啉或吡噻)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。

【0149】作為能夠用作主體材料的TADF材料，可以使用與上面作為TADF材料舉出的材料同樣的材料。當使用TADF材料作為主體材料時，由TADF材料生成的三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能並進一步能量轉移到發光物質，由此可以提高發光裝置的發光效率。此時，TADF材料被用作能量施體，發光物質被用作能量受體。

【0150】當上述發光物質為螢光發光物質時這是非常有效的。此外，此時，為了得到高發光效率，TADF材料的S1能階較佳為比螢光發光物的S1能階高。此外，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的S1能階高。因此，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的T1能階高。

【0151】此外，較佳為使用呈現與螢光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的發光的TADF材料。由此，激發能順利地從TADF材料轉移到螢光發光物質，可以高效地得到發光，所以是較佳的。

【0152】為了高效地從三重激發能藉由反系間竄躍生成單重激發能，較佳為在TADF材料中產生載子再結合。此外，較佳的是在TADF材料中生成的三重激發能不轉移到螢光發光物質的三重激發能。為此，螢光發光物質較佳為在螢光發光物質所具有的發光體(成為發光的原因的骨架)的周圍具有保護基。作為該保護基，較佳為不具有 π 鍵的取代基，較佳為飽和烴，明確而言，可以舉出碳原子數

為3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子數為3以上且10以下的環烷基、碳原子數為3以上且10以下的三烷基矽基，更佳為具有多個保護基。不具有 π 鍵的取代基由於幾乎沒有傳輸載子的功能，所以對載子傳輸或載子再結合幾乎沒有影響，可以使TADF材料與螢光發光物質的發光體彼此遠離。在此，發光體是指在螢光發光物質中成為發光的原因的原子團(骨架)。發光體較佳為具有 π 鍵的骨架，較佳為包含芳香環，並較佳為具有稠合芳香環或稠合雜芳環。作為稠合芳香環或稠合雜芳環，可以舉出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、啡啉骨架、啡噻吩骨架等。尤其是，具有萘骨架、蒽骨架、菲骨架、蒽骨架、聯伸三苯骨架、稠四苯骨架、芘骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并雙苯并呋喃骨架的螢光發光物質具有高螢光量子產率，所以是較佳的。

【0153】在將螢光發光物質用作發光物質的情況下，作為主體材料，較佳為使用具有蒽骨架的材料。藉由將具有蒽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。在用作主體材料的具有蒽骨架的物質中，具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物質在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有呋喃骨架的情況下，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喃的苯并呋喃骨架的情況下，其HOMO能階比呋喃淺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咔唑骨架的情況下，其HOMO能階比咔唑淺0.1eV左右，不僅電洞容易注入，而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高，所以是較佳的。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，也可以使用苯并萘骨架或二苯并萘骨架代替咔唑骨架。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-萘-9-基)-聯苯-4'-基}-蒽(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAanth)等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

【0154】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的重量比例為1：19至19：1即可。作為混合

的主體材料中的具有電子傳輸性的材料，可以適合使用實施方式1所記載的有機化合物。

【0155】注意，作為上述混合的材料的一部分，可以使用磷光發光物質。磷光發光物質在作為發光物質使用螢光發光物質時可以被用作對螢光發光物質供應激發能的能量施體。

【0156】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物質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。

【0157】注意，形成激態錯合物的材料的至少一個可以為磷光發光物質。由此，可以高效地將三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能。

【0158】關於高效地形成激態錯合物的材料的組合，具有電洞傳輸性的材料的HOMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的HOMO能階以上。此外，具有電洞傳輸性的材料的LUMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的LUMO能階以上。注意，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從藉由循環伏安(CV)測定測得的材料的電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。

【0159】注意，激態錯合物的形成例如可以藉由如下方法確認：對具有電洞傳輸性的材料的發射光譜、具有電

子傳輸性的材料的發射光譜及混合這些材料而成的混合膜的發射光譜進行比較，當觀察到混合膜的發射光譜比各材料的發射光譜向長波長一側漂移(或者在長波長一側具有新的峰值)的現象時說明形成有激態錯合物。或者，對具有電洞傳輸性的材料的瞬態光致發光(PL)、具有電子傳輸性的材料的瞬態PL及混合這些材料而成的混合膜的瞬態PL進行比較，當觀察到混合膜的瞬態PL壽命與各材料的瞬態PL壽命相比具有長壽命成分或者延遲成分的比率變大等瞬態回應不同時說明形成有激態錯合物。此外，可以將上述瞬態PL稱為瞬態電致發光(EL)。換言之，與對具有電洞傳輸性的材料的瞬態EL、具有電子傳輸性的材料的瞬態EL及這些材料的混合膜的瞬態EL進行比較，觀察瞬態回應的不同，可以確認激態錯合物的形成。

【0160】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。

【0161】另外，電子傳輸層114較佳為在電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。藉由降低電子傳輸層114中的電子的傳輸性可以控制向發光層的電子的注入量，由此可以防止發光層變成電子過多的狀態。另外，電子傳輸層114較佳為包含具有電子傳輸性的材料和鹼金屬、鹼土金屬、它們的化合物或它們的錯合物。在使用複合材料形成電洞注入層時，尤其較佳為該複合材料中的具有電洞傳輸性的材料

的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的較深的 HOMO 能階，由此可以獲得長壽命。注意，此時，具有電子傳輸性的材料的 HOMO 能階較佳為 -6.0eV 以上。此外，該具有電子傳輸性的材料較佳為具有蔥骨架的有機化合物，更佳為包含蔥骨架及雜環骨架的兩者的有機化合物。作為該雜環骨架，較佳為含氮五員環骨架或含氮六員環骨架，該雜環骨架尤其較佳為具有如吡啶環、咪啶環、嘔啶環、噻啶環、吡嗪環、嘧啶環、嗒吡環等那樣的環中含有兩個雜原子的含氮五員環骨架或含氮六員環骨架。此外，作為鹼金屬、鹼土金屬、它們的化合物或它們的錯合物，較佳為具有 8-羥基喹啉結構。明確而言，例如可以舉出 8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)、8-羥基喹啉-鈉(簡稱：Naq)等。尤其較佳的是，一價的金屬離子的錯合物，其中較佳為鋰的錯合物，更佳為 Liq。注意，在具有 8-羥基喹啉結構時，可以使用它們的甲基取代物(例如 2-甲基取代物或 5-甲基取代物)等。另外，較佳為在電子傳輸層中鹼金屬、鹼土金屬、它們的化合物或它們的錯合物中在其厚度方向上存在濃度差(也包括 0 的情況)。

【0162】可以在電子傳輸層 114 和第二電極 102 之間設置包含氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF_2)、8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物的層作為電子注入層 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，例如可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。

【0163】注意，作為電子注入層115，也可以使用對具有電子傳輸性的物質(較佳為具有聯吡啶骨架的有機化合物)包含上述鹼金屬或鹼土金屬的氟化物為微晶狀態的濃度以上(50wt%以上)的層。由於該層為折射率低的層，所以可以提供外部量子效率更良好的發光裝置。

【0164】另外，可以設置電荷產生層116，而代替電子注入層115(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包含上述包含接受性材料的膜和包含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和用作陰極的第二電極102，使得發光裝置工作。此外，由於本發明的一個實施方式的有機化合物為折射率較低的有機化合物，所以藉由用於P型層117，可以得到外部量子效率良好的發光裝置。

【0165】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中的任一者或兩者。

【0166】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 中的接受性物質的 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。

【0167】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。

【0168】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性物質的情況下，作為施體性物質，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))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 的材料同樣的材料形成。

【0169】作為形成第二電極 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)或銫(Cs)等鹼金屬、鎂(Mg)、鈣(Ca)或者銦(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)、銦(Eu)、鐳(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在第二電極 102 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函數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-氧化錫等用作第二電極 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，第二電極 102 可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的糊劑的濕處理形成。

【0170】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、照相凹版印刷法、網版印刷法、噴墨法或旋塗法等。

【0171】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。

【0172】注意，設置在第一電極 101 與第二電極 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

第一電極101及第二電極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。

【0173】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。

【0174】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裝置(以下也稱為疊層型元件或串聯元件)的方式。該發光裝置是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光裝置。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所示的發光裝置是具有多個發光單元的發光裝置，而圖1A或圖1B所示的發光裝置是具有一個發光單元的發光裝置。

【0175】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中的第一電極101和第二電極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。

【0176】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。

【0177】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，所以在發光單元中也可以不設置電洞注入層。

【0178】另外，當在電荷產生層513中設置電子注入緩衝層119時，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。

【0179】雖然在圖1C中說明了具有兩個發光單元的發光裝置，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的發光裝置。如根據本實施方式的發光裝置，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，該裝置可以在保持低電流密度的同時實現高亮度發光，並且能夠實現壽命長的裝置。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且低功耗的發光設備。

【0180】另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，

可以以整個發光裝置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裝置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裝置中進行白色發光的發光裝置。

【0181】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513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。

【0182】

實施方式3

在本實施方式中，對使用實施方式2所示的發光裝置的發光設備進行說明。

【0183】在本實施方式中，參照圖2A及圖2B對使用實施方式2所示的發光裝置而製造的發光設備進行說明。注意，圖2A是示出發光設備的俯視圖，並且圖2B是沿圖2A中的線A-B及線C-D切斷的剖面圖。該發光設備作為用來控制發光裝置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。

【0184】注意，引導佈線608是用來傳送輸入到源極線驅動電路601及閘極線驅動電路603的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的FPC(軟性印刷電路)609接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出FPC，但是該FPC還可以安裝有印刷線路板(PWB)。本說明書中的發光設備不僅包括發光設備主體，而且還包括安裝有FPC或PWB的發光設備。

【0185】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。

【0186】元件基板610除了可以使用由玻璃、石英、有機樹脂、金屬、合金、半導體等構成的基板以外還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

【0187】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。

【0188】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具有結晶性的半導體（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）。當使用具有結晶性的半導體時可以抑制電晶體的特性劣化，所以是較佳的。

【0189】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)。

【0190】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。

【0191】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。

【0192】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。

【0193】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。

【0194】為了實現電晶體的特性穩定化等，較佳為設置基底膜。作為基底膜，可以使用氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜等無機絕緣膜並以單層或疊層製造。基底膜可以藉由濺射法、CVD(Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積)法(電漿CVD法、熱CVD法、MOCVD(Metal Organic CVD：有機金屬化學氣相沉積)法等)或ALD(Atomic Layer Deposition：原子層沉積)法、塗佈法、印刷法等形成。注意，基底膜若不需要則也可以不設置。

【0195】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。

【0196】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素都包括開關FET611、電流控制FET612以及與該電流控制FET612的汲極電連接的第一電極613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的FET和電容器的像素部。

【0197】注意，形成絕緣物614來覆蓋第一電極613的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物614。

【0198】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 μm 至3 μm)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。

【0199】在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。在此，作為用於被用作陽極的第一電極613的材料，較佳為使用具有大功函數的材料。例如，除了可以使用諸如ITO膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含2wt%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，藉由採用疊層結構，佈線的電阻值可以較低，可以得到好的歐姆接觸，並且，可以將其用作陽極。

【0200】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2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)。

【0201】另外，作為用於形成於EL層616上並被用作陰極的第二電極617的材料，較佳為使用具有功函數小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意，當使產生在EL層616中的光透

過第二電極617時，較佳為使用由厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層作為第二電極617。

【0202】另外，發光裝置由第一電極613、EL層616、第二電極617形成。該發光裝置是實施方式2所示的發光裝置。另外，像素部由多個發光裝置構成，本實施方式的發光設備也可以包括實施方式2所示的發光裝置和具有其他結構的發光裝置的兩者。

【0203】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，將發光裝置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)，還可以使用密封材料。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。

【0204】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分或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板604的材料，除了可以使用玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

【0205】雖然在圖2A及圖2B中沒有示出，但是也可以在第二電極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或

無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封材料 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。

【0206】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。

【0207】 作為構成保護膜的材料，可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金屬或聚合物等。例如，可以使用含有氧化鋁、氧化鉛、矽酸鉛、氧化鏷、氧化碲、鉍酸銦、氧化鈮、氧化鈦、氧化鋅、氧化鎳、氧化鋯、氧化錫、氧化釔、氧化銻、氧化釥、氧化鈇、氧化鈀、氧化銱等的材料、含有氮化鋁、氮化鉛、氮化碲、氮化鈮、氮化鈦、氮化鎳、氮化鋯、氮化鎢的材料、包含含有鈦及鋁的氮化物、含有鈦及鋁的氧化物、含有鋁及鋅的氧化物、含有錳及鋅的硫化物、含有銻及銦的硫化物、含有銲及鋁的氧化物、含有釔及鋯的氧化物等的材料。

【0208】保護膜較佳為藉由步階覆蓋性(step coverage)良好的成膜方法來形成。這種方法中之一個是原子層沉積(ALD: 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，可以減少在形成保護膜時加工構件受到的損傷。

【0209】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。

【0210】如上所述，可以得到使用實施方式2所示的發光裝置製造的發光設備。

【0211】因為本實施方式中的發光設備使用實施方式2所示的發光裝置，所以可以得到具有優良特性的發光設備。明確而言，使用實施方式2所示的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光設備。

【0212】圖3A及圖3B示出藉由形成呈現白色發光的發光裝置設置彩色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光設備的例子。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、發光裝置的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL層1028、發光裝置的第二電極1029、密封基板1031、密封材料1032等。

【0213】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顯示影像。

【0214】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。

【0215】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)的發光設備，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)的發光設備。圖4示出頂部發射型發光設備的剖面圖。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與發光裝置的陽極連接的連接電極為止的製程與底部發射型發光設備同樣地進行。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。

【0216】雖然在此發光裝置的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B都是陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖4所示那樣的頂部發射型發光設備的情況下，第一電極較佳為反射電極。EL層1028的結構採用實施方式2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。

【0217】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。此外，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。

【0218】在頂部發射型發光設備中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作第一電極且將半透射半反射電極用作第二電極，由此可以得到具有微腔結構的發光裝置。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。

【0219】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。

【0220】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。

【0221】在該發光裝置中，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。

【0222】被反射電極反射回來的光(第一反射光)會給從發光層直接入射到半透射·半反射電極的光(第一入射光)帶來很大的干涉，因此較佳為將反射電極與發光層的光程調節為 $(2n-1)\lambda/4$ (注意， n 為1以上的自然數， λ 為要增強的光的波長)。藉由調節該光程，可以使第一反射光與第一入射光的相位一致，由此可以進一步增強從發光層發射的光。

【0223】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裝置的結構，其中在一個發光裝置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。

【0224】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設備的情況下，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設備。

【0225】因為本實施方式中的發光設備使用實施方式2所示的發光裝置，所以可以得到具有優良特性的發光設

備。明確而言，使用實施方式2所示的發光裝置的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光設備。

【0226】雖然到這裡說明了主動矩陣型發光設備，但是下面說明被動矩陣型發光設備。圖5A及圖5B示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光設備。注意，圖5A是示出發光設備的透視圖，並且圖5B是沿圖5A的線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖5A及圖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，兩個側壁之間の間隔越窄。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裝置的不良。另外，在被動矩陣型發光設備中，藉由使用實施方式2所示的發光裝置，也可以得到可靠性良好的發光設備或者低功耗的發光設備。

【0227】以上說明的發光設備能夠控制配置為矩陣狀的微小的多個發光裝置中的每一個，所以作為進行影像的顯示的顯示裝置可以適當地利用。

【0228】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0229】

實施方式4

在本實施方式中，參照圖6A及圖6B對將實施方式2所示的發光裝置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的剖面圖。

【0230】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上形成有第一電極401。第一電極401相當於實施方式2中的第一電極101。當從第一電極401一側取出光時，第一電極401使用具有透光性的材料形成。

【0231】另外，在基板400上形成用來對第二電極404供應電壓的焊盤412。

【0232】在第一電極401上形成有EL層403。EL層403相當於實施方式2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。

【0233】以覆蓋EL層403的方式形成第二電極404。第二電極404相當於實施方式2中的第二電極102。當從第一電極401一側取出光時，第二電極404使用反射率高的材料形成。藉由使第二電極404與焊盤412連接，將電壓供應到第二電極404。

【0234】如上所述，本實施方式所示的照明裝置具備包括第一電極401、EL層403以及第二電極404的發光裝置。由於該發光裝置是發光效率高的發光裝置，所以本實施方式的照明裝置可以是低功耗的照明裝置。

【0235】使用密封材料405、406將形成有具有上述結構的發光裝置的基板400和密封基板407固定來進行密封，由此製造照明裝置。另外，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。

【0236】另外，藉由以延伸到密封材料405、406的外部的的方式設置焊盤412和第一電極401的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外部輸入端子上設置安裝有轉換器等IC晶片420等。

【0237】本實施方式所記載的照明裝置在EL元件中使用實施方式2所示的發光裝置，可以實現低功耗的照明裝置。

【0238】

實施方式5

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式2所示的發光裝置的電子裝置的例子進行說明。實施方式2所示的發光裝置是發光效率良好且功耗低的發光裝置。其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括功耗低的發光部的電子裝置。

【0239】作為採用上述發光裝置的電子裝置，例如可以舉出電視機(也稱為電視機或電視接收機)、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機(也稱為行動電話、行動電話裝置)、可攜式遊戲機、可

攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

【0240】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2所示的發光裝置排列為矩陣狀而構成顯示部7103。

【0241】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上的影像。另外，也可以在遙控器7110中設置用來顯示從該遙控器7110輸出的資訊的顯示部7107。

【0242】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。

【0243】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2所示的發光裝置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，所以可以防止在收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞等。

【0244】圖 7C 示出可攜式終端的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機包括將實施方式 2 所示的發光裝置排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。

【0245】圖 7C 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。

【0246】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。

【0247】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。

【0248】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。

【0249】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。

【0250】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。

【0251】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。

【0252】圖8A是示出掃地機器人的一個例子的示意圖。

【0253】掃地機器人5100包括頂面上的顯示器5101及側面上的多個照相機5102、刷子5103及操作按鈕5104。雖然未圖示，但是掃地機器人5100的底面設置有輪胎和吸入口等。此外，掃地機器人5100還包括紅外線感測器、超音

波感測器、加速度感測器、壓電感測器、光感測器、陀螺儀感測器等各種感測器。另外，掃地機器人5100包括無線通訊單元。

【0254】掃地機器人5100可以自動行走，檢測垃圾5120，可以從底面的吸入口吸引垃圾。

【0255】另外，掃地機器人5100對照相機5102所拍攝的影像進行分析，可以判斷牆壁、家具或步階等障礙物的有無。另外，在藉由影像分析檢測佈線等可能會繞在刷子5103上的物體的情況下，可以停止刷子5103的旋轉。

【0256】可以在顯示器5101上顯示電池的剩餘電量和所吸引的垃圾的量等。可以在顯示器5101上顯示掃地機器人5100的行走路徑。另外，顯示器5101可以是觸控面板，可以將操作按鈕5104顯示在顯示器5101上。

【0257】掃地機器人5100可以與智慧手機等可攜式電子裝置5140互相通訊。照相機5102所拍攝的影像可以顯示在可攜式電子裝置5140上。因此，掃地機器人5100的擁有者在出門時也可以知道房間的情況。另外，可以使用智慧手機等可攜式電子裝置5140確認顯示器5101的顯示內容。

【0258】可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於顯示器5101。

【0259】圖8B所示的機器人2100包括運算裝置2110、照度感測器2101、麥克風2102、上部照相機2103、揚聲器2104、顯示器2105、下部照相機2106、障礙物感測器2107及移動機構2108。

【0260】麥克風2102具有檢測使用者的聲音及周圍的聲音等的功能。另外，揚聲器2104具有發出聲音的功能。機器人2100可以使用麥克風2102及揚聲器2104與使用者交流。

【0261】顯示器2105具有顯示各種資訊的功能。機器人2100可以將使用者所希望的資訊顯示在顯示器2105上。顯示器2105可以安裝有觸控面板。顯示器2105可以是可拆卸的資訊終端，藉由將該資訊終端設置在機器人2100的所定位置，可以進行充電及資料的收發。

【0262】上部照相機2103及下部照相機2106具有對機器人2100的周圍環境進行攝像的功能。另外，障礙物感測器2107可以檢測機器人2100使用移動機構2108移動時的前方的障礙物的有無。機器人2100可以使用上部照相機2103、下部照相機2106及障礙物感測器2107認知周圍環境而安全地移動。可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於顯示器2105。

【0263】圖8C是示出護目鏡型顯示器的一個例子的圖。護目鏡型顯示器例如包括外殼5000、顯示部5001、揚聲器5003、LED燈5004、連接端子5006、感測器5007(它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風5008、顯示部5002、支撐部5012、耳機5013等。

【0264】可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於顯示部5001及顯示部5002。

【0265】圖9示出將實施方式2所示的發光裝置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3所記載的照明裝置。

【0266】圖10示出將實施方式2所示的發光裝置用於室內的照明裝置3001的例子。由於實施方式2所示的發光裝置是發光效率高的發光裝置，所以可以提供低功耗的照明裝置。另外，因為實施方式2所示的發光裝置能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明裝置。另外，因為實施方式2所示的發光裝置的厚度薄，所以能夠製造實現薄型化的照明裝置。

【0267】還可以將實施方式2所示的發光裝置安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖11示出將實施方式2所示的發光裝置用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域5200至顯示區域5203是使用實施方式2所示的發光裝置設置的顯示區域。

【0268】顯示區域5200和顯示區域5201是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式2所示的發光裝置的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極製造實施方式2所示的發光裝置的第一電極和第二電極，可以得到能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置

用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

【0269】顯示區域5202是設置在支柱部分的安裝有實施方式2所示的發光裝置的顯示裝置。藉由在顯示區域5202上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域5203藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

【0270】顯示區域5203還可以提供導航資訊、速度、轉速等各種資訊。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5200至顯示區域5202上。另外，也可以將顯示區域5200至顯示區域5203用作照明裝置。

【0271】圖12A和圖12B示出可折疊的可攜式資訊終端5150。可折疊的可攜式資訊終端5150包括外殼5151、顯示區域5152及彎曲部5153。圖12A示出展開狀態的可攜式資訊終端5150。圖12B示出折疊狀態的可攜式資訊終端。雖然可攜式資訊終端5150具有較大的顯示區域5152，但是藉由將可攜式資訊終端5150折疊，可攜式資訊終端5150變小而可攜性好。

【0272】可以由彎曲部5153將顯示區域5152折疊成一

半。彎曲部5153由可伸縮的構件和多個支撐構件構成，在折疊時，可伸縮的構件被拉伸。以彎曲部5153具有2mm以上，較佳為3mm以上的曲率半徑的方式進行折疊。

【0273】另外，顯示區域5152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)。可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於顯示區域5152。

【0274】此外，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。

【0275】顯示面板9311由鉸鏈9313所連接的三個外殼9315支撐。注意，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)。另外，藉由在兩個外殼9315之間的鉸鏈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設備用於顯示面板9311。

【0276】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。

【0277】如上所述，具備實施方式2所示的發光裝置的發光設備的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光設備用

於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式2所示的發光裝置，可以得到功耗低的電子裝置。

實施例 1

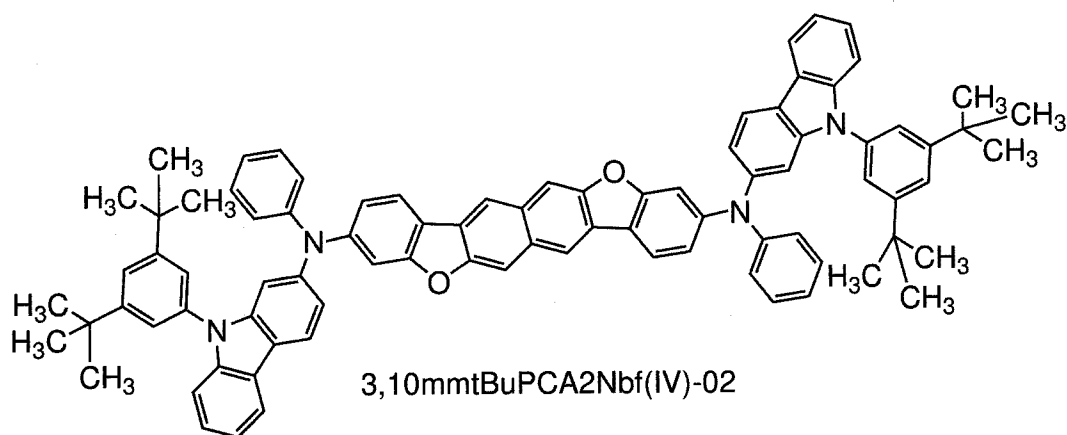
【 0278 】

《合成例子 1》

在本合成例子中，說明在實施方式 1 中以結構式 100 表示的 N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-蔡并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的合成方法。以下示出 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的結構式。

【 0279 】

[化學式 40]



【 0280 】

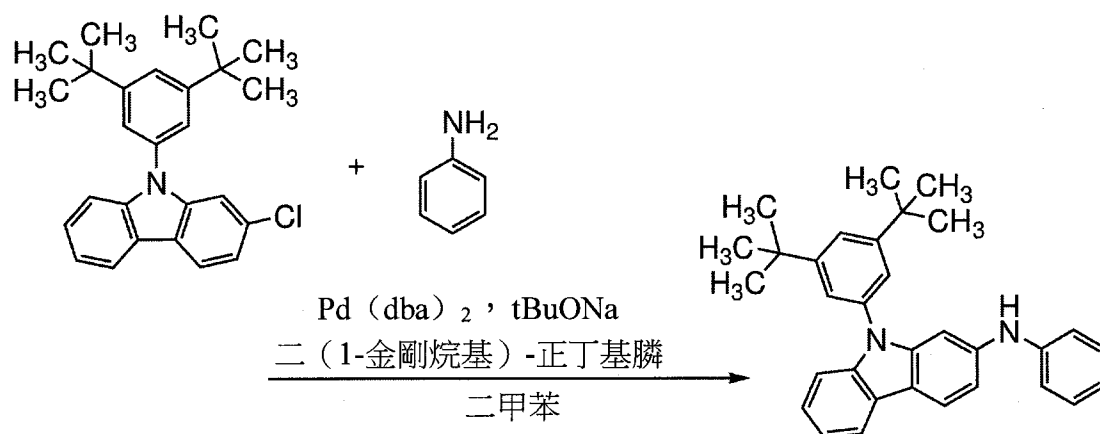
<步驟 1：N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-2-胺的合成>

將 5.5g(14mmol)的 2-氯-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-

呋唑、1.9g(21mmol)的苯胺、4.0g(41mmol)的三級丁醇鈉、0.25g(0.69mmol)的二(1-金剛烷基)正丁基膦放入200mL三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯90mL，對混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加79mg(0.14mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，在氮氣流下以150℃進行加熱攪拌6小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=3：7)對該固體進行純化。對所得到的固體添加乙醇，照射超聲波後進行過濾，以83%的產率得到白色固體5.2g。以下示出步驟1的合成方案。

【0281】

[化學式 41]



【0282】圖14A及圖14B示出藉由上述步驟1得到的白色固體的核磁共振光譜法(¹H-NMR)的測量結果。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由步驟1得到N-苯-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-呋唑-2-胺。

¹H NMR(DMSO-d₆, 300MHz): δ=1.36(s, 18H),

6.83(tt , J1=6.9Hz , J2=1.5Hz , 1H) , 6.97(dd , J1=8.4Hz , J2=1.8Hz , 1H) , 7.07(d , J1=1.8Hz , 1H) , 7.13-7.33(m , 7H) , 7.39(d , J1=1.8Hz , 2H) , 7.50(t , J1=1.8Hz , 1H) , 8.03-8.07(m , 2H) , 8.37(s , 1H)。

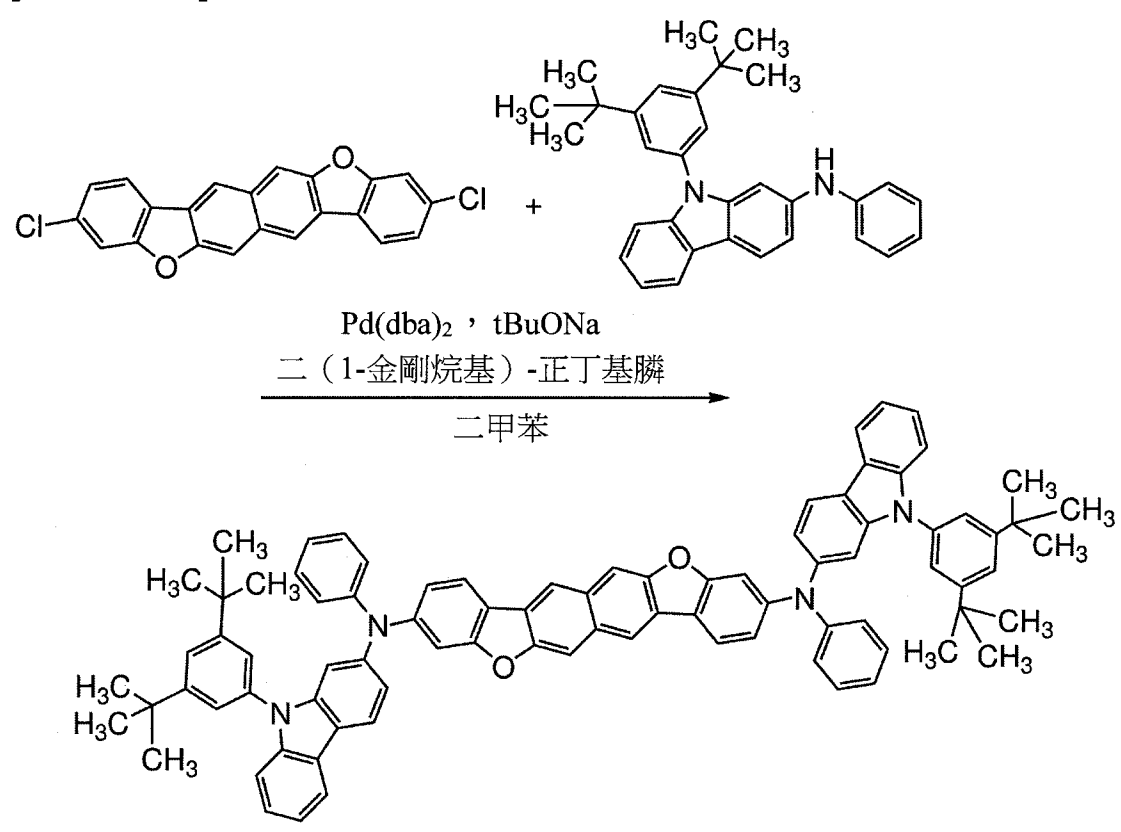
【 0283】

<步驟 2：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02的合成>

將 0.79g(2.1mmol)的 3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃、2.2g(6.4mmol)的 N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶-2-胺、75mg(0.21mmol)的二(1-金剛烷基)-正丁基膦、1.2g (13mmol)的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加 20mL 的二甲苯。對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加 24mg(42 μ mol)的雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)，在氮氣流下以 150℃ 進行攪拌 14 小時。攪拌後，對混合物進行過濾，回收固體。用乙醇及水對所得到的固體進行洗滌。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：4，然後甲苯：己烷=3：7)對所洗滌的固體進行純化，得到固體。用甲苯使所得到的固體重結晶，以 66% 的產率得到 1.6g 的黃色固體。藉由梯度昇華法對所得到的固體 1.0g 進行昇華純化。昇華純化在壓力為在 2.2×10^{-2} Pa、氬流量為 0mL/min 的條件下以 375℃ 加熱來進行，以 91% 的回收率得到 0.94g 的黃色固體。以下示出步驟 2 的合成方案。

【 0284】

[化學式 42]



【 0285 】 以下示出所得到的固體的 ¹H-NMR 的數值資料。另外，圖 15A、圖 15B 示出 ¹H-NMR 譜。由此，可知藉由本合成例子得到 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02。

¹H NMR(CD₂Cl₂，300MHz)：δ=1.21(s，36H)，7.05-7.16(m，6H)，7.19-7.33(m，18H)，7.35-7.45(m，6H)，7.89(d，J1=8.4Hz，2H)，7.98(s，2H)，8.05-8.11(m，4H)，8.37(s，2H)。

【 0286 】 接著，圖 16 示出甲苯溶液中的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 17 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的 V550 型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入

石英槽中測量的光譜而得到的光譜。另外，薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造的FS920)測量。量子產率使用絕對PL量子產率測定裝置(由日本濱松光子學株式會社製造的Quantaaurus-QY)測量。

【 0287 】 從圖 16 可知，甲苯溶液中的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 在 433nm、411nm、384nm、348nm 具有吸收峰且在 450nm、479nm(激發波長 410nm)具有發射光譜的峰。另外，從圖 17 可知，3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的薄膜在 434nm、414nm、350 nm 及 266nm 具有吸收峰且在 468nm、494nm(激發波長 410 nm)具有發射光譜的峰。從上述結果確認 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 發射藍色光且可知可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

【 0288 】 另外，在測量甲苯溶液中的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 的量子產率時，其量子產率非常高，亦即 90%，可知適合於發光材料。

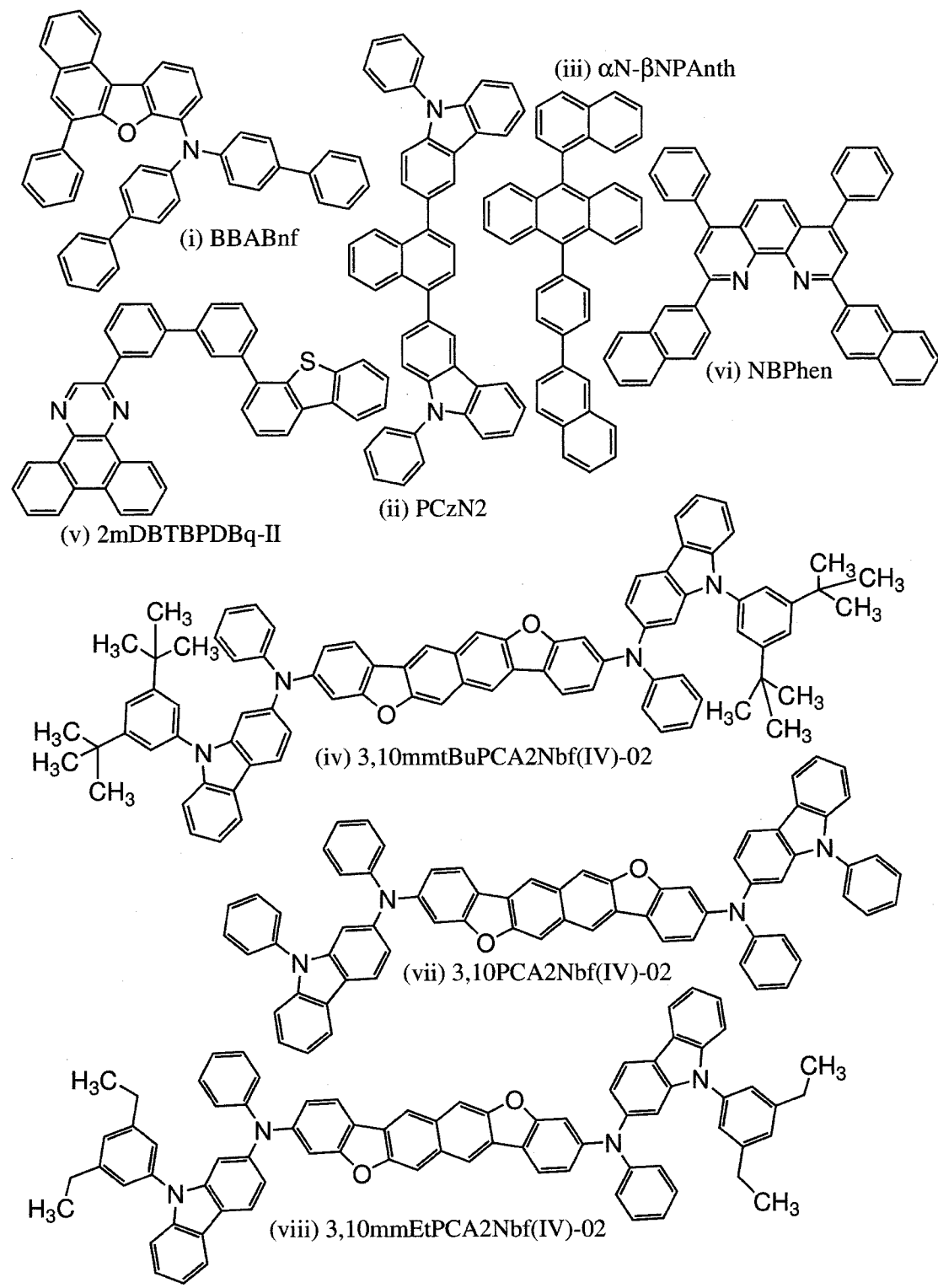
實施例 2

【 0289 】 在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置以及不使用該有機化合物的比較發光裝置。以下示出發光裝置 1、比較發光裝置 1-1 及

比較發光裝置1-2所使用的有機化合物的結構式。

【 0290 】

[化學式 43]



【0291】

(發光裝置1的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成第一電極101。注意，將其厚度設定為70nm，其電極面積為2mm×2mm。

【0292】 接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0293】 然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在170℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0294】 接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(i)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.1(=BBABnf：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0295】 接著，在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層112。

【0296】接著，以以上述結構式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAanth)、以上述結構式(iv)表示的N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-呋啶-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(= α N- β NPAanth：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0297】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式形成以上述結構式(v)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：2mDBTBPDq-II)，並且以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(vi)表示的2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0298】在形成電子傳輸層114之後，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，以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成第二電極102，由此製造本實施例的發光裝置1。

【0299】

(比較發光裝置1-1的製造方法)

除了將發光裝置1中的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02替換為以上述結構式(vii)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-呋啶-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)以外，比較發光裝置1-1與發光裝置1同樣地製造。

【 0300】

(比較發光裝置 1-2的製造方法)

除了將發光裝置 1 中的 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 替換為以上述結構式(viii)表示的 N,N'-雙[9-(3,5-二乙基苯)-9H-呋唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02)以外，比較發光裝置 1-2與發光裝置 1 同樣地製造。

【 0301】 以下表示出上述發光裝置的元件結構。

【 0302】

[表 1]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層	
		1	2		1	2
	10nm	20nm	10nm	25nm	15nm	10nm
發光裝置1	BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	*1	2mDBTBPDQ-II	NBPhen
比較發光裝置1-1				*2		
比較發光裝置1-2				*3		

*1 αN-βNPAnth: 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 (1: 0.015)
*2 αN-βNPAnth: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1: 0.015)
*3 αN-βNPAnth: 3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02 (1: 0.015)

【 0303】 在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光裝置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)，然後對上述發光裝置的初始特性進行測量。

【 0304】 圖 18示出發光裝置 1、發光裝置 1-1及比較發光裝置 1-2的亮度-電流密度特性，圖 19示出電流效率-亮度

特性，圖 20 示出亮度 - 電壓特性，圖 21 示出電流 - 電壓特性，圖 22 示出外部量子效率 - 亮度特性，圖 23 示出發射光譜。另外，以下示出各發光裝置的 1000cd/m²附近的主要特性。

【 0305 】

[表 2]

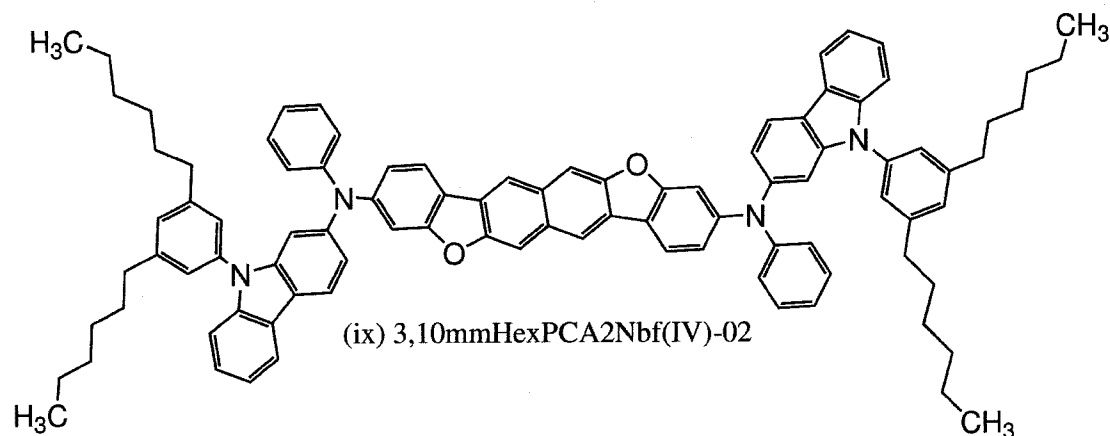
	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光裝置1	3.8	0.34	8.6	0.14	0.10	10.2	11.2
比較發光裝置1-1	4.0	0.40	10.1	0.14	0.10	10.5	11.7
比較發光裝置1-2	3.9	0.32	8.0	0.13	0.12	10.9	10.6

【 0306 】從圖 18 至圖 23 可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 1、比較發光裝置 1-1 及比較發光裝置 1-2 都是發光效率良好的 EL 裝置。

【 0307 】在此，檢討作為發光裝置 1 的發光材料使用的本發明的一個實施方式的有機化合物 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02、作為比較發光裝置 1-1 的發光材料使用的 3,10PCA2Nbf(IV)-02、作為比較發光裝置 1-2 的發光材料使用的 3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 以及以下述結構式 (ix) 表示的 N,N'-雙[9-(3,5-二己基苯基)-9H-吡啶-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺 (簡稱：3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02) 的發射光譜及熱物性。

【 0308 】

[化學式 44]



【 0309 】 以上述結構式 (iv) 表示的有機化合物 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02 是兩個三級丁基都取代於在以上述結構式 (vii) 表示的有機化合物 3,10PCA2Nbf(IV)-02 所具有的咪唑基的 9 位取代的苯基的間位的物質，以上述結構式 (viii) 表示的有機化合物 3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 是在相同位置取代乙基的物質，以上述結構式 (ix) 表示的有機化合物 3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02 是取代正己基的物質。

【 0310 】 首先，圖 24 示出甲苯溶液中的上述四個物質的發射光譜。從圖 24 可知上述四個物質的發射光譜中的峰都位於同樣的位置，光譜的形狀也大致一致。這意味著：即使對上述四個物質中的在咪唑基的 9 位取代的苯基引入上述取代基，物質本身的共軛也不受到影響且發光顏色也不受到影響。

【 0311 】 就是說，可知：3,10PCA2Nbf(IV)-02 呈現良好色純度的藍色光，即使對 3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02、

3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02、3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02引入取代基，也幾乎沒有給發射光譜或吸收光譜帶來的影響，都是呈現良好色純度的藍色光的有機化合物。另一方面，3,10PCA2Nbf(IV)-02存在有鍵合於作為發光體的主要骨架的芳基胺，在對該芳基胺所具有的苯基引入同樣的取代基時，發射光譜漂移到長波長一側，色純度降低。

【0312】接著，對上述四個物質進行熱重-差熱分析(TG-DTA：Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。在測量時使用高真空差動型熱重分析儀(Bruker AXS公司製造的TG-DTA2410SA)。圖25示出在10Pa、升溫速度為10℃/min的條件下測量的各重量的減少與溫度的關係(熱重量檢測)。另外，表3示出上述有機化合物的重量成為初始量的-5%、-10%、-50%時的各溫度(失重溫度)。

【0313】

[表 3]

		TG [%]		
		-5	-10	-50
溫度 [℃]	(vii) 3,10PCA2Nbf (IV) -02	398	411	442
	(iv) 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02	378	394	423
	(viii) 3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02	380	402	436
	(ix) 3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02	384	407	442

【0314】從表3可知，兩個烷基都取代於在3,10PCA2Nbf(IV)-02所具有的呋嗪基的9位取代的苯基的間位的物質都呈現失重溫度下降的傾向，而昇華性提高。

尤其是，兩個tBu基在間位取代的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02的昇華性最提高。

【0315】另外，圖26是示出相對於電流密度50 mA/cm²時的驅動時間的亮度變化的圖表。如圖26所示，與比較發光裝置1-2相比，比較發光裝置1-1及本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置1都呈現良好的特性。

【0316】注意，3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02在昇華純化時被分解，所以不能製造使用3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02的發光裝置，沒有元件資料。

【0317】如上所述，在本發明的一個實施方式的有機化合物中，藉由在鍵合於呋啞基的9位的苯基的間位的每一個鍵合有鍵合於該苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基。由此，昇華性提高而可以製造可靠性良好的發光裝置。

【0318】另外，以下示出測量3,10PCA2Nbf(IV)-02及3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02的對溶劑的溶解度的結果。表示出25℃下的對甲苯的溶解度的結果。如此，可知：因為藉由在鍵合於呋啞基的9位的苯基的間位鍵合有兩個鍵合於該苯基的碳具有支鏈的碳原子數為3至6的二級或三級烷基，所以本發明的一個實施方式的有機化合物的對溶劑的溶解性提高，由此容易進行純化而易於生產本發明的一個實施方式的有機化合物。

【0319】

[表 4]

材料名稱	溶解度		
	1M	0.1M	0.01M
(vii) 3,10PCA2Nbf (IV) -02	×	×	×
(iv) 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02	×	○	○

