



(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 I443716 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：097150758

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01L21/265 (2006.01)

H01J37/317 (2006.01)

(30)優先權：2007/12/28 美國

12/005,991

(71)申請人：瓦里安半導體設備公司(美國) VARIAN SEMICONDUCTOR EQUIPMENT ASSOCIATES, INC. (US)

美國

(72)發明人：古普塔 阿塔爾 GUPTA, ATUL (IN) ; 歐爾森 約瑟 C OLSON, JOSEPH C. (US)

(74)代理人：詹銘文；蕭錫清

(56)參考文獻：

TW 188678

US 7166854B2

US 2007/0085037A1

WO 01/73815A1

WO 02/19374A2

審查人員：閻濟民

申請專利範圍項數：26 項 圖式數：15 共 0 頁

(54)名稱

執行高傾斜植入的方法、離子植入裝置與植入工件的方法

METHOD OF PERFORMING HIGH-TILT IMPLANTATION, APPARATUS FOR IMPLANTING IONS AND METHOD OF IMPLANTING WORKPIECE

(57)摘要

本發明包括具有以前不能實現的角度精度的用於高傾斜角度植入的方法。具有寬度維度和高度維度的離子束由許多單個的小射束組成。這些小射束通常在這兩個維度中之一者內顯示了更高的平行度。因此，為了最小化角度誤差，工件繞實質上垂直於具有更高平行度的維度的軸傾斜。然後，工件在高傾斜角度被植入且繞正交於工件表面的直線旋轉。此方法可被重複直至高傾斜植入已經在所有所需的區域實施。

The present invention comprises a method for high tilt angle implantation, with angular precision not previously achievable. An ion beam, having a width and height dimension, is made up of a number of individual beamlets. These beamlets typically display a higher degree of parallelism in one of these two dimensions. Thus, to minimize angular error, the workpiece is tilted about an axis substantially perpendicular to the dimension having the higher degree of parallelism. The workpiece is then implanted at a high tilt angle and rotated about a line orthogonal to the surface of the workpiece. This process can be repeated until the high tilt implantation has been performed in all required regions.

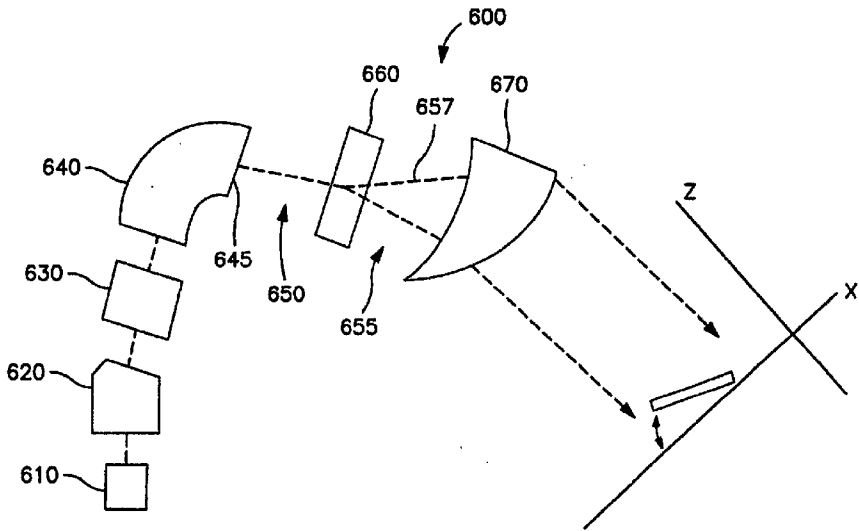


圖 6

- 600 . . . 離子植入機
- 610 . . . 離子源
- 620 . . . 源過濾器
- 630 . . . 柱
- 640 . . . 質量分析器
磁鐵
- 645 . . . 隙孔
- 650 . . . 離子束
- 655 . . . 掃描射束
- 657 . . . 離子小射束
- 660 . . . 掃描器
- 670 . . . 角度校正器

公告本

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：97150758

※申請日：97.12.25

※IPC 分類：H01L 21/265 (2006.01)
H01J 37/317 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

執行高傾斜植入的方法、離子植入裝置與植入工件的方法

METHOD OF PERFORMING HIGH-TILT
IMPLANTATION, APPARATUS FOR IMPLANTING IONS
AND METHOD OF IMPLANTING WORKPIECE

二、中文發明摘要：

本發明包括具有以前不能實現的角度精度的用於高傾斜角度植入的方法。具有寬度維度和高度維度的離子束由許多單個的小射束組成。這些小射束通常在這兩個維度中之一者內顯示了更高的平行度。因此，為了最小化角度誤差，工件繞實質上垂直於具有更高平行度的維度的軸傾斜。然後，工件在高傾斜角度被植入且繞正交於工件表面的直線旋轉。此方法可被重複直至高傾斜植入已經在所有所需的區域實施。

三、英文發明摘要：

The present invention comprises a method for high tilt angle implantation, with angular precision not previously achievable. An ion beam, having a width and height dimension, is made up of a number of individual beamlets. These beamlets typically display a higher degree of parallelism in one of these two dimensions. Thus, to minimize angular error, the workpiece is tilted about an axis substantially perpendicular to the dimension having the higher degree of parallelism. The workpiece is then implanted at a high tilt angle and rotated about a line orthogonal to the surface of the workpiece. This process can be repeated until the high tilt implantation has been performed in all required regions.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 6

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

600：離子植入機

610：離子源

620：源過濾器

630：柱

640：質量分析器磁鐵

645：隙孔

650：離子束

655：掃描射束

657：離子小射束

660：掃描器

670：角度校正器

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】

本發明是有關於離子植入機(ion implanter)，且特別是有關於具高傾斜植入(implant)角度效能的離子植入機。

【先前技術】

離子植入機通常用於半導體晶圓的生產中。利用離子源(ion source)產生帶正電荷的離子束，然後將離子束定向成朝向工件。當離子撞擊(strike)工件時，它們在衝擊區改變了工件的性質。這種改變使工件的特定區域被恰當地“摻雜”。摻雜區的結構限定了工件的功能，且通過導電內連線(conductive interconnects)的使用，這些工件可被轉化成複雜的電路。

在許多應用中，導引離子束以便能以垂直於工件平面的方向撞擊工件。圖 1 示出了工件 100 的代表性 X、Y 和 Z 三維定向。在許多應用中，將離子束(未示出)以實質上平行於 Z 軸的方向定向至工件 100。在此方法中，離子束在 X 和 Y 軸上實質上與工件垂直。離子束可被認為是一組離子小射束(beamlet)，各個小射束在 XZ 平面包含單線線路(single line)。整個射束實質上垂直於工件是重要的，每一單個的小射束在 X 和 Y 軸上均垂直於工件也同樣重要。圖 2a 示出了由多個小射束 210 組成的離子束 200。雖然，為了說明起見只示出了幾個，但離子束可包含任意數量的小射束。在此圖中，所有小射束 210 相互平行。相反，圖 2b 示出了同樣實質上垂直於工件的離子束 250。然而，它

