

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 96141029

※申請日期： 96.10.31

※IPC 分類： H01L 21/677 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

白努利桿

BERNOULLI WAND

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

ASM 美國股份有限公司

ASM AMERICA, INC.

代表人：(中文/英文) 衛斯特桑德 圖德 / WESTERSUND, TODD

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國亞利桑那州鳳凰城東大學大道 3440 號

3440 EAST UNIVERSITY DRIVE, PHOENIX, AZ 85034-7200,

U.S.A

國 籍：(中文/英文) 美國/US

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 哈維 艾里斯 G/ HARVEY, ELLIS G.

國 籍：(中文/英文) 美國/US

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006/12/1；11/566,158

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於半導體基板搬運系統 (semiconductor substrate handling system)，且更特定言之是關於利用氣流以使用白努利效應 (Bernoulli effect) 來提昇基板的半導體基板拾取 (pickup) 設備。

【先前技術】

積體電路通常包含形成在稱作晶圓之半導體材料之薄片上的諸如電晶體以及二極體之多個半導體元件。在晶圓中製造半導體元件所使用之處理中的一些處理包括將晶圓定位在高溫反應室 (high temperature chamber) 中，晶圓在其中暴露於高溫氣體，此導致在晶圓上形成若干膜層。當形成此等積體電路時，常常必需將晶圓裝載入高溫反應室中以及將其自高溫反應室中移除，晶圓在高溫反應室中可達到高達 1200°C 之溫度。此高溫處理之實例為磊晶化學氣相沈積 (epitaxial chemical vapor deposition)，雖然熟習此技藝者將易於瞭解在高於 (例如) 400°C 下的處理的其他實例。然而，由於晶圓極其脆弱且易於受到微粒污染物 (particulate contamination) 的損害，因此必須極為小心以避免在運輸晶圓時實體上損壞晶圓，尤其當晶圓為加熱狀態時更是如此。

為避免在運輸過程期間損壞晶圓，已開發出多種晶圓拾取設備。提昇晶圓之特定應用或環境往往決定了拾取設備之最有效類型。稱作白努利桿 (Bernoulli wand) 的一類

拾取設備尤其適合用於運輸非常熱的晶圓。由石英製成之白努利桿尤其有利於在高溫反應室之間運輸晶圓，因為金屬設計不能耐受此等高溫及/或可在高溫下污染晶圓。白努利桿所提供之優勢在於，除了（或許）在桿下側且晶圓邊緣之外部定位的一或多個小型定位器或“腳”以外，熱晶圓通常不接觸拾取桿，由此最小化由桿導致之對晶圓的接觸損壞。Goodwin 等人之美國專利第 5,080,549 號以及 Ferro 等人之美國專利第 6,242,718 號中揭露了用於高溫晶圓搬運之白努利桿，其全部揭露內容藉此以引用方式併入本文中。白努利桿通常安裝在機器人或晶圓搬運臂（wafer handling arm）之前端上。

圖 1 中展示用於在高溫處理中運輸晶圓之典型白努利桿設計。如圖 1 中所說明，白努利桿 100 可由石英製成，其有利於運輸非常熱的晶圓。通常，氣體自氣體源流經白努利桿 100 之頸部（neck）110 中的中央氣體通道（central gas channel）102。中央氣體通道 102 將氣體供應至定位在白努利桿 100 之頭部 130 中的多個氣體出口孔（gas outlet hole）120。特定言之，當將白努利桿定位在晶圓上方時，白努利桿使用自氣體出口孔 120 處成角度流出之氣體噴流以在晶圓上方形成氣流模式，此導致緊靠晶圓上方之壓力小於緊靠晶圓下方之壓力，從而產生白努利效應（Bernoulli effect）。因此，壓力不平衡導致晶圓經受向上“提昇”力（lift force）。此外，隨著晶圓被朝著白努利桿 100 向上吸起，產生提昇力之相同噴流產生逐漸增大之排斥力

(repulsive force)，此防止了晶圓接觸白努利桿 100。因此，可能使晶圓以實質上不接觸之方式懸於白努利桿下方。

氣體出口孔 120 中之一些孔通常偏向定位在白努利桿 100 之一末端處的“腳” 140，以將晶圓保持在白努利桿 100 下方之適當位置上。腳 140 藉由在兩點上於晶圓邊緣處接觸晶圓而約束晶圓且防止晶圓進一步橫向移動 (lateral movement)。

【發明內容】

根據實施例，提供一種半導體晶圓搬運設備。所述設備包含頭部部分以及頸部。頭部部分具有氣體出口之第一集合以及氣體出口之第二集合。氣體出口之第一集合以及氣體出口之第二集合經配置以將氣流導向晶圓，從而使用白努利效應來支撐晶圓。頸部具有第一端以及第二端，且經組態以在第一端上連接至機器臂 (robotic arm)，且在第二端上連接至頭部部分。頸部包括穿過其延伸之多個可獨立控制氣體通道的部分。氣體通道中之每一者與氣體出口之第一集合以及氣體出口之第二集合中的一者流體連通。

根據另一實施例，提供一種半導體晶圓搬運設備。設備包含頭部部分、自頭部部分延伸出之多個桿腳 (wand feet) 以及頸部。頭部部分具有多個氣體出口，所述多個氣體出口經配置而以一方式將氣流導向晶圓，以使用白努利效應來支撐晶圓。頸部具有第一端以及第二端，且經組態以在第一端上連接至機器臂，且在第二端上連接至頭部部分。頸部包含穿過其延伸之多個可獨立控制之氣體通

道。氣體通道與多個氣體出口流體連通，且經組態以對晶圓進行向桿腳之兩階段偏向（two-staged biasing）。

根據另一實施例，提供一種半導體晶圓搬運設備。所述設備包含頭部部分以及頸部。頭部部分具有多個氣體出口，多個氣體出口經配置以將氣流導向晶圓，從而使用白努利效應來支撐晶圓。頸部具有第一端以及第二端，且經組態以在第一端上連接至機器臂，且在第二端上連接至頭部部分。頸部包含穿過其延伸之多個可獨立控制之氣體通道。氣體通道與多個氣體出口流體連通，且氣體通道可經調節以自氣體出口處提供不使晶圓在旋轉方向上偏向的氣流。

根據又一實施例，提供一種用於運輸半導體晶圓之方法。將白努利桿之頭部部分定位在晶圓之上表面上，其中頭部部分包含經組態以抑制晶圓之橫向移動的多個桿腳。藉由在晶圓之上表面上形成低壓區（low pressure zone）而朝著頭部部分吸起晶圓且抵住桿腳對晶圓施加微小之橫向力（lateral force）來支撐晶圓。在藉由低壓區來支撐晶圓的同時施加微小之橫向力之後，對晶圓施加額外之實質上較大之橫向力，其中額外之實質上橫向力大於所述微小之橫向力。在施加額外之實質上橫向力之後，在藉由低壓區來支撐晶圓的同時以實質上不接觸之方式來運輸晶圓。

根據另一實施例，提供一種用於運輸半導體晶圓之方法。將白努利桿之頭部部分定位在晶圓之上表面上。藉由在晶圓之上表面上形成低壓區而朝著頭部部分吸起晶圓來

支撐晶圓。在支撐晶圓的同時控制晶圓之旋轉，晶圓旋轉在與頭部部分之主表面平行的平面上進行。在藉由低壓區來支撐晶圓的同時以實質上不接觸之方式來運輸晶圓。

【實施方式】

以下對較佳實施例以及方法之詳細描述提出了對某些特定實施例之描述以有助於瞭解申請專利範圍。然而，吾人可在申請專利範圍所界定並涵蓋之多種不同實施例以及方法中實踐本發明。

出於說明性目的而更特定地參看圖式，本發明具體化於圖中大體展示之設備中。將瞭解，在不偏離本文中所揭露之基本概念的前提下，裝置可關於組態以及零件之細節發生變化，且方法可關於特定步驟以及順序發生變化。

已發現具有單個中央氣體通道之現有白努利桿顯著存在問題。此等現有白努利桿之一問題在於，由於氣體出口孔中之一些偏向桿腳，因此桿腳導致對晶圓之邊緣的損壞（在邊緣與桿腳相接觸時）。如上文所提及，桿腳經提供以防止晶圓橫向移離白努利桿。通常，氣體以一速率流經氣體出口孔，以使得氣體提供足夠強之固持力以使用白努利效應來支撐晶圓。然而，施加之力通常導致晶圓最初以過大動量以及力來接觸桿腳，由此導致對晶圓邊緣之損壞。如上文所論述，白努利桿必須施加足夠之固持力以保持晶圓位於白努利桿下方之適當位置上。若提供過小之固持力，則晶圓可能在白努利桿旋轉至新位置（例如，將晶圓運輸至新的處理反應室（process chamber）或運輸至加載

