



(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 I875350 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：112146326

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 24 日

(51)Int. Cl. : **H10K50/00 (2023.01)****C07D209/80 (2006.01)****C07D209/58 (2006.01)****C09K11/06 (2006.01)**

(30)優先權：2018/09/26 日本

2018-180795

2018/10/10 日本

2018-191552

2018/11/29 日本

2018-224074

(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：瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)；鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP)；奧山拓夢
OKUYAMA, TAKUMU (JP)；滝田悠介 TAKITA, YUSUKE (JP)；橋本直明
HASHIMOTO, NAOAKI (JP)；瀨尾広美 SEO, HIROMI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201311704A

TW 201407854A

TW 201735392A

審查人員：葉耀中

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：74 共 202 頁

(54)名稱

發光裝置、發光器件、電子裝置及照明設備

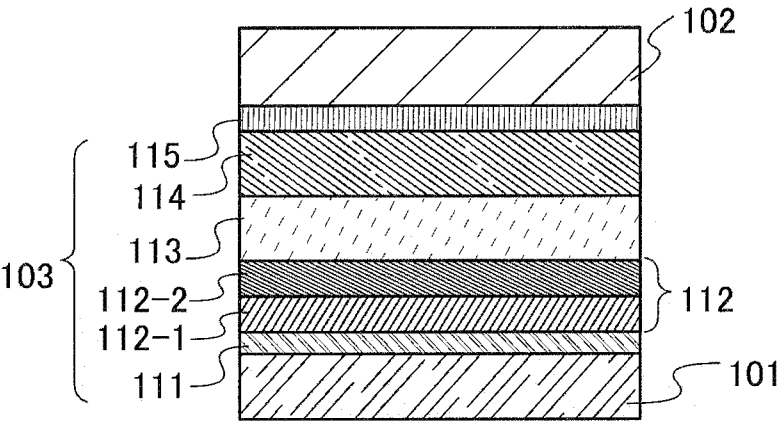
(57)摘要

本發明是一種包括 EL 層的發光裝置，該 EL 層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層以及第四層。第一層包括第一有機化合物、第二有機化合物。發光層包括第六有機化合物。第四層包括第七有機化合物。第一有機化合物對第二有機化合物呈現電子接受性。第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下。第三有機化合物的 HOMO 能階等於或深於第二有機化合物的 HOMO 能階。第二有機化合物的 HOMO 能階與第三有機化合物的 HOMO 能階之差為 0.2eV 以下。第六有機化合物的 LUMO 能階淺於第七有機化合物的 LUMO 能階。

A light-emitting device including an EL layer including a first layer, a second layer, a third layer, a light-emitting layer, and a fourth layer in this order from the anode side is provided. The first layer contains a first organic compound and a second organic compound. The light-emitting layer contains a sixth organic compound. The fourth layer contains a seventh organic compound. The first organic compound exhibits an electron-accepting property with respect to the second organic compound. A HOMO level of the second organic compound is higher than or equal to -5.7 eV and lower than or equal to -5.2 eV. A HOMO level of the third organic compound is equal to or deeper than the HOMO level of the second organic compound. A difference between the HOMO levels of the second organic compound and the third organic compound is less than or equal to 0.2 eV. A

LUMO level of the sixth organic compound is shallower than a LUMO level of the seventh organic compound.

指定代表圖：



【圖 1A】

符號簡單說明：

- 101:陽極
- 102:陰極
- 103:EL 層
- 111:電洞注入層
- 112:電洞傳輸層
- 112-1:第一電洞傳輸層
- 112-2:第二電洞傳輸層
- 113:發光層
- 114:電子傳輸層
- 115:電子注入層



I875350

【發明摘要】

【中文發明名稱】

發光裝置、發光器件、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【中文】

本發明是一種包括EL層的發光裝置，該EL層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層以及第四層。第一層包括第一有機化合物、第二有機化合物。發光層包括第六有機化合物。第四層包括第七有機化合物。第一有機化合物對第二有機化合物呈現電子接受性。第二有機化合物的HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下。第三有機化合物的HOMO能階等於或深於第二有機化合物的HOMO能階。第二有機化合物的HOMO能階與第三有機化合物的HOMO能階之差為 0.2eV 以下。第六有機化合物的LUMO能階淺於第七有機化合物的LUMO能階。

【 英文 】

A light-emitting device including an EL layer including a first layer, a second layer, a third layer, a light-emitting layer, and a fourth layer in this order from the anode side is provided. The first layer contains a first organic compound and a second organic compound. The light-emitting layer contains a sixth organic compound. The fourth layer contains a seventh organic compound. The first organic compound exhibits an electron-accepting property with respect to the second organic compound. A HOMO level of the second organic compound is higher than or equal to -5.7 eV and lower than or equal to -5.2 eV. A HOMO level of the third organic compound is equal to or deeper than the HOMO level of the second organic compound. A difference between the HOMO levels of the second organic compound and the third organic compound is less than or equal to 0.2 eV. A LUMO level of the sixth organic compound is shallower than a LUMO level of the seventh organic compound.

【指定代表圖】圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

101：陽極

102：陰極

103：EL層

111：電洞注入層

112：電洞傳輸層

112-1：第一電洞傳輸層

112-2：第二電洞傳輸層

113：發光層

114：電子傳輸層

115：電子注入層

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

發光裝置、發光器件、電子裝置及照明設備

【英文發明名稱】

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

【先前技術】

【0002】近年來，使用有機化合物且利用電致發光

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

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

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

【0005】如上所述，雖然使用發光裝置的顯示器或照明設備適用於各種各樣的電子裝置，但是為了追求具有更良好的效率及壽命的發光裝置的研究開發日益活躍。

【0006】專利文獻1公開了在接觸於電洞注入層的第一電洞傳輸層與發光層之間設置其HOMO能階介於第一電洞注入層的HOMO能階與主體材料的HOMO能階之間的電洞傳輸材料的結構。

【0007】發光裝置的特性明顯得到了提高，但是還不

足以對應對效率和耐久性等各種特性的高度要求。

【0008】

[專利文獻1] 國際公開第2011/065136號小冊子

【發明內容】

【0009】於是，本發明的一個實施方式的目的是提供一種新穎的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種發光效率良好的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種壽命良好的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式的目的是提供一種驅動電壓低的發光裝置。

【0010】另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種可靠性高的發光器件、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的另一個實施方式的目的是提供一種功耗低的發光器件、電子裝置及顯示裝置。

【0011】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。

【0012】本發明的一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL層，其中，在所述EL層包括發光層的發光裝置中，以在所述發光裝置中流過恆定電流時得到的發光的亮度變化表示的劣化曲線具有極大值。

【0013】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL

層，其中，所述 EL 層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，所述第七有機化合物在電場強度 $[\text{V}/\text{cm}]$ 的平方根為 600 時的電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下，並且，以在所述發光裝置中流過恆定電流時得到的發光的亮度變化表示的劣化曲線具有極大值。

【0014】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的 EL 層，其中，所述 EL 層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，所述第

三有機化合物與所述第二有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以下，所述第三有機化合物的HOMO能階等於或深於所述第二有機化合物的HOMO能階，所述第七有機化合物在電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下，並且，以在所述發光裝置中流過恆定電流時得到的發光的亮度變化表示的劣化曲線具有極大值。

【0015】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述劣化曲線具有超過100%的部分。

【0016】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL層，其中，所述EL層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的HOMO能階為-5.7eV以上且-5.2eV以下，所述第三有機化合物與所述第二有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以下，所述第三有機化合物的HOMO能階等於或深於所述第二有機化合物的HOMO能階，並且，所述第七有機化合物在電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動

率為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。

【0017】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的 EL 層，其中，所述 EL 層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，所述第三有機化合物的 HOMO 能階等於或深於所述第二有機化合物的 HOMO 能階，所述第三有機化合物與所述第二有機化合物的 HOMO 能階之差為 0.2eV 以下，所述第六有機化合物的 LUMO 能階淺於所述第七有機化合物的 LUMO 能階，並且，所述第七有機化合物與所述第六有機化合物的 LUMO 能階之差為 0.1eV 以上且 0.3eV 以下。

【0018】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的 EL 層，其中，所述 EL 層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有

機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，所述第三有機化合物的HOMO能階等於或深於所述第二有機化合物的HOMO能階，所述第三有機化合物與所述第二有機化合物的HOMO能階之差為 0.2eV 以下，並且，所述第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物。

【0019】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL層，其中，所述EL層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第二有機化合物具有第一電洞傳輸性骨架，所述第三有機化合物具有第二電洞傳輸性骨架，所述第四有機化合物具有第三電洞傳輸性骨架，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，所述第一電洞傳輸性骨架、所述第二電洞傳輸性骨架及所述第三電洞傳輸性骨架分別獨

立為呋唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的任一個，並且，所述第七有機化合物在電場強度 $[V/cm]$ 的平方根為600時的電子移動率為 $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上且 $5 \times 10^{-5} cm^2/Vs$ 以下。

【0020】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL層，其中，所述EL層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第二有機化合物具有第一電洞傳輸性骨架，所述第三有機化合物具有第二電洞傳輸性骨架，所述第四有機化合物具有第三電洞傳輸性骨架，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的HOMO能階為 $-5.7eV$ 以上且 $-5.2eV$ 以下，所述第一電洞傳輸性骨架、所述第二電洞傳輸性骨架及所述第三電洞傳輸性骨架分別獨立為呋唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的任一個，所述第六有機化合物的LUMO能階淺於所述第七有機化合物的LUMO能階，並且，所述第七有機化合物與所述第六有機化合物的LUMO能階之差為 $0.1eV$ 以上且 $0.3eV$ 以下。

【0021】本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，包括：陽極；陰極；以及所述陽極與所述陰極之間的EL層，其中，所述EL層從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、第四層，所述第一層與所述陽極接觸，所述第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，所述第二層包括第三有機化合物，所述第三層包括第四有機化合物，所述發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，所述第四層包括第七有機化合物，所述第一有機化合物為對所述第二有機化合物呈現電子接受性的有機化合物，所述第二有機化合物具有第一電洞傳輸性骨架，所述第三有機化合物具有第二電洞傳輸性骨架，所述第四有機化合物具有第三電洞傳輸性骨架，所述第五有機化合物為發光中心物質，所述第二有機化合物的HOMO能階為-5.7eV以上且-5.2eV以下，所述第一電洞傳輸性骨架、所述第二電洞傳輸性骨架及所述第三電洞傳輸性骨架分別獨立為呋唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的任一個，並且，所述第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物。

【0022】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述缺 π 電子型雜芳族化合物為噻吩骨架、苯并咪唑骨架和三嗪骨架中的任意個。

【0023】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第六有機化合物只由烴構成，所述第六有機化合物的HOMO能階深於所述第四有機化合物的

HOMO能階，並且所述第四有機化合物與所述第六有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以上且0.4eV以下。

【0024】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第六有機化合物具有蒽骨架及雜環骨架，並且所述第四有機化合物與所述第六有機化合物的HOMO能階之差小於0.2eV。

【0025】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第六有機化合物為具有蒽骨架及雜環骨架的有機化合物，並且所述第四有機化合物為蔡環與兩個呋啞環鍵合的有機化合物。

【0026】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第六有機化合物為具有蒽骨架及雜環骨架的有機化合物，並且所述第四有機化合物為3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-呋啞)。

【0027】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第六有機化合物為具有蒽骨架及雜環骨架的有機化合物，並且所述第二有機化合物的HOMO能階為-5.4eV以上且-5.7eV以下。所述第七有機化合物的電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率比所述第六有機化合物的電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率小。

【0028】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第四有機化合物的HOMO能階與所述第三有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以下。

【0029】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第四有機化合物的HOMO能階深於所述第三有機化合物的HOMO能階。

【0030】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第二有機化合物為具有二苯并呋喃骨架的有機化合物。

【0031】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第七有機化合物為具有喹啉骨架的有機化合物。

【0032】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第二有機化合物與所述第三有機化合物是相同的物質。

【0033】本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中所述第五有機化合物為藍色螢光材料。

【0034】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，包括：感測器；操作按鈕；揚聲器；或者麥克風。

【0035】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種發光器件，包括：電晶體；或者基板。

【0036】在上述結構中，本發明的另一個實施方式是一種照明設備，包括外殼。

【0037】在本說明書中，發光器件包括使用發光裝置的影像顯示器件。另外，發光器件有時還包括如下模組：發光裝置安裝有連接器諸如異方性導電膜或TCP(Tape

Carrier Package：捲帶式封裝)的模組；在TCP的端部設置有印刷線路板的模組；或者藉由COG(Chip On Glass：晶粒玻璃接合)方式在發光裝置上直接安裝有IC(積體電路)的模組。再者，照明設備等有時包括發光器件。

【0038】本發明的一個實施方式能夠提供一種新穎的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式能夠提供一種壽命良好的發光裝置。另外，本發明的一個實施方式能夠提供一種發光效率良好的發光裝置。

【0039】另外，本發明的另一個實施方式能夠提供一種可靠性高的發光器件、電子裝置及顯示裝置。另外，本發明的另一個實施方式能夠提供一種功耗低的發光器件、電子裝置及顯示裝置。

【0040】注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。另外，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，這些效果以外的效果從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載是顯然的，並可以從所述記載中衍生。

【圖式簡單說明】

【0041】在圖式中：

圖1A至圖1C是發光裝置的示意圖；

圖2A及圖2B是主動矩陣型發光器件的示意圖；

圖3A及圖3B是主動矩陣型發光器件的示意圖；

圖4是主動矩陣型發光器件的示意圖；

圖5A及圖5B是被動矩陣型發光器件的示意圖；

圖 6A 及圖 6B 是示出照明設備的圖；

圖 7A、圖 7B1、圖 7B2 及圖 7C 是示出電子裝置的圖；

圖 8A 至圖 8C 是示出電子裝置的圖；

圖 9 是示出照明設備的圖；

圖 10 是示出照明設備的圖；

圖 11 是示出車載顯示裝置及照明設備的圖；

圖 12A 及圖 12B 是示出電子裝置的圖；

圖 13A 至圖 13C 是示出電子裝置的圖；

圖 14 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的亮度-電流密度特性；

圖 15 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的電流效率-亮度特性；

圖 16 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的亮度-電壓特性；

圖 17 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的電流-電壓特性；

圖 18 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的外部量子效率-亮度特性；

圖 19 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的發射光譜；

圖 20 是發光裝置 1 至發光裝置 3、比較發光裝置 1 及比較發光裝置 2 的正規化亮度-時間變化特性；

圖 21 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的亮度-電流密度特性；

圖 22 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的電流效率-亮度特性；

圖 23 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的亮度-電壓特性；

圖 24 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的電流-電壓特性；

圖 25 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的外部量子效率-亮度特性；

圖 26 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的發射光譜；

圖 27 是發光裝置 4 至發光裝置 6 及比較發光裝置 3 的正規化亮度-時間變化特性；

圖 28 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的亮度-電流密度特性；

圖 29 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的電流效率-亮度特性；

圖 30 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的亮度-電壓特性；

圖 31 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的電流-電壓特性；

圖 32 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的外部量子效率-亮度特性；

圖 33 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的發射光譜；

圖 34 是發光裝置 7 及發光裝置 8 的正規化亮度-時間變化特性；

圖 35 是發光裝置 9 的亮度-電流密度特性；

圖 36 是發光裝置 9 的電流效率-亮度特性；

圖 37 是發光裝置 9 的亮度-電壓特性；

圖 38 是發光裝置 9 的電流-電壓特性；

圖 39 是發光裝置 9 的外部量子效率-亮度特性；

圖 40 是發光裝置 9 的發射光譜；

圖 41 是發光裝置 9 的正規化亮度-時間變化特性；

圖 42 是示出僅電子元件(electron-only element)的結構的圖；

圖 43 是僅電子元件的電流密度-電壓特性；

圖 44 是直流電壓為 7.0V 且 ZADN : Liq 為 1 : 1 時算出的電容 C 的頻率特性；

圖 45 是直流電壓為 7.0V 且 ZADN : Liq 為 1 : 1 時的 $-\Delta B$ 的頻率特性；

圖 46 是各有機化合物中的電子移動率的電場強度依存特性；

圖 47 是發光裝置 10 的亮度-電流密度特性；

圖 48 是發光裝置 10 的電流效率-亮度特性；

圖 49 是發光裝置 10 的亮度-電壓特性；

圖 50 是發光裝置 10 的電流-電壓特性；

圖 51 是發光裝置 10 外部量子效率-亮度特性；

圖 52 是發光裝置 10 的發射光譜；

圖 53 是發光裝置 10 的正規化亮度-時間變化特性；

圖 54 是發光裝置 11 的亮度-電流密度特性；

圖 55 是發光裝置 11 的電流效率-亮度特性；

- 圖 56 是發光裝置 11 的亮度-電壓特性；
- 圖 57 是發光裝置 11 的電流-電壓特性；
- 圖 58 是發光裝置 11 的外部量子效率-亮度特性；
- 圖 59 是發光裝置 11 的發射光譜；
- 圖 60 是發光裝置 11 的正規化亮度-時間變化特性；
- 圖 61 是發光裝置 12 的亮度-電流密度特性；
- 圖 62 是發光裝置 12 的電流效率-亮度特性；
- 圖 63 是發光裝置 12 的亮度-電壓特性；
- 圖 64 是發光裝置 12 的電流-電壓特性；
- 圖 65 是發光裝置 12 的外部量子效率-亮度特性；
- 圖 66 是發光裝置 12 的發射光譜；
- 圖 67 是發光裝置 12 的正規化亮度-時間變化特性；
- 圖 68 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的亮度-電流密度特性；
- 圖 69 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的電流效率-亮度特性；
- 圖 70 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的亮度-電壓特性；
- 圖 71 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的電流-電壓特性；
- 圖 72 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的外部量子效率-亮度特性；
- 圖 73 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的發射光譜；
- 圖 74 是發光裝置 13 至發光裝置 20 的正規化亮度-時間變化特性。

【實施方式】

【0042】 以下，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。但是，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明的一個實施方式不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。

【0043】**實施方式 1**

圖 1A 是示出本發明的一個實施方式的發光裝置的圖。本發明的一個實施方式的發光裝置包括陽極 101、陰極 102、EL 層 103，該 EL 層包括電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113 以及電子傳輸層 114。

【0044】 注意，雖然在圖 1A 中的 EL 層 103 中除了上述以外還示出電子注入層 115，但是發光裝置的結構不侷限於此。只要具有上述結構，就可以包括具有其他功能的層。

【0045】 電洞注入層 111 包括第一有機化合物及第二有機化合物。第一有機化合物是對第二有機化合物呈現電子接受性的物質。此外，第二有機化合物是具有其 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下的較深的 HOMO 能階的物質。藉由第二有機化合物具有較深的 HOMO 能階，可以容易對電洞傳輸層 112 注入電洞。

【0046】 作為第一有機化合物，可以使用具有拉電子

基團(尤其是如氟基等鹵基或氰基)的有機化合物等，可以從上述有機化合物中適當地選擇對上述第二有機化合物呈現電子接受性的物質來作為第一有機化合物。作為這種有機化合物，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷(簡稱：F₄-TCNQ)、氰醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯(簡稱：HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(簡稱：F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亞甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亞基)丙二腈等。尤其是，拉電子基團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的化合物諸如 HAT-CN 等熱穩定，所以是較佳的。另外，包括拉電子基團(尤其是如氟基等鹵基、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： $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環丙烷三亞基三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-環丙烷三亞基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

【0047】第二有機化合物較佳為具有電洞傳輸性的有機化合物，較佳為包括呿唑骨架、二苯并呿喃骨架、二苯并噻吩骨架和蔥骨架中的任意個。尤其是，可以為具有包括二苯并呿喃環或二苯并噻吩環的取代基的芳香胺、包括萘環的芳香單胺、或者 9-萘基藉由伸芳基鍵合於胺的氮的芳香單胺。注意，當這些第二有機化合物是包括 N,N-雙(4-聯苯)胺基的物質時，可以製造壽命良好的發光裝置，所以是較佳的。作為上述第二有機化合物，明確而言，可

以舉出 N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)、N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)、4,4'-雙(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：BnfBB1BP)、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(簡稱：BBABnf(6))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf(8))、N,N-雙(4-聯苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(簡稱：BBABnf(II)(4))、N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺基-p-三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-聯苯胺(簡稱：ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β NBi)、4-(2；1'-聯萘基-6-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7；1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(簡稱：BBAP β NB-03)、4-(6；2'-聯萘基-2-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B)、4-(2；2'-聯萘基-7-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B-03)、4-(1；2'-聯萘基-4-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β N α NB)、4-(1；2'-聯萘基-5-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA β N α NB-02)、4-(4-聯苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiA β NB)、4-(3-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：mTPBiA β NBi)、4-(4-聯苯

基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：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'-(呋唑-9-基)聯苯-4-基]三苯基胺(簡稱：YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋唑-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'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱：PCBNBSF)、N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱：BBASF)、N,N-雙([1,1'-聯苯基]-4-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-4-胺(簡稱：BBASF(4))、N-(1,1'-聯苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺-雙(9H-芴)-4-胺(簡稱：oFBiSF)、N-(4-聯苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(簡稱：FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(簡稱：mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(簡稱：BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-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-卡啞-3-基)苯基]-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱：PCBASf)、N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-卡啞-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)等。

【0048】電洞傳輸層 112 包括第一電洞傳輸層 112-1 及第二電洞傳輸層 112-2。第一電洞傳輸層 112-1 位於比第二電洞傳輸層 112-2 更靠近陽極 101 一側。注意，第二電洞傳輸層 112-2 有時也被用作電子障壁層。

【0049】第一電洞傳輸層 112-1 包含第三有機化合物，第二電洞傳輸層 112-2 包含第四有機化合物。

【0050】第三有機化合物及第四有機化合物較佳為具有電洞傳輸性的有機化合物。作為第三有機化合物及第四有機化合物可以同樣地使用能夠用於上述第二有機化合物的有機化合物。

【0051】較佳的是，第三有機化合物的 HOMO 能階比第二有機化合物的 HOMO 能階深，以其 HOMO 能階之差為 0.2eV 以下的方式選擇各個材料。注意，第二有機化合物及第三有機化合物更佳為相同的物質。此外，第四有機化合物的 HOMO 能階較佳為比第三有機化合物的 HOMO 能階深。再者，以其 HOMO 能階之差為 0.2eV 以下的方式選擇各個材料。藉由使第二有機化合物至第四有機化合物的 HOMO 能階具有上述那樣的關係，可以對各層順利地注入電洞，因此可以防止驅動電壓的上升及發光層的電洞的過少狀態。

【0052】注意，第二有機化合物至第四有機化合物較佳為分別具有電洞傳輸性骨架。作為該電洞傳輸性骨架，較佳為使用不使這些有機化合物的HOMO能階過淺的咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蔥骨架。此外，當相鄰層的材料(例如第二有機化合物及第三有機化合物或第三有機化合物及第四有機化合物)中具有相同電洞傳輸性骨架時，可以順利地進行電洞注入，因此是較佳的。尤其是，作為這些電洞傳輸性骨架，較佳為二苯并呋喃骨架。

【0053】此外，當包含在相鄰層中的材料(例如第二有機化合物及第三有機化合物或者第三有機化合物及第四有機化合物)為相同材料時，可以更順利地注入電洞，所以是較佳的結構。尤其是，第二有機化合物及第三有機化合物較佳為包含相同的材料。

【0054】發光層113包含第五有機化合物及第六有機化合物。第五有機化合物為發光中心物質，第六有機化合物為用來分散第五有機化合物的主體材料。

【0055】發光中心材料可以是螢光發光物質、磷光發光物質、呈現熱活化延遲螢光(TADF)的物質或其他發光材料。另外，可以為單層，也可以由包含不同發光材料的多個層構成。在本發明的一個實施方式中，較佳為將發光層113用作呈現螢光發光的層，尤其是，呈現藍色螢光發光的層。

【0056】在發光層113中，作為可以用作螢光發光物

質的材料，例如可以舉出如下物質。另外，除此之外，還可以使用其他螢光發光物質。

【0057】例如，可以舉出 5,6-雙[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAP2BPy)、5,6-雙[4'-(10-苯基-9-蒽基)聯苯基-4-基]-2,2'-聯吡啶(簡稱：PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6FLPAPrn)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(簡稱：YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(簡稱：2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCAPA)、芘、2,5,8,11-四(三級丁基)芘(簡稱：TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、N,N''-(2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](簡稱：DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N''''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素 30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯基-2-基)-2-蒽基]

-N,9-二苯基-9H-吡啶-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-萘基)-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-萘基]-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-吡啶-9-基)苯基]-N-苯基萘-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基萘-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)稠四苯-5,11-二胺(簡稱：p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]丙二烯合第-3,10-二胺(簡稱：p-mPhAFD)、2-{2-異丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{2-三級丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：DCJTB)、2-(2,6-雙{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：BisDCM)、2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈(簡稱：BisDCJTM)、N,N'-(萘-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-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b ; 6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)、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等芘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。

【0058】在發光層113中,當作為發光中心材料使用磷光發光物質時,作為可使用的材料,例如可以舉出如下物質。

【0059】例如,可以舉出:三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}銱(III)(簡稱: Ir(mpptz-dmp)₃)、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱: Ir(Mptz)₃)、三[4-(3-聯苯)-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱: Ir(iPrptz-3b)₃)等具有4H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱: Ir(Mptz1-mp)₃)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)銱(III)(簡稱: Ir(Prptz1-Me)₃)等具有1H-三唑骨架的有機金屬銱錯合物;fac-三[1-(2,6-二異丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]銱(III)(簡稱: Ir(iPrpmi)₃)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]銱(III)(簡稱: Ir(dmpimpt-Me)₃)等具有咪唑骨架的有機金屬銱錯合

物；以及雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)四(1-吡啶基)硼酸鹽(簡稱：FIr6)、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱：FIrpic)、雙{2-[3',5'-雙(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}銱(III)吡啶甲酸酯(簡稱：Ir(CF₃ppy)₂(pic))、雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]銱(III)乙醯丙酮(簡稱：FIr(acac))等以具有拉電子基的苯基吡啶衍生物為配體的有機金屬銱錯合物。上述物質是發射藍色磷光的化合物，並且是在440nm至520nm具有發光峰的化合物。

【0060】另外，可以舉出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：Ir(mppm)₃)、三(4-三級丁基-6-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₃)、(乙醯丙酮根)雙(6-甲基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：Ir(mppm)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙(6-三級丁基-4-苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：Ir(tBuppm)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙[6-(2-降莖基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱：Ir(nbppm)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]銱(III)(簡稱：Ir(mppm)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙(4,6-二苯基嘧啶根)銱(III)(簡稱：Ir(dppm)₂(acac))等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱：Ir(mppr-Me)₂(acac))、(乙醯丙酮根)雙(5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱：Ir(mppr-iPr)₂(acac))等具有吡嗪骨架的有機金屬銱錯合物；三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})銱(III)(簡稱：Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶根-

$N, C^{2'}$) 銱(III) 乙醯丙酮(簡稱： $Ir(ppy)_2(acac)$)、雙(苯并[h]喹啉)銱(III) 乙醯丙酮(簡稱： $Ir(bzq)_2(acac)$)、三(苯并[h]喹啉)銱(III)(簡稱： $Ir(bzq)_3$)、三(2-苯基喹啉- $N, C^{2'}$)銱(III)(簡稱： $Ir(pq)_3$)、雙(2-苯基喹啉- $N, C^{2'}$)銱(III) 乙醯丙酮(簡稱： $Ir(pq)_2(acac)$)等具有吡啶骨架的有機金屬銱錯合物；以及三(乙醯丙酮根)(單啡啉)銱(III)(簡稱： $Tb(acac)_3(Phen)$)等稀土金屬錯合物。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。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

【0061】另外，可以舉出：(二異丁醯基甲烷根)雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶基]銱(III)(簡稱： $Ir(5mdppm)_2(dibm)$)、雙[4,6-雙(3-甲基苯基)嘧啶根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $Ir(5mdppm)_2(dpm)$)、雙[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根](二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $Ir(dlnpm)_2(dpm)$)等具有嘧啶骨架的有機金屬銱錯合物；(乙醯丙酮根)雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)銱(III)(簡稱： $Ir(tppr)_2(acac)$)、雙(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊醯基甲烷根)銱(III)(簡稱： $Ir(tppr)_2(dpm)$)、(乙醯丙酮根)雙[2,3-雙(4-氟苯基)喹啉合]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-吡啶鉑

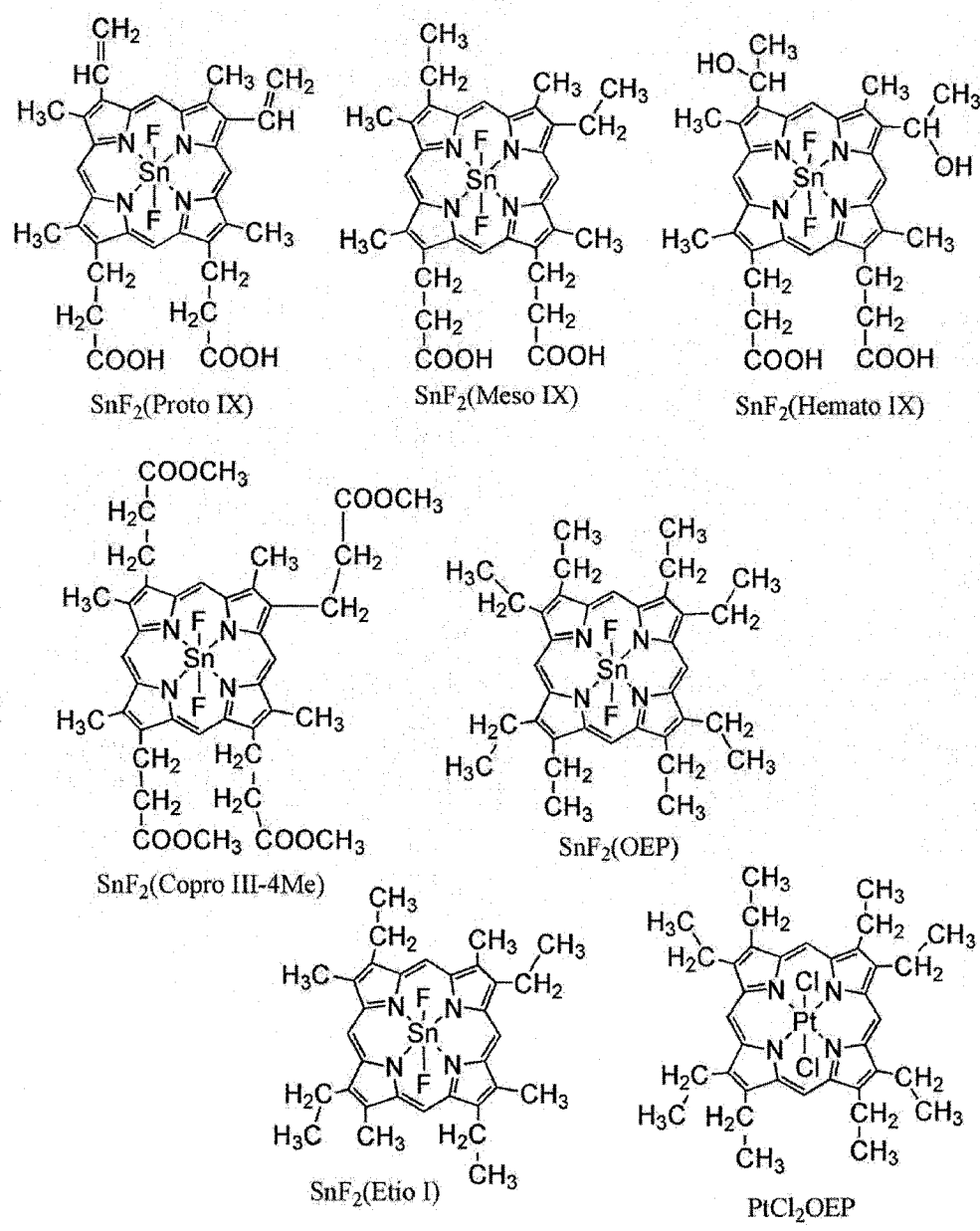
(II)(簡稱：PtOEP)等的鉑錯合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(單啡啉)銻(III)(簡稱：Eu(DBM)₃(Phen))、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](單啡啉)銻(III)(簡稱：Eu(TTA)₃(Phen))等稀土金屬錯合物。上述物質是發射紅色磷光的化合物，並且在 600nm 至 700nm 具有發光峰。另外，具有吡嗪骨架的有機金屬銻錯合物可以獲得色度良好的紅色發光。

【0062】另外，除了上述磷光化合物以外，還可以選擇已知的磷光發光材料而使用。

【0063】作為 TADF 材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊紅衍生物等。另外，還可以舉出包含鎂(Mg)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、錫(Sn)、鉑(Pt)、銦(In)或鈀(Pd)等含金屬卟啉。作為該含金屬卟啉，例如，也可以舉出由下述結構式表示的原卟啉-氟化錫錯合物(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(SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化錫錯合物(SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化錫錯合物(SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化鉑錯合物(PtCl₂OEP)等。

【0064】

[化學式 1]



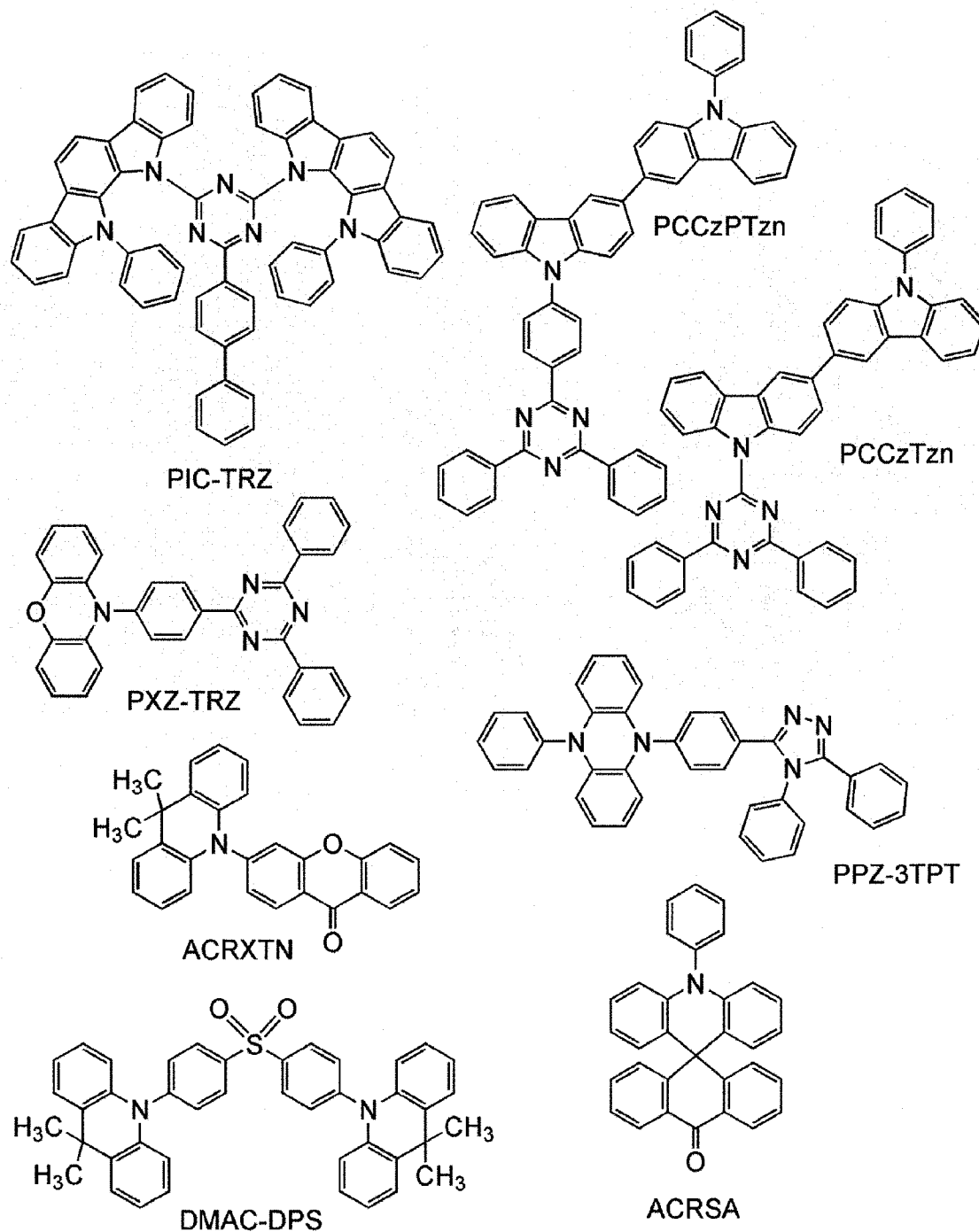
【 0065 】 另外，還可以使用由下述結構式表示的 2-(聯苯-4-基)-4,6-雙(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(簡稱：PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶(簡稱：PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱：PCCzPTzn)、2-[4-(10H-啡啶-10-

基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(簡稱:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氫吡啶-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(簡稱:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧雜蒽-9-酮(簡稱:ACRXTN)、雙[4-(9,9-二甲基-9,10-二氫吡啶)苯基]硫磺(簡稱:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(簡稱:ACRSA)等具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環的一者或兩者的雜環化合物。該雜環化合物具有富 π 電子型雜芳環和缺 π 電子型雜芳環,電子傳輸性和電洞傳輸性都高,所以是較佳的。尤其是,在具有缺 π 電子雜芳環的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、嗒吡骨架)及三嗪骨架穩定且可靠性良好,所以是較佳的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的電子接受性高且可靠性良好,所以是較佳的。另外,在具有富 π 電子雜芳環的骨架中,吡啶骨架、吡嗪骨架、噻吩骨架及吡咯骨架穩定且可靠性良好,所以較佳為具有上述骨架中的至少一個。另外,作為呋喃骨架較佳為使用二苯并呋喃骨架,作為噻吩骨架較佳為使用二苯并噻吩骨架。作為吡咯骨架,特別較佳為使用吡咯骨架、吡嗪骨架、吡嗪吡嗪骨架、聯吡嗪骨架、3-(9-苯基-9H-吡嗪-3-基)-9H-吡嗪骨架。在富 π 電子型芳雜環和缺 π 電子型芳雜環直接鍵合的物質中,富 π 電子芳雜環的電子供給性和缺 π 電子型芳雜環的電子接受性都高而 S_1 能階與 T_1 能階之間的能量差變小,可以高效地獲得

熱活化延遲螢光，所以是特別較佳的。注意，也可以使用鍵合有氰基等拉電子基團的芳環代替缺 π 電子型芳雜環。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、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香環或雜芳環、二苯甲酮等羰骨架、氧化磷骨架、砷骨架等。如此，可以使用缺 π 電子骨架及富 π 電子骨架代替缺 π 電子雜芳環以及富 π 電子雜芳環中的至少一個。

【 0066】

[化學式 2]



【0067】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。

【0068】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。

【0069】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。

【0070】此外，當使用TADF材料作為發光中心材料時，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。

【0071】作為發光層的主體材料，可以使用具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料、TADF材料等各種載子傳輸材料。

【0072】作為具有電洞傳輸性的材料，可以舉出：4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：NPB)、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱：TPD)、4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萘-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基萘-9-基)三苯胺(簡稱：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺(簡

稱：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]第-2-胺(簡稱：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺雙[9H-第]-2-胺(簡稱：PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙(N-咔唑基)苯(簡稱：mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、3,6-雙(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(簡稱：CzTP)、3,3'-雙(9-苯基-9H-咔唑)(簡稱：PCCP)等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(簡稱：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-第-9-基)苯基]二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-第-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(簡稱：DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物；以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(簡稱：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-第-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(簡稱：mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高電洞傳輸性並有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。此外，也可以使用作為上述第二有機化合物的例子舉出的有機化合物。

【0073】例如，作為具有電子傳輸性的材料，例如可以舉出：雙(10-羥基苯并[h]喹啉)鉍(II)(簡稱：BeBq₂)、雙

(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(簡稱：BAIq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(II)(簡稱：Znq)、雙[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnPBO)、雙[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]鋅(II)(簡稱：ZnBTZ)等金屬錯合物；2-(4-聯苯基)-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、1,3-雙[5-(對三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(簡稱：TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱：mDBTBIIm-II)等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]噻吩(簡稱：2mCzBPDBq)、4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(簡稱：4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噻吩骨架的雜環化合物；以及3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(簡稱：35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)-苯基]苯(簡稱：TmPyPB)等的具有吡啶骨架的雜環化合物。其中，具有二噻吩骨架的雜環化合物或具有吡啶骨架的雜環化合物具有良好的可靠性，所以是較佳的。尤其是，具有二噻吩(嘧啶或吡嘧)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。

【0074】作為能夠用作主體材料的TADF材料，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，由此可以提高發光元件的發光效率。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。

【0075】當上述發光中心物質為螢光發光物質時這是非常有效的。此外，此時，為了得到高發光效率，TADF材料的S1能階較佳為比螢光發光物的S1能階高。此外，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的S1能階高。因此，TADF材料的T1能階較佳為比螢光發光物質的T1能階高。

【0076】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。

【0077】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、取代或未取代的碳原子數為3以上且10以下

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

【0078】在將螢光發光物質用作發光中心物質的情況下，作為主體材料，較佳為使用具有蒽骨架的材料。藉由將具有蒽骨架的物質用作螢光發光物質的主體材料，可以實現發光效率及耐久性都良好的發光層。在用作主體材料的具有蒽骨架的物質中，具有二苯基蒽骨架(尤其是 9，10-二苯基蒽骨架)的物質在化學上穩定，所以是較佳的。另外，在主體材料具有呋啉骨架的情況下，電洞的注入/傳輸性得到提高，所以是較佳的，尤其是，在包含苯環稠合到呋啉的苯并呋啉骨架的情況下，其 HOMO 能階比呋啉淺 0.1 eV 左右，電洞容易注入，所以是更佳的。尤其是，在主體材料具有二苯并呋啉骨架的情況下，其 HOMO 能階

比咔唑淺 0.1eV 左右，不僅電洞容易注入，而且電洞傳輸性及耐熱性也得到提高，所以是較佳的。因此，進一步較佳為用作主體材料的物質是具有9,10-二苯基蒽骨架及咔唑骨架(或者苯并咔唑骨架或二苯并咔唑骨架)的物質。注意，從上述電洞注入/傳輸性的觀點來看，也可以使用苯并萸骨架或二苯并萸骨架代替咔唑骨架。作為這種物質的例子，可以舉出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)、9-[4-(10-苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(簡稱：2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-萸-9-基)-聯苯-4'-基}-蒽(簡稱：FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： $\alpha\text{N-}\beta\text{NPAnth}$)等。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

【0079】另外，主體材料也可以是混合多種物質的材料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層113的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量的重量比例為1：19至19：1即可。

【0080】注意，作為上述混合的材料的一部分，可以

使用磷光發光物質。磷光發光物質在作為發光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。

【0081】另外，也可以使用這些混合了的材料形成激態錯合物。藉由以形成發射與發光材料的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的方式選擇混合材料，可以使能量轉移變得順利，從而高效地得到發光，所以是較佳的。另外，藉由採用該結構可以降低驅動電壓，因此是較佳的。

【0082】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。

【0083】關於高效地形成激態錯合物的材料的組合，具有電洞傳輸性的材料的HOMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的HOMO能階以上。此外，具有電洞傳輸性的材料的LUMO能階較佳為具有電子傳輸性的材料的LUMO能階以上。注意，材料的LUMO能階及HOMO能階可以從藉由循環伏安(CV)測定測得的材料的電化學特性(還原電位及氧化電位)求出。

【0084】注意，激態錯合物的形成例如可以藉由如下方法確認：對具有電洞傳輸性的材料的發射光譜、具有電子傳輸性的材料的發射光譜及混合這些材料而成的混合膜的發射光譜進行比較，當觀察到混合膜的發射光譜比各材料的發射光譜向長波長一側漂移(或者在長波長一側具有

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

【0085】這裡，在第六有機化合物為只由如上述 α N- β NPAnth那樣的烴構成的有機化合物時，較佳為第六有機化合物的HOMO能階比第四有機化合物的HOMO能階深且其差為0.2eV以上且0.4eV以下，在該情況下電洞的傳輸性被能障適度阻礙。

【0086】當第六有機化合物為如上述cgDBCzPA及CzPA那樣的具有蔥骨架及雜環骨架的有機化合物時，較佳為第四有機化合物與第六有機化合物的HOMO能階之差小於0.2eV，在該情況下電洞注入不受注入能障阻礙。此時，尤其較佳的是第四有機化合物為萘環與兩個呋啞環鍵合的有機化合物，典型地可以舉出3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-呋啞)。

【0087】在第六有機化合物為如上述cgDBCzPA及CzPA那樣的具有蔥骨架及雜環骨架的有機化合物時，第

二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.4eV 以上且 -5.7eV 以下，由此可以進一步抑制劣化。

【0088】電子傳輸層 114 具有第七有機化合物。第七有機化合物較佳為具有電子傳輸性的有機化合物，且為缺 π 電子型雜芳族化合物。注意，尤其較佳為具有喹啉骨架、苯并咪唑骨架和三嗪骨架中的任意個骨架。作為具有電子傳輸性的有機化合物，可以使用能夠用於上述主體材料的具有電子傳輸性的有機化合物或能夠用於上述螢光發光物質的主體材料的有機化合物。

【0089】第七有機化合物的電子移動率較佳為 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。此外，當對第六有機化合物的 LUMO 能階及第七有機化合物的 LUMO 能階進行比較時，第六有機化合物的 LUMO 能階較佳為比第七有機化合物的 LUMO 能階淺，其差較佳為 0.1eV 以上且 0.3eV 以下。再者，第七有機化合物的電場強度 $[\text{V}/\text{cm}]$ 的平方根為 600 時的電子移動率較佳為比第六有機化合物的電場強度 $[\text{V}/\text{cm}]$ 的平方根為 600 時的電子移動率小。在前一種情況下使電子傳輸層中的電子傳輸性降低，在後一種情況下藉由 LUMO 能階之差控制對發光層的電子的注入量，可以防止發光層成為電子過多狀態。

