



(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 I506669 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：099119545

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl. : H01L21/02 (2006.01)

C11D17/00 (2006.01)

B08B3/00 (2006.01)

(30)優先權：2009/06/16 美國

12/485,733

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

美國

(72)發明人：川口 直志 KAWAGUCHI, MARK NAOSHI (US)；梅 世禮 MUI, DAVID (US)；

威爾克遜 馬克 WILCOXSON, MARK (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

US 5372652

US 7479205B2

US 2007/0151583A1

審查人員：陳佳瑤

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：11 共 39 頁

(54)名稱

顆粒污染物之移除方法

METHOD OF PARTICLE CONTAMINANT REMOVAL

(57)摘要

用以從固體表面移除顆粒污染物的設備與方法包含將黏彈性材料層提供在固體表面上。黏彈性材料係以薄膜方式施加並且表現出實質似液體特性。黏彈性材料至少部分地與顆粒污染物結合。高速液體被施加至黏彈性材料，以使黏彈性材料表現出似固體行為。黏彈性材料於是可與顆粒污染物一起從固體表面被去除，因此可清理具有顆粒污染物的固體表面。

Apparatus and methods for removing particle contaminants from a solid surface includes providing a layer of a viscoelastic material on the solid surface. The viscoelastic material is applied as a thin film and exhibits substantial liquid-like characteristics. The viscoelastic material at least partially binds with the particle contaminants. A high velocity liquid is applied to the viscoelastic material, such that the viscoelastic material exhibits solid-like behavior. The viscoelastic material is thus dislodged from the solid surface along with the particle contaminants, thereby cleaning the solid surface of the particle contaminants.

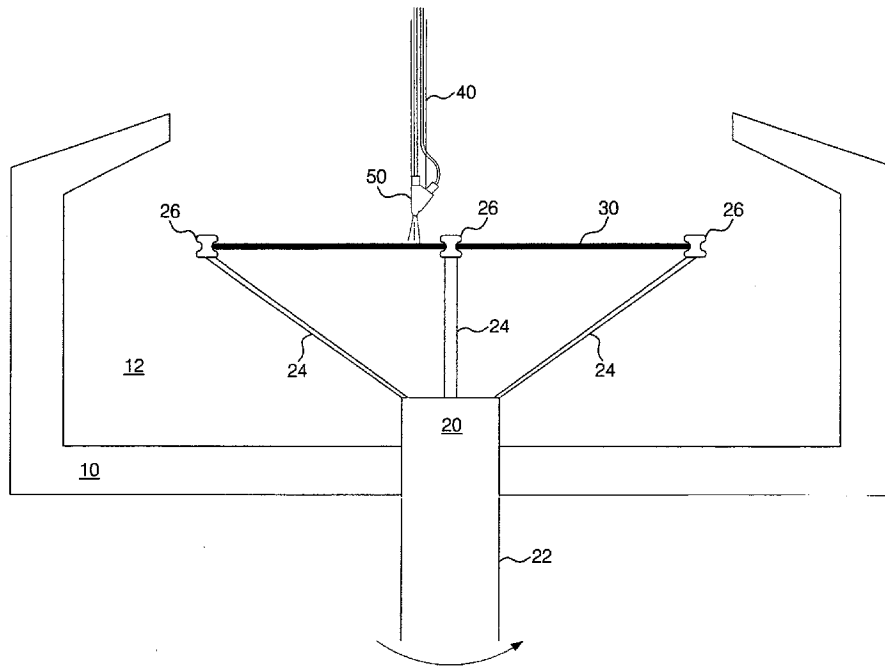


圖 1

- 10 . . . 槽體
- 12 . . . 腔室
- 20 . . . 支撐部
- 22 . . . 軸
- 24 . . . 手臂
- 26 . . . 襯墊
- 30 . . . 晶圓
- 40 . . . 手臂
- 50 . . . 噴霧器

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： 99119545 H01L 21/62 (2006.01)

※申請日： 99. 6. 15 ※IPC 分類： C11D 17/60 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文) B08B 3/60 (2006.01)

顆粒污染物之移除方法

METHOD OF PARTICLE CONTAMINANT REMOVAL

二、中文發明摘要：

用以從固體表面移除顆粒污染物的設備與方法包含將黏彈性材料層提供在固體表面上。黏彈性材料係以薄膜方式施加並且表現出實質似液體特性。黏彈性材料至少部分地與顆粒污染物結合。高速液體被施加至黏彈性材料，以使黏彈性材料表現出似固體行為。黏彈性材料於是可與顆粒污染物一起從固體表面被去除，因此可清理具有顆粒污染物的固體表面。

三、英文發明摘要：

Apparatus and methods for removing particle contaminants from a solid surface includes providing a layer of a viscoelastic material on the solid surface. The viscoelastic material is applied as a thin film and exhibits substantial liquid-like characteristics. The viscoelastic material at least partially binds with the particle contaminants. A high velocity liquid is applied to the viscoelastic material, such that the viscoelastic material exhibits solid-like behavior. The viscoelastic material is thus dislodged from the solid surface along with the particle contaminants, thereby cleaning the solid surface of the particle contaminants.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 槽體
- 12 腔室
- 20 支撐部
- 22 軸
- 24 手臂
- 26 襯墊
- 30 晶圓
- 40 手臂
- 50 噴霧器

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：

【相關申請案之交互參照】

本申請案係關於美國專利申請案第 12/131,654 號(代理人案號 LAM2P628A)，申請於 2008 年 6 月 2 日，標題為「MATERIALS FOR PARTICLE REMOVAL BY SINGLE-PHASE AND TWO-PHASE MEDIA」；以及關於美國專利申請案第 12/165,577 號(代理人案號 LAM2P638)，申請於 2008 年 6 月 30 日，標題為「SINGLE SUBSTRATE PROCESSING HEAD FOR PARTICLE REMOVAL USING LOW VISCOSITY FLUID」。本申請案亦關於美國專利申請案第 12/262,094 號(代理人案號 LAM2P646)，申請於 2008 年 10 月 30 日，標題為「ACOUSTIC ASSISTED SINGLE WAFER WET CLEAN FOR SEMICONDUCTOR WAFER PROCESS」；以及關於美國專利申請案第 12/401,590 號(代理人案號 LAM2P650)，申請於 2009 年 3 月 10 日，標題為「METHOD OF PARTICLE CONTAMINANT REMOVAL」；以及關於美國專利申請案第 12/423,759 號(LAM2P658)，申請於 2009 年 4 月 14 日，標題為「APPARATUS AND METHOD FOR USING A VISCOELASTIC CLEANING MATERIAL TO REMOVE PARTICLES ON A SUBSTRATE」。上述專利申請案乃合併於此以供參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法與系統。

【先前技術】

在例如積體電路、記憶單元等等之半導體裝置的製造中，執行一系列的製造操作以在半導體晶圓(「wafers」)上界定特徵部。這些晶圓(或基板)包含具有界定在矽基板上之多層結構形式的積體電路裝置。在基板層，形成具有擴散區域的電晶體裝置。在後續的層中，互連金屬線被圖案化並且與電晶體裝置電性連接，而

界定出期望的積體電路裝置。又，圖案化導電層可藉由介電材料而與其他導電層絕緣。

在進行該系列的製造操作期間，晶圓表面曝露於各種類型的污染物。實質上任何存在於製造操作中的物質皆為潛在的污染源。舉例而言，污染源可包含處理氣體、化學品、沉積材料、以及液體等等。各種污染物可能會以顆粒形式沉積在晶圓表面上。假使顆粒污染物沒有被移除，在污染物附近的這些裝置將可能會無法操作。因此，必須在不損壞界定於晶圓上之特徵部的情況下，以實質完全的方式從晶圓表面清理污染物。然而，顆粒污染物的尺寸常近似於製造在晶圓上的特徵部之關鍵尺寸。移除此種小顆粒污染物而不對特徵部產生不良影響是相當困難的。

習知晶圓清理方法主要係依賴機械力而從晶圓表面移除顆粒污染物。當特徵部尺寸持續減少並且變得更為易碎時，因為在晶圓表面上之機械力施加而引起特徵部損壞的機率亦會增加。舉例來說，具有高縱橫比的特徵部在受到充分之機械力衝擊時會容易倒塌或破裂。朝降低的特徵部尺寸發展亦會導致顆粒污染物之尺寸的降低，而使清理問題更為複雜。具有十分小之尺寸的顆粒污染物會進入到位於晶圓表面上之難以到達的區域內，例如被高縱橫比特徵部所圍繞的溝渠內。因此，在現代半導體製造期間，對於污染物的有效與無損壞移除一直是吾人在不斷進步的晶圓清理技術上所需面對的持續挑戰。吾人可明白平面顯示器的製造操作亦遭遇到上述積體電路製造的相同缺點。

以上述觀點而言，亟需用以清理圖案化晶圓的設備與方法，其可有效移除污染物並且不損壞圖案化晶圓上的特徵部。

【發明內容】

概括而言，本發明可藉由提供一清理機構而滿足這些需求，於此清理機構中，高速液體被施加至位於固體表面(例如半導體基板)上的黏彈性材料塗膜。吾人可明白本發明可以許多方式來加以實現，其包含製程、設備、或系統。以下將說明本發明之數個發

明實施例。

在一實施例中，提供一種從固體表面(例如半導體基板)清理顆粒污染物的方法。此方法包含施加黏彈性材料以塗佈固體表面。此黏彈性材料在施加期間可表現出似液體行為，並且至少部分地與存在於固體表面上的顆粒污染物結合。例如去離子水的一液體以高速施加至黏彈性材料塗膜。此高速液體衝擊黏彈性材料，可使黏彈性材料表現出似固體特性，而從固體表面去除黏彈性材料。當黏彈性材料從固體表面移除時，與黏彈性材料結合的顆粒污染物亦會一併移除。

在另一實施例中，提供一種從基板之固體表面移除顆粒的顆粒移除機構。此顆粒移除機構包含可旋轉式支撐部，以在槽體容器內接收、固持、並且旋轉基板。黏彈性材料施加器機構可施加一黏彈性清理材料層，俾能在固體表面上提供黏彈性材料的薄層。此顆粒移除機構亦包含一噴霧器機構，以將高速液體噴霧提供至固體表面上的黏彈性材料，當黏彈性材料在液體噴霧的施加下而表現出似固體行為時，去除黏彈性材料。由基板之旋轉所產生的離心力可促進從固體表面移除液體逕流，黏彈性材料及顆粒污染物亦隨之移除。所產生的固體表面係實質上潔淨，而同時維持形成在基板上的特徵部。

在另一實施例中，提供一種用以清理具有顆粒污染物之固體表面的顆粒移除機構。此顆粒移除機構包含用以固持待清理之固體表面的載具機構、配送陣列、噴霧器陣列以及沖洗陣列。此載具機構乃設置成沿著一軸來接收、固持並且運送固體表面。此配送陣列則設置成以塗膜方式將黏彈性材料供應至固體表面。此噴霧器陣列係設置成將高速液體噴霧供應至施加在固體表面上之黏彈性材料的塗膜。對黏彈性材料的液體噴霧施加可使黏彈性材料表現出似固體行為，因此可促進其與固體表面的分離。此沖洗陣列之設置係以沖洗彎液面方式來提供液體化學品，並且從固體表面移除液體化學品以及任何黏彈性材料。

藉由取得黏彈性材料的似固體特性，黏彈性材料可被輕易「剝

除」而留下實質潔淨的固體表面。此處理可允許黏彈性材料的徹底移除，因此降低在清理處理期間所留下之污染物的量。本發明之實施例可獲得黏彈性材料在施加至固體表面時的似液體特性優點，並且可獲得在從固體表面移除時的似固體特性優點。似液體特性可提供到達小區域的能力，而似固體特性能夠從固體表面輕易且徹底地一起移除黏彈性材料以及結合於其中的污染顆粒，如此而成為簡易、可行且有效的清理固體表面技術。此外，當藉由利用似固體特性而充分徹底移除黏彈性材料時，與液體化學品之不完全或無效移除相關的問題(例如殘留污染物或污斑)可被消除，而使其成為更可行的清理技術。