的部分離子小射束(component ion beamlet)270 並不相互平行，因此這些小射束中的一部分並不平行於工件。

因為離子束是三維實體，在多個維度存在平行。例如，離子小射束可平行穿過(across)X維度(例如，XZ平面)。在這個維度不考慮在Y維度的偏差。相似地，離子小射束可平行穿過Y維度(例如，YZ平面)，在Y維度不考慮在X維度的偏差。對於本領域熟知此項技藝者，離子束的離子小射束可在一個維度內(例如寬度)顯示平行而在正交(orthogonal)維度(例如高度)內不顯示平行是顯而易見的。然而這一點在本領域是眾所周知的且不被視為重要，因為工件支座(workpiece support)的機械運動確保了工件的所有部分都可暴露在射束下。

在此引用併入的美國專利第6437350號，公開了一種可在離子小射束之間維持所需平行度的裝置和方法。本領域具有一般技能者將領會通常可通過角度校正器(corrector)(例如磁鐵)來控制平行性。然而，小射束平行性的優化設置(optimal setting)可於除 90° 以外的入射角上出現。為了校正這一點，將工件繞平行於Y軸的直線傾斜。如圖3所示，離子束離開角度校正器330。因為角度校正器330產生的磁場，離子束300的小射束310相互平行。然而，它們的入射角並不與工件320正交。為了糾正這一點，工件320以角度340繞直線轉動。這樣，離子束300可垂直地撞擊工件320。

某些應用中需要離子束以除 90° 以外的入射角(例如以

一大傾斜角度)撞擊工件。在一個實施例中，高傾斜植入，例如環形(halo)或口袋(pocket)植入被用於在閘極元件邊緣的下方產生摻雜口袋。圖4示出了包括位於基板420頂上的閘極區410的代表性電晶體(transistor)結構400。源極區430和汲極區440位於閘極區410的任一邊。為了延長閘極邊緣下的源極區和汲極區，離子束以顯著的傾斜角度衝擊基板，如方向箭頭450a和450b所示。典型地，此傾斜角度在約5度與約60度之間。

通過在多個維度操作工件可實現此高傾斜植入。圖5示範了執行這些步驟的先前技術的較佳方法。圖5示出了實質上沿著XY平面排列的工件500。離子束510實質上平行於Z軸，並垂直於工件500。如上所述，工件500繞平行於Y軸的直線轉動以確保離子束以90°角撞擊工件。然後，為實現高傾斜植入，工件繞平行於X軸的直線轉動。然後，以常規方式通過離子束510掃描工件。通常，射束在X軸向上被靜電地或通過磁鐵來回地掃描，且工件在相對於射束的Y軸向上被轉移(translated)。磁式或靜電式掃描通常被稱為快速掃描，機械式掃描被稱為慢掃描。可替代物包括用帶束(ribbon beam)代替快速掃描、用機械掃描(2D機械掃描)代替快速靜電或磁式掃描。當掃描工件後，工件在高傾斜角度被植入，例如圖4中所示的450a。

為了在以圖4中所示450b為代表的入射角植入離子，有必要再次旋轉工件。在這種情況下，較佳地，工件繞垂直於工件表面的直線旋轉。產生以450b為代表的入射角需要

180°的旋轉。

此繞三個單獨軸運動的組合能使工件以高傾斜角度植入。儘管具有如上所述之精密運動，但實現 ± 0.5 以內的角度精度並不容易。因此，60°的植入角度實際上可在59.5°與60.5°之間。因為幾何尺寸逐漸減小，對這種角度之每一者，特別是對入射角進行精確控制變得越來越重要。因此，傳統製程中的偏差總量會變得高至不可接受。

【發明內容】

本發明克服了在先前技術存在的問題，本發明包括用於高傾斜角度植入的方法和裝置，結果產生先前不可實現的角度精度。

具有寬度和高度維度的離子束由許多單個的小射束組成。在這兩個維度中的一個維度中，這些小射束通常地受到更精確的控制，由此小射束之間表現出了更高的平行度。因此，為了降低角度誤差，例如半導體工件的工件繞直線傾斜，其中此直線實質上垂直於具更高平行度的維度。然後，工件被植入並繞正交於工件表面的直線旋轉。重複此方法直到在所有要求區域中已執行高傾斜植入。

在一個實施例中，小射束的方向沿離子束寬度顯示了更高的平行度。因此，工件繞正交於寬度的軸傾斜。在另一個實施例中，沿離子束高度方向出現了更高的平行度。在此實施例中，工件繞正交於高度的軸傾斜。

在進一步的實施例中，使用了掃描(scanned)離子束。此離子束的寬度根據所需傾斜角度變化，以便射束寬度可

在傾斜角度增加時減小。

在進一步的實施例中，可被選擇性植入如環形植入和單邊埋帶(single sided buried straps)之工件的部分。晶圓繞垂直於具有更高平行度的維度的軸傾斜。然後，操作工件以便將其部分定向在暴露於離子束的位置。

【實施方式】

如上所述，離子束用於將離子植入至例如半導體晶圓之工件。圖 6 示出了典型離子植入機 600 的方塊圖。離子源 610 產生所需種類的離子，如砷或硼。這些離子形成射束，然後此射束通過源過濾器 620。較佳地，源過濾器位於接近離子源的地方。射束內的離子在柱體 630 內被加速/減速到所需能階。具有隙孔 645 的質量分析器磁鐵 640 用於從離子束移除不必要的成分，結果產生通過鑑別隙孔 645 的具有所需能量及質量特性的離子束 650。

在某些實施例中，離子束 650 是點射束(ion beam)。在此情況下，離子束通過掃描器 660(較佳地是靜電掃描器)，掃描器 660 使離子束 650 偏移以產生掃描射束 655，其中單個的小射束 657 具有偏離掃描源 665 的軌道(trajectories)。在某些實施例中，掃描器 660 包括與掃描產生器關聯的分離的掃描板。掃描產生器產生用於掃描板的掃描電壓波形，其例如為具有振幅和頻率分量的正弦、鋸齒或三角波形。在較佳實施例中，掃描波形典型地非常接近於三角波(直坡(constant slope))，以便掃描射束可以在每一位置上停留幾乎相同的時間量(amount of time)。三角的偏差被用於使射

束均勻。如圖6所示，所產生的電場引起離子束偏離。

調整角度校正器670以使偏離的離子小射束657偏移成一組具有基本平行的軌道的小射束。較佳地，角度校正器670包括電磁線圈和分離以形成間隙(gap)的磁極片(magnetic pole pieces)，其中離子小射束從此間隙通過。線圈被激發以便在間隙內產生磁場，此間隙使離子小射束根據所用磁場的強度和方向偏移。通過改變穿過電磁線圈的電流來調整磁場。或者，也可使用其他例如平行鏡頭(parallelizing lenses)的結構來執行此功能。

重要的是要注意射束掃描器660和角度校正器670包含板，離子小射束從這些板之間通過。因為這種佈置，射束可被嚴格控制在被限定於多組板之間的平面內。然而，有限的控制在正交於此平面的維度內是可能的。因此，關於角度校正器670，板被隔開以便產生間隙，此間隙較佳地在XZ平面內(由圖1內的坐標系統所限定)。因此，小射束控制在此維度內被最嚴格控制，使得角度校正器可將單個的離子小射束重新定向以使它們在X維度內相互平行。單個的小射束在Y軸方向不被控制，導致它們比在X維度內的單個小射束較不平行。平行通常是指各處都等距且永不相交。術語“平行度”用於表示一組離子小射束接近平行的程度。術語“具有更高平行度的維度”用於指離子小射束更接近平行的維度。換句話說，在此維度，離子小射束顯示更少發散(divergence)且被更嚴格控制。在圖6所示的系統中，歸因於射束掃描器660和角度校正器670的操作，具有