【0090】當發光層成為電子過多狀態時，發光區域限定於一部分而該部分的負擔變大，而促進劣化。此外，當電子未經再結合地藉由發光層時，發光效率也下降。在本發明的一個實施方式中，可以防止上述那樣的狀態，因此

可以提供壽命長的發光效率良好的發光裝置。

【0091】注意，在具有這種結構的發光裝置中，在恆定電流密度的條件下的驅動測試得到的亮度的劣化曲線中，示出在初始從100%稍微劣化之後“稍微上升然後再劣化”的劣化舉動。示出這種舉動的本發明的一個實施方式的發光裝置，亦即，劣化曲線具有極大值的發光裝置為壽命非常長的發光裝置。注意，當取這種劣化曲線的微分時，存在該值為0的部分，換言之，存在劣化曲線的微分為0的部分的本發明的一個實施方式的發光裝置可以為壽命非常長的發光裝置。

【0092】具有如上那樣的結構的本發明的一個實施方式的發光裝置可以為壽命長的發光裝置。

【0093】

實施方式2

接著，對上述發光裝置的詳細結構和材料的例子進行說明。如上所述本發明的一個實施方式的發光裝置在陽極101和陰極102這一對電極間包括由多個層構成的EL層103，並且該EL層103從陽極101一側包括電洞注入層111、第一電洞傳輸層112-1、第二電洞傳輸層112-2、發光層113以及電子傳輸層114。

【0094】對EL層103中的其他層沒有特別的限制，可以採用電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層、載子障壁層、激子障壁層、電荷產生層等各種層結構。

【0095】陽極 101 較佳為使用功函數大(具體為 4.0eV 以上)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等形成。明確地說，例如可以舉出氧化銦-氧化錫(ITO：Indium Tin Oxide，銦錫氧化物)、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出使用對氧化銦添加有 $1\text{wt}\%$ 至 $20\text{wt}\%$ 的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法等。另外，可以使用對氧化銦添加有 $0.5\text{wt}\%$ 至 $5\text{wt}\%$ 的氧化鎢和 $0.1\text{wt}\%$ 至 $1\text{wt}\%$ 的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦(IWZO)。另外，可以舉出金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)或金屬材料的氮化物(例如，氮化鈦)等。此外，也可以使用石墨烯。注意，雖然在此舉出功函數大且典型地用於形成陽極的材料的物質，但是在本發明的一個實施方式中，作為電洞注入層 111 使用包含具有電洞傳輸性的有機化合物和對該有機化合物呈現電子接受性的物質的複合材料，因此可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

【0096】在本實施方式中，作為 EL 層 103 的疊層結構，對如下兩種結構進行說明：如圖 1A 所示，採用包括電洞注入層 111、第一電洞傳輸層 112-1、第二電洞傳輸層 112-2、發光層 113、電子傳輸層 114 及電子注入層 115 的結

構；如圖 1B 所示，採用包括電洞注入層 111、第一電洞傳輸層 112-1、第二電洞傳輸層 112-2、發光層 113、電子傳輸層 114 及電荷產生層 116 的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

【0097】因為對電洞注入層 111、電洞傳輸層 112(第一電洞傳輸層 112-1、第二電洞傳輸層 112-2)、發光層 113 及電子傳輸層 114 在實施方式 1 中詳細地進行了說明，所以省略重複記載。參照實施方式 1 的記載。

【0098】可以在電子傳輸層 114 和陰極 102 之間設置由氟化鋰 (LiF)、氟化銫 (CsF)、氟化鈣 (CaF₂) 等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物形成的電子注入層 115。電子注入層 115 可以使用將鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物包含在由具有電子傳輸性的物質構成的層中的層或電子化合物 (electride)。作為電子化合物，例如可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子的物質等。

【0099】另外，可以在電子傳輸層 114 與陰極 102 之間設置電荷產生層 116，而代替電子注入層 115(圖 1B)。電荷產生層 116 是藉由施加電位，可以對與該層的陰極一側接觸的層注入電洞，並且對與該層的陽極一側接觸的層注入電子的層。電荷產生層 116 至少包括 P 型層 117。P 型層 117 較佳為使用上述構成電洞注入層 111 的複合材料來形成。另外，P 型層 117 也可以將作為構成複合材料的材料包含上述呈現電子接受性的物質的膜和包含電洞傳輸材料的膜層疊來形成。藉由對 P 型層 117 施加電位，電子和電洞分別注

入到電子傳輸層 114 和用作陰極的陰極 102，使得發光裝置工作。

【0100】另外，電荷產生層 116 除了包括 P 型層 117 之外，較佳為還包括電子中繼層 118 及電子注入緩衝層 119 中的任一個或兩個。

【0101】電子中繼層 118 至少包含具有電子傳輸性的物質，並且能夠防止電子注入緩衝層 119 和 P 型層 117 的相互作用，並順利地傳遞電子。較佳為將電子中繼層 118 所包含的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階設定在 P 型層 117 中的電子接受性物質的 LUMO 能階與電子傳輸層 114 中的接觸於電荷產生層 116 的層所包含的物質的 LUMO 能階之間。明確而言，電子中繼層 118 中的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階較佳為 -5.0eV 以上，更佳為 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。另外，作為電子中繼層 118 中的具有電子傳輸性的物質，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物。

【0102】電子注入緩衝層 119 可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬以及這些物質的化合物(鹼金屬化合物(包括氧化鋰等氧化物、鹵化物、碳酸鋰或碳酸銫等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))等電子注入性高的物質。

【0103】另外，在電子注入緩衝層 119 包含具有電子傳輸性的物質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、碳酸鋰或碳酸銫等碳酸鹽)、鹼土金屬化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽)或稀土金屬的化合物(包括氧化物、鹵化物、碳酸鹽))以外，還可以使用四硫稠四苯(tetrathianaphthacene)(簡稱：TTN)、二茂鎳、十甲基二茂鎳等有機化合物。另外，作為具有電子傳輸性的物質，可以使用與上面所說明的用於電子傳輸層 114 的材料同樣的材料形成。

【0104】作為形成陰極 102 的物質，可以使用功函數小(具體為 3.8eV 以下)的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出鋰(Li)或銫(Cs)等鹼金屬、鎂(Mg)、鈣(Ca)或者銦(Sr)等的屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素、包含它們的合金(MgAg、AlLi)、銦(Eu)、鐿(Yb)等稀土金屬以及包含它們的合金等。然而，藉由在陰極 102 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函率的大小而將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作陰極 102。這些導電材料可以藉由真空蒸鍍法、濺射法等乾處理、噴墨法、旋塗法等形成。另外，電極可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理或利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。

【0105】另外，作為 EL 層 103 的形成方法，不論乾處理或濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真

空蒸鍍法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、網版印刷法、噴墨法或旋塗法等。

【0106】另外，也可以藉由使用不同成膜方法形成上面所述的各電極或各層。

【0107】注意，設置在陽極101與陰極102之間的層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離陽極101及陰極102遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬接近而發生的淬滅。

【0108】另外，為了抑制從在發光層中產生的激子的能量轉移，接觸於發光層113的如電洞傳輸層和電子傳輸層，尤其是靠近發光層113中的再結合區域的載子傳輸層較佳為使用如下物質構成，亦即，具有比構成發光層的發光材料或者包含在發光層中的發光材料所具有的能帶間隙大的能帶間隙的物質。

【0109】接著，參照圖1C說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光裝置(以下也稱為疊層型元件或串聯元件)的方式。該發光裝置是在陽極和陰極之間具有多個發光單元的發光裝置。一個發光單元具有與圖1A所示的EL層103大致相同的結構。就是說，可以說，圖1C所示的發光裝置是具有多個發光單元的發光裝置，而圖1A或圖1B所示的發光裝置是具有一個發光單元的發光裝置。

【0110】在圖1C中，在陽極501和陰極502之間層疊有第一發光單元511和第二發光單元512，並且在第一發光單

元 511 和第二發光單元 512 之間設置有電荷產生層 513。陽極 501 和陰極 502 分別相當於圖 1A 中的陽極 101 和陰極 102，並且可以應用與圖 1A 的說明同樣的材料。另外，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有相同結構，也可以具有不同結構。

【0111】電荷產生層 513 具有在對陽極 501 及陰極 502 施加電壓時，對一個發光單元注入電子並對另一個發光單元注入電洞的功能。就是說，在圖 1C 中，在以陽極的電位比陰極的電位高的方式施加電壓的情況下，電荷產生層 513 只要是對第一發光單元 511 注入電子並對第二發光單元 512 注入電洞的層即可。

【0112】電荷產生層 513 較佳為具有與圖 1B 所示的電荷產生層 116 同樣的結構。因為有機化合物與金屬氧化物的複合材料具有良好的載子注入性及載子傳輸性，從而能夠實現低電壓驅動及低電流驅動。注意，在發光單元的陽極一側的面接觸於電荷產生層 513 的情況下，電荷產生層 513 可以具有發光單元的電洞注入層的功能，所以在發光單元中也可以不設置電洞注入層。

【0113】另外，當在電荷產生層 513 中設置電子注入緩衝層 119 時，因為該電子注入緩衝層 119 具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，所以在陽極一側的發光單元中不一定必須設置電子注入層。

【0114】雖然在圖 1C 中說明了具有兩個發光單元的發光裝置，但是可以同樣地應用層疊三個以上的發光單元的

發光裝置。如根據本實施方式的發光裝置，藉由在一對電極之間將多個發光單元使用電荷產生層 513 隔開並配置，該元件可以在保持低電流密度的同時實現高亮度發光，並且能夠實現壽命長的裝置。另外，可以實現能夠進行低電壓驅動且低功耗的發光器件。

【0115】另外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光裝置得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光裝置中獲得來自第一發光單元的紅色和綠色的發光顏色以及來自第二發光單元的藍色的發光顏色，可以得到在整個發光裝置中進行白色發光的發光裝置。在具有三個發光單元的發光裝置中，藉由利用第一發光單元獲得藍色的發光顏色、利用第二發光單元得到綠色至紅色的範圍內具有光譜的發光顏色並利用第三發光單元獲得藍色的發光顏色，可以分散藍色發光單元上的負載，因此可以實現壽命更長的發光裝置。

【0116】另外，上述 EL 層 103、第一發光單元 511、第二發光單元 512 及電荷產生層等各層及電極例如可以利用蒸鍍法(包括真空蒸鍍法)、液滴噴射法(也稱為噴墨法)、塗佈法、凹版印刷法等方法形成。此外，其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、樹枝狀聚合物)或者高分子材料。

【0117】

實施方式 3

在本實施方式中，對使用實施方式 1 及實施方式 2 所示

的發光裝置的發光器件進行說明。

【0118】在本實施方式中，參照圖 2A 和圖 2B 對使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置而製造的發光器件進行說明。注意，圖 2A 是示出發光器件的俯視圖，並且圖 2B 是沿圖 2A 中的線 A-B 及線 C-D 切斷的剖面圖。該發光器件作為用來控制發光裝置的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部(源極線驅動電路)601、像素部 602、驅動電路部(閘極線驅動電路)603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 605 是密封材料，由密封材料 605 圍繞的內側是空間 607。

【0119】注意，引導佈線 608 是用來傳送輸入到源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的 FPC(軟性印刷電路)609 接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。注意，雖然在此只圖示出 FPC，但是該 FPC 還可以安裝有印刷線路板(PWB)。本說明書中的發光器件不僅包括發光器件主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光器件。

【0120】下面，參照圖 2B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，但是在此示出作為驅動電路部的源極線驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

【0121】除了可以使用由玻璃、石英、有機樹脂、金屬、合金、半導體等構成的基板以外，還可以使用由 FRP(Fiber Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠)、

PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板，而製造元件基板 610。

【0122】對用於像素或驅動電路的電晶體的結構沒有特別的限制。例如，可以採用反交錯型電晶體或交錯型電晶體。另外，頂閘極型電晶體或底閘極型電晶體都可以被使用。對用於電晶體的半導體材料沒有特別的限制，例如可以使用矽、鍺、碳化矽、氮化鎵等。或者可以使用 In-Ga-Zn 類金屬氧化物等的包含銦、鎵、鋅中的至少一個的氧化物半導體。

【0123】對用於電晶體的半導體材料的結晶性也沒有特別的限制，可以使用非晶半導體或結晶半導體(微晶半導體、多晶半導體、單晶半導體或其一部分具有結晶區域的半導體)。當使用結晶半導體時可以抑制電晶體的特性劣化，所以是較佳的。

【0124】在此，氧化物半導體較佳為用於設置在上述像素或驅動電路中的電晶體和用於在後面說明的觸控感測器等的電晶體等半導體裝置。尤其較佳為使用其能帶間隙比矽寬的氧化物半導體。藉由使用能帶間隙比矽寬的氧化物半導體，可以降低電晶體的關態電流(off-state current)。

【0125】上述氧化物半導體較佳為至少包含銦(In)或鋅(Zn)。另外，上述氧化物半導體更佳為包含以 In-M-Zn 類氧化物(M為 Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce 或 Hf 等金屬)表示的氧化物的氧化物半導體。

【0126】尤其是，作為半導體層，較佳為使用如下氧化物半導體膜：具有多個結晶部，該多個結晶部的c軸都朝向垂直於半導體層的被形成面或半導體層的頂面的方向，並且在相鄰的結晶部間不具有晶界。

【0127】藉由作為半導體層使用上述材料，可以實現電特性的變動被抑制的可靠性高的電晶體。

【0128】另外，由於具有上述半導體層的電晶體的關態電流較低，因此能夠長期間保持經過電晶體而儲存於電容器中的電荷。藉由將這種電晶體用於像素，能夠在保持各顯示區域所顯示的影像的灰階的狀態下，停止驅動電路。其結果是，可以實現功耗極低的電子裝置。

【0129】為了實現電晶體的特性穩定化等，較佳為設置基底膜。作為基底膜，可以使用氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜等無機絕緣膜並以單層或疊層製造。基底膜可以藉由濺射法、CVD(Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積)法(電漿CVD法、熱CVD法、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition：有機金屬化學氣相沉積)法等)或ALD(Atomic Layer Deposition：原子層沉積)法、塗佈法、印刷法等形成。注意，基底膜若不需要則也可以不設置。

【0130】注意，FET623示出形成在驅動電路部601中的電晶體的一個。另外，驅動電路也可以利用各種CMOS電路、PMOS電路或NMOS電路形成。另外，雖然在本實施方式中示出在基板上形成有驅動電路的驅動器一體型，

但是不一定必須採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

【0131】另外，像素部 602 由多個像素形成，該多個像素都包括開關 FET611、電流控制 FET612 以及與該電流控制 FET612 的汲極電連接的陽極 613，但是並不侷限於此，也可以採用組合三個以上的 FET 和電容器的像素部。

【0132】注意，形成絕緣物 614 來覆蓋陽極 613 的端部。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

【0133】另外，將絕緣物 614 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面，以獲得後面形成的 EL 層等的良好的覆蓋性。例如，在使用正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物 614 的材料的情況下，較佳為只使絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑 ($0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$) 的曲面。另外，作為絕緣物 614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

【0134】在陽極 613 上形成有 EL 層 616 及陰極 617。在此，較佳為使用具有高功函數的材料作為用於陽極 613 的材料。例如，除了可以使用諸如 ITO 膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含 2wt% 至 20wt% 的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構等。注意，如果這裡採用疊層結構，由於佈線的電阻值較低，因此可以得到良好的歐姆接觸，另外，其可用作陽

極。

【0135】另外，EL層616藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL層616包括實施方式1及實施方式2所示的結構。另外，作為構成EL層616的其他材料，也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、樹枝狀聚合物)。

【0136】另外，作為用於形成在EL層616上的陰極617的材料，較佳為使用具有功函數小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意，當使產生在EL層616中的光透過陰極617時，較佳為使用由膜厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅(ZnO)等)構成的疊層作為陰極617。

【0137】另外，發光裝置由陽極613、EL層616、陰極617形成。該發光裝置是實施方式1及實施方式2所示的發光裝置。另外，像素部由多個發光裝置構成，本實施方式的發光器件也可以包括實施方式1及實施方式2所示的發光裝置和具有其他結構的發光裝置的兩者。

【0138】另外，藉由使用密封材料605將密封基板604貼合到元件基板610，將發光裝置618設置在由元件基板610、密封基板604以及密封材料605圍繞的空間607中。注意，空間607中填充有填料，作為該填料，可以使用惰性氣體(氮或氬等)，還可以使用密封劑。藉由在密封基板中形成凹部且在其中設置乾燥劑，可以抑制水分所導致的劣

化，所以是較佳的。

【0139】另外，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料605。另外，這些材料較佳為儘可能地不使水或氧透過的材料。另外，作為用於密封基板604的材料，除了可以使用玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

【0140】雖然在圖2A和圖2B中沒有示出，但是也可以在陰極上設置保護膜。保護膜可以由有機樹脂膜或無機絕緣膜形成。另外，也可以以覆蓋密封材料605的露出部分的方式形成保護膜。另外，保護膜可以覆蓋一對基板的表面及側面、密封層、絕緣層等的露出側面而設置。

【0141】作為保護膜可以使用不容易透過水等雜質的材料。因此，可以能夠高效地抑制水等雜質從外部擴散到內部。

[illegible]

及鋁的氧化物、含有鈮及銨的氧化物等。

【0143】保護膜較佳為藉由步階覆蓋性(step coverage)良好的成膜方法來形成。作為這種方法之一，有原子層沉積(ALD：Atomic Layer Deposition)法。較佳為將可以藉由ALD法形成的材料用於保護膜。藉由ALD法可以形成緻密且裂縫或針孔等缺陷被減少或具備均勻的厚度的保護膜。另外，可以減少當形成保護膜時加工部材受到的損傷。

【0144】例如，藉由ALD法可以將均勻且缺陷少的保護膜形成在具有複雜的凹凸形狀的表面或觸控面板的頂面、側面以及背面上。

【0145】如上所述，可以得到使用實施方式1及實施方式2所示的發光裝置製造的發光器件。

【0146】因為本實施方式中的發光器件使用實施方式1及實施方式2所示的發光裝置，所以可以具有優良特性。明確而言，實施方式1及實施方式2所示的發光裝置是壽命長的發光裝置，從而可以實現可靠性良好的發光器件。另外，使用實施方式1及實施方式2所示的發光裝置的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光器件。

【0147】圖3A和圖3B示出藉由形成呈現白色發光的發光裝置設置彩色層(濾色片)等來實現全彩色化的發光器件的例子。圖3A示出基板1001、基底絕緣膜1002、閘極絕緣膜1003、閘極電極1006、1007、1008、第一層間絕緣膜1020、第二層間絕緣膜1021、周邊部1042、像素部1040、

驅動電路部 1041、發光裝置的陽極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL層 1028、發光裝置的陰極 1029、密封基板 1031、密封材料 1032等。

【0148】另外，在圖 3A 中，將彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)設置在透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑矩陣 1035。對設置有彩色層及黑矩陣的透明基材 1033 進行對準而將其固定到基板 1001 上。另外，彩色層及黑矩陣 1035 被保護層 1036 覆蓋。另外，圖 3A 示出具有光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色光、綠色光、藍色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

【0149】圖 3B 示出將彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)形成在閘極絕緣膜 1003 和第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上述那樣，也可以將彩色層設置在基板 1001 和密封基板 1031 之間。

【0150】另外，雖然以上說明了具有從形成有 FET 的基板 1001 一側取出光的結構(底部發射型)的發光器件，但是也可以採用具有從密封基板 1031 一側取出發光的結構(頂部發射型)的發光器件。圖 4 示出頂部發射型發光器件的剖面圖。在此情況下，基板 1001 可以使用不使光透過的基板。到製造用來使 FET 與發光裝置的陽極連接的連接電極為止的製程與底部發射型發光器件同樣地進行。然後，

以覆蓋電極 1022 的方式形成第三層間絕緣膜 1037。該絕緣膜也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜 1037 可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他公知材料形成。

【0151】雖然在此發光裝置的陽極 1024W、1024R、1024G、1024B 都是陽極，但是也可以形成為陰極。另外，在採用如圖 4 所示那樣的頂部發射型發光器件的情況下，陽極較佳為反射電極。EL 層 1028 的結構採用實施方式 1 及實施方式 2 所示的 EL 層 103 的結構，並且採用能夠獲得白色發光的元件結構。

【0152】在採用圖 4 所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)的密封基板 1031 進行密封。密封基板 1031 也可以設置有位於像素和像素之間的黑矩陣 1035。彩色層(紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B)、黑矩陣 1035 也可以被保護層 1036 覆蓋。另外，作為密封基板 1031，使用具有透光性的基板。另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色的四個顏色進行全彩色顯示的例子，但是並不侷限於此，也可以以紅色、黃色、綠色、藍色的四個顏色或紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。

【0153】在頂部發射型的發光器件中，可以較佳地適用微腔結構。將反射電極用作陽極且將半透射·半反射電極用作陰極，由此可以得到具有微腔結構的發光裝置。在反射電極與半透射·半反射電極之間至少含有 EL 層，並且

至少含有成為發光區域的發光層。

【0154】注意，反射電極是其可見光反射率為40%至100%，較佳為70%至100%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。另外，半透射·半反射電極是其可見光反射率為20%至80%，較佳為40%至70%，並且其電阻率為 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。

【0155】從EL層所包含的發光層射出的光被反射電極和半透射·半反射電極反射，並且諧振。

【0156】在該發光裝置中，藉由改變透明導電膜、上述複合材料或載子傳輸材料等的厚度而可以改變反射電極與半透射·半反射電極之間的光程。由此，可以在反射電極與半透射·半反射電極之間加強諧振的波長的光且使不諧振的波長的光衰減。

【0157】注意，被反射電極反射回來的光(第一反射光)會給從發光層直接入射到半透射·半反射電極的光(第一入射光)帶來很大的干涉，因此較佳為將反射電極與發光層的光程調節為 $(2n-1)\lambda/4$ (注意， n 為1以上的自然數， λ 為要放大的光的波長)。藉由調節該光程，可以使第一反射光與第一入射光的相位一致，由此可以進一步放大從發光層發射的光。

【0158】另外，在上述結構中，EL層可以含有多個發光層，也可以只含有一個發光層。例如，也可以採用如下結構：組合上述串聯型發光裝置的結構，在一個發光裝置中夾著電荷產生層設置多個EL層，在每個EL層中形成一

個或多個發光層。

【0159】藉由採用微腔結構，可以加強指定波長的正面方向上的發光強度，由此可以實現低功耗化。注意，在為使用紅色、黃色、綠色以及藍色的四個顏色的子像素顯示影像的發光器件的情況下，因為可以獲得由於黃色發光的亮度提高效果，而且可以在所有的子像素中採用適合各顏色的波長的微腔結構，所以能夠實現具有良好的特性的發光器件。

【0160】因為本實施方式中的發光器件使用實施方式1及實施方式2所示的發光裝置，所以可以具有優良特性。明確而言，實施方式1及實施方式2所示的發光裝置是壽命長的發光裝置，從而可以實現可靠性良好的發光器件。另外，使用實施方式1及實施方式2所示的發光裝置的發光器件的發光效率良好，由此可以實現低功耗的發光器件。

【0161】雖然到這裡說明了主動矩陣型發光器件，但是下面說明被動矩陣型發光器件。圖5A和圖5B示出藉由使用本發明製造的被動矩陣型發光器件。注意，圖5A是示出發光器件的透視圖，並且圖5B是沿圖5A的線X-Y切斷而獲得的剖面圖。在圖5A和圖5B中，在基板951上的電極952與電極956之間設置有EL層955。電極952的端部被絕緣層953覆蓋。在絕緣層953上設置有隔離層954。隔離層954的側壁具有如下傾斜，亦即，越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。換句話說，隔離層954的短邊方向的剖面是梯形，底邊(朝向與絕緣層953的面方向相同的方向並

與絕緣層 953 接觸的邊)比上邊(朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 不接觸的邊)短。如此，藉由設置隔離層 954，可以防止起因於靜電等的發光裝置的不良。另外，在被動矩陣型發光器件中，藉由使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置，也可以得到可靠性良好的發光器件或者低功耗的發光器件。

【0162】以上說明的發光器件能夠控制配置為矩陣狀的微小的多個發光裝置中的每一個，所以作為進行影像的顯示的顯示裝置可以適當地利用。

【0163】另外，本實施方式可以與其他實施方式自由地組合。

【0164】

實施方式 4

在本實施方式中，參照圖 6A 和圖 6B 對將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置用於照明設備的例子進行說明。圖 6B 是照明設備的俯視圖，圖 6A 是沿著圖 6B 的線 e-f 切斷的剖面圖。

【0165】在本實施方式的照明設備中，在用作支撐體的具有透光性的基板 400 上形成有陽極 401。陽極 401 相當於實施方式 2 中的陽極 101。當從陽極 401 一側取出光時，陽極 401 使用具有透光性的材料形成。

【0166】在基板 400 上形成用來對陰極 404 供應電壓的焊盤 412。

【0167】在陽極 401 上形成有 EL 層 403。EL 層 403 相當

於實施方式 1 及實施方式 2 中的 EL 層 103 的結構或組合發光單元 511、發光單元 512 以及電荷產生層 513 的結構等。注意，作為它們的結構，參照各記載。

【0168】以覆蓋 EL 層 403 的方式形成陰極 404。陰極 404 相當於實施方式 2 中的陰極 102。當從陽極 401 一側取出光時，陰極 404 使用反射率高的材料形成。藉由使陰極 404 與焊盤 412 連接，將電壓供應到陰極 404。

【0169】如上所述，本實施方式所示的照明設備具備包括陽極 401、EL 層 403 以及陰極 404 的發光裝置。由於該發光裝置是發光效率高的發光裝置，所以本實施方式的照明設備可以提供低功耗的照明設備。

【0170】使用密封材料 405、406 將形成有具有上述結構的發光裝置的基板 400 和密封基板 407 固定來進行密封，由此製造照明設備。可以僅使用密封材料 405 和 406 中的一個。另外，也可以使內側的密封材料 406 (在圖 6B 中未圖示) 與乾燥劑混合，由此可以吸收水分而提高可靠性。

【0171】另外，藉由以延伸到密封材料 405、406 的外部的方式設置焊盤 412 和陽極 401 的一部分，可以將其用作外部輸入端子。另外，也可以在外部輸入端子上設置安裝有轉換器等 IC 晶片 420 等。

【0172】以上，本實施方式所記載的照明設備在 EL 元件中使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置，可以實現可靠性良好的發光器件。另外，可以實現低功耗的發光器件。

【 0173 】**實施方式 5**

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置的電子裝置的例子進行說明。實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置是壽命良好且可靠性良好的發光裝置。其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以實現包括可靠性良好的發光部的電子裝置。

【 0174 】 作為採用上述發光裝置的電子裝置，例如可以舉出電視機(也稱為電視機或電視接收機)、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機(也稱為行動電話、行動電話裝置)、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

【 0175 】 圖 7A 示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部 7103 顯示影像，並且將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置排列為矩陣狀而構成顯示部 7103。

【 0176 】 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以採用在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107 的結構。

【0177】另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通訊網路，能夠進行單向(從發送者到接收者)或雙向(發送者和接收者之間或接收者之間等)的資訊通訊。

【0178】圖7B1示出電腦，該電腦包括主體7201、外殼7202、顯示部7203、鍵盤7204、外部連接埠7205、指向裝置7206等。另外，該電腦藉由將實施方式1及實施方式2所示的發光裝置排列為矩陣狀並用於顯示部7203而製造。圖7B1中的電腦也可以為如圖7B2所示的方式。圖7B2所示的電腦設置有第二顯示部7210代替鍵盤7204及指向裝置7206。第二顯示部7210是觸控面板，藉由利用指頭或專用筆操作顯示在第二顯示部7210上的輸入用顯示，能夠進行輸入。另外，第二顯示部7210不僅能夠顯示輸入用顯示，而且可以顯示其他影像。另外，顯示部7203也可以是觸控面板。因為兩個螢幕藉由鉸鏈部連接，所以可以防止當收納或搬運時發生問題如螢幕受傷、破壞等。

【0179】圖7C示出可攜式終端的一個例子。可攜式終端具備組裝在外殼7401中的顯示部7402、操作按鈕7403、外部連接埠7404、揚聲器7405、麥克風7406等。另外，可攜式終端包括將實施方式1及實施方式2所示的發光裝置排列為矩陣狀而製造的顯示部7402。

【0180】圖7C所示的可攜式終端也可以具有用指頭等觸摸顯示部7402來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用

指頭等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

【0181】顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

【0182】例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而輸入在螢幕上顯示的文字。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

【0183】另外，藉由在可攜式終端內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷可攜式終端的方向(縱或橫)而自動進行顯示部 7402 的螢幕顯示的切換。

【0184】另外，藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行螢幕模式的切換。此外，也可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

【0185】另外，當在輸入模式下藉由檢測出顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將螢幕模式從輸入模式切換成顯示模式。

【0186】也可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或指頭觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝指靜脈、手掌靜脈等。

【0187】另外，本實施方式所示的結構可以與實施方式 1 至實施方式 4 所示的結構適當地組合來使用。

【0188】如上所述，具備實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置的發光器件的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光器件用於各種領域的電子裝置。藉由使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置，可以得到可靠性高的電子裝置。

【0189】圖 8A 為示出掃地機器人的一个例子的示意圖。

【0190】掃地機器人 5100 包括頂面上的顯示器 5101 及側面上的多個照相機 5102、刷子 5103 及操作按鈕 5104。雖然未圖示，但是掃地機器人 5100 的底面設置有輪胎和吸入口等。此外，掃地機器人 5100 還包括紅外線感測器、超音波感測器、加速度感測器、壓電感測器、光感測器、陀螺儀感測器等各種感測器。另外，掃地機器人 5100 包括無線通訊單元。

【0191】掃地機器人 5100 可以自動行走，檢測垃圾 5120，可以從底面的吸入口吸引垃圾。

【0192】另外，掃地機器人 5100 對照相機 5102 所拍攝

的影像進行分析，可以判斷牆壁、家具或步階等障礙物的有無。另外，在藉由影像分析檢測佈線等可能會繞在刷子 5103 上的物體的情況下，可以停止刷子 5103 的旋轉。

【0193】可以在顯示器 5101 上顯示電池的剩餘電量和所吸引的垃圾的量等。可以在顯示器 5101 上顯示掃地機器人 5100 的行走路徑。另外，顯示器 5101 可以是觸控面板，可以將操作按鈕 5104 顯示在顯示器 5101 上。

【0194】掃地機器人 5100 可以與智慧手機等可攜式電子裝置 5140 互相通訊。照相機 5102 所拍攝的影像可以顯示在可攜式電子裝置 5140 上。因此，掃地機器人 5100 的擁有者在出門時也可以知道房間的情況。另外，可以使用智慧手機等可攜式電子裝置 5140 確認顯示器 5101 的顯示內容。

【0195】可以將本發明的一個實施方式的發光器件用於顯示器 5101。

【0196】圖 8B 所示的機器人 2100 包括運算裝置 2110、照度感測器 2101、麥克風 2102、上部照相機 2103、揚聲器 2104、顯示器 2105、下部照相機 2106、障礙物感測器 2107 及移動機構 2108。

【0197】麥克風 2102 具有檢測使用者的聲音及周圍的聲音等的功能。另外，揚聲器 2104 具有發出聲音的功能。機器人 2100 可以使用麥克風 2102 及揚聲器 2104 與使用者交流。

【0198】顯示器 2105 具有顯示各種資訊的功能。機器人 2100 可以將使用者所希望的資訊顯示在顯示器 2105 上。

顯示器 2105 可以安裝有觸控面板。顯示器 2105 可以是可拆卸的資訊終端，藉由將該資訊終端設置在機器人 2100 的所定位置，可以進行充電及資料的收發。

【0199】上部照相機 2103 及下部照相機 2106 具有對機器人 2100 的周圍環境進行攝像的功能。另外，障礙物感測器 2107 可以檢測機器人 2100 使用移動機構 2108 移動時的前方的障礙物的有無。機器人 2100 可以使用上部照相機 2103、下部照相機 2106 及障礙物感測器 2107 認知周圍環境而安全地移動。可以將本發明的一個實施方式的發光器件用於顯示器 2105。

【0200】圖 8C 是示出護目鏡型顯示器的一個例子的圖。護目鏡型顯示器例如包括外殼 5000、顯示部 5001、揚聲器 5003、LED 燈 5004、連接端子 5006、感測器 5007 (它具有測量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉速、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、傾斜度、振動、氣味或紅外線)、麥克風 5008、第二顯示部 5002、支撐部 5012、耳機 5013 等。

【0201】可以將本發明的一個實施方式的發光器件用於顯示部 5001 及第二顯示部 5002。

【0202】圖 9 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置用於作為照明設備的檯燈的例子。圖 9 所示的檯燈包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用實施方式 3 所記載的照明設備。

【0203】圖 10 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置用於室內的照明設備 3001 的例子。實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置是可靠性高的發光裝置，從而可以實現可靠性良好的照明設備。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明設備。另外，因為實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置的厚度薄，所以能夠製造實現薄型化的照明設備。

【0204】還可以將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 11 示出將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域 5200 至顯示區域 5203 是使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置設置的顯示區域。

【0205】顯示區域 5200 和顯示區域 5201 是設置在汽車的擋風玻璃上的安裝有實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極製造陽極和陰極，可以將實施方式 1 及實施方式 2 所示的發光裝置形成為能看到對面的景色的所謂的透視式顯示裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視界。另外，在設置用來驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

【0206】顯示區域 5202 是設置在支柱部分的安裝有實

施方式1及實施方式2所示的發光裝置的顯示裝置。藉由在顯示區域5202上顯示來自設置在車廂上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視界。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域5203藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

【0207】顯示區域5203還可以藉由顯示導航資訊、速度表、轉速表、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定等提供各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域5200至顯示區域5203上。另外，也可以將顯示區域5200至顯示區域5203用作照明設備。

【0208】圖12A和圖12B示出可折疊的可攜式資訊終端5150。可折疊的可攜式資訊終端5150包括外殼5151、顯示區域5152及彎曲部5153。圖12A示出展開狀態的可攜式資訊終端5150。圖12B示出折疊狀態的可攜式資訊終端5150。雖然可攜式資訊終端5150具有較大的顯示區域5152，但是藉由將可攜式資訊終端5150折疊，可攜式資訊終端5150變小而可攜性好。

【0209】可以由彎曲部5153將顯示區域5152折疊成一半。彎曲部5153由可伸縮的構件和多個支撐構件構成，在折疊時，可伸縮的構件被拉伸，以彎曲部5153具有2mm以上，較佳為3mm以上的曲率半徑的方式進行折疊。

【0210】另外，顯示區域5152也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入/輸出裝置)。可以將本發明的一個實施方式的發光器件用於顯示區域5152。

【0211】此外，圖13A至圖13C示出能夠折疊的可攜式資訊終端9310。圖13A示出展開狀態的可攜式資訊終端9310。圖13B示出從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變為另一個狀態的中途的狀態的可攜式資訊終端9310。圖13C示出折疊狀態的可攜式資訊終端9310。可攜式資訊終端9310在折疊狀態下可攜性好，在展開狀態下因為具有無縫拼接的較大的顯示區域所以顯示一覽性強。

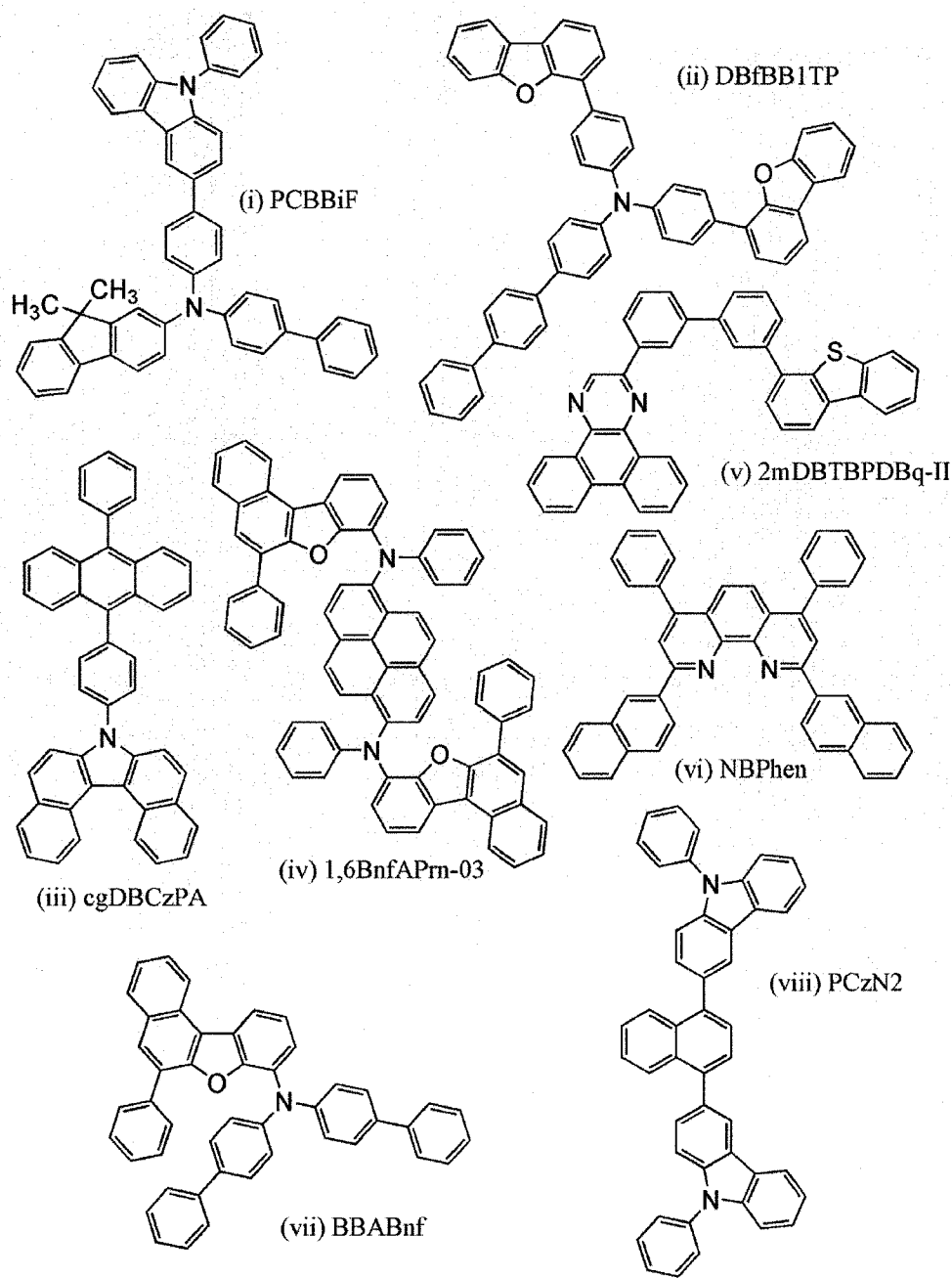
【0212】顯示面板9311由鉸鏈部9313所連接的三個外殼9315支撐。注意，顯示面板9311也可以為安裝有觸控感測器(輸入裝置)的觸控面板(輸入輸出裝置)。另外，藉由在兩個外殼9315之間的鉸鏈部9313處彎折顯示面板9311，可以使可攜式資訊終端9310從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光器件用於顯示面板9311。

實施例1

【0213】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置1至發光裝置3以及作為比較例的發光裝置的比較發光裝置1及比較發光裝置2進行說明。以下示出在發光裝置1至發光裝置3、比較發光裝置1及比較發光裝置2中使用的有機化合物的結構式。

【 0214 】

[化學式 3]



【 0215 】

(發光裝置1的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成含氧化矽的氧化錫銮 (ITSO)來形成陽極 101。注意，其厚度為 70nm，電極

面積為 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

【0216】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘焙 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【0217】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0218】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式 (i) 所表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺 (簡稱：PCBBiF) 和 NDP-9 (分析工房株式會社 (Analysis Atelier Corporation)，材料序號：1S20170124) 的重量比為 1 : 0.1 (=PCBBiF : NDP-9) 且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【0219】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 PCBBiF，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式 (ii) 所表示的 N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-p-三聯苯基 (簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0220】接著，以上述結構式 (iii) 所表示的 7-[4-(10-

苯基-9-蔥基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)和上述結構式(iv)所表示的N，N'-(萘-1,6-二基)雙[(6,N-二苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃)-8-胺](簡稱：1,6BnfAPrn-03)的重量比為1：0.03(=cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0221】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDq-II)，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的2,9-雙(蔡-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0222】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置1。

【0223】

(發光裝置2的製造方法)

在發光裝置2中，將發光裝置1的PCBBiF換為上述結構式(vii)所示的N，N'-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)，而其他結構都與發光裝置1相同。

【0224】

(發光裝置3的製造方法)

在發光裝置3中，將發光裝置2的DBfBB1TP換為上述結構式(viii)所示的3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-吡啶)(簡稱：PCzN2)，而其他結構與發光裝置2相同。

【0225】

(比較發光裝置1的製造方法)

在比較發光裝置1中，將發光裝置1的2mDBTBPD_{Bq-II}換為cgDBCzPA，而其他結構與發光裝置1相同。

【0226】

(比較發光裝置2的製造方法)

在比較發光裝置2中，將比較發光裝置1中的DBfBB1TP換為PCzN2，而其他結構與比較發光裝置1相同。

【0227】發光裝置1至發光裝置3、比較發光裝置1及比較發光裝置2的元件結構如下表所示。

【0228】

[表 1]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝置1	PCBBiF: NDP-9 (1:0.1)	PCBBiF	DBfBB1 TP	cgDBCzPA: 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen	LiF
發光裝置2	BBABnf: NDP-9 (1:0.1)	BBABnf	DBfBB1 TP				
發光裝置3			PCzN2				
比較發光裝置1	PCBBiF: NDP-9 (1:0.1)	PCBBiF	DBfBB1 TP		cgDBCzPA		
比較發光裝置2			PCzN2				

【 0229】此外，以下示出在本實施例中使用的有機化
合物的 HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方
根為600時的電子移動率的表。

【 0230】

[表 2]

	HOMO 能階 (eV)	LUMO 能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
PCBBiF	-5.36	-	-
BBABnf	-5.56	-	-
DBfBB1TP	-5.50	-	-
PCzN2	-5.71	-	-
cgDBCzPA	-5.69	-2.74	7.7×10^{-5}
2mDBTBPDq-II	-	-2.94	2.2×10^{-5}

【0231】在氮氛圍的手套箱中，以不使這些發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對這些發光裝置的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0232】圖14示出發光裝置1至發光裝置3、比較發光裝置1及比較發光裝置2的亮度-電流密度特性，圖15示出電流效率-亮度特性，圖16示出亮度-電壓特性，圖17示出電流-電壓特性，圖18示出外部量子效率-亮度特性，圖19示出發射光譜。注意，圖14至圖20的凡例中的數位對應於各發光裝置的號碼。對於比較發光裝置，在數位之前附加“比較”。另外，表3示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0233】

[表3]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置1	3.1	0.33	8.3	0.14	0.13	10.2	10.2
發光裝置2	3.3	0.47	11.7	0.14	0.12	9.5	9.7
發光裝置3	3.2	0.34	8.4	0.14	0.12	10.7	10.9
比較發光裝置1	3.0	0.46	11.5	0.14	0.15	10.4	9.3
比較發光裝置2	3.5	0.40	10.0	0.14	0.13	7.8	7.7

【 0234 】 由圖 14至圖 19及表 3可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 1至發光裝置 3都是特性良好的藍色發光裝置。

【 0235 】 另外，圖 20是示出電流密度為 50mA/cm²的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 20所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 1在經過 300小時時也保持初始亮度的 86%以上，發光元件 2及發光元件 3保持 90%以上，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

【 0236 】 另一方面，將電場強度 [V/cm]的平方根為 600時的電子移動率高 (亦即， $7.7\times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$)的材料 cgDBCzPA用於電子傳輸層的比較發光元件在經過 300小時時的亮度在比較發光元件 1中為初始亮度的 84%以下，比較發光元件 2為 80%以下。這些比較發光元件與電洞注入、傳輸層的電洞注入、傳輸能力相比，電子傳輸層的電子移動率過高，由此發光層中的發光區域變窄，因此會促進劣化。

【0237】此外，在比較發光元件中cgDBCzPA相當於第六有機化合物及第七有機化合物，由此第六有機化合物及第七有機化合物的LUMO能階沒有差異。因此，更容易向發光層113注入電子，由此容易形成電子過多狀態。

