



(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 I467622 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：099125374

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 30 日

(51)Int. Cl. : H01J37/317 (2006.01)

H01J37/304 (2006.01)

H01J37/244 (2006.01)

(30)優先權：2009/07/30 美國

61/229,852

2010/07/28 美國

12/845,665

(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：里歐登 班杰明 B RIORDON, BENJAMIN B. (US)；貝特曼 尼可拉斯 P T BATEMAN, NICHOLAS P. T. (US)；維弗 威廉 T WEAVER, WILLIAM T. (US)；洛 羅素 J LOW, RUSSELL J. (GB)

(74)代理人：詹銘文

(56)參考文獻：

TW 200834680A

CN 101317245A

US 2006/0289798A1

US 2008/0087844A1

US 2009/0098718A1

審查人員：皮欣霖

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 36 頁

(54)名稱

離子植入機系統、其罩幕的監控方法與其離子束量測方法

ION IMPLANTOR SYSTEM, MONITORING METHOD OF MASK THEREOF AND MEASURING METHOD OF ION BEAN THEREOF

(57)摘要

一種離子植入機，其中離子電流測量裝置配置於罩幕的後方且與靶材基板的表面共平面，有如該靶材基板位於平台上。離子電流測量裝置平移而跨越離子束。經由罩幕的多個孔徑而引導之離子束的電流利用離子電流測量裝置予以測量。以此方式，可根據離子電流測量裝置所測量的離子電流輪廓來測定罩幕相對於離子束的位置以及罩幕的情況。

In an ion implanter, an ion current measurement device is disposed behind a mask co-planarly with respect to a surface of a target substrate as if said target substrate was positioned on a platen. The ion current measurement device is translated across the ion beam. The current of the ion beam directed through a plurality of apertures of the mask is measured using the ion current measurement device. In this manner, the position of the mask with respect to the ion beam as well as the condition of the mask may be determined based on the ion current profile measured by the ion current measurement device.

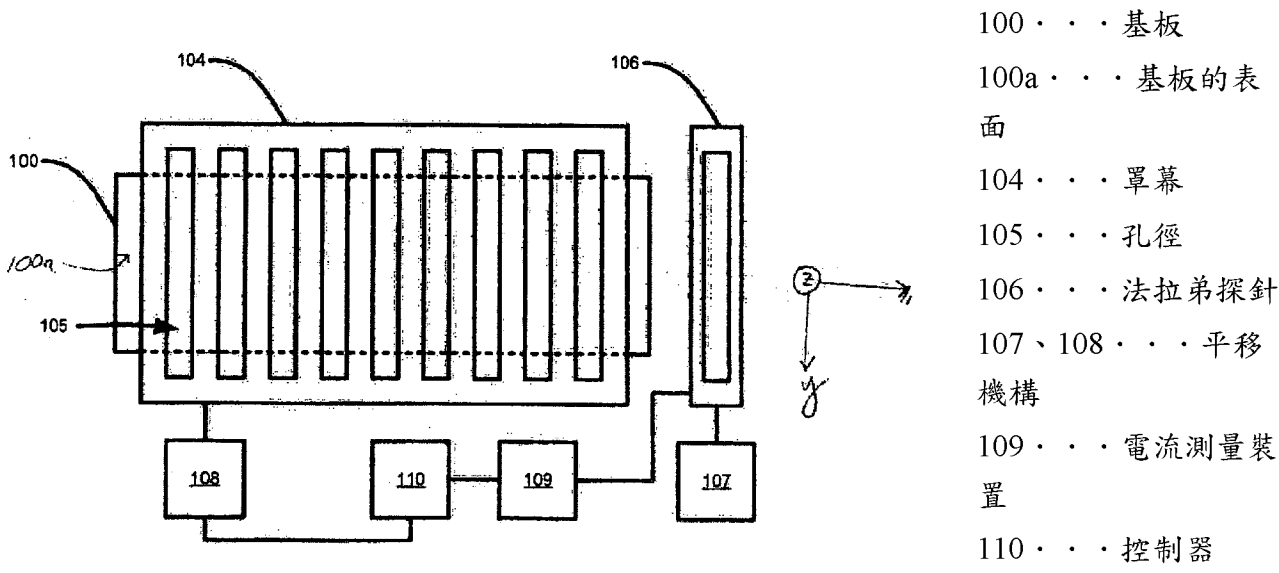


圖 4

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99125374

※申請日期：99.7.30

※IPC 分類：H01J37/304206.01

一、發明名稱：(中文/英文)

離子植入機系統、其罩幕的監控方法與其離子束量測方法

ION IMPLANTOR SYSTEM, MONITORING METHOD OF MASK THEREOF AND MEASURING METHOD OF ION BEAM THEREOF

二、中文發明摘要：

一種離子植入機，其中離子電流測量裝置配置於罩幕的後方且與靶材基板的表面共平面，有如該靶材基板位於平台上。離子電流測量裝置平移而跨越離子束。經由罩幕的多個孔徑而引導之離子束的電流利用離子電流測量裝置予以測量。以此方式，可根據離子電流測量裝置所測量的離子電流輪廓來測定罩幕相對於離子束的位置以及罩幕的情況。

三、英文發明摘要：

In an ion implanter, an ion current measurement device is disposed behind a mask co-planarly with respect to a surface of a target substrate as if said target substrate was positioned on a platen. The ion current measurement device is translated across the ion beam. The current of the ion beam directed through a plurality of apertures of the mask is

measured using the ion current measurement device. In this manner, the position of the mask with respect to the ion beam as well as the condition of the mask may be determined based on the ion current profile measured by the ion current measurement device.

四、指定代表圖：

(一)本案之指定代表圖：圖 4

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：基板

100a：基板的表面

104：罩幕

105：孔徑

106：法拉弟探針

107、108：平移機構

109：電流測量裝置

110：控制器

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：

【相關專利申請案之交叉參考】

本申請案主張 2009 年 7 月 30 日申請之美國暫時專利申請案第 61/229,852 號之權益，該暫時專利申請案之全部揭露內容均併入本案供參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於元件製造領域，且特別是有關於經由罩幕（mask）的離子植入（ion implantation）與一種在離子植入期間所使用的罩幕的狀態監控裝置及系統。

【先前技術】

離子植入是一種將變動導電率的雜質（conductivity-altering impurities）導入至基板（substrates）的標準技術。基板中精確的摻雜濃度（doping profile）及相關的薄膜結構（thin film structure）對於適當的元件效能有關鍵影響。通常，在離子源中離子化想要的雜質材料，將離子加速以形成具有指定能量的離子束（ion beam），並且將離子束指向基板的表面。離子束中具有能量的離子穿入基板材料的本體且嵌入基板材料的晶格（crystalline lattice）以形成具有想要的導電率之區域。

此種離子植入機（ion implanter）可用以將想要的摻質（dopants）植入矽基板以形成太陽能電池（solar cells）。這些太陽能電池利用再生的自然資源提供無污染、公平使用（equal-access）的能量。由於環境品質考量及漸增的能量成本，太陽能電池在全球都變得更為重要。高效能太陽

能電池的任何製造成本降低或產量增加或者高效能太陽能電池的任何效率改善將對於舉世普遍採用太陽能電池具有正面影響。這將使得這種潔淨能源科技具備更廣泛的效益。

太陽能電池可能需要摻雜以改善效率。圖 1 是一種選擇性射極 (selective emitter) 太陽能電池的截面圖。此電池可更有效地摻雜射極 200 且在觸點 (contacts) 202 的下方提供額外的摻質給區域 201。在區域 201 摻雜得較濃改善了導電率，而在觸點 202 之間摻雜得較淡則改善了電荷收集 (charge collection)。觸點 202 只可相隔大約 2-3 毫米 (mm)。區域 201 只可寬大約 100-300 微米 (μm)。

圖 2 是一種指叉背接觸 (interdigitated back contact, IBC) 太陽能電池的橫截面圖。在指叉背接觸 (IBC) 太陽能電池中，接面 (junction) 位於太陽能電池的背面。在此特定的實施例中，摻雜圖案是交替的 p 型及 n 型摻質區域。可摻雜 p+射極 203 及 n+背面電場 (back surface field) 204。這摻雜可使指叉背接觸 (IBC) 太陽能電池之接面得以運作或增進效率。

在過去，已經利用含摻質的玻璃來摻雜太陽能電池或加熱漿料 (paste) 以使摻質擴散至太陽能電池。這樣無法精確地摻雜太陽能電池的各區域，而且若出現空洞 (voids)、氣泡或污染物，則可能發生不均勻的摻雜。因為離子植入能精確地摻雜太陽能電池，所以太陽能電池可受惠於離子植入。然而，太陽能電池的離子植入可能需要某種摻質圖案或離子只植入至太陽能電池基板的某些區

