I443721

(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 I443721 B**

**(45)公告日： 中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日**

(21)申請案號：097139858 (22)申請日： 中華民國 97 (2008) 年 10 月 17 日

(51)Int. Cl.： ***H01L21/30 (2006.01)***

(30)優先權：2007/10/18 美國 60/981,060

(71)申請人：蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：德賴瑞厄斯 約翰M DE LARIOS, JOHN M. (US)；弗利爾 艾瑞克M FREER, ERIK M. (US)；瑞夫肯 麥可 RAVKIN, MICHAEL (US)；馬克思 傑弗瑞 MARKS, JEFFREY (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW I364630 TW 200306614

US 2956494

審查人員：詹利澤

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：34 共 0 頁

(54)名稱

圖案化基板之最佳清潔設備與方法

APPARATUS AND METHODS FOR OPTIMIZING CLEANING OF PATTERNED SUBSTRATES

(57)摘要

本發明提供用以清潔晶圓表面之設備與方法，特別針對圖案化晶圓的清潔。該清潔設備包括一具有在面朝圖案化晶圓的表面上之通道的清潔頭，該圖案化晶圓具有一主要圖案。通道中流動的清潔材料在圖案化晶圓表面上施加一剪力，該圖案化晶圓定向為相對於該清潔頭之一特定定位。圖案化晶圓與清潔頭之間的剪力及特定定位改善了表面污染物移除效率。

Methods and apparatus for cleaning wafer surfaces are provided, especially for cleaning surfaces of patterned wafers. The cleaning apparatus includes a cleaning head with channels on the surface facing the patterned wafer, which has a predominant pattern. Cleaning material flowing the channels exerts a shear force on the surface of a patterned wafer, which is oriented in a specific direction to the cleaning head. The shear force and the specific orientation between the patterned wafer and the cleaning head improve the removal efficiency of the surface contaminants.

800・・・流程
801・・・步驟
802・・・步驟
803・・・步驟
804・・・步驟

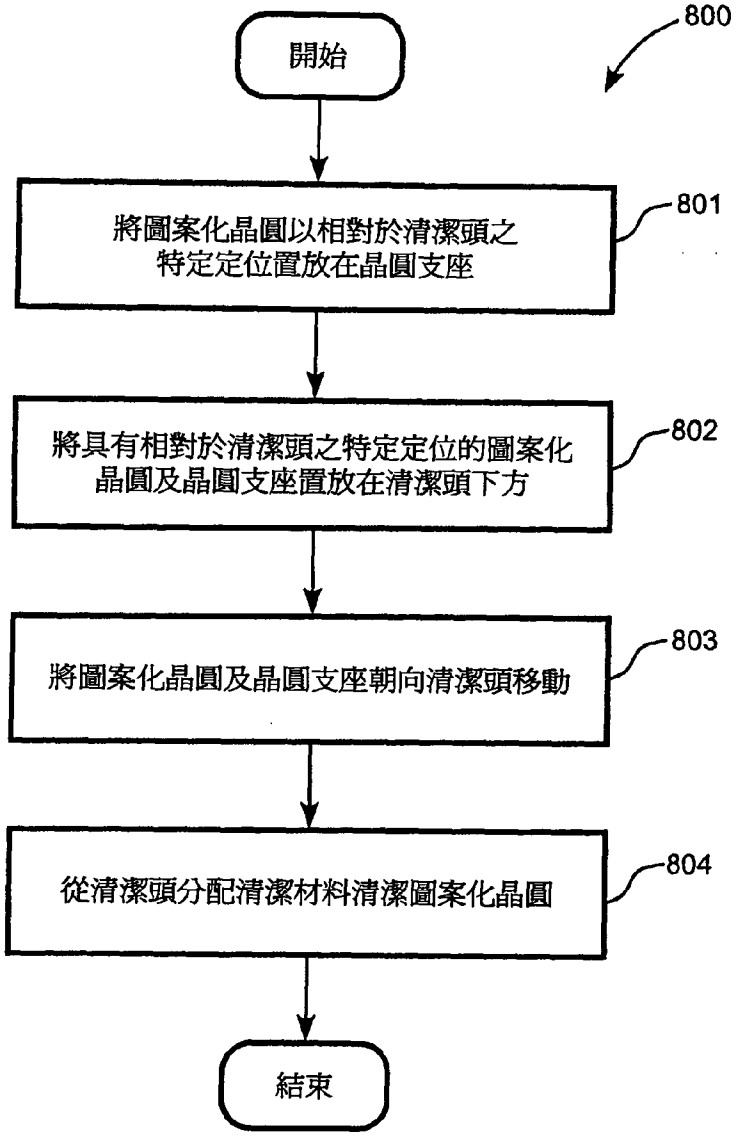



圖 8

I443721

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：97139858

※申請日：97.10.17　※IPC 分類：H01L21/30 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

圖案化基板之最佳清潔設備與方法/

APPARATUS AND METHODS FOR OPTIMIZING CLEANING OF PATTERNED SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

本發明提供用以清潔晶圓表面之設備與方法，特別針對圖案化晶圓的清潔。該清潔設備包括一具有在面朝圖案化晶圓的表面上之通道的清潔頭，該圖案化晶圓具有一主要圖案。通道中流動的清潔材料在圖案化晶圓表面上施加一剪力，該圖案化晶圓定向為相對於該清潔頭之一特定定位。圖案化晶圓與清潔頭之間的剪力及特定定位改善了表面污染物移除效率。

三、英文發明摘要：

Methods and apparatus for cleaning wafer surfaces are provided, especially for cleaning surfaces of patterned wafers. The cleaning apparatus includes a cleaning head with channels on the surface facing the patterned wafer, which has a predominant pattern. Cleaning material flowing the channels exerts a shear force on the surface of a patterned wafer, which is oriented in a specific direction to the cleaning head. The shear force and the specific orientation between the patterned wafer and the cleaning head improve the removal efficiency of the surface contaminants.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 8 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

800 流程

801 步驟

802 步驟

803 步驟

804 步驟

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】

本發明係有關於半導體裝置之清潔設備與方法，尤有關於圖案化晶圓之清潔設備與方法。

【先前技術】

[0001] 在如積體電路、記憶胞及其類似物之半導體裝置的製造中，一系列的製造操作執行來定義半導體晶圓(後稱「晶圓」)上的特徵部。晶圓(或基板)包括以多層結構為形式而定義在矽基板上的積體電路裝置。基板階層形成有具有擴散區域的電晶體裝置。在接下來的階層中，互連之金屬線具有圖案，並連接到電晶體，以定義期望的積體電路裝置。此外，圖案化導電層藉由介電質材料與其他導電層絕緣。

[0002] 在該系列製造操作期間，晶圓表面曝露於有各種污染物的環境中。事實上，任何出現在製造操作中的材料是潛在的污染源。舉例而言，污染源可包括處理氣體、化學物、沉積材料、液體等等。各種污染物可能會以微粒的形態沉積在晶圓表面上。若微粒污染物沒被移除，在污染區域附近的裝置將很有可能會不能操作。因此，吾人有必要以實質上完整的方式將污染物從晶圓表面清除，且不損害定義在晶圓上的特徵部。然而，微粒污染物的尺寸通常是與晶圓上所製造之特徵部的臨界尺寸相符。但若不負面影響晶圓上的特徵部，則移除該微小的微粒污染物會相當困難。

[0003] 傳統式晶圓清潔方法相當依賴將微粒污染物從晶圓表面移除的機械力。當特徵部尺寸持續縮小且變的更脆弱時，特徵部因機械力施加在晶圓表面上而受損的機率便會增加。舉例而言，當受到足夠機械力的衝擊時，具有高縱橫比之特徵部很容易傾倒或破裂。而使清潔問題更棘手的是，朝向更小尺寸之特徵部的推動亦造成了更小尺寸的微粒污染物。具有夠小尺寸的微粒污染物能自行找到晶圓表面上難以到達的區域，如被高縱橫比特徵部圍

繞的渠溝。因此，在現代半導體製造中，有效率且不造成損壞的污染物移除代表著晶圓清潔技術的進程上有著有待達成的持續性挑戰。吾人當了解到，平板顯示器的製造操作亦受到同於上述積體電路製造過程中所面臨的困擾。

[0004] 因此，吾人需要一清潔圖案化晶圓之設備與方法，有效移除污染物，且不損壞圖案化晶圓上的特徵部。

【發明內容】

[0005] 大致而言，本發明之數個實施例提供改善的清潔晶圓表面之方法與設備，尤針對圖案化晶圓。該設備包括一具有在其面朝圖案化晶圓之表面上之通道的清潔頭，該圖案化晶圓具有一主要圖案。通道中的清潔材料流動在圖案化晶圓表面上施加一剪力，該圖案化晶圓定向為相對於清潔頭的定位。圖案化晶圓與清潔頭之間的剪力及特定定位改善了表面污染物移除效率。吾人當了解到，本發明可實施為各種方式，包括系統、方法及反應室。本發明之數個實施例描述於下。

[0006] 在一實施例中，本發明提供有一用以分配清潔材料以移除圖案化晶圓表面上之污染物的清潔頭。清潔頭包括一用以固持清潔頭而使其近接該表面的臂桿。清潔頭具有面朝圖案化晶圓表面的複數個通道。該複數個通道的各者具有兩端。兩端中之一端分配清潔材料，該清潔材料在通道內從分配端流向另一端。分配端連接到清潔材料的供給部。分配出的清潔材料在圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該晶圓表面上之污染物的移除。

[0007] 在另一實施例中，本發明提供有一種清潔系統，其具有用以分配清潔材料的清潔頭，以移除圖案化晶圓表面上的污染物。該清潔系統包括一用以將圖案化晶圓向清潔頭移動的運輸機構。該清潔系統亦包括一晶圓支座，其用以固持圖案化晶圓，使圖案化晶圓具有相對於清潔頭之一特定定位。由晶圓支座固持之圖案化晶圓設置於傳輸機構上，以向清潔頭移動。

[0008] 該清潔系統更包括具有複數個通道的清潔頭。該複數個通道之各者具有兩端。兩端中之一端分配清潔材料，該清潔材料在通道中從分配端流到另一端。分配端連接到清潔材料的供給部。清潔頭被一臂桿固持並近接圖案化晶圓表面。分配出的清潔材料在圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該晶圓表面上之污染物的移除。

[0009] 又在另一實施例中，本發明提供有一種使用清潔頭分配清潔材料之方法，其用以移除圖案化晶圓表面上的污染物。該方法包括置放圖案化晶圓於一晶圓支座，使該圖案化晶圓具有相對於清潔頭之一特定定位。該方法亦包括置放圖案化晶圓及晶圓支座於清潔頭下方。該方法更包括從清潔頭分配清潔材料以清潔圖案化晶圓。清潔頭具有複數個通道。該複數個通道之各者具有兩端。兩端中之一端分配清潔材料，該清潔材料在通道中從分配端流到另一端。分配端連接到清潔材料的供給部。分配出的清潔材料在圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該晶圓表面上之污染物的移除。

【實施方式】

[0046] 茲描述用以清潔晶圓表面之方法及設備的數個實施例。對於習知本技術領域者而言，本發明可省略部分或全部的特定細節而實施。在其他情況下，熟知的處理操作並不再詳述，以避免不必要地混淆本發明。

[0047] 本說明書中所描述的數個實施例為有效移除污染物的清潔設備及清潔方法，其不損壞圖案化晶圓上的特徵部，而某些圖案化晶圓具有高縱橫比。即使實施例提供了有關半導體清潔應用的特定範例，這些清潔應用可延伸至任何需要從基板上移除污染物的技術。

[0048] 如在此一實施例中，該設備及方法涉及包括氣相、液相及固相之三相位的清潔材料。氣相及液相提供了一仲介，將固相帶至近接基板表面上的污染物粒子。針對三相體清潔材料之組成

及機制的詳述，請參照下列文獻：於 2006 年 2 月 3 日提出申請之美國專利申請案第 11/346894 號，其發明名稱為「自基板移除污染物及製作清洗溶液之方法」("Method for removing contamination from a substrate and for making a cleaning solution")；於 2006 年 2 月 3 日提出申請之美國專利申請案第 11/347154 號，其發明名稱為「清洗化合物及利用該清洗化合物之方法與系統」("Cleaning compound and method and system for using the cleaning compound")；於 2006 年 1 月 20 日提出申請之美國專利申請案第 11/336215 號，其發明名稱為「用以自基板移除污染物之方法與設備」("Method and apparatus for removing contamination from substrate")；以及，於 2006 年 9 月 15 日提出申請之美國專利申請案第 11/532491 號，其發明名稱為「清理基板用之方法與材料」("Method and material for cleaning a substrate")。針對使用三相體清潔材料之設備及系統的更進一步解釋，請參照於 2006 年 2 月 3 日提出申請之美國專利申請案第 11/346894 號，其發明名稱為「自基板移除污染物及製作清洗溶液之方法」("Method for removing contamination from a substrate and for making a cleaning solution")。

[0049] 在清潔時，固相與粒子交互作用而移除粒子。如在此作為範例的一基板，可能會在製造或處置時遭受污染，該基板包含但不限於下列各者：半導體晶圓、硬碟磁碟、光碟片、玻璃基板、平板顯示器表面、液晶顯示器表面等等。依據實際基板的情況，一表面可能會有不同方式的污染，且處置該基板的特定產業會定義污染接受度。

[0050] 根據本發明之一實施例，圖 1 繪示用以從半導體晶圓(後稱「晶圓」)105 移除污染物 103 之三相體清潔材料(tri-state body cleaning material) 101 的物理簡圖。清潔材料 101 包括連續性液體介質 107、固體成分 109 及氣體成分 111。固體成分 109 與氣體成分 111 散佈在連續性液體介質 107 中。

