



(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 I602334 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：101116219

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 07 日

(51)Int. Cl. : *H01L51/50 (2006.01)**H01L51/54 (2006.01)*

(30)優先權：2011/05/13 日本

2011-108559

2011/06/01 日本

2011-123451

(71)申請人：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：瀨尾廣美 SEO, HIROMI (JP)；瀨尾哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200704638A

US 2011/0031476A1

審查人員：黃泰淵

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：25 共 88 頁

(54)名稱

發光元件及發光裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT AND LIGHT-EMITTING DEVICE

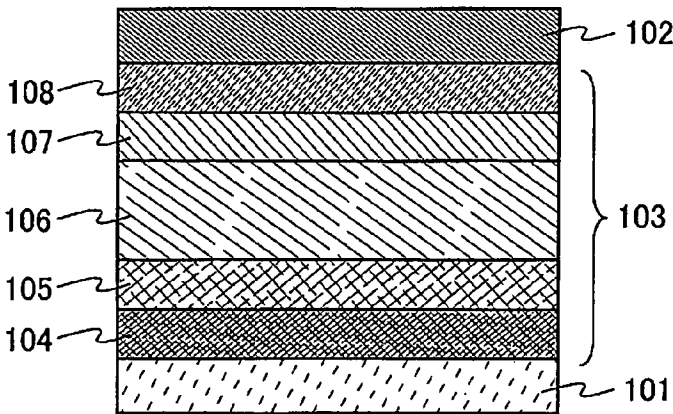
(57)摘要

本發明提供一種能藉由增加其光提取(light extraction)效率以降低能量消耗的發光元件及使用該發光元件之發光裝置。發光元件包括複合材料，其含有具有高電洞輸送性質之有機化合物及電子接受體且其中藉由電子自旋共振(ESR)方法測得之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，當電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該旋轉密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

Provided are a light-emitting element capable of reducing power consumption by increasing its light extraction efficiency and a light-emitting device using the light-emitting element. A light-emitting element includes a composite material, which contains an organic compound having a high hole-transport property and an electron acceptor and in which the spin density measured by an electron spin resonance (ESR) method is less than or equal to  $1 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup>, the spin density is less than or equal to  $3 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup> when the molar ratio of the electron acceptor to the organic compound is greater than or equal to 1, or the spin density is less than or equal to  $5 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup> when the molar ratio is greater than or equal to 2.

指定代表圖：

圖 1



- 符號簡單說明：
- 101 . . . 陽極
  - 102 . . . 陰極
  - 103 . . . EL 層
  - 104 . . . 電洞注入層
  - 105 . . . 電洞輸送層
  - 106 . . . 發光層
  - 107 . . . 電子輸送層
  - 108 . . . 電子注入層

# 發明專利說明書

H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 51/54 (2006.01)

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101116219

※申請日：101 年 05 月 07 日

※IPC 分類： H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 51/54 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文／英文)

發光元件及發光裝置

Light-emitting element and light-emitting device

## 二、中文發明摘要：

本發明提供一種能藉由增加其光提取(light extraction)效率以降低能量消耗的發光元件及使用該發光元件之發光裝置。發光元件包括複合材料，其含有具有高電洞輸送性質之有機化合物及電子接受體且其中藉由電子自旋共振(ESR)方法測得之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，當電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該旋轉密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

### 三、英文發明摘要：

Provided are a light-emitting element capable of reducing power consumption by increasing its light extraction efficiency and a light-emitting device using the light-emitting element. A light-emitting element includes a composite material, which contains an organic compound having a high hole-transport property and an electron acceptor and in which the spin density measured by an electron spin resonance (ESR) method is less than or equal to  $1 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup>, the spin density is less than or equal to  $3 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup> when the molar ratio of the electron acceptor to the organic compound is greater than or equal to 1, or the spin density is less than or equal to  $5 \times 10^{19}$  spins/cm<sup>3</sup> when the molar ratio is greater than or equal to 2.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

101：陽極

102：陰極

103：EL層

104：電洞注入層

105：電洞輸送層

106：發光層

107：電子輸送層

108：電子注入層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種在一對電極間具有 EL 層的發光元件。另外，本發明係關於一種使用該發光元件之發光裝置。

### 【先前技術】

因為在一對電極間具有 EL 層之發光元件是自發射 (self-emission) 元件，可達成高能見度，彼可適用於不需要液晶顯示器裝置 (LCD) 所需之背光且視角無限制之較薄裝置。因此，使用發光元件之顯示器裝置在作為 CRT 或 LCD 之代替品上已引起注意且已逐漸投入實際用途。另外，發光元件是薄的平面光源，且其形狀之限制較少。因此，已預期具有發光元件作為光源之照明裝置有新的應用，以及代替一般之使用白熾燈、白熱燈、LED 及類似者的照明裝置。

為要增加發光元件之照度，供應給該發光元件之電流量增加。然而，供應給發光元件之大量的電流加速 EL 層之劣化，而降低該發光元件之使用壽命。有鑒於此，以下所給之專利文件 1 揭示一種發光性 (light-emissive) 元件的結構，其中具有發光性層的發光性單元疊合在陽極與陰極之間且在該等單元之間提供電荷產生層。使用此種結構，當供應給發光性層之電流量的增加被抑制時，可增加發光性元件之照度。

## [參考資料]

[專利文件 1]日本公開的專利申請案 2003-272860。

## 【發明內容】

具體地，依照專利文件 1，該電荷產生層含有混合物或層合層，該混合物或層合層包含具有低於  $5.7\text{eV}$  之游離電位及電子給予性之有機化合物，以及能經由其與該有機化合物之氧化還原反應而形成電荷移轉錯合物的無機或有機物質。另外，依照該文件，經由氧化還原反應形成電荷移轉錯合物在施加電壓時對確保電荷移轉是重要因素；當在該陽極與該陰極之間施加電壓時，在電荷移轉錯合物中之電荷係經移轉向陽極或陰極，以致從具有電絕緣性之電荷產生層，可將電洞注入位於該電荷產生層之陰極側上的該發光性單元，且可將電子注入位於該電荷產生層之陽極側上的該發光性單元。

另外，依照專利文件 1，新近觀察到之在 800 奈米至 2000 奈米之近紅外區中的吸收光譜峰(其係由該電荷產生層所顯示)指明電荷移轉錯合物之形成。然而，如由專利文件 1 之圖 5、圖 6、及圖 7 中所示之吸收光譜所顯明的，認定包括電荷移轉錯合物之該電荷產生層的吸收光譜，除了在近紅外光區中的峰之外，也在 300 奈米至 600 奈米之可見光區中顯出新的峰。這意味以上之電荷產生層吸收具有在可見光區中之波長的光，此表示在該電荷產生層中所包括之電荷移轉錯合物是使來自該發光性元件之光的提

取效率降低的一個原因。

鑑於前述之技術背景，本發明之一具體例的目的是要提供能藉由增加其光提取效率以降低能量消耗的發光元件及使用該發光元件之發光裝置。

本發明人認為含有有機化合物及具有與該有機化合物相關之電子接受性的物質(下文稱為電子接受體)的複合材料的電洞注入性並非歸因於經由氧化還原反應所形成之電荷移轉錯合物。依照本發明之一具體例，即使當電荷移轉錯合物並未經由氧化還原反應在該有機化合物與該電子接受體之間形成時，優異之電洞注入性可用以下方式確保：在施加電壓時，經由來自該有機化合物之電子被該電子接受體提取，所產生之電洞從含有該複合材料之層注入鄰近層。

具體地，依照本發明之一具體例，發光元件包括複合材料，其含有具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體，且其中藉由電子自旋共振(ESR)方法測得之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，其中當電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該自旋密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，或其中當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度是低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

在複合材料中，在以上範圍內之自旋密度是指：在該複合材料中藉由電荷移轉交互作用所產生之未成對電子的數目是小的，亦即在該複合材料中不容易發生電荷移轉交

互作用。

注意：在以上之複合材料中所包含之有機化合物的游離電位較佳是 5.7 eV 或更高。這是因為有機化合物之 5.7 eV 或更高的游離電位對於自旋密度的降低是較佳的。

與專利文件 1 不同地，在本發明之一具體例中使用一種複合材料，其中在該有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用。因此，可減少由於電荷移轉交互作用而被含有以上複合材料之層所吸收之 300 奈米至 600 奈米波長的光，以致可增加此層對於具有 360 奈米至 830 奈米波長之可見光的透射比。

注意：具有高電洞輸送性之有機化合物是一種具有輸送電洞比電子多之性質的有機化合物，其選自諸如低分子量化合物及高分子量化合物的有機化合物(例如寡聚物、樹枝狀聚合物、及聚合物)，且該有機化合物具有  $10^{-6}$  平方公分/Vs 或更高的電洞移動性。作為具有高電洞輸送性且不容易與電子接受體進行電荷移轉交互作用之有機化合物的實例，可以給予以下物質：1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯(簡稱：DBT3P-II)、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲(簡稱：Pn3P)、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘(簡稱：N3P)、1,2,3,4-四苯基萘(簡稱：P4N)、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯(簡稱：DBF3P-II)。

以上電子接受體之實例是 7,7,8,8-四氫基-2,3,5,6-四氫喹啉基二甲烷(7,7,8,8-tetracyano-2,3,5,6-tetrafluoroquinodimethane)(簡稱：F<sub>4</sub>-TCNQ)、四氫醌、

及過渡金屬之氧化物。其它實例是在週期表中屬第 4 至 8 族金屬的氧化物。此種氧化物之特定實例是氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化銻、等。

具體地，依照本發明之一具體例的發光元件包含至少一個 EL 層及其間提供該 EL 層之一對電極。該 EL 層含有一種包含有機化合物及電子接受體之複合材料。在以上複合材料中，藉由 ESR 方法所測得之自旋密度是低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；可選擇地，當該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該自旋密度是低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，或當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

依照本發明之一具體例之發光元件包含至少一個電荷產生層、在其間提供該電荷產生層之經堆疊的多個 EL 層、及在其間提供該電荷產生層及該多個 EL 層的一對電極。該電荷產生層及該多個 EL 層之任一者含有包含有機化合物及電子接受體之複合材料。在以上複合材料中，藉由 ESR 方法所測得之自旋密度是低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；可選擇地，當該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該自旋密度是低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，或當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

依照本發明之一具體例，具有高可見光透射比之複合

材料係用於發光元件，以致可增加來自該發光元件之光的提取效率。因此，可提供一種能降低能量消耗且顯出高照度的發光元件及使用該發光元件之發光裝置。

#### 發明之詳述

將參考圖式描述具體例。注意：本發明不限於以下描述，且精於此技藝之人士將容易了解：可以進行改變及改良，卻不偏離本發明之精神及範圍。因此，本發明不應理解為要受限於以下具體例中的描述。

本發明之發光裝置的範疇包含一種具有發光元件在每一像素中的顯示器裝置，一種使用發光元件作為光源之照明裝置，及類似者。此種顯示器裝置之範疇包含面板（其中包含發光元件）及模組（其中在該面板上安裝積體電路，諸如控制器）。

#### （具體例 1）

依照本發明之一具體例之發光元件包含至少一個 EL 層及在其間提供該 EL 層之一對電極。該 EL 層含有一種複合材料，其包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中電荷移轉交互作用不容易發生。

圖 1 說明依照本發明之一具體例之發光元件的結構實例。圖 1 中所說明之發光元件包含對應於該對電極之陽極 101 及陰極 102，及在該陽極 101 與該陰極 102 之間所提供之 EL 層 103。

在圖 1 的實例中，該 EL 層 103 包含電洞注入層 104、電洞輸送層 105、發光層 106、電子輸送層 107、電子注入層 108、等。特別地，該電洞注入層 104、該電洞輸送層 105、該發光層 106、該電子輸送層 107、該電子注入層 108、及該陰極 102 依序地堆疊在該陽極 101 上。

在圖 1 所說明之發光元件中，由具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體組成之複合材料係用於該電洞注入層 104。在此複合材料中，在該有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用且藉由電荷移轉交互作用所產生之未成對電子的數目因此是小的。特別地，在此複合材料中，藉由 ESR 方法所測得之自旋密度是低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；可選擇地，當該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該自旋密度是低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，或當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

選自諸如低分子量化合物及高分子量化合物之有機化合物(例如寡聚物、樹枝狀聚合物、及聚合物)的上述有機化合物具有輸送電洞多於電子的性質，且較佳地，該有機化合物具有  $10^{-6}$  平方公分/Vs 或更高的電洞移動性且不容易與電子接受體進行電荷移轉交互作用。為要輸送電洞，稠合之芳族化合物或稠合的雜芳族化合物是較佳的。為要使電荷移轉交互作用不容易進行，不具有氮原子之稠合芳族化合物(例如萘或菲)或稠合雜芳族化合物(例如二苯並

噻吩或二苯並呋喃)是更佳的。然而，只要可以獲得在上述範圍內之自旋密度，則無此種限制。

可用於該複合材料之有機化合物的特定實例是 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯(簡稱：DBT3P-II)、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲(簡稱：Pn3P)、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘(簡稱：N3P)、1,2,3,4-四苯基萘(簡稱：P4N)、1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯(簡稱：DBF3P-II)、等。這些有機化合物具有 5.7eV 或更高之游離電位。

以上電子接受體之特定實例是 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟喹啉基二甲烷(7,7,8,8-tetracyano-2,3,5,6-tetrafluoroquinodimethane)(簡稱：F<sub>4</sub>-TCNQ)、四氫醌、及過渡金屬之氧化物。其它實例是在週期表中屬第 4 至 8 族金屬的氧化物。此種氧化物之特定實例是氧化鈮、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化銻、等。

當在該陽極 101 與該陰極 102 之間施加電壓以致該陽極 101 之電位可高於該陰極 102 之電位時，在含有以上複合材料之電洞注入層 104 中，電子從該有機化合物被該電子接受體所提取且因此產生電洞。然後，所產生之電洞從該電洞注入層 104，經由該電洞輸送層 105，注入該發光層 106。

在本發明之一具體例中，因為該電洞注入層 104 含有該複合材料(其中在具有高電洞輸送性之有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用)，故可減

少由於電荷移轉交互作用而被該電洞注入層 104 所吸收之 300 奈米至 600 奈米波長的光。因此，可增加該電洞注入層 104 對具有 360 奈米至 830 奈米波長的可見光的透射比。因此，在本發明之一具體例中，可增加來自發光元件之光的提取效率，以致可提供一種能減少能量消耗且顯出高照度之發光元件及一種使用該發光元件之發光裝置。

描述一特定實例，其中製造在本具體例中所述之發光元件。

對於該陽極 101 及該陰極 102 而言，可以使用任何金屬、合金、導電化合物、其混合物、等。特別地，可能使用氧化銦-氧化錫(ITO：氧化銦錫)、含矽或氧化矽之氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅(氧化銦鋅)、含氧化鎢及氧化鋅之氧化銦、金(Au)、鉑(Pt)、鎳(Ni)、鎢(W)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銅(Cu)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、及屬週期表第 1 族或第 2 族之元素，例如鹼金屬，諸如鋰(Li)或銫(Cs)，鹼土金屬，諸如鈣(Ca)或銣(Sr)、鎂(Mg)，含此等元素之合金(MgAg、AlLi)、稀土金屬諸如鎔(Eu)或鐿(Yb)，含此等元素之合金、石墨片、或類似者。注意：陽極 101 及陰極 102 可藉由例如濺射方法、蒸發方法(包括真空蒸發方法)、或類似方法形成。

作為用於該電洞輸送層 105 之具有高電洞輸送性的物質，可如下列者：芳族胺化合物諸如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱：NPB 或  $\alpha$ -NPD)、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',4''-參(咔唑-9-基)三苯胺(簡稱：TCTA)、4,4',4''-參(N,N-二苯胺基)三苯胺(簡稱：TDATA)、4,4',4''-參[N-(3-甲苯基)-N-苯胺基]三苯胺(簡稱：MTDATA)、及4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯萘(bifluoren)-2-基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱：BSPB)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑(簡稱：PCzPCN1)、等。此外，可以使用以下之咔唑衍生物及類似者：4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱：CBP)、1,3,5-參[4-(N-咔唑基)苯基]苯(簡稱：TCPB)、及9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱：CzPA)。在此所提及之物質主要是具有  $10^{-6}$  平方公分/Vs 或更高的電洞移動性者。另外，在這些物質之外，可以使用具有輸送電洞多於電子之性質的物質。

對於電洞輸送層 105 而言，也可以使用高分子化合物，諸如聚(N-乙基基咔唑)(簡稱：PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(簡稱：PVTBA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯胺基)苯基]苯基-N'-苯胺基}苯基)甲基丙烯醯胺](簡稱：PTPDMA)、或聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](簡稱：聚-TPD)。

發光層 106 是一種含有發光物質之層。發光層 106 可以利用一種含單一發光物質之膜或一種具有發射中心物質分散於基質材料中的膜來形成。

對於在該發光層 106 中可作為以上發光物質或發射中

心物質的材料並無特別限制，且由該等材料所發出之光可以是螢光或磷光。以上發光物質或發射中心物質的實例包括以下物質：螢光物質諸如 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)、二苳苯、2,5,8,11-四-第三丁基二苳苯(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-第三丁基蒽-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'''-八苯基二苳並[g,p]聯三伸苯-2,7,10,15-四胺(簡稱：DBC1)、香豆素 30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(簡稱：2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPAPA)、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(簡稱：2DPABPhA)、9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(簡稱：2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(簡稱：DPhAPhA)、

香豆素 545T、N,N'-二苯基喹吡酮(簡稱：DPQd)、紅螢烯、5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯(簡稱：BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲胺基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCM2)、N,N,N',N'-肆(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'-肆(4-甲基苯基)芴萘並[1,2-a]螢蔥-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-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：DCJTI)、2-{2-第三丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[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)、及 2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基)丙二腈(簡稱：BisDCJTM)；以及磷光物質諸如 2-吡啶甲酸雙[2-(3',5'-雙-三氟甲基苯基)吡啶並-N,C<sup>2'</sup>]銱(III)(簡稱：Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic))、乙醯丙酮酸雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶並-N,C<sup>2'</sup>]銱(III)(簡稱：FIracac)、參(2-苯基吡啶並)銱(III)(簡稱：Ir(ppy)<sub>3</sub>)、乙醯丙酮酸雙(2-苯基吡啶並)銱(III)(簡稱：Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac))、參(乙醯基丙酮並)(單啡啉)銱(III)(簡稱：Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen))、乙醯丙酮酸雙(苯並[h]喹啉並)銱(III)(簡稱：Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac))、乙醯丙酮

