I681579

(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 I681579 B**

(45)公告日： 中華民國 109 (2020) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：104125701　(22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 08 月 06 日

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

C07D498/00 (2006.01)　*C09K11/06 (2006.01)*

H01L27/32 (2006.01)　*H05B33/14 (2006.01)*

(30)優先權：2014/08/08　日本　2014-162532

2014/08/08　日本　2014-162576

2014/11/28　日本　2014-241188

2015/06/30　日本　2015-131156

(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) ；佐佐木俊毅 SASAKI, TOSHIKI (JP) ；鈴木恒德 SUZUKI, TSUNENORI (JP) ；川上祥子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP) ；橋本直明 HASHIMOTO, NAOAKI (JP)

(74)代理人：林怡芳；童啓哲

(56)參考文獻：

TW	201301607A	US	2012/0273822A1
US	2014/0070198A1	WO	2012/090970A1

審查人員：黃珈菱

申請專利範圍項數：20 項　圖式數：88　共 167 頁

(54)名稱

發光裝置、電子裝置以及照明設備

(57)摘要

提供功耗低且可靠性高的發光裝置、電子裝置或者照明設備。發光裝置包括：第一發光元件、第二發光元件、第三發光元件及第四發光元件，其中第一發光元件、第二發光元件、第三發光元件及第四發光元件都在陽極與陰極之間包括共同的 EL 層，EL 層包括第一發光層及第二發光層，第一發光層包含螢光發光物質，螢光發光物質的甲苯溶液中的該螢光發光物質的發射光譜的峰值波長為 440nm 至 460nm，較佳為 440nm 至 455nm，第二發光層包含磷光發光物質，第一發光元件呈現藍色發光，第二發光元件呈現綠色發光，第三發光元件呈現紅色發光，並且，第四發光元件呈現黃色發光。

A light-emitting device, an electronic device, or a lighting device with low power consumption and high reliability is provided. The light-emitting device includes a first light-emitting element, a second light-emitting element, a third light-emitting element, and a fourth light-emitting element. The first to fourth light-emitting elements include the same EL layer between an anode and a cathode. The EL layer includes a first light-emitting layer and a second light-emitting layer. The first light-emitting layer contains a fluorescent substance. The peak wavelength of an emission spectrum of the fluorescent substance in a toluene solution of the fluorescent substance is 440 nm to 460 nm, preferably 440 nm to 455 nm. The second light-emitting

layer contains a phosphorescent substance. The first light-emitting element exhibits blue emission. The second light-emitting element exhibits green emission. The third light-emitting element exhibits red emission. The fourth light-emitting element exhibits yellow emission.

指定代表圖：

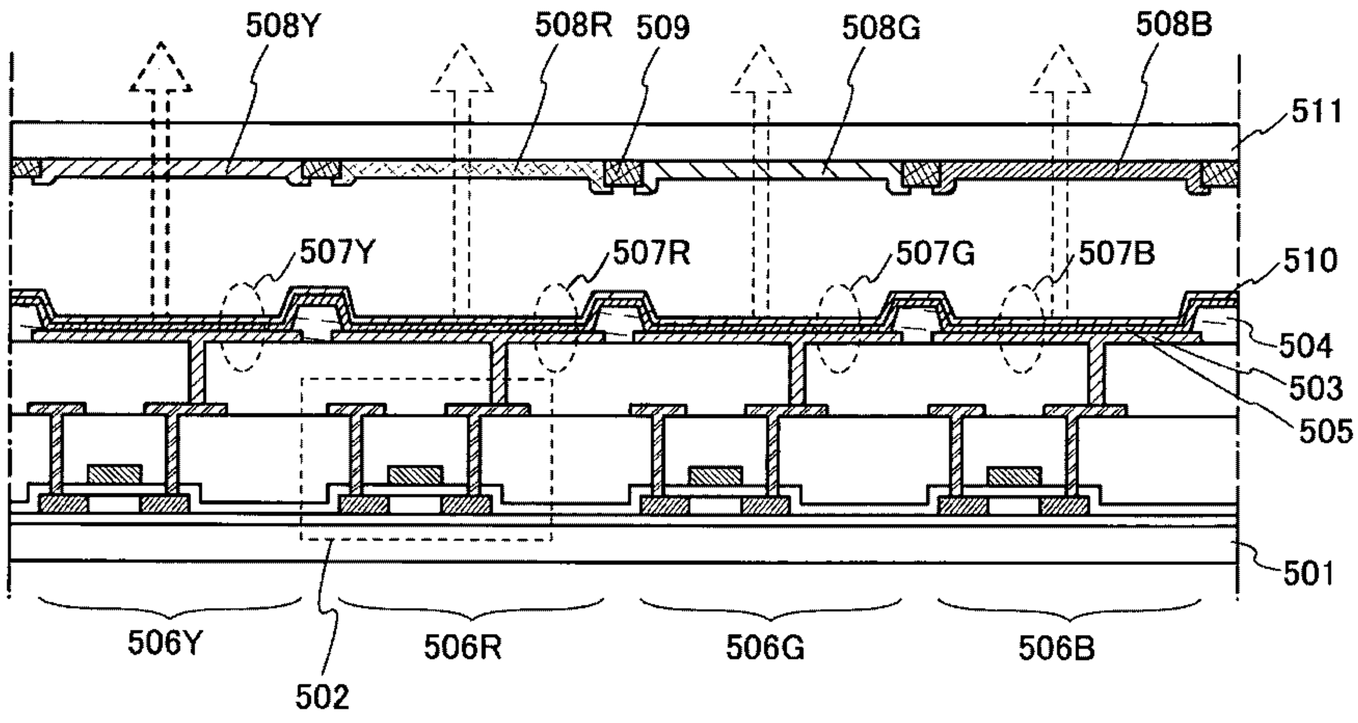


圖 10

符號簡單說明：

501・・・基板

502・・・FET

503・・・第一電極

504・・・分隔壁

505・・・EL 層

506R・・・發光區域

506G・・・發光區域

506B・・・發光區域

506Y・・・發光區域

507R・・・發光元件

507G・・・發光元件

507B・・・發光元件

507Y・・・發光元件

508R・・・彩色層

508G・・・彩色層

508B・・・彩色層

508Y・・・彩色層

509・・・黑色層(黑矩陣)

510・・・第二電極

511・・・密封基板

公告本

I681579

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：　　※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

發光裝置、電子裝置以及照明設備/ **LIGHT-EMITTING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE**

【中文】

提供功耗低且可靠性高的發光裝置、電子裝置或者照明設備。發光裝置包括：第一發光元件、第二發光元件、第三發光元件及第四發光元件，其中第一發光元件、第二發光元件、第三發光元件及第四發光元件都在陽極與陰極之間包括共同的EL層，EL層包括第一發光層及第二發光層，第一發光層包含螢光發光物質，螢光發光物質的甲苯溶液中的該螢光發光物質的發射光譜的峰值波長爲440nm至460nm，較佳爲440nm至455nm，第二發光層包含磷光發光物質，第一發光元件呈現藍色發光，第二發光元件呈現綠色發光，第三發光元件呈現紅色發光，並且，第四發光元件呈現黃色發光。

【英文】

A light-emitting device, an electronic device, or a lighting device with low power consumption and high reliability is provided. The light-emitting device includes a first light-emitting element, a second light-emitting element, a third

light-emitting element, and a fourth light-emitting element. The first to fourth light-emitting elements include the same EL layer between an anode and a cathode. The EL layer includes a first light-emitting layer and a second light-emitting layer. The first light-emitting layer contains a fluorescent substance. The peak wavelength of an emission spectrum of the fluorescent substance in a toluene solution of the fluorescent substance is 440 nm to 460 nm, preferably 440 nm to 455 nm. The second light-emitting layer contains a phosphorescent substance. The first light-emitting element exhibits blue emission. The second light-emitting element exhibits green emission. The third light-emitting element exhibits red emission. The fourth light-emitting element exhibits yellow emission.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 10。

【本代表圖之符號簡單說明】：

501　基板

502　FET

503　第一電極

504　分隔壁

505　EL層

506R　發光區域

506G　發光區域

506B　發光區域

506Y　發光區域

507R　發光元件

507G　發光元件

507B　發光元件

507Y　發光元件

508R　彩色層

508G　彩色層

508B　彩色層

508Y　彩色層

509　黑色層（黑矩陣）

510　第二電極

511　密封基板

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

發光裝置、電子裝置以及照明設備/ **LIGHT-EMITTING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND LIGHTING DEVICE**

【技術領域】

[0001]

本發明係關於一種物體、方法或製造方法。或者，本發明係關於一種製程（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或組合物（composition of matter）。尤其是，本發明的一個實施方式係關於一種發光元件、發光裝置、電子裝置、照明設備以及它們的驅動方法或製造方法。

【先前技術】

[0002]

具有薄型輕量、高速回應性及直流低電壓驅動等特徵的使用有機化合物作爲發光體的發光元件被期待應用於下一代平板顯示器。尤其是，將發光元件配置爲矩陣狀的發光裝置與習知的液晶顯示裝置相比具有視角廣且可見度優異的優點。

[0003]

一般認爲發光元件的發光機制是如下：藉由在一對電極之間夾著包含發光體的 EL 層並對該一對電極施加電壓，從陰極注入的電子和從陽極注入的電洞在 EL 層的發光中心再結合而形成分子激子，當該分子激子返回到基態時釋放出能量而發光。已知激發態有單重激發態和三重激發態，並且認爲無論經過上述任一種激發態都可以實現發光。

[0004]

關於這種發光元件，爲了提高使用該元件的發光裝置的特性，積極地進行元件結構的改進、材料的開發等（例如，參照專利文獻 1）。

[0005]

[專利文獻 1]日本專利申請公開第 2010-182699 號公報

[0006]

在發光元件的開發上驅動電壓或電流量的降低是從商品的低功耗化的觀點來看是重要因素之一。爲了降低發光元件的驅動電壓或電流量，重要的是發光元件的 EL 層中的載子平衡的控制、實現載子再結合概率的提高的元件結構以及 EL 層中的發光層的發光特性。因此，藉由使 EL 層具有所希望的結構，來提高發光層的發光特性並降低發光元件的驅動電壓或電流量是重要的。另外，較佳的是在降低發光元件的驅動電壓的同時提高發光元件的可靠性。

【發明內容】

[0007]

鑒於上述問題，本發明的一個實施方式提供一種低功耗的發光裝置、電子裝置或者照明設備。另外，本發明的其他的一個實施方式提供一種功耗低且可靠性高的發光裝置、電子裝置或者照明設備。另外，本發明的其他的一個實施方式提供一種新穎的發光元件和發光裝置。注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。此外，本發明的一個實施方式並不一定必須要實現所有上述目的。另外，說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中顯然存在上述目的以外的目的，可以從說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中衍生上述目的以外的目的。

[0008]

本發明的一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第一 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層設置在第一 EL 層與第二 EL 層之間，第一 EL 層包含具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架各獨立地鍵合到芘骨架的結構的有機化合物，第二 EL 層具有發射磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0009]

本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一 EL 層、

第二 EL 層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第一發光元件包括陽極，第一 EL 層設置在陽極與電荷產生層之間，第一 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層設置在第一 EL 層與第二 EL 層之間，第一 EL 層包含具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架各獨立地鍵合到芘骨架的結構的有機化合物，第二 EL 層具有發射磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0010]

本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第一發光元件包括陽極，第一 EL 層設置在陽極與電荷產生層之間，第一 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二

發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第一 EL 層設置在第一 EL 層與第二 EL 層之間，第一 EL 層包含具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架各獨立地鍵合到芘骨架的結構的有機化合物，第二 EL 層具有發射黃色磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0011]

在具有上述結構的發光裝置中，兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架分別鍵合到芘骨架的 1 位及 6 位。

[0012]

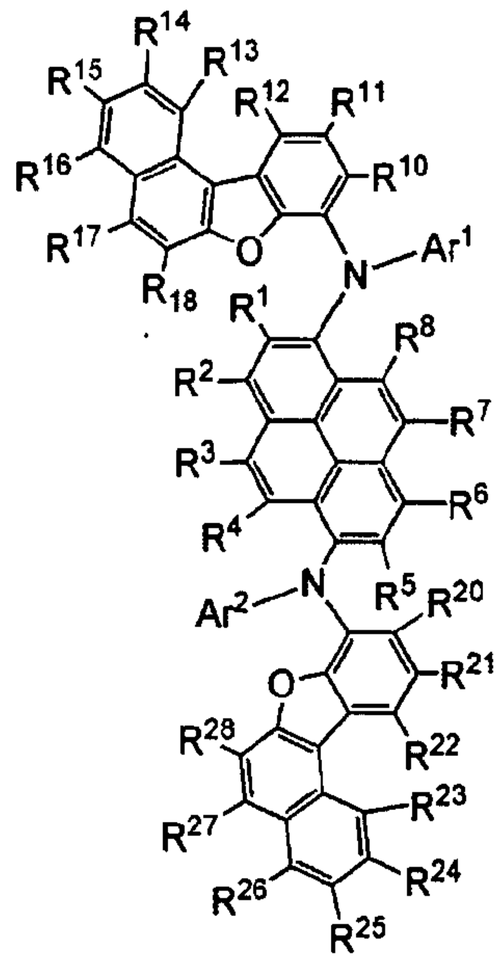
在具有上述結構的發光裝置中，兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架中的氮原子各獨立地鍵合到苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 6 位或 8 位。

[0013]

本發明的另一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一 EL 層、

第二 EL 層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第一發光元件包括陽極，第一 EL 層設置在陽極與電荷產生層之間，第一 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層設置在第一 EL 層與第二 EL 層之間，第一 EL 層包含由以下通式（G1）表示的第一有機化合物和第二有機化合物，第二 EL 層具有發射黃色磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0014]



(G1)

[0015]

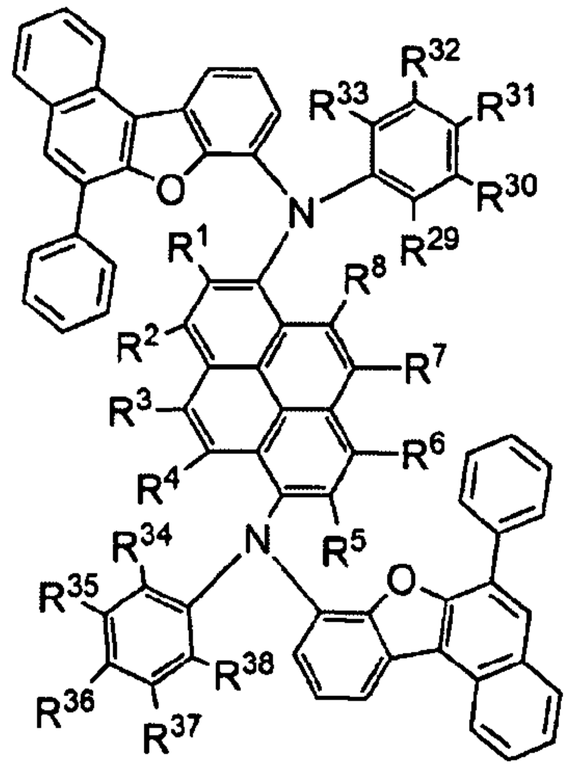
在通式（G1）中，Ar^1及Ar^2分別獨立地表示取代或未取代的具有形成環的6至13個碳原子的芳基，R^1至R^8、R^{10}至R^{18}及R^{20}至R^{28}分別獨立地表示氫、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷基、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有1至6個碳原子的鹵烷基或者取代或未取代的具有6至10個碳原子的芳基。

[0016]

本發明的一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一EL層、第二EL層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一EL層、第二EL層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一EL層、第二EL層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一EL層、第二EL層以及電荷產生層，第一發光元件包括陽極，第一EL層設置在陽極與電荷產生層之間，第一EL層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二EL層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層設置在第一EL層與第二EL層之間，第一EL層包含由以下通式（G2）表示的第一有機化合物和第二有機化合物，第二EL層

具有發射黃色磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0017]



(G2)

[0018]

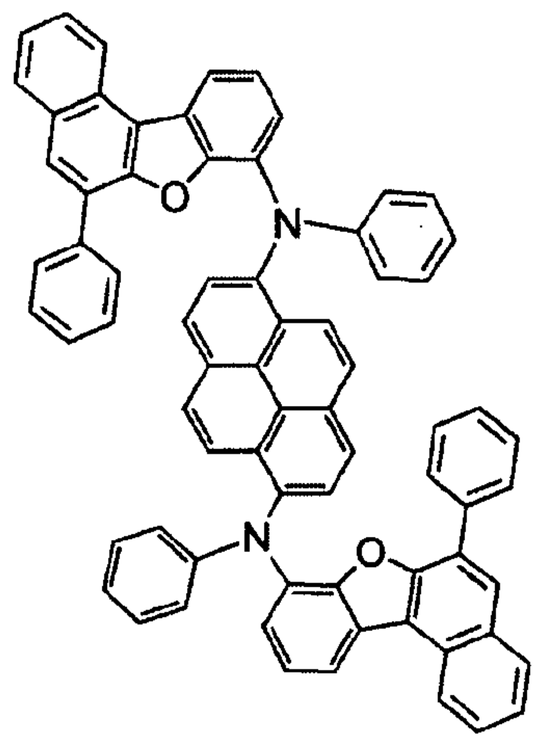
在通式（G2）中，R^1至R^8及R^{29}至R^{38}分別獨立地表示氫、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷基、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的鹵烷基或者取代或未取代的具有 6 至 10 個碳原子的芳基。

[0019]

本發明的一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第二發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第三發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第四發光元件包括第一 EL 層、第二 EL 層以及電荷產生層，第一發光元件包括陽極，第一 EL 層設置在陽極與電荷產生層

之間，第一 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，第二 EL 層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層包括被用作第一發光元件的一部分的區域、被用作第二發光元件的一部分的區域、被用作第三發光元件的一部分的區域以及被用作第四發光元件的一部分的區域，電荷產生層設置在第一 EL 層與第二 EL 層之間，第一 EL 層包含由以下結構式（132）表示的第一有機化合物及第二有機化合物，第二 EL 層具有發射黃色磷光的功能，第一發光元件具有發射藍色光的功能，第二發光元件具有發射綠色光的功能，並且，第三發光元件具有發射紅色光的功能。

[0020]



(132)

[0021]

本發明的一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發

光元件、第二發光元件、第三發光元件以及第四發光元件都在陽極與陰極之間包括共同的 EL 層，EL 層包括第一發光層及第二發光層，第一發光層包含螢光發光物質，螢光發光物質的甲苯溶液中的該螢光發光物質的發射光譜的峰值波長爲 440nm 至 460nm，較佳爲 440nm 至 455nm，第二發光層包含磷光發光物質，第一發光元件呈現藍色發光，第二發光元件呈現綠色發光，第三發光元件呈現紅色發光，並且，第四發光元件呈現黃色發光。

[0022]

本發明的一個實施方式是一種發光裝置，該發光裝置包括：第一發光元件；第二發光元件；第三發光元件；以及第四發光元件，其中，第一發光元件、第二發光元件、第三發光元件以及第四發光元件都在陽極與陰極之間以中間夾著電荷產生層的方式包括共同的第一 EL 層及第二 EL 層，第一 EL 層包括第一發光層，第二 EL 層包括第二發光層，第一發光層包含螢光發光物質，螢光發光物質的甲苯溶液中的該螢光發光物質的發射光譜的峰值波長爲 440nm 至 460nm，較佳爲 440nm 至 455nm，第二發光層包含磷光發光物質，第一發光元件呈現藍色發光，第二發光元件呈現綠色發光，第三發光元件呈現紅色發光，並且，第四發光元件呈現黃色發光。

[0023]

本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中螢光發光物質的發射光譜的半寬爲 20nm 以上 50nm 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，其中第一發光元件的 xy 色度座標中的 x 座標爲 0.13 以上 0.17 以下且 y 座標爲 0.03 以上 0.08 以下。較佳的是，y 座標爲 0.03 以上 0.07 以下。

[0025]

本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中來自第一發光元件的發光穿過藍色濾色片而發射到發光裝置的外部。

[0026]

本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中當以 300cd/m^2的亮度獲得 xy 色度座標中的 x 座標爲 0.313 且 y 座標爲 0.329 的光時，上述發光裝置的不包含驅動 FET 時的功耗（第一至第四發光元件的功耗的總和）爲 1mW/cm^2以上 7mW/cm^2以下。

[0027]

本發明的另一個實施方式是具有上述結構的發光裝置，其中當以 300cd/m^2的亮度獲得 xy 色度座標中的 x 座標爲 0.313 且 y 座標爲 0.329 的光時，上述發光裝置的包含驅動 FET 時的功耗（利用陽極-陰極之間的電壓與消耗電流之積算出的功耗）爲 2mW/cm^2以上 15mW/cm^2以下。

[0028]

本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，該電子裝置包括：上述發光裝置；以及連接端子或操作鍵。

[0029]

本發明的一個實施方式在其範疇內不僅包括具有發光元件的發光裝置，還包括應用該發光元件或該發光裝置的電子裝置（明確而言，包括該

發光元件或該發光裝置以及連接端子或操作鍵的電子裝置）以及照明設備（明確而言，包括該發光元件或該發光裝置以及外殼的照明設備）。因此，本說明書中的發光裝置是指影像顯示裝置或光源（包括照明設備）。此外，發光裝置還包括如下模組：將連接器諸如 FPC（Flexible printed circuit：撓性印刷電路）、TCP（Tape Carrier Package：捲帶式封裝）安裝到發光裝置的模組；將印刷線路板設置於 TCP 的端部的模組；或者將 IC（積體電路）藉由 COG（Chip On Glass：晶粒玻璃接合）方式直接安裝到發光元件的模組。

[0030]

藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種新穎的發光裝置、電子裝置或者照明設備。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種低功耗的發光裝置、電子裝置或者照明設備。另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種功耗低且可靠性高的發光裝置、電子裝置或者照明設備。注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。此外，本發明的一個實施方式並不一定必須要具有所有上述效果。另外，說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中顯然存在上述效果以外的效果，可以從說明書、圖式以及申請專利範圍等的記載中衍生上述效果以外的效果。

【圖式簡單說明】

[0031]

在圖式中：

圖 1A 和圖 1B 示出發光元件；

圖 2 示出發光元件的發光機制；

圖 3 示出發光元件的發光機制；

圖 4 示出發光元件的發光機制；

圖 5 示出發光裝置；

圖 6A 和圖 6B 示出發光裝置；

圖 7A 至圖 7D 及圖 7D´1 至圖 7D´2 示出電子裝置；

圖 8A 至圖 8C 示出電子裝置；

圖 9 示出照明設備；

圖 10 示出發光裝置；

圖 11A 和圖 11B 示出實施方式的觸控面板的一個例子；

圖 12A 和圖 12B 示出實施方式的觸控面板的一個例子；

圖 13A 和圖 13B 示出實施方式的觸控面板的一個例子；

圖 14A 和圖 14B 爲觸控感測器的方塊圖及時序圖；

圖 15 爲觸控感測器的電路圖；

圖 16 示出發光元件 1 至發光元件 3 的亮度-電流密度特性；

圖 17 示出發光元件 1 至發光元件 3 的電流效率-亮度特性；

圖 18 示出發光元件 1 至發光元件 3 的亮度-電壓特性；

圖 19 示出發光元件 1 至發光元件 3 的電流-電壓特性；

圖 20 示出發光元件 1 至發光元件 3 的色度座標；

圖 21 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的亮度-電流密度特性；

圖 22 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的電流效率-亮度特性；

圖 23 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的亮度-電壓特性；

圖 24 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的電流-電壓特性；

圖 25 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的色度座標；

圖 26 示出 1,6BnfAPrn-03 的甲苯溶液中的發射光譜；

圖 27 示出發光元件的結構；

圖 28 示出發光元件 4 至發光元件 7 的亮度-電流密度特性；

圖 29 示出發光元件 4 至發光元件 7 的電流效率-亮度特性；

圖 30 示出發光元件 4 至發光元件 7 的亮度-電壓特性；

圖 31 示出發光元件 4 至發光元件 7 的電流-電壓特性；

圖 32 示出發光元件 4 至發光元件 7 的色度座標；

圖 33 示出比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的亮度-電流密度特性；

圖 34 示出比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的電流效率-亮度特性；

圖 35 示出比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的亮度-電壓特性；

圖 36 示出比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的電流-電壓特性；

圖 37 示出實施例的發光裝置；

圖 38 示出功耗的比較；

圖 39 示出發光元件 8 及發光元件 9 的亮度-電流密度特性；

圖 40 示出發光元件 8 及發光元件 9 的電流效率-亮度特性；

圖 41 示出發光元件 8 及發光元件 9 的亮度-電壓特性；

圖 42 示出發光元件 8 及發光元件 9 的電流-電壓特性；

圖 43 示出發光元件 8 及發光元件 9 的發射光譜；

圖44示出發光元件8及發光元件9的正規化亮度的隨時間的變化特性。

【實施方式】

[0032]

下面，參照圖式對本發明的實施方式進行詳細說明。注意，本發明不侷限於以下說明，其方式及詳細內容在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以被變換爲各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋爲僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0033]

另外，根據情況或狀態，可以互相調換“膜”和“層”。例如，有時可以將“導電層”調換爲“導電膜”。另外，有時可以將“絕緣膜”調換爲“絕緣層”。

[0034]

實施方式 1

本發明的一個實施方式的發光裝置使用由一對電極夾持包含發光層的 EL 層的發光元件。該發光元件可以具有在一對電極之間設置有一個 EL 層的結構（單結構，single structure）或者以中間夾著電荷產生層的方式層疊有多個 EL 層的結構（串聯結構）等各種各樣的結構。下面，作爲發光元件的元件結構的一個例子，參照圖 1A 對包含兩個 EL 層的串聯結構的發光元件進行說明。

[0035]

在圖 1A 所示的發光元件中，在一對電極（第一電極 101 及第二電極 102）之間夾有包含發光層的兩個 EL 層（103a、103b）。在 EL 層 103a 中，在第一電極 101 上依次層疊有電洞注入層 104a、電洞傳輸層 105a、發光層 106a、電子傳輸層 107a、以及電子注入層 108a 等。在 EL 層 103b 中，在第一電極 101 上依次層疊有電洞注入層 104b、電洞傳輸層 105b、發光層 106b、電子

傳輸層 107b、以及電子注入層 108b 等。在 EL 層 103a 和 EL 層 103b 之間設置有電荷產生層 109。

[0036]

藉由使各發光層（106a、106b）適當地包含發光物質等多個物質，可以獲得呈現所希望的發光顏色的螢光發光或磷光發光。包含與各發光層（106a、106b）不同的發光物質的發光層也可以層疊在各發光層（106a、106b）之上。

[0037]

電荷產生層 109 具有如下功能：當對第一電極 101 及第二電極 102 施加電壓時，將電子注入一個 EL 層（103a 或 103b）中，且將電洞注入另一個 EL 層（103b 或 103a）中。由此，在圖 1A 中，在以第一電極 101 的電位高於第二電極 102 的方式施加電壓時，電子從電荷產生層 109 被注入到 EL 層 103a，並且電洞被注入到 EL 層 103b。

[0038]

從光提取效率的觀點來看，電荷產生層 109 較佳爲具有可見光透射性（明確而言，電荷產生層 109 具有 40%以上的可見光透射率）。另外，電荷產生層 109 即使其導電率小於第一電極 101 或第二電極 102，也發揮作用。

[0039]

在圖 1A 所示的發光元件中，可以由被用作光學微腔諧振器（微腔）的第一電極（反射電極）101 及第二電極（半透射　半反射電極）102 使從包括在各 EL 層（103a、103b）中的各發光層（106a、106b）向全方向射出的發光諧振。該發光從第二電極 102 一側被射出。另外，雖然第一電極 101

是反射電極，但是它具有反射性的導電材料和透明導電膜的疊層結構，藉由控制透明導電膜的厚度來進行光學調整。根據情況，可以藉由控制包括在 EL 層 103a 中的電洞注入層 104a 的厚度來進行光學調整。

[0040]

如此，藉由控制第一電極 101 及電洞注入層 104a 的厚度進行光學調整，可以使從各發光層（106a、106b）得到的多個單色光的光譜變窄，由此能夠獲得色純度高的發光。

[0041]

在圖 1A 所示的發光元件中，離被用作半透射　半反射電極的第二電極 102 最近的 EL 層 103b 中的發光區域與第二電極 102 的光程較佳爲短於λ/4（λ爲該發光區域的發光的波長）。在此，發光區域是指電洞與電子的再結合區域。藉由採用上述結構，可以組合從圖 1A 所示的發光元件的各發光層（106a、106b）獲得的多個單色光而獲得標準白色光。注意，作爲從各發光層（106a、106b）獲得的發光顏色，可以舉出藍色（例如，發射光譜的峰值位於 400nm 至 480nm，較佳爲位於 450nm 至 470nm）、綠色（例如，發射光譜的峰值位於 500nm 至 560nm，較佳爲位於 520nm 至 555nm）、紅色（例如，發射光譜的峰值位於 580nm 至 680nm，較佳爲位於 600nm 至 620nm）、橙色（例如，發射光譜的峰值位於 580nm 至 610nm，較佳爲位於 600nm 至 610nm）、黃色（例如，發射光譜的峰值位於 555nm 至 590nm，較佳爲位於 570nm 至 580nm）等。當從各發光層（106a、106b）獲得的發光顏色的具體組合由“106a/106b”表示時，例如可以舉出“藍色/綠色”、“藍色/黃

色”、“藍色/紅色”、“綠色/藍色”、“綠色/黃色”、“綠色/紅色”、“紅色/藍色”、“紅色/綠色”、“紅色/黃色”等。

[0042]

下面，對製造上述發光元件時的具體例子進行說明。

[0043]

由於第一電極 101 是反射電極，因此第一電極 101 使用具有反射性的導電材料形成，使用可見光反射率爲 40%以上 100%以下，較佳爲 70%以上 100%以下，且電阻率爲 $1\times10^{-2}\Omega$cm 以下的膜。另外，第二電極 102 使用具有反射性的導電材料及具有透光性的導電材料形成，使用可見光反射率爲 20%以上 80%以下，較佳爲 40%以上 70%以下，且電阻率爲 $1\times10^{-2}\Omega$cm 以下的膜。

[0044]

此外，爲了使來自各發光層（106a、106b）的發光中的所希望的波長的光諧振並使其波長增強，根據所希望的光的波長調整第一電極 101 和第二電極 102 之間的光程。明確而言，藉由改變用於第一電極 101 的一部分的透明導電膜的厚度，來使電極之間的距離爲 $m\lambda/2$（m 爲自然數，λ爲所希望的光的波長）。

[0045]

再者，爲了增強來自各發光層（106a、106b）的發光中的所希望的波長的光，調整第一電極 101 與發射所希望的光的發光層之間的光程。明確而言，藉由改變可用於第一電極 101 的一部分的透明導電膜或形成電洞注入

層 104a 的有機膜的厚度，來使光程爲（2m’ +1）λ/4（m’ 是自然數，λ爲所希望的光的波長）。

[0046]

在上述情況下，嚴格地說，第一電極 101 和第二電極 102 之間的光程可以說是從第一電極 101 中的反射區域到第二電極 102 中的反射區域的總厚度。但是，因爲難以準確地決定第一電極 101 或第二電極 102 中的反射區域的位置，所以藉由假定第一電極 101 及第二電極 102 中的任意的位置爲反射區域可以充分得到上述效果。另外，嚴密地說，第一電極 101 和發射所希望的光的發光層之間的光程可以說是第一電極 101 中的反射區域和發射所希望的光的發光層中的發光區域之間的光程。但是，因爲難以準確地決定第一電極 101 中的反射區域或發光層中的發光區域的位置，所以藉由假定第一電極 101 中的任意的位置爲反射區域且發射所希望的光的發光層的任意的位置爲發光區域，可以充分得到上述效果。

[0047]

作爲第一電極 101 及第二電極 102 的材料，可以適當地採用金屬、合金、導電性化合物以及它們的混合物等。明確而言，除了氧化銦-氧化錫（Indium Tin Oxide）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅（Indium Zinc Oxide）、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦、金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、鈦（Ti）之外，還可以使用屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素，亦即鋰（Li）和銫（Cs）等鹼金屬、鈣（Ca）和鍶（Sr）等鹼土金屬、鎂（Mg）、包含它們的合金（MgAg、AlLi）、銪（Eu）和鐿（Yb）等稀土金屬、包含它們的

合金及石墨烯等。第一電極 101 及第二電極 102 例如可以藉由濺射法或蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）等形成。

[0048]

電洞注入層（104a、104b）爲將電洞穿過電洞傳輸性高的電洞傳輸層（105a、105b）注入發光層（106a、106b）的層，可以使用鉬氧化物、釩氧化物、釕氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等受體材料。此外，還可以使用如下物質形成電洞注入層（104a、104b）：酞青（簡稱：H_2Pc）、酞青銅（簡稱：CuPc）等酞青類化合物；4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙｛4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基｝-N,N'-二苯基-（1,1'-聯苯）-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）等芳香胺化合物；7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷（簡稱：F_4-TCNQ）、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮雜聯伸三苯（簡稱：HAT-CN）等具有拉電子基團（鹵素或氰基）的化合物；聚（3,4-乙烯二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（簡稱：PEDOT/PSS）等有機受體材料。

[0049]

電洞注入層（104a、104b）也可以包含電洞傳輸性材料及受體物質。藉由包含電洞傳輸性材料及受體物質，受體物質從電洞傳輸性材料抽出電子來生成電洞，而電洞穿過電洞傳輸層（105a、105b）被注入到發光層（106a、106b）。電洞傳輸層（105a、105b）使用電洞傳輸性材料形成。

[0050]

作爲用於電洞注入層（104a、104b）及電洞傳輸層（105a、105b）的電洞傳輸性材料，例如可以舉出 4,4’ -雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡

稱：NPB 或α-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’ ’ -三（咔唑-9-基）三苯胺（簡稱：TCTA）、4,4',4"-三（N,N-二苯基胺基）三苯胺（簡稱：TDATA）、4,4',4"-三[N-（3-甲基苯基）-N-苯基胺基]三苯胺（簡稱：MTDATA）、4,4'-雙[N-（螺-9,9'-二芴-2-基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）等芳香胺化合物；3-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA2）、3-[N-（1-萘基）-N-（9-苯基咔唑-3-基）胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCN1）等。此外，還可以使用 4,4’ -二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）、1,3,5-三[4-（N-咔唑基）苯基]苯（簡稱：TCPB）、9-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）等咔唑衍生物等。在此所述的物質主要是電洞移動率爲 $10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。注意，只要是電洞傳輸性比電子傳輸性高的物質，就可以使用上述物質以外的物質。

[0051]

再者，還可以使用聚（N-乙烯基咔唑）（簡稱：PVK）、聚（4-乙烯基三苯胺）（簡稱：PVTPA）、聚[N-（4-{N'-[4-（4-二苯基胺基）苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基）甲基丙烯醯胺]（簡稱：PTPDMA）、聚[N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺]（簡稱：Poly-TPD）等高分子化合物。

[0052]

作爲用於電洞注入層（105a、105b）的受體物質，可以使用上述受體材料或有機受體材料。其中，較佳爲使用屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物，尤其較佳爲使用氧化鉬。

[0053]

發光層（106a、106b）是包含發光物質的層。發光層（106a、106b）除了發光物質之外還包含有機化合物的電子傳輸性材料和電洞傳輸性材料中的一個或兩個。在本發明的一個實施方式的發光元件中，發光層（106a、106b）中的任一個包含甲苯溶液中的發射光譜的峰值波長爲 440nm 至 460nm，較佳爲 440nm 至 455nm 的螢光發光物質、或者具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架鍵合到芘骨架的結構的有機化合物。上述螢光發光物質的發射光譜的半寬較佳爲 20nm 以上 50nm 以下。

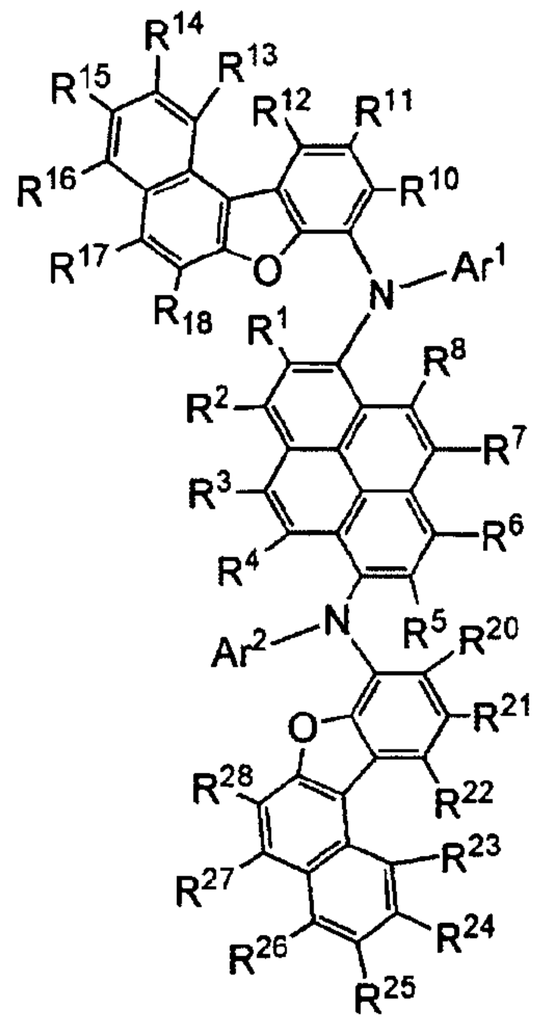
[0054]

作爲甲苯溶液中的發射光譜的峰值波長爲 440nm 至 460nm 的螢光發光物質，例如，較佳爲使用具有芳香二胺骨架的物質。更佳爲使用具有芘二胺骨架的物質。詳細而言，該物質較佳爲由以下通式（G1）表示的具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架鍵合到芘骨架的結構的有機化合物。注意，在本實施方式中可以使用的上述螢光發光物質不侷限於以下例子。

[0055]

注意，作爲具有兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架鍵合到芘骨架的結構的有機化合物，可以使用由以下通式（G1）表示的有機化合物。由以下通式（G1）表示的有機化合物呈現藍色的螢光發光。

[0056]



(G1)

[0057]

在通式（G1）中，Ar^1及Ar^2分別獨立地表示取代或未取代的具有形成環的6至13個碳原子的芳基，R^1至R^8、R^{10}至R^{18}及R^{20}至R^{28}分別獨立地表示氫、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷基、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有1至6個碳原子的鹵烷基或者取代或未取代的具有6至10個碳原子的芳基。

[0058]

關於由上述通式（G1）表示的有機化合物的具體例子將在實施方式2中進行詳述。

[0059]

對在發光層（106a、106b）的另一個中可用於發光物質的材料沒有特別的限制，可以使用將單重激發能量轉換成可見光區域的發光的發光材料或將三重激發能量轉換成可見光區域的發光的發光材料。

[0060]

作爲將單重激發能量轉換成可見光區域的發光的發光材料，可以舉出發射螢光的物質，例如可以舉出芘衍生物、蒽衍生物、聯伸三苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹　啉衍生物、喹　啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。尤其是芘衍生物的發光量子產率高，所以是較佳的。作爲芘衍生物的具體例子，可以舉出 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（1,6mMemFLPAPrn）、N,N’ -雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-N,N’ -二苯基芘-1,6-二胺（1,6FLPAPrn）、N,N’ -雙（二苯并呋喃-2-基）-N,N’ -二苯基芘-1,6-二胺（1,6FrAPrn）、N,N’ -雙（二苯并噻吩-2-基）-N,N’ -二苯基芘-1,6-二胺（1,6ThAPrn）等。

[0061]

作爲將三重激發能量轉換爲可見光區域的發光的發光材料，例如可以舉出發射磷光的物質或呈現熱活化延遲螢光的熱活化延遲螢光（TADF）材料。TADF 材料是指能夠利用微小的熱能量將三重激發態上轉換（up-convert）爲單重激發態（逆系間穿越）並高效率地呈現來自單重激發態的發光（螢光）的材料。可以高效率地獲得熱活化延遲螢光的條件爲如下：三重激發能階和單重激發能階之間的能量差爲 0eV 以上 0.2eV 以下，較佳爲 0eV 以上 0.1eV 以下。TADF 材料所呈現的延遲螢光是指其光譜與一般的螢光同樣但其壽命非常長的發光。該壽命爲 10^{-6}秒以上，較佳爲 10^{-3}秒以上。

[0062]

作爲發射磷光的物質，可以舉出銥、鉑、鉑類有機金屬錯合物或金屬錯合物，其中較佳的是有機銥錯合物，例如銥類鄰位金屬錯合物。作爲鄰

位金屬化的配體，可以舉出 4H-三唑配體、1H-三唑配體、咪唑配體、吡啶配體、嘧啶配體、吡嗪配體或異喹啉配體等。作爲金屬錯合物可以舉出具有卟啉配體的鉑錯合物等。明確而言，可以舉出雙[2-（3',5'-雙三氟甲基苯基）吡啶-N,$C^{2'}$]銥（III）吡啶甲酸酯（簡稱：Ir（CF_3ppy）$_2$（pic））、雙[2-（4',6'-二氟苯基）吡啶-N,$C^{2'}$]銥（III）乙醯丙酮（簡稱：FIracac）、三（2-苯基吡啶）銥（III）（簡稱：Ir（ppy）$_3$）、雙（2-苯基吡啶）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（ppy）$_2$（acac））、三（乙醯丙酮）（一啡啉）鋱（III）（簡稱：Tb（acac）$_3$（Phen））、雙（苯并[h]喹啉）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（bzq）$_2$（acac））、雙（2,4-二苯基-1,3-　唑-N,$C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（dpo）$_2$（acac））、雙{2-[4'-（全氟苯基）苯基]吡啶-N,$C^{2'}$}銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（p-PF-ph）$_2$（acac））、雙（2-苯基苯并噻唑-N,$C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（bt）$_2$（acac））、雙[2-（2'-苯并[4,5-a]噻吩基）吡啶-N,$C^{3'}$]銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（btp）$_2$（acac））、雙（1-苯基異喹啉-N,$C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir（piq）$_2$（acac））、（乙醯丙酮）雙[2,3-雙（4-氟苯基）喹　啉合（quinoxalinato）]銥（III）（簡稱：Ir（Fdpq）$_2$（acac））、（乙醯丙酮）雙（3,5-二甲基-2-苯基吡嗪）銥（III）（簡稱：[Ir（mppr-Me）$_2$（acac）]）、（乙醯丙酮）雙（5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪）銥（III）（簡稱：[Ir（mppr-iPr）$_2$（acac）]）、（乙醯丙酮）雙（2,3,5-三苯基吡嗪）銥（III）（簡稱:[Ir（tppr）$_2$（acac）]）、雙（2,3,5-三苯基吡嗪）（二新戊醯基甲烷）銥（III）（簡稱：[Ir（tppr）$_2$（dpm）]、（乙醯丙酮）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶）銥（III）（簡稱：[Ir（tBuppm）$_2$（acac）]）、（乙醯丙酮）雙（4,6-二苯基嘧啶）銥（III）（簡稱：[Ir（dppm）$_2$（acac）]）、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H，23H-卟啉鉑（II）（簡稱：PtOEP）、

三（1,3-二苯基-1,3-丙二酮）（一啡啉）銪（III）（簡稱：Eu（DBM）$_3$（Phen））、三[1-（2-噻吩甲醯基）-3,3,3-三氟丙酮]（一啡啉）銪（III）（簡稱：Eu（TTA）$_3$（Phen））等。

[0063]

作爲 TADF 材料，例如可以舉出富勒烯或其衍生物、普羅黃素等吖啶衍生物、伊紅等。此外，可以舉出包含鎂（Mg）、鋅（Zn）、鎘（Cd）、錫（Sn）、鉑（Pt）、銦（In）或鈀（Pd）等的含金屬卟啉。作爲該含金屬卟啉，例如可以舉出原卟啉-氟化錫錯合物（SnF_2（Proto IX））、中卟啉-氟化錫錯合物（SnF_2（Meso IX））、血卟啉-氟化錫錯合物（SnF_2（Hemato IX））、糞卟啉四甲基酯-氟化錫錯合物（SnF_2（Copro III-4Me））、八乙基卟啉-氟化錫錯合物（SnF_2（OEP））、初卟啉-氟化錫錯合物（SnF_2（Etio I））、八乙基卟啉-氯化鉑錯合物（$PtCl_2OEP$）等。並且，可以使用 2-（聯苯-4-基）-4,6-雙（12-苯基吲哚并[2,3-a]咔唑-11-基）-1,3,5-三嗪（PIC-TRZ）等具有富π電子型雜芳環及缺π電子型雜芳環的雜環化合物。另外，在富π電子型雜芳環和缺π電子型雜芳環直接結合的物質中，富π電子型雜芳環的施體性和缺π電子型雜芳環的受體性都強，而 S_1 和 T_1 的能量差變小，所以是特別較佳的。

[0064]

作爲在發光層（106a、106b）的另一個中可用於發光物質的材料，較佳爲使用將三重激發能量轉換成可見光區域的發光的發光材料，更佳爲使用呈現黃色磷光的磷光發光物質。藉由採用該結構，可以獲得低功耗的發光元件。當使用該發光元件構成發光裝置時，可以有效地降低獲得白色發光所需要的功耗。

[0065]

當作爲用於發光層（106a、106b）的有機化合物使用電子傳輸性材料時，較佳爲使用缺π電子型雜芳化合物諸如含氮雜芳化合物，例如可以舉出 2-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]二苯并[f，h]喹　啉（簡稱：2mDBTPDBq-II）、2-[3’-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f，h]喹　啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）、2-[4-（3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基）苯基]二苯并[f，h]喹　啉（簡稱：2CzPDBq-III）、7-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]二苯并[f，h]喹　啉（簡稱：7mDBTPDBq-II）和 6-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]二苯并[f，h]喹　啉（簡稱：6mDBTPDBq-II）等喹　啉衍生物或二苯并喹　啉衍生物。

[0066]

另外，當作爲用於發光層（106a、106b）的有機化合物使用電洞傳輸性材料時，較佳爲使用富π電子型雜芳化合物（例如，咔唑衍生物或吲哚衍生物）或芳香胺化合物，例如可以舉出：4-苯基-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBA1BP）、4,4'-二（1-萘基）-4''-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBNBB）、3-[N-（1-萘基）-N-（9-苯基咔唑-3-基）胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCN1）、4,4',4''-三[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]三苯胺（簡稱：1'-TNATA）、2,7-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]-螺-9,9'-二芴（簡稱：DPA2SF）、N,N'-雙（9-苯基咔唑-3-基）-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺（簡稱：PCA2B）、N-（9,9-二甲基-2-二苯基胺基-9H-芴-7-基）二苯基胺（簡稱：DPNF）、N,N'，N''-三苯基-N,N',N''-三（9-苯基咔唑-3-基）苯-1,3,5-三胺（簡稱：PCA3B）、2-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]螺-9,9'-二芴（簡稱：PCASF）、2-[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]螺-9,9'-二芴（簡稱：

DPASF）、N,N'-雙[4-（咔唑-9-基）苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺（簡稱：YGA2F）、4,4'-雙[N-（3-甲基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：TPD）、4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N-（9,9-二甲基-9H-芴-2-基）-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-（9,9-二甲基-9H-芴-2-基）胺基]-9H-芴-7-基}苯基胺（簡稱：DFLADFL）、3-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3-[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzDPA1）、3,6-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzDPA2）、4,4'-雙（N-{4-[N'-（3-甲基苯基）-N'-苯基胺基]苯基}-N-苯基胺基）聯苯（簡稱：DNTPD）、3,6-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-（1-萘基）胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzTPN2）、3,6-雙[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA2）等。

[0067]

當用於發光層的發光物質爲發射磷光的物質時，作爲用於發光層的有機化合物，可以舉出鋅、鋁類金屬錯合物、 二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹 啉衍生物、二苯并喹 啉衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、聯吡啶衍生物、啡啉衍生物、芳香胺或咔唑衍生物等。

[0068]

另外，當用於發光層的發光物質爲發射螢光的物質時，作爲用於發光層的有機化合物，較佳爲使用 S_1 能階大且 T_1 能階小的蒽衍生物或者稠四苯衍生物。明確而言，可以舉出 9-苯基-3-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（PCzPA）、9-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（CzPA）、7-[4-（10-苯基

-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑（cgDBCzPA）、6-[3-（9,10-二苯基-2-蒽基）苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃（2mBnfPPA）、9-苯基-10-{4-（9-苯基-9H-芴-9-基）聯苯-4’-基}蒽（FLPPA）、5,12-二苯基稠四苯、5,12-雙（聯苯-2-基）稠四苯等。

[0069]

電子傳輸層（107a、107b）是包含電子傳輸性高的物質的層。作爲電子傳輸層（107a、107b）可以使用 Alq_3、三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（簡稱：$Almq_3$）、雙（10-羥基苯并[h]-喹啉）鈹（簡稱：$BeBq_2$）、BAlq、Zn（BOX）$_2$或雙[2-（2-羥基苯基）-苯并噻唑]鋅（簡稱：Zn（BTZ）$_2$）等金屬錯合物。此外，還可以使用 2-（4-聯苯基）-5-（4-三級丁苯基）-1,3,4- 二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-（對三級丁苯基）-1,3,4- 二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、3-（4-三級丁苯基）-4-苯基-5-（4-聯苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、3-（4-三級丁苯基）-4-（4-乙苯基）-5-（4-聯苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：p-EtTAZ）、紅啡啉（簡稱：BPhen）、浴銅靈（簡稱：BCP）、4,4'-雙（5-甲基苯并 唑-2-基）芪（簡稱：BzOs）等雜芳化合物。此外，也可以使用聚（2,5-吡啶二基）（簡稱：PPy）、聚[（9,9-二己基芴-2,7-二基）-co-（吡啶-3,5-二基）]（簡稱：PF-Py）、聚[（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-co-（2,2'-聯吡啶-6,6'-二基）]（簡稱：PF-BPy）等高分子化合物。在此所述的物質主要是電子移動率爲 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。注意，只要是電子傳輸性比電洞傳輸性高的物質，就可以將上述物質以外的物質用於電子傳輸層（107a、107b）。

[0070]

另外，電子傳輸層（107a、107b）既可爲單層，又可爲層疊有兩層以上的由上述物質構成的層的疊層。

[0071]

電子注入層（108a、108b）是包含電子注入性高的物質的層。作爲電子注入層（108a、108b），例如可以使用氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF_2）或者氧化鋰（LiO_x）等鹼金屬、鹼土金屬或者它們的化合物。還可以使用氟化鉺（ErF_3）等稀土金屬化合物。另外，也可以將電子鹽用於電子注入層（108a、108b）。作爲電子鹽，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。另外，還可以使用上述構成電子傳輸層（107a、107b）的物質。

[0072]

另外，也可以將有機化合物與電子予體（施體）混合而成的複合材料用於電子注入層（108a、108b）。因爲這種複合材料的電子予體使得電子產生在有機化合物中，所以其電子注入性及電子傳輸性高。在此情況下，作爲上述有機化合物較佳爲在傳輸產生的電子方面性能優異的材料，明確而言，例如可以使用上述構成電子傳輸層（107a、107b）的物質（金屬錯合物和雜芳化合物等）。作爲電子予體，只要使用對有機化合物呈現電子予體性的物質，即可。明確地說，較佳爲使用鹼金屬、鹼土金屬和稀土金屬，可以舉出鋰、銫、鎂、鈣、鉺、鐿等。另外，較佳爲使用鹼金屬氧化物或鹼土金屬氧化物，可以舉出鋰氧化物、鈣氧化物、鋇氧化物等。此外，還可以使用氧化鎂等路易士鹼。或者，也可以使用四硫富瓦烯（簡稱：TTF）等有機化合物。

[0073]

在本發明的一個實施方式的發光元件中，離第二電極 102 最近的 EL 層 103b 中的發光區域與第二電極 102 的光程較佳爲短於λ/4(λ爲該發光區域的發光的波長)。因此，較佳爲藉由適當地調節上述電子傳輸層（107b）和電子注入層（108b）的總厚度，來使離第二電極 102 最近的 EL 層 103b 中的發光區域與第二電極 102 的光程短於λ/4。

[0074]

電荷產生層 109 既可以具有對電洞傳輸性材料添加有電子受體（受體）的結構，也可以具有對電子傳輸性材料添加有電子予體（施體）的結構。或者，也可以層疊有這兩種結構。

[0075]

在採用在電洞傳輸性材料中添加有電子受體的結構的情況下，作爲電洞傳輸性材料，例如可以使用 NPB、TPD、TDATA、MTDATA 或 4,4’-雙[N-（螺-9,9’-二芴-2-基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）等芳香胺化合物等。在此所述的物質主要是電洞移動率爲 $10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。注意，只要是電洞傳輸性比電子傳輸性高的有機化合物，就可以使用上述物質之外的物質。