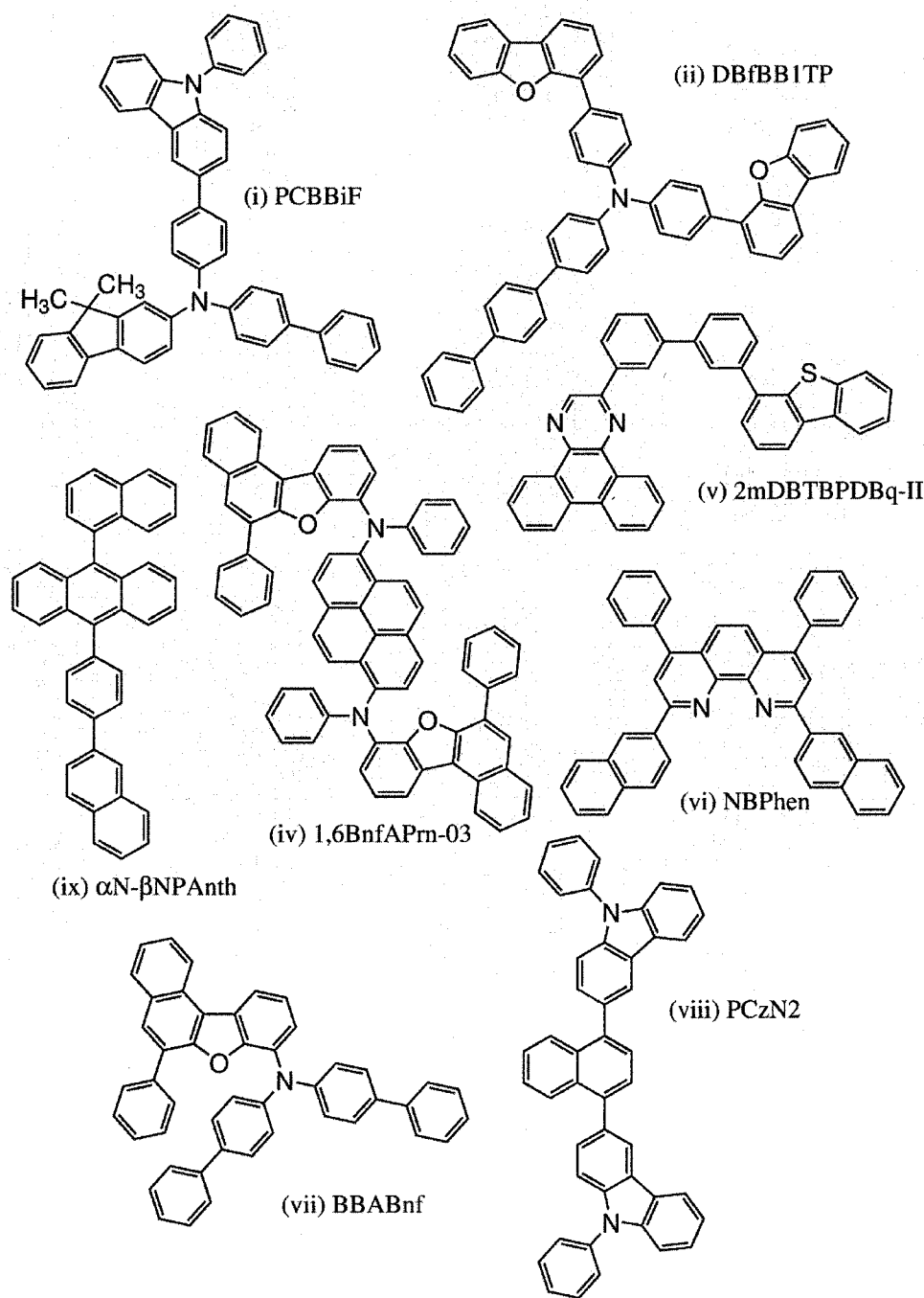
【0238】再者，在比較發光元件2中，除了電子傳輸層的傳輸性高以外，用於第一電洞傳輸層有機化合物的PCBBiF的HOMO能階與用於第二電洞傳輸層的PCzN2的HOMO能階之差為0.36eV，這大於0.2eV。因此，在比較發光元件2中，電洞從第一電洞傳輸層向第二電洞傳輸層的注入被抑制，電洞和電子的平衡變難，由此這些元件中劣化最大。此外，與其他發光元件相比，比較發光元件2的電流效率及外部量子效率都低，因此可認為因電子過多導致未經再結合就穿過發光層的電子增加。

實施例2

【0239】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置4至發光裝置6以及作為比較例的發光裝置的比較發光裝置3進行說明。以下示出在發光裝置4至發光裝置6、比較發光裝置3中使用的有機化合物的結構式。

【0240】

[化學式 4]



【 0241 】

(發光裝置4的製造方法)

首先，在玻璃基板上藉由濺射法形成含氧化矽的氧化錫銮 (ITSO)來形成陽極 101。注意，其厚度為 70nm，電極

面積為 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

【0242】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以 200°C 烘焙 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【0243】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0244】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式 (i) 所表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺 (簡稱：PCBBiF) 和 NDP-9 (分析工房株式會社，材料序號：1S20170124) 的重量比為 1 : 0.1 (=PCBBiF : NDP-9) 且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【0245】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 PCBBiF，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式 (ii) 所表示的 N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-p-三聯苯基 (簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0246】接著，以上述結構式 (ix) 所表示的 9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽 (簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$) 和上述結

構式(iv)所表示的N,N'-(萘-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)的重量比為1：0.03(=αN-βNPAnth：1,6BnfAPrn-03)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0247】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDq-II)，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0248】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置4。

【0249】

(發光裝置5的製造方法)

在發光裝置5中，將發光裝置4的PCBBiF換為上述結構式(vii)所示的N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)，而其他結構都與發光裝置4相同。

【0250】

(發光裝置6的製造方法)

在發光裝置6中，將發光裝置5的DBfBB1TP換為上述結構式(viii)所示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔

唑)(簡稱：PCzN2)，而其他結構與發光裝置5相同。

【 0251】

(比較發光裝置3的製造方法)

在比較發光裝置3中，將發光裝置4的2mDBTBPD_{Bq-II}換為αN-βNPAnth，而其他結構與發光裝置4相同。

【 0252】發光裝置4至發光裝置6、比較發光裝置3的元件結構如下表所示。

【 0253】

[表4]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝置4	PCBBiF: NDP-9 (1 0.1)	PCBBiF	DBfBB1TP	aN-bNPAnth: 1,6BnfAPrn- 03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen	LiF
發光裝置5	BBABnf: NDP-9 (1:0.1)	BBABnf	DBfBB1TP				
發光裝置6			PCzN2				
比較發光裝置3	PCBBiF: NDP-9 (1:0.1)	PCBBiF	DBfBB1TP		aN-bNPAnth		

【 0254】這裡，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【 0255】

[表5]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
PCBBiF	-5.36	-	-
BBABnf	-5.56	-	-
DBfBB1TP	-5.50	-	-
PCzN2	-5.71	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
2mDBTBPD Bq-II	-	-2.94	2.2 × 10 ⁻⁵

【0256】在氮氛圍的手套箱中，以不使這些發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對這些發光裝置的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0257】圖21示出發光裝置4至發光裝置6、比較發光裝置3的亮度-電流密度特性，圖22示出電流效率-亮度特性，圖23示出亮度-電壓特性，圖24示出電流-電壓特性，圖25示出外部量子效率-亮度特性，圖26示出發射光譜。注意，圖16至圖27的凡例中的數位對應於各發光裝置的號碼。對於比較發光裝置，在數位之前附加“比較”。另外，表6示出各發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0258】

[表6]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm2)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置4	3.9	0.46	11.4	0.14	0.10	9.3	10.5
發光裝置5	4.0	0.50	12.4	0.14	0.10	8.3	9.7
發光裝置6	4.0	0.41	10.2	0.14	0.11	10.0	11.1
比較發光 裝置3	3.9	0.52	12.9	0.14	0.13	9.5	9.2

【0259】由圖 21至圖 26及表 6可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 4至發光裝置 6都是特性良好的藍色發光裝置。

【0260】另外，圖 27是示出電流密度為 50mA/cm²的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 27所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 4至發光裝置 6在經過 300小時時也保持初始亮度的 94%左右，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

【0261】在比較發光元件 3中 α N- β NPAnth相當於第六有機化合物及第七有機化合物的兩者，由此第六有機化合物及第七有機化合物的 LUMO能階沒有差異。因此，更容易向發光層 113注入電子，容易形成電子過多狀態，有可能促進劣化。

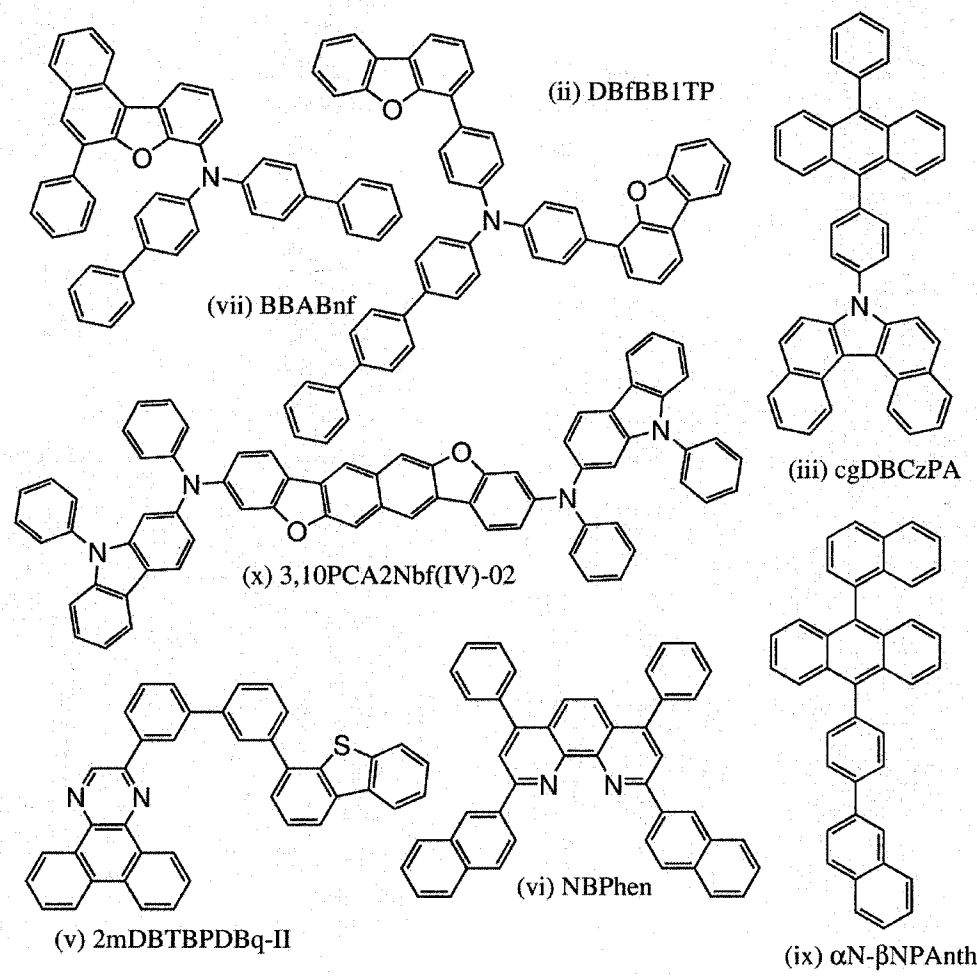
實施例 3

【0262】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的

發光裝置7及發光裝置8進行說明。以下示出在發光裝置7及發光裝置8中使用的有機化合物的結構式。

【 0263 】

[化學式 5]



【 0264 】

(發光裝置7的製造方法)

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

【 0265 】 接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預

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

【0266】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0267】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式(vii)所表示的 N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)和 NDP-9(分析工房株式會社，材料序號：1S20170124)的重量比為 1：0.1(=BBABnf：NDP-9)且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【0268】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 BBABnf，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式(ii)所表示的 N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氮-p-三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0269】接著，以上述結構式(iii)所表示的 7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA)和上述結構式(x)所表示的 3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋

喃 (簡稱 : 3,10PCA2Nbf(IV)-02) 的重量比為 1 : 0.015 (=cgDBCzPA : 3,10PCA2Nbf(IV)-02) 且厚度為 25nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層 113。

【0270】然後，在發光層 113 上以厚度為 15nm 的方式蒸鍍由上述結構式 (v) 表示的 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱 : 2mDBTBPD_{Bq}-II)，然後以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式 (vi) 所示的 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱 : NBPhen)，來形成電子傳輸層 114。

【0271】在形成電子傳輸層 114 之後，以 1nm 的厚度蒸鍍氟化鋰 (LiF) 來形成電子注入層 115，接著，以 200nm 的厚度蒸鍍鋁來形成陰極 102，由此製造本實施例的發光裝置 7。

【0272】

(發光裝置 8 的製造方法)

在發光裝置 8 中，將發光裝置 7 的 cgDBCzPA 換為上述結構式 (ix) 所示的 9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱 : α N- β NPAnth)，而其他結構與發光裝置 7 相同。

【0273】發光裝置 7 至發光裝置 8 的元件結構如下表所示。

【0274】

[表7]

	電洞注 入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子 注入 層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝 置7	BBABnf: NDP-9 (1:0.1)	BBABnf	DBfBB1TP	cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)	2mDBTBPDBq- II	NBPhen	LiF
發光裝 置8				aN-bNPAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)			

【 0275】這裡，以下示出在本實施例中使用的有機化
合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方
根為600時的電子移動率的表。

【 0276】

[表8]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
BBABnf	-5.56	-	-
DBfBB1TP	-5.50	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
cgDBCzPA	-5.69	-2.74	7.7 × 10 ⁻⁵
2mDBTBPDBq-II	-	-2.94	2.2 × 10 ⁻⁵

【 0277】在氮氛圍的手套箱中，以不使這些發光裝置
暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材
料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的
溫度下進行1小時的熱處理)，然後對這些發光裝置的初期

特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0278】圖 28 示出發光裝置 7 及發光裝置 8 的亮度-電流密度特性，圖 29 示出電流效率-亮度特性，圖 30 示出亮度-電壓特性，圖 31 示出電流-電壓特性，圖 32 示出外部量子效率-亮度特性，圖 33 示出發射光譜。注意，圖 28 至圖 34 的凡例中的數位對應於各發光裝置的號碼。另外，表 9 示出各發光裝置的 1000cd/m²附近的主要特性。

【0279】

[表9]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm2)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置7	3.2	0.39	9.7	0.14	0.13	10.6	10.2
發光裝置8	3.9	0.42	10.4	0.14	0.11	9.7	10.4

【0280】由圖 28 至圖 33 及表 9 可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 7 及發光裝置 8 都是特性良好的藍色發光裝置。

【0281】另外，圖 34 是示出電流密度為 50mA/cm²的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 34 所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 7 及發光裝置 8 在經過 300 小時時也保持初始亮度的 90% 以上，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

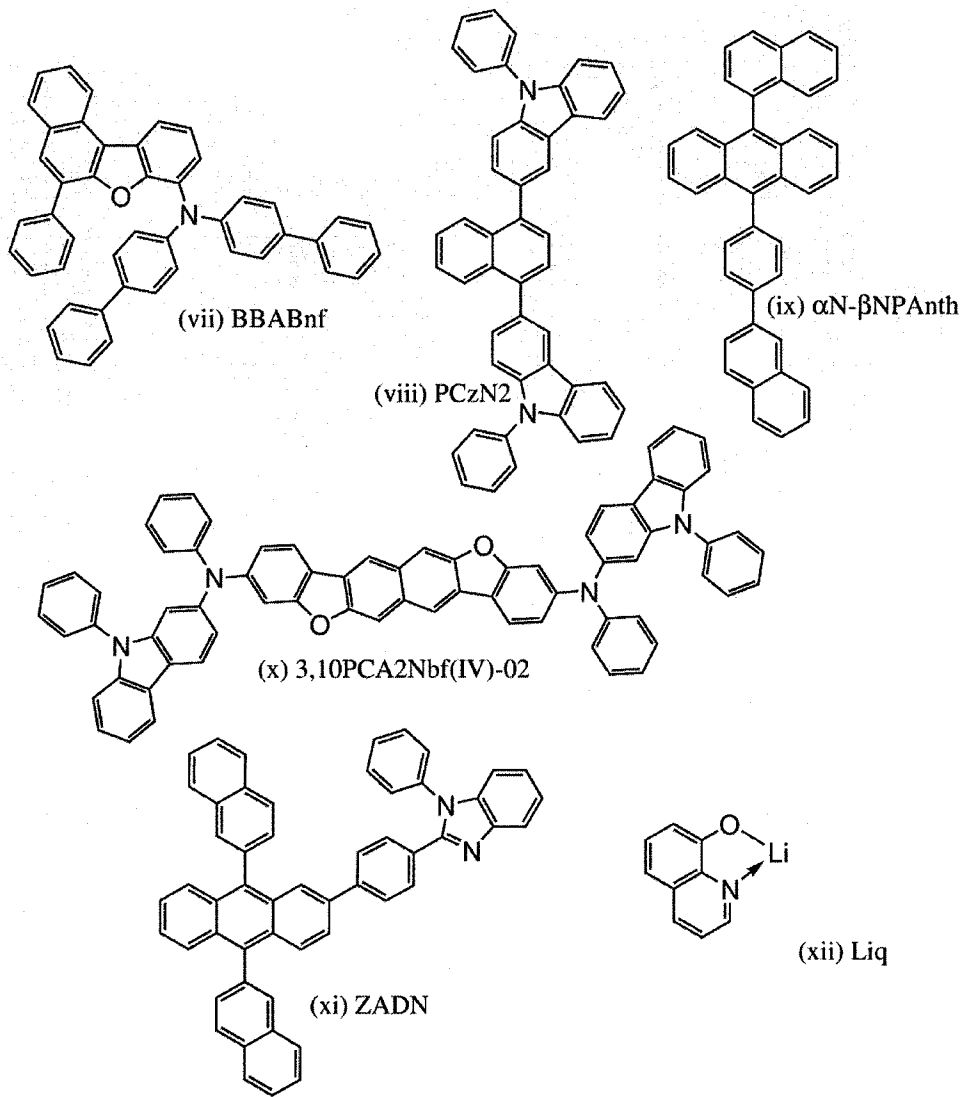
實施例 4

【0282】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的

發光裝置9進行說明。以下示出在發光裝置9中使用的有機化合物的結構式。

【 0283 】

[化學式 6]



【 0284 】

(發光裝置9的製造方法)

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

【0285】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【0286】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0287】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式 (vii) 所表示的 N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并 [b] 萘并 [1,2-d] 呋喃 -8-胺 (簡稱：BBABnf) 和 NDP-9 (分析工房株式會社，材料序號：1S20170124) 的重量比為 1：0.1 (=BBABnf：NDP-9) 且厚度為 10 nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【0288】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20 nm 的方式蒸鍍 BBABnf，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10 nm 的方式蒸鍍上述結構式 (viii) 所表示的 3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-咔唑 (簡稱：PCzN2))，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0289】接著，以上述結構式 (ix) 所表示的 9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽 (簡稱： α N- β NPAnth) 和上述結構式 (x) 所表示的 3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基

胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf (IV)-02)的重量比為1：0.015(=αN-βNPAnth：3,10PCA2Nbf (IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0290】然後，在發光層113上以上述結構式(xi)所表示的2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(簡稱：ZADN)和上述結構式(xx)所表示的8-羥基喹啉鋰(簡稱：Liq)的重量比為1：0.9(=ZADN：Liq)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電子傳輸層114。

【0291】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍Liq來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置9。

【0292】發光裝置9的元件結構如下表所示。

【0293】

[表10]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層	電子注入層
		1	2			
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	25 nm	1 nm
發光裝置9	BBABnf: NDP-9 (1:0.1)	BBABnf	PCzN2	aN-bNPAnth: 3,10PCANbf(IV)-02 (1:0.015)	ZADN:Liq (1:0.9)	Liq

【0294】這裡，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【0295】

[表11]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
BBABnf	-5.56	-	-
PCzN2	-5.71	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
ZADN	-	-2.87	-
ZADN:Liq (1:1)	-	-	3.5 × 10 ⁻⁶

【0296】在氮氛圍的手套箱中，以不使該發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光裝置9的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0297】圖35示出發光裝置9的亮度-電流密度特性，圖36示出電流效率-亮度特性，圖37示出亮度-電壓特性，圖38示出電流-電壓特性，圖39示出外部量子效率-亮度特性，圖40示出發射光譜。另外，表12示出發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0298】

[表12]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置9	4.2	0.42	10.4	0.14	0.12	10.8	11.1

【0299】由圖35至圖40及表12可知，本發明的一個實施方式的發光裝置9是特性良好的藍色發光裝置。

【0300】另外，圖41是示出電流密度為50mA/cm²的

條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 41 所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 9 在經過 600 小時時也保持初始亮度的 90% 附近的亮度，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降特別小且壽命長。

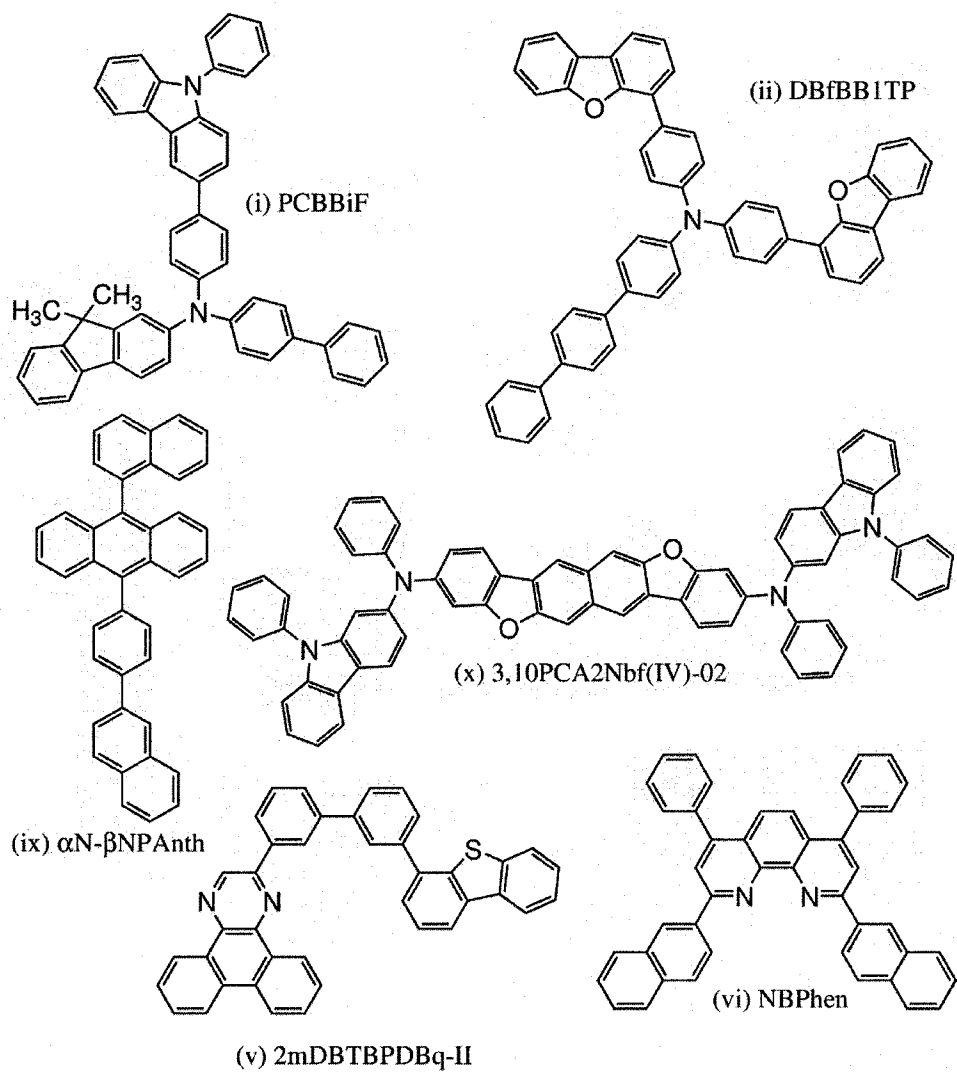
【0301】注意，由發光元件 9 的劣化曲線可知發生一次亮度下降後亮度上升。藉由具有上述那樣的劣化舉動，發光元件 9 的壽命非常長。

實施例 5

【0302】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置 10 進行說明。以下示出在發光裝置 10 中使用的有機化合物的結構式。

【0303】

[化學式 7]



【 0304 】

(發光裝置10的製造方法)

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

【 0305 】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以200℃烘焙1小時，然後進行370秒的UV臭氧處理。

【0306】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170°C 的溫度下進行真空焙燒30分鐘，然後對基板進行冷卻30分鐘左右。

【0307】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式(i)所表示的N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF)和NDP-9(分析工房株式會社，材料序號：1S20170124)的重量比為1：0.1(=PCBBiF：NDP-9)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0308】接著，在電洞注入層111上作為第一電洞傳輸層112-1以厚度為20nm的方式蒸鍍PCBBiF，然後作為第二電洞傳輸層112-2以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(ii)所表示的N,N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-p-三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層112。注意，第二電洞傳輸層112-2也被用作電子障壁層。

【0309】接著，以上述結構式(ix)所表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)和上述結構式(x)所表示的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)的重量比為1：0.015(= $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$ ：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光

層 113。

【0310】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0311】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置10。

【0312】發光裝置10的元件結構如下表所示。

【0313】

[表13]

	電洞注 入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子 注入 層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝 置10	PCBBiF: NDP-9 (1:0.1)	PCBBiF	DBfBB1TP	aN-bNPAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)	2mDBTBPDBq- II	NBPhen	LiF

【0314】此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【0315】

[表14]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
PCBBiF	-5.36	-	-
DBfBB1TP	-5.50	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
2mDBTBPDq-II	-	-2.94	2.2 × 10 ⁻⁵

【0316】在氮氛圍的手套箱中，以不使該發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光裝置10的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0317】圖47示出發光裝置10的亮度-電流密度特性，圖48示出電流效率-亮度特性，圖49示出亮度-電壓特性，圖50示出電流-電壓特性，圖51示出外部量子效率-亮度特性，圖52示出發射光譜。另外，表15示出發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0318】

[表15]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置 10	3.9	0.41	10.3	0.14	0.11	10.9	11.7

【0319】由圖47至圖52及表15可知，本發明的一個實施方式的發光裝置10是特性良好的藍色發光裝置。

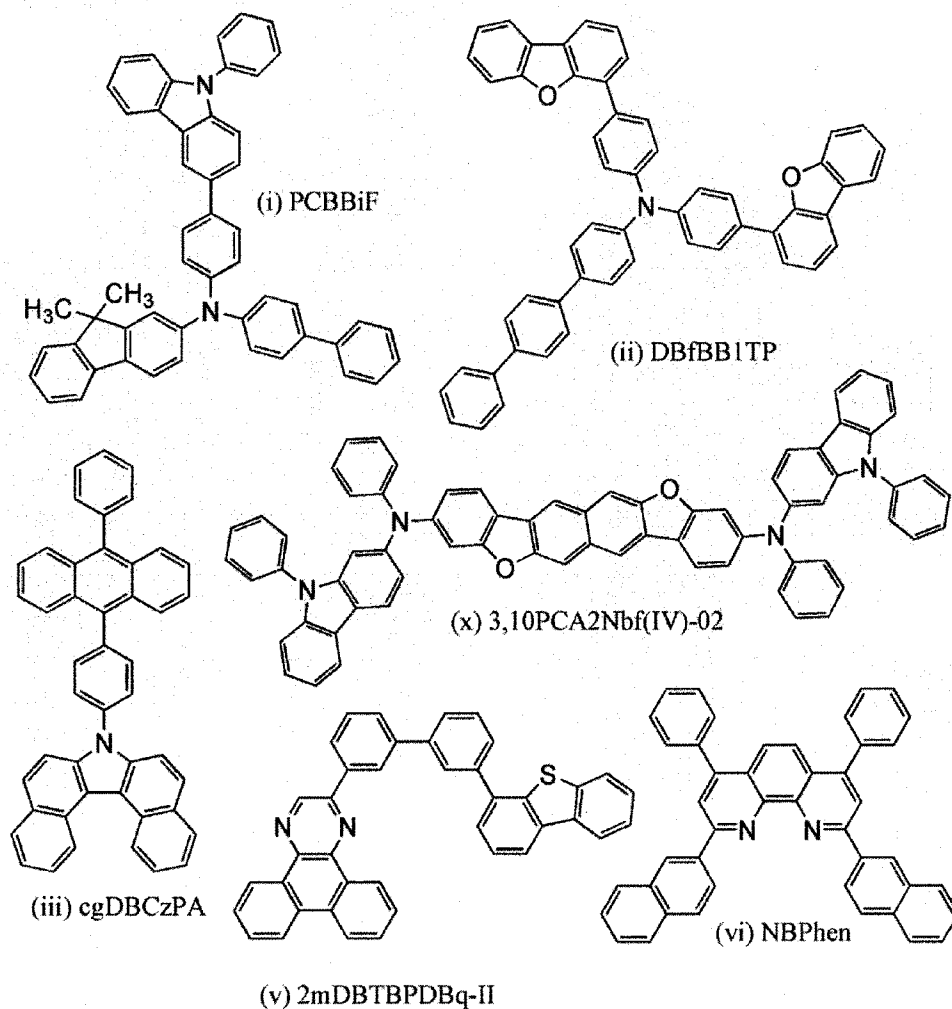
【0320】另外，圖 53 是示出電流密度為 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 53 所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 10 在經過 600 小時時也保持初始亮度的 90% 以上左右，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

實施例 6

【0321】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置 11 進行說明。以下示出在發光裝置 11 中使用的有機化合物的結構式。

【0322】

[化學式 8]



【 0323 】

(發光裝置11的製造方法)

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

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

【 0325 】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa左

右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行冷卻 30 分鐘左右。

【0326】接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式 (i) 所表示的 N-(1,1'-聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(簡稱：PCBBiF) 和 NDP-9(分析工房株式會社，材料序號：1S20170124) 的重量比為 1：0.1(=PCBBiF：NDP-9) 且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【0327】接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 PCBBiF，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式 (ii) 所表示的 N，N-雙[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-p-三聯苯基(簡稱：DBfBB1TP)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0328】接著，以上述結構式 (iii) 所表示的 7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(簡稱：cgDBCzPA) 和上述結構式 (x) 所表示的 3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02) 的重量比為 1：0.015(=cgDBCzPA：3,10PCA2Nbf(IV)-02) 且厚度為 25nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層 113。

【0329】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPDBq-II)，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0330】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置11。

【0331】發光裝置11的元件結構如下表所示。

【0332】

[表16]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝置11	PCBBiF: NDP-9 (1:0.1)	PCBBiF	DBfBB1TP	cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)	2mDBTBPDBq- II	NBPhen	LiF

【0333】此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【0334】

[表17]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
PCBBiF	-5.36	-	-
DBfBB1TP	-5.50	-	-
cgDBCzPA	-5.69	-2.74	7.7×10^{-5}
2mDBTBPDBq-II	-	-2.94	2.2×10^{-5}

【0335】在氮氛圍的手套箱中，以不使該發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光裝置11的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【0336】圖54示出發光裝置11的亮度-電流密度特性，圖55示出電流效率-亮度特性，圖56示出亮度-電壓特性，圖57示出電流-電壓特性，圖58示出外部量子效率-亮度特性，圖59示出發射光譜。另外，表18示出發光裝置的1000cd/m²附近的主要特性。

【0337】

[表18]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm2)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效 率(%)
發光裝置11	3.1	0.29	7.1	0.14	0.14	11.8	11.0

【0338】由圖54至圖59及表18可知，本發明的一個實施方式的發光裝置11是特性良好的藍色發光裝置。

【0339】另外，圖60是示出電流密度為50mA/cm²的

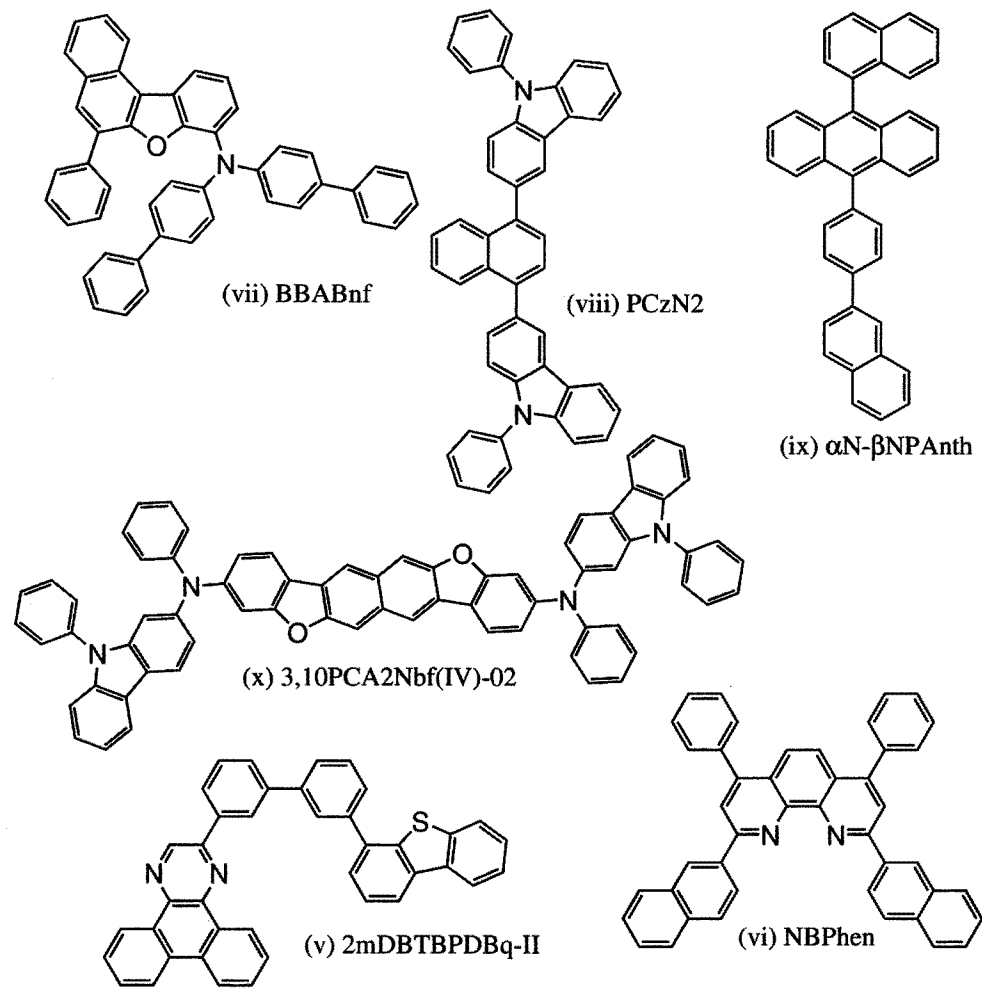
條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 60 所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 11 在經過 600 小時時也保持初始亮度的 80% 以上，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

實施例 7

【0340】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置 12 進行說明。以下示出在發光裝置 12 中使用的有機化合物的結構式。

【0341】

[化學式 9]



【 0342 】

(發光裝置 12 的製造方法)

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

【 0343 】 接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

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

【 0345 】 接著，以使形成有陽極 101 的面朝下的方式將形成有陽極 101 的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極 101 上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式(vii)所表示的 N,N-雙(4-聯苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BBABnf)和 NDP-9(分析工房株式會社，材料序號：1S20170124)的重量比為 1：0.1(=BBABnf：NDP-9)且厚度為 10nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層 111。

【 0346 】 接著，在電洞注入層 111 上作為第一電洞傳輸層 112-1 以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 BBABnf，然後作為第二電洞傳輸層 112-2 以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式(viii)所表示的 3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-吡啶)(簡

稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層 112。注意，第二電洞傳輸層 112-2 也被用作電子障壁層。

【0347】接著，以上述結構式(ix)所表示的 9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)和上述結構式(x)所表示的 3,10-雙[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基胺基]萘并[2,3-b；6,7-b']雙苯并呋喃(簡稱：3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比為 1：0.015(= α N- β NPAnth：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為 25nm 的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層 113。

【0348】然後，在發光層 113 上以厚度為 15nm 的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的 2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPD_{Bq}-II)，然後以厚度為 10nm 的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的 2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層 114。

【0349】在形成電子傳輸層 114 之後，以 1nm 的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層 115，接著，以 200nm 的厚度蒸鍍鋁來形成陰極 102，由此製造本實施例的發光裝置 12。

【0350】發光裝置 12 的元件結構如下表所示。

【0351】

[表19]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝置12	BBABnf : NDP-9 (1:0.1)	BBABnf	PCzN2	aN-bNPAnth : 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)	2mDBTBPDq- II	NBPhen	LiF

【 0352】這裡，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【 0353】

[表20]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
BBABnf	-5.56	-	-
PCzN2	-5.71	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
2mDBTBPDq-II	-	-2.94	2.2 × 10 ⁻⁵

【 0354】在氮氛圍的手套箱中，以不使該發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對發光裝置12的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【 0355】圖61示出發光裝置12的亮度-電流密度特性，圖62示出電流效率-亮度特性，圖63示出亮度-電壓特

性，圖 64 示出電流-電壓特性，圖 65 示出外部量子效率-亮度特性，圖 66 示出發射光譜。另外，表 21 示出發光裝置的 1000cd/m²附近的主要特性。

【 0356】

[表21]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm2)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子效 率(%)
發光裝置 12	3.9	0.35	8.6	0.14	0.11	11.2	12.1

【 0357】由圖 61 至圖 66 及表 21 可知，本發明的一個實施方式的發光裝置 12 是特性良好的藍色發光裝置。

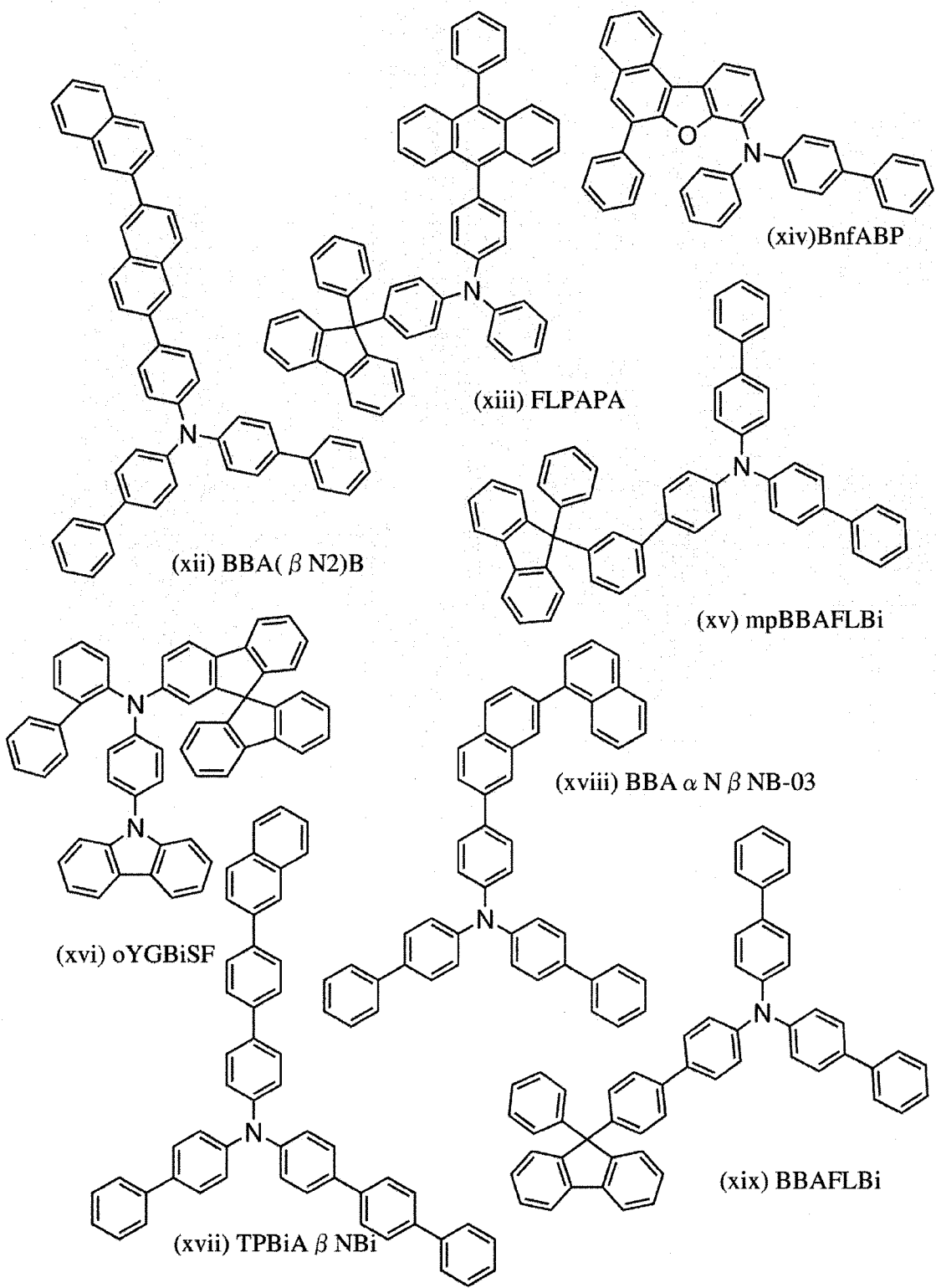
【 0358】另外，圖 67 是示出電流密度為 50mA/cm²的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖 67 所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置 12 在經過 600 小時時也保持初始亮度的 90% 以上，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降特別小且壽命非常長。

實施例 8

【 0359】在本實施例中，對本發明的一個實施方式的發光裝置 13 至發光裝置 20 進行說明。以下示出在發光裝置 13 至發光裝置 20 中使用的有機化合物的結構式。

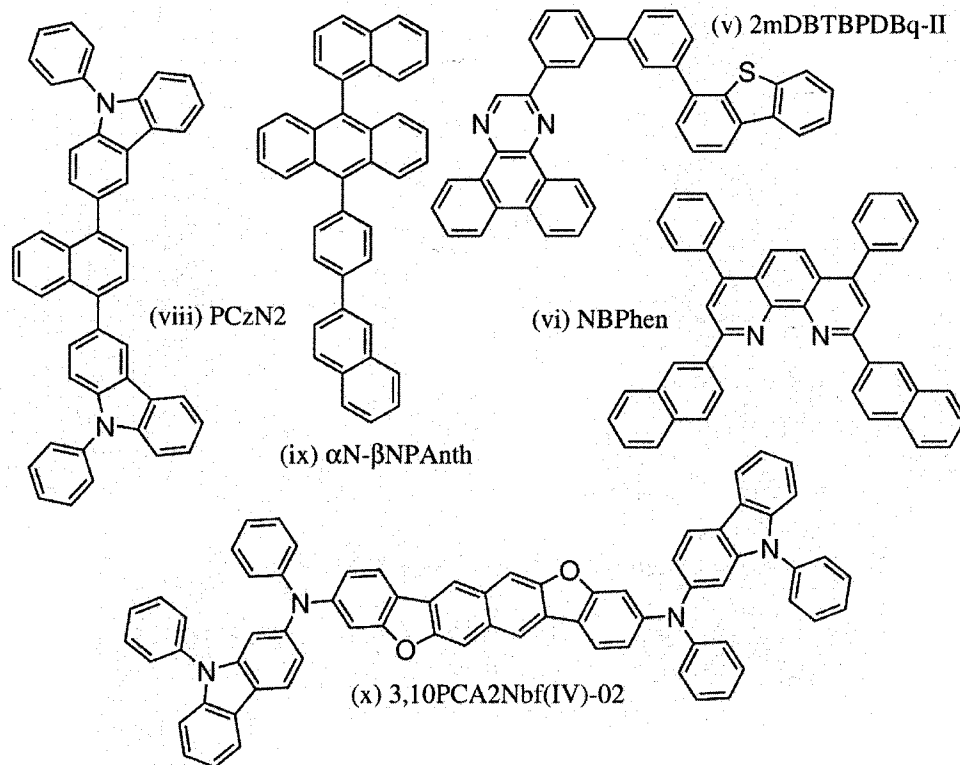
【 0360】

[化學式 10]



【 0361 】

[化學式 11]



【 0362 】

(發光裝置 13 的製造方法)

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

【 0363 】接著，作為用來在基板上形成發光裝置的預處理，用水洗滌基板表面，以 200℃ 烘焙 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。

【 0364 】然後，將基板放入其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，並在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，在 170℃ 的溫度下進行真空焙燒 30 分鐘，然後對基板進行

冷卻30分鐘左右。

【0365】接著，以使形成有陽極101的面朝下的方式將形成有陽極101的基板固定在設置於真空蒸鍍裝置內的基板支架上，並且在陽極101上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法以上述結構式(xii)所表示的4-(6；2'-聯萘基-2-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBA(β N2)B)和NDP-9(分析工房株式會社，材料序號：1S20170124)的重量比為1：0.1(=BBA(β N2)B：NDP-9)且厚度為10nm的方式進行共蒸鍍，由此形成電洞注入層111。

【0366】接著，在電洞注入層111上作為第一電洞傳輸層112-1以厚度為20nm的方式蒸鍍BBA(β N2)B，然後作為第二電洞傳輸層112-2以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(viii)所表示的3,3'-(萘-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-吡啶)(簡稱：PCzN2)，由此形成電洞傳輸層112。注意，第二電洞傳輸層112-2也被用作電子障壁層。

【0367】接著，以上述結構式(ix)所表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(簡稱： α N- β NPAnth)和上述結構式(x)所表示的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)的重量比為1：0.015(= α N- β NPAnth：3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度為25nm的方式進行共蒸鍍，由此形成發光層113。

【0368】然後，在發光層113上以厚度為15nm的方式蒸鍍由上述結構式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)聯苯-

3-基]二苯并[f,h]喹啉(簡稱：2mDBTBPD_{Bq}-II)，然後以厚度為10nm的方式蒸鍍上述結構式(vi)所示的2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉(簡稱：NBPhen)，來形成電子傳輸層114。

【0369】在形成電子傳輸層114之後，以1nm的厚度蒸鍍氟化鋰(LiF)來形成電子注入層115，接著，以200nm的厚度蒸鍍鋁來形成陰極102，由此製造本實施例的發光裝置13。

【0370】

(發光裝置14的製造方法)

在發光裝置14中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xiii)所示的4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-芴-9-基)三苯基胺(簡稱：FLPAPA)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0371】

(發光裝置15的製造方法)

在發光裝置15中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xiv)所示的N-(4-聯苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(簡稱：BnfABP)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0372】

(發光裝置16的製造方法)

在發光裝置16中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xv)所示的4-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-4',4''-

二苯基三苯基胺(簡稱：mpBBAFLBi)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0373】

(發光裝置17的製造方法)

在發光裝置17中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xvi)所示的N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(1,1'-聯苯-2-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱：oYGBiSF)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0374】

(發光裝置18的製造方法)

在發光裝置18中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xvii)所示的4-(4-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiA β NBi)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0375】