本發明之其他實施樣態與優點可從下列與隨附圖式結合以藉由範例方式來說明本發明之原理的詳細說明而更顯明白。

【實施方式】

以下說明數個從固體表面有效移除顆粒污染物的實施例。然而，熟習本項技藝者可明瞭在不具有其中若干或所有這些具體細節的情況下仍可實施本發明。在其他情況下，為了不對本發明造成不必要的混淆，不再詳述為人所熟知的處理操作。

本發明之實施例可提供一種顆粒移除機構，其係使用黏彈性材料來清理固體表面，並且設置一噴霧器將液體以高速施加至黏彈性材料。選擇黏彈性材料，以使此材料的化學結構允許與顆粒污染物產生至少部分的結合或交互作用，此顆粒污染物係待從固體表面移除。黏彈性材料以液體方式施加至固體表面；然而，由高速液體所施加之力的持續時間(time duration)會短於黏彈性材料之鬆弛的內在特性時間(intrinsic characteristic time)，俾能取得黏彈性材料的似固體特性。因此，在黏彈性材料仍然表現出似固體特性時，此黏彈性材料可迅速自固體表面與顆粒一起被移除，而造成實質上潔淨的固體表面。黏彈性材料的似固體特性能夠輕易且徹底地移除顆粒污染物。

本發明之實施例可提供一種可行且有效的機構，其係藉由誘

發並利用黏彈性清理介質的似固體特性，而從例如用於半導體、平面顯示器、太陽能、或成像感測器應用表面之矽基板的固體表面移除顆粒。利用黏彈性材料的彈性或似固體行為能夠輕易移除此材料而不損壞特徵部，因此可增加形成在固體表面(例如半導體基板)上之電子裝置(例如半導體裝置)的良率。這些實施例可獲得黏彈性材料之似液體特性與似固體特性兩者的優點。似液體特性可使黏彈性材料輕易地配送並且進入難以到達的基板區域(其可含有顆粒污染物)，因此可確保實質上潔淨的固體表面。似固體特性能夠輕易地移除此材料而造成實質上潔淨的固體表面。在此技術中為人所熟知，位於基板上的許多污染物係由用於製造與清理處理的化學品所留下。然而，藉由利用黏彈性清理材料的似固體特性，這些實施例可確保黏彈性材料的徹底移除，因此可明顯降低由清理處理所留下之污染物(例如黏彈性材料本身)的量。因此，這些實施例可提供一種可行且有效的清理處理。

吾人應注意到在黏彈性材料配送處理期間、在黏彈性材料配送處理與沖洗處理之間、在沖洗處理期間、或前者之組合，可(經由一噴霧器)快速施加一外力。本發明實施例的顆粒移除觀念可實現黏彈性材料的彈性或似固體行為，此行為會在力的施加時間小於此材料之鬆弛的內在特性時間時發生。此力快速到足以防止此材料鬆弛，於是可防止其表現出似液體特性。相反，此力可提升黏彈性材料中的彈性或似固體行為。當在黏彈性材料中係以彈性行為為主時，從黏彈性材料傳遞至位在固體表面上之顆粒污染物的力實質上會比假使以黏滯形式行為為主的情形更大。此結果為僅需要較小的力便足以有效克服顆粒對表面(particle-to-surface)的附著力，並且成功地使顆粒與固體表面分離。一旦克服顆粒對表面的附著力，沖洗處理可從固體表面一起移除此材料與顆粒。吾人可觀察到，顆粒移除能夠在配送黏彈性材料之後但在完成沖洗處理之前的任何時候發生。

選擇黏彈性材料，以使與黏彈性材料相關的化學結構能夠與顆粒產生至少部分的結合或交互作用。在若干實施例中，黏彈性

材料可為長鏈的聚合物。當施加快速的力至黏彈性材料時，化合物(例如具有長聚合物鏈的聚合物)可重排而形成表現出似固體特性的結構，俾能輕易使此材料與固體表面剝離。黏彈性材料並不限於長鏈聚合物，其可包含懸浮液、蠕蟲狀微胞(worm-like micelles)、介面活性劑、磁/電流變溶液(magneto/electro-rheological solutions)、例如橡膠、凝膠、以及黏著劑的其他黏彈性固體、以及前者之組合。

就上述快速力施加以取得黏彈性清理材料之似固體特性的概括瞭解而言，以下將參考各種圖式來詳細說明本發明之不同實施例。

圖 1 顯示依照本發明之一實施例從半導體晶圓表面移除顆粒污染物的系統。槽體 10 可界定用以容納晶圓 30 的腔室 12。晶圓 30 可被支撐部 20 牢固地固持。支撐部 20 包含延伸到腔室 12 內的軸 22 以及從軸 22 延伸的複數個手臂 24。此軸的旋轉可藉由在此技術中為人所知的機構而實現，例如電動馬達(未顯示)。這些複數個手臂可包含三個以上的手臂，這些手臂係固定晶圓所需。襯墊 26 乃連接至手臂 24 的末端，以提供與晶圓 30 之邊緣接觸的夾固表面。在一實施例中，襯墊 26 包含靜態滾輪。在其他實施例中，襯墊 26 可包含不同的形式與材質，只要襯墊 26 可牢固地夾固晶圓 30。噴霧器 50 可將液體以高速度施加至晶圓 30。噴霧器 50 乃連接於手臂 40，此手臂用以使噴霧器 50 移動而橫越晶圓 30 的表面。在一實施例中，手臂 40 用以使噴霧器從靠近晶圓中心的位置移動到靠近晶圓邊緣的位置。當噴霧器將液體施加至晶圓 30 的表面時，晶圓的旋轉可使液體朝向晶圓的邊緣遷移並且最後流出品圓而到槽體 10 內。然後，液體可被引導而進行處理或回收。在本發明之一實施例中，以傾斜方式來設置噴霧器 50，俾能使液體噴霧以大約垂直的角度來撞擊晶圓 30 的表面。在本發明的其他實施例中，以各種角度來設置噴霧器 50，而使液體噴霧以各種入射角來撞擊晶圓 30 的表面。在一實施例中，入射角被定向，以使液體噴霧傾斜朝向晶圓 30 的邊緣，因此有助於從晶圓 30 移除液體。

圖 2 顯示依照本發明之一實施例之噴霧器 50 的側視圖。噴霧器 50 包含用以接收載氣的載氣輸入 52 以及用以接收液體的液體輸入 54。液體與載氣結合，並且透過噴霧器噴嘴 56 而噴出，以形成液體噴霧 58。載氣的體積流率實質上會大於液體的體積流率，因此藉由將液體導入到載氣內便可使較小量的液體加速至高速。在噴霧器中用以結合液體與載體的特定機構係此技術中為人所知悉。此載氣可為任何適當氣體，較佳為惰性氣體，例如氮；此液體可為用以進行清理的任何適當液體，例如去離子水。為了清理的目的，噴霧器 50 因此而產生高速的液體噴霧 58。當噴霧器 50 與晶圓 30 的距離 D 增加時，如此可增加液體噴霧 58 的分散。此種情形為吾人所樂見，因為由液體噴霧 58 所提供的同步覆蓋面積便會增加，從而提升效率。然而，越大的分散亦會造成較低密度的液體對表面進行撞擊，並因此造成每單位面積的較低清理能量。此外，增加的距離 D 會因為空中減速(*airborne deceleration*)而導致液體噴霧 58 的速度降低。然而，為了避免對晶圓 30 上的表面結構造成損壞，降低至某一程度的速度可能係被期望的。以這些考量的觀點而言，可微調數個因子以達到液體噴霧 58 的最佳清理特性，其包含下列非詳盡無遺的因子列表：噴嘴種類、噴嘴尺寸、載氣的流率、液體的流率、噴霧器與晶圓的距離、相對於晶圓之液體噴霧的入射角。在本發明之一實施例中，調整噴霧器 50，以使液體噴霧 58 達到大約在每秒 10 公尺(m/s)到 100 m/s 範圍內的速度。在本發明之其他實施例中，液體噴霧 58 的速度可大於 100 m/s 或小於 10 m/s。在本發明之一實施例中，液體的流率為約 300 mL/分鐘以下；在本發明之其他實施例中，液體的流率可大於約 300 mL/分鐘。在本發明之一實施例中，載氣的流率為約 50 SLM 以下；在本發明之其他實施例中，載氣的流率可大於約 50 SLM。

圖 3A 與 3B 顯示依照本發明之一實施例用以從半導體晶圓表面移除顆粒污染物的系統。槽體 110 包含若干環狀凸緣 112、114、以及 116，其可界定各種處理位置。第一處理位置係由環狀凸緣 112 與 114 所界定；以及第二處理位置係由環狀凸緣 114 與 116 所

界定。晶圓 130 可被支撐部 120 牢固地固持。支撐部 120 被設置成可上下移動，俾能將晶圓 130 設置在各種處理位置，並且亦被設置成可以各種速度來旋轉晶圓 130。在圖 3A 中，支撐部 120 的設置，俾能將晶圓 130 放置在位於環狀凸緣 112 與 114 之間的第一處理位置。配送頭 140 被耦合至手臂 142。當晶圓 130 被支撐部 120 旋轉時，配送頭 140 可將黏彈性材料配送到晶圓 130 上。在本發明之一實施例中，黏彈性材料包含聚合材料。在本發明之一實施例中，支撐部 120 以約 10 rpm 的速度進行旋轉；在其他實施例中，支撐部 120 以大於 10 rpm 或小於 10 rpm 的速度進行旋轉。在本發明之一實施例中，黏彈性材料被配送在晶圓的中心，而離心力可使黏彈性材料朝向晶圓 130 的邊緣散開。在本發明之另一實施例中，當黏彈性材料被配送到晶圓 130 上時，手臂 142 可用以使配送頭 140 移動而橫越晶圓 130 的表面。因此黏彈性材料可在晶圓 130 上形成一個層。黏彈性材料至少部分地與位在晶圓 130 之表面上的污染顆粒結合。過多的黏彈性材料會落下晶圓 130 的邊緣而到環狀凸緣 112 與 114 之間的空間內。此種過多的材料可經由導管 113 而從此槽體移除，此導管可連接至此技術中為人所知悉的抽取機構。多餘的黏彈性材料可回收進一步的使用，或者丟棄。在黏彈性材料層配送到晶圓 130 上之後，支撐部 120 便移動到位於環狀凸緣 114 與 116 之間的第二處理位置，如圖 3B 所示。在此位置，當晶圓 130 被支撐部 120 旋轉時，耦合至手臂 152 的噴霧器 150 可將液體噴霧施加至晶圓 130。在本發明之一實施例中，支撐部 120 以約 500 rpm 的速度進行旋轉。在本發明之另一實施例中，支撐部 120 以小於 500 rpm 或大於 500 rpm 的速度進行旋轉。液體噴霧會衝擊黏彈性材料的塗膜，因此可將黏彈性材料以及與其結合的污染顆粒一起去除。離心力可使已去除的黏彈性材料與液體一起從液體噴霧朝向晶圓 130 的邊緣遷移，最後落下到環狀凸緣 114 與 116 之間的空間內，並且經由導管 115 加以收集而進行處理。當從晶圓 130 移除黏彈性材料時，移動噴霧器，俾能持續使液體噴霧指向黏彈性材料。在本發明之一實施例中，