[0076]

作爲電子受體，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷（簡稱：F_4-TCNQ）、氯醌、HAT-CN 等。另外，可以舉出屬於元素週期表中第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確而言，較佳爲使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳和氧化錸，這是因爲它們具有高電

子接受性。其中，尤其較佳爲使用氧化鉬，因爲氧化鉬在大氣中很穩定，吸濕性低，並且容易進行處理。

[0077]

另一方面，在採用在電子傳輸性材料中添加有電子予體的結構的情況下，作爲電子傳輸性材料，例如可以使用 Alq、Almq$_3$、BeBq$_2$或 BAlq 等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等。除此之外，還可以使用 Zn（BOX）$_2$或 Zn（BTZ）$_2$等具有　唑基配體或噻唑基配體的金屬錯合物等。再者，除了金屬錯合物之外，還可以使用 PBD、OXD-7、TAZ、BPhen、BCP 等。在此所述的物質主要是電子移動率爲 $10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。另外，只要是電子傳輸性比電洞傳輸性高的有機化合物，就可以使用上述物質之外的物質。

[0078]

另外，作爲電子予體，可以使用鹼金屬、鹼土金屬、稀土金屬、或屬於元素週期表中第 2 族或第 13 族的金屬及它們的氧化物、碳酸鹽。明確而言，較佳爲使用鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、鐿（Yb）、銦（In）、氧化鋰、碳酸銫等。此外，也可以將四硫稠四苯（tetrathianaphthacene）等有機化合物用作電子予體。

[0079]

藉由使用上述材料形成電荷產生層 109，可以抑制層疊 EL 層時的驅動電壓的增大。

[0080]

上述電洞注入層（104a、104b）、電洞傳輸層（105a、105b）、發光層（106a、106b）、電子傳輸層（107a、107b）、電子注入層（108a、108b）及電荷產生層 109 都可以利用蒸鍍法（包括真空蒸鍍法）、噴墨法及塗布法等方法形成。

[0081]

另外，雖然在本實施方式中說明了具有 2 個 EL 層的發光元件，但是也可以層疊 3 個以上的 EL 層。

[0082]

本發明的發光元件也可以具有圖 1B 所示的包含一個 EL 層的單結構。此時，發光層 106 包括第一發光層 106a 及第二發光層 106b。關於其他構成要素，可以參照在前面說明的具有相同元件符號的層。

[0083]

當採用單結構時，藉由採用圖 27 所示的分別塗布結構，可以提高發光效率。圖 27 所示的結構可以藉由一次的分別塗布實現與按發光層的發光顏色進行分別塗布（例如，在發光顏色爲藍色和黃色的情況下，進行兩次的分別塗布）的發光元件同樣的發光效率。

[0084]

在分別塗布結構中，基板 1100、基板 1100 上的第一電極（1102B、1102G、1102R、1102Y）、第二電極 1104、黑矩陣 1105、濾色片（1106B、1106G、1106R、1106Y）以及密封基板 1101 與圖 1A 和圖 1B 相同。在 EL 層中，所有的發光元件共用電洞注入層及電洞傳輸層 1103e、黃色發光層 1103f、以及電子傳輸層及電子注入層 1103h，僅藍色發光層 1103d 經過分別塗布而形成在藍色發光元件的部分。

[0085]

在此，在黃色發光層 1103f 及藍色發光層 1103d 中，以再結合區域形成在靠近經過分別塗布的發光層（在此，爲藍色發光層）的電極一側的方式調整載子平衡。在圖 27 中，藍色發光層 1103d 經過分別塗布，並且，藍色發光層形成得比黃色發光層更靠近第一電極（陽極）一側，因此，以電子傳輸性高於電洞傳輸性的方式選擇藍色發光層及黃色發光層的主體材料和發光材料。藉由採用上述結構，形成有藍色發光層 1103d 的發光元件僅發射藍色光，其他的元件僅發射黃色光，因此發光效率可以與經過分別塗布分別形成藍色發光層及黃色發光層的元件大致相同。

[0086]

上述發光元件的發光機制根據發光層的結構而不同。下面，參照圖 2 至圖 4 對該發光機制進行說明。

[0087]

（1）首先，說明發光層（106a 或者 106b）包含作爲螢光物質的發光物質（客體材料 121）和第一有機化合物（主體材料 122）時的兩種發光機制。

[0088]

注意，在發光層（106a 或者 106b）中，藉由載子的再結合形成激發態，但是主體材料 122 的量多於客體材料 121，因此激發態大多爲主體材料 122 的激發態。此時，藉由載子的再結合而生成的單重激發態與三重激發態的比例（以下，稱爲激子生成概率）大約爲 1：3。

[0089]

（i）主體材料 122 的 T_1 能階高於客體材料 121 的 T_1 能階的情況

雖然產生從主體材料 122 的三重激發態到客體材料 121 的能量轉移(三重態能量轉移)，但是客體分子爲螢光發光物質，因此不能由三重激發態獲得發光，另外，由於發光層中的客體分子的量很少，所以不容易發生三重態-三重態消滅（TTA：Triplet-Triplet Annihilation），而導致客體分子的三重激發態的熱失活。因此，不能將三重態激子用於發光，最大只能利用所注入的載子的 25%左右。

[0090]

（ii）主體材料 122 的 T_1 能階低於客體材料 121 的 T_1 能階的情況

圖 2 示出主體材料 122 與客體材料 121 的能階關係。以下示出圖 2 中的記載及符號。

客體：客體材料 121（螢光材料）

主體：主體材料 122

S_{FH}：主體材料 122 的單重激發態的最低能階

T_{FH}：主體材料 122 的三重激發態的最低能階

S_{FG}：客體材料 121（螢光材料）的單重激發態的最低能階

T_{FG}：客體材料 121（螢光材料）的三重激發態的最低能階

在此情況下，發光層中的主體分子的量很多，因此容易發生三重態-三重態消滅（TTA），主體材料 122 的三重態激子的一部分被轉換成主體材料 122 的單重激發態的最低能階（S_{FH}）。然後，能量從主體材料 122 的單重激發態的最低能階（S_{FH}）轉移到客體材料 121 的單重激發態的最低能階（S_{FG}）（路徑 A），而使客體材料 121 發光。

[0091]

由於主體材料 122 的 T_1 能階（T_{FH}）低於客體材料 121 的 T_1 能階（T_{FG}），因此即使在客體材料 121 中載子直接再結合而生成三重態激子，也可以將能量從該 T_1 能階（T_{FG}）轉移到主體材料 122 的 T_1 能階（T_{FH}）（路徑 B）而用於 TTA，因此可以使此時的發光效率高於上述（i）的情況。

[0092]

（2）接著，說明發光層（106a 或者 106b）包含作爲磷光物質的發光物質（客體材料 131）、第一有機化合物 132 以及第二有機化合物 133 時的發光機制。注意，第一有機化合物 132 被用作所謂的主體材料，發光層中的第一有機化合物 132 的重量比高於第二有機化合物 133。

[0093]

在發光層（106a 或者 106b）中，第一有機化合物 132 和第二有機化合物 133 的組合只要爲能夠形成激態錯合物（Exciplex）134 的組合即可，較佳爲一個有機化合物爲具有電洞傳輸性的材料，另一個有機化合物爲具有電子傳輸性的材料。此時，容易形成施體-受體型激發態，由此高效率地形成激態錯合物 134。另外，當使用具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料作爲第一有機化合物 132 和第二有機化合物 133 時，藉由調節其混合比例容易控制載子平衡。明確而言，混合比例較佳爲如下：具有電洞傳輸性的材料：具有電子傳輸性的材料=1:9 至 9:1（重量比）。此外，藉由採用該結構，容易控制載子平衡，所以也容易控制再結合區域。

[0094]

圖 3 示出發光物質（客體材料）131、第一有機化合物 132 以及第二有機化合物 133 的能階關係。以下示出圖 3 中的記載及符號。

客體：客體材料（磷光材料）131

第一有機化合物：第一有機化合物 132

第二有機化合物：第二有機化合物 133

激態錯合物：激態錯合物 134

S_{PH}：第一有機化合物 132 的單重激發態的最低能階

T_{PH}：第一有機化合物 132 的三重激發態的最低能階

T_{PG}：客體材料（磷光材料）131 的三重激發態的最低能階

S_E：激態錯合物 134 的單重激發態的最低能階

T_E：激態錯合物 134 的三重激發態的最低能階

此時，第一有機化合物 132 與第二有機化合物 133 形成激態錯合物 134。另外，激態錯合物 134 的單重激發態的最低能階（S_E）與激態錯合物 134 的三重激發態的最低能階（T_E）接近（路徑 C）。

[0095]

激態錯合物 134 爲由兩種物質形成的激發態，有可能藉由光激發而形成或者藉由電激發（electrical excitation）而形成。在光激發的情況下，處於激發態的一個分子與另一個物質的處於基態的分子成對而形成激態錯合物。在電激發的情況下，形成激態錯合物的基本過程有可能有兩種。一個是與光激發相同的基本過程。另一個是兩種物質中的一個物質的陽離子分子（電洞）靠近另一個物質的陰離子分子（電子）而形成激態錯合物 134 的基本過程。在發光開始時，後者的基本過程佔優勢，因此兩種物質都在不形成激發態的情況下能夠形成激態錯合物 134。因此，可以降低發光開始電壓，而可以降低驅動電壓。

[0096]

當形成激態錯合物 134 時，能量從激態錯合物 134 的單重激發態的最低能階（S_E）及激態錯合物 134 的三重激發態的最低能階（T_E）轉移到客體材料 131（磷光材料）的三重激發態的最低能階（T_{PG}）（路徑 D），而使客體材料 131 發光。在此，將激態錯合物 134 的形成（路徑 C）及從激態錯合物 134 到客體材料 131（磷光材料）的能量轉移（路徑 D）的過程稱爲 ExTET（Exciplex-Triplet Energy Transfer：激態錯合物-三重態能量轉移）。

[0097]

當激態錯合物 134 失去能量而回到基態時，形成該激態錯合物 134 的兩種物質恢復原來的各物質的作用。

[0098]

根據形成激態錯合物的第一有機化合物與第二有機化合物的組合，也可以藉由將螢光材料用於客體材料並將能量從激態錯合物轉移到客體材料（螢光材料），來使客體材料（螢光材料）發光。螢光材料包括熱活化延遲螢光材料。

[0099]

（3）接著，說明發光層（106a 或者 106b）的一個具有疊層結構，並且，在該疊層結構中，具有上述（1）（ii）所示的發光機制（TTA）的結構的第一發光層接觸於具有上述（2）所示的發光機制（ExTET）的結構的第二發光層時的發光機制。圖 4 示出此時的能階關係。以下示出圖 4 中的記載及符號。

第一發光層（螢光）113：第一發光層 113

第二發光層（磷光）114：第二發光層 114

S_{FH}：主體材料 122 的單重激發態的最低能階

T_{FH}：主體材料 122 的三重激發態的最低能階

S_{FG}：客體材料（螢光材料）121 的單重激發態的最低能階

T_{FG}：客體材料（螢光材料）121 的三重激發態的最低能階

S_{PH}：第一有機化合物 132 的單重激發態的最低能階

T_{PH}：第一有機化合物 132 的三重激發態的最低能階

T_{PG}：客體材料 131（磷光材料）的三重激發態的最低能階

S_E：激態錯合物 134 的單重激發態的最低能階

T_E：激態錯合物 134 的三重激發態的最低能階

[0100]

在第二發光層 114 中形成的激態錯合物 134 只在激發態下存在，因此不容易發生激態錯合物 134 之間的激子擴散。再者，激態錯合物 134 的激發能階（S_E）低於第二發光層 114 的第一有機化合物 132 的單重激發能階（S_{PH}）及第二有機化合物的單重激發能階，因此也不發生從激態錯合物 134 到第一有機化合物 132 及第二有機化合物的單重激發能量的擴散。另外，在第一發光層 113 與第二發光層 114 的介面處，當能量從在第二發光層 114 中形成的激態錯合物 134（單重激發態的最低能階（S_E）或者三重激發態的最低能階（T_E））轉移到第一發光層 113 的主體材料 122 的激發能階（S_{FH}、T_{FH}）（尤其是三重激發能階的能量轉移）時，在第一發光層 113 中，單重激發能量藉由正常的路徑被轉換成發光，且三重激發能量的一部分藉由 TTA 被

轉換成發光，因此能夠降低能量損失。另外，在激態錯合物中不發生激子擴散，因此從激態錯合物到第一發光層 113 的能量轉移僅發生在介面處。

[0101]

在第二發光層 114 中激子的大部分以激態錯合物的狀態存在，且不容易發生激態錯合物 134 之間的激子擴散意味著即使螢光發光層的第一發光層 113 的主體材料 122 的 T_1 能階低於第二發光層 114 的第一有機化合物 132 及第二有機化合物 133 的 T_1 能階，也保持第二發光層 114 的發光效率。換言之，藉由採用該結構，可以將在電化學上穩定、可靠性高且三重激發能階低的蒽衍生物等稠合芳香化合物用於第一發光層 113 的主體材料，同時，可以高效地從相鄰的磷光發光層獲得發光。換而言之，第一發光層 113 的主體材料 122 的 T_1 能階低於第二發光層 114 的第一有機化合物 132 及第二有機化合物 133 的 T_1 能階是本結構的特徵之一。

[0102]

在第一發光層 113 中，較佳的是，主體材料 122 的 S_1 能階（未圖示）高於客體材料 121 的 S_1 能階且主體材料 122 的 T_1 能階（T_{FH}）低於客體材料 121 的 T_1 能階（T_{FG}）。藉由採用這種結構，即使在第一發光層 113 與第二發光層 114 的介面處，能量從在第二發光層 114 中形成的激態錯合物 134 的三重激發態的最低能階（T_E）轉移到第一發光層 113 的主體材料 122 的三重激發態的最低能階（T_{FH}），也可以在第一發光層 113 中利用 TTA 將該能量的一部分轉換爲發光，因此可以降低能量損失。

[0103]

當採用上述疊層結構的發光層時，來自第一發光層 113 的發光的峰值較佳爲與來自第二發光層 114 的發光的峰值相比位於短波長一側。這是因爲：由於使用呈現短波長的發光的磷光材料的發光元件有亮度劣化快的傾向，因此藉由使螢光發光位於更短波長一側，可以提供亮度劣化小的發光元件。

[0104]

當使用上述疊層結構的發光層的情況下，也可以藉由在第一發光層 113 與第二發光層 114 之間設置第三層，來不使第一發光層 113 與第二發光層 114 彼此接觸。藉由採用這種結構，可以防止藉由德克斯特機制的從在第二發光層 114 中生成的第一有機化合物 132 或者客體材料 131（磷光材料）的激發態到第一發光層 113 的主體材料 122 或者客體材料 121（螢光材料）的能量轉移（尤其是三重態能量轉移）。在上述結構中，第三層的厚度可以爲幾 nm 左右。

[0105]

上述第三層既可以使用單一材料（電洞傳輸性材料或者電子傳輸性材料）形成，又可以使用電洞傳輸性材料與電子傳輸性材料的兩者形成。當使用單一材料時，也可以使用雙極性材料。在此，雙極性材料是指電子和電洞的移動率比例爲 100 以下的材料。第三層可以使用與第一發光層或第二發光層相同的材料。藉由採用這種結構，容易製造發光元件，還可以降低驅動電壓。

[0106]

本實施方式所示的發光元件較佳爲具有微腔結構。由此可以從相同 EL 層提取不同波長的光（單色光）。由於與分別塗布（例如，RGB）相比容易實現高精細化等的原因，從實現全彩色化的角度來看上述結構是有利的。再者，能夠與彩色層（濾色片）組合。藉由採用微腔結構，可以增強特定波長的正面方向上的發光強度，由此可以實現低功耗化。這種結構是在應用於使用三種顏色以上的像素的彩色顯示器（影像顯示裝置）時特別有效的，除了彩色顯示器（影像顯示裝置）的背光源或前光源（front light）之外還可以應用於照明設備等。

[0107]

作爲具備上述發光元件的發光裝置，可以製造被動矩陣型發光裝置或主動矩陣型發光裝置等，上述發光裝置都包括在本發明的一個實施方式的範疇中。

[0108]

在主動矩陣型發光裝置中，對電晶體（FET）的結構沒有特別的限制。例如，可以適當地使用交錯型 FET 或反交錯型 FET。此外，形成在 FET 基板上的驅動電路可以由 N 型 FET 和 P 型 FET 中的一者或兩者形成。並且，對用於 FET 的半導體膜的結晶性也沒有特別的限制。例如，可以使用非晶半導體膜、結晶半導體膜。作爲半導體材料，除了第 13 族（鎵等）半導體、第 14 族（矽等）半導體、化合物半導體（包括氧化物半導體）之外，還可以使用有機半導體等。

[0109]

此外，本實施方式所示的發光元件可以形成在各種基板上。對基板的種類沒有特別的限制。作爲該基板的例子，可以舉出半導體基板（例如，單晶基板或矽基板）、SOI 基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料的紙或者基材薄膜等。作爲玻璃基板的例子，可以舉出鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作爲撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等的例子，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚碸（PES）爲代表的塑膠。或者，作爲例子，可以舉出丙烯酸樹脂等合成樹脂等。或者，作爲例子，可以舉出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或氯乙烯等。或者，作爲例子，可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧、無機蒸鍍薄膜、紙類等。

[0110]

注意，在這種基板上與發光元件一起形成電晶體的情況下，尤其藉由使用半導體基板、單晶基板或 SOI 基板等製造電晶體，可以製造特性、尺寸或形狀等的不均勻性小、電流能力高且尺寸小的電晶體。當利用上述電晶體構成電路時，可以實現電路的低功耗化或電路的高集成化。

[0111]

此外，在作爲形成發光元件或電晶體的基板，使用上述撓性基板的情況下，既可以在撓性基板上直接形成發光元件或電晶體，又可以在基體基板上隔著剝離層形成發光元件或電晶體的一部分或全部之後，將該發光元件或電晶體從基體基板分離並轉置到其它基板上。在藉由使用這種剝離層將發光元件或電晶體轉置到其它基板上時，可以在耐熱性低的基板或不容

易實現直接形成的撓性基板上形成發光元件或電晶體。另外，作爲上述剝離層，例如可以使用鎢膜與氧化矽膜的無機膜的層疊結構或在基板上形成有聚醯亞胺等有機樹脂膜的結構等。作爲被轉置的基板的例子，除了上述可以設置電晶體的基板之外，還可以舉出紙基板、玻璃紙基板、芳族聚醯胺薄膜基板、聚醯亞胺薄膜基板、石材基板、木材基板、布基板（包括天然纖維（絲、棉、麻）、合成纖維（尼龍、聚氨酯、聚酯）或再生纖維（醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯）等）、皮革基板、橡皮基板等。藉由使用這種基板，可以實現高耐性、高耐熱性、輕量化及薄型化。

[0112]

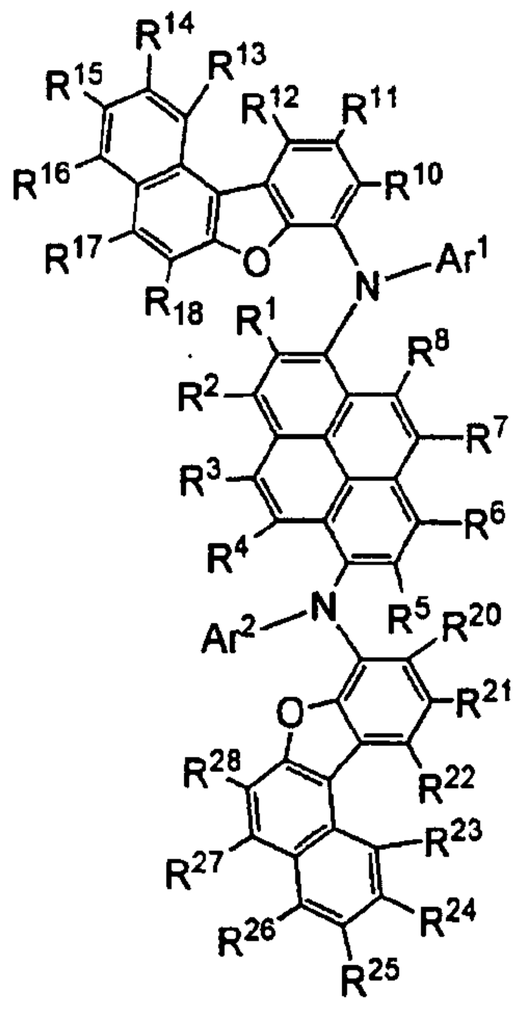
本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

[0113]

實施方式 2

在本實施方式中，對由通式（G1）表示的有機化合物進行詳細說明。

[0114]



(G1)

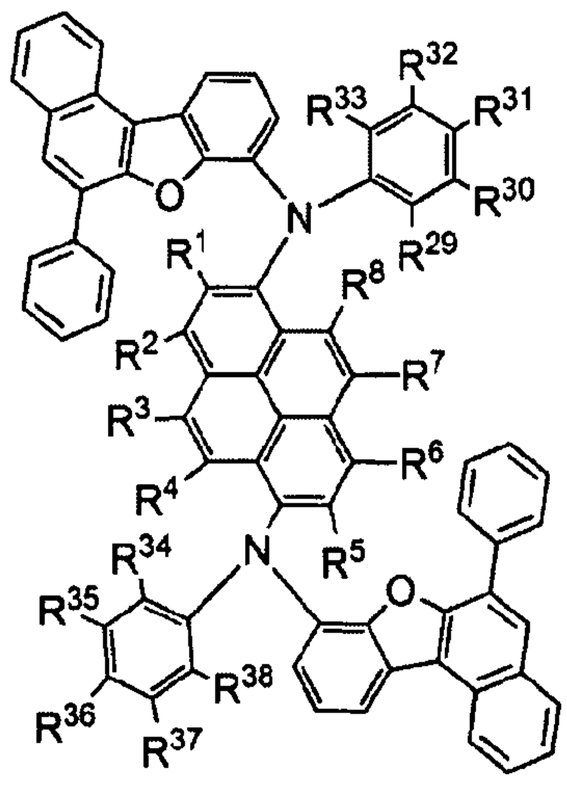
[0115]

在通式（G1）中，Ar^1及Ar^2分別表示取代或未取代的具有形成環的6至13個碳原子的芳基，R^1至R^8、R^{10}至R^{18}及R^{20}至R^{28}分別表示氫、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷基、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有1至6個碳原子的鹵代烷基、或取代或未取代的具有6至10個碳原子的芳基。通式（G1）中的R^{18}及R^{28}爲取代或未取代的苯基的物質的發光波長短，所以是較佳的。此外，使用R^{18}及R^{28}爲取代或未取代的苯基的物質的發光元件有發射光譜的半寬窄；發光效率高；以及可靠性高的特性，所以是較佳的。爲了避免立體結構的扭曲，更較佳的是R^{18}及R^{28}爲未取代的苯基。在R^{18}及R^{28}爲具有取代基的苯基的情況下，作爲該取代基較佳爲使用具有1至6個碳原子的烷基或苯基。

[0116]

在由通式（G1）表示的有機化合物中，由下述通式（G2）表示的有機化合物的發光波長位於更短波長一側，所以是較佳的。

[0117]



(G2)

[0118]

在通式（G2）中，R^1至R^8及R^{29}至R^{38}分別表示氫、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷基、取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有1至6個碳原子的鹵代烷基、或取代或未取代的具有6至10個碳原子的芳基。

[0119]

作爲通式（G1）中的取代或未取代的具有形成環的6至13個碳原子的芳基的具體例子以及通式（G2）中的取代或未取代的具有6至10個碳原子的芳基的具體例子，可以舉出苯基、1-萘基、2-萘基、鄰甲苯基、間甲苯基、對甲苯基、鄰聯苯基、間聯苯基、對聯苯基、9,9-二甲基-9H-芴-2-基、9,9-二苯基-9H-芴-2-基、9H-芴-2-基、對三級丁基苯基、均三甲苯基等。

[0120]

在通式（G1）及通式（G2）中，作爲取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷基的具體例子，可以舉出甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、二級丁基、異丁基、三級丁基、正戊基、異戊基、二級戊基、三級戊基、新戊基、正己基、異己基、二級己基、三級己基、新己基、環己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基以及2,3-二甲基丁基等。

[0121]

在通式（G1）及通式（G2）中，作爲取代或未取代的具有1至6個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有1至6個碳原子的鹵代烷基的具體例子，可以舉出甲氧基、乙氧基、正丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、二級丁氧基、異丁氧基、三級丁氧基、正戊氧基、異戊氧基、二級戊氧基、三級戊氧基、新戊氧基、正己氧基、異己氧基、二級己氧基、三

級己氧基、新己氧基、環己氧基、3-甲基戊氧基、2-甲基戊氧基、2-乙基丁氧基、1,2-二甲基丁氧基、2,3-二甲基丁氧基、氰基、氟、氯、溴、碘、三氟甲基等。

[0122]

上述有機化合物具有苯并萘并呋喃基胺分別鍵合到芘骨架的 1 位及 6 位，且苯并萘并呋喃基胺中的氮原子各獨立地鍵合到苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 6 位或 8 位的結構。像這樣，藉由採用苯并萘并呋喃基胺分別鍵合到芘骨架的 1 位及 6 位的結構，可以使有效共軛長度從芘骨架至苯并萘并呋喃基胺增加，因此，與芘單環的情況相比，發光峰值波長可以漂移到長波長一側。當具有該結構時，由於苯并萘并呋喃基，分子結構變得穩定，因此也可以期待可靠性的提高。尤其是，由於具有苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 8 位或 6 位與胺骨架鍵合的結構，因此可以進一步提高藍色的色純度。

[0123]

當對苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 6 位與胺骨架鍵合的結構以及 8 位與胺骨架鍵合的結構進行比較時，8 位與胺骨架鍵合的結構能夠獲得更短波長的發光。這是因爲 8 位與胺骨架鍵合的結構的有效共軛長度更小。再者，在 8 位與胺骨架鍵合的結構中，當在苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 6 位具有芳基時，由於芳基的空間位阻的效果，能夠獲得色純度更高的藍色。此外，該結構能夠減少分子間互相作用，因此即使在有機化合物的濃度高的情況下也可以保持高色純度。

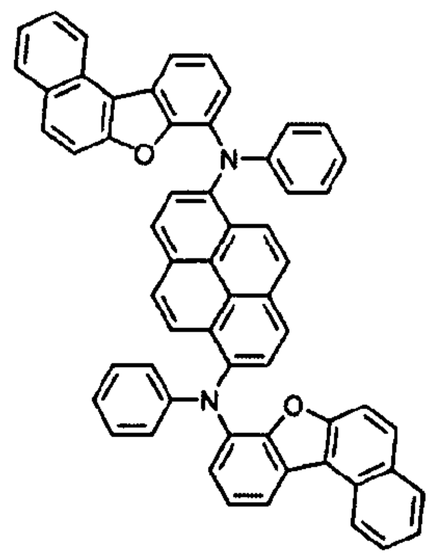
[0124]

因此，藉由將上述有機化合物作爲發光物質用於本發明的一個實施方式的發光元件，不僅可以降低爲了獲得所希望的亮度而需要的驅動電壓，而且可以獲得可靠性高的發光元件。

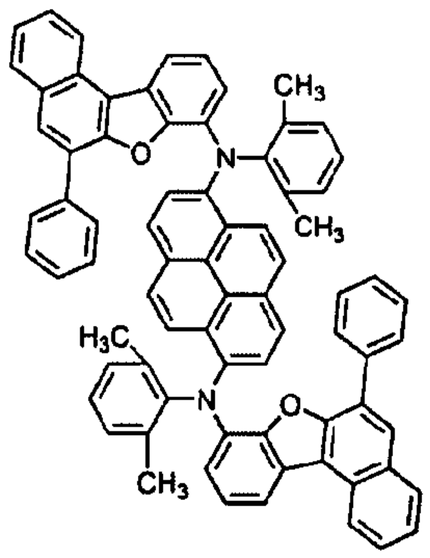
[0125]

接著，示出可用於上述本發明的一個實施方式的發光元件的有機化合物（通式（G1）及（G2））的具體例子（下述結構式（100）至（133））。注意，本發明不侷限於此。

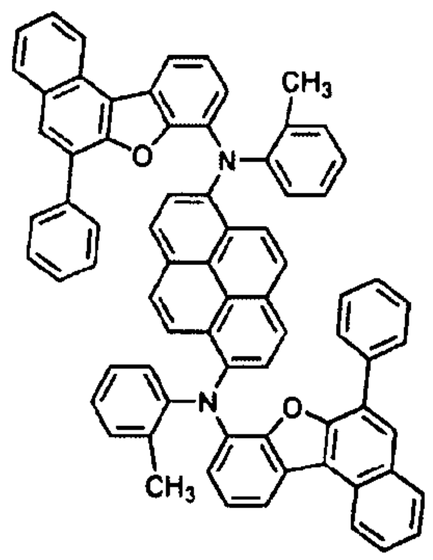
[0126]



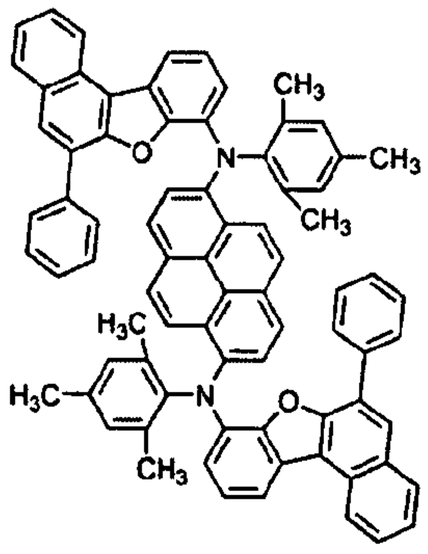
(100)



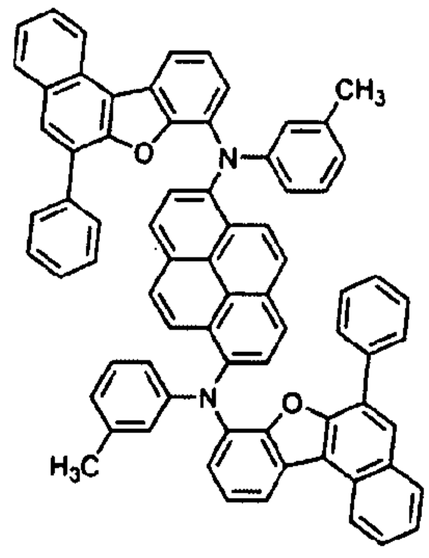
(101)



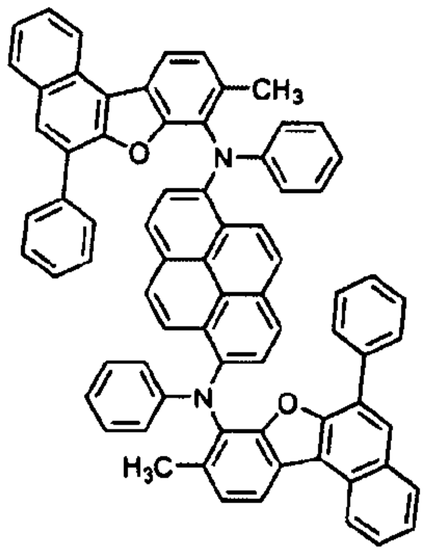
(102)



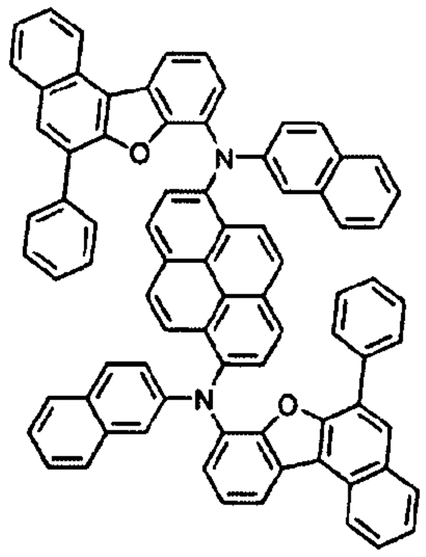
(103)



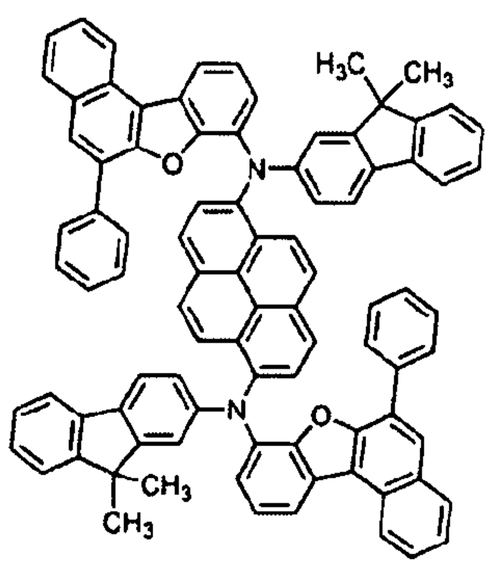
(104)



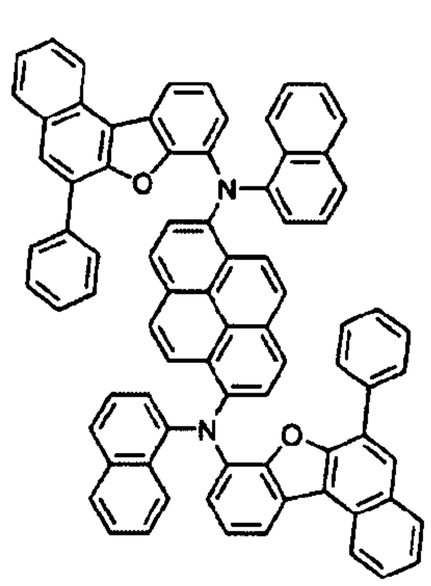
(105)



(106)

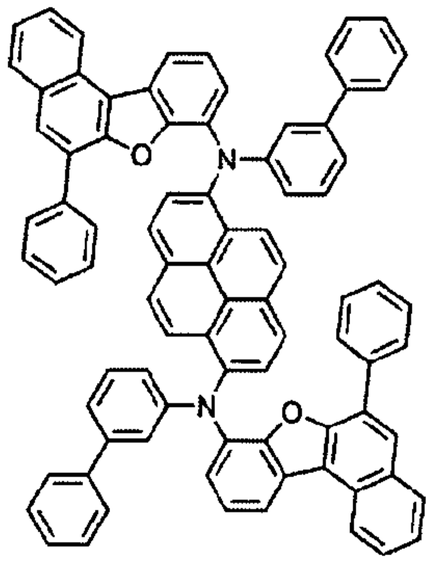


(107)

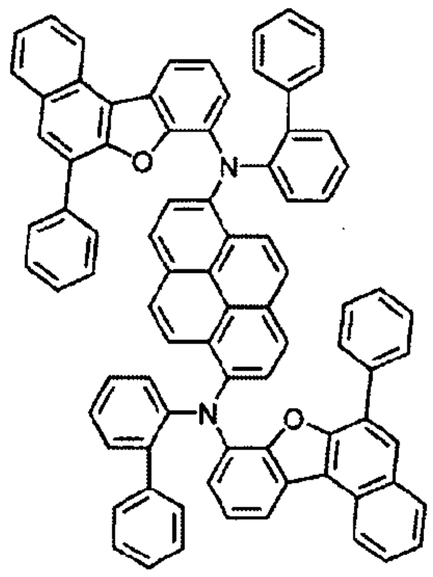


(108)

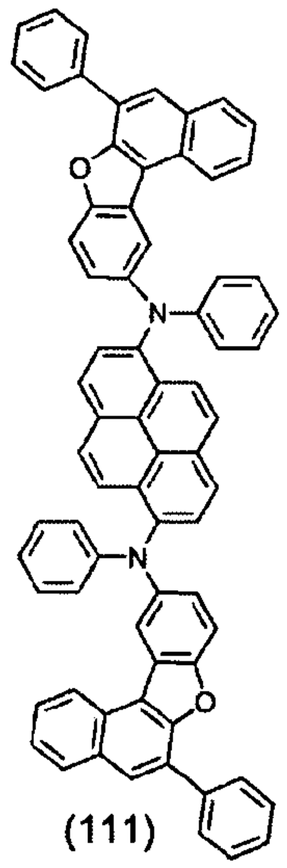
[0127]



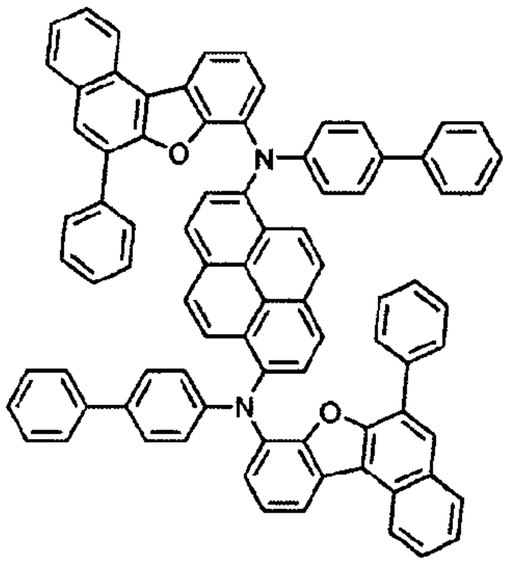
(109)



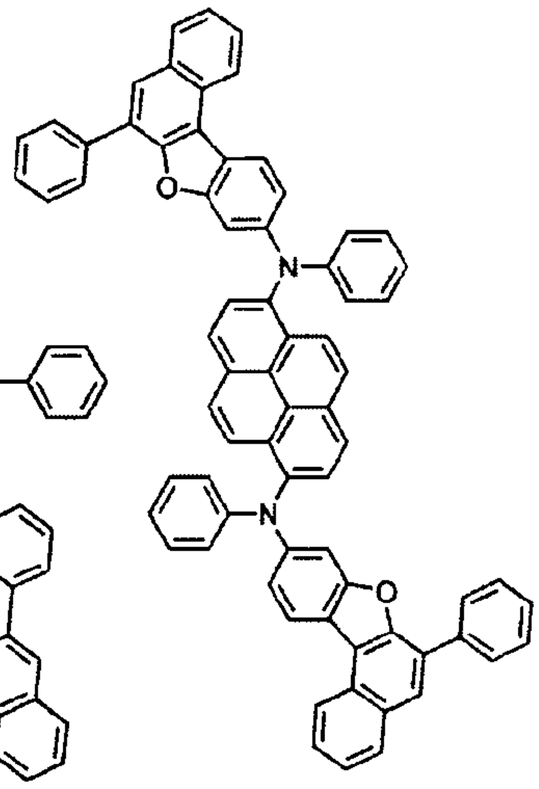
(110)



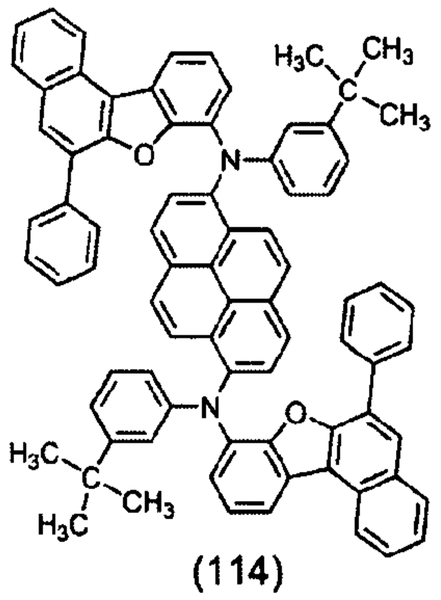
(111)



(112)

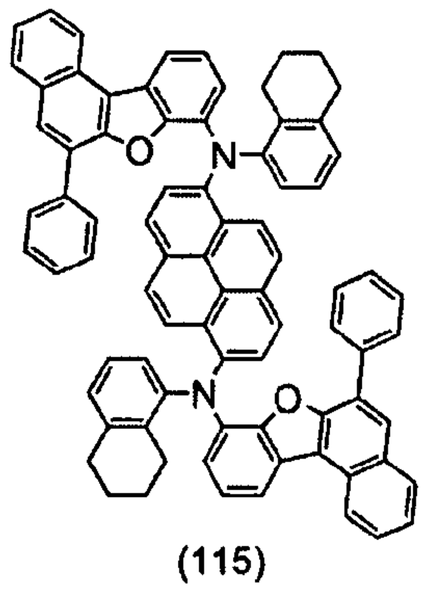


(113)

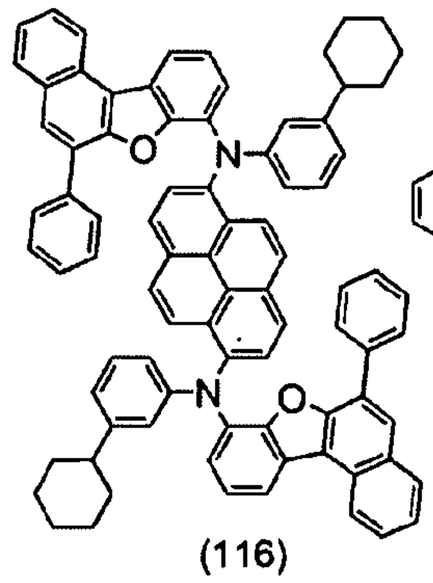


(114)

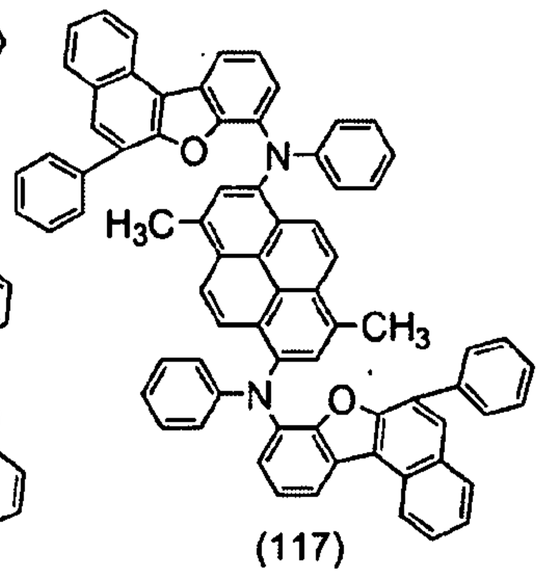
[0128]



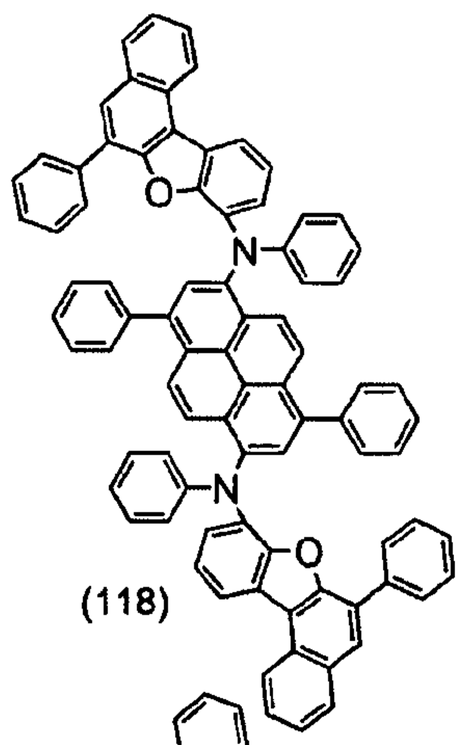
(115)



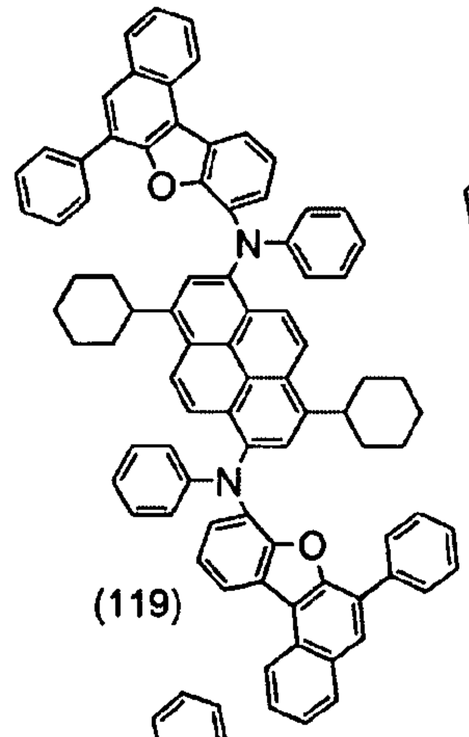
(116)



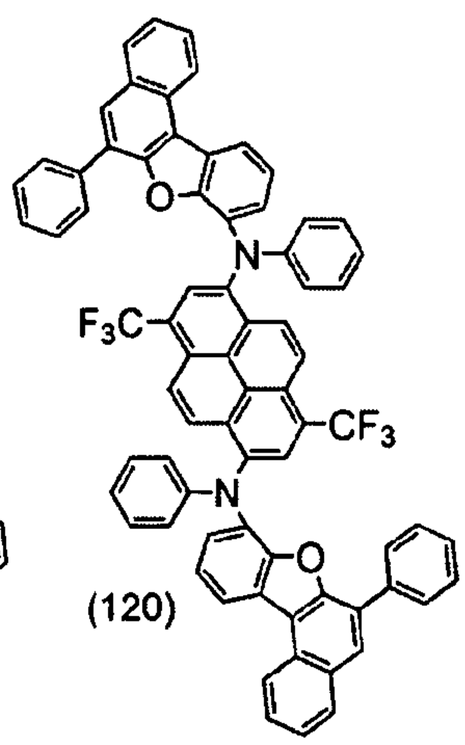
(117)



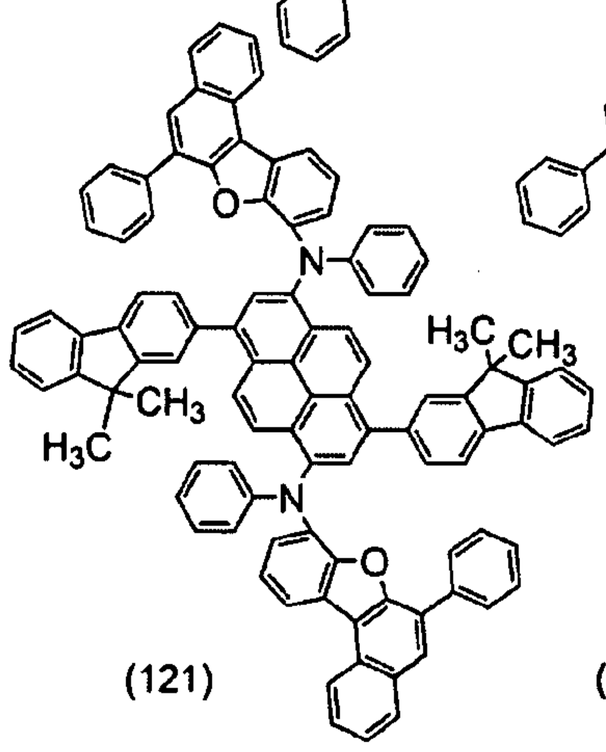
(118)



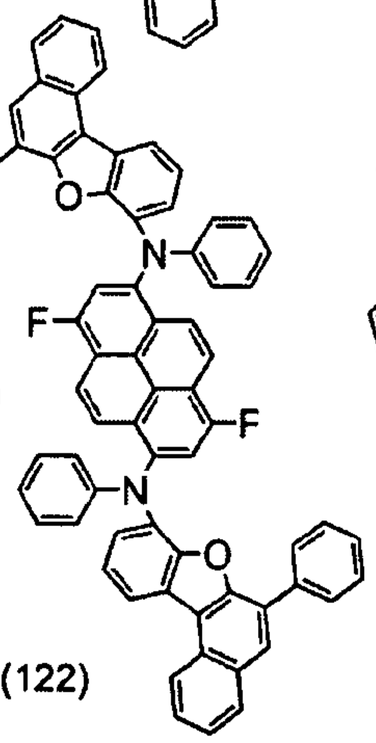
(119)



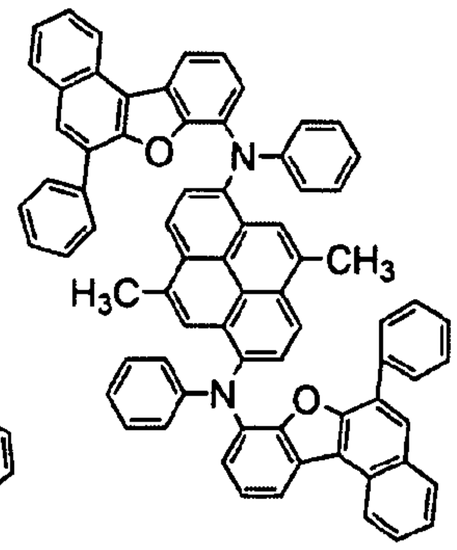
(120)



(121)

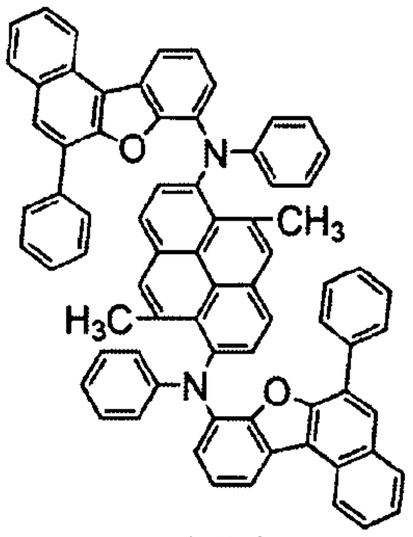


(122)

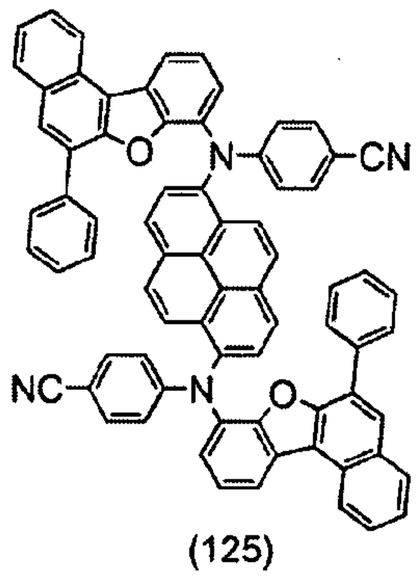


(123)

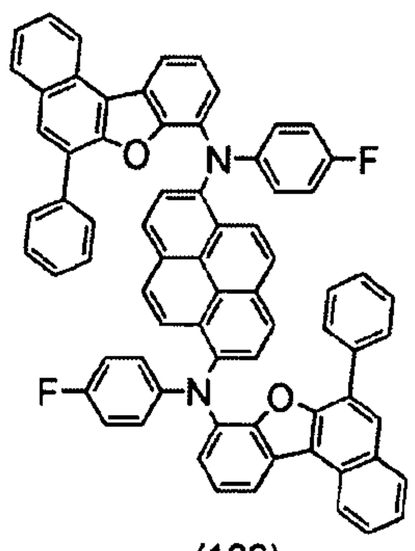
[0129]



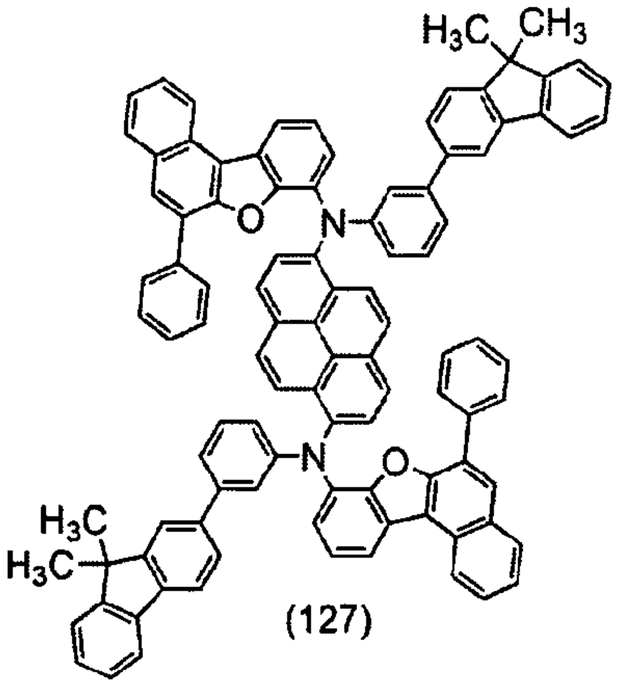
(124)