(發光裝置19的製造方法)

在發光裝置19中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xviii)所示的4,4'-二苯基-4''-(7；1'-聯萘基-2-基)三苯基胺(簡稱：BBA α N β NB-03)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0376】

(發光裝置20的製造方法)

在發光裝置20中，將發光裝置13的BBA(β N2)B換為上述結構式(xix)所示的4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-

4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAFLBi)，而其他結構與發光裝置13相同。

【0377】發光裝置13至發光裝置20的元件結構如下表所示。

【0378】

[表22]

	電洞注入層	電洞傳輸層		發光層	電子傳輸層		電子注入層
		1	2				
	10 nm	20 nm	10 nm	25 nm	15 nm	10 nm	1 nm
發光裝置 13至20	*1:NDP-9 (1:0.1)	*1	PCzN2	aN-bNPAnth： 3,10PCA2Nbf(IV)- 02 (1:0.015)	2mDBTBPDBq- II	NBPhen	LiF

*1 發光裝置13：BBA(βN2)B
發光裝置14：FLPAPA
發光裝置15：BnfABP
發光裝置16：mpBBAFLBi
發光裝置17：oYGBiSF
發光裝置18：TPBiAβNBi
發光裝置19：BBAαNβNB-03
發光裝置20：BBAFLBi

【0379】此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階及電場強度[V/cm]的平方根為600時的電子移動率的表。

【0380】

[表23]

	HOMO能階 (eV)	LUMO能階 (eV)	電子移動率 (cm ² /Vs)
BBA(βN2)B	-5.47	-	-
FLPAPA	-5.54	-	-
BnfABP	-5.59	-	-
mpBBAFLBi	-5.49	-	-
oYGBiSF	-5.48	-	-
TPBiAβNBi	-5.47	-	-
BBAαNβNB-03	-5.47	-	-
BBAFLBi	-5.50	-	-
PCzN2	-5.71	-	-
αN-βNPAnth	-5.85	-2.74	-
2mDBTBPDBq-II	-	-2.94	2.2 × 10 ⁻⁵

【 0381】 在氮氛圍的手套箱中，以不使這些發光裝置暴露於大氣的方式使用玻璃基板進行密封處理(將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行UV處理並在80℃的溫度下進行1小時的熱處理)，然後對這些發光裝置的初期特性及可靠性進行測量。注意，測定在室溫下進行。

【 0382】 圖 68 示出發光裝置 13 至發光裝置 20 的亮度-電流密度特性，圖 69 示出電流效率-亮度特性，圖 70 示出亮度-電壓特性，圖 71 示出電流-電壓特性，圖 72 示出外部量子效率-亮度特性，圖 73 示出發射光譜。另外，表 24 示出各發光裝置的 1000cd/m²附近的主要特性。注意，圖表中凡例的數位對應於各發光裝置的號碼。

【 0383】

[表24]

	電壓 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
發光裝置13	4.0	0.24	6.0	0.14	0.13	11.9	11.6
發光裝置14	3.9	0.29	7.3	0.14	0.13	11.8	11.8
發光裝置15	4.4	0.33	8.3	0.14	0.10	10.8	12.3
發光裝置16	3.9	0.36	9.0	0.14	0.11	11.4	12.5
發光裝置17	3.9	0.33	8.2	0.14	0.10	12.2	13.8
發光裝置18	4.0	0.37	9.2	0.14	0.13	12.0	12.0
發光裝置19	3.9	0.35	8.7	0.14	0.11	11.2	12.3
發光裝置20	3.9	0.29	7.3	0.14	0.12	12.1	12.5

【0384】由圖68至圖73及表24可知，本發明的一個實施方式的發光裝置13至發光裝置20都是特性良好的藍色發光裝置。

【0385】另外，圖74是示出電流密度為50mA/cm²的條件下的相對於驅動時間的亮度變化的圖表。如圖74所示，作為本發明的一個實施方式的發光裝置的發光裝置13至20在經過300小時時也保持初始亮度的90%以上，尤其是發光元件14保持95%以上，由此可知隨著驅動時間的累積的亮度下降小且壽命長。

【0386】

<參考例子1>

在本參考例子中，對在各實施例中使用的有機化合物的HOMO能階、LUMO能階以及電子移動率的算出方法進行說明。

【0387】HOMO能階及LUMO能階可以根據循環伏安法(CV)測定算出。

【0388】作為測定裝置，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測定的溶液：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)，使作為支援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，且使測定物件以2mmol/L的濃度溶解而調變。(BAS株式會社(BAS Inc.)制，PTE鉑電極)，作為輔助電極使用鉑電極(BAS株式會社(BAS Inc.)制，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℃至25℃)進行測量。將CV測定時的掃描速度統一為0.1V/sec，測量出相對於參考電極的氧化電位E_a[V]及還原電位E_c[V]。E_a為氧化-還原波之間的中間電位，E_c為還原-氧化波之間的中間電位。在此，已知在本實施例中使用的參考電極的相對於真空能階的勢能為-4.94[eV]，因此利用HOMO能階[eV]=-4.94-E_a、LUMO能階[eV]=-4.94-E_c這兩個公式分別求得HOMO能階及LUMO能階。

【0389】電子移動率可以藉由阻抗譜法(Impedance Spectroscopy：IS法)測定。

【0390】作為EL材料的載子移動率的測定方法，已知有飛行時間法(Time-of-flight：TOF法)或從空間電荷限制電流(Space-charge-limited current：SCLC)的I-V特性來求

出的方法(SCLC法)等。TOF法與實際上的有機EL元件相比需要膜厚度更厚的樣本。SCLC法具有不能得到載子移動率的電場強度依賴性等的缺點。在IS法中，由於測定所需要的有機膜的厚度薄，亦即，幾百nm左右，所以可以使用較少量的EL材料形成膜，可以在採用近於實際上的EL元件的膜厚度的情況下測定移動率，可以得到載子移動率的電場強度依賴性。

【0391】在IS法中，對EL元件施加微小正弦波電壓信號($V=V_0[\exp(j\omega t)]$)，從其回應電流信號($I=I_0\exp[j(\omega t+\phi)]$)的電流振幅與輸入信號的相位差求出EL元件的阻抗($Z=V/I$)。藉由從高頻電壓變化到低頻電壓而將其施加到元件，可以使具有有助於阻抗的各種弛豫時間的成分分離並進行測定。

【0392】這裡，阻抗的倒數的導納 $Y(=1/Z)$ 如下述公式(1)那樣可以由導電 G 及電納 B 表示。

【0393】

[公式1]

$$Y = \frac{1}{Z} = G + jB \quad \dots(1)$$

【0394】再者，藉由單一電荷注入(single injection)模型，可以算出下述公式(2)及(3)。這裡， g (公式(4))為微分電導。注意，在公式中， C 表示靜電電容(電容)， θ 表示渡越角(ωt)， ω 表示角頻率。 t 為渡越時間。作為分析使用電流方程、泊松方程、電流連續方程，並忽略擴散電流及

陷阱態的存在。

【 0395】

[公式 2]

$$G=\frac{g\theta^3}{6}\frac{\theta-\sin\theta}{(\theta-\sin\theta)^2+\left(\frac{\theta^2}{2}+\cos\theta-1\right)^2}\cdots(2)$$

$$B=\omega C=\frac{g\theta^3}{6}\frac{\frac{\theta^2}{2}+\cos\theta-1}{(\theta-\sin\theta)^2+\left(\frac{\theta^2}{2}+\cos\theta-1\right)^2}\cdots(3)$$

$$g=\frac{9}{4}\varepsilon\mu\frac{V_0}{d^3}\cdots(4)$$

【 0396】從靜電電容的頻率特性算出移動率的方法為-ΔB法。此外，從導電的頻率特性算出移動率的方法為ωΔG法。

【 0397】實際上，首先，製造想要算出電子移動率的材料僅電子元件。僅電子元件是以作為載子只流過電子的方式設計的元件。在本說明書中，對從靜電電容的頻率特性算出移動率的方法(-ΔB法)進行說明。圖 42 示出所使用的僅電子元件的示意圖。

【 0398】這次為了用於測定製造的僅電子元件如圖 42 所示那樣在陽極 201 與陰極 202 之間包括第一層 210、第二層 211 及第三層 212。將要求出其電子移動率的材料用作第二層 211 的材料。這次以 ZADN 與 Liq 為 1：1(重量比)的共蒸鍍膜的電子移動率的測定為例進行說明。具體的結構例

子如下表所示。

【 0399】

[表25]

陽極			第一層	第二層	第三層	陰極
100 nm	50 nm	100 nm	1 nm	200 nm	1 nm	100 nm
APC	NITO	Al	Liq	ZADN:Liq (0.5:0.5)	Liq	Al

【 0400】圖 43 示出了使用 ZADN 及 Liq 的共蒸鍍膜作為第二層 211 形成的僅電子元件的電流密度-電壓特性。

【 0401】阻抗測定在 5.0V 至 9.0V 的範圍內施加直流電壓的同時在交流電壓為 70mV、頻率為 1Hz 至 3MHz 的條件下進行測定。從這裡得到的阻抗的倒數的導納(上述(1)公式)算出電容。圖 44 示出施加電壓為 7.0V 時算出的電容 C 的頻率特性。

【 0402】由於由微小電壓信號注入的載子所產生的空間電荷不能完全跟上微小交流電壓，電容 C 的頻率特性是從電流產生相位差得到的。這裡，膜中的載子的走行時間被所注入的載子到達相對電極的時間 T 定義，由以下公式(5)表示。

【 0403】

[公式 3]

$$T=\frac{4}{3}\frac{L^2}{\mu V_0} \cdots (5)$$

【 0404】負電納變化 (-ΔB) 對應於靜電電容變化 -ΔC 乘

以角頻率 ω 的值 ($-\omega\Delta C$)。由公式(3)導出最低頻率一側的峰頻率 $f'_{\max}(=\omega_{\max}/2\pi)$ 與走行時間 T 之間滿足以下公式(6)的關係。

【0405】

[公式 4]

$$T = \frac{4.5}{2\pi f'_{\max}} \quad \dots(6)$$

【0406】圖 45 示出從上述測定算出的(亦即，直流電壓為 7.0V 時的) $-\Delta B$ 的頻率特性。在圖式中以箭頭示出從圖 45 求出的最低頻率一側的峰頻率 $f'_{\max}$ 。

【0407】由於從由上述測定及分析得到的 $f'_{\max}$ 求出走行時間 T (參照上述公式(6))，所以可以從上述公式(5)求出這裡的直流電壓為 7.0V 時的電子移動率。藉由在直流電壓為 5.0V 至 9.0V 範圍內進行同樣的測定，可以算出各電壓(電場強度)的電子移動率，因此也可以測定移動率的電場強度依賴性。

【0408】圖 46 示出藉由上述算出法獲得的各有機化合物的電子移動率的最終電場強度依賴性，表 26 示出從圖 46 讀出的電場強度 [V/cm] 的平方根為 $600[\text{V/cm}]^{1/2}$ 時的電子移動率的值。

【0409】

[表26]

	電子移動率 (cm ² /Vs)
cgDBCzPA	7.7 × 10 ⁻⁵
2mDBTBPDBq-II	2.2 × 10 ⁻⁵
ZADN:Liq (1:1)	3.5 × 10 ⁻⁶

【 0410】如上所述可以算出電子移動率。注意，關於詳細的測定方法，參照 Takayuki Okachi 等人的“Japanese Journal of Applied Physics” Vol. 47, No. 12, 2008, pp. 8965-8972。

【 0411】

<參考例子 2>

在本參考例子中，對在實施例中使用的有機化合物的合成方法進行說明。

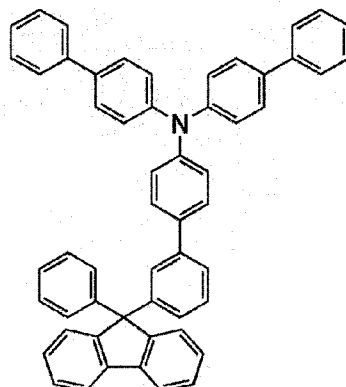
【 0412】

<<合成例子 1：4-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：mpBBAFLBi)的合成方法>>

以下示出 mpBBAFLBi 的結構式。

【 0413】

[化學式 12]

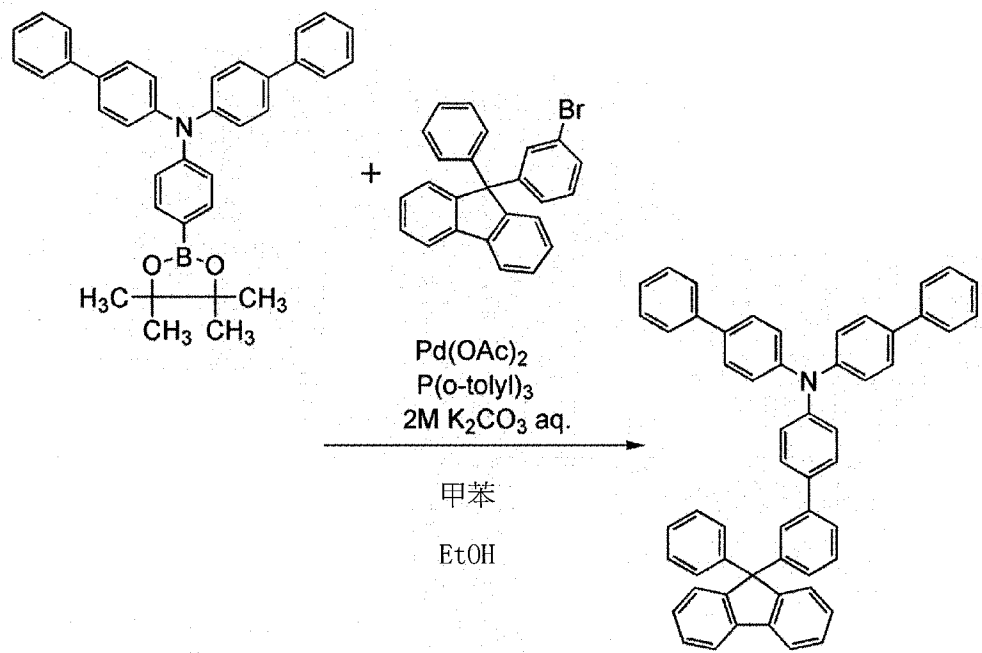


【0414】將2.0g(5.0mmol)的9-(3-溴苯基)-9-苯基-9H-芴、2.6g(5.0mmol)的2-{4-[二(4-聯苯基)胺基]苯基}4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧硼戊環、30mg(0.10mmol)的三(鄰甲苯基)膦以及2.8g(20mmol)的碳酸鉀放入200mL的三頸燒瓶中，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對該混合物加入15mL的甲苯、10mL的乙醇及10mL的水，在減壓下攪拌以進行脫氣。對該混合物加入11mg(0.050mmol)的醋酸鈹(II)，在氮氣流下以80℃攪拌2小時。

【0415】在攪拌後，對該混合物進行吸引過濾而收集固體。將該固體溶解於加熱了的甲苯，利用矽藻土、礬土、矽酸鎂進行吸引過濾。利用甲苯使濃縮濾液而得到的固體再結晶，以74%的產率且2.7g的產量得到目的物的白色固體。以下示出上述合成方法的合成方案。

【 0416 】

[化學式 13]



【0417】利用梯度昇華方法對所得到的2.6g的白色固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為3.5Pa且氬流量為5.0mL/分的條件下，以280℃進行加熱白色固體。在昇華純化後，以88%的回收率得到2.3g的淡黃色固體。

【0418】以下示出所得到的淡黃色固體的利用核磁共振光譜法(¹H NMR)的分析結果。由該結果可知得到mpBBAFLBi。

¹H NMR(DMSO, 300MHz)：δ=7.06-7.49(m、29H), 7.59-7.64(m, 8H), 7.90(d, J=7.8Hz, 2H)。

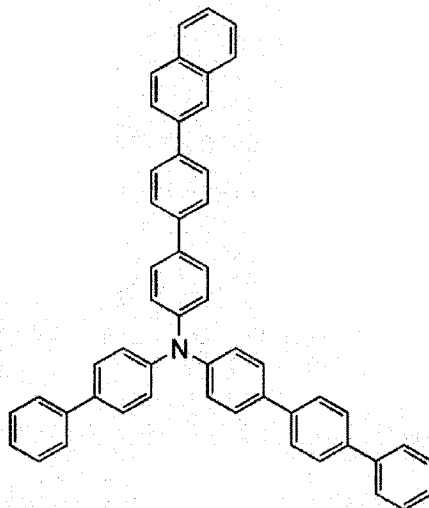
【0419】

<<合成例2：4-(4-聯苯基)-4'-{4-(2-萘基)苯基}-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiAβNBi)的合成方法>>

以下示出TPBiAβNBi的結構式。

【 0420 】

[化學式 14]



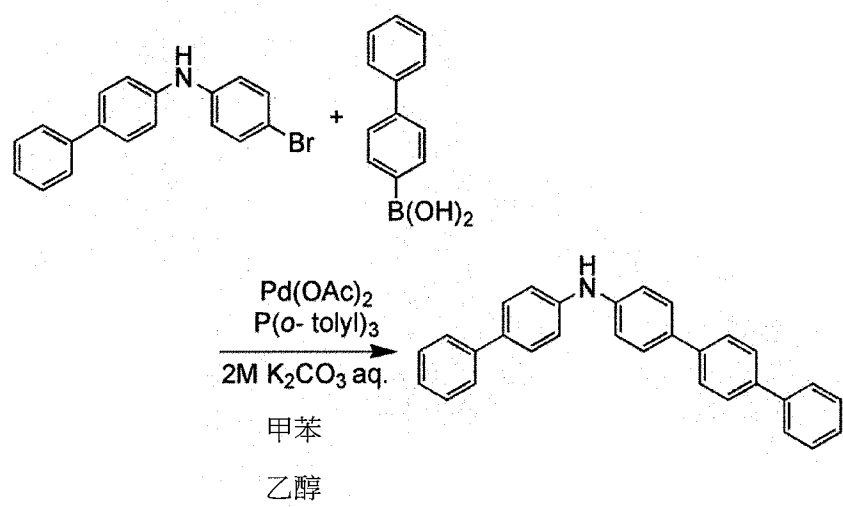
【 0421 】

<步驟 1：N-(1,1'-聯苯)-4-基-(1,1'：4',1'-三聯苯基)-4-4-胺的合成>

將 2.4g(7.4mmol)的 N-(4-溴苯基)-4-聯苯胺、1.5g(7.4mmol)的 4-聯苯硼酸、47mg(0.15mmol)的三(鄰甲苯基)膦、7mL 的碳酸鉀水溶液 (2.0mol/L)、60mL 的甲苯以及 20mL 的乙醇放入安裝有回流管的 200mL 三頸燒瓶中，對混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對所得到的混合物加入 16mg(74 μ mol)的醋酸鈣(II)並回流 3 小時。在攪拌後，藉由吸引過濾收集析出的固體，使用甲苯、乙醇和水洗滌得到的固體，由此以 99% 以上的產率得到 2.94g 的目的物的灰色固體。以下示出步驟 1 的合成方案。

【 0422 】

[化學式 15]



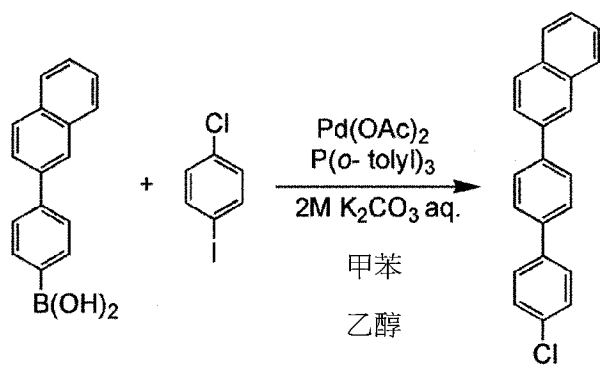
【 0423 】

<步驟 2：2-(4-氯-聯苯-4-基)萘的合成>

將 2.4g(10mmol)的 1-氯-4-碘苯、2.5g(10mmol)的 4-(2-萘基)苯基硼酸、61mg(0.20mmol)的三(鄰甲苯基)膦、20mL 的碳酸鉀水溶液(2.0mol/L)、70mL 的甲苯以及 30mL 的乙醇放入安裝有回流管的 200mL 三頸燒瓶中，對溶劑進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在加熱到 60℃ 之後，添加 22mg(0.10mmol)的醋酸鈹(II)，以 50℃ 攪拌 3 小時來起反應。在攪拌後，藉由吸引過濾收集析出的固體，使用甲苯、水和乙醇洗滌，由此以 86% 的產率得到 2.7g 的褐色固體。以下示出步驟 2 的合成方案。

【 0424 】

[化學式 16]



【 0425】 下面示出所得到的褐色固體的核磁共振光譜法 (¹H NMR) 的分析結果。由此可知，在上述合成步驟中得到了 2-(4-氯-聯苯-4-基)萘。

¹H NMR(二氯甲烷-d₂, 500MHz)：δ=8.13(s, 1H), 7.96 (d, J=9.5Hz, 1H), 7.94(d, J=9.5Hz, 1H), 7.89(d, J=7.0Hz, 1H), 7.85-7.81(m, 3H), 7.72(d, J=8.0Hz, 2H), 7.64(d, J=8.5Hz, 2H), 7.55-7.49(m, 2H), 7.46(d, J=8.0Hz, 2H)。

【 0426】

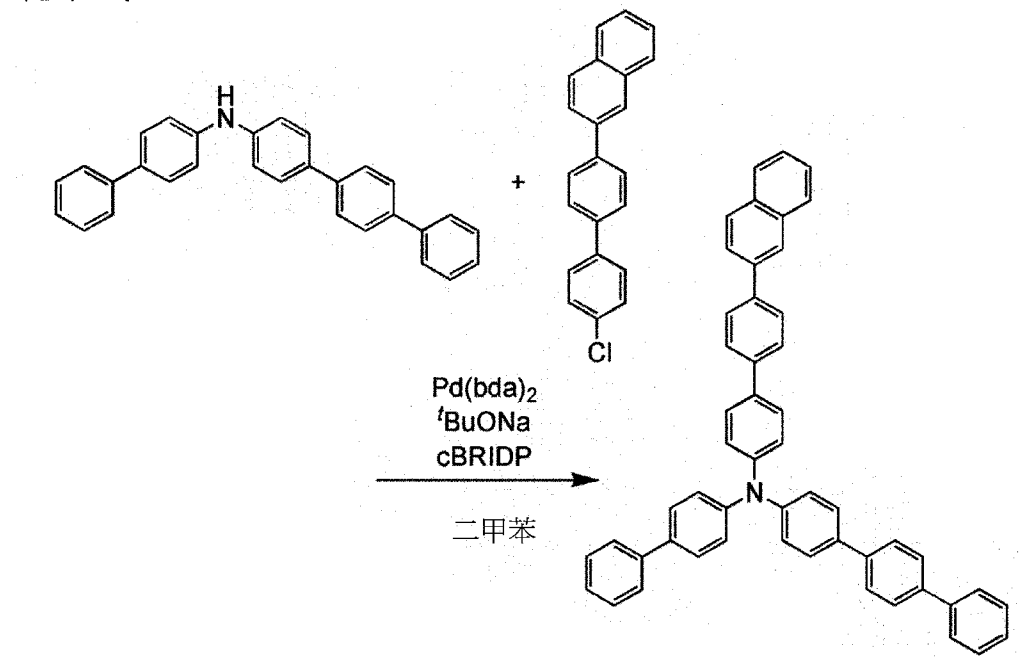
<步驟 3：4-(4-聯苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(簡稱：TPBiAβNBi)的合成>

將藉由步驟 1 得到的 2.94g(7.4mmol) 的 N-(1,1'-聯苯)-4-基-(1,1'：4',1''-三聯苯基)-4-胺、藉由步驟 2 得到的 2.32g(7.4mmol) 的 2-(4-氯-聯苯-4-基)萘、52mg(0.15mmol) 的二-三級丁基(1-甲基-2,2-二苯基環丙基)膦(商標名：cBRIDP(註冊商標))、1.4g(15mmol) 的三級丁醇鈉以及 140mL 的二甲苯放入安裝有回流管的 200mL 三頸燒瓶中，對混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對所得到的混合物加入 43mg(74μmol) 的雙(二亞苄基丙酮)

鈀(0)，對該混合物回流5小時。在攪拌後，藉由吸引過濾收集析出的固體，使用甲苯、水和乙醇洗滌，由此得到3.8g的灰色固體。以下示出步驟3的合成方案。

【 0427 】

[化學式 17]



【 0428 】 利用梯度昇華方法對所得到的3.8g的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在以15mL/分的流量流過氬且壓力為3.8Pa的條件下，以335℃加熱固體15小時。在昇華純化後，以74%的回收率得到2.8g的目的物的淡黃色固體。

【 0429 】 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法(¹H NMR)的分析結果。由此可知，在本合成例中得到了TPBiAβNB。

¹H NMR(氯仿-d, 500MHz)：δ=8.10(d, J=1.5Hz, 1H),

7.94(d, J=9.0Hz, 1H), 7.92(d, J=7.5Hz, 1H), 7.88(d, J=7.5Hz, 1H), 7.82-7.80(m, 3H), 7.73(d, J=8.5Hz, 2H), 7.68(s, 4H), 7.66(d, J=7.0Hz, 2H), 7.62-7.58(m, 6H), 7.55(d, J=8.5Hz, 2H), 7.52-7.43(m, 6H), 7.36 (t, J=7.0Hz, 1H), 7.33(t, J=7.0Hz, 1H), 7.29-7.27(m, 6H)。

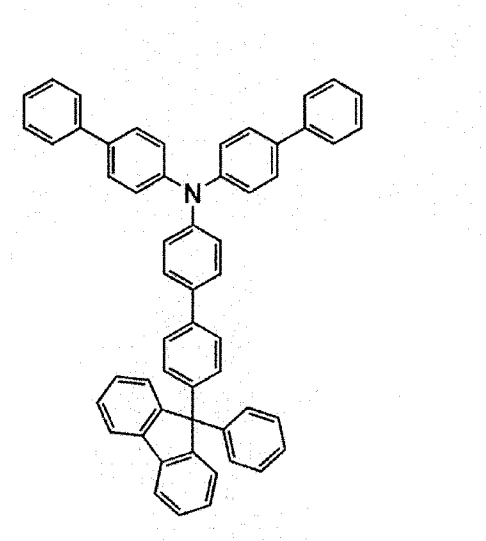
【 0430】

<<合成例 3：4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(簡稱：BBAFLBi)的合成方法>>

以下示出 BBAFLBi 的結構式。

【 0431】

[化學式 18]



【 0432】

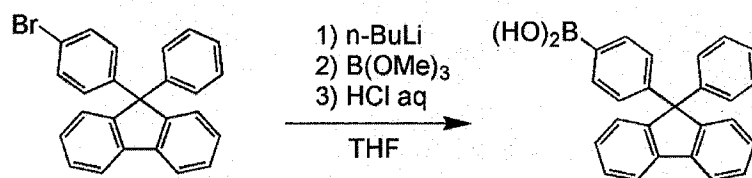
<步驟 1：4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基硼酸的合成>

在將 15.89g(40mmol)的 9-(4-溴苯基)-9-苯基-9H-芴放入 500mL 的三頸燒瓶中之後進行減壓，以進行脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。對該容器內添加 200mL 的脫水四氫呋喃(簡稱：THF)。在攪拌該混合物的同時冷卻到大約 -78

℃，然後滴下 30mL(48mmol)、1.59mol/L 的正丁基鋰己烷溶液，在升溫到 -40℃ 之後攪拌 1 小時。接著，在添加 50mL 的脫水 THF 之後再冷卻到大約 -78℃，然後滴下 6.4mL(57mmol) 的硼酸三甲酯。將該混合物升溫到室溫，然後攪拌 16 小時。對該溶液添加 25mL 的水和 30mL 的 1 當量的稀鹽酸並進行攪拌，之後分離水層和有機層，使用 100mL 的碳酸氫鈉飽和水溶液對所得到的有機層洗滌一次，使用 100mL 的飽和食鹽水洗滌一次。在洗滌後，使用硫酸鎂對該溶液進行乾燥，在濾液之後使用甲苯再結晶，以 70% 的產率得到 10.1g 的白色固體。以下示出步驟 1 的合成方案。

【 0433 】

[化學式 19]



【 0434 】

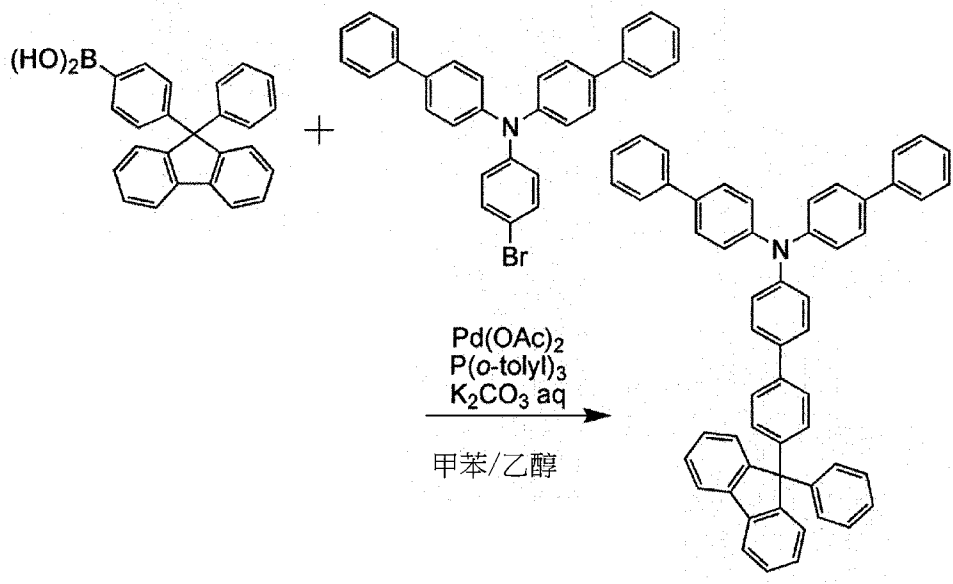
<步驟 2：BBAFLBi 的合成>

將 2.53g(7mmol) 的 4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基硼酸、3.34g(7mmol) 的 4-溴-4',4''-二苯基三苯基胺、2.90g(7mmol) 的碳酸鉀、70mL 的甲苯、12.5mL 的乙醇以及 10.5mL 的水放入容量 200mL 三頸燒瓶中。在進行減壓的同時攪拌該混合物，以進行脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮

氣。對該混合物加入 15.7mg(0.07mmol) 的醋酸鈮和 42.2mg(0.07mmol) 的三(鄰甲苯基)膦，在氮氣流下以 85℃ 攪拌 6 小時。對該混合物冷卻到室溫，然後將析出的固體過濾出來，之後使用 100mL 的水對所得到的溶液(濾液)洗滌兩次，使用 50mL 的飽和食鹽水洗滌一次，然後使用硫酸鎂去除水分。這與上述反應後過濾出來的固體合在一起，添加 300mL 的甲苯進行加熱而溶解固體，利用矽藻土/礬土/矽酸鎂/矽藻土純化。在濃縮所得到的濾液之後，加入乙醇進行再結晶，以 89% 的產率得到 4.54g 的白色固體。以下示出步驟 2 的合成方案。

【 0435 】

[化學式 20]



【 0436 】 利用梯度昇華方法對所得到的 4.39g 的白色固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.5Pa 且氬流量為 15mL/分的條件下，以 320℃ 進行加熱。在昇華純化

後，以 62% 的回收率得到 2.73g 的 BBAFLP 的白色固體。

【0437】下面示出所得到的白色固體的利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 的分析結果。由此可知，在本合成例中得到了 BBAFLP。

$^1\text{H NMR}(\text{CDCl}_3, 500\text{MHz})$: $\delta=7.17-7.28(\text{m}, 13\text{H})$, $\delta=7.31(\text{dd}, J=12.6\text{Hz}, 7.4\text{Hz}, 4\text{H})$, $\delta=7.37(\text{dd}, J=7.5\text{Hz}, 1.1\text{Hz}, 4\text{H})$, $\delta=7.40-7.47(\text{m}, 10\text{H})$, $\delta=7.51(\text{d}, J=8.6\text{Hz}, 4\text{H})$, $\delta=7.58(\text{d}, J=8.1\text{Hz}, 4\text{H})$, $\delta=7.78(\text{d}, J=7.4\text{Hz}, 2\text{H})$ 。

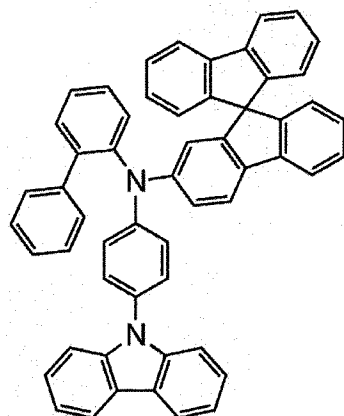
【0438】

<<合成例 4 : N-[4-(9H-呋唑-9-基)苯基]-N-(1,1'-聯苯-2-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱 : oYGBiSF)的合成方法>>

以下示出 oYGBiSF 的結構式。

【0439】

[化學式 21]



【0440】

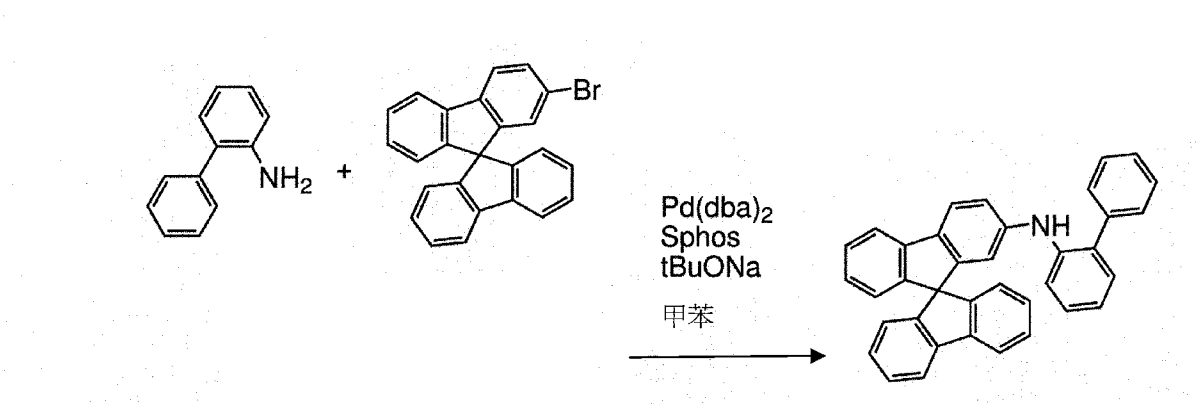
<步驟 1 : N-(1,1'-聯苯-2-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺的合成>

對安裝有冷凝管和三通旋塞的 200mL 的三頸燒瓶內加

入 1.8g(10mmol)的 2-胺基聯苯、4.1g(10mmol)的 2-溴-9，9'-螺雙[9H-蒽]、0.34g(0.80mmol)的 2-二環己基膦基-2'，6'-二甲氧基聯苯(簡稱：S-Phos)、2.0g(20mmol)的三級丁醇鈉，對系統內進行氮氣置換並加入 52mL 的甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，使系統內處於氮氣流下，對該混合物以 60℃ 進行加熱攪拌。在使系統內加熱到 60℃ 之後加入 0.24g(0.40mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈀(0)，然後對該混合物以 80℃ 加熱攪拌 2.5 小時。在加熱攪拌之後，藉由進行吸引過濾去除所析出的固體，對所得到的濾液用水洗滌三次，然後用飽和食鹽水洗滌，使用硫酸鎂乾燥有機層。乾燥後藉由對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到 3.4g 的褐色固體。利用矽膠管柱層析法(在流動相中，己烷和甲苯的比率從 10：1 逐漸變為 2：1)對所得到的褐色固體進行精煉，來得到目的物的白色固體。利用甲苯\己烷使所得到的固體再結晶，由此以 74% 的產率得到 3.7g 的目的物的白色固體。以下示出步驟 1 的合成方案。

【 0441 】

[化學式 22]



【 0442 】

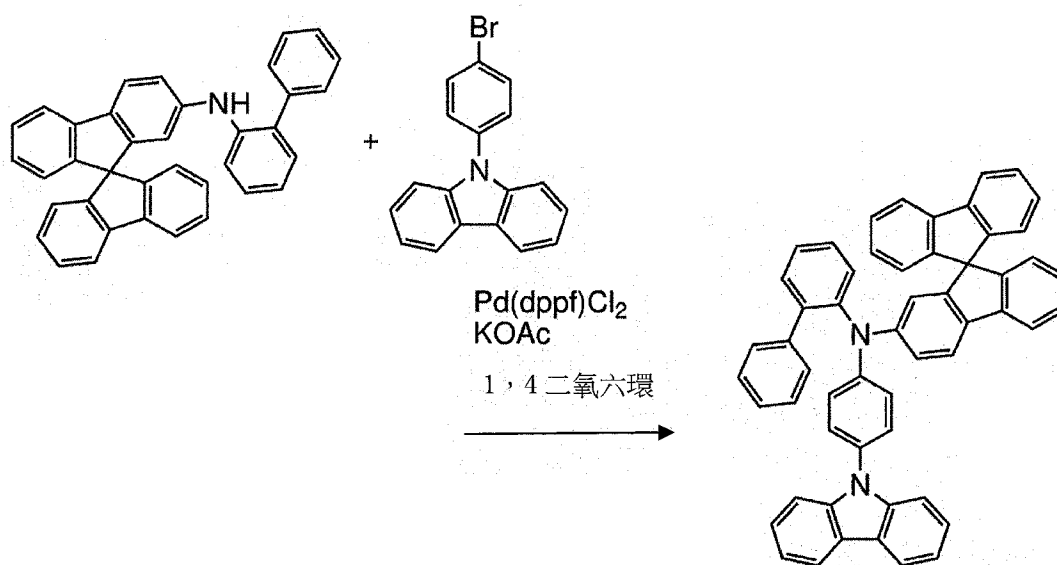
<步驟 2：N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(1,1'-聯苯-2-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺(簡稱：oYGBiSF)的合成>

對安裝有冷凝管、三通旋塞的 200mL 的三頸燒瓶內加入在步驟 1 中得到的 2.7g(5.5mmol)的 N-(1,1'-聯苯-2-基)-9,9'-螺雙[9H-芴]-2-胺、1.8g(5.5mmol)的 9-(4-溴苯基)-9H-咔唑、0.18g(0.40mmol)的 2-二環己基膦基-2'、6'-二甲氧基聯苯(簡稱：S-Phos)、1.1g(11mmol)的三級丁氧基，對系統內進行氮氣置換並加入 52mL 的甲苯。在對該混合物進行減壓脫氣之後，使系統內處於氮氣流下，對該混合物加入 0.13g(0.22mmol)的雙(二亞苄基丙酮)鈣(0)，然後以 80℃ 加熱攪拌該混合物。在加熱攪拌之後，藉由進行吸引過濾去除所析出的固體，對所得到的濾液用水洗滌三次，然後用飽和食鹽水洗滌，使用硫酸鎂乾燥有機層。乾燥後藉由對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液得到褐色固體。利用矽膠管柱層析法(在流動相中，己烷和甲苯的比率從 10：1 逐漸變為 2：1)對所得到的褐色固體進行精煉，來得到目的物的白色固體。利用甲苯\己烷使所得到的固體再結晶，由此以 79% 的產率得到 3.2g 的目的物的白色固體。

【0443】利用梯度昇華法昇華精煉所得到的白色固體。在昇華純化中，在壓力為 2.9Pa 且以 15mL/min 的流速流過氫的條件下，以 310℃ 加熱 3.2g 的白色固體 15 小時。在昇華純化後，以 91% 的回收率得到 2.9g 的目的物的無色透明立方晶。以下示出步驟 2 的合成方案。

【0444】

[化學式 23]



【0445】對所得到的固體進行¹H-NMR測定。以下示出測定結果。由此可知，在本合成例中得到了oYGBiSF。

¹H NMR(二氯甲烷-d₂, 500MHz) : δ=6.29(sd、J₂=2.0Hz、1H)、6.56(d、J=7.5Hz、1H)、6.67(d、J=7.5Hz、2H)、6.86(dt、J₁=9.0Hz、J₂=2.0Hz、2H)、6.93(dd、J₁=8.3Hz、J₂=2.0Hz、1H)、7.00(td、J₁=7.5Hz、J₂=1.0Hz、1H)、7.04-7.08(m、5H)、7.08-7.11(m、2H)、7.14(td、J₁=7.5Hz、J₂=1.0Hz、2H)、7.21-7.31(m、9H)、7.34(td、J₁=7.0Hz、J₂=1.5Hz、2H)、7.38(td、J₁=7.5Hz、J₂=1.0Hz、2H)、7.59(d、J=8.0Hz、1H)、7.70(d、J=8.0Hz、1H)、7.79(d、J=8.0Hz、2H)、8.09(d、J=8.0Hz、2H)。

【符號說明】

【0446】

- 101：陽極
- 102：陰極
- 103：EL層
- 111：電洞注入層
- 112：電洞傳輸層
- 112-1：第一電洞傳輸層
- 112-2：第二電洞傳輸層
- 113：發光層
- 114：電子傳輸層
- 115：電子注入層
- 116：電荷產生層
- 117：P型層
- 118：電子中繼層
- 119：電子注入緩衝層
- 201：陽極
- 202：陰極
- 210：第一層
- 211：第二層
- 212：第三層
- 400：基板
- 401：陽極
- 403：EL層
- 404：陰極
- 405：密封材料

406：密封材料
407：密封基板
412：焊盤
420：IC晶片
501：陽極
502：陰極
511：第一發光單元
512：第二發光單元
513：電荷產生層
601：驅動電路部(源極線驅動電路)
602：像素部
603：驅動電路部(閘極線驅動電路)
604：密封基板
605：密封材料
607：空間
608：佈線
609：FPC(軟性印刷電路)
610：元件基板
611：開關FET
612：電流控制FET
613：陽極
614：絕緣物
616：EL層
617：陰極

618：發光裝置

951：基板

952：電極

953：絕緣層

954：隔離層

955：EL層

956：電極

1001：基板

1002：基底絕緣膜

1003：閘極絕緣膜

1006：閘極電極

1007：閘極電極

1008：閘極電極

1020：第一層間絕緣膜

1021：第二層間絕緣膜

1022：電極

1024W：陽極

1024R：陽極

1024G：陽極

1024B：陽極

1025：分隔壁

1028：EL層

1029：陰極

1031：密封基板

1032：密封材料
1033：透明基材
1034R：紅色彩色層
1034G：綠色彩色層
1034B：藍色彩色層
1035：黑矩陣
1036：保護層
1037：第三層間絕緣膜
1040：像素部
1041：驅動電路部
1042：周邊部
2001：外殼
2002：光源
2100：機器人
2110：運算裝置
2101：照度感測器
2102：麥克風
2103：上部照相機
2104：揚聲器
2105：顯示器
2106：下部照相機
2107：障礙物感測器
2108：移動機構
3001：照明設備

5000：外殼

5001：顯示部

5002：第二顯示部

5003：揚聲器

5004：LED燈

5006：連接端子

5007：感測器

5008：麥克風

5012：支撐部

5013：耳機

5100：掃地機器人

5101：顯示器

5102：照相機

5103：刷子

5104：操作按鈕

5150：可攜式資訊終端

5151：外殼

5152：顯示區域

5153：彎曲部

5120：垃圾

5200：顯示區域

5201：顯示區域

5202：顯示區域

5203：顯示區域

7101：外殼
7103：顯示部
7105：支架
7107：顯示部
7109：操作鍵
7110：遙控器
7201：主體
7202：外殼
7203：顯示部
7204：鍵盤
7205：外部連接埠
7206：指向裝置
7210：第二顯示部
7401：外殼
7402：顯示部
7403：操作按鈕
7404：外部連接埠
7405：揚聲器
7406：麥克風
9310：可攜式資訊終端
9311：顯示面板
9313：鉸鏈部
9315：外殼

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種發光裝置，包括：

在陽極與陰極之間，從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、以及第四層，

該第一層與該陽極接觸，

該第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，

該第二層包括第三有機化合物，

該第三層包括第四有機化合物，

該發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，

該第四層包括第七有機化合物，

該第一有機化合物為具有拉電子基團的有機化合物，

該第五有機化合物為發光中心物質，

該第二有機化合物的HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，

該第三有機化合物的HOMO能階等於或深於該第二有機化合物的HOMO能階，

該第三有機化合物的HOMO能階與該第二有機化合物的HOMO能階之差為 0.2eV 以下，

該第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物，

該第四有機化合物的HOMO能階深於該第三有機化合物的HOMO能階。

【請求項2】一種發光裝置，包括：

在陽極與陰極之間，從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、以及第四層，

該第一層與該陽極接觸，
該第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，
該第二層包括第三有機化合物，
該第三層包括第四有機化合物，
該發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，
該第四層包括第七有機化合物，
該第一有機化合物為具有氰基或鹵基的有機化合物，
該第五有機化合物為發光中心物質，
該第二有機化合物的HOMO能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，

該第三有機化合物的HOMO能階等於或深於該第二有機化合物的HOMO能階，

該第三有機化合物的HOMO能階與該第二有機化合物的HOMO能階之差為 0.2eV 以下，

該第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物，

該第四有機化合物的HOMO能階深於該第三有機化合物的HOMO能階。

【請求項3】如請求項1或2之發光裝置，其中
該第二有機化合物與該第三有機化合物是相同的物質。

【請求項4】一種發光裝置，包括：
在陽極與陰極之間，從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、以及第四層，
該第一層與該陽極接觸，

