



(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 I493765 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 21 日

(21) 申請案號：101128479

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 07 日

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

H01L51/56 (2006.01)

(71) 申請人：元太科技工業股份有限公司 (中華民國) E INK HOLDINGS INC. (TW)

新竹市科學工業園區力行一路 3 號

(72) 發明人：藍緯洲 LAN, WEI CHOU (TW)；吳幸怡 WU, HSING YI (TW)；辛哲宏 SHINN, TED HONG (TW)

(74) 代理人：詹銘文；葉璟宗

(56) 參考文獻：

TW 201131269A

TW 201142955A

TW 201222676A

CN 1855570A

審查人員：楊鴻偉

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 38 頁

(54) 名稱

有機半導體元件及其製作方法

ORGANIC SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種有機半導體元件，包括一承載板、一源極、一汲極、一有機半導體單晶通道層、一有機絕緣層以及一閘極。源極與汲極配置於承載板的一上表面上。源極與汲極彼此平行設置，且承載板的一部分暴露於源極與汲極之間。有機半導體單晶通道層配置於承載板的上表面上，且覆蓋部分源極、部分汲極以及承載板被源極與汲極所暴露出的部分上。有機絕緣層覆蓋承載板、源極、汲極以及有機半導體單晶通道層。閘極配置於有機絕緣層上，且與承載板被源極與汲極所暴露出的部分相對應設置。

An organic semiconductor device includes a carrier, a source, a drain, an organic semiconductor single-crystalline channel layer, an organic insulation layer and a gate. The source and the drain are disposed on an upper surface of the carrier. The source and the drain are disposed in parallel and a portion of the carrier is exposed between the source and the drain. The organic semiconductor single-crystalline channel layer is disposed on the upper surface of the carrier and covers a portion of the source, a portion of the drain and the portion of the carrier exposed by the source and the drain. The organic insulation layer covers the carrier, the source, the drain and the organic semiconductor single-crystalline channel layer. The gate is disposed on the organic insulation layer and corresponding to the portion of the carrier exposed by the source and the drain.

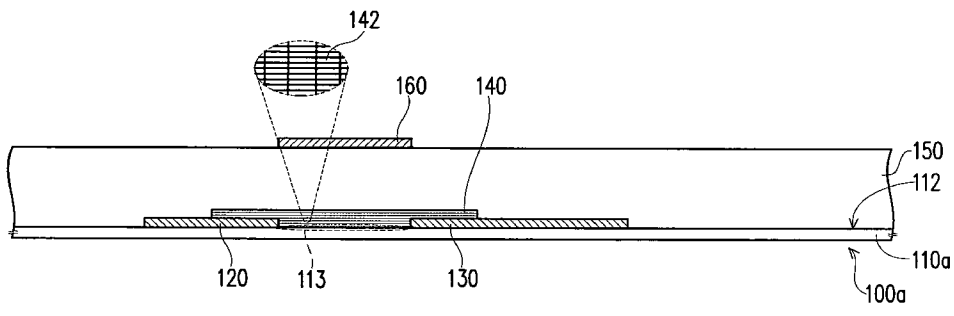


圖 1A

- 100a . . . 有機半導體元件
- 110a . . . 承載板
- 112 . . . 上表面
- 113 . . . 部分
- 120 . . . 源極
- 130 . . . 汲極
- 140 . . . 有機半導體單晶通道層
- 142 . . . 有機半導體單晶晶核
- 150 . . . 有機絕緣層
- 160 . . . 閘極

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101128479

※申請日：101.8.-7

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/56 (2006.01)

一、發明名稱：

有機半導體元件及其製作方法

ORGANIC SEMICONDUCTOR DEVICE AND
MANUFACTURING METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

一種有機半導體元件，包括一承載板、一源極、一汲極、一有機半導體單晶通道層、一有機絕緣層以及一閘極。源極與汲極配置於承載板的一上表面上。源極與汲極彼此平行設置，且承載板的一部分暴露於源極與汲極之間。有機半導體單晶通道層配置於承載板的上表面上，且覆蓋部分源極、部分汲極以及承載板被源極與汲極所暴露出的部分上。有機絕緣層覆蓋承載板、源極、汲極以及有機半導體單晶通道層。閘極配置於有機絕緣層上，且與承載板被源極與汲極所暴露出的部分相對應設置。

三、英文發明摘要：

An organic semiconductor device includes a carrier, a source, a drain, an organic semiconductor single-crystalline channel layer, an organic insulation layer and a gate. The

source and the drain are disposed on an upper surface of the carrier. The source and the drain are disposed in parallel and a portion of the carrier is exposed between the source and the drain. The organic semiconductor single-crystalline channel layer is disposed on the upper surface of the carrier and covers a portion of the source, a portion of the drain and the portion of the carrier exposed by the source and the drain. The organic insulation layer covers the carrier, the source, the drain and the organic semiconductor single-crystalline channel layer. The gate is disposed on the organic insulation layer and corresponding to the portion of the carrier exposed by the source and the drain.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1A

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100a：有機半導體元件

110a：承載板

112：上表面

113：部分

120：源極

130：汲極

140：有機半導體單晶通道層

142：有機半導體單晶晶核

150：有機絕緣層

160：閘極

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】

本發明是有關於一種半導體元件及其製作方法，且特別是有關於一種有機半導體元件及其製作方法。

【先前技術】

近來環保意識抬頭，具有低消耗功率、空間利用效率佳、無輻射、高畫質等優越特性的平面顯示面板（flat display panels）已成為市場主流。常見的平面顯示器包括液晶顯示器（liquid crystal displays）、電漿顯示器（plasma displays）、有機發光二極體（OLED）顯示器以及電泳顯示器（electro-phoretic displays）等。

在維持高畫質、高性能的條件下，藉由改變薄膜電晶體內之半導體層之特性，以改良薄膜電晶體之電荷遷移率，進一步提升顯示器之畫質與性能是相當重要的議題。以常見的薄膜電晶體而言，薄膜電晶體中的半導體通道層多為非晶（amorphous silicon, a-Si）形態。這類型之薄膜電晶體在受到撓曲狀態下，薄膜電晶體的電性特性將會受到影響，例如其開啟之後的導通電流在撓曲與未撓曲的狀態下將會有所不同。所以，這樣的薄膜電晶體製作於軟性電子產品中將會發生產品運作模式不穩定的情形。也因此，如果要廣泛的應用軟性電子產品的技術，則必須克服電子元件受撓曲而展現不同特性的問題。再者，由於非晶矽之載子移動率（mobility）低，其不超過 $1 \text{ cm}^2/\text{Vsec}$ ，因

此非晶矽薄膜電晶體已不數目前高速元件應用之需求。因此，開發具有高載子移動率之特性的材料實為目前此領域之研發人員亟欲發展之目標。

【發明內容】

本發明提供一種有機半導體元件，具有較佳的載子移動率（mobility）。

本發明提供一種有機半導體元件的製作方法，用以製作上述之有機半導體元件。

本發明提出一種有機半導體元件，其包括一承載板、一源極、一汲極、一有機半導體單晶通道層、一有機絕緣層以及一閘極。承載板具有一上表面。源極配置於承載板的上表面上。汲極配置於承載板的上表面上，其中源極與汲極彼此平行設置，且承載板的一部分暴露於源極與汲極之間。有機半導體單晶通道層配置於承載板的上表面上，且覆蓋部分源極、部分汲極以及承載板被源極與汲極所暴露出的部分上。有機絕緣層覆蓋承載板、源極、汲極以及有機半導體單晶通道層。閘極配置於有機絕緣層上，且與承載板被源極與汲極所暴露出的部分相對應設置。

在本發明之一實施例中，上述之有機半導體元件更包括一有機保護層、一開口以及一透明導電層。有機保護層配置於有機絕緣層上並覆蓋閘極。開口貫穿有機保護層與有機絕緣層，且開口暴露出部分汲極。透明導電層配置於有機保護層上，且透過開口連接被開口所暴露出的汲極。

在本發明之一實施例中，上述之有機半導體元件更包括一圖案化光阻層，其中圖案化光阻層配置於有機半導體單晶通道層與閘極之間，且圖案化光阻層直接覆蓋有機半導體單晶通道層。

在本發明之一實施例中，上述之有機半導體單晶通道層是由多個以相同結晶方向排列之有機半導體單晶晶核所構成。其中，該有機半導體單晶晶核之材料例如是並五苯（pentacene）或芘苯亞醯胺（perylene diimide），但不以此為限。

