



(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 I851685 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：109108925

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 18 日

(51)Int. Cl. : C07D401/10 (2006.01)

C07D403/10 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H10K85/00 (2023.01)

H10K50/80 (2023.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2019/03/22 日本

2019-055331

(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：門間裕史 KADOMA, HIROSHI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；奧山拓夢 OKUYAMA, TAKUMU (JP)；橋本直明 HASHIMOTO, NAOAKI (JP)；滝田悠介 TAKITA, YUSUKE (JP)；鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201134917A1

JP 2015-3903A

US 2013/0032764A1

審查人員：羅尹秀

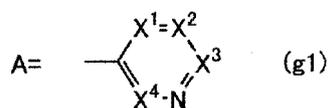
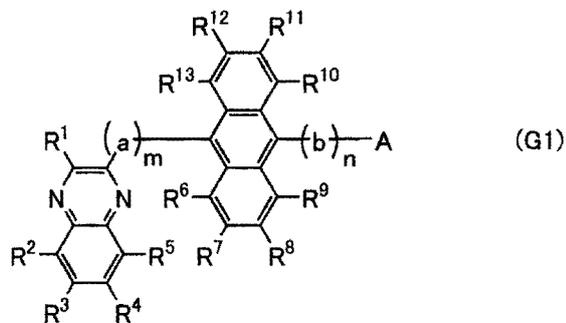
申請專利範圍項數：17 項 圖式數：39 共 174 頁

(54)名稱

有機化合物、發光裝置、發光設備、電子裝置及照明裝置

(57)摘要

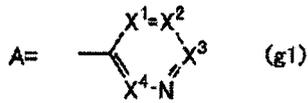
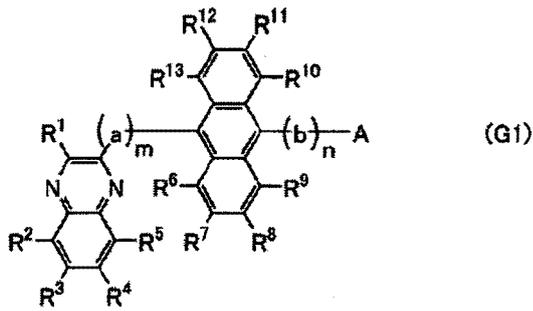
提供一種新穎有機化合物的喹啉衍生物。通式(G1)所示的喹啉衍生物具有如下結構：喹啉骨架與蒽骨架的 9 位鍵結，該蒽骨架的 10 位與雜芳環鍵結，該雜芳環的 3 位含有氮。



在上述通式(G1)中，a 及 b 分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為 6 至 13 的伸芳基。此外，m 及 n 分別獨立地為 0、1 或 2。

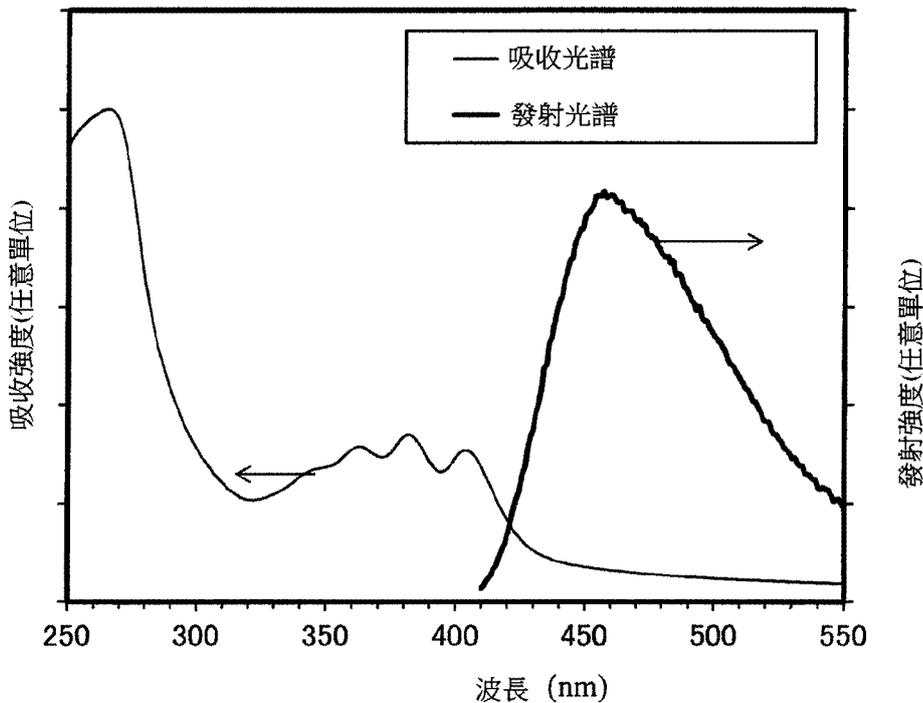
A quinoxaline derivative that is a novel organic compound is provided. A quinoxaline

derivative represented by General Formula (G1) has a structure in which a quinoxaline skeleton is bonded to the 9-position of an anthracene skeleton, the 10-position of the anthracene skeleton is bonded to a heteroaromatic ring, and the 3-position of the heteroaromatic ring is nitrogen.



In General Formula (G1) shown above, a and b each independently represent a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 13 carbon atoms in a ring. In addition, m and n are each independently 0, 1, or 2.

指定代表圖：



【圖 10】



I851685

公告本

【發明摘要】

【中文發明名稱】

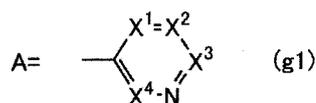
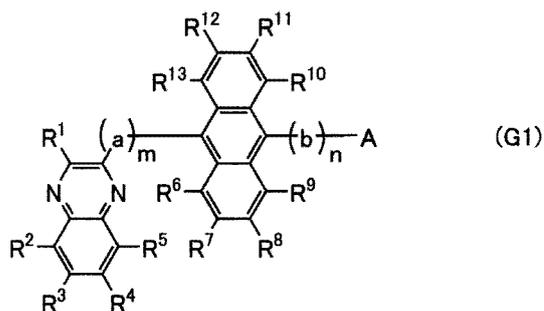
有機化合物、發光裝置、發光設備、電子裝置及照明裝置

【英文發明名稱】

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

【中文】

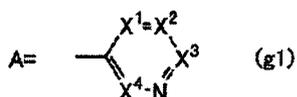
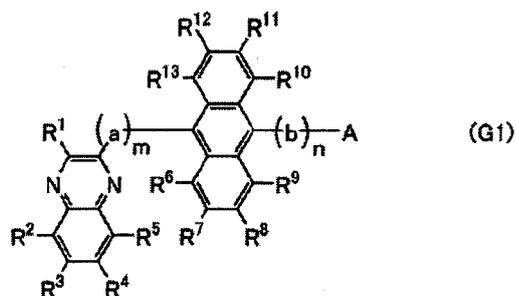
提供一種新穎有機化合物的喹啉衍生物。通式(G1)所示的喹啉衍生物具有如下結構：喹啉骨架與蔥骨架的9位鍵結，該蔥骨架的10位與雜芳環鍵結，該雜芳環的3位含有氮。



在上述通式(G1)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。

【 英文 】

A quinoxaline derivative that is a novel organic compound is provided. A quinoxaline derivative represented by General Formula (G1) has a structure in which a quinoxaline skeleton is bonded to the 9-position of an anthracene skeleton, the 10-position of the anthracene skeleton is bonded to a heteroaromatic ring, and the 3-position of the heteroaromatic ring is nitrogen.



In General Formula (G1) shown above, a and b each independently represent a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 13 carbon atoms in a ring. In addition, m and n are each independently 0, 1, or 2.

【指定代表圖】第(10)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

有機化合物、發光裝置、發光設備、電子裝置及照明裝置

【英文發明名稱】

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

【技術領域】

【0001】本發明的一個實施方式係關於一種有機化合物、發光元件、發光裝置、顯示模組、照明模組、顯示裝置、發光設備、電子裝置及照明設備。此外，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。此外，本發明的一個實施方式係關於一種製程、機器、產品或者組合物。由此，更明確而言，作為本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的一個例子可以舉出半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光設備、照明設備、蓄電裝置、記憶體裝置、攝像裝置、這些裝置的驅動方法或者這些裝置的製造方法。

【先前技術】

【0002】由於在一對電極之間夾有EL層的發光裝置(也稱為有機EL器件、發光元件)具有薄型輕量、對輸入信號的高速回應性及低耗電量等特性，所以使用上述發光裝置的顯示器被期待用作下一代平板顯示器。

【0003】發光裝置藉由在一對電極之間施加電壓，從各電極注入的電子和電洞在EL層中再結合，使得EL層所包含的發光物質(有機化合物)成為激發態，當該激發態返回到基態時發光。此外，作為激發態的種類，可以舉出單重激發態(S^*)和三重激發態(T^*)，其中由單重激發態的發光被稱為螢光，而由三重激發態的發光被稱為磷光。此外，在發光裝置中，單重激發態和三重激發態的統計學上的生成比例被認為是 $S^* : T^* = 1 : 3$ 。從發光物質得到的發射光譜是該發光物質特有的，並且藉由將不同種類的有機化合物用作發光物質，可以得到各種發光顏色的發光裝置。

【0004】關於這種發光裝置，為了提高其器件特性，正在積極地進行器件結構的改良、材料的開發等(例如，參照專利文獻1)。

[參考文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1]日本專利申請公開第2010-182699號公報

【發明內容】

【0006】鑒於上述課題，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。此外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種喹啉衍生物作為新穎的有機化合物。此外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種新穎的發光裝置、一種發光效率高的發光裝置、一種壽命長的發光裝置、一種驅動電壓低的發光裝置。

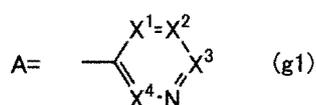
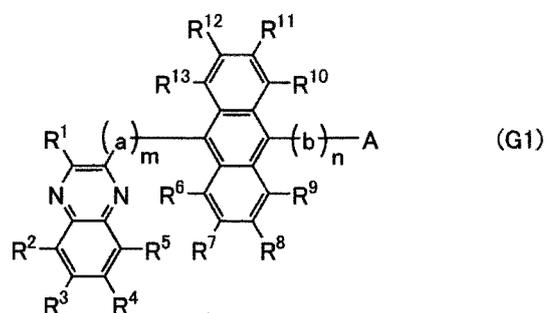
【0007】此外，本發明的另一個實施方式的目的是分別提供一種可靠性高的發光設備、電子裝置及顯示裝置。此外，本發明的另一個實施方式的目的是分別提供一種低耗電量的發光設備、電子裝置及顯示裝置。

【0008】本發明的一個實施方式只要實現上述目的中的任一個即可。

【0009】本發明的一個實施方式是一種喹啉衍生物，亦即下述通式(G1)所示的有機化合物。下述通式(G1)所示的喹啉衍生物具有如下結構：喹啉骨架的2位或3位與蔥骨架的9位鍵結，並且鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N(氮)。此外，在下述通式(G1)中，喹啉骨架與蔥骨架也可以藉由伸芳基鍵結，蔥骨架與雜芳環也可以藉由伸芳基鍵結。

【0010】

[化學式 1]

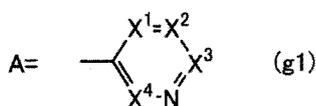
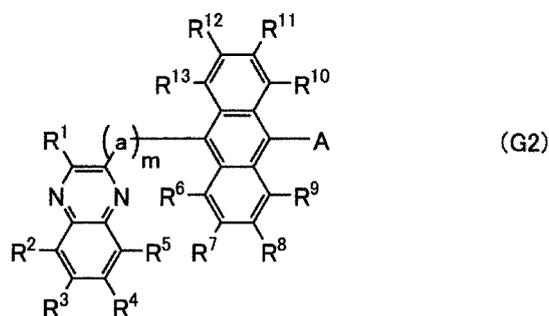


【0011】在上述通式(G1)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。注意，m=2時的兩個a或n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0012】此外，本發明的另一個實施方式是一種喹啉啉衍生物，亦即下述通式(G2)所示的有機化合物。

【0013】

[化學式 2]

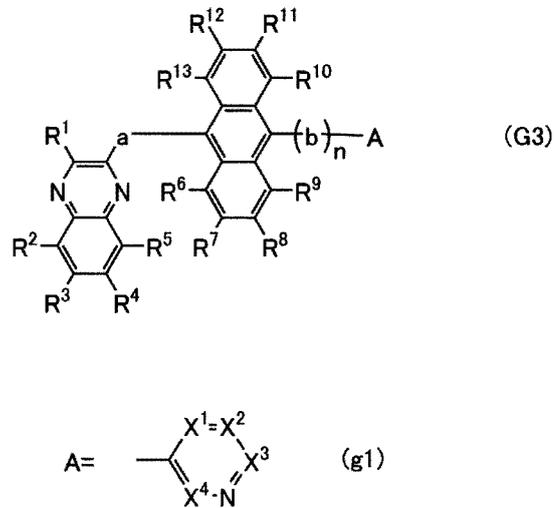


【0014】在上述通式(G2)中，a表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m表示0、1或2。注意，m=2時的兩個a可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0015】此外，本發明的另一個實施方式是一種喹啉衍生物，亦即下述通式(G3)所示的有機化合物。

【0016】

[化學式 3]

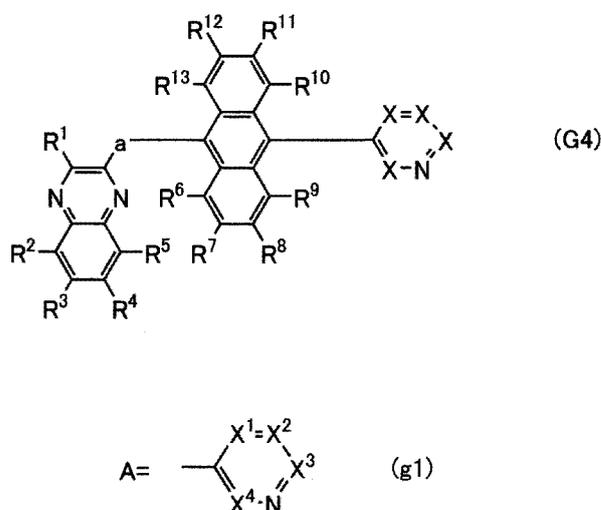


【0017】在上述通式(G3)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，n為0、1或2。注意，n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0018】此外，本發明的另一個實施方式是一種喹啉衍生物，亦即下述通式(G4)所示的有機化合物。

【0019】

[化學式 4]



【0020】在上述通式(G4)中，a表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

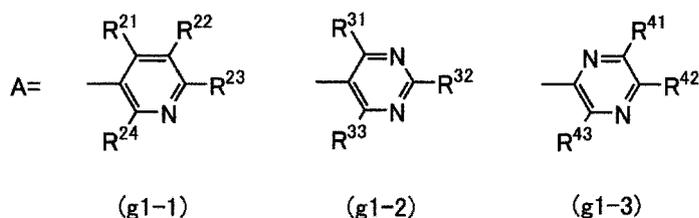
【0021】此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式(G4)中的a表示經取代或未經取代的伸苯基。

【0022】此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式(g1)由下述通式(g1-1)至通式(g1-3)

中的任一個表示。

【 0023 】

[化學式 5]

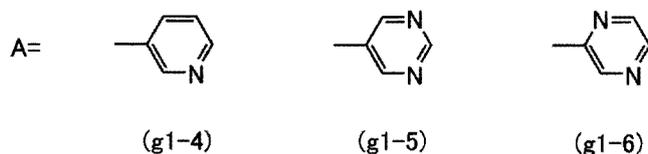


【 0024 】 在上述通式 (g1-1) 至通式 (g1-3) 中，R²¹ 至 R²⁴、R³¹ 至 R³³、R⁴¹ 至 R⁴³ 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為 3 至 7 的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為 6 至 13 的芳基中的任一個。

【 0025 】 此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式 (g1) 由下述通式 (g1-4) 至通式 (g1-6) 中的任一個表示。

【 0026 】

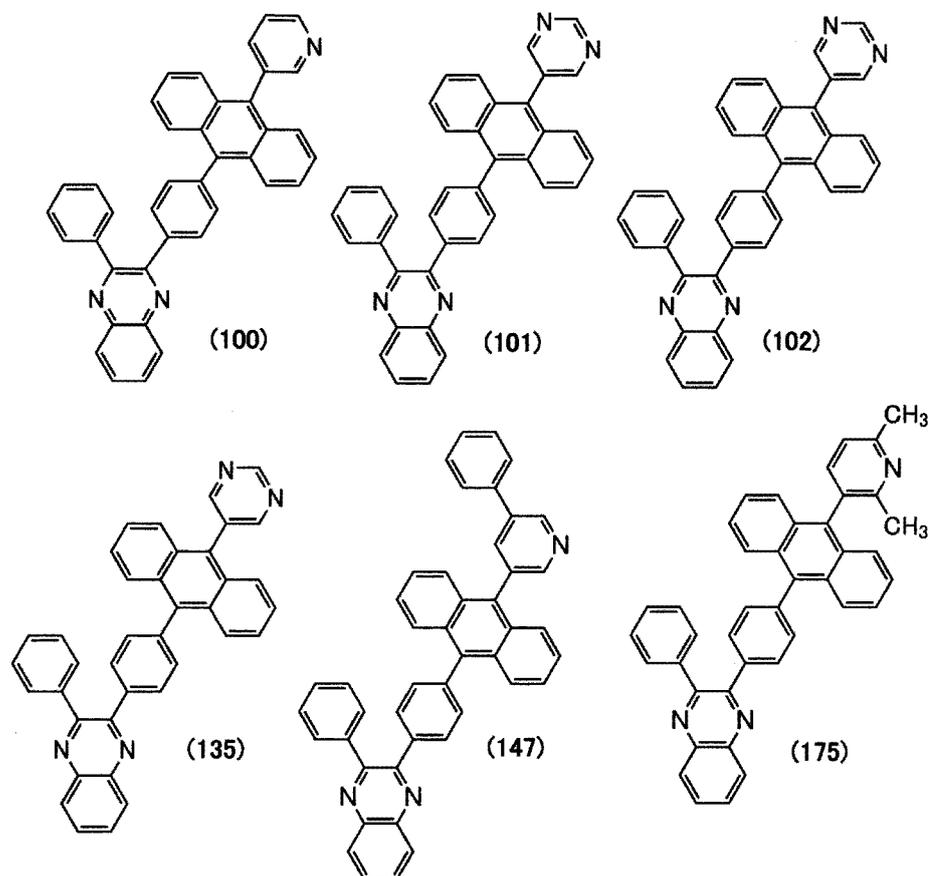
[化學式 6]



【 0027 】 此外，本發明的另一個實施方式是結構式 (100)、結構式 (101)、結構式 (102)、結構式 (135)、結構式 (147) 或結構式 (175) 所示的有機化合物。

【 0028 】

[化學式 7]



【 0029 】 此外，本發明的另一個實施方式是一種使用上述本發明的一個實施方式的有機化合物的發光裝置。此外，不但包含上述有機化合物而且包含客體材料的發光裝置也包括在本發明的範疇之內。此外，不但包含上述有機化合物而且包含磷光材料的發光裝置也包括在本發明的範疇之內。不但包括發光裝置而且包括電晶體、基板等的發光設備也包括在發明的範疇內。並且，不但包括上述發光設備而且包括麥克風、相機、操作按鈕、外部連接部、外殼、蓋、支撐台或揚聲器等的電子裝置和照明設備也包括

在發明的範疇內。

【0030】 本說明書中的發光設備包括使用發光裝置的影像顯示裝置或光源(包括照明設備)。此外，發光設備還包括如下模組：發光設備安裝有連接器諸如FPC(軟性印刷電路)或TCP(捲帶式封裝)的模組；在TCP端部設置有印刷線路板的模組；或者IC(積體電路)藉由COG(晶粒玻璃接合)方式直接安裝到發光裝置的模組

【0031】 本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的有機化合物。此外，本發明的一個實施方式可以提供一種噻啉衍生物作為新穎的有機化合物。此外，本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的發光裝置、提供一種壽命長的發光裝置、提供一種發光效率高的發光裝置。

【0032】 此外，本發明的另一個實施方式可以分別提供一種可靠性高的發光設備、電子裝置及顯示裝置。此外，本發明的另一個實施方式可以分別提供一種低耗電量的發光設備、電子裝置及顯示裝置。

【0033】 注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。注意，本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述效果。注意，說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中顯然存在上述效果以外的效果，該效果可以從說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中衍生出。

【圖式簡單說明】

【0034】

[圖 1A和圖 1B]是說明發光裝置的結構的圖；

[圖 2A至圖 2C]是說明發光設備的圖；

[圖 3A]是說明發光設備的俯視圖，[圖 3B]是說明發光設備的剖面圖；

[圖 4A]是說明移動電腦的圖，[圖 4B]是說明可攜式影像再現裝置的圖，[圖 4C]是說明數位相機的圖，[圖 4D]是說明可攜式資訊終端的圖，[圖 4E]是說明可攜式資訊終端的圖，[圖 4F]是說明電視機的圖，[圖 4G]是說明可攜式資訊終端的圖；

[圖 5A至圖 5C]是說明電子裝置的圖；

[圖 6A和圖 6B]是說明汽車的圖；

[圖 7A和圖 7B]是說明照明設備的圖；

[圖 8]示出結構式(100)所示的有機化合物的¹H-NMR譜；

[圖 9]示出結構式(100)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 10]示出結構式(100)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 11]是說明發光裝置的圖；

[圖 12]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光裝置3的電流密度-亮度特性的圖；

[圖 13]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光裝置3的電壓-亮度特性的圖；

[圖 14]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光

裝置3的亮度-電流效率特性的圖；

[圖 15]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光裝置3的電壓-電流特性的圖；

[圖 16]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光裝置3的發射光譜的圖；

[圖 17]是示出發光裝置1、對比發光裝置2及對比發光裝置3的可靠性的圖；

[圖 18]示出結構式(200)所示的有機化合物的¹H-NMR譜；

[圖 19]示出結構式(101)所示的有機化合物的¹H-NMR譜；

[圖 20]示出結構式(101)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 21]示出結構式(101)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 22]示出結構式(102)所示的有機化合物的¹H-NMR譜；

[圖 23]示出結構式(102)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 24]示出結構式(102)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 25]示出結構式(135)所示的有機化合物的¹H-NMR譜；

[圖 26]示出結構式(135)所示的有機化合物的紫外-可

見吸收光譜及發射光譜；

[圖 27]示出結構式(135)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 28]示出由結構式(147)所示的有機化合物的 ^1H -NMR譜；

[圖 29]示出由結構式(147)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 30]示出由結構式(147)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 31]示出由結構式(175)所示的有機化合物的 ^1H -NMR譜；

[圖 32]示出由結構式(175)所示的有機化合物的紫外-可見吸收光譜及發射光譜；

[圖 33]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的電流密度-亮度特性的圖；

[圖 34]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的電壓-亮度特性的圖；

[圖 35]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的亮度-電流效率特性的圖；

[圖 36]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的電壓-電流特性的圖；

[圖 37]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的發射光譜的圖；

[圖 38]是示出發光裝置4及對比發光裝置5的可靠性的

圖；

[圖 39]是示出發光裝置 6、發光裝置 7、發光裝置 8 及發光裝置 9 的可靠性的圖。

【實施方式】

【0035】以下利用圖式詳細地說明本發明的實施方式。注意，本發明不侷限於下述說明，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。

【0036】

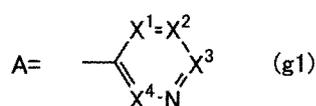
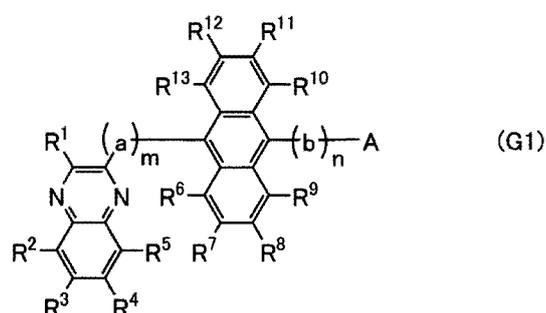
(實施方式 1)

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的有機化合物。

【0037】本發明的一個實施方式的有機化合物是下述通式(G1)所示的喹啉衍生物。本發明的一個實施方式的有機化合物具有下述通式(G1)所示的結構：喹啉骨架的 2 位或 3 位與蔥骨架的 9 位鍵結，並且鍵結於蔥骨架的 10 位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的 3 位的位置含有 N(氮)。此外，喹啉骨架的 2 位或 3 位與蔥骨架的 9 位也可以藉由伸芳基鍵結，蔥骨架的 10 位與雜芳環也可以藉由伸芳基鍵結。

【0038】

[化學式 8]



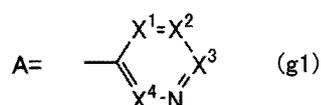
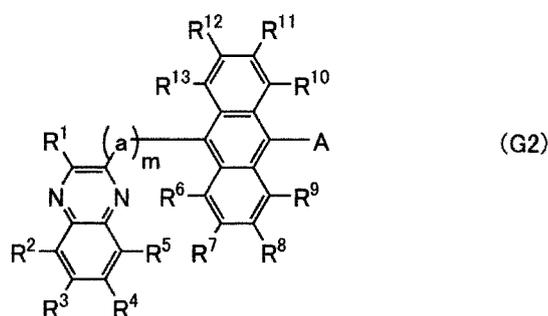
【0039】在上述通式(G1)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。注意，m=2時的兩個a或n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0040】在上述通式(G1)中，喹啉骨架具有高電子傳輸性，蔥骨架對電洞具有高穩定性。此外，在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N(氮)的雜芳環可以提高從電極注入電子的特性。

【0041】本發明的另一個實施方式是下述通式(G2)所示的有機化合物。也就是說，該有機化合物具有直接鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N的結構。

【0042】

[化學式9]



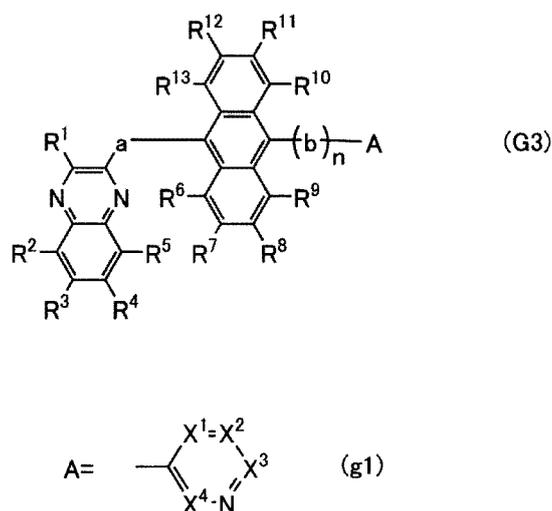
【0043】在上述通式(G2)中，a表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m表示0、1或2。注意，m=2時的兩個a可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的

任一個。

【0044】因為在上述通式(G2)中具有直接鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N的結構，所以電子易於遷移到在同一分子內含有LUMO軌域的喹啉骨架，使得電子傳輸性得到提高，由此這是較佳的。

【0045】此外，本發明的另一個實施方式是下述通式(G3)所示的有機化合物。也就是說，該有機化合物具有如下結構：喹啉骨架的2位或3位與蔥骨架的9位藉由一個伸芳基鍵結，並且鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N。

【0046】
[化學式 10]



【0047】在上述通式(G3)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，n為0、1或2。注意，n=2時的兩個b可以相同或不

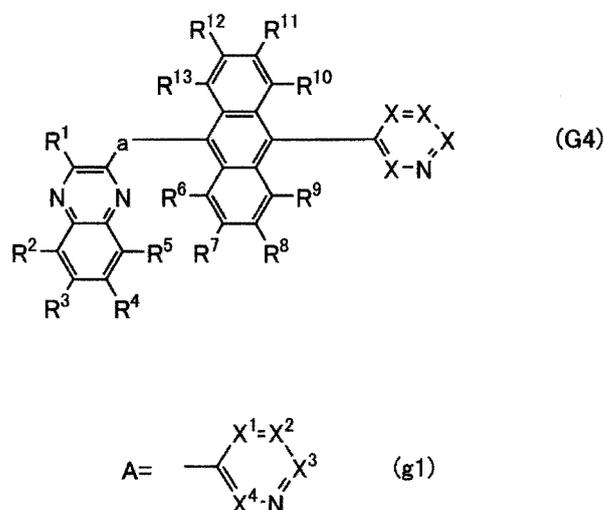
同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(G1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0048】因為在上述通式(G3)中具有喹啉骨架的2位或3位與蔥骨架的9位藉由一個伸芳基鍵結的結構，所以喹啉骨架周邊的空間位阻緩解，使得電子傳輸性得到提高，由此這是較佳的。此外，因為分子內的空間位阻緩解，所以電子遷移變得順利，由此電子傳輸性得到提高。此外，考慮到分子內的電子遷移時，具有同一分子內的電子易於遷移到含有LUMO軌域的喹啉骨架的距離，由此這是較佳的。

【0049】此外，本發明的另一個實施方式是下述通式(G4)所示的有機化合物。也就是說，該有機化合物具有如下結構：喹啉骨架的2位或3位與蔥骨架的9位藉由一個伸芳基鍵結，並且直接鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N。

【0050】

[化學式 11]



【0051】在上述通式(G4)中，a表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0052】因為在上述通式(G4)中具有喹啉骨架的2位或3位與蔥骨架的9位藉由一個伸芳基鍵結的結構，所以喹啉骨架周邊的空間位阻緩解，由此這是較佳的。此外，因為分子內的空間位阻緩解，所以電子遷移變得順利，由此電子傳輸性得到提高。此外，考慮到分子內的電

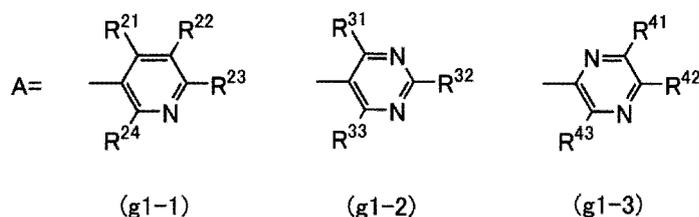
子遷移時，因為除了上述結構以外還具有直接鍵結於蔥骨架的10位的雜芳環在從與蔥骨架的鍵結起算的3位的位置含有N的結構，所以具有同一分子內的電子易於遷移到含有LUMO軌域的喹啉骨架的距離，由此這是較佳的。

【0053】此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式(G4)中的a表示經取代或未經取代的伸苯基。因為a表示經取代或未經取代的伸苯基，所以喹啉骨架周邊的空間位阻緩解，由此這是較佳的。此外，具有同一分子內的電子易於遷移到含有LUMO軌域的喹啉骨架的距離，由此這是較佳的。

【0054】此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式(g1)由下述通式(g1-1)至通式(g1-3)中的任一個表示。

【0055】

[化學式 12]

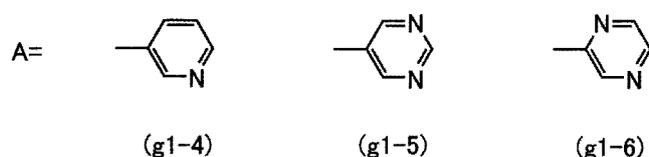


【0056】在上述通式(g1-1)至通式(g1-3)中， R^{21} 至 R^{24} 、 R^{31} 至 R^{33} 、 R^{41} 至 R^{43} 分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0057】此外，本發明的另一個實施方式是一種有機化合物，其中上述通式(g1)由下述通式(g1-4)至通式(g1-6)中的任一個表示。

【0058】

[化學式 13]



【0059】注意，在上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)所示的有機化合物中，取代較佳為指由如下取代基的取代，例如，甲基、乙基、正丙基、異丙基、二級丁基、三級丁基、正戊基、正己基等碳原子數為1至6的烷基、苯基、鄰甲苯基、間甲苯基、對甲苯基、1-萘基、2-萘基、2-聯苯基、3-聯苯基、4-聯苯基、萸-2-基及萸-4-基等碳原子數為6至13的芳基。這些取代基也可以互相鍵結而形成環。例如，當上述芳基是在9位含有作為取代基的兩個苯基的萸-2-基時，該兩個苯基也可以互相鍵結而成為螺-9,9'-二萸-2-基。更明確而言，例如可以舉出苯基、甲苯基、二甲苯基、聯苯基、茛基、萘基、萘基等。

【0060】此外，在上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)所示的有機化合物中，作為式中的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基的具體例子，可

以舉出仲苯基、萘二基、聯苯二基、萸二基等。

【0061】此外，在上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)所示的有機化合物中，作為式中的 R^1 至 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{21} 至 R^{24} 、 R^{31} 至 R^{33} 、 R^{41} 至 R^{43} 的碳原子數為1至6的烷基的具體例子，可以舉出甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、二級丁基、異丁基、三級丁基、戊基、異戊基、二級戊基、三級戊基、新戊基、己基、異己基、仲己基、三級己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基以及2,3-二甲基丁基等。

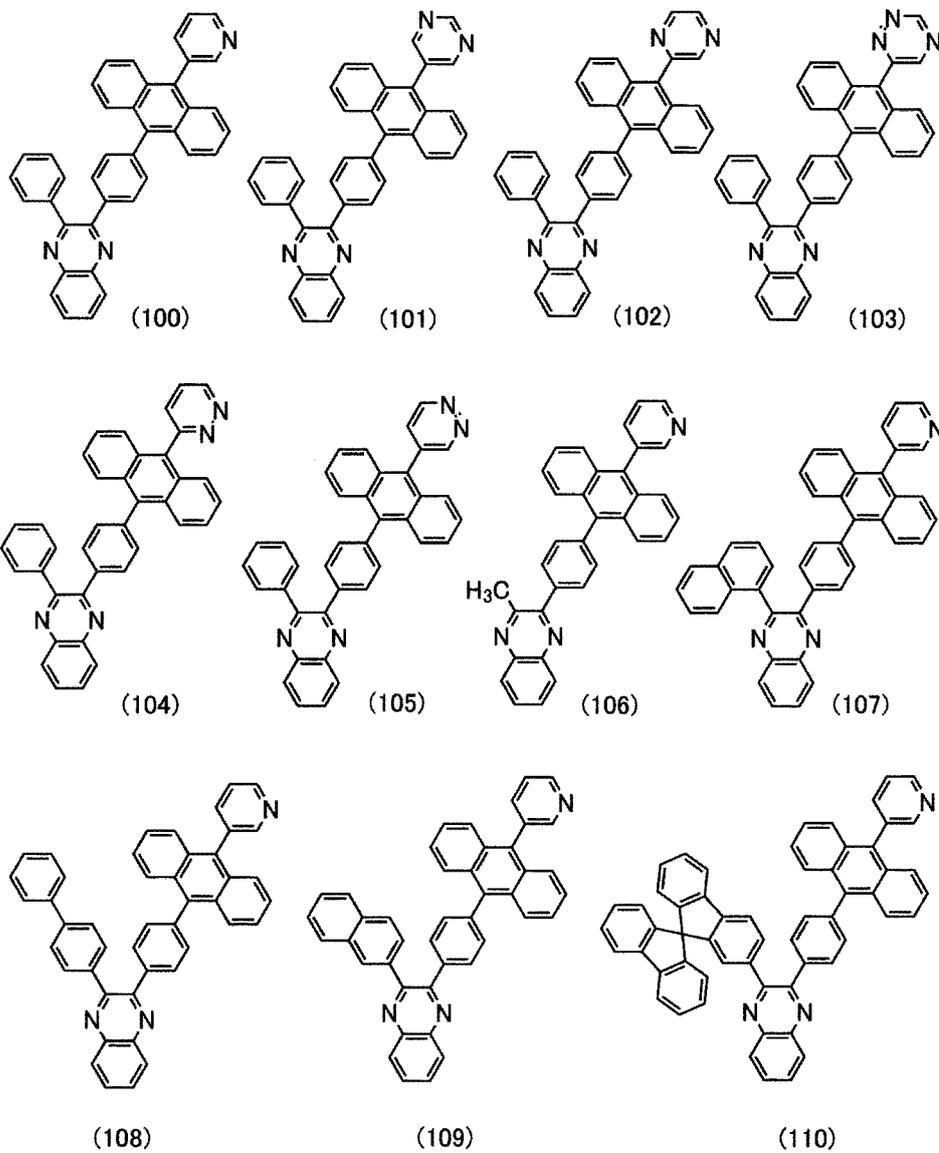
【0062】此外，在上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)所示的有機化合物中，作為式中的 R^1 至 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{21} 至 R^{24} 、 R^{31} 至 R^{33} 、 R^{41} 至 R^{43} 的形成環的碳原子數為3至7的環烷基的具體例子，可以舉出環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基等。

【0063】此外，在上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)所示的有機化合物中，作為式中的 R^1 至 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{21} 至 R^{24} 、 R^{31} 至 R^{33} 、 R^{41} 至 R^{43} 的形成環的碳原子數為6至13的芳基的具體例子，可以舉出苯基、聯苯基、萘基、茛基、萸基等。

