



(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 201734246 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：105108592

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 18 日

(51) Int. Cl. :

*C23C16/04 (2006.01)**C23C16/52 (2006.01)**C30B25/16 (2006.01)**H01L21/20 (2006.01)**H01L21/67 (2006.01)*(71) 申請人：萬國半導體股份有限公司 (美國) ALPHA AND OMEGA SEMICONDUCTOR
INCORPORATED (US)

美國

(72) 發明人：蔡博修 CAI, BOXIU (CN)；陳凌兵 CHEN, LINGBIN (CN)；顧一鳴 GU, YIMING
(US)

(74) 代理人：葉大慧

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：9 共 31 頁

(54) 名稱

監控外延層幾何形狀發生漂移的方法

METHOD OF MONITORING EPITAXIAL GROWTH GEOMETRY SHIFT

(57) 摘要

本發明涉及監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，在半導體層上形成第一、第二和第三溝槽，在半導體層上生長外延層，填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽，外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷的第一、第二開口。經光刻在光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、與第二開口對準的第二視窗和與第三溝槽對準的第三視窗。測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度。測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移量，測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第二偏移量，由第二、第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

This invention aims to providing a method of monitoring epitaxial growth geometry shift. Form the first trench, the second trench and the third trench on the semiconductor layer, grow an epitaxial layer on the semiconductor layer, the epitaxial layer is filled in the first trench and the second trench but is not filled in the third trench. Since the epitaxial layer is filled in the first trench and the second trench, the surface of the epitaxial layer is respectively formed the first opening and the second opening. After photolithography, form a first window aligned with the first opening in the photoresist, a second window aligned with the second opening and a third window aligned with the third trench. Measure the first offset between the top center and the bottom center of the first opening. Measure the second offset between the top center or the bottom center of the second opening and the center of the second window. Measure the third offset between the center of the third trench and the center of the third window. The degree of deviation is obtained by the difference between the second offset and the third offset.

指定代表圖：

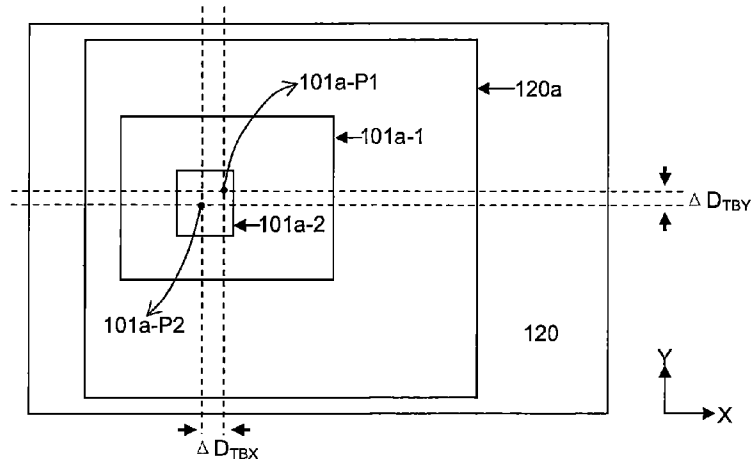


圖 5A

符號簡單說明：

101a-1 . . . 頂部邊緣

101a-2 . . . 底部邊緣

101a-P1 . . . 頂部中心

101a-P2 . . . 底部中心

120 . . . 光刻膠層

120a . . . 第一視窗圖形

ΔD_{TBX} . . . 偏移分量

ΔD_{TBY} . . . 偏移分量



申請日: 105.3.18

201734246

【發明摘要】

IPC分類: C23C16/04(2006.01)
C23C16/52(2006.01)
C30B25/16(2006.01)
H01L21/20(2006.01)
H01L21/67(2006.01)

【中文發明名稱】 監控外延層幾何形狀發生漂移的方法

【英文發明名稱】 method of monitoring epitaxial growth geometry shift

【中文】本發明涉及監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，在半導體層上形成第一、第二和第三溝槽，在半導體層上生長外延層，填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽，外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷的第一、第二開口。經光刻在光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、與第二開口對準的第二視窗和與第三溝槽對準的第三視窗。測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度。測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移量，測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第二偏移量，由第二、第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

【英文】 This invention is aims to providing a method of monitoring epitaxial growth geometry shift. Form the first trench, the second trench and the third trench on the semiconductor layer, grow an epitaxial layer on the semiconductor layer, the epitaxial layer is filled in the first trench and the second trench but is not filled in the third trench. Since the epitaxial layer is filled in the first trench and the second trench, the surface of the epitaxial layer is respectively formed the first opening and the second opening. After photolithography, form a first window aligned with the first opening in the photoresist, a second window aligned with the second opening and a third window aligned with the third trench. Measure the first offset between the top center and the bottom center of the first opening. Measure the second offset between the top center or the bottom center of the second opening and the center of the second window. Measure the third offset between the center of the third trench and the center of the third window. The degree of deviation is obtained by the difference between the second offset and the third offset.

【指定代表圖】 圖5A。

【代表圖之符號簡單說明】

101a-1 頂部邊緣

101a-2 底部邊緣

101a-P1 頂部中心

101a-P2 底部中心

120 光刻膠層

120a 第一視窗圖形

ΔD_{TBX} 偏移分量

ΔD_{TBY} 偏移分量

【發明說明書】

【中文發明名稱】 監控外延層幾何形狀發生漂移的方法

【英文發明名稱】 method of monitoring epitaxial growth geometry shift

【技術領域】

【0001】 本發明主要是關於半導體領域，更確切地說，是涉及一種監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，從而為改善外延工藝提供工藝優化依據。

【先前技術】

【0002】 外延生長是半導體元件設計中十分關鍵的一個工序，例如是元件實現複雜電荷平衡的關鍵因素之一，但是實際工藝中，外延生長可能會扭曲或偏移光刻工藝及蝕刻工藝所定義的半導體元件的各個部件的幾何形狀，元件的扭曲變形會導致後續的工藝步驟中對準和交疊變得不確定也不可控。當前的技術水準還無法十分精準的探測到由外延生長所誘發的形狀變形的因素，尤其是還無法精確的得知與這些形變量具有密切關聯的外延生長環境和工藝參數的影響機制，導致外延的工藝優化無法行之有效的實施。在一些監控外延工藝引起的特徵尺寸變化能夠通過一些關鍵尺寸測量手段來量化，例如光學檢測或SEM等，通過對比外延之前和外延之後的特徵尺寸即可，但是當前沒有較好的方法能夠探測到外延引起的幾何特徵的偏移，例如襯底上某一個原始對準標誌在被外延層覆蓋之後，該外延層上保留的再生對準標誌和襯底上的原始對準標誌是否完全重合，或是外延層上保留的再生對準標誌和襯底上的原始對準標誌的偏移量是多少均不得而知，這導致後續打算改善外延工藝來優化外延偏移量卻毫無章法可依，本發明正是基於這些弊端提出了後文的實施例。

【發明內容】

【0003】 在一個可選實施例中，本發明公開了一種監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，該方法包括：在晶圓的一個半導體層上形成第一、第二和第三溝槽；在半導體層上生長外延層，其填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽，其中外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷

第 1 頁，共 14 頁(發明說明書)

的第一、第二開口；塗覆光刻膠層覆蓋在外延長之上並同時覆蓋住第一、第二開口和第三溝槽；經光刻工藝在光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、及形成與第二開口對準的第二視窗和形成與第三溝槽對準的第三視窗；測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，藉此擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度；以及測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移量，及測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第三偏移量，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

【0004】 上述的方法，第一、第二和第三溝槽均為方形，它們的尺寸各不相同。

【0005】 上述的方法，第二溝槽的尺寸大於第一溝槽。

【0006】 上述的方法，第一視窗的尺寸大於第一開口，以完全將第一開口暴露在第一視窗中。

【0007】 上述的方法，第二視窗的尺寸小於第二開口的尺寸，僅僅在第二視窗中暴露出第二開口底部的局部區域。

【0008】 上述的方法，第三視窗的尺寸小於第三溝槽的尺寸，僅僅在第三視窗中暴露出第三溝槽底部的局部區域。

【0009】 上述的方法，在生長外延層的步驟中，遮擋住第三溝槽，使得外延層填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽。

【0010】 上述的方法，晶圓的各個位置對應定義在一個坐標系的相應座標點，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口相對於坐標系中一個指定座標點的偏移程度。

【0011】 上述的方法，第一偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBX} 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBY} ，偏移分量 ΔD_{TBX} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 ΔD_{TBY} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第二坐標軸上的距離。

【0012】 上述的方法，第二偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第二坐標軸上的距離；以及第三偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第二坐標軸上的距離。

【0013】 上述的方法，定義坐標系中指定座標點具有預設座標 (X_0, Y_0) ，則該外延層上任意一個位置的座標點 (X, Y) 相對於該預設座標 (X_0, Y_0) 在該坐標系中滿足函數關係： $X - X_0 = \Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL}$ ； $Y - Y_0 = \Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL}$ 。

【0014】 在另一個可選實施例中，本發明涉及的一種監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，主要包括：步驟S1、在晶圓的一個半導體層的第一區域形成第一、第二溝槽和在它的第二區域形成第三溝槽；步驟S2、在第二區域形成氧化層，氧化層還填充在第三溝槽內；步驟S3、在半導體層上生長外延層，其中在第一區域所形成的外延層還填充在第一、第二溝槽中，同時還在氧化層上形成了多晶矽層；步驟S4、回刻多晶矽和保留外延層，其中外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷的第一、第二開口；步驟S5、塗覆一個預設光刻膠層覆蓋在外延長和氧化層之上；步驟S6、經光刻工藝在預設光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、及形成與第二開口對準的第二視窗和形成與第三溝槽對準的第三視窗；步驟S7、測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，藉此擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度；測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移

量，及測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第三偏移量，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

【0015】 上述的方法，在步驟S2中，先在半導體層上的第一和第二區域覆蓋氧化層，並在氧化層上方塗覆一個第一光刻膠層，經由光刻工藝從該第一光刻膠層中暴露出第一區域的氧化層，然後利用第一光刻膠層作為蝕刻掩膜移除第一區域的氧化層，去除第一光刻膠層。