酸雙(2,4-二苯基-1,3-噁唑化-N,C<sup>2'</sup>)銥(III)(簡稱：  
 $\text{Ir(dpo)}_2(\text{acac})$ )、乙醯丙酮酸雙(2-(4'-全氟苯基苯基)吡啶  
 並)銥(III)(簡稱： $\text{Ir(p-PF-ph)}_2(\text{acac})$ )、乙醯丙酮酸雙(2-  
 苯基苯並噁唑化-N,C<sup>2'</sup>)銥(III)(簡稱： $\text{Ir(bt)}_2(\text{acac})$ )、乙  
 醯丙酮酸雙(2-(2'-苯並[4,5- $\alpha$ ]噁吩基)吡啶並-N,C<sup>3'</sup>)銥  
 (III)(簡稱： $\text{Ir(btp)}_2(\text{acac})$ )、乙醯丙酮酸雙(1-苯基異喹啉  
 並-N,C<sup>2'</sup>)銥(III)(簡稱： $\text{Ir(piq)}_2(\text{acac})$ )、(乙醯丙酮並)雙  
 [2,3-雙(4-氟苯基喹噁啉化)銥(III)(簡稱： $\text{Ir(Fdpq)}_2(\text{acac})$ )  
 、(乙醯丙酮並)雙(2,3,5-三苯基吡嗪化)銥(III)(簡稱：  
 $\text{Ir(tppr)}_2(\text{acac})$ )、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-四  
 聯吡咯環鉑(II)(簡稱： $\text{PtOEP}$ )、參(1,3-二苯基-1,3-丙烷  
 二酮化)(單啡啉)銣(III)(簡稱： $\text{Eu(DBM)}_3(\text{Phen})$ )、及參  
 [1-(2-噁吩甲醯)-3,3,3-三氟丙酮並)(單啡啉)銣(III)(簡稱  
 ： $\text{Eu(TTA)}_3(\text{Phen})$ )。

雖然對於可作為基質材料(其中待分散上述放射中心  
 物質)之材料並無特別限制，任何以下物質可用於該基質  
 材料，例如：金屬錯合物，諸如參(8-喹啉並)鋁(III)(簡稱  
 ： $\text{Alq}$ )、參(4-甲基-8-喹啉並)鋁(III)(簡稱： $\text{Almq}_3$ )、雙  
 (10-羥基苯並[h]喹啉並)鉍(II)(簡稱： $\text{BeBq}_2$ )、雙(2-甲  
 基-8-喹啉並)(4-苯基酚化)鋁(III)(簡稱： $\text{BAlq}$ )、雙(8-喹  
 啉並)鋅(II)(簡稱： $\text{Znq}$ )、雙[2-(2-苯並噁唑基)酚化)鋅  
 (II)(簡稱： $\text{ZnPBO}$ )、及雙[2-(2-苯並噁唑基)酚化)鋅(II)(  
 簡稱： $\text{ZnBTZ}$ )；雜環化合物，諸如：2-(4-聯苯基)-5-(4-  
 第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱： $\text{PBD}$ )、1,3-雙[5-(對-

第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱: OXD-7)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-第三丁基苯基)-1,2,4-三唑(簡稱: TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)參(1-苯基-1H-苯並咪唑)(簡稱: TPBI)、紅二氮雜菲(簡稱: BPhen)、紅聯喹啉(bathocuproine, 簡稱: BCP)、及9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(簡稱: CO11); 及芳族胺化合物, 諸如4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱: NPB 或  $\alpha$ -NPD)、N,N'-雙(3-甲苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(簡稱: TPD)、及4,4'-雙[N-(螺-9,9'-聯菲-2-基)-N-苯胺基]聯苯(簡稱: BSPB)。此外, 可以給予縮合之多環芳族化合物, 諸如蒽衍生物、菲衍生物、芘衍生物、聯三伸苯衍生物、及二苯並[g,p]聯三伸苯衍生物, 且特定實例是9,10-二苯基蒽(簡稱: DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱: CzAlPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱: DPhPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱: YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱: PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(簡稱: PCAPBA)、N,9-二苯基-N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9H-咔唑-3-胺(簡稱: 2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基聯三伸苯、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯並[g,p]聯三伸苯-2,7,10,15-四胺(簡稱: DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱: CzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱:

DPCzPA)、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱：DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：DNA)、2-第三丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱：t-BuDNA)、9,9'-聯蒽(簡稱：BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(簡稱：DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(簡稱：DPNS2)、3,3',3''-(苯-1,3,5-三基)三芘(簡稱：TPB3)、等。

對於作為基質材料之用途，具有比上述發射中心物質廣之能量間隙的一或多種物質較佳選自這些物質及已知物質。再者，在該發射中心物質放出磷光的情況中，較佳選擇具有比該發射中心物質之三重態激發能量高之三重態激發能量(在激態與三重態激發態之間的能量差)的物質作為基質材料。

注意：該發光層 106 也可以是二或多層之疊合物。例如，在該發光層 106 是藉由順序堆疊第一發光層及第二發光層在該電洞輸送層 105 上所形成的情況中，具有電洞輸送性質之物質係用於第一發光層之基質材料且具有電子輸送性質之物質係用於第二發光層之基質材料。也可以使用含有不同發光物質或不同發射中心物質的發光層的疊合物。

電子輸送層 107 是一種含有具有高電子輸送性質的物質的層。為供該電子輸送層 107，可能使用金屬錯合物，諸如  $\text{Alq}_3$ 、參(4-甲基-8-喹啉並)鋁(簡稱： $\text{Almq}_3$ )、雙(10-羥基苯並[h]喹啉並)鉍(簡稱： $\text{BeBq}_2$ )、 $\text{BAlq}$ 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 、或雙[2-(2-羥苯基)苯並噻唑化)鋅(簡稱：

$\text{Zn}(\text{BTZ})_2$ )。也可能使用雜芳族化合物，諸如 2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(簡稱：PBD)、1,3-雙[5-(對-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(簡稱：OXD-7)、3-(4-第三丁基苯基)-4-苯基-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：TAZ)、3-(4-第三丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(簡稱：p-EtTAZ)、紅二氮雜菲(簡稱：BPhen)、紅聯喹啉(bathocuproine, 簡稱：BCP)、或 4,4'-雙(5-甲基苯並噁唑-2-基)二苯乙烯(簡稱：BzOs)。也可能使用高分子化合物，諸如聚(2,5-吡啶二基)(簡稱：PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](簡稱：PF-Py)、或聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)](簡稱：PF-BPy)。在本文所述之物質主要具有  $10^{-6}$  平方公分/Vs 或更高之電子移動性。注意：除了這些物質之外，可以使用具有輸送電子多於電洞之性質的物質於該電子輸送層。

另外，該電子輸送層不限於單一層且可以是含有任何以上物質之二或多層的疊合物。

電子注入層 108 是一種含有具有高電子注射性之物質的層。為供該電子注入層 108，可以使用鹼金屬、鹼土金屬、或其化合物，諸如氟化鋰(LiF)、氟化銫(CsF)、氟化鈣( $\text{CaF}_2$ )、或鋰氧化物( $\text{LiO}_x$ )。可選擇地，可以使用稀土金屬化合物，諸如氟化鉕( $\text{ErF}_3$ )。也可以使用任何以上之用於形成該電子輸送層 107 的物質。

為供電子注入層 108，可以使用混合有機化合物與具

有電子給予性之物質(下文稱為電子給予體)之複合材料。該電子給予體在該有機化合物中使電子產生，且因此複合材料之電子注射性及電子輸送性是優異的。有機化合物在此較佳是一種在輸送所產生之電子方面優異的材料；特定實例包含上述之用於形成該電子輸送層 107 之物質(例如金屬錯合物或雜芳族化合物)。該電子給予體較佳是相對於該有機化合物顯出電子給予性之物質。特別地，鹼金屬、鹼土金屬、及稀土金屬是較佳的，且可以給予鋰、鈹、鎂、鈣、銦、鎵、等。鹼金屬氧化物或鹼土金屬氧化物也是較佳的，且實例是氧化鋰、氧化鈣、氧化銦、等。也可以使用路易士鹼，諸如氧化鎂。也可以使用有機化合物，諸如四硫富瓦烯(tetrathiafulvalene，簡稱：TTF)。

注意：上述之電洞注入層 104、電洞輸送層 105、發光層 106、電子輸送層 107、及電子注入層 108 分別可藉由諸如蒸發方法(包括真空蒸發方法)、噴墨方法、或塗覆方法之方法形成。

在上述發光元件中，因在該陽極 101 與該陰極 102 之間所產生之電位差，使電流流動，且電洞及電子於該 EL 層 103 中再結合，以致可發光。然後，該光發射經由該陽極 101 或該陰極 102 或二者提取至外部。因此，該陽極 101 或該陰極 102 之任一者或二者是具有透光性的電極。

(具體例 2)

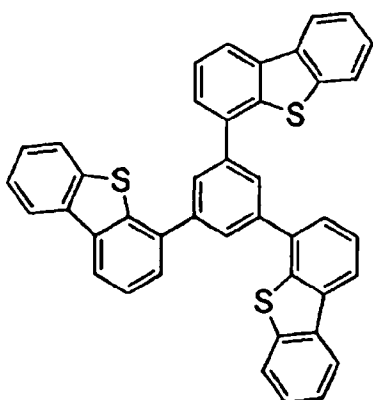
本具體例顯示：使用 ESR 方法評估各自包含具有高

電洞輸送性之有機化合物及電子接受體之複合材料的結果。

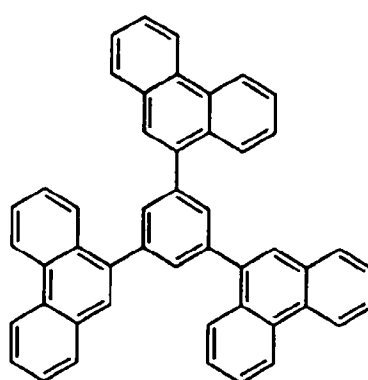
用於該測量之樣品描述於下。所有樣品係藉由在具有 2.8 毫米 x 20 毫米尺寸之石英基底上的有機化合物及電子接受體的共蒸發所形成，以致藉由該共蒸發所形成之層分別含有包含該有機化合物及該電子接受體之複合材料。

如何形成該等樣品之方式係特別如下。首先，該石英基底固定至真空蒸發裝置內的支架上，以致藉由蒸發使複合材料待形成於其上之表面係朝下。在使該真空蒸發裝置內之壓力降至  $10^{-4}$  Pa 之後，該有機化合物及氧化鋁(VI)(其係電子接受體)係經共蒸發，藉此形成含有該複合材料之層在該石英基底上。對於每一樣品而言，含有該複合材料之層厚度被調節成 50 奈米。注意：共蒸發是一種方法，其中多種不同物質係同時地從個別不同蒸發源蒸發。

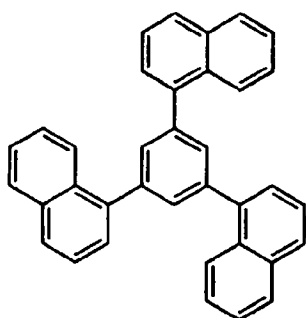
作為在該樣品中之有機化合物，可以使用 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯(簡稱：DBT3P-II)、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲(簡稱：Pn3P)、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘(簡稱：N3P)、1,2,3,4-四苯基萘(簡稱：P4N)、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯(簡稱：DBF3P-II)。為與這些樣品作比較，也使用其中之電荷移轉交互作用被認定是容易發生的複合材料以製備樣品；特別地，使用 NPB 及 CzPA 作為比較用樣品中之有機化合物。所用之化合物的結構式(101)至(107)說明於下。



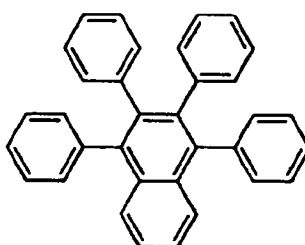
DBT3P-II (101)



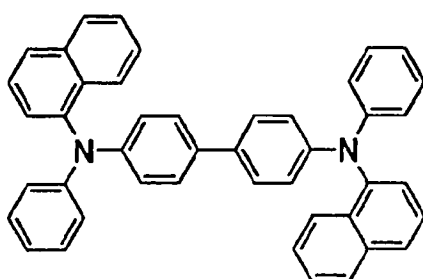
Pn3P(102)



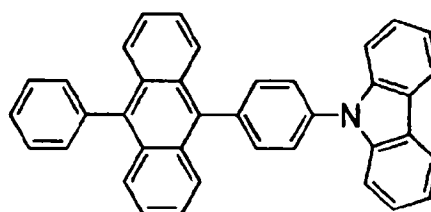
N3P(103)



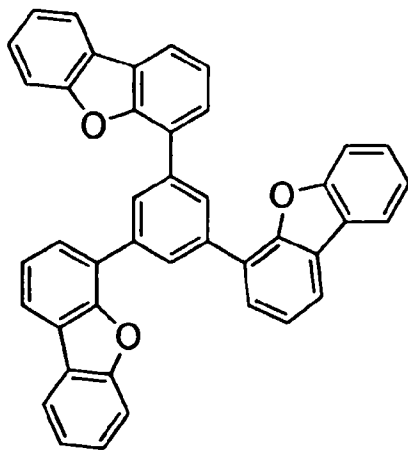
P4N(104)



NPB(105)



CzPA(106)



DBF3P-II(107)

以下表 1 顯示在樣品中所用之有機化合物的 HOMO 程度，其係藉由光電子光譜法，使用光電子光譜儀 (AC-2，Riken Keiki Co., Ltd.之產品)測量。

[表1]

|      |          | HOMO 程度 |
|------|----------|---------|
| 樣品 A | DBT3P-II | -6.0    |
| 樣品 B | Pn3P     | -5.9    |
| 樣品 C | N3P      | -5.8    |
| 樣品 D | P4N      | -6.0    |
| 樣品 E | DBF3P-II | -6.0    |
| 樣品 F | NPB      | -5.4    |
| 樣品 G | CzPA     | -5.7    |

以下表 2 顯示在樣品 A 及 E 中所用之有機化合物的 HOMO 程度，其係藉由光電子光譜法，使用光電子光譜儀 (AC-3，Riken Keiki Co., Ltd.之產品)測量。

[表2]

|      |          | HOMO 程度 |
|------|----------|---------|
| 樣品 A | DBT3P-II | -6.2    |
| 樣品 E | DBF3P-II | -6.2    |

在每一樣品中有機化合物對氧化鉬之莫耳比係利用蒸

發速率調節。使用 DBT3P-II、Pn3P、N3P、P4N、DBF3P-11、NPB、及 CzPA 作為有機化合物之樣品分別稱為樣品 A、樣品 B、樣品 C、樣品 D、樣品 E、樣品 F、及樣品 G。以下表 3 顯示在每一樣品中有機化合物對氧化鉬之質量比及莫耳比。注意：在該 ESR 測量中，包含該莫耳比之該有機化合物的四層被堆疊且測量。

[表3]

| 樣品名稱<br>(有機化合物名稱)  | 質量比<br>(有機化合物:MoOx) | 莫耳比<br>(有機化合物:MoOx) |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| 樣品 A<br>(DBT3P-II) | 4:0.2               | 1:0.215             |
|                    | 4:0.5               | 1:0.5375            |
|                    | 4:1                 | 1:1.075             |
|                    | 4:2                 | 1:2.15              |
|                    | 4:3                 | 1:3.225             |
|                    | 4:4                 | 1:4.3               |
| 樣品 B (Pn3P)        | 4:0.2               | 1:0.21              |
|                    | 4:0.5               | 1:0.525             |
|                    | 4:1                 | 1:1.05              |
|                    | 4:2                 | 1:2.1               |
|                    | 4:3                 | 1:3.15              |
|                    | 4:4                 | 1:4.2               |
| 樣品 C (N3P)         | 4:0.2               | 1:0.16              |
|                    | 4:0.5               | 1:0.4               |
|                    | 4:1                 | 1:0.8               |
|                    | 4:2                 | 1:1.6               |
|                    | 4:3                 | 1:2.4               |
|                    | 4:4                 | 1:3.2               |

|                    |       |          |
|--------------------|-------|----------|
| D (P4N)            | 4:0.5 | 1:0.39   |
|                    | 4:2   | 1:1.55   |
|                    | 4:4   | 1:3.1    |
| 樣品 E<br>(DBF3P-II) | 4:1   | 1:1      |
|                    | 4:2   | 1:2      |
|                    | 4:4   | 1:4      |
| 樣品 F (NPB)         | 4:0.2 | 1:0.205  |
|                    | 4:0.5 | 1:0.5125 |
|                    | 4:1   | 1:1.025  |
|                    | 4:2   | 1:2.05   |
|                    | 4:3   | 1:3.075  |
|                    | 4:4   | 1:4.1    |
|                    | 4:5   | 1:5.125  |
|                    | 4:6   | 1:6.15   |
| 樣品 G (CzPA)        | 4:0.5 | 1:0.425  |
|                    | 4:1   | 1:0.85   |
|                    | 4:2   | 1:1.7    |
|                    | 4:3   | 1:2.55   |
|                    | 4:4   | 1:3.4    |
|                    | 4:5   | 1:4.25   |
|                    | 4:6   | 1:5.1    |

測量以下複合材料之吸收光譜：DBT3P-II 及氧化鋁 (VI)之複合材料；Pn3P 及氧化鋁 (VI)之複合材料；N3P 及氧化鋁 (VI)之複合材料；P4N 及氧化鋁 (VI)之複合材料；DBF3P-II 及氧化鋁 (VI)之複合材料；NPB 及氧化鋁 (VI)之複合材料；及 CzPA 及氧化鋁 (VI)之複合材料。在每一樣品中有機化合物對氧化鋁之重量比設定成 4：2。對每一樣品而言，含該複合材料之層的厚度調節成 50 奈米。

如何形成該等樣品之方式係描述於下。首先，該石英基底固定至真空蒸發裝置內的支架上，以致藉由蒸發待形成複合材料於其上的表面係朝下。然後，有機化合物 (DBT3P-II、Pn3P、N3P、P4N、DBF3P-II、NPB、及 CzPA)及氧化鋁 (VI)分開地放置在個別之電阻加熱蒸發源

中，且在真空狀態下，含有該複合材料之層藉由共蒸發方法形成在石英基底上。

圖 12 顯示所形成之樣品的吸收光譜的測量結果。此外，圖 13 對應於圖 12 之放大視圖且顯示在波長 360 奈米至 830 奈米之可見光區中的吸收光譜。在每一圖 12 及圖 13 中，水平軸代表波長且垂直軸代表吸光率。如圖 12 及圖 13 所見的，使用 NPB 作為該複合材料中之有機化合物的樣品在 400 奈米至 550 奈米波長範圍內顯現出高峰。此外，使用 CzPA 作為該複合材料中之有機化合物的樣品在 370 奈米至 450 奈米波長範圍內顯現出高峰。相反地，使用 DBT3P-II、Pn3P、N3P、P4N、及 DBF3P-II 作為該複合材料中之有機化合物的樣品在 360 奈米至 830 奈米波長之可見光區內不顯現出高峰；這些樣品之可見光透射比據發現是高於另外二樣品之可見光透射比。