對於甲苯的溶解度
溫度：25℃

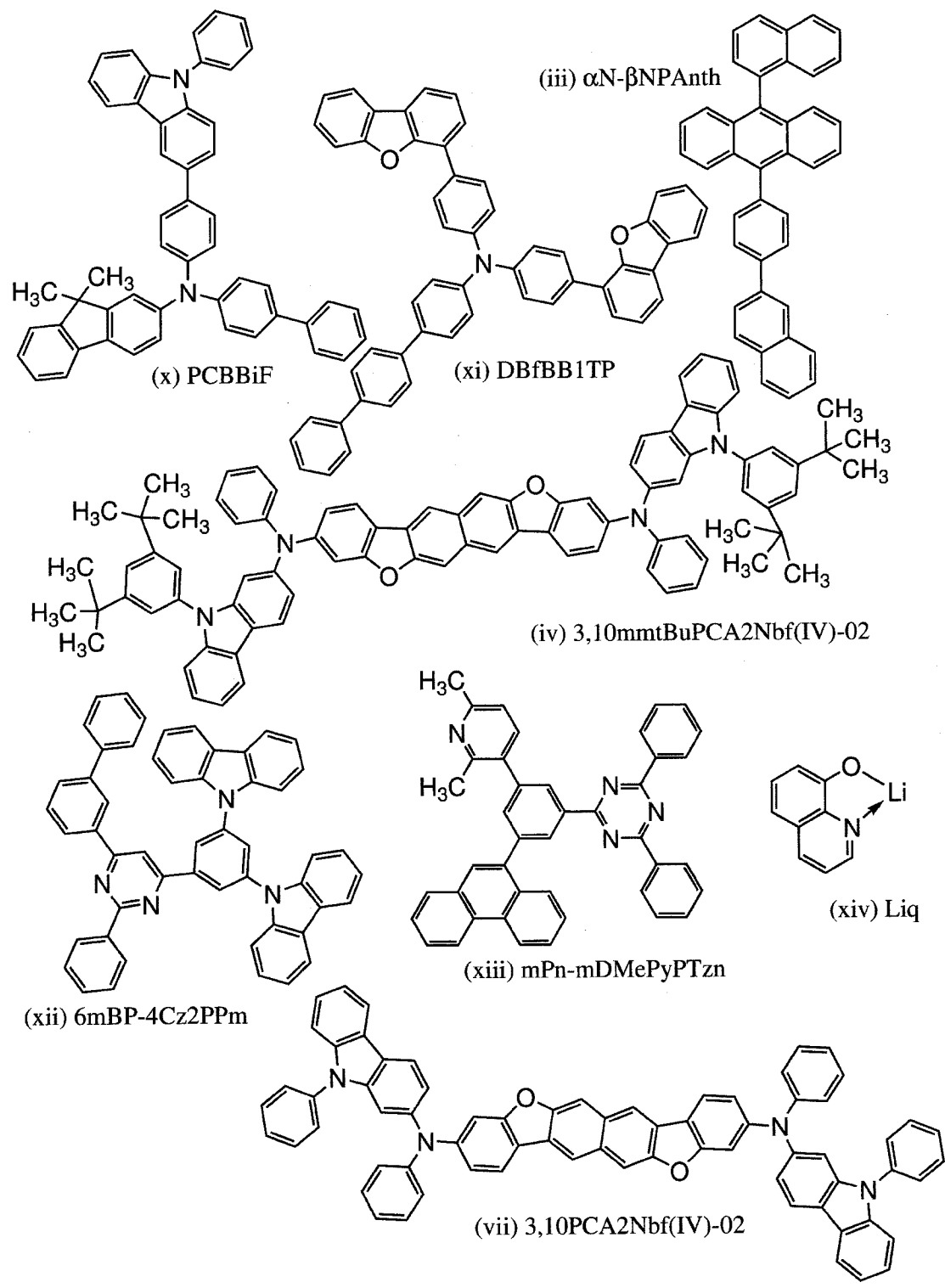
【0320】另外，藉由差示掃描量熱儀(DSC，珀金埃爾默股份有限公司製造的Pyris1)測量3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02及3,10PCA2Nbf(IV)-02的熔點及玻璃轉移溫度。從測量結果可知，3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02的熔點為391℃，玻璃轉移溫度為201℃。3,10PCA2Nbf(IV)-02的熔點為366℃，玻璃轉移溫度為184℃。由此，可知：當在鍵合於呋唑基的9位的苯基的間位鍵合有兩個鍵合於該苯基的碳具有支鏈的碳原子數為3至6的二級或三級烷基時，本發明的一個實施方式的有機化合物示出高熔點及高玻璃轉換溫度且呈現良好的耐熱性。

實施例3

【0321】在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置2以及不使用該有機化合物的比較發光裝置2。以下示出發光裝置2及比較發光裝置2所使用的有機化合物的結構式。

【0322】

[化學式 45]



【 0323 】

(發光裝置2的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的鈣

錫氧化物(ITSO)，來形成第一電極101。注意，將其厚度設定為70nm，其電極面積為2mm×2mm。

【0324】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0325】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在170℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0326】接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(x)表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.03(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0327】接著，在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(xi)表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺-對三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。

【0328】接著，以以上述結構式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)、以上述結構式(iv)表示的N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡

唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(=αN-βNPAnth：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0329】然後，在發光層113上以厚度為10nm的方式形成以上述結構式(xii)表示的6-(1,1'-聯苯-3-基)-4-[3,5-雙(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(簡稱：6mBP-4Cz2PPm)，並且以以上述結構式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)及以上述結構式(xiv)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Liq)且厚度為15nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0330】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式蒸鍍Liq來形成電子注入層115，接著，以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成第二電極102，由此製造本實施例的發光裝置2。

【0331】

(比較發光裝置2的製造方法)

除了將發光裝置2中的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02替換為以上述結構式(vii)表示的3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)以外，比較發光裝置2與發光裝置2同樣地製造。

【0332】 以下表示出上述發光裝置的元件結構。

【0333】

[表 5]

	電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
		1	2		1	2	
		10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm
發光 裝置2	PCBBiF: OCHD-001 (1: 0.03)	PCBBiF	DBfBB1TP	*4	6mBP- 4Cz2PPm	mPn- mDMePyPTzn: Liq (1:1)	Liq
比較發光 裝置2				*5			

*4 αN-βNPAnth: 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

*5 αN-βNPAnth: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

【0334】 在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光裝置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)，然後對上述發光裝置的初始特性進行測量。

【0335】 圖27示出發光裝置2及比較發光裝置2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。另外，以下示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0336】

[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(%)
發光裝置2	3.5	0.35	8.7	0.14	0.11	11.4	12.0
比較發光裝置2	3.6	0.31	7.7	0.13	0.12	11.9	12.0

【0337】 從圖27至圖32可知，本發明的一個實施方式

的發光裝置2及比較發光裝置2都是特性良好的EL裝置。

【0338】另外，測量具有與發光裝置2及比較發光裝置2相同結構的發光裝置的相對於電流密度 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 時的驅動時間的亮度變化。圖33示出其結果。測量在 25°C 及 85°C 的兩個條件下進行，圖33示出兩個條件下的結果。如圖33所示，在 25°C 下的測量中，發光裝置2與比較發光裝置2的結果大致相同，都呈現良好可靠性的結果。另一方面，在 85°C 下的測量中，在發光裝置2與比較發光裝置2的結果間有明顯的差異，本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置2示出更良好可靠性的結果。

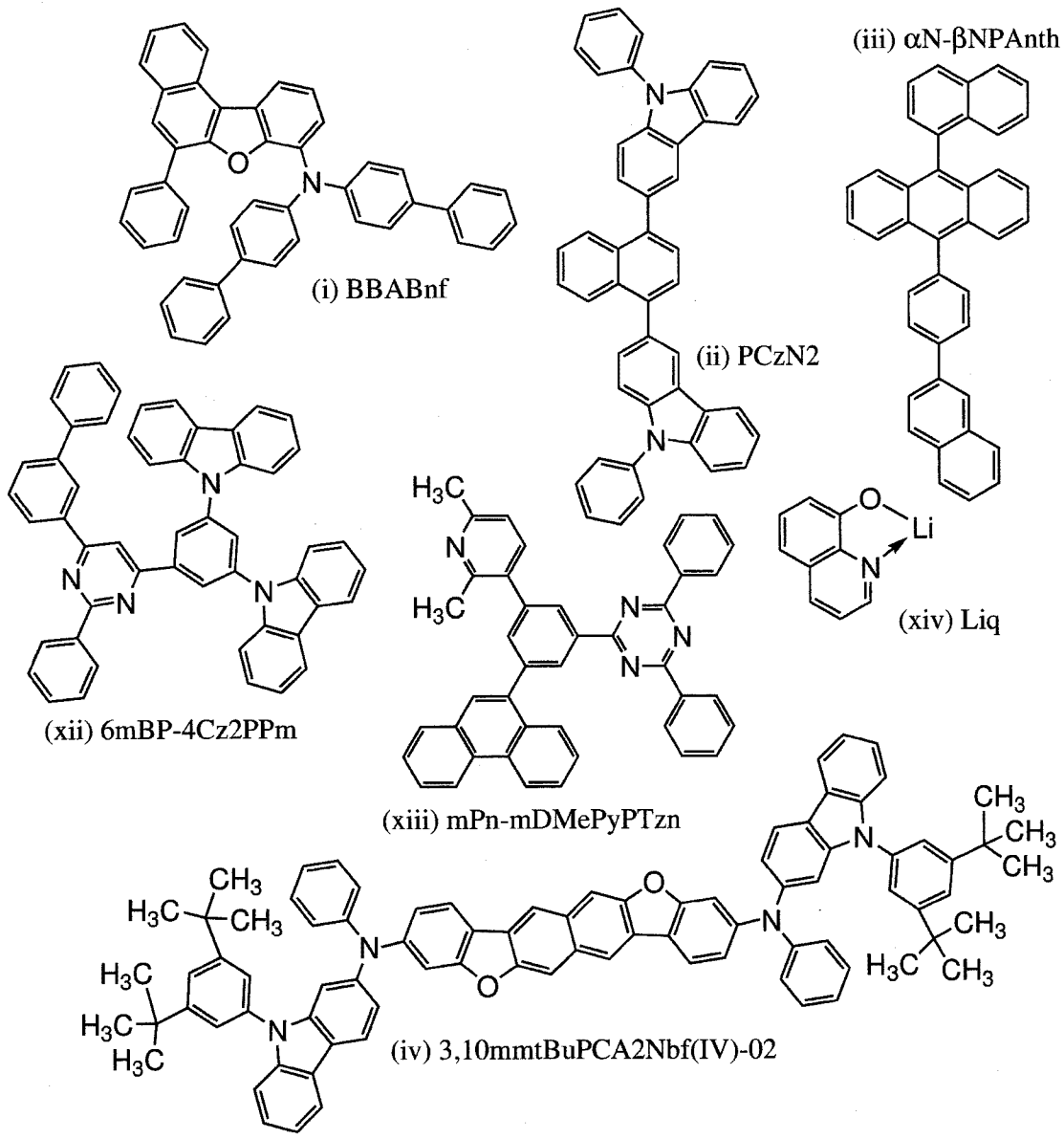
【0339】從其結果可知，使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置是高溫下的可靠性良好的發光裝置。因此，可知本發明的一個實施方式的有機化合物的耐熱性高。

實施例4

【0340】在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置3。以下示出在發光裝置3中使用的有機化合物的結構式。

【0341】

[化學式 46]



【 0342 】

(發光裝置3的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成第一電極101。注意，將其厚度設定為70nm，其電極面積為2mm×2mm。

【 0343 】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行

370秒的UV臭氧處理。

【0344】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0345】接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(i)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.1(=BBABnf：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0346】接著，在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層112。

【0347】接著，以以上述結構式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)、以上述結構式(iv)表示的N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比為1：0.015(= $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$ ：3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0348】然後，在發光層113上以厚度為10nm的方式形成以上述結構式(xii)表示的6-(1,1'-聯苯-3-基)-4-[3,5-雙(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(簡稱：6mBP-4Cz2PPm)，並且以以上述結構式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)與以上述結構式(xiv)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Liq)且厚度為15nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0349】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式蒸鍍Liq來形成電子注入層115，接著，以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成第二電極102，由此製造本實施例的發光裝置3。

【0350】以下表示出上述發光裝置的元件結構。

【0351】

[表 7]

	電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
		1	2		1	2	
	10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光 裝置3	BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	*6	6mBP- 4Cz2PPm	mPn- mDMePyPTzn: Liq (1:1)	Liq

*6 αN-βNPAnt: 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

【0352】在氮氛圍的手套箱中，以不使上述發光裝置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)，然後對上述發光裝置的初始特性進行測量。

【0353】圖34示出發光裝置3的亮度-電流密度特性，圖35示出電流效率-亮度特性，圖36示出亮度-電壓特性，圖37示出電流-電壓特性，圖38示出外部量子效率-亮度特性，圖39示出發射光譜。另外，以下示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0354】

[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 (%)
發光裝置3	3.6	0.37	9.4	0.14	0.11	11.3	12.1

【0355】從圖34至圖39可知，本發明的一個實施方式的發光裝置3是特性良好的EL裝置。

【0356】另外，測量具有與發光裝置3相同結構的發光裝置的相對於電流密度50mA/cm²時的驅動時間的亮度變化。圖40示出其結果。測量在25℃及85℃的兩個條件下進行，圖40示出兩個條件下的可靠性的結果。如圖40所示，發光裝置3在各溫度下都示出非常良好的可靠性結果。

【0357】從其結果可知，使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置是可靠性良好的發光裝置。

實施例5

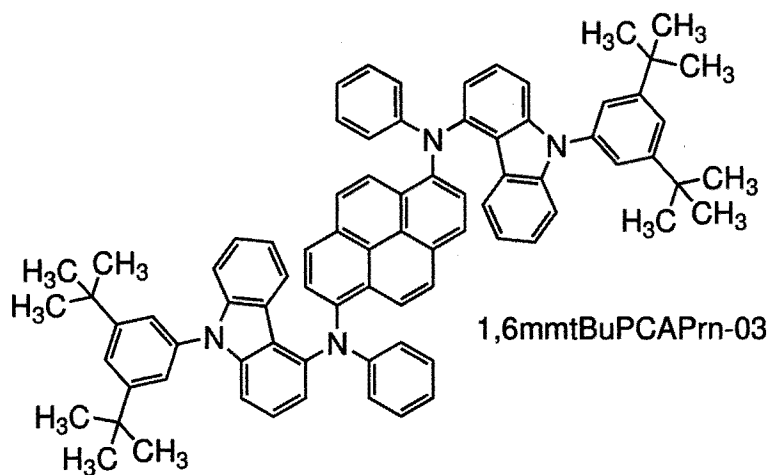
【0358】

《合成例子2》

在本合成例子中，說明本發明的一個實施方式的有機化合物N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶-4-基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mmtBuPCAPrn-03)的合成方法。以下示出1,6mmtBuPCAPrn-03的結構式。

【0359】

[化學式 47]



【0360】

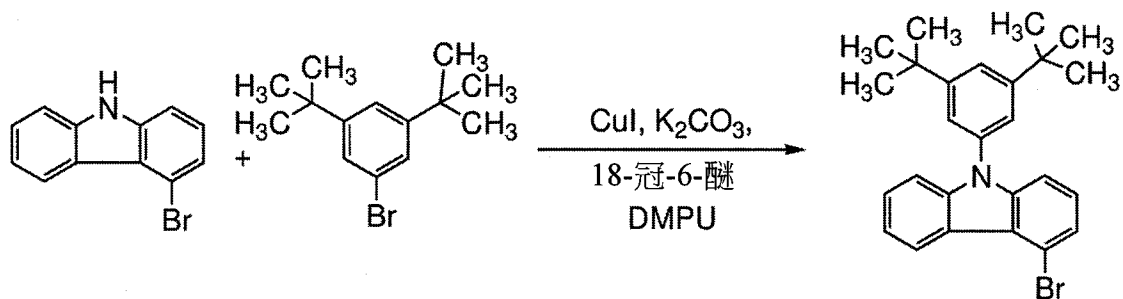
<步驟1：4-溴-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶的合成>

將10g(41mmol)的4-溴-9H-吡啶、20g(73mmol)的1-溴-3,5-二-三級丁基苯、0.77g(4.1mmol)的碘化銅(I)、11g(81mmol)的碳酸鉀、0.32g(1.2mmol)的18-冠-6-醚、10mL的1,3-二甲基-3,4,5,6-四氫-2(1H)-嘧啶酮(簡稱：DMPU)放入200mL三頸燒瓶中。在氮氣流下以180℃對該混合物進行攪拌7小時。攪拌後，對該混合物添加100mL的甲苯，藉由吸引過濾去除沉澱物，依次使用稀鹽酸、水、飽和碳酸氫鈉水溶液洗滌濾液。分離為有機層與水層，使用硫酸

鎂使有機層乾燥。過濾上述混合物，濃縮所得到的濾液而得到油狀物。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷)純化該油狀物。對所得到的固體添加甲醇，照射超聲波，然後回收固體而得到19g的白色固體。以下示出步驟1的合成方案。

【 0361】

[化學式 48]



【 0362】

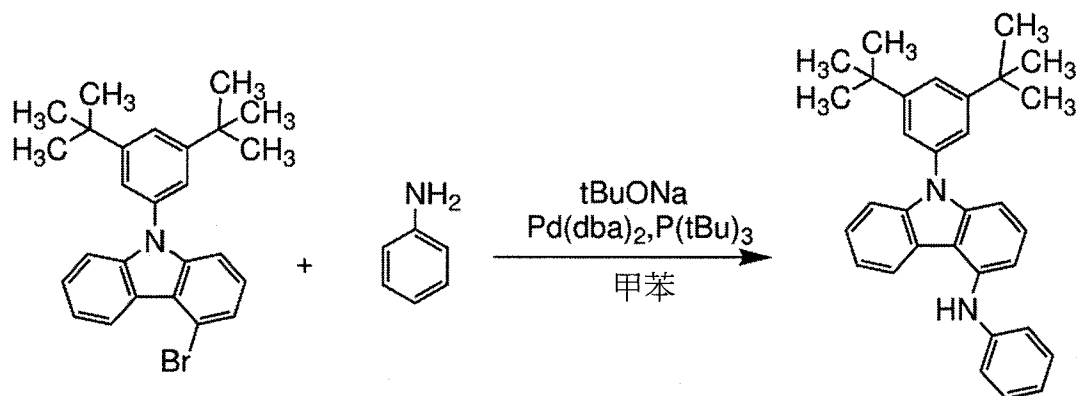
<步驟2：N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺(簡稱：mmtBuPCA-03)的合成>

將6.0g(14mmol)的4-溴-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑、1.9g(21mmol)的苯胺、4.0g(15mmol)的三級丁醇鈉放入200mL三頸燒瓶中。對該混合物添加甲苯70mL、三(三級丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL，對混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加79mg(0.14mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈹(0)，在氬氣流下以120℃進行加熱攪拌7小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：5，接著甲苯：己烷=1：3)對該固體進行純化，以82%的產率得到5.1g的白

色固體。以下示出步驟2的合成方案。

【0363】

[化學式 49]



【0364】圖43A、圖43B示出藉由上述步驟2得到的白色固體的核磁共振光譜法(^1H -NMR)的測量結果。圖43B是放大圖43A中的6.5ppm至8.5ppm的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由步驟2可以得到N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺。

^1H NMR(DMSO- d_6 , 300MHz): δ =1.38(s, 18H), 6.79(tt, J_1 =7.2Hz, 1H), 6.98(d, J_1 =7.8Hz, 2H), 7.06(dd, J_1 =5.1Hz, J_2 =7.8Hz, 2H), 7.11-7.22(m, 3H), 7.31-7.42(m, 5H), 7.56(t, J_1 =1.8Hz, 1H), 7.96(d, J_1 =7.8Hz, 1H), 8.26(s, 1H)。

【0365】

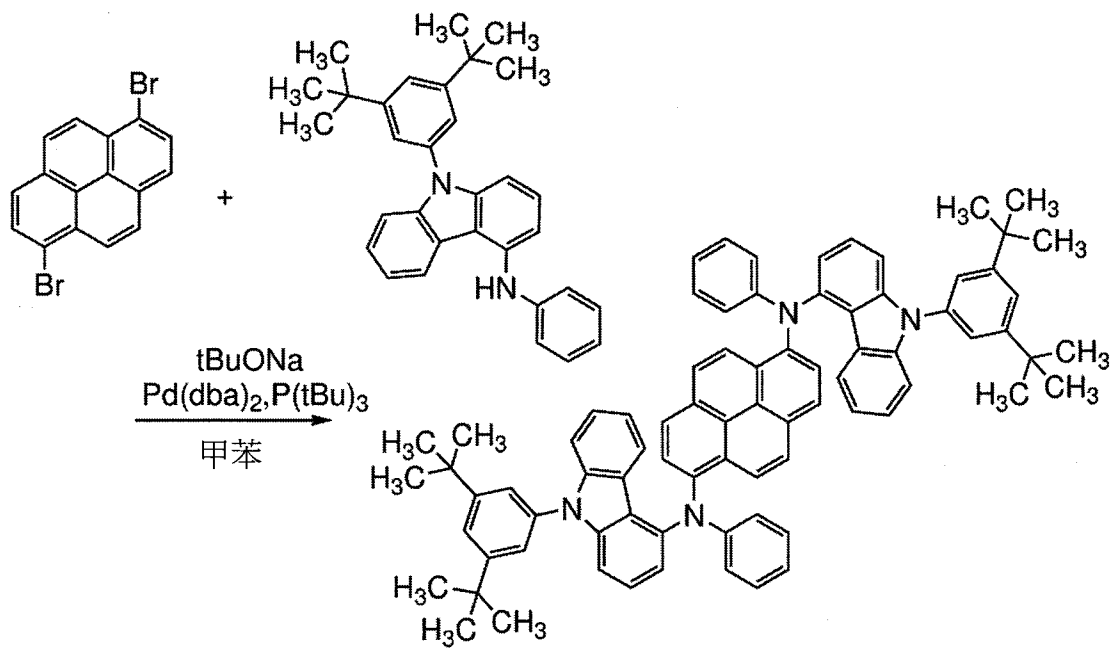
<步驟3：1,6mmtBuPCAPrn-03的合成>

將0.99g(2.8mmol)的1,6-二溴芘、3.1g(6.9mmol)的N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺、1.9g(19mmol)的三級丁醇鈉放入200mL三頸燒瓶中。對該混合

物添加甲苯 30 mL、三(三級丁基)膦的 10% 己烷溶液 0.2 mL，進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苺基丙酮)鈀(0) 32mg(55 μ mol)，在氬氣流下以 120 $^{\circ}$ C 進行加熱攪拌 20.5 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到固體。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷：甲苯=7：3)純化該固體，得到固體。用甲苯使所得到的固體重結晶，以 38% 的產率得到 1.1g 的黃色固體。藉由梯度昇華法對所得到的固體 1.1g 進行昇華純化(條件：壓力為 4.0×10^{-2} Pa，氬流量為 0 mL/min，355 $^{\circ}$ C)。昇華純化後，以 88% 的回收率得到 1.0g 的黃色固體。以下示出步驟 3 的合成方案。

【 0366 】

[化學式 50]



【 0367 】 圖 44A、圖 44B 示出藉由上述步驟 3 得到的

黃色固體的核磁共振光譜法 (^1H -NMR) 的測量結果。圖 44B 是放大圖 44A 中的 6.5ppm 至 8.5ppm 的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由本合成例子可以得到 1,6mmtBuPCAPrn-03。

^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): δ =1.41(s, 36H), 6.77-6.89(m, 6H), 6.96-7.05(m, 4H), 7.10(t, J 1=7.8Hz, 2H), 7.17-7.23(m, 6H), 7.32-7.42(m, 4H), 7.45(d, J 1=1.8Hz, 4H), 7.52(t, J 1=1.8Hz, 2H), 7.80-7.85(m, 4H), 7.95(d, J 1=7.8Hz, 2H), 8.02(d, J 1=8.1Hz, 2H), 8.26(d, J 1=9.3Hz, 2H)。

【 0368 】 接著，圖 45 示出甲苯溶液中的 1,6mmtBuPCAPrn-03 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 46 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。固體薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的 V550 型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入石英槽中測得的光譜而得到的光譜。另外，薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計 U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。量子產率使用絕對 PL 量子產率測定裝置(由日本濱松光子學株式會社製造的 Quantaaurus-QY)測量。

【 0369 】 從圖 45 可知，甲苯溶液中的 1,6mmtBuPCAPrn-03 在 425nm、355nm、282nm 具有吸收峰，發射光譜的峰

位於 456nm(激發波長 400nm)。另外，從圖 46 可知，1,6mmtBuPCAPrn-03 的薄膜在 430nm、398nm、335nm、315nm、295nm 及 265nm 具有吸收峰，發射光譜的峰位於 470nm、491nm、535nm(激發波長 400nm)。從上述結果可知，1,6mmtBuPCAPrn-03 發射藍色光且可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

【0370】另外，在測量甲苯溶液的量子產率時，其產率為非常高，亦即 86%，作為發光材料很合適。

實施例 6

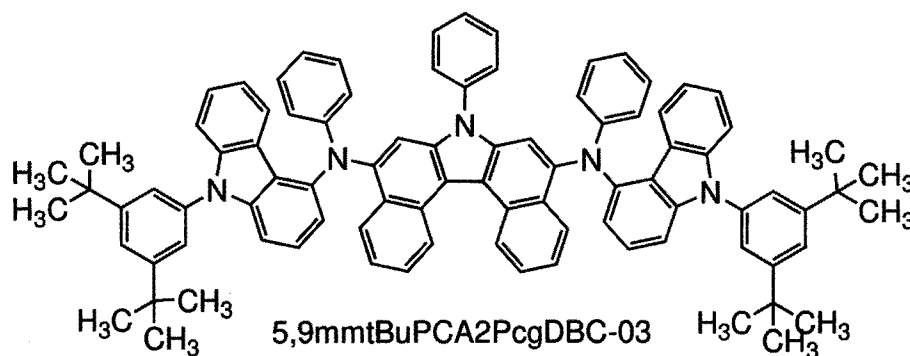
【0371】

《合成例子 3》

在本合成例子中，說明本發明的一個實施方式的有機化合物 N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-7-苯基-7H-二苯并[c,g]咔唑-5,9-二胺(簡稱：5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03)的合成方法。以下示出 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 的結構式。

【0372】

[化學式 51]



【 0373 】

<步驟 1：4-溴-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑的合成>
與實施例 5 的合成例子 2 中的步驟 1 同樣地進行合成。

【 0374 】

<步驟 2：N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺的合成>
與實施例 5 的合成例子 2 中的步驟 2 同樣地進行合成。

【 0375 】

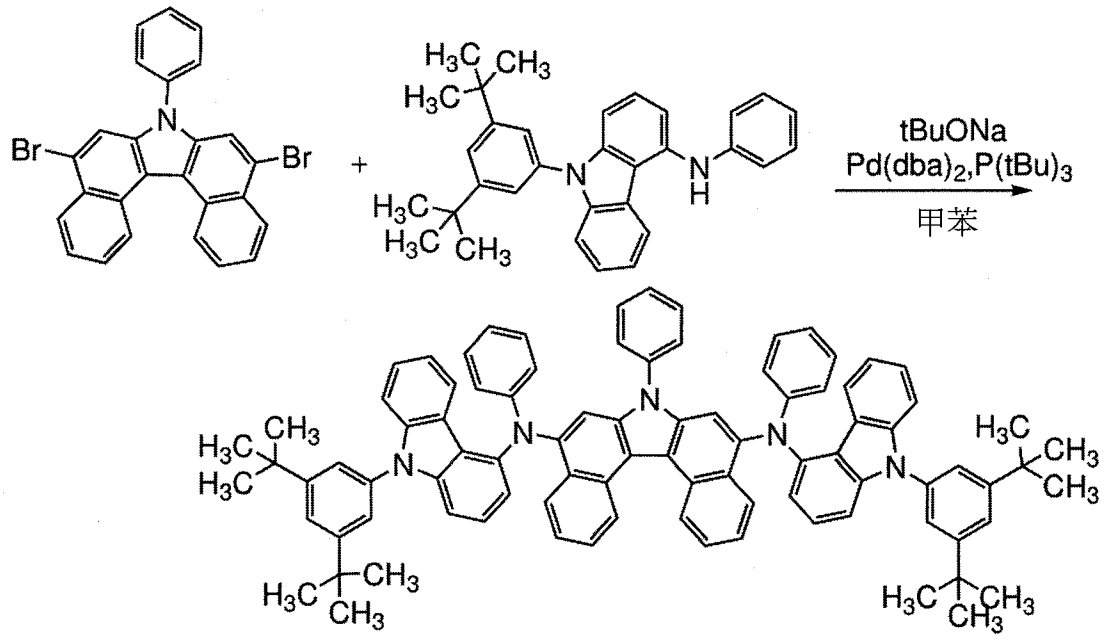
<步驟 3：5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 的合成>

將 0.81g(1.6mmol) 的 5,9-二溴-7-苯基二苯并[c,g]咔唑、1.7g(3.9mmol) 的 N-苯基-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺、0.93g(9.7mmol) 的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加甲苯 20mL、三(三級丁基)膦的 10% 己烷溶液 0.2mL，進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苄基丙酮)鈦(0) 19mg(32 μ mol)，在氮氣流下以 110℃ 進行加熱攪拌 14.5 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到固體。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷：甲苯=3：1，接著己烷：甲苯=3：2)純化該固體。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固體重結晶，以 83% 的產率得到 1.7g 的黃色固體。藉由梯度昇華法對所得到的固體 1.4g 進行昇華純化。昇華純化在壓力為 4.2×10^{-2} Pa，氬流量為 0mL/min 的條件下，以 350℃ 加熱來進行。昇華純化後，以 86% 的回收率得到 1.2g 的黃色固

體。以下示出步驟3的合成方案。

【 0376】

[化學式 52]



【 0377】 圖 47A、圖 47B 示出藉由上述步驟 3 得到的黃色固體的核磁共振光譜法 (¹H-NMR) 的測量結果。圖 47B 是放大圖 47A 中的 6.5ppm 至 9.5ppm 的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由本合成例子可以得到 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03。

¹H NMR(DMSO-d₆ , 300MHz) : δ=1.38(s , 36H) , 6.60(d , J1=6.9Hz , 2H) , 6.83-6.88(m , 4H) , 6.95-7.09 (m , 6H) , 7.19-7.45(m , 23H) , 7.57(t , J1=1.5Hz , 2H) , 7.67-7.75(m , 4H) , 8.26(d , J1=8.4Hz , 2H) , 9.18(d , J1=8.4Hz , 2H) 。

【 0378】 接著，圖 48 示出甲苯溶液中的 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 的吸收光譜及發射光譜的測量

結果。另外，圖 49 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。另外，薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的 V550 型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入石英槽中測得的光譜而得到的光譜。另外，薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計 U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。量子產率使用絕對 PL 量子產率測定裝置(由日本濱松光子學株式會社製造的 Quantaaurus-QY)測量。

【 0379 】 從圖 48 可知，甲苯溶液中的 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 在 422nm、352nm、282nm 具有吸收峰，發射光譜的峰位於 455nm、480nm(激發波長 422nm)。另外，從圖 49 可知，5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 的薄膜在 422nm、356nm 及 275nm 具有吸收峰，發射光譜的峰位於 471nm、495nm(激發波長 400 nm)。從上述結果可知，5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03 發射藍色光且可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

【 0380 】 另外，在測量甲苯溶液的量子產率時，其產率為非常高，亦即 82%，作為發光材料很合適。

實施例 7

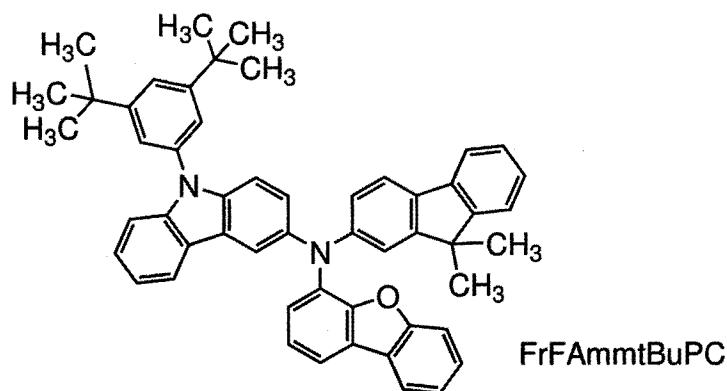
【 0381 】

《合成例子 4》

在本合成例子中，說明在實施方式1中作為結構式(166)示出的本發明的一個實施方式的有機化合物N-(二苯并呋喃-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶-3-胺(簡稱：FrFAmmtBuPC)的合成方法。以下示出FrFAmmtBuPC的結構式。

【0382】

[化學式 53]



【0383】

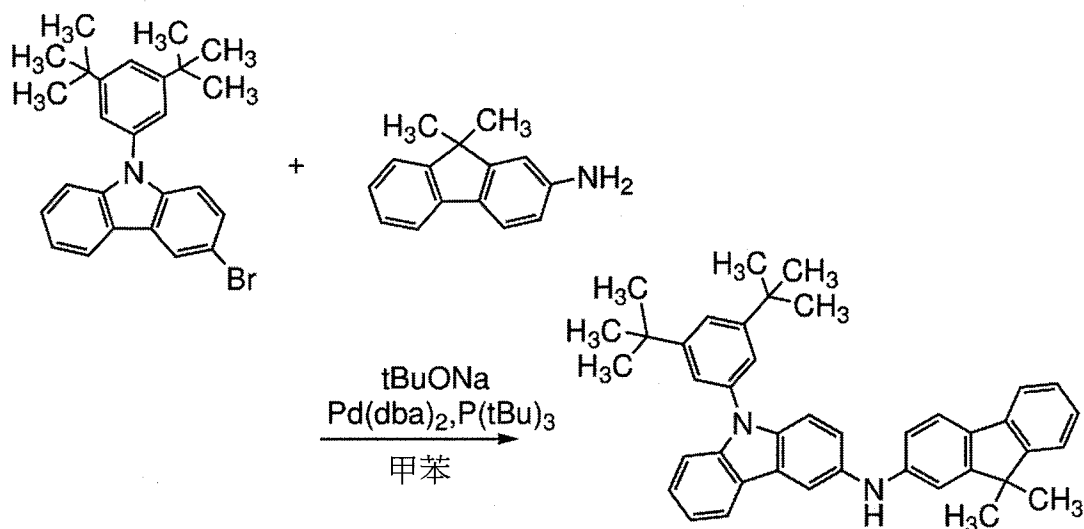
<步驟1：N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶-3-胺的合成>

將15g(35mmol)的3-溴-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶、11g(52mmol)的2-胺基-9,9-二甲基芴、10g(0.10mol)的三級丁醇鈉放入1000mL三頸燒瓶中。對該混合物添加甲苯175mL及三(三級丁基)膦的10%己烷溶液0.4mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苺基丙酮)鈣(0)0.20g(0.35mmol)，在氮氣流下以110℃進行加熱攪拌7小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃

縮所得到的濾液而得到油狀物。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=2：1，接著甲苯：己烷=3：2)對該油狀物進行純化，以21%的產率得到4.0g的淡茶色固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷：乙酸乙酯=100：1)對純化不完的固體進行純化，以18%的產率得到3.6g的淡茶色固體。以下示出步驟1的合成方案。

【0384】

[化學式 54]



【0385】圖50A、圖50B示出藉由上述步驟2得到的淡茶色固體的核磁共振光譜法(¹H-NMR)的測量結果。圖50B是放大圖50A中的6.5ppm至8.5ppm的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由步驟1可以得到N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-呿啞-3-胺。

¹H NMR(DMSO-d₆, 300MHz) : δ=1.38(s, 18H), 1.41(s, 6H), 7.03(dd, J₁=8.4Hz, J₂=2.1Hz, 1H), 7.16-7.30(m, 5H), 7.37-7.47(m, 6H), 7.54(t, J₁=1.5Hz,

1H), 7.63(d, J1=8.1Hz, 2H), 8.01(d, J1=1.8Hz, 1H), 8.17(d, J1=7.8Hz, 1H), 8.23(s, 1H)。

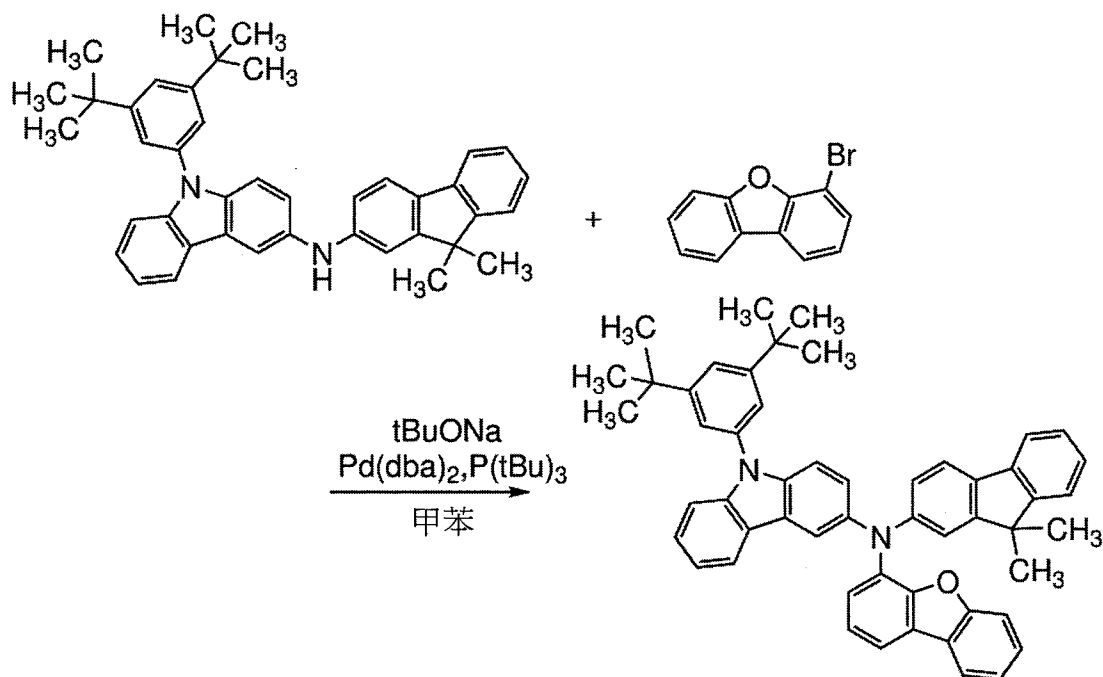
【0386】

<步驟2：FrFAMmtBuPC的合成>

將 3.7g(6.2mmol)的 N-(9,9-二甲基芐-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯)-9H-吡啶-3-胺、1.1g(4.1mmol)的 4-溴二苯并呋喃、1.2g(12mmol)的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加甲苯 20mL、三(三級丁基)磷的 10% 己烷溶液 0.2mL，進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苺基丙酮)鈦(0) 35mg(67 μ mol)，在氮氣流下以 110℃ 進行加熱攪拌 6.5 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到固體。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷：甲苯=3：1)純化該固體。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固體重結晶，以 72% 的產率得到 2.2g 的白色固體。濃縮藉由重結晶所得的濾液而得到固體，用乙酸乙酯/乙醇使該固體重結晶，以 17% 的產率得到 0.51g 的白色固體。藉由梯度昇華法對所得到的固體 2.6g 進行昇華純化。昇華純化在壓力為 3.7Pa，氬流量為 15mL/min 的條件下，以 265℃ 加熱來進行。昇華純化後，以 89% 的回收率得到 2.3g 的白色固體。以下示出步驟 2 的合成方案。

【0387】

[化學式 55]



【0388】圖 51A、圖 51B 示出藉由上述步驟 2 得到的白色固體的核磁共振光譜法 (¹H-NMR) 的測量結果。圖 51B 是放大圖 51A 中的 6.5ppm 至 8.5ppm 的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由本合成例子可以得到 FrFAMmtBuPC。

¹H NMR(DMSO-d₆, 300MHz): δ=1.26(s, 6H), 1.37(s, 18H), 6.81(dd, J₁=8.4Hz, J₂=2.4Hz, 1H), 7.01(d, J₁=1.8Hz, 1H), 7.18-7.49(m, 15H), 7.54(t, J₁=1.8Hz, 1H), 7.63-7.68(m, 2H), 7.95(dd, J₁=7.8Hz, J₂=1.2Hz, 1H), 8.15-8.19(m, 3H)。

【0389】接著，圖 52 示出甲苯溶液中的 FrFAMmtBuPC 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 53 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。固體薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度

計(由日本分光株式會社製造的V550型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入石英槽中測得的光譜而得到的光譜。另外，薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。

【0390】從圖52可知，甲苯溶液中的FrFAmmtBuPC在342 nm、325nm、310nm、282nm具有吸收峰，發射光譜的峰位於418nm(激發波長325nm)。另外，從圖53可知，FrFAmmtBuPC的薄膜在384nm、340nm及280nm具有吸收峰，發射光譜的峰位於425nm(激發波長340nm)。

實施例8

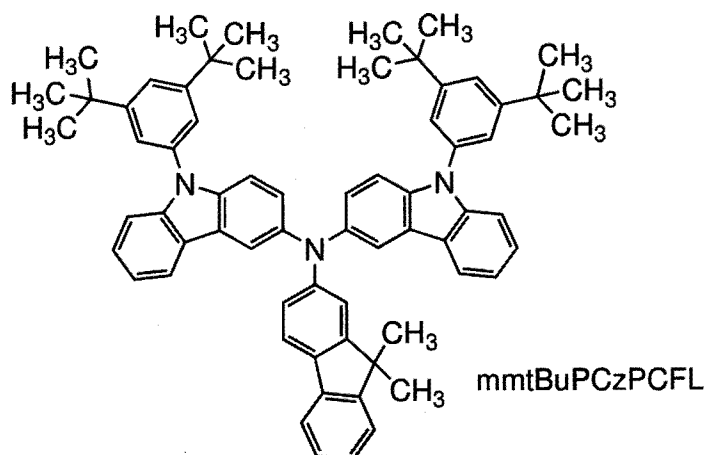
【0391】

《合成例子5》

在本合成例子中，說明在實施方式1中作為結構式(174)示出的本發明的一個實施方式的有機化合物N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶]-3,3'-胺(簡稱：mmtBuPCzPCFL)的合成方法。以下示出mmtBuPCzPCFL的結構式。

【0392】

[化學式 56]



【 0393 】

<步驟 1：N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺的合成>

與實施例 7 的合成例子 4 中的步驟 1 同樣地進行合成。

【 0394 】

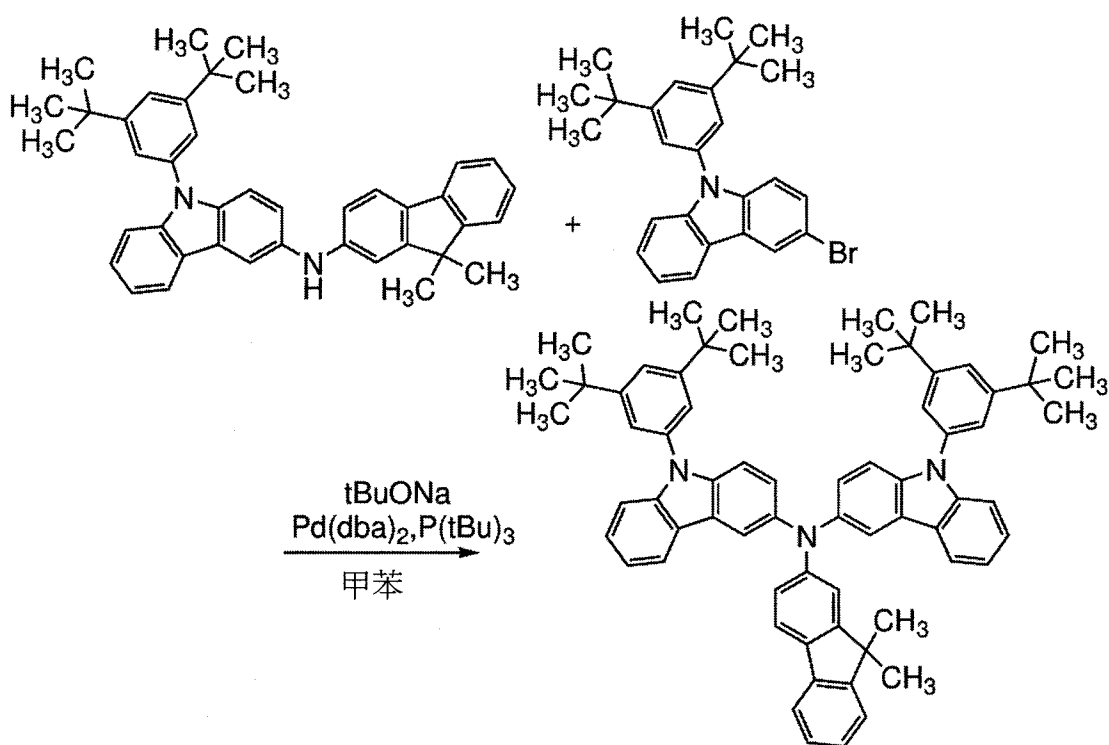
<步驟 2：mmtBuPCzPCFL 的合成>

將 2.8g(4.9mmol) 的 N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺、1.4g(3.3mmol) 的 3-溴-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑、0.94g(9.8mmol) 的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加甲苯 20 mL、三(三級丁基)膦的 10% 己烷溶液 0.2mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苄基丙酮)鈦(0) 19mg(33 μmol)，在氮氣流下以 110℃ 進行加熱攪拌 6.5 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到固體。藉由矽膠管柱層析法(展開溶劑：

己烷：甲苯=3：1)純化該固體。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固體重結晶，以91%的產率得到2.7g的白色固體。藉由梯度昇華法對所得到的固體2.7g進行昇華純化。昇華純化在壓力為3.3Pa，氬流量為15mL/min的條件下，以305℃加熱來進行。昇華純化後，以95%的回收率得到2.6g的淡黃色固體。以下示出步驟2的合成方案。