本發明提出一種有機半導體元件的製作方法，其包括以下步驟。提供一承載板，其中承載板具有一上表面。形成一源極及一汲極於承載板的上表面上，其中源極與汲極彼此平行設置，且承載板的一部分暴露於源極與汲極之間。配置一個有機半導體單晶晶核於源極與汲極所暴露出之承載板的部分上。填充一有機半導體溶液以包覆承載板、源極以及汲極。對承載板進行一溫度處理程序，以使有機半導體溶液沿著有機半導體單晶晶核的邊緣形成多個與有機半導體單晶晶核具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核。有機半導體單晶晶核與次有機半導體單晶晶核構成一有機半導體單晶材料層，且有機半導體單晶材料層覆蓋源極、汲極以及承載板。形成一圖案化光阻層於有機半導體單晶材料層上。以圖案化光阻層為一蝕刻罩幕，移除暴露於圖案化光阻層之外的有機半導體單晶材料層，而定義出一有機半導體單晶通道層。形成一有機絕緣層於承

載板上，其中有機絕緣層覆蓋承載板、源極、汲極以及有機半導體單晶通道層。形成一閘極於有機絕緣層上，其中閘極與承載板被源極與汲極所暴露出的部分相對應設置。

在本發明之一實施例中，上述之在填充有機半導體溶液之前，配置有機半導體單晶晶核於源極與汲極所暴露出之承載板的部分上。

在本發明之一實施例中，上述之在配置有機半導體單晶晶核之前，填充有機半導體溶液以包覆承載板、源極以及汲極。

在本發明之一實施例中，上述之有機半導體元件的製作方法更包括形成有機絕緣層之前，移除圖案化光阻層。

在本發明之一實施例中，上述之有機半導體元件的製作方法更包括：形成閘極之後，形成一有機保護層於有機絕緣層上，其中有機保護層覆蓋閘極；形成一貫穿有機保護層與有機絕緣層的開口，而開口暴露出部分汲極；以及形成一透明導電層於有機保護層上，其中透明導電層透過開口連接被開口所暴露出的汲極。

在本發明之一實施例中，上述之進行溫度處理程序包括連續地加熱程序、連續地冷卻程序或不連續地加熱及冷卻程序。

在本發明之一實施例中，上述之承載板的材質包括聚酯纖維（PET）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、環氧樹脂或高分子材料。

在本發明之一實施例中，上述之承載板是由一硬質基

材、一黏著層以及一軟質基材所組成，其中黏著層位於硬質基材與軟質基材之間，且源極與汲極位於軟質基材上。

基於上述，由於本發明是採用具有相同結晶方向之有機半導體單晶通道層來作為半導體通道層，因此相較於習知採用非晶矽（無特定的結晶方向）來作為半導體通道層之半導體元件而言，本發明之有機半導體元件可具有較佳的載子移動率（mobility）。此外，本發明是以一個有機半導體單晶晶核為一晶種（seed），而有機半導體溶液可沿著有機半導體單晶晶核的邊緣形成多個與有機半導體單晶晶核具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核，進而定義出一有機半導體單晶通道層。因此，本發明之有機半導體元件的製作方法可效減少有機半導體單晶通道層的形成時間，且可使得所形成之有機半導體單晶晶核的結晶方向為一致。故，本發明之有機半導體元件可具有較高的載子移動率（mobility）。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1A 為本發明之一實施例之一種有機半導體元件的剖面示意圖。請參考圖 1A，本實施例之有機半導體元件 100a 包括一承載板 110a、一源極 120、一汲極 130、一有機半導體單晶通道層 140、一有機絕緣層 150 以及一閘極 160，其中有機半導體元件 100a 例如是一有機薄膜電晶體。

詳細來說，承載板 110a 具有一上表面 112，其中承載板 110a 例如是一軟質基材，其材質例如是聚酯纖維（PET）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、環氧樹脂或高分子材料，但並不以此為限。源極 120 配置於承載板 110a 的上表面 112 上，而汲極 130 也配置於承載板 110a 的上表面 112 上，其中源極 120 與汲極 130 彼此平行設置，且承載板 110a 的一部分 113 暴露於源極 120 與汲極 130 之間。有機半導體單晶通道層 140 配置於承載板 110a 的上表面 112 上，且覆蓋部分源極 120、部分汲極 130 以及承載板 110a 被源極 120 與汲極 130 所暴露出的部分 113 上。有機絕緣層 150 覆蓋承載板 110a、源極 120、汲極 130 以及有機半導體單晶通道層 140。閘極 160 配置於有機絕緣層 150 上，且與承載板 110a 被源極 120 與汲極 130 所暴露出的部分 113 相對應設置。

特別是，本實施例之有機半導體單晶通道層 140 是由多個以相同結晶方向排列之有機半導體單晶晶核 142 所構成，也就是說，有機半導體單晶通道層 140 中的有機半導體單晶晶核 142 的結晶方向為一致（方向相同）。因此，相較於習知採用非晶矽（無特定的結晶方向）作為半導體通道層之半導體元件而言，本實施例之有機半導體元件 100a 可具有較佳的載子移動率（mobility）。圖 1C(a)至圖 1C(d)繪示為本發明之一實施例之一種有機半導體元件之有機半導體單晶晶核的多種排列方向示意圖。本實施例之有機半導體單晶晶核 142 的結晶方向為一致（方向相同），

其可依有機半導體分子的長軸方向，其中這些有機半導體單晶晶核 142a1 可如圖 1C(a)呈現排列成多個列且這些列之間呈現規則的交錯排列；或者是，這些有機半導體單晶晶核 142a2 可如圖 1C(b)呈現排列成多個列且這些列之間呈現不規則的交錯排列；或者是，這些有機半導體單晶晶核 142a3 可如圖 1C(c)呈現排列成多個列且這些列之間呈現矩陣排列；或者是，有機半導體單晶晶核 142 的結晶方向為一致（方向相同），其可依有機半導體分子的短軸方向，其中這些有機半導體單晶晶核 142a4 可如圖 1C(d)呈現排列成多個行且這些行之間呈現規則的交錯排列，但不以此為限。此外，由於本實施例之有機半導體元件 100a 是採用軟質基材來作為承載板 110a，因此有機半導體元件 100a 可具有可撓性。

圖 1B 為本發明之一實施例之另一種有機半導體元件的剖面示意圖。本實施例沿用前述實施例的元件標號與部分內容，其中採用相同的標號來表示相同或近似的元件，並且省略了相同技術內容的說明。關於省略部分的說明可參照前述實施例，本實施例不再重複贅述。請參考圖 1B，本實施例的有機半導體元件 100b 與圖 1A 之有機半導體元件 100a 主要的差異是在於：本實施例之有機半導體元件 100b 例如是為一畫素結構，其中源極 120、汲極 130、有機半導體單晶通道層 140、有機絕緣層 150 以及閘極 160 可定義出一有機薄膜電晶體。

詳細來說，本實施例之有機半導體元件 100b 更包括

一有機保護層 170、一開口 172 以及一透明導電層 180。有機保護層 170 配置於有機絕緣層 150 上並覆蓋閘極 160，開口 172 貫穿有機保護層 170 與有機絕緣層 150，且開口 172 暴露出部分汲極 130。透明導電層 180 配置於有機保護層 170 上，且透過開口 172 結構性並電性連接至被開口 172 所暴露出的汲極 130。

由於本實施例是採用具有相同結晶方向之有機半導體單晶通道層來作為半導體通道層，因此相較於習知採用非晶矽（無特定的結晶方向）來作為半導體通道層之薄膜電晶體而言，本實施例之有機薄膜電晶體可具有較佳的載子移動率（mobility），進而可使得本實施例之有機半導體元件 100b（為一畫素結構）可在有限的資料輸入時間內完成資料電壓的輸入。故，當後續顯示器（未繪示）採用本實施例之有機半導體元件 100b 時，可有效提昇顯示器的顯示品質。

圖 2 為本發明之一實施例之又一種有機半導體元件的示意圖。本實施例沿用前述實施例的元件標號與部分內容，其中採用相同的標號來表示相同或近似的元件，並且省略了相同技術內容的說明。關於省略部分的說明可參照前述實施例，本實施例不再重複贅述。請參考圖 2，本實施例的有機半導體元件 100c 與圖 1B 之有機半導體元件 100b 主要的差異是在於：本實施例之承載板 110b 不同於前述實施例之承載板 110a，且因為製程因數，本實施例之有機半導體元件 100c 更包括一圖案化光阻層 190，以保護

