



(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 201318779 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：101135344

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 26 日

(51)Int. Cl. : **B24D13/10 (2006.01)**

B24B27/033 (2006.01)

B08B1/04 (2006.01)

(30)優先權：2011/09/26 美國

61/539,342

(71)申請人：安堤格里斯公司 (美國) ENTEGRIS, INC. (US)

美國

(72)發明人：派特爾 欽坦 PATEL, CHINTAN (US)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：26 共 46 頁

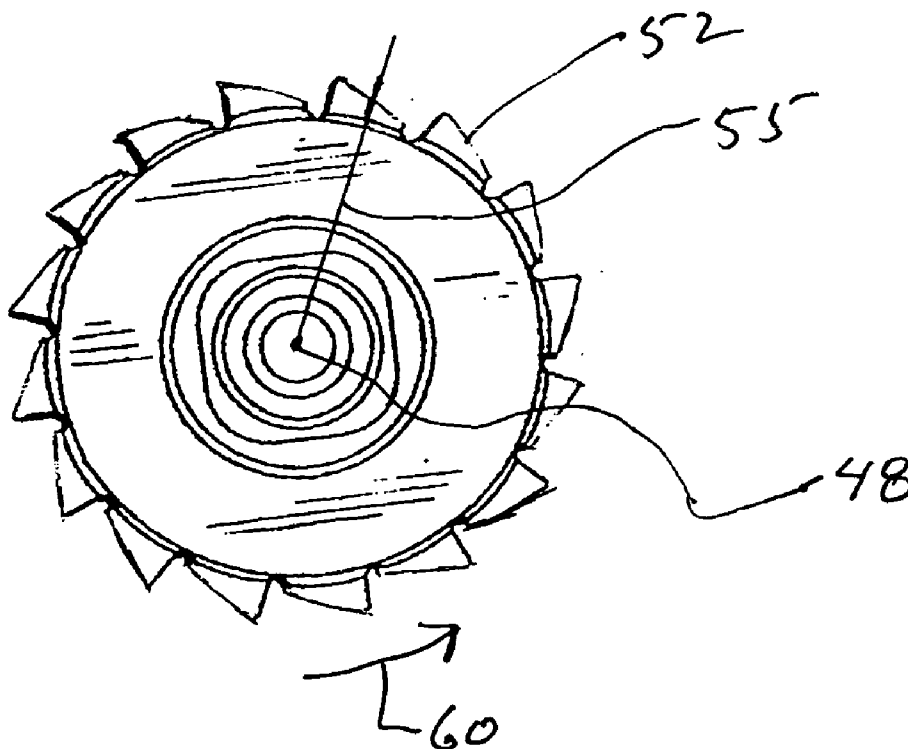
(54)名稱

清潔基板之刷具

BRUSH FOR CLEANING OF SUBSTRATES

(57)摘要

一種用於例如在基板之化學機械研磨後段(post chemical mechanical polishing ; post-CMP)清潔基板之刷具，該刷具利用非對稱小結或具有不同間距、大小、特徵、密度之小結來改善對基板之清潔。



48：軸線/刷具軸線

52：小結

55：平面

60：箭頭(擬定旋轉方向)

(21)申請案號：101135344

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 26 日

(51)Int. Cl. : **B24D13/10 (2006.01)**

B24B27/033 (2006.01)

B08B1/04 (2006.01)

(30)優先權：2011/09/26 美國

61/539,342

(71)申請人：安堤格里斯公司 (美國) ENTEGRIS, INC. (US)

美國

(72)發明人：派特爾 欽坦 PATEL, CHINTAN (US)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：26 共 46 頁

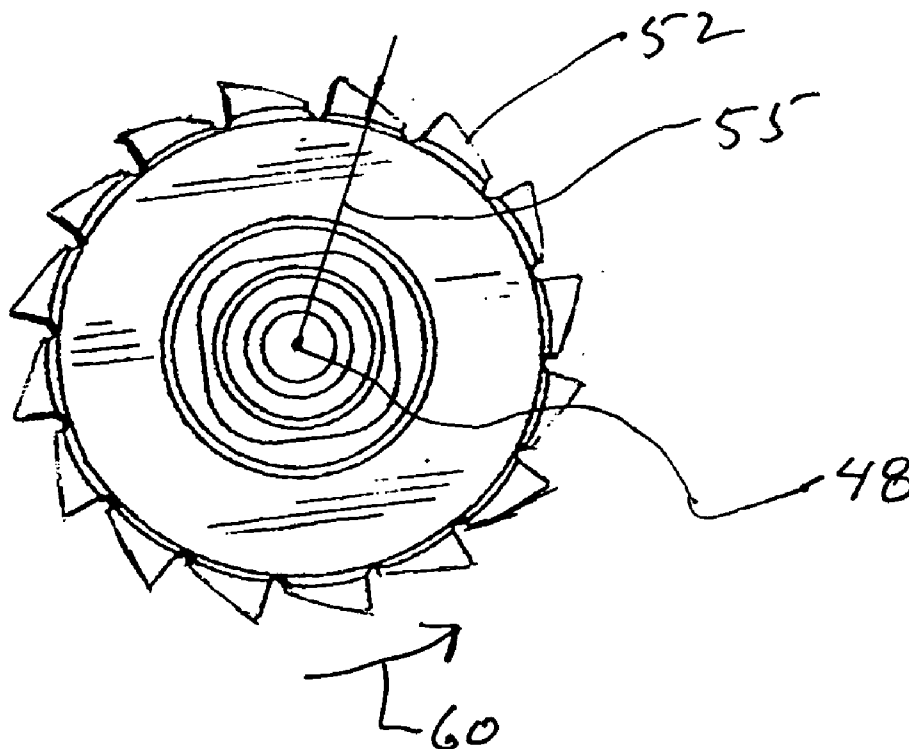
(54)名稱

清潔基板之刷具

BRUSH FOR CLEANING OF SUBSTRATES

(57)摘要

一種用於例如在基板之化學機械研磨後段(post chemical mechanical polishing；post-CMP)清潔基板之刷具，該刷具利用非對稱小結或具有不同間距、大小、特徵、密度之小結來改善對基板之清潔。



48：軸線/刷具軸線

52：小結

55：平面

60：箭頭(擬定旋轉方向)

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：101135344

※申請日：101年9月26日 ※IPC分類：B24D 13/00 (2006.01)
B24B 27/03 (2006.01)
B08B 1/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

化學機械研磨後段用之清潔裝置及方法 /

POST-CMP CLEANING APPARATUS AND METHOD

二、中文發明摘要：

一種用於例如在基板之化學機械研磨後段 (post chemical mechanical polishing; post-CMP) 清潔基板之刷具，該刷具利用非對稱小結或具有不同間距、大小、特徵、密度之小結來改善對基板之清潔。

三、英文發明摘要：

A brush for cleaning of substrates such as for post chemical mechanical polishing (post-CMP) of the substrates, utilizes asymmetrical nodules or nodules with varying spacing, size, features, densities to provide an improved cleaning of substrates.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3a)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

48：軸線/刷具軸線

52：小結

55：平面

60：箭頭（擬定旋轉方向）

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：

【相關申請案之交叉參考】

本申請案主張於 2011 年 9 月 26 日提出申請之美國臨時申請案第 61/539,342 號之優先權。

【發明所屬之技術領域】

本發明概言之係關於基板之化學機械研磨 (chemical mechanical polishing; CMP)。更具體而言，本發明係關於一種用於在化學機械研磨之後清潔基板之刷具。本申請案主張於 2011 年 9 月 26 日提出申請之美國臨時申請案第 61/539,342 號之優先權。

【先前技術】

藉由依序沈積導電層、半導體層及絕緣層於晶圓上，可於半導體基板尤其是矽晶圓 (silicon wafer) 上形成積體電路 (integrated circuit; IC)。可在沈積各該層之後，蝕刻電路部件。在沈積並蝕刻一系列層之後，基板之最上表面可變得越來越不平坦 (non-planar)。不平坦之表面可於積體電路製造製程之光刻 (photolithographic) 步驟中造成問題。因此，需要週期性地平坦化半導體基板表面。

鑲嵌 (damascene) 係為一種藉由絕緣電介質 (dielectric) 而形成互連金屬線之製程。在鑲嵌中，首先在介電層中以微影方式 (lithographically) 界定一互連圖案，然後沈積金屬以填充所產生之溝槽。可藉由化學機械研磨 (平坦化) 而移除過量之金屬。化學機械研磨 (CMP) (亦被稱為化學機械平坦化) 係指一種藉由化學機械研磨而移除固體層之方法，執行該化學機械研磨之目的係

使表面平坦化並界定金屬互連圖案。雙鑲嵌 (dual damascene) 係為鑲嵌製程之一改良形式，用於藉由使用一化學機械研磨 (CMP) 製程代替金屬蝕刻而形成金屬互連幾何圖形。在雙鑲嵌中，使用二層間電介質圖案化步驟以及一個化學機械研磨步驟便能形成一圖案，而在使用一習知鑲嵌製程時原本將需要二圖案化步驟以及二金屬化學機械研磨步驟才能達成。

在一典型之化學機械研磨操作中，使用一旋轉之研磨墊 (polishing pad) 研磨基板之最外表面，該旋轉之研磨墊接納一化學反應性漿料 (slurry)。該基板係定位於該研磨墊之上，並藉由一擋圈 (retaining ring) 而保持於定位上。通常，該基板及該擋圈係安裝於一載體或研磨頭 (polishing head) 上。該載體頭對該基板施加一受控之力，以將該基板壓靠於該研磨墊上。該研磨墊於該基板之表面上之移動會使材料藉由化學及機械方式自該基板之表面移除。

在研磨之後，傳統上，藉由一擦洗裝置 (例如一刷具) 自基板表面清潔或擦洗掉漿料殘留物。美國專利第 4,566,911 號揭露一種具有一齒輪狀構形之清潔刷具滾筒，該清潔刷具滾筒具有多個與滾筒軸線成 0 度至 90 度之一夾角而形成之平行凹槽，並且亦揭露具有一圓形、橢球形、矩形或菱形等形狀之突起，該等突起之一總表面積係為整個表面積之 15% 至 65%。化學機械研磨後段用之清潔刷具可由泡沫形成。在清潔過程中，當滾筒正在旋轉且與基板啮合時，可經由泡沫滾筒刷具而向外注射流體，以清除基板上之顆粒污染物。

此種刷具通常係由聚乙烯醇 (polyvinyl alcohol) 構成。當刷具旋轉且漿料被供應至基板表面時，必須施加某一水準之機械力來移除顆粒。然而，此種基板係為易損的，且若機械力過大，則可對基板造成刮擦或其他損壞。因此，將期望提供化學機械研磨後段用裝置，以使清潔基板所需之力之大小最佳化、同時減小產生過大之力而損壞基板之可能性，進而實際上規範該等力。

第 1A 圖至第 1D 圖繪示一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具 10 (其可被稱為一標準刷具)。刷具 10 沿刷具之整個長度包含相同之清潔小結 (nodule) 14，俾利用具有相同形狀之小結來清潔一基板 12 之一中心部以及基板 12 之一邊緣部。由第 1B 圖、第 1C 圖及第 1D 圖可見，在使用中，此種刷具 10 可使得僅一部分小結 14 接觸基板 12 之外邊緣 16。參照第 1D 圖，基板 12 接觸一小結 14 之一拐角 19，該小結 14 之一側面 15 與一頂面或外表面 17 交匯於拐角 19 處。小結與基板邊緣 16 間之此種局部邊緣接觸可導致小結 14 在使用期間變形或破損，並可導致對基板之端部區域進行之清潔不徹底或不均勻以及對基板造成損壞。小結 14 之平的頂面 17 與側面 15 以直角交匯，以形成圍繞小結 14 之頂面 17 延伸之鋒利邊緣 13。因此，當刷具 10 旋轉且各列小結 14 依序與基板 12 接觸時，小結 14 的首先與基板 12 接觸之部分係為鋒利直角邊緣 13。該等鋒利邊緣 13 與基板 12 間之接觸可導致對基板施加過大之力，並因此損壞基板 12。此外，與一小結之一拐角之接觸隨後轉變成與該小結之完全接觸，此可使小結折疊或以其他方式造成該小結之不均勻壓縮，進而使該小結不可最佳地起作用。此外，應理解，此種初始拐角接觸可使拐角過度磨損，進而縮短刷

具之使用壽命。

除刷具在基板之邊緣處接觸之外，刷具/基板啮合之特性會在基板中隨著刷具/基板介面位置之變化而變化。此外，如先前技術之第 1A 圖及第 3 圖所最佳例示，當基板旋轉時圓柱形刷具旋轉，且圓柱形刷具沿基板之圓形覆蓋區（footprint）之一直徑、一半徑、或一弦（chord）延伸。刷具與基板之接觸通常係藉由小結達成，或位於可被命名為「接觸條帶（contact strip）」之一區域中，該接觸條帶之寬度顯著小於該刷具之直徑。當然，整個「條帶」在任何時刻皆不與基板啮合，而是僅位於該條帶中之小結與基板啮合。此外，當基板正在旋轉時，該條帶於該基板上持續地移動。該條帶在其穿過基板之旋轉中心之處會有效地持續維持與基板之接觸，換言之，該條帶中的小結將進入及離開該條帶（歸因於刷具之旋轉），但該條帶決不會離開基板之中心。當基板旋轉時，在基板之各邊緣處，該條帶將瞬時地啮合於任何特定區域處。相應地，基板之每單位面積之刷具/基板接觸將於基板之中心處達到最大值，且倘若小結如第 1a 圖所示被均勻地成形及排列，則基板之每單位面積之刷具/基板接觸將沿該條帶朝基板邊緣減小。

傳統上，關於小結與基板之啮合，首先係前拐角或「平台（plateau）」邊緣接觸，接著該接觸轉變至大部分平台表面，且隨後當與基板之接觸終止時，又轉變至後緣。當刷具旋轉時，在自一小結之初始接觸至一「垂直位置」（即，當小結相對於基板位於一垂直取向上，亦即基板相對於刷具位於一正切取向上時）之階段中，刷具小結被壓縮。自垂直位置至脫離位置，小結係處於一

減壓模態中，即，其沿徑向向外擴張。

此外，刷具/小結/基板嚙合之特性會由於刷具/基板介面在基板上之位置而有所變化。舉例而言，由於端視與基板之旋轉中心之距離而定，基板上各點或各部分之速度並不相同，故靠近基板中心之基板部分與刷具接觸之時間以及相對於刷具之相對速度將不同於遠離基板中心之基板部分之相對速度。不同之相對速度可得到不同之材料移除速率或特性。此外，例如，因刷具提供一接觸區域，該接觸區域實際上係如上所述在基板上延伸且具有一寬度之條帶，故基板之靠近中心之特定區域與該條帶之嚙合時間（每轉或每一製程間隔）將長於遠離中心之區域。該等不同嚙合特性迄今為止尚未得到解決或尚未得到充分解決。

當然，期望於化學機械研磨操作期間均勻地且最佳地將材料自基板移除。較佳地，提供一種刷具來適應或補償存在於基板上之不同刷具/基板介面特性並使形狀最佳化，以利用各別小結與基板接觸之階段以及各小結相關聯之壓縮（compression）及減壓（decompression）階段。

【發明內容】

本發明係為一種可用於清潔例如半導體晶圓、硬碟（hard disk）、平面面板等各種基板之化學機械研磨後段（post-CMP）用之清潔刷具。該化學機械研磨後段用之刷具設置有複數個小結，該等小結自一圓柱形基座部向外突出並圍繞該刷具在其圓周上延伸。該等小結可具有一非對稱構形，該非對稱構形包含該等小結之一基板嚙合表面之一前緣，該前緣不同於一後緣且係為彎曲或圓形

的。該等小結可被定位、成形、及/或排列成使其適合於其在基板上之相應啮合位置（例如，距中心之距離或距基板邊緣之距離），以提供最佳清潔效能。該等小結之定位、形狀、及/或排列方式可自基板之中心至外緣連續地變化，或者可具有複數個小結群組（例如，三個小結群組），其中各該群組中之成員具有相同之定位、形狀、及/或排列方式，且該等組自刷具與基板中心之啮合處（通常係為圓柱形刷具之中心）至刷具與基板之外部區域之啮合處（通常係為刷具之外緣）而變化。舉例而言，位於刷具上且與晶圓之速度較小之中心相啮合之小結較與具有較大速度之晶圓外部相接觸之小結具有更大之尺寸及更大之接觸表面積。此使晶圓之所有部分之相對擦洗量規範化，該相對擦洗量係對於晶圓之每一部分而言刷具與晶圓啮合時間之長短。

作為另一實例，該等小結之形狀可端視其在刷具上之位置而異，因小結與晶圓接觸之相對速度自晶圓邊緣處朝晶圓中間增大，故越靠近中間之小結可被成型為越強效之形狀，以增強擦洗動作。該「越強效」之形狀可構成不同形狀，例如前緣更寬、或小結自海綿之基座部在徑向上向外延伸更遠、或小結錐度（taper）有所變化。

此外，該等小結可根據其在刷具上之位置

當沿軸向（相對於圓柱形刷具之軸線而言）觀察時，該等小結可具有一邊緣或拐角及一後緣或後拐角，其間具有一表面，該表面可係為實質上平的或具有一凸的曲率（convex curvature）。在各實施例中，該前拐角較該後拐角更靠近圓柱形基座部。在各實施

例中，該後拐角較該前拐角沿徑向向外延伸更遠。在各實施例中，沿小結所測量之後拐角與圓柱形部間之距離大於沿小結所測量之前拐角與圓柱形基座部間之距離。在本發明之各實施例中，位於該等拐角間之表面可被配置成使在該刷具旋轉時該表面首先接觸基板，相比之下，在習知圓柱形小結中，則是前拐角首先接觸基板。在各實施例中，位於該前拐角與該後拐角間之該表面可係為實質上平的及有角度的，俾使位於該前拐角與該後拐角間之該表面實質上全部同時嚙合。此會在嚙合循環之壓縮部分期間提供更大小結表面區域接觸，而此據信會增強清潔。此外，在減壓期間，小結與基板間之接觸會更快地分開。

在本發明之各實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸最佳化並增強對基板之清潔。

在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮弧期間增強。

在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮弧期間相較於習知圓柱形小結增大。在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮弧期間相較於習知圓柱形小結減小。

本發明之另一實施例係為一種在化學機械研磨後段清潔一半導體晶圓或其他基板之一表面之方法。該方法包含將一旋轉之基板

之表面與具有複數個小結之一旋轉之圓柱形泡沫滾筒嚙合。該等小結可排列成軸向列並可具有一非對稱配置，該等軸向列圍繞刷具在其周向上延伸，且該非對稱配置包含一基板嚙合表面之一前緣，該前緣係彎曲的或圓形的。在某些實施例中，一對滾筒刷具可藉由以下方式與基板嚙合：其中一第一刷具嚙合該基板之一頂側，且一第二刷具嚙合該基板之一底側。在此種實施例中，該等刷具可沿相反之方向旋轉，以與該旋轉基板之每一側交匯。因此，該第一刷具之該等非對稱小結之基板嚙合表面可位於該第二刷具之該等小結之基板嚙合表面之相對側上。位於頂側上之刷具之配置可不同於位於底側上之刷具，換言之，用於嚙合基板頂面之刷具之各小結之形狀、定位、及/或排列方式可不同於用於嚙合底側之刷具之各小結。

本發明之各實施例之另一特徵及優點係為一種具有複數個小結之刷具，其中位於該刷具之中心區域中之小結較位於該刷具之邊緣區域處之小結具有更小之一基板接觸面積。此於基板之中心區域處提供該等小結與該基板間之更均量之接觸，由於靠近中心之基板每轉之表面積小於遠離中心者，故基板之中心區域與該刷具之接觸持續時間較邊緣區域處更長。此使對基板邊緣區域之清潔最佳化，同時使由於與刷具之過量接觸而損壞中心區域之可能性最小化。

在各實施例中，一種化學機械研磨後段用之刷具被配置成適應沿一旋轉之基板之半徑所存在之不同速度。在各實施例中，該刷具沿該刷具之長度在邊緣區域處相較於該刷具之中心區域可具有