【0064】以下示出上述本發明的一個實施方式的有機化合物的具體結構式。

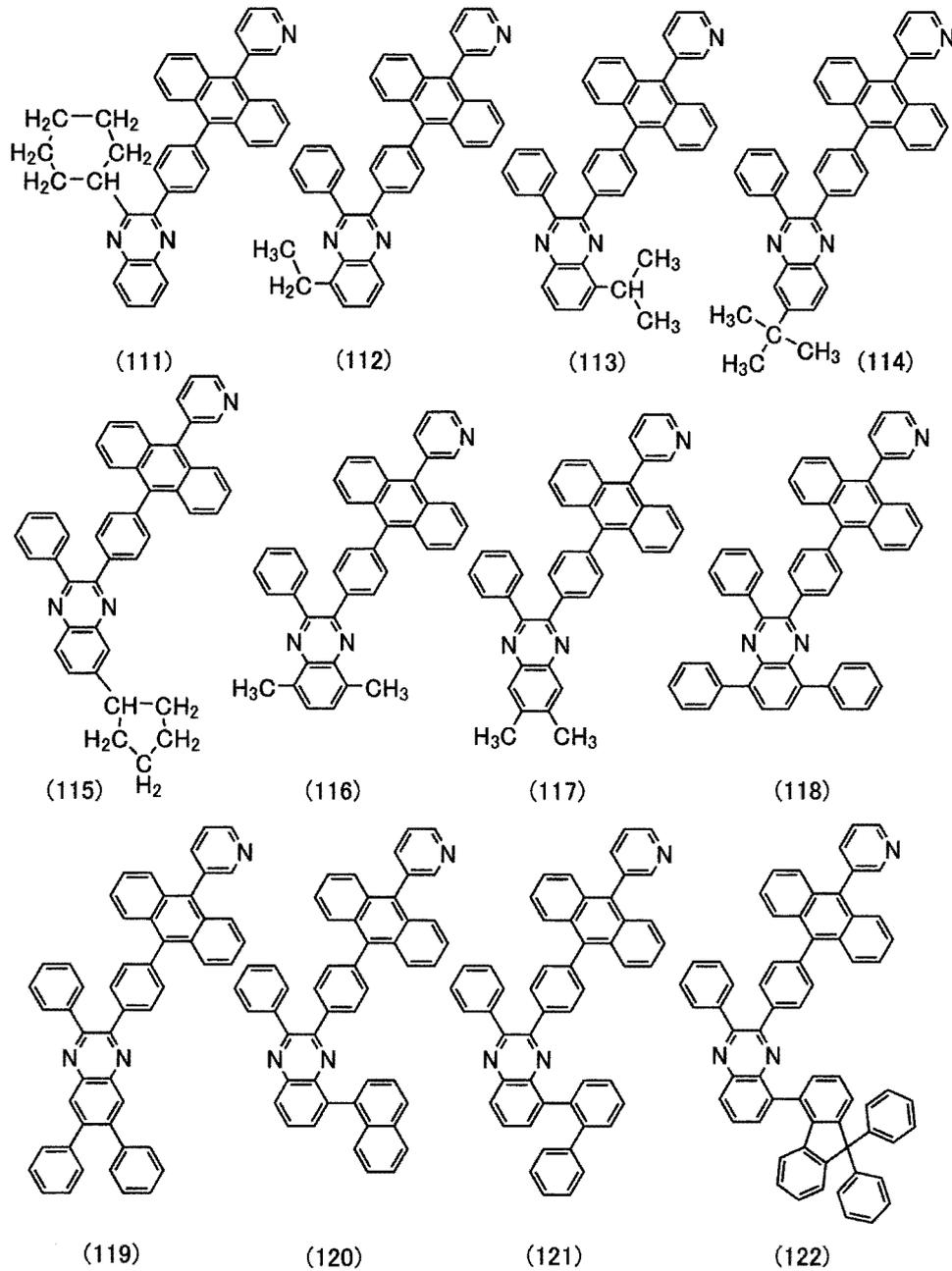
【0065】

[化學式 14]



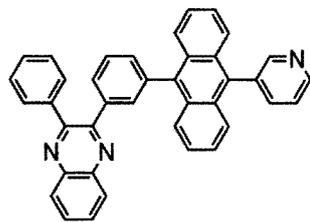
【 0066 】

[化學式 15]

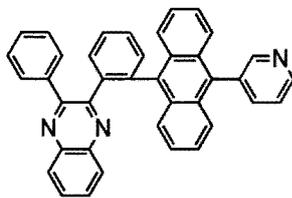


【 0067 】

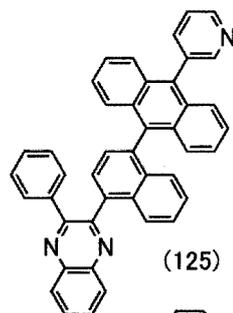
[化學式 16]



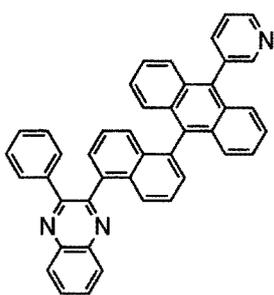
(123)



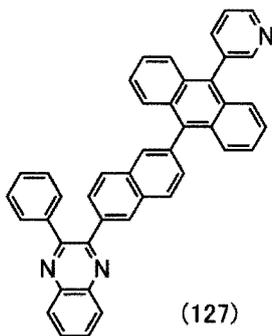
(124)



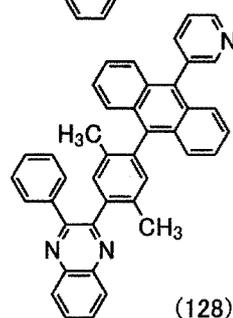
(125)



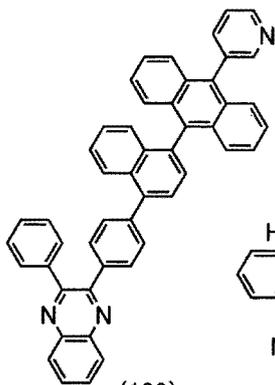
(126)



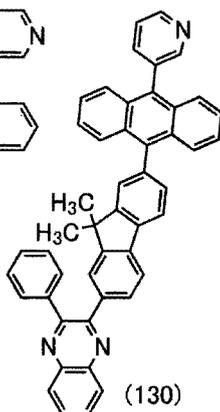
(127)



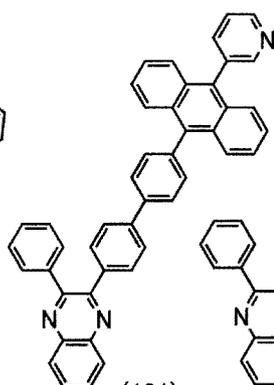
(128)



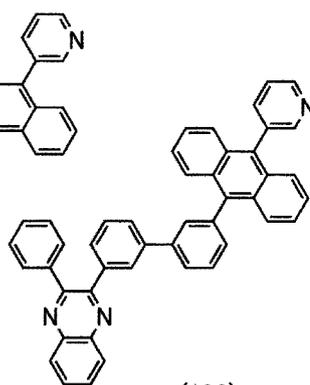
(129)



(130)



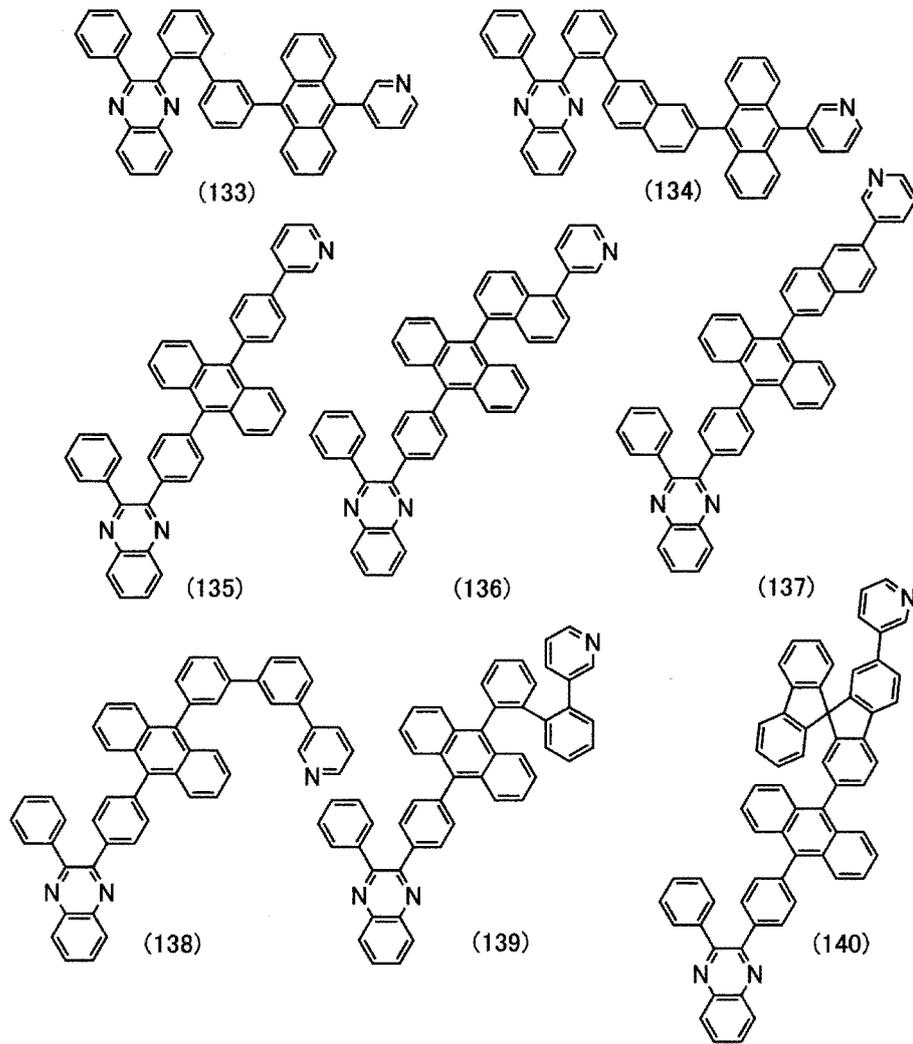
(131)



(132)

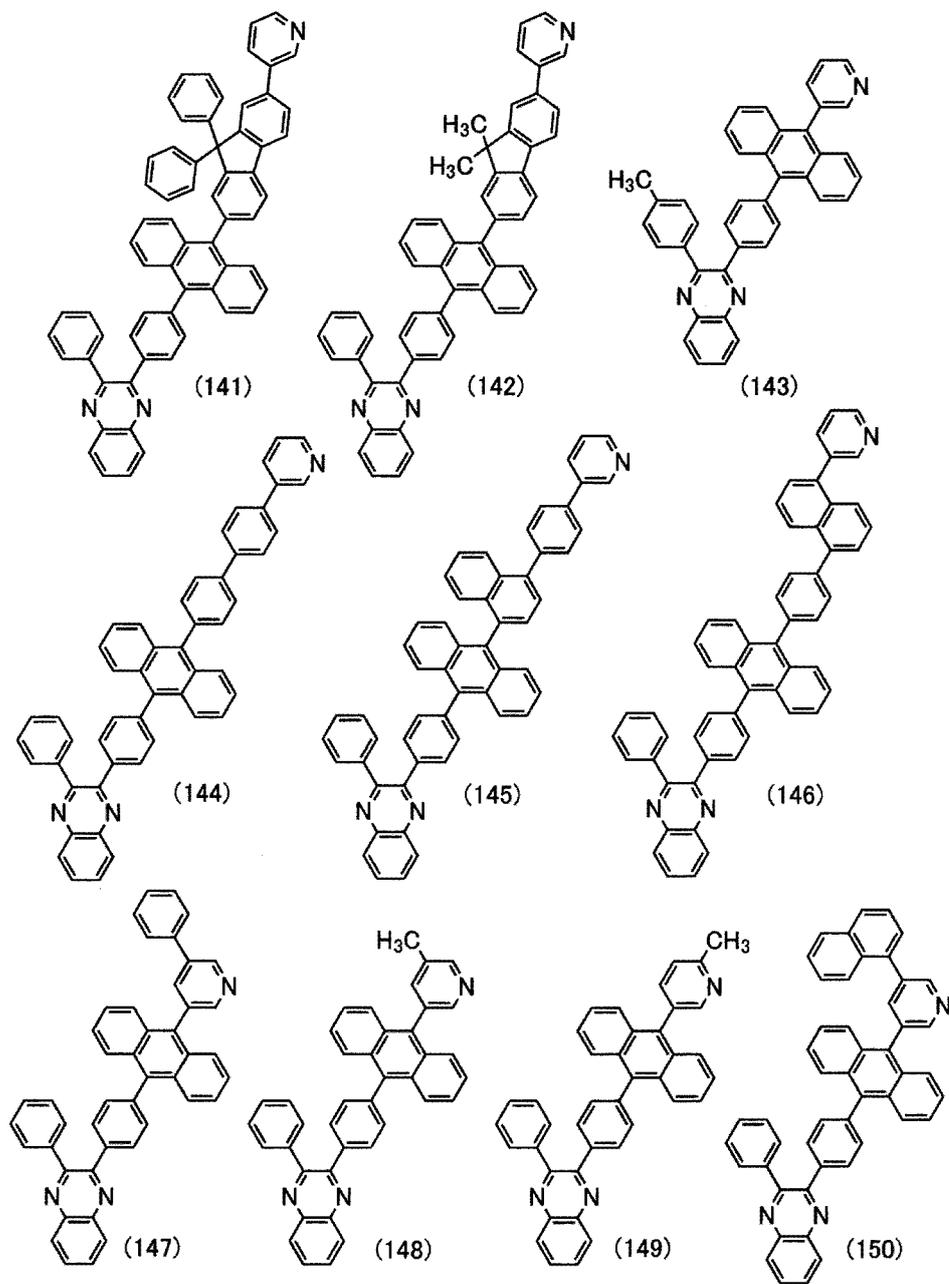
【 0068 】

[化學式 17]



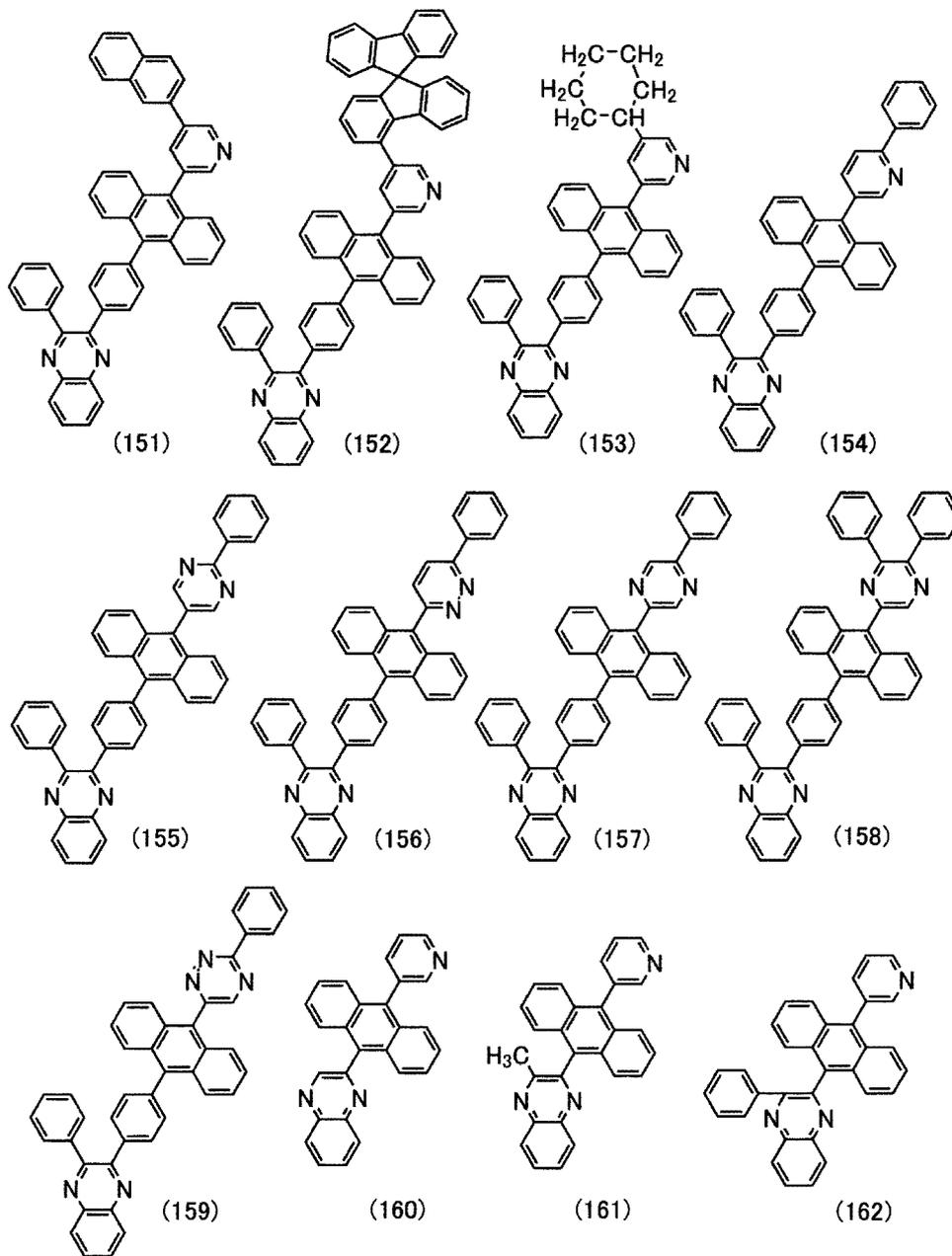
【 0069 】

[化學式 18]



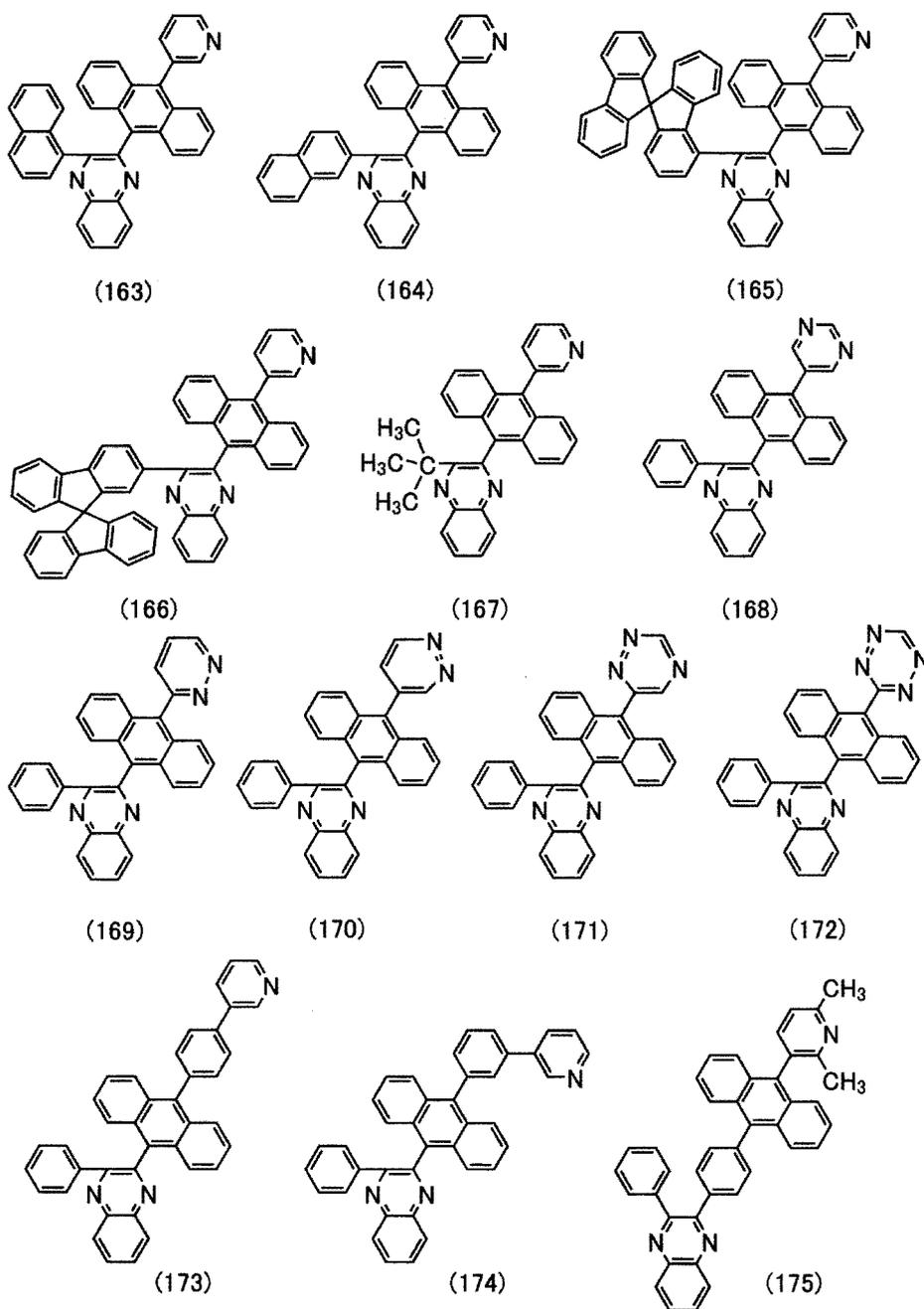
【 0070 】

[化學式 19]



【 0071 】

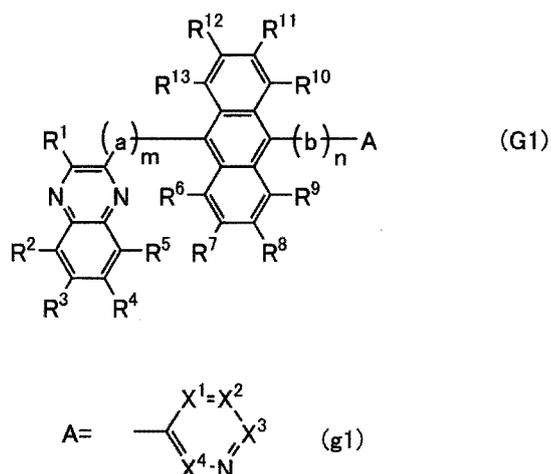
[化學式 20]



【0072】注意，上述結構式(100)至(175)所示的有機化合物是上述通式(G1)、上述通式(G2)、上述通式(G3)及上述通式(G4)中的任一個所示的本發明的一個實施方式的有機化合物的一個例子。但是，本發明的一個實施方式的有機化合物不侷限於此。

【0073】以下說明通式(G1)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物的合成方法的一個例子。

【0074】
[化學式 21]



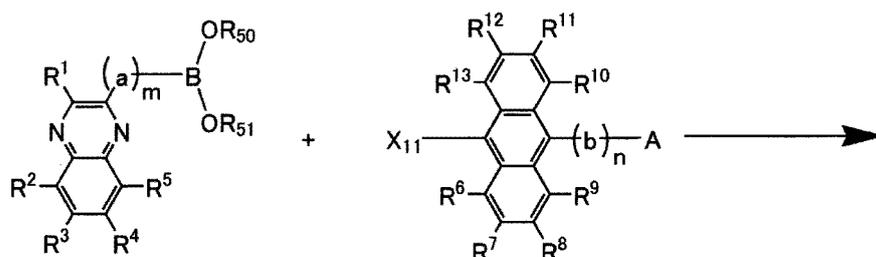
【0075】在通式(G1)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。注意，m=2時的兩個a或n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0076】首先，如下述合成路線(A-1)所示，藉由鈴木-宮浦反應使喹啉衍生物的有機硼化合物或硼酸(化合

物1)與蔥衍生物的鹵化物或三氟甲磺酸酯取代物(化合物2)偶合，由此得到通式(G1)所示的有機化合物。

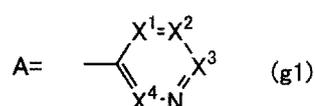
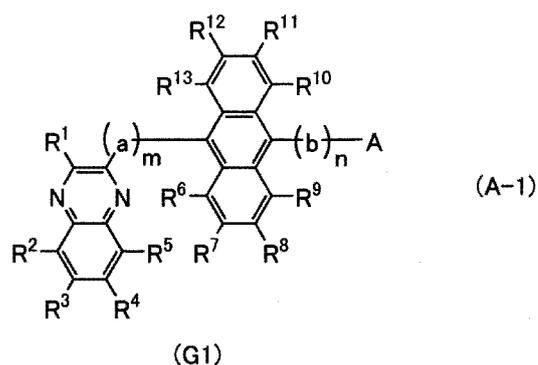
【0077】

[化學式 22]



化合物 1

化合物 2



【0078】在合成路線(A-1)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。注意，m=2時的兩個a或n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由

通式(g1)表示。此外， X^1 至 X^4 分別獨立地表示N或 CR^{14} 。此外， R^{14} 表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0079】此外，在合成路線(A-1)中， R^{50} 及 R^{51} 可以彼此鍵結而形成環。此外， X^{11} 表示鹵素或三氟甲磺酸酯基。

【0080】作為在合成路線(A-1)中可以使用的鈀催化劑，可以舉出醋酸鈀(II)、四(三苯基膦)鈀(0)、雙(三苯基膦)鈀(II)二氯化物等，但是不侷限於此。

【0081】作為在合成路線(A-1)中可以使用的鈀催化劑的配體，可以舉出三(鄰-甲苯基)膦、三苯基膦、三環己基膦等。但是，可以使用的鈀催化劑的配體不侷限於此。

【0082】作為在合成路線(A-1)中可以使用的鹼，可以舉出：三級丁醇鈉等有機鹼；或者碳酸鉀、碳酸鈉等無機鹼等，但是可以使用的鹼不侷限於此。

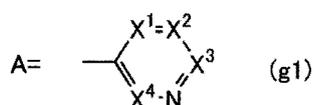
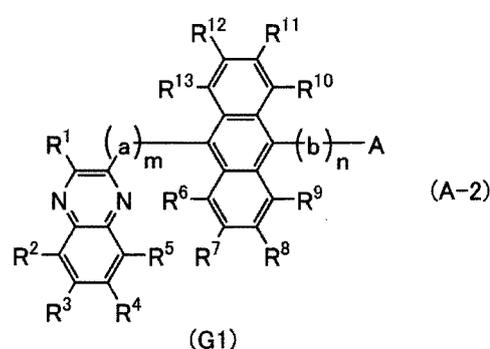
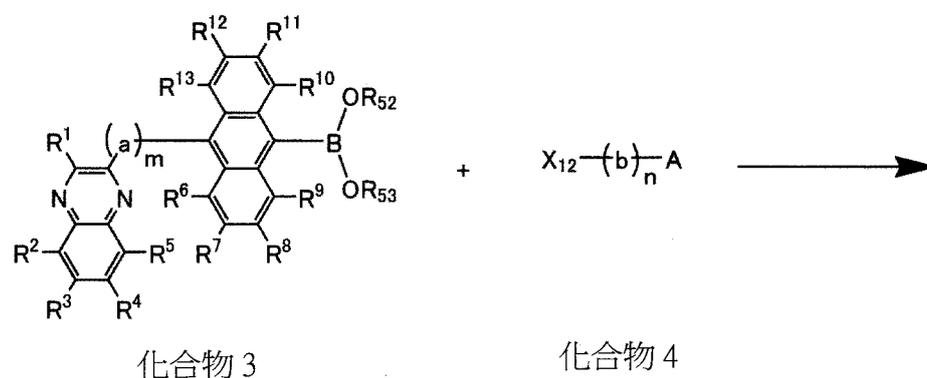
【0083】作為在合成路線(A-1)中可以使用的溶劑，可以舉出如下溶劑：甲苯和水的混合溶劑；甲苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；二甲苯和水的混合溶劑；二甲苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；苯和水的混合溶劑；苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；以及水和乙二醇二甲醚等醚類的混合溶劑等。但是，可以使用的溶劑不侷限於此。此外，更佳的是使用甲苯和水的混合溶劑；甲苯、乙醇和水的混合溶劑；或者水和乙二醇二甲醚等醚類的混合溶劑。

【0084】在合成路線(A-1)所示的鈴木-宮浦偶合反應中，也可以採用除了化合物1所示的有機硼化合物或硼酸以外使用有機鋁化合物、有機銦化合物、有機鋅化合物、有機錫化合物等的交叉偶合反應。但是，不侷限於此。

【0085】此外，在上述鈴木-宮浦偶合反應中，也可以藉由鈴木-宮浦反應使蔥衍生物的有機硼化合物或硼酸與喹啉衍生物的鹵化物或三氟甲磺酸酯取代物偶合。明確而言，如下述合成路線(A-2)所示，藉由鈴木-宮浦反應使蔥衍生物的有機硼化合物或硼酸(化合物3)與雜環化合物衍生物的鹵化物或三氟甲磺酸酯取代物(化合物4)偶合，由此得到通式(G1)所示的有機化合物。

【0086】

[化學式 23]



【0087】在合成路線(A-2)中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基。此外，m及n分別獨立地為0、1或2。注意，m=2時的兩個a或n=2時的兩個b可以相同或不同。R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。此外，A由通式(g1)表示。此外，X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴。此外，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未

經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【0088】此外，在合成路線(A-2)中， R^{52} 及 R^{53} 可以彼此鍵結而形成環。此外， X^{12} 表示鹵素或三氟甲磺酸酯基。

【0089】作為在合成路線(A-2)中可以使用的鈀催化劑，可以舉出醋酸鈀(II)、四(三苯基膦)鈀(0)、雙(三苯基膦)鈀(II)二氯化物等，但是不侷限於此。作為在合成路線(A-2)中可以使用的鈀催化劑的配體，可以舉出三(鄰-甲基)膦、三苯基膦、三環己基膦等。但是，可以使用的鈀催化劑的配體不侷限於此。

【0090】作為在合成路線(A-2)中可以使用的鹼，可以舉出：三級丁醇鈉等有機鹼；或者碳酸鉀、碳酸鈉等無機鹼等，但是可以使用的鹼不侷限於此。

【0091】作為在合成路線(A-2)中可以使用的溶劑，可以舉出如下溶劑：甲苯和水的混合溶劑；甲苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；二甲苯和水的混合溶劑；二甲苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；苯和水的混合溶劑；苯、乙醇等醇和水的混合溶劑；以及水和乙二醇二甲醚等醚類的混合溶劑等。但是，可以使用的溶劑不侷限於此。此外，更佳的是使用甲苯和水的混合溶劑；甲苯、乙醇和水的混合溶劑；或者水和乙二醇二甲醚等醚類的混合溶劑。

【0092】在合成路線(A-2)所示的鈴木-宮浦偶合反應中，也可以採用除了化合物3所示的有機硼化合物或硼酸以外使用有機鋁化合物、有機銳化合物、有機鋅化合物、

有機錫化合物等的交叉偶合反應。但是，不侷限於此。

【0093】

(實施方式2)

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的發光裝置。

【0094】

<發光裝置的結構實例>

圖1A示出包括在一對電極之間具有發光層的EL層的發光裝置的一個例子。明確而言，在第一電極101與第二電極102之間夾有EL層103。例如，當將第一電極101用作陽極時，EL層103具有依次層疊有電洞注入層111、電洞傳輸層112、發光層113、電子傳輸層114及電子注入層115作為功能層的結構。

【0095】作為其他發光裝置的結構，藉由具有包括以在一對電極之間夾有電荷產生層的方式形成的多個EL層的結構(串聯結構)而可以進行低電壓驅動的發光裝置、以及藉由在一對電極之間形成光學微腔諧振器(微腔)結構而提高光學特性的發光裝置等也包括在本發明的一個實施方式中。電荷產生層具有如下功能：在對第一電極101和第二電極102施加電壓時，對相鄰的EL層中的一個注入電子並對另一個EL層注入電洞的功能。

【0096】此外，上述發光裝置的第一電極101和第二電極102中的至少一個為具有透光性的電極(透明電極、半透射-半反射電極等)。在具有透光性的電極為透明電極的

情況下，透明電極的可見光穿透率為40%以上。此外，在該電極為半透射-半反射電極的情況下，半透射-半反射電極的可見光反射率為20%以上且80%以下，較佳為40%以上且70%以下。此外，這些電極的電阻率較佳為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

【0097】此外，在上述本發明的一個實施方式的發光裝置中，在第一電極101和第二電極102中的一個為具有反射性的電極(反射電極)的情況下，具有反射性的電極的可見光反射率為40%以上且100%以下，較佳為70%以上且100%以下。此外，該電極的電阻率較佳為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

【0098】

<第一電極及第二電極>

作為形成第一電極101及第二電極102的材料，如果可以滿足上述兩個電極的功能則可以適當地組合下述材料。例如，可以適當地使用金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。明確而言，可以舉出In-Sn氧化物(也稱為ITO)、In-Si-Sn氧化物(也稱為ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外，還可以舉出鋁(Al)、鈦(Ti)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鎵(Ga)、鋅(Zn)、銦(In)、錫(Sn)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、鎢(W)、鈀(Pd)、金(Au)、鉑(Pt)、銀(Ag)、釔(Y)、釹(Nd)等金屬以及適當地組合它們的合金。除了上述以外，可以使用屬於元素週期表中第1族或第2族的元素(例

如，鋰(Li)、銫(Cs)、鈣(Ca)、銦(Sr)、銣(Eu)、鐿(Yb)等稀土金屬、適當地組合它們的合金以及石墨烯等。

【0099】注意，這些電極可以藉由濺射法及真空蒸鍍法形成。

【0100】

<電洞注入層>

電洞注入層111是包含有機受體材料及電洞傳輸性材料，較佳為HOMO較深的電洞傳輸性材料的層。有機受體材料是對HOMO較深的電洞傳輸性材料呈現電子接受性的物質。此外，此外，HOMO較深的電洞傳輸性材料是HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.4eV 以下的具有較深HOMO能階的物質。像這樣，因為電洞傳輸性材料的HOMO能階較深，所以電洞易於注入電洞傳輸層112。

【0101】有機受體材料可以使用具有拉電子基團(尤其是氟基那樣的鹵基或氰基)的有機化合物等，可以從這樣的物質中適當地選擇對上述電洞傳輸性材料呈現電子接受性的物質。作為這種有機化合物，可以舉出7,7,8,8-四氟基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(簡稱：F4-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亞甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亞基)丙二腈等。尤其是，拉電子基團鍵結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。

此外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基、氰基)的[3]軸烯衍生物的電子接收性非常高所以特別較佳的，明確而言，可以舉出：a,a',a''-1,2,3-環丙烷三亞基三[4-氟-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、a,a',a''-1,2,3-環丙烷三亞基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、a,a',a''-1,2,3-環丙烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

【0102】上述HOMO較深的電洞傳輸性材料較佳為具有電洞傳輸性的電洞傳輸性材料，較佳為具有咪唑骨架、二苯并咪喃骨架、二苯并噻吩骨架及蔥骨架中的任一個。尤其是，可以為具有包括二苯并咪喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者9-芴基藉由伸芳基鍵結於胺的氮的芳香單胺。

【0103】作為上述HOMO較深的電洞傳輸性材料，較佳為使用電場強度[V/cm]的平方根為600時的電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質。此外，只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，可以使用上述以外的物質。注意，這些材料較佳為包含N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質，由此可以製造長壽命的發光裝置。

【0104】作為上述HOMO較深的電洞傳輸性材料，明確而言，可以舉出N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-6-胺

(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II) (4))、N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-p-三聯苯(簡稱：DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-聯苯胺(簡稱：ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNBi)、4-(2;1'-聯萘基-6-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(簡稱：BBAPβNB-03)、4-(6;2'-聯萘基-2-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA(βN2)B)、4-(2;2'-聯萘基-7-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA(βN2)B-03)、4-(1;2'-聯萘基-4-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNαNB)、4-(1;2'-聯萘基-5-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAβNαNB-02)、4-(4-聯苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiAβNB)、4-(3-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：mTPBiAβNBi)、4-(4-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiAβNBi)、4-(1-萘基)-4'-苯基三苯基胺(簡稱：αNBA1BP)、4,4'-雙(1-萘基)三苯基胺(簡稱：αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咪唑-9-基)聯苯-4-基]三苯基胺(簡稱：YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咪唑-9-基)苯基]三(1,1'-聯苯-4-基)胺(簡稱：YGTBi1BP-02)、4-[4'-

(呋唑-9-基)聯苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-萸]-2-胺(簡稱：PCBNBSF)、N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺二[9H-萸]-2-胺(簡稱：BBASF)、N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺二[9H-萸]-4-胺(簡稱：BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-萸-2-基)-9,9'-螺二[9H-萸]-4-胺(簡稱：oFBiSF)、N-(4-聯苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-萸-2-基)二苯并呋喃-4-胺(簡稱：FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(簡稱：mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基萸-9-基)三苯基胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萸-9-基)三苯基胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基萸-9-基)苯基]三苯基胺(簡稱：BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(簡稱：PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-萸]-2-胺(簡稱：PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9H-萸-2-胺(簡稱：PCBBiF)等。

【0105】注意，電洞注入層111可以利用已知的各種成膜方法形成，例如可以利用真空蒸鍍法形成。

【0106】

<電洞傳輸層>

電洞傳輸層 112 是將從第一電極 101 經過電洞注入層 111 注入的電洞傳輸到發光層 113 中的層。

【0107】電洞傳輸層 112 可以使用上述電洞傳輸材料。此外，電洞傳輸層 112 也可以具有疊層結構。此外，在電洞傳輸層 112 具有疊層結構的情況下，發光層一側的層也可以用作電子障壁層。

【0108】此外，比較用於電洞注入層 111 的電洞傳輸材料的 HOMO 能階和用於電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料的 HOMO 能階時，較佳為以用於電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料的 HOMO 能階更深且其差為 0.2eV 以下的方式選擇各個材料。此外，更佳的是，兩者都為相同物質，以使電洞順利注入。

【0109】此外，在電洞傳輸層 112 具有疊層結構的情況下，比較用於形成在電子注入層 111 一側的電洞傳輸層的電洞傳輸材料的 HOMO 能階和用於形成在發光層 113 一側的電洞傳輸層的電洞傳輸材料的 HOMO 能階時，後一者材料的 HOMO 能階較佳為更深。再者，較佳為以其差為 0.2eV 以下的方式選擇各自的材料。藉由使用於電洞注入層 111 及具有疊層結構的電洞傳輸層 112 的這些電洞傳輸材料的 HOMO 能階具有上述關係，可以使電洞順利地注入到各層中，由此可以防止驅動電壓上升及發光層 113 中電洞過少的狀態。