使用 ESR 方法之電子自旋共振光譜的測量係利用電子自旋共振光譜儀 (JES-FA200，由 JEOL Ltd. 製造)，在以下條件下進行：共振頻率約 9.4 GHz、調節頻率約 100 kHz、調節寬度約 0.6 mT、時間常數是 0.1 秒、掃描時間是 4 分鐘、及測量溫度是室溫。參考  $Mn^{2+}$  之第三及第四訊號位置進行磁場校正，且從藉由該等測量所得之電子自旋共振光譜的峰面積計算自旋密度。注意：由該電子自旋共振光譜之峰所計算之  $g$  值各是約 2.00，此對應於自由電子之  $g$  值。因此，所計算之自旋密度分別反映未成對電子之數目，且藉由該自旋密度之定量化，可以間接發現在該

有機化合物與該電子接受體間之電荷移轉交互作用發生之容易性。

圖 2 是在氧化鋁對該有機化合物之莫耳比與藉由樣品中電子自旋共振光譜測量所計算之自旋密度之間的關係作圖。如由圖 2 可見的，每一樣品 A 至 E 的自旋密度在該電子接受體對該有機化合物之莫耳比為 0 至 1 的範圍內顯出增加的趨勢。然而，雖然視樣品而定，該自旋密度在莫耳比多於 1 之下是飽和的，且在莫耳比超過 3 之範圍內，該自旋密度的數值並不改變或顯現出降低趨勢。

相反地，如圖 2 所見的，用於比較之每一樣品 F 及 G 之自旋密度即使在該電子接受體對該有機化合物之莫耳比超過 3 之範圍內顯現出增加趨勢。在相同莫耳比下，樣品 A 至 E 顯現出比樣品 F 及 G 低的自旋密度。因此，上述之自旋密度值指明：在樣品 A 至 E 中藉由電荷移轉交互作用所產生之未成對電子數目小於在樣品 F 及 G 中者。另外，如圖 12 及圖 13 可見的，在樣品 A 至 E 中不發生由於電荷移轉交互作用所致之吸收，但在樣品 F 及 G 中則發生。特別地，在使用游離電位為 5.4 eV 的 NPB 的樣品 F 中，此種吸收是大的。

因此，在依照本發明之一具體例的發光元件中，電荷移轉交互作用並不容易在含有複合材料之層(諸如樣品 A 至 E)中發生。因此，藉由含複合材料之層所吸收之 300 奈米至 600 奈米波長的光因電荷移轉交互作用可被減少，以致可增加此層對於具有 360 奈米至 830 奈米波長的可見

光的透射比。

此外，圖 3 是圖 2 之放大視圖且顯出在  $6 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分或更低範圍內之自旋密度作圖。如圖 3 所見的，在本發明之具體例中較佳是：在含有複合材料之層中的自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；當氧化鉬對該有機化合物之莫耳比是大於或等於 1 時，該自旋密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；或當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

依照圖 12 及圖 13 中之吸收光譜數據及在圖 2 中之數據，在該吸收光譜中足以被實質觀察到的載體，係指明在該複合材料中之電荷移轉交互作用，可以說是以超過上述自旋密度之自旋密度存在。

#### (具體例 3)

在此具體例中，提供一種與在該 EL 層 103 中之陰極 102 接觸而含有複合材料之層，該複合材料包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用。

圖 4 說明依照本發明之一具體例的發光元件的結構實例。在圖 4 中所說明之發光元件包含對應於該對電極之陽極 101 及陰極 102，及在該陽極 101 及該陰極 102 間所提供之 EL 層 103。

在圖 4 之實例中，該 EL 層 103 除了包含該電洞注入

層 104、該電洞輸送層 105、該發光層 106、該電子輸送層 107、該電子注入層 108、等之外，還包含電荷產生層 110。特別地，該電洞注入層 104、該電洞輸送層 105、該發光層 106、該電子輸送層 107、該電子注入層 108、該電荷產生層 110、及該陰極 102 被順序地堆疊在該陽極 101 上。

在圖 4 所說明的發光元件中，包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該電荷產生層 110。在此複合材料中，在該有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用，且藉由電荷移轉交互作用所產生之未成對電子的數目因此是小的。特別地，在此複合材料中，藉由 ESR 方法所測得之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分；可選擇地，當該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1 時，該自旋密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分，或當該莫耳比大於或等於 2 時，該自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

特別地，在具體例 1 中所述之物質可作為以上有機化合物。特別地，在具體例 1 中所述之物質可作為以上電子接受體。

當在該陽極 101 與該陰極 102 之間施加電壓以致該陽極 101 之電位可高於該陰極 102 之電位時，在該含有以上複合材料之電荷產生層 110 中，電子從該有機化合物被電子接受體所提取。然後，經提取之電子從該電子注入層

108，經該電子輸送層 107，注入該發光層 106。

在本發明之一具體例中，因為該電荷產生層 110 含有該複合材料(其中在該具有高電洞輸送性之有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用)，故可減少因電荷移轉交互作用而被該電荷產生層 110 所吸收的 300 奈米至 600 奈米波長的光。因此，可增加該電荷產生層 110 對於具有 360 奈米至 830 奈米波長之可見光的透射比。因此，在本發明之一具體例中，可增加來自該發光元件之光的提取效率，以致可提供一種能減少能量消耗且顯現出高的照度之發光元件及一種使用該發光元件之發光裝置。

注意：該陽極 101、該陰極 102、該電洞注入層 104、該電洞輸送層 105、該發光層 106、該電子輸送層 107、及該電子注入層 108 可具有與具體例 1 中者相同之結構。

本具體例可適當地與任何其他具體例結合。

(具體例 4)

依照本發明之一具體例的發光元件包含至少一種電荷產生層、其間提供該電荷產生層之多個堆疊的 EL 層、及其間提供該電荷產生層及該多個 EL 層的一對電極。圖 5 說明依本發明之一具體例的發光元件的結構實例。

在圖 5 中所說明之發光元件包含對應於該對電極之陽極 101 及陰極 102、例示該多個 EL 層的 EL 層 103(1)及

103(2)、及電荷產生層 109。特別地，在圖 5 所說明之發光元件中，該 EL 層 103(1)與該陽極 101 接觸放置且該電荷產生層 109 與該 EL 層 103(1)接觸放置。此外，該 EL 層 103(2)與該電荷產生層 109 接觸放置且該陰極 102 與該 EL 層 103(2)接觸放置。

在本發明之一具體例中，包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該電荷產生層 109。

特別地，在具體例 1 中所述之物質可作為以上有機化合物。特別地，在具體例 1 中所述之物質可作為以上電子接受體。

當在該陽極 101 與該陰極 102 之間施加電壓以致該陽極 101 之電位高於該陰極 102 之電位時，在該含有以上複合材料之電荷產生層 109 中，電子由該有機化合物被該電子接受體提取。然後，經提取之電子注入該 EL 層 103(1)，其位置比該電荷產生層 109 接近該陽極 101，但經由該電子之提取所產生之電洞被注入該 EL 層 103(2)，其位置比該電荷產生層 109 接近該陰極 102。

在具有以上結構之發光元件中，在該電荷產生層 109 中，於該有機化合物與該電子接受體之間不容易發生電荷移轉交互作用。因此，可減少因電荷移轉交互作用而被該電荷產生層 109 所吸收之 300 奈米至 600 奈米波長的光，以致可增加該電荷產生層對具有 360 奈米至 830 奈米波長之可見光的透射比。

當該發光元件具有一種使該電荷產生層提供在該多個堆疊之 EL 層之間的結構時，可增加該發光元件之照度，同時減少供應至該 EL 層之電流的量。

注意：該陽極 101 及該陰極 102 可具有與具體例 1 中者相同結構。另外，例示為該 EL 層 103(1)及該 EL 層 103(2)之多個 EL 層皆可具有相同結構或至少一個該 EL 層可與其他不同之結構，只要每一者包含至少一個發光層。例示為 EL 層 103(1)及 EL 層 103(2)之該多個 EL 層之至少一者可具有與在具體例 1 或具體例 3 中所述之 EL 層 103 相同的結構。

為增加將電子注入該 EL 層 103(1)(其位置比該電荷產生層 109 接近該陽極 101)的性質，較佳提供含有一種具有高電子輸送性之物質的層或含有一種具有高電子注射性之物質的層，以與在該 EL 層 103(1)中之電荷產生層 109 接觸。

另外，該電荷產生層 109 可由單一層或多個堆疊之層構成。

注意：EL 層數在圖 5 之實例中是 2，但可以是 3 或更多。圖 6 說明依照本發明之一具體例的發光元件的結構實例，其中使用  $n$  個 EL 層。

圖 6 所說明之發光元件包含對應於該對電極之陽極 101 及陰極 102、例示該多個 EL 層之 EL 層 103(1)至 103( $n$ )、及電荷產生層 109(1)至 109( $n-1$ )(其中  $n$  假設成大於或等於 3 之自然數)。特別地，在圖 6 所說明之發光元

件中，在該陽極 101 與該陰極 102 之間，將 EL 層 103(t-1)、電荷產生層 109(t-1)、及 EL 層 103(t)順序地堆疊在該陽極 101 上，其中 t 假設為大於或等於 2 且小於或等於 n 之自然數。

在本發明之一具體例中，包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於每一電荷產生層 109 (1)至 109 (n-1)。因此，可以減少因電荷移轉交互作用而被該電荷產生層吸收之 300 奈米至 600 奈米波長的光。因此，在堆疊 2 或更多電荷產生層的情況中，也可以使光提取效率之降低減少。

本具體例可合適地與任何其他具體例結合。

#### (具體例 5)

在本具體例中，描述一種被動基質發光裝置，其為依照本發明之一具體例的發光裝置實例。

圖 7 是被動基質發光裝置之結構實例的透視圖。注意：在圖 7 中，除了基底 200 以外之每一層被部分地省略以供清楚說明該發光裝置之堆疊結構。

在圖 7 所說明之發光裝置中，多個第一電極 201 平行排列在具有絕緣表面之該基底 200 上。另外，第一分隔層 204 放置在該基底 200 及該多個第一電極上。第一分隔層 204 具有多個開口，且部份的該多個第一電極 201 曝於該等開口中。多個第二分隔層 205 平行排列在第一分隔層

易發生電荷移轉交互作用。可選擇地，在該多個 EL 層之任一者中所包含的層可含有該複合材料，其包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用。

注意：在依照本發明之一具體例的發光裝置中，可以利用彩色過濾方法，其中結合使用彩色過濾器及發出單一顏色(諸如白色)光之發光元件，以顯現出全彩影像。也可以利用一種使用多個發出不同色調之發光元件以顯出全彩影像的方法。此方法稱為分開的著色方法，因為各自放置在發光元件內之一對電極之間的 EL 層以其對應色彩來著色。

本具體例可以合適地與任何其他具體例結合。

#### (具體例 6)

在此具體例中，描述一種活性基質發光裝置，其為依照本發明之一具體例的發光裝置的實例。

已建議用於活性基質發光裝置而具有多種電路構造的像素。通常，在每一像素中提供發光元件、控制影像訊號輸至像素的電晶體(切換用電晶體)、及控制供應給該發光元件之電流量的電晶體(驅動用電晶體)。

圖 8 是在該活性基質發光裝置中所含的像素的橫剖面視圖。在圖 8 中，在具有絕緣表面之基底 300 上提供切換用電晶體 301 及驅動用電晶體 302。該切換用電晶體 301 及該驅動用電晶體 302 用絕緣膜 303 覆蓋，且在該絕緣膜

204 上。此外，該多個第一電極 201 之長軸方向與該多個第二分隔層 205 之長軸方向交亞基。

EL 層 202 及第二電極 203 順序地堆疊在該多個第一電極 201、第一分隔層 204 及該多個第二分隔層 205 上。第一電極 201、該 EL 層 202、及第二電極 203 順序地堆疊在第一分隔層 204 之開口中，藉此形成發光元件 206。第一電極 201 及第二電極 203 之一對應於陽極且另一者對應於陰極。

在沿著第一電極 201 之長軸方向上，每一第二分隔層 205 的交亞基部份所具有的形狀是：在第一分隔層 204 之表面與第二分隔層 205 之一邊之間所形成之錐角是小於  $90^\circ$ ，亦即所謂之倒錐形。藉由此形狀，該多個第二分隔層 205 將該 EL 層 202 及第二電極 203 分開，以致該 EL 層 202 及第二電極 203 部分地定位在該第二分隔層 205 上且部分地定位在多個第二分隔層 205 之間。

在依照本發明之一具體例的發光裝置中，包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用的複合材料係用於在該 EL 層 202 中所含的一層。注意：雖然該發光元件 206 包含一 EL 層 202 的情況係在圖 7 中例示，該發光元件 206 可包含在第一電極 201 及第二電極 203 之間的至少一個電荷產生層及其間提供電荷產生層之多個堆疊的 EL 層，如具體例 4 中所述的。在此情況中，該電荷產生層可含有複合材料，其包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容

303 上形成第一電極 304。注意：第一電極 304 係經由通過該絕緣膜 303 所提供之開口電連接至該驅動器電晶體 302。

具有開口之分隔層 308 被形成在該絕緣膜 303 及第一電極 304 上，且部份的第一電極 304 在此開口中被曝露。EL 層 305 及第二電極 306 被順序地堆疊在第一電極 304 及分隔層 308 上。第一電極 304、EL 層 305、及第二電極 306 依序地堆疊在第一分隔層 308 之開口中，藉此形成發光元件 307。第一電極 304 及第二電極 306 之一對應於陽極，且另一者對應於陰極。

在依照本發明之一具體例之發光裝置中，包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用的複合材料係用於在 EL 層 305 中所包含之層。注意：雖然發光元件 307 包含一 EL 層 305 之情況係在圖 8 中例示，發光元件 307 可在第一電極 304 與第二電極 306 之間包含至少一個電荷產生層及多個 EL 層，這些係如具體例 4 中所描述地，以使電荷產生層定位在該等 EL 層之間的方式被堆疊。在此情況中，電荷產生層較佳含有該複合材料，其包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用，在此情況中可改良可見光透射比。可選擇地，在該多個 EL 層之任一者中所包含之層可含有該複合材料，其包含具有高電洞輸送性之有機化合物及電子接受體且其中不容易發生電荷移轉交互作用。

注意：彩色過濾方法或分開著色方法可用於以上發光裝置。

本具體例可合適地與任何其他具體例結合。

(具體例 7)

圖 9 說明依照本發明之一具體例的發光裝置的透視圖實例。在圖 9 中所說明之發光裝置包含顯示器部分 1601、電路板 1602、及連接器部份 1603。

電路板 1602 配備影像處理部份，從此部份，將多種訊號及能量供應電位經由連接器部分 1603 輸至該顯示器部份 1601。可撓印刷電路板(FPC)或類似者可用於該連接器部份 1603。可選擇地，COF 帶(tape)可用於該連接器部份 1603，在此情況中，可將該影像處理部份的電路的部件或在該顯示器部份 1601 中所包含之驅動器電路的部件形成在經分開製備的晶片上，且可藉由在膜上之晶片(COF)方法將該晶片連接至該 COF 帶。

本具體例可與任何以上具體例結合實施。

(具體例 8)

依照本發明之一具體例的發光裝置可顯現出高的照度，即使減少當供應給發光元件之電流量時。因此，可減少使用該發光裝置之電子裝置的能量消耗。此外，可有利地增加該發光元件之使用壽命，且因此可增加使用該發光裝置之電子裝置的可靠性。圖 10A 至 10C 說明使用依照本

發明之一具體例的發光裝置的電子裝置的特定實例。

圖 10A 說明一種可攜式遊戲機，其包含外殼 5001、外殼 5002、影像顯示器部分 5003、影像顯示器部分 5004、麥克風 5005、揚聲器 5006、操作鍵 5007、觸控筆 5008、等。依照本發明之一具體例之發光裝置可作為該影像顯示器部份 5003 或該影像顯示器部份 5004。若使用依照本發明之一具體例之發光裝置於該影像顯示器部份 5003 或該影像顯示器部份 5004，則可提供具有低能量消耗或高可靠性之可攜式遊戲機。注意：雖然在圖 10A 中所說明之可攜式遊戲機具有二個影像顯示器部分 5003 及 5004，在一個可攜式遊戲機中所包含之影像顯示器部分的數目不限於此。

圖 10B 說明膝上型電腦，其包括外殼 5201、影像顯示器部份 5202、鍵盤 5203、點指(pointing)裝置 5204、等。依照本發明之一具體例之發光裝置可用於該影像顯示器部份 5202。若使用依照本發明之一具體例之發光裝置於該影像顯示器部份 5202，則可提供具有低能量消耗或高可靠性之膝上型電腦。

圖 10C 說明個人數位助理，其包括外殼 5401、影像顯示器部份 5402、操作鍵 5403、等。依照本發明之一具體例的發光裝置可作為該影像顯示器部份 5402。若使用依照本發明之一具體例之發光裝置於該影像顯示器部份 5402，則可提供具有低能量消耗或高可靠性之個人數位助理。

圖 11A 說明桌上型照明裝置，其包括外殼 5601、光源 5602、支持用底座 5603、等。依照本發明之一具體例的顯示器裝置可作為該光源 5602。若使用依照本發明之一具體例之發光裝置於該光源 5602，則可提供具有低能量消耗或高可靠性之桌上型照明裝置。

圖 11B 說明安裝型 (installation) 照明裝置，其包括外殼 5801、光源 5802、等。依照本發明之一具體例的發光裝置可作為該光源 5802。若使用依照本發明之一具體例之發光裝置於該光源 5802，則可提供具有低能量消耗或高可靠性之安裝型照明裝置。

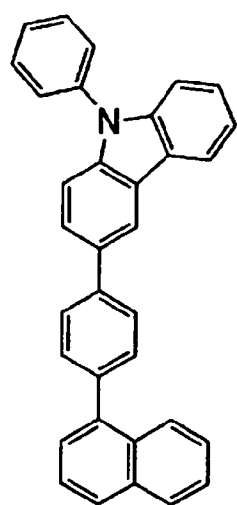
如上述，本發明之應用範圍極廣且本發明可適用於多項領域中之電子裝置。

本具體例可合適地與任何其他具體例結合。

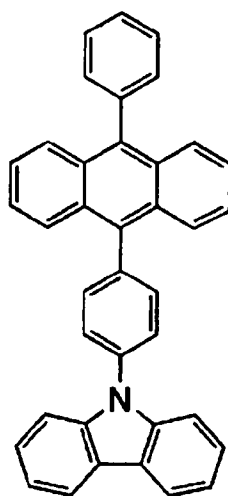
## 【實施方式】

### [實例 1]

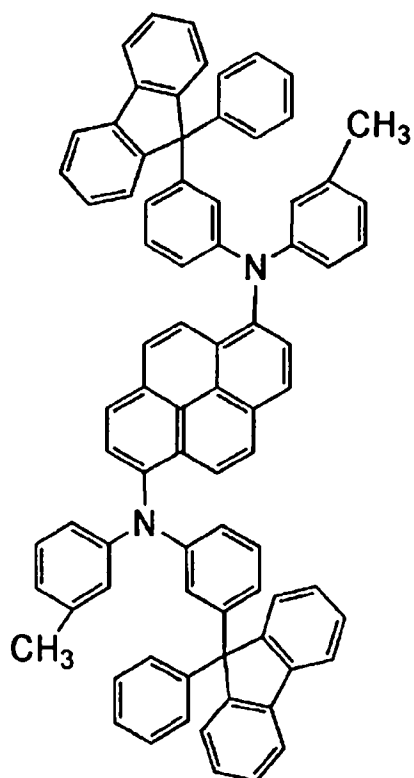
在此實例中，參考圖 1 描述發光元件 1，其中 9-[3,5-二菲-9-基]苯基]菲 (簡稱：Pn3P) 及氧化鉬 (VI) 係用於電洞注入層。在此實例中所用之材料的結構式說明於下；然而，在此省略在以上具體例中所給之材料的結構式。