【0016】 上述的方法，在步驟S4中，先塗覆一個第二光刻膠層覆蓋外延層和多晶矽層，並經由光刻工藝從該第二光刻膠層中暴露出多晶矽層，然後利用第二光刻膠層作為蝕刻掩膜移除多晶矽層，之後去除第二光刻膠層。

【0017】 上述的方法，第一、第二和第三溝槽均為方形，它們的尺寸可以不相同。

【0018】 上述的方法，第二溝槽的尺寸大於第一溝槽。

【0019】 上述的方法，第一視窗的尺寸大於第一開口，以完全將第一開口暴露在第一視窗中。

【0020】 上述的方法，第二視窗的尺寸小於第二開口的尺寸，僅僅在第二視窗中暴露出第二開口底部的局部區域。

【0021】 上述的方法，第三視窗的尺寸小於第三溝槽的尺寸，第三視窗與第三溝槽底部的局部區域交疊。

【0022】 上述的方法，晶圓的各個位置對應定義在一個坐標系的相應座標點，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口相對於坐標系中一個指定座標點的偏移程度。

【0023】 上述的方法，第一偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBX} 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBY} ，偏移分量 ΔD_{TBX} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 ΔD_{TBY} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第二坐標軸上的距離。

【0024】 上述的方法，第二偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第二坐標軸上的距離；以及第三偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{REAL}}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{REAL}}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第二坐標軸上的距離。

【0025】 上述的方法，定義坐標系中指定座標點具有預設座標 (X_0, Y_0) ，則該外延層上任意一個位置的座標點 (X, Y) 相對於該預設座標 (X_0, Y_0) 在該坐標系中滿足函數關係： $X - X_0 = \Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}} - \Delta X_{(X_0, Y_0) | \text{REAL}}$ ； $Y - Y_0 = \Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{METRO}} - \Delta Y_{(X_0, Y_0) | \text{REAL}}$ 。

【圖式簡單說明】

【0026】 閱讀以下詳細說明並參照以下附圖之後，本發明的特徵和優勢將顯而易見：

圖1A-1C是對準標誌發生漂移的現象。

圖2是第一和第二及第三溝槽在晶圓上的分佈。

圖3A-3C是第一和第二被外延層覆蓋及第三溝槽從外延層中裸露出來的示意圖。

圖4A-4C是外延層及第三溝槽被光刻膠覆蓋並形成光刻膠中的開口的示意圖。

圖5A-5C是與截面圖4A-4C相對應的俯視示意圖。

圖6A-6C是測量偏移量的方法。

圖7A-7B是測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量。

圖8A-8B是由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

圖9A-9G是另一種獲取第一和第二及第三偏移量的方案。

【實施方式】

【0027】 下面將結合各實施例，對本發明的技術方案進行清楚完整的闡述，但所描述的實施例僅是本發明用作敘述說明所用的實施例而非全部的實施例，基於該等實施例，本領域的技術人員在沒有做出創造性勞動的前提下所獲得的方案都屬於本發明的保護範圍。

【0028】 參見圖1A，在晶圓的襯底上通常製備有對準標誌（Alignment Mark）110，當後續的工序需要精確定位晶圓的位置從而進行任何形式的對準時，就是以對準標誌110作為對準參照目標。在圖1A中對準標誌110例如是形成在襯底100上的多個橫向或縱向的溝槽111，參見圖1B-1C，當通過外延生長工藝在襯底100上製備外延層101時，生成的外延層101將襯底100的上表面及溝槽111覆蓋住，所以溝槽111在被遮擋住而不可見的狀態下無法再作為對準參照目標。此時因為襯底100的上表面形成有溝槽111，這會導致外延層101的上表面不是絕對的平坦化，體現在外延層101覆蓋於有溝槽111的部分相對於其他的部分會顯現出向下塌陷的特徵。參見圖1C，襯底101的沒有設置任何溝槽的那些區域上方所覆蓋的那一部分外延層101的厚度，和覆蓋在溝槽111內的另一部分外延層101的厚度基本一致，使填充在溝槽111內的外延層101的高度會略低。也就是說，下方沒有溝槽111的那一部分外延層101的上表面的高度位置，比下方具有溝槽111的另一部分外延層101的上表面的高度位置要高一些，從而在下方具有溝槽111的該另一部分外延層101的上表面處自然形成了向下凹陷的開口111'。按照理想的狀態，如果外延層101沒有任何漂移，則該開口111'和誘發形成它的溝槽111在豎直方向上應當幾乎上下重合，這裡的豎直方向與襯底100所在的平面相垂直。然而很不幸的是，實質上外延工藝會導致外延層101上的幾何形狀的實際位置與理想狀態下的預期位置發生了漂移，如果在外延之後的工序中打算用開口111'作為再生對準標誌來替代原始對準標誌例如溝槽111，鑒於開口111'和溝槽111並非安全重合，則後續的對準程式實質上已經失去了對準意義，因為這種對準存在著因為外延漂移帶來的極大誤差。

【0029】 參見圖2，在晶圓（可以是一個虛設晶圓dummy wafer）的一個半導體襯底100上製備有多個溝槽，其中包括多個第一溝槽100a和第二溝槽100b及第三溝槽100c，在一個可選但非必須的範例中，其中第三溝槽100c和對準標誌110可以佈局在靠近晶圓的中心的位置，而第一溝槽100a和第二溝槽100b則佈局在靠近晶圓的邊緣的位置。在可選的實施例中，第一溝槽100a和第二溝槽100b及第三溝槽100c的尺寸大小不同。在該襯底100上製備好了溝槽之後，需要再在襯底100上表面外延生長一個外延層101，值得注意的是，要求圖中由虛線CIR框定的區域並不生長外延層，如襯底100上被虛線CIR框定的區域被一個遮擋板擋住，外延生長工序中外延生長物被該遮擋板攔截，則襯底100上被虛線CIR框定的區域沒有形成任何外延層101。這在圖3A~3C有所體現，圖3A中的第一溝槽100a和圖3B中的第二溝槽100b並不在虛線CIR的範圍內，只有圖3C中的第三溝槽100c在虛線CIR的範圍內，所以第一溝槽100a和第二溝槽100b上方生成有外延層101，而第三溝槽100c上方則沒有生成任何外延層101。外延層101因填充第一溝槽100a而在外延層101的上表面對於形成凹陷的第一開口101a，外延層101因填充第二溝槽100b而在外延層101的上表面對應形成凹陷的第二開口101b，這些開口的形成機制在上文已經詳細介紹所以不予贅述，第一開口101a和第一溝槽100a並非完成上下重合，及第二開口101b和第二溝槽100b並非完成上下重合，而是略有漂移。

【0030】 參見圖4A~4C，繼續在晶圓上塗覆一層光刻膠層120，此時光刻膠層120不僅僅覆蓋在襯底100上的外延層101之上，而且還覆蓋在襯底100的裸露區域上，這裡的裸露區域是指外延生長工序中被遮擋住而沒有形成任何外延層的區域。光刻膠層120將整個外延層101和襯底100的整個裸露區域完全覆蓋住，再執行光刻工藝，經曝光顯影後在光刻膠層120中分別形成圖4A中的第一視窗圖形120a和圖4B中的第二視窗圖形120b及圖4C中的第三視窗圖形120c。第一視窗120a和第一開口101a對準，第二視窗120b和第二開口101b對準，第三視窗120c和第三溝槽100c對準。注意第一視窗120a的尺寸大於第一開口101a的尺寸，

使得第一開口101a完全從第一視窗120a中暴露出來。第二視窗120a的尺寸可以小於第二開口101b的尺寸，例如使第二開口101b底部的局部區域從第二視窗120a中暴露出來。第三視窗120c的尺寸可以小於第三溝槽100c的尺寸，例如使第三溝槽100c底部的局部區域從第三視窗120c中暴露出來。

【0031】 參見圖5A~5C，是圖4A~4C的俯視圖，從圖5A和圖6A中我們可以觀察到，第一開口101a完全從第一視窗120a中暴露出來，其中第一視窗120a和第一開口101a為方形。為了便於敘述，在圖5A中定義了第一開口101a具有底部邊緣101a-2（即圖6A中第一開口101a的底面的邊緣）和定義了第一開口101a具有頂部邊緣101a-1（即圖6A中第一開口101a的敞口部的邊緣），實質上第一開口101a的形貌類似於一個底部窄而頂部寬的倒置棱臺。因為外延工藝引起的幾何漂移，第一開口101a的底部中心101a-P2（也即呈現為矩形邊緣101a-2的幾何中心）和第一開口101a的頂部中心101a-P1（也即呈現為矩形邊緣101a-1的幾何中心）並不重合，它們間存在著第一偏移量。我們把第一偏移量分解為笛卡爾坐標系上沿著X軸的偏移分量 ΔD_{TBX} 和沿著Y軸的偏移分量 ΔD_{TBY} ，第一個偏移分量 ΔD_{TBX} 是第一開口101a的頂部中心101a-P1和底部中心101a-P2在X軸上的間隔距離，第二個偏移分量 ΔD_{TBY} 是第一開口101a的頂部中心101a-P1和底部中心101a-P2在Y軸上的間隔距離。當第一溝槽100a和它引起的第一開口101a的採樣量足夠多的條件下，我們就可以從每個第一開口101a的第一偏移量得出第一開口101a的頂部相對於底部的偏移程度，這些採樣資料呈現出的向量圖（如圖7A~7B）可以作為調整外延工藝參數的依據，當外延工藝的參數優化合理時，第一偏移量應當儘量小。

【0032】 參見圖5A~5C，從圖5B和6B中我們可以觀察到，第二開口101b的底部局部區域從第二視窗120b中暴露出來，其中第二視窗120a和第二開口101b為方形。為了便於敘述，在圖5B中定義了第二開口101b具有底部邊緣101b-1（也即圖6B中第二開口101b的底面的邊緣）和定義了第二開口101b具有頂部邊緣（也即圖6B中第二開口101b的敞口部的邊緣），第二開口101b的形貌也類似