有機半導體單晶通道層 140。

詳細來說，本實施例之承載板 110b 是由一硬質基材 114、一黏著層 116 以及一軟質基材 118 所組成，其中黏著層 116 位於硬質基材 114 與軟質基材 118 之間，且軟質基材 118 透過黏著層 116 與硬質基材 114 暫時結合在一起，而源極 120 與汲極 130 位於軟質基材 118 上。需說明的是，硬質基材 114 可提供足夠的支撐力以支撐製作過程中堆疊於其上之元件，當製作完成後，若欲使有機半導體元件 100c 具有可撓性，亦可透過分離黏著層 116 與軟質基材 118 的介面（意即移除硬質基材 114 與黏著層 116）來完成，即形成如圖 1B 之承載板 110a 的結構型態，此為一選擇性之步驟，但並不以此為限。也就是說，可依據使用說明來選擇所需之承載板 110a、110b 的結構形態，在此必不加以限制。此外，本實施例之圖案化光阻層 190 配置於有機半導體單晶通道層 140 與閘極 160 之間，其中圖案化光阻層 190 直接覆蓋有機半導體單晶通道層 140，可更進一步有效保護有機半導體單晶通道層 140 以避免水氣及氧氣的侵襲，進而提升元件可靠度。

以上僅介紹本發明之有機半導體元件 100a、100b、100c 的結構，並未介紹本發明之有機半導體元件 100a、100b、100c 的製作方法。對此，以下將配合圖式 3A 至 3I 以及 4A 至 4B 來詳細說明有機半導體元件 100a、100b、100c 結構的製作方法。

圖 3A 至圖 3I 為本發明之一實施例之一種有機半導

體元件的製作方法的剖面示意圖。依照本實施例的有機半導體元件 100a 的製作方法，首先，請參考圖 3A，提供一承載板 110b，其中承載板 110b 具有一上表面 112，且承載板 110b 是由一硬質基材 114、一黏著層 116 以及一軟質基材 118 所組成。黏著層 116 位於硬質基材 114 與軟質基材 118 之間，且軟質基材 118 透過黏著層 116 與硬質基材 114 暫時結合在一起，而硬質基材 114 可提供足夠的支撐力以支撐後續製作過程中堆疊於其上之元件。此處，軟性基材 118 的材質例如是聚酯纖維 (PET)、聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、環氧樹脂或高分子材料，但並不以此為限。

接著，請再參考圖 3A，形成一源極 120 及一汲極 130 於承載板 110b 的上表面 112 上，其中源極 120 與汲極 130 彼此平行設置於軟性基材 118 上，且承載板 110b 的一部分 113 暴露於源極 120 與汲極 130 之間。接著，並填充一有機半導體溶液 140a 以包覆承載板 110b、源極 120 以及汲極 130。此處之有機半導體溶液 140a 例如是由一有機溶劑 (未繪示，例如丙二醇單甲醚乙酸酯 (propylene glycol monomethyl ether acetate, PGMEA) 或氫氧化四甲基銨 (tetramethyl ammonium hydroxide, TMAH)，但不以此為限) 及一有機溶質 (未繪示，例如並五苯 (pentacene) 或芘苯亞醯胺 (perylene diimide)，但不以此為限) 所組成。

接著，請參考圖 3B，配置一個有機半導體單晶晶核 142 於源極 120 與汲極 130 所暴露出之承載板 110b 的部分 113 上。此處之有機半導體單晶晶核 142 具有一特性的結

晶方向，用以作為後續晶粒成長（grain growth）的典範，其中，該有機半導體單晶晶核 142 之材料例如是並五苯（pentacene）或芘苯亞醯胺（perylene diimide），但不以此為限。

當然，本發明並不限定填充有機半導體溶液 140a 與配置有機半導體單晶晶核 142 的順序。雖然此處所提及的製作步驟具體化為先填充有機半導體溶液 140a 後，再配置有機半導體單晶晶核 142 於源極 120 與汲極 130 所暴露出之承載板 110b 的部分 113 上。於其他實施例中，請參考圖 4A，亦可先配置有機半導體單晶晶核 142 後，請參考圖 4B，再填充有機半導體溶液 140a 以包覆承載板 110b、源極 120 以及汲極 130。上述兩種製作順序皆屬於本發明可採用的技術方案，不脫離本發明所欲保護的範圍。

接著，請參考圖 3C，提供一加熱/冷卻板 10 於承載板 110b 相對於上表面 112 的一下表面 111 上，以對承載板 110b 進行一溫度處理程序，以使有機半導體溶液 140a 沿著有機半導體單晶晶核 142 的邊緣形成多個與有機半導體單晶晶核 142 具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核 142a。此處之進行溫度處理程序包括連續地加熱程序、連續地冷卻程序或不連續地加熱及冷卻程序，可依據不同配方之有機半導體溶液 140a 的特性來選擇不同之溫度處理程序，以降低溶解限而開始進行晶粒成長。

接著，請參考圖 3D，有機半導體單晶晶核 142 與次有機半導體單晶晶核 142a 構成一有機半導體單晶材料層

140b，且有機半導體單晶材料層 140b 覆蓋源極 120、汲極 130 以及承載板 110b。

由於本實施例是以一個有機半導體單晶晶核 142 為一品種 (seed)，而有機半導體溶液 140a 可沿著有機半導體單晶晶核 142 的邊緣形成多個與有機半導體單晶晶核 142 具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核 142a，進而構成有機半導體單晶材料層 140b。因此，相較於一般傳統的長晶程序而言，本實施例可效減少晶粒成長 (即次有機半導體單晶晶核 142a) 的形成時間，且可使得所形成之次有機半導體單晶晶核 142a 的結晶方向皆與有機半導體單晶晶核 142 (即晶種) 的結晶方向相同。簡言之，本實施例可透過一個有機半導體單晶晶核 142 在較短的時間內形成多個與此有機半導體單晶晶核 142 具有相同結晶方向的次有機半導體單晶晶核 142a。

接著，請參考圖 3E，移除加熱/冷卻板 10，並形成一圖案化光阻層 190 於有機半導體單晶材料層 140b 上。

接著，請參考圖 3F，以圖案化光阻層 190 為一蝕刻罩幕，移除暴露於圖案化光阻層 190 之外的有機半導體單晶材料層 140b，而定義出一有機半導體單晶通道層 140。此時，有機半導體單晶通道層 140 配置於承載板 110b 的上表面 112 上，且覆蓋部分源極 120、部分汲極 130 以及承載板 110a 被源極 120 與汲極 130 所暴露出的部分 113 上。特別是，本實施例之有機半導體單晶通道層 140 是由以相同結晶方向排列之有機半導體單晶晶核 142 及次有機半導體

單晶晶核 142a 所構成，也就是說，有機半導體單晶通道層 140 中的有機半導體單晶晶核 142 及次有機半導體單晶晶核 142a 的結晶方向為一致（方向相同）。因此，相較於習知採用非晶矽（無特定的結晶方向）作為半導體通道層之半導體元件而言，本實施例之有機半導體元件 100a 可具有較佳的載子移動率（mobility）。

接著，請參考圖 3G，可選擇性地，移除圖案化光阻層 190。意即，在形成有機半導體單晶通道層 140 之後，可依據有機半導體單晶通道層 140 的材料特性，選擇性地決定是否移除圖案化光阻層 190。此處，如圖 3G 所示，在此是以移除圖案化光阻層 190 為例說明。

之後，請再參考圖 3G，形成一有機絕緣層 150 於承載板 110b 上，其中有機絕緣層 150 直接覆蓋承載板 110b、源極 120、汲極 130 以及有機半導體單晶通道層 140a。當然，於其他實施例中，請參考圖 2，若圖案化光阻層 190 未被移除，則有機絕緣層 150 是直接覆蓋承載板 110b、源極 120 與汲極 130 且間接覆蓋有機半導體單晶通道層 140a。

最後，請參考圖 3H，形成一閘極 160 於有機絕緣層 150 上，其中閘極 160 與承載板 110b 被源極 120 與汲極 130 所暴露出的部分 113 相對應設置。接著，請再同時參考圖 3G 與圖 3H，可選擇性地移除承載板 110b 的硬質基材 114 與黏著層 116 而形成一承載板 110a，而完成有機半導體元件 100a 的製作。於此，有機半導體元件 100a 例如為一有

機薄膜電晶體。

再者，請參考圖 3I，在形成閘極 160 之後，亦形成一有機保護層 170 於有機絕緣層 150 上，其中有機保護層 170 覆蓋閘極 160。接著，並形成一貫穿有機保護層 170 與有機絕緣層 150 的開口 172，而開口 172 暴露出部分汲極 130。接著，並形成一透明導電層 180 於有機保護層 170 上，其中透明導電層 180 透過開口 172 連接被開口 172 所暴露出的汲極 130。至此，已完成有機半導體元件 100b 的製作。於此，有機半導體元件 100b 例如為一畫素結構。

當然，若於圖 3G 的步驟中並未移除圖案化光阻層 190，並且於圖 3H 的步驟中並未移除承載板 110b 的硬質基材 114 與黏著層 116，則於圖 3I 的步驟後，即形成有機保護層 170 與透明導電層 180 之後，即可完成圖 2 之有機半導體元件 100c 的製作。

