



(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 I798205 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：107108778

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 15 日

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

C07D495/04 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2017/03/17 日本

2017-053054

(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)；瀨尾哲史
SEO, SATOSHI (JP)；鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；橋本直明
HASHIMOTO, NAOAKI (JP)；滝田悠介 TAKITA, YUSUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 2010-87408A

JP 2016-122729A

審查人員：陳依微

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：83 共 262 頁

(54)名稱

有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置及照明設備

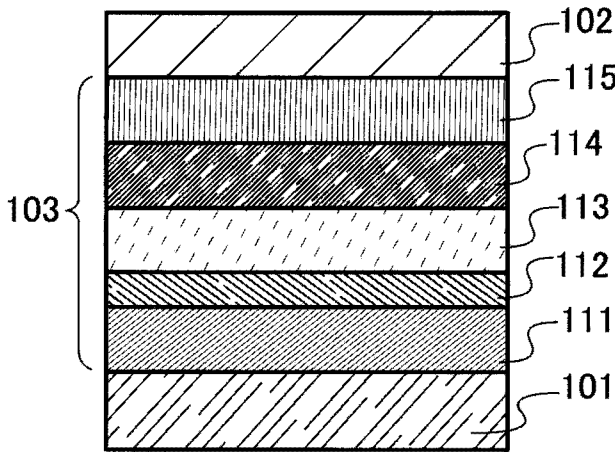
(57)摘要

本發明提供一種新穎的有機化合物。提供一種呈現色度良好的發光的有機化合物。提供一種呈現色度良好的藍色發光的有機化合物。提供一種發光效率高的有機化合物。提供一種載子傳輸性高的有機化合物。提供一種可靠性高的有機化合物。提供一種具有萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架且具有 5000 以下的分子量的有機化合物。本發明人等發現該有機化合物是非常有用於發光元件的發光體的骨架。由於該有機化合物具有高發光效率並呈現良好的藍色發光，所以使用該有機化合物的發光元件可以為發光效率高的藍色發光元件。

A novel organic compound is provided. An organic compound that emits light with high chromaticity is provided. An organic compound that emits blue light with high chromaticity is provided. An organic compound with high emission efficiency is provided. An organic compound having an excellent hole-transport property is provided. An organic compound having high reliability is provided. An organic compound that has a naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran skeleton or a naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophene skeleton and has a molecular weight of less than or equal to 5000 is provided. The present inventors have found that the organic compound is a significantly effective skeleton as a luminophor of a light-emitting element. The organic compound has high emission efficiency and exhibits favorable blue light emission; thus, a light-emitting element using the organic compound can be a blue light-emitting element with high emission efficiency.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 101 . . . 陽極
- 102 . . . 陰極
- 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



I798205

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置及照明設備

【英文發明名稱】

Organic compound, light-emitting element, light-emitting device, electronic device, display device, and lighting device

【中文】

本發明提供一種新穎的有機化合物。提供一種呈現色度良好的發光的有機化合物。提供一種呈現色度良好的藍色發光的有機化合物。提供一種發光效率高的有機化合物。提供一種載子傳輸性高的有機化合物。提供一種可靠性高的有機化合物。提供一種具有蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有機化合物。本發明人等發現該有機化合物是非常有用於發光元件的發光體的骨架。由於該有機化合物具有高發光效率並呈現良好的藍色發光，所以使用該有機化合物的發光元件可以為發光效率高的藍色發光元件。

【 英文 】

A novel organic compound is provided. An organic compound that emits light with high chromaticity is provided. An organic compound that emits blue light with high chromaticity is provided. An organic compound with high emission efficiency is provided. An organic compound having an excellent hole-transport property is provided. An organic compound having high reliability is provided. An organic compound that has a naphtho[2,3-*b*;7,6-*b'*]bisbenzofuran skeleton or a naphtho[2,3-*b*;7,6-*b'*]bisbenzothiophene skeleton and has a molecular weight of less than or equal to 5000 is provided. The present inventors have found that the organic compound is a significantly effective skeleton as a luminophor of a light-emitting element. The organic compound has high emission efficiency and exhibits favorable blue light emission; thus, a light-emitting element using the organic compound can be a blue light-emitting element with high emission efficiency.

【指定代表圖】第(1A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

101：陽極

102：陰極

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】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

有機化合物、發光元件、發光裝置、電子裝置、顯示裝置及照明設備

【英文發明名稱】

Organic compound, light-emitting element, light-emitting device, electronic device, display device, and lighting device

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種發光元件、顯示模組、照明模組、顯示裝置、發光裝置、電子裝置及照明設備。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。本發明的一個實施方式係關於一種製程(process)、機器(machine)、產品(manufacture)或者組合物(composition of matter)。因此，明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的例子，可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明設備、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置、它們的驅動方法或者它們的製造方法。

【先前技術】

【0002】有的使用有機EL元件的顯示裝置、發光裝置已實現實用化，其應用範圍正在擴大。近年來，液晶顯示器的進步很大，所以作為下一代顯示器的有機EL顯示器當然被要求高品質。

【0003】雖然作為有機EL顯示器用材料已開發各種物質，但是具有能夠承受實用的特性的物質不多。當考慮組合的多樣性及親和性等時，毫無疑問選擇範圍越大越佳。

【0004】有機EL元件具有多個物質具有不同功能的功能分離型結構。對該物質中的發光材料的要求，尤其是對影響到功耗的發光效率和可以改善顯示品質的發光顏色的要求很大。

【0005】專利文獻1公開了具有萘并雙苯并呋喃骨架的有機化合物。

【0006】

[專利文獻1]日本專利申請公開第2014-237682號公報

【發明內容】

【0007】本發明的一個實施方式的目的是提供一種新穎的有機化合物。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種呈現色度良好的發光的有機化合物。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種呈現色度良好的藍色發光的有機化合物。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種發光效率高的有機化合物。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種載子傳輸性高的有機化合物。本

發明的一個實施方式的另一目的是提供一種可靠性高的有機化合物。

【0008】本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種新穎的發光元件。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種發光效率高的發光元件。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種色度良好的發光元件。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種呈現色度良好的藍色發光的發光元件。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種使用壽命長的發光元件。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種驅動電壓小的發光元件。

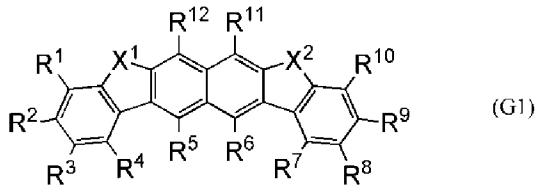
【0009】本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種功耗小的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。本發明的一個實施方式的另一目的是提供一種顯示品質良好的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

【0010】本發明只要達到上述目的中的任一個即可。

【0011】本發明的一個實施方式是一種包含以下述通式(G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物的發光元件。

【0012】

[化學式 1]



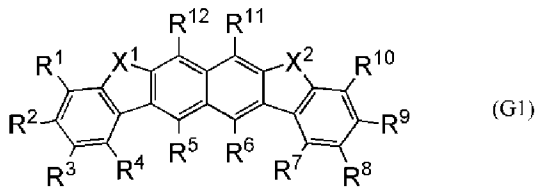
【0013】在上述通式(G1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。R¹至R¹²分別獨立地表示氫或取代基。

【0014】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述取代基是碳原子數為1至100的取代或未取代的脂肪烴基、碳原子數為3至100的取代或未取代的脂環烴基、碳原子數為6至100的取代或未取代的芳烴基、碳原子數為1至100的取代或未取代的雜環基或者碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基。

【0015】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物的發光元件。

【0016】

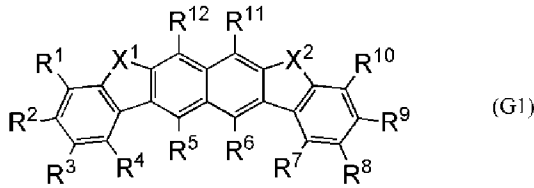
[化學式 2]



【0017】在上述通式(G1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，R¹至R¹²中的至少一個表示碳原子數為6至100的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

【0018】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物的發光元件。

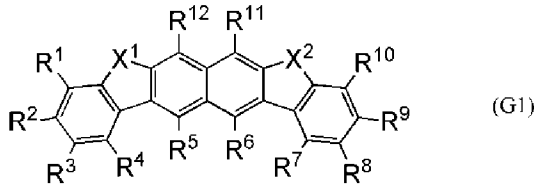
【0019】
[化學式3]



【0020】在上述通式(G1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，R¹至R¹²中的一個或兩個表示碳原子數為6至100的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

【0021】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物的發光元件。

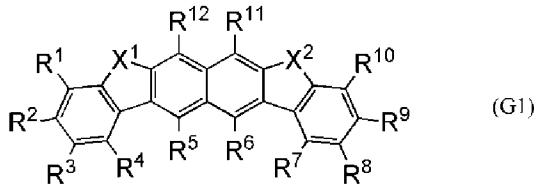
【0022】
[化學式4]



【0023】在上述通式(G1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，在R¹至R¹²中，R²和R⁹中的一個或兩個表示碳原子數為6至100以下的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

【0024】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物的發光元件。

【0025】
[化學式5]



【0026】在上述通式(G1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，在R¹至R¹²中，R³和R⁸中的一個或兩個表示碳原子數為6至100的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

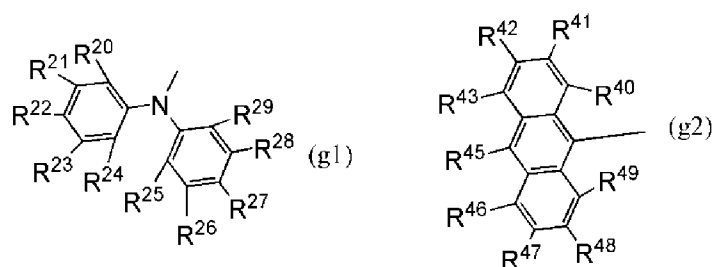
【0027】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述碳原子數為6至100的取代基是取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代或未取代的芳烴基、取代或未取代的雜環基或者取代或未取代的二芳基胺基。注意，該二芳基胺基所包括的芳基包括雜芳基。

【0028】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述碳原子數為6至100的取代基是碳原子數為12至100的取代基。

【0029】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述碳原子數為6至100的取代基是以下述通式(g1)或(g2)表示的取代基。

【 0030 】

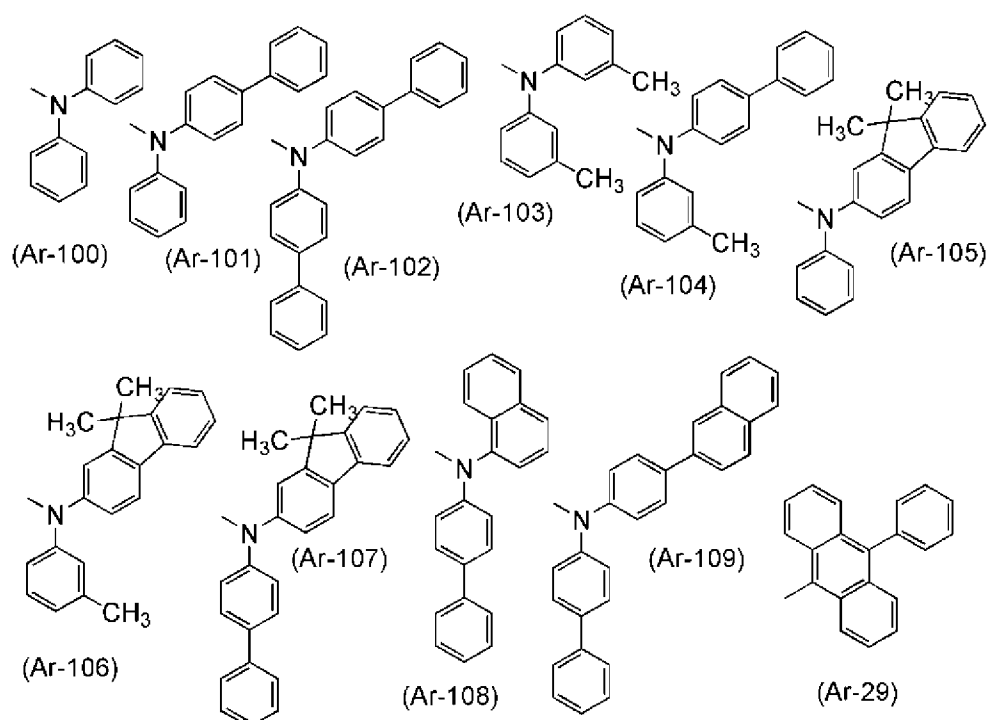
[化學式 6]



【 0031 】 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述碳原子數為 6 至 100 的取代基是選自以下述結構式 (Ar-100) 至 (Ar-109) 及 (Ar-29) 表示的取代基群中的取代基。

【 0032 】

[化學式 7]



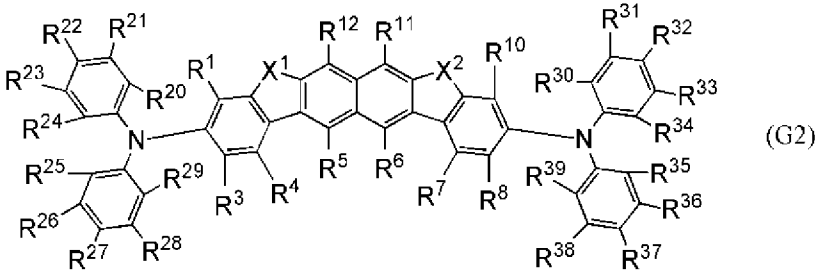
【 0033 】 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中上述碳原子數為 1 至 25 的取代基是取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代

或未取代的芳烴基或者取代或未取代的雜環基。

【0034】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G2)表示的有機化合物的發光元件。

【0035】

[化學式 8]

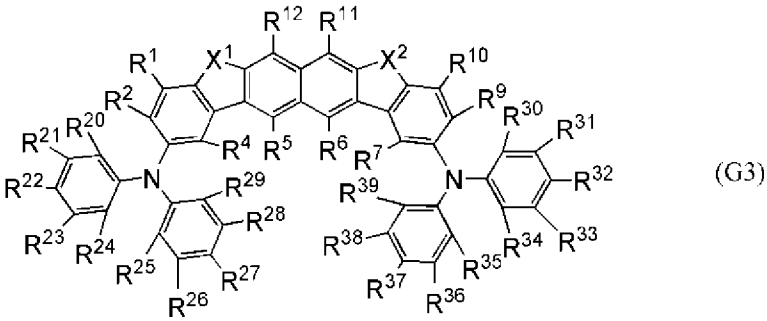


【0036】在上述通式(G2)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0037】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G3)表示的有機化合物的發光元件。

【0038】

[化學式 9]



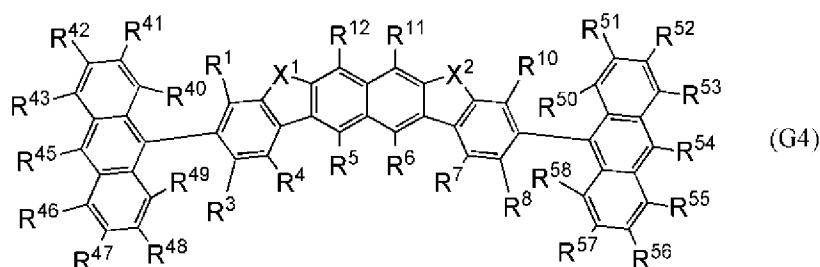
【0039】在上述通式(G3)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至

R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0040】本發明的另一個實施方式是一種包含以下述通式(G4)表示的有機化合物的發光元件。

【0041】

[化學式10]



【0042】在上述通式(G4)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0043】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中 X^1 及 X^2 是相同的原子。

【0044】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光元件，其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

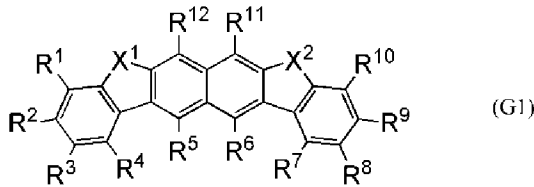
【0045】本發明的另一個實施方式是一種發光元件，其中上述有機化合物具有3000以下的分子量。

【0046】本發明的另一個實施方式是一種發光元件，其中上述有機化合物具有1500以下的分子量。

【0047】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物。

【0048】

[化學式 11]

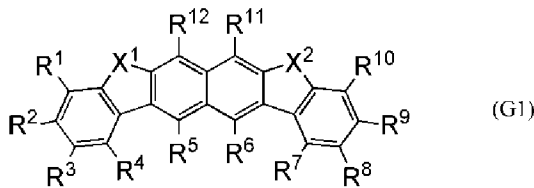


【0049】在上述通式 (G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 至 R^{12} 中的至少一個表示碳原子數為6至100的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

【0050】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物。

【0051】

[化學式 12]

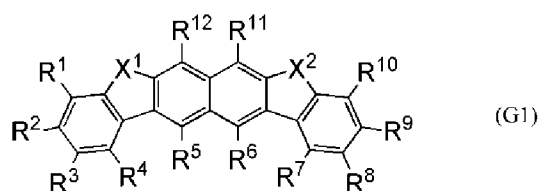


【0052】在上述通式 (G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 至 R^{12} 中的一個或兩個表示碳原子數為6至100的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。

【0053】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G1)表示且具有5000以下的分子量的有機化合物。

【 0054】

[化學式 13]

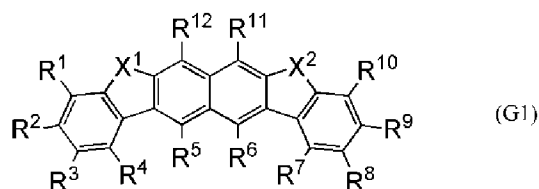


【 0055】 在上述通式 (G1) 中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，在 R^1 至 R^{12} 中， R^2 和 R^9 中的一個或兩個表示碳原子數為 6 至 100 的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為 1 至 25 的取代基。

【 0056】 本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G1) 表示且具有 5000 以下的分子量的有機化合物。

【 0057】

[化學式 14]



【 0058】 在上述通式 (G1) 中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，在 R^1 至 R^{12} 中， R^3 和 R^8 中的一個或兩個表示碳原子數為 6 至 100 的取代基，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為 1 至 25 的取代基。

【 0059】 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中上述碳原子數為 6 至 100 的取代基是取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代或未取代的芳烴基、取代或未取代的雜環基或者取代或

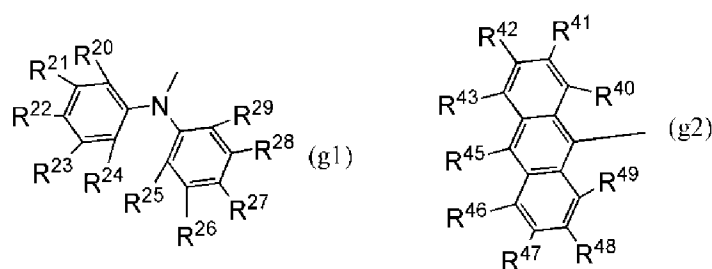
未取代的二芳基胺基。注意，該二芳基胺基所包括的芳基包括雜芳基。

【0060】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中上述碳原子數為6至100的取代基是碳原子數為12至100的取代基。

【0061】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中上述碳原子數為6至100的取代基是以下述通式(g1)或(g2)表示的取代基。

【0062】

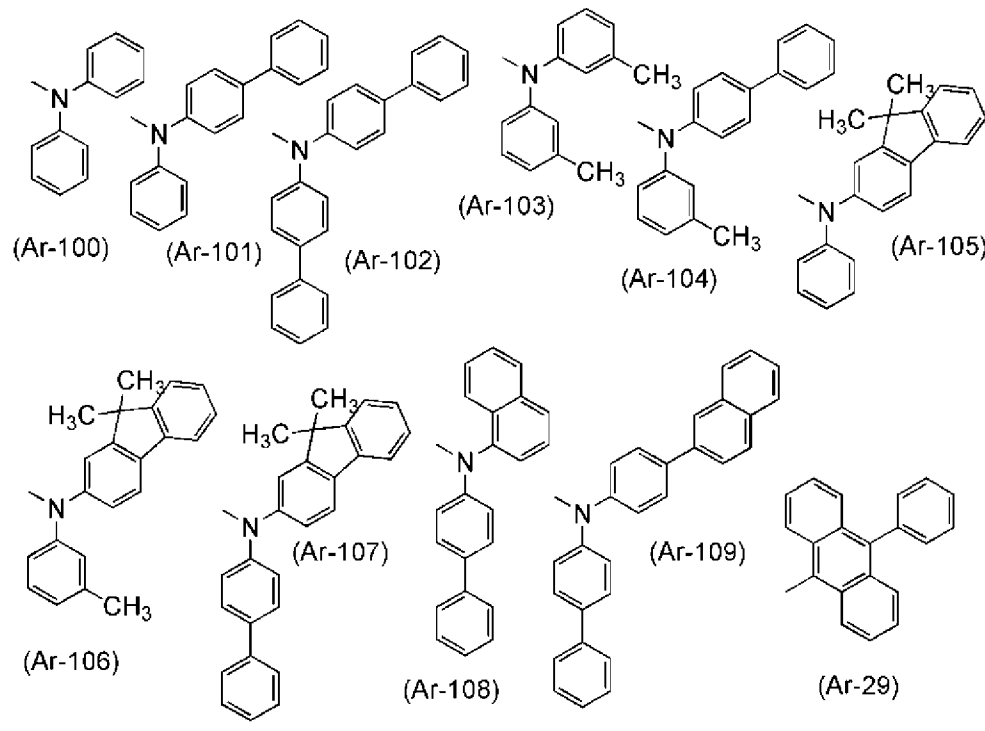
[化學式15]



【0063】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中上述碳原子數為6至100的取代基是選自以下述結構式(Ar-100)至(Ar-109)及(Ar-29)表示的取代基群中的取代基。

【0064】

[化學式 16]

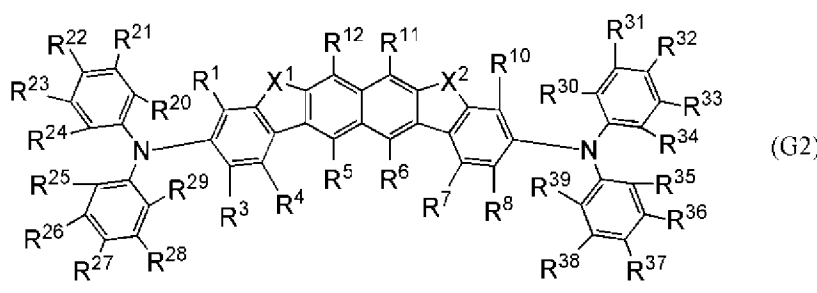


【0065】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中上述碳原子數為1至25的取代基是取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代或未取代的芳烴基或者取代或未取代的雜環基。

【0066】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式(G2)表示的有機化合物。

【0067】

[化學式 17]



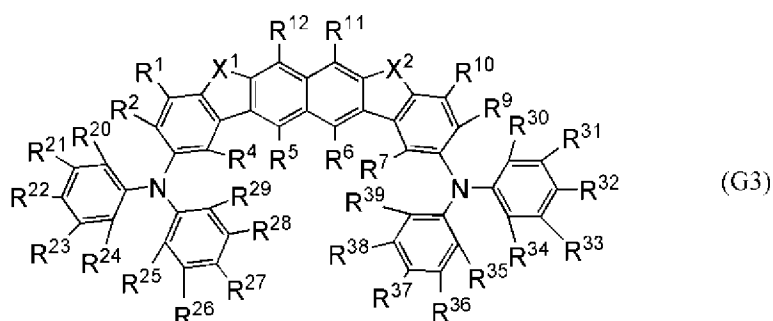
【0068】在上述通式(G2)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，R¹、R³至R⁸、R¹⁰至R¹²、R²⁰

至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的脂肪烴基、碳原子數為 3 至 20 的脂環烴基、碳原子數為 6 至 25 的芳烴基或者碳原子數為 1 至 25 的雜環基。

【0069】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G3) 表示的有機化合物。

【0070】

[化學式 18]

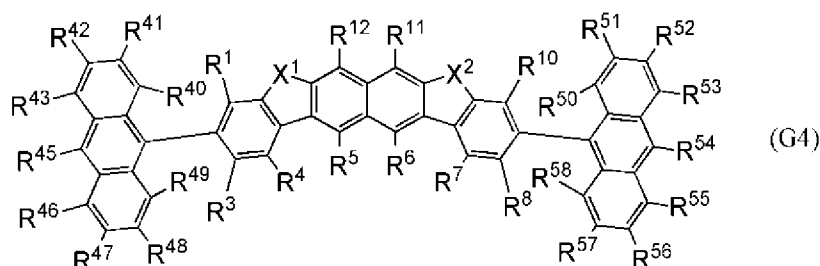


【0071】在上述通式 (G3) 中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的脂肪烴基、碳原子數為 3 至 20 的脂環烴基、碳原子數為 6 至 25 的芳烴基或者碳原子數為 1 至 25 的雜環基。

【0072】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式 (G4) 表示的有機化合物。

【0073】

[化學式 19]



【0074】在上述通式(G4)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中， R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0075】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中 X^1 及 X^2 是相同的原子。

【0076】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

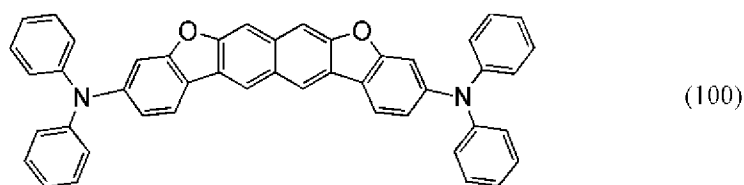
【0077】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中分子量為3000以下。

【0078】本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的有機化合物，其中分子量為1500以下。

【0079】本發明的另一個實施方式是一種以下述結構式(100)表示的有機化合物。

【0080】

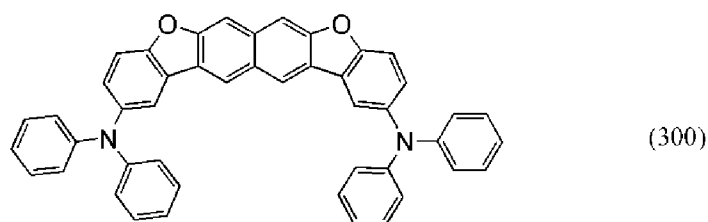
[化學式20]



【0081】本發明的另一個實施方式是一種以下述結構式(300)表示的有機化合物。

【0082】

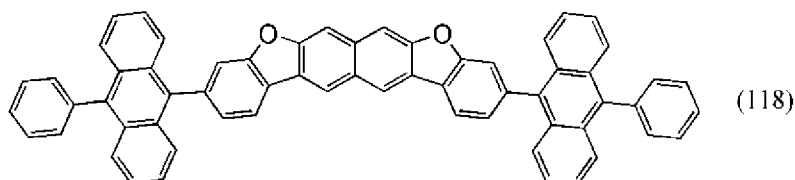
[化學式 21]



【0083】本發明的另一個實施方式是一種具有以下述結構式(118)表示的有機化合物。

【0084】

[化學式 22]



【0085】本發明的另一個實施方式是一種包含具有上述結構的有機化合物的發光元件。

【0086】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：具有上述結構的發光元件；以及電晶體或基板。

【0087】本發明的另一個實施方式是一種顯示裝置，包括：具有上述結構的發光元件；以及電晶體或基板。

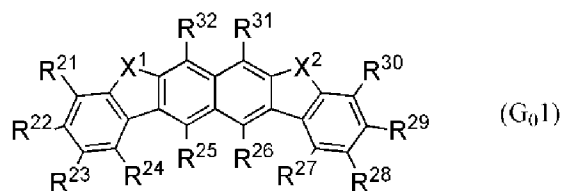
【0088】本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，包括：具有上述結構的發光裝置；以及感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

【0089】本發明的另一個實施方式是一種照明設備，包括：具有上述結構的發光裝置；以及外殼。

【0090】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式(G₀1)表示的有機化合物。

【 0091】

[化學式 23]

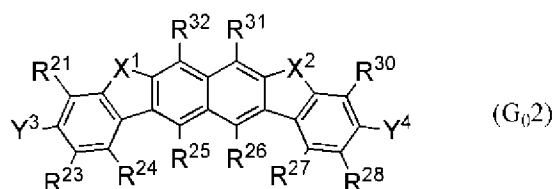


【 0092】在上述通式(G₀₁)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，R²¹至R³²中的一個或兩個表示鹵素，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【 0093】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式(G₀₂)表示的有機化合物。

【 0094】

[化學式 24]



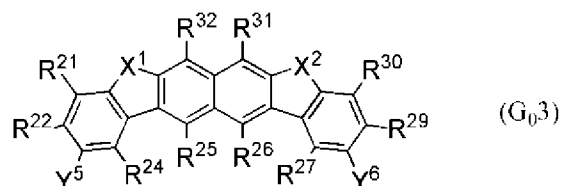
【 0095】在上述通式(G₀₂)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，Y³及Y⁴分別獨立地表示鹵素，R²¹、R²³至R²⁸以及R³⁰至R³²分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【 0096】本發明的另一個實施方式是一種以下述通式

(G₀3)表示的有機化合物。

【0097】

[化學式25]



【0098】在上述通式(G₀3)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，Y⁵及Y⁶分別獨立地表示鹵素，R²¹、R²²、R²⁴至R²⁷以及R²⁹至R³²分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0099】另外，本說明書中的發光裝置包括使用發光元件的影像顯示裝置。另外，發光裝置有時還包括如下模組：發光元件安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光元件上直接安裝有IC(積體電路)的模組。再者，照明器具等有時包括發光裝置。

【0100】根據本發明的一個實施方式，可以提供一種新穎的有機化合物。可以提供一種呈現色度良好的發光的有機化合物。可以提供一種呈現色度良好的藍色發光的有機化合物。可以提供一種發光效率高的有機化合物。可以提供一種載子傳輸性高的有機化合物。可以提供一種可靠

性高的有機化合物。

【0101】根據本發明的另一個實施方式，可以提供一種新穎的發光元件。可以提供一種發光效率高的發光元件。可以提供一種色度良好的發光元件。可以提供一種呈現色度良好的藍色發光的發光元件。可以提供一種使用壽命長的發光元件。可以提供一種驅動電壓小的發光元件。

【0102】根據本發明的另一個實施方式，可以提供一種功耗小的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。可以提供一種可靠性高的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。可以提供一種顯示品質良好的發光裝置、電子裝置及顯示裝置。

【0103】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。另外，本發明的一個實施方式並不一定需要所有上述效果。另外，上述以外的效果是可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載自然得知且衍生出的。

【圖式簡單說明】

【0104】在圖式中：

圖1A至圖1C是發光元件的示意圖；

圖2A至圖2D是示出發光元件的製造方法的一個例子的圖；

圖3是示出發光元件的製造方法的一個例子的圖；

圖4A和圖4B是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖5A和圖5B是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖6是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 7A 和圖 7B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 8A 和圖 8B 是示出照明設備的圖；

圖 9A、圖 9B1、圖 9B2、圖 9C 和圖 9D 是示出電子裝置的圖；

圖 10 是示出光源裝置的圖；

圖 11 是示出照明設備的圖；

圖 12 是示出照明設備的圖；

圖 13 是示出車載顯示裝置及照明設備的圖；

圖 14A 至圖 14C 是示出電子裝置的圖；

圖 15A 至圖 15C 是示出電子裝置的圖；

圖 16A 和圖 16B 示出 3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的 ^1H -NMR 譜；

圖 17A 和圖 17B 示出 3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羥基萘的 ^1H -NMR 譜；

圖 18A 和圖 18B 示出 2,11-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的 ^1H NMR 譜；

圖 19A 和圖 19B 示出 2,11-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：2,11DPhA2Nbf(II))的 ^1H NMR 譜；

圖 20 示出 2,11DPhA2Nbf(II)的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 21 示出 2,11DPhA2Nbf(II)的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 22 示出 2,11DPhA2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 23A 和 圖 23B 示出 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的 ^1H NMR 譜；

圖 24A 和 圖 24B 示出 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的 ^1H NMR 譜；

圖 25A 和 圖 25B 示出 3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的 ^1H NMR 譜；

圖 26A 和 圖 26B 示出 3,10-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10DPhA2Nbf(II))的 ^1H NMR 譜；

圖 27 示出 3,10DPhA2Nbf(II)的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 28 示出 3,10DPhA2Nbf(II)的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 29 示出 3,10DPhA2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 30A 和 圖 30B 示出 3,10-雙[N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基]萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10FBi2Nbf(II))的 ^1H NMR 譜；

圖 31 示出 3,10FBi2Nbf(II)的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 32 示出 3,10FBi2Nbf(II)的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 33 示出 3,10FBi2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 34A 和 圖 34B 示出 3,10-雙(3,3'-二甲基二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10mMeDPhA2Nbf

(II))的 ^1H -NMR 譜；

圖 35 示出 3,10mMeDPhA2Nbf(II)的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 36 示出 3,10mMeDPhA2Nbf(II)的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 37 示出 3,10mMeDPhA2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 38A 和 圖 38B 示出 3,10-雙(10-苯基-9-蒽基)蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PhA2Nbf(II))的 ^1H -NMR 譜；

圖 39 示出 3,10PhA2Nbf(II)的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖 40 示出 3,10PhA2Nbf(II)的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖 41 示出 3,10PhA2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 42 示出 3,10PhA2Nbf(II)的 MS 光譜；

圖 43A 和 圖 43B 示出 3-溴-6-(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基蔡的 ^1H -NMR 譜；

圖 44A 和 圖 44B 示出 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基蔡的 ^1H -NMR 譜；

圖 45A 和 圖 45B 示出 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基蔡的 ^1H NMR 譜；

圖 46A 和 圖 46B 示出 3-氯蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的 ^1H -NMR 譜；

圖 47A 和 圖 47B 示出 3-(10-苯基-9-蒽基)蔡并[2,3-b；

7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：Nbf(II)PhA)的 ^1H NMR譜；

圖48示出Nbf(II)PhA的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜；

圖49示出Nbf(II)PhA的薄膜的吸收光譜及發射光譜；

圖50示出Nbf(II)PhA的MS光譜；

圖51是示出發光元件1的亮度-電流密度特性的圖；

圖52是示出發光元件1的電流效率-亮度特性的圖；

圖53是示出發光元件1的亮度-電壓特性的圖；

圖54是示出發光元件1的電流-電壓特性的圖；

圖55是示出發光元件1的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖56是示出發光元件1的發射光譜的圖；

圖57是示出發光元件1的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖58是示出發光元件2的亮度-電流密度特性的圖；

圖59是示出發光元件2的電流效率-亮度特性的圖；

圖60是示出發光元件2的亮度-電壓特性的圖；

圖61是示出發光元件2的電流-電壓特性的圖；

圖62是示出發光元件2的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖63是示出發光元件2的發射光譜的圖；

圖64是示出發光元件2的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖65是示出發光元件3的亮度-電流密度特性的圖；

圖 66 是示出發光元件 3 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 67 是示出發光元件 3 的亮度-電壓特性的圖；

圖 68 是示出發光元件 3 的電流-電壓特性的圖；

圖 69 是示出發光元件 3 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 70 示出發光元件 3 的發射光譜；

圖 71 是示出發光元件 4 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 72 是示出發光元件 4 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 73 是示出發光元件 4 的亮度-電壓特性的圖；

圖 74 是示出發光元件 4 的電流-電壓特性的圖；

圖 75 是示出發光元件 4 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 76 示出發光元件 4 的發射光譜；

圖 77 是示出發光元件 4 的正規化亮度-時間變化特性的圖；

圖 78 是示出發光元件 5 的亮度-電流密度特性的圖；

圖 79 是示出發光元件 5 的電流效率-亮度特性的圖；

圖 80 是示出發光元件 5 的亮度-電壓特性的圖；

圖 81 是示出發光元件 5 的電流-電壓特性的圖；

圖 82 是示出發光元件 5 的外部量子效率-亮度特性的圖；

圖 83 示出發光元件 5 的發射光譜。

【實施方式】

【0105】以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

【0106】

實施方式1

本發明的一個實施方式是具有蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有機化合物以及包含該有機化合物的發光元件。本發明人等發現該有機化合物是非常有用於發光元件的發光體的骨架。由於該有機化合物具有高發光效率並呈現良好的藍色發光，所以使用該有機化合物的發光元件可以為發光效率高的藍色發光元件。作為藍色螢光材料已開發各種物質，其中本有機化合物呈現色度非常良好的藍色發光，因此作為用來表現BT2020標準的色域的藍色發光材料非常有希望。

【0107】具有蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有機化合物較佳為包括取代基。該取代基較佳為碳原子數為1至100的取代基，明確而言，可以舉出碳原子數為1至100的取代或未取代的脂肪烴基、碳原子數為3至100的取代或未取代的脂環烴基、碳原子數為6至100的取代或

未取代的芳烴基、碳原子數為1至100的取代或未取代的雜環基或者碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基等。

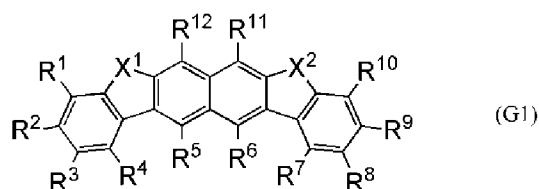
【0108】上述有機化合物較佳為包括碳原子數為6至100的一個或兩個取代基，更佳為包括碳原子數為12至100的較大的一個或兩個第一取代基。該有機化合物除此之外還可以包括較小的第二取代基，此時第二取代基的碳原子數為1至25，較佳為1至6。只包括第一取代基而不包括第二取代基的本發明的一個實施方式的有機化合物容易進行合成並容易準備原料，由此能夠以低成本形成該有機化合物，所以是較佳的。

【0109】另外，為了容易進行合成，該有機化合物較佳為具有3000以下的分子量，為了容易進行蒸餾，該有機化合物更佳為具有1500以下的分子量。

【0110】上述本發明的有機化合物在具有5000以下的分子量的條件下能夠以下述通式(G1)表示。

【0111】

[化學式 26]



【0112】在上述通式(G1)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。為了容易進行合成， X^1 及 X^2 較佳為相同的原子。在 X^1 及 X^2 都是氧原子的結構時容易進行合成並提

高單重態激發能階，由此該結構發揮能夠得到更短波長的發光的效果及能夠得到高發光量子產率的效果等，所以是較佳的。 X^1 及 X^2 的氧原子數越多，發光波長越短， X^1 及 X^2 的硫原子數越多，發光波長越長，因此可以根據所需要的單重態激發能階或發光波長任意選擇 X^1 及 X^2 。 R^1 及 R^{12} 表示氫或取代基。

【0113】較佳的是，上述取代基分別獨立地是碳原子數為1至100的取代基。作為該取代基，可以舉出碳原子數為1至100的取代或未取代的脂肪烴基、碳原子數為3至100的取代或未取代的脂環烴基、碳原子數為6至100的取代或未取代的芳烴基、碳原子數為1至100的取代或未取代的雜環基或者碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基等。

【0114】此外， R^1 至 R^{12} 中的至少一個較佳為表示碳原子數為6至100的取代基，此時，其餘的分別獨立地表示氫或碳原子數為1至25的取代基。為了容易進行合成和蒸餾， R^1 至 R^{12} 中的碳原子數為6至100的取代基的數量較佳為1或2。為了容易進行蒸餾，該取代基的數量更佳為1，因為分子量較小。為了提高耐熱性，分子量越大越好。在此情況下，當取代基的數量較多時能夠以不使共軛擴大的方式增大分子量，所以是較佳的。

【0115】在以上述(G1)表示的有機化合物包括碳原子數為6至100的取代基的情況下，為了容易進行合成， R^2 和 R^9 中的一個或兩個或者 R^3 和 R^8 中的一個或兩個較佳為取代

基。尤其是， R^2 和 R^9 中的一個或兩個較佳為碳原子數為6至100的取代基，因為發光量子產率得到提高。

【0116】在以上述(G1)表示的有機化合物包括碳原子數為6至100的取代基的情況下，為了容易進行合成，間位的取代基(例如， R^1 和 R^2 、 R^5 和 R^6 等)中的任一個較佳為氫，因為取代基的空間位阻小。也就是說，較佳的是，在該碳原子數為6至100的取代基鍵合於碳時，氫鍵合於與該碳相鄰的碳。

【0117】在以上述(G1)表示的有機化合物包括碳原子數為6至100的取代基的情況下，為了容易進行合成， R^1 至 R^3 和 R^8 至 R^{12} 中的一個或多個較佳為取代基，因為取代基的空間位阻小。

【0118】作為上述碳原子數為6至100的取代基，可以舉出取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代或未取代的芳烴基、取代或未取代的雜環基或者取代或未取代的二芳基胺基等。注意，該二芳基胺基所包括的芳基包括雜芳基。在選擇該二芳基胺基時，可以提高發光量子產率，所以是較佳的。

【0119】在以上述(G1)表示的有機化合物包括碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基作為上述碳原子數為6至100的取代基的情況下， R^2 和 R^9 中的一個或兩個較佳為該二芳基胺基，因為作為發光材料的有機化合物的可靠性得到提高。此外， R^2 和 R^9 都是碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基的有機化合物具有高量子產

率，所以是更佳的。此外， R^2 和 R^9 都是碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基的有機化合物具有短的發光波長及尖銳的光譜，因此該有機化合物在用於需要單色光的顯示器等時是更佳的。

【0120】在上述碳原子數為6至100的取代基是碳原子數為12至100的取代或未取代的二芳基胺基的情況下， R^3 和 R^8 中的一個或兩個較佳為該二芳基胺基，因為電洞傳輸性得到提高。更佳的是 R^3 和 R^8 都為該二芳基胺基，因為電洞傳輸性進一步得到提高。此外，與 R^2 和 R^9 中的一個或兩個是取代基的有機化合物相比， R^3 和 R^8 中的一個或兩個是該二芳基胺基的有機化合物具有較長的發光波長及稍微寬的光譜。

【0121】作為上述碳原子數為6至100的取代基，明確而言，可以舉出：苯基、聯苯基、三聯苯基、萘基、蒾基、螺蒾基、菲基、蒽基、二氫蒽基、聯伸三苯基(triphenylenyl group)及芘基等芳烴基；以及吡啶基、聯吡啶基、嘧啶基、聯嘧啶基、吡嗪基、聯吡嗪基、三唑基、喹啉基、異喹啉基、菲基、喹啉基、偶氮蒾基(azofluorenyl group)、二偶氮蒾基(diazofluorenyl group)、呋唑基、苯并呋唑基、二苯并呋唑基、二苯并呋喃基、苯并萘并呋喃基、二萘并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并萘并噻吩基、二萘并噻吩基、苯并呋喃并嘧啶基、苯并噻吩并吡啶基、萘并呋喃并吡啶基、萘并呋喃并嘧啶基、萘并噻吩并嘧啶基、二

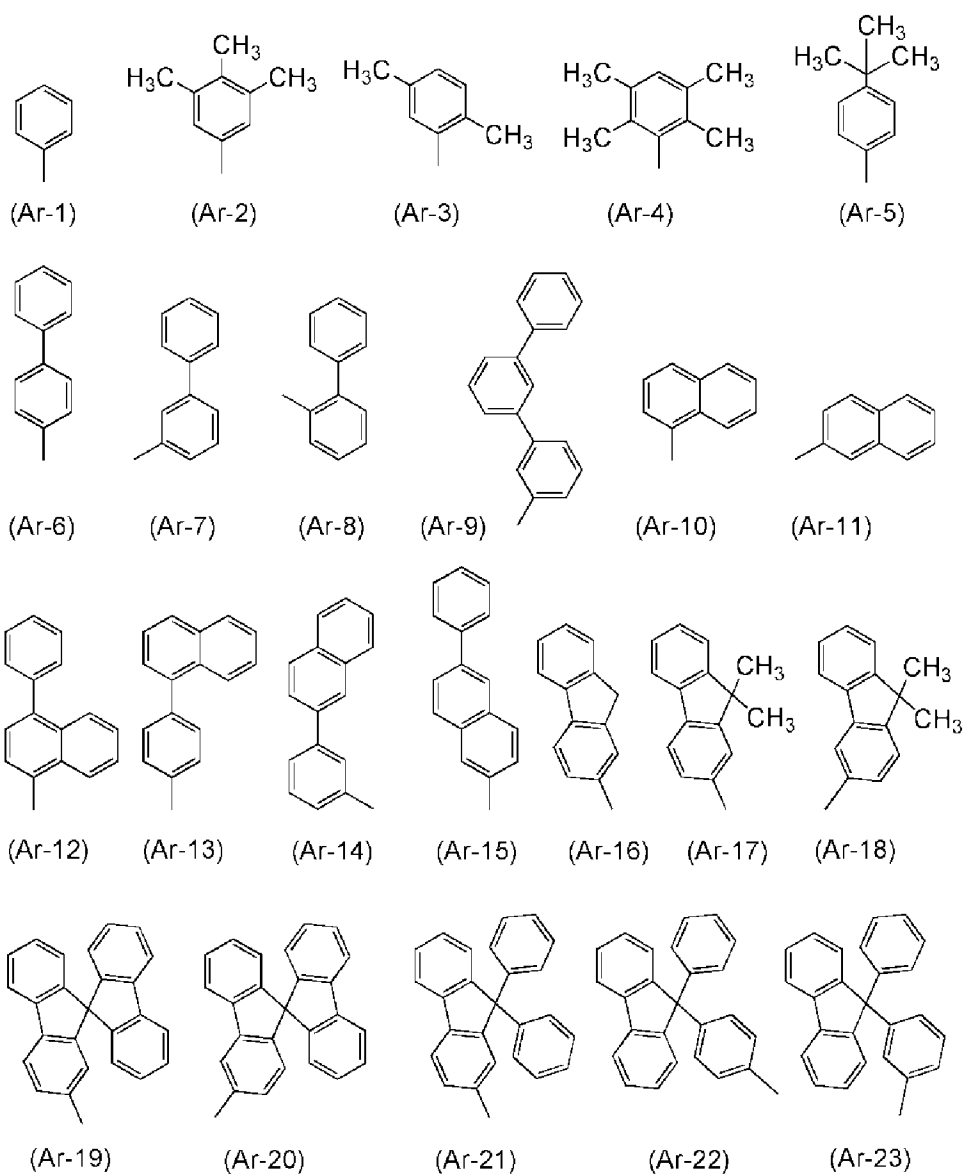
苯并喹啉基、吡啶基(acridinyl group)、氧雜蒽基(xanthenyl group)、啡噻吡基(phenothiazinyl group)、啡噻吡基(phenoxazinyl group)及吩嗪(phenazyl group)等雜環基；等。另外，還可以舉出二芳基胺基。該二芳基胺基具有苯基、聯苯基、三聯苯基、萘基、茚基、螺茚基、菲基、蒽基、聯伸三苯基或芘基鍵合於胺的氮的結構作為芳基。上述碳原子數為6至100的取代基較佳為該二芳基胺基。

【0122】另外，這些取代基還可以包括碳原子數為1至6的脂肪烴基或者碳原子數為3至6的脂環烴基等作為取代基。在此情況下，容易溶解於有機溶劑，所以是較佳的。

【0123】如下結構式示出上述碳原子數為6至100的取代基的例子。如上所述，這些取代基還可以包括碳原子數為1至6的脂肪烴基或者碳原子數為3至6的脂環烴基等作為取代基。

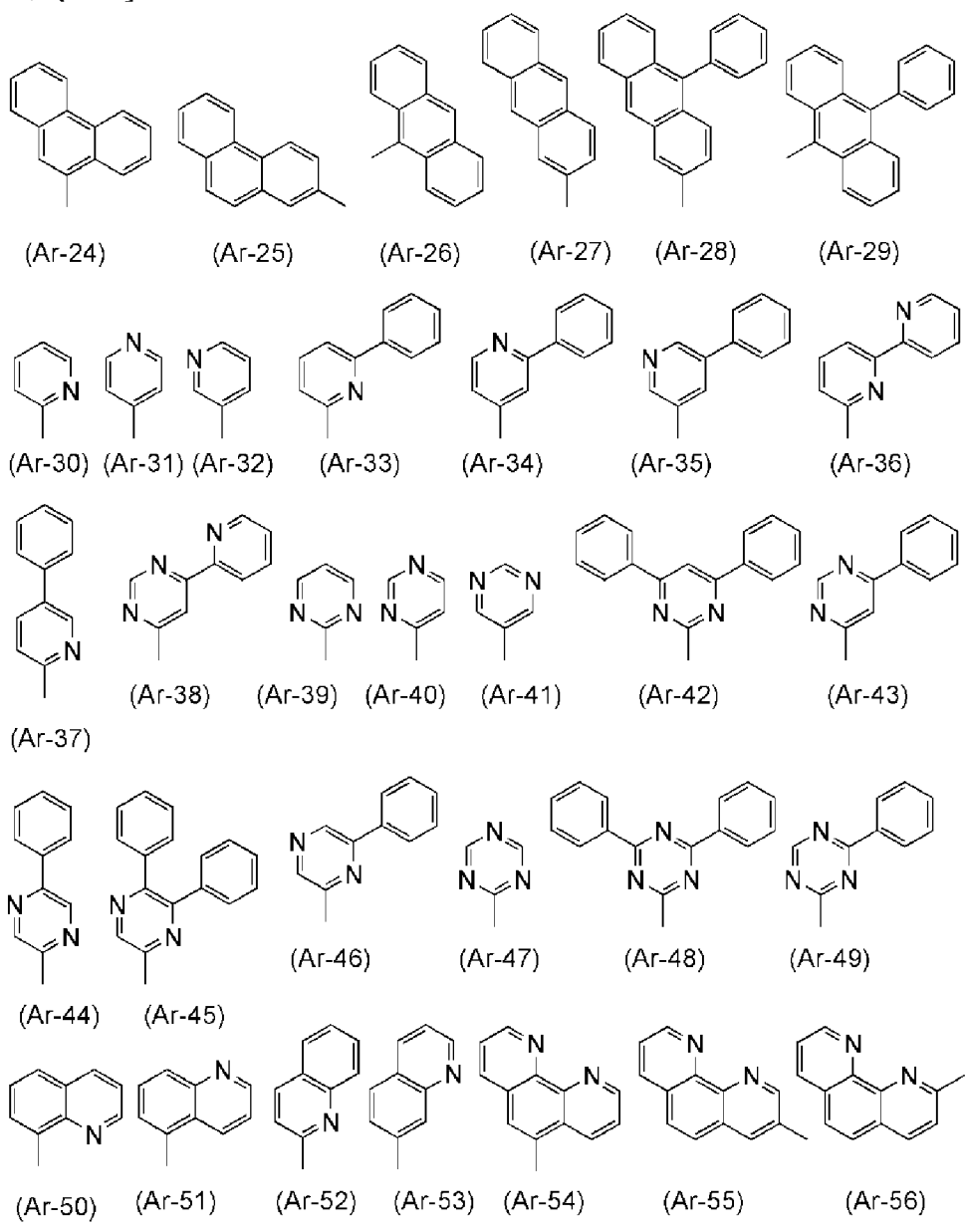
【0124】

[化學式 27]



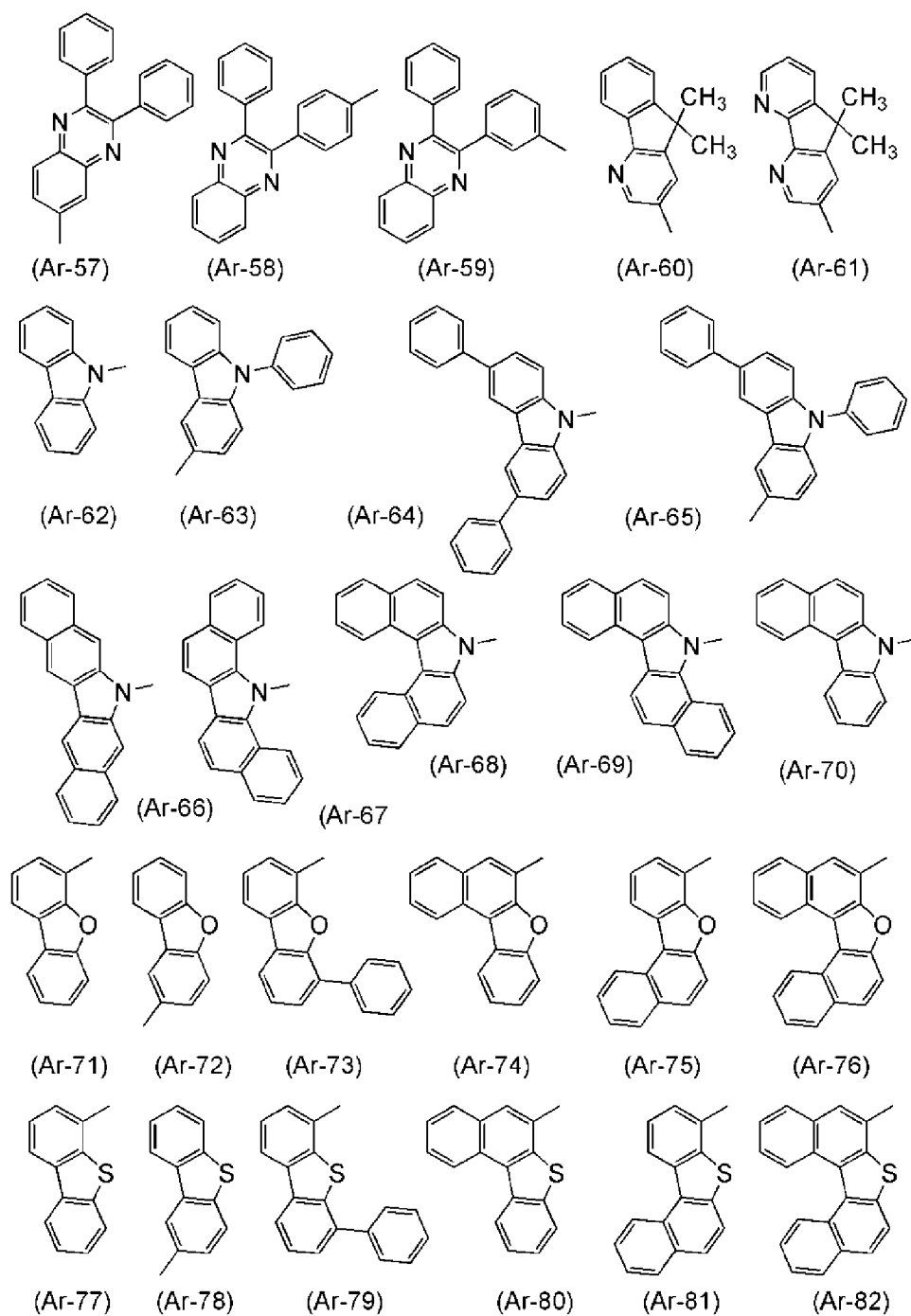
【 0125 】

[化學式 28]



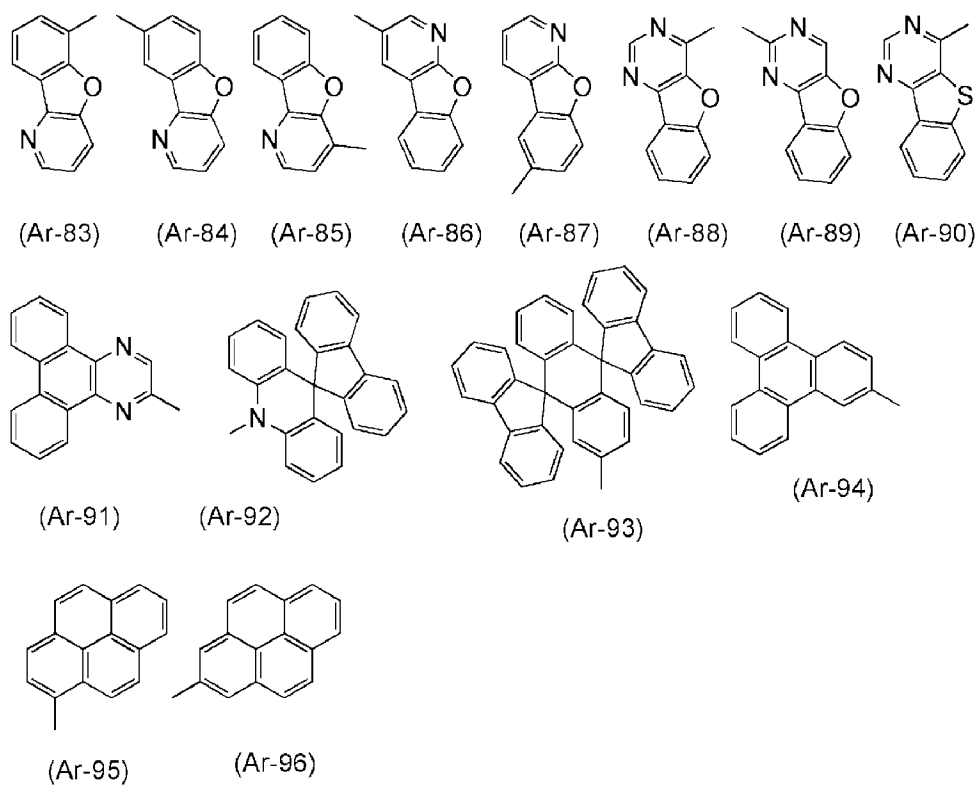
【 0126 】

[化學式 29]



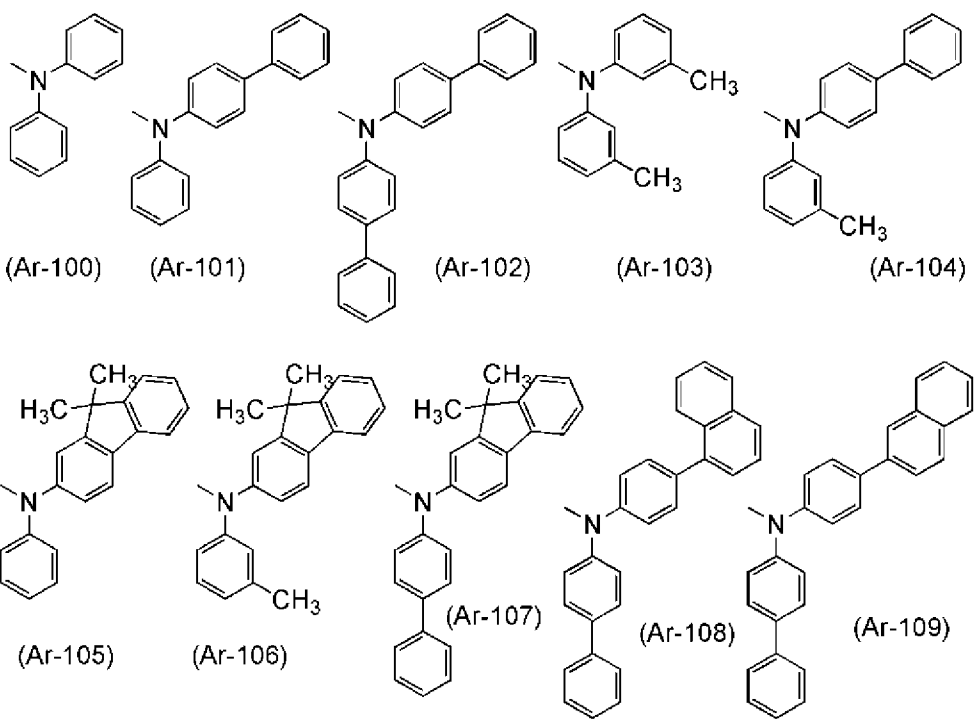
【 0127 】

[化學式 30]



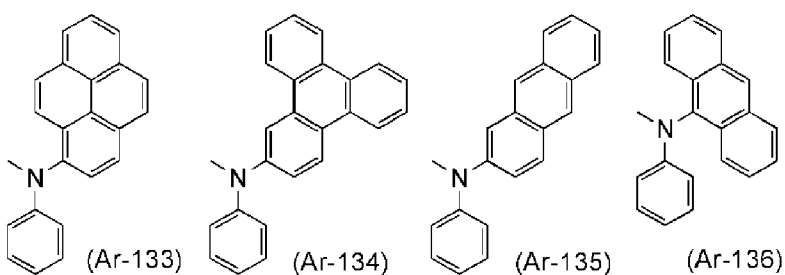
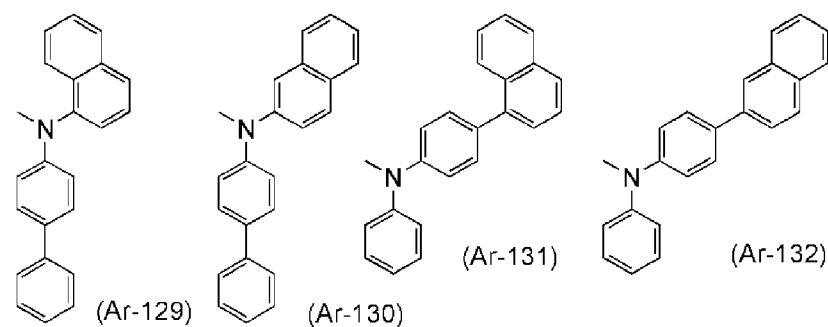
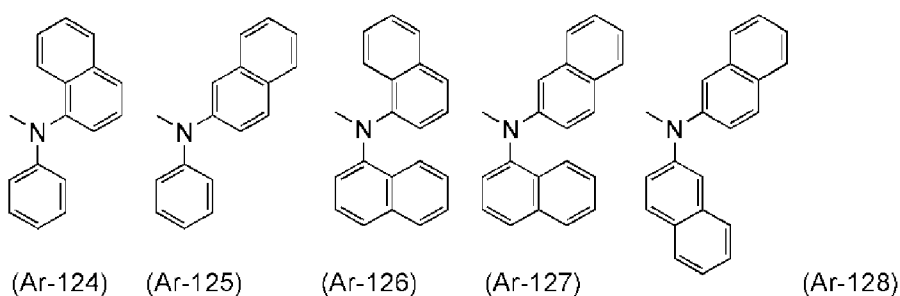
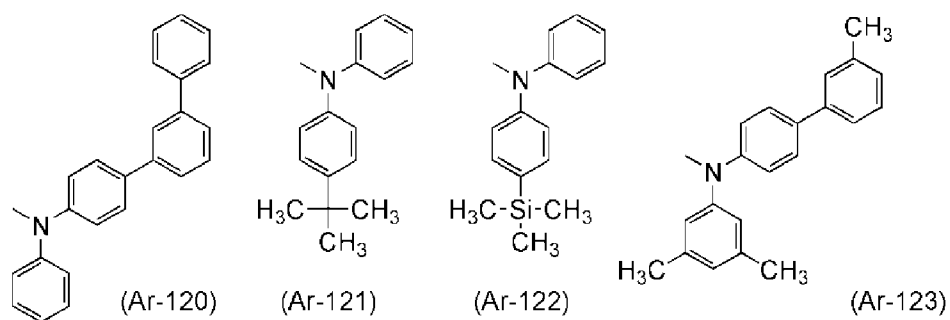
【 0128 】

[化學式 31]



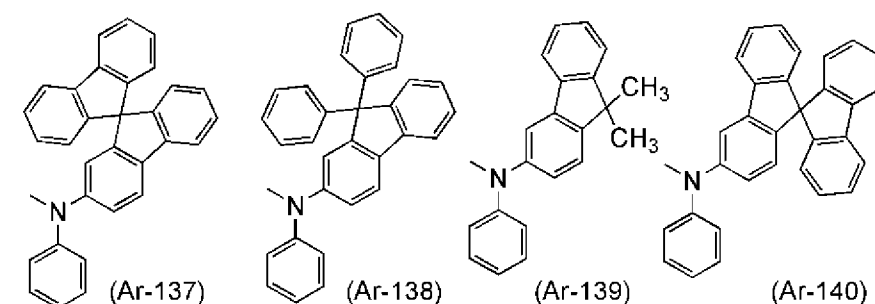
【 0129 】

[化學式 32]



【 0130 】

[化學式 33]



【 0131 】 如 (Ar-2) 至 (Ar-9)、(Ar-12) 至 (Ar-15)、(Ar-17) 至 (Ar-23)、(Ar-28)、(Ar-29)、(Ar-33) 至 (Ar-38)、(Ar-42) 至 (Ar-46)、(Ar-48)、(Ar-49)、(Ar-57) 至 (Ar-61)、(Ar-63) 至 (Ar-65)、(Ar-79)、(Ar-92) 以及 (Ar-93) 等兩個以上的取代基彼此鍵合的取代基具有立體結構而可以抑制晶化，由此包括該取代基的有機化合物具有穩定的膜質，所以是較佳的。

【 0132 】 如 (Ar-13)、(Ar-14)、(Ar-22) 以及 (Ar-23) 那樣，當一個取代基隔著伸苯基鍵合於另一個取代基時，可以抑制共軛擴大到該取代基，由此可以將單重態激發能階保持為高，所以是較佳的。尤其是，一個取代基隔著間伸苯基鍵合於另一個取代基的結構發揮顯著的效果，所以是較佳的。此外，一個取代基隔著對伸苯基鍵合於另一個取代基的結構具有高可靠性，所以是較佳的。

【 0133 】 如 (Ar-10) 至 (Ar-96) 那樣，具有兩個以上的稠環的取代基及雜環化合物的載子傳輸性高，所以是較佳的。尤其是，(Ar-26) 至 (Ar-29) 的蒽基電洞和電子都具有高載子傳輸性，所以是較佳的。

【 0134 】 (Ar-100) 之後是芳基胺基的例子。如 (Ar-101)、(Ar-102)、(Ar-104)、(Ar-107) 至 (Ar-120)、(Ar-123) 以及 (Ar-129) 至 (Ar-132) 那樣，在彼此鍵合的兩個以上的取代基鍵合於氮的情況下，具有立體結構而可以抑制晶化，由此包括該取代基的有機化合物具有穩定的膜質，所以是較佳的。在作為碳原子數為 6 至 100 的取代基選擇這樣

的芳基胺基時，可以提高有機化合物的發光量子產率，所以是較佳的。

【0135】另外，如(Ar-108)、(Ar-109)、(Ar-129)以及(Ar-132)那樣，當芳基隔著伸苯基鍵合於胺的氮時，可以抑制共軛擴大到芳基，由此可以將單重態激發能階保持為高，所以是較佳的。當其他取代基隔著伸苯基鍵合於胺時，可以抑制共軛擴大，由此可以將單重態激發能階保持為高，所以是較佳的。尤其是，當該伸苯基是間伸苯基時，發揮顯著的效果，所以是較佳的。

【0136】此外，如(Ar-101)至(Ar-120)、(Ar-123)、(Ar-129)至(Ar-132)、(Ar-137)以及(Ar-138)那樣，當具有對聯苯結構與胺鍵合的取代基時，可以提高發光材料的可靠性，所以是較佳的。

【0137】此外，如(Ar-103)至(Ar-107)、(Ar-121)至(Ar-123)以及(Ar-139)那樣，包括烷基或烷基矽基(alkylsilyl group)的結構對有機溶劑的溶解性良好，所以是較佳的。藉由減少分子間相互作用，可以減少昇華溫度，因此這些基團較佳為鍵合於(Ar-103)或(Ar-123)等多個取代基。

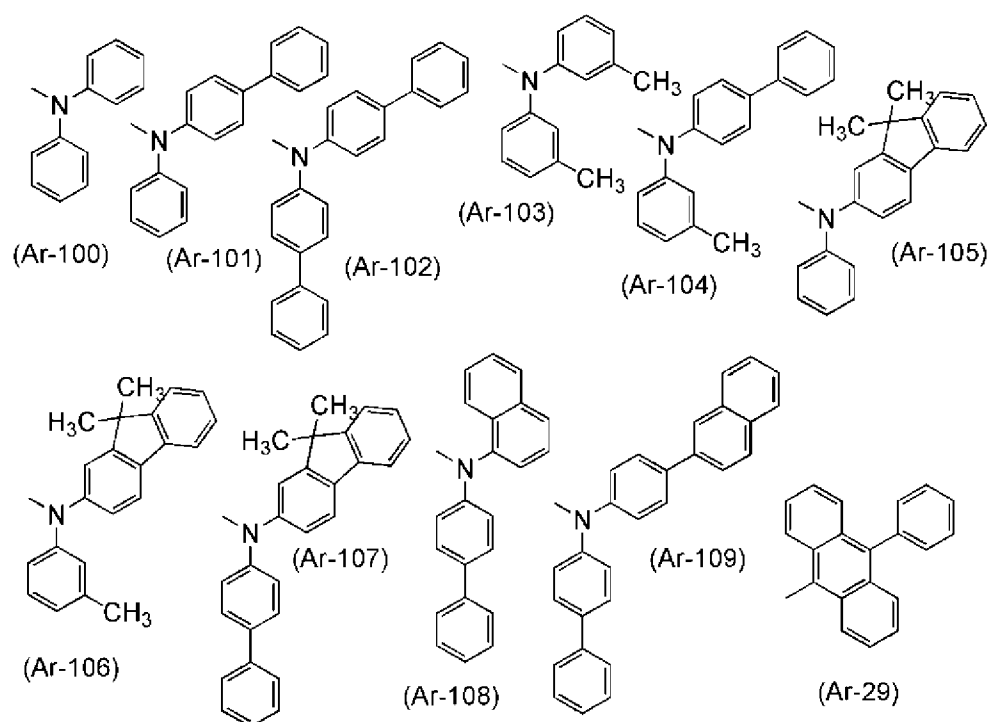
【0138】此外，在取代基具有二芳基胺基的情況下，當該二芳基胺基的數量為兩個以上時，可以使有機化合物中的發光中心骨架成為萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架，從而可以提高量子產率，所以是較佳的。