該第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，

該第二層包括第三有機化合物，

該第三層包括第四有機化合物，

該發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，

該第四層包括第七有機化合物，

該第一有機化合物為具有拉電子基團的有機化合物，

該第五有機化合物為發光中心物質，

該第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且 -5.2eV 以下，

該第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物，

該第二有機化合物與該第三有機化合物是相同的物質。

【請求項 5】一種發光裝置，包括：

在陽極與陰極之間，從陽極一側依次包括第一層、第二層、第三層、發光層、以及第四層，

該第一層與該陽極接觸，

該第一層包括第一有機化合物及第二有機化合物，

該第二層包括第三有機化合物，

該第三層包括第四有機化合物，

該發光層包括第五有機化合物及第六有機化合物，

該第四層包括第七有機化合物，

該第一有機化合物為具有氰基或鹵基的有機化合物，

該第五有機化合物為發光中心物質，

該第二有機化合物的 HOMO 能階為 -5.7eV 以上且

-5.2eV以下，

該第七有機化合物為缺 π 電子型雜芳族化合物，

該第二有機化合物與該第三有機化合物是相同的物質。

【請求項6】如請求項1或4之發光裝置，其中

該第一有機化合物為該拉電子基團鍵合於具有多個雜原子的稠合芳香環的有機化合物。

【請求項7】如請求項1或4之發光裝置，其中

該第一有機化合物為具有該拉電子基團的[3]軸烯衍生物。

【請求項8】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第六有機化合物的LUMO能階淺於該第七有機化合物的LUMO能階，

該第七有機化合物與該第六有機化合物的LUMO能階之差為0.1eV以上且0.3eV以下。

【請求項9】如請求項2或5之發光裝置，其中

該鹵基為氟基。

【請求項10】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該缺 π 電子型雜芳族化合物具有喹啉骨架、苯并咪唑骨架和三嗪骨架中的任意個。

【請求項11】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第二有機化合物具有第一電洞傳輸性骨架，

該第三有機化合物具有第二電洞傳輸性骨架，

該第四有機化合物具有第三電洞傳輸性骨架，

該第一電洞傳輸性骨架、該第二電洞傳輸性骨架及該第三電洞傳輸性骨架分別獨立為呋唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的任一個。

【請求項12】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第六有機化合物為只由烴構成的有機化合物，

該第六有機化合物的HOMO能階深於該第四有機化合物的HOMO能階，

該第四有機化合物與該第六有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以上且0.4eV以下。

【請求項13】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第六有機化合物為具有蒽骨架及雜環骨架的有機化合物，

該第四有機化合物與該第六有機化合物的HOMO能階之差小於0.2eV。

【請求項14】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第六有機化合物為具有蒽骨架及雜環骨架的有機化合物，

該第四有機化合物為兩個呋唑環與萘環鍵合的有機化

合物。

【請求項15】如請求項14之發光裝置，其中
該第四有機化合物為3,3'-(蔡-1,4-二基)雙(9-苯基-9H-
呿啞)。

【請求項16】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第七有機化合物的電子移動率比該第六有機化合物的電子移動率小。

【請求項17】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第四有機化合物的HOMO能階與該第三有機化合物的HOMO能階之差為0.2eV以下。

【請求項18】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第二有機化合物為具有二苯并呿喃骨架的有機化合物。

【請求項19】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第七有機化合物為具有喹啉骨架的有機化合物。

【請求項20】如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置，其中

該第五有機化合物為藍色螢光材料。

【請求項21】一種電子裝置，包括：

如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置；以及

感測器、操作按鈕、揚聲器或麥克風。

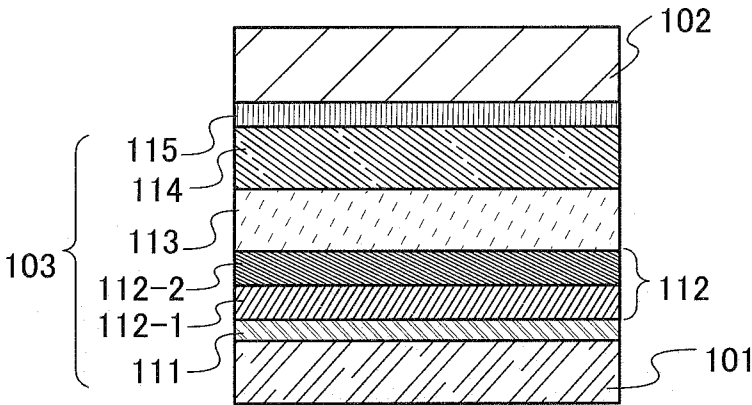
【請求項22】一種發光器件，包括：

如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置；以及
電晶體或基板。

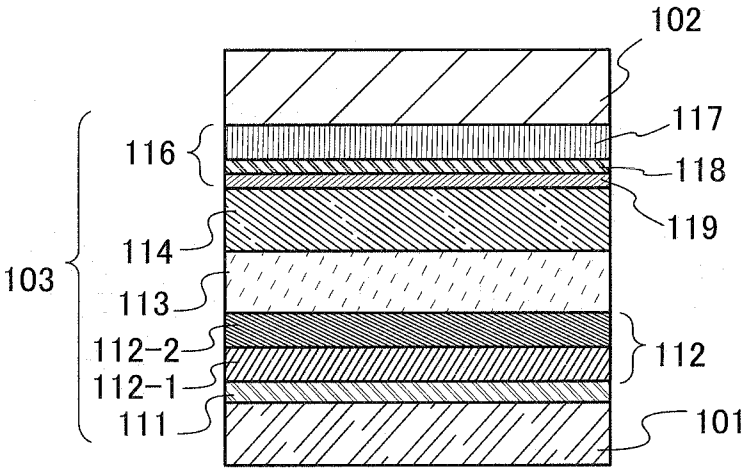
【請求項23】一種照明設備，包括：

如請求項1、2、4及5中任一項之發光裝置；以及
外殼。

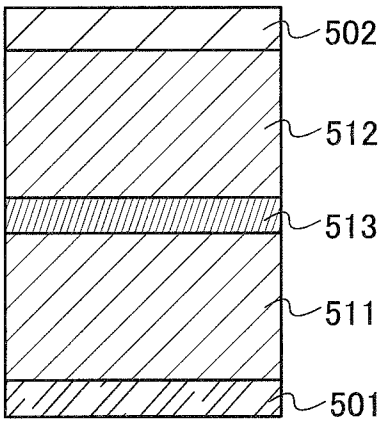
【發明圖式】



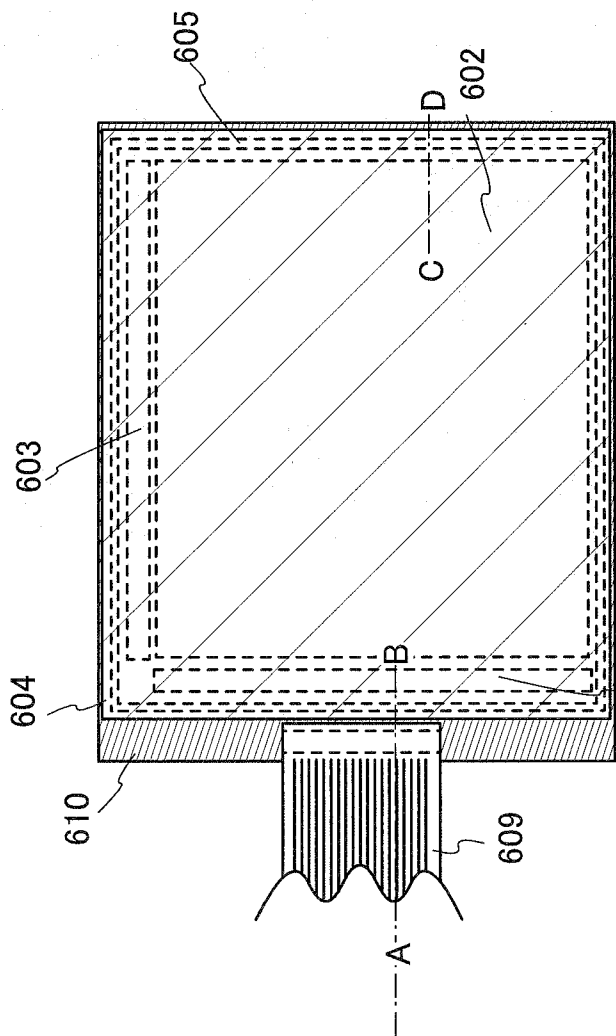
【圖 1A】



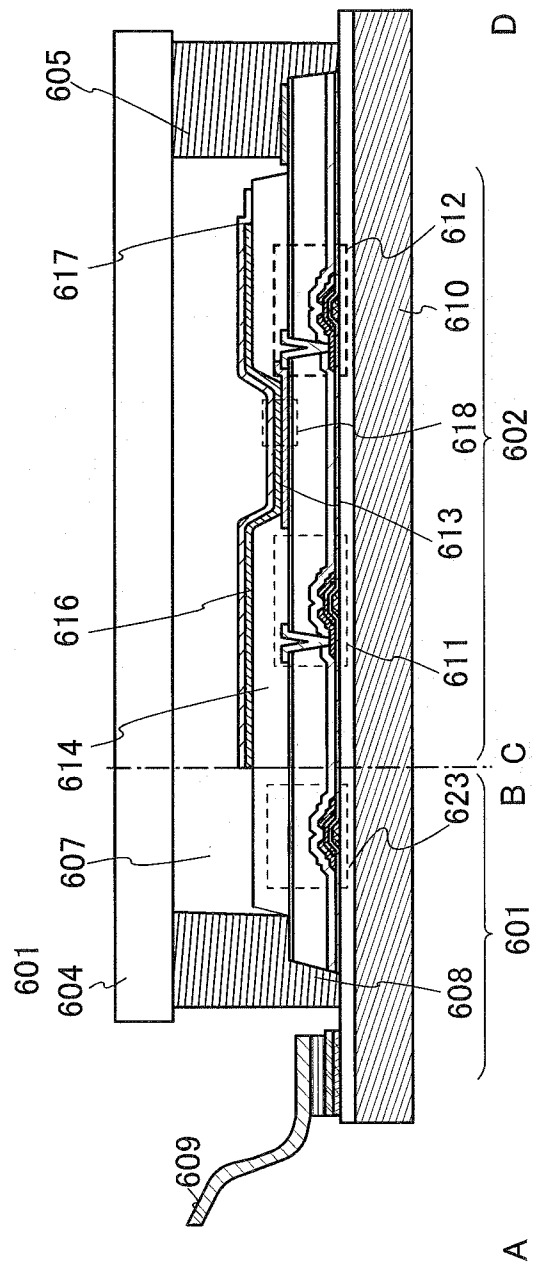
【圖 1B】



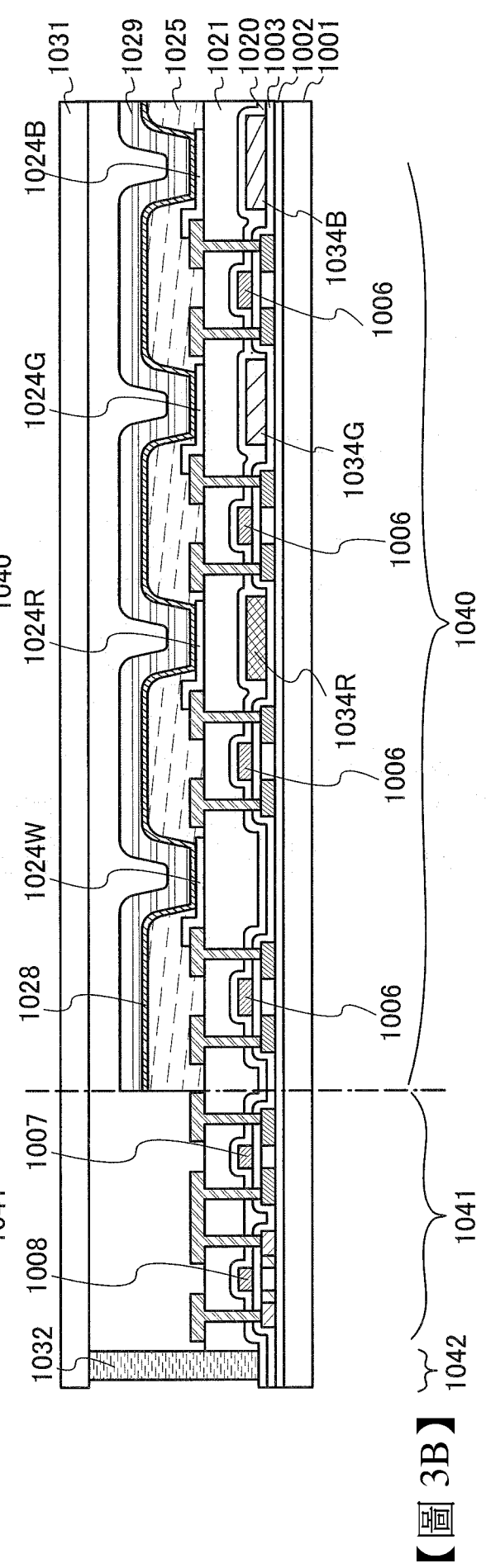
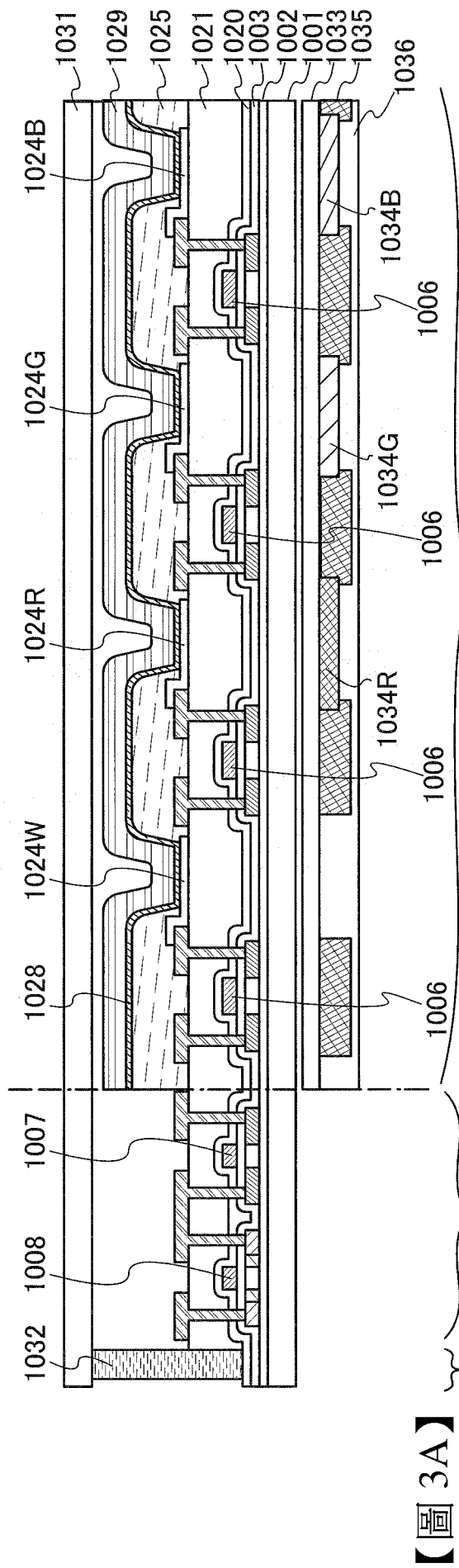
【圖 1C】