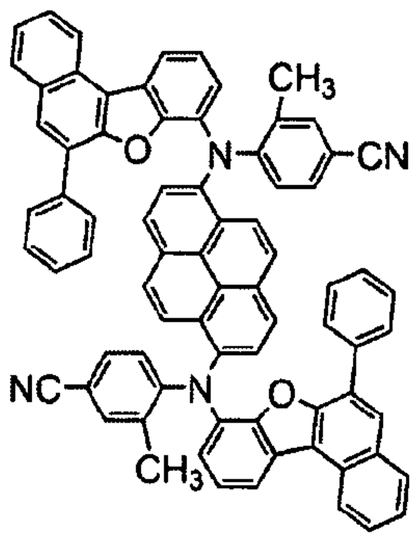
(125)



(126)

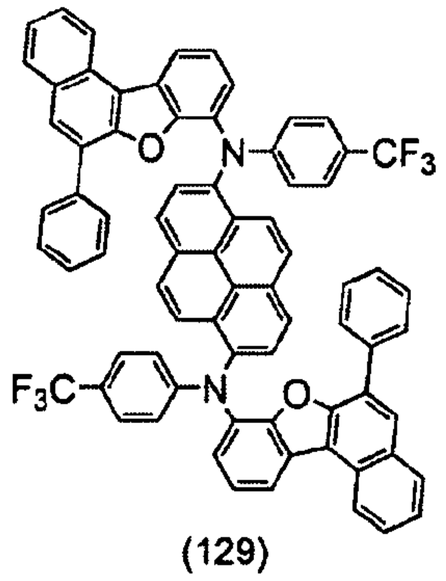


(127)

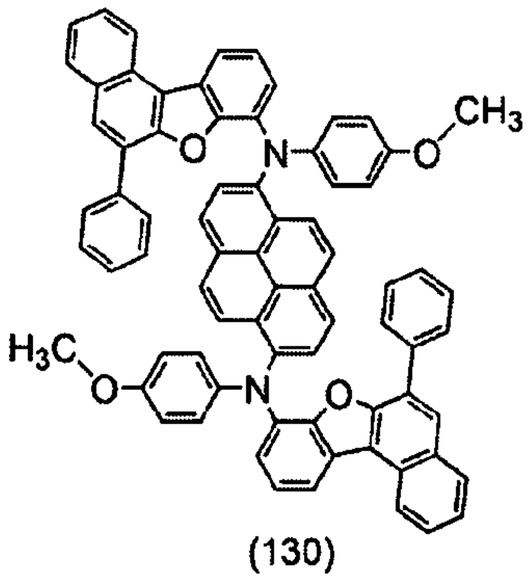


(128)

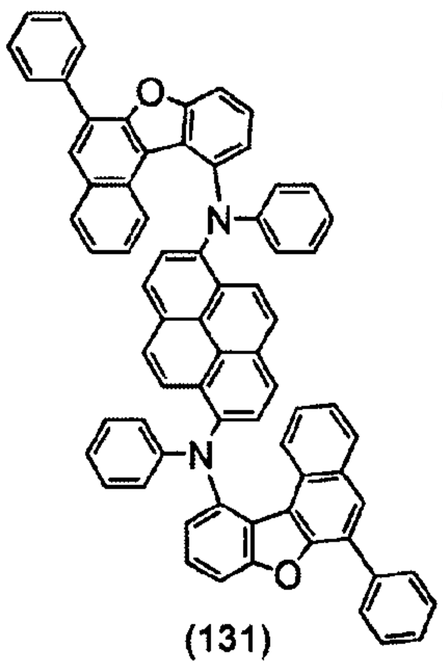
[0130]



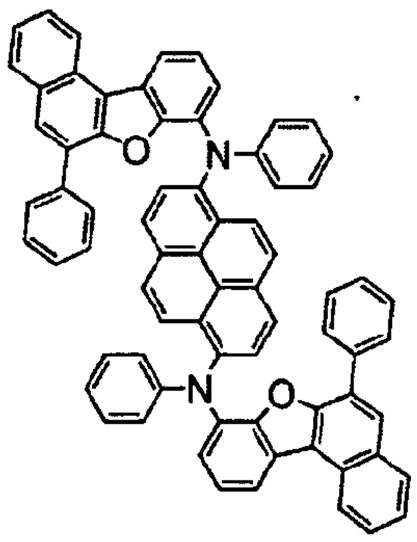
(129)



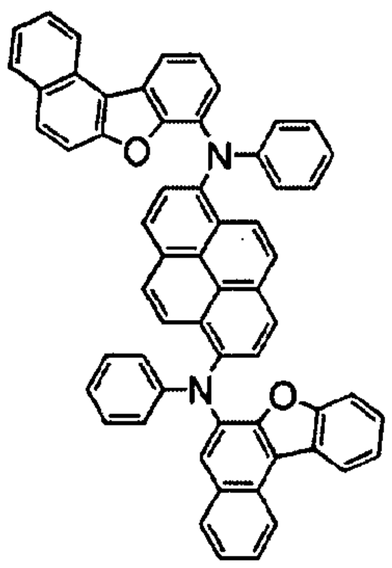
(130)



(131)



(132)



(133)

[0131]

上述有機化合物呈現高色純度的藍色發光，可以得到 NTSC（National Television Standards Committee；美國國家電視標準委員會）所規定的藍色色度（亦即，(x，y) = (0.14，0.08)）附近或比其深的色純度高的藍色發光。因此，藉由將這些有機化合物用於發光元件，能夠實現驅動電壓低且可靠性高的發光元件。再者，藉由使用這種發光元件，可以實現本發明的一個實施方式的發光裝置、電子裝置及照明設備的低功耗化及長使用壽命化。

[0132]

本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

[0133]

實施方式 3

在本實施方式中，說明將實施方式 1 所說明的發光元件與彩色層（濾色片等）組合時的發光裝置的一個實施方式。在本實施方式中，參照圖 5 對發光裝置的像素部的結構進行說明。

[0134]

在圖 5 中，在基板 501 上形成有多個 FET502，各 FET502 與各發光元件（507R、507G、507B 及 507W）電連接。明確而言，各 FET502 與作爲發光元件的像素電極的第一電極 503 電連接。另外，爲了覆蓋相鄰的第一電極 503 的端部，設置有分隔壁 504。

[0135]

本實施方式中的第一電極 503 具有反射電極的功能。在第一電極 503 上形成有 EL 層 505，在 EL 層 505 上形成有第二電極 510。EL 層 505 包含呈

現多個單色光的多個發光層，第二電極 510 具有半透射　半反射電極的功能。

[0136]

各發光元件（507R、507G、507B 及 507W）發射不同的發光。明確而言，發光元件 507R 以得到紅色光的方式被光學調整，在以 506R 表示的區域中穿過彩色層 508R 向箭頭方向射出紅色光。發光元件 507G 以得到綠色光的方式被光學調整，在以 506G 表示的區域中穿過彩色層 508G 向箭頭方向射出綠色光。發光元件 507B 以得到藍色光的方式被光學調整，在以 506B 表示的區域中穿過彩色層 508B 向箭頭方向射出藍色光。發光元件 507W 以得到白色光的方式被光學調整，在以 506W 表示的區域中不穿過彩色層向箭頭方向射出白色光。

[0137]

如圖 5 所示，各彩色層（508R、508G、508B）設置在透明的密封基板 511 上，該密封基板 511 位於設置有各發光元件（507R、507G、507B、507W）的基板 501 之上方。各彩色層（508R、508G、508B）設置在與呈現各發光顏色的發光元件（507R、507G、507B）重疊的位置上。

[0138]

另外，以覆蓋相鄰的彩色層（508R、508G、508B）的端部的方式設置有黑色層（黑矩陣）509。各彩色層（508R、508G、508B）及黑色層 509 也可以被使用透明的材料的保護層覆蓋。

[0139]

上述發光裝置具有從密封基板 511 一側提取光的結構（頂部發射型），但是也可以具有從形成有 FET 的基板 501 一側提取光的結構（底部發射型）。本實施方式所示的頂部發射型發光裝置可以作爲基板 501 使用遮光性基板或透光性基板，但是，底部發射型發光裝置需要作爲基板 501 使用透光性基板。

[0140]

除了上述結構之外，還可以採用圖 10 所示的結構。在圖 10 中，與基板 501 上的 FET502 電連接的發光元件（507R、507G、507B、507Y）的結構的一部分與圖 5 不同。在實施方式 1 所示的 EL 層所包含的發光層中，採用作爲發光層 106a 使用實施方式 1 所示的螢光發光物質而獲得藍色發光且作爲發光層 106b 獲得黃色發光的結構即可。

[0141]

此時，各發光元件（507R、507G、507B 及 507Y）發射不同的發光。明確而言，發光元件 507R 以得到紅色光的方式被光學調整，在以 506R 表示的區域中穿過彩色層 508R 向箭頭方向射出紅色光。發光元件 507G 以得到綠色光的方式被光學調整，在以 506G 表示的區域中穿過彩色層 508G 向箭頭方向射出綠色光。發光元件 507B 以得到藍色光的方式被光學調整，在以 506B 表示的區域中穿過彩色層 508B 向箭頭方向射出藍色光。發光元件 507Y 以得到黃色光的方式被光學調整，在以 506Y 表示的區域中穿過彩色層 508Y 向箭頭方向射出黃色光。

[0142]

如圖 10 所示，各彩色層（508R、508G、508B、508Y）設置在透明的密封基板 511 上，該密封基板 511 位於設置有各發光元件（507R、507G、507B、507Y）的基板 501 之上方。各彩色層（508R、508G、508B、508Y）設置在與呈現各發光顏色的發光元件（507R、507G、507B、507Y）重疊的位置上。

[0143]

在本發明的一個實施方式中，從發光元件 507B 穿過彩色層 508B 射出到發光裝置外部的藍色發光較佳爲深藍色發光，亦即 xy 色度座標中的色度爲 x=0.13 以上 0.17 以下且 y=0.03 以上 0.08 以下。該 y 座標更佳爲 0.03 以上 0.07 以下。

[0144]

藉由使用上述色度的藍色發光，可以降低爲了獲得白色發光而需要的藍色發光的亮度。因爲爲了獲得規定的白色發光而藍色發光元件所消耗的電流量比其他的顏色的發光元件所消耗的電流量大得多，所以當爲了獲得白色發光而需要的藍色發光的亮度降低時，就非常有效地降低電流量。

[0145]

當藍色的色度改善時，該藍色發光元件的電流效率通常降低，但是藍色的色度改善帶來的爲了獲得白色發光而需要的藍色發光的亮度下降的效果更大。換言之，爲了獲得規定的白色發光而需要的藍色發光元件的電流量大幅度地降低，發光裝置整體的功耗也隨之降低。

[0146]

另外，當藍色發光的色度爲上述深藍色時，有時組合該藍色發光與黃色發光而獲得的發光的色調發生變化，而改變爲了獲得規定的白色發光而

需要的第三發光的顏色。例如，在藍色的色度爲 NTSC 附近的發光顏色((x，y）=（0.14，0.08）附近）且黃色的色度爲（x，y）=（0.45，0.54）附近的情況下，爲了獲得 D65 附近的白色發光，除了對組合藍色發光與黃色發光而獲得的發光以外還需要紅色的發光成分。另一方面，在藍色的色度爲 NTSC 附近的情況下，如果黃色的色度爲（x，y）=（0.46，0.53）或者更靠近紅色的色度（亦即 x 更大且 y 更小的色度），就可以藉由對組合藍色發光與黃色發光而獲得的發光追加綠色的發光成分來獲得 D65 附近的白色發光。然而，如果黃色的色度比該色度更靠近紅色，視見函數下降而降低黃色像素的電流效率。換而言之，功耗的下降效果也相應地減少。

[0147]

如此，藍色發光與黃色發光的色調改變爲了 D65 附近的白色發光而需要的第三發光的顏色。一般而言，紅色發光的電流效率比綠色發光良好，所以是有利的。但是，如上所述，當黃色的色度靠近紅色時，該黃色發光的視見函數下降而降低黃色像素的電流效率。視見函數高的黃色發光的電流效率的下降的影響很大，所以使黃色發光的色度靠近紅色是不宜的。

[0148]

另一方面，當使用 x=0.13 以上 0.17 以下且 y=0.03 以上 0.08 以下的深藍色發光時，在黃色發光保持視見函數高的色度（亦即，不太靠近紅色的色度）的同時，可以藉由使用藍色發光、黃色發光以及作爲第三發光的綠色發光來獲得 D65 附近的白色發光。在該結構中，可以使用視見函數高的黃色發光，所以可以保持高電流效率。另外，與第三發光爲紅色發光的情況相比，該結構中的綠色發光所需要的亮度小。再者，綠色發光的視見函數

比紅色發光良好，並且，綠色發光元件的電流效率通常比紅色發光元件的電流效率良好，因此爲了獲得第三發光而需要的電流量大幅度地降低。其結果，驅動電壓也降低，所以可以降低功耗。此時的黃色發光的色度較佳爲 x=0.44 以上 0.46 以下且 y=0.53 以上 0.55 以下。

[0149]

藉由增加黃色發光元件的亮度，可以補充用來獲得規定的白色發光的藍色發光元件及呈現第三發光的發光元件的亮度成分的下降。黃色發光的視見函數非常高且黃色發光元件的電流效率非常高，所以藍色發光元件及呈現第三發光的發光元件的亮度下降帶來的功耗抵消黃色發光所需要的亮度上升造成的功耗，所以可以實現低功耗化。

[0150]

爲了獲得 xy 色度座標中的色度爲 x=0.13 以上 0.17 以下且 y=0.03 以上 0.08 以下，較佳爲 x=0.13 以上 0.17 以下且 y=0.03 以上 0.07 以下的深藍色發光，第一發光元件所包含的螢光發光材料的甲苯溶液中的發射光譜的峰值波長爲 440nm 至 460nm，較佳爲 440nm 至 455nm。藍色發光元件的色度也可以利用濾色片等調節，上述波長的光即使穿過濾色片也不易被過濾掉，因此可以高效地利用來自螢光發光材料的發光。由於同樣的原因，螢光發光材料的甲苯溶液中的發射光譜的半寬較佳爲 20nm 以上 50nm 以下。

[0151]

藉由使用具有上述色度的藍色發光，可以降低爲了獲得 D65 附近的白色發光，亦即 xy 色度座標中的色度爲（0.313，0.329）的光而需要的功耗。明確而言，當以 300cd/m^2的亮度獲得 xy 色度座標中的色度爲（0.313，0.329）

的白色發光時，該發光裝置的不包含驅動 FET 時的功耗可以爲 1mW/cm^{2}以上 7mW/cm^{2}以下，包含驅動 FET 時的功耗（利用陽極-陰極之間的電壓與消耗電流之積算出的功耗）可以爲 2mW/cm^{2}以上 15mW/cm^{2}以下。

[0152]

藉由採用上述結構，可以得到呈現多個發光顏色（紅色、藍色、綠色及黃色）的發光元件，與此同時得到能夠發射組合上述發光的發光效率高的白色光的發光裝置。

[0153]

本發明的一個實施方式的發光裝置可以使用各種基板製造。對基板的種類沒有特別的限制。作爲基板的一個例子，可以舉出半導體基板（例如，單晶基板或矽基板）、SOI 基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料的紙或者基材薄膜等。作爲玻璃基板的例子，可以舉出鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作爲撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等的例子，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚碸（PES）、聚四氟乙烯（PTFE）爲代表的塑膠。此外，也可以使用丙烯酸樹脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、氯乙烯、聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧、無機蒸鍍薄膜、紙類等。

[0154]

藉由使用半導體基板、單晶基板或 SOI 基板等製造電晶體，可以製造特性、尺寸或形狀等的不均勻性小、電流能力高且尺寸小的電晶體。當利用上述電晶體構成電路時，可以實現電路的低功耗化或電路的高集成化。

[0155]

也可以在基板上設置剝離層而形成電晶體等半導體裝置。剝離層可以在如下情況下使用：在剝離層上製造半導體裝置的一部分或全部，然後將其從基板分離並轉置到其他基板上的情況。此時，也可以將電晶體轉置到耐熱性低的基板或撓性基板上。另外，作爲上述剝離層，例如可以使用鎢膜與氧化矽膜的無機膜的層疊結構或基板上形成有聚醯亞胺等有機樹脂膜的結構等。

[0156]

也就是說，也可以使用一個基板形成電晶體或發光元件，然後將該電晶體或發光元件轉置到另一個基板上。作爲轉置電晶體或發光元件的基板，不僅可以使用上述可以形成電晶體的基板，還可以使用紙基板、玻璃紙基板、芳族聚醯胺薄膜基板、聚醯亞胺薄膜基板、石材基板、木材基板、布基板（包括天然纖維（絲、棉、麻）、合成纖維（尼龍、聚氨酯、聚酯）或再生纖維（醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯）等）、皮革基板、橡皮基板等。藉由使用上述基板，可以實現特性良好的電晶體的形成、功耗低的電晶體的形成、不易損壞的裝置的製造、耐熱性的提高、輕量化或薄型化。另外，在製造撓性發光裝置時，也可以在撓性基板上直接形成電晶體或發光元件。

[0157]

本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

[0158]

實施方式 4

在本實施方式中，對包含本發明的一個實施方式的發光元件的發光裝置進行說明。

[0159]

上述發光裝置既可以是被動矩陣型發光裝置，又可以是主動矩陣型發光裝置。此外，可以將其他的實施方式所說明的發光元件應用於本實施方式所示的發光裝置。

[0160]

在本實施方式中，參照圖 6A 和圖 6B 對主動矩陣型發光裝置進行說明。

[0161]

圖 6A 是發光裝置的俯視圖，圖 6B 是沿著圖 6A 中的虛線 A-A’ 切割的剖面圖。本實施方式的主動矩陣型發光裝置具有設置在元件基板 601 上的像素部 602、驅動電路部（源極線驅動電路）603 以及驅動電路部（閘極線驅動電路）604a 及 604b。將像素部 602、驅動電路部 603 以及驅動電路部 604a 及 604b 由密封材料 605 密封在元件基板 601 與密封基板 606 之間。

[0162]

在元件基板 601 上設置有引導佈線 607，該引導佈線 607 用來連接對驅動電路部 603 及驅動電路部 604a 及 604b 傳遞來自外部的信號（例如，視訊信號、時脈信號、啓動信號或重設信號等）或電位的外部輸入端子。在此，

示出作爲外部輸入端子設置 FPC（撓性印刷電路）608 的例子。雖然在此只圖示 FPC，但是該 FPC 也可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0163]

接著，參照圖 6B 說明剖面結構。在元件基板 601 上形成有驅動電路部及像素部，在此示出作爲源極線驅動電路的驅動電路部 603 及像素部 602。

[0164]

在此示出組合 FET609 和 FET610 構成驅動電路部 603 的例子。驅動電路部 603 既可以由包含單極性（N 型或 P 型）電晶體的電路形成，也可以由包含 N 型電晶體及 P 型電晶體的 CMOS 電路形成。在本實施方式中，雖然示出將驅動電路形成在基板上的驅動器一體型，但是也可以將驅動電路形成在基板的外部。

[0165]

此外，像素部 602 由多個像素構成，該像素各包括開關 FET611、電流控制 FET612 以及與電流控制 FET612 的佈線（源極電極或汲極電極）電連接的第一電極（陽極）613。雖然在本實施方式中示出開關 FET611 及電流控制 FET612 的兩個 FET 構成像素部 602 的例子，但不侷限於此。例如，像素部 602 也可以包含三個以上的 FET 及電容元件。

[0166]

作爲 FET609、610、611 及 612，例如可以適當地使用交錯型電晶體或反交錯型電晶體。作爲可以用於 FET609、610、611 及 612 的半導體材料，例如可以使用第 13 族（鎵等）半導體、第 14 族（矽等）半導體、化合物半

導體、氧化物半導體、有機半導體。此外，對該半導體材料的結晶性沒有特別的限制，例如可以使用非晶半導體膜或結晶半導體膜。尤其是，FET609、610、611 及 612 較佳爲使用氧化物半導體。作爲該氧化物半導體，例如可以舉出 In-Ga 氧化物、In-M-Zn 氧化物（M 爲 Al、Ga、Y、Zr、La、Ce 或 Nd）等。作爲 FET609、610、611 及 612，例如使用能隙爲 2eV 以上，較佳爲 2.5eV 以上，更佳爲 3eV 以上的氧化物半導體材料，由此可以降低電晶體的關態電流（off-state current）。

[0167]

此外，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，使用正型光敏丙烯酸樹脂形成絕緣物 614。此外，在本實施方式中，將第一電極 613 用作陽極。

[0168]

較佳爲將絕緣物 614 的上端部或下端部形成爲具有曲率的曲面。藉由將絕緣物 614 形成爲上述形狀，可以提高形成在絕緣物 614 上的膜的覆蓋性。例如，作爲絕緣物 614 的材料，可以使用負型光敏樹脂或正型光敏樹脂，不侷限於有機化合物，而還可以使用無機化合物諸如氧化矽、氧氮化矽、氮化矽等。

[0169]

在第一電極（陽極）613 上層疊有 EL 層 615 及第二電極（陰極）616。EL 層 615 至少包含發光層。EL 層 615 除了發光層以外還可以適當地包含電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層和電荷產生層等。

[0170]

由第一電極（陽極）613、EL 層 615 及第二電極（陰極）616 的疊層結構形成發光元件 617。作爲第一電極（陽極）613、EL 層 615 及第二電極（陰極）616 的材料，可以使用實施方式 1 所示的材料。另外，雖然未圖示，但是第二電極（陰極）616 與外部輸入端子的 FPC608 電連接。

[0171]

雖然在圖 6B 所示的剖面圖中僅示出一個發光元件 617，但是，在像素部 602 中多個發光元件被配置爲矩陣狀。藉由在像素部 602 中選擇性地形成能夠得到三種（R、G、B）顏色的發光的發光元件，可以形成能夠進行全彩色顯示的發光裝置。此外，除了可以得到三種（R、G、B）顏色的發光的發光元件以外，例如也可以形成能夠得到白色（W）、黃色（Y）、洋紅色（M）、青色（C）等顏色的發光的發光元件。例如，藉由對能夠得到三種（R、G、B）顏色的發光的發光元件追加上述能夠得到多種發光的發光元件，可以獲得色純度的提高、功耗的降低等的效果。此外，也可以藉由與濾色片組合來實現能夠進行全彩色顯示的發光裝置。再者，也可以藉由與量子點組合來提供發光效率得到提高且功耗得到降低的發光裝置。

[0172]

再者，藉由使用密封材料 605 將密封基板 606 與元件基板 601 貼合在一起，實現在由元件基板 601、密封基板 606 和密封材料 605 圍繞的空間 618 中具備發光元件 617 的結構。另外，空間 618 可以填充有惰性氣體（氮、氬等），也可以填充有密封材料 605。

[0173]

較佳爲將環氧類樹脂或玻璃料用作密封材料 605。此外，這些材料較佳爲儘量不使水分和氧透過。此外，作爲密封基板 606，除了玻璃基板和石英基板之外，還可以使用由 FRP（Fiber-Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠）、PVF（polyvinyl fluoride：聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板等在實施方式 3 中例示出的基板。從黏合性的觀點來看，在作爲密封材料使用玻璃料的情況下，作爲元件基板 601 及密封基板 606 較佳爲使用玻璃基板。

[0174]

如上所述，可以得到主動矩陣型發光裝置。

[0175]

本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而實施。

[0176]

實施方式 5

在本實施方式中，使用圖 7A 至圖 7D˝2 對使用本發明的一個實施方式的發光裝置而完成的各種各樣的電子裝置的一個例子進行說明。

[0177]

作爲使用發光裝置的電子裝置，例如可以舉出電視機（也稱爲電視或電視接收機）、用於電腦等的監視器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機（也稱爲行動電話、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、彈珠機等的大型遊戲機等。圖 7A 至圖 7D˝2 示出上述電子裝置的具體例子。

[0178]

圖 7A 示出電視機的一個例子。在電視機 7100 中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。由顯示部 7103 能夠顯示影像，顯示部 7103 也可以爲安裝有觸控感測器（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裝置用於顯示部 7103。在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。

[0179]

藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關、另外提供的遙控器 7110 可以進行電視機 7100 的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以進行頻道、音量的操作，並可以對在顯示部 7103 上顯示的影像進行操作。此外，也可以採用在遙控器 7110 中設置顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107 的結構。

[0180]

電視機 7100 採用具備接收機、數據機等的結構。藉由接收機可以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信網路，可以進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者彼此之間等）的資訊通信。

[0181]

圖 7B 爲電腦，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。該電腦可以藉由將本發明的一個實施方式的發光裝置用於其顯示部 7203 來製造。顯示部 7203 也可以爲安裝有觸控感測器（輸入裝置）的觸控面板（輸入輸出裝置）。

[0182]

圖 7C 是智慧手錶，該智慧手錶包括外殼 7302、顯示面板 7304、操作按鈕 7311、操作按鈕 7312、連接端子 7313、腕帶 7321、錶帶扣 7322 等。

[0183]

安裝在兼用作框架（bezel）部分的外殼 7302 中的顯示面板 7304 具有非矩形狀的顯示區域。顯示面板 7304 可以顯示表示時間的圖示 7305 以及其他圖示 7306 等。顯示面板 7304 也可以爲安裝有觸控感測器（輸入裝置）的觸控面板（輸入輸出裝置）。

[0184]

在圖 7C 所示的智慧手錶可以具有各種功能。例如，可以具有在顯示部上顯示各種資訊（靜態影像、運動影像、文字影像等）的功能；觸控面板功能；顯示日曆、日期或時間等的功能；以各種軟體（程式）控制處理的功能；無線通訊功能；使用無線通訊功能與各種電腦網路連接的功能；使用無線通訊功能發送及接收各種資料的功能；以及讀出儲存於儲存介質內的程式或資料並且將該程式或資料顯示於顯示部上的功能等。

[0185]

外殼 7302 的內部可具有揚聲器、感測器（具有測定如下因素的功能的感測器：力量、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、斜率、振動、氣味或紅外線）、麥克風等。另外，智慧手錶可以藉由將發光裝置用於其顯示面板 7304 來製造。

[0186]

圖 7D 示出行動電話機（包括智慧手機）的一個例子。行動電話機 7400 在外殼 7401 中具備顯示部 7402、麥克風 7406、揚聲器 7405、照相機 7407、外部連接部 7404、操作按鈕 7403 等。當將本發明的一個實施方式的發光元件形成在撓性基板上來製造發光裝置時，可以應用於如圖 7D 所示那樣的具有曲面的顯示部 7402。

[0187]

圖 7D 所示的行動電話機 7400 可以用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊。此外，可以用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或製作電子郵件等的操作。

[0188]

顯示部 7402 的螢幕主要有如下三種模式：第一種是以影像顯示爲主的顯示模式；第二種是以文字等資訊輸入爲主的輸入模式；第三種是混合顯示模式與輸入模式的兩種模式的顯示及輸入模式。

[0189]

例如，在打電話或製作電子郵件的情況下，將顯示部 7402 設定爲以文字輸入爲主的文字輸入模式，並進行顯示在螢幕的文字的輸入操作，即可。在此情況下，較佳的是，在顯示部 7402 的螢幕的大部分上顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0190]

另外，藉由在行動電話機 7400 內部設置陀螺儀感測器和加速度感測器等檢測裝置，判斷行動電話機 7400 的方向（縱向或橫向），而可以對顯示部 7402 的螢幕顯示進行自動切換。

[0191]

藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，切換螢幕模式。或者，可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的類型而切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像爲運動影像時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當顯示在顯示部上的影像爲文字時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0192]

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畫面模式從輸入模式切換成顯示模式。

[0193]

還可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，而可以進行個人識別。另外，藉由將發出近紅外光的背光源或發出近紅外光的感測用光源用於顯示部，還可以拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0194]

再者，也可以將發光裝置應用於作爲行動電話機（包括智慧手機）的其他結構的圖 7D´1 和圖 7D´2 所示的行動電話機。

[0195]

在圖 7D´1 和圖 7D´2 所示的行動電話機中，不僅在外殼 7500（1）、外殼 7500（2）的第一面 7501（1）、第一面 7501（2）上，而且能夠在第二面 7502（1）、第二面 7502（2）上顯示文字資訊或影像資訊等。借助於這種結

構，使用者能夠在將行動電話機收納在上衣口袋中的狀態下容易確認在第二面 7502（1）、第二面 7502（2）等上顯示的文字資訊或影像資訊等。

[0196]

圖 8A 至圖 8C 示出能夠折疊的可攜式資訊終端 9310。圖 8A 示出展開狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 8B 示出從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變爲另一個狀態的中途的狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 8C 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，在展開狀態下因爲具有無縫拼接的較大的顯示區域所以顯示一覽性強。

[0197]

顯示面板 9311 由鉸鏈部 9313 所連接的三個外殼 9315 支撐。顯示面板 9311 也可以爲安裝有觸控感測器（輸入裝置）的觸控面板（輸入輸出裝置）。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爲折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面板 9311。顯示面板 9311 中的顯示區域 9312 是位於折疊狀態的可攜式資訊終端 9310 的側面的顯示區域 9312。在顯示區域 9312 中可以顯示使用次數多的軟體或程式的快捷等，能夠順便地進行確認資訊或開啓軟體。

[0198]

如上所述，可以使用本發明的一個實施方式的發光裝置得到電子裝置。能夠應用的電子裝置不侷限於在本實施方式中所示的電子裝置，可以應用於各種領域的電子裝置。

[0199]

實施方式 6

在本實施方式中，使用圖 9 對使用本發明的一個實施方式的發光裝置的照明設備的一個例子進行說明。

[0200]

圖 9 是將發光裝置用於室內照明設備 8001 的例子。因爲發光裝置可以實現大面積化，所以也可以形成大面積的照明設備。此外，也可以藉由使用具有曲面的外殼來形成具有外殼、覆蓋物及支架且發光區域具有曲面的照明設備 8002。包括在本實施方式所示的發光裝置中的發光元件爲薄膜狀，所以外殼的設計的彈性高。因此，可以形成能夠對應各種設計的照明設備。再者，室內的牆面也可以設置有大型的照明設備 8003。

[0201]

藉由將發光裝置用於桌子的表面，可以提供具有桌子的功能的照明設備 8004。此外，藉由將發光裝置用於其他家具的一部分，可以提供具有家具的功能的照明設備。

[0202]

如上所述，可以得到應用發光裝置的各種各樣的照明設備。這種照明設備包括在本發明的一個實施方式中。

[0203]

本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

[0204]

實施方式 7

在本實施方式中，參照圖 11A 至圖 15 對包含本發明的一個實施方式的發光元件或本發明的一個實施方式的發光裝置的觸控面板進行說明。

[0205]

圖 11A 和圖 11B 是觸控面板 2000 的透視圖。注意，在圖 11A 和圖 11B 中，爲了容易理解，示出觸控面板 2000 的典型的構成要素。

[0206]

觸控面板 2000 具備顯示部 2501 及觸控感測器 2595（參照圖 11B）。觸控面板 2000 還具有基板 2510、基板 2570 以及基板 2590。基板 2510、基板 2570 以及基板 2590 都具有撓性。

[0207]

顯示部 2501 包括基板 2510 上的多個像素以及能夠向該像素供應信號的多個佈線 2511。多個佈線 2511 被引導到基板 2510 的外周部，其一部分構成端子 2519。端子 2519 與 FPC2509（1）電連接。

[0208]

基板 2590 具備觸控感測器 2595 以及多個與觸控感測器 2595 電連接的佈線 2598。多個佈線 2598 被引導在基板 2590 的外周部，其一部分構成連接層 2599。連接層 2599 與 FPC2509（2）電連接。另外，爲了容易理解，在圖 11B 中由實線示出設置在基板 2590 的背面一側的觸控感測器 2595 的電極以及佈線等。

[0209]

作爲觸控感測器 2595，例如可以使用電容式觸控感測器。作爲電容式觸控感測器，可以舉出表面電容式觸控感測器、投影電容式觸控感測器等。

[0210]

作爲投影電容式觸控感測器，可以舉出自電容式觸控感測器、互電容式觸控感測器等，這些主要根據驅動方式的差異而區分。當使用互電容式觸控感測器時，可以同時進行多點檢測，所以是較佳的。

[0211]

首先，參照圖 11B 對採用投影電容式觸控感測器的情況進行說明。投影電容式觸控感測器可以應用能夠檢測出指頭等檢測物件的靠近或接觸的各種感測器。

[0212]

投影電容式觸控感測器 2595 具有電極 2591 及電極 2592。電極 2591 及電極 2592 分別與多個佈線 2598 中的不同的佈線電連接。如圖 11A 和圖 11B 所示，電極 2592 具有在一個方向上連續地配置的多個四邊形的每個角部藉由佈線 2594 相互連接的形狀。電極 2591 也同樣地具有多個四邊形的角部連接的形狀，但是電極 2591 的連接方向與電極 2592 的連接方向交叉。注意，電極 2591 的連接方向與電極 2592 的連接方向不一定需要交叉，它們之間的角度也可以爲 0 度以上小於 90 度。

[0213]

較佳爲儘量減小佈線 2594 與電極 2592 的交叉部的面積。由此，可以減小沒有設置電極的區域的面積，從而可以降低透射率的不均勻。其結果，可以降低透過觸控感測器 2595 的光的亮度不均勻。

[0214]

另外，電極 2591 及電極 2592 的形狀不侷限於此，可以具有各種形狀。例如，也可以以儘量沒有間隙的方式配置多個電極 2591，並且隔著絕緣膜設置多個電極 2592。此時，藉由在相鄰的兩個電極 2592 之間設置與它們電絕緣的虛擬電極，可以減小透射率不同的區域的面積，所以是較佳的。

[0215]

接著，參照圖 12A 和圖 12B 對觸控面板 2000 進行詳細說明。圖 12A 相當於圖 11A 所示的點劃線 X1-X2 之間的剖面圖。

[0216]

觸控感測器 2595 包括基板 2590 上的配置爲交錯形狀的電極 2591 及電極 2592、覆蓋電極 2591 及電極 2592 的絕緣層 2593 以及使相鄰的電極 2591 電連接的佈線 2594。

[0217]

在佈線 2594 之下設置有黏合層 2597。黏合層 2597 以觸控感測器 2595 與顯示部 2501 重疊的方式將基板 2590 貼合於基板 2570。

[0218]

電極 2591 及電極 2592 使用透光導電材料形成。作爲透光導電材料，可以使用氧化銦、銦錫氧化物、銦鋅氧化物、氧化鋅、添加有鎵的氧化鋅等導電氧化物。另外，也可以使用包含石墨烯的膜。包含石墨烯的膜例如可以藉由使膜狀的氧化石墨烯還原來形成。作爲還原方法，可以採用進行加熱的方法等。

[0219]

例如，在藉由濺射法在基板 2590 上形成透光導電材料之後，可以藉由光微影法等各種圖案化技術去除不需要的部分來形成電極 2591 及電極 2592。

[0220]

作爲絕緣層 2593 的材料，例如，除了丙烯酸樹脂、環氧樹脂、具有矽氧烷鍵的樹脂之外，還可以使用氧化矽、氧氮化矽、氧化鋁等無機絕緣材料。

[0221]

藉由在設置在絕緣層 2593 中的開口部中形成佈線 2594，來使相鄰的電極 2591 電連接。作爲佈線 2594 較佳爲使用透光導電材料，因爲可以提高觸控面板的開口率。另外，作爲佈線 2594 較佳爲使用其導電性高於電極 2591 及電極 2592 的材料，因爲可以降低電阻。

[0222]

相鄰的電極 2591 藉由佈線 2594 彼此電連接。另外，相鄰的電極 2591 之間設置有電極 2592。

[0223]

佈線 2598 與電極 2591 或電極 2592 電連接。佈線 2598 的一部分被用作端子。佈線 2598 例如可以使用金屬材料諸如鋁、金、鉑、銀、鎳、鈦、鎢、鉻、鉬、鐵、鈷、銅或鈀等或者包含該金屬材料的合金材料。

[0224]

藉由連接層 2599 使佈線 2598 與 FPC2509（2）電連接。連接層 2599 可以使用各種異方性導電膜（ACF：Anisotropic Conductive Film）、異方性導電膏（ACP：Anisotropic Conductive Paste）等。

[0225]

黏合層 2597 具有透光性。例如，可以使用熱固性樹脂、紫外線硬化性樹脂，明確而言，可以使用丙烯酸類樹脂、聚氨酯類樹脂、環氧類樹脂或矽氧烷類樹脂等。

[0226]

顯示部 2501 具備配置爲矩陣狀的多個像素。該像素具備顯示元件及驅動該顯示元件的像素電路。

[0227]

作爲基板 2510 及基板 2570 例如可以使用水蒸氣穿透率爲 10^{-5}g/（m^2·天）以下，較佳爲 10^{-6}g/（m^2·天）以下的撓性材料。另外，較佳的是作爲基板 2510 及基板 2570 使用熱膨脹率大致相同的材料。例如，基板 2510 及基板 2570 都可以使用線性膨脹係數爲 1×10^{-3}/K 以下，較佳爲 5×10^{-5}/K 以下，更佳爲 1×10^{-5}/K 以下的材料。

[0228]

密封層 2560 的折射率較佳爲比空氣大。

[0229]

顯示部 2501 包含像素 2502R。像素 2502R 包含發光模組 2580R。

[0230]

像素 2502R 具備發光元件 2550R 以及能夠向發光元件 2550R 供應電力的電晶體 2502t。電晶體 2502t 被用作像素電路的一部分。發光模組 2580R 具備發光元件 2550R 以及彩色層 2567R。

[0231]

發光元件 2550R 包括下部電極、上部電極以及下部電極與上部電極之間的 EL 層。

[0232]

另外，在密封層 2560 設置在提取光的一側的情況下，密封層 2560 接觸於發光元件 2550R 及彩色層 2567R。

[0233]

彩色層 2567R 位於與發光元件 2550R 重疊的位置。由此，發光元件 2550R 所發射的光的一部分透過彩色層 2567R，而向圖 12A 所示的箭頭的方向發射到發光模組 2580R 的外部。

[0234]

顯示部 2501 在光的發射方向上設置有遮光層 2567BM。以包圍彩色層 2567R 的方式設置有遮光層 2567BM。

[0235]

顯示部 2501 在與像素重疊的位置具備反射防止層 2567p。作爲反射防止層 2567p，例如可以使用圓偏光板。

[0236]

顯示部 2501 具備絕緣層 2521。該絕緣層 2521 覆蓋電晶體 2502t。絕緣層 2521 具有使起因於像素電路的凹凸平坦化的功能。此外，也可以使絕緣

層 2521 具有抑制雜質擴散的功能。由此，能夠抑制因雜質的擴散而導致的電晶體 2502t 等的可靠性下降。

[0237]

發光元件 2550R 形成在絕緣層 2521 上。在發光元件 2550R 所具有的下部電極上設置有與該下部電極的端部重疊的分隔壁 2528。另外，也可以在分隔壁 2528 上形成用來控制基板 2510 與基板 2570 的間隔的間隔物。

[0238]

掃描線驅動電路 2503g（1）包括電晶體 2503t 以及電容器 2503c。可以藉由與像素電路相同的製程在相同的基板上形成驅動電路。

[0239]

在基板 2510 上設置有能夠供應信號的佈線 2511。佈線 2511 上設置有端子 2519。端子 2519 與 FPC2509（1）電連接。FPC2509（1）具有供應影像信號及同步信號等信號的功能。FPC2509（1）也可以安裝有印刷線路板（PWB）。

[0240]

在顯示部 2501 中，可以使用各種結構的電晶體。圖 12A 示出使用底閘極型電晶體的情況。例如，圖 12A 所示的電晶體 2502t 及電晶體 2503t 可以使用包含氧化物半導體的半導體層作爲通道區。或者，電晶體 2502t 及電晶體 2503t 也可以使用包含非晶矽的半導體層作爲通道區。或者，電晶體 2502t 及電晶體 2503t 還可以使用包含藉由雷射退火法等處理結晶化了的多晶矽的半導體層作爲通道區。

[0241]

另外，圖 12B 示出使用頂閘極型電晶體時的顯示部 2501 的結構。

[0242]

當使用頂閘極型電晶體時，除了可用於底閘極型電晶體的半導體層之外，還可以使用包含多晶矽或從單晶矽基板等轉置到的單晶矽膜等的半導體層作爲通道區。

[0243]

接著，參照圖 13A 和圖 13B 對與圖 12A 和圖 12B 不同結構的觸控面板進行說明。

[0244]

圖 13A 和圖 13B 是觸控面板 2001 的剖面圖。圖 13A 和圖 13B 所示的觸控面板 2001 與圖 12A 和圖 12B 所示的觸控面板 2000 的不同之處爲相對於顯示部 2501 的觸控感測器 2595 的位置。在此，對不同之處進行詳細說明，關於可以使用同樣的結構的部分，援用觸控面板 2000 的說明。

[0245]

彩色層 2567R 位於與發光元件 2550R 重疊的位置。圖 13A 所示的發光元件 2550R 向設置有電晶體 2502t 的一側發射光。由此，發光元件 2550R 發射的光的一部分透過彩色層 2567R，而向在圖 13A 中的箭頭的方向發射到發光模組 2580R 的外部。

[0246]

顯示部 2501 在光的發射方向上具有遮光層 2567BM。以包圍彩色層 2567R 的方式設置有遮光層 2567BM。

[0247]

觸控感測器 2595 設置在顯示部 2501 的基板 2510 一側（參照圖 13A）。

[0248]

黏合層 2597 設置在基板 2510 與基板 2590 之間，貼合顯示部 2501 和觸控感測器 2595。

[0249]

在顯示部 2501 中，可以使用各種結構的電晶體。圖 13A 示出使用底閘極型電晶體的情況。圖 13B 示出使用頂閘極型電晶體的情況。

[0250]

接著，參照圖 14A 和圖 14B 對觸控面板的驅動方法的一個例子進行說明。

[0251]

圖 14A 是示出互電容式觸控感測器的結構的方塊圖。在圖 14A 中，示出脈衝電壓輸出電路 2601、電流檢測電路 2602。另外，在圖 14A 中，以 6 個佈線 X1 至 X6 表示被施加脈衝電壓的電極 2621，並以 6 個佈線 Y1 至 Y6 表示檢測電流的變化的電極 2622。此外，在圖 14A 中，示出使電極 2621 與電極 2622 重疊而形成的電容器 2603。注意，電極 2621 與電極 2622 的功能可以互相調換。

[0252]

脈衝電壓輸出電路 2601 是用來依次將脈衝施加到佈線 X1 至 X6 的電路。當對佈線 X1 至 X6 施加脈衝電壓時，在形成電容器 2603 的電極 2621 與電極 2622 之間產生電場。當在該電極之間產生的電場被遮蔽等時，產生

電容器 2603 的互電容變化，藉由利用該變化，可以檢測檢測物件的靠近或接觸。

[0253]

電流檢測電路 2602 是用來檢測電容器 2603 的互電容變化所引起的佈線 Y1 至 Y6 的電流變化的電路。在佈線 Y1 至 Y6 中，如果沒有檢測物件的靠近或接觸，則所檢測的電流值不發生變化，另一方面，在由於檢測物件的靠近或接觸而互電容減少的情況下，所檢測的電流值減少。另外，藉由積分電路等檢測電流即可。

[0254]

接著，圖 14B 示出圖 14A 所示的互電容式觸控感測器中的輸入/輸出波形的時序圖。在圖 14B 中，在一個圖框期間中進行各行列中的檢測物件的檢測。另外，在圖 14B 中，示出沒有檢測出檢測物件（未觸摸）時和檢測出檢測物件（觸摸）時的兩種情況。此外，佈線 Y1 至 Y6 的波形表示對應於所檢測出的電流值的電壓值。

[0255]

依次對佈線 X1 至 X6 施加脈衝電壓，佈線 Y1 至 Y6 的波形根據該脈衝電壓而變化。當沒有檢測物件的靠近或接觸時，佈線 Y1 至 Y6 的波形根據佈線 X1 至 X6 的電壓變化而變化。另一方面，在有檢測物件靠近或接觸的部分電流值減少，因而與其相應的電壓值的波形也產生變化。如此，藉由檢測互電容的變化，可以檢測檢測物件的靠近或接觸。

[0256]

作爲觸控感測器，圖 14A 雖然示出僅在佈線的交叉部設置電容器 2603 的被動型觸控感測器的結構，但是也可以採用具備電晶體和電容器的主動型觸控感測器。圖 15 示出主動型觸控感測器所包括的一個感測器電路的例子。

[0257]

圖 15 所示的感測器電路包括電容器 2603、電晶體 2611、電晶體 2612 及電晶體 2613。

[0258]

對電晶體 2613 的閘極施加信號 G2，對電晶體 2613 的源極和汲極中的一個施加電壓 VRES，並且電晶體 2613 的源極和汲極中的另一個與電容器 2603 的一個電極及電晶體 2611 的閘極電連接。電晶體 2611 的源極和汲極中的一個與電晶體 2612 的源極和汲極中的一個電連接，對另一個施加電壓 VSS。對電晶體 2612 的閘極施加信號 G1，電晶體 2612 的源極和汲極中的另一個與佈線 ML 電連接。對電容器 2603 的另一個電極施加電壓 VSS。

[0259]

接著，對圖 15 所示的感測器電路的工作進行說明。首先，藉由作爲信號 G2 施加使電晶體 2613 成爲開啓狀態的電位，對應於電壓 VRES 的電位被施加到與電晶體 2611 的閘極連接的節點 n。接著，藉由作爲信號 G2 施加使電晶體 2613 成爲關閉狀態的電位，節點 n 的電位得到保持。接著，由於手指等檢測物件的靠近或接觸，電容器 2603 的互電容產生變化，節點 n 的電位隨之從 VRES 變化。

[0260]

在讀出工作中，對信號 G1 施加使電晶體 2612 成爲開啓狀態的電位。流過電晶體 2611 的電流，亦即流過佈線 ML 的電流根據節點 n 的電位而產生變化。藉由檢測該電流，可以檢測出檢測物件的靠近或接觸。

[0261]

在電晶體 2611、電晶體 2612 及電晶體 2613 中，較佳爲將氧化物半導體層用於形成有通道區的半導體層。尤其是藉由將這種電晶體用於電晶體 2613，能夠長期間保持節點 n 的電位，由此可以減少對節點 n 再次供應 VRES 的工作（更新工作）的頻率。

[0262]

本實施方式的至少一部分可以與本說明書所記載的其他實施方式適當地組合而實施。

實施例 1

[0263]

在本實施例中，使用構成本發明的發光裝置的發光元件（黃色發光元件（發光元件 1）、藍色發光元件（發光元件 2）以及綠色發光元件（發光元件 3））及構成比較發光裝置的發光元件（黃色發光元件（比較發光元件 1）、藍色發光元件（比較發光元件 2）及紅色發光元件（比較發光元件 3））估算各發光裝置進行白色顯示時的功耗，並說明其結果。

[0264]

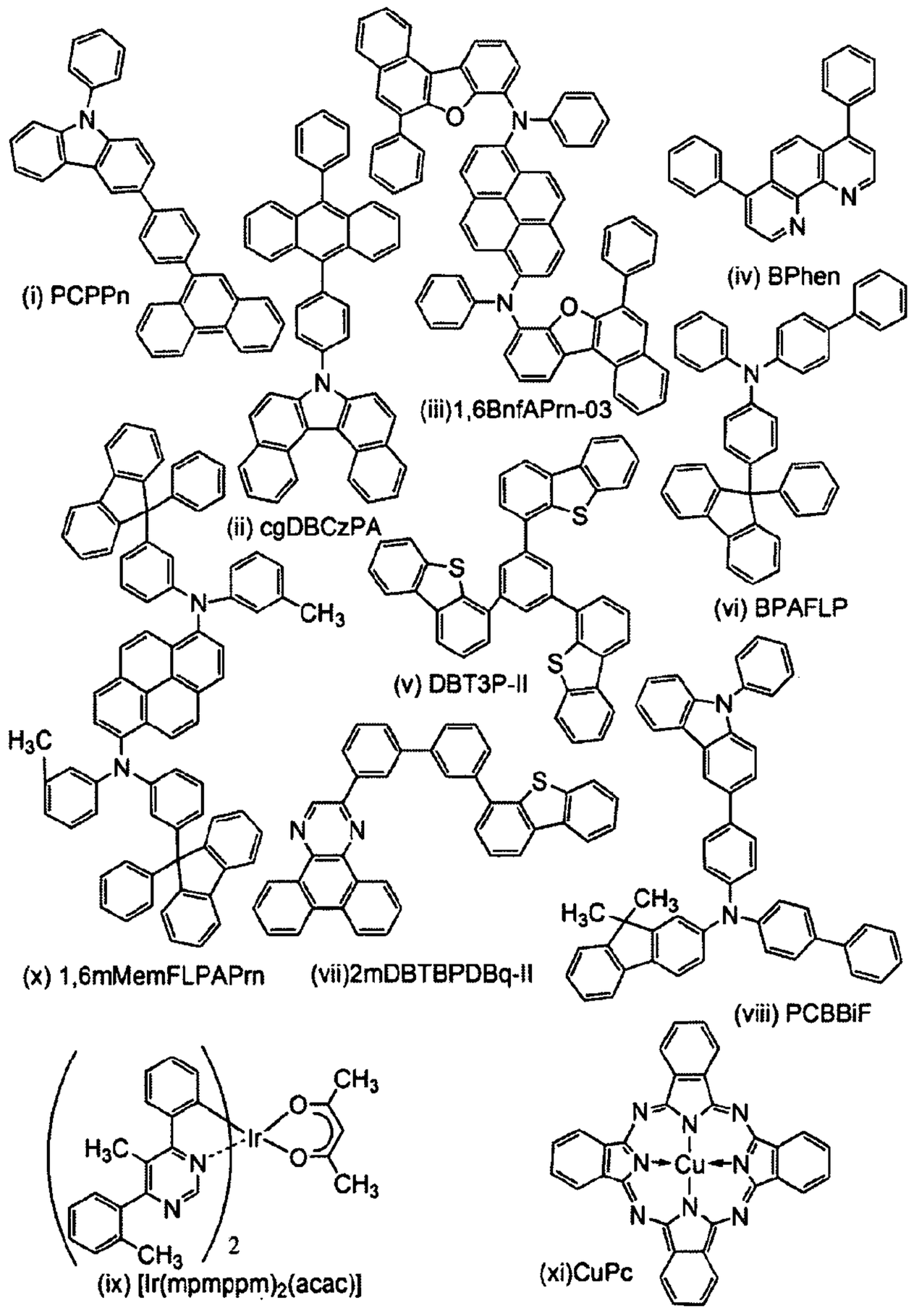
發光元件 1 至 3 分別爲黃色、藍色、綠色的發光元件，比較發光元件 1 至 3 分別爲黃色、藍色、紅色的發光元件，這是因爲這些是爲了獲得 D65

附近的白色發光（xy 色度座標中的色度爲（x，y）=（0.313，0.329）的光）而需要的發光顏色。爲了獲得該白色發光，不需要在實施例的發光裝置中使用紅色發光，不需要在比較例子的發光裝置中使用綠色發光，因此在本實施例中省略說明。

[0265]

以下示出用於發光元件 1 至發光元件 3 及比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的有機化合物的結構式。

[0266]



[0267]

（發光元件 1 至發光元件 3 及比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的製造方法）

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成銀（Ag）、鈀（Pd）及銅（Cu）的合金膜（簡稱：APC）來形成第一電極（反射電極）。第一電極的厚度爲 100nm，電極面積爲 2mm×2mm。

[0268]

接著，在第一電極上作爲透明導電膜利用濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物。發光元件 1 的透明導電膜的厚度爲 30nm，發光元件 2 的透明導電膜的厚度爲 80nm，發光元件 3 的透明導電膜的厚度爲 30nm，比較發光元件 1 的透明導電膜的厚度爲 30nm，比較發光元件 2 的透明導電膜的厚度爲 60nm，比較發光元件 3 的透明導電膜的厚度爲 60nm。

[0269]

接著，作爲形成有機化合物層的預處理，用水對形成有反射電極及透明導電膜的基板的表面進行洗滌，以 200℃焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0270]

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，以 170℃進行 30 分鐘的真空焙燒，然後對基板進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0271]

接著，以形成有透明導電膜的面朝下方的方式將基板固定於設置在真空蒸鍍裝置內的基板支架上並將真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4}Pa 左右。然後，在

透明導電膜上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法共蒸鍍由上述結構式（i）表示的3-[4-（9-菲基）-苯基]-9-苯基-9H-咔唑（簡稱：PCPPn）和氧化鉬（VI），由此形成第一電洞注入層。發光元件 1 的第一電洞注入層的厚度爲 60nm，發光元件 2 的第一電洞注入層的厚度爲 47.5nm，發光元件 3 的第一電洞注入層的厚度爲 40nm，比較發光元件 1 的第一電洞注入層的厚度爲 55nm，比較發光元件 2 的第一電洞注入層的厚度爲 70nm，比較發光元件 3 的第一電洞注入層的厚度爲 45nm。另外，將 PCPPn 與氧化鉬的重量比調節爲 1：0.5（=PCPPn：氧化鉬）。