互鎖真空室 (loadlock chamber) 內) 時自桿腳處 “彈開” 且可能拋出 (歸因於離心力)。

特定言之，在機器中使用白努利桿而以超純磊晶矽層來預先塗覆晶圓的晶圓製造者常常無法忍受對晶圓邊緣造成之任何損壞。亦難以在製造期間控制氣體出口孔之定向以及孔之直徑容差 (tolerance)。即使氣體出口孔之定向及/或直徑出現微小偏差 (例如，數千分之一吋)，仍可導致晶圓在被白努利桿支撐時旋轉且彈出，此可能對白努利桿之效能產生不利影響。為抵消此晶圓旋轉，習知白努利桿之出口孔應適當地設定尺寸及角度 (側間平衡 (balanced side to side))。

下文中所描述之改進晶圓運輸系統 (wafer transport system) 包括由用於高溫處理之材料製成的經改良之白努利桿，其使與上文所描述之白努利桿相關聯的晶圓邊緣損壞問題最小化。合適用於白努利桿之材料包括 (但不限於) 陶瓷、石英以及玻璃。較佳地，此等白努利桿可耐受在室溫至約 1150°C 之範圍內、且尤其在約 400°C 至 900°C 之範圍內且甚至更重要在約 300°C 至 500°C 之範圍內的溫度。可藉由修改所述白努利桿以使其具有向不同集合之氣體出口供應氣體的多個可獨立控制氣體通道來最小化潛在的歸因於桿腳之刮擦而對晶圓邊緣造成的損壞。本文中所描述之晶圓傳輸機構可用於磊晶沈積系統中，但其亦可用於其他類型之半導體處理系統中。

現將參看圖式，其中相似數字在所有圖中指示相似部

分。圖 2A 示意說明用以將實質上平坦之半導體晶圓 60 運輸至高溫反應室內以及將其自高溫反應室中運輸出之半導體晶圓運輸系統 29 的實施例。特定言之，晶圓運輸系統 29 包含晶圓運輸總成 (wafer transport assembly) 30，晶圓運輸總成 30 具有經組態以與半導體晶圓 60 啮合以用於以實質上不接觸之方式進行運輸的移動式白努利桿 50。半導體晶圓運輸系統 29 又包含用以向白努利桿 50 供應諸如氮氣 (N_2) 之惰性氣體 33 之氣流的氣體供應總成 31 (gas supply assembly)。將瞭解，白努利桿 50 通常安裝在機器人上，與半導體處理領域內的其他末端操作裝置 (end effector) 一樣。

如圖 2A 所示，氣體供應總成 31 通常包含主要氣體儲集器 (main gas reservoir) 32 以及連接至其之主要氣體管道 (main gas conduit) 34。特定言之，主要氣體儲集器 32 較佳包括用以在相對較高之壓力下儲存大量氣體的封閉空腔以及在延長之時期內以可控方式經由主要氣體管道 34 傳遞惰性氣體 33 之氣流的壓力調節器。或者，可使用加壓氣體供應來替代氣體儲集器。

在圖 2A 所說明之實施例中，晶圓運輸總成 30 包含氣體界面 (gas interface) 36、兩個管道 40、具有近端 (proximal end) 或後端 (rear end) 41、移動式遠端 (distal end) 或前端 (front end) 43 以及延伸於其間之兩個隔絕的氣體通道 42 的機器臂 44。特定言之，氣體界面 36 是用以與氣體供應總成 31 之主要氣體管道 34 耦合，以使得惰性氣體 33

可流入機器臂 44 內。此外，機器臂 44 之前端 43 用以以可控方式定位從而以受控方式來位移連接至其之白努利桿 50。熟習此技藝者將瞭解，氣體界面 36 可包括諸如分配歧管（distribution manifold）、控制閥（control valve）、累積器（accumulator）、流量控制器、流量計（flow meter）、氣體乾燥器、氣體過濾器等組件。

在圖 2A 所說明之實施例中，白努利桿 50 包括伸長的頸部或後方部分 52、前向部分或平坦的頭部 54 及多個對準腳（alignment feet）56。頸部 52 包括第一端 51 與第二端 53、上表面 48 以及自第一端 51 延伸至第二端 53 的封閉之主要氣體通道（primary gas channel）70 與次要氣體通道（secondary gas channel）80。此外，頸部 52 之第一端 51 附接至機器臂 44 之前端 43，以允許惰性氣體 33 自機器臂 44 中之氣體通道 42 流入白努利桿 50 之頸部 52 中的主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 內。此外，白努利桿 50 之頸部 52 的第二端 53 附接至白努利桿 50 之頭部 54 上，以在實體上支撐頭部 54 且允許惰性氣體 33 自主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 流入頭部 54 內。將瞭解，在圖 2A 所說明之實施例中，機器臂 44 中之氣體通道中的每一者與頸部 52 之主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 中的一者流體連通。在替代性實施例中，機器臂 44 中之一個氣體通道 42 在頸部 52 中分開為主要氣體通道 70、次要氣體通道 80。熟習此技藝者將瞭解，在此替代性實施例中，較佳僅存在一個將氣體界面 36 與機器臂中之氣體通道 42 流體

連接的氣體管道 40。

如圖 2A 以及圖 2B 中示意指示，頭部 54 由實質上平坦之上部板 (upper plate) 66 以及實質上平坦之下部板 (lower plate) 64 構成，其以平行方式結合以形成具有第一端 57、下表面 55 及上表面 59 之複合結構。較佳地，頭部 54 經設定大小及形狀以覆蓋晶圓之整個區域。在一較佳實施例中，頭部 54 實質上為圓形。頭部 54 之直徑較佳約與晶圓之直徑相同。舉例而言，經組態以運輸 200 mm 晶圓之白努利桿 50 的頭部 54 較佳具有約 200 mm 之直徑。在一些實施例中，頭部 54 可具有大於或小於晶圓之直徑的直徑。熟習此技藝者將瞭解，過大之頭部 54 可能干擾頭部 54 與支架或晶舟盒之間的對接，而過小之頭部 54 可能無法提供足夠之白努利效應。因此，頭部 54 之直徑較佳在晶圓之直徑的 ± 5 mm 範圍內，且更佳在晶圓之直徑的 ± 2 mm 範圍內。在一些實施例中，頭部 54 並非正圓形且沿一軸之直徑可大於沿另一軸之直徑。頭部 54 具有厚度“t” (圖 2A 以及圖 2D)，厚度“t”較佳為約 1/8 吋至 3/8 吋，且厚度更佳為約 0.120 吋。在較佳實施例中，每一上部板 64、下部板 66 約為 0.060 吋厚。

熟習此技藝者將瞭解，在其他實施例中，頭部可具有截形側 (truncated side)，以使得白努利桿可自晶舟盒支架 (cassette rack) 裝載晶圓以及將晶圓卸載至晶舟盒支架，所述晶舟盒支架用於在多晶圓處理裝置中固持多個晶圓。此白努利桿 10 展示於圖 5A 中，其中頭部部分 14 具有截

形側 12。圖 5B 為晶舟盒支架之架子 16 之間的白努利桿 10 之平坦頭部部分 14 的頂端平面圖。圖 5C 中展示典型之晶舟盒支架 8。每一槽 17 能夠固持一個晶圓 20。通常，此等晶舟盒支架 8 在垂直柱體中固持（例如）約 26 個晶圓。如圖 5B 所示，截形側 12 使得能夠將白努利桿 10 插入到晶舟盒支架之架子 16 之間。當將晶圓 20 裝載入晶舟盒支架 8 之槽 17（圖 5C）內時，當將白努利桿 10 插入架子 16 之間時，圖 5B 中之虛線所示的晶圓 20 之相對周邊邊緣（其“未被截形側 12 覆蓋”）由晶舟盒支架 8 之架子 16 來水平支撐。具有截形側 12 之白努利桿 10 經組態以使得其可配合在架子 16 之間，由此允許相當緊密地堆疊之晶舟盒支架 8。

