



(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 I492668 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：098108590

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 17 日

(51)Int. Cl. : H05B33/14 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2008/03/18 日本

2008-068924

(71)申請人：半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 556446

TW 200806077A

JP 2007-96023A

審查人員：鄭敬偉

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：30 共 110 頁

(54)名稱

發光元件，發光裝置與電子裝置

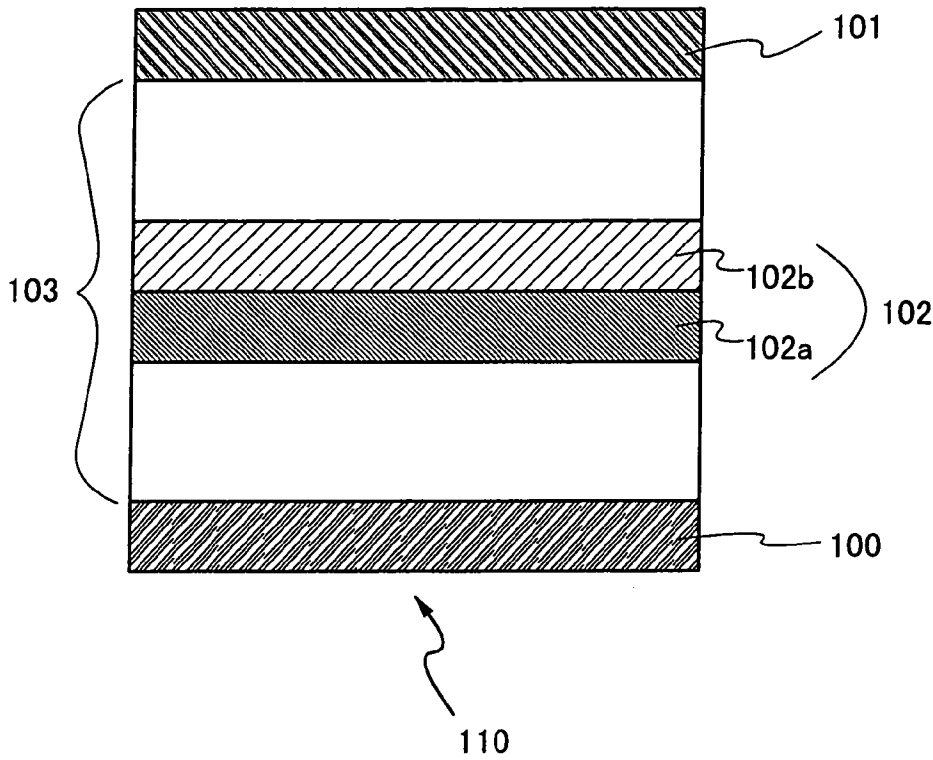
LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明提供一種發光效率提高了的發光元件。此發光元件包括：從陽極一側第一發光層和第二發光層彼此直接接觸堆疊而形成的發光層，並且第二發光層中做為發光中心物質的第一物質與第一發光層中的主要材料相同。注意，對第一發光層添加有用來使膜品質穩定化的第二物質，並且第二發光層包含第三物質作為用來使發光中心物質的第一物質分散的主體材料。在該發光元件中，這些第二物質及第三物質為具有比第一物質的能隙(或者三重態能量)大的能隙的物質。

A light-emitting element with improved emission efficiency is provided. The light-emitting element includes a light-emitting layer in which a first light-emitting layer and a second light-emitting layer are stacked in contact with each other over an anode, and a first substance serving as an emission center substance in the second light-emitting layer is the same as a main substance in the first light-emitting layer. Note that a second substance is added to the first light-emitting layer for stabilization of film quality, and a third substance serving as a host material to disperse the first substance serving as an emission center substance is included in the second light-emitting layer. In the light-emitting element, the second substance and the third substance are substances having energy gaps (or triplet energy) larger than the first substance.

圖 1A



- 100 . . . 陽極
- 101 . . . 陰極
- 102 . . . 發光層
- 102a . . . 第一發光層
- 102b . . . 第二發光層
- 103 . . . 包含有機化合物的層
- 110 . . . 發光元件

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：098108590

※申請日：098 年 03 月 17 日

※IPC 分類：H05B33/4 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

發光元件，發光裝置與電子裝置

Light-emitting element, light-emitting device and
electronic device

二、中文發明摘要：

本發明提供一種發光效率提高了的發光元件。此發光元件包括：從陽極一側第一發光層和第二發光層彼此直接接觸堆疊而形成的發光層，並且第二發光層中做為發光中心物質的第一物質與第一發光層中的主要材料相同。注意，對第一發光層添加有用來使膜品質穩定化的第二物質，並且第二發光層包含第三物質作為用來使發光中心物質的第一物質分散的主體材料。在該發光元件中，這些第二物質及第三物質為具有比第一物質的能隙（或者三重態能量）大的能隙的物質。

三、英文發明摘要：

A light-emitting element with improved emission efficiency is provided. The light-emitting element includes a light-emitting layer in which a first light-emitting layer and a second light-emitting layer are stacked in contact with each other over an anode, and a first substance serving as an emission center substance in the second light-emitting layer is the same as a main substance in the first light-emitting layer. Note that a second substance is added to the first light-emitting layer for stabilization of film quality, and a third substance serving as a host material to disperse the first substance serving as an emission center substance is included in the second light-emitting layer. In the light-emitting element, the second substance and the third substance are substances having energy gaps (or triplet energy) larger than the first substance.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：陽極

101：陰極

102：發光層

102a：第一發光層

102b：第二發光層

103：包含有機化合物的層

110：發光元件

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種電流激發型發光元件，特別涉及一種在電極之間設置有包含有機化合物的層之元件。此外，本發明還涉及一種具有發光元件的發光裝置與電子裝置。

【先前技術】

隨著以石油資源為典型的資源枯竭問題的日益現實化，為了環境保護頒佈了許多政策和對策。在個人水準上，對於環境保護的意識也日益提高，並且表明顧慮到環境的產品的銷售額也增加，確立了可稱為環境市場或環境商業的領域。

但是，作為消費者的心理，難以接受由於購買顧慮到環境的產品而帶來的生活品質的降低，所以在滿足對於高品質的要求的同時怎樣節省資源絕對影響到作為廠商的企業競爭力。注意，在此的“節省資源”具有兩種意思。一種是在製造週期中的節省資源，其藉由消除材料浪費或者延長產品的耐用年數來實現。另一種是在使用產品時消耗的能量資源降低，其藉由減少耗油量以及進行低耗電化來實現。

作為電漿電視、液晶電視的下一代顯示器，有機 EL 電視的存在得到廣泛認識。有機 EL 電視使用藉由在電極之間夾有包含有機化合物的層且流過電流來發光的發光元件作為其像素。由此，不需要多餘的空間、背光燈，而可

以實現非常薄的顯示器。此外，可見度好，並且回應速度也快。再者，由於有機 EL 電視可以容易實現高對比度，所以真正是可以提供高品質的影像的下一代顯示器。

另一方面，現在在市場上出售的有機 EL 電視消耗同尺寸的液晶電視的大約 1.5 倍的電力。一般認為，有機 EL 電視有實現超越液晶電視的耗電量的低耗電化的潛在性，但是目前還遠達不到該水準。

在呼籲節省資源、節省能量的近幾年中，若有機 EL 電視充分發揮其實力，以實現超過液晶電視的低耗電化，則會成為實現生活品質的提高並充分滿足環境意識的非常有魅力的商品。

為實現低耗電化有各種各樣的方法。在將自發光的發光元件用於有機 EL 電視等的像素的顯示器的情況下，藉由提高發光元件的發光效率，可以降低耗電量。因此，對於發光元件的發光效率的提高進行了大量研究（參考資料 1：日本專利申請公開案 2007-227117 號）。

雖然這樣進行了大量研究，但是呈現足夠的發光效率的發光元件還較少，所以要求發光效率的進一步的提高。

【發明內容】

於是，本發明的目的在於提供一種發光效率提高了的發光元件。

鑒於上述目的，本發明人發現出一種發光元件解決上述目的，其具有如下結構：具有從陽極一側第一發光層和

第二發光層彼此直接接觸堆疊而形成的發光層，並且第二發光層中做為發光中心物質的第一物質與第一發光層中的主要材料相同。另外，對第一發光層添加有用來使膜品質穩定化的第二物質（就是說，在第一發光層中，當以重量進行比較時，第一物質多於第二物質），並且第二發光層包含第三物質作為用來使發光中心物質的第一物質分散的主體材料。在本發明的發光元件中，這些第二物質及第三物質為具有比第一物質的能隙（或者三重態能量）大的能隙的物質。

就是說，本發明之一是一種發光元件，包括：陽極；陰極；包括添加有第一物質之第二物質的第一發光層；包含第一物質和第三物質且第三物質是最多成分的第二發光層，其中，第一發光層和第二發光層彼此直接接觸地堆疊，並且，第一發光層位於陽極一側，而第二發光層位於陰極一側，並且，第二物質及第三物質都具有比第一物質大的能隙。

此外，本發明之一是一種發光元件，包括：陽極；陰極；在陽極和陰極之間彼此直接接觸地堆疊的第一發光層及第二發光層，其中，第一發光層位於陽極一側，而第二發光層位於陰極一側，並且，第一發光層包含第一物質和第二物質，並且，第二發光層包含第一物質和第三物質，並且，第一發光層的第一物質的含量是 50 重量 % 或以上且小於 100 重量 %，並且，在第二發光層中第三物質是最多成分，並且，第二物質及第三物質都具有比第一物質大

的能隙。

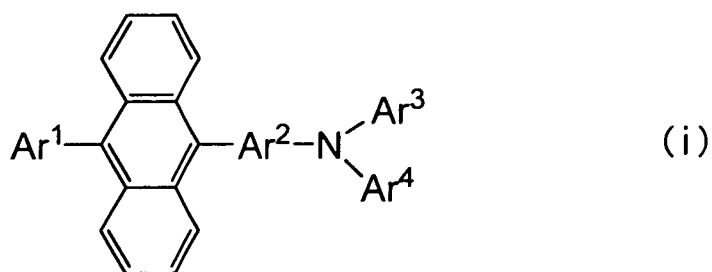
此外，本發明之一是一種發光元件，包括：陽極；陰極；在陽極和陰極之間彼此直接接觸地堆疊的第一發光層及第二發光層，其中，第一發光層位於陽極一側，而第二發光層位於陰極一側，並且，第一發光層包含第一物質和第二物質，並且，第二發光層包含第一物質和第三物質，並且，第一發光層的第一物質的含量是 50 重量%或以上且小於 100 重量%，並且，第二發光層的第一物質的含量是 0.001 重量%至 30 重量%（含），並且，第二物質及第三物質都具有比第一物質大的能隙。

此外，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第一物質是具有電洞傳輸性的物質。

此外，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第一物質是其中蔥經由仲芳（arylene）基與二芳基胺基鍵合的化合物。

此外，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第一物質是 9,10-二芳基蔥衍生物，並且，鍵合於 9,10-二芳基蔥衍生物的 9 位或者 10 位的芳基還鍵合於二芳基胺基。

此外，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第一物質是下面的通式（i）所表示的物質。



在式中， Ar^1 表示碳數為 6 至 25 的芳基， Ar^2 表示碳數為 6 至 25 的伸芳基，並且， Ar^3 、 Ar^4 分別獨立表示碳數為 6 至 25 的芳基、呋唑基中的任一種。 Ar^3 、 Ar^4 也可以分別獨立具有取代基，在此情況下，作為該取代基，可以舉出碳數為 1 至 4 的烷基、碳數為 6 至 25 的芳基、呋唑基中的任一種。

具有上述結構的發光元件可以提高發光效率，並且，特別可以得到能夠實現發光效率的提高及長使用壽命化二者的發光元件。

此外，當在具有上述結構的發光元件中第二物質是蔥衍生物或者呋唑衍生物時，發光效率提高很大。由此，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第二物質是蔥衍生物或者呋唑衍生物。

此外，在具有上述結構的發光元件中，第二物質是兼具有蔥骨架和呋唑骨架二者物質的發光元件，其使用壽命的提高效果顯著。由此，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第二物質是兼具有蔥骨架和呋唑骨架二者的物質。

此外，當在具有上述結構的發光元件中，第一發光層中的第一物質的含量是 70 重量%或以上時，確認到更顯著的使用壽命提高效果。由此，本發明之一是一種發光元

件，其中，在上述結構中，第一發光層中的第一物質的含量是 70 重量 % 或以上且小於 100 重量 %。

此外，當在具有上述結構的發光元件中，第二物質和第三物質是相同物質時，除了可以獲得發光效率的提高以外，還可以獲得使用壽命的延長效果。由此，本發明之一是一種發光元件，其中，在上述結構中，第二物質和第三物質是相同物質。

藉由實施本發明，可以得到能夠提高發光效率，特別能夠實現提高發光效率及延長使用壽命二者的發光元件。

【實施方式】

下面，參照附圖說明本發明的實施方式。注意，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是，本發明可以以多種不同形態來實施，其形式及詳細內容可以在不脫離本發明的宗旨及其範圍的情況下被變換為各種各樣。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在本實施方式所記載的內容中。注意，當在本說明書中說明「數量」、「量」或「含量」時，在沒有特別的說明的情況下，設定為基於質量（重量）。此外，說明書中的陽極是指將電洞注入到包含發光材料的層中的電極，而陰極是指將電子注入到包含發光材料的層中的電極。

實施方式 1

圖 1A 表示本發明的發光元件 110 的示意圖。本發明

的發光元件 110 在陽極 100 和陰極 101 之間具有包含有機化合物的層 103，而該包含有機化合物的層 103 包含多個層。包含有機化合物的層 103 至少包含發光層 102，並且發光層 102 藉由從陽極 100 一側堆疊第一發光層 102a 與第二發光層 102b 的兩層。注意，該兩層彼此接觸。第一發光層 102a 包含第一物質和第二物質，該第一物質的含量占其一半或以上。此外，第二發光層 102b 包含第一物質和第三物質，該第三物質為最多成分。

第二發光層 102b 具有如下結構：當對陽極 100 和陰極 101 之間施加正向電壓時，從第一物質得到發光。因此，本發明的發光元件 110 可以採用如下結構：第一發光層 102a 包含一半或以上的第二發光層 102b 中的發光中心物質的第一物質。

在此，因為在第二發光層 102b 中使用第三物質作為使發光中心物質的第一物質分散的主體，所以較佳使用其能隙比第一物質的能隙大的物質作為第三物質。

此外，藉由在第一發光層 102a 中，添加與第一物質相同量或其以下的量（第二物質是 0 重量 % 的情況除外）的第二物質來使用，提高第一發光層 102a 的膜品質，而可以謀求實現發光元件 110 的特性的穩定化。在此，當第二物質的能隙比第一物質的能隙小時，能量從第一物質移動到第二物質，而有可能降低發光元件 110 的效率和顏色純度。所以，作為第二物質，較佳使用具有比第一物質的能隙大的能隙的物質。

發光元件 110 也可以在發光層 102 和陽極 100 之間或者在發光層 102 和陰極 101 之間設置專用電子或電洞的注入的促進、電子或電洞的傳輸或阻擋等的功能層。典型地有與陽極 100 接觸地設置的電洞注入層、設置在陽極 100 和發光層 102 之間的電洞傳輸層、與陰極 101 接觸地設置的電子注入層、設置在陰極 101 和發光層 102 之間的電子傳輸層等。注意，這些功能層也可以是兼具有多種功能的層。

根據上述那樣的結構，可以提供能夠提高發光效率，特別實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的發光元件。在現有的元件中，有時在發光層中不參與重新結合的載流子（電洞、電子）穿過發光層，這起因於低發光效率和短使用壽命。對此，在具有上述結構的發光元件中，在第二發光層 102b 中不參與重新結合的電子可以在第一發光層 102a 中參與發光，這可以認為提高發光效率的一個原因。此外，作為使用壽命提高的原因之一，可以認為藉由在第二發光層 102b 中不參與重新結合的電子在第一發光層 102a 中重新結合減少到達電洞傳輸層的電子的數量，以抑制構成電洞傳輸層的材料退化。這些藉由使第一發光層 102a 包含一半或更多的比例的第二發光層 102b 中的發光中心物質的第一物質來實現。

接著，參照製造方法更具體地說明如上所述的發光元件。另外，在此說明的元件結構、製造方法不過是一個例示，而在不脫離本發明的宗旨的範圍內可以應用其他公知

的結構、材料、製造方法。

首先，在具有絕緣表面的支架臺上形成陽極 100。作為陽極 100，較佳使用功函數高（具體地， 4.0eV 或以上）的金屬、合金、導電化合物、以及這些的混合物等。具體而言，可以舉出銦錫氧化物（以下示為 ITO）、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物、包含氧化鋅（ ZnO ）的氧化銦、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）等。這些導電金屬氧化物膜通常藉由濺射形成，但是，也可以應用溶膠-凝膠法等來製造。例如，包含氧化鋅（ ZnO ）的氧化銦可以使用對氧化銦添加 1 重量%至 20 重量%的氧化鋅的靶並且藉由濺射法形成。另外，包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）可以使用對氧化銦包含 0.5 重量%至 5 重量%的氧化鎢和 0.1 重量%至 1 重量%的氧化鋅的靶並且藉由濺射法形成。另外，也可以使用金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）、或者金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。

接著，形成包含有機化合物的層 103。包含有機化合物的層 103 也可以使用低分子系材料及高分子系材料中的任一種。另外，構成包含有機化合物的層 103 的材料除了包括僅由有機化合物材料構成的材料以外，還包括一部分包含無機化合物的結構。另外，包含有機化合物的層 103 通常適當地組合具有各種功能的功能層如電洞注入層、電洞傳輸層、電洞阻擋層、發光層、電子傳輸層、電子注入

層等來構成。包含有機化合物的層 103 既可以包括具有上述層所具有的功能中的兩個以上的功能的層，又可以不形成上述層中的哪一個。當然，也可以設置有上述功能層以外的層。在本實施方式中，以如下發光元件為例進行說明：作為包含有機化合物的層 103，如圖 1B 所示地具有從陽極 100 一側按順序堆疊有電洞注入層 104、電洞傳輸層 105、發光層 102（第一發光層 102a、第二發光層 102b）、電子傳輸層 106、電子注入層 107 的堆疊結構。

在使用電洞注入層 104 的情況下，作為其材料，可以舉出氧化釩、氧化鋁、氧化鈦、氧化鋁等的金屬氧化物等。或者，當使用有機化合物時，卟啉系化合物是有效的，可以使用酞菁（簡稱：H₂Pc）、酞菁銅（簡稱：CuPc）等。另外，作為電洞注入層 104，也可以使用高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）。例如，可以舉出高分子化合物如聚（N-乙基基吡啶）（簡稱：PVK）、聚（4-乙基基三苯胺）（簡稱：PVTPA）、聚〔N-（4-〔N'-〔4-（4-二苯基胺基）苯基〕苯基-N'-苯基胺基〕苯基）甲基丙烯醯胺〕（簡稱：PTPDMA）、聚〔N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺〕（簡稱：聚-TPD）等。另外，可以使用添加了酸的高分子化合物如聚（3,4-伸乙二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸鹽）（PEDOT/PSS）、聚苯胺/聚（苯乙烯磺酸鹽）（PAni/PSS）等。與陽極 100 接觸地形成電洞注入層 104，藉由使用電洞注入層 104，載流子的注入勢壘（barrier）減少，而載流子高效地被注

入到發光元件中，結果，可以謀求實現驅動電壓的降低。

另外，作為電洞注入層 104，也可以使用在具有高電洞傳輸性的物質中包含受體物質而成的材料（以下，稱為複合材料）。注意，藉由使用在具有高電洞傳輸性的物質中包含受體物質而成的材料，可以與電極實現歐姆接觸，而可以不考慮功函數地選擇形成電極的材料。換言之，作為陽極，除了使用功函數高的材料以外，還可以使用功函數不太高的材料、功函數低的材料。作為受體物質，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷（tetrafluoroquinodimethane）（簡稱：F₄-TCNQ）、氰醌等的有機化合物、過渡金屬氧化物。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。具體地，氧化鈮、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳和氧化銻等是較佳的材料，因為其電子接受性高。其中，氧化鉬是尤其較佳的材料，因為它在大氣中也穩定並且其吸濕性低，從而容易處理。

另外，在本說明書中，“複合”不僅是指簡單地混合兩種材料，而且是指混合多種材料而成為能夠在材料之間進行電荷的授受的狀態。

作為用於複合材料的具有高電洞傳輸性的物質，可以使用各種化合物如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳香烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。注意，作為用於複合材料的具有高電洞傳輸性的物質，較佳使用具有 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的電洞遷移率的物質。但是

，只要是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用上述以外的物質。在下文中，具體地列舉可用於複合材料的有機化合物。

例如，作為可用於複合材料的芳香胺化合物，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（4-甲基苯基）-N,N'-二苯基-對-苯二胺（簡稱：DTDPPA）、4,4'-雙〔N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯基胺基〕聯苯（簡稱：DPAB）、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）、1,3,5-三〔N-(4-二苯胺基苯基)-N-苯基胺基〕苯（簡稱：DPA3B）等。

作為可用於複合材料的咔唑衍生物，具體地可以使用 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）、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）、1,4-雙〔4-（N-咔唑基）苯基〕-2,3,5,6-四苯基苯等。

另外，作為可用於複合材料的芳香烴，例如可以舉出 2-第三丁基-9,10-二（2-萘基）蒽（簡稱：t-BuDNA）、2-第三丁基-9,10-二（1-萘基）蒽、9,10-雙（3,5-二苯基苯基）蒽（簡稱：DPPA）、2-第三丁基-9,10-雙（4-苯基苯

基) 蒽 (簡稱 : t-BuDBA) 、 9,10-二 (2-萘基) 蒽 (簡稱 : DNA) 、 9,10-二 苯基 蒽 (簡稱 : DPAnth) 、 2-第三丁基蒽 (簡稱 : t-BuAnth) 、 9,10-雙 (4-甲基-1-萘基) 蒽 (簡稱 : DMNA) 、 9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基] -2-第三丁基蒽、 9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基] 蒽、 2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (1-萘基) 蒽、 2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (2-萘基) 蒽、 9,9'-聯蒽、 10,10'-二 苯基 -9,9'-聯蒽、 10,10'-雙 (2-苯基 苯基) -9,9'-聯蒽、 10,10'-雙 [(2,3,4,5,6-五 苯基) 苯基] -9,9'-聯蒽、 蒽、 稠四苯、 紅熒烯、 茈、 2,5,8,11-四 (第三丁基) 茈等。此外，也可以使用稠五苯、蒽等。如此，更較佳使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的電洞遷移率且碳數為 14 至 42 的芳香烴。

注意，可用於複合材料的芳香烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳香烴，例如可以舉出 4,4'-雙 (2,2-二 苯基 乙烯基) 聯苯 (簡稱 : DPVBi) 、 9,10-雙 [4- (2,2-二 苯基 乙烯基) 苯基] 蒽 (簡稱 : DPVPA) 等。

另外，還可以將複合材料用作電洞注入層，該複合材料由上述的 PVK、PVTBA、PTPDMA、聚-TPD 等的高分子化合物以及上述的受體物質形成。

在使用如上所述的複合材料作為電洞注入層 104 的情況下，作為陽極 100，可以不考慮功函數的高低地使用各種金屬、合金、導電化合物、以及這些的混合物等。因此，作為陽極，除了上述材料以外，還可以使用例如鋁 (Al) 、銀 (Ag) 、包含鋁的合金 (例如，AlSi) 等。另外，

也可以使用為功函數低的材料的屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的元素，即鋰（Li）、鉍（Cs）等的鹼金屬；鎂（Mg）、鈣（Ca）、銦（Sr）等的鹼土金屬及包含這些的合金（MgAg、AlLi）；以及鎔（Eu）、鐳（Yb）等的稀土金屬及包含這些的合金等。由鹼金屬、鹼土金屬、包含這些的合金構成的膜可以藉由真空沈積法形成。另外，由包含鹼金屬或鹼土金屬的合金構成的膜還可以藉由濺射法形成。另外，還可以藉由噴墨法等形成由銀膏等構成的膜。

可以使用如下材料形成電洞傳輸層 105，即 N,N'-雙（螺環-9,9'-聯萘-2-基）-N,N'-二苯基聯苯胺（簡稱：BSPB）、4,4'-雙〔N-（1-萘基）-N-苯基胺基〕聯苯（簡稱：NPB 或 α -NPD）、4,4'-雙〔N-（3-甲基苯基）-N-苯基胺基〕聯苯（簡稱：TPD）、4,4',4''-三（N,N-二苯基胺基）三苯基胺（簡稱：TDATA）、4,4',4''-三〔N-（3-甲基苯基）-N-苯基胺基〕三苯基胺（簡稱：MTDATA）、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）、1,3,5-三〔N,N-二（間甲苯基）胺基〕苯（簡稱：m-MTDAB）、4,4',4''-三（N-吡啶基）三苯基胺（簡稱：TCTA）、酞菁（簡稱：H₂Pc）、酞菁銅（簡稱：CuPc）、釩氧酞菁（簡稱：VOPc）等。作為電洞傳輸層較佳使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的電洞遷移率的物質，但是，只要是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以用作電洞傳輸層。此外，

電洞傳輸層除了可以使用單層結構以外，還可以使用其中組合兩層以上由上述物質構成的層而成的多層結構。電洞傳輸層可以使用真空沈積法等來形成。

另外，作為電洞傳輸層 105 還可以使用作為電洞傳輸層 104 的材料而上述的高分子化合物，如 PVK、PVTBA、PTPDMA、聚-TPD 等。在此情況下，可以使用噴墨法、旋塗法等溶液工藝。