[0051] 大致而言，連續性液體介質 107 可以是有用於清潔及製備半導體基板表面之去離子水、碳氫化合物、選定的鹼基流體、

氫氟酸(HF)、氨水及其他化學品及/或其他在去離子水中的化學品混合物。在特定範例中，連續性液體介質 107 是一僅由水(去離子或其他)所定義的水性液體。在另一實施例中，水性液體由水與其他溶解於水中之組成物的組合所定義。又在另一實施例中，非水性液體由碳氫化合物、碳氟化合物、礦物油、酒精等等所定義。不論液體是水性或非水性，吾人應該了解到，該液體可被修改為包括離子或非離子溶劑及其他化學添加物。舉例而言，該液體的化學添加物能包括下列任何組合：助溶劑、pH 調整劑(酸、鹼)、螯合劑、極性溶劑、界面活性劑、氨水、過氧化氫、氫氟酸、氫氧化鉀、氫氧化鈉、四甲基氫氧化銨及如聚合物、微粒、聚肽(polypeptides)的流變調整劑。

[0052] 在一實施例中，固體成分 109 的材料可由下列所定義：脂族酸(aliphatic acids)、羧酸(carboxylic acids)、石蠟(paraffin)、蠟、聚合物、聚苯乙烯、樹脂、聚肽及其他黏彈性材料。在一實施例中，固體成分 109 的材料應具有超過在連續性液體介質 107 中之溶解度的濃度。此外，吾人當了解到，特定固體材料的清潔效力會作為溫度、pH 及其他環境條件的函數而改變。

[0053] 脂族酸實質上代表由碳原子形成開鏈之有機化合物所定義的任何酸。脂肪酸(fatty acid)為脂族酸之一例，可用為固體材料。可作為固體之脂肪酸的範例包括月桂酸(lauric acid)、棕櫚酸(palmitic acid)、硬脂酸(stearic acid)、油酸(oleic acid)、亞麻油酸(linoleic acid)、次亞麻油酸(linolenic acid)、花生油酸(arachidonic acid)、鱈油酸(gadoleic acid)、芥子酸(eurcic acid)、丁酸(butyric acid)、己酸(caproic acid)、辛酸(caprylic acid)、肉豆蔻酸(myristic acid)、十七酸(margaric acid)、二十二酸(behenic acid)、二十四酸(lignoseric acid)、肉豆蔻烯酸(myristoleic acid)、棕櫚烯酸(palmitoleic acid)、神經酸(nervanic acid)、十八碳四烯酸(parinaric acid)、二十碳五烯酸(timnodonic acid)、二十二碳二烯酸(brassic acid)、二十二碳五烯酸(clupanodonic acid)、二十四酸(lignoceric acid)、蠟酸(cerotic acid)及上述任何混合物等等。在一實施例中，

固體材料109能代表由從C-1延伸到約C-26之各種碳鏈長度(天然產生之脂肪酸只具有偶數個碳原子)所定義之脂肪酸的混合物。羧酸由實質上任何包括一或更多個羧基(COOH)之有機酸所定義。羧酸可為飽和或不飽和，且其碳鏈可為單鏈或具有支鏈。羧酸能包括從 C-1 延伸到約 C-100 之各種碳鏈的混合物。此外，羧酸能在超過連續性液體介質 107 之溶解度的情況下包括長鏈乙醇、醚及/或酮。在一實施例中，當作為固體的脂肪酸接觸到基板表面上一污染物粒子時，該脂肪酸會如界面活性劑般作用。

[0054] 在一實施例中，清潔材料 101 為一非牛頓式流體。在此所稱之非牛頓式流體為黏滯度隨施加剪力改變的流體。非牛頓式流體不遵從牛頓黏滯定律。剪力是剪率的非線性函數。依據視在黏滯度如何隨剪率變化，流動行為亦會改變。非牛頓式流體之一範例為，一反映出固體與液體兩極端之間之中間地帶的軟性凝結物質。這些種類的材料表現出具有降伏應力，而稱作賓漢塑膠流體(Bingham Plastic Fluids)。軟性凝結物質容易受外部應力作用而變形，而軟性凝結物質的範例包括乳化物(emulsions)、凝膠(gels)、膠體(colloids)、泡沫等等。吾人當了解到，乳化物是如牙膏、美乃滋、水與油般的不互溶液體的混合物。

[0055] 根據本發明之一實施例，圖 2A、2B 繪示清潔材料 101 如何運作來從晶圓 105 移除污染物 103。如圖 2A 所示，在清潔材料 101 的連續性液體介質 107 中，固體成分 109 插入於污染物 103 與氣體成分 111 之間。連續性液體介質 107 中的氣體成分 111 具有表面張力。因此，當氣體成分 111 被向下壓而抵著固體成分 109 時，氣體成分 111 會變形，並施加一向下力量($F_D$)在該固體成分 109 上。此向下力量($F_D$)為一垂直分量，用以將固體成分 109 朝向晶圓 105 及其上的污染物 103 移動。當固體成分 109 被推擠到足夠靠近污染物 103 時，固體成分 109 與污染物 103 之間會發生交互作用。其距離可能大約在 10 奈米之內。當固體成分 109 實際接觸污染物 103 時，固體成分 109 與污染物 103 的交互作用亦能發生。此交互作用亦可稱為固體成分 109 接合(engaging)污染物 103。

固體成分 109 與污染物 103 之間的交互作足夠克服污染物 103 與晶圓 105 之間的附著力，以及克服任何介於固體成分 109 與污染物 103 之間的斥力。因此，當固體成分 109 從基板 105 移開時，與固體成分 109 交互作用的污染物 103 亦會從晶圓 105 移開，亦即，如圖 2B 所示，污染物 103 從晶圓(或基板)105 上被清除掉。當清潔材料 101 從基板表面上移除時，固體成分及附著的污染物 103 能從基板表面移除。藉由溶解在如去離子水或消泡劑般之流體中，清潔材料 101 能從基板表面移除。

[0056] 在一實施例中，用以將固體成分 109 從晶圓 105 移除的力量是介於固體成分 109 與污染物 103 之間的凡得瓦吸引力。如圖 2B 所示，當固體成分 109 從晶圓 105 移開時，與固體成分 109 結合的污染物 103 亦從晶圓 105 移開。吾人當了解到，因為固體成分 109 與污染物 103 交互作用而影響清潔處理，跨晶圓 105 的污染物 103 移除將會依賴固體成分 109 跨晶圓 105 分佈的程度。再者，固體成分 109 可為不同成分的混合物，而非所有成分皆同。據此，清潔溶液能針對特定目的而設計，即以特定污染物為目標，或者，清潔溶液能具有廣泛的污染物目標範圍，提供有多重固體成分。

[0057] 在一實施例中，清潔材料 101 亦受到一剪力($F_S$)的作用。剪力 $F_S$ 能幫助清潔材料 101 跨晶圓 105 的表面移動。因基板 105 與用以分配(dispense)清潔材料 101 的分配頭(未繪示)之間的相對運動，剪力 $F_S$ 能施加於基板表面上，如下文所述。

[0058] 根據本發明之一實施例，圖 2C 係用以清潔基板之系統之俯視圖的簡化概略圖 200。晶圓 220 以線性方向朝向清潔頭 210 移動。清潔頭由臂桿 241 所固持。清潔頭 210 提供(或分配)清潔材料 101。在一實施例中，清潔頭 210 的長度 240 比晶圓 220 的直徑 250 長，而晶圓 220 移動到清潔頭下方僅只一次。在另一實施例中，清潔頭 210 的長度 240 比晶圓 220 的直徑 250 短，而晶圓 220 移動到清潔頭 210 下方數次，以確保整個晶圓 220 受到清潔。

[0059] 根據本發明之一實施例，依據清潔材料的應用及其化學

組成，清潔材料 101 能以泡沫、乳化物或凝膠其中一者來分配。清潔材料 101 能由一相、二相或三相所構成。針對雙相體清潔材料的組成及機制的更進一步詳述，請參照於 2006 年 9 月 11 日提出申請之美國專利申請案第 11/519354 號，其發明名稱為「使用雙相基板清理化合物之方法及系統」(Method and system for using a two-phases substrate cleaning compound)。

[0060] 在一實施例中，清潔材料 101 經過供給管線 260 從儲存槽 270 傳送，儲存槽 270 可以加壓。或者，當晶圓 220 為靜止或移動時，清潔頭 210 可移動到晶圓 220 上方。

[0061] 圖 2D 繪示具有用以分配清潔材料 101 之數個分配孔 211 的清潔頭 210 的例示性底視圖。圖 2E 為一實施例的側視圖，繪示清潔頭 210 在清潔頭 210 下方、晶圓 220 一表面 221 上分配清潔材料 101 的清潔體 230，以清潔表面 211。晶圓 220 在清潔頭 210 下方以箭頭 222 所示方向移動。當晶圓 220 在清潔頭 210 下方移動時，清潔體 230 在表面 221 上留下一清潔材料 101 的痕跡 231。清潔頭 210 由一臂桿 241 維持近接晶圓 220 的表面 221。晶圓 220 與清潔頭 210 之間的相對運動造成一清潔材料剪力以方向 232 作用在晶圓 220 之表面 221 上，該剪力方向 232 與晶圓移動方向 222 呈 180 度相反。從清潔頭 210 分配出的清潔材料 101 在清潔體 230 下方施加一向下力量於基板表面 221 上。如上述，該向下力量協助在清潔材料 101 中基板表面上污染物與固體成分的附著。因清潔材料 101 中基板表面上污染物與固體成分的附著，污染物便可從基板表面移除。

[0062] 污染物 103 從表面 221 移除，混合在清潔材料 101 中，且當清潔物質從晶圓表面 221 上移除時，污染物能被移除。在一實施例中，剪力促成了污染物從晶圓 220 表面 221 的移除(未繪示)。以下將描述剪力促成污染物的移除。

[0063] 圖 3A 繪示一例示性圖案化晶圓 301 的俯視圖。晶圓 301 具有眾多個填滿整個晶圓 301 的晶粒 302。圖 3A 僅表示一例示性單晶粒。在晶粒 302 中有許多由各種植入、回火、清潔、圖案化、

沉積、蝕刻及其他處理所形成的裝置。在某些處理步驟中，有些裝置特徵部受到隔離，且高出鄰近基板表面，如多晶矽圖案化後的多晶矽結構(或線)。多晶矽結構為暨窄又長的線，定向成一方向。圖 3A 中，晶粒 302 中有一例示性裝置區域 303。圖 3B 繪示一放大的裝置區域 303 的俯視圖。在例示性裝置區域 303 中，有許多多晶矽結構，如裝置次區域 304 中的多晶矽結構。圖 3C 繪示一放大的裝置次區域 304 的俯視圖。裝置次區域 304 填滿了長又窄的多晶矽線，如多晶矽線 305。圖案化晶圓 301 主要填滿有定向為與多晶矽線 305 方向相同的數個多晶矽線。其他亦可有不與多晶矽線 305 定向方向相同的數個多晶矽結構，如結構 306。然而，依科技而異，與結構 305 定向方向相同的多晶矽結構能是主要結構。

[0064] 對於先進裝置科技而言，因為多晶矽線的線寬持續縮減，減短了源極與汲極間的距離而增加裝置速度，多晶矽線的縱橫比能相當高。然而，因多晶矽線電阻率的限制，多晶矽結構的厚度並不能很顯著地縮減。因此，多晶矽結構的縱橫比會增加。高縱橫比結構較易受到機械力的損壞。金屬互連線亦能面臨類似因高縱橫比而受到機械力損壞的問題。

[0065] 根據本發明之一實施例，圖 3D(A)繪示清潔刷 310 之一部分於一多晶矽線 311 上方繞自身較長的軸旋轉。多晶矽線 311 具有長度 L、寬度 W 及高度 H。長度 L 實質上比寬度 W、高度 H 長。清潔刷 310 之該部分施加一力 313 於多晶矽線 311 之一頂部表面 312 上。力 313 垂直於(或呈 90 度)多晶矽線 311 的長度 L。

[0066] 圖 3D(B)繪示上述清潔刷 310'之一部分於一多晶矽線 311'上方繞自身較長的軸旋轉。多晶矽線 311'亦具有長度 L、寬度 W 及高度 H。長度 L 實質上比寬度 W、高度 H 長。清潔刷 310'之該部分的長度垂直於多晶矽線 311'的長度。清潔刷 310'施加一力 315 於多晶矽線 311'之一頂部表面 312'上。力 315 平行於(或呈 0 度)多晶矽線 311'的長度 L。

[0067] 圖 3E 繪示晶粒上的缺陷計數對應由清潔刷在圖案化晶

圓上多晶矽線長度上所施加的剪力角度的圖表。圖 3D(A)與 3D(B)已描述清潔刷與多晶矽線之間的關係。如圖 3E 所示，缺陷計數的數據遵循曲線 330，作為清潔刷所施之力與多晶矽線之間之角度的函數。當清潔刷垂直於多晶矽線且刷力平行於多晶矽線時(圖 3E 中曲線 330 於 0 度時)，缺陷計數幾乎為零；清潔刷不損壞多晶矽線，且當清潔刷與多晶矽線長度呈 0 度(圖 3D(B)所示的關係)時，不使缺陷計數增加。