更高平行度的維度是X維度。

角度校正器670之後，掃描射束射向工件。工件連接到工件支座。工件支座提供多種移動角度。例如，工件支座可繞穿過工件中心的且平行於三個主要軸中的任何一個軸的直線轉動。因此，通過繞平行於X軸的直線轉動，工件支座可實現工件傾斜以便工件的上半部分可相對於下半部分朝向離子源傾斜或遠離離子源傾斜。類似地，通過繞平行於Y軸的直線轉動，工件支座可實現工件傾斜以便工件的左半部分可相對於右半部分朝向離子源傾斜或遠離離子源傾斜。最終，工件支座可實現繞垂直於工件平面的直線旋轉，以產生工件表面的順時針或逆時針運動。這些運動不是互斥的，工件支座可同時以任何方向的結合被操作。另外，工件支座也可提供通常在Y軸方向上之平移運動(translational movement)，以便將整個工件暴露在離子束下。如上所述，工件可繞平行於Y軸的直線而傾斜最大限度地使離子小束的平行。這可通過上述工件支座的傾斜來實現。並且，如圖5所示，為實現用於環形植入的高傾斜入射角，工件通過工件支座的傾斜常規地關於平行於X軸的直線傾斜。

高傾斜角度植入通常通過四個步驟的製程實現。圖7示出了具有兩個電晶體710、720的代表性工件700，其中電晶體710通過它本身在垂直方向上的長度來定向，而電晶體720通過它本身在水平方向上的長度來定向。雖然只示出了兩個電晶體，但對本領域習知此項技藝者來說，工件可包

含任意數目的電晶體是顯而易見的。

如圖5所示，在先前技術中，工件支座(且因此工件)繞基本平行於X軸的直線轉動而預計獲得高傾斜植入。參考圖7a-d，假設作為此旋轉的結果，工件的上部分向後傾斜(向頁面內)，而下半部分向前傾斜(從頁面出來)。在本製程的第一步驟期間，將如圖7a所示定向的電晶體提供給工件。因此，當工件暴露於離子束時，離子沿電晶體720的較低的閘極邊緣721被植入。因為高入射角，這些離子可穿透下面的閘極元件。因為閘極結構本身堵住了離子束，晶體720的較高的閘極邊緣722未被植入。因為環形植入主要涉及沿著閘極的長度的區域，而不是沿著它的寬度的區域，因此在這個時候導引至電晶體710的離子束是無意義的。

在本製程的第二步驟中，例如，工件以順時針方向繞垂直於工件表面的直線(較佳地是穿過工件中心的直線)旋轉90°。因此，如圖7b所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體710的較低的閘極邊緣711被植入。電晶體710的較高的閘極邊緣712不被植入。因為環形植入主要涉及沿著閘極的長度的區域，而不是沿著它的寬度的區域，因此在這個時候導引至電晶體710的離子束是無意義的。

在本製程的第三步驟中，工件再次以順時針方向旋轉90°。因此，如圖7c所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體720的較高的閘極邊緣722被植入。電晶體720的較低的閘極邊

緣721不被植入。再次，在這個時候導引至電晶體710的離子束是無意義的。

最後，在本製程的第四步驟中，工件以順時針方向旋轉 90° 。因此，如圖7d所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體710的較高的閘極邊緣712被植入。電晶體710的較低的閘極邊緣711不被植入。再次，在這個時候導引至電晶體710的離子束是無意義的。

因此，通過實施此四步驟之製程，藉由使用4次繞垂直於工件表面的軸旋轉，在不考慮它們的定向軸的前提下所有電晶體的閘極邊緣都可被植入。請注意水平定向的電晶體720在步驟1和步驟3期間被植入，而垂直定向的電晶體710在步驟2和步驟4期間被植入。

如上所述，角度校正器670包含板，離子小射束從在這些板之間通過。如上所指出的，因為此配置，射束可被嚴格控制在被限定在多組板之間的平面內。然而在正交於此平面的維度內受限控制是可能的。因此，當離子小射束在X維度(例如XZ平面)內相互平行時，這些小射束在Y維度(例如YZ平面)可不相互平行。圖8a示出了包含許多小射束810的掃描離子束800。請注意角度校正器670使小射束的軌道幾乎平行。事實上，通過使用如美國專利第6437350號所描述的檢測技術，非常嚴格地控制離子小射束的角度偏差(例如控制在 $\pm 1^\circ$ 之內)是可能的。然而，這種控制水準在Y維度內是不可能的。圖8b示出了離子束820，舉例說明了小

射束830雖然在XZ平面出現平行但在Y維度不平行。請注意單個的小射束的軌道具有Y分量，這導致了在Y維度(例如YZ平面)內與離子束平行方向的偏差。雖然此偏差可能不是非常大，但比XZ平面內的偏差要大得多。因此，離子束820顯示了在X維度內更高的平行度。而且，圖6所描述的系統沒有機制用來測量或控制Y維度內的偏差。

參照圖 7a-d，請注意結果所得的角度是基於離子束的入射角以及繞平行於 X 軸的直線之工件旋轉。因此，這個角度的精密度由離子束在 Y 維度內的平行和傾斜機制的準確度所確定。如上所述，離子束在 Y 維度內的平行不被控制且預計在此維度內的平行偏差可導致單個的離子小射束具有一度數之軌道偏離。

正如前面所述，圖 6 所示的離子植入機能高程度地控制並測量在 X 維度(例如 XZ 平面)內的離子小射束平行性。結果，繞實質上平行於 Y 軸的直線的角運動可導致精確受控之測量和角度分佈。這一特徵被用於在先前技藝中以確保離子束相對於 Y 軸垂直地撞擊工件。這一特徵同樣用於本發明中以在高傾斜角度植入期間產生精確受控之入射角。本發明繞垂直於具有更高平行程度的離子束的維度的直線傾斜。

返回參考圖7a-d，假設工件關於垂直軸傾斜，以使得工件的左側向頁面內傾斜且工件的右側向前傾斜(從頁面出來)，以便產生用於環形植入的所需入射角。在本製程的第一步驟期間，工件以如圖7a所示的定向呈現。因此，當

工件暴露於離子束時，離子沿著並低於電晶體710的右閘極邊緣711被植入。因為閘極結構本身擋住了離子束，電晶體710的左閘極邊緣712不被植入。因為環形植入主要涉及沿著閘極的長度的區域，而不是沿著它的寬度的區域，因此在這個時候導引至電晶體720的離子束是無意義的。

在本製程的第二步驟中，例如，工件以順時針方向繞垂直於工件表面的直線旋轉90°。因此，如圖7b所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體720的右閘極邊緣722被植入。電晶體720的左閘極邊緣721不被植入。在這個時候將離子束對準電晶體710是無意義的。

在本方法的第三步驟中，工件再次以順時針方向旋轉90°。因此，如圖7c所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體710的左閘極邊緣712被植入。電晶體710的右閘極邊緣711不被植入。再次地，在這個時候導引至電晶體720的離子束是無意義的。