【0110】此外，用於電洞注入層 111 及具有疊層結構

的電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料較佳為分別具有電洞傳輸性骨架。作為該電洞傳輸性骨架，較佳為使用不會使上述電洞傳輸材料的 HOMO 能階過淺的吡啶骨架、二苯并咪喃骨架、二苯并噻吩骨架及蔥骨架。此外，當相鄰層的材料中共用用於電洞注入層 111 及具有疊層結構的電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料的電洞傳輸性骨架時，可以順利地進行電洞注入，所以是較佳的。作為上述電洞傳輸性骨架尤其較佳為使用二苯并咪喃骨架。

【0111】此外，當用於電洞注入層 111 及具有疊層結構的電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料在相鄰層之間相同時，電洞可以向陰極方向順利地注入相鄰的層，因此是較佳的結構。

【0112】

<發光層>

在本發明的一個實施方式的發光裝置中，發光層 113 既可具有單層結構又可具有多個發光層的疊層結構。在層疊多個發光層的情況下，較佳為以各發光層分別具有不同的功能的方式形成發光層。

【0113】發光層 113 包含發光物質(客體材料)和分散發光物質的主體材料。

【0114】作為發光物質(客體材料)，可以使用發射螢光的物質(螢光發光材料)、發射磷光的物質(磷光發光材料)、呈現熱活化延遲螢光的熱活化延遲螢光(Thermally activated delayed fluorescence : TADF)材料及其他發光物

等。作為有機化合物(主體材料)，除了電子傳輸材料或電洞傳輸材料以外，還可以使用上述TADF材料等各種載子傳輸材料。此外，作為主體材料，可以使用電洞傳輸材料或電子傳輸材料等。此外，作為電洞傳輸材料或電子傳輸材料等的具體例子，可以使用本說明書中描述的合適材料或公知已知材料的一種或多種。

【0115】作為可以用於發光層113的客體材料的螢光發光物質，例如可以舉出如下物質。注意，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。

【0116】例如，可以舉出5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒎基)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺(簡稱：1,6FLPAPrn)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芴-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(簡稱：YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒎基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(簡稱：2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCAPA)、芴、2,5,8,11-四(三級丁基)芴(簡稱：TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒎-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](簡稱：DPABPA)、N,9-

二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蔥基)苯基]-9H-咪唑-3-胺 (簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蔥基)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-蔥基)-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯基-2-基)-2-蔥基]-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蔥基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蔥基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N-苯基蔥-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蔥-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)稠四苯-5,11-二胺(簡稱：p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)萘并[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 嗪 -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 嗪 -9-基) 乙 烯 基]-4H-吡 喃 -4-亞 基 } 丙 二 腈 (簡 稱 : BisDCJTM)、 N,N'-(苊 -1,6-二 基) 雙 [(6,N-二 苯 基 苯 并 [b] 萘 并 [1,2-d] 呋 喃)-8-胺](簡 稱 : 1,6BnfAPrn-03)、 3,10-雙 [N-(9-苯 基 -9H-吡 啶 -2-基)-N-苯 基 胺 基] 萘 并 [2,3-b;6,7-b'] 雙 苯 并 呋 喃 (簡 稱 : 3,10PCA2Nbf(IV)-02)、 3,10-雙 [N-(二 苯 并 呋 喃 -3-基)-N-苯 基 胺 基] 萘 并 [2,3-b ; 6,7-b'] 雙 苯 并 呋 喃 (簡 稱 : 3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。 尤 其 是 , 以 1,6FLPAPrn、 1,6mMemFLPAPrn、 1,6BnfAPrn-03等 苊 二 胺 衍 化 合 物 為 代 表 的 稠 合 芳 族 二 胺 化 合 物 具 有 合 適 的 電 洞 俘 獲 性 且 良 好 的 發 光 效 率 及 可 靠 性 , 所 以 是 較 佳 的 。

【 0117】 此 外 , 作 為 可 以 用 於 發 光 層 113 的 客 體 材 料 的 磷 光 發 光 物 質 , 例 如 可 以 舉 出 如 下 物 質 。

【 0118】 例 如 可 以 使 用 如 下 材 料 , 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} 銥 (III)(簡 稱 : [Ir(mpptz-dmp)₃])、 三 (5-甲 基 -3,4-二 苯 基 -4H-1,2,4-三 唑) 銥 (III)(簡 稱 : [Ir(Mptz)₃])、 三 [4-(3-聯 苯)-5-異 丙 基 -3-苯 基 -4H-1,2,4-三 唑] 銥 (III)(簡 稱 : [Ir(iPrptz-3b)₃])等 具 有 4H-三 唑 骨 架 的 有 機 金 屬 銥 錯 合 物 ; 三 [3-甲 基 -1-(2-甲 基 苯 基)-5-苯 基 -1H-1,2,4-三 唑] 銥 (III)(簡 稱 : [Ir(Mptz1-mp)₃])、 三 (1-甲 基 -5-苯 基 -3-丙 基 -1H-1,2,4-三

啞)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$)等具有1H-三啞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-咪啞]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪啞并[1,2-f]菲啞根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$)等具有咪啞骨架的有機金屬銱錯合物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啞根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啞基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啞根-N,C^{2'}]銱(III)吡啞甲酸酯(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啞根-N,C^{2'}}銱(III)吡啞甲酸酯(簡稱： $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啞根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIr(acac))等以具有拉電子基的苯基吡啞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，並且是在440nm至520nm具有發光峰的化合物。

【0119】此外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘓啞根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-三級丁基-6-苯基嘓啞根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘓啞根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘓啞根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘓啞根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘓啞根]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})]$)、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘓啞根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)等具有嘓啞骨架的

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- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、雙(苯并[h]喹啉)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$)、三(苯并[h]喹啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$)、三(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、雙(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)銱(III)乙醯丙酮(簡稱： $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱： $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金屬錯合物。上述物質主要是發射綠色磷光的化合物，並且在500nm至600nm具有發光峰。此外，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。

【0120】此外，可以舉出：(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶基]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、雙[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱：

[Ir(tppr)₂(dpm)]、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]銱(III)(簡稱：[Ir(Fdpq)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：[Ir(piq)₃])、雙(1-苯基異喹啉-N,C^{2'})銱(III)乙醯丙酮(簡稱：[Ir(piq)₂(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)銩(III)(簡稱：[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噁吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銩(III)(簡稱：[Eu(TTA)₃(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具有發光峰。此外，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。

【0121】此外，除了上述以外，還可以使用已知的磷光發光物質。

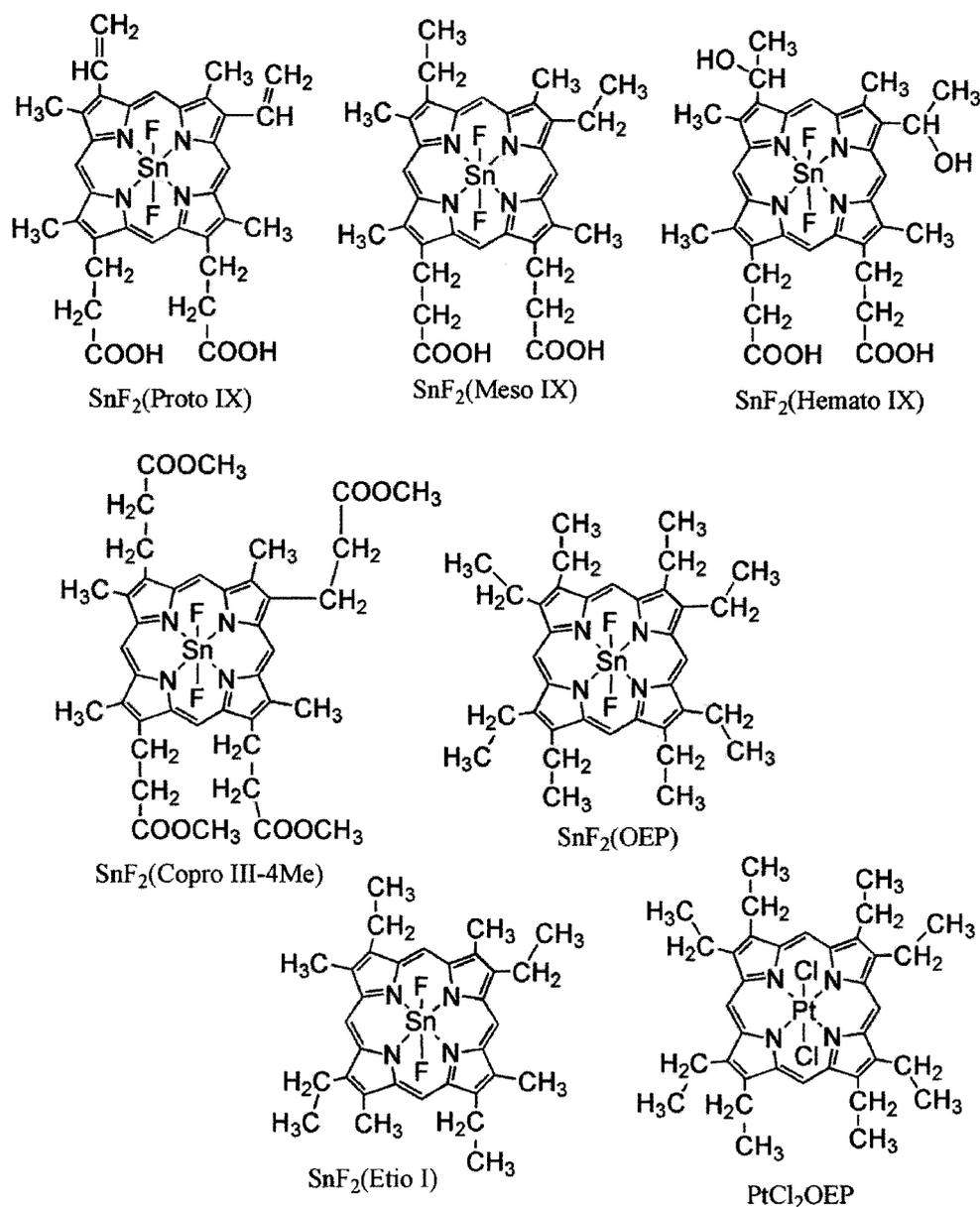
【0122】此外，作為可以用於發光層113的客體材料的TADF材料，例如可以舉出如下物質。

【0123】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。此外，還可以舉出包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化錫錯合物(SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化錫錯合物(SnF₂(Hemato IX))、糞卟啉四甲酯-

氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$)、八乙基卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{OEP})$)、初卟啉-氟化錫錯合物 ($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) 以及八乙基卟啉-氯化鉑錯合物 (PtCl_2OEP) 等。

【 0124 】

[化學式 24]

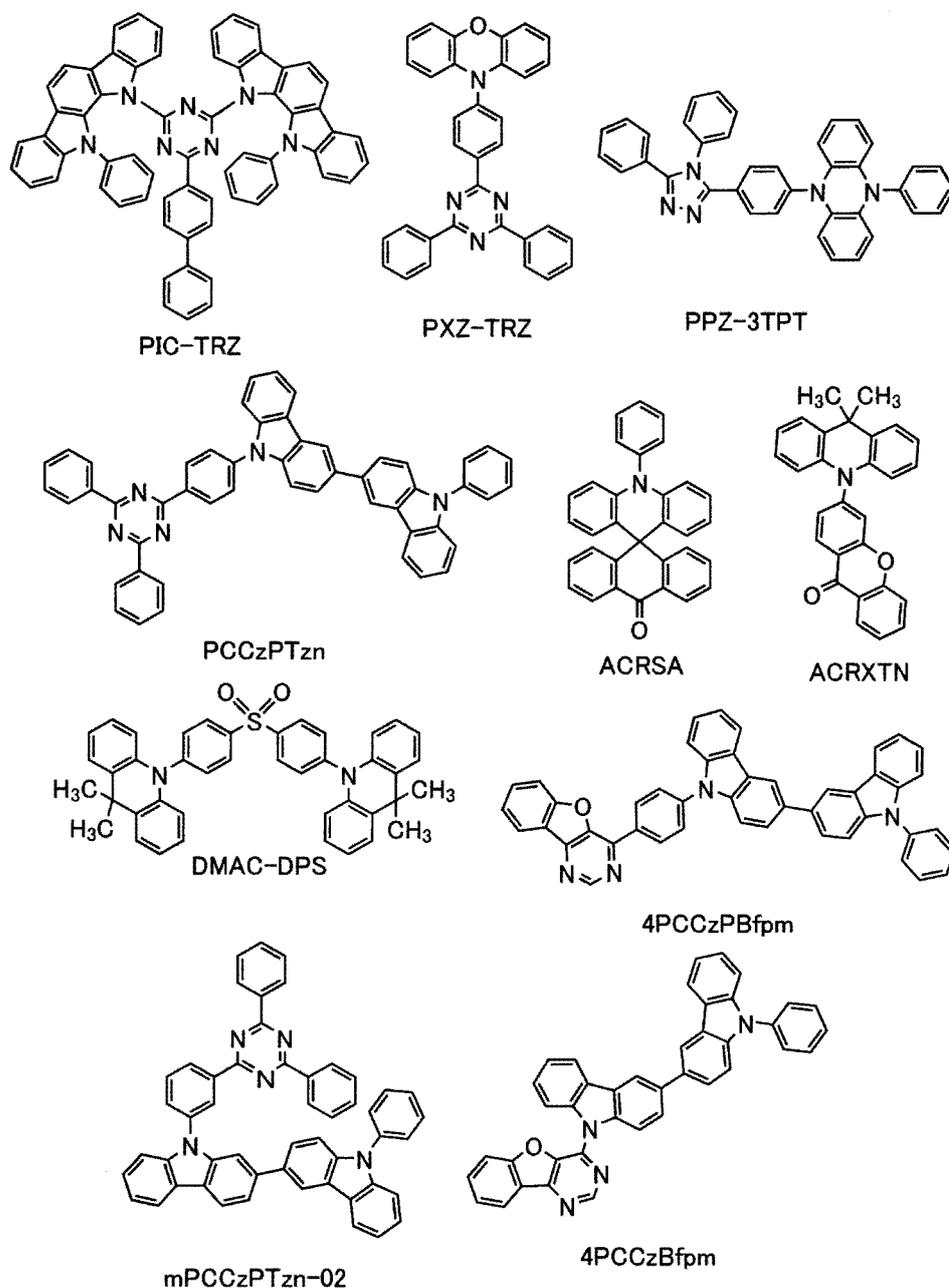


【 0125 】 此外，還可以使用由下述結構式表示的 2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-

9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯咪唑(簡稱:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-啡啶-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫啡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(簡稱:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱:ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]硫磺(簡稱:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱:ACRSA)、4-(9'-苯基-3,3'-聯-9H-咪唑-9-基)苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(簡稱:4PCCzBfpm)、4-[4-(9'-苯基-3,3'-聯-9H-咪唑-9-基)苯基]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(簡稱:4PCCzPBfpm)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-聯-9H-咪唑(簡稱:mPCCzPTzn-02)等具有富 π 電子型雜芳環及缺 π 電子型雜芳環的雜環化合物。

【0126】

[化學式 25]



【0127】該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環，電子傳輸性和電洞傳輸性都高，所以是較佳的。尤其是，在具有缺 π 電子雜芳環的骨架中，吡啶骨架、二嗪骨架(噁啶骨架、吡嗪骨架、嗒咩骨架)及三嗪骨架穩定且可靠性良好，所以是較佳的。尤其是，苯并咪喃

并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的電子接受性高且可靠性良好，所以是較佳的。

【0128】此外，在具有富 π 電子雜芳環的骨架中，吡啶骨架、啡啶骨架、啡噻吩骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好，所以較佳為具有上述骨架中的至少一個。此外，作為呋喃骨架較佳為使用二苯并呋喃骨架，作為噻吩骨架較佳為使用二苯并噻吩骨架。作為吡咯骨架，特別較佳為使用吲哚骨架、咔唑骨架、吲哚咔唑骨架、聯咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。

【0129】此外，在富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環直接鍵結的物質中，富 π 電子芳雜環的電子供給性和缺 π 電子型芳雜環的電子接受性都高而S1能階與T1能階之間的能量差變小，可以高效地獲得熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。注意，也可以使用鍵結有氰基等拉電子基團的芳環代替缺 π 電子型芳雜環。此外，作為富 π 電子骨架，可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外，作為缺 π 電子骨架，可以使用氧雜蒽骨架、二氧化噻噸(thioxanthene dioxide)骨架、喹二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蔥醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香環或雜芳環、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、碲骨架等。

【0130】如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架

代替缺 π 電子雜芳環以及富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【0131】TADF材料是指S1能階和T1能階之差較小且具有藉由反系間竄越將三重激發能轉換為單重激發能的功能的材料。因此，能夠藉由微小的熱能量將三重激發能上轉換(up-convert)為單重激發能(反系間竄越)並能夠高效地產生單重激發態。此外，可以將三重激發能轉換為發光。

【0132】以兩種物質形成激發態的激態錯合物(Exciplex)因S1能階和T1能階之差極小而具有將三重激發能轉換為單重激發能的TADF材料的功能。

【0133】注意，作為T1能階的指標，可以使用在低溫(例如，77K至10K)下觀察到的磷光光譜。關於TADF材料，較佳的是，當以藉由在螢光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為S1能階並以藉由在磷光光譜的短波長側的尾處引切線得到的外推線的波長能量為T1能階時，S1與T1之差為0.3eV以下，更佳為0.2eV以下。

【0134】此外，當使用TADF材料作為發光層113的客體材料時，主體材料的S1能階較佳為比TADF材料的S1能階高。此外，主體材料的T1能階較佳為比TADF材料的T1能階高。

【0135】作為可以用作發光層113的主體材料的電洞傳輸材料，較佳為使用電場強度[V/cm]的平方根為600時的電洞移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質，例如可以舉出如下物質。

【0136】可以舉出：4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]

聯苯(簡稱：NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-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(二苯并噁吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噁吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噁吩(簡稱：DBTFLP-IV)等具有噁吩骨架的化合物；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

架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。此外，也可以使用作為上述有機化合物的例子舉出的有機化合物。

【0137】此外，作為可以用作發光層113的主體材料的電子傳輸材料，較佳為使用電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率為 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物質，例如可以舉出如下物質。除此以外，還可以使用後述的可以用於電子傳輸層114的電子傳輸材料。

【0138】例如可以舉出：雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鈹(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：mDBTBI_m-II)等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹噁啉(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹噁啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并

[f,h]喹啉(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二嗪骨架的雜環化合物；以及3,5-雙[3-(9H-吡啶-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)-苯基]苯(簡稱：TmPyPB)等的具有吡啶骨架的雜環化合物。其中，具有二嗪骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好的可靠性，所以是較佳的。尤其是，具有二嗪(嘧啶或吡嗪)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。

【0139】此外，在使用TADF材料作為發光層113的主體材料的情況下，可以使用與上述同樣的材料。當使用TADF材料作為主體材料時，由TADF材料生成的三重激發能經反系間竄躍轉換為單重激發能並進一步能量轉移到發光中心物質，由此可以提高發光裝置的發光效率。此時，TADF材料被用作能量施體，發光中心物質被用作能量受體。由此，在使用螢光發光物質作為客體材料的情況下，使用TADF材料作為主體材料是非常有效的。此外，此時，為了得到高發光效率，TADF材料的S1能階較佳為比螢光發光物的S1能階高。此外，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的S1能階高。因此，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的T1能階高。

【0140】此外，較佳為使用呈現與螢光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的發光的TADF材料。由

此，激發能順利地從TADF材料轉移到螢光發光物質，可以高效地得到發光，所以是較佳的。

【0141】為了高效地從三重激發能藉由反系間竄躍生成單重激發能，較佳為在TADF材料中產生載子再結合。此外，較佳的是在TADF材料中生成的三重激發能不轉移到螢光發光物質。為此，螢光發光物質較佳為在螢光發光物質所具有的發光體(成為發光的原因的骨架)的周圍具有保護基。作為該保護基，較佳為不具有 π 鍵的取代基，較佳為飽和烴，明確而言，可以舉出碳原子數為3以上且10以下的烷基、經取代或未經取代的碳原子數為3以上且10以下的環烷基、碳原子數為3以上且10以下的三烷基矽基，更佳為具有多個保護基。不具有 π 鍵的取代基由於幾乎沒有傳輸載子的功能，所以對載子傳輸或載子再結合幾乎沒有影響，可以使TADF材料與螢光發光物質的發光體彼此遠離。在此，發光體是指在螢光發光物質中成為發光的原因的原子團(骨架)。發光體較佳為具有 π 鍵的骨架，較佳為包含芳香環，並較佳為具有稠合芳香環或稠合雜芳環。作為稠合芳香環或稠合雜芳環，可以舉出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、啡啶骨架、啡噻啶骨架等。尤其是，具有萘骨架、蔥骨架、萸骨架、蒽骨架、聯伸三苯骨架、稠四苯骨架、芘骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并雙苯并呋喃骨架的螢光發光物質具有高螢光量子產率，所以是較佳的。

【0142】此外，在使用螢光發光物質作為發光層113

的客體材料的情況下，作為主體材料，較佳為使用具有蔥骨架的材料。藉由將具有蔥骨架的物質，可以實現發光效率及耐久性都良好的發光層。作為具有蔥骨架的物質，具有二苯基蔥骨架(尤其是9,10-二苯基蔥骨架)的物質在化學上穩定，所以是較佳的。

【0143】此外，在主體材料具有咪唑骨架的情況下，電洞的注入/傳輸性得到提高，所以是較佳的，尤其是，在包含苯環稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情況下，其HOMO能階比咪唑淺0.1eV左右，電洞容易注入，所以是更佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并咪唑骨架的情況下，其HOMO能階比咪唑淺0.1eV左右，不僅電洞容易注入，而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高，所以是較佳的。

【0144】因此，進一步較佳為用作主體材料的物質是具有9,10-二苯基蔥骨架及咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)的兩者的物質。注意，從上述電洞注入/傳輸性提高的觀點來看，也可以使用苯并萸骨架或二苯并萸骨架代替咪唑骨架。作為這種物質的例子，可以舉出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蔥基)苯基]-9H-咪唑(簡稱：PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(簡稱：PCPN)、9-[4-(10-苯基蔥-9-基)苯基]-9H-咪唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蔥基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(簡稱：cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蔥基)苯基]-苯并[b]萸并[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)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常好的特性，所以是較佳的。

【0145】此外，主體材料也可以是混合多種物質的材料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合電子傳輸性材料和電洞傳輸性材料。藉由混合電子傳輸性材料和電洞傳輸性材料，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。電洞傳輸性材料和電子傳輸性材料的含量的重量比例為1:19至19:1即可。

【0146】如上所述，在主體材料是混合多種物質的材料的情況下，作為上述混合的材料的一部分，可以使用磷光發光物質。磷光發光物質在作為發光中心材料使用螢光發光物質時可以被用作對螢光發光物質供應激發能的能量施體。

【0147】此外，也可以使用這些混合了的材料形成激態錯合物。藉由以形成發射與發光材料的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的方式選擇混合材料，可以使能量轉移變得順利，從而高效地得到發光，所以是較佳的。此外，藉由採用該結構可以降低驅動電壓，因此是較佳的。

【0148】注意，形成激態錯合物的材料的至少一個可以為磷光發光物質。由此，可以高效地將三重激發能經反

系間竄躍轉換為單重激發能。

【0149】 關於形成激態錯合物的材料的組合，電洞傳輸性材料的HOMO能階較佳為電子傳輸性材料的HOMO能階以上。此外，電洞傳輸性材料的LUMO能階較佳為電子傳輸性材料的LUMO能階以上。注意，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從藉由循環伏安(CV)測定測得的材料的電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。

【0150】 注意，激態錯合物的形成例如可以藉由如下方法確認：對電洞傳輸性材料的發射光譜、電子傳輸性材料的發射光譜及混合這些材料而成的混合膜的發射光譜進行比較，當觀察到混合膜的發射光譜比各材料的發射光譜向長波長一側漂移(或者在長波長一側具有新的峰值)的現象時說明形成有激態錯合物。或者，對電洞傳輸性材料的瞬態光致發光(PL)、電子傳輸性材料的瞬態PL及混合這些材料而成的混合膜的瞬態PL進行比較，當觀察到混合膜的瞬態PL壽命與各材料的瞬態PL壽命相比具有長壽命成分或者延遲成分的比率變大等瞬態回應不同時說明形成有激態錯合物。此外，可以將上述瞬態PL稱為瞬態電致發光(EL)。換言之，與對電洞傳輸性材料的瞬態EL、電子傳輸性材料的瞬態EL及這些材料的混合膜的瞬態EL進行比較，觀察瞬態回應的不同，可以確認激態錯合物的形成。

【0151】

<電子傳輸層>

電子傳輸層114是將從第二電極102注入的電子傳輸到

發光層 113 的層，並與發光層 113 接觸。電子傳輸層 114 包含 HOMO 能階為 -6.0eV 以上的電子傳輸材料及鹼金屬或鹼土金屬的有機錯合物。此外，作為 HOMO 能階為 -6.0eV 以上的電子傳輸材料，電場強度 $[\text{V}/\text{cm}]$ 的平方根為 600 時的電子移動率較佳為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $1 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下，更佳為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。

【0152】此外，作為 HOMO 能階為 -6.0eV 以上的電子傳輸材料，較佳為具有蔥骨架，更佳為具有蔥骨架及雜環骨架。因此，較佳為使用本發明的一個實施方式的喹啉衍生物作為電子傳輸性材料。除此之外，可以將可用於上述主體材料的電子傳輸性材料的一部分以及作為可以與上述螢光發光物質組合而用於主體材料的材料舉出的物質用於電子傳輸層 114。

【0153】此外，作為鹼金屬或鹼土金屬的有機錯合物，較佳為使用鋰的有機金屬錯合物錯合物，尤其較佳為 8-羥基喹啉鋰(簡稱：Liq)。

【0154】此外，較佳為用於電子傳輸層 114 的 HOMO 能階為 -6.0eV 以上的電子傳輸材料的電子移動率(電場強度 $[\text{V}/\text{cm}]$ 的平方根為 600 時的電子移動率)低於用於發光層 113 的主體材料的電子移動率。藉由降低電子傳輸層中的電子的傳輸性可以控制向發光層的電子的注入量，由此可以防止發光層變成電子過多的狀態。

【0155】

<電子注入層>

電子注入層 115 是用來提高從陰極的第二電極 102 注入電子的效率的層，較佳為使用第二電極 102 的材料的功函數的值與用於電子注入層 115 的材料的 LUMO 能階的值之差小 (0.5eV 以下) 的材料。因此，作為電子注入層 115，可以使用鋰、銻、氟化鋰 (LiF)、氟化銻 (CsF)、氟化鈣 (CaF_2)、8-(羥基喹啉)鋰 (簡稱：LiQ)、2-(2-吡啶基)苯酚鋰 (簡稱：LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羥基吡啶合鋰 (簡稱：LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚鋰 (簡稱：LiPPP)、鋰氧化物 (LiO_x)、碳酸銻等鹼金屬、鹼土金屬或者它們的化合物。此外，可以使用氟化銩 (ErF_3) 等稀土金屬化合物。

【0156】此外，如圖 1B 所示的發光裝置那樣，藉由在兩個 EL 層 (103a、103b) 之間設置電荷產生層 104，可以具有多個 EL 層層疊在一對電極之間的結構 (也稱為串聯結構)。注意，在本實施方式中，圖 1A 所說明的電洞注入層 (111)、電洞傳輸層 (112)、發光層 (113)、電子傳輸層 (114) 和電子注入層 (115) 各自的功能及材料是與圖 1B 所說明的電洞注入層 (111a、111b)、電洞傳輸層 (112a、112b)、發光層 (113a、113b)、電子傳輸層 (114a、114b) 和電子注入層 (115a、115b) 相同的。

【0157】>

<電荷產生層>

在圖 1B 所示的發光裝置中，電荷產生層 104 具有如下功能：當第一電極 101 (陽極) 和第二電極 102 (陰極) 之間被施加電壓時，對 EL 層 103a 注入電子且對 EL 層 103b 注入電

洞的功能。電荷產生層104既可以具有對電洞傳輸性材料添加電子受體(受體)的結構(P型層)，也可以具有對電子傳輸性材料添加電子施體(施體)的結構(N型層)。或者，也可以層疊有這兩種結構。此外，也可以組合上述P型層與後述電子中繼層及電子緩衝層中的一個或兩個。此外，藉由使用上述材料形成電荷產生層104，可以抑制在層疊EL層時的驅動電壓的增大。

【0158】在電荷產生層104具有對電洞傳輸性材料添加電子受體的結構(P型層)的情況下，作為電洞傳輸性材料可以使用本實施方式所示的材料。此外，作為電子受體，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)、四氯苯醌等。此外，可以舉出屬於元素週期表中第4族至第8族的金屬的氧化物。明確而言，可以舉出氧化鈮、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化銻等。

【0159】在電荷產生層104具有對電子傳輸性材料添加電子施體的結構(N型層)的情況下，作為電子傳輸性材料可以使用本實施方式所示的材料。此外，作為電子施體，可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬或屬於元素週期表中第2族、第13族的金屬及它們的氧化物或碳酸鹽。明確而言，較佳為使用鋰(Li)、銫(Cs)、鎂(Mg)、鈣(Ca)、鐿(Yb)、銦(In)、氧化鋰、碳酸銫等。此外，也可以將如四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)等有機化合物用作電子施體。

【0160】上述較佳為與P型層組合的電子中繼層設置在電子注入緩衝層與P型層之間，由此起到防止電子注入緩衝層和P型層的相互作用，並順利地傳遞電子。此外，電子中繼層較佳為包含電子傳輸性材料，較佳為將電子中繼層所包含的電子傳輸性材料的LUMO能階設定在P型層中的電子接受性物質的LUMO能階與電子緩衝層所包含的物質的LUMO能階之間。明確而言，電子中繼層中的電子傳輸性材料的LUMO能階較佳為 -5.0eV 以上，更佳為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。此外，作為電子中繼層中的電子傳輸性材料，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵結和芳香配體的金屬錯合物。

【0161】電子注入緩衝層可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))等電子注入性高的物質。

【0162】此外，在電子注入緩衝層包含電子傳輸性材料及電子施體性物質的情況下，作為電子施體性物質，除了鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬和這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銻等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))以外，還可以使用四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)

(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。此外，作為電子傳輸性材料，可以使用與上面所說明的用於電子傳輸層114的材料同樣的材料形成。

【0163】雖然圖1B示出層疊有兩個EL層103的結構，但是藉由在不同的EL層之間設置電荷產生層可以使其成為三個以上的疊層結構。

【0164】此外，可以使用上述電荷產生層代替上述電子注入層。在此情況下，較佳為從陽極一側依次層疊電子注入緩衝層、電子中繼層及P型層。

【0165】

<基板>

本實施方式所示的發光裝置可以形成在各種基板上。注意，對基板的種類沒有特定的限制。作為該基板的例子，可以舉出半導體基板(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、包含不鏽鋼箔的基板、鎢基板、包含鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀材料的紙或基材薄膜等。

【0166】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，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、丙烯酸樹脂等合成樹脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯、聚醯胺、聚醯亞胺、芳香族聚醯胺樹

脂、環氧樹脂、無機蒸鍍薄膜、紙類等。

【0167】當製造本實施方式所示的發光裝置時，可以利用蒸鍍法等真空製程或旋塗法、噴墨法等溶液製程。作為蒸鍍法，可以利用濺射法、離子鍍法、離子束蒸鍍法、分子束蒸鍍法、真空蒸鍍法等物理蒸鍍法(PVD法)或化學蒸鍍法(CVD法)等。尤其是，可以利用蒸鍍法(真空蒸鍍法)、塗佈法(浸塗法、染料塗佈法、棒式塗佈法、旋塗法、噴塗法等)、印刷法(噴墨法、網版印刷(孔版印刷)法、平板印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接觸印刷法、奈米壓印法等)等方法形成包括在發光裝置的EL層中的功能層(電洞注入層(111、111a、111b)、電洞傳輸層(112、112a、112b)、發光層(113、113a、113b、113c)、電子傳輸層(114、114a、114b)、電子注入層(115、115a、115b)以及電荷產生層(104、104a、104b))。

【0168】此外，本實施方式所示的構成發光裝置的EL層(103、103a、103b)的各功能層(電洞注入層(111、111a、111b)、電洞傳輸層(112、112a、112b)、發光層(113、113a、113b、113c)、電子傳輸層(114、114a、114b)、電子注入層(115、115a、115b)以及電荷產生層(104、104a、104b))的材料不侷限於此，只要為可以滿足各層的功能的材料就可以組合地使用。作為一個例子，可以使用高分子化合物(低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介於低分子與高分子之間的化合物)：

分子量為400至4000)、無機化合物(量子點材料等)等。作為量子點材料，可以使用膠狀量子點材料、合金型量子點材料、核殼型量子點材料、核型量子點材料等。

【0169】具有如上那樣的結構的用於本發明的一個實施方式的發光設備的發光裝置可以為長壽命的發光裝置。

【0170】本實施方式所示的結構可以適當地與其他實施方式所示的結構組合而使用。

【0171】

(實施方式3)

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的發光設備。圖2A所示的發光設備是形成在第一基板201上的電晶體(FET)202和發光裝置(203R、203G、203B、203W)電連接而成的主動矩陣型發光設備，多個發光裝置(203R、203G、203B、203W)共同使用EL層204，並且採用根據各發光裝置的發光顏色分別調整了各發光裝置的電極之間的光學距離的微腔結構。此外，採用從EL層204得到的發光穿過形成在第二基板205上的彩色濾光片(206R、206G、206B)射出的頂部發射型發光設備。

【0172】在圖2A所示的發光設備中，將第一電極207用作反射電極，並將第二電極208用作對光(可見光或紅外光)具有透過性及反射性的兩者的半透射-半反射電極。作為用來形成第一電極207及第二電極208的電極材料，可以參照其他實施方式而適當地使用。

【0173】此外，在圖2A中，例如，在以發光裝置

203R、203G、203B、203W分別作為紅色發光裝置、綠色發光裝置、藍色發光裝置、白色發光裝置的情況下，如圖2B所示，將發光裝置203R中的第一電極207與第二電極208之間的距離調整為光學距離200R，將發光裝置203G中的第一電極207與第二電極208之間的距離調整為光學距離200G，並且將發光裝置203B中的第一電極207與第二電極208之間的距離調整為光學距離200B。此外，如圖2B所示，藉由在發光裝置203R中將導電層210R層疊在第一電極207上，並在發光裝置203G中將導電層210G層疊在第一電極207上，可以進行光學調整。

【0174】在第二基板205上形成有彩色濾光片(206R、206G、206B)。彩色濾光片使特定波長範圍的可見光透過並遮阻特定波長範圍的可見光。因此，如圖2A所示，藉由在與發光裝置203R重疊的位置上設置只使紅色波長範圍的光透過的彩色濾光片206R，可以從發光裝置203R得到紅色光。此外，藉由在與發光裝置203G重疊的位置上設置只使綠色波長範圍的光透過的彩色濾光片206G，可以從發光裝置203G得到綠色光。此外，藉由在與發光裝置203B重疊的位置上設置只使藍色波長範圍的光透過的彩色濾光片206B，可以從發光裝置203B得到藍色光。但是，可以從發光裝置203W得到白色光，而不設置濾光片。此外，也可以在各彩色濾光片的端部設置有黑色層(黑矩陣)209。再者，彩色濾光片(206R、206G、206B)或黑色層209也可以被由透明材料構成的保護層覆蓋。

【0175】雖然在圖2A中示出在第二基板205一側取出光的結構(頂部發射型)的發光設備，但是也可以採用如圖2C所示那樣在形成有FET202的第一基板201一側取出光的結構(底部發射型)的發光設備。在底部發射型發光設備中，將第一電極207用作半透射-半反射電極，並將第二電極208用作反射電極。此外，作為第一基板201，至少使用具有透光性的基板。此外，如圖2C所示，將彩色濾光片(206R'、206G'、206B')設置在比發光裝置(203R、203G、203B)更靠近第一基板201的一側即可。

【0176】此外，雖然在圖2A中示出發光裝置為紅色發光裝置、綠色發光裝置、藍色發光裝置以及白色發光裝置的情況，但是本發明的一個實施方式的發光裝置不侷限於該結構，也可以使用黃色發光裝置或橙色發光裝置。作為用來製造這些發光裝置的EL層(發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等)的材料，可以參照其他實施方式而適當地使用。在此情況下，需要根據發光裝置的發光顏色而適當地選擇彩色濾光片。

【0177】藉由採用上述結構，可以得到具備發射多個顏色的光的發光裝置的發光設備。

【0178】本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

【0179】
(實施方式4)

在本實施方式中，對本發明的一個實施方式的發光設備進行說明。

【0180】藉由採用本發明的一個實施方式的發光裝置，可以製造主動矩陣型發光設備或被動矩陣型發光設備。此外，主動矩陣型發光設備具有組合了發光裝置和電晶體(FET)的結構。由此，被動矩陣型發光設備和主動矩陣型發光設備都包括在本發明的一個實施方式中。此外，可以將其他實施方式所示的發光裝置應用於本實施方式所示的發光設備。

【0181】在本實施方式中，首先參照圖3A及圖3B說明主動矩陣型發光設備。

【0182】圖3A是發光設備的俯視圖，圖3B是沿著圖3A中的點劃線A-A'進行切割的剖面圖。主動矩陣型發光設備具有設置在第一基板301上的像素部302、驅動電路部(源極線驅動電路)303以及驅動電路部(閘極線驅動電路)(304a、304b)。將像素部302及驅動電路部(303、304a、304b)用密封劑305密封在第一基板301與第二基板306之間。