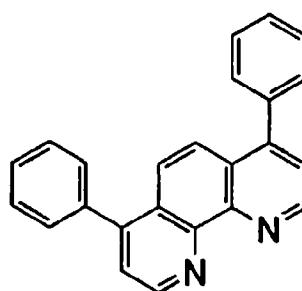
PCPN



CzPA



1,6mMemFLPAPrn



BPhen

(發光元件 1 之製造)

首先，藉由濺射方法將含氧化矽之氧化銦錫(ITSO)膜形成在玻璃基底上，以致形成陽極 101。其厚度是 110 奈

米且該電極面積是 2 毫米 x 2 毫米。

在用於形成該發光元件在該玻璃基底上的預處理時，在利用水清洗該玻璃基底表面之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒且在 200℃ 下將其燒烤 1 小時。

之後，該玻璃基底轉送入內部壓力已降至約  $10^{-4}$  Pa 的真空蒸發裝置，且在 170℃ 下在該真空蒸發裝置之加熱室中真空燒烤 30 分鐘，然後該玻璃基底冷卻約 30 分鐘。

其次，將配備有該陽極 101 之該玻璃基底固定至在該真空蒸發裝置內之基底支架上，以致其上配備有該陽極 101 之表面朝下。將真空蒸發裝置之內部壓力降至約  $10^{-4}$  Pa。然後，在該陽極 101 上，Pn3P 及氧化鉬(VI)被共蒸發以形成電洞注入層 104。該電洞注入層 104 之厚度設定成 50 奈米，且 Pn3P 對氧化鉬之質量比調節成 4 : 2(=Pn3P : 氧化鉬)。

其次，在該電洞注入層 104 上，形成 3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(簡稱：PCPN)膜至 10 奈米厚度，藉此形成電洞輸送層 105。

另外，將 9-[4-(N-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽(簡稱：CzPA)及 N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-雙[3-(9-苯基-9H-蒽-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(簡稱：1,6mMemFLPAPrn)共蒸發以形成發光層 106 在該電洞輸送層 105 上。在此，CzPA 對 1,6mMemFLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.04(=CzPA : 1,6mMemFLPAPrn)。此外，該發光層 106 之厚度設定成 30 奈米。

另外，在該發光層 106 上，形成 CzPA 膜至 10 奈米厚度，然後形成紅菲繞啉(簡稱：BPhen)膜至 15 奈米，以致形成電子輸送層 107。

另外，在該電子輸送層 107 上，藉由蒸發形成氟化鋰(LiF)膜至 1 奈米厚度，藉此形成電子注入層 108。

最後，在該電子注入層 108 上，藉由蒸發形成鋁膜至 200 奈米厚度，藉此形成陰極 102。因此，製成本實例之發光元件 1。

注意：在所有以上蒸發步驟中，藉由電阻加熱方法進行蒸發。

表 4 顯示如上述所得之發光元件 1 的元件結構。

[表4]

|               | 陽極               | 電洞<br>注入層                     | 電洞<br>輸送層     | 發光層                                       | 電子<br>輸送層     |                | 電子<br>注入層   | 陰極           |
|---------------|------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|----------------|-------------|--------------|
| 發光<br>元件<br>1 | ITO<br>110<br>奈米 | Pn3P:MoOx<br>(= 4:2)<br>50 奈米 | PCPN<br>10 奈米 | CzPA:1,6mMemFLPAPm<br>(= 1:0.04)<br>30 奈米 | CzPA<br>10 奈米 | BPhen<br>15 奈米 | LiF<br>1 奈米 | Al<br>200 奈米 |

在含氮氣體之手套盒中，所製造之發光元件 1 被密封，使其不曝於空氣。

(發光元件 1 之操作特性)

測量所製造之發光元件 1 的操作特性。注意：該測量係在室溫(在維持於 25℃ 之環境中)進行。

該發光元件 1 之照度對電壓特性係顯示於圖 14 中，

且該元件之電流效率對照度特性係顯示於圖 15 中。在圖 14 中，水平軸代表電壓(V)且垂直軸代表照度(cd/平方公尺)。在圖 15 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表電流效率(cd/A)。

在約 830cd/平方公尺之照度下，該發光元件 1 之主要特性的起初值顯示於以下表 5 中。

[表5]

|        | 電壓(V) | 色度座標<br>(x,y) | 電流效率<br>(cd/A) | 外部<br>量子效率<br>(%) |
|--------|-------|---------------|----------------|-------------------|
| 發光元件 1 | 3.1   | (0.14, 0.17)  | 9.7            | 7.8               |

如表 5 中所示的，在 830 cd/平方公尺照度下，發光元件 1 之 CIE 色度座標是(x,y)=(0.14, 0.17)。這些結果顯示來自 1,6mMemFLPAPrn 之藍光發射係得自發光元件 1。

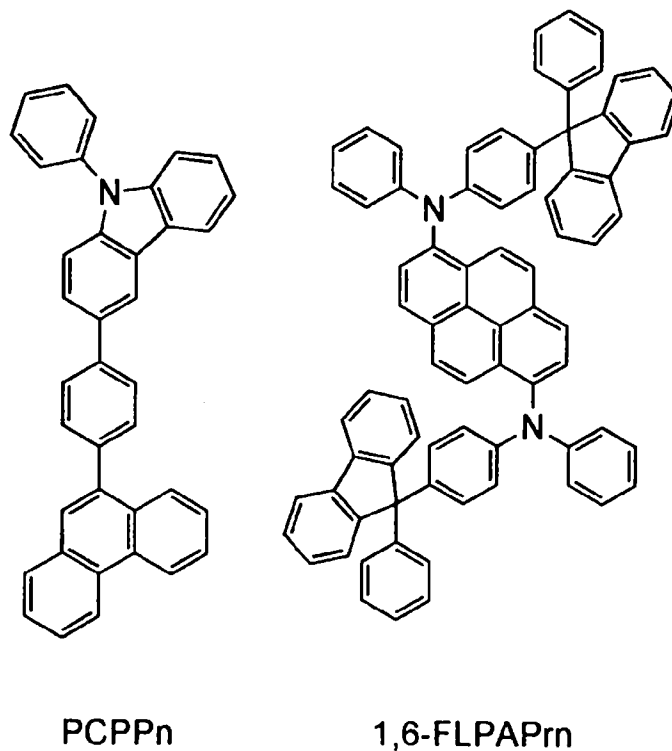
如圖 14 及 15 可見的，發光元件 1 具有低的驅動電壓及高的發射效率。

以上結果指出：可以獲得具有高發射效率之發光元件或具有低驅動電壓之發光元件，因為不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該發光元件之電洞注入層。

[實例 2]

在此實例中，參考圖 1 描述發光元件 2，其中 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯(簡稱：DBT3P-II)及氧化鉬(VI)係用於電洞注入層。在此實例中所用之材料的結構式在以下說明：然而，省略在以上具體例或實例中所給之材料的結

構式。



(發光元件 2 之製造)

首先，藉由濺射方法，將含氧化矽之氧化銦錫 (ITSO) 膜形成在玻璃基底上，以致形成陽極 101。其厚度是 110 奈米且電極面積是 2 毫米 x 2 毫米。

在用於形成該發光元件在該玻璃基底上的預處理時，在利用水清洗該玻璃基底表面後進行 UV 臭氧處理 370 秒且在 200℃ 下將其燒烤 1 小時。

之後，該玻璃基底轉送入內部壓力已降至約  $10^{-4}$  Pa 的真空蒸發裝置，且在 170℃ 下在該真空蒸發裝置之加熱室中真空燒烤 30 分鐘，然後該玻璃基底冷卻約 30 分鐘。

其次，將配備有該陽極 101 之該玻璃基底固定至在該真空蒸發裝置內之基底支架上，以致其上配備有該陽極 101 之表面朝下。將真空蒸發裝置之內部壓力降至約

$10^{-4}$  Pa。然後，在該陽極 101 上，將 DBT3P-II 及氧化鉬 (VI) 共蒸發以形成電洞注入層 104。該電洞注入層 104 之厚度設定成 50 奈米，且 DBT3P-II 對氧化鉬之質量比調節成 4 : 2 (=DBT3P-II : 氧化鉬)。

其次，在該電洞注入層 104 上，形成 3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑 (簡稱：PCPPn) 膜至 10 奈米厚度，藉此形成電洞輸送層 105。

另外，將 9-[4-(N-咔唑基)] 苯基-10-苯基蒽 (簡稱：CzPA) 及 N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-菲-9-基) 苯基]-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺 (簡稱：1,6-FLPAPrn) 共蒸發以形成發光層 106 在該電洞輸送層 105 上。在此，CzPA 對 1,6-FLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.05 (=CzPA : 1,6-FLPAPrn)。此外，該發光層 106 之厚度設定成 30 奈米。

另外，在該發光層 106 上，形成 CzPA 膜至 10 奈米厚度，然後形成紅菲繞啉 (簡稱：BPhen) 膜至 15 奈米，以致形成電子輸送層 107。

另外，在該電子輸送層 107 上，藉由蒸發形成氟化鋰 (LiF) 膜至 1 奈米厚度，藉此形成電子注入層 108。

最後，在該電子注入層 108 上，藉由蒸發形成鋁膜至 200 奈米厚度，藉此形成陰極 102。因此，製成本實例之發光元件 2。

注意：在所有以上蒸發步驟中，藉由電阻加熱方法進行蒸發。

表 6 顯示如上述之發光元件 2 的元件結構。

[表6]

|               | 陽極               | 電洞<br>注入層                         | 電洞<br>輸送層      | 發光層                                     | 電子<br>輸送層     |                | 電子<br>注入層   | 陰極           |
|---------------|------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|-------------|--------------|
| 發光<br>元件<br>2 | ITO<br>110<br>奈米 | DBT3P-II:MoOx<br>(= 4:2)<br>50 奈米 | PCPPn<br>10 奈米 | CzPA:1,6-FLPAPrn<br>(= 1:0.05)<br>30 奈米 | CzPA<br>10 奈米 | BPhen<br>15 奈米 | LiF<br>1 奈米 | Al<br>200 奈米 |

在含氮氣體之手套盒中，所製造之發光元件 2 被密封，使其不曝於空氣。

(發光元件 2 之操作特性)

測量所製造之發光元件 2 的操作特性。注意：該測量係在室溫(在維持於 25℃ 之環境中)進行。

該發光元件 2 之照度對電壓特性係顯示於圖 16 中，且該元件之電流效率對照度特性係顯示於圖 17 中。在圖 16 中，水平軸代表電壓(V)且垂直軸代表照度(cd/平方公尺)。在圖 17 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表電流效率(cd/A)。

在約 720cd/平方公尺之照度下，該發光元件 2 之主要特性的起初值顯示於以下表 7 中。

[表7]

|               | 電壓(V) | 色度座標<br>(x,y) | 電流效率<br>(cd/A) | 外部<br>量子效率<br>(%) |
|---------------|-------|---------------|----------------|-------------------|
| 發光<br>元件<br>2 | 3.0   | (0.15, 0.22)  | 11             | 7.4               |

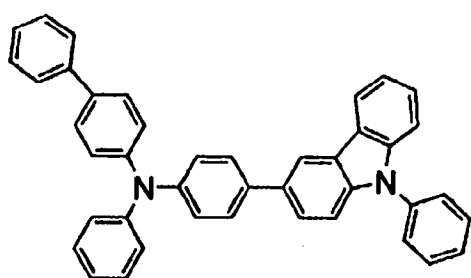
如表 7 中所示的，在 720 cd/平方公尺照度之下，該發光元件 2 之 CIE 色度座標是  $(x,y) = (0.15,0.22)$ 。這些結果顯示：源自 1,6-FLPAP<sub>rn</sub> 之藍光發射係得自該發光元件 2。

如圖 16 及 17 可見的，發光元件 2 具有低的驅動電壓及高的發射效率。

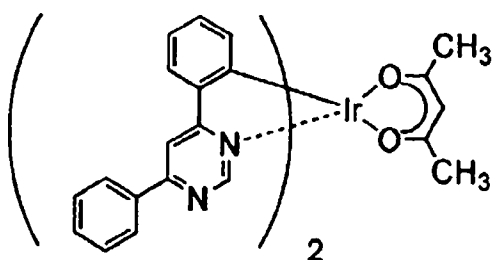
以上結果指出：可以獲得具有高發射效率之發光元件或具有低驅動電壓之發光元件，因為不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該發光元件之電洞注入層。

#### [實例 3]

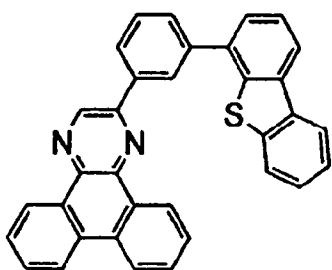
在此實例中，參考圖 5 描述一發光元件 3，其中 9-[3,5-二菲-9-基]苯基]菲(簡稱：Pn3P)及氧化鉬(VI)係用於電荷產生層。在此實例中所用之材料的結構式說明於下；然而，在此省略在以上具體例或實例中所給之材料的結構式。



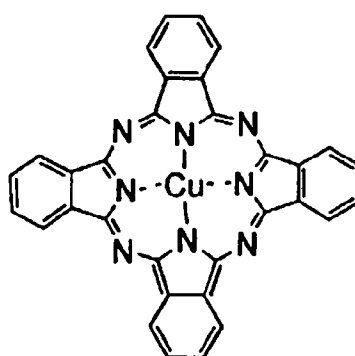
PCBA1BP



$[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$



2mDBTPDBq-II



CuPc

### (發光元件 3 之製造)

首先，藉由濺射方法將含氧化矽之氧化銦錫 (ITSO) 膜形成在玻璃基底上，以致形成陽極 101。其厚度是 110 奈米且該電極面積是 2 毫米 × 2 毫米。

在用於形成該發光元件在該玻璃基底上的預處理時，在利用水清洗該玻璃基底表面之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒且在 200℃ 下將其燒烤 1 小時。

之後，該玻璃基底轉送入內部壓力已降至約  $10^{-4}$  Pa 的真空蒸發裝置，且在 170℃ 下在該真空蒸發裝置之加熱室中真空燒烤 30 分鐘，然後該玻璃基底冷卻約 30 分鐘。

其次，將配備有該陽極 101 之該玻璃基底固定至在該

真空蒸發裝置內之基底支架上，以致其上配備有該陽極 101 之表面朝下。將在真空蒸發裝置之內部壓力降至約  $10^{-4}$  Pa。然後，在該陽極 101 上，將 Pn3P 及氧化鉬(VI)共蒸發以形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電洞注入層(第一電洞注入層)。第一電洞注入層之厚度設定成 33 奈米，且 Pn3P 對氧化鉬之質量比調節成 1 : 0.5(=Pn3P : 氧化鉬)。

其次，在第一電洞注入層上，形成 3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-吡啶(簡稱：PCPN)膜至 30 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電洞輸送層(第一電洞輸送層)。

另外，將 9-[4-(N-吡啶基)]苯基-10-苯基蒽(簡稱：CzPA)及 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)共蒸發以在第一電洞輸送層上形成在該 EL 層 103(1)中所包含之發光層(第一發光層)。在此，CzPA 對 1,6mMemFLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.05(=CzPA : 1,6mMemFLPAPrn)。此外，第一發光層厚度設定成 30 奈米。

另外，在第一發光層上，形成 CzPA 膜至 5 奈米厚度，然後形成紅菲繞啉(簡稱：BPhen)膜至 15 奈米，以致形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電子輸送層(第一電子輸送層)。

另外，在第一電子輸送層上，藉由蒸發形成氧化鋰( $\text{Li}_2\text{O}$ )膜至 0.1 奈米厚度，以形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電子注入層(第一電子注入層)。

之後，在第一電子注入層上，藉由蒸發形成銅酞青(簡稱：CuPc)膜至 2 奈米厚度，以致形成電子繼電器層。

其次，在該電子繼電器層上，將 Pn3P 及氧化鋁(VI)共蒸發以形成電荷產生層。該電荷產生層厚度設定成 40 奈米且 Pn3P 對氧化鋁之質量比調節成 1 : 0.5 (=Pn3P : 氧化鋁)。

其次，在該電荷產生層上，形成 PCPN 膜至 20 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(2)中所包含之電洞輸送層(第二電洞輸送層)。

另外，將 2mDBTPDBq-II、4-苯基-4'-[9-苯基 9H-吡啶-3-基]]三苯胺(簡稱：PCBA1BP)及(乙醯丙酮並)雙[4,6-二苯基嘧啶化]銦(III)(簡稱：[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])共蒸發以在第二電洞輸送層上形成在該 EL 層 103(2)中所包含之發光層(第二發光層)。在此，2mDBTPDBq-II 對 PCBA1BP 對 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]之質量比被調節成 0.8 : 0.2 : 0.06 (=2mDBTPDBq-II : PCBA1BP : [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])。此外，第二發光層厚度設定成 40 奈米。

其次，在第二發光層上，形成 2mDBTPDBq-II 膜至 15 奈米厚度且形成 BPhen 膜至 15 奈米厚度，以形成在該 EL 層 103(2)中所包含之電子輸送層(第二電子輸送層)。

另外，在第二電子輸送層上，藉由蒸發形成 LiF 膜至 1 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(2)中所含之電子注入層(第二電子注入層)。

最後，在第二電子注入層上，藉由蒸發形成鋁膜至

200 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(2)中所包含之陰極 102。因此，製成本實例之發光元件 3。