域。在此之前，已經利用光阻劑（photo-resist）及離子植入來達成只植入基板的某些區域。然而，因為包含額外的製程步驟，所以使用光阻劑對於太陽能電池生產將增添額外的成本。其他像太陽能電池表面上的硬罩幕（hard masks）同樣昂貴且需要額外的步驟。因此，所屬技術領域需要經由罩幕的植入的改良方法，特別是需要離子植入時所使用的罩幕的狀態監控。

【發明內容】

本發明是有關於一種在離子植入機中測定罩幕的對準（alignment）之裝置及方法。本發明提供一種方法，此方法經由罩幕的多個孔徑（apertures）來引導離子束朝向用以支撐靶材基板（target substrate）之平台（platen）。離子電流測量裝置（ion current measurement device）配置於罩幕的後方且與靶材基板處於實質上共平面（co-planar）的關係，有如基板位於該平台上。離子電流測量裝置平移而跨越離子束。當離子電流測量裝置平移而跨越離子束時記錄其位置。在記錄位置利用離子電流測量裝置來測量經由罩幕的多個孔徑所引導之離子束的電流。產生電流訊號以響應於在每一個記錄位置離子電流測量裝置所測量的離子束電流。傳送電流訊號到控制器（controller），然後控制器產生控制訊號且根據控制訊號來定位離子束或罩幕之至少一個，使得平均離子束角度（mean ion beam angle）集中於罩幕的多個孔徑的位於中央的一個孔徑。

本發明提供一種離子植入機系統，包括離子源、束線

組件 (beam line assembly)、罩幕、離子電流測量裝置以及控制器。束線組件被組態成用以由離子源取出離子以形成離子束且引導離子束朝向平台。罩幕配置在平台的前面。罩幕具有多個孔徑使離子束的個別分束得以經由罩幕而朝向該平台。離子電流測量裝置配置成與靶材基板的表面實質上共平面，有如靶材基板位於平台上。離子電流測量裝置用以與靶材基板的表面共平面地平移而跨越離子束。當離子電流測量裝置平移而跨越離子束時，離子電流測量裝置也用以產生與經由孔徑接收的離子電流成正比之訊號。控制器用以從離子電流測量裝置接收訊號，並且測定罩幕相對於靶材基板的方位使經由罩幕的多個孔徑的一個或多個之離子束的角度得以對準。

【實施方式】

以下將參考附圖更完整地說明本發明，圖中繪示本發明的較佳實施例。然而，本發明能以許多不同的形式來實施，因此不應視為侷限於此處所述之實施例。更確切地說，提供這些實施例將使本發明的揭露更齊全，且將更完整地傳達本發明的觀念給任何所屬技術領域中具有通常知識者。在圖中，相同的參考數字皆表示相同的元件。

圖 3A 是包含離子源室 (ion source chamber) 120 之離子植入機 115 的方塊圖。電源供應器 (power supply) 121 供應所需之能量給離子源室 120，用以產生特定種類的離子。所產生之離子經由一連串的電極 (electrodes) 114 而從離子源取出，並且形成通過質量分析器磁鐵 (mass

analyzer magnet) 116 之離子束 103。為了達成經由質量解析狹縫 (mass resolving slit) 117 之最大傳輸，質量分析器將設定為具有特定的磁場使得只有具有想要的質荷比 (mass-to-charge ratio) 之離子能夠行經分析器。想要的種類的離子從質量解析狹縫 117 經由減速台 (deceleration stage) 118 而前進到修正器磁鐵 (corrector magnet) 119。為了提供瞄準位於支撐物 (例如平台) 102 上的工件 (work piece) 或基板之帶狀離子束，將供給能量給修正器磁鐵 119 使小離子束 (ion beamlets) 根據所施加的磁場的強度及方向而轉向。在某些實施例中，可配置第二減速台 122 於修正器磁鐵 119 與支撐物 102 之間。當離子與基板中的電子及原子核相撞時將喪失能量，並且根據加速能量停留在基板內想要的深度。罩幕 104 及離子電流測量裝置 106 (繪示於圖 4) 配置於容納平台 102 之處理室的附近。

圖 3B 是利用罩幕之基板 100 的植入的分解橫截面圖。若想要特定的基板 100 的離子植入圖案，則可放置罩幕 104 在基板 100 的前面且位於離子束 103 的路徑中。這罩幕 104 可以是遮蔽式罩幕 (shadow mask) 或近接式罩幕 (proximity mask)。基板 100 可以是例如放置在平台 102 上的太陽能電池，平台 102 可使用靜電力或物理力來保留基板 100 於其上。罩幕 104 具有與想要的基板 100 表面的離子植入圖案相對應之孔徑 105。

罩幕 104 的使用不考慮其他的離子植入技術所需之製程步驟，例如絲網法 (silkscreening) 或微影術

(lithography)。然而，難以相對於基板 100 來適當地放置罩幕 104 以達成想要的離子植入圖案。罩幕 104、離子束 103 以及平台 102 都具有線性或角度的容許度 (tolerance) 變化，這可導致罩幕 104 之未對準或錯放位置。

圖 4 是使用法拉弟探針 (Faraday probe) 之包含罩幕的植入組件的前視圖，其位置與基板 100 平行或共平面，有如基板位於圖 3A 所示之示範的離子植入機的平台 102 上。罩幕 104 包括多個孔徑 105 且配置在基板 100 (部分以罩幕 104 後面的虛線來描繪) 的前面。孔徑 105 也可設定為用以允許離子束的分束經由罩幕之洞孔、狹縫或其他的幾何圖形。罩幕 104 可利用平移機構 (translation mechanism) 108 多軸地平移或定位。這平移機構 108 可以用以可變地定位罩幕之伺服馬達 (servo motor)，其位置與基板 100 相隔一距離且與在 z 方向上經由孔徑之離子束傳輸相夾一角度。在一實施例中，可在罩幕 104 的後方掃描基板 100 以獲得均勻的植入區域圖案。此植入區域可類似於在 X 方向及 Y 方向上跨越基板 100 的表面之「條紋 (stripes)」。為了適當地操作，罩幕 104 必須對準 (如下所述) 基板 100 以及經由孔徑 105 而植入的離子束。隨著時間推進，罩幕 104 可能受到侵蝕且孔徑 105 可能變成大小不正確或具有不正確的尺寸，因而危及想要的植入輪廓。

法拉弟探針 106 配置於罩幕 104 的後方且用以當基板 100 不位於平台 102 上時依 X 方向移動而跨越離子束 103。法拉弟探針與基板 100 的表面 100a 位於相同的平面 (亦即

Z 方向) 上, 有如基板位於平台 102 上。法拉弟探針 106 或法拉弟杯 (Faraday cup) 用以測量入射在與表面 100a 相同的平面上之離子束 103 的電流, 以便模擬對準罩幕 104 的孔徑 105 之基板 100 的區域的植入, 有如基板 100 位於平台 102 上。另一方面, 可在法拉弟探針 106 上包含多重法拉弟杯或者也可運用多重法拉弟探針 106。法拉弟探針 106 位於罩幕 104 的後方且與基板 100 的表面 100a 共平面, 代替基板 100 去模擬基板中離子束的植入。法拉弟探針 106 組態成藉由可以是例如一個或多個伺服馬達之平移機構 107 而依 X 方向移動。法拉弟探針 106 連接到電流測量裝置 109。以此方式, 法拉弟探針 106 接收入射的離子束 103 的電流, 有如其本身是基板 100, 並且測量裝置 109 測量從法拉弟探針 106 行進到地 (ground) 的電流。這電流將轉換成供應給控制器 110 的控制訊號。

控制器 110 從電流測量裝置 109 讀取控制訊號且測定罩幕 104 或離子束 103 是否需要修正位置。控制器 110 可發送訊號到平移機構 108、平移機構 107 或其他的系統或元件以修正罩幕的定位或平移法拉弟探針。在一實施例中, 可使用獨立的運動控制系統來處理想要的新定位需求及驅動各種的機構、系統以及元件。控制器 110 也可調整離子束或基板 100。使用法拉弟探針 106 能夠更精確地放置罩幕 104、基板 100 以及離子束, 並且當基板位於平台 102 上時藉由最佳化地使該罩幕 104 的孔徑 105 與基板 100 對準來改善基板 100 的植入。