此外，由於較佳用諸如（例如）石英或陶瓷之高溫材料來建構白努利桿 50 之頸部 52、頭部 54 以及對準腳 56，因此白努利桿 50 較佳能夠延伸至高溫反應室內以操縱晶圓 60，所述晶圓 60 具有高達 1150°C、且尤其在約 400°C 至 900°C 之範圍內且甚至更重要在約 300°C 至 500°C 之範圍內的溫度，同時最小化了對晶圓 60 之損壞。使用此等高溫材料使得可使用白努利桿 50 以拾取相對較熱之基板而不會污染基板。

圖 2A 以及圖 2B 說明具有兩個單獨之主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 之白努利桿的實施例。兩個單獨之主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 較佳獨立可控且各向不同集合之出口孔 74、出口孔 75 供應氣體。將瞭解，一或

多個主要氣體通道 70 之集合的部分以及一或多個次要氣體通道 80 之集合的部分可設在頸部 52 中。如所說明，頭部 54 為頸部 52 所支撐且與頸部 52 流體連通。如下文中將描述，頭部 54 又用以允許惰性氣體 33 流至位於頭部 54 之下表面 55 (圖 2A) 上的氣體出口孔 74、氣體出口孔 75 (圖 2B) 之兩個集合中。氣體出口孔 74 之主要集合被供以來自主要氣體通道 70 之氣體。氣體出口孔 75 之次要集合被供以來自次要氣體通道 80 之氣體。如圖 2B 中所說明，氣體出口孔 75 之次要集合位於頭部 54 之下表面 55 的中心處，且氣體出口孔 74 之主要集合安置在氣體出口孔 75 之次要集合的周圍。

如圖 2B 所示，頭部 54 又包括自主要氣體通道 70 延伸之多個隔絕的分配通道 (distribution channel) 72。分配通道 72 與主要氣體通道 70 一起形成第一氣體通道集合。如圖 2B 所示，主要氣體通道 70 經由此等分配通道 72 來向氣體出口孔 74 之主要集合供應氣體。次要氣體通道 80 向氣體出口孔 75 之次要集合供應氣體，在所說明之實施例中，氣體出口孔 75 之次要集合包含兩個氣體出口孔。熟習此技藝者將瞭解，在替代性實施例中，氣體出口孔 75 之次要集合可包含兩個以上之出口孔。將瞭解，在其他實施例中，可存在自次要氣體通道 80 延伸之多個分配通道，其可向氣體出口孔 75 之次要集合供應氣體。將瞭解，此自次要氣體通道 80 延伸之多個分配通道將連同次要氣體通道 80 一起形成第二氣體通道集合。

在頭部部分 54 中，如圖 2B 中所示，主要通道 70 與次要通道 80 以及分配通道 72 中之每一者被形成為頭部 54 之下部板 64 之上表面中的凹槽。或者，主要通道 70 與次要通道 80 以及多個分配通道 72 可形成在上部板 66 之下表面中。

經過主要氣體通道 70 流至氣體出口孔 74 之第一集中的氣流較佳提供足夠之力以使用白努利效應將晶圓 60 固持至白努利桿 50。如圖 2A 至圖 2C 所示，氣體出口孔 74 之第一集合經傾斜並分佈以使得氣體出口孔 74 自分配通道 72 延伸穿過下部板 64 而到達頭部 54 之下表面 55(圖 2A)，以便在晶圓上產生自此大體以徑向方式向外導引之氣流 76。熟習此技藝者將瞭解，來自氣體出口孔 74 之第一集合的傾斜氣流之此大體模式會導致白努利效應。此外，如下文中進一步詳細描述，供應至氣體出口孔 74 之第一集合的氣體較佳提供向對準腳 56 之微小偏向。

次要氣體通道 80 供應氣體出口孔 75 之第二集合，其較佳高度偏向對準腳 56。如圖 2E 之簡化表示所示，如下文中更詳細闡釋，氣體出口孔 75 之第二集合經傾斜以產生更偏向對準桿腳 56 之氣流 78。熟習此技藝者將易於瞭解，自氣體出口孔 75 之第二集合中流出的氣體有助於由自氣體出口孔 74 之第一集合中流出之氣體所產生的白努利效應。

如上文所論述，較佳可獨立控制主要氣體通道 70 與次要氣體通道 80。根據此實施例，較佳在通向次要氣體通道

80 之氣流之前打开通向主要氣體通道 70 之氣流。如圖 2A 所示，當打开通向主要氣體通道 70 之氣流且關閉通向次要氣體通道 80 之氣流時，且當白努利桿 50 定位在具有平坦上表面 62 以及平坦下表面 68 之晶圓 60 的上方時，晶圓 60 變得以實質上不接觸之方式與白努利桿 50 啣合。特定言之，如圖 2A 以及圖 2B 所示，來自氣體出口孔 74 之第一集合的氣流 76 自上方以大體水平且大體徑向向外之方式在晶圓 60 之上表面 62 上噴射，從而在晶圓 60 上方產生低壓區，此處，晶圓 60 上方之壓力小於晶圓 60 下方之壓力。因此，根據白努利效應，晶圓 60 經受向上“提昇”力，且被朝著頭部 54 向上吸起。熟習此技藝者將易於瞭解，如上文所描述，在一些實施例中，在機器臂 44 中存在兩個氣體通道 42，每一者之一端連接至主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 中之一者，且每一者之另一端連接至單獨之氣體界面 36 或氣體供應（其可單獨打開）。可在機器臂 44 中之氣體通道 42 上或在頸部 52 中之主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 上設有閥門或其他限流器（restrictor），以獨立地控制流經主要氣體通道 70、次要氣體通道 80 之氣流。

如上文所論述，氣流 76 產生壓力不均以及隨之產生之向上力，其導致晶圓 60 被隨後位移至平衡位置處，其中晶圓 60 實質上不接觸頭部 54 而漂浮在頭部 54 之下方。特定言之，在垂直平衡位置上，藉由氣流 76 碰撞晶圓 60 之上表面 62 而導致的作用於晶圓 60 上之向下反作用力與作用於晶圓 60 上之重力相結合而抵消由壓力不均而產生之提

昇力。因此，晶圓 60 相對於頭部 54 在實質上固定之垂直位置處漂浮於頭部 54 下方。此外，當晶圓 60 以上述方式由頭部 54 嚙合時，晶圓 60 之平面經定向以實質上平行於頭部 54 之平面。此外，晶圓 60 之上表面 62 與頭部 54 之下表面 55 之間的距離與晶圓 60 之直徑相比通常較小。此距離較佳在約 0.008 吋至 0.013 吋之範圍內。

為防止晶圓 60 以水平方式移動，氣體出口孔 74 之第一集合較佳經分佈並傾斜以向氣流 76 賦予輕微橫向偏向，此導致晶圓 60 和緩地向白努利桿 50 之對準腳 56 處移動。根據實施例，腳自白努利桿 50 之下表面 55 起具有約為 0.08 吋之高度“h”（圖 2D）。因此，晶圓 60 之邊緣表面 69（圖 2A）和緩地與對準腳 56 嚙合以防止晶圓 60 相對於白努利桿 50 之進一步橫向移動，且能夠實質上防止對晶圓邊緣 69 造成任何損壞。

熟習此技藝者將瞭解，腳可定位在頭部 54 之任一端上，以防止晶圓 60 相對於白努利桿 50 進行進一步橫向移動。在一些實施例中，如圖 2A、圖 2B、圖 2D 以及圖 2E 所示，對準腳 56 定位在頭部 54 之近端處。在其他實施例中，如圖 1 所示（其並非本發明之實施例，但展示了可提供於本發明之實施例中的腳 140），對準腳 56 定位在頭部之遠端處。將瞭解，如圖 2A、圖 2B、圖 2D 以及圖 2E 所示，若配合諸如晶舟盒之支架來使用白努利桿 50，則對準腳 56 較佳定位在頭部 54 之近端處。熟習此技藝者將瞭解，若不配合支架來使用白努利桿 50，則腳可定位在頭部之遠