發光層 102 藉由從電洞傳輸層 105 一側堆疊第一發光層 102a、第二發光層 102b 的兩層來形成。

第一發光層 102a 包含第一物質和第二物質，其中，包含有一半或其以上的第一物質。但是，不包含第二物質的情況，即第二物質在第一發光層中是 0 重量 % 的情況除外。換言之，在第一發光層 102a 中，第一物質被包含為 50 重量 % 或以上且小於 100 重量 %。在第一發光層 102a 中，藉由對第一物質添加第二物質，提高第一發光層 102a 的膜品質，而有助於發光元件 110 的工作的穩定化。此外，當在第一發光層 102a 中，包含 70 重量 % 或以上且小於 100 重量 % 的第一物質時，使用壽命的延長效果表現顯著，所以是較佳的結構。

第二發光層 102b 包含第一物質和第三物質，並且第三物質是最多成分，且第一物質以 0.001 重量 % 或以上且小於 50 重量 % 的比例被包含。第二發光層 102b 是所謂的主體-客體型的發光層，其中，在第三物質中分散有為發光中心物質的第一物質。因此，作為第三物質較佳使用具

有比第一物質的能隙大的能隙的物質，並且，在第一物質發射磷光的情況下，作為第三物質較佳使用具有比第一物質的三重態能量（基底態和三重態激發狀態之間的能量差別）大的三重態能量的物質。這是為了防止第一物質的激發能移動到第三物質而導致發光效率的降低、顏色純度的惡化，並且，由於同樣的理由，第一發光層 102a 中的第二物質較佳使用具有比第一物質的能隙（或者三重態能量）大的能隙的物質。發光層可以藉由真空沈積法來製造，並且可以藉由同時沈積不同材料的共沈積法來製造。此外，也可以藉由旋塗法、液滴噴射法等濕式法而代替沈積法來形成發光層。注意，因為第二發光層 102b 是主體-客體型的發光層，所以較佳採用在第二發光層 102b 中以 0.001 重量%或以上且 30 重量%以下的比例包含第一物質的結構，這是因為可以效率高地得到發光的緣故。

在發光層 102 具有上述結構的發光元件 110 中，在第二發光層 102b 中沒有進行重新結合而不參與發光的電子被在第一發光層 102a 中以一半或以上的高比例包含的第一物質捕捉，與電洞重新結合而有助於發光，因此提高發光效率。此外，由此，到達電洞傳輸層 105 的電子的數量減少，所以可以減少構成電洞傳輸層的材料由電子惡化而給發光元件的使用壽命帶來負面影響。發光效率提高的效果是藉由在包含第一物質和第二物質的第一發光層 102a 中以一半或以上，即 50 重量%或以上且小於 100 重量%，的比例包含第一物質來顯現的。此外，在上述結構中，

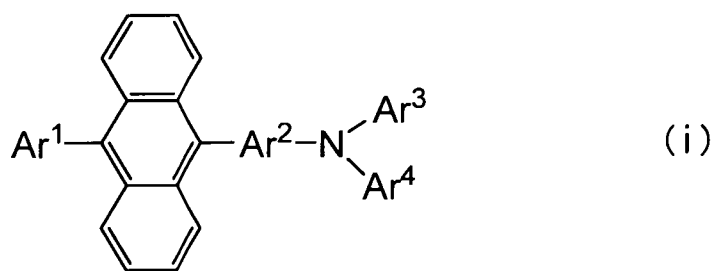
當第一物質以 70 重量 % 或以上且小於 100 重量 % 的比例被包含時，延長使用壽命的效果很顯著，所以是較佳的結構。

對本實施方式所記載的發光元件來說，與通常的元件相比，其發光層的膜厚度厚，所以在通常的情況下會擔憂驅動電壓的上升，但是即使與不設置第一發光層的發光元件相比，也驅動電壓的上升少。圖 2 示出本實施方式所記載的發光元件 110 的能級圖的一例。圖 2 分別示出發光元件的包含有機化合物的層 103 中的電洞傳輸層 105、第一發光層 102a、第二發光層 102b、電子傳輸層 106 的能級模型。此外，圖號 210 表示電洞，並且圖號 260 表示電子。在電洞傳輸層 105 中傳輸來的電洞 210 從電洞傳輸層 105 的 HOMO 能級 200 注入到第一發光層 102a 的 HOMO 能級 201。並且，在第一發光層 102a 的 HOMO 能級 201 中傳導的電洞 210 的一部分在第二發光層 102b 附近與從電子傳輸層 106 注入且在第二發光層 102b 中不參與重新結合的電子 260 重新結合，並且其另一部分注入到第二發光層 102b。通常的發光元件不設置有第一發光層 102a，所以電洞 210 從電洞傳輸層 105 直接注入到第二發光層 102b 中的主體物質（第三物質）的 HOMO 能級 203，而注入勢壘高。在此，在本實施方式中的發光元件 110 中，第一發光層 102a 是以第二發光層 102b 中的發光中心物質的第一物質為主要成分的層。就是說，第一發光層 102a 的 HOMO 能級 201 和第二發光層 102b 中的第一物質（發光

中心物質) 的 HOMO 能級 202 連續。由此，可以認為：從第一發光層 102a 到第二發光層 102b 中的發光中心物質的電洞的注入很容易，而抑制驅動電壓的上升。換言之，也可以說藉由存在有由第一物質構成的第一發光層 102a，電洞 210 容易注入到第二發光層 102b 中的第二物質。

接著，將說明可用於發光層 102 的材料。上述第一物質是在第二發光層 102b 中會成為發光中心物質的物質，並且發光可以是螢光或磷光。此外，第一物質較佳是具有電洞傳輸性的物質，以便在第二發光層 102b 中高效地進行重新結合。作為這種物質，可以舉出 4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPBA)、9,10-雙{4-[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯基}-2-第三丁基蒽(簡稱：DPABPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(簡稱：YGAPA)、9,10-雙(4-[N-[4-(9-咔唑基)苯基]-N-苯基胺基]苯基)-2-第三丁基蒽(簡稱：YGABPA)、2-第三丁基-9,10-雙{4-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]苯基}蒽(簡稱：PCABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(簡稱：PCAPA)、2-{4-[N-苯基-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]苯基}-9,10-二苯基蒽(簡稱：2PCAPPA)、2-(4-[N-[4-(咔唑-9-基)苯基]-N-苯基胺基]苯基)-9,10-二苯基蒽(簡稱：2YGAPPA)、

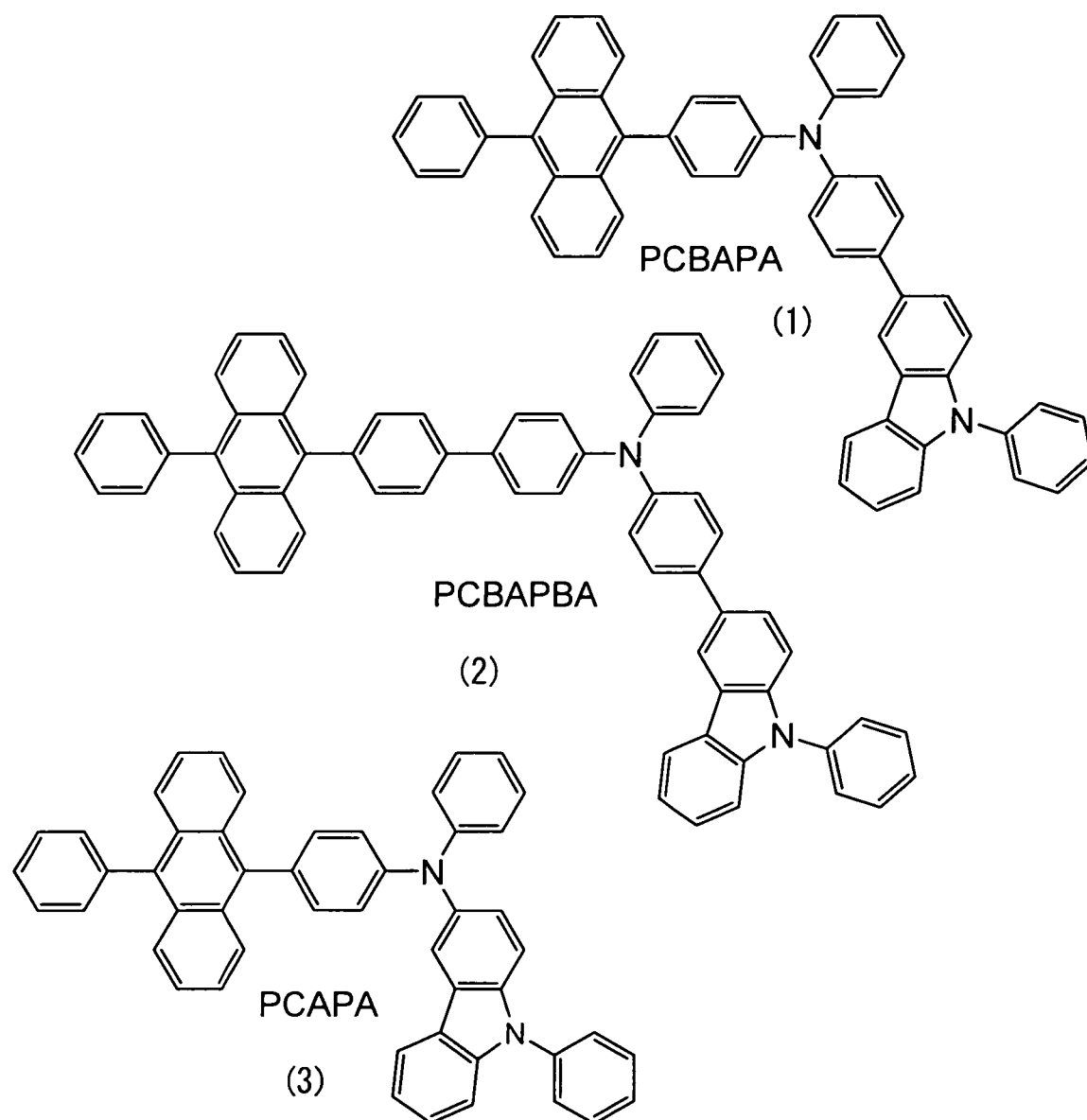
2- { 4- [N- (4-二 苯 基 胺 基 苯 基) -N-苯 基 胺 基] 苯 基 } -
 9,10-二 苯 基 蒽 (簡 稱 : 2DPAPPA) 、 4- (10-苯 基 -9-蒽 基)
) 三 苯 胺 (簡 稱 : DPhPA) 、 4- (10-苯 基 -9-蒽 基) -4'-苯
 基 -三 苯 胺 (簡 稱 : BPAPA) 等 。 特 別 地 , 蒽 和 二 芳 基 胺
 基 藉 由 伸 芳 基 而 鍵 合 的 化 合 物 是 較 佳 的 材 料 。 其 中 , 9,10-
 二 芳 基 蒽 的 9 位 或 者 10 位 的 芳 基 (就 是 說 , 下 面 的 通 式
 (i) 中 的 Ar^2) 還 鍵 合 於 二 芳 基 胺 基 的 物 質 , 即 下 通 式 (
 i) 所 表 示 的 物 質 是 可 以 較 佳 使 用 的 。 注 意 , 電 洞 傳 輸 層
 105 所 包 含 的 材 料 和 第 一 發 光 層 102a 的 材 料 也 可 以 為 不 同
 。



在此 , 在 式 中 , Ar^1 表 示 碳 數 為 6 至 25 的 芳 基 , Ar^2
 表 示 碳 數 為 6 至 25 的 伸 芳 基 , 並 且 , Ar^3 、 Ar^4 分 別 獨 立
 表 示 碳 數 為 6 至 25 的 芳 基 、 呋 喃 基 中 的 任 一 種 。 Ar^3 、
 Ar^4 也 可 以 分 別 獨 立 具 有 取 代 基 , 在 此 情 況 下 , 作 為 該 取
 代 基 , 可 以 舉 出 碳 數 為 1 至 4 的 烷 基 、 碳 數 為 6 至 25 的
 芳 基 、 呋 喃 基 中 的 任 一 種 。 作 為 上 述 碳 數 為 6 至 25 的 芳
 基 , 例 如 可 以 舉 出 苯 基 、 o-聯 苯 基 、 m-聯 苯 基 、 p-聯 苯 基
 、 萘 -2-基 、 螺 環 -9,9'-聯 萘 -2-基 、 蒽 基 等 。 此 外 , 作 為 碳
 數 為 6 至 25 的 伸 芳 基 , 例 如 可 以 舉 出 由 苯 、 蒽 、 聯 苯 、
 萘 、 螺 環 萘 衍 生 的 2 價 的 基 等 。 就 是 說 , 作 為 碳 數 為 6 至
 25 的 伸 芳 基 , 可 以 舉 出 伸 苯 基 、 伸 聯 苯 基 (biphenylene

group)、伸萘基(fluorenylene group)、伸螺環萘基等。此外，作為碳數為1至4的烷基，例如可以舉出甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基等。

作為這種可以較佳用作第一物質的物質的例子，可以舉出結構式(1)所表示的4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-呋啶-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPA)、結構式(2)所表示的4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-呋啶-3-基)三苯胺(簡稱：PCBAPBA)、結構式(3)所表示的N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-呋啶-3-胺(簡稱：PCAPA)等。



使用第二物質的目的是如下：在第一發光層 102a 中對第一物質添加它來抑制第一物質的晶化等，以改善第一發光層 102a 的膜品質。由此，對其材料沒有特別的限制，例如可以使用 4,4'-雙〔N-(1-萘基)-N-苯基胺基〕聯苯（簡稱：NPB 或 α -NPD）、N,N'-雙（4-甲基苯基）-N,N'-二苯基-對-苯二胺（簡稱：DTDPPA）、4,4'-雙〔N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基〕聯苯（簡稱：DPAB）、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) 、 1,3,5-三 [N- (4-二苯基胺基苯基) -N-苯基胺基] 苯 (簡稱 : DPA3B) 、 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) 、 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) 、 4,4'-4"-三 (N-咔唑基-9-基) 三苯胺 (簡稱 : TCTA) 、 9- [4- (10-苯基-9-蒽基) 苯基] -9H-咔唑 (簡稱 : CzPA) 、 9-苯基-9'- [4- (10-苯基-9-蒽基) 苯基] -3,3'-雙 (9H-咔唑) (簡稱 : PCCPA) 、 1,4-雙 [4- (N-咔唑基) 苯基] -2,3,5,6-四苯基苯、2-第三丁基-9,10-二 (2-萘基) 蒽 (簡稱 : t-BuDNA) 、 2-第三丁基-9,10-二 (1-萘基) 蒽、9,10-雙 (3,5-二苯基苯基) 蒽 (簡稱 : DPPA) 、 2-第三丁基-9,10-雙 (4-苯基苯基) 蒽 (簡稱 : t-BuDBA) 、 9,10-二 (2-萘基) 蒽 (簡稱 : DNA) 、 9,10-二苯基蒽 (簡稱 : DPAnth) 、 2-第三丁基蒽 (簡稱 : t-BuAnth) 、 9,10-雙 (4-甲基-1-萘基) 蒽 (簡稱 : DMNA) 、 9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基] -2-第三丁基-蒽、9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基] 蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (1-萘基) 蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (2-萘基) 蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙 (2-苯基苯基) -9,9'-聯蒽、10,10'-雙 [(2,3,4,5,6-五苯基) 苯基] -9,9'-聯蒽、蒽、

稠四苯、紅熒烯、芴、2,5,8,11-四(第三丁基)芴、稠五苯、蒽、4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(簡稱:DPVBi)、9,10-雙[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(簡稱:DPVPA)等。但是,當第二物質的能隙(或者三重態能量)小於第一物質的能隙時,有可能發生如下情況:能量從第一物質移動到第二物質,而引起發光效率的降低、顏色純度的惡化,所以作為第二物質,較佳選擇具有比第一物質的能隙(或者三重態能量)大的能隙的物質。此外,在第二物質是CzPA、PCCAPA等蒽衍生物的情況下,給發光元件的使用壽命正面影響,所以將這些材料用作第二物質是較佳的結構。此時,藉由在第一發光層102a中以70重量%或以上且小於100重量%的比例包含第一物質,延長使用壽命的效果更顯著。藉由採用該結構,本實施方式所記載的發光元件110可以實現發光效率的改善及使用壽命的延長二者。

第三物質在第二發光層102b中用作分散第一物質的主體材料。作為這種材料,例如可以舉出三(8-羥基喹啉)鋁(Ⅲ)(簡稱:Alq)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(Ⅲ)(簡稱:Almq₃)、雙(10-羥基苯[h]喹啉)鈹(Ⅱ)(簡稱:BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(Ⅲ)(簡稱:BAIq)、雙(8-羥基喹啉)鋅(Ⅱ)(簡稱:Znq)、雙[2-(2-苯並呋基)苯酚]鋅(Ⅱ)(簡稱:ZnPBO)、雙[2-(2-苯並噻唑基)苯酚]鋅(Ⅱ)(簡稱:ZnBTZ)等的金屬錯合物;2-(4-聯

苯基) -5-(4-第三丁基苯基) -1,3,4-噁二唑 (簡稱: PBD)
)、1,3-雙[5-(對第三丁基苯基) -1,3,4-噁二唑-2-基]
 苯 (簡稱: OXD-7)、3-(4-聯苯基) -4-苯基-5-(4-第三
 丁基苯基) -1,2,4-三唑 (簡稱: TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-
 苯三基) 三(1-苯基-1H-苯並咪唑) (簡稱: TPBI)、紅
 啡啉 (簡稱: BPhen)、浴銅靈 (簡稱: BCP)、9-[4-(
 5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基) 苯基] 咔唑 (簡稱: CO11)
 等的雜環化合物; NPB (或 α -NPD)、TPD、BSPB 等的芳
 香胺化合物。另外, 可以舉出蒽衍生物、菲衍生物、芘 (
 pyrene) 衍生物、蒽 (chrysene) 衍生物、二苯並 [g,p]
 蒽衍生物等的縮合多環芳香化合物, 具體而言, 可以舉出
 9,10-二苯基蒽 (簡稱: DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(
 10-苯基-9-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱: CzA1PA)
 、4-(10-苯基-9-蒽基) 三苯基胺 (簡稱: DPhPA)、4-
 (9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基) 三苯基胺 (簡稱
 : YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基
]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱: PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-
 [4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基] 苯基}-9H-咔唑-3-胺 (簡
 稱: PCAPBA)、N,9-二苯基-N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-
 9H-咔唑-3-胺 (簡稱: 2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二
 苯基蒽、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯並 [g,p]
 蒽-2,7,10,15-四胺 (簡稱: DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-
 蒽基) 苯基]-9H-咔唑 (簡稱: CzPA)、3,6-二苯基-9-[
 4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基]-9H-咔唑 (簡稱: DPCzPA)

、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱: DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱: DNA)、2-第三丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱: t-BuDNA)、9,9'-聯蒽(簡稱: BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(簡稱: DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(簡稱: DPNS2)、3,3',3''-(苯-1,3,5-三基)三芘(簡稱: TPB3)等。從這些物質及公知的物質中選擇具有比第一物質的能隙大的能隙的物質即可。另外,在第一物質是發射磷光的物質的情況下,作為第三物質選擇具有比該發光中心物質的三重態能量(基底狀態和三重態激發狀態之間的能量差別)大的三重態能量的物質即可。注意,藉由利用相同物質形成第二物質和第三物質,給發光元件 110 的使用壽命帶來正面影響,所以使第二物質和第三物質成為相同物質是較佳情況。

在使用電子傳輸層 106 的情況下,它設置在發光層 102 和電子注入層 107 之間。作為適當的材料,可以使用三(8-羥基喹啉)鋁(簡稱: Alq)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(簡稱: Almq₃)、雙(10-羥基苯[h]-喹啉)鈹(簡稱: BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)-(4-羥基-聯苯基)鋁(簡稱: BAlq)等具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬錯合物等。另外,除了這些以外,還可以使用雙[2-(2-羥基苯基)-苯並噁唑]鋅(簡稱: Zn(BOX)₂)、雙[2-(2-羥基苯基)-苯並噻唑]鋅(簡稱: Zn(BTZ)₂)等的具有噁唑類配位體、噻唑類配位體的金屬

錯合物等。此外，除了金屬錯合物以外，還可以使用 2-（4-聯苯基）-5-（4-第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙〔5-（對第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基〕苯（簡稱：OXD-7）、紅啡啉（簡稱：BPhen）、浴銅靈（簡稱：BCP）等。作為電子傳輸層較佳使用具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的電子遷移率的物質，但是，只要是其電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就可以用作電子傳輸層。此外，電子傳輸層除了具有單層結構以外，還可以具有其中組合了兩層以上由上述物質形成的層而成的多層結構。電子傳輸層可以使用真空沈積法等來製造。

另外，作為電子傳輸層，還可以使用高分子化合物。例如，可以使用聚〔（9,9-二己基芴-2,7-二基）-共聚-（吡啶-3,5-二基）〕（簡稱：PF-Py）、聚〔（9,9-二辛基芴-2,7-二基）-共聚-（2,2'-聯吡啶-6,6'-二基）〕（簡稱：PF-BPy）等。在此情況下，可以應用噴墨法或旋塗法等溶液工藝。

注意，與第二發光層 102b 接觸的電子傳輸層 106 較佳使用具有比為第二發光層 102b 的發光中心物質的第一物質大的能隙（或者三重態能量）的物質。藉由採用這種結構，可以抑制從發光層 102 到電子傳輸層 106 的能量移動，以可以實現高發光效率。

在使用電子注入層 107 的情況下，對構成電子注入層 107 的材料沒有特別的限制，具體而言，較佳使用氟化鈣、氟化鋰、氧化鋰或氯化鋰等的鹼金屬化合物、鹼土金屬

化合物等。或者，還可以使用對三（8-羥基喹啉）鋁（簡稱：Alq）、浴銅靈（簡稱：BCP）等的所謂的電子傳輸性材料組合了鋰、鎂等的鹼金屬或鹼土金屬而成的層。與陰極接觸地形成電子注入層，並且藉由使用電子注入層，載流子的注入勢壘減少，而載流子高效地被注入到發光元件中，其結果，可以謀求實現驅動電壓的降低。注意，作為電子注入層使用將具有電子傳輸性的物質和鹼金屬或鹼土金屬組合而成的層的結構是較佳的結構，因為從陰極高效地注入電子。電子注入層可以藉由使用真空沈積法等來製造。藉由設置電子注入層 107，不考慮到功函數的高低，而可以將 Al、Ag、ITO、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等各種各樣的導電材料用作陰極。

另外，作為包含有機化合物的層 103 的形成方法，除了上述的製造方法以外，還可以使用沈積法、噴墨法、旋塗法、浸漬塗佈法等，而不拘泥於是濕式法還是乾式法。

之後，形成陰極 101，以完成發光元件 110。作為陰極 101，較佳使用功函數低（具體地， 3.8eV 或以下）的金屬、合金、導電材料、以及它們的混合物等。具體而言，可以舉出屬於元素週期表中第 1 族或第 2 族的金屬，即鋰（Li）、銫（Cs）等的鹼金屬；鎂（Mg）、鈣（Ca）、銦（Sr）等的鹼土金屬；包含它們的合金（MgAg、AlLi 等）；鉕（Er）、鐿（Yb）等的稀土金屬；以及包含它們的合金等。可以利用真空沈積法形成由鹼金屬、鹼土金屬、包含它們的合金構成的膜。另外，包含鹼金屬或鹼土金

屬的合金還可以藉由濺射法形成。另外，也可以藉由噴墨法等形成由銀膏等構成的膜，以形成陰極。此外，藉由在陰極 101 和電子傳輸層 106 之間設置電子注入層 107，不考慮到功函數的高低，而可以將 Al、Ag、ITO、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等各種各樣的導電材料用作陰極。

注意，作為陽極 100 或陰極 101，也可以使用包含導電高分子（也稱為導電聚合物）的導電組成物。在將導電組成物形成為陽極 100 或陰極 101 的情況下，薄膜的片電阻較佳為 $10000\Omega/\square$ 或以下，波長 550nm 處的透光率較佳為 70% 或以上。另外，所包含的導電高分子的電阻率較佳為 $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 或以下。

作為導電高分子，可以使用所謂的 π 電子共軛類導電高分子。例如，可以舉出聚苯胺及 / 或其衍生物、聚吡咯及 / 或其衍生物、聚噻吩及 / 或其衍生物、它們中的兩種以上的共聚物等。

作為共軛類導電高分子的具體實例，可以舉出聚吡咯、聚（3-甲基吡咯）、聚（3-丁基吡咯）、聚（3-辛基吡咯）、聚（3-癸基吡咯）、聚（3,4-二甲基吡咯）、聚（3,4-二丁基吡咯）、聚（3-羥基吡咯）、聚（3-甲基-4-羥基吡咯）、聚（3-甲氧基吡咯）、聚（3-乙氧基吡咯）、聚（3-辛氧基吡咯）、聚（3-羧基吡咯）、聚（3-甲基-4-羧基吡咯）、聚（N-甲基吡咯）、聚噻吩、聚（3-甲基噻吩）、聚（3-丁基噻吩）、聚（3-辛基噻吩）、聚（3-癸

基噻吩)、聚(3-十二烷基噻吩)、聚(3-甲氧基噻吩)、聚(3-乙氧基噻吩)、聚(3-辛氧基噻吩)、聚(3-羧基噻吩)、聚(3-甲基-4-羧基噻吩)、聚(3,4-伸乙二氧噻吩)、聚苯胺、聚(2-甲基苯胺)、聚(2-辛基苯胺)、聚(2-異丁基苯胺)、聚(3-異丁基苯胺)、聚(2-苯胺磺酸)、聚(3-苯胺磺酸)等。