[0272]

接著，在第一電洞注入層上以厚度爲 10nm 的方式蒸鍍 PCPPn，來形成第一電洞傳輸層。

[0273]

接著，在發光元件 1 至發光元件 3 中，在第一電洞傳輸層上以厚度爲 25nm 的方式蒸鍍由上述結構式（ii）表示的 7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c，g]咔唑（簡稱：cgDBCzPA）和由上述結構式（iii）表示的 N,N’-（芘-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）並使其重量比爲 1：0.05（=cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03），由此形成第一發光層。

[0274]

在比較發光元件 1 至比較發光元件 3 中，在第一電洞傳輸層上以厚度爲 25nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA 和由上述結構式（x）表示的 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）並使其重量比爲 1：0.05（=cgDBCzPA：1,6mMemFLPAPrn），由此形成第一發光層。

[0275]

接著，在第一發光層上以厚度爲 5nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA，並以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍由上述結構式（iv）表示的紅啡啉（簡稱：BPhen），由此形成第一電子傳輸層。

[0276]

在形成第一電子傳輸層之後，以厚度爲 0.1nm 的方式蒸鍍氧化鋰（Li_2O），然後以厚度爲 2nm 的方式蒸鍍由上述結構式（xi）表示的酞青銅（簡稱：CuPc），而且共蒸鍍由上述結構式（v）表示的 4,4’,4’’-（苯-1,3,5-三基）三（二苯并噻吩）（簡稱：DBT3P-II）和氧化鉬（VI）並使其重量比爲 1：0.5（=DBT3P-II：氧化鉬），由此形成中間層。中間層的厚度爲 12.5nm。

[0277]

然後，在中間層上以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍由上述結構式（vi）表示的 4-苯基-4’-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP），來形成第二電洞傳輸層。

[0278]

在形成第二電洞傳輸層之後，共蒸鍍由上述結構式（vii）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）、由上述結構式（viii）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）以及由上述結構式（ix）表示的雙｛2-[5-甲基-6-（2-甲基苯基）-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC｝（2,4-戊二

酮根-κ^2O，O’ ）銥（III）（簡稱：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]）並使其重量比爲 0.8：0.2：0.06（=2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]），由此形成第二發光層。第二發光層的厚度爲 40nm。

[0279]

接著，在第二發光層上以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II，然後，在發光元件 1 至 3 中以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍 BPhen，而在比較發光元件 1 至 3 中以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍 BPhen，由此形成第二電子傳輸層。

[0280]

之後，以厚度爲 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰來形成電子注入層，最後以厚度爲 15nm 的方式共蒸鍍銀和鎂並使其體積比爲 1：0.1，接著利用濺射法形成 70nm 的 ITO，來形成第二電極（半透射　半反射電極），由此形成發光元件 1 至發光元件 3 及比較發光元件 1 至比較發光元件 3。在上述蒸鍍過程中，都利用電阻加熱法進行蒸鍍。

[0281]

表 1 示出發光元件 1 至發光元件 3 及比較發光元件 1 至比較發光元件 3 的元件結構。

[0282]

[表 1]

反射電極		電洞注入層	第一電洞傳輸層	第一發光層	第一電子傳輸層	
APC	ITSO	PCPPn：MoOx 1：0.5	PCPPn	cgDBCzPA：*1 1：0.05	cgDBCzPA	BPhen
100nm	*3	*4	10nm	25nm	5nm	15nm

後面接*6 →

中間層			第二電洞傳輸層	第二發光層	第二電子傳輸層	
Li_2O	CuPC	DBT3P-II ：MoOx 1：0.5	BPAFLP	2mDBTBPDBq-II ：PCBBiF：[Ir(mpmppm)$_2$(acac)] 0.8：0.2：0.06	2mDBTBP DBq-II	Bphen
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm	40nm	15nm	*5

*6

後面接*7→

電子注入層	半透射　半反射電極		濾色片
LiF	Ag:Mg 1： 0.1	ITO	*2
1nm	15nm	70nm	

*

7

*1　發光元件 1 至發光元件 3：1,6BnfAPrn-03

比較發光元件 1 至比較發光元件 3：1,6mMemFLPAPrn

*2　發光元件 1 及比較發光元件 1：0.8μm

發光元件 2 及比較發光元件 2：藍色 0.8μm

發光元件 3：綠色 1.3μm，比較發光元件 3：紅色 2.4μm

*3　發光元件 1：30nm，發光元件 2：80nm，發光元件 3：30nm

比較發光元件 1：30nm，比較發光元件 2：60nm，比較發光元件 3：60nm

*4　發光元件 1：60nm，發光元件 2：47.5nm，發光元件 3：40nm

比較發光元件 1：55nm，比較發光元件 2：70nm，比較發光元件 3：45nm

*5　發光元件 1 至發光元件 3：20nm

比較發光元件 1 至比較發光元件 3：15nm

[0283]

在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 1 至發光元件 3 及比較發光元件 1 至比較發光元件 3 進行密封（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理（波長爲 365nm，6J/cm^2）以及 80℃的溫度下的 1 小時的熱處理），然後測定初期特性。該測定在室溫下（在保持爲 25℃的氛圍中）進行。

[0284]

圖 16 示出發光元件 1 至發光元件 3 的亮度-電流密度特性，圖 17 示出電流效率-亮度特性，圖 18 示出亮度-電壓特性，圖 19 示出電流-電壓特性，圖 20 示出色度座標。

[0285]

另外，圖 21 示出比較發光元件 1 至比較發光元件 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 示出色度座標。

[0286]

如圖 20 及圖 25 所示，使用 1,6BnfAPrn-03 的發光元件 2 的 1000cd/m^2 附近的色度爲（0.152，0.037），而使用 1,6mMemFLPAPrn 的比較發光元件 2 的色度爲（0.160，0.087），由此可知發光元件 2 呈現更深的藍色發光。

[0287]

在此，圖 26 示出 1,6BnfAPrn-03 的甲苯溶液中的發射光譜。從圖 26 可知，1,6BnfAPrn-03 的甲苯溶液中的發射光譜的峰值波長爲 450nm。該光譜的半寬爲 40nm。另一方面，用於比較發光元件的 1,6mMemFLPAPrn 的甲苯溶液中的發射光譜的峰值波長爲 461nm。

[0288]

接著，估算使用這些元件製造的發光裝置進行 D65 附近的白色顯示時的功耗。當估算發光裝置的功耗時，假設以下條件。

[0289]

[表 2]

面板尺寸	4.3（英寸） （縱橫比 16:9）
面板面積	51.0（cm^2）
開口率	35%
全白色（實效亮度）	300（cd/m^2）

[0290]

表 3 示出實施例的發光裝置的計算結果，表 4 示出比較例子的發光裝置的計算結果。

[0291]

[表 3]

發光元件	色度 x	色度 y	實效亮度（cd/m^2）	本質亮度（cd/m^2）	電流效率（cd/A）	電流密度（mA/cm^2）	電流量（mA）	電壓（V）	功耗（mW）
1（黃色）	0.449	0.545	253	2895	142.6	2.0	9.1	5.92	53.6
2（藍色）	0.152	0.038	15	175	2.3	7.7	34.4	6.38	219.2
3（綠色）	0.336	0.653	31	358	38.7	0.9	4.1	5.50	22.7
全白色	0.313	0.329	300	-	-	-	47.5	-	295.6

[0292]

[表 4]

比較發光元件	色度 x	色度 y	實效亮度（cd/m^2）	本質亮度（cd/m^2）	電流效率（cd/A）	電流密度（mA/cm^2）	電流量（mA）	電壓（V）	功耗（mW）
1（黃色）	0.414	0.582	237	2705	126.7	2.1	9.5	5.96	56.8
2（藍色）	0.160	0.088	38	435	5.2	8.4	37.5	7.05	264.3
3（紅色）	0.656	0.344	25	289	19.1	1.5	6.7	5.82	39.1
全白色	0.313	0.329	300	-	-	-	53.7	-	360.2

[0293]

在上述計算結果中，實效亮度爲本質亮度×開口率×1/4（子像素的面積比率（假設一個像素由紅色、綠色、藍色及黃色的四個子像素構成的發光裝置）），電流量爲電流密度×面板面積×開口率×1/4（各子像素的面積比率），顯示部的功耗爲電流量×電壓。

[0294]

從表 3 和表 4 可知，比較例子的發光裝置的爲了獲得 D65 附近的白色發光而需要的藍色發光（發光元件 2 的發光）的亮度爲 $38cd/m^2$，而實施例的發光裝置中的該亮度更低，爲 $15cd/m^2$。這是因爲：由於作爲藍色發光材料使用實施方式 1 及實施方式 2 所示的螢光發光物質 1,6BnfAPrn-03，所以藍色的色度得到改善而降低爲了獲得白色發光而需要的藍色發光的實效亮度。爲了獲得白色發光而需要的發光元件 2 的功耗也隨之大幅度地降低。

[0295]

爲了獲得 D65 附近的白色發光而需要的比較發光元件 3 的功耗爲 39.1mW，而發光元件 3 的功耗爲 22.7mW，在這點上也能夠實現低功耗化。

[0296]

這是因爲：由於發光元件 2 發射深藍色的發光，因此藉由組合該藍色發光與發光元件 1 的黃色發光而獲得的發光的色調發生變化，而改變爲了獲得 D65 附近的白色發光而需要的第三發光的顏色。在實施例的發光裝置中，作爲第三發光需要綠色發光，而在比較例子的發光裝置中作爲第三發光需要紅色發光。實施例的發光裝置的爲了獲得白色發光而需要的綠色發光的亮度的比率比比較例子的發光裝置中的紅色發光的亮度的比率高。

[0297]

然而，綠色發光的視見函數比紅色發光良好，因此發光元件 3（綠色發光元件）的電流效率大約爲比較發光元件 3（紅色發光元件）的兩倍。因此，在實施例的發光裝置中，即使爲了獲得白色發光而需要的第三發光（發光元件 3 的發光）的亮度的比率增加，也能夠使發光元件 3 的功耗比比較發光元件 3 低。

[0298]

在實施例的發光裝置中，雖然爲了獲得 300cd/m^2 的 D65 附近的白色發光而需要的發光元件 2（藍色）和發光元件 3（綠色）的實效亮度都比比較例子的發光裝置中的比較發光元件 2（藍色）和比較發光元件 3（紅色）的實效亮度低，但是，藉由增加發光元件 1 的黃色發光的亮度來補充上述亮度下降。由於發光元件 1（黃色發光元件）的電流效率非常高，所以發光元

件 2 和發光元件 3 所需要的亮度的下降帶來的功耗抵消發光元件 1 所需要的亮度的上升造成的功耗，所以可以實現實施例的發光裝置的低功耗化。

[0299]

其結果，進行白色顯示時的實施例的發光裝置的不包含驅動 FET 時的功耗爲 5.8mW/cm^2，包含驅動 FET 時的功耗爲 14mW/cm^2。比較例子的發光裝置的不包含驅動 FET 時的功耗爲 7.1mW/cm^2，包含驅動 FET 時的功耗爲 16mW/cm^2，因此可以使功耗降低一成至兩成左右。注意，包含驅動 FET 時的功耗藉由假設陽極與陰極之間的電壓（發光元件部與驅動 FET 部的總電壓值）都是 15V 的情況而估算。

[0300]

藍色發光元件的功耗比其他顏色的發光元件大得多，因此色度變化所帶來的功耗下降的效果較高。另外，爲了獲得 D65 附近的白色發光而需要的發光顏色及其亮度比率的平衡的變化也帶來低功耗化，因此使用實施方式 1 所示的螢光發光物質的實施例的發光裝置能夠實現低功耗化。

實施例 2

[0301]

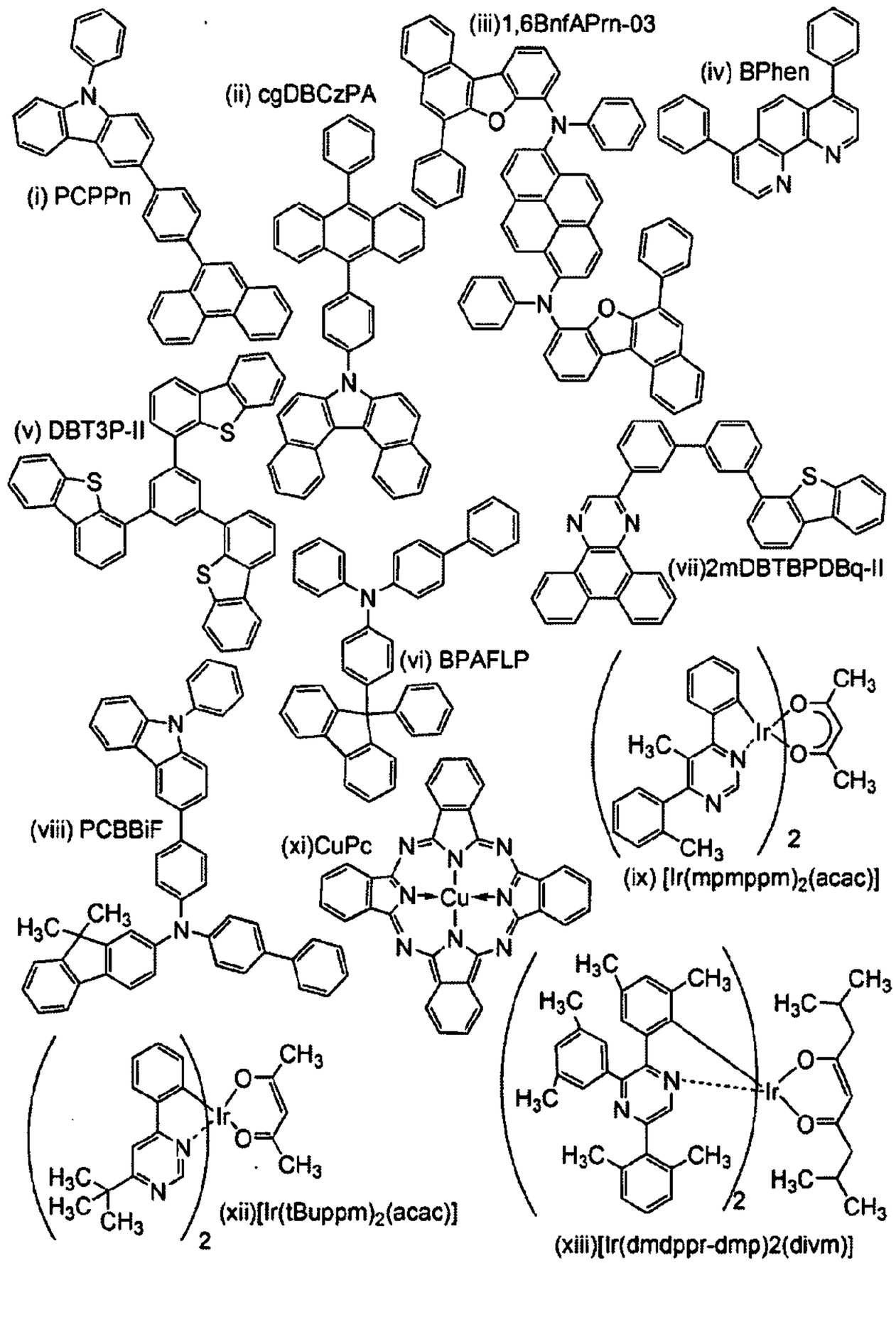
在本實施例中，使用構成本發明的發光裝置的發光元件（紅色發光元件（發光元件 4）、黃色發光元件（發光元件 5）、綠色發光元件（發光元件 6）及藍色發光元件（發光元件 7））及構成比較發光裝置的發光元件（紅色發光元件（比較發光元件 4）、綠色發光元件（比較發光元件 5）及藍色發

光元件（比較發光元件 6））估算各發光裝置進行白色顯示時的功耗，並說明其結果。

[0302]

以下示出用於發光元件 4 至發光元件 7 及比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的有機化合物的結構式。

[0303]



[0304]

（發光元件 4 至發光元件 7 及比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的製造方法）

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成銀（Ag）、鈀（Pd）及銅（Cu）的合金膜（簡稱：APC）來形成第一電極（反射電極）。第一電極的厚度爲100nm，電極面積爲 2mm×2mm。

[0305]

接著，在第一電極上作爲透明導電膜利用濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物。發光元件 4（紅色）的透明導電膜的厚度爲 80nm，發光元件 5（黃色）的透明導電膜的厚度爲 45nm，發光元件 6（綠色）的透明導電膜的厚度爲 45nm，發光元件 7（藍色）的透明導電膜的厚度爲 80nm，比較發光元件 4（紅色）的透明導電膜的厚度爲 85nm，比較發光元件 5（綠色）的透明導電膜的厚度爲 45nm，比較發光元件 6（藍色）的透明導電膜的厚度爲 110nm。

[0306]

接著，作爲形成有機化合物層的預處理，用水對形成有反射電極及透明導電膜的基板的表面進行洗滌，以 200℃焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0307]

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，以 170℃進行 30 分鐘的真空焙燒，然後對基板進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0308]

接著，以形成有透明導電膜的面朝下方的方式將基板固定於設置在真空蒸鍍裝置內的基板支架上並將真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4}Pa 左右。然後，在

透明導電膜上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法共蒸鍍由上述結構式（i）表示的3-[4-（9-菲基）-苯基]-9-苯基-9H-咔唑（簡稱：PCPPn）和氧化鉬（VI），由此形成第一電洞注入層。發光元件 4（紅色）的第一電洞注入層的厚度爲30nm，發光元件 5（黃色）的第一電洞注入層的厚度爲 40nm，發光元件 6（綠色）的第一電洞注入層的厚度爲 22.5nm，發光元件 7（藍色）的第一電洞注入層的厚度爲 50nm，比較發光元件 4（紅色）的第一電洞注入層的厚度爲 10nm，比較發光元件 5（綠色）的第一電洞注入層的厚度爲 10nm，比較發光元件 6（藍色）的第一電洞注入層的厚度爲 15nm。另外，將 PCPPn與氧化鉬的重量比調節爲 1：0.5（=PCPPn：氧化鉬）。

[0309]

接著，在第一電洞注入層上在發光元件 4 至發光元件 7 中以厚度爲 10nm的方式蒸鍍 PCPPn，而在比較發光元件 4 至比較發光元件 6 中以厚度爲 15nm的方式蒸鍍 PCPPn，來形成第一電洞傳輸層。

[0310]

接著，在第一電洞傳輸層上以厚度爲 25nm 的方式蒸鍍由上述結構式（ii）表示的 7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c，g]咔唑（簡稱：cgDBCzPA）和由上述結構式（iii）表示的 N,N’ -（芘-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）並使其重量比爲 1：0.05（=cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03），由此形成第一發光層。

[0311]

接著，在第一發光層上以厚度爲 5nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA，並以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍由上述結構式（iv）表示的紅啡啉（簡稱：BPhen），由此形成第一電子傳輸層。

[0312]

在形成第一電子傳輸層之後，以厚度爲 0.1nm 的方式蒸鍍氧化鋰（Li_2O），然後以厚度爲 2nm 的方式蒸鍍由上述結構式（xi）表示的酞青銅（簡稱：CuPc），而且共蒸鍍由上述結構式（v）表示的 4,4’,4’’-（苯-1,3,5-三基）三（二苯并噻吩）（簡稱：DBT3P-II）和氧化鉬並使其重量比爲 1：0.5（=DBT3P-II：氧化鉬），由此形成中間層。中間層的厚度爲 12.5nm。

[0313]

然後，在中間層上以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍由上述結構式（vi）表示的 4-苯基-4’-（9-苯基菲-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP），來形成第二電洞傳輸層。

[0314]

在形成第二電洞傳輸層之後，在發光元件 4 至發光元件 7 中，共蒸鍍由上述結構式（vii）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）、由上述結構式（viii）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）以及由上述結構式（ix）表示的雙{2-[5-甲基-6-（2-甲基苯基）-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC}（2,4-戊二酮根-κ^2O，O’）銥（III）（簡稱：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]）並使其重量比爲 0.8：0.2：0.06（=2mDBTBPDBq-II：

PCBBiF：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]），由此形成第二發光層。第二發光層的厚度爲 40nm。

[0315]

在比較發光元件 4 至比較發光元件 6 中，在形成第二電洞傳輸層之後，以厚度爲 20nm 的方式共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II、PCBBiF 以及由上述結構式（xii）表示的雙[2-（6-tert-丁基-4-嘧啶基-κN3）苯基-κC]（2,4-戊二酮根-κ^2O，O’）銥（III）（簡稱：[Ir（tBuppm）$_2$（acac）]）並使其重量比爲 0.7：0.3：0.06（=2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：[Ir（tBuppm）$_2$（acac）]），然後以厚度爲 20nm 的方式共蒸鍍 2mDBTBPDBq-II 和由上述結構式（xiii）表示的雙｛4,6-二甲基-2-[5-（2,6-二甲基苯基）-3-（3,5-二甲基苯基）-2-吡嗪基-κN]苯基-κC｝（2,8-二甲基-4,6-壬二酮根-κ^2O，O’）銥（III）（簡稱：[Ir（dmdppr-dmp）$_2$（divm）]）並使其重量比爲 1：0.06（=2mDBTBPDBq-II：[Ir（dmdppr-dmp）$_2$（divm）]），由此形成第二發光層。

[0316]

接著，在第二發光層上，在發光元件 4 至發光元件 7 中以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II，而在比較發光元件 4 至比較發光元件 6 中以厚度爲 30nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II，並且，在 2mDBTBPDBq-II 上，在發光元件 4 至發光元件 7 中以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍 BPhen，而在比較發光元件 4 至比較發光元件 6 中以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍 BPhen，由此形成第二電子傳輸層。

[0317]

之後，以厚度爲 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰來形成電子注入層，最後以厚度爲 15nm 的方式共蒸鍍銀和鎂並使其體積比爲 1：0.1，接著利用濺射法形成 70nm 的 ITO，來形成第二電極（半透射　半反射電極），由此形成發光元件 4 至發光元件 7 及比較發光元件 4 至比較發光元件 6。在上述蒸鍍過程中，都利用電阻加熱法進行蒸鍍。

[0318]

表 5 示出發光元件 4 至發光元件 7 及比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的元件結構。

[0319]

[表 5]

反射電極		電洞注入層	第一電洞傳輸層	第一發光層	第一電子傳輸層	
APC	ITSO	PCPPn：MoOx 1：0.5	PCPPn	cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03 1：0.05	cgDBCzPA	BPhen
100nm	*8	*9	*10	25nm	5nm	15nm

後面接*15→

中間層			第二電洞傳輸層	第二發光層	第二電子傳輸層	
Li2O	CuPC	DBT3P-II：MoOx 1：0.5	BPAFLP	*11	2mDBTBPDBq-II	BPhen
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm		*12	*13

*

後面接*16→

15

電子注入層	半透射　半反射電極		濾色片
LiF	Ag:Mg 1：0.1	ITO	*14
1nm	15nm	70nm	

*

16

*8 發光元件 4:80nm,發光元件 5:45nm,發光元件 6:45nm,發光元件 7:80nm

比較發光元件 4:85nm,比較發光元件 5:45nm,比較發光元件 6:110nm

*9 發光元件 4:30nm,發光元件 5:40nm,發光元件 6:22.5nm,發光元件 7:50nm

比較發光元件 4:10nm,比較發光元件 5:10nm,比較發光元件 6:15nm

*10 發光元件 4 至發光元件 7:10nm,比較發光元件 4 至比較發光元件 6:15nm

*11 發光元件 4 至發光元件 7

2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]=0.8:0.2:0.06 , 40nm

比較發光元件 4 至比較發光元件 6

2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir（tBuppm）$_2$（acac）]=0.7:0.3:0.06 , 20nm

+ 2mDBTBPDBq-II:[Ir（dmdppr-dmp）$_2$（divm）]=1:0.06 , 20nm

*12 發光元件 4 至發光元件 7:15nm,比較發光元件 4 至比較發光元件 6:30nm

*13 發光元件 4 至發光元件 7:20nm,比較發光元件 4 至比較發光元件 6:15nm

*14 發光元件 4 及比較發光元件 4：紅色 2.4μm

發光元件 5：黃色 0.8μm

發光元件 6 及比較發光元件 5：綠色 1.3μm

發光元件 7 及比較發光元件 6：藍色 0.8μm

[0320]

在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 4 至發光元件 7 及比較發光元件 4 至比較發光元件 6 進行密封（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理（波長爲 365nm，6J/cm^2）以及 80℃的溫度下的 1 小時的熱處理），然後測定初期特性。該測定在室溫下（在保持爲 25℃的氛圍中）進行。

[0321]

圖 28 示出發光元件 4 至發光元件 7 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 示出色度座標。

[0322]

另外，圖 33 示出比較發光元件 4 至比較發光元件 6 的亮度-電流密度特性，圖 34 示出電流效率-亮度特性，圖 35 示出亮度-電壓特性，圖 36 示出電流-電壓特性。

[0323]

接著，估算使用這些元件製造的發光裝置進行 D65 附近的白色顯示時的功耗。當估算發光裝置的功耗時，假設以下條件。

[0324]

[表 6]

面板尺寸	4.3（英寸） （縱橫比 16:9）
面板面積	51.0（cm^2）
開口率	35%
全白色（實效亮度）	300（cd/m^2）

[0325]

表 7 示出實施例的發光裝置的計算結果，表 8 示出比較例子的發光裝置的計算結果。

[0326]

[表 7]

發光元件	電壓（V）	電流密度（mA/cm^2）	CIE 色度（x,y）	亮度（cd/m^2）	電流效率（cd/A）	功耗（mW）
4（紅色）	-	-	(0.67,0.33)	-	22.1	0
5（黃色）	5.9	2.2	(0.44,0.55)	2956	137	57.2
6（綠色）	5.3	0.23	(0.33,0.66)	139	61.1	5.3
7（藍色）	6.4	7.2	(0.17,0.07)	334	4.66	203.7

[0327]

[表 8]

比較發光元件	電壓（V）	電流密度（mA/cm^2）	CIE 色度（x,y）	本質亮度（cd/m^2）	電流效率（cd/A）	功耗（mW）
4（紅色）	6.0	2.1	(0.67,0.33)	572	27.8	73.7
5（綠色）	6.3	2.7	(0.29,0.70)	1792	67.2	99.2
6（藍色）	6.6	5.6	(0.16,0.06)	208	3.72	221.1

[0328]

在上述計算結果中，實效亮度爲本質亮度×開口率×1/4（子像素的面積比率（假設一個像素由紅色、綠色、藍色及黃色的四個子像素構成的發光裝置）），電流量爲電流密度×面板面積×開口率×1/4（各子像素的面積比率），顯示部的功耗爲電流量×電壓。

[0329]

從表 7 和表 8 可知，爲了發射白色發光而需要的功耗在比較例子的發光裝置中爲 394mW，而在實施例的發光裝置中爲 266mW，實施例的發光裝置的功耗更低。當在比較例子的發光裝置中獲得白色發光時，比較發光元

件 4（紅色）及比較發光元件 5（綠色）都需要規定比率的本質亮度。然而，當在實施例的發光裝置中獲得白色發光時，發光元件 4（紅色）處於非發光狀態，發光元件 6（綠色）的發光亮度也低，爲 139cd/m^2，幾乎不影響到功耗。換而言之，當在實施例的發光裝置中獲得白色發光時，幾乎僅使發光元件 7（藍色）及發光元件 5（黃色）發光。由於發光元件 5（黃色）的電流效率高，爲 137cd/A，因此雖然比較例子的發光裝置和實施例的發光裝置的藍色元件的功耗大致相同，但是實施例的發光裝置的功耗比比較例子的發光裝置低得多。

實施例 3

[0330]

示出估算本發明的一個實施方式的發光裝置以 300cd/m^2 進行 D65 附近的白色顯示時的亮度劣化的結果。在本實施例中，對具有與本發明的一個實施方式的發光裝置中的發光元件相同結構的發光元件 8（藍色）及發光元件 9（黃色）進行驅動試驗，其中，在電流密度爲恆定且初始亮度分別爲 300cd/m^2 和 3000cd/m^2。將各發光元件的初始亮度設定爲接近於在具有如下條件的本發明的一個實施方式的發光裝置中爲了獲得 D65 附近的白色顯示而需要的亮度的值。假設進行白色顯示的情況進行驅動試驗是因爲需要一直發射光的白色顯示是劣化速度最快的條件。

[0331]

[表 9]

面板尺寸	4.3（英寸） （縱橫比 16:9）
面板面積	51.0（cm^2）
開口率	35%
全白色（實效亮度）	300（cd/m^2）

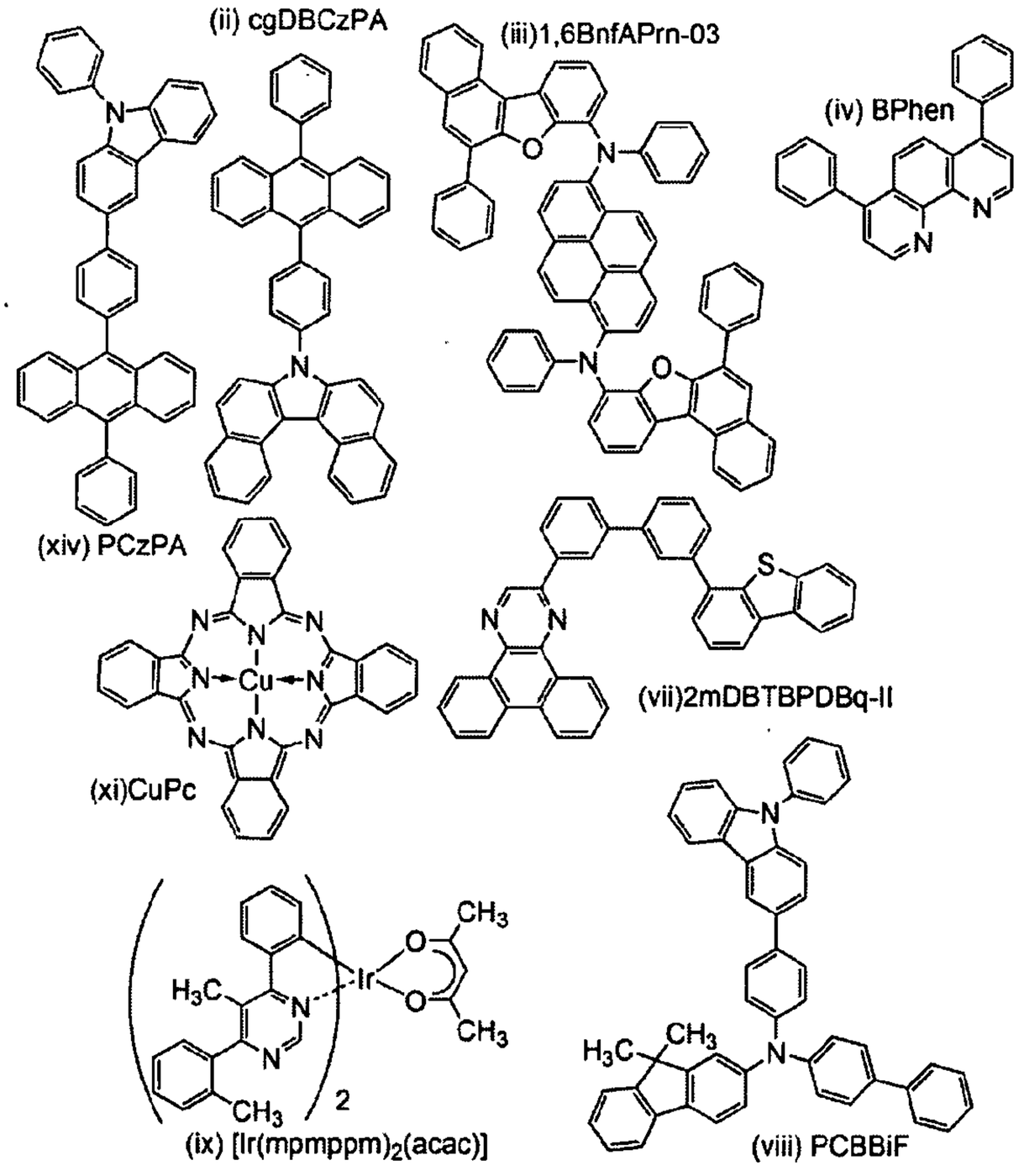
[0332]

注意，由於如下兩個理由，不對紅色發光元件及綠色發光元件進行測定：由於從黃色發光層提取光，因此可認爲紅色發光元件及綠色發光元件的劣化舉動與黃色發光元件相同；如實施例 2 所示，在進行顯示 D65 附近的白色顯示時紅色發光元件及綠色發光元件所需要的亮度較小，而不對可靠性造成影響。

[0333]

以下示出用於發光元件 8 及發光元件 9 的有機化合物的結構式。

[0334]



[0335]

（發光元件 8 及發光元件 9 的製造方法）

首先，在玻璃基板上利用濺射法形成銀（Ag）、鈀（Pd）及銅（Cu）的合金膜（簡稱：APC）來形成第一電極（反射電極）。第一電極的厚度爲 100nm，電極面積爲 2mm×2mm。

[0336]

接著，在第一電極上作爲透明導電膜利用濺射法形成包含氧化矽的銦錫氧化物。發光元件 8（藍色）的透明導電膜的厚度爲 85nm，發光元件 9（黃色）的透明導電膜的厚度爲 65nm。

[0337]

接著，作爲形成有機化合物層的預處理，用水對形成有反射電極及透明導電膜的基板的表面進行洗滌，以 200℃焙燒 1 小時，然後進行 UV 臭氧處理 370 秒。

[0338]

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，以 170℃進行 30 分鐘的真空焙燒，然後對基板進行 30 分鐘左右的冷卻。

[0339]

接著，以形成有透明導電膜的面朝下方的方式將基板固定於設置在真空蒸鍍裝置內的基板支架上。然後，在透明導電膜上藉由利用電阻加熱的蒸鍍法共蒸鍍由上述結構式（xiv）表示的 9-苯基-3-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：PCzPA）和氧化鉬（VI），由此形成第一電洞注入層。發光元件 8（藍色）的第一電洞注入層的厚度爲 40nm，發光元件 9（黃色）的第一電洞注入層的厚度爲 45nm。另外，將 PCzPA 與氧化鉬的重量比調節爲 1：0.5（=PCzPA：氧化鉬）。

[0340]

接著，在第一電洞注入層上以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍 PCzPA，來形成第一電洞傳輸層。

[0341]

接著，在第一電洞傳輸層上以厚度爲 25nm 的方式蒸鍍由上述結構式（ii）表示的 7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c，g]咔唑（簡稱：cgDBCzPA）和由上述結構式（iii）表示的 N,N’-（芘-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）並使其重量比爲 1：0.03（=cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03），由此形成第一發光層。

[0342]

接著，在第一發光層上以厚度爲 10nm 的方式蒸鍍 cgDBCzPA，並以厚度爲 10nm 的方式蒸鍍由上述結構式（vi）表示的紅啡啉（簡稱：BPhen），由此形成第一電子傳輸層。

[0343]

在形成第一電子傳輸層之後，以厚度爲 0.1nm 的方式蒸鍍氧化鋰（Li_2O），然後以厚度爲 2nm 的方式蒸鍍由上述結構式（xi）表示的酞青銅（簡稱：CuPc），而且共蒸鍍 PCzPA 和氧化鉬並使其重量比爲 1：0.5（=PCzPA：氧化鉬），由此形成中間層。中間層的厚度爲 12.5nm。

[0344]

然後，在中間層上以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍 PCzPA，來形成第二電洞傳輸層。

[0345]

在形成第二電洞傳輸層之後，共蒸鍍由上述結構式（vii）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）、由上述結構式（viii）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）以及由上述結構式（ix）表示的雙｛2-[5-甲基-6-（2-甲基苯基）-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC｝（2,4-戊二酮根-κ^2O，O’）銥（III）（簡稱：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]）並使其重量

比爲 0.8：0.2：0.06（=2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：[Ir（mpmppm）$_2$（acac）]），由此形成第二發光層。第二發光層的厚度爲 40nm。

[0346]

接著，在第二發光層上以厚度爲 15nm 的方式蒸鍍 2mDBTBPDBq-II，然後，在 2mDBTBPDBq-II 上以厚度爲 20nm 的方式蒸鍍 BPhen，由此形成第二電子傳輸層。

[0347]

之後，以厚度爲 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰來形成電子注入層，最後以厚度爲 15nm 的方式共蒸鍍銀和鎂並使其體積比爲 1：0.1，接著利用濺射法形成 70nm 的 ITO，來形成第二電極（半透射　半反射電極），由此形成發光元件 8（藍色）及發光元件 9（黃色）。在上述蒸鍍過程中，都利用電阻加熱法進行蒸鍍。

[0348]

表 10 示出發光元件 8 及發光元件 9 的元件結構。

[0349]

[表 10]

反射電極		電洞注入層	第一電洞傳輸層	第一發光層	第一電子傳輸層	
APC	ITSO	PCzPA：MoOx 1：0.5	PCzPA	cgDBCzPA：1,6BnfAPrn-03 1：0.03	cgDBCzPA	BPhen
100nm	*17	*18	20nm	25nm	10nm	10nm

後面接*20 →

中間層			第二電洞傳輸層	第二發光層	第二電子傳輸層	
Li_2O	CuPC	PCzPA：MoOx 1：0.5	PCzPA	2mDBTBPDBq-II：PCBBiF：[Ir(mpmppm)$_2$(acac)] 0.8：0.2：0.06	2mDBTBP DBq-II	BPhen
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm	40nm	15nm	20nm

後面接*21→

*

20

電子注入層	半透射 半反射電極		濾色片
LiF 1nm	Ag:Mg 1：0.1 15nm	ITO 70nm	*19

*

*17　發光元件 8：85nm，發光元件 9：65nm

*18　發光元件 8：40nm，發光元件 9：45nm

*19　發光元件 8：藍色 0.8μm，發光元件 9：黃色 0.8μm

[0350]

在氮氛圍的手套箱中，以不使發光元件暴露於大氣的方式使用玻璃基板對發光元件 8（藍色）及發光元件 9（黃色）進行密封（將密封材料塗佈在元件的周圍，在密封時進行 UV 處理（波長爲 365nm，6J/cm^2）以及 80℃的溫度下的 1 小時的熱處理），然後測定初期特性。該測定在室溫下（在保持爲 25℃的氛圍中）進行。在發光元件 8 中對穿過藍色濾色片的光進行測定，在發光元件 9 中對穿過黃色濾色片的光進行測定。

[0351]

圖 39 示出發光元件 8（藍色）及發光元件 9（黃色）的亮度-電流密度特性，圖 40 示出電流效率-亮度特性，圖 41 示出亮度-電壓特性，圖 42 示出電流-電壓特性，圖 43 示出發射光譜。如圖式所示，發光元件 8 及發光元件 9 示出良好的特性。

[0352]

接著，對發光元件 8（藍色）及發光元件 9（黃色）進行驅動試驗，其中，在電流密度爲恆定且初始亮度分別爲 300cd/m^{2}和 3000cd/m^2。圖 44 示出初始亮度爲 100%時的相對於驅動時間的亮度變化。

[0353]

從圖 44 可知，發光元件 8 的亮度降低至初始亮度的 90%而需要的時間大約爲 2300 小時，發光元件 9 所需要的時間大約爲 6000 小時。由此可知，本發明的一個實施方式的發光裝置的功耗非常低，但是亮度劣化小，實用可靠性高。

實施例 4

[0354]

在本實施例中，在實際上利用白色濾色片方式製造 254ppi 的發光裝置。圖 37 示出所製造的發光裝置的照片。在每個像素中，50μm×50μm 的紅色、黃色、綠色及藍色的子像素被配置爲“田”字狀。圖 38 示出該發光裝置與使用紅色、綠色、藍色的子像素的白色濾色片方式的比較例子的發光裝置的顯示靜態影像時的功耗對比。算出峰值亮度爲 300cd/m^2 且顯示各種靜態影像時的面板部的功耗。

[0355]

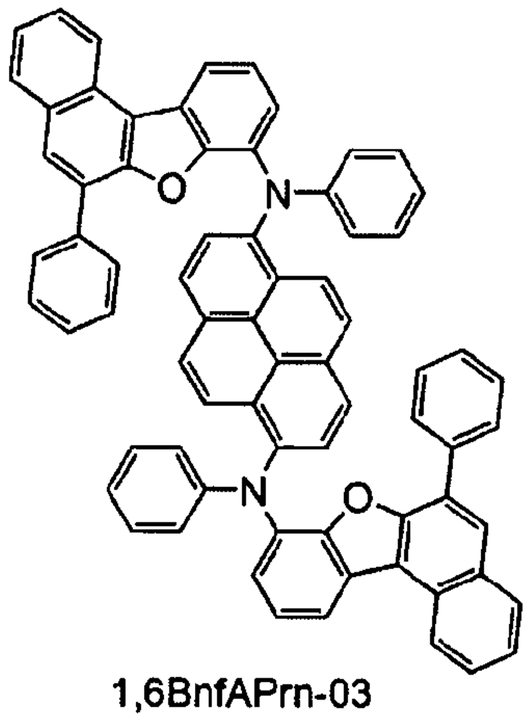
從圖 38 可以明顯知道實施例的發光裝置的功耗比比較例子的發光裝置低。尤其是，在白色顯示部多的影像中，本發明的低功耗化的效果很明顯。單位面積的面板功耗在白色顯示的區域大的靜態影像中最高，隨著黑色顯示的區域增加而降低。這是在黑色顯示的區域中，液晶需要一直使背光發光，而 OLED 可以處於非發光狀態。

[0356]

（參考例子）

在本參考例子中，對在實施例中使用的有機化合物，亦即 N,N’-（芘-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）的合成方法進行說明。以下示出 1,6BnfAPrn-03 的結構。

[0357]



1,6BnfAPrn-03

[0358]

<步驟 1：6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

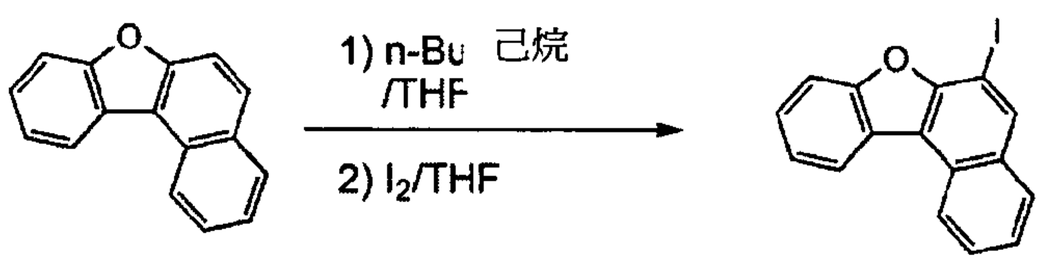
將 8.5g（39mmol）的苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在 500mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，然後添加 195mL 的四氫呋喃（THF）。將該溶液冷卻到-75℃，然後將 25mL（40mmol）的正丁基鋰（1.59mol/L 正己烷溶液）滴加到該溶液中。在滴加之後，在室溫下攪拌該溶液 1 小時。

[0359]

在經過規定時間之後，將該溶液冷卻到−75℃，對該溶液滴加將 10g（40mmol）的碘溶解於 40mL 的 THF 的溶液。在滴加之後，在將所得到的溶液回升至室溫的同時攪拌 17 小時。在經過規定時間之後，對該混合物加入硫代硫酸鈉水溶液攪拌 1 小時，然後使用水洗滌該混合物的有機層，使用硫酸鎂使有機層乾燥。在乾燥之後，對該混合物進行自然過濾，藉由使

所得到的溶液藉由矽藻土（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：540-00135）進行吸引過濾。濃縮所得到的濾液來得到固體，使用甲苯對其進行再結晶，以45%的產率得到6.0g（18mmol）的目的物的白色粉末。以下示出步驟1的合成方案。

[0360]



[0361]

<步驟2：6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

將6.0g（18mmol）的6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.4g（19mmol）的苯硼酸、70mL的甲苯、20mL的乙醇及22mL的碳酸鉀水溶液（2.0mol/L）放在200mL三頸燒瓶中。在對該混合物進行減壓的同時，攪拌該混合物而脫氣。在脫氣之後，對燒瓶內進行氮氣置換，加入480mg（0.42mmol）的四（三苯基膦）鈀（0）。在氮氣流下以90℃攪拌該混合物12小時。

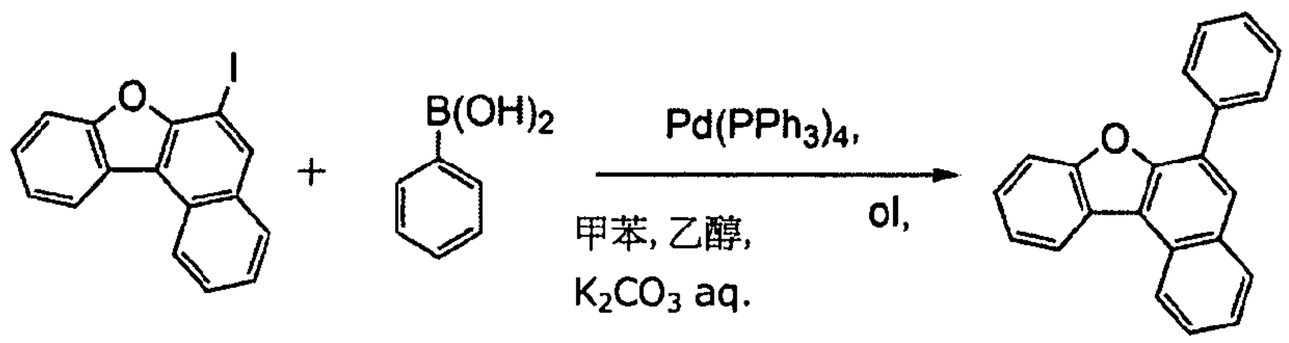
[0362]

在經過規定時間之後，將水加入到該混合物中，並用甲苯對水層進行萃取。混合所得到的萃取溶液和有機層，使用水進行洗滌，然後使用硫酸鎂乾燥。對該混合物進行自然過濾，濃縮所得到的濾液來得到固體，將其溶解於甲苯。藉由使所得到的溶液藉由矽藻土（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：540-00135）、礬土進行吸引過濾。濃縮所得到的濾液來得到固體，使用甲苯

對其進行再結晶，以 93%的產率得到 4.9g（17mmol）的目的物的白色固體。

以下示出步驟 2 的合成方案。

[0363]



[0364]

<步驟 3：8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

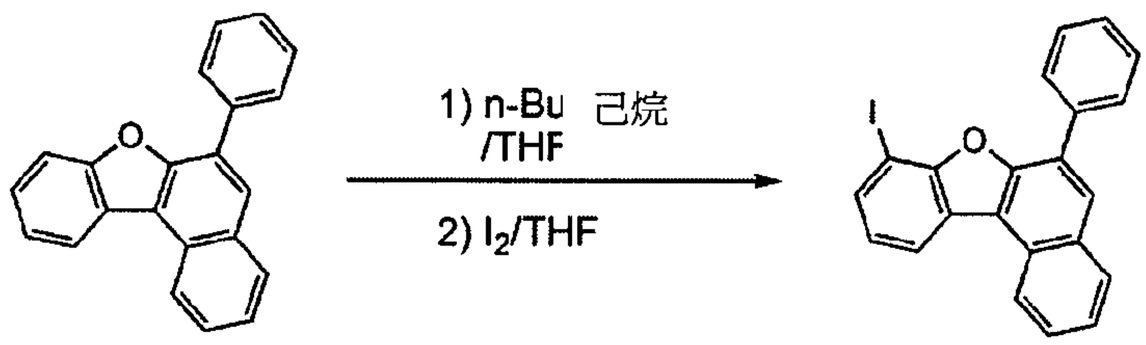
將 4.9g（17mmol）的 6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在 300mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，然後添加 87mL 的四氫呋喃（THF）。將該溶液冷卻到-75℃，然後將 11mL（18mmol）的正丁基鋰（1.59mol/L 正己烷溶液）滴加到該溶液中。在滴加之後，在室溫下攪拌該溶液 1 小時。在經過規定時間之後，將該溶液冷卻到−75℃，對該溶液滴加將 4.6g（18mmol）的碘溶解於 18mL 的 THF 的溶液。

[0365]

在將所得到的溶液回升至室溫的同時攪拌 17 小時。在經過規定時間之後，對該混合物加入硫代硫酸鈉水溶液攪拌 1 小時，然後使用水洗滌該混合物的有機層，使用硫酸鎂使有機層乾燥。對該混合物進行自然過濾，藉由使所得到的溶液藉由矽藻土（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：540-00135）及礬土進行吸引過濾。濃縮所得到的濾液來得到固體，使用甲苯對其進行再結

晶，以 53%的產率得到 3.7g（8.8mmol）的目的物的白色固體。以下示出步驟 3 的合成方案。

[0366]



[0367]

<步驟 4：1,6BnfAPrn-03 的合成>

將 0.71g（2.0mmol）的 1,6-二溴芘、1.0g（10.4mmol）的三級丁醇鈉、10mL 的甲苯、0.36mL（4.0mmol）的苯胺及 0.3mL 的三（三級丁基）膦（10wt%已烷溶液）放在 100mL 三頸燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換。對該混合物加入 50mg（85μmol）的雙（二亞苄基丙酮）鈀（0），以 80℃攪拌 2 小時。

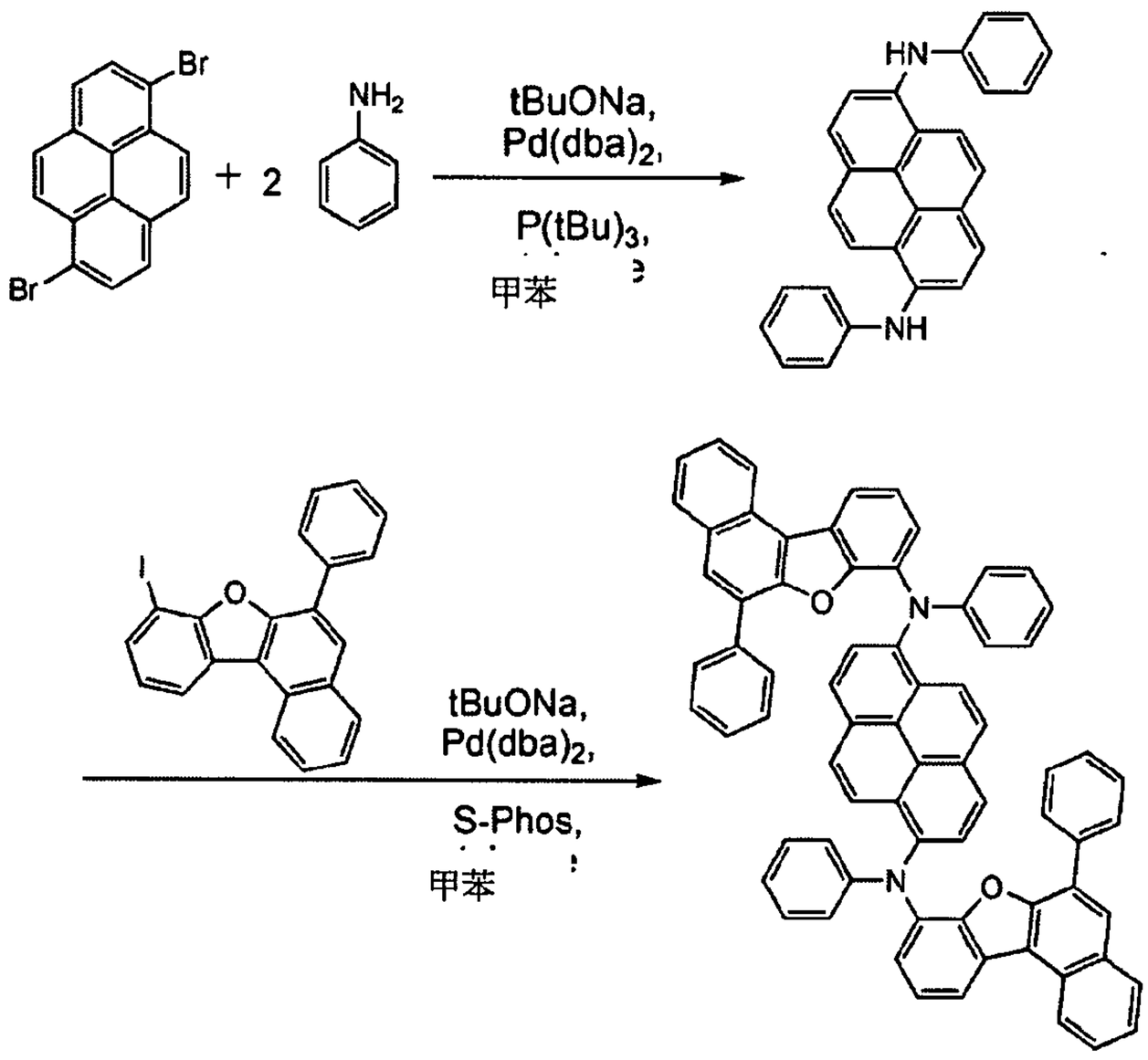
[0368]

在經過規定時間之後，對所得到的混合物加入 1.7g（4.0mmol）的 8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、180mg（0.44mmol）的 2-二環已基膦基-2’,6’-二甲氧基聯苯（簡稱：S-Phos）及 50mg（85μmol）的雙（二亞苄基丙酮）鈀（0），在 100℃下攪拌該混合物 15 小時。在經過規定時間之後，將所得到的混合物藉由矽藻土（日本和光純藥工業公司，目錄號碼：531-16855）進行過濾。使用乙醇對藉由濃縮所得到的濾液來得到的固體進行洗滌並使用甲苯進行再結晶，以 71%的產率得到 1.38g（1.4mmol）的目的物的黃色固體。

[0369]

藉由利用梯度昇華方法對所得到的黃色固體 1.37mg（1.4mmol）進行昇華精煉。在昇華精煉中，在氬流量爲 10mL/min、壓力爲 2.3Pa 的條件下以 370℃加熱黃色固體。在進行昇華精煉之後，以 50%的產率得到 0.68g（0.70mmol）的黃色固體。以下示出步驟 4 的合成方案。

[0370]



[0371]

以下示出利用核磁共振法（^{1}H-NMR）來分析藉由上述步驟 4 得到的黃色固體的結果。由其結果可知：得到了 1,6BnfAPrn-03。

[0372]

^{1}H NMR（二氯甲烷-d2、500MHz）：δ=6.88（t，J=7.7Hz，4H），7.03–7.06（m，6H），7.11（t，J=7.5Hz，2H），7.13（d，J=8.0Hz，2H），7.28–7.32（m，8H），7.37（t，J=8.0Hz，2H），7.59（t，J=7.2Hz，2H），7.75（t，J=7.7Hz，2H），7.84（d，J=9.0Hz，2H），7.88（d，J=8.0Hz，2H），8.01（s，2H），8.07

（d，J=8.0Hz，4H），8.14（d，J=9.0Hz，2H），8.21（d，J=8.0Hz，2H），8.69（d，J=8.5Hz，2H）.