手臂 152 用以使噴霧器 150 從靠近晶圓之中心的位置移動至靠近晶圓 130 之邊緣的位置。

圖 4 顯示依照本發明之一實施例之具有黏彈性材料層 144 之晶圓 130 的橫剖面圖。顯示在晶圓 130 之表面上的各種特徵部並非依尺寸進行繪製，而是僅為了說明目的提出。在此技術中為人所知悉，半導體基板可包含各種實體特徵部。可存在有相當低密度特徵部 131 的區域，或具有較高密度特徵部 132 的區域。若干區域可包含具有高縱橫比的特徵部 133。若干特徵部可圖案化，或者可存在有任意分佈的特徵部 134。此種特徵部的存在可在晶圓 130 的表面上產生輪廓，其易於留住污染顆粒。此外，間隔緊密的特徵部及/或具有高縱橫比的特徵部會使得位於此種特徵部之間的污染顆粒難以進出，更別說是移除了。然而，黏彈性清理材料能夠滲入此種特徵部之間並且至少部分地與留在其內的顆粒污染物結合。在正常情況下，從此種難以到達之位置移除顆粒污染物所需的清理能量係非常高的，因此所需之能量的總量可能會在處理中潛在地損壞某些特徵部。然而，由於黏彈性材料能夠與污染顆粒結合，所以移除顆粒所需之清理能量的總量僅為移除黏彈性材料所需之能量的總量。並且因為在以充分速度來施加力時，黏彈性材料會有如同固體的行為，所以可在相當低的能階下從晶圓的表面將大部分的黏彈性材料去除，因此可防止對晶圓表面上的特徵部造成損壞。

圖 5 顯示對晶圓 130 上之黏彈性層 144 施加液體噴霧 158。噴霧器 150 經由載氣輸入 154 來接收載氣並且經由液體輸入 156 來接收液體。在本發明之一實施例中，載氣為氮，而液體為去離子水。載氣的流率實質上會大於液體的流率，以使載氣可將液體加速至高速度。所產生的液體噴霧 158 會指向黏彈性層的向心緣 (center-facing edge)，因此可直接衝擊黏彈性材料。液體噴霧對黏彈性層的衝擊可對黏彈性層施加一直接力，如箭頭 160 所示。此種力的施加可使黏彈性材料表現出似固體特性，俾能在利用相當低之能量的總量的同時，移除大部分的黏彈性層。因此，即使液

體噴霧 158 可直接衝擊晶圓 130 的表面特徵部(尤其係在已移除局部黏彈性材料之後)，但能階以及曝露時間會被限制在對表面特徵部造成最小損壞的範圍內。此外，由於晶圓 130 被旋轉，所以離心力可將逕流(runoff)159 推向晶圓 130 的邊緣，此逕流包含液體以及與晶圓 130 分離的部分黏彈性材料兩者。這些離心力可使逕流 159 產生切向力(其以箭頭 162 表示)，此切向力會作用在黏彈性層 144 的頂部上。再者，在本發明之一實施例中，可設置噴霧器 150，俾能以一入射角將液體噴霧 158 指向晶圓 130 的邊緣。在此種實施例中，液體噴霧 158 可提供額外的切向力，其可協助將逕流 159 推向晶圓 130 的邊緣。

吾人可瞭解在本發明的若干實施例中，黏彈性材料可混溶在由噴霧器 150 所施加的液體中。因此，當逕流 159 產生並且通過黏彈性層 144 時，可混合此兩者，此可有效降低發生此種混合之黏彈性層處的厚度。此種效應會在晶圓 130 的邊緣變得更為顯著，因為這些區域會接收來自晶圓 130 之內部區域的累積逕流。(假設操作噴霧器 150，以將液體噴霧 158 從晶圓 130 的中心施加至邊緣。)此結果為不均勻的黏彈性層 144，此會成為噴霧器 150 之參數最佳化的問題。理想上可操作噴霧器 150 而以均勻方式將液體噴霧 158 施加至黏彈性層 144，以充分的速度將液體噴霧 158 施加至單位面積並且經過充分的時間長度而去除黏彈性層。然而，理想上亦可將對表面特徵部造成損壞的可能性降至最低，並且將所需的時間長度降至最低，以增加處理的效率。假使黏彈性層 144 因為黏彈性材料與液體的混溶性或其他性質而表現出不均勻時，不同部分的黏彈性層 144 會需要不同的液體速度及/或對於液體噴霧 158 的不同曝露期間。為了避免此種問題造成黏彈性層 144 的不均勻，理想上可操作噴霧器而在短持續時間內將液體噴霧 158 施加至整個晶圓 130，因此可降低用於發生黏彈性層與逕流之混合的時間總量。在本發明之另一實施例中，噴霧器係以「由外到內(outside-in)」的方式進行操作，首先將液體噴霧施加至晶圓的邊緣，然後逐漸朝內而向中心移動。其間，由晶圓之旋轉所產生的離心力可持續

將逕流推向晶圓的邊緣。因此，逕流不會影響未接受液體噴霧施加的黏彈性層部分。

圖 6 顯示用以描繪顆粒移除效率(PRE, particle removal efficiency)對能量的圖表。曲線 170 顯示僅單獨使用噴霧器時 PRE 與能量之間的關係。在極低的能階下，沒有足夠的能量來移除大部分的污染顆粒。當能階增加時，PRE 亦會增加，直到在極高的能階時，PRE 開始接近最大 PRE(完全移除所有的污染顆粒)。然而，這些較高的能階會使對表面特徵部損壞的程度隨之增加，如曲線 174 所示，其將損壞程度描繪成能量的函數。曲線 172 顯示與施加至晶圓表面之黏彈性材料層結合而進行操作之噴霧器的 PRE 與能量之間的關係。相較於僅單獨使用噴霧器，使用黏彈性材料能夠在等值的能階下獲得較高的 PRE。更具體地考量到一範例，能階 176 表示損壞閾值，例如大於能階 176 的能階將會對晶圓表面上的特徵部造成損壞。因此，假使希望避免對晶圓造成損壞，能階 176 則表示最大允許操作能階。在此能階下，操作與所施加之黏彈性清理材料結合之噴霧器的 PRE 會高於僅操作單獨噴霧器者。因此，藉由利用與黏彈性清理材料結合的噴霧器，可達到更潔淨的晶圓表面並且同時將對表面特徵部的有害損壞降至最低，因此增加每一片晶圓的晶片良率。

依照參考圖 3B 所述之本發明實施例，圖 7A 顯示用以從晶圓 130 清理污染顆粒之系統的俯視圖。當晶圓 130 旋轉時，噴霧器 150 將液體噴霧施加至位於晶圓 130 上之黏彈性層 182 的邊緣。當黏彈性層與結合至黏彈性材料的顆粒污染物一起被移除時，則可形成潔淨區域 180。手臂 152 用以將噴霧器 150 從靠近晶圓 130 之中心的位置移動到靠近晶圓 130 之邊緣的位置。假設晶圓 130 具有一固定的旋轉速率，當與中心的距離增加時，會增加晶圓上之點的線速度。因此，為了確保液體噴霧對黏彈性層 182 的充分施加，在本發明之一實施例中，手臂 152 用以將噴霧器 150 從靠近晶圓 130 之中心的位置移動到靠近邊緣的位置，噴霧器 150 的移動以漸減的速率進行，俾能使距離晶圓 130 之中心的不同半徑

上的黏彈性層之不同部分充分曝露於液體噴霧。

依照本發明之一實施例，圖 7B 顯示用以從晶圓 190 清理污染顆粒之系統的俯視圖。所顯示的晶圓 190 已塗佈有黏彈性清理材料，因此形成黏彈性層 196。當晶圓 190 旋轉時，噴霧器陣列 192 橫越晶圓 190 的半徑而同步將液體以高速度施加至黏彈性材料。在本發明之一實施例中，噴霧器陣列 192 包含若干噴霧器噴嘴，這些噴霧器噴嘴可提供重疊的覆蓋範圍，俾能以橫越晶圓 190 之半徑的方式同步施加液體噴霧。當從晶圓 190 移除黏彈性材料時，可形成潔淨區域 194。在本發明之一實施例中，僅需旋轉一次晶圓 190，便可從晶圓 190 移除黏彈性層 196。在本發明之其他實施例中，需要多次旋轉晶圓 190。

依照本發明之一實施例，圖 7C 顯示用以從晶圓 200 清理污染顆粒之系統的俯視圖。所顯示的晶圓 200 已塗佈有黏彈性清理材料，因此形成黏彈性層 206。當晶圓 200 旋轉時，噴霧器陣列 202 橫越晶圓 200 的直徑而同步將液體以高速度施加至黏彈性材料。在本發明之一實施例中，噴霧器陣列 202 包含若干噴霧器噴嘴，這些噴霧器噴嘴可提供重疊的覆蓋範圍，俾能以橫越晶圓 200 之直徑的方式同步施加液體噴霧。當從晶圓 200 移除黏彈性材料時，可形成潔淨區域 204。在本發明之一實施例中，僅需旋轉一次晶圓 200，便可從晶圓 200 移除黏彈性層 206。在本發明之其他實施例中，需要多次旋轉晶圓 200。

依照本發明之一實施例，圖 8 顯示用以從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。例如晶圓 300 的固體表面被載具 310 所支撐。載具 310 設置成在沿著軌道 320 的線性方向上移動。軌道 320 可包含輸送帶或其他在此技術中為人所知悉之用以提供載具 310 之線性移動的機構。當載具 310 沿著軌道 320 移動時，由參考符號 330、340、以及 350 所標示的若干處理陣列可作用在晶圓 300 上。更具體而言，配送陣列 330 包含配送頭的線性陣列，其用以將黏彈性清理材料配送到晶圓 300 的表面上。配送陣列 330 可提供至少為晶圓 300 之直徑的寬度之同步覆蓋。黏彈性材料可在此

種配送處理期間表現出似液體行為。當晶圓 300 移動通過配送陣列 330 時，可形成區域 332，於其中之晶圓 300 已塗佈黏彈性材料層。黏彈性材料至少部分地與晶圓 300 之表面上的污染顆粒結合。噴霧器陣列 340 包含噴霧器的線性陣列，其可同步將高速液體噴霧施加到至少為晶圓 300 之直徑的整個寬度。液體的高速度可衝擊黏彈性材料層，而使其表現出似固體行為，以從晶圓 300 的表面去除黏彈性材料。當去除黏彈性材料時，與此材料結合的顆粒污染物可從晶圓 300 的表面移除。當晶圓 300 移動通過噴霧器陣列 340 時，可形成區域 342，其含有與任何結合顆粒污染物在一起之黏彈性材料的已去除部分以及來自液體噴霧的逕流。沖洗陣列 350 包含沖洗與真空機構的線性陣列，其可在至少為晶圓 300 之直徑的整個寬度上同步沖洗並移除區域 342 的黏彈性材料以及液體逕流。

圖 9A 顯示依照參考圖 8 所述之本發明實施例之處理單元 360 的立體圖。處理單元 360 包含裝載台 362，於其中晶圓 300 被裝載至載具 310。載具 310 沿著軌道 320 移動，因此可通過處理陣列 330、340 以及 350 的下方。如以上具體之內容所述，配送陣列 330 可將黏彈性清理材料層配送到晶圓 300 上；噴霧器陣列 340 可將高速液體噴霧施加至黏彈性材料層；以及沖洗陣列 350 可沖洗晶圓並以真空方式自晶圓清除黏彈性材料以及液體逕流。當載具 310 以及晶圓 300 已完全通過各種處理陣列後，接著晶圓可在卸載台 364 從處理單元 360 卸除。

依照本發明之一實施例，圖 9B 顯示包含額外處理陣列 355、356、以及 357 之處理單元 360 的俯視圖。這些額外處理陣列可執行額外處理，例如化學品施加、沖洗處理等等。處理陣列 355、356、以及 357 可自然而然地被應用，或者作為與處理陣列 330、340、以及 350 所執行之清理程序結合的可選步驟。

圖 10A 顯示處理陣列 330、340、以及 350 的橫剖面圖。依照本發明之一實施例，當晶圓 300 移動通過處理陣列 330、340、以及 350 時，可執行各種操作。配送陣列 330 包含配送頭 331 的線