注意：在所有以上蒸發步驟中，藉由電阻加熱方法進行蒸發。

表 8 顯示如上述所得之發光元件 3 的元件結構。

[表8]

|                                 |               |                                                                                    |                       |                |                             |              |
|---------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| 陽極                              |               |                                                                                    |                       |                |                             |              |
| ITO<br>110 奈米                   |               |                                                                                    |                       |                |                             |              |
| 第一電洞<br>注入層                     | 第一電洞<br>輸送層   | 第一發光層                                                                              | 第一電子<br>輸送層           |                | 第一電子<br>注入層                 | 電子繼<br>電器層   |
| Pn3P:MoOx<br>(= 1.0.5)<br>33 奈米 | PCPN<br>30 奈米 | CzPA:1,6mMemFLPAPm<br>(= 1.0.05)<br>30 奈米                                          | CzPA<br>5 奈米          | Bphen<br>15 奈米 | Li <sub>2</sub> O<br>0.1 奈米 | CuPc<br>2 奈米 |
| 電荷<br>產生層                       | 第二電洞<br>輸送層   | 第二發光層                                                                              | 第二電子<br>輸送層           |                | 第二電子<br>注入層                 | 陰極           |
| Pn3P:MoOx<br>(= 1.0.5)<br>40 奈米 | PCPN<br>20 奈米 | 2mDBTPDBq-II:PCBA1BP:<br>Ir(dppm) <sub>3</sub> (acac)<br>(= 0.8:0.2:0.06)<br>40 奈米 | 2mDBTPDBq-II<br>15 奈米 | Bphen<br>15 奈米 | LiF<br>1 奈米                 | Al<br>200 奈米 |

在含氮氣體之手套盒中，所製造之發光元件 3 被密封，使其不曝於空氣。

(發光元件 3 之操作特性)

測量所製造之發光元件 3 的操作特性。注意：該測量係在室溫(在維持於 25℃ 之環境中)進行。

該發光元件 3 之電流效率對照度特性係顯示於圖 18 中。在圖 18 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表電流效率(cd/A)。在圖 19 中顯示該元件之電流對電

壓特性。在圖 19 中，水平軸代表電壓(V)且垂直軸代表電流(mA)。在圖 20 中顯示該元件之色度座標對照度特性。在圖 20 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表色度座標(x 座標或 y 座標)。圖 21 顯示：當使 0.1mA 電流在發光元件 3 中流動時，所得之發光元件 3 之發射光譜。在圖 21 中，水平軸代表波長(奈米)且垂直軸代表發射強度(任意單位)。另外，表 9 顯示：在 890 cd/平方公尺之照度下，發光元件 3 之電壓(V)、CIE 色度座標(x,y)、電流效率(cd/A)、外部量子效率(%)、及經校正之彩色溫度(K)。

[表9]

|        | 電壓 (V) | 色度座標 (x,y)   | 電流效率 (cd/A) | 外部量子效率 (%) | 經校正之彩色溫度 (K) |
|--------|--------|--------------|-------------|------------|--------------|
| 發光元件 3 | 5.8    | (0.43, 0.38) | 86          | 36         | 2800         |

如表 9 中所示的，在 890 cd/平方公尺照度下，發光元件 3 之 CIE 色度座標是(x,y)=(0.43, 0.38)。另外，圖 21 指明：在發光元件 3 中，發藍光材料(1,6mMemFLPAPrn)及發橘光材料([Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])發出具有良好平衡之光。此外，圖 20 顯示：發光元件 3 依照照度有小的色度改變，此指明其優異之載體平衡。

如圖 18 及 19 可見的，發光元件 3 具有低的驅動電壓及高的發射效率。

以上結果指出：可以獲得具有高發射效率之發光元件或具有低驅動電壓之發光元件，因為不容易發生電荷移轉

交互作用之複合材料係用於該發光元件之電荷產生層及電洞注入層。

[實例 4]

在此實例中，參考圖 5 描述本發明之一具體例的發光元件。在此實例中所用之材料的結構式說明於下；然而，在此省略在以上具體例或實例中所給之材料的結構式。

此實例之發光元件 4 之製造方法描述於下。

(發光元件 4 之製造)

首先，藉由濺射方法將 ITSO 膜形成在玻璃基底上，以致形成陽極 101。其厚度是 110 奈米且該電極面積是 2 毫米 x 2 毫米。

在用於形成該發光元件在該玻璃基底上的預處理時，在利用水清洗該玻璃基底表面之後，進行 UV 臭氧處理 370 秒且在 200°C 下進行燒烤 1 小時。

之後，該玻璃基底轉送入內部壓力已降至約  $10^{-4}$  Pa 的真空蒸發裝置，且在 170°C 下在該真空蒸發裝置之加熱室中真空燒烤 30 分鐘，然後該玻璃基底冷卻約 30 分鐘。

其次，將配備有該陽極 101 之該玻璃基底固定至在該真空蒸發裝置內之基底支架上，以致其上配備有該陽極 101 之表面朝下。將在真空蒸發裝置之內部壓力降至約  $10^{-4}$  Pa。然後，在該陽極 101 上，將 DBT3P-II 及氧化鉬 (VI) 共蒸發以形成在該 EL 層 103(1) 中所包含之電洞注入

層(第一電洞注入層)。第一電洞注入層之厚度設定成 50 奈米，且 DBT3P-II 對氧化鉬之質量比調節成 4 : 2(=DBT3P-II : 氧化鉬)。

其次，在第一電洞注入層上，形成 PCPN 膜至 10 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電洞輸送層(第一電洞輸送層)。

另外，將 CzPA 及 1,6-FLPAPrn 共蒸發以在第一電洞輸送層上形成在該 EL 層 103(1)中所包含之發光層(第一發光層)。在此，CzPA 對 1,6-FLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.05(=CzPA : 1,6-FLPAPrn)。此外，第一發光層厚度設定成 30 奈米。

另外，在第一發光層上，形成 CzPA 膜至 10 奈米厚度，且形成 BPhen 膜至 15 奈米厚度，以致形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電子輸送層(第一電子輸送層)。

另外，在第一電子輸送層上，藉由蒸發形成氧化鋰( $\text{Li}_2\text{O}$ )膜至 0.1 奈米厚度，以形成在該 EL 層 103(1)中所包含之電子注入層(第一電子注入層)。

之後，在第一電子注入層上，藉由蒸發形成銅酞青(簡稱：CuPc)膜至 2 奈米厚度，以致形成電子繼電器層。

其次，在該電子繼電器層上，將 DBT3P-II 及氧化鉬(VI)共蒸發以形成電荷產生層。該電荷產生層厚度設定成 50 奈米且 DBT3P-II 對氧化鉬之質量比調節成 4 : 2(=DBT3P-II : 氧化鉬)。

其次，在該電荷產生層上，形成 PCPN 膜至 10 奈米

厚度，藉此形成在該 EL 層 103(2)中所包含之電洞輸送層(第二電洞輸送層)。

另外，將 CzPA 及 1,6-FLPAPrn 共蒸發以在第二電洞輸送層上形成在該 EL 層 103(2)中所包含之發光層(第二發光層)。在此，CzPA 對 1,6-FLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.05(=CzPA : 1,6-FLPAPrn)。第二發光層厚度設定成 30 奈米。

其次，在第二發光層上，形成 CzPA 膜至 10 奈米厚度且形成 BPhen 膜至 15 奈米厚度，以形成在該 EL 層 103(2)中所包含之電子輸送層(第二電子輸送層)。

另外，在第二電子輸送層上，藉由蒸發形成 LiF 膜至 1 奈米厚度，藉此形成在該 EL 層 103(2)中所含之電子注入層(第二電子注入層)。

最後，藉由蒸發形成鋁膜至 200 奈米厚度，以形成陰極 102。因此，製成本實例之發光元件 4。

注意：在所有以上蒸發步驟中，藉由電阻加熱方法進行蒸發。

表 10 顯示如上述所得之發光元件 4 的元件結構。

[表10]

|                                           |               |                                                 |                       |                |                             |              |
|-------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| 陽極                                        |               |                                                 |                       |                |                             |              |
| ITO<br>110 奈米                             |               |                                                 |                       |                |                             |              |
| 第一電洞<br>注入層                               | 第一電洞<br>輸送層   | 第一發光層                                           | 第一電子<br>輸送層           |                | 第一電子<br>注入層                 | 電子繼<br>電器層   |
| DBT3P-II:MoOx<br><br>(= 4:2)<br><br>50 奈米 | PCPN<br>10 奈米 | CzPA:1,6-FLPAPrn<br><br>(= 1:0.05)<br><br>30 奈米 | CzPA<br>10 奈米         | Bphen<br>15 奈米 | Li <sub>2</sub> O<br>0.1 奈米 | CuPc<br>2 奈米 |
| 電荷<br>產生層                                 | 第二電洞<br>輸送層   | 第二發光層                                           | 第二電子<br>輸送層           |                | 第二電子<br>注入層                 | 陰極           |
| DBT3P-II:MoOx<br><br>(= 4:2)<br><br>50 奈米 | PCPN<br>10 奈米 | CzPA:1,6-FLPAPrn<br><br>(= 1:0.05)<br><br>30 奈米 | 2mDBTPDBq-II<br>10 奈米 | Bphen<br>15 奈米 | LiF<br>1 奈米                 | Al<br>200 奈米 |

在含氮氣體之手套盒中，所製造之發光元件 4 被密封，使其不曝於空氣。

(發光元件 4 之操作特性)

測量所製造之發光元件 4 的操作特性。注意：該測量係在室溫(在維持於 25℃ 之環境中)進行。

該發光元件 4 之照度對電壓特性係顯示於圖 22 中。在圖 22 中，水平軸代表電壓(V)且垂直軸代表照度(cd/平方公尺)。該元件之電流效率對照度特性顯示於圖 23 中。在圖 23 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表電流效率(cd/A)。另外，表 11 顯示：在 1130 cd/平方公尺之照度下，發光元件 4 之電壓(V)、CIE 色度座標(x,y)、電流效率(cd/A)、能量效率(lm/W)、外部量子效率(%)。

[表11]

|        | 電壓 (V) | 色度座標<br>(x,y) | 電流效率<br>(cd/A) | 外部<br>量子效率<br>(%) | 能量效率<br>(lm/W) |
|--------|--------|---------------|----------------|-------------------|----------------|
| 發光元件 4 | 6.0    | (0.14, 0.20)  | 23             | 16                | 12             |

如表 11 中所示的，在 1130 cd/平方公尺照度下，發光元件 4 之 CIE 色度座標是 (x,y)=(0.14, 0.20)。

如圖 22 及 23 可見的，發光元件 4 具有低的驅動電壓及高的發射效率。

以上結果指出：可以獲得具有高發射效率之發光元件或具有低驅動電壓之發光元件，因為不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該發光元件之電荷產生層及電洞注入層。

[實例 5]

在此實例中，參考圖 1 描述發光元件 5，其中 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯(簡稱：DBF3P-II)及氧化鉬(VI)係用於電洞注入層。

(發光元件 5 之製造)

首先，藉由濺射方法將含氧化矽之氧化銦錫(ITSO)膜形成在玻璃基底上，以致形成陽極 101。其厚度是 110 奈米且該電極面積是 2 毫米 x 2 毫米。

在用於形成該發光元件在該玻璃基底上的預處理時，在利用水清洗該玻璃基底表面之後，進行 UV 臭氧處理

370 秒在 200℃ 下進行燒烤 1 小時。

之後，該玻璃基底轉送入內部壓力已降至約  $10^{-4}$  Pa 的真空蒸發裝置，且在 170℃ 下在該真空蒸發裝置之加熱室中真空燒烤 30 分鐘，然後該玻璃基底冷卻約 30 分鐘。

其次，將配備有該陽極 101 之該玻璃基底固定至在該真空蒸發裝置內之基底支架上，以致其上配備有該陽極 101 之表面朝下。將在真空蒸發裝置之內部壓力降至約  $10^{-4}$  Pa。然後，在該陽極 101 上，將 DBF3P-II 及氧化鉬 (VI) 共蒸發以形成電洞注入層 104。該電洞注入層 104 之厚度設定成 50 奈米，且 DBF3P-II 對氧化鉬之質量比調節成 4 : 2 (=DBF3P-II : 氧化鉬)。

其次，在該電洞注入層 104 上，形成 3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑 (簡稱：PCPPn) 膜至 10 奈米厚度，藉此形成電洞輸送層 105。

另外，將 9-[4-(N-咔唑基)] 苯基-10-苯基蒽 (簡稱：CzPA) 及 N,N'-雙[4-(9-苯基-9H-菲-9-基) 苯基]-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺 (簡稱：1,6-FLPAPrn) 共蒸發以在該電洞輸送層 105 上形成發光層 106。在此，CzPA 對 1,6-FLPAPrn 之質量比被調節成 1 : 0.05 (=CzPA : 1,6-FLPAPrn)。此外，該發光層 106 之厚度設定成 30 奈米。

另外，在該發光層 106 上，形成 CzPA 膜至 10 奈米厚度，然後形成紅菲繞啉 (簡稱：BPhen) 膜至 15 奈米厚度，以致形成電子輸送層 107。

另外，在該電子輸送層 107 上，藉由蒸發形成氟化鋰

(LiF)膜至 1 奈米厚度，藉此形成電子注入層 108。

最後，在該電子注入層 108 上，藉由蒸發形成鋁膜至 200 奈米厚度，藉此形成陰極 102。因此，製成本實例之發光元件 5。

注意：在所有以上蒸發步驟中，藉由電阻加熱方法進行蒸發。

表 12 顯示如上述之發光元件 5 的元件結構。

[表12]

|        | 陽極           | 電洞<br>注入層                        | 電洞<br>輸送層     | 發光層                                  | 電子<br>輸送層    |               | 電子<br>注入層  | 陰極          |
|--------|--------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------|---------------|------------|-------------|
| 發光元件 5 | ITO<br>110奈米 | DBF3P-II:MoOx<br>(= 4:2)<br>50奈米 | PCPPn<br>10奈米 | CzPA:1,6FLPAPm<br>(= 1:0.05)<br>30奈米 | CzPA<br>10奈米 | BPhen<br>15奈米 | LiF<br>1奈米 | Al<br>200奈米 |

在含氮氣體之手套盒中，所製造之發光元件 5 被密封，使其不曝於空氣。

(發光元件 5 之操作特性)

測量所製造之發光元件 5 的操作特性。注意：該測量係在室溫(在維持於 25℃ 之環境中)進行。

該發光元件 5 之照度對電壓特性係顯示於圖 24 中，且該元件之電流效率對照度特性係顯示於圖 25 中。在圖 24 中，水平軸代表電壓(V)且垂直軸代表照度(cd/平方公尺)。在圖 25 中，水平軸代表照度(cd/平方公尺)且垂直軸代表電流效率(cd/A)。

在約 1180cd/平方公尺之照度下，該發光元件 5 之主要特性的起初值顯示於以下表 13 中。

[表13]

|        | 電壓 (V) | 色度座標 (x,y)   | 電流效率 (cd/A) | 外部量子效率 (%) | 能量效率 (lm/W) |
|--------|--------|--------------|-------------|------------|-------------|
| 發光元件 5 | 3.1    | (0.15, 0.24) | 11          | 7          | 11          |

如表 13 中所示的，在 1180 cd/平方公尺照度下，發光元件 5 之 CIE 色度座標是 (x,y)=(0.15, 0.24)。這些結果顯示來自 1,6-FLPAPrn 之藍光發射係得自發光元件 5。

如由圖 24 及 25 可見的，發光元件 5 具有低的驅動電壓及高的發射效率。

以上結果指出：可以獲得具有高發射效率之發光元件或具有低驅動電壓之發光元件，因為不容易發生電荷移轉交互作用之複合材料係用於該發光元件之電洞注入層。

本申請案是基於在 2011 年 5 月 13 日向日本專利局提出之日本專利申請案 2011-108559 及在 2011 年 6 月 1 日向日本專利局提出之日本專利申請案 2011-123451，將其整體內容以引用方式併入本文。

【圖式簡單說明】

在所附圖式中：

圖 1 說明發光元件之結構；

圖 2 是顯示氧化鉬對有機化合物之莫耳比與藉由電子自旋共振光譜之測量所計算之自旋密度之間的關係的

作圖；

圖 3 是顯示氧化鉬對有機化合物之莫耳比與藉由電子自旋共振光譜之測量所計算之自旋密度之間的關係的作圖；

圖 4 說明發光元件之結構；

圖 5 說明發光元件之結構；

圖 6 說明發光元件之結構；

圖 7 是說明發光裝置的透視圖；

圖 8 是說明發光裝置的剖面視圖；

圖 9 是說明發光裝置的透視圖；

圖 10A 至 10C 說明電子裝置；

圖 11A 及 11B 說明照明裝置；

圖 12 顯示複合材料之吸收光譜；

圖 13 顯示複合材料之吸收光譜；

圖 14 顯示發光元件 1 之照度對電壓特性；

圖 15 顯示發光元件 1 之電流效率對照度特性；

圖 16 顯示發光元件 2 之照度對電壓特性；

圖 17 顯示發光元件 2 之電流效率對照度特性；

圖 18 顯示發光元件 3 之電流效率對照度特性；

圖 19 顯示發光元件 3 之電流對電壓特性；

圖 20 顯示發光元件 3 之色度座標對照度特性；

圖 21 顯示發光元件 3 之發射光譜；

圖 22 顯示發光元件 4 之照度對電壓特性；

圖 23 顯示發光元件 4 之電流效率對照度特性；

圖 24 顯示發光元件 5 之照度對電壓特性；及

圖 25 顯示發光元件 5 之電流效率對照明特性。

【主要元件符號說明】

101：陽極

102：陰極

103,103(1),103(2)：EL 層

104：電洞注入層

105：電洞輸送層

106：發光層

107：電子輸送層

108：電子注入層

109,110：電荷產生層

200：基底

201：第一電極

202：EL 層

203：第二電極

204：第一分隔層

205：第二分隔層

206：發光元件

300：基底

301：切換用電晶體

302：驅動器電晶體

303：絕緣膜

304：電極

305：EL層

306：第二電極

307：發光元件

308：分隔層

1601：顯示器部份

1602：電路板

1603：連接器部份

5001,5002：外殼

5003,5004：影像顯示器部份

5005：麥克風

5006：揚聲器

5007：操作鍵

5008：觸控筆

5201：外殼

5202：影像顯示器部份

5203：鍵盤

5204：點指裝置

5401：外殼

5402：影像顯示器部份

5403：操作鍵

5601：外殼

5602：光源

5603：支持用底座

5801：外殼

5802：光源

第 101116219 號

民國 105 年 10 月 14 日修正

**七、申請專利範圍：**

1.一種發光元件，其包含：

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的層；及

該層之上之第二電極，

其中該層另外包含複合材料，

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘、1,2,3,4-四苯基萘、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

2.一種發光元件，其包含：

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的層；及

該層之上之第二電極，

其中該層另外包含複合材料，

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘、1,2,3,4-四苯基萘、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，

其中該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等

第 101116219 號

民國 105 年 10 月 14 日修正

於 1，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

3.一種發光元件，其包含：

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的層；及

該層之上之第二電極，

其中該層另外包含複合材料，

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(蔡-1-基)苯基]蔡、1,2,3,4-四苯基蔡、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，

其中該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 2，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

4.一種發光元件，其包含：

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的第一層；

該第一層之上之電荷產生層；

該電荷產生層之上之包含發光物質的第二層；及

該第二層之上之第二電極，

其中該電荷產生層包含複合材料，

第 101116219 號

民國 105 年 10 月 14 日修正

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘、1,2,3,4-四苯基萘、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $1 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