【0395】

[化學式 57]



【0396】圖54A、圖54B示出藉由上述步驟2得到的白色固體的核磁共振光譜法(^1H -NMR)的測量結果。圖54B示出放大圖54A中的6.5ppm至8.5ppm的範圍而示出的圖表。另外，以下示出數值資料。由此，可知藉由本合成例子可以得到mmtBuPCzPCFL。

^1H NMR(DMSO- d_6 , 300MHz) : $\delta=1.30(\text{s}$, 6H) ,

1.36(s , 36H) , 6.86(dd , J1=8.4Hz , J2=2.1Hz , 1H) , 7.14(d , J1=2.1Hz , 1H) , 7.16-7.23(m , 3H) , 7.24-7.34(m , 3H) , 7.36-7.45(m , 11H) , 7.54(t , J1=1.8Hz , 2H) , 7.60-7.66(m , 2H) , 8.01-8.14(m , 4H) 。

【0397】接著，圖55示出甲苯溶液中的mmtBuPCzPCFL的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖56是薄膜的吸收光譜及發射光譜。薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的V550型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入石英槽中測得的光譜而得到的光譜。另外，薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。

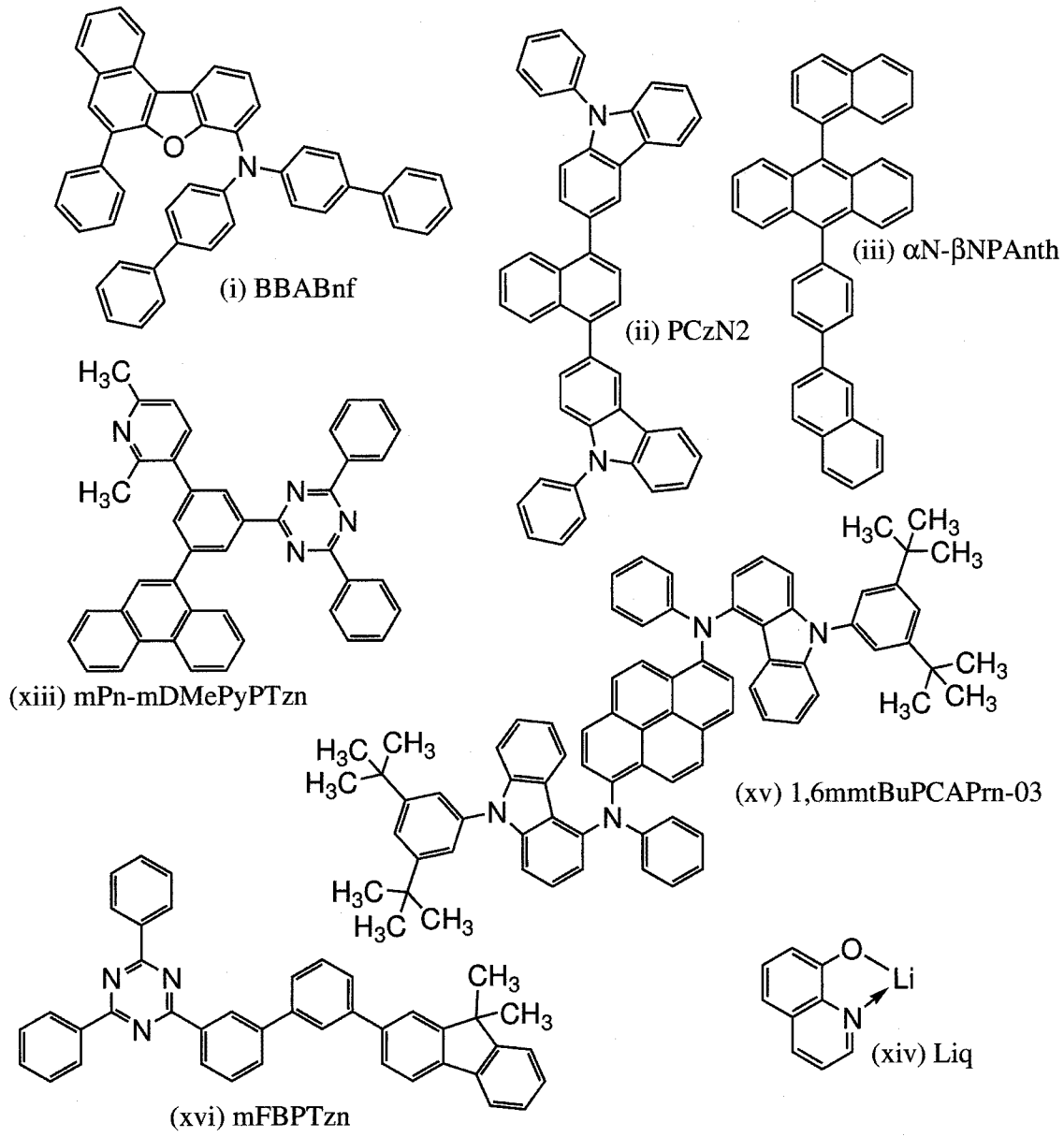
【0398】從圖55可知，甲苯溶液中的mmtBuPCzPCFL在361nm、323nm、287nm具有吸收峰，發射光譜的峰位於441nm(激發波長323nm)。另外，從圖56可知，mmtBuPCzPCFL的薄膜在420nm、365nm、324nm及294nm具有吸收峰，發射光譜的峰位於444nm(激發波長360nm)。

實施例9

【0399】在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置4。以下示出在發光裝置4中使用的有機化合物的結構式。

【0400】

[化學式 58]



【 0401 】

(發光裝置4的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成第一電極101。注意，將其厚度設定為70nm，其電極面積為2mm×2mm。

【 0402 】 接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行

370秒的UV臭氧處理。

【0403】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0404】接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(i)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.1(=BBABnf：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0405】接著，在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層112。

【0406】接著，以以上述結構式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)、以上述結構式(xv)表示的N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-萘-1,6-二胺(簡稱：1,6mmtBuPCAPrn-03)的重量比為1：0.03(= $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$ ：1,6mmtBuPCAPrn-03)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0407】然後，在發光層113上以厚度為10nm的方式形成以上述結構式(xvi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)，並且以上述結構式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)與以上述結構式(xiv)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Liq)且厚度為15nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0408】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式蒸鍍Liq來形成電子注入層115，接著，以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成第二電極102，由此製造本實施例的發光裝置4。

【0409】以下表示出上述發光裝置的元件結構。

【0410】

[表 9]

電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	α N- β NPAnth : 1,6mmtBuPCAPrn-03 (1:0.03)	mFBPTzn	mPn- mDMePyPTzn: Liq (1:1)	Liq

【0411】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光裝置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)，然後對上述發光裝置的初始特性進行測量。

【0412】圖57示出發光裝置4的亮度-電流密度特性，圖58示出電流效率-亮度特性，圖59示出亮度-電壓特性，圖60示出電流-電壓特性，圖61示出外部量子效率-亮度特性，圖62示出發射光譜。另外，以下示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0413】

[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(%)
發光裝置4	3.8	0.33	8.3	0.13	0.15	13.9	12.1

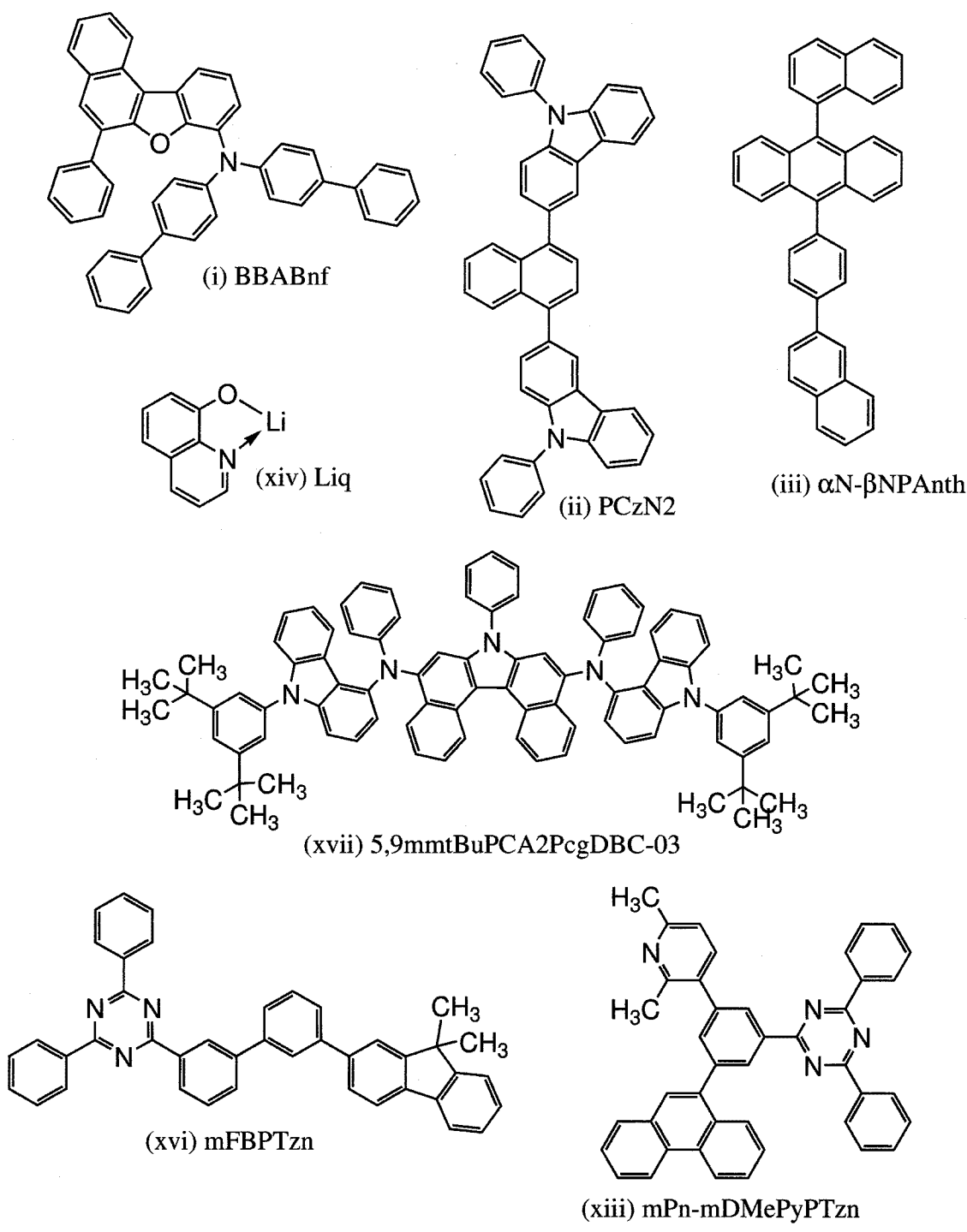
【0414】從圖57至圖62可知，本發明的一個實施方式的發光裝置4是特性良好的EL裝置。

實施例10

【0415】在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置5。以下示出在發光裝置5中使用的有機化合物的結構式。

【0416】

[化學式 59]



【 0417 】

(發光裝置5的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)，來形成第一電極 101。注意，將其厚度

設定為70nm，其電極面積為2mm×2mm。

【0418】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0419】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在170℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0420】接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(i)表示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.1(=BBABnf：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0421】接著，在電洞注入層111上以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍以上述結構式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層112。

【0422】接著，以以上述結構式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)、以上述結構式(xvii)表示的N,N'-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-7-苯基-7H-二苯并[c,g]咔唑-5,9-

二胺 (簡 稱 : 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03) 的 重 量 比 為 1 : 0.03(=αN-βNPAnth : 5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03) 且 厚 度 為 25nm 的 方 式 進 行 共 蒸 鍍 , 由 此 形 成 發 光 層 113 。

【 0423 】 然 後 , 在 發 光 層 113 上 以 厚 度 為 10nm 的 方 式 形 成 以 上 述 結 構 式 (xvi) 表 示 的 2-[3'-(9,9-二 甲 基 -9H-蒽 -2-基)-1,1'- 聯 苯 -3- 基]-4,6- 二 苯 基 -1,3,5- 三 嗪 (簡 稱 : mFBPTzn) , 並 且 以 上 述 結 構 式 (xiii) 表 示 的 2-[3-(2,6-二 甲 基 -3-吡 啶 基)-5-(9-菲 基) 苯 基]-4,6- 二 苯 基 -1,3,5- 三 嗪 (簡 稱 : mPn-mDMePyPTzn) 與 以 上 述 結 構 式 (xiv) 表 示 的 8-羥 基 喹 啉 -鋰 (簡 稱 : Liq) 的 重 量 比 為 1 : 1(=mPn-mDMePyPTzn : Liq) 且 厚 度 為 15nm 的 方 式 進 行 共 蒸 鍍 , 由 此 形 成 電 子 傳 輸 層 114 。

【 0424 】 在 形 成 電 子 傳 輸 層 114 之 後 , 以 厚 度 為 1nm 的 方 式 蒸 鍍 Liq 來 形 成 電 子 注 入 層 115 , 接 著 , 以 厚 度 為 200 nm 的 方 式 蒸 鍍 鋁 來 形 成 第 二 電 極 102 , 由 此 製 造 本 實 施 例 的 發 光 裝 置 5 。

【 0425 】 以 下 表 示 出 上 述 發 光 裝 置 5 的 元 件 結 構 。

【 0426 】

[表 11]

電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	αN-βNPAnth: 5, 9mmtBuPCA2PcgDBC-03 (1: 0.03)	mFBPTzn	mPn- mDMePyPTzn : Liq (1: 1)	Liq

【 0427 】 在 氮 氛 圍 的 手 套 箱 中 , 以 不 使 發 光 裝 置 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)，然後對發光裝置5的初始特性進行測量。

【0428】圖63示出發光裝置5的亮度-電流密度特性，圖64示出電流效率-亮度特性，圖65示出亮度-電壓特性，圖66示出電流-電壓特性，圖67示出外部量子效率-亮度特性，圖68示出發射光譜。另外，以下示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0429】

[表 12]

	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 (%)
發光裝置5	3.7	0.28	6.9	0.13	0.17	14.6	11.2

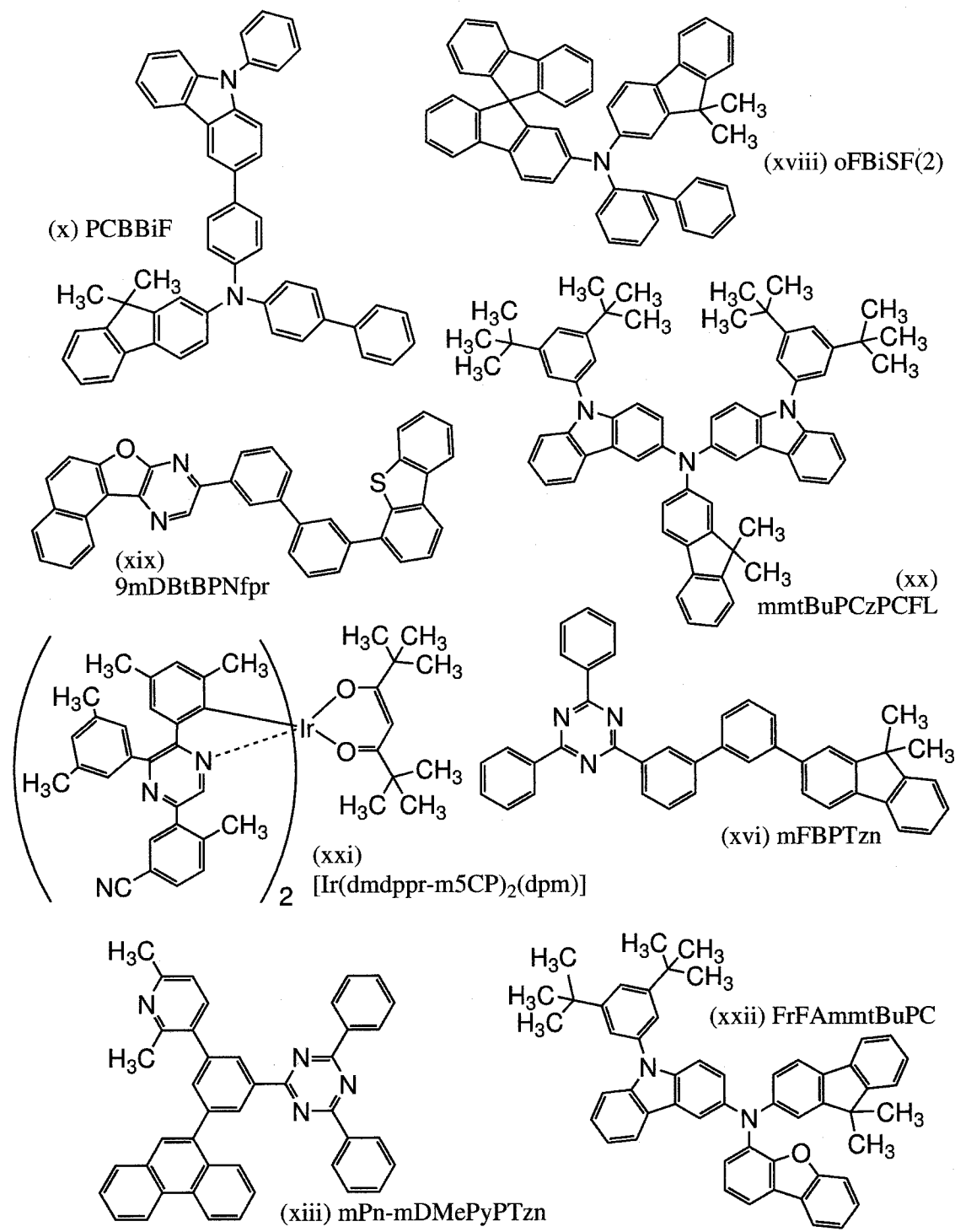
【0430】從圖63至圖68可知，本發明的一個實施方式的發光裝置5是特性良好的EL裝置。

實施例 11

【0431】在本實施例中，說明使用本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置6以及發光裝置7。以下示出發光裝置6及發光裝置7所使用的有機化合物的結構式。

【0432】

[化學式 60]



【 0433 】

(發光裝置6的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的鈣

錫氧化物(ITSO)，來形成第一電極101。注意，將其厚度設定為110nm，其電極面積為2mm×2mm。

【0434】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘烤1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0435】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在170℃的溫度下進行真空烘烤30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0436】接著，以使形成有第一電極101的面朝下的方式將形成有第一電極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在第一電極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以以上述結構式(x)表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)與電子受體材料(OCHD-001)的重量比為1：0.03(=PCBBiF：OCHD-001)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0437】接著，在電洞注入層111上以厚度為100nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後以厚度為90nm的方式蒸鍍以上述結構式(xviii)表示的N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(簡稱：oFBiSF(2))，由此形成電洞傳輸層112。

【0438】接著，以使以上述結構式(xix)表示的9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-

b]吡嗪(簡稱：9mDBtBPNfpr)、以上述結構式(xx)表示的本發明的一個實施方式的有機化合物N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-雙[9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-吡啶]-3,3'-胺(簡稱：mmtBuPCzPCFL)與以上述結構式(xxi)表示的雙{4,6-二甲基-2-[5-(5-氰基-2-甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡啶基- κ N]苯基- κ C}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮- κ^2 O,O')銱(III)(簡稱：[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)])的重量比為0.6：0.4：0.1(=9mDBtBPNfpr：mmtBuPCzPCFL：Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)])且厚度為50nm的方式進行共蒸鍍，來形成發光層113。

【0439】然後，在發光層113上以厚度為10nm的方式形成以上述結構式(xvi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-聯苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mFBPTzn)，並且以上述結構式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：mPn-mDMePyPTzn)與以上述結構式(xiv)表示的8-羥基喹啉-鋰(簡稱：Liq)的重量比為1：1(=mPn-mDMePyPTzn：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0440】在形成電子傳輸層114之後，以厚度為1nm的方式蒸鍍Liq來形成電子注入層115，接著，以厚度為200nm的方式蒸鍍鋁來形成第二電極102，由此製造本實施例的發光裝置6。

【0441】

(發光裝置7的製造方法)

除了發光裝置6中的 mmtBuPCzPCFL替換為以上述結構式(xxii)表示的本發明的一個實施方式的有機化合物 N-(二苯基呋喃-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-(3,5-二-三級丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺(簡稱：FrFAmmtBuPC)以外，發光裝置7與發光裝置6同樣地製造。

【0442】以下表示出發光裝置6及發光裝置7的元件結構。

【0443】

[表 13]

	電洞 注入層	電洞 傳輸層		發光層	電子 傳輸層		電子 注入層
		1	2		1	2	
		10nm	100nm	90nm	50nm	10nm	25nm
發光 裝置6	PCBBiF: OCHD-001	PCBBiF	oFBiSF (2)	*7	mFBPTzn	mPn- mDMePyPTzn : Liq (1: 1)	Liq
發光 裝置7	(1: 0.03)			*8			

*7 9mDBtBPNfpr: mmtBuPCzPCFL: Ir (dmdppr-m5CP)₂ (dpm) (0.6: 0.4: 0.1)

*8 9mDBtBPNfpr: FrFAmmtBuPC: Ir (dmdppr-m5CP)₂ (dpm) (0.6: 0.4: 0.1)

【0444】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光裝置6及發光裝置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)，然後對發光裝置6及發光裝置7的初始特性進行測量。

【0445】圖69示出發光裝置6及發光裝置7的亮度-電流密度特性，圖70示出電流效率-亮度特性，圖71示出亮度-電壓特性，圖72示出電流-電壓特性，圖73示出外部量

子效率-亮度特性，圖 74 示出發射光譜。另外，以下示出各發光裝置的 1000cd/m²附近的主要特性。

【 0446】

[表 14]

	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 (%)
發光裝置6	4.2	0.30	7.4	0.69	0.31	14.4	20.3
發光裝置7	3.8	0.26	6.6	0.69	0.31	15.0	21.6

【 0447】 從圖 69 至圖 74 可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 6 及發光裝置 7 是特性良好的 EL 裝置。

【 0448】

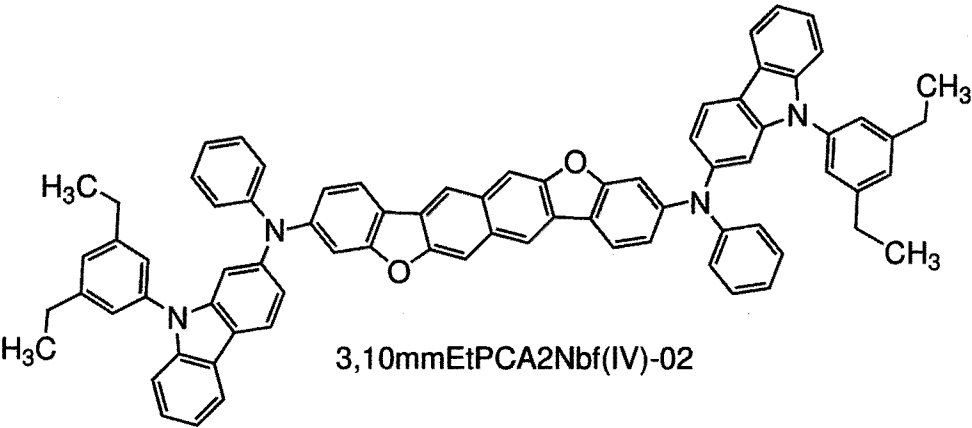
(參考例子 1)

《參考合成例子 1》

在本參考合成例子中，說明在實施例 2 中使用的 N,N'-雙[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-呋啞-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02)的合成方法。以下示出 3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 的結構式。

【 0449】

[化學式 61]



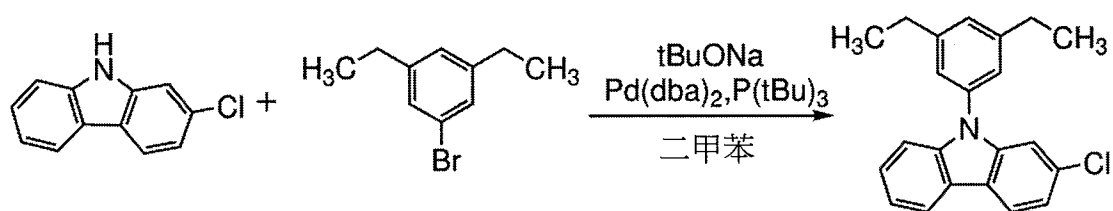
【 0450】

<步驟 1：2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶的合成>

將 3.2g(16mmol)的 2-氯-9H-吡啶、5.0g(23mmol)的 1-溴-3,5-二乙基苯、4.5g(47mmol)的三級丁醇鈉放入 300mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯 80mL、三(三級丁基)膦的 10% 己烷溶液 0.2mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加 90mg(0.16mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，在氮氣流下以 150℃ 進行加熱攪拌 7 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到油狀物。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：己烷)對該油狀物進行純化，以 93% 的產率得到 4.8g 的無色透明油狀物。以下示出步驟 1 的合成方案。

【 0451】

[化學式 62]



【 0452】以下示出藉由上述步驟 1 得到的無色透明油狀物的核磁共振光譜法 (¹H-NMR) 的測量結果。由此可知，藉由步驟 1 得到 2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶。

¹H NMR(CDCl₃ , 300MHz) : δ=1.31(t , J1=7.5Hz , 6H) , 2.75(q , J1=7.5Hz , 4H) , 7.12(s , 3H) , 7.22-7.31 (m , 2H) , 7.36-7.44(m , 3H) , 8.03(dd , J1=8.1Hz ,

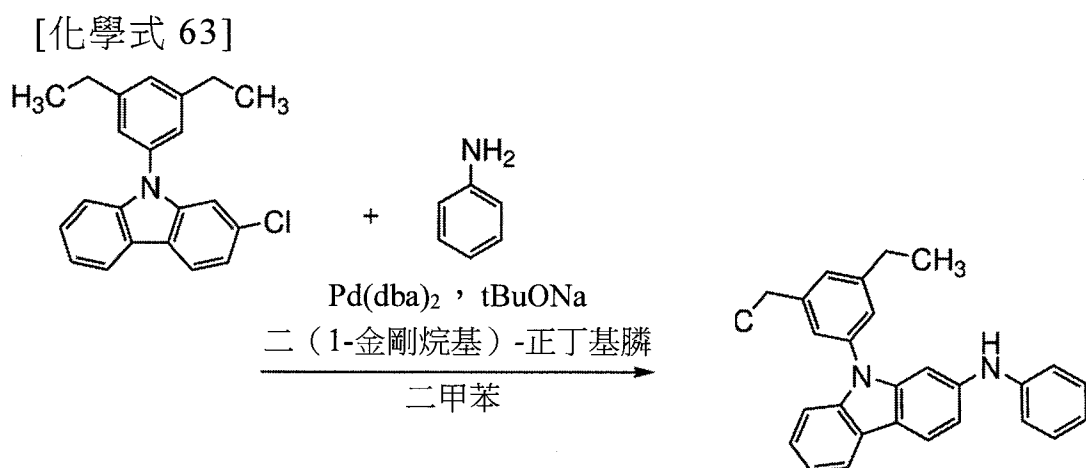
$J_2=0.3\text{Hz}$, 1H) , 8.25(ddd , $J_1=7.8\text{Hz}$, $J_2=1.2\text{Hz}$, $J_3=0.9\text{Hz}$, 1H) 。

【 0453 】

< 步驟 2：N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶-2-基]-N-苯基胺的合成 >

將 4.8g(14mmol) 的 2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶、2.0g(22mmol) 的苯胺、4.2g(43mmol) 的三級丁醇鈉、0.26g(0.72mmol) 的二(1-金剛烷基)-正丁基膦放入 300mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯 75mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加 83mg (0.14mmol) 的雙(二亞苺基丙酮)鈦(0)，在氮氣流下以 150℃ 進行加熱攪拌 7 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=3：7，接著甲苯：己烷=2：3)對該固體進行純化。對所得到的油狀物添加乙醇及己烷，照射超聲波後進行過濾，回收所析出的固體，以 69% 的收率得到 3.9g 的白色固體。以下示出步驟 2 的合成方案。

【 0454 】



【0455】以下示出藉由上述步驟2得到的白色固體的核磁共振光譜法 ($^1\text{H-NMR}$) 的測量結果。由此可知，藉由步驟2得到 N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺。

$^1\text{H NMR}$ (DMSO- d_6 , 300MHz): $\delta=1.25$ (t, $J_1=7.8\text{Hz}$, 6H), 2.70 (q, $J_1=7.8\text{Hz}$, 4H), 6.82 (t, $J_1=7.2\text{Hz}$, 1H), 7.00 (dd, $J_1=8.4\text{Hz}$, $J_2=1.8\text{Hz}$, 1H), 7.07 (d, $J_1=1.8\text{Hz}$, 1H), $7.12-7.31$ (m, 10H), $8.02-8.07$ (m, 2H), 8.37 (s, 1H)。

【0456】

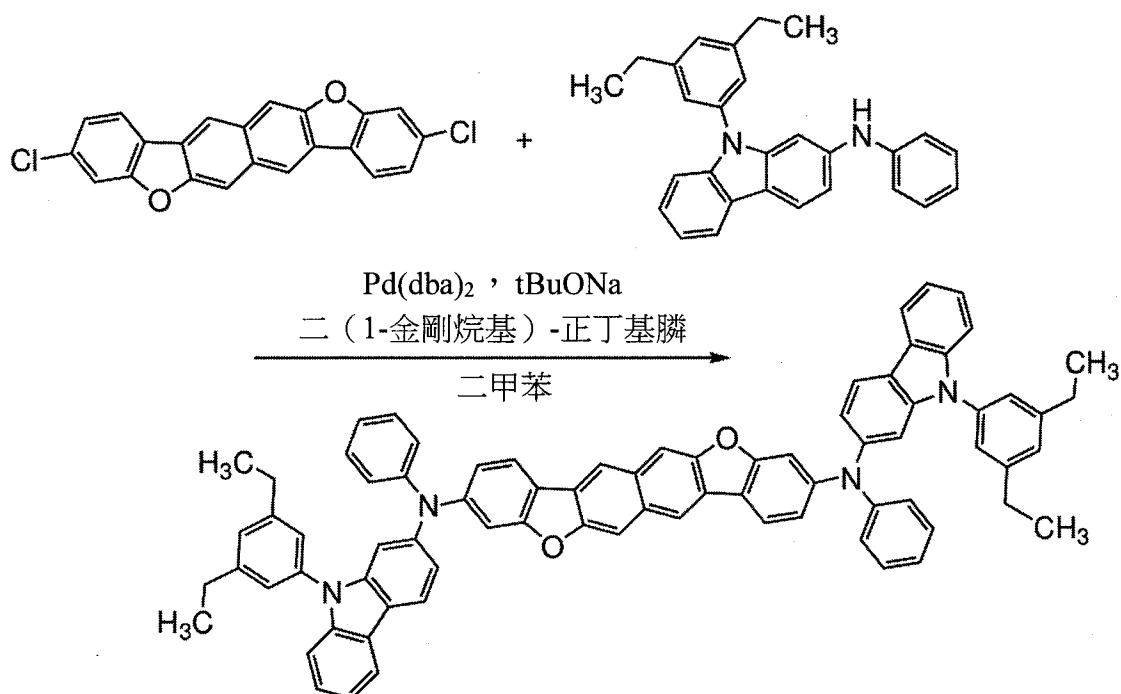
<步驟3：3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02的合成>

將 0.87g (2.3mmol) 的 3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃、2.2g (5.5mmol) 的 N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺、82mg (0.23mmol) 的二(1-金剛烷基)-正丁基磷、1.3g (14mmol) 的三級丁醇鈉放入 200mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加 25mL 的二甲苯。對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加 26mg (46 μmol) 的雙

(二亞苄基丙酮)鈀(0)，在氮氣流下以 150℃ 進行攪拌 14 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：2)對所得到的固體進行純化，得到固體。用甲苯/乙酸乙酯使所得到的固體重結晶，以 75% 的產率得到黃色固體 1.88g。藉由梯度昇華法對所得到的固體 1.2g 進行昇華純化。昇華純化在壓力為 2.2×10^{-2} Pa、氬流量為 0 mL/min 的條件下以 385℃ 加熱來進行。昇華純化後，以 78% 的回收率得到黃色固體 0.93g。以下示出步驟 3 的合成方案。

【0457】

[化學式 64]



【0458】以下示出藉由上述步驟 3 得到的黃色固體的核磁共振光譜法 (¹H-NMR) 的測量結果。由此，可知藉由

步驟3得到3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02。

^1H NMR(CD_2Cl_2 , 300MHz): $\delta=1.12(\text{t}$, $J_1=7.8\text{Hz}$, 12H), 2.60(q, $J_1=7.8\text{Hz}$, 8H), 7.01(s, 2H), 7.06-7.13(m, 10H), 7.20-7.44(m, 18H), 7.89(d, $J_1=8.4\text{Hz}$, 2H), 7.97(s, 2H), 8.04-8.10(m, 4H), 8.36(s, 2H)。

【 0459 】 接著，圖 41 示出 甲苯溶液中的 3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 42 是薄膜的吸收光譜及發射光譜。固體薄膜藉由真空蒸鍍法在石英基板上製造。甲苯溶液的吸收光譜利用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造的 V550 型)進行測量，示出減去僅將甲苯放入石英槽中測得的光譜而得到的光譜。另外，薄膜的吸收光譜使用分光光度計(由日立高新技術公司製造的分光光度計 U4100)測量。另外，發射光譜使用螢光分光光度計(由日本分光株式會社製造，FP-8600)測量。量子產率使用絕對 PL 量子產率測定裝置(由日本濱松光子學株式會社製造的 Quantaaurus-QY)測量。

【 0460 】 從圖 41 可知，甲苯溶液中的 3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 在 433nm、411nm、348nm、322nm、280nm 具有吸收峰且在 451nm、478nm(激發波長 408nm)具有發射光譜的峰。另外，從圖 42 可知，3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02 的薄膜在 436nm、418nm、348nm、322nm 及 280nm 具有吸收峰且在 480nm(激發波長 400nm)具有發射光譜的峰。從上述結果確認

3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02發射藍色光且可知可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

【 0461 】 另外，在測量甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02的量子產率時，其量子產率非常高，亦即88%，可知適合於發光材料。

【 0462 】

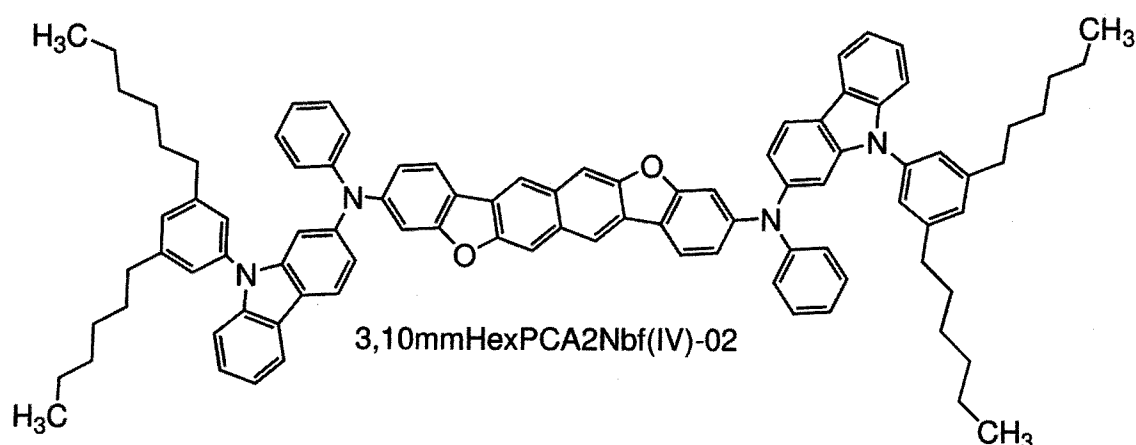
(參考例子2)

《參考合成例子2》

在本參考合成例子中，說明在實施例2中使用的N,N'-雙[9-(3,5-二己基苯基)-9H-呋啞-2-基]-N,N'-二苯基-蔡并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃-3,10-二胺(簡稱：3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02)的合成方法。以下示出3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02的結構式。

【 0463 】

[化學式 65]



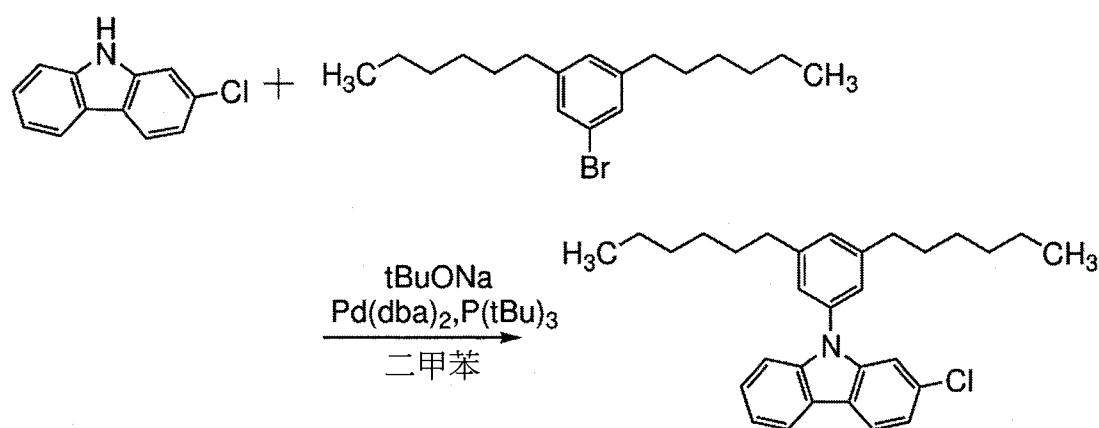
【 0464 】

<步驟1：2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-呋啞的合成>

將 2.9g(14mmol)的 2-氯-9H-咔唑、8.4g(26mmol)的 1-溴-3,5-二己基苯、4.2g(43mmol)的三級丁醇鈉放入 300mL 三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯 75mL 及三(三級丁基)磷的 10% 己烷溶液 0.2mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苄基丙酮)鈀(0) 82 mg(10.14mmol)，在氮氣流下以 150℃ 進行加熱攪拌 1.5 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮所得到的濾液而得到油狀物。使用矽膠管柱層析法(矽膠，展開溶劑：己烷)對該油狀物進行純化，以 22% 的收率得到無色透明油狀物 1.4g。以下示出步驟 1 的合成方案。

【 0465 】

[化學式 66]



【 0466 】以下示出藉由上述步驟 1 得到的油狀物的核磁共振光譜法 (¹H-NMR) 的測量結果。由此可知，藉由步驟 1 得到 2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=0.89(t, J1=6.9Hz, 6H), 1.29-1.43(m, 12H), 1.68(quin, J1=7.8Hz, 4H),

2.69(t , J1=7.8Hz , 4H) , 7.11-7.31(m , 5H) , 7.36-7.44 (m , 3H) , 8.03(d , J1=8.4Hz , 1H) , 8.09(dt , J1=7.8Hz , J2=0.9Hz , 1H) 。

【 0467】

<步驟 2： N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-吡啶-2-基]-N-苯基胺的合成>

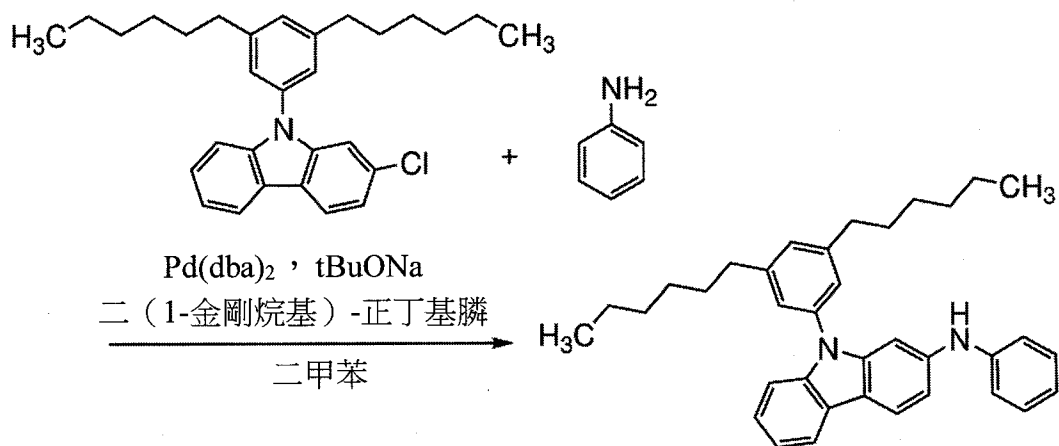
將 1.4g(3.1mmol)的 2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-吡啶、0.55g(5.9mmol)的苯胺、0.90g(9.4mmol)的三級丁醇鈉、56mg(0.16mmol)的二(1-金剛烷基)-正丁基膦放入 200 mL三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯 20mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)18mg(31 μ mol)，在氮氣流下以 150℃ 進行加熱攪拌 7 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液得到茶色油狀物。

【 0468】 將 2.7g(6.1mmol)的 2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-吡啶、0.85g(9.1mmol)的苯胺、1.8g(18mmol)的三級丁醇鈉、0.11g(0.30mmol)的二(1-金剛烷基)-正丁基膦放入 200mL三頸燒瓶中。對該混合物添加二甲苯 30mL，對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)35mg(61 μ mol)，在氮氣流下以 150℃ 進行加熱攪拌 7 小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到茶色油狀物。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷

=1 : 4)對兩批油狀物進行純化，以31%的產率得到黃色固體 1.7g。以下示出步驟2的合成方案。

【 0469 】

[化學式 67]



【 0470 】 以下示出藉由上述步驟2得到的黃色固體的核磁共振光譜法 (¹H-NMR)的測量結果。由此可知，藉由步驟2得到 N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺。

¹H NMR(DMSO-d₆, 300MHz): δ=0.84(t, J1=7.2Hz, 6H), 1.23-1.35(m, 12H), 1.62(quin, J1=7.8Hz, 4H), 2.66(t, J1=7.8Hz, 4H), 6.81(tt, J1=6.9Hz, J2=1.2Hz, 1H), 6.99(dd, J1=8.7Hz, J2=1.8Hz, 1H), 7.07(d, J1=1.8Hz, 1H), 7.11-7.15(m, 3H), 7.18-7.32(m, 7H), 8.02-8.07(m, 2H), 8.35(s, 1H)。

【 0471 】

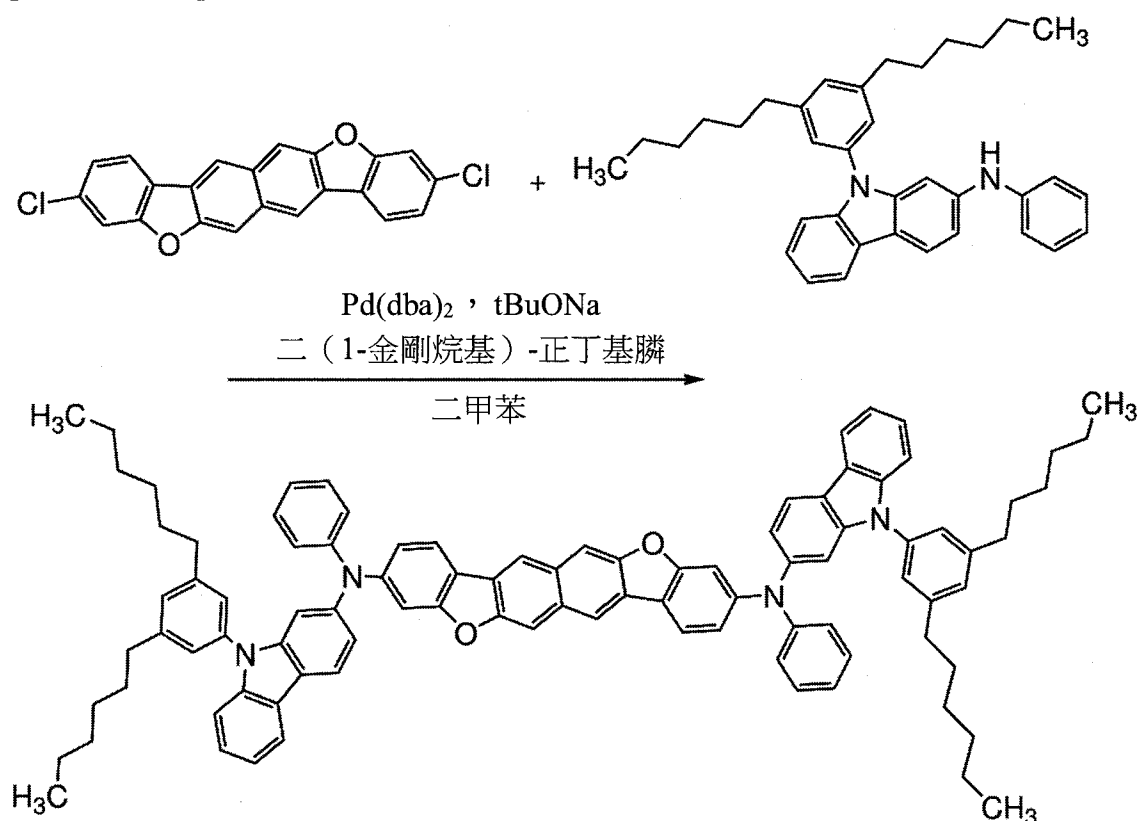
<步驟3：3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02的合成>

將 0.54g(1.4mmol)的 3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']雙苯并呋喃、1.7g(3.4mmol)的 N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-