【0183】在第一基板301上設置有引線307。引線307與作為外部輸入端子的FPC308電連接。FPC308用來對驅動電路部(303、304a、304b)傳遞來自外部的信號(例如，視訊信號、時脈信號、啟動信號或重設信號等)或電位。此外，FPC308也可以安裝有印刷線路板(PWB)。安裝有這些FPC和PWB的狀態也可以包括在發光設備的範疇內。

【0184】圖3B示出剖面結構。

【0185】像素部302由具有FET(開關用FET)311、FET(電流控制用FET)312以及電連接於FET312的第一電極313的多個像素構成。對各像素所具有的FET的個數沒有特別的限制，而根據需要適當地設置即可。

【0186】對FET309、310、311、312沒有特別的限制，例如可以採用交錯型電晶體或反交錯型電晶體。此外，也可以採用頂閘極型或底閘極型等的電晶體結構。

【0187】此外，對可用於上述FET309、310、311、312的半導體的結晶性沒有特別的限制，可以使用非晶半導體和具有結晶性的半導體(微晶半導體、多晶半導體、單晶半導體或其一部分具有結晶區域的半導體)中的任一個。藉由使用具有結晶性的半導體，可以抑制電晶體特性的劣化，所以是較佳的。

【0188】作為上述半導體，例如可以使用第14族元素、化合物半導體、氧化物半導體、有機半導體等。典型地是，可以使用包含矽的半導體、包含砷化鎵的半導體或包含銮的氧化物半導體等。

【0189】驅動電路部303包括FET309及FET310。驅動電路部303既可以由包含單極性(N型和P型中的任一個)電晶體的電路形成，也可以由包含N型電晶體及P型電晶體的CMOS電路形成。此外，也可以採用外部具有驅動電路的結構。

【0190】第一電極313的端部由絕緣物314覆蓋。絕緣

物 314 可以使用負型感光樹脂或正型感光樹脂(丙烯酸樹脂)等有機化合物或者氧化矽、氧氮化矽、氮化矽等無機化合物。絕緣物 314 的上端部或下端部較佳為有具有曲率的曲面。由此，可以使形成在絕緣物 314 上的膜具有良好的覆蓋性。

【0191】在第一電極 313 上層疊有 EL 層 315 及第二電極 316。EL 層 315 具有發光層、電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、電荷產生層等。

【0192】作為本實施方式所示的發光裝置 317 的結構，可以應用其他實施方式所示的結構或材料。雖然在此未圖示，但是第二電極 316 與作為外部輸入端子的 FPC308 電連接。

【0193】雖然在圖 3B 所示的剖面圖中僅示出一個發光裝置 317，但是，在像素部 302 中多個發光裝置被配置為矩陣狀。藉由在像素部 302 中分別選擇性地形成能夠得到三種(R、G、B)顏色的發光的發光裝置，可以形成能夠進行全彩色顯示的發光設備。此外，除了可以得到三種(R、G、B)顏色的發光的發光裝置以外，例如也可以形成能夠得到白色(W)、黃色(Y)、洋紅色(M)、青色(C)等顏色的發光的發光裝置。例如，藉由對能夠得到三種(R、G、B)顏色的發光的發光裝置追加能夠得到上述多種發光的發光裝置，可以獲得色純度的提高、耗電量的降低等效果。此外，也可以藉由與彩色濾光片組合來實現能夠進行全彩色顯示的發光設備。作為彩色濾光片的種類，可以使用紅色

(R)、綠色(G)、藍色(B)、青色(C)、洋紅色(M)、黃色(Y)等。

【0194】藉由使用密封劑305將第二基板306與第一基板301貼合在一起，使第一基板301上的FET(309、310、311、312)和發光裝置317位於由第一基板301、第二基板306和密封劑305圍繞的空間318。此外，空間318可以填充有惰性氣體(如氮氣或氬氣等)，也可以填充有有機物(包括密封劑305)。

【0195】可以將環氧樹脂或玻璃粉用作密封劑305。此外，作為密封劑305，較佳為使用儘量未使水分和氧透過的材料。此外，第二基板306可以使用與第一基板301同樣的材料。由此，可以使用其他實施方式所示的各種基板。作為基板，除了玻璃基板和石英基板之外，還可以使用由FRP(Fiber-Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、PVF(polyvinyl fluoride：聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。從黏合性的觀點來看，在作為密封劑使用玻璃粉的情況下，作為第一基板301及第二基板306較佳為使用玻璃基板。

【0196】如上所述，可以得到主動矩陣型發光設備。

【0197】此外，當在撓性基板上形成主動矩陣型發光設備時，可以在撓性基板上直接形成FET及發光裝置，也可以在具有剝離層的其他基板上形成FET及發光裝置之後藉由施加熱、力量、雷射照射等使FET與發光裝置在剝離層分離再將其轉置於撓性基板。此外，作為剝離層，例如

可以使用鎢膜及氧化矽膜的無機膜的疊層或聚醯亞胺等有機樹脂膜等。此外，作為撓性基板，除了可以形成電晶體的基板之外，還可以舉出紙基板、玻璃紙基板、芳香族聚醯胺薄膜基板、聚醯亞胺薄膜基板、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。藉由使用這種基板，可以實現良好的耐性及耐熱性且輕量化及薄型化。

【0198】此外，在驅動主動矩陣型發光設備所具有的發光裝置時，可以使發光裝置以脈衝狀(例如，使用kHz、MHz等頻率)發光並將該光用於顯示。使用上述有機化合物形成的發光裝置具有優良的頻率特性，可以縮短發光裝置的驅動時間而減少功耗。此外，因驅動時間的縮短而發熱得到抑制，由此可以減輕發光裝置的劣化。

【0199】本實施方式所示的結構可以適當地與其他實施方式所示的結構組合而使用。

【0200】

(實施方式5)

在本實施方式中，對採用本發明的一個實施方式的發光裝置或包括本發明的一個實施方式的發光裝置的發光設備的各種電子裝置及汽車的例子進行說明。注意，可以將發光設備主要用於本實施方式所說明的電子裝置中的顯示部。

【0201】圖4A至圖4E所示的電子裝置可以包括外殼

7000、顯示部7001、揚聲器7003、LED燈7004、操作鍵7005(包括電源開關或操作開關)、連接端子7006、感測器7007(具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風7008等。

【0202】圖4A示出移動電腦，該移動電腦除了上述以外還可以包括開關7009、紅外線埠7010等。

【0203】圖4B示出具備儲存媒體的可攜式影像再現裝置(例如DVD再現裝置)，該可攜式影像再現裝置除了上述以外還可以包括第二顯示部7002、記錄介質讀取部7011等。

【0204】圖4C示出具有電視接收功能的數位相機，該數位相機除了上述以外還可以包括天線7014、快門按鈕7015、影像接收部7016等。

【0205】圖4D示出可攜式資訊終端。可攜式資訊終端具有將資訊顯示在顯示部7001的三個以上的面上的功能。在此，示出資訊7052、資訊7053、資訊7054分別顯示於不同的面上的例子。例如，在將可攜式資訊終端放在上衣口袋裡的狀態下，使用者能夠確認顯示在從可攜式資訊終端的上方看到的位置上的資訊7053。使用者可以確認顯示而無需從口袋裡拿出可攜式資訊終端，能夠判斷是否接電話。

【0206】圖4E示出可攜式資訊終端(包括智慧手機)，該可攜式資訊終端可以在外殼7000中包括顯示部7001、操作鍵7005等。可攜式資訊終端也可以設置有揚聲器7003、連接端子7006、感測器7007等。此外，可攜式資訊終端可以將文字或影像資訊顯示在其多個面上。在此，示出顯示有三個圖示7050的例子。此外，可以將由虛線矩形表示的資訊7051顯示在顯示部7001的另一個面上。作為資訊7051的例子，可以舉出提示收到來自電子郵件、SNS(Social Networking Services：社交網路服務)或電話等的資訊；電子郵件或SNS等的標題；電子郵件或SNS等的發送者姓名；日期；時間；電池餘量；以及天線接收信號強度等。或者，可以在顯示有資訊7051的位置上顯示圖示7050等。

【0207】圖4F是大型電視機(也稱為電視機或電視接收器)，可以包括外殼7000、顯示部7001等。此外，在此示出由支架7018支撐外殼7000的結構。此外，藉由利用另外提供的遙控器7111等可以進行電視機的操作。此外，顯示部7001也可以具備觸控感測器，藉由用手指等觸摸顯示部7001可以進行操作。遙控器7111也可以具備顯示從該遙控器7111輸出的資料的顯示部。藉由利用遙控器7111所具備的操作鍵或觸控面板，可以進行頻道及音量的操作，並可以對顯示在顯示部7001上的影像進行操作。

【0208】圖4A至圖4F所示的電子裝置可以具有各種功能。例如，可以具有如下功能：將各種資訊(靜態影像、動態影像、文字影像等)顯示在顯示部上的功能；觸

控面板功能；顯示日曆、日期或時刻等的功能；藉由利用各種軟體(程式)控制處理的功能；無線通訊功能；藉由利用無線通訊功能來連接到各種電腦網路的功能；藉由利用無線通訊功能，進行各種資料的發送或接收的功能；讀出儲存在記錄介質中的程式或資料來將其顯示在顯示部上的功能等。此外，包括多個顯示部的電子裝置可以具有在一個顯示部主要顯示影像資訊而在另一個顯示部主要顯示文本資訊的功能，或者具有藉由將考慮了視差的影像顯示於多個顯示部上來顯示三維影像的功能等。再者，在具有影像接收部的電子裝置中，可以具有如下功能：拍攝靜態影像的功能；拍攝動態影像的功能；對所拍攝的影像進行自動或手動校正的功能；將所拍攝的影像儲存在記錄介質(外部或內置於相機)中的功能；將所拍攝的影像顯示在顯示部的功能等。注意，圖4A至圖4F所示的電子裝置可具有的功能不侷限於上述功能，而可以具有各種功能。

【0209】圖4G是手錶型可攜式資訊終端，例如可以被用作智慧手錶。該手錶型可攜式資訊終端包括外殼7000、顯示部7001、操作按鈕7022、7023、連接端子7024、錶帶7025、麥克風7026、感測器7029、揚聲器7030等。顯示部7001的顯示面彎曲，因此能夠沿著彎曲的顯示面進行顯示。此外，該手錶型可攜式資訊終端例如藉由與可進行無線通訊的耳麥相互通訊可以進行免提通話。此外，藉由利用連接端子7024，可以與其他資訊終端進行資料傳輸或進行充電。充電也可以藉由無線供電進行。

【0210】安裝在兼作框架 (bezel) 部分的外殼 7000 中的顯示部 7001 具有非矩形狀的顯示區域。顯示部 7001 可以顯示表示時間的圖示以及其他圖示等。此外，顯示部 7001 也可以為安裝有觸控感測器 (輸入裝置) 的觸控面板 (輸入輸出裝置)。

【0211】圖 4G 所示的智慧手錶可以具有各種功能。例如，可以具有如下功能：將各種資訊 (靜態影像、動態影像、文字影像等) 顯示在顯示部上的功能；觸控面板功能；顯示日曆、日期或時刻等的功能；藉由利用各種軟體 (程式) 控制處理的功能；無線通訊功能；藉由利用無線通訊功能來連接到各種電腦網路的功能；藉由利用無線通訊功能，進行各種資料的發送或接收的功能；讀出儲存在記錄介質中的程式或資料來將其顯示在顯示部上的功能等。

【0212】外殼 7000 的內部可具有揚聲器、感測器 (具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風等。

【0213】可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於本實施方式所示的電子裝置的各顯示部，由此可以實現長壽命的電子裝置。

【0214】作為使用發光設備的電子裝置，可以舉出圖 5A 至圖 5C 所示的能夠折疊的可攜式資訊終端。圖 5A 示出

展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖5B示出從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變為另一個狀態的中途的狀態的可攜式資訊終端9310。圖5C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。

【0215】顯示部9311由藉由鉸鏈部9313連接的三個外殼9315來支撐。此外，顯示部9311也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入輸出裝置)。此外，顯示部9311藉由鉸鏈部9313使兩個外殼9315之間彎折，由此可以使可攜式資訊終端9310從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光設備用於顯示部9311。此外，可以實現長壽命的電子裝置。顯示部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。在顯示區域9312中可以顯示資訊圖示或者使用頻率高的應用軟體或程式的快捷方式等，能夠順利地進行資訊的確認或應用軟體的啟動。

【0216】圖6A及圖6B示出使用發光設備的汽車。就是說，可以與汽車一體地形成發光設備。明確而言，可以用於圖6A所示的汽車的外側的燈5101(包括車身後部)、輪胎的輪轂5102、車門5103的一部分或整體等。此外，可以用於圖6B所示的汽車內側的顯示部5104、方向盤5105、變速杆5106、座位5107、內部後視鏡5108、擋風玻璃5109等。除此之外，也可以用於玻璃窗的一部分。

【0217】如上所述，可以得到使用本發明的一個實施方式的發光設備的電子裝置或汽車。此時，可以實現長壽命的電子裝置。能夠使用的電子裝置或汽車不侷限於本實施方式中示出的電子裝置或汽車，在各種領域可以應用。

【0218】注意，本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

【0219】

(實施方式6)

在本實施方式中，參照圖7A和圖7B說明應用本發明的一個實施方式的發光設備或其一部分的發光裝置而製造的照明設備的結構。

【0220】圖7A和圖7B示出照明設備的剖面圖的例子。圖7A是在基板一側提取光的底部發射型照明設備，而圖7B是在密封基板一側提取光的頂部發射型照明設備。

【0221】圖7A所示的照明設備4000在基板4001上包括發光裝置4002。此外，照明設備4000在基板4001的外側包括具有凹凸的基板4003。發光裝置4002包括第一電極4004、EL層4005以及第二電極4006。

【0222】第一電極4004與電極4007電連接，第二電極4006與電極4008電連接。此外，也可以設置與第一電極4004電連接的輔助佈線4009。此外，在輔助佈線4009上形成有絕緣層4010。

【0223】基板4001與密封基板4011由密封劑4012黏合。此外，較佳為在密封基板4011與發光裝置4002之間設

置有乾燥劑4013。由於基板4003具有如圖7A所示那樣的凹凸，因此可以提高在發光裝置4002中產生的光的提取效率。

【0224】圖7B所示的照明設備4200在基板4201上包括發光裝置4202。發光裝置4202包括第一電極4204、EL層4205以及第二電極4206。

【0225】第一電極4204與電極4207電連接，第二電極4206與電極4208電連接。此外，也可以設置與第二電極4206電連接的輔助佈線4209。此外，也可以在輔助佈線4209下設置絕緣層4210。

【0226】基板4201與具有凹凸的密封基板4211由密封劑4212黏合。此外，也可以在密封基板4211與發光裝置4202之間設置障壁膜4213及平坦化膜4214。由於密封基板4211具有如圖7B所示那樣的凹凸，因此可以提高在發光裝置4202中產生的光的提取效率。

【0227】作為上述照明設備的應用例子，可以舉出室內照明的天花射燈。作為天花射燈，有天花安裝型燈或天花嵌入型燈等。這種照明設備可以由發光設備與外殼或覆蓋物的組合構成。

【0228】除此以外，也可以應用於能夠照射地面上以提高安全性的腳燈。例如，能夠將腳燈有效地利用於臥室、樓梯或通路等。在此情況下，可以根據房間的尺寸或結構而適當地改變其尺寸或形狀。此外，也可以組合發光設備和支撐台構成安裝型照明設備。

【0229】此外，也可以應用於薄膜狀照明設備(片狀照明)。因為將片狀照明貼在牆上而使用，所以可以節省空間地應用於各種用途。此外，容易實現大面積化。此外，也可以將其貼在具有曲面的牆或外殼上。

【0230】藉由將本發明的一個實施方式的發光設備或其一部分的發光裝置用於上述以外的室內家具的一部分，可以提供具有家具的功能的照明設備。

【0231】如上所述，可以得到使用發光設備的各種各樣的照明設備。此外，這種照明設備包括在本發明的一個實施方式中。

【0232】本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

[實施例1]

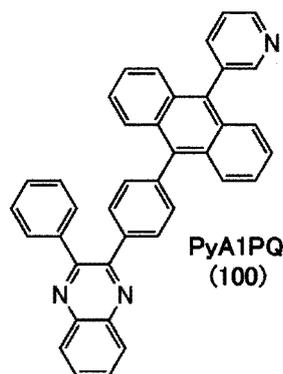
【0233】

《合成實例1》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(100)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-{4-[10-(3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：PyA1PQ)的合成方法。以下示出PyA1PQ的結構。

【0234】

[化學式 26]

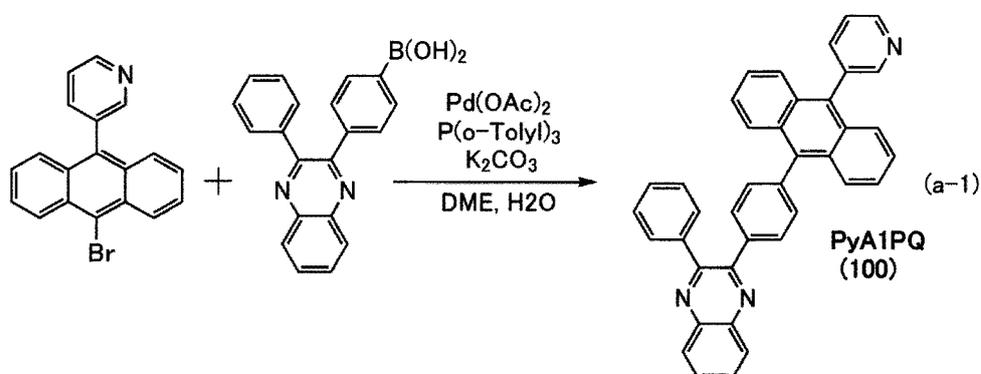


【0235】將 3-(10-溴-9-蒽基)吡啶 0.74g(2.2mmol)、三(鄰甲苯基)膦 0.26g(0.85mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸 0.73g(2.3mmol)、碳酸鉀水溶液 1.3g(9.0mmol)、乙二醇二甲醚(DME)40mL及水 4.4mL放入 50mL的三頸燒瓶內。藉由在減壓下攪拌該混合物來脫氣，對燒瓶內進行氮置換。

【0236】對該燒瓶內的混合物加入乙酸鈣(II)65mg(0.29mmol)，在氮氣流下於 80°C 攪拌 11小時。攪拌後，對燒瓶內的混合物加入水，使用甲苯進行萃取。使用飽和食鹽水對所得到的萃取溶液進行洗滌，並使用硫酸鎂進行乾燥。對其進行重力過濾並濃縮濾液，以得到油狀物。該油狀物利用矽膠管柱層析法使用氯仿並使用甲苯：乙酸乙酯=5:1提純兩次，使用甲苯/己烷重結晶。以 36%的產率得到目的物的黃色固體 0.43g。以下示出合成路線(a-1)。

【0237】

[化學式 27]



【0238】利用梯度昇華法對所得到的黃色固體 0.44g 進行昇華提純。作為昇華提純條件，壓力為 10Pa，氬流量為 5.0mL/min，在 260℃ 下加熱 18 小時。在昇華提純之後，以 79% 的回收率得到目的物的黃色固體 0.35g。

【0239】以下示出經上述反應得到的黃色固體的核磁共振波譜法 (¹H-NMR) 的分析結果。圖 8 示出 ¹H-NMR 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式 (100) 所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即 PyA1PQ。

【0240】¹H NMR(CDCl₃，300MHz)：δ=7.37-7.50 (m，9H)、7.56-7.78(m，9H)、7.82-7.86(m，3H)、8.24-8.30 (m，2H)、8.75(dd，J=1.8Hz，0.9Hz，1H)、8.84 (dd，J=4.8Hz，1.8Hz，1H)。

【0241】

《PyA1PQ 的物性》

接著，測量 PyA1PQ 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【0242】PyA1PQ的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，PyA1PQ的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本濱松光子學株式會社製造的FS920)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出PyA1PQ的甲苯溶液的吸收光譜。圖9示出所得到的PyA1PQ的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0243】根據圖9的結果，PyA1PQ的甲苯溶液在397nm、376nm、358nm附近有吸收峰，且在446nm附近(激發波長397nm)有發光波長的峰。

【0244】此外，PyA1PQ的固體薄膜使用真空蒸鍍法形成在石英基板上。PyA1PQ的固體薄膜的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，PyA1PQ的固體薄膜的發射光譜使用螢光光譜儀(日本濱松光子學株式會社製造的FS920)測得。注意，藉由減去石英基板的吸收光譜來計算出PyA1PQ的固體薄膜的吸收光譜。圖10示出所得到的PyA1PQ的固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0245】根據圖10的結果，PyA1PQ的固體薄膜在404nm、382nm、363nm附近有吸收峰，且在457nm附近(激發波長394nm)有發光波長的峰。

【0246】此外，確認了PyA1PQ發射藍色光。本發明

的一個實施方式的有機化合物，亦即PyA1PQ可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

【0247】接著，PyA1PQ的HOMO能階及LUMO能階可以利用循環伏安法(CV)算出。以下說明計算方法。作為測量裝置，使用電化學分析儀(BAS株式會社(BAS Inc.)製造的ALS型號600A或600C)。以如下方法調變用於CV測量的溶液：作為溶劑，使用脫水二甲基甲醯胺(DMF)(株式會社Aldrich製造，99.8%，目錄號碼：22705-6)，使作為支持電解質的過氯酸四正丁銨($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)(東京化成工業株式會社(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)製造，目錄號碼：T0836)以100mmol/L的濃度溶解，且使測量物件以2mmol/L的濃度溶解而調變。

【0248】作為工作電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)製造，PTE鉑電極)，作為輔助電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)製造，VC-3用Pt對電極(5cm))，作為參比電極使用Ag/Ag⁺電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，RE7非水溶劑型參比電極)。注意，在室溫下(20℃以上且25℃以下)進行測量。

【0249】此時，將CV測量時的掃描速度統一為0.1 V/sec，分別測量出相對於參比電極的氧化電位 E_a [V]及還原電位 E_c [V]。此外， E_a 為氧化-還原波之間的中間電位， E_c 為還原-氧化波之間的中間電位。因為在本實施例中使用的參比電極的相對於真空能階的勢能為-4.94[eV]，所以算出HOMO能階[eV](=-4.94- E_a)及LUMO能階[eV](=-4.94-

Ec)。

【0250】其結果，PyA1PQ的HOMO能階和LUMO能階分別為-5.91eV和-3.00eV。

[實施例2]

【0251】在本實施例中，說明如下發光裝置的元件結構、製造方法及特性：作為本發明的一個實施方式的發光裝置，將實施例1所示的2-苯基-3-{4-[10-(3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：PyA1PQ)(結構式(100))用於電子傳輸層的發光裝置1；作為用來比較的發光裝置，將2,3-雙[4-(10-苯基-9-蔥基]苯基]喹啉(簡稱：PAPQ)用於電子傳輸層的對比發光裝置2；以及作為用來比較的發光裝置，將2-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蔥基]苯基]喹啉(簡稱：PA1PQ)用於電子傳輸層的對比發光裝置3。圖11示出在本實施例中使用的發光裝置的元件結構，表1示出具體結構。此外，以下示出在本實施例中使用的材料的化學式。

【0252】

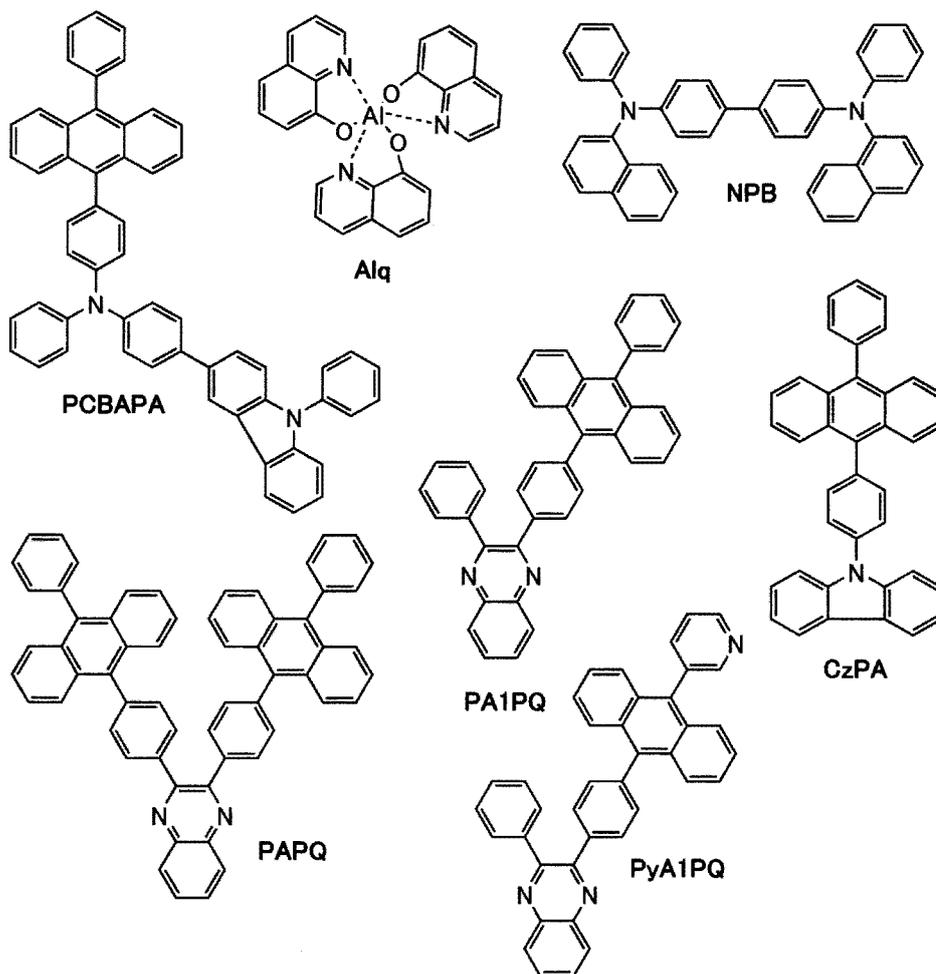
[表 1]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層	電子注入層	第二電極	
	901	911	912	913	914	915	903	
發光裝置 1	ITSO (110nm)	NPB:MoOx (4:1 50nm)	NPB (10nm)	*	Alq (10nm)	PyA1PQ (20nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
對比發光裝置 2						PAPQ (20nm)		
對比發光裝置 3						PA1PQ (20nm)		

* CzPA:PCBAPA (1:0.1 30nm)

【 0253 】

[化學式 28]



【 0254 】

《發光裝置的製造》

如圖 11 所示，本實施例所示的發光裝置具有如下結構：在形成於基板 900 上的第一電極 901 上依次層疊有構成 EL 層 902 的電洞注入層 911、電洞傳輸層 912、發光層 913、電子傳輸層 914 以及電子注入層 915，且在電子注入層 915 上層疊有第二電極 903。

【 0255 】 首先，在基板 900 上形成第一電極 901。電極面積為 $4\text{mm}^2(2\text{mm}\times 2\text{mm})$ 。基板 900 使用玻璃基板。至於第一電極 901，利用濺射法形成厚度為 110nm 的包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO) 膜。

【 0256 】 在此，作為預處理，利用水洗滌基板表面，在 200°C 的溫度下焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。然後，將基板放入其內部被減壓到 $1\times 10^{-4}\text{Pa}$ 左右的真空蒸鍍設備中，並在真空蒸鍍設備內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後冷卻基板 30 分鐘左右。

【 0257 】 接著，在第一電極 901 上形成電洞注入層 911。在真空蒸鍍設備內被減壓到 $1\times 10^{-4}\text{Pa}$ 之後，將 4,4'-雙 [N-(1-萘基)-N-苯基胺基] 聯苯 (簡稱：NPB) 和氧化鋁以質量比為 NPB：氧化鋁 = 4：1 且厚度為 50nm 的方式共蒸鍍，以形成電洞注入層 911。

【 0258 】 接著，在電洞注入層 911 上形成電洞傳輸層 912。藉由將 NPB 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍，形成電洞傳

輸層 912。

【0259】接著，在電洞傳輸層 912 上形成發光層 913。

【0260】作為發光層 913，將 9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)和 4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)以重量比為 CzPA：PCBAPA=1：0.1 的方式共蒸鍍。此外，發光層 913 的厚度為 30nm。

【0261】接著，在發光層 913 上形成電子傳輸層 914。藉由利用電阻加熱的蒸鍍法，形成電子傳輸層 914。

【0262】在發光裝置 1 中，將三(8-羥基喹啉)鋁(Ⅲ)(簡稱：Alq)和 PyA1PQ 以厚度分別為 10nm 和 20nm 的方式依次蒸鍍來形成電子傳輸層 914。在對比發光裝置 2 中，將 Alq 和 PAPQ 以厚度分別為 10nm 和 20nm 的方式依次蒸鍍來形成電子傳輸層 914。在對比發光裝置 3 中，將 Alq 和 PA1PQ 以厚度分別為 10nm 和 20nm 的方式依次蒸鍍來形成電子傳輸層 914。

【0263】接著，在電子傳輸層 914 上形成電子注入層 915。電子注入層 915 藉由以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰(LiF)而形成。

【0264】接著，在電子注入層 915 上形成第二電極 903。第二電極 903 藉由將鋁以厚度為 200nm 的方式蒸鍍而形成。在本實施例中，第二電極 903 被用作陰極。

【0265】藉由上述製程，在基板 900 上形成在一對電極之間夾有 EL 層的發光裝置。此外，上述製程中說明的電

洞注入層911、電洞傳輸層912、發光層913、電子傳輸層914以及電子注入層915是構成本發明的一個實施方式中的EL層的功能層。此外，在上述製造方法的蒸鍍過程中，都使用利用電阻加熱法的蒸鍍法。

【0266】此外，使用另一基板(未圖示)密封如上所述那樣製成的發光裝置。使用另一基板(未圖示)進行密封時，在氮氛圍的手套箱內將塗佈有因紫外光線而硬化的密封劑的另一基板(未圖示)固定於基板900上，並將兩個基板以密封劑附著於基板900上形成的發光裝置的周圍的方式彼此黏合。在密封時以 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射 365nm 的紫外光來使密封劑硬化，並且以 80°C 進行1小時的加熱處理來使密封劑穩定化。

【0267】

《發光裝置的工作特性》

對所製造的各發光裝置的工作特性進行測定。注意，在室溫(保持為 25°C 的氛圍)下進行測定。圖12至圖15分別示出作為各發光裝置的工作特性的結果的電流密度-亮度特性、電壓-亮度特性、亮度-電流效率特性、電壓-電流特性。

【0268】此外，下面的表2示出 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 附近的各發光裝置的主要初始特性值。

【0269】

[表 2]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	發光效率 (lm/W)	外量子效率 (%)
發光裝置 1	3.8	0.75	19	(0.16,0.24)	950	5.1	4.2	3.0
對比發光 裝置2	6.6	2.3	58	(0.16,0.25)	1000	1.8	0.84	0.98
對比發光 裝置3	6.8	2.8	71	(0.14,0.27)	960	1.4	0.63	0.73

【0270】此外，圖 16 示出以 25mA/cm² 的電流密度使電流流過各發光裝置時的發射光譜。如圖 16 所示，各發光裝置的發射光譜都在 470nm 附近具有峰，該峰來源於包含在發光層 913 中的 PCBAPA 的發光。

【0271】由圖 12 至圖 15 及表 2 所示的結果可知，作為本發明的一個實施方式的使用 PyA1PQ 的發光裝置 1 的電流-電壓特性、發光效率優越於對比發光裝置 2 及對比發光裝置 3。

【0272】此外，圖 17 示出亮度 1000cd/m² 下的相對於驅動時間的亮度變化。由圖 17 可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 1 隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命良好。

【0273】

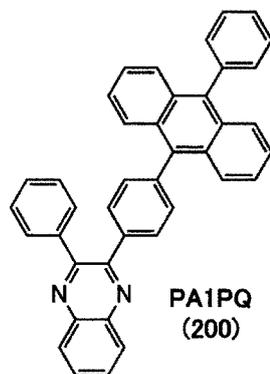
(參考合成實例)

在參考合成實例中，具體說明用於實施例 2 的對比發光裝置 3 的下述結構式所示的有機化合物，亦即 2-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]喹啉(簡稱：PA1PQ)(結構式

(200))的合成實例。

【 0274 】

[化學式 29]

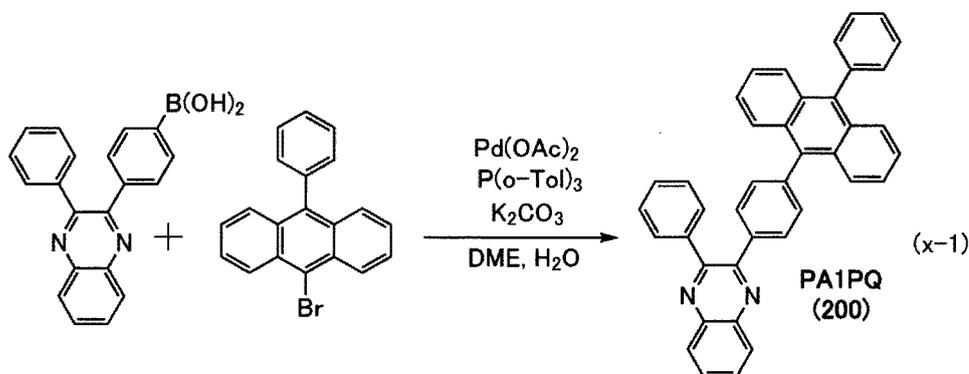


【 0275 】 將 9-溴-10-苯基蔥 1.0g(3.0mmol)、三(鄰甲基)磷 0.21g(0.70mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸 1.0g(3.0mmol)、碳酸鉀 0.85g(6.2mmol)、乙二醇二甲醚(DME)30mL及水 3.0mL放入 100mL的茄形燒瓶內。

【 0276 】 在對燒瓶內減壓並攪拌該混合物之後，對燒瓶內進行氬置換。對該混合物加入乙酸鈣(II)62mg(0.27mmol)，在氬氣流下於 100°C 回流 14小時。回流後，對燒瓶內的混合物加入水，然後使用甲苯進行萃取。使用飽和食鹽水對所得到的萃取溶液進行洗滌，並使用硫酸鎂進行乾燥。對其進行重力過濾並濃縮濾液，以得到固體。對得到的固體添加甲苯，藉由矽藻土、矽酸鎂、礬土吸引過濾，濃縮濾液。利用矽膠管柱層析法(甲苯)提純，使用甲苯/己烷重結晶，以 56%的產率得到目的物的淡黃色固體 0.91g。以下示出合成路線(x-1)。

【 0277 】

[化學式 30]



【0278】利用梯度昇華法對所得到的淡黃色固體0.79g進行昇華提純。作為昇華提純條件，壓力為10Pa，氬流量為5.0mL/min，在240℃下加熱16小時。在昇華提純之後，以88%的回收率得到目的物的淡黃色固體0.79g。

【0279】以下示出經上述反應得到的淡黃色固體的核磁共振波譜法(¹H-NMR)的分析結果。圖18示出¹H-NMR譜。由其結果可知，在本參考合成實例中得到了上述結構式(200)所示的PA1PQ。

【0280】¹H NMR(CDCl₃，300MHz)：δ=7.31-7.40(m，4H)、7.43-7.77(m，18H)、7.81-7.87(m，2H)、8.24-8.30(m，2H)。

[實施例3]

【0281】

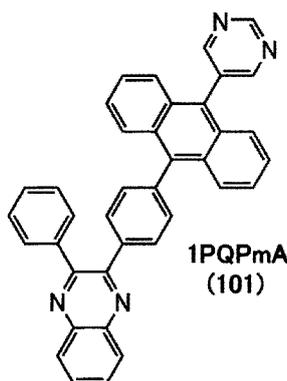
《合成實例2》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(101)所示的

本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-{4-[10-(嘓啶-5-基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：1PQPmA)的合成方法。以下示出1PQPmA的結構。

【0282】

[化學式 31]



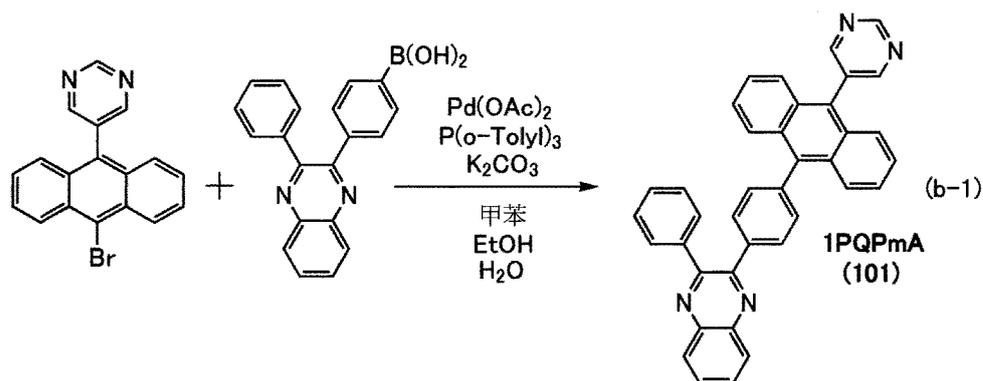
【0283】將5-(10-溴-9-蔥基)嘓啶1.1g(3.4mmol)、三(鄰甲苯基)膦0.23g(0.76mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸1.3g(3.9mmol)、碳酸鉀1.1g(7.7mmol)、甲苯35mL、乙醇4mL及水4mL放入50mL的三頸燒瓶內。藉由在減壓下攪拌該混合物來脫氣，對燒瓶內進行氮置換。