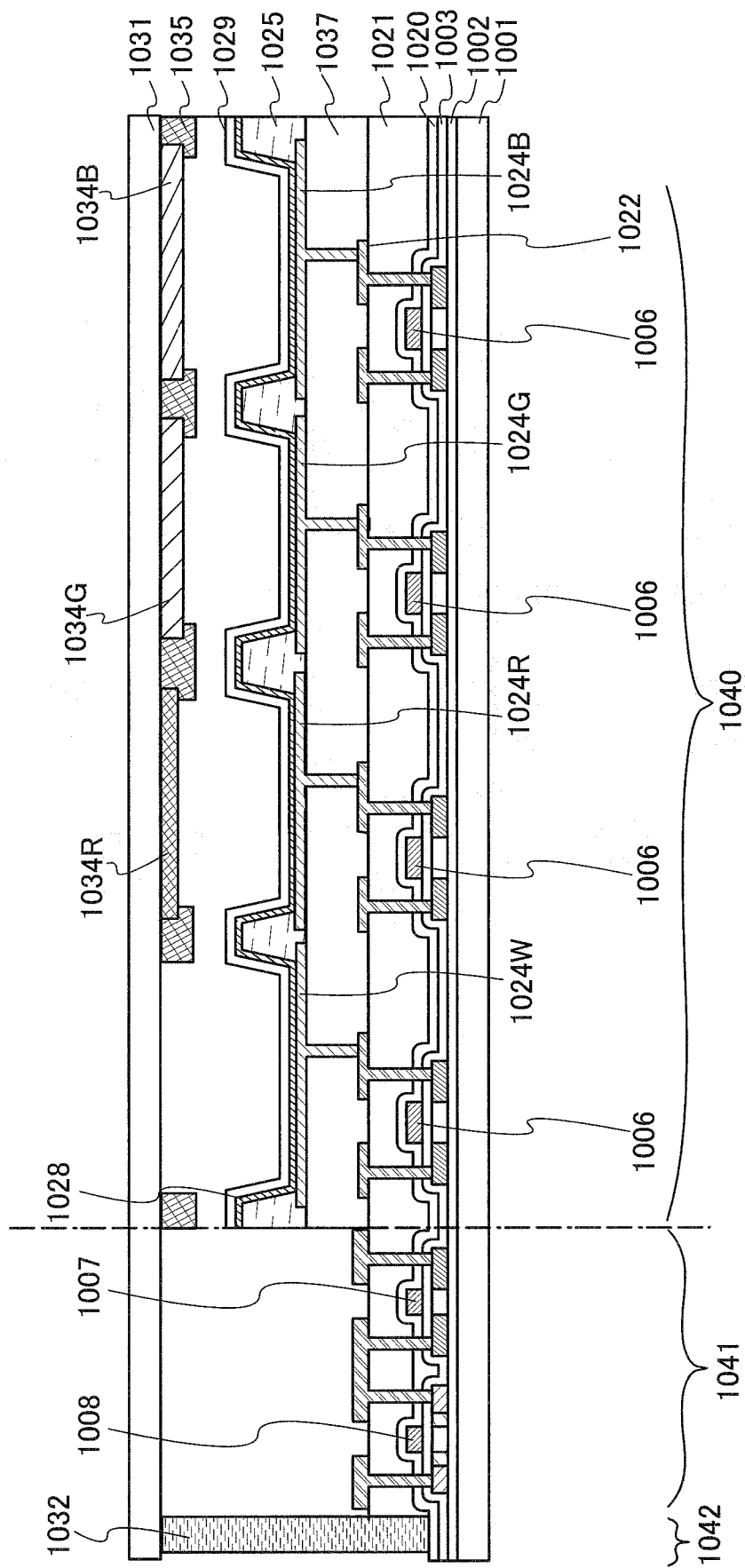


【圖 2A】

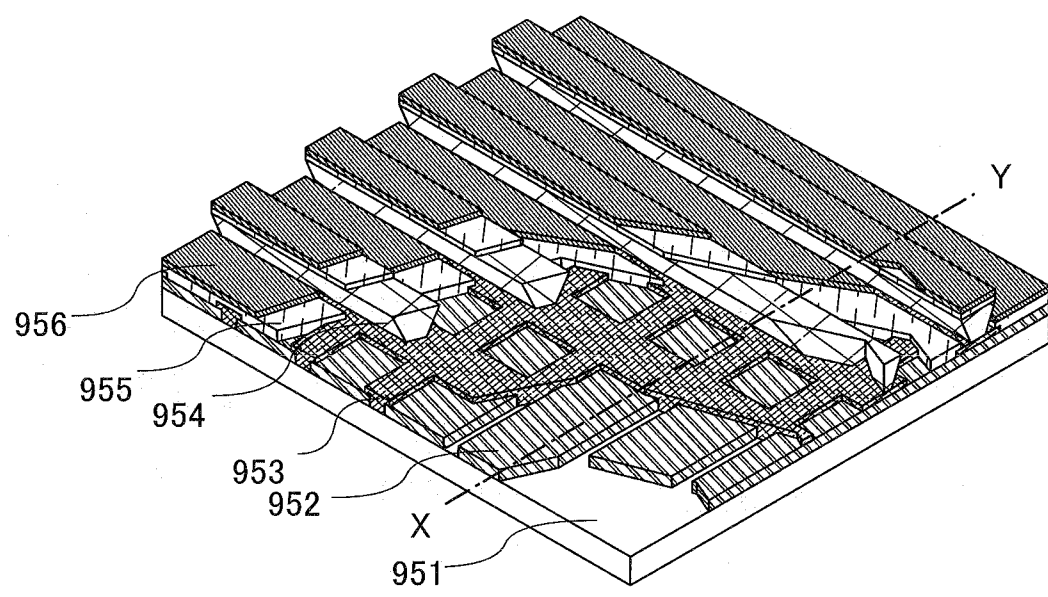


【圖 2B】

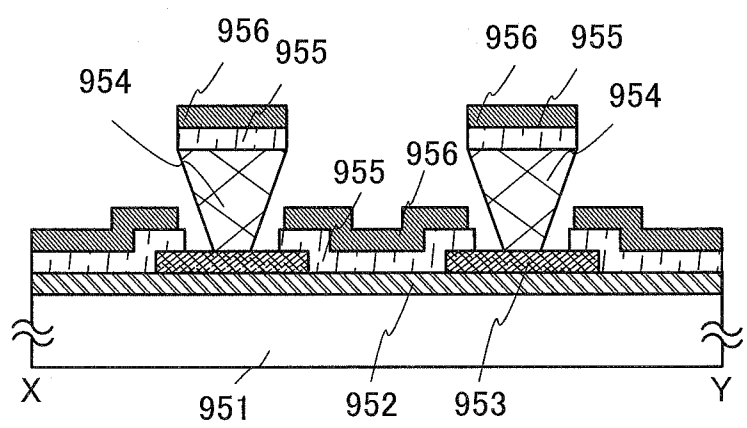




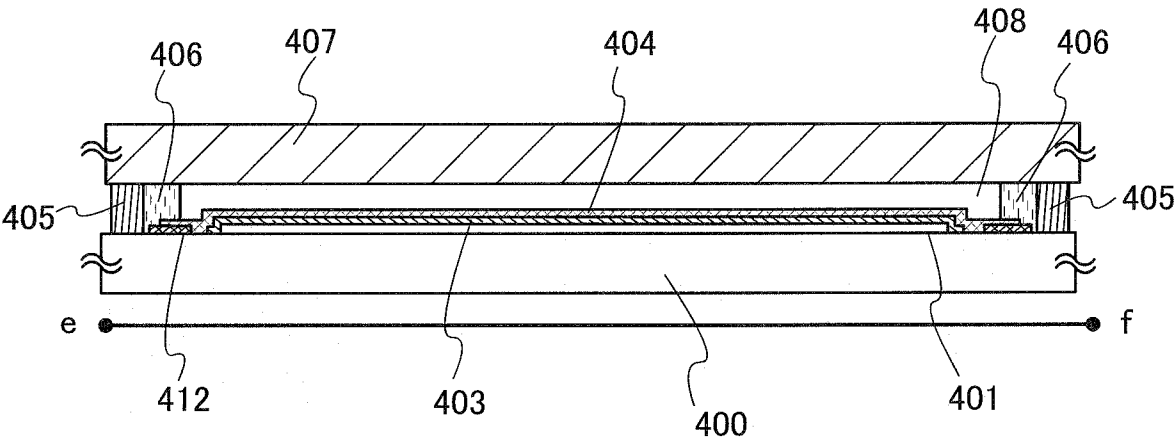
【圖 4】



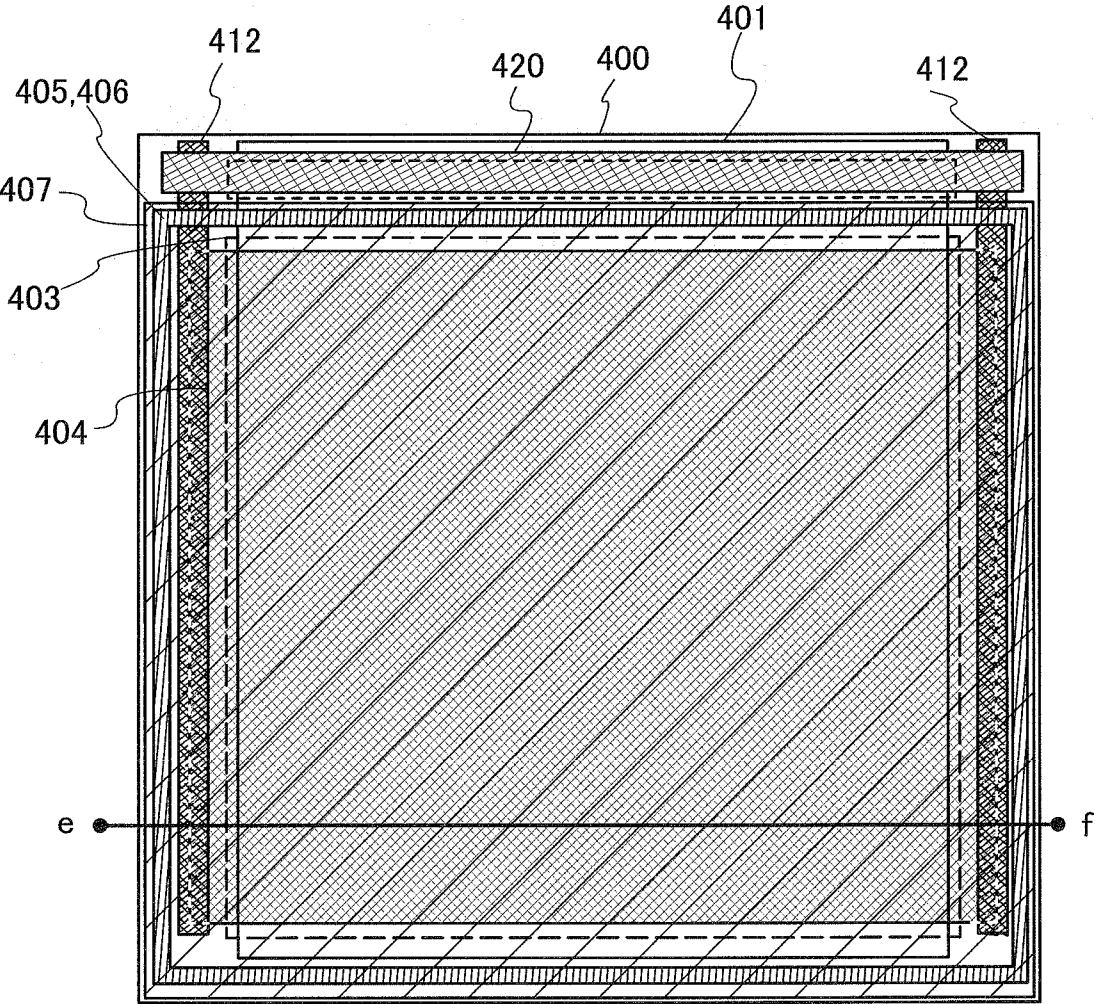
【圖 5A】



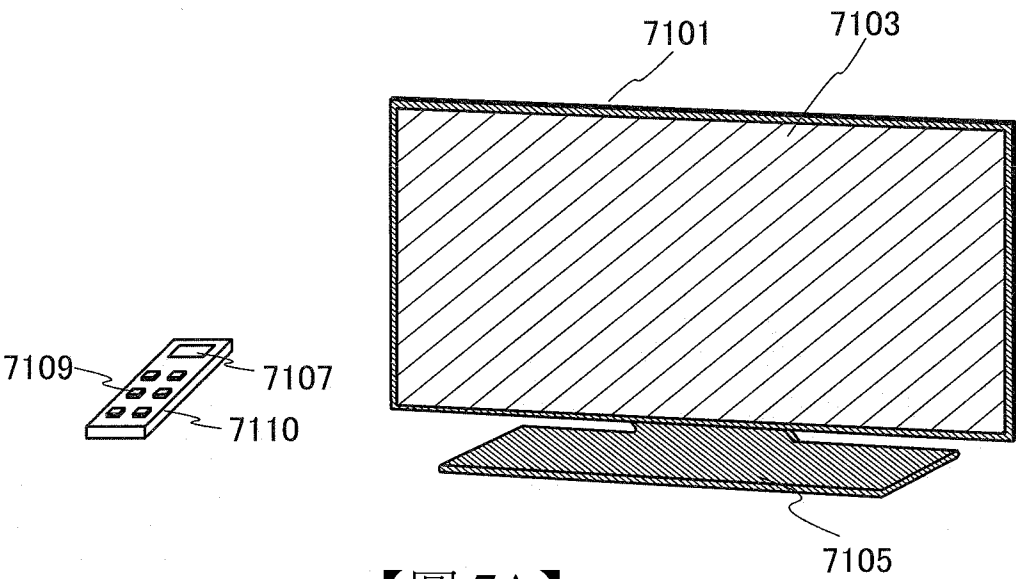
【圖 5B】



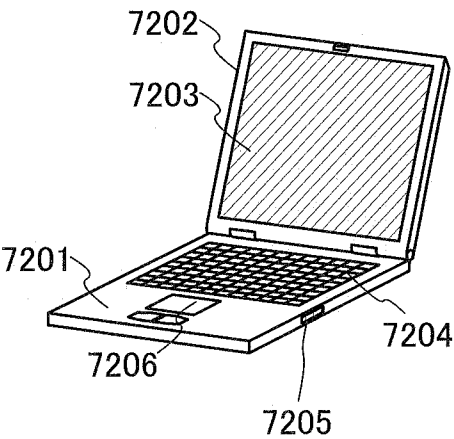
【圖 6A】



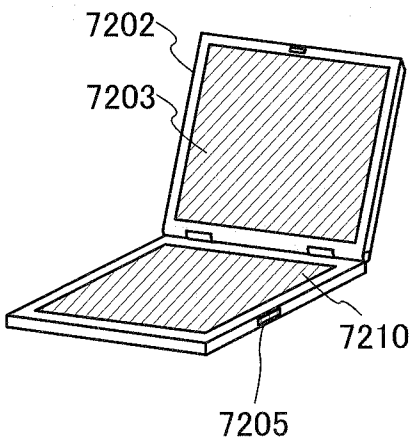
【圖 6B】



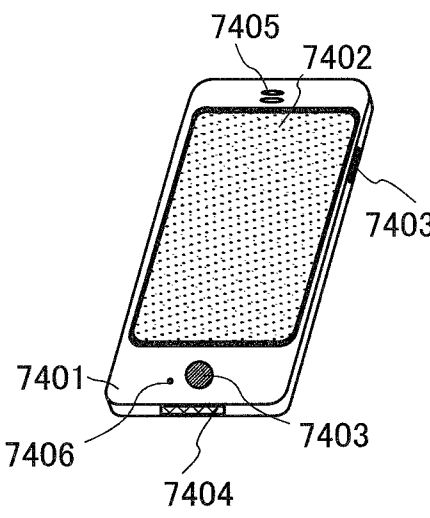
【圖 7A】



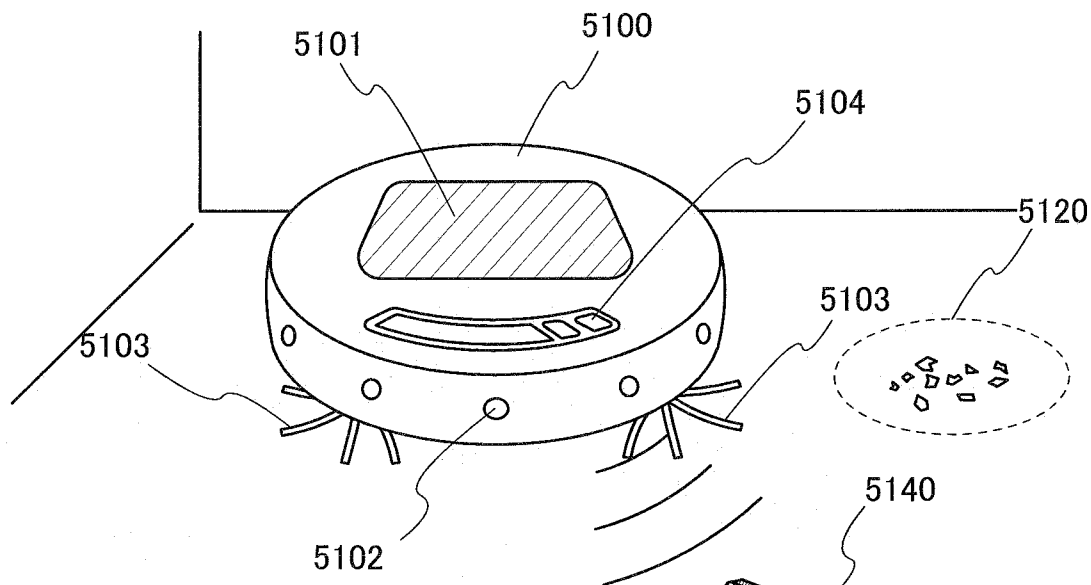
【圖 7B1】



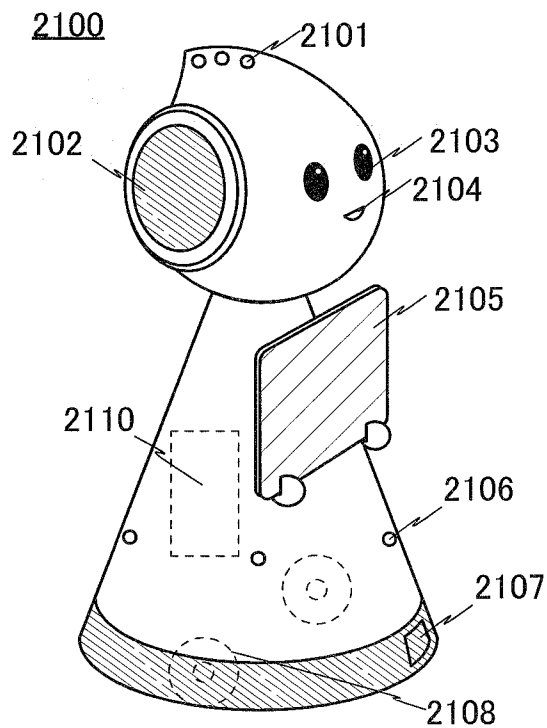
【圖 7B2】



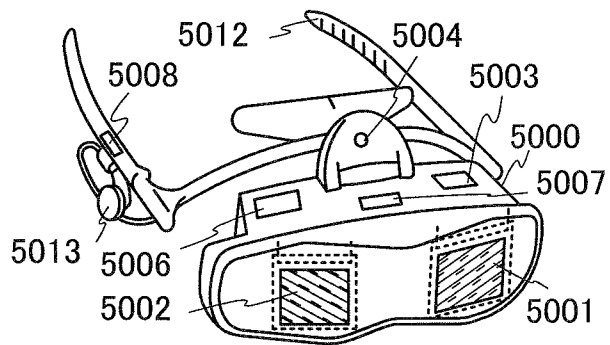
【圖 7C】



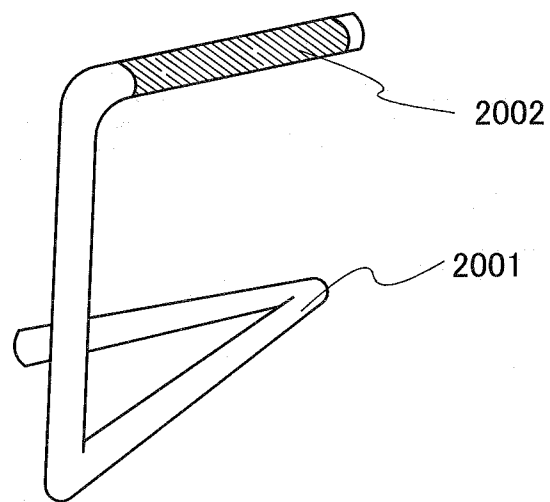
【圖 8A】



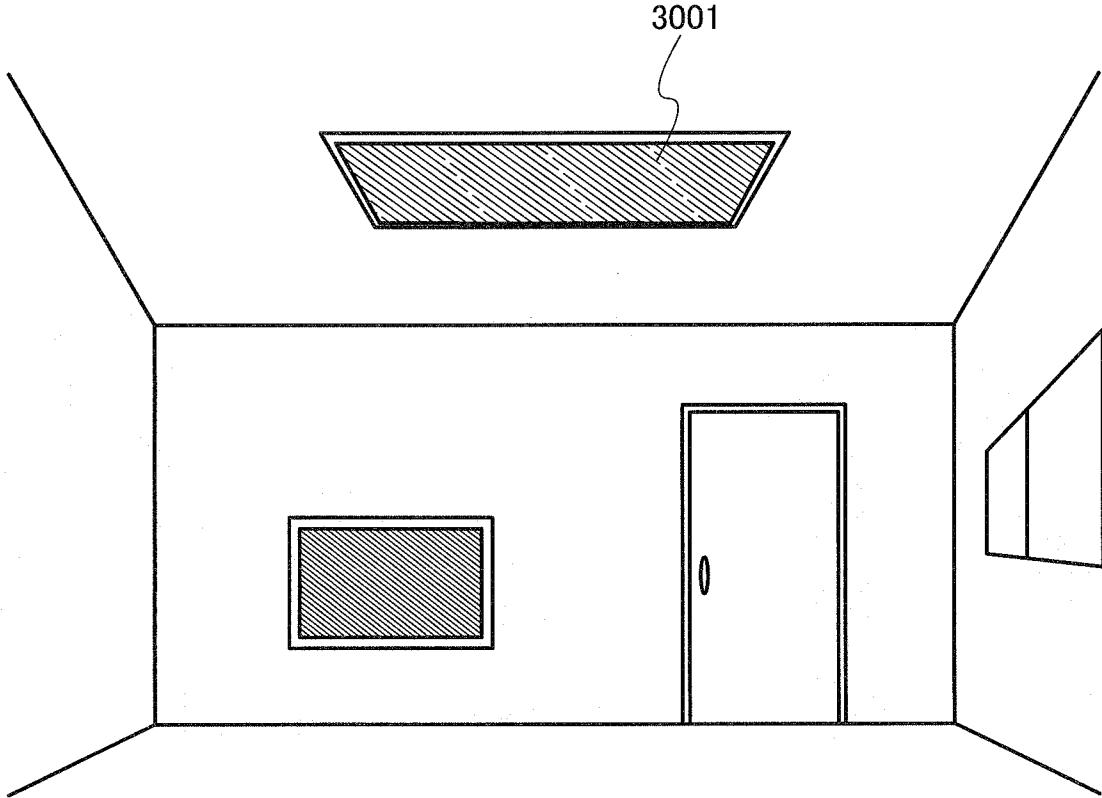
【圖 8B】



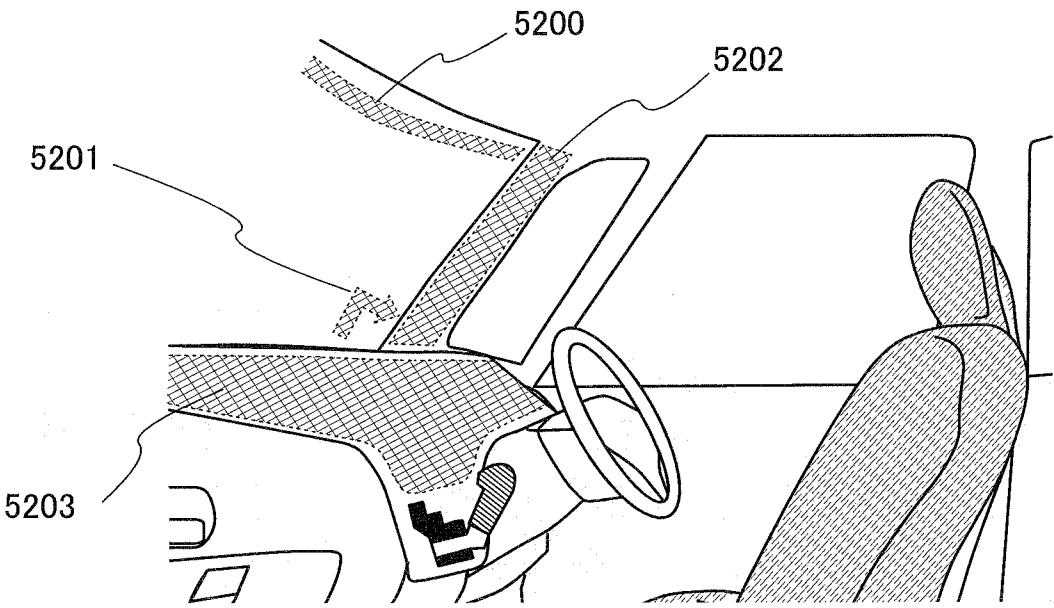
【圖 8C】



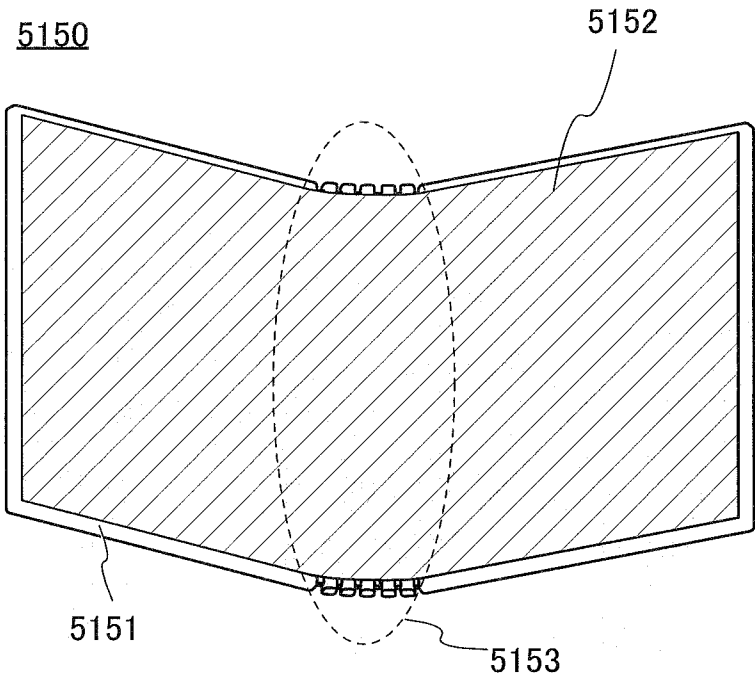
【圖 9】



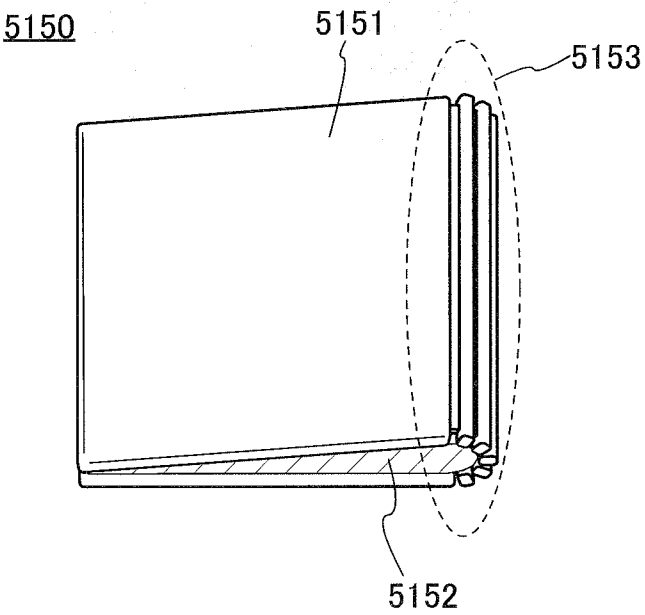
【圖 10】



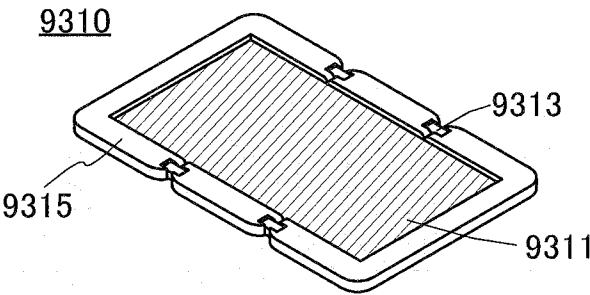
【圖 11】



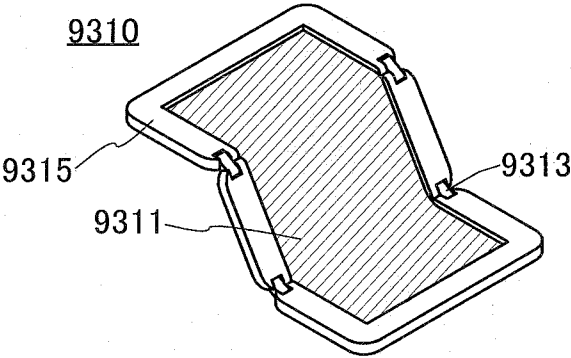
【圖 12A】



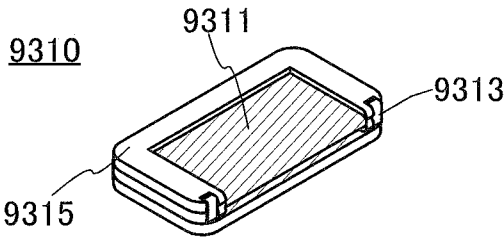
【圖 12B】



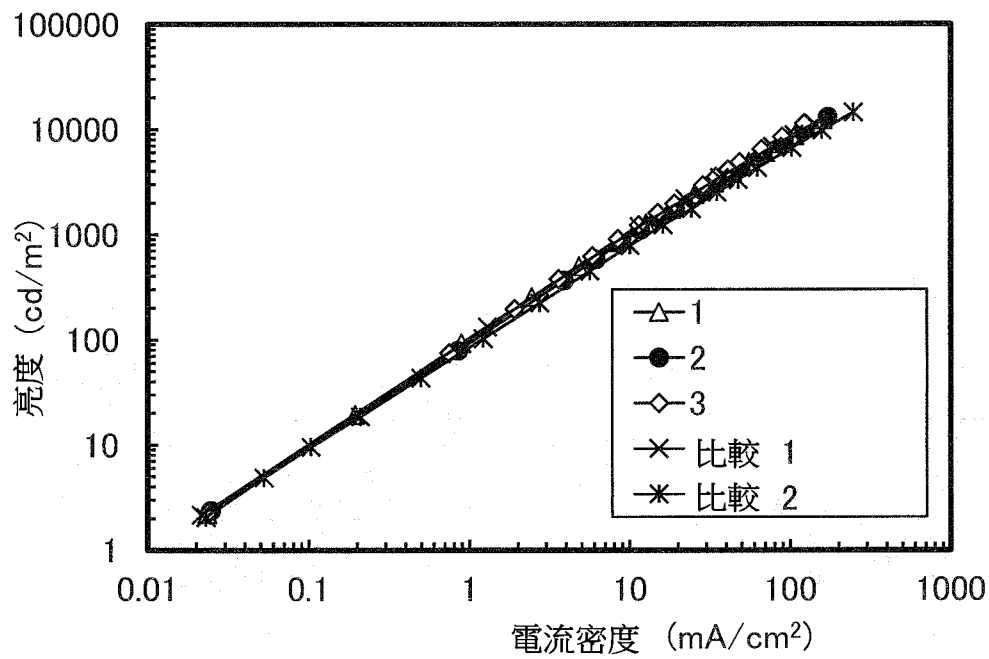
【圖 13A】



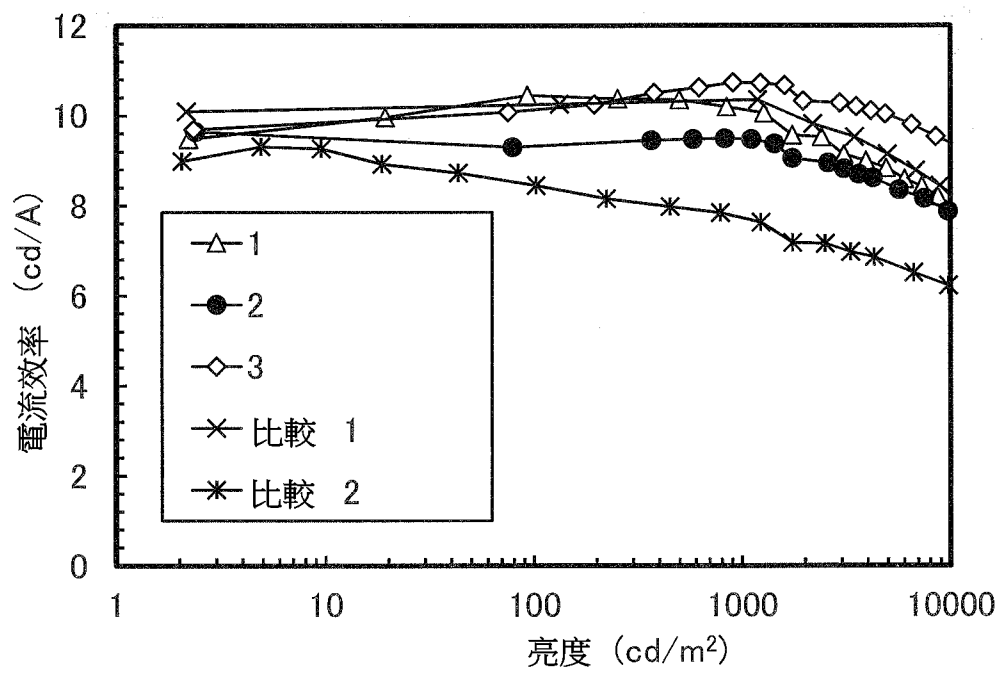
【圖 13B】



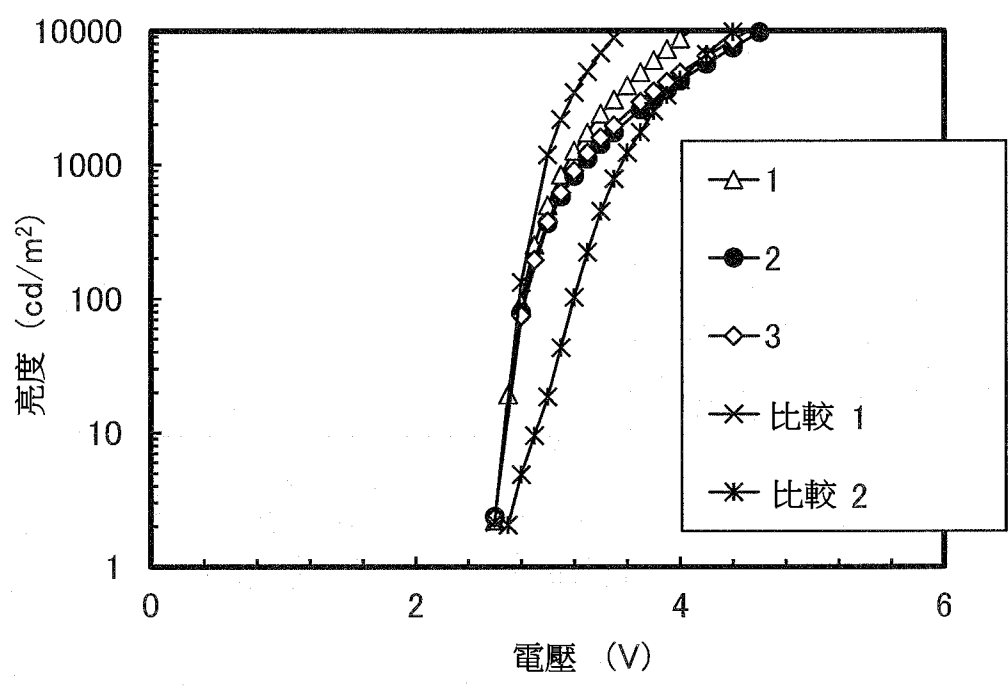
【圖 13C】



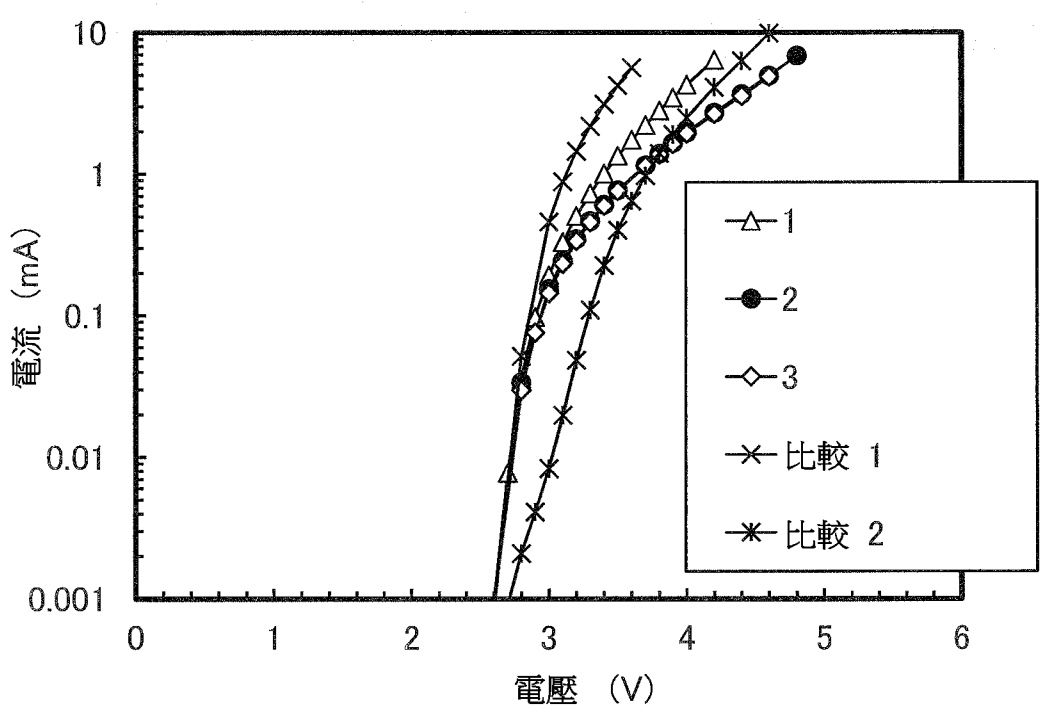
【圖 14】



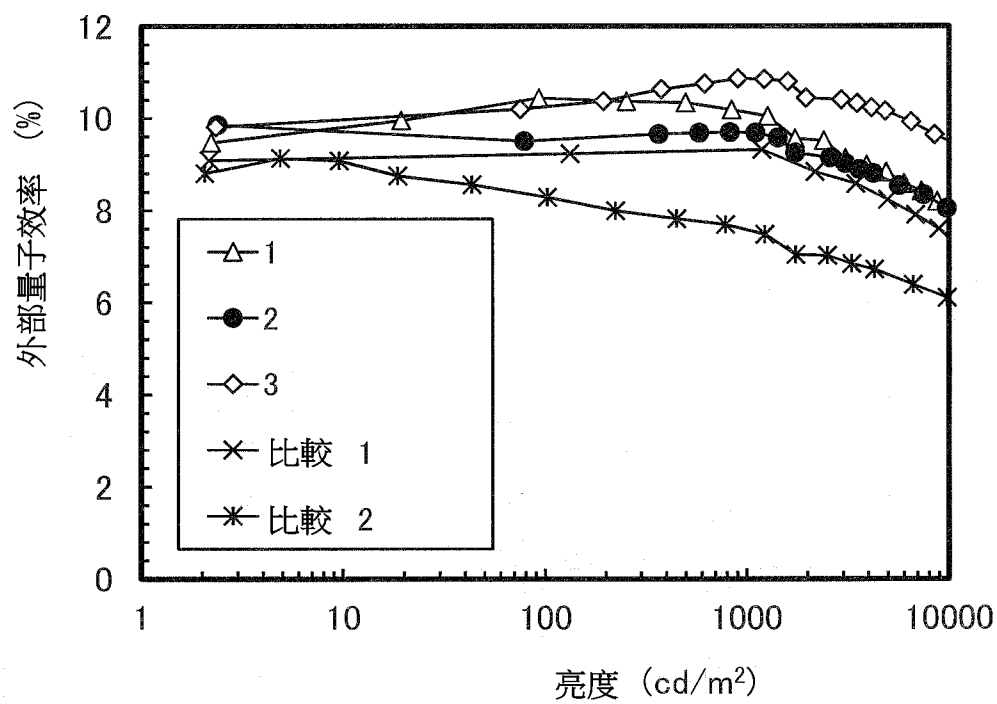
【圖 15】



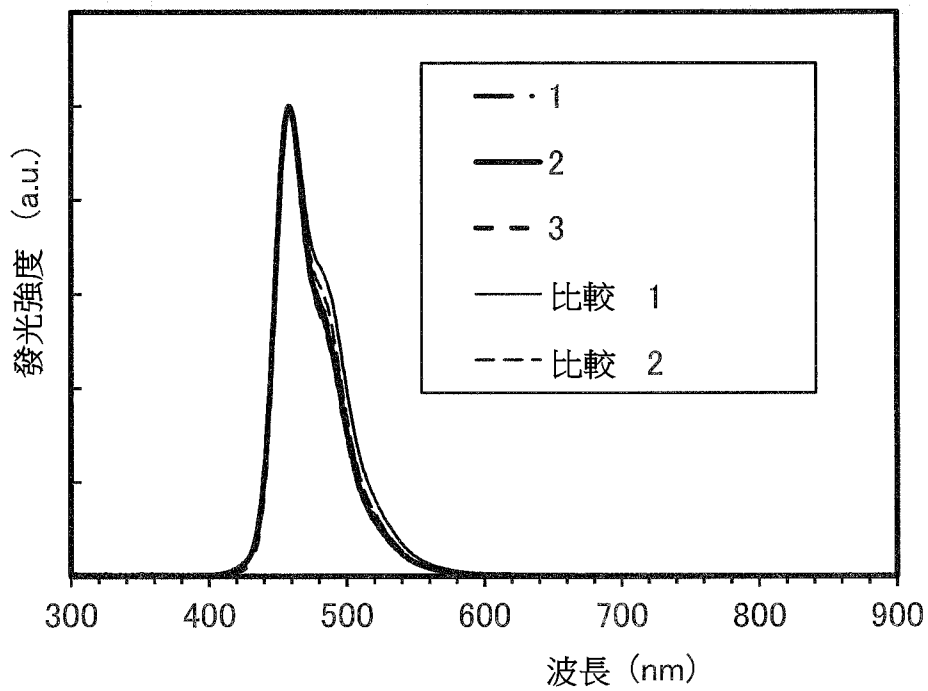
【圖 16】



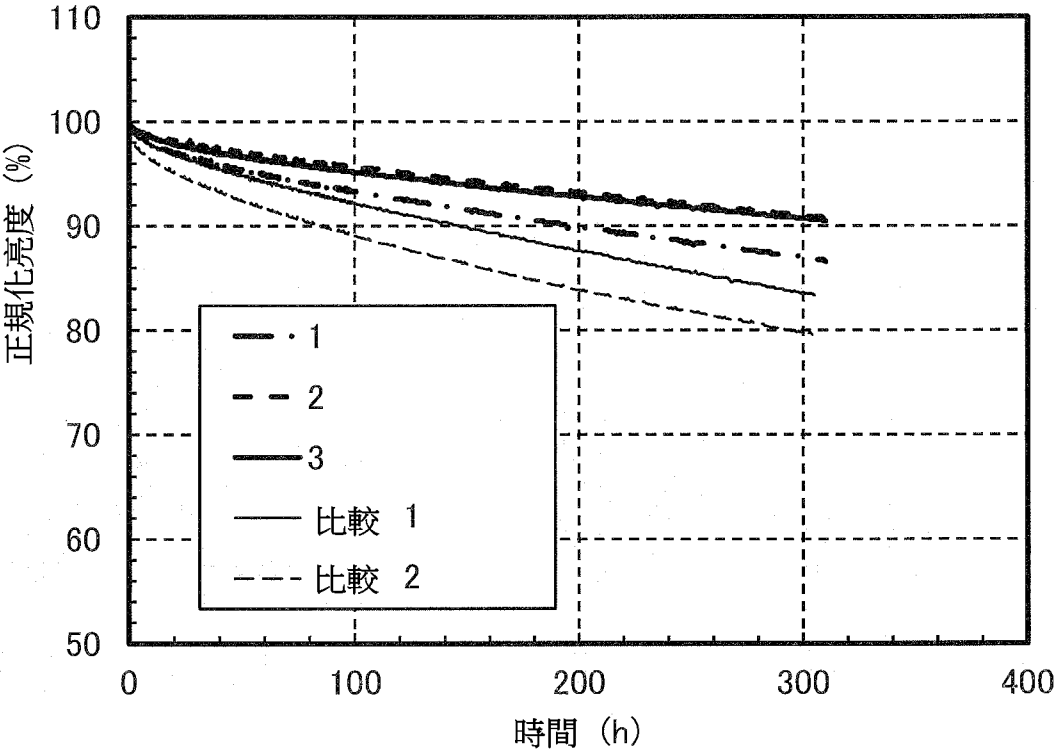
【圖 17】