2-基]-N-苯基胺、51mg(0.14mmol)的二(1-金剛烷基)-正丁基膦、0.83g(8.6mmol)的三級丁醇鈉放入200mL三頸燒瓶中。對該混合物添加15mL的二甲苯。對該混合物進行減壓攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加16mg(29 μ mol)的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，在氮氣流下以150℃進行攪拌14.5小時。攪拌後，對該混合物添加甲苯，藉由矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，濃縮濾液而得到固體。使用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：2)對所得到的固體進行純化。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固體再沉澱，以93%的產率得到黃色固體1.7g。以下示出步驟3的合成方案。

【0472】

[化學式 68]



【0473】以下示出藉由上述步驟3得到的黃色固體的核磁共振光譜法($^1\text{H-NMR}$)的測量結果。由此，可知藉由步驟3得到3,10mmHexPCA2Nbf(IV)-02。

^1H NMR(CD_2Cl_2 ，300MHz)： $\delta=0.83(\text{t}$ ， $J1=6.6\text{Hz}$ ，12H)，1.17-1.31(m，24H)，1.47-1.57(m，8H)，2.55(t， $J1=7.8\text{Hz}$ ，8H)，6.98(s，2H)，7.06-7.13(m，10H)，7.20-7.43(m，18H)，7.88(d， $J1=8.4\text{Hz}$ ，2H)，7.96(s，2H)，8.04-8.09(m，4H)，8.35(s，2H)。

【符號說明】

【0474】

101:第一電極

102:第二電極

103:EL層

111:電洞注入層

112: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:第一電極
403:EL層
404:第二電極
405:密封劑
406:密封劑
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:密封劑
607:空間
608:佈線
609:FPC(軟性印刷電路)
610:元件基板
611:開關用FET
612:電流控制用FET

613:第一電極
614:絕緣物
616:EL層
617:第二電極
618:發光裝置
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:第一電極
1024R:第一電極
1024G:第一電極
1024B:第一電極

1025:分隔壁
1028:EL層
1029:第二電極
1031:密封基板
1032:密封劑
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:邊緣部
2001:外殼
2002:光源
2100:機器人
2110:運算裝置
2101:照度感測器
2102:麥克風
2103:上部照相機
2104:揚聲器
2105:顯示器

2106:下部照相機
 2107:障礙物感測器
 2108:移動機構
 3001:照明裝置
 5000:外殼
 5001:顯示部
 5002:顯示部
 5003:揚聲器
 5004:LED燈
 5006:連接端子
 5007:感測器
 5008:麥克風
 5012:支撐部
 5013:耳機
 5100:掃地機器人
 5101:顯示器
 5102:照相機
 5103:刷子
 5104:操作按鈕
 5150:可攜式資訊終端
 5151:外殼
 5152:顯示區域
 5153:彎曲部
 5120:垃圾

5200:顯示區域
 5201:顯示區域
 5202:顯示區域
 5203:顯示區域
 7101:外殼
 7103:顯示部
 7105:支架
 7107:顯示部
 7109:操作鍵
 7110:遙控器
 7201:主體
 7202:外殼
 7203:顯示部
 7204:鍵盤
 7205:外部連接埠
 7206:指向裝置
 7210:第二顯示部
 7401:外殼
 7402:顯示部
 7403:操作按鈕
 7404:外部連接埠
 7405:揚聲器
 7406:麥克風
 9310:可攜式資訊終端

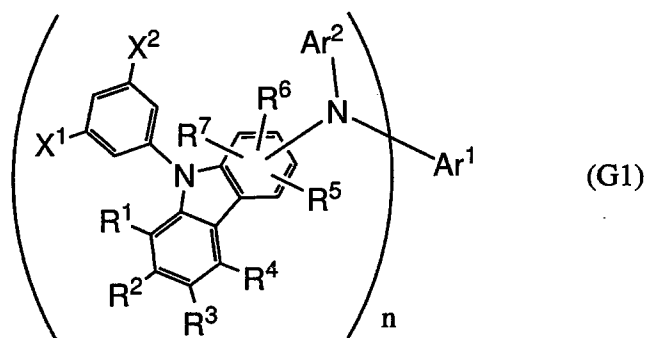
9311:顯示面板

9313:鉸鏈

9315:外殼

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種以下述通式 (G1) 表示的有機化合物，



其中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

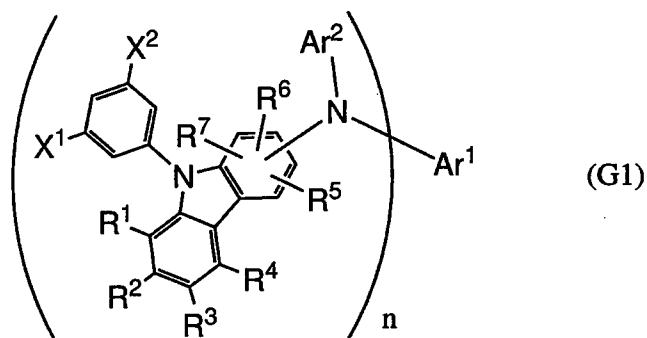
Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且包括三個以上的環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且包括三個以上的環的稠合雜芳環骨架，

Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，

R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個，

並且， n 是1至3的自然數。

【請求項 2】一種以下述通式 (G1) 表示的有機化合物，



其中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且包括三個以上的環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且包括三個以上的環的稠合雜芳環骨架，

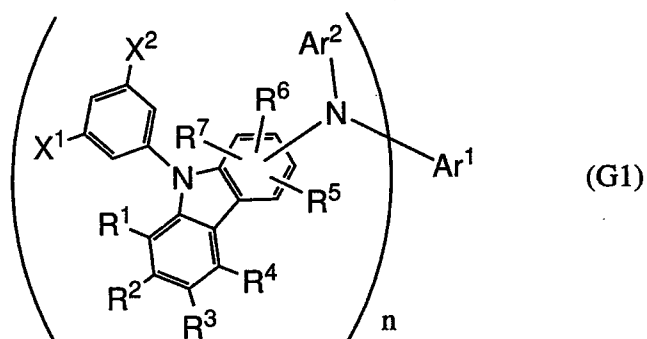
Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，

R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個，

n 是2或3的自然數，

並且，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基彼此相同。

【請求項3】一種以下述通式(G1)表示的有機化合物，



其中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合

於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且包括三個以上的環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且包括三個以上的環的稠合雜芳環骨架，

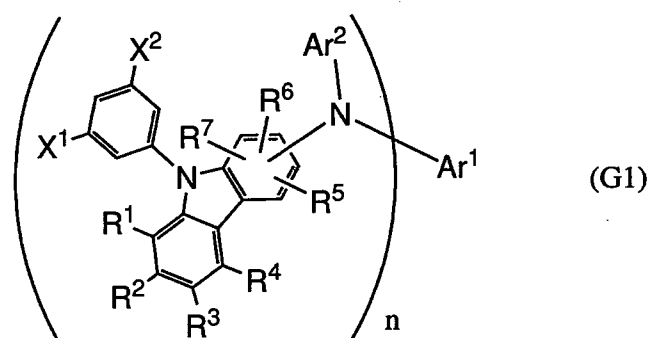
Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，

R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個，

n 是2或3的自然數，

並且，鍵合於 Ar^1 的兩個以上的基彼此不同。

【請求項4】一種以下述通式(G1)表示的有機化合物，



其中， X^1 及 X^2 中的一個表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

其中， X^1 及 X^2 中的另一個表示碳原子數為3或4且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

Ar^1 表示取代或未取代的碳原子數為10至60且包括三個以上的環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且包括三個以上的環的稠合雜芳環骨架，

Ar^2 表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基，

R^1 至 R^7 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、
碳原子數為3至12的環烷基和未取代或作為取代基鍵合有
烷基的碳原子數為6至13的芳基中的任意個，

並且， n 是1至3的自然數。

【請求項5】如請求項1至4中任一項之有機化合物，

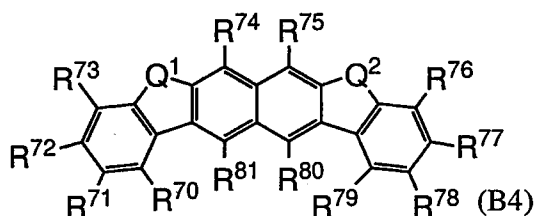
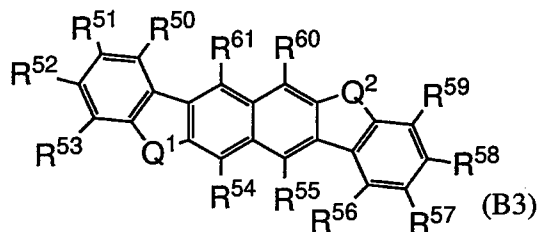
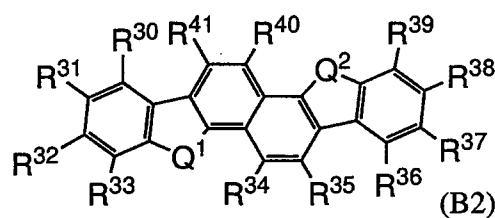
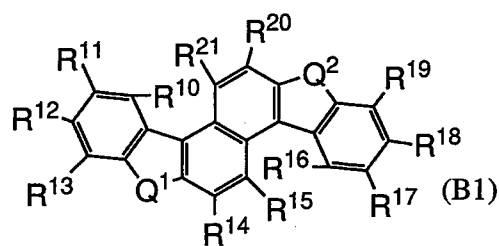
其中 Ar^1 為取代或未取代的碳原子數為10至60且包括
四至九個環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子
數為8至60且包括三至九個環的稠合雜芳環骨架。

【請求項6】如請求項1至4中任一項之有機化合物，

其中 Ar^1 為取代或未取代的碳原子數為8至60且包括四
至七個環的稠合雜芳環骨架。

【請求項7】如請求項1至4中任一項之有機化合物，

其中 Ar^1 表示以通式(B1)至(B4)表示的雜芳環骨架中的
任意個，



Q^1 及 Q^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子，

在通式(B1)中， R^{10} 至 R^{21} 中的一個、兩個、或三個表

示連接至氮原子的單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個，

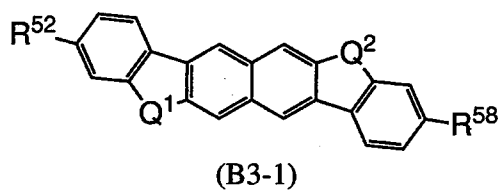
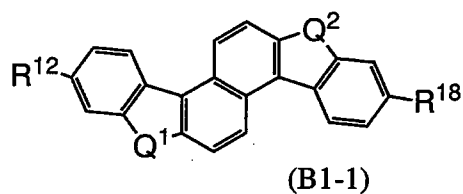
在通式(B2)中， R^{30} 至 R^{41} 中的一個、兩個、或三個表示連接至氮原子的單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個，

在通式(B3)中， R^{50} 至 R^{61} 中的一個、兩個、或三個表示連接至氮原子的單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個，

並且在通式(B4)中， R^{70} 至 R^{81} 中的一個、兩個、或三個表示連接至氮原子的單鍵，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、碳原子數為3至12的環烷基和碳原子數為6至13的未取代或作為取代基鍵合有烷基的芳基中的任意個。

【請求項8】如請求項1至4中任一項之有機化合物，

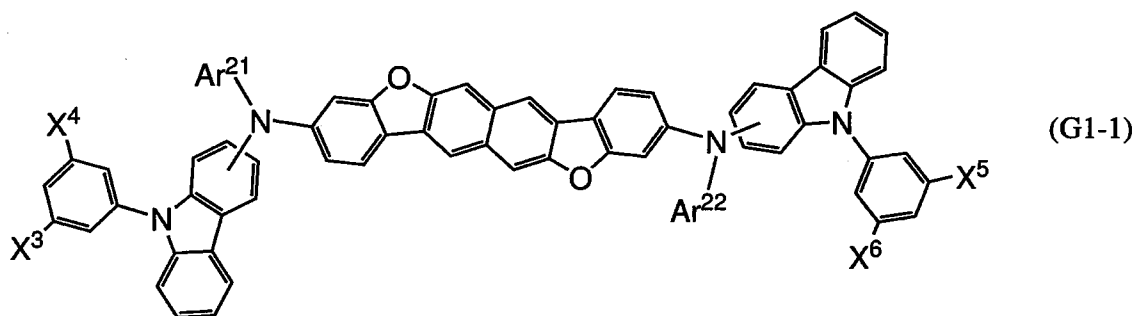
其中 Ar^1 表示以下述通式(B1-1)或(B3-1)表示的雜芳環骨架，



Q^1 及 Q^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子，

並且 R^{12} 、 R^{18} 、 R^{52} 及 R^{58} 表示連接至氮原子的單鍵。

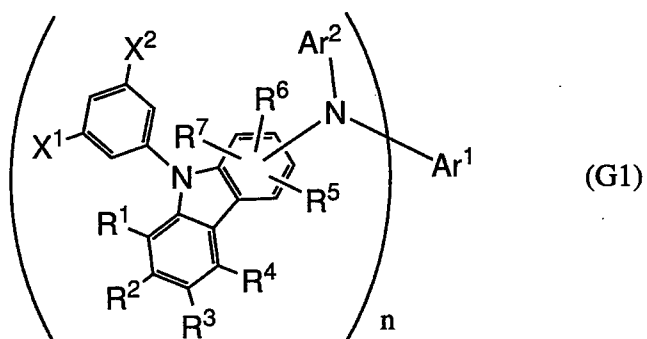
【請求項9】一種以下述通式(G1-1)表示的有機化合物，



其中， X^3 至 X^6 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

並且， Ar^{21} 及 Ar^{22} 分別獨立地表示取代或未取代的碳原子數為6至25的芳基。

【請求項10】一種以下述通式(G1)表示的有機化合物，

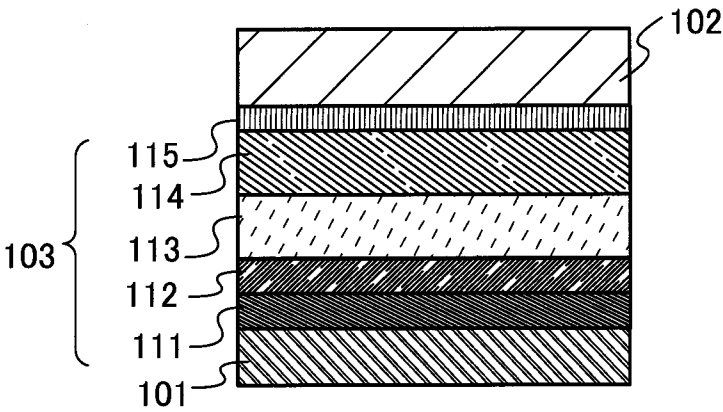


其中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示碳原子數為3至6且鍵合

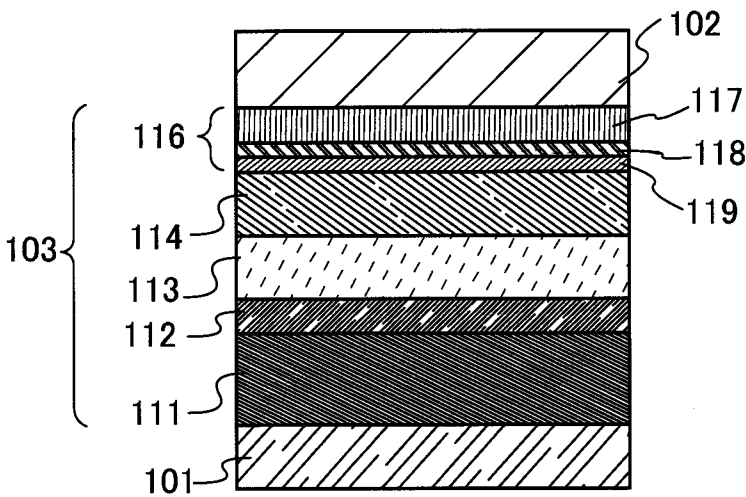
於苯基的碳具有支鏈的二級或三級烷基，

Ar¹表示取代或未取代的碳原子數為10至60且包括兩個以上的環的稠合芳香環骨架或者取代或未取代的碳原子數為8至60且包括兩個以上的環的稠合雜芳環骨架。

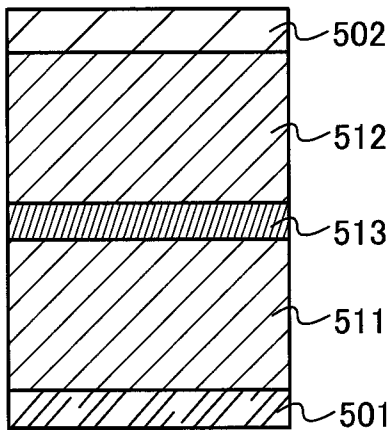
【發明圖式】



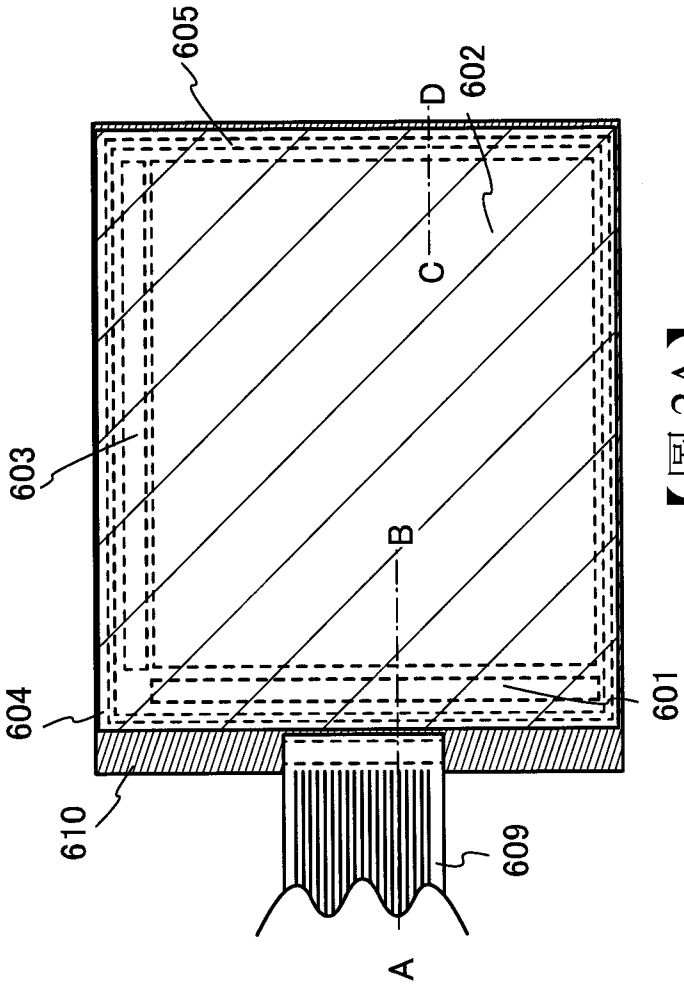
【圖 1A】



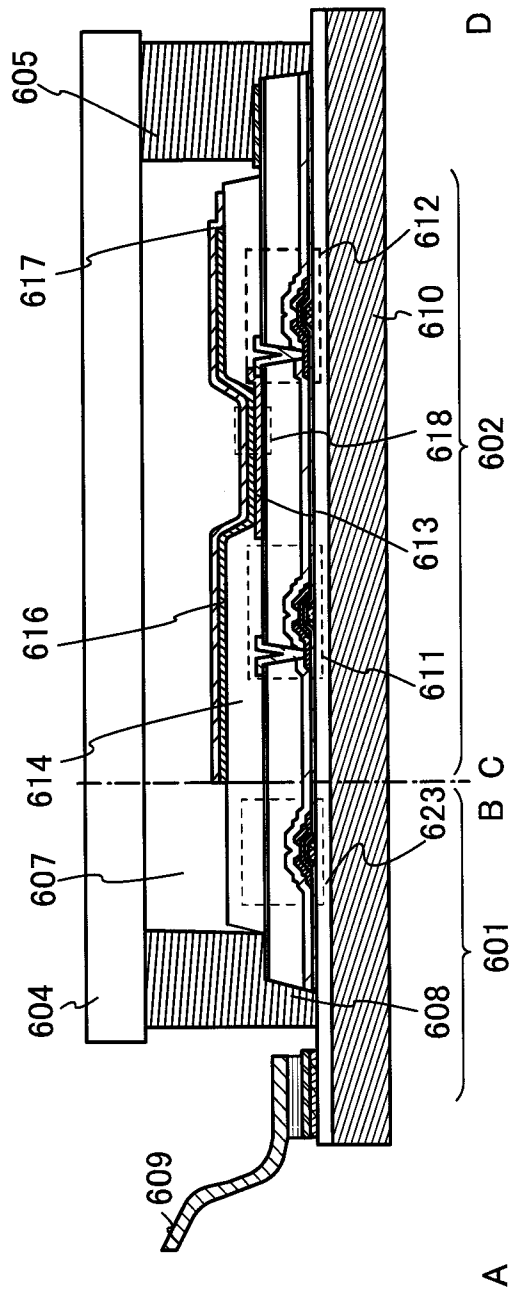
【圖 1B】



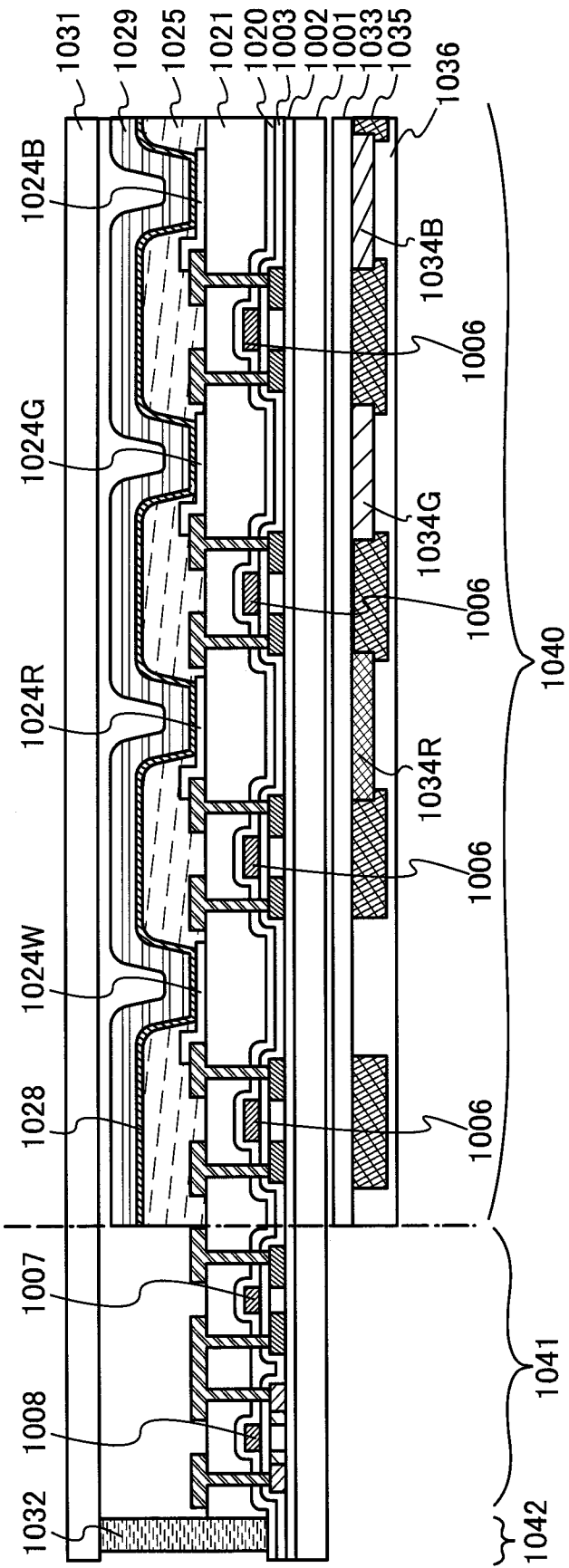
【圖 1C】



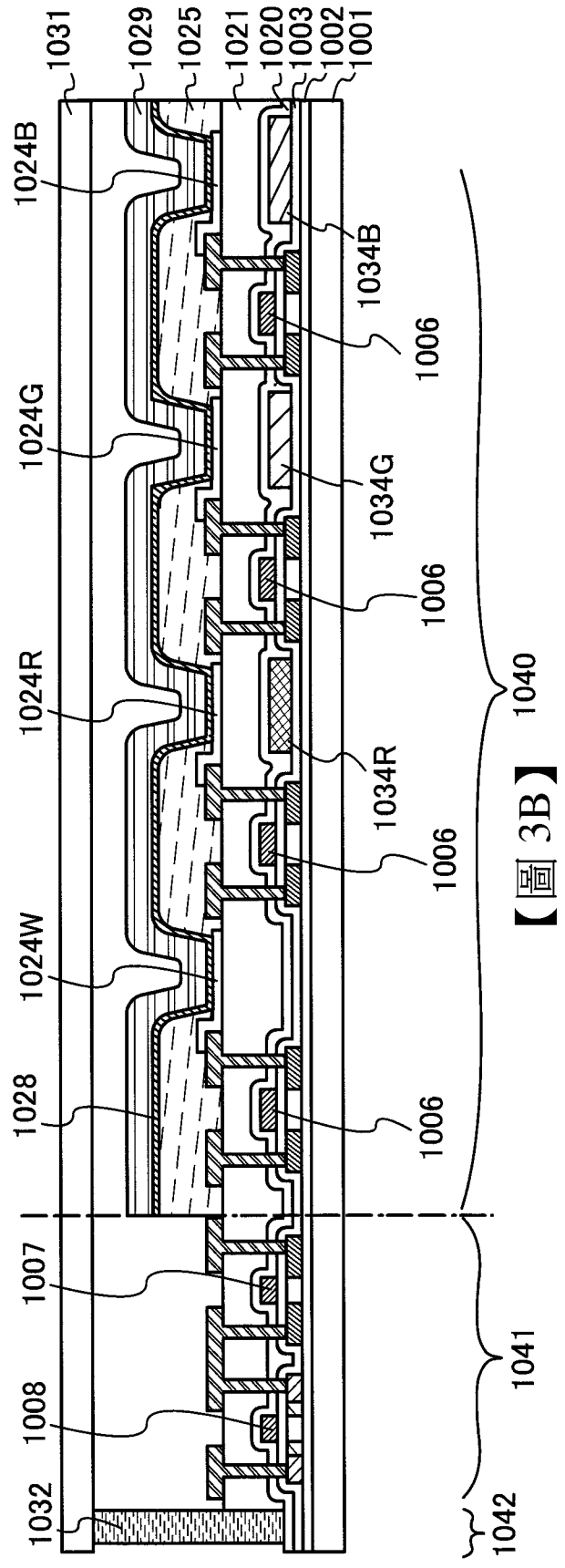
【圖 2A】



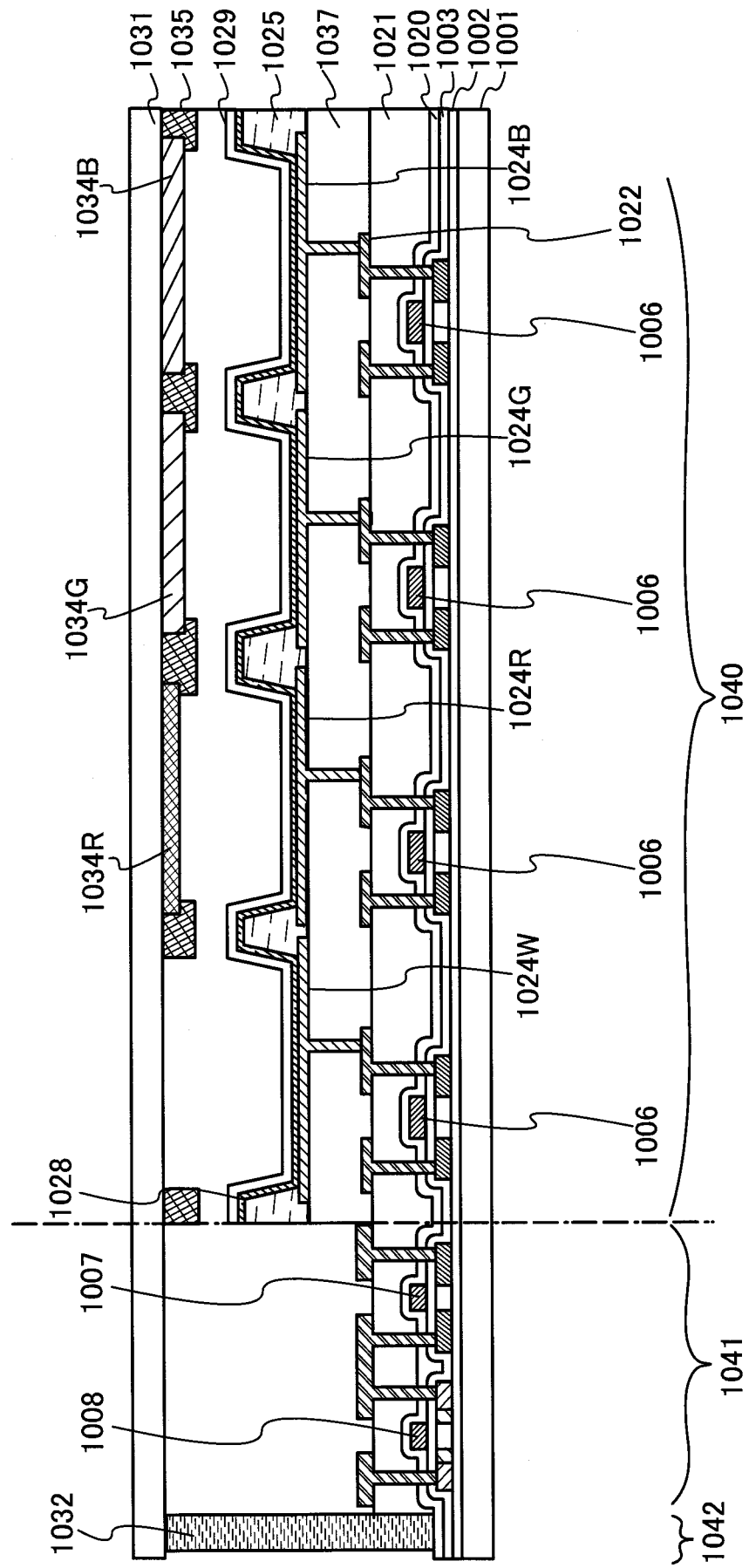
【圖 2B】



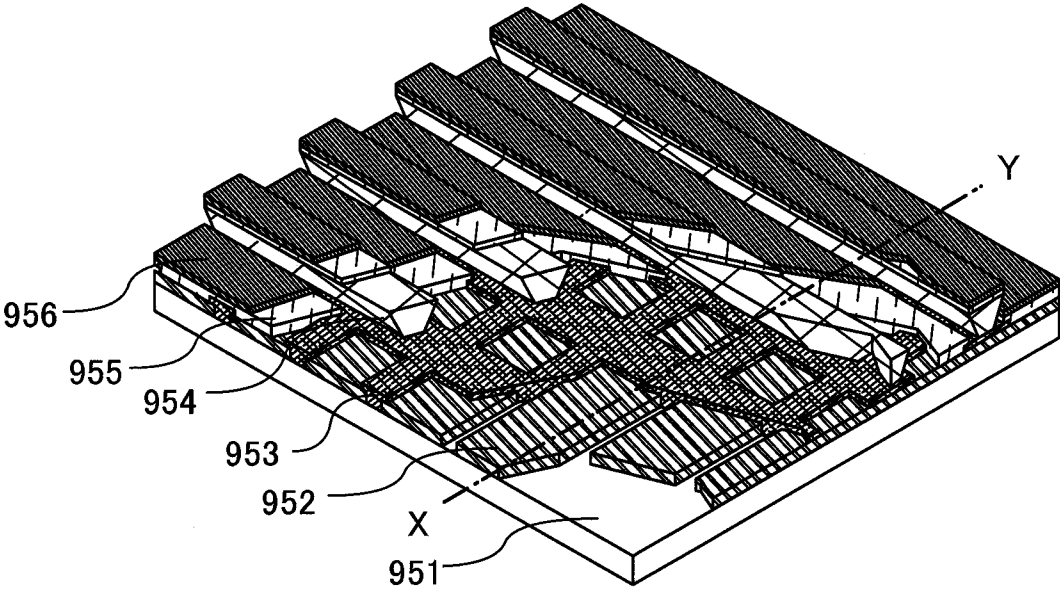
【圖 3A】



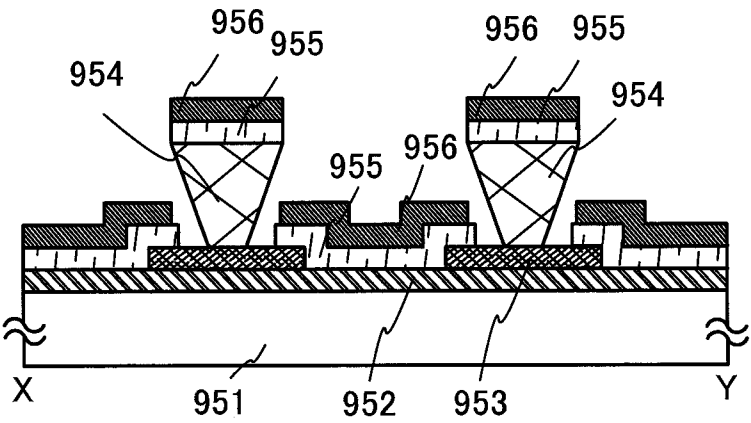
【圖 3B】



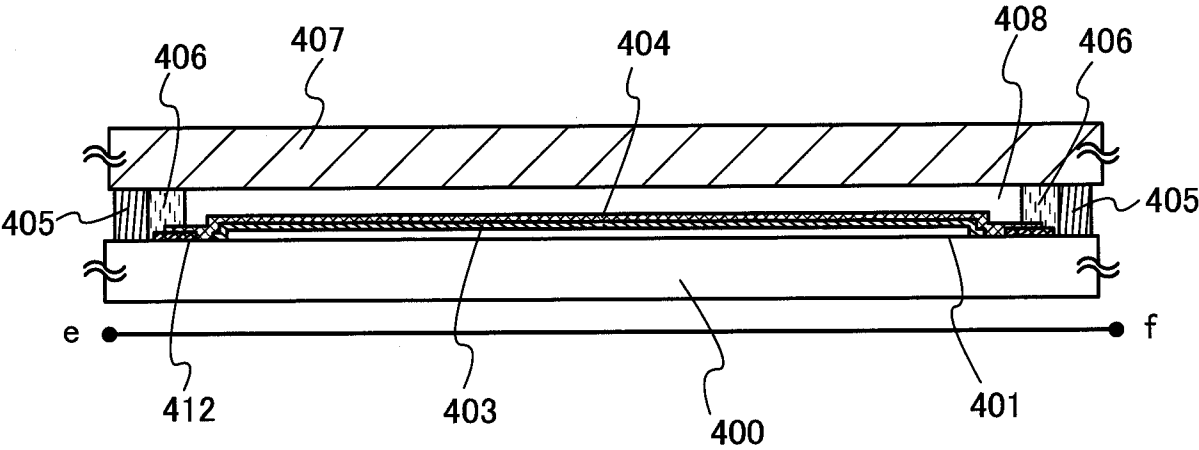
【圖 4】



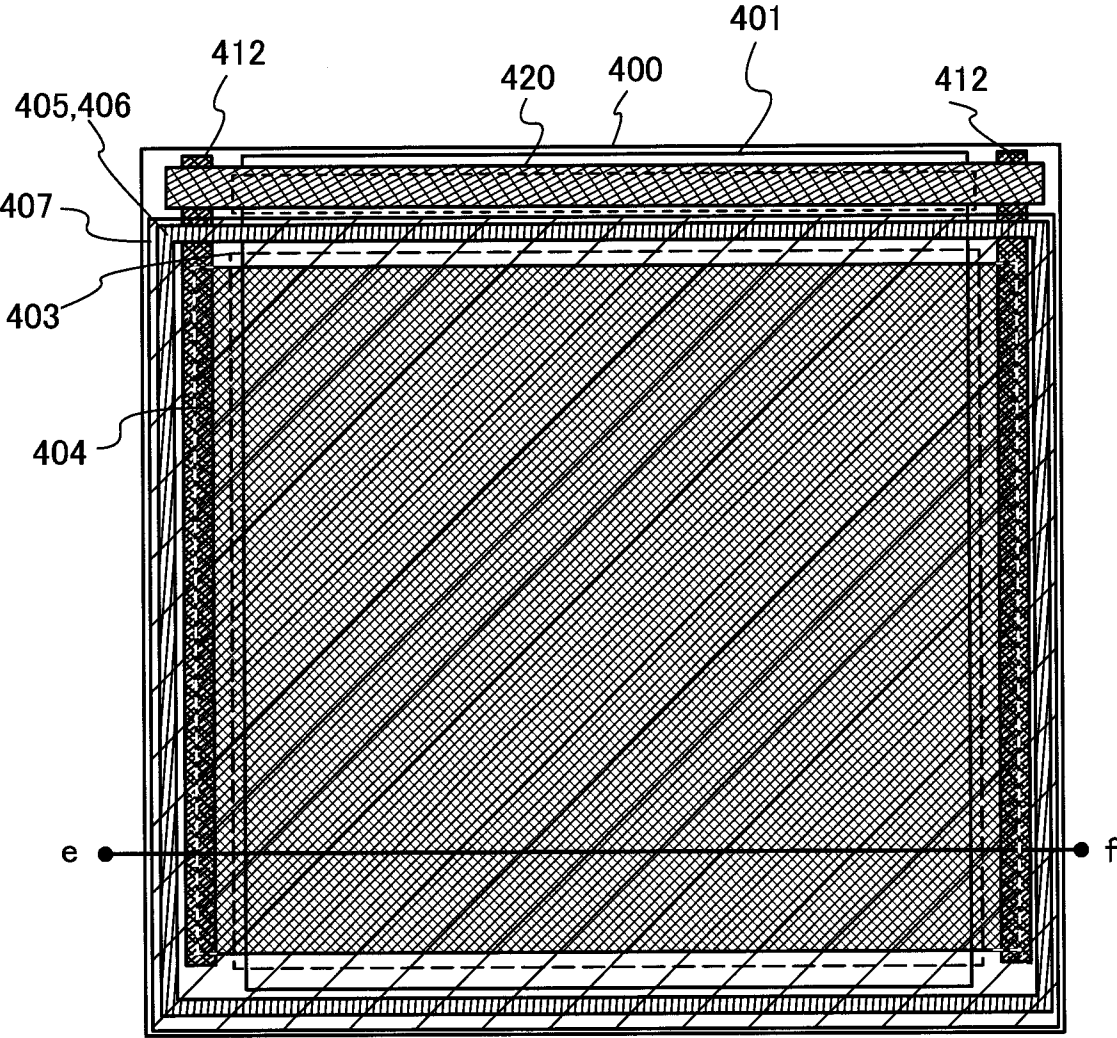
【圖 5A】



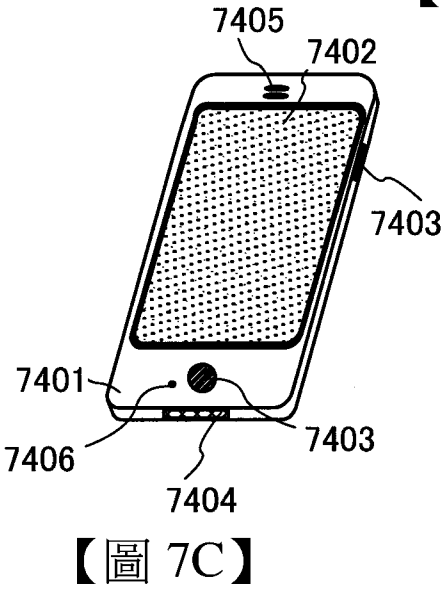
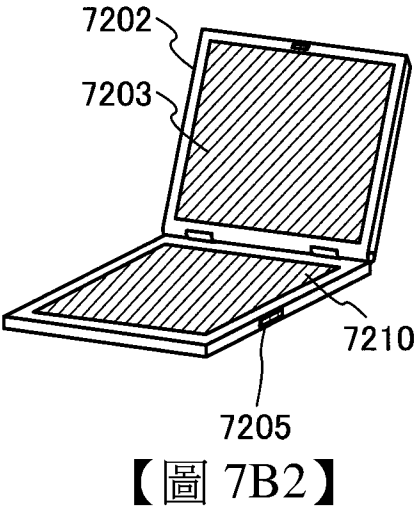
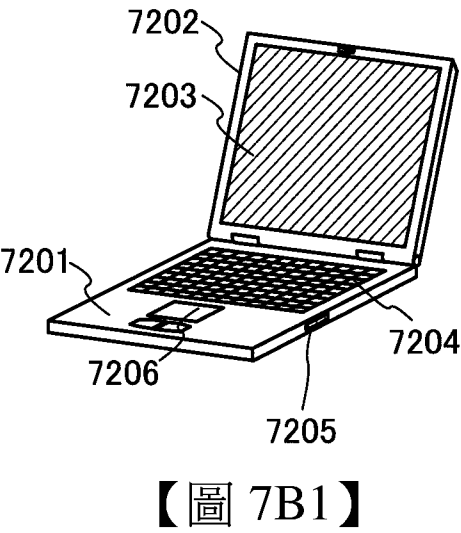
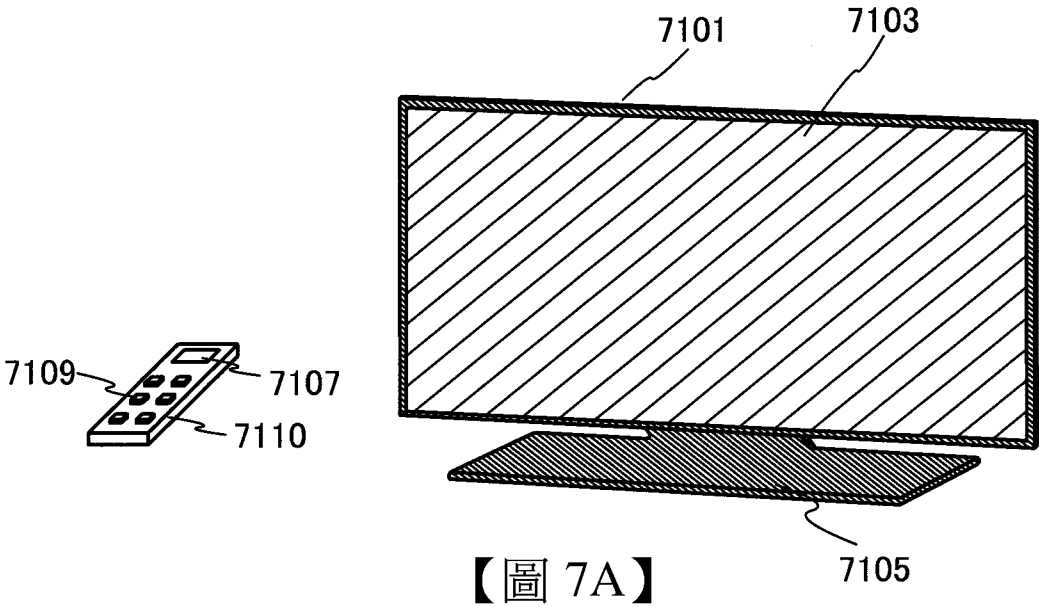
【圖 5B】