最後，在本方法的第四步驟中，工件以順時針方向旋轉90°。因此，如圖7d所示兩個電晶體將出現在工件上。在此步驟期間，當工件暴露於離子束時，離子沿著電晶體720的左閘極邊緣721被植入。電晶體720的右閘極邊緣722不被植入。再次地，在這個時候導引至電晶體710的離子束是無意義的。

請注意水平定向的電晶體720在步驟2和步驟4期間被

植入，而垂直定向的電晶體710在步驟1和步驟3期間被植入。

這兩項技術間的差異是顯著的。在前項技術中，入射角是基於離子束在Y維度(YZ平面)內的平行和工件支座運動的精確度。在後項技術中，入射角是基於離子小射束在X維度(XZ平面)內的平行和工件支座運動的精確度。因為工件支座在兩個軸中同樣精確，誤差的區別完全歸因於入射離子束的特徵。如上所述，在XZ平面內此射束被非常嚴格地控制及測量。然而，在Y維度卻既不被控制也不被測量。因此，前項技術角度誤差的大小可為後項技術角度誤差的許多倍。而且，後項技術考慮到今後的改進，因為在X維度內的離子束平行早已是可測量和可控的。因此，對平行的進一步提高具有可減少高傾斜植入的角度誤差之相應效果。

本發明不僅限於由每一者均為 90° 之4個旋轉所組成的植入。旋轉的個數和旋轉的總量都可被改變。例如，所有電晶體均具有單個定向是本領域公知的的佈局。利用具有此佈局的工件，如上所述的植入可通過使用每一者均為 180° 的2個旋轉來實現。在此情況下，工件將如圖7a所示被植入，圖7a中所有的電晶體如同電晶體710一樣被定向在同樣的方向。然後將工件旋轉 180° ，以便實現如圖7c所示的配置。因為所有電晶體被定向在同樣的方向，故在兩個旋轉中植入所有電晶體被。

在另一個實施例中，工件的佈局可以是在超過2個的垂

直方向上定向各種電晶體，因此工件必須在超過4個的方向上被植入。例如，如果工件具有需要藉由 n 次植入而定向的電晶體，那麼較佳地此工件將旋轉 n 次，其中每次旋轉為 $360/n$ 度。因此，具有定向在8個等距離方向的電晶體的工件將需要每一者均為 45° 的8個旋轉。雖然電晶體的方向相互偏移固定的數額是較佳的，但這並不必要。換句話說，在需要6個旋轉的情況下，電晶體定向在 0° 、 60° 、 120° 、 180° 、 240° 、 300° 和 360° 是較佳的。因此，每一者均為 60° 之6個旋轉足以將電晶體植入。然而，電晶體可以不固定之間距定向，如 0° 、 30° 、 120° 、 180° 、 210° 和 300° 。在這種情況下，工件的旋轉數量不固定。

上述的描述假定了一平面工件並使用了垂直於此工件表面的旋轉軸。然而，本發明並不受此限制。在某些情況下，工件可以是非平面的，或者可存在更恰當的軸。本公開使用了術語“旋轉”以表明涉及工件植入區域相對於離子束的順時針或逆時針運動。雖然使用垂直於工件平表面的軸是較佳的旋轉方法，但其他軸也是可行的。只要待植入的表面經過相對於離子束的順時針或逆時針的運動，這種操作就被認為是“旋轉”。術語“傾斜”指的是繞實質上平行於工件表面的軸的運動，較佳地是繞由工件平表面所限定的平面內的軸運動。

可使用如前所述的高精度高傾斜植入製程是本方法的另外特徵。源極汲極擴展(source drain extension)對本領域習知此項技藝者是公知製程，且可通過使用本發明實施。

圖10示出了具有源極汲極擴展的電晶體的側視圖。基板1020在閘極1010的任一邊上被摻雜以形成源極1030和汲極1040。間隙壁(Spacers)1050設置在閘極1010的任一邊上以便將此源極區域和汲極區於閘極分開。為了提高電晶體的效能，希望將源極區和/或汲極區靠近閘極區1010擴展(或許在閘極區1010以下擴展)。源極擴展1060將經摻雜的源極區1030靠近閘極1010擴展，同時汲極擴展1070將經摻雜的汲極區1040靠近閘極1010擴展。每個擴展區域可通過使用此處所描述的高傾斜植入法植入。

還有其他裝置結構例如雙重或三重閘極電晶體(未示出)，其中對射束的入射角的精確控制對於離子植入法的使用非常重要。這種裝置可以是非平面的。在這種裝置中，需要高傾斜植入以選擇性地將裝置的不同部分摻雜而且這種植入製程可因此從本發明獲益。

另外，還有某些製程步驟需要高精度高傾斜植入，但不需要多重旋轉。公知的一個這種製程是如美國專利第6426526和其他專利所描述的單邊埋帶。單邊埋帶通常用於動態隨機存取記憶體(dynamic ram, DRAM)單元生產中並需要在高傾斜角度實施植入。典型地，槽存在於工件中，且有必要植入槽的僅一個壁。工件的佈局，連同高傾斜角度植入使這一切成為可能。圖9示出了此操作的一個例子。在工件900上設槽910。通過使用高傾斜角度將離子束940暴露於工件900。槽910的佈局使近壁(near wall)930仍然被遮蔽且因此不被暴露於離子束940。然而，遠壁(far wall)920

暴露於離子束且因此被植入。

為了執行此製程步驟及諸如環形植入之其他製程步驟，有必要將工件定向以便待植入的工件特定部處於可暴露於離子束的位置。也就是說，假定繞Y軸傾斜，則必須將遠壁920定向以便其處於槽910的左側。類似地，上面對環形植入的描述是假定工件是被正確定向的以便待植入的晶圓部分處在可暴露於射束的位置。在較佳的實施例中，當工件繞垂直於具有更高平行度的離子束維度的軸傾斜時，將待植入的部分定位以便將它暴露。本項技術的使用提供了用於這種操作的被精確控制的植入角度。

本發明的一個結果在於減少的射束使用。離子植入機600的掃描器650設立了大於待植入工件寬度的掃描離子束寬度。工件支座的平移運動與將工件在Y軸方向移動以便離子束掃描整個工件有關。繞X軸的高傾斜轉動減小了工件所需的機械運動範圍，但不影響工件的有效寬度。

本發明通過將工件繞Y軸轉動，可顯著影響提供給離子束而用於植入的工件的有效寬度。當垂直於離子束提供時，如果工件具有直徑D，它將具有 $D \times \cos(\theta)$ 的有效直徑，其中 θ 是植入角度。如果所需的植入角度較大，如為 60° 時，工件的有效直徑顯著減少(例如， $D \times \cos(\theta)$ ，或 $D/2$)。因此，由於更寬的射束並不在衝擊(impact)工件，能量和離子束的很大一部分被浪費了。為彌補這一點，施加至掃描器的波形可根據植入角度而被修改，因此產生足夠寬的掃描離子束以掃描工件的有效寬度，而不造成浪費。