【0139】另外，如(Ar-19)至(Ar-23)、(Ar-92)、(Ar-93)以及(Ar-137)至(Ar-140)那樣，取代基較佳為隔著在萸的9位等具有 σ 鍵的碳鍵合，因為該結構可以抑制共軛擴大並提高S1能階，由此可以具有更短波長。

【0140】在上述所例示的基團中，特別較佳的是以下述結構式表示的基團。

【0141】

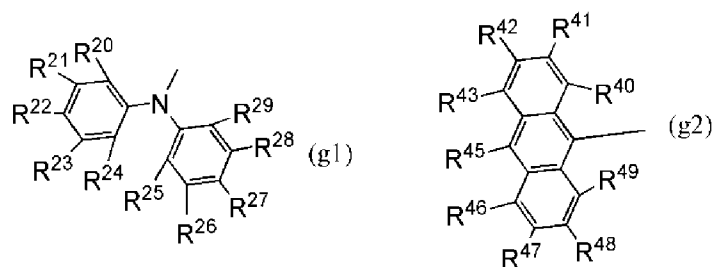
[化學式 34]



【0142】較佳為用作上述碳原子數為6至100的取代基的基團也可以以下述通式(g1)及(g2)表示。

【0143】

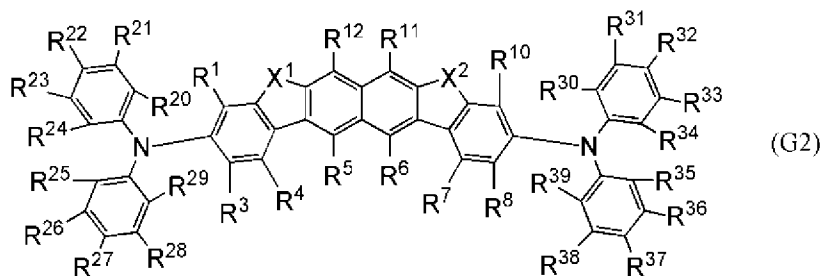
[化學式 35]



【 0144 】 在上述取代基中，較佳為使用包括以通式 (g1)表示的基團的以通式 (G1)表示的有機化合物，因為具有高發光效率。另外，較佳為使用包括以通式 (g2)表示的基團的以通式 (G1)表示的有機化合物，因為具有高載子傳輸性。也就是說，較佳為使用以下述通式 (G2)至通式 (G4)表示的有機化合物。

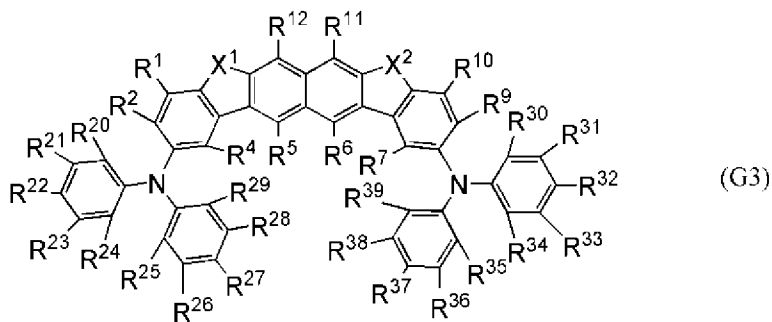
【 0145 】

[化學式 36]



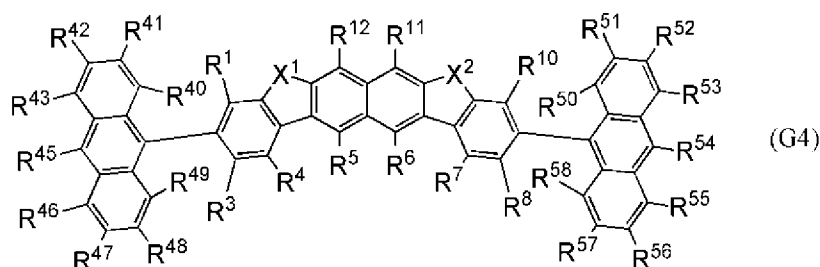
【 0146 】

[化學式 37]



【 0147 】

[化學式 38]



【0148】在上述通式(G2)至(G4)中， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。此外，通式(G2)中的 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} ；通式(G3)中的 R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} ；以及通式(G4)中的 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分別獨立地表示氫或者碳原子數為1至25的取代基。

【0149】作為上述碳原子數為1至25的取代基，可以舉出碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基、碳原子數為1至25的雜環基以及烷基矽基(alkylsilyl group)等。

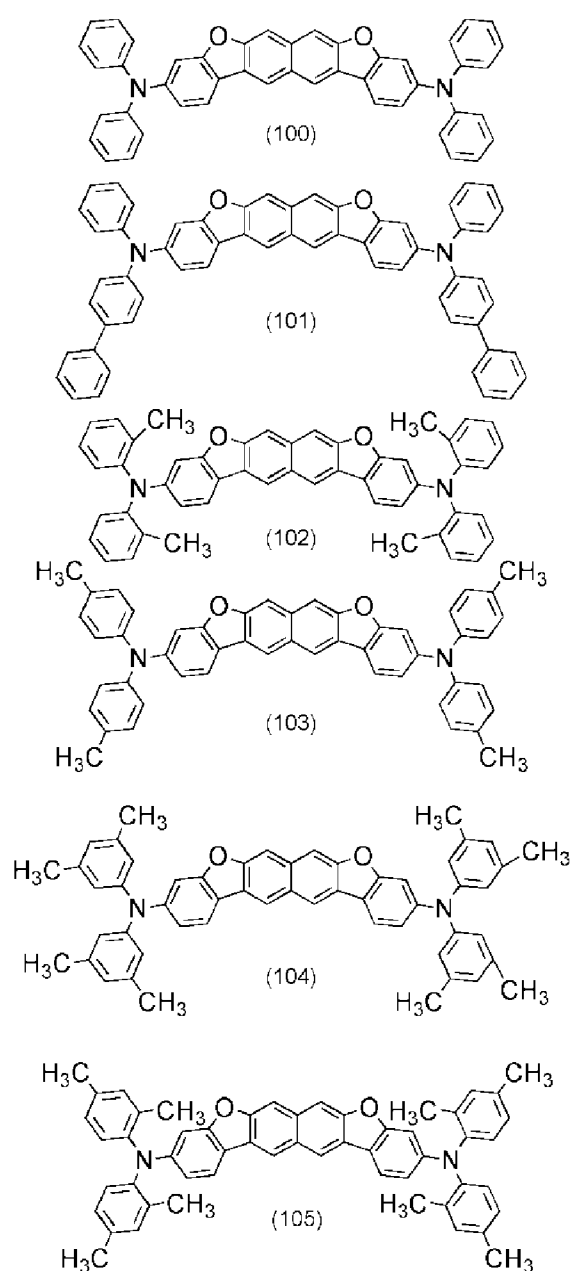
【0150】上述碳原子數為1至10的脂肪烴基，可以舉出甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、三級丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基及二十烷基(icosyl group)等。作為碳原子數為3至20的脂環烴基，可以舉出環丙基、環己基、金剛烷基及降莖基等。作為碳原子數為6至25的芳烴基，可以舉出苯基、聯苯基、萘基、菲基、蒽基、芴基、其9位被兩個烷基取代的芴基、螺芴基、芘基及聯伸三苯基等。作為碳原子數為1至25的雜環基，可以舉出呋喃基、二苯并呋喃基及二苯并噻吩基等。

【0151】另外，這些取代基還可以包括碳原子數為1至6的脂肪烴基或者碳原子數為3至6的脂環烴基等作為取代基。

【0152】以下，示出具有上述結構的本發明的有機化合物的例子。

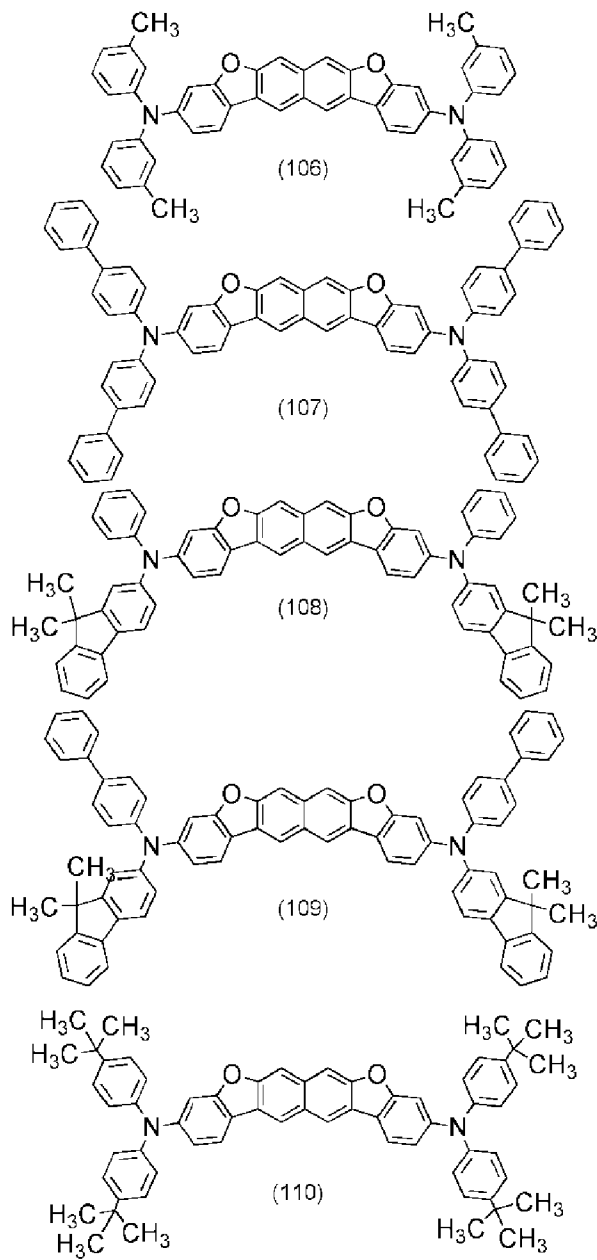
【0153】

[化學式39]



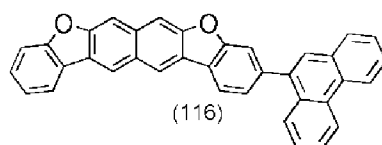
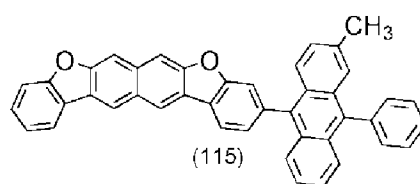
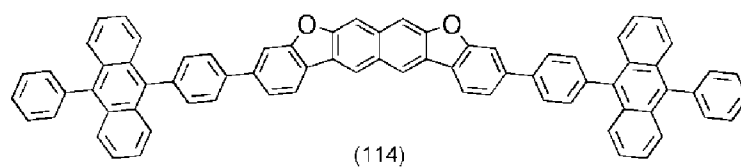
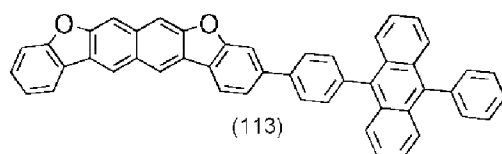
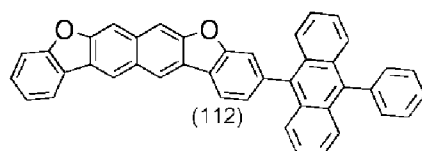
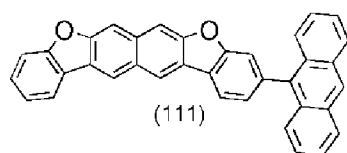
【 0154 】

[化學式 40]



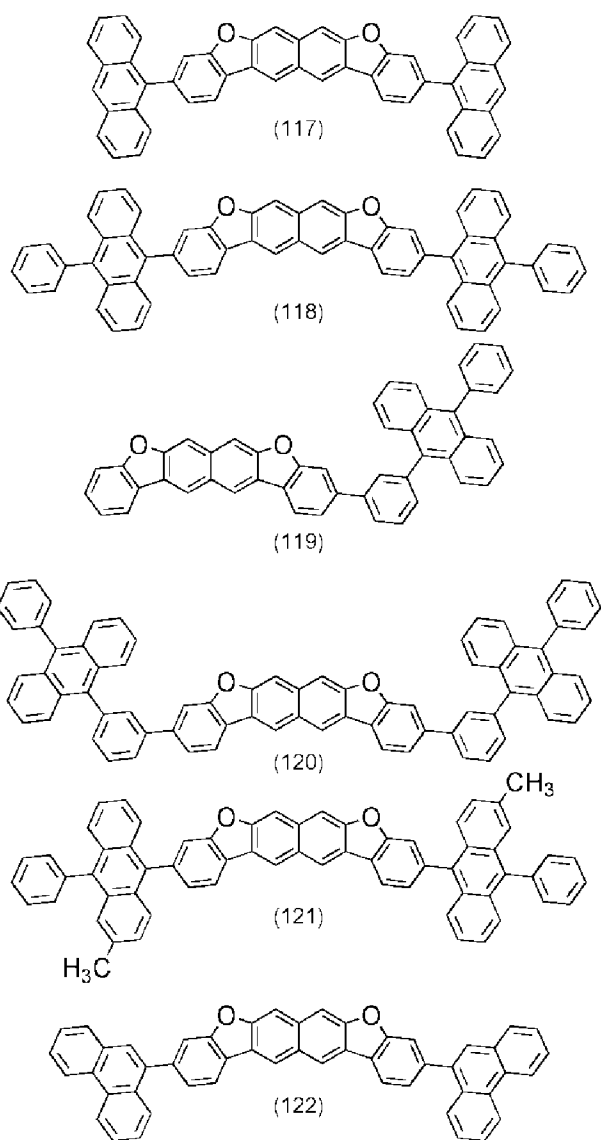
【 0155 】

[化學式 41]



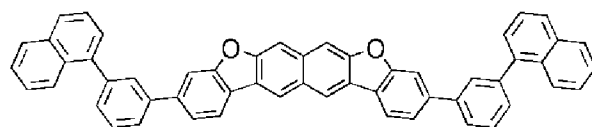
【 0156 】

[化學式 42]

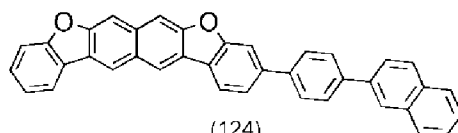


【 0157 】

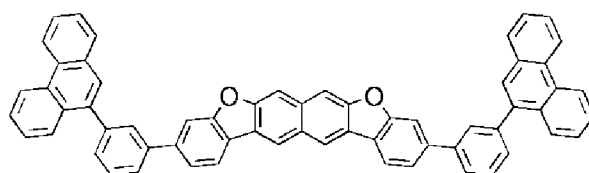
[化學式 43]



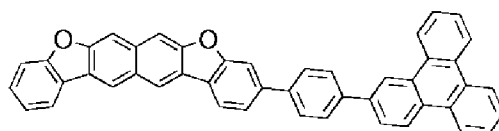
(123)



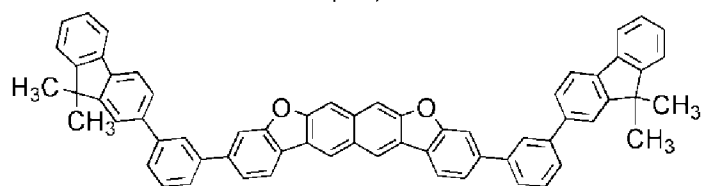
(124)



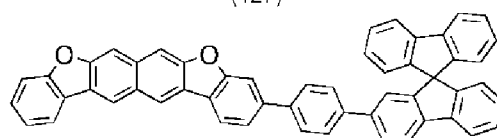
(125)



(126)



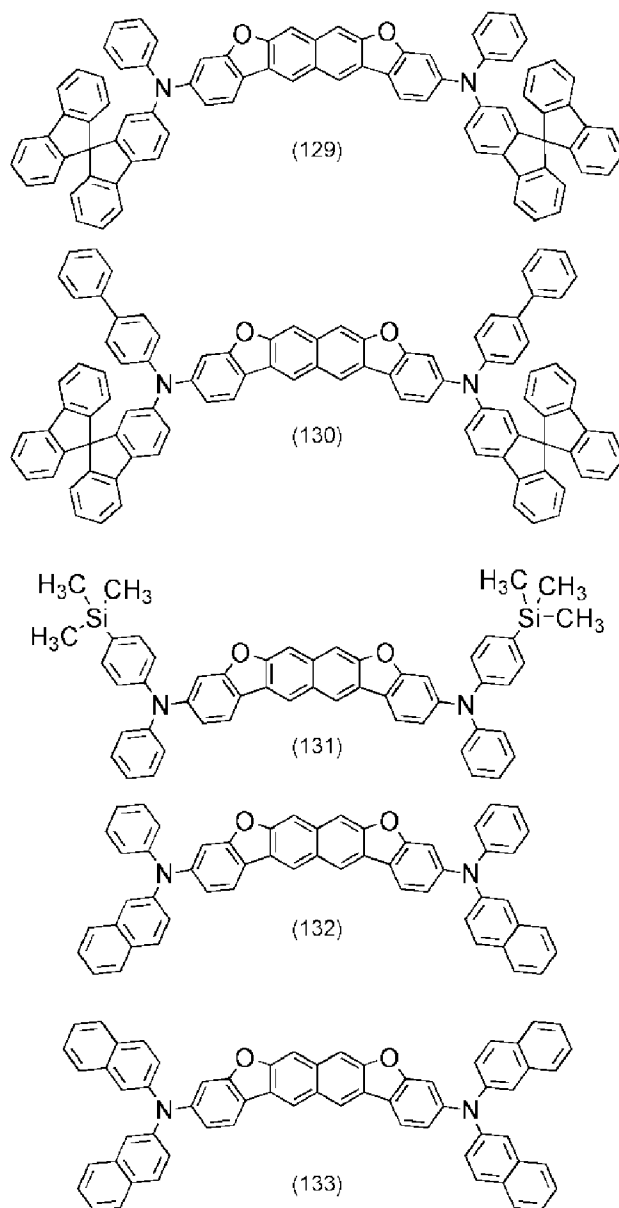
(127)



(128)

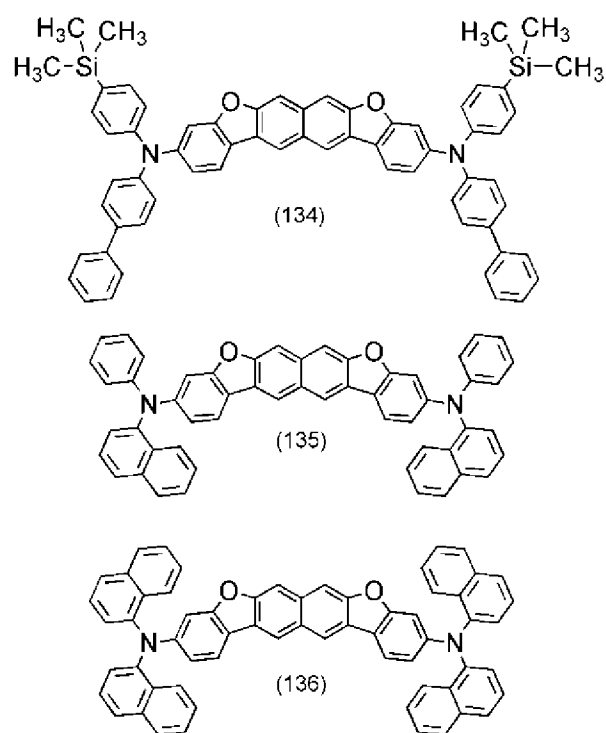
【 0158 】

[化學式 44]



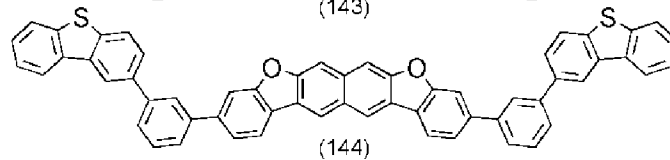
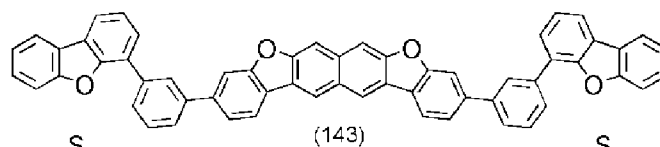
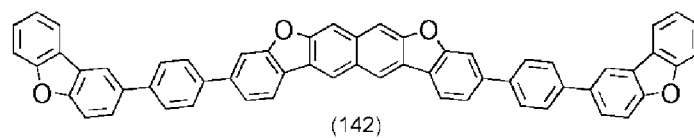
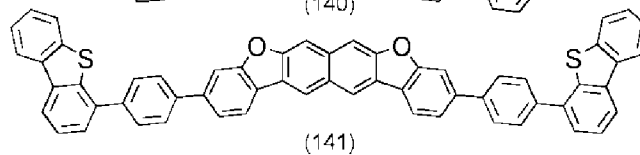
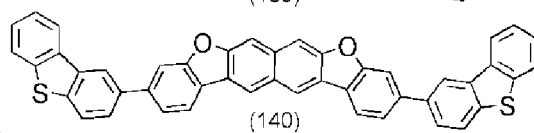
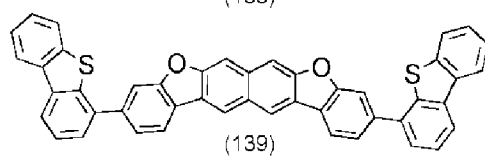
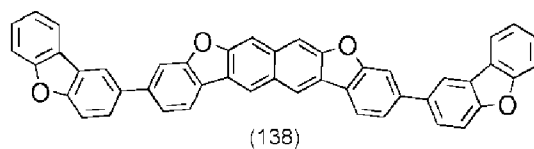
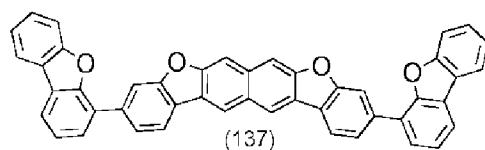
【 0159 】

[化學式 45]



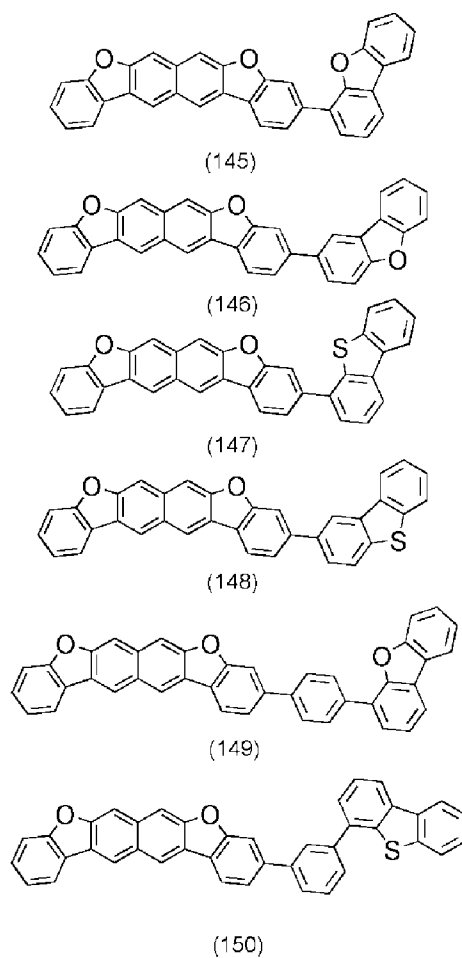
【 0160 】

[化學式 46]



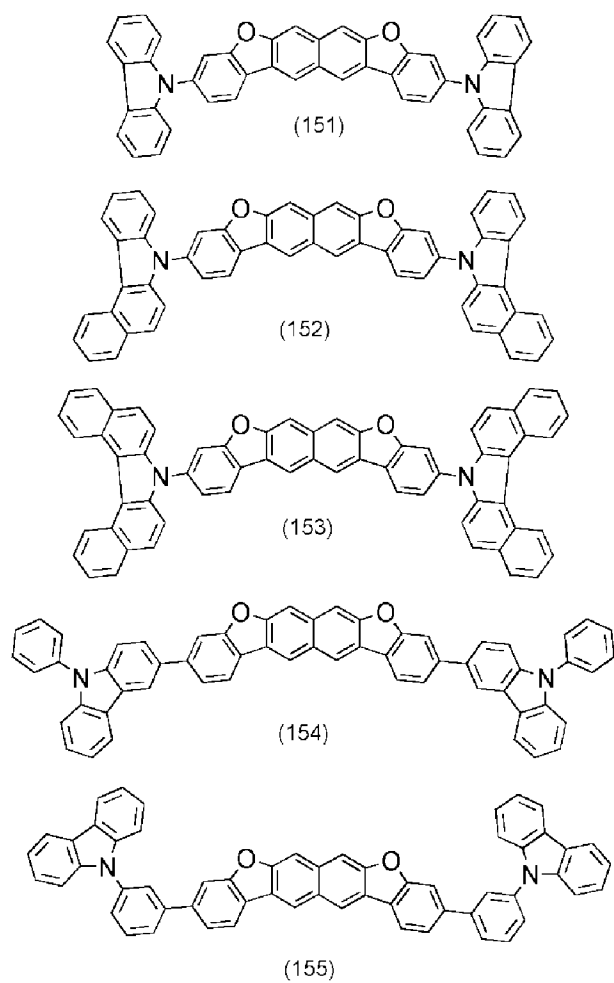
【 0161 】

[化學式 47]



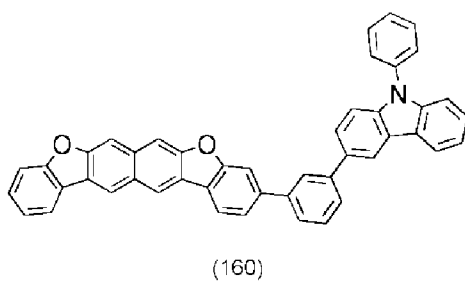
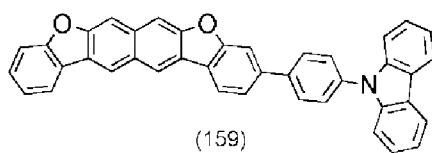
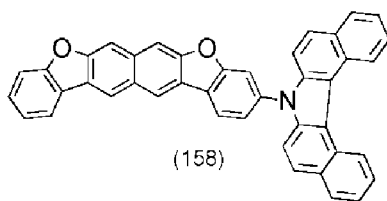
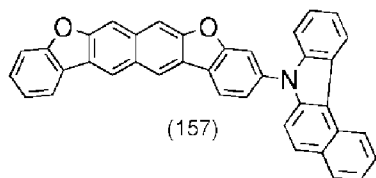
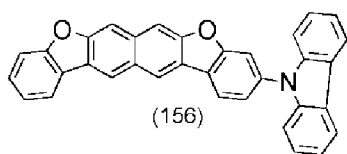
【 0162 】

[化學式 48]



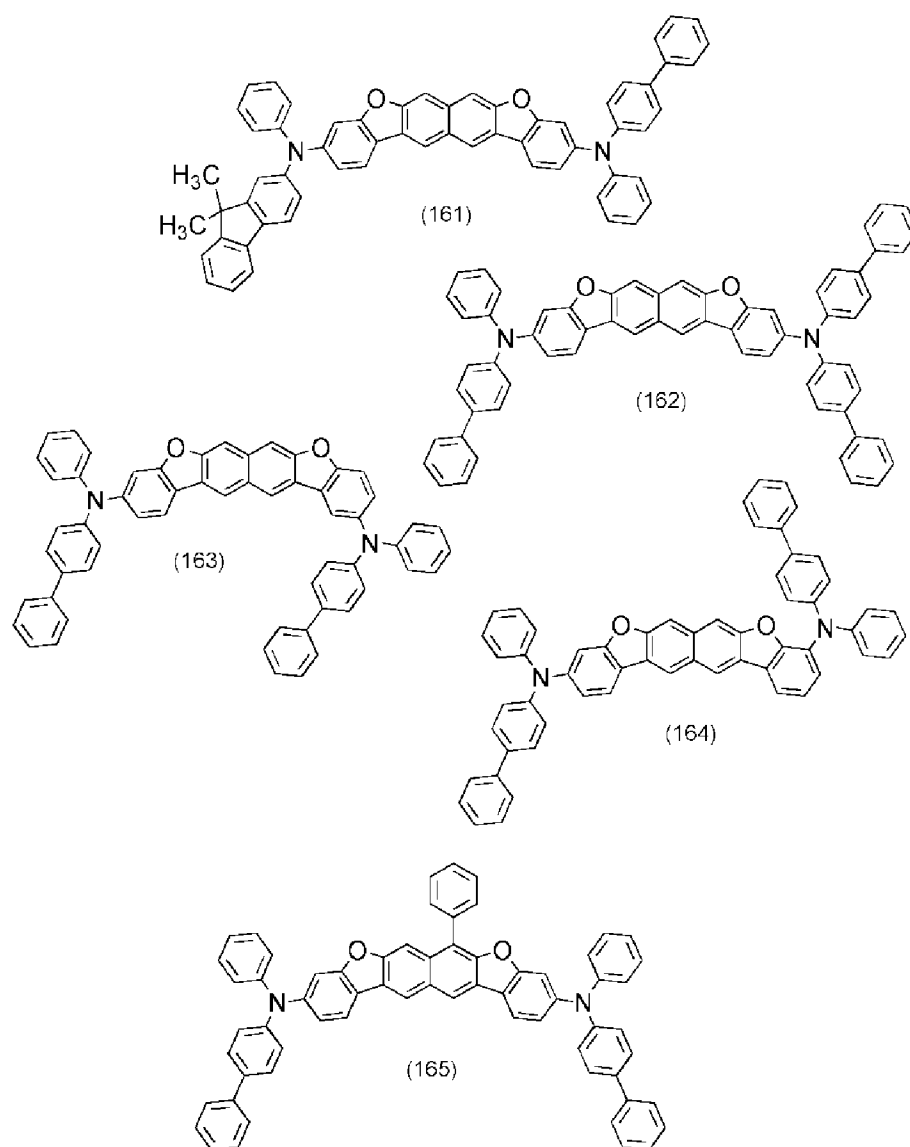
【 0163 】

[化學式 49]



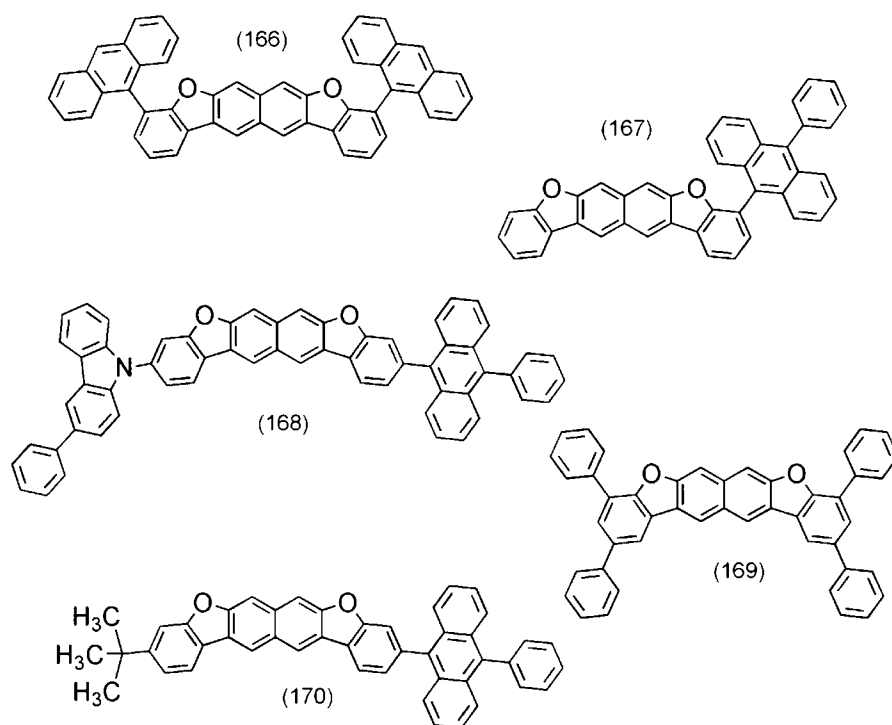
【 0164 】

[化學式 50]



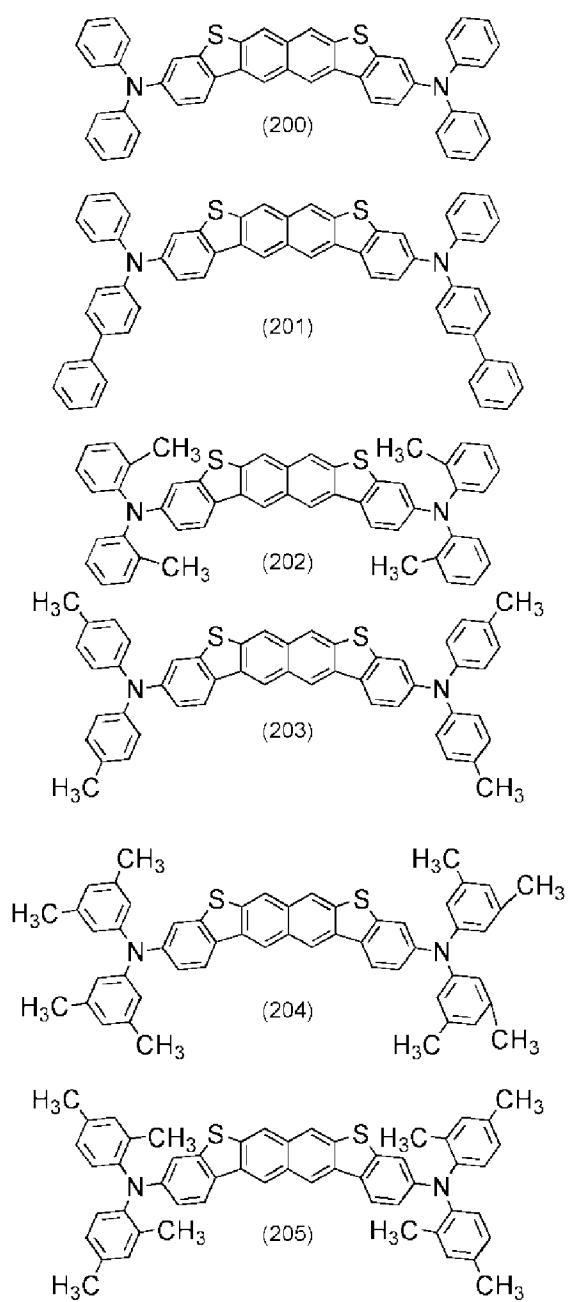
【 0165 】

[化學式 51]



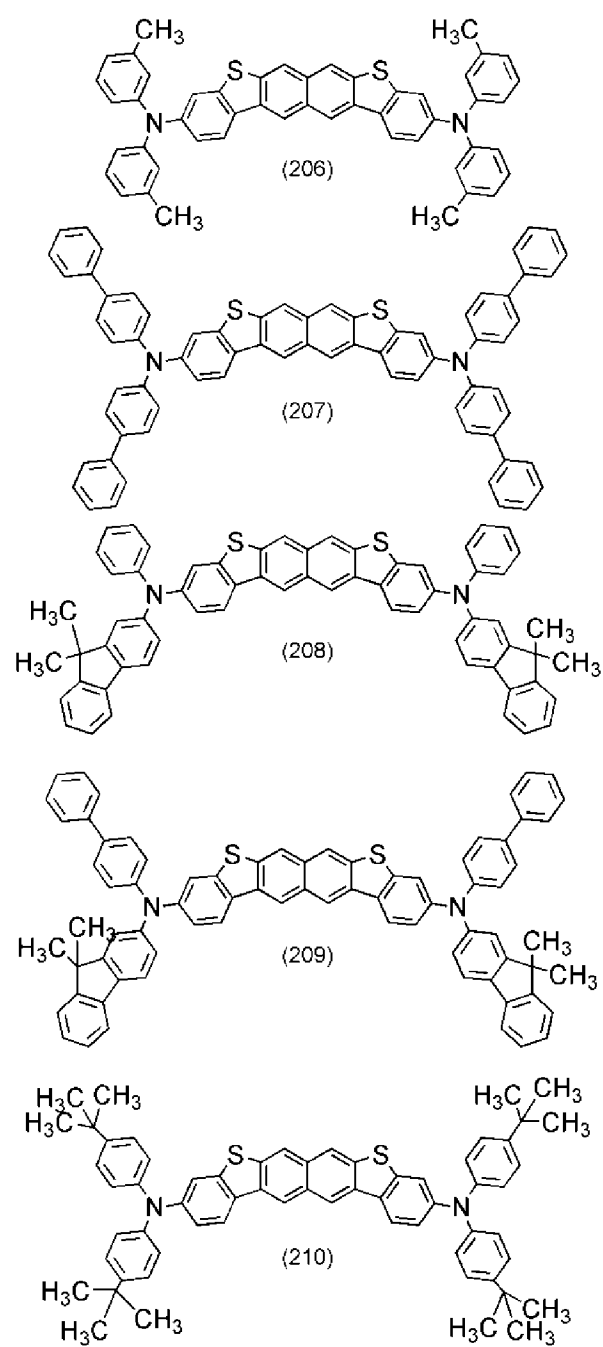
【 0166 】

[化學式 52]



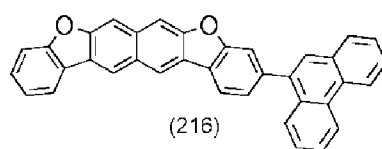
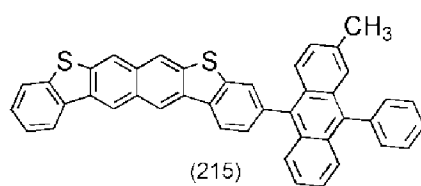
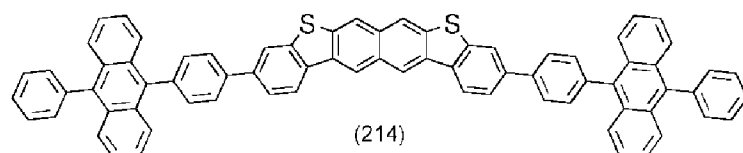
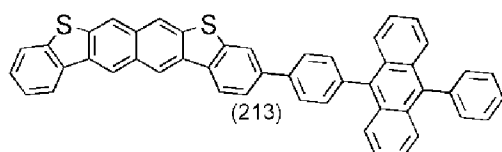
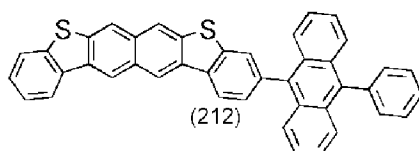
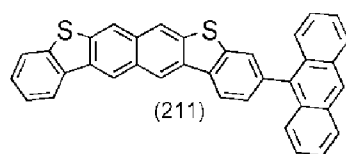
【 0167 】

[化學式 53]



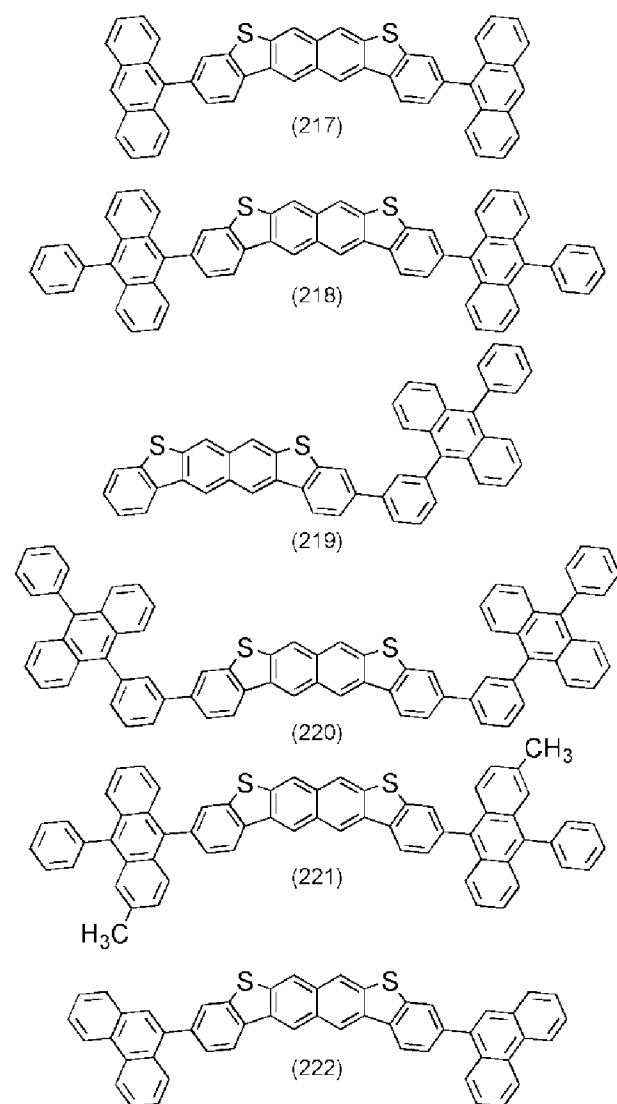
【 0168 】

[化學式 54]



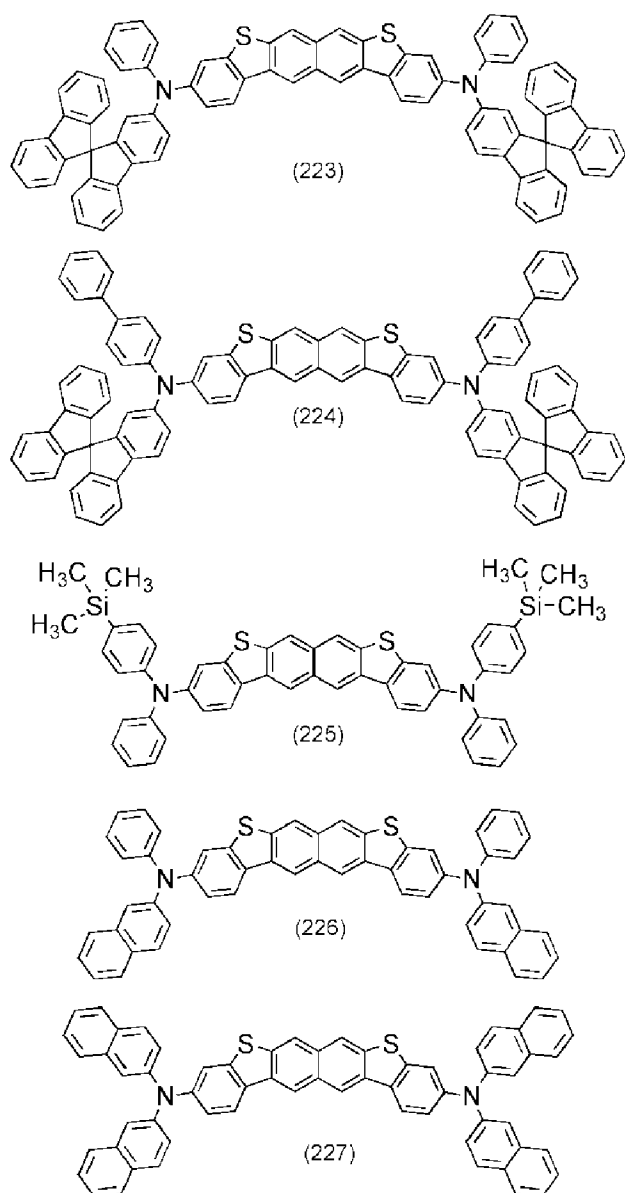
【 0169 】

[化學式 55]



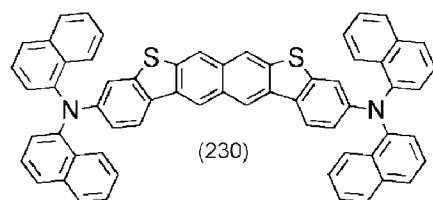
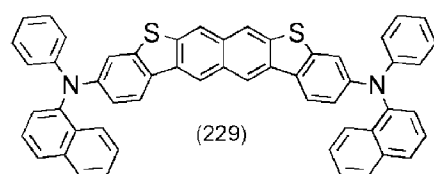
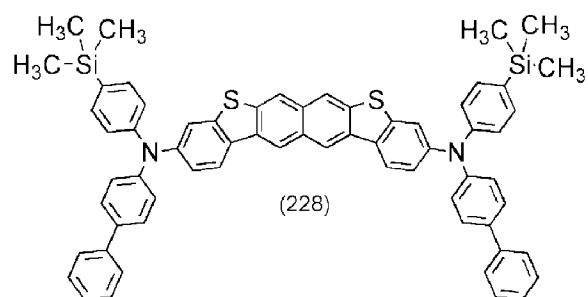
【 0170 】

[化學式 56]



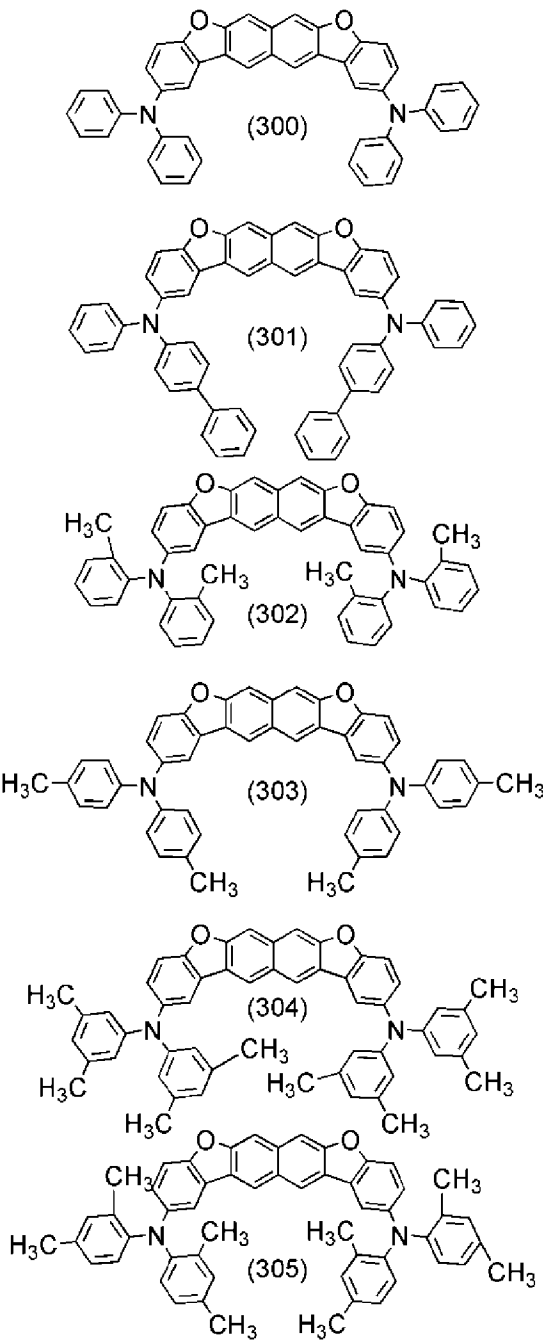
【 0171 】

[化學式 57]



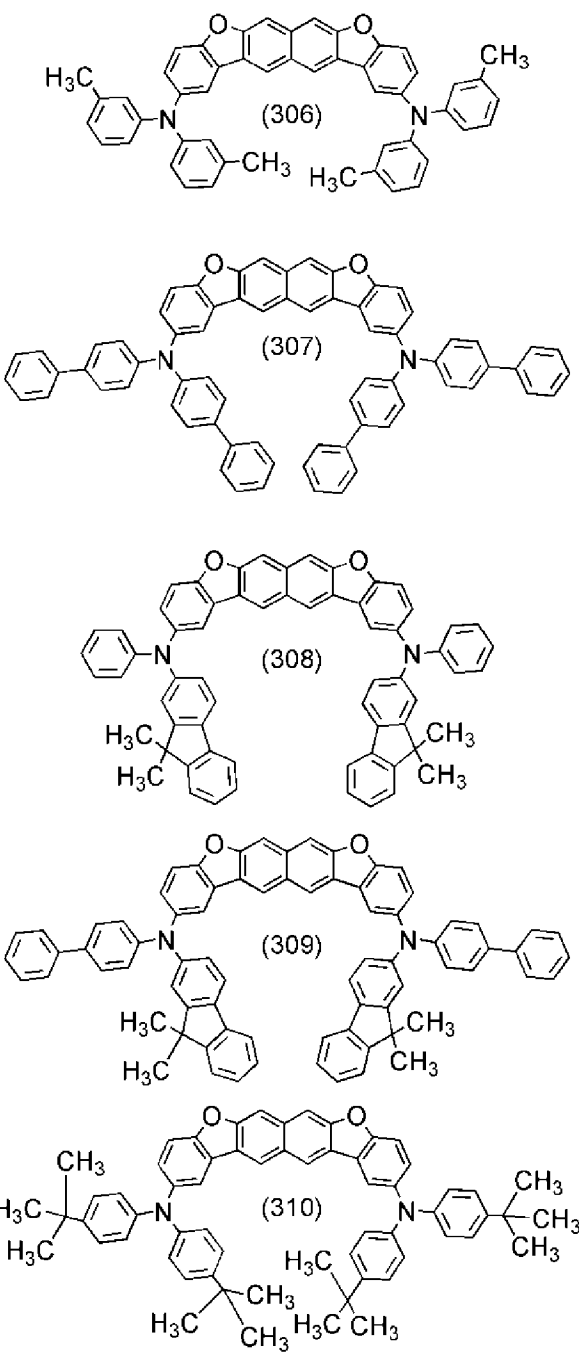
【 0172 】

[化學式 58]



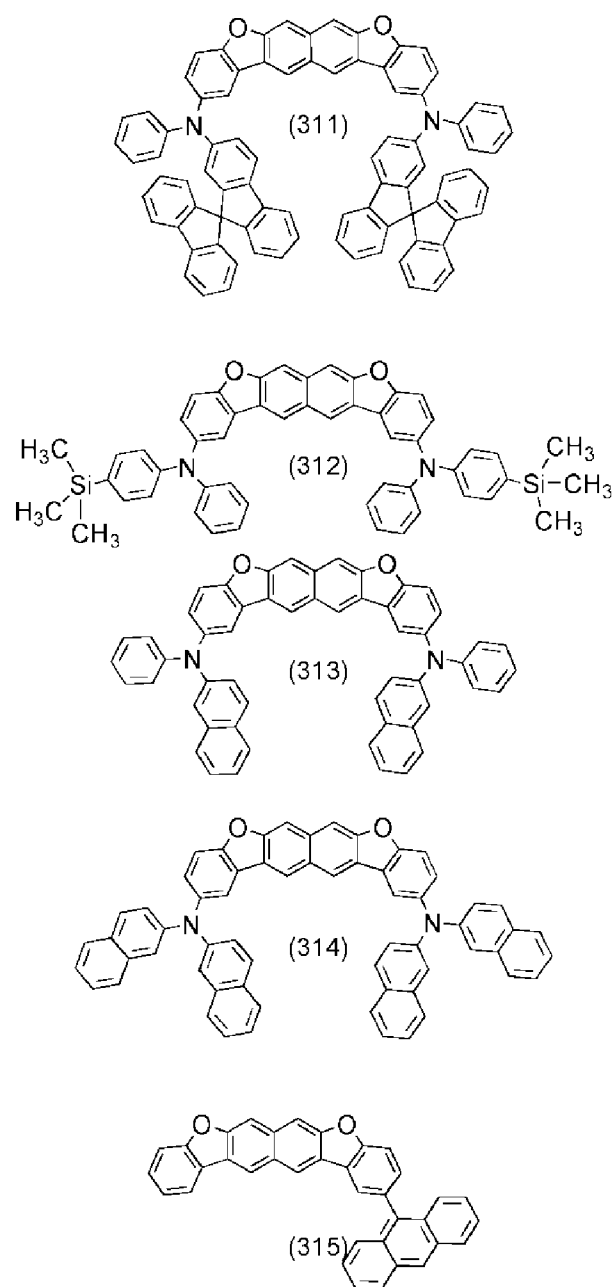
【 0173 】

[化學式 59]



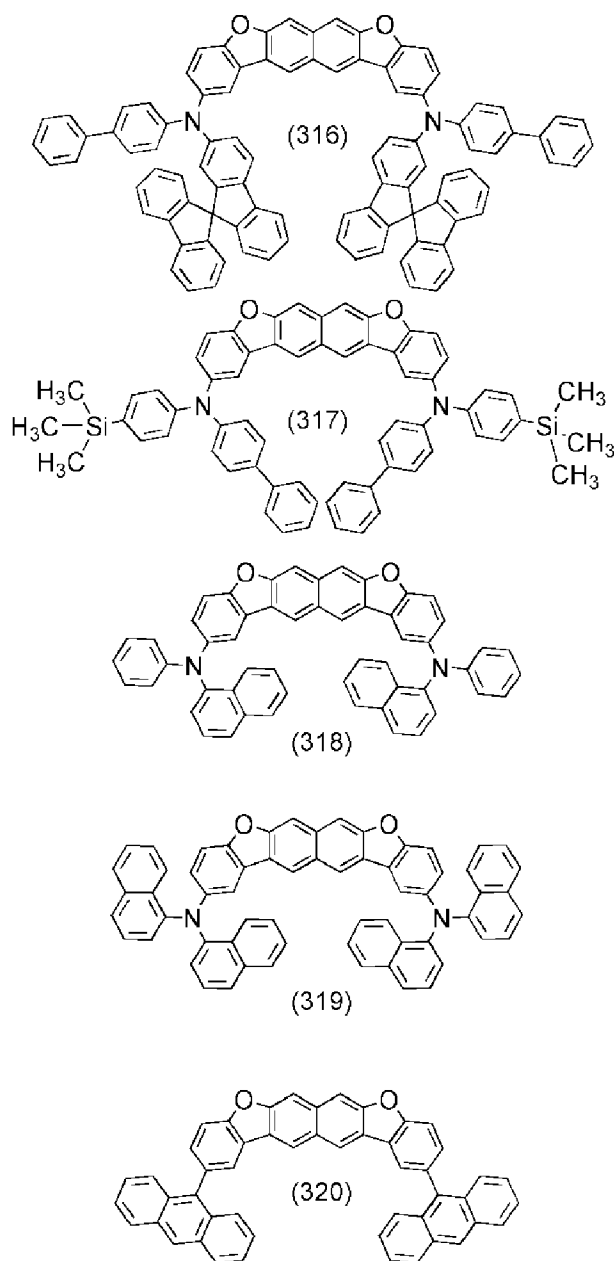
【 0174 】

[化學式 60]



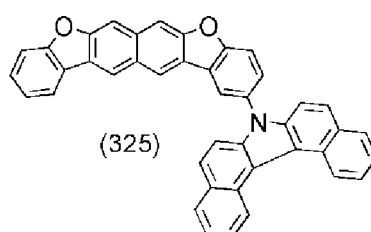
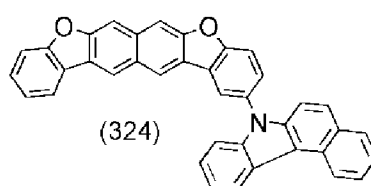
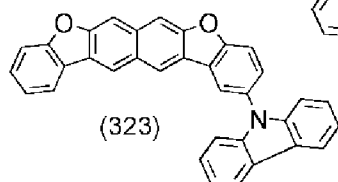
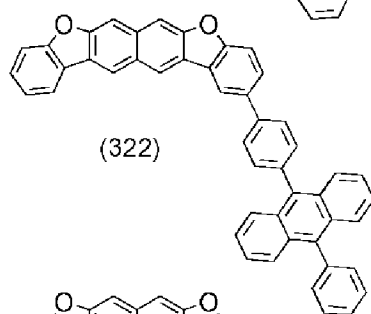
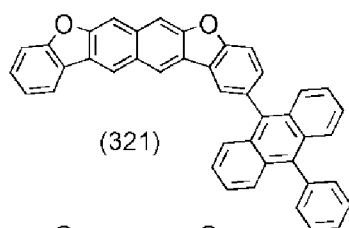
【 0175 】

[化學式 61]



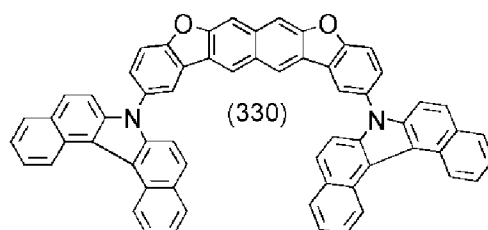
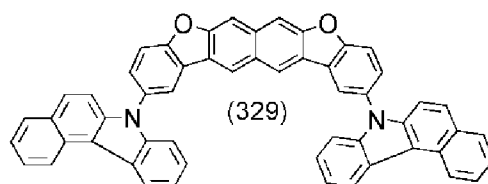
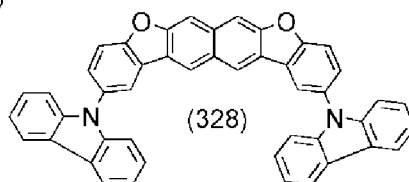
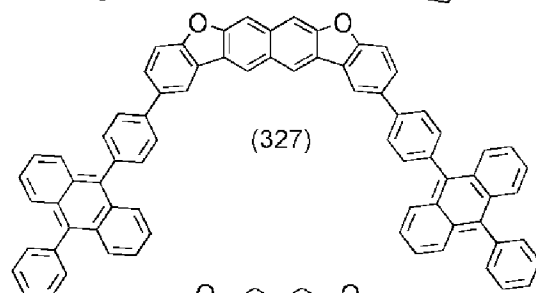
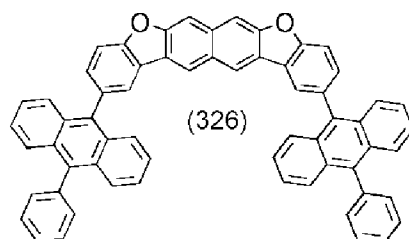
【 0176 】

[化學式 62]



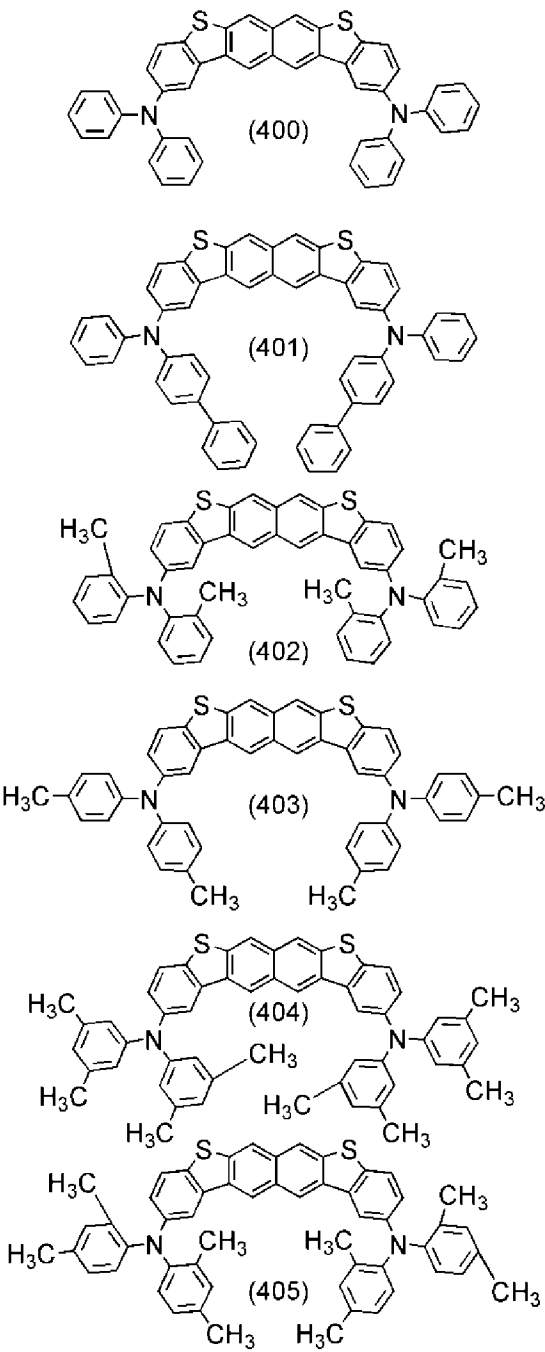
【 0177 】

[化學式 63]



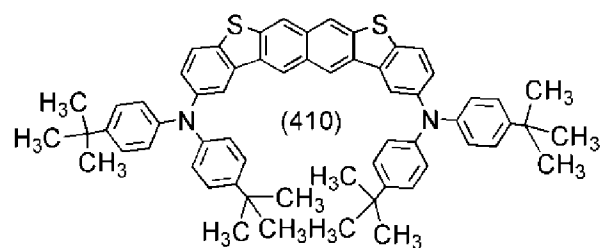
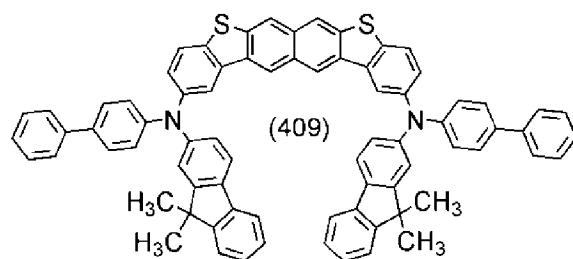
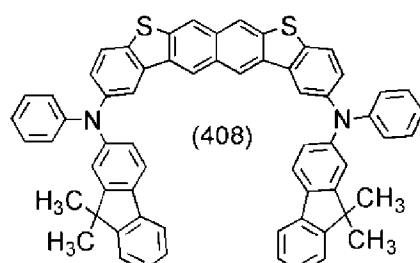
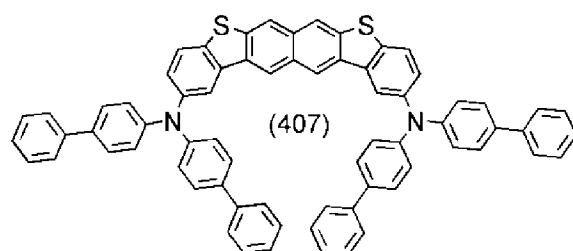
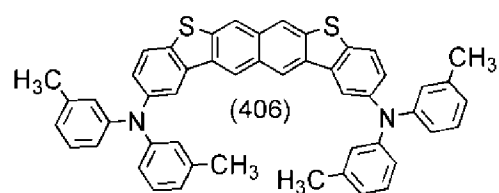
【 0178 】

[化學式 64]



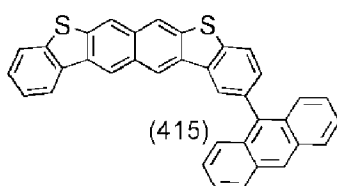
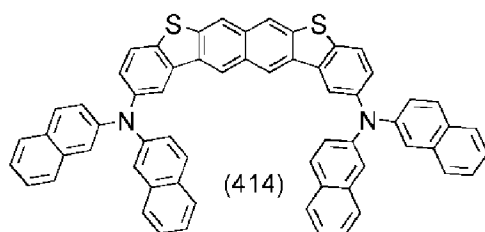
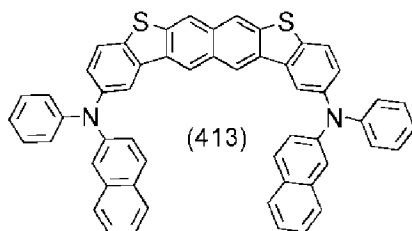
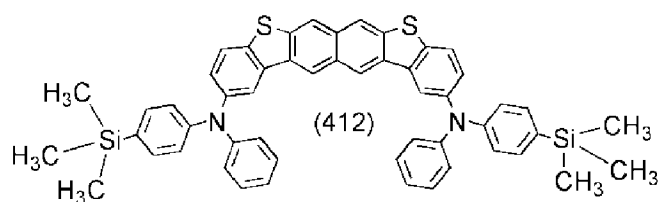
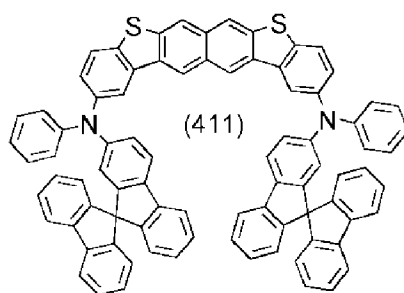
【 0179 】

[化學式 65]



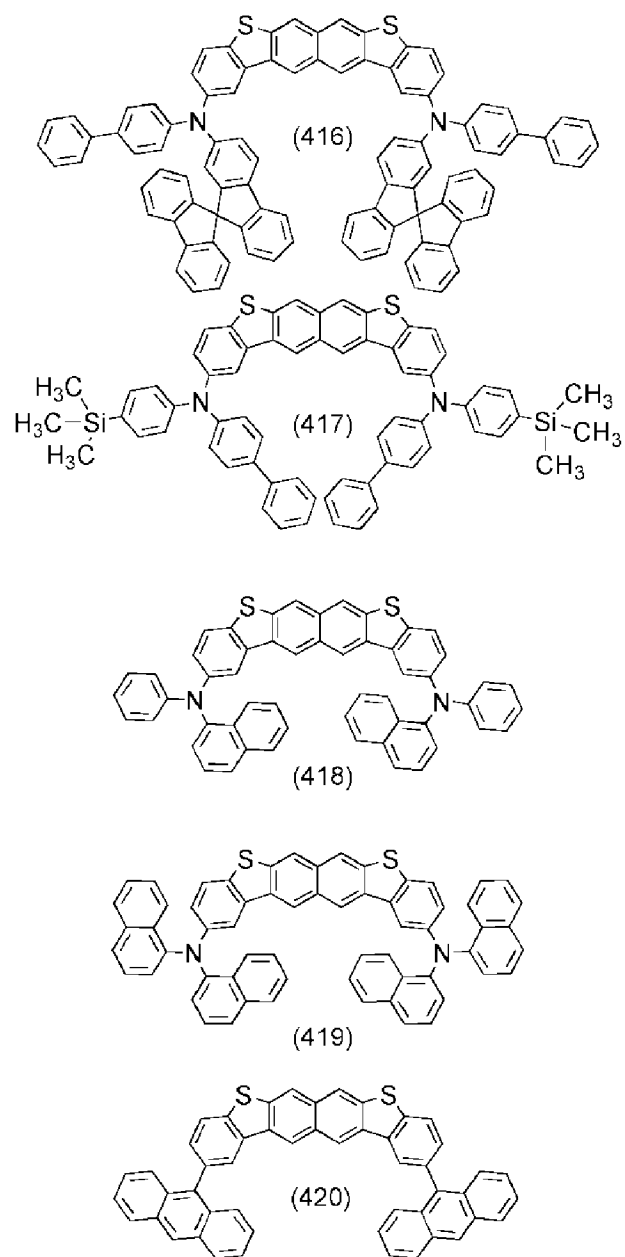
【 0180 】

[化學式 66]



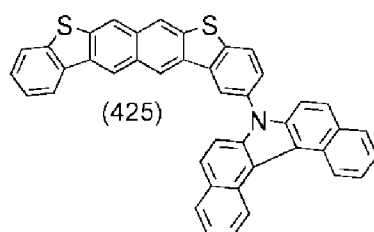
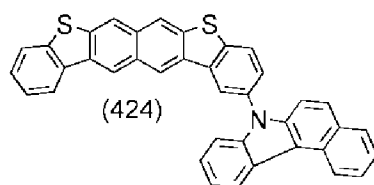
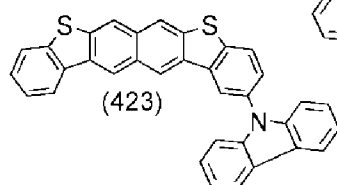
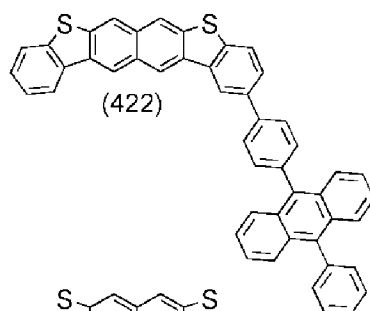
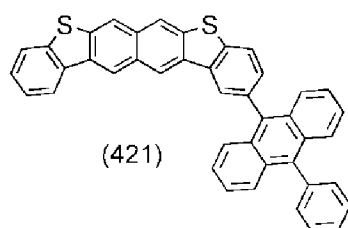
【 0181 】