【0284】對該混合物加入乙酸鈣(II)79mg(0.35mmol)，在氮氣流下於80°C攪拌9小時。攪拌後，對混合物加入水，使用甲苯從水層萃取有機物。合併所得到的萃取溶液和有機層，使用飽和食鹽水洗滌，並使用硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾並濃縮濾液，以得到油狀物。對該油狀物利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=9:1)提純，得到固體。對所得到的固體利用高效液相層析法(氯仿)提純，得到固體。對所得到的固體加入甲醇照

射超聲波，回收固體，以 53% 的產率得到目的物的淡黃色固體 0.95g。以下示出合成路線 (b-1)。

【 0285 】

[化學式 32]



【 0286 】 利用梯度昇華法對所得到的淡黃色固體 0.93g 進行昇華提純。作為昇華提純條件，在減壓下，氬流量為 5.0mL/min，在 235℃ 下加熱 15 小時。在昇華提純之後，以 92% 的回收率得到目的物的淡黃色固體 0.86g。

【 0287 】 以下示出經上述反應得到的淡黃色固體的核磁共振波譜法 ($^1\text{H-NMR}$) 的分析結果。圖 19 示出 $^1\text{H-NMR}$ 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式 (101) 所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即 1PQPmA。

【 0288 】 $^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 ，300MHz)： $\delta=7.39-7.48$ (m，9H)、7.55-7.61(m，2H)、7.68-7.71(m，2H)、7.74-7.79(m，4H)、7.83-7.88(m，2H)、8.24-8.30(m，2H)、8.91(s，2H)、9.46(s，1H)。

【 0289】

《 1PQPmA的物性 》

接著，測量1PQPmA的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【 0290】 1PQPmA的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQPmA的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出1PQPmA的甲苯溶液的吸收光譜。圖20示出所得到的1PQPmA的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【 0291】 根據圖20的結果，1PQPmA的甲苯溶液在359nm、377nm、398nm附近有吸收峰，且在434nm附近(激發波長377nm)有發光波長的峰。

【 0292】 此外，1PQPmA的固體薄膜使用真空蒸鍍法形成在石英基板上。1PQPmA的固體薄膜的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQPmA的固體薄膜的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去石英基板的吸收光譜來計算出1PQPmA的固體薄膜的吸收光譜。圖21示出所得到的1PQPmA的固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0293】根據圖21的結果，1PQPmA的固體薄膜在362nm、382nm、403nm附近有吸收峰，且在456nm附近(激發波長380nm)有發光波長的峰。

【0294】其結果表明，1PQPmA發射藍色光。本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即1PQPmA可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

[實施例4]

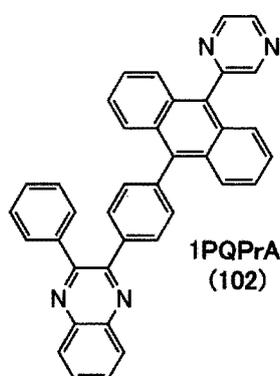
【0295】

《合成實例3》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(102)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-[10-(吡嗪-2-基)-9-蒞基]喹啉(簡稱：1PQPrA)的合成方法。以下示出1PQPrA的結構。

【0296】

[化學式33]



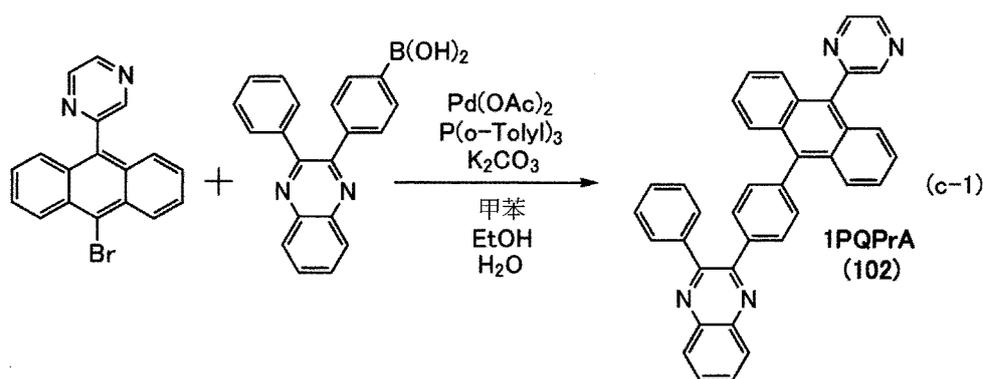
【0297】將2-(10-溴-9-蒞基)吡嗪0.58g(1.7mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸0.62g(1.9mmol)、碳酸鉀

0.47g(3.4mmol)、甲苯 20mL、乙醇 4mL 及水 2mL 放入 200 mL 的三頸燒瓶內。藉由在減壓下攪拌該混合物來脫氣，對燒瓶內進行氮置換。

【0298】對該燒瓶內的混合物加入三(鄰甲苯基)膦 0.10g(0.34mmol) 及乙酸鈣(II) 15mg(68 μ mol)，於 80 $^{\circ}$ C 攪拌 19 小時。攪拌後，對混合物加入水，使用甲苯從水層萃取有機物。合併所得到的萃取溶液和有機層，使用飽和食鹽水洗滌，並使用硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾並濃縮濾液，以得到油狀物。對該油狀物利用矽膠管柱層析法(乙酸乙酯：己烷=1:2)提純，再使用甲苯/己烷重結晶，以 52% 的產率得到目的物的黃色固體 0.47g。以下示出合成路線(c-1)。

【0299】

[化學式 34]



【0300】利用梯度昇華法對所得到的黃色固體 0.46g 進行昇華提純。作為昇華提純條件，在壓力 3.1Pa 下，氬流量為 5.0mL/min，在 250 $^{\circ}$ C 下加熱 18 小時。在昇華提純之後，以 80% 的回收率得到目的物的黃色固體 0.37g。

【0301】以下示出經上述反應得到的黃色固體的核磁共振波譜法($^1\text{H-NMR}$)的分析結果。圖22示出 $^1\text{H-NMR}$ 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式(102)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即1PQPrA。

【0302】 $^1\text{H NMR}(\text{CDCl}_3, 300\text{MHz})$ ： $\delta=7.38-7.56$ (m, 11H)、 $7.67-7.86$ (m, 8H)、 $8.24-8.30$ (m, 2H)、 8.79 (d, 1H)、 8.87 (d, 1H)、 $8.94-8.96$ (m, 1H)。

【0303】

《1PQPrA的物性》

接著，測量1PQPrA的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【0304】1PQPrA的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQPrA的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出1PQPrA的甲苯溶液的吸收光譜。圖23示出所得到的1PQPrA的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0305】根據圖23的結果，1PQPrA的甲苯溶液在 358nm 、 375nm 、 396nm 附近有吸收峰，且在 455nm 附近(激發波長 375nm)有發光波長的峰。

【0306】此外，1PQPrA的固體薄膜使用真空蒸鍍法

形成在石英基板上。1PQPrA的固體薄膜的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQPrA的固體薄膜的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去石英基板的吸收光譜來計算出1PQPrA的固體薄膜的吸收光譜。圖24示出所得到的1PQPrA的固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0307】根據圖24的結果，1PQPrA的固體薄膜在362nm、380nm、401nm附近有吸收峰，且在468nm附近(激發波長360nm)有發光波長的峰。

【0308】其結果表明，1PQPrA發射藍色光。本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即1PQPrA可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

[實施例5]

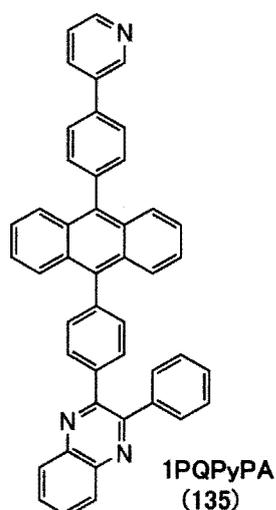
【0309】

《合成實例4》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(135)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-(4-{10-[4-(3-吡啶基)苯基]-9-萸基}苯基)喹啉(簡稱：1PQPyPA)的合成方法。以下示出1PQPyPA的結構。

【0310】

[化學式 35]



【0311】將 3-[4-(10-溴-9-蒞基)苯基]吡啶 1.8g(4.4 mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸 1.6g(4.8mmol)、碳酸鉀 1.2g(8.8mmol)、甲苯 50mL、乙醇 10mL 及水 5mL 放入 200mL 的三頸燒瓶內。藉由在減壓下攪拌該混合物來脫氣，對燒瓶內進行氮置換。

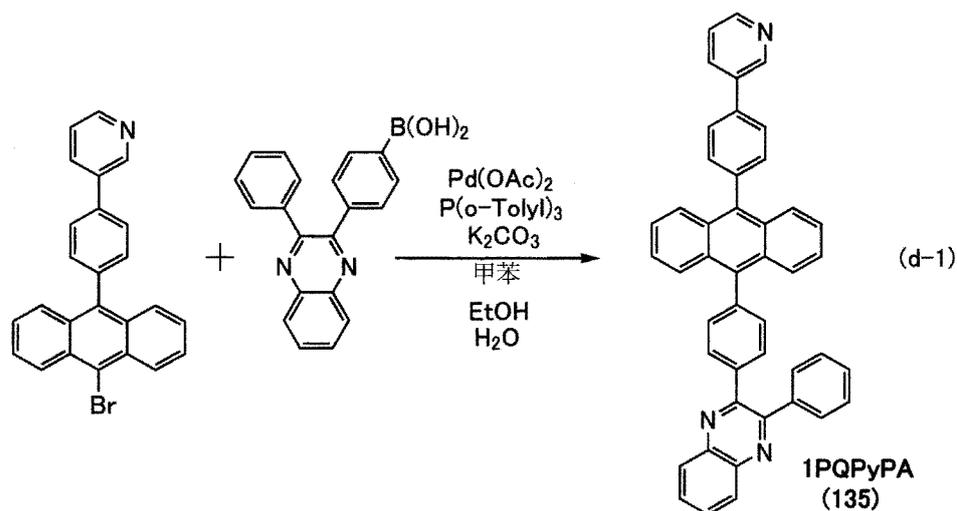
【0312】對該燒瓶內的混合物加入三(鄰甲苯基)膦 0.13g(0.44mmol) 及乙酸鈣(II) 20mg(88 μ mmol)，在氮氛圍下，於 80 $^{\circ}$ C 攪拌 20 小時。攪拌後，過濾所析出的固體，對回收固體和濾液分別提純。首先，將得到的固體溶解於氯仿中並藉由過濾取出不溶物，濃縮濾液，利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=1:1)提純。

【0313】接著，使用甲苯萃取有機物，合併所得到的萃取溶液和有機層，使用硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾並濃縮濾液，然後利用矽膠管柱層析法(己烷：乙酸乙酯=2:1)提純。對經每個提純步驟得到的固體使用甲苯/己烷重結晶，以 78% 的產率得到目的物的淡黃色

固體 2.1g。以下示出合成路線(d-1)。

【0314】

[化學式 36]



【0315】利用梯度昇華法對所得到的淡黃色固體 2.1g 進行昇華提純。作為昇華提純條件，在壓力 6.2Pa 下，氬流量為 10mL/min，在 260℃ 下加熱 19 小時。在昇華提純之後，以 88% 的回收率得到目的物的淡黃色固體 1.8g。

【0316】以下示出經上述反應得到的淡黃色固體的核磁共振波譜法 ($^1\text{H-NMR}$) 的分析結果。圖 25 示出 $^1\text{H-NMR}$ 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式 (135) 所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即 1PQPyPA。

【0317】 $^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 ，300MHz)： $\delta=7.36-7.50$ (m，10H)、7.60(d，2H)、7.68-7.78(m，8H)、7.83-7.86 (m，4H)、8.06(d，1H)、8.24-8.30(m，2H)、8.67(d，1H)、9.05(d，1H)。

【 0318】**《 1PQPyPA的物性 》**

接著，測量 1PQPyPA 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【 0319】 1PQPyPA 的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的 V-550)測得。此外，1PQPyPA 的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的 FP-8600)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出 1PQPyPA 的甲苯溶液的吸收光譜。圖 26 示出所得到的 1PQPyPA 的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【 0320】 根據圖 26 的結果，1PQPyPA 的甲苯溶液在 358nm、376nm、397nm 附近有吸收峰，且在 442nm 附近(激發波長 375nm)有發光波長的峰。

【 0321】 此外，1PQPyPA 的固體薄膜使用真空蒸鍍法形成在石英基板上。1PQPyPA 的固體薄膜的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的 V-550)測得。此外，1PQPyPA 的固體薄膜的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的 FP-8600)測得。注意，藉由減去石英基板的吸收光譜來計算出 1PQPyPA 的固體薄膜的吸收光譜。圖 27 示出所得到的 1PQPyPA 的固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0322】根據圖27的結果，1PQPyPA的固體薄膜在362nm、382nm、402nm附近有吸收峰，且在464nm附近(激發波長360nm)有發光波長的峰。

【0323】其結果表明，1PQPyPA發射藍色光。本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即1PQPyPA可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

[實施例6]

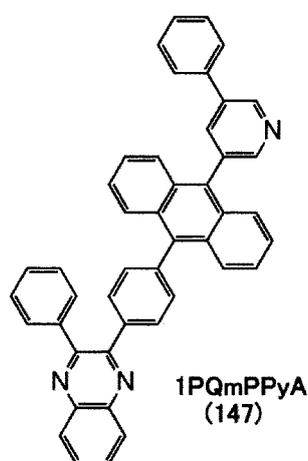
【0324】

《合成實例5》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(147)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-{4-[10-(5-苯基-3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：1PQmPPyA)的合成方法。以下示出1PQmPPyA的結構。

【0325】

[化學式37]



【0326】<步驟1：3-(9-蔥基)-5-苯基吡啶的合成>

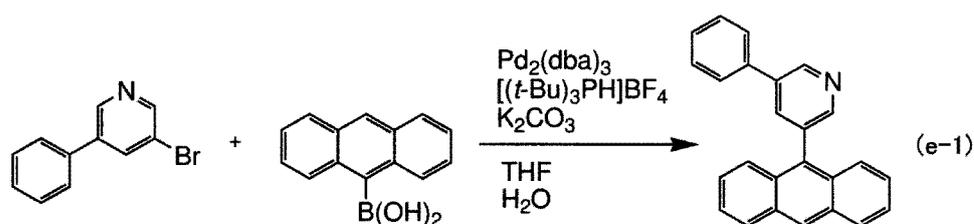
將3-溴-5-苯基吡啶 1.0g(4.3mmol)、9-蔥硼酸 2.0g(9.2

mmol)及碳酸鉀 2.4g(17mmol)放入 200mL 的三頸燒瓶內，對燒瓶內進行氮置換。對該混合物添加四氫呋喃 40 mL、水 8mL，在減壓下攪拌該混合物，以進行脫氣。對該混合物加入三三級丁基膦四氟硼酸鹽 0.10g(0.35mmol)及三(二亞苄基丙酮)二鈀(0)98mg(0.11mmol)之後，在氮氣流下以 80°C 攪拌 14 小時。

【0327】在攪拌後，對該混合物加入水，使用甲苯萃取水層。合併所得到的萃取溶液和有機層，使用水及飽和食鹽水洗滌，使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到固體。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=9:1)提純，使用甲醇重結晶，以 98% 的產率得到目的物的白色固體 1.4g。以下示出合成路線(e-1)。

【0328】

[化學式 38]



【0329】

<步驟 2：3-(10-溴-9-萸基)-5-苯基吡啶的合成>

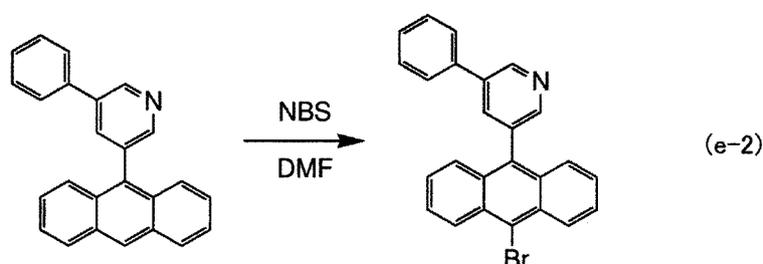
將 3-(9-萸基)-5-苯基吡啶 1.4g(4.2mmol)、二甲基甲醯胺 40mL 及溴代琥珀酸醯亞胺 0.82g(4.6mmol)放入 200mL 的茄形燒瓶內，在室溫下攪拌 45 小時。

【0330】在攪拌後，對該混合物加入水，藉由矽藻土

進行吸引過濾，使用甲苯萃取水層。合併所得到的抽出溶液和有機層，使用硫代硫酸鈉水溶液、碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到油狀物。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=19:1)提純該油狀物，以65%的產率得到目的物的固體1.1g。以下示出合成路線(e-2)。

【0331】

[化學式39]



【0332】

<步驟3：1PQmPPyA的合成>

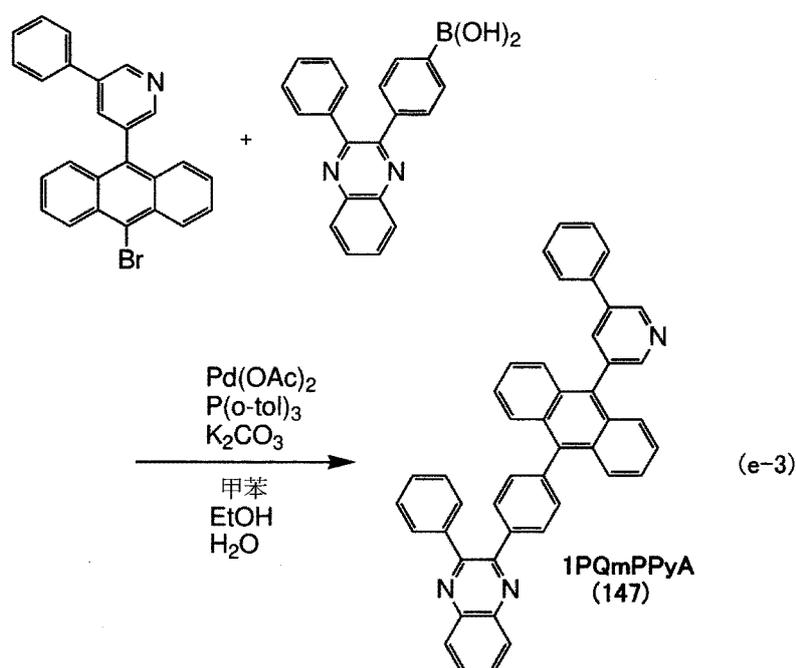
將3-(10-溴-9-蔥基)-5-苯基吡啶1.1g(2.7mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸0.98g(3.0mmol)、三(鄰-甲苯基)膦83mg(0.27mmol)及碳酸鉀0.76g(5.5mmol)放在100mL三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮置換。對該混合物添加甲苯25mL、乙醇5.0mL及水2.5mL，在減壓下攪拌該混合物，以進行脫氣。對該混合物加入醋酸鈣(II)12mg(55 μ mol)之後，在氮氣流下以80 $^{\circ}$ C攪拌25小時。

【0333】在攪拌後，對該混合物加入水，使用甲苯萃取水層。合併所得到的抽出溶液和有機層，使用水和飽和食鹽水進行洗滌，並使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合

物進行重力過濾，濃縮濾液得到固體。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=19:1)提純該固體，使用乙酸乙酯/己烷重結晶，以51%的產率得到目的物的淡黃色固體0.85g。以下示出合成路線(e-3)。

【0334】

[化學式 40]



【0335】利用梯度昇華法對所得到的淡黃色固體0.87g進行昇華提純。作為昇華提純條件，在壓力4.5Pa下，氬流量為15.0mL/min，在310℃下加熱16小時。在昇華提純之後，以57%的回收率得到目的物的淡黃色固體0.50g。

【0336】以下示出經上述反應得到的淡黃色固體的核磁共振波譜法($^1\text{H-NMR}$)的分析結果。圖28示出 $^1\text{H-NMR}$ 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式(147)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即

1PQmPPyA。

【 0337 】 ^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz) : $\delta=7.38-7.57$ (m , 12H) 、 7.67-7.82(m , 10H) 、 7.83-7.90(m , 2H) 、 8.07 (t , $J=2.1\text{Hz}$, 1H) 、 8.24-8.34(m , 2H) 、 8.74(d , $J=1.8\text{Hz}$, 1H) 、 9.10(d , $J=2.1\text{Hz}$, 1H) 。

【 0338 】

《 1PQmPPyA的物性 》

接著，測量1PQmPPyA的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【 0339 】 1PQmPPyA的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQmPPyA的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出1PQmPPyA的甲苯溶液的吸收光譜。圖29示出所得到的1PQmPPyA的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【 0340 】 根據圖29的結果，1PQmPPyA的甲苯溶液在358nm、377nm、398nm附近有吸收峰，且在437nm附近(激發波長398nm)有發光波長的峰。

【 0341 】 此外，1PQmPPyA的固體薄膜使用真空蒸鍍法形成在石英基板上。1PQmPPyA的固體薄膜的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的V-550)測得。此外，1PQmPPyA的固體薄膜的發射光譜使用螢光光

譜儀(日本分光株式會社製造的FP-8600)測得。注意，藉由減去石英基板的吸收光譜來計算出1PQmPPyA的固體薄膜的吸收光譜。圖30示出所得到的1PQmPPyA的固體薄膜的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【0342】根據圖30的結果，1PQmPPyA的固體薄膜在363nm、381nm、402nm附近有吸收峰，且在460nm附近(激發波長360nm)有發光波長的峰。

【0343】其結果表明，1PQmPPyA發射藍色光。本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即1PQmPPyA可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

[實施例7]

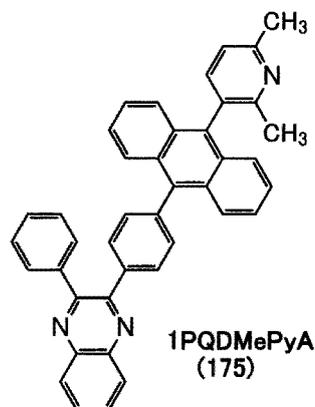
【0344】

《合成實例6》

在本實施例中，說明實施方式1的結構式(175)所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即2-苯基-3-{4-[10-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：1PQDMePyA)的合成方法。以下示出1PQDMePyA的結構。

【0345】

[化學式 41]

**【 0346 】**

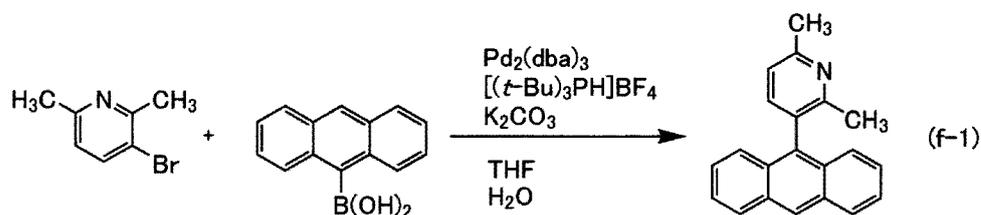
<步驟 1：3-(9-蔥基)-2,6-二甲基吡啶的合成>

將 2,6-二甲基-3-溴吡啶 2.4g(13mmol)、9-蔥硼酸 3.2g(14mmol)及碳酸鉀 7.2g(52mmol)放入 300mL 的三頸燒瓶內，對燒瓶內進行氮置換。對該混合物添加 THF130mL、水 26mL，在減壓下攪拌該混合物，以進行脫氣。對該混合物加入三三級丁基磷四氟硼酸鹽 0.11g(0.39mmol)及三(二亞苄基丙酮)二鈣(0)0.12g(0.13mmol)之後，在氮氣流下以 80℃ 攪拌 11 小時。

【 0347 】 在攪拌後，對該混合物加入水，使用甲苯萃取水層。合併所得到的萃取溶液和有機層，使用水及飽和食鹽水洗滌，使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到固體。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=9:1)提純該固體，以 92% 的產率得到目的物的固體 3.4g。以下示出合成路線(f-1)。

【 0348 】

[化學式 42]



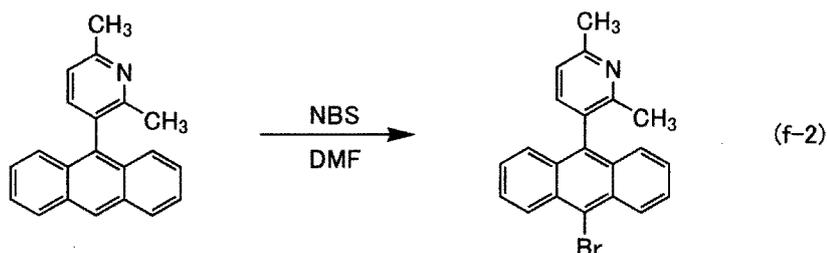
【 0349 】

<步驟 2：3-(10-溴-9-蒽基)-2,6-二甲基吡啶的合成>

將 3-(9-蒽基)-2,6-二甲基吡啶 2.7g(9.4mmol) 及 DMF100mL 放入 300mL 的茄形燒瓶內，在 0℃ 攪拌。對該混合物加入溴代琥珀酸醯亞胺 1.8g(10mmol)，升溫至室溫，攪拌 66 小時。在攪拌後，對該混合物加入水，藉由矽藻土進行吸引過濾，使用甲苯萃取水層。合併所得到的抽出溶液和有機層，使用硫代硫酸鈉水溶液、碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到固體。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=19:1)提純該固體，以 99% 的產率得到目的物的固體 3.3g。以下示出合成路線(f-2)。

【 0350 】

[化學式 43]



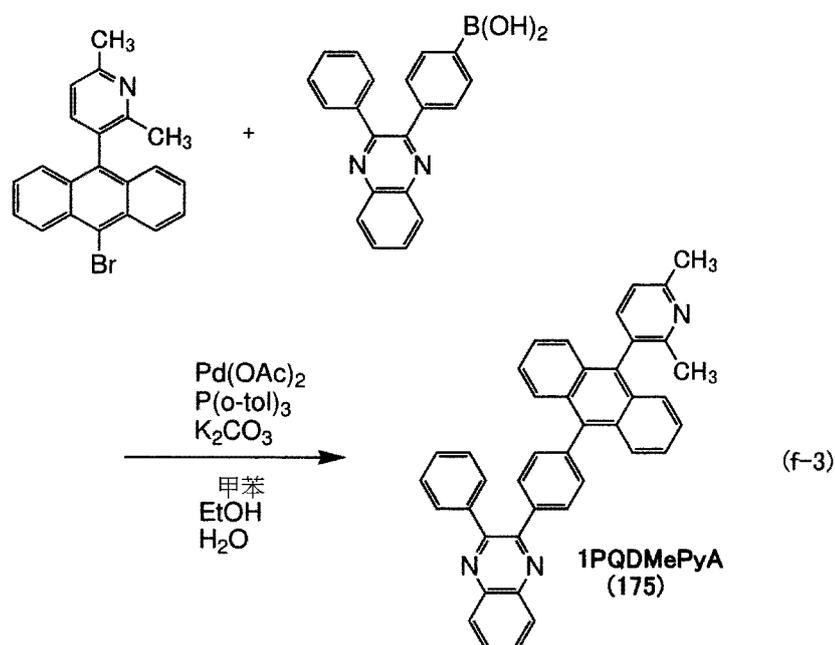
【 0351】

<步驟3：1PQDMePyA的合成>

將 3-(10-溴-9-蔥基)-2,6-二甲基吡啶 1.2g(3.3mmol)、4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基硼酸 1.2g(3.7mmol)、三(鄰-甲基)膦 98mg(0.32mmol)及碳酸鉀 0.92g(6.6mmol)放在 100mL三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮置換。對該混合物添加甲苯 30mL、乙醇 6.0mL及水 3.0mL，在減壓下攪拌該混合物，以進行脫氣。對該混合物加入醋酸鈣(II)14.9mg(66 μ mol)之後，在氮氣流下以 80 $^{\circ}$ C 攪拌 21小時。在攪拌後，對該混合物加入水，使用甲苯萃取水層。合併所得到的抽出溶液和有機層，使用水和飽和食鹽水進行洗滌，並使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到固體。利用矽膠管柱層析法(甲苯：乙酸乙酯=19:1)提純該固體，使用甲苯/甲醇重結晶，以 75%的產率得到目的物的淡黃色固體 1.4g(2.5mmol)。以下示出合成路線(f-3)。

【 0352】

[化學式 44]



【0353】利用梯度昇華法對所得到的淡黃色固體 1.4g 進行昇華提純。作為昇華提純條件，在壓力 6.7Pa 下，氬流量為 5.0mL/min，在 250℃ 下加熱 16 小時。在昇華提純之後，以 92% 的回收率得到目的物的淡黃色固體 1.3g。

【0354】以下示出經上述反應得到的淡黃色固體的核磁共振波譜法 ($^1\text{H-NMR}$) 的分析結果。圖 31 示出 $^1\text{H-NMR}$ 譜。由其結果可知，在本實施例中得到了上述結構式 (175) 所示的本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即 1PQDMePyA。

【0355】 $^1\text{H NMR}(\text{CD}_2\text{Cl}_2, 300\text{MHz})$: $\delta=2.10(\text{s}, 3\text{H})$ 、 $2.69(\text{s}, 3\text{H})$ 、 $7.26(\text{d}, J=7, 8\text{Hz}, 1\text{H})$ 、 $7.34-7.56(\text{m}, 12\text{H})$ 、 $7.66-7.80(\text{m}, 6\text{H})$ 、 $7.82-7.89(\text{m}, 2\text{H})$ 、 $8.18-8.27(\text{m}, 2\text{H})$ 。

【0356】

《 1PQDMePyA的物性 》

接著，測量 1PQDMePyA 的甲苯溶液及固體薄膜的紫外-可見吸收光譜(以下簡單地稱為“吸收光譜”)及發射光譜。

【 0357 】 1PQDMePyA 的甲苯溶液的吸收光譜使用紫外可見光譜儀(日本分光株式會社製造的 V-550)測得。此外，1PQDMePyA 的甲苯溶液的發射光譜使用螢光光譜儀(日本分光株式會社製造的 FP-8600)測得。注意，藉由減去只將甲苯放入石英皿而測得的吸收光譜來計算出 1PQDMePyA 的甲苯溶液的吸收光譜。圖 32 示出所得到的 1PQDMePyA 的甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜的測量結果。橫軸表示波長，縱軸表示吸收強度及發光強度。

【 0358 】 根據圖 32 的結果，1PQDMePyA 的甲苯溶液在 397nm、376nm、358nm 附近有吸收峰，且在 446nm 附近(激發波長 397nm)有發光波長的峰。

【 0359 】 其結果表明，1PQDMePyA 發射藍色光。本發明的一個實施方式的有機化合物，亦即 1PQDMePyA 可以被用作發光物質或可見區域的螢光發光物質的主體。

[實施例 8]

【 0360 】 在本實施例中，說明如下發光裝置的元件結構、製造方法及特性：作為本發明的一個實施方式的發光裝置，將實施例 1 所示的 2-苯基-3-{4-[10-(3-吡啶基)-9-蒽基]苯基}喹啉(簡稱：PyA1PQ)(結構式(100))用於電子傳

輸層的發光裝置4；作為用來比較的發光裝置，將2-苯基-3-[4'-(3-吡啶基)聯苯-4-基]喹啉(簡稱：PPy1PQ)用於電子傳輸層的對比發光裝置5。此外，用於發光裝置4的PyA1PQ和用於對比發光裝置5的PPy1PQ都是喹啉衍生物，其中PyA1PQ具有與鍵結於喹啉骨架的蔥骨架鍵結的雜芳環，而PPy1PQ具有與鍵結於喹啉骨架的伸苯骨架鍵結的雜芳環。表3示出在本實施例中使用的發光裝置的元件結構。此外，以下示出在本實施例中使用的材料的化學式。

【0361】

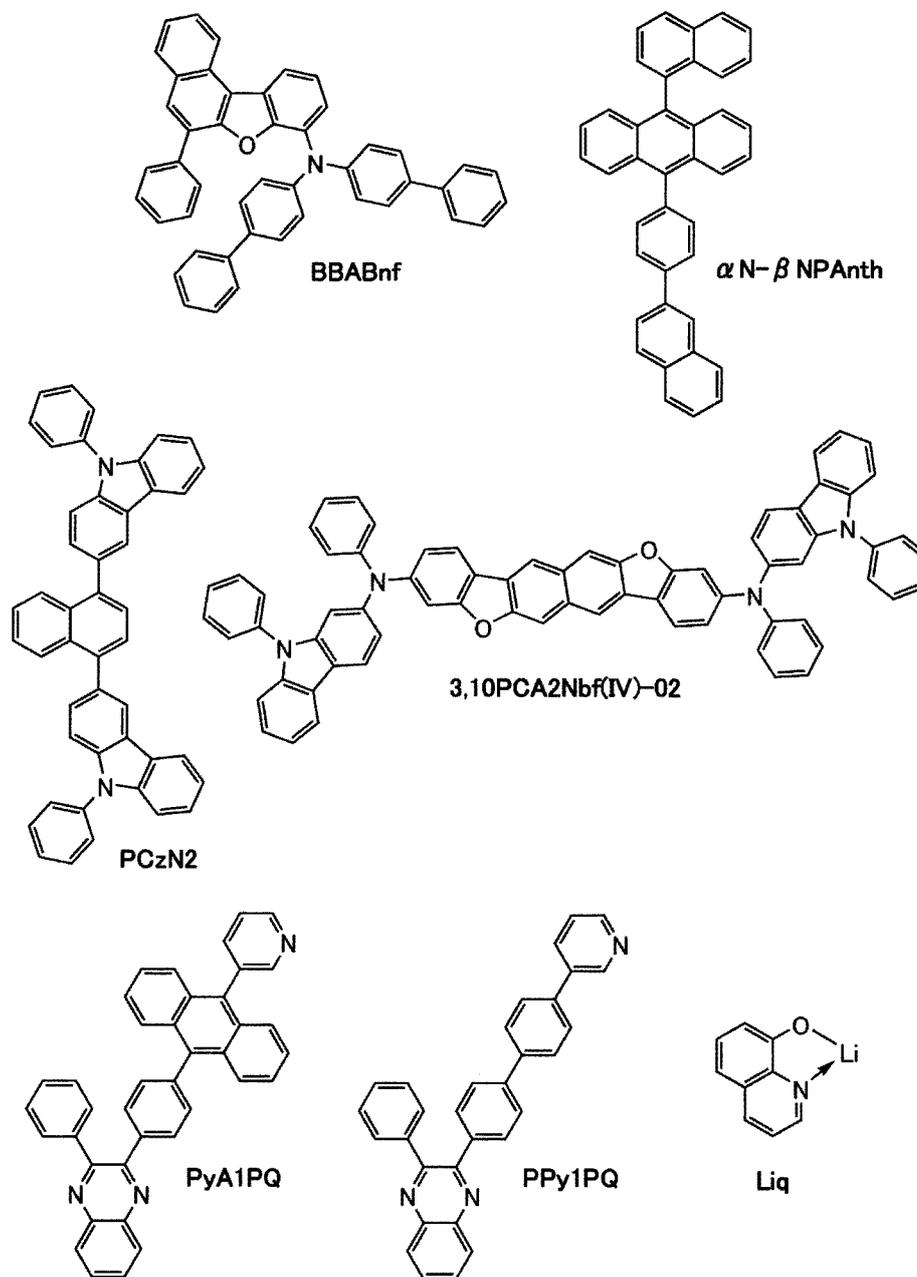
[表3]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層	電子注入層	第二電極
	901	911	912		913	914	915	903
發光裝置 4	ITSO (70nm)	BBABnf:ALD-MP001Q (1:0.1 10nm)	BBABnf (20nm)	PCzN2 (10nm)	*	PyA1PQ:Liq (1:1 25nm)	Liq (1nm)	Al (200nm)
對比發光 裝置5						PPy1PQ:Liq (1:1 25nm)		

* α N- β NPAntH:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.15 25nm)

【0362】

[化學式 45]



【 0363 】

《發光裝置的製造》

與在實施例 2 中參照圖 11 說明的發光裝置同樣，本實施例所示的發光裝置具有如下結構：在形成於基板 900 上的第一電極 901 上依次層疊有電洞注入層 911、電洞傳輸層

912、發光層913、電子傳輸層914以及電子注入層915，且在電子注入層915上層疊有第二電極903。

【0364】此外，電洞注入層911藉由將N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-8-胺(簡稱：BBABnf)及ALD-MP001Q(分析工房株式會社，材料序號：1S20180314)以重量比為BBABnf：ALD-MP001Q=1：0.1且厚度為10nm的方式共蒸鍍而形成。此外，電洞傳輸層912藉由在以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf之後以厚度為10nm的方式蒸鍍3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-吡啶)(簡稱：PCzN2)而形成。

【0365】此外，發光層913藉由將9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)與3,10-雙[N-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并咪喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)以重量比為1：0.015(= α N- β NPAnth：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍而形成。

【0366】在發光裝置4中，藉由將PyA1PQ和8-羥基喹啉鋰(簡稱：Liq)以重量比為1：1(=PyA1PQ：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。此外，在對比發光裝置5中，藉由將PPy1PQ和8-羥基喹啉鋰(簡稱：Liq)以重量比為1：1(=PPy1PQ：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。

【0367】

《發光裝置的工作特性》

對所製造的各發光裝置的工作特性進行測定。注意，在室溫(保持為25°C的氛圍)下進行測定。圖33至圖36分別示出作為各發光裝置的工作特性的結果的電流密度-亮度特性、電壓-亮度特性、亮度-電流效率特性、電壓-電流特性。