端處。對準腳 56 較佳亦由諸如石英之高溫材料製成。

如上文所描述，在操作中，較佳首先打開通向主要氣體通道 70 之氣流（亦即，在打開流經次要氣體通道 80 之氣流之前）以朝著白努利桿 50 向上吸起晶圓 60，且和緩地將晶圓 60 橫向推抵住對準腳 56。在預定時間之後，較佳在約一秒至五秒之範圍內，且更佳為約兩秒，當氣體繼續自氣體出口孔 74 之第一集合中流出時，打開通向次要氣體通道 80 之氣流，以有助於由自氣體出口孔 74 之第一集合中流出之氣體所導致的白努利效應，且亦對晶圓 60 提供抵住對準腳 56 的額外之實質上橫向固持力。如上文所論述，氣體出口孔 75 之第二集合經傾斜以使得氣體出口孔 75 高度偏向對準腳 56。當晶圓邊緣 69 已接觸對準腳 56（歸因於由自氣體出口孔 74 之第一集合中流出之氣體所提供的輕微偏向）時，來自次要氣體通道 80 之此額外之力由於不存在硬性衝擊而不會對晶圓邊緣 69 導致額外之損壞，但所述額外之力更強地將晶圓保持抵住對準腳 56。此允許由白努利桿 50 來運輸晶圓 60（例如，運輸至另一個台（station）），同時當白努利桿 50 旋轉時，晶圓 60 歸因於離心力而掉落的危險顯著減小。

圖 3A 為白努利桿 50 之第二實施例的示意底部平面圖。如圖 3A 所示，白努利桿 50 之此實施例具有三個氣體通道，包含一主要氣體通道 70 以及兩個次要通道 80a、次要通道 80b。此實施例類似於圖 2A 至圖 2E 中所示之白努利桿，不同之處在於次要通道 80 變得分為左支路（left

branch) (次要通道 80a) 以及右支路 (right branch) (次要通道 80b)。可藉由調節節流孔 (orifice) 82a、節流孔 82b (見圖 3B) 來控制流經次要通道 80a 以及次要通道 80b 之流量，以使得可相對於自次要通道 80a 以及次要通道 80b 流出之氣流而將自氣體出口孔 74、氣體出口孔 75 流出之氣流調節為對稱或平衡的，由此減少了上文所論述之存在問題的晶圓旋轉。因此，可藉由調節流經次要通道 80a 與次要通道 80b 之相對氣流來校正氣體出口孔 74、氣體出口孔 75 之大小以及定向的微小偏差 (上文所描述)，以便提供對稱或平衡之流量來減小晶圓旋轉。

如圖 3B 所示，次要通道 80a 以及次要通道 80b 中之每一者配備有可調節之節流孔 82a、節流孔 82b。可藉由在一側或另一側上使用逐漸增大之小型限流構件來調節次要通道 80a 與次要通道 80b 之間的相對流量，來將流量調節為對稱或平衡的。為增加朝對準腳 56 之固持力而不會影響流量之對稱性，可以相同速率來放大兩個節流孔 82a、節流孔 82b 直至達成所需之力。熟習此技藝者將瞭解，可使用諸如閥門或限流器之限流構件來控制流經節流孔 82a、節流孔 82b 之流量，且氣體界面 36 可控制流經主要氣體通道 70 之流量。

圖 4 中展示第三實施例。在此實施例中，針對每一個別出口孔提供單獨之氣體通道。熟習此項技藝者將易於瞭解，在此實施例中，可獨立控制流經每一出口孔之流量，以使得可精確地調節流量。將瞭解，此實施例可配備有任

意數目之氣體通道以及相應氣體出口孔。

圖 6 中說明半導體處理系統 85 之一實施例。圖 6 為展示半導體處理系統 85 之橫截面的示意頂視圖。如圖 6 所示，較佳將負載埠或加載互鎖真空室 84 與晶圓搬運反應室（wafer handling chamber, WHC）86 接合。在所說明之實施例中，白努利桿 50 連接至駐留於 WHC 86 內之 WHC 機器人 89。根據此實施例，白努利桿 50 經組態以存取位於經組態以固持晶圓之支架或晶舟盒 88 中的晶圓，以用於自負載埠或加載互鎖真空室 84 運輸至處理反應室 87，晶圓可在處理反應室 87 中於晶座（susceptor）上接受處理。因此，白努利桿 50 可伸入槽內以裝載及卸載晶圓。

熟習此項技藝者將瞭解，在其他實施例中，在鄰近 WHC 86 處可存在多個處理反應室 87 及/或加載互鎖真空室 84，且 WHC 機器人 89 以及白努利桿 50 可經定位成可有效地接近個別處理反應室以及冷卻台中之所有者的內部而無需與支架相互作用。在此系統中，可設有單獨之末端操作裝置（例如，腳座（paddle））以與支架相互作用。可使用處理反應室 87 對晶圓執行相同處理。或者，如熟習此項技藝者將瞭解，處理反應室 87 可各對晶圓執行不同之處理。這些處理包括（但不限於）濺鍍、化學氣相沈積（chemical vapor deposition, CVD）、蝕刻、灰化、氧化、離子植入、微影、擴散以及類似處理。每一處理反應室 87 通常含有晶座或其他基板支撐物，以用於在處理反應室 87 內支撐待處理之晶圓。處理反應室 87 可裝備有至真空泵、

處理氣體注入機構（process gas injection mechanism）以及排氣與加熱機構的連接。支架 88 可為攜帶型晶舟盒或位於加載互鎖真空室 84 內之固定支架。

雖然已在某些較佳實施例以及實例之背景下揭露了本發明，然而熟習此項技藝者將瞭解，本發明延伸至特定揭露之實施例以外以至其他替代性實施例及/或對本發明之使用以及對其之明顯修改。因此，希望本文中所揭露之本發明的範疇不應由上文所描述之特定揭露實施例來限制，而僅應藉由清楚閱讀以下申請專利範圍來判定。

【圖式簡單說明】

圖 1 為習知白努利桿之示意平面圖。

圖 2A 示意說明根據實施例之晶圓運輸系統，其包含經組態以與半導體晶圓啮合之白努利桿。

圖 2B 為圖 2A 之白努利桿的示意頂部平面圖。

圖 2C 為圖 2A 之白努利桿之頭部之下部板中的傾斜氣體出口孔之橫截面圖。

圖 2D 為圖 2A 之白努利桿的側視圖。

圖 2E 為根據實施例之圖 2A 之白努利桿之頭部的側視圖，其說明來自氣體出口孔之氣流。

圖 3A 為根據另一實施例之白努利桿的示意下側平面圖。

圖 3B 為圖 3A 之白努利桿之氣體通道中之可調節節流孔的詳圖。

圖 4 為根據另一實施例之白努利桿的示意下側平面

圖。

圖 5A 為根據又一實施例之白努利桿的示意平面圖。

圖 5B 為在晶舟盒之架子之間的圖 5A 之白努利桿之平坦頭部部分之示意頂部平面圖。

圖 5C 為晶舟盒支架之示意頂部以及前部透視圖。

圖 6 為包括白努利桿之半導體處理系統的示意圖。

【主要元件符號說明】

- 8：晶舟盒支架
- 10：白努利桿
- 12：截形側
- 14：頭部部分
- 16：架子
- 17：槽
- 20：晶圓
- 29：晶圓運輸系統
- 30：晶圓運輸總成
- 31：氣體供應總成
- 32：主要氣體儲集器
- 33：惰性氣體
- 34：主要氣體管道
- 36：氣體界面
- 40：氣體管道
- 41：近端/後端
- 42：封閉氣體通道

- 43：遠端/前端
- 44：機器臂
- 48：上表面
- 50：白努利桿
- 51：第一端
- 52：頸部/後方部分
- 53：第二端
- 54：前向部分/頭部
- 55：下表面
- 56：對準腳
- 57：第一端
- 59：上表面
- 60：半導體晶圓
- 62：上表面
- 64：下部板
- 66：上部板
- 68：下表面
- 69：晶圓邊緣
- 70：主要氣體通道
- 72：分配通道
- 74：氣體出口孔
- 75：氣體出口孔
- 76：氣流
- 78：氣流

- 80：次要氣體通道
- 80a：次要通道
- 80b：次要通道
- 82a：節流孔
- 82b：節流孔
- 84：加載互鎖真空室
- 85：半導體處理系統
- 86：晶圓搬運反應室
- 87：處理反應室
- 88：支架/晶舟盒
- 89：晶圓搬運反應室機器人
- 100：白努利桿
- 102：中央氣體通道
- 110：頸部
- 120：氣體出口孔
- 130：頭部
- 140：腳
- h：高度
- t：厚度

五、中文發明摘要：

一種用於傳輸半導體晶圓之白努利桿(50)。白努利桿(50)具有頭部部分(54)，頭部部分(54)具有經組態以沿晶圓之上表面產生氣流從而在晶圓之上表面與晶圓之下表面之間產生壓力差的多個氣體出口(74、75)。利用白努利原理，壓力差產生以實質上不接觸之方式來支撐位於白努利桿之頭部部分(54)下方之晶圓的提昇力。白努利桿(50)具有可獨立控制之氣體通道(70、80)，其經組態以向氣體出口孔(74、75)之不同集合提供氣流。氣體出口孔(74、75)以及氣體通道(70、80)經組態以使用白努利原理來支撐晶圓。

六、英文發明摘要：

A Bernoulli wand (50) for transporting semiconductor wafers. The wand (50) has a head portion (54) having a plurality of gas outlets (74, 75) configured to produce a flow of gas along an upper surface of a wafer to create a pressure differential between the upper surface of the wafer and the lower surface of the wafer. The pressure differential generates a lift force that supports the wafer below the head portion (54) of the wand in a substantially non-contacting manner, employing the Bernoulli principle. The wand (50) has independently controllable gas channels (70, 80) configured to provide flow to different sets of gas outlet holes (74, 75). The gas outlet holes (74, 75) and gas channels (70, 80) are configured to support a wafer using the Bernoulli principle.