[化學式 67]



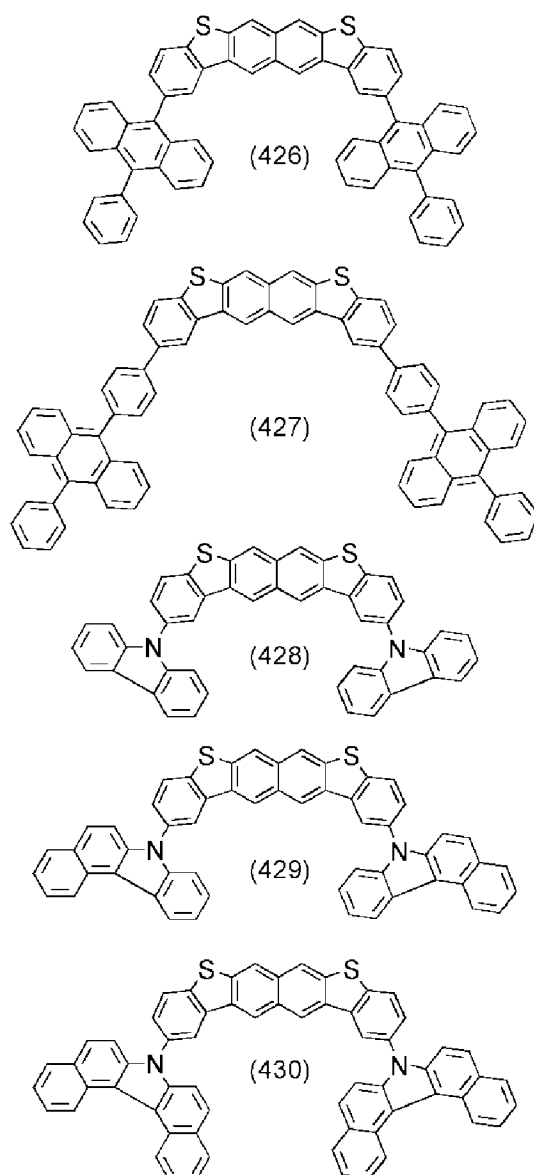
【 0182 】

[化學式 68]



【 0183 】

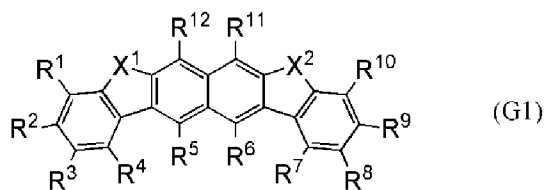
[化學式 69]



【0184】接著，作為上述本發明的有機化合物的合成方法的例子，對以上述通式(G1)表示的有機化合物的合成方法的例子進行說明。下面示出以通式(G1)表示的有機化合物。

【0185】

[化學式 70]

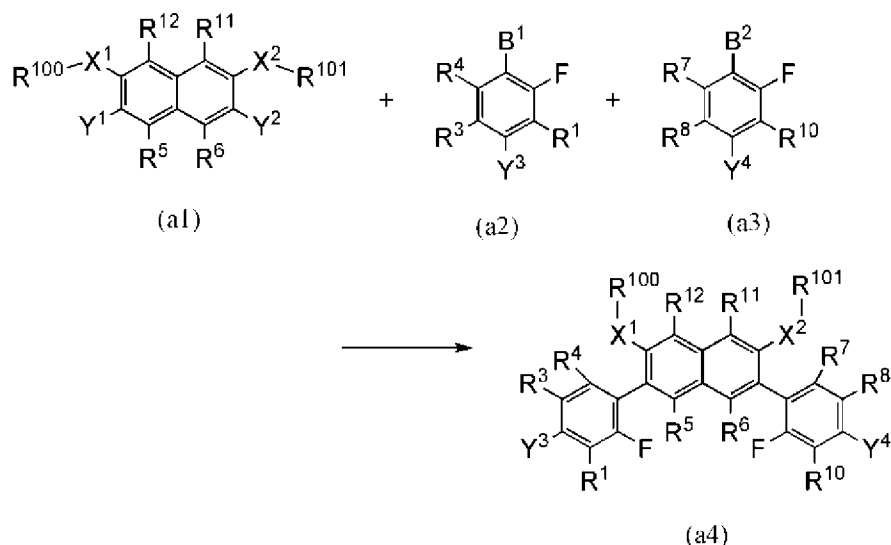


【0186】在上述通式(G1)中，分子量為5000以下， X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子。 R^1 至 R^{12} 分別獨立地表示氫或取代基。注意， R^1 至 R^{12} 中的至少一個較佳為取代基，因此，下面對包括取代基的有機化合物的合成方法進行說明。

【0187】首先，說明萘并雙苯并呋喃骨架或萘并雙苯并噻吩骨架的合成方法。如下述方案所示，藉由對萘化合物(a1)、芳基化合物(a2)及芳基化合物(a3)進行交叉耦合反應，可以得到以(a4)表示的萘化合物。 R^{100} 和 R^{101} 都表示甲基等烷基。作為 B^1 和 B^2 ，都可以使用硼酸或二烷氧基硼酸等。 Y^3 和 Y^4 中的至少一個或兩個表示氯或溴等鹵基或磺醯基等，後面可以將取代基引入到該 Y^3 及/或 Y^4 的位置。注意， Y^3 和 Y^4 的位置只是一個例子，藉由改變該引入位置可以將取代基引入到各種位置。注意，在 Y^3 和 Y^4 中的只有一個表示氯或溴等鹵基或磺醯基等的情況下，其中另一個也可以表示氫或其他取代基。 Y^1 及 Y^2 表示溴或碘等鹵基或磺醯基。 Y^1 及 Y^2 較佳為表示其反應性比 Y^3 及 Y^4 高的脫離基。

【0188】

[化學式 71]



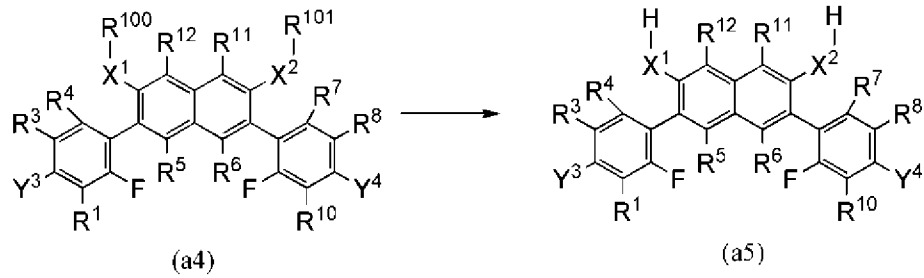
【0189】以上述方案表示的反應能夠在各種條件下進行，例如可以舉出在鹼存在下使用金屬催化劑的合成方法。作為該合成反應的具體例子，可以舉出鈴木・宮浦反應。

【0190】注意，雖然在此使化合物(a2)和化合物(a3)同時與化合物(a1)起反應，但是在化合物(a2)和化合物(a3)具有不同的取代基的情況下，也可以在使化合物(a2)和化合物(a1)起反應之後使其生成物與化合物(a3)起反應。此時，可以提高目的物的產率及純度，所以是較佳的。

【0191】接著，如下述方案所示，藉由對萘化合物(a4)進行脫烷基反應，可以得到以(a5)表示的萘化合物。

【0192】

[化學式 72]

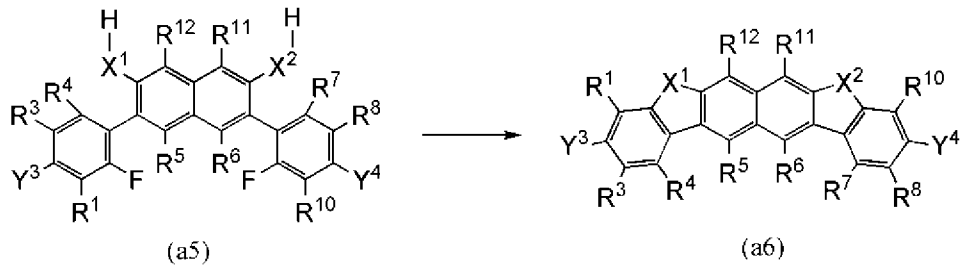


【0193】上述反應能夠在各種條件下進行，例如可以舉出在二氯甲烷等的溶劑中使用三溴化硼等路易士酸的反應。

【0194】接著，如下述方案所示，可以從萘化合物(a5)得到以(a6)表示的鹵化萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃化合物或鹵化萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩化合物。

【0195】

[化學式 73]



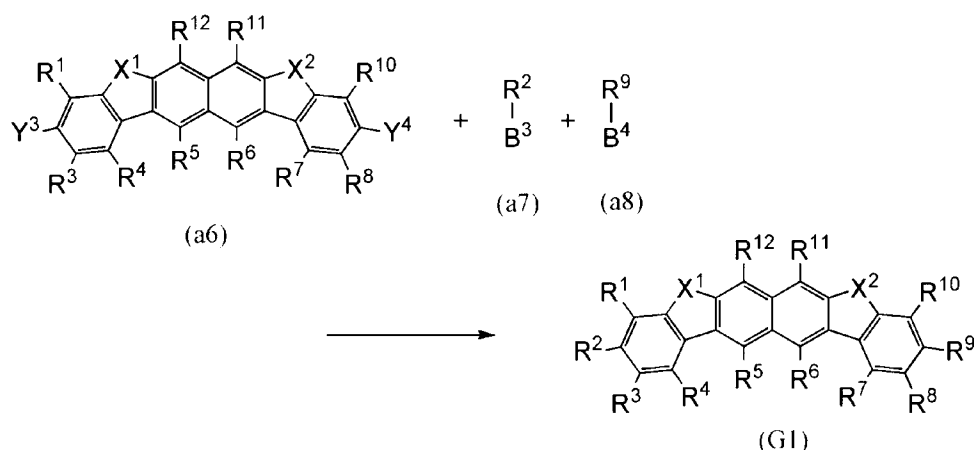
【0196】上述反應能夠在各種條件下進行。例如，將化合物(a5)溶解於N-甲基吡咯烷酮(簡稱：NMP)或二甲亞砜(簡稱：DMSO)等中，對其溶液添加碳酸鉀或碳酸銨並進行加熱，由此能夠進行反應。

【0197】接著，如下述方案所示，藉由對鹵化萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃化合物或鹵化萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩化合物(a6)、芳基化合物(a7)及芳基化合物

(a8)進行交叉耦合反應，可以得到以通式(G1)表示的萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃化合物或萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩化合物。作為 B^3 和 B^4 ，都可以使用硼酸或二烷氧基硼酸等。另外，還可以使用鋁、鎘、鋅或錫等。在芳基化合物(a7)和芳基化合物(a8)為二級胺的情況下， B^3 和 B^4 為氫。

【0198】

[化學式 74]



【0199】上述反應能夠在各種條件下進行。例如，可以舉出在鹼存在下使用金屬催化劑的合成方法，明確而言，可以利用鈴木・宮浦反應。在芳基化合物(a7)和芳基化合物(a8)為二級胺的情況下，可以利用烏爾曼(Ullmann)耦合或鈴木・布赫瓦爾德(Hartwig-Buchwald)反應。

【0200】注意，雖然在此在使化合物(a7)和化合物(a8)同時與化合物(a6)起反應，但是在化合物(a7)和化合物(a8)具有不同的取代基，亦即 R^2 和 R^9 是不同的取代基的情況下，也可以在使化合物(a7)與化合物(a6)起反應之後使其生成物與化合物(a8)起反應。在 R^2 和 R^9 是不同的取代基

的情況下，如此，藉由將反應分為兩個步驟，可以提高目的物的產率及純度，所以是較佳的。

【0201】注意，雖然在此示出將化合物(a7)的 R^2 和化合物(a8)的 R^9 取代為化合物(a6)的 Y^3 及 Y^4 的位置的反應，但是為了改變被引入的取代基的位置或數量，可以使用將鹵基或磺醯基引入到化合物(a2)及/或化合物(a3)的取代位置的原料。

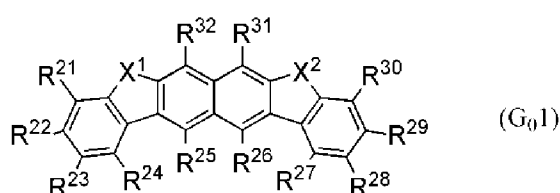
【0202】如上所述，化合物(a6)是在以通式(G1)表示的有機化合物的合成方面上很有用的原料之一。與此同樣，化合物(a5)及化合物(a4)也是很有用的原料之一。

【0203】在化合物(a6)中， Y^3 和 Y^4 中的至少一個或兩個表示氯或溴等鹵基或磺醯基等，後面可以將取代基引入到該 Y^3 及/或 Y^4 的位置。注意， Y^3 和 Y^4 的位置只是一個例子，藉由將該引入位置改變為 R^1 、 R^3 至 R^8 和 R^{10} 至 R^{12} 中的任一個，可以將取代基引入到各種位置。注意，在 Y^3 和 Y^4 中的只有一個表示氯或溴等鹵基或磺醯基等的情況下，其中另一個也可以表示氫或其他取代基。

【0204】也就是說，上述化合物(a6)可以以下述通式(G₀1)表示。

【0205】

[化學式 75]

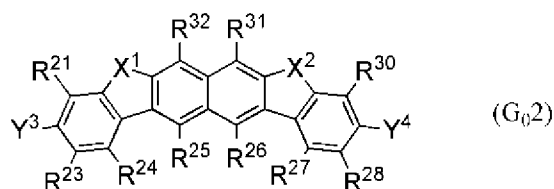


【0206】在上述通式(G₀1)中，X¹及X²分別獨立地表示氧原子或硫原子。在式子中，R²¹至R³²中的一個或兩個表示鹵基或磺醯基，其餘的分別獨立地表示氫、碳原子數為1至10的脂肪烴基、碳原子數為3至20的脂環烴基、碳原子數為6至25的芳烴基或者碳原子數為1至25的雜環基。

【0207】以上述通式(G1)表示的有機化合物較佳為在R²和R⁹的位置包括取代基。也就是說，以上述通式(G₀1)表示的有機化合物較佳為在R²²和R²⁹的位置包括鹵基及磺醯基，以下述通式(G₀2)表示的有機化合物是進一步有用的。

【0208】

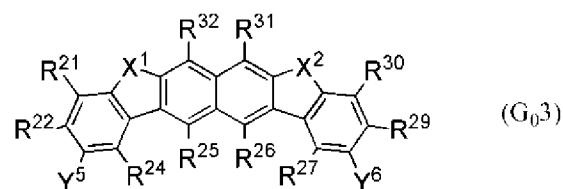
[化學式76]



【0209】另外，以上述通式(G1)表示的有機化合物較佳為在R³和R⁸的位置包括取代基。也就是說，以上述通式(G₀1)表示的有機化合物較佳為在R²³和R²⁸的位置包括鹵基及磺醯基，以下述通式(G₀3)表示的有機化合物是進一步有用的。

【0210】

[化學式77]



【 0211】**實施方式2**

以下參照圖1A對本發明的一個實施方式的發光元件的例子進行詳細的說明。

【 0212】 本實施方式的發光元件包括由陽極101和陰極102構成的一對電極、設置在陽極101與陰極102之間的EL層103。

【 0213】 陽極101較佳為使用功函數大(具體為4.0eV以上)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。具體地，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO: Indium Tin Oxide, 銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出使用對氧化銦添加有1wt%以上且20wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法等。另外，可以使用對氧化銦添加有0.5wt%以上且5wt%以下的氧化鎢和0.1wt%以上且1wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)。另外，可以舉出金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)、鋁(Al)或金屬材料的氮化物(例如，氮化鈦)等。此外，也可以使用石墨烯。另外，在作為電洞注入層111使用包含第一物質和第二物質的複合材料時，可以與功函數

無關地選擇上述之外的電極材料。

【0214】可以使用受體性較高的第一物質形成電洞注入層111。此外，較佳為使用混合有具有受體性的第一物質和具有電洞傳輸性的第二物質的複合材料形成電洞注入層111。在將複合材料用作電洞注入層111的材料的情況下，作為第一物質使用對第二物質呈現受體性的物質。第一物質從第二物質抽出電子，而在第一物質中產生電子，並且在被抽出電子的第二物質中產生電洞。由於電場，被抽出的電子流到陽極101，而所產生的電洞藉由電洞傳輸層112注入到發光層113，從而可以獲得驅動電壓低的發光元件。

【0215】作為第一物質，較佳為使用過渡金屬氧化物、元素週期表中第四族至第八族的金屬的氧化物、具有拉電子基團(鹵基或氰基)的有機化合物等。

【0216】作為上述過渡金屬氧化物或元素週期表中第四族至第八族的金屬的氧化物，較佳為使用釩氧化物、鉕氧化物、鉭氧化物、鉻氧化物、鉬氧化物、鎢氧化物、錳氧化物、銻氧化物、鈦氧化物、釷氧化物、鉛氧化物、銦氧化物及銀氧化物，因為它們具有高電子受體性。尤其較佳為使用鉬氧化物，因為其在大氣中穩定，吸濕性低且容易處理。

【0217】作為上述具有拉電子基團(鹵基或氰基)的有機化合物，可以舉出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(簡稱：F4-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,

12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)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。

【0218】第二物質是具有電洞傳輸性的物質，其電洞移動率較佳為 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上。作為可用作第二物質的材料，可以舉出：芳香胺諸如N,N'-二(對甲苯基)-N,N'-二苯基-p-伸苯基二胺(簡稱：DTDPPA)、4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：DPAB)、N,N'-雙{4-[雙(3-甲基苯基)胺基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-聯苯)-4,4'-二胺(簡稱：DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯(簡稱：DPA3B)等；吡啶衍生物諸如3-[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啶(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基吡啶-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基吡啶(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基吡啶-3-基)胺基]-9-苯基吡啶(簡稱：PCzPCN1)、4,4'-二(N-吡啶基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-三[4-(N-吡啶基)苯基]苯(簡稱：TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-吡啶(簡稱：CzPA)、1,4-雙[4-(N-吡啶基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等；芳烴諸如2-三級丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、2-三級丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、2-三級丁基-9,10-雙(4-苯基苯基)蒽(簡稱：t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：

DNA)、9,10-二苯基蒽(簡稱: DPAnth)、2-三級丁基蒽(簡稱: t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基)蒽(簡稱: DMNA)、2-三級丁基-9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-雙[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、稠五苯、蒽、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘等。芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基骨架的芳烴,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。另外,可以使用: 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'-二萘-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱: BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱: BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱: mBPAFLP)、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]-螺-9,9'-二萘-2-胺(簡稱:

PCBASf)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙(N-呋唑基)苯(簡稱：mCP)、4,4'-二(N-呋唑基)聯苯(簡稱：CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基呋唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-呋唑)(簡稱：PCCP)等具有呋唑骨架的化合物；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-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-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；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-芴-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，具有芳族胺骨架的化合物以及具有呋唑骨架的化合物具有高可靠性和高電洞傳輸性，也有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。

【0219】另外，本發明的一個實施方式的有機化合物也是具有電洞傳輸性的物質而可以被用作第二物質。尤其較佳的是，該有機化合物具有二芳基胺基、電子過多型雜環基或芳烴基作為取代基。

【0220】此外，電洞注入層111可以使用濕處理形成。在此情況下，可以使用聚(乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)水溶液(PEDOT/PSS)、聚苯胺/樟腦磺酸水溶液(PANI/CSA)、PTPDES、Et-PTPDEK、PPBA、聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PANI/PSS)等添加有酸的導電高分子化合物等。

【0221】電洞傳輸層112是包含具有電洞傳輸性的材料的層。該具有電洞傳輸性的材料可以使用與作為構成上述電洞注入層111的物質的第二物質相同的材料形成。電洞傳輸層112既可以由一個層形成，又可以由多個層形成。在電洞傳輸層112由多個層形成的情況下，為了容易注入電洞，電洞傳輸層112較佳為具有其HOMO能階從電洞注入層111一側的層向發光層113一側的層逐步變深的結構。上述結構非常較佳為用於發光層113中的主體材料的HOMO能階較深的藍色螢光發光元件。

【0222】上述由多個層形成的電洞傳輸層112所具有的其HOMO能階向發光層113一側逐步變深的結構尤其較佳為用於由有機受體(上述具有拉電子基團(鹵基或氰基)的有機化合物)形成電洞注入層111的元件，可以得到載子注入性良好且驅動電壓低的具有非常良好的特性的元件。

【0223】另外，本發明的一個實施方式的有機化合物也是具有電洞傳輸性的物質而可以被用作具有電洞傳輸性的材料。尤其較佳的是，該有機化合物具有二芳基胺基、電子過多型雜環基或芳烴基作為取代基。

【0224】另外，電洞傳輸層112也可以使用濕處理形成。在使用濕處理形成電洞傳輸層112時，可以使用聚(N-乙基基吡啶)(簡稱：PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(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。

【0225】發光層113可以包含螢光發光物質、磷光發光物質、發射熱活化延遲螢光(TADF)的物質、量子點材料以及金屬鹵化物鈣鈦礦材料等任何發光物質，但是發光層113較佳為包含實施方式1所說明的本發明的一個實施方式的有機化合物作為發光物質。藉由將本發明的一個實施方式的有機化合物用作發光物質，可以容易獲得效率高且色度非常良好的發光元件。

【0226】另外，發光層113既可以為單層，又可以為多個層。在形成由多個層構成的發光層的情況下，可以層疊包含磷光發光物質的層和包含螢光發光物質的層。此時，在包含磷光發光物質的層中，較佳為使用後面說明的激態錯合物。

【0227】另外，本發明的一個實施方式的有機化合物也是具有高量子產率的物質而可以被用作發光物質。尤其是，具有萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架的物質容易設計為呈現藍色等短波長的發光的材料。此外，該有機化合物的單重激發態能階很高而適於螢光用主體材料。

【0228】作為螢光發光物質，例如可以使用如下物質。注意，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。可以舉出5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-

(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺、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)、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘(簡稱：TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亞苯)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(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯基-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-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

基喹吡酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)稠四苯-5,11-二胺(簡稱：p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]丙二烯合萸-3,10-二胺(簡稱：p-mPhAFD)、2-{2-異丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{2-三級丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTB)、2-(2,6-雙{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：BisDCM)、2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：BisDCJTM)等。尤其是，以1,6FLPAPr_n或1,6mMemFLPAPr_n等茈二胺衍化合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有高電洞俘獲性、高發光效率及高可靠性，所以是較佳的。

【0229】在發光層113中，作為可以用作磷光發光物質的材料，例如可以舉出如下物質。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-κN2]苯基-κC}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： $[\text{Ir}(\text{iPrptz-3b})_3]$)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： $[\text{Ir}(\text{Mptzl-mp})_3]$)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Prptzl-Me})_3]$)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： $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$)、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： $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$)等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啉基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]吡啉甲醯合銱(III)(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}}吡啉甲醯合銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]乙醯丙酮合銱(III)(簡稱：FIracac)等以具有拉電子基團的苯基吡啉衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且在440nm至520nm具有發光的峰值。

【0230】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： $[\text{Ir}(\text{nbpmm})_2(\text{acac})]$)、(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- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、雙(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)乙醯丙酮合銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、雙(苯并[h]喹啉)乙醯丙酮合銱(III)(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- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)乙醯丙酮合銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在500nm至600nm具有發光的峰值。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

【0231】另外，可以舉出：(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(萘-1-基)嘧啶

根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dlnpm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉-N, $\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$)、雙(1-苯基異喹啉-N, $\text{C}^{2'}$)乙醯丙酮合銱(III)(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-卟啉鉑(II)(簡稱：PtOEP)等的鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)銬(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)銬(III)(簡稱： $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在600nm至700nm具有發光的峰值。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

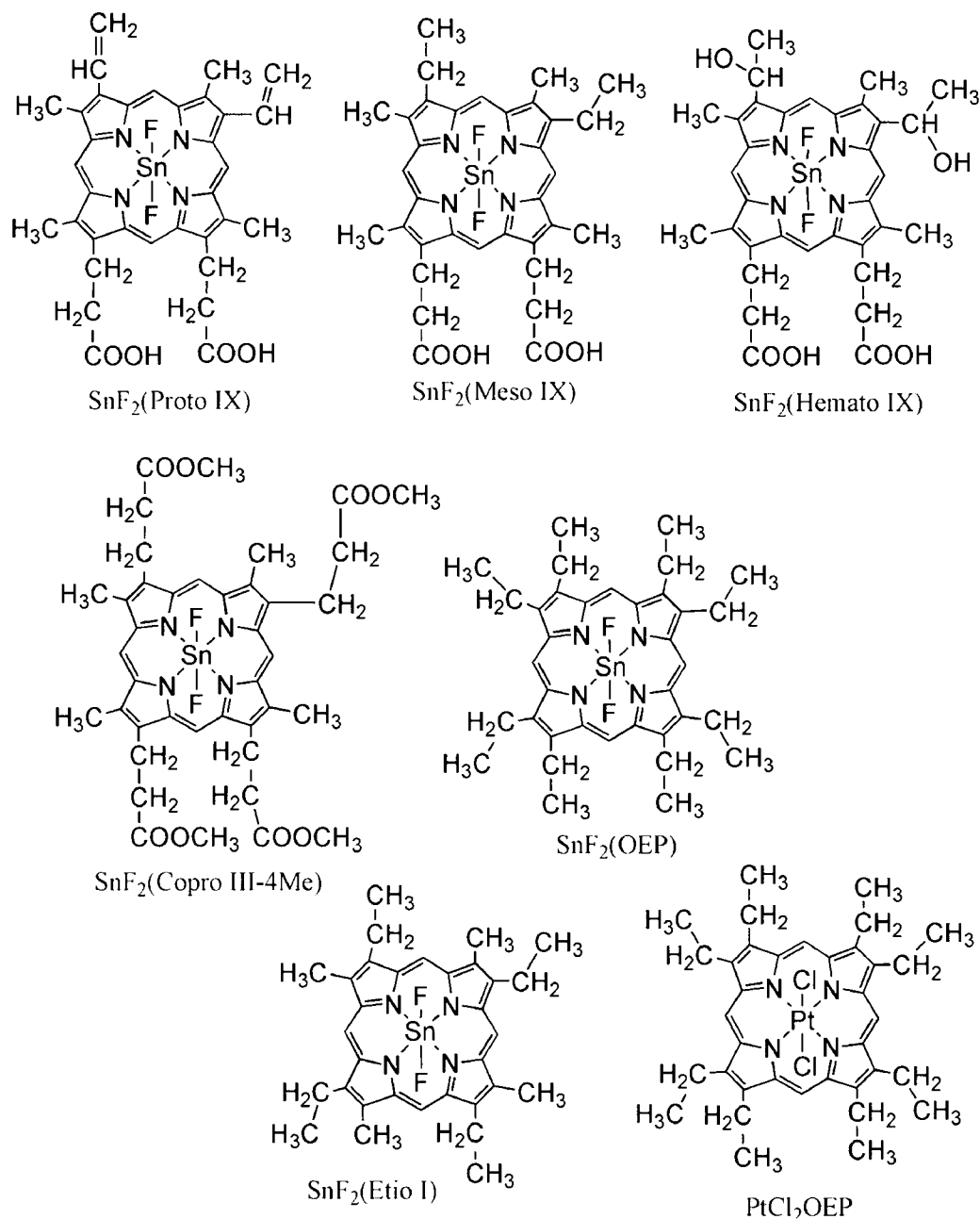
【0232】另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇各種磷光發光材料而使用。

【0233】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，可以使用包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等的含金屬卟啉等。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物

($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$)、中卟啉-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$)、血卟啉-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$)、冀卟啉四甲酯-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基卟啉-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初卟啉-氟化錫錯合物($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$)以及八乙基卟啉-氯化鉑錯合物(PtCl_2OEP)等。

【 0234】

[化學式 78]

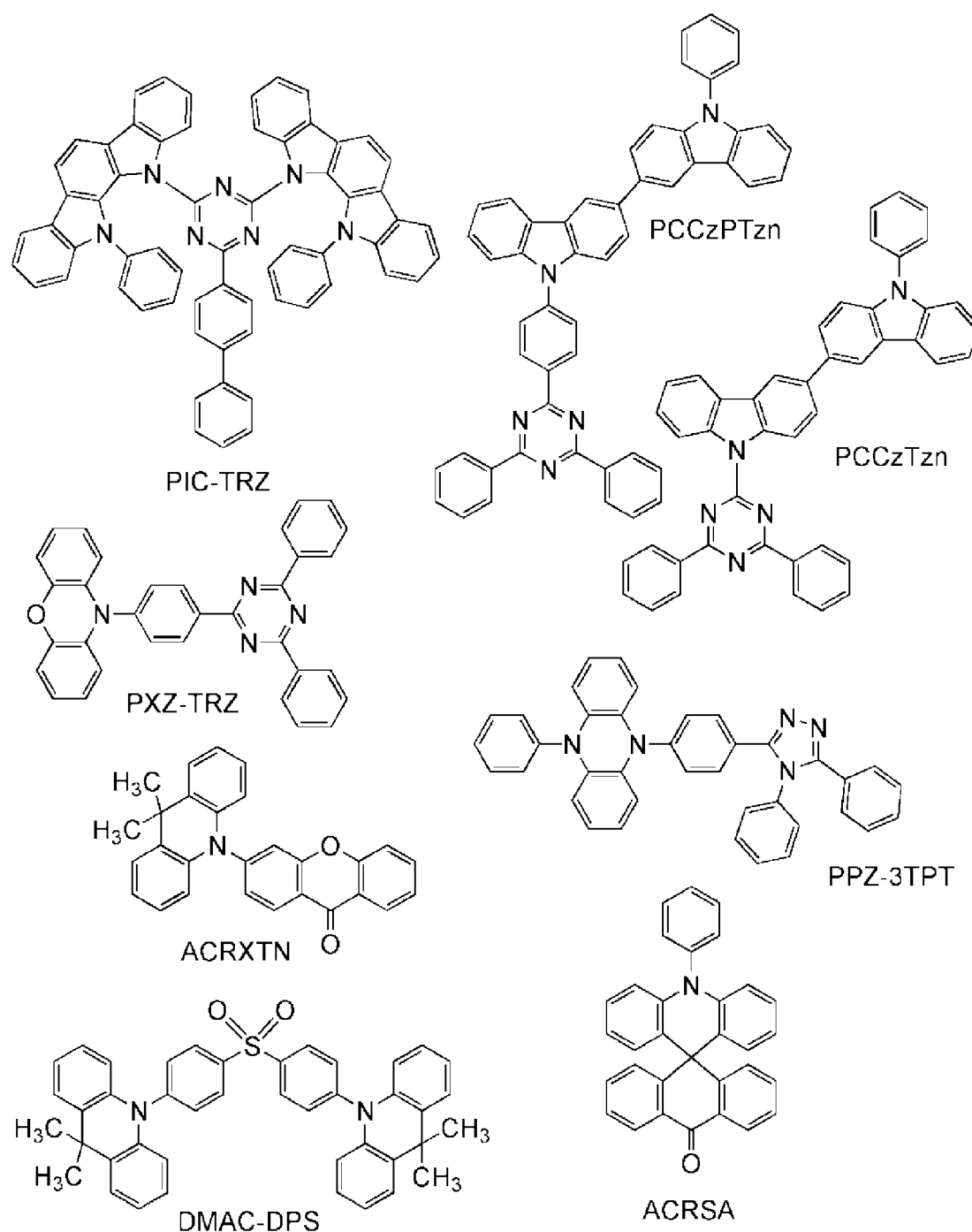


【0235】另外，還可以使用由下面結構式表示的2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶并[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩噻嗪-10-

基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫吡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(簡稱：PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱：ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]硫磺(簡稱：DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱：ACRSA)等具有富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環兩者的雜環化合物。另外，該雜環化合物具有富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環，電子傳輸性和電洞傳輸性都高，所以是較佳的。在富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環直接鍵合的物質中，富 π 電子芳雜環的施體性和缺 π 電子型芳雜環的受體性都強而 S_1 能階與 T_1 能階之間的能量差變小，高效地得到熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。另外，也可以使用鍵合有如氰基等拉電子基團的芳香環代替缺 π 電子型芳雜環。

【0236】

[化學式 79]



【0237】此外，作為量子點，可以舉出第十四族元素、第十五族元素、第十六族元素、包含多個第十四族元素的化合物、第四族至第十四族的元素和第十六族元素的化合物、第二族元素和第十六族元素的化合物、第十三族元素和第十五族元素的化合物、第十三族元素和第十七族

元素的化合物、第十四族元素和第十五族元素的化合物、第十一族元素和第十七族元素的化合物、氧化鐵類、氧化鈦類、硫系尖晶石 (spinel chalcogenide) 類、各種半導體簇、金屬鹵化物鈣鈦礦材料等奈米尺寸粒子。

【0238】明確而言，可以舉出硒化鎘(CdSe)、硫化鎘(CdS)、碲化鎘(CdTe)、硒化鋅(ZnSe)、氧化鋅(ZnO)、硫化鋅(ZnS)、碲化鋅(ZnTe)、硫化汞(HgS)、硒化汞(HgSe)、碲化汞(HgTe)、砷化銦(InAs)、磷化銦(InP)、砷化鎵(GaAs)、磷化鎵(GaP)、氮化銦(InN)、氮化鎵(GaN)、銻化銦(InSb)、銻化鎵(GaSb)、磷化鋁(AlP)、砷化鋁(AlAs)、銻化鋁(AlSb)、硒化鉛(II)(PbSe)、碲化鉛(II)(PbTe)、硫化鉛(II)(PbS)、硒化銦(In₂Se₃)、碲化銦(In₂Te₃)、硫化銦(In₂S₃)、硒化鎵(Ga₂Se₃)、硫化砷(III)(As₂S₃)、硒化砷(III)(As₂Se₃)、碲化砷(III)(As₂Te₃)、硫化銻(III)(Sb₂S₃)、硒化銻(III)(Sb₂Se₃)、碲化銻(III)(Sb₂Te₃)、硫化鉍(III)(Bi₂S₃)、硒化鉍(III)(Bi₂Se₃)、碲化鉍(III)(Bi₂Te₃)、矽(Si)、碳化矽(SiC)、鍺(Ge)、錫(Sn)、硒(Se)、碲(Te)、硼(B)、碳(C)、磷(P)、氮化硼(BN)、磷化硼(BP)、砷化硼(BAs)、氮化鋁(AlN)、硫化鋁(Al₂S₃)、硫化鋇(BaS)、硒化鋇(BaSe)、碲化鋇(BaTe)、硫化鈣(CaS)、硒化鈣(CaSe)、碲化鈣(CaTe)、硫化鈹(BeS)、硒化鈹(BeSe)、碲化鈹(BeTe)、硫化鎂(MgS)、硒化鎂(MgSe)、硫化鍺(GeS)、硒化鍺(GeSe)、碲化鍺(GeTe)、硫化錫(IV)(SnS₂)、硫化錫(II)(SnS)、硒化錫

(II)(SnSe)、碲化錫(II)(SnTe)、氧化鉛(II)(PbO)、氟化銅(I)(CuF)、氯化銅(I)(CuCl)、溴化銅(I)(CuBr)、碘化銅(I)(CuI)、氧化銅(I)(Cu₂O)、硒化銅(I)(Cu₂Se)、氧化鎳(II)(NiO)、氧化鈷(II)(CoO)、硫化鈷(II)(CoS)、四氧化三鐵(Fe₃O₄)、硫化鐵(II)(FeS)、氧化錳(II)(MnO)、硫化鉬(IV)(MoS₂)、氧化釩(II)(VO)、氧化釩(IV)(VO₂)、氧化鎢(IV)(WO₂)、氧化鉭(V)(Ta₂O₅)、氧化鈦(TiO₂、Ti₂O₅、Ti₂O₃、Ti₅O₉等)、氧化鋇(ZrO₂)、氮化矽(Si₃N₄)、氮化鍺(Ge₃N₄)、氧化鋁(Al₂O₃)、鈦酸鋇(BaTiO₃)、硒鋅鎘的化合物(CdZnSe)、銦砷磷的化合物(InAsP)、鎘硒硫的化合物(CdSeS)、鎘硒碲的化合物(CdSeTe)、銦鎵砷的化合物(InGaAs)、銦鎵硒的化合物(InGaSe)、銦硒硫化合物(InSeS)、銅銦硫的化合物(例如，CuInS₂)以及它們的組合等，但是不侷限於此。此外，也可以使用以任意比率表示組成的所謂的合金型量子點。例如，因為由CdS_xSe_{1-x}(x為0至1的任意數)表示的合金型量子點可以藉由改變x的比率來改變發光波長，所以合金型量子點是有效於得到藍色發光的手段之一。

【0239】作為量子點的結構，有核型、核殼(Core Shell)型、核多殼(Core Multishell)型等。可以使用上述任一個，但是藉由使用覆蓋核且具有更寬的能帶間隙的其他無機材料來形成殼，可以減少存在於奈米晶表面上的缺陷或懸空鍵的影響，從而可以大幅度地提高發光的量子效率。由此，較佳為使用核殼型或核多殼型的量子點。作為

殼的材料例子，可以舉出硫化鋅(ZnS)或氧化鋅(ZnO)。

【0240】此外，在量子點中，由於表面原子的比例高，因此反應性高而容易發生聚集。因此，量子點的表面較佳為附著有保護劑或設置有保護基。藉由附著有保護劑或設置有保護基，可以防止聚集並提高對溶劑的溶解性。此外，還可以藉由降低反應性來提高電穩定性。作為保護劑(或保護基)，例如可以舉出：月桂醇聚氧乙烯醚、聚氧乙烯硬脂基醚、聚氧乙烯硬脂基醚等聚氧乙烯烷基醚類；三丙基磷、三丁基磷、三己基磷、三辛基磷等三烷基磷類；聚氧乙烯 n -辛基苯基醚、聚氧乙烯 n -壬基苯基醚等聚氧乙烯烷基苯基醚類；三(n -己基)胺、三(n -辛基)胺、三(n -癸基)胺等三級胺類；三丙基氧化磷、三丁基氧化磷、三己基氧化磷、三辛基氧化磷、三癸基氧化磷等有機磷化合物；聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯等聚乙二醇二酯類；吡啶、二甲基吡啶、柯林鹼、喹啉類等含氮芳香化合物等有機氮化合物；己基胺、辛基胺、癸基胺、十二烷基胺、十四烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺等胺基鏈烷類；二丁基硫醚等二烷基硫醚類；二甲亞碲、二丁亞碲等二烷亞碲類；噻吩等含硫芳香化合物等有機硫化合物；棕櫚酸、硬脂酸、油酸等高級脂肪酸；乙醇類；失水山梨醇脂肪酸酯類；脂肪酸改性聚酯類；三級胺類改性聚氮酯類；聚乙烯亞胺類等。

【0241】另外，量子點也可以是棒狀的量子杆。因為量子杆呈現向 c 軸方向偏振的具有指向性的光，所以藉由

將量子杆用作發光材料，可以得到外部量子效率優良的發光元件。

【0242】另外，在形成將該量子點用作發光材料並將其分散在主體材料中的發光層時，可以將量子點分散在主體材料中或將主體材料和量子點溶解或分散在適當的液體介質中，並使用濕處理(旋塗法、澆鑄法、染料塗佈法、刮塗法、輥塗法、噴墨法、印刷法、噴塗法、簾式塗佈法、朗繆爾-布羅基特法等)形成層，然後去除或燒成溶劑。

【0243】作為用於濕處理的液體介質，例如可以使用：甲乙酮、環己酮等的酮類；乙酸乙酯等的甘油脂肪酸酯類；二氯苯等的鹵化芳烴類；甲苯、二甲苯、均三甲苯、環己基苯等的芳烴類；環己烷、十氫化萘、十二烷等的脂肪烴類；二甲基甲醯胺(DMF)、二甲亞砜(DMSO)等的有機溶劑。

【0244】在使用螢光發光物質作為發光層的主體材料的情況下，9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒎基)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-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-聯苯-4'-基}蒎(簡稱：FLPPA)等具有蒎骨架的材料是較佳的。在將具有蒎骨架的物質用作螢光

發光物質的主體材料時，可以實現發光效率及耐久性良好的發光層。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

【0245】在作為主體材料使用上述材料之外的材料的情況下，可以使用如具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料等各種載子傳輸材料。

【0246】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：BAIq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物；2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-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)等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]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)等具有二噁骨架的雜環化合物; 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)等具有吡啶骨架的雜環化合物。其中, 具有二噁骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有高可靠性, 所以是較佳的。尤其是, 具有二噁(嘧啶或吡噁)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。

【0247】另外, 作為具有電洞傳輸性的材料, 可以舉出: 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱: NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱: TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萘-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱: BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱: BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱: mBPAFLP)、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]螺-9,9'-聯萘-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-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-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-芴-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高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。另外，除了上述電洞傳輸材料以外，也可以從各種物質中選擇電洞傳輸材料來使用。

【0248】在使用螢光發光物質作為發光物質的情況下，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-9-蒽基)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-芴-9-基)-聯苯-4'-基}-蒽(簡稱：FLPPA)等具有蒽骨架的材料是較佳的。在將具有蒽骨架的物質用作螢光發光物質的主體材料時，可以實現發光效率及耐久性良好的發光層。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、

PCzPA呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

【0249】另外，主體材料也可以是混合有多種物質的材料，當使用被混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層113的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量比例可以為具有電洞傳輸性的材料：具有電子傳輸性的材料=1:9至9:1。

【0250】另外，被混合的主體材料也可以形成激態錯合物。藉由以形成發射與螢光發光物質、磷光發光物質以及TADF材料的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的方式選擇材料的組合，可以使能量轉移變得順利，從而高效地得到發光。另外，上述結構可以降低驅動電壓，所以是較佳的。

【0251】具有如上所述的結構的發光層113可以藉由利用真空蒸鍍法的共蒸鍍、使用混合溶液的凹版印刷法、膠板印刷法、噴墨法、旋塗法、浸漬塗佈法等來形成。

【0252】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材料或具有蒽骨架的材料。

【0253】另外，本發明的一個實施方式的有機化合物也是具有電子傳輸性的物質而可以被用作具有電子傳輸性

的材料。尤其較佳的是，該有機化合物具有缺電子型雜環基或芳烴基作為取代基。

【0254】另外，也可以在電子傳輸層與發光層之間設置控制電子載子的移動的層。這是對如上所述的具有高電子傳輸性的材料添加了少量的具有高電子俘獲性的物質的層，藉由控制電子載子的移動，可以調節載子平衡。這樣的結構對抑制因電子穿過發光層而引起的問題(例如元件使用壽命的下降)有很大的效果。

【0255】另外，也可以在電子傳輸層114和陰極102之間以接觸於陰極102的方式設置電子注入層115。作為電子注入層115，可以使用氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣(CaF_2)等鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物。例如，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。另外，也可以將電子鹽(electride)用於電子注入層115。作為該電子鹽，可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。另外，藉由作為電子注入層115使用在由具有電子傳輸性的物質構成的層中包含鹼金屬或鹼土金屬的層，可以從陰極102高效率地注入電子，因此是更佳的。

【0256】另外，可以設置電荷產生層116代替電子注入層115(參照圖1B)。電荷產生層116是藉由施加電位可以對與該層的陰極一側接觸的層注入電洞並且對與該層的陽極一側接觸的層注入電子的層。電荷產生層116至少包括P型層117。P型層117較佳為使用上述構成電洞注入層111的

複合材料來形成。另外，P型層117也可以將作為構成複合材料的材料分別包含上述受體材料和電洞傳輸材料的膜層疊來形成。藉由對P型層117施加電位，電子和電洞分別注入到電子傳輸層114和陰極102，使得發光元件工作。在此情況下，在電子傳輸層114中的與電荷產生層116接觸的位置存在有包含本發明的一個實施方式的有機化合物的層，從而可以抑制由於發光元件的驅動時間的積累而發生的亮度下降，因此可以得到使用壽命長的發光元件。

【0257】另外，電荷產生層116除了包括P型層117之外，較佳為還包括電子中繼層118及電子注入緩衝層119中的任一個或兩個。

【0258】電子中繼層118至少包含具有電子傳輸性的物質，並且能夠防止電子注入緩衝層119和P型層117的相互作用，並順利地傳遞電子。較佳為將電子中繼層118所包含的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階設定在P型層117中的受體物質的LUMO能階和電子傳輸層114中的與電荷產生層116接觸的層所包含的物質的LUMO能階之間。電子中繼層118中的具有電子傳輸性的物質的LUMO能階為 -5.0eV 以上，較佳為 -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。

【0259】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、碳酸鋰或碳酸銫等碳酸鹽)、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。

【0260】另外，在電子注入緩衝層119包含具有電子傳輸性的物質及施體物質的情況下，作為施體物質，除了鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬和這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銫等碳酸鹽)、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。

【0261】作為形成陰極102的物質，可以使用功函數小(具體為3.8eV以下)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出鋰(Li)或銫(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)、鐿(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在陰極102和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函率的大小而將各種導電材料諸如Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作陰極102。這些導電材料可以藉由真空蒸鍍法、濺射法

等乾處理、噴墨法、旋塗法等形成。另外，陰極102可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。

【0262】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、濕處理(旋塗法、澆鑄法、染料塗佈法、刮塗法、輥塗法、噴墨法、印刷法(凹版印刷法、膠板印刷法、網版印刷法等)、噴塗法、簾式塗佈法、朗繆爾-布羅基特法等)等。

【0263】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。

【0264】這裡，參照圖2A至圖2D對利用液滴噴射法形成包含發光物質的層786的方法進行說明。圖2A至圖2D是說明包含發光物質的層786的製造方法的剖面圖。

【0265】首先，在平坦化絕緣膜770上形成導電膜772，以覆蓋導電膜772的一部分的方式形成絕緣膜730(參照圖2A)。

【0266】接著，在作為絕緣膜730的開口的導電膜772的露出部利用液滴噴射裝置783噴射液滴784，來形成包含組成物的層785。液滴784是包含溶劑的組成物，附著於導電膜772上(參照圖2B)。

【0267】此外，也可以在減壓下進行噴射液滴784的製程。

【0268】接著，藉由去除包含組成物的層785中的溶

劑而使其固化，形成包含發光物質的層786(參照圖2C)。

【0269】作為去除溶劑的方法，可以進行乾燥製程或加熱製程。

【0270】接著，在包含發光物質的層786上形成導電膜788，形成發光元件782(參照圖2D)。

【0271】如上所述，藉由利用液滴噴射法形成包含發光物質的層786，可以選擇性地噴射組成物，因此可以減少材料的損失。另外，由於不需要經過用來進行形狀的加工的光微影製程等，所以可以使製程簡化，從而可以以低成本形成包含發光物質的層。

【0272】另外，上述的液滴噴射法為包括如下單元的總稱，該單元為具有組成物的噴射口的噴嘴或者具有一個或多個噴嘴的頭部等液滴噴射單元。

【0273】接著，參照圖3說明在液滴噴射法中利用的液滴噴射裝置。圖3是說明液滴噴射裝置1400的示意圖。

【0274】液滴噴射裝置1400包括液滴噴射單元1403。液滴噴射單元1403包括頭部1405、頭部1412及頭部1416。

【0275】頭部1405及頭部1412與控制單元1407連接，藉由由電腦1410進行控制，可以描畫預先程式設計了的圖案。

【0276】另外，作為描畫的時機，例如可以以形成在基板1402上的標記1411為基準而進行描畫。或者，也可以以基板1402的邊緣為基準而確定基準點。在此，利用成像單元1404檢測出標記1411，將藉由影像處理單元1409轉換

為數位信號的標記1411利用電腦1410識別而產生控制信號，以將該控制信號傳送至控制單元1407。

【0277】作為成像單元1404，可以利用使用電荷耦合器(CCD)、互補型金屬-氧化物-半導體(CMOS)的影像感測器等。另外，在基板1402上需要形成的圖案的資訊儲存於存儲介質1408，可以基於該資訊將控制信號傳送至控制單元1407，來分別控制液滴噴射單元1403的頭部1405、頭部1412及頭部1416等各頭部。噴射的材料分別從材料供應源1413、材料供應源1414及材料供應源1415藉由管道供應到頭部1405、頭部1412及頭部1416。

【0278】頭部1405、頭部1412及頭部1416的內部包括以虛線1406所示的填充液狀材料的空間及噴射口的噴嘴。在此未圖示，但是頭部1412具有與頭部1405相同的內部結構。藉由將頭部1405的噴嘴的尺寸與頭部1412的噴嘴的尺寸不同，可以使用不同的材料同時描畫具有不同的寬度的圖案。使用一個頭部可以噴射多種發光材料且描畫圖案，於是在對廣區域描畫圖案的情況下，為了提高處理量，同時使用多個噴嘴噴射同一發光材料而可以描畫圖案。在使用大型基板的情況下，頭部1405、頭部1412及頭部1416在圖3所示的箭頭的X、Y或Z的方向上自由地對基板進行掃描，可以自由地設定描畫的區域，由此可以在一個基板上描畫多個相同的圖案。

【0279】另外，可以在減壓下進行噴射組成物的製程。可以在加熱基板的狀態下噴射組成物。在噴射組成物

之後，進行乾燥製程和燒成製程中的一個或兩個。乾燥製程及燒成製程都是一種熱處理的製程，各製程的目的、溫度及時間不同。乾燥製程及燒成製程在常壓或減壓下藉由雷射的照射、快速熱退火或加熱爐的使用等進行。注意，對進行該熱處理的時機、熱處理的次數沒有特別的限制。為了進行良好的乾燥製程及燒成製程，其溫度依賴於基板材料及組成物的性質。

【0280】如上所述，可以利用液滴噴射裝置形成包含發光物質的層786。

【0281】在利用液滴噴射裝置製造包含發光物質的層786的情況下，可以利用使用將各種有機材料或有機無機鹵化物鈣鈦礦材料溶解或分散在溶劑中的組成物的濕處理形成層786。在該情況下，可以使用各種有機溶劑作為塗佈用組成物。作為能夠用於所述組成物的有機溶劑，可以使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯、四氫呋喃、二氧六環、乙醇、甲醇、n-丙醇、異丙醇、n-丁醇、t-丁醇、乙腈、二甲亞碲、二甲基甲醯胺、氯仿、二氯甲烷、四氯化碳、乙酸乙酯、己烷、環己烷等各種有機溶劑。尤其較佳為使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯等低極性的苯衍生物，由此可以形成適中濃度的溶液並可以防止包含於墨中的材料因氧化而發生劣化。另外，考慮到形成後的膜的均勻性及膜厚度的均勻性等，較佳為使用沸點為100℃以上的物質，尤其較佳為使用甲苯、二甲苯、均三甲苯。

【0282】另外，上述結構可以與其他實施方式或本實

施方式中的其他結構適當地組合。

【0283】接著，參照圖1C說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光元件(以下也稱為疊層型元件)的方式。該發光元件是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光元件。作為一個發光單元，具有與圖1A所示的EL層103同樣的結構。就是說，可以說，圖1A或圖1B所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件，圖1C所示的發光元件是具有多個發光單元的發光元件。

【0284】在圖1C中，在第一電極501和第二電極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。第一電極501和第二電極502分別相當於圖1A中的陽極101和陰極102，並且可以應用與圖1A所說明的同樣的材料。另外，第一發光單元511和第二發光單元512可以具有相同結構或不同結構。

【0285】電荷產生層513具有在對第一電極501及第二電極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，在以第一電極的電位比第二電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注入電洞即可。

【0286】電荷產生層513較佳為具有與圖1B所示的電荷產生層116同樣的結構。因為有機化合物與金屬氧化物的複合材料具有良好的載子注入性及載子傳輸性，從而能

夠實現低電壓驅動及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的面接觸於電荷產生層513的情況下，電荷產生層513可以具有發光單元的電洞注入層的功能，所以發光單元也可以不設置有電洞注入層。

【0287】另外，當在電荷產生層513中設置電子注入緩衝層119的情況下，因為該層具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，所以在該發光單元中不必需另外設置電子注入層。

【0288】雖然在圖1C中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的發光元件。如根據本實施方式的發光元件，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層513隔開並配置，可以實現在保持低電流密度的同時在高亮度區域中發光並具有長使用壽命的元件。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且功耗低的發光裝置。

【0289】另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光元件得到所希望的顏色的發光。

【0290】

實施方式3

在本實施方式中，說明使用實施方式1所記載的發光元件的發光裝置。

【0291】參照圖4A及圖4B對本發明的一個實施方式的發光裝置進行說明。圖4A是發光裝置的俯視圖，圖4B是沿圖4A中的A-B及C-D切斷的剖面圖。該發光裝置作為

用來控制發光元件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部(源極線驅動電路)601、像素部602、驅動電路部(閘極線驅動電路)603。另外，元件符號604是密封基板，元件符號605是密封材料，由密封材料605圍繞的內側是空間607。

【0292】引導佈線608是用來傳送輸入到源極線驅動電路601及閘極線驅動電路603的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的FPC(軟性印刷電路板)609接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出FPC，但是該FPC還可以安裝有印刷線路板(PWB)。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有FPC或PWB的發光裝置。

【0293】下面，參照圖4B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。

【0294】作為源極線驅動電路601，形成組合n通道型FET623和p通道型FET624的CMOS電路。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，但是不一定必須要採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

【0295】另外，像素部602由多個像素形成，該多個像素各包括開關用FET611、電流控制用FET612以及與該

電流控制用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。

【0296】對用於FET的半導體的種類及結晶性沒有特別的限制，而可以使用非晶半導體或結晶半導體。作為用於FET的半導體的例子，可以使用第13族半導體、第14族半導體、化合物半導體、氧化物半導體、有機半導體材料，尤其較佳為使用氧化物半導體。作為該氧化物半導體，例如可以舉出In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物(M為Al、Ga、Y、Zr、La、Ce或Nd)等。另外，藉由使用能隙為2eV以上，較佳為2.5eV以上，更佳為3eV以上的氧化物半導體材料，可以降低電晶體的關態電流，所以是較佳的。

【0297】另外，以覆蓋第一電極613的端部的方式形成有絕緣物614。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物614。

【0298】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 μ m至3 μ m)的曲面。作為絕緣物614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

【0299】在第一電極613上形成有EL層616及第二電極617。它們分別相當於圖1A和圖1B所說明的陽極101、EL層103及陰極102或者圖1C所說明的第一電極501、EL層

503及第二電極502。

【0300】EL層616較佳為包含有機金屬錯合物。該有機金屬錯合物較佳為被用作發光層中的發光中心物質。

【0301】再者，藉由使用密封材料605將密封基板604貼合到元件基板610，形成如下結構，亦即發光元件618安裝在由元件基板610、密封基板604以及密封材料605圍繞的空間607中。注意，在空間607中填充有填料，作為該填料，除了惰性氣體(氮或氬等)以外，還可以使用密封材料605。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。

【0302】較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水或氧透過的材料。另外，作為用於元件基板610及密封基板604的材料，除了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。

【0303】例如，在本說明書等中，可以使用各種基板來形成電晶體或發光元件。對基板的種類沒有特別的限制。作為該基板的例子，例如可以使用半導體基板(例如，單晶基板或矽基板)、SOI基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料的紙或者基材薄膜等。作為玻璃基板的例子，有鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃

等。作為撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等的例子，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)為代表的塑膠基板。另外，可以舉出丙烯酸等合成樹脂。另外，可以舉出聚四氟乙烯(PTFE)、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。另外，例如可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧、無機蒸鍍薄膜、紙類等。尤其是，藉由使用半導體基板、單晶基板或SOI基板等製造電晶體，能夠製造特性、尺寸或形狀等的偏差小、電流能力高且尺寸小的電晶體。當利用上述電晶體構成電路時，可以實現電路的低功耗化或電路的高積體化。

【0304】另外，也可以作為基板使用撓性基板，並在撓性基板上直接形成電晶體或發光元件。或者，也可以在基板與電晶體之間或在基板與發光元件之間設置剝離層。當剝離層上製造半導體裝置的一部分或全部，然後將其從基板分離並轉置到其他基板上時可以使用剝離層。此時，也可以將電晶體轉置到耐熱性低的基板或撓性基板上。另外，作為上述剝離層，例如可以使用鎢膜與氧化矽膜的無機膜的疊層結構或基板上形成有聚醯亞胺等有機樹脂膜的結構等。

【0305】也就是說，也可以使用一個基板形成電晶體或發光元件，然後將電晶體或發光元件轉置到另一個基板上。作為電晶體或發光元件被轉置的基板，不僅可以使用上述可以形成電晶體的基板，還可以使用紙基板、玻璃紙

基板、芳族聚醯胺薄膜基板、聚醯亞胺薄膜基板、石材基板、木材基板、布基板(包括天然纖維(絲、棉、麻)、合成纖維(尼龍、聚氨酯、聚酯)或再生纖維(醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯)等)、皮革基板、橡皮基板等。藉由使用上述基板，可以實現特性良好的電晶體、功耗小的電晶體、不易損壞的裝置、耐熱性的提高、輕量化或薄型化。

【0306】圖5A及圖5B示出藉由形成呈現白色發光的發光元件，並設置彩色層(濾色片)等來實現了全彩色顯示的發光裝置的例子。圖5A示出基板1001、基底絕緣膜1002、閘極絕緣膜1003、閘極電極1006、閘極電極1007、閘極電極1008、第一層間絕緣膜1020、第二層間絕緣膜1021、周邊部1042、像素部1040、驅動電路部1041、發光元件的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL層1028、發光元件的陰極1029、密封基板1031、密封材料1032等。

【0307】另外，在圖5A中，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。還可以另外設置黑色層(黑矩陣)1035。對準設置有彩色層及黑色層的透明基材1033的位置，並將其固定在基板1001上。另外，彩色層及黑色層被保護層1036覆蓋。另外，圖5A示出光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色

光、藍色光、綠色光，因此能夠以四個顏色的像素顯示影像。

【0308】圖5B示出將彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色層1034G、藍色彩色層1034B)形成在閘極絕緣膜1003與第一層間絕緣膜1020之間的例子。如上所述，也可以將彩色層設置在基板1001與密封基板1031之間。

【0309】另外，雖然以上說明了具有在形成有FET的基板1001一側提取光的結構(底部發射型)的發光裝置，但是也可以採用具有在密封基板1031一側提取光的結構(頂部發射型)的發光裝置。圖6示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板1001可以使用不使光透過的基板。直到製造連接FET與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極1022的方式形成第三層間絕緣膜1037。該絕緣膜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各種材料形成。

【0310】雖然在此將發光元件的第一電極1024W、1024R、1024G、1024B都用作陽極，但也可以將其用作陰極。另外，在採用如圖6所示的頂部發射型發光裝置的情況下，第一電極較佳為反射電極。EL層1028採用如圖1A或圖1B所示的EL層103或者圖1C所示的EL層503的結構，並且採用能夠實現白色發光的元件結構。

【0311】在採用如圖6所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層(紅色彩色層1034R、綠色彩色

層 1034G、藍色彩色層 1034B)的密封基板 1031 進行密封。可以在密封基板 1031 上設置有位於像素與像素之間的黑色層(黑矩陣)1035。彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)或黑色層也可以由保護層覆蓋。另外，作為密封基板 1031 使用具有透光性的基板。

【0312】另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色這四個顏色進行全彩色顯示的例子，但是並不侷限於此，也可以以紅色、綠色、藍色這三個顏色或紅色、綠色、藍色、黃色這四個顏色進行全彩色顯示。

【0313】圖 7A 和圖 7B 示出本發明的一個實施方式的被動矩陣型發光裝置。圖 7A 示出發光裝置的透視圖，圖 7B 是沿圖 7A 的 X-Y 切斷的剖面圖。在圖 7A 和圖 7B 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 上設置有分隔壁層 954。分隔壁層 954 的側壁具有如下傾斜，亦即越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。換句話說，分隔壁層 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，藉由設置分隔壁層 954，可以防止因靜電等引起的發光元件的不良。

【0314】以上說明的發光裝置能夠利用形成在像素部中的 FET 控制配置為矩陣狀的微小的多個發光元件中的每一個，所以上述發光裝置適合用作進行影像顯示的顯示裝

置。

【0315】

《照明設備》

參照圖8A及圖8B對本發明的一個實施方式的照明設備進行說明。圖8B是照明設備的俯視圖，圖8A是沿圖8B中的e-f切割的剖面圖。

【0316】在該照明設備中，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相當於圖1A及圖1B中的陽極101。當從第一電極401一側提取光時，第一電極401使用具有透光性的材料形成。

【0317】在基板400上形成用來對第二電極404供應電壓的焊盤412。

【0318】在第一電極401上形成有EL層403。EL層403相當於圖1A及圖1B中的EL層103等。另外，關於各結構，可以參照上述說明。

【0319】以覆蓋EL層403的方式形成第二電極404。第二電極404相當於圖1A中的陰極102。當從第一電極401一側提取光時，第二電極404包含反射率高的材料形成。藉由使第二電極404與焊盤412連接，對第二電極404供應電壓。

【0320】由第一電極401、EL層403以及第二電極404形成發光元件。藉由使用密封材料405、406將該發光元件固定在密封基板407，並進行密封來製造照明設備。另外，也可以只使用密封材料405、406中的一個。另外，也

可以在內側的密封材料406中混合乾燥劑，由此能夠吸收水分而提高可靠性。

【0321】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以及第一電極401的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在其上設置安裝有轉換器等的IC晶片420等。

【0322】

《電子裝置》

以下說明作為本發明的一個實施方式的電子裝置的例子。作為電子裝置，可以例如舉出電視機(也稱為電視機或電視接收機)、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機(也稱為行動電話、行動電話裝置)、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

【0323】圖9A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，顯示部7103藉由將發光元件排列為矩陣狀而構成。

【0324】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。

【0325】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。

【0326】圖 9B1 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，該電腦藉由將發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。圖 9B1 中的電腦也可以為如圖 9B2 所示的方式。圖 9B2 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，藉由利用手指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如螢幕受傷、損壞等問題。

【0327】圖 9C 和圖 9D 示出可攜式資訊終端的一個例子。可攜式資訊終端具備組裝在外殼 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，可攜式資訊終端包括其中發光元件被排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。

【0328】圖 9C 和圖 9D 所示的可攜式資訊終端也可以

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

【0329】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，第三是組合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

【0330】例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而進行在螢幕上顯示的文字的輸入操作。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大部分上顯示鍵盤或號碼按鈕。

【0331】另外，藉由在可攜式資訊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，可以判斷可攜式資訊終端的方向(縱或橫)而自動進行顯示部 7402 的螢幕顯示的切換。

【0332】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。

【0333】另外，當在輸入模式中藉由檢測顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部

7402的觸摸操作輸入時，也可以將螢幕模式控制為從輸入模式切換成顯示模式。

【0334】另外，也可以將顯示部7402用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

【0335】注意，上述電子裝置可以適當地組合本說明書中所示的結構而使用。

【0336】另外，較佳為將本發明的一個實施方式的發光元件用於顯示部。該發光元件可以成為發光效率高的發光元件。還可以成為驅動電壓低的發光元件。因此，包括本發明的一個實施方式的發光元件的電子裝置可以成為功耗小的電子裝置。

【0337】圖10示出將發光元件用於背光源的液晶顯示裝置的一個例子。圖10所示的液晶顯示裝置包括外殼901、液晶層902、背光單元903以及外殼904，液晶層902與驅動器IC905連接。在背光單元903中使用發光元件，並且藉由端子906將電流供應到背光單元903。

【0338】作為發光元件較佳為使用本發明的一個實施方式的發光元件，藉由將該發光元件用於液晶顯示裝置的背光源，能夠得到低功耗的背光源。

【0339】圖11示出本發明的一個實施方式的檯燈的例子。圖11所示的檯燈包括外殼2001和光源2002，並且作為

光源2002採用使用發光元件的照明設備。

【0340】圖12示出室內的照明設備3001的例子。較佳為將本發明的一個實施方式的發光元件用於該照明設備3001。

【0341】圖13示出本發明的一個實施方式的汽車。在該汽車的擋風玻璃或儀表板中安裝有發光元件。顯示區域5000至顯示區域5005是使用發光元件設置的顯示區域。較佳為使用本發明的一個實施方式的發光元件，由此可以降低顯示區域5000至顯示區域5005的功耗，所以適於車載。

【0342】顯示區域5000和顯示區域5001是設置在汽車的擋風玻璃上的使用發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成發光元件的第一電極和第二電極，可以得到能看到對面一側的所謂的透視式顯示裝置。當採用透視式顯示時，即使將該透視式顯示裝置設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視野。另外，在設置用於驅動的電晶體等的情況下，可以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。

【0343】顯示區域5002是設置在支柱部分的使用發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域5002上顯示來自設置在車體上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視野。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域5003藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠彌補被車體遮擋的視野的死角，從而提高安全性。藉由顯示影像

以彌補看不見的部分，能夠更自然且簡單地確認安全。

【0344】顯示區域5004和顯示區域5005可以提供導航資訊、速度表、轉速表、行駛距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以根據喜好適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域5000至顯示區域5003上。另外，也可以將顯示區域5000至顯示區域5005用作照明設備。

【0345】圖14A和圖14B是能夠折疊的平板終端的一個例子。圖14A是打開狀態的平板終端，該平板終端包括外殼9630、顯示部9631a、顯示部9631b、顯示模式切換開關9034、電源開關9035、省電模式切換開關9036以及夾子9033。另外，藉由將包括本發明的一個實施方式的發光元件的發光裝置用於顯示部9631a和顯示部9631b中的一個或兩個來製造該平板終端。

【0346】在顯示部9631a中，可以將其一部分用作觸控面板區域9632a，並且可以藉由觸摸所顯示的操作鍵9637來輸入資料。另外，例示出顯示部9631a的一半只具有顯示的功能，並且另一半具有觸控面板的功能的結構，但是不侷限於該結構。另外，也可以採用使顯示部9631a的所有的區域具有觸控面板的功能的結構。例如，可以使顯示部9631a的整個面顯示鍵盤按鈕來將其用作觸控面板，並且將顯示部9631b用作顯示螢幕。

【0347】另外，顯示部9631b與顯示部9631a同樣，也可以將其一部分用作觸控面板區域9632b。另外，藉由使

用手指或觸控筆等觸摸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕 9639，可以在顯示部 9631b 上顯示鍵盤按鈕。

【0348】另外，也可以對觸控面板區域 9632a 和觸控面板區域 9632b 同時進行觸摸輸入。

【0349】另外，顯示模式切換開關 9034 能夠切換豎屏顯示和橫屏顯示等顯示的方向以及黑白顯示和彩色顯示等。省電模式切換開關 9036 可以根據平板終端所內置的光感測器所檢測的使用時的外光的光量，將顯示的亮度設定為最合適的亮度。平板終端除了光感測器以外還可以內置陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器等的其他檢測裝置。

【0350】另外，圖 14A 示出顯示部 9631b 的顯示面積與顯示部 9631a 的顯示面積相同的例子，但是不侷限於此，可以使其中一個的尺寸和另一個的尺寸不同，也可以使它們的顯示品質有差異。例如可以採用顯示部 9631a 和 9631b 中的一個與另一個相比可以進行高精細的顯示的結構。

【0351】圖 14B 是合上狀態的平板終端，並示出本實施方式的平板終端具備外殼 9630、太陽能電池 9633、充放電控制電路 9634、電池 9635 以及 DCDC 轉換器 9636 的例子。另外，在圖 14B 中，作為充放電控制電路 9634 的一個例子示出具有電池 9635 和 DCDC 轉換器 9636 的結構。

【0352】另外，平板終端能夠折疊，因此不使用時可以合上外殼 9630。因此，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，而可以提供一種耐久性高且從長期使用的觀點來

看可靠性高的平板終端。

【0353】另外，圖 14A 和圖 14B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊(靜態影像、動態影像、文字影像等)的功能；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上的功能；對顯示在顯示部上的資訊進行觸摸輸入操作或編輯的觸摸輸入的功能；藉由各種各樣的軟體(程式)控制處理的功能等。

【0354】藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。另外，藉由將太陽能電池 9633 設置在外殼 9630 的一個面或兩個面，可以高效地對電池 9635 進行充電，所以是較佳的。

【0355】另外，參照圖 14C 所示的方塊圖對圖 14B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 14C 示出太陽能電池 9633、電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至 SW3 以及顯示部 9631，其中，電池 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9638、開關 SW1 至 SW3 對應於圖 14B 所示的充放電控制電路 9634。