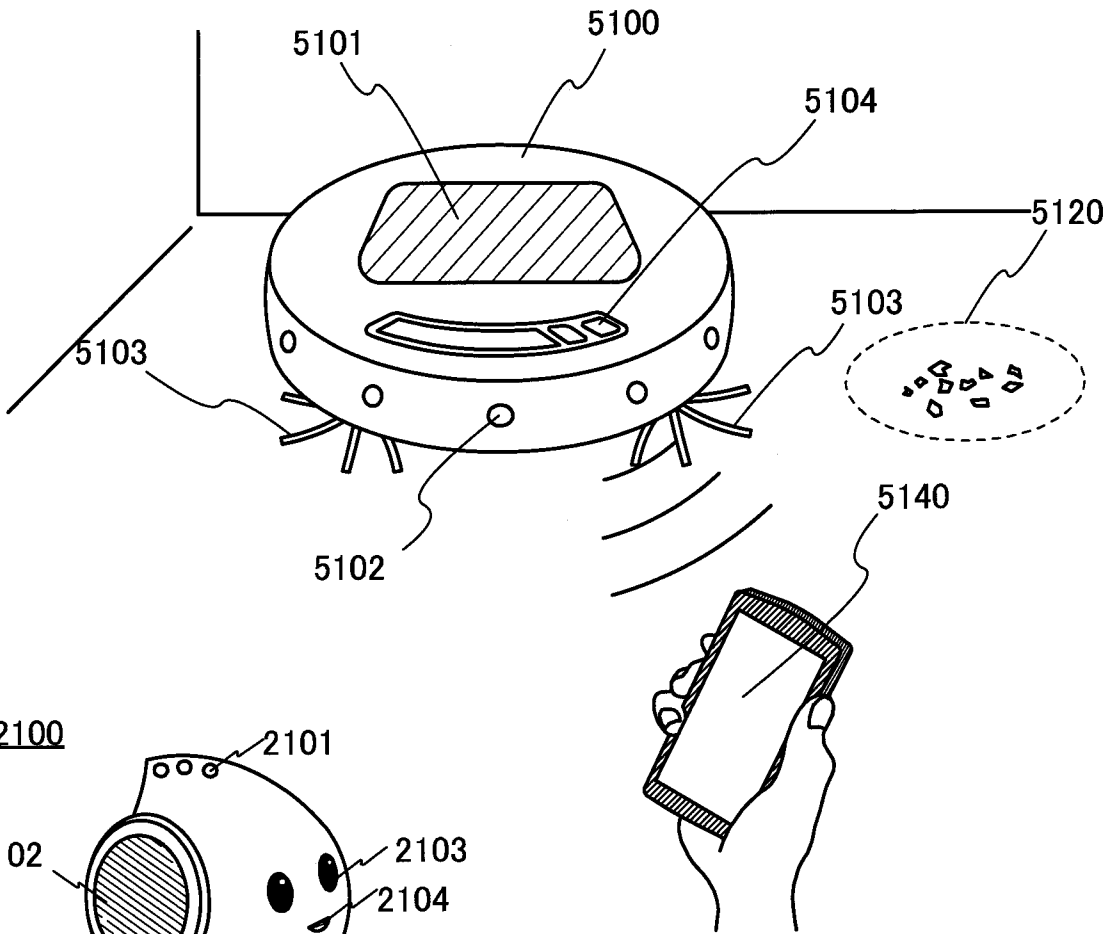


【圖 6A】

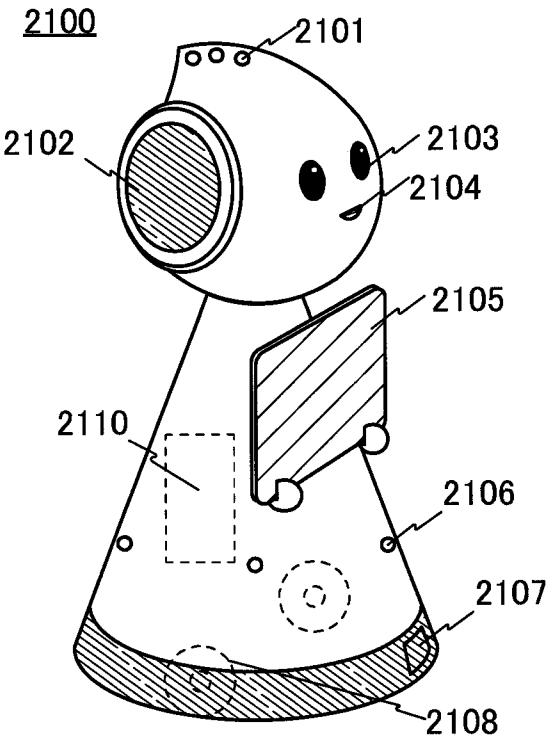


【圖 6B】

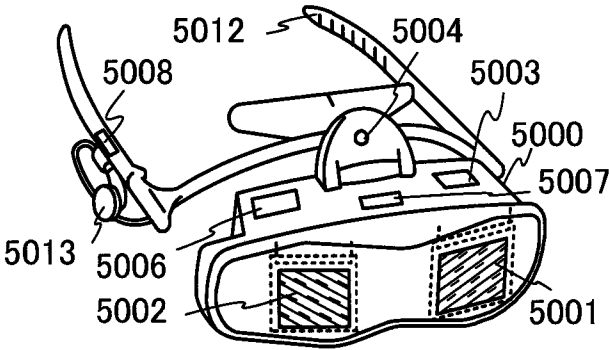




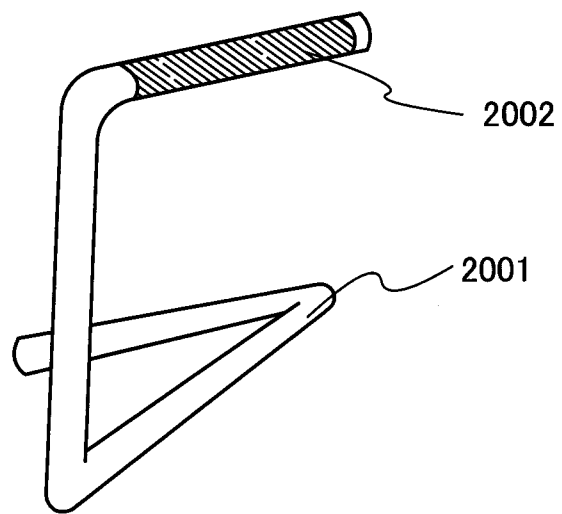
【圖 8A】



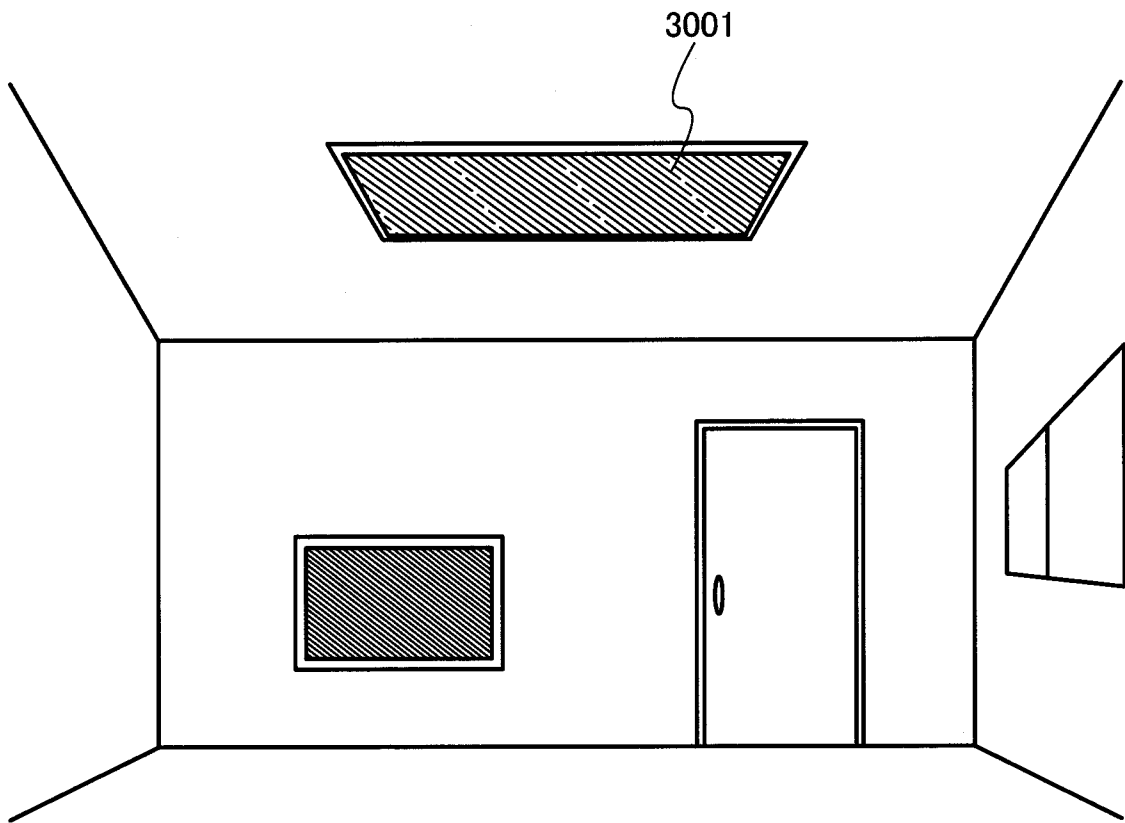
【圖 8B】



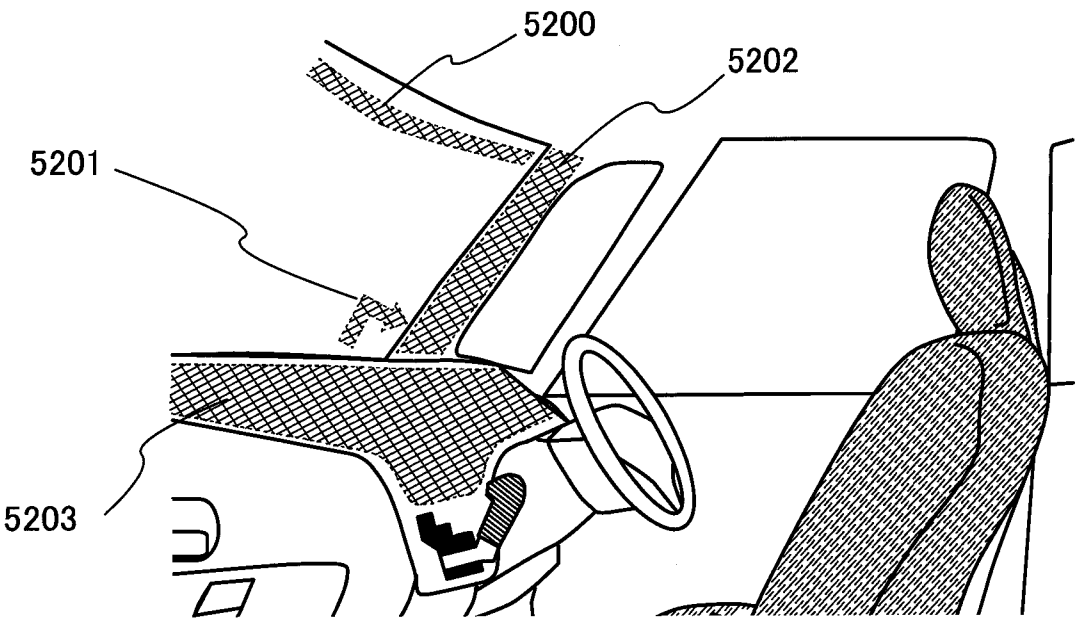
【圖 8C】



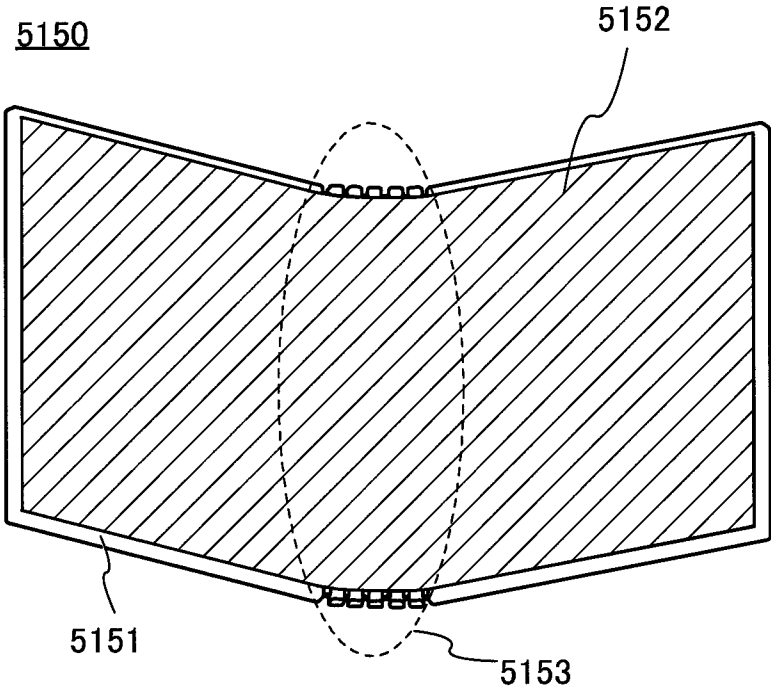
【圖 9】



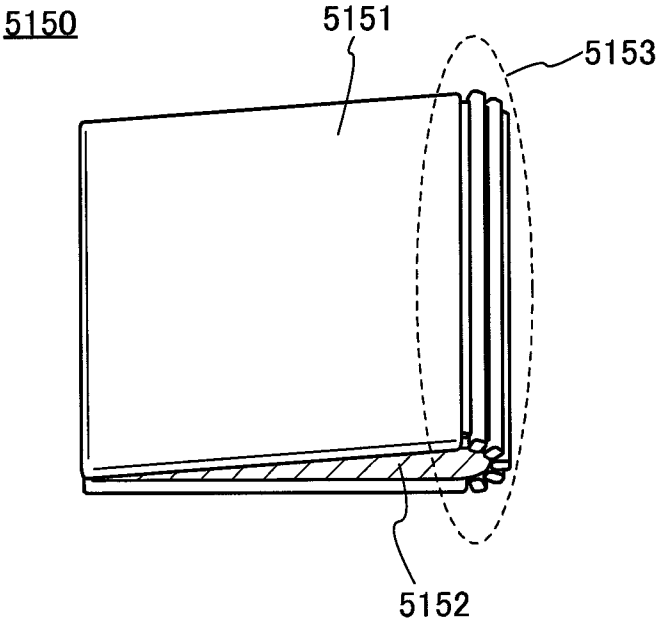
【圖 10】



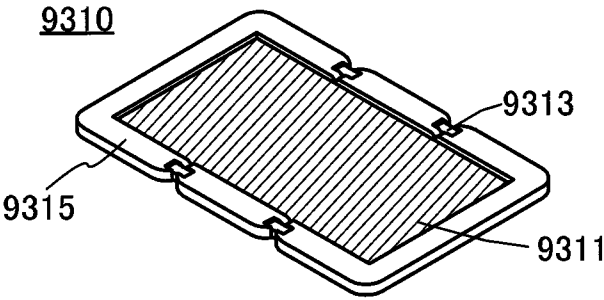
【圖 11】



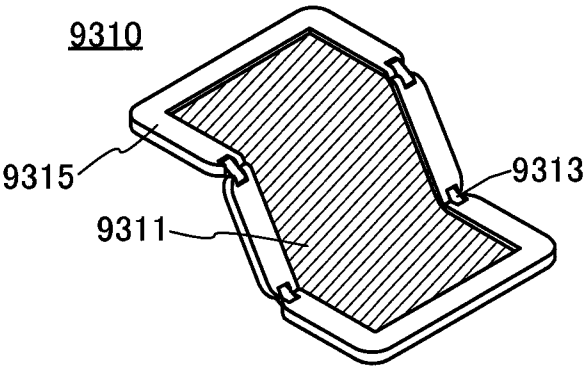
【圖 12A】



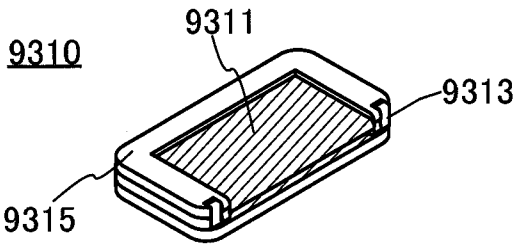
【圖 12B】



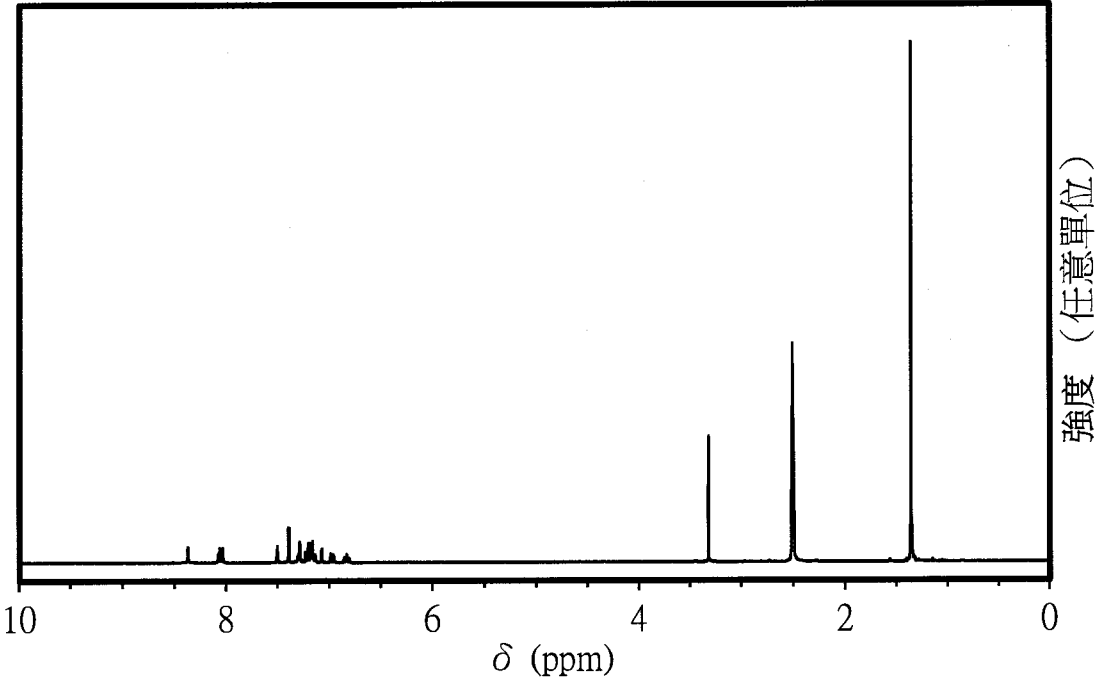
【圖 13A】



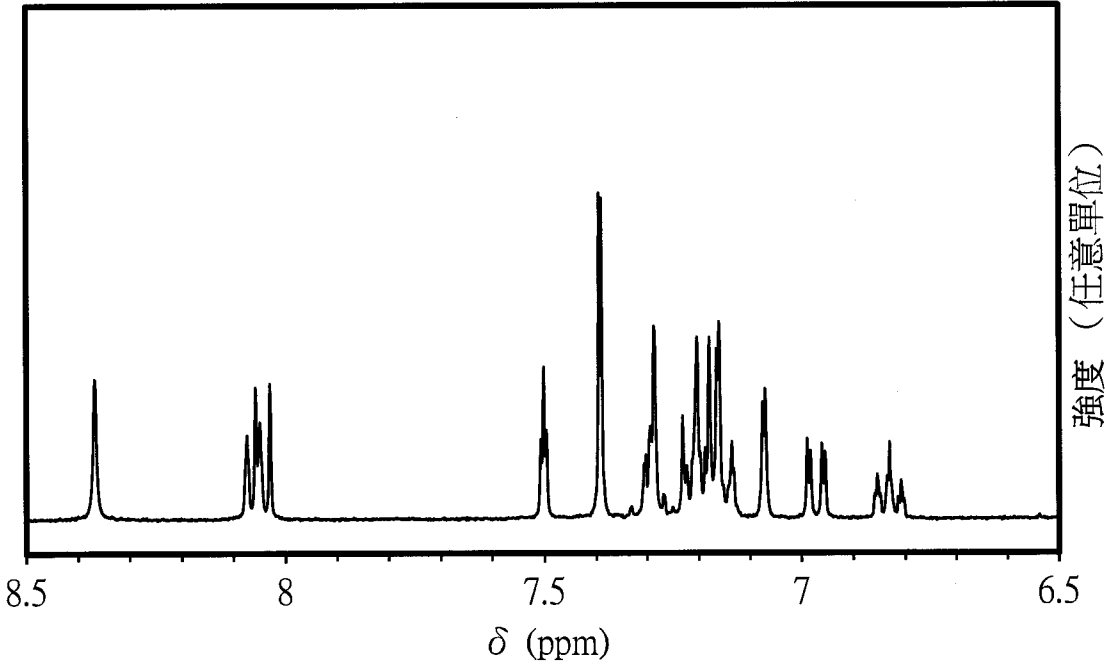
【圖 13B】



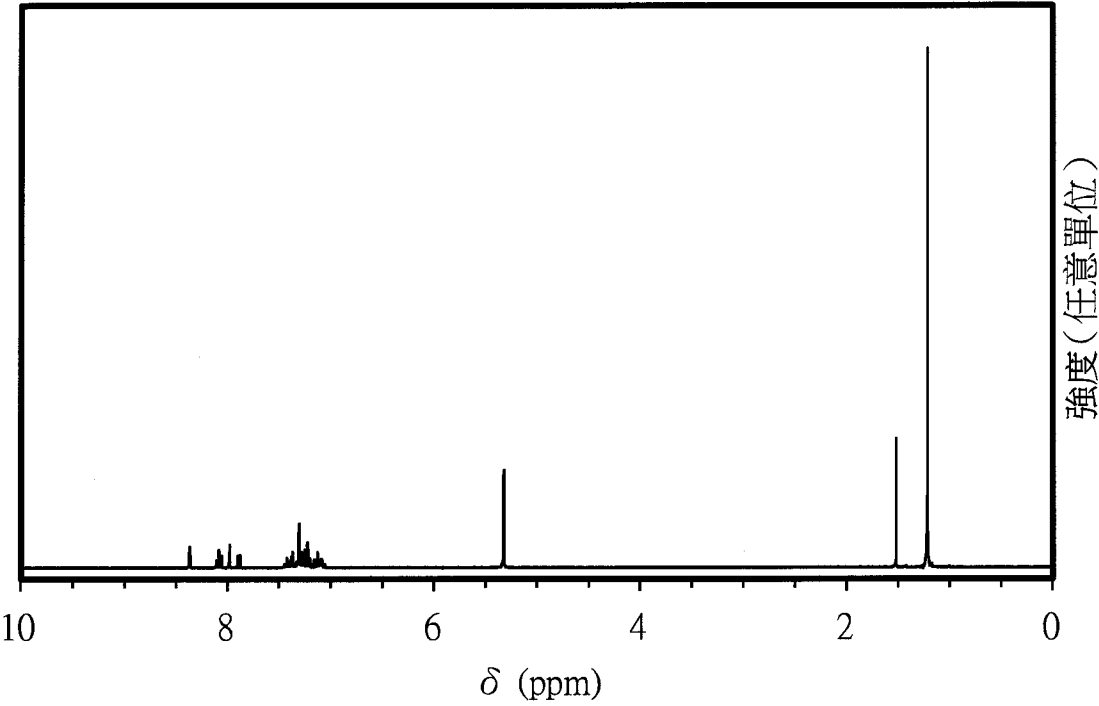
【圖 13C】



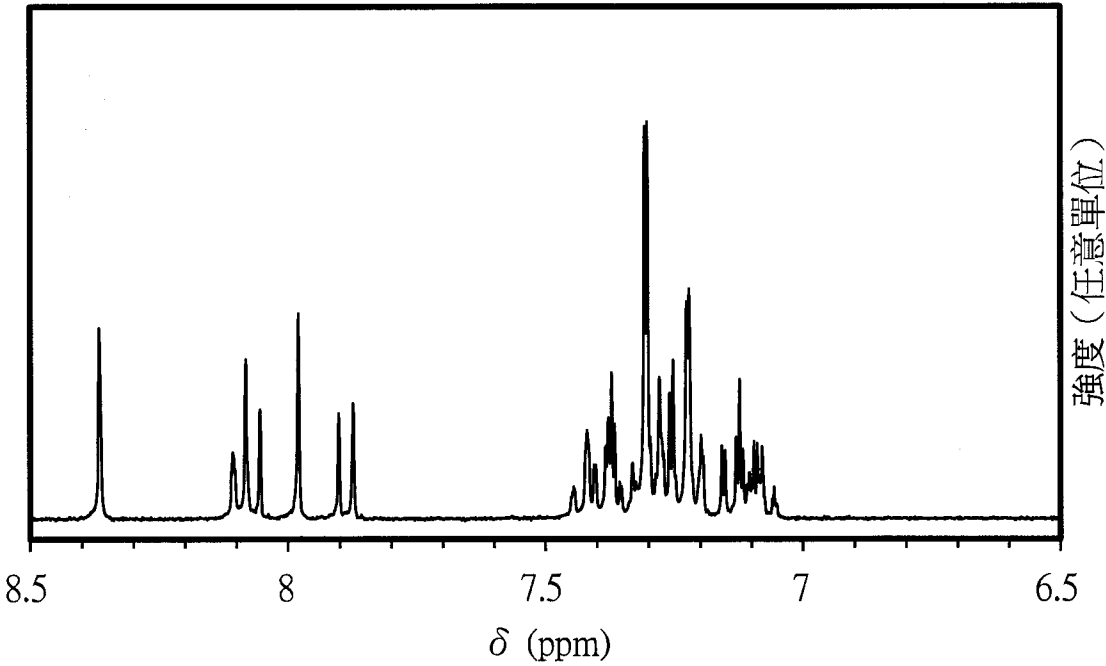
【圖 14A】



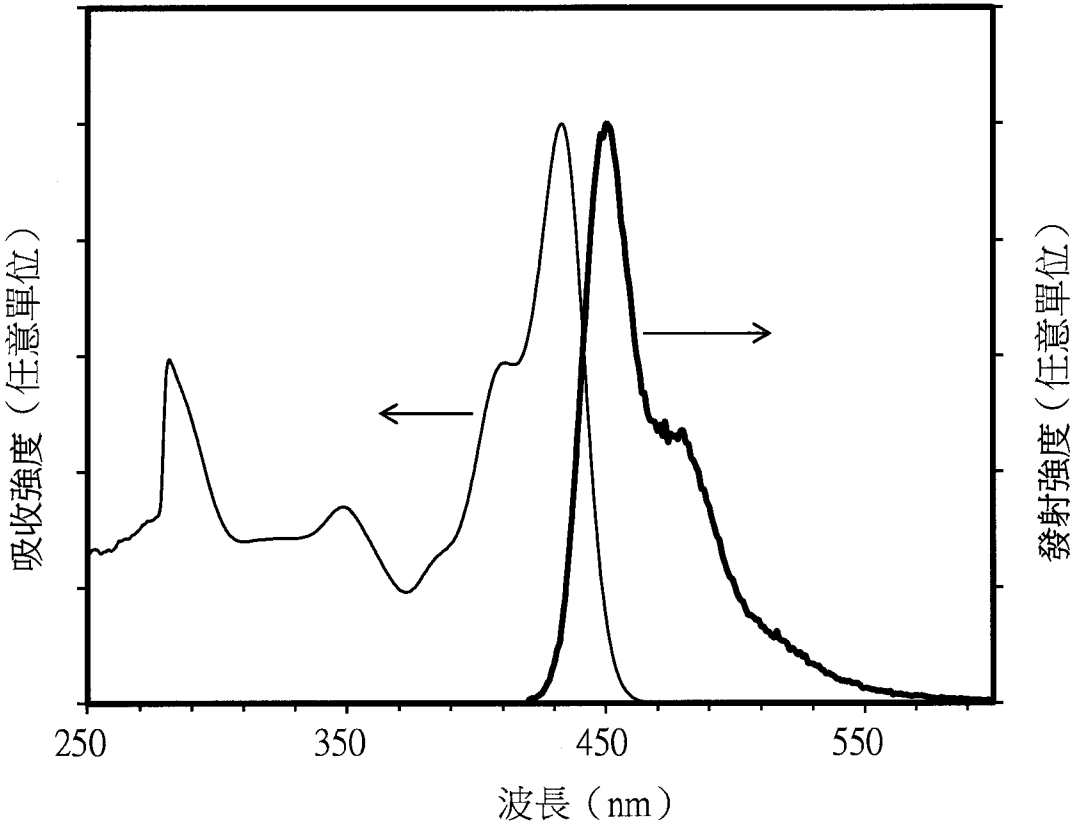
【圖 14B】



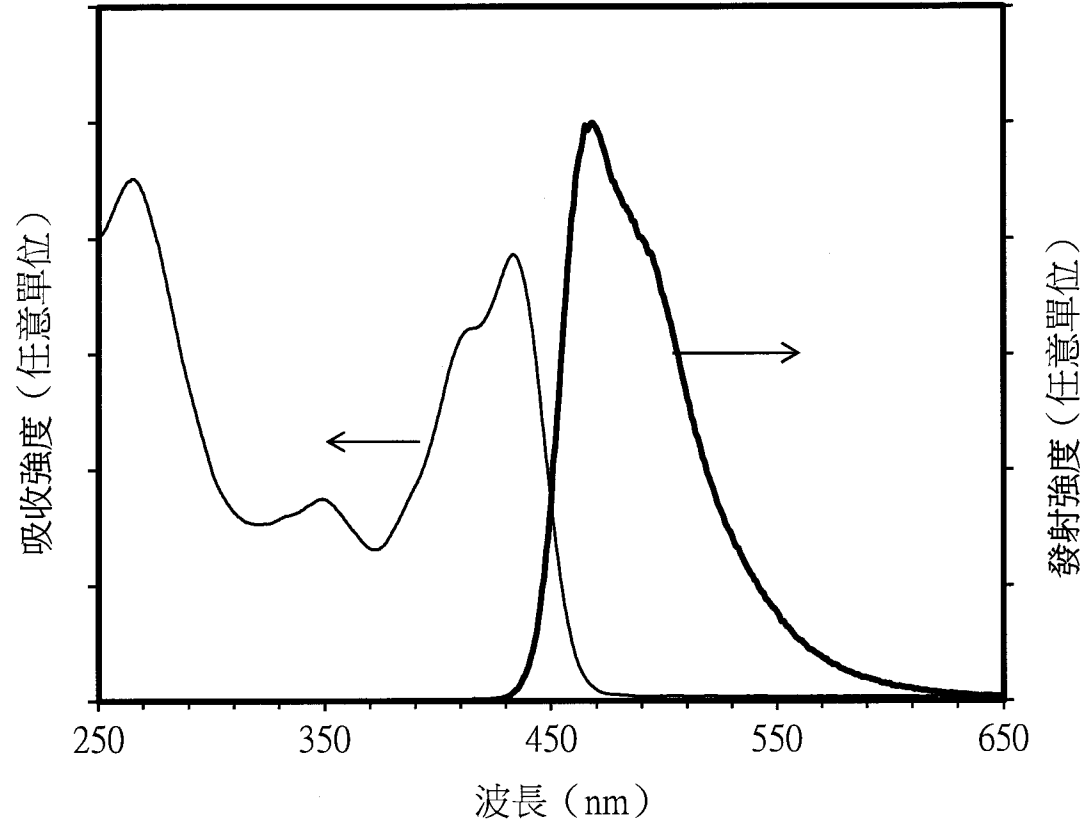
【圖 15A】



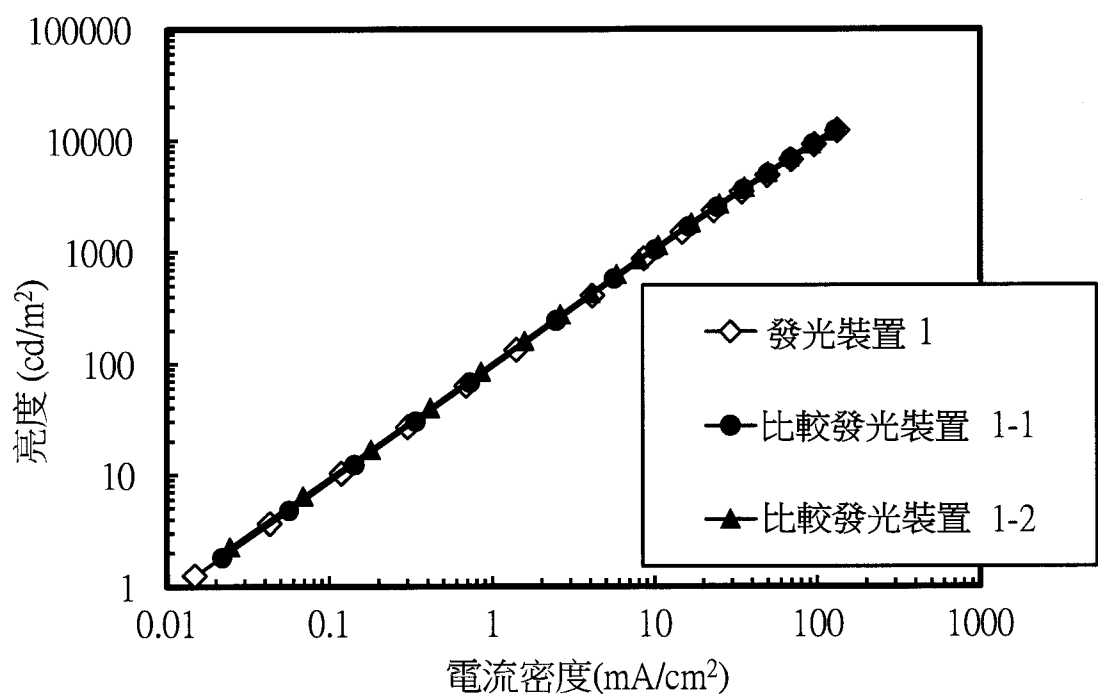
【圖 15B】



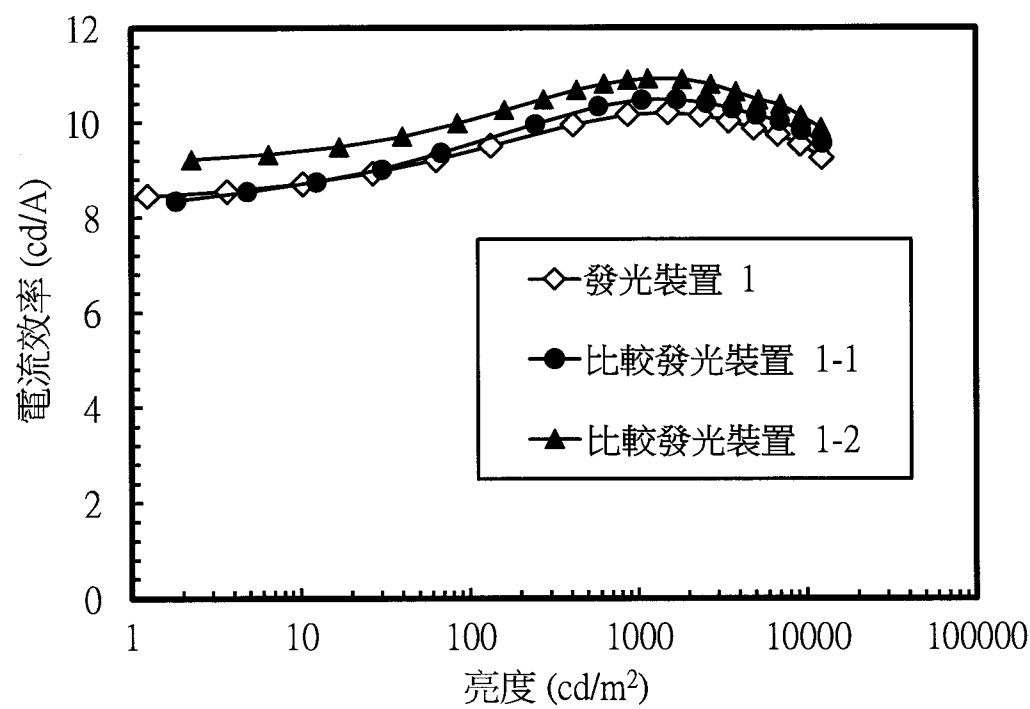
【圖 16】



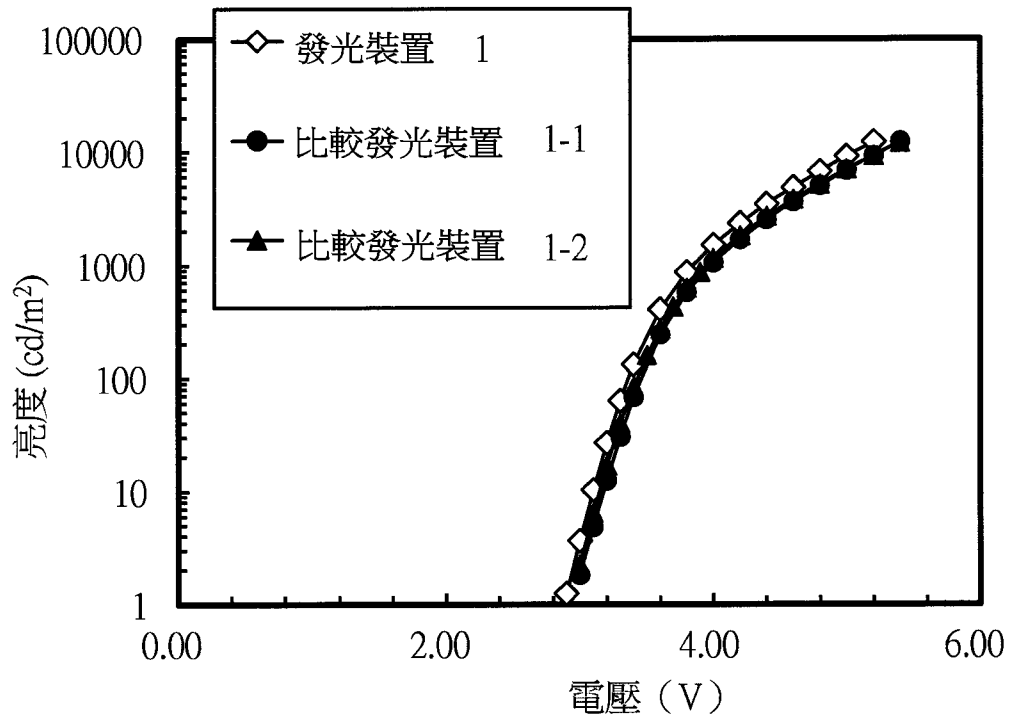
【圖 17】