性陣列，其可將黏彈性清理材料施加至晶圓 300。配送頭 331 可包含在此技術中為人知悉的各種類型配送器。配送頭之線性陣列的一範例揭露於美國專利申請案第 12/165,577 號，其揭露內容藉由參考文獻方式合併。到晶圓 300 上之黏彈性材料的配送可產生區域 332，於其中晶圓 300 被塗佈黏彈性層。黏彈性材料可表現出似液體行為，並且至少部分地與晶圓 300 之表面上的顆粒污染物結合。當移動晶圓 300 時，黏彈性層被曝露於來自噴霧器陣列 340 的高速液體噴霧。噴霧器陣列 340 包含噴霧器 341A 的線性陣列。噴霧器 341A 係利用載氣(例如氮)來將液體(例如去離子水)加速至高速度。氣體的體積流率實質上係大於液體的體積流率。液體噴霧作用在黏彈性層上的力可使黏彈性材料表現出似固體行為，而將其從晶圓 300 去除。所產生的區域 342 可包含來自液體噴霧之逕流以及被去除之黏彈性材料兩者之結合。當移動晶圓時，此區域被曝露於沖洗陣列 350。沖洗陣列 350 係利用沖洗彎液面 354，其係由沖洗液體的施加以及同步鄰近真空吸引所形成。此沖洗液體被沖洗液體配送頭 351 的線性陣列配送到晶圓 300 上。同時，真空力由前真空頭 352 的線性陣列以及後真空頭 353 的線性陣列所提供。對面陣列 358A-C 可將相對的力提供至處理陣列 330、340、以及 350，因此可在晶圓 300 移動通過各種處理台時協助支撐與穩定此晶圓。如顯示的對面陣列 358A-C 係相似於沖洗陣列 350。在本發明之替代實施例中，對面陣列 358A-C 可包含其他類型的處理陣列，其包含配送陣列以及噴霧器陣列，俾能對晶圓 300 的另一側提供相似的清理處理。

圖 10B 顯示依照相似於參考圖 10A 所述之本發明之一替代實施例之處理陣列 330、340 以及 350 的橫剖面圖。然而，如顯示的噴霧器陣列 340 包含噴霧器 341B 的線性陣列，其以一入射角將液體噴霧指向黏彈性材料層。

圖 11A 與 11B 顯示與對面陣列 358A 以及 358B 結合之配送陣列 330 以及噴霧器陣列 340 的立體圖。配送陣列 330 可經由輸入管 335 來接收黏彈性清理材料，並且利用包含配送頭噴嘴 333 的

配送頭陣列來將黏彈性材料施加至晶圓的表面。噴霧器陣列 340 可經由輸入管 345 來接收載氣，並且經由輸入管 346 來接收液體。噴霧器陣列 340 包含噴霧器的線性陣列，其包含噴霧器噴嘴 343。此噴霧器的線性陣列可結合載氣與液體，並且產生從噴嘴 343 噴出的液體噴霧。

圖 11C 顯示依照本發明之一實施例之噴霧器陣列 340 的前剖面圖。載氣可經由輸入管 345 而被接收，以及液體可經由輸入管 346 而被接收。載氣可用以將液體加速至高速度，所產生的液體噴霧可從噴嘴 343 噴出。每一個噴嘴可與鄰近的噴嘴提供稍微重疊的覆蓋範圍，因此可確保液體噴霧的充分覆蓋。

在本發明之一替代實施例中，為了清理目的，一噴霧器(例如圖 2 所示之噴霧器 50)可用以將黏彈性材料施加至晶圓的表面。噴霧器的使用能夠將黏彈性材料加速至相當高的速度，因此可對由噴霧器所產生的霧化(aerosolized)黏彈性材料提供動能的來源。霧化黏彈性材料的動能可提供清理能階，此清理能階會因為與黏彈性材料相關之化學結構所引起的內在顆粒移除效率而增加，此黏彈性材料能夠至少部分地與表面顆粒產生結合或交互作用。黏彈性材料所攜帶的動能亦可直接提供充分的能量，以藉由克服顆粒與基板之間的附著力而達到顆粒的移除。

由於以高速度將材料直接施加至晶圓表面可能會損壞某些類型的表面結構，所以會期望將速度降低至噴霧器可推動黏彈性材料的速度。因此，在各種實施例中，黏彈性材料的速度會被調適，俾能避免對表面結構造成損壞。在一實施例中，黏彈性材料係以大約 10-50 m/s 範圍的速度從噴霧器噴出。在其他實施例中，此速度可從約 1-200 m/s 分佈。雖然速度降低(例如，相較於僅以去離子水達到相同顆粒移除效率所需的速率)，但黏彈性材料對表面顆粒的部分結合及/或交互作用仍可改善顆粒移除效率，因此可補償分給黏彈性材料而降低的動能。

此外，由於聚合物(黏彈性材料)所攜帶之高動能而對敏感特徵部所造成的損壞可藉由控制聚合物的分子量分佈而加以避免，以

提供分給基板之能量的更精確控制。在黏彈性材料直接提供充分能量以進行顆粒移除的操作模式中，損壞可藉由嚴格控制聚合物的分子量分佈而避免，因而可避免由高能端(high energy tail)之存在所造成的損壞。

此外，黏彈性材料的似固體特性(此似固體特性係黏彈性材料藉由噴霧器加速至高速度而取得)使黏彈性材料易於對表面結構造成損壞。然而，如以上所指出，黏彈性材料的使用能夠視情況來調整速度以將損壞降至最低，並且因為黏彈性材料與表面顆粒的結合以及交互作用而仍可同時維持高度的清理效率。

為了藉由噴霧器來增進黏彈性材料之霧化液滴的正常形成，可調整黏彈性材料的濃度及/或黏度。舉例而言，相較於以低速施加時所適合的狀況，對於藉由噴霧器的高速施加，一般必須降低黏彈性材料的濃度與黏度。

由於以高速度來施加黏彈性材料，所以後續的沖洗步驟僅需要較少的能量來移除殘留的黏彈性材料以及污染物。舉例而言，如在圖 3A 與 3B 所示，當使用作為旋轉槽系統的部分時，藉由噴霧器以高速度來施加黏彈性材料可增進晶圓 130 上之表面污染物的移除。因此，晶圓 130 可以高旋轉速度旋轉，而藉由離心力將黏彈性材料以及結合於其中的污染物推離晶圓 130。由於晶圓 130 在此刻已相當潔淨，所以例如以上參考圖 3B 所述的額外沖洗步驟僅需要較低的能量，即，將去離子水施加至表面的噴霧器 150 可以相當低的速度操作即可。

此外，藉由噴霧器之黏彈性材料的高速施加可利用作為例如以上參考圖 8 所述之線性處理系統的部分。在此種實施例中，噴霧器的線性陣列可用以將黏彈性材料以高速度施加至晶圓的表面。後續的沖洗與真空處理機構僅需要較少的能量來移除黏彈性材料以及所結合的污染物，因為黏彈性材料已被施以較大的動能。

雖然本發明已就數個較佳實施例進行說明，但熟習本項技藝者在閱讀上述說明書並且研究圖式時可瞭解其各種修改、添加、置換以及等效設計。因此，此意指本發明包含所有此種落入本發

明之真實精神與範圍的修改、添加、置換、以及等效設計。

【圖式簡單說明】

本發明可藉由下列與隨附圖式結合的詳細說明而被輕易瞭解。為了促進說明，相同的參考符號指定相同的結構元件。

圖 1 顯示依照本發明之一實施例從半導體晶圓表面移除顆粒污染物的系統。

圖 2 顯示依照本發明之一實施例之噴霧器的側視圖。

圖 3A 與 3B 顯示依照本發明之一實施例從半導體晶圓表面移除顆粒污染物的系統。

圖 4 顯示依照本發明之一實施例之塗佈有黏彈性材料之半導體基板表面的橫剖面圖。

圖 5 顯示依照本發明之一實施例用以將液體施加至黏彈性材料塗膜的噴霧器。

圖 6 顯示依照本發明之一實施例用以顯示顆粒移除效率對能量的圖表。

圖 7A 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。

圖 7B 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。

圖 7C 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。

圖 8 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。

圖 9A 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的立體圖。

圖 9B 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的俯視圖。

圖 10A 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的橫剖面圖。

圖 10B 顯示依照本發明之一實施例從固體表面移除顆粒污染物之系統的橫剖面圖。

圖 11A 與 11B 顯示依照本發明之一實施例之施加器以及噴霧器陣列的立體圖。

圖 11C 顯示依照本發明之一實施例之噴霧器陣列的橫剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 10 槽體
- 12 腔室
- 20 支撐部
- 22 軸
- 24 手臂
- 26 襯墊
- 30 晶圓
- 40 手臂
- 50 噴霧器
- 52 載氣輸入
- 54 液體輸入
- 56 噴霧器噴嘴
- 58 液體噴霧
- 110 槽體
- 112 環狀凸緣
- 113 導管
- 114 環狀凸緣
- 115 導管
- 116 環狀凸緣
- 120 支撐部
- 130 晶圓
- 131 特徵部

- 132 特徵部
- 133 特徵部
- 134 特徵部
- 140 配送頭
- 142 手臂
- 144 黏彈性層
- 150 噴霧器
- 152 手臂
- 154 載氣輸入
- 156 液體輸入
- 158 液體噴霧
- 159 逕流
- 160 直接力
- 162 切向力
- 170 曲線
- 172 曲線
- 174 曲線
- 176 能階
- 180 潔淨區域
- 182 黏彈性層
- 190 晶圓
- 192 噴霧器陣列
- 194 潔淨區域
- 196 黏彈性層
- 200 晶圓
- 202 噴霧器陣列
- 204 潔淨區域
- 206 黏彈性層
- 300 晶圓
- 310 載具

- 320 軌道
- 330 配送陣列
- 331 配送頭
- 332 區域
- 333 配送頭噴嘴
- 335 輸入管
- 340 噴霧器陣列
- 341A 噴霧器
- 341B 噴霧器
- 342 區域
- 343 噴霧器噴嘴
- 345 輸入管
- 346 輸入管
- 350 沖洗陣列
- 351 沖洗液體配送頭
- 352 前真空頭
- 353 後真空頭
- 354 沖洗彎液面
- 355 處理陣列
- 356 處理陣列
- 357 處理陣列
- 358A 對面陣列
- 358B 對面陣列
- 358C 對面陣列
- 360 處理單元
- 362 裝載台
- 364 卸載台

七、申請專利範圍：

1.一種從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，該方法包含下列步驟：

支撐一半導體晶圓；

將一黏彈性材料施加至該半導體晶圓的表面，該黏彈性材料表現出似液體行為並且至少部分地與存在於該半導體晶圓之表面上的顆粒污染物結合；

藉由將一液體混合在一載氣中，而將該液體加速至高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該液體的體積流率；

將該加速的液體施加至該施加的黏彈性材料；

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料表現出似固體行為，且

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料從該半導體晶圓的表面被移除。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，其中該高速度係在每秒 1 到 1000 公尺的範圍內。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，其中該黏彈性材料包含一聚合化合物。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，其中該載氣包含氮或其他惰性氣體。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，其中該液體包含去離子水。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，其中該施加黏彈性材料的步驟更包含：

藉由將該黏彈性材料混合在一載氣中，而將該黏彈性材料加速至

高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該黏彈性材料的體積流率。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的方法，更包含：

藉由控制該黏彈性材料的分子量分佈，而避免對該半導體晶圓的損壞。

8.一種從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，該系統包含：

一可旋轉式支撐部，用以固持一半導體晶圓；

一施加器，用以將一黏彈性材料施加至該半導體晶圓的表面，該黏彈性材料表現出似液體行為並且至少部分地與存在於該半導體晶圓之表面上的顆粒污染物結合；

一噴霧器，以高速度將一液體施加至該施加的黏彈性材料，該噴霧器利用一載氣將該液體加速至高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該液體的體積流率；

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料表現出似固體行為，且

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料從該半導體晶圓的表面被移除。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該高速度係在每秒 1 到 1000 公尺的範圍內。

10.如申請專利範圍第 8 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該黏彈性材料包含一聚合化合物。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該載氣為氮或其他惰性氣體。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該液體為去離子水。

13.如申請專利範圍第 8 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該可旋轉式支撐部在施加該黏彈性材料期間以低速度進行旋轉，而在以高速度施加該液體期間以高速度進行旋轉。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該低速度係在每分鐘 1 到 100 轉的範圍內，而該高速度係在每分鐘 10 到 1000 轉的範圍內。