【0356】首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 將太陽能電池 9633 所產生的電力的電壓升壓或降壓到用來對電池 9635 進行充電的電壓。並且，當利用來自太陽能電池 9633 的電力使顯示部 9631 工作時使開關 SW1 導通，並且，利用轉換器 9638 將該電力的電壓升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電

壓。另外，當不進行顯示部9631中的顯示時，使開關SW1關閉且使開關SW2導通來對電池9635進行充電。

【0357】注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池9633，但發電單元不侷限於此，也可以使用壓電元件(piezoelectric element)或熱電轉換元件(珀耳帖元件(Peltier element))等其他發電單元進行電池9635的充電。另外，也可以使用以無線(非接觸)的方式能夠收發電力來進行充電的非接觸電力傳輸模組或組合其他充電單元進行充電，並且也可以不包括發電單元。

【0358】另外，只要具備上述顯示部9631，就不侷限於圖14A至圖14C所示的平板終端。

【0359】另外，圖15A至圖15C示出能夠折疊的可攜式資訊終端9310。圖15A示出展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖15B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時的中途狀態的可攜式資訊終端9310。圖15C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。

【0360】顯示面板9311由鉸鏈部9313所連接的三個外殼9315來支撐。另外，顯示面板9311也可以為安裝有觸感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入/輸出裝置)。另外，顯示面板9311藉由鉸鏈部9313使兩個外殼9315之間彎折，可以使可攜式資訊終端9310從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面

板 9311。顯示面板 9311 中的顯示區域 9312 是位於折疊狀態的可攜式資訊終端 9310 的側面的顯示區域 9312。在顯示區域 9312 中可以顯示資訊圖示以及使用次數多的應用軟體或程式的快捷方式等，能夠順暢地進行確認資訊或開啟應用軟體。

【0361】可以將本發明的一個實施方式的有機化合物用於有機薄膜太陽能電池等電子裝置。明確而言，因為該有機化合物具有載子傳輸性，因此可以用於載子傳輸層、載子注入層。此外，藉由使用與受體物質的混合膜，可以被用作電荷產生層。此外，由於產生光激發，所以可以被用作發電層。

實施例 1

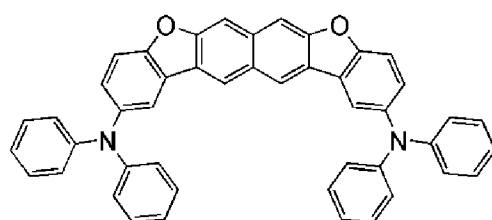
【0362】

(合成例 1)

在本合成例中，詳細地說明在實施方式 1 中以結構式 (300) 表示的 2,11-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：2,11DPhA2Nbf(II))的合成例。以下示出 2,11DPhA2Nbf(II) 的結構式。

【0363】

[化學式 80]



【 0364】

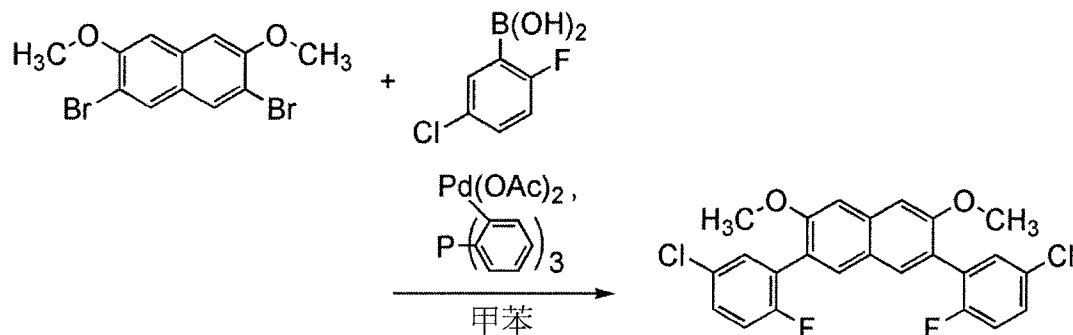
<步驟 1：3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 3.8g(11mmol) 的 3,6-二溴-2,7-二甲氧基萘、4.2g(24mmol) 的 5-氯-2-氟苯基硼酸、6.7g(48mmol) 的碳酸鉀及 0.34g(1.1mmol) 的三(2-甲基苯基)膦。對該混合物加入 60mL 的甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入 49mg(0.22mmol) 的醋酸鈹(II)，在氮氣流下以 80℃ 攪拌 14 小時。攪拌後，對該混合物加入 1.9g(11mmol) 的 5-氯-2-氟苯基硼酸及 3.0g(22mmol) 的碳酸鉀，在氮氣流下以 120℃ 攪拌 8 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾液。對濾液進行濃縮得到油狀物。

【 0365】 利用矽膠管管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：2)對得到的油狀物進行純化。以 79% 的產率得到 3.9g 的目的物。步驟 1 的合成方案如下所示。

【 0366】

[化學式 81]



【0367】圖 16A 和圖 16B 示出所得到的固體的 ¹H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=3.93(s, 6H), 7.06(t, J1=9.0Hz, 2H), 7.19(s, 2H), 7.28-7.34(m, 2H), 7.40(dd, J1=2.4Hz, J2=5.7Hz, 2H), 7.65(s, 2H)。

【0368】

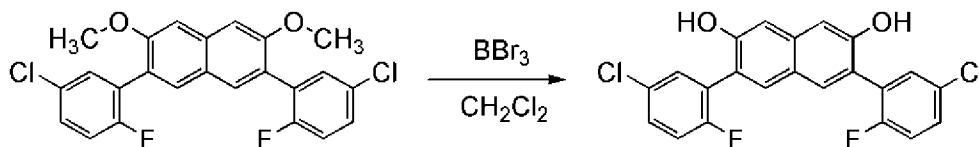
<步驟 2：3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 5.0g(11mmol) 的 3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。在氮氣流下，對該燒瓶加入 30mL 的二氯甲烷。將 25mL 的三溴化硼(大約為 1.0mol/L 二氯甲烷溶液)和 20mL 的二氯甲烷滴加到該溶液。在滴加結束之後，在室溫下攪拌該溶液。在攪拌之後，在用冰冷卻的同時對該溶液添加 20mL 左右的水，進行攪拌。在攪拌之後，利用二氯甲烷對該混合物的水層進行萃取，將萃取溶液與有機層合在一起，利用水及飽和碳酸氫鈉水溶液進行洗滌。對有機層加入硫酸鎂，吸附水分，然後對該混合物進行重力過濾。濃縮所得到的濾液，

來得到4.8g的白色固體。步驟2的合成方案如下所示。

【0369】

[化學式 82]



【0370】圖17A和圖17B示出所得到的固體的¹H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=5.11(s, 2H), 7.16(t, J1=9.0Hz, 2H), 7.18(s, 2H), 7.35-7.40(m, 2H), 7.45(dd, J1=2.4Hz, J2=6.3Hz, 2H), 7.68(s, 2H)。

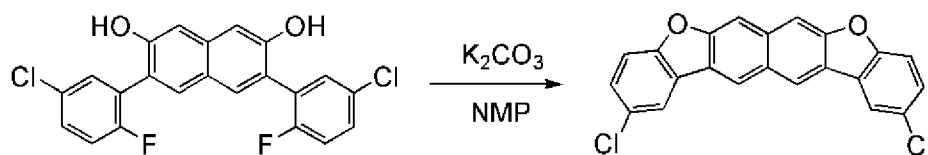
【0371】

<步驟3；2,11-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入4.8g(12mmol)的3,6-雙(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘及6.3g(46mmol)的碳酸鉀。對該混合物加入115mL的N-甲基-2-吡咯烷酮，在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。在脫氣之後，在氮氣流下以120℃攪拌該混合物6.5小時。在攪拌之後，在該混合物中加入水，而收集所析出的固體。使用水、乙醇洗滌該固體。對得到的固體添加乙醇，在加熱並攪拌之後進行過濾，來得到固體。對得到的固體添加甲苯，在加熱並攪拌之後進行過濾，以79%的產率得到3.4g的白色至淺褐色固體。步驟3的合成方案如下所示。

【0372】

[化學式 83]



【0373】圖 18A 和圖 18B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 2,11-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

^1H NMR(1,1,2,2-四氯乙烷- D_2 , 300MHz): δ =7.53-7.54(m, 4H), 8.06(s, 2H), 8.10(dd, $J_1=0.9\text{Hz}$, $J_1=2.1\text{Hz}$, 2H), 8.58(s, 2H)。

【0374】

<步驟 4；2,11-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：2,11DPhA2Nbf(II))的合成>

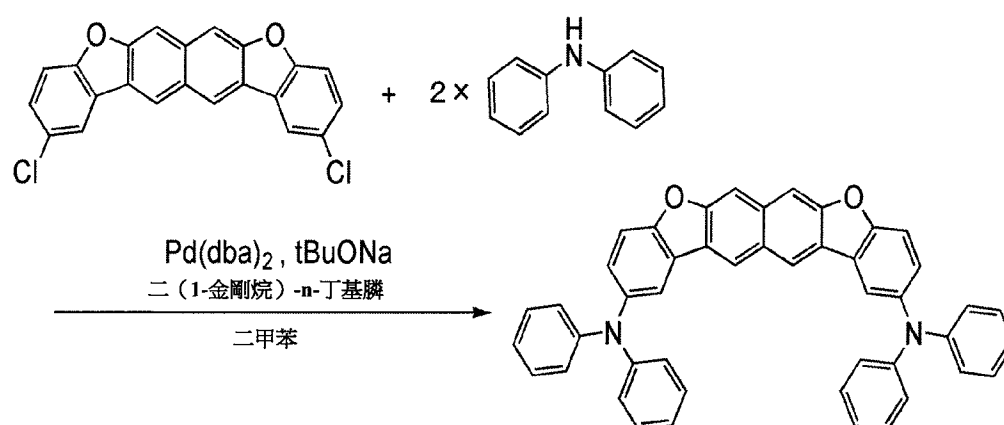
在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 1.5g(3.9mmol) 的 2,11-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃、2.0g(12mmol) 的二苯基胺、0.14g(0.39mmol) 的二(1-金剛烷)- n -丁基膦及 2.2g(23mmol) 的三級丁醇鈉。對該混合物加入 40mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入 45mg(77 μmol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈾(0)，在氮氣流下以 150 $^\circ\text{C}$ 攪拌 14 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮得到的濾液而得到固體。

【0375】利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：3，接著甲苯：己烷=1：2)對該固體進行純化得到固體。

【0376】使用甲苯和乙醇的混合溶劑使所得到的固體再結晶，以68%的產率得到1.7g的淡黃色固體。步驟4的合成方案如下所示。

【0377】

[化學式 84]



【0378】圖19A和圖19B示出所得到的固體的 ^1H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的2,11DPhA2Nbf(II)。

^1H NMR(DMSO-d_6 , 300MHz): δ =6.99-7.06(m, 12H), 7.27-7.33(m, 10H), 7.70(d, J 1=8.4Hz, 2H), 8.05(d, J 1=2.4Hz, 2H), 8.27(s, 2H), 8.77(s, 2H)。

【0379】利用昇華純化對所得到的1.6g的固體進行純化。作為昇華純化採用梯度昇華方法，在壓力為3.9Pa，氬流量為15mL/min且溫度為295℃的條件下進行純化。昇華純化後以78%的回收率得到1.3g的淡黃色固體。

【0380】接著，圖20示出甲苯溶液中的

2,11DPhA2Nbf(II)的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖21示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550型)，圖20示出從甲苯溶液中的2,11DPhA2Nbf(II)的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。使用絕對PL量子產率測量裝置(由日本濱松光子學株式會社製造，Quantaaurus-QY)測量量子產率。

【0381】由圖20可知，甲苯溶液中的2,11DPhA2Nbf(II)在389nm、367nm、326nm、313nm及282nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在445nm(激發波長368nm)。另外，由圖21可知，2,11DPhA2Nbf(II)的薄膜在390nm、373nm、333nm、313nm、272nm及237nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在468nm附近(激發波長400nm)。由上述結果確認到2,11DPhA2Nbf(II)發射藍色光，並且可知2,11DPhA2Nbf(II)可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0382】另外，藉由測量甲苯溶液中的2,11DPhA2Nbf(II)的量子產率，可知2,11DPhA2Nbf(II)的量子產率較高，亦即29%，適合用作發光材料。

【0383】由此可知，將二芳基胺鍵合於萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并噻吩骨架的2位和9位的本發明的一個實施方式的化合物具有較寬的發射光譜。因此，適合用作照明用發光材料。

【0384】下面，對本實施例中所得到的2,11DPhA2Nbf(II)藉由液相層析-質譜分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS分析)進行分析。

【0385】在LC/MS分析中，利用賽默飛世爾科技公司製造的UltiMate3000進行LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的Q Exactive進行MS分析(質譜分析)。

【0386】在LC分離中，使用任意的柱，柱溫為40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的2,11DPhA2Nbf(II)溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為5.0μL。

【0387】採用靶向MS²(Targeted-MS²)法對來源於2,11DPhA2Nbf(II)的離子的m/z=642.23的成分進行MS²測定。在靶向MS²的設定中將靶離子的質量範圍設定為m/z=642.23±2.0(分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量NCE(標準化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為60而進行測定。圖22示出所得到的MS光譜。

【0388】由圖22的結果可知，2,11DPhA2Nbf(II)主要

在 $m/z=566$ 、 473 及 397 附近檢測出子離子。因為圖 22 示出來源於 2,11DPhA2Nbf(II) 的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的 2,11DPhA2Nbf(II) 的重要的資料。

【0389】此外， $m/z=566$ 附近的子離子估計為在 2,11DPhA2Nbf(II) 中苯基脫離的狀態的陽離子，這意味著 2,11DPhA2Nbf(II) 包含苯基。此外， $m/z=473$ 附近的子離子估計為在 2,11DPhA2Nbf(II) 中二苯基胺基脫離的狀態的陽離子，這意味著 2,11DPhA2Nbf(II) 包含二苯基胺基。

實施例 2

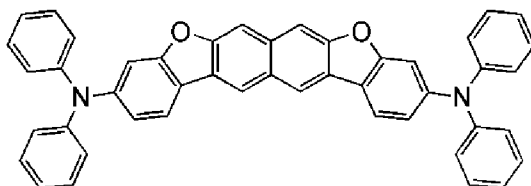
【0390】

(合成例 2)

在本實施例中，詳細地說明在實施方式 1 中以結構式 (100) 表示的 3,10-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10DPhA2Nbf(II))的合成例。以下示出 3,10DPhA2Nbf(II) 的結構式。

【0391】

[化學式 85]



【0392】

<步驟 1：3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

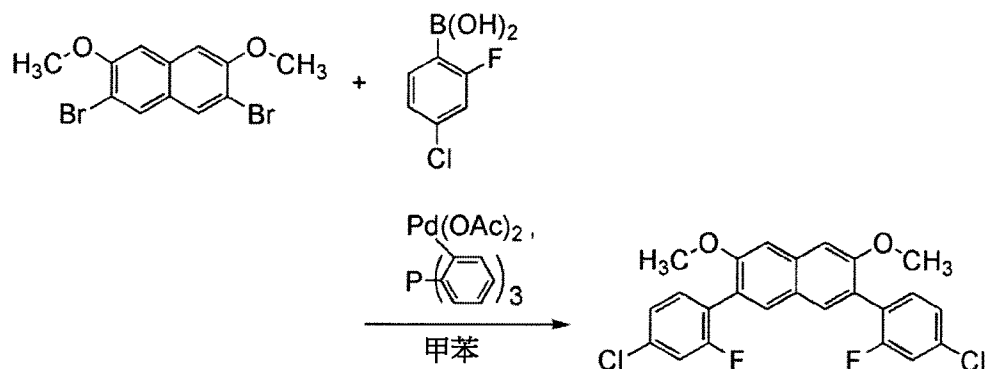
在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 3.0g(8.7mmol) 的 3,6-二

溴-2,7-二甲氧基萘、3.3g(19mmol)的4-氯-2-氟苯基硼酸、5.8g(42mmol)的碳酸鉀及0.13g(0.43mmol)的三(2-甲基苯基)膦。對該混合物加入85mL的甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入19mg(87 μ mol)的醋酸鈹(II)，在氮氣流下以60℃攪拌14小時，以120℃攪拌11.5小時。在該攪拌的中途，對上述混合物加入3.0g(17mmol)的4-氯-2-氟苯基硼酸及4.8g (35mmol)的碳酸鉀。

【0393】攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾液，並且對該濾液進行濃縮得到油狀物。利用矽膠管管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：2)對得到的油狀物進行純化。藉由利用高效液相層析法使所得到的固體純化。藉由將氯仿用作展開溶劑來進行高效液相層析法。濃縮所得到的餾分，而以76%的產率得到5.8g的目的物的白色固體。步驟1的合成方案如下所示。

【0394】

[化學式 86]



【0395】圖 23A 和圖 23B 示出所得到的固體的 ¹H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=3.92(s, 6H), 7.16-7.22(m, 6H), 7.35(t, J1=7.8Hz, 2H), 7.63(s, 2H)。

【0396】

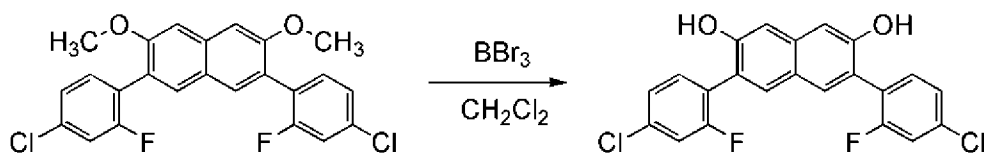
<步驟 2：3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 5.8g(13mmol) 的 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘，對燒瓶內進行氮氣置換。對該燒瓶加入 33mL 的二氯甲烷。將 29mL 的三溴化硼(大約為 1.0mol/L 二氯甲烷溶液)和 40mL 的二氯甲烷滴加到該溶液。在滴加結束之後，在室溫下攪拌該溶液。在攪拌之後，在用冰冷卻的同時對該溶液添加 20mL 左右的水，進行攪拌。在攪拌之後，利用二氯甲烷對該混合物的水層進行萃取，將萃取溶液與有機層合在一起，利用水及飽和碳酸氫鈉水溶液進行洗滌。對有機層加入硫酸鎂，吸附水分，然後對該混合物進行重力過濾。濃縮所得到的濾液，

來得到 5.7g 的白色固體。步驟 2 的合成方案如下所示。

【 0397 】

[化學式 87]



【 0398 】圖 24A 和圖 24B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

^1H NMR(DMSO- d_6 , 300MHz): δ =7.04(s, 2H), 7.34(dd, J_1 =8.4Hz, J_2 =2.1Hz, 2H), 7.42-7.49(m, 4H), 7.65(s, 2H), 9.95(s, 2H)。

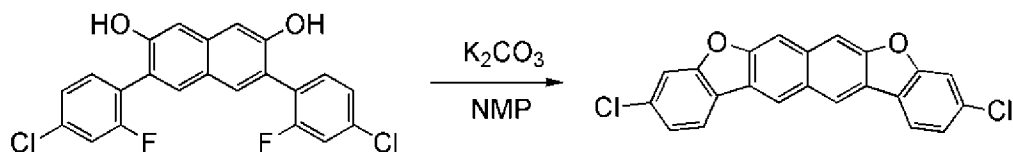
【 0399 】

<步驟 3；3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 2.5g(5.7mmol) 的 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘及 7.6g(55mmol) 的碳酸鉀。對該混合物加入 137mL 的 N-甲基-2-吡咯烷酮，在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。在脫氣之後，在氮氣流下以 120°C 攪拌該混合物 6 小時。在攪拌之後，在該混合物中加入水，而收集所析出的固體。使用水、乙醇洗滌該固體。對得到的固體添加乙醇，在加熱並攪拌之後進行過濾，來得到固體。使用甲苯使得到的固體再結晶，來以 86% 的產率得到 4.4g 的白色固體。步驟 3 的合成方案如下所示。

【 0400】

[化學式 88]



【 0401】圖 25A 和圖 25B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

^1H NMR(1, 1, 2, 2-四氯乙烷- D_2 , 300MHz): δ =7.44(d, J 1=7.8Hz, 2H), 7.65(s, 2H), 8.04(d, J 1=8.4Hz, 2H), 8.07(s, 2H), 8.59(s, 2H)。

【 0402】

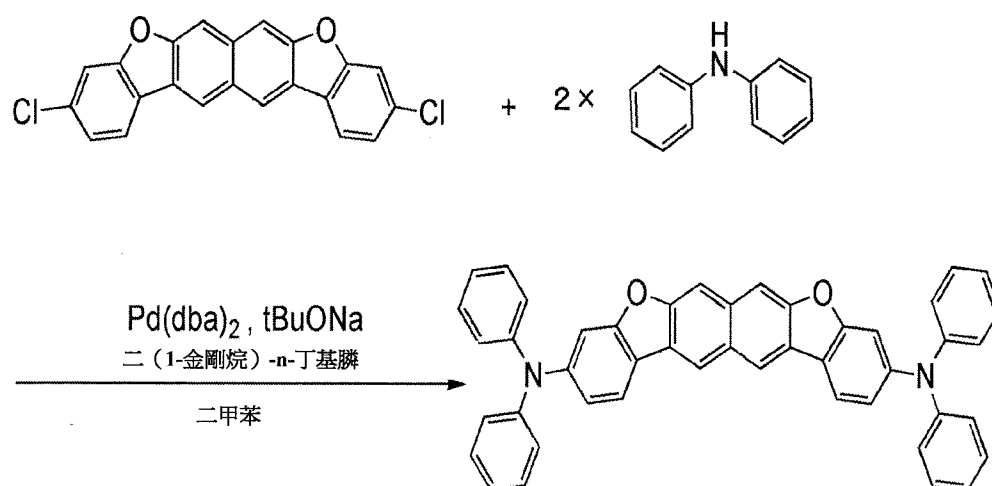
<步驟 4；3,10-雙(二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10DPhA2Nbf(II))的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 1.5g(3.9mmol) 的 3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃、2.00g(12mmol) 的二苯基胺、0.14g(0.39mmol) 的二(1-金剛烷)- n -丁基膦及 2.2g(23mmol) 的三級丁醇鈉。對該混合物加入 40mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入 45mg(78 μ mol) 的雙(二亞苄基丙酮)鈾(0)，在氮氣流下以 150 $^{\circ}\text{C}$ 攪拌 14 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾

液。濃縮得到的濾液而得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑為甲苯：己烷=1：3的混合溶劑)對該固體進行純化得到固體。使用甲苯和乙醇的混合溶劑使所得到的固體再結晶，以81%的產率得到2.0g的淡黃色固體。步驟4的合成方案如下所示。

【0403】

[化學式 89]



【0404】圖26A和圖26B示出所得到的固體的 ^1H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的3,10DPhA2Nbf(II)。

^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): δ =7.05-7.11(m, 6H), 7.17-7.20(m, 8H), 7.22(d, J_1 =2.1Hz, 2H), 7.27-7.33(m, 8H), 7.87(d, J_1 =8.4Hz, 2H), 7.90(s, 2H), 8.40(s, 2H)。

【0405】利用昇華純化對所得到的2.0g的固體進行純化。作為昇華純化採用梯度昇華方法，在壓力為4.1Pa，

氬流量為15mL/min且溫度為300℃的條件下進行純化。昇華純化後以86%的回收率得到1.7g的黃色固體。

【0406】接著，圖27示出甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf(II)的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖28示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550型)，圖27示出從甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf(II)的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。使用絕對PL量子產率測量裝置(由日本濱松光子學株式會社製造，Quantaaurus-QY)測量量子產率。

【0407】由圖27可知，甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf(II)在403nm、383nm、357nm、322nm及296nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在419nm及442nm(激發波長383nm)。另外，由圖28可知，3,10DPhA2Nbf(II)的薄膜在411nm、389nm、359nm、325nm、298nm、261nm及225nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在430nm及447nm附近(激發波長400nm)。由上述結果確認到3,10DPhA2Nbf(II)發射藍色光，並且可知3,10DPhA2Nbf(II)可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0408】另外，藉由測量甲苯溶液中的 3,10DPhA2Nbf(II) 的量子產率，可知 3,10DPhA2Nbf(II) 的量子產率非常高，亦即 87%，適合用作發光材料。

【0409】由此可知，將二芳基胺鍵合於蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃骨架的 3 位和 10 位的本發明的一個實施方式的化合物具有非常高的量子產率。此外，具有發射光譜尖銳且色純度高。因此，適合用作顯示用發光材料。

【0410】下面，對本實施例中所得到的 3,10DPhA2Nbf(II) 藉由液相層析-質譜分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS 分析)進行分析。

【0411】在 LC/MS 分析中，利用賽默飛世爾科技公司製造的 UltiMate3000 進行 LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的 Q Exactive 進行 MS 分析(質譜分析)。

【0412】在 LC 分離中，使用任意的柱，柱溫為 40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的 3,10DPhA2Nbf(II) 溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為 5.0 μ L。

【0413】採用靶向 MS²(Targeted-MS²)法對來源於 3,10DPhA2Nbf(II) 的離子的 m/z=642.23 的成分進行 MS²測定。在靶向 MS²的設定中將靶離子的質量範圍設定為 m/z=642.23 $\pm$ 2.0(分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量 NCE(標準化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為 60 而進

行測定。圖29示出所得到的MS光譜。

【0414】由圖29的結果可知，3,10DPhA2Nbf(II)主要在 $m/z=566$ 、473及397附近檢測出子離子。因為圖29示出來源於3,10DPhA2Nbf(II)的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的3,10DPhA2Nbf(II)的重要的資料。

【0415】此外， $m/z=566$ 附近的子離子估計為在3,10DPhA2Nbf(II)中苯基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10DPhA2Nbf(II)包含苯基。此外， $m/z=473$ 附近的子離子估計為在3,10DPhA2Nbf(II)中二苯基胺基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10DPhA2Nbf(II)包含二苯基胺基。

實施例3

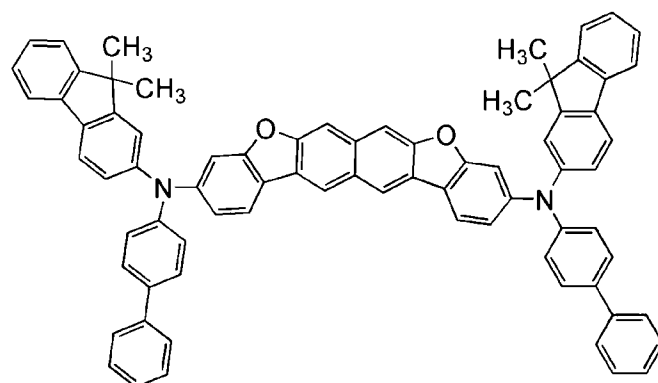
【0416】

(合成例3)

在本實施例中，說明在實施方式1中以結構式(109)表示的作為本發明的一個實施方式的3,10-雙[N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基]萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10FBI2Nbf(II))的合成例。以下示出3,10FBI2Nbf(II)的結構式。

【0417】

[化學式 90]



【 0418】

<步驟 1；3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

與合成例 2 的步驟 1 同樣地合成 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

【 0419】

<步驟 2；3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羥基萘的合成>

與合成例 2 的步驟 2 同樣地合成 3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羥基萘。

【 0420】

<步驟 3；3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

與合成例 2 的步驟 3 同樣地合成 3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

【 0421】

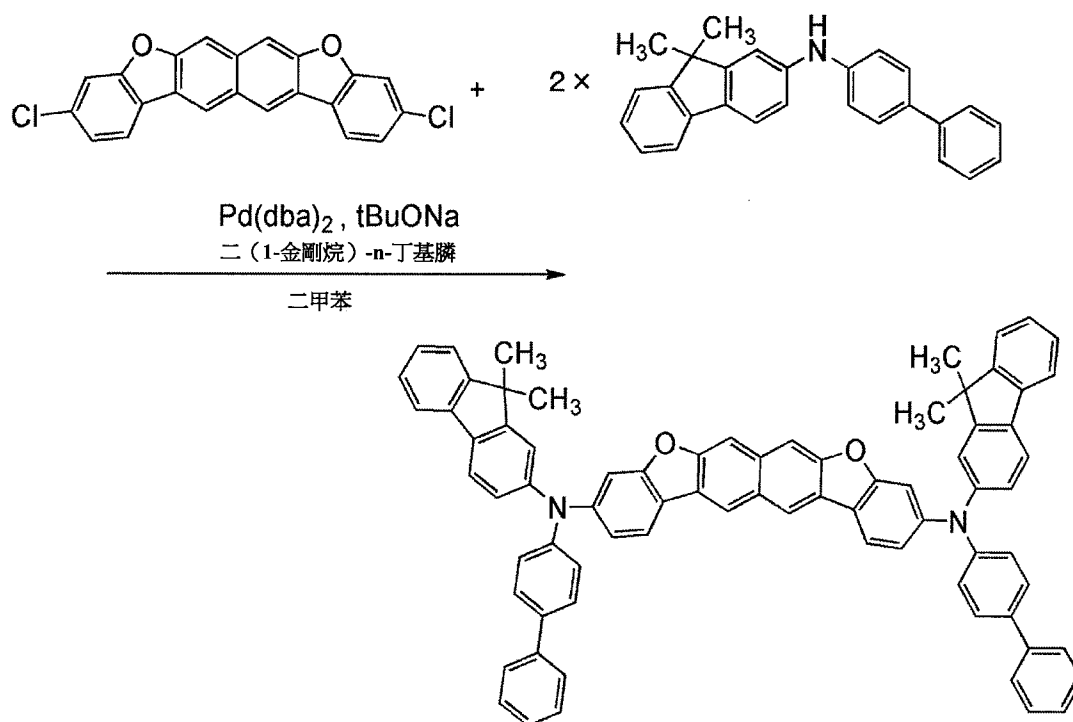
<步驟 4；3,10-雙[N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基]萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10FBi2Nbf(II))的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 0.73g(2.0mmol) 的 3,10-

二氯萘并[2,3-b ; 7,6-b']雙苯并呋喃、2.1g(5.9mmol)的 N-(4-聯苯)-(9,9-二甲基芡-2-基)胺、70mg(0.20mmol)的二(1-金剛烷)-n-丁基磷及 1.1g(12mmol)的三級丁醇鈉。對該混合物加入 20mL 的二甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入 22mg(39 μ mol)的雙(二亞芡基丙酮)鈦(0)，在氮氣流下以 150 $^{\circ}$ C 攪拌 15 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮得到的濾液而得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：3，接著甲苯：己烷=1：1)對該固體進行純化得到固體。使用甲苯和乙醇的混合溶劑使所得到的固體再結晶，以 86% 的產率得到 1.7g 的淡黃色固體。步驟 4 的合成方案如下所示。

【 0422 】

[化學式 91]



【0423】圖 30A 和圖 30B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的 3,10FBi2Nbf(II)。

^1H NMR(DMSO- d_6 , 300MHz): δ =1.41(s, 12H), 7.11-7.16(m, 4H), 7.23-7.37(m, 12H), 7.43-7.49(m, 6H), 7.54(d, J 1=7.8Hz, 2H), 7.68-7.70(m, 8H), 7.79(d, J 1=6.9Hz, 2H), 7.83(d, J 1=7.8Hz, 2H), 8.16-8.19(m, 4H), 8.71(s, 2H)。

【0424】接著，圖 31 示出甲苯溶液中的 3,10FBi2Nbf(II) 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 32 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可

見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550型)，圖31示出從甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf(II)的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。使用絕對PL量子產率測量裝置(由日本濱松光子學株式會社製造，Quantaaurus-QY)測量量子產率。

【0425】由圖31可知，甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf(II)在417nm、395nm、360nm、307nm及282nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在436nm(激發波長400nm)。另外，由圖32可知，3,10FBi2Nbf(II)的薄膜在420nm、398nm、358nm、348nm、308nm、263nm、248nm及207nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在458nm及505nm附近(激發波長390nm)。由上述結果確認到3,10FBi2Nbf(II)發射藍色光，並且可知3,10FBi2Nbf(II)可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0426】另外，藉由測量甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf(II)的量子產率，可知3,10FBi2Nbf(II)的量子產率非常高，亦即76%，適合用作發光材料。

【0427】下面，對本實施例中所得到的3,10FBi2Nbf(II)藉由液相層析-質譜分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS分析)進行分析。

【0428】在LC/MS分析中，利用賽默飛世爾科技公司

製造的 UltiMate3000 進行 LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的 Q Exactive 進行 MS 分析(質譜分析)。

【0429】在 LC 分離中，使用任意的柱，柱溫為 40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的 3,10FBi2Nbf(II) 溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為 5.0 μ L。

【0430】採用靶向 MS²(Targeted-MS²)法對來源於 3,10FBi2Nbf(II) 的離子的 $m/z=1026.42$ 的成分進行 MS² 測定。在靶向 MS² 的設定中將靶離子的質量範圍設定為 $m/z=1026.42\pm 2.0$ (分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量 NCE(標準化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為 50 而進行測定。圖 33 示出所得到的 MS 光譜。

【0431】由圖 33 的結果可知，3,10FBi2Nbf(II) 主要在 $m/z=1011$ 、995、817、667、652、636、360、344 及 330 附近檢測出子離子。因為圖 33 示出來源於 3,10FBi2Nbf(II) 的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的 3,10FBi2Nbf(II) 的重要的資料。

【0432】此外， $m/z=1011$ 附近的子離子估計為在 3,10FBi2Nbf(II) 中甲基脫離的狀態的陽離子，這意味著 3,10FBi2Nbf(II) 包含甲基。此外， $m/z=817$ 附近的子離子估計為在 3,10FBi2Nbf(II) 中甲基和 9,9-二甲基萘基脫離的狀態的陽離子，這意味著 3,10FBi2Nbf(II) 包含甲基和 9,9-

二甲基苄基。此外， $m/z=667$ 附近的子離子估計為在3,10FBI2Nbf(II)中N-(4-聯苯)-(9,9-二甲基苄-2-基)胺基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10FBI2Nbf(II)包含N-(4-聯苯)-(9,9-二甲基苄-2-基)胺基。

實施例4

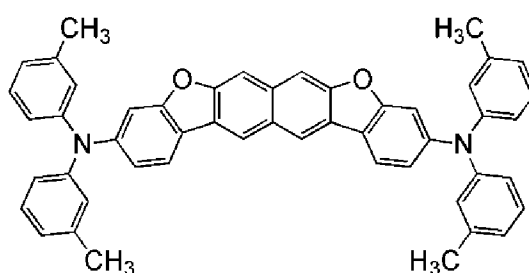
【0433】

(合成例4)

在本實施例中，說明在實施方式1中以結構式(102)表示的作為本發明的一個實施方式的有機化合物的3,10-雙(3,3'-二甲基二苯基胺基)蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10mMeDPhA2Nbf(II))的合成例。以下示出3,10mMeDPhA2Nbf(II)的結構式。

【0434】

[化學式92]



【0435】

<步驟1；3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基蔡的合成>

與合成例2的步驟1同樣地合成3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基蔡。

【0436】

<步驟2：3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羥基萘的合成>

與合成例2的步驟2同樣地合成3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羥基萘。

【0437】

<步驟3：3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

與合成例2的步驟3同樣地合成3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

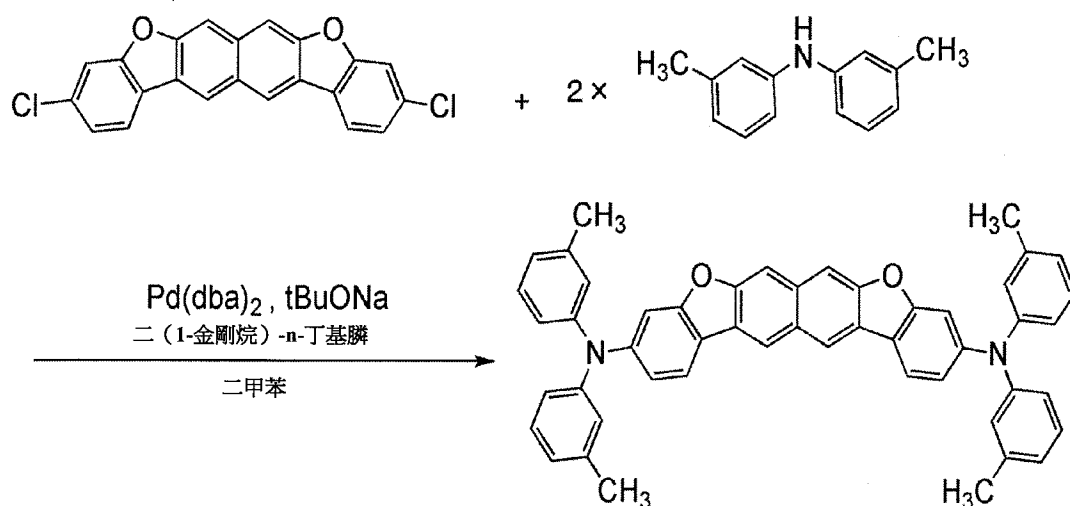
【0438】

<步驟4：3,10-雙(3,3'-二甲基二苯基胺基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10mMeDPhA2Nbf(II))的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入1.0g(2.7mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃、1.7g(8.6mmol)的m，m'-二甲苯基胺、0.10g(0.29mmol)的二(1-金剛烷)-n-丁基膦及1.7g(17mmol)的三級丁醇鈉。對該混合物加入30mL的二甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入33mg(57μmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)，在氮氣流下以150℃攪拌6.5小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂、矽藻土、礬土進行吸引過濾，得到濾液。濃縮得到的濾液而得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：3)對該固體進行純化得到固體。使用甲苯和乙醇的混合溶劑使所得到的固體再結晶，以63%的產率得到1.3g的淡黃色固體。步驟4的合成方案如下所示。

【 0439 】

[化學式 93]



【 0440 】 利用昇華純化對所得到的 1.3g 的固體進行純化。作為昇華純化採用梯度昇華方法，在壓力為 7.0×10^{-3} Pa，氬流量為 0mL/min 且溫度為 300°C 的條件下進行純化。昇華純化後以 82% 的回收率得到 1.0g 的淡黃色固體。

【 0441 】 圖 34A 和圖 34B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的 3,10mMeDPhA2Nbf(II)。

^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): δ =2.23(s, 12H), 6.90(d, J_1 =7.5Hz, 4H), 6.96-6.99(m, 8H), 7.06(dd, J_1 =2.1Hz, J_2 =8.7Hz, 2H), 7.17-7.22(m, 6H), 7.85(d, J_1 =8.4Hz, 2H), 7.89(s, 2H), 8.39(s, 2H)。

【 0442 】 接著，圖 35 示出甲苯溶液中的 3,10mMeDPhA2Nbf(II) 的吸收光譜及發射光譜的測量結

果。另外，圖36示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550型)，圖35示出從甲苯溶液中的

3,10mMeDPhA2Nbf(II)的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。使用絕對PL量子產率測量裝置(由日本濱松光子學株式會社製造，Quantaaurus-QY)測量量子產率。

【0443】由圖35可知，甲苯溶液中的3,10mMeDPhA2Nbf(II)在407nm、386nm、358nm、319nm及296nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在420nm及445nm(激發波長400nm)。另外，由圖36可知，3,10mMeDPhA2Nbf(II)的薄膜在412nm、392nm、359nm、323nm、298nm、262nm及215nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在445nm附近(激發波長400nm)。由上述結果確認到3,10mMeDPhA2Nbf(II)發射藍色光，並且可知3,10mMeDPhA2Nbf(II)可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0444】另外，藉由測量甲苯溶液中的3,10mMeDPhA2Nbf(II)的量子產率，可知3,10mMeDPhA2Nbf(II)的量子產率非常高，亦即87%，適

合用作發光材料。

【0445】下面，對本實施例中所得到的3,10mMeDPhA2Nbf(II)藉由液相層析-質譜分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS分析)進行分析。

【0446】在LC/MS分析中，利用賽默飛世爾科技公司製造的UltiMate3000進行LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的Q Exactive進行MS分析(質譜分析)。

【0447】在LC分離中，使用任意的柱，柱溫為40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的3,10mMeDPhA2Nbf(II)溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為5.0μL。

【0448】採用靶向MS²(Targeted-MS²)法對來源於3,10mMeDPhA2Nbf(II)的離子的m/z=698.29的成分進行MS²測定。在靶向MS²的設定中將靶離子的質量範圍設定為m/z=698.29±2.0(分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量NCE(標準化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為60而進行測定。圖37示出所得到的MS光譜。

【0449】由圖37的結果可知，3,10mMeDPhA2Nbf(II)主要在m/z=682、501、487、411、196及181附近檢測出離子。因為圖37示出來源於3,10mMeDPhA2Nbf(II)的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的

3,10mMeDPhA2Nbf(II)的重要的資料。

【0450】此外， $m/z=682$ 附近的子離子估計為在3,10mMeDPhA2Nbf(II)中甲基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10mMeDPhA2Nbf(II)包含甲基。此外， $m/z=501$ 附近的子離子估計為在3,10mMeDPhA2Nbf(II)中雙(3-二甲基苯基)胺基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10mMeDPhA2Nbf(II)包含雙(3-二甲基苯基)胺基。

實施例5

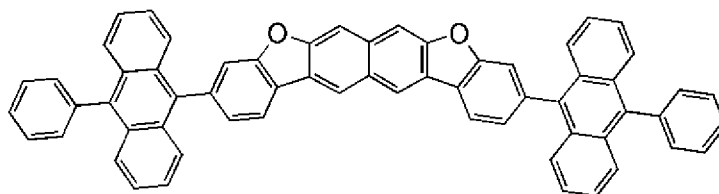
【0451】

(合成例5)

在本實施例中，說明在實施方式1中以結構式(118)表示的作為本發明的一個實施方式的有機化合物的3,10-雙(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PhA2Nbf(II))的合成例。以下示出3,10PhA2Nbf(II)的結構式。

【0452】

[化學式94]



【0453】

<步驟1：3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

與合成例2的步驟1同樣地合成3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-

2,7-二甲氧基萘。

【0454】

<步驟2：3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成>

與合成例2的步驟2同樣地合成3,6-雙(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

【0455】

<步驟3：3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

與合成例2的步驟3同樣地合成3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

【0456】

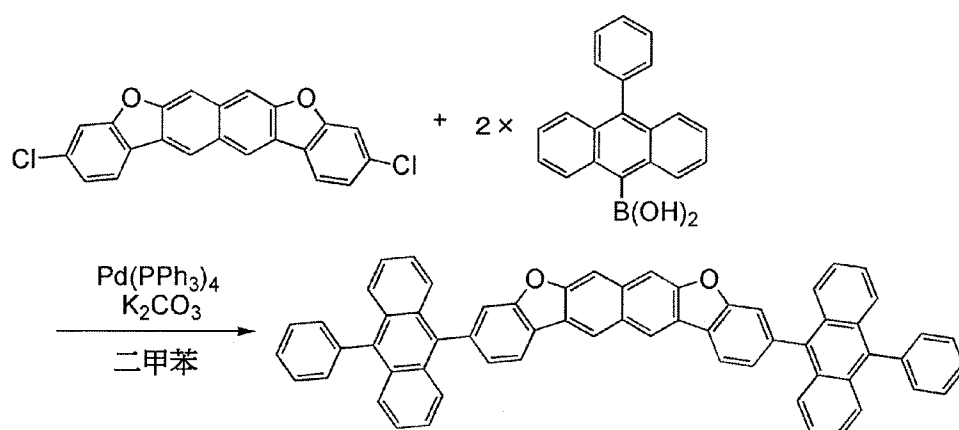
<步驟4：3,10-雙(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PhA2Nbf(II))的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入1.2g(3.1mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃、2.4g(8.1mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸及2.2g(16mmol)的碳酸鉀。對該混合物加入30mL的二甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入71mg(61 μ mol)的四(三苯基膦)鈰(0)，在氮氣流下以150℃攪拌19小時。攪拌後，對該混合物加入1.8g(6.2mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸、1.7g(12mmol)的碳酸鉀、64mg(0.18mmol)的二(1-金剛烷)-n-丁基膦、8mg(36 μ mol)的醋酸鈰(II)及30mL的二乙二醇二甲醚，在氮氣流下以150℃攪拌28小時。攪拌後，對該混合物添加乙醇，照射超聲波，然後藉由吸引過濾來收

集，而得到固體。使用水及乙醇洗滌所得到的固體。對該固體添加乙酸乙酯，照射超聲波，然後藉由吸引過濾來收集，而得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯)對該固體進行純化得到固體。對得到的固體添加甲苯，在加熱並攪拌之後收集固體。進行上述操作兩次，以21%的產率得到0.52g的淡黃色固體。步驟4的合成方案如下所示。

【0457】

[化學式 95]



【0458】圖38A和圖38B示出所得到的固體的¹H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的3,10PhA2Nbf(II)。

¹H NMR(1, 1, 2, 2-四氯乙烷-D₂, 300MHz): δ=7.39-7.43(m, 8H), 7.58-7.71(m, 12H), 7.79-7.87(m, 10H), 8.21(s, 2H), 8.40(d, J₁=7.8Hz, 2H), 8.84(s, 2H)。

【0459】利用昇華純化對所得到的0.52g的固體進行

純化。作為昇華純化採用梯度昇華方法，在壓力為 $1.2\text{k}\times 10^{-2}\text{Pa}$ ，氬流量為 0mL/min 且溫度為 380°C 的條件下進行純化。昇華純化後以 80% 的回收率得到 0.42g 的黃色固體。

【0460】接著，圖 39 示出甲苯溶液中的 3,10PhA2Nbf(II) 的吸收光譜及發射光譜的測量結果。另外，圖 40 示出薄膜的吸收光譜及發射光譜。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550 型)，圖 39 示出從甲苯溶液中的 3,10PhA2Nbf(II) 的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計 U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。

【0461】由圖 39 可知，甲苯溶液中的 3,10PhA2Nbf(II) 在 397nm 、 377nm 、 358nm 、 338nm 、 312nm 及 289nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 427nm 及 450nm (激發波長 397nm)。另外，由圖 40 可知，3,10PhA2Nbf(II) 的薄膜在 401nm 、 382nm 、 363nm 、 340nm 、 314nm 、 290nm 、 266nm 及 224nm 附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在 455nm 、 545nm 及 590nm 附近(激發波長 390nm)。由上述結果確認到 3,10PhA2Nbf(II) 發射藍色光，並且可知 3,10PhA2Nbf(II) 可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

【0462】下面，對本實施例中所得到的3,10PhA2Nbf(II)藉由液相層析-質譜分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS分析)進行分析。

【0463】在LC/MS分析中，利用賽默飛世爾科技公司製造的UltiMate3000進行LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的Q Exactive進行MS分析(質譜分析)。

【0464】在LC分離中，使用任意的柱，柱溫為40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的3,10PhA2Nbf(II)溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為5.0μL。

【0465】採用靶向MS²(Targeted-MS²)法對來源於3,10PhA2Nbf(II)的離子的m/z=812.27的成分進行MS²測定。在靶向MS²的設定中將靶離子的質量範圍設定為m/z=812.27±2.0(分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量NCE(標準化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為50而進行測定。圖41示出所得到的MS光譜。

【0466】採用靶向MS²(Targeted-MS²)法對來源於3,10PhA2Nbf(II)的離子的m/z=812.27的成分進行MS²測定。在靶向MS²的設定中將靶離子的質量範圍設定為m/z=812.27±2.0(分離窗(isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量NCE(標準

化碰撞能量(Normalized Collision Energy))設定為70而進行測定。圖42示出所得到的MS光譜。

【0467】由圖41和圖42的結果可知，3,10PhA2Nbf(II)主要在 $m/z=734$ 、656、482及252附近檢測出子離子。因為圖41和圖42示出來源於3,10PhA2Nbf(II)的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的3,10PhA2Nbf(II)的重要的資料。

【0468】此外， $m/z=734$ 附近的子離子估計為在3,10PhA2Nbf(II)中苯基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10PhA2Nbf(II)包含苯基。此外， $m/z=482$ 附近的子離子估計為在3,10PhA2Nbf(II)中苯基和9-苯基蒽基脫離的狀態的陽離子，這意味著3,10PhA2Nbf(II)包含苯基和9-苯基蒽基。

實施例6

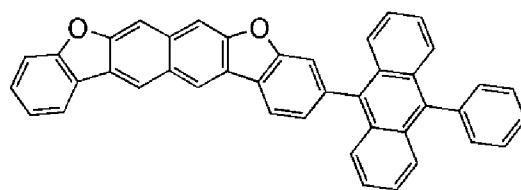
【0469】

(合成例6)

在本實施例中，說明在實施方式1中以結構式(112)表示的作為本發明的一個實施方式的有機化合物的3-(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：Nbf(II)PhA)的合成例。以下示出Nbf(II)PhA的結構式。

【0470】

[化學式96]



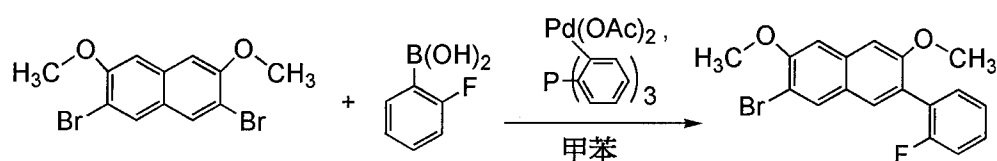
【 0471 】

<步驟 1：3-溴-6-雙(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 3.0g(8.7mmol) 的 3,6-二溴-2,7-二甲氧基萘、1.2g(8.7mmol) 的 2-氟苯基硼酸、2.4g(17mmol) 的碳酸鉀及 0.13g(0.43mmol) 的三(2-甲基苯基)膦。對該混合物加入 90mL 的甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入 19mg(87 μ mol) 的醋酸鈮(II)，在氮氣流下以 110 $^{\circ}$ C 攪拌 7 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾液。對濾液進行濃縮得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：2，接著甲苯：己烷=1：1)對所得到的固體進行純化，以 34% 的產率得到 1.1g 的目的物的白色固體。步驟 1 的合成方案如下所示。

【 0472 】

[化學式 97]



【0473】圖43A和圖43B示出所得到的固體的¹H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到3-溴-6-雙(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ =3.90(s, 3H), 4.02(s, 3H), 7.12-7.18(m, 3H), 7.21(td, J1=7.8Hz, J2=0.9Hz, 1H), 7.33-7.42(m, 2H), 7.57(s, 1H), 7.97(s, 1H)。

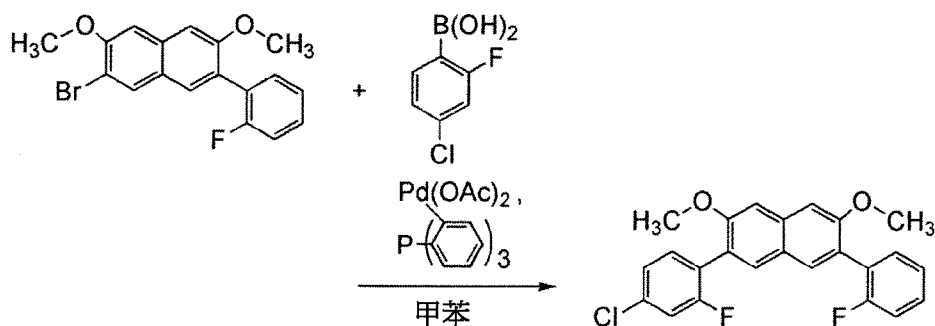
【0474】

<步驟2：3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入2.2g(6.0mmol)的3-溴-6-(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘、1.3g(7.2mmol)的4-氯2-氟苯基硼酸、2.0g(14mmol)的碳酸鉀及92mg(0.30mmol)的三(2-甲基苯基)膦。對該混合物加入30mL的甲苯。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入14mg(60 μ mol)的醋酸鈮(II)，在氮氣流下以110℃攪拌7小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾液。對濾液進行濃縮得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯：己烷=1：1)對所得到的固體進行純化，以95%的產率得到2.4g的目的物。步驟2的合成方案如下所示。

【0475】

[化學式 98]



【0476】圖 44A 和圖 44B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘。

^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): $\delta=3.92\text{-}3.93(\text{m}, 6\text{H})$, $7.12\text{-}7.24(\text{m}, 6\text{H})$, $7.33\text{-}7.44(\text{m}, 3\text{H})$, $7.63(\text{s}, 1\text{H})$, $7.66(\text{s}, 1\text{H})$ 。

【0477】

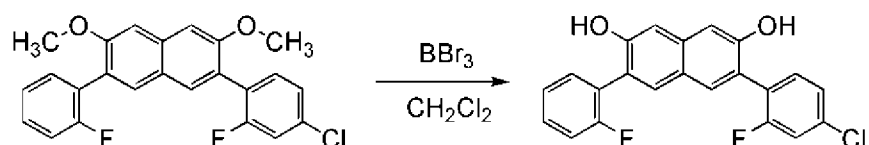
<步驟 3；3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘的合成>

在 200mL 的三頸燒瓶中，放入 2.3g(5.6mmol) 的 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘，對燒瓶內進行氬氣置換。對該燒瓶加入 15mL 的二氯甲烷。將 12mL (12mmol) 的三溴化硼(大約為 1.0mol/L 二氯甲烷溶液) 和 15mL 的二氯甲烷滴加到該溶液。在滴加結束之後，在室溫下攪拌該溶液。在攪拌之後，在用冰冷卻的同時對該溶液添加 20mL 左右的水，進行攪拌。在攪拌之後，使該混合物的水層和有機層分離，利用二氯甲烷對水層進行萃取。將萃取溶液與有機層合在一起，利用水及飽和碳酸氫

鈉水溶液進行洗滌。使用硫酸鎂對有機層進行乾燥，然後對該混合物進行重力過濾。濃縮所得到的濾液，來得到2.1g的白色固體。步驟3的合成方案如下所示。

【0478】

[化學式99]



【0479】圖45A和圖45B示出所得到的固體的¹H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘。

¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=5.07(s, 1H), 5.11(s, 1H), 7.19-7.31(m, 6H), 7.38-7.48(m, 3H), 7.66(s, 1H), 7.69(s, 1H)。

【0480】

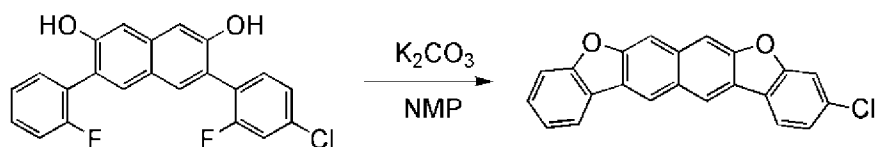
<步驟4：3-氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入2.1g(5.6mmol)的3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘及3.1g(22mmol)的碳酸鉀。對該混合物加入60mL的N-甲基-2-吡咯烷酮，在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。脫氣後，在氮氣流下以120℃攪拌該混合物13.5小時。在攪拌之後，在該混合物中加入水，而收集所析出的固體。使用水、乙醇洗滌該固體。對得到的固體添加乙醇，在加熱並攪拌之後進行過濾，來得到固體。利用矽膠管柱層析法(展開溶劑：甲苯)對該固體進行純化。使用甲苯使得到的

固體再結晶，來以85%的產率得到1.6g的白色固體。步驟4的合成方案如下所示。

【0481】

[化學式100]



【0482】圖46A和圖46B示出所得到的固體的¹H NMR資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到3-氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃。

¹H NMR(1,1,2,2-四氯乙烷-D₂,300MHz): δ =7.42-7.47(m,2H),7.57-7.65(m,3H),8.02-8.07(m,3H),8.14(d,J₁=6.9Hz,1H),8.60(s,1H),8.62(s,1H)。

【0483】

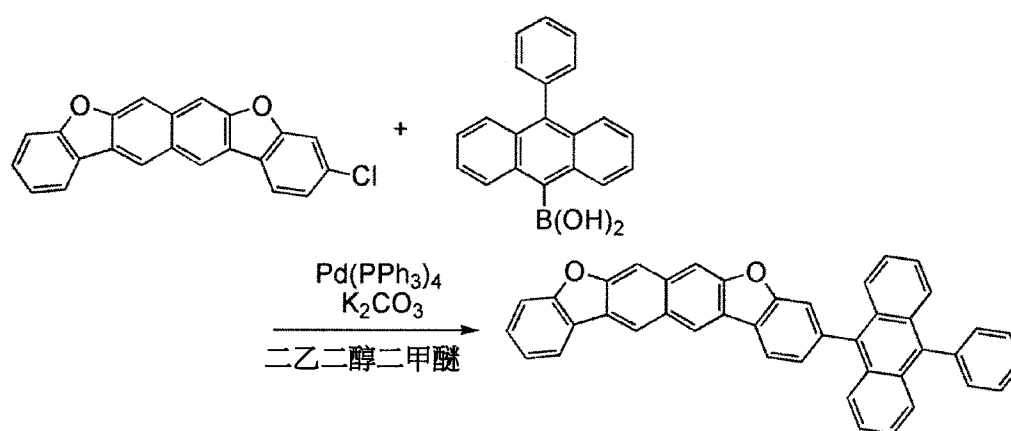
<步驟5；3-(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：Nbf(II)PhA)的合成>

在200mL的三頸燒瓶中，放入1.2g(3.6mmol)的3-氯萘并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃、1.3g(4.5mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸及1.3g(9.0mmol)的碳酸鉀。對該混合物加入20mL的二乙二醇二甲醚。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。對該混合物加入41mg(36 μ mol)的四(三苯基膦)鈾(0)，在氮氣流下以150℃攪拌18小時。攪拌後，對該混合物加入20mL的二甲苯、1.3g(4.5mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸、1.3g(9.0mmol)的碳酸鉀、64mg(0.18mmol)的二

(1-金剛烷)-n-丁基膦及 8mg(36 μ mol)的醋酸鈮(II)，在氮氣流下以 150℃ 攪拌 42 小時。攪拌後，對該混合物加入甲苯并利用矽酸鎂(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：540-00135)、矽藻土(日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：531-16855)、礬土進行吸引過濾，得到濾液。對濾液進行濃縮得到固體。利用矽膠管管柱層析法(展開溶劑：甲苯)對該固體進行純化。使用甲苯使得到的固體再結晶，來得到 0.53g 的淡黃色固體(crude)。步驟 5 的合成方案如下所示。

【0484】

[化學式 101]



【0485】圖 47A 和圖 47B 示出所得到的固體的 ^1H NMR 資料，下面示出數值資料。由此可知，在本合成例中得到作為本發明的一個實施方式的有機化合物的 Nbf(II)PhA。

^1H NMR(1, 1, 2, 2-四氯乙烷- D_2 , 300MHz): δ =7.40(dd, J_1 =3.3Hz, J_2 =6.9Hz, 4H), 7.47(t, J_1 =7.8Hz, 1H), 7.57-7.68(m, 9H), 7.77-7.85(m, 5H), 8.13-8.20(m, 3H), 8.37(d,

$J1=7.2\text{Hz}$, 1H), 8.71(s, 1H), 8.76(s, 1H)。

【0486】利用昇華純化對所得到的0.52g的固體進行純化。作為昇華純化採用梯度昇華方法，在壓力為 $1.6\text{k}\times 10^{-2}\text{Pa}$ ，氬流量為 0mL/min 且溫度為 290°C 的條件下進行純化。昇華純化後以63%的回收率得到0.33g的淡黃色固體。

【0487】接著，圖48示出甲苯溶液中的NbF(II)PhA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。利用真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。甲苯溶液的吸收光譜的測量使用紫外可見分光光度計(由日本分光株式會社製造，V550型)，圖48示出從甲苯溶液中的NbF(II)PhA的光譜減去甲苯的光譜而測得的光譜。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計(日立高新技術(Hitachi High-Technologies Corporation)製造的分光光度計U4100)。使用螢光分光光度計(由日本濱松光子學株式會社製造，FS920)測量發射光譜。

【0488】由圖48可知，甲苯溶液中的NbF(II)PhA在397nm、374nm、356nm、336nm、311nm及290nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在424nm及430nm(激發波長374nm)。另外，由圖49可知，NbF(II)PhA的薄膜在401nm、381nm、358nm、335nm、311nm、289nm、264nm及222nm附近觀察到吸收峰值，發光波長的峰值在451nm、552nm及585nm附近(激發波長390nm)。由上述結果確認到NbF(II)PhA發射藍色光，並且可知NbF(II)PhA可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主

體材料。

【0489】下面，對本實施例中所得到的 Nbf(II)PhA 藉由液相層析 - 質譜分析 (Liquid Chromatography Mass Spectrometry，簡稱：LC/MS 分析) 進行分析。

【0490】在 LC/MS 分析中，利用賽默飛世爾科技公司製造的 UltiMate3000 進行 LC(液相層析)分離，並且利用賽默飛世爾科技公司製造的 Q Exactive 進行 MS 分析(質譜分析)。

【0491】在 LC 分離中，使用任意的柱，柱溫為 40℃，並且其輸液條件為如下：適當地選擇溶劑，將任意濃度的 3,10PhA2Nbf(II) 溶解於有機溶劑中進行樣本的調整，且注入量為 5.0μL。

【0492】採用靶向 MS²(Targeted-MS²) 法對來源於 Nbf(II)PhA 的離子的 $m/z=560.18$ 的成分進行 MS² 測定。在靶向 MS² 的設定中將靶離子的質量範圍設定為 $m/z=560.18\pm 2.0$ (分離窗 (isolation window)=4)，且以正模式進行檢測。將碰撞池內使靶離子加速的能量 NCE(標準化碰撞能量 (Normalized Collision Energy)) 設定為 50 而進行測定。圖 50 示出所得到的 MS 光譜。

【0493】由圖 50 的結果可知，Nbf(II)PhA 主要在 $m/z=482$ 、308 及 252 附近檢測出子離子。因為圖 50 示出來源於 Nbf(II)PhA 的特徵，所以可以說這是用於識別包含在混合物中的 Nbf(II)PhA 的重要的資料。

【0494】此外， $m/z=482$ 附近的子離子估計為在

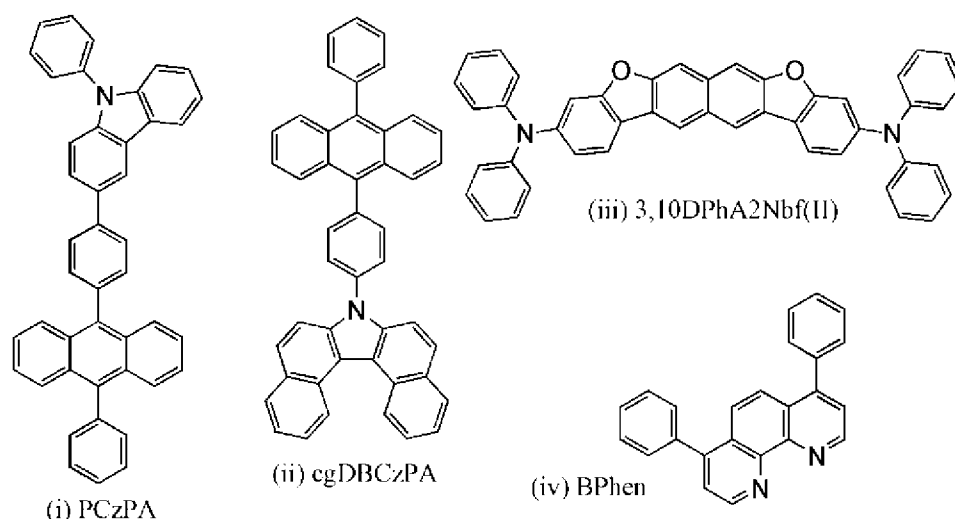
Nbf(II)PhA中苯基脫離的狀態的陽離子，這意味著 Nbf(II)PhA 包含苯基。此外， $m/z=308$ 附近的子離子估計為在 Nbf(II)PhA 中 9-苯基蒽基脫離的狀態的陽離子，這意味著 Nbf(II)PhA 包含 9-苯基蒽基。此外， $m/z=252$ 附近的子離子估計為在 Nbf(II)PhA 中 蔡并 [2,3-b ; 7,6-b'] 雙苯并呋喃脫離的狀態的陽離子，這意味著 Nbf(II)PhA 包含 蔡并 [2,3-b ; 7,6-b'] 雙苯并呋喃。

實施例 7

【0495】在本實施例中，對上述實施方式所說明的本發明的一個實施方式的發光元件 1 進行詳細的說明。以下示出用於發光元件 1 的有機化合物的結構式。

【0496】

[化學式 102]



【0497】

(發光元件 1 的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的鋼

錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。其厚度為70nm，電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。

【0498】接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 進行1小時的烘焙，然後，進行370秒的UV臭氧處理。

【0499】然後，將基板引入到其內部壓力被降低到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170°C 進行30分鐘的真空烘焙，然後，將基板冷卻45分鐘左右。

【0500】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在陽極101上共蒸鍍以上述結構式(i)表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)和氧化鋁(VI)，來形成重量比為4：2(=PCzPA：氧化鋁)且厚度為10nm的電洞注入層111。

【0501】接著，在電洞注入層111上蒸鍍PCzPA，來形成厚度為30nm的電洞傳輸層112。

【0502】接著，共蒸鍍以上述結構式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)和以上述結構式(iii)表示的3,10-雙(二苯基胺基)蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10DPhA2Nbf(II))，來形成重量比為1：0.03(=cgDBCzPA：3,10DPhA2Nbf(II))且厚度為25nm的發光層113。

【0503】然後，在發光層113上，以10nm的厚度蒸鍍cgDBCzPA，以15nm的厚度蒸鍍以上述結構式(iv)表示的紅啡啉(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0504】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光元件1。

【0505】發光元件1的元件結構如下表所示。

【0506】

[表 1]

	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層		電子注入層
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光元件 1	PCzPA:MoOx (4:2)	PCzPA	cgDBCzPA:3, 10DPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

【0507】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件1暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件1進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光元件1的初期特性進行測量。測量在室溫下進行。

【0508】圖51至圖56分別示出發光元件1的亮度-電流密度特性、電流效率-亮度特性、亮度-電壓特性、電流-電壓特性、外部量子效率-亮度特性以及發射光譜。

【0509】

[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 (%)
發光元件 1	3.1	1.30	32.5	0.14	0.07	3.2	4.5

【0510】根據圖 51 至圖 55 及表 2 可知，發光元件 1 的 1000cd/m² 的外部量子效率高，亦即為 4.5%。

【0511】另外，圖 57 是示出電流值為 2mA 且電流密度為恆定的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。由圖 57 可知，發光元件 1 在驅動 100 小時後保持初始亮度的 75% 以上的亮度，其使用壽命長。

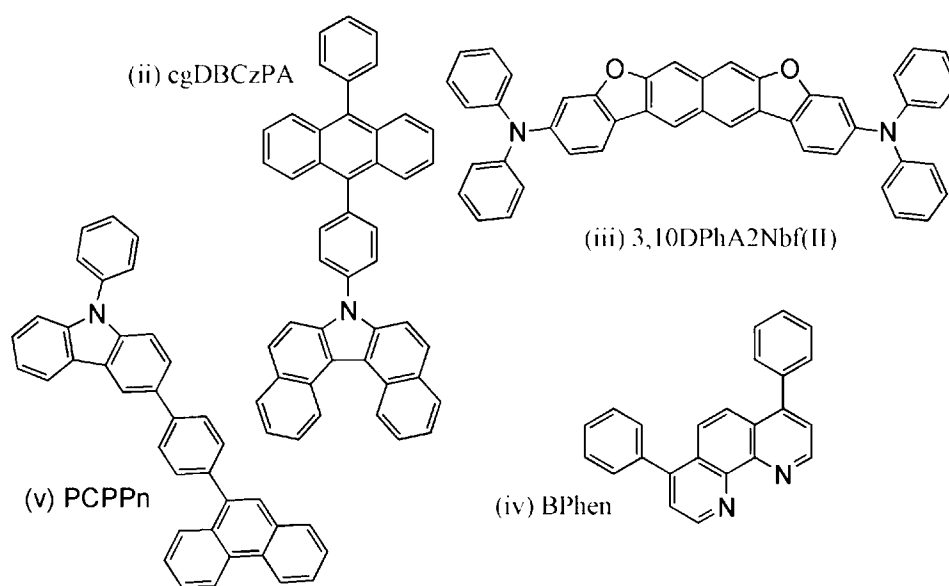
【0512】由此可知，作為蔡并 [2,3-b；7,6-b'] 雙苯并呋喃骨架或蔡并 [2,3-b；7,6-b'] 雙苯并噻吩骨架的取代基使用二芳基胺基的有機化合物在被用作發光元件的發光材料時呈現外部量子效率高的優良的特性。尤其可知，將二芳基胺基鍵合於這些骨架的 3 位和 10 位的有機化合物具有高可靠性。

實施例 8

【0513】在本實施例中，對上述實施方式所說明的本發明的一個實施方式的發光元件 2 進行詳細的說明。以下示出用於發光元件 2 的有機化合物的結構式。

【0514】

[化學式 103]