圖 5A 是離子束 103 的透視圖，其分束經由罩幕 104 的孔徑而行進。如圖所示，罩幕 104 與離子束 103 的行進方向（亦即 Z 方向）正交。因為離子束 103 經由罩幕 104 的孔徑而行進，所以當基板位於平台上時離子束 $103_1...103_N$ 的分束將形成跨越基板的表面之摻質植入的「條紋」。離子束 103 的其他分束之入射被孔徑之間的罩幕區域阻擋。法拉弟探針 106 位於罩幕 104 的後方且依 X 方向平移而跨越離子束分束 $103_1...103_N$ 。法拉弟探針 106 被繪示成位於離子束 103 的頂端（在 Y 方向上）。然而，這是為了解釋的緣故且探針 106 可位於沿著離子束 103 的 Y 軸的任何地方。然而，法拉弟探針 106 最好是在 z 方向上與表面 100a（繪示於圖 4）平行或實質上共平面，以便當探針依 X 方向平移而跨越離子束 103 時探針將接收原本由基板 100 接收之實質上相同的離子束分束 $103_1...103_N$ ，有如基板接收離子束 103 的植入。以此方式，法拉弟探針測量經由孔徑而行進之離子束分束的離子電流。此外，探針 106 的位置受到監控使得探針所偵測的離子束電流變化可與罩幕 104 的多個孔徑的特定一個或多個相關聯。例如，隨著時間推進，罩幕 104 的孔徑的邊緣可能因持續地暴露於離子束 103 而受到侵蝕。這可能使一個或多個孔徑的寬度擴大到超過已知的植入及對準容許度準位。藉由在探針平移而跨越離子束分束 $103_1...103_N$ 時監控其位置，可測定在一個特定孔徑測量的離子束電流是否超過已知的容許度準位。因此，可監控罩幕 104 的情況，特別是此罩幕

的孔徑的情況。已知可容許增加孔徑 105 的寬度多達大約 20%而不會危及太陽能電池的植入輪廓的完整性。這是由於事實上遮蔽的區域（亦即未配置在孔徑 105 之一的後方的基板區域）通常摻雜得較濃，而射極電池（cell）之位於孔徑 105 後方的基板部分則摻雜得較淡。當孔徑 105 的邊緣受到侵蝕時，射極區域變成摻雜得比所設計的濃。這可能危及太陽能電池效能。

圖 5B 是經由罩幕 104 之圖 5A 所示之離子束以及相對於罩幕及基板 100 之法拉弟探針 106 的定位（有如基板存在）的俯視橫截面圖。如上所述，法拉弟探針 106 在罩幕 104 的後方依 X 方向平移，如箭頭 111 所示。當法拉弟探針 106 在罩幕 104 的後方平移時，將產生與離子束 103 的暴露電流成正比之訊號。這電流及法拉弟探針 106 的已知位置用來監控罩幕 104 的狀態或情況。法拉弟探針 106 可用以例如：適當地定位罩幕 104；最佳化罩幕 104 與基板 100 在 Z 方向上的間隔；監控罩幕 104 之過度磨損或侵蝕；監控罩幕 104 之破裂；或監控罩幕 104 之熱控制。

探針 106 所產生的訊號與當探針依箭頭 111 所指示的 X 方向平移而跨越離子束時入射在探針上的離子束電流成正比，並且提供相對於離子束 103 及罩幕 104 之對準資訊。尤其，若罩幕 104 對準離子束使得從罩幕 104 的孔徑 105 發射之離子束 103 的角度導致離子束分束 $103_1 \dots 103_N$ （繪示於圖 5A）落在想要的植入區域內，則探針 106 可偵測表示罩幕 104 對準離子束 103 的發散角度（divergent angles）

之想要的離子束電流範圍。因為離子束 103 是由似充電分子 (like-charged molecules) 構成的，所以離子束 103 將自然地發散而導致發散的離子束角度。然而，若探針 106 測量到從特定一個或多個孔徑 105 發射之離子束電流不在想要的範圍內，則這表示罩幕 104 與離子束 103 未對準或至少未最佳化地對準以滿足預期的基板 100 之植入區域需求。

圖 6 是一種罩幕-離子束角度對準的第一俯視橫截面圖。法拉弟探針 106 可用於罩幕 104 與離子束 103 之間的對準。可相對於離子束 103 來定位罩幕 104，以便孔徑 105 所產生的離子束角度將植入預期基板 100 的適當區域。此外，藉由對準罩幕 104 與離子束 103 的現存離子束發散角度，罩幕 104 可最佳化離子束 103 的有效電流。通過孔徑 105 之離子束 103 的角度是固定的，因而當離子束 103 的角度與罩幕 104 的角度對準時法拉弟探針 106 所測量的離子束 103 的振幅是最佳的。換言之，因為經由罩幕 104 的孔徑 105 之進入角度是固定的（亦即經由遍及罩幕的特定位置來定位多個孔徑），所以若離子束發散角度與罩幕角度對準，則當探針 106 依 X 方向平移而跨越離子束時其所測量的離子束電流是最佳的。因此，利用探針 106 來提供經由孔徑 105 所偵測的離子束電流數量的回授，當離子束 103 經由罩幕 104 而行進時，使罩幕 104 與離子束 103 的發散角度對準可最佳化入射在預期基板 100 上的有效離子束電流。因此，藉由最大化入射在預期基板 100 上的離子束電流的數量，可最佳化植入機的生產量。為了清楚起見

將誇大圖 6 及圖 7 之離子束 103 的角度。

在圖 6 中，罩幕 104 繪示成未對準離子束 103。在此特定例子中，峰值離子束角度並未集中於罩幕 104 的中點。相反地，離子束 103 的平均離子束角度 600 偏離罩幕 104 的中央。為了修正這種狀況，可利用某種角度或距離來平移罩幕 104 以集中平均離子束角度 600 來符合罩幕 104 的中心。在另一例子中，將調整離子束 103 以集中平均離子束角度 600 來符合罩幕 104 的中心。圖 7 是一種罩幕-離子束角度對準的第二俯視橫截面圖。在此實施例中，平均離子束角度 600 符合罩幕 104 的中心。

圖 8 是一種罩幕-基板對準的第一俯視橫截面圖。圖 8 繪示離子束 103 對準罩幕 104 且離子束最佳地通過孔徑 105 之理想實例。所產生的植入區域匹配孔徑 105 的大小（x 方向之寬度及 y 方向之長度）。然而，如上所述，因為離子束 103 是由似充電分子或原子構成的，所以此離子束將少量地發散。

圖 9 是一種罩幕-基板對準的第二俯視橫截面圖。圖 9 繪示離子束發散。通過孔徑 105 之離子束 103 位於平台 102 時的尺寸不同於其離開孔徑 105 時的尺寸。這種發散將根據離子束 103 的情況而改變。罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的小縫隙可最小化離子束發散的效果。最小化罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的這縫隙可確保實際的植入區域將類似於想要的植入區域，其方式為最小化罩幕與基板之間的距離（在此距離

內離子束 103 可有效地發散)。然而，罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的縫隙可由於加工容許度、組件容許度、系統負載或其他原因而變更。預知離子束行進時的發散特性對於使 Z 方向上罩幕 104 與基板 100 之間的縫隙維持儘可能小是很重要的。若此縫隙太大，則所植入的區域將超出基板上的預期靶材區域。此外，罩幕 104 可包括有在基板 100 上形成二維圖案之另外設定的洞孔、狹縫等等（如上所述）。在此實施例中，X 方向及 Y 方向之角度用來測定植入圖案保真度。

為了使罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的縫隙最佳化，法拉弟探針 106 在罩幕 104 的後方產生一種特徵輪廓測量。例如，圖 9A 繪示罩幕 104 與平台 102 或基板 100 之間存在大縫隙之特徵輪廓。如圖所示，罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的縫隙較大將使法拉弟探針 106 所產生的輪廓尺寸較寬且峰值振幅較低。在一實施例中，可藉由伺服馬達來調整罩幕 104 與平台 102 或平台 102 上的基板 100 之間的縫隙，然後法拉弟探針 106 可確定輪廓是在基板 100 的規格內。

隨著時間推進，離子束 103 將侵蝕罩幕 104 的材料，尤其是孔徑 105 的邊緣。這種侵蝕的起因至少部分是由於表面濺擊 (surface sputtering) 及熱循環 (thermal cycling)。最後因為孔徑 105 已經受到侵蝕超過特定的容許度或具有不正確的尺寸，所以將需要更換罩幕 104。法拉弟探針 106 可在罩幕 104 的後方掃描以監控這種侵蝕。在一實例中，

受到侵蝕的罩幕 104 將顯示具有高振幅及大線寬度之訊號輪廓。圖 9B 繪示覆蓋在具有非磨損孔徑(如中間部分 105b 所示)的罩幕的訊號輪廓上之具有磨損孔徑 105 (陰暗的區域 105a) 的罩幕的訊號輪廓。尤其，相較於與具有非磨損孔徑的罩幕有關的訊號，陰暗的區域的電流訊號輪廓顯示其訊號具有較高的振幅及較大線寬度。因為離子束 103 的高度可變更，所以罩幕 104 的侵蝕從孔徑 105 的某一邊到孔徑 105 的另一邊可能不均勻。在一特定實施例中，法拉弟探針 106 的位置與罩幕 104 相夾一角度。