15.如申請專利範圍第 8 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該噴霧器被設置成從靠近該半導體晶圓之中心的位置移動到靠近該半導體晶圓之邊緣的位置。

16.如申請專利範圍第 8 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該施加器更包含：

一噴霧器，以高速度來施加該黏彈性材料，該噴霧器利用一載氣將該黏彈性材料加速至高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該黏彈性材料的體積流率。

17.一種從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，該系統包含：

一載具，用以固持一半導體晶圓，該載具被設置成以線性方式移動；

一施加器，用以將一黏彈性材料施加至該半導體晶圓的表面，該黏彈性材料表現出似液體行為並且至少部分地與存在於該半導體晶圓之表面上的顆粒污染物結合，該施加器包含施加器噴嘴的線性陣列，該施加器噴嘴的線性陣列用以在等於或大於該半導體晶圓之直徑的整個寬度上同步施加該黏彈性材料；

一噴霧器，用以將一液體以高速度施加至該施加的黏彈性材料，該噴霧器利用一載氣將該液體加速至高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該液體的體積流率，該噴霧器包含噴霧器噴嘴的線性陣列，該噴霧器噴嘴的線性陣列用以在等於或大於該半導體晶圓之直徑的整個寬度上同步施加該液體；

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料表現出似固體行為，且

其中在以高速度之該液體的施加下，該施加的黏彈性材料從該半導體晶圓的表面被移除。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該高速度係在每秒 0.1 到 10 公尺的範圍內。

19.如申請專利範圍第 17 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該黏彈性材料包含一聚合化合物。

20.如申請專利範圍第 19 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該載氣為氮。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該液體為去離子水。

22.如申請專利範圍第 17 項所述之從半導體晶圓之表面移除顆粒污染物的系統，其中該施加器噴嘴的線性陣列更包含複數個噴霧器，該複數個噴霧器中的每一個噴霧器以高速度來施加該黏彈性材料，每一個噴霧器利用一載氣將該黏彈性材料加速至高速度，該載氣的體積流率實質上係大於該黏彈性材料的體積流率。

八、圖式：

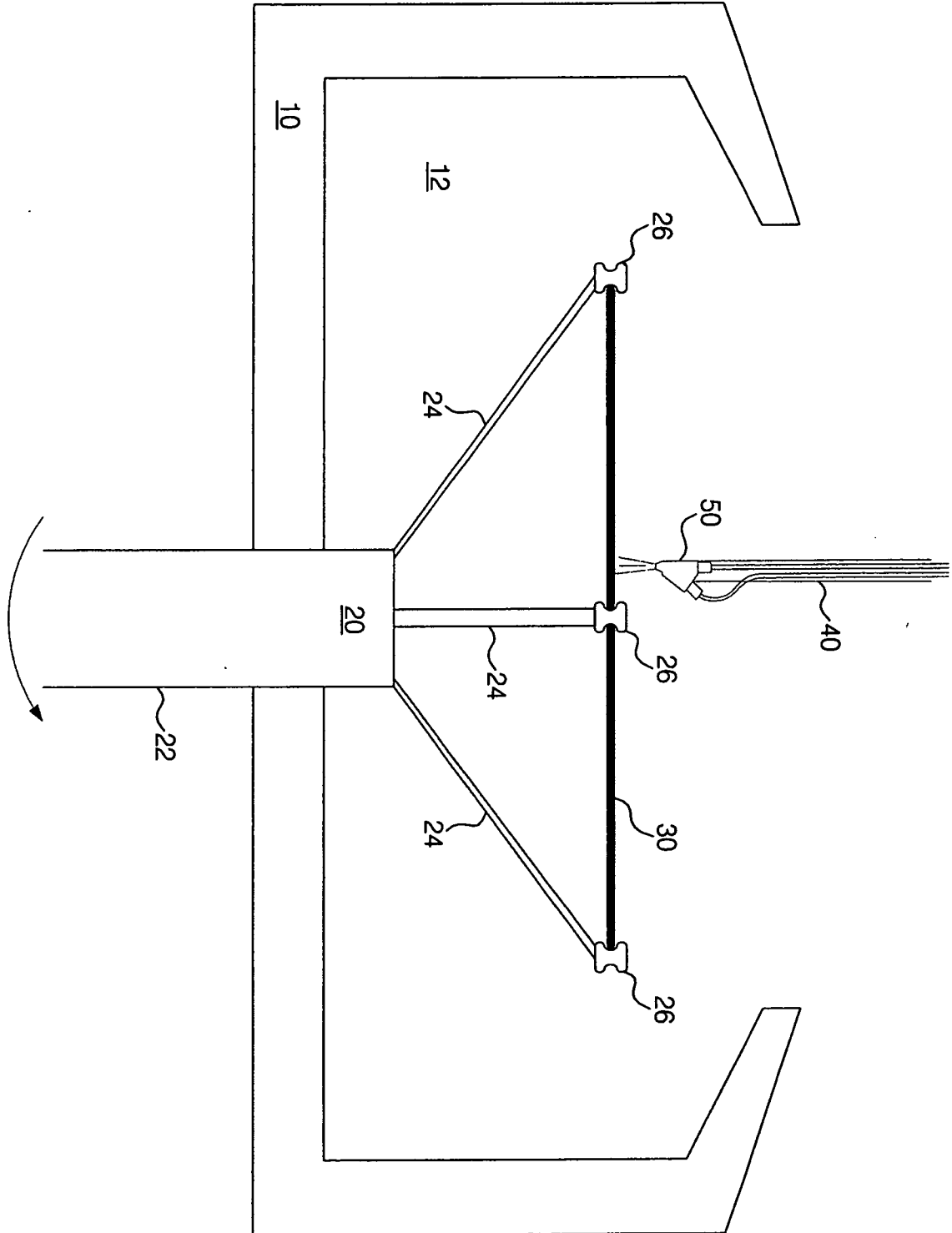


圖 1

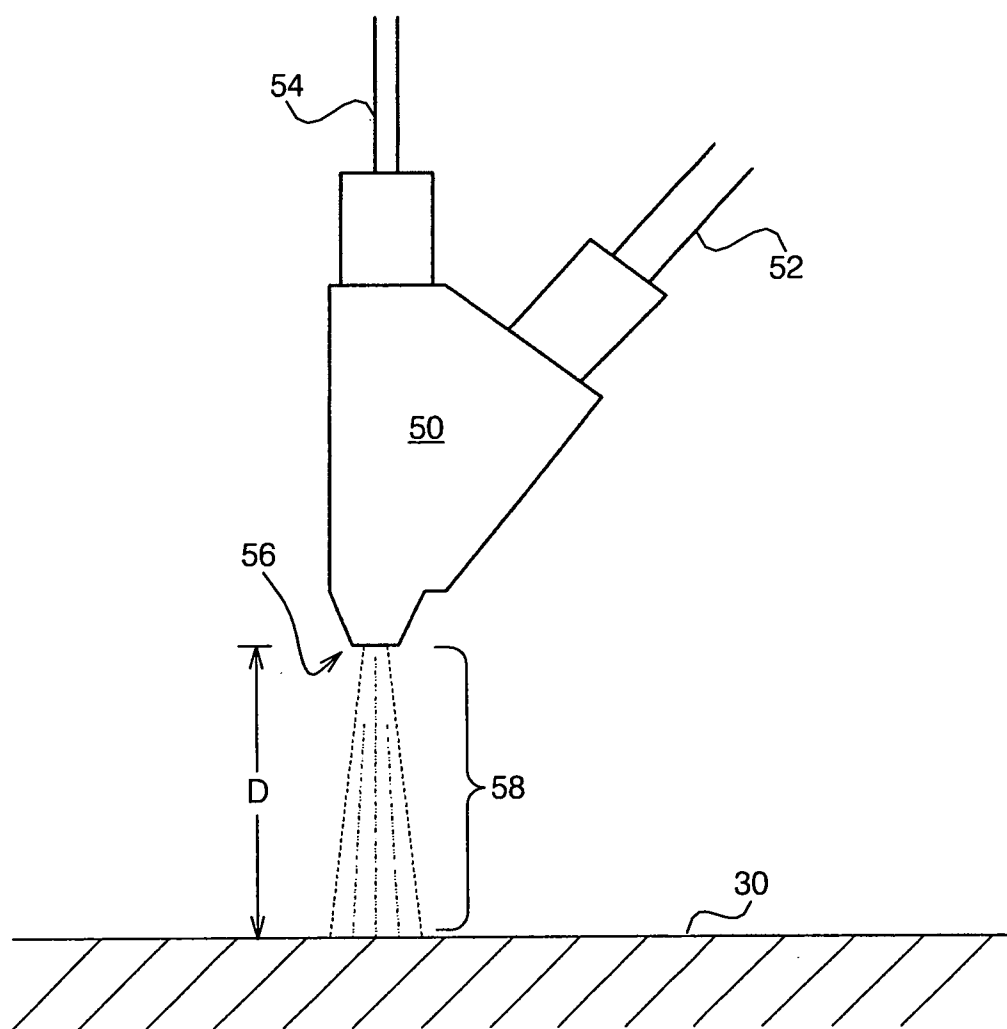
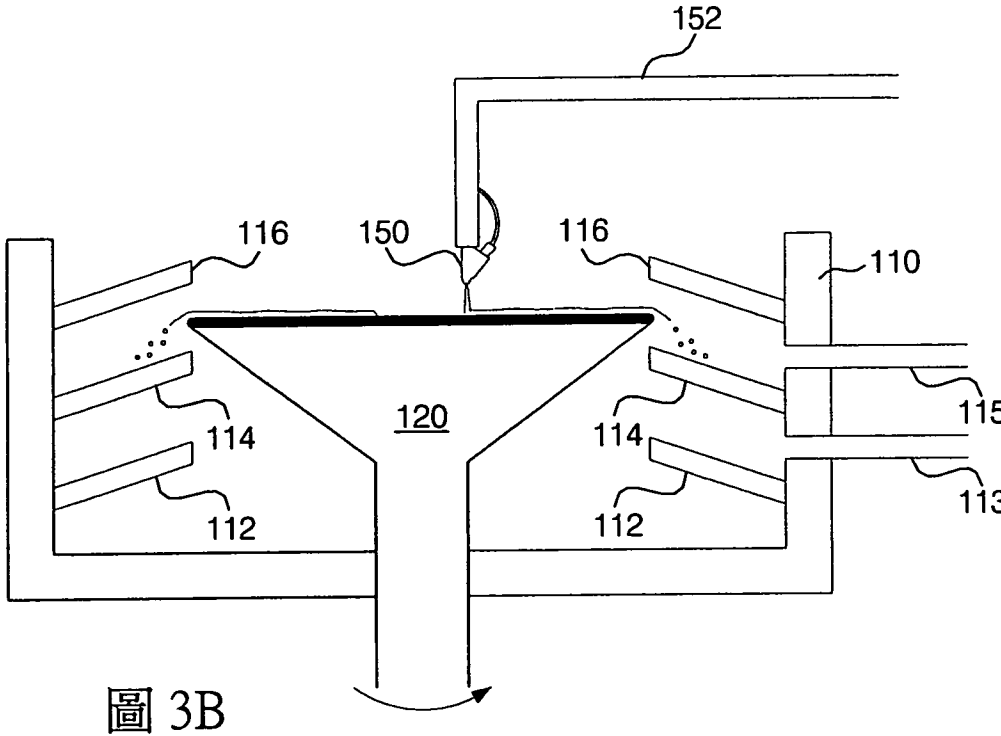
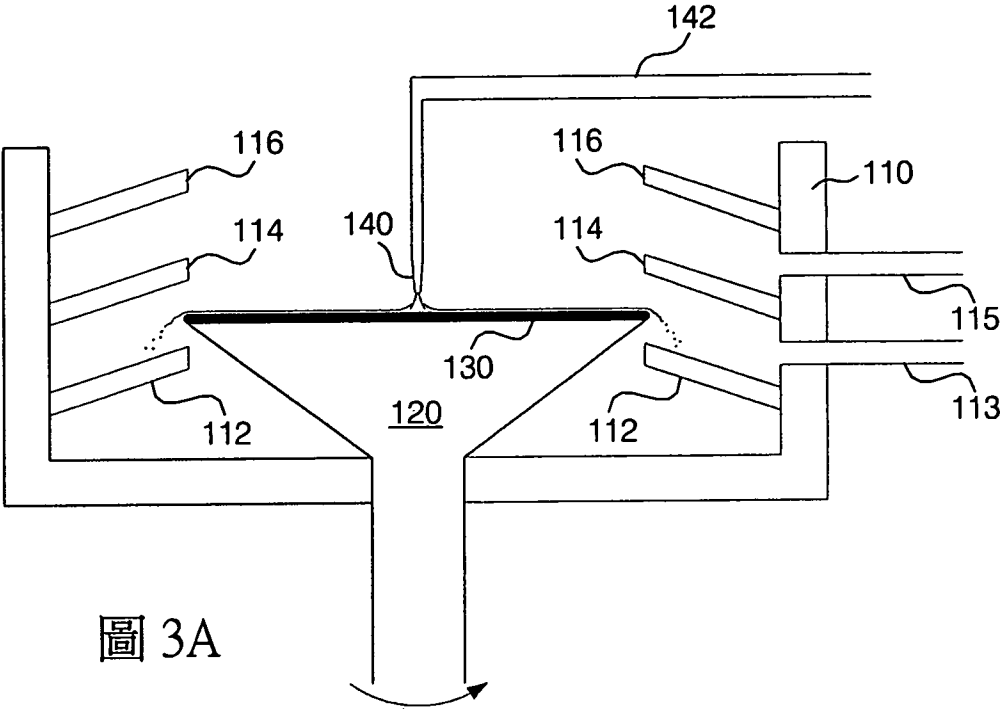