不同配置之小結，該等邊緣區域將接觸基板之較快運動部分，而該中心區域將啣合基板之一較慢運動部分（對應於基板之中部）。該刷具可在中心區域中較在邊緣區域中包含具有更小基板接觸面積之小結，該中心區域係以更大之頻率接觸基板。此外，該等小結之密度（即，該刷具之圓柱形表面上每單位面積之小結數目）可根據特定小結在基板上與基板啣合之位置（距中心或基板邊緣之距離）而有所變化。舉例而言，在啣合晶圓中心之海綿之部分中具有更大之密度。此外，該刷具之圓柱形表面上每單位面積之啣合表面積大小可端視在基板上之位置（距基板之中心或基板邊緣之所測量距離）而有所變化。舉例而言，越接近晶圓之中心之啣合表面積越大可係為有利的。

本發明實施例之一特徵及優點係為提供具有一圓形基板啣合表面之複數個小結，該圓形基板啣合表面係為在刷具旋轉時小結的首先與基板（例如，一基板）啣合之部分。圓形基板啣合表面較直角或「鋒利」啣合表面對基板施加更分散之力，並因此減小由於與小結接觸而使基板受損之可能性。

本發明實施例之另一特徵及優點係為：非對稱小結容許提供具有彎曲啣合表面之更細之小結。更細之小結在與基板接觸時會更輕易地變形，且因此會對基板施加更小之力。因此，基板被小結損壞之可能性更小。

本發明實施例之再一特徵及優點係為具有一台階式後表面之非對稱小結。台階式後表面容許小結具有較細之一啣合部、同時具有較粗之一基座部。因此，當與一基板啣合時，該等小結可更輕

易地變形，但基座部提供較強之一基座來防止其太輕易地變形。

非對稱設置（例如，台階式設置）可藉由例如容許一小結之最高部分發生受控之折疊而提供與基板之更均勻之嚙合力，在各實施例中，小結可被折疊並隨後承靠於該小結之另一肩部上或刷具之圓柱形表面上。

在某些應用中，可能有利的是由小結提供多重邊緣嚙合，此對於某種漿料清潔而言可更高效地操作，在此種情形中，非對稱小結可被配置成當該小結旋轉經過基板時，其不止一個邊緣與基板嚙合。此種小結可具有雙峰。

【實施方式】

儘管本文係闡述各種組成及方法，然而應理解，本發明並不僅限於所述之特定組成、設計、方法或協定，乃因該等組成、設計、方法或協定可有所變化。亦應理解，本說明中所用之術語僅用於說明特定形式或實施例之目的，而並非旨在限制本發明之範圍，本發明之範圍將僅由隨附申請專利範圍加以限定。如熟習此項技術者將知，可互換地使用術語「突起（protrusion）」與術語「小結（nodule）」來說明本文所述化學機械研磨後段（post-CMP）用之清潔刷具之部件。本文所述之基板係為一晶圓或例如平面面板、太陽能電池板等其他基板。

根據本發明實施例之小結關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱。在圓柱形刷具上，此平面轉換成位於該刷具之軸線上且穿過小結之一平面。該小結可相對於穿過該小結及之一平面對稱。

第 2 圖中繪示一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具 20。刷具 20 包含標準中心小結 22 以及邊緣小結 24，標準中心小結 22 具有一圓形形狀，且邊緣小結 24 包含與欲被清潔之一晶圓或其他基板之邊緣相對應之一外形或輪廓。中心小結 22 及邊緣小結 24 包含鋒利邊緣 23，平的頂面 27、17 與側面 25、15 於鋒利邊緣 23 處形成直角。此刷具在兩端之間不具有圓柱形形狀。

第 2 圖及第 2a 圖繪示在此項技術中習知之一化學機械研磨後段清潔過程，其包括將一基板 32 定位於一對清潔刷具 30 之間，該對清潔刷具 30 具有複數個圓柱形小結 34，該等圓柱形小結 34 圍繞該等刷具之圓周而被定位成軸向列。基板 32 如箭頭 36 所示旋轉，且刷具 30 沿如箭頭 38 所示之相對方向旋轉。因此，當刷具 30 旋轉時，小結 34 之鋒利邊緣 33 首先接觸基板 32，鋒利邊緣 33 係由小結 30 之頂面 37 與側面 35 之間相交所形成。在刷具 30 旋轉時依序接觸基板 32 之該等鋒利邊緣 33 對於保護及清潔該基板而言並非最佳的。

據信，藉由使用不均勻或不對稱之小結圖案，可使在使用化學機械平坦化後段用之清潔刷具（CMP 刷具）清潔基板時所用之機械力更佳地最佳化。非對稱小結（例如如下小結：其在該等小結接觸基板之處具有一彎曲或圓形之部分，且在不接觸基板之一後緣上具有一不同之配置）據信能夠提供有利之清潔。此外，藉由使小結之密度沿軸向長度有所變化，可補償對於旋轉基板之不同相對速度及擦洗時間，該等不同之相對速度及擦洗時間係為在圓形基板圍繞一中心軸線旋轉時所固有的。舉例而言，第 1a 圖中所

示基板之中心將幾乎持續地擦洗啣合旋轉之刷具，相對而言，靠近晶圓之外緣之區域則很少啣合刷具。在本發明之各實施例中，小結可關於穿過刷具及穿過圓柱形基座軸線而沿軸向延伸之一平面不對稱，並可沿該刷具之軸向長度具有變化之密度。

參照第 3 圖至第 3b 圖，一刷具 40 具有一圓柱形基座 42，圓柱形基座 42 具有二相對之端部 44、46、一軸線 48、一圓柱形外表面 50、以及自該圓柱形外表面延伸出之複數個小結 52。於第 3a 圖中可最佳地看出，各該小結關於穿過該刷具及穿過刷具軸線 48 而沿軸向延伸之一平面 55 不對稱。該刷具可具有如箭頭 60 所指示之一擬定旋轉方向且具有一前緣 62 及一後緣 64。在該實施例中，該前緣具有一前緣角度 66，前緣角度 66 係由小結之圓柱形外表面 68 與頂面 70 界定。一後緣角度 72 係以類似方式界定且大於該前緣。

現在參照第 4a 圖至第 19 圖，圖中顯示根據本發明實施例之複數個非對稱小結構造之表示圖。第 4a 圖、第 4b 圖、第 12 圖繪示根據本發明一實施例之一小結 100、110，小結 100、110 具有一基板啣合表面 109、119，基板啣合表面 109、119 包含一頂面 107、117 及一圓形前緣 103、113，圓形前緣 103、113 形成於前側面 105、115 與頂面 107、117 交匯處。頂面 107 可具有一平的構形或圓形構形。當小結 100 如本文所述圍繞一刷具分散且旋轉以清潔一基板時，圓形或彎曲之前緣 103、113 係為小結 100、110 的首先與基板接觸之部分，此會減小由鋒利前緣產生過大力之可能性。箭頭指示在特定實施例中圓柱形基座之擬定旋轉方向，小結自圓柱

形基座延伸出。在替代實施例中，該等圓柱體可反向地旋轉。

第 4a 圖所示之小結具有一前緣 62，前緣 62 之曲率半徑 r_1 實質大於後緣 64 之曲率半徑 r_2 。

小結 110 之寬度或周長對高度之比率可小於小結 100。此使小結 110 能夠更輕易地變形並因此減小每個小結對基板施加之機械力，進而減小刮擦基板之可能性。在一個實施例中，採用此種小結 110 之一化學機械研磨後段用之刷具所具有之小結 110 之數目可大於具有較粗小結 110 之一刷具。

第 6 圖及第 11 圖繪示根據本發明再一實施例之一小結 120。小結 120 具有一彎曲或圓形之基板嚙合表面 129，基板嚙合表面 129 自前側面 125 開始沿前緣 123 及頂面 127 延伸。小結 120 亦包含一台階式後表面 126。類似於小結 110，台階式小結 120 提供一較薄之基板嚙合部 122，該較薄之基板嚙合部 122 將更輕易地變形，以減小損壞基板之可能性。然而，台階式後表面 126 提供更寬之基座部 121，該更寬之基座部 121 提供更強之基座，該更強之基座防止小結 120 太輕易地變形並防止無法施加足以清潔一基板之力。嚙合部 122 可具有一可變寬度，該等部分之寬度可被選擇成對基板提供適當之力。

第 7 圖、第 8 圖、第 18 圖、第 9 圖及第 19 圖繪示根據本發明之實施例之小結。第 7 圖、第 8 圖、第 9 圖及第 19 圖繪示小結 130、140、150，該等小結具有一鋒利拐角 131、141、151、151.1 作為前緣，且於小結 130、140、150 之一後側 136、146、156 上具有一基板嚙合表面 139、149、159 之一彎曲或圓形之後緣 133、143、

153。

第 8 圖及第 18 圖繪示一小結 140，小結 140 具有一鋒利前緣 141、一彎曲或圓形之基板嚙合表面 149，該彎曲或圓形之基板嚙合表面 149 自小結 140 之一後側 146 一直延伸至小結 140 之前側 145。第 9 圖及第 19 圖繪示一小結 150，小結 150 具有一台階式初始嚙合部 155、位於小結 150 之一後側 156 上之彎曲或圓形表面 159、以及一台階式前表面 155。儘管小結被繪示為具有一圓形基座或覆蓋區，然而小結亦可具有各種其他構形（例如，正方形或矩形（如第 10A 圖至第 10F 圖所示）、卵形、三角形或任何其他形狀）。

第 20 圖繪示根據本發明一實施例之用於對一基板 201 執行一化學機械研磨後段清潔過程之一系統 200，系統 200 包含一第一或頂部化學機械研磨後段用之刷具 210 及一第二或底部化學機械研磨後段用之刷具 220。當基板 201 沿 206 所指示之方向旋轉時，第一刷具 210 嚙合基板 201 之一頂部或前側 202，且第二刷具 220 嚙合基板 201 之一底部或後側 204。第一刷具 210 沿方向 212 旋轉且具有複數個非對稱小結 214，該等非對稱小結 214 圍繞刷具 210 之圓周對齊而形成軸向列。第二刷具 220 沿相反方向 222 旋轉且具有複數個非對稱小結 224，該等非對稱小結 224 圍繞刷具 220 之圓周對齊而形成軸向列。因此，該二刷具皆朝旋轉之基板旋轉。每組小結 214、224 皆被配置成使小結 214、224 之彎曲或圓形之基板嚙合表面 219、229 包含小結的首先接觸基板 201 之前部。在某些實施例中，僅頂部刷具 210 或底部刷具 220 其中之一包含非對稱

小結，而另一者則可利用標準對稱小結（例如，具有圓形啮合表面）。

參照第 1A 圖可最清楚地看出，當使用一旋轉之刷具來清潔一旋轉之基板時，當基板旋轉時，由於邊緣區域需旋轉一更大之距離方到達該刷具之相對側，因此基板之中心部分將較基板之邊緣區域更頻繁地接觸刷具。因此，若採用在刷具之整個長度上具有相同接觸面積大小之小結，可導致兩種不期望之結果其中之一。若基板之中心區域得到適當地清潔，則基板之邊緣區域會由於與刷具之接觸減少而不能被適當地清潔。然而，若邊緣區域得到適當地清潔，則中心區域可由於過度接觸以及由於與刷具之接觸增大所產生之摩擦而受損。

第 21 圖及第 24a 圖至第 24e 圖例示位於基板 312 上之刷具 310 之輪廓 392 以及刷具/基板接觸之實際區域 393。應注意，由於小結之頂面之形狀及角度，小結之初始啮合實質上係為由較大圓形接觸區域 394 所表示之小結之整個頂面。當刷具旋轉時，接觸區域在穿過接觸區域 393 之中心線 399 時保持為大。隨後，當刷具進一步旋轉時，接觸區域 396 迅速減小，並在即將脫離之前變得極小。當刷具與基板二者皆旋轉時，刷具/基板啮合區域 393 在刷具或基板上並不固定，而是其將係為端視刷具基板之定向而位於刷具之下或鄰近刷具之一靜態區域。

參照第 25 圖，刷具 410 可設置有複數個小結，中心區域處之小結具有較小之覆蓋區及接觸表面，以減小小結與基板之中心區域間之接觸，且位於邊緣區域處之小結可較位於中心區域（例如，

軸向中心 c) 中之小結更寬 (即, 直徑更大) 且具有更大之接觸表面。此種分佈可使刷具在基板上之接觸更均勻, 此會使基板邊緣區域之清潔最佳化、同時使由於刷具與基板之過度接觸而損壞基板中心區域之可能性最小化。此種分佈係為區域密度之變化。各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面積, 小結於該覆蓋區處連接至圓柱形基座。區域密度係由一特定區域中被各個圓柱形區域劃分之累積覆蓋區面積來定義。

參照第 26 圖, 刷具 510 可設置有具有一較低密度之小結, 該等小結於基板之中心區域 514 處提供較外部區域 516 處更少之接觸表面, 以使中心區域處之接觸少於外部區域。此種分佈可使刷具在基板上之接觸更均勻, 此會使基板邊緣區域之清潔最佳化、同時使基板之中心區域受損之可能性最小化。該分佈係藉由改變位於相對之端部列中間之圓柱形基座之數值密度來反映。小結之數值密度被定義為圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目。如圖所示, 該數值密度沿該刷具自二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之另一者軸向地變化。在基板很少嚙合刷具之端部處之密度較高, 且在中間、在基板頻繁嚙合刷具之軸向中心 c 處之密度較低。

在另一實施例中, 中心區域可利用台階減小式小結, 且邊緣區域可利用全尺寸小結。儘管將刷具闡述為利用非對稱小結, 然而刷具亦可採用對稱小結 (例如, 具有圓形或平的頂面之小結)。在另一實施例中, 小結之密度及小結之大小二者可端視在刷具上之位置而有所變化。

在某些實施例中，刷具可具有沿軸向長度變化之小結密度，以及具有同樣沿軸向長度變化之各別小結表面嚙合面積。

在某些實施例中，泡沫之密度及/或孔隙率 (porosity) 可例如在小結處發生變化。舉例而言，小結在其向外暴露之表面處之孔隙率可大於在自基座延伸之圓柱形表面處之孔隙率。

在某些實施例中，基板在刷具之一半上係與刷具沿同一方向旋轉而在刷具之另一半上則沿與基板相反之方向旋轉，進而提供不同之相對嚙合速度範圍，刷具之各半上之小結大小、特性、密度會將該事實考量在內。舉例而言，與基板一起旋轉之刷具之一半所具有小結之範圍可大於與小結相對地旋轉之刷具之另一半，以提供更大之擦洗作用。

先前技術專利揭露了適於與本文所揭露之本發明各種實施例一起使用之特定配置、模式、結構、系統、製程、及解決方案。以下特定專利及公開案以引用方式併入本文中：美國專利第 7,984,526 號、第 6,299,698 號、第 6,240,588 號、第 5,875,507 號、第 4,083,906 號、第 5,311,634 號、第 5,554,659 號、及第 5,675,856 號、以及美國專利公開案第 2009-0044830 A1 號、國際公開案第 WO 2011/103538 號。

儘管上文係顯示用於體現本發明各個態樣之若干實例性製品、組成物、設備及方法，然而當然應理解，本發明並不僅限於該等實施例。熟習此項技術者可尤其根據上文之教示內容而作出各種修飾。舉例而言，一個實施例之組件及特徵可被取代為另一實施例之對應組件及特徵。進一步，本發明可包含該等實施例的任一

組合或子組合形式之各種態樣。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係為一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具及一基板（虛線圓圈）之圖式；

第 1B 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 1C 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 1D 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 2 圖顯示先前技術之另一化學機械研磨後段用之清潔刷具；

第 2a 圖係為處於先前技術之一化學機械研磨後段清潔過程中之刷具之示意性剖視圖；

第 3 圖係為根據本發明一實施例之一刷具之正視圖；

第 3a 圖係為第 3 圖之刷具之側視立面圖；

第 3b 圖係為第 3 圖及第 3a 圖之刷具之一小結之詳細視圖；

第 4a 圖及第 4b 圖係為根據本發明實施例之非對稱小結之側視立面圖；該等小結關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱；在圓柱形刷具上，該平面轉換成穿過該圓柱形刷具之軸線及穿過小結之一平面；該等小結可於頂部結構下方具有圓柱形或橢圓柱形基座；

第 5a 圖係為一非對稱小結之俯視平面圖，該非對稱小結之一側之曲率半徑大於另一側上之曲率半徑；穿過該小結之虛線表示延伸穿過圓柱形刷具之軸線之一平面，且該小結關於該平面不對稱，自虛線起始之箭頭係指示一實例性旋轉方向；

第 5b 圖係為第 5a 圖之小結沿線 5b-5b 截取之側視立面圖；

第 6 圖至第 9 圖係為根據本發明實施例之非對稱小結之側視立面圖；該等小結至少關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱；在圓柱形刷具上，此平面轉換成穿過該圓柱形刷具之軸線及穿過小結之一平面，箭頭指示該圓柱形刷具之一實例性旋轉方向，該圓柱形刷具之各該小結係為分開的；

第 10 圖至第 12 圖係為根據本發明之實施例具有一圓形覆蓋區之非對稱小結之透視圖，該圓形覆蓋區提供一圓柱形基座；

第 13 圖至第 15 圖係為根據本發明之實施例具有一矩形覆蓋區之非對稱小結之透視圖；

第 16 圖至第 19 圖係為根據本發明之實施例具有一圓形覆蓋區之非對稱小結之透視圖，該等覆蓋區亦可為橢圓形的；

第 20 圖係為根據本發明一實施例之一化學機械研磨後段清潔過程；

第 21 圖例示根據本發明一實施例位於一基板上之一刷具之小結接觸區域；

第 22a 圖及第 22b 圖係為顯示一非對稱小結首先在該小結之彎曲側上嚙合基板表面之示意性剖視圖；

第 23a 圖及第 23b 圖係為顯示一非對稱小結首先在其彎曲側上嚙合基板表面且該彎曲側折疊至該小結之一肩部上之示意性剖視圖；

第 24a 圖至第 24e 圖係為顯示一非對稱小結首先在其彎曲側上啣合基板表面、進而在基板接觸之壓縮階段期間增強接觸之示意性剖視圖；

第 25 係為根據本發明一實施例位於一基板上方之一刷具之平面視圖，其中小結尺寸朝基板之邊緣及刷具之端部增大，為簡化繪製起見，僅例示出二列小結，但應理解，所示圖案圍繞圓柱形基座在其圓周上重複排列；以及

第 26 圖係為根據本發明一實施例位於一基板之上之一刷具之平面圖，其中小結密度朝基板之邊緣及刷具之端部增大，為簡化繪製起見，例示出僅二軸向列小結，但應理解，所示圖案圍繞圓柱形基座而在其圓周上重複排列。

【主要元件符號說明】

10：刷具

12：基板

13：鋒利邊緣

14：小結

15：側面

16：外邊緣

17：外表面/平的頂面

19：拐角

20：化學機械研磨後段用之清潔刷具/刷具

22：中心小結

23：鋒利邊緣

24：邊緣小結

25：側面

27：平的頂面

30：刷具

32：基板

33：鋒利邊緣

34：圓柱形小結/小結

35：側面

36：箭頭

37：頂面

38：箭頭

40：刷具

42：圓柱形基座

44：端部

46：端部

48：軸線/刷具軸線

50：圓柱形外表面

52：小結

55：平面

60：箭頭（擬定旋轉方向）

62：前緣

64：後緣

66：前緣角度

68：圓柱形外表面

70：頂面

72：後緣角度

100：小結

103：前緣

105：前側面

107：頂面

109：基板嚙合表面

110：小結

113：前緣

115：前側面

117：頂面

119：基板嚙合表面

120：小結

121：基座部

122：基板嚙合部/嚙合部

123：前緣

125：前側面

126：台階式後表面

127：頂面

129：基板嚙合表面

130：小結

131：鋒利拐角

133：後緣

136：後側

139：基板嚙合表面

140：小結

141：鋒利拐角

143：後緣

145：前側

146：後側

149：基板嚙合表面

150：小結

151：鋒利拐角

151.1：鋒利拐角

153：後緣

155：初始嚙合部/台階式前表面

156：後側

159：基板嚙合表面

200：系統

201：基板

202：頂部或前側

204：底部或後側

206：方向

210：第一或頂部化學機械研磨後段用之刷具/第一刷具/頂部刷具

212：方向

214：小結

219：基板嚙合表面

220：第二或底部化學機械研磨後段用之刷具/第二刷具/底部刷具

222：相對方向

224：小結

229：基板嚙合表面

310：刷具

312：基板

392：輪廓

393：接觸區域

394：較大圓形接觸區域

396：接觸區域

399：中心線

410：刷具

510：刷具

514：中心區域

516：外部區域

r1：曲率半徑

r2：曲率半徑

5b-5b：線

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形狀自端部延伸至端部，且複數個小結 (nodule) 自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
2. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該擬定旋轉方向定向，且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之曲率半徑。
3. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一台階。
4. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一基座，該基座具有一圓形覆蓋區 (footprint) 或一橢圓形覆蓋區其中之一。
5. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線，且各該小結具有一平的上表面部，且該平的上表面部係與各該小結之該軸線成一斜角。

6. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線並更具有一平的上表面部。
7. 如請求項 6 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線並更具有一平的上表面部。
8. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。
9. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該
10. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形狀自端部延伸至端部，且複數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成為一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，其中該等小結之尺寸或該等小結於該圓柱形基座上之間距至少其中之一具有在該圓柱形基座上軸向延伸之一梯度。

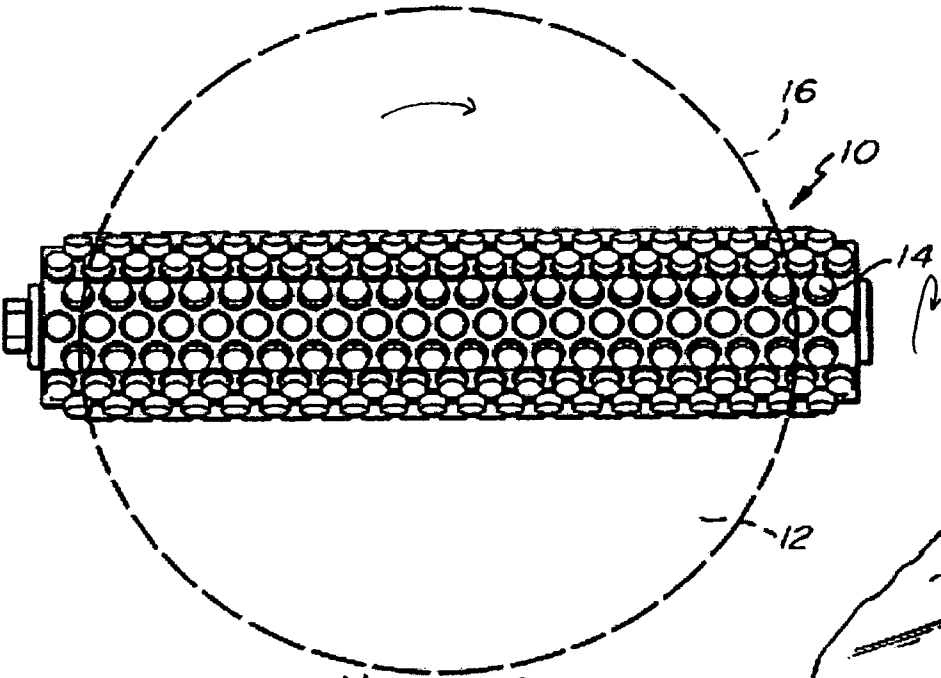
11. 如請求項 10 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該等小結具有至少三種不同之配置，該等不同之配置係為大小及形狀其中之一。
12. 如請求項 10 或 11 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
13. 如請求項 10 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。
14. 如請求項 8 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，其中各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面積，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該等小結之該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。
15. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之

- 刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形狀自端部延伸至端部，且複數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成為一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度沿該刷具自該二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之另一者軸向地變化。
16. 如請求項 15 所述之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
17. 如請求項 15 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該刷具之一擬定旋轉方向定向，且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之該最小曲率半徑。
18. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形狀自端部延伸至端部，且複

數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面積，且其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結之累積覆蓋區面積，且其中該數值密度沿該刷具自該二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之另一者軸向地變化。

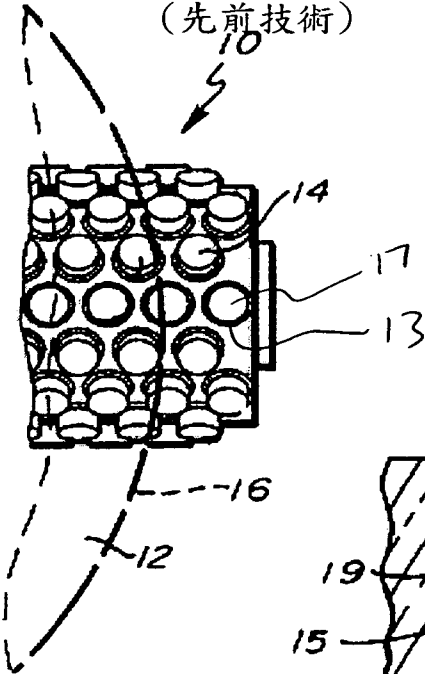
19. 如請求項 18 所述之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
20. 如請求項 18 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該刷具之該擬定旋轉方向定向，且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之該最小曲率半徑。

八、圖式：



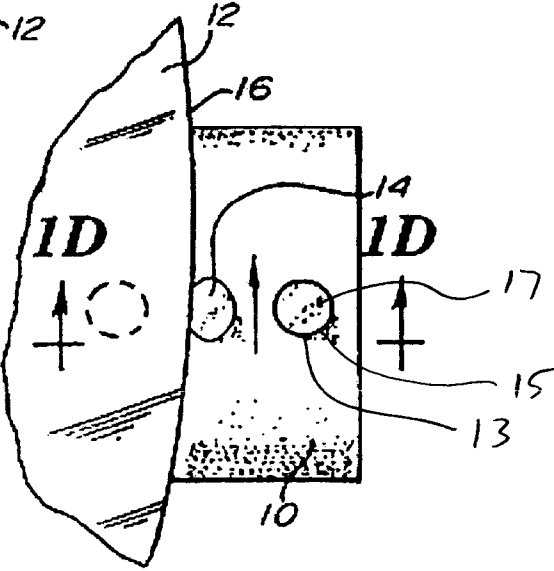
第1A圖

(先前技術)



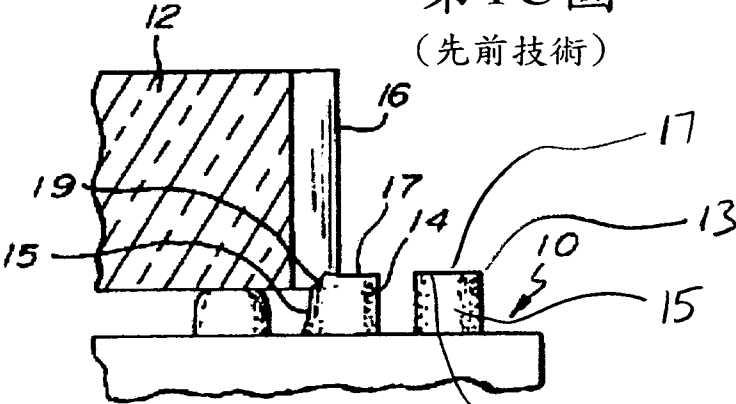
第1B圖

(先前技術)



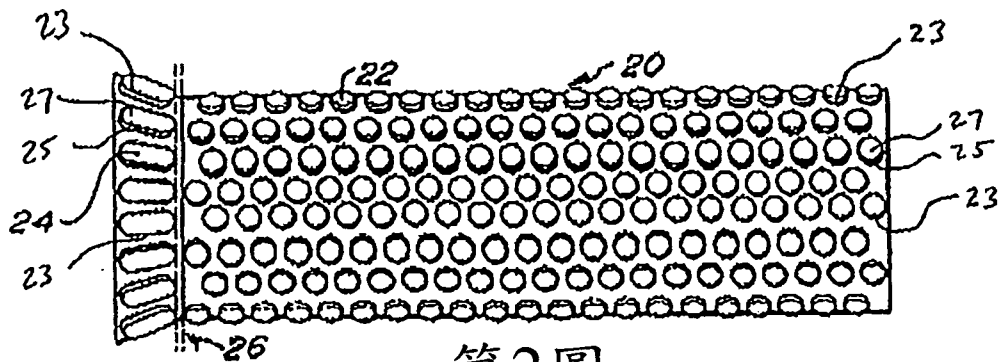
第1C圖

(先前技術)



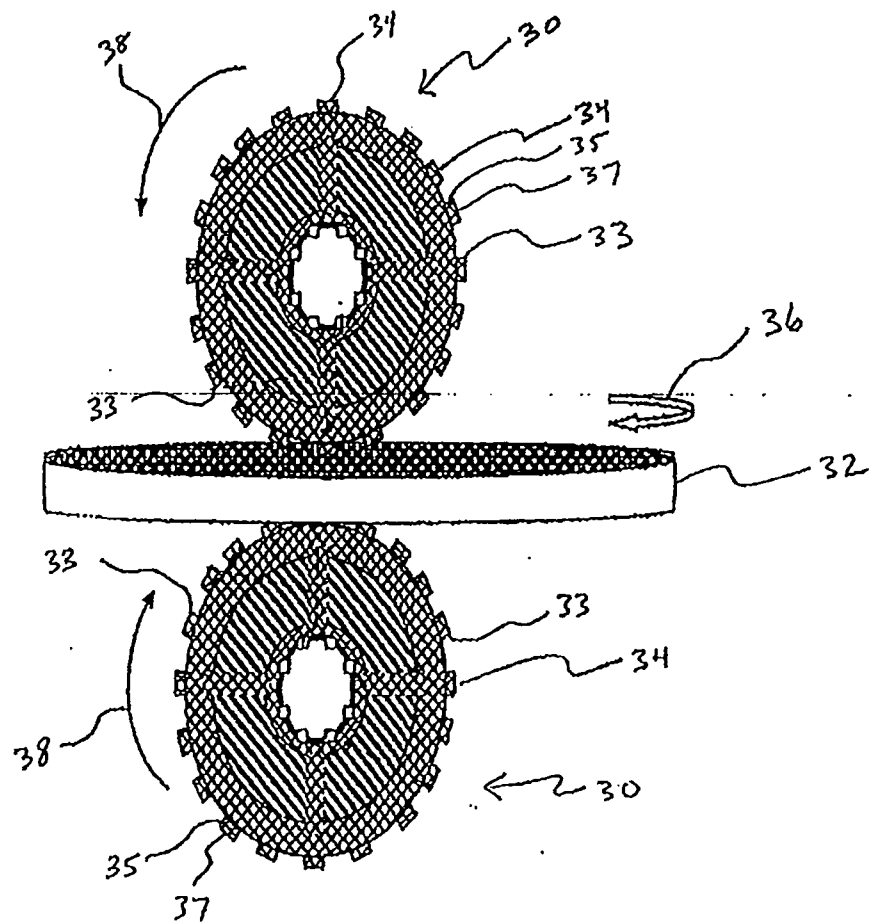
第1D圖

(先前技術)



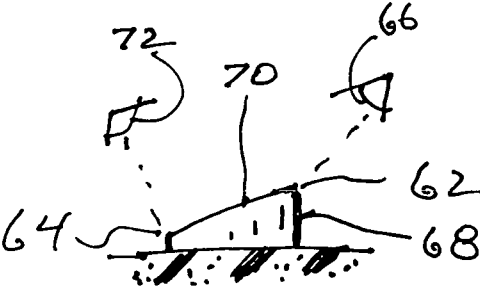
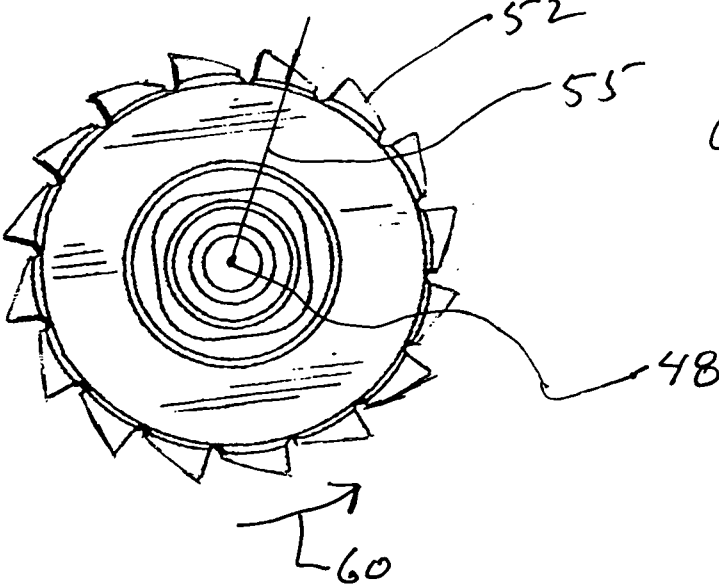
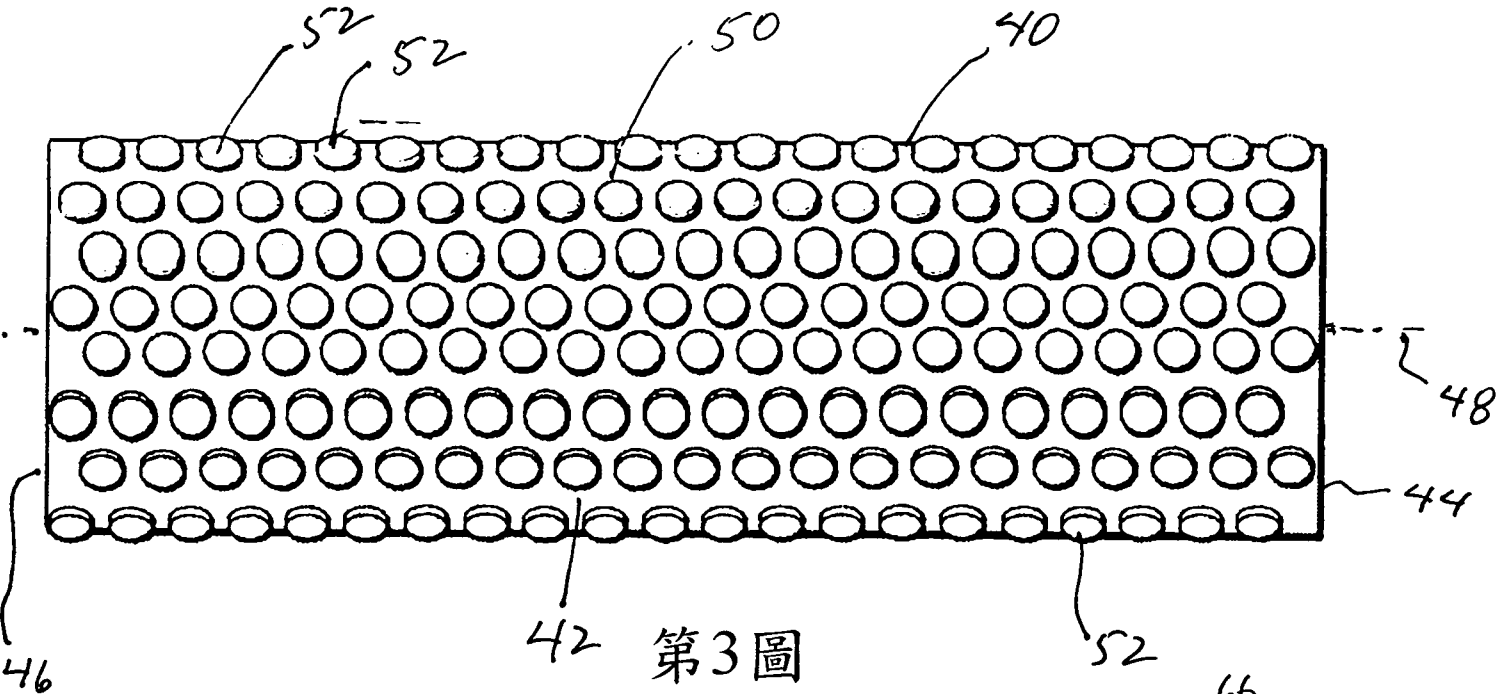
第2圖

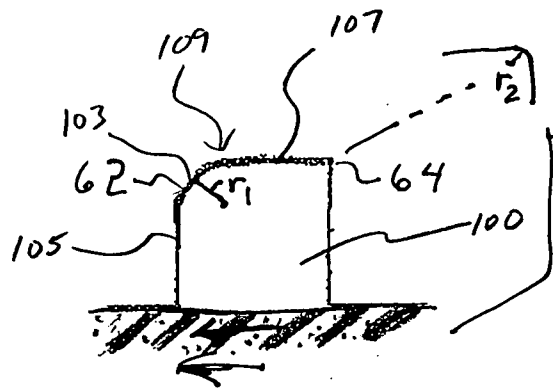
(先前技術)



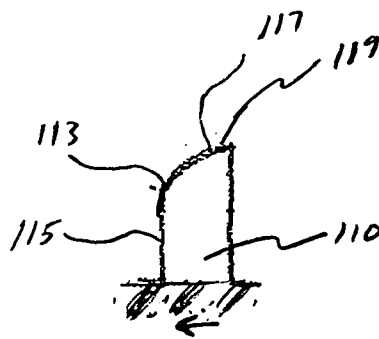
第2a圖

(先前技術)