圖 10 是一種測試罩幕侵蝕的法拉弟探針實施例的前視透視圖。因為法拉弟探針 106 與罩幕 104 相夾一角度，所以法拉弟探針 106 在掃描時只暴露於一部分的孔徑 105。圖 11 至圖 13 是圖 10 之測試罩幕侵蝕的法拉弟探針實施例在法拉弟探針的平移期間的前視透視圖。罩幕 104 的輪廓將指示孔徑 105 的尺寸是否不均勻。

除了侵蝕以外，離子束 103 可導致罩幕 104 的沈積或塗佈。在此例中，孔徑 105 將在尺寸上收縮或變窄，即，孔徑 105 未在尺寸上增大。與侵蝕一樣，孔徑 105 的這種收縮或變窄從孔徑 105 的某一邊到孔徑 105 的另一邊以及沿著孔徑的長度都可能變更。法拉弟探針 106 可在罩幕 104 的後方掃描以監控塗佈。在一實例中，相較於圖 9B 所示之訊號輪廓，具有變窄或收縮的孔徑 105 之已塗佈的罩幕 104 將顯示具有低振幅及小線寬度的訊號輪廓。

罩幕 104 可能是由機械性質脆弱的材料或特徵構成

的。因此，罩幕 104 的破裂值得關切。這種破裂可能由例如熱負載（thermal loads）、振動或侵蝕所導致。若罩幕 104 破裂，則法拉弟探針 106 將偵測探針的遺失（missing）部分。罩幕 104 的損壞或遺失部分將由顯示離子束 103 電流位於非預期區域中之訊號清楚得知。如發生此情況，在一實施例中，法拉弟探針 106 將指示系統已經發生嚴重錯誤且需要修理。此外，藉由偵測此種破裂的罩幕可避免不當的植入。

罩幕 104 在其使用期間暴露於離子束 103 的撞擊。進入罩幕 104 的功率量取決於離子束 103 的參數（parameters），例如總電壓或離子束電流。進入罩幕 104 的這功率將在罩幕 104 上產生熱負載。所產生之罩幕 104 的構成材料的熱膨脹可能導致罩幕 104 或孔徑 105 的定位錯誤。因為罩幕 104 的這種材料的膨脹率與罩幕 104 的熱偏離（thermal excursion）成正比，所以法拉弟探針 106 可估計罩幕 104 的溫度以確保罩幕 104 保持在任何的功能極限內。訊號的間距將隨著罩幕 104 的溫度而變更。因此，當孔徑 105 由於熱負載而改變大小或尺寸時，法拉弟探針 106 可測量這些變化。

雖然上述實施例使用法拉弟探針 106，但是也可單獨使用或與法拉弟探針 106 一起共用例如光學數位攝影系統（optical digital imaging system）之其他測量系統。在此特定實施例中，在植入之後將檢查基板 100。所產生之影像將予以擷取及處理。對於法拉弟探針 106 所進行的每一種

情況或測試，基板 100 的植入區域將顯示上述之相同訊號變化。在其他的實施例中，可藉由光學攝影和擷取及處理所產生之影像來檢查罩幕 104。對於法拉弟探針 106 所進行的每一種情況或測試，罩幕 104 的特徵應顯示上述之相同訊號變化。罩幕 104 的定期檢視應匹配法拉弟探針 106 的結果。

本發明並未侷限於在此所述之特定實施例。實際上，除了在此所述之內容以外，任何所屬技術領域中具有通常知識者可從上述說明及附圖明瞭本發明的其他各種實施例及修改。因此，此種其他的實施例及修改應隸屬於本發明的範疇。此外，雖然在此已經為了特定用途而在特定環境下以特定實施方式來說明本發明，但是任何所屬技術領域中具有通常知識者將明瞭其可用性並未侷限於此且本發明可為了各種用途而在各種環境下有益地實施。因此，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 1 是一種選擇性射極太陽能電池的橫截面圖。

圖 2 是一種指叉背接觸太陽能電池的橫截面圖。

圖 3A 是依照本發明之一實施例之一種代表性離子植入機的方塊圖。

圖 3B 是依照本發明之一實施例之一種經由罩幕的植入的橫截面圖。

圖 4 是依照本發明之一實施例之一種利用法拉弟探針經由罩幕的植入的前視圖。

圖 5A 是依照本發明之一實施例之一種利用法拉弟探針經由罩幕的植入的透視圖。

圖 5B 是依照本發明之一實施例之一種利用法拉弟探針經由罩幕的植入的俯視橫截面圖。

圖 6 是依照本發明之一實施例之一種罩幕-離子束角度對準的第一俯視橫截面圖。

圖 7 是依照本發明之一實施例之一種罩幕-離子束角度對準的第二俯視橫截面圖。

圖 8 是依照本發明之一實施例之一種罩幕-基板對準的第一俯視橫截面圖。

圖 9 是依照本發明之一實施例之一種罩幕-基板對準的第二俯視橫截面圖。

圖 9A 繪示一種與罩幕與基板或平台之間的大縫隙有關的特徵輪廓。

圖 9B 繪示一種覆蓋在具有非磨損孔徑的罩幕的訊號輪廓上之具有磨損孔徑的罩幕的訊號輪廓。

圖 10 是依照本發明之一實施例之一種測試罩幕侵蝕的法拉弟探針實施例的前視透視圖。

圖 11 至圖 13 是圖 10 之測試罩幕侵蝕的法拉弟探針實施例在法拉弟探針的平移期間的前視透視圖。

【主要元件符號說明】

100：基板

100a：基板的表面

102：平台

- 103：離子束
- 103₁：離子束分束
- 104：罩幕
- 105：孔徑
- 105a：磨損孔徑
- 105b：非磨損孔徑
- 106：法拉弟探針
- 107、108：平移機構
- 109：電流測量裝置
- 110：控制器
- 111：指示 x 方向的箭頭
- 114：一連串的電極
- 115：離子植入機
- 116：質量分析器磁鐵
- 117：質量解析狹縫
- 118、122：減速台
- 119：修正器磁鐵
- 120：離子源室
- 121：電源供應器
- 200：射極
- 201：觸點下方的區域
- 202：觸點
- 203：p⁺射極
- 204：n⁺背面電場
- 600：平均離子束角

七、申請專利範圍：

1. 一種離子植入機的罩幕對準方法，包括：

引導離子束經由罩幕的多個孔徑以朝向用以支撐靶材基板之平台；

配置離子電流測量裝置於所述罩幕的後方且與所述靶材基板處於實質上共平面的關係，有如所述基板位於所述平台上；

平移所述離子電流測量裝置而跨越所述離子束；

當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時記錄其位置；

在記錄位置利用所述離子電流測量裝置測量經由所述罩幕的所述多個孔徑所引導之所述離子束的電流；

產生電流訊號以響應於在每一個所述記錄位置由所述離子電流測量裝置測量的所述離子束的電流；

傳送所述電流訊號到控制器；以及

藉由所述控制器產生控制訊號，根據所述控制訊號來定位所述離子束或所述罩幕之至少一者，使得平均離子束角度集中於所述罩幕的所述多個孔徑的位於中央的一個孔徑。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中控制所述罩幕的位置更包括：

發送訊號到罩幕平移機構；以及

根據所述罩幕平移機構所接收的所述訊號以相對於所述靶材基板來移動所述罩幕。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中相對於所述靶材基板來移動所述罩幕包括利用與所述平台相隔一距離之線性關係而可變地定位所述罩幕。

4.如申請專利範圍第 2 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中相對於所述平台來移動所述罩幕包括利用與所述平台相夾一角度之關係而可變地定位所述罩幕。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中平移所述離子電流測量裝置更包括利用相連的平移機構來平移所述離子電流測量裝置，所述平移機構包括用以移動所述離子電流測量裝置以跨越所述離子束之伺服馬達。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中在所述記錄位置利用所述離子電流測量裝置來測量經由所述罩幕的所述多個孔徑所引導之所述離子束的電流更包括當所述電流從所述離子電流測量裝置流到地時測量所述電流。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中所述離子電流測量裝置是法拉弟探針。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之離子植入機的罩幕對準方法，其中所述離子電流測量裝置包括多個法拉弟探針，其組態成用以提供與經由所述罩幕的所述多個孔徑的每一個所引導之所述離子束的分束有關的多個離子電流測量。

9.一種離子植入機系統，包括：

離子源；

束線組件，其組態成用以由所述離子源取出離子以形成離子束且引導所述離子束朝向平台；

罩幕，配置在所述平台的前面，所述罩幕具有多個孔徑使所述離子束的個別分束可經由所述罩幕而朝向所述平台；

離子電流測量裝置，配置成與靶材基板的表面實質上共平面，有如所述靶材基板位於所述平台上，所述離子電流測量裝置組態成用以平移而跨越所述離子束，並且當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時產生多個與經由所述孔徑接收的離子電流成正比之訊號；以及