於一個底部窄而頂部寬的倒置棱臺。可以測量第二開口101b的底部中心101b-P（即呈現為矩形邊緣101b-1的幾何中心）或第二開口101b的頂部中心和第二視窗120b的中心120b-P（即第二視窗120b的呈現為矩形邊緣120b-1的幾何中心）之間的第二偏移量，在本實施例的示意圖中以第二開口101b的底部中心101b-P和第二視窗120b的中心120b-P為例來進行闡釋，同樣可以將第二偏移量分解為笛卡爾坐標系上沿著X軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}}$ 和沿著Y軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}}$ ，其中第一個偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}}$ 是第二開口101b的底部中心101b-P（或它的頂部中心）和第二視窗120b的中心120b-P在X軸上的間隔距離，與之相對，第二個偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}}$ 則是第二開口101b的底部中心101b-P（或它的頂部中心）和第二視窗120b的中心120b-P在Y軸上的間隔距離。

【0033】 參見圖5A~5C，從圖5C和6C中我們可以觀察到，第三溝槽100c的底部局部區域從第三視窗120c中暴露出來，其中第三視窗120c和第三溝槽100c為方形。為了便於敘述，在圖5C中定義了第三溝槽100c具有底部或頂部邊緣100c-1（即圖6C中第三溝槽100c的底面或頂部的邊緣）和定義第三窗口120c具有底部或頂部邊緣120c-1（即圖6C中第三窗口120c的邊緣）。可以測量第三溝槽100c的中心100c-P（即呈現為矩形邊緣100c-1的幾何中心）和第三視窗120c的中心120c-P（即第三視窗120c的呈現為矩形邊緣120c-1的幾何中心）之間的第三偏移量，同樣可以將第三偏移量分解為笛卡爾坐標系上沿著X軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}}$ 和沿著Y軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}}$ ，其中第一個偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}}$ 是第三溝槽100c的底部中心100c-P（或它的頂部中心）和第三視窗120c的中心120c-P在X軸上的間隔距離，與之相對的是，第二個偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}}$ 則是第三溝槽100c的底部中心100c-P（或它的頂部中心）和第三視窗120c的中心120c-P在Y軸上的間隔距離。

【0034】 坐標系中，定義指定座標點具有預設座標 (X_0, Y_0) ，預設座標 (X_0, Y_0) 可以是座標原點也可以是任意的非原點座標，因為中間函數 $f(X_0, Y_0)$ 和 $g(X_0, Y_0)$ 和任意座標 (X, Y) 之間具有函數關係 $X - X_0 = f(X_0,$

Y_0) 以及 $Y - Y_0 = g(X_0, Y_0)$ ，並且 $\Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}} = \Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}} - f(X_0, Y_0)$ ， $\Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}} = \Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}} - g(X_0, Y_0)$ 。由此可知，則一個晶圓的外延層101上任意一個位置的座標 (X, Y) 相對於該預設座標 (X_0, Y_0) 在該坐標系中滿足函數關係：

$$X - X_0 = \Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}} - \Delta X_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}};$$

$$Y - Y_0 = \Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{METRO}} - \Delta Y_{(X_0, Y_0)}|_{\text{REAL}}。$$

【0035】 座標點 (X, Y) 可用來表徵外延層101上因填充襯底100的任何溝槽而在外延層101上表面對應形成凹陷的開口位置，據此可以獲取外延層101的表面上所有下面有溝槽的開口的座標向量圖（如圖8A~8B），向量圖可以作為判斷外延工藝導致開口沒有與溝槽上下完全對準的工藝調節依據，藉此優化外延工藝直至外延層的漂移程度最小。

【0036】 圖9A-9G是另一種可實現量測上文函數關係的實施例，而且在外延工藝中無需採用額外的遮擋板來遮擋晶圓。如圖9A-9B所示，在半導體襯底100的上表面上先以蝕刻或其他的方式製備出多個第一溝槽200a和第二溝槽200b及第三溝槽200c，在襯底100的第一區域製備出第一溝槽200a和第二溝槽200b，在第二區域製備第三溝槽200c，在可選的實施例中，第一區域例如是晶圓的中心區域，第二區域例如是晶圓的邊緣區域。之後再在襯底100的上表面上沉積或生長鈍化層如氧化層131，開始氧化層131覆蓋襯底100的整個上表面，並且氧化層131還填充在各個溝槽之中，其後在氧化層131上塗覆光刻膠層132，光刻膠層132經過光刻工藝的曝光顯影後，需要將第一區域覆蓋的氧化層131完全從光刻膠層132中暴露出來，並利用光刻膠層132作為蝕刻掩膜，將暴露出來氧化層131蝕刻移除掉，僅僅在第二區域保留氧化層131，注意氧化層131同時還填充在各第三溝槽200c中，從而襯底100在第一區域的上表面和第一溝槽200a以及第二溝槽200b都裸露出來。其後將多餘的光刻膠層132灰化移除掉。參見圖9C所示，接著再執行外延工藝，在晶圓上生長外延層，因為襯底100在第一區域的上表面為裸露的矽材料，而襯底100在第二區域被氧化層131覆蓋，所以在進行外延生長的

工序中，會在第一區域形成外延層201而在第二區域的氧化層131之上卻形成多晶矽134，第一區域形成的外延層201同時還填充在第一溝槽200a以及第二溝槽200b內部。按照上文介紹的內容，外延層201因填充第一溝槽200a而在外延層201的上表面對應形成凹陷的第一開口201a，同樣外延層201因填充第二溝槽200b而在外延層201的上表面對應形成凹陷的第二開口201b，外延層201位於第一區域中非第一溝槽200a及非第二溝槽200b上方的部分的高度，高於外延層201填充在第一溝槽200a及第二溝槽200b內部的部分的高度，從而在外延層201上表面形成高度階梯的不平坦形貌。

【0037】 參見圖9D所示，形成一個光刻膠層135，光刻膠層135起始時覆蓋住了第一區域的外延層201和第二區域的多晶矽134，光刻膠層134經過光刻工藝的曝光顯影後，需要將第二區域覆蓋住氧化層131的多晶矽134完全從光刻膠層134中暴露出來，並且還利用光刻膠層135作為蝕刻掩膜，將暴露出來多晶矽134蝕刻移除掉，但是在第一區域保留外延層201。其後將多餘的光刻膠層135灰化移除掉。

【0038】 參見圖9E所示，形成一個光刻膠層220，光刻膠層220覆蓋住了第一區域的外延層201和覆蓋住了第二區域的氧化層131，再執行光刻工藝，光刻膠層220經過光刻工藝的曝光顯影後，在光刻膠層220中分別形成第一視窗圖形220a和第二視窗圖形220b及第三視窗圖形220c。第一視窗220a和第一開口201a對準，及第二視窗220b和第二開口201b對準，並且第三視窗220c和第三溝槽200c對準，第三視窗220c的底部位於氧化層131上也即第三視窗220c並沒有直接接觸第三溝槽200c，但是第三視窗220c隔著氧化層131和第三溝槽200c交疊。值得注意的是，第一視窗220a的尺寸是大於第一開口201a的尺寸，使得第一開口201a完全從第一視窗220a中暴露出來。第二視窗220a的尺寸可以小於第二開口201b的尺寸，例如使第二開口201b底部的局部區域從第二視窗220a中暴露出來。第三視窗220c的尺寸可以小於第三溝槽200c的尺寸，例如使第三溝槽100c底部的局部區域和第三視窗120c交疊。參見圖9G所示，第一溝槽220a是方形所以其誘使

形成的第一開口201a的頂部或底部也是方形，第一開口201a是一個底部窄而頂部寬的倒置棱臺，它具有矩形底部邊緣201a-2和矩形頂部邊緣201a-1。另外第二溝槽220a也是方形，所以由其誘使形成的第二開口201b的頂部或底部也是方形，第二開口201b是一個底部窄而頂部寬的倒置棱臺，它具有矩形底部邊緣201a-1和未標識出的矩形頂部邊緣。第三溝槽220c也是方形。

【0039】 圖9F-9G的第一溝槽200a和第二溝槽200b及第三溝槽200c和圖3A~3C進行比較，第一溝槽200a相當於圖3A中的第一溝槽100a，第二溝槽200b相當於圖3B中的第二溝槽100b，第三溝槽200c相當於圖3C中的第三溝槽100c。

【0040】 圖9F-9G的第一開口201a和第二開口201b及第一開口201c和圖4A~4C進行比較，第一開口201a相當於圖4A中的第一開口101a，第二開口201b相當於圖4B中的第二開口101b。

【0041】 圖9F-9G的第一視窗220a和第二視窗220b及第三視窗220c和圖4A~4C進行比較，第一視窗220a相當於圖4A中的第一視窗120a，第二視窗220b相當於圖4B中的第二視窗120b，第三視窗220c相當於圖4C中的第三視窗120c。

【0042】 根據圖9F-9G的結構，同樣可以測量第一開口201a的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，藉此擷取第一開口201a的頂部相對於底部的偏移程度。測量第二開口201的頂部中心或底部中心和第二視窗220b的頂部中心或底部中心之間的第二偏移量，並且還可以測量第三溝槽200c的頂部中心或底部中心和第三視窗220c的頂部中心或底部中心之間的第二偏移量，從而藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度，這中計算方式在上文中已經詳細介紹，因此具體的方案不再贅述。

【0043】 以上，通過說明和附圖，給出了具體實施方式的特定結構的典型實施例，上述發明提出了現有的較佳實施例，但這些內容並不作為局限。對於本領域的技術人員而言，閱讀上述說明後，各種變化和修正無疑將顯而易見。因此，所附的權利要求書應看作是涵蓋本發明的真實意圖和範圍的全部變化和