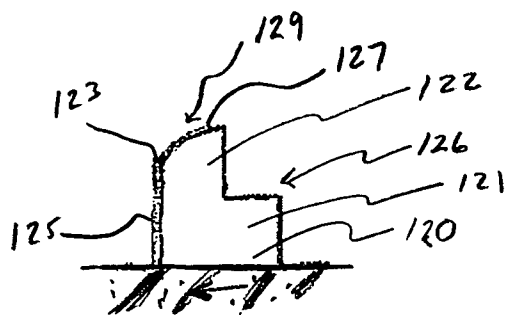




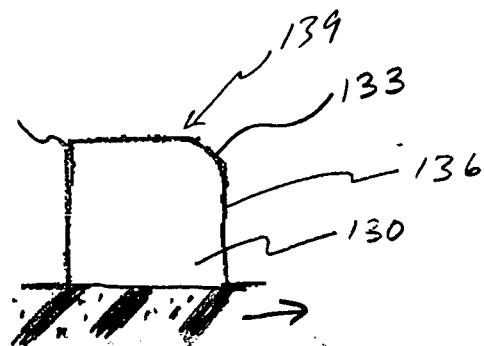
第4a圖



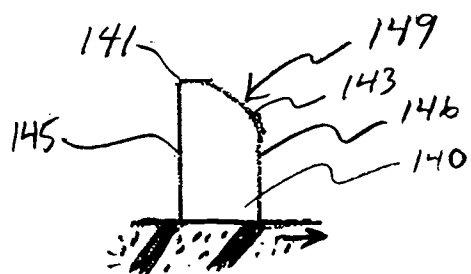
第4b圖



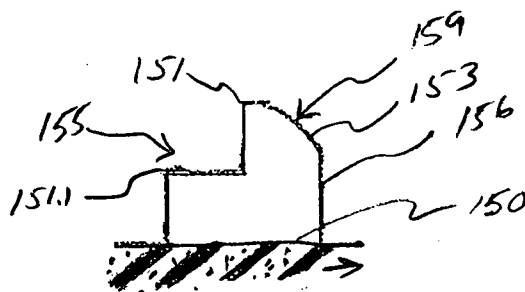
第6圖



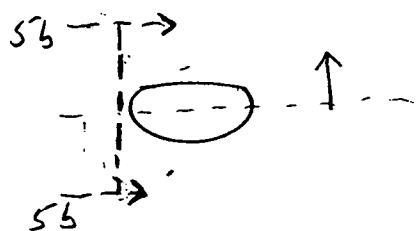
第7圖



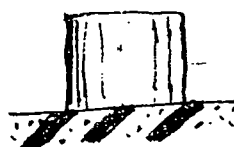
第8圖



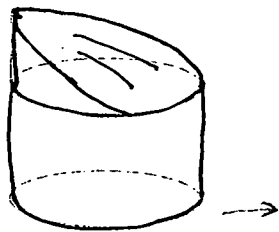
第9圖



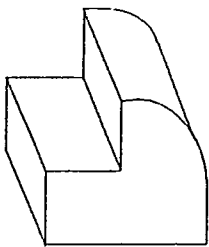
第5a圖



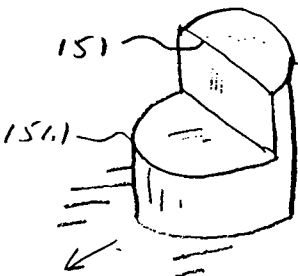
第5b圖



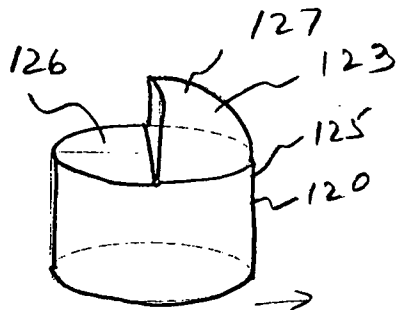
第10圖



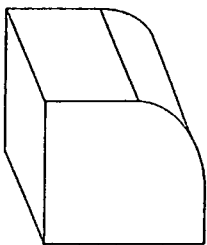
第13圖



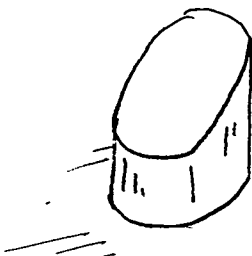
第16圖



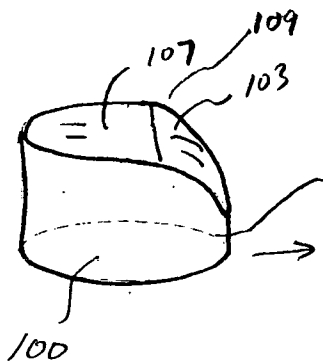
第11圖



第14圖



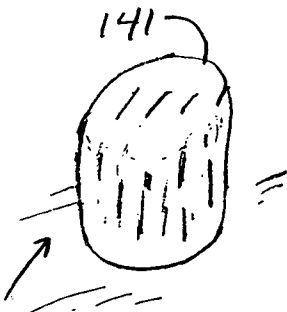
第17圖



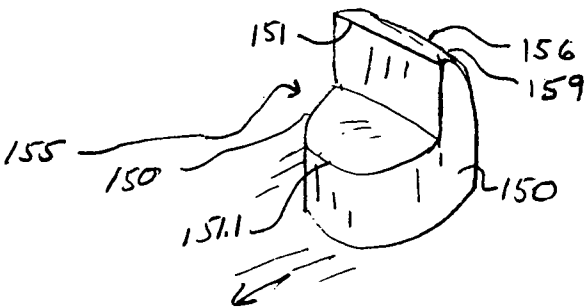
第12圖



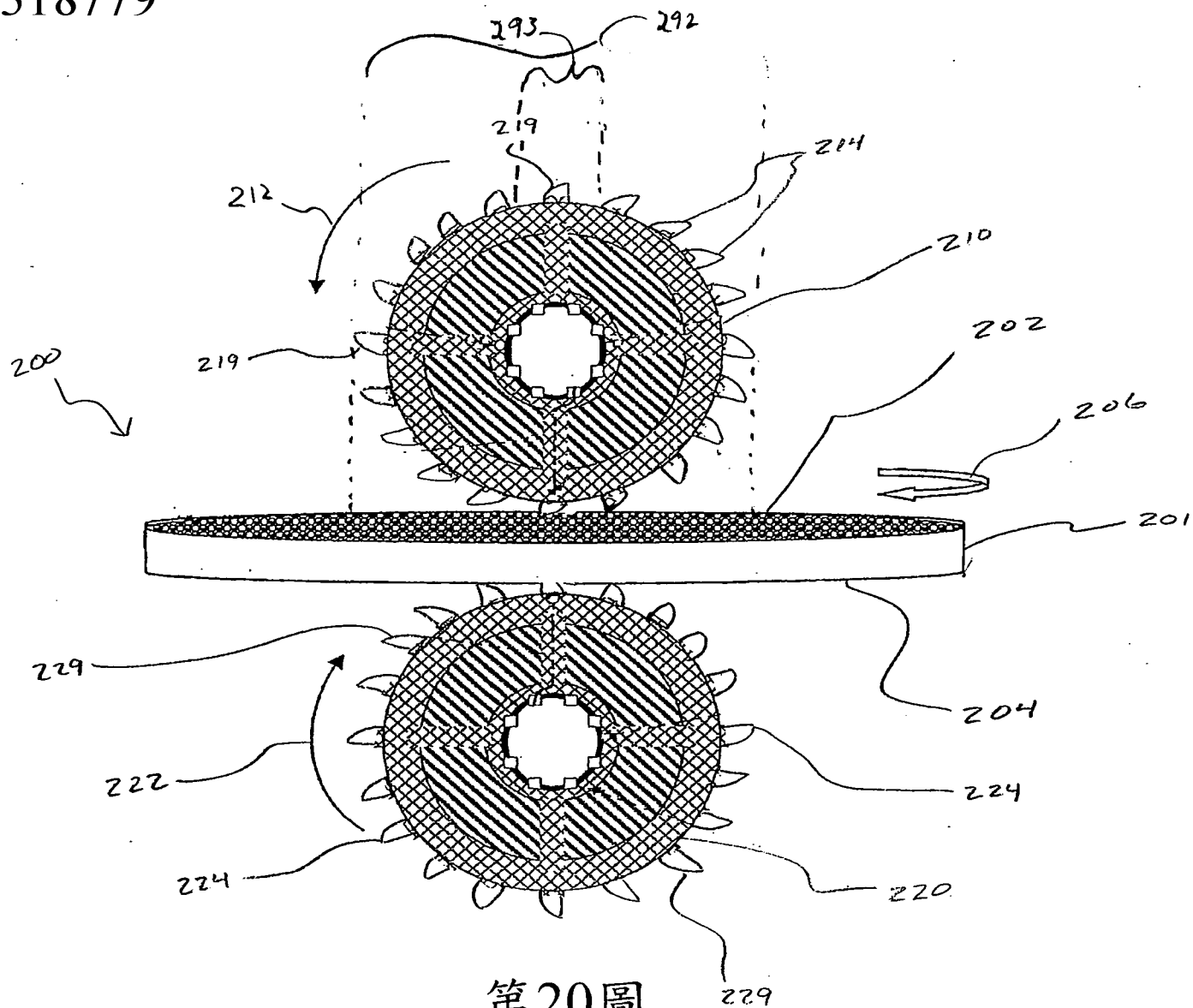
第15圖

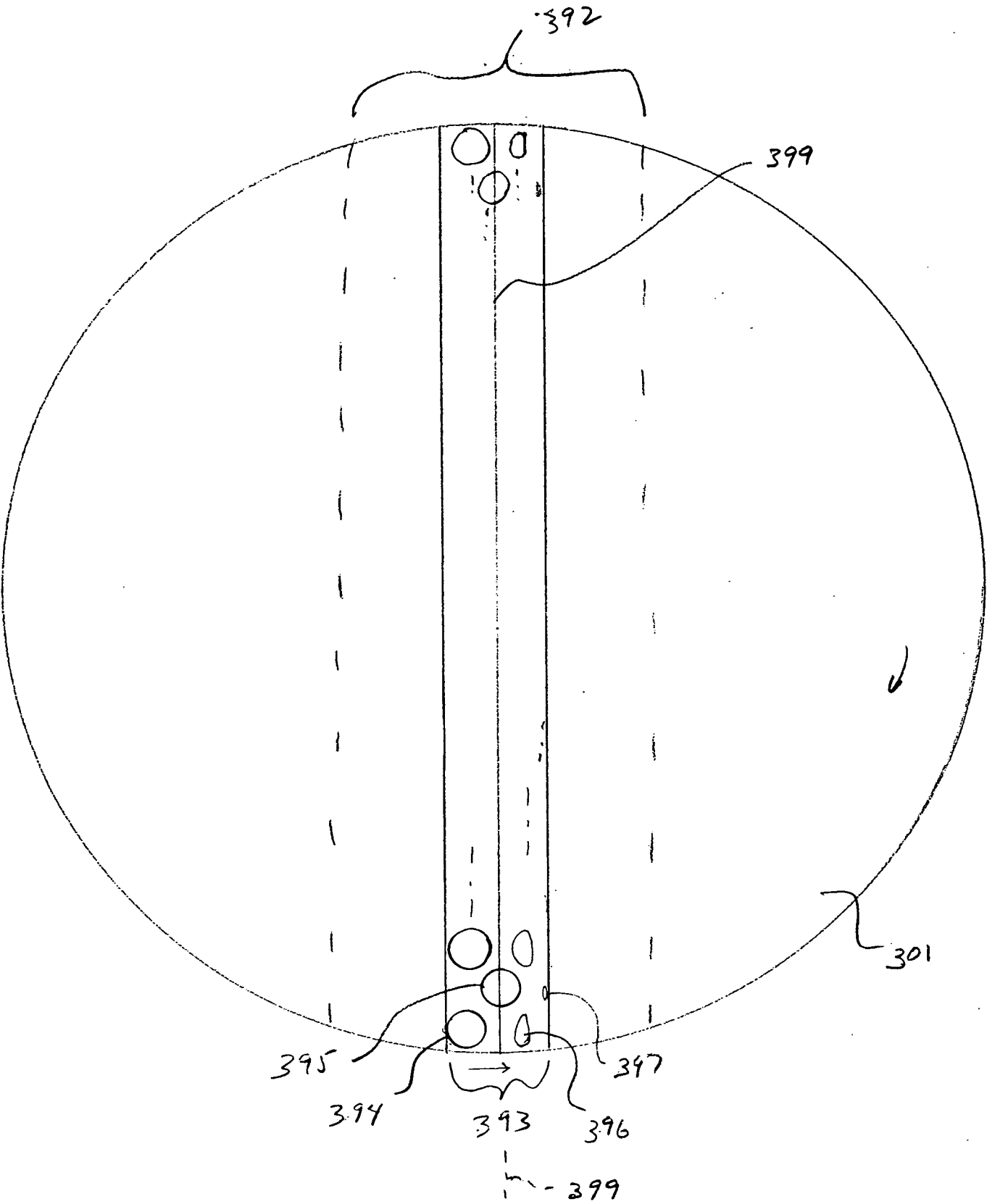


第18圖

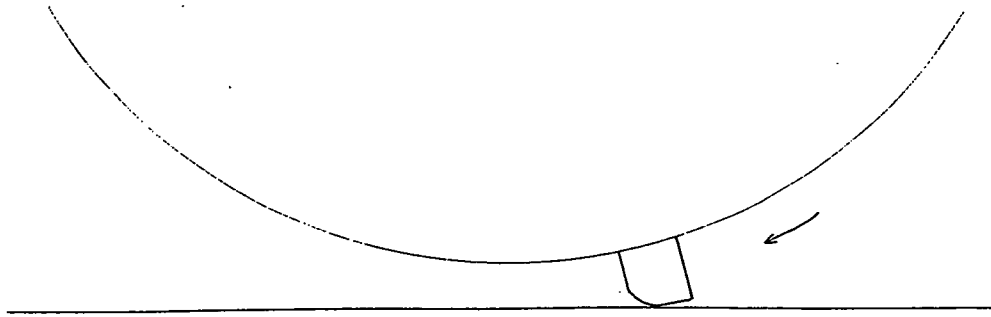


第19圖

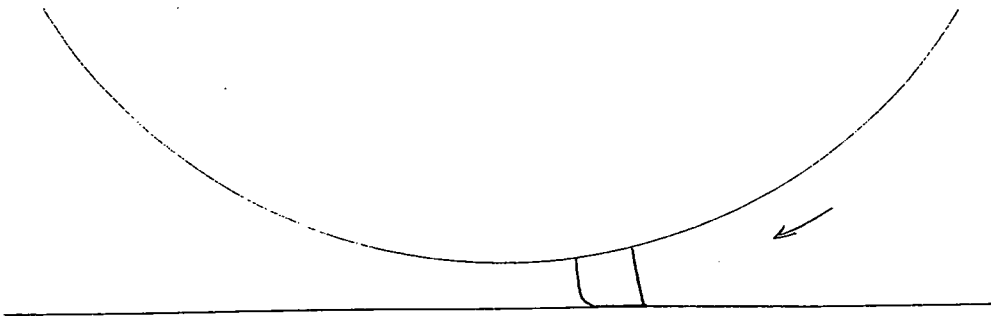




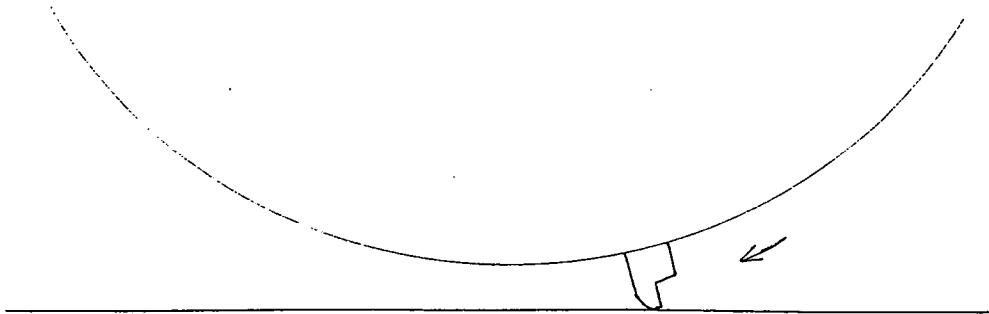
第21圖



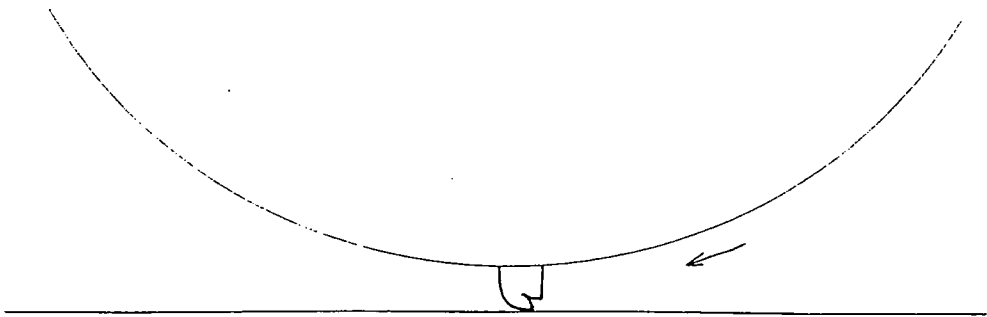
第22a圖



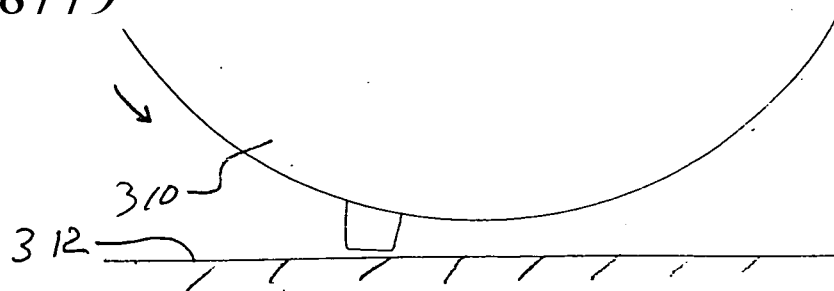
第22b圖



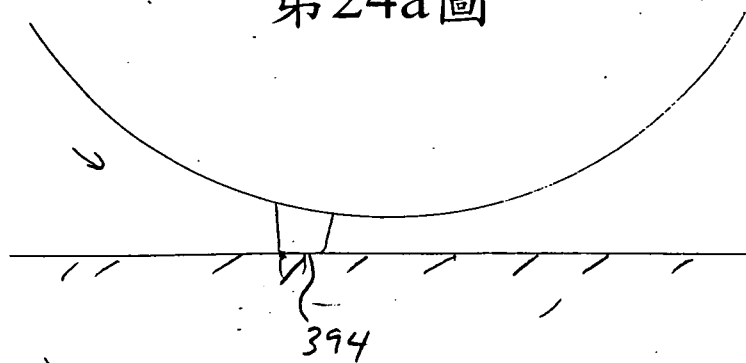
第23a圖



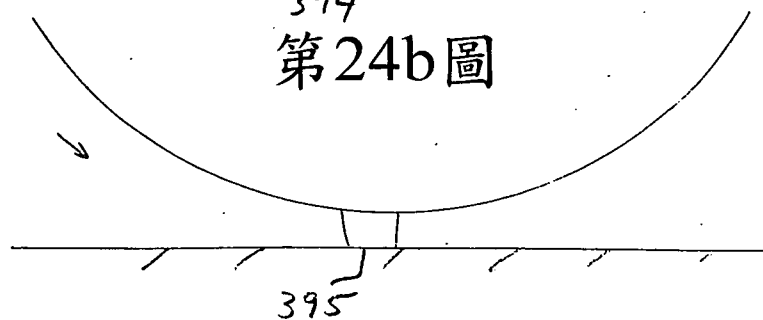
第23b圖



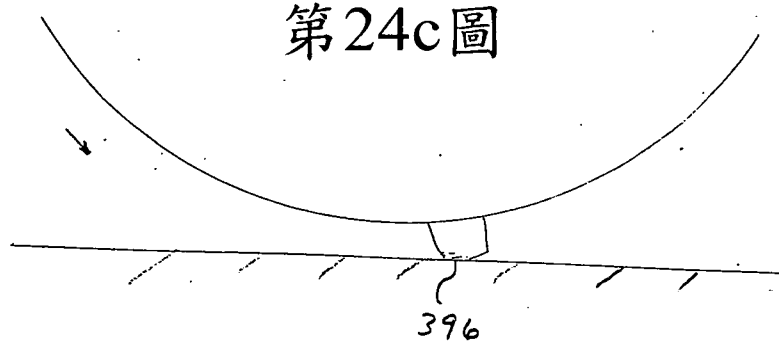
第24a圖



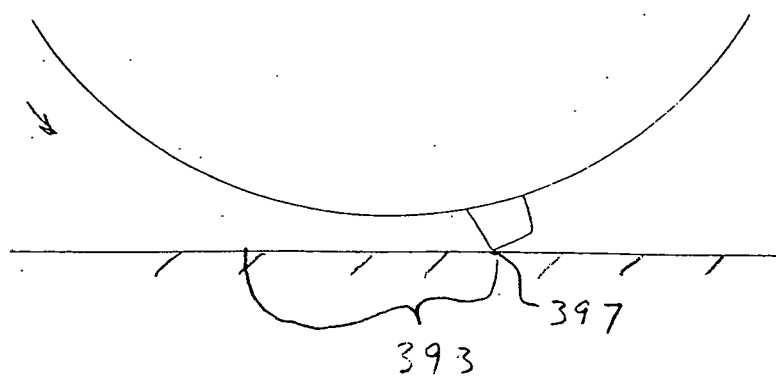
第24b圖



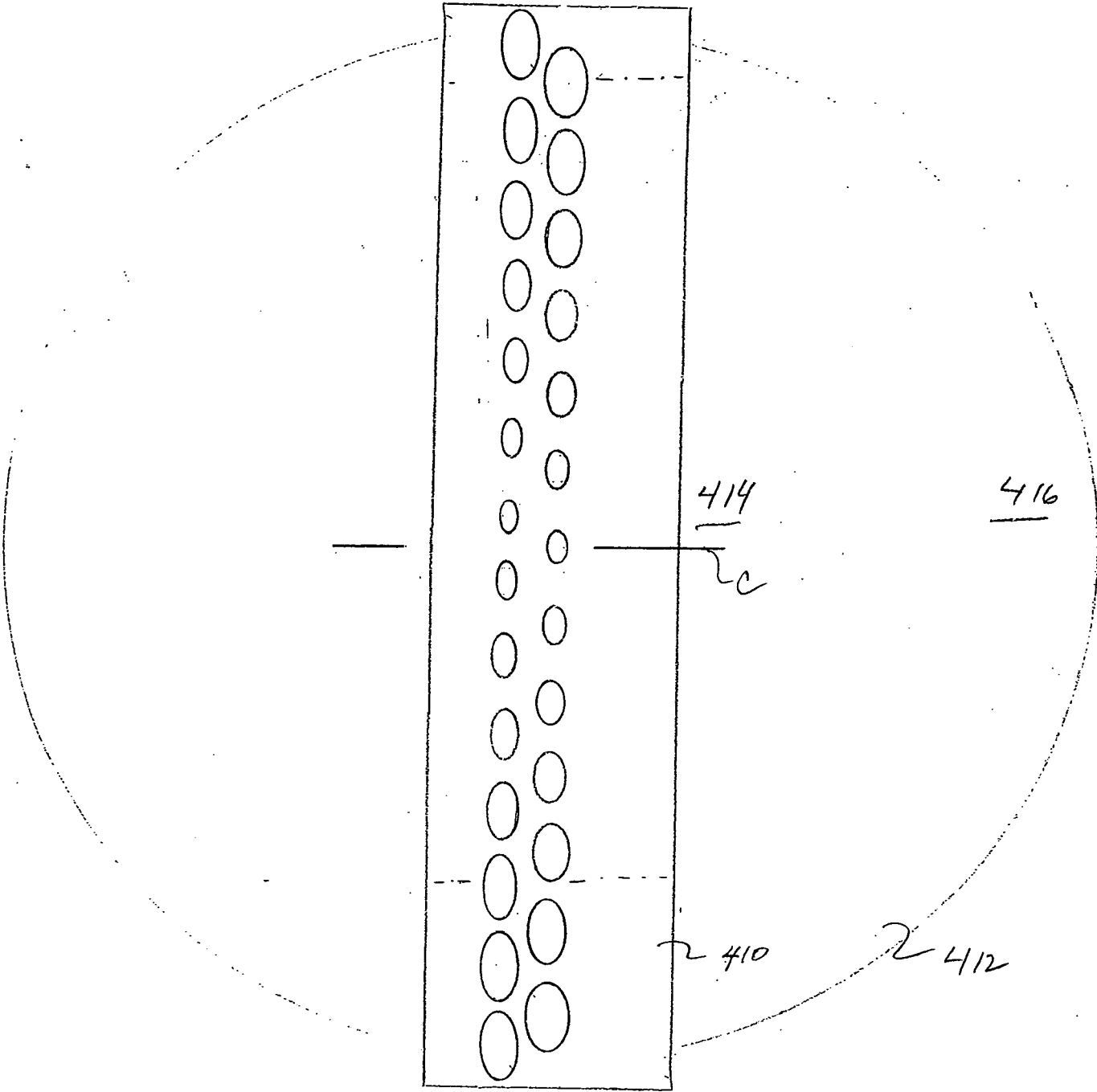
第24c圖



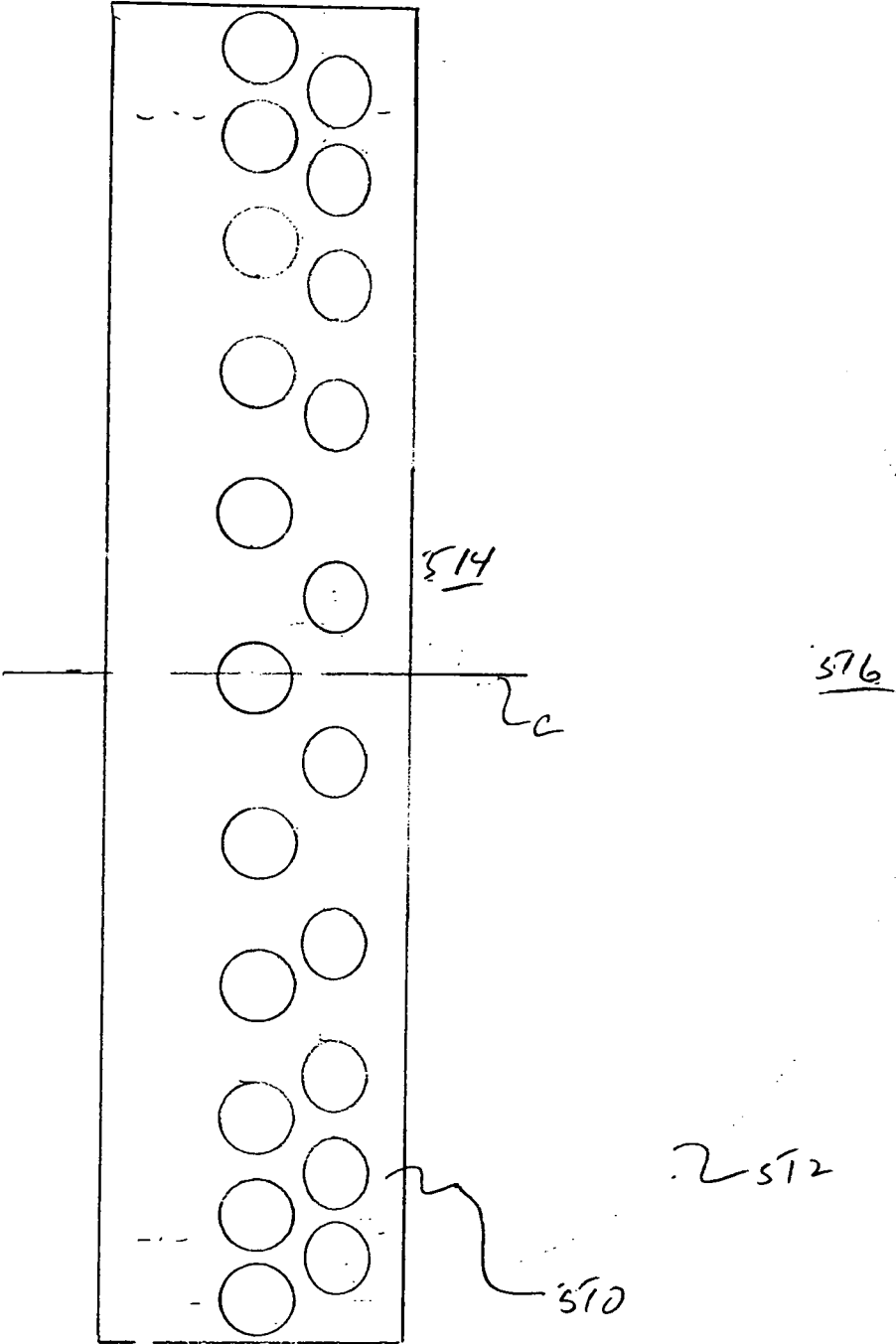
第24d圖



第24e圖



第25圖



第26圖

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：101135344

※ 申請日：101 年 9 月 26 日 ※IPC 分類：

一、發明名稱：（中文/英文）

清潔基板之刷具 /

BRUSH FOR CLEANING OF SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

一種用於例如在基板之化學機械研磨後段（post chemical mechanical polishing；post-CMP）清潔基板之刷具，該刷具利用非對稱小結或具有不同間距、大小、特徵、密度之小結來改善對基板之清潔。

三、英文發明摘要：

A brush for cleaning of substrates such as for post chemical mechanical polishing (post-CMP) of the substrates, utilizes asymmetrical nodules or nodules with varying spacing, size, features, densities to provide an improved cleaning of substrates.

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：101135344

※ 申請日：101 年 9 月 26 日 ※IPC 分類：

一、發明名稱：（中文/英文）

清潔基板之刷具 /

BRUSH FOR CLEANING OF SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

一種用於例如在基板之化學機械研磨後段（post chemical mechanical polishing；post-CMP）清潔基板之刷具，該刷具利用非對稱小結或具有不同間距、大小、特徵、密度之小結來改善對基板之清潔。

三、英文發明摘要：

A brush for cleaning of substrates such as for post chemical mechanical polishing (post-CMP) of the substrates, utilizes asymmetrical nodules or nodules with varying spacing, size, features, densities to provide an improved cleaning of substrates.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3a)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

48：軸線/刷具軸線

52：小結

55：平面

60：箭頭（擬定旋轉方向）

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：

【相關申請案之交叉參考】

本申請案主張於 2011 年 9 月 26 日提出申請之美國臨時申請案第 61/539,342 號之優先權。

【發明所屬之技術領域】

本發明概言之係關於基板之化學機械研磨 (chemical mechanical polishing; CMP)。更具體而言，本發明係關於一種用於在化學機械研磨之後清潔基板之刷具。本申請案主張於 2011 年 9 月 26 日提出申請之美國臨時申請案第 61/539,342 號之優先權。

【先前技術】

藉由依序沈積導電層、半導體層及絕緣層於晶圓上，可於半導體基板尤其是矽晶圓 (silicon wafer) 上形成積體電路 (integrated circuit; IC)。可在沈積各該層之後，蝕刻電路部件。在沈積並蝕刻一系列層之後，基板之最上表面可變得越來越不平坦 (non-planar)。不平坦之表面可於積體電路製造製程之光刻 (photolithographic) 步驟中造成問題。因此，需要週期性地平坦化半導體基板表面。

鑲嵌 (damascene) 係為一種藉由絕緣電介質 (dielectric) 而形成互連金屬線之製程。在鑲嵌中，首先在介電層中以微影方式 (lithographically) 界定一互連圖案，然後沈積金屬以填充所產生之溝槽。可藉由化學機械研磨 (平坦化) 而移除過量之金屬。化學機械研磨 (CMP) (亦被稱為化學機械平坦化) 係指一種藉由化學機械研磨而移除固體層之方法，執行該化學機械研磨之目的係

使表面平坦化並界定金屬互連圖案。雙鑲嵌 (dual damascene) 係為鑲嵌製程之一改良形式，用於藉由使用一化學機械研磨 (CMP) 製程代替金屬蝕刻而形成金屬互連幾何圖形。在雙鑲嵌中，使用二層間電介質圖案化步驟以及一個化學機械研磨步驟便能形成一圖案，而在使用一習知鑲嵌製程時原本將需要二圖案化步驟以及二金屬化學機械研磨步驟才能達成。

在一典型之化學機械研磨操作中，使用一旋轉之研磨墊 (polishing pad) 研磨基板之最外表面，該旋轉之研磨墊接納一化學反應性漿料 (slurry)。該基板係定位於該研磨墊之上，並藉由一擋圈 (retaining ring) 而保持於定位上。通常，該基板及該擋圈係安裝於一載體或研磨頭 (polishing head) 上。該載體頭對該基板施加一受控之力，以將該基板壓靠於該研磨墊上。該研磨墊於該基板之表面上之移動會使材料藉由化學及機械方式自該基板之表面移除。

在研磨之後，傳統上，藉由一擦洗裝置 (例如一刷具) 自基板表面清潔或擦洗掉漿料殘留物。美國專利第 4,566,911 號揭露一種具有一齒輪狀構形之清潔刷具滾筒，該清潔刷具滾筒具有多個與滾筒軸線成 0 度至 90 度之一夾角而形成之平行凹槽，並且亦揭露具有一圓形、橢球形、矩形或菱形等形狀之突起，該等突起之一總表面積係為整個表面積之 15% 至 65%。化學機械研磨後段用之清潔刷具可由泡沫形成。在清潔過程中，當滾筒正在旋轉且與基板嚙合時，可經由泡沫滾筒刷具而向外注射流體，以清除基板上之顆粒污染物。

