202123772

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202123772 A

(43)公開日： 中華民國 110 (2021) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：110104514 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 05 月 22 日

(51)Int. Cl.： *H05B33/12 (2006.01)* *H01L33/50 (2010.01)*
G02B5/20 (2006.01) *H01L51/50 (2006.01)*

(30)優先權：2014/05/30 日本 2014-112796
2014/05/30 日本 2014-112849

(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) ；大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：12 共 105 頁

(54)名稱

發光裝置、顯示裝置及電子裝置

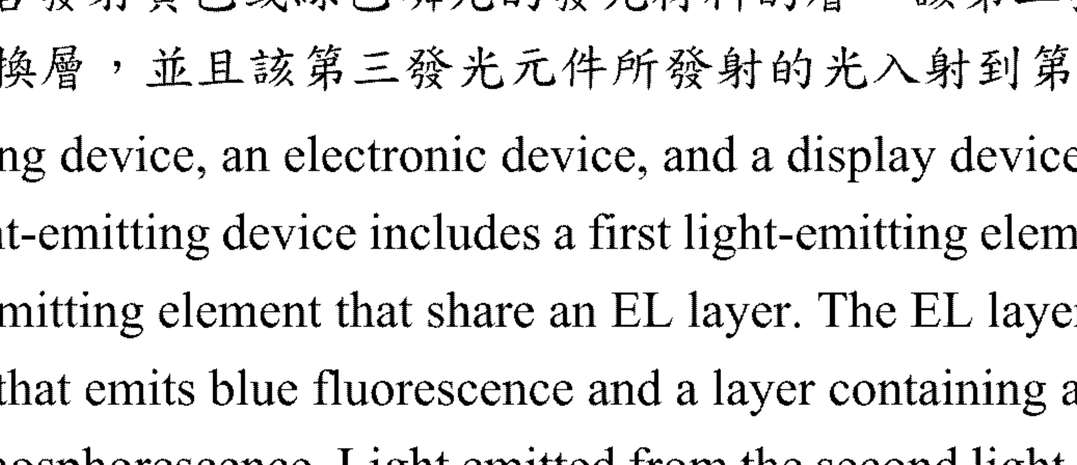
(57)摘要

本發明提供一種耗電量較小的發光裝置、一種耗電量較小的電子裝置及一種耗電量較小的顯示裝置。該發光裝置包括：第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件，該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件具有共同的 EL(電致發光)層。該 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射黃色或綠色磷光的發光材料的層。該第二發光元件所發射的光入射到濾色片層或第二色彩轉換層，並且該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

A light-emitting device, an electronic device, and a display device each consume less power are provided. The light-emitting device includes a first light-emitting element, a second light-emitting element, and a third light-emitting element that share an EL layer. The EL layer includes a layer containing a light-emitting material that emits blue fluorescence and a layer containing a light-emitting material that emits yellow or green phosphorescence. Light emitted from the second light-emitting element enters a color filter layer or a second color conversion layer, and light emitted from the third light-emitting element enters a first color conversion layer.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

100:基板

101:密封基板

102R:第一電極

102G:第一電極

102B:第一電極

103:EL 層

103b:第一發光單元

103c:第二發光單元

104:第二電極

105:黑矩陣

106R:色彩轉換層

107G:濾色片

107B:濾色片

202123772

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

發光裝置、顯示裝置及電子裝置

LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

【中文】

本發明提供一種耗電量較小的發光裝置、一種耗電量較小的電子裝置及一種耗電量較小的顯示裝置。該發光裝置包括：第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件，該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件具有共同的EL（電致發光）層。該EL層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射黃色或綠色磷光的發光材料的層。該第二發光元件所發射的光入射到濾色片層或第二色彩轉換層，並且該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

【英文】

A light-emitting device, an electronic device, and a display device each consume less power are provided. The light-emitting device includes a first light-emitting element, a second light-emitting element, and a third light-emitting element that share an EL layer. The EL layer includes a layer containing a light-emitting material that emits blue fluorescence and a layer containing a light-emitting material that emits yellow or green phosphorescence. Light emitted from the second light-emitting element enters a color filter layer or a second color conversion layer, and light emitted from the third light-emitting element enters a first color conversion layer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100：基板

101：密封基板

102R：第一電極

102G：第一電極

102B：第一電極

103：EL 層

103b：第一發光單元

103c：第二發光單元

104：第二電極

105：黑矩陣

106R：色彩轉換層

107G：濾色片

107B：濾色片

【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、顯示裝置及電子裝置

LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

【技術領域】

[0001] 本發明的一個實施方式係關於一種發光裝置、顯示裝置、顯示器模組、照明模組、電子裝置及照明裝置。注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。本說明書等所公開的發明的一個實施方式的技術領域及類似領域係關於一種物體、方法或製造方法。此外，本發明的一個實施方式係關於一種程序（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或者組合物（composition of matter）。更具體地，本說明書所公開的本發明的一個實施方式的技術領域的例子，包含半導體裝置、顯示裝置、液晶顯示裝置、發光裝置、照明裝置、電力儲存裝置、儲存裝置、它們的驅動方法以及它們的製造方法。

【先前技術】

[0002] 由於具有薄型、輕量、對輸入信號的高速回應性以及低耗電量等潛能，使用有機化合物作為發光物質

的發光元件（有機 EL（電致發光）元件）的下一代的照明裝置或顯示裝置已被開發且商品化。

[0003] 在有機 EL 元件中，藉由將發光層夾在電極之間而施加電壓，從電極注入的電子及電洞再結合，其使發光物質（有機化合物）成為激發態，並且當該激發態回到基態時發光。因為發光物質所發射的光的光譜是依該發光物質而定，藉由將不同種類的有機化合物用作發光物質，可能可得到發射各種色彩的發光元件。

[0004] 對於用於顯示影像的顯示裝置，例如顯示器，為了再現全彩色影像，至少需要紅、綠、藍的三種色彩的光。為了獲得更高的色彩再現性且提高顯示影像品質，藉由採用微腔結構或濾色片以提高發光的色彩純度。

[0005] 另外，為了減少耗電量，採取各種措施，例如改變所使用的發光材料的分子結構以及調整發光元件的材料、組成或結構等。

〔參考資料〕

〔專利文獻〕

[0006]

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2009-129586 號公報

【發明內容】

[0007] 本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎的發光裝置。本發明的一個實施方式的目的之一是

提供一種耗電量小的發光裝置。本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種耗電量小的電子裝置及一種耗電量小的顯示裝置。

[0008] 在本發明的一個實施方式中，只要達到上述目的中的至少一個即可。

[0009] 在本發明的一個實施方式中，在將有機化合物用作發光材料的發光裝置中，利用色彩轉換層來得到所希望的發光色彩，可達到目的。

[0010] 本發明的一個實施方式是一種具有使用有機化合物的發光元件的發光裝置。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件具有共同的 EL 層。該 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射綠色磷光的發光材料的層。該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

[0011] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，從該第一發光元件發射的光透過使藍光透過的濾色片從發光裝置取出。

[0012] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，從該第二發光元件發射的光透過使綠光透過的濾色片從發光裝置取出。

[0013] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，從該第二發光元件發射的光入射到發射綠色發光的第二色彩轉換層。

[0014] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件是串接型發光元件。

[0015] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，在該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件中，包含發射藍色螢光的發光材料的層與包含發射綠色磷光的發光材料的層彼此鄰接。

[0016] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層和該第二色彩轉換層之中至少一者的 PL（光致發光）量子產率高於 40%。

[0017] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層和該第二色彩轉換層之中至少一者的 PL 量子產率高於 53.3%。

[0018] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層和該第二色彩轉換層之中至少一者的 PL 量子產率高於 66%。

[0019] 本發明的另一個實施方式是一種具有使用有機化合物的發光元件的發光裝置，其具有下述特徵。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件包含有第一結構的 EL 層。該第二發光元件及該第三發光元件包含有第二結構的 EL 層。該有第一結構的 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射綠色磷光的發光材料的層。該有第二結

構的 EL 層包括：包含發射綠色磷光的發光材料的層。該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

[0020] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射綠色磷光的發光材料的層更接近陽極，且該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射綠色磷光的發光材料的層都具有比電洞傳輸性大的電子傳輸性。

[0021] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射綠色磷光的發光材料的層更接近陰極，且該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射綠色磷光的發光材料的層都具有比電子傳輸性大的電洞傳輸性。

[0022] 本發明的另一個實施方式是一種具有使用有機化合物的發光元件的發光裝置，其具有下述特徵。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件包含有第三結構的 EL 層。該第二發光元件及該第三發光元件包含有第四結構的 EL 層。該有第四結構的 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射綠色磷光的發光材料的層。該有第三結構的 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層。該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

[0023] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射綠色磷光的發光材料的層更接近陽極，且

該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射綠色磷光的發光材料的層都具有比電子傳輸性大的電洞傳輸性。

[0024] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射綠色磷光的發光材料的層更接近陰極，且該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射綠色磷光的發光材料的層都具有比電洞傳輸性大的電子傳輸性。

[0025] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率高於 50%。

[0026] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射綠色磷光的發光材料的層還包括第一有機化合物及第二有機化合物，且該第一有機化合物及該第二有機化合物形成激態錯合物。

[0027] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該激態錯合物的發射光譜與該發射綠色磷光的發光材料的最長波長一側的吸收帶重疊。

[0028] 本發明的另一個實施方式是一種具有使用有機化合物的發光元件的發光裝置，其具有以下特徵。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件具有共同的 EL 層。該 EL 層包含發射藍色螢光的發光材料及發射黃色磷光的發光材料。該第二發光元件所發射的光入射到第二色彩轉換層，且該第三發光元件所發射

的光入射到第一色彩轉換層。

[0029] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，從該第一發光元件發射的光透過使藍光透過的濾色片從發光裝置取出。

[0030] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第二發光元件具有放大藍光的微腔結構。

[0031] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件是串接型發光元件。

[0032] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，在該第一發光元件、該第二發光元件及該第三發光元件中，包含發射藍色螢光的發光材料的層與包含發射黃色磷光的發光材料的層彼此鄰接。

[0033] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率大於 40%。

[0034] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率大於 50%。

[0035] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率大於 53.3%。

[0036] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結

構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率大於 66%。

[0037] 本發明的另一個實施方式是一種包括使用有機化合物的發光元件的發光裝置，其具有以下特徵。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件及第二發光元件包含有第五結構的 EL 層。該第三發光元件包含有第六結構的 EL 層。該有第五結構的 EL 層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射黃色磷光的發光材料的層。該有第六結構的 EL 層包括：包含發射黃色磷光的發光材料的層。該第二發光元件所發射的光入射到第二色彩轉換層，第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

[0038] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射黃色磷光的發光材料的層更接近陽極，該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射黃色磷光的發光材料的層都具有比電洞傳輸性大的電子傳輸性。

[0039] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射黃色磷光的發光材料的層更接近陰極，該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射黃色磷光的發光材料的層都具有比電子傳輸性大的電洞傳輸性。

[0040] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該發光裝置還包括第四發光元件，

該第四發光元件所發射的光透過使黃光透過的濾色片從發光裝置取出。

[0041] 本發明的另一個實施方式是一種包括使用有機化合物的發光元件的發光裝置，其具有以下特徵。該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件以及第三發光元件。該第一發光元件及第二發光層包含有第七結構的EL層。該第三發光元件包含有第八結構的EL層。該有第八結構的EL層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層及包含發射黃色磷光的發光材料的層。該有第七結構的EL層包括：包含發射藍色螢光的發光材料的層。該第二發光元件所發射的光入射到第二色彩轉換層，該第三發光元件所發射的光入射到第一色彩轉換層。

[0042] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射黃色磷光的發光材料的層更接近陽極，該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射黃色磷光的發光材料的層都具有比電子傳輸性大的電洞傳輸性。

[0043] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射藍色螢光的發光材料的層比該包含發射黃色磷光的發光材料的層更接近陰極，該包含發射藍色螢光的發光材料的層及該包含發射黃色磷光的發光材料的層都具有比電洞傳輸性大的電子傳輸性。

[0044] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，該發光裝置還包括：包括具有第四結構的

EL 層的第四發光元件，其中，該第四發光元件所發射的光透過使黃光透過的濾色片從發光裝置取出。

[0045] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層的 PL 量子產率為 50%或更高。

[0046] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第二色彩轉換層發射綠光。

[0047] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該包含發射黃色磷光的發光材料的層還包括第一有機化合物、第二有機化合物，該第一有機化合物及該第二有機化合物形成激態錯合物。

[0048] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該激態錯合物的發射光譜與該發射黃色磷光的發光材料的最長波長一側的吸收帶重疊。

[0049] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層發射紅光。

[0050] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，該發光裝置還包括第四發光元件，其中，該第四發光元件所發射的光入射到第三色彩轉換層，該第三色彩轉換層發射黃光。

[0051] 本發明的另一個實施方式是一種具有上述結構的發光裝置，其中，該第一色彩轉換層包括量子點。

[0052] 本發明的另一個實施方式是一種電子裝置，包括具有上述結構的發光裝置以及感測器、操作按鈕、揚

聲器及麥克風中之至少一者。

[0053] 根據本發明的一個實施方式可以提供一種新穎的發光裝置。根據本發明的一個實施方式可以提供一種耗電量小的發光裝置。根據本發明的另一個實施方式可以提供一種耗電量小的顯示裝置及一種耗電量小的電子裝置。

[0054] 在本發明的一個實施方式中，只要達到上述目的中至少一個效果即可。

【圖式簡單說明】

[0055] 在所附圖式中：

圖 1A 至圖 1D 是發光裝置的示意圖；

圖 2A 至圖 2D 是發光裝置的示意圖；

圖 3A 至圖 3D 是發光裝置的示意圖；

圖 4A 至圖 4D 是發光裝置的示意圖；

圖 5A 至圖 5C 是發光元件的示意圖；

圖 6A 及圖 6B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 7A 及圖 7B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 8 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 9A 及圖 9B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 10A、圖 10B1、圖 10B2、圖 10C、圖 10D 是說明電子裝置的圖；

圖 11 說明車載顯示裝置及照明裝置；及

圖 12A 至圖 12C 說明電子裝置。

【實施方式】

[0056] 下面，參照圖式詳細地說明本發明的實施方式。注意，本發明不侷限於以下說明，而所屬技術領域的具有通常知識者可以很容易地理解在不脫離本發明的精神及其範圍的情況下可以做任何變換及修改。因此，本發明不應該被解釋為侷限於以下所示的實施方式內容。圖 1A 至圖 1D、圖 2A 至圖 2D、圖 3A 至圖 3D、圖 4A 至圖 4D 是用於說明本發明的實施方式的圖。

[0057]

<利用藍色螢光和綠色磷光的串接元件的轉換>

圖 1A 顯示使用利用藍色螢光和綠色磷光的串接元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。該發光裝置包含，至少在基板 100 上設置有第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。第一發光元件至第三發光元件共用 EL 層 103 及第二電極 104，而各具有不同的第一電極。第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件分別包括第一電極 102B、第一電極 102G 及第一電極 102R。密封基板 101 設置有黑矩陣 105、濾色片 107B、濾色片 107G 及色彩轉換層 106R。濾色片 107B 是使藍光透過的濾色片，濾色片 107G 是使綠光透過的濾色片。另外，色彩轉換層 106R 包含發出發射紅光的色彩轉換物質。

[0058] 在圖 1A 中顯示，EL 層 103 具有以圖 5A 所示的結構為典型範例的串接結構。串接結構是指其中第一發

光單元 103b 與第二發光單元 103c 夾著作為電荷產生層的中間層 109 而層疊的結構。若將第一電極 102 用作陽極，將第二電極 104 用作陰極各發光單元典型地具有結構：從第一電極 102（在此為陽極）一側依次堆疊電洞注入層 114、電洞傳輸層 115、發光層 116、電子傳輸層 117、電子注入層 118 等。以這種結構，發光材料被包含在發光層 116 中。當將第一電極 102 用作陰極且將第二電極 104 用作陽極時，使 EL 層的層疊順序與上述順序相反。注意，EL 層 103 在第一發光元件至第三發光元件中是共用的。

[0059] 第一發光單元 103b 和第二發光單元 103c 中的一者發射藍色螢光，而另一者發射綠色磷光。從 EL 層 103 可以得到藍色螢光與綠色磷光合成的光。各發光單元中包括的發光層除了包含發光材料以外還包含作為主體材料的第一有機化合物。另外，發光層還包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機化合物與該第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶彼此重疊，能夠以較高效率進行能量轉移。

[0060] 從第一發光元件發射的光透過濾色片 107B 取出到發光裝置外。從第二發光元件發射的光透過濾色片 107G 取出到發光裝置外。從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，色彩轉換層 106R 被該入射的光激發而發射紅光。

[0061] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素（在本說明書中，像素是指具有影響取出效率之組件（例如濾色片、色彩轉換層、基板）的發光元件）的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0062] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。利用使用串接元件的發光裝置來高效地得到紅色、綠色、藍色，通常有效的是使用具有各自的發光波長的發光材料。從實用性和效率的角度來看，藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料常被使用。採用與圖 5A 相同的具有兩個發光單元的雙串接結構。一個發光單元的發光層為使用藍色螢光材料的螢光發光層，而另一個發光單元的發光層為使用紅色磷光材料和綠色磷光材料的磷光發光層。

[0063] 在具有這樣的結構的發光元件中，令螢光發光層的內部量子效率為 25%，磷光發光層的內部量子效率為 100%。此時，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CF}\%$（注意，χ_{CF} 是使用濾色片時的光取出效率，並且，令 χ_{CF}=所使用的濾色片的穿透率的最大值乘以 χ_A；χ_A 是從光取出效率中減去濾色片的穿透率或色彩轉換層的 PL 量子效率的光取出效率，並且令 χ_{CF} 對發光裝置內所有的像素是共同的）。綠色像素及紅色像素的外部量子效率都是 $50\times\chi_{CF}\%$（這是因為由綠色與紅色分享激子的緣故。為了

簡便起見，在此令激子被綠色與紅色對半分享）。

[0064] 接著，對於具有圖 1A 顯示的結構的發光裝置，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CF}\%$，綠色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CF}\%$（磷光發光層是綠色單層；不設置濾色片時的綠色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{A}\%$），紅色像素的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}$（注意，χ_{CC} 是使用色彩轉換層時的光取出效率，並且，令 χ_{CC} 為所使用的色彩轉換層的 PL 量子產率乘以 χ_{A}；紅色像素的外部量子效率成為 $125\times\chi_{CC}\%$是因為對內部量子效率為 100%的綠色磷光和內部量子效率為 25%的藍色螢光進行色彩轉換而得來的）。

[0065] 在此，當具有本實施方式之結構的綠色像素與具有習知結構的外部量子效率進行比較時，習知結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本實施方式之結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{CF}\%$，意謂可以預期具有本實施方式之結構的綠色像素具有兩倍的外部量子效率。另外，當對紅色像素的習知結構與本結構的外部量子效率進行比較時，習知結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}\%$，這表示在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以預期具有本實施方式之結構的紅色像素之外部量子效率為習知結構者的 2.5 倍。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 40%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素，從而可以減少發光裝置的耗電量。

注意，也可以用色彩轉換層 106G 代替使綠光透過的濾色片 107G。此時，綠色像素的外部量子效率係為與紅色像素相同的 $125\times\chi_{CC}\%$，只要色彩轉換層的 PL 量子產率 χ_{CC} 為濾色片的穿透率 χ_{CF} 的 40%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的綠色像素高的綠色像素，從而可以實現發光裝置的耗電量的降低。

[0066] 如圖 2A 所示，可以對圖 1A 顯示的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括 EL 層，EL 層包括第一電極 102Y 與第二電極 104 之間的第一發光單元 103b 及第二發光單元 103c 。從第四發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106Y，色彩轉換層 106Y 發射黃光。由於該黃光是對內部量子效率為 25%的藍色螢光和內部量子效率為 100%的綠色磷光進行色彩轉換而得來的，所以該黃色像素的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}\%$。

[0067] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性優異。另外，因為黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0068]

<利用藍色螢光和綠色磷光的單元件的轉換>

圖 1B 顯示使用利用藍色螢光和綠色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 1A 所示的發光裝置同樣地，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一

電極 102B、102G 及 102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106R、濾色片 107G、濾色片 107B 也與圖 1A 所示的發光裝置是同樣的，因此省略其說明。

[0069] 在圖 1B 中，EL 層 103d 為以圖 5B 所示的結構為典型範例的單結構，其中，在一個發光單元中兩個發光層（第一發光層 116d-1 及第二發光層 116d-2）彼此鄰接。第一發光層 116d-1 與第二發光層 116d-2 可以彼此接觸地形成，或可以在其間設置有厚度為小於或等於 20nm 的分離層。分離層厚度較佳為大於或等於 1nm 且小於或等於 10nm。注意，EL 層 103d 由第一發光元件至第三發光元件共用。

[0070] 在本結構中，圖 5B 中的第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 中的一者發射藍色螢光，而另一者發射綠色磷光。從 EL 層 103d 可以得到藍色螢光與綠色磷光合成的光。第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 除了發光材料以外還各包含作為主體材料的第一有機化合物。另外，各第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 還包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機化合物與該第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶較佳地彼此重疊，能夠以較高效率進行能量轉移。

[0071] 從第一發光元件發射的光透過藍色濾色片 107B 取出到發光裝置外。從第二發光元件發射的光透過

綠色濾色片 107G 取出到發光裝置外。從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，色彩轉換層 106R 被該入射的光激發而發射紅光。

[0072] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0073] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。為了以使用具有單結構之 EL 層（其中在一個發光單元中兩個發光層彼此鄰接）的發光元件的發光裝置來得到紅色、綠色、藍色，而不使用色彩轉換層，需要以對應色彩的波長的強度發光的發光材料。從實用性和效率的角度來看，當使用藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料時，較佳為將藍色螢光材料用於第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 中的一者，並將紅色磷光材料及綠色磷光材料用於另一者。當令該發光元件中的螢光發光層的內部量子效率為 25%，該發光元件中的磷光發光層的內部量子效率為 100%，激子被藍色、綠色、紅色平分時，藍色像素的外部量子效率為 $8.3\times\chi_{CF}\%$，綠色像素及紅色像素的外部量子效率為 $33.3\times\chi_{CF}\%$。

[0074] 接著，考慮具有圖 1B 顯示的結構的發光裝置。當除了與上述同樣的設定以外，還令激子被藍色和綠色的平分時，藍色像素的外部量子效率為 $12.5\times\chi_{CF}\%$，綠

色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，紅色像素的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{CC}\%$。如此，藉由使用本發明的一個實施方式的結構，能夠得到效率遠比習知的元件高的發光元件。注意，也可以用色彩轉換層 106G 代替使綠光透過的濾色片 107G。此時，綠色像素的外部量子效率成為與紅色像素相同的 $62.5\times\chi_{CC}\%$。

[0075] 在此，對具有習知結構的各像素的外部量子效率與具有本實施方式之結構的各像素的外部量子效率進行比較。藍色像素的習知結構的外部量子效率為 $8.3\times\chi_{CF}\%$，而本實施方式之結構的外部量子效率為 $12.5\times\chi_{CF}\%$，意謂可以預期具有本實施方式之結構的藍色像素的外部量子效率為習知結構者的大約 1.5 倍。另外，綠色像素的習知結構的外部量子效率為 $33\times\chi_{CF}\%$，而本實施方式之結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，意謂在綠色像素中也可以預期具有本實施方式之結構的綠色像素的外部量子效率為習知結構者的大約 1.5 倍。紅色像素的習知結構的外部量子效率為 $33\times\chi_{CF}\%$，而本實施方式之結構的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{CC}\%$，意謂在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以預期具有本實施方式之結構的紅色像素的外部量子效率為習知結構者的大約 1.88 倍。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 53.3%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素，從而實現發光裝置的耗電量減小。