修正。在權利要求書範圍內任何和所有等價的範圍與內容，都應認為仍屬本發明的意圖和範圍內。

【符號說明】

【0044】 100 襯底

100a 第一溝槽

100b 第二溝槽

100c 第三溝槽

100c-1 底部或頂部邊緣

100c-P 底部中心

101 外延層

101a 第一開口

101a-1 頂部邊緣

101a-2 底部邊緣

101a-P1 頂部中心

101a-P2 底部中心

101b 第二開口

101b-1 底部邊緣

101b-P 底部中心

110 對準標誌

111 溝槽

111' 開口

120 光刻膠層

120a 第一視窗圖形

120b 第二視窗圖形

120b-1 矩形邊緣

120b-P 中心

120c 第三視窗圖形
120c-1 底部或頂部邊緣
120c-P 中心
131 氧化層
132 光刻膠層
134 多晶矽
135 光刻膠層
200a 第一溝槽
200b 第二溝槽
200c 第三溝槽
201 外延層
201a 第一開口
201a-1 矩形頂部邊緣
201a-2 矩形底部邊緣
201b 第二開口
201c 第一開口
220 光刻膠層
220a 第一視窗圖形
220b 第二視窗圖形
220c 第三視窗圖形
CIR 虛線
 ΔD_{TBX} 偏移分量
 ΔD_{TBY} 偏移分量

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，其中，包括：

在晶圓的一個半導體層上形成第一、第二和第三溝槽；

在半導體層上生長外延層，其填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽，其中外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷的第一、第二開口；

塗覆光刻膠層覆蓋在外延長之上並同時覆蓋住第一、第二開口和第三溝槽；

經光刻工藝在光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、及形成與第二開口對準的第二視窗和形成與第三溝槽對準的第三視窗；

測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，藉此擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度；以及

測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移量，及測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第三偏移量，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第一、第二和第三溝槽均為方形。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第二溝槽的尺寸大於第一溝槽。

【第4項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第一視窗的尺寸大於第一開口，以完全將第一開口暴露在第一視窗中。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第二視窗的尺寸小於第二開口的尺寸，僅僅在第二視窗中暴露出第二開口底部的局部區域。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第三視窗的尺寸小於第三溝槽的尺寸，僅僅在第三視窗中暴露出第三溝槽底部的局部區域。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，在生長外延層的步驟中，遮擋住第三溝槽，使得外延層填充在第一、第二溝槽中但不填充第三溝槽。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，晶圓的各個位置對應定義在一個坐標系的相應座標點，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口相對於坐標系中一個指定座標點的偏移程度。

【第9項】如申請專利範圍第8項所述的方法，其中，第一偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBX} 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBY} ，偏移分量 ΔD_{TBX} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 ΔD_{TBY} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第二坐標軸上的距離。

【第10項】如申請專利範圍第8項所述的方法，其中，第二偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第二坐標軸上的距離；以及

第三偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第二坐標軸上的距離。

【第11項】如申請專利範圍第10項所述的方法，其中，定義坐標系中一個指定座標點具有預設座標 (X_0, Y_0) ，則該外延層上任意一個位置的座標點 (X, Y) 相對於該預設座標 (X_0, Y_0) 在該坐標系中滿足函數關係：

$$X - X_0 = \Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL} ;$$

$$Y - Y_0 = \Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL} .$$

【第12項】一種監控外延層幾何形狀發生漂移的方法，其中，包括：

步驟 S1、在晶圓的一個半導體層的第一區域形成第一、第二溝槽和在它的第二區域形成第三溝槽；

步驟 S2、在第二區域形成氧化層，氧化層還填充在第三溝槽內；

步驟 S3、在半導體層上生長外延層，其中在第一區域所形成的外延層還填充在第一、第二溝槽中，同時還在氧化層上形成了多晶矽層；

步驟 S4、回刻多晶矽和保留外延層，其中外延層因填充第一、第二溝槽而在外延層的上表面對應分別形成凹陷的第一、第二開口；

步驟 S5、塗覆一個預設光刻膠層覆蓋在外延長和氧化層之上；

步驟 S6、經光刻工藝在預設光刻膠層中形成與第一開口對準的第一視窗、及形成與第二開口對準的第二視窗和形成與第三溝槽對準的第三視窗；

步驟 S7、測量第一開口的頂部中心和底部中心之間的第一偏移量，藉此擷取第一開口的頂部相對於底部的偏移程度；以及

測量第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心之間的第二偏移量，及測量第三溝槽的中心和第三視窗的中心之間的第三偏移量，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口的偏移程度。

【第13項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，在步驟S2中，先在半導體層上的第一和第二區域覆蓋氧化層，並在氧化層上方塗覆一個第一光刻膠層，經由光刻工藝從該第一光刻膠層中暴露出第一區域的氧化層，然後利用第一光刻膠層作為蝕刻掩膜移除第一區域的氧化層，之後去除第一光刻膠層。

【第14項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，在步驟S4中，先塗覆一個第二光刻膠層覆蓋外延層和多晶矽層，並經由光刻工藝從該第二光刻膠層中暴露出多晶矽層，然後利用第二光刻膠層作為蝕刻掩膜移除多晶矽層，之後去除第二光刻膠層。

【第15項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，第一、第二和第三溝槽均為方形。

【第16項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，第二溝槽的尺寸大於第一溝槽。

【第17項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，第一視窗的尺寸大於第一開口，以完全將第一開口暴露在第一視窗中。

【第18項】如申請專利範圍第1項所述的方法，其中，第二視窗的尺寸小於第二開口的尺寸，僅僅在第二視窗中暴露出第二開口底部的局部區域。

【第19項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，第三視窗的尺寸小於第三溝槽的尺寸，第三視窗與第三溝槽底部的局部區域交疊。

【第20項】如申請專利範圍第12項所述的方法，其中，晶圓的各個位置對應定義在一個坐標系的相應座標點，藉由第二偏移量和第三偏移量之間的差值擷取第二開口相對於坐標系中一個指定座標點的偏移程度。

【第21項】如申請專利範圍第20項所述的方法，其中，第一偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBX} 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 ΔD_{TBY} ，偏移分量 ΔD_{TBX} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 ΔD_{TBY} 是第一開口的頂部中心和底部中心在第二坐標軸上的距離。

【第22項】如申請專利範圍第20項所述的方法，其中，第二偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第二開口的頂部中心或底部中心和第二視窗的中心在第二坐標軸上的距離；以及

第三偏移量包括沿坐標系的第一坐標軸的偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL}$ 和沿坐標系的第二坐標軸的偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL}$ ，偏移分量 $\Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第一坐標軸上的距離，偏移分量 $\Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO}$ 是第三溝槽的中心和第三視窗的中心在第二坐標軸上的距離。

【第23項】如申請專利範圍第22項所述的方法，其中，定義坐標系中一個指定座標點具有預設座標 (X_0, Y_0) ，則該外延層上任意一個位置的座標點 (X, Y) 相對於該預設座標 (X_0, Y_0) 在該坐標系中滿足函數關係：

$$X - X_0 = \Delta X_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta X_{(X_0, Y_0) | REAL} ;$$