【 0515 】

(發光元件2的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物(ITSO)，來形成陽極101。其厚度為70nm，電極面積為4mm²(2mm×2mm)。

【 0516 】接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃進行1小時的烘焙，然後，進行370秒的UV臭氧處理。

【 0517 】然後，將基板引入到其內部壓力被降低到10⁻⁴Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以170℃進行30分鐘的真空烘焙，然後，將基板冷卻30分鐘左右。

【 0518 】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在陽極

101上共蒸鍍以上述結構式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-吡啶(簡稱：PCPPn)和氧化鋁(VI)，來形成重量比為4：2(=PCPPn：氧化鋁)且厚度為10nm的電洞注入層111。

【0519】接著，在電洞注入層111上蒸鍍PCPPn，來形成厚度為30nm的電洞傳輸層112。

【0520】接著，共蒸鍍以上述結構式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]吡啶(簡稱：cgDBCzPA)和以上述結構式(iii)表示的3,10-雙(二苯基胺基)蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10DPhA2Nbf(II))，來形成重量比為1：0.03(=cgDBCzPA：3,10DPhA2Nbf(II))且厚度為25nm的發光層113。

【0521】然後，在發光層113上，以10nm的厚度蒸鍍cgDBCzPA，以15nm的厚度蒸鍍以上述結構式(iv)表示的紅啡啶(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0522】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光元件2。

【0523】發光元件2的元件結構如下表所示。

【0524】

[表 3]

	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層		電子注入層
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光元件 2	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3, 10DPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

【0525】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 2 暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 2 進行密封處理（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理），然後對發光元件 2 的初期特性進行測量。測量在室溫下進行。

【0526】圖 58 至圖 63 分別示出發光元件 2 的亮度-電流密度特性、電流效率-亮度特性、亮度-電壓特性、電流-電壓特性、外部量子效率-亮度特性以及發射光譜。

【0527】

[表 4]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件 2	3.2	0.70	17.4	0.14	0.07	4.3	6.4

【0528】根據圖 58 至圖 62 及表 4 可知，發光元件 2 的 1000cd/m² 的外部量子效率高，亦即為 6.4%。

【0529】另外，圖 64 是示出電流值為 2mA 且電流密度

為恆定的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。由圖 64 可知，發光元件 2 在驅動 100 小時後保持初始亮度的 65% 以上的亮度，其使用壽命長。

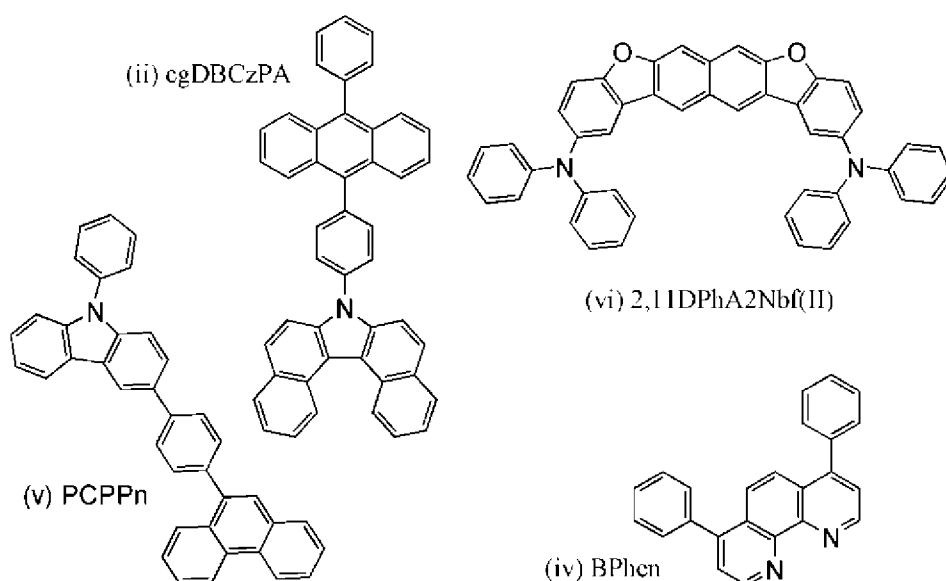
【0530】由此可知，作為蔡并 [2,3-b；7,6-b'] 雙苯并呋喃骨架或蔡并 [2,3-b；7,6-b'] 雙苯并噻吩骨架的取代基使用二芳基胺基的有機化合物在被用作發光元件的發光材料時呈現外部量子效率高的優良的特性。尤其可知，當作為電洞傳輸層使用 LUMO 能階高的材料時，效率得到提高，所以是較佳的。

實施例 9

【0531】在本實施例中，對上述實施方式所說明的本發明的一個實施方式的發光元件 3 進行詳細的說明。以下示出用於發光元件 3 的有機化合物的結構式。

【0532】

[化學式 104]



【 0533 】

(發光元件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)，來形成陽極101。其厚度為70nm，電極面積為4mm²(2mm×2mm)。

【 0534 】 接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃進行1小時的烘焙，然後，進行370秒的UV臭氧處理。

【 0535 】 然後，將基板引入到其內部壓力被降低到10⁻⁴Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以170℃進行30分鐘的真空烘焙，然後，將基板冷卻45分鐘左右。

【 0536 】 接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在陽極101上共蒸鍍以上述結構式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPPn)和氧化鉬(VI)，來形成重量比為4：2(=PCPPn：氧化鉬)且厚度為10nm的電洞注入層111。

【 0537 】 接著，在電洞注入層111上蒸鍍PCPPn，來形成厚度為30nm的電洞傳輸層112。

【 0538 】 接著，共蒸鍍以上述結構式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)和以上述結構式(vi)表示的2,11-雙(二苯基胺基

) 萘并 [2,3-b ; 7,6-b'] 雙苯并呋喃 (簡稱 : 2,11DPhA2Nbf (II)) , 來形成重量比為 1 : 0.03 (=cgDBCzPA : 2,11DPhA2Nbf (II)) 且厚度為 25nm 的發光層 113 。

【 0539 】 然後 , 在發光層 113 上 , 以 10nm 的厚度蒸鍍 cgDBCzPA , 以 15nm 的厚度蒸鍍以上述結構式 (iv) 表示的紅啡啉 (簡稱 : BPhen) , 來形成電子傳輸層 114 。

【 0540 】 在形成電子傳輸層 114 之後 , 以 1nm 的厚度蒸鍍氟化鋰 (LiF) 來形成電子注入層 115 , 接著 , 以 200nm 的厚度蒸鍍鋁來形成陰極 102 , 由此製造本實施例的發光元件 3 。

【 0541 】 發光元件 3 的元件結構如下表所示 。

【 0542 】

[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
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光元 件 3	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:2,11DPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

【 0543 】 在氮氛圍的手套箱中 , 以不使發光元件 3 暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 3 進行密封處理 (將密封材料塗佈在元件的周圍 , 在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理) , 然後對發光元件 3 的初期特性進行測量 。 測量在室溫下進行 。

【 0544 】 圖 65 至圖 70 分別示出發光元件 3 的亮度 - 電流

密度特性、電流效率-亮度特性、亮度-電壓特性、電流-電壓特性、外部量子效率-亮度特性以及發射光譜。

【 0545】

[表 6]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件 3	3.2	0.84	21.0	0.15	0.10	5.2	5.7

【 0546】根據圖 65至圖 69及表 6可知，發光元件 3的 1000cd/m²的外部量子效率高，亦即為 5.7%。

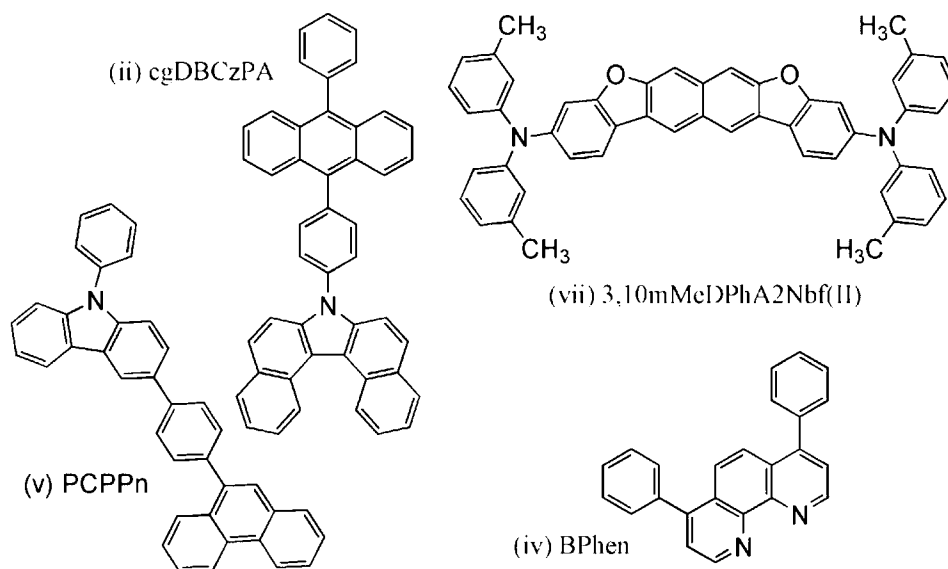
【 0547】由此可知，作為蔡并[2,3-b；7,6-b’]雙苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b；7,6-b’]雙苯并噻吩骨架的取代基使用二芳基胺基的有機化合物在被用作發光元件的發光材料時呈現外部量子效率高的優良的特性。尤其可知，將二芳基胺基鍵合於這些骨架的 2位和 11位的有機化合物具有高電流效率，所以是較佳的。

實施例 10

【 0548】在本實施例中，對上述實施方式所說明的本發明的一個實施方式的發光元件 4進行詳細的說明。以下示出用於發光元件 4的有機化合物的結構式。

【 0549】

[化學式 105]



【 0550 】

(發光元件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)，來形成陽極101。其厚度為70nm，電極面積為4mm²(2mm×2mm)。

【 0551 】接著，作為為了在基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃進行1小時的烘焙，然後，進行370秒的UV臭氧處理。

【 0552 】然後，將基板引入到其內部壓力被降低到10⁻⁴Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以170℃進行30分鐘的真空烘焙，然後，將基板冷卻45分鐘左右。

【 0553 】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在陽極

101上共蒸鍍以上述結構式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-吡啶(簡稱：PCPPn)和氧化鋁(VI)，來形成重量比為4：2(=PCPPn：氧化鋁)且厚度為10nm的電洞注入層111。

【0554】接著，在電洞注入層111上蒸鍍PCPPn，來形成厚度為30nm的電洞傳輸層112。

【0555】接著，共蒸鍍以上述結構式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]吡啶(簡稱：cgDBCzPA)和以上述結構式(vii)表示的3,10-雙(3,3'-二甲基二苯基胺基)蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10mMeDPhA2Nbf(II))，來形成重量比為1：0.03(=cgDBCzPA：3,10mMeDPhA2Nbf(II))且厚度為25nm的發光層113。

【0556】然後，在發光層113上，以10nm的厚度蒸鍍cgDBCzPA，以15nm的厚度蒸鍍以上述結構式(iv)表示的紅啡啶(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0557】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光元件4。

【0558】發光元件4的元件結構如下表所示。

【0559】

[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
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光元件 4	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3, 10mMeDPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

【0560】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件 4 暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 4 進行密封處理（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理並在 80℃ 的溫度下進行 1 小時的熱處理），然後對發光元件 4 的初期特性進行測量。測量在室溫下進行。

【0561】圖 71 至圖 76 分別示出發光元件 3 的亮度-電流密度特性、電流效率-亮度特性、亮度-電壓特性、電流-電壓特性、外部量子效率-亮度特性以及發射光譜。

【0562】

[表 8]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件 4	3.2	0.95	23.6	0.14	0.06	3.9	6.4

【0563】根據圖 71 至圖 75 及表 8 可知，發光元件 4 的 1000cd/m² 的外部量子效率高，亦即為 6.4%。

【0564】另外，圖 77 是示出電流值為 2mA 且電流密度

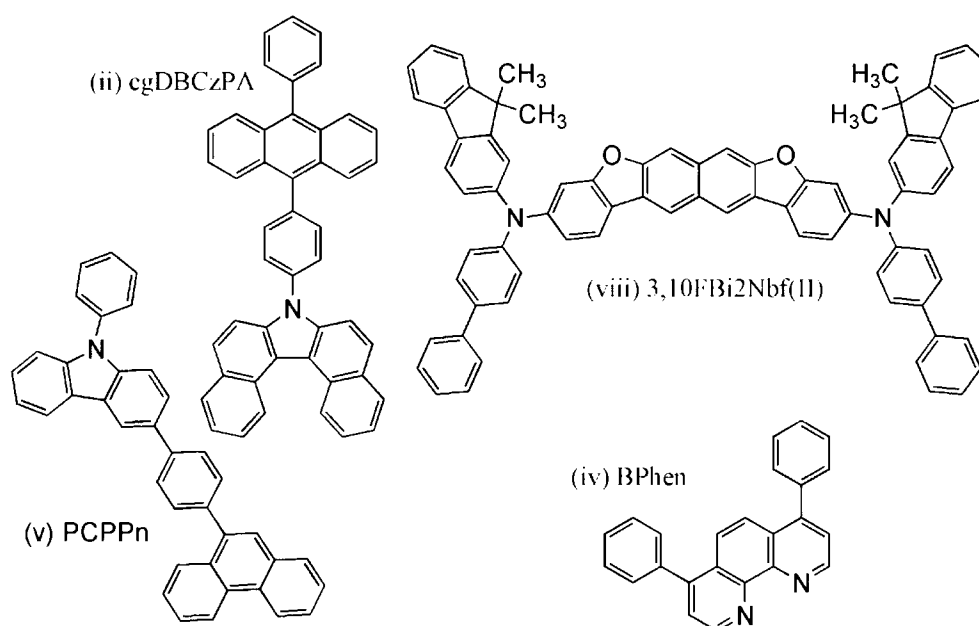
為恆定的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。由圖 77 可知，發光元件 4 在驅動 100 小時後保持初始亮度的 70% 以上的亮度，其使用壽命長。

實施例 11

【0565】在本實施例中，對上述實施方式所說明的本發明的一個實施方式的發光元件 5 進行詳細的說明。以下示出用於發光元件 5 的有機化合物的結構式。

【0566】

[化學式 106]



【0567】

(發光元件 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)，來形成陽極 101。其厚度為 70nm，電極面積為 4mm²(2mm×2mm)。

【0568】接著，作為為了在基板上形成發光元件的預

處理，用水洗滌基板表面，以200℃進行1小時的烘焙，然後，進行370秒的UV臭氧處理。

【0569】然後，將基板引入到其內部壓力被降低到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並且在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以170℃進行30分鐘的真空烘焙，然後，將基板冷卻45分鐘左右。

【0570】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法在陽極101上共蒸鍍以上述結構式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPPn)和氧化鋁(VI)，來形成重量比為4：2(=PCPPn：氧化鋁)且厚度為10nm的電洞注入層111。

【0571】接著，在電洞注入層111上蒸鍍PCPPn，來形成厚度為30nm的電洞傳輸層112。

【0572】接著，共蒸鍍以上述結構式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)和以上述結構式(viii)表示的3,10-雙[N-(4-聯苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基]蔡并[2,3-b；7,6-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10FBi2Nbf(II))，來形成重量比為1：0.03(=cgDBCzPA：3,10FBi2Nbf(II))且厚度為25nm的發光層113。

【0573】然後，在發光層113上，以10nm的厚度蒸鍍cgDBCzPA，以15nm的厚度蒸鍍以上述結構式(iv)表示的

紅啡啉(簡稱：BPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0574】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光元件5。

【0575】發光元件5的元件結構如下表所示。

【0576】

[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
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
發光元件5	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3, 10FBi2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

【0577】在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件5暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件5進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光元件5的初期特性進行測量。測量在室溫下進行。

【0578】圖78至圖83分別示出發光元件5的亮度-電流密度特性、電流效率-亮度特性、亮度-電壓特性、電流-電壓特性、外部量子效率-亮度特性以及發射光譜。

【0579】

[表 10]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
發光元件 5	3.2	0.68	16.9	0.15	0.09	6.2	7.6

【0580】根據圖78至圖82及表10可知，發光元件5的1000cd/m²的外部量子效率高，亦即為7.6%。

【0581】由此可知，作為取代基使用萘基胺基或聯苯胺基的本發明的一個實施方式的有機化合物在被用作發光元件的發光材料時呈現發射光譜尖銳、電流效率高且外部量子效率高的尤其優良的特性。

【符號說明】

【0582】

- 101：陽極
- 102：陰極
- 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：密封材料
- 406：密封材料
- 407：密封基板
- 412：焊盤
- 420：IC晶片
- 501：第一電極
- 502：第二電極
- 503：EL層
- 511：第一發光單元
- 512：第二發光單元
- 513：電荷產生層
- 601：驅動電路部(源極線驅動電路)
- 602：像素部
- 603：驅動電路部(閘極線驅動電路)
- 604：密封基板
- 605：密封材料
- 607：空間

- 608：佈線
- 609：FPC(軟性印刷電路板)
- 610：元件基板
- 611：開關用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：發光元件
- 623：n通道型FET
- 624：p通道型FET
- 730：絕緣膜
- 770：平坦化絕緣膜
- 772：導電膜
- 782：發光元件
- 783：液滴噴射裝置
- 784：液滴
- 785：層
- 786：包含發光物質的層
- 788：導電膜
- 901：外殼
- 902：液晶層
- 903：背光單元

904：外殼
 905：驅動器 IC
 906：端子
 951：基板
 952：電極
 953：絕緣層
 954：隔離層
 955：EL層
 956：電極
 1001：基板
 1002：基底絕緣膜
 1003：閘極絕緣膜
 1006：閘極電極
 1007：閘極電極
 1008：閘極電極
 1020：第一層間絕緣膜
 1021：第二層間絕緣膜
 1022：電極
 1024W：發光元件的第一電極
 1024R：發光元件的第一電極
 1024G：發光元件的第一電極
 1024B：發光元件的第一電極
 1025：分隔壁
 1028：EL層

- 1029：陰極
- 1031：密封基板
- 1032：密封材料
- 1033：透明基材
- 1034R：紅色彩色層
- 1034G：綠色彩色層
- 1034B：藍色彩色層
- 1035：黑色層(黑矩陣)
- 1036：保護層
- 1037：第三層間絕緣膜
- 1040：像素部
- 1041：驅動電路部
- 1042：周邊部
- 1400：液滴噴射裝置
- 1402：基板
- 1403：液滴噴射單元
- 1404：成像單元
- 1405：頭部
- 1406：虛線
- 1407：控制單元
- 1408：存儲介質
- 1409：影像處理單元
- 1410：電腦
- 1411：標記

- 1412：頭部
- 1413：材料供應源
- 1414：材料供應源
- 1415：材料供應源
- 1416：頭部
- 2001：外殼
- 2002：光源
- 3001：照明設備
- 5000：顯示區域
- 5001：顯示區域
- 5002：顯示區域
- 5003：顯示區域
- 5004：顯示區域
- 5005：顯示區域
- 7101：外殼
- 7103：顯示部
- 7105：支架
- 7107：顯示部
- 7109：操作鍵
- 7110：遙控器
- 7201：主體
- 7202：外殼
- 7203：顯示部
- 7204：鍵盤

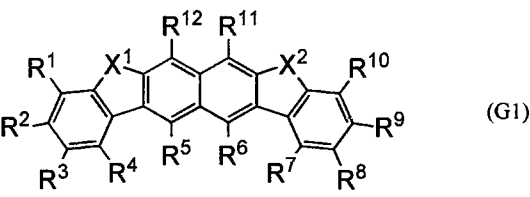
7205：外部連接埠
7206：指向裝置
7210：第二顯示部
7401：外殼
7402：顯示部
7403：操作按鈕
7404：外部連接埠
7405：揚聲器
7406：麥克風
9033：夾子
9034：開關
9035：電源開關
9036：開關
9038：操作開關
9310：可攜式資訊終端
9311：顯示面板
9312：顯示區域
9313：鉸鏈部
9315：外殼
9630：外殼
9631：顯示部
9631a：顯示部
9631b：顯示部
9632a：觸控面板區域

- 9632b：觸控面板區域
- 9633：太陽能電池
- 9634：充放電控制電路
- 9635：電池
- 9636：DCDC轉換器
- 9637：操作鍵
- 9638：轉換器
- 9639：按鈕

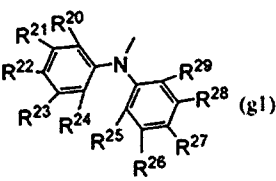
【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種具有 5000 以下的分子量且以通式 (G1) 表示的有機化合物：



其中，X¹及 X²分別獨立地表示氧原子或硫原子，
R¹至 R¹²中的至少一個表示碳原子數為 12 至 100 的取代基，
R¹至 R¹²的其餘分別獨立地表示氫或碳原子數為 1 至 25 的取代基，
R¹至 R¹²中的一個表示以通式 (g1) 表示的取代基：



，以及

其中，R²⁰至 R²⁹分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的脂肪烴基、碳原子數為 3 至 20 的脂環烴基、或碳原子數為 6 至 25 的芳烴基。

【第 2 項】

根據申請專利範圍第 1 項之有機化合物，
其中 R²和 R⁹中的一個或兩個分別獨立地表示該碳原子數為 12 至 100 的取代基。

【第3項】

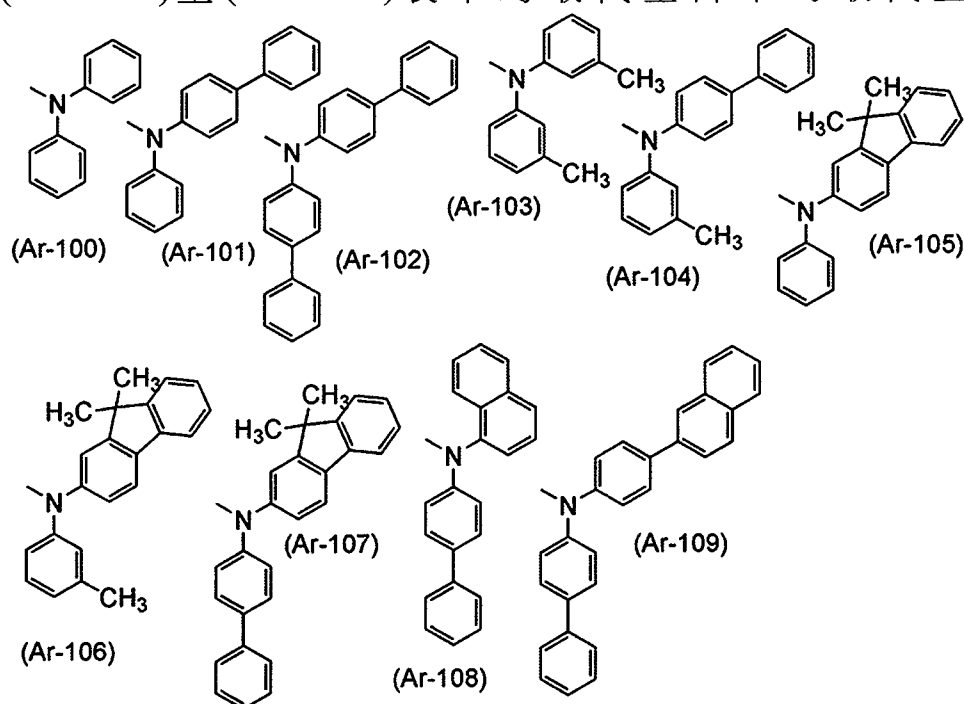
根據申請專利範圍第1項之有機化合物，

其中 R^3 和 R^8 中的一個或兩個分別獨立地表示該碳原子數為12至100的取代基。

【第4項】

根據申請專利範圍第1項之有機化合物，

其中該碳原子數為12至100的取代基是選自以下述結構式(Ar-100)至(Ar-109)表示的取代基群中的取代基：



【第5項】

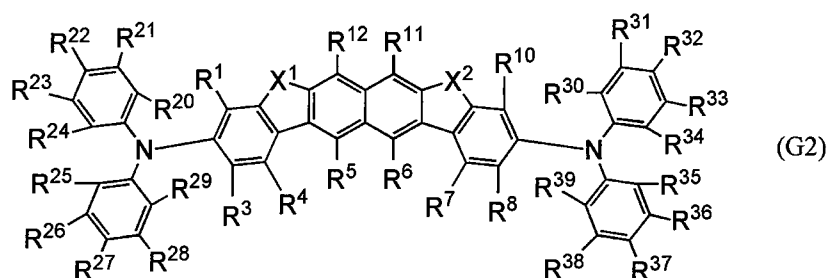
根據申請專利範圍第1項之有機化合物，

其中該碳原子數為1至25的取代基是取代或未取代的脂肪烴基、取代或未取代的脂環烴基、取代或未取代的芳烴基或者取代或未取代的雜環基。

【第6項】

根據申請專利範圍第1項之有機化合物，其中該有機

化合物以通式(G2)表示：

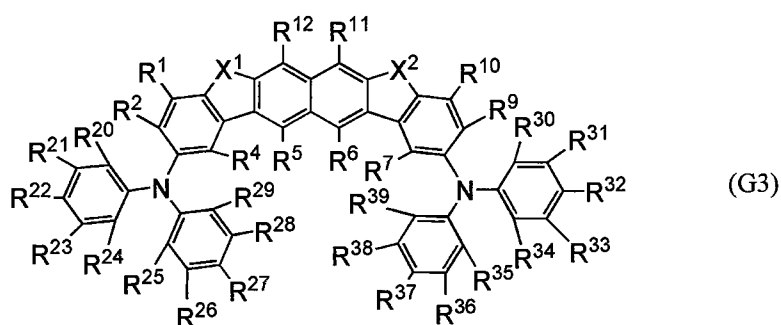


其中 X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子，

並且 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的脂肪烴基、碳原子數為 3 至 20 的脂環烴基、碳原子數為 6 至 25 的芳烴基或者碳原子數為 1 至 25 的雜環基。

【第 7 項】

根據申請專利範圍第 1 項之有機化合物，其中該有機化合物以通式(G3)表示：



其中 X^1 及 X^2 分別獨立地表示氧原子或硫原子，

並且 R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 10 的脂肪烴基、碳原子數為 3 至 20 的脂環烴基、碳原子數為 6 至 25 的芳烴基或者碳原子數為 1 至 25 的雜環基。

【第 8 項】

根據申請專利範圍第 1 項之有機化合物，其中 X^1 及 X^2

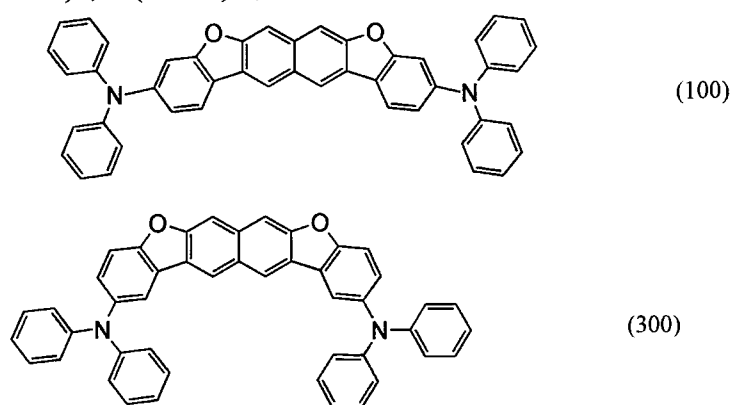
是相同的原子。

【第9項】

根據申請專利範圍第1項之有機化合物，其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

【第10項】

根據申請專利範圍第1項之有機化合物，其中該有機化合物以通式(100)和(300)中的任一個表示：



【第11項】

一種包括申請專利範圍第1項之有機化合物的發光元件。

【第12項】

一種電子裝置，包括：

申請專利範圍第1項之有機化合物；以及

感測器、操作按鈕、揚聲器和麥克風中的至少一個。

【發明圖式】

圖 1A

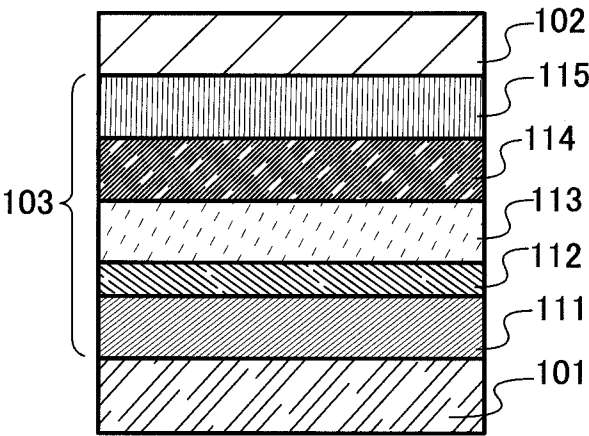


圖 1B

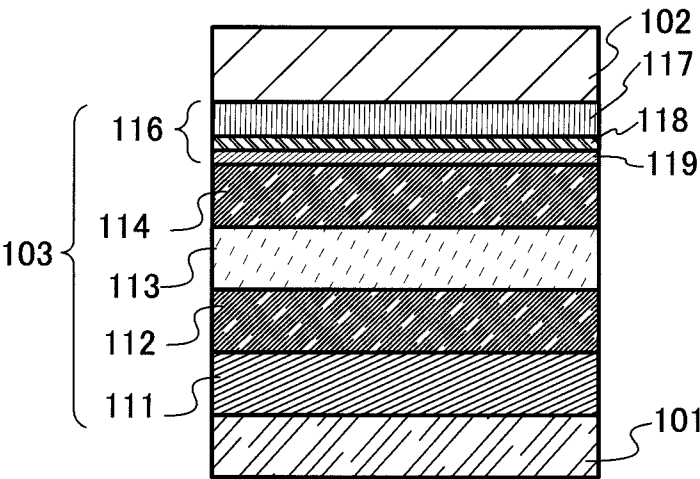


圖 1C

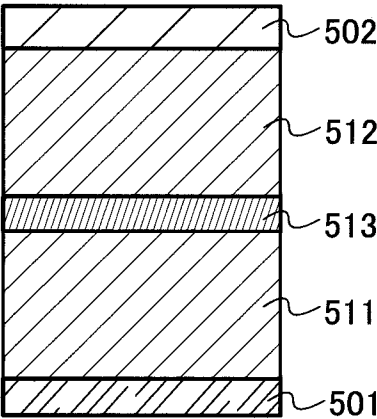


圖 2A

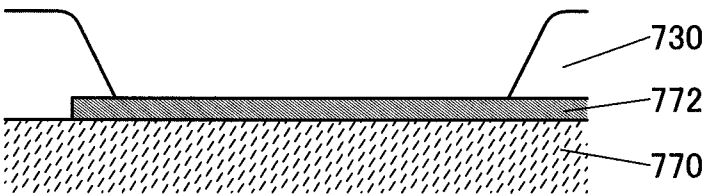


圖 2B

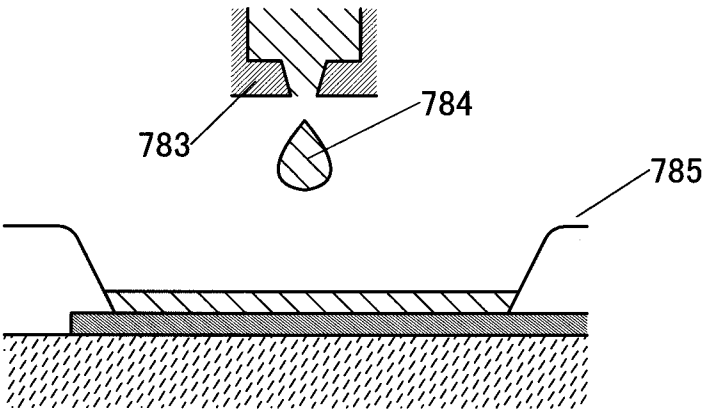


圖 2C

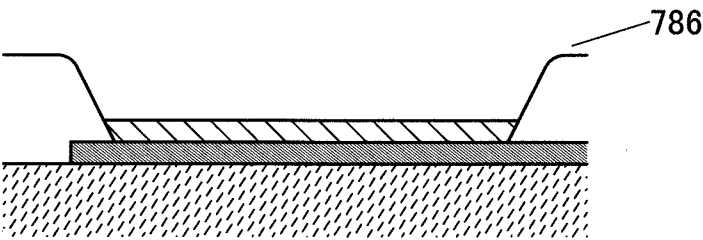


圖 2D

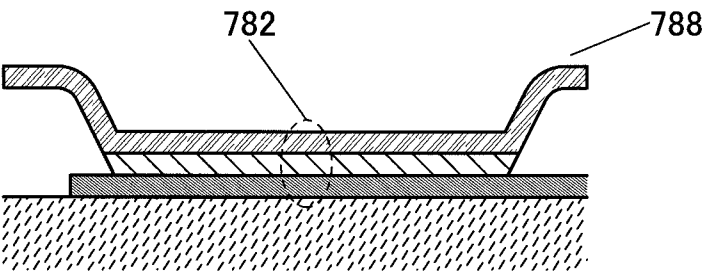


圖 3

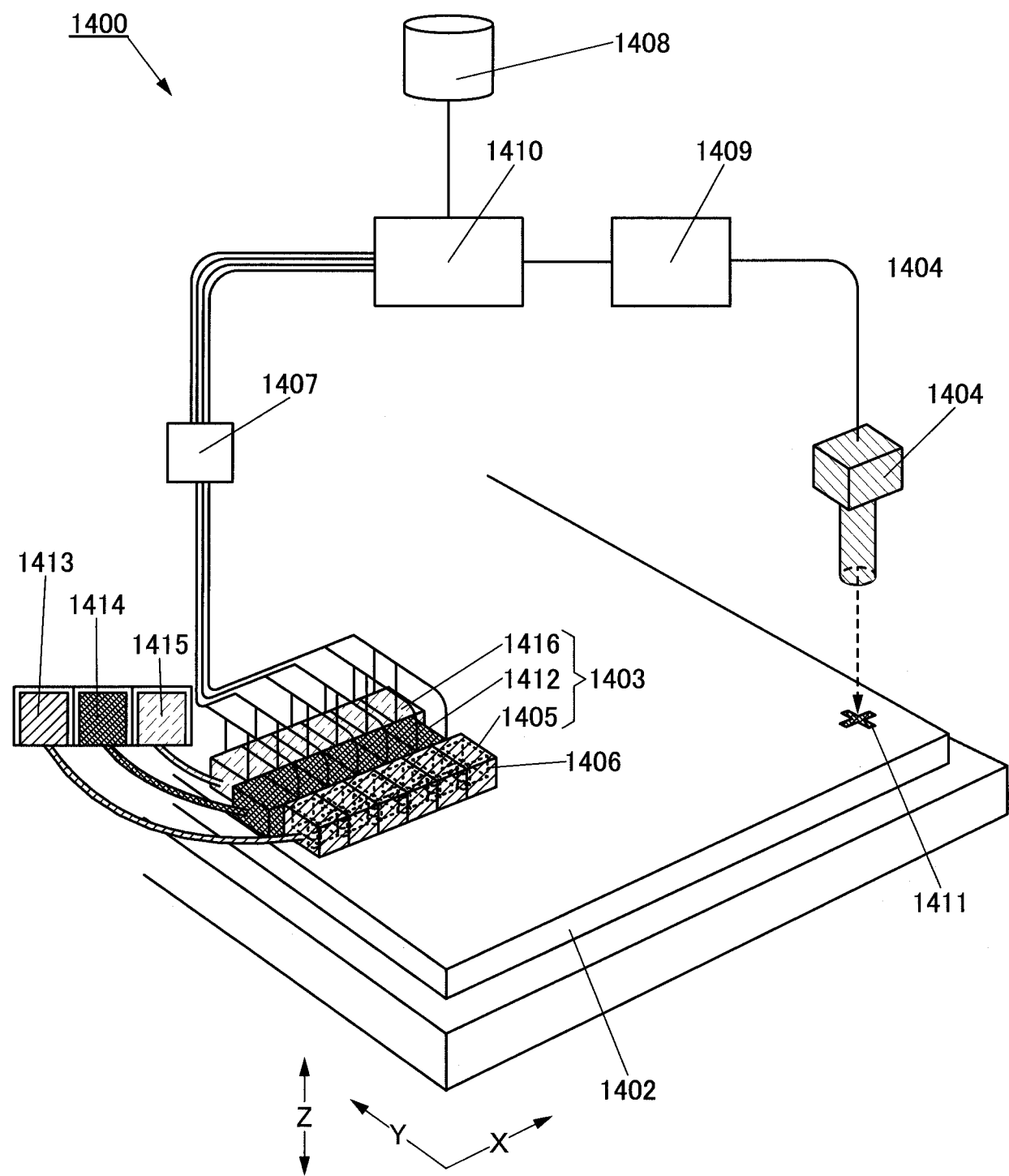


圖 4A

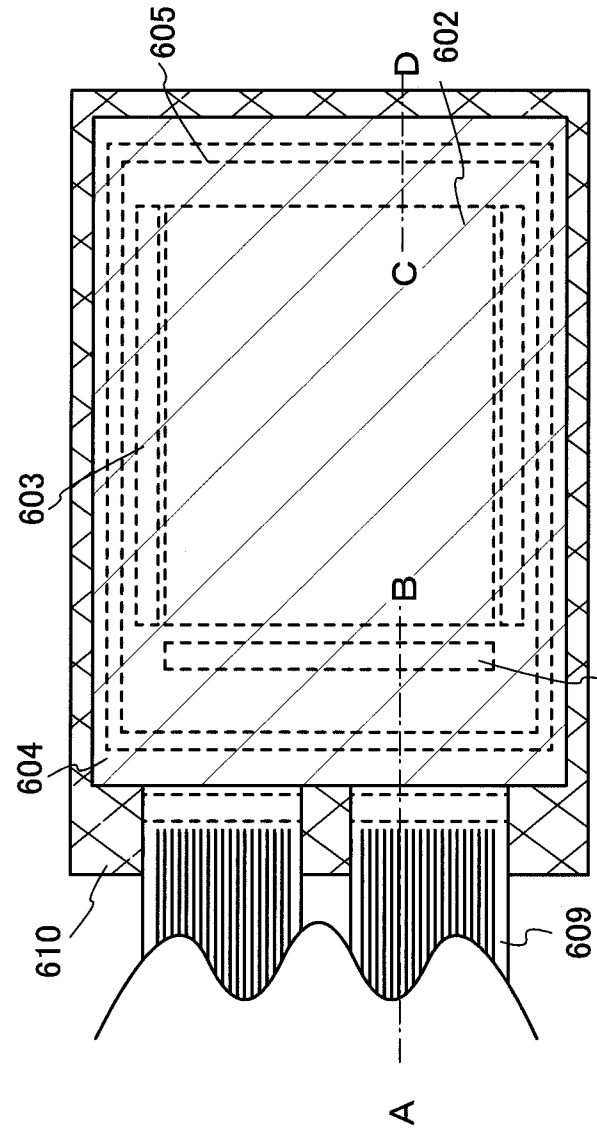
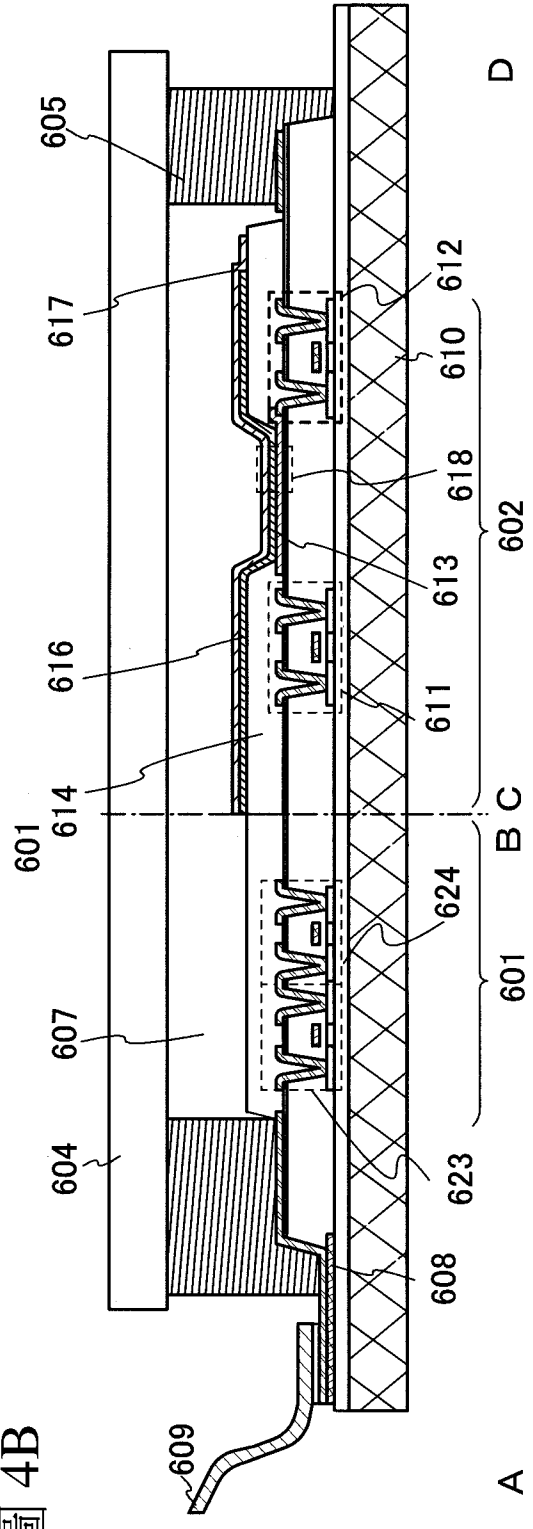


圖 4B



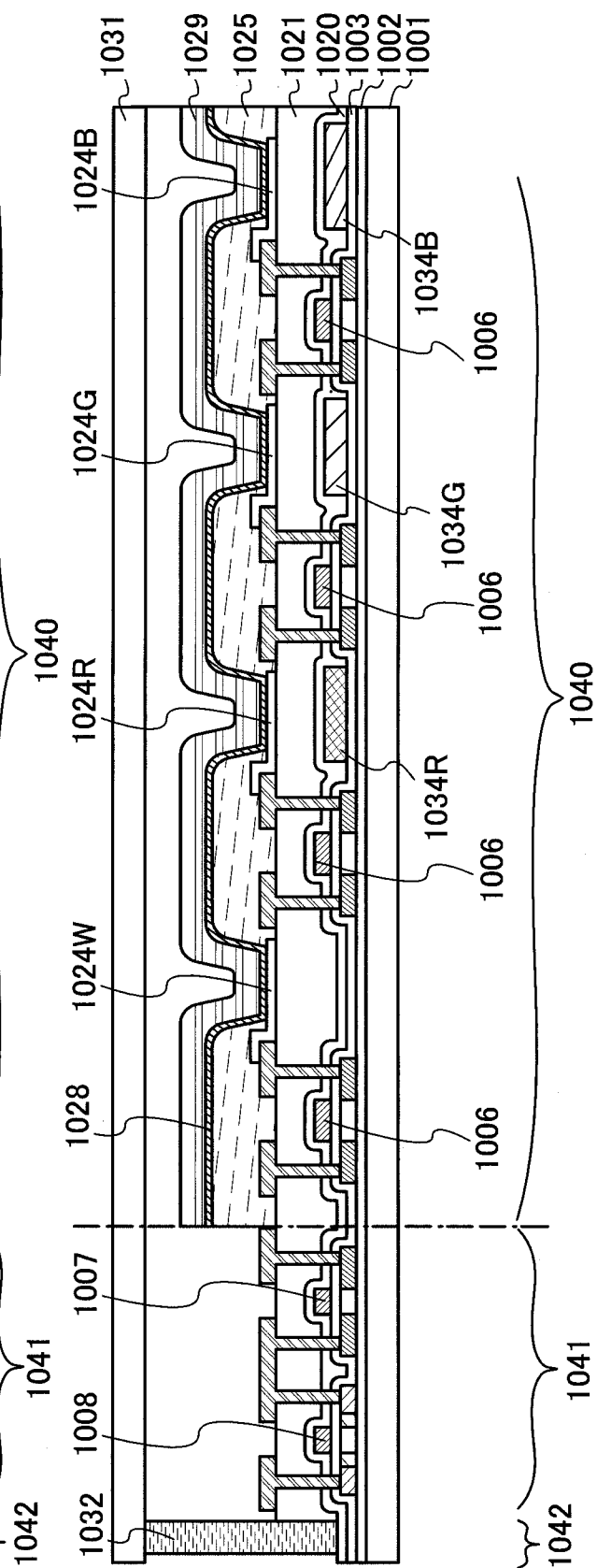
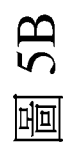
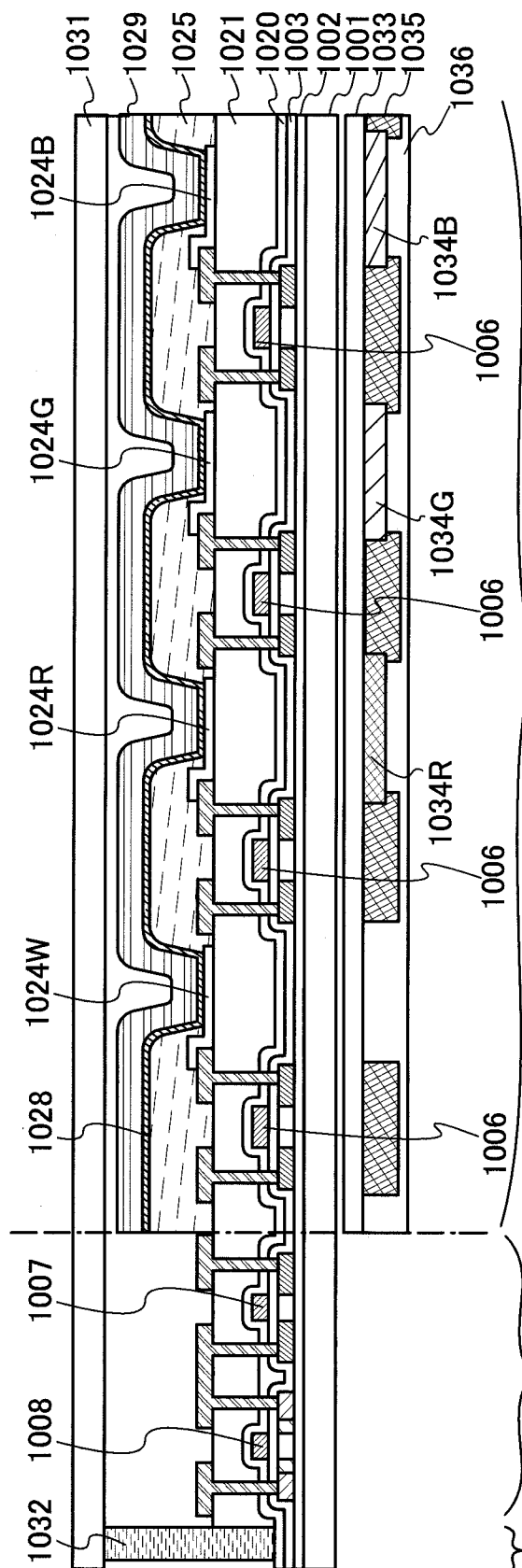
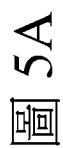


圖 6

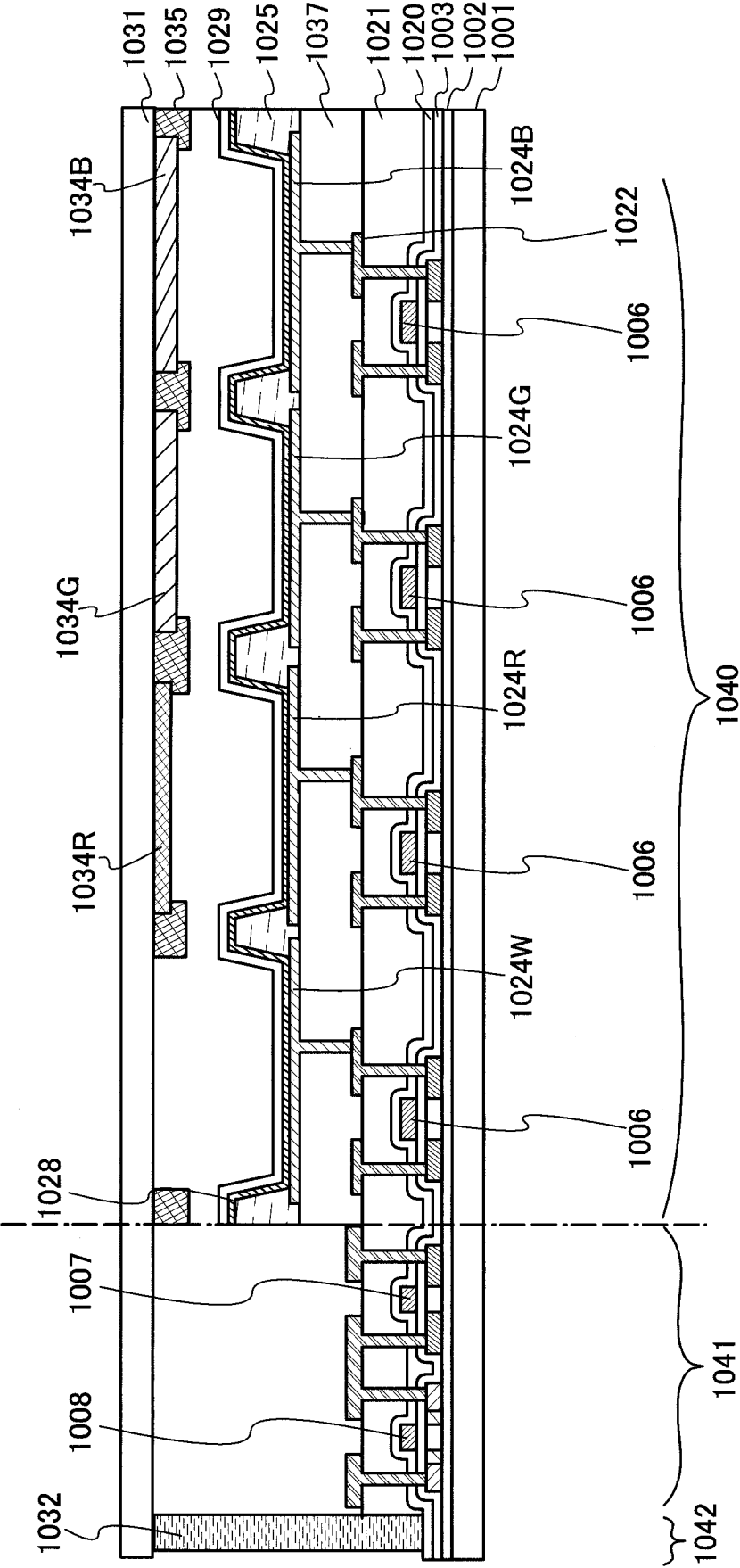


圖 7A

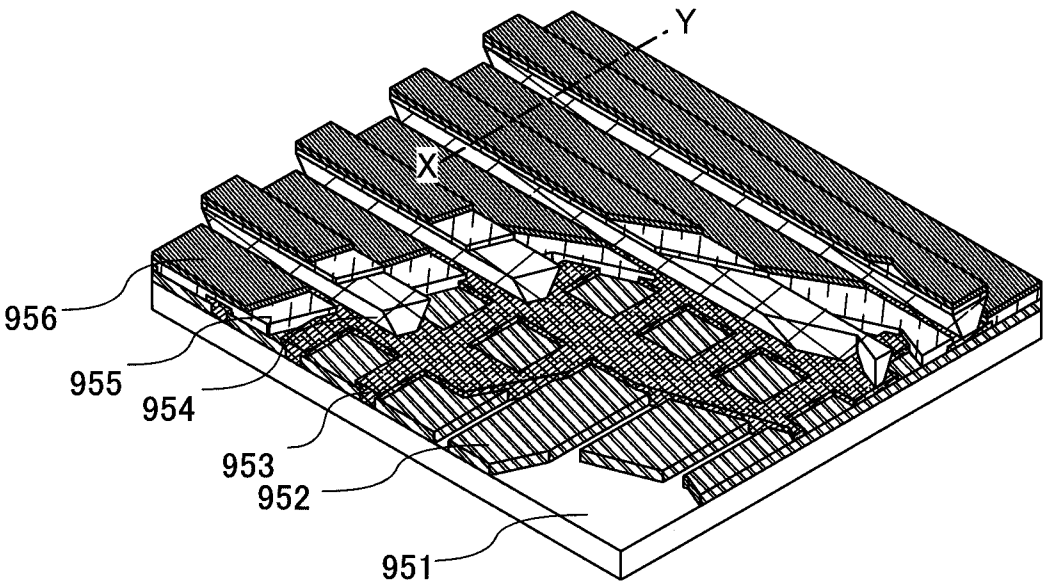


圖 7B

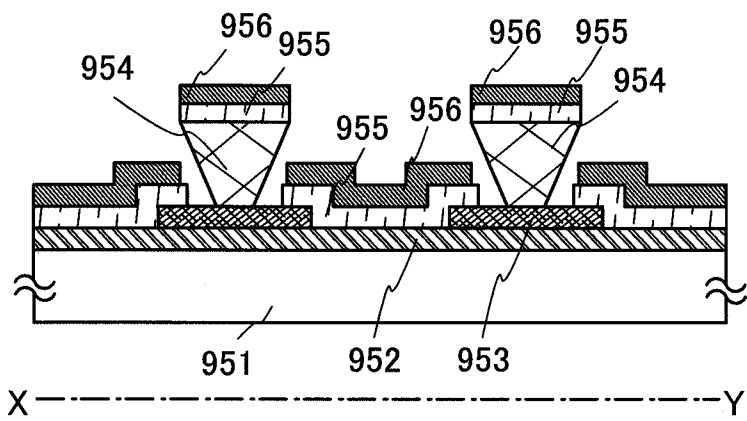


圖 8A

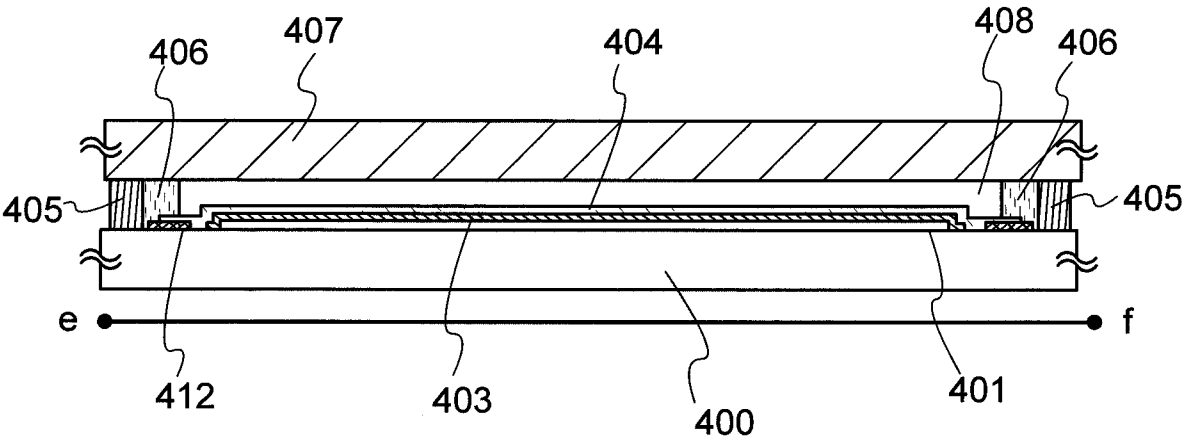


圖 8B

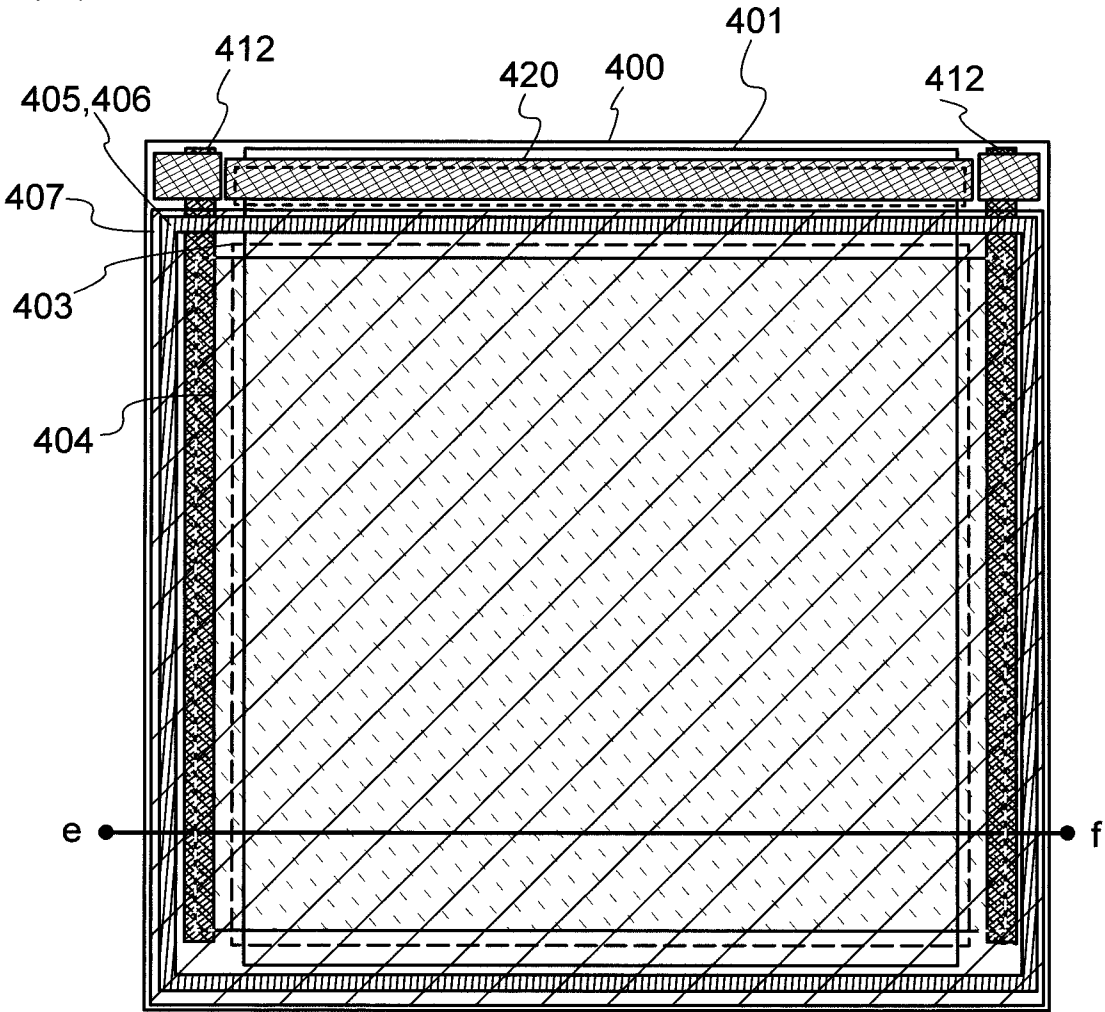


圖 9A

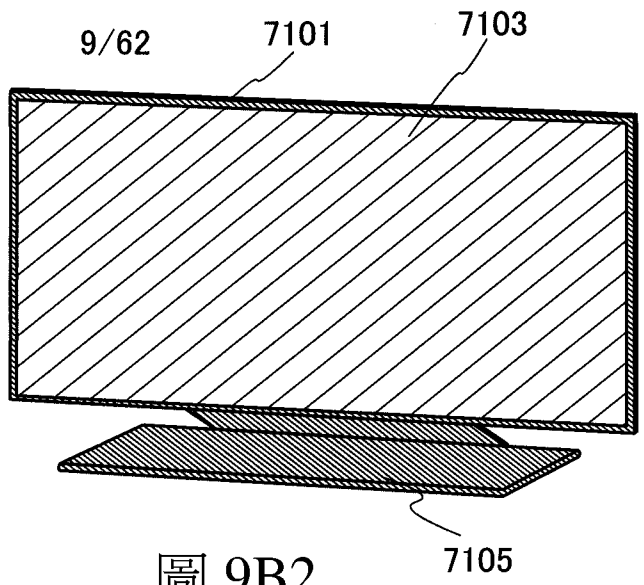
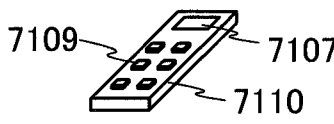