【符號說明】

[0373]

101　第一電極

102　第二電極

103a　EL 層

103b　EL 層

104a　電洞注入層

104b　電洞注入層

105a　電洞傳輸層

105b　電洞傳輸層

106　發光層

106a　發光層

106b　發光層

107a　電子傳輸層

107b　電子傳輸層

108a　電子注入層

108b　電子注入層

109　電荷產生層

113　第一發光層

114　第二發光層

121　客體材料（螢光材料）

122　主體材料

131　客體材料（磷光材料）

132　第一有機化合物

133　第二有機化合物

134　激態錯合物

501　基板

502　FET

503　第一電極

504　分隔壁

505　EL 層

506R　發光區域

506G　發光區域

506B　發光區域

506W　發光區域

506Y　發光區域

507R　發光元件

507G　發光元件

507B　發光元件

507W　發光元件

507Y　發光元件

508R　彩色層

508G　彩色層

508B　彩色層

508Y　彩色層

509　黑色層（黑矩陣）

510　第二電極

511　密封基板

601　元件基板

602　像素部

603　驅動電路部（源極線驅動電路）

604a　驅動電路部（閘極線驅動電路）

604b　驅動電路部（閘極線驅動電路）

605　密封材料

606　密封基板

607　佈線

608　FPC（撓性印刷電路）

609　FET

610　FET

611　開關 FET

612　電流控制 FET

613　第一電極（陽極）

614　絕緣物

615　EL 層

616　第二電極（陰極）

617　發光元件

618　空間

1100　基板

1102B　第一電極

1102G　第一電極

1102Y　第一電極

1102R　第一電極

1103d　藍色發光層

1103e　電洞注入層及電洞傳輸層

1103f　黃色發光層

1103h　電子傳輸層及電子注入層

1104　第二電極

1105　黑矩陣

1106B　濾色片

1106G　濾色片

1106Y　濾色片

1106R　濾色片

1101　密封基板

2000　觸控面板

2001　觸控面板

2501　顯示部

2502R　像素

2502t　電晶體

2503c　電容器

2503g　掃描線驅動電路

2503t　電晶體

2509　FPC

2510　基板

2511　佈線

2519　端子

2521　絕緣層

2528　分隔壁

2550R　發光元件

2560　密封層

2567BM　遮光層

2567p　反射防止層

2567R　彩色層

2570　基板

2580R　發光模組

2590　基板

2591　電極

2592　電極

2593　絕緣層

2594　佈線

2595　觸控感測器

2597　黏合層

2598　佈線

2599　連接層

2601　脈衝電壓輸出電路

2602　電流檢測電路

2603　電容器

2611　電晶體

2612　電晶體

2613　電晶體

2621　電極

2622　電極

7100　電視機

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

7302　外殼

7304　顯示面板

7305　表示時間的圖示

7306　其他圖示

7311　操作按鈕

7312　操作按鈕

7313　連接端子

7321　腕帶

7322　錶帶扣

7400　行動電話機

7401　外殼

7402　顯示部

7403　操作按鈕

7404　外部連接部

7405　揚聲器

7406　麥克風

7407　照相機

7500（1）　外殼

7500（2）　外殼

7501（1）　顯示部

7501（2）　顯示部

7502（1）　顯示部

7502（2）　顯示部

8001　照明設備

8002　照明設備

8003　照明設備

8004　照明設備

9310　可攜式資訊終端

9311　顯示面板

9312　顯示區域

9313　鉸鏈

9315　外殼

(108 年 8 月 8 日專利修正無畫線版本)

申請專利範圍

1. 一種發光裝置，包括：

發射藍色光的第一發光元件；

發射綠色光的第二發光元件；

發射紅色光的第三發光元件；以及

第四發光元件；

其中，該第一發光元件、該第二發光元件、該第三發光元件及該第四發光元件包括共同的 EL 層，

該 EL 層包括包含第一發光層的第一 EL 層、包含第二發光層的第二 EL 層及該第一 EL 層與該第二 EL 層之間的電荷產生層，

該第一發光層包含螢光物質，

該第二發光層包含磷光物質，

並且，該螢光物質為兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架各獨立地鍵合到芘骨架的有機化合物。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該第二發光層發射黃色磷光。

3. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該藍色光的峰值波長為 400nm 以上 480nm 以下，

該綠色光的峰值波長為 500nm 以上 560nm 以下，

並且該紅色光的峰值波長為 580nm 以上 680nm 以下。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該第四發光元件發射黃色光，

並且該黃色光的峰值波長為 555nm 以上 590nm 以下。

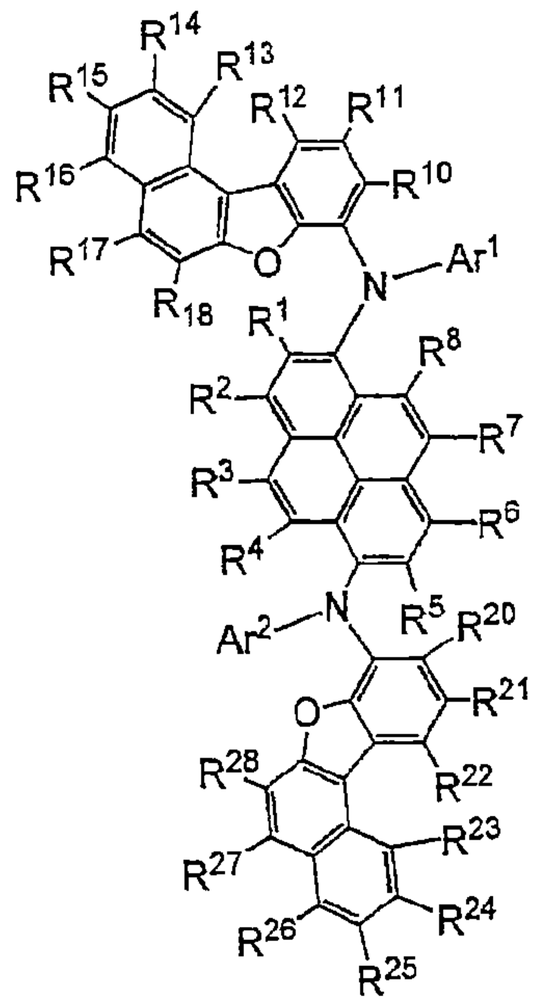
5. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架分別鍵合到該芘骨架的 1 位及 6 位。

6. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該兩個苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基胺骨架中的氮原子各獨立地鍵合到苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃基的 6 位或 8 位。

7. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該有機化合物由式（G1）表示，



(G1)

，

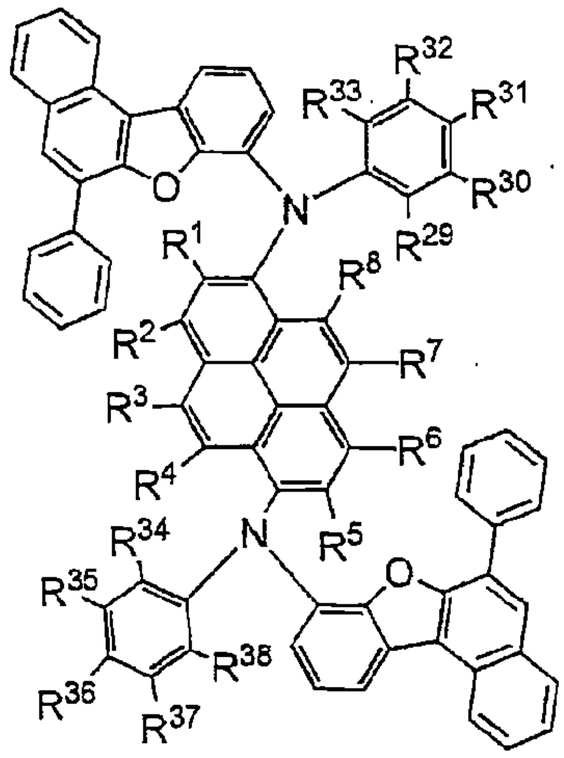
Ar^1 及 Ar^2 分別獨立地表示取代或未取代的具有形成環的 6 至 13 個碳原子的芳基，

並且 R^1 至 R^8、R^{10} 至 R^{18} 及 R^{20} 至 R^{28} 分別獨立地表示氫、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷基、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷氧

基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的鹵烷基或者取代或未取代的具有 6 至 10 個碳原子的芳基。

8. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該有機化合物由式（G2）表示，



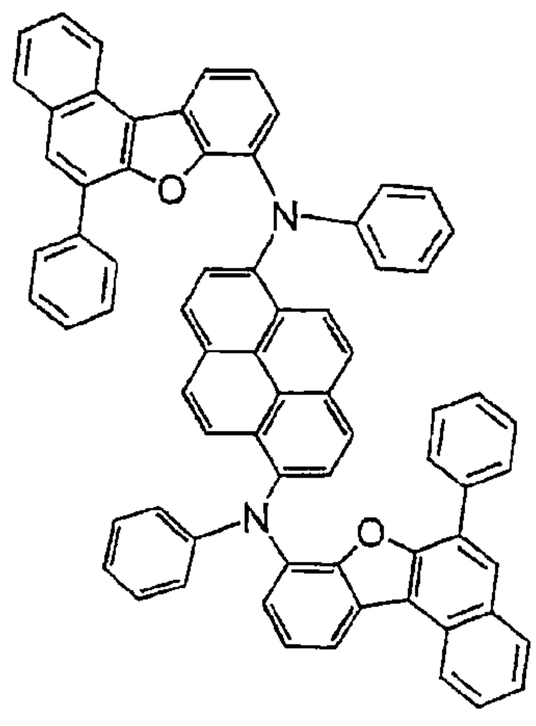
(G2)

，

並且 R^1 至 R^8 及 R^{29} 至 R^{38} 分別獨立地表示氫、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷基、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的烷氧基、氰基、鹵素、取代或未取代的具有 1 至 6 個碳原子的鹵烷基或者取代或未取代的具有 6 至 10 個碳原子的芳基。

9. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

其中該有機化合物由式（132）表示，



(132)

。

10. 一種包括申請專利範圍第 1 項之發光裝置的電子裝置，還包括：

連接端子或操作鍵。

11. 一種包括申請專利範圍第 1 項之發光裝置的照明設備。

12. 一種發光裝置，包括：

發射藍色光的第一發光元件；

發射綠色光的第二發光元件；

發射紅色光的第三發光元件；以及

發射黃色光的第四發光元件；

其中，該第一發光元件、該第二發光元件、該第三發光元件及該第四發光元件包括共同的 EL 層，

該 EL 層包括包含第一發光層的第一 EL 層、包含第二發光層的第二 EL 層及該第一 EL 層與該第二 EL 層之間的電荷產生層，

該第一發光層包含螢光物質，

該第二發光層包含磷光物質，

並且，該螢光發光物質的甲苯溶液中的該螢光發光物質的發射光譜的峰值波長為 440nm 以上 460nm 以下。

13. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，其中該第二發光層發射黃色磷光。

14. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，

其中該藍色光的峰值波長為 400nm 以上 480nm 以下，

該綠色光的峰值波長為 500nm 以上 560nm 以下，

該紅色光的峰值波長為 580nm 以上 680nm 以下，

並且該黃色光的峰值波長為 555nm 以上 590nm 以下。

15. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，其中該甲苯溶液中的該螢光發光物質的該發射光譜的半寬為 20nm 以上 50nm 以下。

16. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，其中該第一發光元件的 xy 色度座標中的 x 座標為 0.13 以上 0.17 以下且 y 座標為 0.03 以上 0.07 以下。

17. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，其中該螢光發光物質具有芳香二胺骨架。

18. 根據申請專利範圍第 12 項之發光裝置，其中該螢光發光物質具有芘二胺骨架。

19. 一種包括申請專利範圍第 12 項之發光裝置的電子裝置，還包括：連接端子或操作鍵。

20. 一種包括申請專利範圍第12項之發光裝置的照明設備。

圖式

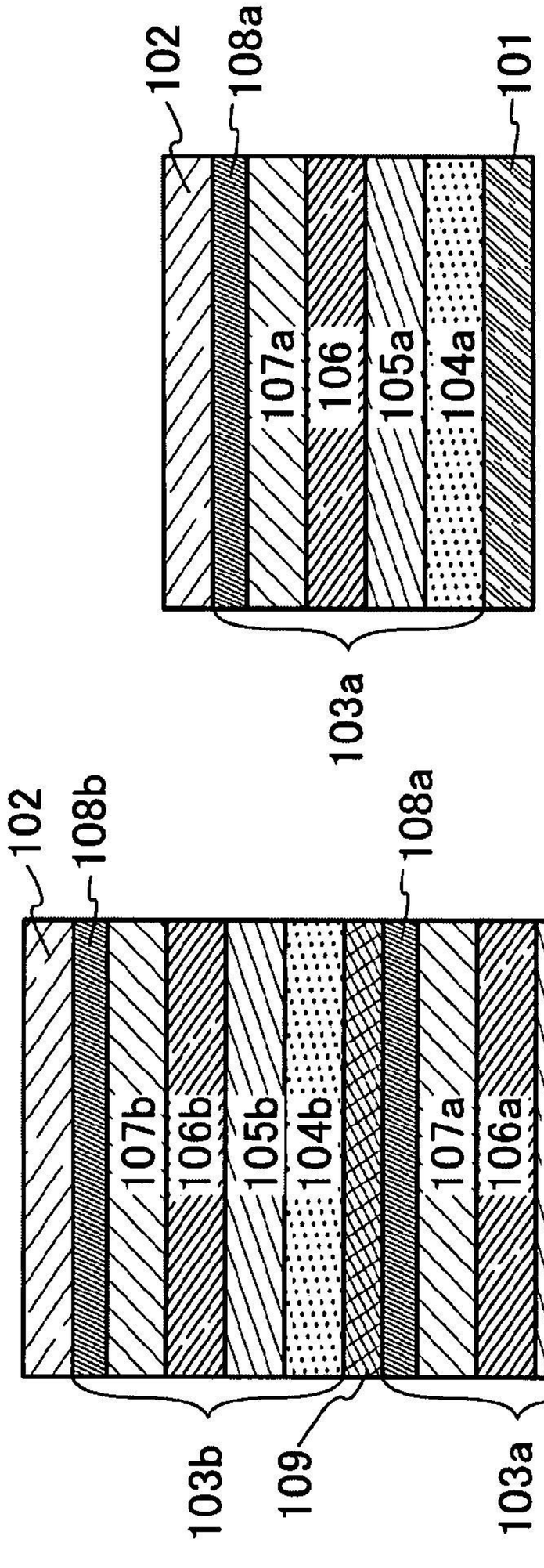

102
108a
101
107a
106
105a
104a
103a

圖 1B

102
108b
108a
101
107b
106b
105b
104b
107a
106a
105a
104a
103b
109
103a

圖 1A

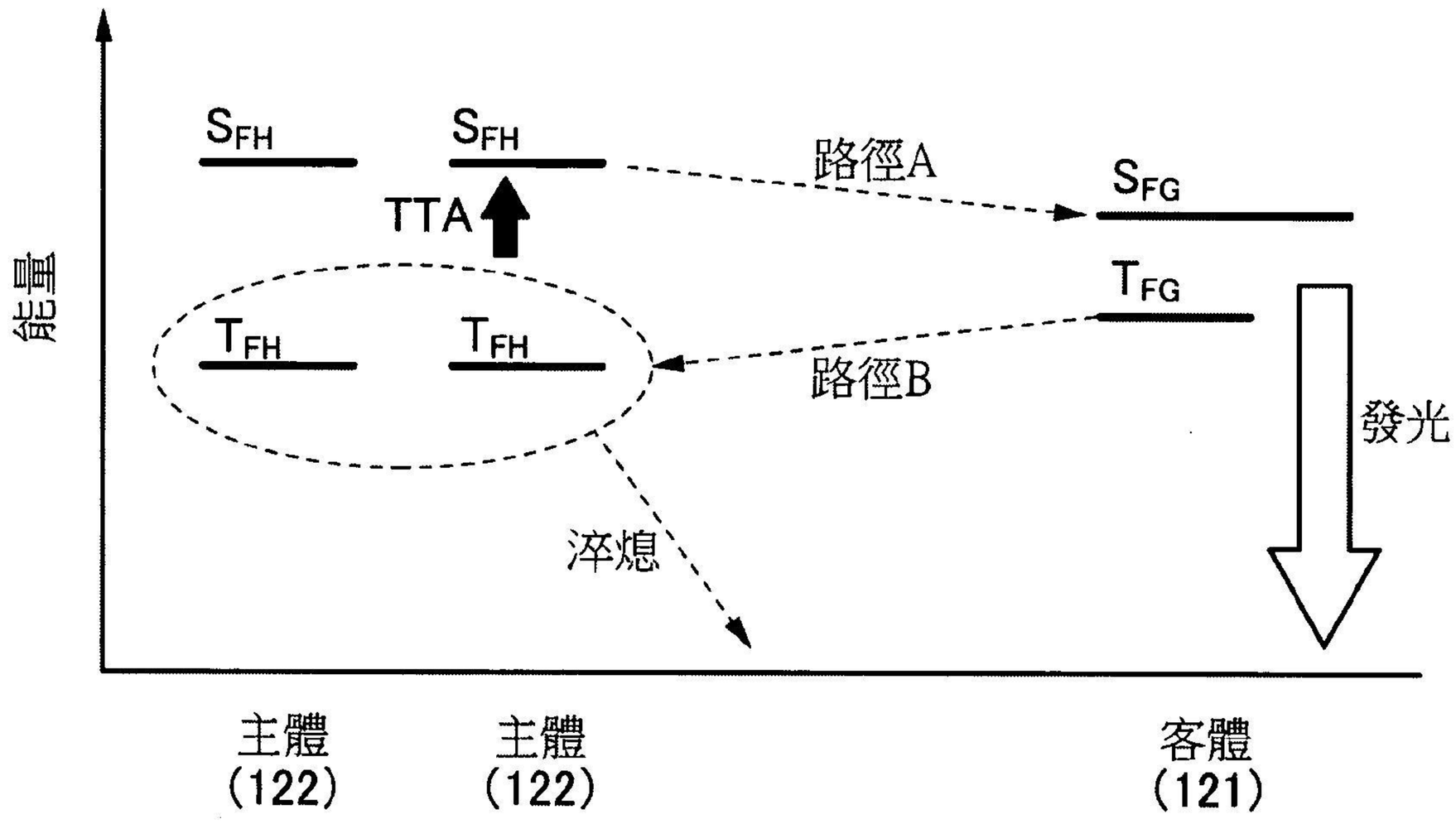

能量
S_{FH}
S_{FH}
路徑A
S_{FG}
TTA
T_{FG}
T_{FH}
T_{FH}
路徑B
發光
淬熄
主體
(122)
主體
(122)
客體
(121)

圖 2

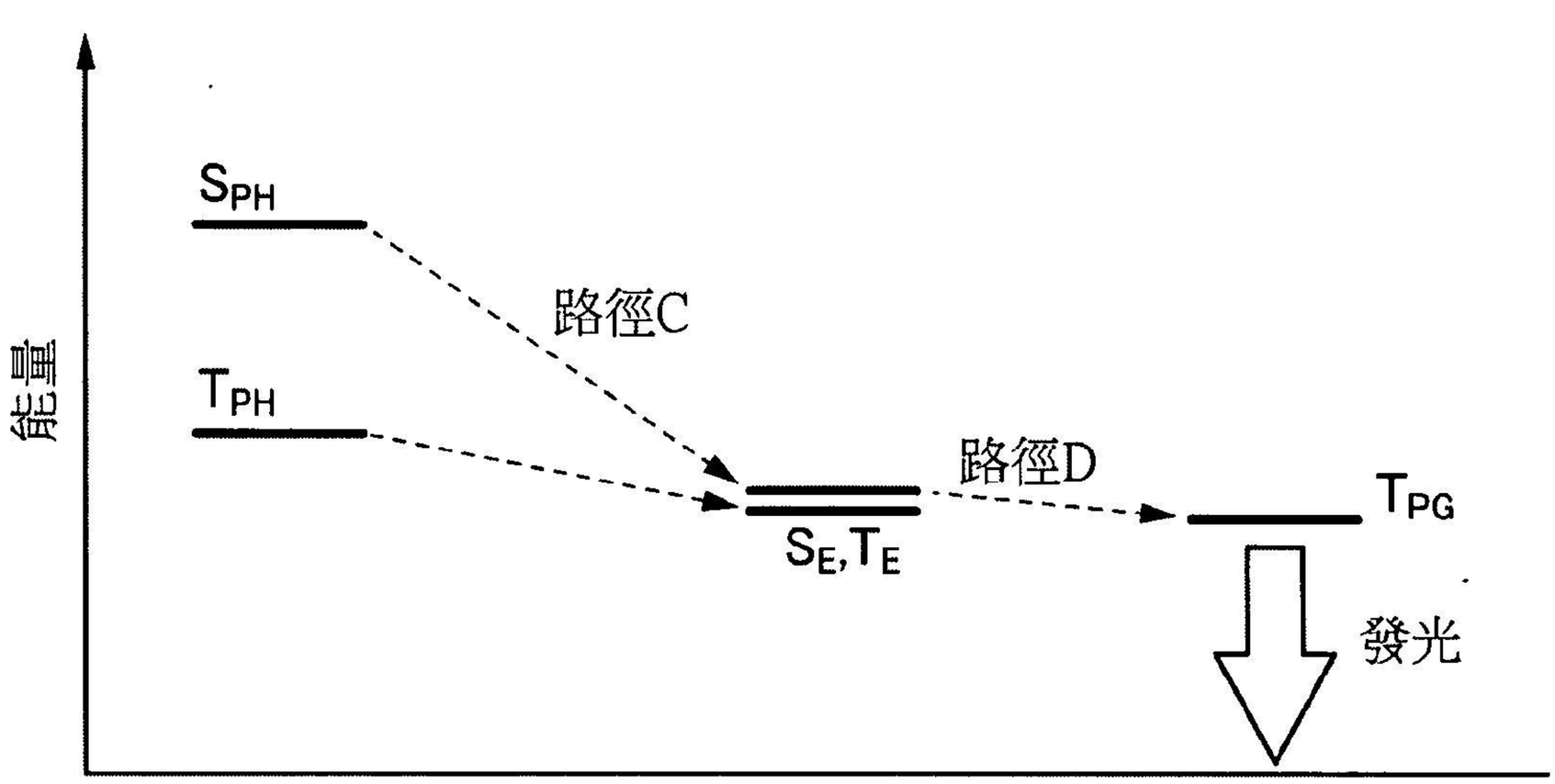

能量
S_{PH}
路徑C
T_{PH}
路徑D
T_{PG}
S_E,T_E
發光
第一有機化合物
(132)
激態錯合物
(Exciplex)
(134)
客體
(131)
+第二有機化合物
(133)

圖 3

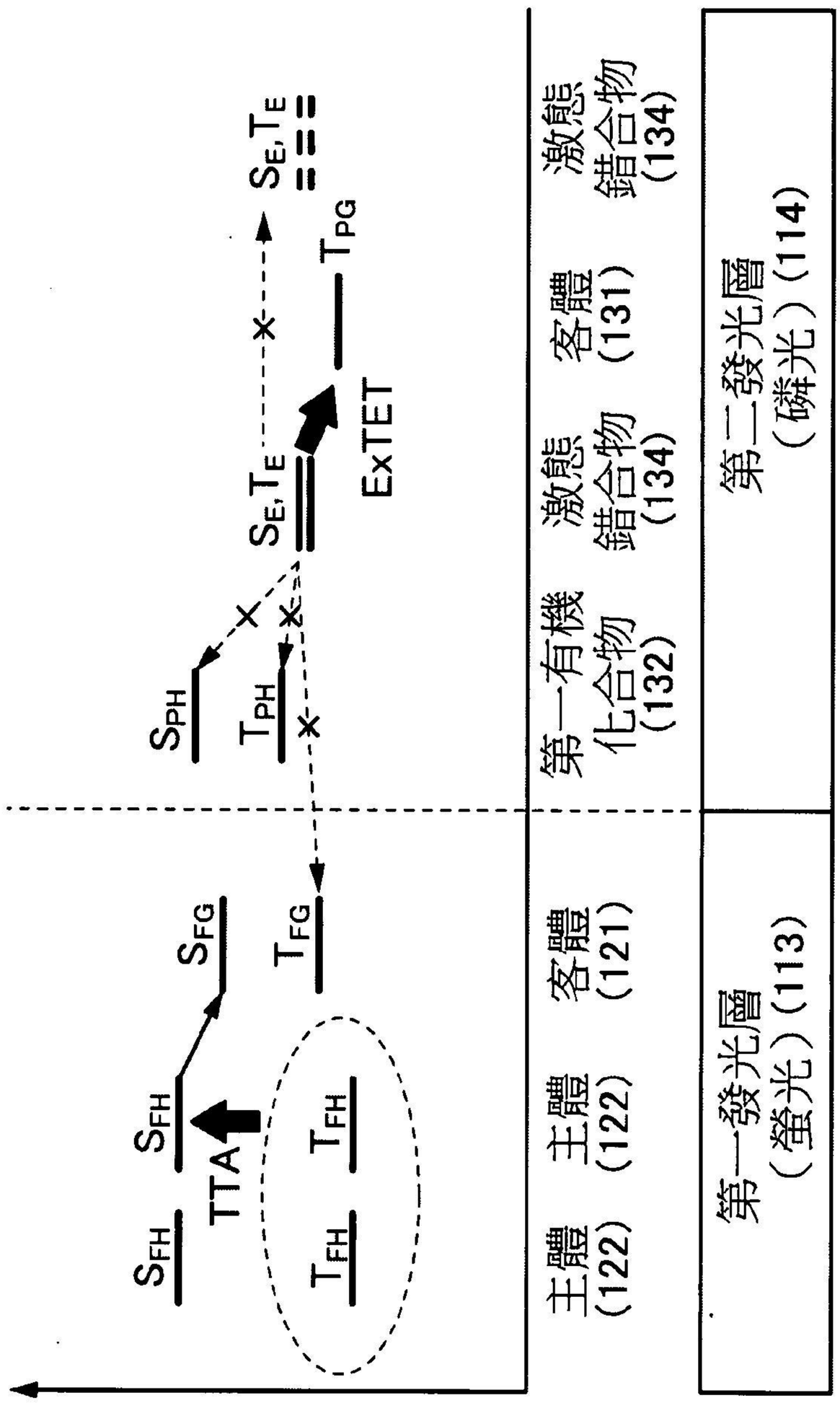

能量
第一發光層
（螢光）(113)
主體 (122)
主體 (122)
客體 (121)
第一有機化合物 (132)
激態錯合物 (134)
客體 (131)
激態錯合物 (134)
第二發光層
（磷光）(114)
S_{PH}
T_{PH}
S_{E}, T_{E}
ExTET
T_{PG}
S_{E}, T_{E}
S_{FH}
T_{FH}
TTA
S_{FH}
T_{FH}
S_{FG}
T_{FG}

圖 4

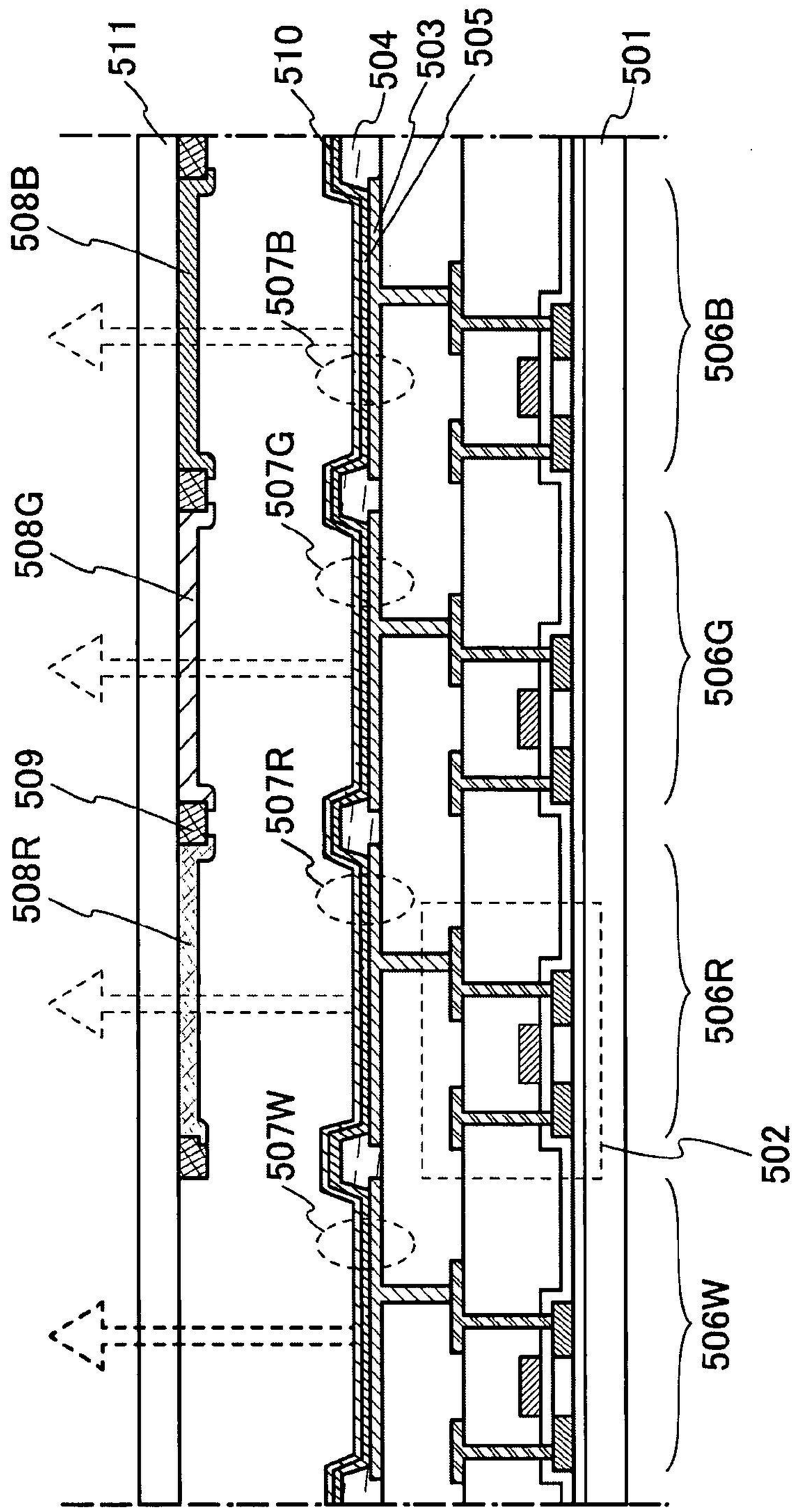

511
510
504
503
505
501
508B
507B
506B
508G
507G
506G
509
507R
508R
506R
507W
502
506W

圖 5

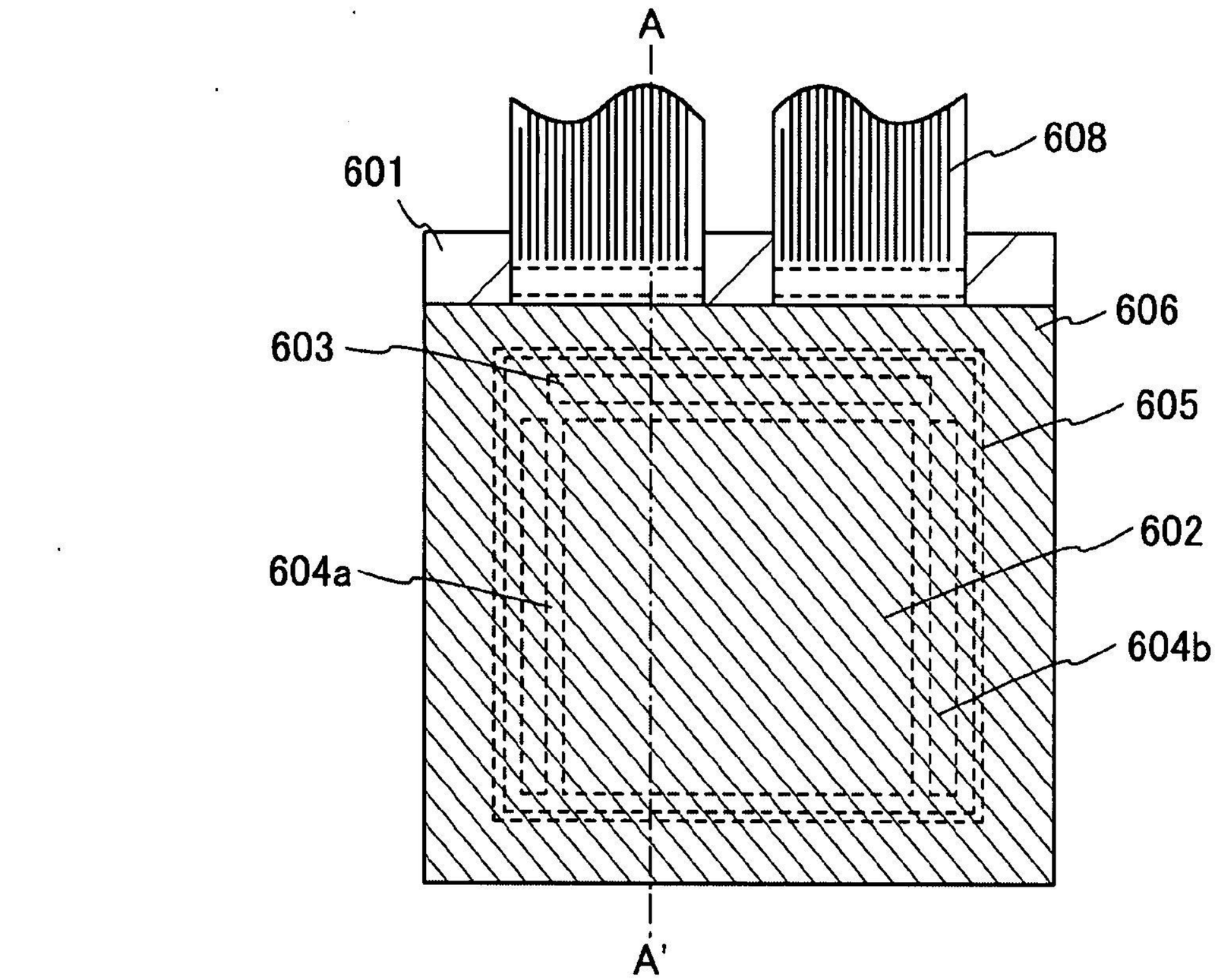

A
601
608
606
603
605
602
604a
604b
A'