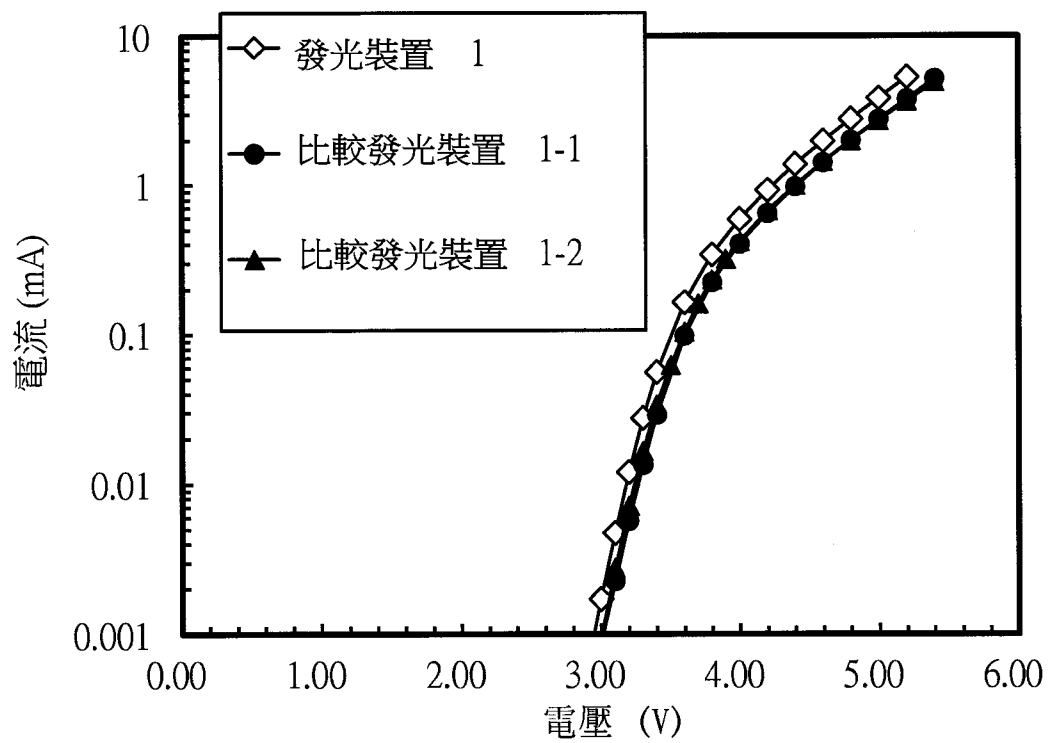
【圖 18】



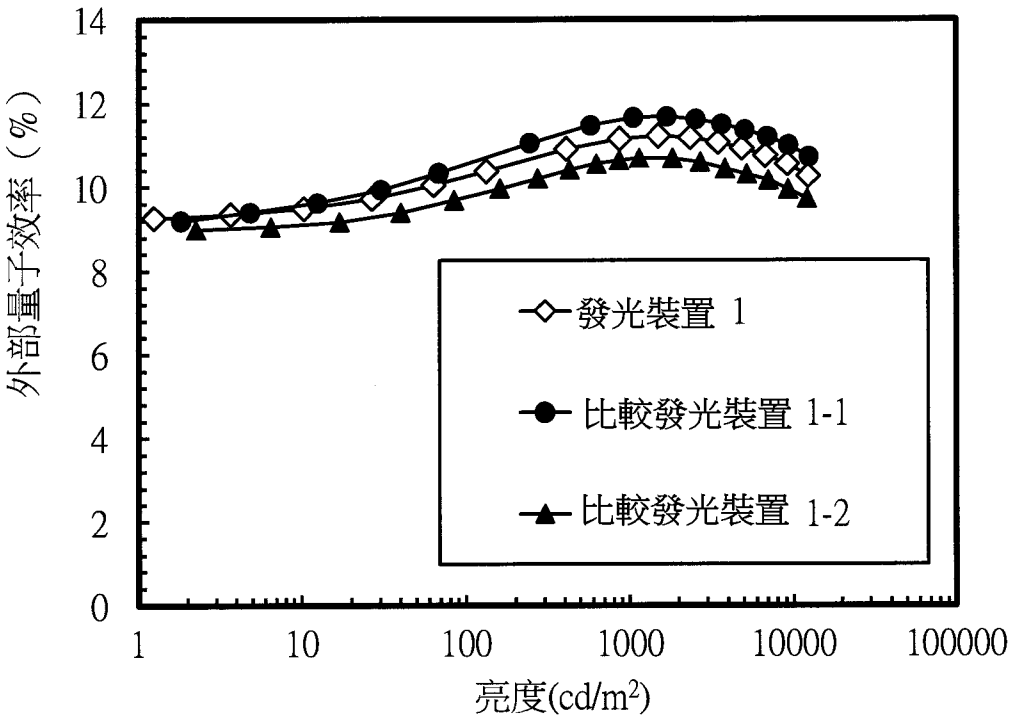
【圖 19】



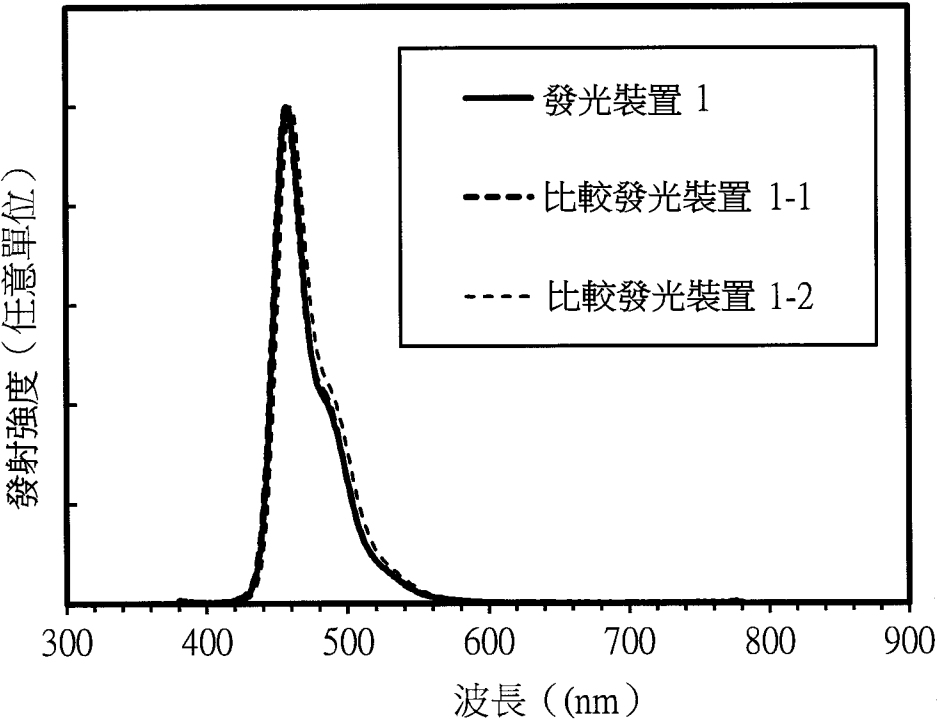
【圖 20】



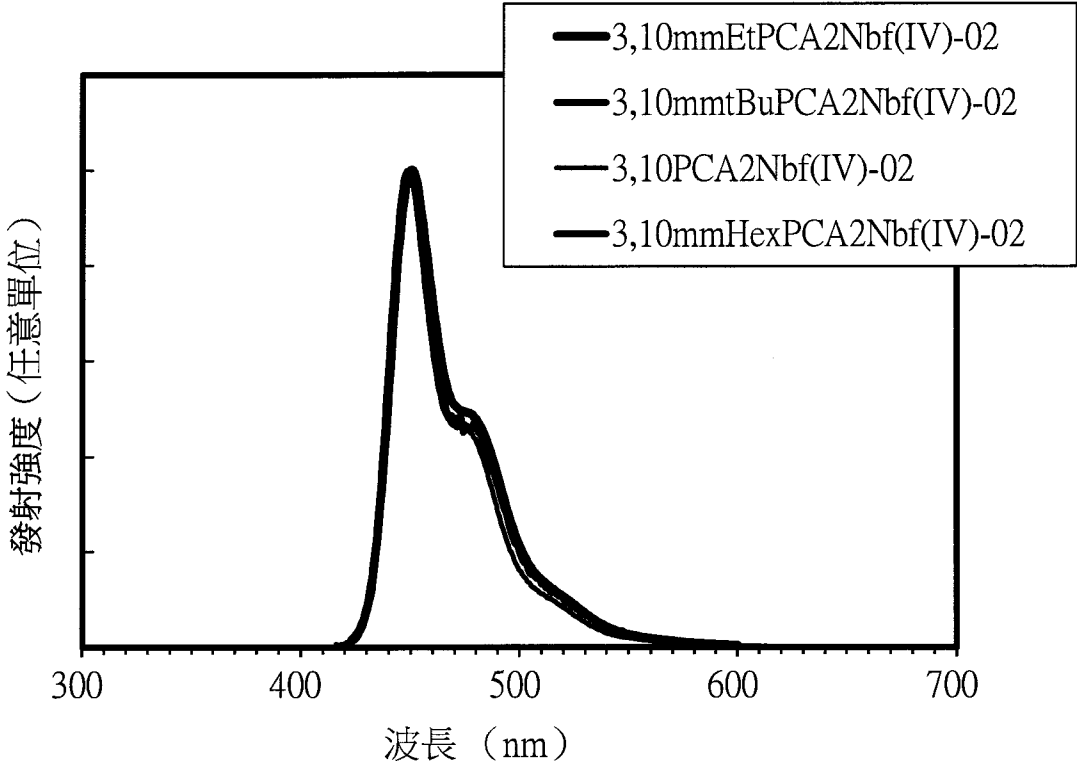
【圖 21】



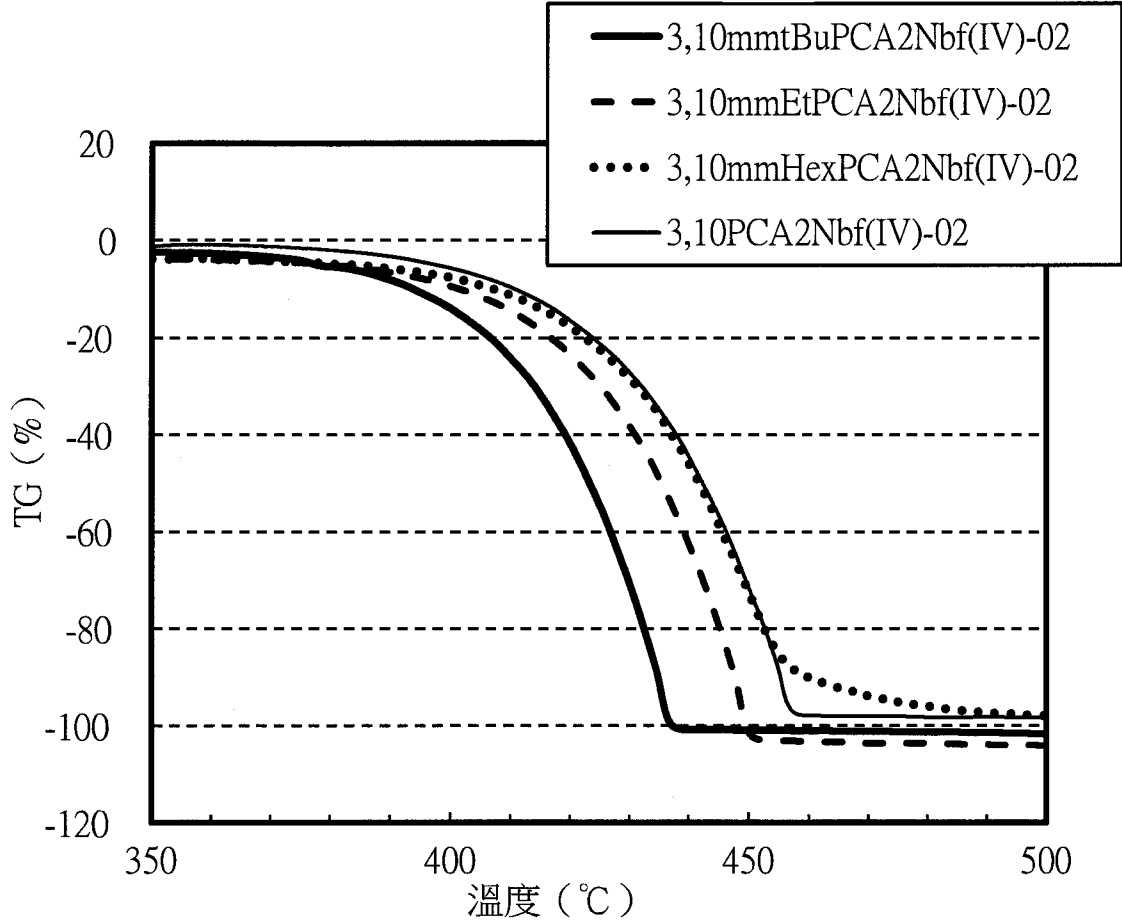
【圖 22】



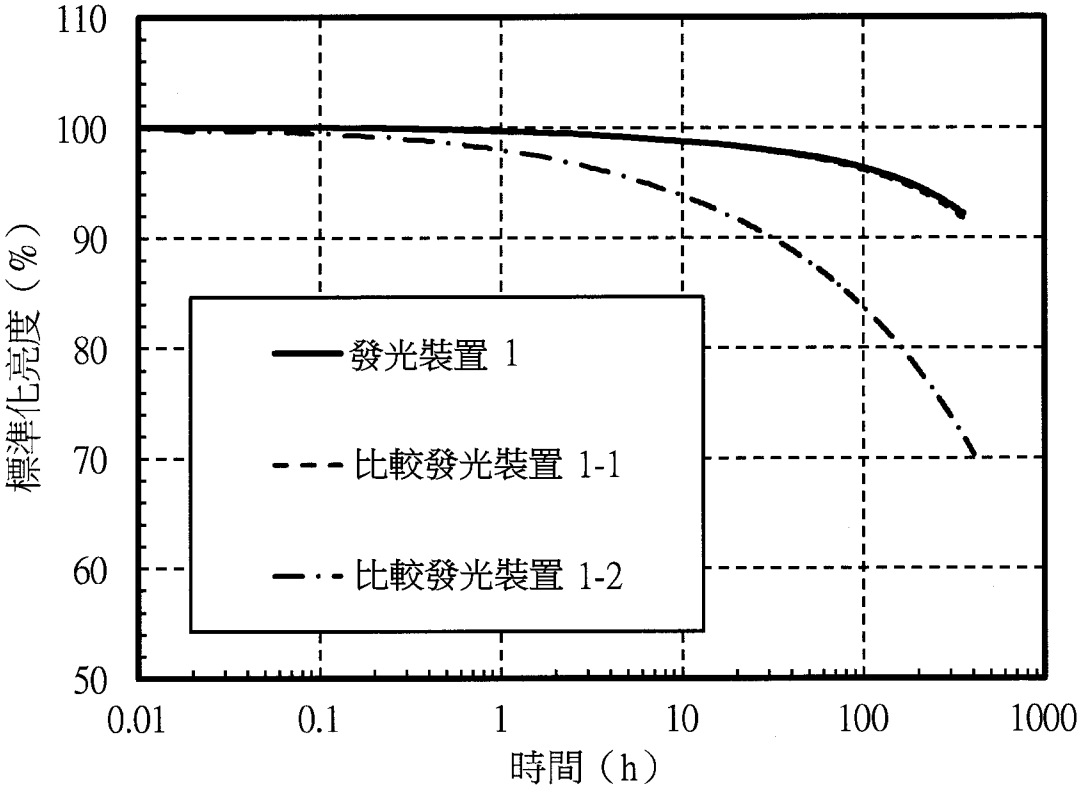
【圖 23】



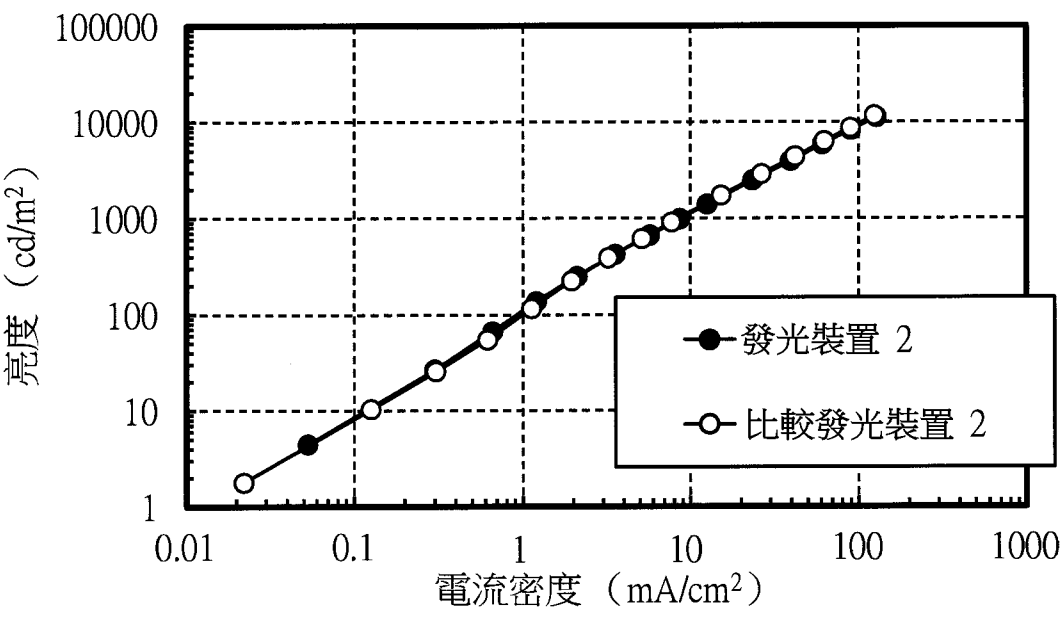
【圖 24】



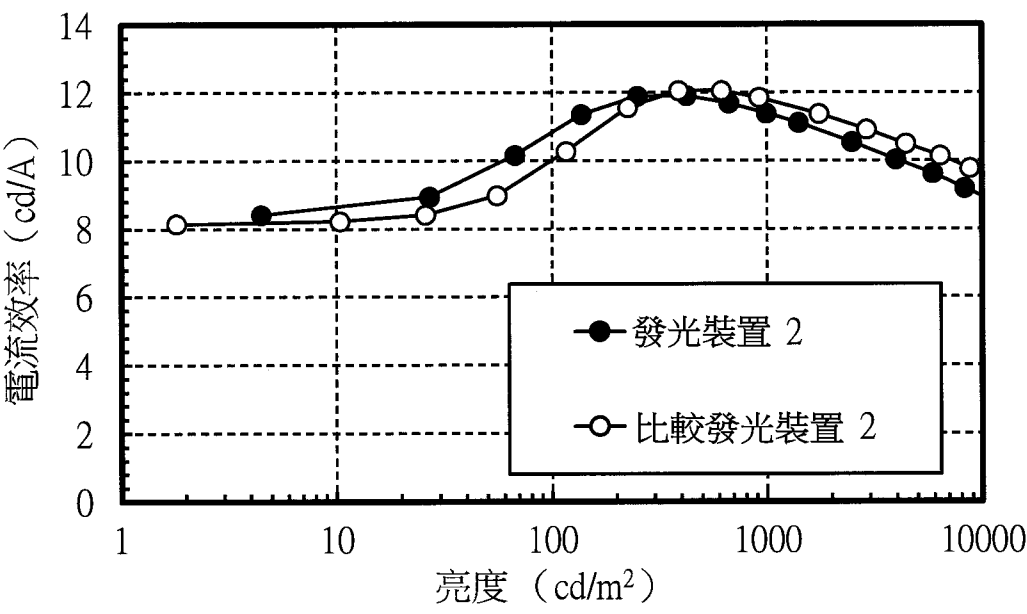
【圖 25】



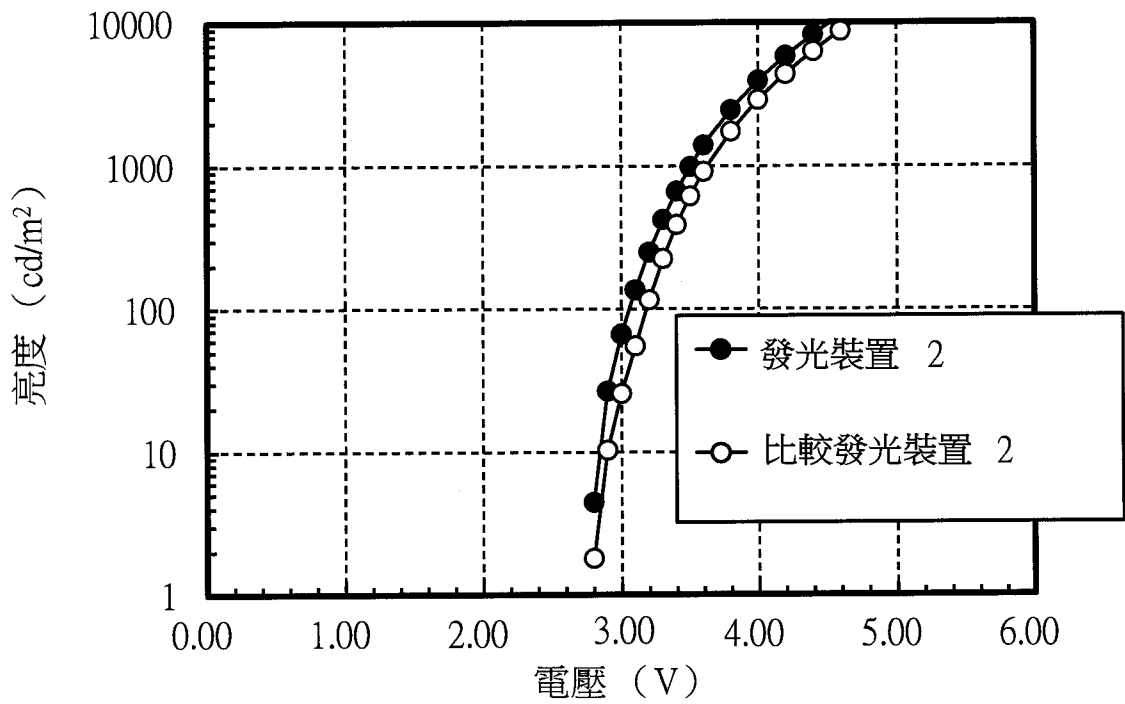
【圖 26】



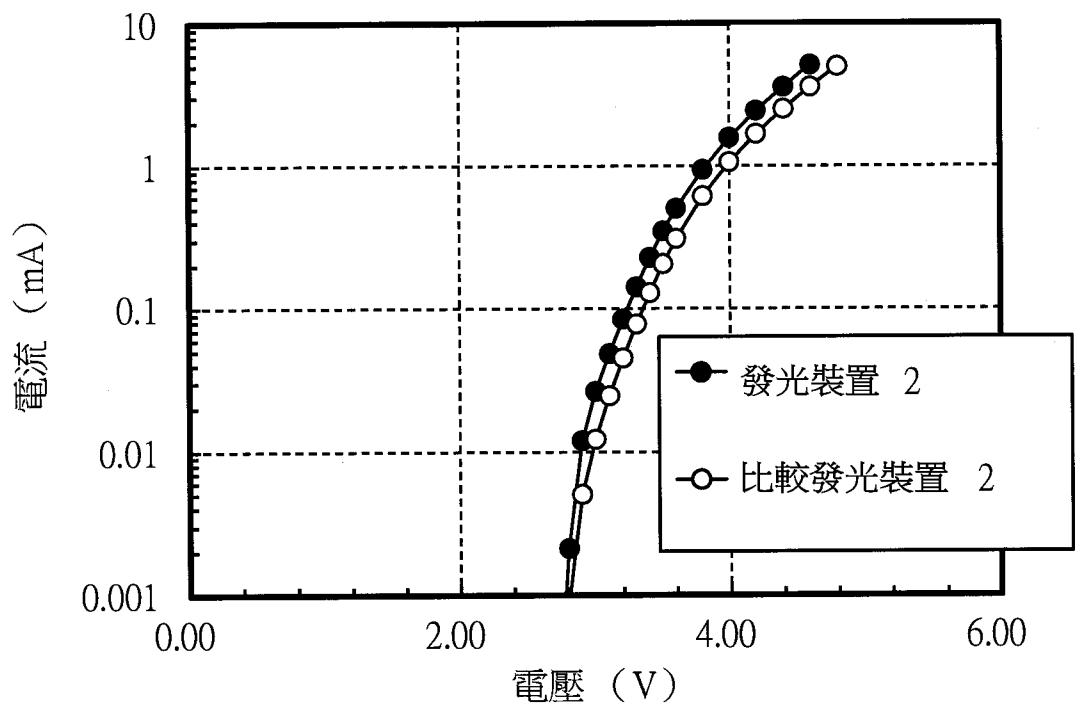
【圖 27】



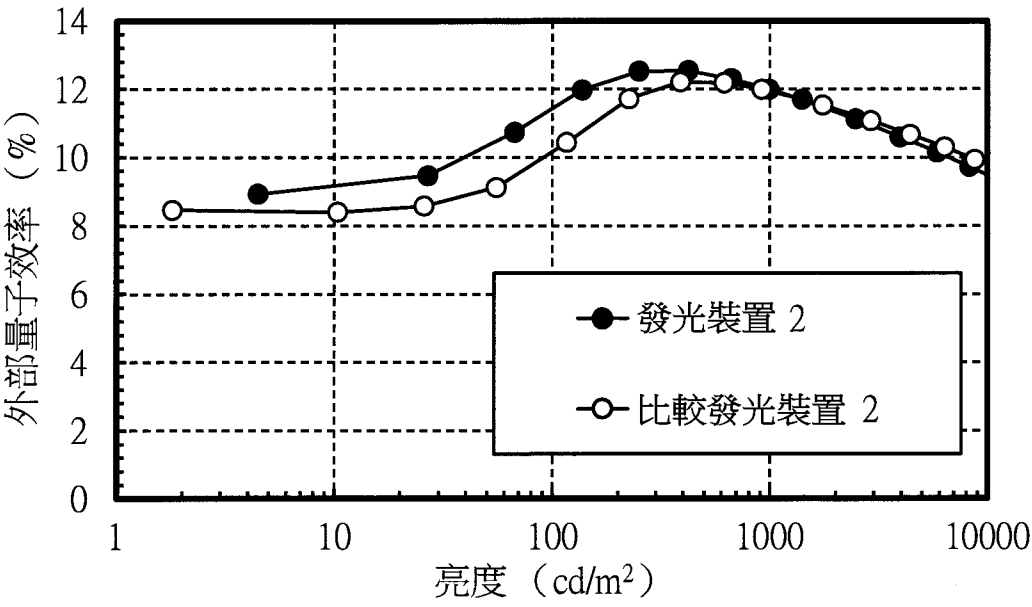
【圖 28】



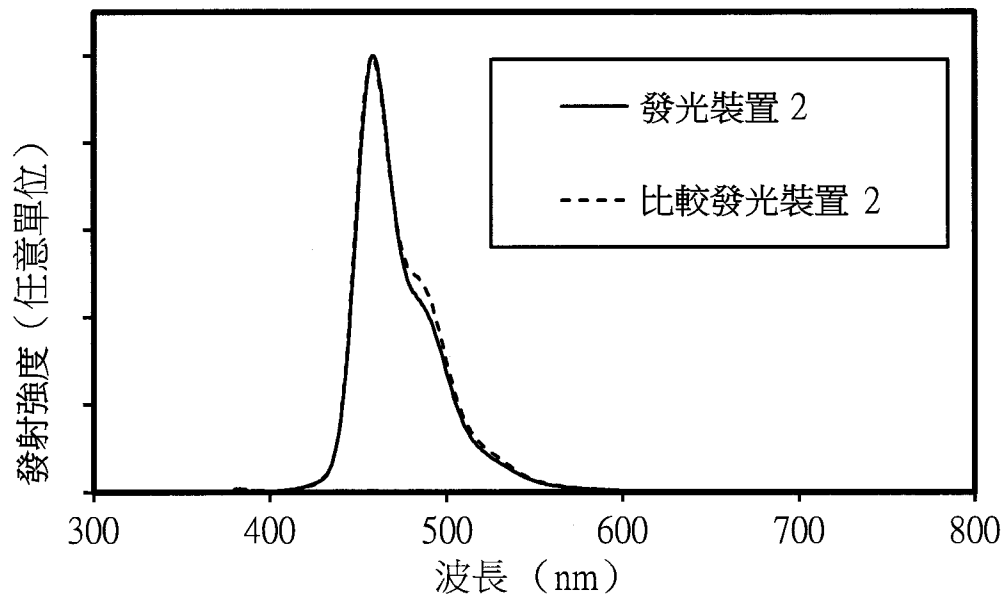
【圖 29】



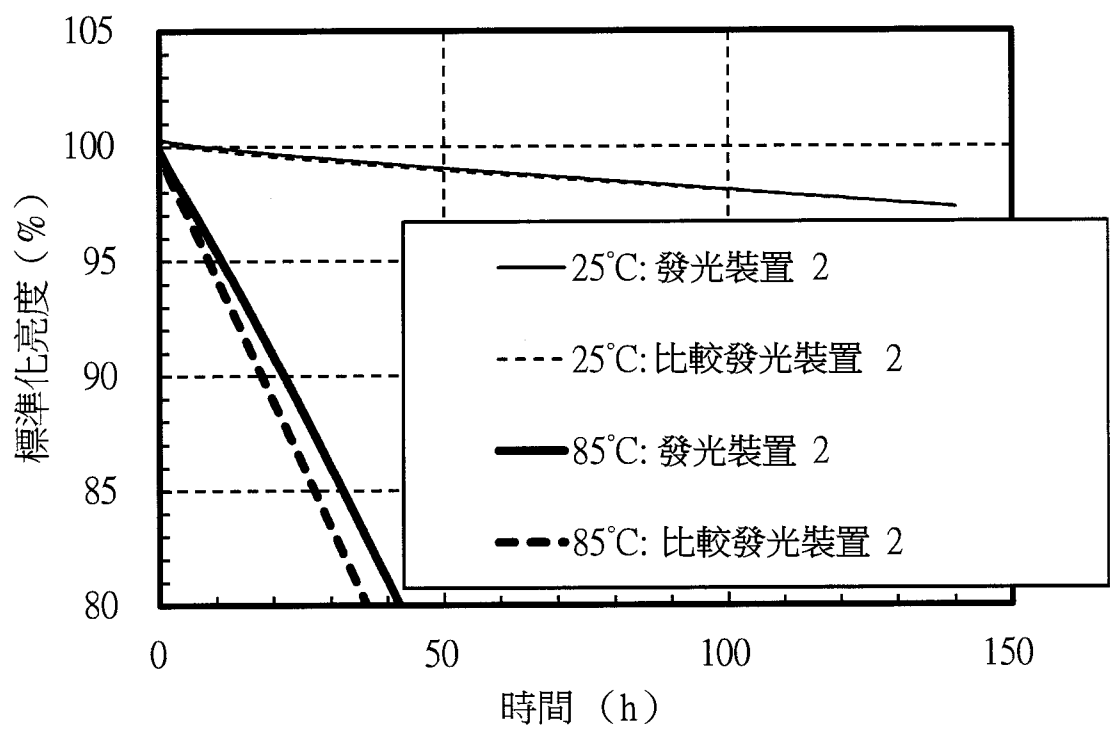
【圖 30】



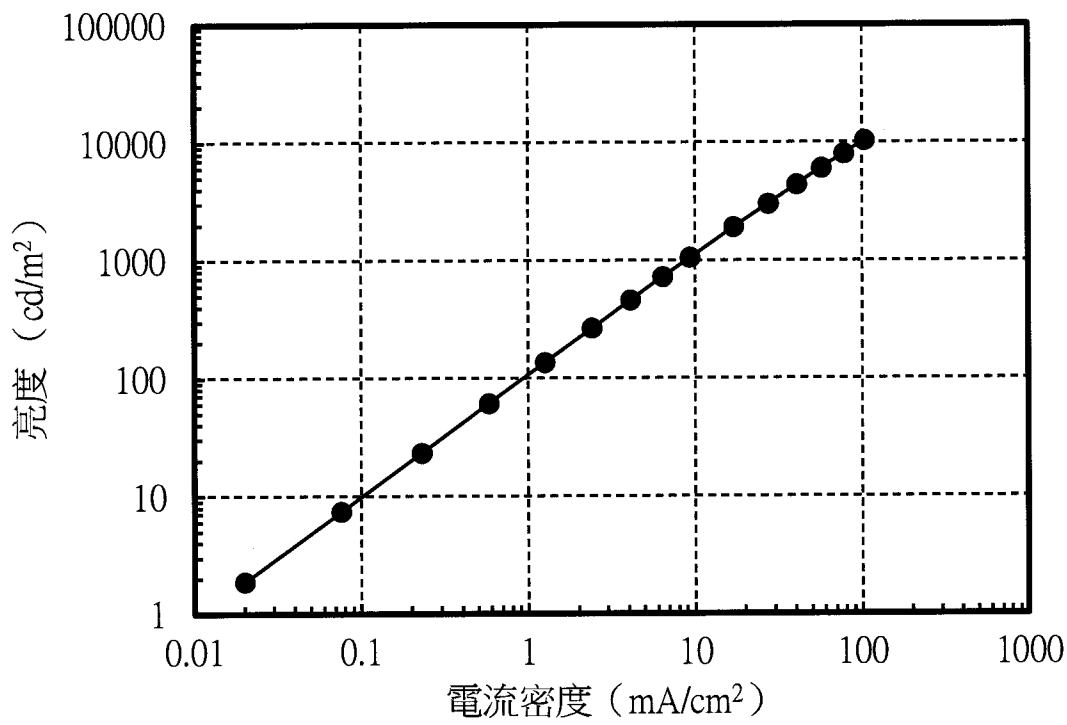
【圖 31】



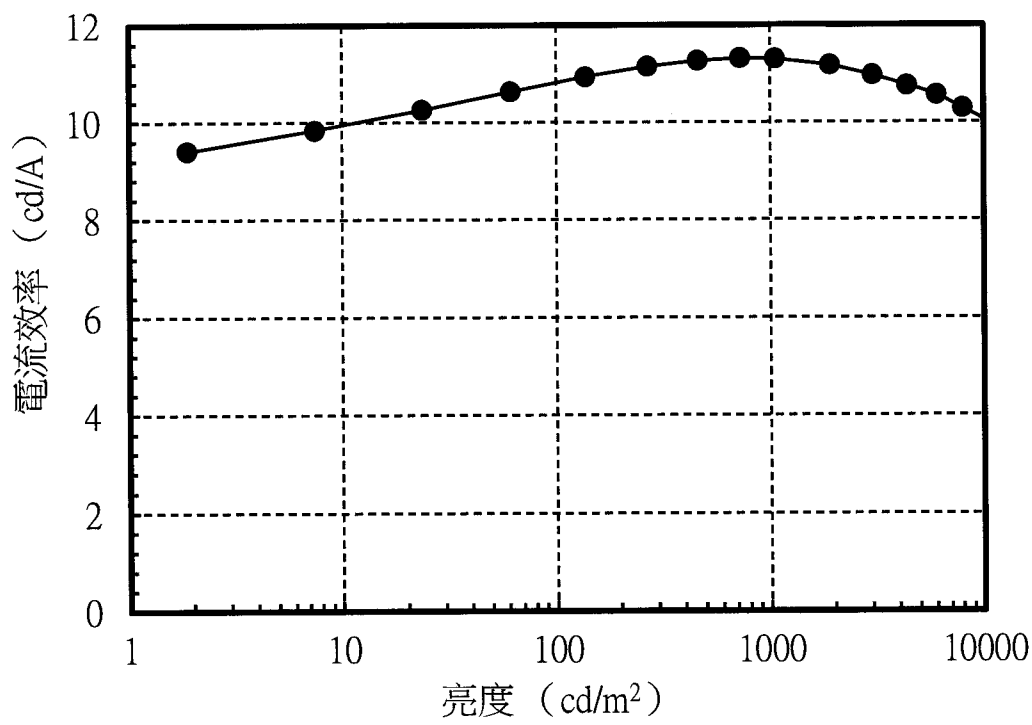
【圖 32】



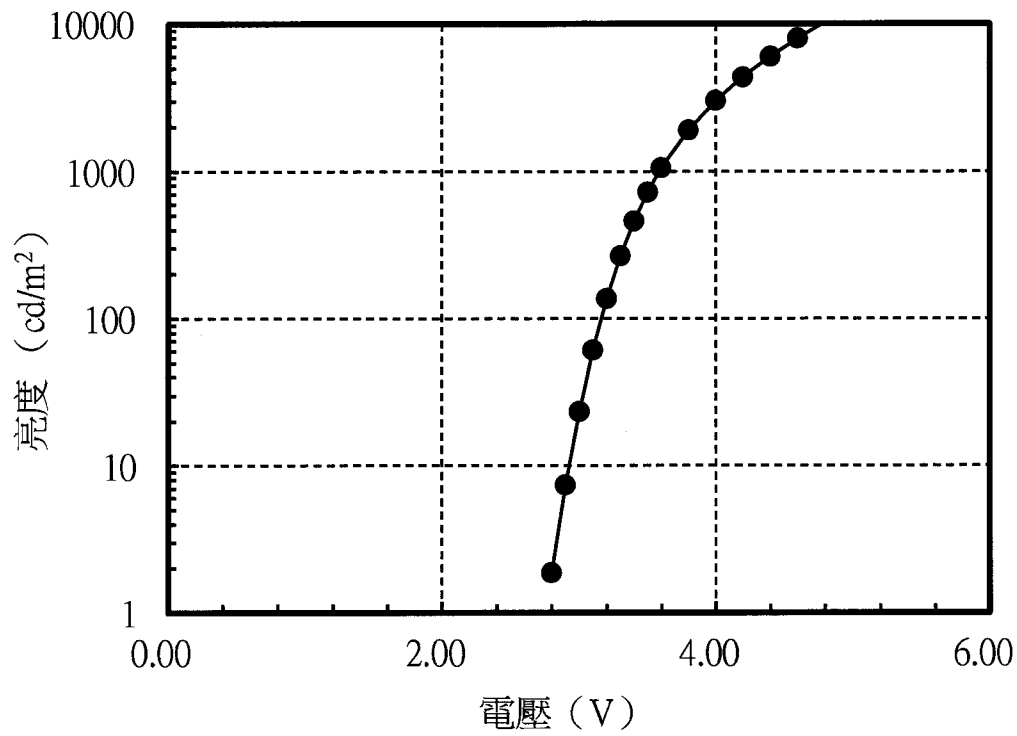
【圖 33】



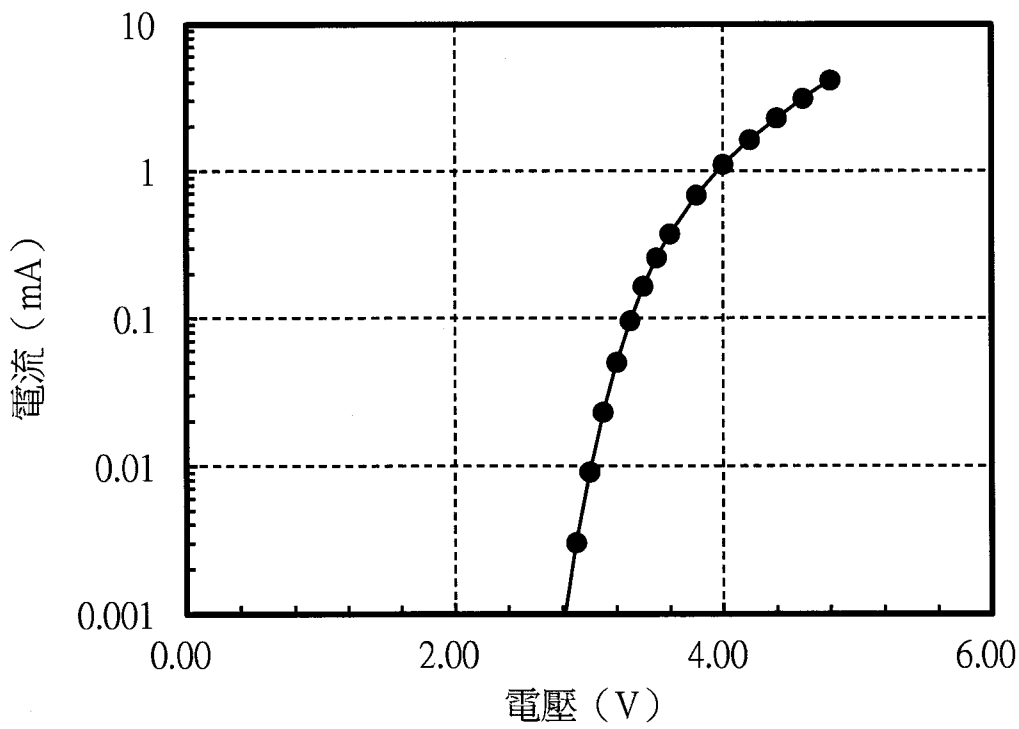
【圖 34】



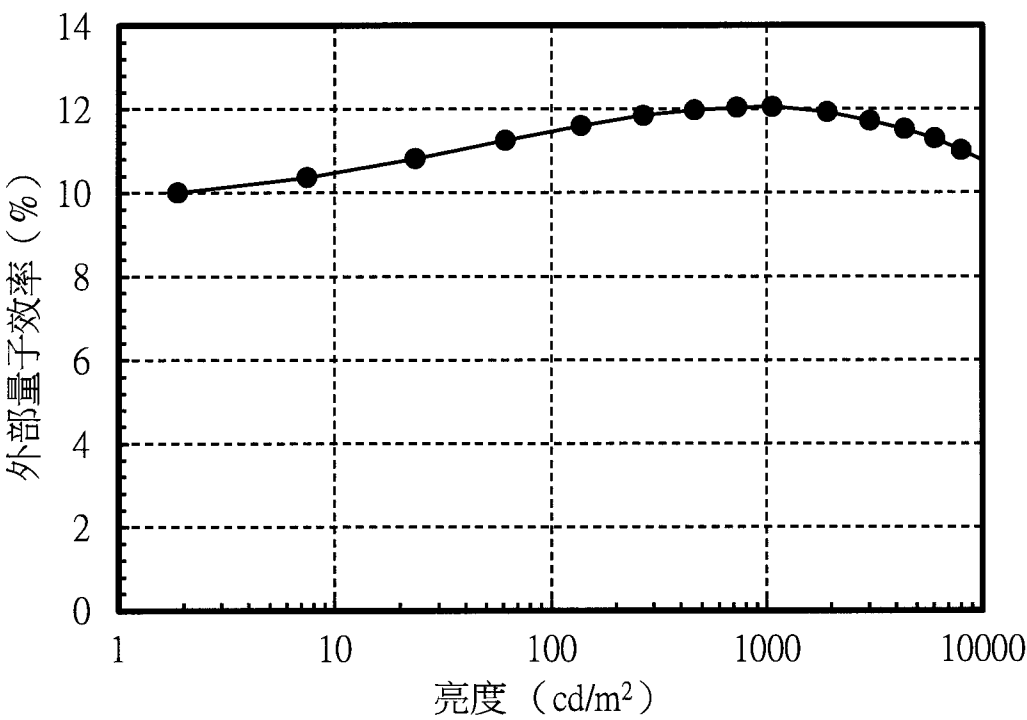
【圖 35】



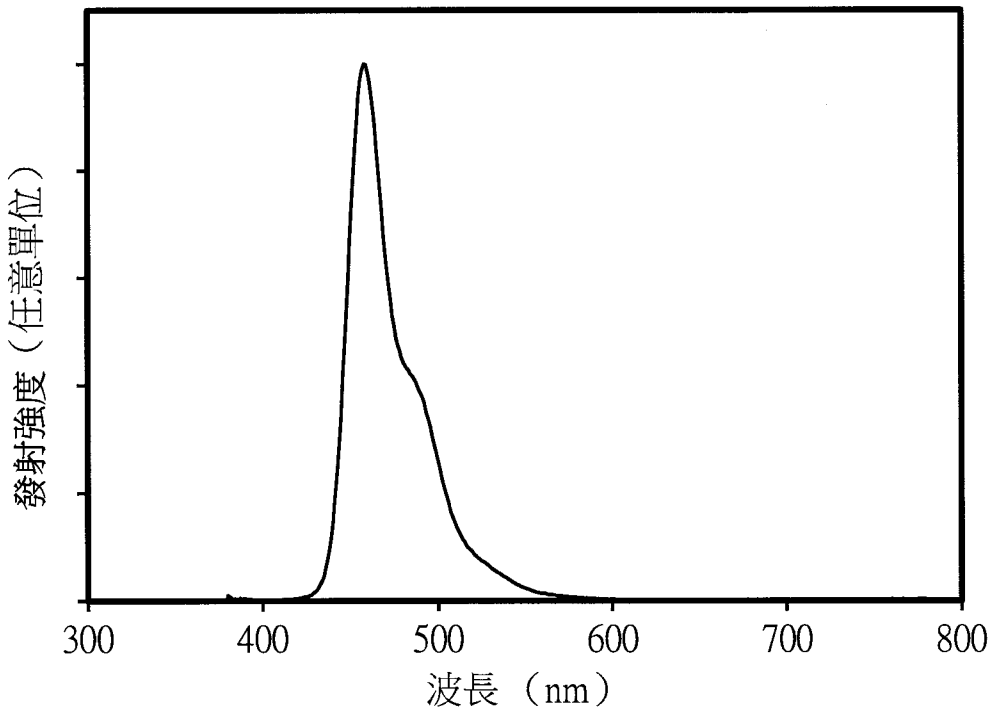
【圖 36】



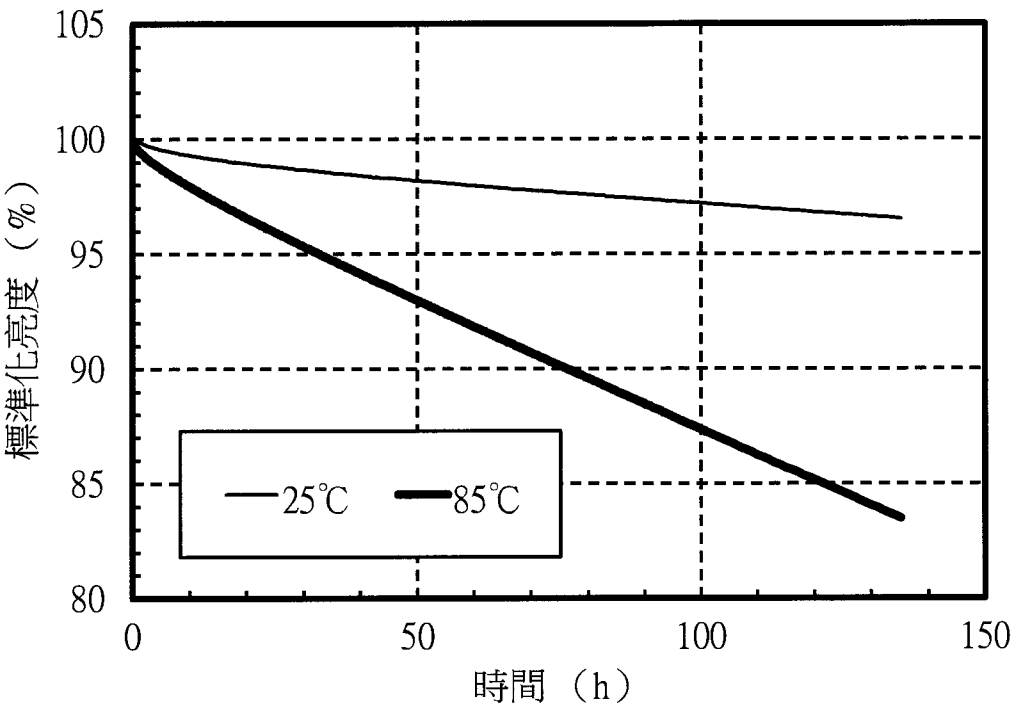
【圖 37】