控制器，用以從所述離子電流測量裝置接收所述訊號，並且測定所述罩幕的方位，使得經由所述罩幕中的所述多個孔徑的一個或多個之所述離子束的角度對準所述靶材基板。

10.如申請專利範圍第 9 項所述之離子植入機系統，其中所述控制器組態成用以將所述罩幕的位置與接收到的所述訊號進行比較，所述離子植入機系統更包括連接到所述罩幕且連通地耦合所述控制器之平移機構，所述平移機構組態成用以修正所述罩幕的定位以響應於來自所述離子電流測量裝置之所述訊號。

11.一種離子植入機所使用的罩幕的情況測定方法，包括：

引導離子束使經由罩幕的多個孔徑而朝向組態成用以支撐靶材基板的平台，所述罩幕的位置與所述離子束正交，每一個所述孔徑具有個別的長度及寬度；

配置離子電流測量裝置於所述罩幕的後方且與所述靶材基板共平面，有如所述靶材基板位於所述平台上且與所述離子束正交；

利用與所述罩幕的所述孔徑相夾一角度以平移所述離子電流測量裝置而跨越所述離子束；

當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時偵測入射在其上的離子束電流，使得偵測到的所述離子束電流是與每一個所述孔徑的所述長度的一部分有關；

當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時記錄其位置及角度；

在記錄位置利用所述離子電流測量裝置來測量經由所述罩幕的所述多個孔徑所引導之所述離子束的電流；

產生電流訊號以響應於在每一個所述記錄位置及角度由所述離子電流測量裝置所測量的所述離子束的電流；

根據當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時產生的所述電流訊號而產生每一個所述孔徑之電流輪廓；以及

測定與每一個所述孔徑的所述長度的所述一部分相對應之每一個所述孔徑的寬度。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之離子植入機所使用的罩幕的情況測定方法，更包括改變所述離子電流測量裝

置與所述罩幕的所述孔徑相夾的所述角度。

13.一種離子植入機的離子束的入射角測量方法，包括：

定位具有多個電流感測器之離子束偵測器組件，使其在靶材基板位於平台上時與所述靶材基板處於實質上共平面的關係；

提供入射在所述偵測器組件上的離子束；

偵測與所述多個電流感測器之每一個有關的離子束電流；

利用偵測到的所述離子束電流來計算所述多個電流感測器之每一個的入射角；

分析所述入射角以測定所述離子束的均勻度；以及
根據計算出的所述入射角來調整所述離子束電流。

14.一種離子植入機系統，包括：

離子源；

束線組件，用以由所述離子源取出離子以形成離子束，並且引導所述離子束朝向用以支撐靶材基板之平台；

罩幕，配置在所述平台的前面，所述罩幕具有多個孔徑使所述離子束的個別分束得以經由所述罩幕而朝向所述平台；

離子電流測量裝置，配置成與所述靶材基板實質上共平面，有如所述靶材基板位於所述平台上，所述離子電流測量裝置組態成用以平移而跨越所述離子束，並且當所述離子電流測量裝置平移而跨越所述離子束時產生與經由所

述孔徑所接收的離子電流成正比之訊號；以及

控制器，其組態成用以從所述離子電流測量裝置接收所述訊號，並且測定所述罩幕的方位使得經由所述罩幕中的所述多個孔徑的一個或多個之所述離子束的角度對準所述靶材基板，有如所述靶材基板位於所述平台上。