圖 6A

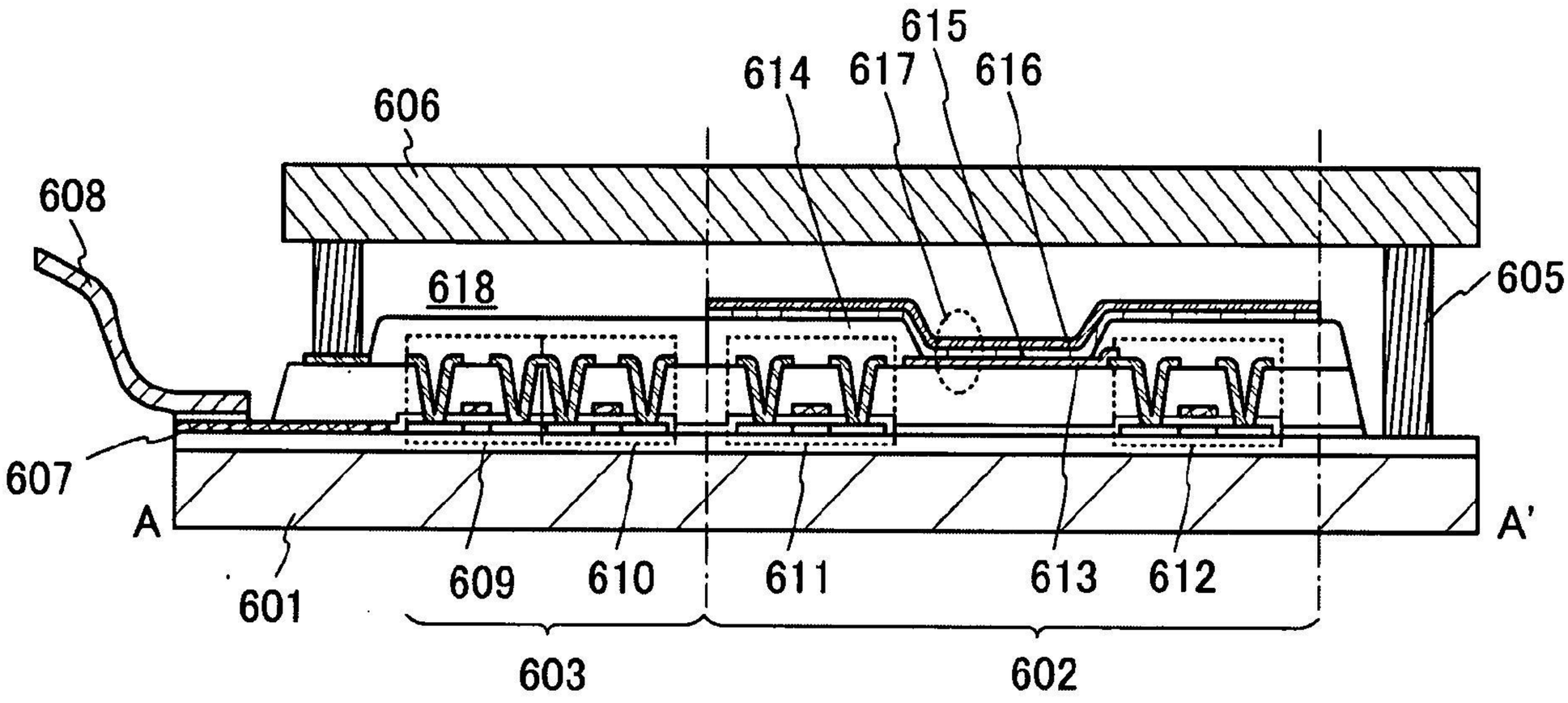

615
614
617
616
606
608
618
605
607
A
A'
601
609
610
611
613
612
603
602

圖 6B

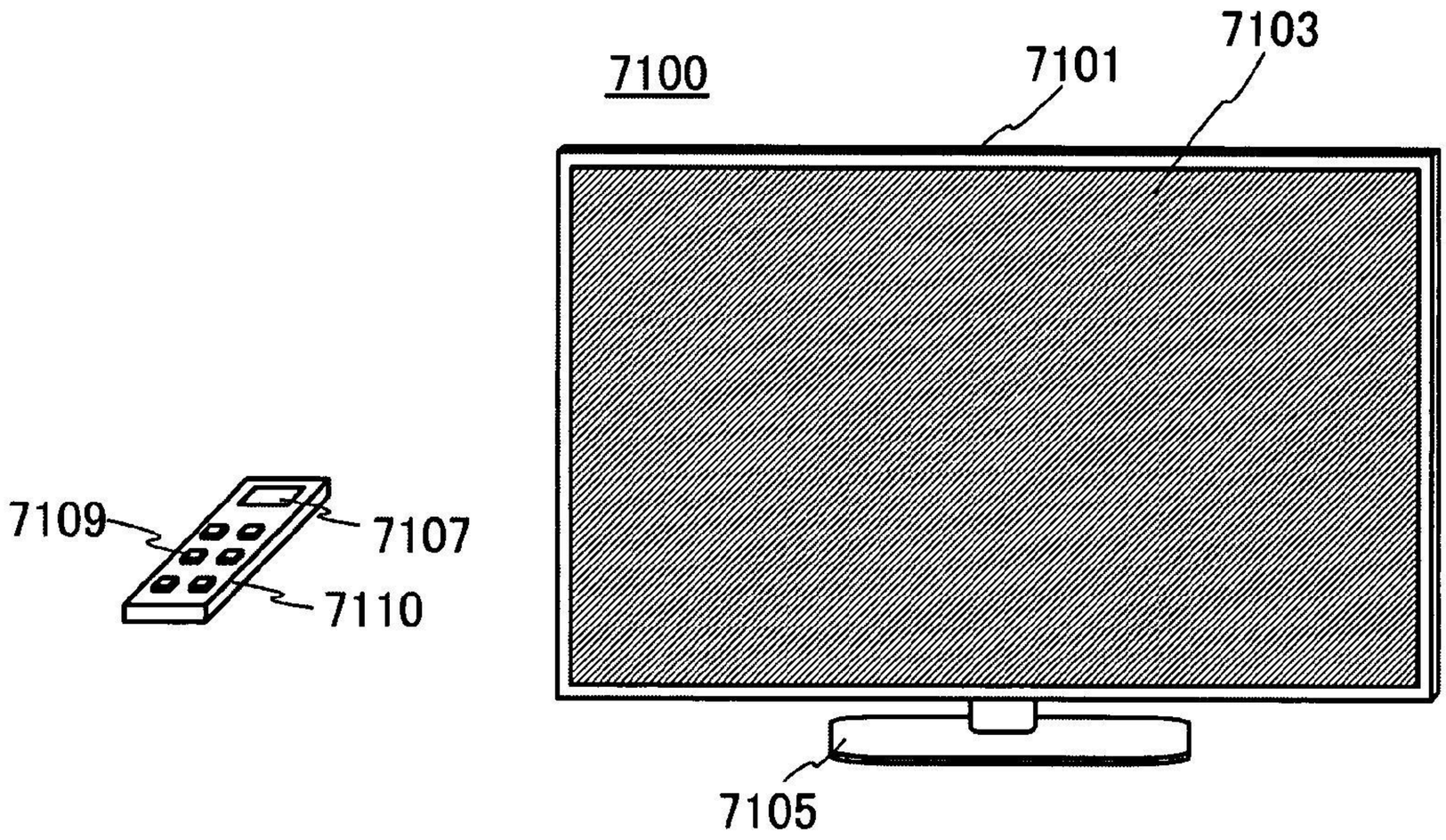


圖 7A

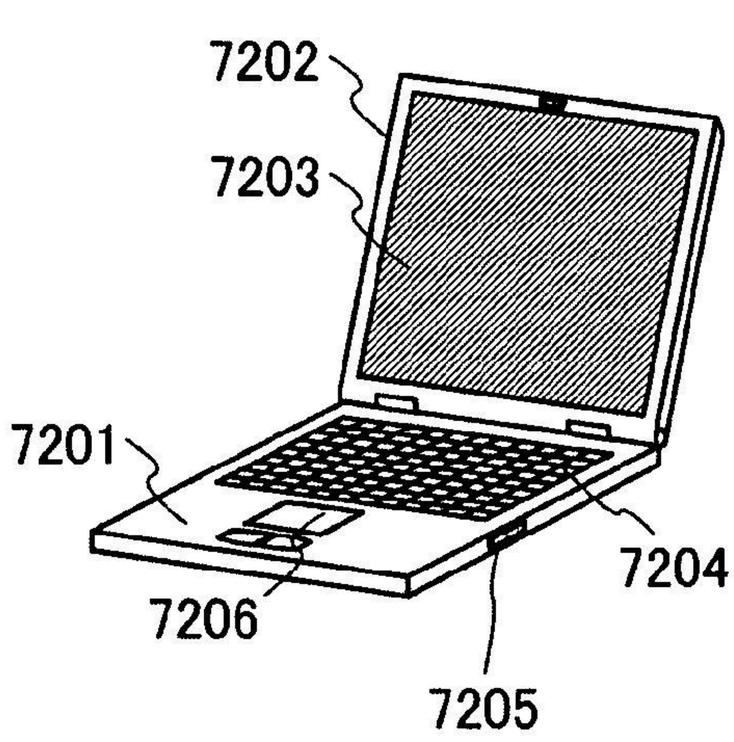


圖 7B

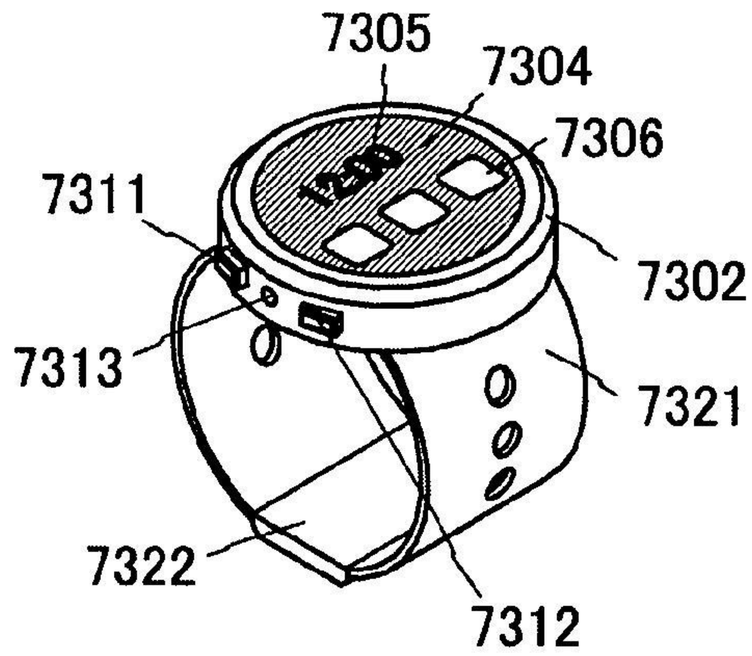


圖 7C

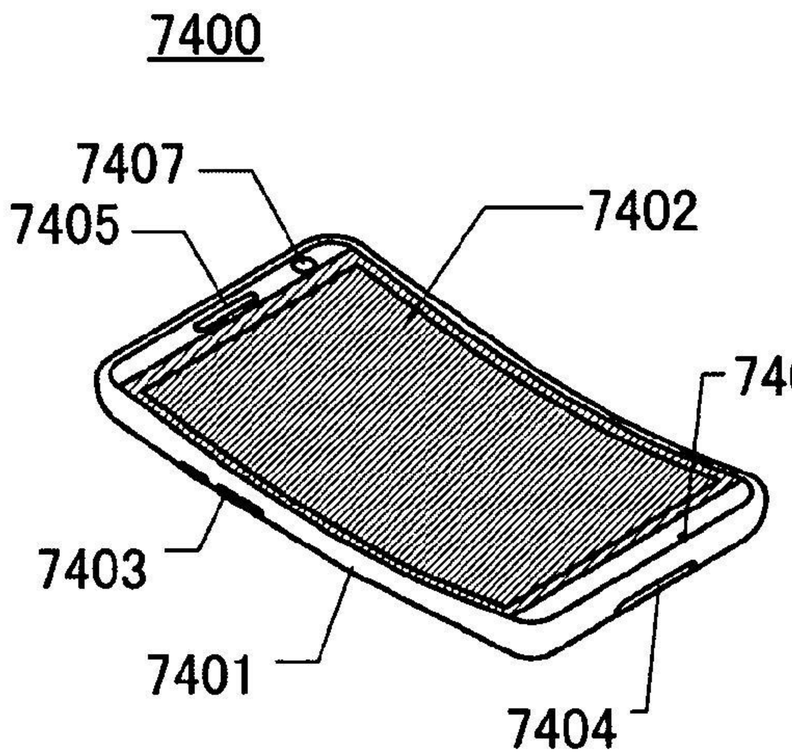


圖 7D

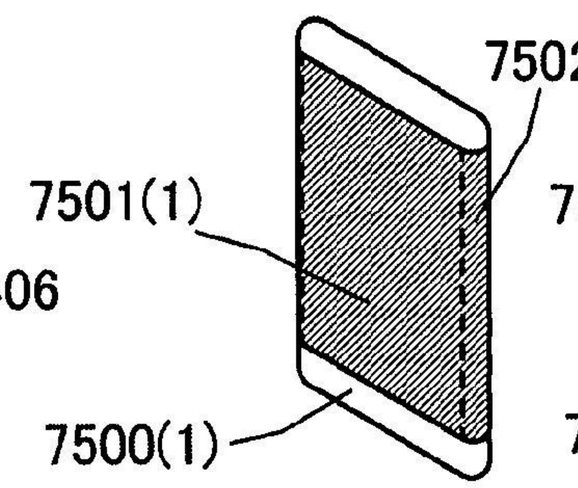


圖 7D'-1

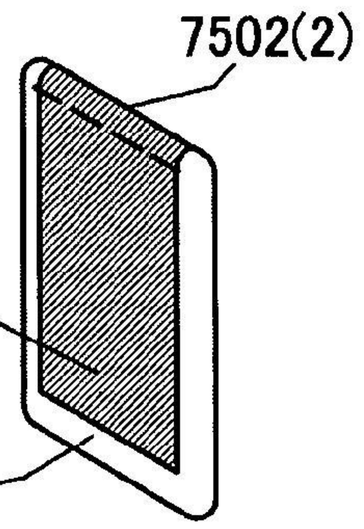


圖 7D'-2

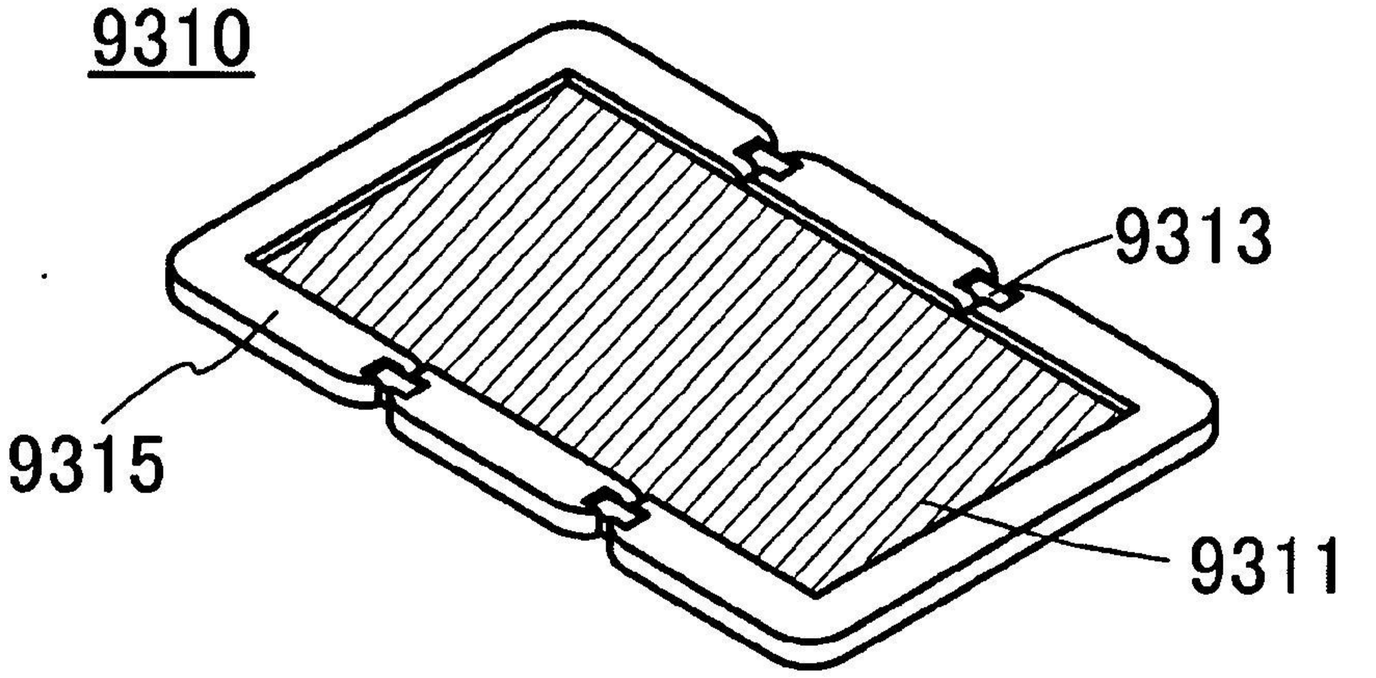


圖 8A

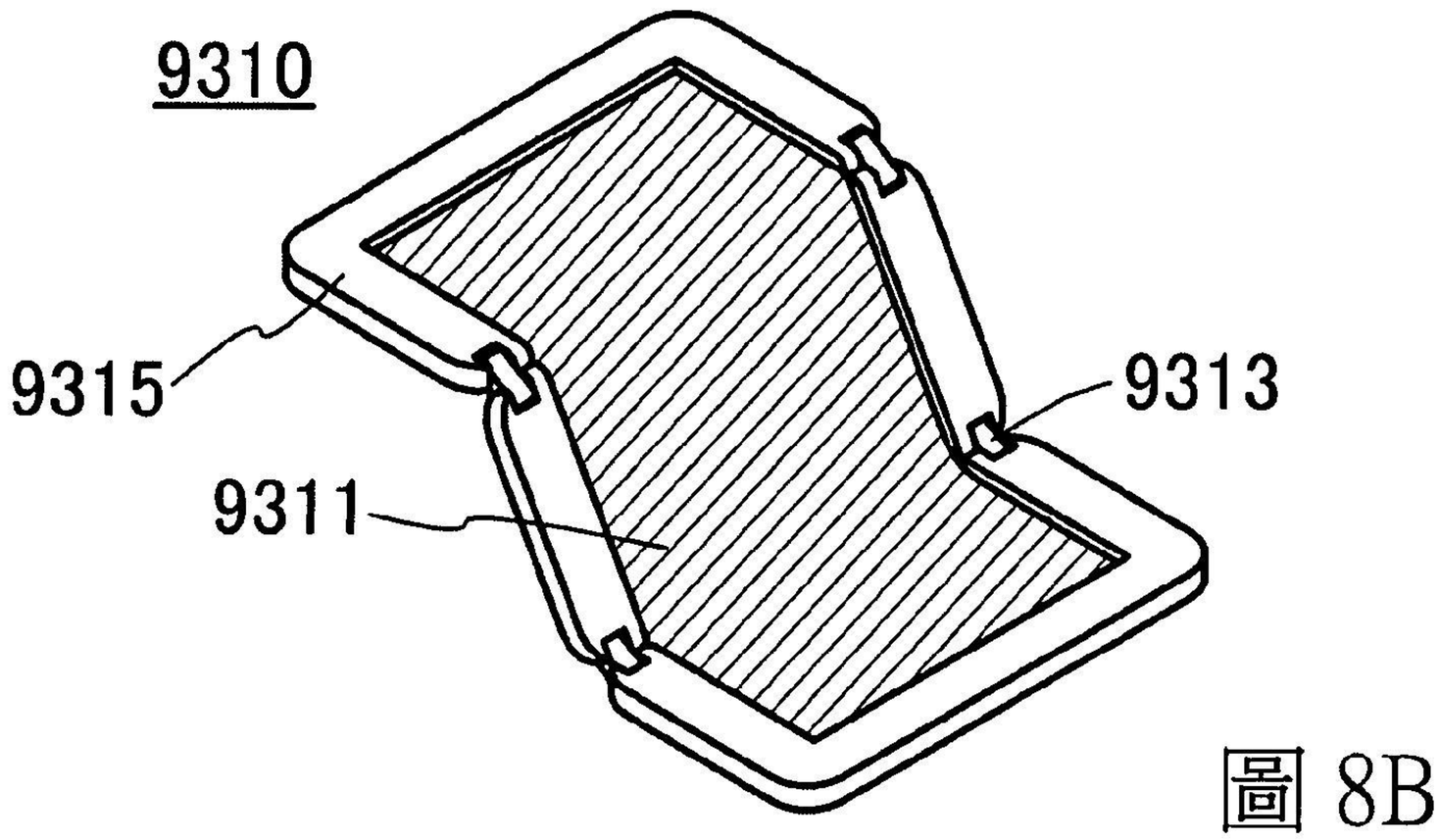


圖 8B

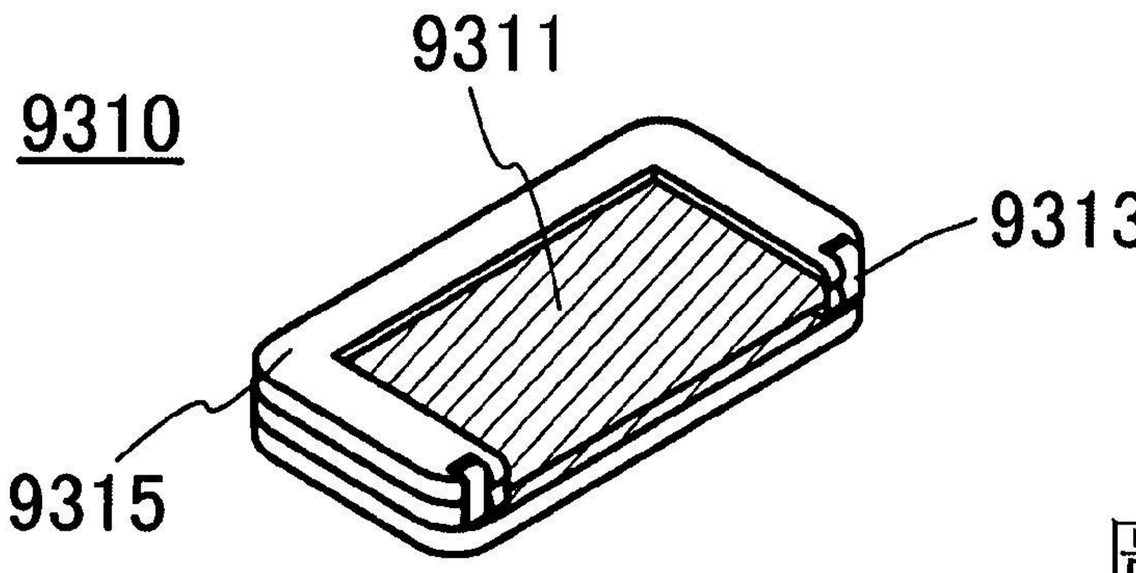


圖 8C

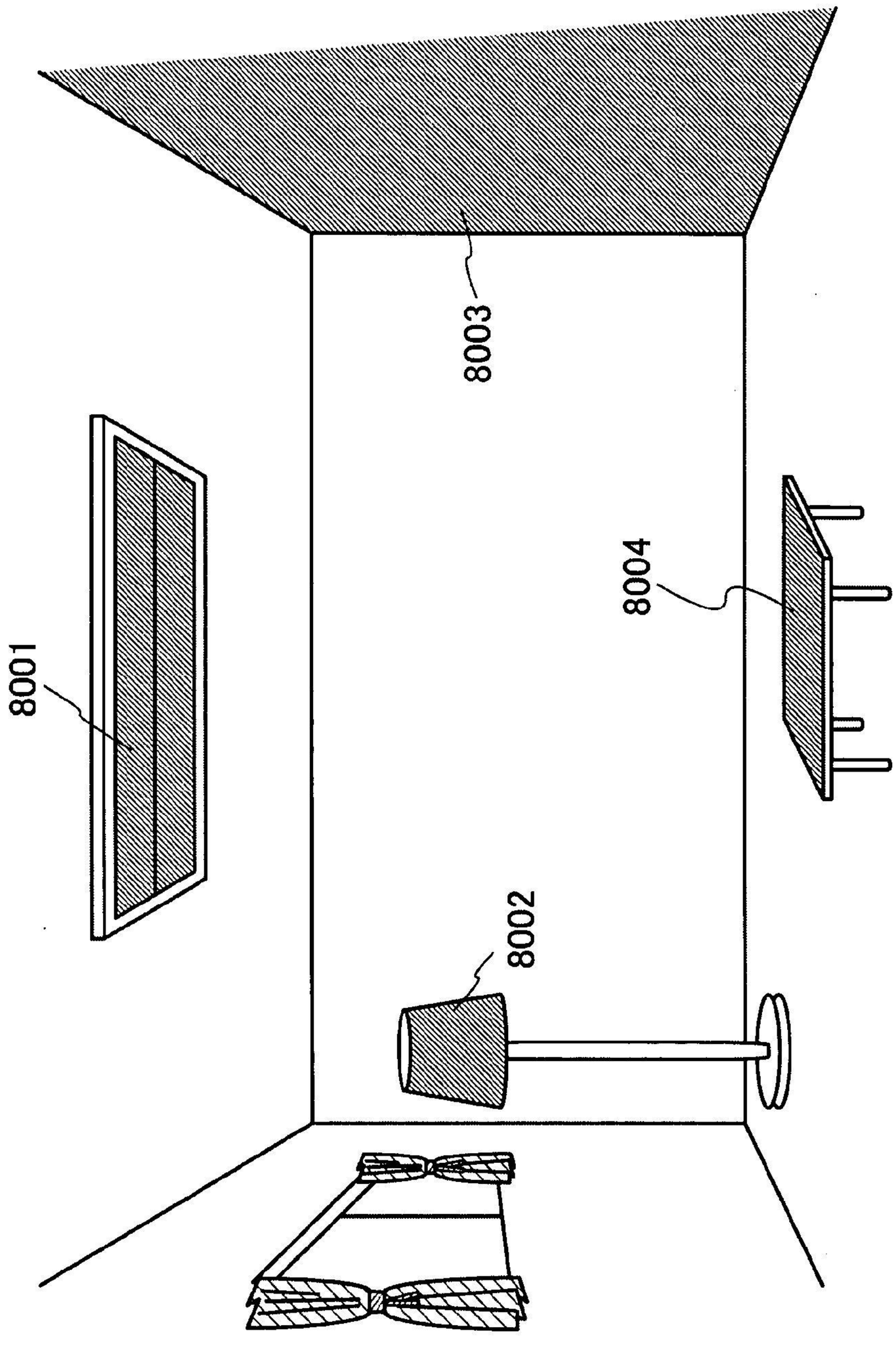


圖 9

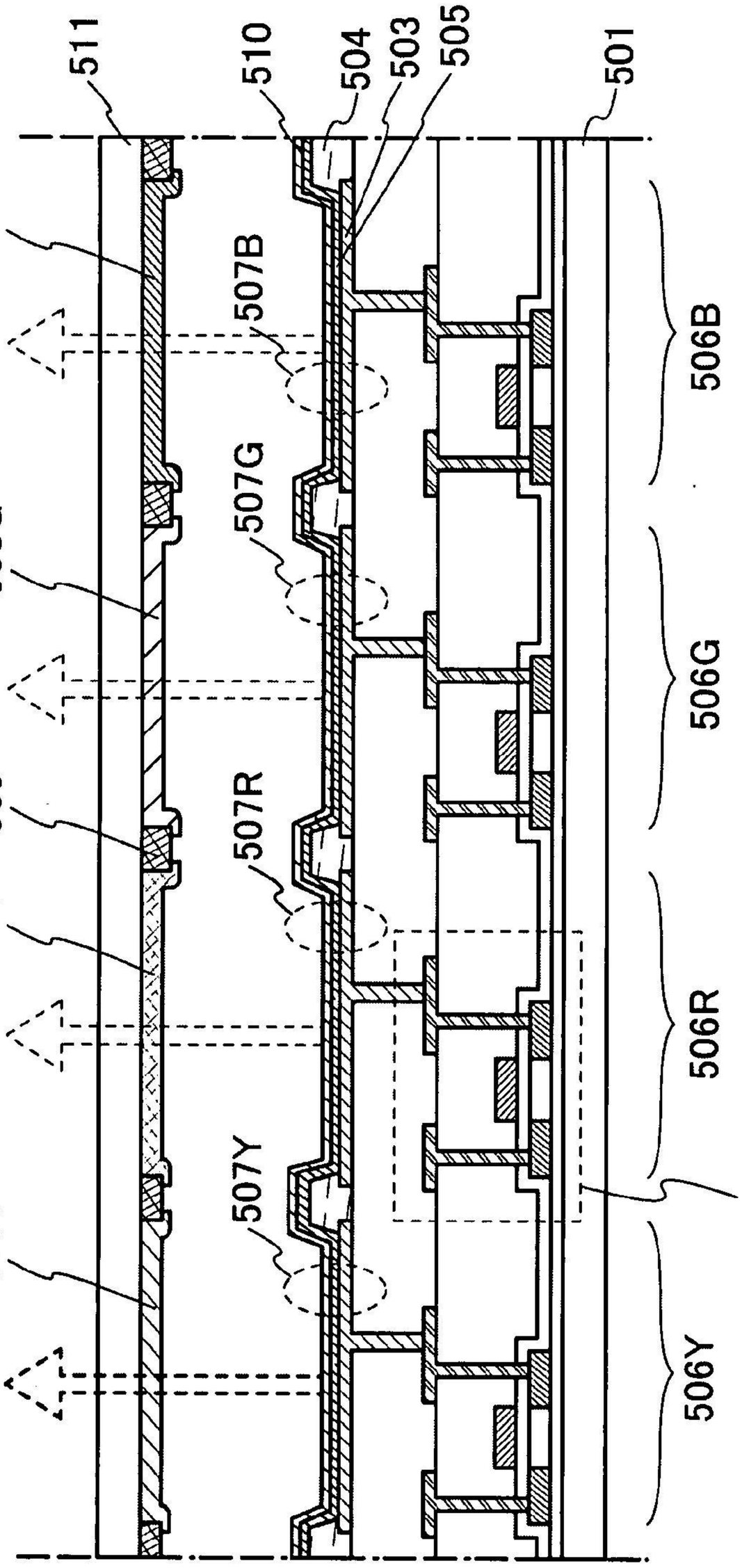

511
510
504
503
505
501
508B
507B
506B
508G
507G
506G
509
508R
507R
506R
508Y
507Y
502
506Y

圖 10

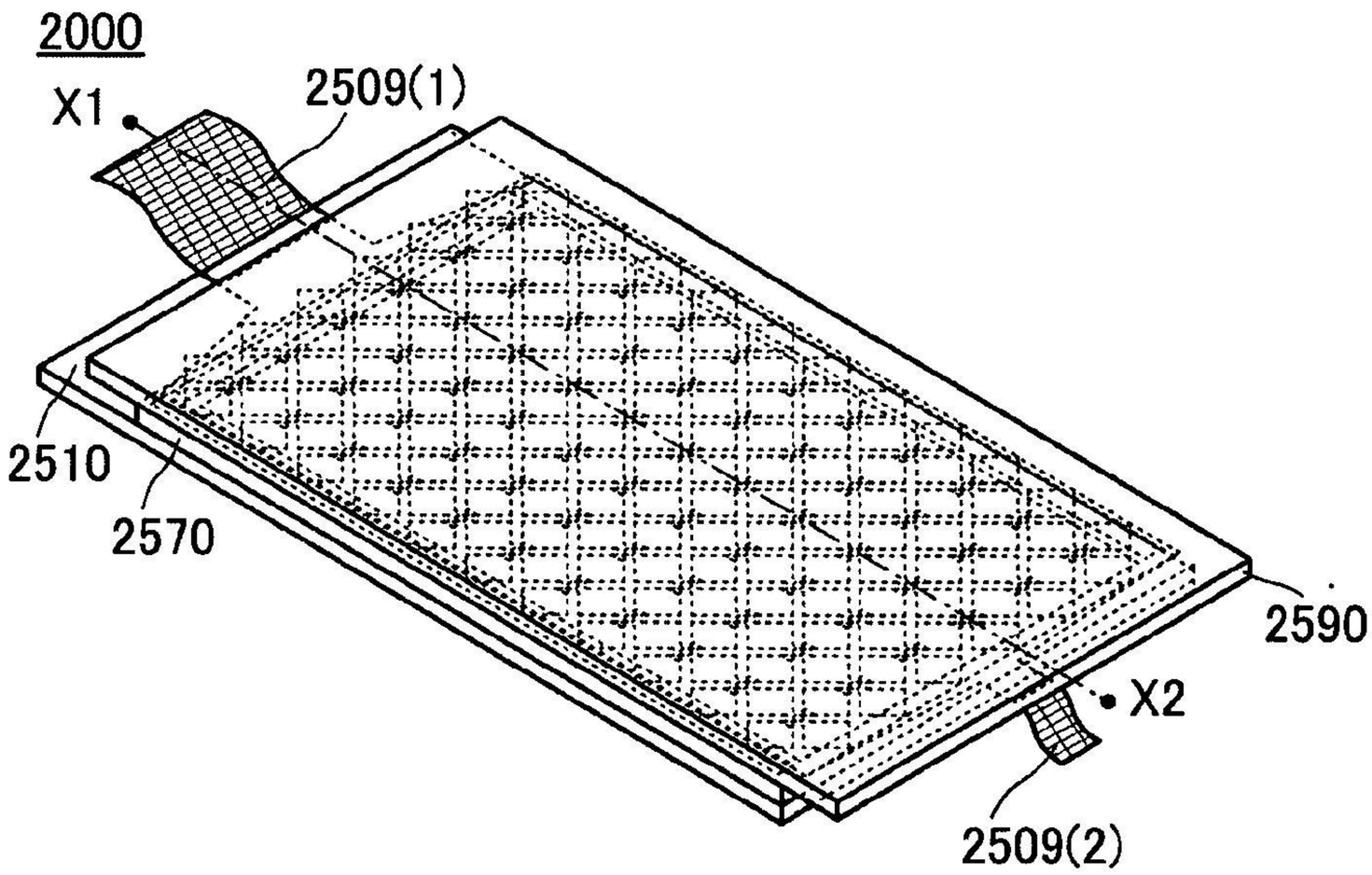

2000
X1
2509(1)
2510
2570
2590
X2
2509(2)

圖 11A

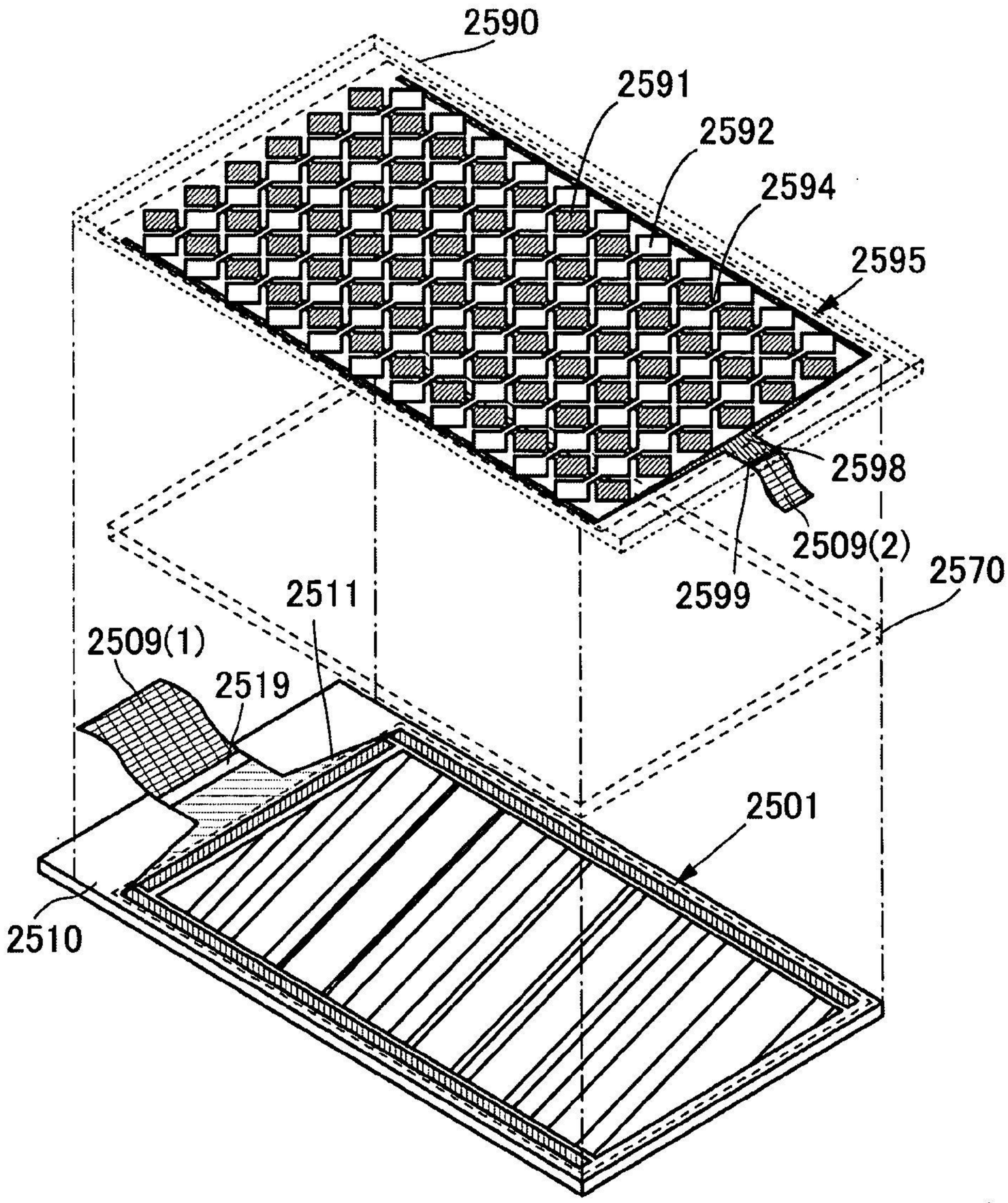

2590
2591
2592
2594
2595
2598
2509(2)
2599
2570
2511
2509(1)
2519
2501
2510

圖 11B

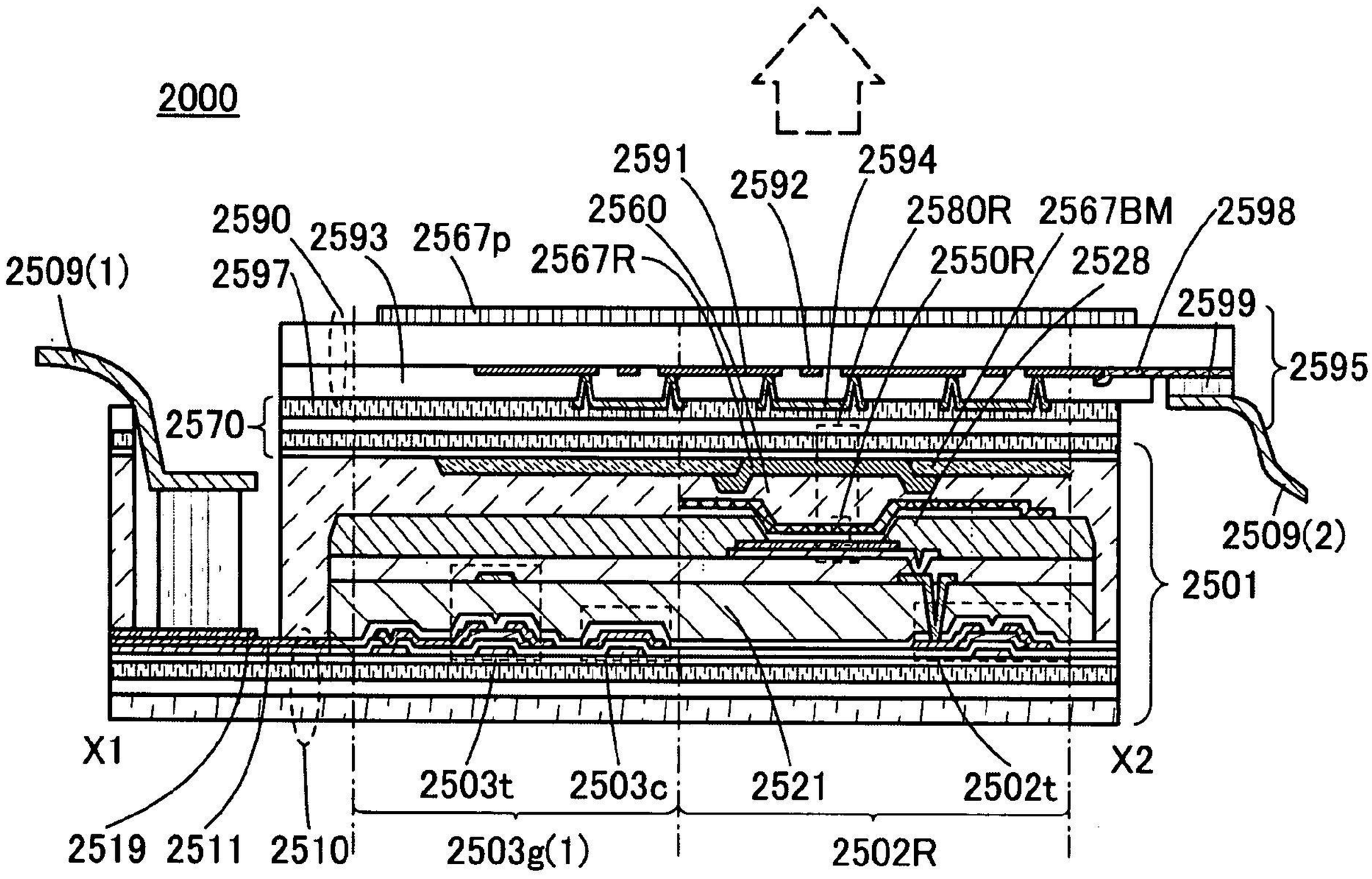

2000
2591
2592
2594
2560
2580R
2567BM
2598
2590
2593
2567p
2567R
2550R
2528
2509(1)
2597
2599
2595
2570
2509(2)
2501
X1
X2
2503t
2503c
2521
2502t
2519
2511
2510
2503g(1)
2502R

圖 12A

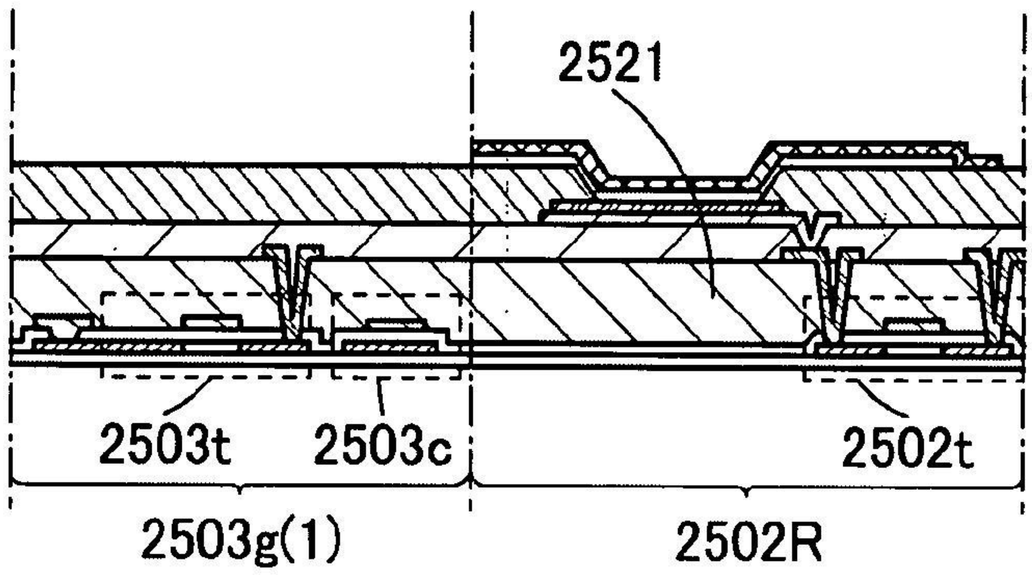

2521
2503t
2503c
2502t
2503g(1)
2502R

圖 12B

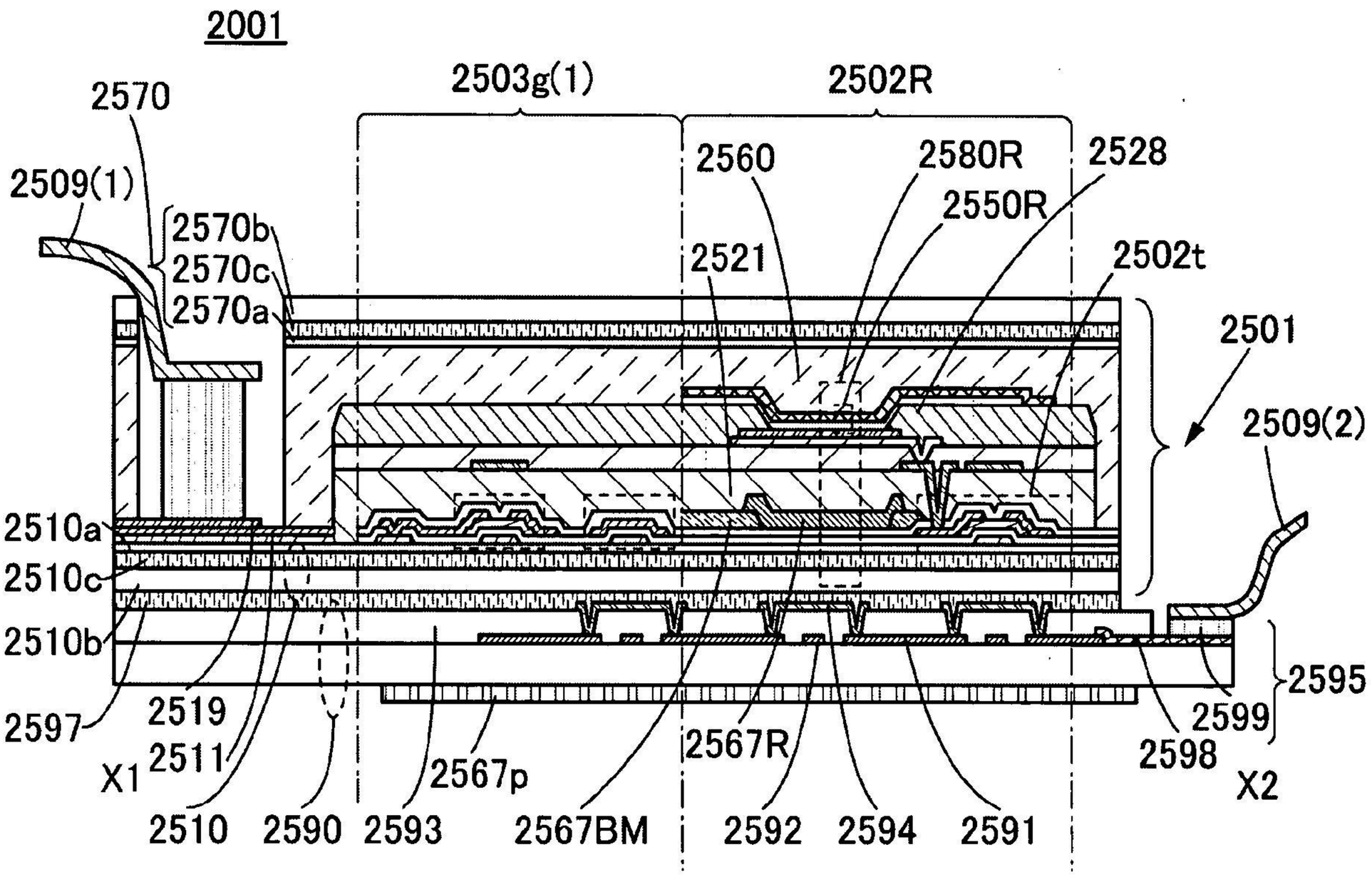

2001
2503g(1)
2502R
2570
2509(1)
2570b
2570c
2570a
2560
2580R
2550R
2528
2521
2502t
2501
2509(2)
2510a
2510c
2510b
2595
2597
2519
2511
X1
2567p
2567R
2599
2598
X2
2510
2590
2593
2567BM
2592
2594
2591

圖 13A

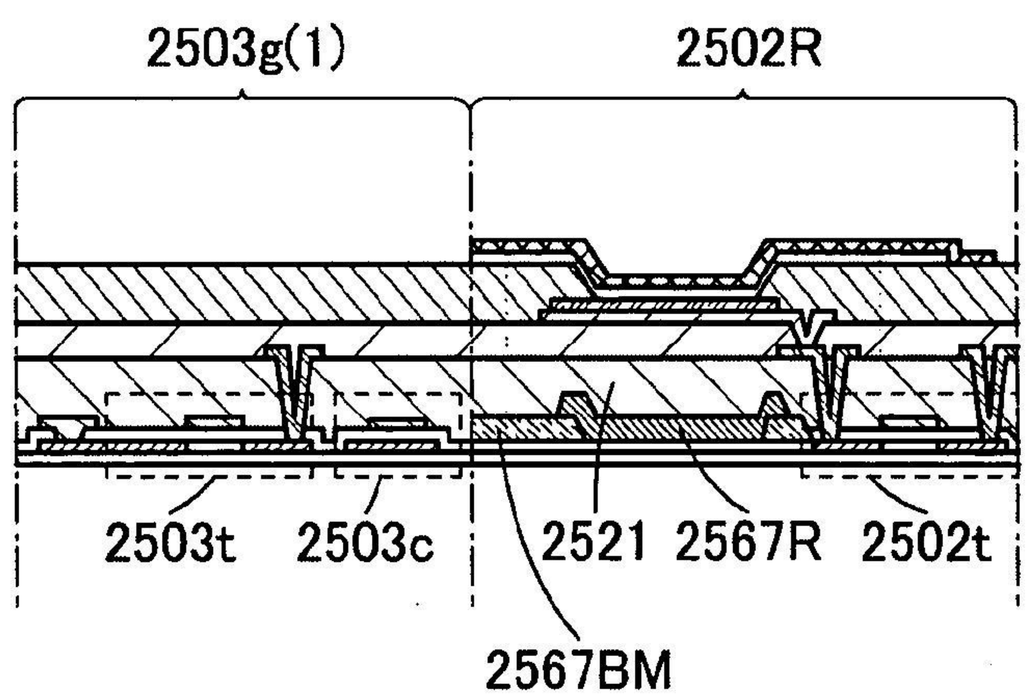

2503g(1)
2502R
2503t
2503c
2521
2567R
2502t
2567BM

圖 13B

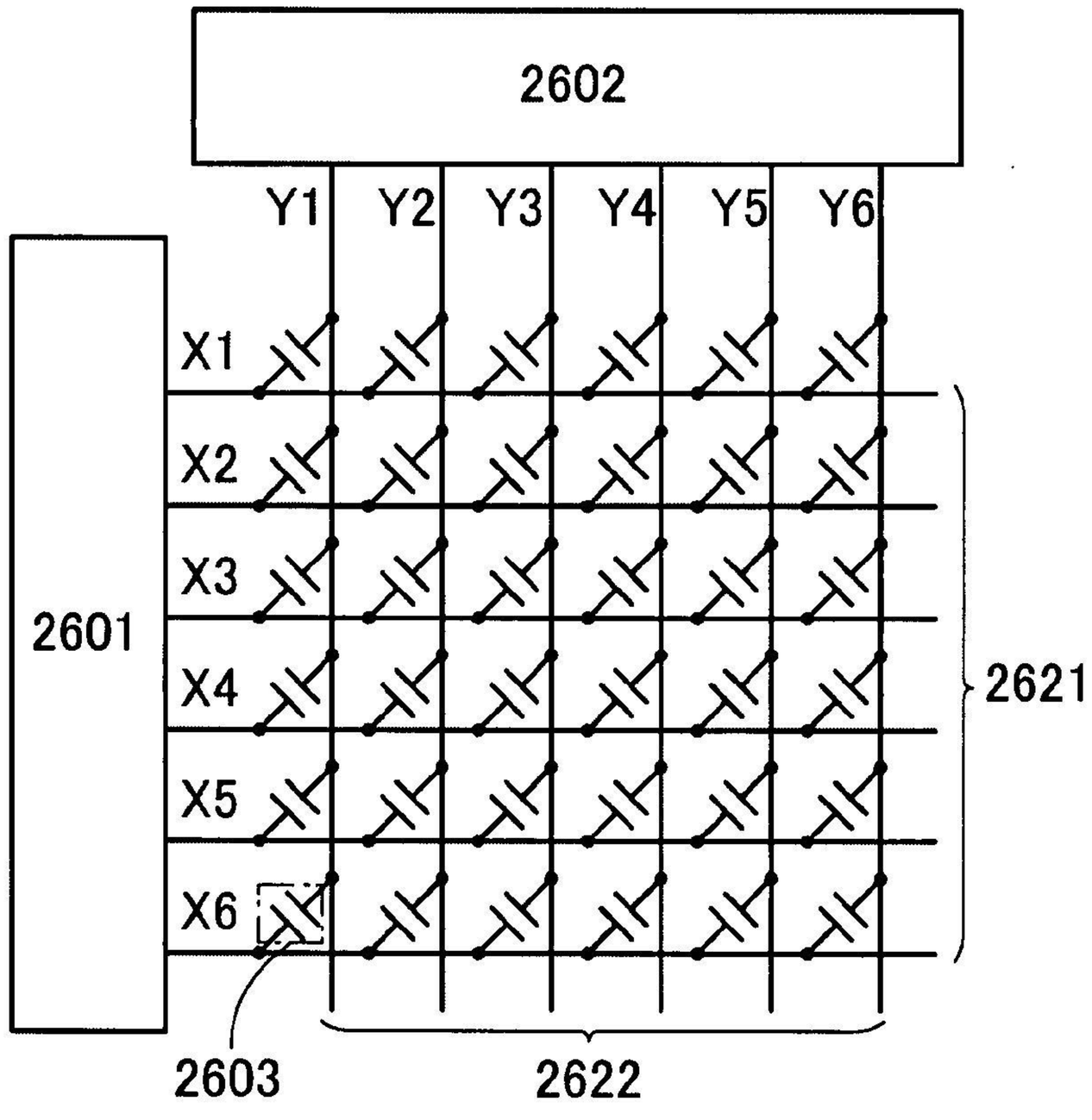

2602
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
X1
X2
X3
X4
X5
X6
2601
2621
2603
2622

圖 14A

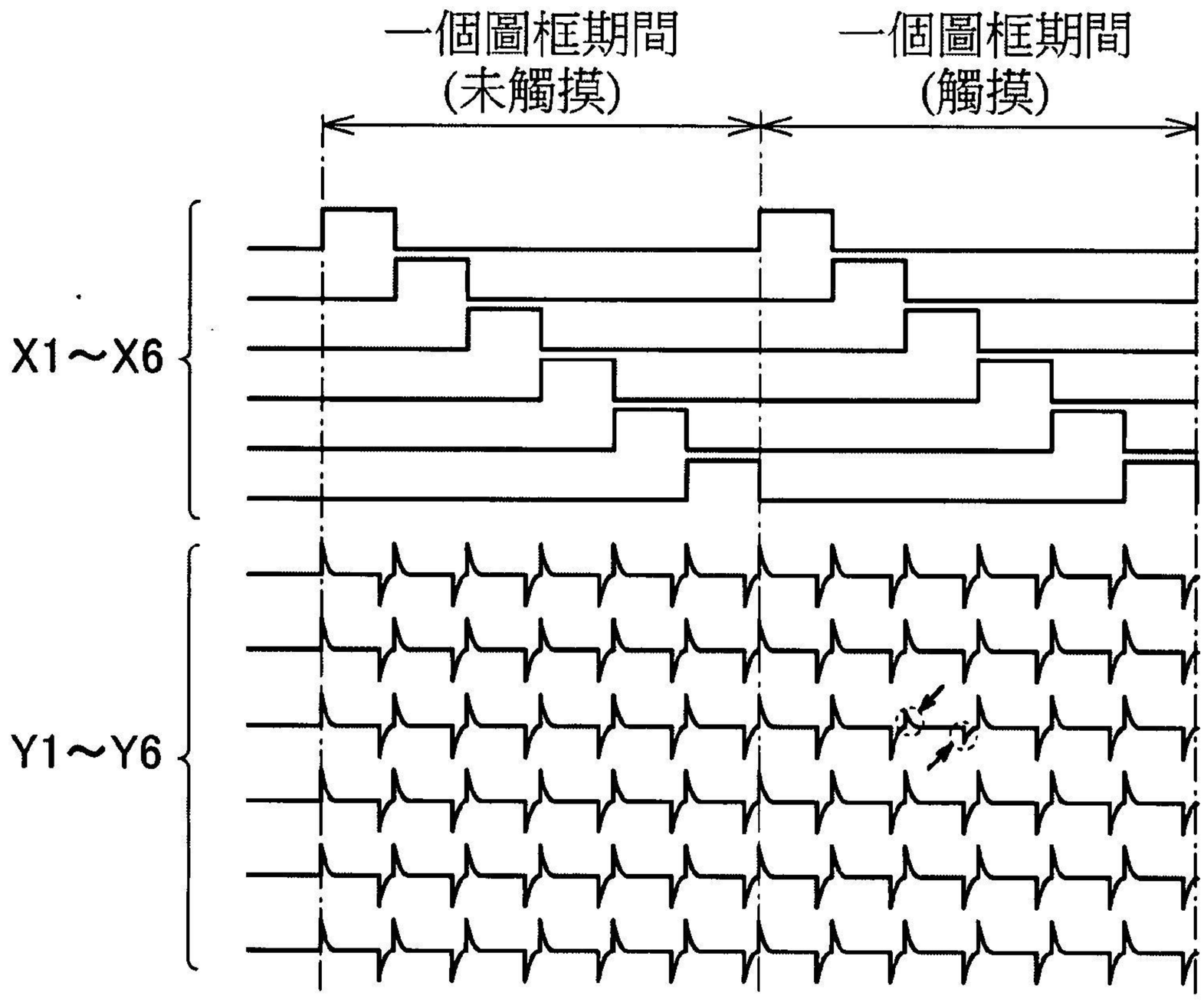

一個圖框期間
(未觸摸)
一個圖框期間
(觸摸)
X1～X6
Y1～Y6

圖 14B

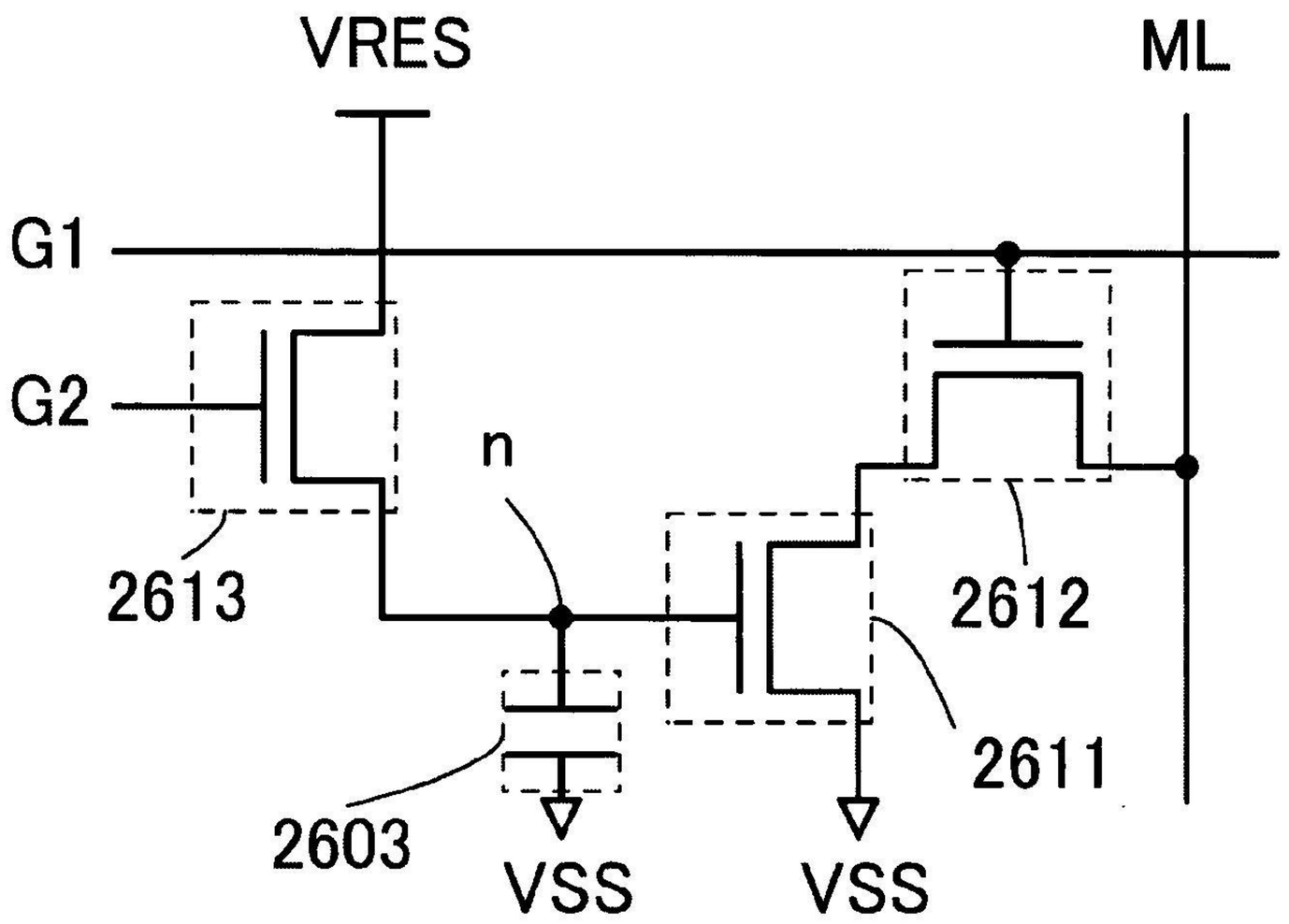


圖 15

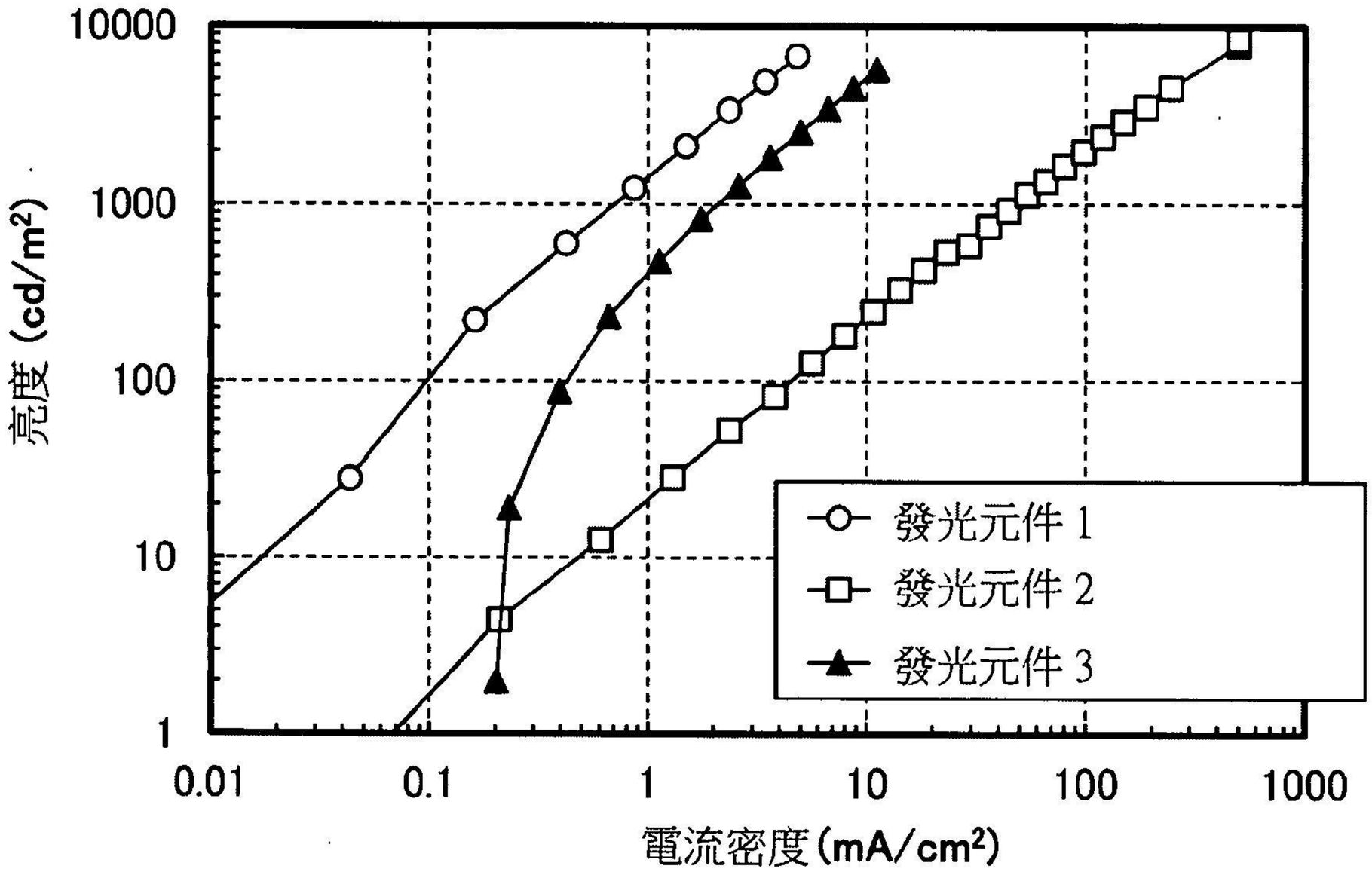

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm²)
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3