這種修改可通過根據植入角度(θ)而修改波形的振幅來實施。

雖然上述說明描述了源自點離子束的掃描離子束，本發明不限制於此實施例。或者，可使用帶束。美國專利第5350926號公開了具有嚴格受控帶束的系統。帶束系統包括許多同樣的如圖6所圖示的構件。然而，因為離子束以帶狀產生，故不再需要以離子掃描器為主的一些構件。然而，帶束系統同樣與沿其寬度的帶束平行性有關。因此，帶束系統仍使用某些類型的平行裝置，如校正磁鐵或靜電平行透鏡。再次，如有關於掃描離子束之描述，帶束通常更嚴格地受控於一個維度內。帶束系統通常控制摻雜均勻度及在XZ平面內的平行度，而較少關注Y維度。因此，常規的帶束系統將根據受控的平行性來產生具有相似特徵的離子束作為掃描離子束。

本發明利用了離子束在一個維度內比在另一個維度內(例如，一個維度比另一個具有更高的平行程度)更嚴格的測量和控制的事實，並且將其用於確定合適的傾斜軸。在大多數習知的離子束植入系統中，射束在其寬度方向(被稱為X維度或XZ平面)被更嚴格地控制。因此，由於較佳的傾斜軸正交於最嚴格受控和具有更高平行度的平面，通過將工件繞Y軸傾斜而產生最準確的角度植入。然而，本發明並不限於此實施例。例如，附加的平行透鏡可加到上述系統以便將離子束在Y維度內的平行提高某一水平，在此水平中，相較於在X維度內的離子小射束平行性，可更嚴格

地控制離子束。在這種情況下，有利於工件繞X軸轉動。因此，工件繞軸傾斜，其中此軸垂直於擁有更高平行度之維度。

通過利用離子束具有一個擁有更高平行度之維度的事實，大大提高各種植入製程的精確度是可能的。本工藝製程的許多階段，例如環形植入和單邊埋帶需要高精度地，在高傾斜角度實施植入。通過將工件繞軸傾斜，其中此軸垂直於具有更高平行度之維度，該等製程的角度精確度可大大提高。

雖然本發明結合如上所公開的具體實施例來描述，但，於本領域熟知此項技藝者而言，許多變更和修改是顯而易見的。因此，本發明所提出的實施例僅意圖作為說明，而不是用來限制本發明。在不偏離本發明精神之前提下，可設想出各種實施例。

【圖式簡單說明】

圖 1 示出了用於描述半導體工件定向的坐標系統。

圖 2a 示出了包含許多離子小射束的離子束之代表。

圖 2b 示出了包含許多離子小射束的離子束之第二代表。

圖 3 示出了在先前技術中所實施的工件運動以最大化離子小射束之平行性。

圖 4 示出了代表性半導體裝置和一些高傾斜植入之角度。

圖 5 示出了在先前技藝的高傾斜植入製程中繞 X 和 Y

軸傾斜的工件。

圖 6 示出了適於實現本發明的離子植入機的代表性示意圖。

圖 7a 示出了第一方法步驟期間所呈現的包含兩個代表性電晶體結構的工件。

圖 7b 示出了第二方法步驟期間所呈現的包含兩個代表性電晶體結構的工件。

圖 7c 示出了第三方法步驟期間所呈現的包含兩個代表性電晶體結構的工件。

圖 7d 示出了第四方法步驟期間所呈現的包含兩個代表性電晶體結構的工件。

圖 8a 示出了具有平行且共平面的離子小射束的理想離子束。

圖 8b 示出了具有平行但不共平面的離子小射束的離子束。

圖 9 示出了根據本發明的槽形結構一個壁的植入。

圖 10 示出了具有源極汲極擴展的電晶體的側視圖。

【主要元件符號說明】

100、320、700、900：工件

200、250、300、650、820、940：離子束

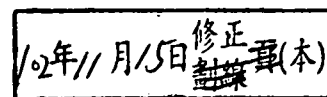
210、310、810、830：小射束

270、657：離子小射束

330、670：角度校正器

340：角度

- 400：電晶體結構
- 410：閘極區
- 420：基板
- 430：源極區
- 440：汲極區
- 450a、450b：箭頭
- 600：離子植入機
- 610：離子源
- 620：源過濾器
- 630：柱體
- 640：質量分析器磁鐵
- 645：隙孔
- 655：掃描射束
- 660：掃描器
- 710、720：電晶體
- 711、721：較低的閘極邊緣
- 712、722：較高的閘極邊緣
- 800：掃描離子束
- 910：槽



七、申請專利範圍：

- 1.一種執行高傾斜植入的方法，包括：
 - a.提供具有兩個正交的維度的離子束，所述離子束包括多個離子小射束，並且其中所述離子束的一個維度與另一個維度相比在所述離子小射束之間具有更高的平行度；
 - b.將具有平表面的工件繞實質上垂直於具有所述更高的平行度的所述維度的軸傾斜，以便在所述工件的所述平表面及垂直於所述離子束的平面間形成角度；
 - c.將所述工件暴露於所述離子束；以及
 - d.將所述工件以順時針或逆時針的方向旋轉。
- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述旋轉步驟是繞垂直於所述工件的所述平表面的軸實施。
- 3.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，進一步包括以實質上垂直於所述維度的方向將所述工件移動，以便將所述工件的整體暴露於所述離子束。
- 4.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述離子束具有寬度維度和高度維度，且所述更高的平行度在所述寬度維度內。
- 5.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中由所述傾斜步驟形成的所述角度在約 5 度到約 60 度之間。
- 6.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中實施所述暴露步驟和所述旋轉步驟多次。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述旋轉步驟的所述角度約為 90 度。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述旋轉步驟的所述角度約為 180 度。

9.如申請專利範圍第 6 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述旋轉步驟的所述角度被限定為 360° 除以所述旋轉步驟執行的次數。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述離子束包括掃描離子束。

11.如申請專利範圍第 1 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述離子束包括帶束。

12.如申請專利範圍第 10 項所述之執行高傾斜植入的方法，其中所述離子束的寬度基於由所述傾斜步驟所形成的所述角度而變化。

13.一種用於將離子植入工件的裝置，包括：

a.離子束源；

b.掃描用於產生具有寬度維度的掃描射束的離子束的掃描裝置；以及

c.工件支座，適合於繞實質上垂直於所述寬度維度的軸傾斜，從而產生用於植入的角度，其中所述掃描裝置適於基於所述角度來修改所述寬度維度。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之用於將離子植入工件的裝置，其中所述掃描裝置包括靜電掃描器和掃描波形產生器，且其中基於所述角度來修改產生的波形。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之用於將離子植入工件的裝置，其中所述波形包括頻率和振幅，且所述修改步驟包括對所述振幅的修改。

16.一種植入工件的一部分的方法，包括：

a.提供具有兩個正交的維度的離子束，所述離子束包括多個離子小射束，並且其中所述離子束的一個維度與另一個維度相比在所述離子小射束之間具有更高的平行度；

b.將具有平表面的工件繞實質上垂直於具有所述更高的平行度的所述維度的軸傾斜，以便在所述工件的所述平表面及垂直於所述離子束的平面間形成角度；

c.相對於所述離子束，將所述工件定向，以便將所述部分放置在暴露於所述離子束的位置；以及

d.將所述工件暴露於所述離子束。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述離子束具有寬度維度和高度維度，且所述更高的平行度在所述寬度維度內。

18.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述部分經受環形植入。

19.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述部分經受單邊埋帶植入。

20.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述部分經受源極-汲極擴展植入。

21.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述植入在非平面元件結構的部分上執行。

22.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，進一步包括將所述工件以順時針或逆時針的方向旋轉。