$$Y - Y_0 = \Delta Y_{(X_0, Y_0) | METRO} - \Delta Y_{(X_0, Y_0) | REAL} .$$

【發明圖式】

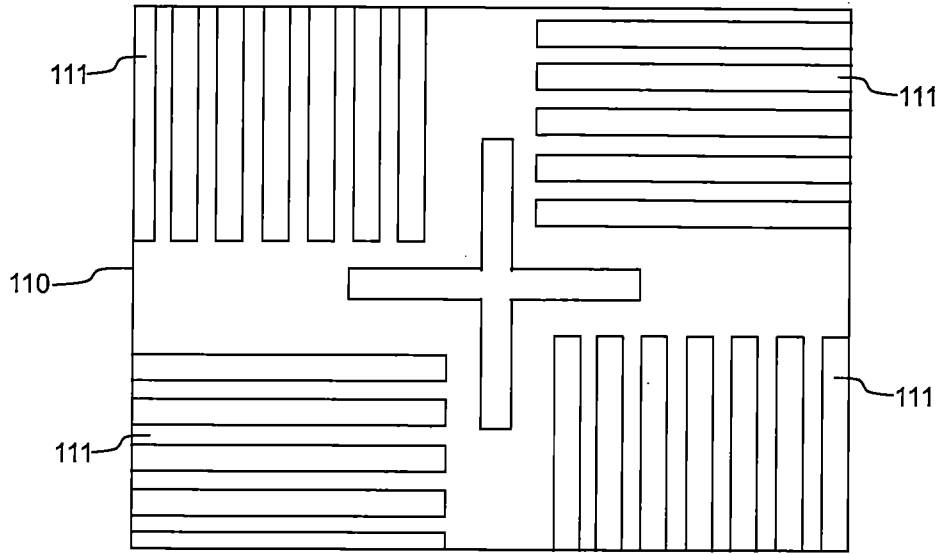


圖 1A

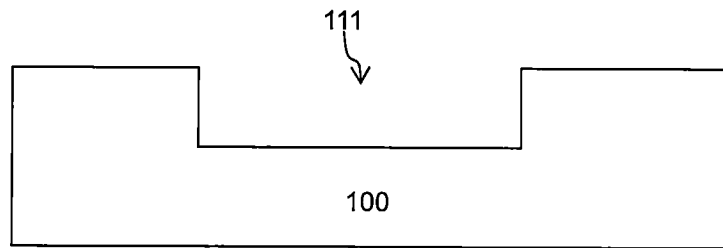


圖 1B

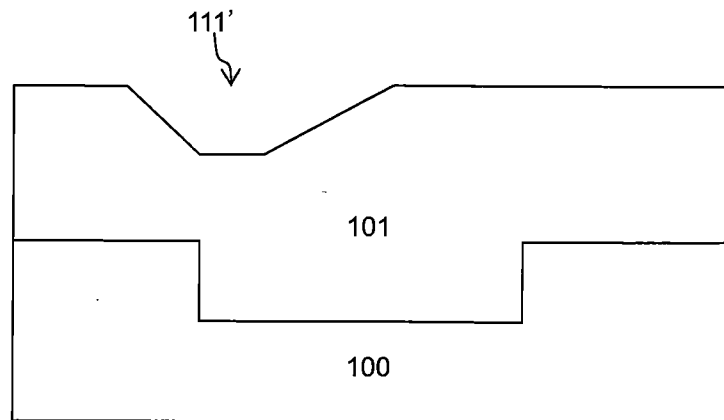


圖 1C

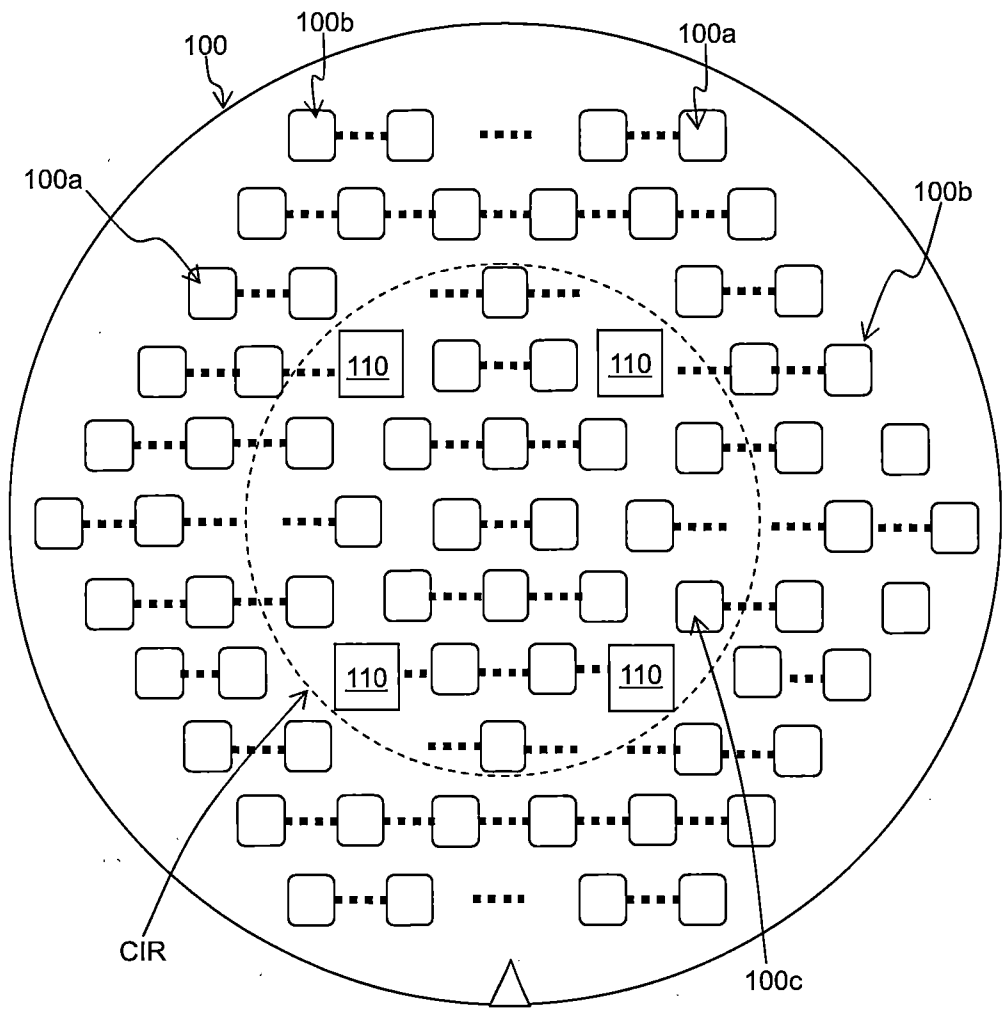


圖 2

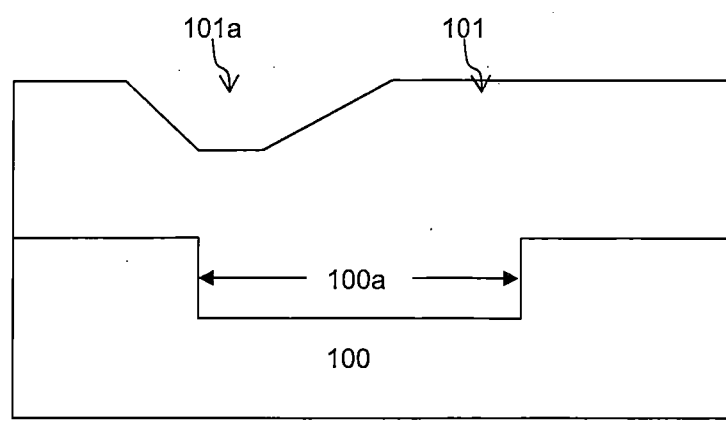


圖 3A