圖 9B1

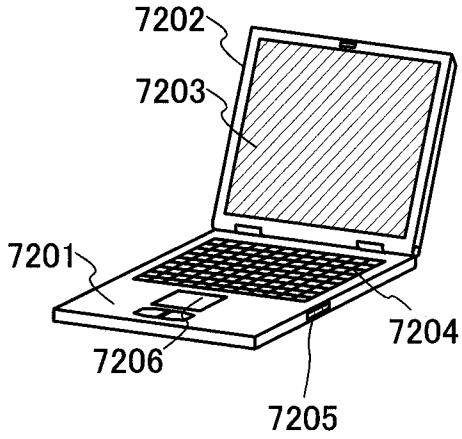


圖 9B2

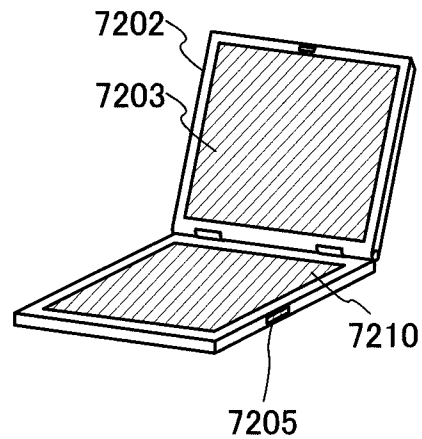


圖 9C

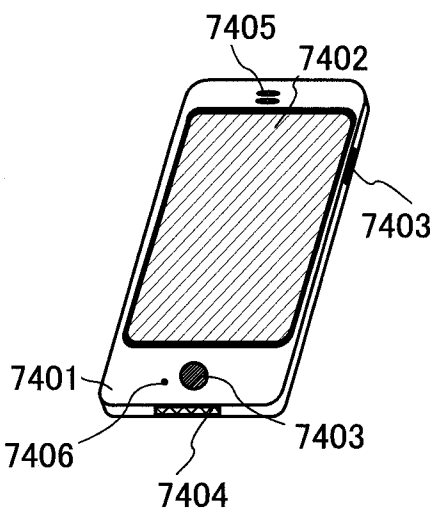


圖 9D

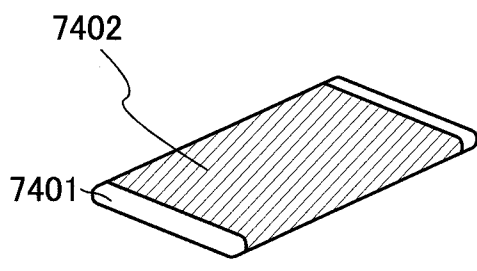


圖 10

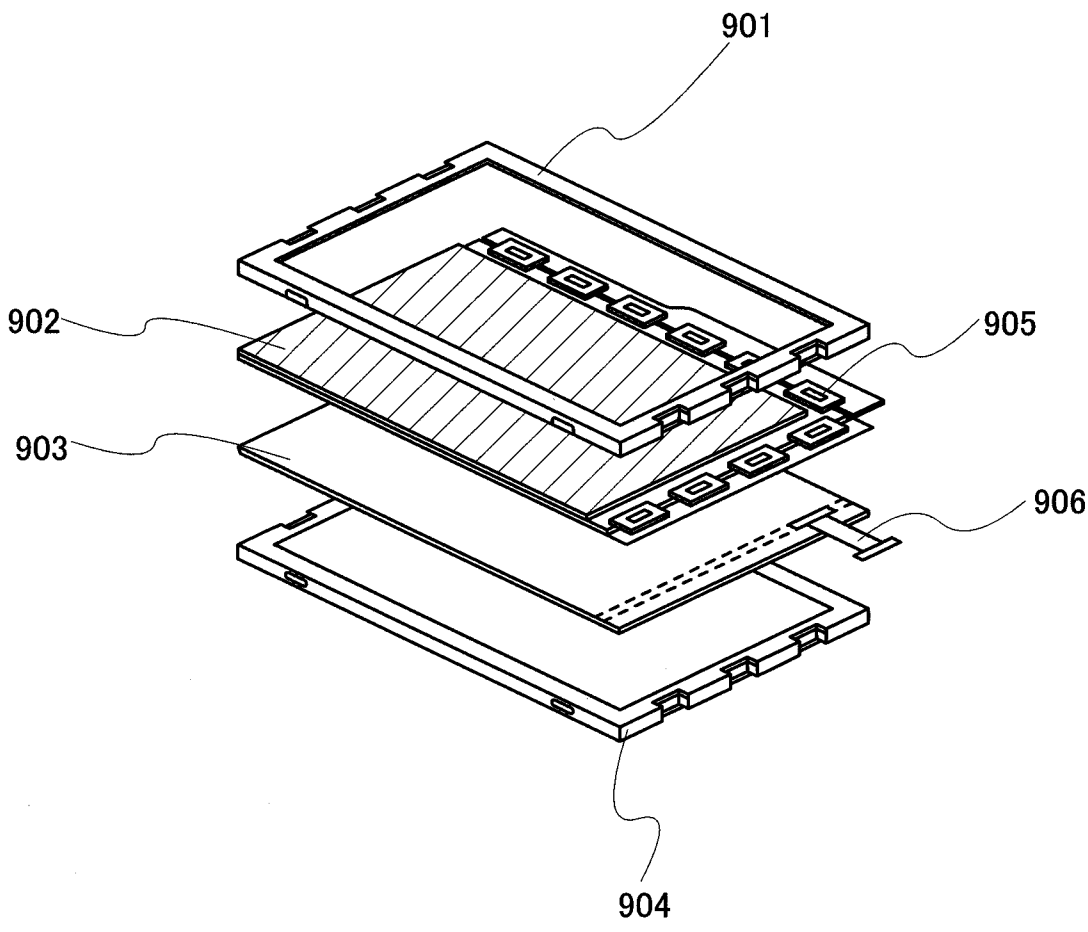


圖 11

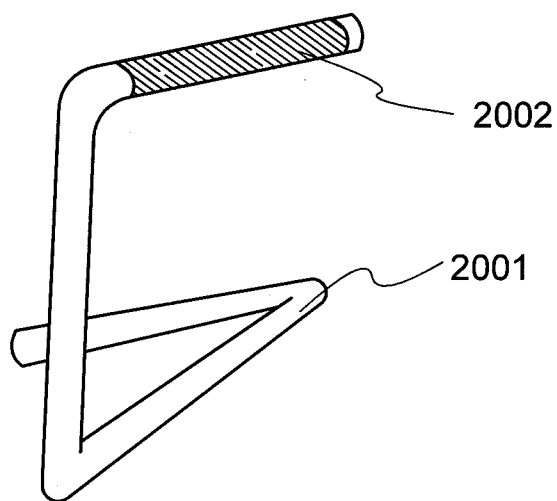


圖 12

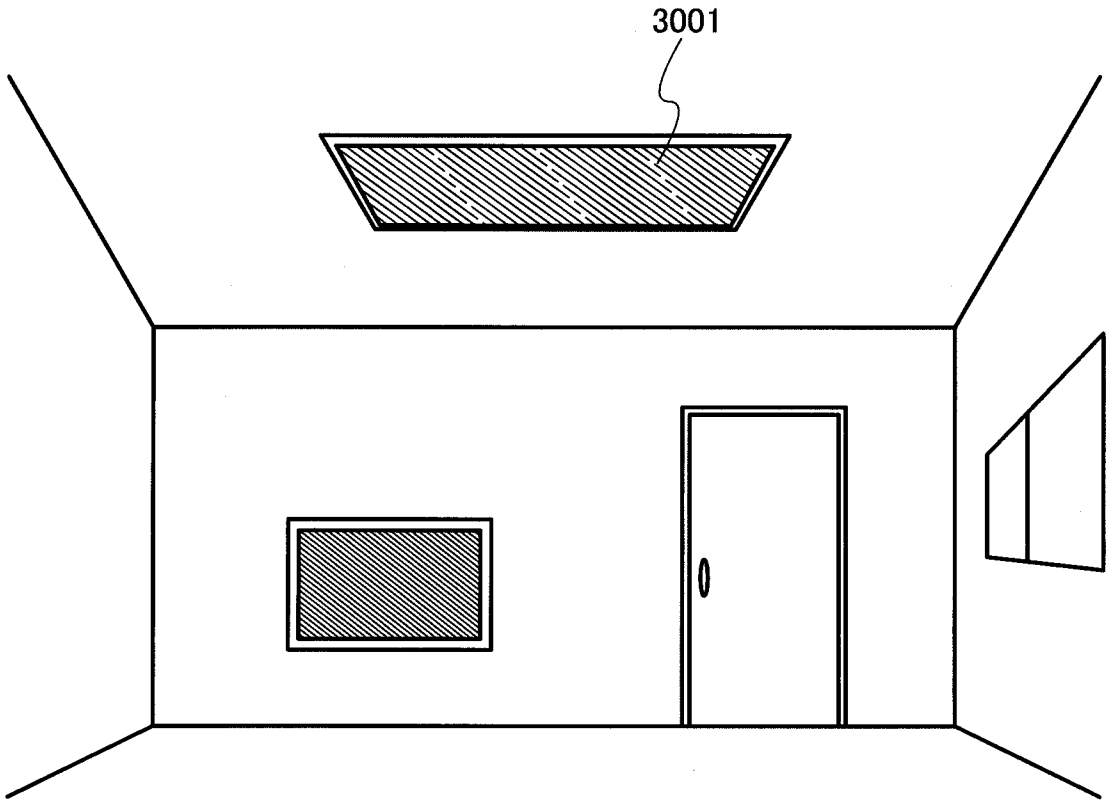


圖 13

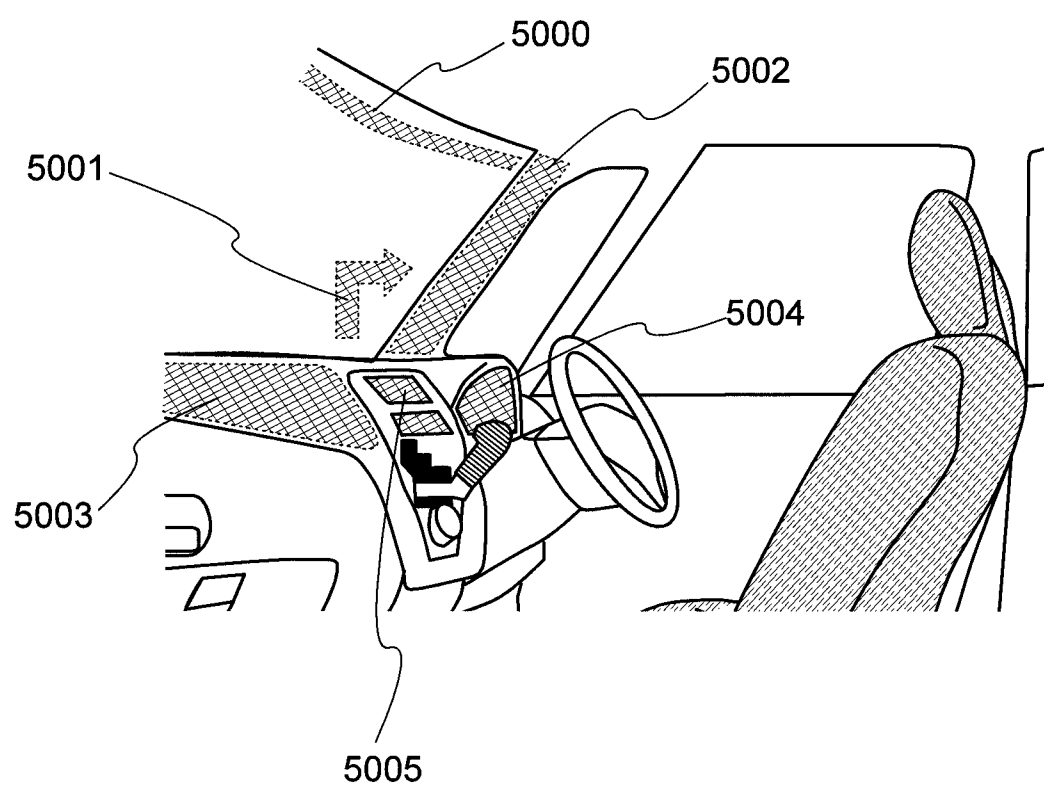


圖 14A

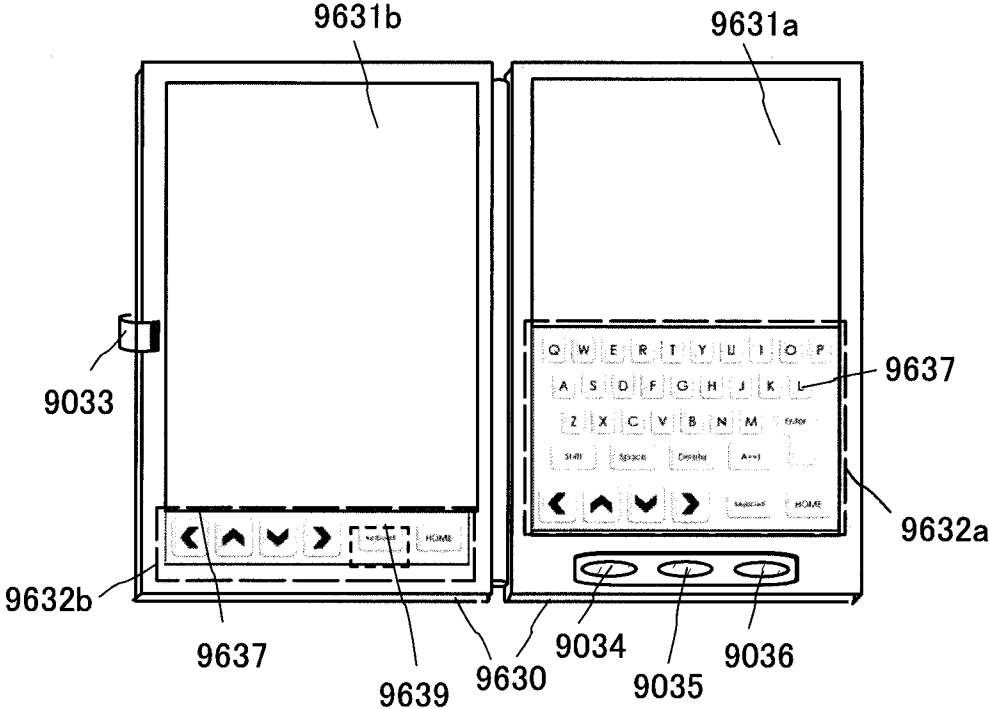


圖 14B

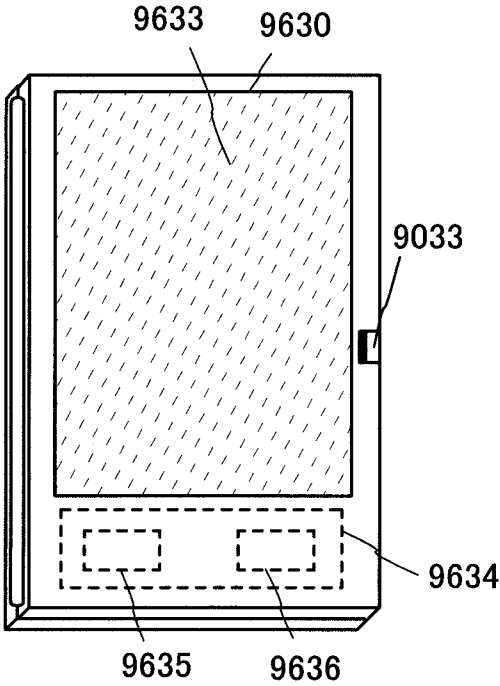


圖 14C

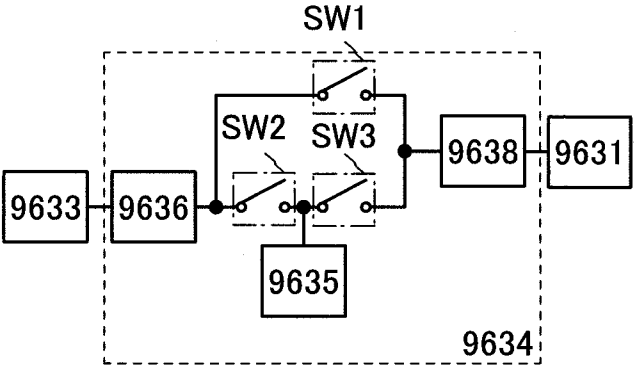


圖 15A

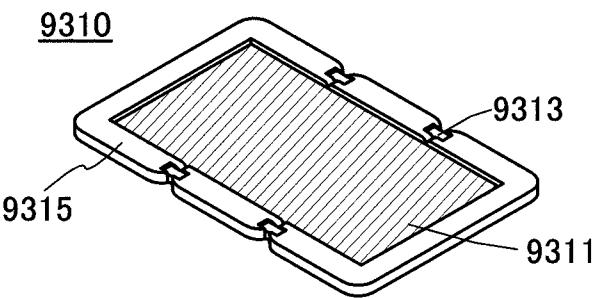


圖 15B

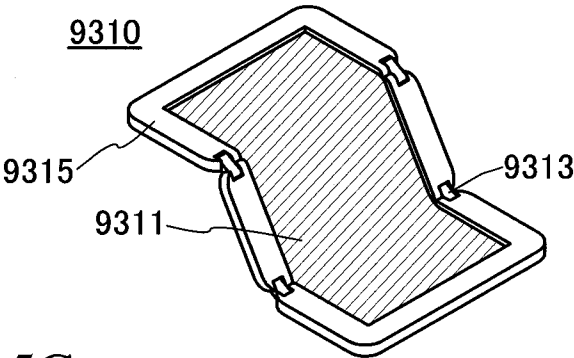


圖 15C

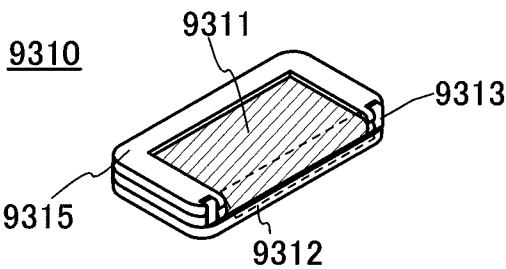


圖 16A

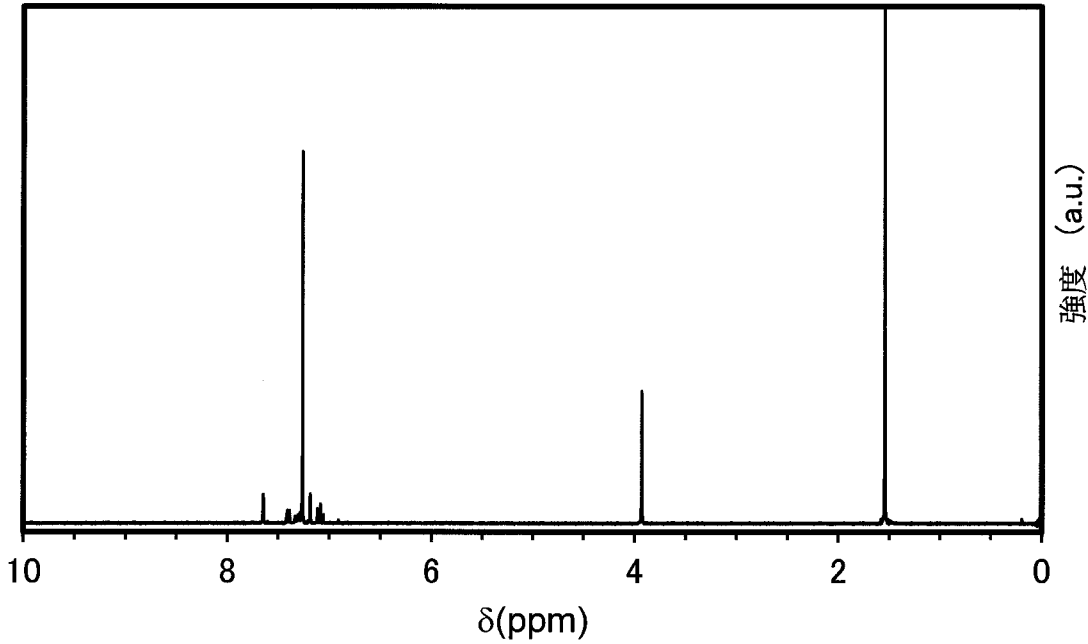


圖 16B

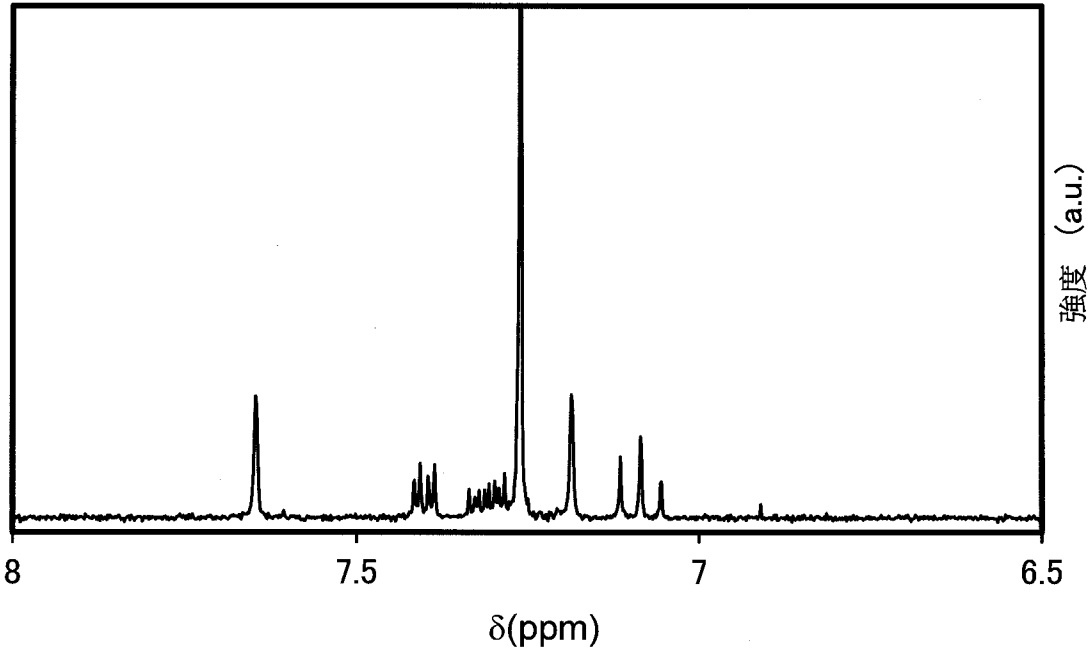


圖 17A

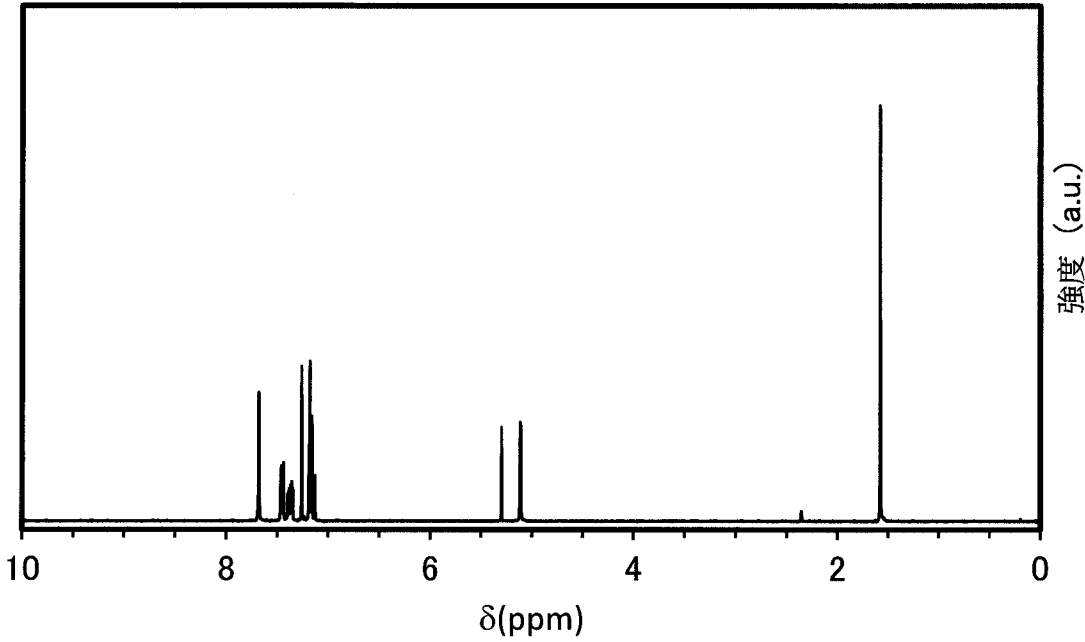


圖 17B

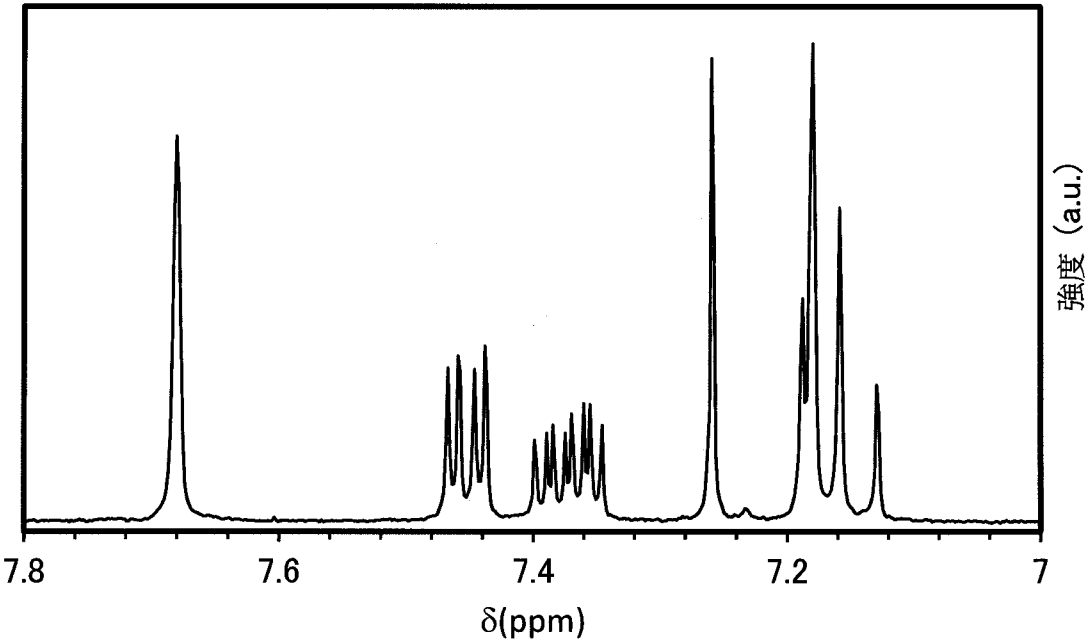


圖 18A

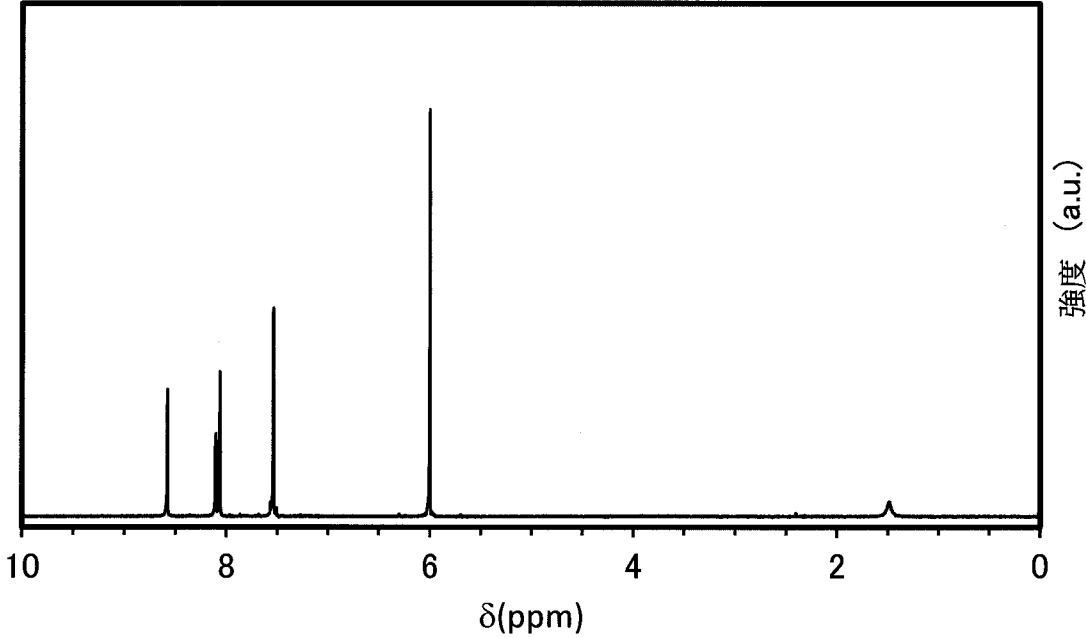


圖 18B

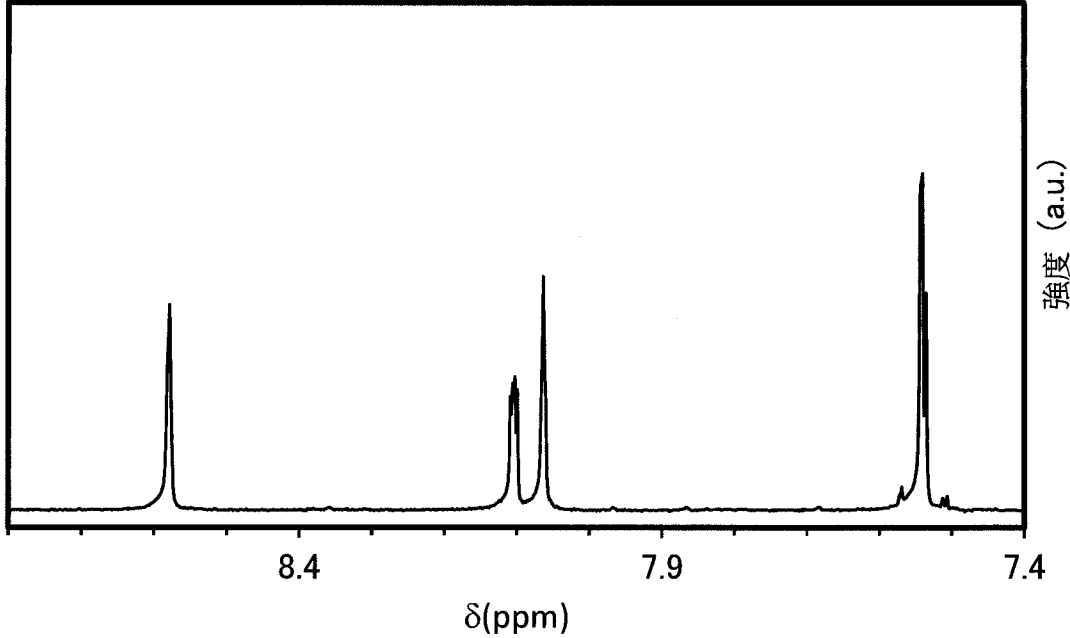


圖 19A

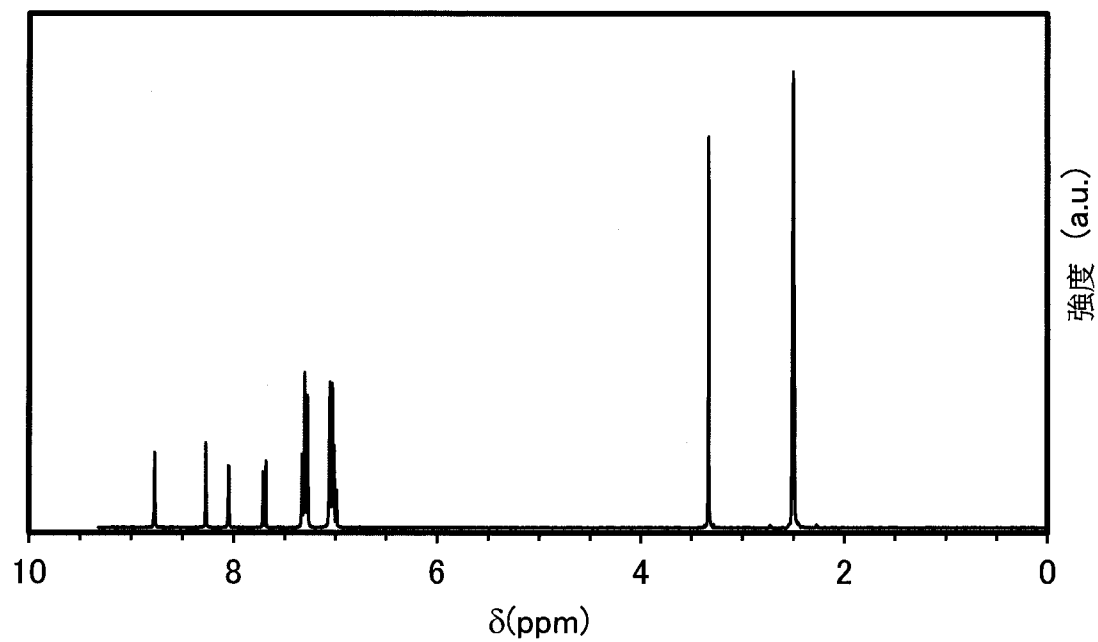


圖 19B

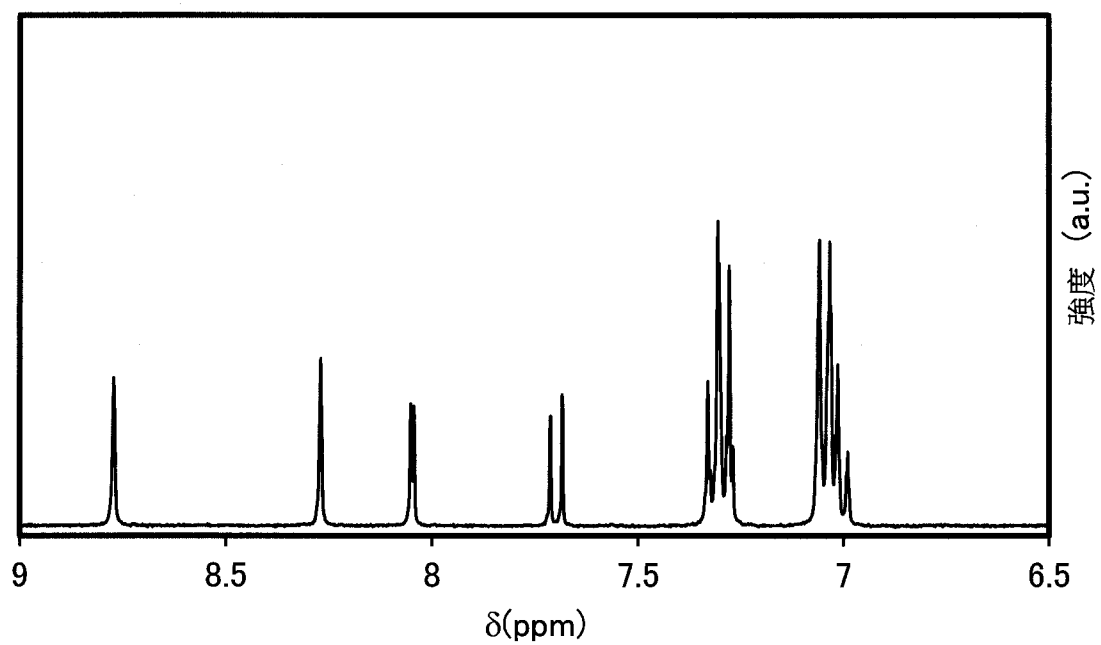


圖 20

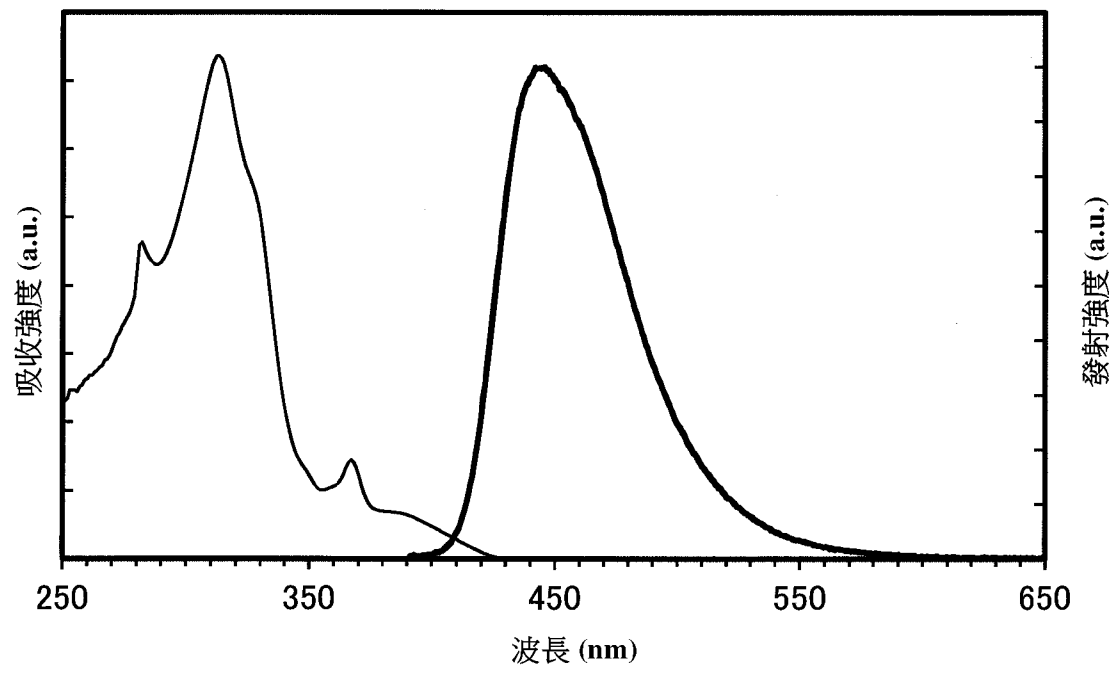


圖 21

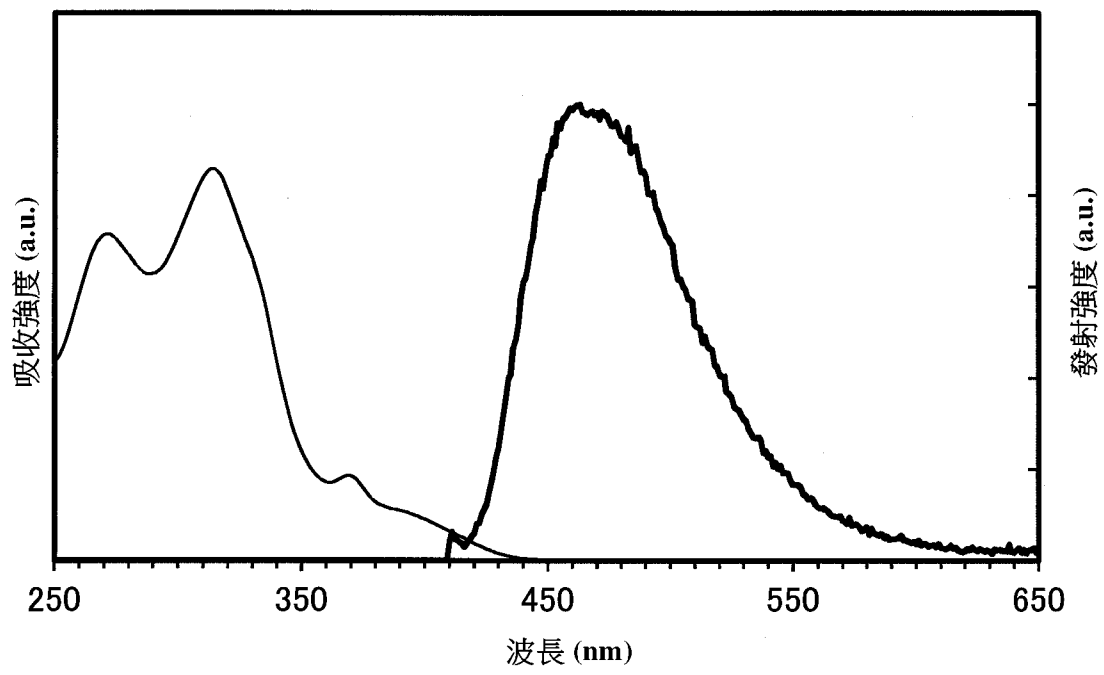


圖 22

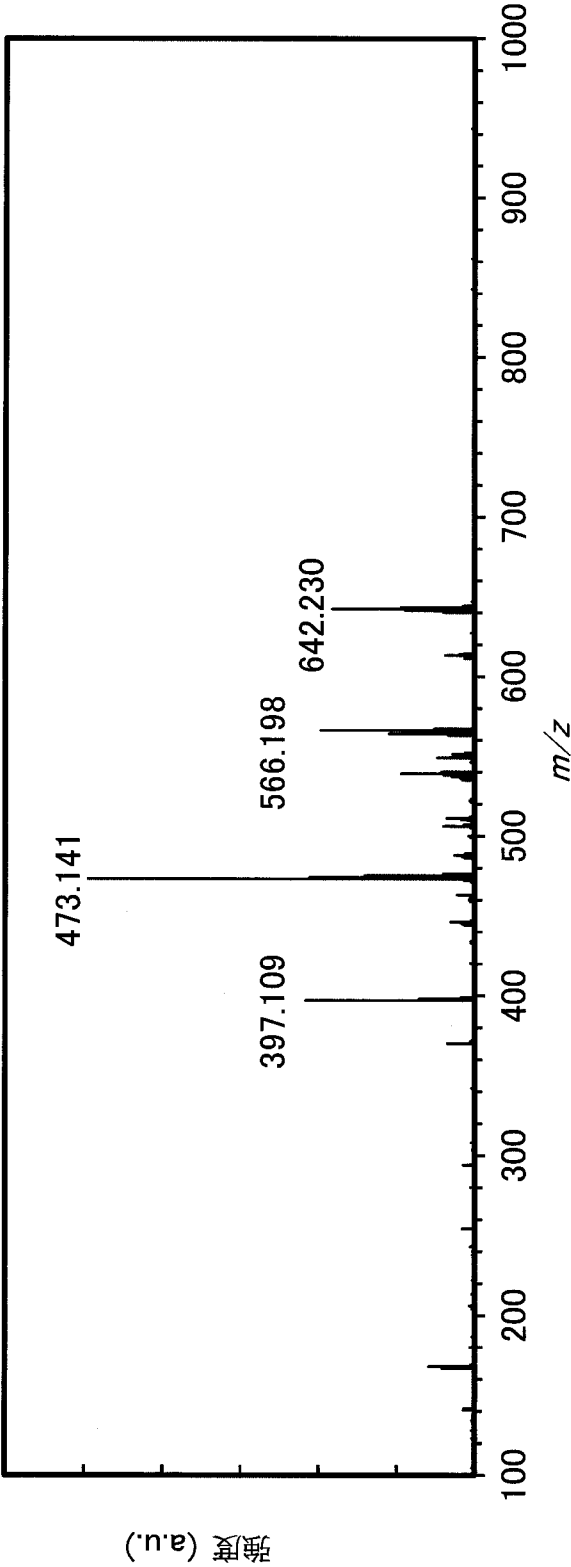


圖 23A

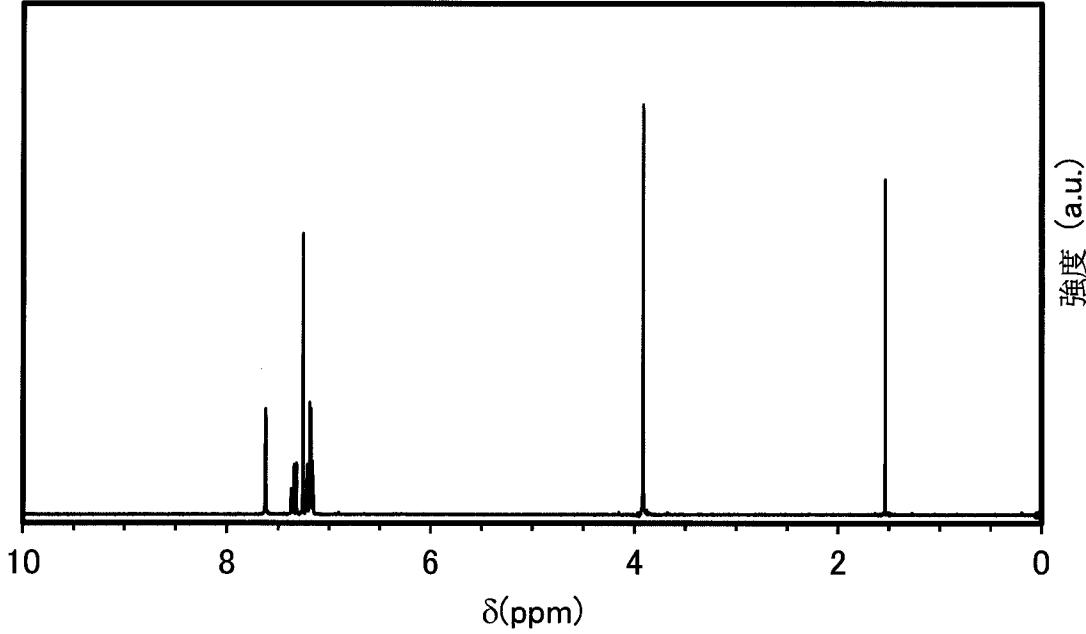


圖 23B

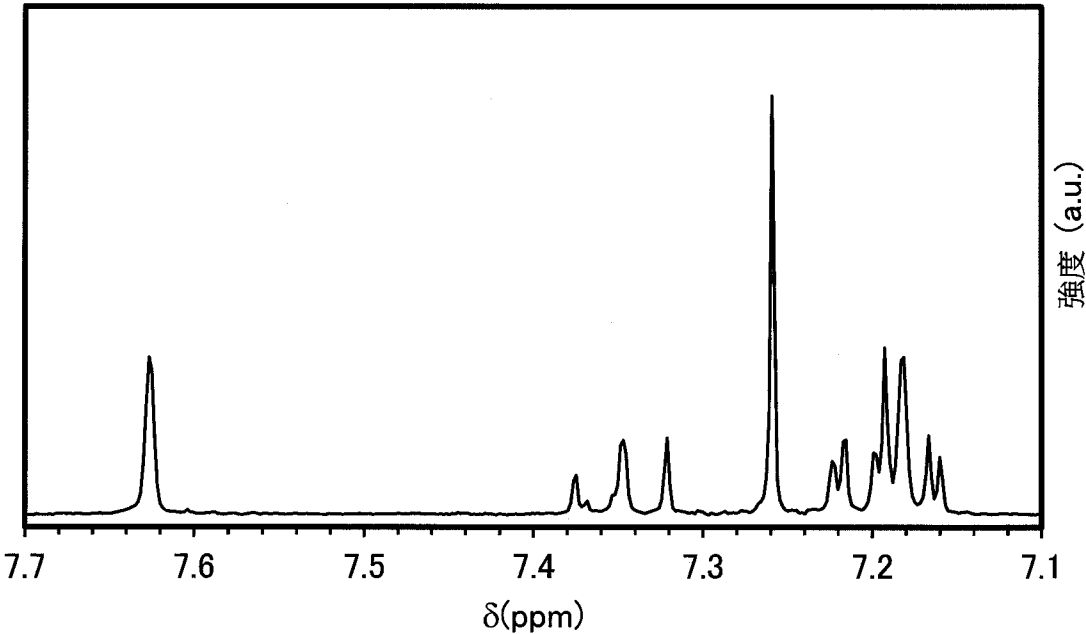


圖 24A

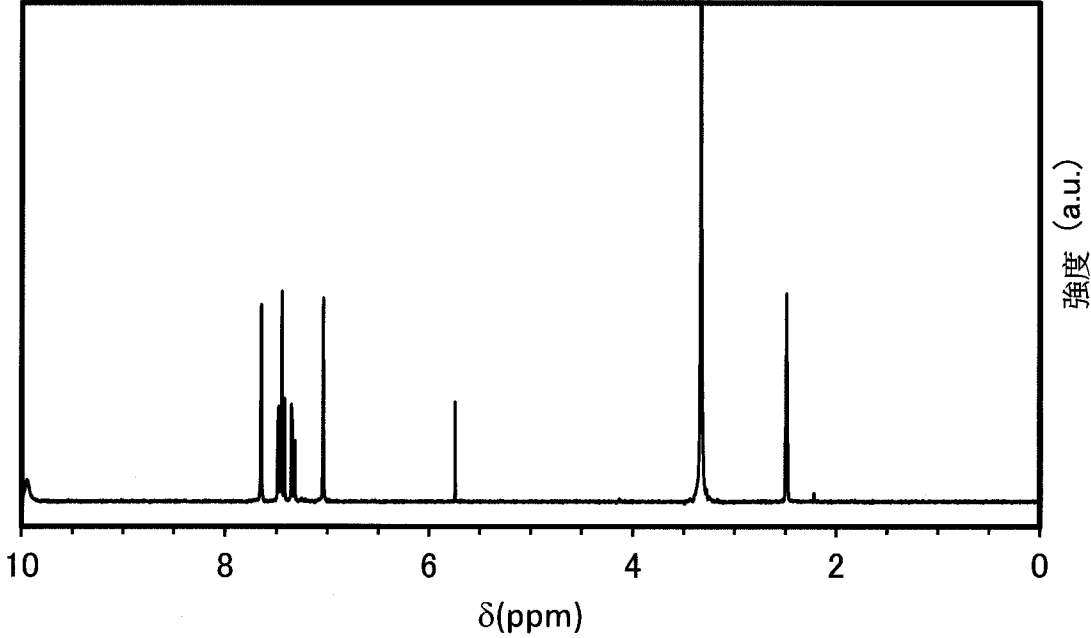


圖 24B

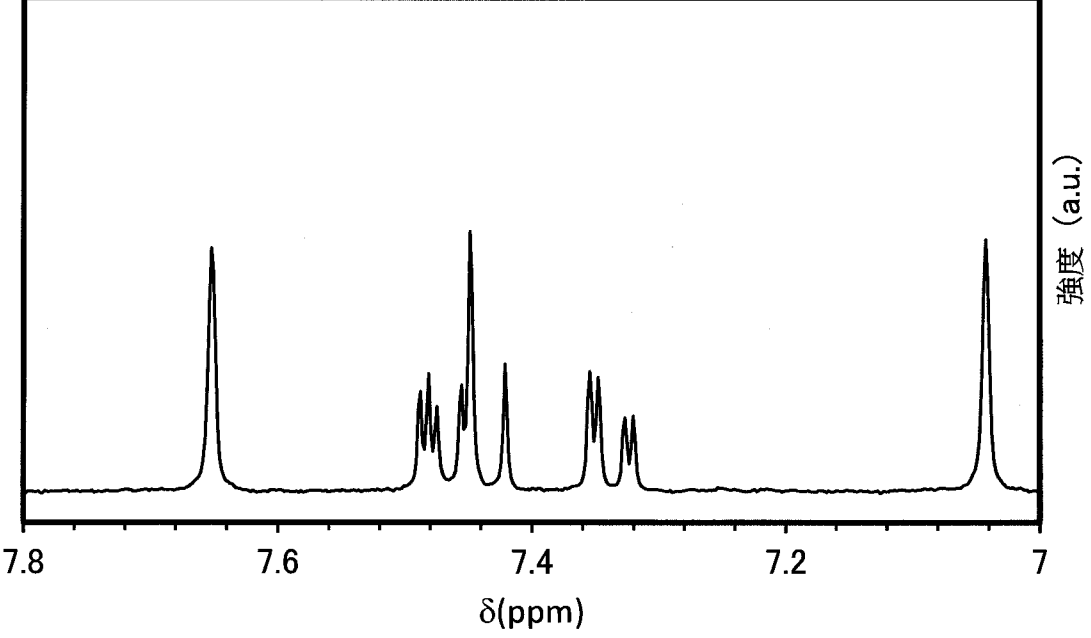


圖 25A

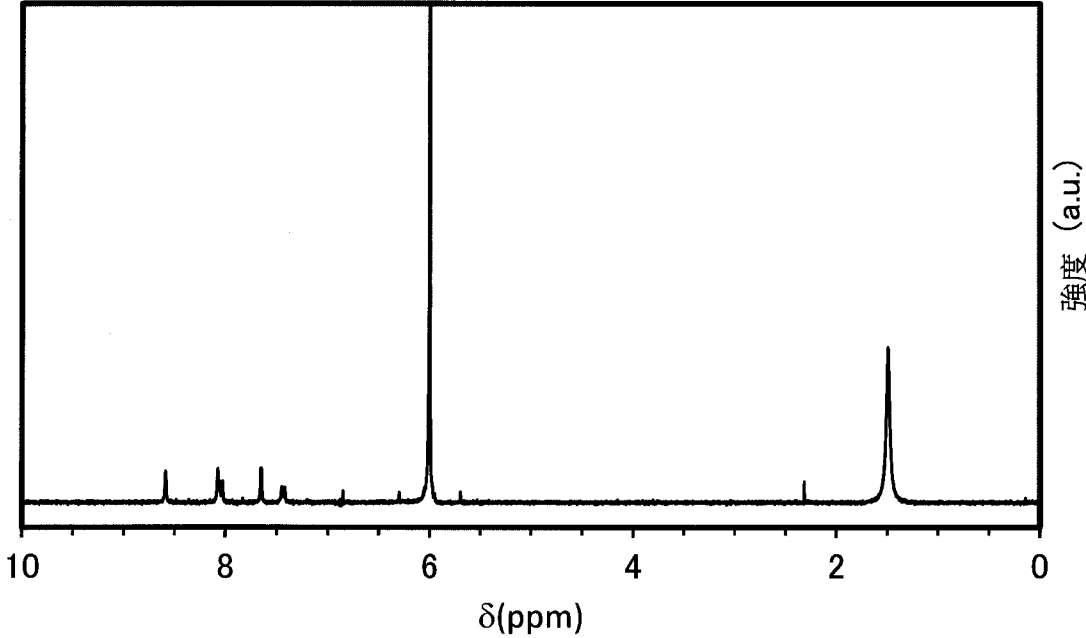


圖 25B

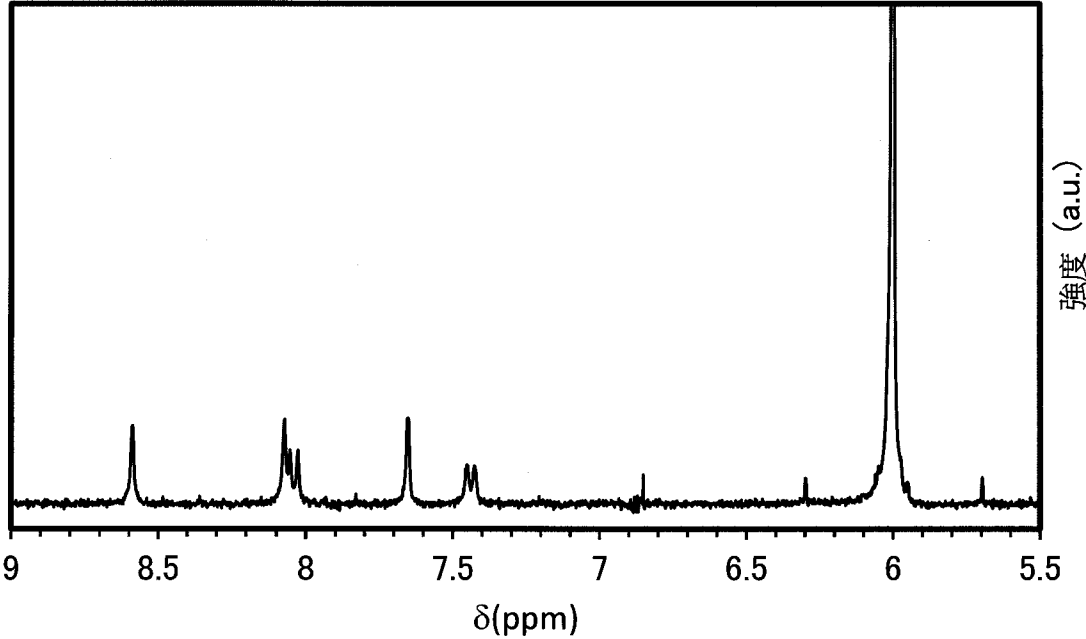


圖 26A

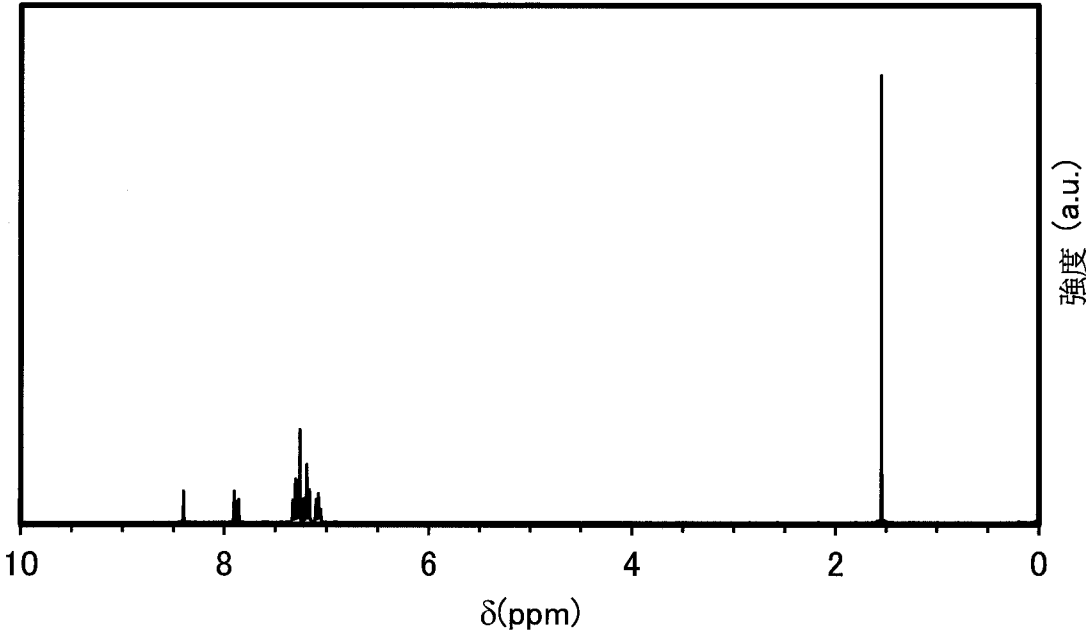


圖 26B