23.如申請專利範圍第 22 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述旋轉步驟繞垂直於所述工件的所述平表面的軸來實施。

24.如申請專利範圍第 22 項所述之植入工件的一部分的方法，其中實施所述定向步驟、所述暴露步驟和所述旋轉步驟多次。

25.如申請專利範圍第 16 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述定向步驟通過以順時針或逆時針方向旋轉所述工件來執行。

26.如申請專利範圍第 25 項所述之植入工件的一部分的方法，其中所述定向步驟通過將所述工件繞垂直於所述工件的所述平表面的軸旋轉來實施。

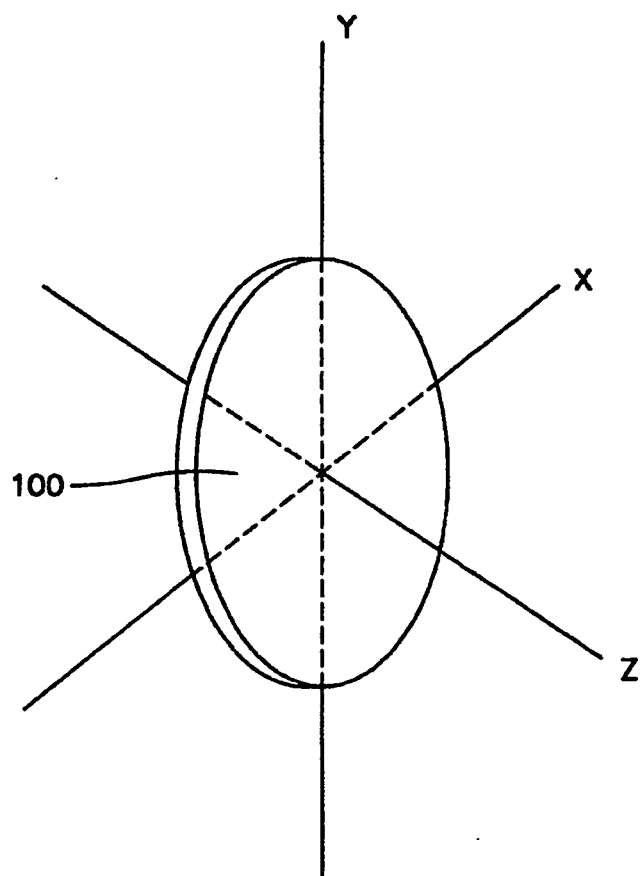