5.一種發光元件，其包含：

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的第一層；

該第一層之上之電荷產生層；

該電荷產生層之上之包含發光物質的第二層；及

該第二層之上之第二電極，

其中該電荷產生層包含複合材料，

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘、1,2,3,4-四苯基萘、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，

其中該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 1，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $3 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

6.一種發光元件，其包含：

第 101116219 號

民國 105 年 10 月 14 日修正

第一電極；

該第一電極之上之包含發光物質的第一層；

該第一層之上之電荷產生層；

該電荷產生層之上之包含發光物質的第二層；及

該第二層之上之第二電極，

其中該電荷產生層包含複合材料，

其中該複合材料包含有機化合物及電子接受體，

其中該有機化合物包含 1,3,5-三(二苯並噻吩-4-基)苯、9-[3,5-二(菲-9-基)苯基]菲、1-[3,5-二(萘-1-基)苯基]萘、1,2,3,4-四苯基萘、及 1,3,5-三(二苯並呋喃-4-基)苯之至少一者，

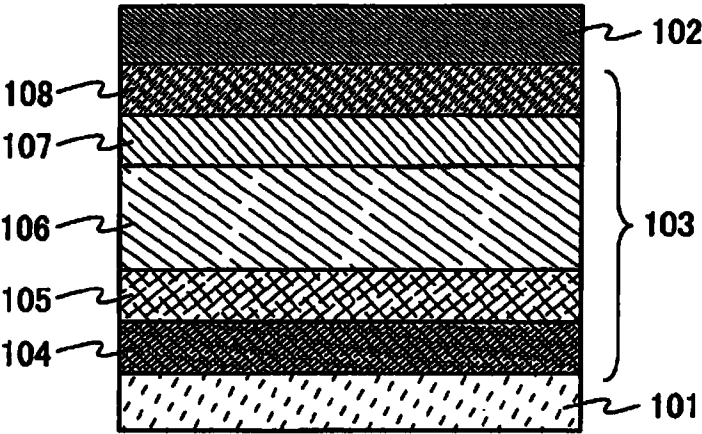
其中該電子接受體對該有機化合物之莫耳比大於或等於 2，及

其中在該複合材料中之自旋密度低於或等於  $5 \times 10^{19}$  旋轉數/立方公分。

7.如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之發光元件，其中該電子接受體包含氧化釩、氧化鋮、氧化鋇、氧化鉻、氧化鉬、氧化錫、氧化錳、及氧化銻之至少一者。