[0076] 如圖 2B 所示，可以對圖 1B 顯示的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括有單結構的 EL 層，在該單結構中，在第一電極 102Y 與第二電極 104 之間彼此鄰接兩個發光層（第一發光層 116d-1 及第二發光層 116d-2）。從第四發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106Y，色彩轉換層 106Y 發射黃光。由於該黃光是由藍色螢光和綠色磷光進行色彩轉換而得來的，所以該黃色像素的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{CC}\%$。

[0077] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性優異。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0078]

<藍色螢光的單元件以及綠色磷光的單元件的轉換（一個使用遮罩的選擇性沉積步驟）1>

圖 1C 顯示使用藍色螢光的單元件以及綠色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 1A 所示的發光裝置同樣，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一電極 102B、102G、102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106R 也與圖 1A 所示的發光裝置是同樣的，因此省略其說明。

[0079] 在圖 1C 所示的發光裝置中，第一發光元件包括有第一結構的 EL 層，第二發光元件及第三發光元件包

括有第二結構的 EL 層。

[0080] 有第一結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103e、第二 EL 層 103f、第三 EL 層 103g 及第四 EL 層 103h 的層疊。有第二結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103e、第三 EL 層 103g 及第四 EL 層 103h 的層疊。

[0081] 當第一電極為陽極且第二電極為陰極時，第一 EL 層 103e 相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115，第二 EL 層 103f 相當於圖 5B 中的第一發光層 116d-1，第三 EL 層 103g 相當於圖 5B 中的第二發光層 116d-2，而第四 EL 層 103h 相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118。也就是說，有第一結構的 EL 層具有與圖 5B 中的 EL 層 103d 同樣的結構，有第二結構的 EL 層具有與圖 5C 中的 EL 層 103a 同樣的結構。

[0082] 形成有第一結構的 EL 層和有第二結構的 EL 層只需要一個使用遮罩的選擇性沉積步驟。亦即，只需進行一個使用遮罩的選擇性沉積步驟，就可以實現遠比其中層疊螢光發光層和磷光發光層的單結構的一般發光元件高許多的發光效率。

[0083] 第二 EL 層 103f 包含發射藍色螢光作為發光材料的有機化合物，第三 EL 層 103g 包含發射綠色磷光作為發光材料的有機化合物。第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 除了各自的發光材料以外還各包含作為主體材料的第一有機化合物。另外，第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 亦各包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機

化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶較佳地彼此重疊，能夠以較高效率進行能量轉移。

[0084] 在具有本結構的發光裝置中，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。藉由採用這種結構，可以從第一發光元件只得到藍色螢光，並且從第二發光元件及第三發光元件只得到綠色磷光。注意，當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，第一 EL 層 103e 相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118，第四 EL 層 103h 相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。

[0085] 雖然在圖 1C 中第二 EL 層 103f 比第三 EL 層 103g 先形成，但是可以在形成第二 EL 層 103f 之前形成第三 EL 層 103g。此時，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0086] 當從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，可以從色彩轉換層 106R 得到紅光。注意，可以使從第一發光元件發射的光和從第二發光元件發射的光透過濾色片取出到發光裝置外。在不透過濾色片時可以高效地得到光。透過濾色片發射，可以得到色純度高的光。

[0087] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0088] 首先，計算具有與使用色彩轉換層的上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。該發光裝置中的發光元件的結構與圖 1C 的發光裝置中的各發光元件的結構是近似的。為了以發光裝置高效地得到紅色、綠色、藍色，通常需要發射具有對應於該等色彩的波長的強度的光的發光材料。從實用性和效率的角度來看，當使用藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料時，將藍色螢光材料用於第二 EL 層 103f，將紅色磷光材料及綠色磷光材料用於第三 EL 層 103g。從第二發光元件和第三發光元件可以得到紅光與綠光合成的光。所以藉由使光透過綠色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第二發光元件得到發射綠光，藉由使光透過紅色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第三發光元件得到發射紅光。

[0089] 在具有這樣的結構的發光元件中，當令螢光發光層的內部量子效率為 25%，磷光發光層的內部量子效率為 100%時，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素及紅色像素的外部量子效率都為 $50\times\chi_{CF}\%$。

[0090] 接著，考慮具有圖 1C 的結構的本發光裝置，

藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $100\times\chi_{CF}\%$），紅色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。如此，藉由採用本發明的一個實施方式的結構，可以得到發光效率非常高的發光裝置。

[0091] 在此，當對綠色像素的習知結構與本結構的外部量子效率進行比較時，習知結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_A\%$，由此可以期待兩倍或更高的效率。另外，當對紅色像素的習知結構與本結構的外部量子效率進行比較時，習知結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{cc}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待兩倍的效率。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 50%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素，從而可以實現耗電量較小的發光裝置。

[0092] 如圖 2C 所示，也可以對圖 1C 顯示的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括有第一電極 102Y 與第二電極 104 之間的有第二結構的 EL 層。從第四發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106Y，由此色彩轉換層 106Y 發射黃色的發光。由於該黃色像素的外部量子效率是對綠色磷光進行色彩轉換而得來的，所以該黃色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。

[0093] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性優異。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0094]

<藍色螢光的單元件以及綠色磷光的單元件的轉換（一個使用遮罩的選擇性沉積步驟）2>

圖 1D 顯示使用藍色螢光的單元件以及綠色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 1A 所示的發光裝置同樣，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一電極 102B、102G、102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106R 也與圖 1A 所示的發光裝置是近似的，因此省略其說明。

[0095] 在圖 1D 所示的發光裝置中，第一發光元件包括有第三結構的 EL 層，第二發光元件及第三發光元件包括有第四結構的 EL 層。

[0096] 有第三結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103i、第二 EL 層 103j 及第四 EL 層 103m 的層疊。有第四結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103i、第二 EL 層 103j、第三 EL 層 103k 及第四 EL 層 103m 的層疊。

[0097] 當第一電極為陽極且第二電極為陰極時，第一 EL 層 103i 是相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115 的層。第二 EL 層 103j 是相當於圖 5B 中的第

一發光層 116d-1 的層。第三 EL 層 103k 是相當於圖 5B 中的第二發光層 116d-2 的層。第四 EL 層 103m 是相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118 的層。也就是說，有第四結構的 EL 層具有與圖 5B 中的 EL 層 103d 近似的結構，有第三結構的 EL 層具有與圖 5C 中的 EL 層 103a 近似的結構。

[0098] 形成有第三結構的 EL 層和有第四結構的 EL 層只需要一個使用遮罩的選擇性沉積步驟。只需進行一個使用遮罩的選擇性沉積步驟，就可以實現遠比其中層疊螢光發光層和磷光發光層的單結構的一般發光元件高的發光效率。

[0099] 第二 EL 層 103j 包含發射藍色螢光作為發光材料的有機化合物，第三 EL 層 103k 包含發射綠色磷光作為發光材料的有機化合物。第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 除了發光材料以外還各包含作為主體材料的第一有機化合物。另外，第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 還各包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶較佳地彼此重疊，能夠以較高效率進行能量轉移。

[0100] 在該發光裝置中，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都具有電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。藉由採用這種結構，可以從第一發光元件只得到藍色螢

光，並且從第二發光元件及第三發光元件分別只得到綠色磷光。注意，當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，第一 EL 層 103i 相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118，第四 EL 層 103m 相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0101] 雖然在圖 1D 中第二 EL 層 103j 比第三 EL 層 103k 先形成，但是也可以在形成第二 EL 層 103j 之前形成第三 EL 層 103k。此時，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0102] 藉由使從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，可以從色彩轉換層 106R 得到紅色發光。注意，也可以使從第一發光元件發射的光和從第二發光元件發射的光分別透過濾色片取出到發光裝置外。在不透過濾色片時可以高效地得到光，而在透過濾色片時可以得到色純度高的發光。

[0103] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於各發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0104] 首先，計算具有與不使用色彩轉換層的上述

結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。該發光裝置中的發光元件的結構與圖 1D 的發光裝置中的各發光元件的元件結構是同樣的。為了在該發光裝置中高效地得到紅色、綠色、藍色這三種色彩，通常需要以對應各色波長的強度發光的發光材料。從兼顧實用性和效率的角度來看，當使用藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料時，較佳為將藍色螢光材料用於第二 EL 層 103j，將紅色磷光材料及綠色磷光材料用於第三 EL 層 103k。由於從第二發光元件和第三發光元件可以得到紅光與綠光合成的光，所以藉由使光透過綠色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第二發光元件得到綠光，藉由使光透過紅色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第三發光元件得到紅光。

[0105] 在具有這樣的結構的發光元件中，當令螢光發光層的內部量子效率為 25%，磷光發光層的內部量子效率為 100%時，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素及紅色像素的外部量子效率都為 $50\times\chi_{CF}\%$。

[0106] 接著，考慮具有圖 1D 的結構的本發光裝置，其中藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $100\times\chi_{CF}\%$），紅色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。如此，藉由採用本發明的一

個實施方式的結構，可以得到發光效率非常高的發光裝置。

[0107] 在此，當對綠色像素的現有結構與本結構的外部量子效率進行比較時，現有結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{A}\%$，由此可以期待兩倍或更高的效率。另外，當對紅色像素的現有結構與本結構的外部量子效率進行比較時，現有結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待兩倍的效率。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 50%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素，從而可以實現發光裝置的耗電量減少。

[0108] 如圖 2D 所示，也可以對圖 1D 的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括第一電極 102Y 與第二電極 104 之間的有第四結構的 EL 層。從第四發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106Y，由此色彩轉換層 106Y 發射黃色的發光。由於該黃色像素的外部量子效率是對綠色磷光進行色彩轉換而得來的，所以該黃色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。

[0109] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性好。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0110]

<從藍色螢光和黃色磷光的串接元件的轉換>

圖 3A 顯示使用藍色螢光和黃色磷光的串接元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。該發光裝置至少包含在基板 100 上設置有第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。第一發光元件至第三發光元件中的第二電極 104 是共用的，而各具有不同的第一電極。第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件分別具有第一電極 102B、第一電極 102G 及第一電極 102R。在密封基板 101 上設置有黑矩陣 105、濾色片 107B、色彩轉換層 106G 及色彩轉換層 106R。濾色片 107B 是使藍光透過的濾色片。色彩轉換層 106G 包含發射綠光的色彩轉換物質，色彩轉換層 106R 也同樣包含發射紅光的色彩轉換物質。

[0111] 在圖 3A 中，EL 層 103 具有以圖 5A 所示的結構為典型的串接結構。串接結構是指第一發光單元 103b 與第二發光單元 103c 夾著作為電荷產生層的中間層 109 而層疊的結構。令第一電極 102 為陽極，第二電極 104 為陰極，各發光單元的典型結構為，從第一電極 102（在此為陽極）一側依次設置有電洞注入層 114、電洞傳輸層 115、發光層 116、電子傳輸層 117、電子注入層 118 等。在這種結構中，發光材料被包含在發光層 116 中。當將第一電極 102 用作陰極且將第二電極 104 用作陽極時，使 EL 層的層疊順序與上述順序相反。注意，EL 層 103 在第一發光元件至第三發光元件中是共用的。

[0112] 第一發光單元 103b 和第二發光單元 103c 中

的任一個發射藍色螢光，而另一個發射黃色磷光。從 EL 層 103 可以得到藍色螢光與黃色磷光合成的光。各發光單元中的發光層除了發光材料以外還作為主體材料包含第一有機化合物。另外，發光層還包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，當該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶彼此重疊時，能夠高效地進行能量轉移，所以是較佳的。

[0113] 從第一發光元件發射的光透過濾色片 107B 取出到發光裝置外。另外，從第二發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106G，色彩轉換層 106G 被該入射的光激發而發射綠光。同樣地，從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，色彩轉換層 106R 發射紅光。

[0114] 注意，在本發光裝置中，從 EL 層 103 可以得到藍色螢光與黃色磷光合成的發光，但是色彩轉換層 106G 不能吸收黃光，因此較佳為利用共振結構或濾色片去除入射到色彩轉換層 106G 的黃光。在形成共振結構時，以放大藍光的方式形成。如圖 3A 所示，藉由在第一電極上形成所希望的厚度的透明導電膜（透明導電膜 102Bt、透明導電膜 102Gt、透明導電膜 102Rt），可以形成共振結構。注意，無需為了去除第一發光元件及第三發光元件不能吸收的光而形成共振結構。當為了其他目的而形成共振結構時，以在第一發光元件中放大藍光且在第三

發光元件中放大黃光的方式分別形成透明導電膜 102Bt 及導電膜 102Rt。

[0115] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於各發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0116] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各色像素的外部量子效率。為了以使用串接元件的發光裝置高效地得到紅色、綠色、藍色，通常有效的是使用具有個別發光波長的發光材料。從實用性和效率的角度來看，藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料被廣泛地使用。採用與圖 5A 相同的雙串接結構，其中一個發光單元的發光層為使用藍色螢光材料的螢光發光層，而另一個發光單元的發光層為使用紅色磷光材料和綠色磷光材料的磷光發光層。

[0117] 在具有這樣的結構的發光元件中，令螢光發光層的內部量子效率為 25%，磷光發光層的內部量子效率為 100%。藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CF}\%$，綠色像素及紅色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$（這是因為在磷光發光層中由紅色磷光材料與綠色磷光材料分享激子的緣故。為了簡便起見，在此激子被紅色磷光材料與綠色磷光材料對半分享）。

[0118] 接著，考慮具有上述結構（圖 3A 中的結構）

的發光裝置。藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CF}\%$，綠色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CC}\%$，紅色像素的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}\%$（在不形成共振結構的情況下。由於在形成共振結構的情況下藍光衰減，所以外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$）。如此，藉由使用本發光元件可以得到紅色發光的效率非常高的發光元件。

[0119] 在此，當對紅色像素的現有結構與本結構的外部量子效率進行比較時，現有結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待 2.5 倍的效率。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 40%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素。

[0120] 此外，如圖 4A 所示，也可以對圖 3A 的結構追加作為黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括 EL 層，EL 層包括第一電極 102Y 與第二電極 104 之間的的第一發光單元 103b 與第二發光單元 103c。也可以形成對應於黃色發光的共振結構，此時，也可以形成有透明導電膜 102Yt。從第四發光元件發射的光透過濾色片 107Y 取出到發光裝置外部，因此該黃色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CF}\%$。濾色片 107Y 也可以由黃色的色彩轉換層 106Y 取代，此時，該黃色像素的外部量子效率為 $125\times\chi_{CC}\%$。

[0121] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠

色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性好。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0122] 注意，在圖 4A 的結構中，可以只使用紅色、藍色、黃色的光來呈現白色光，因此綠光的效率幾乎不會影響到耗電量。由此，由於黃色像素的外部量子效率為 100%，所以只要設置在紅色像素中的第一色彩轉換層的色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率大於 40%，就可以得到效率比習知的發光裝置高的發光裝置。另外，當形成共振結構時，藉由使色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率大於 50%，可以得到效率比習知的發光裝置高的發光裝置。

[0123]

<藍色螢光和黃色磷光的單元件的轉換>

圖 3B 顯示使用利用藍色螢光和黃色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 3A 所示的發光裝置同樣，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一電極 102B、102G、102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106R、色彩轉換層 106G、濾色片 107B 也與圖 3A 所示的發光裝置是同樣的，因此省略其說明。

[0124] 在圖 3B 中，EL 層 103d 為以圖 5B 所示的結構為典型範例的單結構。第一發光層 116d-1 與第二發光層 116d-2 可以彼此接觸地形成，或可以在其間設置有厚度為小於或等於 20nm 的分離層。分離層厚度較佳為大於或等於 1nm 且小於或等於 10nm。注意，EL 層 103d 由第

一發光元件至第三發光元件共用。

[0125] 在本結構中，圖 5B 中的第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 中的任一個發射藍色螢光，而另一個發射黃色磷光。從 EL 層 103d 可以得到藍色螢光與黃色磷光合成的光。第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 除了該發光材料以外還作為主體材料各包含第一有機化合物。另外，第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 還各包含第二有機化合物，並且較佳為該第一有機化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，當該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶彼此重疊時，能夠高效地進行能量轉移，所以是較佳的。

[0126] 從第一發光元件發射的光透過藍色濾色片 107B 取出到發光裝置外。從第二發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106G，色彩轉換層 106G 被該入射的光激發而發射綠光。同樣地，從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R 而發射紅光。

[0127] 注意，在本發光裝置中，與圖 3A 同樣,可以從 EL 層 103 得到藍色螢光與黃色磷光合成的發光，但是色彩轉換層 106G 不能吸收黃光，因此較佳為利用共振結構或濾色片去除入射到色彩轉換層 106G 的黃光。在形成共振結構時，以放大藍光的方式形成。如圖 3B 所示，藉由在第一電極上形成所希望的厚度的透明導電膜（透明導電膜 102Bt、透明導電膜 102Gt、透明導電膜 102Rt），可

以形成共振結構。注意，無需為了去除第一發光元件及第三發光元件不能吸收的光而形成共振結構。當為了其他目的而形成共振結構時，以在第一發光元件中放大藍光且在第三發光元件中放大黃光的方式可分別形成透明導電膜 102Bt 及導電膜 102Rt。

[0128] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於各發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0129] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各色像素的外部量子效率。發光元件包括具有圖 5B 中的在一個發光單元中兩個發光層彼此鄰接設置的單結構的 EL 層。為了以具有該結構的發光元件來得到紅色、綠色、藍色而不使用色彩轉換層，有效的是使用具有個別發光波長的發光材料。從實用性和效率的角度來看，藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料被廣泛地使用。當第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 中的任一個為螢光發光層，而另一個為磷光發光層時，一個發光層包含藍色螢光材料，而另一個發光層包含紅色磷光材料及綠色磷光材料。當令螢光發光層的內部量子效率為 25%，磷光發光層的內部量子效率為 100%，激子的分配為藍色：綠色：紅色=1：1：1 時，藍色像素的外部量子效率為 $8.3\times\chi_{CF}\%$，綠色像素及紅色像素的外部量子效率為

$33\times\chi_{CF}\%$。

[0130] 接著，考慮具有圖 3B 的結構的發光裝置。當除了同樣的令以外還令激子的分配為藍色：黃色=1：1，並且色彩轉換層的 PL 量子產率為 100%時，藍色像素的外部量子效率為 $12.5\times\chi_{CF}\%$，綠色像素的外部量子效率為 $12.5\times\chi_{CC}\%$，紅色像素的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{CC}\%$（在不形成共振結構的情況下。由於在形成共振結構的情況下藍光衰減，所以外部量子效率為 $50\times\chi_{CC}\%$）。如此，藉由採用本發明的一個實施方式的結構，可以得到紅色像素的外部量子效率高的發光元件。

[0131] 在此，藍色像素的現有結構的外部量子效率為 $8.3\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $12.5\times\chi_{CF}\%$，由此可以期待大約 1.5 倍的效率。紅色像素的現有結構的外部量子效率為 $33\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{CC}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待大約 1.88 倍的效率。由此，只要紅色像素中的色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 53.3%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素。

[0132] 另外，如圖 4B 所示，也可以對圖 3B 的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件在第一電極 102Y 與第二電極 104 之間包括 EL 層 103d。從第四發光元件發射的光透過濾色片 107Y 取出到發光裝置外部，該黃色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$。若要形成共

振結構，放大黃光。如圖 4B 所示，藉由在第一電極上形成所希望的厚度的透明導電膜 102Yt，可以形成共振結構。另外，濾色片 107Y 也可以用作黃色的色彩轉換層 106Y，此時，該黃色像素的外部量子效率為 $62.5\times\chi_{cc}\%$。

[0133] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性好。另外，黃光光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0134] 注意，在圖 4B 的結構中，可以只使用紅色、藍色、黃色的光來呈現白色光，因此綠光的效率幾乎不會影響到耗電量。由此，由於黃色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，所以只要設置在紅色像素中的第一色彩轉換層的色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率大於紅色濾色片的穿透率（%）的 53.3%，就可以得到效率比習知的發光裝置高的發光裝置。另外，當形成共振結構時，藉由使色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率大於紅色濾色片的穿透率（%）的 66%，可以得到效率比習知的發光裝置高的發光裝置。

[0135]

<藍色螢光的單元件以及黃色磷光的單元件的轉換（一個使用遮罩的選擇性沉積步驟）1>

圖 3C 顯示使用藍色螢光和黃色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 3A 所示的發光裝置同樣，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一電極

102B、102G、102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106G、色彩轉換層 106R 也與圖 3A 所示的發光裝置是同樣的，因此省略其說明。

[0136] 在圖 3C 所示的發光裝置中，第一發光元件及第二發光元件包括有第五結構的 EL 層，第三發光元件包括有第六結構的 EL 層。

[0137] 有第五結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103e、第二 EL 層 103f、第三 EL 層 103g 及第四 EL 層 103h 層疊的結構。另外，有第六結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103e、第三 EL 層 103g 及第四 EL 層 103h 層疊的結構。

[0138] 當第一電極為陽極且第二電極為陰極時，第一 EL 層 103e 是相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115 的層。第二 EL 層 103f 是相當於圖 5B 中的第一發光層 116d-1 的層。第三 EL 層 103g 是相當於圖 5B 中的第二發光層 116d-2 的層。第四 EL 層 103h 是相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118 的層。也就是說，有第五結構的 EL 層具有與圖 5B 中的 EL 層 103d 同樣的結構，有第六結構的 EL 層具有與圖 5C 中的 EL 層 103a 同樣的結構。

[0139] 第二 EL 層 103f 作為發光材料包含發射藍色螢光的有機化合物，第三 EL 層 103g 作為發光材料包含發射黃色磷光的有機化合物。第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 除了發光材料以外還作為主體材料各包含第一有機化合物。另外，第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 還各

包含第二有機化合物，並且較佳為第一有機化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到發光材料的能量轉移。另外，當該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶彼此重疊時，能夠高效地進行能量轉移，所以是較佳的。

[0140] 在本結構的發光裝置中，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。藉由採用這種結構，可以從第一發光元件及第二發光元件只得到藍色螢光，並且從第三發光元件只得到黃色磷光。注意，當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，第一 EL 層 103e 相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118，第四 EL 層 103h 相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115，出於與上述內容同樣的理由，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。

[0141] 雖然在圖 3C 中第二 EL 層 103f 比第三 EL 層 103g 先形成，但是也可以在形成第二 EL 層 103f 之前形成第三 EL 層 103g。此時，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，較佳為第二 EL 層 103f 及第三 EL 層 103g 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0142] 從第一發光元件可以得到藍光。藉由使從第二發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106G，可以從色彩轉換層 106G 得到綠光，藉由使從第三發光元件發射的

光入射到色彩轉換層 106R，可以得到紅光。注意，從第一發光元件發射的光也可以在透過濾色片後取出到發光裝置外。在不透過濾色片時可以高效地得到光。在透過濾色片時可以得到色純度高的光。

[0143] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於各發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0144] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。該發光裝置中的第一發光元件及第三發光元件的結構與圖 3C 的發光裝置中的發光元件的結構是同樣的。第二發光元件在圖 3C 中包括有第五結構的 EL 層，而在本發光裝置中包括有第六結構的 EL 層。

[0145] 為了以具有該結構的發光元件高效地得到紅色、綠色及藍色，通常有效的是使用發射其強度對應於該等顏色的波長的光的發光材料，並且從兼顧實用性和效率的角度來看，藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料被廣泛地使用。較佳為將藍色螢光材料用於第二 EL 層 103f，將紅色磷光材料及綠色磷光材料用於第三 EL 層 103g。由於具有這樣的結構，從第二發光元件和第三發光元件可以得到紅光與綠光合成的光，藉由使光透過綠色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第二像素得到綠光，藉