此種刷具通常係由聚乙醇醇（polyvinyl alcohol）構成。當刷具旋轉且漿料被供應至基板表面時，必須施加某一水準之機械力來移除顆粒。然而，此種基板係為易損的，且若機械力過大，則可對基板造成刮擦或其他損壞。因此，將期望提供化學機械研磨後段用裝置，以使清潔基板所需之力之大小最佳化、同時減小產生過大之力而損壞基板之可能性，進而實際上規範該等力。

第 1A 圖至第 1D 圖繪示一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具 10（其可被稱為一標準刷具）。刷具 10 沿刷具之整個長度包含相同之清潔小結（nodule）14，俾利用具有相同形狀之小結來清潔一基板 12 之一中心部以及基板 12 之一邊緣部。由第 1B 圖、第 1C 圖及第 1D 圖可見，在使用中，此種刷具 10 可使得僅一部分小結 14 接觸基板 12 之外邊緣 16。參照第 1D 圖，基板 12 接觸一小結 14 之一拐角 19，該小結 14 之一側面 15 與一頂面或外表面 17 交匯於拐角 19 處。小結與基板邊緣 16 間之此種局部邊緣接觸可導致小結 14 在使用期間變形或破損，並可導致對基板之端部區域進行之清潔不徹底或不均勻以及對基板造成損壞。小結 14 之平的頂面 17 與側面 15 以直角交匯，以形成圍繞小結 14 之頂面 17 延伸之鋒利邊緣 13。因此，當刷具 10 旋轉且各列小結 14 依序與基板 12 接觸時，小結 14 的首先與基板 12 接觸之部分係為鋒利直角邊緣 13。該等鋒利邊緣 13 與基板 12 間之接觸可導致對基板施加過大之力，並因此損壞基板 12。此外，與一小結之一拐角之接觸隨後轉變成與該小結之完全接觸，此可使小結折疊或以其他方式造成該小結之不均勻壓縮，進而使該小結不可最佳地起作用。此外，應理解，此種初始拐角接觸可使拐角過度磨損，進而縮短刷

具之使用壽命。

除刷具在基板之邊緣處接觸之外，刷具/基板嚙合之特性會在基板中隨著刷具/基板介面位置之變化而變化。此外，如先前技術之第 1A 圖所最佳例示，當基板旋轉時圓柱形刷具旋轉，且圓柱形刷具沿基板之圓形覆蓋區（footprint）之一直徑、一半徑、或一弦（chord）延伸。刷具與基板之接觸通常係藉由小結達成，或位於可被命名為「接觸條帶（contact strip）」之一區域中，該接觸條帶之寬度顯著小於該刷具之直徑。當然，整個「條帶」在任何時刻皆不與基板嚙合，而是僅位於該條帶中之小結與基板嚙合。此外，當基板正在旋轉時，該條帶於該基板上持續地移動。該條帶在其穿過基板之旋轉中心之處會有效地持續維持與基板之接觸，換言之，該條帶中的小結將進入及離開該條帶（歸因於刷具之旋轉），但該條帶決不會離開基板之中心。當基板旋轉時，在基板之各邊緣處，該條帶將瞬時地嚙合於任何特定區域處。相應地，基板之每單位面積之刷具/基板接觸將於基板之中心處達到最大值，且倘若小結如第 1A 圖所示被均勻地成形及排列，則基板之每單位面積之刷具/基板接觸將沿該條帶朝基板邊緣減小。

傳統上，關於小結與基板之嚙合，首先係前拐角或「平台（plateau）」邊緣接觸，接著該接觸轉變至大部分平台表面，且隨後當與基板之接觸終止時，又轉變至後緣。當刷具旋轉時，在自一小結之初始接觸至一「垂直位置」（即，當小結相對於基板位於一垂直取向上，亦即基板相對於刷具位於一正切取向上時）之階段中，刷具小結被壓縮。自垂直位置至脫離位置，小結係處於一

減壓模態中，即，其沿徑向向外擴張。

此外，刷具/小結/基板嚙合之特性會由於刷具/基板介面在基板上之位置而有所變化。舉例而言，由於端視與基板之旋轉中心之距離而定，基板上各點或各部分之速度並不相同，故靠近基板中心之基板部分與刷具接觸之時間以及相對於刷具之相對速度將不同於遠離基板中心之基板部分之相對速度。不同之相對速度可得到不同之材料移除速率或特性。此外，例如，因刷具提供一接觸區域，該接觸區域實際上係如上所述在基板上延伸且具有一寬度之條帶，故基板之靠近中心之特定區域與該條帶之嚙合時間（每轉或每一製程間隔）將長於遠離中心之區域。該等不同嚙合特性迄今為止尚未得到解決或尚未得到充分解決。

當然，期望於化學機械研磨操作期間均勻地且最佳地將材料自基板移除。較佳地，提供一種刷具來適應或補償存在於基板上之不同刷具/基板介面特性並使形狀最佳化，以利用各別小結與基板接觸之階段以及各小結相關聯之壓縮（compression）及減壓（decompression）階段。

【發明內容】

本發明係為一種可用於清潔例如半導體晶圓、硬碟（hard disk）、平面面板等各種基板之化學機械研磨後段（post-CMP）用之清潔刷具。該化學機械研磨後段用之刷具設置有複數個小結，該等小結自一圓柱形基座向外突出並圍繞該刷具在其圓周上延伸。該等小結可具有一非對稱構形，該非對稱構形包含該等小結之一基板嚙合表面之一前緣，該前緣不同於一後緣且係為彎曲或圓形的。

該等小結可被定位、成形、及/或排列成使其適合於其在基板上之相應嚙合位置（例如，距中心之距離或距基板邊緣之距離），以提供最佳清潔效能。該等小結之定位、形狀、及/或排列方式可自基板之中心至外緣連續地變化，或者可具有複數個小結群組（例如，三個小結群組），其中各該群組中之成員具有相同之定位、形狀、及/或排列方式，且該等組自刷具與基板中心之嚙合處（通常係為圓柱形刷具之中心）至刷具與基板之外部區域之嚙合處（通常係為刷具之外緣）而變化。舉例而言，位於刷具上且與晶圓之速度較小之中心相嚙合之小結較與具有較大速度之晶圓外部相接觸之小結具有更大之尺寸及更大之接觸表面積。此使晶圓之所有部分之相對擦洗量規範化，該相對擦洗量係對於晶圓之每一部分而言刷具與晶圓嚙合時間之長短。

作為另一實例，該等小結之形狀可端視其在刷具上之位置而異，因小結與晶圓接觸之相對速度自晶圓邊緣處朝晶圓中間增大，故越靠近中間之小結可被成型為越強效之形狀，以增強擦洗動作。該「越強效」之形狀可構成不同形狀，例如前緣更寬、或小結自海綿之基座部在徑向上向外延伸更遠、或小結錐度（taper）有所變化。

當沿軸向（相對於圓柱形刷具之軸線而言）觀察時，該等小結可具有一邊緣或拐角及一後緣或後拐角，其間具有一表面，該表面可係為實質上平的或具有一凸的曲率（convex curvature）。在各實施例中，該前拐角較該後拐角更靠近圓柱形基座。在各實施例中，該後拐角較該前拐角沿徑向向外延伸更遠。在各實施例中，

沿小結所測量之後拐角與圓柱形部間之距離大於沿小結所測量之前拐角與圓柱形基座間之距離。在本發明之各實施例中，位於該等拐角間之表面可被配置成使在該刷具旋轉時該表面首先接觸基板，相比之下，在習知圓柱形小結中，則是前拐角首先接觸基板。在各實施例中，位於該前拐角與該後拐角間之該表面可係為實質上平的及有角度的，俾使位於該前拐角與該後拐角間之該表面實質上全部同時嚙合。此會在嚙合循環之壓縮部分期間提供更大小結表面區域接觸，而此據信會增強清潔。此外，在減壓期間，小結與基板間之接觸會更快地分開。

在本發明之各實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸最佳化並增強對基板之清潔。

在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮弧期間增強。

在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮期間相較於習知圓柱形小結增大。在本發明之一實施例中，位於圓柱形刷具上之小結被配置成且刷具與基板之嚙合被設置成使小結與基板之接觸在壓縮期間相較於習知圓柱形小結減小。

本發明之另一實施例係為一種在化學機械研磨後段清潔一半導體晶圓或其他基板之一表面之方法。該方法包含將一旋轉之基板之表面與具有複數個小結之一旋轉之圓柱形泡沫滾筒嚙合。該等

小結可排列成軸向列並可具有一非對稱配置，該等軸向列圍繞刷具在其周向上延伸，且該非對稱配置包含一基板嚙合表面之一前緣，該前緣係彎曲的或圓形的。在某些實施例中，一對滾筒刷具可藉由以下方式與基板嚙合：其中一第一刷具嚙合該基板之一頂側，且一第二刷具嚙合該基板之一底側。在此種實施例中，該等刷具可沿相反之方向旋轉，以與該旋轉基板之每一側交匯。因此，該第一刷具之該等非對稱小結之基板嚙合表面可位於該第二刷具之該等小結之基板嚙合表面之相對側上。位於頂側上之刷具之配置可不同於位於底側上之刷具，換言之，用於嚙合基板頂面之刷具之各小結之形狀、定位、及/或排列方式可不同於用於嚙合底側之刷具之各小結。

本發明之各實施例之另一特徵及優點係為一種具有複數個小結之刷具，其中位於該刷具之中心區域中之小結較位於該刷具之邊緣區域處之小結具有更小之一基板接觸面積。此於基板之中心區域處提供該等小結與該基板間之更均量之接觸，由於靠近中心之基板每轉之表面積小於遠離中心者，故基板之中心區域與該刷具之接觸持續時間較邊緣區域處更長。此使對基板邊緣區域之清潔最佳化，同時使由於與刷具之過量接觸而損壞中心區域之可能性最小化。

在各實施例中，一種化學機械研磨後段用之刷具被配置成適應沿一旋轉之基板之半徑所存在之不同速度。在各實施例中，該刷具沿該刷具之長度在邊緣區域處相較於該刷具之中心區域可具有不同配置之小結，該等邊緣區域將接觸基板之較快運動部分，而

該中心區域將啣合基板之一較慢運動部分（對應於基板之中部）。該刷具可在中心區域中較在邊緣區域中包含具有更小基板接觸面積之小結，該中心區域係以更大之頻率接觸基板。此外，該等小結之密度（即，該刷具之圓柱形表面上每單位面積之小結數目）可根據特定小結在基板上與基板啣合之位置（距中心或基板邊緣之距離）而有所變化。舉例而言，在啣合晶圓中心之海綿之部分中具有更大之密度。此外，該刷具之圓柱形表面上每單位面積之啣合表面積大小可端視在基板上之位置（距基板之中心或基板邊緣之所測量距離）而有所變化。舉例而言，越接近晶圓之中心之啣合表面積越大可係為有利的。