上述導電高分子既可以單獨用作陽極 100 或陰極 101, 又可以為調節膜特性而添加有機樹脂以作為導電組成物來使用。

只要可以與導電高分子互相溶解或混合分散, 有機樹脂就可以是熱固性樹脂、熱塑性樹脂、或光固性樹脂。例如, 可以舉出聚酯類樹脂如聚對苯二甲酸乙二醇酯、聚對苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯等; 聚醯亞胺類樹脂如聚醯亞胺、聚醯胺醯亞胺等; 聚醯胺樹脂如聚醯胺 6、聚醯胺 66、聚醯胺 12、聚醯胺 11 等; 氟樹脂如聚偏二氟乙烯、聚氟化乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物、聚氯三氟乙烯等; 乙烯樹脂如聚乙烯醇、聚乙烯醚、聚乙烯醇縮丁醛、聚醋酸乙烯酯、聚氯乙烯等; 環氧樹脂; 二甲苯樹脂; 聚芳族醯胺樹脂; 聚胺基甲酸酯類樹脂; 聚脲類樹脂; 蜜胺樹脂; 酚醛類樹脂; 聚醚; 丙烯酸類樹脂; 以及這些任一者的共聚物等。

再者, 為了調節上述導電高分子或導電組成物的導電率, 也可以藉由摻雜受體 (acceptor) 摻雜劑或供體 (donor) 摻雜劑, 來改變共軛類導電高分子的氧化還原電

位。

作為受體摻雜劑，可以使用鹵化合物、有機氰化合物、有機金屬化合物等。作為鹵化合物，可以舉出氯、溴、碘、氯化碘、溴化碘、氟化碘等。作為有機氰化合物，可以使用在共軛鍵中包含兩個以上的氰基的化合物。例如，可以舉出四氰基乙烯、四氰基乙烯氧化物、四氰基苯、四氰基醌二甲烷、四氰基氮雜萘等。此外，也可以使用五氟化磷、五氟化砷、五氟化銻、三氟化硼、三氯化硼、三溴化硼等，鹽酸、硫酸、硝酸、磷酸、氟硼酸、氫氟酸、過氯酸等的無機酸，有機羧酸、有機磺酸等的有機酸。

作為供體摻雜劑，可以舉出鹼金屬、鹼土金屬、三級胺化合物等。

可以將上述導電高分子或導電組成物溶解於水或有機溶劑（例如，醇類溶劑、酮類溶劑、酯類溶劑、烴類溶劑、芳香類溶劑等），藉由濕式法形成用作陽極 100 或陰極 101 的薄膜。

對用來溶解上述導電高分子或導電組成物的溶劑沒有特別的限制，而使用溶解上述導電高分子及有機樹脂等的高分子樹脂化合物的溶劑既可。例如，使用水、甲醇、乙醇、碳酸丙二酯、N-甲基吡咯烷酮、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、環己酮、丙酮、甲乙酮、甲異丁酮、甲苯等單一溶劑或它們的混合溶劑即可。

可以在上述那樣將導電組成物溶解於溶劑中之後，藉由塗佈法、塗敷法、液滴噴射法（也稱為噴墨法）、印刷

法等的濕式法，來形成由導電組成物構成的膜。可以進行熱處理來使溶劑蒸發而去掉，也可以在減壓下使溶劑蒸發而去掉。另外，在有機樹脂為熱固性樹脂的情況下，進一步進行加熱處理，而在有機樹脂為光固性樹脂的情況下，進行光照射處理即可。

另外，藉由改變陽極 100 和陰極 101 的材料，本實施方式的發光元件可以具有各種各樣的變化。例如，藉由使陽極 100 具有透光性，得到從陽極 100 一側發射光的結構，並且，藉由使陽極 100 具有遮光性（尤其為反射性）並使陰極 101 具有透光性，得到從陰極 101 一側發射光的結構。再者，藉由使陽極 100 及陰極 101 的雙方具有透光性，也可以得到從陽極一側和陰極一側的雙方發射光的結構。

根據如上所述的本實施方式的元件結構，可以提供實現發光效率的提高，特別實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的發光元件。

實施方式 2

在本實施方式中，對於使用實施方式 1 所示的發光元件而製造的發光裝置的一個實例進行說明。注意，本發明的發光裝置不僅局限於具有以下說明的結構的發光裝置，還包括在其用作顯示的部分（例如，本實施方式中的像素部 602）中包括實施方式 1 所示的發光元件的所有發光裝置。

在本實施方式中，使用圖 3A 和 3B 對於使用實施方式 1 所示的發光元件而製造的發光裝置的一個實例進行說明。另外，圖 3A 是發光裝置的俯視圖，圖 3B 是沿 A-A'及 B-B'切斷圖 3A 而得到的截面圖。該發光裝置爲了控制發光元件的發光而包括由虛線表示的驅動電路部（源極側驅動電路）601、像素部 602、驅動電路部（閘極側驅動電路）603。另外，圖號 604 表示密封基板，圖號 605 表示密封劑，並且由密封劑 605 圍繞的內側是空間 607。

另外，引導佈線 608 是用來將輸入到源極側驅動電路 601 及閘極側驅動電路 603 的信號傳送的佈線，並且從作爲外部輸入端子的 FPC（撓性印刷電路）609 接收視頻信號、時鐘信號、起始信號、重定信號等。注意，雖然這裏僅圖示了 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除了包括發光裝置主體以外，還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

接下來，使用圖 3B 說明截面結構。在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，這裏示出了爲驅動電路部的源極側驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

另外，在源極側驅動電路 601 中形成組合了 n 通道型 TFT 623 和 p 通道型 TFT 624 的 CMOS 電路。此外，驅動電路也可以使用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或者 NMOS 電路來形成。此外，雖然在本實施方式中示出了在基板上形成驅動電路的驅動器一體型，但是這並不是必須的，也可以將驅動電路形成在外部而不是形成在基板上。

此外，像素部 602 由多個像素形成，該像素包括開關用 TFT 611；電流控制用 TFT 612；電連接到該電流控制用 TFT 612 之汲極的第一電極 613；以及包括該第一電極 613、包含有機化合物的層 616、和第二電極 617 的發光元件。注意，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，藉由使用正型感光性丙烯酸類樹脂膜來形成絕緣物 614。

此外，爲了獲得良好的覆蓋性，在絕緣物 614 的上端部或下端部形成具有曲率的曲面。例如，在使用正型感光性丙烯酸類樹脂作爲絕緣物 614 的材料的情況下，較佳只使絕緣物 614 的上端部成爲具有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。此外，作爲絕緣物 614，都可以使用藉由照射光而對蝕刻劑呈不溶解性的負型樹脂及藉由照射光而對蝕刻劑呈溶解性的正型樹脂中的任一種。

在第一電極 613 上堆疊包含有機化合物的層 616 及第二電極 617，而構成發光元件 618。在此，作爲用於用作陽極的第一電極 613 的材料，較佳使用功函數高（具體地， 4.0eV 或以上）的金屬、合金、導電化合物、以及這些的混合物等。具體而言，可以應用銦錫氧化物（ITO）、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物、包含氧化鋅（ ZnO ）的氧化銦、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）、金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）或金屬的氮化物（例如，氮化鈦）的單層膜。再者，還可以應用包

括含氮化鈦的膜和以鋁為主要成分的膜的堆疊層結構、以及氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜的三層結構等。注意，當採用堆疊層結構時，作為佈線的電阻低，可以實現良好的歐姆接觸，並且可以使其發揮作為陽極的功能。此外，藉由使用實施方式 1 所說明的複合層作為電洞注入層，可以不考慮到功函數地選擇第一電極的材料。

包含有機化合物的層 616 具有與實施方式 1 所記載的包含有機化合物的層 103 相同的結構。此外，作為構成包含有機化合物的層 616 的材料，可以使用低分子化合物及高分子化合物（包括低聚物、樹枝狀聚合物）中的任一種。另外，作為用於包含有機化合物的層 616 的材料，不僅可以使用有機化合物，而且可以使用無機化合物作為其一部分。另外，包含有機化合物的層 616 藉由使用沈積掩模的沈積法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。

另外，作為用於形成在包含有機化合物的層 616 上且用作陰極的第二電極 617 的材料，較佳使用功函數低的材料（Al、Mg、Li、Ca、或其合金或化合物，例如，MgAg、MgIn、AlLi、LiF、CaF₂ 等）。注意，在使在包含有機化合物的層 616 中產生的光透過第二電極 617 的情況下，作為第二電極 617，較佳使用低厚度的金屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2 重量%至 20 重量%的氧化鋅的氧化銦、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化鋅（ZnO）等）的堆疊層。此外，藉由如實施方式 1 所述地使用電子注入層，可以不考慮到功函數而選擇第二電極的材料。

如上所述，發光元件由第一電極 613、包含有機化合物的層 616、第二電極 617 構成，但是，因為對於發光元件的詳細結構及材料已在實施方式 1 中說明，所以省略重複說明。參照實施方式 1。注意，本實施方式中的第一電極 613、包含有機化合物的層 616、第二電極 617 分別相當於實施方式 1 中的陽極 100、包含有機化合物的層 103、陰極 101。

藉由利用密封劑 605 將形成有驅動電路、像素部的 TFT 及發光元件的元件基板 610 和密封基板 604 貼在一起，提供具有在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封劑 605 圍繞的空間 607 中安裝有實施方式 2 所示的發光元件 618 的結構的發光裝置。注意，空間 607 填充有填充物，除了填充惰性氣體（氮或氬等）的情況以外，還有填充密封劑 605 的情況。

另外，較佳使用環氧類樹脂作為密封劑 605。另外，這些材料較佳為盡可能不使氧透過的材料。另外，作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP（玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸類等構成的塑膠基板。

以上述方式，可以得到使用實施方式 1 所示的發光元件而製造的發光裝置。

本實施方式的發光裝置使用實施方式 1 所示的發光元件，並且該發光元件具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構，因

此可以得到耗電量降低且可靠性高的發光裝置。

如上所述，雖然在本實施方式中說明了利用電晶體控制發光元件的驅動的主動矩陣型發光裝置，但是也可以採用被動矩陣型發光裝置。圖 4A 和 4B 示出應用本發明而製造的被動矩陣型發光裝置。另外，圖 4A 是發光裝置的立體圖，圖 4B 是沿 X-Y 切斷圖 4A 而得到的截面圖。在圖 4A 和 4B 中，在基板 951 上，在電極 952 和電極 956 之間設置有包含有機化合物的層 955。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。而且，在絕緣層 953 上設置有隔壁層 954。隔壁層 954 的側壁具有坡度，即越靠近基板表面，一個側壁和另一個側壁的間距越窄。換言之，隔壁層 954 的短邊方向的截面為梯形，其底邊（與絕緣層 953 的面方向平行並且與絕緣層 953 接觸的一邊）短於上邊（與絕緣層 953 的面方向平行並且不與絕緣層 953 接觸的一邊）。像這樣，藉由設置隔壁層 954，可以對電極 956 進行圖案化。可以藉由利用實施方式 1 所示的發光元件，來製造被動矩陣型發光裝置。藉由使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件，可以提供耗電量降低且可靠性提高的發光裝置。

實施方式 3

在本實施方式中，對在其一部分包括實施方式 2 所示的發光裝置的電子裝置進行說明。這些電子裝置具有包括

實施方式 1 所示的發光元件的顯示部。

作為具有實施方式 1 所示的發光元件的電子裝置的一個實例，可以舉出影像拍攝裝置如攝像機或數位相機等、護目鏡型顯示器、導航系統、聲音再現裝置（汽車音響、組合音響等）、電腦、遊戲機、可攜式資訊終端（移動電腦、手機、可攜式遊戲機或電子圖書等）、具有記錄介質的圖像再現裝置（具體為再現數位通用光碟（DVD）等記錄介質且具有可以顯示其圖像的顯示裝置的裝置）等。圖 5A 至 5D 示出這些電子裝置的具體例子。

圖 5A 是本發明電視裝置，包括框體 9101、支撐台 9102、顯示部 9103、揚聲器部 9104、視頻輸入端子 9105 等。在該電視裝置中，顯示部 9103 藉由將實施方式 1 所示的發光元件用作顯示元件來製造。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的電視裝置實現顯示部 9103 的低耗電化，特別可以實現低耗電化及可靠性的提高二者，並且，具有該顯示部 9103 的該電視裝置實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。此外，因為使用改善了使用壽命的發光元件的電視裝置可以大幅度地削減或縮小要安裝的退化補償功能電路，所以設計或佈局的自由度提高。

圖 5B 是本發明電腦，包括主體 9201、框體 9202、顯示部 9203、鍵盤 9204、外部連接埠 9205、定位裝置 9206 等。在該電腦中，顯示部 9203 藉由將實施方式 1 所示的

發光元件用作顯示元件來製造。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的顯示部 9203 實現低耗電化，特別可以實現低耗電化及可靠性的提高二者，並且，具有該顯示部 9203 的該電腦實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。此外，因為使用改善了使用壽命的發光元件的電腦可以大幅度地削減或縮小要安裝於顯示部的退化補償功能電路，所以可以謀求實現電腦的小型輕量化。

圖 5C 是手機，包括主體 9401、框體 9402、顯示部 9403、聲音輸入部 9404、聲音輸出部 9405、操作鍵 9406、外部連接埠 9407、天線 9408 等。在該手機中，顯示部 9403 藉由將實施方式 1 所示的發光元件用作顯示元件來製造。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的顯示部 9403 實現低耗電化，特別可以實現低耗電化及可靠性的提高二者，並且，具有該顯示部 9403 的該手機實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。這非常有利於以攜帶為前提的手機。此外，因為具有藉由使用改善了使用壽命的發光元件來製造的顯示部的手機可以大幅度地削減或縮小要安裝的退化補償功能電路，所以可以謀求實現手機的進一步的小型輕量化。對謀求實現小型輕量化的實施方式中的手機來說，即使具有各種各樣的附加價值，也可以維持適合於攜帶的大小、重量，所

以該手機具有適合於高功能的手機的結構。

圖 5D 是本發明影像拍攝裝置，包括主體 9501、顯示部 9502、框體 9503、外部連接埠 9504、遙控器接收部 9505、圖像接收部 9506、電池 9507、聲音輸入部 9508、操作鍵 9509、取景部 9510 等。在該影像拍攝裝置中，顯示部 9502 藉由將實施方式 1 所示的發光元件用作顯示元件來製造。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的顯示部 9502 實現低耗電化，特別可以實現低耗電化及可靠性的提高二者，並且，具有該顯示部 9502 的該影像拍攝裝置實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。這是對多攜帶的影像拍攝裝置非常有利的結構。此外，因為具有藉由使用改善了使用壽命的發光元件來製造的顯示部的影像拍攝裝置可以大幅度地削減或縮小要安裝於顯示部的退化補償功能電路，所以可以謀求實現小型輕量化。

如上所述，使用實施方式 1 所示的發光元件而製造的發光裝置的應用範圍極為廣泛，該發光裝置可以被應用於所有領域的電子裝置。

另外，作為本發明的發光裝置，還可以舉出照明裝置。使用圖 6 說明將實施方式 1 所示的發光元件應用於照明裝置的一個情況。

圖 6 是將實施方式 1 或實施方式 2 所示的發光元件應用為背光燈的液晶顯示裝置的一個實例。圖 6 所示的液晶

顯示裝置包括框體 901、液晶層 902、背光燈單元 903 以及框體 904，其中液晶層 902 與驅動器 IC 905 連接。另外，使用實施方式 1 所示的發光元件形成背光燈單元 903，並且由端子 906 供給電流。

注意，背光燈單元 903 既可以僅使用一個實施方式 1 所示的發光元件，又可以使用多個該發光元件。

像這樣，可以將實施方式 1 所示的發光元件應用於液晶顯示裝置的背光燈。由於該背光燈還可以實現大面積化，所以可以實現液晶顯示裝置的大面積化。此外，使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的背光燈實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。再者，因為該背光燈不使用厚的零件，所以可以使液晶顯示裝置的整體變薄。

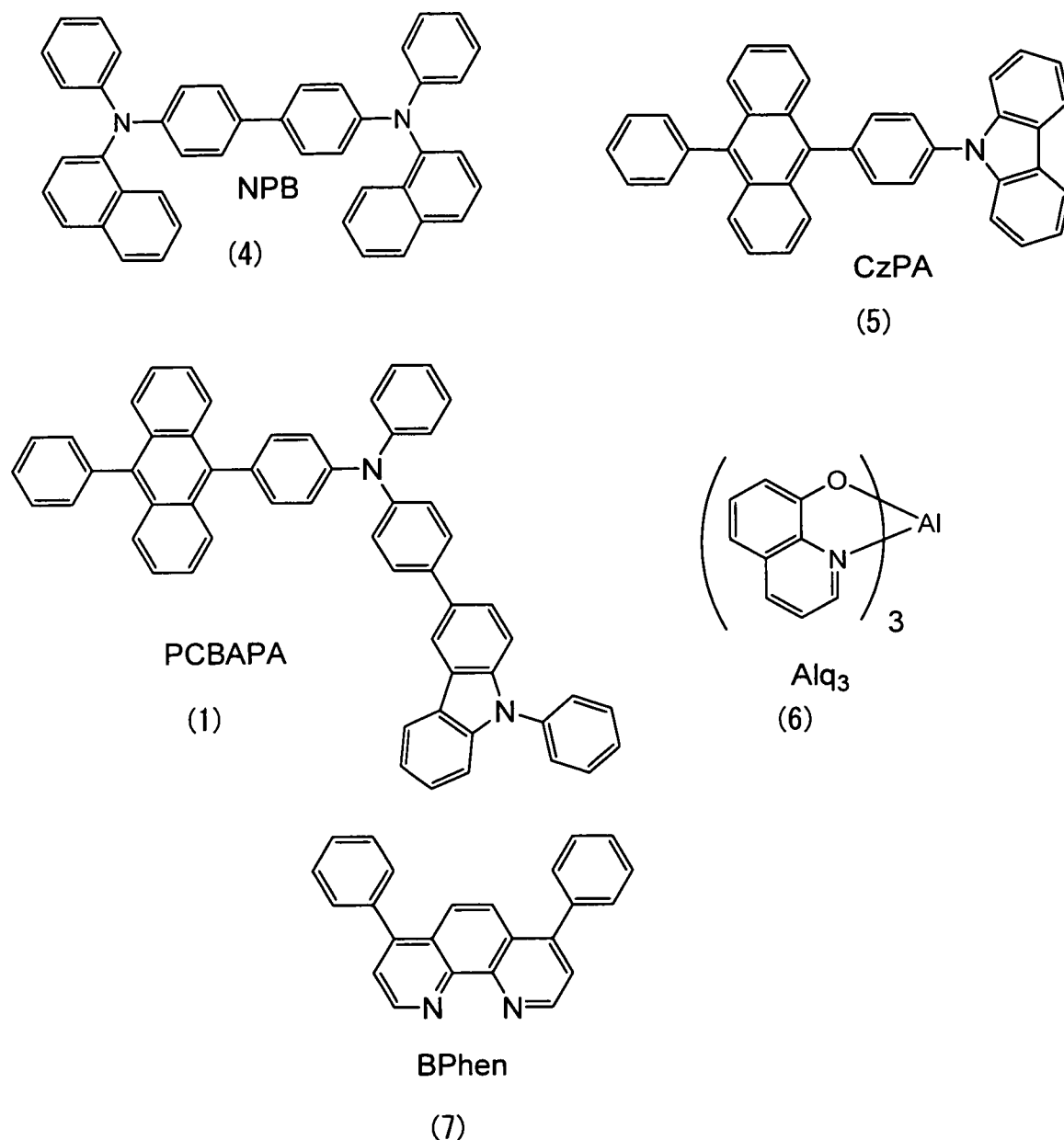
圖 7 是將實施方式 1 所示的發光元件用於為照明裝置的桌燈的實例。圖 7 所示的桌燈包括框體 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 形成有實施方式 1 所示的發光元件。光源 2002 既可以由一個該發光元件構成，又可以由多個該發光元件構成。另外，它也可以由呈現不同發光顏色的多種發光元件構成。像這樣，可以使用實施方式 1 所示的發光元件製造光源 2002。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的桌燈實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。

圖 8 是將實施方式 1 所示的發光元件應用於室內的照明裝置 3001 的實例。照明裝置 3001 既可以由一個該發光元件構成，又可以由多個該發光元件構成。另外，它也可以由實施方式 1 所示的發光元件和其以外的發光元件構成。此外，它也可以由呈現不同發光顏色的多種發光元件構成。像這樣，可以使用實施方式 1 所示的發光元件製造照明裝置 3001。因為應用該發光元件而製造的照明裝置 3001 還可以實現大面積化，所以可以用作大面積照明裝置。使用具有可以提高發光效率，特別可以實現發光效率的提高及使用壽命的延長二者的元件結構的該發光元件來製造的照明裝置 3001 實現低耗電化，特別實現低耗電化及可靠性的提高二者。

實施例 1

關於本發明的實施例的發光元件，也在示出對照元件的結果的同時進行說明。

注意，將在本實施例中使用的有機化合物的分子結構示出於下面的結構式（1）、（4）至（7）。其元件結構與圖 1B 同樣。



發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1、對照發光元件 2 的製造

首先，準備玻璃基板，其上作為陽極 100 以 110nm 的厚度形成銦錫矽氧化物 (ITSO)。以 2mm×2mm 大小露出其表面的方式使用聚醯亞胺膜覆蓋 ITSO 表面的四周，使得電極面積為 2mm×2mm。作為用來在該基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，並且在 200℃ 下焙燒 1 小時，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。之後，將基板

引入在其內部壓力降低到 10^{-4}Pa 左右的真空沈積裝置中，在真空沈積裝置中的加熱室中在 170°C 下進行 30 分鐘的真空焙燒。然後，將基板冷卻 30 分鐘左右。

隨後，將基板固定到設置在真空沈積裝置中的支架，以使形成有 ITSO 的面朝下。

在將真空沈積裝置內的壓力降低到 10^{-4}Pa 之後，將結構式 (4) 所表示的 4,4'-雙 [N- (1-萘基) -N-苯基胺基] 聯苯 (簡稱 : NPB) 和氧化鋁 (VI) 共沈積以滿足 NPB : 氧化鋁 (VI) = 4 : 1 (質量比) ，從而形成電洞注入層 104 。電洞注入層 104 的厚度設定為 50nm 。注意，共沈積是一種將多種不同的物質從各自不同的蒸發源同時蒸發的沈積法。此後，將 NPB 沈積為 10nm 厚，以形成電洞傳輸層 105 。

再者，在電洞傳輸層 105 上形成發光層 102 。在此，發光元件 1 、發光元件 2 及對照發光元件 2 的發光層 102 由第一發光層 102a 及第二發光層 102b 的兩層形成，並且，僅對照發光元件 1 不形成有第一發光層 102a ，而以第二發光層 102b 的一層為發光層 102 。

對發光元件 1 、發光元件 2 及對照發光元件 2 來說，首先在電洞傳輸層 105 上形成第一發光層 102a 。第一發光層 102a 藉由共沈積上述結構式 (1) 所表示的 4- (10-苯基 -9-萘基) -4'- (9-苯基 -9H-呋唑 -3-基) 三苯胺 (簡稱 : PCBAPA) 和上述結構式 (5) 所表示的 9- [4- (10-苯基 -9-萘基) 苯基] -9H-呋唑 (簡稱 : CzPA) 來形成，使得第

一發光層 102a 中的這些物質的質量比在發光元件 1、發光元件 2 及對照發光元件 2 中分別成為不同的比率。具體而言，對照發光元件 2 具有 PCBAPA : CzPA = 0.1 : 1 的比率，發光元件 1 具有 PCBAPA : CzPA = 1 : 1 的比率，並且發光元件 2 具有 PCBAPA : CzPA = 4 : 1 的比率（都是質量比）。第一發光層 102a 的厚度為 30nm。

接著，對照發光元件 1 中，藉由將 CzPA 和 PCBAPA 共沈積在電洞傳輸層上形成第二發光層 102b，並且於發光元件 1、發光元件 2 及對照發光元件 2 中，藉由將 CzPA 和 PCBAPA 共沈積在第一發光層 102a 上形成第二發光層 102b。注意，在這些四個發光元件中，將第二發光層 102b 中的 CzPA 和 PCBAPA 的質量比設定為 CzPA : PCBAPA = 1 : 0.1，並且將第二發光層 102b 的厚度設定為 30nm。

接著，藉由將上述結構式（6）所表示的三（8-羥基喹啉）鋁（Ⅲ）（簡稱：Alq）沈積為 10nm 厚，並且將上述結構式（7）所表示的紅啡啉（簡稱：BPhen）沈積為 20nm 厚以形成電子傳輸層 106。再者，藉由在電子傳輸層 106 上將氟化鋰形成為 1nm 厚，形成電子注入層 107。最後，形成 200nm 厚的鋁膜作為用作陰極的第二電極 101，以完成發光元件。上述沈積步驟都使用電阻加熱法。

表 1 示出如上所述製造的發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的元件結構。在此，發光元件 1 及發光元件 2 是具有實施方式 1 所記載的結構的本發明的發光元件。此外，對照發光元件 1 具有不設置第

一發光層 102a 的結構，並且對照發光元件 2 具有設置第一發光層 102a 的結構，在該第一發光層 102a 中以小於 50 重量 % 的比例包含第一物質。

[表 1]

	對照發光元件 1	對照發光元件 2	發光元件 1	發光元件 2
第二電極	Al(200nm)			
電子注入層	LiF(1nm)			
電子傳輸層	Bphen(20nm)			
	Alq(10nm)			
第二發光層	CzPA:PCBAPA(30nm) 1:0.1			
第一發光層	—	CzPA:PCBAPA(30nm)		
		1:0.1	1:1	1:4
電洞傳輸層	NPB(10nm)			
電洞注入層	NPB:MoOx(50nm) 4:1			
第一電極	ITO(110nm)			

發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1、對照發光元件 2 的工作特性

將藉由上述方式而得到的發光元件 1、2 及對照發光元件 1、2 置入氮氣氛的手套箱內，進行密封工作以使發光元件不暴露於大氣，之後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氣氛）下進行測量。

圖 9 示出各發光元件的電流密度-亮度特性，圖 10 示出電壓-亮度特性，圖 11 示出亮度-電流效率特性，並且圖

12 示出發光光譜（□：發光元件 1，◇：發光元件 2，●：對照發光元件 1，▲：對照發光元件 2）。此外，表 2 示出 800cd/m² 至 1000cd/m² 附近的各發光元件的電流效率及色度。