綜上所述，由於本發明是採用具有相同結晶方向之有機半導體單晶通道層來作為半導體通道層，因此相較於習知採用非晶矽（無特定的結晶方向）來作為半導體通道層之半導體元件而言，本發明之有機半導體元件可具有較佳的載子移動率（mobility）。此外，本發明是以一個有機半導體單晶晶核為一品種（seed），而有機半導體溶液可沿著有機半導體單晶晶核的邊緣形成多個與有機半導體單晶晶核具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核，進而定義出一有機半導體單晶通道層。因此，本發明之有機半導體元件的製作方法可效減少有機半導體單晶通道層的形成

時間，且可使得所形成之有機半導體單晶晶核的結晶方向為一致。故，本發明之有機半導體元件可具有較高的載子移動率（mobility）。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1A 為本發明之一實施例之一種有機半導體元件的剖面示意圖。

圖 1B 為本發明之一實施例之另一種有機半導體元件的剖面示意圖。

圖 1C(a)至圖 1C(d)繪示為本發明之一實施例之一種有機半導體元件之有機半導體單晶晶核的多種排列方向示意圖。

圖 2 為本發明之一實施例之又一種有機半導體元件的示意圖。

圖 3A 至圖 3I 為本發明之一實施例之一種有機半導體元件的製作方法的剖面示意圖。

圖 4A 至圖 4B 為本發明之一實施例之另一種有機半導體元件的製作方法的局部步驟的剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

104年2月2日修正替換頁

- 10：加熱/冷卻板
- 100a、100b、100c：有機半導體元件
- 110a、110b：承載板
- 111：下表面
- 112：上表面
- 113：部分
- 114：硬質基材
- 116：黏著層
- 118：軟質基材
- 120：源極
- 130：汲極
- 140：有機半導體單晶通道層
- 140a：有機半導體溶液
- 140b：有機半導體單晶材料層
- 142、142a1、142a2、142a3、142a4：有機半導體單晶

晶核

- 142a：次有機半導體單晶晶核
- 150：有機絕緣層
- 160：閘極
- 170：有機保護層
- 172：開口
- 180：透明導電層
- 190：圖案化光阻層

七、申請專利範圍：

1. 一種有機半導體元件，包括：

一承載板，具有一上表面；

一源極，配置於該承載板的該上表面上；

一汲極，配置於該承載板的該上表面上，其中該源極與該汲極彼此平行設置，且該承載板的一部分暴露於該源極與該汲極之間；

一有機半導體單晶通道層，配置於該承載板的該上表面上，且覆蓋部分該源極、部分該汲極以及該承載板被該源極與該汲極所暴露出的該部分上，其中，該有機半導體單晶通道層是由多個以相同結晶方向排列之有機半導體單晶晶核所構成；

一有機絕緣層，覆蓋該承載板、該源極、該汲極以及該有機半導體單晶通道層；以及

一閘極，配置於該有機絕緣層上，且與該承載板被該源極與該汲極所暴露出的該部分相對應設置。

2. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體元件，更包括：

一有機保護層，配置於該有機絕緣層上，並覆蓋該閘極；

一貫穿該有機保護層與該有機絕緣層的開口，且該開口暴露出部分該汲極；以及

一透明導電層，配置於該有機保護層上，且透過該開口連接被該開口所暴露出的該汲極。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機半導體元件，更包括：

一圖案化光阻層，配置於該有機半導體單晶通道層與該閘極之間，其中該圖案化光阻層直接覆蓋該有機半導體單晶通道層。

4. 一種有機半導體元件的製作方法，包括：

提供一承載板，該承載板具有一上表面；

形成一源極及一汲極於該承載板的該上表面上，其中該源極與該汲極彼此平行設置，且該承載板的一部分暴露於該源極與該汲極之間；

配置一個有機半導體單晶晶核於該源極與該汲極所暴露出之該承載板的該部分上；

填充一有機半導體溶液以包覆該承載板、該源極以及該汲極；

對該承載板進行一溫度處理程序，以使該有機半導體溶液沿著該有機半導體單晶晶核的邊緣形成多個與該有機半導體單晶晶核具有相同排列方向的次有機半導體單晶晶核，其中該有機半導體單晶晶核與該些次有機半導體單晶晶核構成一有機半導體單晶材料層，且該有機半導體單晶材料層覆蓋該源極、該汲極以及該承載板；

形成一圖案化光阻層於該有機半導體單晶材料層上；

以該圖案化光阻層為一蝕刻罩幕，移除暴露於該圖案化光阻層之外的該有機半導體單晶材料層，而定義出一有機半導體單晶通道層；

形成一有機絕緣層於該承載板上，其中該有機絕緣層覆蓋該承載板、該源極、該汲極以及該有機半導體單晶通道層；以及

形成一閘極於該有機絕緣層上，其中該閘極與該承載板被該源極與該汲極所暴露出的該部分相對應設置。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，其中在填充該有機半導體溶液之前，配置該有機半導體單晶晶核於該源極與該汲極所暴露出之該承載板的該部分上。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，其中在配置該有機半導體單晶晶核之前，填充該有機半導體溶液以包覆該承載板、該源極以及該汲極。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，更包括：

形成該有機絕緣層之前，移除該圖案化光阻層。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，更包括：

形成該閘極之後，形成一有機保護層於該有機絕緣層上，其中該有機保護層覆蓋該閘極；

形成一貫穿該有機保護層與該有機絕緣層的開口，而該開口暴露出部分該汲極；以及

形成一透明導電層於該有機保護層上，其中該透明導電層透過該開口連接被該開口所暴露出的該汲極。

9. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的

製作方法，其中進行該溫度處理程序包括連續地加熱程序、連續地冷卻程序或不連續地加熱及冷卻程序。

10. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，其中該承載板的材質包括聚酯纖維（PET）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）或環氧樹脂。

11. 如申請專利範圍第 4 項所述之有機半導體元件的製作方法，其中該承載板是由一硬質基材、一黏著層以及一軟質基材所組成，其中該黏著層位於該硬質基材與該軟質基材之間，且該源極與該汲極位於該軟質基材上。