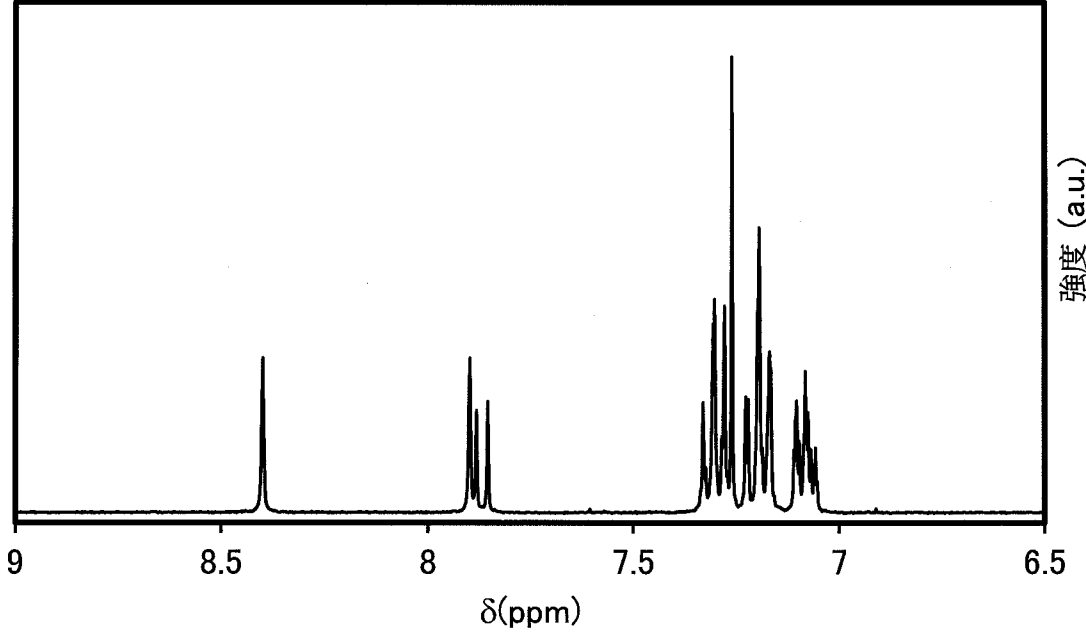


圖 27

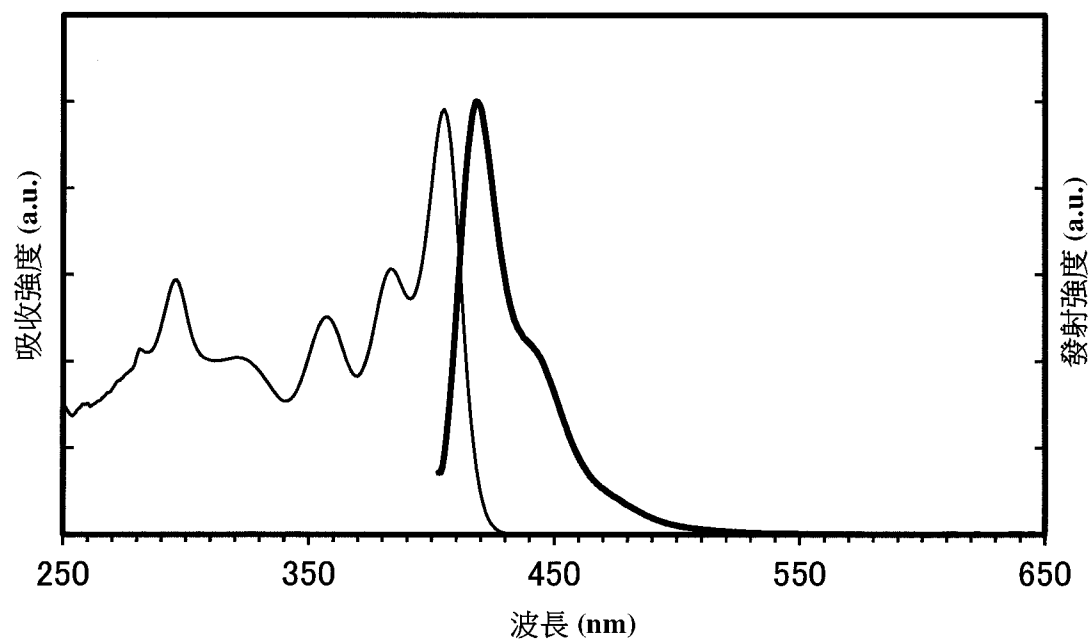


圖 28

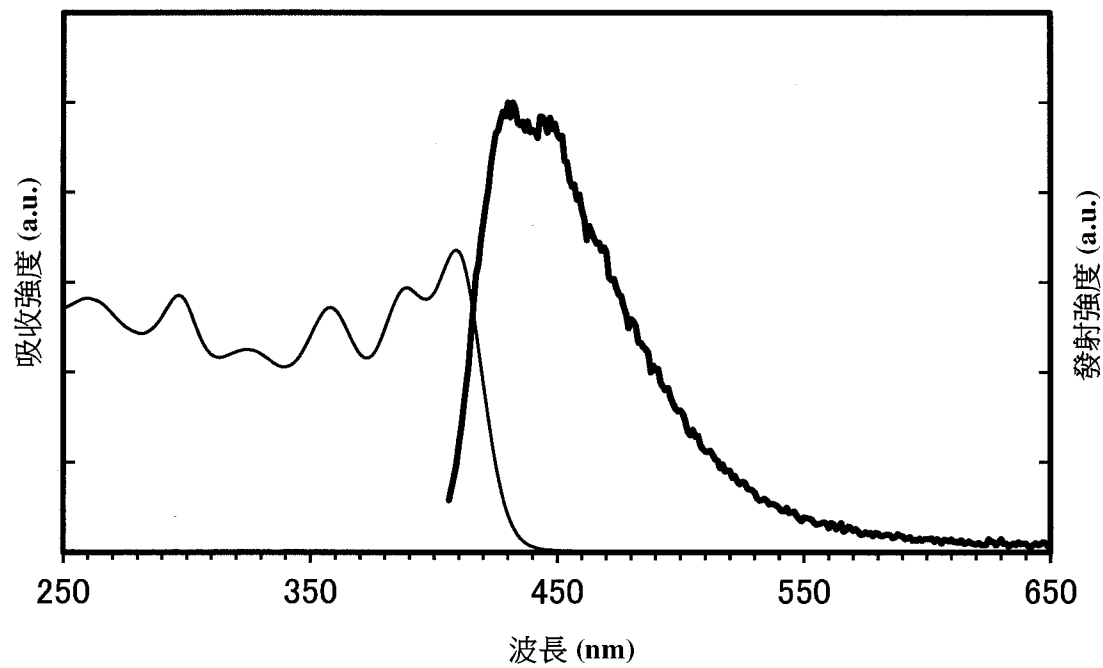


圖 29

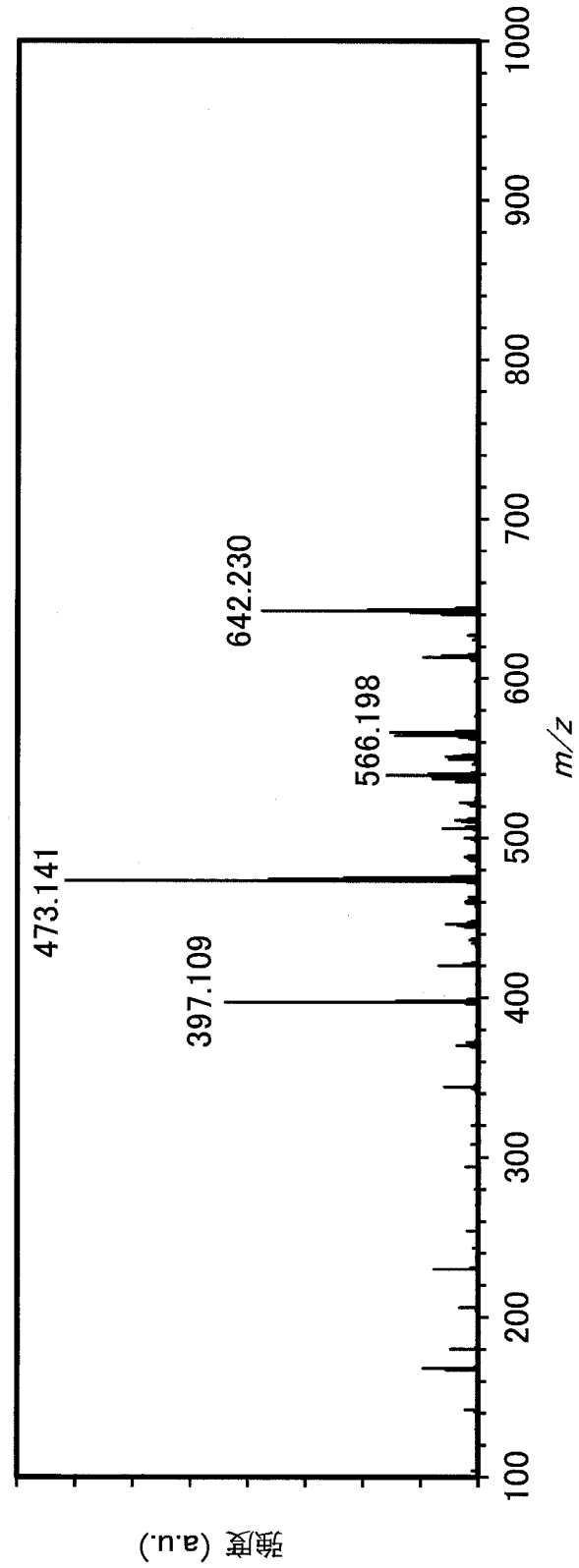


圖 30A

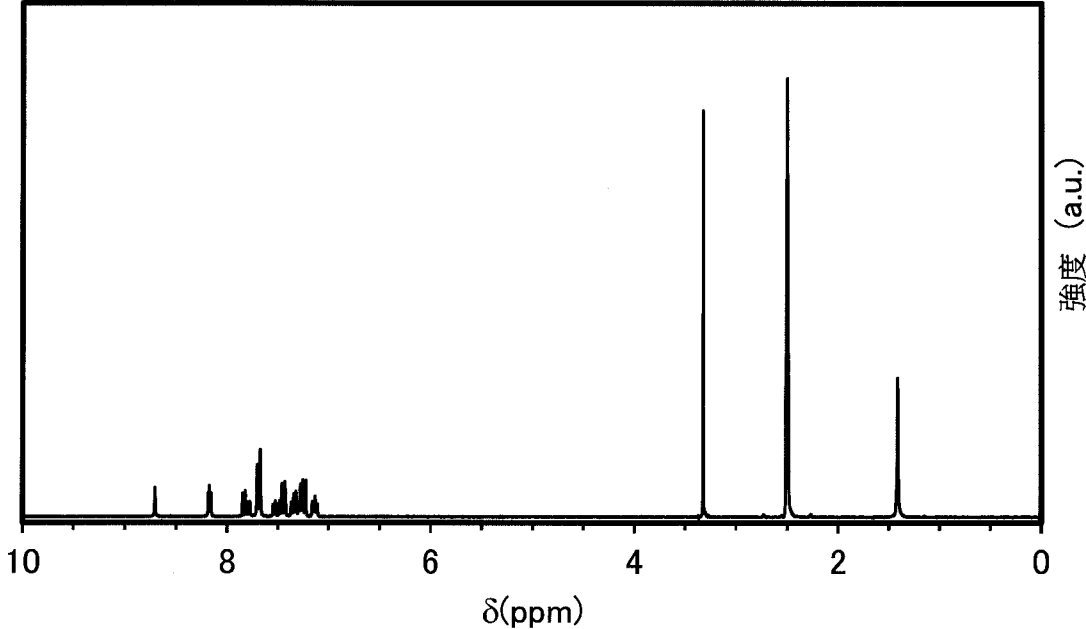


圖 30B

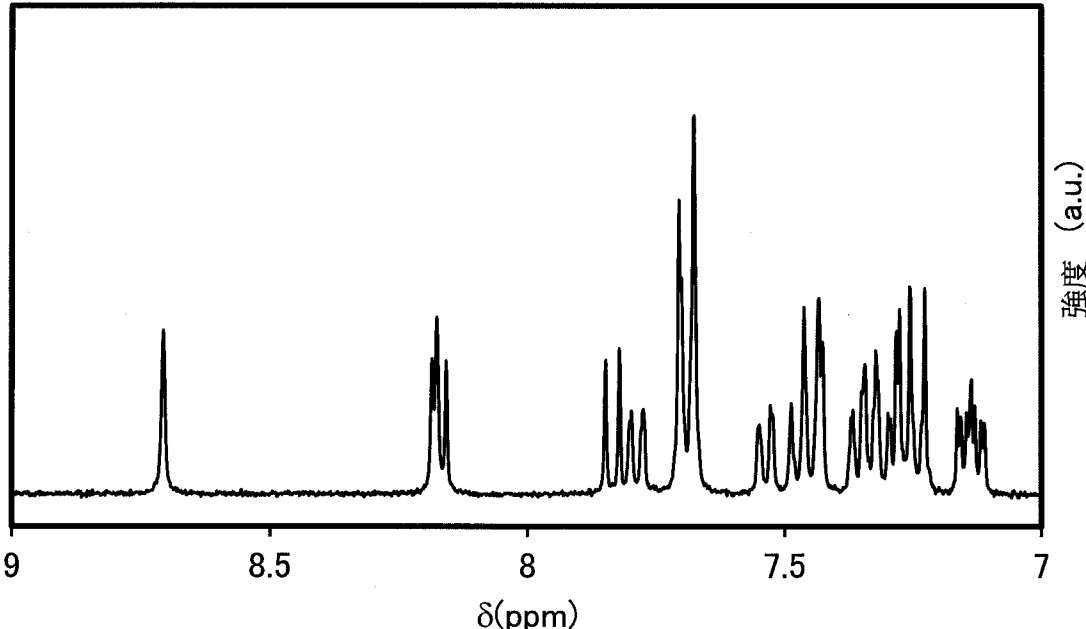


圖 31

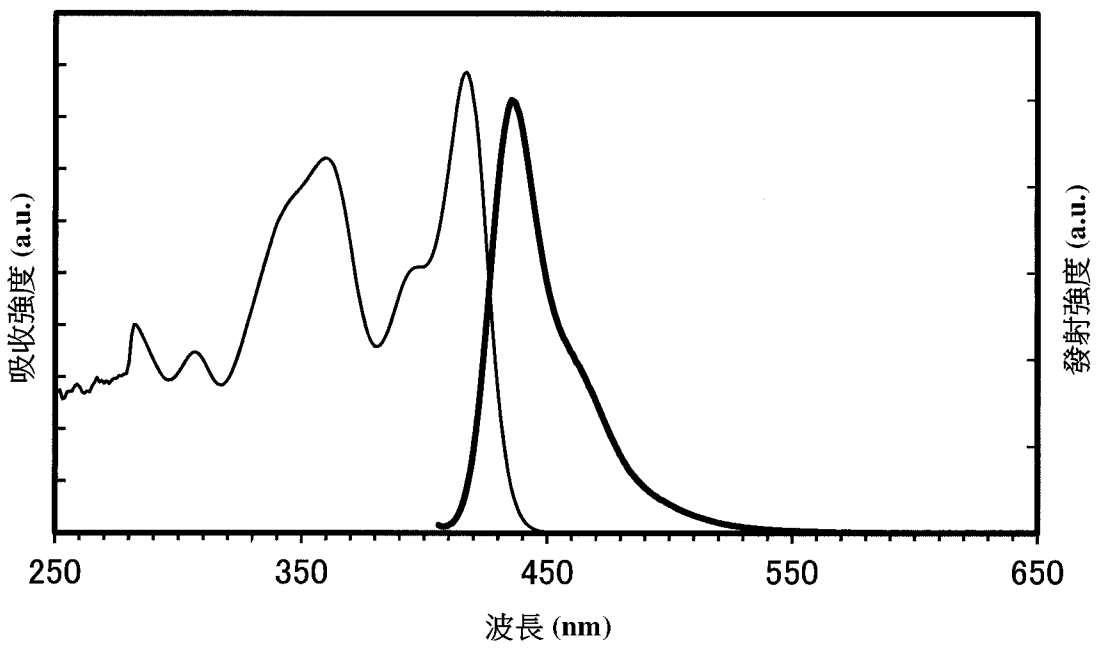


圖 32

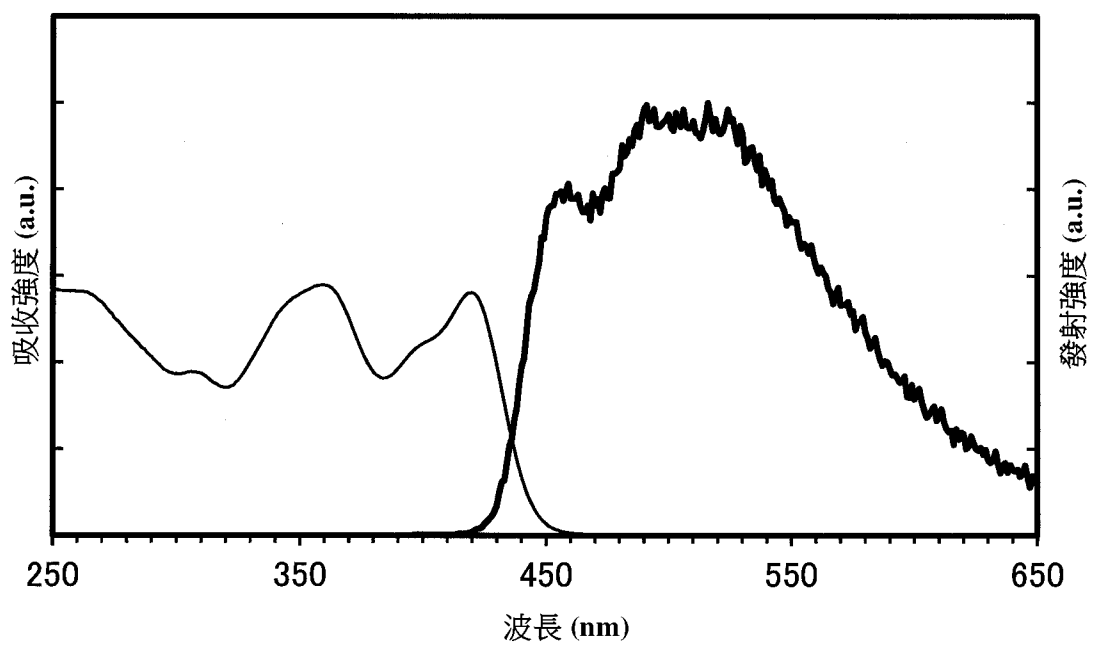


圖 33

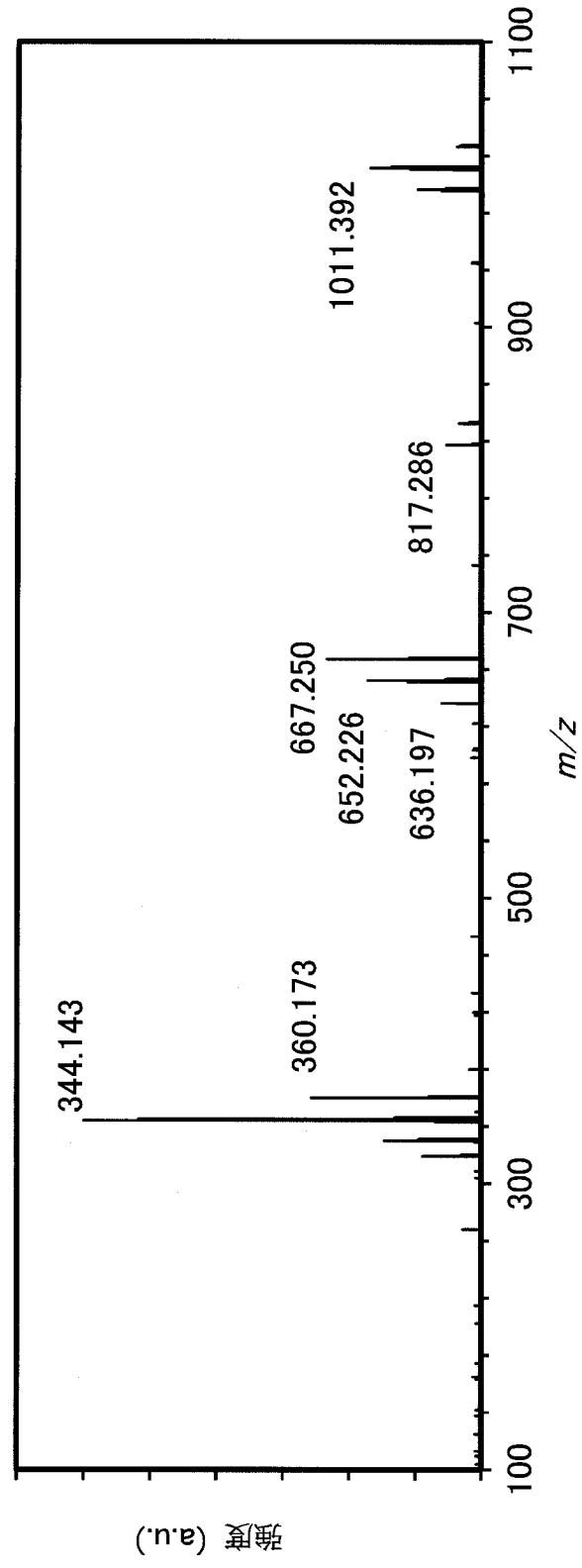


圖 34A

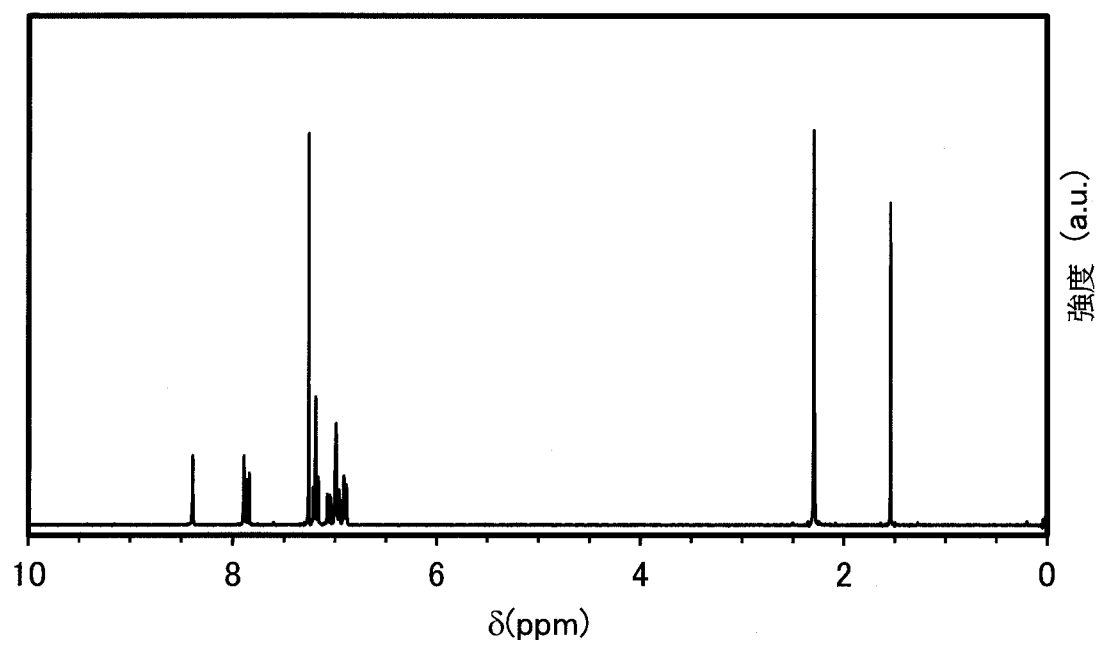


圖 34B

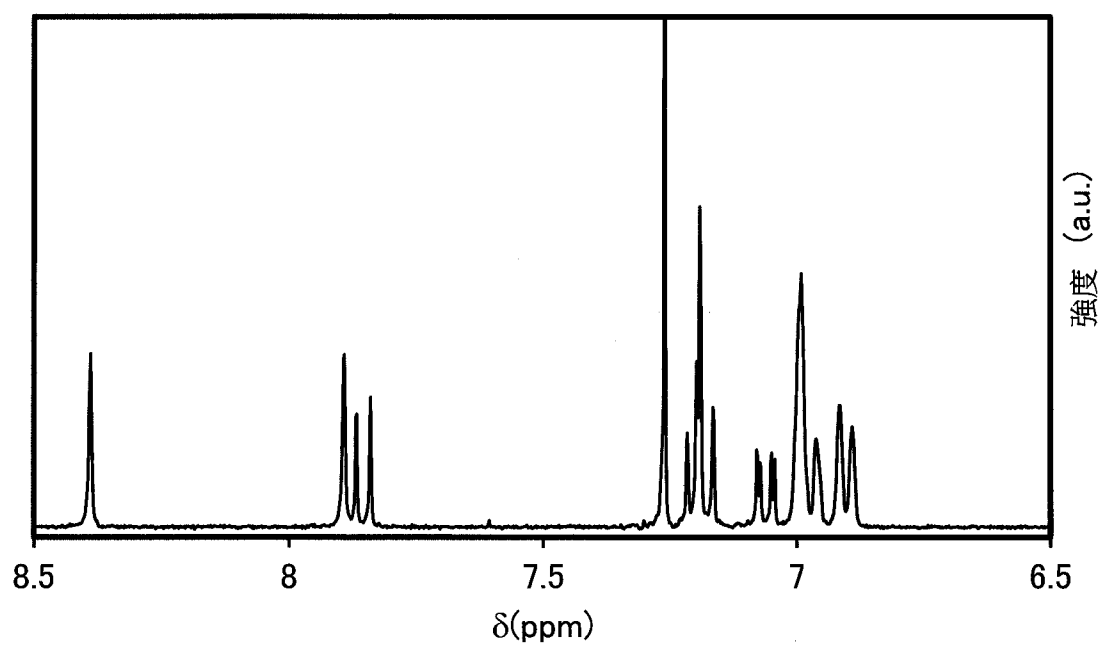


圖 35

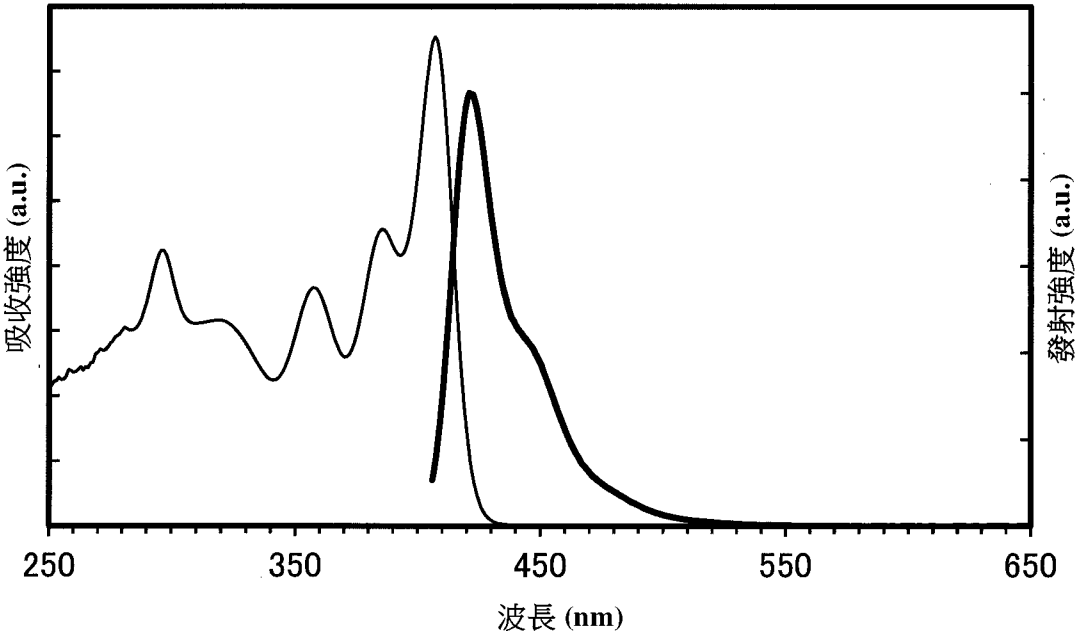


圖 36

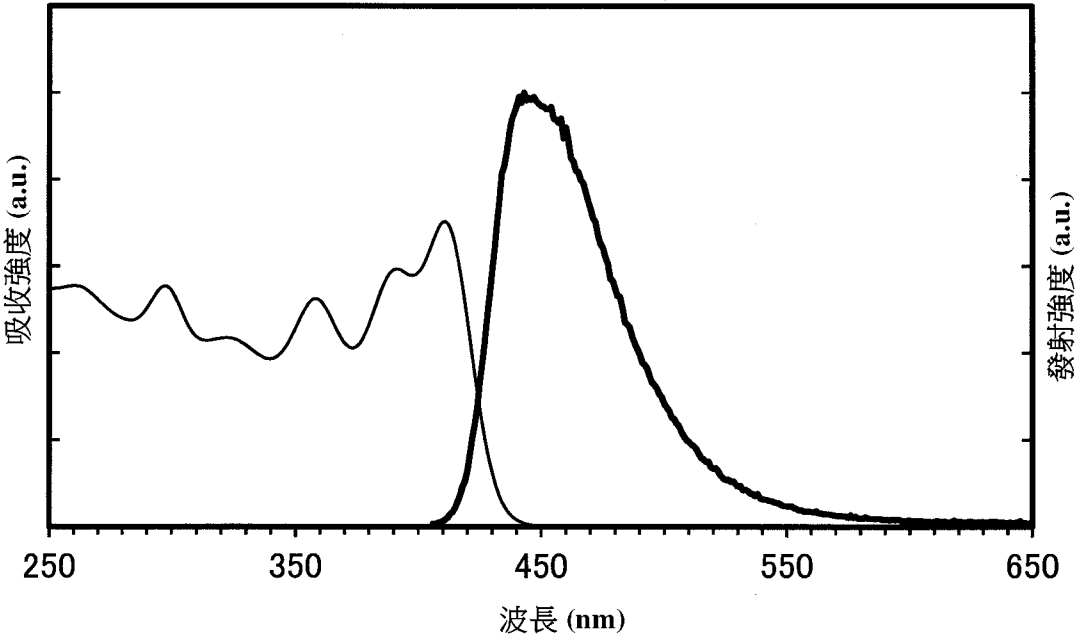


圖 37

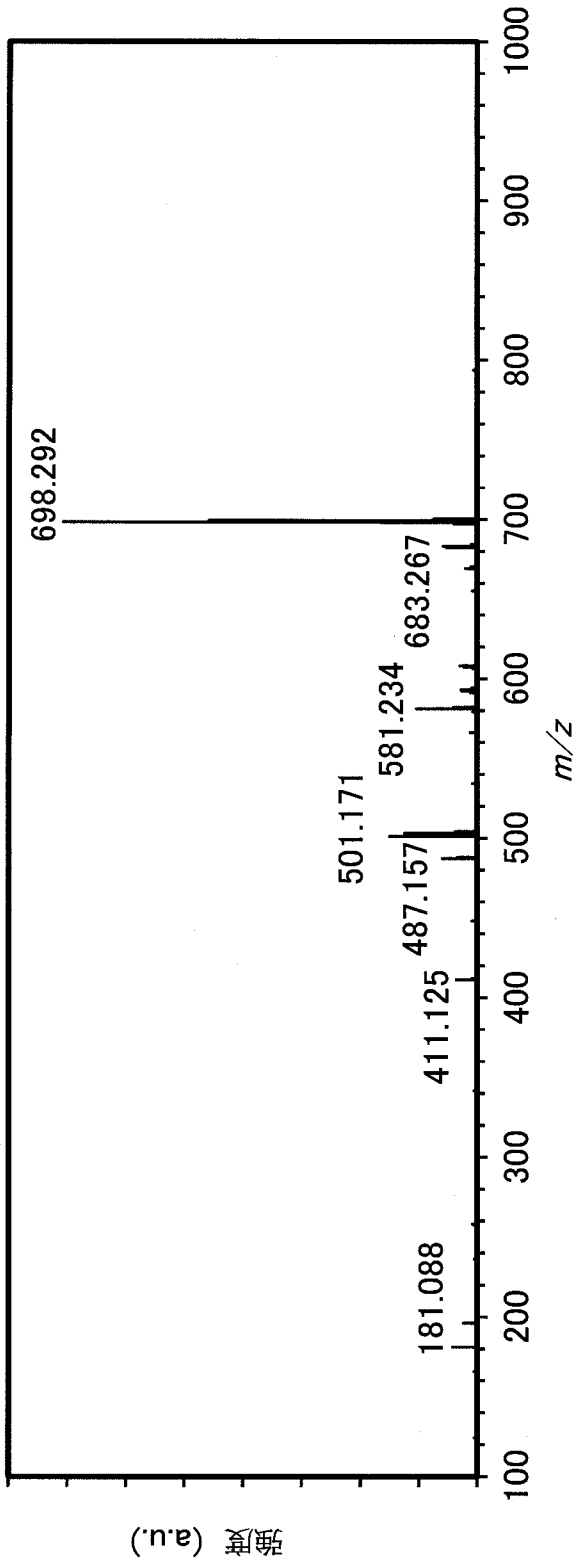


圖 38A

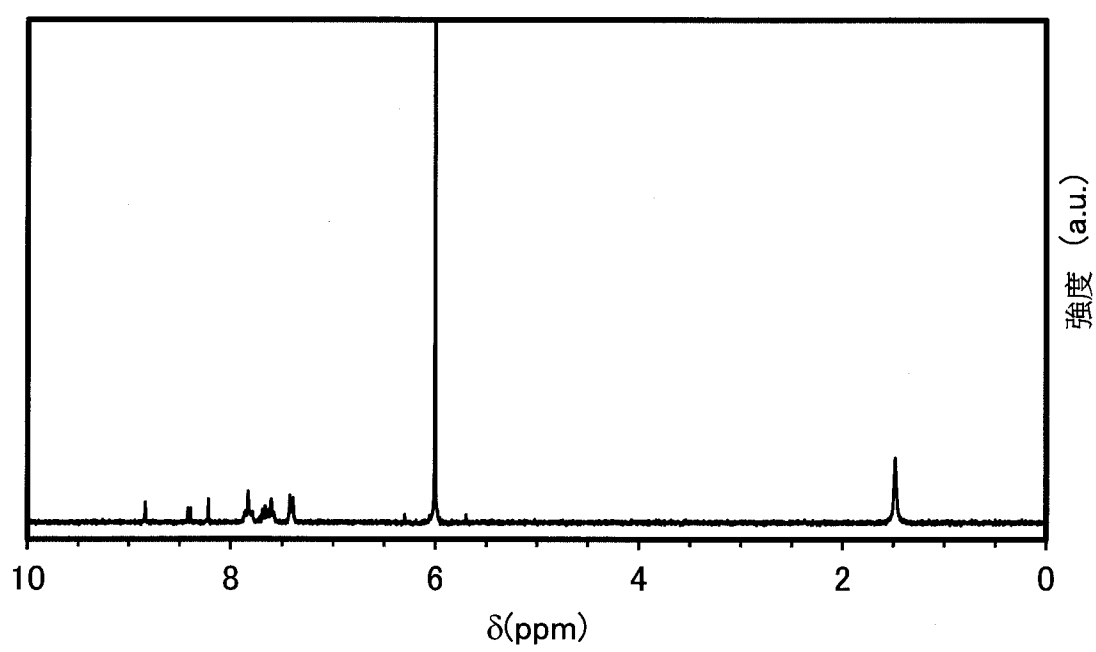


圖 38B

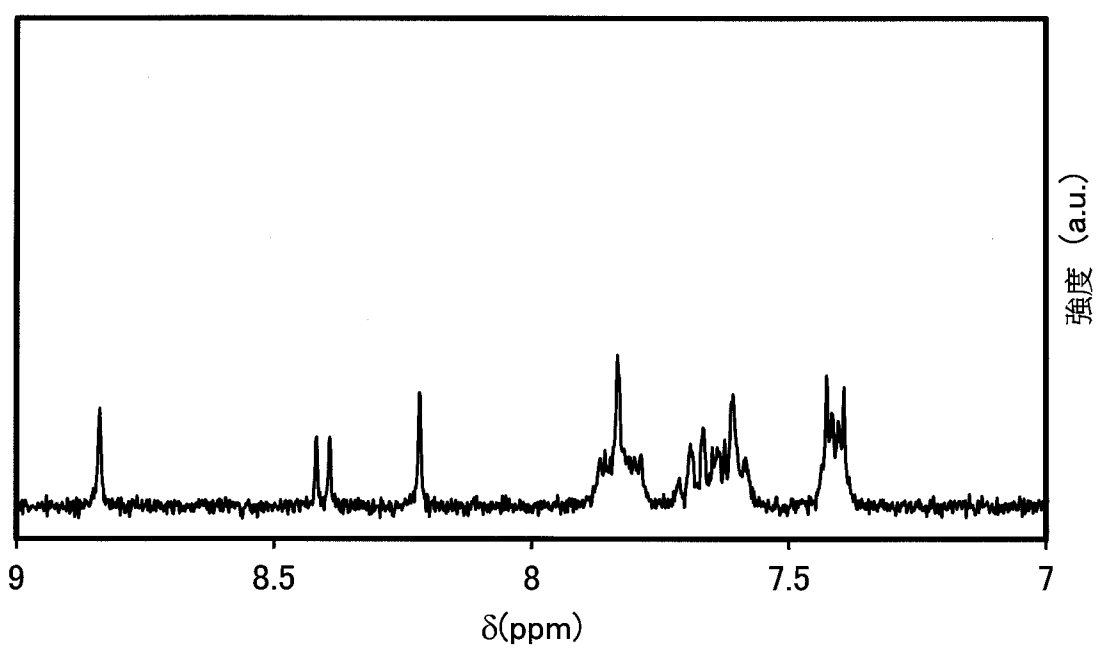


圖 39

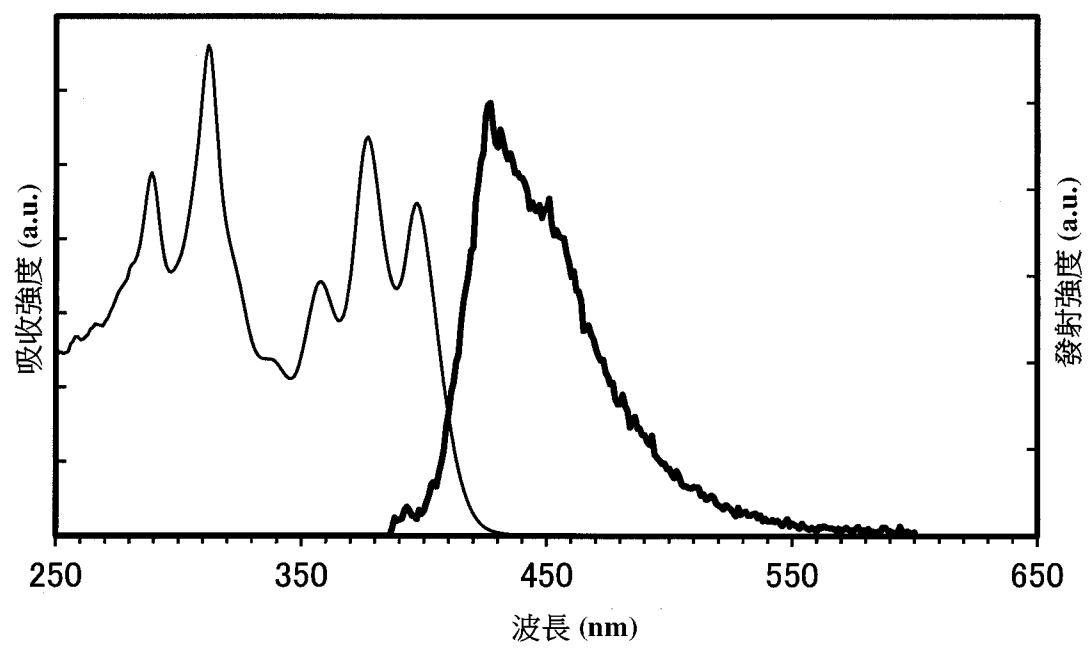


圖 40

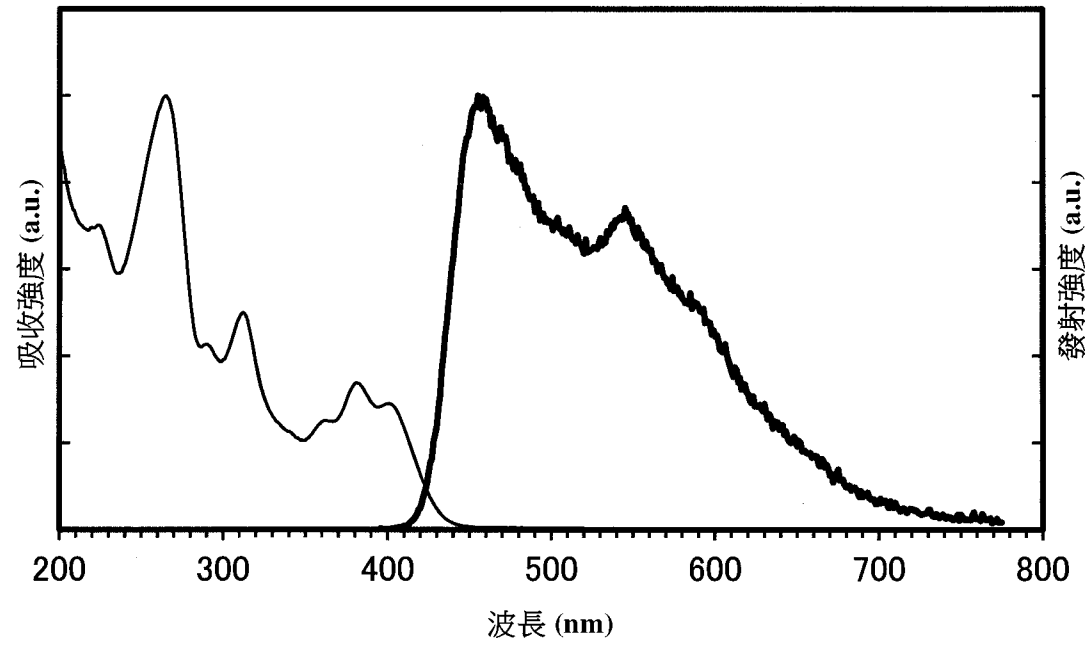


圖 41

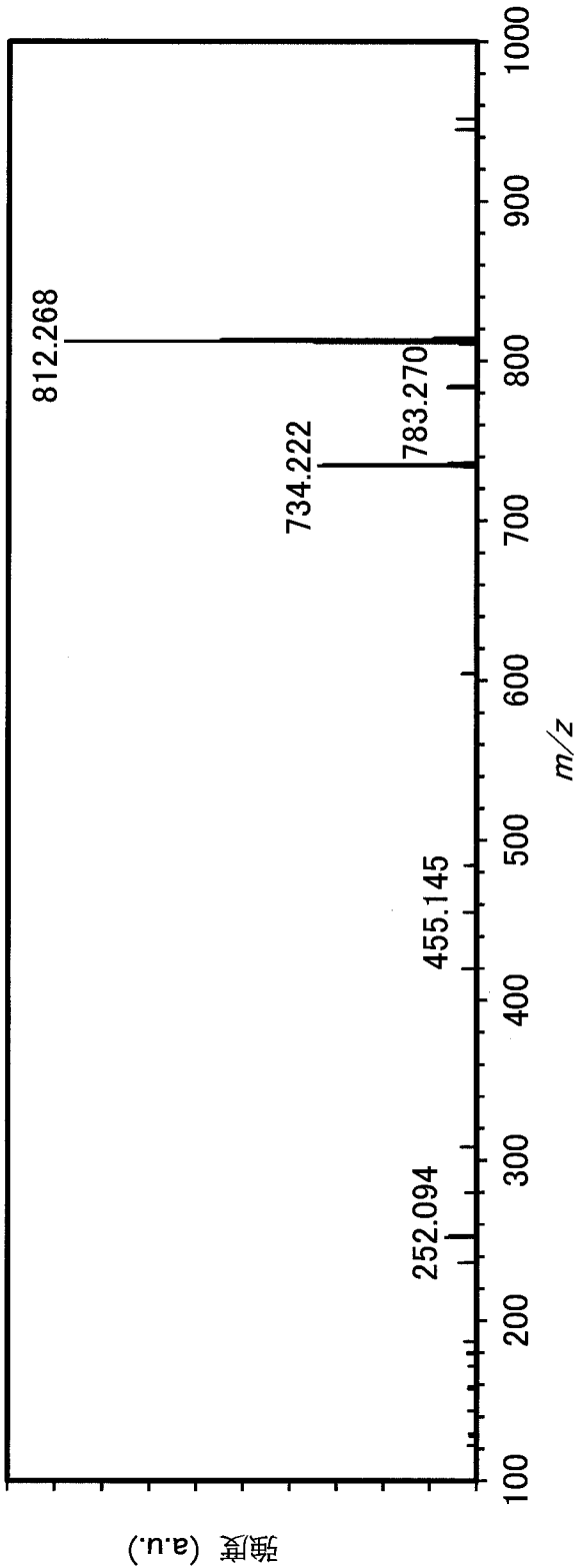


圖 42

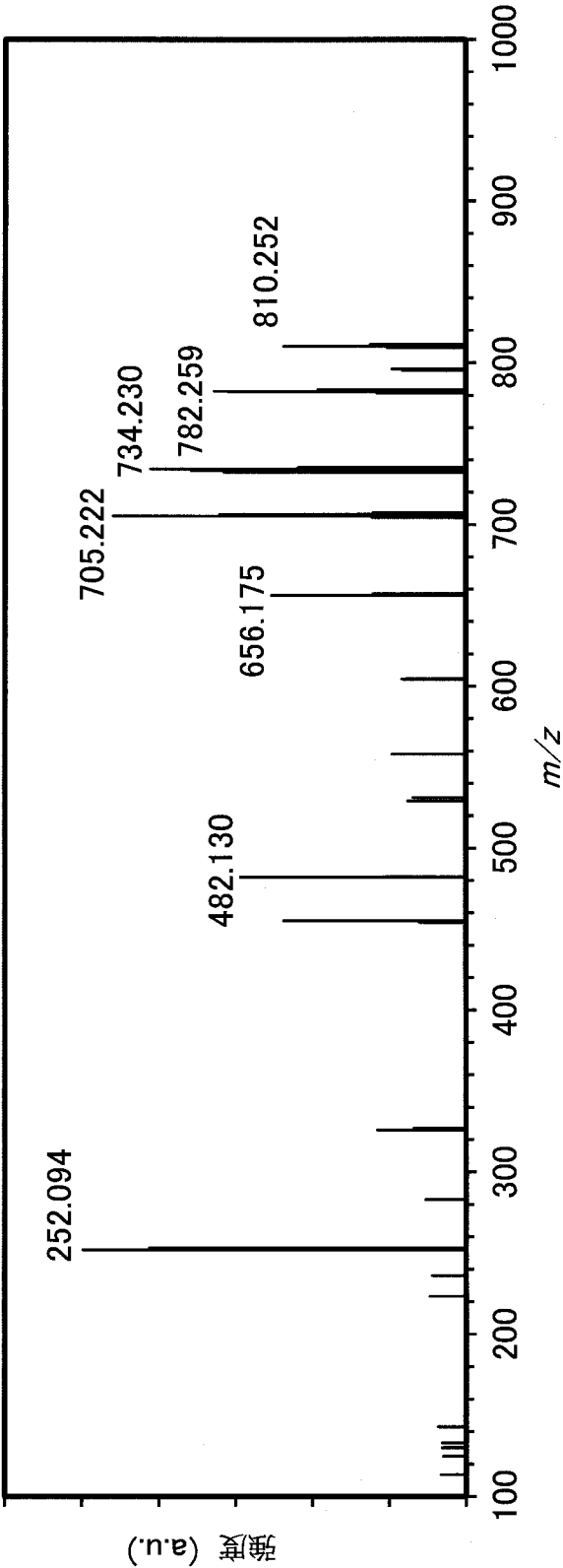


圖 43A

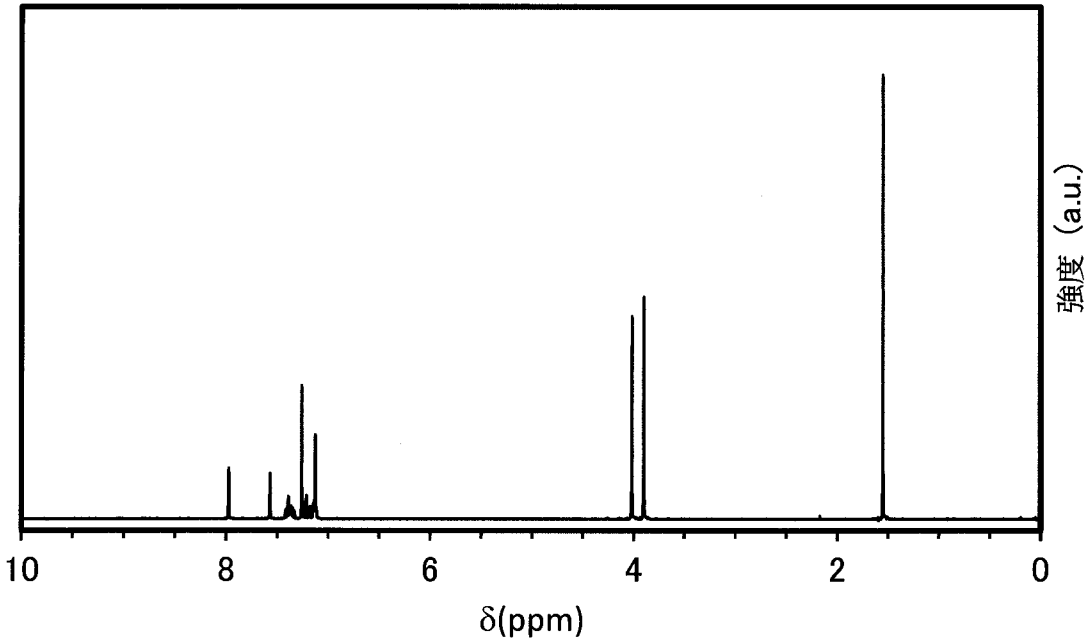


圖 43B

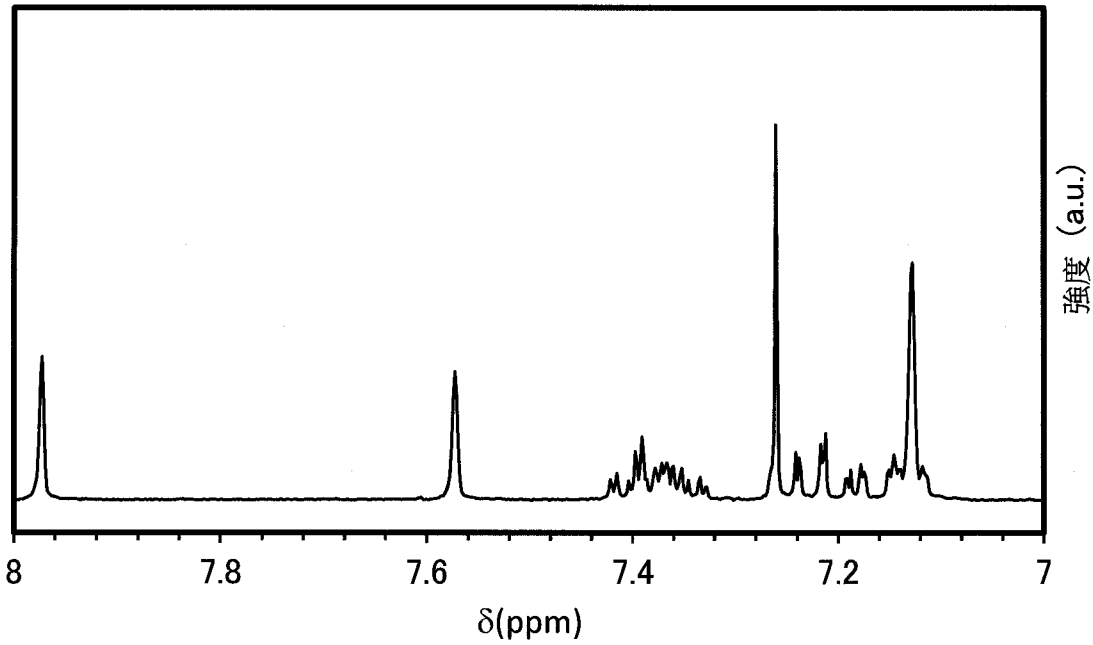


圖 44A

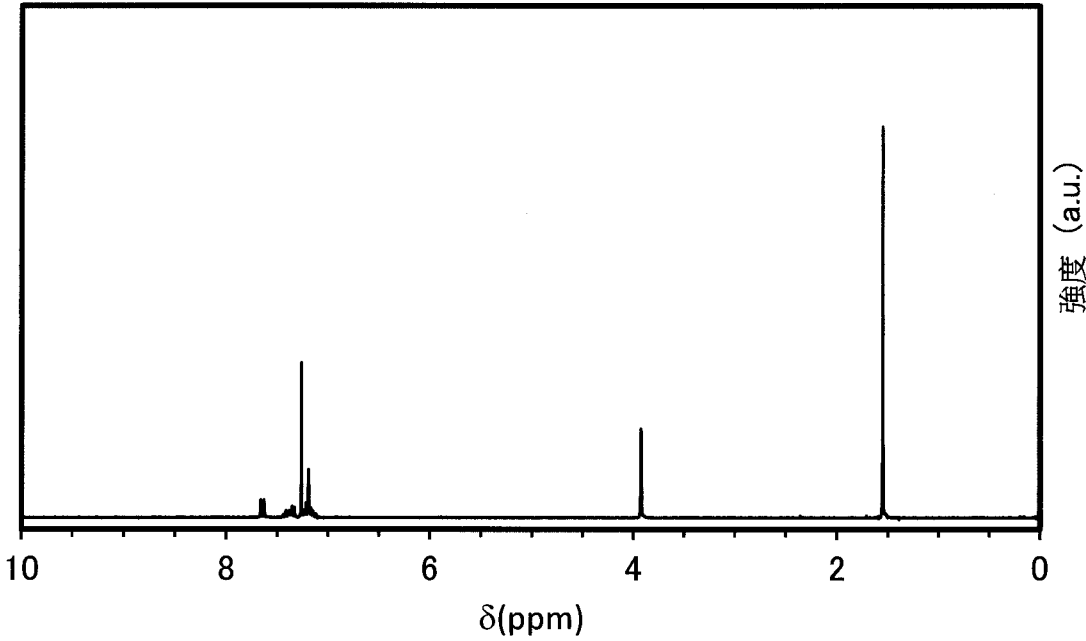


圖 44B

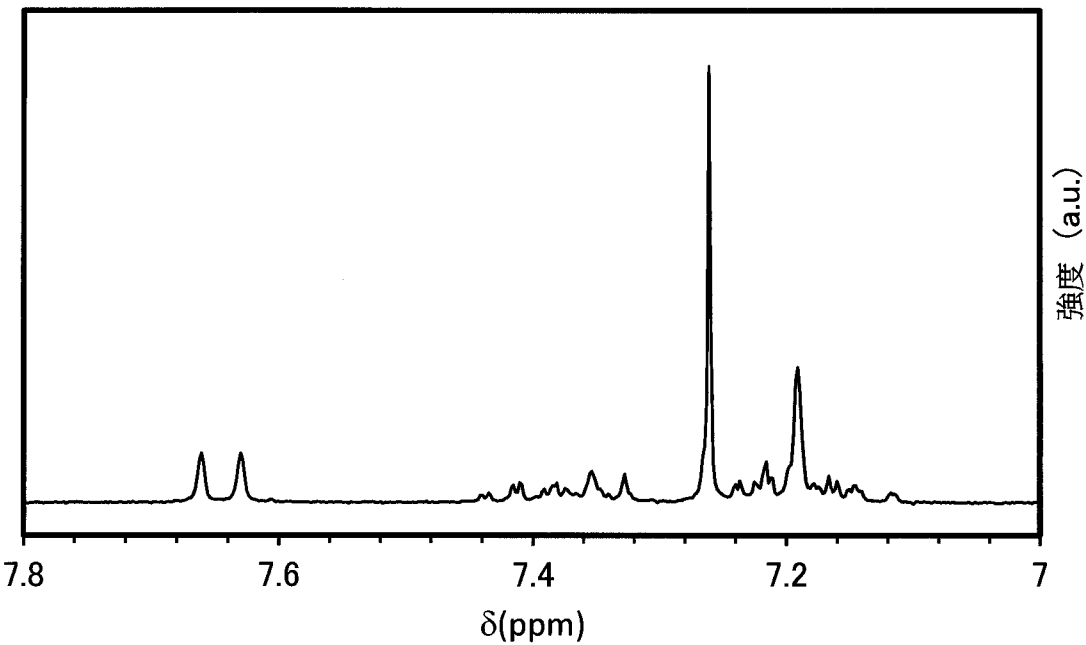


圖 45A

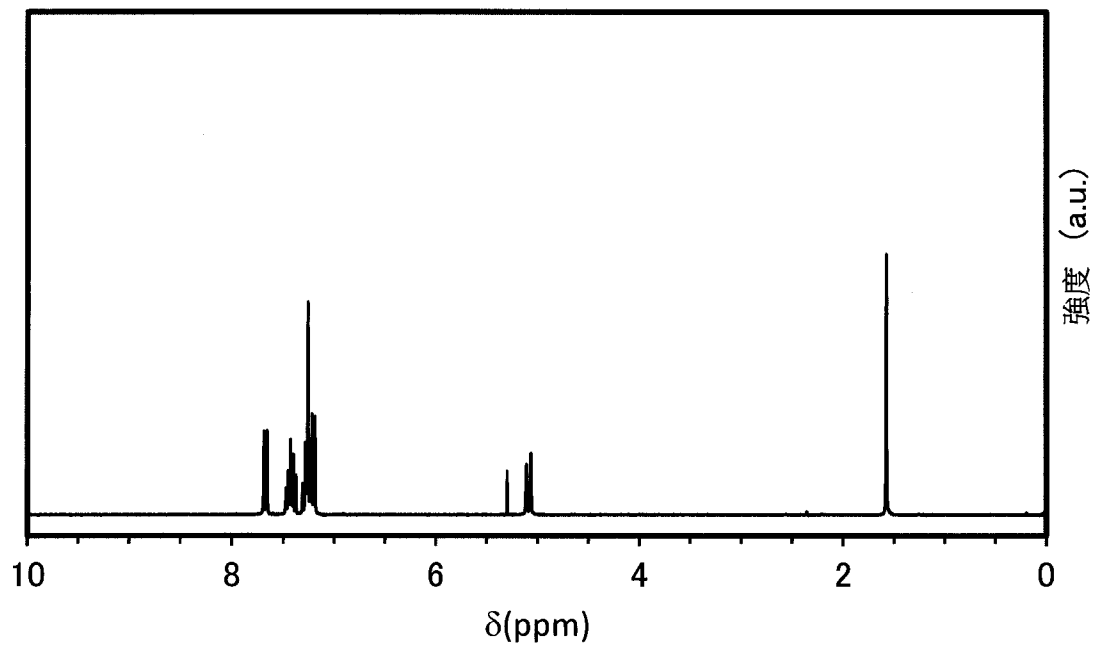


圖 45B

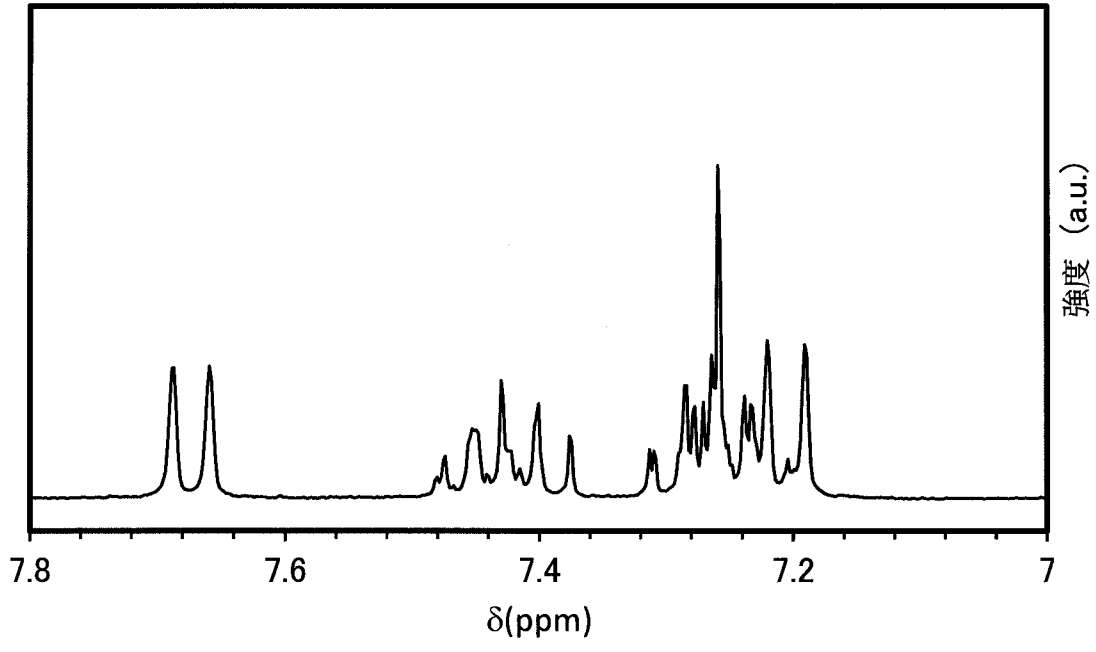


圖 46A

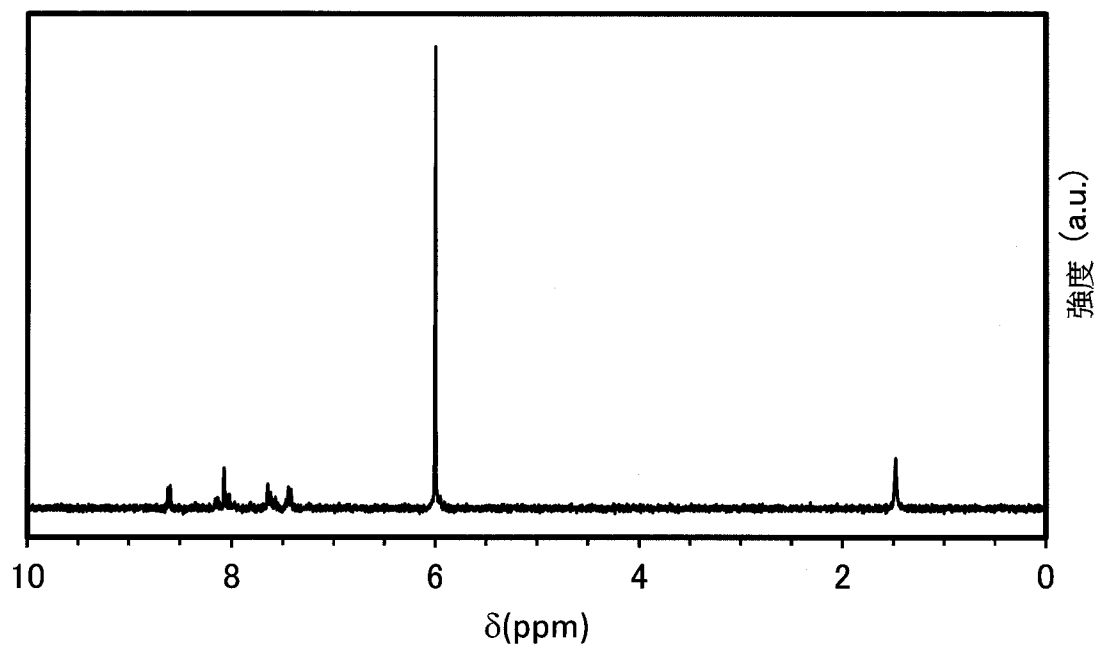


圖 46B

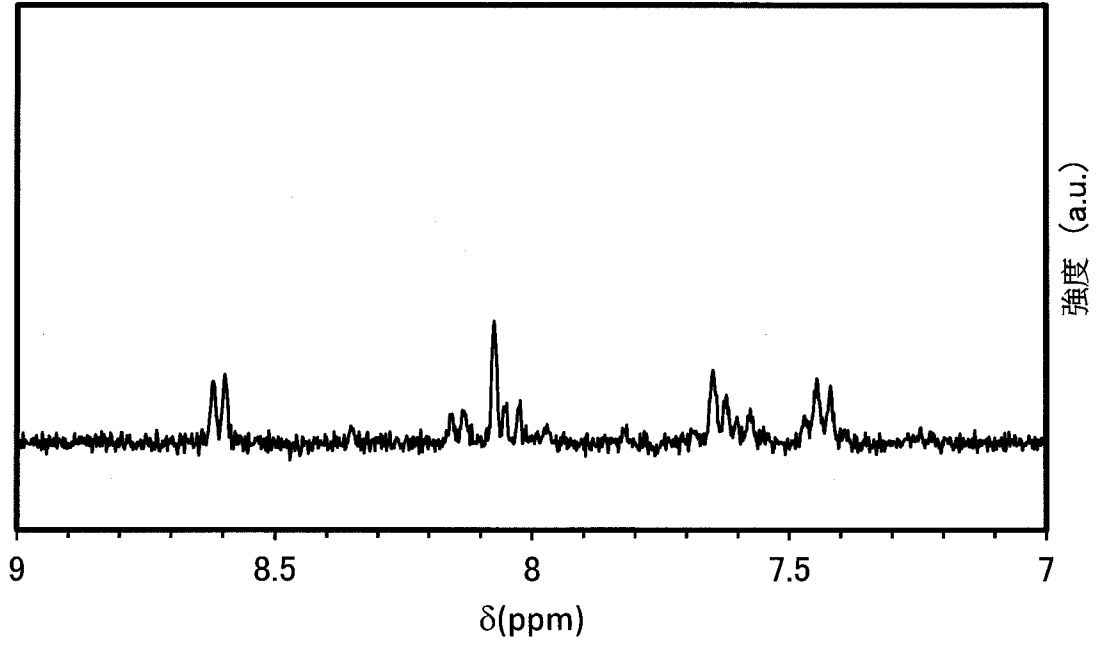


圖 47A

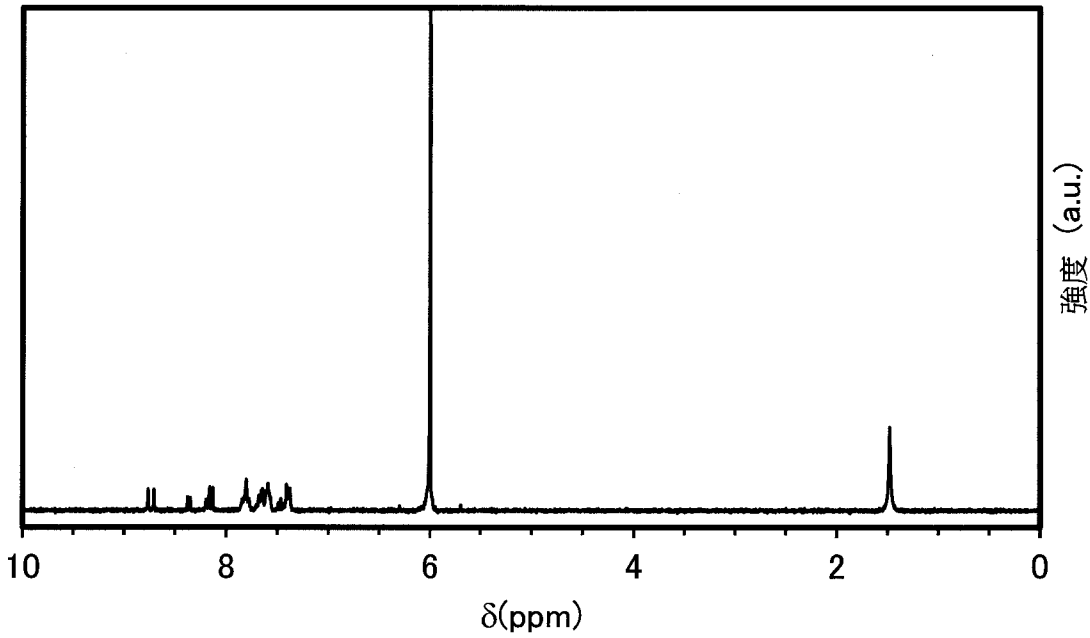


圖 47B

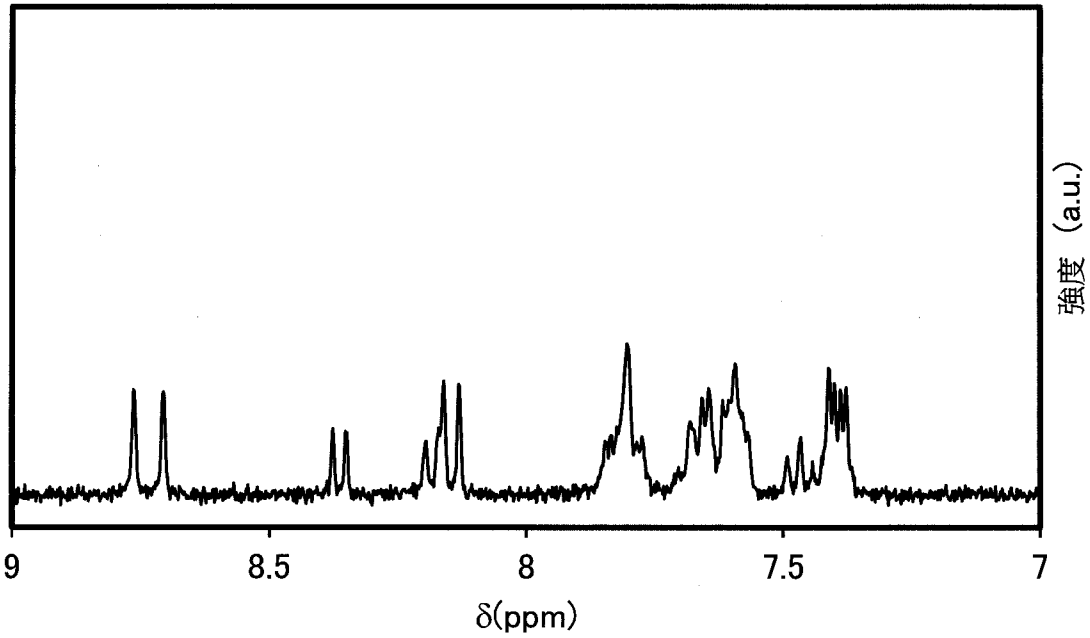


圖 48

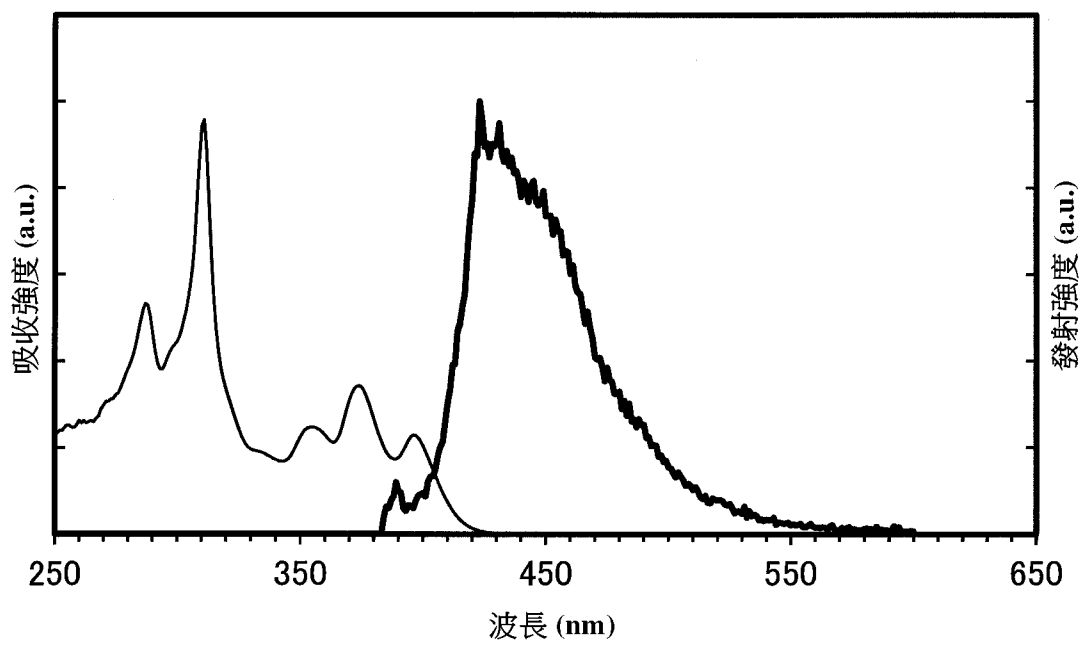


圖 49

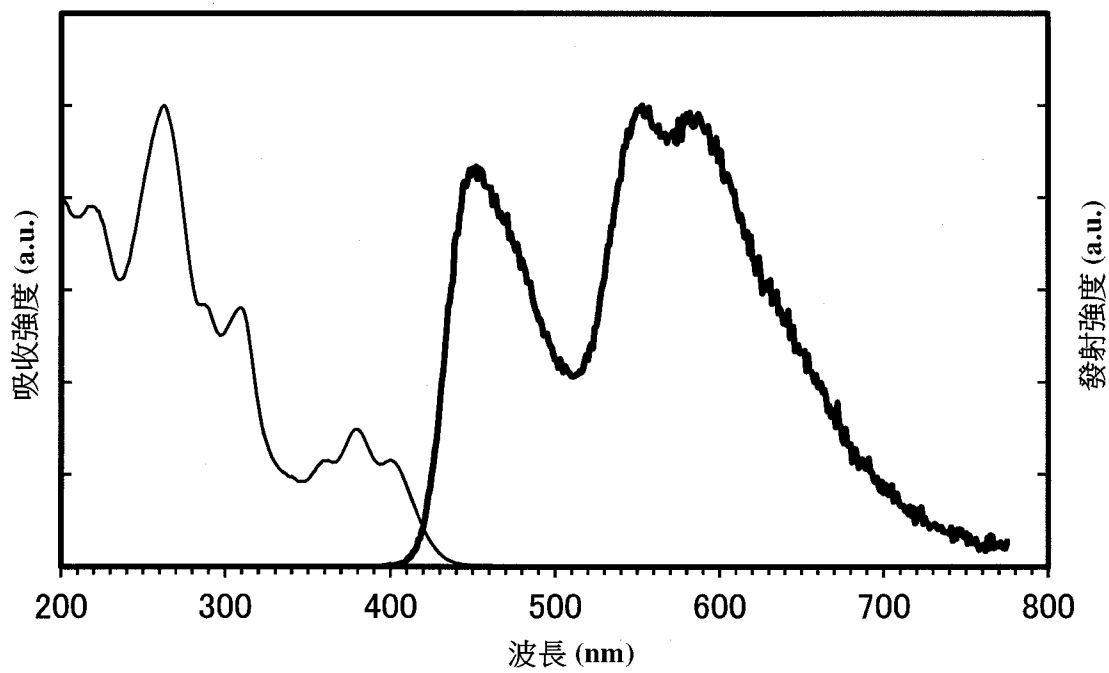


圖 50