[表 2]

	對照發光元件 1	對照發光元件 2	發光元件 1	發光元件 2
亮度(cd/m ²)	927	804	1070	820
電流效率(cd/A)	4.64	3.16	7.14	6.90
色度(x,y)	(0.16,0.20)	(0.16,0.23)	(0.16,0.21)	(0.16,0.22)

根據圖 11 及表 2，可以知道如下事實：實施方式 1 所記載的發光元件的發光元件 1 及發光元件 2 呈現比對照發光元件 1 及對照發光元件 2 高的電流效率。可以認為，這是因為如下緣故：在第二發光層 102b 中與電洞不重新結合而不有助於發光的電子在第一發光層 102a 中重新結合，而第一發光層 102a 中的第一物質發光。

此外，設置有第一發光層 102a 的對照發光元件 2 的電流效率低於不設置第一發光層 102a 的對照發光元件 1，而導致當採用僅設置第一發光層 102a 的結構時的特性惡化。根據該事實，可以知道：為了發揮本發明的效果，第一發光層 102a 中的第一物質（在本實施例中，PCBAPA）的濃度承擔重要的作用。

根據圖 12（發光元件 1、發光元件 2、及對照發光元件 2 由實線表示，並且對照發光元件 1 由虛線表示）及表

2，知道如下事實：對照發光元件和本實施例中的發光元件的發光光譜及色度沒有很大的變化，都呈現良好的藍色發光。

注意，爲了謀求實現提高第一發光層 102a 的膜品質且使發光元件 110 的工作穩定化，較佳對第一發光層 102a 的第一物質添加具有比第一物質的能隙（或者三重態能量）大的能隙的第二物質。

根據上述結果，本發明的發光元件以如下條件可以發揮效果，即第一發光層 102a 中的第一物質的濃度爲一半或以上（但是，第二物質是 0 的情況除外），換言之，第一發光層 102a 包含第一物質和其能隙（或者三重態能量）比該第一物質大的第二物質，並且以 50 重量％或以上且小於 100 重量％包含第一物質，且以大於 0 重量％且 50 重量％或以下包含第二物質。

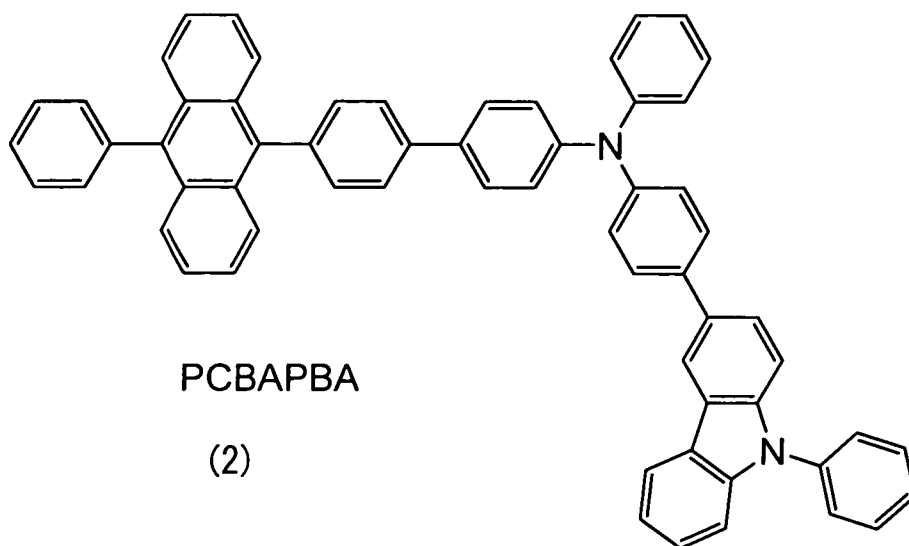
接著，當將初期亮度設定爲 1000cd/m^2 ，並且在電流密度爲一定的條件下，使這些元件驅動時，得到如圖 13 所示的亮度劣化曲線（實線：發光元件 1，粗線：發光元件 2，點線：對照發光元件 1，虛線：對照發光元件 2）。在圖 13 中，橫軸表示時間，而縱軸表示在將初期亮度設定爲 100％的情況下的相對亮度（％）。根據圖 13 也可以知道，對照發光元件 1 由於 450 小時的驅動而其亮度劣化到初期亮度的 65％，並且對照發光元件 2 由於 450 小時的驅動而其亮度劣化到初期亮度的 56％，但是，發光元件 1 的亮度只不過退化到 74％，發光元件 2 的亮度只不過退化

到 78%，而可以知道本發明的發光元件也改善了使用壽命。也在此，第一發光層 102a 中的第一物質的濃度小於 50 重量%的對照發光元件 2 的使用壽命短於具有現有結構的發光元件的對照發光元件 1，而導致特性惡化。注意，因為與其中以 4：1 的比例包含第一物質和第二物質的發光元件 2 的使用壽命的延長的效果相比，其中以 1：1 的比例包含第一物質和第二物質的發光元件 1 的使用壽命的提高的效果顯著，所以較佳採用包含在第一發光層 102a 中的第一物質的比例為 70 重量%或以上且小於 100 重量%的結構。

藉由上述，可以提供提高發光效率的發光元件。此外，也可以提供同時實現發光效率的改善和使用壽命的延長的發光元件。

實施例 2

在本實施例中，在表示對照元件的結果的同時對具有與實施例 1 不同結構的本發明的發光元件進行說明。此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的分子結構。注意，對於已在其他實施例中示出分子結構的有機化合物，省略其記載。該元件結構與實施例 1 所示的元件結構同樣，而參照圖 1B。



發光元件 3、對照發光元件 3 的製造

對發光元件 3、對照發光元件 3 來說，直到形成電洞傳輸層 105 的工序與實施例 1 中的發光元件 1 同樣。

接著，形成發光層 102。於發光元件 3，與實施例 1 的發光元件 1 同樣在第一發光層 102a 上形成第二發光層 102b，且以第一發光層 102a 及第二發光層 102b 的兩層為發光層 102，並且，於對照發光元件 3，與實施例 1 的對照發光元件 1 同樣不形成第一發光層 102a，且只以第二發光層 102b 為發光層 102。

第一發光層 102a 藉由在電洞傳輸層上共沈積上述結構式 (2) 所表示的 4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯胺 (簡稱：PCBAPBA) 和 CzPA 來形成，並且使第一發光層 102a 中的這些物質的質量比滿足 PCBAPBA : CzPA = 4 : 1。將第一發光層 102a 形成為 30nm 厚。對照發光元件 3 中第二發光層 102b 藉由如下工序來形成：在電洞傳輸層 105 上共沈積 CzPA 和

PCBAPBA，並且，發光元件 3 中第二發光層 102b 藉由如下工序來形成：在第一發光層 102a 上共沈積 CzPA 和 PCBAPBA。注意，對兩個元件來說，第二發光層 102b 中的 CzPA 和 PCBAPBA 的質量比滿足 $\text{CzPA} : \text{PCBAPBA} = 1 : 0.1$ 。第二發光層 102b 的厚度為 30nm。

接著，藉由將 BPhen 沈積為 30nm 厚以形成電子傳輸層 106。再者，藉由在電子傳輸層 106 上將氟化鋰形成為 1nm 厚，形成電子注入層 107。最後，作為用作陰極的第二電極 101 形成 200nm 厚的鋁膜，以完成發光元件。上述沈積步驟都使用電阻加熱法。

發光元件 3 及對照發光元件 3 的工作特性

在對藉由上述方式而得到的發光元件 3 及對照發光元件 3 在氮氣氛的手套箱內進行密封工作以使發光元件不暴露於大氣之後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氣氛）下進行測量。

圖 14 示出各發光元件的電流密度-亮度特性，圖 15 示出電壓-亮度特性，圖 16 示出亮度-電流效率特性（△：發光元件 3，●：對照發光元件 3）。

如圖 16 所示，亮度為 1000 cd/m^2 附近時的對照發光元件 3 的電流效率為 3.93 cd/A （亮度為 952 cd/m^2 時），並且發光元件 3 的電流效率為 5.64 cd/A （亮度為 1030 cd/m^2 時）。根據上述結果，可以知道：具有實施方式 1 所記載的結構的發光元件的發光元件 3 呈現比對照發

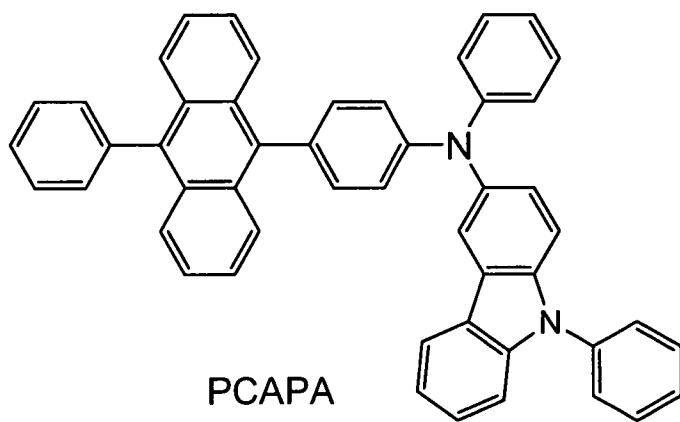
光元件 3 高的電流效率。可以認為，這是因為如下緣故：在第二發光層 102b 中與電洞不重新結合而不有助於發光的電子在第一發光層 102a 中與電洞重新結合，而第一發光層 102a 中的第一物質發光。

接著，當將初期亮度設定為 1000cd/m^2 ，並且在電流密度為一定的條件下，使這些元件驅動時，得到如圖 17 所示的亮度劣化曲線。在圖 17 中，橫軸表示時間，而縱軸表示在將初期亮度設定為 100% 的情況下的相對亮度（%）。根據圖 17 也可以知道，對照發光元件 3（實線）由於 110 小時的驅動而其亮度劣化到初期亮度的 63%，但是，發光元件 3（點線）的亮度只不過退化到 91%，而可以知道本發明的發光元件也大幅度地改善使用壽命。

藉由上述，可以提供提高發光效率的發光元件。此外，也可以提供同時實現發光效率的改善和使用壽命的延長二者的發光元件。

實施例 3

在實施例 3 中，參考對照元件的結果的同時對具有與實施例 1、實施例 2 不同的結構的本發明的發光元件進行說明。此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的分子結構。注意，至於已在其他實施例中表示分子結構的有機化合物，省略其記載。其元件結構與實施例 1 同樣，而參照圖 1B。



(3)

發光元件 4、對照發光元件 4 的製造

對發光元件 4、對照發光元件 4 來說，直到形成電洞傳輸層 105 的工序與實施例 1 中的發光元件 1 同樣。

接著，形成發光層 102。於發光元件 4 中，與實施例 1 的發光元件 1 同樣在第一發光層 102a 上形成第二發光層 102b，且以第一發光層 102a 及第二發光層 102b 的兩層為發光層 102，並且，至於對照發光元件 4，與實施例 1 的對照發光元件 1 同樣不形成第一發光層 102a，且只以第二發光層 102b 為發光層 102。

第一發光層 102a 藉由在電洞傳輸層上共沈積上述結構式 (3) 所表示的 N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱：PCAPA) 和 CzPA 來形成，並且使第一發光層 102a 中的這些物質的質量比滿足 PCAPA : CzPA = 1 : 1。將第一發光層 102a 形成為 30nm 厚。於對照發光元件 4 中第二發光層 102b 藉由在電洞傳輸層 105 上共沈積 CzPA 和 PCAPA 來形成，並且，至於發光元件 4，在第一發光層 102a 上共沈積 CzPA 和 PCAPA

來形成第二發光層 102b。注意，對兩個元件來說，第二發光層 102b 中的 CzPA 和 PCAPA 的質量比滿足 $\text{CzPA} : \text{PCAPA} = 1 : 0.1$ ，並且厚度為 30nm。

接著，藉由在發光層 102 上將 Alq 沈積為 10nm 厚之後將 BPhen 沈積為 20nm 厚，形成電子傳輸層 106。再者，藉由在電子傳輸層 106 上將氟化鋰形成為 1nm 厚，形成電子注入層 107。最後，作為用作陰極的第二電極 101 形成 200nm 厚的鋁膜，以完成發光元件。上述沈積步驟都使用電阻加熱法。

發光元件 4 及對照發光元件 4 的工作特性

在對藉由上述方式而得到的發光元件 4 及對照發光元件 4 在氮氣氛的手套箱內進行密封工作以使發光元件不暴露於大氣之後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氣氛）下進行測量。

圖 18 示出各發光元件的電流密度-亮度特性，圖 19 示出電壓-亮度特性，圖 20 示出亮度-電流效率特性（△：發光元件 4，●：對照發光元件 4）。

如圖 20 所示，當亮度為 1000cd/m^2 附近時，對照發光元件 4 的電流效率為 5.55cd/A （當亮度為 1000cd/m^2 時），並且發光元件 4 的電流效率為 9.75cd/A （當亮度為 885cd/m^2 時）。根據上述結果，可以知道：具有實施方式 1 所記載的結構的發光元件的發光元件 4 呈現比對照發光元件 4 高的電流效率。可以認為，這是因為如下緣故：在

第二發光層 102b 中不重新結合而不有助於發光的電子在第一發光層 102a 中與電洞重新結合，而第一發光層 102a 中的第一物質發光。

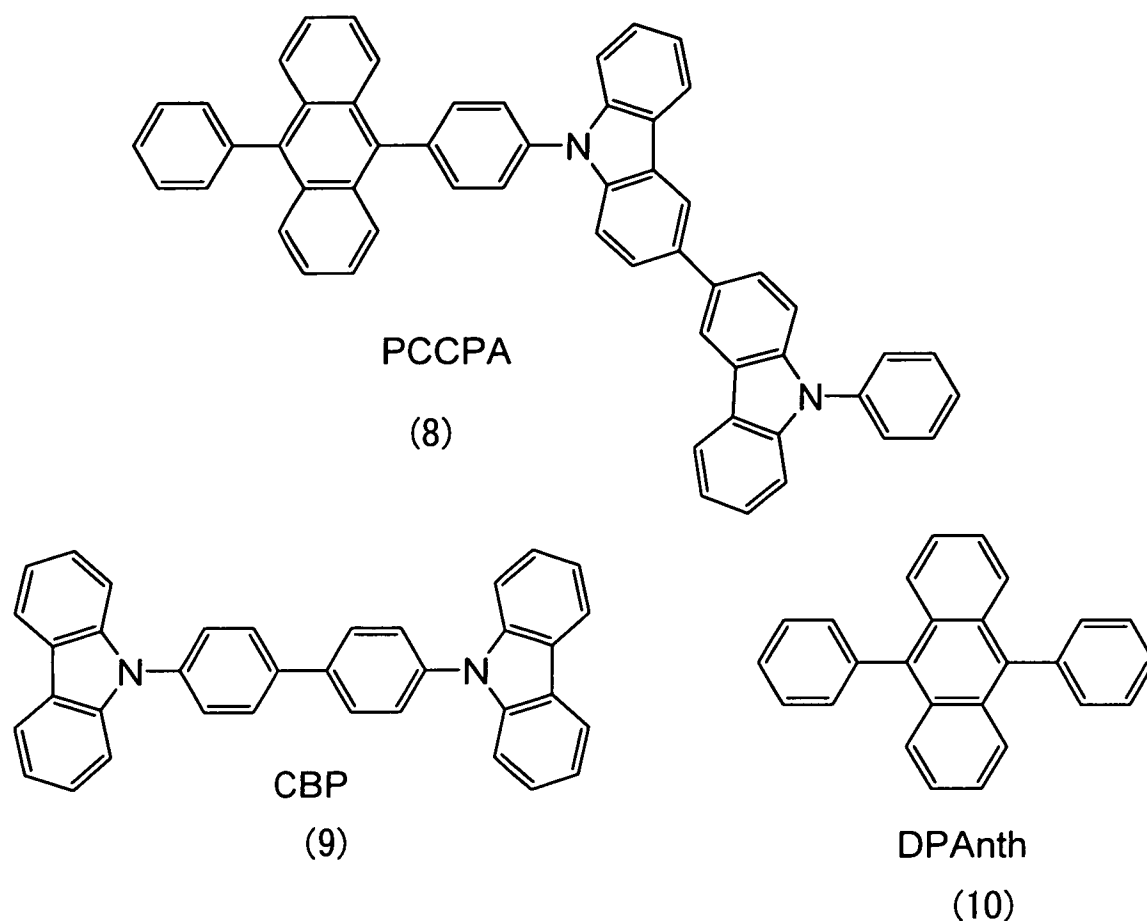
接著，當將初期亮度設定為 1000cd/m^2 ，並且在電流密度為一定的條件下，使這些元件驅動時，得到如圖 21 所示的亮度劣化曲線。在圖 21 中，橫軸表示時間，而縱軸表示在將初期亮度設定為 100 的情況下的相對亮度（%）。根據圖 21 也可以知道，對照發光元件 4（實線）由於 450 小時的驅動而其亮度劣化到初期亮度的 69%，但是，發光元件 4（點線）的亮度只不過退化到 75%，而可以知道本發明的發光元件也改善使用壽命。

藉由上述，可以提供提高發光效率的發光元件。此外，也可以提供同時實現發光效率的改善和使用壽命的延長二者的發光元件。

實施例 4

在本實施例中，參考對照元件的結果的同時對具有與實施例 1 至實施例 3 不同的結構的本發明的發光元件進行說明。在本實施例中，表示對第一發光層 102a 中的第二物質的種類進行研究的結果。

下面表示在本實施例中使用的有機化合物的分子結構。注意，至於已在其他實施例中表示分子結構的有機化合物，省略其記載。該元件結構與實施例 1 所示的元件結構同樣，而參照圖 1B。



發光元件 5 至 8、對照發光元件 5 至 8 的製造

對發光元件 5 至 8、對照發光元件 5 至 8 來說，直到形成電洞傳輸層 105 的工序與實施例 1 中的發光元件 1 同樣。

接著，形成發光層 102。至於發光元件 5 至 8，與實施例 1 的發光元件 1 同樣在第一發光層 102a 上形成第二發光層 102b，且以第一發光層 102a 及第二發光層 102b 的兩層為發光層 102，並且，至於對照發光元件 5 至 8，與實施例 1 的對照發光元件 1 同樣不形成第一發光層 102a，且只以第二發光層 102b 為發光層 102。

第一發光層 102a 藉由在電洞傳輸層上共沈積第一物

質的 PCBAPA 和第二物質來形成，並且使第一發光層 102a 中的這些物質的質量比滿足第一物質（PCBAPA）：第二物質 = 4：1。在此，至於發光元件 5，作為第二物質使用上述結構式（8）所表示的 9-苯基-9'-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-3,3'-雙（9H-咔唑）（簡稱：PCCPA）以 30nm 的厚度形成第一發光層 102a。至於發光元件 6，作為第二物質使用上述結構式（9）所表示的 4,4'-二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）以 10nm 的厚度形成第一發光層 102a。至於發光元件 7，作為第二物質使用上述結構式（10）所表示的 9,10-二苯基蒽（簡稱：DPAnth）以 30nm 的厚度形成第一發光層 102a。至於發光元件 8，作為第二物質使用 NPB 以 10nm 的厚度形成第一發光層 102a。這些作為第二物質而使用的物質分別是具有比 PCBAPA 高的能隙的物質。

至於對照發光元件 5 至 8，藉由在電洞傳輸層 105 上共沈積 CzPA 和 PCBAPA 來形成第二發光層 102b，並且，至於發光元件 5 至 8，藉由在第一發光層 102a 上共沈積 CzPA 和 PCBAPA 來形成第二發光層 102b。注意，第二發光層 102b 中的 CzPA 和 PCBAPA 的質量比滿足 CzPA：PCBAPA = 1：0.1，並且厚度為 30nm。

接著，藉由在發光層 102 上將 Alq 沈積為 10nm 厚之後將 BPhen 沈積為 30nm 厚，形成電子傳輸層 106。再者，藉由在電子傳輸層 106 上將氟化鋰形成為 1nm 厚，形成電子注入層 107。最後，作為用作陰極的第二電極 101 形

成 200nm 厚的鋁膜，以完成發光元件。上述沈積步驟都使用電阻加熱法。

發光元件 5 至 8、對照發光元件 5 至 8 的工作特性

在對藉由上述方式而得到的發光元件 5 至 8 及對照發光元件 5 至 8 在氮氣氛的手套箱內進行密封工作以使發光元件不暴露於大氣之後，對這些發光元件的工作特性進行測量。注意，在室溫（保持為 25℃ 的氣氛）下進行測量。

圖 22 示出發光元件 5 及對照發光元件 5 的亮度-電流效率特性，圖 23 示出發光元件 6 及對照發光元件 6 的亮度-電流效率特性，圖 24 示出發光元件 7 及對照發光元件 7 的亮度-電流效率特性，圖 25 示出發光元件 8 及對照發光元件 8 的亮度-電流效率特性（△：發光元件 5-8，●：對照元件 5-8）。此外，表 3 示出各發光元件與對照發光元件的電流效率。

[表 3]

		5	6	7	8
發光元 件	電流效率 (cd/A) (亮度 (cd/m ²))	7.23 (1040)	7.21 (1100)	7.06 (1130)	6.58 (1190)
對照發 光元件	電流效率 (cd/A) (亮度 (cd/m ²))	4.84 (971)	5.45 (1180)	4.84 (971)	5.43 (1180)

根據表 3 及圖 22 至 25，可以知道如下事實：具有實施方式 1 所記載的結構的發光元件的發光元件 5 至 8 分別呈現比對照發光元件 5 至 8 高的電流效率。可以認為，這

是因為如下緣故：在第二發光層 102b 中不重新結合而無有助於發光的電子在第一發光層 102a 中與電洞重新結合，而第一發光層 102a 中的第一物質發光。

注意，將蔥衍生物或呋啞衍生物的 PCCPA、CBP、DPAnth 用於第一發光層 102a 中的第二物質的發光元件 5、發光元件 6、發光元件 7 的電流效率的提高效果分別比對照發光元件 5、對照發光元件 6、對照發光元件 7 的電流效率的提高效果大。

接著，當將初期亮度設定為 1000cd/m^2 ，並且在電流密度為一定的條件下，使這些元件驅動時，在發光元件 5 及對照發光元件 5 的情況下得到如圖 26 所示的亮度劣化曲線，在發光元件 6 及對照發光元件 6 的情況下得到如圖 27 所示的亮度劣化曲線，在發光元件 7 及對照發光元件 7 的情況下得到如圖 28 所示的亮度劣化曲線，在發光元件 8 及對照發光元件 8 的情況下得到如圖 29 所示的亮度劣化曲線。此外，摘錄實施例 1 的發光元件 2 及對照發光元件 1 的亮度劣化曲線而將其示於圖 30。發光元件 2 具有實施例 1 所說明那樣的結構，除了使用 CzPA 作為第二物質以外，具有與發光元件 5 至發光元件 8 同樣的結構。注意，在圖 26 至 30 中，橫軸表示時間，而縱軸表示在將初期亮度設定為 100 的情況下的相對亮度（%）。此外，下面表示在一定時間經過後的各發光元件及對照發光元件的從初期亮度劣化的程度（%）的總結的表。

[表 4]

	5	6	7	8		
時間(小時)	430	430	430	810	時間(小時)	450
發光元件	78%	83%	74%	73%	發光元件2	78%
對照發光元件	70%	79%	70%	70%	對照發光元件1	65%

根據圖 26 至圖 30，可以知道如下事實：與各對照發光元件相比，本發明的實施例的發光元件 2 及發光元件 5 至發光元件 8 的相對於驅動時間的亮度劣化降低。換言之，實施本發明的發光元件可以成為使用壽命提高的發光元件。此外，與對照發光元件 5、對照發光元件 1 相比，將在分子內兼具有蔥骨架及咔唑骨架二者的 PCCPA、CzPA 用於第一發光層 102a 中的第二物質的發光元件 5、發光元件 2 的使用壽命分別提高得顯著。