由使光透過紅色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第三像素得到紅光。

[0146] 在此，當令第三 EL 層中的紅色磷光材料與綠色磷光材料的激子分配為 1：1 時，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素及紅色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$（在使用濾色片的情況下）。

[0147] 接著，考慮具有圖 3C 的結構的本發光裝置。藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CC}\%$，紅色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。如此，藉由使用本發明的一個實施方式的結構，可以得到紅色像素的外部量子效率比具有上述結構的發光裝置高的發光裝置。

[0148] 在此，當對紅色像素的上述結構與本結構的外部量子效率進行比較時，現有結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待兩倍的效率。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 50%或更高，就能夠實現外部量子效率比上述發光裝置中的紅色像素高的紅色像素，從而降低發光裝置的耗電量。

[0149] 如圖 4C 所示，也可以對圖 3C 的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括第一電極

102Y 與第二電極 104 之間的有第六結構的 EL 層。另外，該黃色像素的外部量子效率在從第四發光元件發射的光透過濾色片 107Y 取出到發光裝置外部的情況下為 $100\times\chi_{CF}\%$，而在不設置濾色片的情況下為 $100\times\chi_{A}\%$。

[0150] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性好。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0151] 注意，在圖 4C 的結構中，可以只使用紅色、藍色、黃色的光來呈現白色光，因此綠光的效率幾乎不會影響到耗電量。由此，即使綠色像素的效率降低，只要紅色像素中的作為第一色彩轉換層的色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率為紅色濾色片的穿透率的 50%或更高，紅光就與習知的元件是相當的，從而可以得到效率高的發光裝置。

[0152] 具有本結構的發光裝置只需一個使用遮罩的選擇性沉積步驟就可以得到這些效果。

[0153]

<藍色螢光的單元件及黃色磷光的單元件的轉換（一個使用遮罩的選擇性沉積步驟）2>

圖 3D 顯示使用藍色螢光的單元件以及黃色磷光的單元件的本發明的一個實施方式的發光裝置。與圖 3A 所示的發光裝置同樣，該發光裝置至少包括第一發光元件、第二發光元件及第三發光元件。基板 100、密封基板 101、第一電極 102B、102G、102R、第二電極 104、黑矩陣 105、色彩轉換層 106G、色彩轉換層 106R 也與圖 3A 所

示的發光裝置是同樣的，因此省略其說明。

[0154] 在圖 3D 所示的發光裝置中，第一發光元件及第二發光元件包括有第七結構的 EL 層，第三發光元件包括有第八結構的 EL 層。

[0155] 有第七結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103i、第二 EL 層 103j 及第四 EL 層 103m 層疊的結構。另外，有第八結構的 EL 層是包含第一 EL 層 103i、第二 EL 層 103j、第三 EL 層 103k 及第四 EL 層 103m 層疊的結構。

[0156] 當第一電極為陽極且第二電極為陰極時，第一 EL 層 103i 是相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115 的層。第二 EL 層 103j 是相當於圖 5B 中的第一發光層 116d-1 的層。第三 EL 層 103k 是相當於圖 5B 中的第二發光層 116d-2 的層。第四 EL 層 103m 是相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118 的層。也就是說，有第七結構的 EL 層具有與圖 5C 中的 EL 層 103a 同樣的結構，有第八結構的 EL 層具有與圖 5B 中的 EL 層 103d 同樣的結構。

[0157] 第二 EL 層 103j 作為發光材料包含發射藍色螢光的有機化合物，第三 EL 層 103k 作為發光材料包含發射黃色磷光的有機化合物。第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 除了這些發光材料以外還作為主體材料各包含第一有機化合物。另外，第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 還各包含第二有機化合物，並且較佳為第一有機化合物與第二有機化合物形成激態錯合物，而發生從該激態錯合物到

發光材料的能量轉移。另外，當該激態錯合物的發射光譜與發光材料的最長波長一側的吸收帶彼此重疊時，能夠高效地進行能量轉移，所以是較佳的。

[0158] 在本結構的發光裝置中，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。藉由採用這種結構，可以從第一發光元件及第二發光元件只得到藍色螢光，並且從第三發光元件只得到黃色磷光。注意，當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，第一 EL 層 103i 相當於圖 5B 中的電子傳輸層 117 及電子注入層 118，第四 EL 層 103m 相當於圖 5B 中的電洞注入層 114 及電洞傳輸層 115，出於與上述內容同樣的理由，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0159] 雖然在圖 3D 中第二 EL 層 103j 比第三 EL 層 103k 先形成，但是也可以在形成第二 EL 層 103j 之前形成第三 EL 層 103k。此時，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電洞傳輸性高於電子傳輸性的層。當第一電極為陰極且第二電極為陽極時，較佳為第二 EL 層 103j 及第三 EL 層 103k 都是電子傳輸性高於電洞傳輸性的層。

[0160] 從第一發光元件可以得到藍光。藉由使從第二發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106G，可以從色彩轉換層 106G 得到綠光，藉由使從第三發光元件發射的光入射到色彩轉換層 106R，可以得到紅光。從第一發光元件發射的光也可以在透過濾色片後取出到發光裝置外。

在不透過濾色片時可以高效地得到光，而在透過濾色片時可以得到色純度高的光。

[0161] 在此，考慮具有上述結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率以及具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。注意，令用於各發光裝置的發光元件的載子平衡或激子的生成機率等都是同樣的。

[0162] 首先，計算具有與上述結構不同結構的發光裝置中的各像素的外部量子效率。本結構的發光裝置中的第一發光元件及第三發光元件的結構與圖 3D 的發光裝置中的發光元件的結構是同樣的。第二發光元件在圖 3D 中包括有第七結構的 EL 層，而在本發光裝置中包括有第八結構的 EL 層。

[0163] 為了以具有該結構的發光裝置高效地得到紅色、綠色及藍色，通常有效的是使用具有個別發光波長的發光材料。從兼顧實用性和效率的角度來看，藍色螢光材料、紅色磷光材料及綠色磷光材料被廣泛地使用。在本發光裝置中，較佳為將藍色螢光材料用於第二 EL 層 103j，將紅色磷光材料及綠色磷光材料用於第三 EL 層 103k。

[0164] 由於有第八結構的 EL 層的第三 EL 層 103k 包含紅色和綠色磷光發光材料，從第二發光元件和第三發光元件可以得到紅色與綠光合成的光。因此，藉由使光透過綠色濾色片取出到發光裝置外部而可以從第二發光元件得到綠光，藉由使光透過紅色濾色片取出到發光裝置外部而

可以從第三發光元件得到紅光。

[0165] 在具有上述結構的發光裝置中，當令第三 EL 層 103k 中的紅色磷光材料與綠色磷光材料的激子分配為 1：1 時，藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素及紅色像素的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$或更低。

[0166] 接著，考慮具有圖 3D 的結構的本發光裝置。藍色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_A\%$（在不使用濾色片的情況下。在使用濾色片的情況下為 $25\times\chi_{CF}\%$），綠色像素的外部量子效率為 $25\times\chi_{CC}\%$，紅色像素的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$。如此，藉由使用本發明的一個實施方式的結構，可以得到紅色像素的外部量子效率高的發光裝置。

[0167] 此處，當對紅色像素的現有結構與本結構的外部量子效率進行比較時，現有結構的外部量子效率為 $50\times\chi_{CF}\%$，而本結構的外部量子效率為 $100\times\chi_{CC}\%$，在濾色片的穿透率與色彩轉換層的 PL 量子產率相同的情況下，可以期待兩倍的效率。由此，只要色彩轉換層的 PL 量子產率為濾色片的穿透率的 50%或更高，就能夠實現外部量子效率比習知的紅色像素高的紅色像素，從而實現耗電量小的發光裝置。

[0168] 如圖 4D 所示，也可以對圖 3D 的結構追加構成黃色像素的第四發光元件。第四發光元件包括第一電極 102Y 與第二電極 104 之間的有第八結構的 EL 層。另外，該黃色像素的外部量子效率在從第四發光元件發射的光透

過濾色片 107Y 取出到發光裝置外部的情況下為 $100\times\chi_{CF}\%$，而在不設置濾色片的情況下為 $100\times\chi_{A}\%$。

[0169] 具有這樣的結構的發光裝置能夠以紅色、綠色、藍色、黃色這四種色彩來呈現影像，並且色彩再現性好。另外，黃光的視亮度因數高，因此能夠減少耗電量。

[0170] 注意，在圖 4D 的結構中，可以只使用紅色、藍色、黃色的光來呈現白色光，因此綠光的效率幾乎不會影響到耗電量。由此，即使綠色像素的效率降低，只要紅色像素中的作為第一色彩轉換層的色彩轉換層 106R 的 PL 量子產率為紅色濾色片的穿透率的 50%或更高，藍光和紅光就與習知的元件是相當的，從而可以得到效率高的發光裝置。

[0171] 具有本結構的發光裝置只需一個使用遮罩的選擇性沉積步驟就可以得到這些效果。

[0172] 作為用於上述發光裝置的各色彩轉換層 106R、106G 及 106Y，只要能夠將所希望的波長的光以所希望的效率轉換為所希望的波長的光，就可以使用任何材料。典型地，例如包含使用螢光色素的色彩轉換層或使用量子點的色彩轉換層。由於使用量子點的色彩轉換層能夠轉換的光的波長範圍較廣，所以易於使用。另外，所轉換的光的光譜尖銳，因此可以得到色純度高的光，從而實現色彩再現性良好的發光裝置，所以是較佳的。

[0173]

<<發光元件>>

接著，參照圖 5A 至圖 5C 對本發明的一個實施方式的發光元件的例子進行詳細說明。

[0174] 本實施方式中的發光元件包括一對電極，例如由第一電極 102 及第二電極 104 構成的一對電極、設置在第一電極 102 與第二電極 104 之間的 EL 層 103（或者 EL 層 103d、EL 層 103a）。注意，下面令第一電極 102 用作陽極且第二電極 104 用作陰極來進行說明。

[0175] 由於第一電極 102 用作陽極，所以較佳為使用功函數大（具體為大於或等於 4.0eV）的金屬、合金、導電化合物、以及它們的混合物等形成。具體地，例如包含：氧化銦-氧化錫（ITO：Indium Tin Oxide，銦錫氧化物）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。作為形成方法的例子，可以舉出如下方法：使用相對於氧化銦添加有 1wt%至 20wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅的方法。另外，可以使用相對於氧化銦添加有 0.5wt%至 5wt%的氧化鎢和 0.1wt%至 1wt%的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）。或是，可以使用金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）或金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。也可以使用石墨烯。注意，藉由將後面說明的複合材料用於 EL 層 103 中

的接觸於第一電極 102 的層，可以在選擇電極材料時無需顧及功函數。

[0176] EL 層 103（或者 EL 層 103d、EL 層 103a）具有疊層結構，例如，可以適當地組合電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子傳輸層、電子注入層、載子阻擋層、中間層等來構成 EL 層 103 的疊層結構。在本實施方式中，說明如下基本結構：EL 層 103（或者 EL 層 103d、EL 層 103a）包括在第一電極 102 上依次層疊的電洞注入層 114、電洞傳輸層 115、發光層 116、電子傳輸層 117、電子注入層 118。下面說明構成各層的具體材料的例子。

[0177] 電洞注入層 114 是包含具有高電洞注入性的物質的層。並且，例如，鉬氧化物、釩氧化物、釕氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用酞青類化合物如酞青（簡稱：H_2Pc）、銅酞青（簡稱：CuPc）等；芳香胺化合物如 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；或者高分子如聚（3,4-乙烯二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（簡稱：PEDOT/PSS）等來形成電洞注入層 114。

[0178] 或是，作為電洞注入層 114，可以使用在具有電洞傳輸性的物質中含有受體物質的複合材料。注意，藉由使用在具有電洞傳輸性的物質中含有受體物質的複合材料，可以在選擇形成電極的材料時無需顧及電極的功函

數。就是說，作為第一電極 102，除了功函數大的材料以外，還可以使用功函數小的材料。作為受體物質，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷（簡稱：F_4-TCNQ）、氯醌等。還可以舉出過渡金屬氧化物。另外，可以使用屬於元素週期表中的第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。具體地，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化錸，因為其電子接受性高。特別較佳為使用氧化鉬，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

[0179] 作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的物質，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、咔唑衍生物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。作為用於複合材料的有機化合物，較佳為使用電洞傳輸性高的有機化合物。明確而言，較佳為使用電洞移動率大於或等於 $10^{-6}cm^2/Vs$ 的物質。以下，具體地列舉可以用作複合材料中的電洞傳輸物質的有機化合物。

[0180] 例如，作為芳香胺化合物，例如 N,N'-二（對甲苯基）-N,N'-二苯基-p-伸苯基二胺（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）、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）、1,3,5-三[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]苯（簡稱：DPA3B）等。

[0181] 作為可以用於複合材料的咔唑衍生物，可以

具體地使用 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）等。

[0182] 作為可以用於複合材料的咔唑衍生物，例如出 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。

[0183] 作為可以用於複合材料的芳烴，例如，2-三級丁基-9,10-二（2-萘基）蒽（簡稱：t-BuDNA）、2-三級丁基-9,10-二（1-萘基）蒽、9,10-雙（3,5-二苯基苯基）蒽（簡稱：DPPA）、2-三級丁基-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）、2-三級丁基蒽（簡稱：t-BuAnth）、9,10-雙（4-甲基-1-萘基）蒽（簡稱：DMNA）、2-三級丁基-9,10-雙[2-（1-萘基）苯基]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、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四（三級丁基）芘等。除此之外，還可以使用稠五苯、蔻等。像這

樣，較佳為使用具有大於或等於 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 的電洞移動率的碳原子數為 14 至 42 的芳烴。

[0184] 可以用於複合材料的芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴，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。

[0185] 另外，也可以使用聚（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。

[0186] 藉由形成電洞注入層，可以提高電洞注入性，從而可以獲得驅動電壓小的發光元件。

[0187] 電洞傳輸層 115 是包含具有電洞傳輸性的物質的層。作為具有電洞傳輸性的物質，例如可以使用芳香胺化合物等，諸如 4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4',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'-聯芴-2-基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）、4-苯基-4'-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP）等。在此該的物質具有高電洞

傳輸性，主要是電洞移動率大於或等於 $10^{-6}cm^2/Vs$ 的物質。另外，也可以將作為上述複合材料中的具有電洞傳輸性的物質舉出的有機化合物用於電洞傳輸層 115。另外，也可以使用諸如聚（N-乙烯基咔唑）（簡稱：PVK）或聚（4-乙烯基三苯胺）（簡稱：PVTPA）等的高分子化合物。注意，包含具有電洞傳輸性的物質的層不限於單層，也可以為由上述物質構成的兩個或更多的層的疊層。

[0188] 電子傳輸層 117 是包含具有電子傳輸性的物質的層。作為具有電子傳輸性的物質，可以使用上面舉出的能夠用於上述主體材料的具有電子傳輸性的材料或具有蒽骨架的材料。

[0189] 也可以在電子傳輸層與發光層之間設置控制電子載子的移動的層。這是對如上所述的電子傳輸性高的材料添加了少量的電子俘獲性高的物質的層，藉由控制電子載子的移動，可以調節載子平衡。這樣的結構對抑制因電子穿過發光層而引起的問題（例如元件使用壽命的下降）有很大的效果。

[0190] 另外，也可以在電子傳輸層 117 和第二電極 104 之間以接觸於第二電極 104 的方式設置電子注入層 118。作為電子注入層 118，可以使用氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF_2）等的鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物。例如，可以使用將鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物包含在由具有電子傳輸性的物質構成的層中的層。另外，也可以將電子鹽（electride）用於電子注入層

118。作為電子鹽，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。注意，藉由作為電子注入層 118 使用在由具有電子傳輸性的物質構成的層中包含鹼金屬或鹼土金屬的層，可以從第二電極 104 高效率地注入電子，因此是更佳的。

[0191] 作為形成第二電極 104 的物質，可以使用功函數小（具體為 3.8eV 或更低）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，例如鋰（Li）或銫（Cs）等鹼金屬、鎂（Mg）、鈣（Ca）或者鍶（Sr）等的屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素、包含它們的合金（MgAg、AlLi）、銪（Eu）、鐿（Yb）等稀土金屬、以及包含它們的合金等。然而，藉由在第二電極 104 和電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函率的大小而將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等用作第二電極 104。可以藉由濺射法、噴墨法、旋塗法等進行這些導電材料的成膜。

[0192] 另外，作為 EL 層 103（或者 EL 層 103d、EL 層 103a）的形成方法，不論乾處理或濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空蒸鍍法、噴墨法或旋塗法等。另外，也可以對各電極或各層使用不同的成膜方法。

[0193] 電極既可以藉由利用溶膠-凝膠法等濕處理形成，又可以藉由利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。或

是，也可以藉由濺射法、真空蒸鍍法等乾處理形成電極。

[0194] 該發光元件發射的光經過第一電極 102 和第二電極 104 中的任一者或兩者被取出到外部。因此，第一電極 102 和第二電極 104 中的任一者或兩者由具有透光性的電極形成。

[0195]

<串接型元件>

接著，參照圖 5A 對層疊有多個發光單元的發光元件（下面也稱為串接型發光元件）的方式進行說明。該發光元件在由第一電極 102 和第二電極 104 構成的一對電極之間包括多個發光單元。一個發光單元具有與圖 5C 所示的 EL 層 103a 同樣的結構。也就是說，圖 5C 所示的發光元件是包括一個發光單元的發光元件，圖 5A 所示的發光元件是包括多個發光單元的發光元件。

[0196] 在圖 5A 中，在第一電極 102 與第二電極 104 之間形成有包括第一發光單元 103b、作為電荷產生層的中間層 109、第二發光單元 103c 的疊層的 EL 層 103。第一發光單元 103b 和第二發光單元 103c 中的一個發射藍色螢光，而另一個發射綠色或黃色磷光。從 EL 層 103 可以得到藍色螢光與綠色磷光合成的光或藍色螢光與黃色磷光合成的光。

[0197] 在串接型元件中，各相當於 EL 層 103a 的發光單元夾著中間層 109 串聯連接。由此可以使螢光發光層和磷光發光層彼此分開，從而容易在一個發光元件內同時

實現螢光發光和磷光發光。

[0198] 中間層 109 包含由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料。該由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料，可以使用能夠用於電洞注入層 114 的複合材料。因為由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料具有優良的載子注入性、載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動、低電流驅動。注意，當發光單元的陽極一側的面與中間層接觸時，中間層也具有發光單元的電洞注入層的功能，因此也可以不在該發光單元中形成電洞注入層。

[0199] 注意，中間層 109 也可以是組合包含上述複合材料的層與由其他材料構成的層的疊層結構。例如，也可以層疊包含複合材料的層與包含選自電子供給物質中的一種化合物和電子傳輸性高的化合物的層而形成。或是，也可以藉由層疊包含由有機化合物和金屬氧化物構成的複合材料的層與透明導電膜而形成。

[0200] 可以在中間層 109 與位於該中間層的陽極一側的發光單元之間設置電子注入緩衝層。電子注入緩衝層由極薄的鹼金屬膜與包含具有電子傳輸性的物質的電子中繼層的疊層構成。極薄的鹼金屬膜相當於電子注入層 118，並能夠減少電子的注入能障。電子中繼層能夠防止鹼金屬膜和中間層的相互作用，並順利地傳遞電子。將電子中繼層所包含的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階設定在中間層 109 的複合材料所包含的受體物質的 LUMO 能階與接觸於上述陽極一側的發光單元中的電子注入緩衝

層的層所包含的物質的 LUMO 能階之間。作為具體的能階的數值，電子中繼層所包含的具有電子傳輸性的物質的 LUMO 能階大於或等於-5.0eV，較佳為大於或等於-5.0eV 且小於或等於-3.0eV。另外，作為電子中繼層所包含的具有電子傳輸性的物質，較佳為使用酞青類材料或具有金屬-氧鍵合和芳香配體的金屬錯合物。此時，電子注入緩衝層的鹼金屬膜具有陽極一側的發光單元中的電子注入層的功能，因此無需形成電子注入層在該發光單元上。

[0201] 總而言之，被第一發光單元 103b 和第二發光單元 103c 夾著的中間層 109 只要在對第一電極 102 和第二電極 104 施加電壓時，對一個發光單元注入電子，並且對另一個發光單元注入電洞即可。

[0202]

<螢光·磷光單元件>

接著，參照圖 5B 說明在一個發光單元中同時包含螢光發光層和磷光發光層的螢光·磷光單元件。圖 5B 所示的發光元件具有在 EL 層 103d 中兩個發光層（第一發光層 116d-1、第二發光層 116d-2）彼此鄰接地設置的結構。

[0203] 第一發光層 116d-1 和第二發光層 116d-2 中的任一個發射藍色螢光，而另一個發射綠色或黃色的磷光。從 EL 層 103d 得到藍色螢光與綠色磷光合成的光或藍色螢光和黃色磷光合成的光。

[0204] 第一發光層 116d-1 或第二發光層 116d-2 作為磷光發光層包含第一有機化合物、第二有機化合物及磷光

發光物質，並且較佳為第一有機化合物和第二有機化合物形成激態錯合物，從該激態錯合物向磷光發光物質進行能量轉移。藉由採用這樣的結構，即使螢光發光層與磷光發光層彼此鄰接，磷光也不會淬滅，並且可以同時高效地得到螢光和磷光。

[0205] 一般來說，當將螢光發光層和磷光發光層包括在同一 EL 層中並使它們發光時，磷光發光層的三重態激發能會轉移到占螢光發光層大部分的主體材料。這導致發光效率大幅度地降低。這是因為：通常，因在螢光發光層中使用三重態能階低的以蒽等為代表的具有稠合芳香環（尤其是稠合芳烴環）骨架的物質作為主體材料，在磷光發光層中產生的三重態激發能轉移到螢光發光層的主體材料而導致三重態激發能的無輻射衰減。目前來說，在螢光發光層中，不使用具有稠合芳香環骨架的物質就難以得到所希望的發光波長及良好的元件特性和可靠性，因此在採用將螢光發光層和磷光發光層包括在同一 EL 層的結構時，難以獲得具有良好特性的發光元件。

[0206] 另外，三重激發態的弛豫時間很長，因此激子的擴散距離也長，由於擴散而使生成在磷光發光層內部的激子的大部分也轉移到螢光發光層，從而導致無輻射衰減。這進一步降低磷光發光層的發光效率。

[0207] 在此方式的發光元件中，在磷光發光層中第一有機化合物及第二有機化合物形成激態錯合物，三重態激發能從該激態錯合物轉移到磷光發光物質而得到發光。

藉由採用此結構可以解決上述問題。

[0208] 激態錯合物處於由兩種物質構成的激發態。當藉由發射光而成為基態時，形成激態錯合物的兩種物質恢復原來的物質的作用。也就是說，激態錯合物本身不存在基態，因此在原理上不容易發生激態錯合物彼此之間或者從其他物質向激態錯合物的能量轉移。

[0209] 磷光發光層中的激子幾乎都作為激態錯合物存在。另外，激態錯合物的單重激發能的值比第一有機化合物和第二有機化合物中的任一個的單重激發能的值都小。並且，藉由以使激態錯合物的三重激發能比第一有機化合物或第二有機化合物小的方式來選擇第一有機化合物及第二有機化合物，可以使從激態錯合物到第一有機化合物及第二有機化合物的能量轉移幾乎不發生。另外，如上所述，激態錯合物彼此之間的能量轉移也幾乎不發生，因此激態錯合物的激發能幾乎全部都轉移到磷光發光物質，並且被轉換為發光。由此，幾乎不發生磷光發光層內的激子的擴散。其結果，可以從一個 EL 層中得到螢光發光和磷光發光的兩者。