圖 16

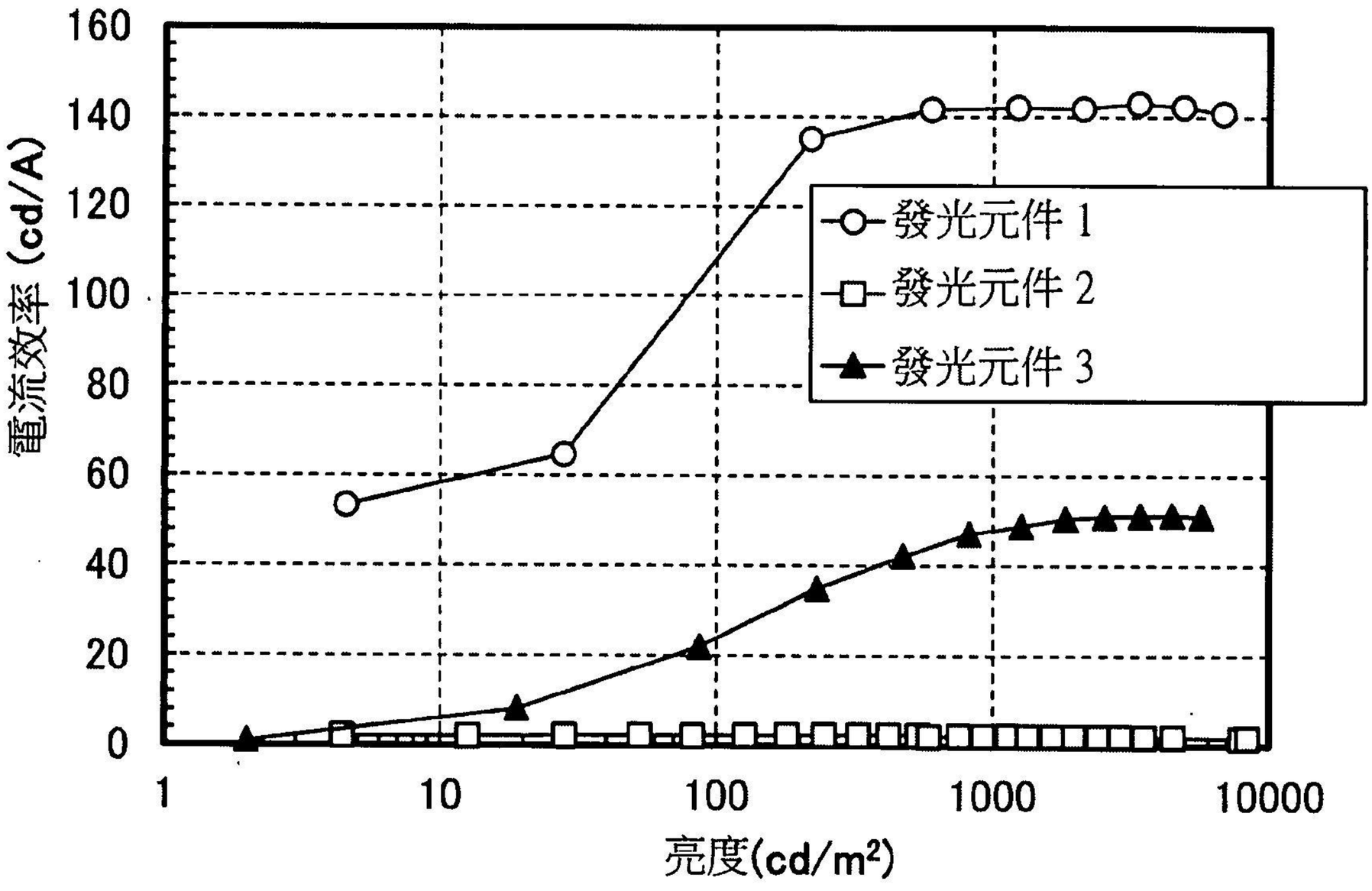

160
140
120
100
80
60
40
20
0
電流效率 (cd/A)
1
10
100
1000
10000
亮度(cd/m²)
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3

圖 17

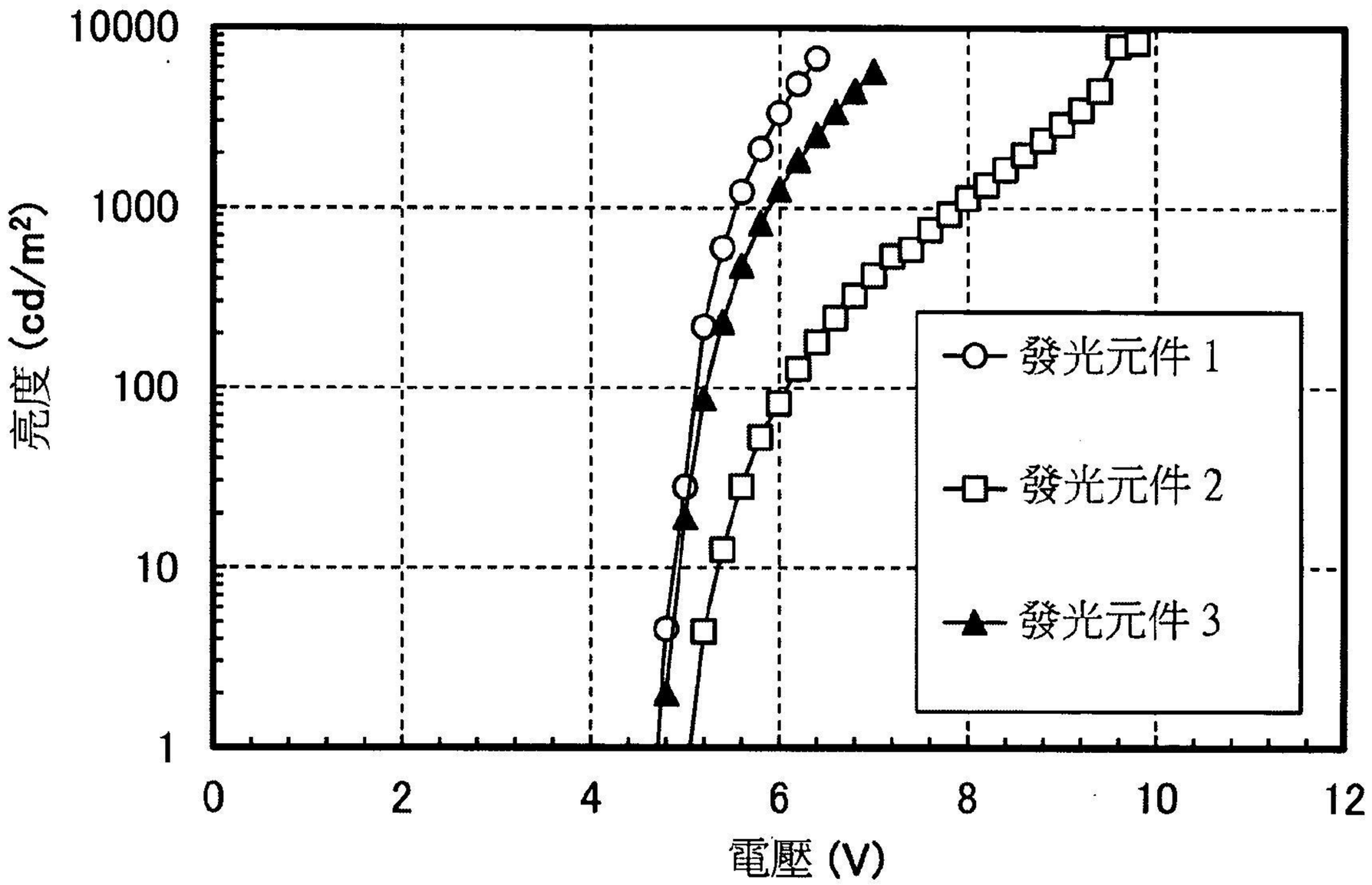

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0
2
4
6
8
10
12
電壓 (V)
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3

圖 18

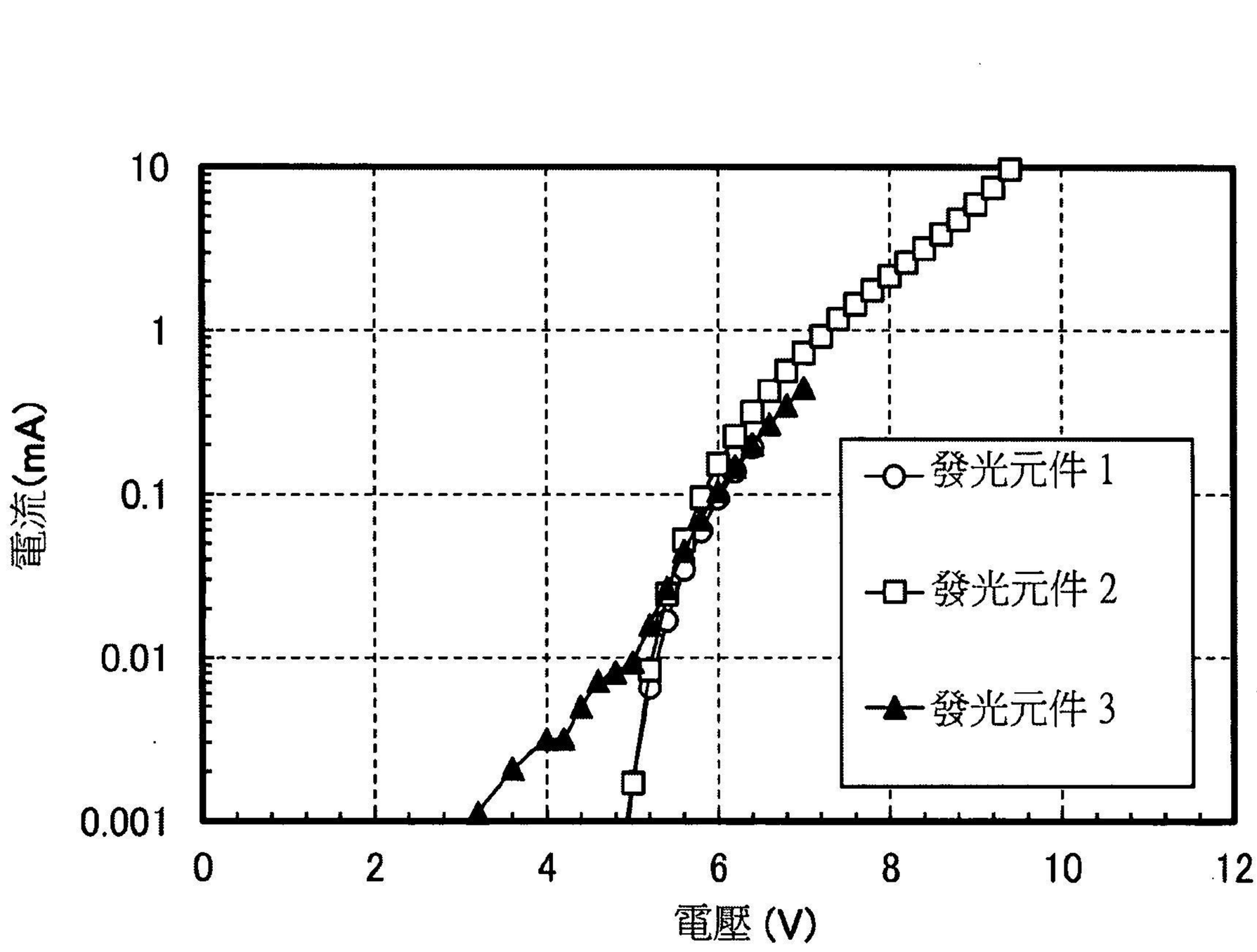

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
0
2
4
6
8
10
12
電壓 (V)
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3

圖 19

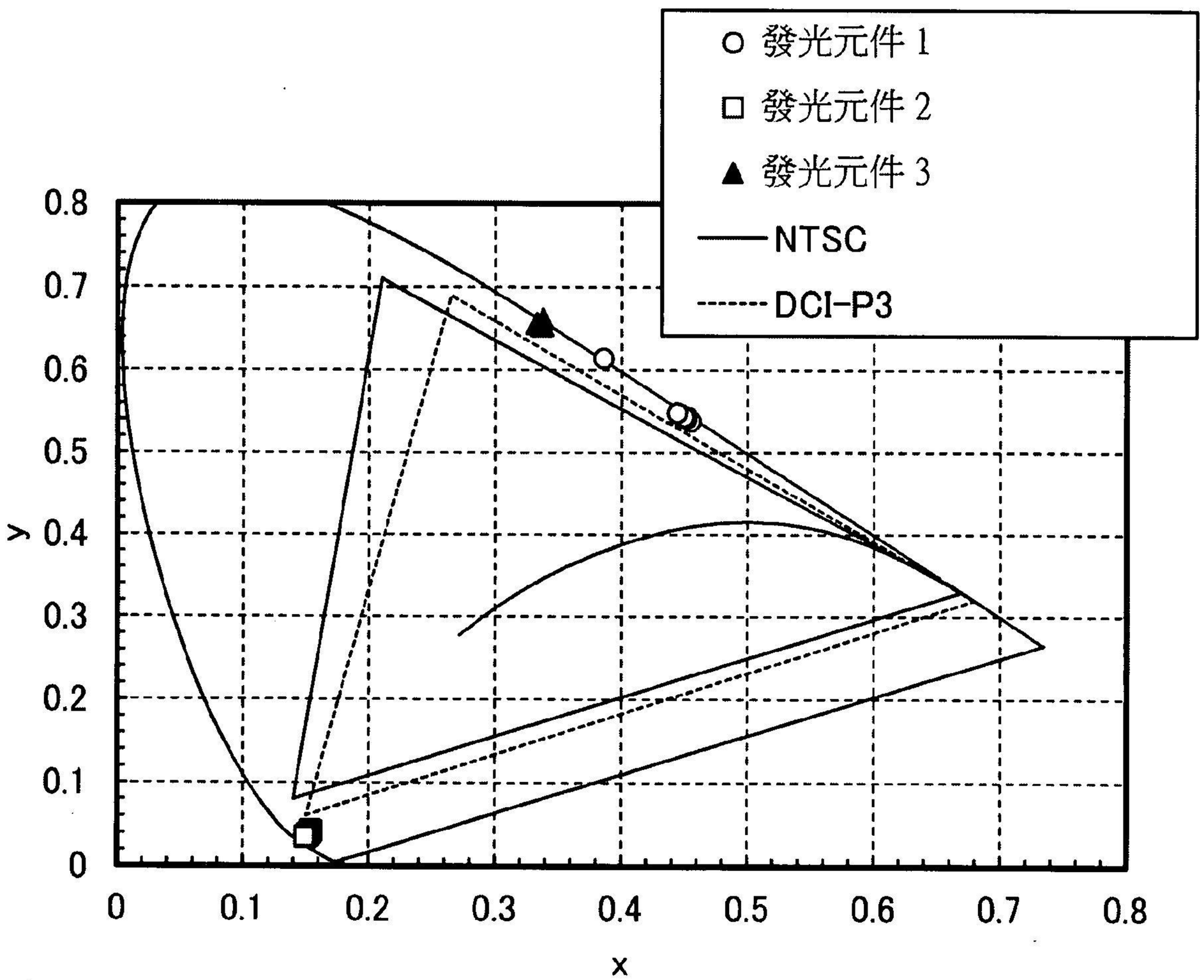

發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3
NTSC
DCI-P3
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
y
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
x

圖 20

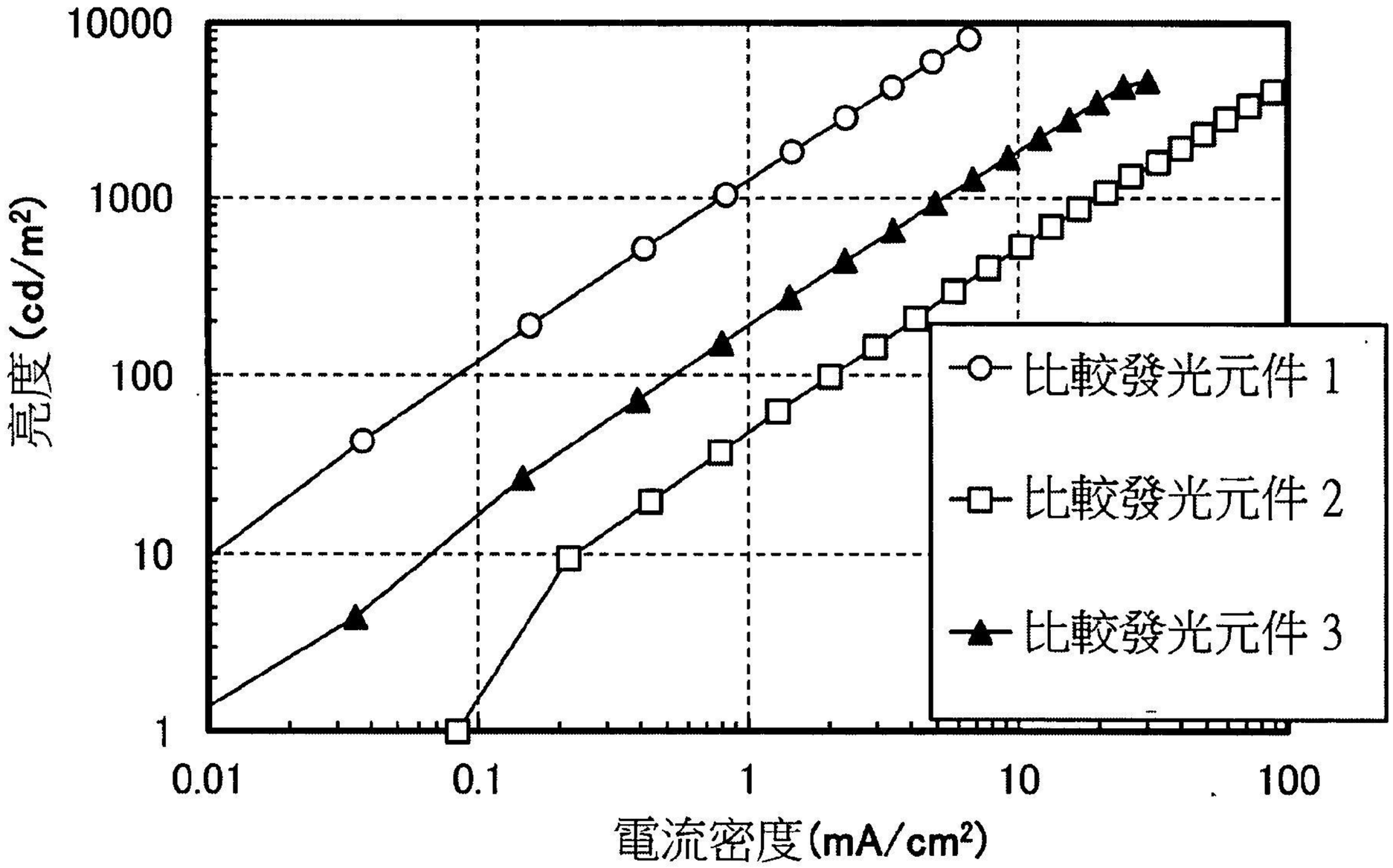

10000
1000
100
10
1
0.01
0.1
1
10
100
亮度(cd/m²)
電流密度(mA/cm²)
比較發光元件 1
比較發光元件 2
比較發光元件 3

圖 21

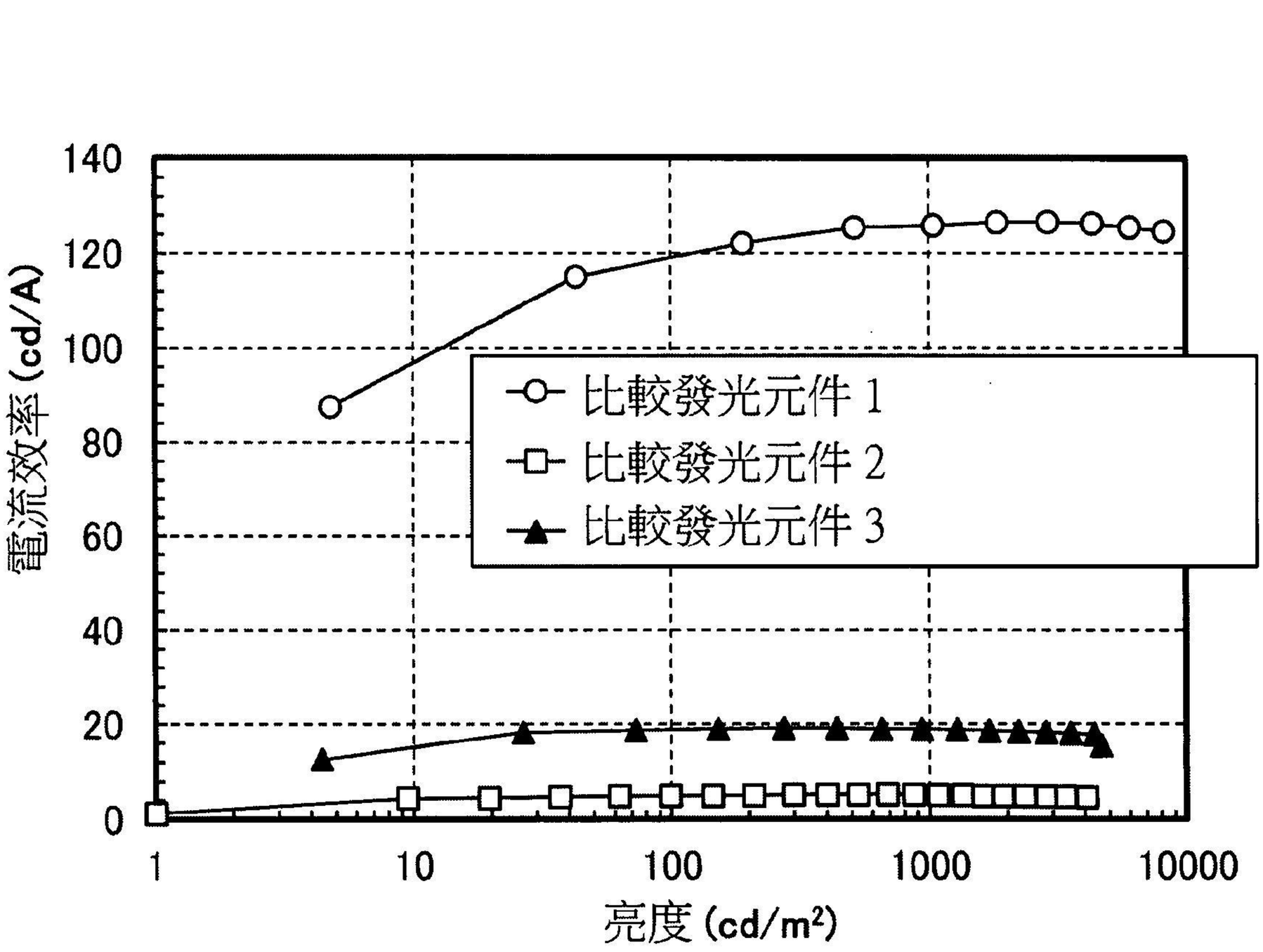

140
120
100
80
60
40
20
0
1
10
100
1000
10000
電流效率 (cd/A)
亮度 (cd/m²)
比較發光元件 1
比較發光元件 2
比較發光元件 3

圖 22

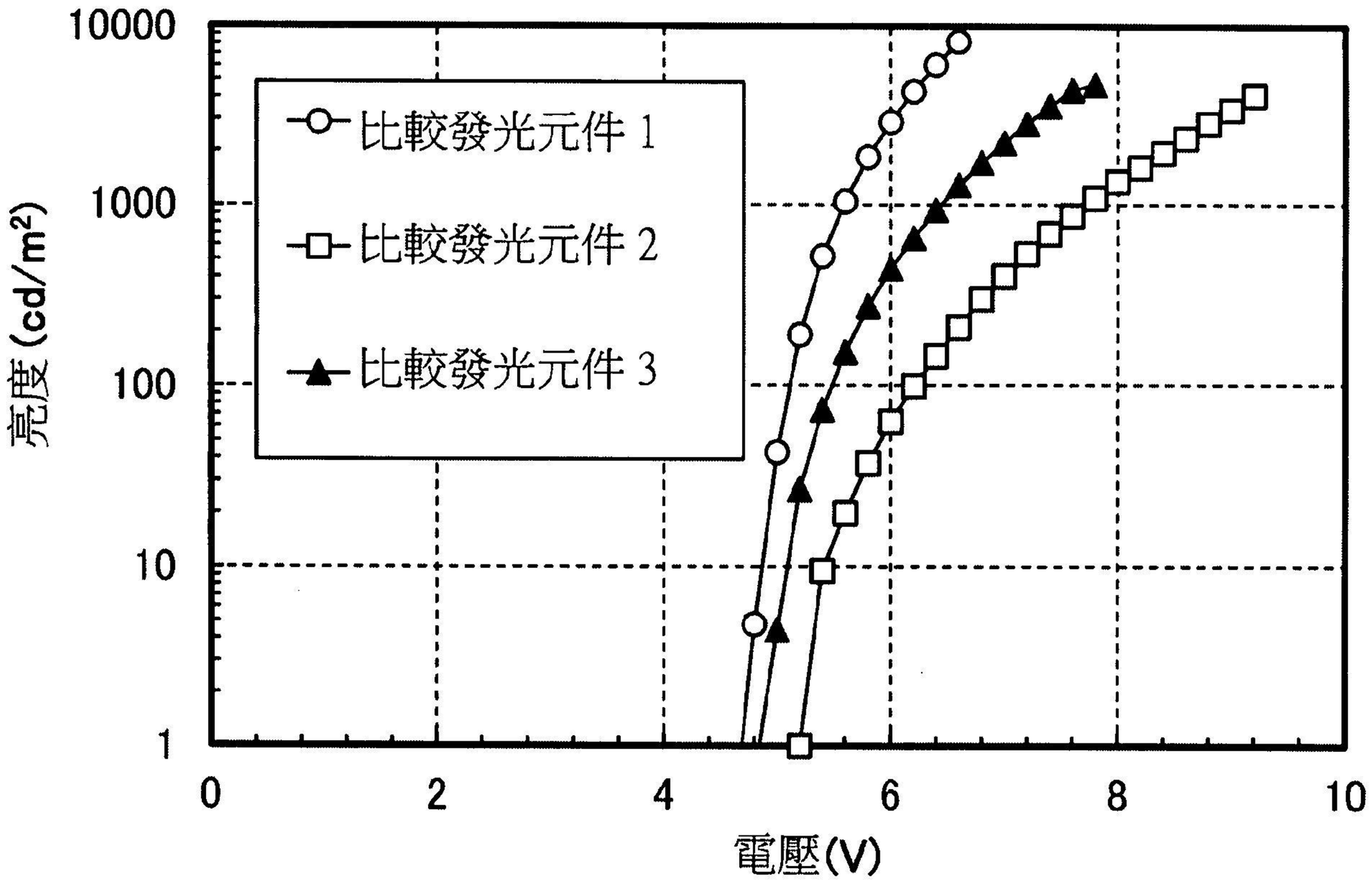

10000
1000
100
10
1
亮度(cd/m²)
比較發光元件 1
比較發光元件 2
比較發光元件 3
0
2
4
6
8
10
電壓(V)

圖 23

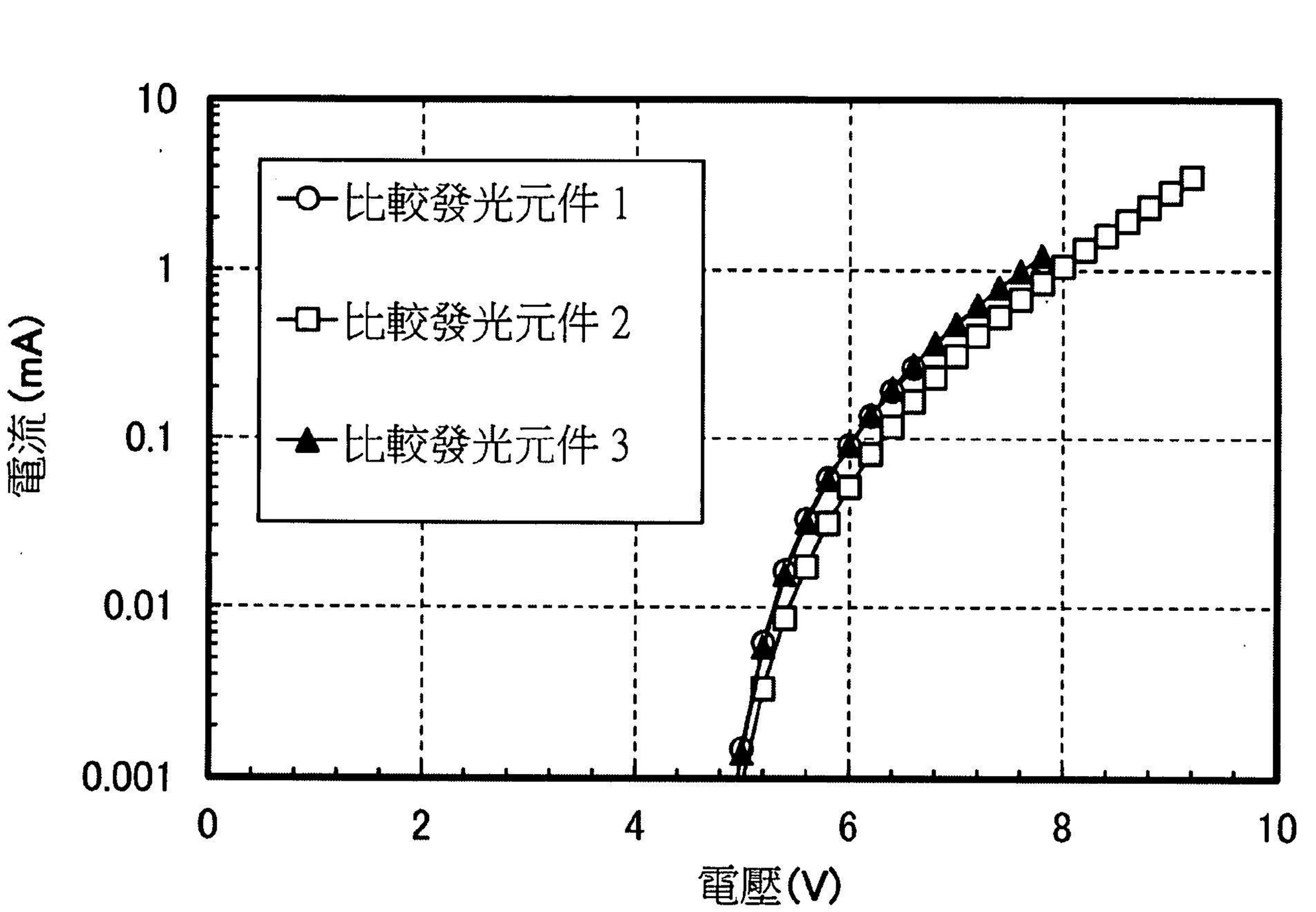

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
比較發光元件 1
比較發光元件 2
比較發光元件 3
0
2
4
6
8
10
電壓(V)

圖 24

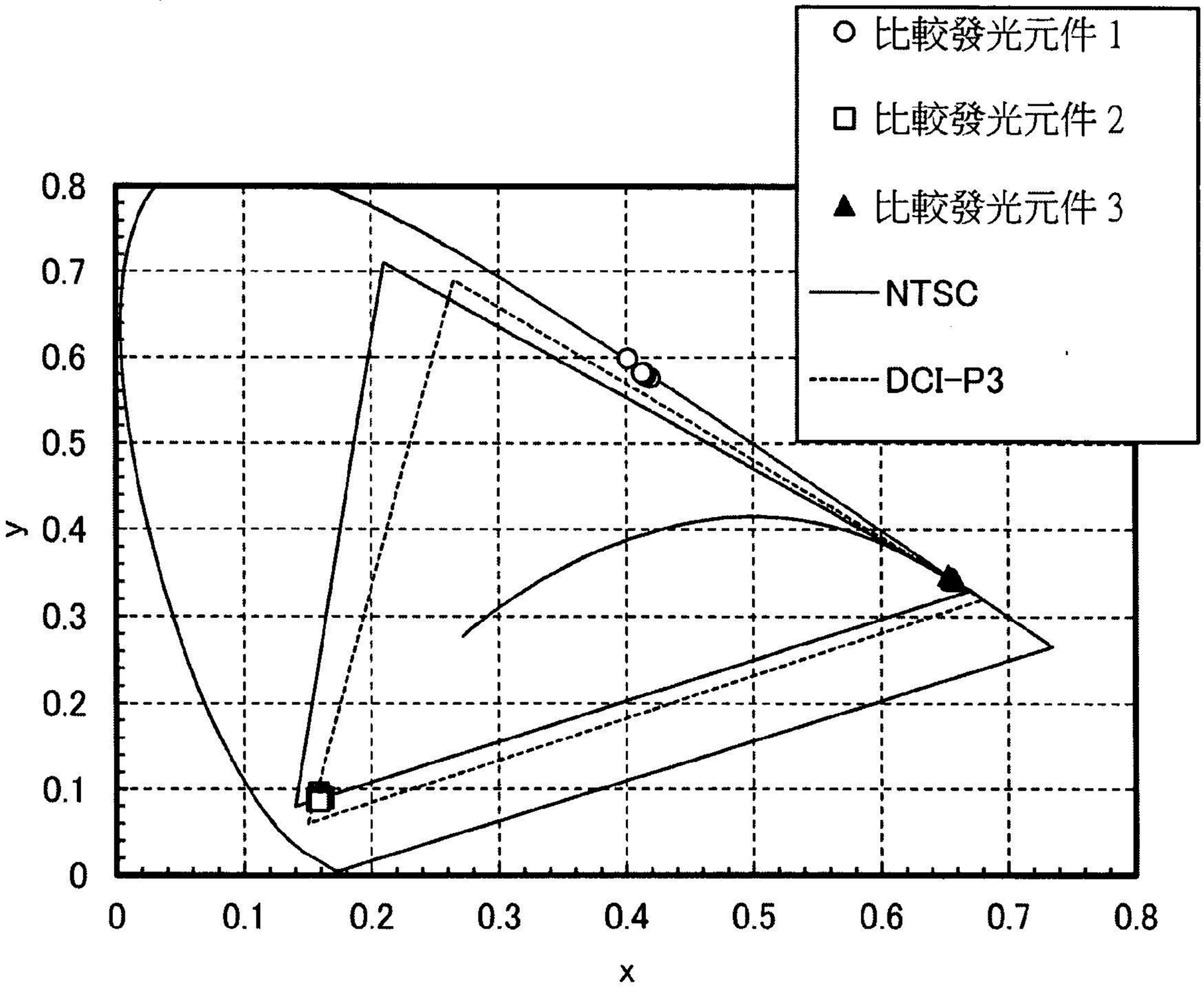

比較發光元件 1
比較發光元件 2
比較發光元件 3
NTSC
DCI-P3
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
y
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
x

圖 25

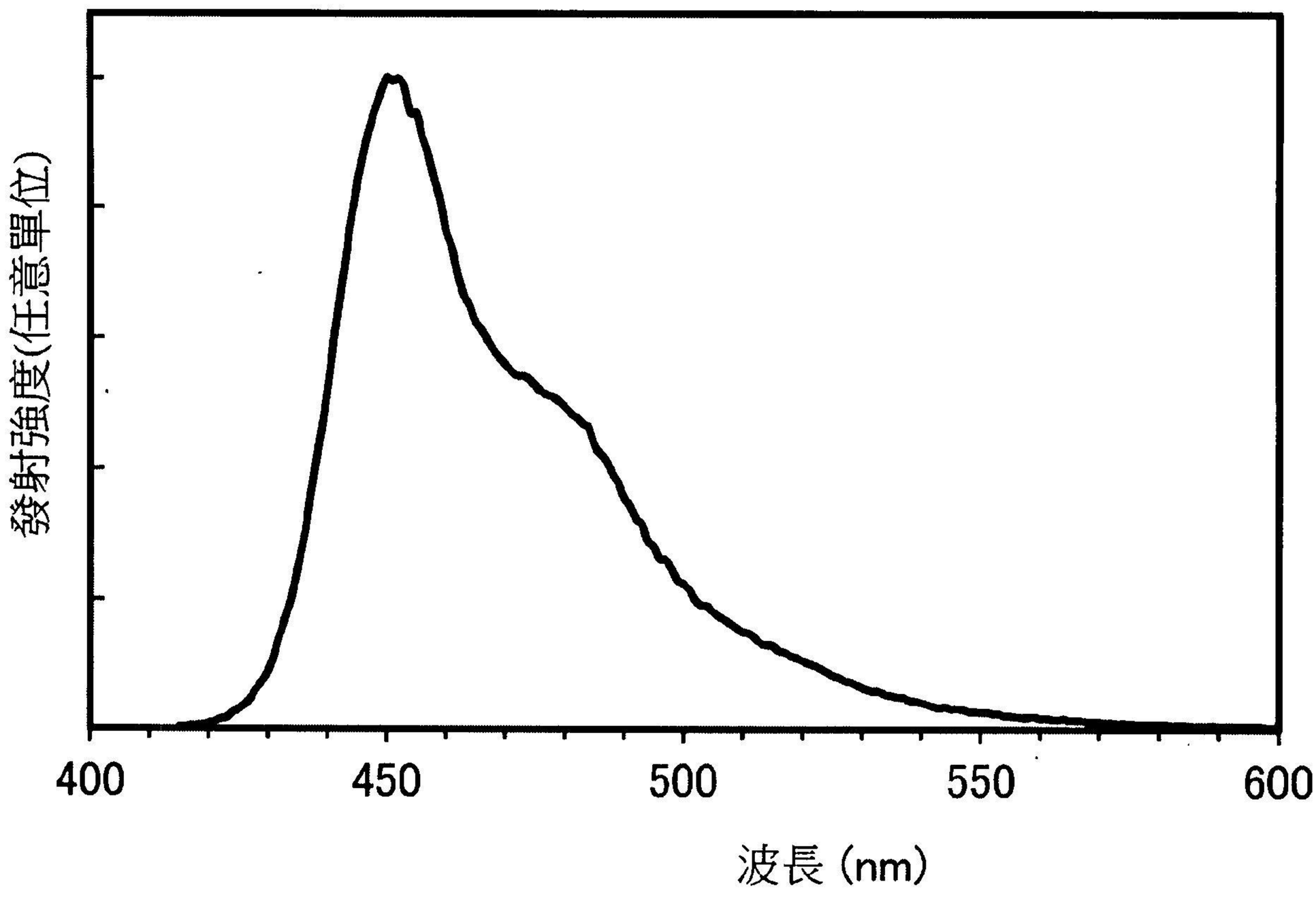


圖 26

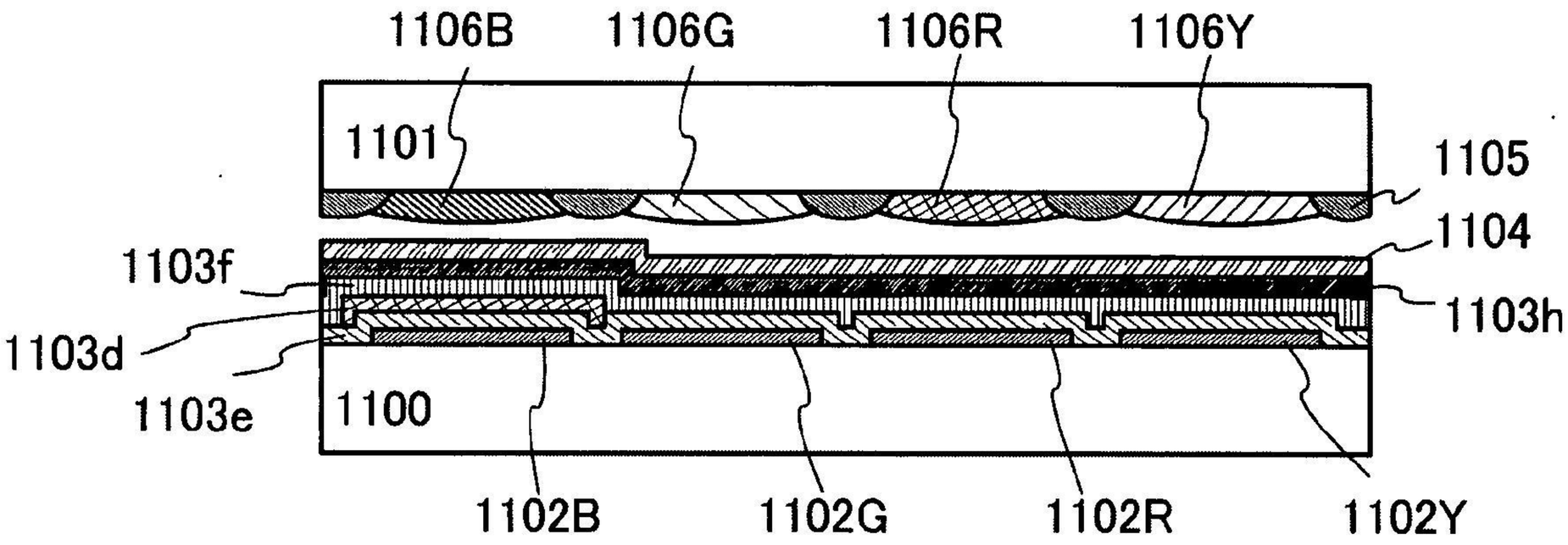

1106B
1106G
1106R
1106Y
1101
1105
1104
1103f
1103h
1103d
1103e
1100
1102B
1102G
1102R
1102Y

圖 27

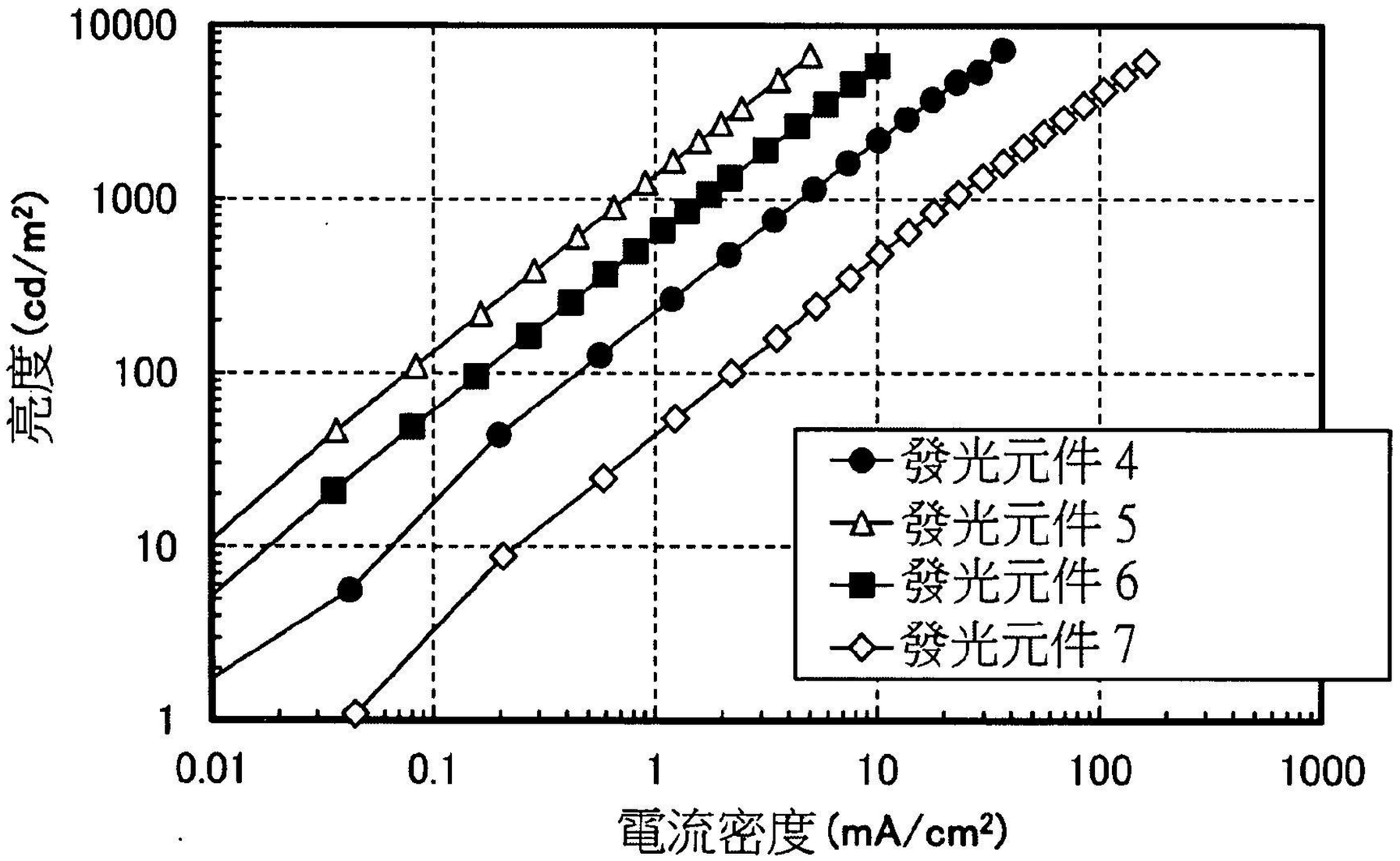

10000
1000
100
10
1
亮度(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm²)
發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
發光元件 7

圖 28

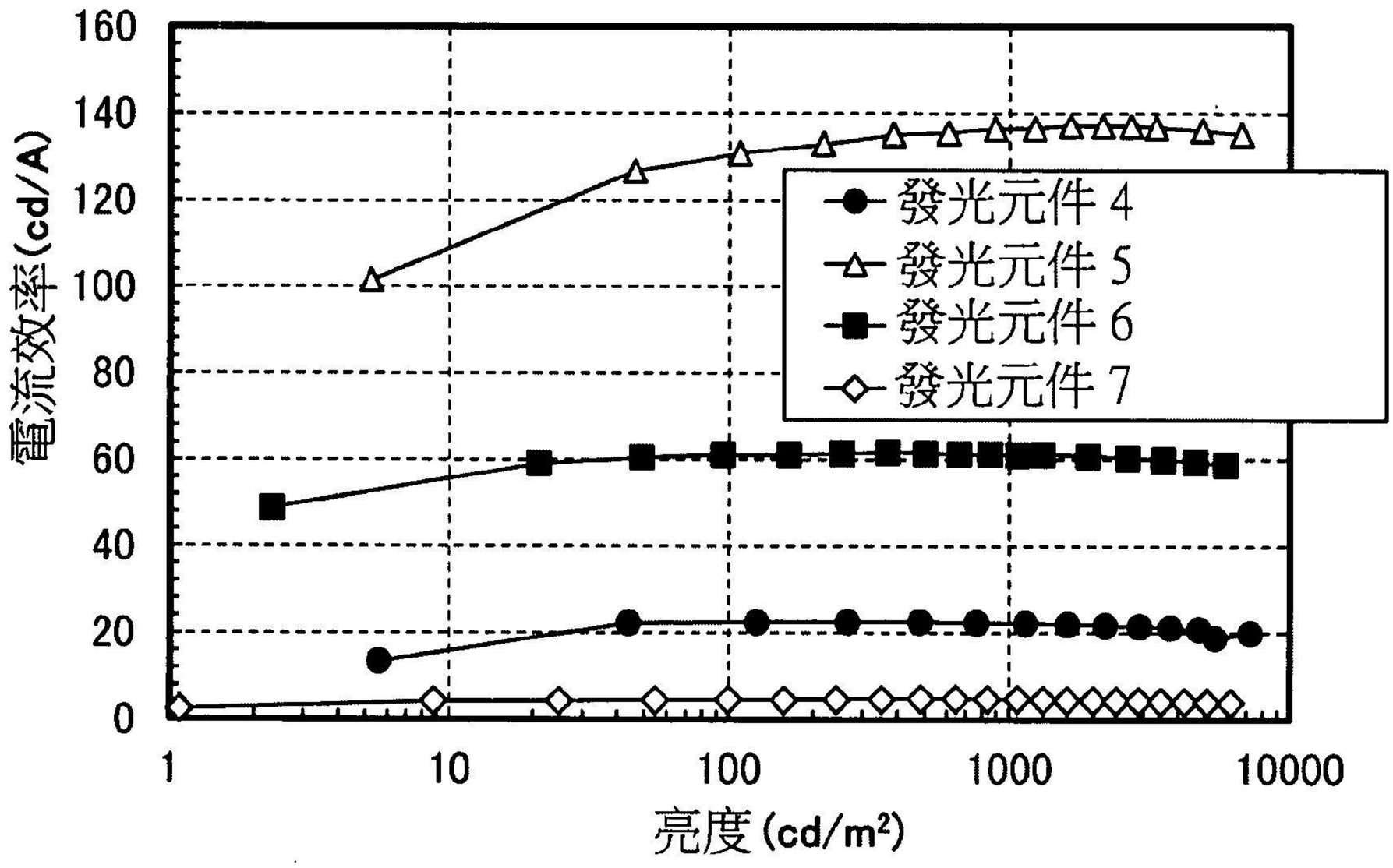

160
140
120
100
80
60
40
20
0
電流效率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
亮度(cd/m²)
發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
發光元件 7

圖 29

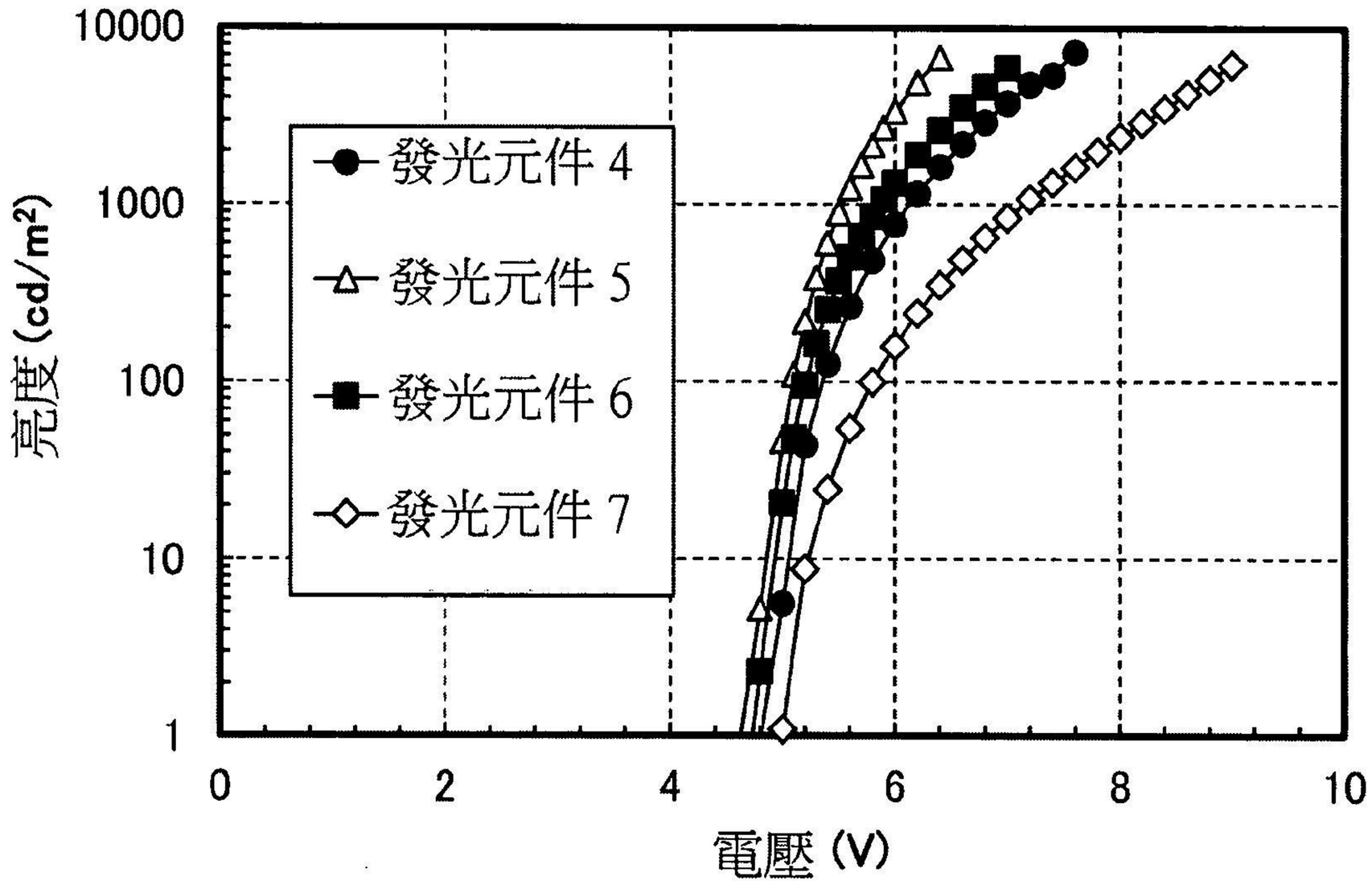

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
發光元件 7
0
2
4
6
8
10
電壓 (V)