根據上述，可以知道如下事實：本發明的發光元件是發光效率提高，特別是發光效率提高且使用壽命延長的發光元件。

此外，本發明的發光元件中的第一發光層所包含的第二物質較佳是兼具有蔥骨架和咔唑骨架二者的物質。

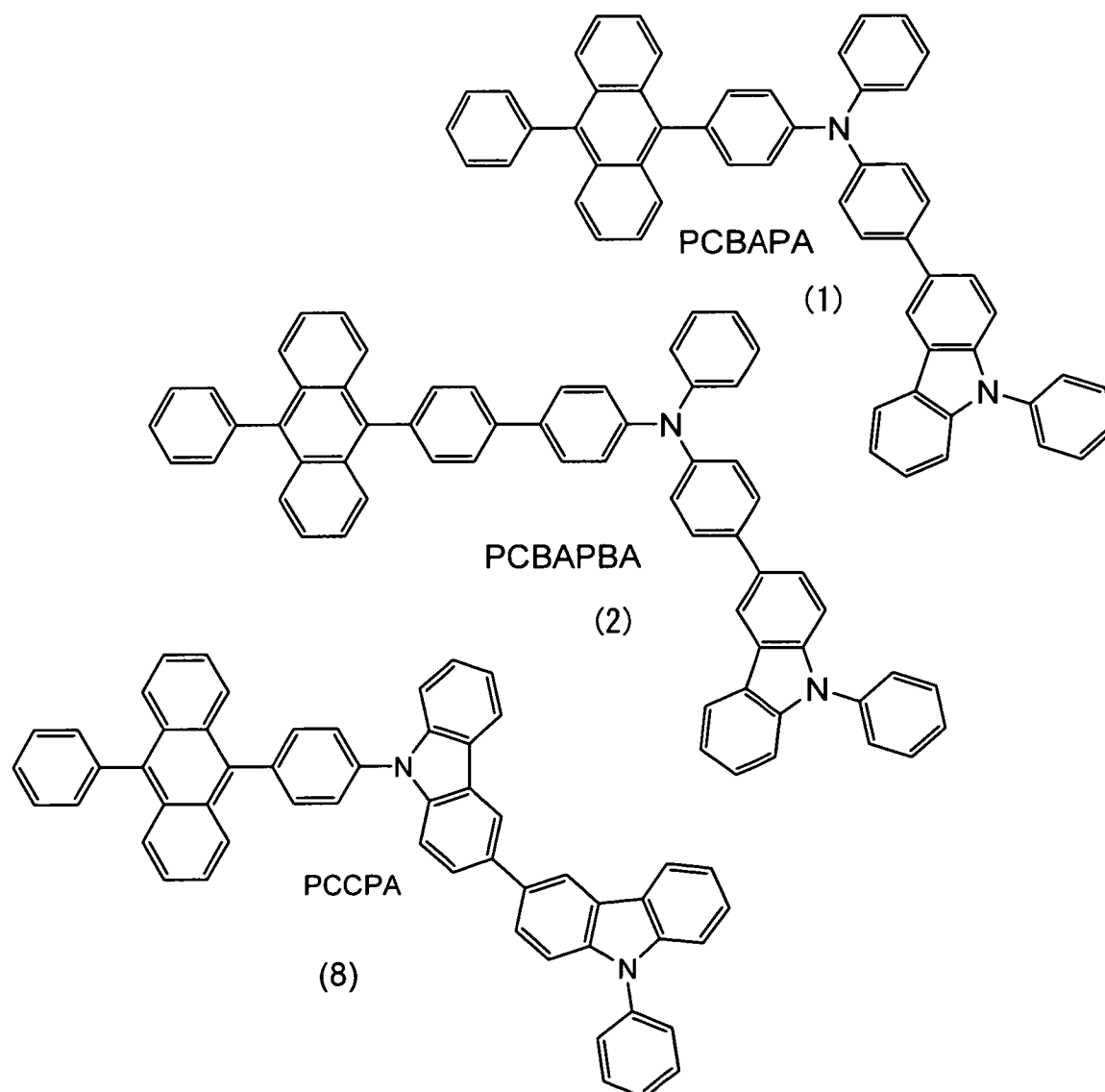
此外，因為第二物質是與第二發光層 102b 中的第三物質相同的物質的發光元件 2 呈現良好的使用壽命延長的效果，所以在本發明的發光元件中，第一發光層 102a 中的第二物質較佳是與第二發光層 102b 中的第三物質相同的物質。

藉由上述，可以知道如下事實：本發明的發光元件可

以實現發光效率的提高。此外，也可以得到同時實現發光效率的改善和使用壽命的延長二者的發光元件。

(參考例)

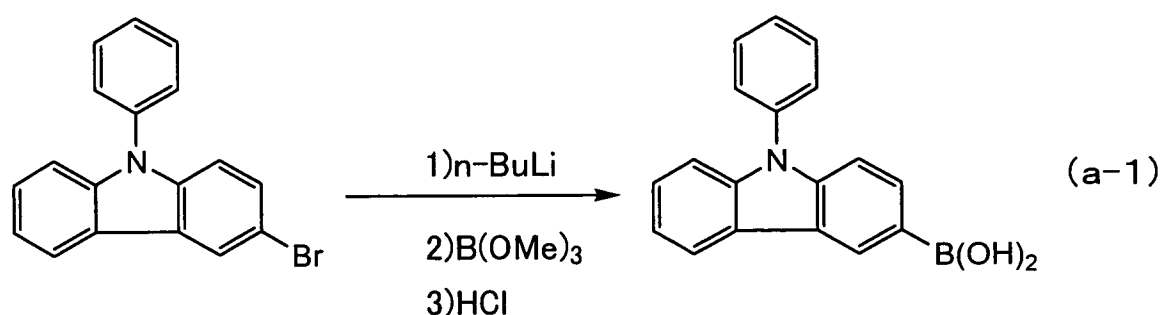
將說明在實施例 1 中使用的結構式 (1) 所表示的 PCBAPA、在實施例 2 中使用的結構式 (2) 所表示的 PCBAPBA 以及在實施例 4 中使用的結構式 (8) 所表示的 PCCPA 的合成方法。



PCBAPA 的合成方法

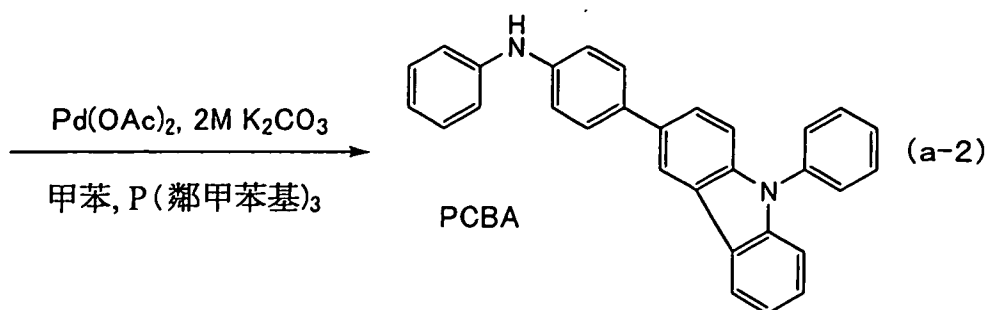
〔步驟 1：9-苯基-9H-吡啶-3-硼酸的合成〕

將 10 g (31 mmol) 的 3-溴基-9-苯基-9H-吡啶放在 500 mL 的三頸燒瓶中，並且對燒瓶的內部進行氮氣取代。將 150 mL 的四氫呋喃 (THF) 加入在燒瓶中，來使 3-溴基-9-苯基-9H-吡啶溶解。將該溶液冷卻到 -80°C 。從注射器 (syringe) 將 20 mL (32 mmol) 的正丁基鋰 (1.58 mol/L 己烷溶液) 滴下而加入在該溶液中。在滴下結束後，以相同溫度攪拌該溶液 1 小時。在攪拌之後，將 3.8 mL (34 mmol) 的硼酸三甲酯加入在該溶液中，並且在將溫度降回室溫的同時攪拌大約 15 小時。然後，將大約 150 mL 的稀鹽酸 (1.0 mol/L) 加入在該溶液中，並且攪拌 1 小時。然後，從混合物分離有機層，利用乙酸乙酯萃取水層，並將萃取出的溶液和有機層混合在一起，且利用飽和碳酸氫鈉進行洗滌。利用硫酸鎂使混合在一起的有機層乾燥，然後對該混合物進行重力過濾。當濃縮得到的濾液時，得到淡褐色的油狀物。當對該油狀物進行減壓乾燥時，以 86 % 的產率得到 7.5 g 的目的物的淡褐色固體。下面的 (a-1) 表示步驟 1 的合成圖解。



[步驟 2：4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）二苯基胺（簡稱：PCBA）的合成]

將 6.5 g (26 mmol) 的 4-溴基二苯基胺、7.5 g (26 mmol) 的在步驟 1 中合成的 9-苯基-9H-咔唑-3-硼酸、400 mg (1.3 mmol) 的三（鄰甲苯基）膦放在 500 mL 的三頸燒瓶中，並且對燒瓶的內部進行氮氣取代。對該混合物加入 100 mL 的甲苯、50 mL 的乙醇、14 mL 的碳酸鉀水溶液 (0.2 mol/L)。藉由在減壓下進行攪拌的同時對該混合物進行脫氣，然後加入 67 mg (30 mmol) 的醋酸鈮 (II)。對該混合物進行 100℃ 且 10 小時的回流。然後，分離混合物中的有機層，利用甲苯萃取水層，並將萃取出的溶液和有機層混合在一起，且利用飽和鹽水進行洗滌。當利用硫酸鎂使混合在一起的有機層乾燥，然後對該混合物進行重力過濾，濃縮得到的濾液時，得到淡褐色的油狀物。藉由矽膠管柱層析法（展開溶劑為己烷：甲苯 = 4：6 混合溶劑）純化該油狀物，然後利用二氯甲烷和己烷的混合溶劑使純化後得到的白色固體再結晶，以 45 % 的產率得到 4.9 g 的目的物的白色固體。下面的 (a-2) 表示步驟 2 的合成圖解。



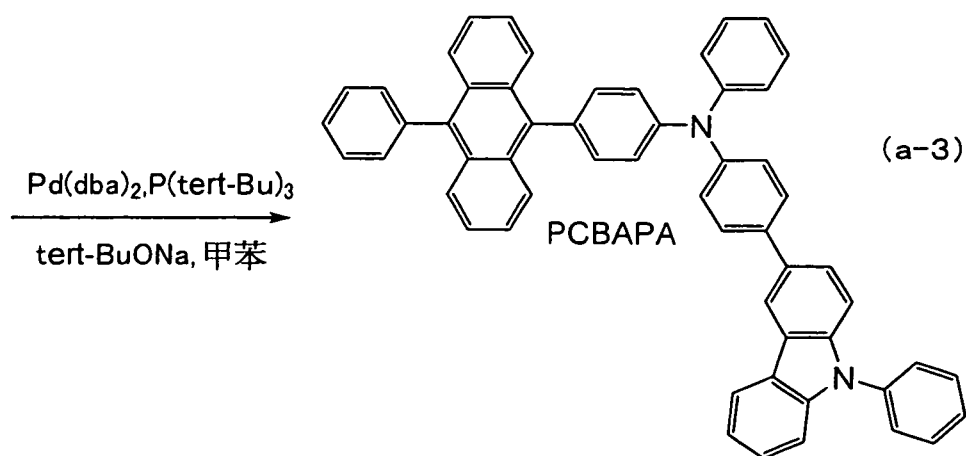
注意，藉由核磁共振測量（NMR）測定在上述步驟 2 中得到的白色固體。下面表示測定資料。根據測定結果，可以知道如下事實：得到作為用來合成 PCBAPA 的原料的 PCBA。

^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz) : δ = 6.81-6.86 (m, 1H) , 7.12 (dd, J_1 = 0.9Hz, J_2 = 8.7Hz, 2H) , 7.19 (d, J = 8.7Hz, 2H) , 7.23-7.32 (m, 3H) , 7.37-7.47 (m, 3H) , 7.51-7.57 (m, 1H) , 7.61-7.73 (m, 7H) , 8.28 (s, 1H) , 8.33 (d, J = 7.2Hz, 1H) , 8.50 (d, J = 1.5Hz, 1H)

[步驟 3：PCBAPA 的合成]

將 7.8g (12mmol) 的 9-(4-溴苯基)-10-苯基蒽、4.8g (12mmol) 的 PCBA、5.2g (52mmol) 的第三丁醇鈉放在 300mL 的三頸燒瓶中，並且對燒瓶的內部進行氮氣取代。對該混合物加入 60mL 的甲苯、0.30mL 的三(第三丁基)磷(10重量%己烷溶液)。在減壓下進行攪拌的同時對該混合物進行脫氣，然後對該混合物加入 136mg (0.24mmol) 的雙(二亞苺基丙酮)鈀(0)。對該混合物進行 100℃ 且 3 小時的攪拌。然後，對該混合物加入大約

50mL 的甲苯，經過矽藻土（celite，日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：531-16855）、礬土、矽酸鎂（Florisil，日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：540-00135）進行抽濾。濃縮得到的濾液，而得到黃色固體。藉由利用甲苯和己烷的混合溶劑使該固體再結晶，以 75% 的產率得到 6.6g 的目的物的 PCBAPA 的淡黃色固體。藉由梯度昇華法（train sublimation）對得到的 3.0g 的淡黃色粉末狀固體進行純化。昇華純化條件為如下：在以 8.7Pa 的壓力且 3.0mL/min 的流量使氬氣流過的同時，以 350℃ 加熱 PCBAPA。在昇華純化後，以 90% 的產率得到 2.7g 的 PCBAPA 的淡黃色固體。此外，下面的（a-3）表示步驟 3 的合成圖解。



注意，測定在上述步驟 3 中得到的固體的 ^1H NMR。下面表示測定資料。根據測定結果，知道如下事實：得到 PCBAPA。

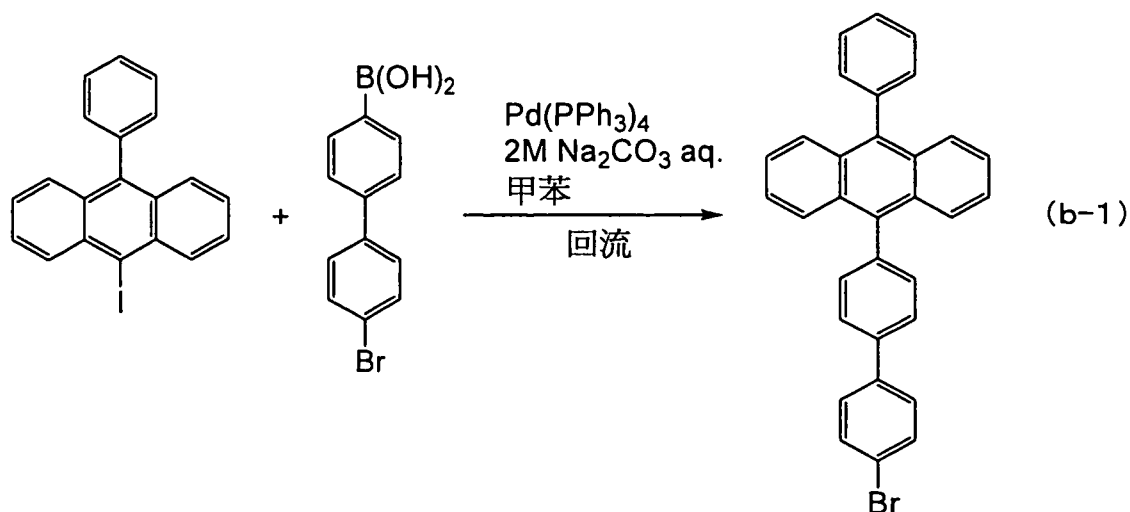
^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz) : $\delta = 7.09\text{--}7.14$ (m, 1H), $7.28\text{--}7.72$ (m, 33H), 7.88 (d, $J = 8.4\text{ Hz}$, 2H), 8.19 (d, $J = 7.2\text{ Hz}$, 1H), 8.37 (d, $J = 1.5\text{ Hz}$, 1H)

接著，將說明結構式（2）所表示的 4-〔4-（10-苯基-9-蒽基）苯基〕-4'-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）三苯胺（簡稱：PCBAPBA）的合成方法。

PCBAPBA 的合成方法

〔步驟 1：9-（4'-溴聯苯-4-基）-10-苯基蒽的合成〕

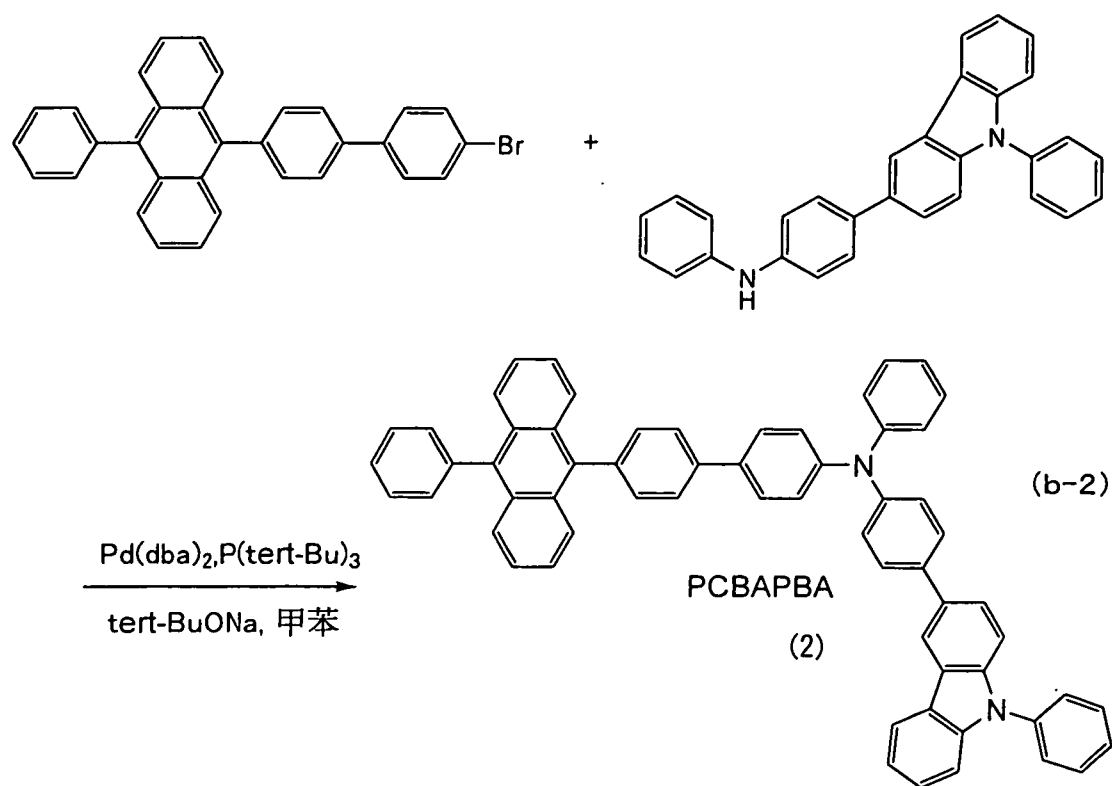
將 2.8 g（7.2 mmol）的 9-碘-10-苯基蒽、1.5 g（7.2 mmol）的 4'-溴聯苯-4-硼酸放在 100 mL 的三頸燒瓶中，並且對燒瓶的內部進行氮氣取代。對該混合物加入 40 mL 的甲苯、10 mL 的碳酸鈉水溶液（2.0 mol/L）。在減壓下攪拌該混合物來進行脫氣後，加入 120 mg（0.10 mmol）的四（三苯基磷）鈀（0）。對該混合物進行 90℃ 且 4 小時的攪拌。然後，對該混合物加入大約 50 mL 的甲苯，經過礬土、矽藻土（日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：540-00135）進行抽濾。藉由利用高效液體層析法（移動相：氯仿）純化濃縮濾液而得到的固體，來得到淡黃色固體。當利用氯仿和己烷的混合溶劑使得到的固體再結晶時，以 40% 的產率得到 1.4 g 的目的物的淡黃色粉末狀固體。下面的（b-1）表示步驟 1 的合成圖解。



[步驟 2 : 4 - [4 - (10 - 苯基 - 9 - 蒽基) 苯基] - 4' - (9 - 苯基 - 9H - 吡啶 - 3 - 基) 三苯胺 (簡稱 : PCBAPBA) 的合成]

將 1.0 g (2.1 mmol) 的 9 - (4' - 溴聯苯 - 4 - 基) - 10 - 苯基蒽、845 mg (2.1 mmol) 的 4 - (9 - 苯基 - 9H - 吡啶 - 3 - 基) 二苯胺 (簡稱 : PCBA) (與上述 PCBAPA 的合成方法中的步驟 1 及步驟 2 同樣合成)、1.0 g (10 mmol) 的第三丁醇鈉放在 50 mL 的三頸燒瓶中，並且對燒瓶的內部進行氮氣取代。對該混合物加入 15 mL 的甲苯、0.10 mL 的三 (第三丁基) 膦 (10 重量 % 己烷溶液)。在減壓下攪拌該混合物來進行脫氣後，加入 58 mg (0.10 mmol) 的雙 (二亞苄基丙酮) 鈀 (0)。對該混合物進行 100℃ 且 5 小時的攪拌。在攪拌後，將該混合物冷卻到室溫，然後追加大約 20 mL 的甲苯，經過矽酸鎂 (日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼 : 540-00135)、矽藻土 (日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼 : 531-16855)、礬土進行抽濾。

濃縮得到的濾液，而得到淡黃色固體。當利用甲苯和己烷的混合溶劑使得到的固體再結晶時，以 90% 的產率得到 1.5 g 的目的物的淡黃色粉末狀固體。下面的 (b-2) 表示步驟 2 的合成圖解。



藉由梯度昇華法對得到的 1.1 g 的淡黃色粉末狀固體進行純化。昇華純化條件如下：在以 6.0 Pa 的壓力且 3.0 mL/min 的流量使氬氣流過的同時，以 380 °C 加熱 PCBAPBA。在昇華純化後，以 93% 的產率得到 1.0 g 的 PCBAPBA 的淡黃色固體。

測定得到的固體的 ^1H NMR。下面表示測定資料。根據測定結果，知道如下事實：得到 PCBAPBA。

^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz) : δ = 7.09-7.12 (m, 1H), 7.25-7.31 (m, 12H), 7.34-7.79 (m, 23H), 7.80-7.85 (m, 4H), 8.20 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 8.36 (d, J =

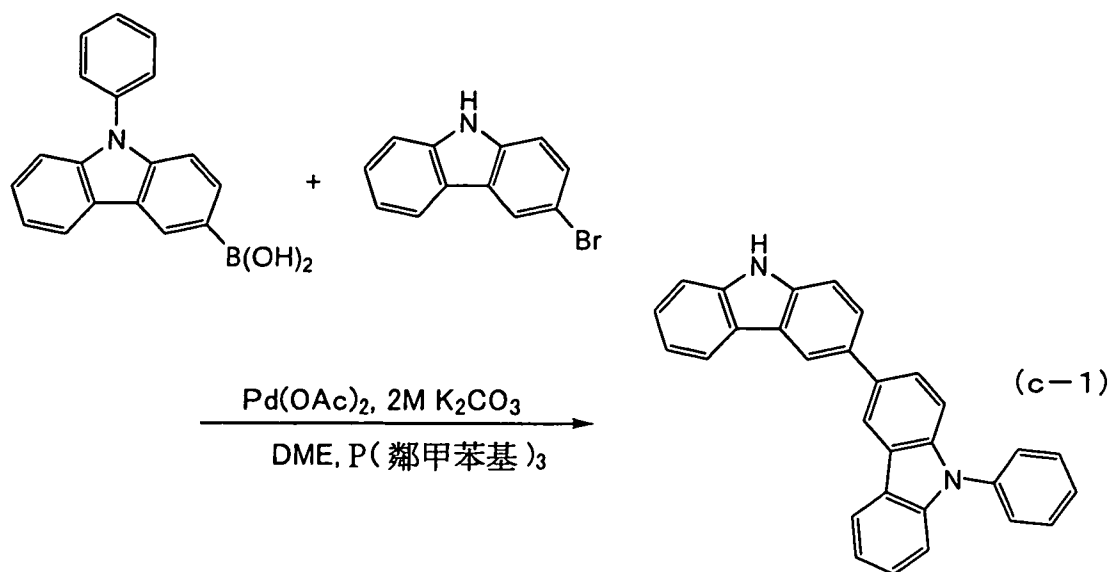
1.5 Hz, 1H)

接著，將說明在實施例 4 中使用的結構式 (8) 所表示的 9-苯基-9'-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-3,3'-雙(9H-咔唑) (簡稱：PCCPA) 的合成方法。

PCCPA 的合成方法

[步驟 1：9-苯基-3,3'-雙(9H-咔唑) (簡稱：PCC) 的合成]

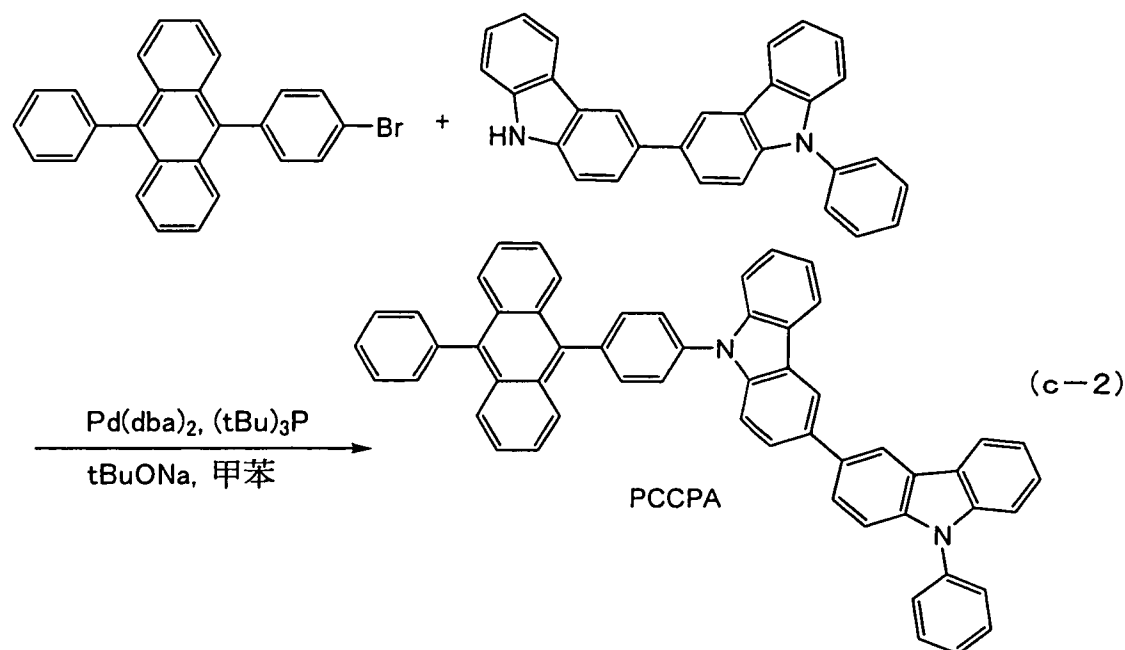
將 2.5 g (10 mmol) 的 3-溴-9H-咔唑、2.9 g (10 mmol) 的 N-苯基咔唑-3-硼酸、152 mg (0.50 mmol) 的三(鄰甲苯基)膦放在 200 mL 的三頸燒瓶中。對燒瓶的內部進行氮氣取代，並且對該混合物加入 50 mL 的二甲氧基乙醇 (DME)、10 mL 的碳酸鉀水溶液 (2 mol/L)。藉由在減壓下攪拌該混合物來進行脫氣，然後加入 50 mg (0.2 mmol) 的醋酸鈣。在氮氣氣流下對該混合物進行 80°C 且 3 小時的攪拌。然後，對該混合物加入大約 50 mL 的甲苯，攪拌 30 分鐘左右，依次利用水、飽和鹽水洗滌該混合物。在洗滌後，利用硫酸鎂使有機層乾燥。當對該混合物進行重力過濾並且濃縮得到的濾液時，得到油狀物質。當將得到的油狀物質溶於甲苯中，並經過矽酸鎂 (日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：540-00135)、礬土、矽藻土 (日本和光純藥工業股份有限公司、目錄號碼：531-16855) 過濾該溶液，且濃縮得到的濾液時，以 80% 的產率得到 3.3 g 的白色固體。下面的 (c-1) 表示步驟 1 的合成圖解