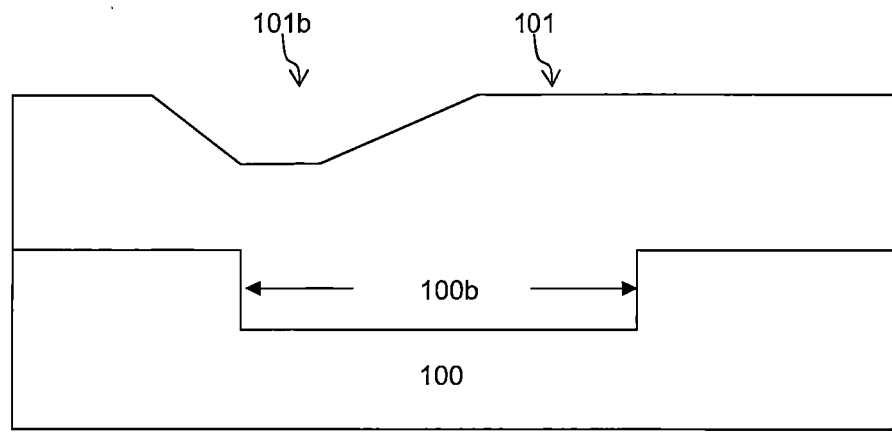


圖 3B

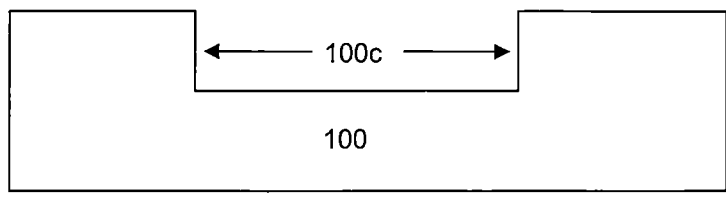


圖 3C

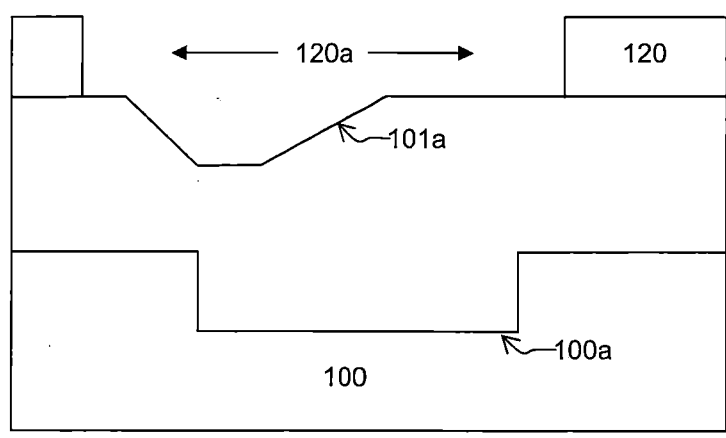


圖 4A

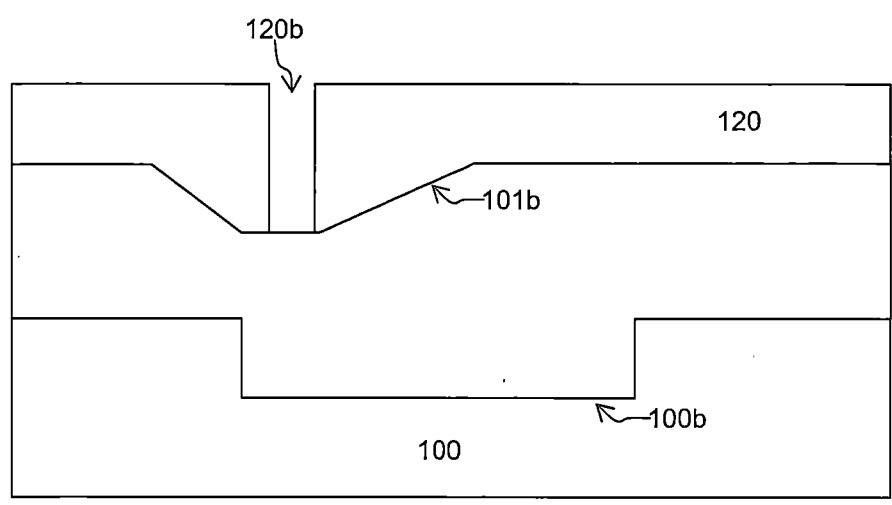


圖 4B

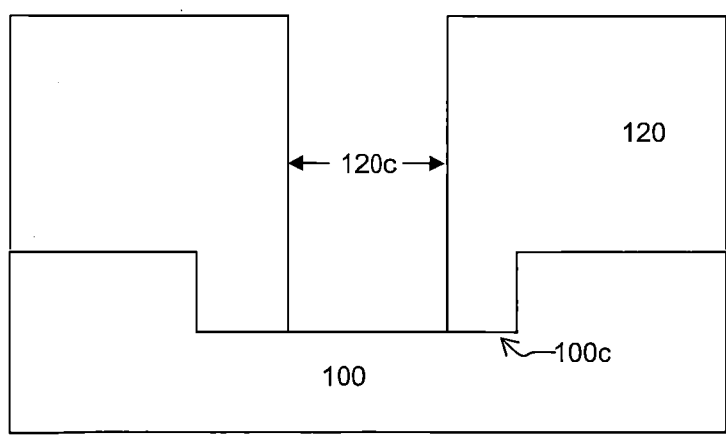


圖 4C

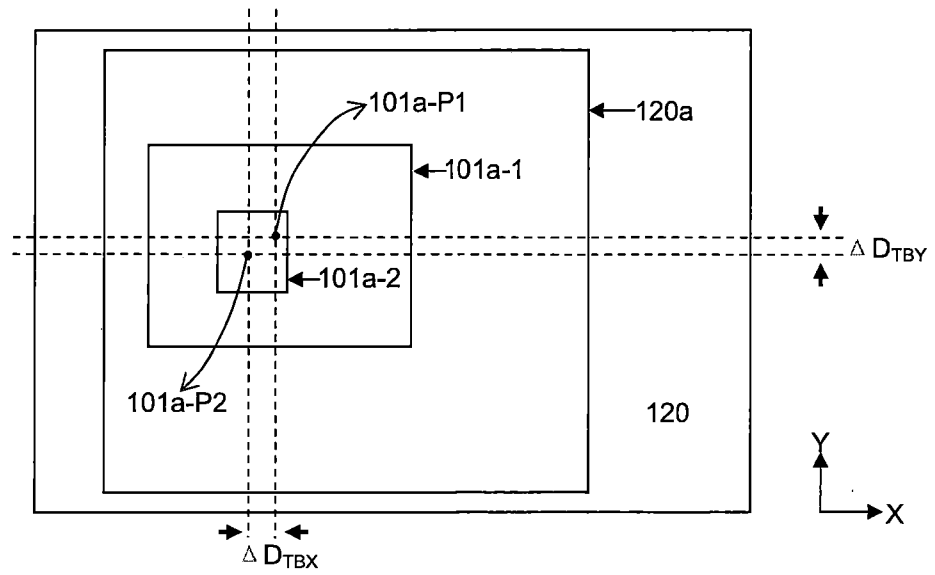


圖 5A

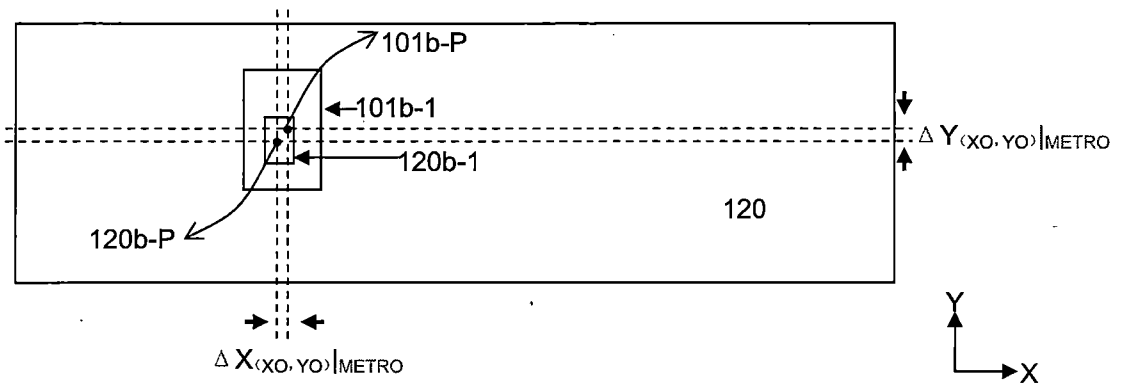


圖 5B

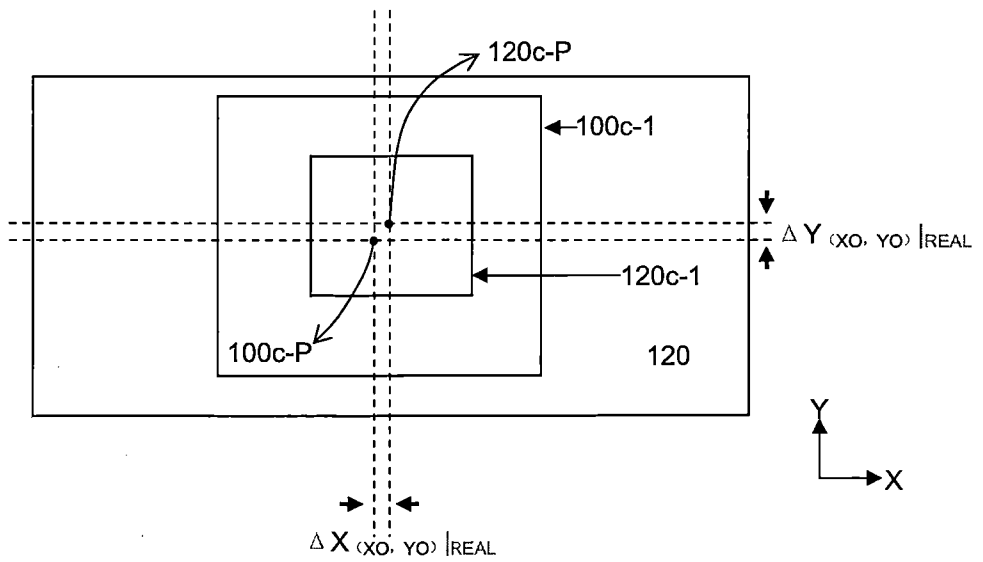