[0210] 在此，當彼此接觸地形成有螢光發光層和磷光發光層時，在其介面有可能發生從激態錯合物到螢光發光層的主體材料的能量轉移（尤其是三重態能量轉移）。但是，如上所述，由於在磷光發光層中幾乎不發生激子的擴散，因此從激態錯合物到螢光發光層的主體材料的能量轉移所發生的範圍也侷限於極為局部性的範圍（換言之，

侷限於螢光發光層與磷光發光層的介面），所以不會給激發能帶來很大的損害。因此，雖然螢光發光層與磷光發光層不一定必須彼此接觸，但是即使它們接觸，也可以高效地得到螢光發光和磷光發光的兩者。注意，螢光發光層與磷光發光層之間也可以設置有厚度小於或等於 20nm 的分離層。藉由設置分離層，可以抑制螢光發光層與磷光發光層的介面的激發能的轉移，從而更高效地得到發光。分離層較佳為大於或等於 1nm 且小於或等於 10nm。另外，藉由由磷光發光層中的第一有機化合物和第二有機化合物構成分離層，可以提高抑制激發能的轉移的效果，所以是較佳的。

[0211] 下面對構成發光層 116、第一發光層 116d-1、第二發光層 116d-2 中所包含的材料進行說明。

[0212] 作為螢光發光物質，例如可以舉出呈現藍光（發光波長為 400nm 至 480nm）的物質，諸如 N,N'-雙[4-（9H-咔唑-9-基）苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-（9H-咔唑-9-基）-4'-（10-苯基-9-蒽基）三苯胺（簡稱：YGAPA）、4-（9H-咔唑-9-基）-4'-（9,10-二苯基-2-蒽基）三苯胺（簡稱：2YGAPPA）、N,9-二苯基-N-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：PCAPA）、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）、苝、2,5,8,11-四-三級丁基苝（簡

稱：TBP）、N,N'-雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺（簡稱：1,6FLPAPrn）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-雙[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-芘-1,6-二胺（簡稱：1,6mMemFLPAPrn）等。尤其是，以 1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn 等芘二胺衍化合物為代表的稠合芳族二胺化合物具有高電洞俘獲性且發光效率及可靠性高，所以是較佳的。

[0213] 作為能夠用作磷光發光物質的材料，例如如下物質。

[0214] 作為主要發射綠色磷光的化合物，例如包含：三（4-甲基-6-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(mppm)$_3$]）、三（4-三級丁基-6-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(tBuppm)$_3$]）、（乙醯丙酮根）雙（6-甲基-4-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(mppm)$_2$(acac)]）、（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(tBuppm)$_2$(acac)]）、（乙醯丙酮根）雙[6-（2-降莰基）-4-苯基嘧啶根]銥（III）（簡稱：[Ir(nbppm)$_2$(acac)]）等具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物；三（2-苯基吡啶根-N,C$^{2'}$）銥（III）（簡稱：[Ir(ppy)$_3$]）、雙（2-苯基吡啶根-N,C$^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：[Ir(ppy)$_2$(acac)]）等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物；以及三（乙醯丙酮根）（單啡啉）鋱（III）（簡稱：[Tb(acac)$_3$(Phen)]）等稀土金屬錯合物。注意，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物的可

靠性及發光效率都極其高，所以是特別較佳的。

[0215] 作為主要發射黃色磷光的化合物，例如包含：（乙醯丙酮根）雙[5-甲基-6-（2-甲基苯基）-4-苯基嘧啶基］銥（III）（簡稱：$Ir(mpmppm)_2(acac)$）、（乙醯丙酮根）雙{4,6-二甲基-2-[6-（2,6-二甲基苯基）-4-嘧啶基-κN3］苯基-κC}銥（III）（簡稱：$Ir(dmppm\text{-}dmp)_2(acac)$）、（乙醯丙酮根）雙（4,6-二苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：$Ir(dppm)_2(acac)$）等具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物；（乙醯丙酮根）雙（3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根）銥（III）（簡稱：$Ir(mppr\text{-}Me)_2(acac)$）、（乙醯丙酮根）雙（5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根）銥（III）（簡稱：$Ir(mppr\text{-}iPr)_2(acac)$）等具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物；三（2-苯基喹啉-$N,C^{2'}$]銥（III）（簡稱：$Ir(pq)_3$）、雙（2-苯基喹啉-$N,C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：$Ir(pq)_2(acac)$）、雙（苯并[h]喹啉）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：$Ir(bzq)_2(acac)$）、雙{2-[4'-（全氟苯基）苯基]吡啶-$N,C^{2'}$}乙醯丙酮銥（III）（簡稱：$Ir(p\text{-}PF\text{-}ph)_2(acac)$）等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物；雙（2-苯基苯并噻唑-$N,C^{2'}$）乙醯丙酮銥（III）（簡稱：$Ir(bt)_2(acac)$）等。注意，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物具有特別優異的可靠性及發光效率，所以是特別較佳的。

[0216] 作為主體材料，可以使用具有電子傳輸性的材料或具有電洞傳輸性的材料等各種載子傳輸性材料。磷

光發光層的主體材料較佳為由兩種物質構成，即第一有機化合物和第二有機化合物。另外，第一有機化合物和第二有機化合物較佳為形成激態錯合物的組合。並且，第一有機化合物和第二有機化合物中的一個為電子傳輸性材料且另一個為電洞傳輸性材料的結構有利於激態錯合物的形成，所以是較佳的。

[0217] 另外，藉由作為該激態錯合物選擇形成發射與螢光發光物質、磷光發光物質的最低能量一側的吸收帶的波長重疊的光的激態錯合物的組合，可以使能量轉移變得順利，且可高效地得到發光。驅動電壓可降低，所以此種組合是較佳的結構。

[0218] 作為具有電子傳輸性的材料，例如：雙（10-羥基苯并[h]喹啉）鈹（II）（簡稱：$BeBq_2$）、雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（III）（簡稱：BAlq）、雙（8-羥基喹啉）鋅（II）（簡稱：Znq）、雙[2-（2-苯并噁唑基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnPBO）、雙[2-（2-苯并噻唑基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnBTZ）等金屬錯合物；2-（4-聯苯基）-5-（4-三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-三級丁基苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、1,3-雙[5-（對三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、9-[4-（5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CO11）、2,2',2''-（1,3,5-苯三基）三（1-苯基-1H-苯并咪唑）（簡稱：TPBI）、2-[3-（二苯并噻吩-4-

基）苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑（簡稱：mDBTBIm-II）等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBTPDBq-II）、2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）、2-[3'-（9H-咔唑-9-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mCzBPDBq）、4,6-雙[3-（菲-9-基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mPnP2Pm）、4,6-雙[3-（4-二苯并噻吩基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mDBTP2Pm-II）等具有二嗪骨架的雜環化合物；以及3,5-雙[3-（9H-咔唑-9-基）苯基]吡啶（簡稱：35DCzPPy）、1,3,5-三[3-（3-吡啶基）苯基]苯（簡稱：TmPyPB）等具有吡啶骨架的雜環化合物。於上述材料中，具有二嗪骨架的雜環化合物以及具有吡啶骨架的雜環化合物的可靠性高，所以是較佳的。尤其是，具有二嗪（嘧啶或吡嗪）骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，也有助於降低驅動電壓。

[0219] 作為具有電洞傳輸性的材料，例如包含：4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4'-雙[N-（螺-9,9'-二芴-2-基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）、4-苯基-4'-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP）、4-苯基-3'-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：mBPAFLP）、4-苯基-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBA1BP）、4,4'-二苯基

-4''-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBBi1BP）、4-（1-萘基）-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBANB）、4,4'-二（1-萘基）-4''-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBNBB）、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）苯基]芴-2-胺（簡稱：PCBAF）、N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺（簡稱：PCBASF）等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙（N-咔唑基）苯（簡稱：mCP）、4,4'-二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）、3,6-雙（3,5-二苯基苯基）-9-苯基咔唑（簡稱：CzTP）、3,3'-雙（9-苯基-9H-咔唑）（簡稱：PCCP）等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-（苯-1,3,5-三基）三（二苯并噻吩）（簡稱：DBT3P-II）、2,8-二苯基-4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]二苯并噻吩（簡稱：DBTFLP-III）、4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-6-苯基二苯并噻吩（簡稱：DBTFLP-IV）等具有噻吩骨架的化合物；以及 4,4',4''-（苯-1,3,5-三基）三（二苯并呋喃）（簡稱：DBF3P-II）、4-{3-[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]苯基}二苯并呋喃（簡稱：mmDBFFLBi-II）等具有呋喃骨架的化合物。於上述材料中，具有芳香胺骨架的化合物以及具有咔唑骨架的化合物具有高可靠性和高電洞傳輸性，也有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。另外，除了上述電洞傳輸材料以外，也可以從各種物質中選擇電洞傳輸材料來使用。

[0220] 注意，主體材料也可以是混合多種物質的材

料，當使用混合的主體材料時，較佳為混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料。藉由混合具有電子傳輸性的材料和具有電洞傳輸性的材料，可以使發光層116、第一發光層 116d-1、第二發光層 116d-2 的傳輸性的調整變得更加容易，也可以更簡便地進行再結合區域的控制。具有電洞傳輸性的材料和具有電子傳輸性的材料的含量比例為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。

[0221] 作為螢光發光層的主體材料，9-苯基-3-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：PCzPA）、3-（4-（1-萘基）-苯基）-9-苯基-9H-咔唑（簡稱：PCPN）、9-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）、7-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑（簡稱：cgDBCzPA）、6-[3-（9,10-二苯基-2-蒽基）苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃（簡稱：2mBnfPPA）、9-苯基-10-｛4-（9-苯基-9H-芴-9-基）聯苯-4'-基｝蒽（簡稱：FLPPA）等具有蒽骨架的材料是特別較佳的。在將具有蒽骨架的物質用作主體材料時，可以實現發光效率及耐久性良好的發光層。尤其是，CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA 呈現非常良好的特性，所以是較佳的。

[0222] 具有如上所述的結構的發光層 116、第一發光層 116d-1、第二發光層 116d-2 可以藉由利用真空蒸鍍法的共蒸鍍、或使用混合溶液的噴墨法、旋塗法、浸漬塗布

法等來形成。

[0223]

<<光學微腔共振器（微腔）的結構>>

使用反射電極和半透射·半反射電極來構成上述一對電極，由此可以得到具有微腔結構的發光元件。反射電極和半透射·半反射電極相當於上述第一電極和第二電極。在反射電極與半透射·半反射電極之間至少含有 EL 層，並且至少含有成為發光區域的發光層。

[0224] 注意，本結構在從使用藍色螢光和黃色磷光的發光裝置取得綠光時是特別有效的。

[0225] 在本發明的一個實施方式的使用藍色螢光和黃色磷光的發光裝置中，為了得到綠光，需要在色彩轉換層中將藍色螢光轉換為綠光。此時，若其中混有黃光，則有可能導致綠色的色純度下降。雖然可以使用濾色片遮斷黃光，但是利用共振結構放大藍光且使黃光衰減的結構的能量損耗較少，所以是較佳的。

[0226] 從 EL 層所包含的發光層向全方向射出的光被反射電極和半透射·半反射電極反射，並且共振。注意，反射電極由具有反射性的導電性材料形成，該膜的可見光的反射率為 40%至 100%，較佳為 70%至 100%，並且其電阻率為 $1\times10^{-2}\Omega$ cm 或更低。另外，半透射·半反射電極由具有反射性及光透過性的導電性材料形成，該膜的可見光的反射率為 20%至 80%，較佳為 40%至 70%，並且其電阻率為 $1\times10^{-2}\Omega$ cm 或更低。

[0227] 在該發光元件中，藉由改變透明導電膜、上述複合材料或載子傳輸材料等的厚度而可以改變反射電極與半透射·半反射電極之間的光學距離。由此，可以在反射電極與半透射·半反射電極之間加強共振的波長的光且使不共振的波長的光衰減。

[0228] 注意，在所發射的光中，被反射電極反射回來的光（第一反射光）會給從發光層直接入射到半透射·半反射電極的光（第一入射光）帶來很大的干涉，因此較佳為將反射電極與發光層的光學距離調節為

（2n-1）λ/4（n 為 1 或更大的自然數，λ為要放大的光的波長）。藉由調節該光學距離，可以使第一反射光與第一入射光的相位彼此一致，由此可以進一步放大從發光層發射的光。

[0229] 注意，在上述結構中，EL 層既可以含有多個發光層，又可以只含有一個發光層。上述串接發光元件可結合 EL 層；例如，在一個發光元件中夾著電荷產生層設置多個 EL 層，在每個 EL 層中形成一個或多個發光層。

[0230] 藉由採用微腔結構，可以加強指定波長的正面方向上的發光強度，由此可以降低耗電量。尤其是，在作為發光中心物質使用上述 1,6-雙（二苯基胺基）芘衍生物的發光元件中，來自該衍生物的發射光譜的半寬度窄，並具有尖銳的光譜形狀，因此利用微腔結構放大發光的效果很大，從而可以得到發光效率非常好的發光元件。

[0231]

<<發光裝置>>

參照圖 6A 及圖 6B 對本發明的一個實施方式的發光裝置進行說明。注意，圖 6A 是發光裝置的俯視圖，圖 6B 是沿圖 6A 中的線 A-B 及線 C-D 切斷的剖面圖。該發光裝置作為用來控制發光元件的發光的單元包括由虛線表示的驅動電路部（源極線驅動電路）601、像素部 602、驅動電路部（閘極線驅動電路）603。元件符號 604 是密封基板，元件符號 605 是密封材料，由密封材料 605 圍繞的內側是空間 607。

[0232] 佈線 608 是用來傳送輸入到源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的 FPC（撓性印刷電路）609 接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。雖然在此只圖示出 FPC，但是該 FPC 還可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光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。

[0233] 下面，參照圖 6B 說明剖面結構。雖然在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，圖 6B 顯示作為驅動電路部的源極線驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

[0234] 作為源極線驅動電路 601，形成組合 n 通道型 FET 623 和 p 通道型 FET 624 的 CMOS 電路。驅動電路可以利用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。雖然在本實施方式中敘述在基板上形成有驅動電路的整合

型驅動器，但是不一定必須要採用該結構，驅動電路也可以形成在外部，而不形成在基板上。

[0235] 像素部 602 包含多個像素，該多個像素各包括開關用 FET 611、電流控制用 FET 612 以及與該電流控制用 FET 612 的汲極電連接的第一電極 613。本發明的一個實施方式並不侷限於此，也可以採用包含組合三個或更多的 FET 和電容元件的像素部。

[0236] 對用於 FET 的半導體的種類及結晶性沒有特別的限制，而可以使用非晶半導體或結晶半導體。作為用於 FET 的半導體的例子，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、有機半導體材料。尤其較佳為使用氧化物半導體。作為該氧化物半導體，例如包含 In-Ga 氧化物、In-M-Zn 氧化物（M 為 Al、Ga、Y、Zr、La、Ce 或 Nd）等。注意，藉由使用能隙大於或等於 2eV，較佳為大於或等於 2.5eV，更佳為大於或等於 3eV 的氧化物半導體材料，可以降低電晶體的關態電流（off-state current），所以是較佳的。

[0237] 以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，可以使用正型感光丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

[0238] 將絕緣物 614 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面，以獲得良好的覆蓋性。例如，在使用正型感光丙烯酸樹脂作為絕緣物 614 的材料的情況下，較佳為只

使絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑（0.2μm 至 3μm）的曲面。作為絕緣物 614，可以使用負型感光樹脂或者正型感光樹脂。

[0239] 在第一電極 613 上形成有 EL 層 616 及第二電極 617。第一電極 613EL 層 616 及第二電極 617 分別相當於圖 5A 至圖 5C 所說明的第一電極 102、EL 層 103（或 EL 層 103d、EL 層 103a）及第二電極 104。

[0240] 藉由使用密封材料 605 將密封基板 604 貼合到元件基板 610，發光元件 618 安裝在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞的空間 607 中。在空間 607 中填充有填料，作為該填料，除了惰性氣體（氮或氬等）以外，還可以使用密封材料 605。藉由在密封基板中形成凹部且在其中設置乾燥劑 625，可以抑制水分所導致的劣化，所以是較佳的。

[0241] 較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉作為密封材料 605。這些材料較佳為儘可能地不使水或氧透過的材料。作為用於元件基板 610 及密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP（Fiber Reinforced Plastics；玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯、丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0242] 注意，在本說明書等中，例如可以使用各種基板來形成電晶體或發光元件。對基板的種類沒有特別的限制。作為該基板的一個例子，例如可以使用半導體基板（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。作為玻璃基板的一個例子，有鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作為撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等的例子。例如，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）為代表的塑膠。或者，作為一個例子，可以舉出丙烯酸樹脂等合成樹脂等。或者，作為一個例子，可以舉出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。或者可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧樹脂、無機蒸鍍薄膜、紙類等。尤其是，藉由使用半導體基板、單晶基板或 SOI 基板等製造電晶體，能夠製造特性、尺寸或形狀等的偏差小、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，可以實現電路的低耗電量化或電路的高集成化。

[0243] 或是，也可以作為基板使用撓性基板，並在撓性基板上直接形成電晶體或發光元件。又或者，也可以在基板與電晶體之間或在基板與發光元件之間設置剝離層。當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時可以使用剝離層。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。作為上述剝離層，例如可以使用鎢膜與氧化矽膜的無機膜的疊層結構或基板上形成有聚醯亞胺等有機樹脂薄膜的結構等。

[0244] 也就是說，也可以使用一個基板來形成電晶體或發光元件，然後將電晶體或發光元件轉置到另一個基板上。作為電晶體或發光元件被轉置的基板，不僅可以使用上述可以形成電晶體或發光元件的基板，還可以使用包含紙基板、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、耗電量小的電晶體、不易損壞的裝置、耐熱性的提高、輕量化或薄型化。

[0245] 圖 7A 及圖 7B 顯示本實施方式的發光裝置的例子。圖 7A 中，基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光元件的第一電極 1024Y、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL 層 1028、發光元件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封材料 1032 等。雖然令 EL 層是發射藍色螢光與綠色磷光合成的光或藍色螢光與黃色磷光合成的光的結構，但是並不侷限於此。

[0246] 在圖 7A 中，紅色的色彩轉換層 1034R、綠色的色彩轉換層 1034G、藍色的濾色片層 1034B、黃色的色彩轉換層（在採用藍色螢光和綠色磷光的情況下）或黃色

的濾色片層（在採用藍色螢光和黃色磷光的情況下）1034Y 設置在透明基材 1033 上。還可以另外設置黑色層（黑矩陣）1035。對準設置有濾色片層、色彩轉換層及黑色層的透明基材 1033 的位置，並將其固定在基板 1001 上。注意，濾色片層、色彩轉換層及黑色層也可以被外覆層 1036 覆蓋。

[0247] 圖 7B 顯示將濾色片層及色彩轉換層形成在閘極絕緣膜 1003 與第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如此，濾色片層及色彩轉換層也可以形成在基板 1001 與密封基板 1031 之間。

[0248] 雖然以上說明了具有在形成有 FET 的基板 1001 一側取出光的結構（底部發射型）的發光裝置，但是也可以採用具有在密封基板 1031 一側取出光的結構（頂部發射型）的發光裝置。圖 8 為頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板 1001 可以使用不使光透過的基板。直到製造連接 FET 與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極 1022 的方式形成第三層間絕緣膜 1037。這個絕緣膜也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜 1037 可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他各種已知的材料形成。

[0249] 雖然在此發光元件的第一電極 1024Y、1024R、1024G、1024B 都作為陽極，但是也可以是陰極。另外，在採用如圖 8 所示那樣的頂部發射型發光裝置的情

況下，第一電極較佳為反射電極。作為 EL 層 1028 的結構採用圖 5A 至圖 5C 所示的 EL 層 103、EL 層 103d 及 EL 層 103a 的結構，並且採用能夠獲得白色光的元件結構。

[0250] 在圖 8 所示那樣的頂部發射結構中，可以利用設置有色彩轉換層或濾色片層的密封基板 1031 進行密封。可以在密封基板 1031 上設置位於像素與像素之間的黑色層（黑矩陣）1035。濾色片層、色彩轉換層及黑色層（黑矩陣）可以被外覆層 1036 覆蓋。注意，作為密封基板 1031 使用具有透光性的基板。

[0251] 雖然在此說明了以紅色、綠色、藍色、黃色這四個色彩進行全彩色顯示的例子，但是並不侷限於此。也可以以紅色、綠色、藍色這三個色彩或紅色、綠色、藍色、白色這四個色彩進行全彩色顯示。

[0252] 圖 9A 和 9B 說明本發明的一個實施方式的被動矩陣型發光裝置。注意，圖 9A 為顯示發光裝置的示意圖，圖 9B 是沿圖 9A 的線 X-Y 切斷的剖面圖。在圖 9A 和 9B 中，在基板 951 上的電極 952 與電極 956 之間設置有 EL 層 955。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置有隔離層 954。隔離層 954 的側壁具有如下傾斜，即越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。換句話說，隔離層 954 的短邊方向的剖面是梯形，底邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 接觸的邊）比上邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 不接觸的邊）短。藉由設置隔離層 954，可以

防止起因於靜電等的發光元件的不良。

[0253] 能夠利用形成在像素部中的 FET 控制配置為矩陣狀的微小的多個發光元件中的每一個，所以上述發光裝置適合用作進行影像顯示的顯示裝置。

[0254]

<<電子裝置>>

以下說明作為本發明的一個實施方式的電子裝置的例子。作為電子裝置，例如電視機（也稱為電視機或電視接收機）、電腦等的螢幕、數位相機、數位攝影機等影像拍攝裝置、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，說明這些電子裝置的具體例子。

[0255] 圖 10A 顯示電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此說明利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部 7103 顯示影像，顯示部 7103 中，發光元件排列為矩陣狀。

[0256] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部 7107。

[0257] 注意，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通信網路，能夠進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者之間等）的資訊通信。

[0258] 圖 10B1 顯示電腦，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。注意，該電腦藉由將發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。圖 10B1 中的電腦也可以為如圖 10B2 所示的方式。圖 10B2 所示的電腦設置有第二顯示部 7210 代替鍵盤 7204 及指向裝置 7206。第二顯示部 7210 是觸控面板，藉由利用手指或專用筆操作顯示在第二顯示部 7210 上的輸入用顯示，能夠進行輸入。第二顯示部 7210 不僅能夠顯示輸入用顯示，而且也可以顯示其他影像。顯示部 7203 也可以是觸控面板。因為兩個螢幕藉由鉸鏈部連接，所以可以防止當電腦被收納或搬運時發生如螢幕破裂、損壞等問題。

[0259] 圖 10C 及圖 10D 顯示可攜式資訊終端的一個例子。可攜式資訊終端具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。注意，可攜式資訊終端包括其中發光元件被排列為矩陣狀的顯示部 7402。

[0260] 圖 10C 及圖 10D 所示的可攜式資訊終端也可以具有藉由用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊的結

構。在此情況下，能夠藉由用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

[0261] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一模式是以影像的顯示為主的顯示模式，第二模式是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三模式是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

[0262] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而進行在螢幕上顯示的文字的輸入操作。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0263] 藉由在可攜式資訊終端內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷可攜式資訊終端的方向（可攜式資訊終端以水平或垂直放置時顯示橫模式或縱模式）而自動進行顯示部 7402 的螢幕顯示的切換。

[0264] 藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行螢幕模式的切換。可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像的資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0265] 另外，當在輸入模式中藉由檢測顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部