八、圖式：

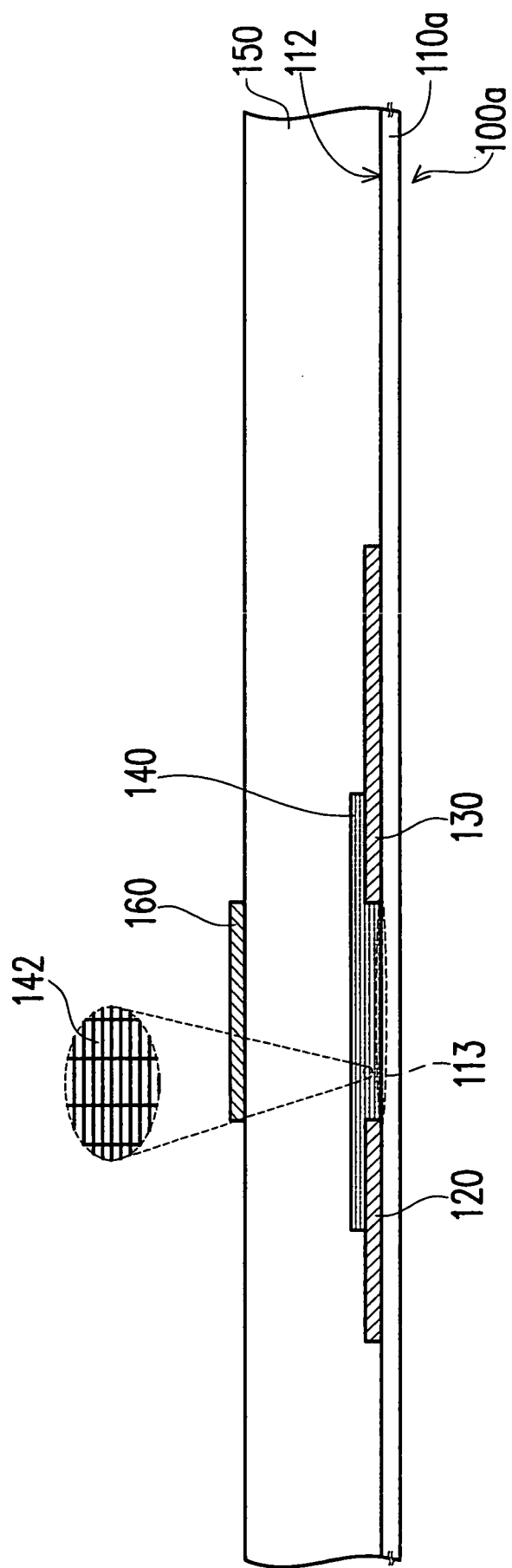


圖 1A

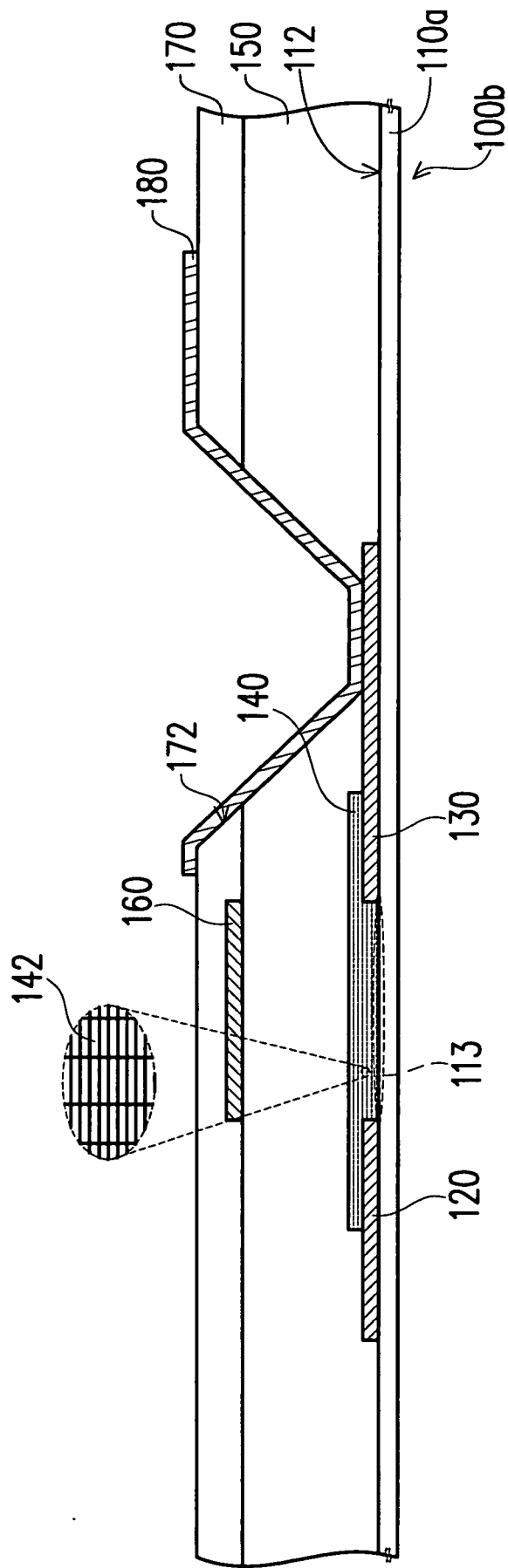


圖 1B

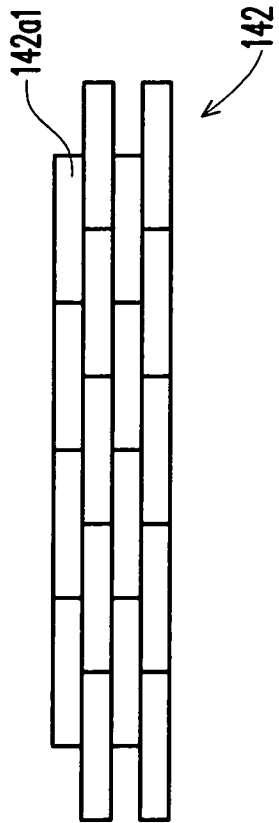


圖 1C(a)

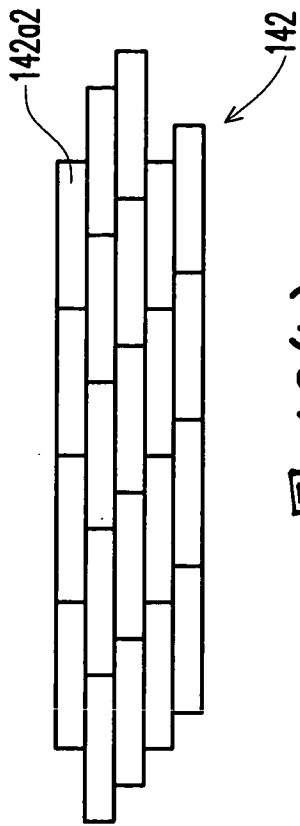


圖 1C(b)

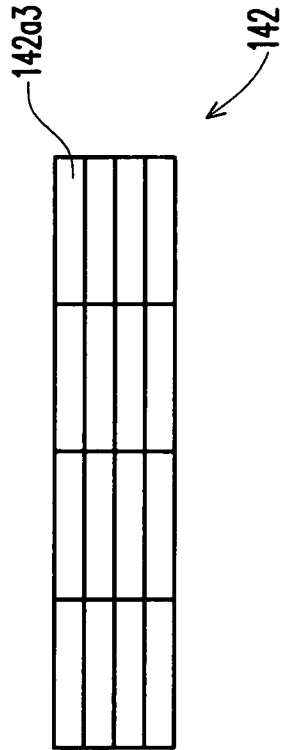


圖 1C(c)

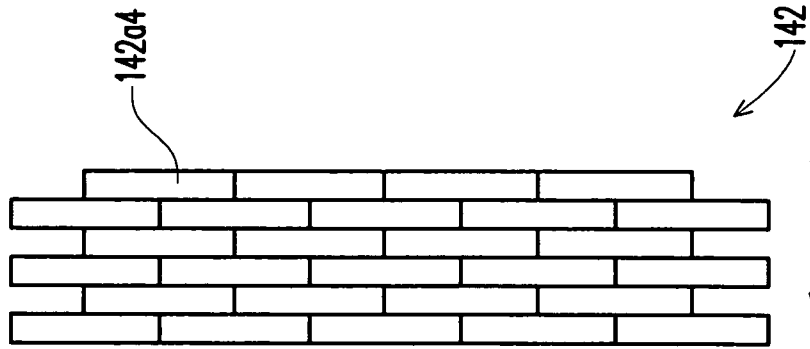


圖 1C(d)