圖 2



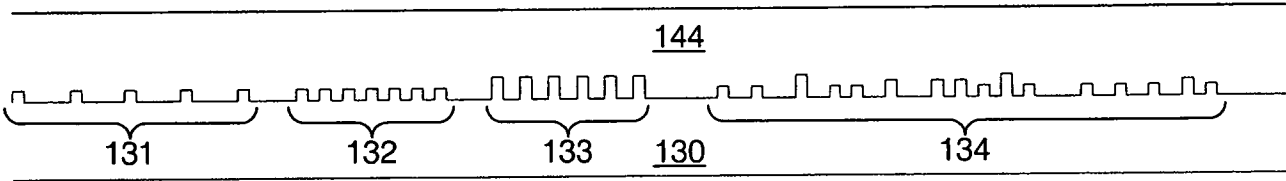


圖 4

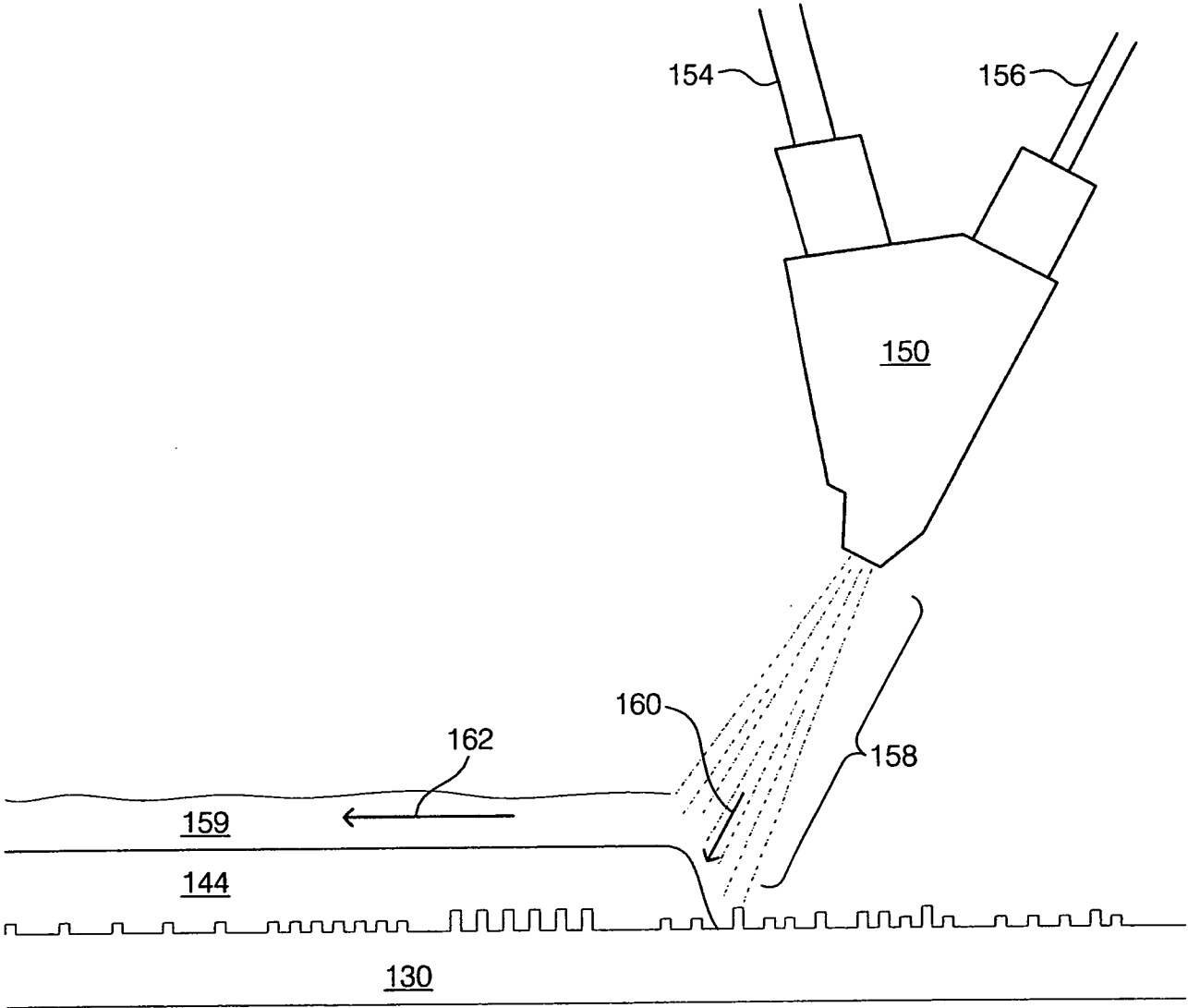


圖 5

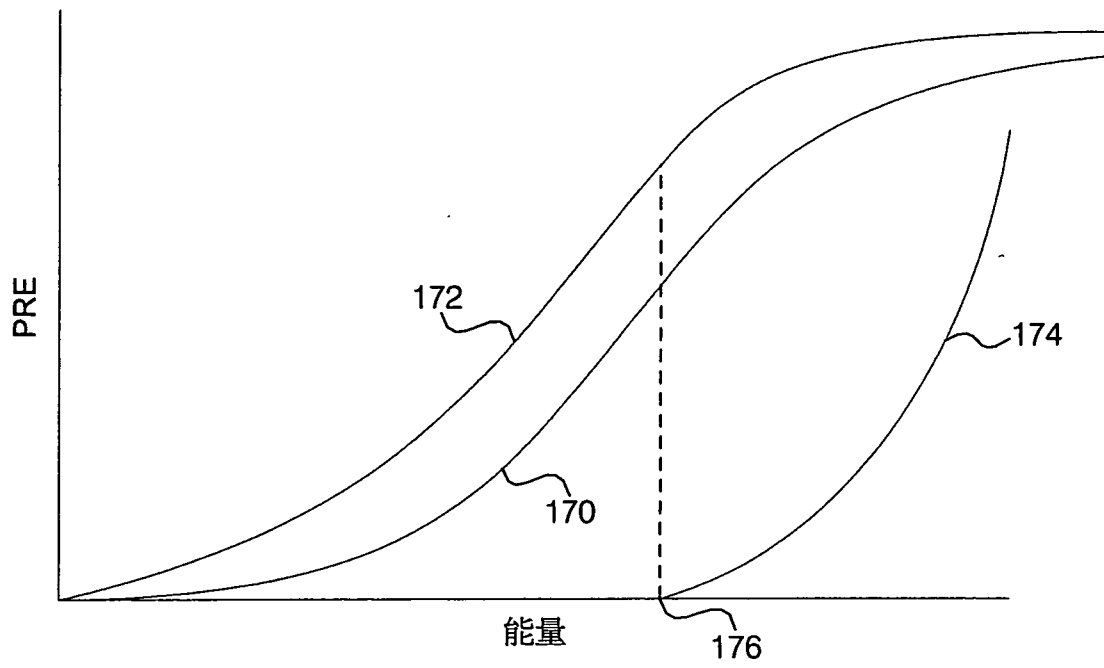


圖 6

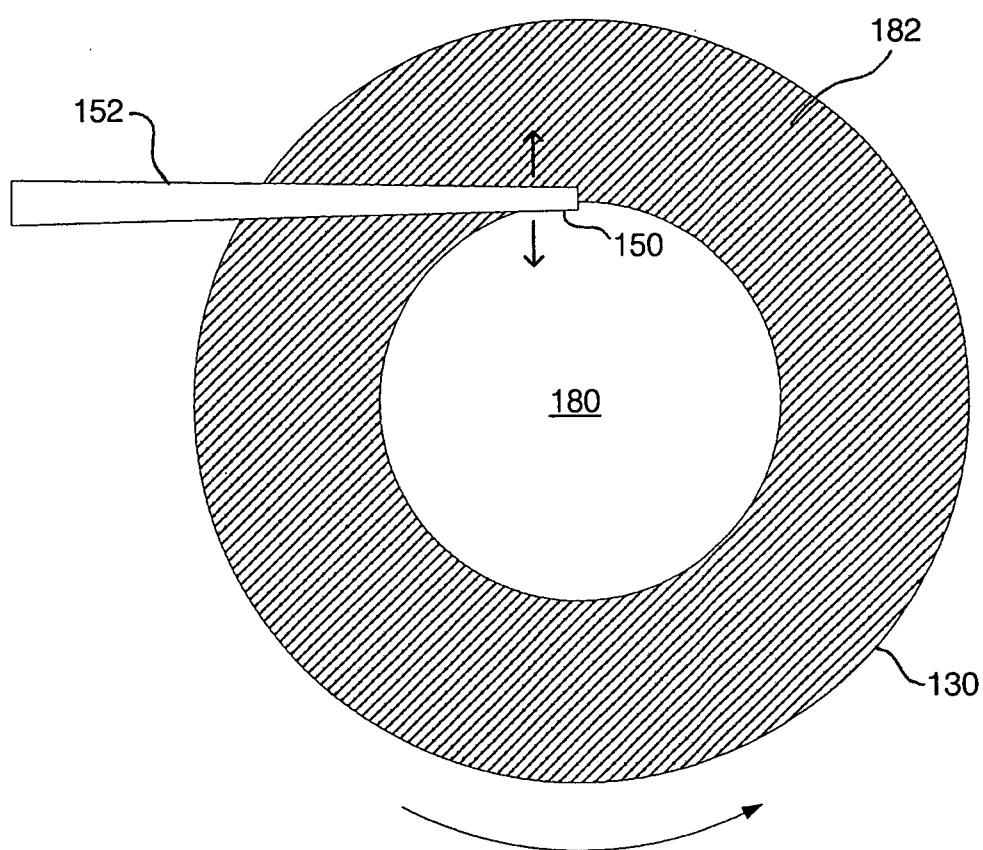


圖 7A

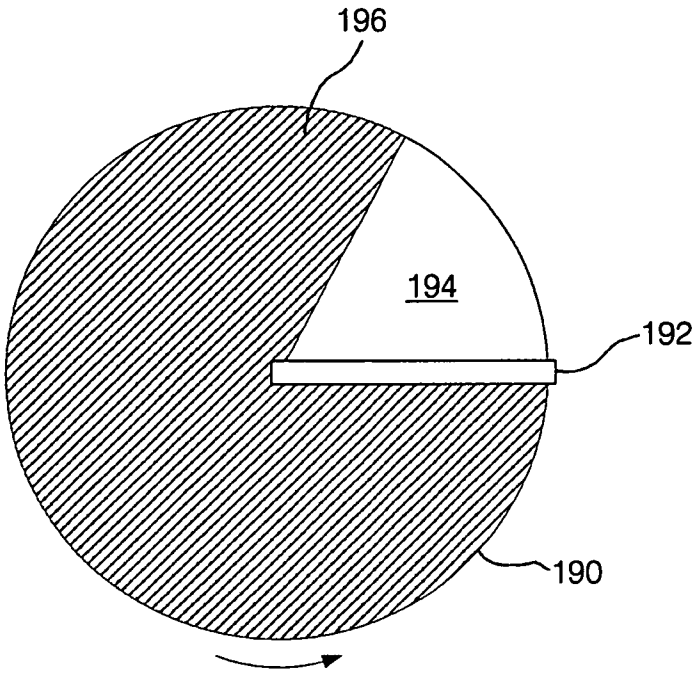