[0068] 缺陷計數隨著刷力與多晶矽線長度之間的角度增加而增加。可見於圖 3E 之曲線 330，刷力與多晶矽線長度呈 90 度時，缺陷計數最高。圖 3E 的結果表示，當施加刷力的方向垂直於多晶矽線長度時，多晶矽線較容易受到損壞。結果顯示，在清潔期間施加於圖案化結構上之剪力的角度能夠影響圖案化結構上產生損壞的程度。雖然圖 3E 的結果是藉由利用清潔刷來清潔基板而得到，剪力角度對缺陷計數的影響亦可顯現於利用如上述清潔材料 101 般之清潔材料的圖案化晶圓清潔。

[0069] 根據本發明之一實施例，圖 3F 繪示一欲清潔之圖案化晶圓 301 在清潔頭 351 下方移動。清潔頭 351 由臂桿 350 所固持。圖案化晶圓 301 具有數個晶粒 302。各晶粒具有呈一方向之如多晶矽線或金屬線般之線的主要圖案，如在圖 3A~3C 中所述之晶粒 302 中裝置區域 303 的裝置次區域 304。如圖 3G 所示，裝置次區域 304 的多晶矽線 305 定向為平行於圖案化晶圓 301 之移動方向 317。晶圓 301 以垂直於清潔頭 302 長度之方向 317 移動。晶圓 301 上有一定向標記 340，以與晶圓 301 上如晶粒 302 般之晶粒的定向作關聯。在一實施例中，定向標記 340 為一晶圓上所刻記的晶圓識別。晶圓 301 被固持在晶圓支座 320。藉由使用定向標記 340，晶圓支座 320 用以將晶圓 301 以一特定定向固持住。基板支座 320 及定向標記 340 協助安置欲以特定定向接受處理的圖案化晶圓 301。

[0070] 圖 4A 繪示基板 420 之一部分具有數個線型結構 $P_1$、$P_2$、$P_3$ 的橫剖面圖。線 $P_1$、$P_2$、$P_3$ 彼此平行。$P_1$ 接近 $P_2$，且 $P_1$ 及 $P_2$ 能被視為深圖案的部分。$P_3$ 受到隔離，不接近任何其他凸起結構。

$P_3$能視為隔離圖案的部分。$P_1$及$P_2$之間，有一污染物$C_1$在一表面$402_I$上。污染物$C_1$接近線$P_1$及$P_2$。$P_2$及$P_3$之間，有一污染物C2在一表面$402_{II}$上。污染物$C_2$距離線$P_1$或線$P_2$很遠。

[0071] 圖4B繪示類似於上述清潔材料101之清潔材料401被施加於圖4A中的基板420上。施加清潔材料401之後(以清潔材料401一向下力量作用在基板420上)，污染物$C_1$及$C_2$藉由附著在清潔材料401中的固體成分而從表面$402_I$、$402_{II}$剝離。污染物的移除機制已於前描述。晶圓420與清潔材料401的分配頭(未繪示)之間的相對運動造成剪力$F_{S1}$作用於污染物$C_1$上，且剪力$F_{S2}$作用於污染物$C_2$上。$F_{S1}$具有分量$F_{P1}$及$F_{N1}$，分量$F_{P1}$平行於線$P_1$、$P_2$、$P_3$的縱向方向，分量$F_{N1}$垂直於線$P_1$、$P_2$、$P_3$的縱向方向。圖4C表示$F_{S1}$、$F_{P1}$、$F_{N1}$之間的關係。圖4D表示$F_{S2}$、$F_{P2}$、$F_{N2}$之間的關係。

[0072] 如圖2C、3F所示，剪力FS1及FS2依賴相對於分配頭的晶圓420定向。如圖3F、3G所示，若晶圓420的定向使線$P_1$、$P_2$、$P_3$垂直於分配頭長度，則剪力$F_{S1}$、$F_{S2}$的平行分量$F_{P1}$、$F_{P2}$會具有非零值。$F_{P1}$、$F_{P2}$平行於$P_1$、$P_2$、$P_3$的長度。$F_{N1}$及$F_{N2}$會是零。$F_{N1}$及$F_{N2}$垂直於$P_1$、$P_2$、$P_3$的長度。如圖3F、3G中晶圓301轉90度，若晶圓420的定向使線$P_1$、$P_2$、$P_3$平行於分配頭長度，則剪力$F_{S1}$、$F_{S2}$的垂直分量$F_{N1}$、$F_{N2}$會具有非零值，而$F_{P1}$、$F_{P2}$會為零。

[0073] 剪力$F_{S1}$、$F_{S2}$分別促進污染物$C_1$、$C_2$從$P_1$、$P_2$、$P_3$結構移除而遠離。為了確保污染物$C_1$及$C_2$不留在如$P_1$、$P_2$、$P_3$之結構的附近，污染物$C_1$及$C_2$不僅需從如表面$402_I$、$402_{II}$之基板表面移除，污染物$C_1$及$C_2$更需從如$P_1$、$P_2$、$P_3$之結構移開得越遠越好，以防止污染物$C_1$及$C_2$重新附著到基板表面如$P_1$、$P_2$、$P_3$的結構上。如剪力$F_{S1}$、$F_{S2}$之剪力能幫助污染物$C_1$及$C_2$從基板表面如$P_1$、$P_2$、$P_3$之結構上移開，以改善污染物移除效率(CRE)或粒子移除效率(PRE)。舉例而言，若$F_{S1}$只有平行分量$F_{P1}$，而$F_{N1}$近乎為零，污染物$C_1$會沿著在$P_1$及$P_2$之間或上方接近的區域移動，

並有相當可能性會以較長時間停留而接近 $P_1$ 及 $P_2$，此會使在沖洗後污染物 $C_1$ 留在基板表面或甚至在 $P_1$ 及 $P_2$ 之間的機會增加。

[0074] 然而，若 $F_{S1}$ 具有一非零值的垂直分量 $F_{N1}$，污染物 $C_1$ 較有可能從靠近 $P_1$ 及 $P_2$ 的區域移動到 $P_2$ 及 $P_3$ 之間的區域。當污染物 $C_1$ 在 $P_2$ 及 $P_3$ 之間的區域時，在從基板 420 表面如沖洗般移除清潔材料 401 時，污染物 $C_1$ 較有可能從基板 420 表面被清除掉。污染物 C2 位於 $P_2$ 及 $P_3$ 之間的空曠區域，而其移除較不受 $F_{S2}$ 是否具有非零值垂直分量 $F_{N2}$ 的影響。

[0075] 如上所述，剪力 $F_{S1}$ 的垂直分量 $F_{N1}$ 能促成污染物 $C_1$ 的移除。然而，如圖 3E 所描述，一垂直剪力能促成基板表面上的結構損壞，且因特徵部的損毀而增加缺陷計數。一垂直剪力能改善對既有污染物的清潔效率，同時會損壞結構而產生額外缺陷。對垂直剪力的最佳化需要達到最佳清潔結果。

[0076] 如圖 3E 所示，介於剪力角度約-20 度到約 20 度之間的區域具有零個因表面結構損壞而產生的缺陷計數。若施加具有此區域之剪力角度的剪力，導因表面結構損壞的缺陷會幾乎不存在，而剪力的垂直分量(非零角度)仍能促成基板表面上既有污染物的移除。根據本發明之一實施例，圖 4E 繪示類似於圖 3E 中曲線 330 之二曲線 451 及 452，表示缺陷計數作為由清潔刷或清潔材料施加在基板(或晶圓)特徵部上之剪力角度的函數。曲線 451 及 452 表示二個具有不同圖案的基板。基板表面上之特徵部的不同圖案會造成缺陷計數對剪力角度的不同曲線。基板上之特徵部的縱橫比、特徵部圖案的佈局與密度會影響曲線的形狀。一具有較均勻分佈、較緊密設置之特徵部的圖案化晶圓會較有可能具有一較寬之有較少損壞的剪力角度區域，如曲線 452 的區域 B-B'。相反而言，一具有隔離且非均勻分佈之特徵部的圖案化晶圓會較有可能具有與曲線 451 相似之缺陷計數曲線，該曲線具有較窄之有較少損壞的剪力角度區域，如區域 A-A'。

[0077] 曲線 451 及 452 各者在接近 0 度角度時具有一有低缺陷計數的平坦區域。舉例而言，曲線 451 在介於角度 A 與角度 A'之

間有一區域，而曲線452在介於角度B與角度B'之間有一區域。如上所述，在這些區域內，缺陷計數是相當低的，然而剪力在這些區域仍會有垂直分量(非零角度)，但除了當角度為0度之外。藉由清潔刷或清潔材料之其中之一者在基板表面上施加具有這些區域之剪力角度的剪力能造成高度的污染物移除效率(CRE)或粒子移除效率(PRE)，且幾乎不造成特徵部的損壞。

[0078] 如上在圖2C中所述，當晶圓220在清潔頭210下方移動時，晶圓220與清潔頭的相對運動造成了一清潔材料剪力以方向232作用在表面221上。此外，有關於圖3A~3G的描述與討論意味著，相對於清潔頭302之圖案化晶圓301上主要圖案的定向影響了剪力在晶圓301主要圖案上的方向。

[0079] 除了相對於清潔頭之主要圖案的定向影響了施加於晶圓主要圖案上之剪力的方向，晶圓上(或晶圓上的圖案上)的剪力方向亦能藉由清潔頭的設計而被修改。根據本發明之一實施例，圖5A繪示一清潔頭500的立體(3D)圖。清潔頭500具有用以分配清潔材料的數個通道501。各通道501具有二端，即A端與B端。清潔材料從A端分配並流向B端。A端連接到清潔材料的供給部，如圖2C之供給管線260及儲存槽270。

[0080] 圖5B繪示清潔頭500的俯視圖。通道501的軸線503與清潔頭寬度504的線呈一角度α。角度α介於0度與180度之間。圖5C繪示清潔頭500之另一3D圖。圖5C中表示，通道501從清潔頭之底部表面570升起。圖5C所示，通道501在清潔頭500之底部表面上的高度為C。

[0081] 圖5D繪示通道501的橫剖面圖，係沿著圖5A中通道501之線段G-G'切開。圖5D中，清潔頭500設置於基板510之上方，基板510於圖5A中未繪示。清潔材料101在通道501中從A端分配後流向B端。清潔頭500設置於晶圓510之上方。圖5E繪示具有A端與B端之通道501的俯視圖。如圖5D、5E所示，A端到B端的清潔材料流動造成了基板表面上一剪力$F_C$。剪力$F_C$的方向係沿著通道501的軸線580。A端連接到一清潔材料101的供給

部。在一實施例中，B 端連接到真空，以幫助移除清潔材料。然而，B 端的真空不影響通道 501 中清潔材料的移動，並且不會在通道 501 與晶圓表面之間的材料體中的清潔材料製造空隙。

[0082] 除了藉由清潔材料在通道 501 中流動所產生的剪力 $F_C$ 之外，基板 510 在清潔頭 500 下方的移動亦產生一藉由清潔材料在基板上產生的剪力 $F_W$。$F_W$ 的方向與晶圓移動的方向呈 180 度。圖 5F 繪示清潔頭 500 與基板 510 之間的相對位置，並表示基板 510 移動的方向 520。基板 510 填滿了如晶粒 560 之圖案化晶粒及如裝置區域 561 之裝置區域。

[0083] 圖 5G 繪示具有清潔體 530 的通道 501，該清潔體 530 充滿清潔材料 101。清潔體 530 因清潔材料從 A 端到 B 端的流動而施加一剪力 $F_C$，並施加一由基板 510(未繪示)與清潔頭 500 之間的相對運動所導致的剪力 $F_W$。圖 5H 繪示 $F_C$ 與 $F_W$ 在基板表面上結合成一總剪力 $F_T$。$F_T$ 具有兩個彼此垂直的分量 $F_{TN}$ 與 $F_{TP}$。圖 5I 繪示基板 510 上一放大的具有線形特徵部 562 的裝置區域 561。線形特徵部 562 定向為垂直於清潔頭 500 的長度。總剪力 $F_T$ 具有對於線形特徵部 561 呈垂直的分量 $F_{TN}$ 及呈平行的分量 $F_{TP}$。圖 5I 表示一垂直分量 $F_{TN}$ 已經由通道中清潔材料的流動在晶圓(或基板)表面上產生，以藉由以上在圖 4B~4D 所述的機制，協助將污染物(或粒子或缺陷)從晶粒上之特徵部移除開來。垂直分量 $F_{TN}$ 的量值受到清潔頭設計的影響，而清潔頭包括通道數量、通道大小、通道形狀、通道角度 α 及 $F_C$ 的量值，$F_C$ 係藉由將清潔材料從 A 端流動到 B 端所產生的力。清潔材料的屬性與流率決定了量值 $F_C$。

[0084] 本發明亦有可能有具有用以分配清潔材料之通道的清潔頭的其他實施例。根據本發明之另一實施例，圖 6A 繪示具有數個分配清潔材料用之通道 601 的清潔頭 600 的俯視圖。在清潔頭 600 下方，一基板 610 以垂直於清潔頭 600 之長度的方向 620 移動。在此實施例中，通道 601 的長度平行於清潔頭 600 的長度。通道 601 亦具有用以將清潔材料分配到數個 B 端的數個 A 端。如圖 6B 所示，A 端到 B 端的清潔材料流動在基板 610 上、清潔頭 600 下

產生了呈通道 601 中從 A 端到 B 端之方向的剪力 $F_{C1}$。除了剪力 $F_{C1}$ 之外，基板 610 的表面亦受到另一因基板 610 與清潔頭 600 之間相對移動而產生的剪力 $F_{W1}$ 所作用。剪力 $F_{W1}$ 的方向與基板 610 的移動方向 620 相反。圖 6B 繪示兩剪力 $F_{C1}$ 與 $F_{W1}$ 彼此間垂直。相較於清潔頭 500 的設計，清潔頭 600 的設計能夠提供一較大且垂直於晶圓移動所產生之剪力的剪力。