【0368】此外，下面的表4示出1000cd/m²附近的各發光裝置的主要初始特性值。

【0369】

[表4]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	發光效率 (lm/W)	外量子效率 (%)
發光裝置 4	4.4	0.37	9.3	(0.14,0.11)	930	10	7.2	10
對比發光 裝置5	4.6	0.49	12	(0.14,0.10)	1000	8.4	5.8	9.4

【0370】此外，測量了各發光裝置的亮度1000cd/m²附近的發射光譜。也就是說，圖37示出對發光裝置4施加了電壓4.4V時的發射光譜及對對比發光裝置5施加了電壓4.6V時的發射光譜。如圖37所示，各發光裝置的發射光譜都在458nm附近具有峰，該峰來源於包含在發光層913中的3,10PCA2Nbf(IV)-02的發光。

【0371】由圖33至圖36及表4所示的結果可知，作為本發明的一個實施方式的使用PyA1PQ的發光裝置4的電流-電壓特性、發光效率優越於對比發光裝置5。這是因為如下緣故：用於發光裝置4的PyA1PQ具有藉由蔥骨架與喹啉骨架鍵結的雜芳環，由此得到容易將電子從電子注入層

915抽出並注入電子傳輸層914的效果，再加上，起因於具有蔥骨架，被注入的電子的傳輸性高。

【0372】此外，圖38示出電流密度 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 下的相對於驅動時間的亮度變化。由圖38所示，本發明的一個實施方式的發光裝置4隨著驅動時間的累積的亮度下降與對比發光裝置5等同。本發明的一個實施方式的發光裝置4的電流效率高於對比發光裝置5，因此即使發光裝置4在同一電流密度下的亮度較高，相對於驅動時間的亮度下降也等同。

[實施例9]

【0373】在本實施例中，說明如下發光裝置的元件結構、製造方法及特性：作為本發明的一個實施方式的發光裝置，將實施例3所示的2-苯基-3-{4-[10-(嘓啶-5-基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：1PQPmA)(結構式(101))用於電子傳輸層的發光裝置6；將實施例4所示的2-苯基-3-[10-(吡啶-2-基)-9-蔥基]喹啉(簡稱：1PQPPrA)(結構式(102))用於電子傳輸層的發光裝置7；將實施例5所示的2-苯基-3-(4-{10-[4-(3-吡啶基)苯基]-9-蔥基}苯基)喹啉(簡稱：1PQPpyPA)(結構式(135))用於電子傳輸層的發光裝置8；將實施例6所示的2-苯基-3-{4-[10-(5-苯基-3-吡啶基)-9-蔥基]苯基}喹啉(簡稱：1PQmPPyA)(結構式(147))用於電子傳輸層的發光裝置9。表5示出在本實施例中使用的發光裝置的元件結構。此外，以下示出在本實施例中使用的材料的

化學式。

【0374】

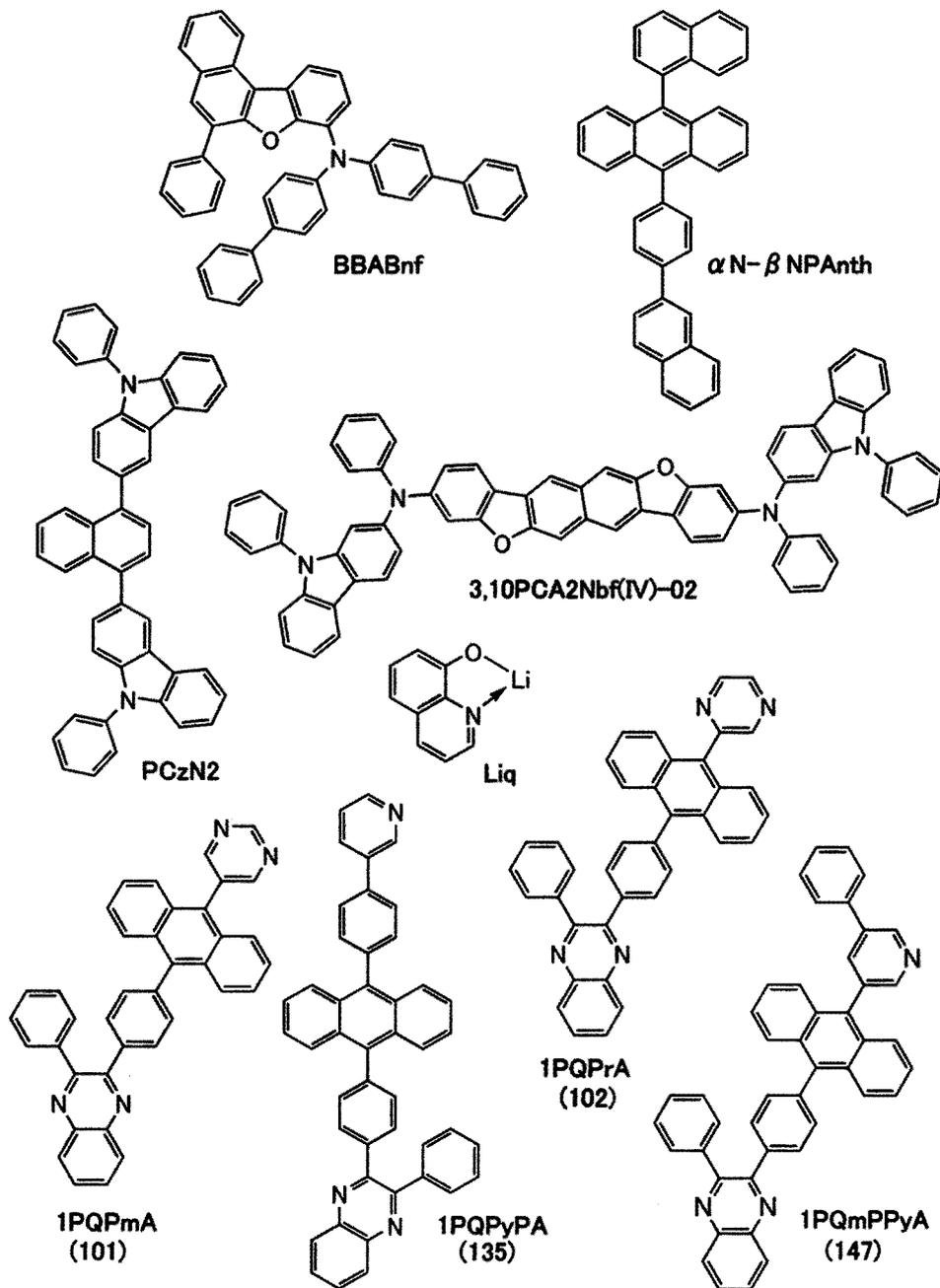
[表 5]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層	電子注入層	第二電極
	901	911	912		913	914	915	903
發光裝置 6	ITSO (70nm)	BBABnf:ALD-MP001Q (1:0.1 10nm)	BBABnf (20nm)	PCzN2 (10nm)	*	IPQPmA:Liq (1:2 25nm)	Liq (1nm)	Al (200nm)
發光裝置 7						IPQPrA:Liq (1:2 25nm)		
發光裝置 8						IPQPyPA:Liq (1:2 25nm)		
發光裝置 9						IPQmPPyA:Liq (1:1 25nm)		

* α -N- β -NPAntH:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.15 25nm)

【0375】

[化學式 46]



【 0376 】

《 發光裝置的製造 》

與在實施例 2 中參照圖 11 說明的發光裝置同樣，本實施例所示的發光裝置具有如下結構：在形成於基板 900 上的第一電極 901 上依次層疊有電洞注入層 911、電洞傳輸層

912、發光層913、電子傳輸層914以及電子注入層915，且在電子注入層915上層疊有第二電極903。

【0377】此外，電洞注入層911藉由將N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪喃-8-胺(簡稱：BBABnf)及ALD-MP001Q(分析工房株式會社，材料序號：1S20180314)以重量比為BBABnf：ALD-MP001Q=1：0.1且厚度為10nm的方式共蒸鍍而形成。此外，電洞傳輸層912藉由在以厚度為20nm的方式蒸鍍BBABnf之後以厚度為10nm的方式蒸鍍3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-吡啶)(簡稱：PCzN2)而形成。

【0378】此外，發光層913藉由將9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)與3,10-雙[N-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并咪喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)以重量比為1：0.015(= α N- β NPAnth：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍而形成。

【0379】在發光裝置6中，藉由將1PQPmA和Liq以重量比為1：2(=1PQPmA：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。在發光裝置7中，藉由將1PQPrA和Liq以重量比為1：2(=1PQPrA：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。在發光裝置8中，藉由將1PQPyPA和Liq以重量比為1：2(=1PQPyPA：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。在發光裝置9中，藉由將1PQmPPyA和Liq以重量比為

1 : 1(=1PQmPPyA : Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，形成電子傳輸層914。

【0380】

《發光裝置的工作特性》

對所製造的各發光裝置的工作特性進行測定。注意，在室溫(保持為25°C的氛圍)下進行測定。此外，下面的表6示出1000cd/m²附近的各發光裝置的主要初始特性值。

【0381】

[表6]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	電流效率 (cd/A)	發光效率 (lm/W)	外量子效率 (%)
發光裝置 6	4.8	0.48	12	(0.13,0.12)	1100	9.6	6.3	9.7
發光裝置 7	4.4	0.37	9.3	(0.14,0.11)	910	9.8	7.0	10
發光裝置 8	4.7	0.36	9.0	(0.14,0.10)	870	9.7	6.5	11
發光裝置 9	5.0	0.43	11	(0.14,0.11)	880	8.1	5.1	8.5

【0382】由表6所示的結果可知，本發明的一個實施方式的發光裝置6至發光裝置9的電流-電壓特性、發光效率等的工作特性優良。

【0383】此外，圖39示出各發光裝置在電流密度50mA/cm²下的相對於驅動時間的亮度變化。由圖39所示，本發明的一個實施方式的發光裝置6至發光裝置9隨著驅動時間的累積的亮度下降小，壽命良好。

【符號說明】

【0384】

101:第一電極

102:第二電極

103:EL層

111:電洞注入層

112:電洞傳輸層

113:發光層

114:電子傳輸層

115:電子注入層

103a,103b:EL層

104:電荷產生層

111a,111b:電洞注入層

112a,112b:電洞傳輸層

113a,113b:發光層

114a,114b:電子傳輸層

115a,115b:電子注入層

200R,200G,200B:光學距離

201:第一基板

202:電晶體(FET)

203R,203G,203B,203W:發光裝置

204:EL層

205:第二基板

206R,206G,206B:彩色濾光片

- 206R',206G',206B':彩色濾光片
- 207:第一電極
- 208:第二電極
- 209:黑色層(黑矩陣)
- 210R,210G:導電層
- 301:第一基板
- 302:像素部
- 303:驅動電路部(源極線驅動電路)
- 304a,304b:驅動電路部(閘極線驅動電路)
- 305:密封劑
- 306:第二基板
- 307:引線
- 308:FPC
- 309:FET
- 310:FET
- 311:FET
- 312:FET
- 313:第一電極
- 314:絕緣物
- 315:EL層
- 316:第二電極
- 317:發光裝置
- 318:空間
- 901:第一電極

902:EL層
903:第二電極
911:電洞注入層
912:電洞傳輸層
913:發光層
914:電子傳輸層
915:電子注入層
4000:照明設備
4001:基板
4002:發光裝置
4003:基板
4004:第一電極
4005:EL層
4006:第二電極
4007:電極
4008:電極
4009:輔助佈線
4010:絕緣層
4011:密封基板
4012:密封劑
4013:乾燥劑
4200:照明設備
4201:基板
4202:發光裝置

4204:第一電極

4205:EL層

4206:第二電極

4207:電極

4208:電極

4209:輔助佈線

4210:絕緣層

4211:密封基板

4212:密封劑

4213:障壁膜

4214:平坦化膜

5101:燈

5102:輪轂

5103:車門

5104:顯示部

5105:方向盤

5106:變速杆

5107:座位

5108:內部後視鏡

5109:擋風玻璃

7000:外殼

7001:顯示部

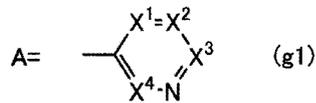
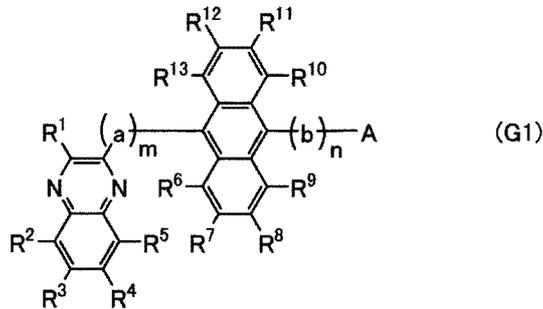
7002:第二顯示部

7003:揚聲器

- 7004:LED燈
- 7005:操作鍵
- 7006:連接端子
- 7007:感測器
- 7008:麥克風
- 7009:開關
- 7010:紅外線埠
- 7011:記錄介質讀取部
- 7014:天線
- 7015:快門按鈕
- 7016:影像接收部
- 7018:支架
- 7022,7023:操作按鈕
- 7024:連接端子
- 7025:錶帶
- 7026:麥克風
- 7029:感測器
- 7030:揚聲器
- 7052,7053,7054:資訊
- 9310:可攜式資訊終端
- 9311:顯示部
- 9312:顯示區域
- 9313:鉸鏈部
- 9315:外殼

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種式(G1)所示的有機化合物：



其中，a及b分別獨立地表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基，

m及n分別獨立地為0、1或2，

R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個，

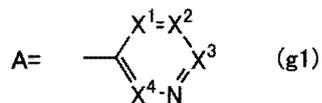
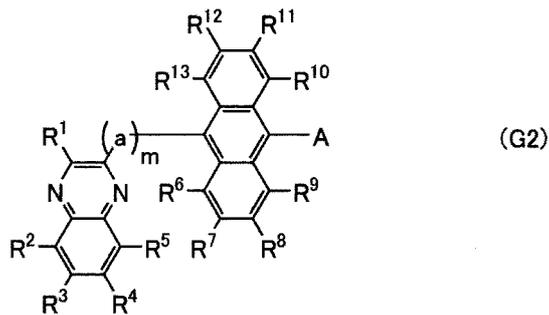
A由式(g1)表示，

X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴，

並且，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

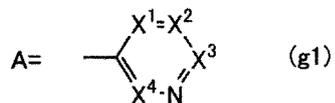
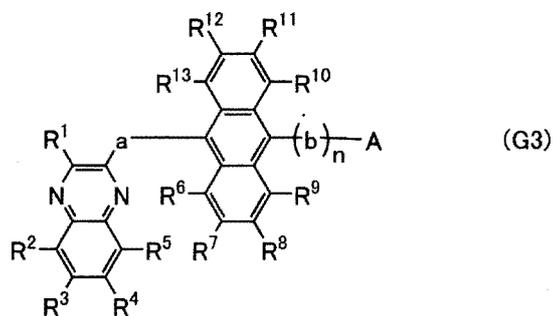
【請求項 2】根據請求項 1 之有機化合物，

其中該有機化合物由式(G2)表示，



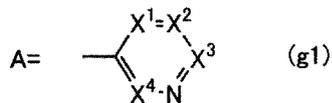
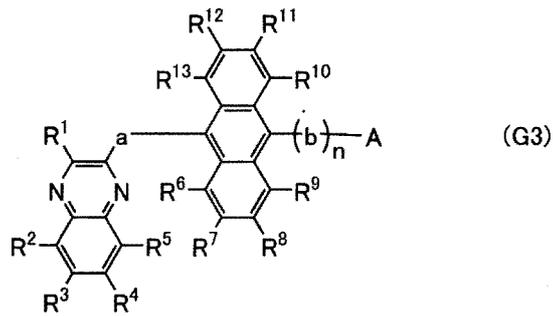
並且，其中式 (G2) 中之 R^1 至 R^{13} 、 A 、 X^1 至 X^4 、 a 及 m 中的任一個如式 (G1) 中所定義。

【請求項 3】根據請求項 1 之有機化合物，其中該有機化合物由式 (G3) 表示，



並且，其中式 (G3) 中之 R^1 至 R^{13} 、 A 、 X^1 至 X^4 、 a 、 b 及 n 中的任一個如式 (G1) 中所定義。

【請求項 4】一種式 (G3) 所示的有機化合物：



其中，a及b分別表示經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的伸芳基，

n表示0，

R¹至R¹³分別獨立地表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基或者經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基，

A由式(g1)表示，

X¹至X⁴分別獨立地表示N或CR¹⁴，

並且，R¹⁴表示氫、碳原子數為1至6的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為3至7的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為6至13的芳基中的任一個。

【請求項5】根據請求項1或2之有機化合物，

其中m為2，

並且作為該兩個伸芳基的a相同。

【請求項6】根據請求項1或3之有機化合物，

其中 n 為 2，

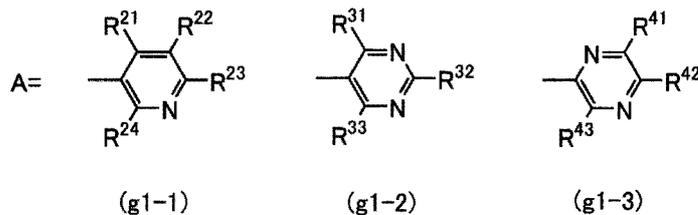
並且作為該兩個伸芳基的 b 相同。

【請求項7】根據請求項1至4中任一項之有機化合物，

其中 a 表示經取代或未經取代的伸苯基。

【請求項8】根據請求項1至4中任一項之有機化合物，

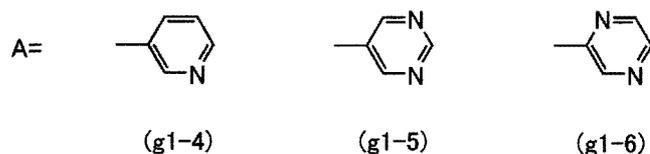
其中式(g1)由式(g1-1)至式(g1-3)中的任一個表示：



並且 R^{21} 至 R^{24} 、 R^{31} 至 R^{33} 、 R^{41} 至 R^{43} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 6 的烷基、經取代或未經取代的形成環的碳原子數為 3 至 7 的環烷基和經取代或未經取代的形成環的碳原子數為 6 至 13 的芳基中的任一個。