7402 的觸摸操作輸入時，也可以將螢幕模式控制為從輸入模式切換成顯示模式。

[0266] 也可以將顯示部 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，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用發射近紅外光的背光或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0267] 注意，上述電子裝置可以適當地組合本說明書中所示的結構而使用。

[0268] 較佳為將包含本發明的一個實施方式的有機化合物的發光元件用於顯示部。由於該發光元件可以成為發光效率高的發光元件，所以可以得到耗電量小的電子裝置。另外，還容易實現耐熱性高的發光元件。

[0269] 圖 11 顯示本發明的一個實施方式的汽車。在該汽車的擋風玻璃或儀表板中安裝有發光元件。顯示區域 5000 至顯示區域 5005 是使用發光元件設置的顯示區域。較佳為使用本發明的一個實施方式的有機化合物，藉由使用該有機化合物可以實現耗電量小的發光元件。另外，由此可以降低顯示區域 5000 至顯示區域 5005 的耗電量，所以適於車載。

[0270] 顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽車的擋風玻璃上的使用發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將該發光元件形成為能看到對面一側的所謂的透視式顯示裝置。當

採用透視式顯示時，即使將該透視式顯示裝置設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視野。另外，在設置用於驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

[0271] 顯示區域 5002 是設置在立柱部分的使用發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域 5002 上顯示來自設置在車體上的成像單元的影像，可以補充被立柱遮擋的視野。同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠彌補被車體遮擋的視野的死角，從而提高安全性。藉由顯示影像以彌補看不見的部分，能夠更舒適且簡單地確認安全。

[0272] 顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速表、行駛距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。注意，這些資訊也可以顯示在顯示區域 5000 至顯示區域 5003 上。另外，也可以將顯示區域 5000 至顯示區域 5005 用作照明裝置。

[0273] 另外，圖 12A 至圖 12C 說明能夠折疊的可攜式資訊終端 9310。圖 12A 說明展開狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 12B 說明從展開狀態和折疊狀態中的一個狀態變為另一個狀態時的中途狀態的可攜式資訊終端 9310。圖 12C 說明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。當可攜式資

訊終端 9310 在展開狀態時，因為具有無縫拼接的較大的顯示區域所以顯示一覽性強。

[0274] 顯示面板 9311 由鉸鏈部 9313 所連接的三個外殼 9315 來支撐。藉由鉸鏈部 9313 使兩個外殼 9315 之間彎折，可以使可攜式資訊終端 9310 從展開狀態可逆性地變為折疊狀態。可以將本發明的一個實施方式的發光裝置用於顯示面板 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 中可以顯示資訊圖示以及常用應用程式、程式的檔案捷徑等，能夠順暢地進行確認資訊或開啟應用程式。

[0275] 如上所述，可以藉由使用本發明的一個實施方式的發光裝置來得到電子裝置。注意，能夠應用的電子裝置不侷限於本實施方式中所示的電子裝置，而可以應用於各種領域的電子裝置。

[0276] 注意，本實施方式所示的結構可以與其他實施方式所示的結構適當地組合而使用。

【符號說明】

[0277]

100：基板

101：密封基板

102：第一電極

102R：第一電極

102G：第一電極

102B：第一電極

102Y：第一電極

102Rt：透明導電膜

102Gt：透明導電膜

102Bt：透明導電膜

102Yt：透明導電膜

103：EL 層

103a：EL 層

103b：第一發光單元

103c：第二發光單元

103d：EL 層

103e：第一 EL 層

103f：第二 EL 層

103g：第三 EL 層

103h：第四 EL 層

103i：第一 EL 層

103j：第二 EL 層

103k：第三 EL 層

103m：第四 EL 層

104：第二電極

105：黑矩陣

106R：色彩轉換層

106G：色彩轉換層

106Y：色彩轉換層

107G：濾色片

107B：濾色片

107Y：濾色片

109：中間層

114：電洞注入層

115：電洞傳輸層

116：發光層

116d-1：第一發光層

116d-2：第二發光層

117：電子傳輸層

118：電子注入層

601：驅動電路部（源極線驅動電路）

602：像素部

603：驅動電路部（閘極線驅動電路）

604：密封基板

605：密封材料

607：空間

608：佈線

609：FPC（撓性印刷電路）

610：元件基板

611：開關用 FET

612：電流控制用 FET

613：第一電極

614：絕緣物

616：EL 層

617：第二電極

618：發光元件

623：n 通道型 FET

624：p 通道型 FET

625：乾燥劑

915：基板

952：電極

953：絕緣層

954：分隔壁層

955：EL 層

956：電極

1001：基板

1002：基底絕緣膜

1003：閘極絕緣膜

1006：閘極電極

1007：閘極電極

1008：閘極電極

1020：第一層間絕緣膜

1021：第二層間絕緣膜

1022：電極

1024Y：發光元件的第一電極

1024R：發光元件的第一電極

1024G：發光元件的第一電極

1024B：發光元件的第一電極

1025：分隔壁

1028：EL 層

1029：發光元件的第二電極

1031：密封基板

1032：密封材料

1033：透明基材

1034R：紅色的色彩轉換層

1034G：綠色的色彩轉換層

1034B：藍色的濾色片層

1034Y：黃色的色彩轉換層

1035：黑色層（黑矩陣）

1037：第三層間絕緣膜

1040：像素部

1041：驅動電路部

1042：周邊部

5000：顯示區域

5001：顯示區域

5002：顯示區域

5003：顯示區域

5004：顯示區域

5005：顯示區域

7101：外殼

7103：顯示部

7105：支架

7107：顯示部

7109：操作鍵

7110：遙控器

7201：主體

7202：外殼

7203：顯示部

7204：鍵盤

7205：外部連接埠

7206：指向裝置

7210：第二顯示部

7301：外殼

7302：外殼

7303：聯結部

7304：顯示部

7305：顯示部

7306：揚聲器部

7307：儲存介質插入部分

7308：LED 燈

7309：操作鍵

7310：連接端子

7311：感測器

7401：外殼

7402：顯示部

7403：操作按鈕

7404：外部連接埠

7405：揚聲器

7406：麥克風

9310：可攜式資訊終端

9311：顯示面板

9312：顯示區域

9313：鉸鏈部

9315：外殼

申請專利範圍

【請求項 1】一種發光裝置，包括：

第一發光元件；

第二發光元件；

濾色片；以及

色彩轉換層，

其中，該濾色片和該色彩轉換層被設置直接接觸同一個表面，

其中，該第一發光元件和該第二發光元件共用電致發光層，

其中，從該第一發光元件發射出的光入射該濾色片，

其中，從該第二發光元件發射出的光入射該色彩轉換層，

其中，該濾色片透射綠光，並且

其中，該色彩轉換層含有發射紅光的色彩轉換物質。

【請求項 2】一種發光裝置，包括：

第一發光元件；

第二發光元件；

第三發光元件；

第四發光元件；

第一濾色片；

第二濾色片；

第一色彩轉換層；以及

第二色彩轉換層，

其中，該第一發光元件、該第二發光元件、該第一色彩轉換層、及該第二色彩轉換層被設置直接接觸同一個表面，

其中，該第一到第四發光元件共用電致發光層，

其中，從該第一發光元件發射出的光入射該第一濾色片，

其中，從該第二發光元件發射出的光入射該第一色彩轉換層，

其中，從該第三發光元件發射出的光入射該第二色彩轉換層，

其中，從該第四發光元件發射出的光入射該第二濾色片，

其中，該第一濾色片透射藍光，

其中，該第二濾色片透射黃光，

其中，該第一色彩轉換層含有發射綠光的色彩轉換物質，並且

其中，該第二色彩轉換層含有發射紅光的色彩轉換物質。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 之發光裝置，其中，該電致發光層由包括發射藍色螢光之發光材料的層和包括發射綠色磷光之發光材料的層組成。