8.一種發光裝置，其包含如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之發光元件。

圖 1



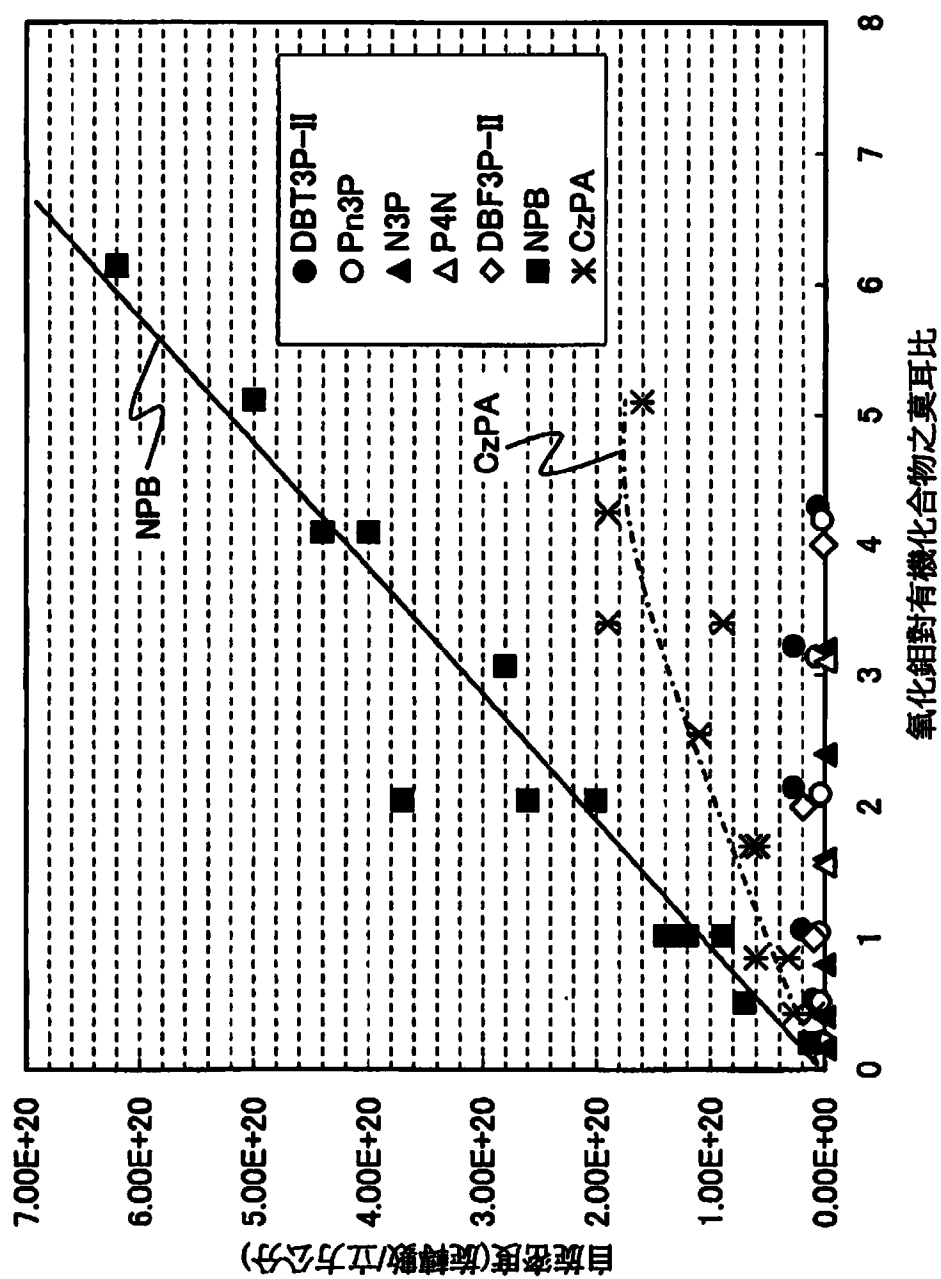


圖3

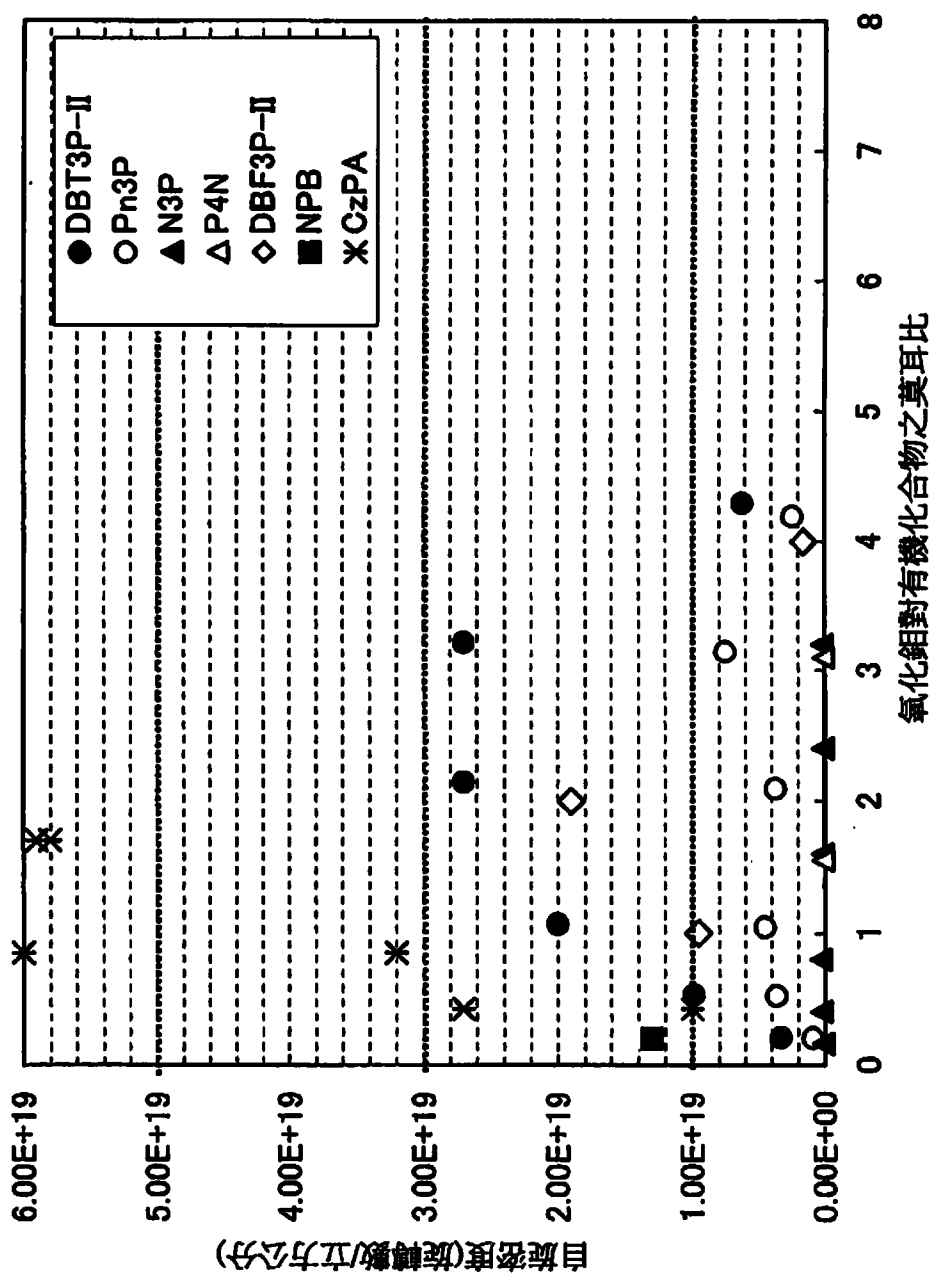


圖 4

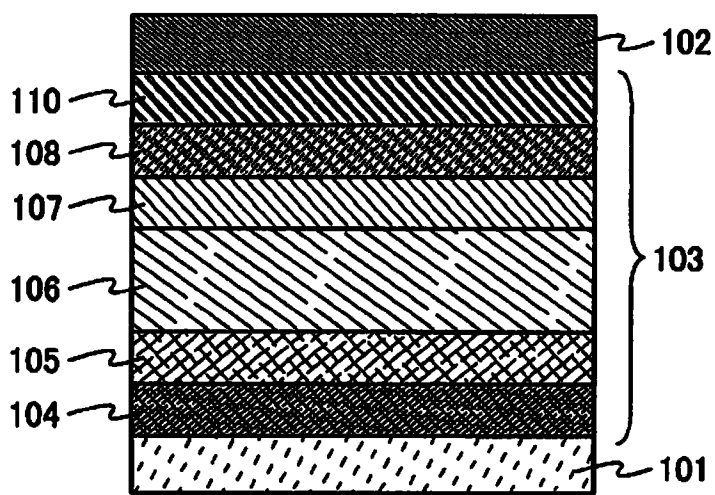


圖5

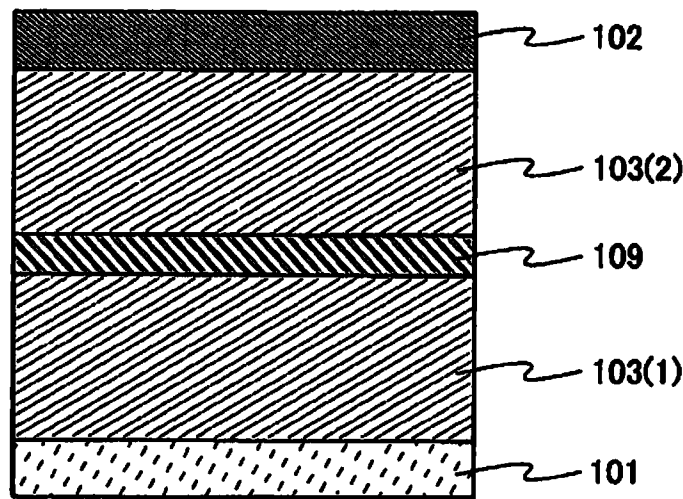


圖6

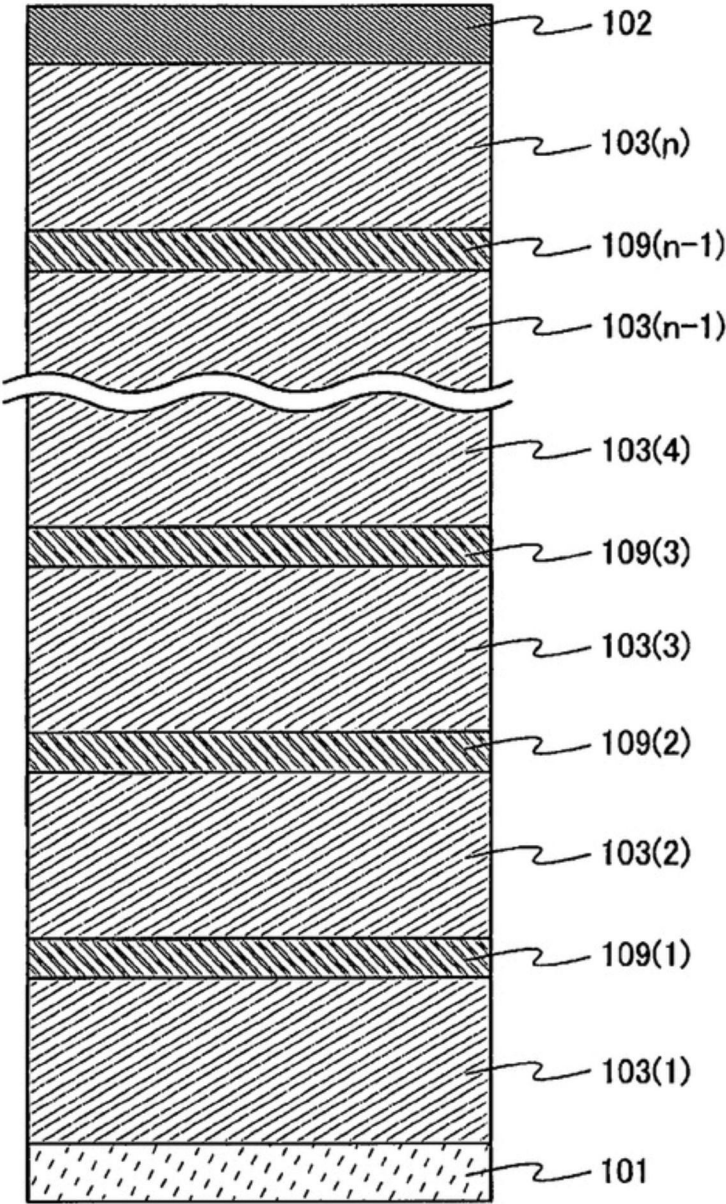


圖 7

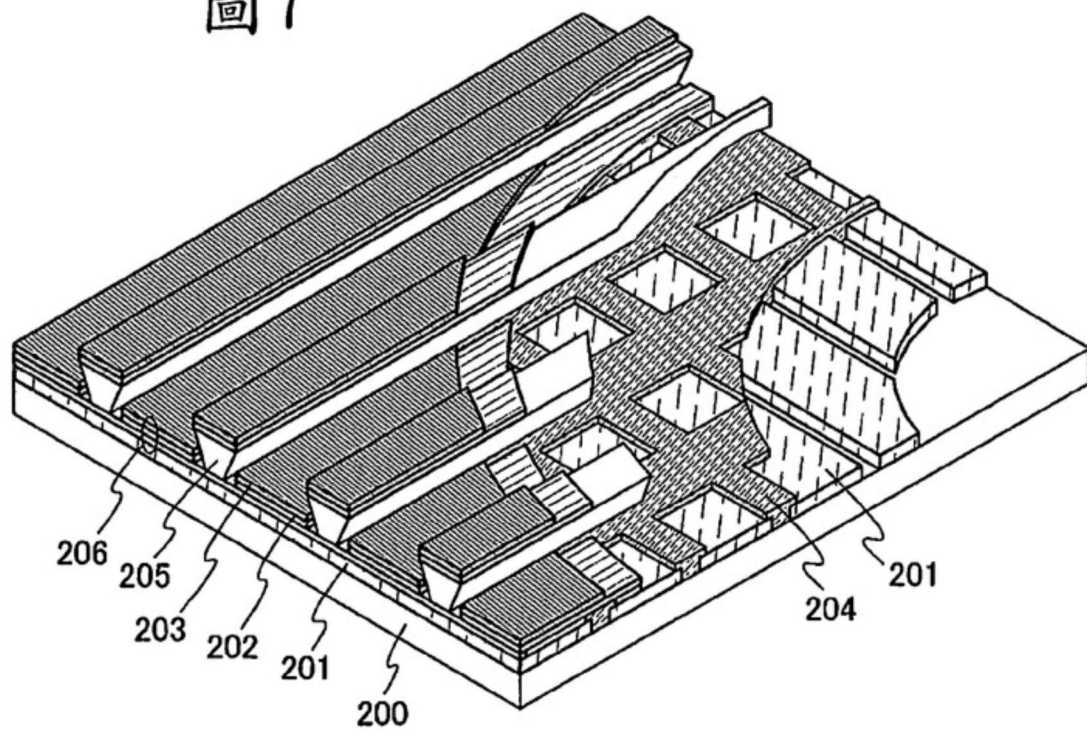


圖 8

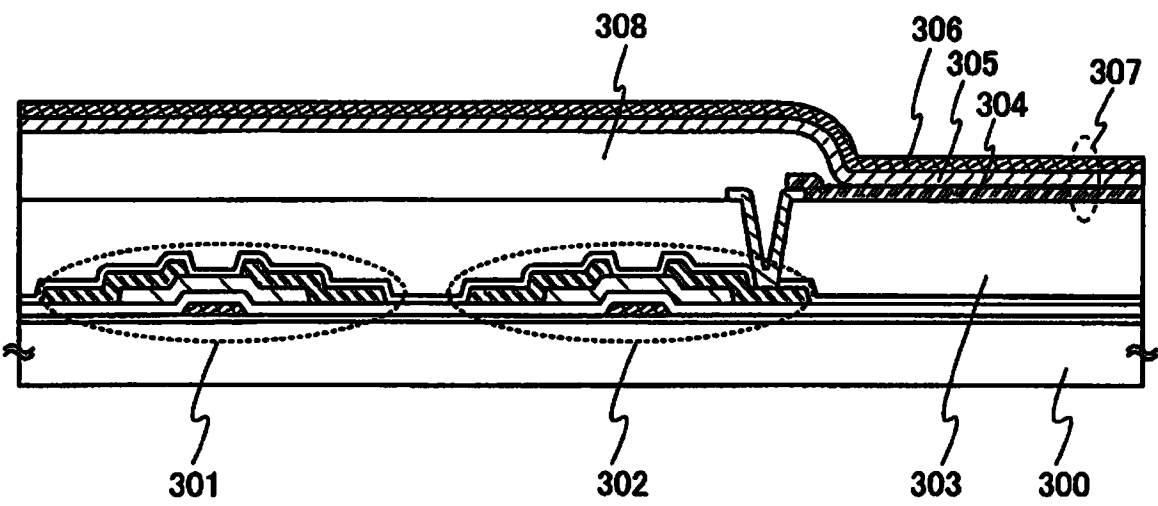


圖9

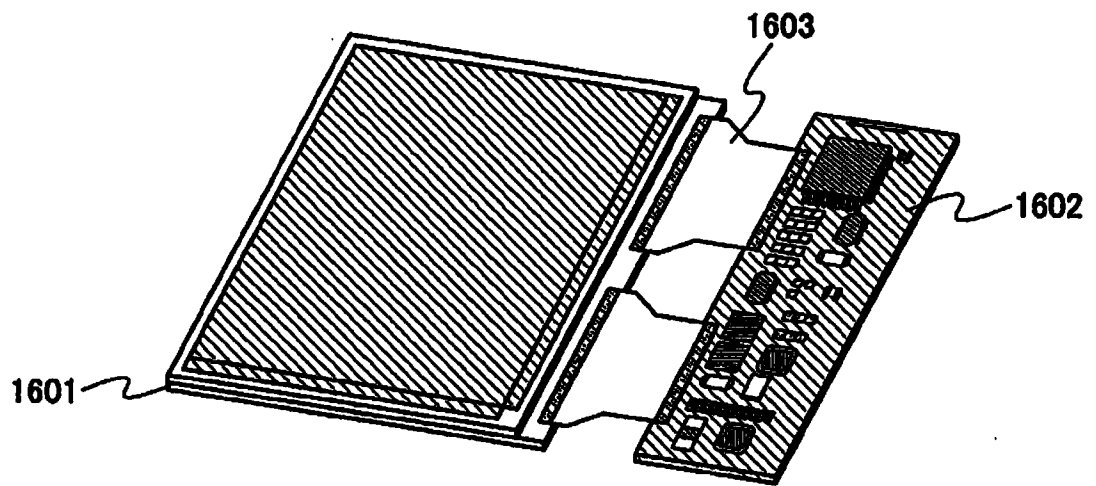


圖 10A

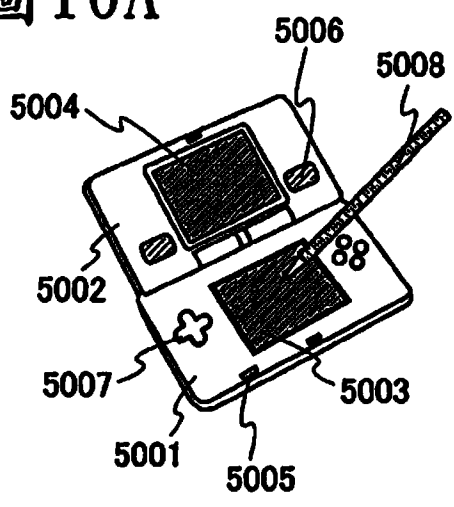


圖 10B

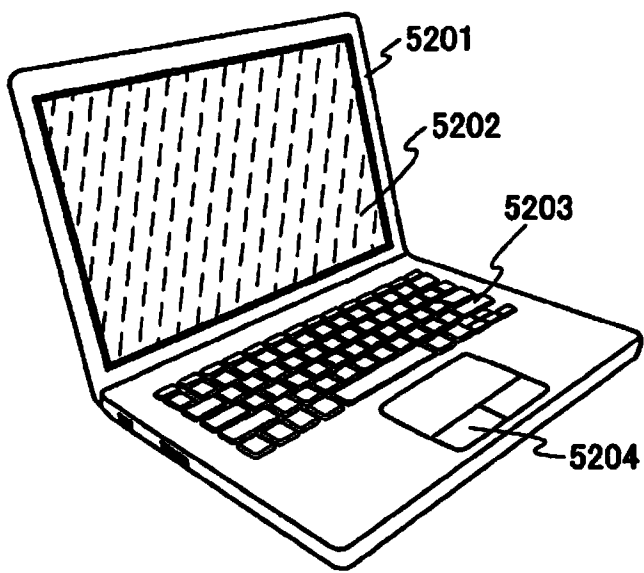


圖 10C

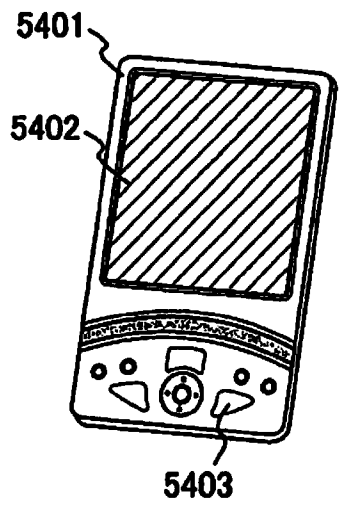


圖 11A

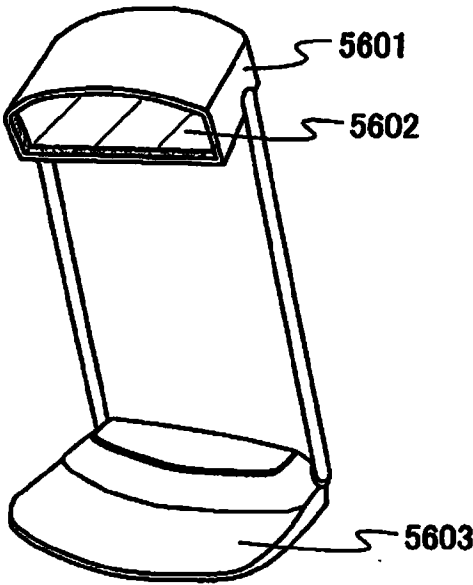


圖 11B