[步驟 2：PCCPA 的合成]

將 1.2 g (3.0 mmol) 的 9-苯基-10-(4-溴苯基) 蔥、1.2 g (3.0 mmol) 的 PCC、1.0 g (10 mmol) 的第三丁醇鈉放在 100 mL 的三頸燒瓶中。對燒瓶的內部進行氮氣取代，並且對該混合物加入 20 mL 的甲苯、0.1 mL 的三(第三丁基) 磷 (10 重量 % 己烷溶液)。藉由在減壓下攪拌該混合物來進行脫氣。然後，對該混合物加入 96 mg (0.17 mmol) 的雙(二亞苺基丙酮) 鈣 (0)。在氮氣氣流下對該混合物進行 110℃ 且 8 小時的回流。然後，對該混合物加入大約 50 mL 的甲苯，攪拌 30 分鐘左右，依次利用水、飽和鹽水洗滌該混合物。在洗滌後，利用硫酸鎂使有機層乾燥。當對該混合物進行重力過濾並且濃縮得到的濾液時，得到油狀物質。藉由矽膠管柱層析法 (展開劑為己烷：甲苯 = 1：1 混合溶劑) 純化得到的油狀物質。當利用氯仿 / 己烷使得到的淡黃色固體再結晶時，以 54 % 的產率得到

1.2 g 的淡黃色粉末狀固體。藉由梯度昇華法昇華純化得到的 2.4 g 的淡黃色粉末狀固體。昇華純化條件為如下：壓力為 8.7 Pa，並以 3.0 mL/min 的流量使氬氣流過，且以 350 °C 進行加熱。在昇華純化之後，以 94 % 的產率得到 2.2 g 的 PCCPA 的淡黃色固體。下面的 (c-2) 表示步驟 2 的合成圖解。



此外，測定在上述步驟 2 中得到的固體的 ^1H NMR。下面表示測定資料。據此，確認如下事實：得到的淡黃色固體是 PCCPA。

^1H NMR (CDCl_3 , 300 MHz) : $\delta = 7.34\text{--}7.91$ (m, 32 H) , 8.27 (d, $J = 7.2\text{ Hz}$, 1 H) , 8.31 (d, $J = 7.5\text{ Hz}$, 1 H) , 8.52 (dd, $J_1 = 1.5\text{ Hz}$, $J_2 = 5.4\text{ Hz}$, 2 H)

本說明書根據 2008 年 3 月 18 日在日本專利局受理的日本專利申請編號 2008-068924 而製作，所述內容包括在

本說明書中參考。

【圖式簡單說明】

圖 1A 和 1B 是表示本發明的發光元件的示意圖；

圖 2 是本發明的發光元件中的能級圖的一例；

圖 3A 和 3B 是本發明的發光裝置的俯視圖及截面圖；

圖 4A 和 4B 是本發明的發光裝置的立體圖及截面圖；

圖 5A 至 5D 是表示本發明的電子裝置的圖；

圖 6 是表示本發明的電子裝置的圖；

圖 7 是表示本發明的電子裝置的圖；

圖 8 是表示本發明的電子裝置的圖；

圖 9 是表示發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的電流密度-亮度特性的圖（實施例 1）；

圖 10 是表示發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的電壓-亮度特性的圖（實施例 1）；

圖 11 是表示發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 1）；

圖 12 是表示發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的發射光譜的圖（實施例 1）；

圖 13 是表示發光元件 1、發光元件 2、對照發光元件 1 及對照發光元件 2 的亮度劣化曲線的圖（實施例 1）；

圖 14 是表示發光元件 3、對照發光元件 3 的電流密

度-亮度特性的圖（實施例 2）；

圖 15 是表示發光元件 3、對照發光元件 3 的電壓-亮度特性的圖（實施例 2）；

圖 16 是表示發光元件 3、對照發光元件 3 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 2）；

圖 17 是表示發光元件 3、對照發光元件 3 的亮度劣化曲線的圖（實施例 2）；

圖 18 是表示發光元件 4、對照發光元件 4 的電流密度-亮度特性的圖（實施例 3）；

圖 19 是表示發光元件 4、對照發光元件 4 的電壓-亮度特性的圖（實施例 3）；

圖 20 是表示發光元件 4、對照發光元件 4 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 3）；

圖 21 是表示發光元件 4、對照發光元件 4 的亮度劣化曲線的圖（實施例 3）；

圖 22 是表示發光元件 5、對照發光元件 5 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 4）；

圖 23 是表示發光元件 6、對照發光元件 6 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 4）；

圖 24 是表示發光元件 7、對照發光元件 7 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 4）；

圖 25 是表示發光元件 8、對照發光元件 8 的亮度-電流效率特性的圖（實施例 4）；

圖 26 是表示發光元件 5、對照發光元件 5 的亮度劣化

曲線的圖（實施例 4）；

圖 27 是表示發光元件 6、對照發光元件 6 的亮度劣化曲線的圖（實施例 4）；

圖 28 是表示發光元件 7、對照發光元件 7 的亮度劣化曲線的圖（實施例 4）；

圖 29 是表示發光元件 8、對照發光元件 8 的亮度劣化曲線的圖（實施例 4）；

圖 30 是表示發光元件 2、對照發光元件 1 的亮度劣化曲線的圖（實施例 4）。

【主要元件符號說明】

100：陽極

101：陰極

102：發光層

102a：第一發光層

102b：第二發光層

103：包含有機化合物的層

104：電洞注入層

105：電洞傳輸層

106：電子傳輸層

107：電子注入層

110：發光元件

200：電洞傳輸層的 HOMO 能級

201：第一發光層的 HOMO 能級

- 202：第二發光層中的第一物質的 HOMO 能級
- 203：第二發光層中的第三物質的 HOMO 能級
- 210：電洞
- 260：電子
- 601：驅動電路部（源極側驅動電路）
- 602：像素部
- 603：驅動電路部（閘極側驅動電路）
- 604：密封基板
- 605：密封劑
- 607：空間
- 608：佈線
- 609：FPC（撓性印刷電路）
- 610：元件基板
- 611：開關用 TFT
- 612：電流控制用 TFT
- 613：第一電極
- 614：絕緣物
- 616：包含有機化合物的層
- 617：第二電極
- 618：發光元件
- 623：n 通道型 TFT
- 624：p 通道型 TFT
- 901：框體
- 902：液晶層

903：背光燈單元
904：框體
905：驅動器 IC
906：端子
951：基板
952：電極
953：絕緣層
954：隔壁層
955：包含有機化合物的層
956：電極
2001：框體
2002：光源
3001：照明裝置
9101：框體
9102：支撐台
9103：顯示部
9104：揚聲器部
9105：視頻輸入端子
9201：主體
9202：框體
9203：顯示部
9204：鍵盤
9205：外部連接埠
9206：定位裝置

9401：主 體

9402：框 體

9403：顯 示 部

9404：聲 音 輸 入 部

9405：聲 音 輸 出 部

9406：操 作 鍵

9407：外 部 連 接 埠

9408：天 線

9501：主 體

9502：顯 示 部

9503：框 體

9504：外 部 連 接 埠

9505：遙 控 器 接 收 部

9506：圖 像 接 收 部

9507：電 池

9508：聲 音 輸 入 部

9509：操 作 鍵

9510：取 景 部

七、申請專利範圍

1. 一種發光元件，包括：

陽極；

陰極；

該陽極和該陰極之間的第一發光層，該第一發光層包括第一物質和第二物質；以及

該第一發光層上且與其直接接觸的第二發光層，該第二發光層包括該第一物質和第三物質，其中，在該第二發光層中，該第三物質是最多成分，

其中，該第一發光層位於該陽極一側，並且該第二發光層位於該陰極一側，

其中，該第一發光層中的該第一物質的重量大於該第二物質的重量，

其中，該第二物質和該第三物質各具有比該第一物質大的能隙，

並且其中，該第一物質作為發光中心。

2. 一種發光元件，包括：

陽極；

陰極；

該陽極和該陰極之間的第一發光層，該第一發光層包括第一物質和第二物質；以及

該第一發光層上且與其直接接觸的第二發光層，該第二發光層包括該第一物質和第三物質，

其中，該第一發光層位於該陽極一側，並且該第二發

光層位於該陰極一側，

其中，該第一發光層中的該第一物質的比率是 50 重量 % 或以上且小於 100 重量 %，

其中，在該第二發光層中，該第三物質是最多成分，

其中，該第二物質和該第三物質各具有比該第一物質大的能隙，

並且其中，該第一物質作為發光中心。

3. 一種發光元件，包括：

陽極；

陰極；

該陽極和該陰極之間的第一發光層，該第一發光層包括第一物質和第二物質；以及

該第一發光層上且與其直接接觸的第二發光層，該第二發光層包括該第一物質和第三物質，

其中，該第一發光層位於該陽極一側，並且該第二發光層位於該陰極一側，

其中，該第一發光層中的該第一物質的比率是 50 重量 % 或以上且小於 100 重量 %，

其中，該第二發光層中的該第一物質的比率是 0.001 重量 % 至 30 重量 %（包括 0.001 重量 % 和 30 重量 %）；

其中，該第二物質和該第三物質各具有比該第一物質大的能隙，

並且其中，該第一物質作為發光中心。

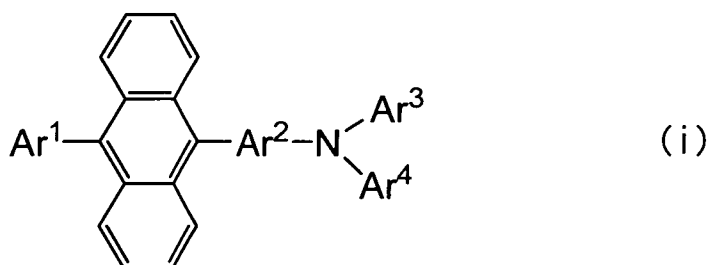
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，

其中，該第一物質是具有電洞傳輸性的物質。

5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，該第一物質是其中蔥經由伸芳基而與二芳基胺基鍵合的化合物。

6. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，該第一物質是 9,10-二芳基蔥衍生物，並且，鍵合於該 9,10-二芳基蔥衍生物的 9 位或者 10 位的芳基與二芳基胺基鍵合。

7. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，該第一物質是下面的通式 (i) 所表示的物質，



其中， Ar^1 表示碳數為 6 至 25 的芳基， Ar^2 表示碳數為 6 至 25 的伸芳基，並且 Ar^3 、 Ar^4 分別獨立表示碳數為 6 至 25 的芳基、呋唑基中的任一種。

8. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，該第二物質是蔥衍生物或呋唑衍生物。

9. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，該第二物質是包括蔥骨架及呋唑骨架二者的物質。

10. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之發光元件，其中，在該第一發光層和該陽極之間具有電洞傳輸層。

11. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之發光元件，其中，該第一發光層中的該第一物質的比率是70重量%或以上且小於100重量%。

12. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之發光元件，其中，該第二物質和該第三物質是相同物質。

13. 一種發光裝置，包括：

如申請專利範圍第1至3項中任一項之發光元件；以及控制該發光元件的控制器。

14. 一種包括顯示部的電子裝置，

其中，該顯示部包括如申請專利範圍第13項之發光裝置。

圖 1A

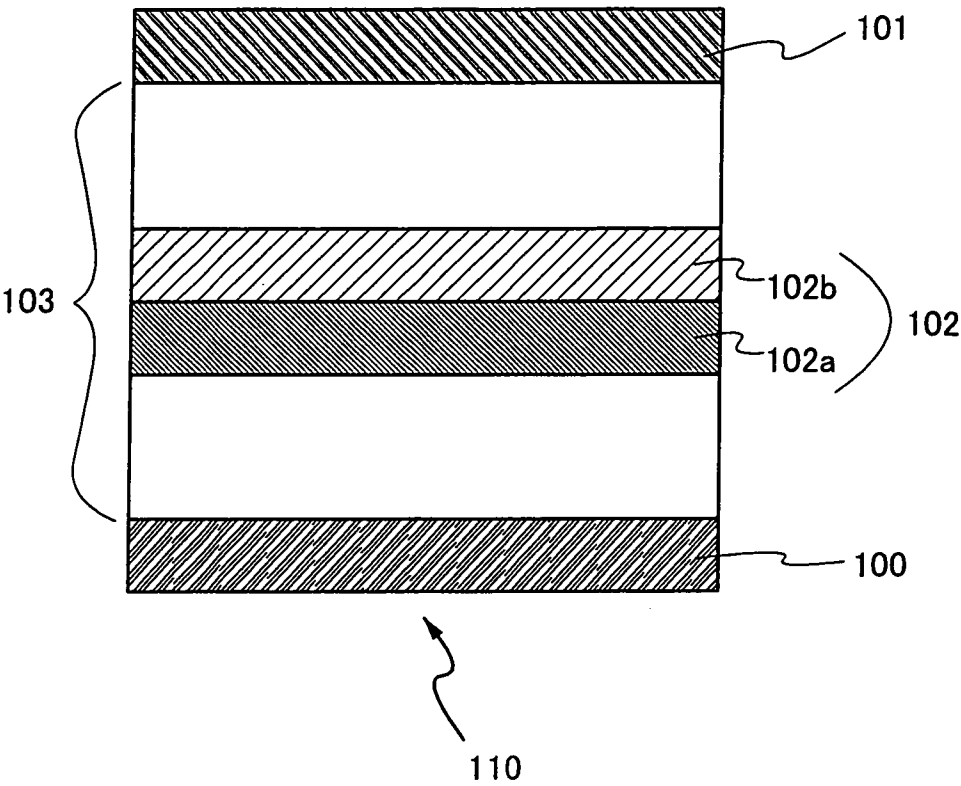
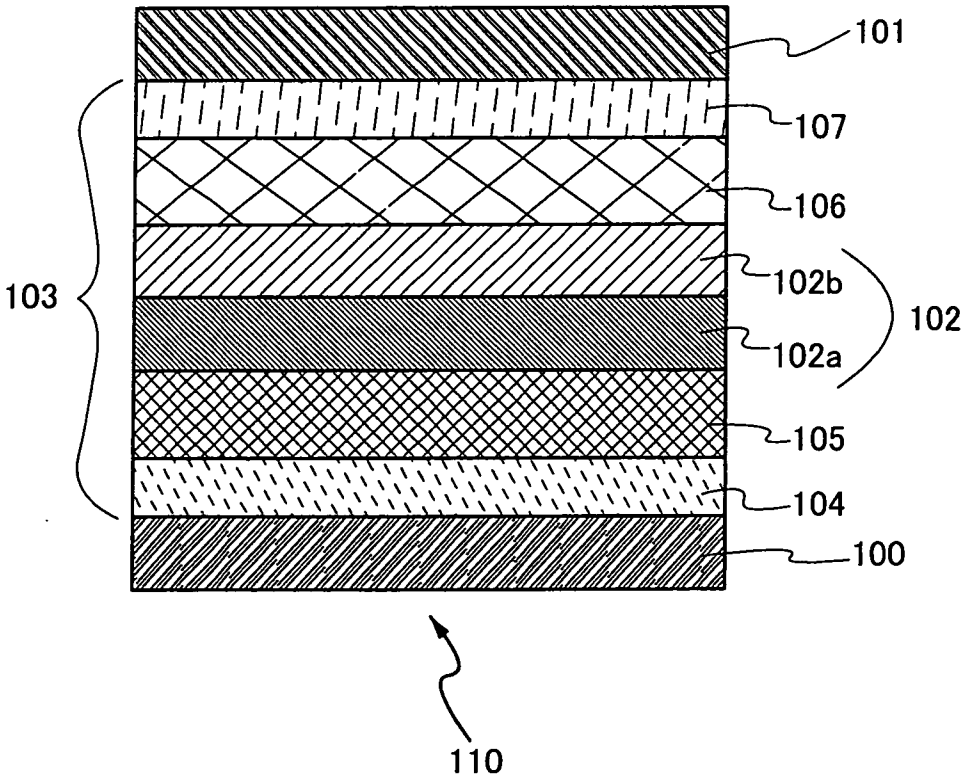


圖 1B



104年3月9日修正
劃線頁(本)