圖 7B

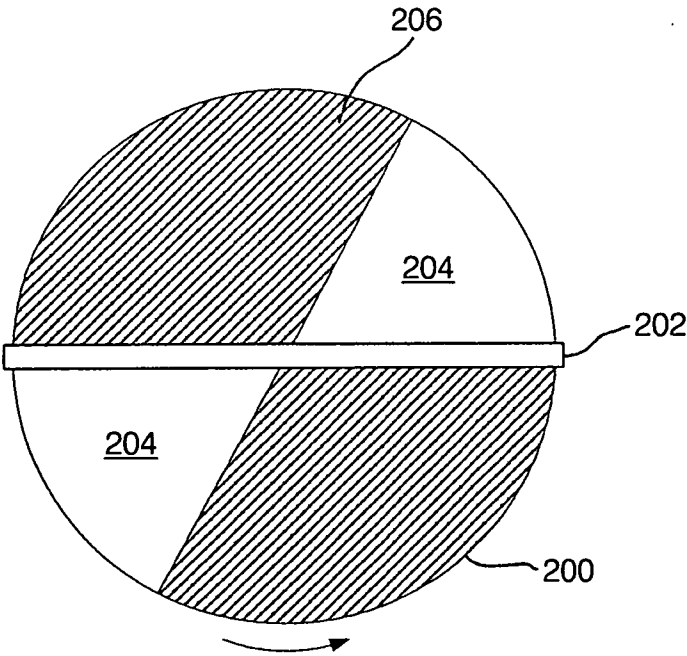


圖 7C

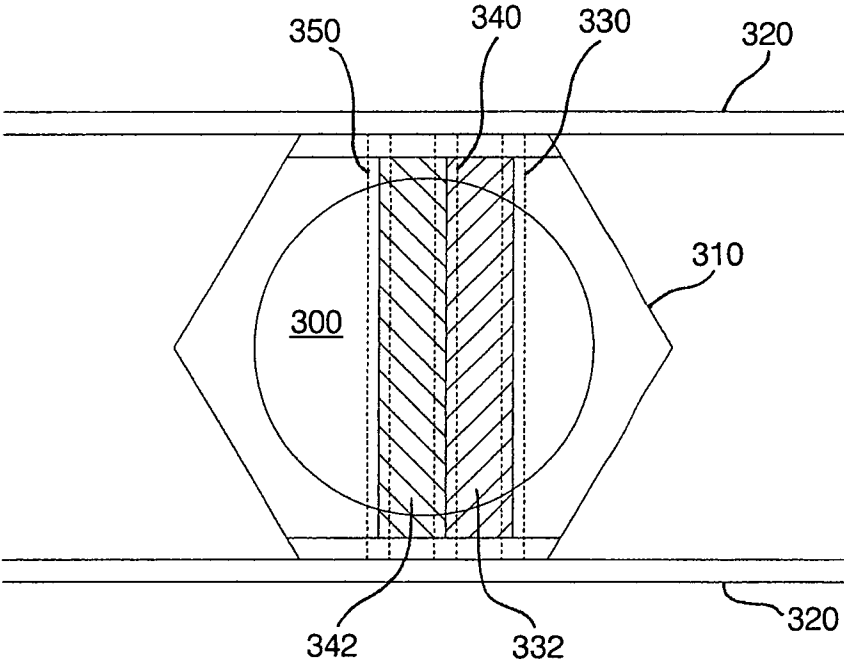


圖 8

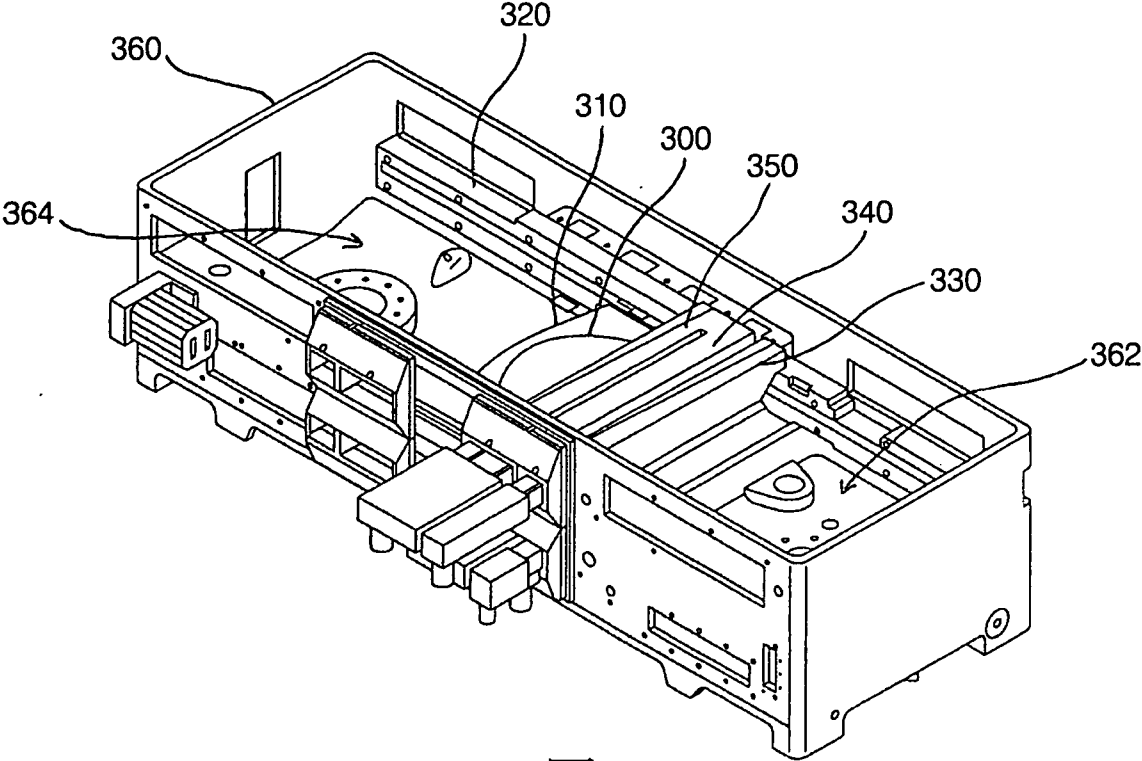


圖 9A

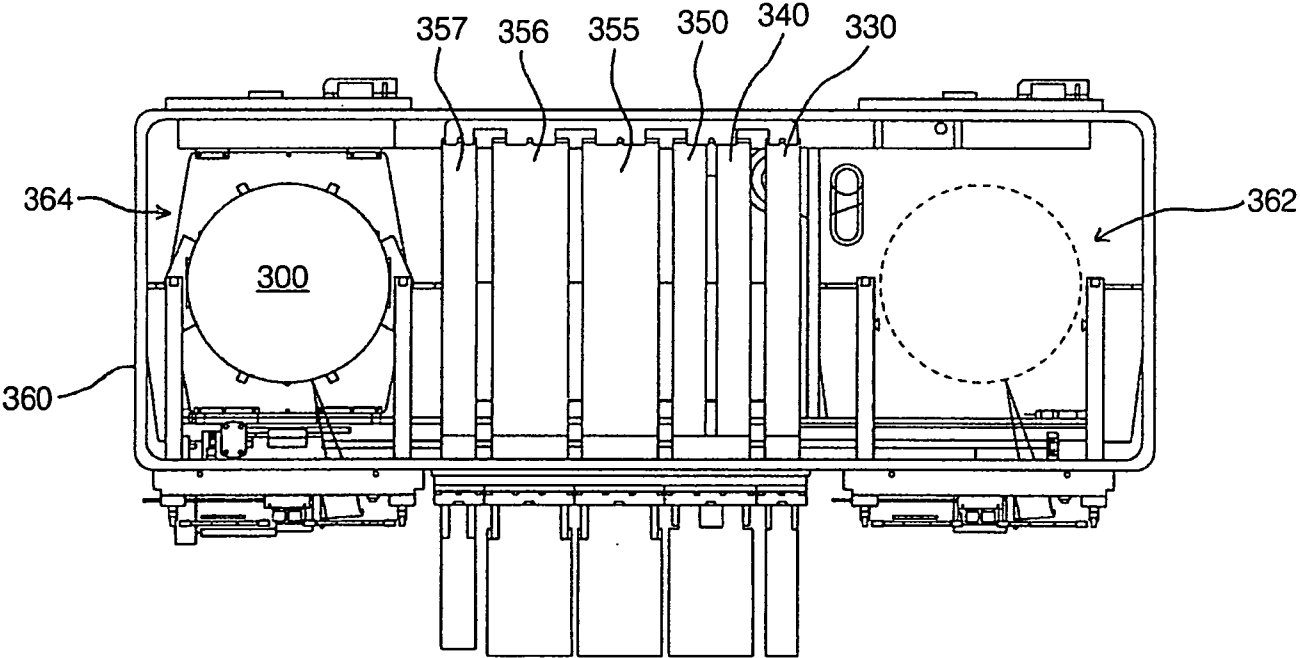


圖 9B