[0085] 根據本發明之另一實施例，圖 6C 繪示一具有用以分配清潔材料之通道 601'與 602"的清潔頭 600'的俯視圖。在清潔頭 600'的下方，一基板 610 以垂直於清潔頭 600 之長度的方向 620 移動。在此實施例中，通道 601'與 602"的長度與清潔頭 600'之寬度 670 的線呈一角度 α'。通道 601'與 602"亦具有用以分配清潔材料到 B 端的 A 端。如圖 6C 所示，從 A 端到 B 端之清潔材料的流動在下方基板上產生了呈通道 601'與 602"中從 A 端到 B 端之方向的剪力 $F_{CU}$ 與 $F_{CL}$。除了剪力 $F_{CU}$ 與 $F_{CL}$ 之外，基板 610 的表面亦受到另一因基板 610 與清潔頭 600'之間相對移動而產生的剪力 $F_{W2}$ 所作用。剪力 $F_{W2}$ 的方向與基板 610 的移動方向 620 相反。圖 6C 表示基板 610 之上半部 $610_U$ 的表面受到兩剪力 $F_{CU}$ 與 $F_{W2}$ 的作用，而基板 610 的下半部 $610_L$ 受到兩剪力 $F_{CL}$ 與 $F_{W2}$ 的作用。通道 601'與 602"的設計潛在具有將污染物移到基板 610 之外部邊緣的優點。

[0086] 根據本發明又另一實施例，圖 6D 繪示一具有用以分配清潔材料之通道 601*的清潔頭 600*的俯視圖。清潔頭 600*由一臂桿 650 所固持。在清潔頭 600*下方，一基板 610 以垂直於清潔頭 600*之長度的方向 620 移動。在此實施例中，通道 601*以從清潔頭 600*中心開始的螺旋狀設置。通道 601*亦具有用以分配清潔材料到 B 端的 A 端、用以分配清潔材料到 D 端的 C 端及用以分配清潔材料到 F 端的 E 端。如圖 6E 所示，清潔材料的流動形成了在下方之基板上的螺旋剪力 $F_{CS}$。剪力 $F_{CS}$ 的方向及量值跨清潔頭 600*變化。除了剪力 $F_{CS}$ 之外，基板 610 的表面亦受到另一因基板 610 與清潔頭 600*之間相對移動而產生的剪力 $F_{W3}$ 所作用。剪力 $F_{W3}$ 的方向

與基板 610 的移動方向 620 相反。圖 6E 繪示基板 610 表面在清潔頭 600*下方的一部分上的二個剪力 $F_{CS}$ 與 $F_{W3}$。$F_{W3}$ 對整個晶圓 610 施加。圖 6D 繪示的清潔頭設計將一螺旋狀剪力分量應用在晶圓表面上，且潛在具有將污染物及清潔材料向晶圓邊緣移動的好處。

[0087] 如上述，用於不同產品(或裝置)的晶圓具有不同的特徵部圖案。為了有效清潔不同種類的晶圓，吾人便需選擇不同的清潔頭來清潔不同的晶圓圖案。圖 7 繪示一具有數個清潔頭 701、702、703 的晶圓清潔處理室 700，該等清潔頭具有用以分配清潔材料之通道的不同設計。清潔頭 701、702、703 分別由臂桿 751、752、753 固持住。當晶圓 710 置於處理室 700 而準備清潔時，吾人已經知道基板 710 上的特徵部圖案。晶圓 710 以一朝向清潔頭 701、702、703 的方向 720 在其下方的表面 770 上移動。在一實施例中，表面 770 在一輸送帶 760 上。基於製造處理前所進行的研究，清潔頭 701 具有一最適合將污染物從基板表面移除且不損壞晶圓表面特徵部的通道。在一實施例中，為了以一預設角度將晶圓上主要的圖案對準清潔頭，晶圓 710 以一特定定向安置而沿著表面 770 移動。一晶圓定向結構能用來協助定向。此外，一基板支座可能用來確保在整個處理中維持定向。

[0088] 圖 8 繪示從一圖案化晶圓表面移除污染物之處理流程 800 的實施例。步驟 801 中，圖案化晶圓由一晶圓支座穩固地固持住。在一實施例中，圖案化晶圓在各晶粒上具有特徵部的主要圖案。在一實施例中，圖案化晶圓以一特定定向由晶圓支座固持著，以將主要圖案與用以從圖案化晶圓表面上移除污染物的清潔頭定向。在步驟 802 中，圖案化晶圓及晶圓支座被安置於清潔頭的下方。清潔頭在其面朝基板的表面上具有數個通道。在一實施例中，各通道具有兩端。在另一實施例中，通道的表面有凹陷。在一實施例中，吾人選擇具有針對圖案化晶圓有最佳通道設計的清潔頭。在步驟 803 中，圖案化晶圓及晶圓支座朝向清潔頭移動。在步驟 804 中，清潔材料從清潔頭分配到清潔頭下方的晶圓表面上，以清潔圖案化晶圓的表面。清潔材料從各通道的一端分配後流到

各通道的另一端。從各通道的分配端到另一端的清潔材料流動產生了一沿著各通道軸線作用的剪力。圖案化晶圓與清潔頭之間的相對移動在清潔頭下方的晶圓表面上產生了一清潔材料的剪力。由清潔材料所產生的剪力藉由前述機制改善了污染物移除效率(CRE)(或粒子移除效率 PRE)。

[0089] 雖然以上描述不離從圖案化晶圓移除污染物的範疇，該等清潔設備及方法亦能使用來清潔未圖案化晶圓上的污染物。此外，上述圖案化晶圓上的例示性圖案係凸出的線，如多晶矽線或金屬線。然而，本發明的概念能應用在形成為主要圖案的凹陷特徵部。舉例而言，CMP 處理後的凹孔能形成在晶圓上，且最適合的通道設計能用來達成最佳污染物移除效率。再者，凸出的線並非一定是直線。如 L 形線般的非線性特徵部亦能形成為主要圖案。

[0090] 本發明的概念不僅應用在如上述例示性實施例中以泡沫或乳化物為形式的三相清潔材料，更應用在各種能從清潔頭分配出的清潔材料，並能在清潔材料在清潔頭的通道中移動時，施加一剪力在晶圓表面上。

[0091] 針對晶圓上不同類型的特徵部圖案而言，與晶圓上圖案相匹配的清潔頭設計容許最大化污染物移除效率，並同時最小化由損壞特徵部產生的缺陷，以達到最佳清潔結果。

[0092] 雖然在本說明書中已詳細描述了數個本發明的實施例，本技術領域中具有通常知識者需了解到，在不背離本發明之精神或範圍的情況下，亦能將本發明以其他眾多的特定態樣實施。因此，本說明中之範例與實施例應被視為例示性而非限制性的，且本發明不該受到說明書所提供的細節所限制，而可在隨附之申請專利範圍的範圍內進行修改及實施。

【圖式簡單說明】

[0010] 本發明能從上述實施方式配合隨附圖式即刻了解，圖式中相似的參照符號對應相似的結構元件。

[0011] 圖 1 係根據本發明之一實施例，繪示一三相體與一污染物

粒子交互作用。

[0012] 圖 2A 係根據本發明之一實施例，繪示一清潔材料的固體成分插入於一污染物與一清潔材料的氣體成分之間。

[0013] 圖 2B 係根據本發明之一實施例，繪示圖 2A 中的污染物從晶圓表面上被移除。

[0014] 圖 2C 係根據本發明之一實施例，繪示一用以清潔晶圓的清潔系統的俯視圖。

[0015] 圖 2D 係根據本發明之一實施例，繪示一具有數個清潔材料分配孔的清潔頭的仰視圖。

[0016] 圖 2E 係根據本發明之一實施例，繪示一用以在晶圓表面上分配清潔材料 101 的清潔頭的側視圖。

[0017] 圖 3A 係根據本發明之一實施例，繪示一例示性圖案化晶圓的俯視圖。

[0018] 圖 3B 係根據本發明之一實施例，繪示一放大的裝置區域的俯視圖。

[0019] 圖 3C 係根據本發明之一實施例，繪示一放大的裝置次區域的俯視圖。

[0020] 圖 3D(A)係根據本發明之一實施例，繪示一清潔刷的一部分在一多晶矽線上順時針旋轉。

[0021] 圖 3D(B)係根據本發明之另一實施例，繪示一清潔刷的一部分在一多晶矽線上順時針旋轉。

[0022] 圖 3E 係根據本發明之一實施例，繪示晶粒上缺陷計數對由清潔刷在圖案化晶圓上之多晶矽線長度所施加之剪力的圖表。

[0023] 圖 3F 係根據本發明之一實施例，繪示上述具有以線為主要圖案之圖案化晶圓 301 在清潔頭下方移動。

[0024] 圖 3G 係根據本發明之一實施例，繪示一放大的裝置區域的圖。

[0025] 圖 4A 係根據本發明之一實施例，繪示一具有數個線形結構的基板區段的橫剖面圖。

[0026] 圖 4B 係根據本發明之一實施例，繪示一清潔材料在一具

有數個線形結構的基板區段的橫剖面圖上。

[0027] 圖 4C 係根據本發明之一實施例，繪示位於晶圓表面一位置上之一剪力的垂直分量與平行分量的關係。

[0028] 圖 4D 係根據本發明之一實施例，繪示位於晶圓表面另一位置上之一剪力的垂直分量與平行分量的關係。

[0029] 圖 4E 係根據本發明之一實施例，繪示缺陷計數作為由清潔刷或清潔材料在基板(或晶圓)特徵部上施加之剪力角度的函數的兩條曲線。

[0030] 圖 5A 係根據本發明之一實施例，繪示一清潔頭的立體(3D)圖。

[0031] 圖 5B 係根據本發明之一實施例，繪示圖 5A 中清潔頭的俯視圖。

[0032] 圖 5C 係根據本發明之一實施例，繪示圖 5A 中清潔頭的另一立體(3D)圖。

[0033] 圖 5D 係根據本發明之一實施例，繪示通道 501 沿著圖 5A 中線段 G-G'切開的橫剖面圖。

[0034] 圖 5E 係根據本發明之一實施例，繪示在清潔頭中之通道一端到通道另一端之清潔材料的流動所造成的一剪力。

[0035] 圖 5F 係根據本發明之一實施例，繪示清潔頭與基板的相對位置及基板的移動方向。

[0036] 圖 5G 係根據本發明之一實施例，繪示有一清潔體的通道 501，該清潔體充滿清潔材料。

[0037] 圖 5H 係根據本發明之一實施例，繪示基板上各剪力之間的關係。

[0038] 圖 5I 係根據本發明之一實施例，繪示被施加在晶圓表面之線形特徵部的一剪力。

[0039] 圖 6A 係根據本發明之一實施例，繪示清潔頭與基板之間的相對位置及基板的移動方向。

[0040] 圖 6B 係根據本發明之一實施例，繪示基板表面上之剪力的圖。

[0041] 圖 6C 係根據本發明之一實施例，繪示清潔頭與基板之間的相對位置、基板的移動方向及晶圓上的剪力。

[0042] 圖 6D 係根據本發明之又另一實施例，繪示清潔頭與基板之間的相對位置、基板的移動方向及晶圓上的剪力。

[0043] 圖 6E 係根據本發明之一實施例，繪示基板上的剪力。

[0044] 圖 7 係根據本發明之一實施例，繪示一具有用以選定來清潔晶圓之數個清潔頭的清潔系統。

[0045] 圖 8 係根據本發明之一實施例，繪示從圖案化晶圓表面上清除污染物的處理流程。

【主要元件符號說明】

101 清潔材料
103 污染物
105 晶圓
107 連續性液體介質
109 固體成分
111 氣體成分
200 概略圖
210 清潔頭
211 分配孔
220 晶圓
221 表面
222 方向/箭頭
230 清潔體
231 痕跡
232 方向
240 長度
241 臂桿
250 直徑
260 供給管線

270 儲存槽
301 晶圓
302 晶粒
303 區域
304 次區域
305 多晶矽線
306 結構
310、310' 清潔刷
311、311' 多晶矽線
312、312' 頂部表面
313、315 力
317 方向
320 晶圓支座
330 曲線
340 定向標記
350 臂桿
351 清潔頭
401 清潔材料
$402_{I}$ 表面
$402_{II}$ 表面
420 晶圓/基板
451、452 曲線
500 清潔頭
501 通道
503 軸線
504 寬度
510 晶圓/基板
520 方向
530 清潔體
560 晶粒

561 裝置區域
562 特徵部
570 底部表面
580 軸線
600、600'、600* 清潔頭
601、601'、602''、601* 通道
610 基板
$610_U$ 上半部
$610_L$ 下半部
620 方向
650 臂桿
670 寬度
700 處理室
701、702、703 清潔頭
751、752、753 臂桿
710 晶圓
720 方向
760 輸送帶
770 表面
800 流程
801、802、803、804 步驟

102年2月25日修正替換頁
97139858(無劃線)

七、申請專利範圍：

1. 一種清潔頭，用以分配一清潔材料，以移除一圖案化晶圓之一表面上的污染物，該清潔頭包含：

一臂桿，用以固持該清潔頭，使該清潔頭近接該表面；

該清潔頭具有面朝該圖案化晶圓之該表面的複數個通道，其中，該複數個通道之各者具有兩端，該兩端之其中一端分配該清潔材料，該清潔材料從該分配端流到該通道的另一端，該分配端連接到該清潔材料的一供給部，該分配出的清潔材料在該圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該圖案化晶圓之該表面上之該污染物的移除，