【請求項 4】如請求項 1 或 2 之發光裝置，其中，該第一發光元件和該第二發光元件是串接型發光元件。

【請求項 5】如請求項 3 之發光裝置，其中，在該第

一發光元件和該第二發光元件中，該包括發射藍色螢光之發光材料的層與該包括發射綠色磷光之發光材料的層彼此鄰接。

【請求項 6】如請求項 3 之發光裝置，其中，在該第一到第四發光元件中，該包括發射藍色螢光之發光材料的層與該包括發射綠色磷光之發光材料的層彼此鄰接。

圖式

圖 1A

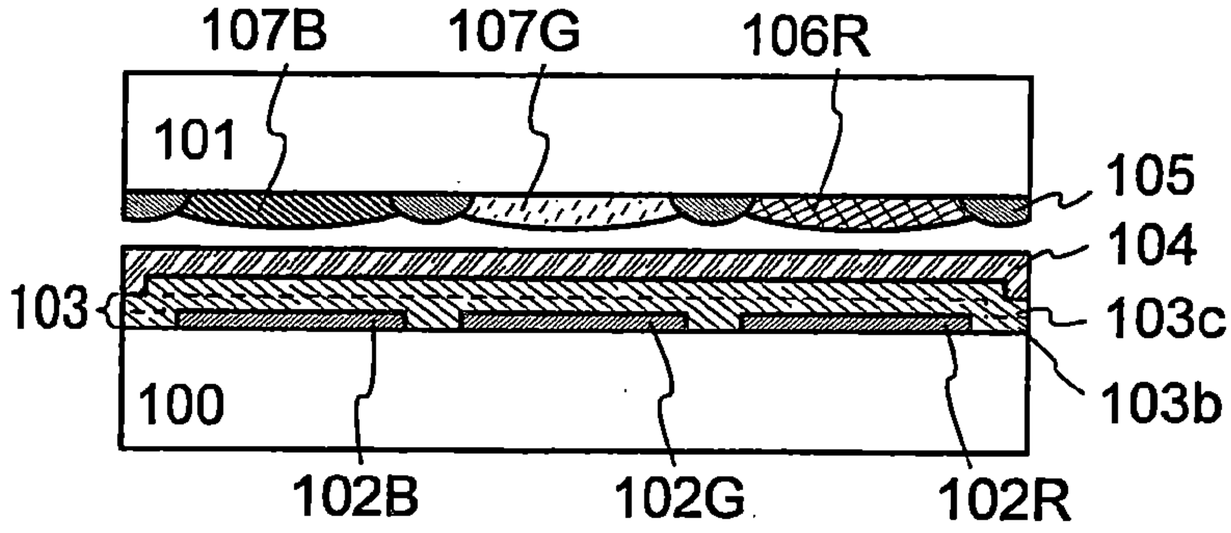


圖 1B

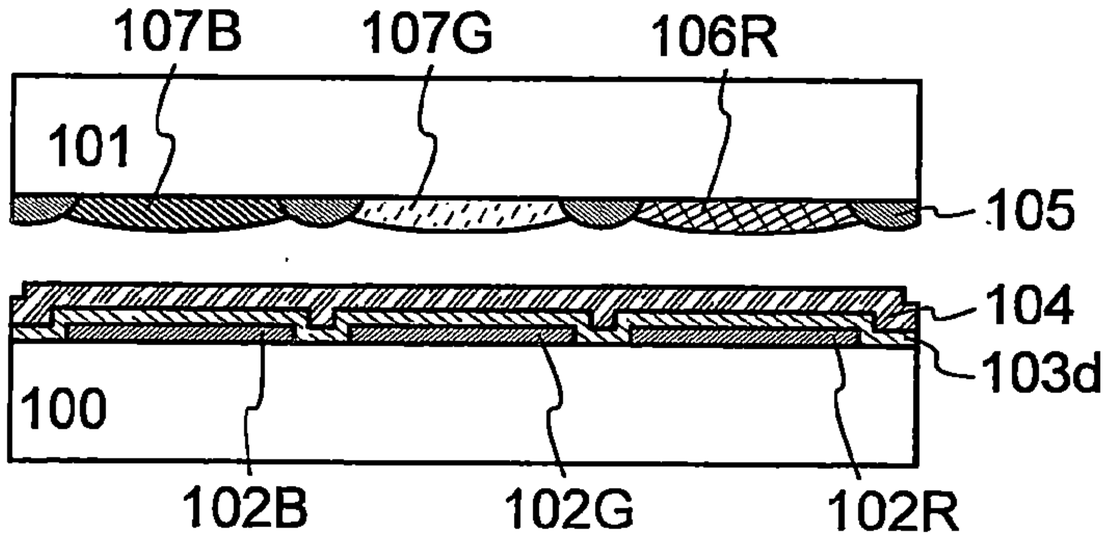


圖 1C

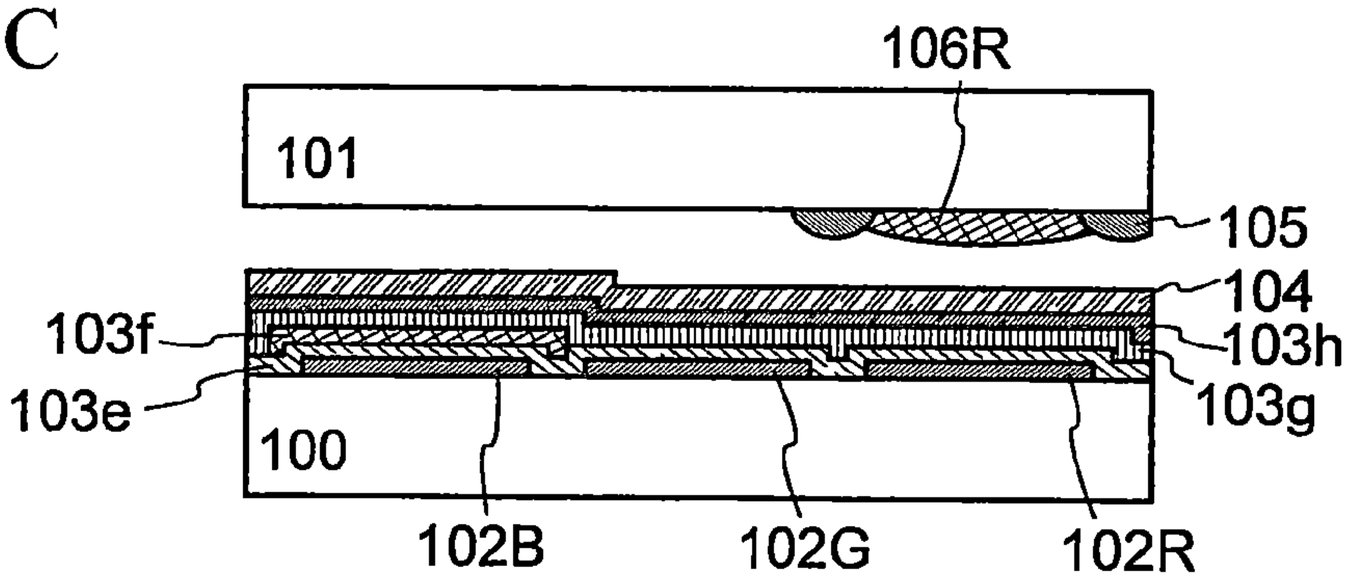


圖 1D

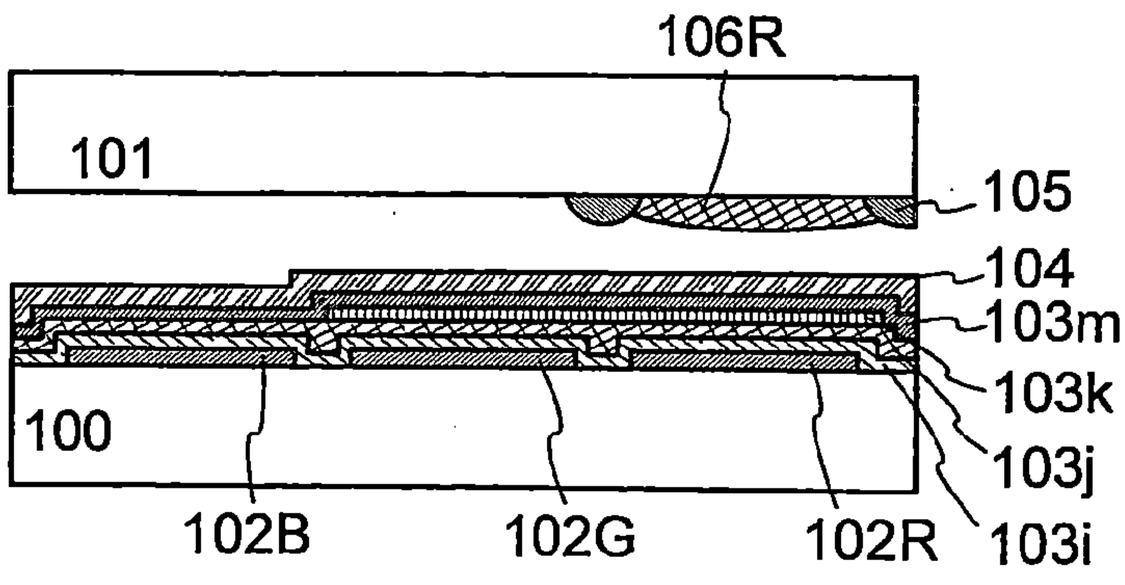


圖 2A

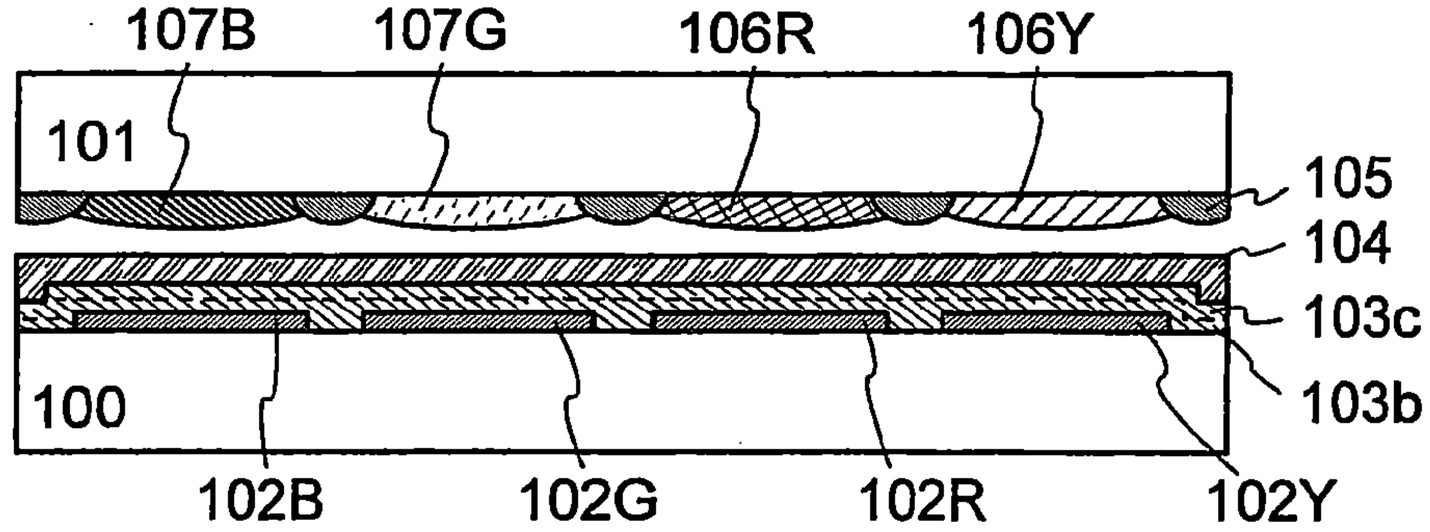


圖 2B

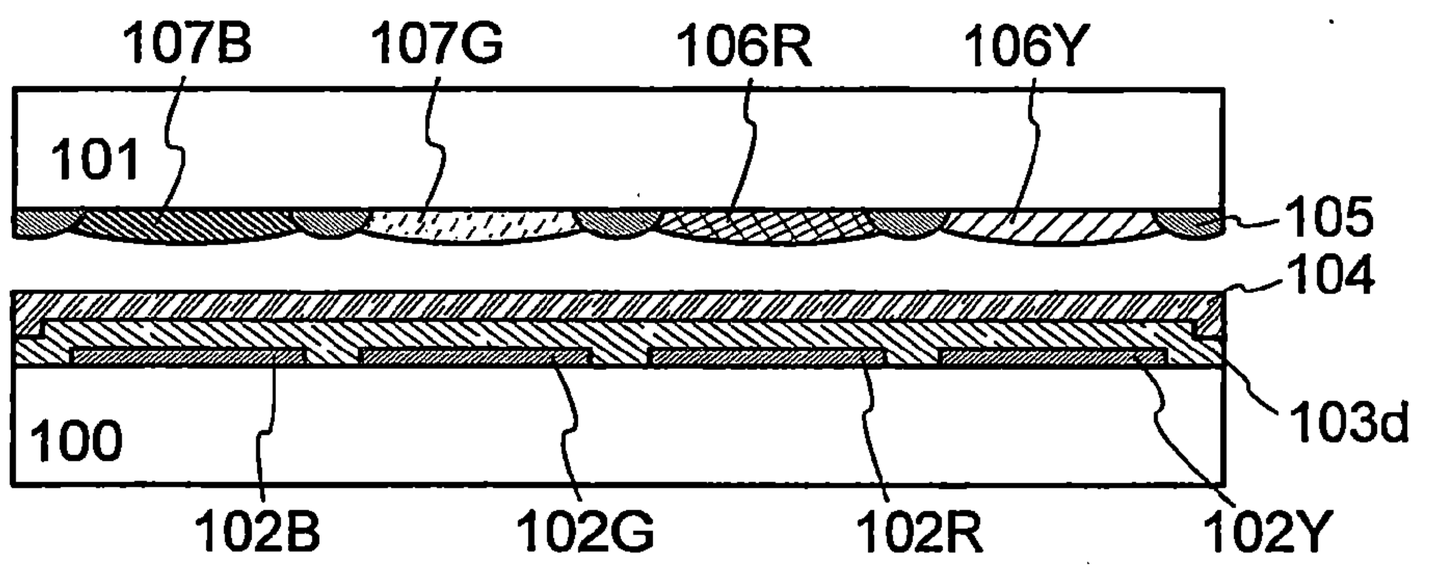


圖 2C

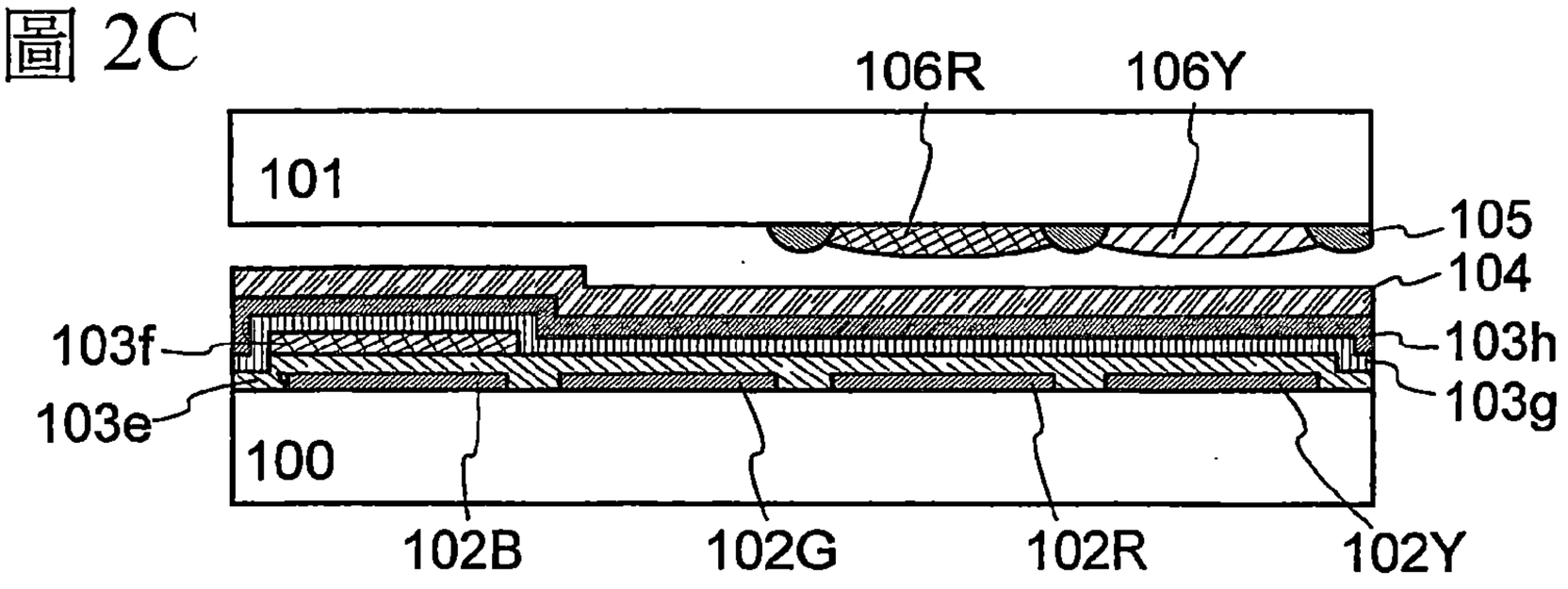


圖 2D

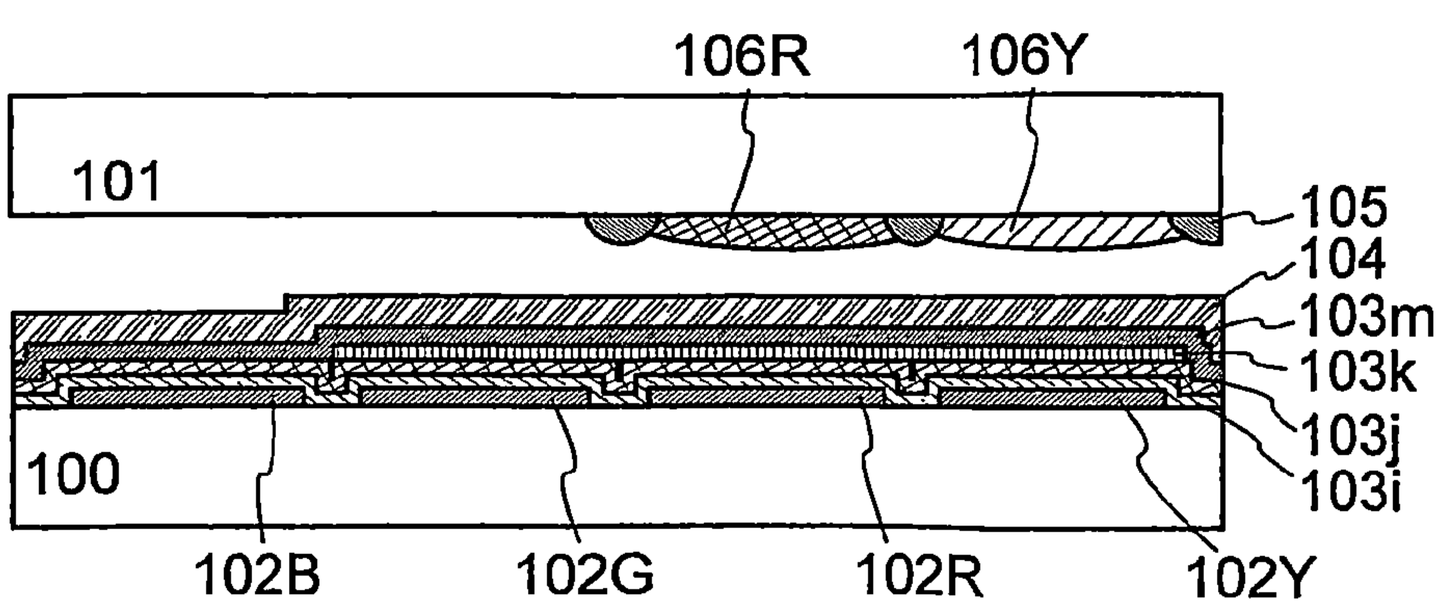


圖 3A

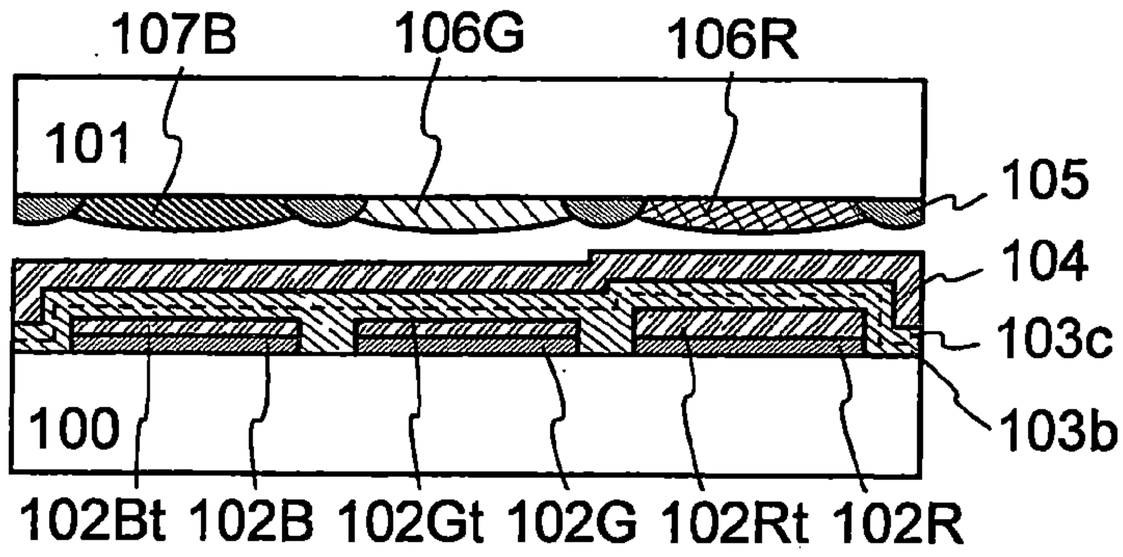


圖 3B

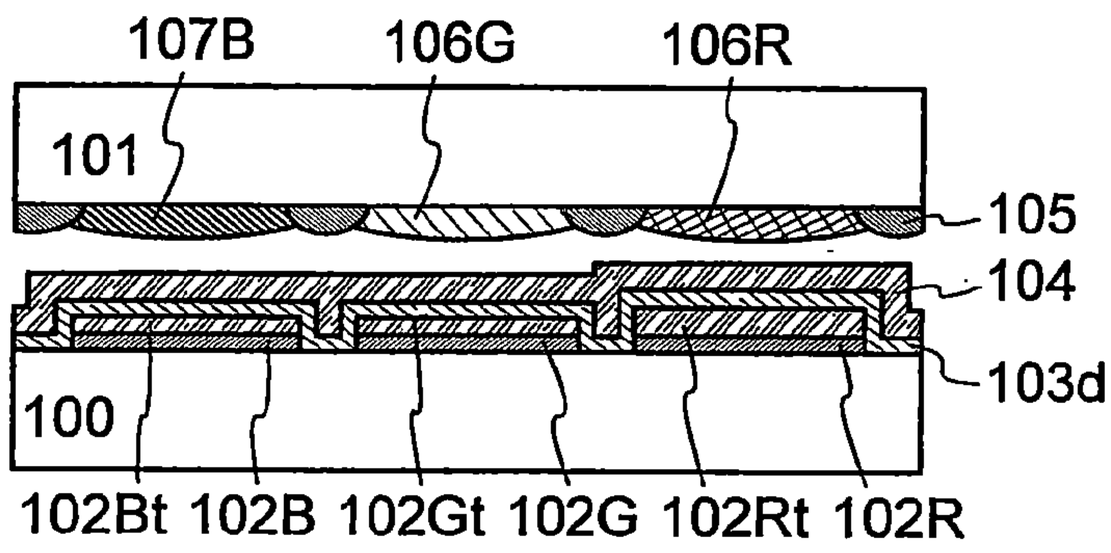


圖 3C

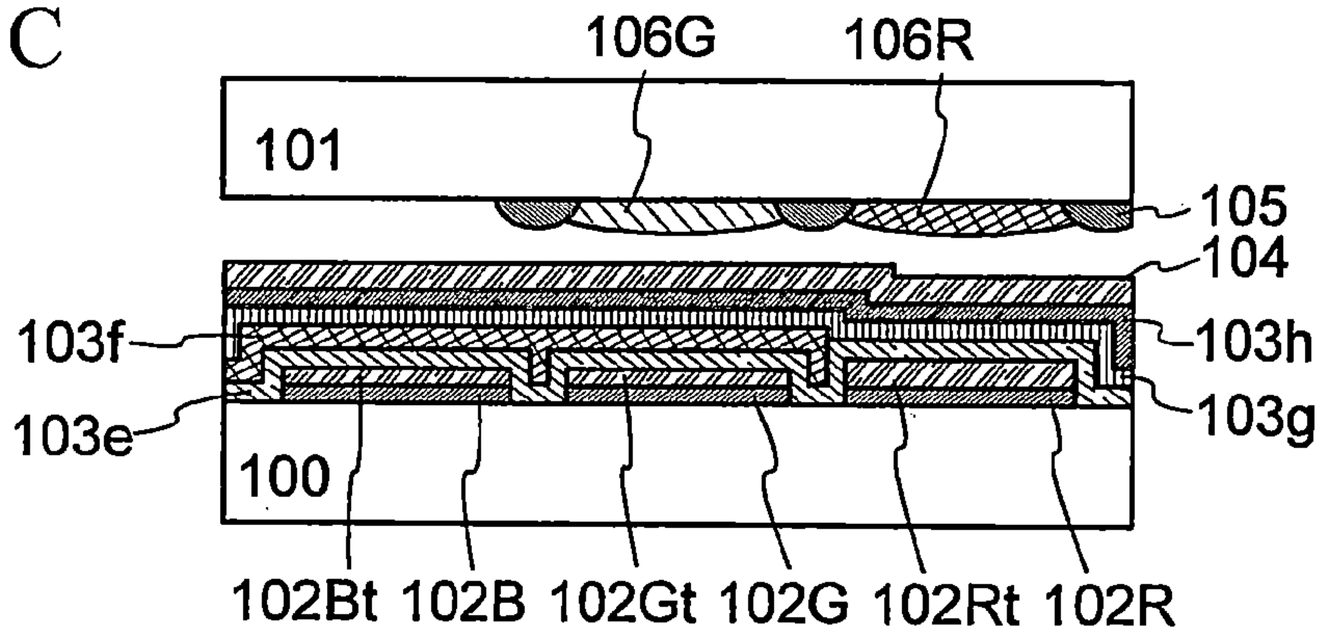


圖 3D

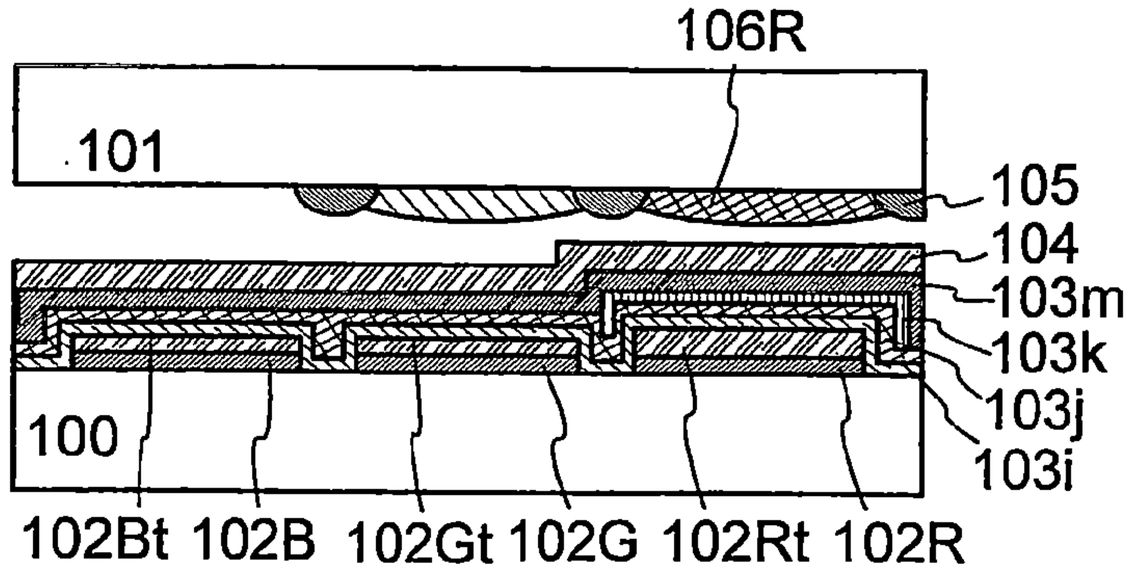


圖 4A

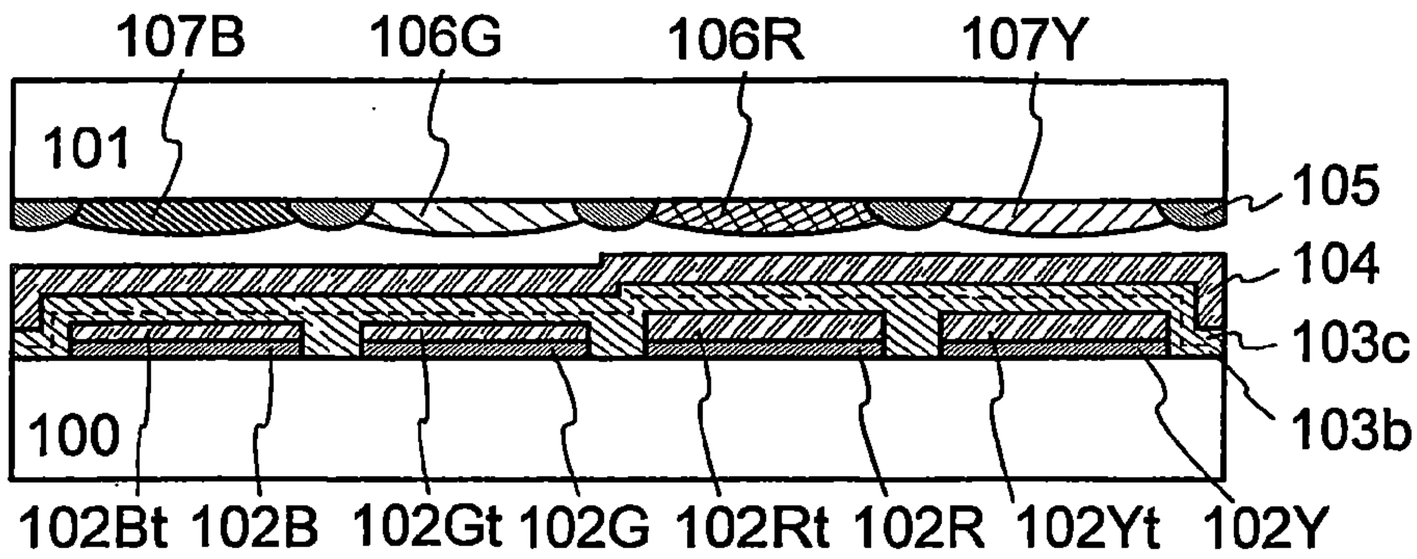


圖 4B

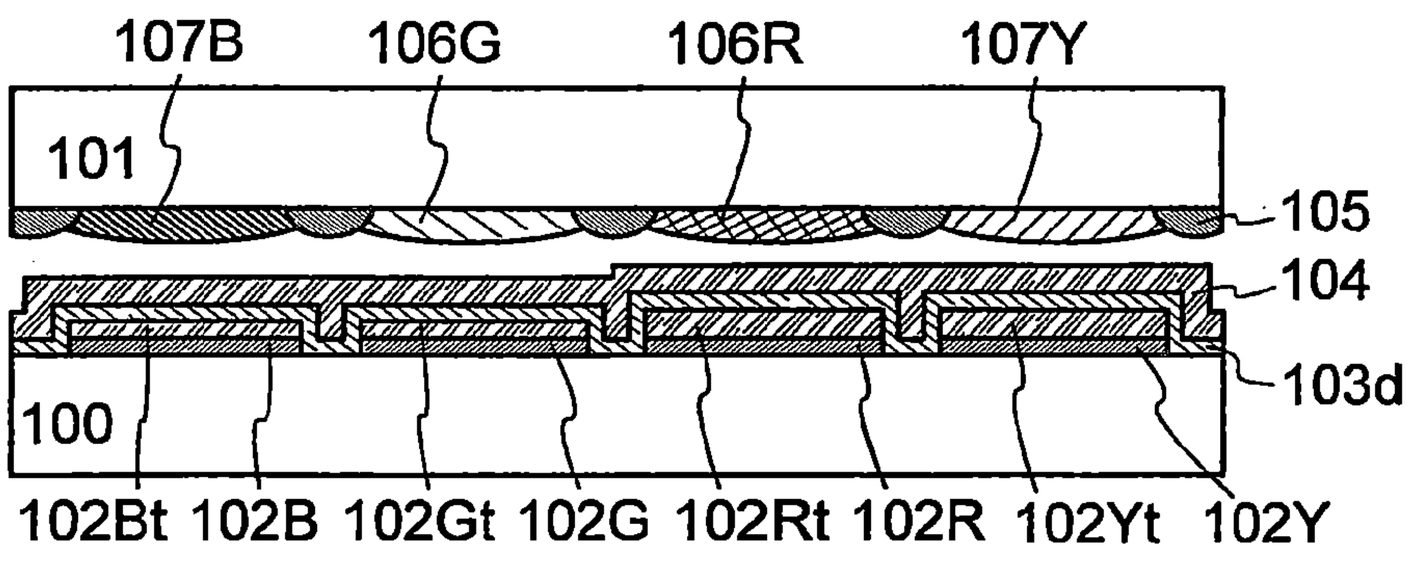


圖 4C

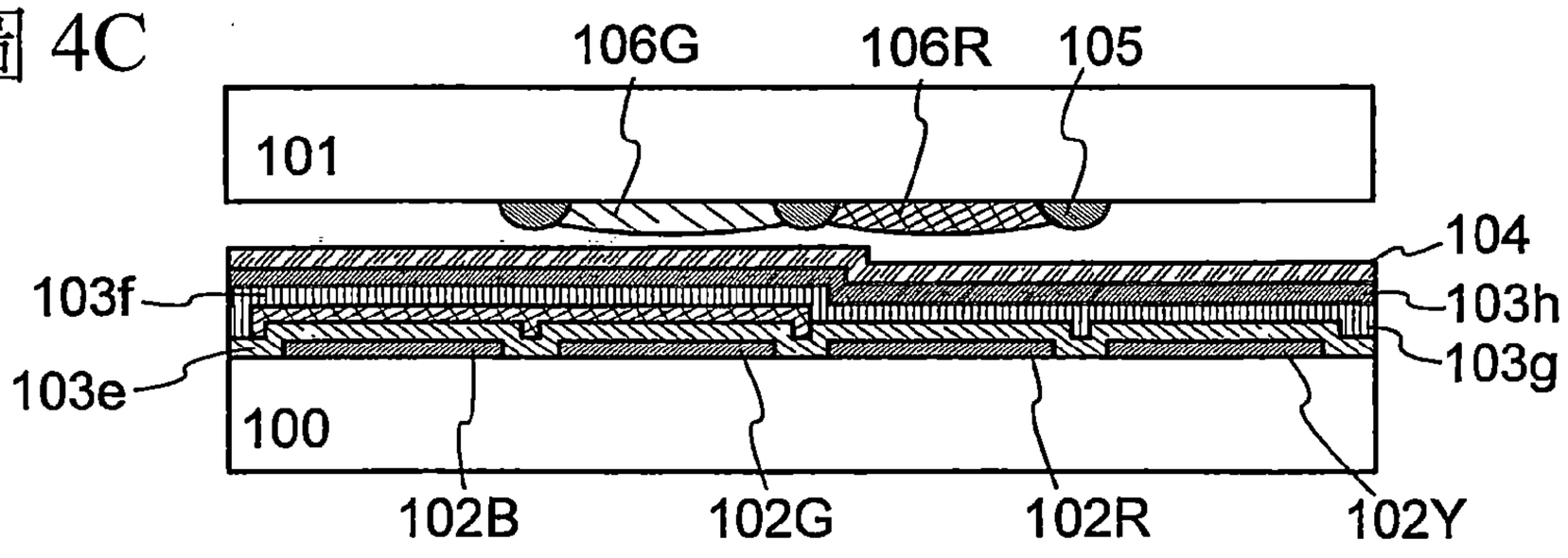


圖 4D

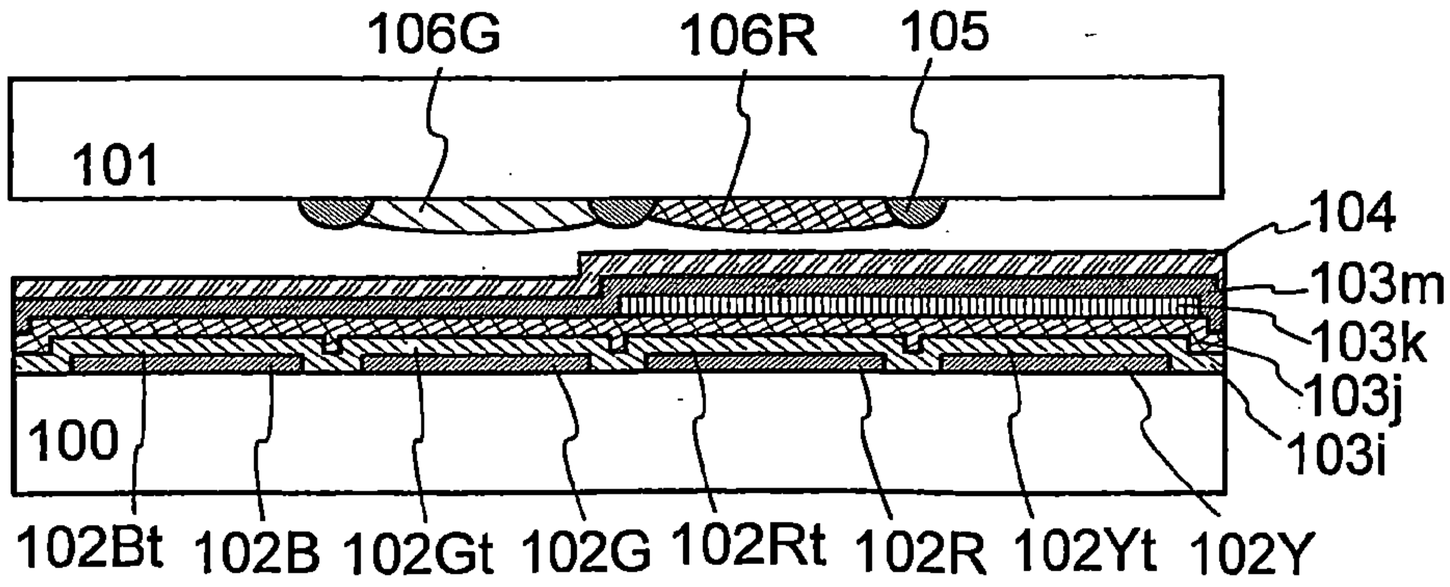


圖 5A

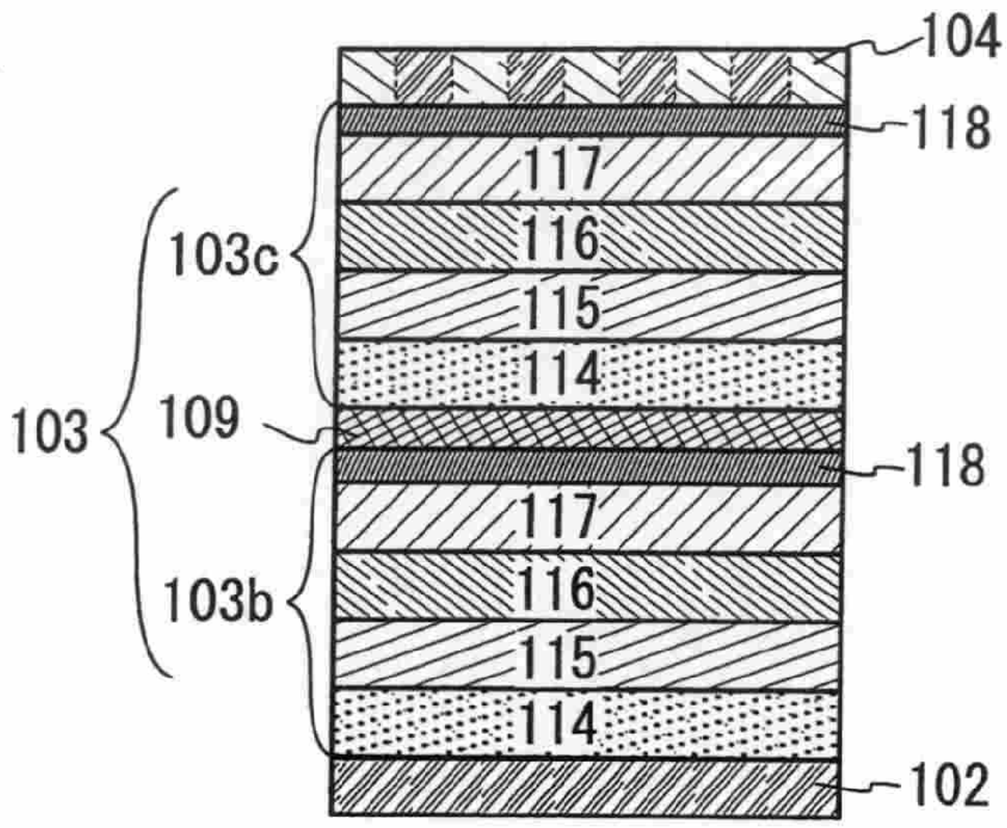

104
118
117
116
115