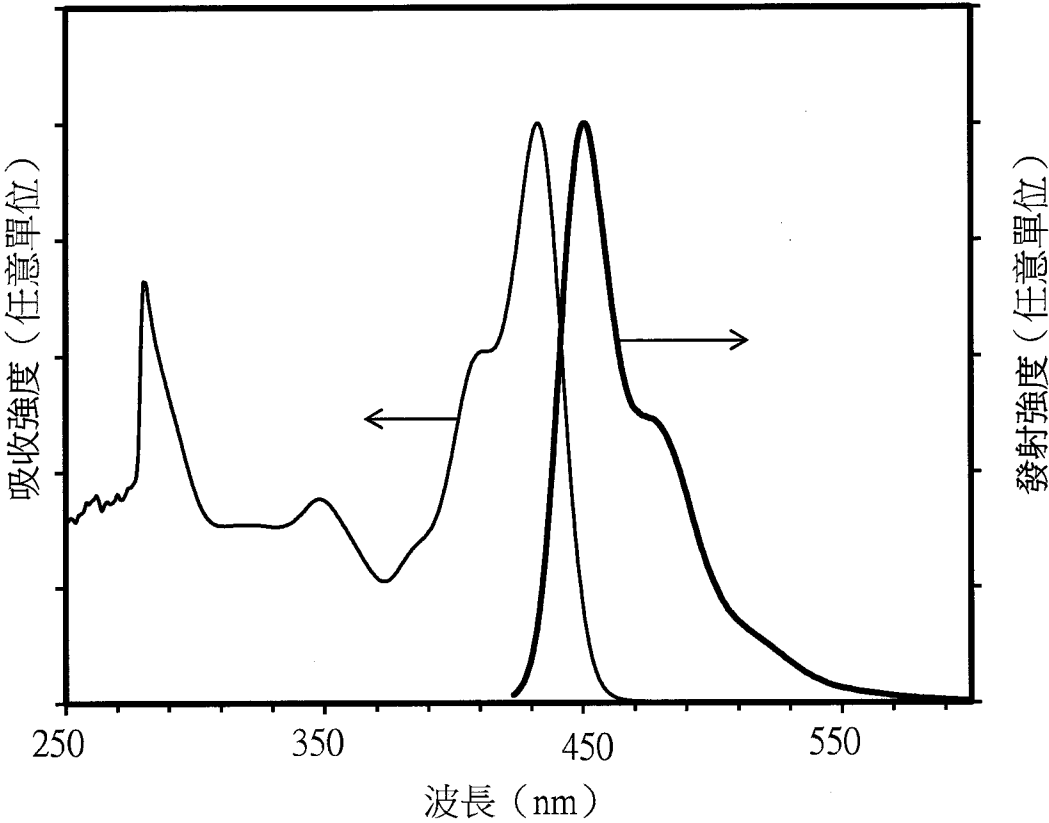
【圖 38】



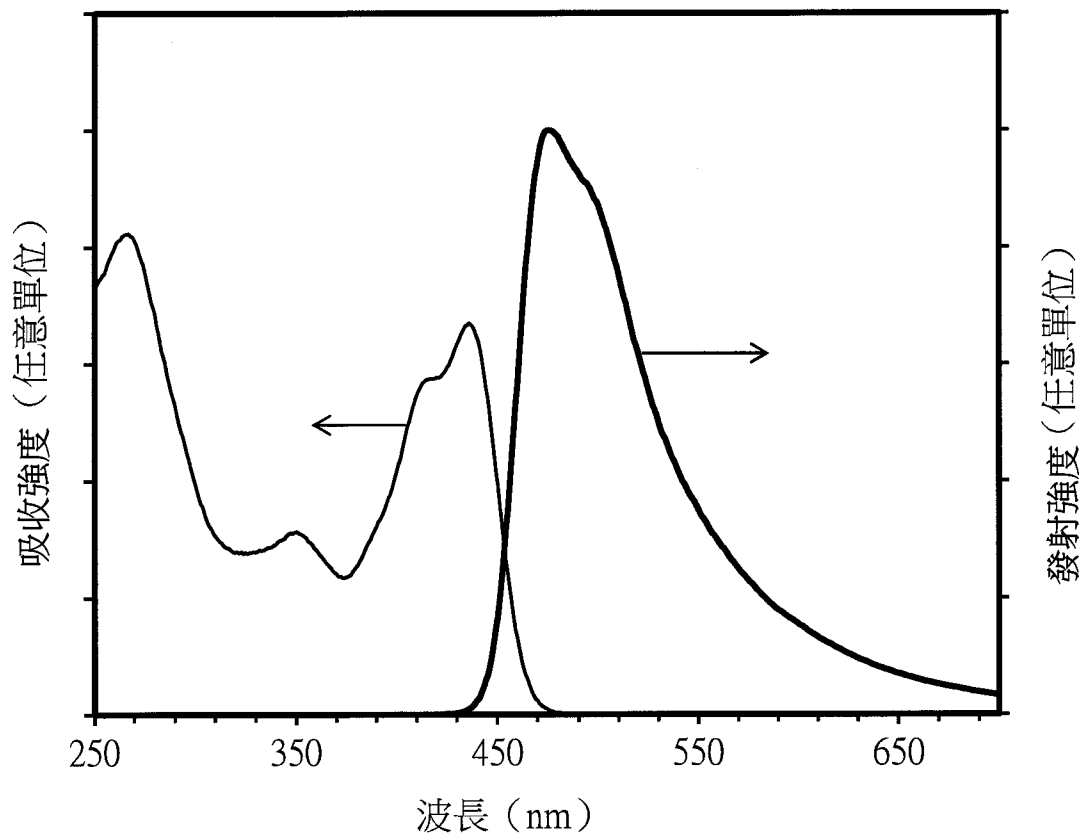
【圖 39】



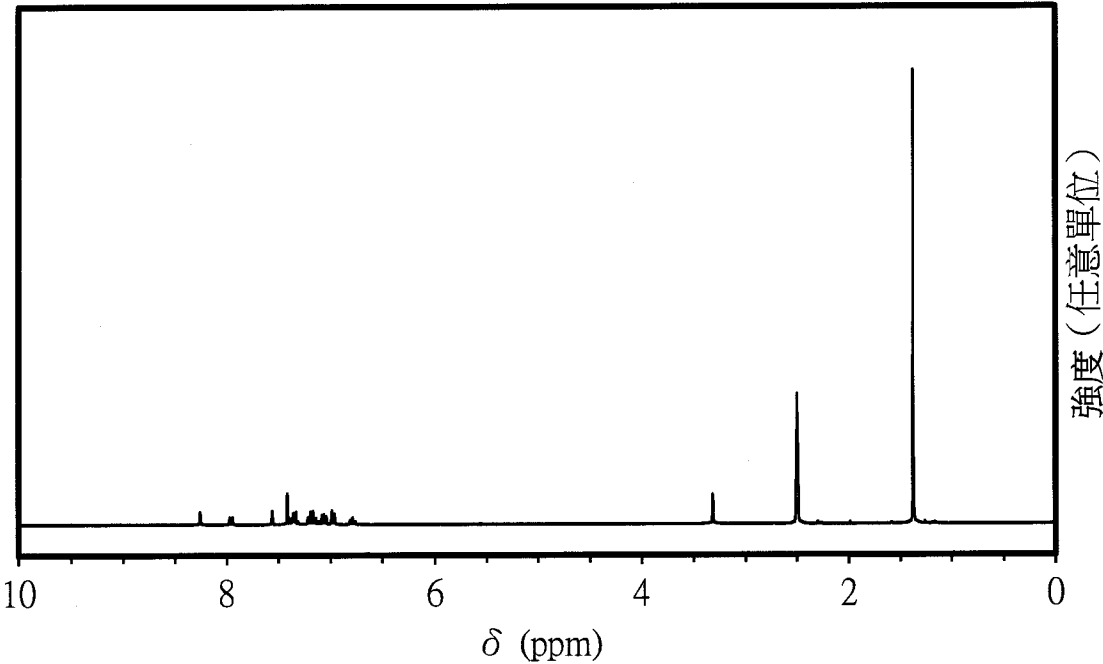
【圖 40】



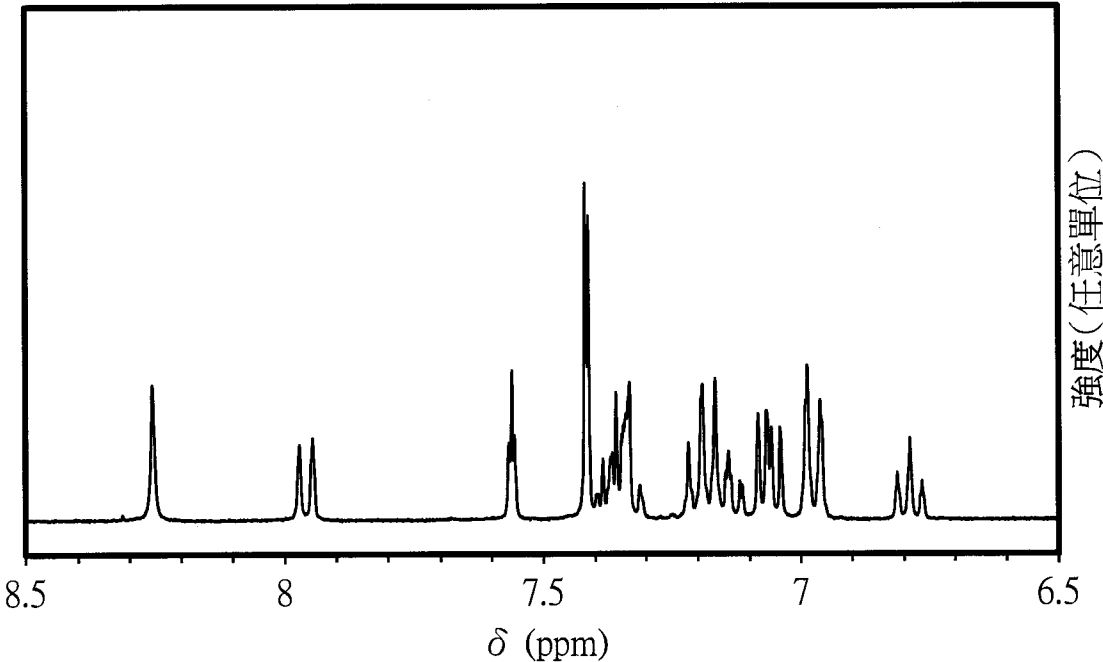
【圖 41】



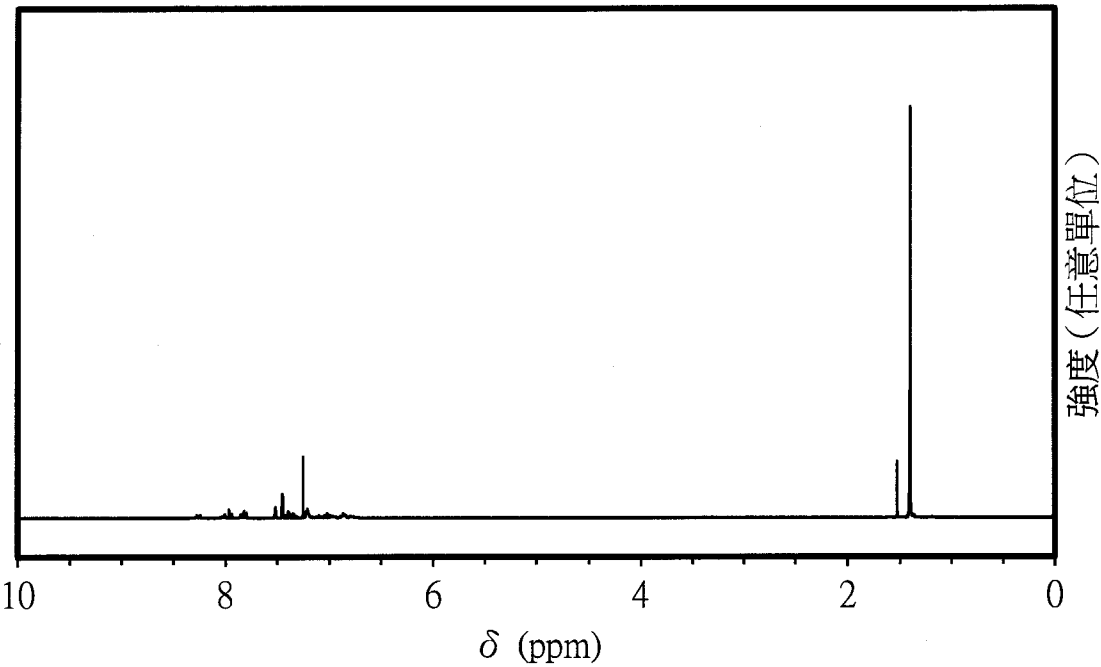
【圖 42】



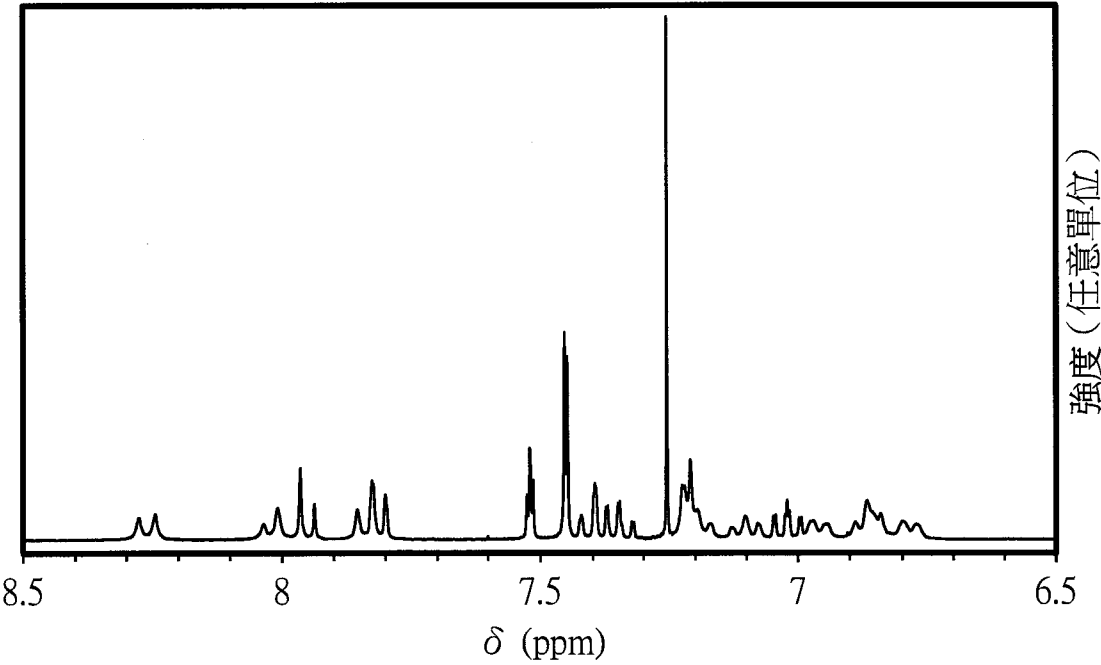
【圖 43A】



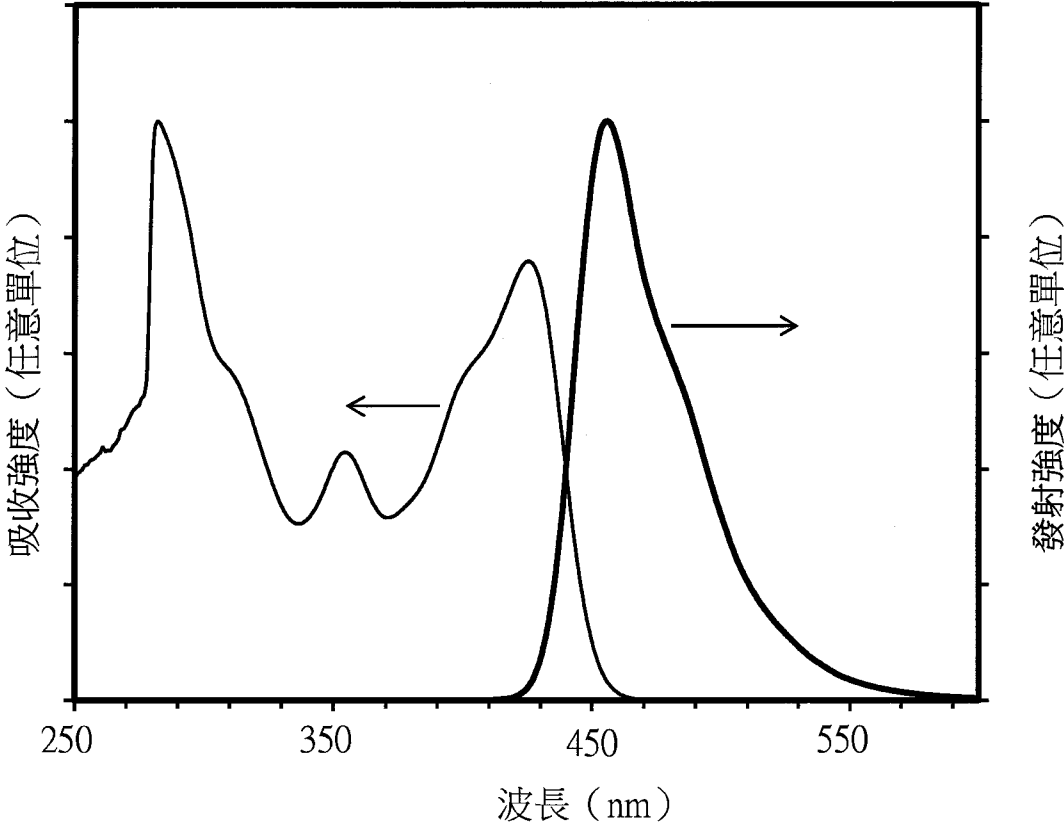
【圖 43B】



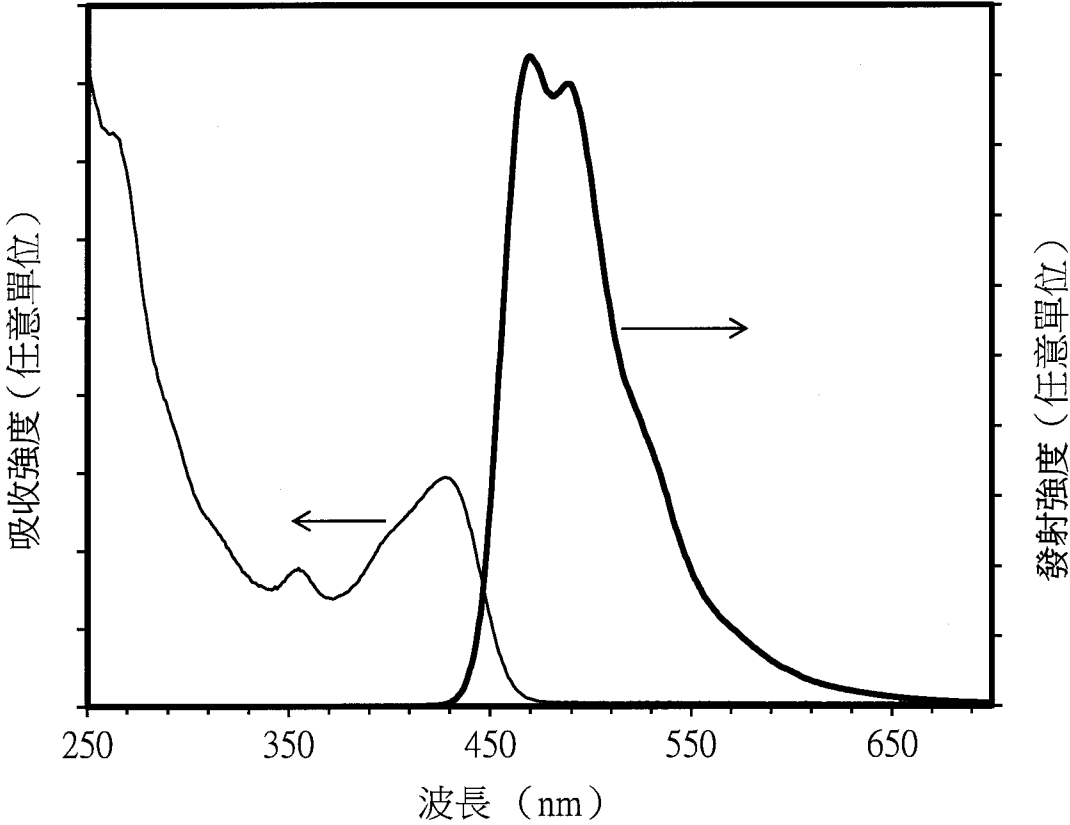
【圖 44A】



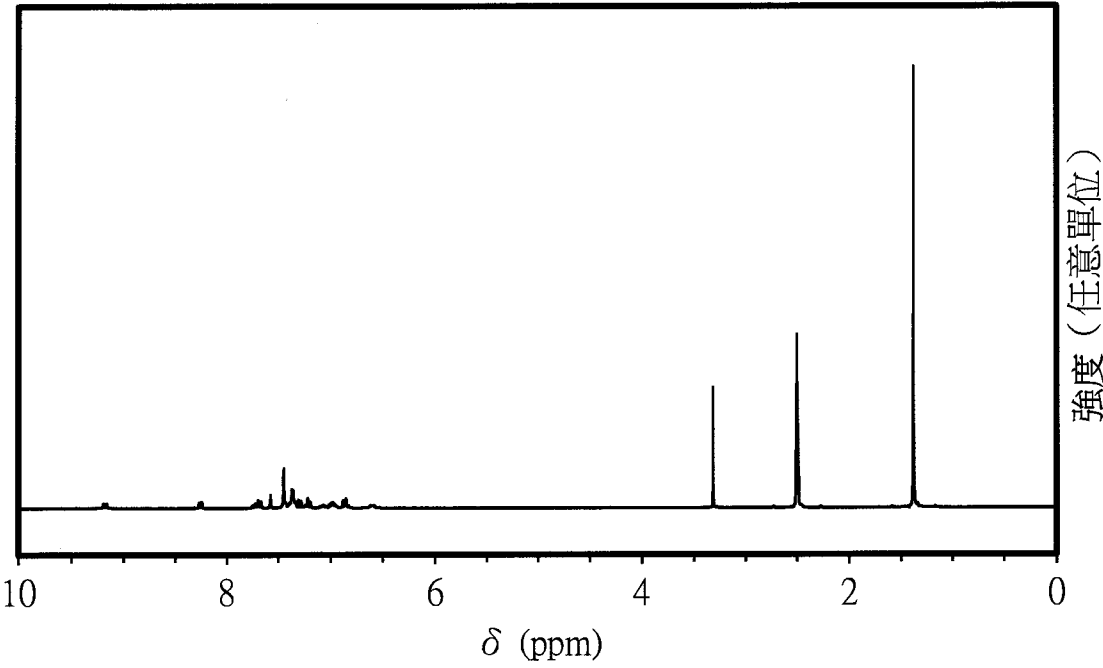
【圖 44B】



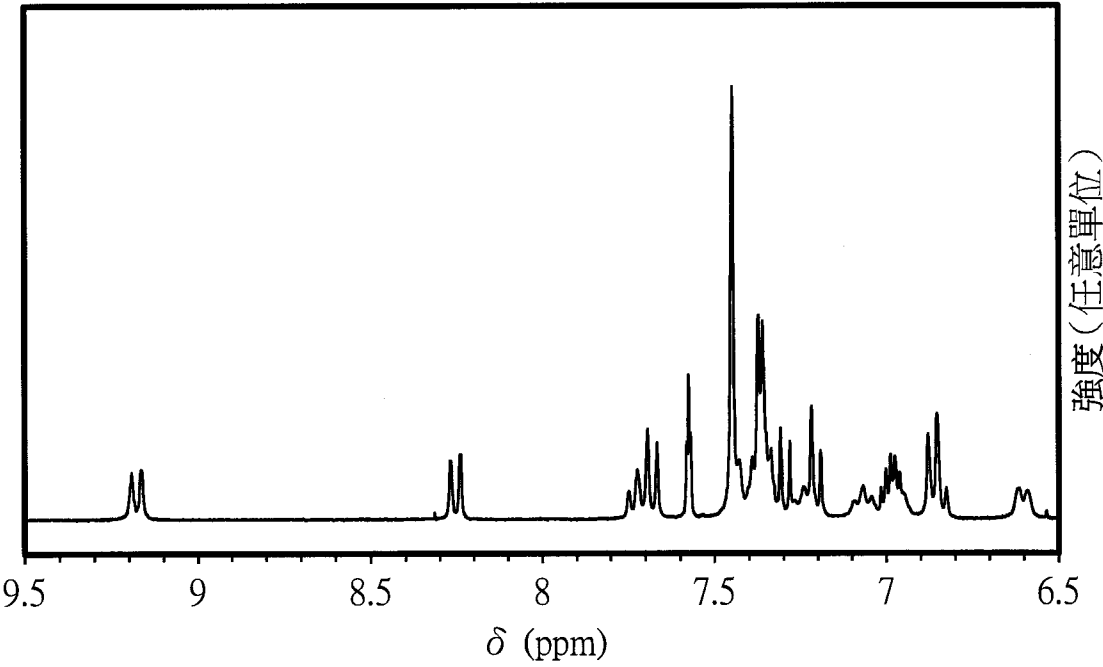
【圖 45】



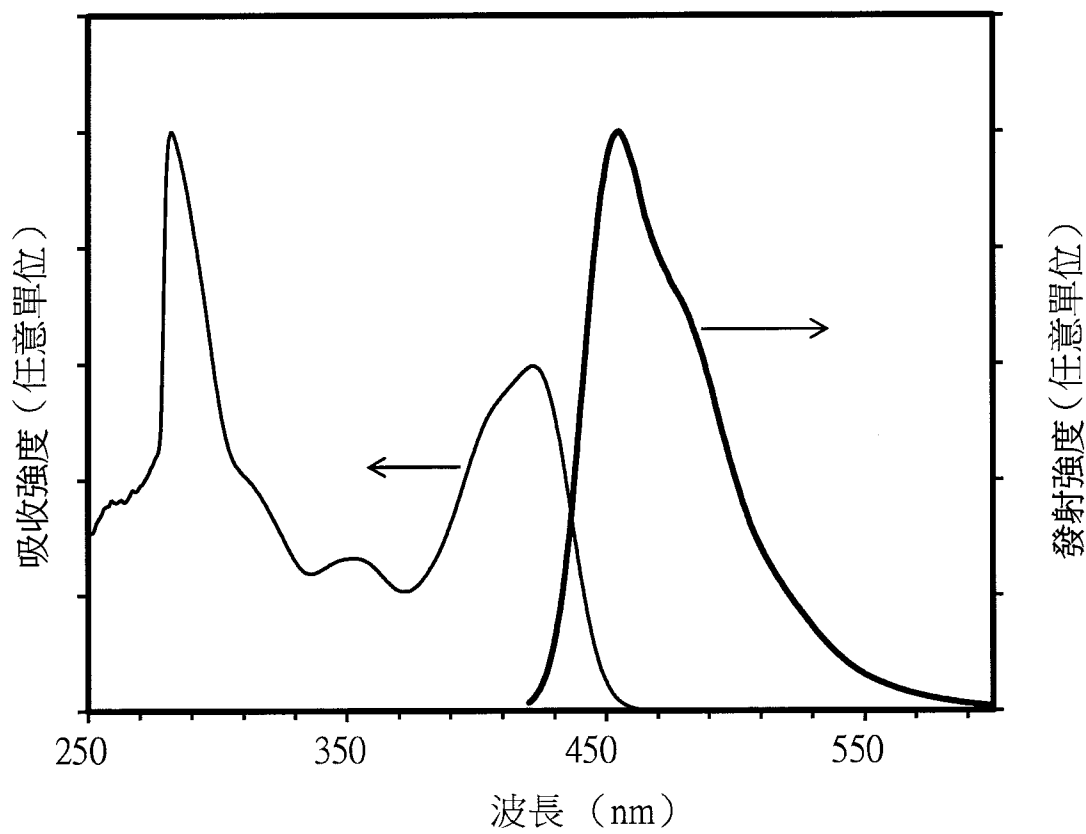
【圖 46】



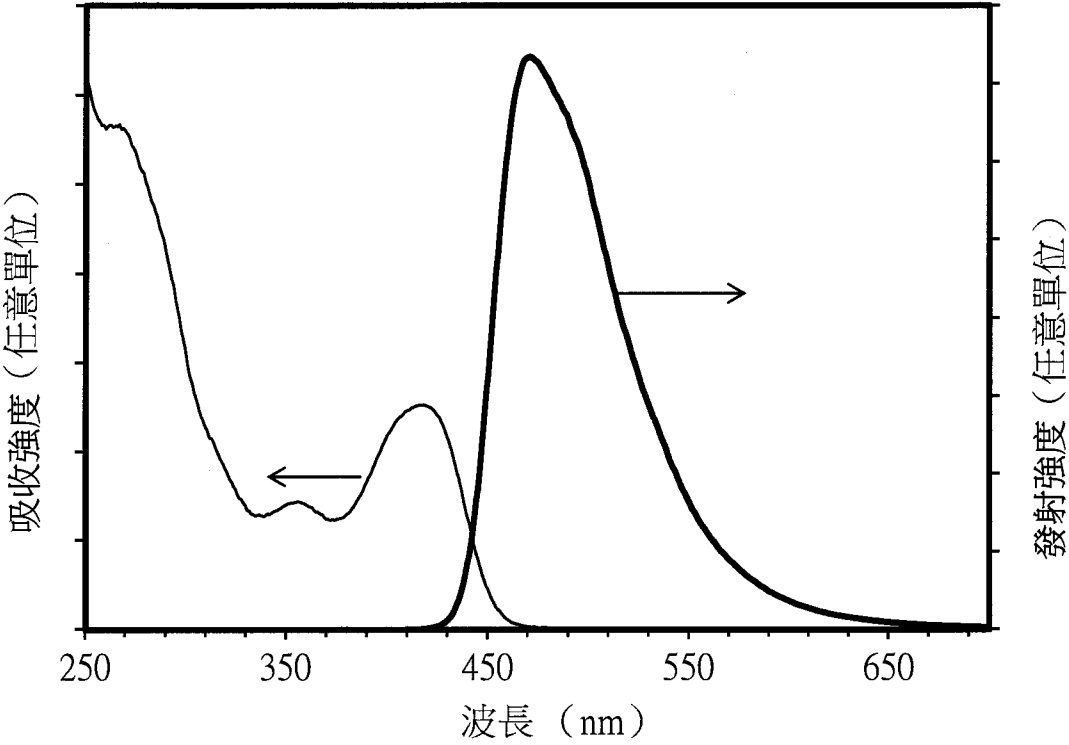
【圖 47A】



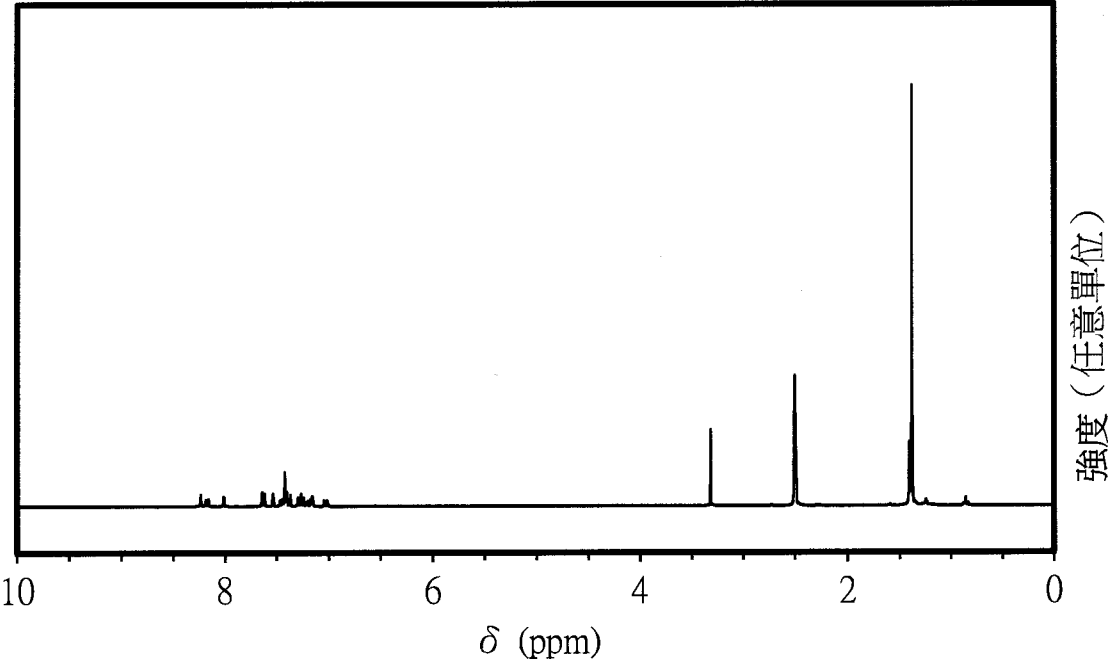
【圖 47B】



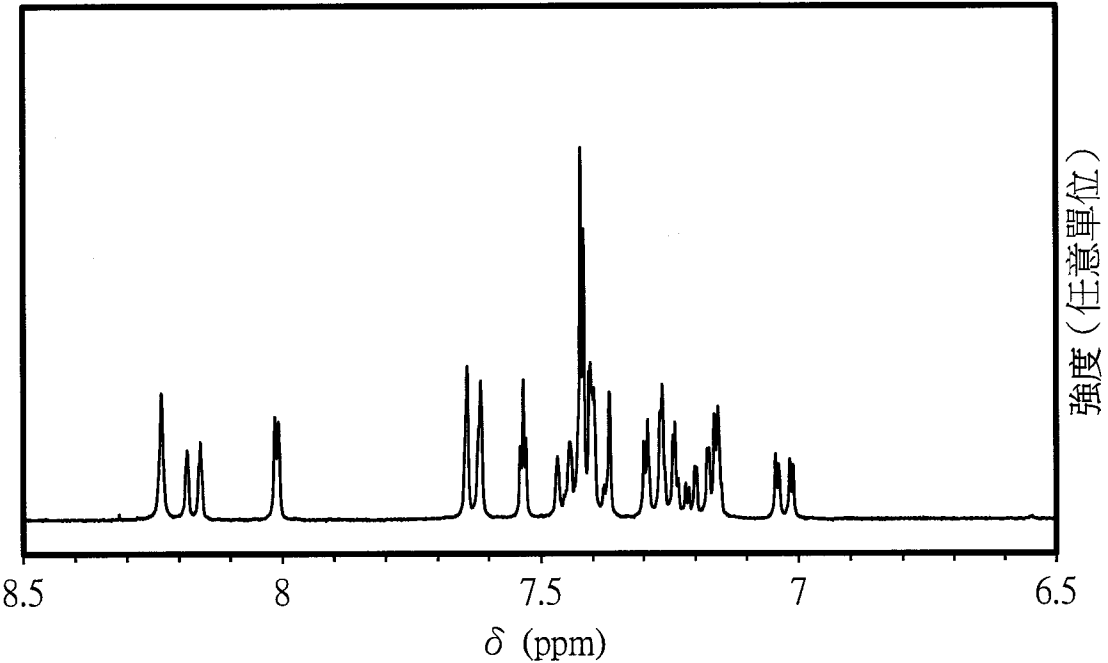
【圖 48】



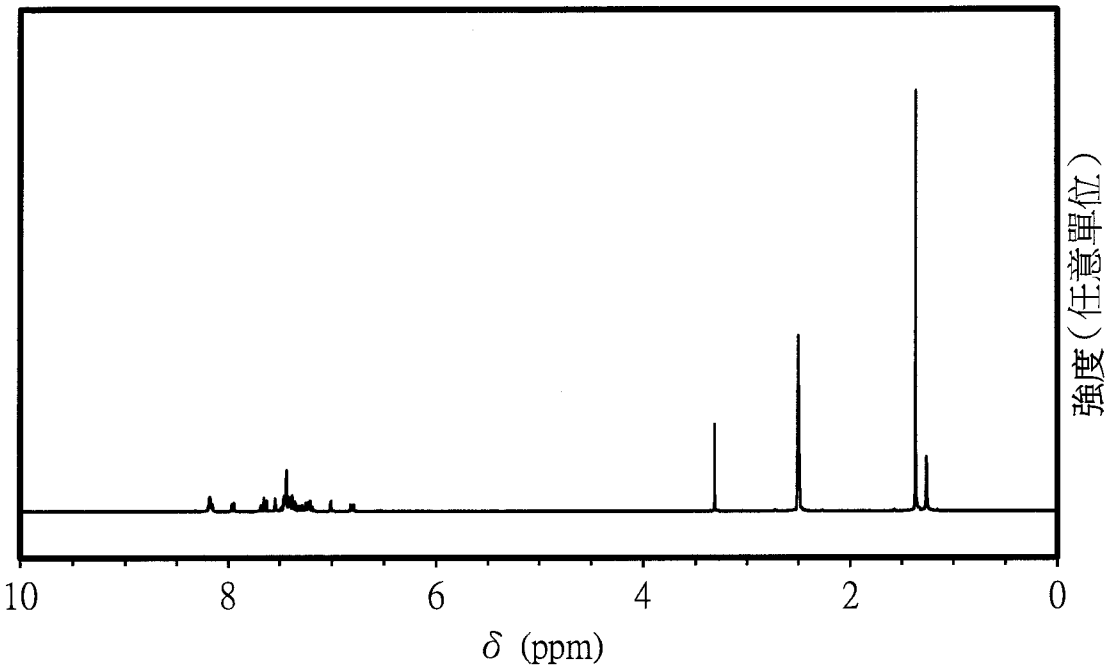
【圖 49】



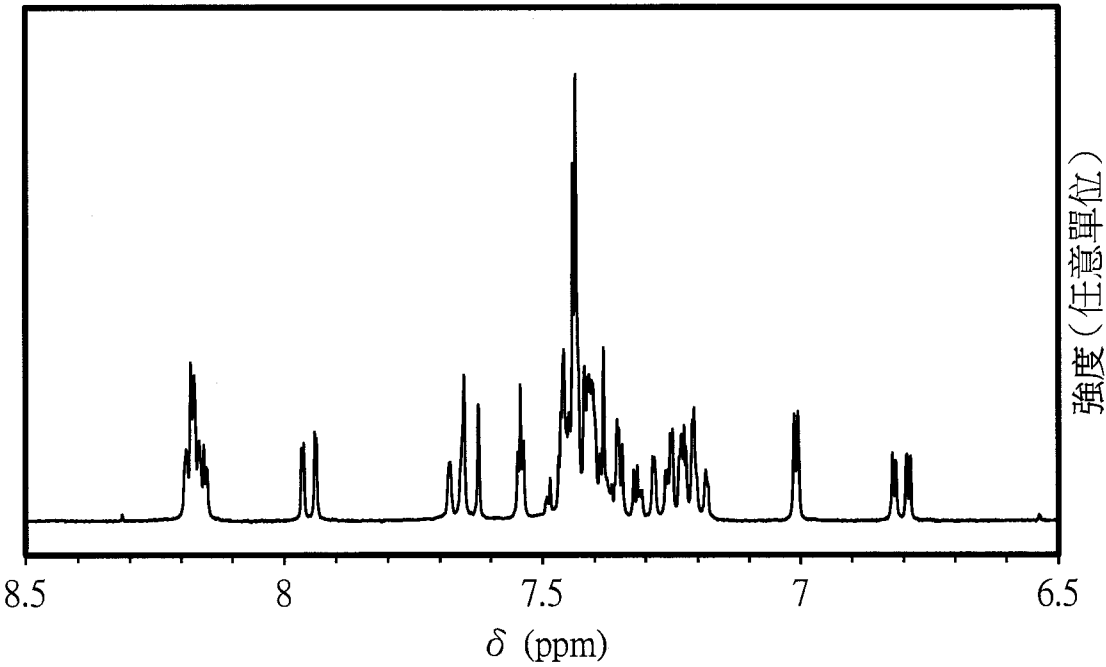
【圖 50A】



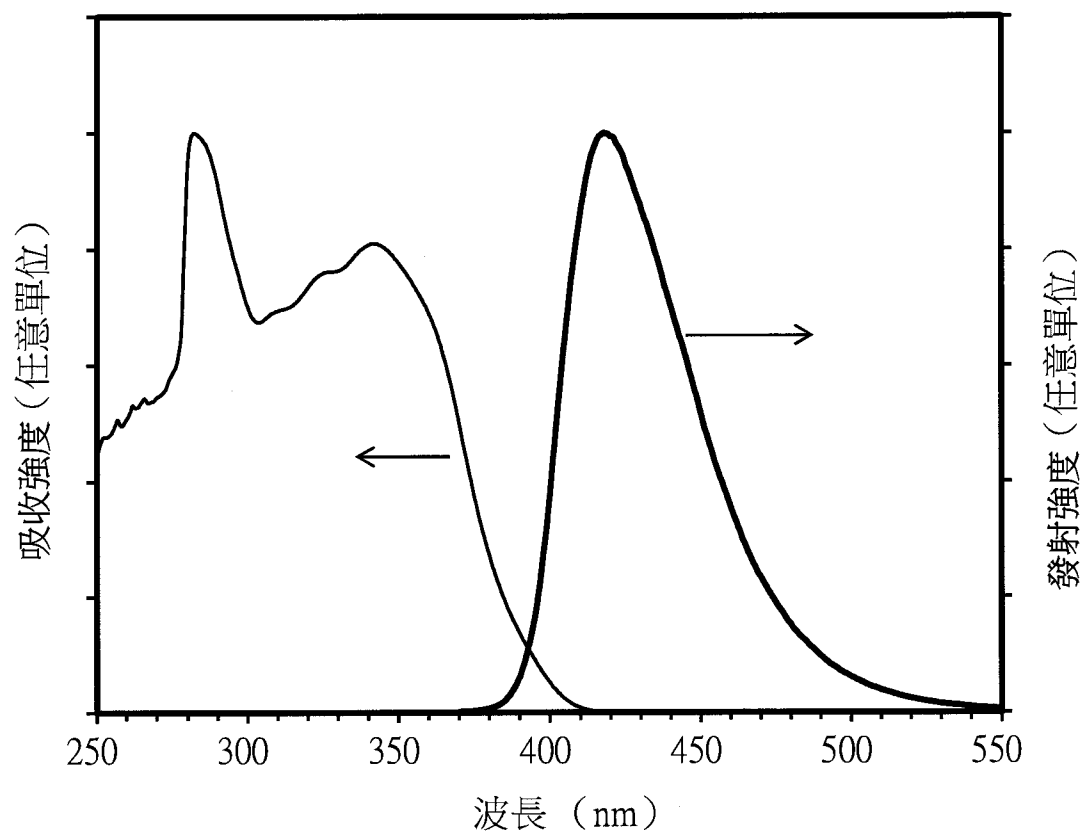
【圖 50B】



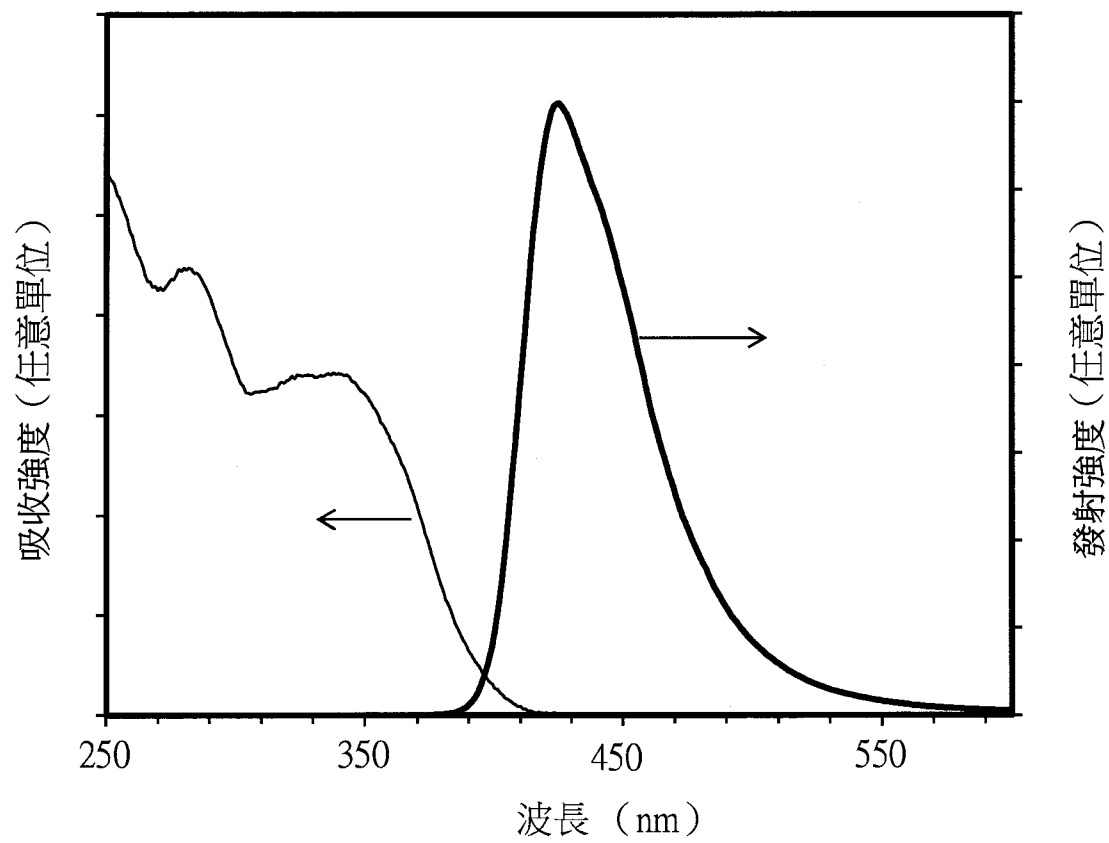
【圖 51A】



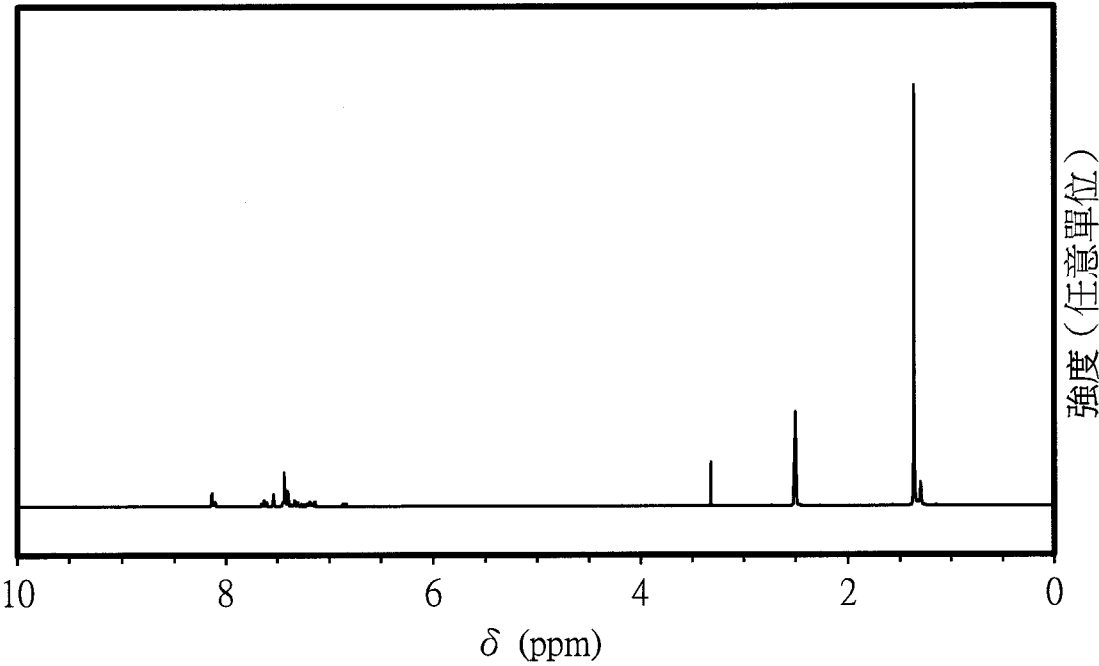
【圖 51B】



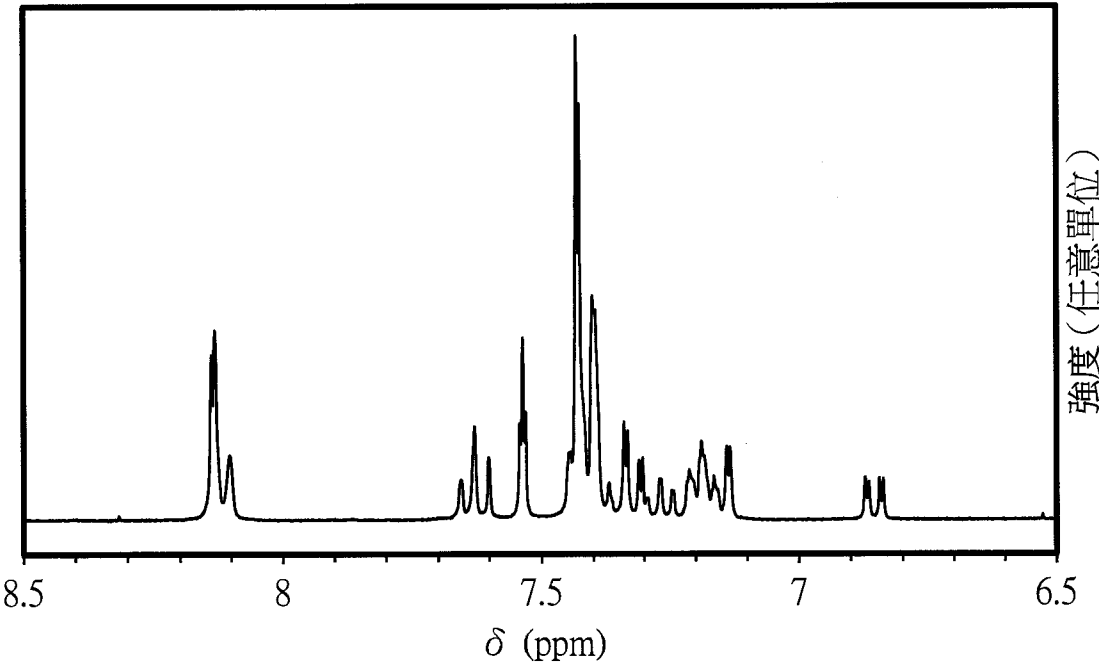
【圖 52】