其中，該清潔材料包括一相位、二相位或三相位。

2. 如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，該複數個通道彼此間為平行，且該複數個通道與該清潔頭之一長度形成一介於約0度到約180度的角度。

3. 如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，由該清潔頭施加之該剪力包括一分量，該分量垂直於一介於該圖案化晶圓與該清潔頭之間的移動方向。

4.如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，該清潔材料為泡沫、乳化物或凝膠。

5.如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，該圖案化晶圓具有一主要圖案，且在清潔時，該圖案化晶圓被定向為相對於該清潔頭之一特定定位。

6.如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，該複數個通道彼此間不為平行。

102年2月25日修正替換頁
97139858(無劃線)

7.如申請專利範圍第1項之清潔頭，其中，該複數個通道形成一螺旋狀圖案。

8.一種清潔系統，具有一用以分配一清潔材料的清潔頭，以移除一圖案化晶圓之一表面上的污染物，該清潔系統包含：

一運輸機構，用以將該圖案化晶圓向該清潔頭移動；

一晶圓支座，用以固持該圖案化晶圓，使該圖案化晶圓具有相對於該清潔頭之一特定定位，由該晶圓支座固持之該圖案化晶圓設置於該傳輸機構上，以向該清潔頭移動；及

該清潔頭具有複數個通道，其中，該複數個通道之各者具有兩端，該兩端之其中一端分配該清潔材料，該清潔材料從該分配端流到該通道的另一端，該分配端連接到該清潔材料的一供給部，該清潔頭被一臂桿固持並近接該圖案化晶圓之該表面，該分配出的清潔材料在該圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該圖案化晶圓之該表面上之污染物的移除，

其中，該清潔材料包括一相位、二相位或三相位。

9.如申請專利範圍第8項之清潔系統，其中，有具有不同通道設計的複數個清潔頭，而該清潔頭係從該複數個清潔頭中選定，以達成對該圖案化晶圓之最佳污染物移除效率。

10.如申請專利範圍第8項之清潔系統，其中，該複數個通道彼此間為平行，且該複數個通道與該清潔頭之一長度形成一介於約0度到約180度的角度。

11.如申請專利範圍第8項之清潔系統，其中，由該清潔材料施加之該剪力包括一分量，該分量垂直於一介於該圖案化晶圓與該清潔頭之間的移動方向。

102年2月25日修正替換頁
97139858(無劃線)

12.如申請專利範圍第8項之清潔系統，其中，該清潔系統中有一或更多個清潔頭，且各清潔頭具有該複數個通道的本身設計。

13.如申請專利範圍第8項之清潔系統，其中，該圖案化晶圓具有一主要圖案，且在清潔時，該圖案化晶圓被定向為相對於該清潔頭之一特定定位。

14.如申請專利範圍第13項之清潔系統，其中，該主要圖案為複數個彼此間平行的線。

15.一種使用清潔頭分配清潔材料之方法，用以移除一圖案化晶圓之一表面上的污染物，該方法包含：

置放該圖案化晶圓於一晶圓支座，使該圖案化晶圓具有相對於該清潔頭之一特定定位；

置放該圖案化晶圓及該晶圓支座於該清潔頭下方；及

從該清潔頭分配該清潔材料以清潔該圖案化晶圓，其中，該清潔頭具有複數個通道，該複數個通道之各者具有兩端，該兩端之其中一端分配該清潔材料，該清潔材料從該分配端流到該通道的另一端，該分配端連接到該清潔材料的一供給部，該分配出的該清潔材料在該圖案化晶圓上以沿著該複數個通道之各者之一軸的方向施加一剪力，以促進該圖案化晶圓之該表面上之污染物的移除，

其中，該清潔材料包括一相位、二相位或三相位。

16.如申請專利範圍第15項之使用清潔頭分配清潔材料之方法，更包含：

將該圖案化晶圓及該晶圓支座向該清潔頭移動。

17.如申請專利範圍第15項之使用清潔頭分配清潔材料之方法，其中，由該清潔材料所施加之該剪力包括一分量，該分量垂直於一

102年2月25日修正替換頁
97139858(無劃線)

介於該圖案化晶圓與該清潔頭之間的移動方向，該垂直分量改善污染物移除效率。

18.如申請專利範圍第15項之使用清潔頭分配清潔材料之方法，其中，該圖案化晶圓具有一主要圖案，且在清潔時，該圖案化晶圓被定向為相對於該清潔頭之一特定定位，該特定定位改善污染物移除效率。