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體晶圓搬運設備，包含：

具有氣體出口之第一集合以及氣體出口之第二集合的頭部部分，所述氣體出口之第一集合以及所述氣體出口之第二集合經配置以將氣流導向晶圓，從而使用白努利效應來支撐所述晶圓；

具有第一端以及第二端之頸部，所述頸部經組態以在所述第一端上連接至機器臂，且在所述第二端上連接至所述頭部部分，其中所述頸部包括穿過其延伸之多個可獨立控制的氣體通道的部分，所述氣體通道中之每一者與所述氣體出口之第一集合以及所述氣體出口之第二集合中的一者流體連通。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體通道包含第一氣體通道集合以及第二氣體通道集合，所述第一氣體通道集合與所述氣體出口之第一集合流體連通，且所述第二氣體通道集合與所述氣體出口之第二集合流體連通。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體出口之第一集合經配置以提供大體以徑向方式向外導引之氣流。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述第一氣體通道集合經組態以向所述氣體出口之第一集合中之氣體出口中的每一者供應氣體。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之半導體晶圓搬運設

備，又包含多個桿腳，其中所述第一氣體通道集合以及所述氣體出口之第一集合經組態以提供具有第一力之氣體，以使所述晶圓偏向所述桿腳。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體出口之第二集合以及所述第二氣體通道集合經組態以提供具有第二力之氣體，以使所述晶圓偏向所述桿腳，所述第二力大於所述第一力。

7.如申請專利範圍第 2 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述第二氣體通道集合包含第一支路以及第二支路，所述第一支路以及所述第二支路具有用於控制流經所述第一支路以及所述第二支路之氣體流動速率的可調節流量節流孔。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述可調節流量節流孔經組態以提供來自所述氣體出口之第二集合的平衡氣流，所述平衡氣流在所述第一氣體通道集合與所述第二氣體通道集合之間達到平衡。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體出口之第二集合包括連接至所述第一支路且經組態以在某方向上導引氣體從而使所述晶圓在第一旋轉方向上偏向的至少一出口，所述氣體出口之第二集合亦包括連接至所述第二支路且經組態以在某方向上導引氣體從而使所述晶圓在與所述第一旋轉方向相反之第二旋轉方向上偏向的至少一出口。

10.如申請專利範圍第 7 項所述之半導體晶圓搬運設

備，其中所述第一支路以及所述第二支路經組態以用於在使用所述白努利效應來支撐所述晶圓的同時控制晶圓旋轉，所述晶圓旋轉在與所述頭部部分之主表面平行的平面上進行。

11.如申請專利範圍第 7 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述第一支路以及所述第二支路中之每一者包含經組態以控制流經所述第一支路以及所述第二支路之氣體流動速率的可調節節流孔。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中頭部部分以及頸部由高溫材料製成。

13.如申請專利範圍第 12 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述高溫材料為石英。

14.一種半導體晶圓搬運設備，包含：

具有多個氣體出口之頭部部分，所述氣體出口經配置成以一方式將氣流導向晶圓，以使用白努利效應來支撐所述晶圓；

自所述頭部部分延伸出之多個桿腳；以及

具有第一端以及第二端之頸部，所述頸部經組態以在所述第一端上連接至機器臂，且在所述第二端上連接至所述頭部部分，其中所述頸部包含穿過其延伸之多個可獨立控制之氣體通道，所述氣體通道與所述氣體出口流體連通，且經組態以對所述晶圓進行向所述桿腳之兩階段偏向。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之半導體晶圓搬運設

備，其中所述氣體出口包含氣體出口之第一集合以及氣體出口之第二集合，所述氣體出口之第一集合經傾斜以將氣體導引越過所述晶圓之上表面，且實質上徑向向外地導引至所述晶圓之周邊，以在所述晶圓上方形成小於所述晶圓下方之壓力的壓力，其中所述氣體出口之第一集合經組態以賦予朝向所述桿腳之微小偏向。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體出口之第二集合經傾斜以提供使所述晶圓偏向所述桿腳的氣流，來自所述氣體出口之第二集合的氣流以大於來自所述氣體出口之第一集合之氣流的程度而偏向所述桿腳。

17.如申請專利範圍第 15 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體通道包含第一氣體通道集合以及第二氣體通道集合，所述氣體出口之第一集合與所述第一氣體通道集合流體連通，且所述氣體出口之第二集合與所述第二氣體通道集合流體連通。

18.如申請專利範圍第 14 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中每一所述氣體通道被單獨控制。

19.如申請專利範圍第 14 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中每一所述氣體通道與所述氣體出口之單獨集合流體連通。

20.如申請專利範圍第 14 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述頭部部分由石英製成。

21.如申請專利範圍第 14 項所述之半導體晶圓搬運設

備，其中所述桿腳定位在所述頭部部分之遠端或近端處。

22.一種半導體晶圓搬運設備，包含：

具有多個氣體出口之頭部部分，所述氣體出口經配置以將氣流導向晶圓，從而使用白努利效應來支撐所述晶圓；以及

具有第一端以及第二端之頸部，所述頸部經組態以在所述第一端上連接至機器臂，且在所述第二端上連接至所述頭部部分，其中所述頸部包含穿過其延伸之多個可獨立控制之氣體通道，所述氣體通道與所述氣體出口流體連通，所述氣體通道可經調節以自所述氣體出口處提供氣流，所述氣流不使所述晶圓在旋轉方向上偏向。

23.如申請專利範圍第 22 項所述之半導體晶圓搬運設備，又包含定位在所述頭部部分上之多個桿腳，所述桿腳經組態以抑制所述晶圓之橫向移動。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述桿腳定位在所述頭部部分之遠端或近端處。

25.如申請專利範圍第 22 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述氣體通道中之第一者與所述氣體出口之第一集合流體連通，且所述氣體通道中之第二者與所述氣體出口之第二集合流體連通。

26.如申請專利範圍第 25 項所述之半導體晶圓搬運設備，所述氣體出口之所述第一集合經組態以供應以大體徑向方式向外導引之氣流。

27.如申請專利範圍第 25 項所述之半導體晶圓搬運設

備，其中所述氣體通道中之第二者包含第一支路以及第二支路，其中所述第一支路經組態以向經組態以在某方向上導引所述氣體從而使所述晶圓在第一旋轉方向上偏向的至少一出口供應氣體，且所述第二支路經組態以向經組態以在某方向上導引氣體從而使所述晶圓在與所述第一旋轉方向相反之第二旋轉方向上偏向的至少一出口供應氣體，所述第一支路以及所述第二支路經組態以調節流經所述第一支路與所述第二支路之相對氣流。

28.如申請專利範圍第 27 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述第一支路以及所述第二支路中之每一者包含限流構件。

29.如申請專利範圍第 28 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述限流構件為閥門。

30.如申請專利範圍第 22 項所述之半導體晶圓搬運設備，其中所述頭部部分以及頸部包含石英。

31.一種運輸半導體晶圓之方法，包含：

將白努利桿之頭部部分定位在述晶圓之上表面上，其中所述頭部部分包含經組態以抑制所述晶圓之橫向移動的多個桿腳；

藉由在所述晶圓之所述上表面上形成低壓區而朝著所述頭部部分吸起所述晶圓且抵住所述桿腳對所述晶圓施加微小之橫向力來支撐所述晶圓；

在藉由所述低壓區來支撐所述晶圓的同時施加所述微小之橫向力之後，對所述晶圓施加額外之實質上橫向

力，其中所述額外之實質上橫向力大於所述微小之橫向力；以及

在施加所述額外之實質上橫向力之後，在藉由所述低壓區來支撐所述晶圓的同時以實質上不接觸之方式來運輸所述晶圓。

32.如申請專利範圍第 31 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中所述晶圓上之所述低壓區中的壓力低於所述晶圓下方之壓力。