本發明實施例之一特徵及優點係為提供具有一圓形基板啣合表面之複數個小結，該圓形基板啣合表面係為在刷具旋轉時小結首先與基板啣合之部分。圓形基板啣合表面較直角或「鋒利」啣合表面對基板施加更分散之力，並因此減小由於與小結接觸而使基板受損之可能性。

本發明實施例之另一特徵及優點係為：非對稱小結容許提供具有彎曲啣合表面之更細之小結。更細之小結在與基板接觸時會更輕易地變形，且因此會對基板施加更小之力。因此，基板被小結損壞之可能性更小。

本發明實施例之再一特徵及優點係為具有一台階式後表面之非對稱小結。台階式後表面容許小結具有較細之一啣合部、同時具有較粗之一基座部。因此，當與一基板啣合時，該等小結可更輕易地變形，但基座部提供較強之一基座來防止其太輕易地變形。

非對稱設置（例如，台階式設置）可藉由例如容許一小結之最高部分發生受控之折疊而提供與基板之更均勻之嚙合力，在各實施例中，小結可被折疊並隨後承靠於該小結之另一肩部上或刷具之圓柱形表面上。

在某些應用中，可能有利的是由小結提供多重邊緣嚙合，此對於某種漿料清潔而言可更高效地操作，在此種情形中，非對稱小結可被配置成當該小結旋轉經過基板時，其不止一個邊緣與基板嚙合。此種小結可具有雙峰。

【實施方式】

儘管本文係闡述各種組成及方法，然而應理解，本發明並不僅限於所述之特定組成、設計、方法或協定，乃因該等組成、設計、方法或協定可有所變化。亦應理解，本說明中所用之術語僅用於說明特定形式或實施例之目的，而並非旨在限制本發明之範圍，本發明之範圍將僅由隨附申請專利範圍加以限定。如熟習此項技術者將知，可互換地使用術語「突起（protrusion）」與術語「小結（nodule）」來說明本文所述化學機械研磨後段（post-CMP）用之清潔刷具之部件。本文所述之基板係為一晶圓或例如平面面板、太陽能電池板等其他基板。

根據本發明實施例之小結關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱。在圓柱形刷具上，此平面轉換成位於該刷具之軸線上且穿過小結之一平面。該小結可相對於穿過該小結及之一平面對稱。

第 2 圖中繪示一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具 20。刷具 20 包含標準中心小結 22 以及邊緣小結 24，標準中心小結 22

具有一圓形形狀，且邊緣小結 24 包含與欲被清潔之一晶圓或其他基板之邊緣相對應之一外形或輪廓。中心小結 22 及邊緣小結 24 包含鋒利邊緣 23，平的頂面 27、17 與側面 25、15 於鋒利邊緣 23 處形成直角。此刷具在兩端之間不具有圓柱形形狀。

第 2 圖及第 2a 圖繪示在此項技術中習知之一化學機械研磨後段清潔過程，其包括將一基板 32 定位於一對清潔刷具 30 之間，該對清潔刷具 30 具有複數個圓柱形小結 34，該等圓柱形小結 34 圍繞該等刷具之圓周而被定位成軸向列。基板 32 如箭頭 36 所示旋轉，且刷具 30 沿如箭頭 38 所示之相對方向旋轉。因此，當刷具 30 旋轉時，小結 34 之鋒利邊緣 33 首先接觸基板 32，鋒利邊緣 33 係由小結 30 之頂面 37 與側面 35 之間相交所形成。在刷具 30 旋轉時依序接觸基板 32 之該等鋒利邊緣 33 對於保護及清潔該基板而言並非最佳的。

據信，藉由使用不均勻或不對稱之小結圖案，可使在使用化學機械平坦化後段用之清潔刷具（CMP 刷具）清潔基板時所用之機械力更佳地最佳化。非對稱小結（例如如下小結：其在該等小結接觸基板之處具有一彎曲或圓形之部分，且在不接觸基板之一後緣上具有一不同之配置）據信能夠提供有利之清潔。此外，藉由使小結之密度沿軸向長度有所變化，可補償對於旋轉基板之不同相對速度及擦洗時間，該等不同之相對速度及擦洗時間係為在圓形基板圍繞一中心軸線旋轉時所固有的。舉例而言，第 1A 圖中所示基板之中心將幾乎持續地擦洗啣合旋轉之刷具，相對而言，靠近晶圓之外緣之區域則很少啣合刷具。在本發明之各實施例中，

小結可關於穿過刷具及穿過圓柱形基座軸線而沿軸向延伸之一平面不對稱，並可沿該刷具之軸向長度具有變化之密度。

參照第 3 圖至第 3b 圖，一刷具 40 具有一圓柱形基座 42，圓柱形基座 42 具有二相對之端部 44、46、一軸線 48、一圓柱形外表面 50、以及自該圓柱形外表面延伸出之複數個小結 52。於第 3a 圖中可最佳地看出，各該小結關於穿過該刷具及穿過刷具軸線 48 而沿軸向延伸之一平面 55 不對稱。該刷具可具有如箭頭 60 所指示之一擬定旋轉方向且具有一前緣 62 及一後緣 64。在該實施例中，該前緣具有一前緣角度 66，前緣角度 66 係由小結之圓柱形外表面 68 與頂面 70 界定。一後緣角度 72 係以類似方式界定且大於該前緣。

現在參照第 4a 圖至第 19 圖，圖中顯示根據本發明實施例之複數個非對稱小結構造之表示圖。第 4a 圖、第 4b 圖、第 12 圖繪示根據本發明一實施例之一小結 100、110，小結 100、110 具有一基板嚙合表面 109、119，基板嚙合表面 109、119 包含一頂面 107、117 及一圓形前緣 103、113，圓形前緣 103、113 形成於前側面 105、115 與頂面 107、117 交匯處。頂面 107 可具有一平的構形或圓形構形。當小結 100、110 如本文所述圍繞一刷具分散且旋轉以清潔一基板時，圓形或彎曲之前緣 103、113 係為小結 100、110 的首先與基板接觸之部分，此會減小由鋒利前緣產生過大力之可能性。箭頭指示在特定實施例中圓柱形基座之擬定旋轉方向，小結自圓柱形基座延伸出。在替代實施例中，該等圓柱體可反向地旋轉。

第 4a 圖所示之小結具有一前緣 62，前緣 62 之曲率半徑 r_1 實質大於後緣 64 之曲率半徑 r_2 。

小結 110 之寬度或周長對高度之比率可小於小結 100。此使小結 110 能夠更輕易地變形並因此減小每個小結對基板施加之機械力，進而減小刮擦基板之可能性。在一個實施例中，採用此種小結 110 之一化學機械研磨後段用之刷具所具有之小結 110 之數目可大於具有較粗小結 100 之一刷具。

第 6 圖及第 11 圖繪示根據本發明再一實施例之一小結 120。小結 120 具有一彎曲或圓形之基板嚙合表面 129，基板嚙合表面 129 自前側面 125 開始沿前緣 123 及頂面 127 延伸。小結 120 亦包含一台階式後表面 126。類似於小結 110，台階式小結 120 提供一較薄之基板嚙合部 122，該較薄之基板嚙合部 122 將更輕易地變形，以減小損壞基板之可能性。然而，台階式後表面 126 提供更寬之基座部 121，該更寬之基座部 121 提供更強之基座，該更強之基座防止小結 120 太輕易地變形並防止無法施加足以清潔一基板之力。嚙合部 122 可具有一可變寬度，該等部分之寬度可被選擇成對基板提供適當之力。

第 7 圖、第 8 圖、第 18 圖、第 9 圖及第 19 圖繪示根據本發明之實施例之小結。第 7 圖、第 8 圖、第 9 圖及第 19 圖繪示小結 130、140、150，該等小結具有一鋒利拐角 131、141、151、151.1 作為前緣，且於小結 130、140、150 之一後側 136、146、156 上具有一基板嚙合表面 139、149、159 之一彎曲或圓形之後緣 133、143、153。

第 8 圖及第 18 圖繪示一小結 140，小結 140 具有一鋒利前緣 141、一彎曲或圓形之基板嚙合表面 149，該彎曲或圓形之基板嚙合表面 149 自小結 140 之一後側 146 一直延伸至小結 140 之前側 145。第 9 圖及第 19 圖繪示一小結 150，小結 150 具有一台階式初始嚙合部 155 及位於小結 150 之一後側 156 上之彎曲或圓形表面 159。儘管小結被繪示為具有一圓形基座或覆蓋區，然而小結亦可具有各種其他構形（例如，正方形或矩形（如第 10A 圖至第 10F 圖所示）、卵形、三角形或任何其他形狀）。

第 20 圖繪示根據本發明一實施例之用於對一基板 201 執行一化學機械研磨後段清潔過程之一系統 200，系統 200 包含一第一或頂部化學機械研磨後段用之刷具 210 及一第二或底部化學機械研磨後段用之刷具 220。當基板 201 沿 206 所指示之方向旋轉時，第一刷具 210 嚙合基板 201 之一頂部或前側 202，且第二刷具 220 嚙合基板 201 之一底部或後側 204。第一刷具 210 沿方向 212 旋轉且具有複數個非對稱小結 214，該等非對稱小結 214 圍繞刷具 210 之圓周對齊而形成軸向列。第二刷具 220 沿相反方向 222 旋轉且具有複數個非對稱小結 224，該等非對稱小結 224 圍繞刷具 220 之圓周對齊而形成軸向列。因此，該二刷具皆朝旋轉之基板旋轉。每組小結 214、224 皆被配置成使小結 214、224 之彎曲或圓形之基板嚙合表面 219、229 包含小結的首先接觸基板 201 之前部。在某些實施例中，僅頂部刷具 210 或底部刷具 220 其中之一包含非對稱小結，而另一者則可利用標準對稱小結（例如，具有圓形嚙合表面）。

參照第 1A 圖可最清楚地看出，當使用一旋轉之刷具來清潔一旋轉之基板時，當基板旋轉時，由於邊緣區域需旋轉一更大之距離方到達該刷具之相對側，因此基板之中心部分將較基板之邊緣區域更頻繁地接觸刷具。因此，若採用在刷具之整個長度上具有相同接觸面積大小之小結，可導致兩種不期望之結果其中之一。若基板之中心區域得到適當地清潔，則基板之邊緣區域會由於與刷具之接觸減少而不能被適當地清潔。然而，若邊緣區域得到適當地清潔，則中心區域可由於過度接觸以及由於與刷具之接觸增大所產生之摩擦而受損。

第 21 圖及第 24a 圖至第 24e 圖例示位於基板 312 上之刷具 310 之輪廓 392 以及刷具/基板接觸之實際區域 393。應注意，由於小結之頂面之形狀及角度，小結之初始嚙合實質上係為由較大圓形接觸區域 394 所表示之小結之整個頂面。當刷具旋轉時，接觸區域在穿過接觸區域 393 之中心線 399 時保持為大。隨後，當刷具進一步旋轉時，接觸區域 396 迅速減小，並在即將脫離之前變得極小。當刷具與基板二者皆旋轉時，刷具/基板嚙合區域 393 在刷具或基板上並不固定，而是其將係為端視刷具基板之定向而位於刷具之下或鄰近刷具之一靜態區域。

參照第 25 圖，刷具 410 可設置有複數個小結，中心區域處之小結具有較小之覆蓋區及接觸表面，以減小小結與基板之中心區域間之接觸，且位於邊緣區域處之小結可較位於中心區域（例如，軸向中心 c）中之小結更寬（即，直徑更大）且具有更大之接觸表面。此種分佈可使刷具在基板上之接觸更均勻，此會使基板邊緣

區域之清潔最佳化、同時使由於刷具與基板之過度接觸而損壞基板中心區域之可能性最小化。此種分佈係為區域密度之變化。各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面積，小結於該覆蓋區處連接至圓柱形基座。區域密度係由一特定區域中被各個圓柱形區域劃分之累積覆蓋區面積來定義。

參照第 26 圖，刷具 510 可設置有具有一較低密度之小結，該等小結於基板之中心區域 514 處提供較外部區域 516 處更少之接觸表面，以使中心區域處之接觸少於外部區域。此種分佈可使刷具在基板上之接觸更均勻，此會使基板邊緣區域之清潔最佳化、同時使基板之中心區域受損之可能性最小化。該分佈係藉由改變位於相對之端部列中間之圓柱形基座之數值密度來反映。小結之數值密度被定義為圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目。如圖所示，該數值密度沿該刷具自二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之另一者軸向地變化。在基板很少嚙合刷具之端部處之密度較高，且在中間、在基板頻繁嚙合刷具之軸向中心 c 處之密度較低。

在另一實施例中，中心區域可利用台階減小式小結，且邊緣區域可利用全尺寸小結。儘管將刷具闡述為利用非對稱小結，然而刷具亦可採用對稱小結（例如，具有圓形或平的頂面之小結）。在另一實施例中，小結之密度及小結之大小二者可端視在刷具上之位置而有所變化。

在某些實施例中，刷具可具有沿軸向長度變化之小結密度，以及具有同樣沿軸向長度變化之各別小結表面嚙合面積。

在某些實施例中，泡沫之密度及/或孔隙率（porosity）可例如在小結處發生變化。舉例而言，小結在其向外暴露之表面處之孔隙率可大於在自基座延伸之圓柱形表面處之孔隙率。

在某些實施例中，基板在刷具之一半上係與刷具沿同一方向旋轉而在刷具之另一半上則沿與基板相反之方向旋轉，進而提供不同之相對啮合速度範圍，刷具之各半上之小結大小、特性、密度會將該事實考量在內。舉例而言，與基板一起旋轉之刷具之一半所具有小結之範圍可大於與小結相對地旋轉之刷具之另一半，以提供更大之擦洗作用。

先前技術專利揭露了適於與本文所揭露之本發明各種實施例一起使用之特定配置、模式、結構、系統、製程、及解決方案。以下特定專利及公開案以引用方式併入本文中：美國專利第 7,984,526 號、第 6,299,698 號、第 6,240,588 號、第 5,875,507 號、第 4,083,906 號、第 5,311,634 號、第 5,554,659 號、及第 5,675,856 號、以及美國專利公開案第 2009-0044830 A1 號、國際公開案第 WO 2011/103538 號。

儘管上文係顯示用於體現本發明各個態樣之若干實例性製品、組成物、設備及方法，然而當然應理解，本發明並不僅限於該等實施例。熟習此項技術者可尤其根據上文之教示內容而作出各種修飾。舉例而言，一個實施例之組件及特徵可被取代為另一實施例之對應組件及特徵。進一步，本發明可包含該等實施例的任一組合或子組合形式之各種態樣。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係為一先前技術化學機械研磨後段用之清潔刷具及一基板（虛線圓圈）之圖式；

第 1B 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 1C 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 1D 圖係為第 1A 圖之刷具及基板之一邊緣部分之局部視圖；

第 2 圖顯示先前技術之另一化學機械研磨後段用之清潔刷具；

第 2a 圖係為處於先前技術之一化學機械研磨後段清潔過程中之刷具之示意性剖視圖；

第 3 圖係為根據本發明一實施例之一刷具之正視圖；

第 3a 圖係為第 3 圖之刷具之側視立面圖；

第 3b 圖係為第 3 圖及第 3a 圖之刷具之一小結之詳細視圖；

第 4a 圖及第 4b 圖係為根據本發明實施例之非對稱小結之側視立面圖；該等小結關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱；在圓柱形刷具上，該平面轉換成穿過該圓柱形刷具之軸線及穿過小結之一平面；該等小結可於頂部結構下方具有圓柱形或橢圓柱形基座；

第 5a 圖係為一非對稱小結之俯視平面圖，該非對稱小結之一側之曲率半徑大於另一側上之曲率半徑；穿過該小結之虛線表示延伸穿過圓柱形刷具之軸線之一平面，且該小結關於該平面不對稱，自虛線起始之箭頭係指示一實例性旋轉方向；

第 5b 圖係為第 5a 圖之小結沿線 5b-5b 截取之側視立面圖；

第 6 圖至第 9 圖係為根據本發明實施例之非對稱小結之側視立面圖；該等小結至少關於垂直於頁面之一垂直平面不對稱；在圓柱形刷具上，此平面轉換成穿過該圓柱形刷具之軸線及穿過小結之一平面，箭頭指示該圓柱形刷具之一實例性旋轉方向，該圓柱形刷具之各該小結係為分開的；

第 10 圖至第 12 圖係為根據本發明之實施例具有一圓形覆蓋區之非對稱小結之透視圖，該圓形覆蓋區提供一圓柱形基座；

第 13 圖至第 15 圖係為根據本發明之實施例具有一矩形覆蓋區之非對稱小結之透視圖；

第 16 圖至第 19 圖係為根據本發明之實施例具有一圓形覆蓋區之非對稱小結之透視圖，該等覆蓋區亦可為橢圓形的；

第 20 圖係為根據本發明一實施例之一化學機械研磨後段清潔過程；

第 21 圖例示根據本發明一實施例位於一基板上之一刷具之小結接觸區域；

第 22a 圖及第 22b 圖係為顯示一非對稱小結首先在該小結之彎曲側上嚙合基板表面之示意性剖視圖；

第 23a 圖及第 23b 圖係為顯示一非對稱小結首先在其彎曲側上嚙合基板表面且該彎曲側折疊至該小結之一肩部上之示意性剖視圖；

第 24a 圖至第 24e 圖係為顯示一非對稱小結首先在其彎曲側上嚙合基板表面、進而在基板接觸之壓縮階段期間增強接觸之示意

性剖視圖；

第 25 係為根據本發明一實施例位於一基板上方之一刷具之平面視圖，其中小結尺寸朝基板之邊緣及刷具之端部增大，為簡化繪製起見，僅例示出二列小結，但應理解，所示圖案圍繞圓柱形基座在其圓周上重複排列；以及

第 26 圖係為根據本發明一實施例位於一基板之上之一刷具之平面圖，其中小結密度朝基板之邊緣及刷具之端部增大，為簡化繪製起見，例示出僅二軸向列小結，但應理解，所示圖案圍繞圓柱形基座而在其圓周上重複排列。

【主要元件符號說明】

10：刷具

12：基板

13：鋒利邊緣

14：小結

15：側面

16：外邊緣

17：外表面/平的頂面

19：拐角

20：化學機械研磨後段用之清潔刷具/刷具

22：中心小結

23：鋒利邊緣

24：邊緣小結

25：側面

27：平的頂面

30：刷具

32：基板



33：鋒利邊緣

34：圓柱形小結/小結

35：側面

36：箭頭

37：頂面

38：箭頭



40：刷具

42：圓柱形基座

44：端部

46：端部

48：軸線/刷具軸線

50：圓柱形外表面

52：小結

55：平面

60：箭頭（擬定旋轉方向）

62：前緣

64：後緣

66：前緣角度

68：圓柱形外表面

70：頂面

72：後緣角度

100：小結

103：前緣

105：前側面

107：頂面

109：基板嚙合表面

110：小結

113：前緣

115：前側面

117：頂面

119：基板嚙合表面

120：小結

121：基座部

122：基板嚙合部/嚙合部

123：前緣

125：前側面

126：台階式後表面

127：頂面



129：基板嚙合表面

130：小結

131：鋒利拐角

133：後緣

136：後側

139：基板嚙合表面



140：小結

141：鋒利拐角

143：後緣

145：前側

146：後側

149：基板嚙合表面

150：小結

151：鋒利拐角

151.1：鋒利拐角

153：後緣

155：初始嚙合部/台階式前表面

156：後側

159：基板嚙合表面

200：系統

201：基板

202：頂部或前側

204：底部或後側

206：方向

210：第一或頂部化學機械研磨後段用之刷具/第一刷具/頂部刷具

212：方向

214：小結

219：基板嚙合表面

220：第二或底部化學機械研磨後段用之刷具/第二刷具/底部刷具

222：相對方向

224：小結

229：基板嚙合表面

310：刷具

312：基板

392：輪廓

393：接觸區域

○

394：較大圓形接觸區域

396：接觸區域

399：中心線

410：刷具

510：刷具

514：中心區域

○

516：外部區域

r1：曲率半徑

r2：曲率半徑

5b-5b：線

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形基座之形狀自端部延伸至端部，且複數個小結（nodule）自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
2. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該擬定旋轉方向定向，且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之曲率半徑。
3. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一台階。
4. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一基座，該基座具有一圓形覆蓋區（footprint）或一橢圓形覆蓋區其中之一。
5. 如請求項 1 或 2 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線，且各該小結具有一平的上表面部，且該平的上表面部係與各該小結