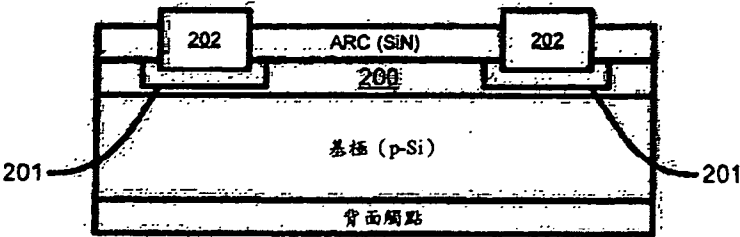


圖 1

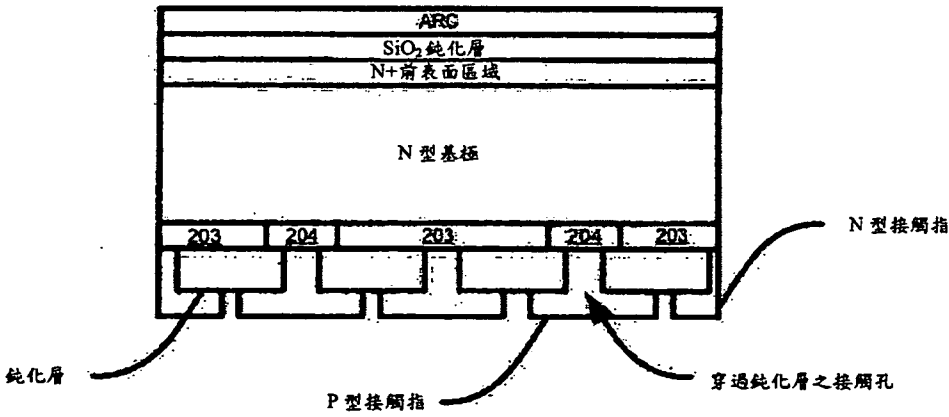


圖 2

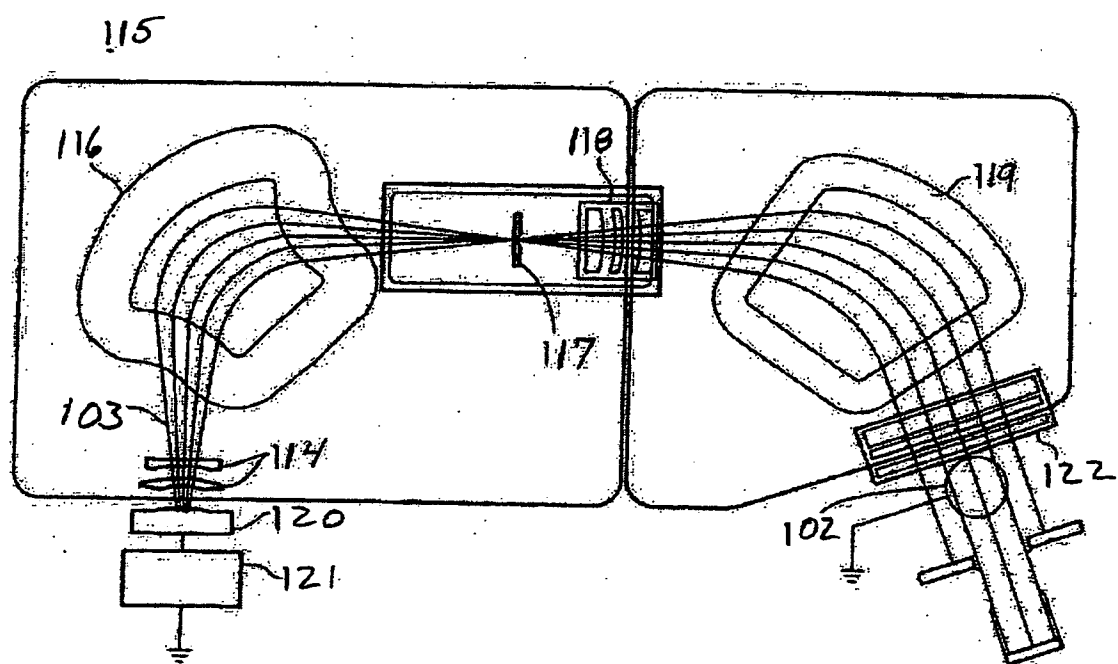


圖 3A

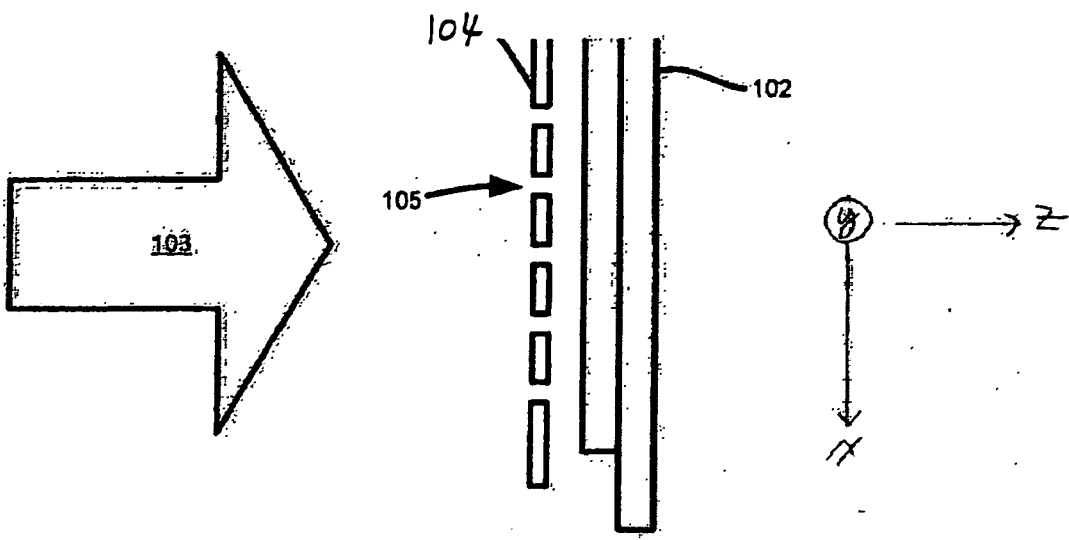


圖 3B

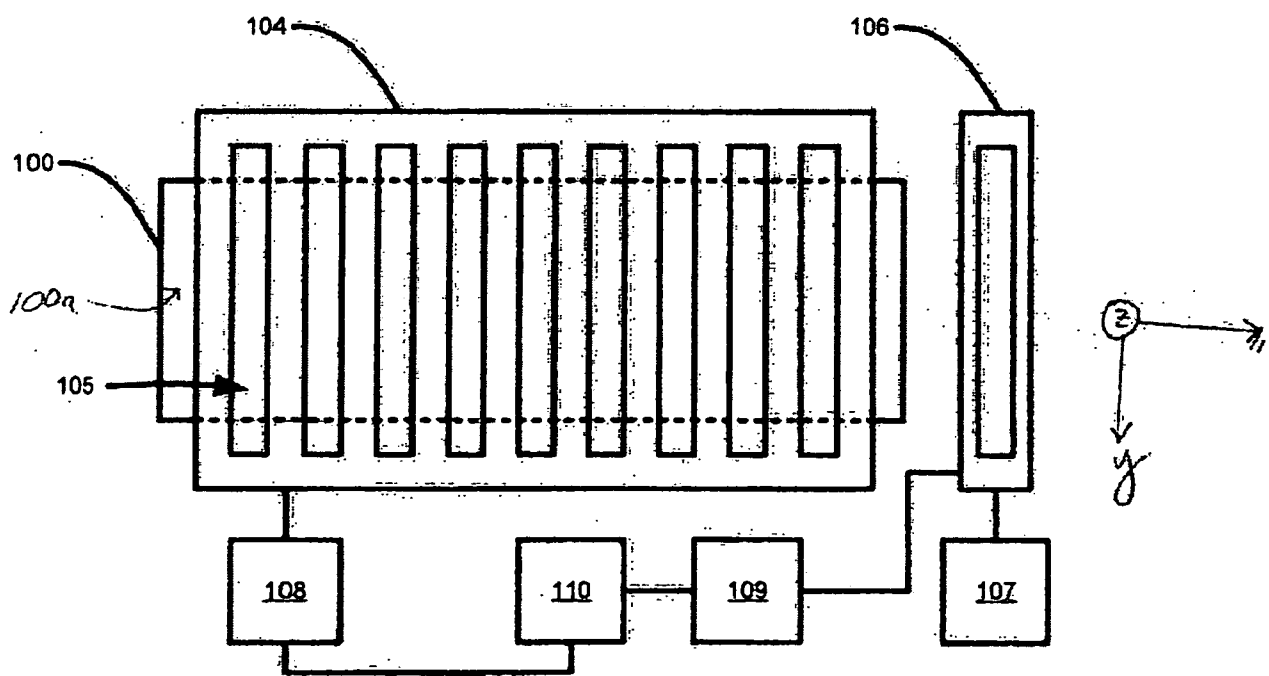


圖 4

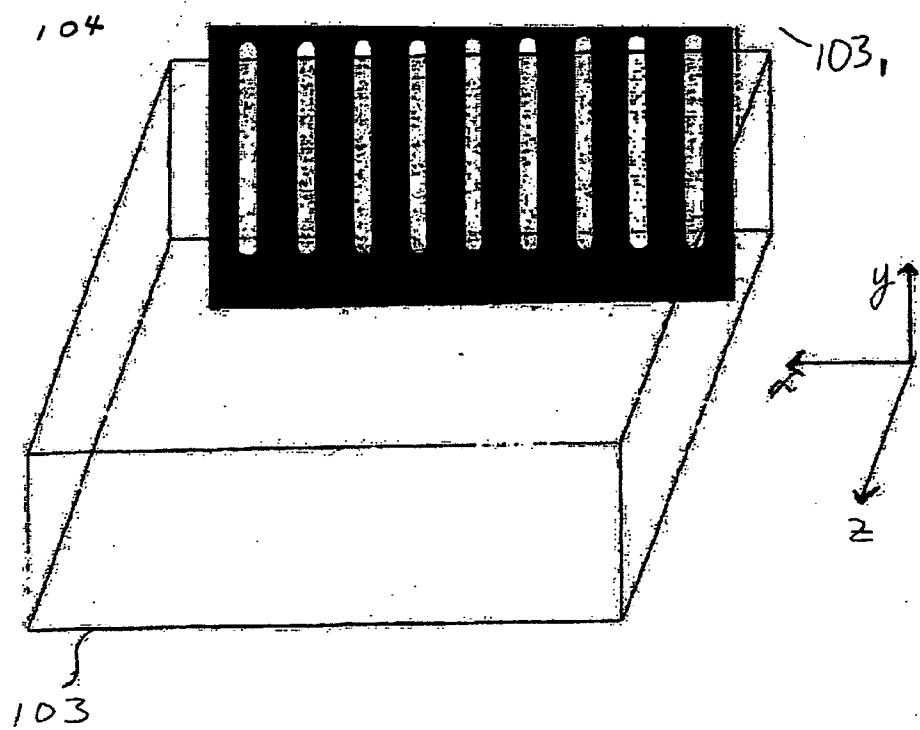