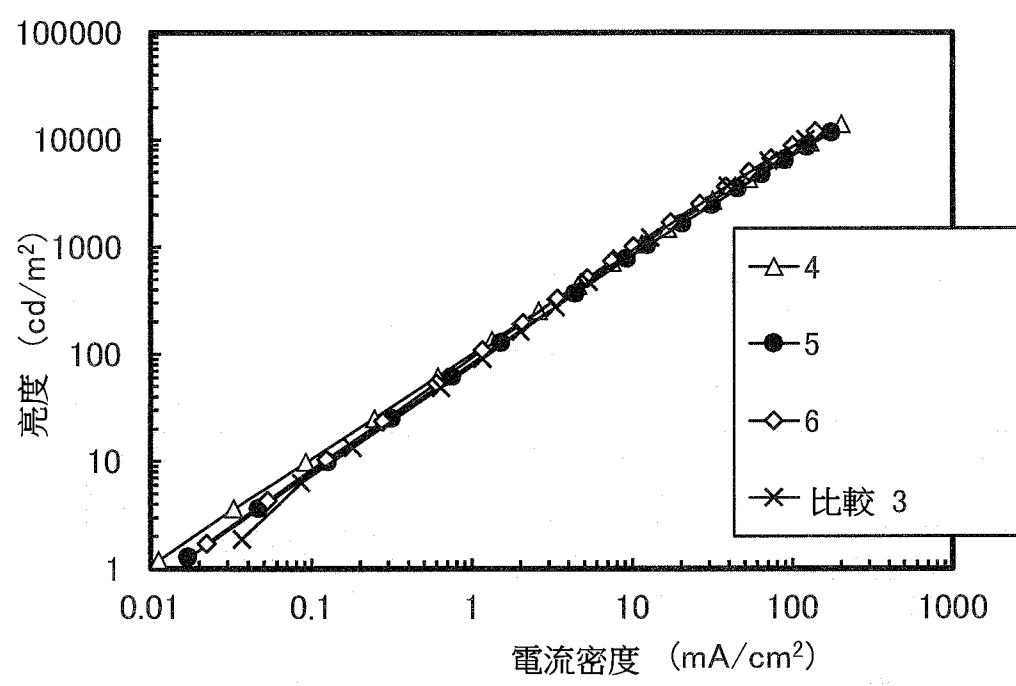
【圖 18】



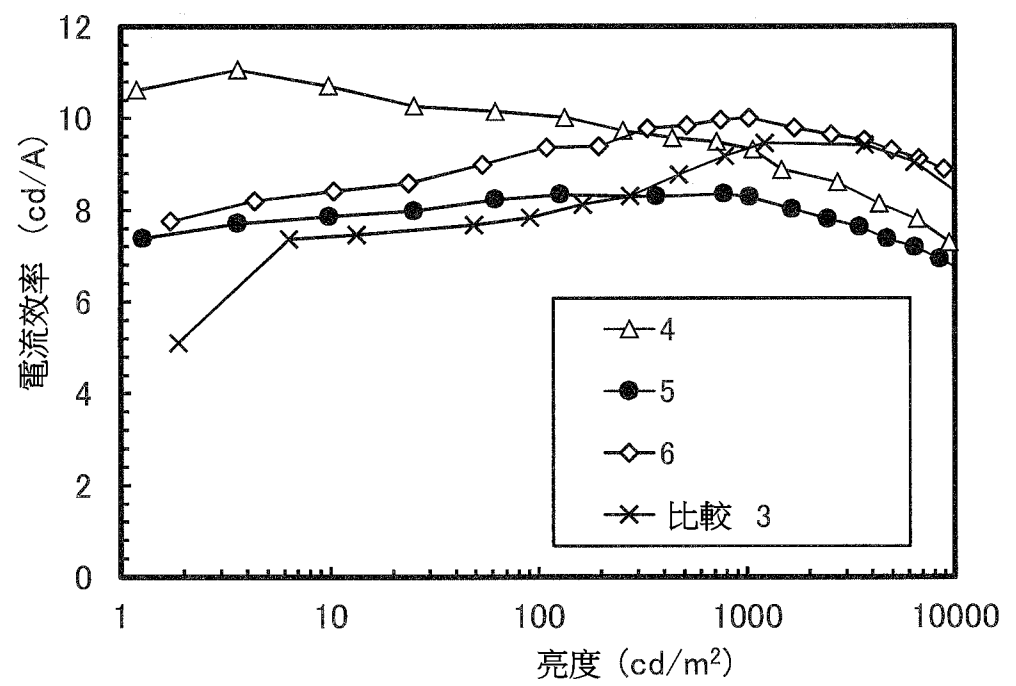
【圖 19】



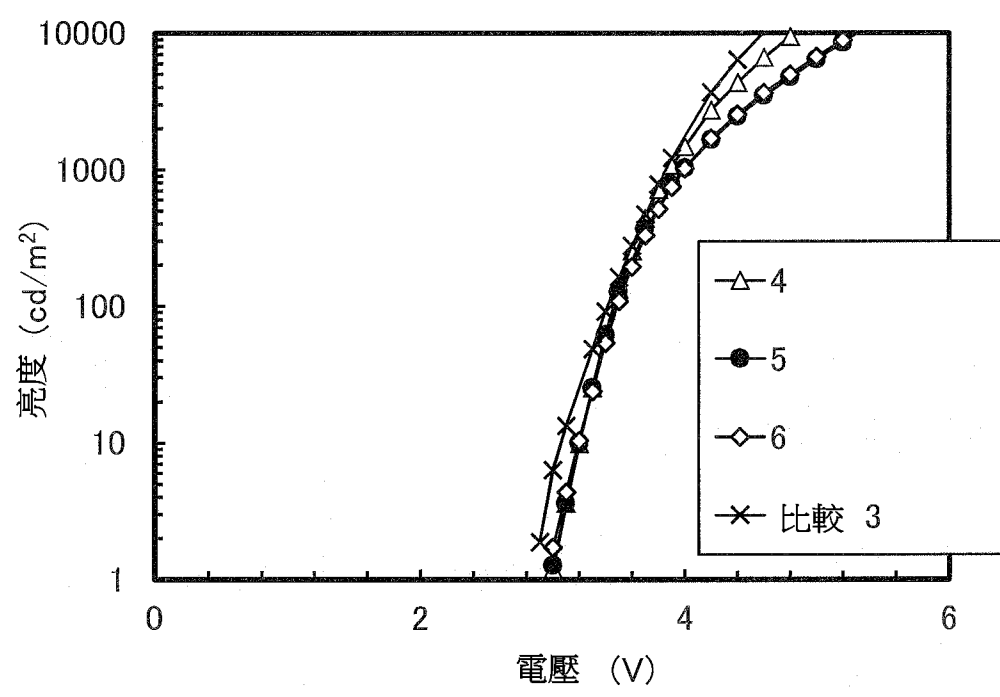
【圖 20】



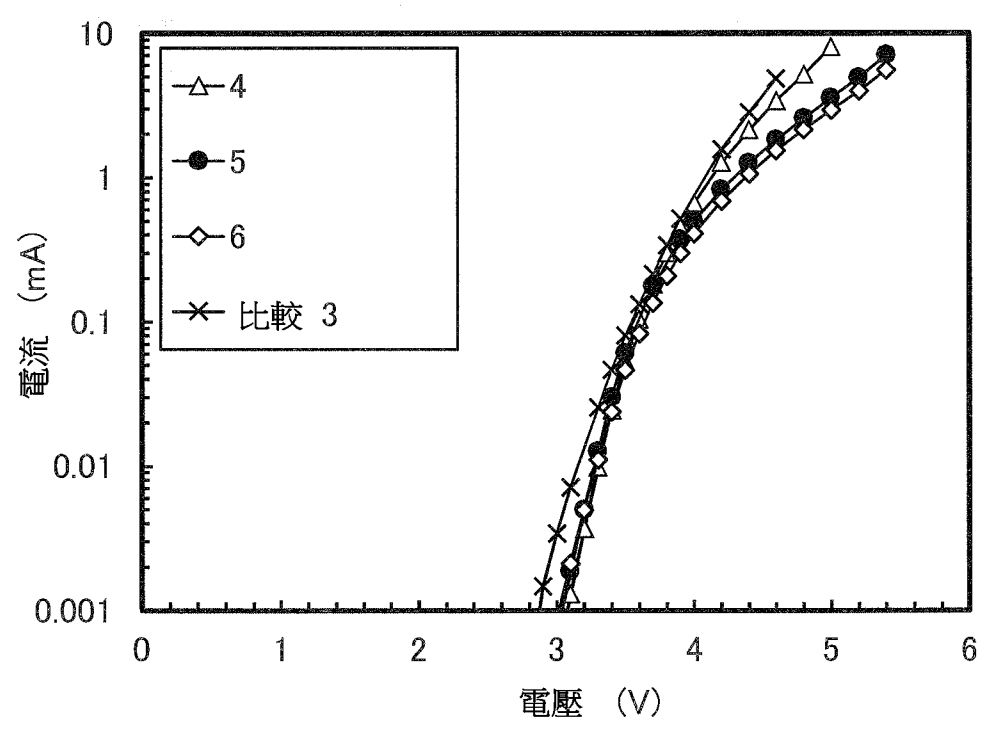
【圖 21】



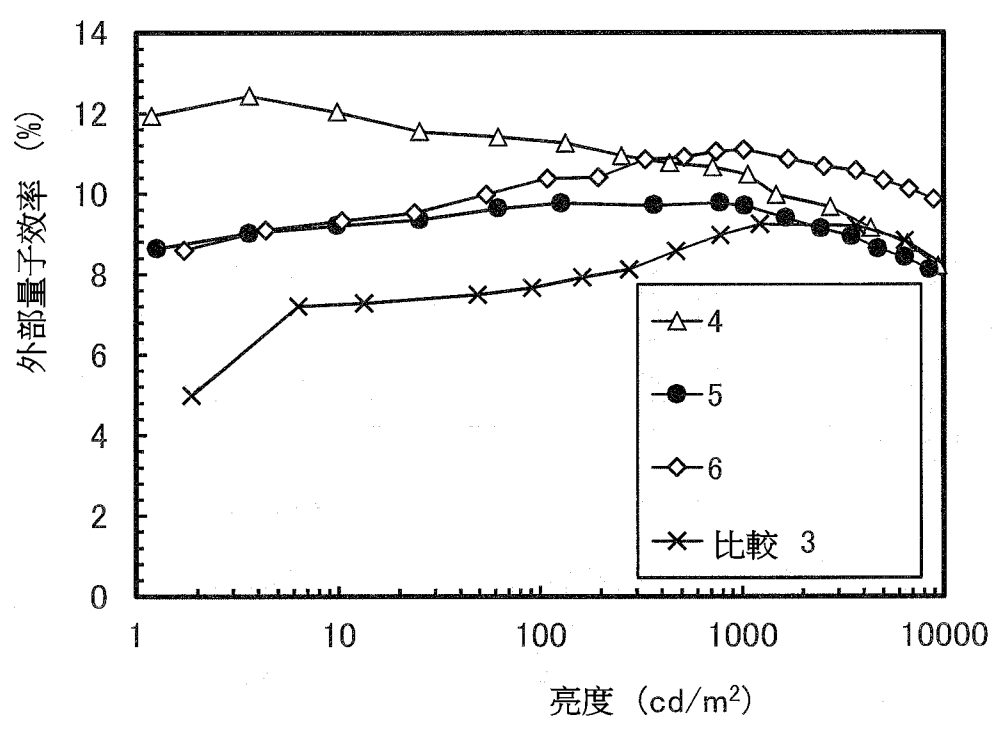
【圖 22】



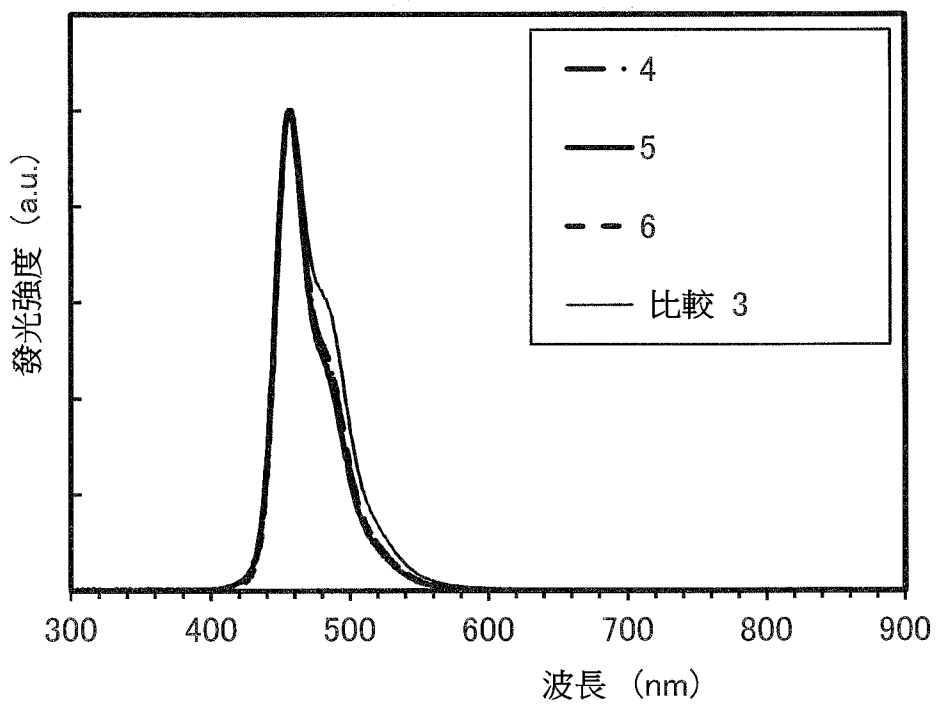
【圖 23】



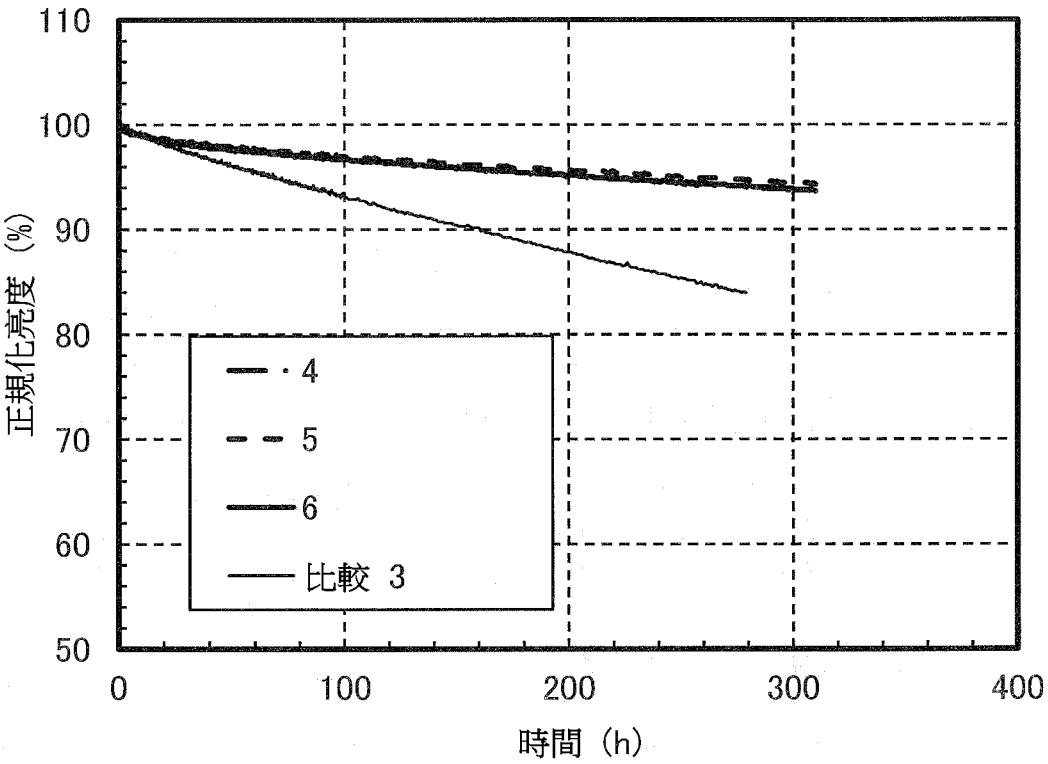
【圖 24】



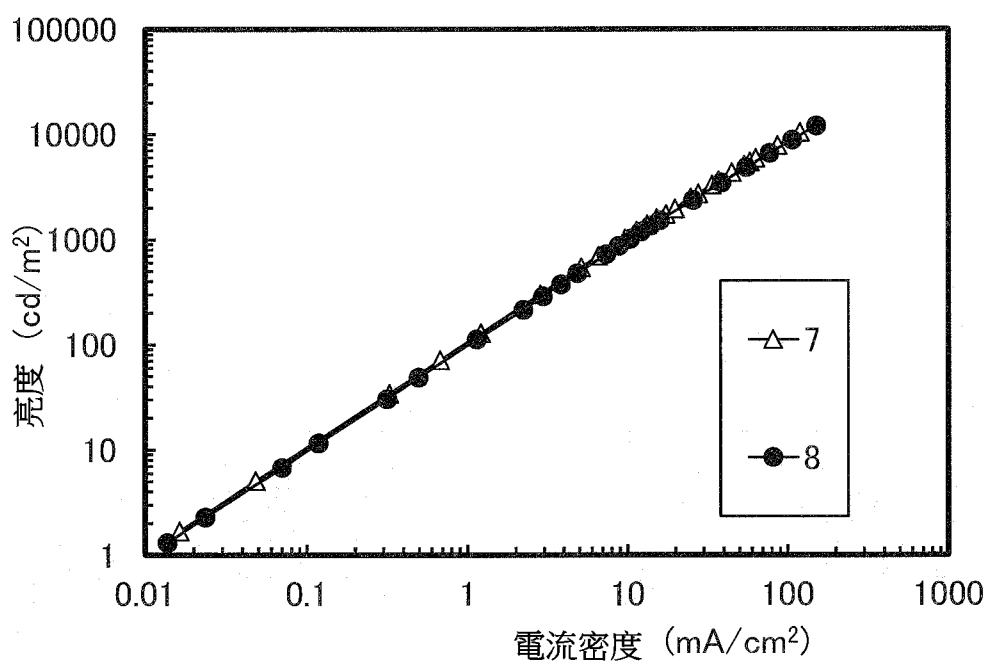
【圖 25】



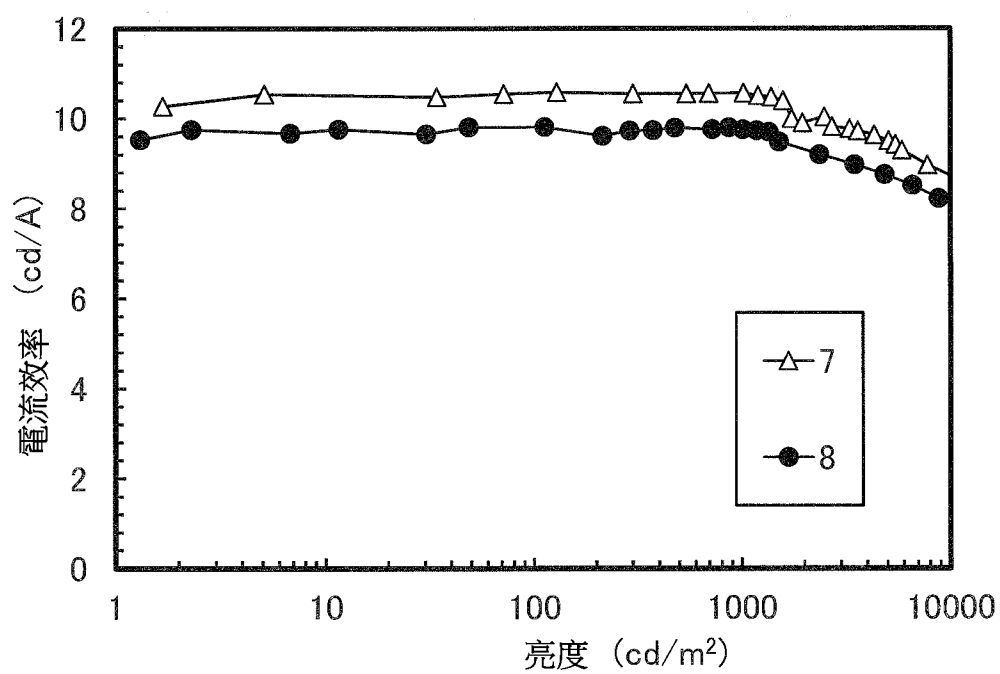
【圖 26】



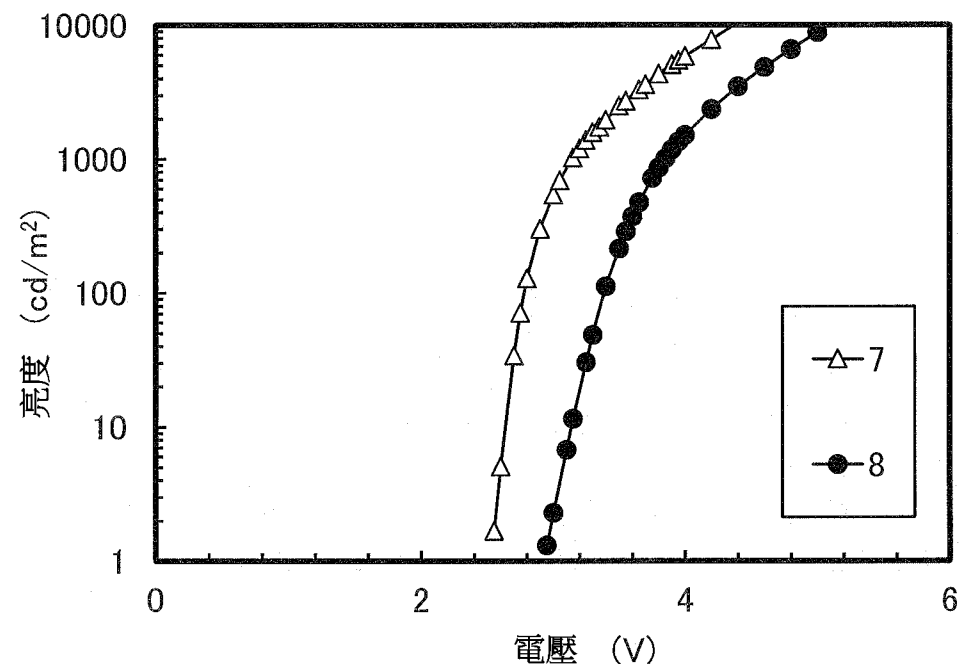
【圖 27】



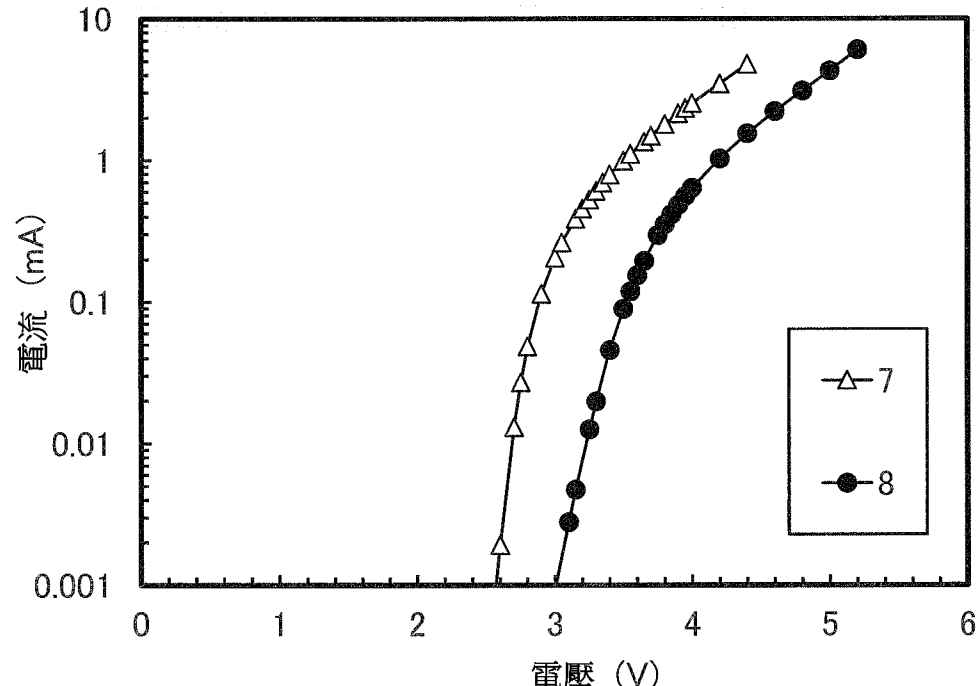
【圖 28】



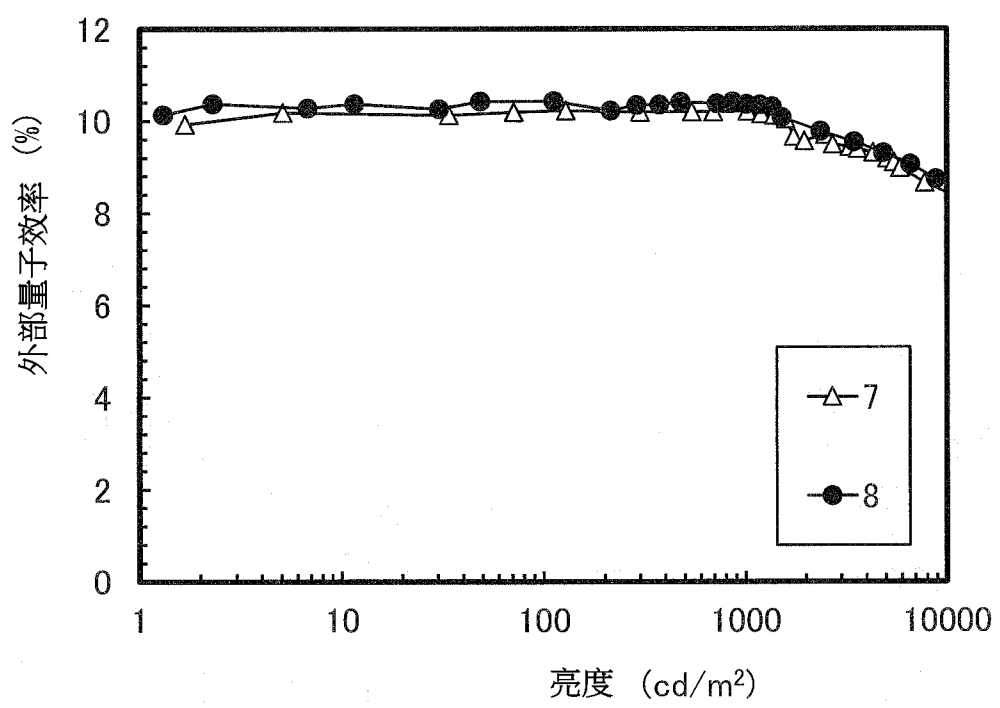
【圖 29】



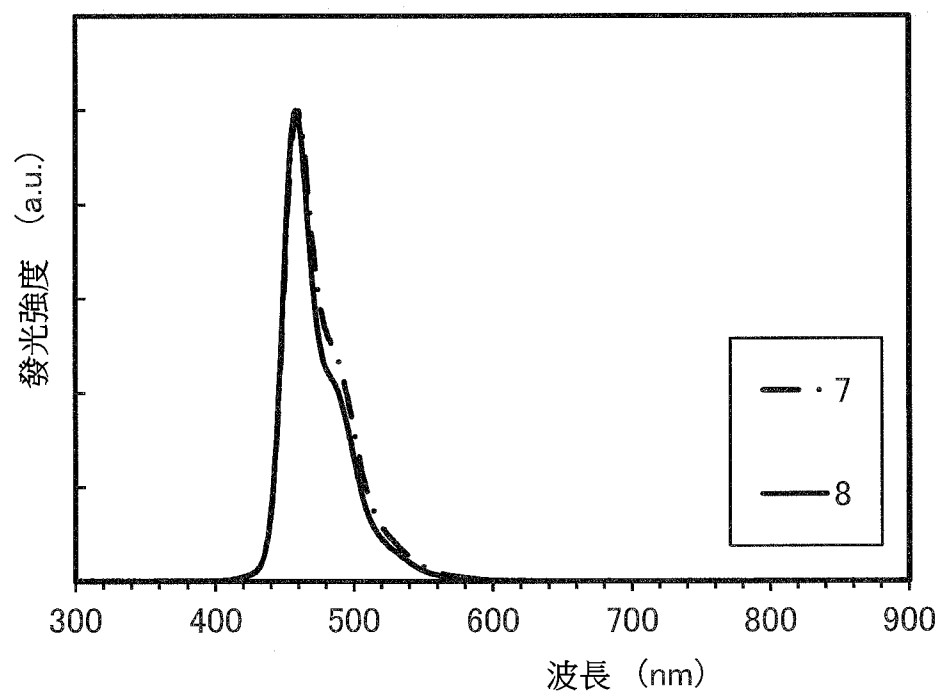
【圖 30】



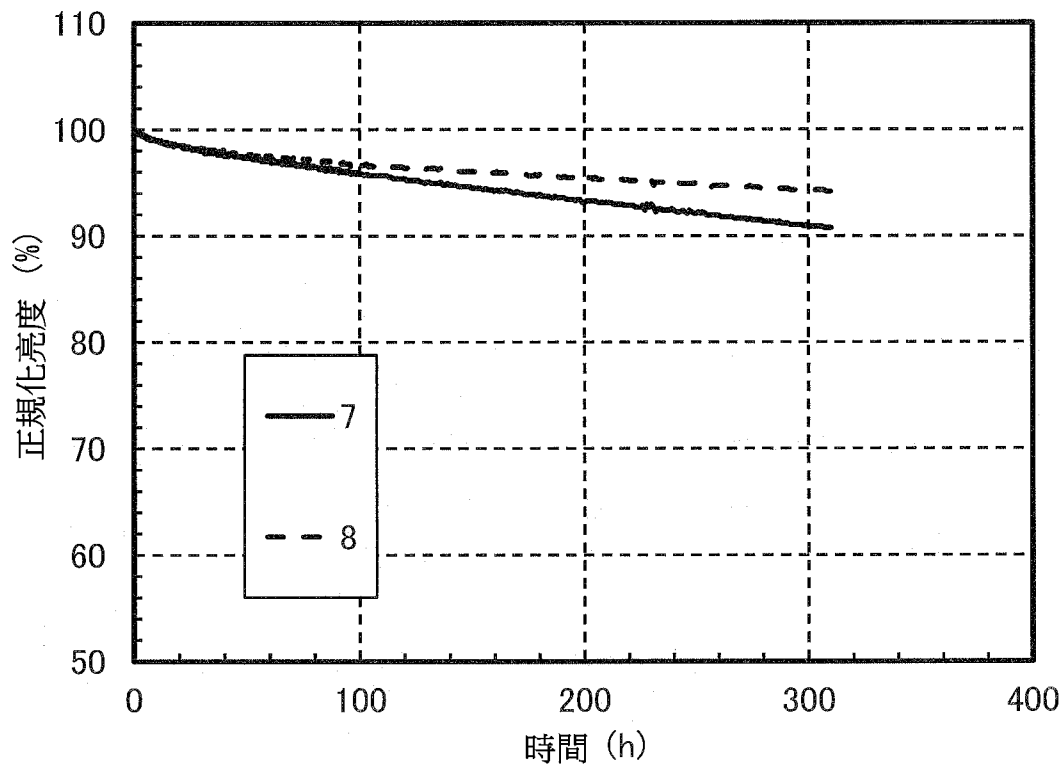
【圖 31】



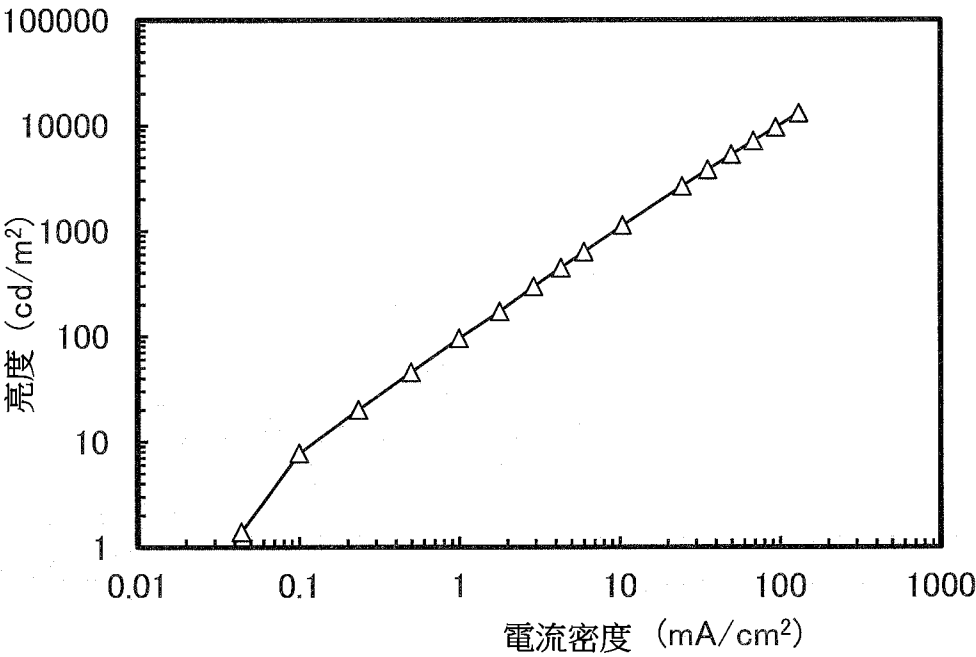
【圖 32】



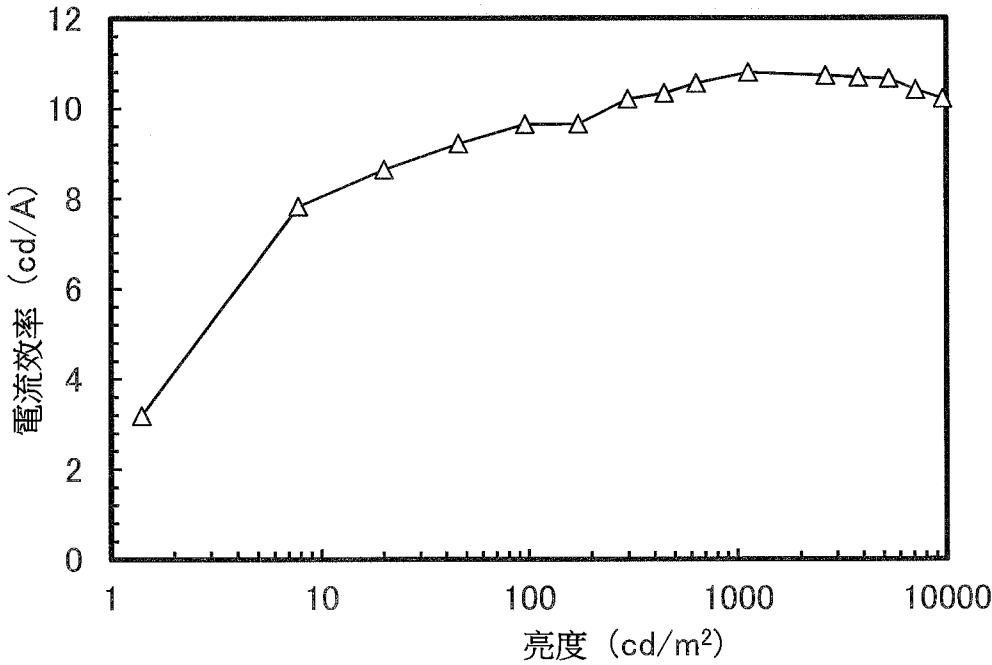
【圖 33】



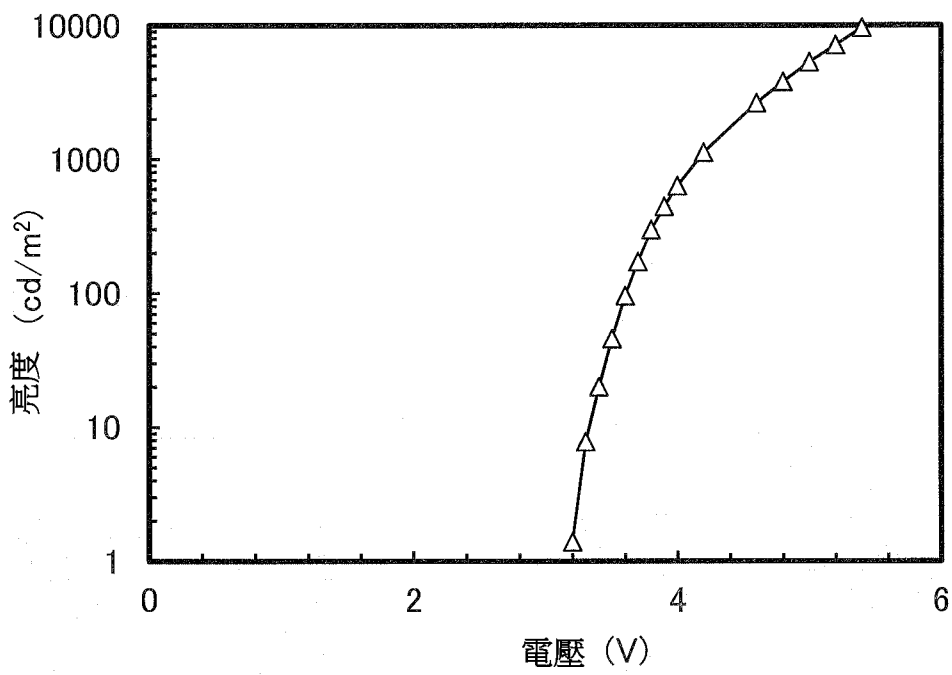
【圖 34】



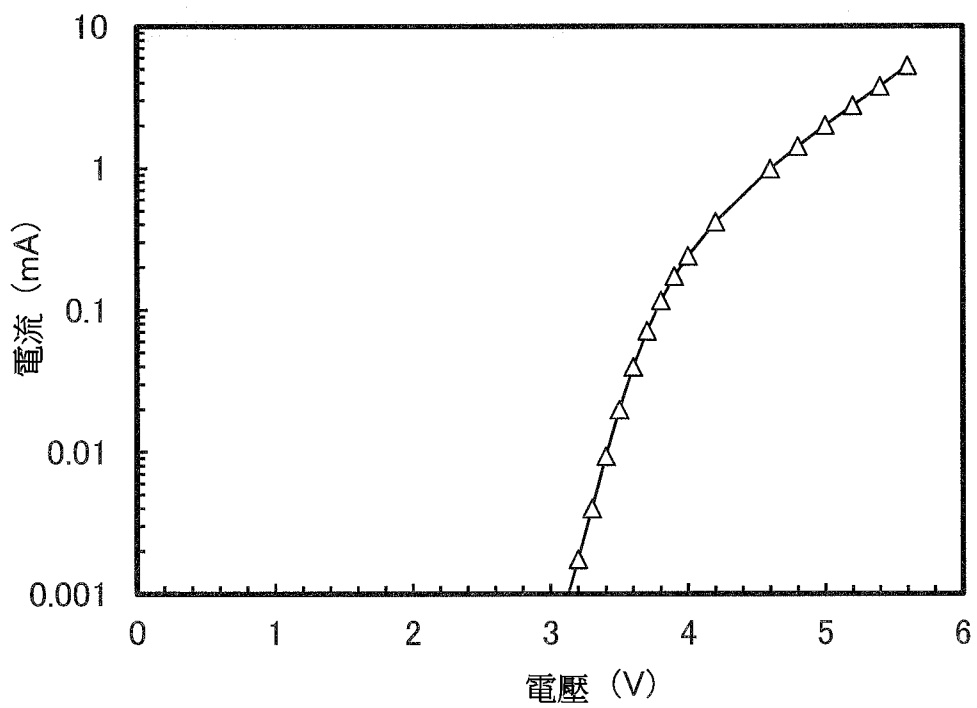
【圖 35】



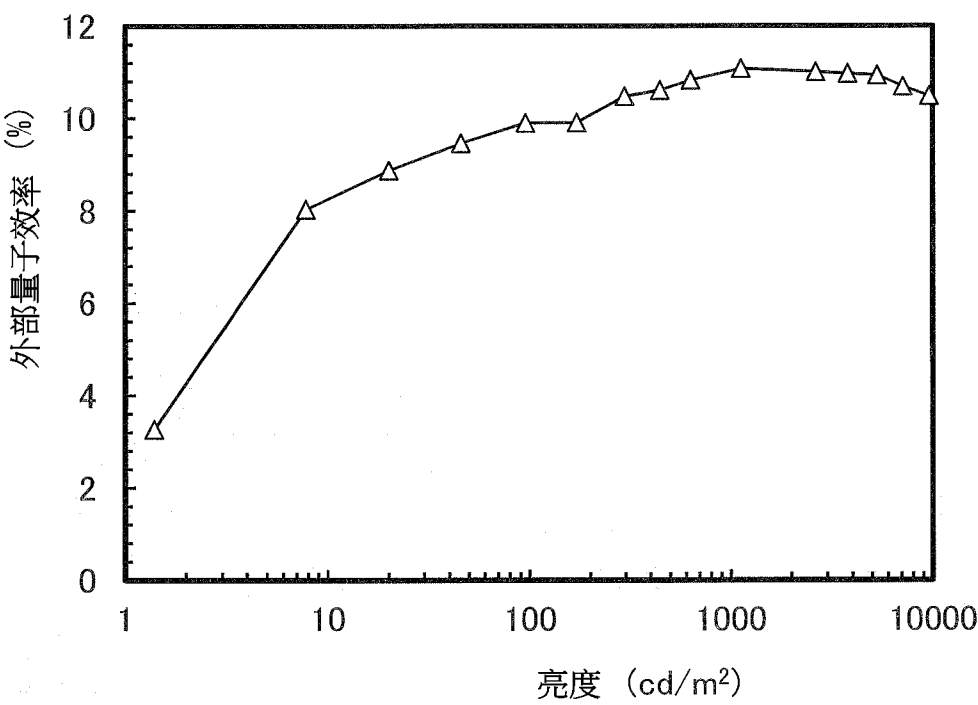
【圖 36】



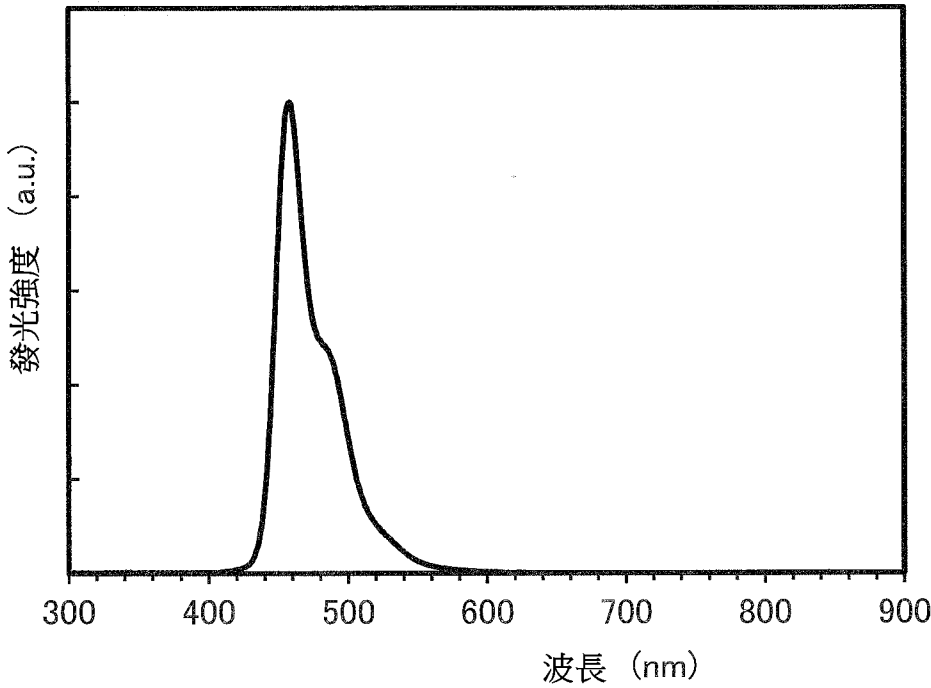
【圖 37】



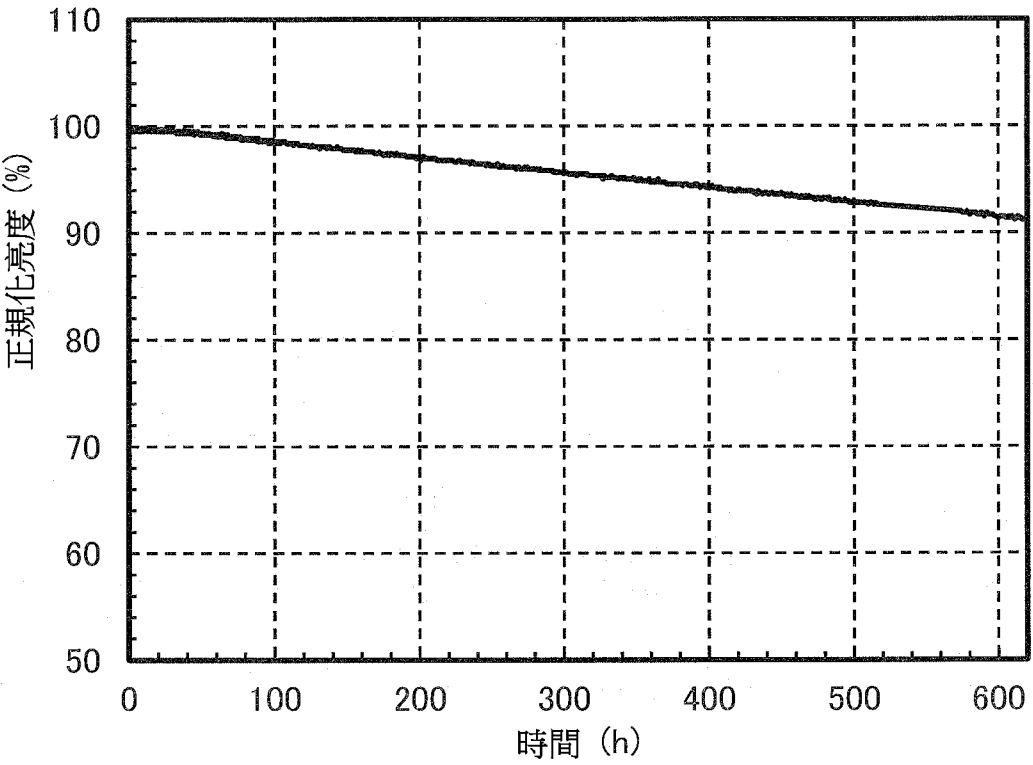
【圖 38】



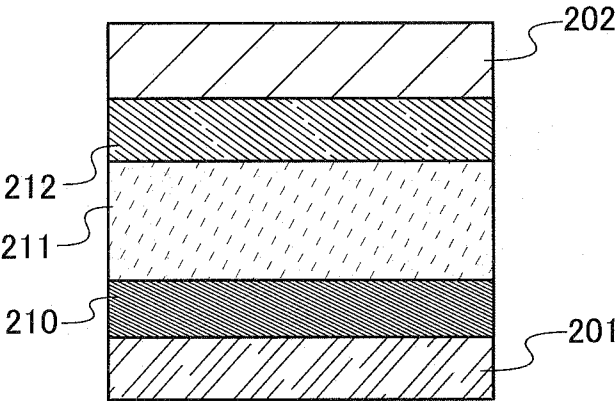
【圖 39】



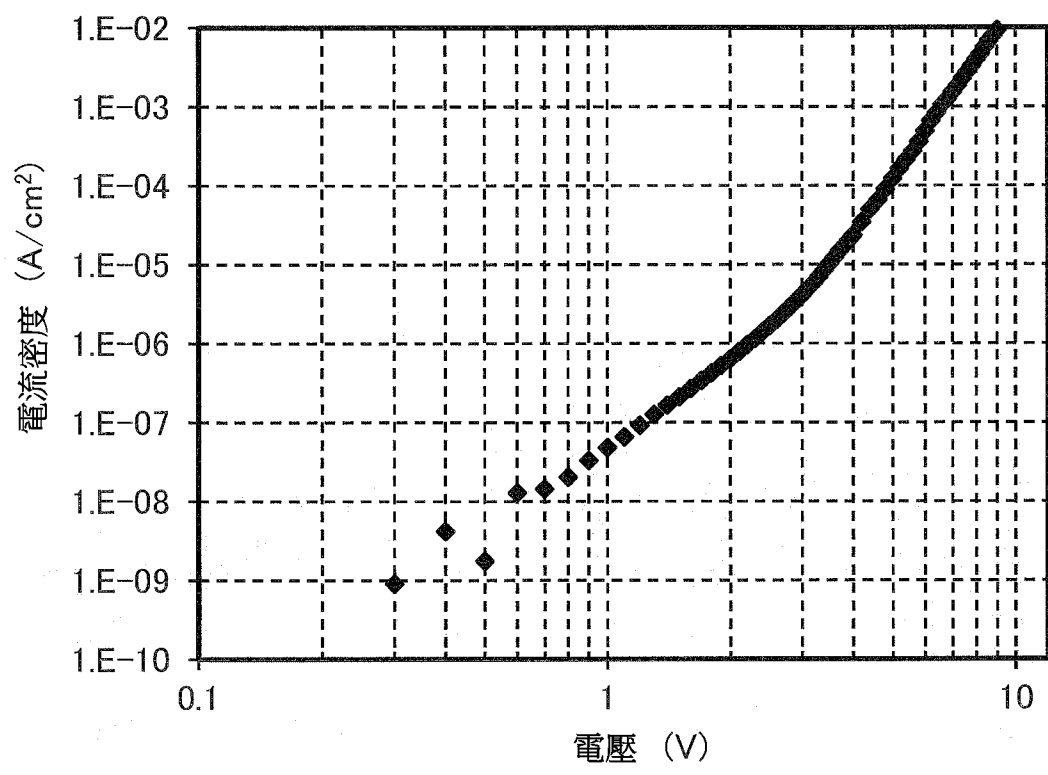
【圖 40】



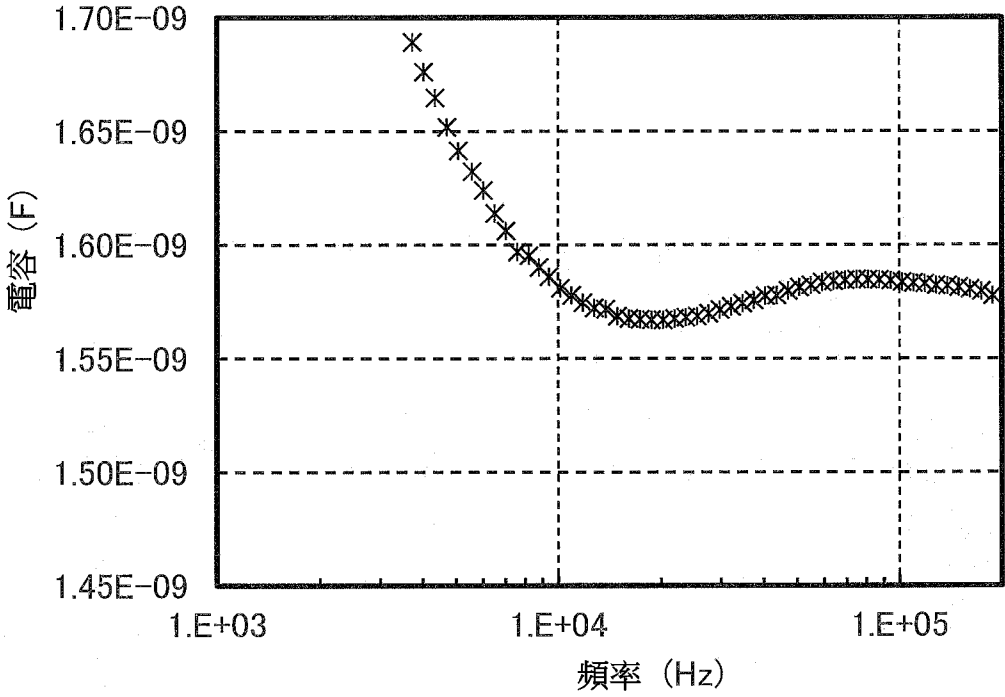
【圖 41】



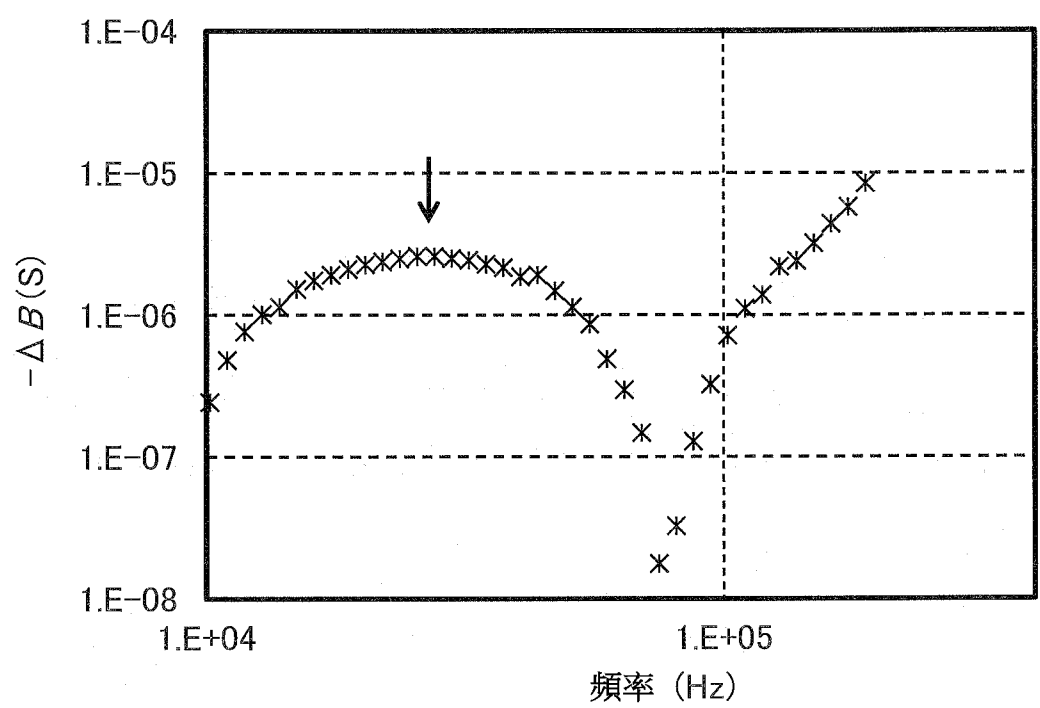
【圖 42】



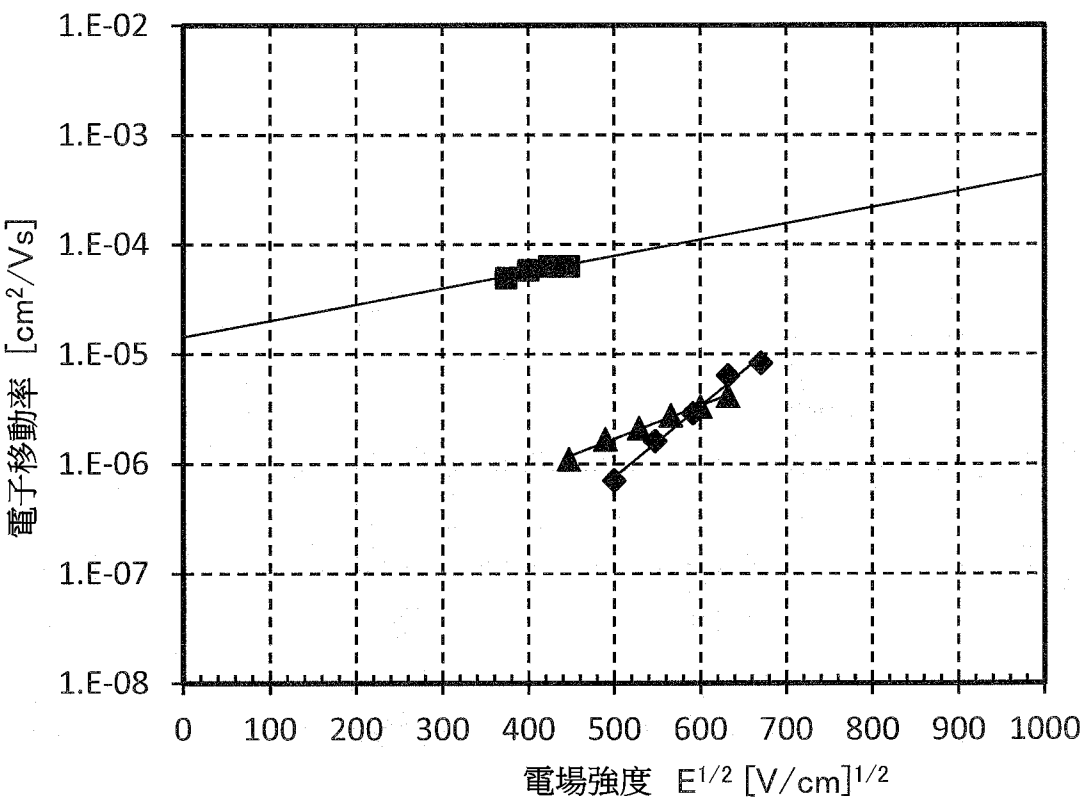
【圖 43】



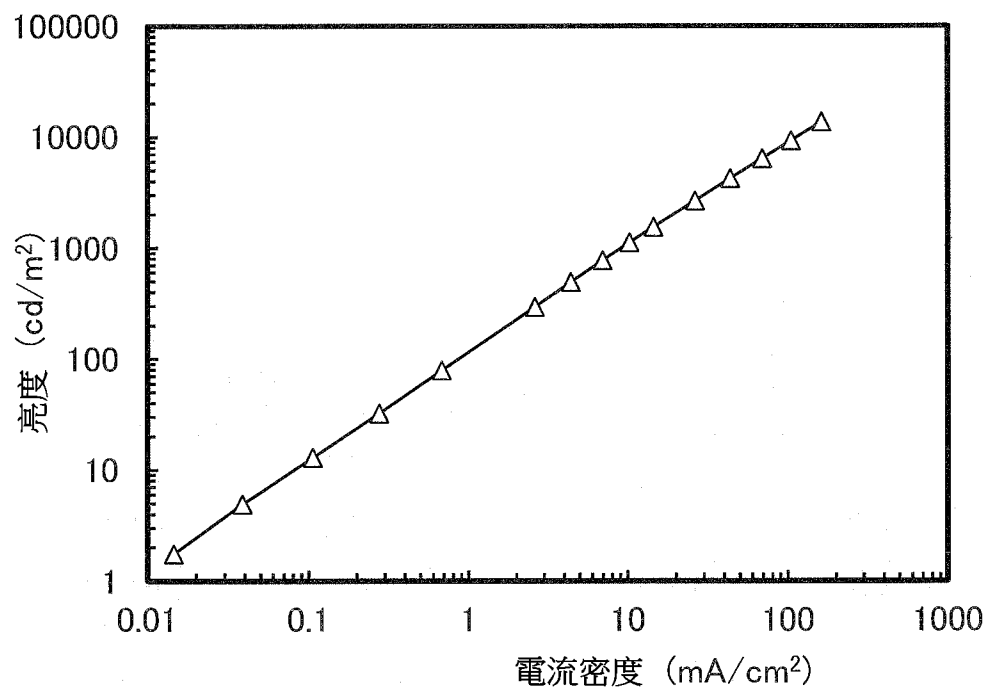
【圖 44】