33.如申請專利範圍第 31 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中形成所述低壓區包含在所述晶圓之所述上表面上使氣體大體徑向向外流動。

34.如申請專利範圍第 33 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中形成所述低壓又包含使氣體流動穿過所述頭部部分之下表面中的氣體出口孔之第一集合。

35.如申請專利範圍第 34 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中施加所述額外之實質上橫向力包含使氣體流動穿過所述頭部部分之所述下表面中的所述氣體出口孔之第二集合。

36.如申請專利範圍第 31 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中吸起所述晶圓包含使所述晶圓偏向所述桿腳，以使得在運輸所述晶圓時僅所述晶圓之邊緣接觸所述桿腳。

37.如申請專利範圍第 36 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中在所述晶圓之所述邊緣接觸所述桿腳時施加所

述額外之實質上橫向力。

38.如申請專利範圍第 31 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中所述桿腳定位在所述頭部部分之遠端或近端上。

39.如申請專利範圍第 31 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中所述頭部部分由用於高溫處理之材料製成。

40.一種運輸半導體晶圓之方法，包含：

將白努利桿之頭部部分定位在晶圓之上表面上；

藉由在所述晶圓之所述上表面上形成低壓區而朝著所述頭部部分吸起所述晶圓來支撐所述晶圓；

在支撐所述晶圓的同時控制所述晶圓之旋轉，所述晶圓之旋轉在與所述頭部部分之主表面平行的平面上進行；以及

在藉由所述低壓區來支撐所述晶圓的同時以實質上不接觸之方式來運輸所述晶圓。

41.如申請專利範圍第 40 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中控制所述晶圓之旋轉包含調節自所述頭部部分至所述晶圓之氣流，以使得所述氣流不會對所述晶圓賦予旋轉偏向。

42.如申請專利範圍第 40 項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中支撐所述晶圓包含使氣體自第一氣體通道處流動穿過所述頭部部分之氣體出口之第一集合，且其中控制所述晶圓之旋轉包含使氣體自第二氣體通道處流動穿過所述頭部部分之所述氣體出口之第二集合。

43.如申請專利範圍第 42 項所述之運輸半導體晶圓之

方法，其中所述第二氣體通道包含第一支路以及第二支路，所述第一支路以及所述第二支路中之每一者向單獨之所述氣體出口供應氣體，且其中控制所述晶圓之旋轉包含調節所述第一支路與所述第二支路之間的相對氣流。