圖 5A

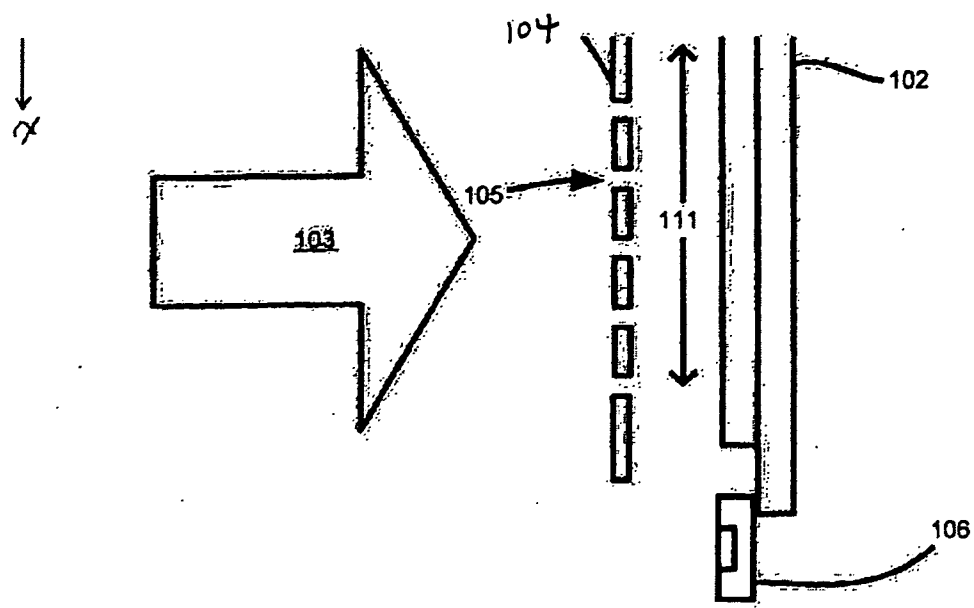


圖 5B

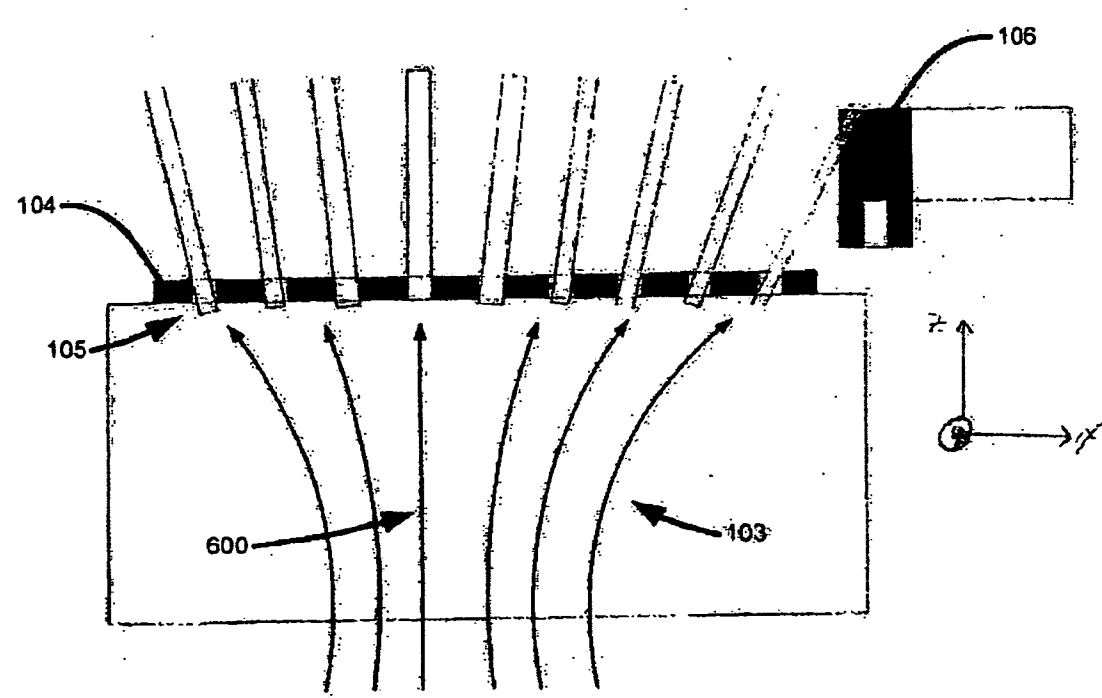


圖 6

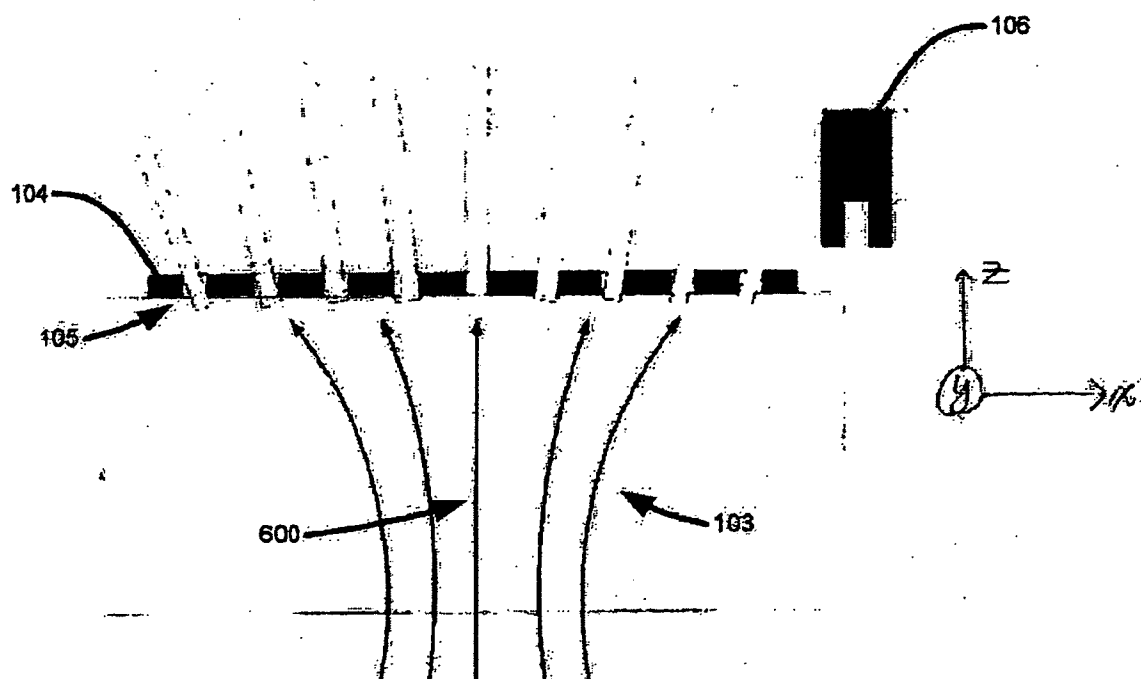


圖 7

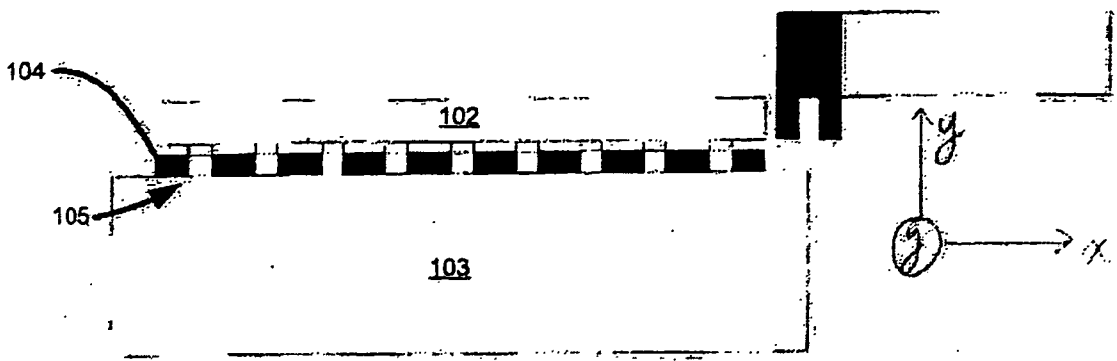


圖 8

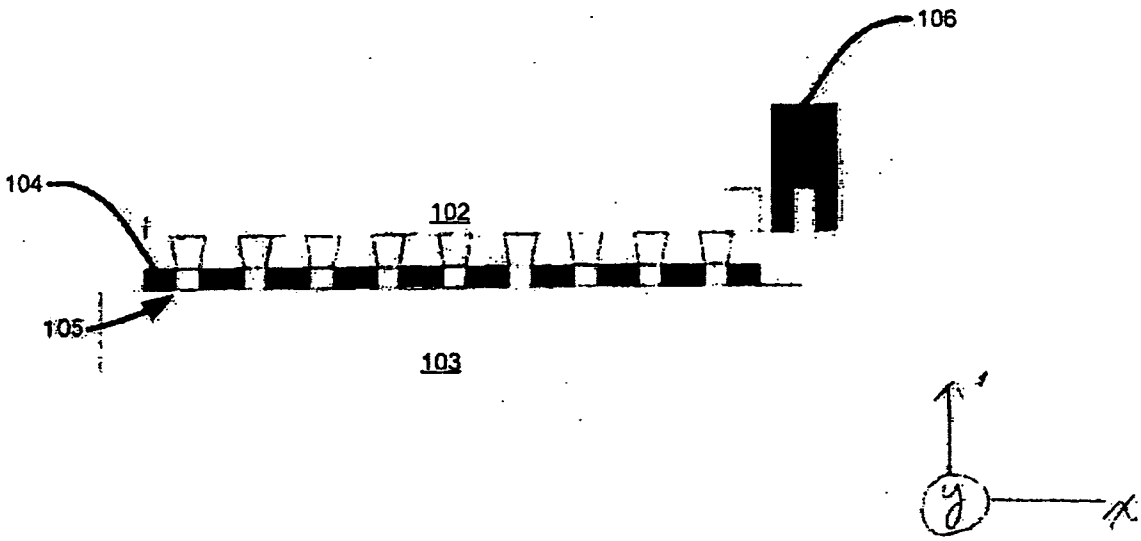


圖 9