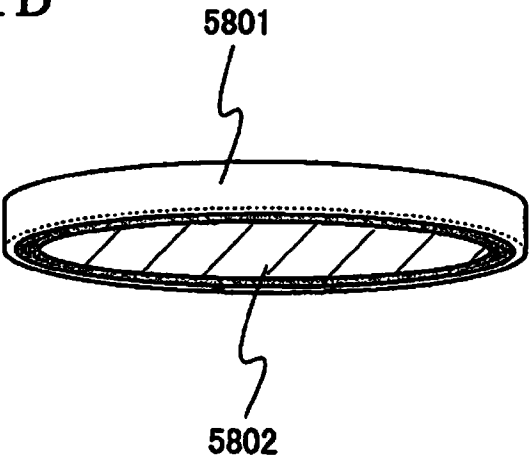


圖12

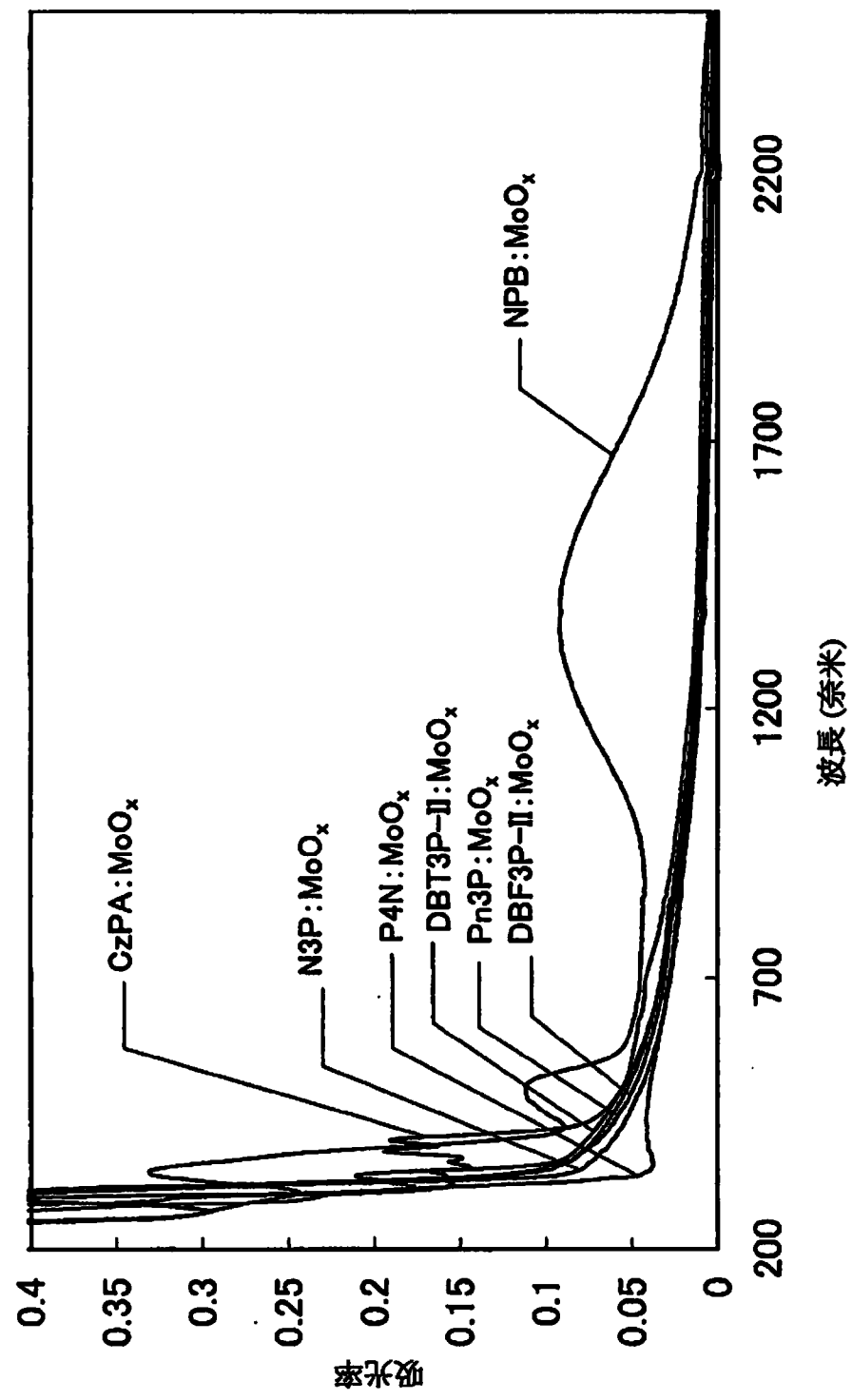


圖13

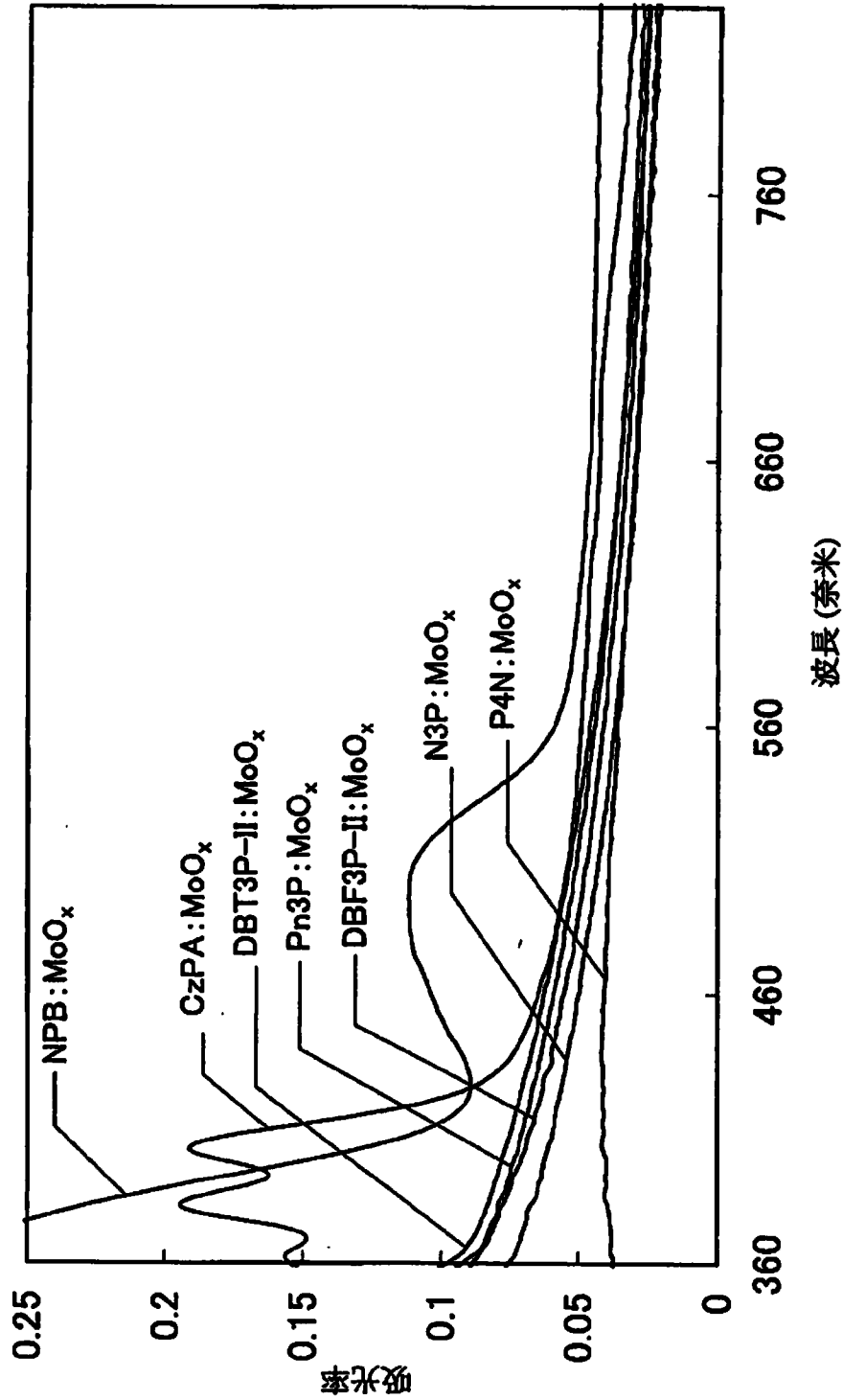


圖 14

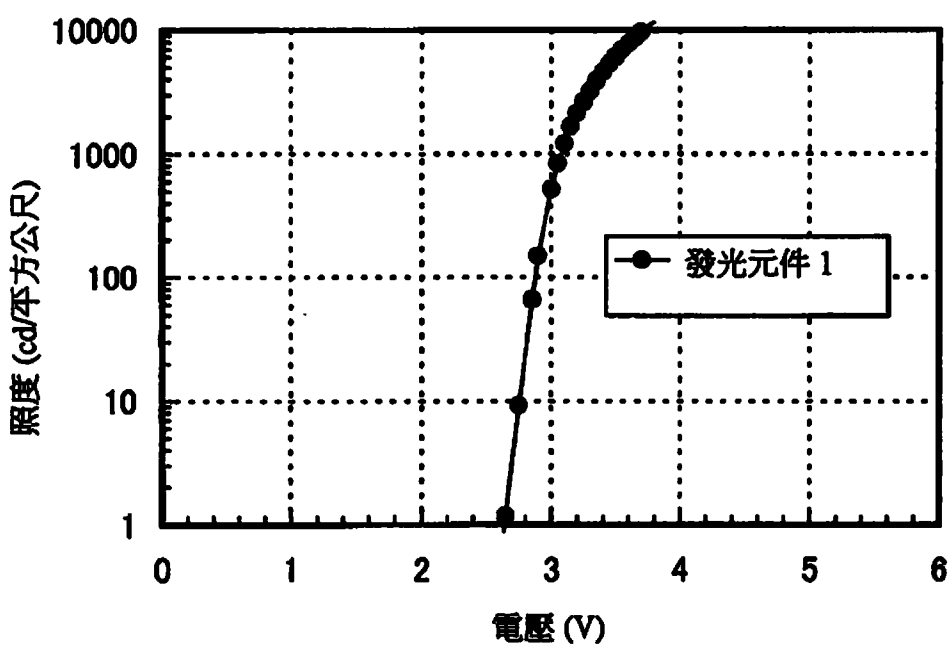


圖 15

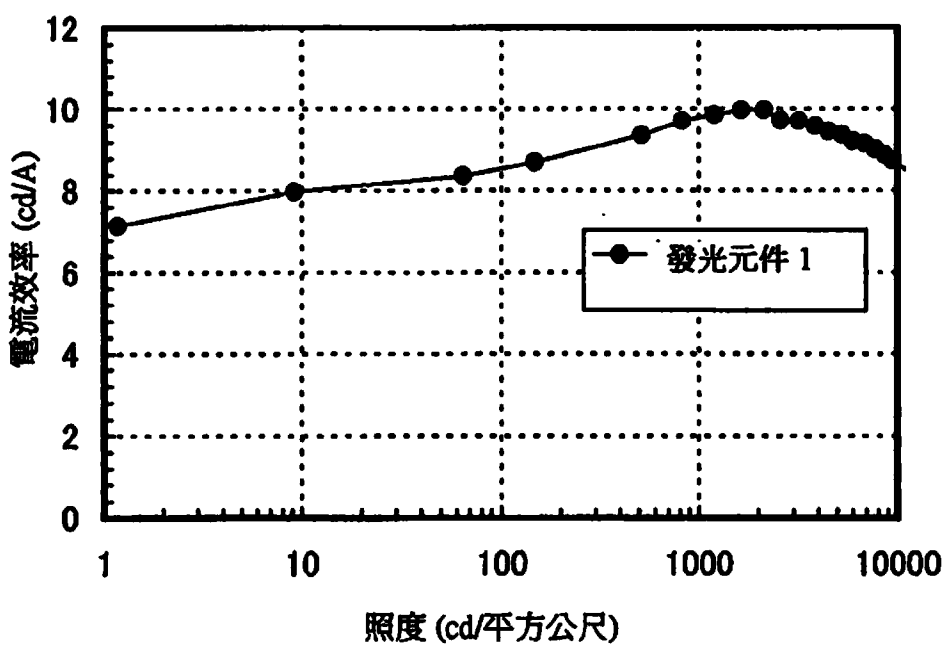


圖 16

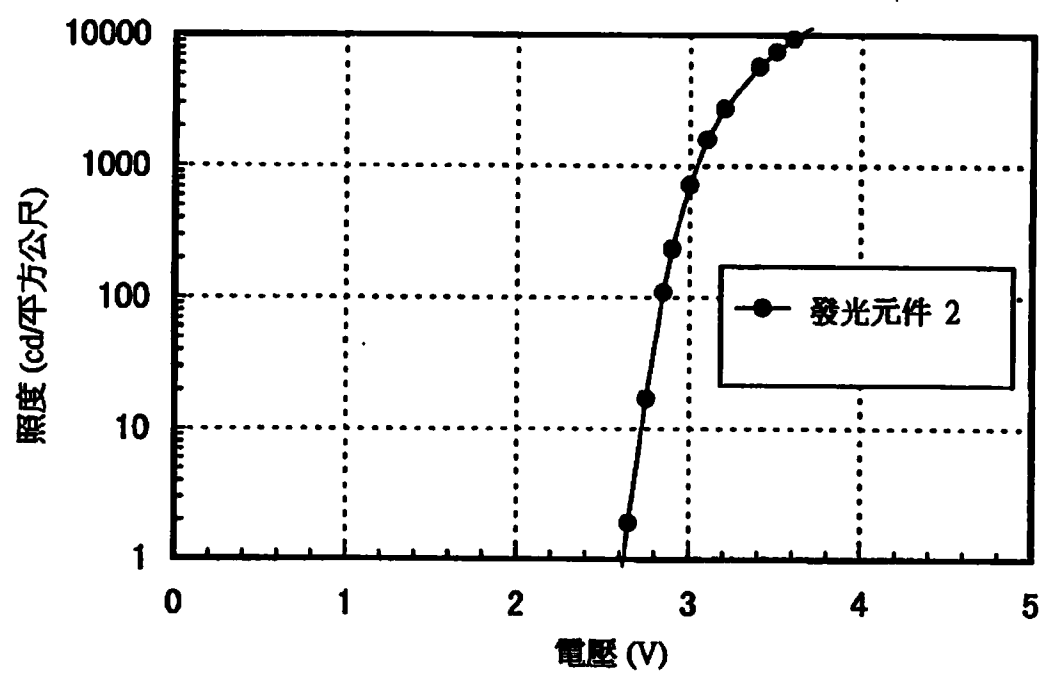


圖 17

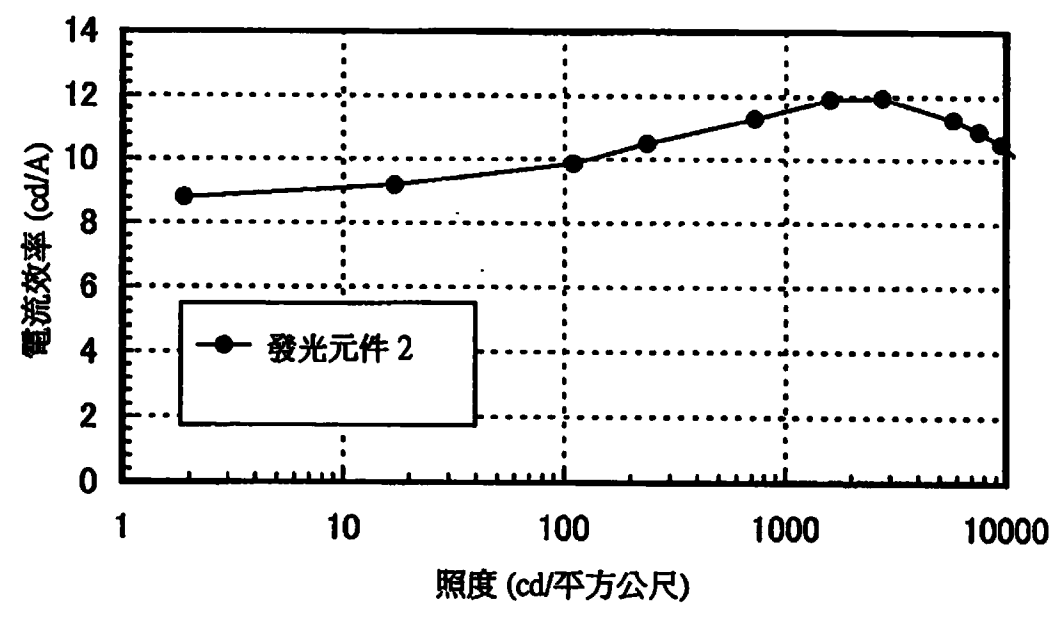


圖 18

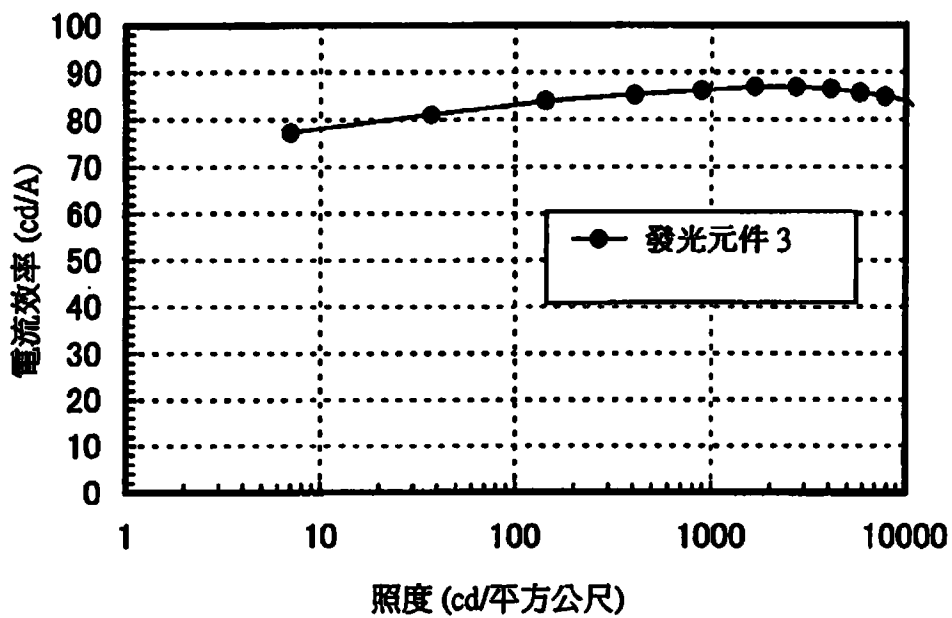


圖 19

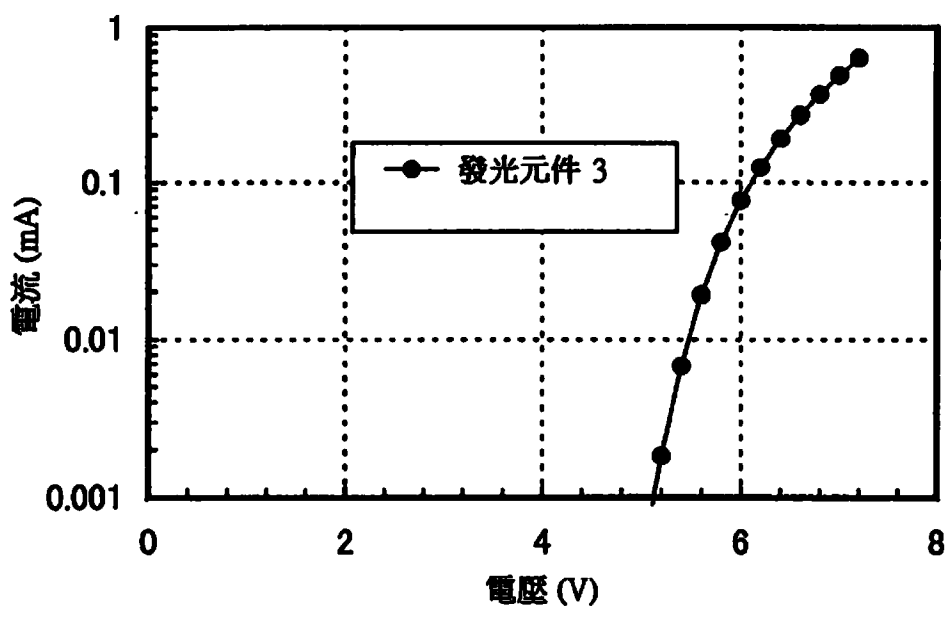


圖 20

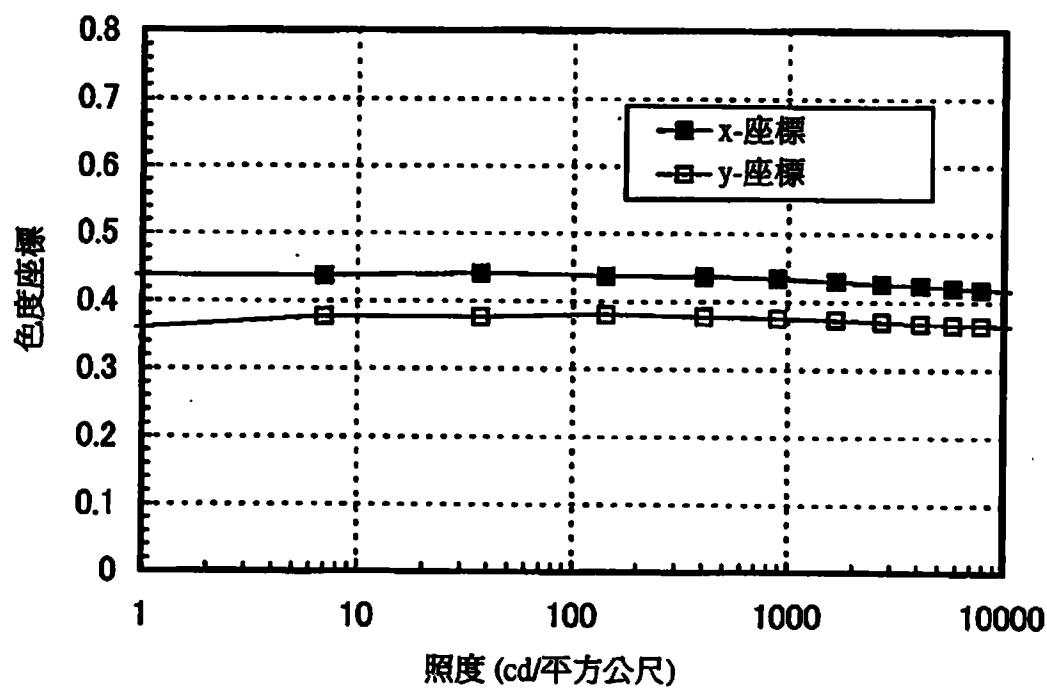


圖 21

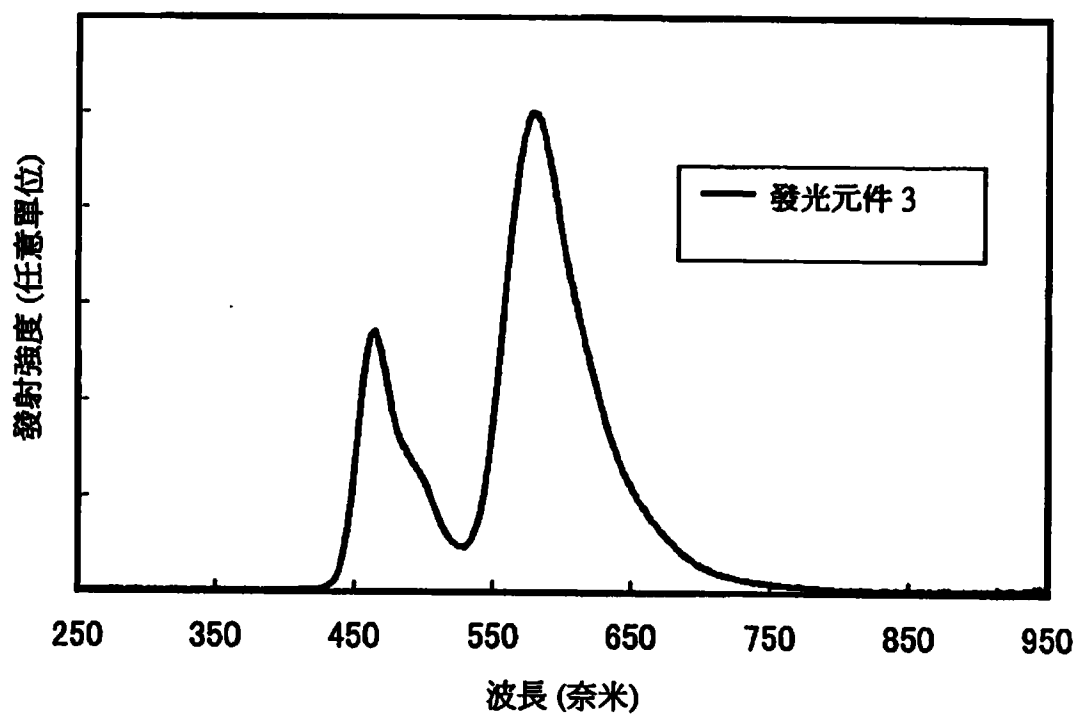


圖 22

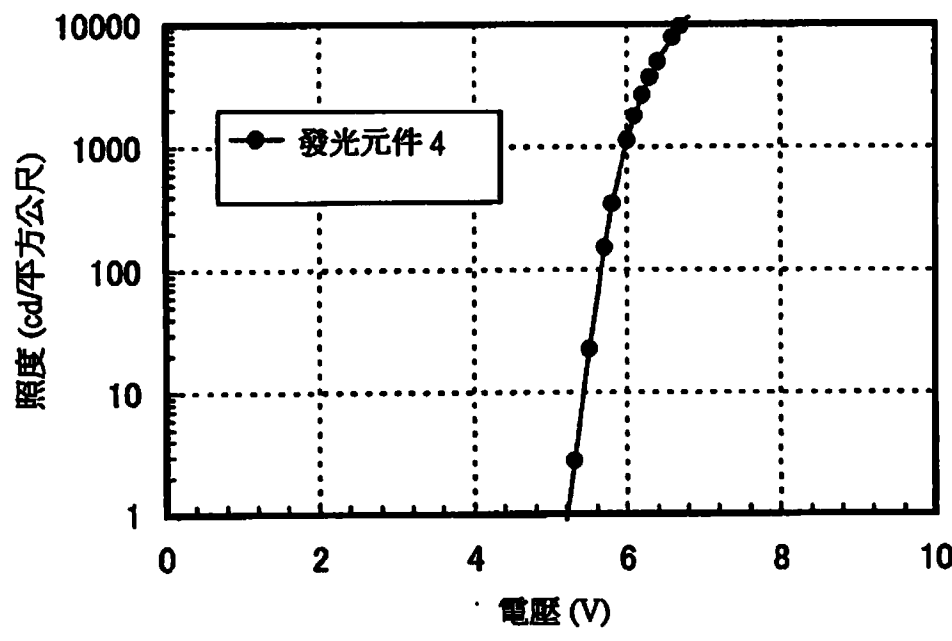


圖 23

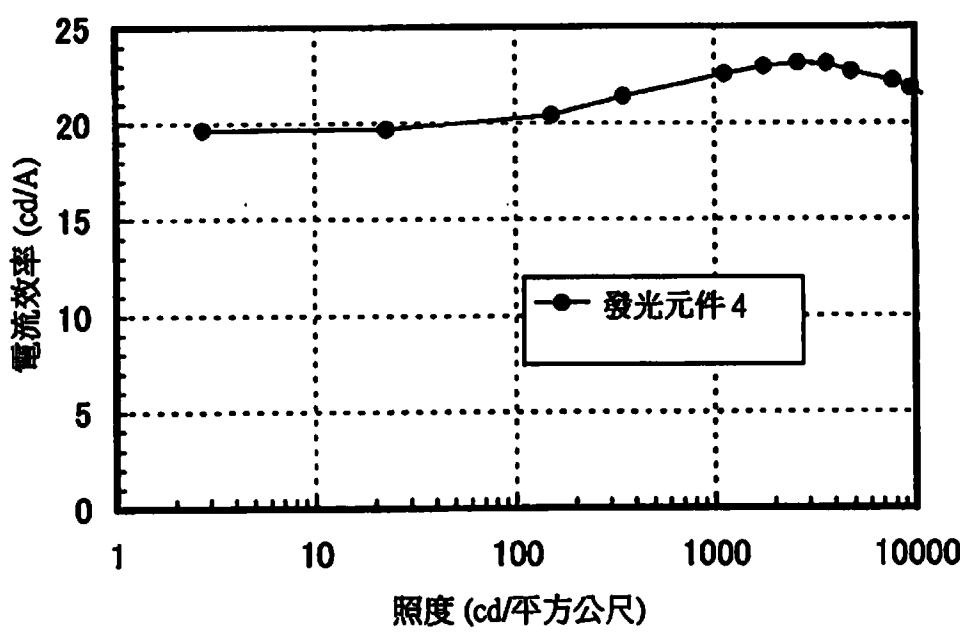


圖 24

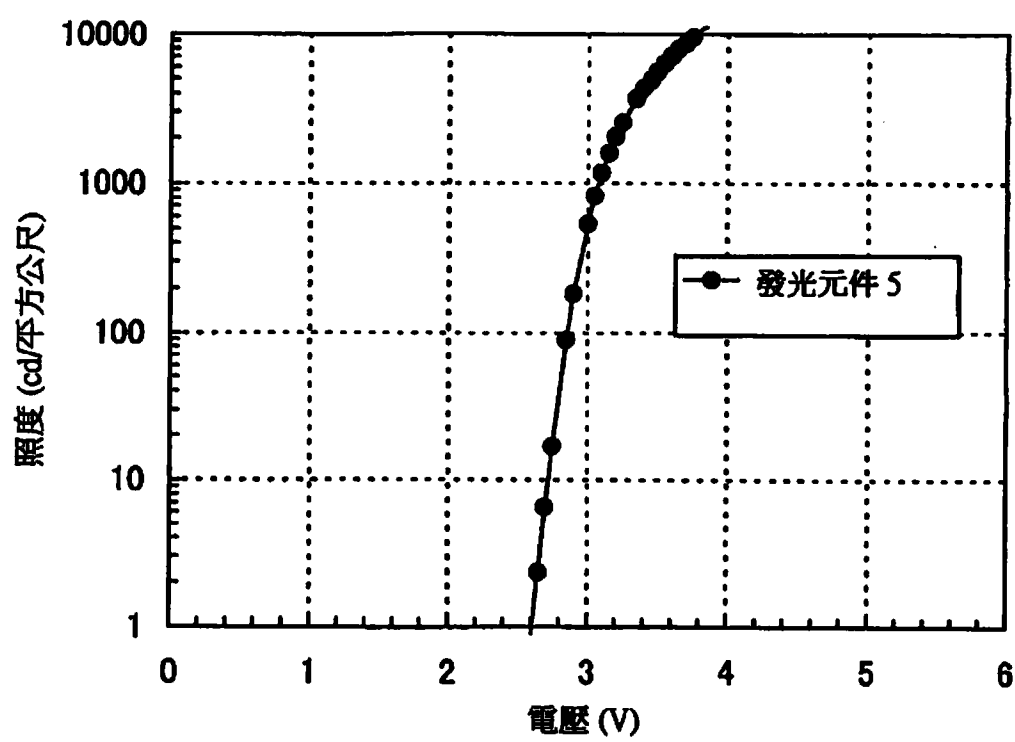


圖 25