圖 1

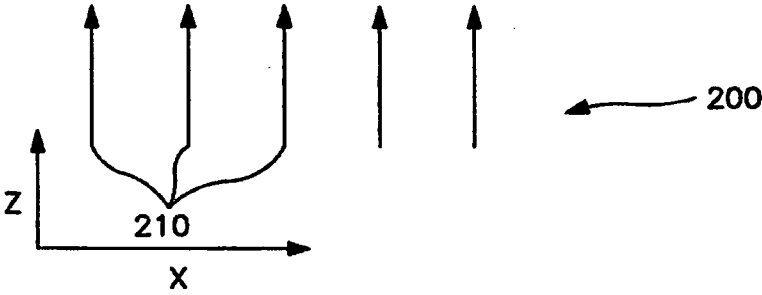


圖 2a

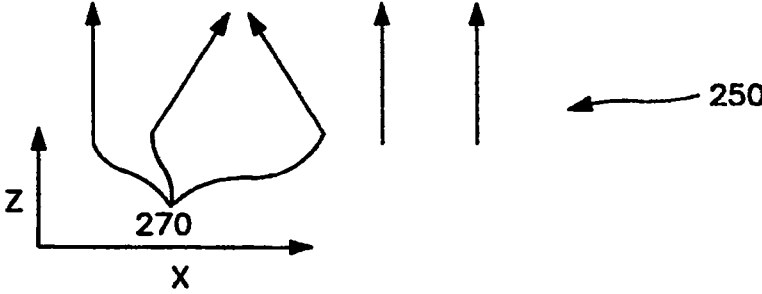


圖 2b

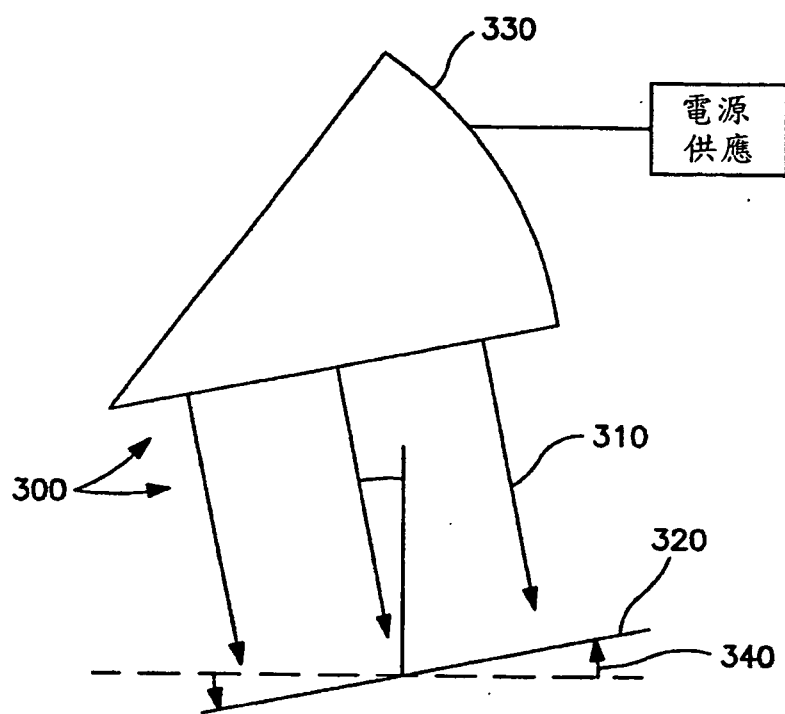


圖 3

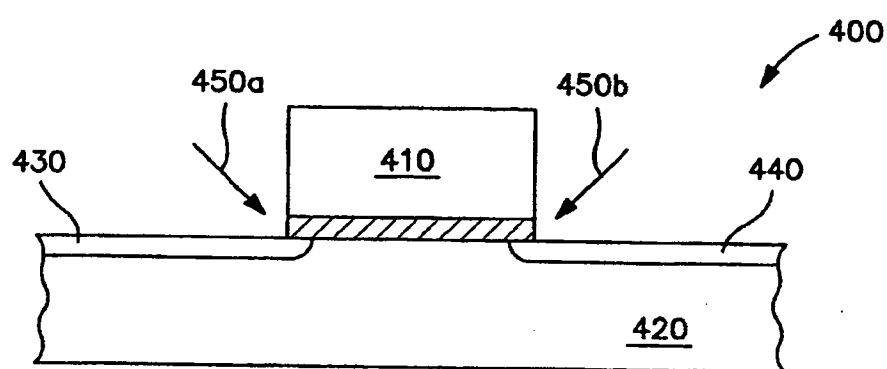


圖 4

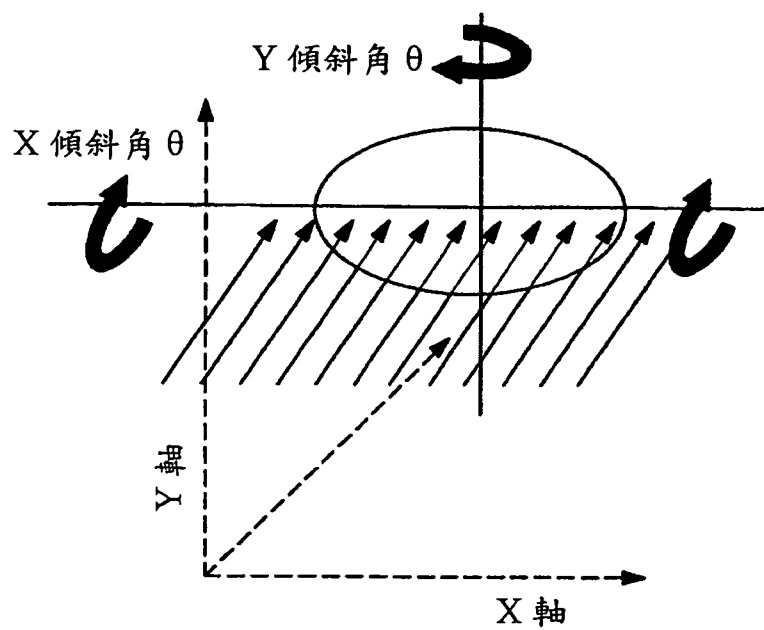


圖 5

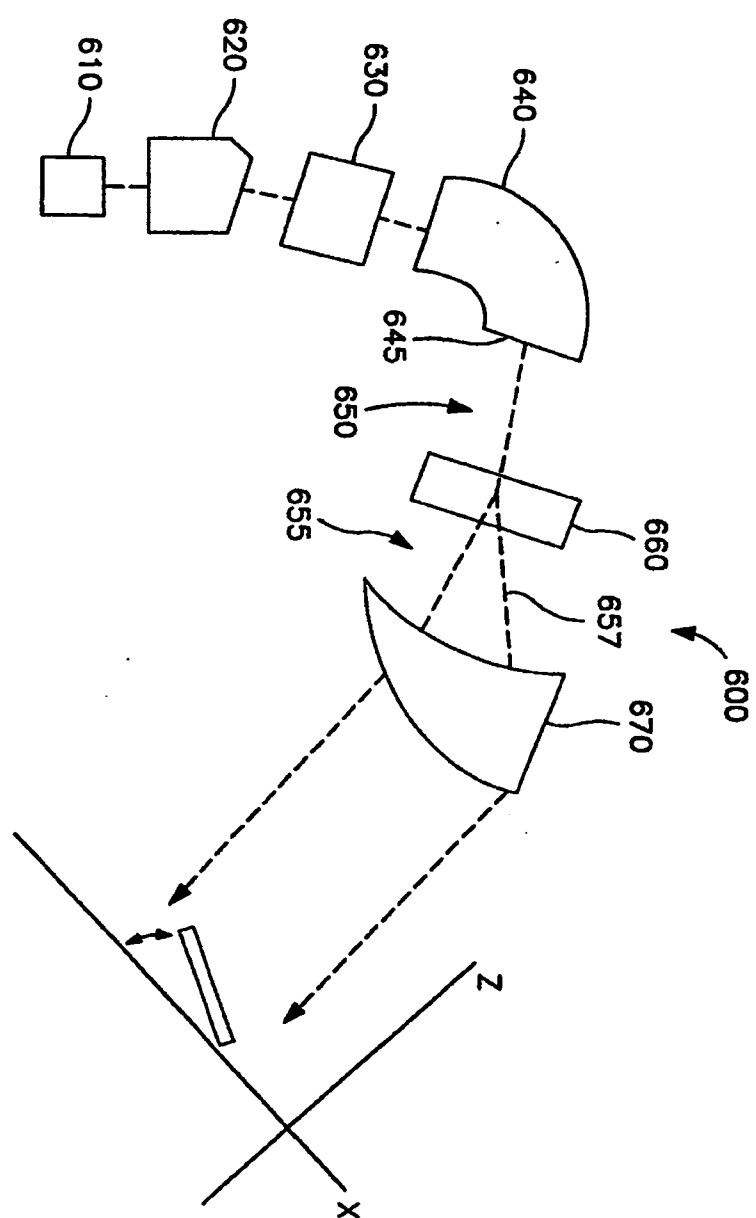


圖 6

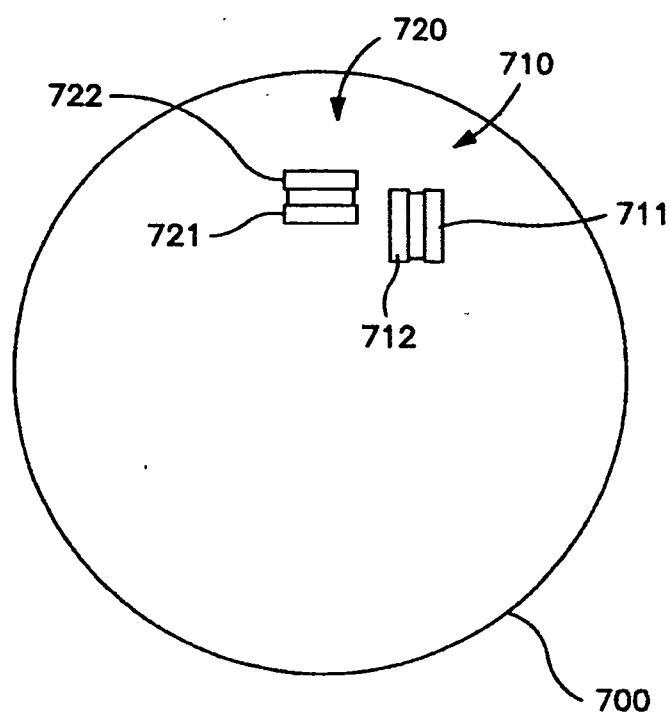