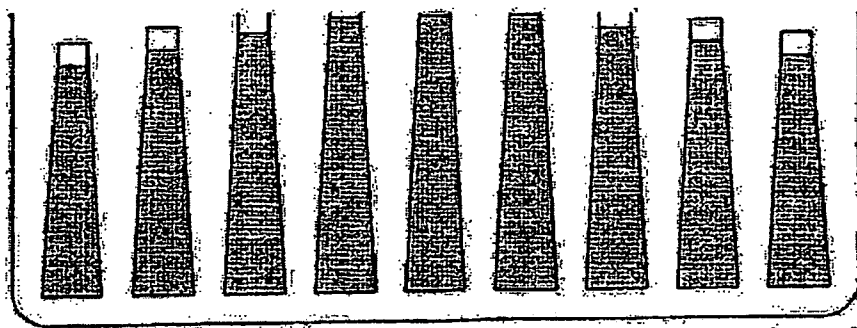


圖 9A

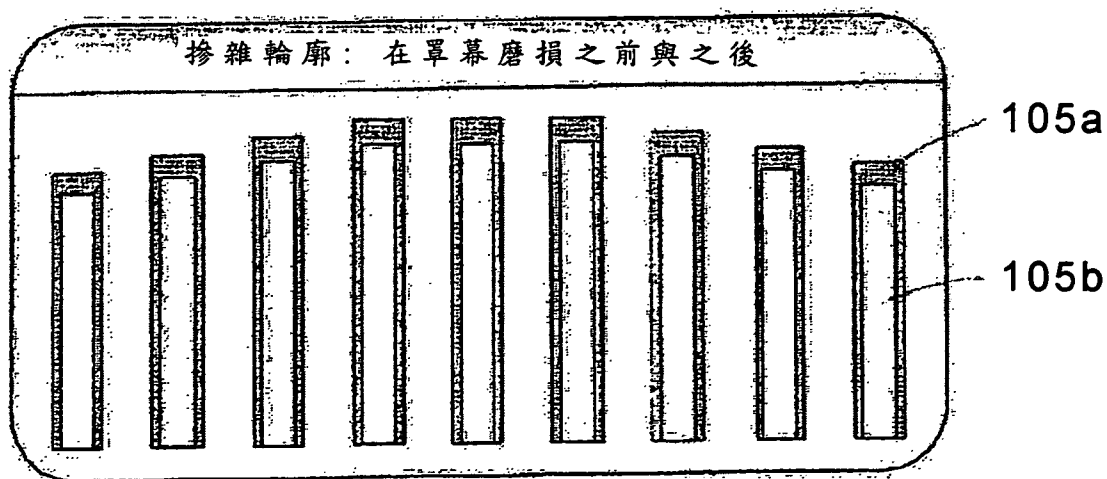


圖 9B

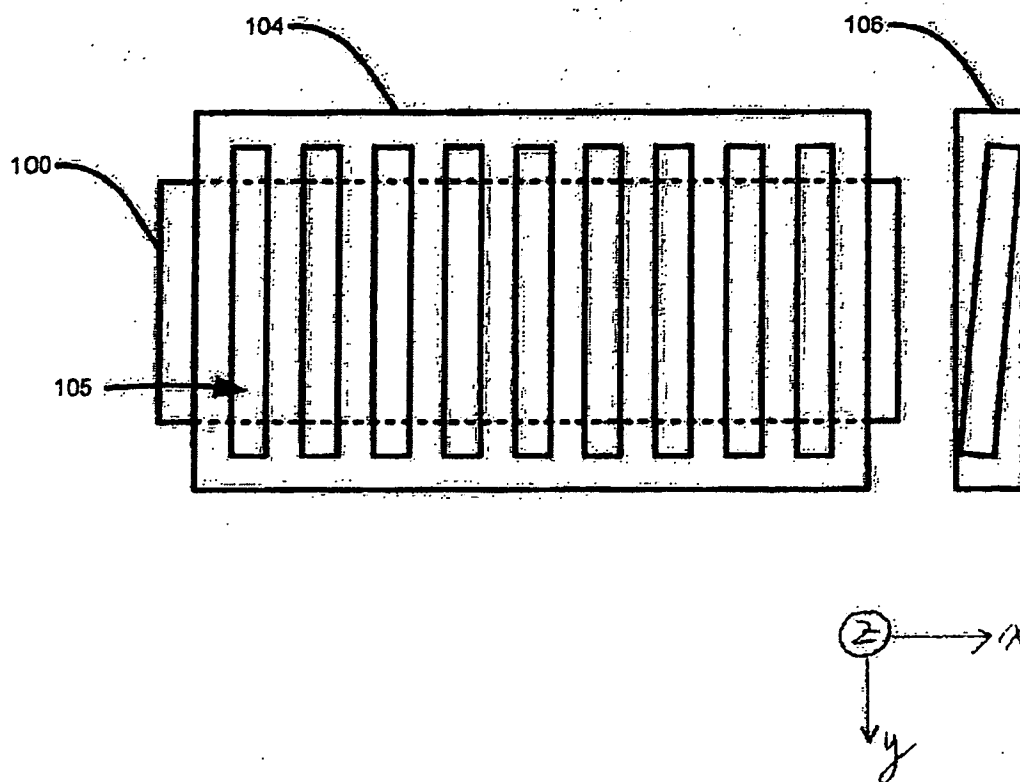


圖 10

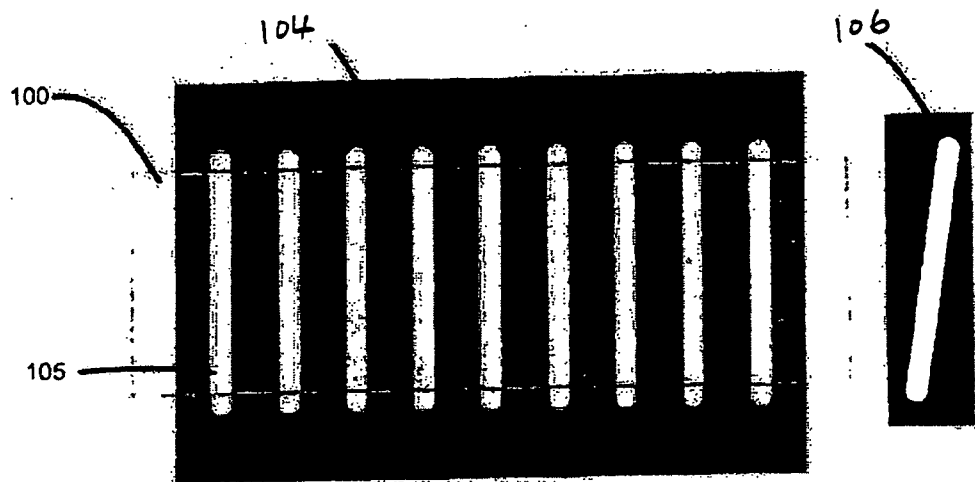


圖 11

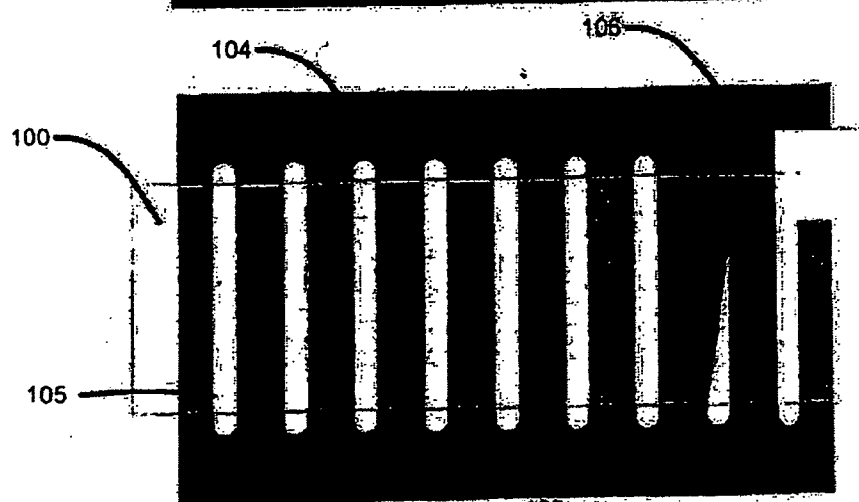


圖 12

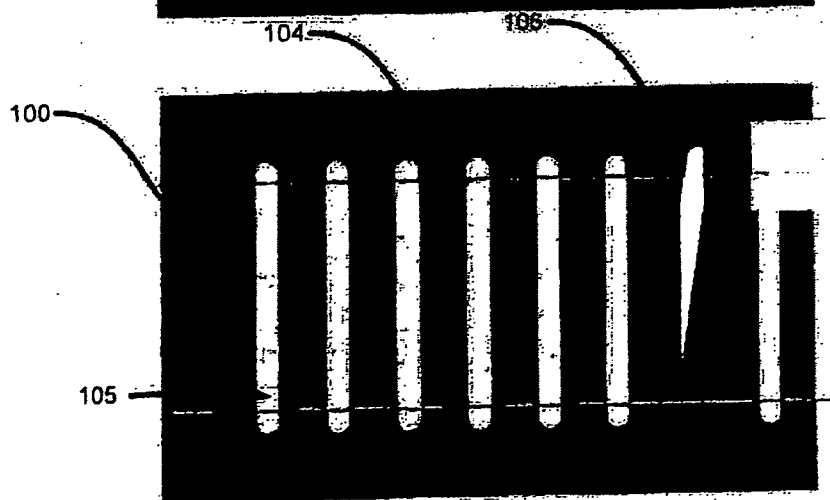


圖 13