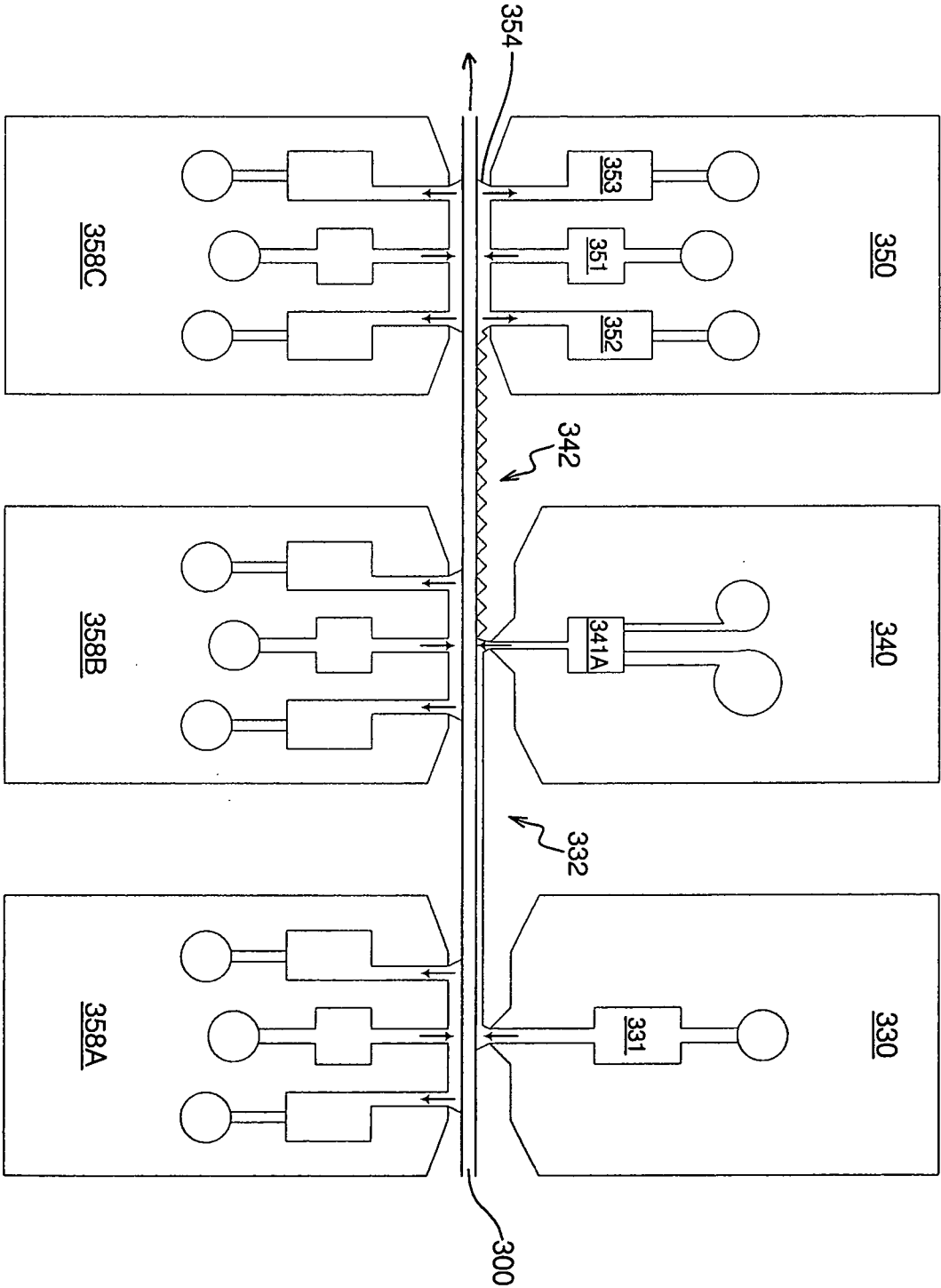


圖 10A

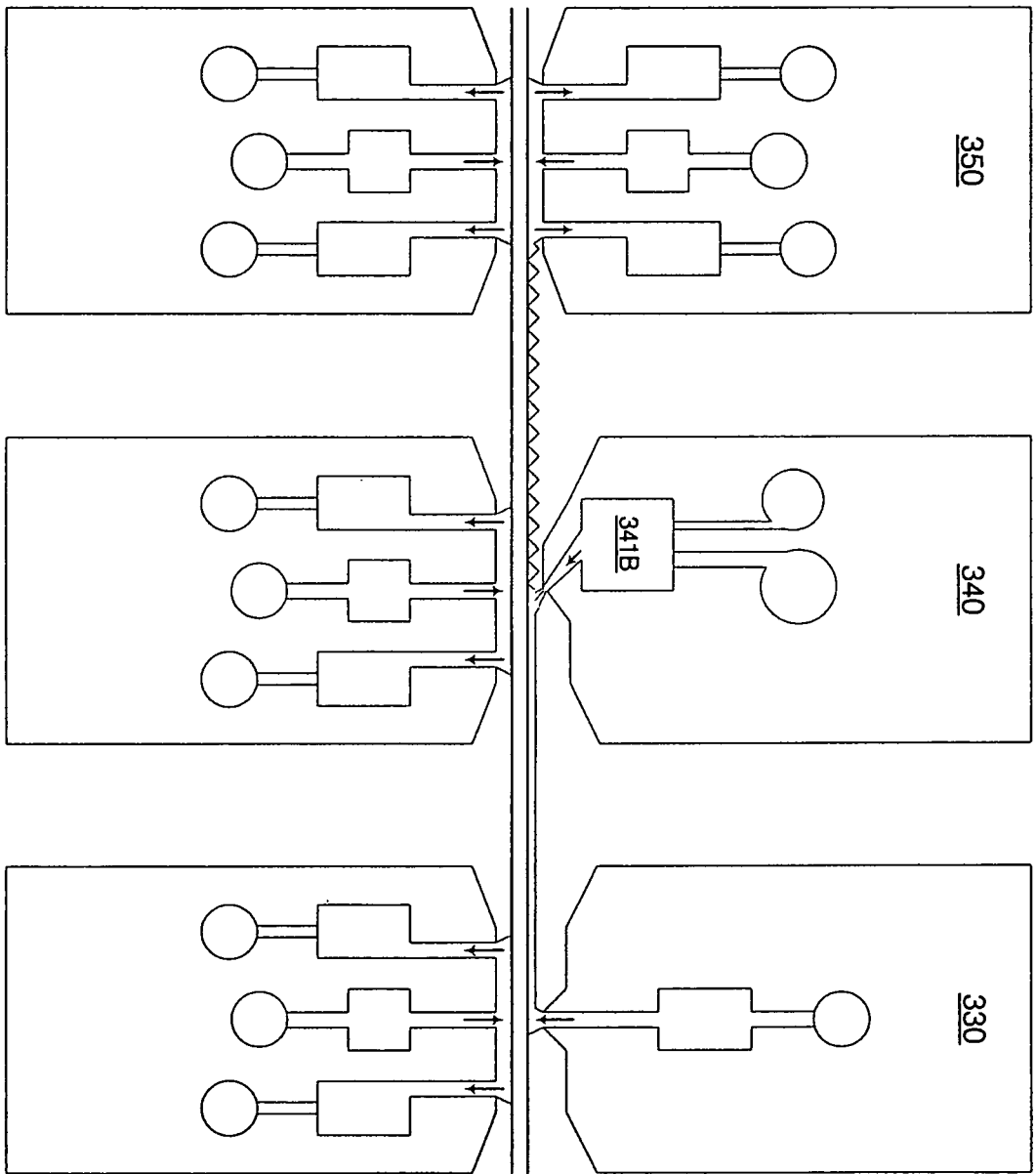


圖 10B

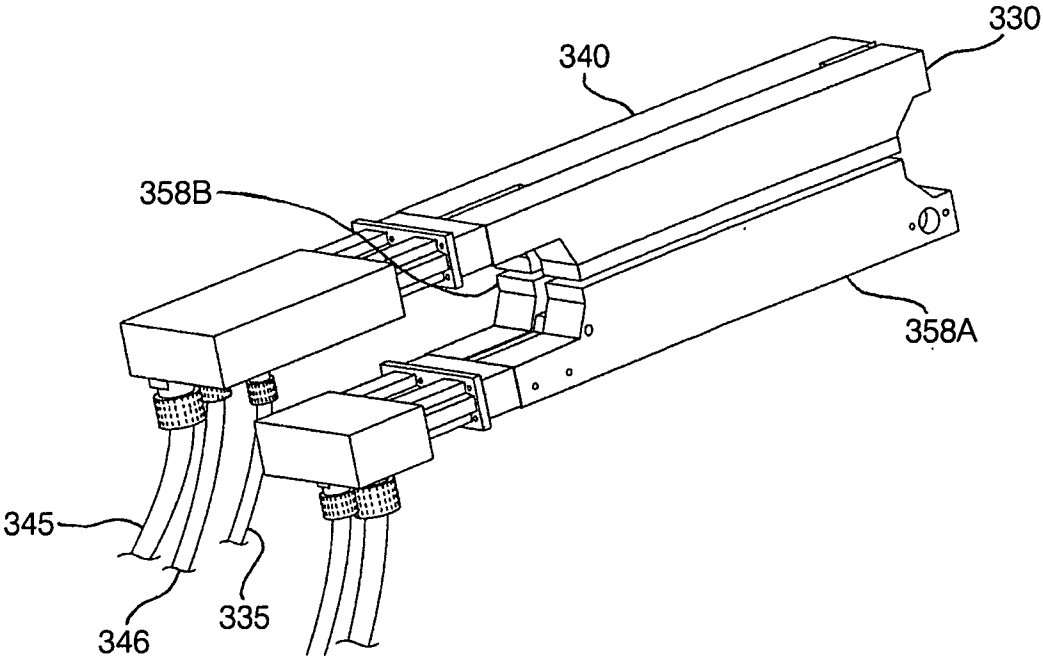


圖 11A

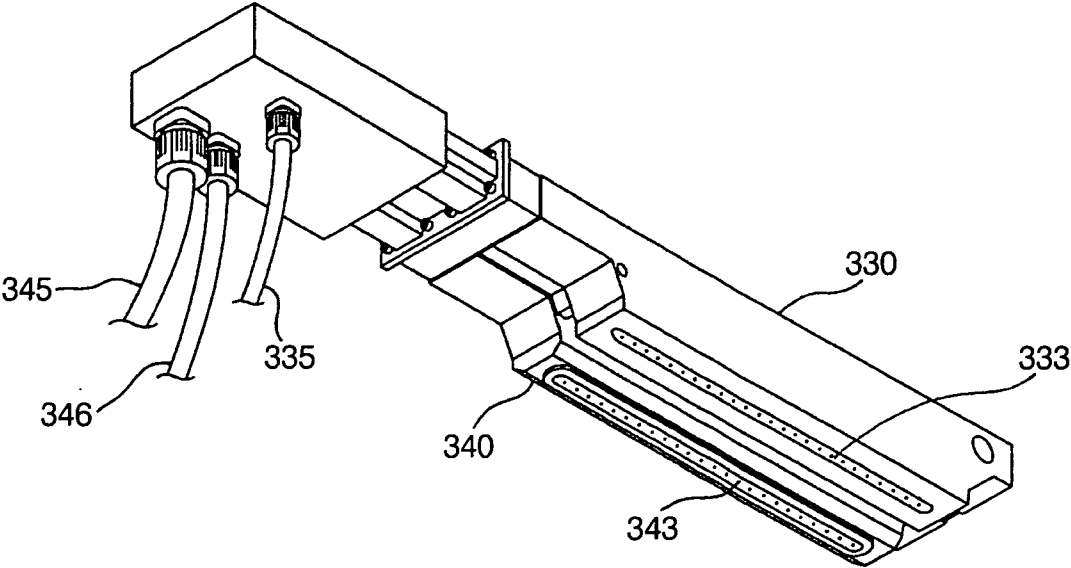


圖 11B

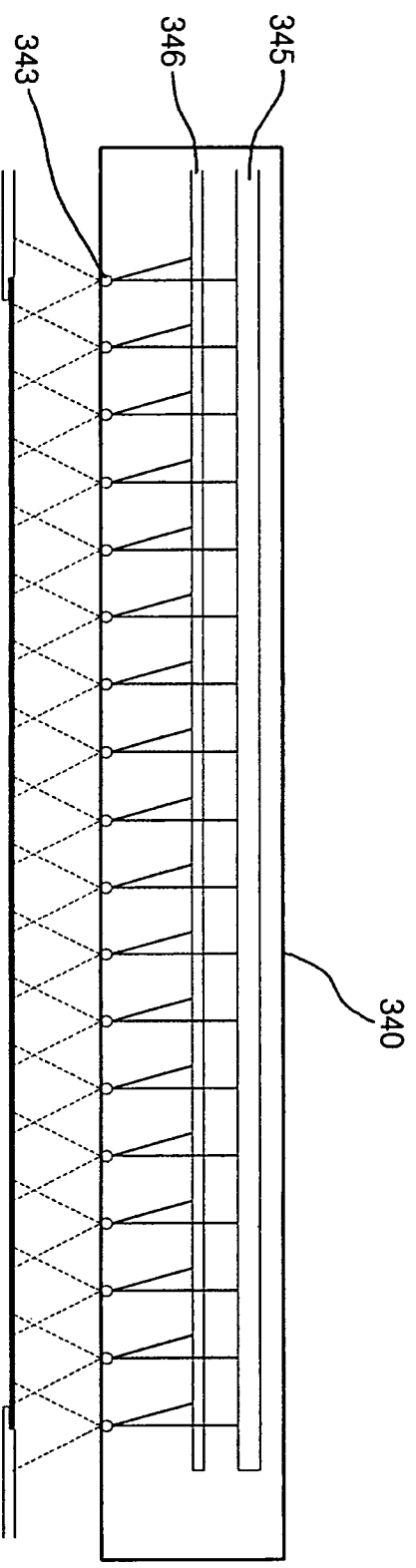


圖 11C