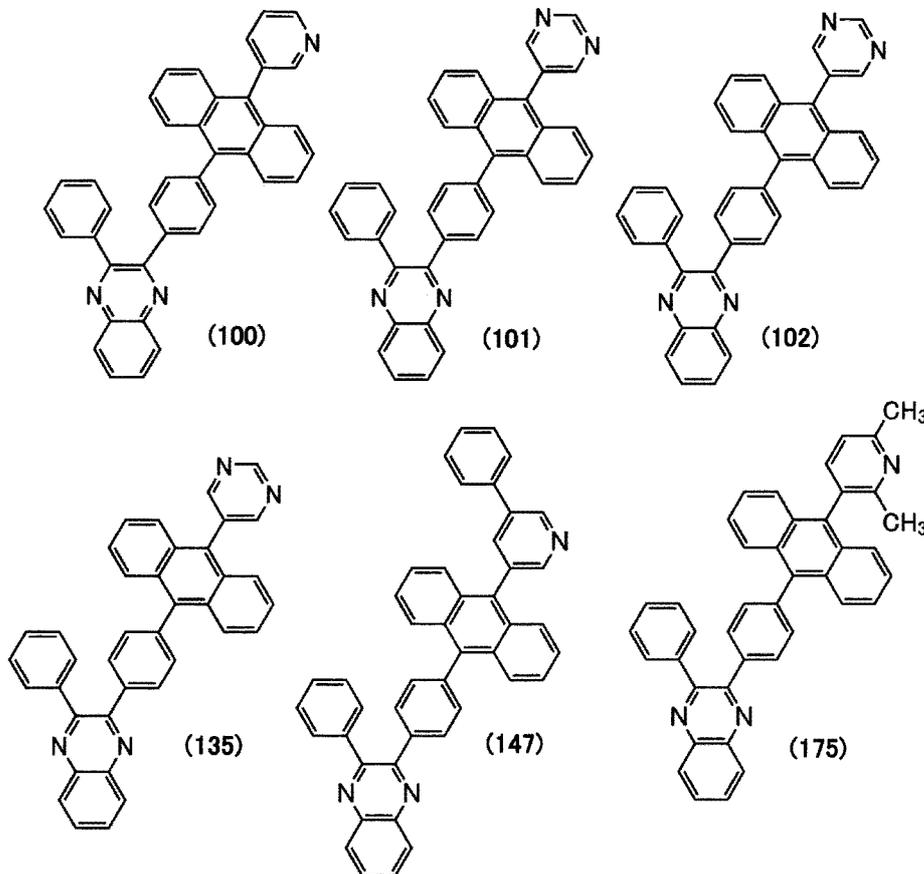
【請求項9】根據請求項1至4中任一項之有機化合物，

其中式(g1)由式(g1-4)至式(g1-6)中的任一個表示：



【請求項10】根據請求項1之有機化合物，

其中該有機化合物由式(100)、(101)、(102)、(135)、(147)和(175)中的任一個表示：



【請求項 11】一種包括請求項 1 至 4 中任一項之有機化合物的發光裝置。

【請求項 12】一種發光裝置，包括：

第一電極；

該第一電極上的 EL 層，該 EL 層包括請求項 1 至 4 中任一項之有機化合物；以及

該 EL 層上的第二電極。

【請求項 13】一種發光裝置，包括：

第一電極；

該第一電極上的發光層；

該發光層上的電子傳輸層，該電子傳輸層包括請求項 1 至 4 中任一項之有機化合物；以及

該電子傳輸層上的第二電極。

【請求項 14】一種發光裝置，包括：

第一電極；

該第一電極上的發光層，該發光層包含螢光材料；

該發光層上的電子傳輸層，該電子傳輸層包括請求項 1 至 4 中任一項之有機化合物；以及

該電子傳輸層上的第二電極。

【請求項 15】一種發光設備，包括：

請求項 12 之發光裝置；以及

電晶體及基板中的至少一個。

【請求項 16】一種電子裝置，包括：

請求項 15 之發光設備；以及

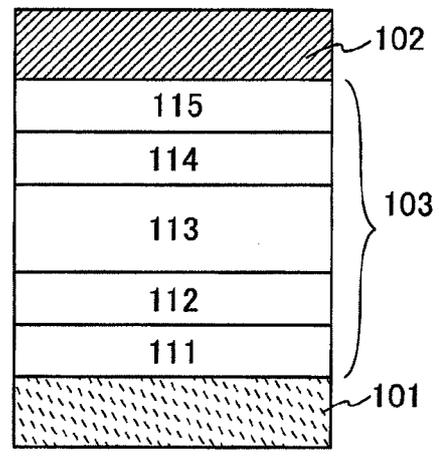
麥克風、相機、操作按鈕、外部連接部和揚聲器中的至少一個。

【請求項 17】一種照明設備，包括：

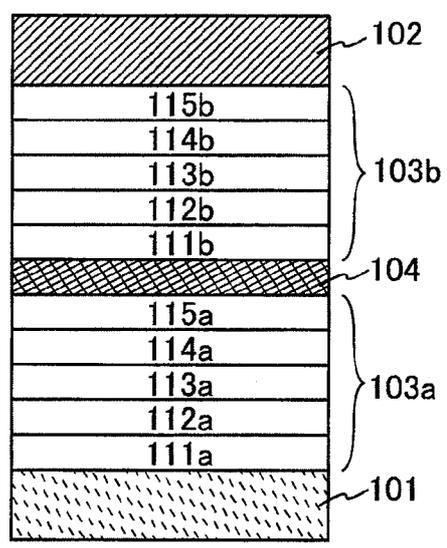
請求項 12 之發光裝置；以及

外殼、覆蓋物和支架中的至少一個。

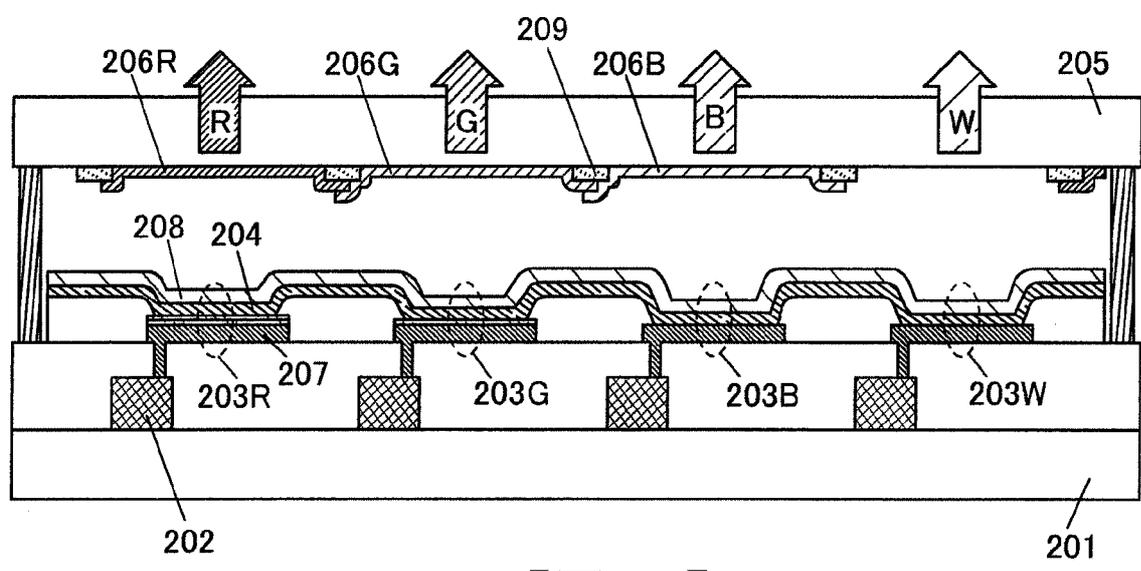
【發明圖式】



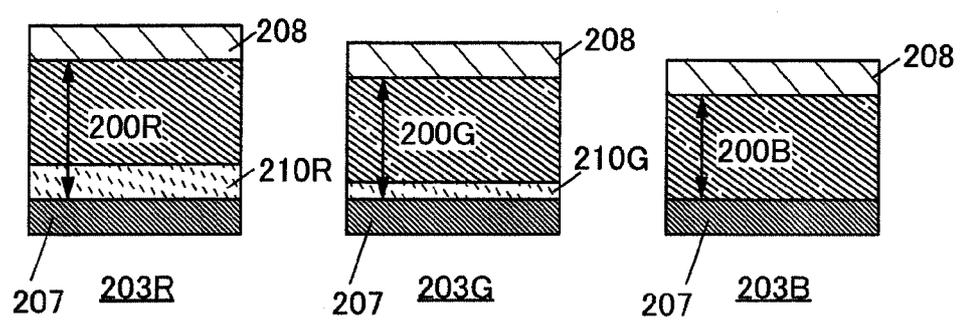
【圖 1A】



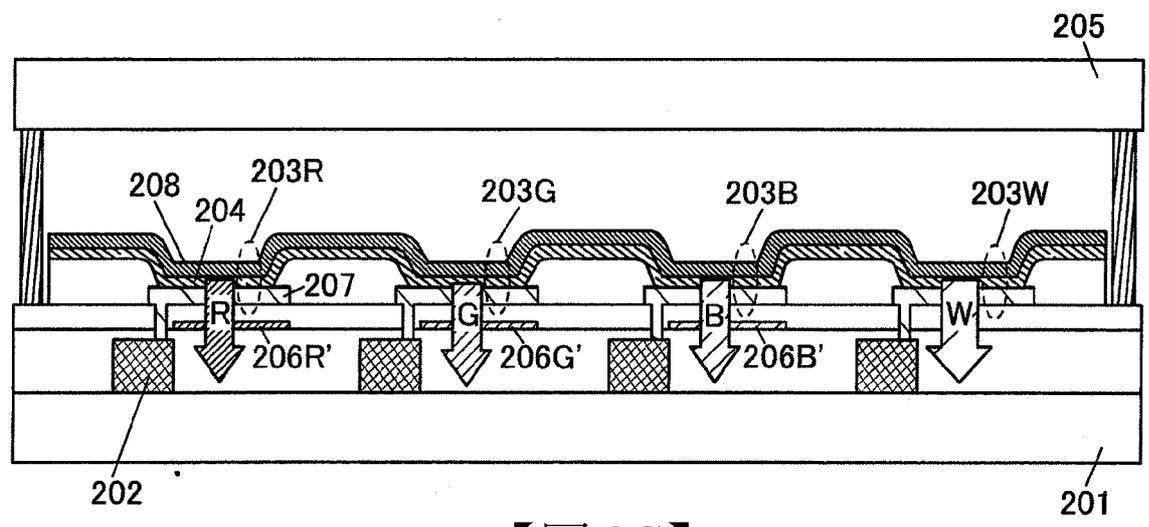
【圖 1B】



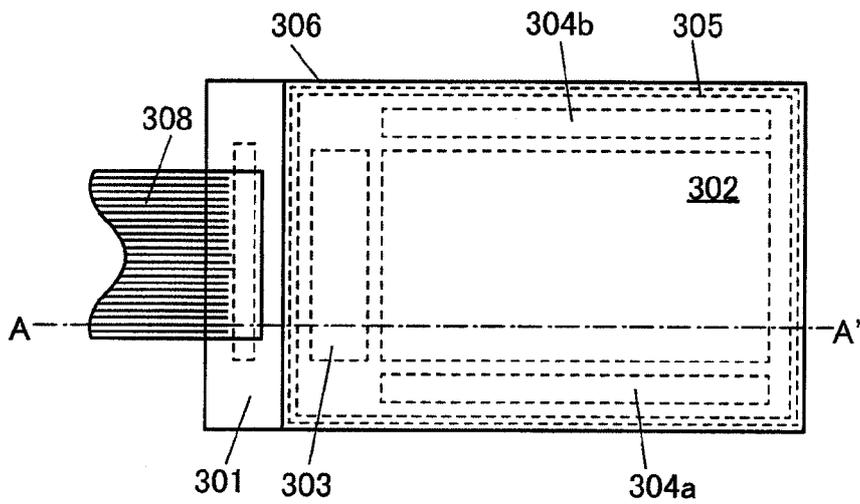
【圖 2A】



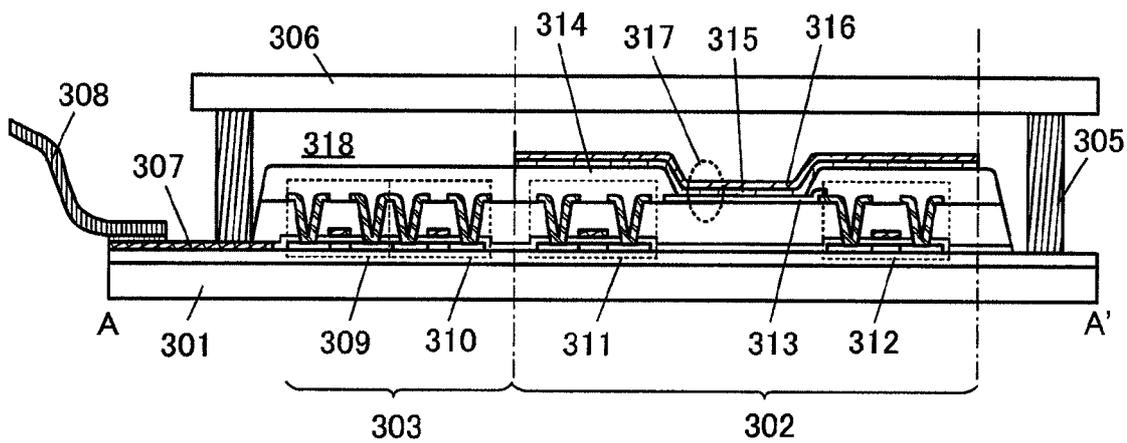
【圖 2B】



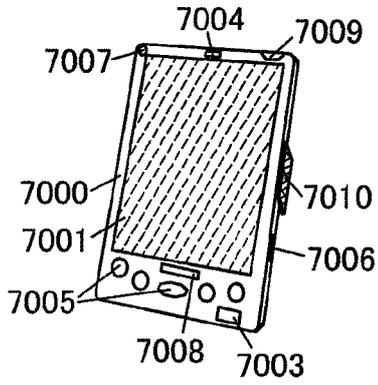
【圖 2C】



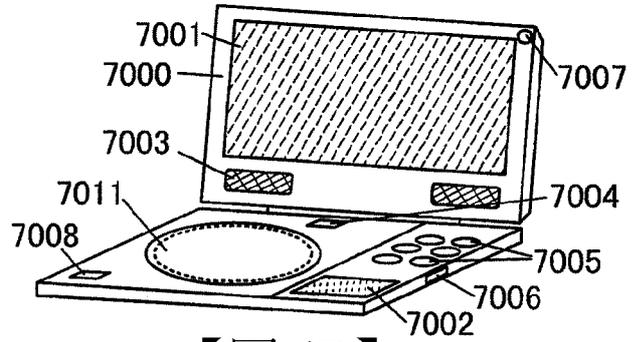
【圖 3A】



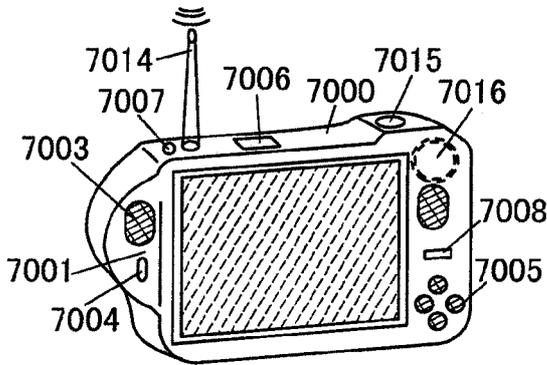
【圖 3B】



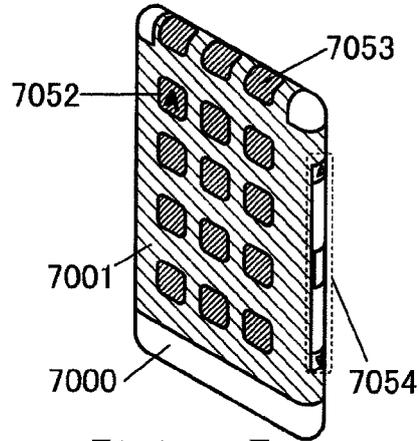
【圖 4A】



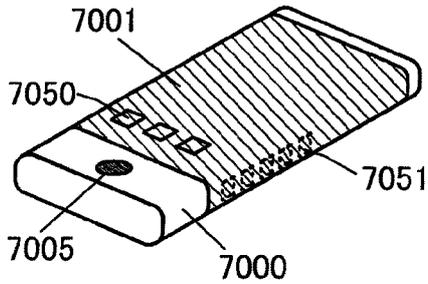
【圖 4B】



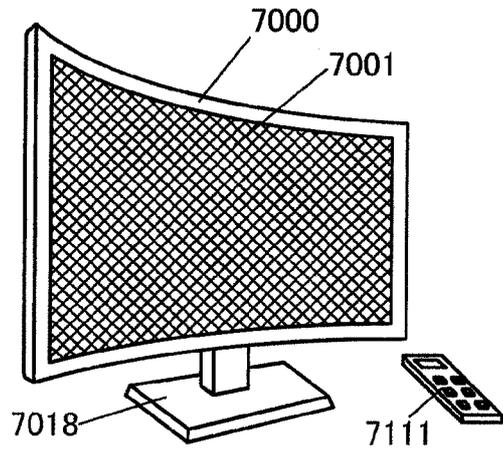
【圖 4C】



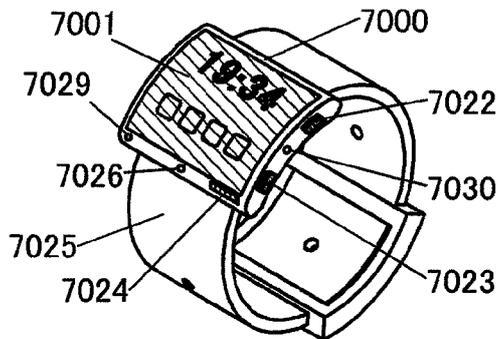
【圖 4D】



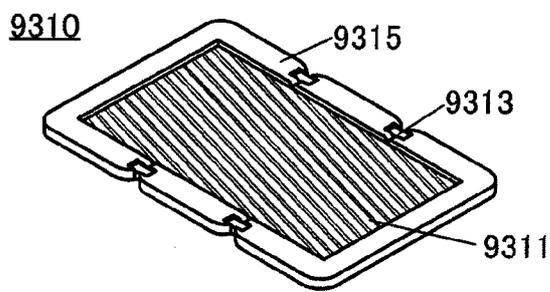
【圖 4E】



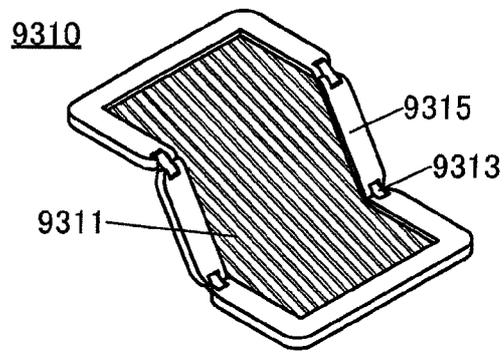
【圖 4F】



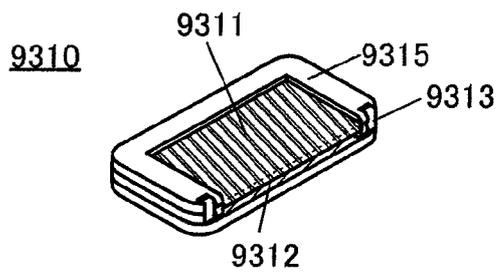
【圖 4G】



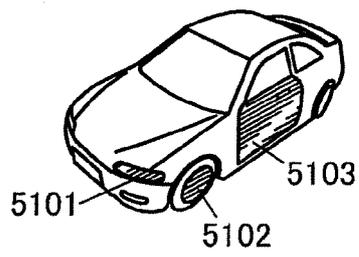
【圖 5A】



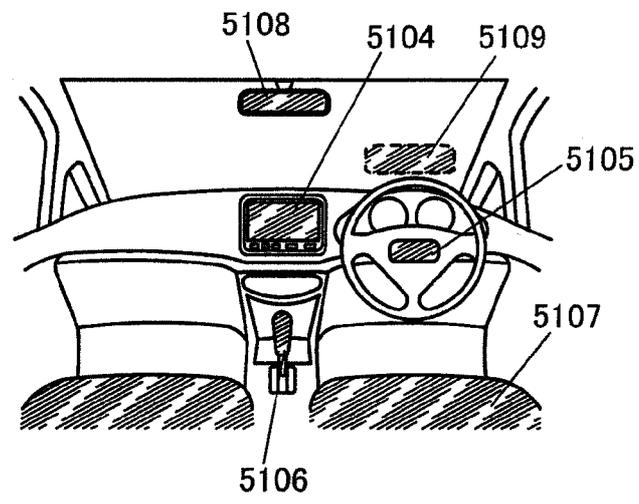
【圖 5B】



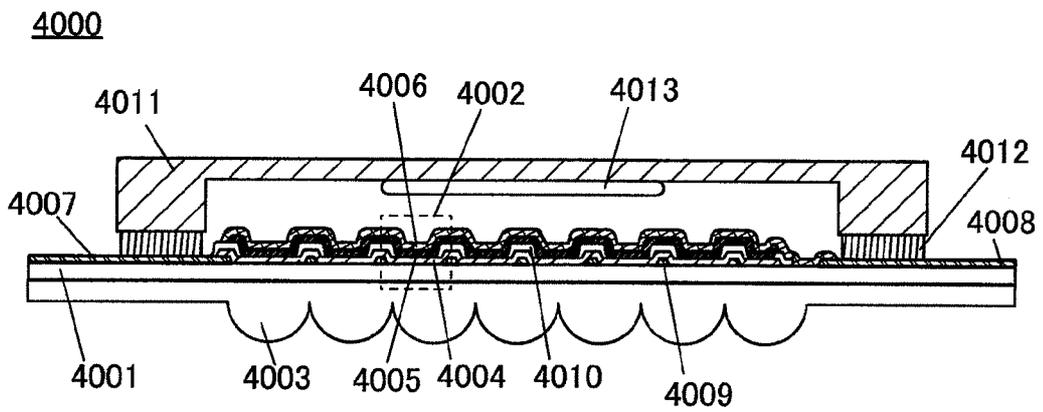
【圖 5C】