44.如申請專利範圍第43項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中調節包含調節閥門。

45.如申請專利範圍第40項所述之運輸半導體晶圓之方法，其中所述頭部部分由用於高溫處理之材料製成。

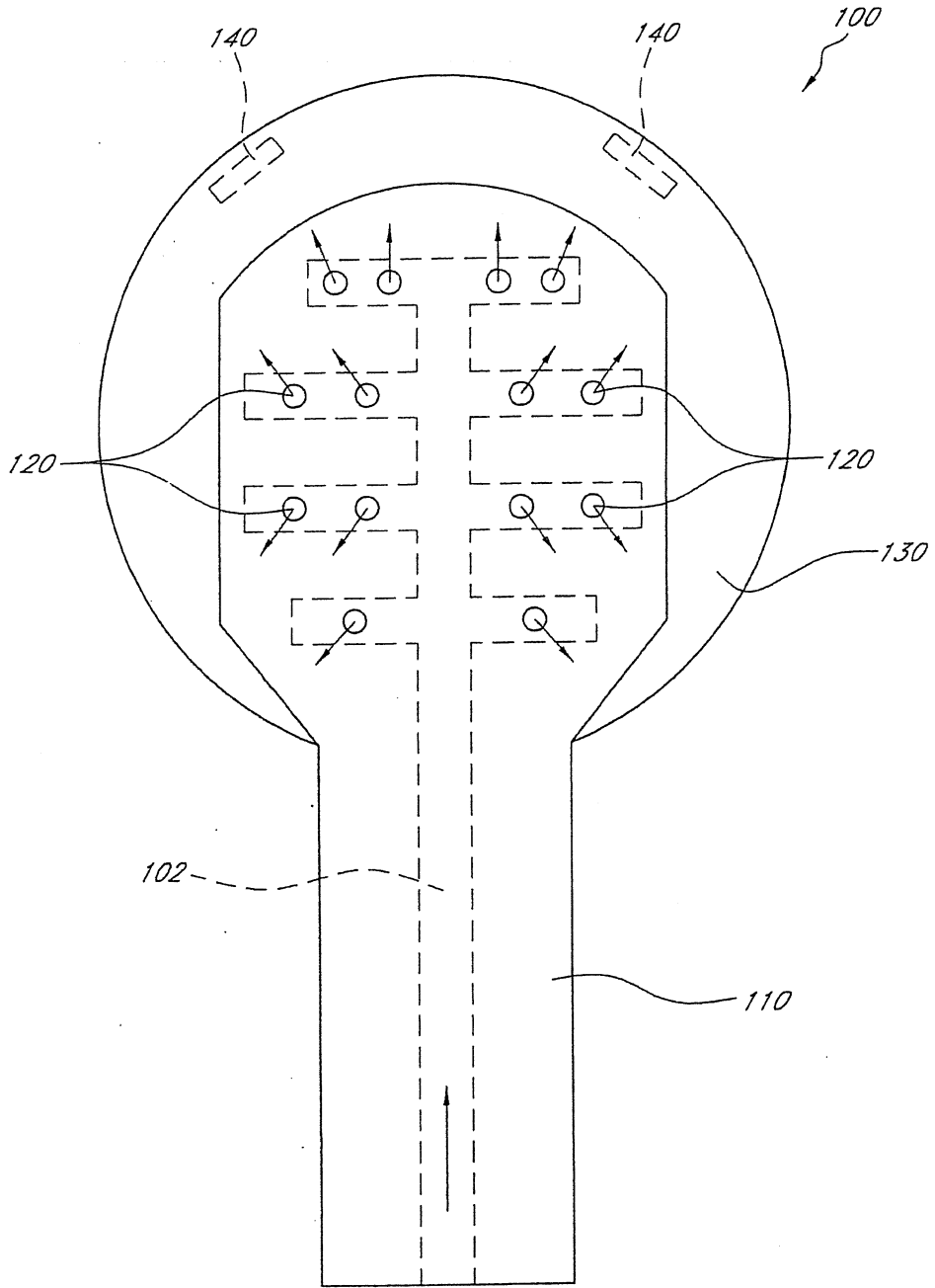


圖 1

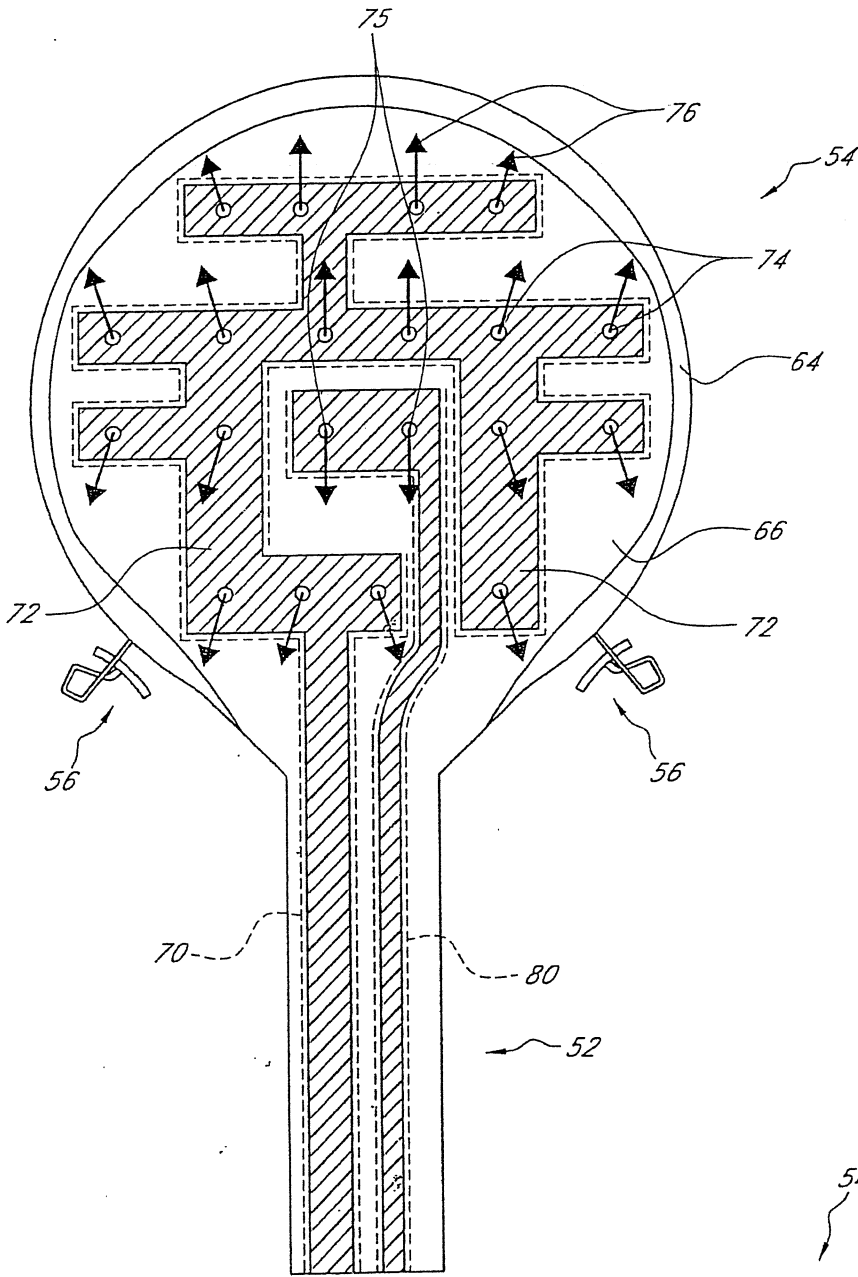


圖 2B

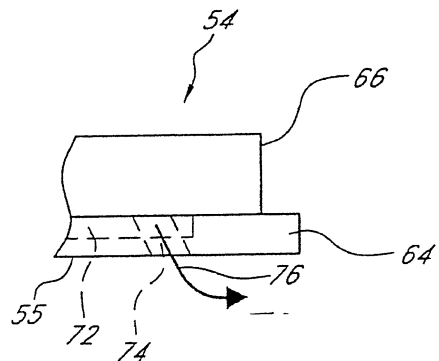


圖 2C

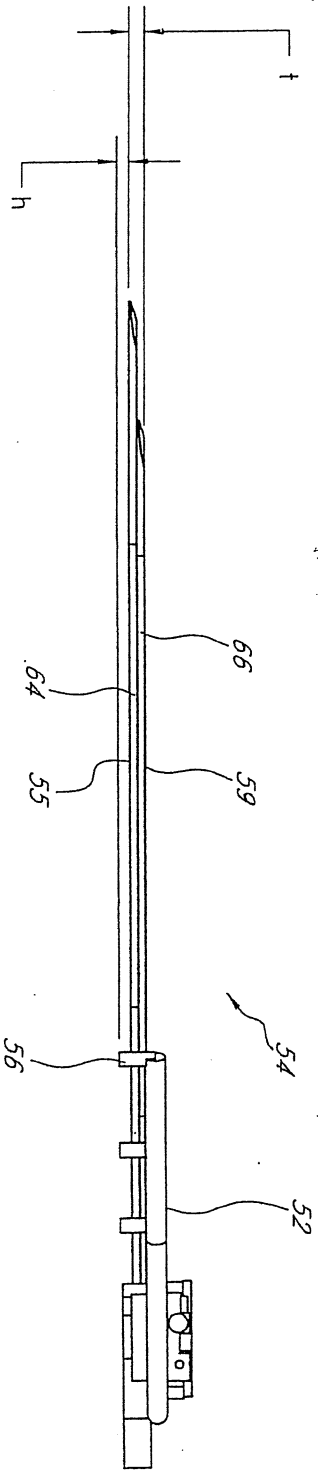