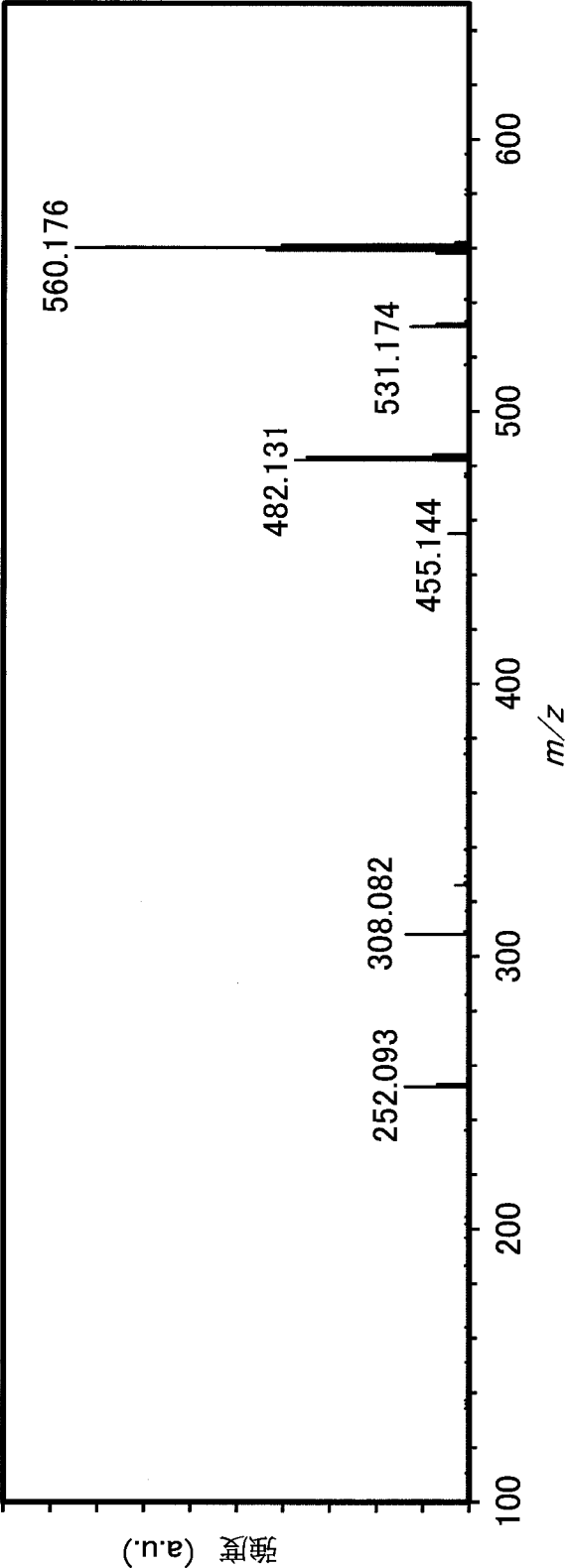


圖 51

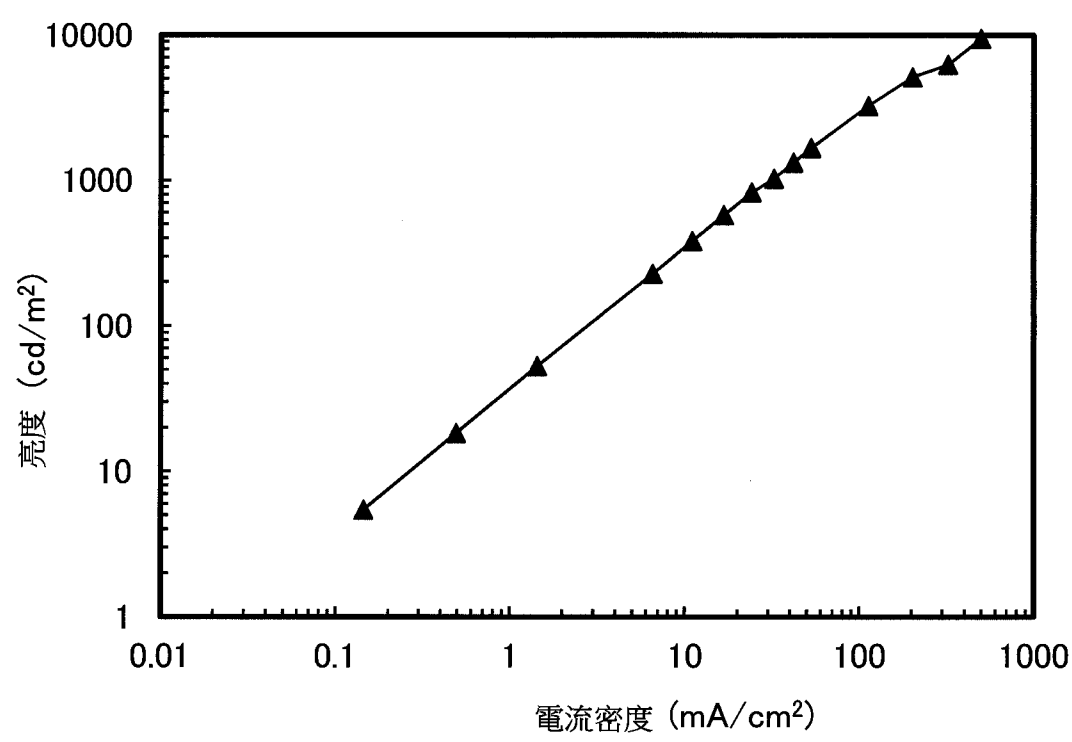


圖 52

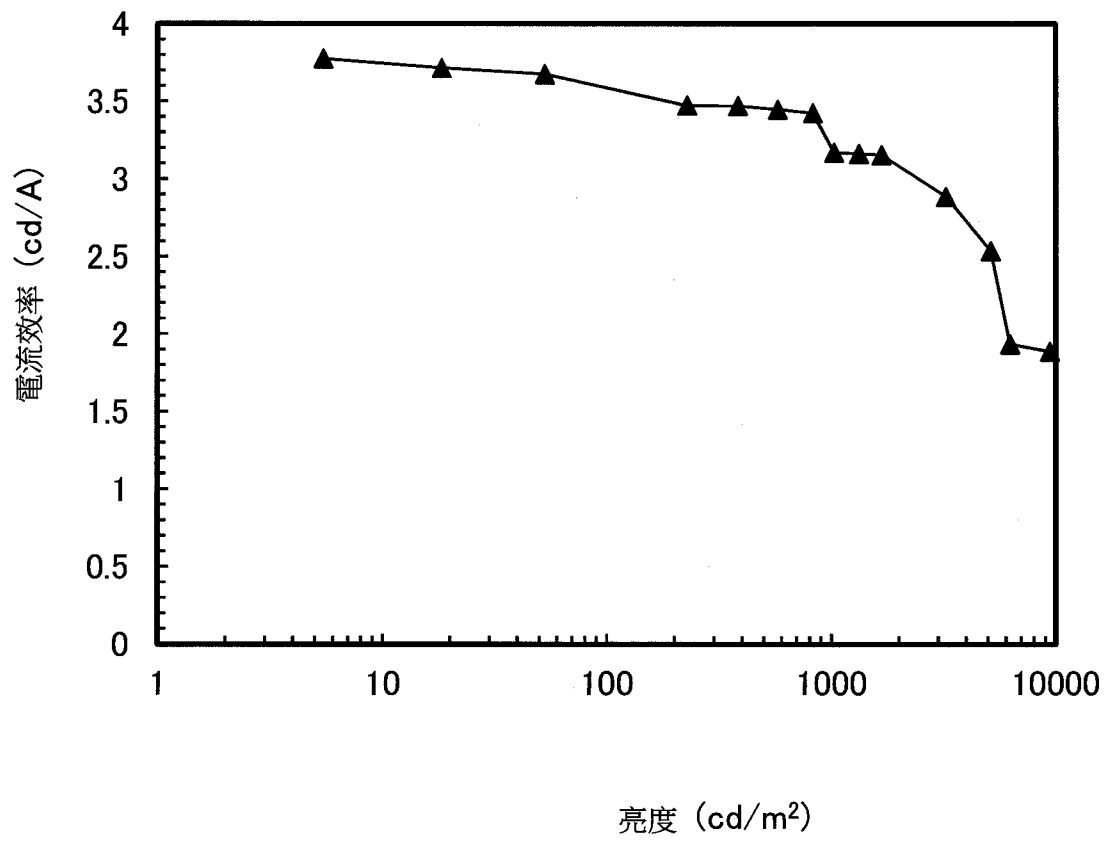


圖 53

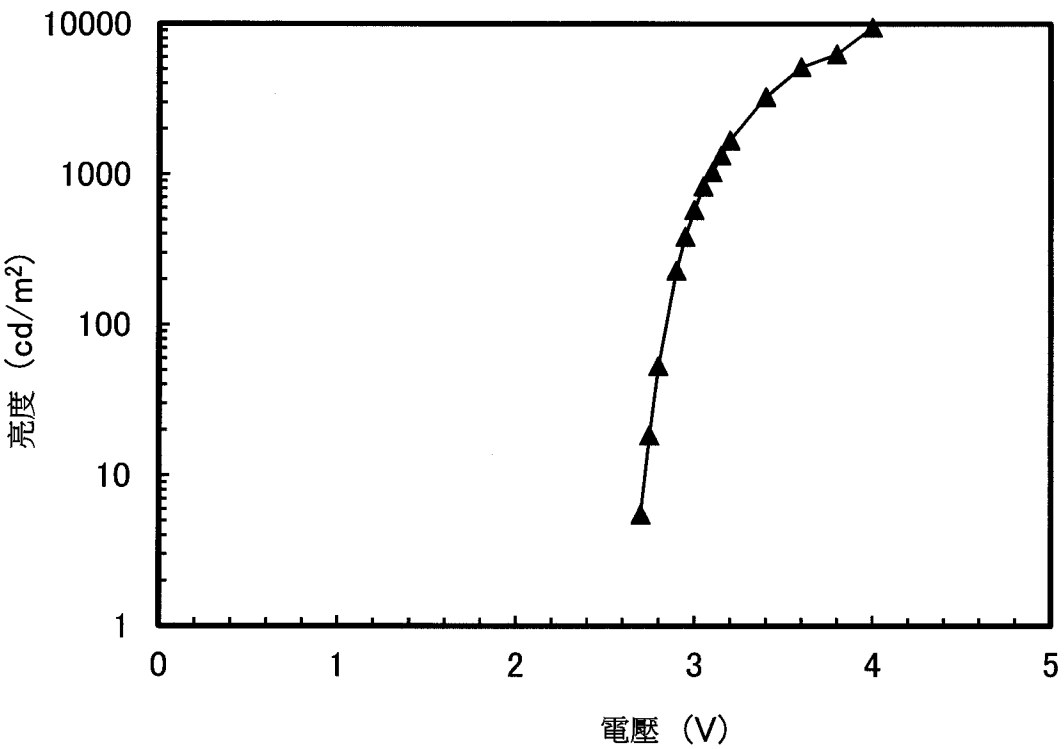


圖 54

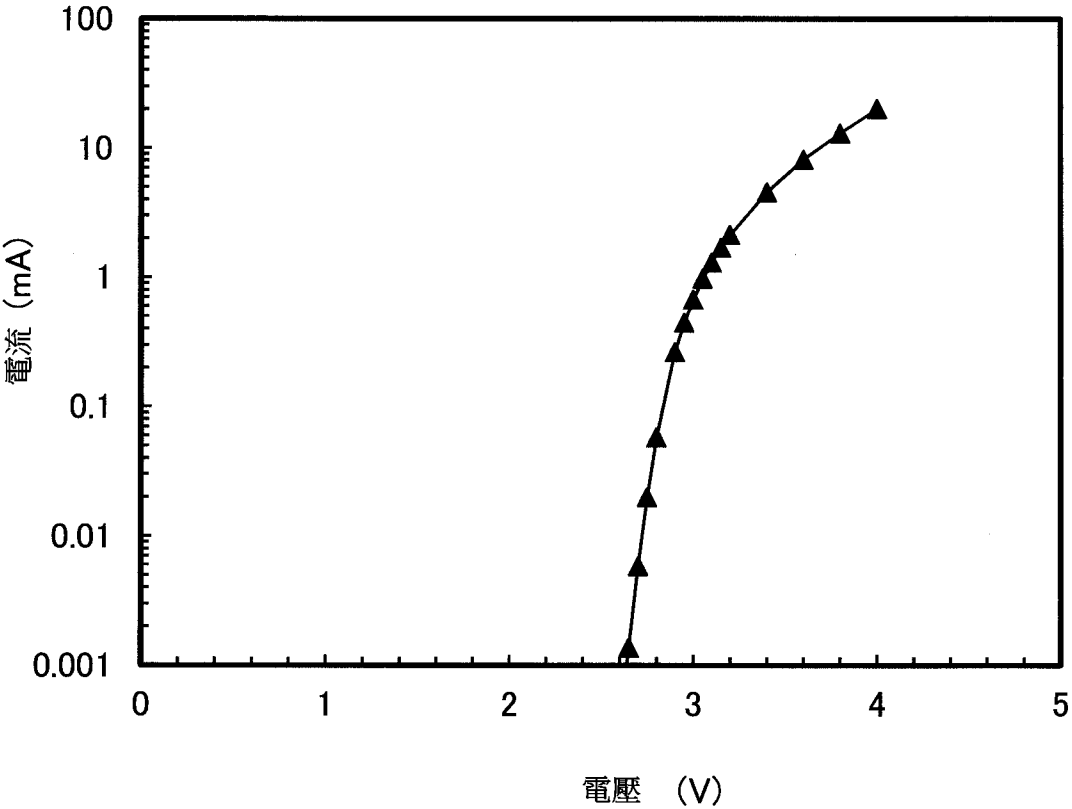


圖 55

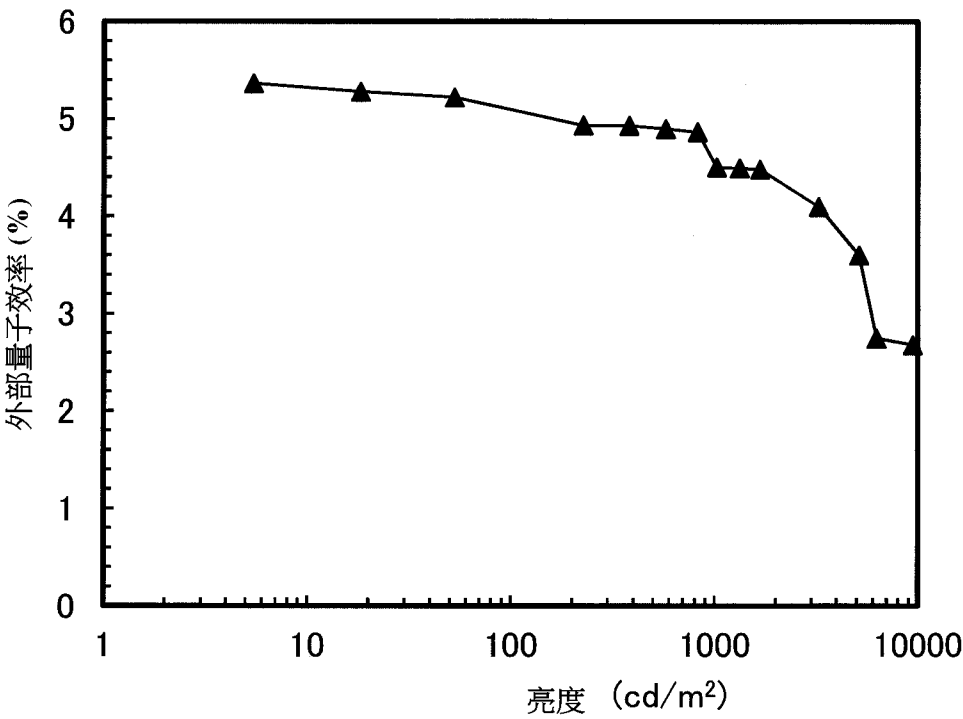


圖 56

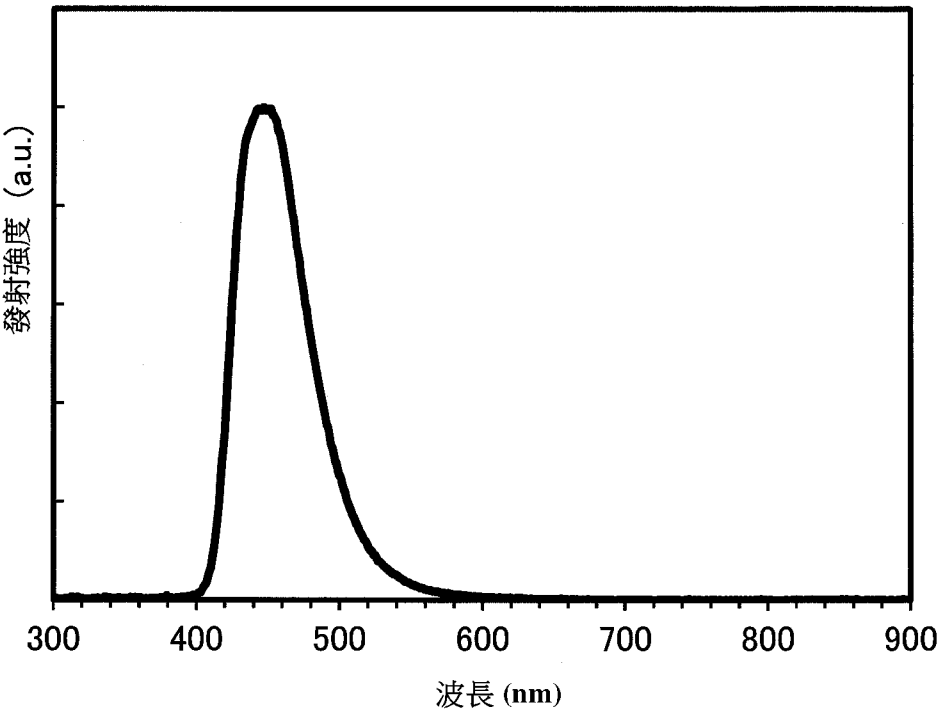


圖 57

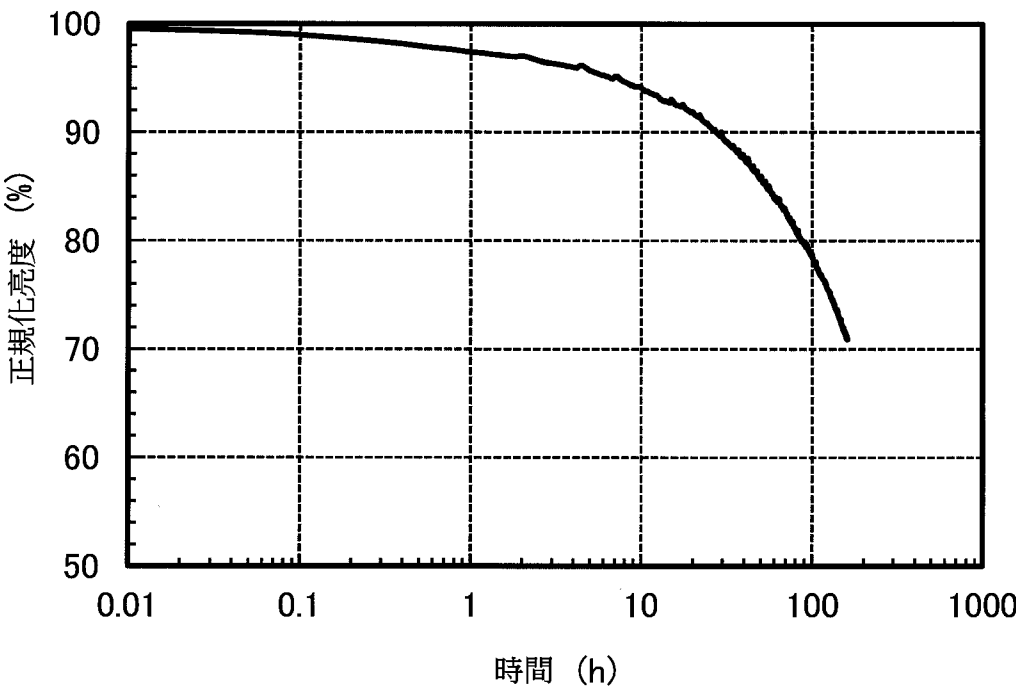


圖 58

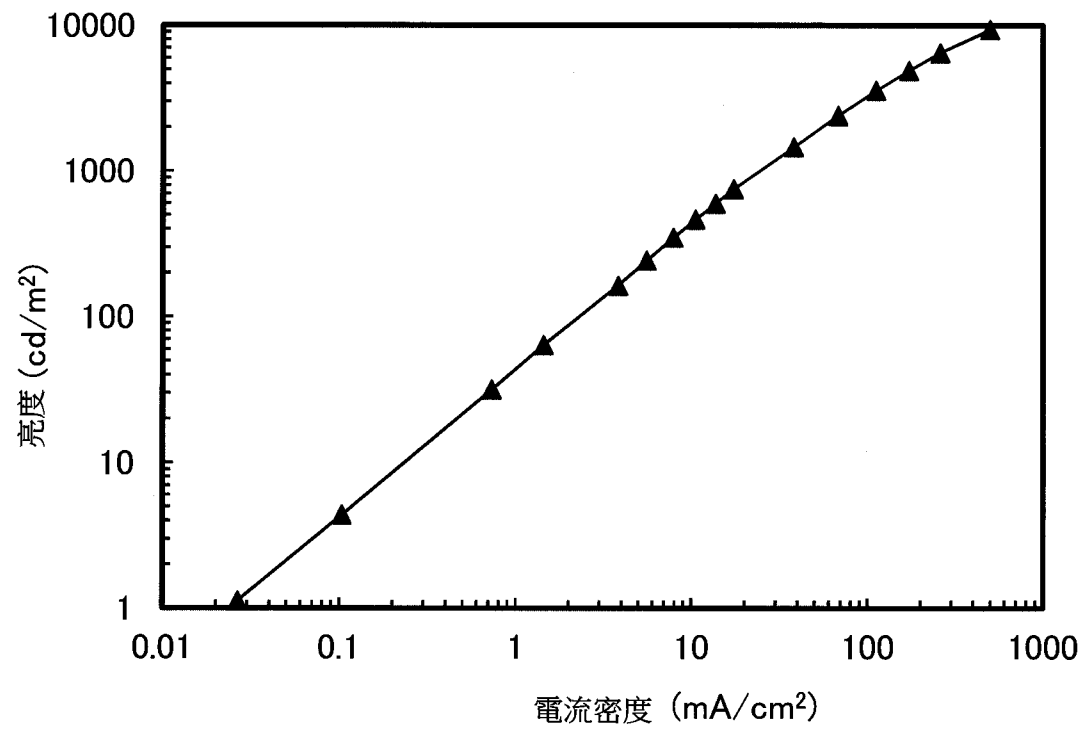


圖 59

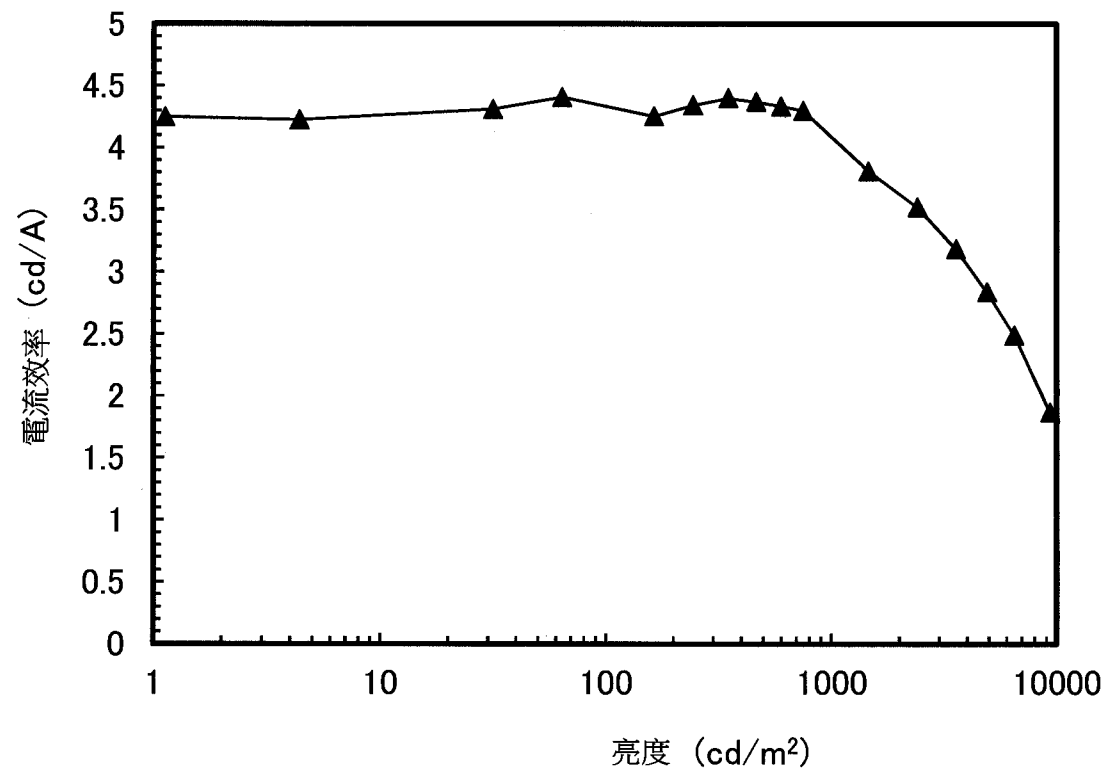


圖 60

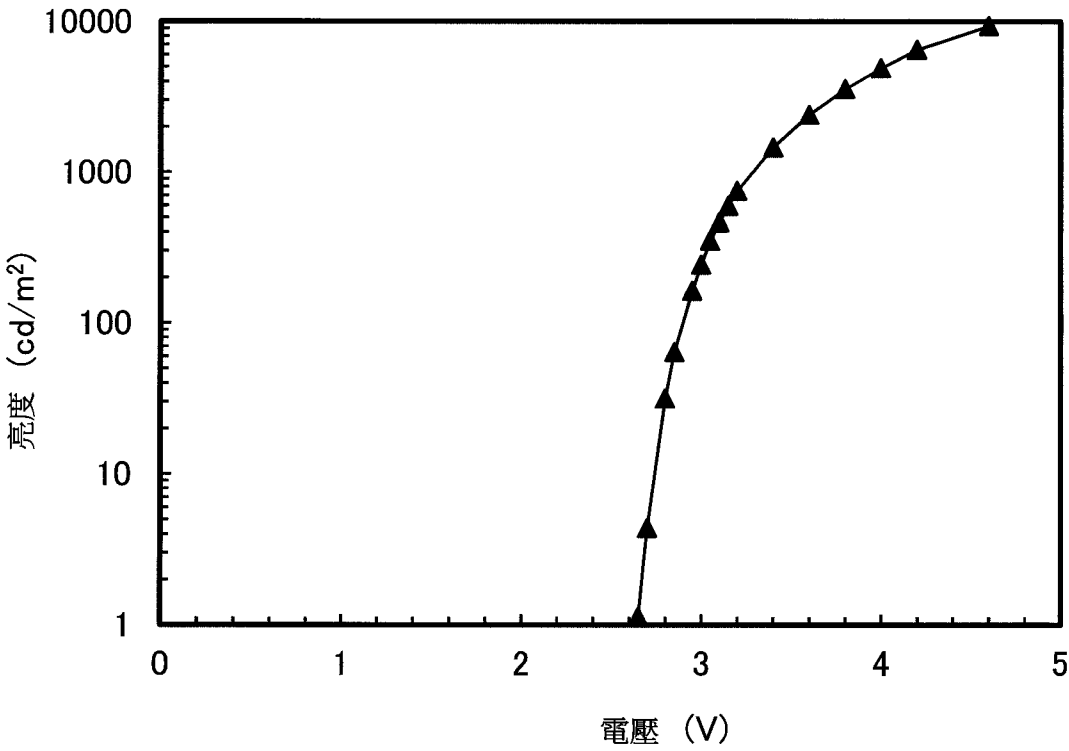


圖 61

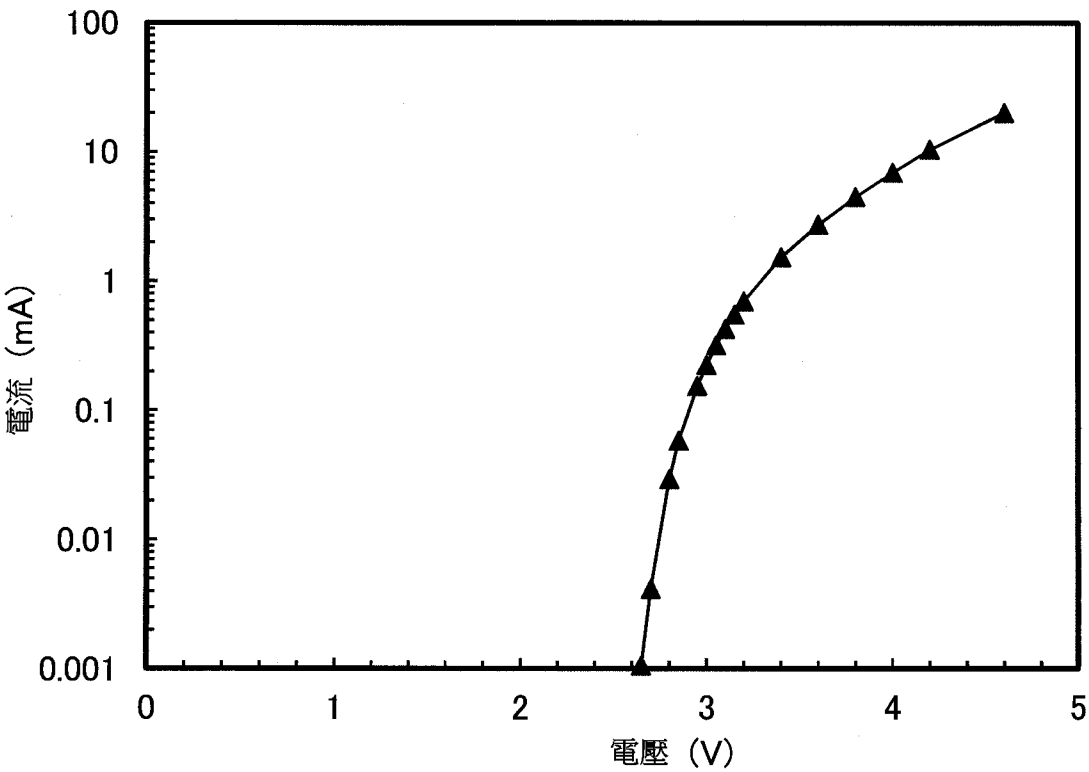


圖 62

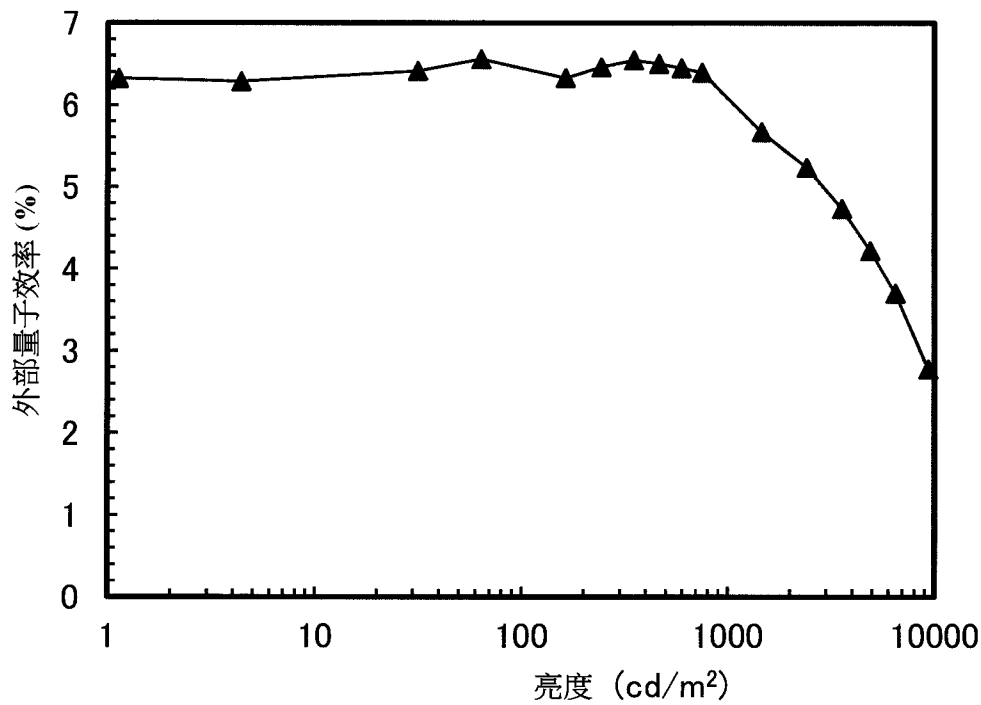


圖 63

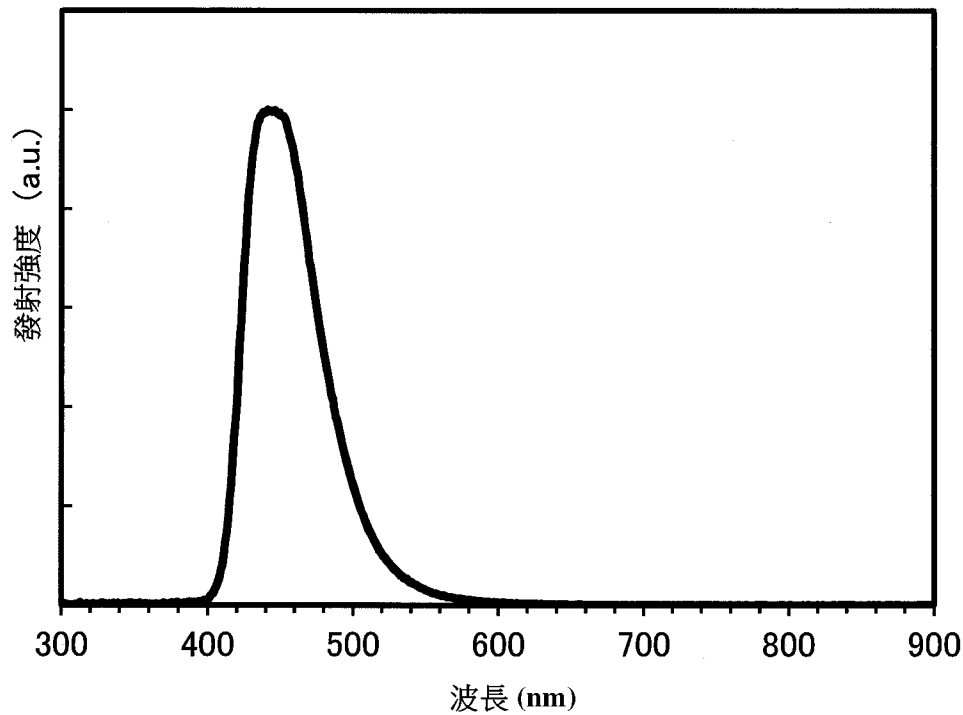


圖 64

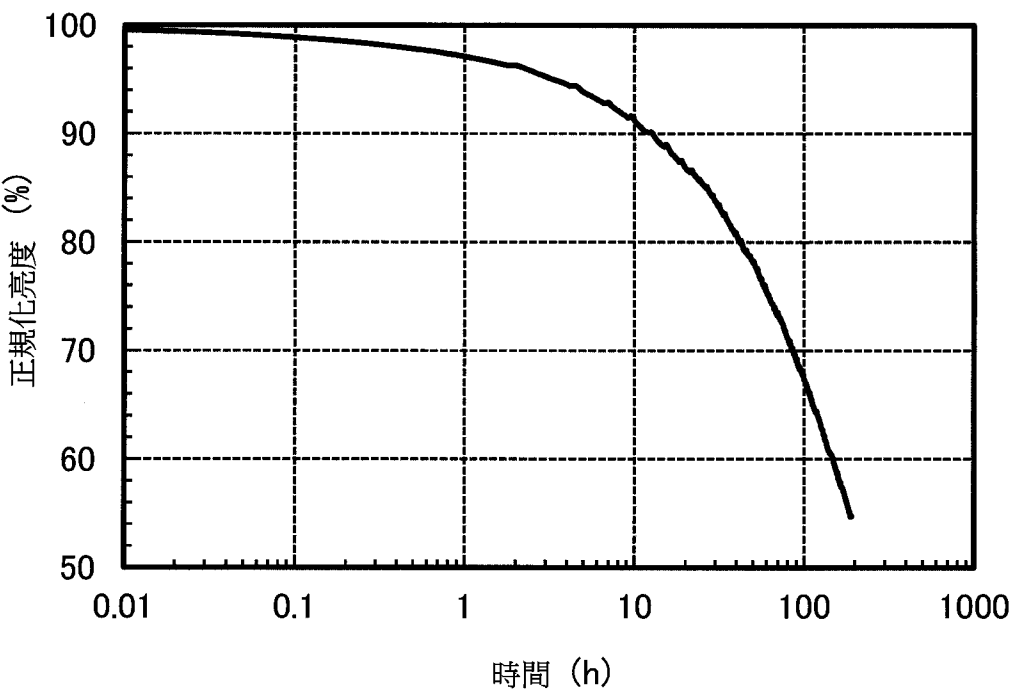


圖 65

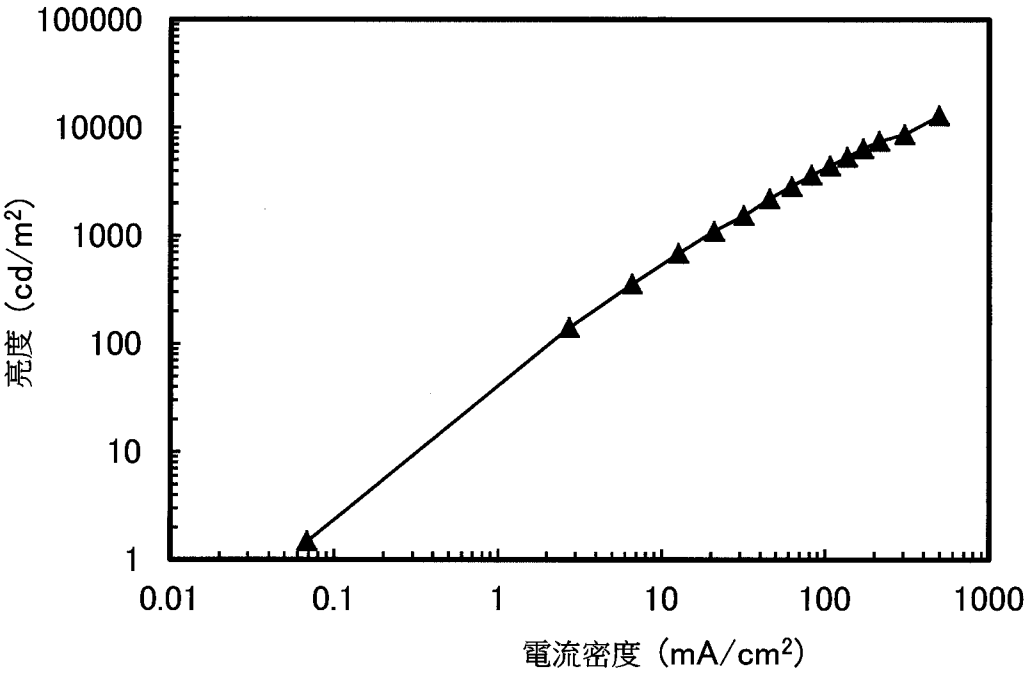


圖 66

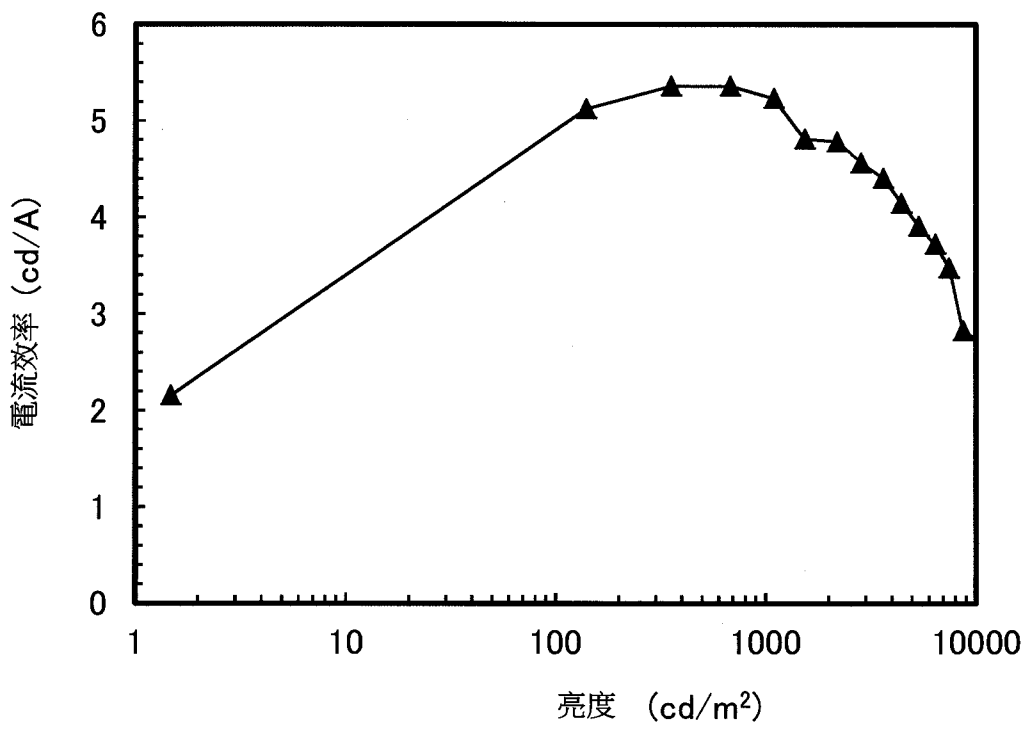


圖 67

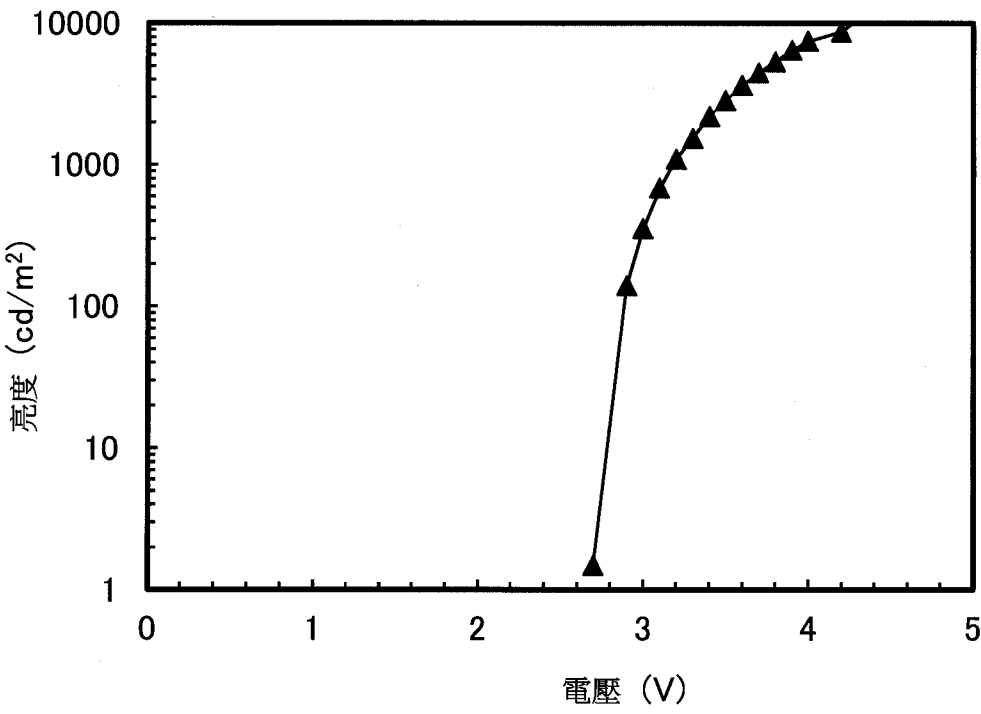


圖 68

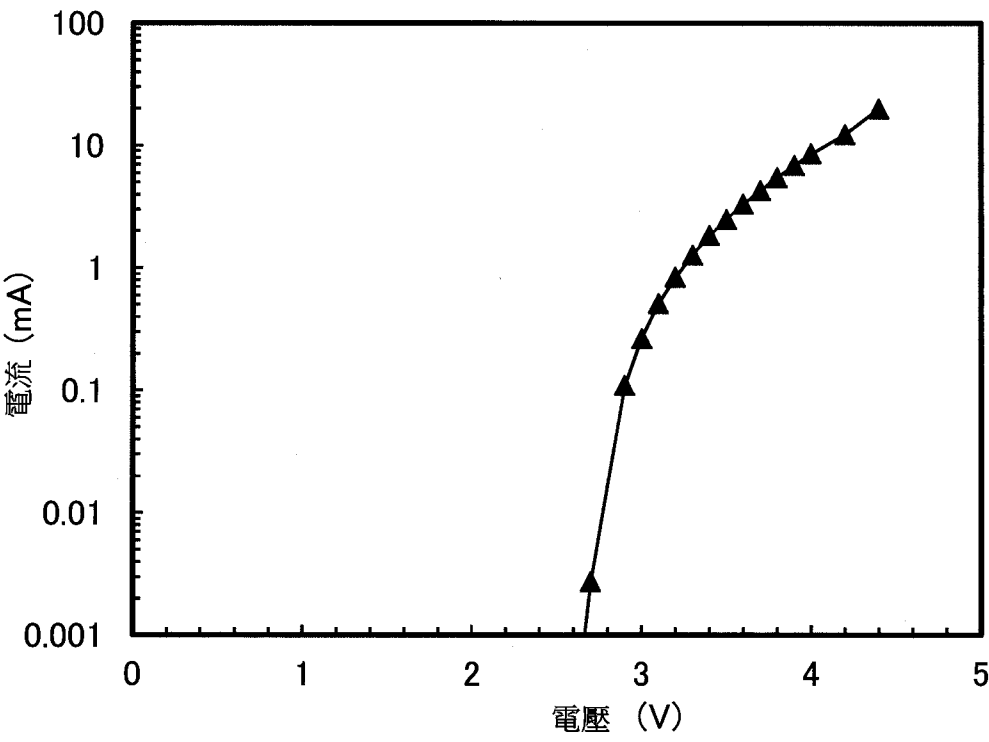


圖 69

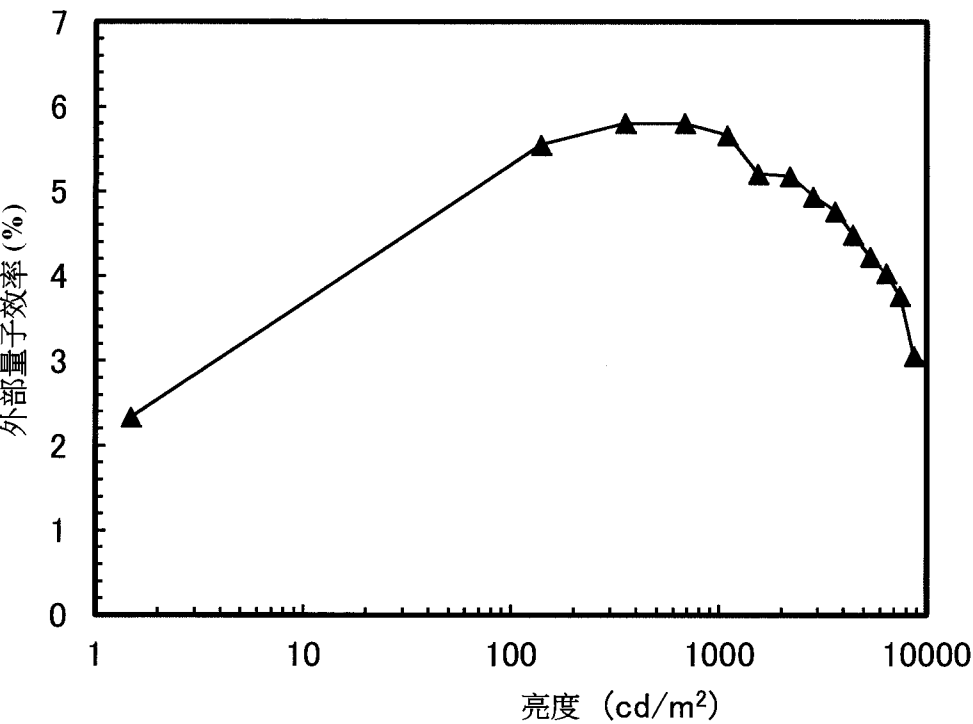


圖 70

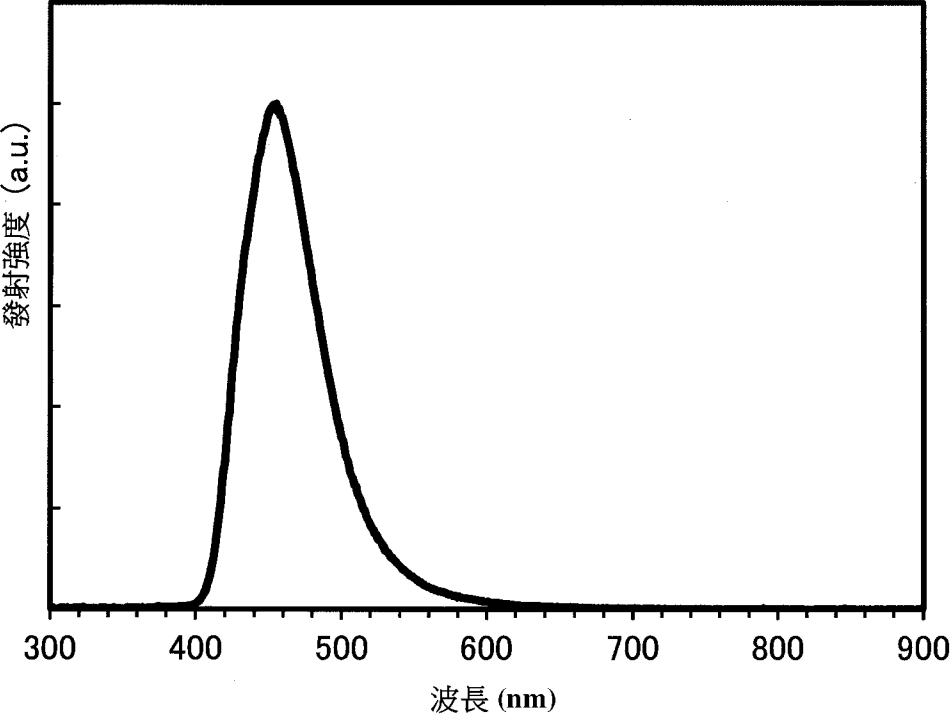


圖 71

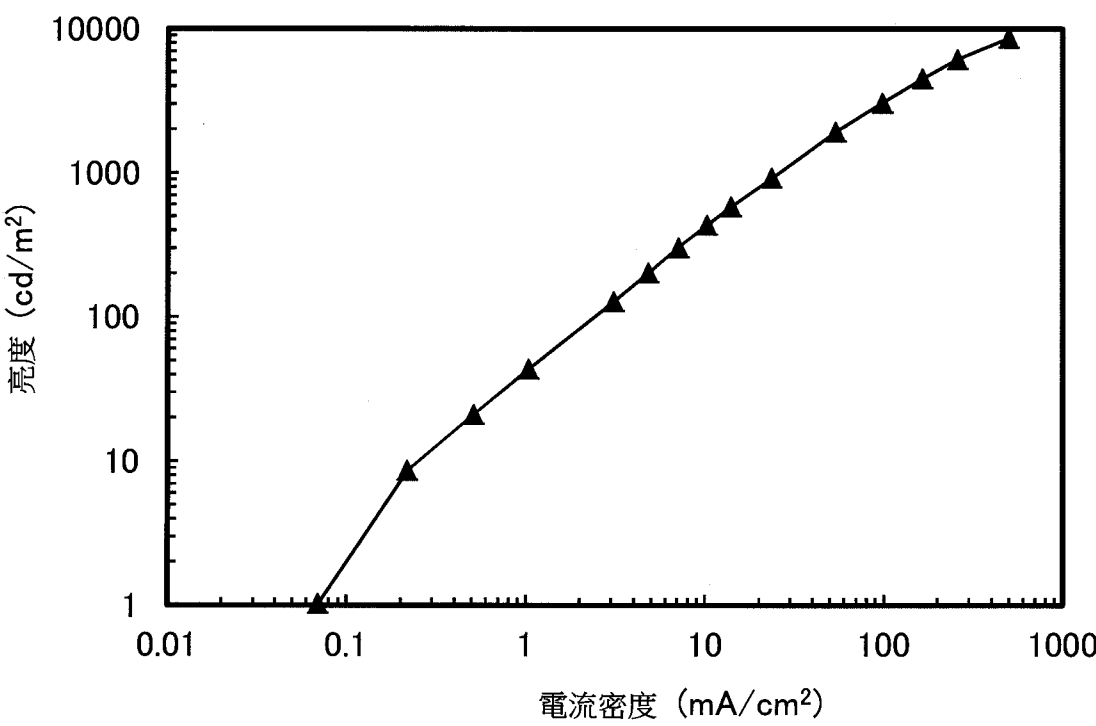


圖 72

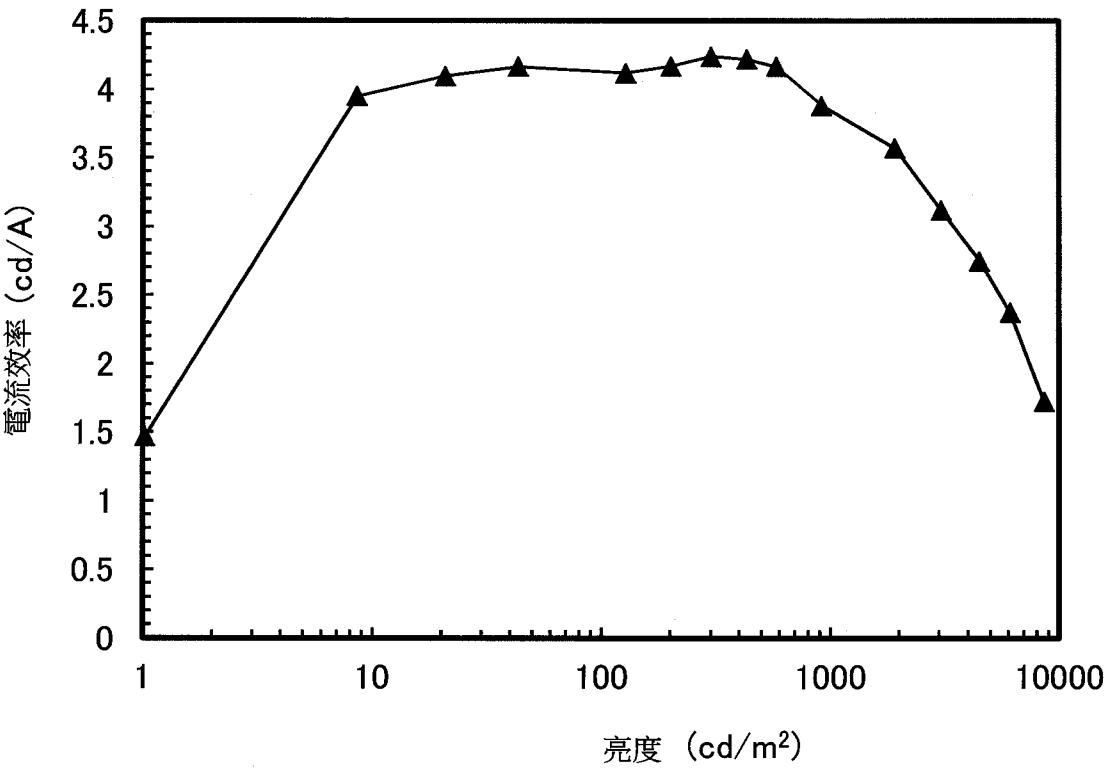


圖 73

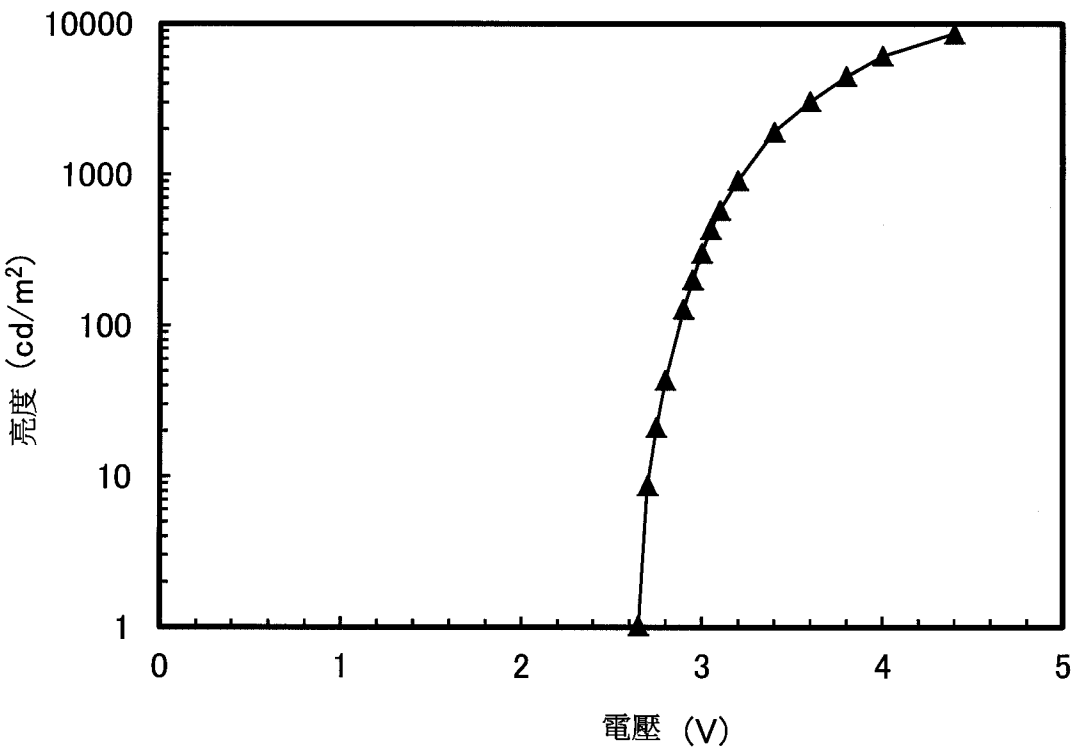


圖 74

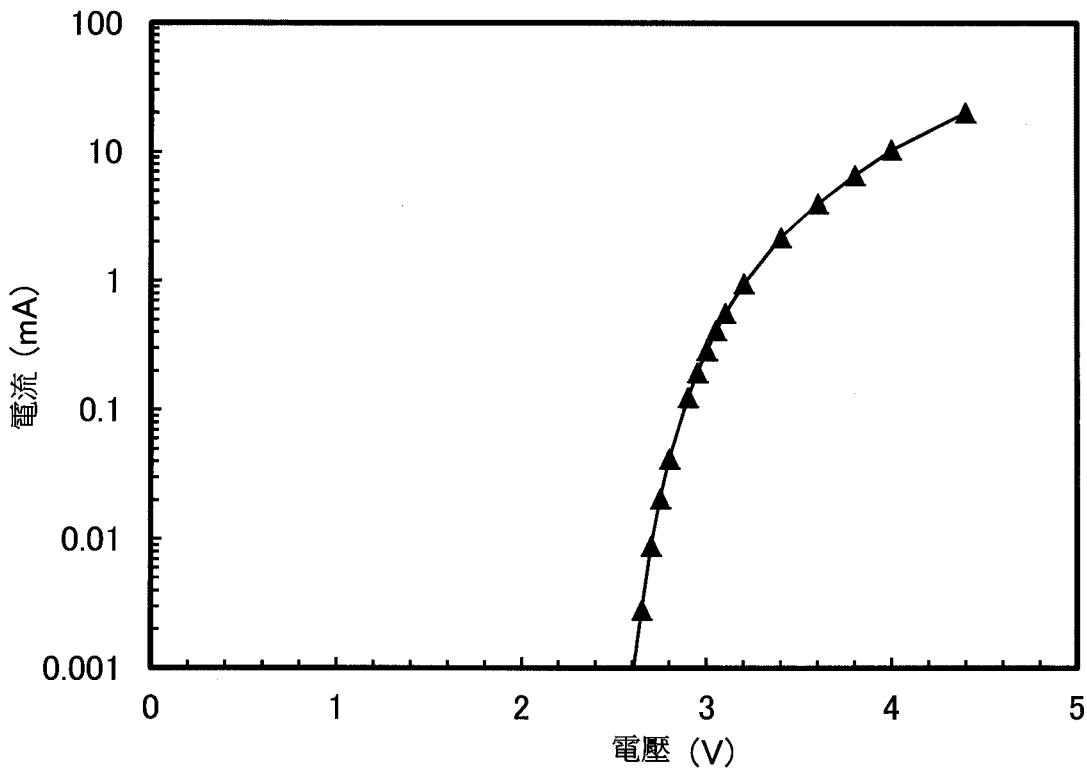


圖 75

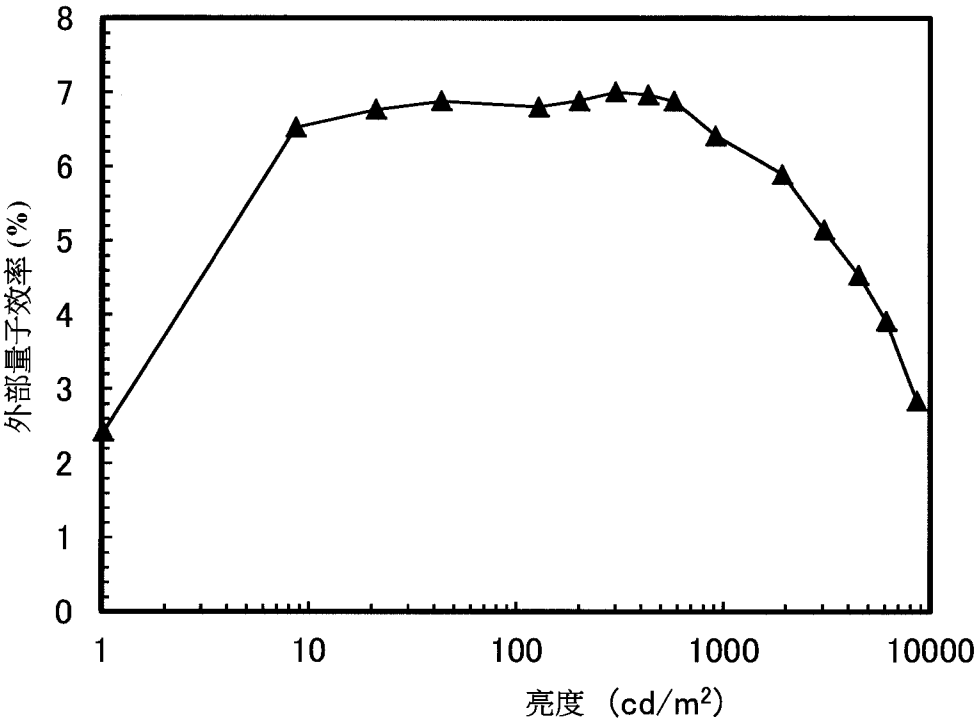


圖 76

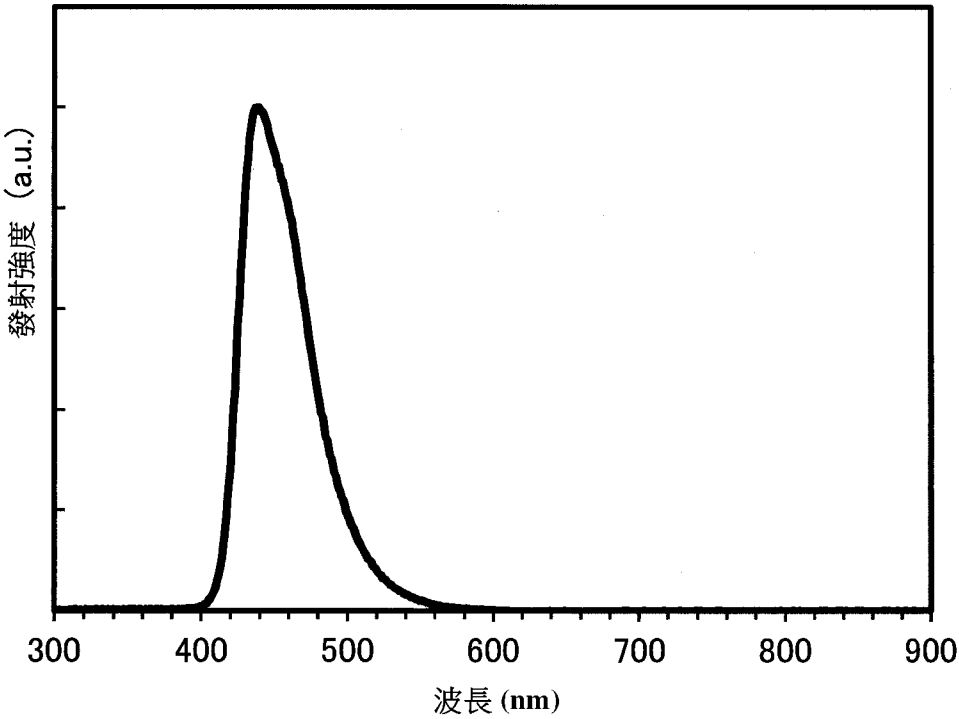


圖 77

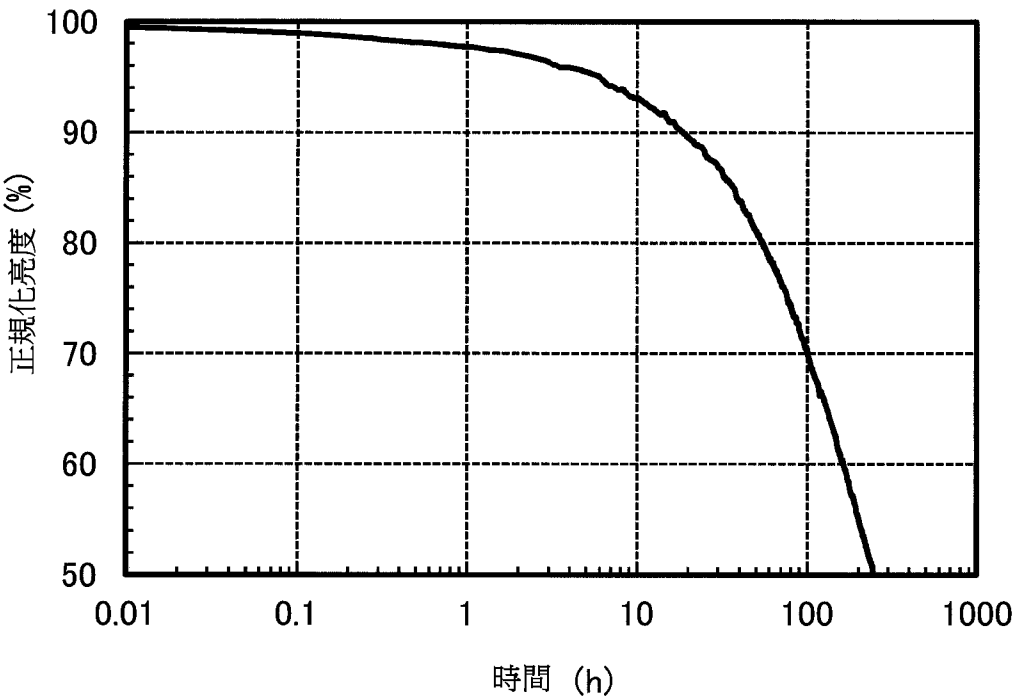


圖 78

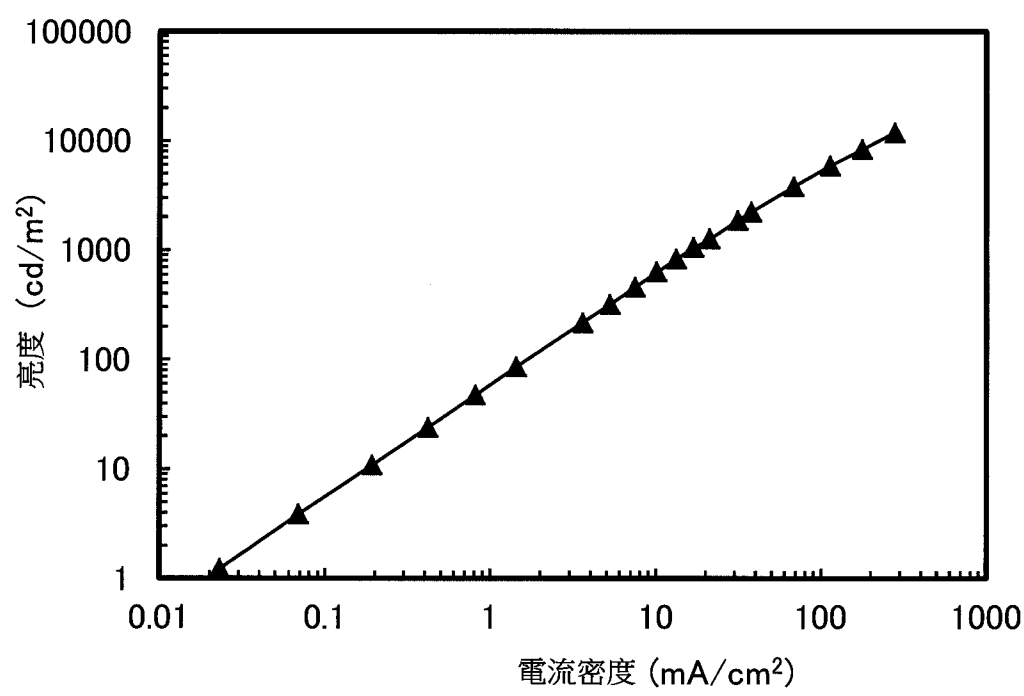


圖 79

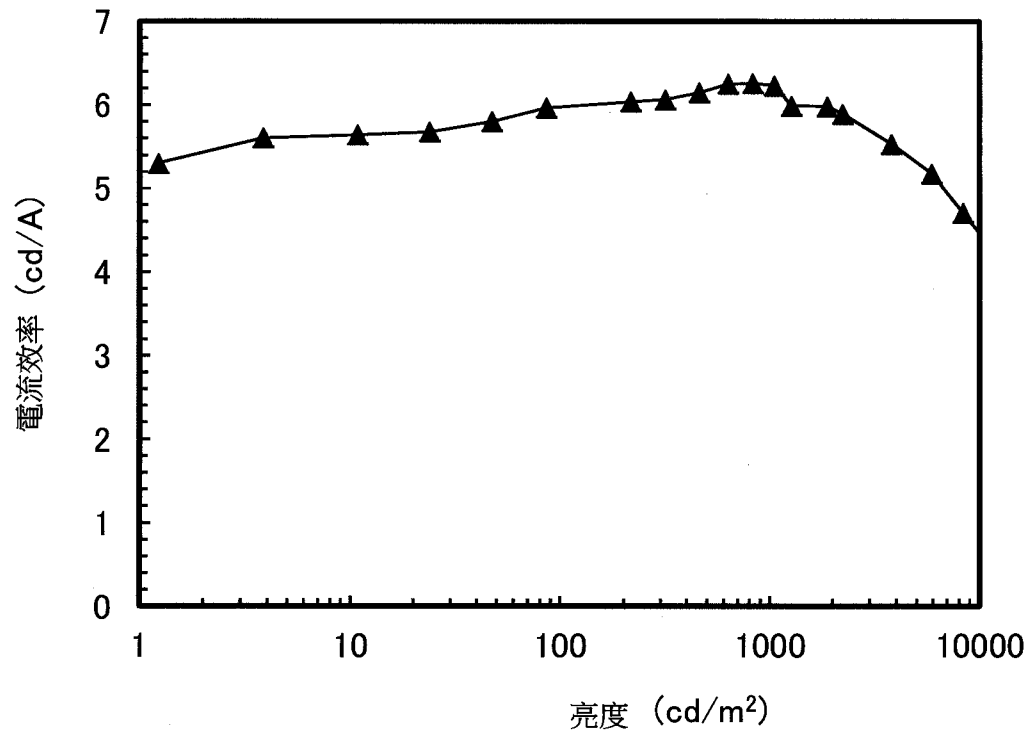


圖 80

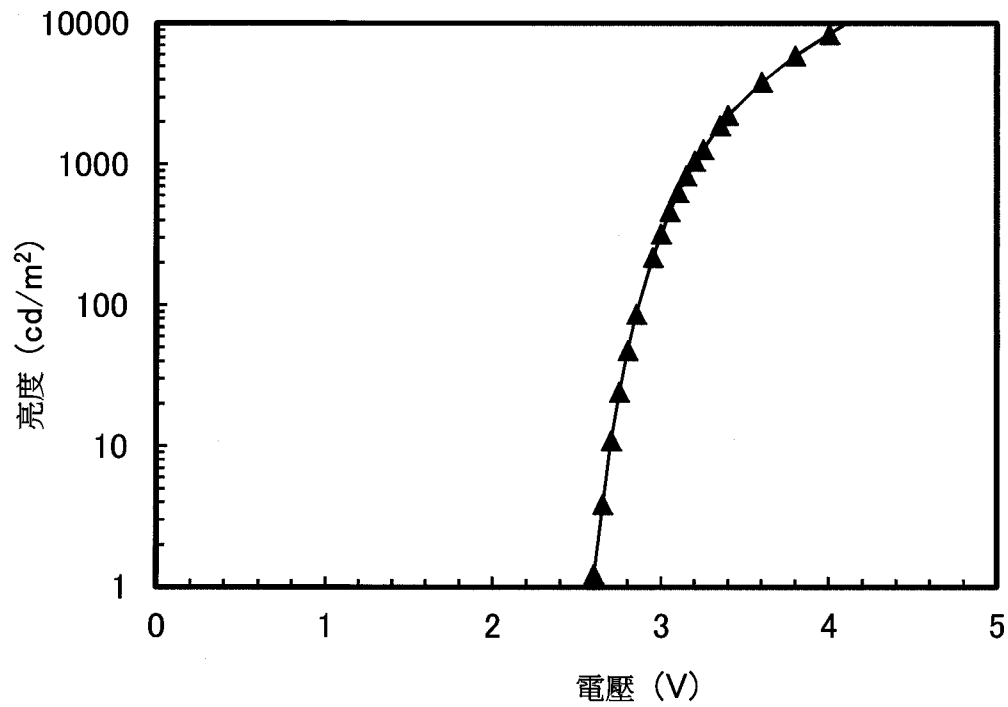


圖 81

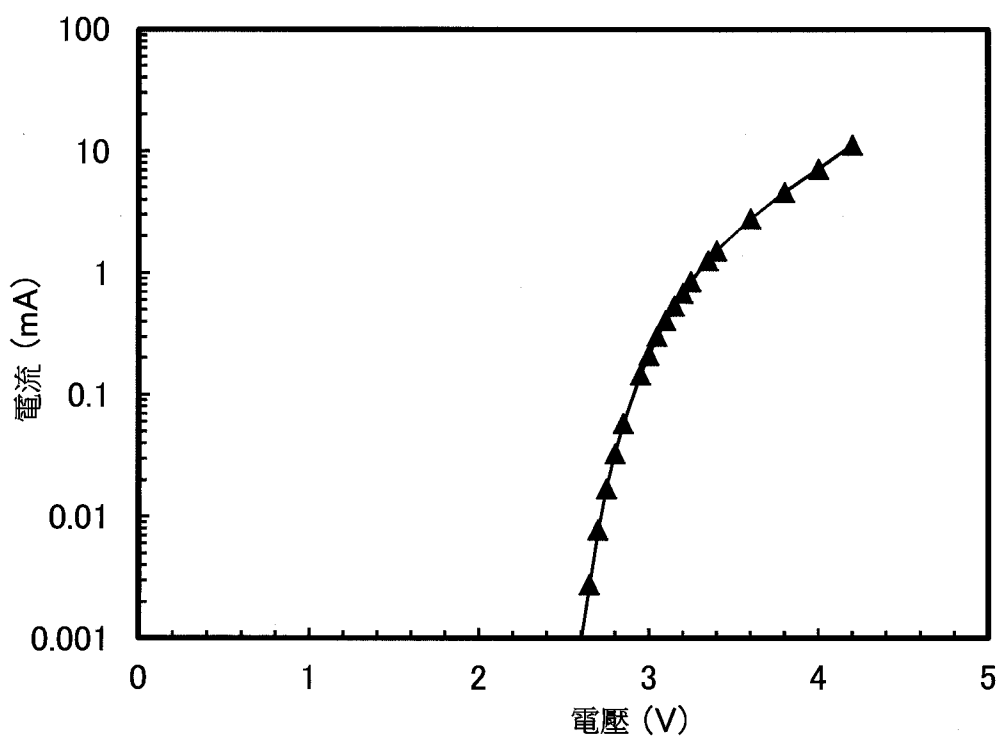


圖 82

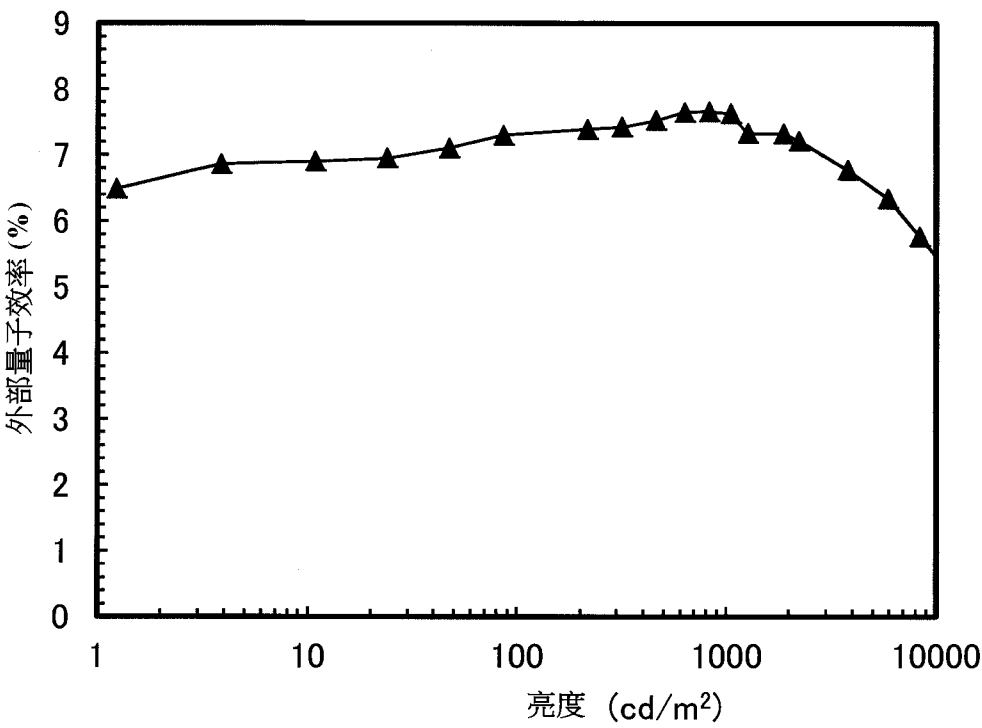


圖 83