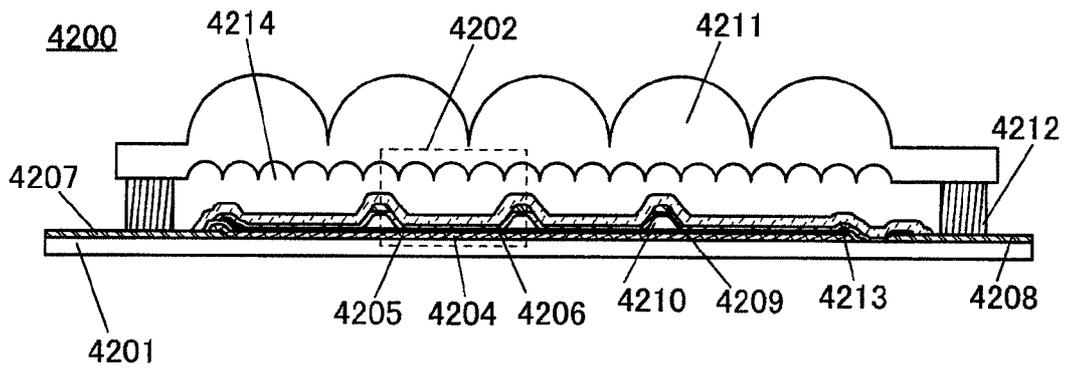
【圖 6A】



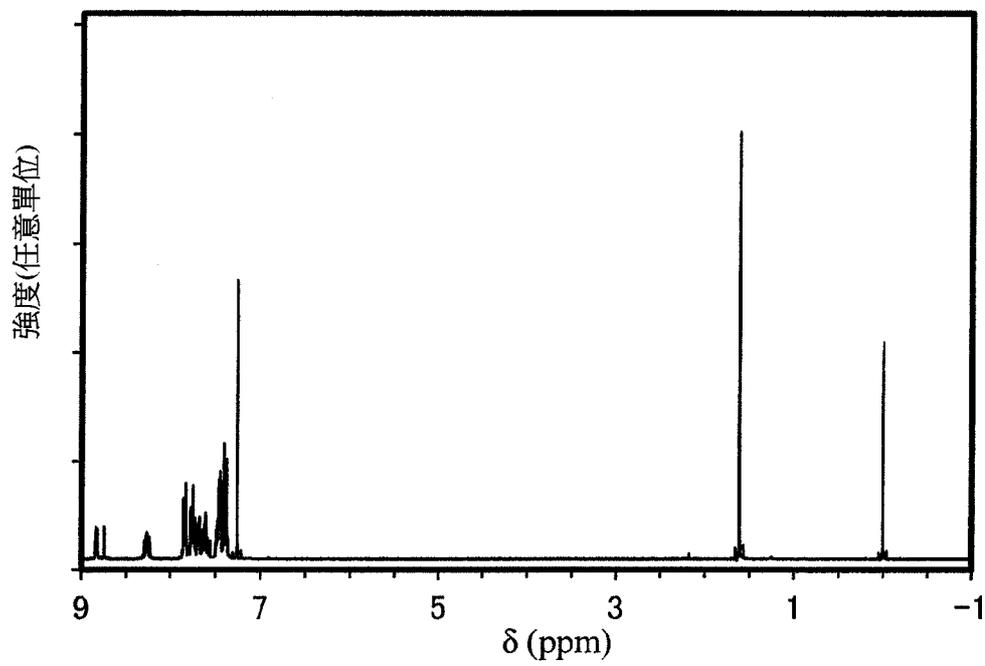
【圖 6B】



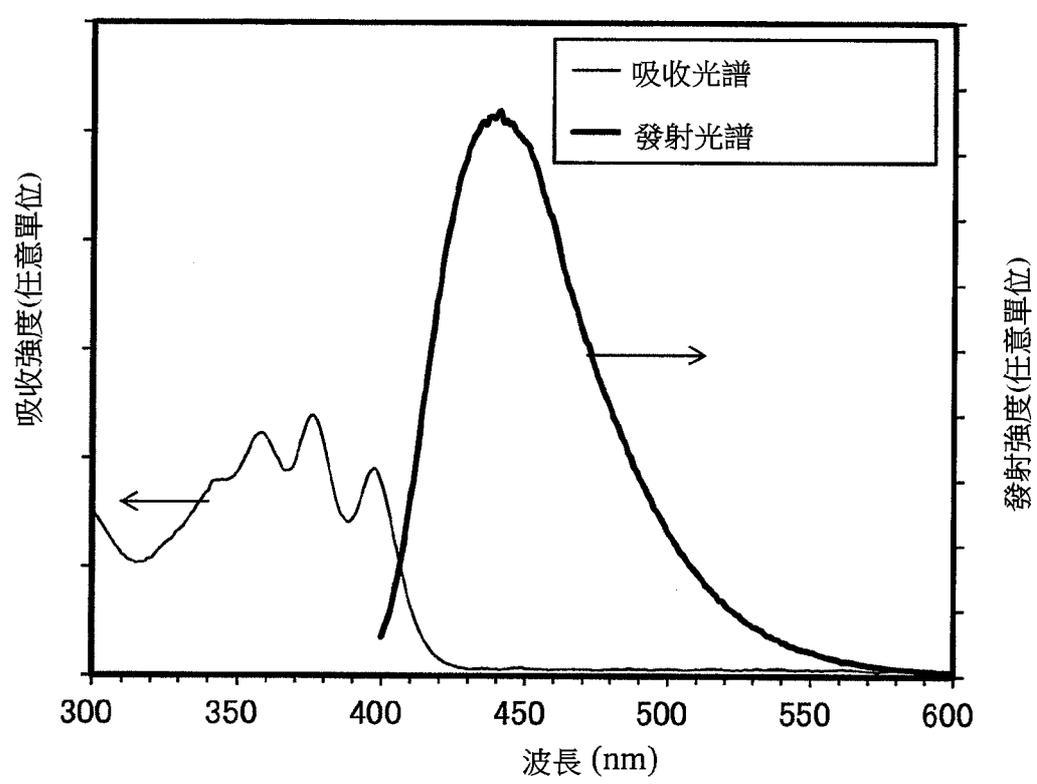
【圖 7A】



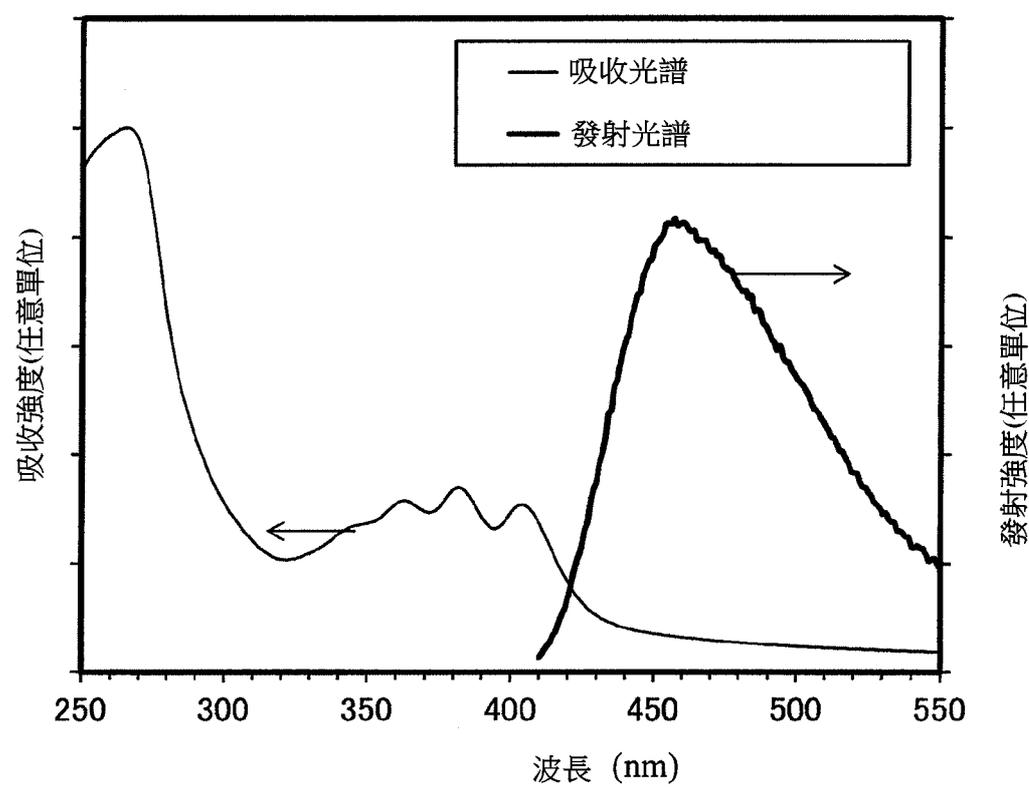
【圖 7B】



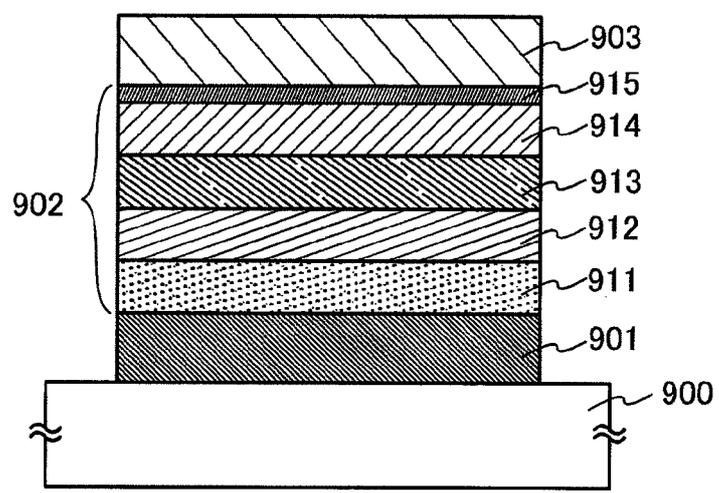
【圖 8】



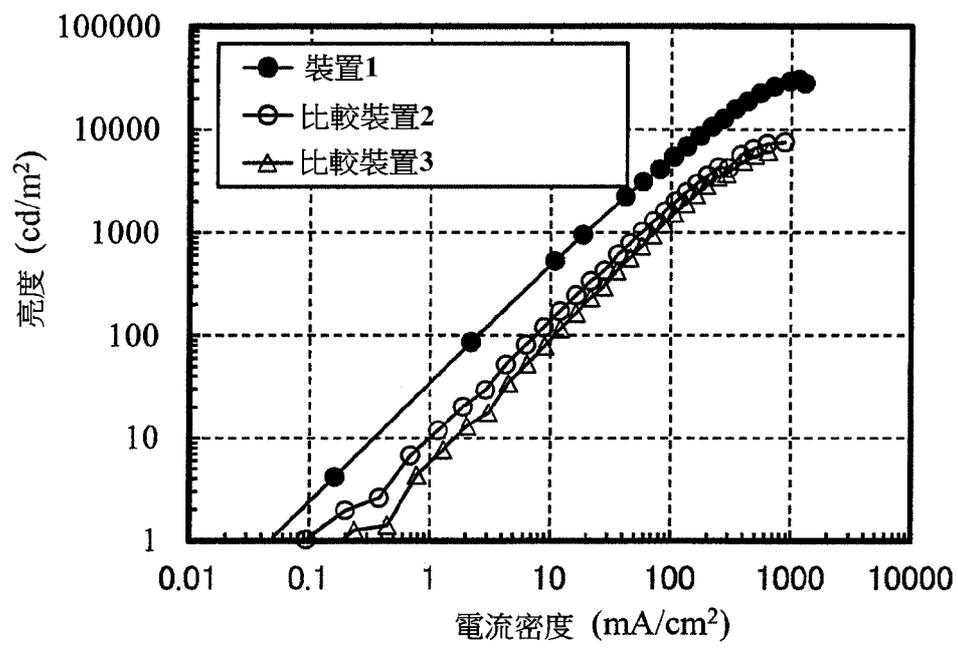
【圖 9】



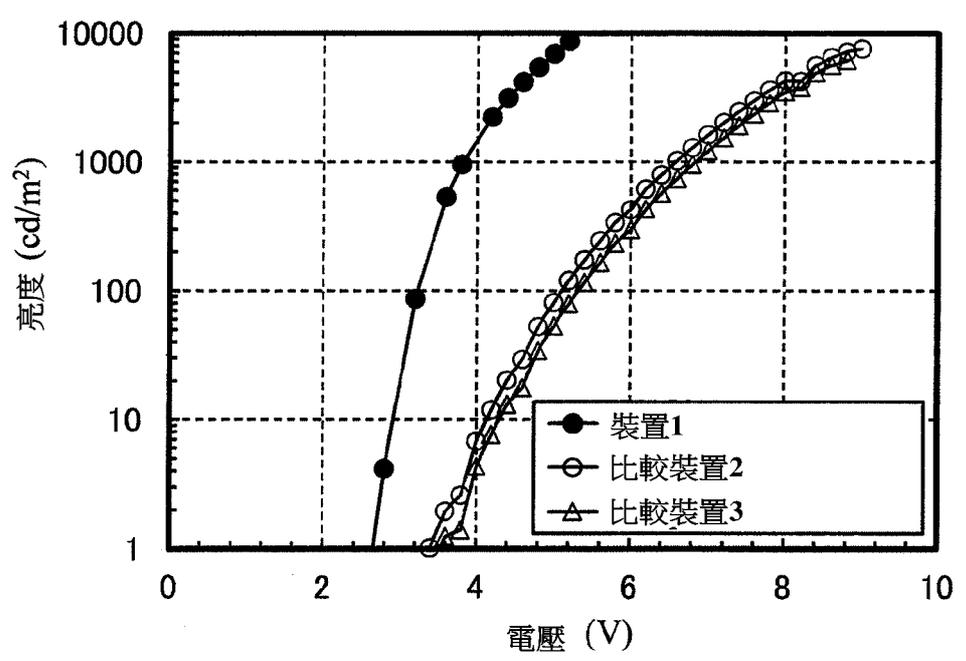
【圖 10】



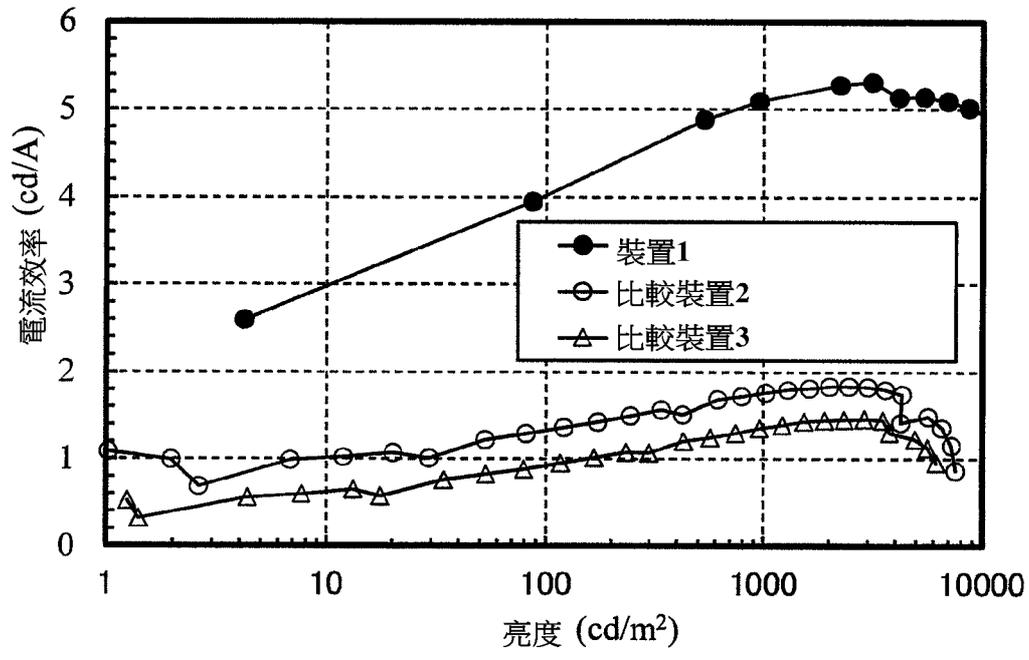
【圖 11】



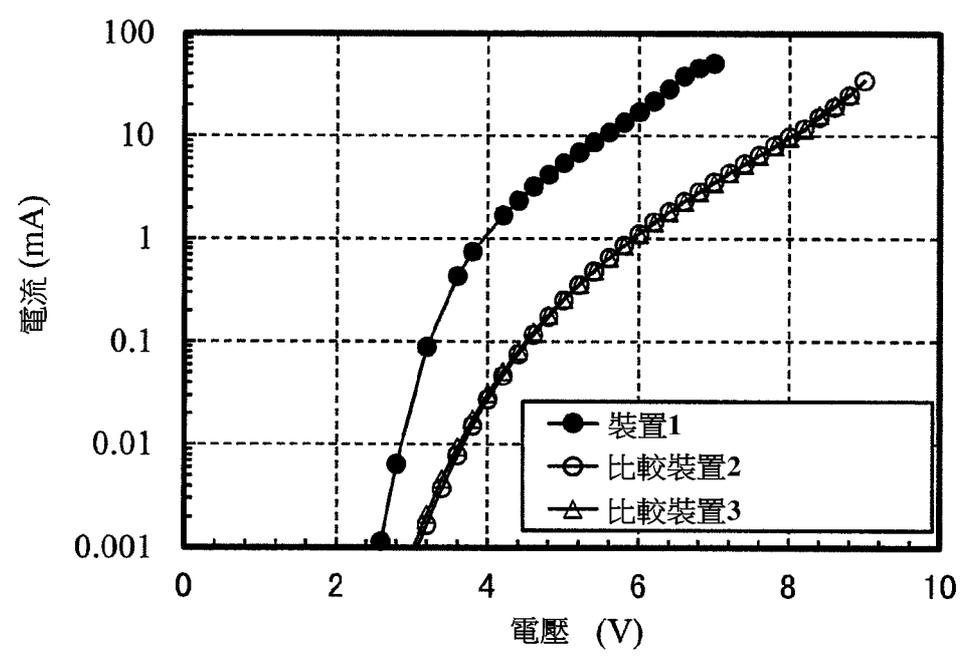
【圖 12】



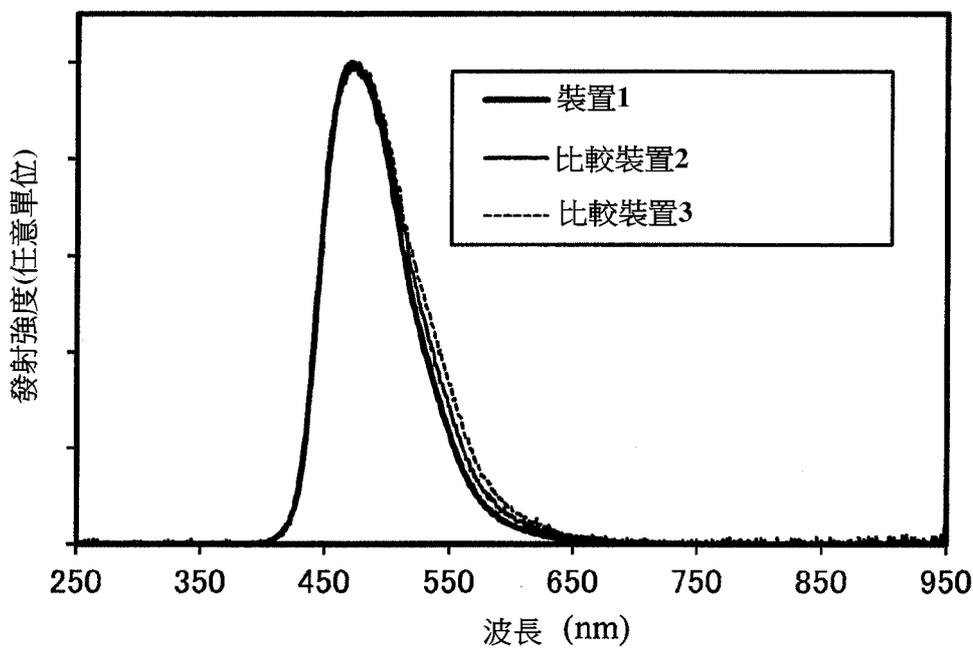
【圖 13】



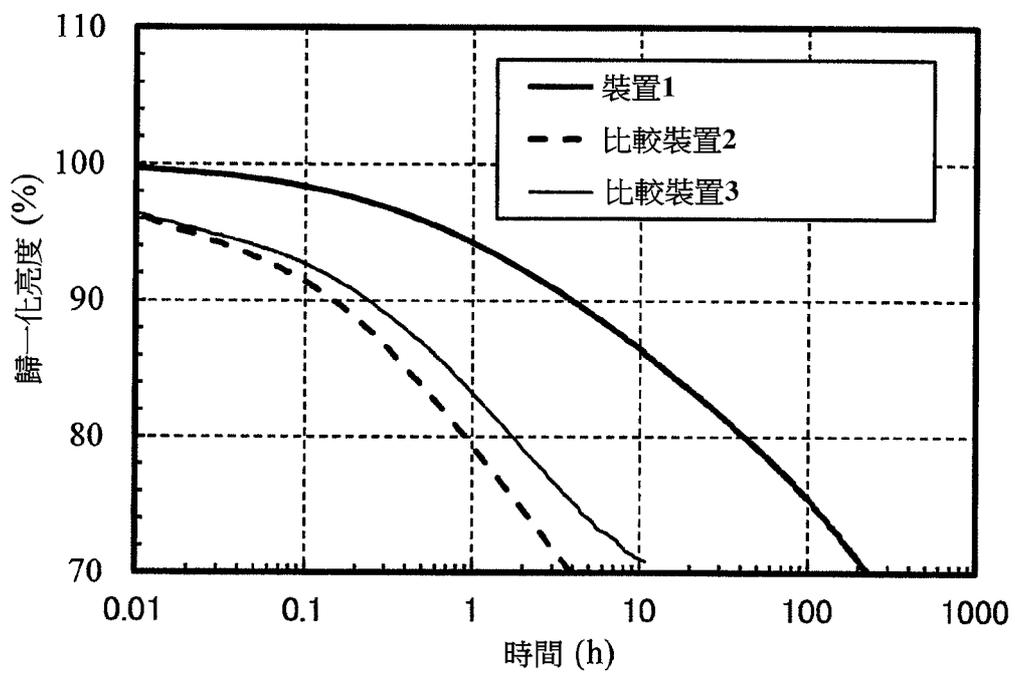
【圖 14】



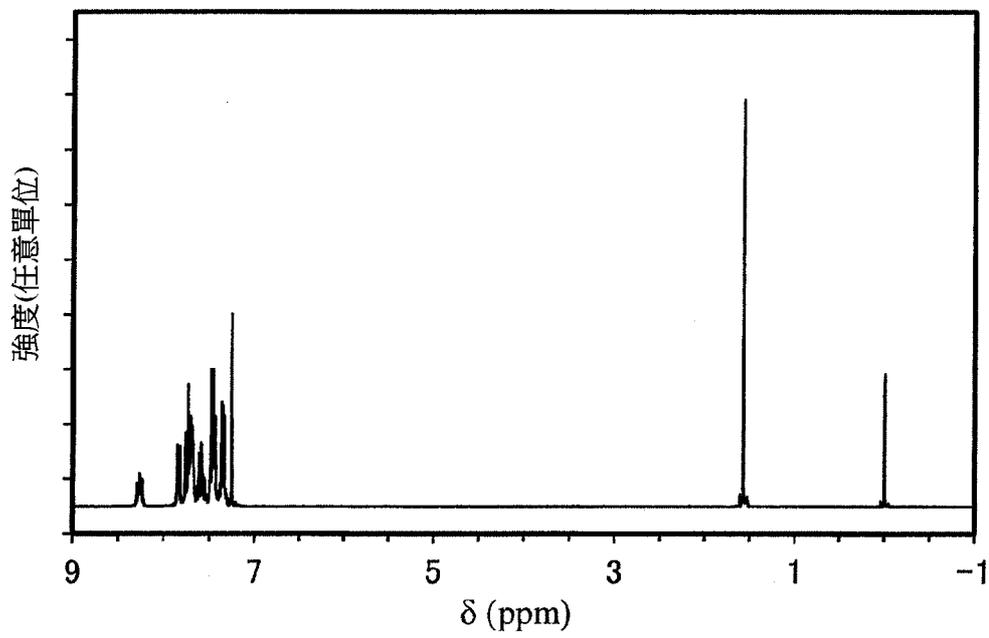
【圖 15】



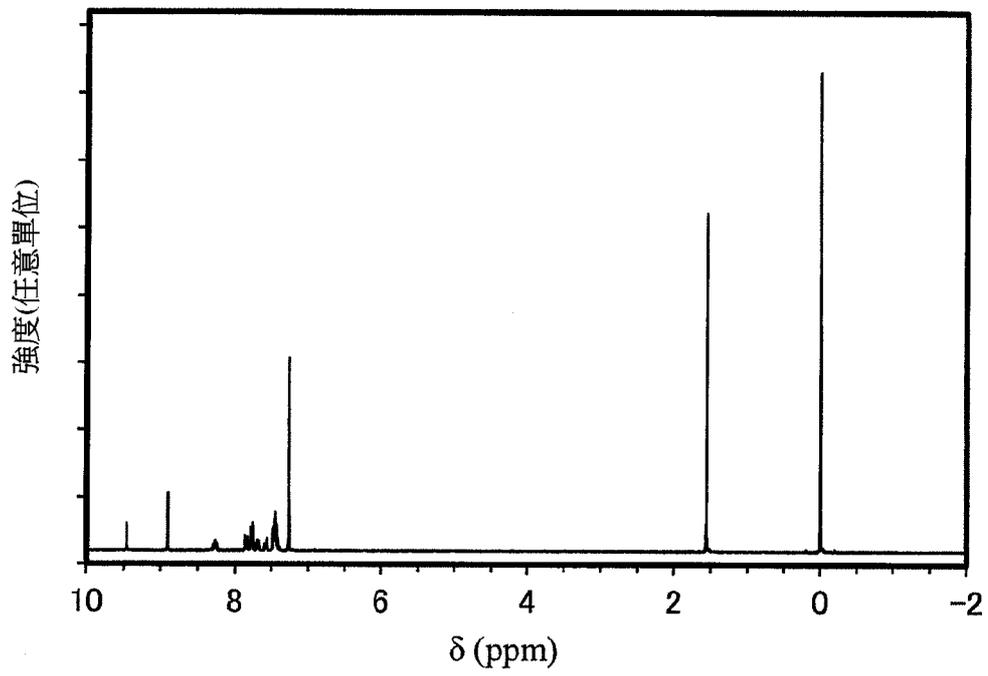
【圖 16】



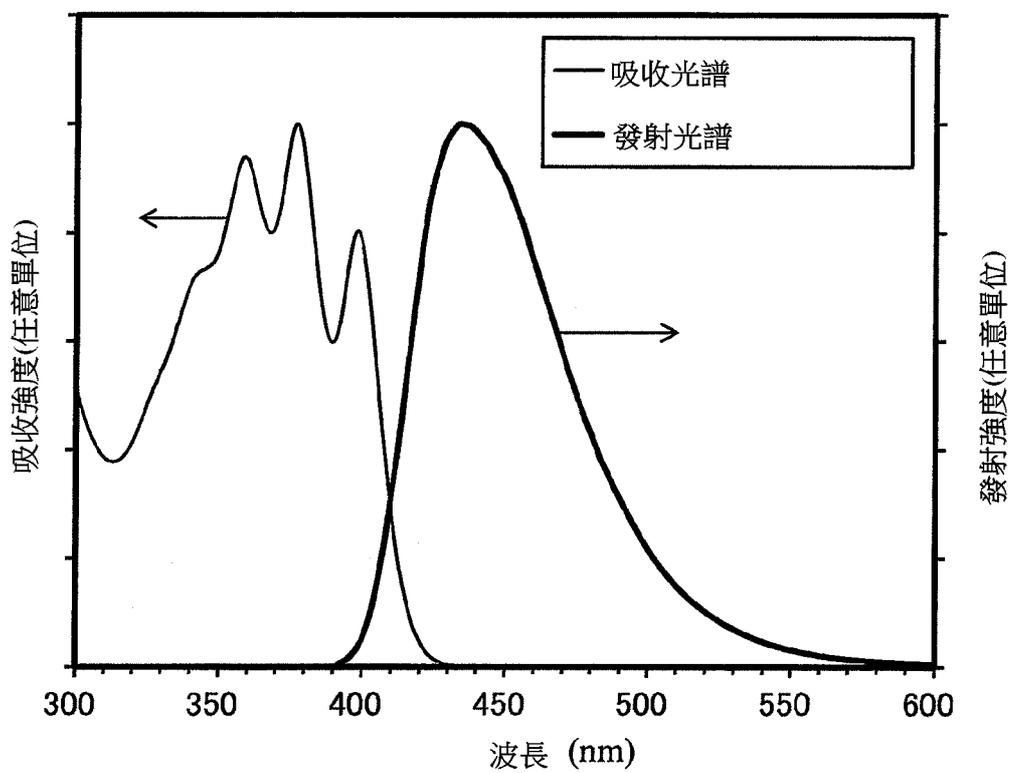
【圖 17】



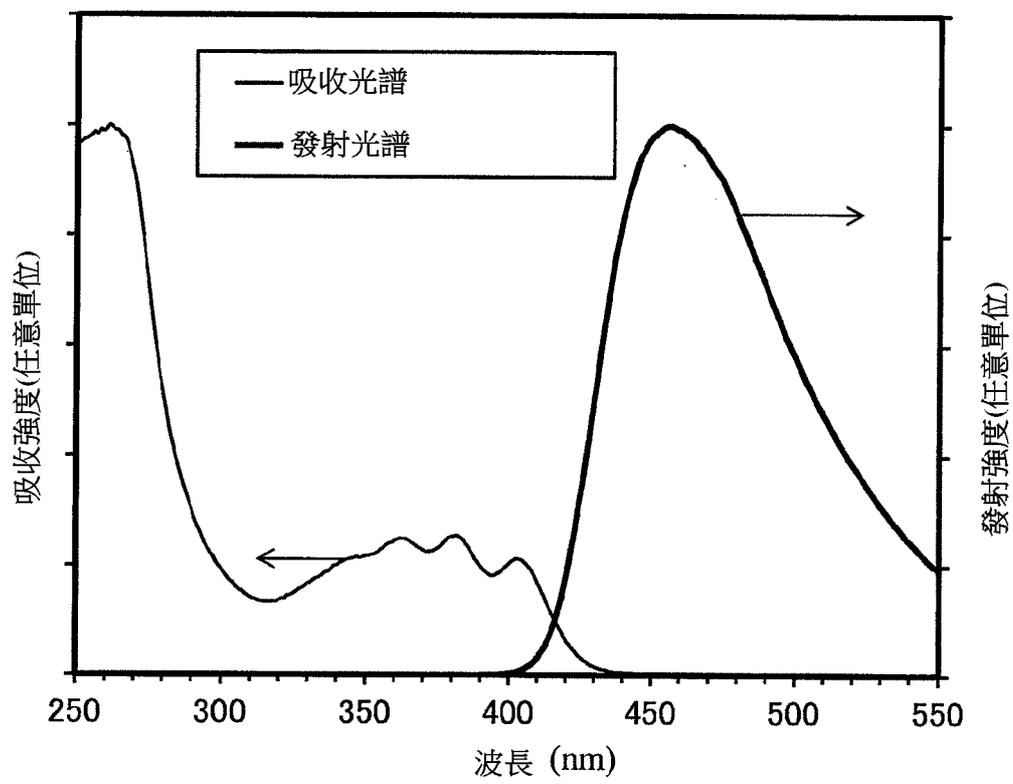
【圖 18】



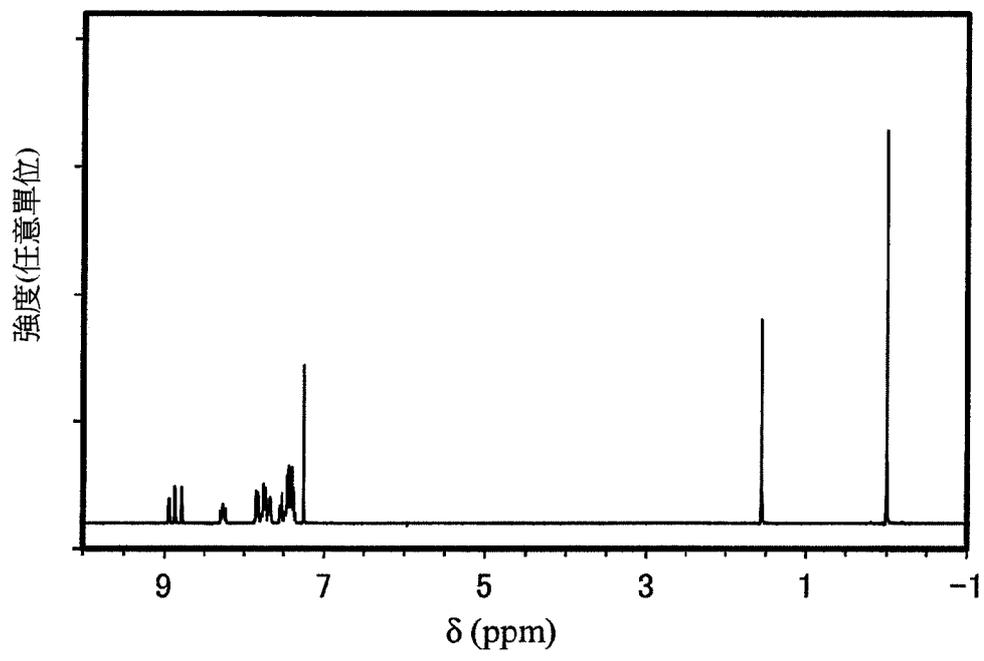
【圖 19】



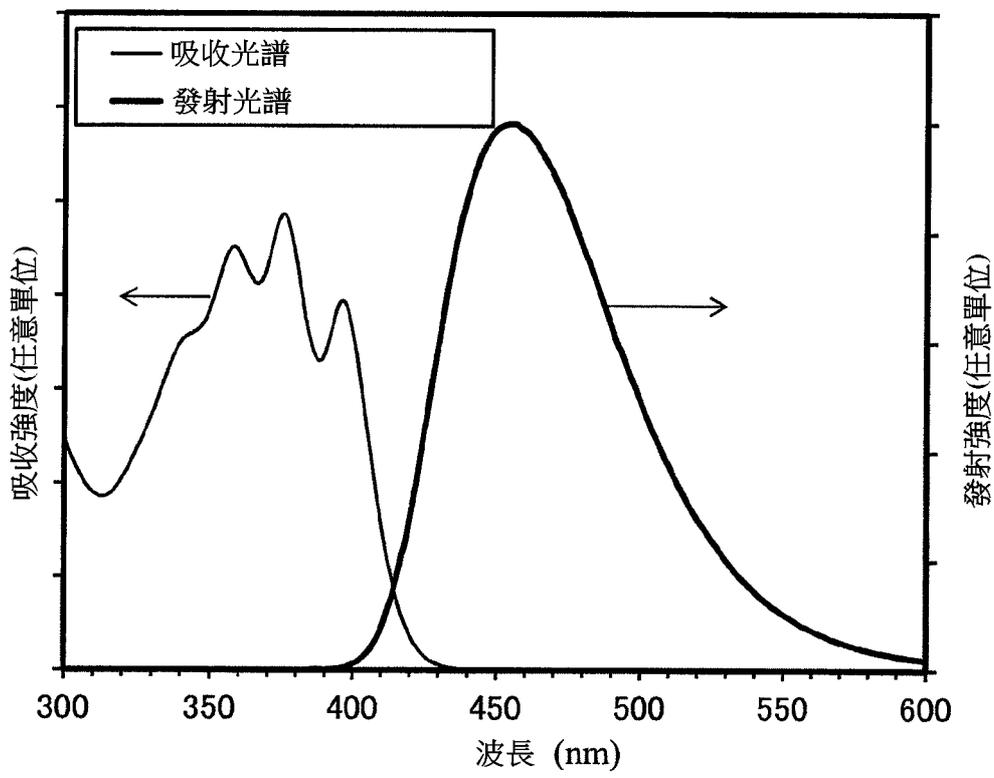
【圖 20】



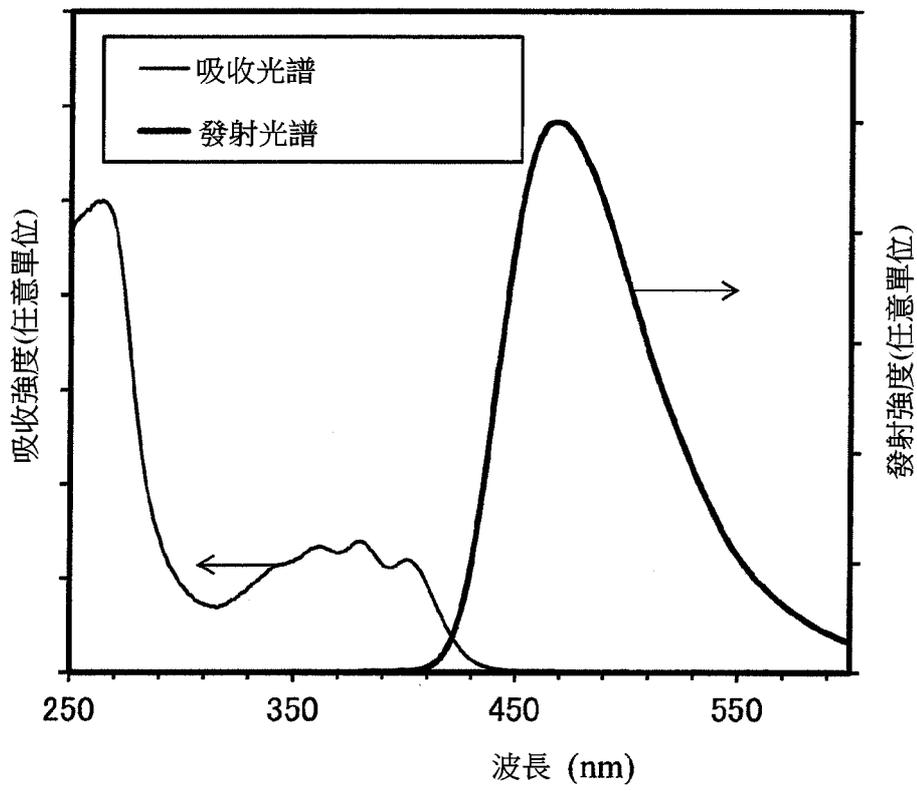
【圖 21】



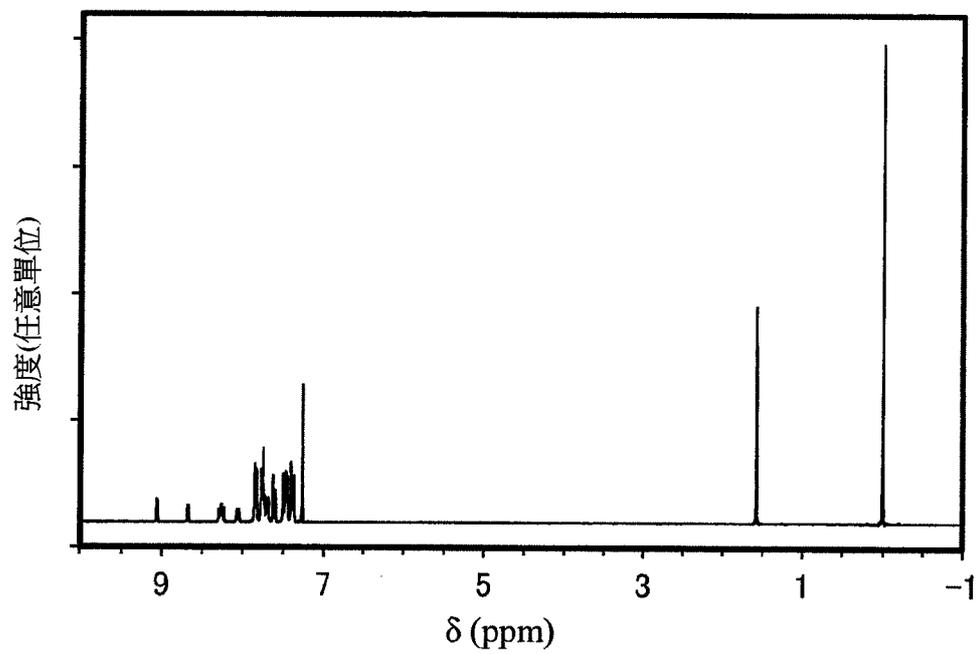
【圖 22】



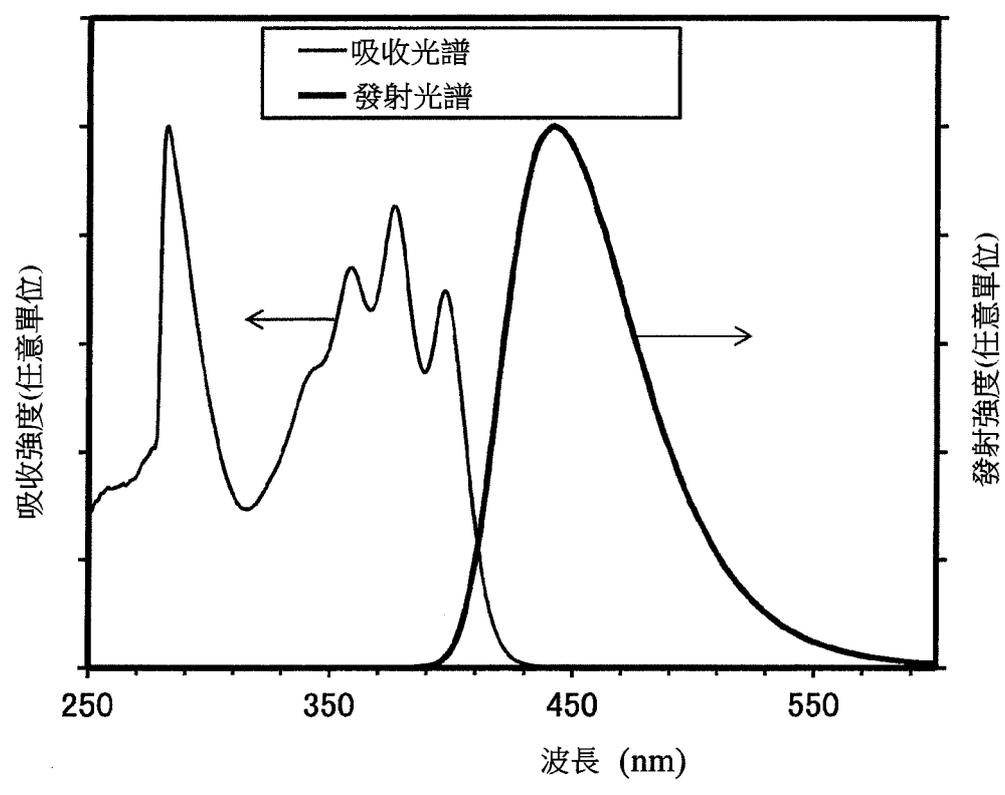
【圖 23】



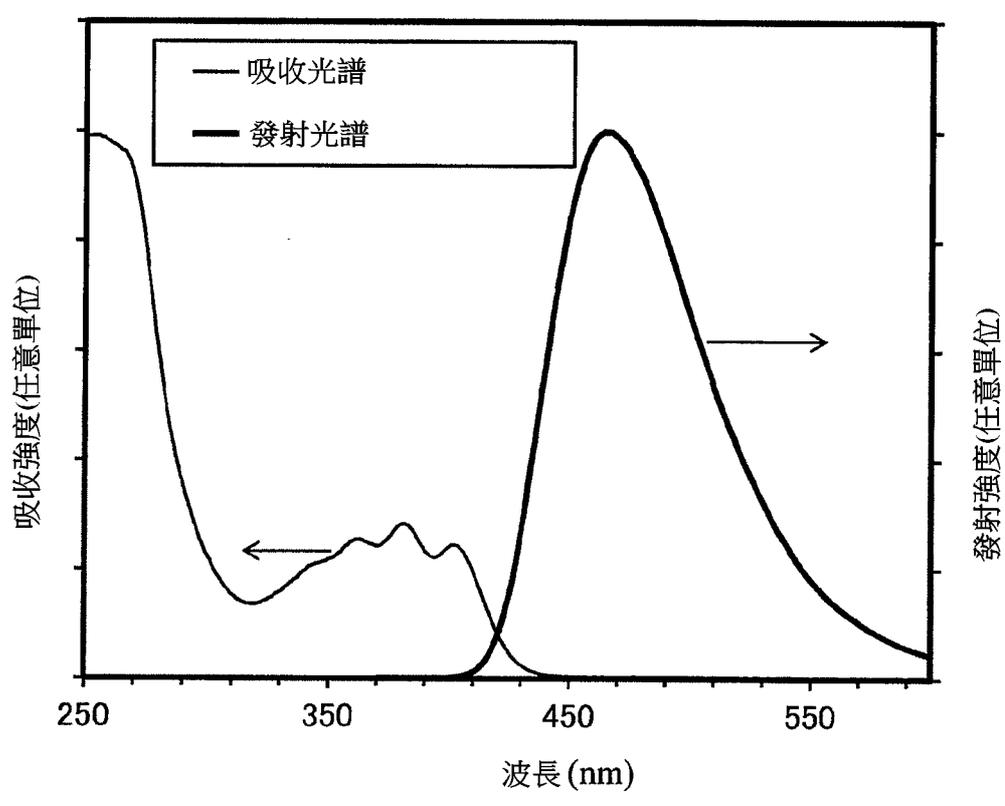
【圖 24】



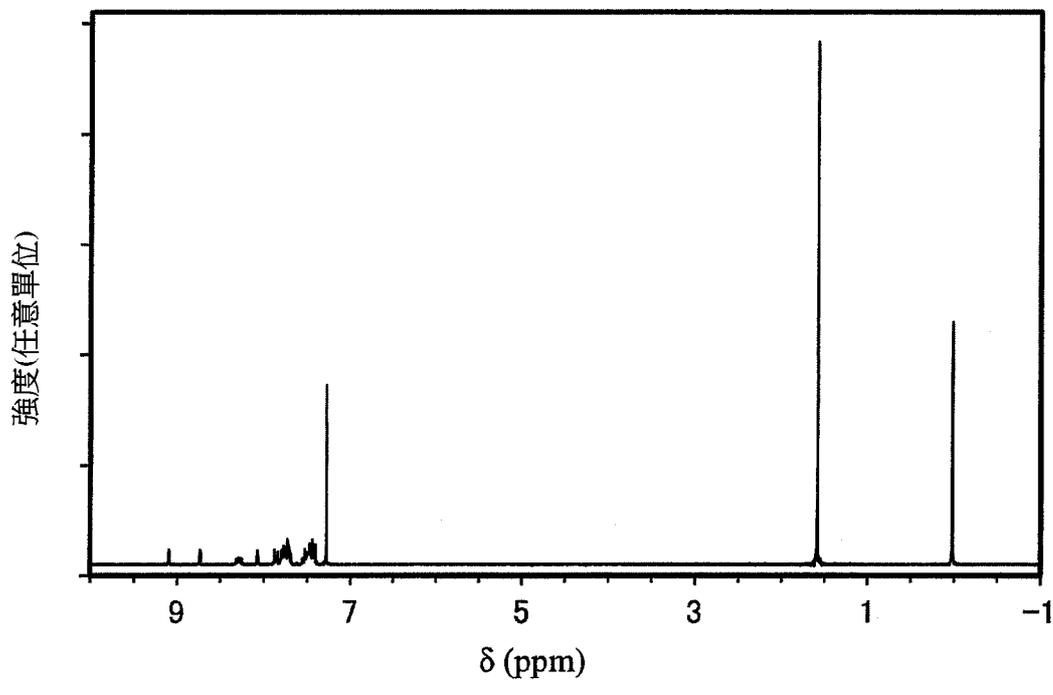
【圖 25】



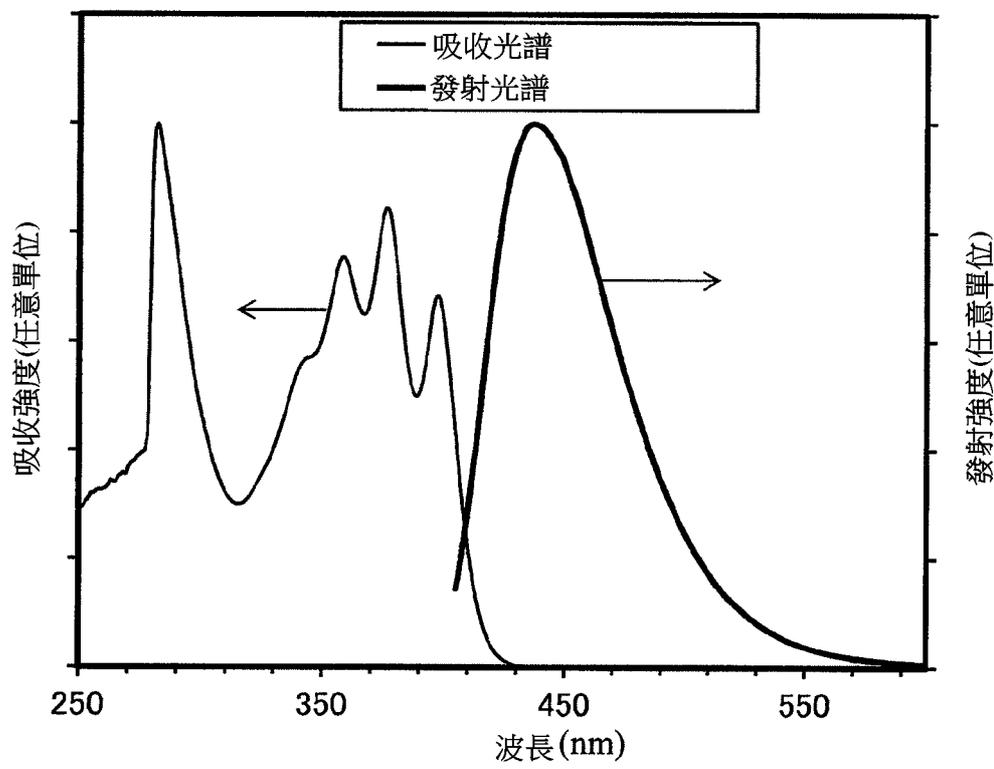
【圖 26】



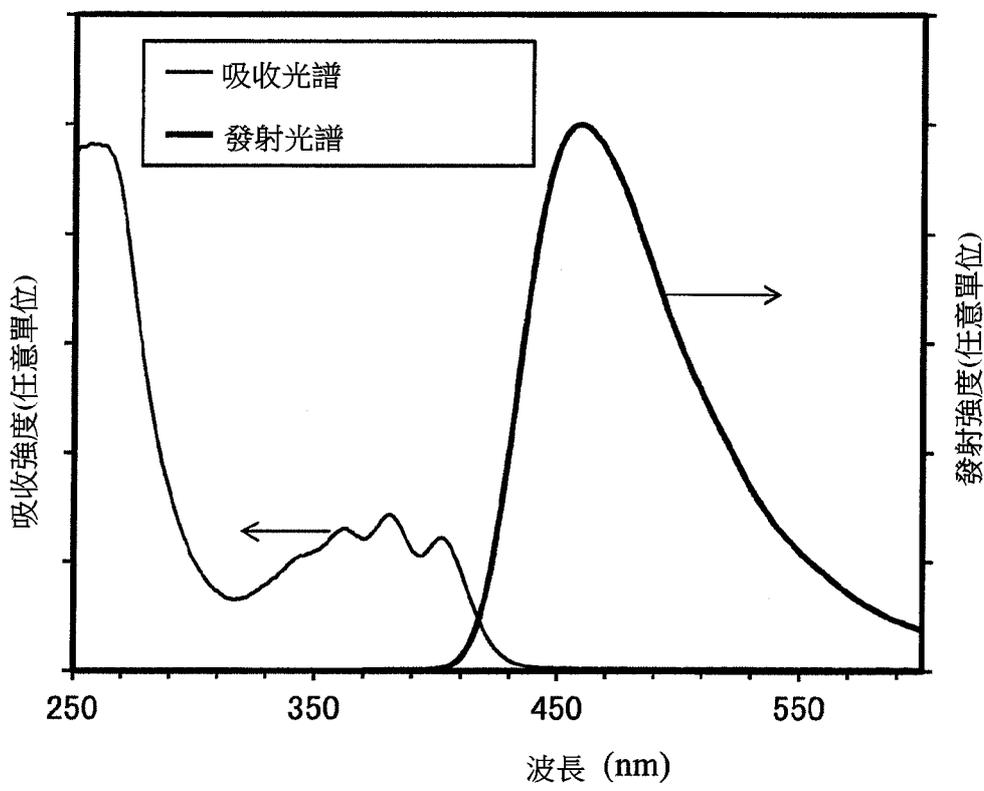
【圖 27】



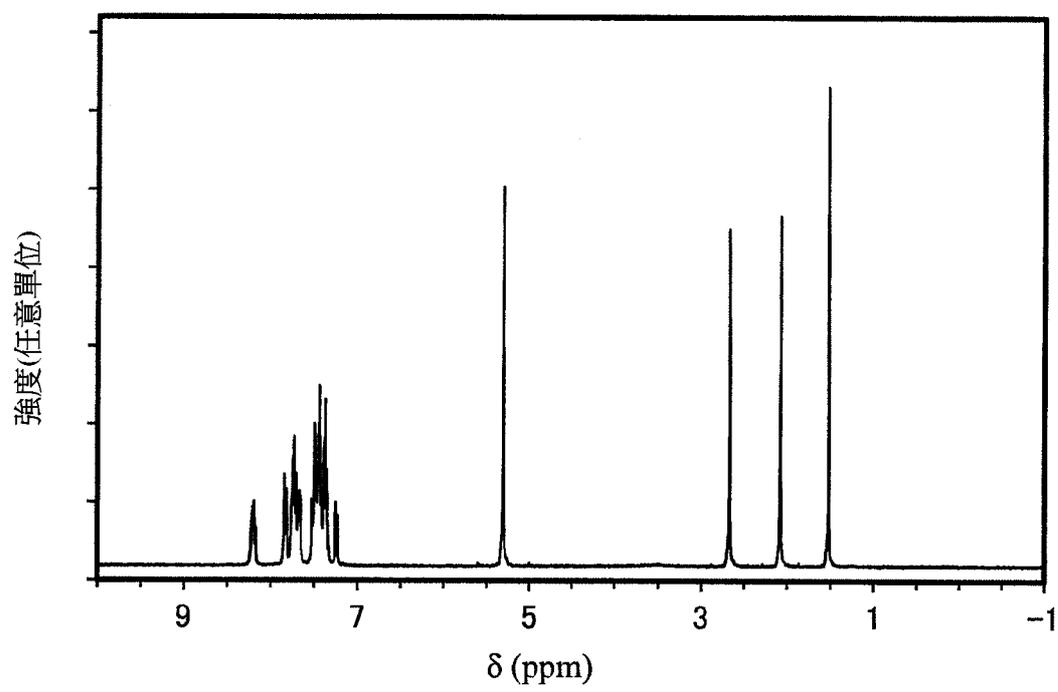
【圖 28】



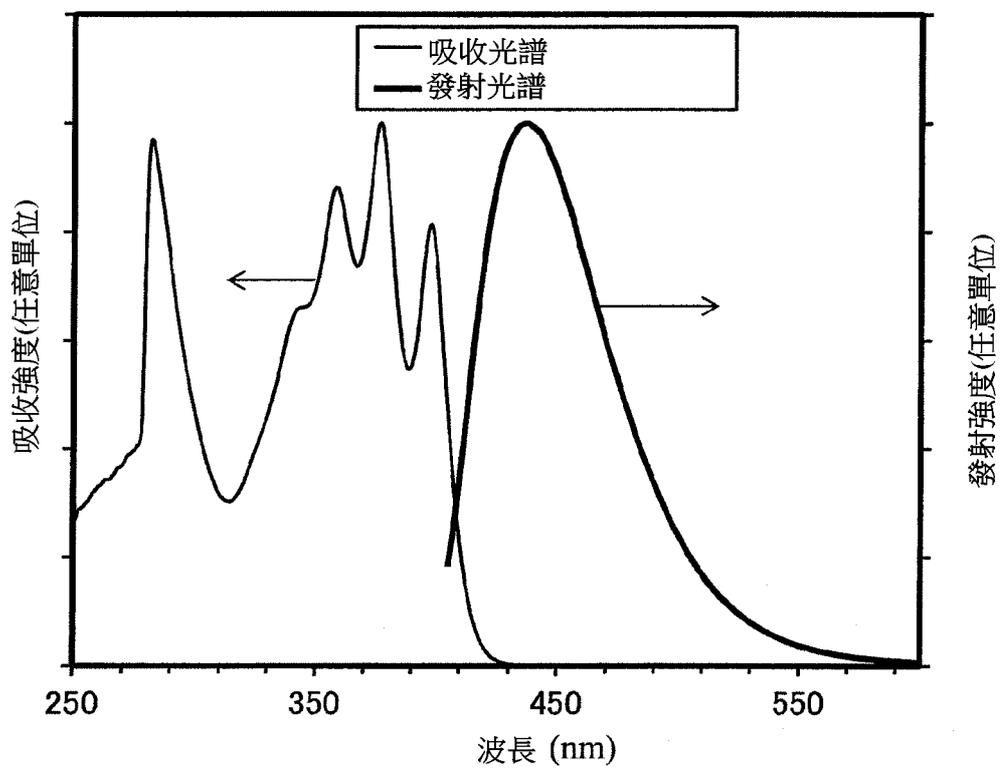
【圖 29】



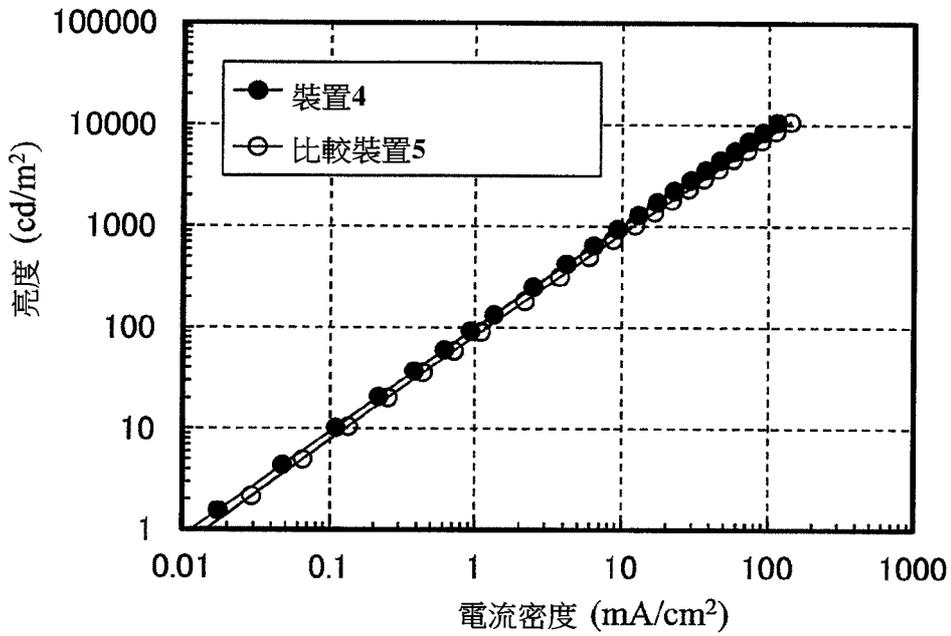
【圖 30】



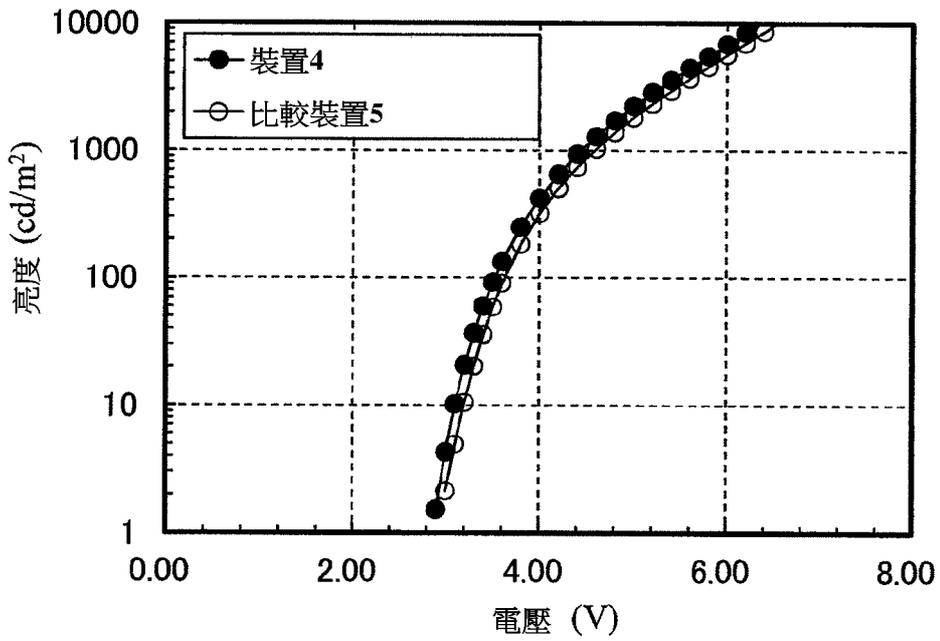
【圖 31】



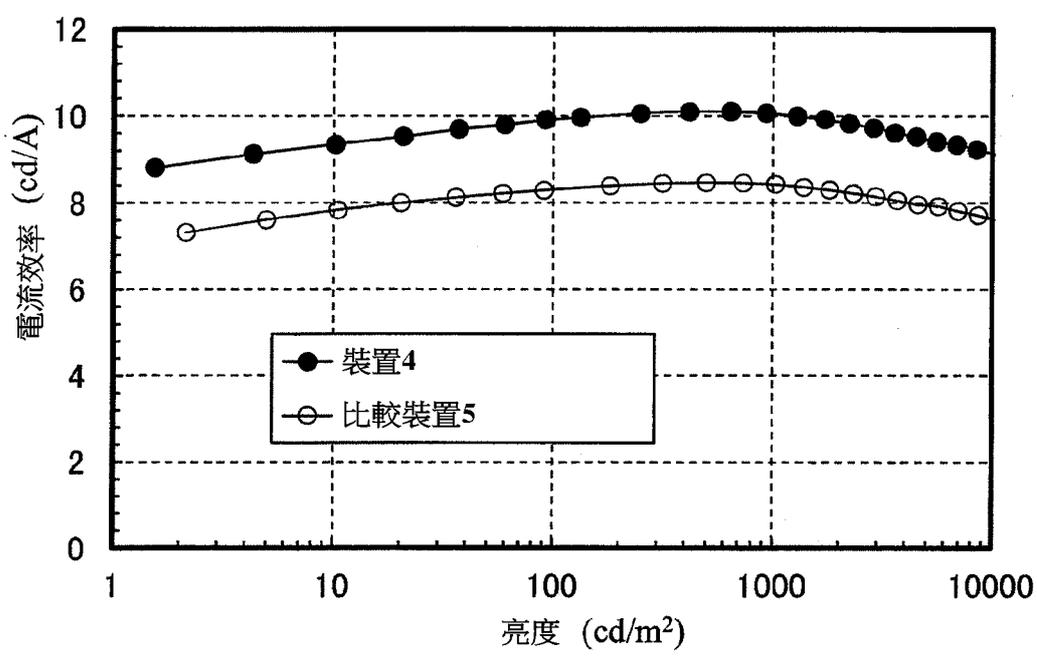
【圖 32】



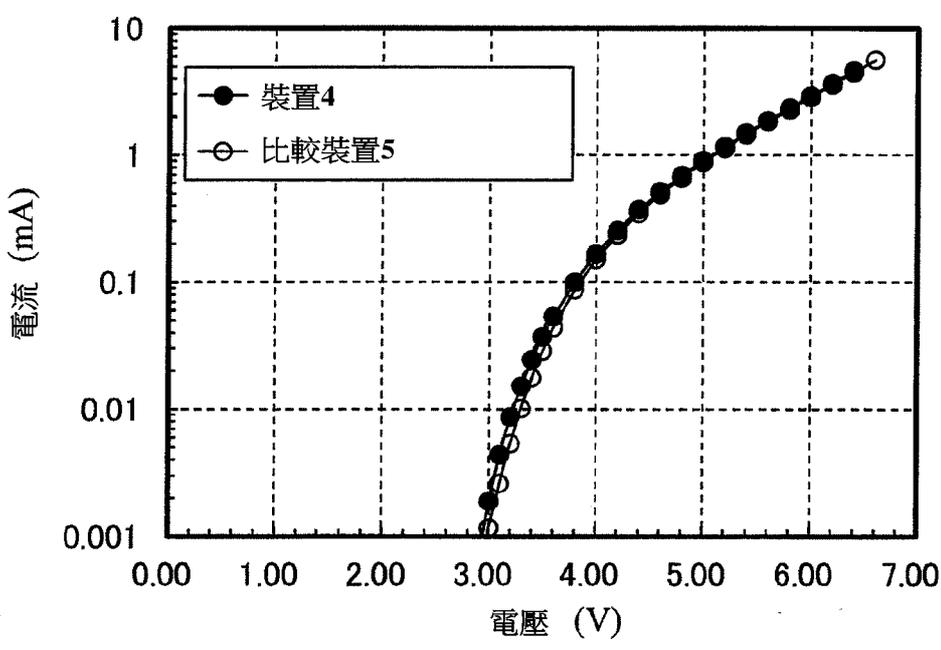
【圖 33】



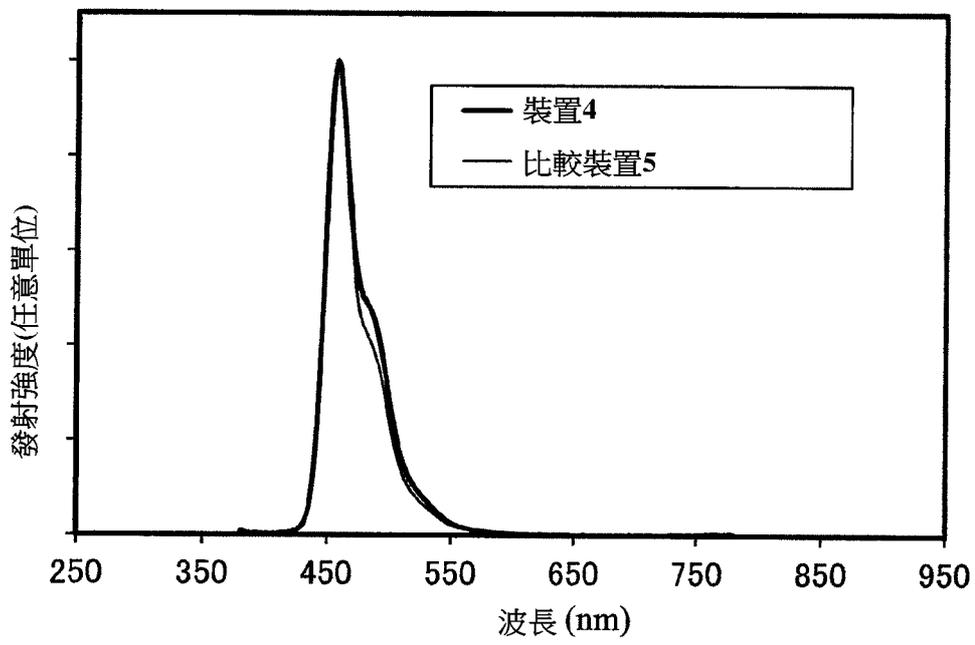
【圖 34】



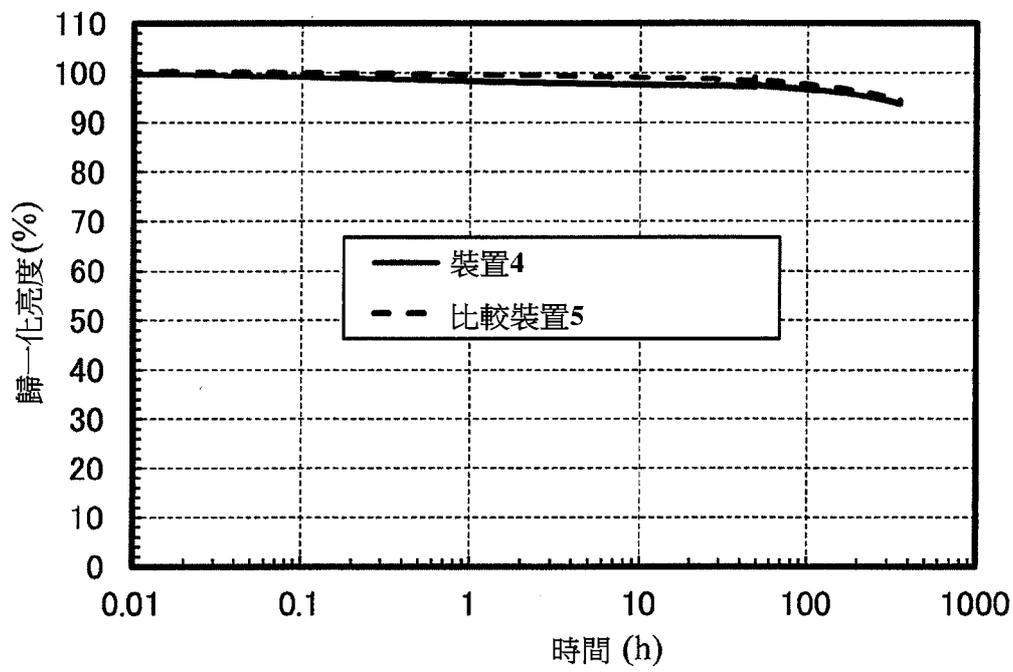
【圖 35】



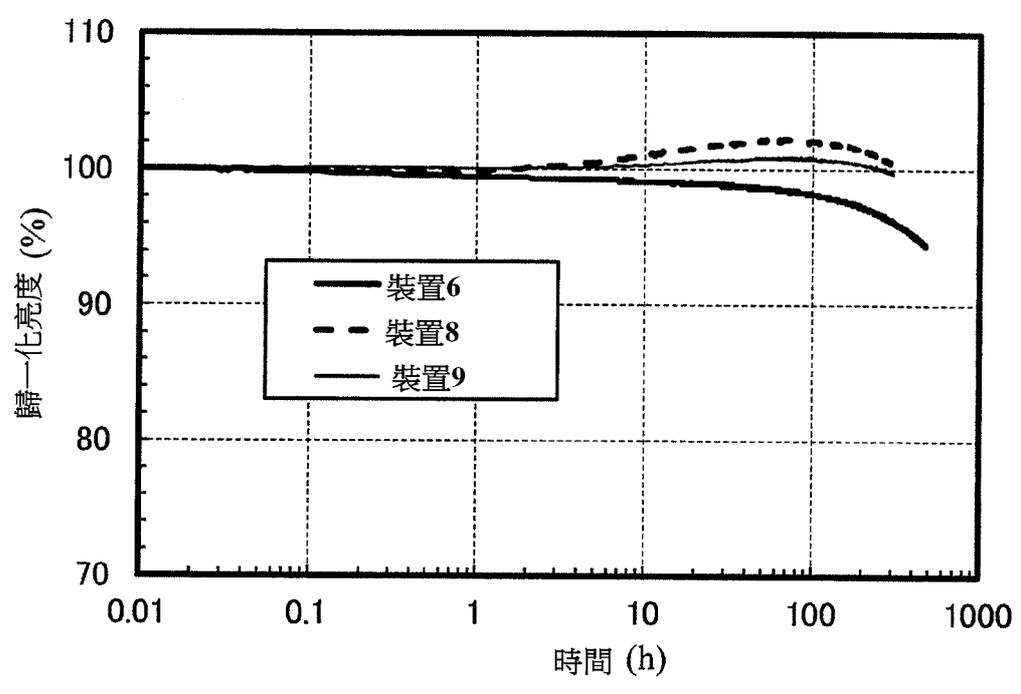
【圖 36】



【圖 37】



【圖 38】



【圖 39】