圖2

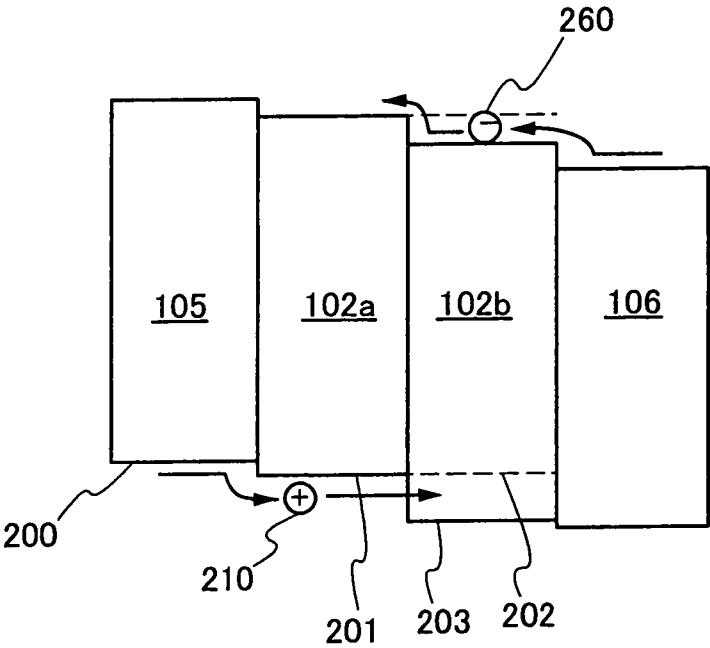


圖3A

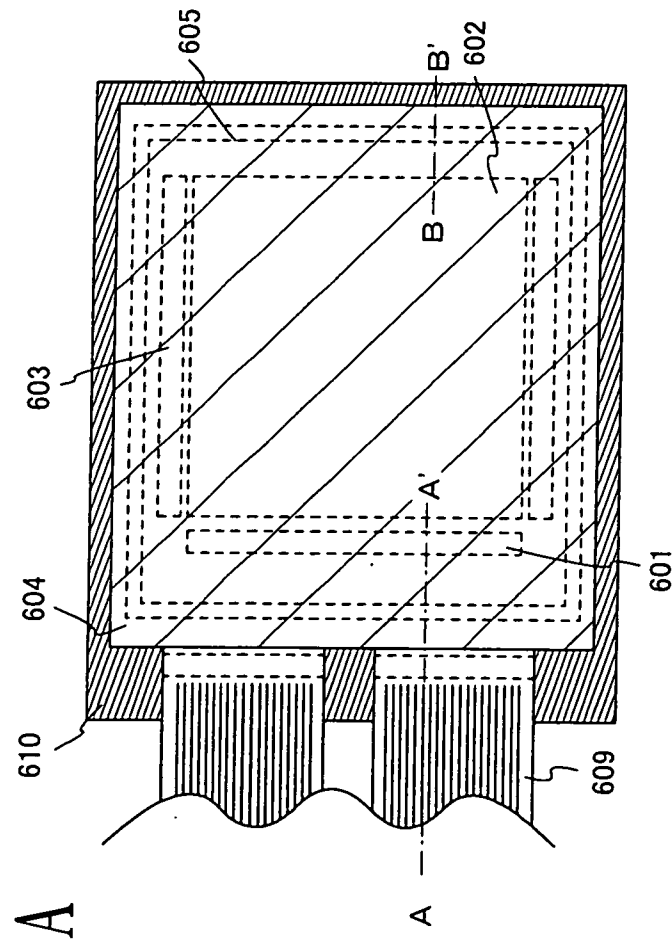


圖3B

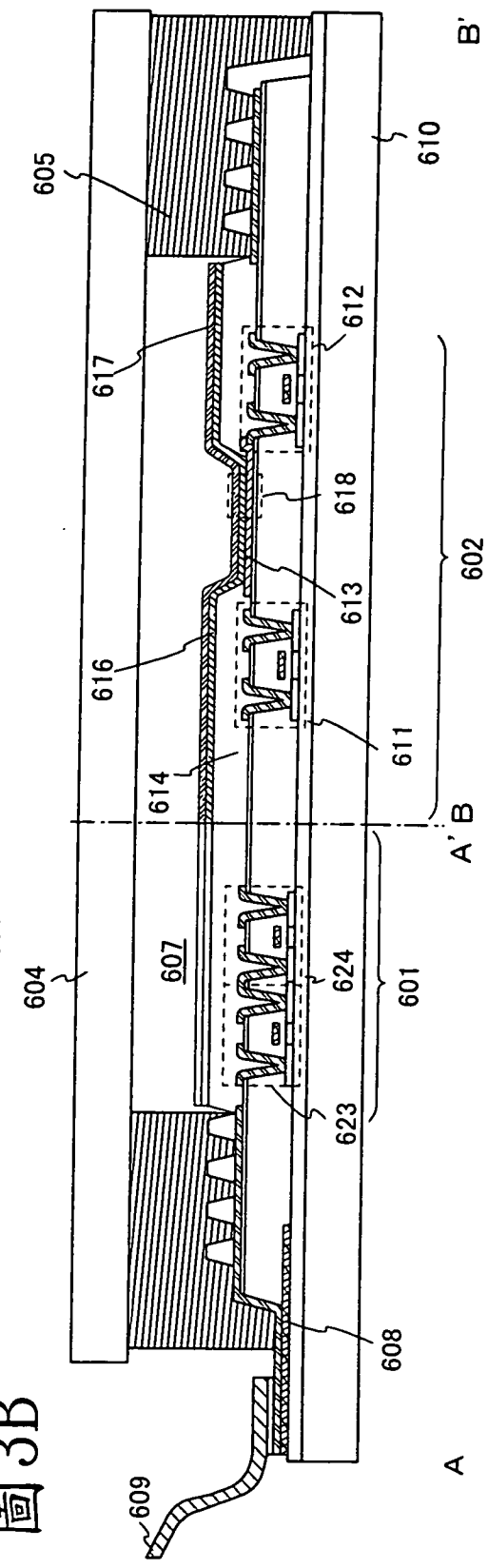


圖 4A

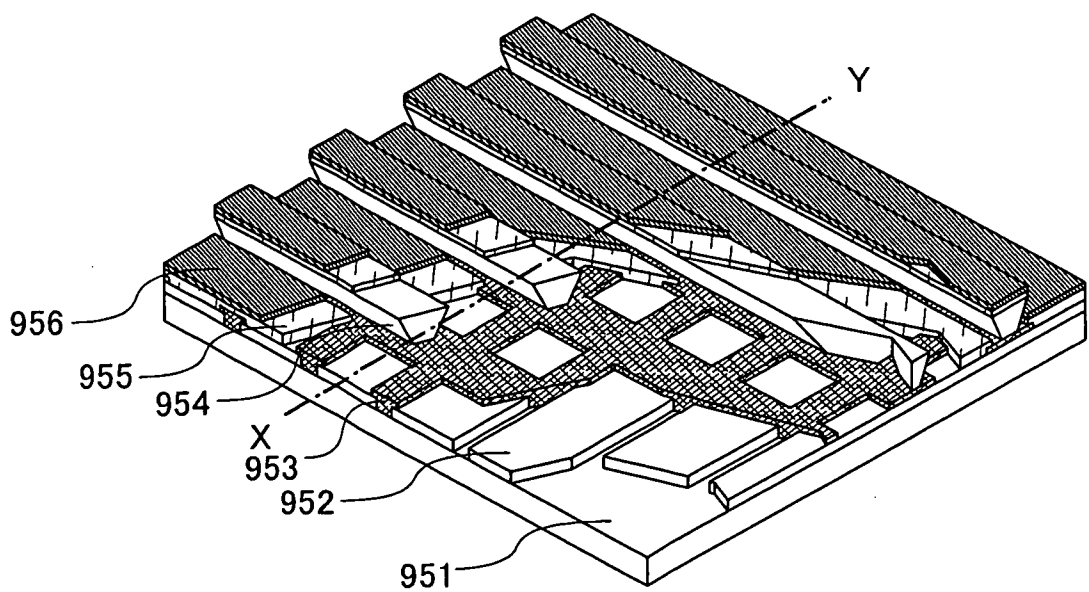


圖 4B

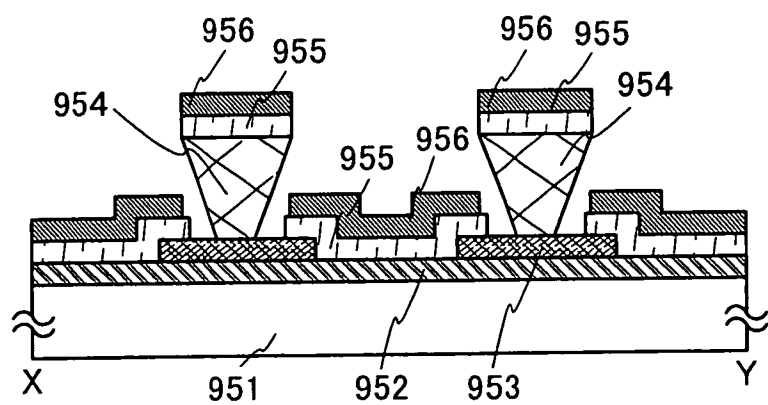


圖 5A

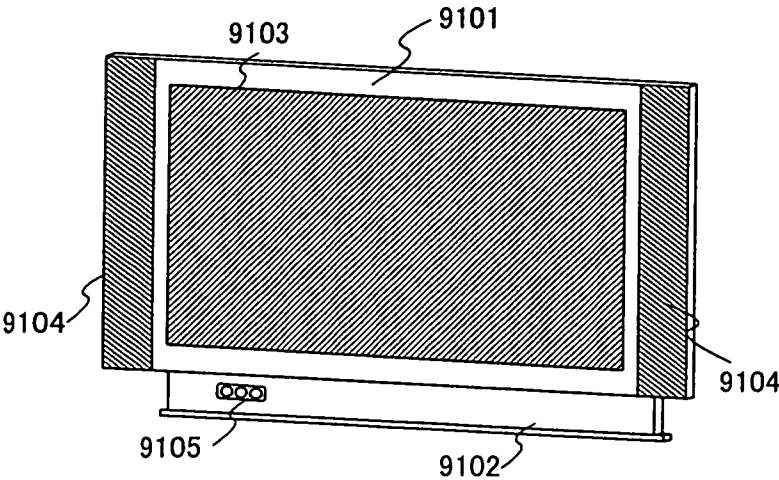


圖 5B

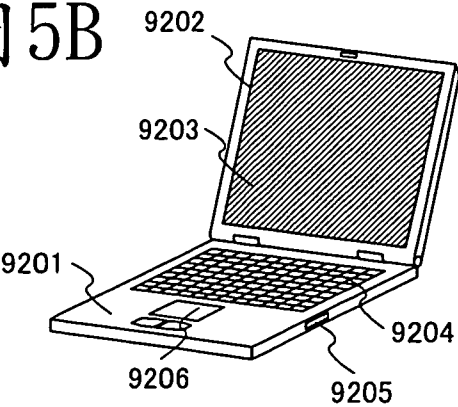


圖 5C

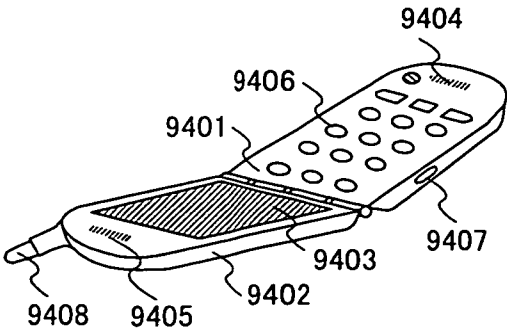


圖 5D

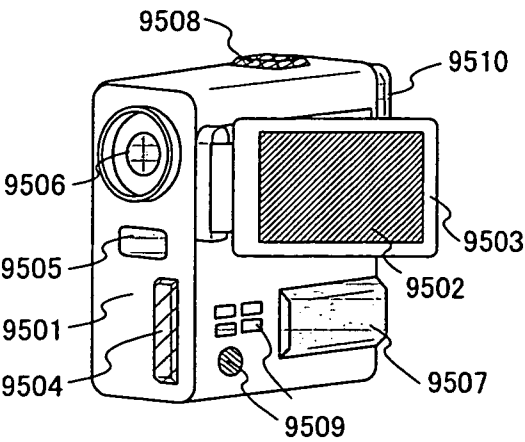


圖6

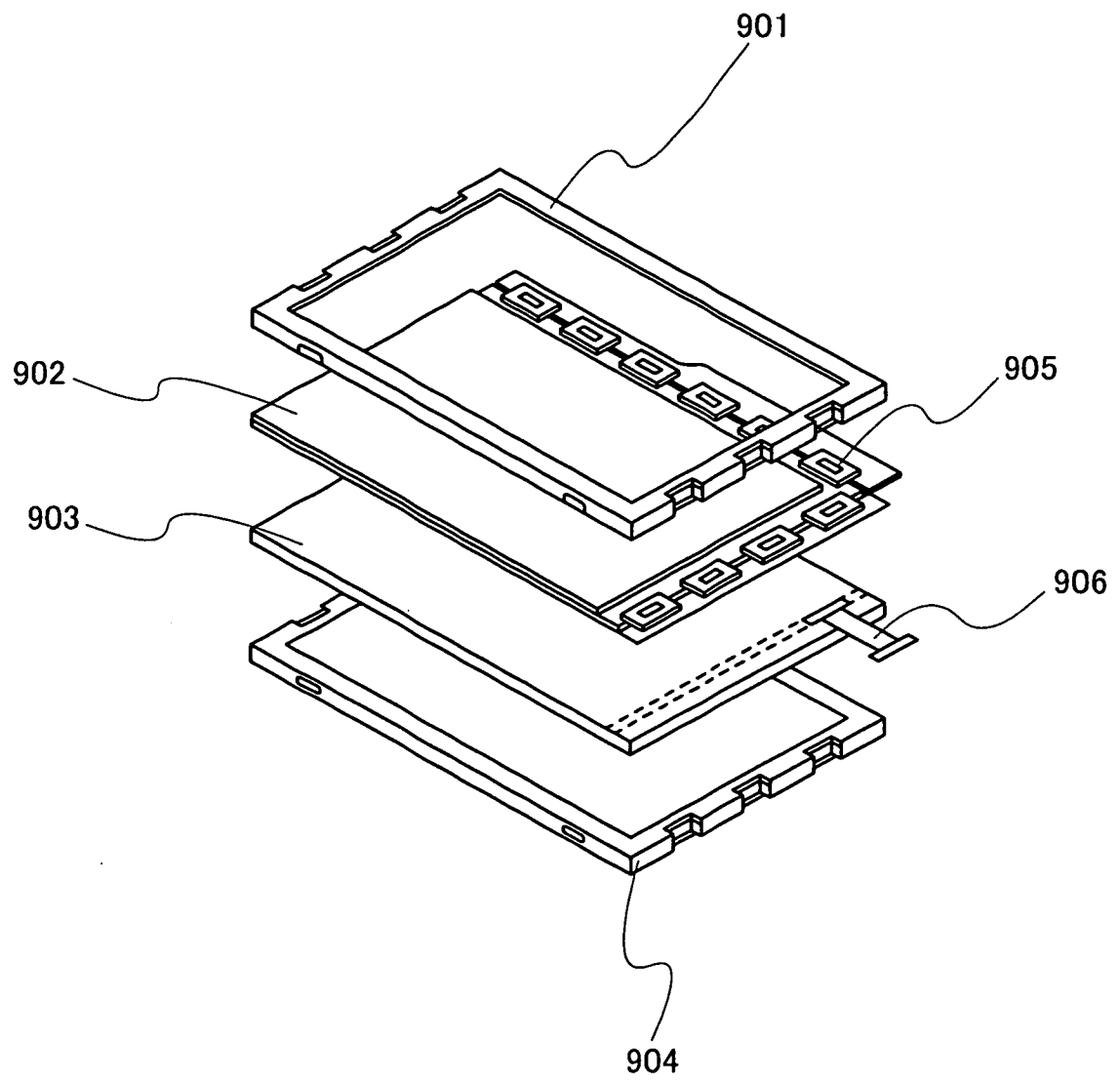


圖7

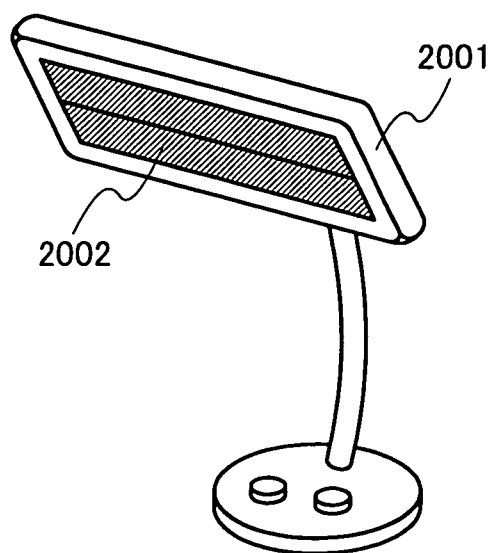


圖 8

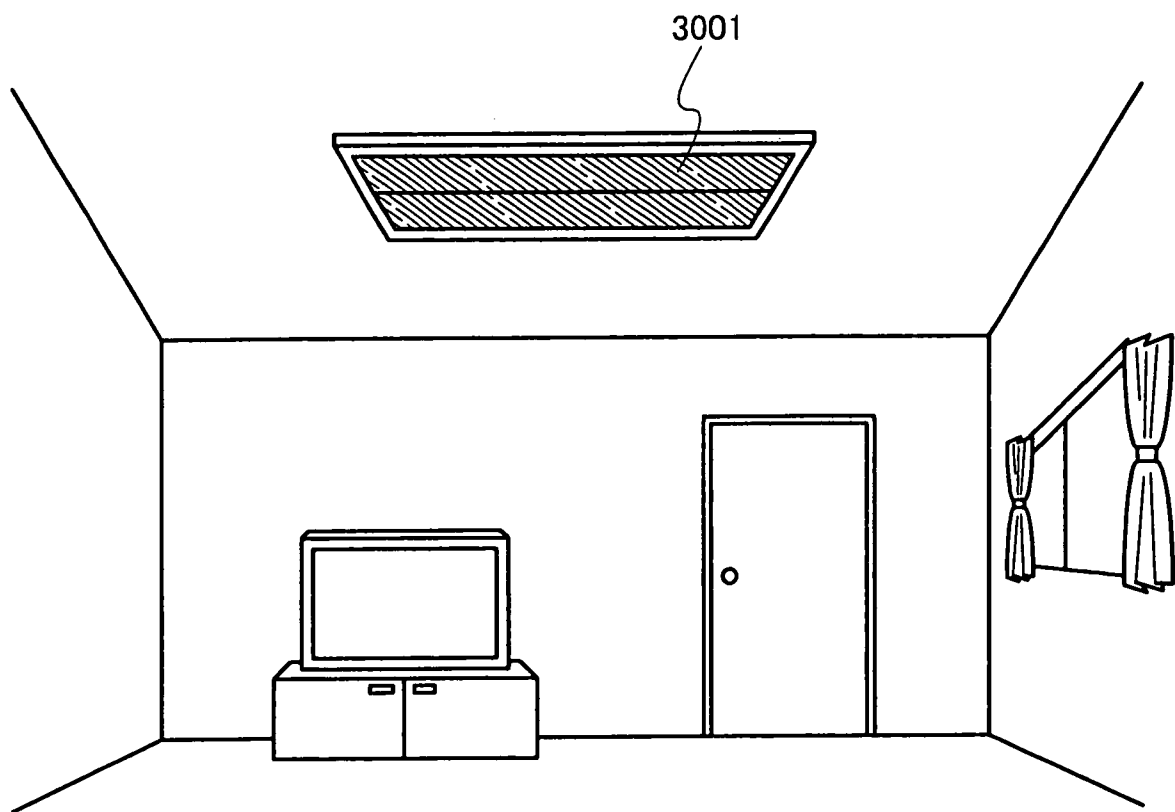


圖 9

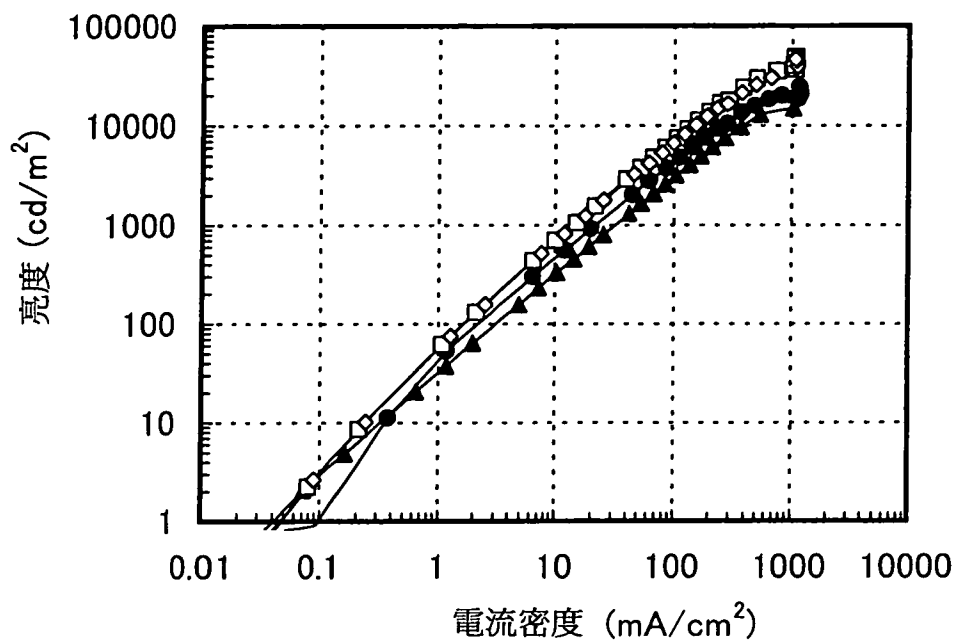


圖 10

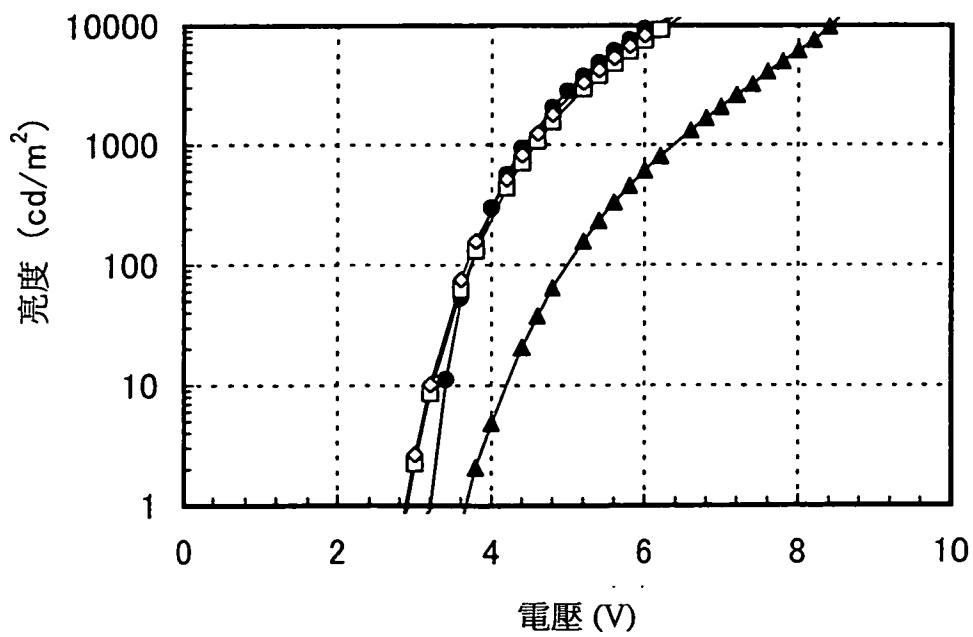


圖 11

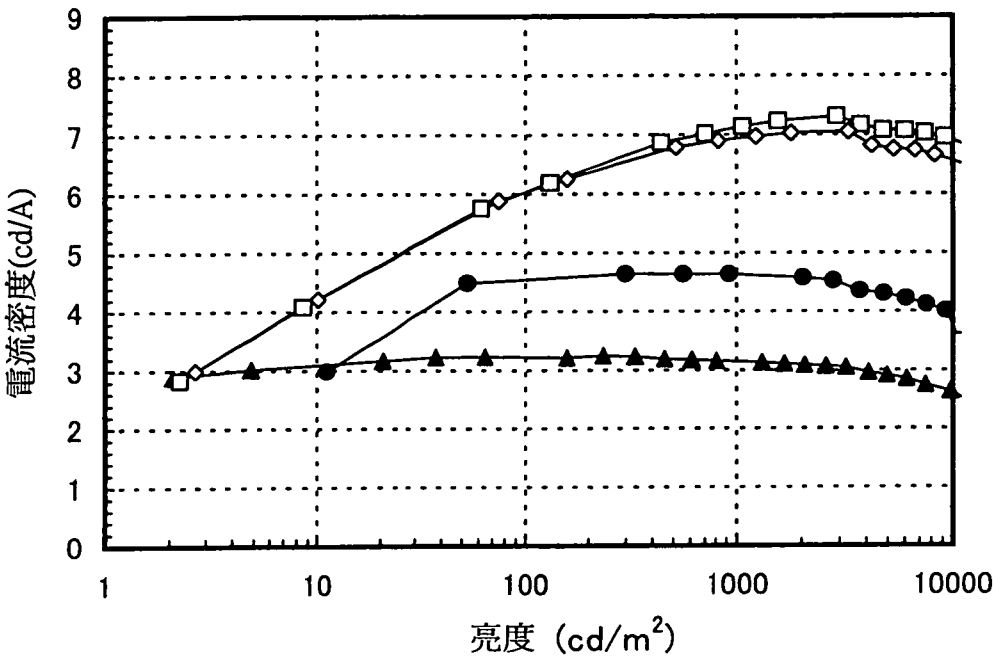


圖 12

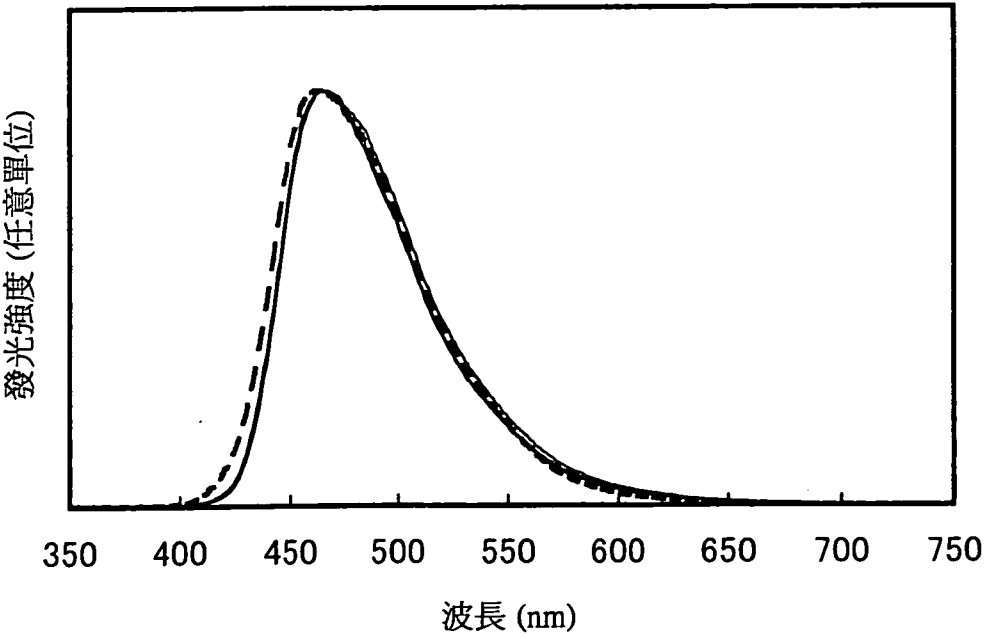


圖 13

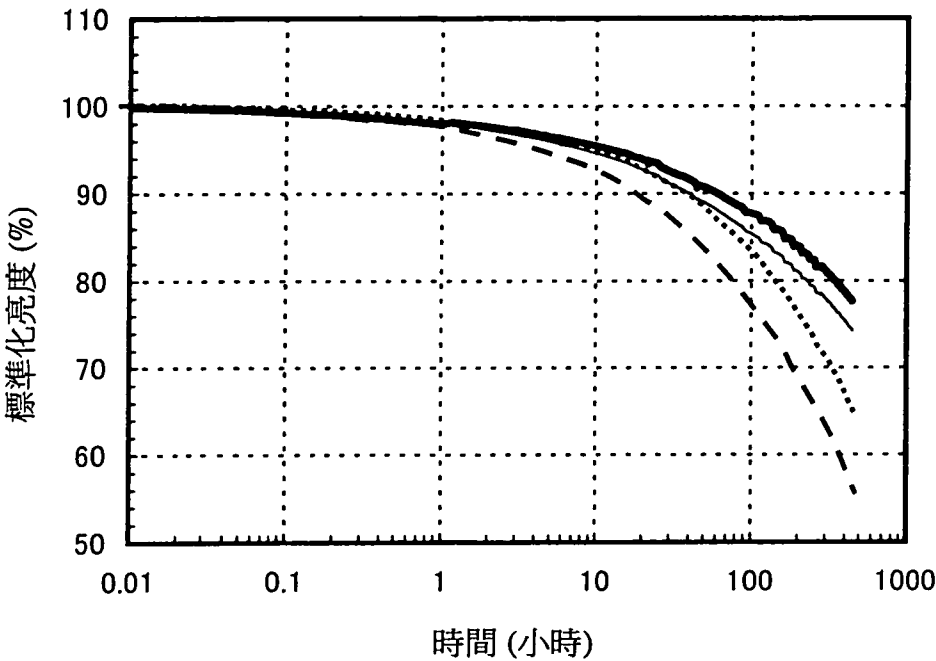