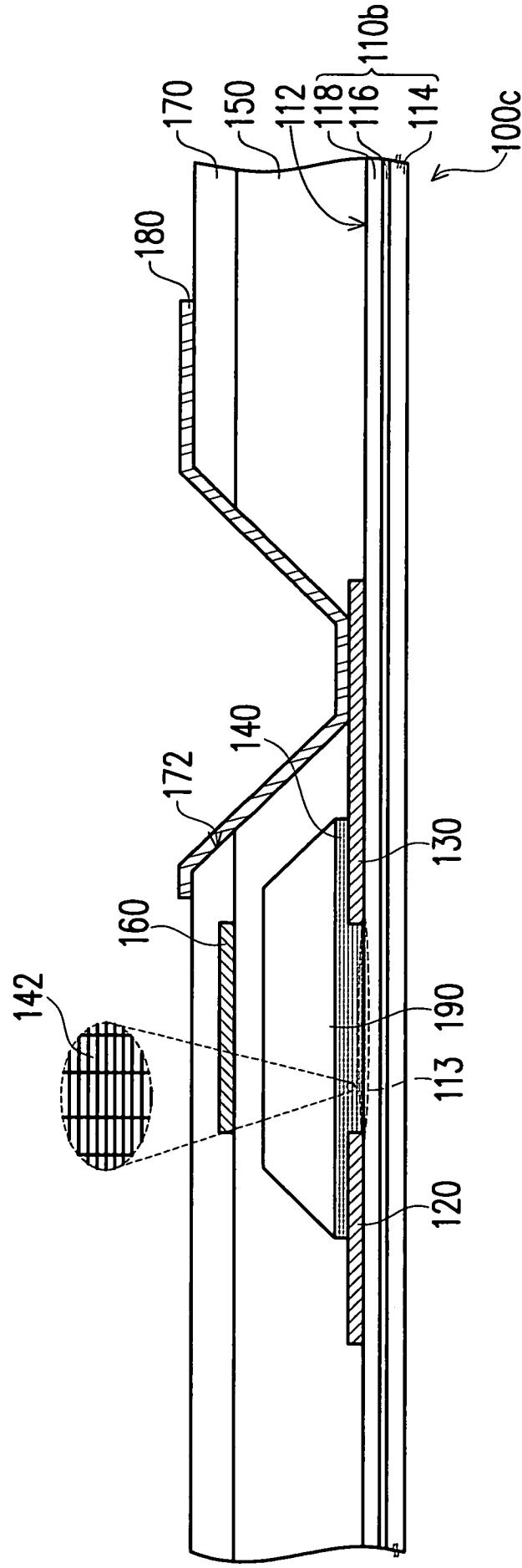


圖 2

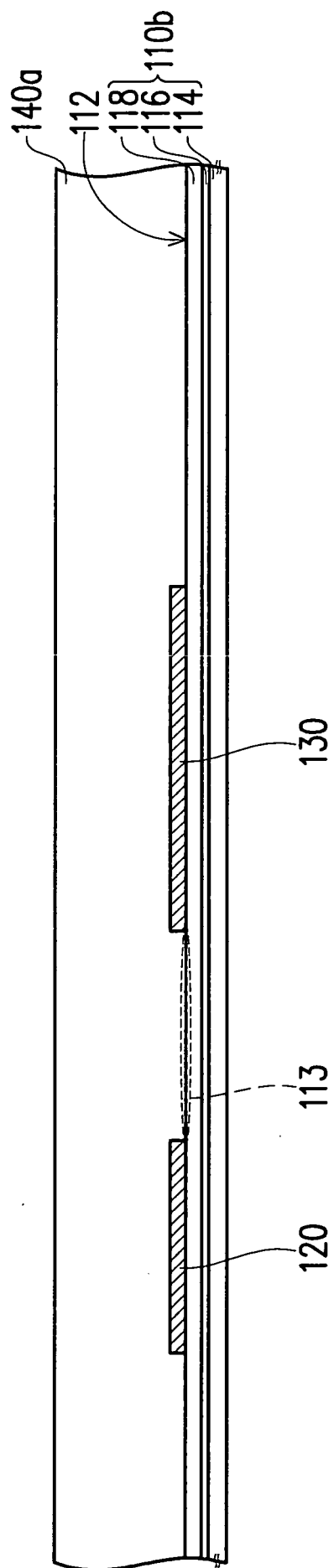


圖 3A

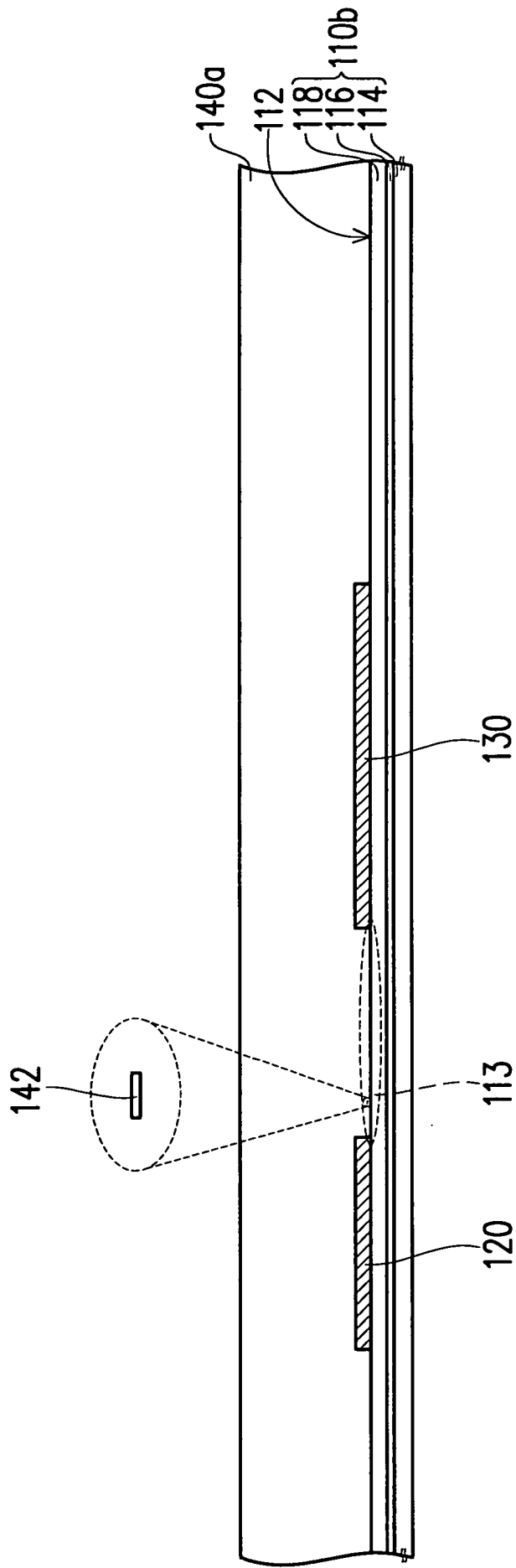


圖 3B

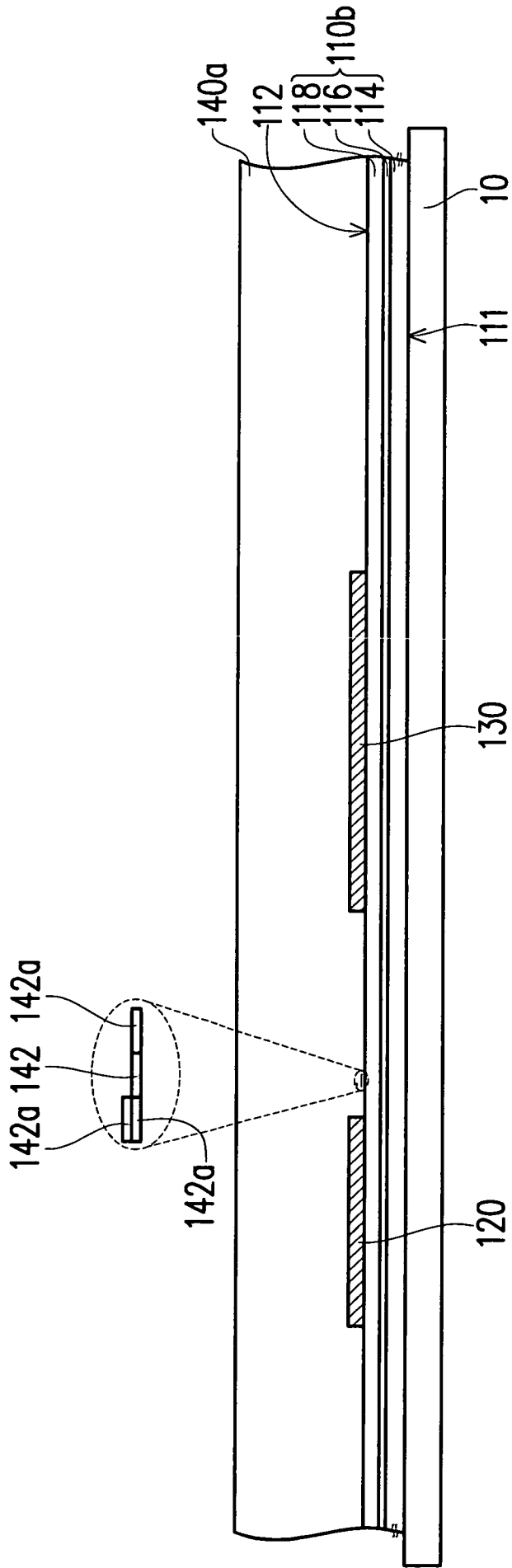


圖 3C