圖 5C

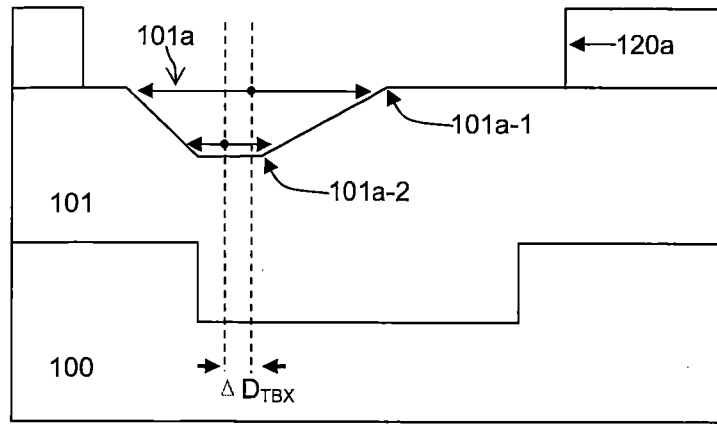


圖 6A

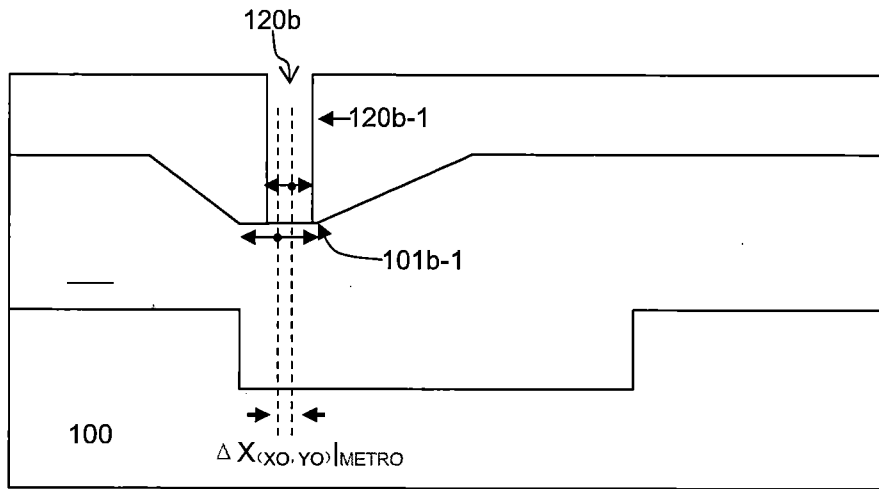


圖 6B

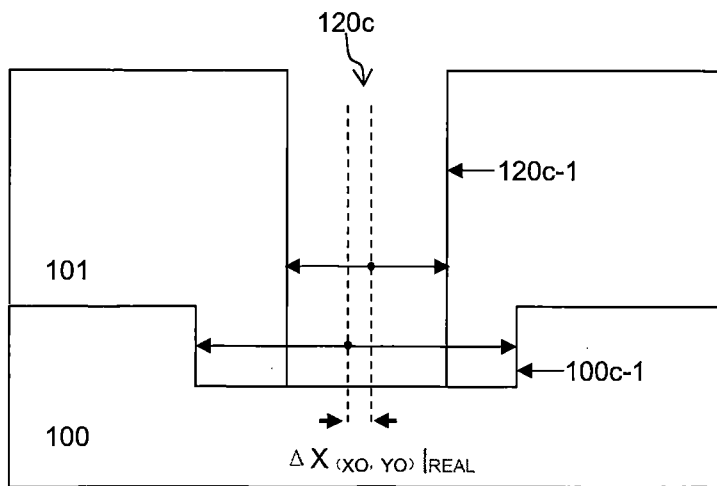


圖 6C

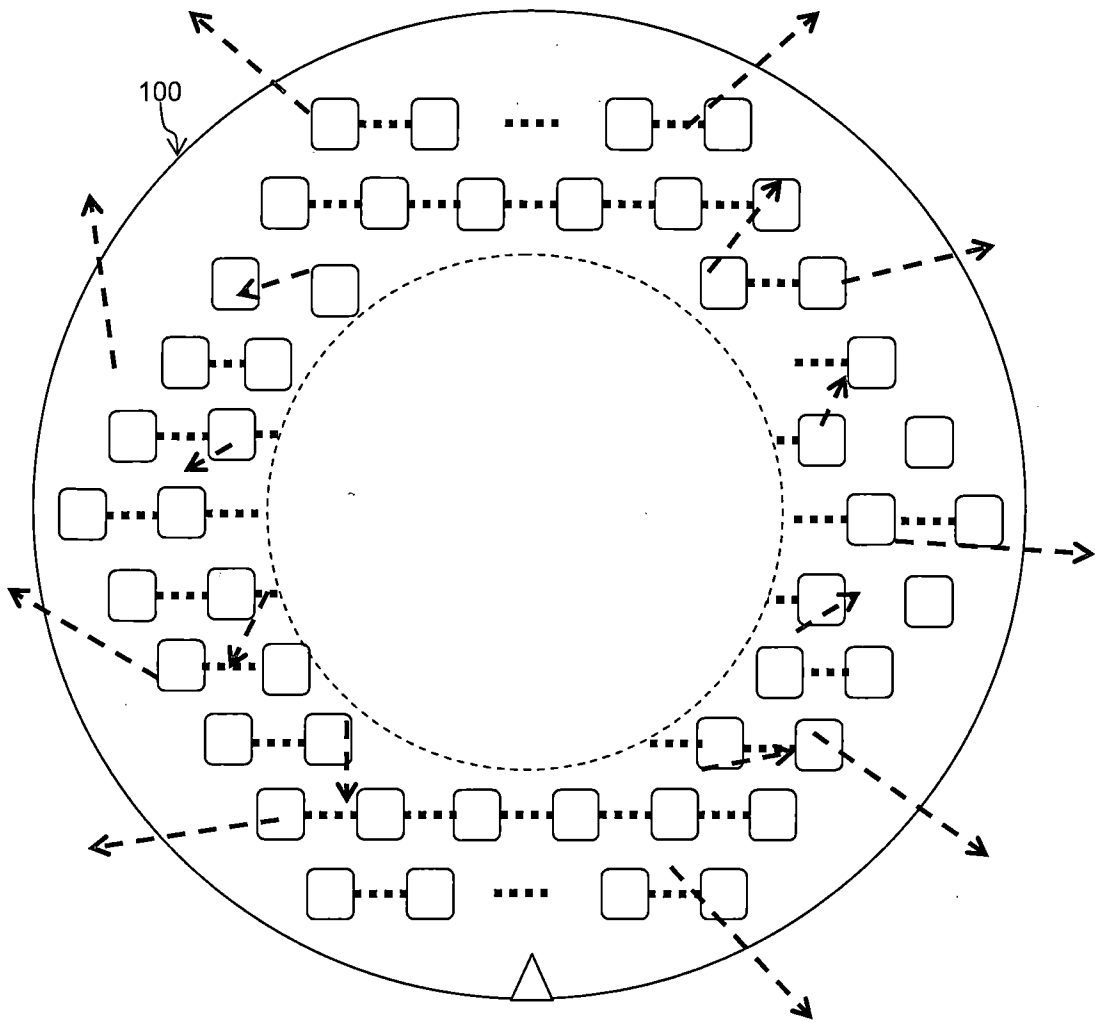


圖 7A

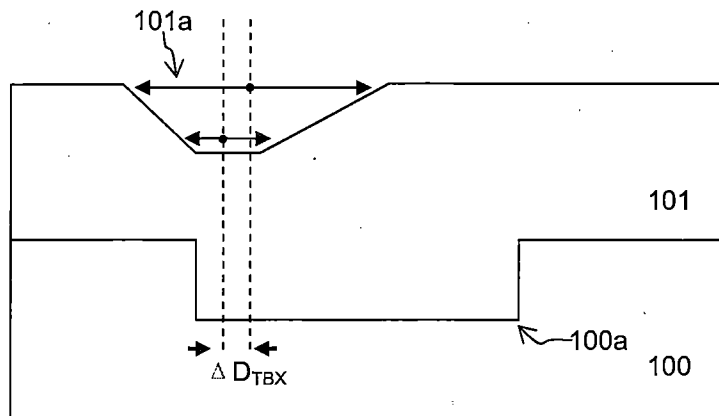


圖 7B

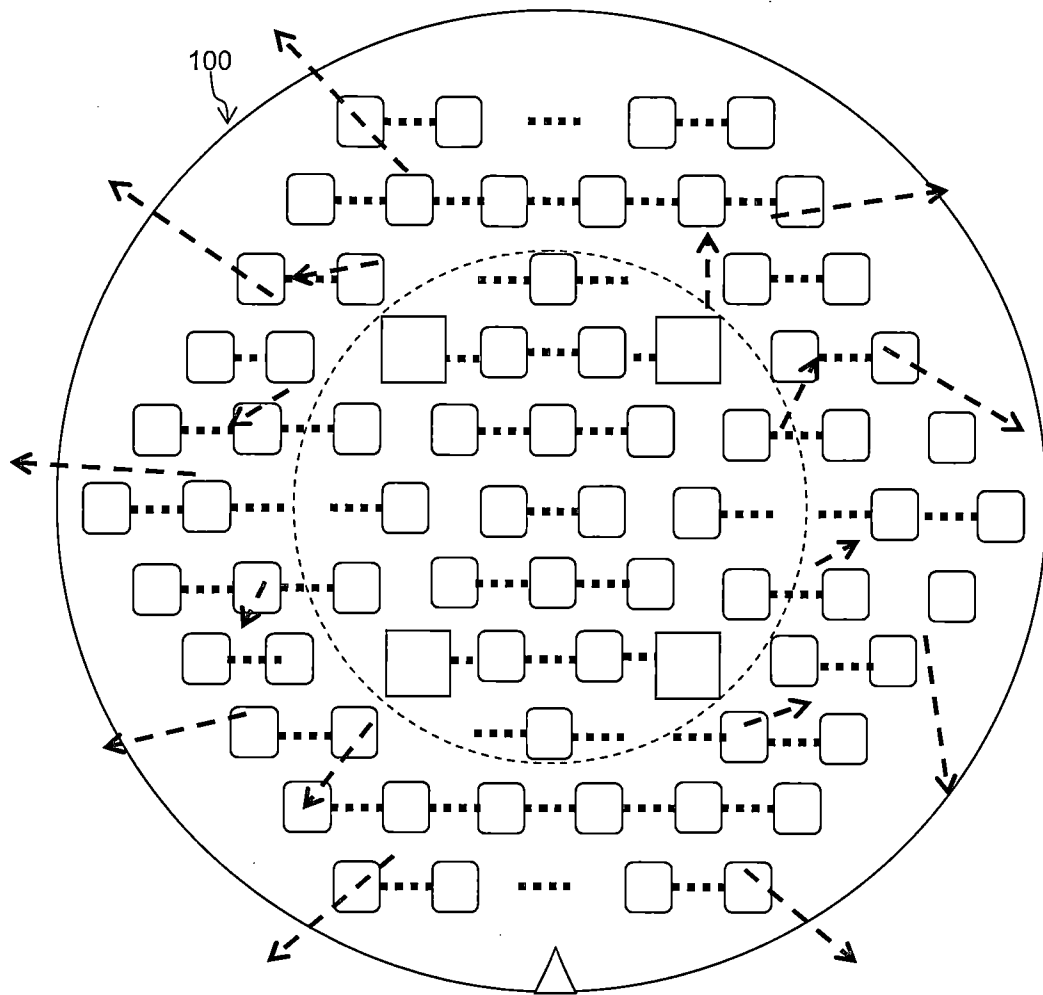


圖 8A

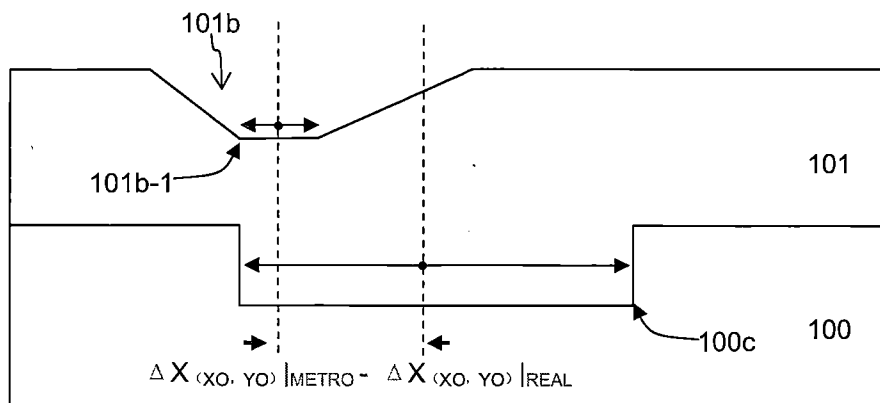