114
103c
103
109
118
117
116
115
114
103b
102

圖 5B

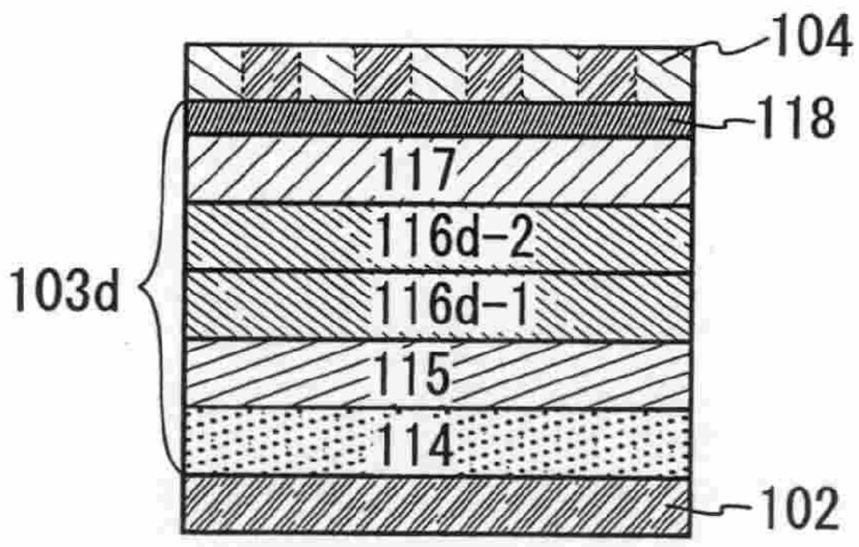
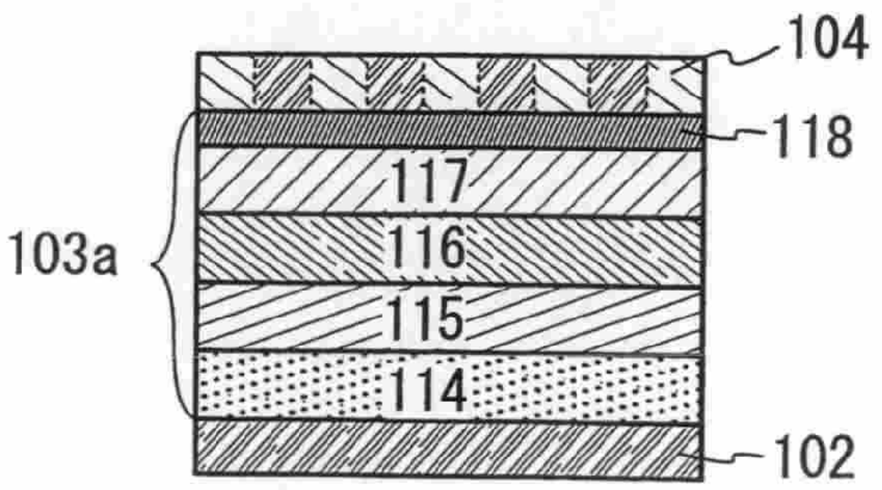

104
118
117
116d-2
116d-1
115
114
103d
102

圖 5C


104
118
117
116
115
114
103a
102

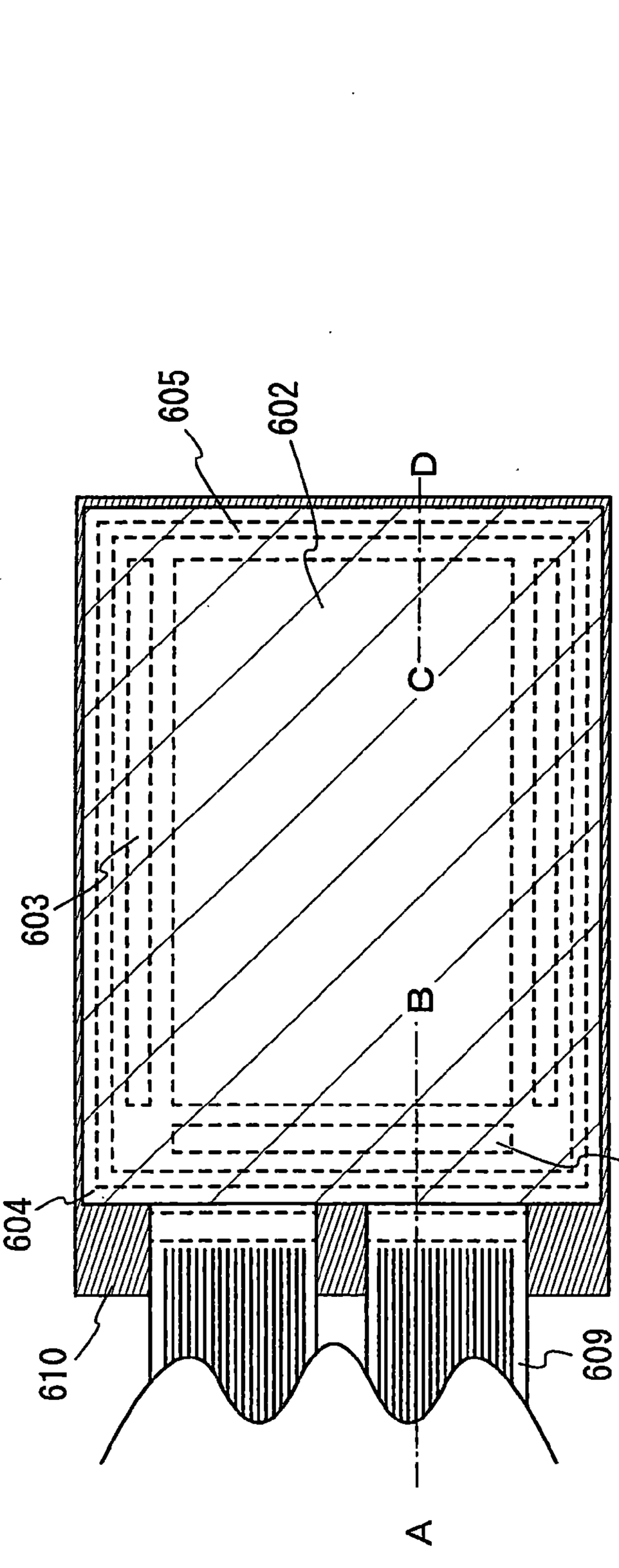

605
602
603
604
610
609
601
D
C
B
A

圖 6A

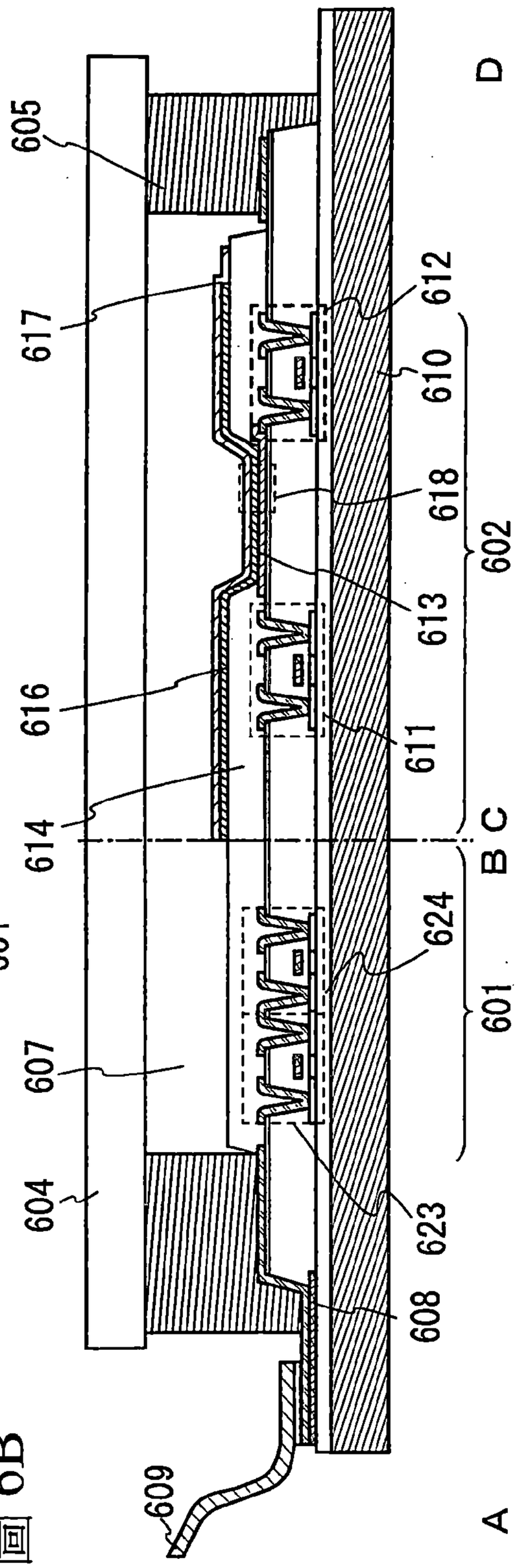

605
617
612
610
618
602
613
616
611
614
624
601
607
604
623
608
609
D
C
B
A

圖 6B

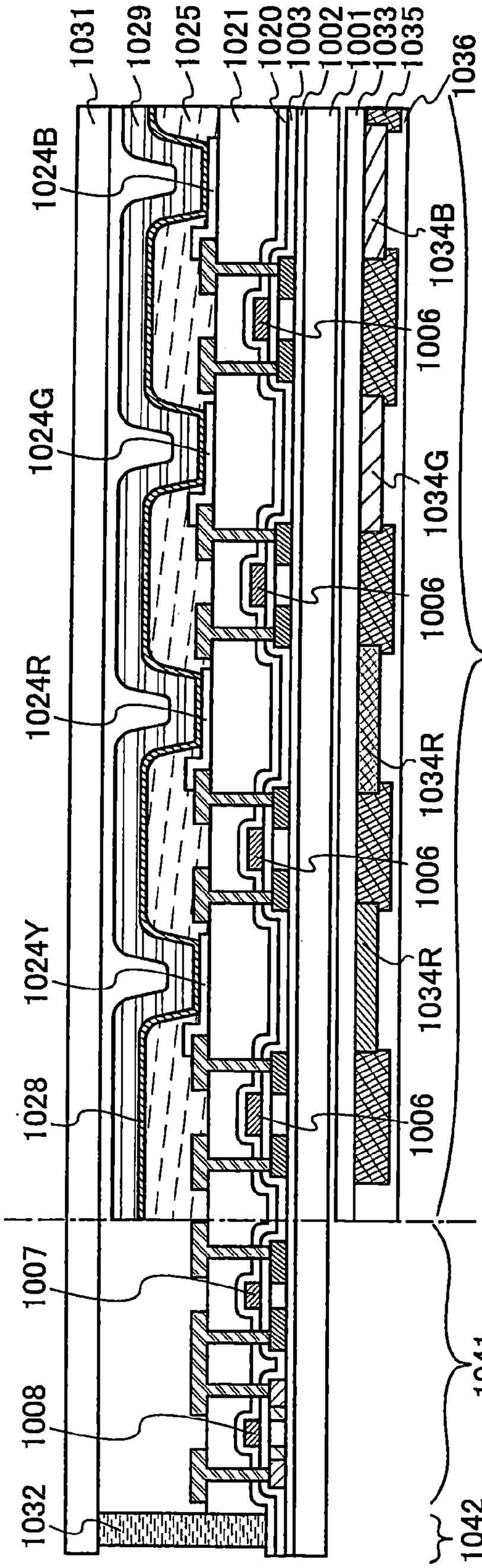

1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1034B
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1034R
1006
1040
1024Y
1028
1034R
1006
1007
1041
1008
1032
1042

圖 7A

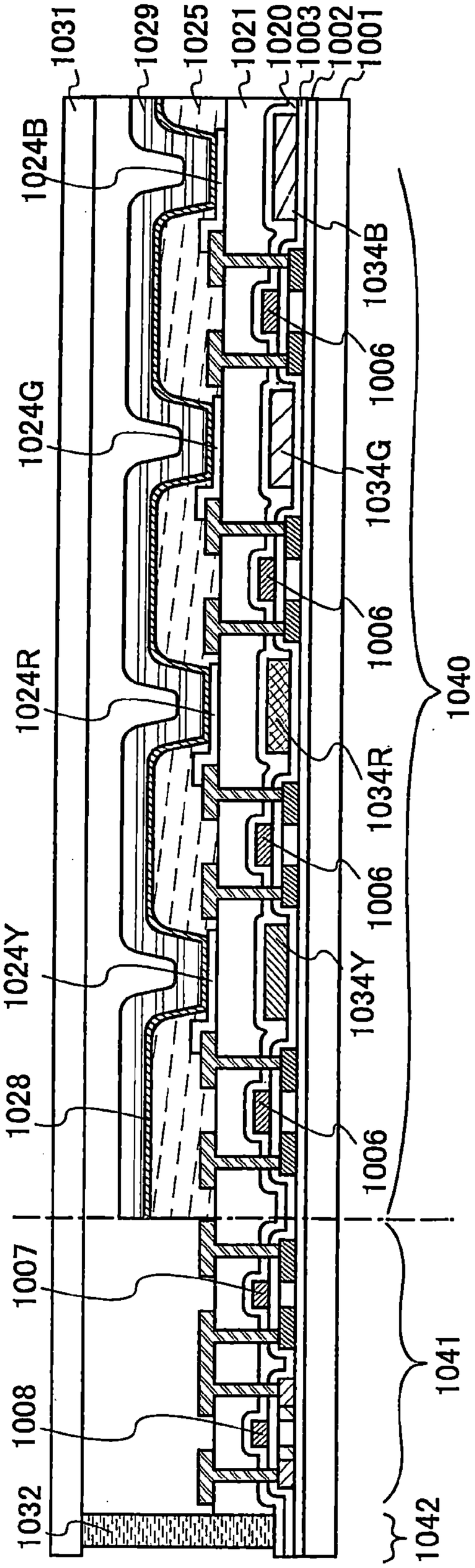

1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1024B
1034B
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1034R
1006
1040
1024Y
1028
1034Y
1006
1007
1041
1008
1032
1042

圖 7B

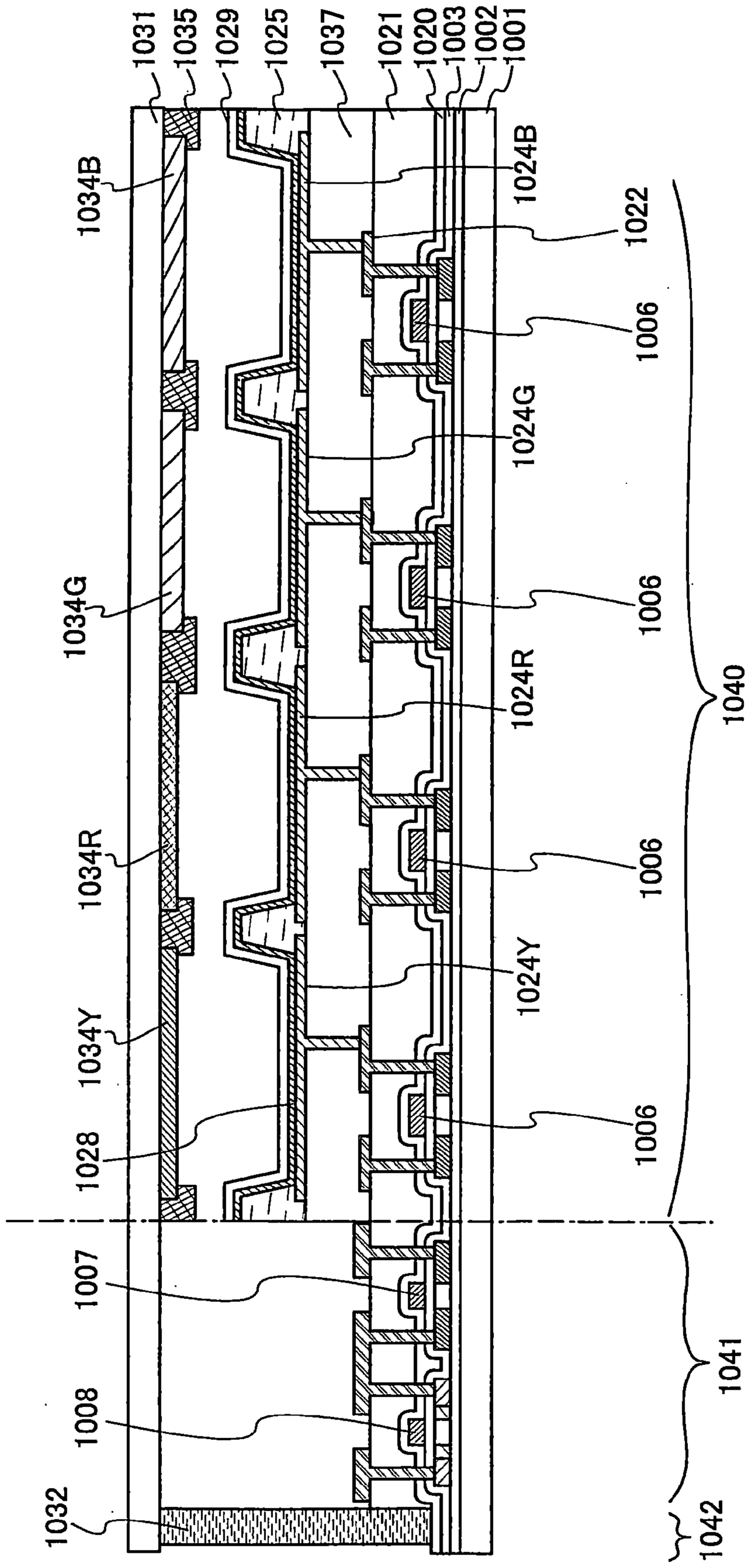

1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1034G
1024G
1006
1024R
1006
1040
1034R
1024Y
1006
1034Y
1028
1007
1008
1041
1032
1042