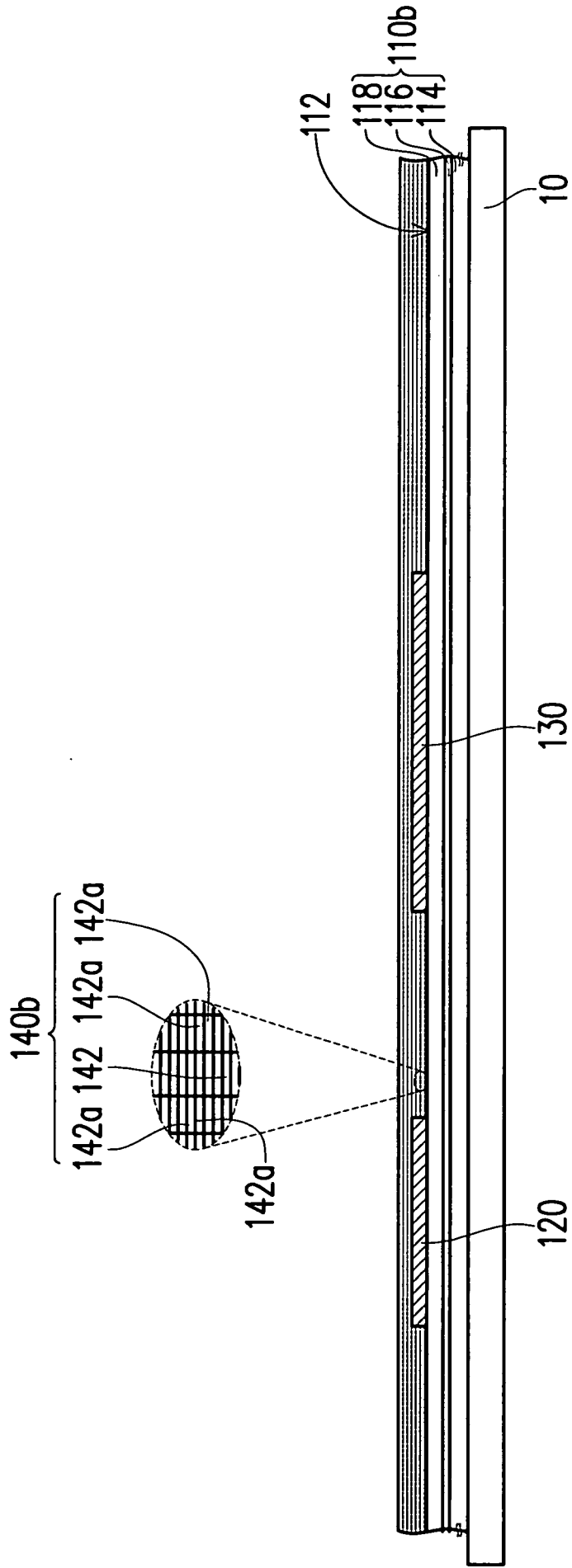


圖 3D

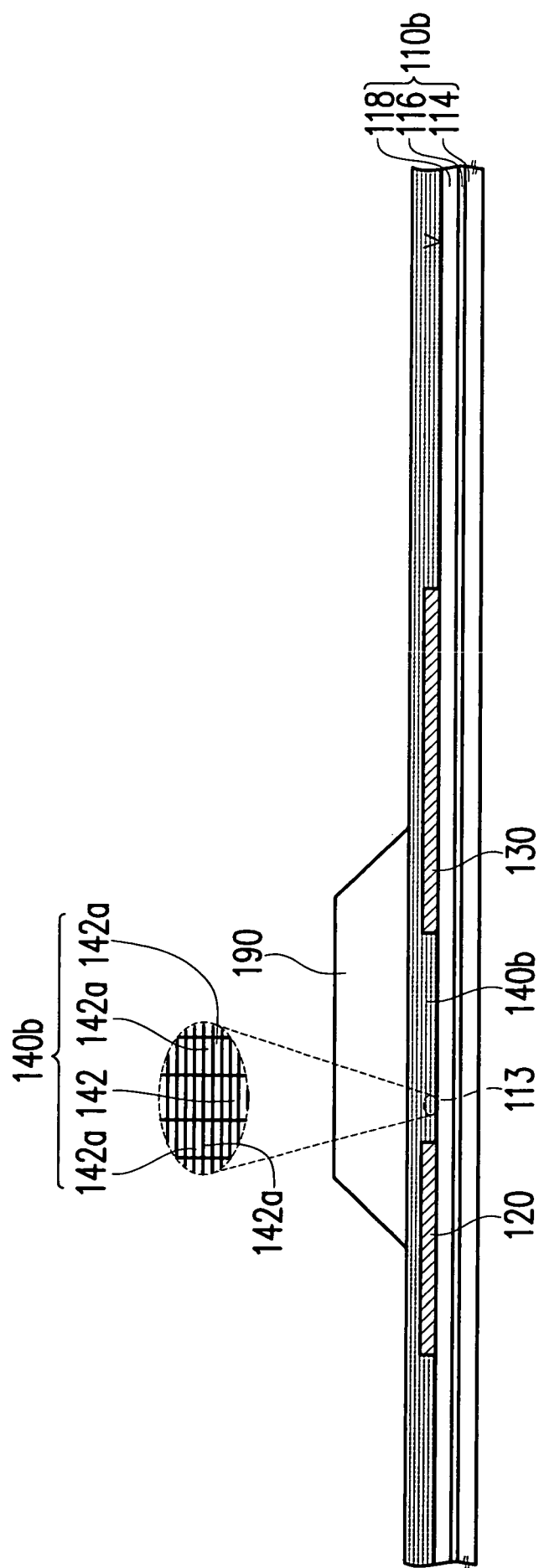


圖 3E

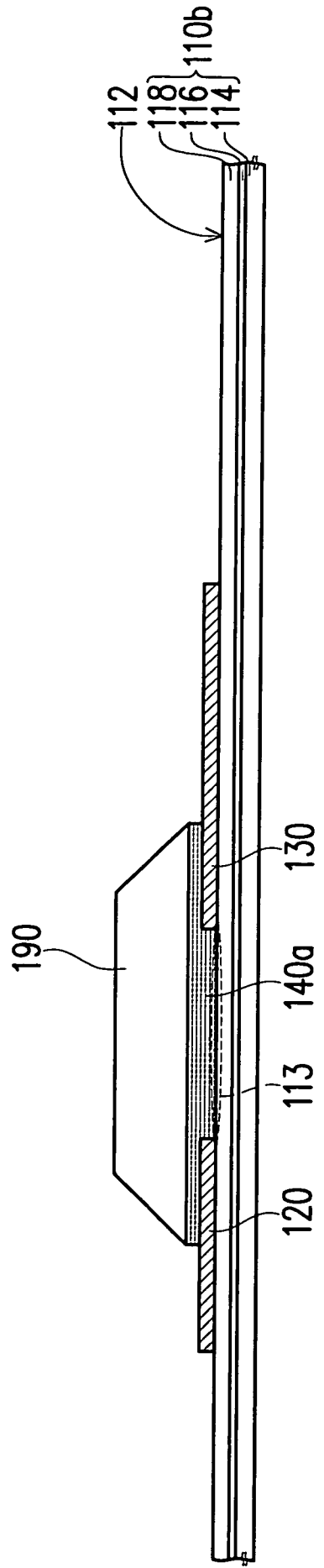


圖 3F

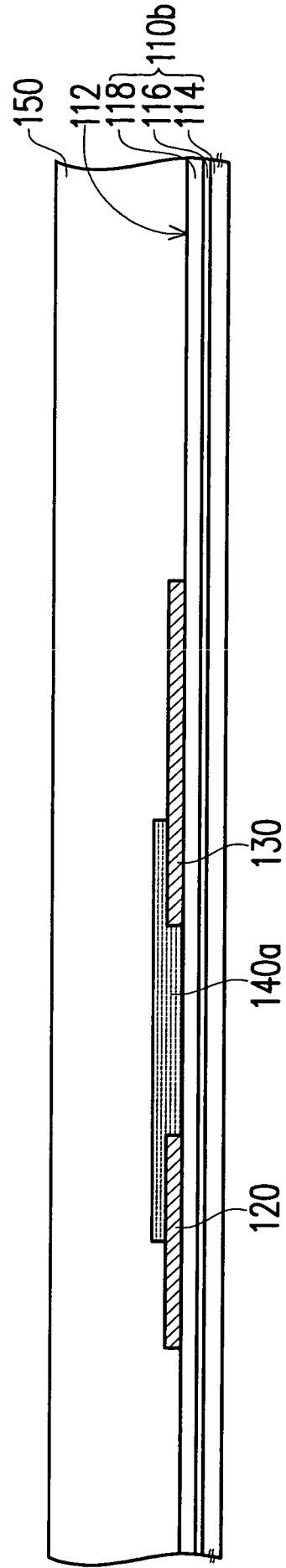


圖 3G