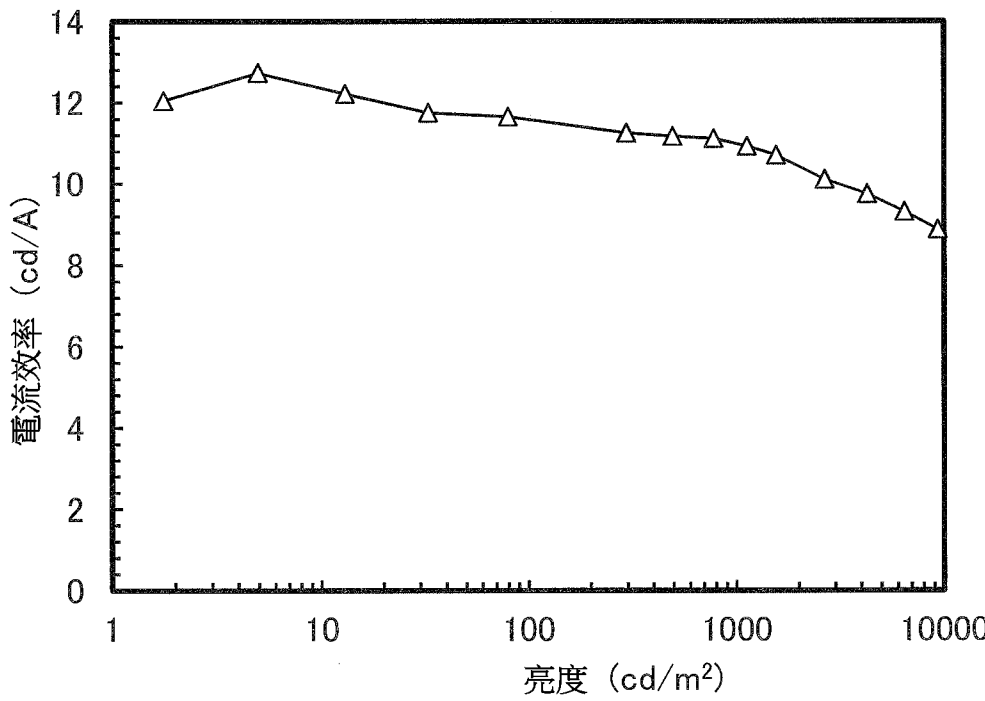
【圖 45】



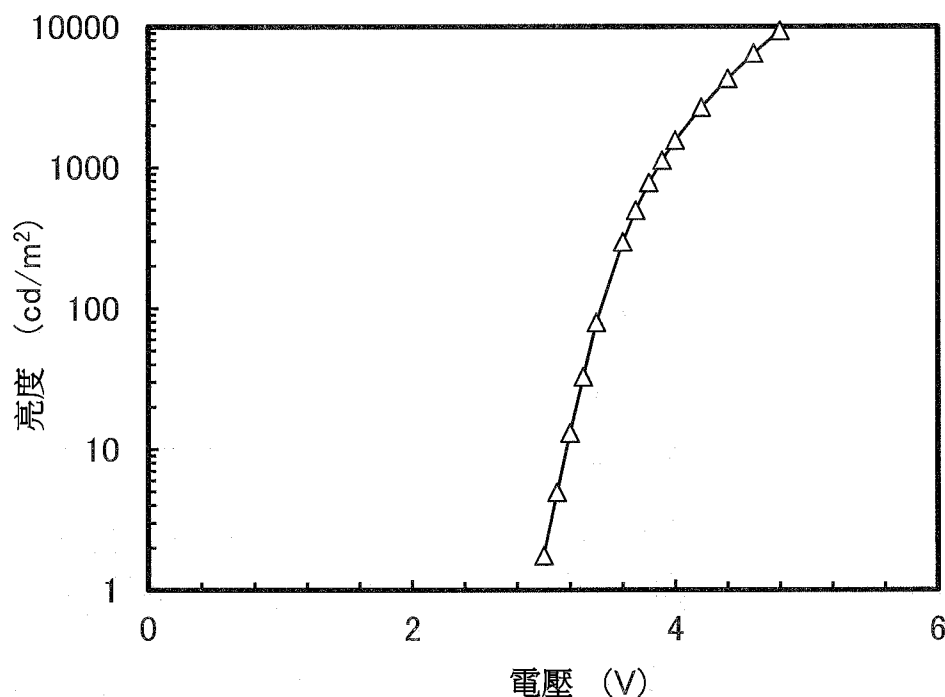
【圖 46】



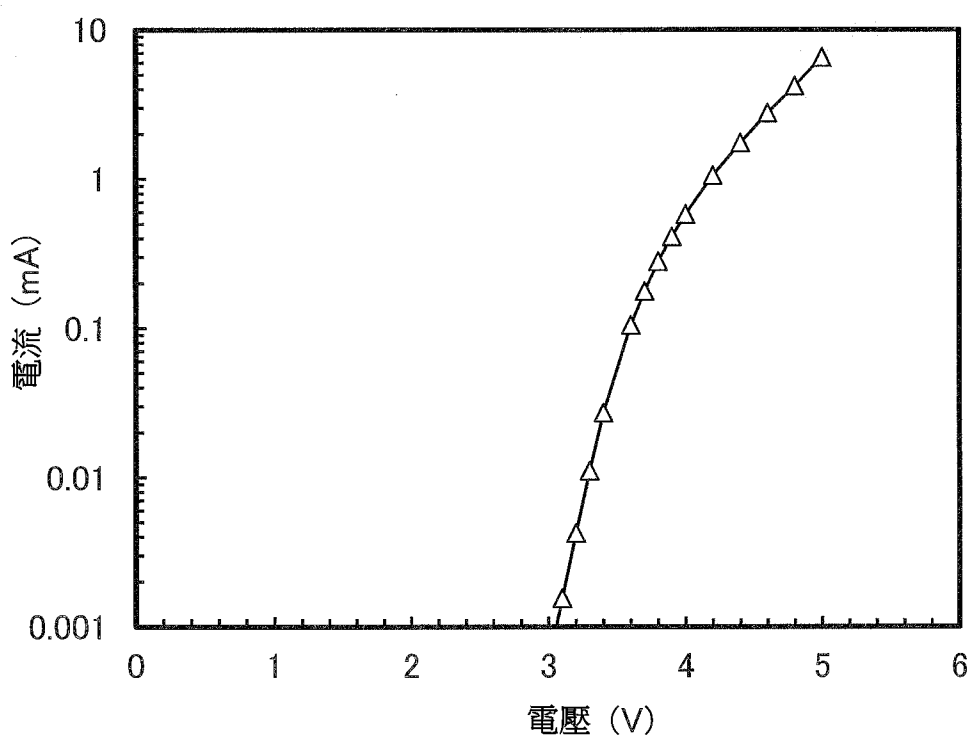
【圖 47】



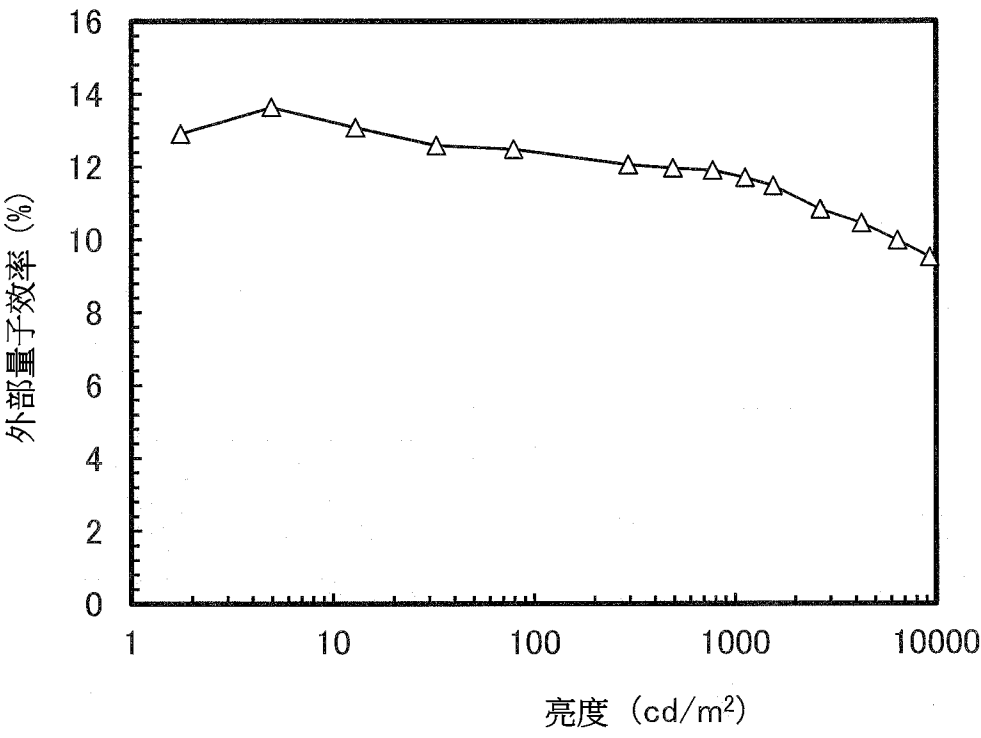
【圖 48】



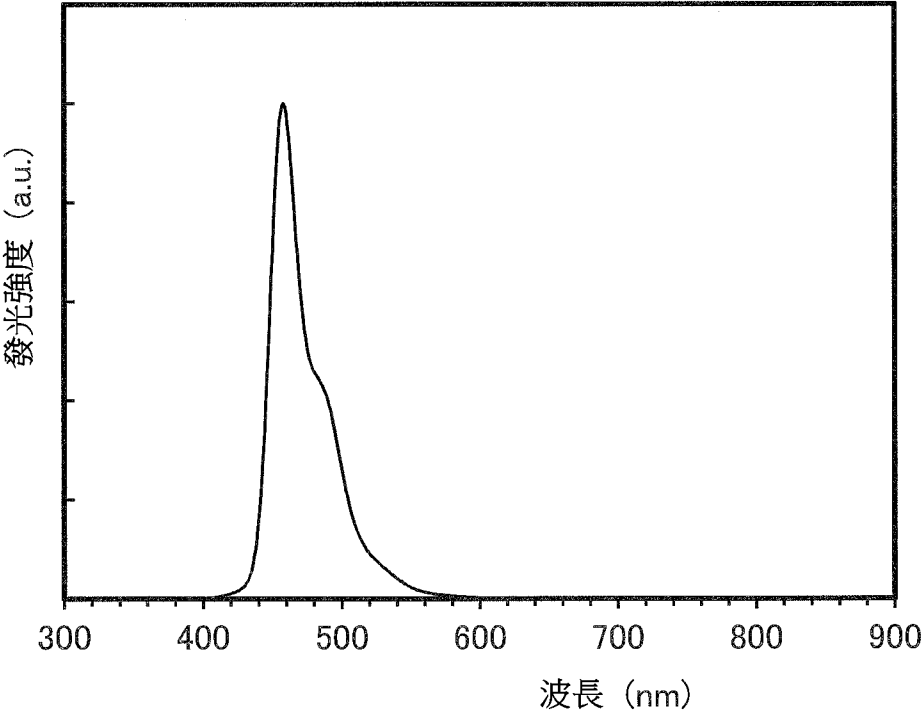
【圖 49】



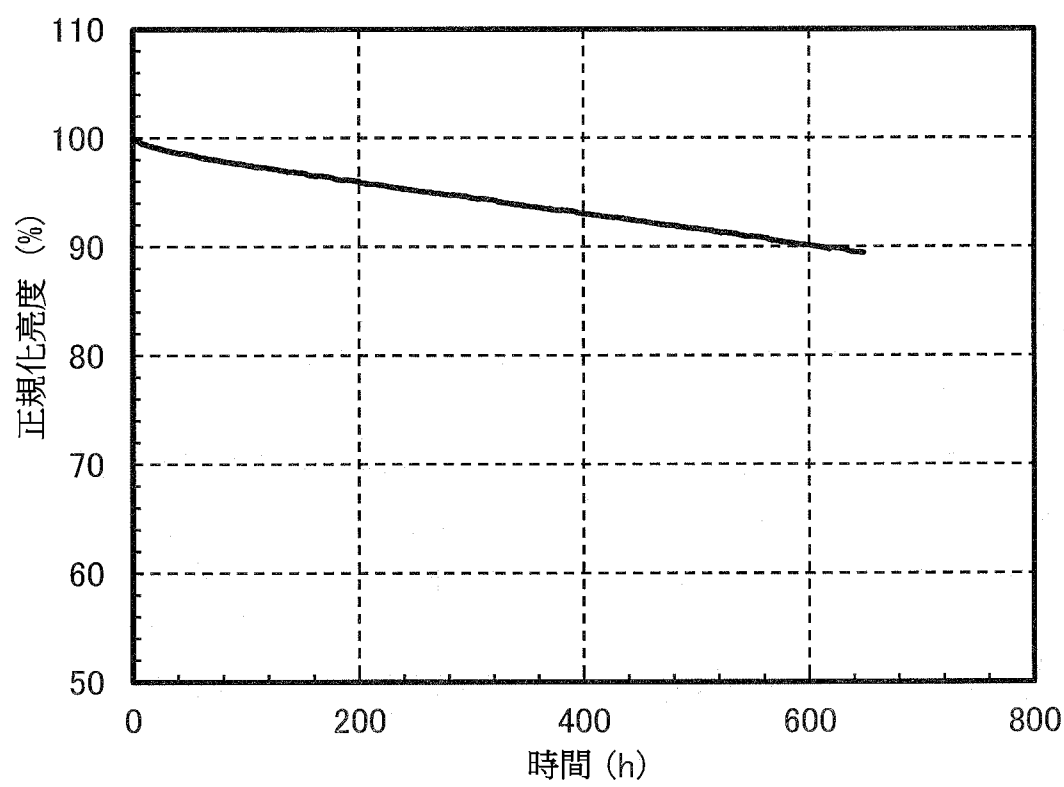
【圖 50】



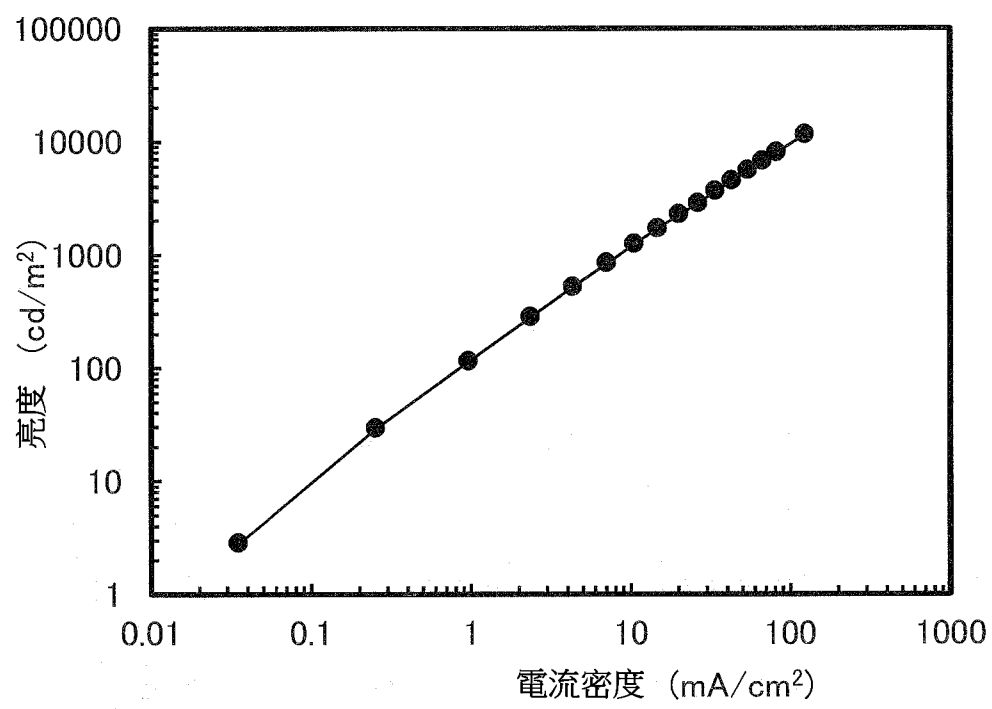
【圖 51】



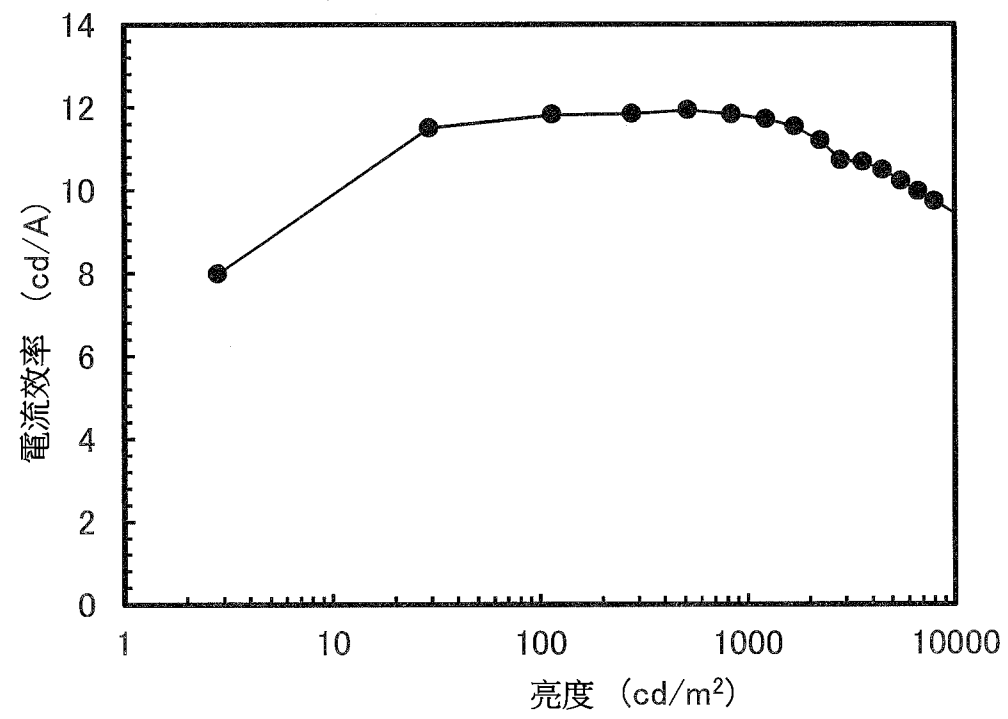
【圖 52】



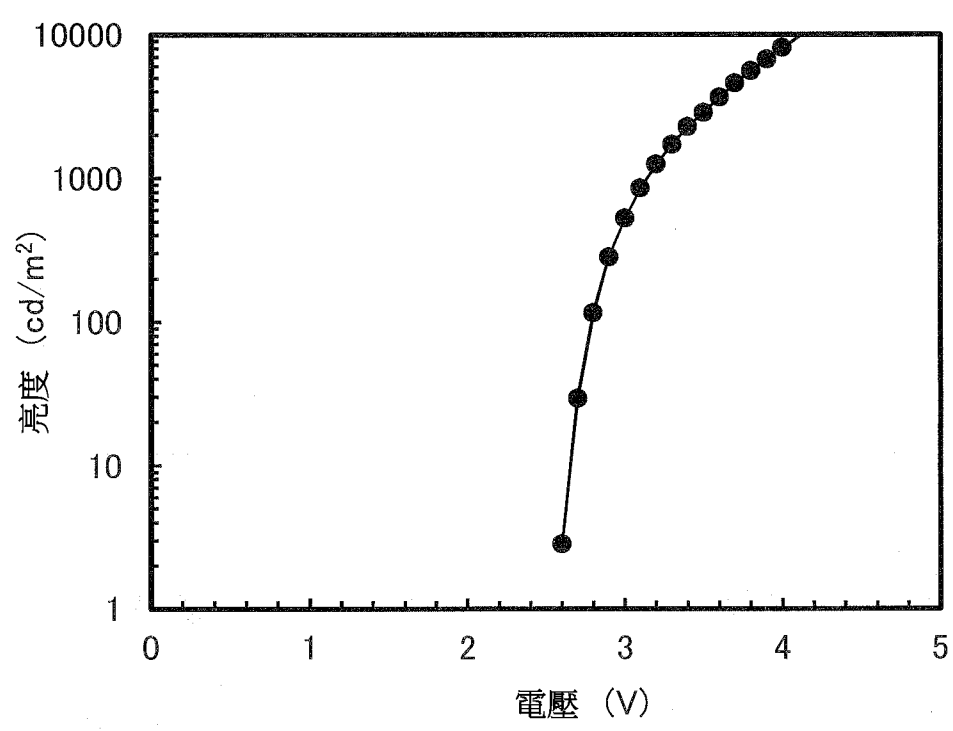
【圖 53】



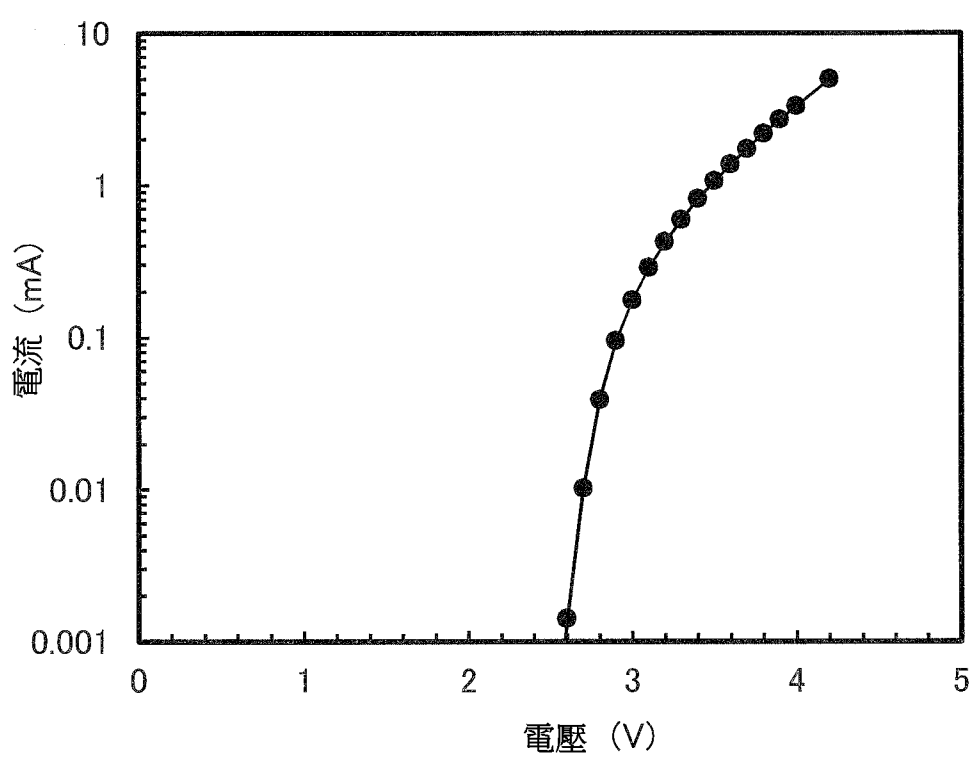
【圖 54】



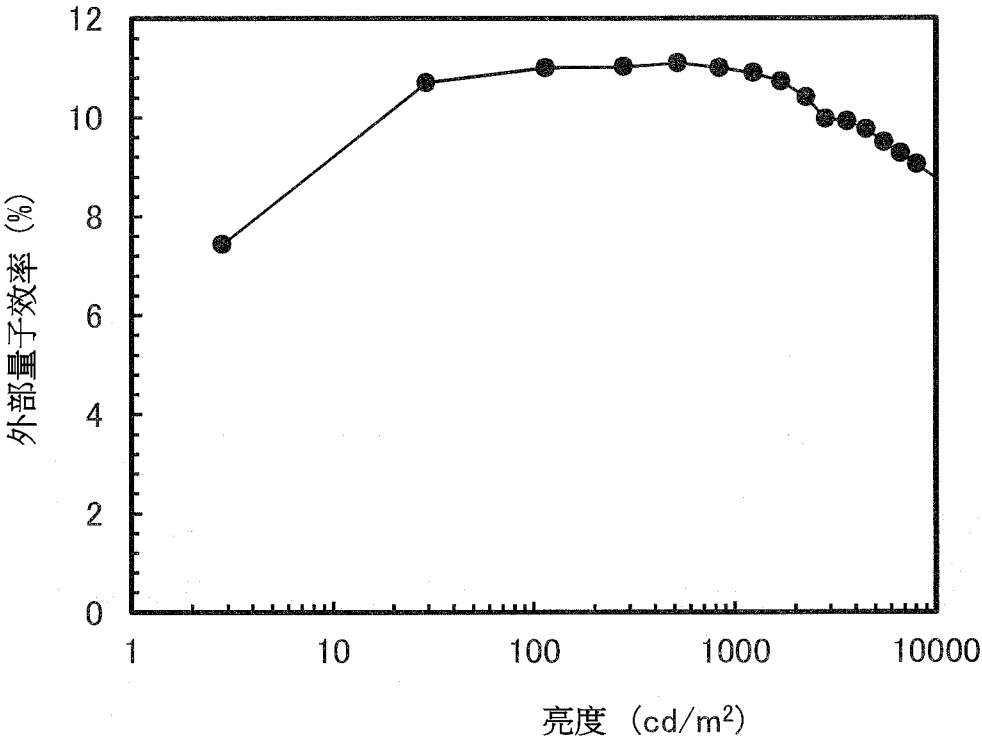
【圖 55】



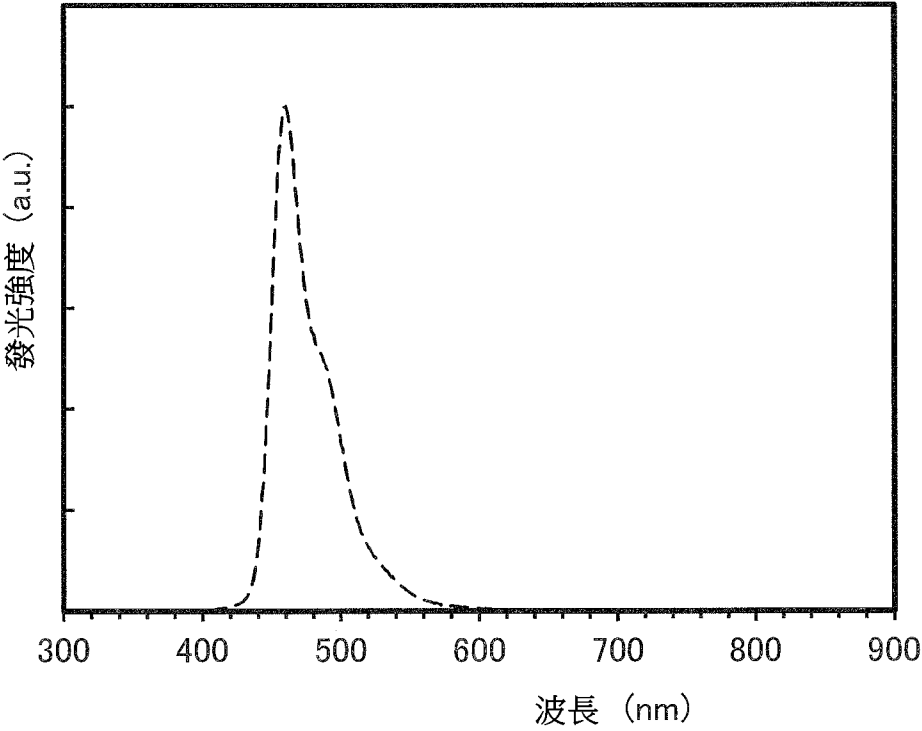
【圖 56】



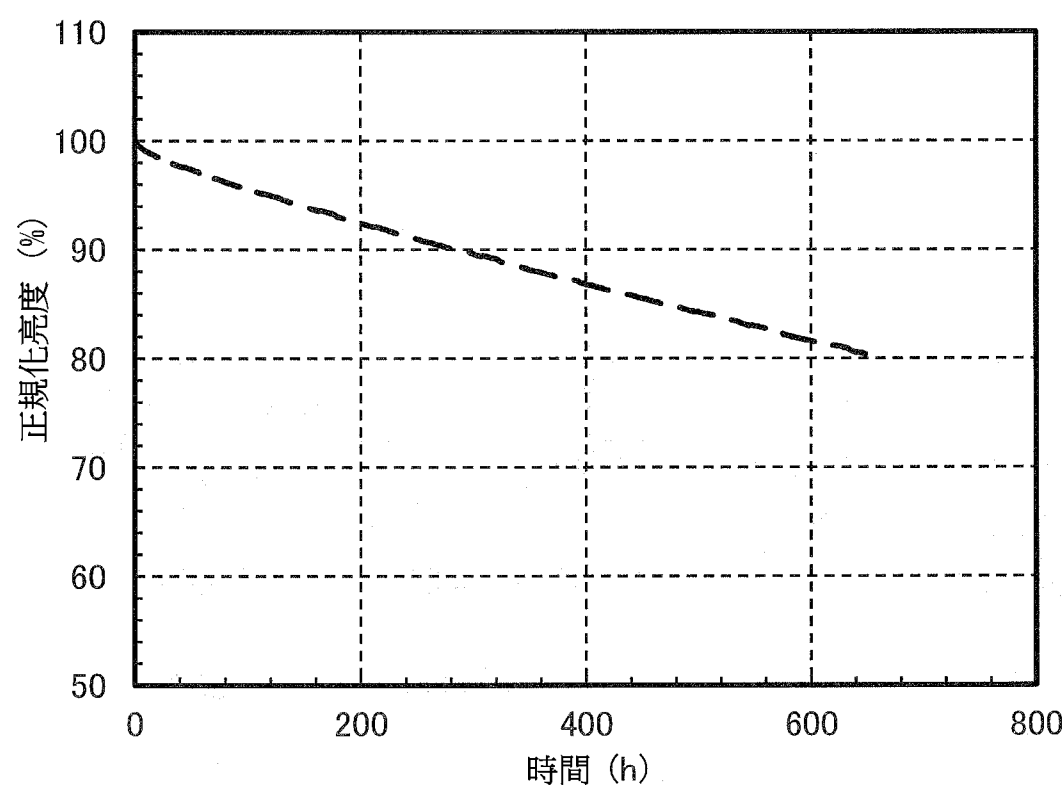
【圖 57】



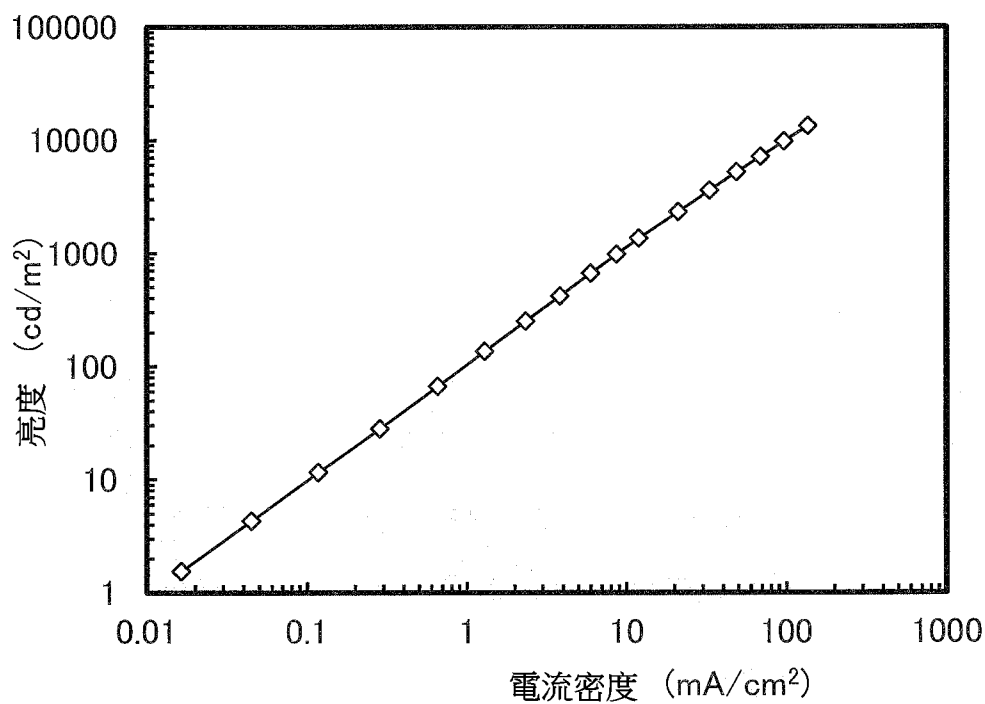
【圖 58】



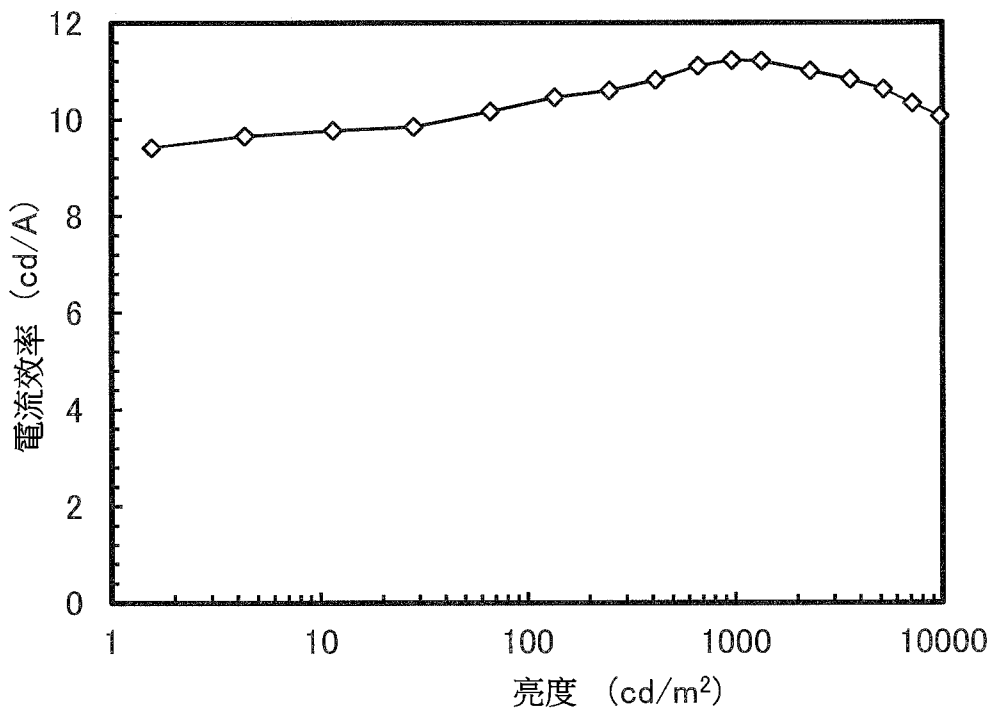
【圖 59】



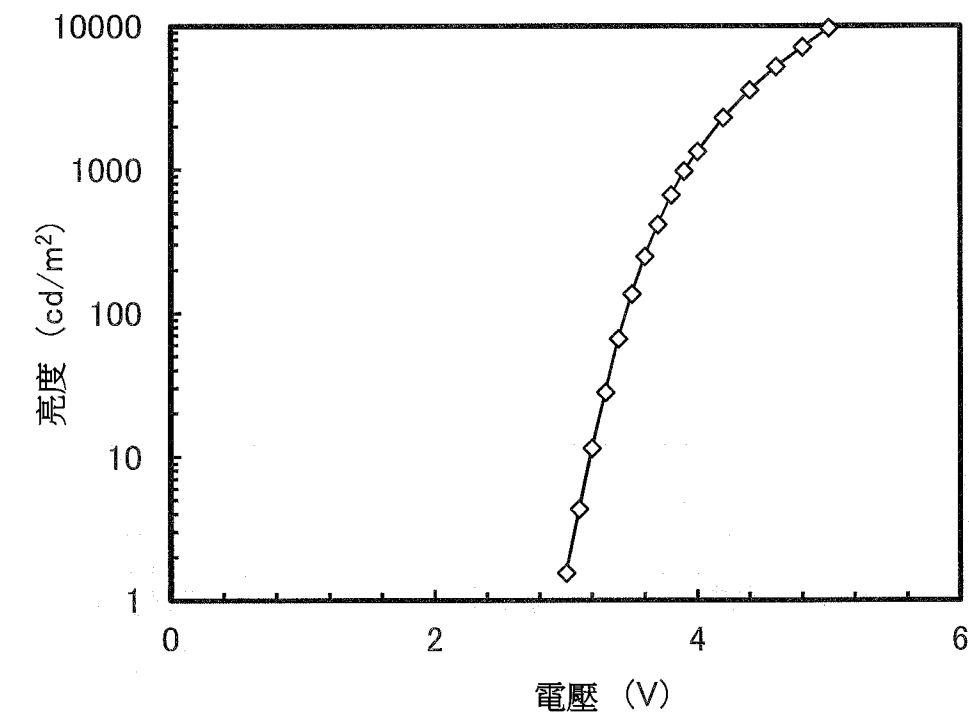
【圖 60】



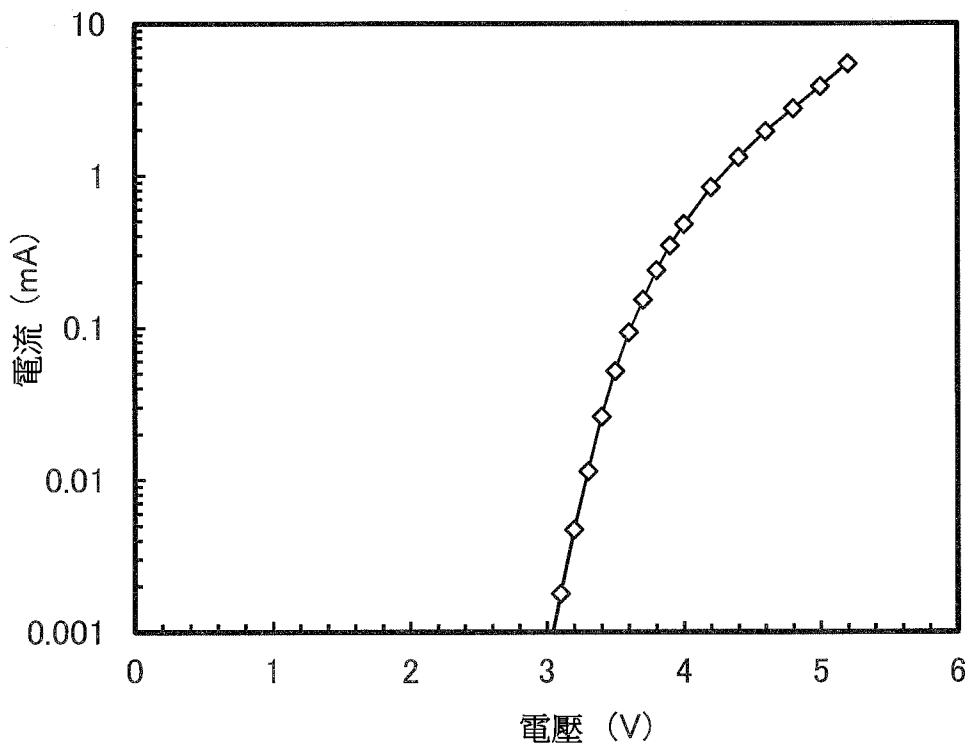
【圖 61】



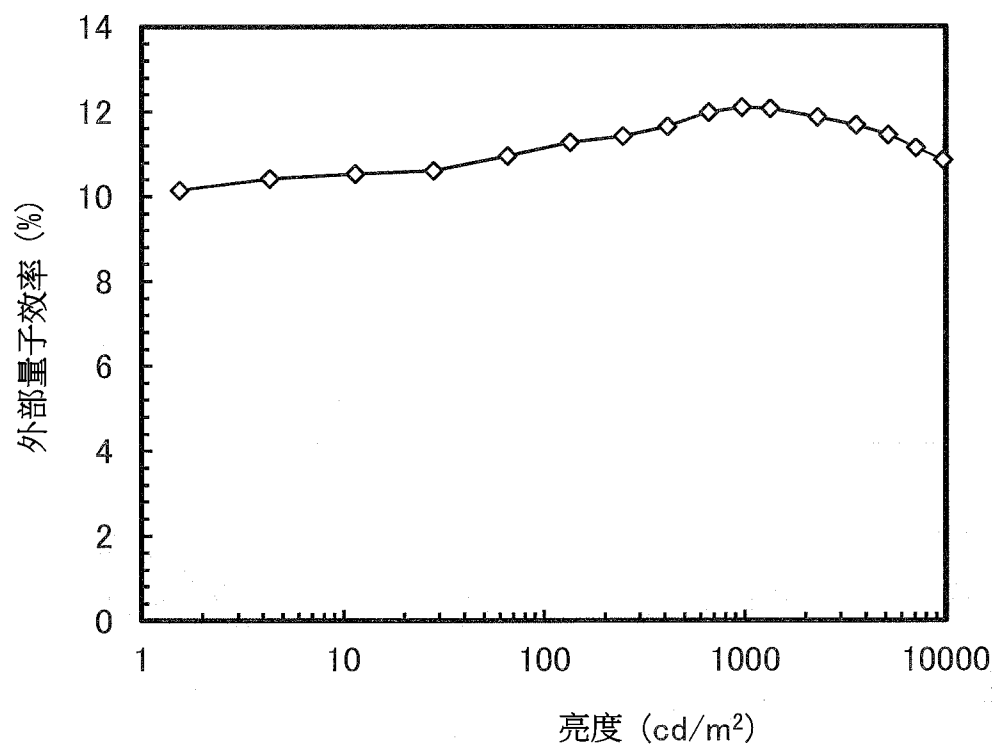
【圖 62】



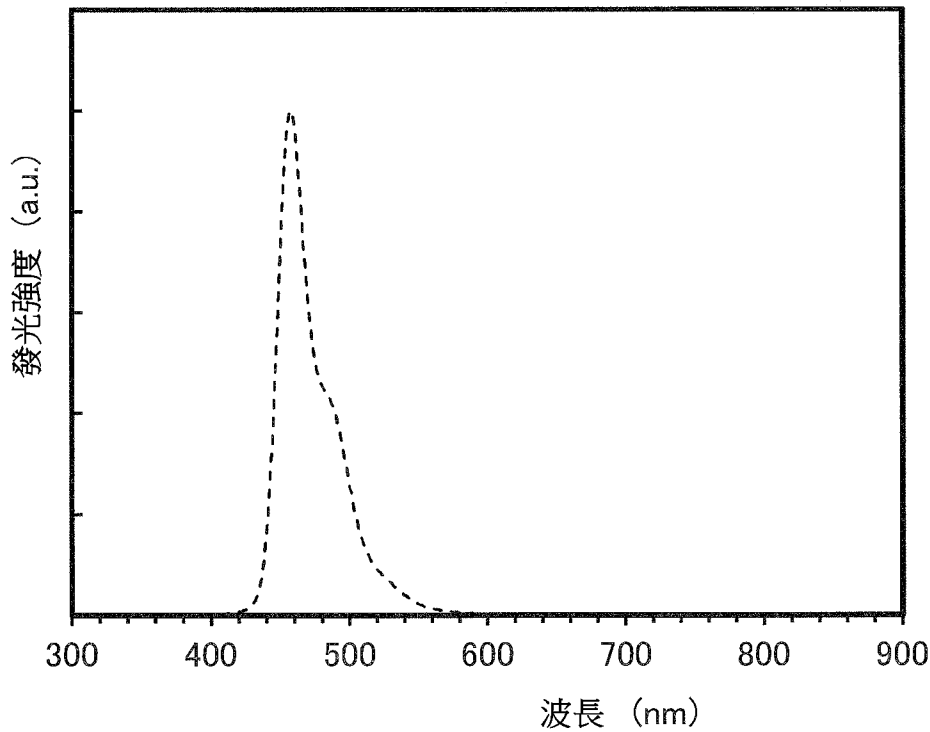
【圖 63】



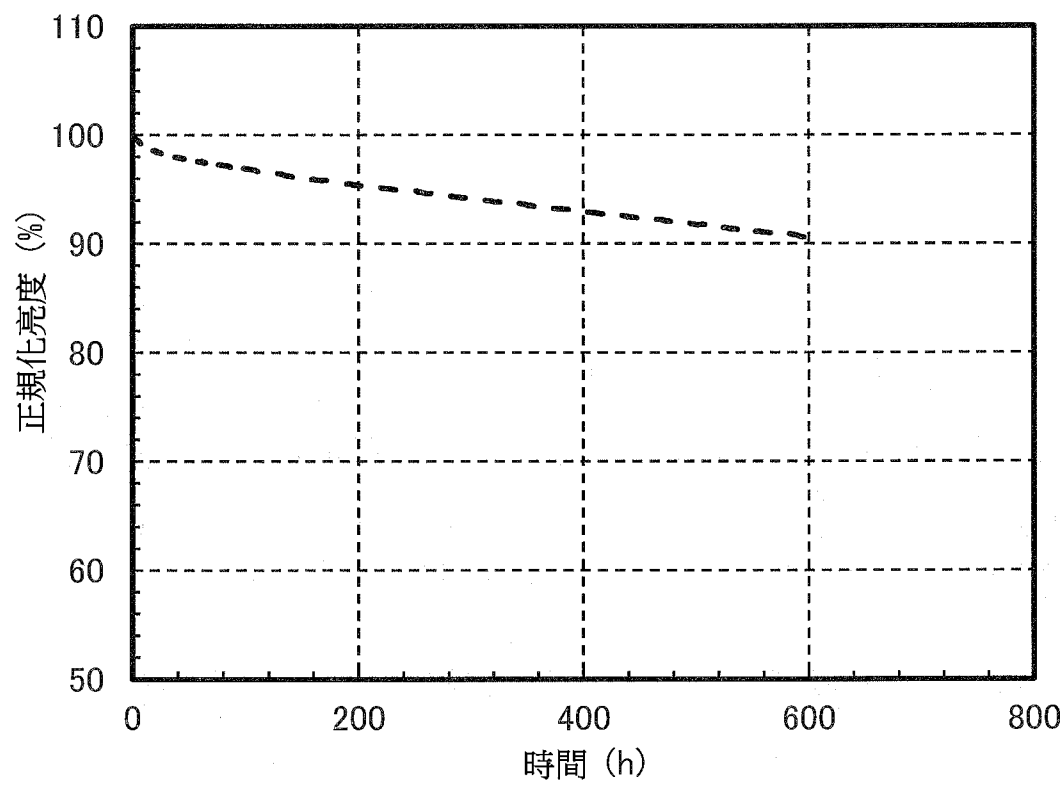
【圖 64】



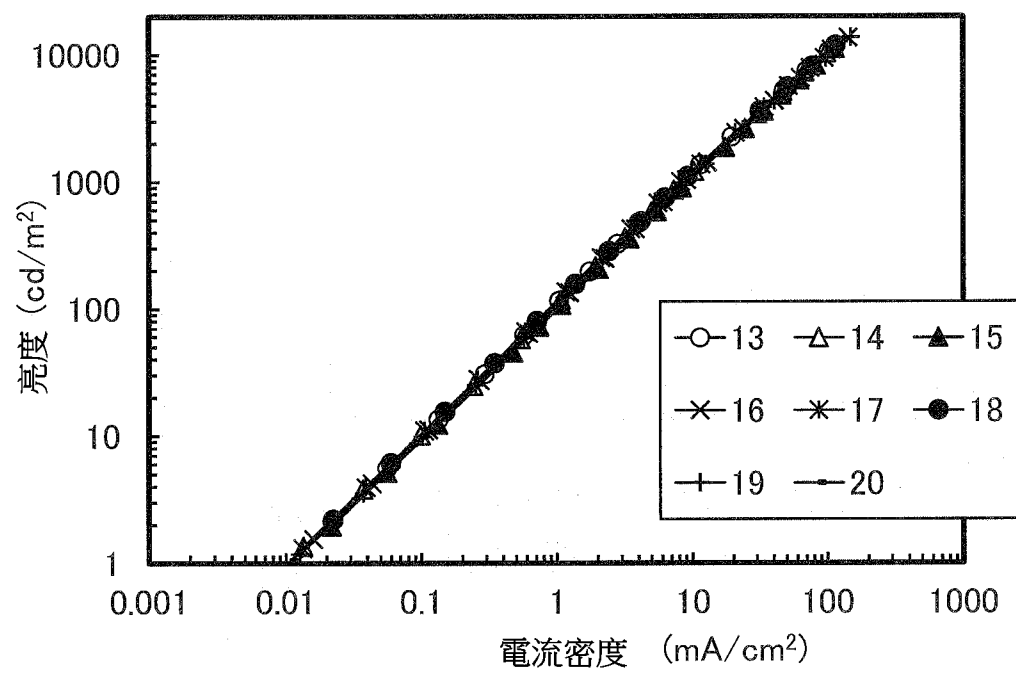
【圖 65】



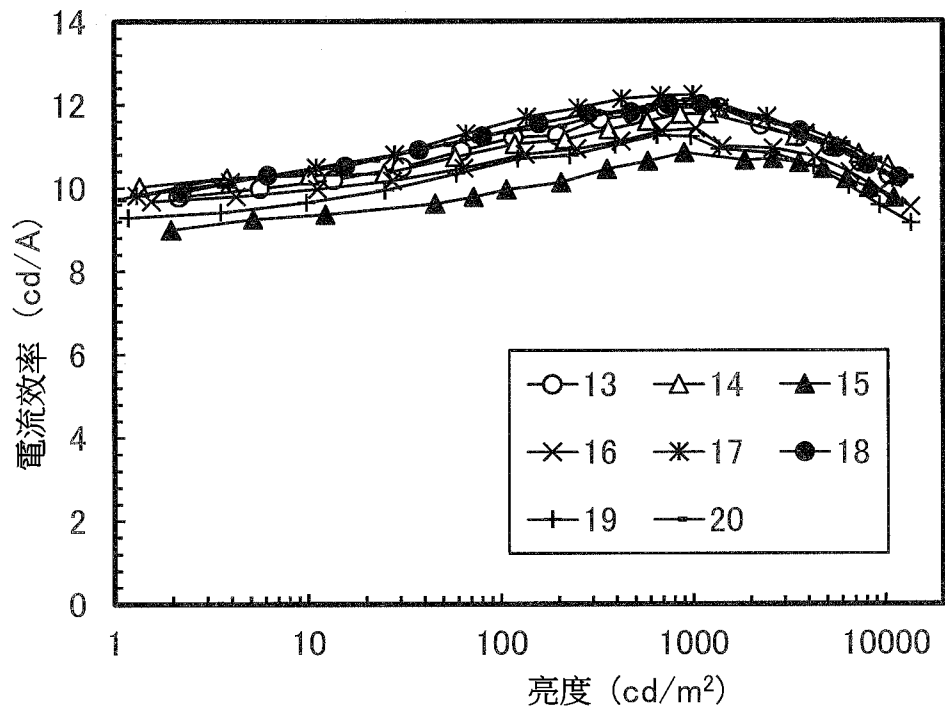
【圖 66】



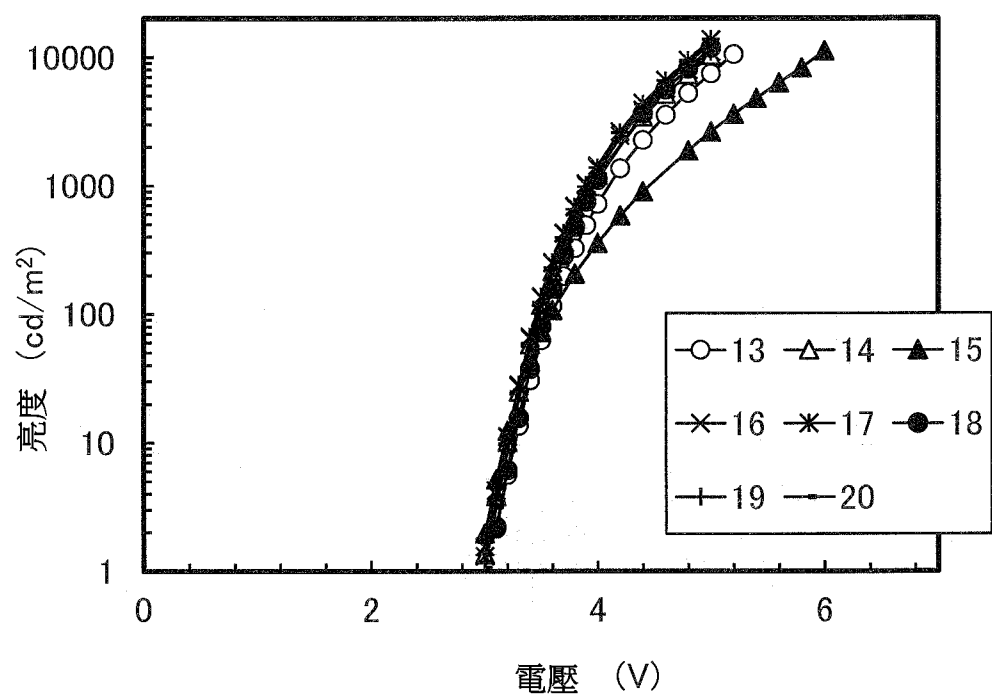
【圖 67】



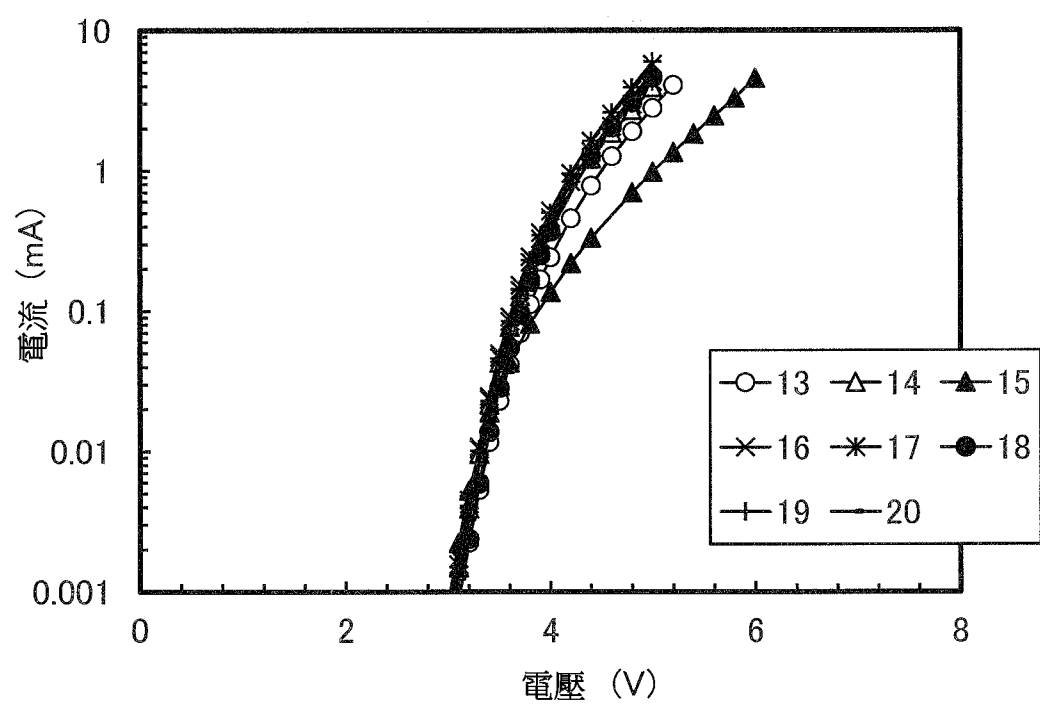
【圖 68】



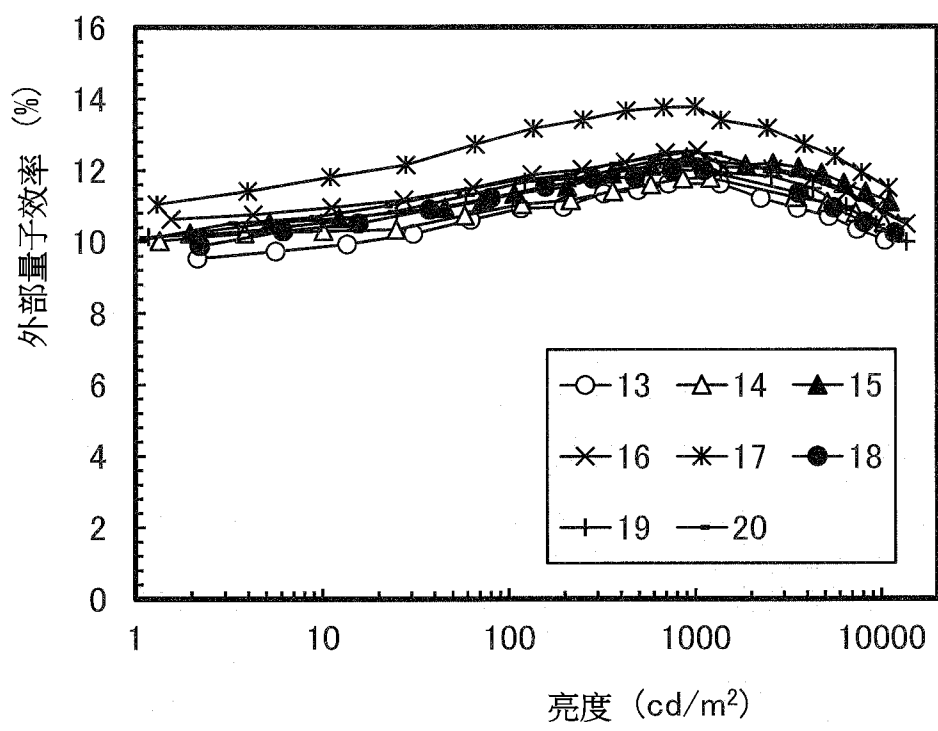
【圖 69】



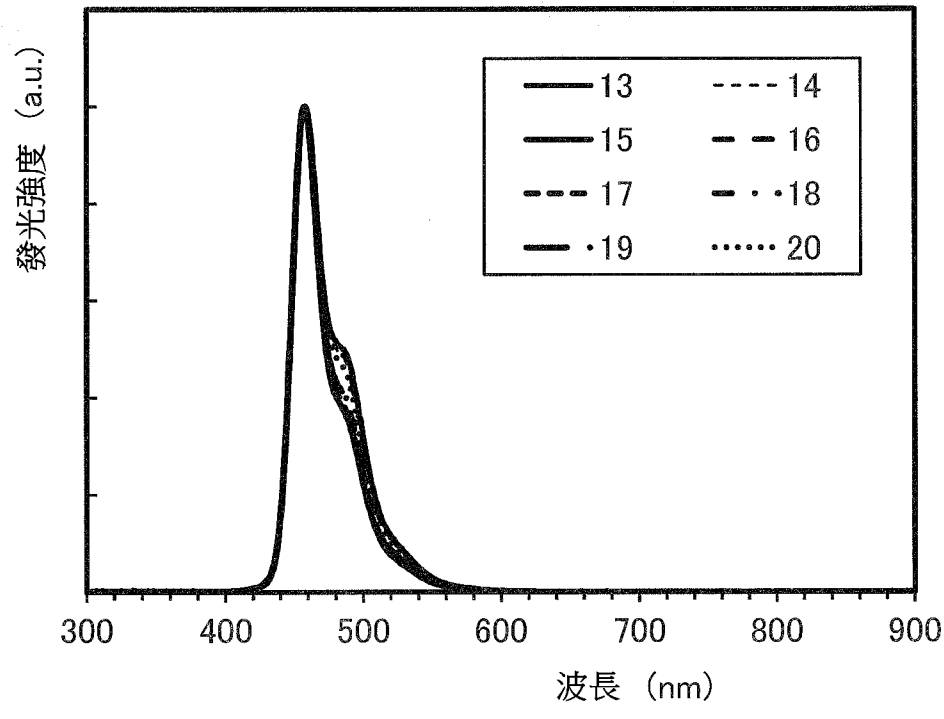
【圖 70】



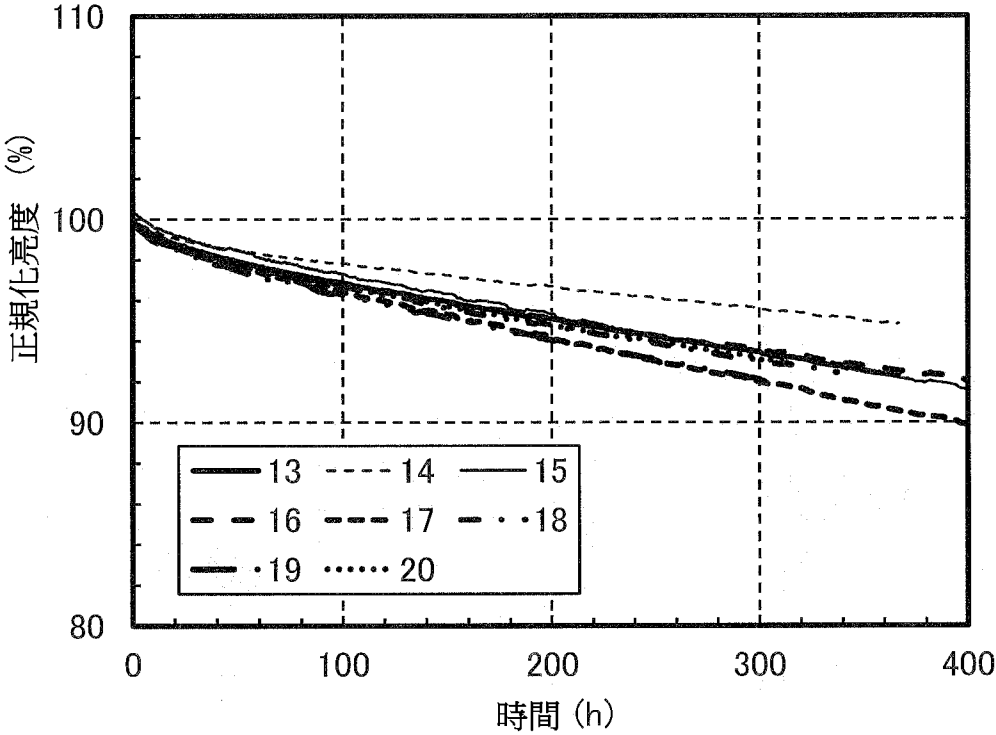
【圖 71】



【圖 72】



【圖 73】



【圖 74】