圖 8B

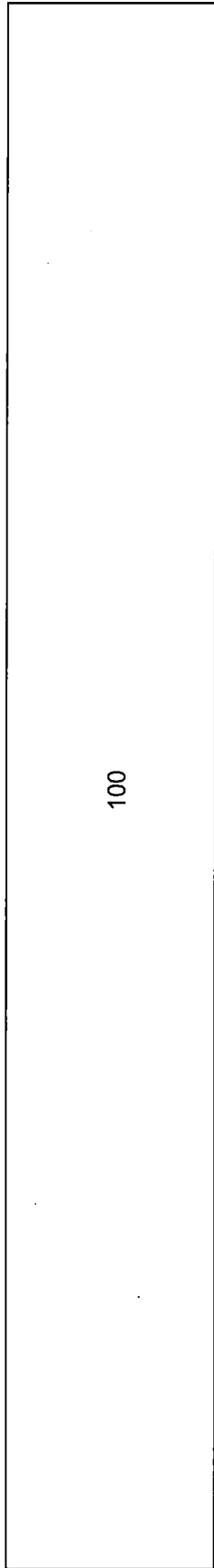


圖 9A

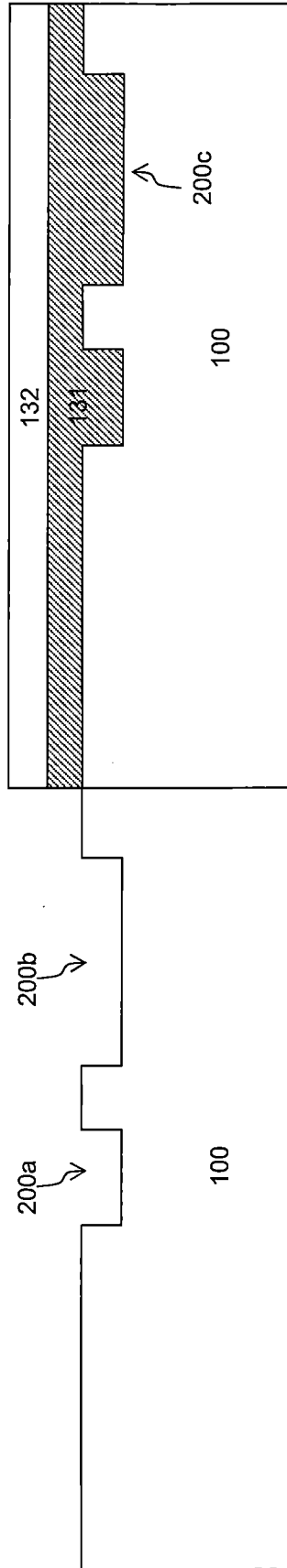


圖 9B

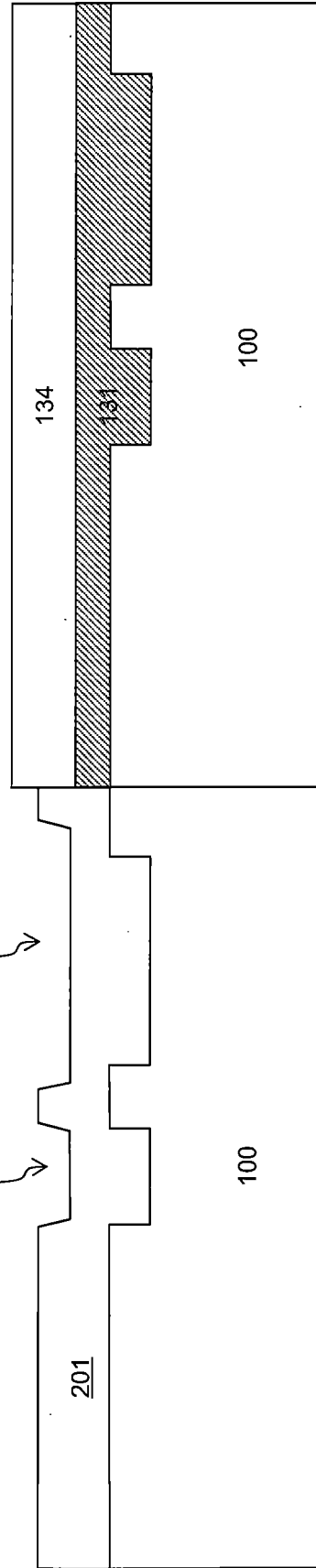


圖 9C

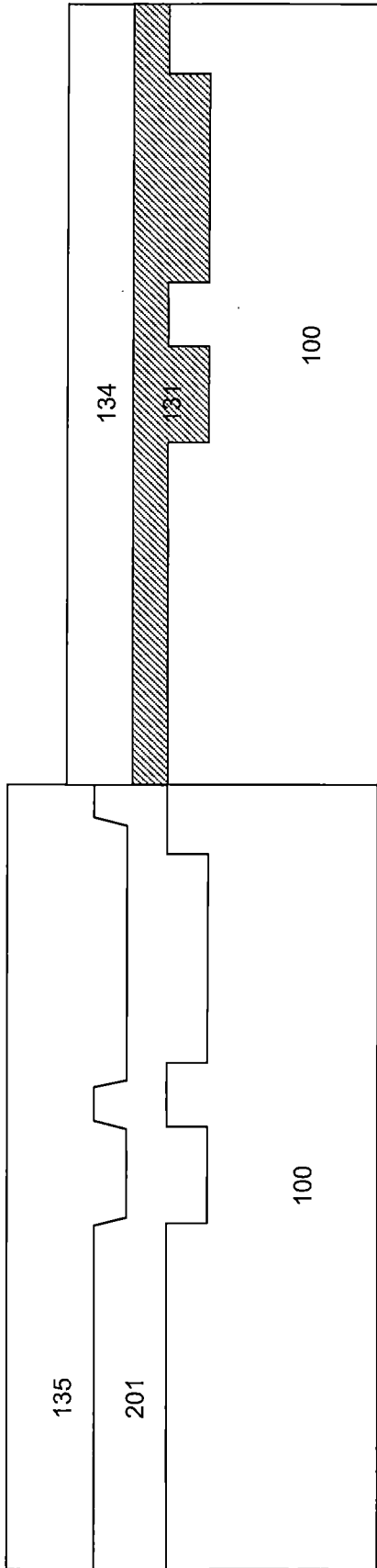


圖 9D

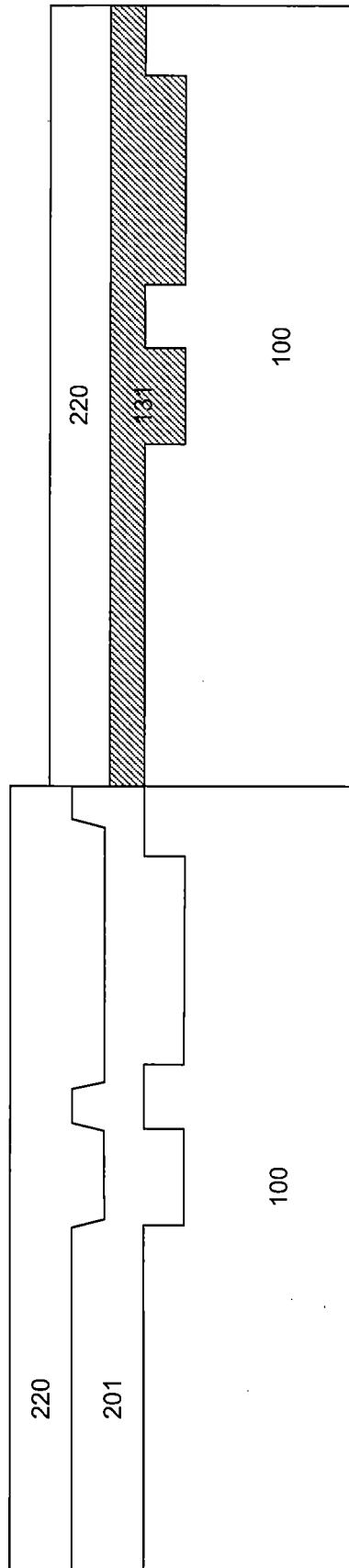


圖 9E

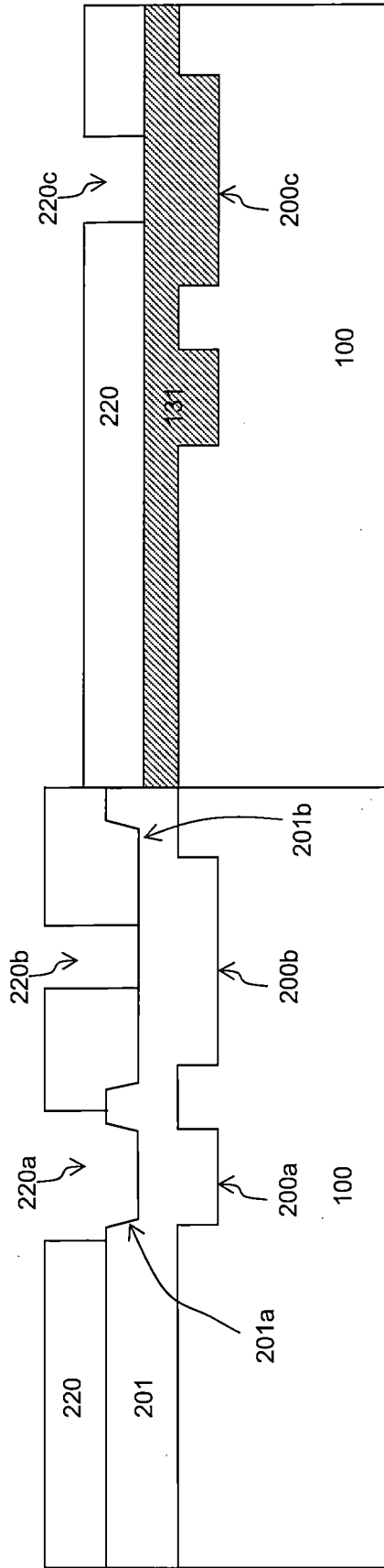


圖 9F

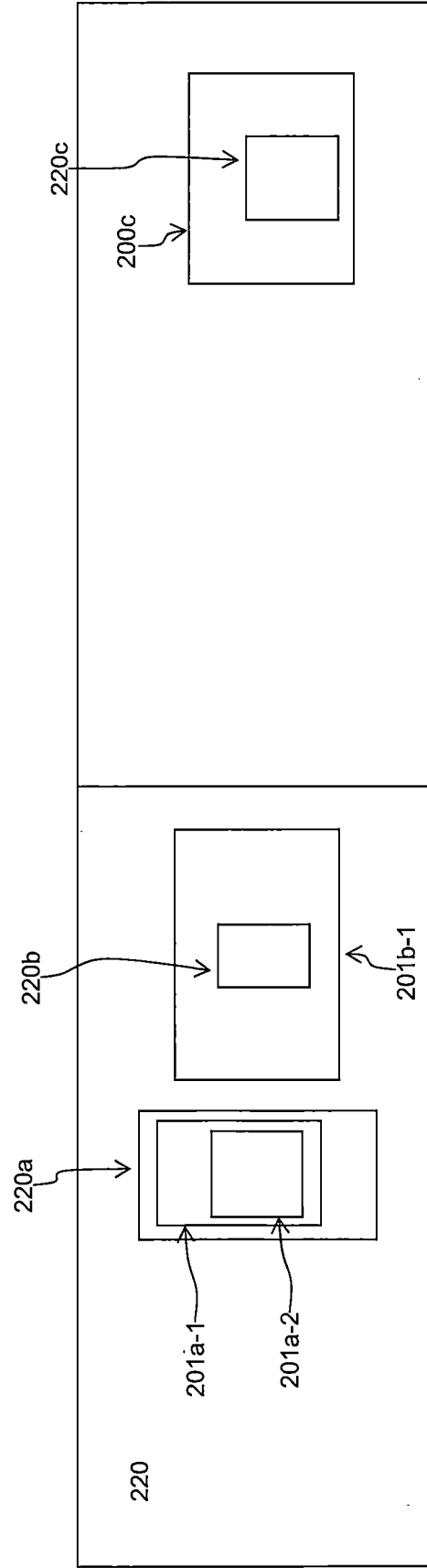


圖 9G