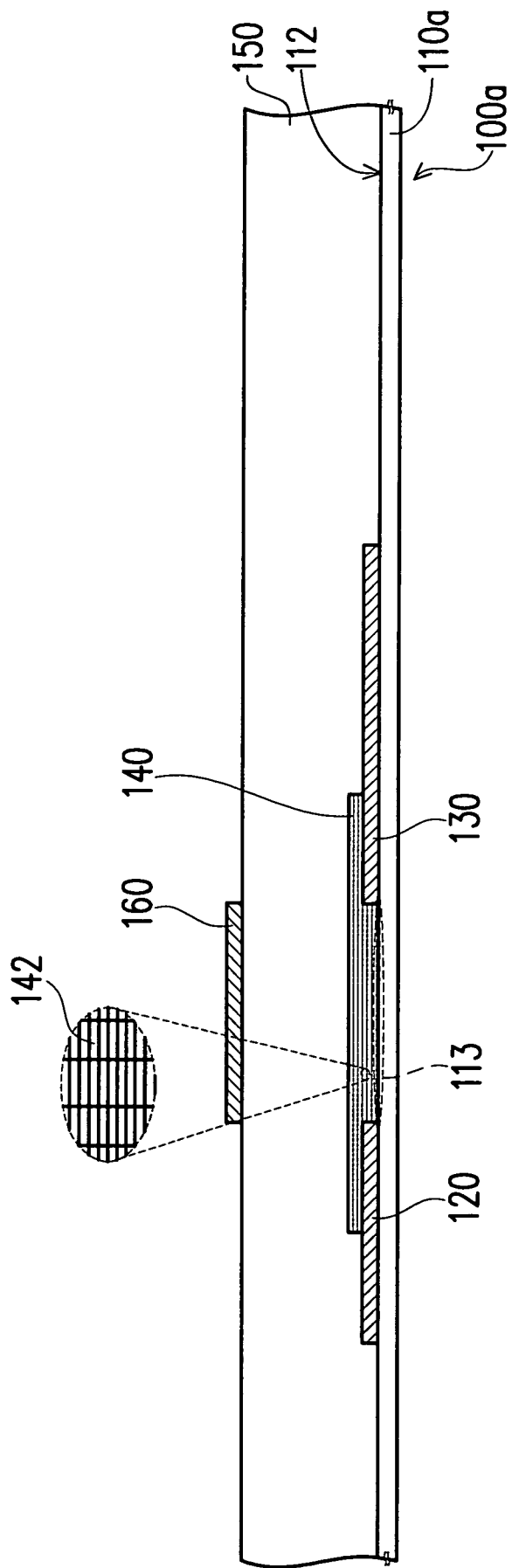


圖 3H

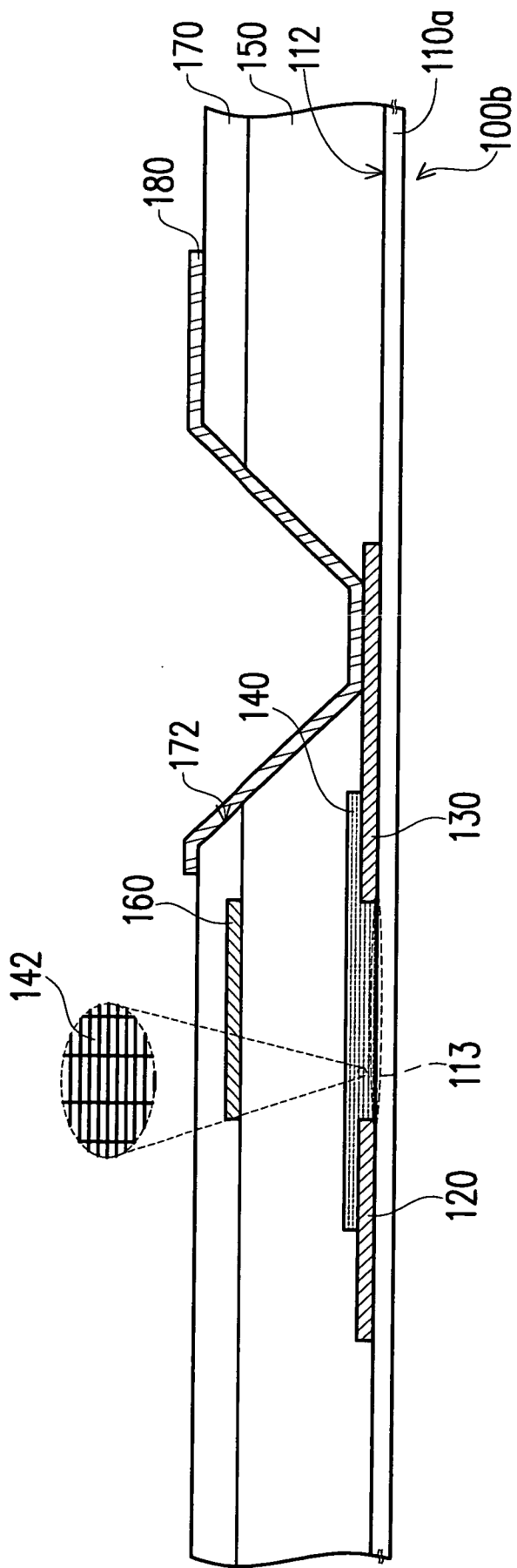


圖 31

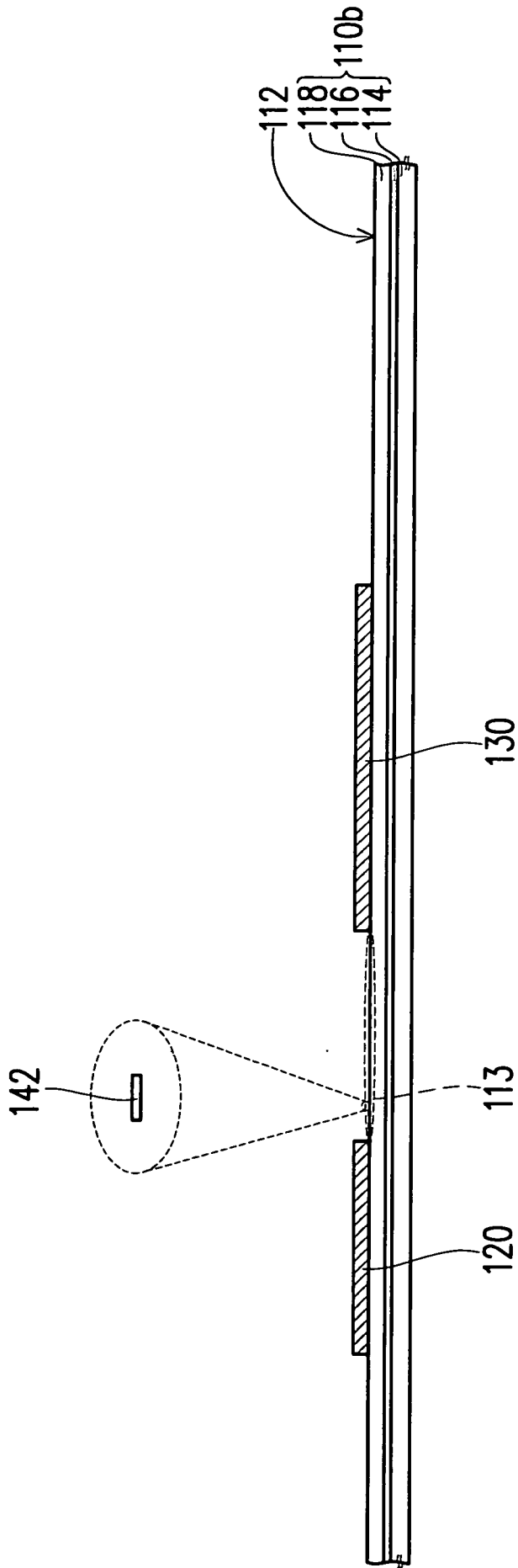


圖 4A

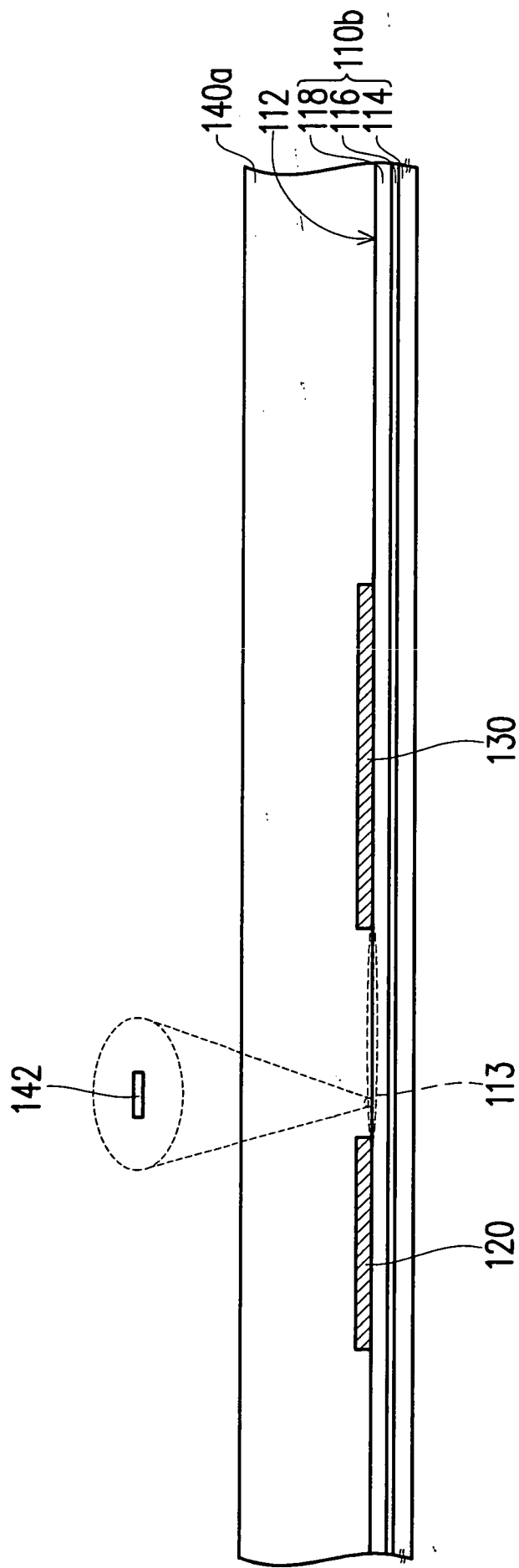


圖 4B