圖 14

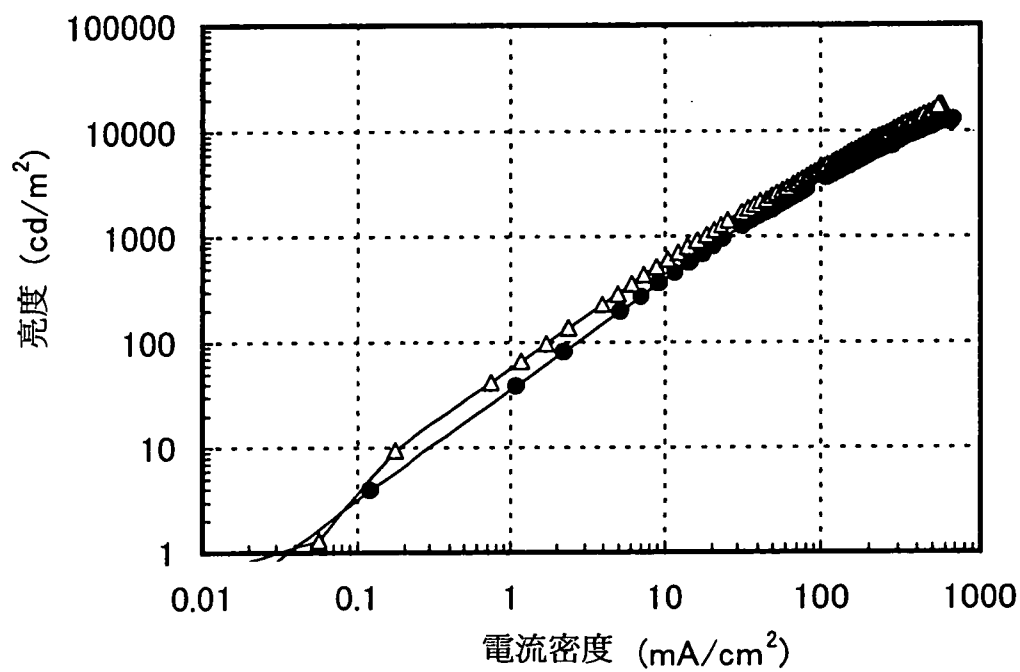


圖 15

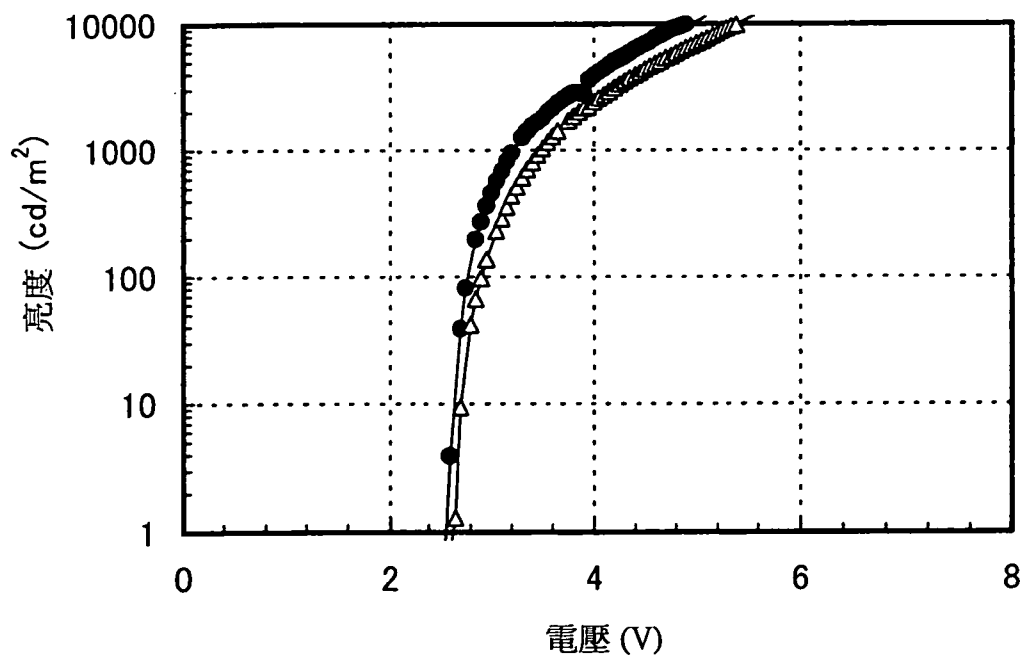


圖 16

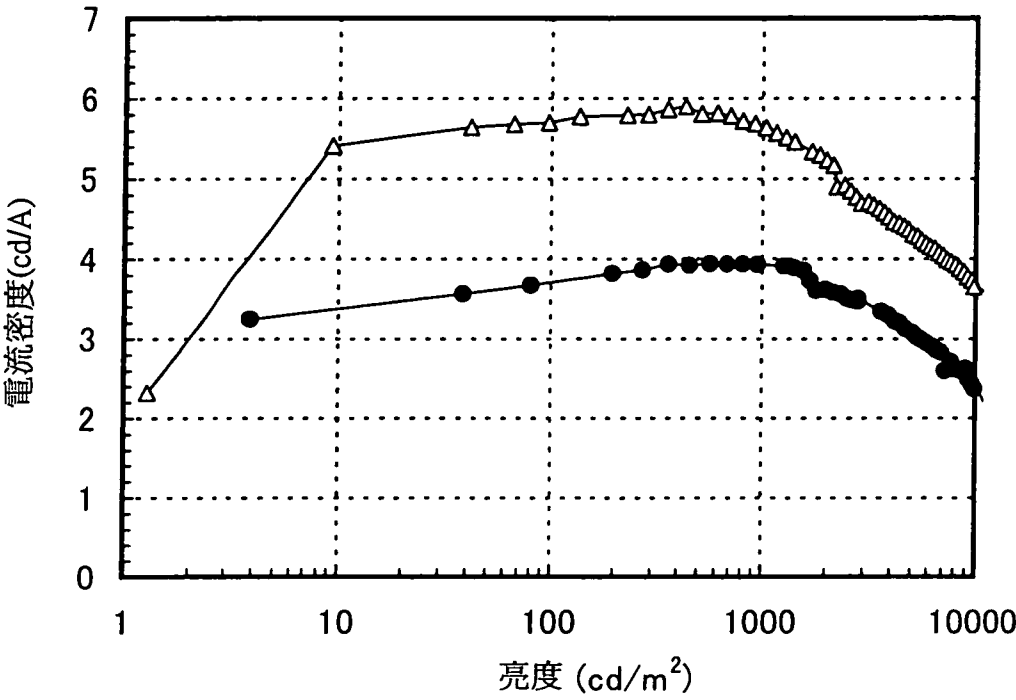


圖 17

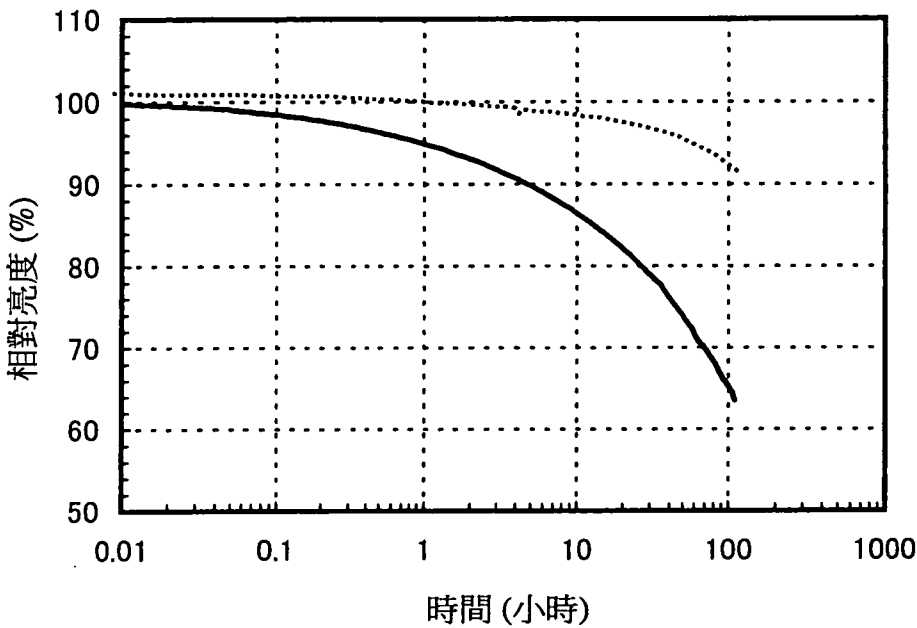


圖 18

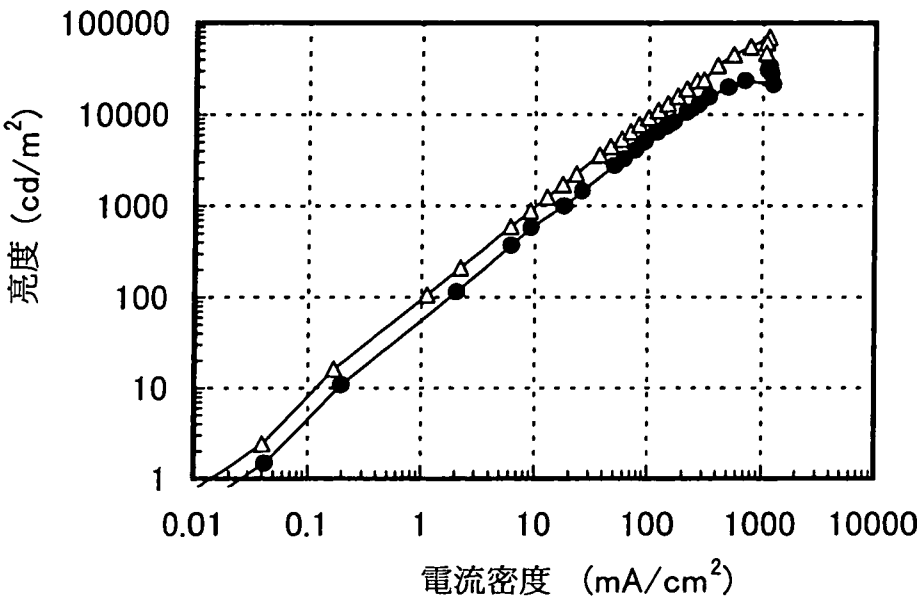


圖 19

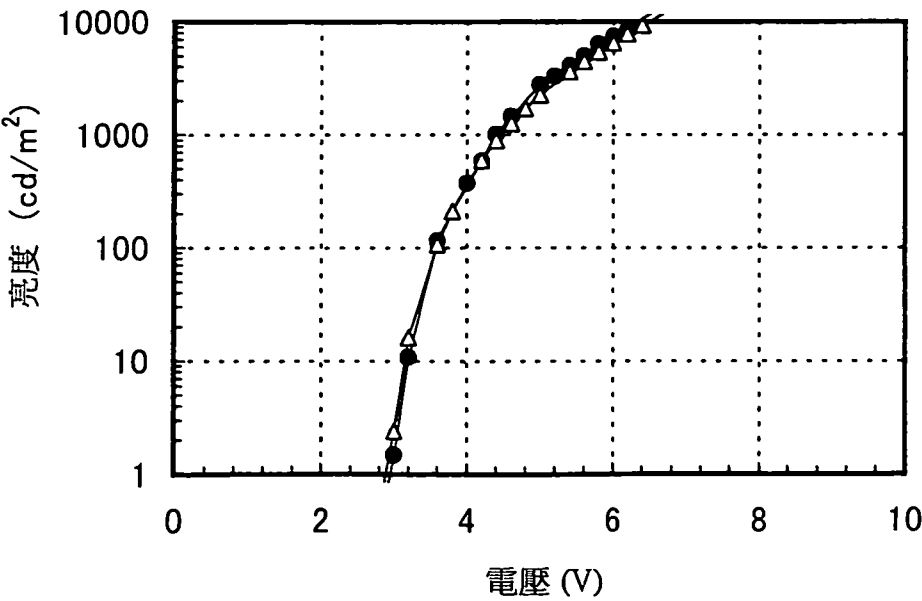


圖 20

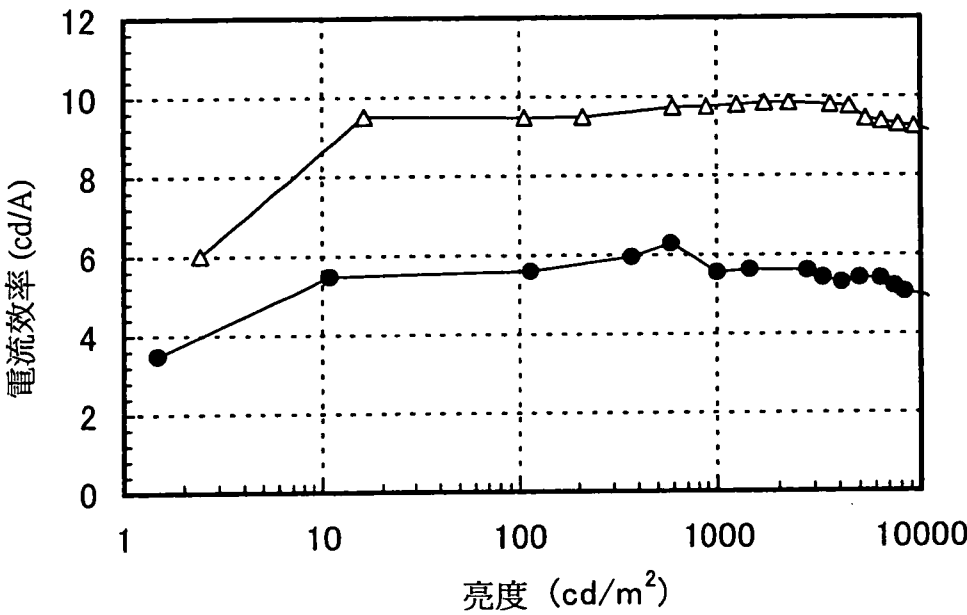


圖21

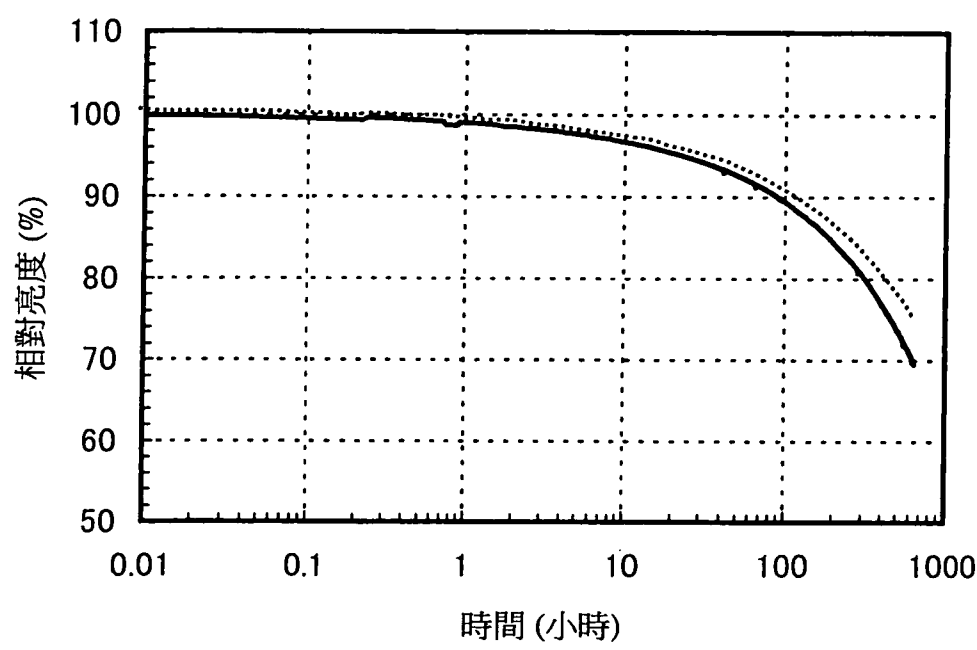


圖 22

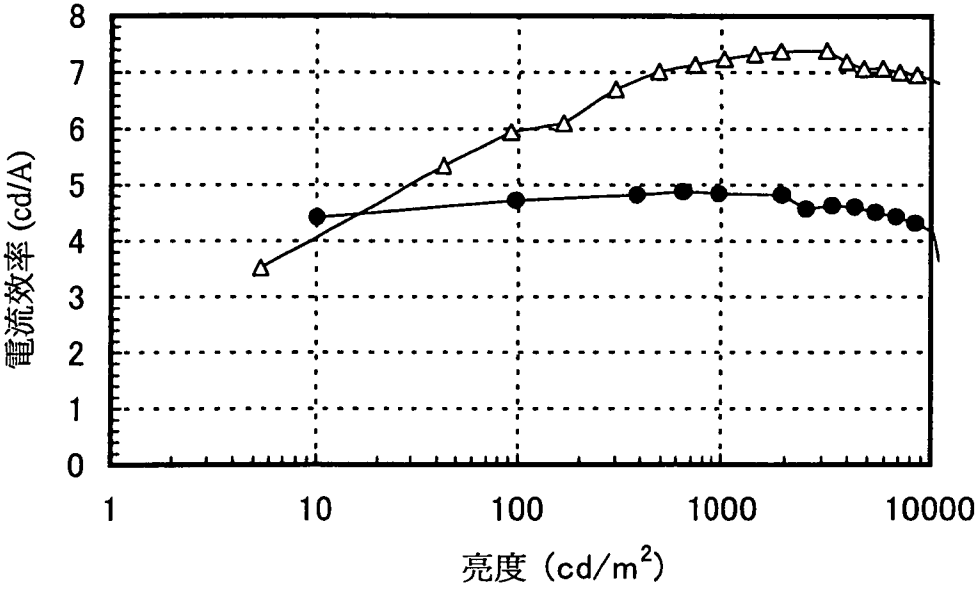


圖 23

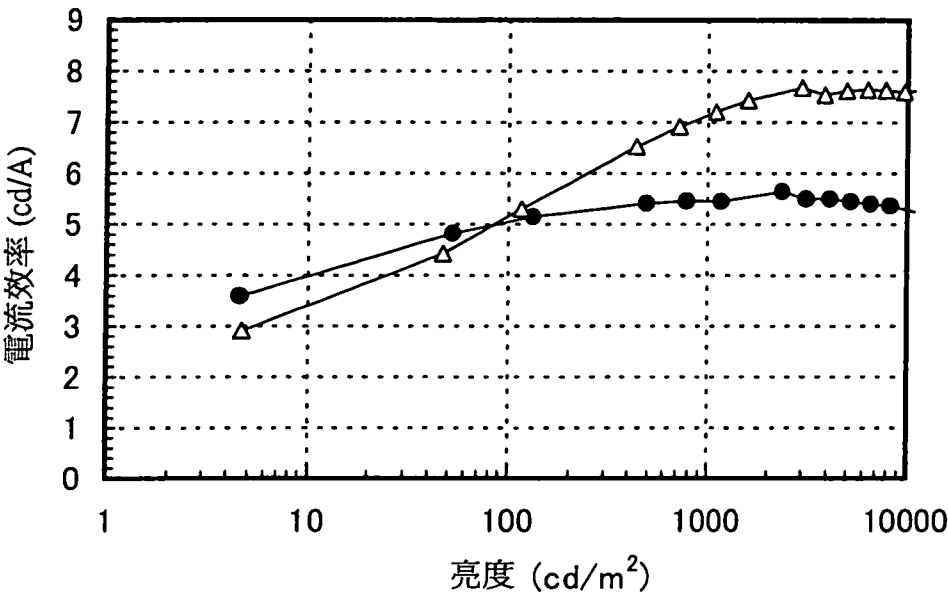


圖 24

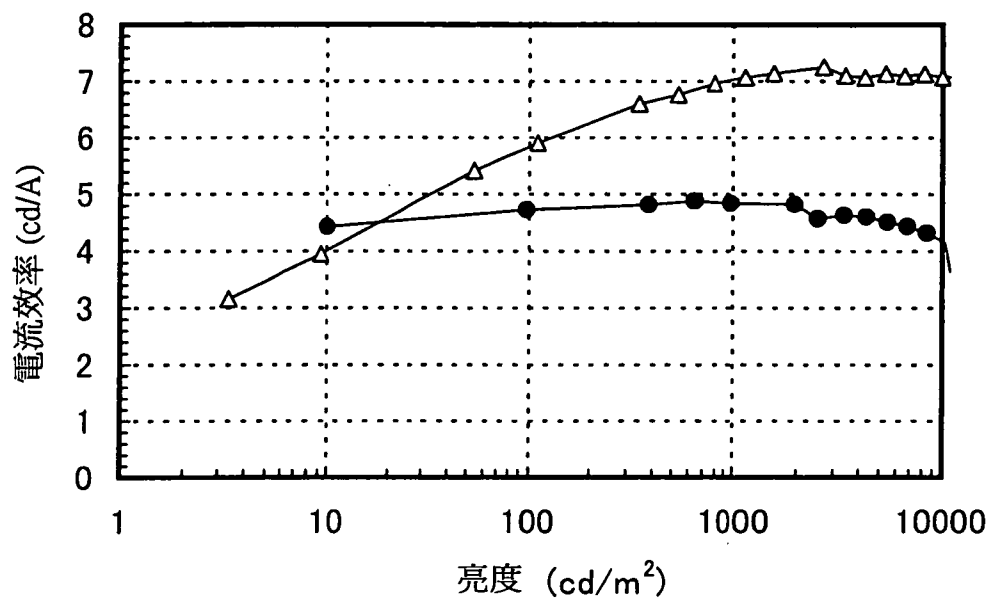


圖 25

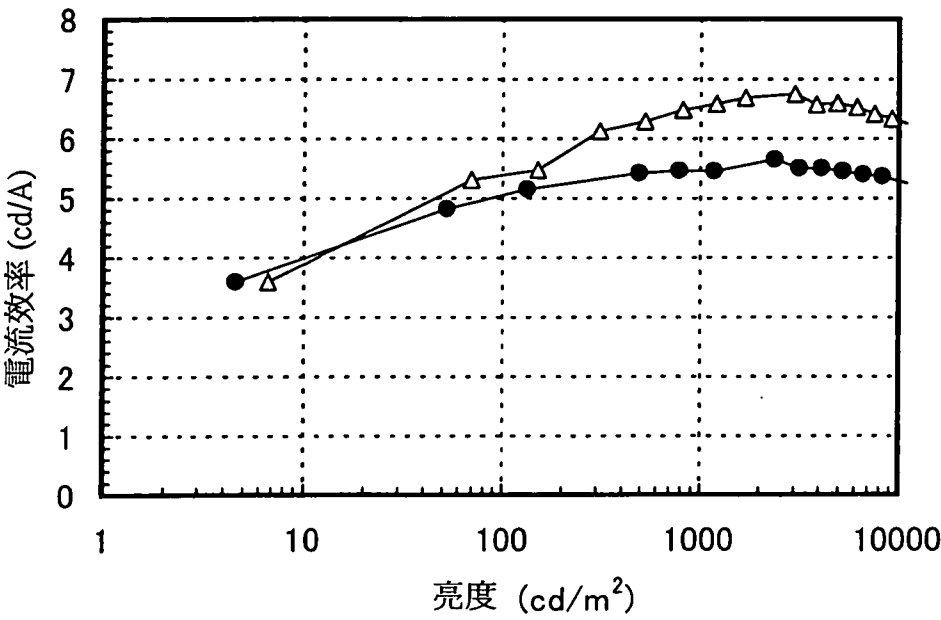


圖 26

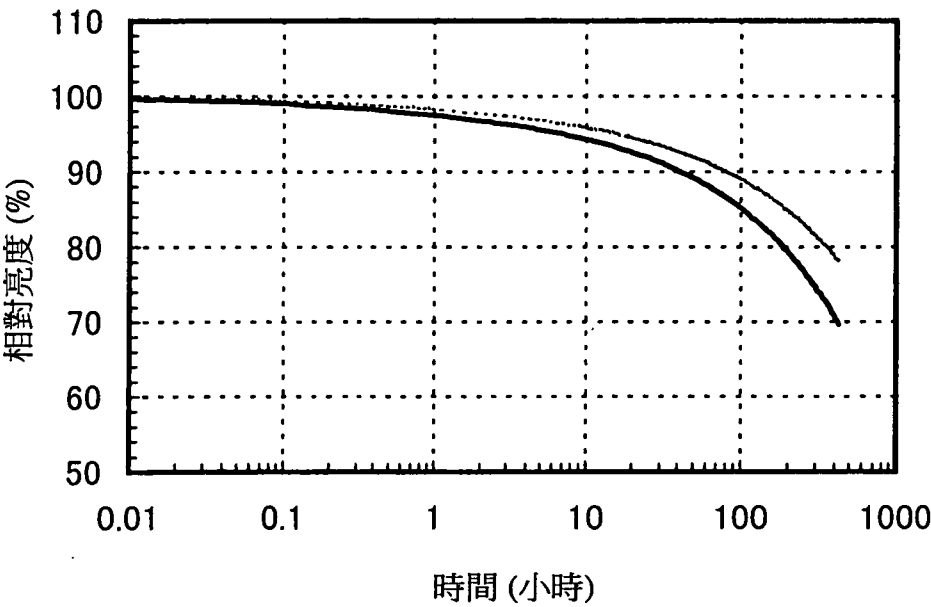


圖 27

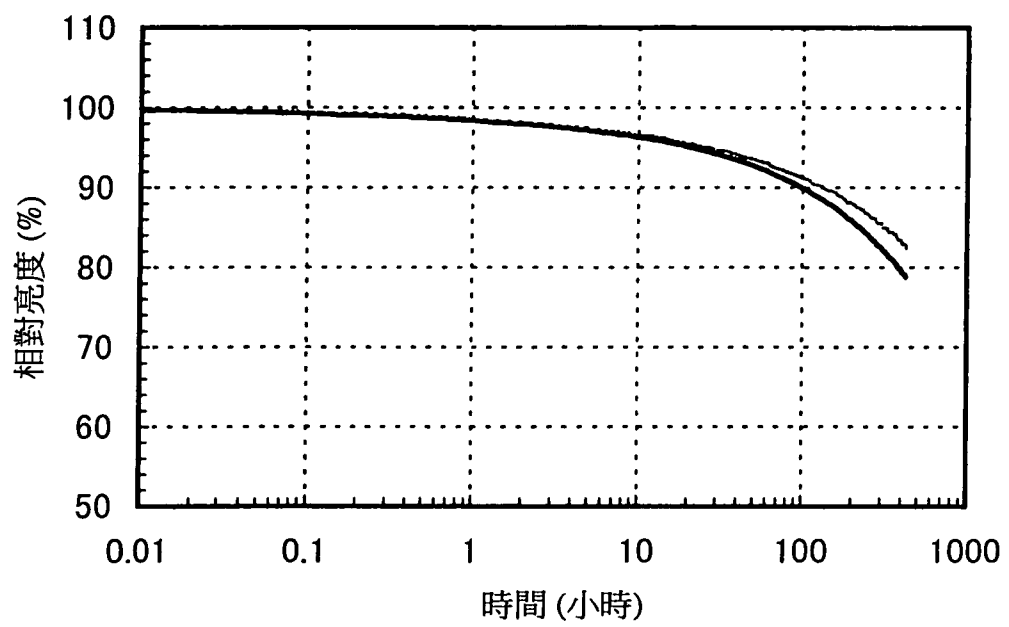


圖 28

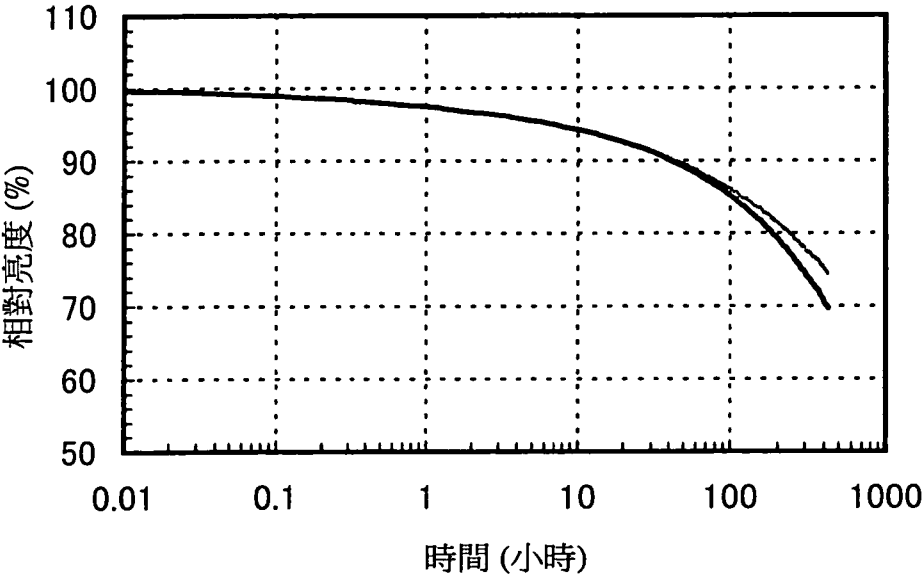


圖 29

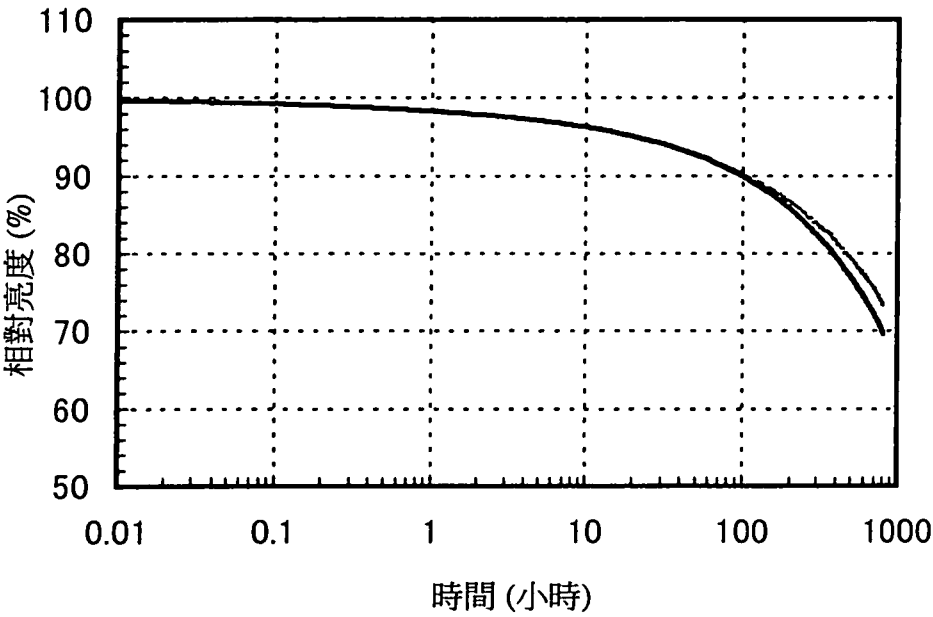


圖 30