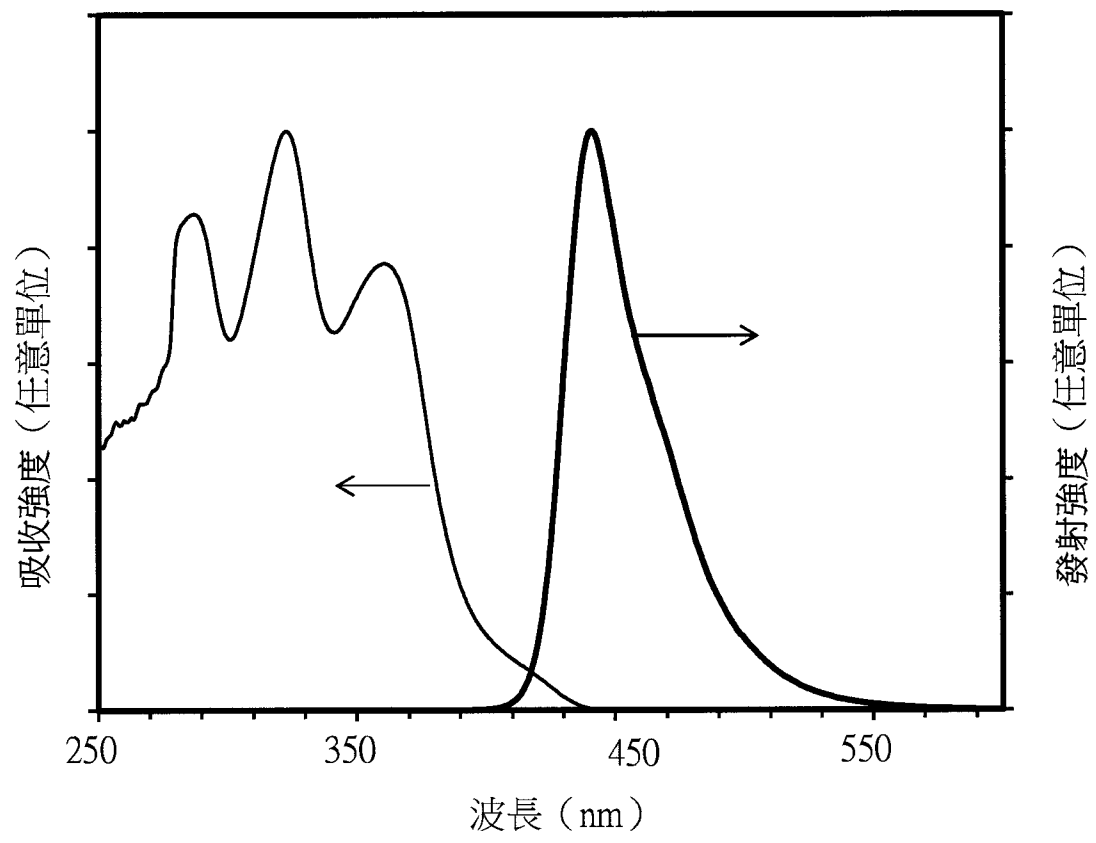
【圖 53】



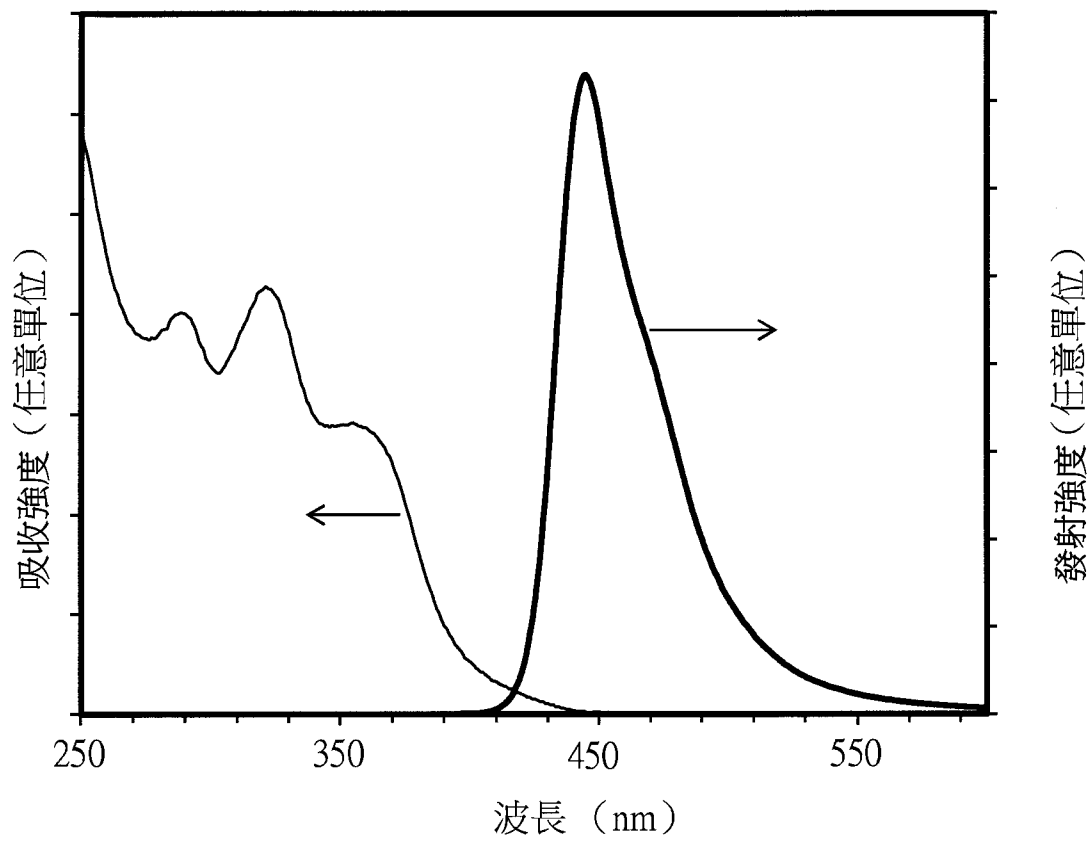
【圖 54A】



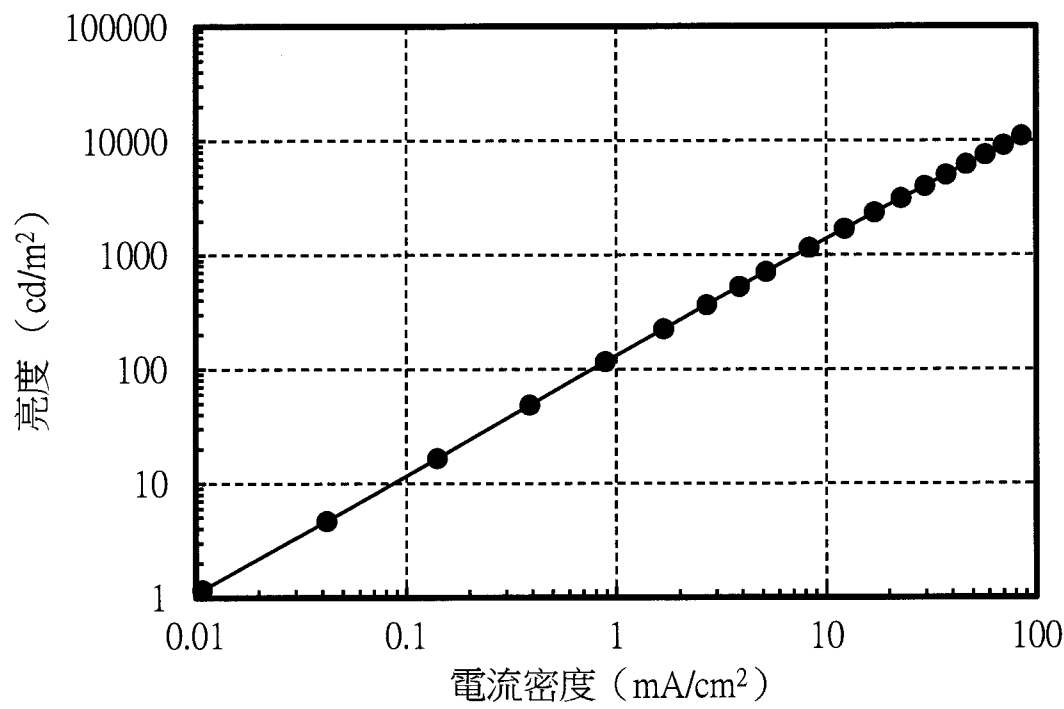
【圖 54B】



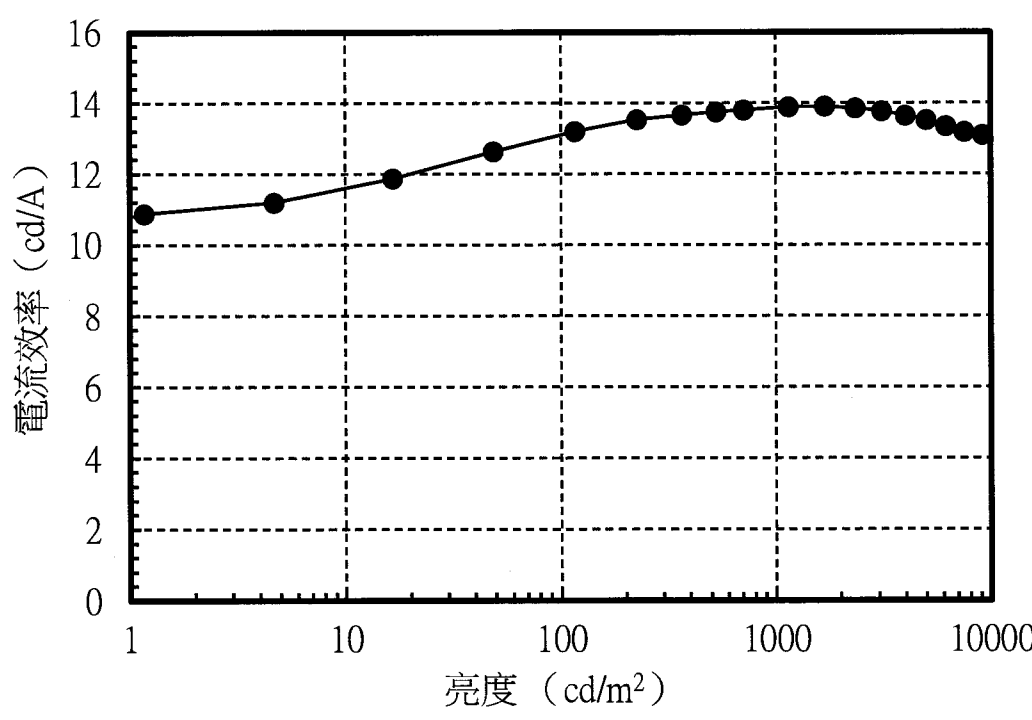
【圖 55】



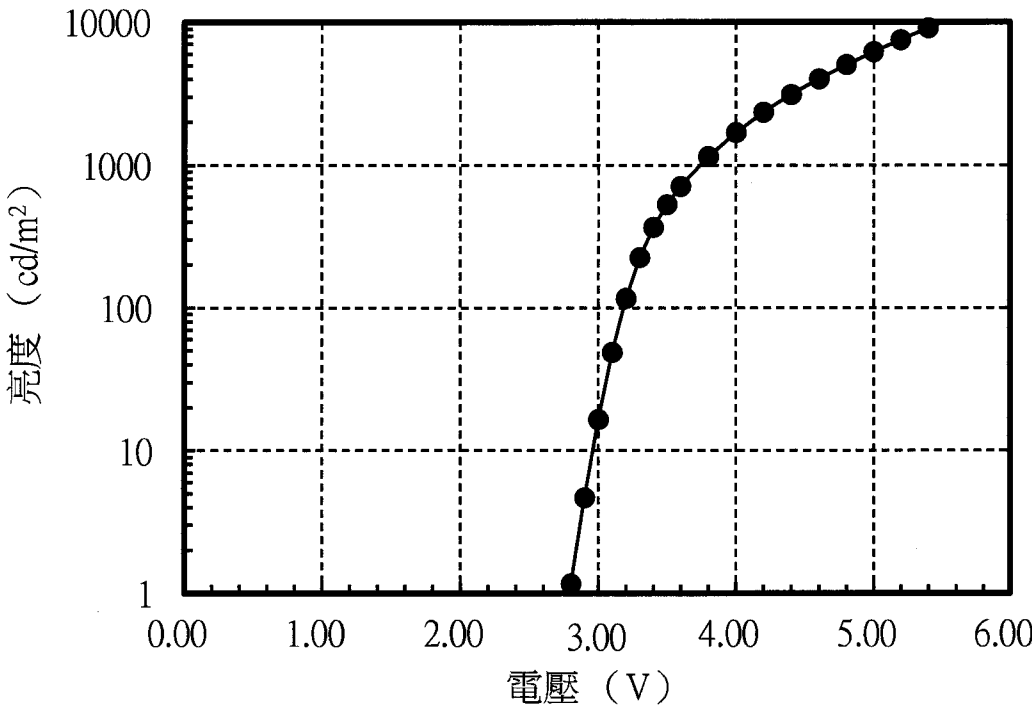
【圖 56】



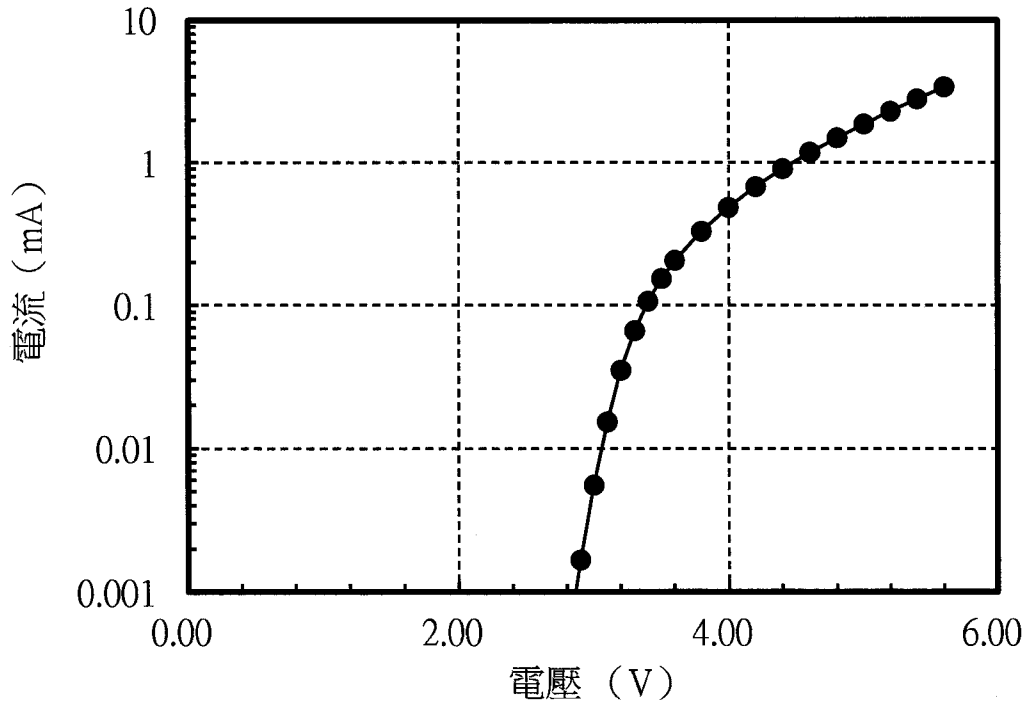
【圖 57】



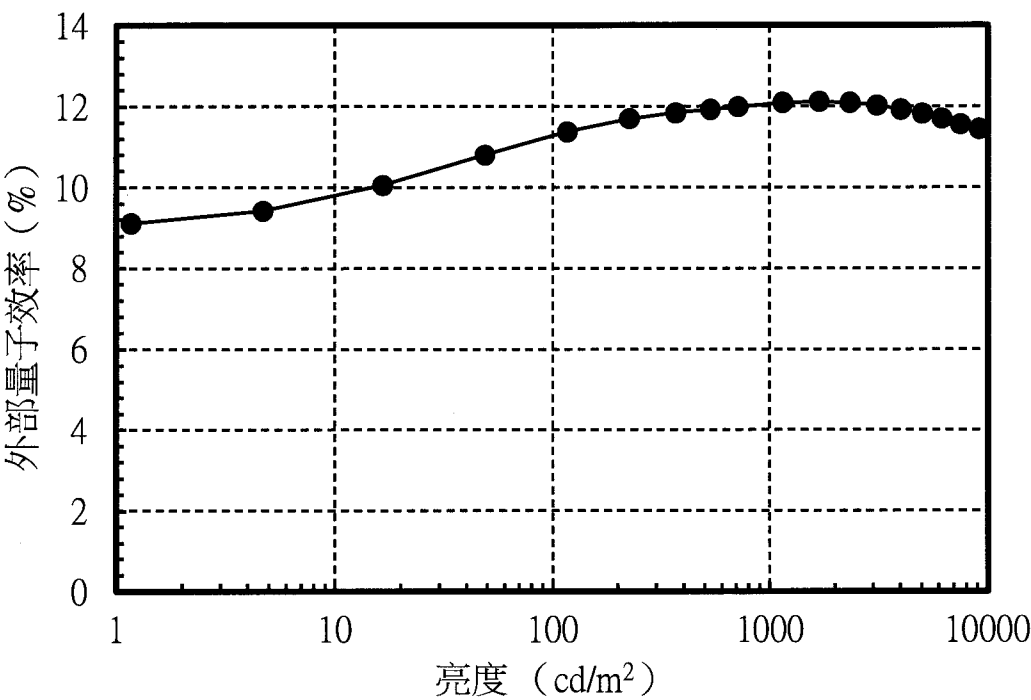
【圖 58】



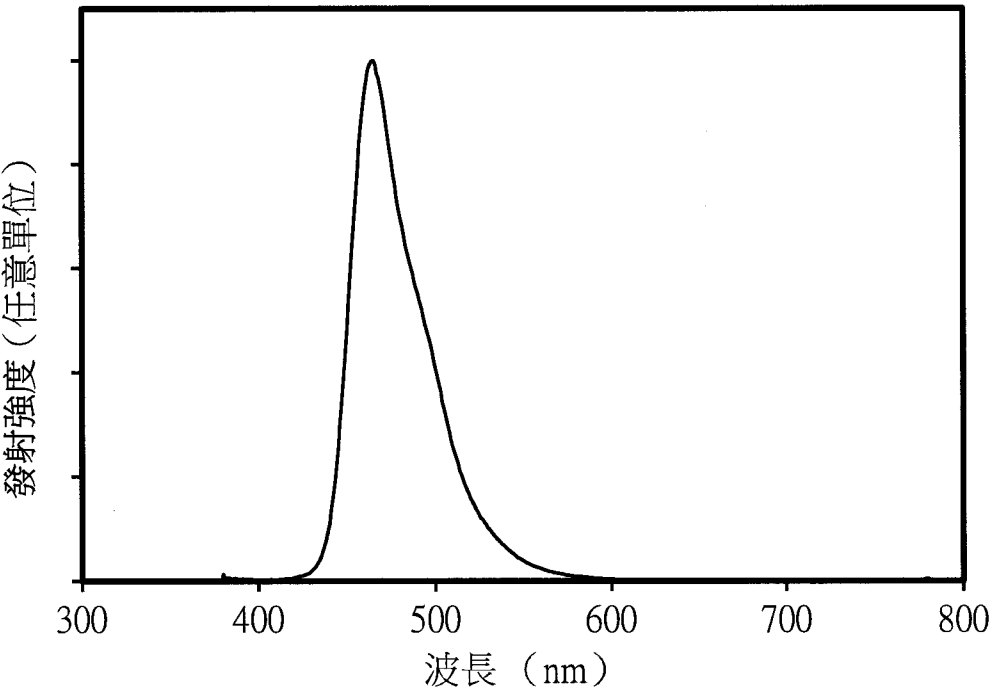
【圖 59】



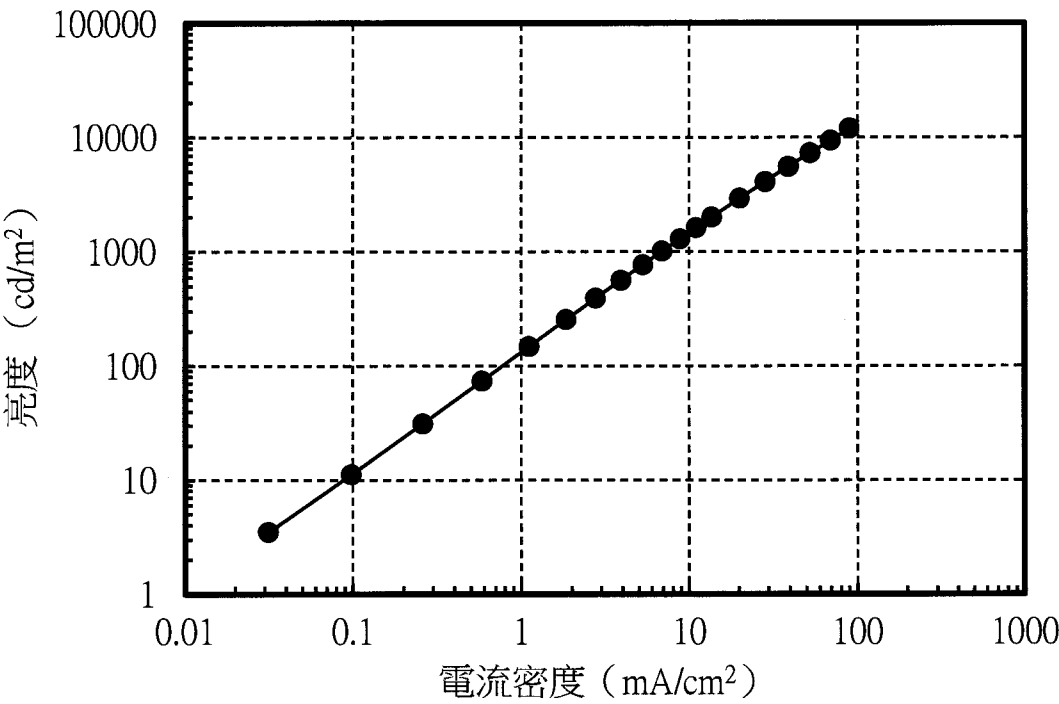
【圖 60】



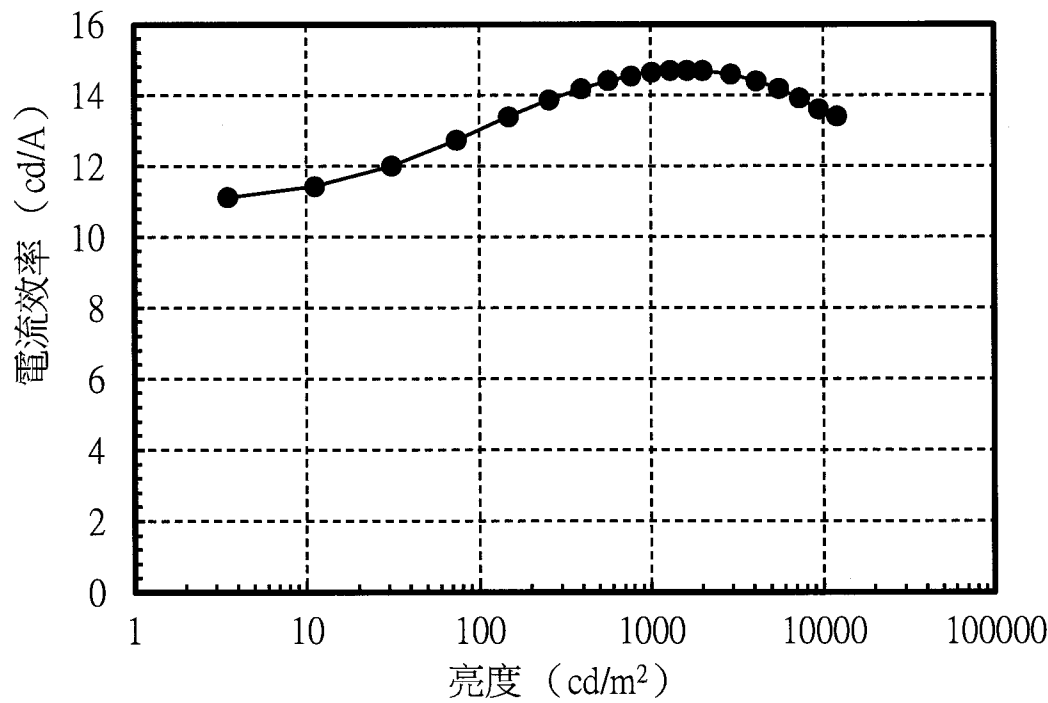
【圖 61】



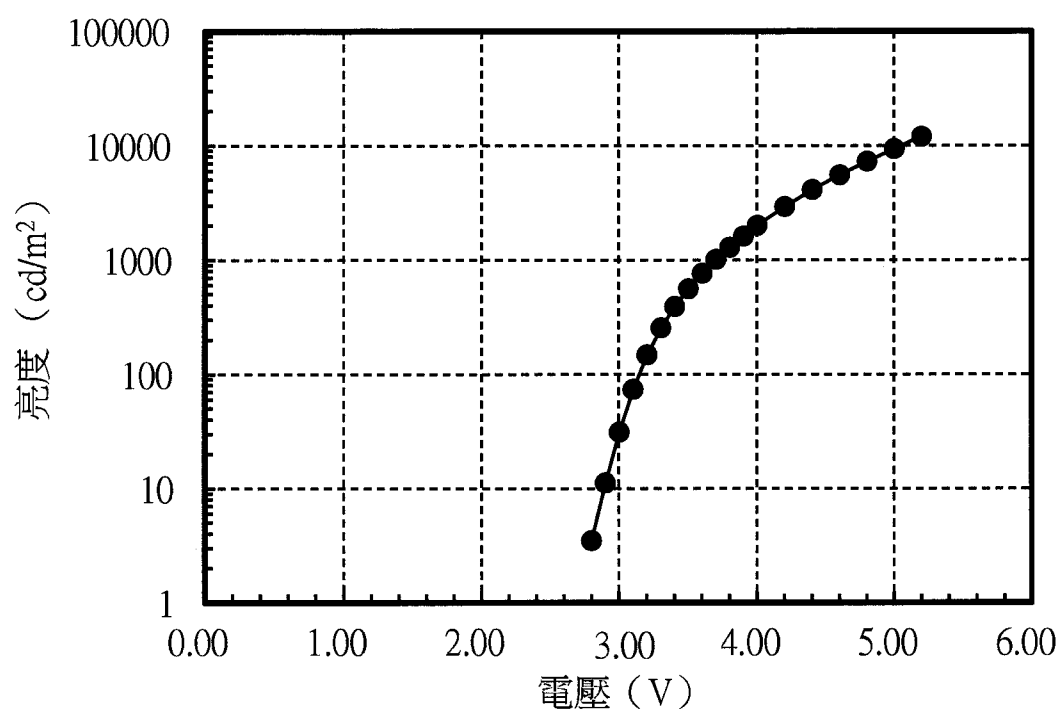
【圖 62】



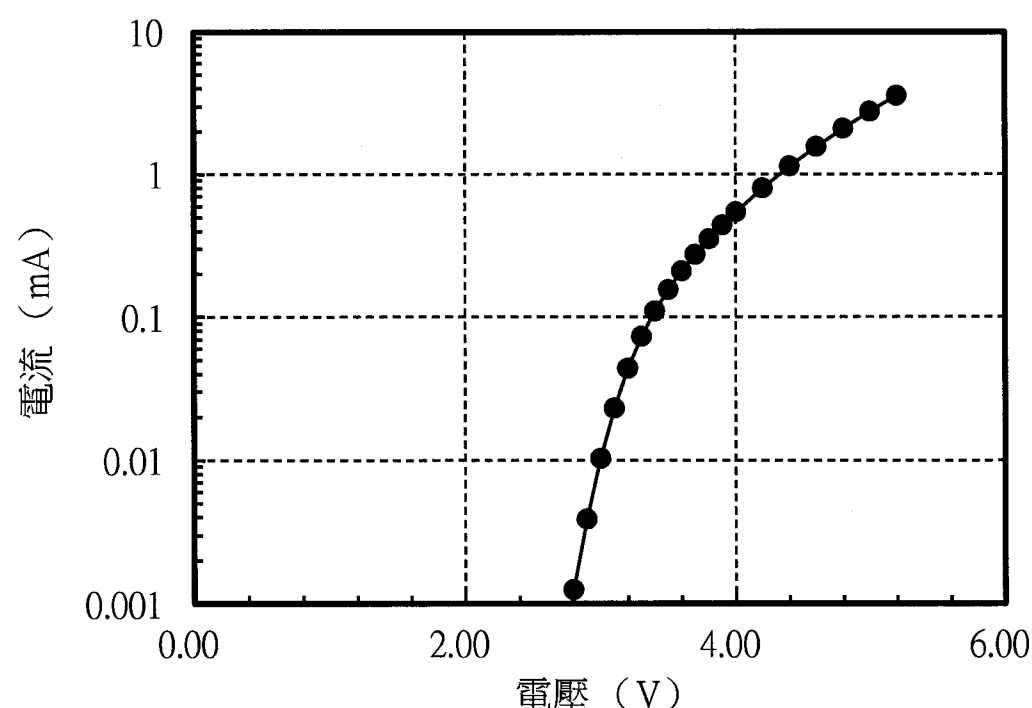
【圖 63】



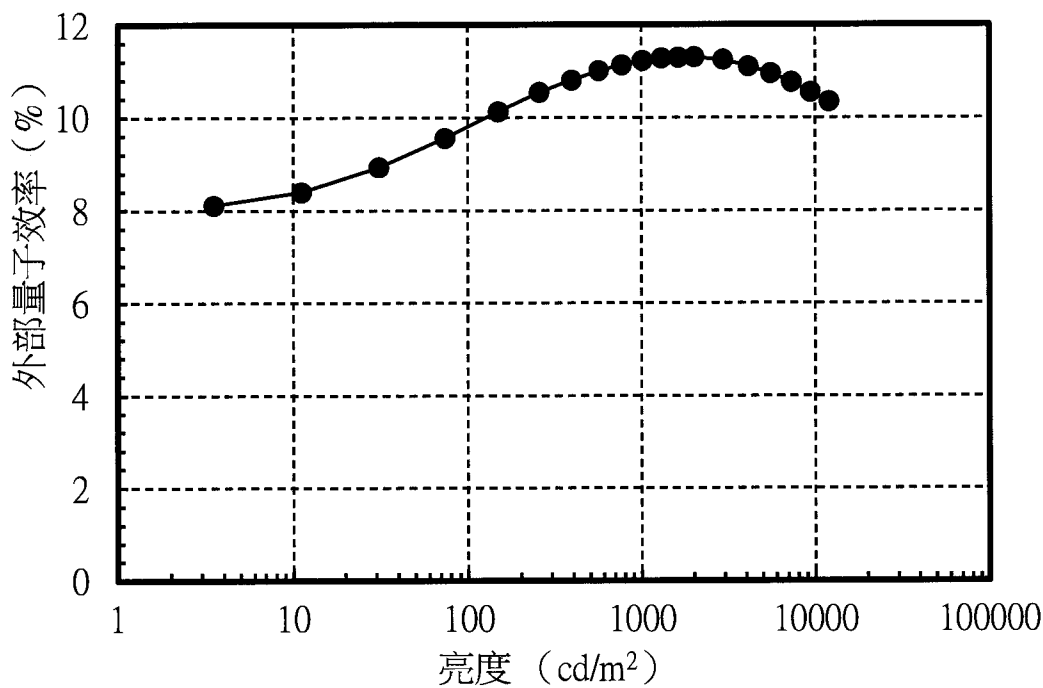
【圖 64】



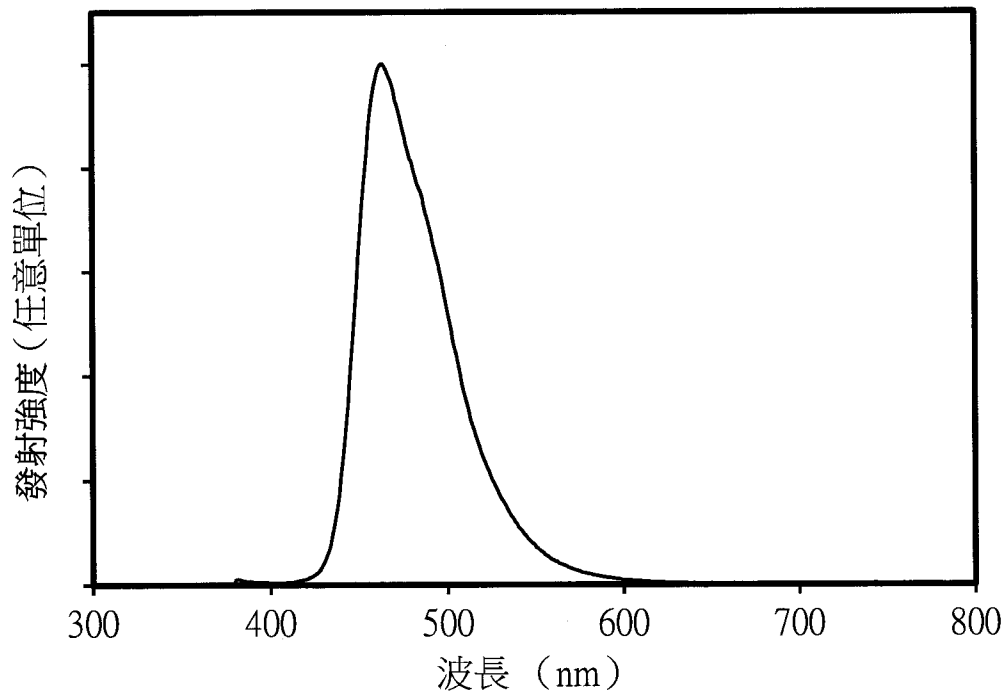
【圖 65】



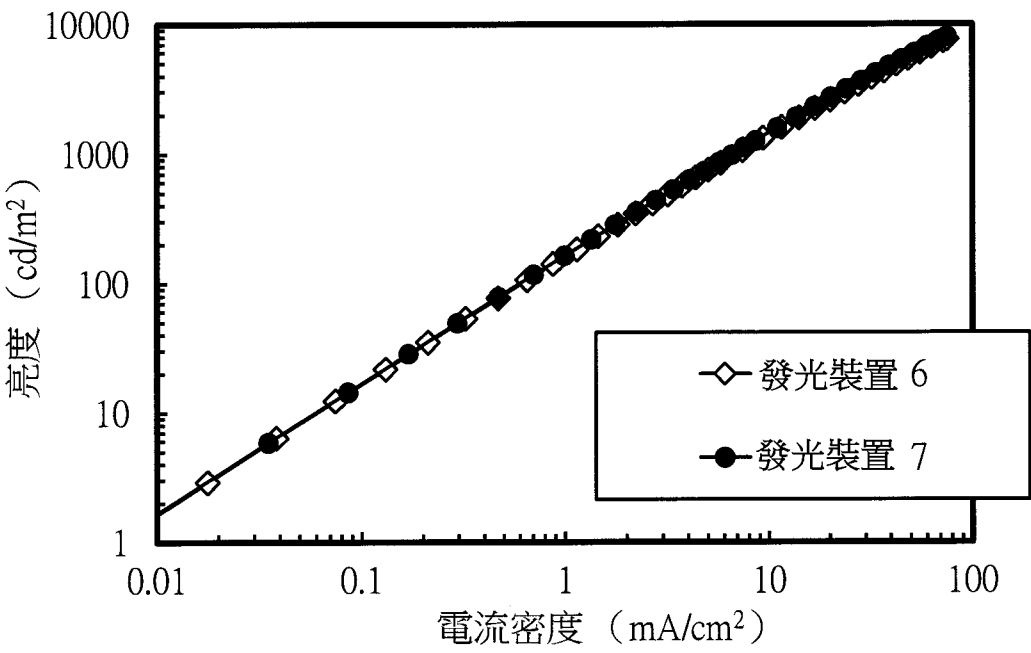
【圖 66】



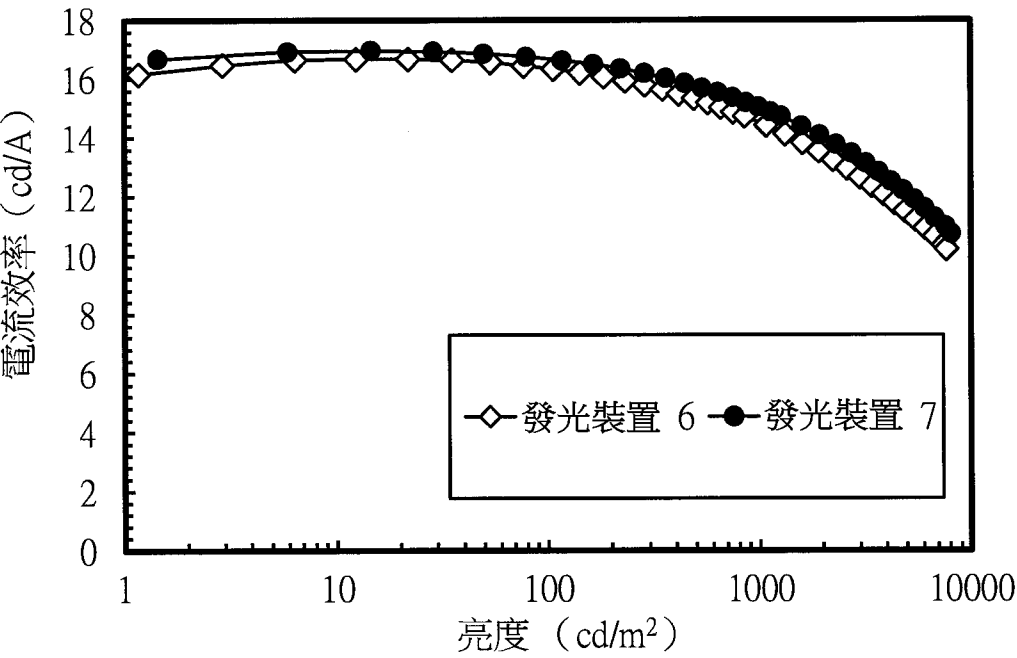
【圖 67】



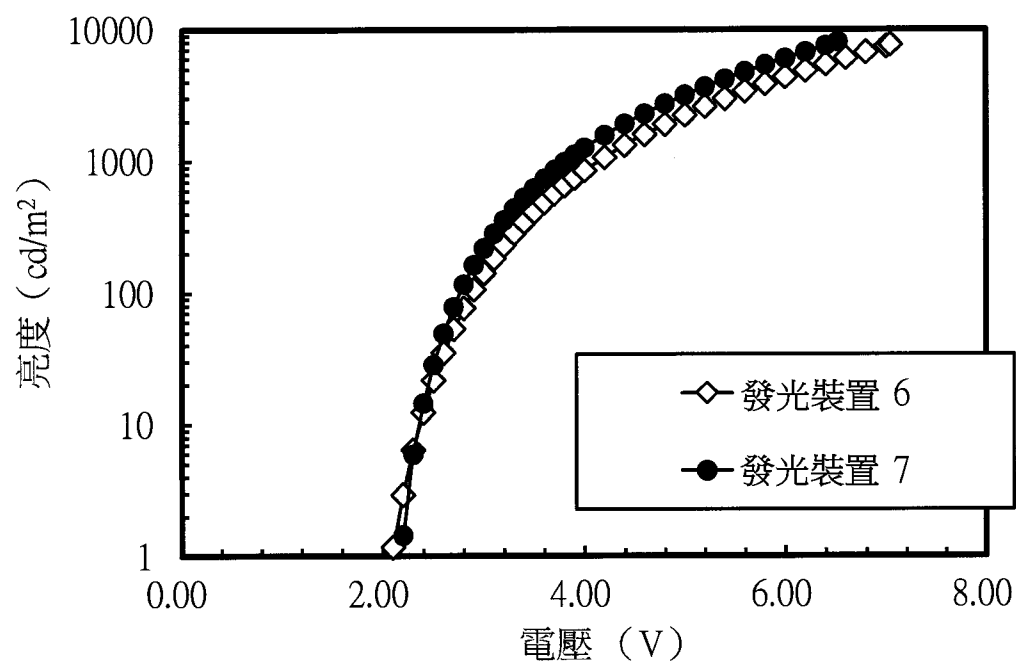
【圖 68】



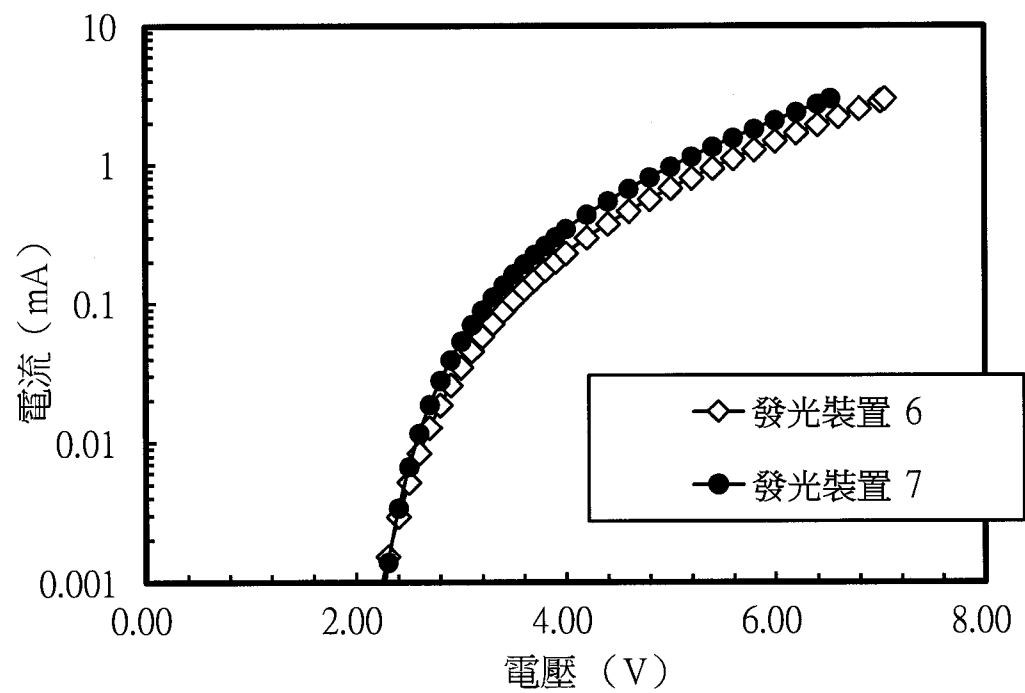
【圖 69】



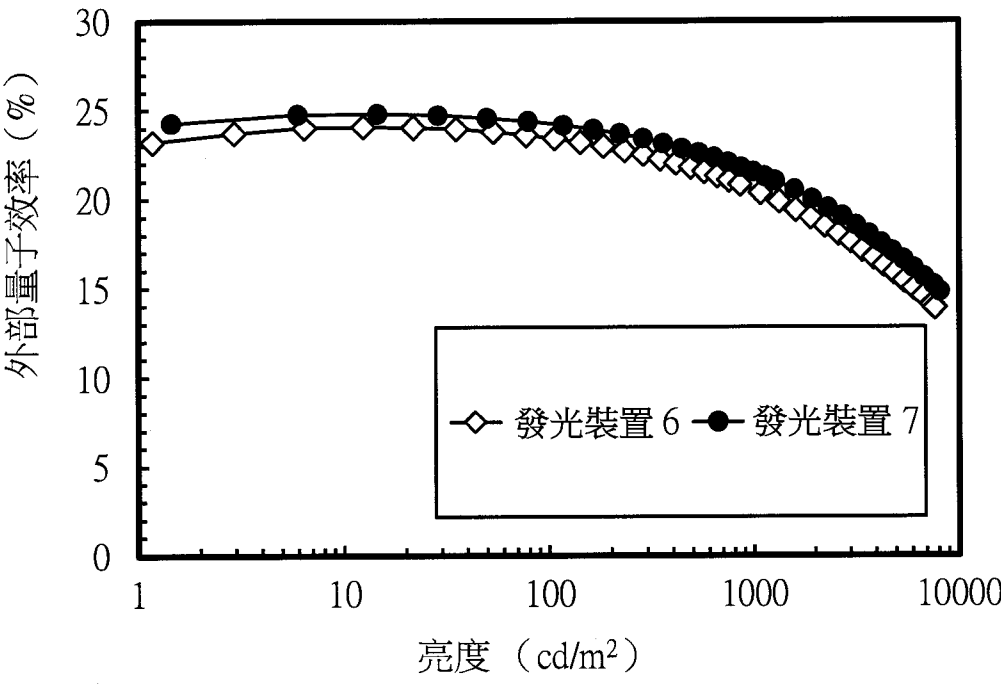
【圖 70】



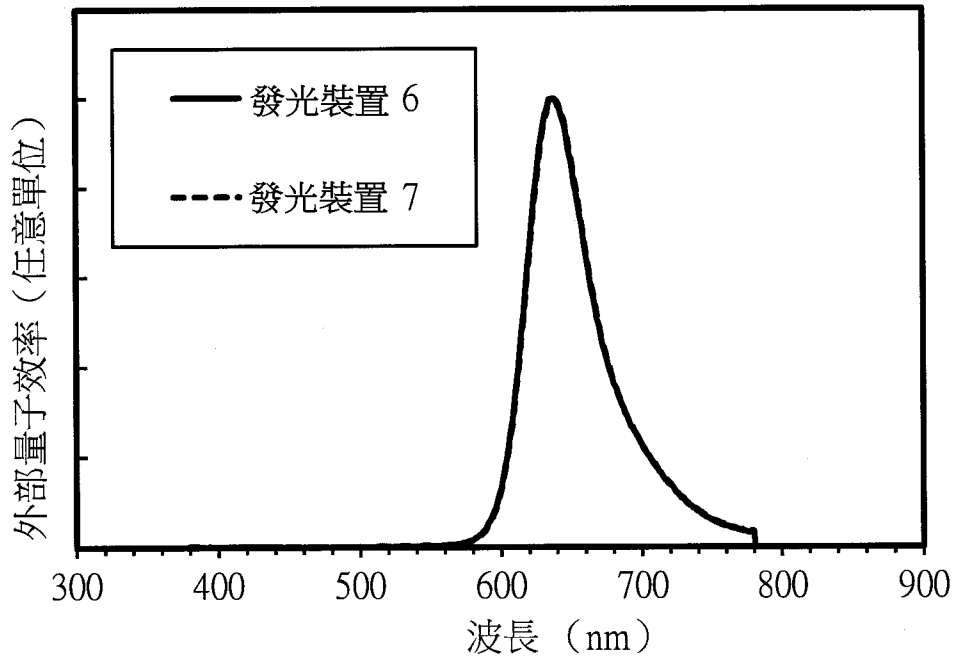
【圖 71】



【圖 72】



【圖 73】



【圖 74】