19.如申請專利範圍第18項之使用清潔頭分配清潔材料之方法，其中，該主要圖案由多晶矽線或金屬互連線所形成。

八、圖式：

圖式

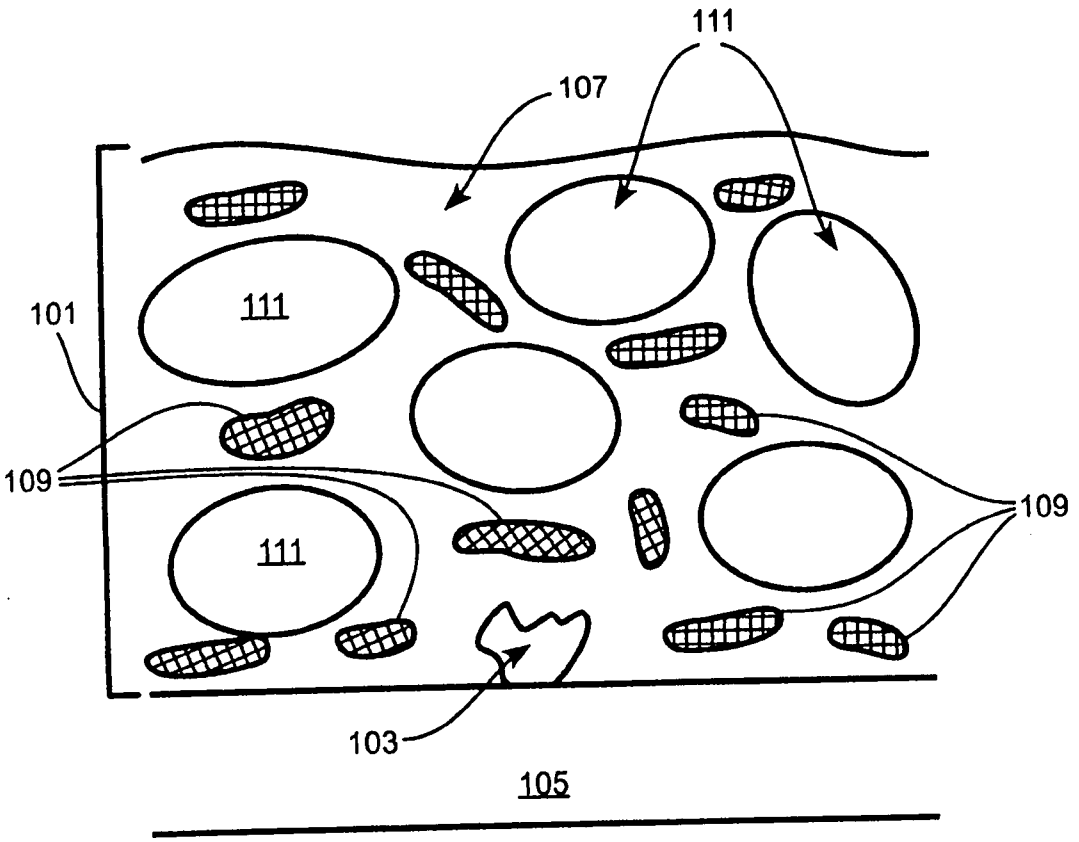



圖 1

圖式

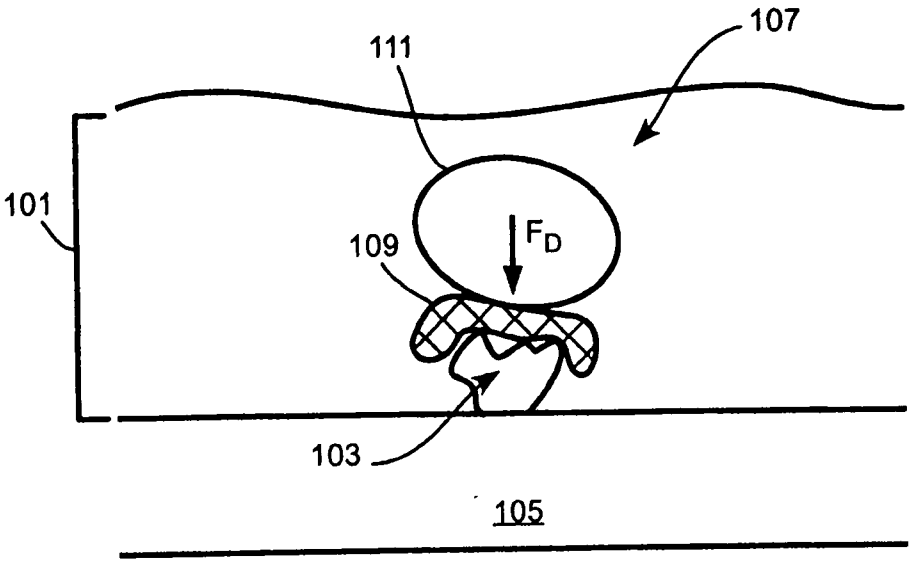



圖 2A

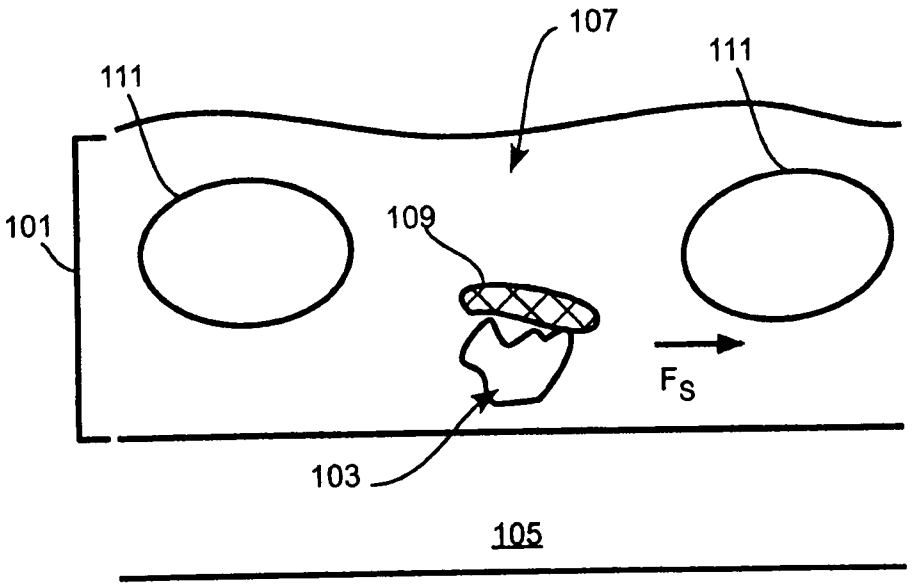



圖 2B

圖式

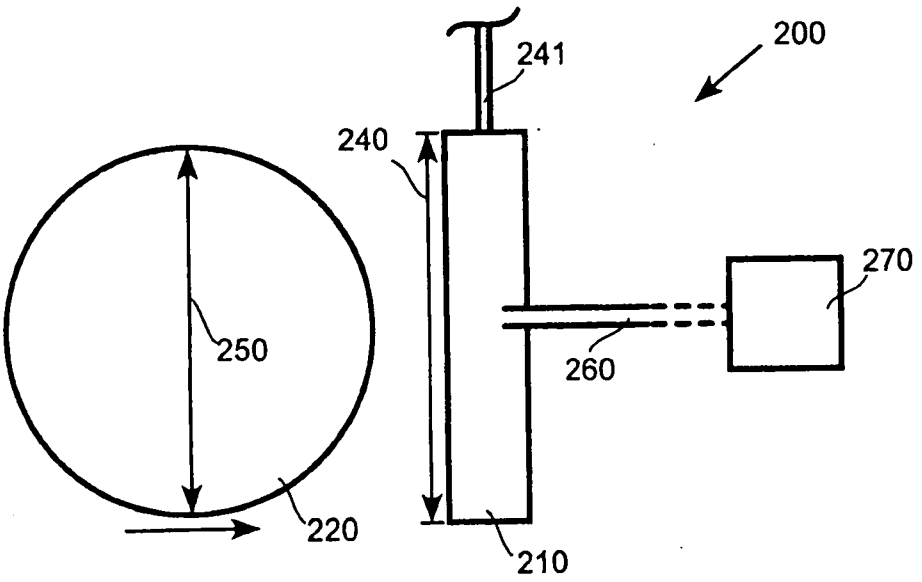



圖 2C

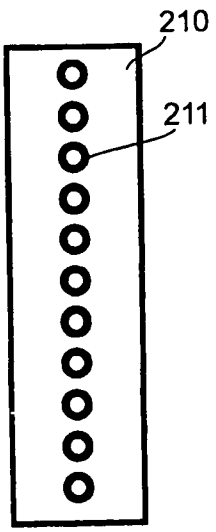



圖 2D

圖式

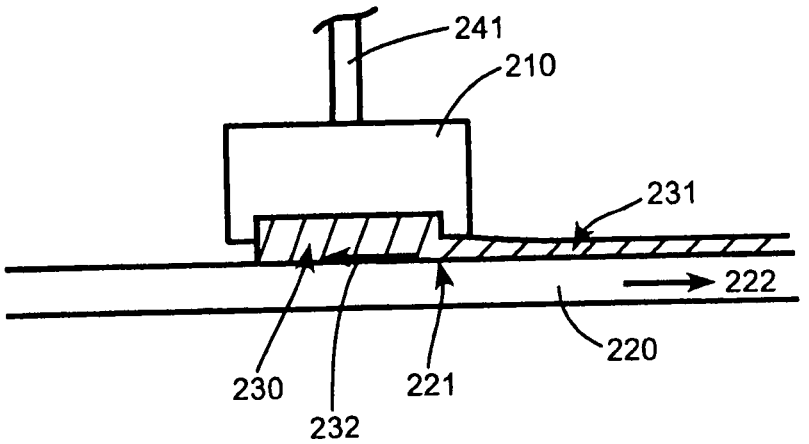



圖 2E

圖式

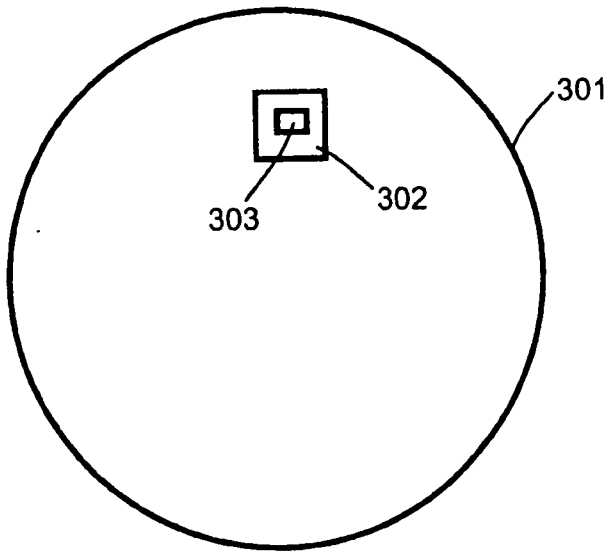



圖 3A

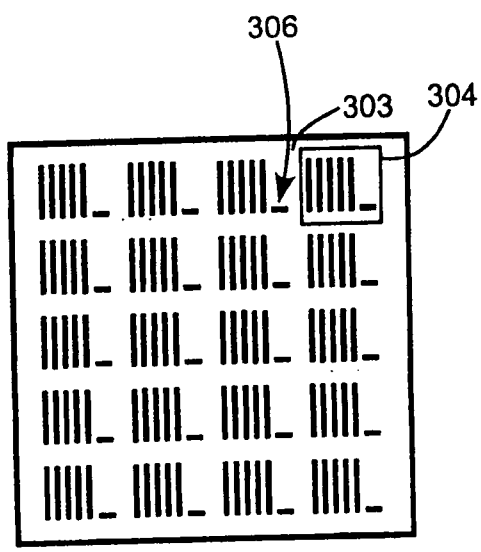



圖 3B

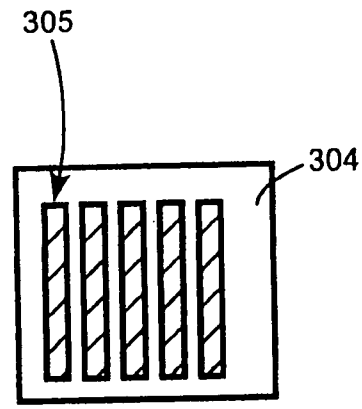



圖 3C

圖式

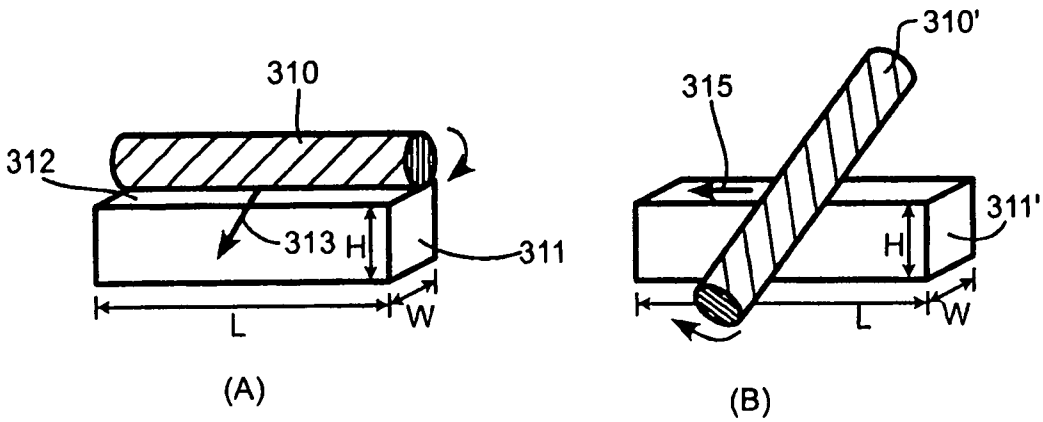

310
312
313 H
311
L
W
(A)
310'
315
311'
H
L
W
(B)

圖 3D

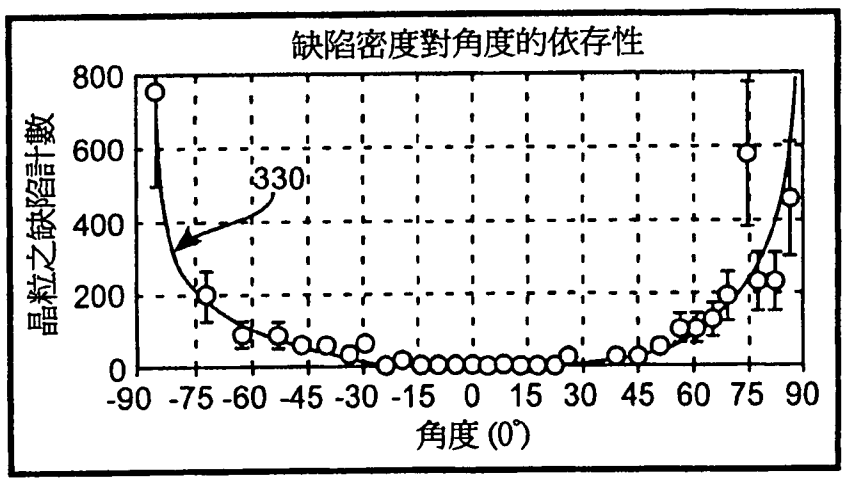

缺陷密度對角度的依存性
晶粒之缺陷計數
800
600
400
200
0
330
-90 -75 -60 -45 -30 -15 0 15 30 45 60 75 90
角度 (0°)

圖 3E

圖式

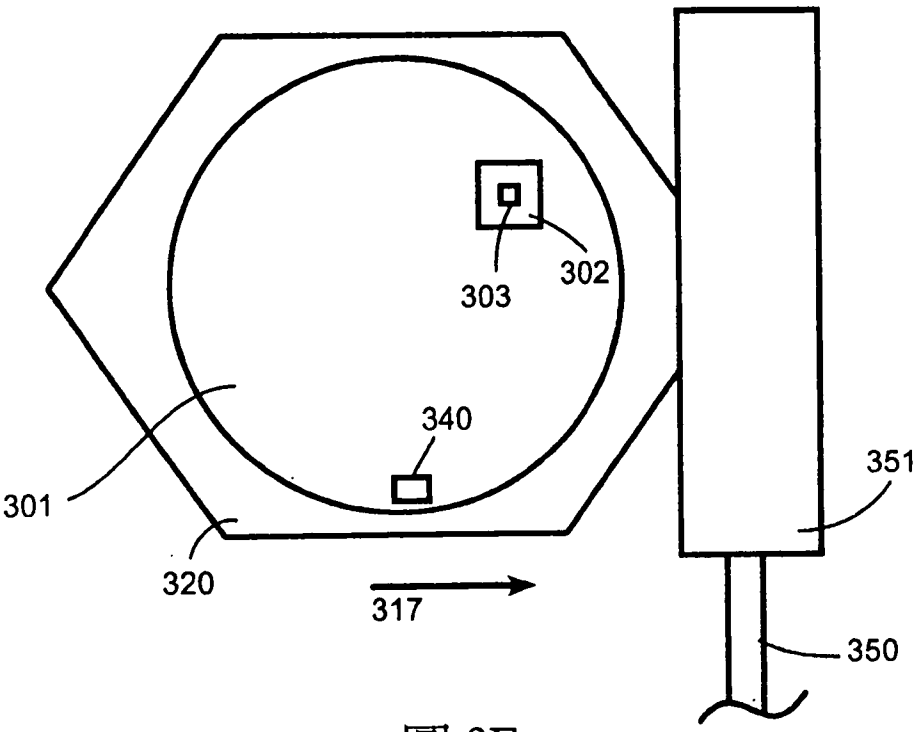
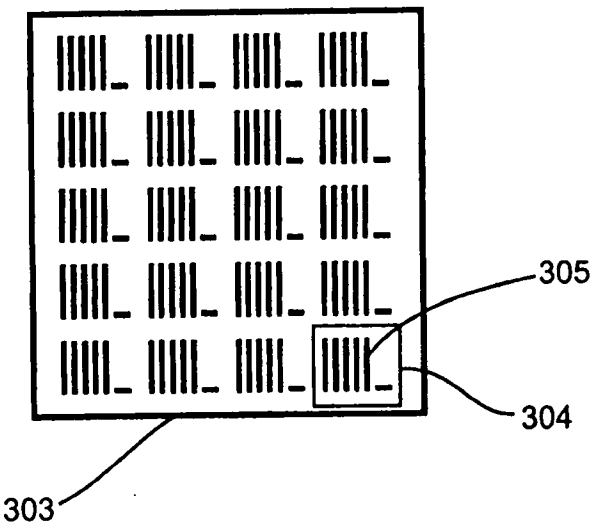