之該軸線成一斜角。

6. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線並更具有一平的上表面部。
7. 如請求項 6 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有一軸線並更具有一平的上表面部。
8. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。
9. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有兩個相對之端部列，其中各小結具有一覆蓋區和一覆蓋區面積，以及其中各該圓柱形基座中間的該相對端部列具有一該等小結的單位面積密度，定義為該圓柱形基座的一特定面積裡該等小結的累積圓形覆蓋區，除以所述圓柱表面面積，且其中該小結的面積密度從刷具的軸心到該各端都在變化。
10. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形基座之形狀自端部延伸至端

部，且複數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成為一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，其中該等小結之尺寸或該等小結於該圓柱形基座上之間距至少其中之一具有在該圓柱形基座上軸向延伸之一梯度。

11. 如請求項 10 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該等小結具有至少三種不同之配置，該等不同之配置係為大小及形狀其中之一。
12. 如請求項 10 或 11 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
13. 如請求項 10 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。
14. 如請求項 10 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，其中各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面

積，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該等小結之該數值密度自該刷具之一軸線中心至各該端部發生變化。

15. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形基座之形狀自端部延伸至端部，且複數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成為一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結數目，且其中該數值密度沿該刷具自該二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之另一者軸向地變化。

16. 如請求項 15 所述之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地延伸穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。

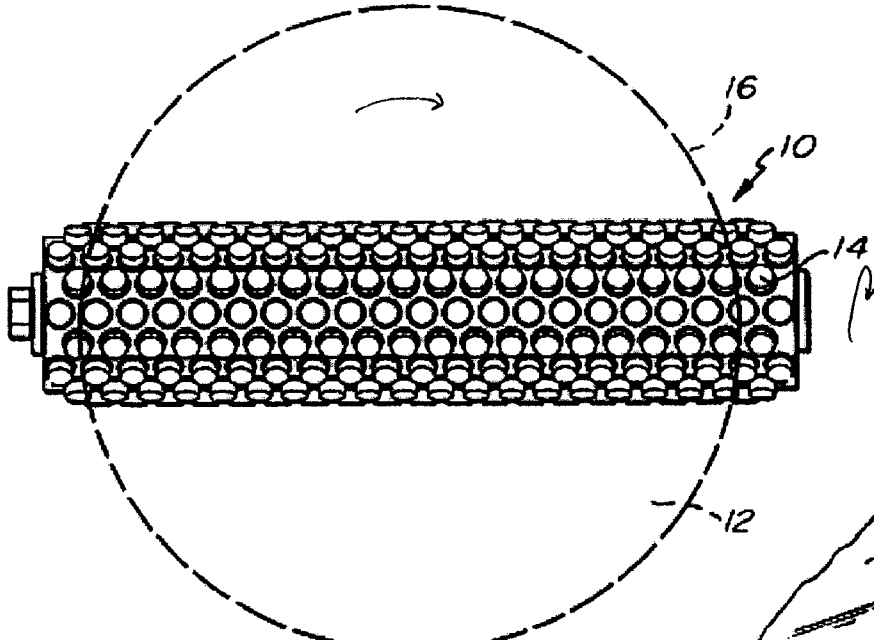
17. 如請求項 1 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該刷具之一擬定旋轉方向定向，

且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之該最小曲率半徑。

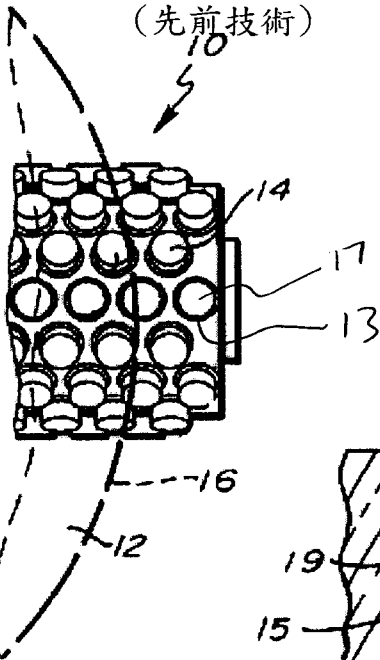
18. 一種用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，該刷具具有一圓柱形基座，該圓柱形基座具有一軸線，該軸線具有一對端部，該圓柱形基座之形狀自端部延伸至端部，且複數個小結自該圓柱形基座延伸出並與該圓柱形基座成一體，該刷具具有一擬定旋轉方向，其中各該小結具有一前側及一後側，該圓柱形基座及該等小結構成一成一體之多孔泡沫結構，各該小結具有一覆蓋區及一覆蓋區面積，且其中該圓柱形基座上之該等小結具有二相對之端部列，且其中位於該等相對之端部列中間之該圓柱形基座之每一圓柱形單位面積皆具有該等小結之一數值密度，該數值密度被定義為該圓柱形基座之每圓柱形單位面積之小結之累積覆蓋區面積，且其中該數值密度沿該刷具自該二相對之端部列其中之一至該二相對之端部列其中之一者軸向地變化。
19. 如請求項 18 所述之刷具，其中該圓柱形基座上之該等小結分別具有一形狀，該形狀相對於一沿徑向及軸向延伸之平面不對稱，該沿徑向及軸向延伸之平面居中地穿過各該小結以及穿過該圓柱形基座之該軸線。
20. 如請求項 18 所述之用於在複數個基板之化學機械研磨之後清潔該等基板之刷具，其中各該小結具有彎曲之一前緣及相對之一後緣，彎曲之該前緣朝該刷具之該擬定旋轉方向定向，且其中該後緣具有一最小曲率半徑，且該前緣具有一最小曲

率半徑，該後緣之該最小曲率半徑小於該前緣之該最小曲率半徑。

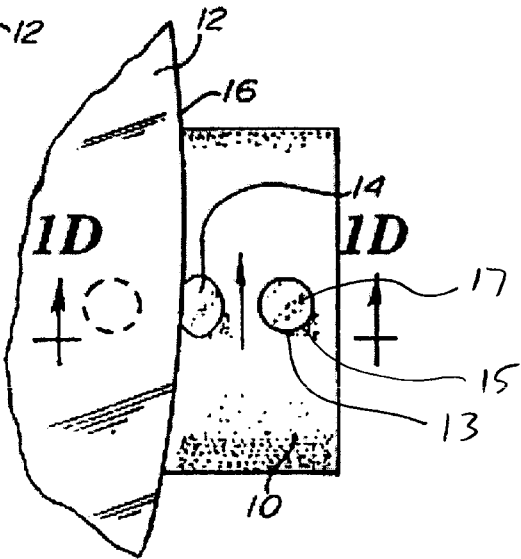
八、圖式：



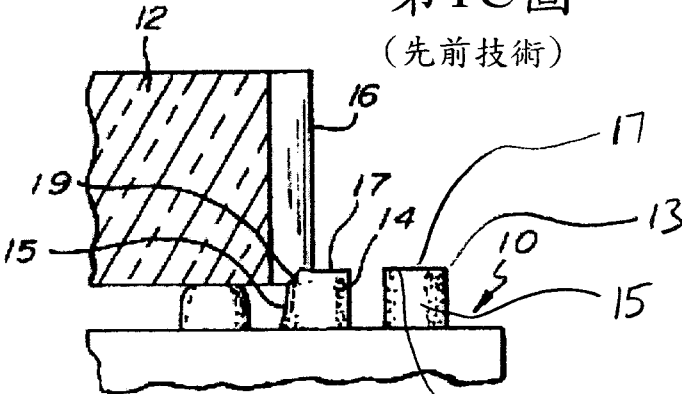
第1A圖
(先前技術)



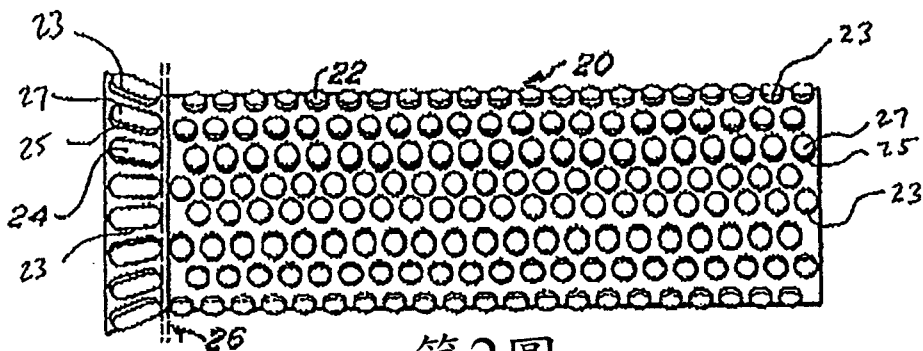
第1B圖
(先前技術)



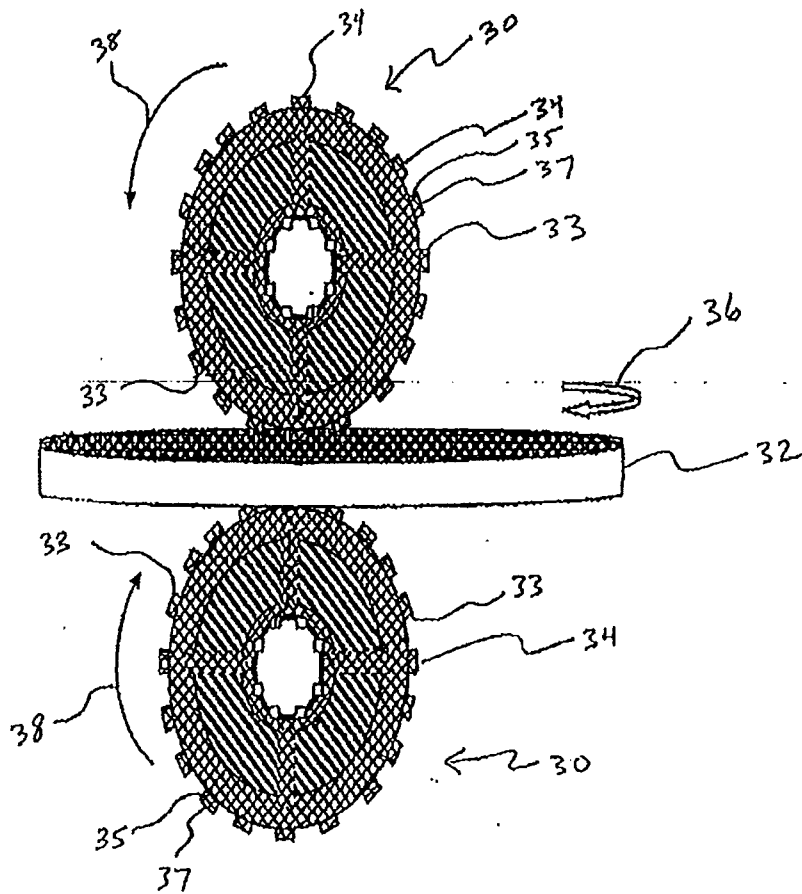
第1C圖
(先前技術)



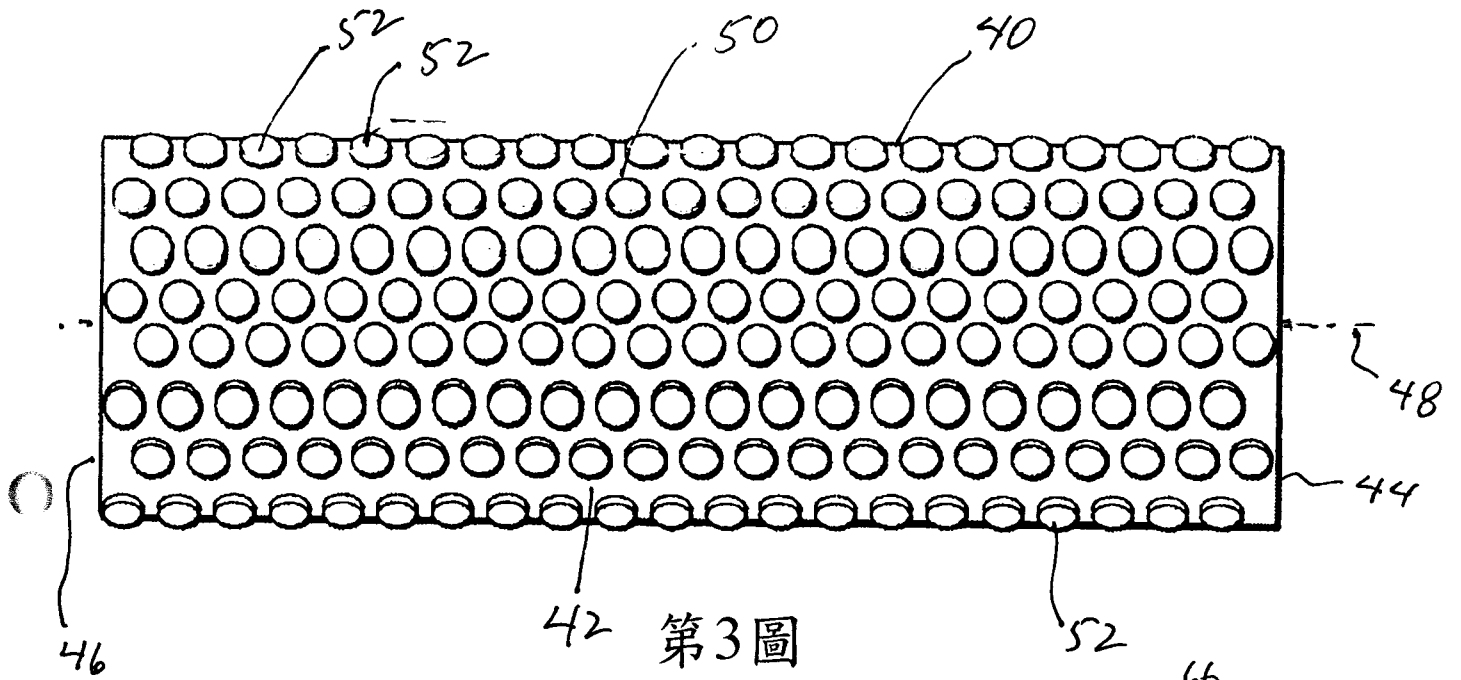
第1D圖
(先前技術)



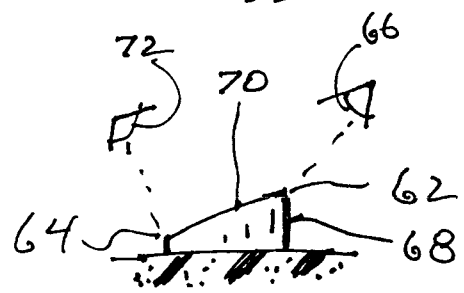
第2圖
(先前技術)



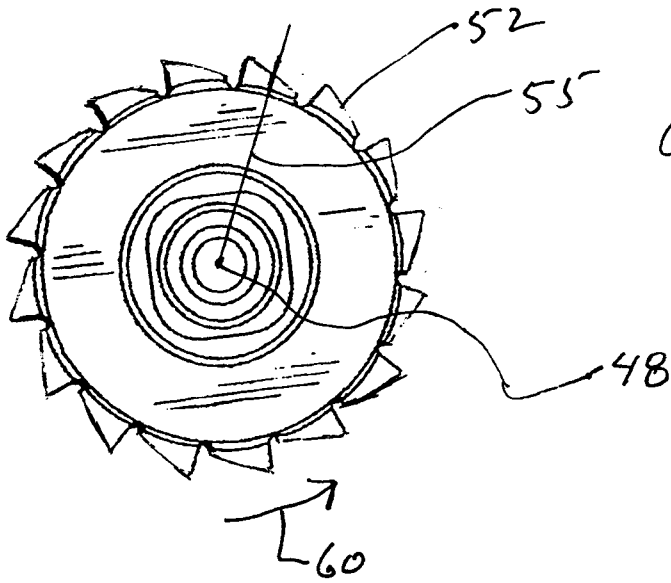
第2a圖
(先前技術)