圖 30

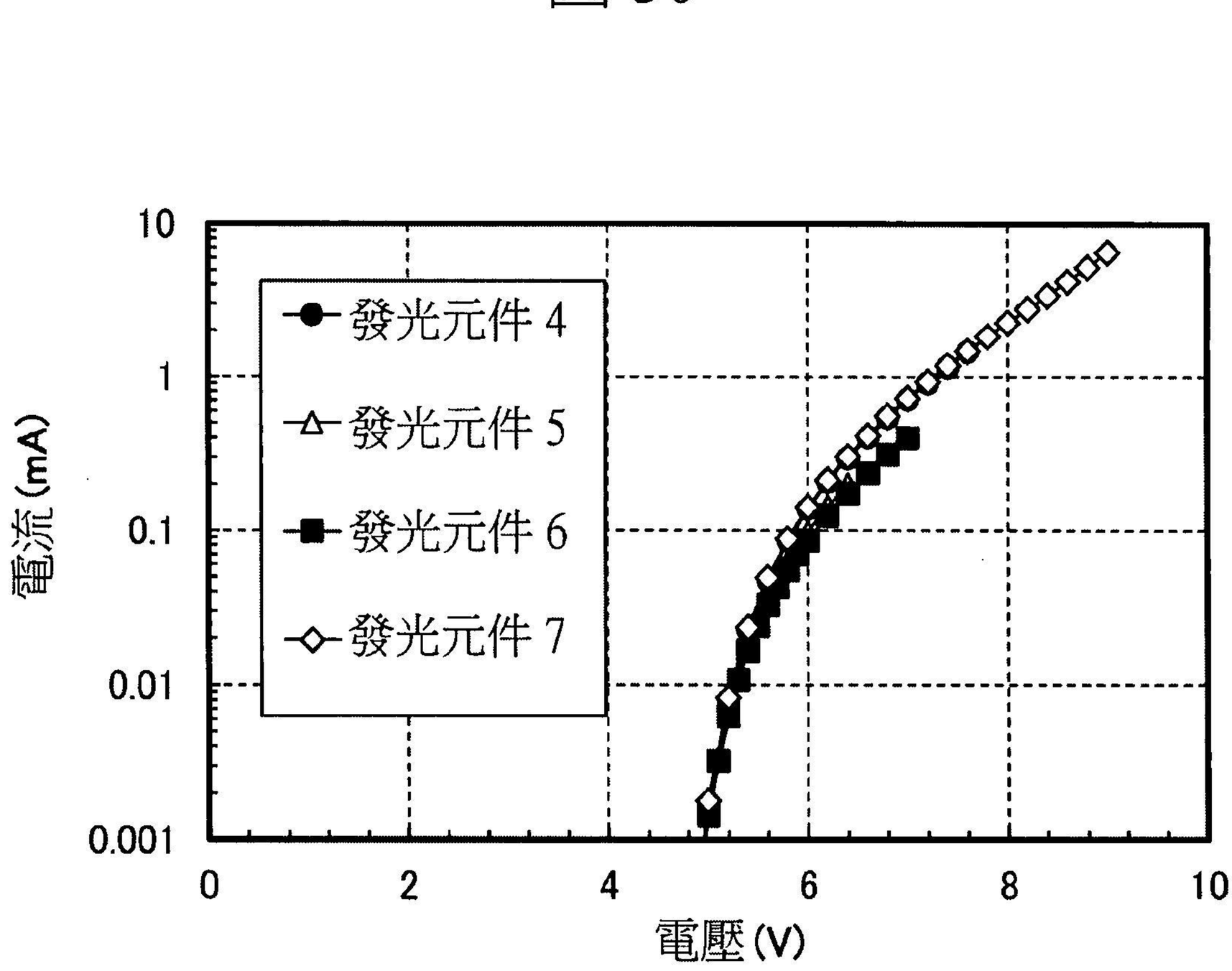

10
1
0.1
0.01
0.001
電流 (mA)
發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
發光元件 7
0
2
4
6
8
10
電壓 (V)

圖 31

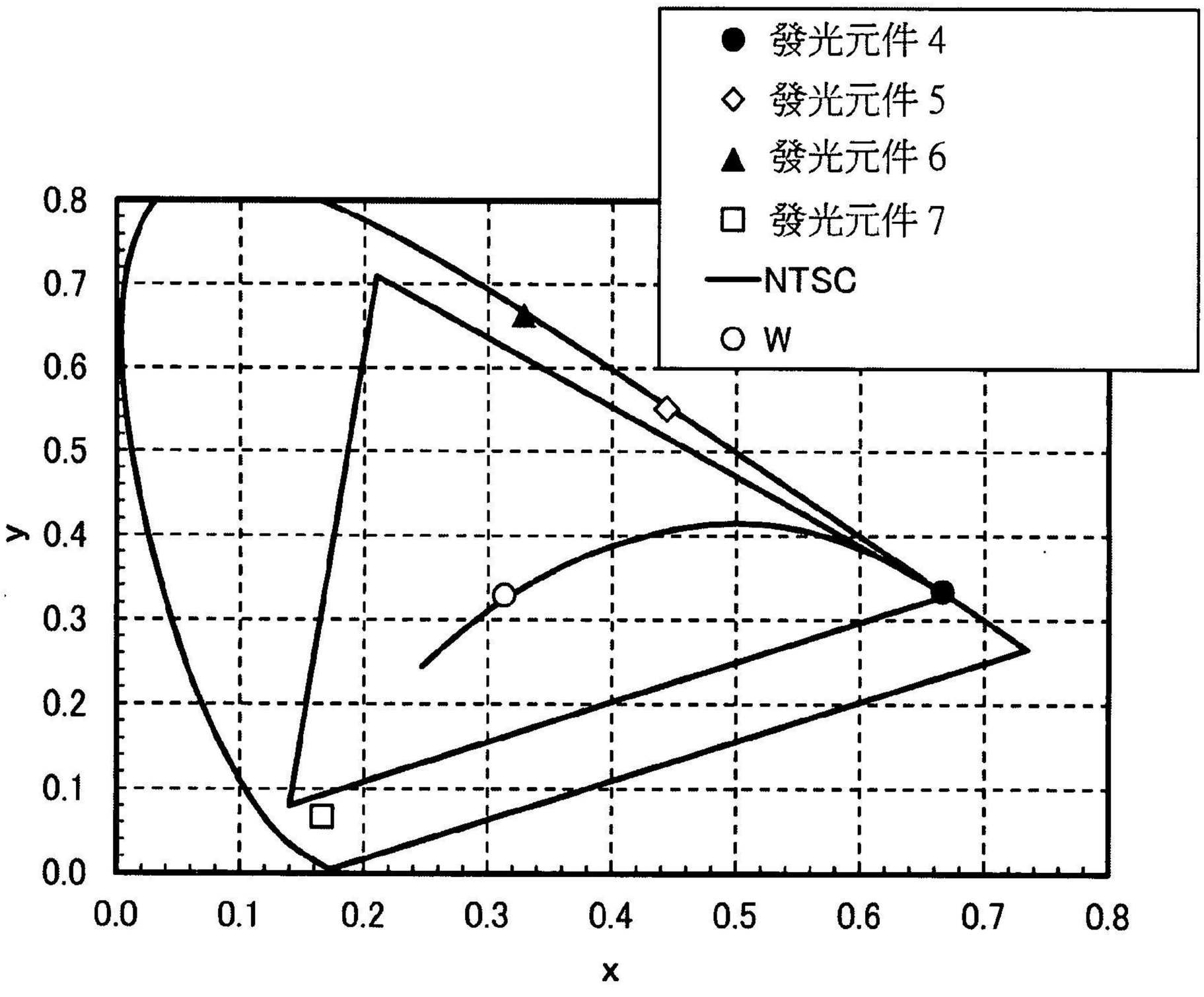

發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
發光元件 7
NTSC
W
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
y
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
x

圖 32

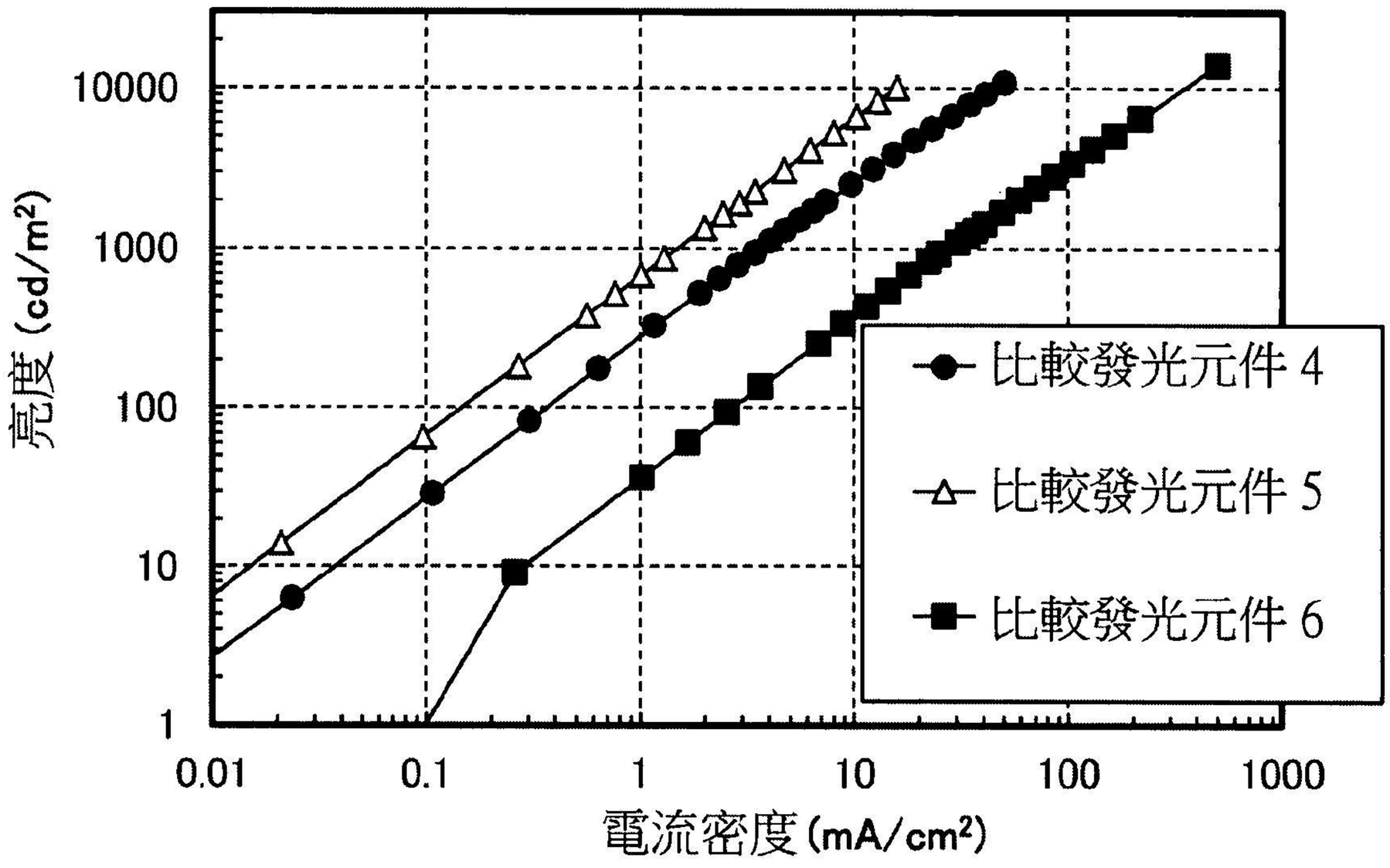

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度 (mA/cm²)
比較發光元件 4
比較發光元件 5
比較發光元件 6

圖 33

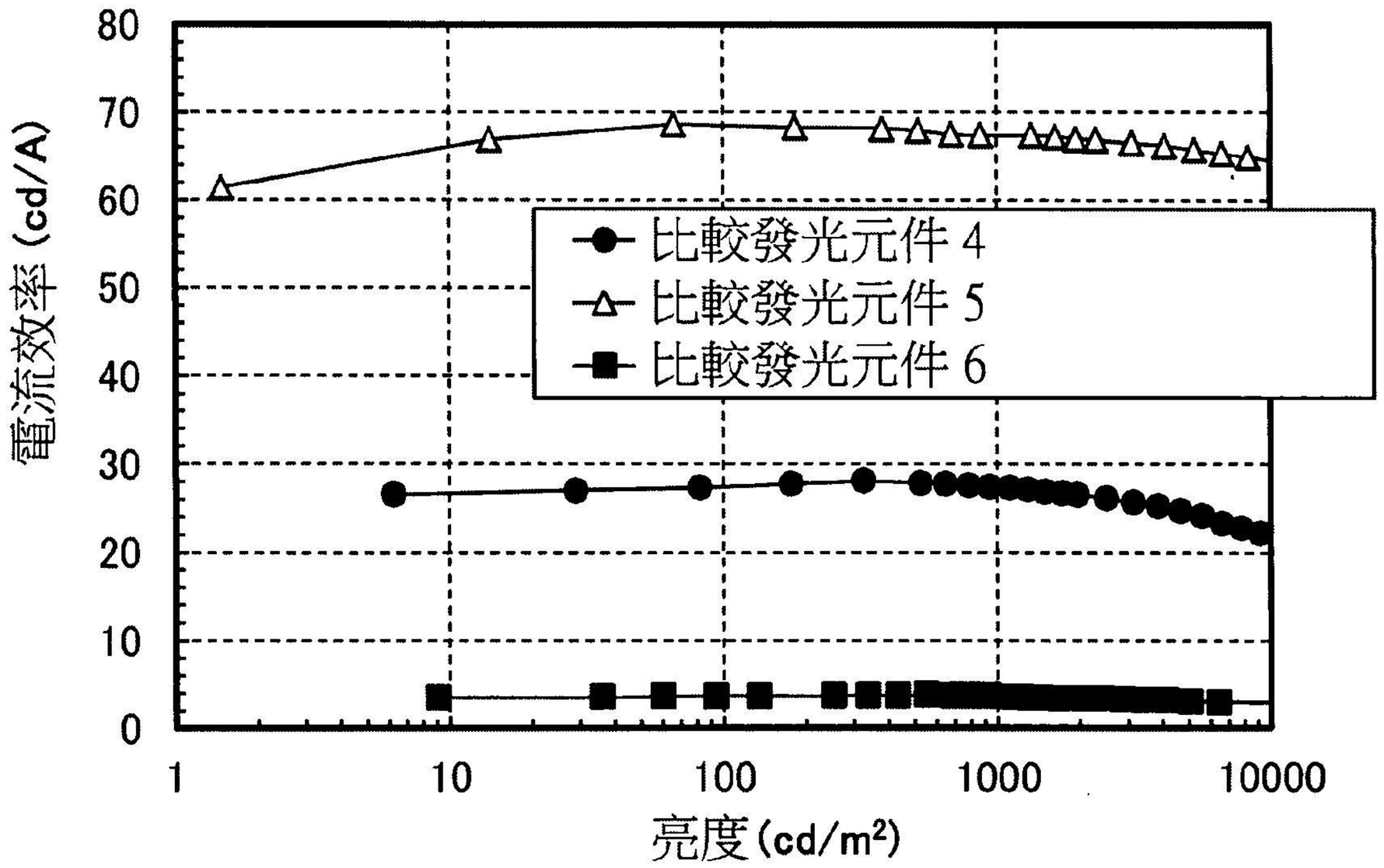

80
70
60
50
40
30
20
10
0
電流效率 (cd/A)
1
10
100
1000
10000
亮度 (cd/m²)
比較發光元件 4
比較發光元件 5
比較發光元件 6

圖 34

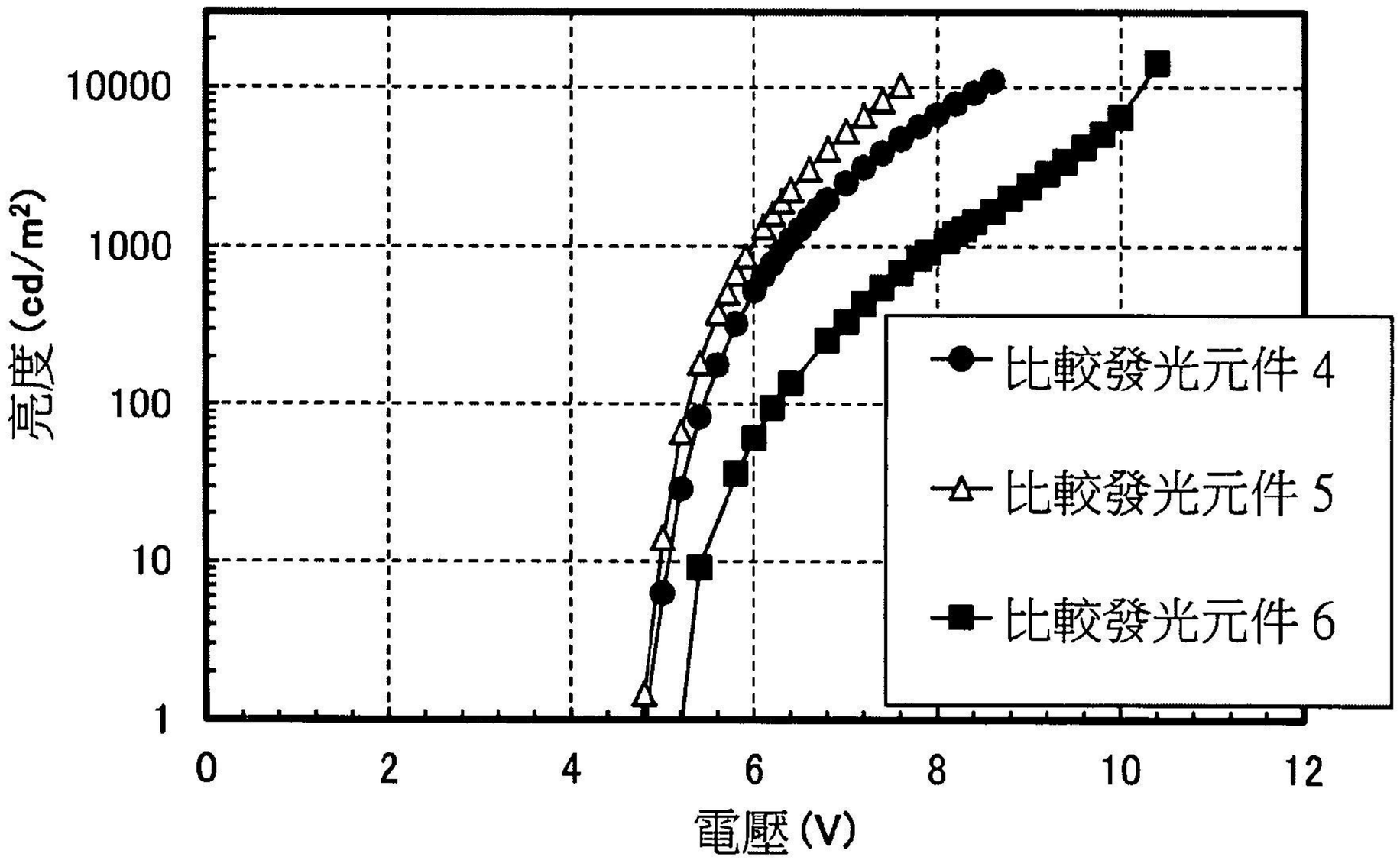

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0
2
4
6
8
10
12
電壓 (V)
比較發光元件 4
比較發光元件 5
比較發光元件 6

圖 35

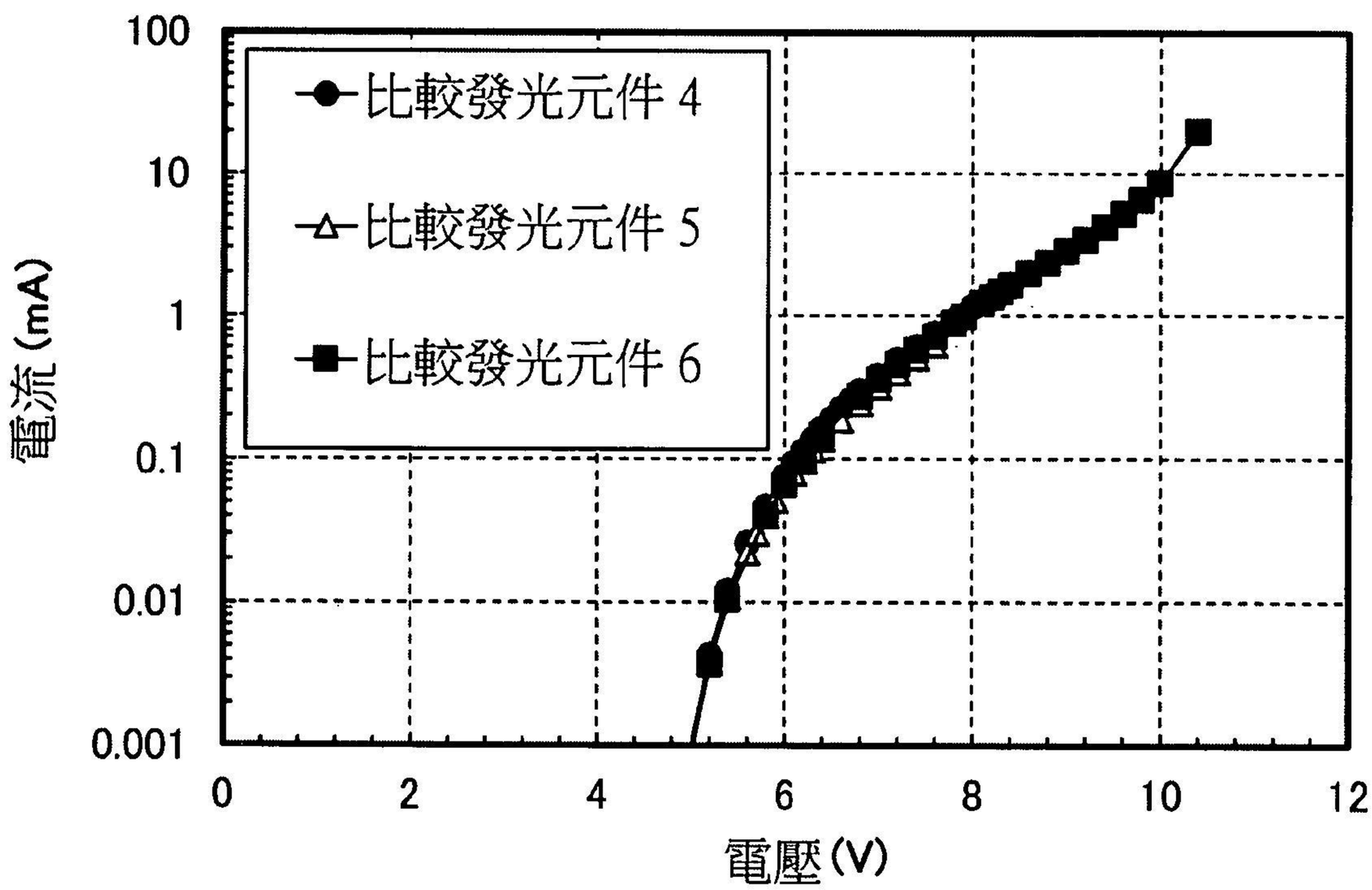

100
10
1
0.1
0.01
0.001
電流 (mA)
0
2
4
6
8
10
12
電壓 (V)
比較發光元件 4
比較發光元件 5
比較發光元件 6

圖 36

I681579

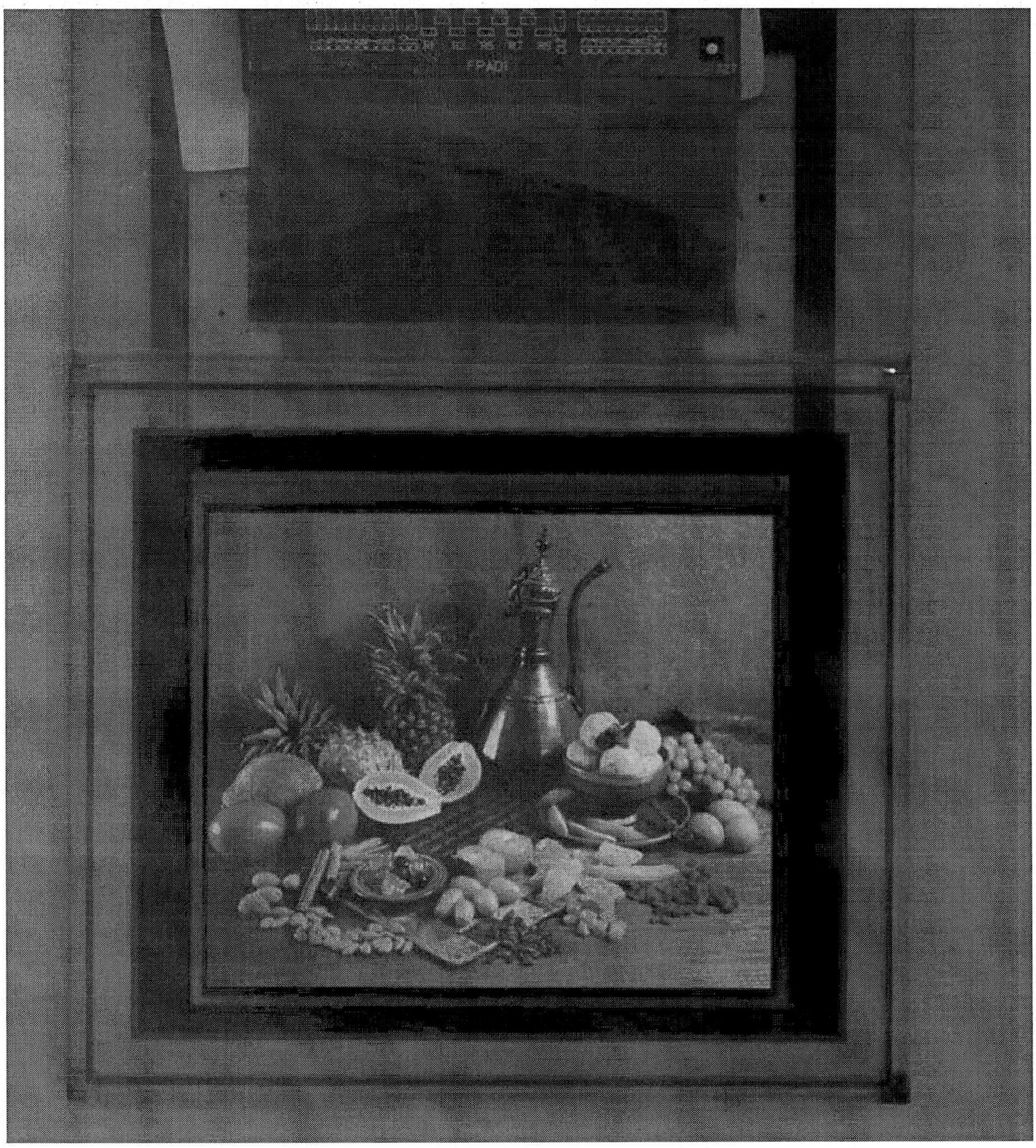


圖 37

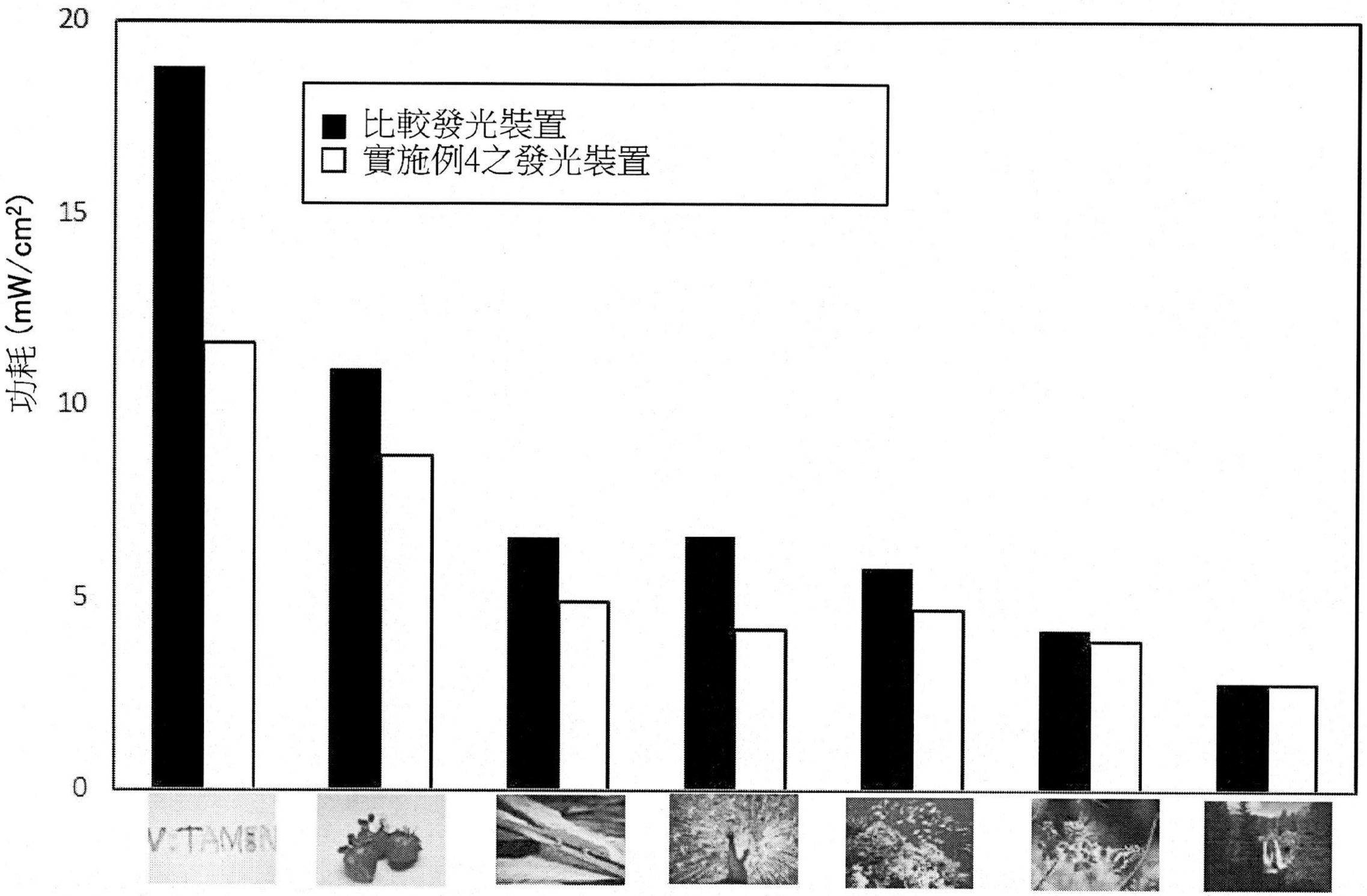


圖 38

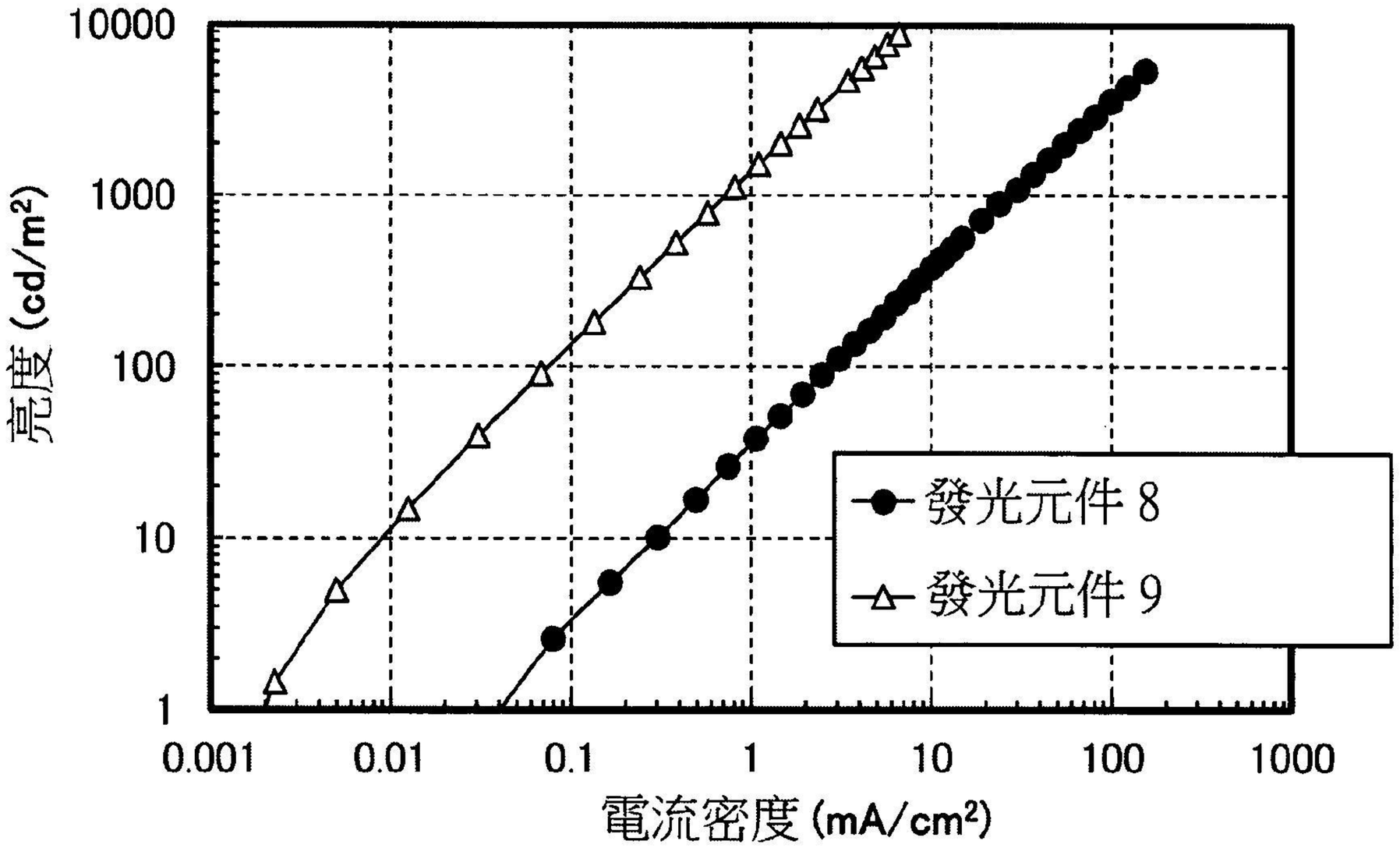

10000
1000
100
10
1
0.001
0.01
0.1
1
10
100
1000
亮度 (cd/m²)
電流密度 (mA/cm²)
發光元件 8
發光元件 9

圖 39

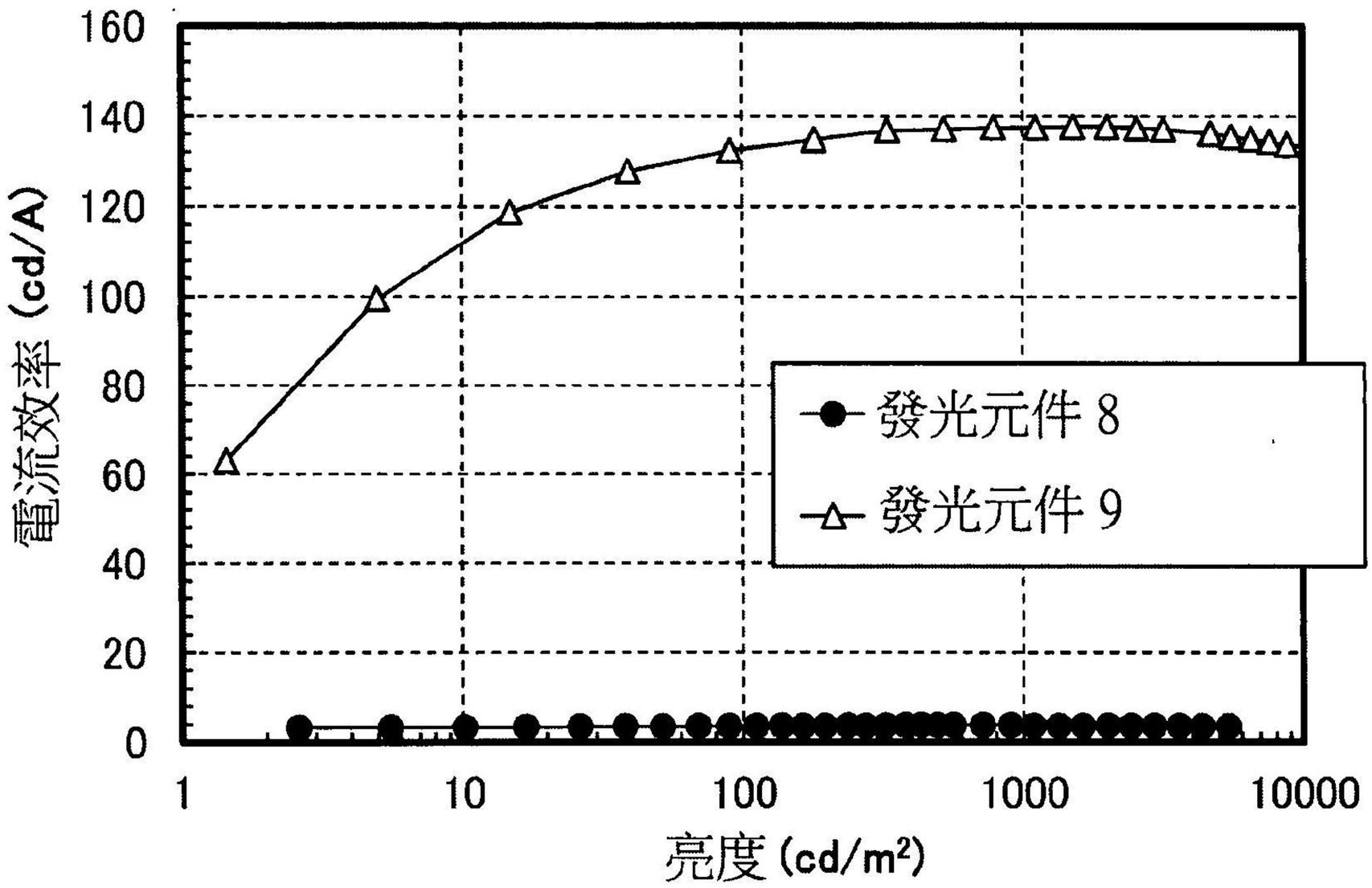

160
140
120
100
80
60
40
20
0
1
10
100
1000
10000
電流效率 (cd/A)
亮度 (cd/m²)
發光元件 8
發光元件 9

圖 40

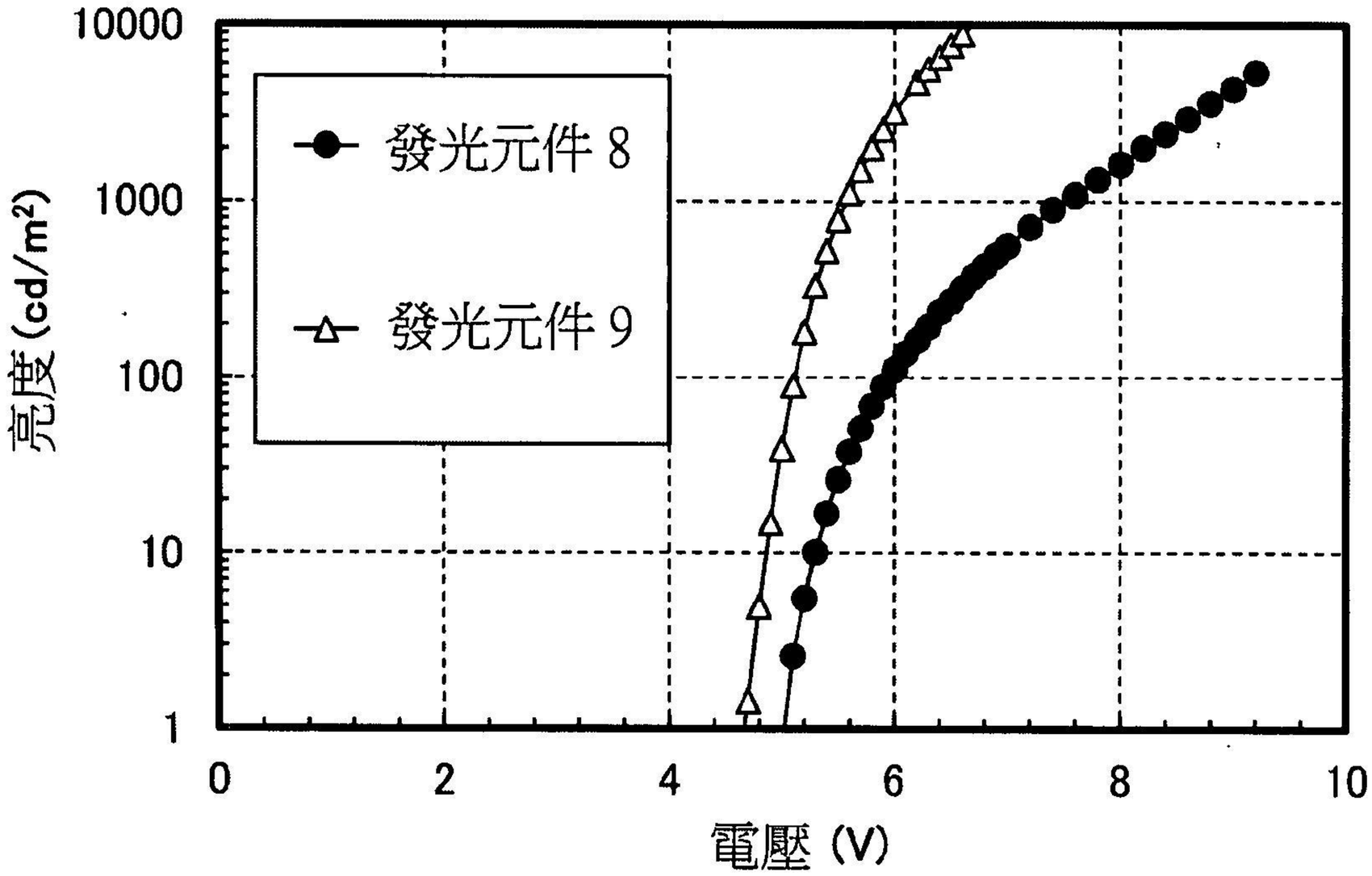

10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
發光元件 8
發光元件 9
0
2
4
6
8
10
電壓 (V)

圖 41

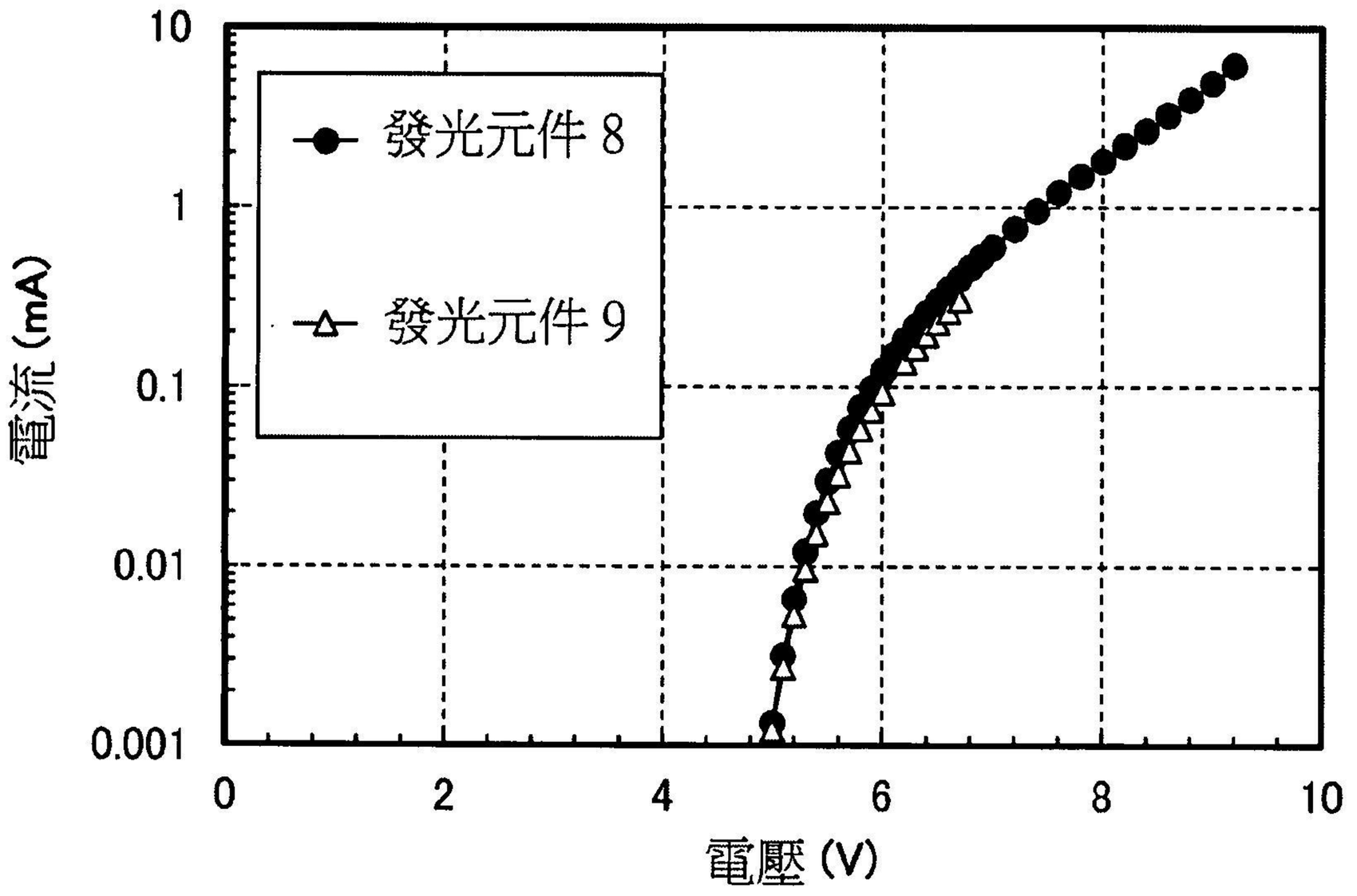

10
1
0.1
0.01
0.001
電流 (mA)
發光元件 8
發光元件 9
0
2
4
6
8
10
電壓 (V)

圖 42

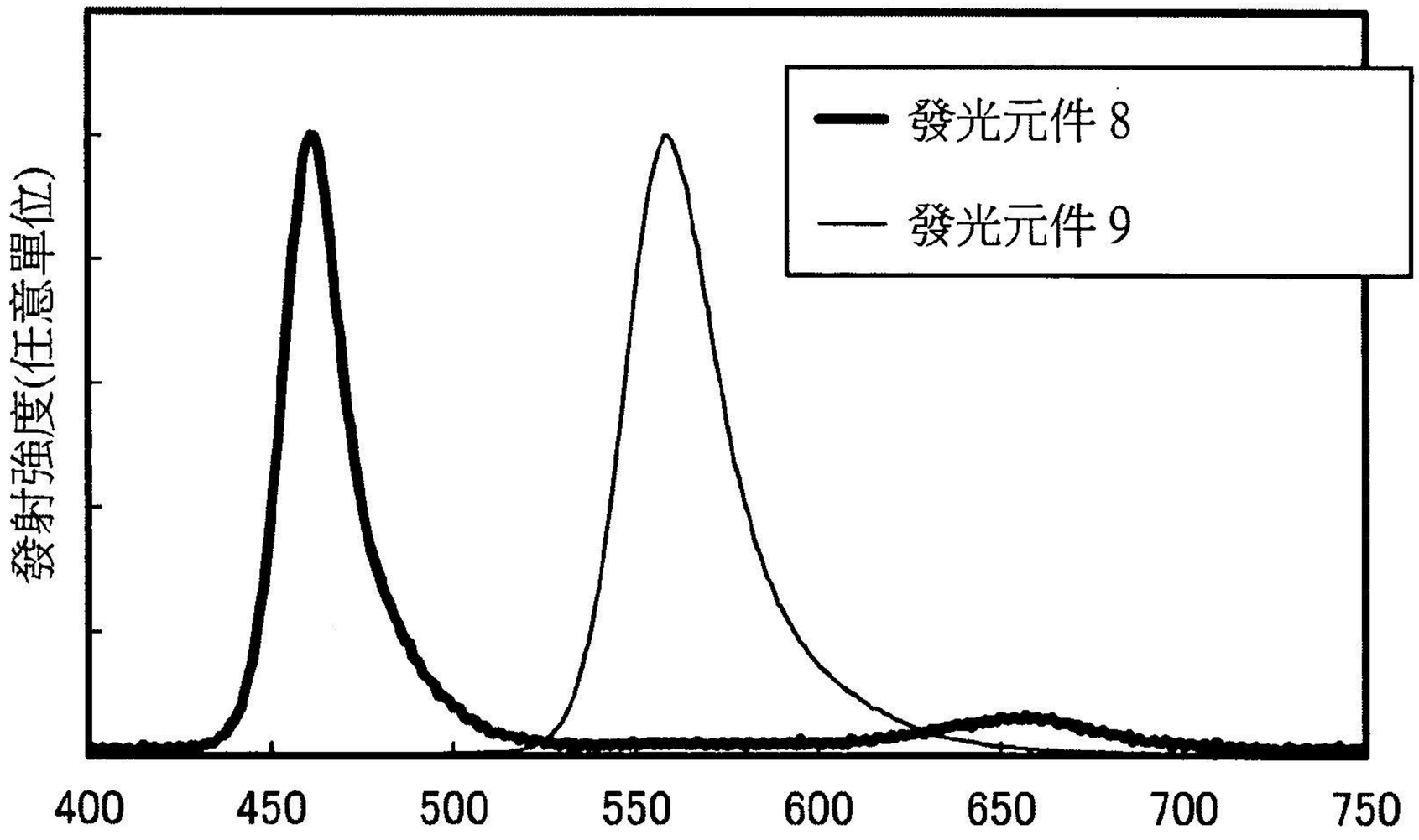


圖 43

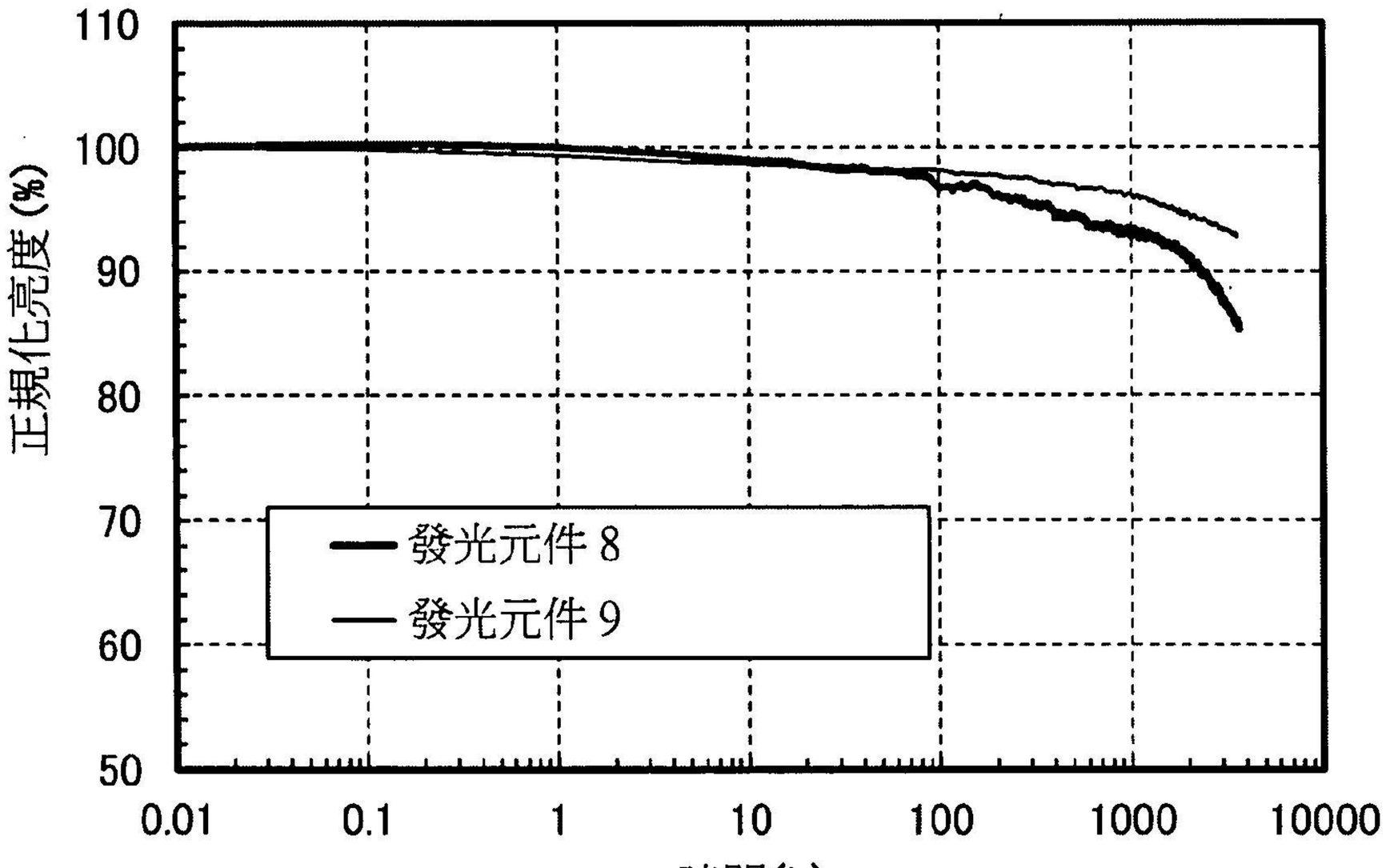

110
100
90
80
70
60
50
正規化亮度(%)
發光元件 8
發光元件 9
0.01
0.1
1
10
100
1000
10000
時間(h)

圖 44