圖 3F

圖 3G



圖式

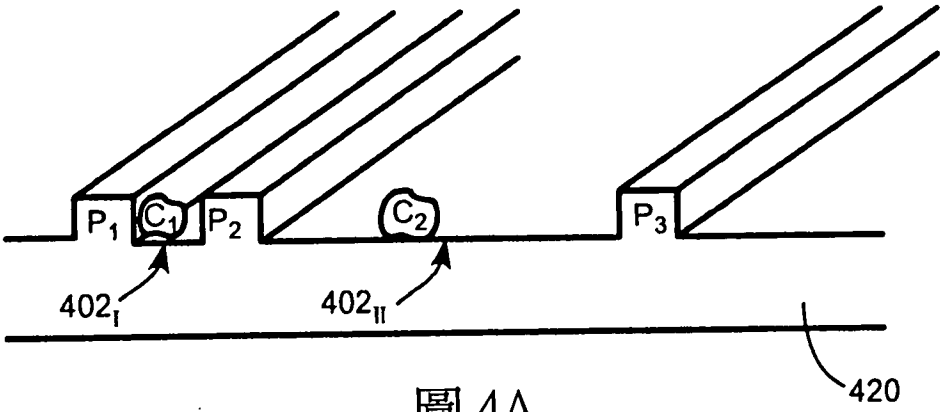



圖 4A

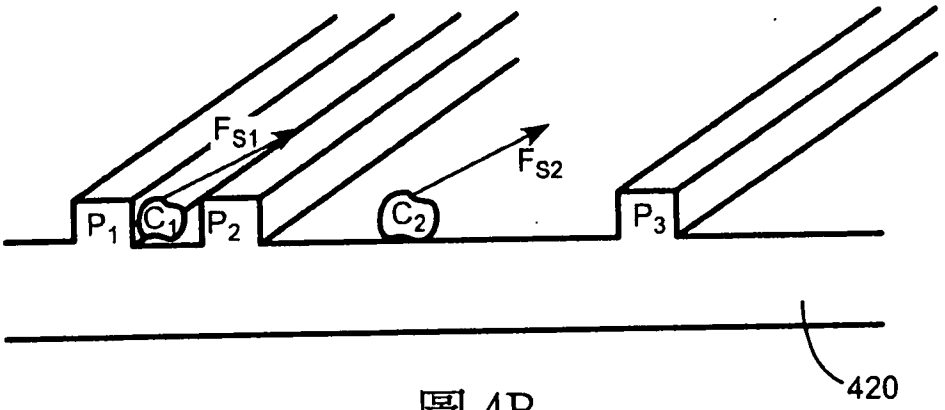



圖 4B

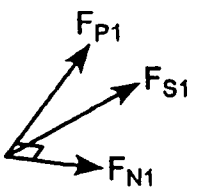



圖 4C

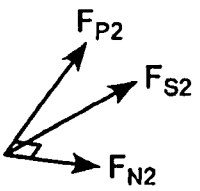



圖 4D

圖式

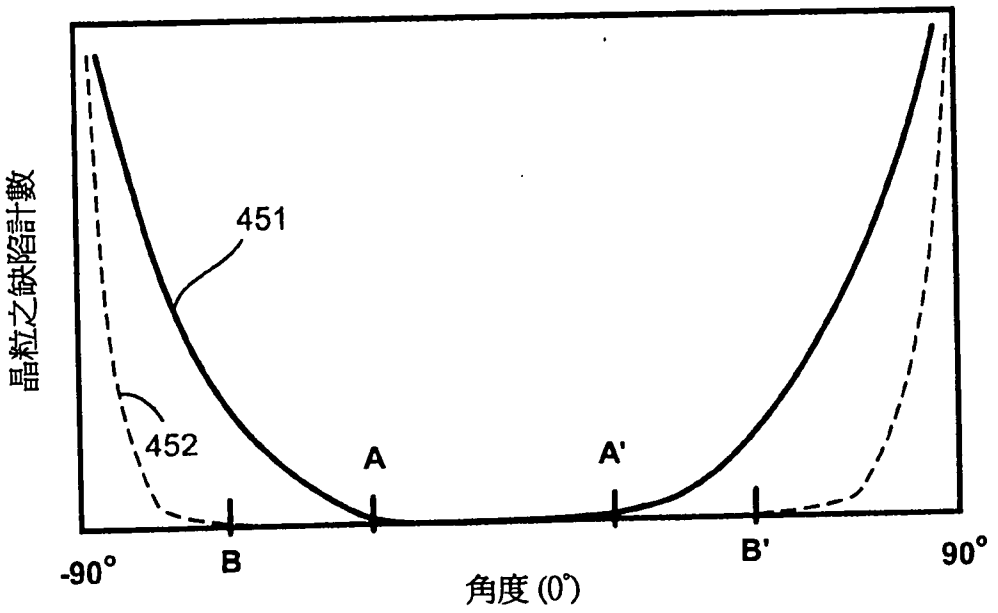



圖 4E

圖式

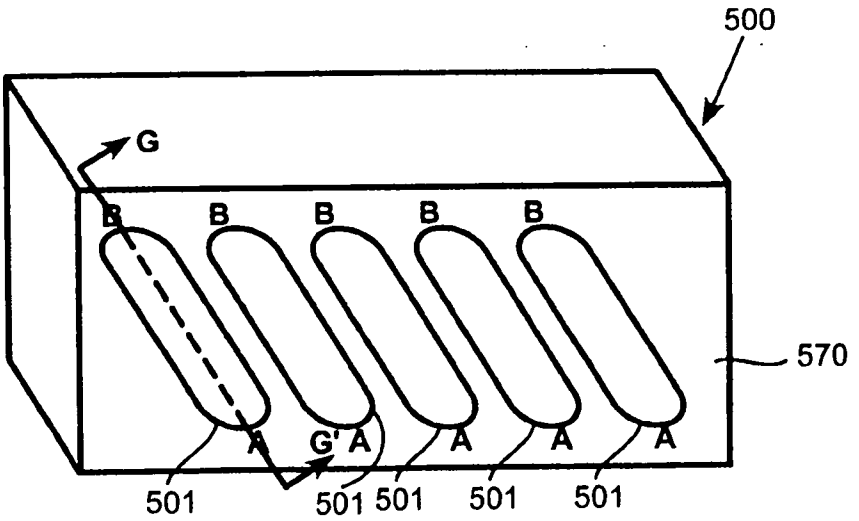



圖 5A

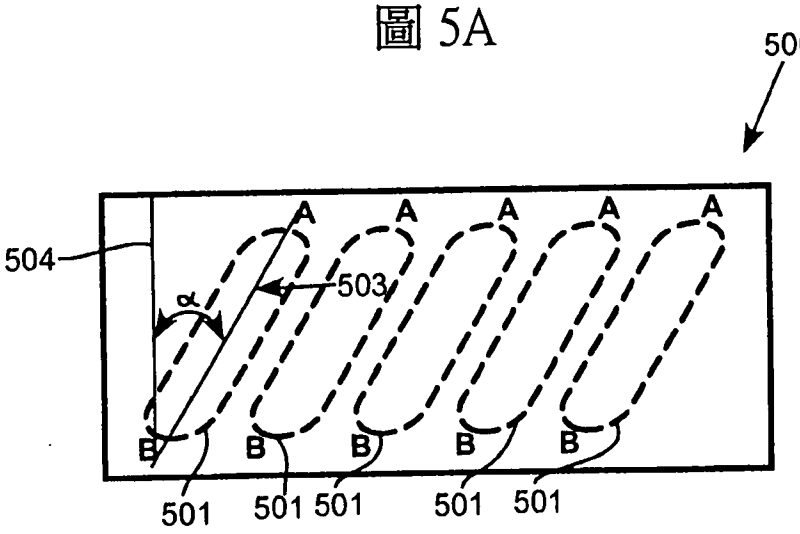



圖 5B

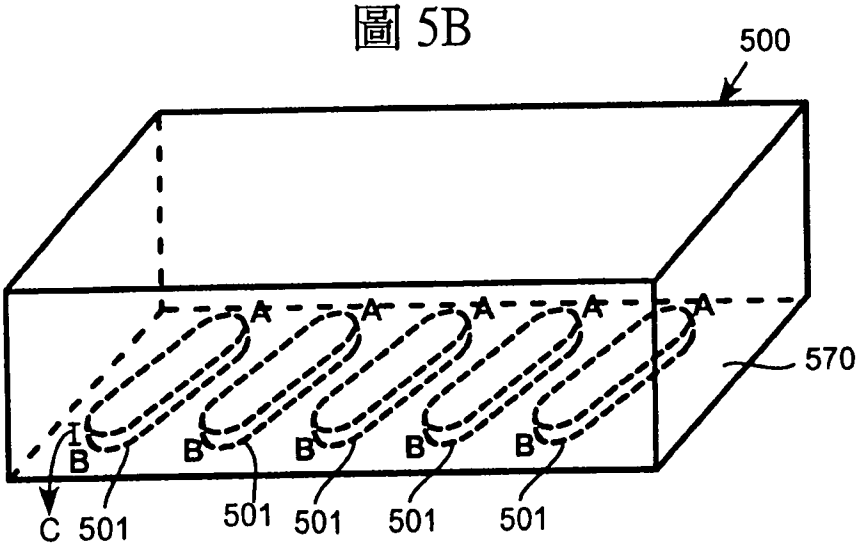



圖 5C

圖式

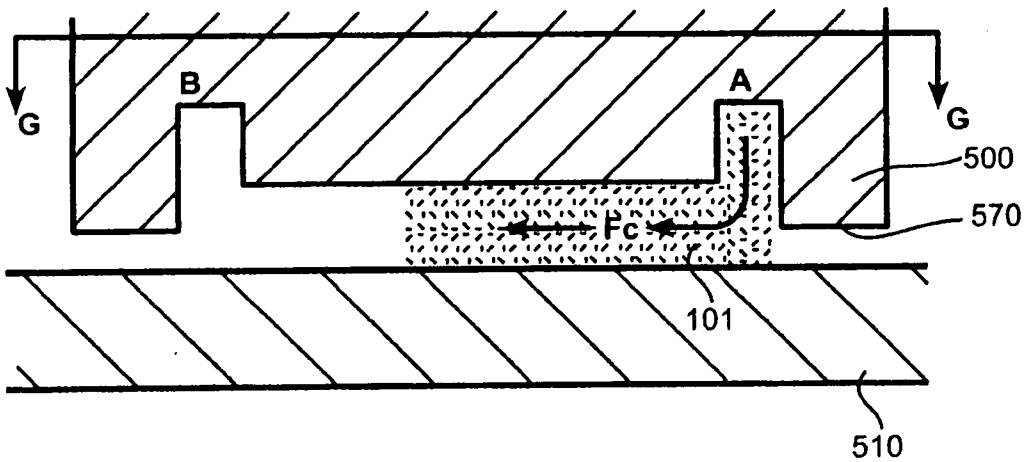



圖 5D

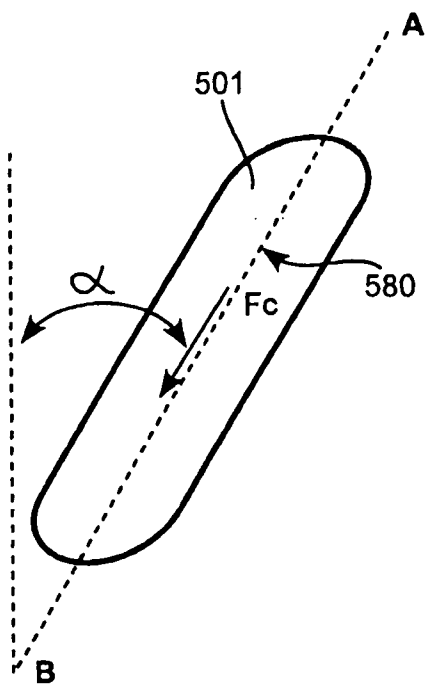
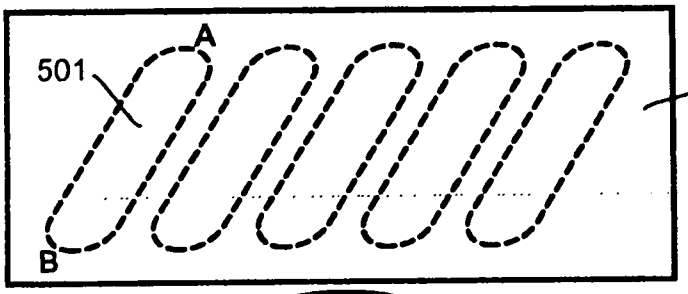



圖 5E

圖式



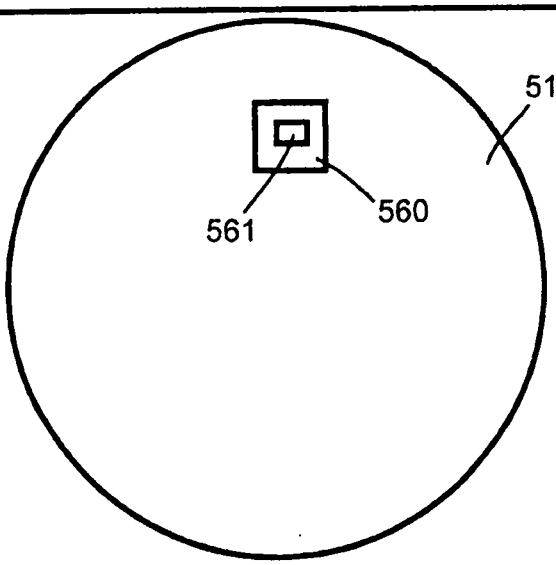




圖 5F

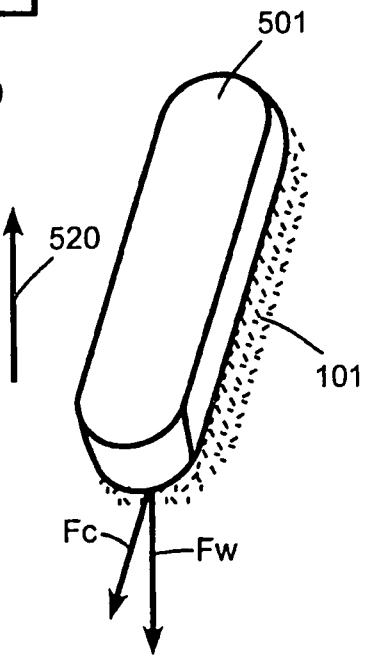



圖 5G

圖 5H

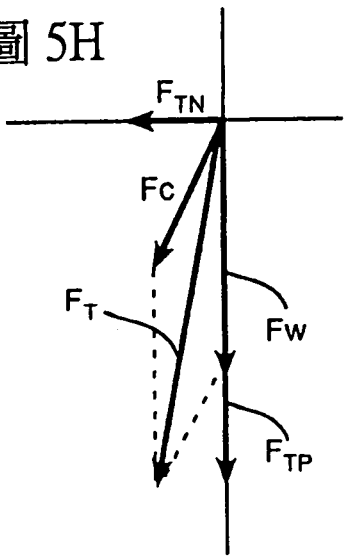
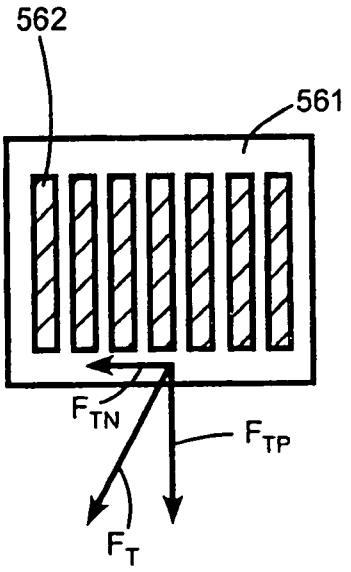
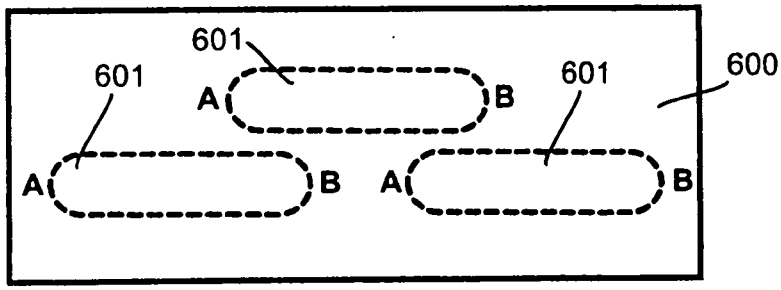