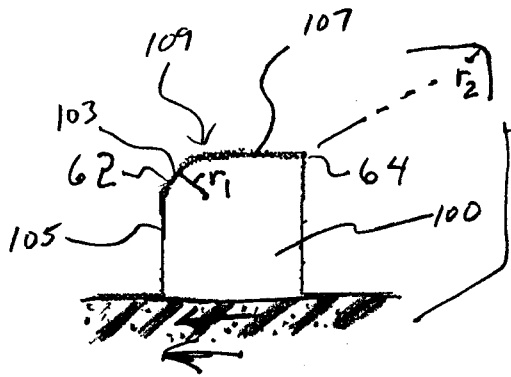
第3圖



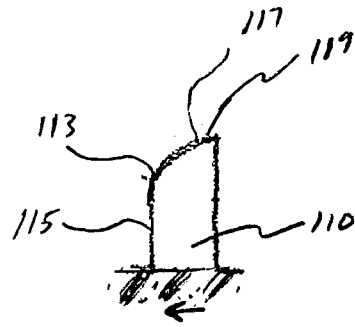
第3b圖



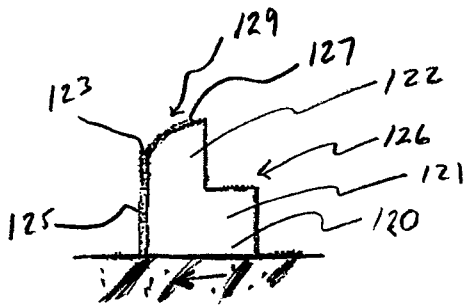
第3a圖



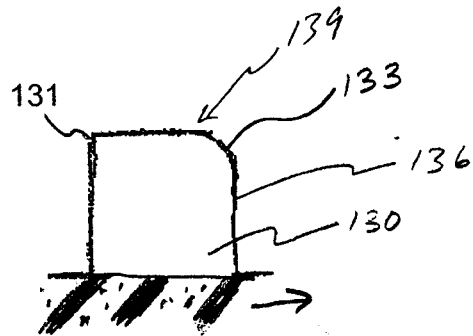
第4a圖



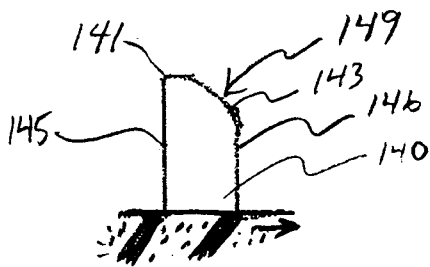
第4b圖



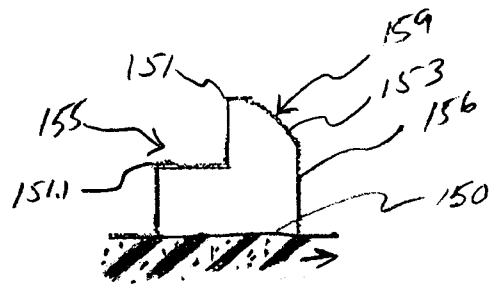
第6圖



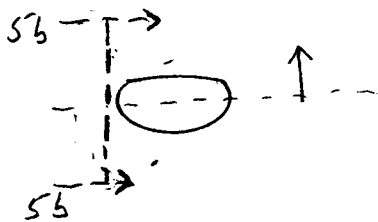
第7圖



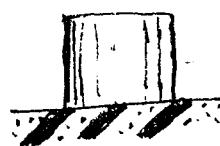
第8圖



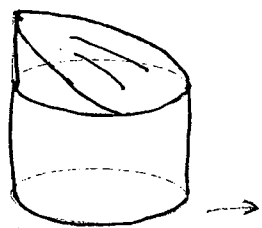
第9圖



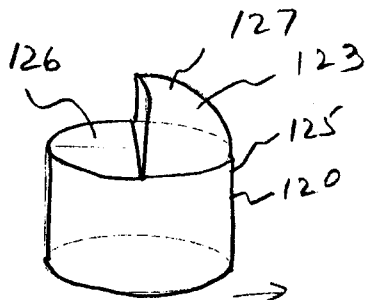
第5a圖



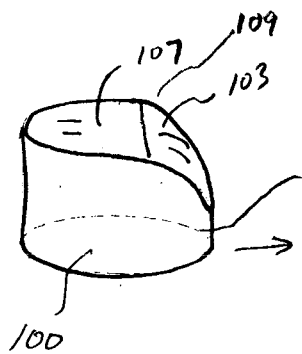
第5b圖



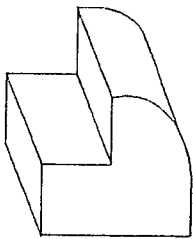
第10圖



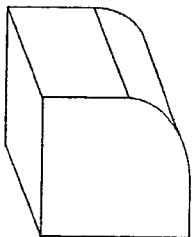
第11圖



第12圖



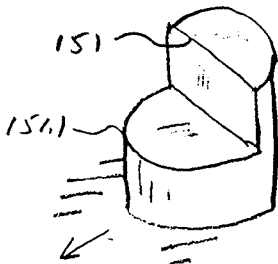
第13圖



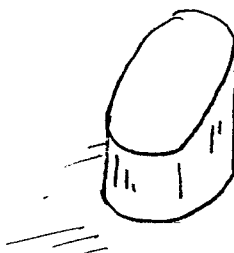
第14圖



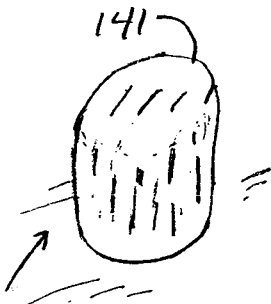
第15圖



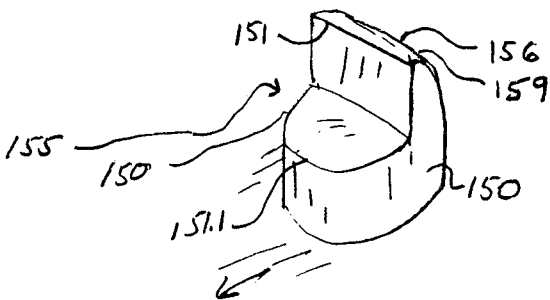
第16圖



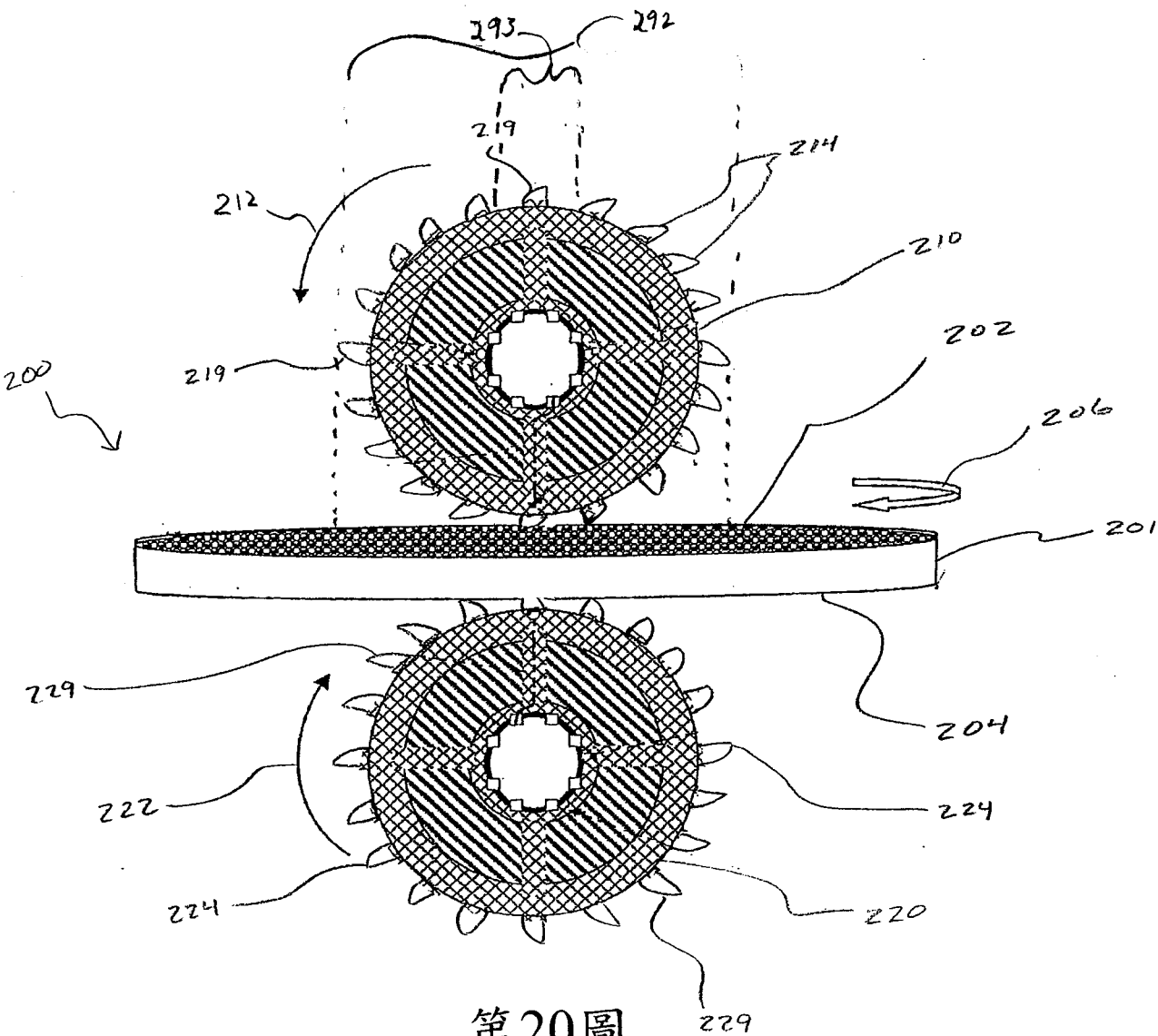
第17圖



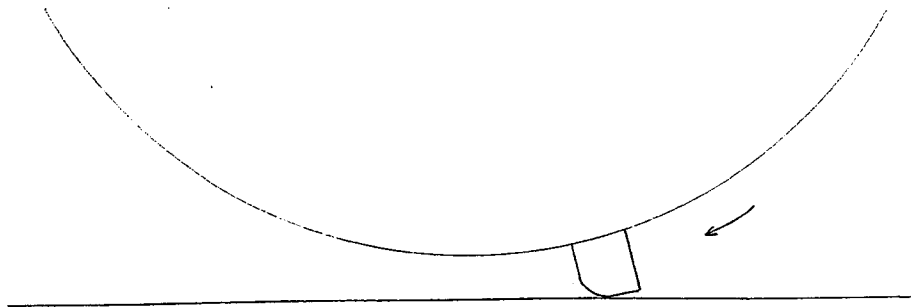
第18圖



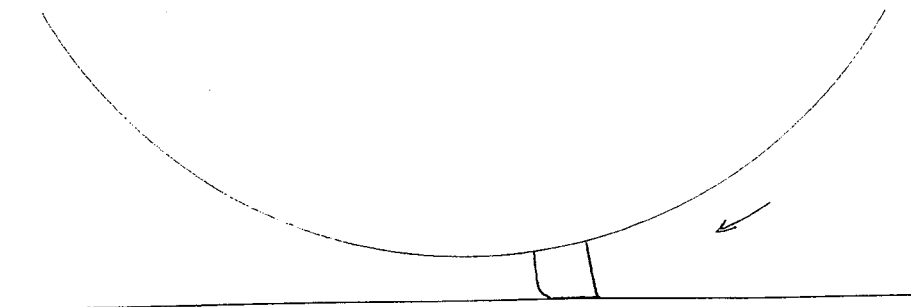
第19圖



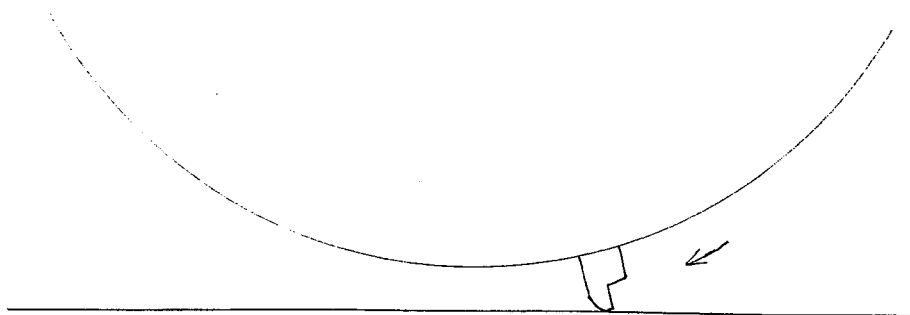
第20圖



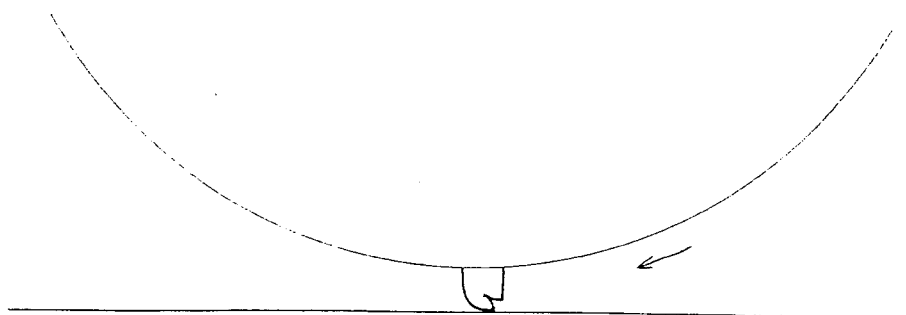
第22a圖



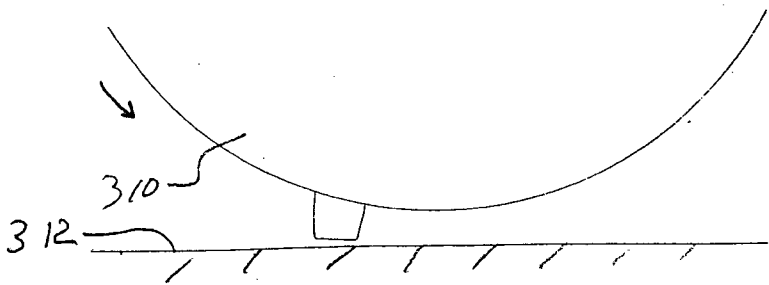
第22b圖



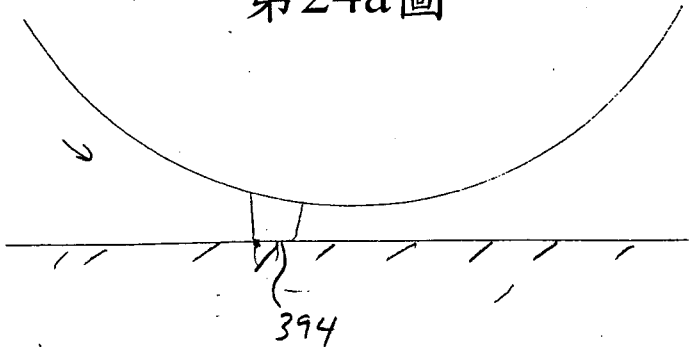
第23a圖



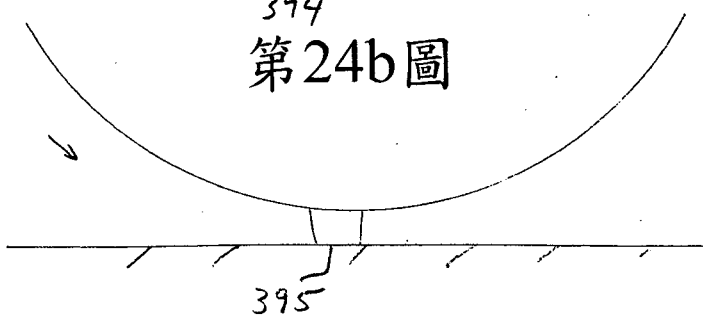
第23b圖



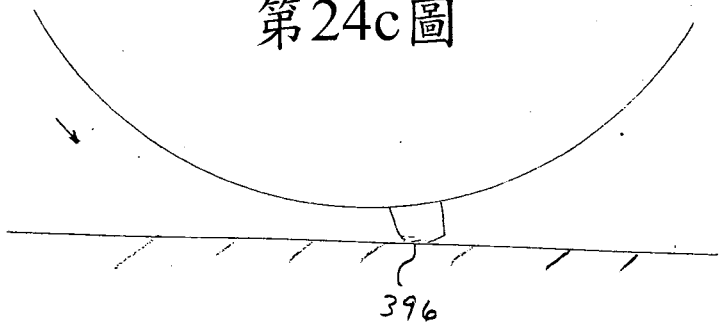
第24a圖



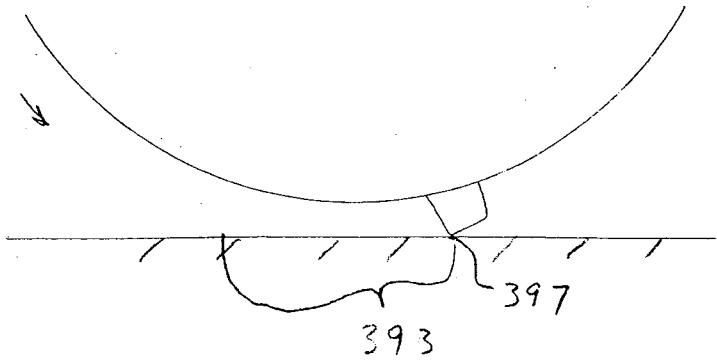
第24b圖



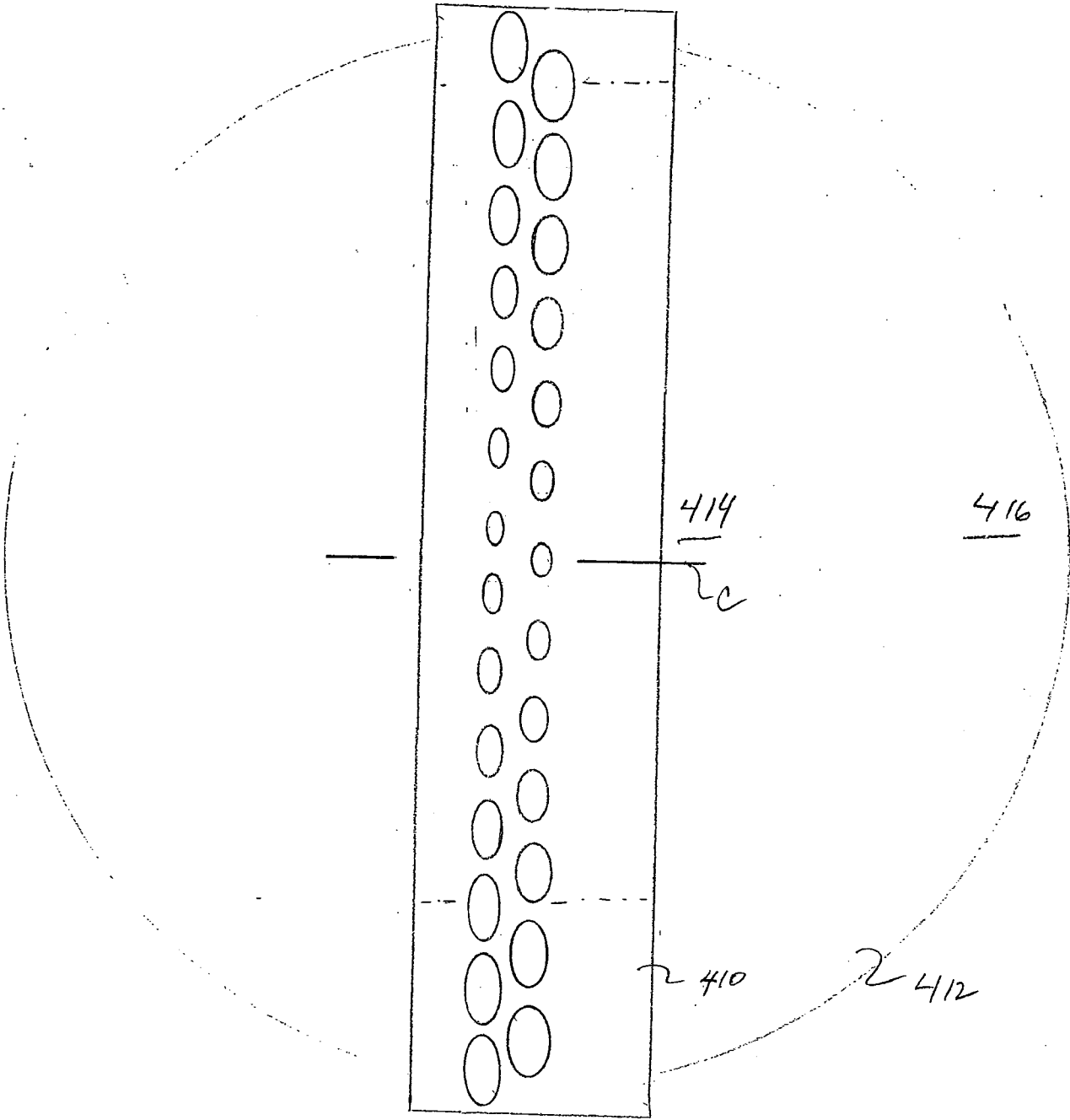
第24c圖



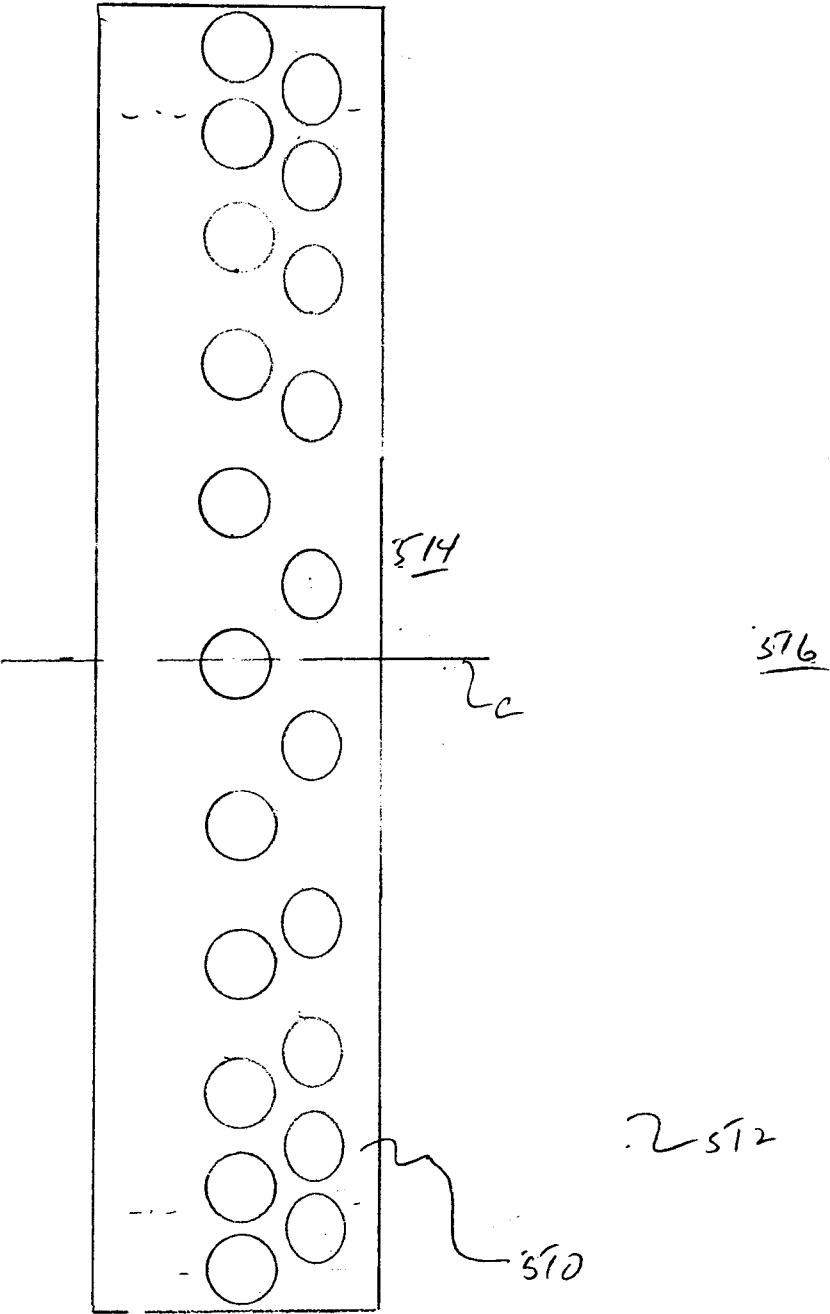
第24d圖



第24e圖



第25圖



第26圖