圖 7a

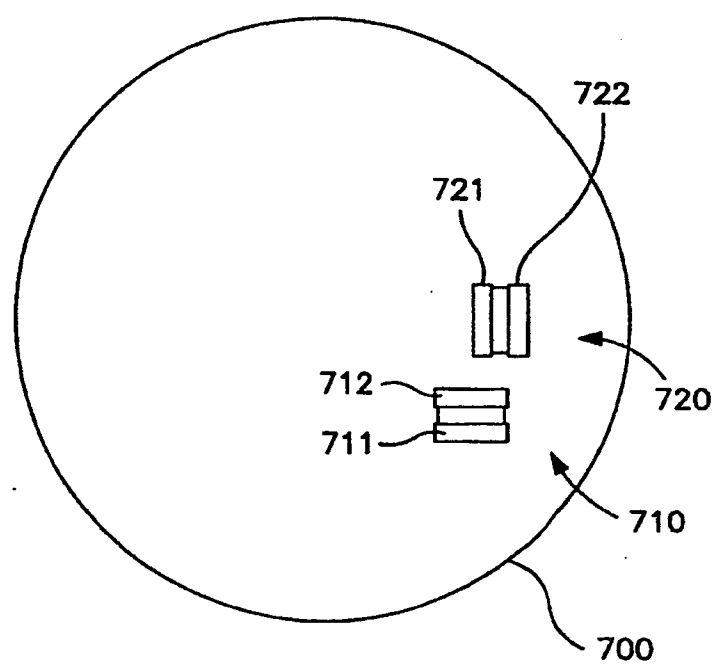


圖 7b

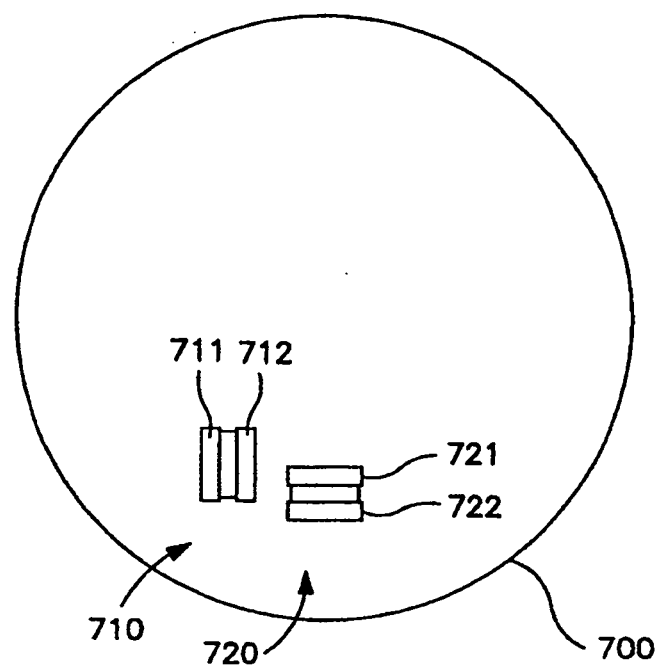


圖 7c

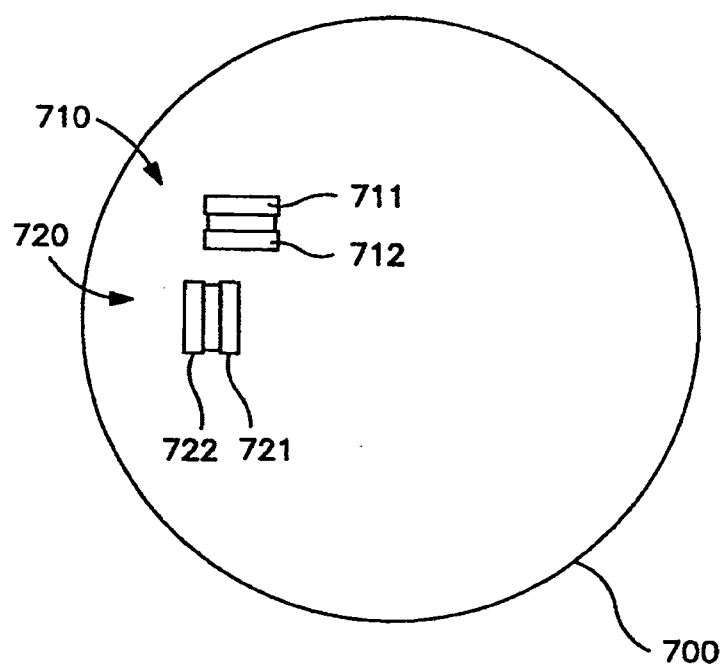


圖 7d

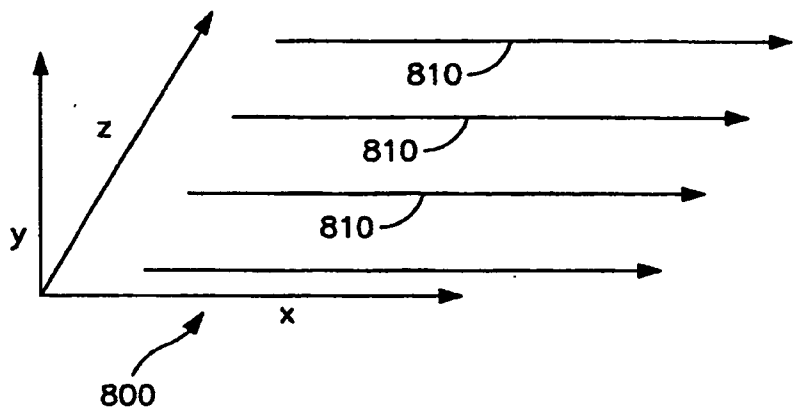


圖 8a

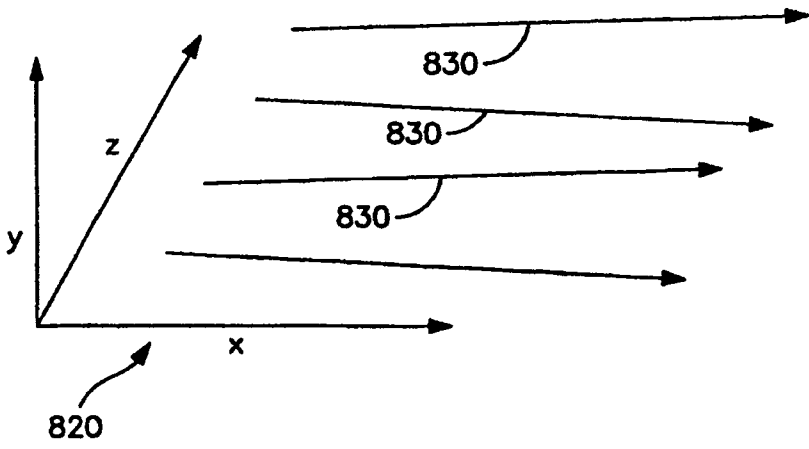


圖 8b

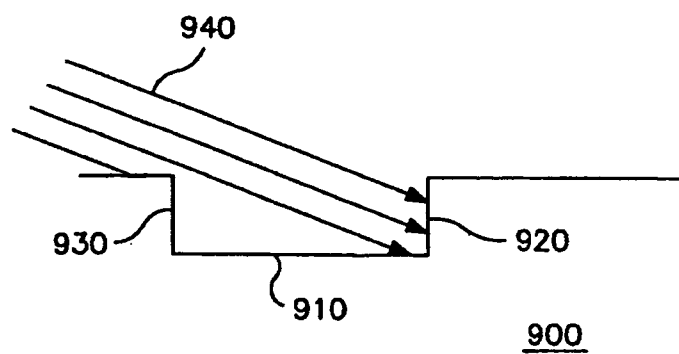


圖 9

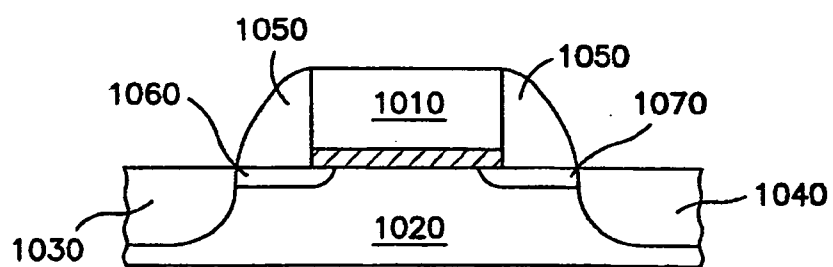


圖 10