圖 5I



圖式



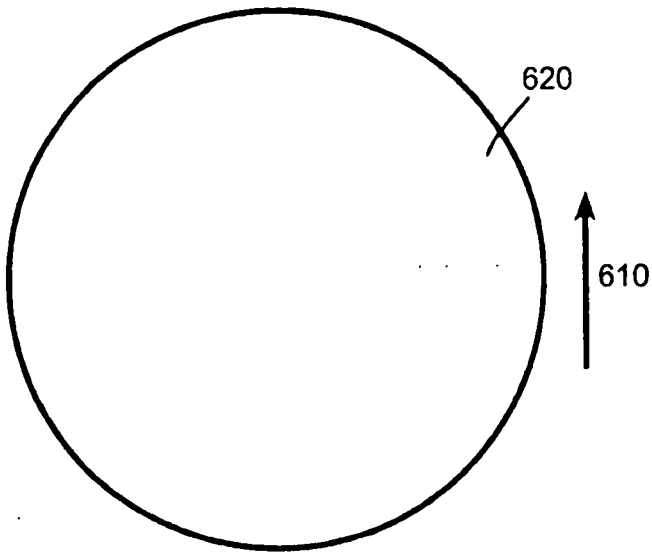
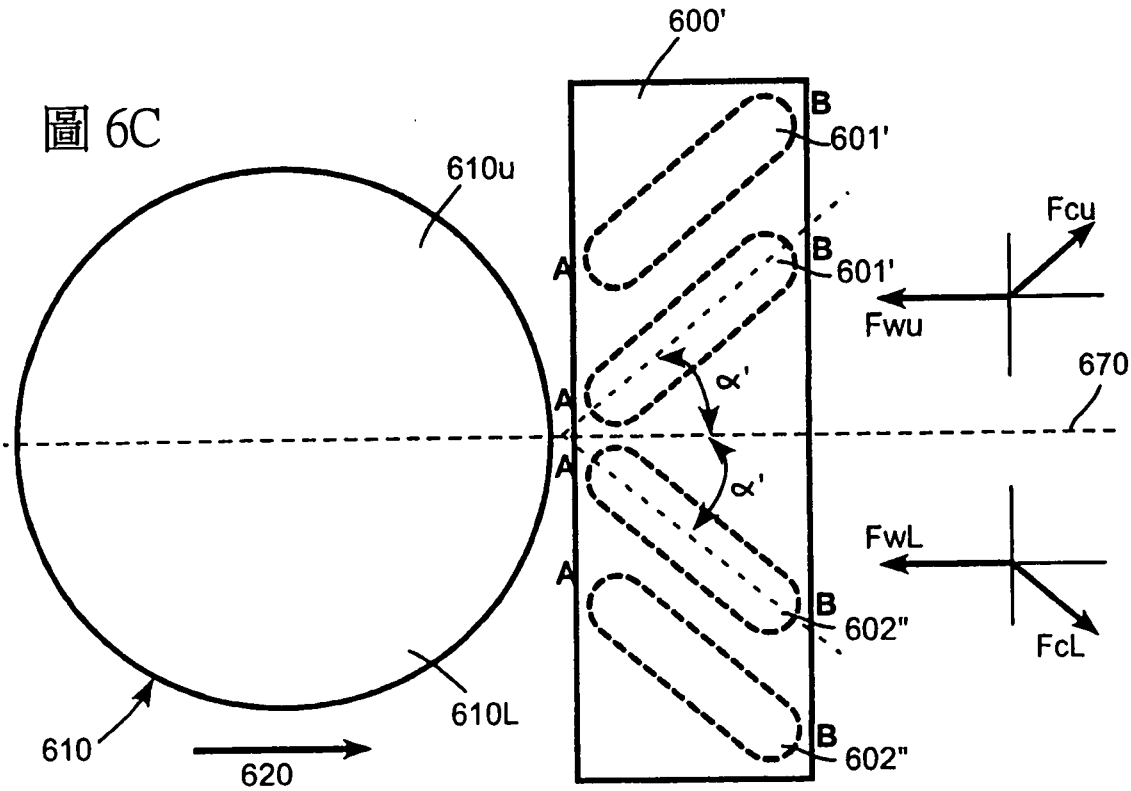




圖 6A




圖 6B

圖 6C



圖式

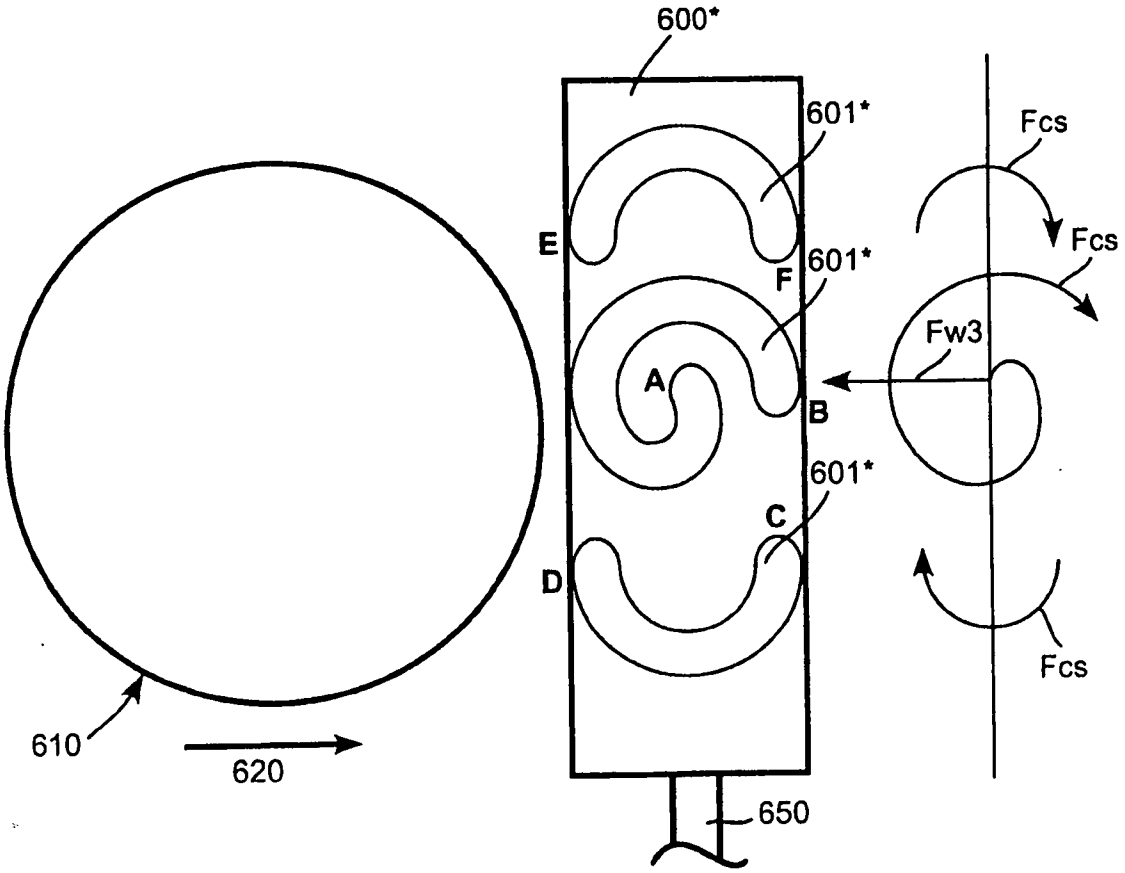

600*
601*
601*
601*
E
F
A
B
C
D
Fcs
Fcs
Fw3
Fcs
610
620
650

圖 6D

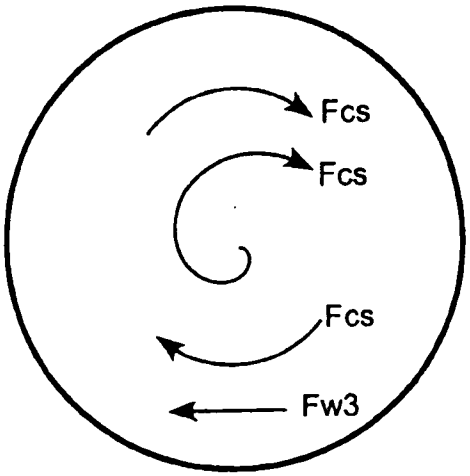

Fcs
Fcs
Fcs
Fw3

圖 6E

圖式

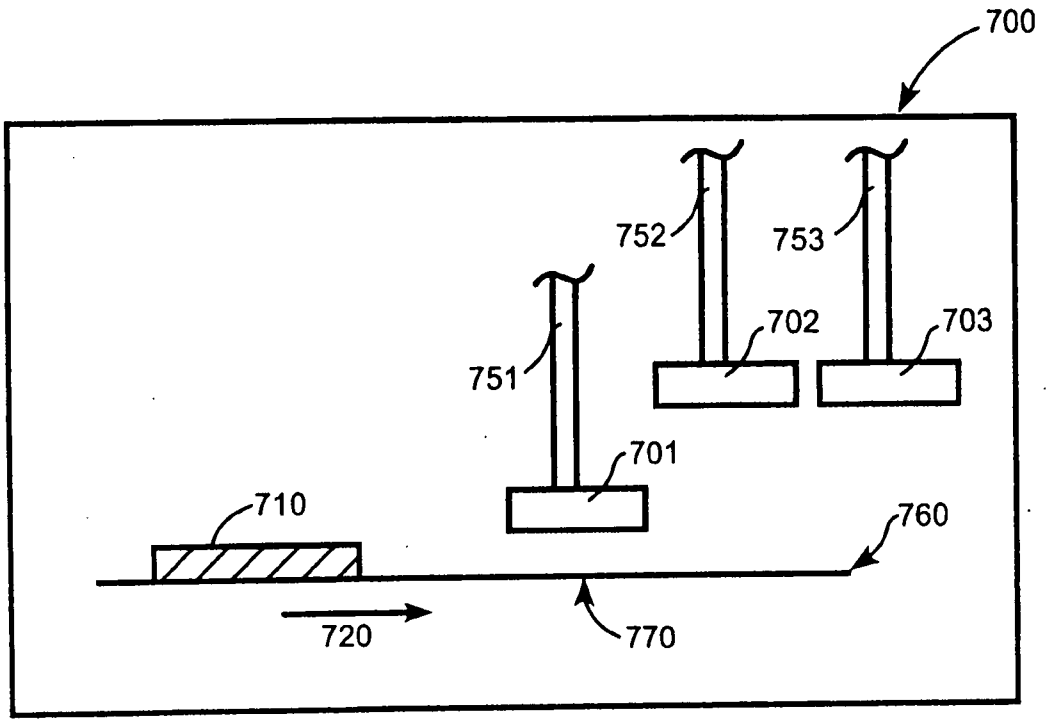



圖 7

圖式

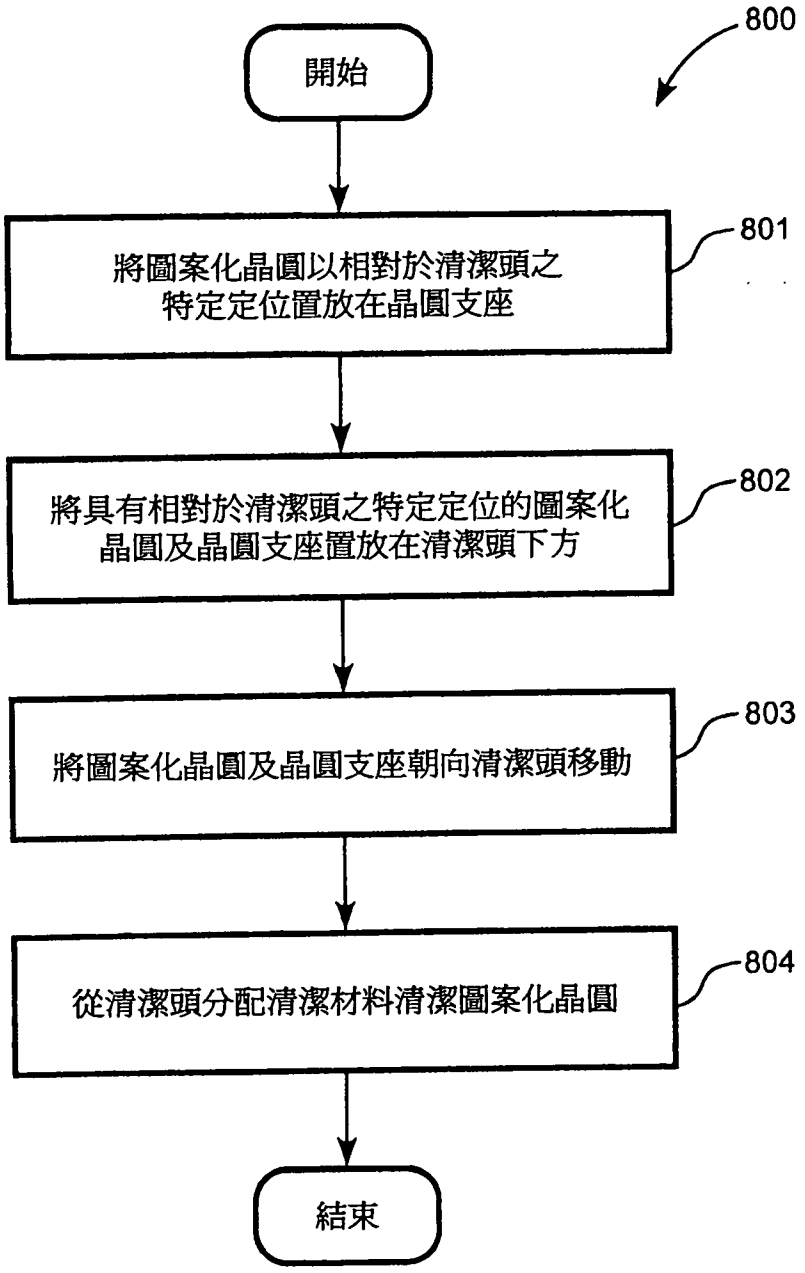

800
開始
801
將圖案化晶圓以相對於清潔頭之特定定位置放在晶圓支座
802
將具有相對於清潔頭之特定定位的圖案化晶圓及晶圓支座置放在清潔頭下方
803
將圖案化晶圓及晶圓支座朝向清潔頭移動
804
從清潔頭分配清潔材料清潔圖案化晶圓
結束

圖 8