図8

圖 9A

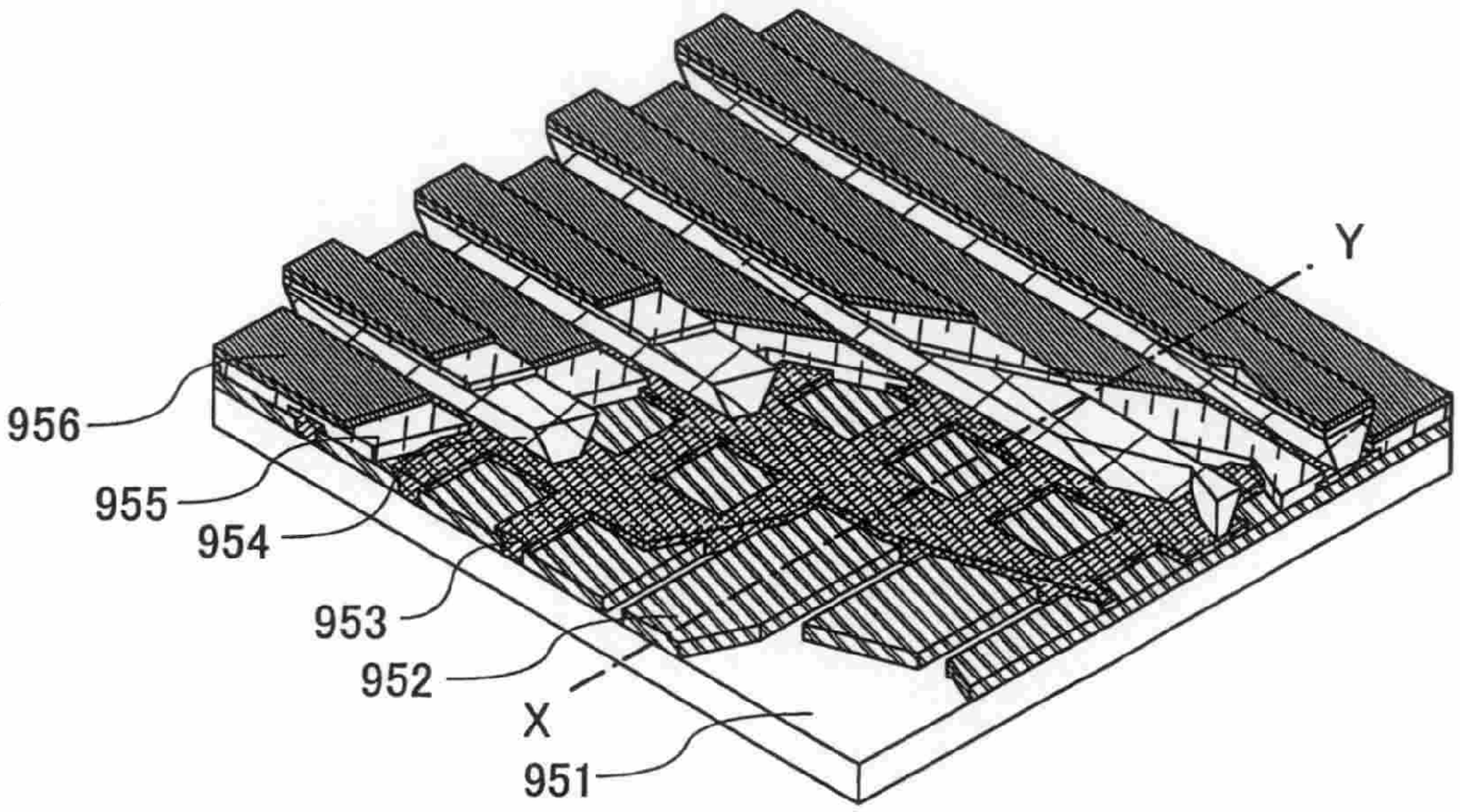

956
955
954
953
952
X
951
Y

圖 9B

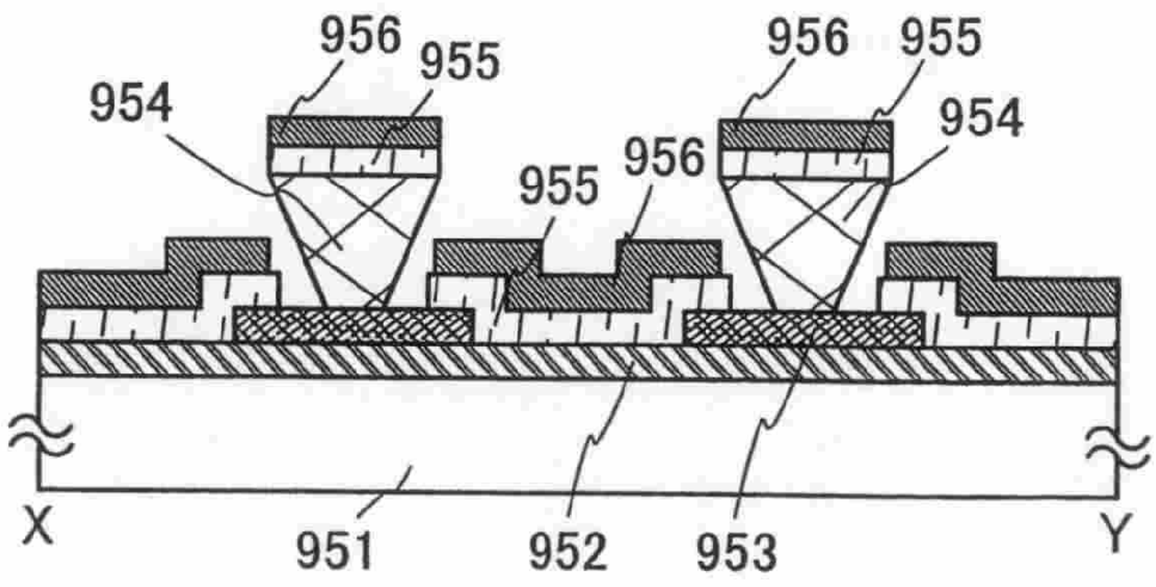
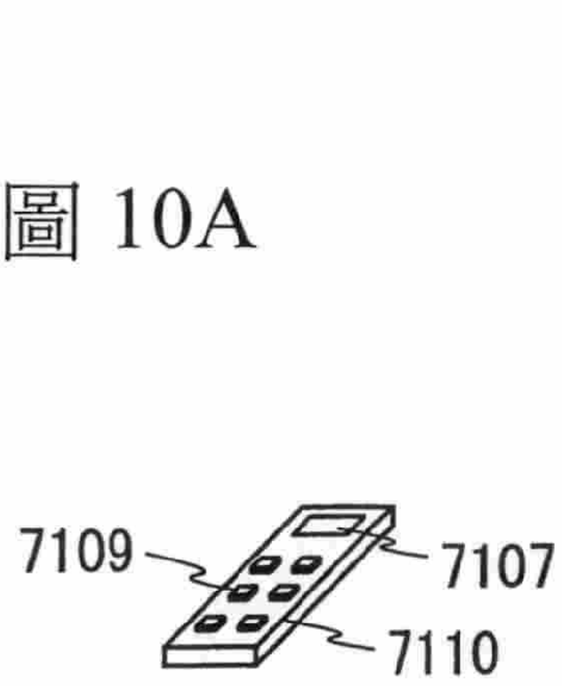

956
955
954
955
956
956
955
954
X
951
952
953
Y

圖 10A



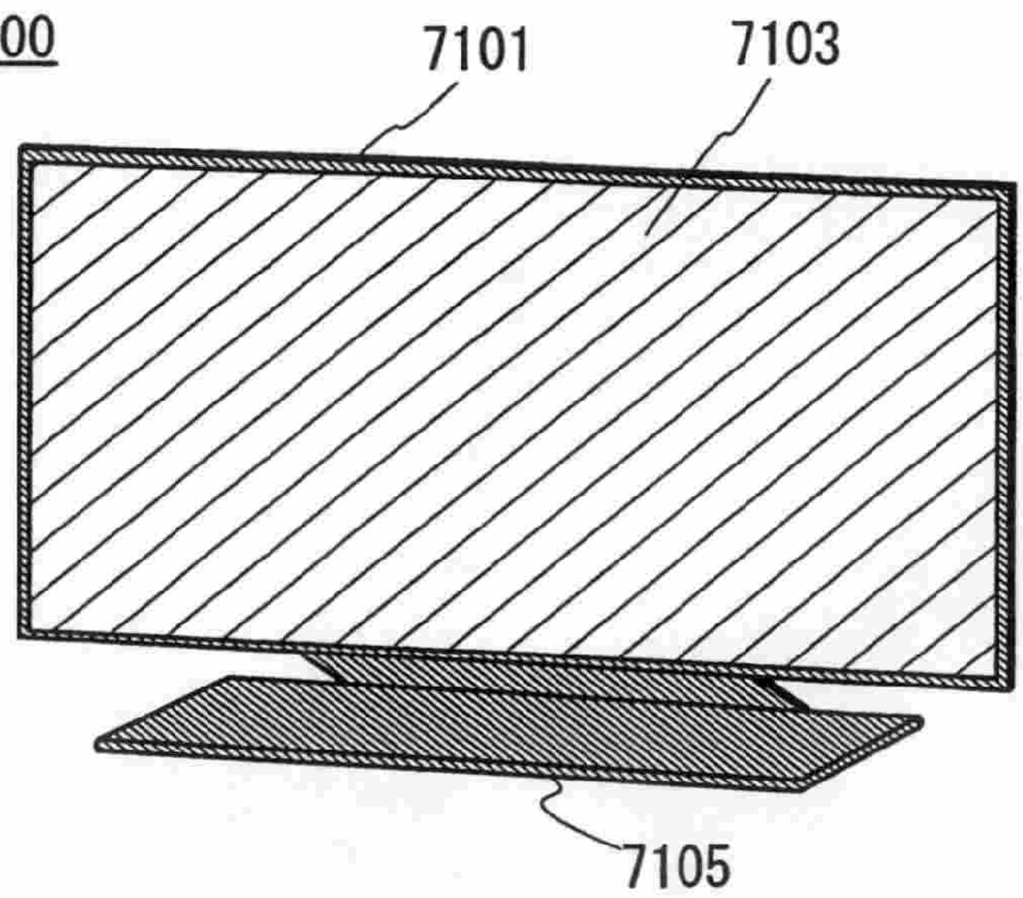


圖 10B1

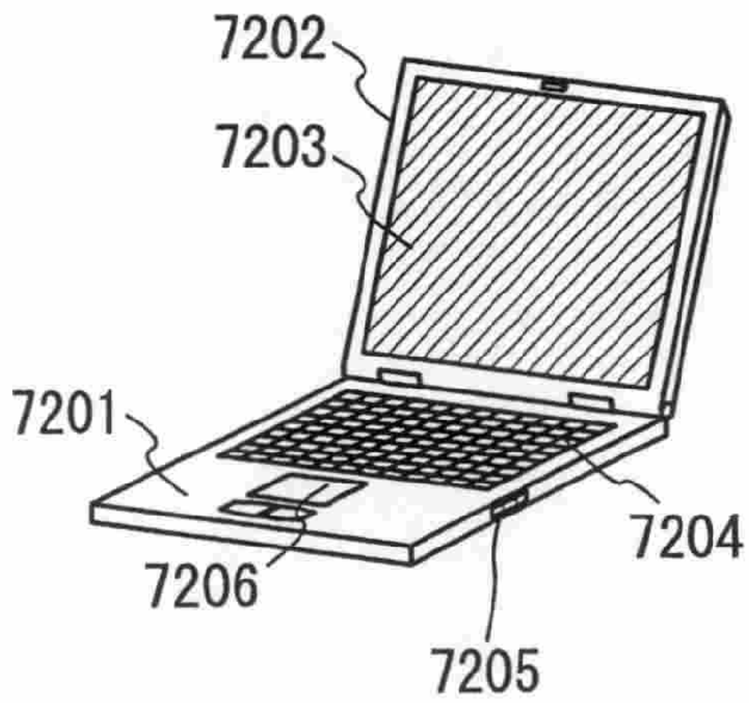


圖 10B2

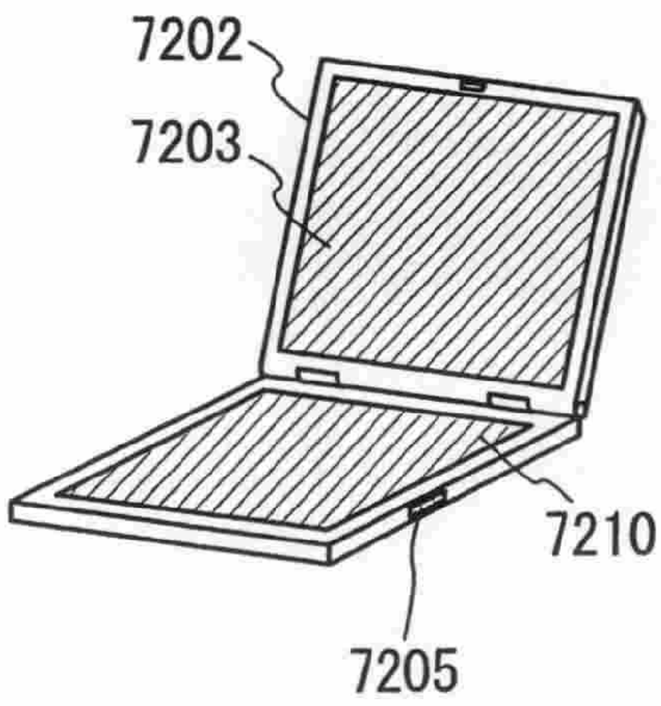


圖 10C

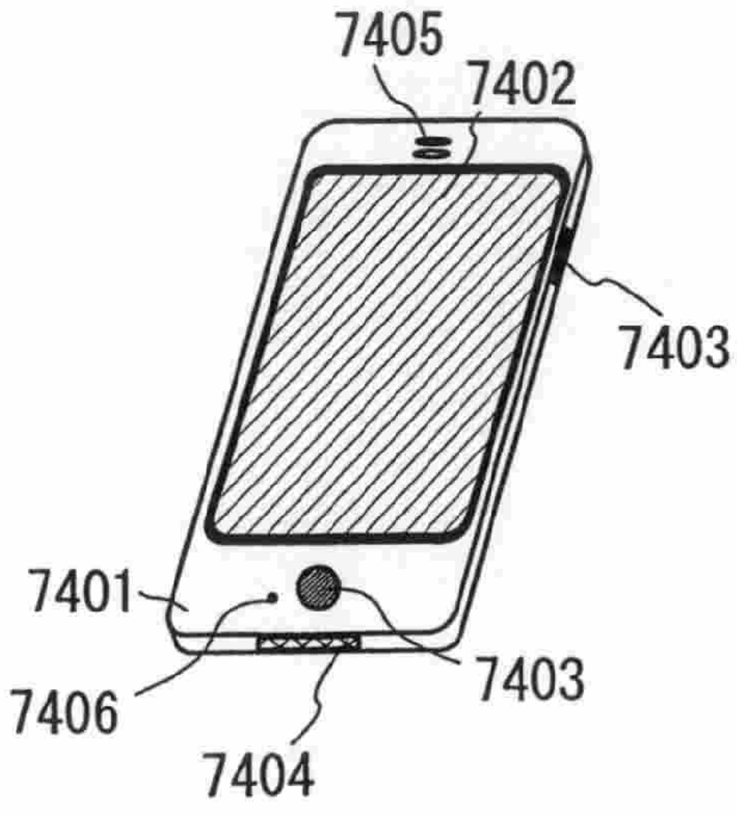


圖 10D

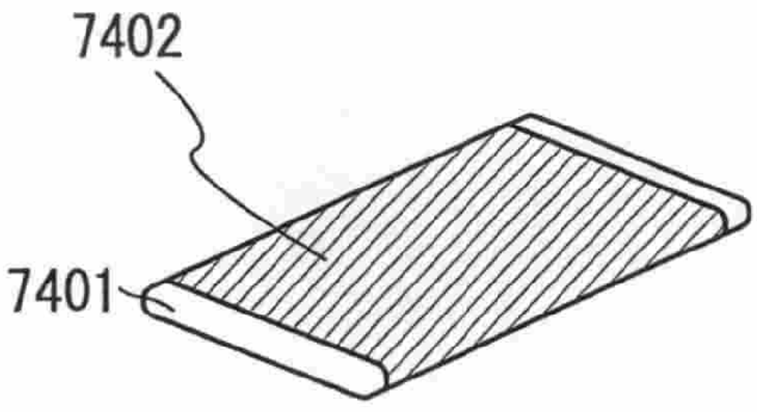


圖 11

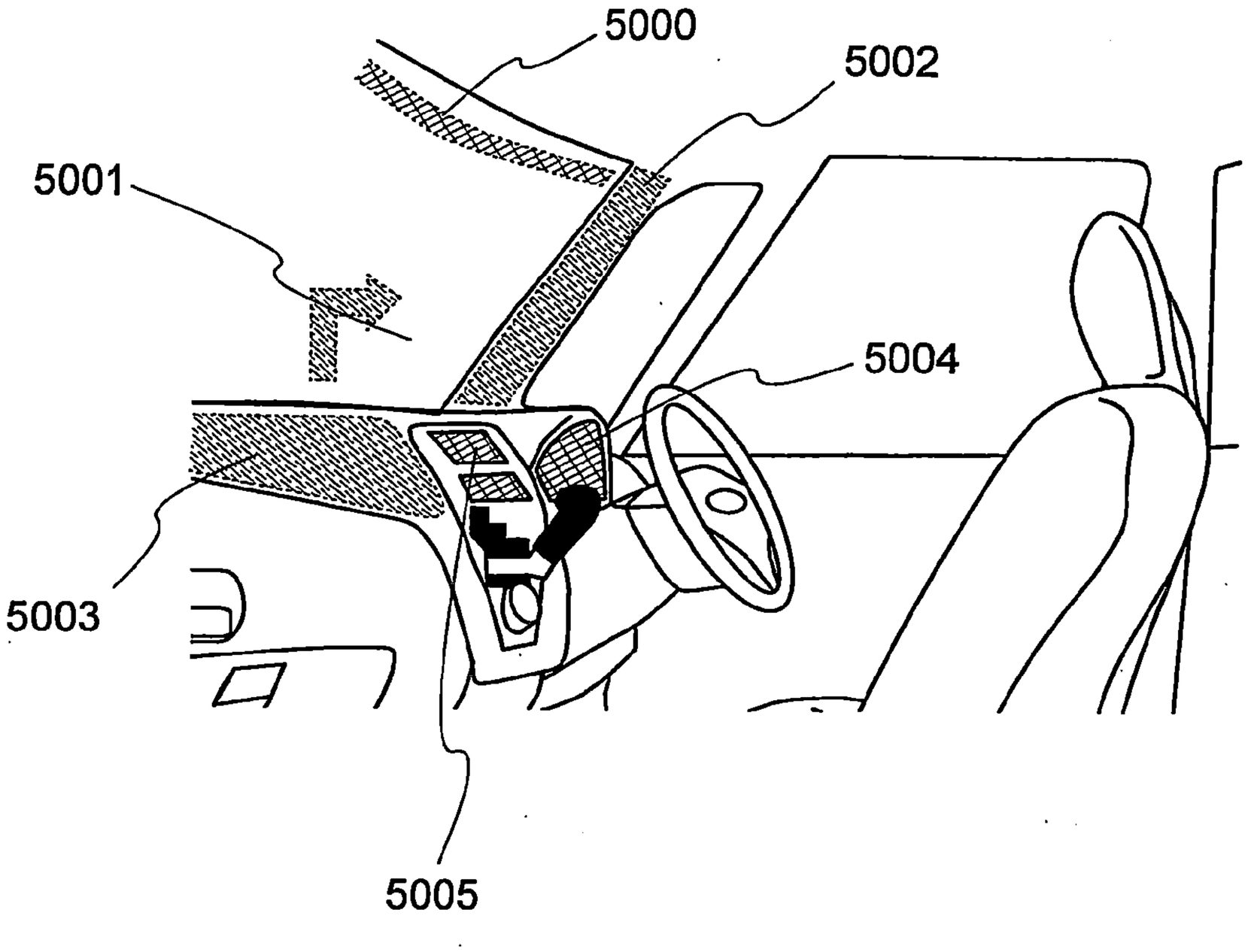


圖 12A

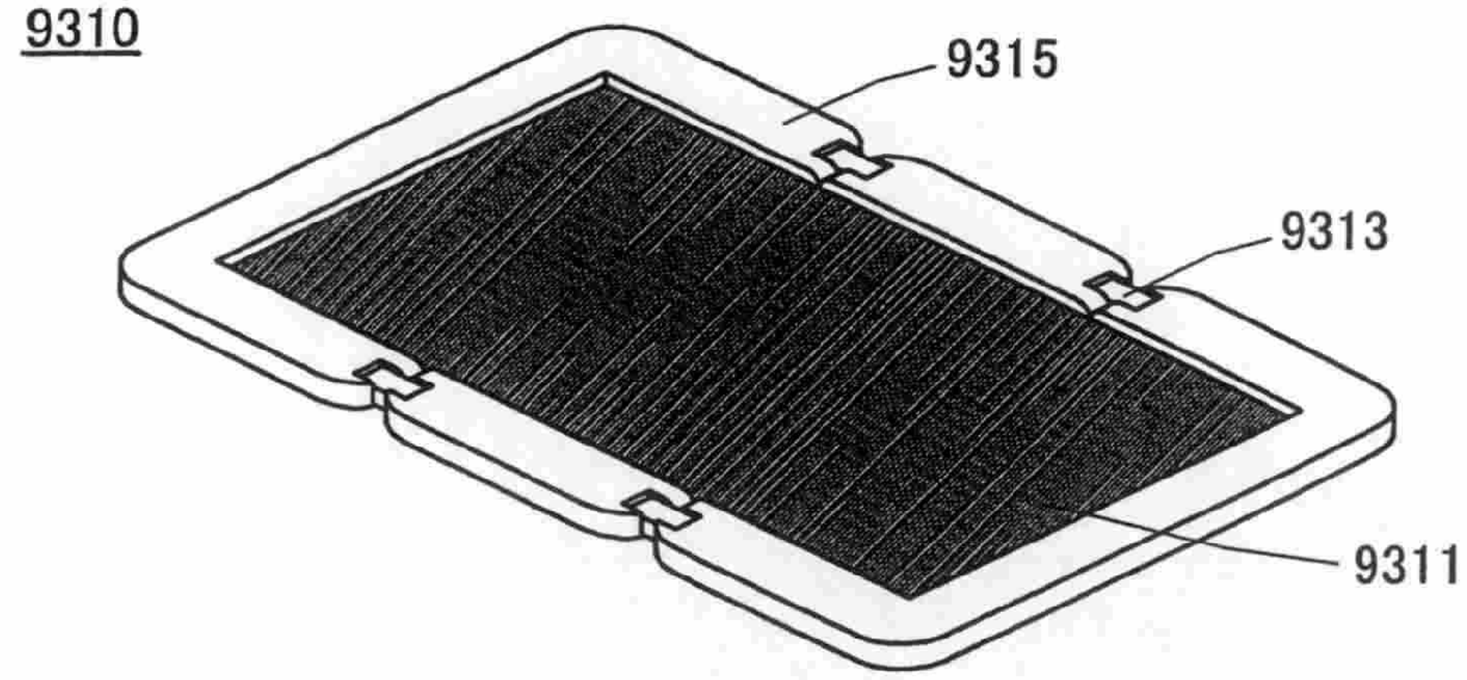


圖 12B

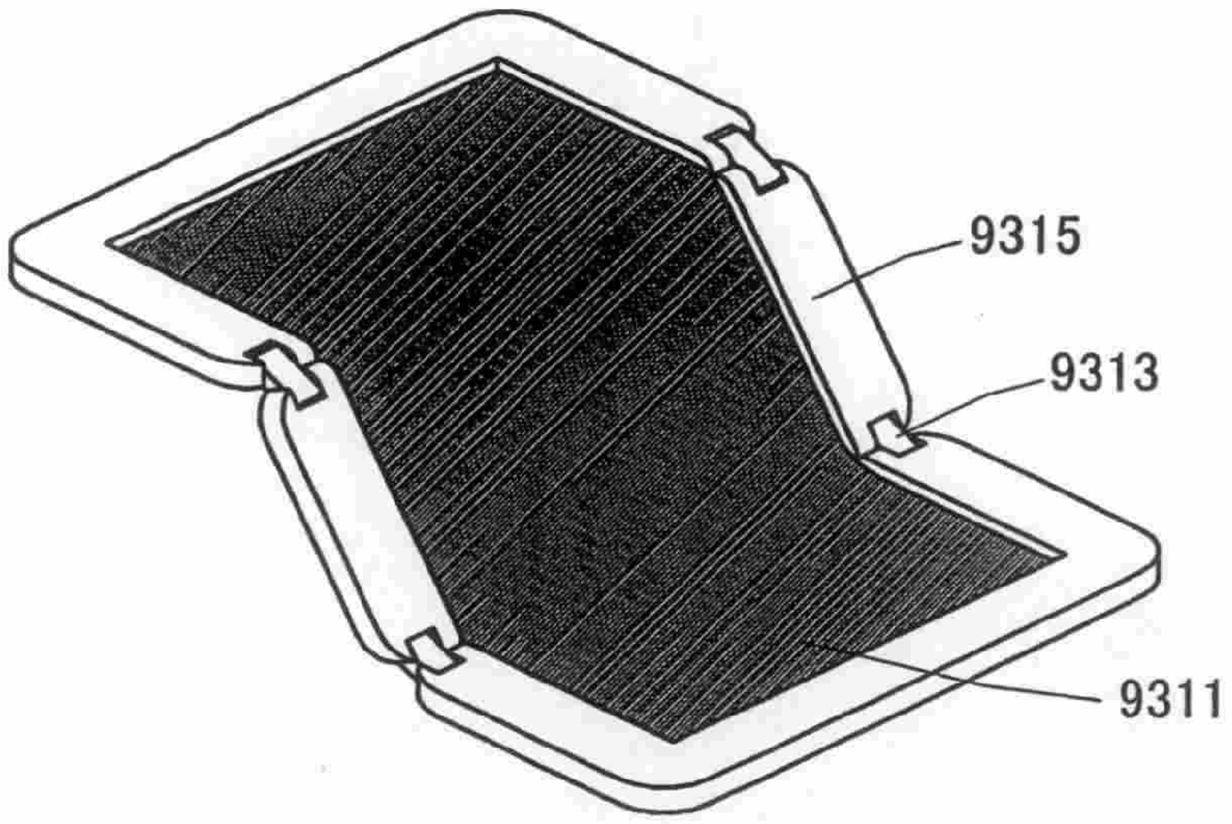


圖 12C