圖 2D

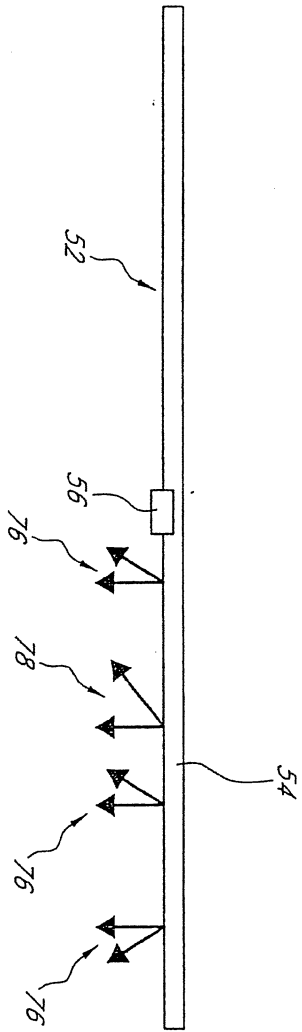


圖 2E

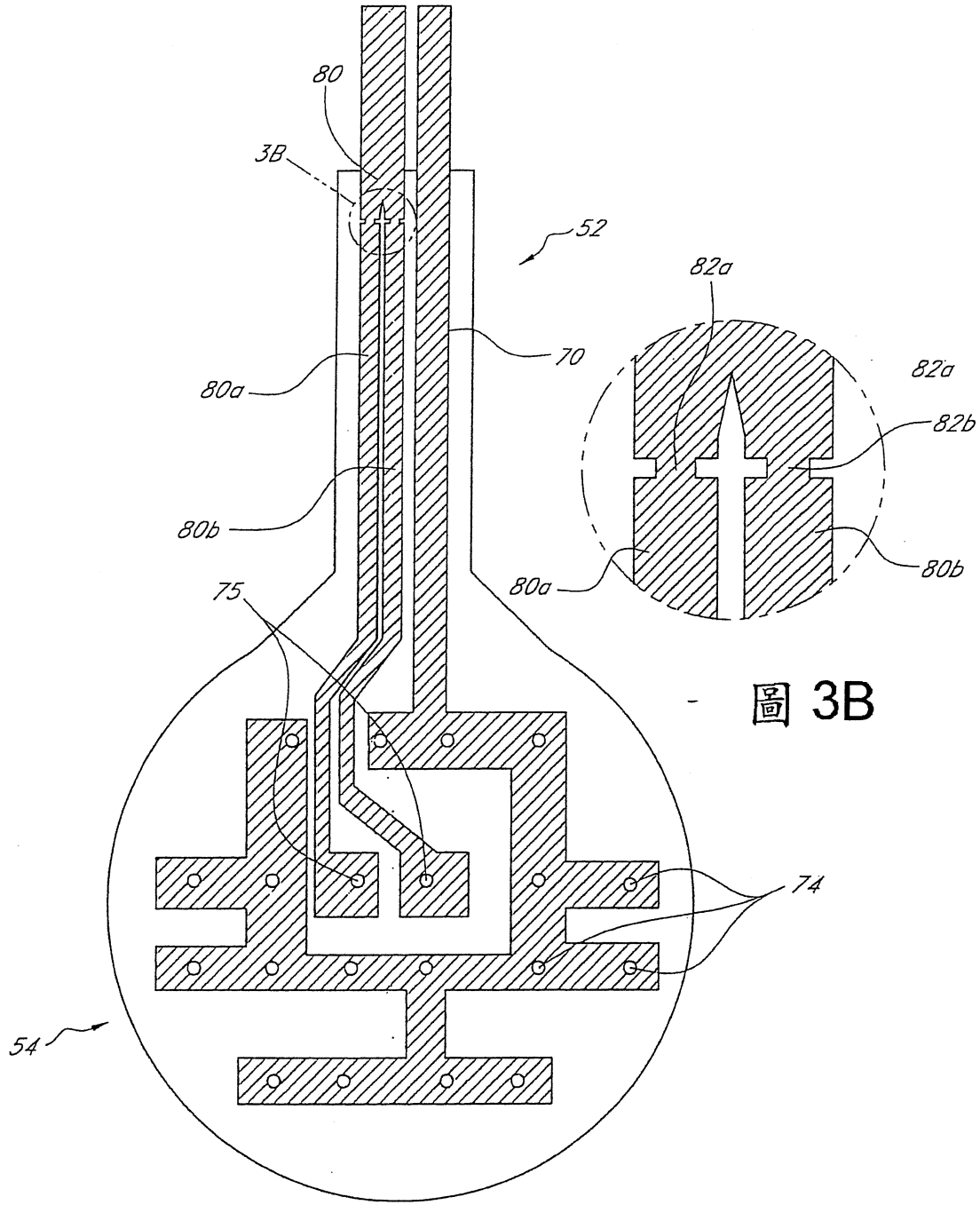


圖 3B

圖 3A

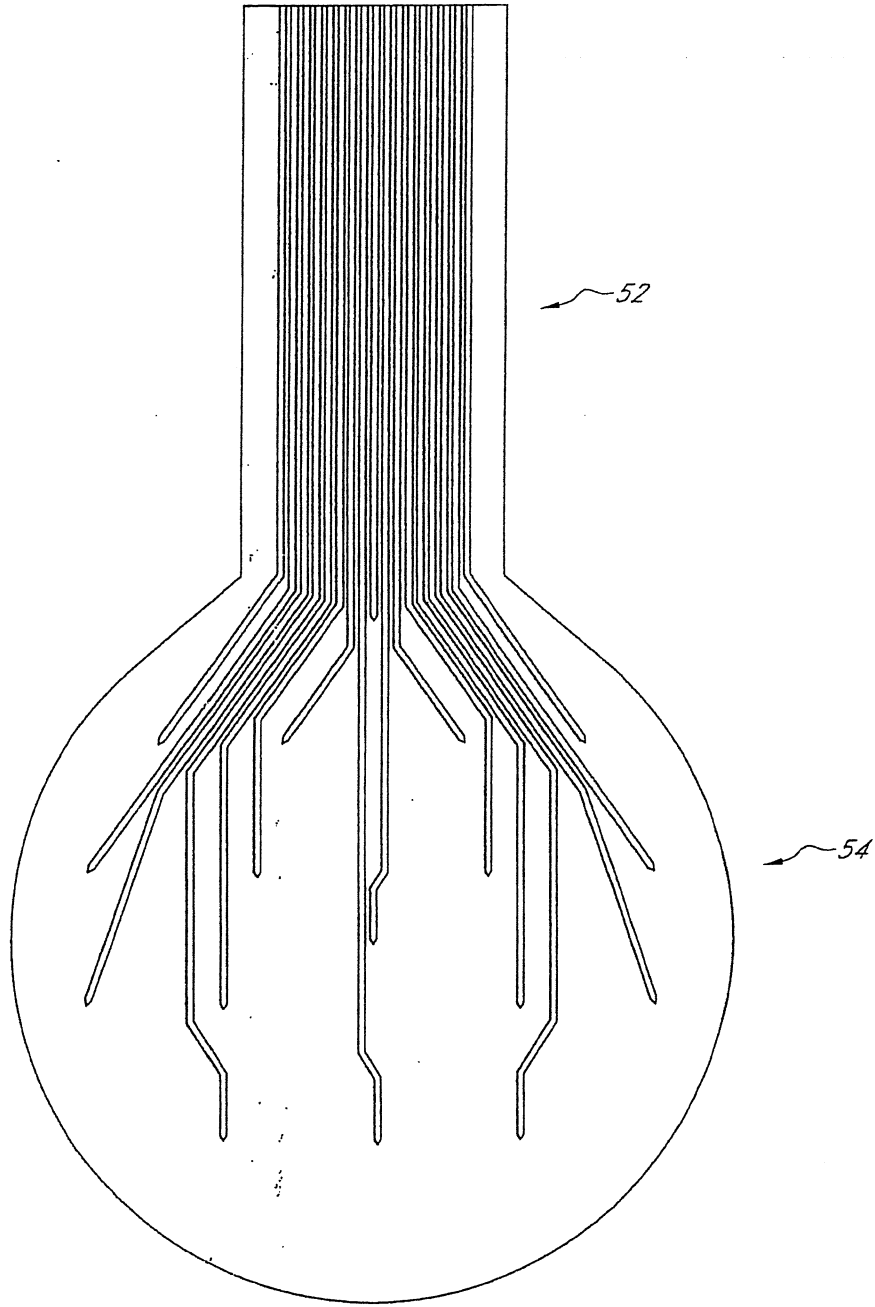


圖 4

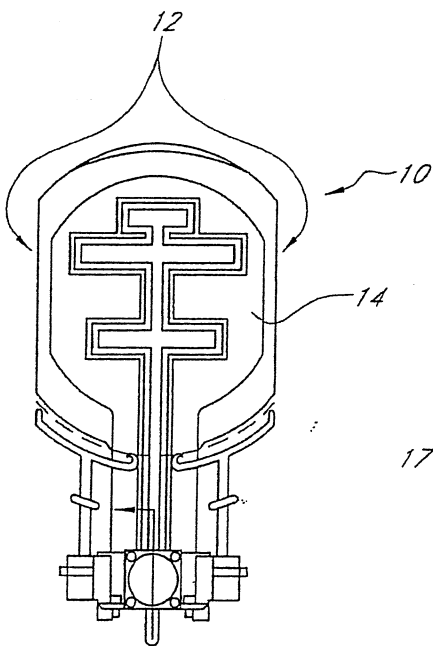


圖 5A

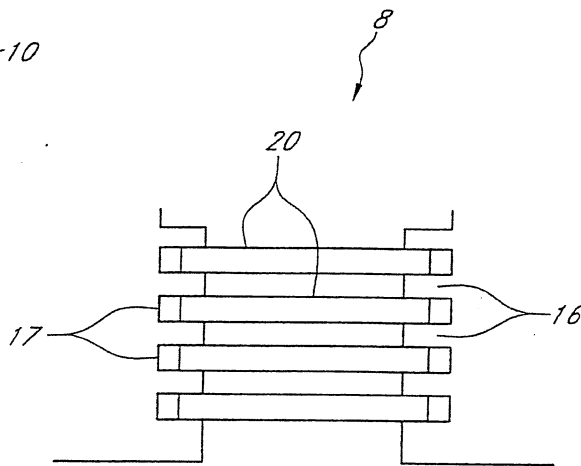


圖 5C

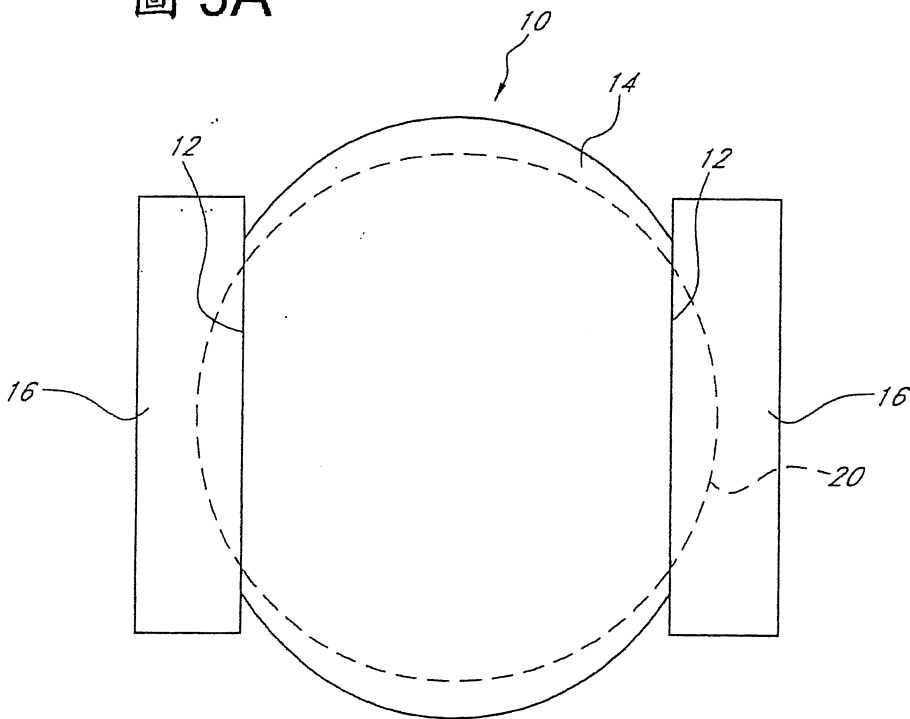


圖 5B

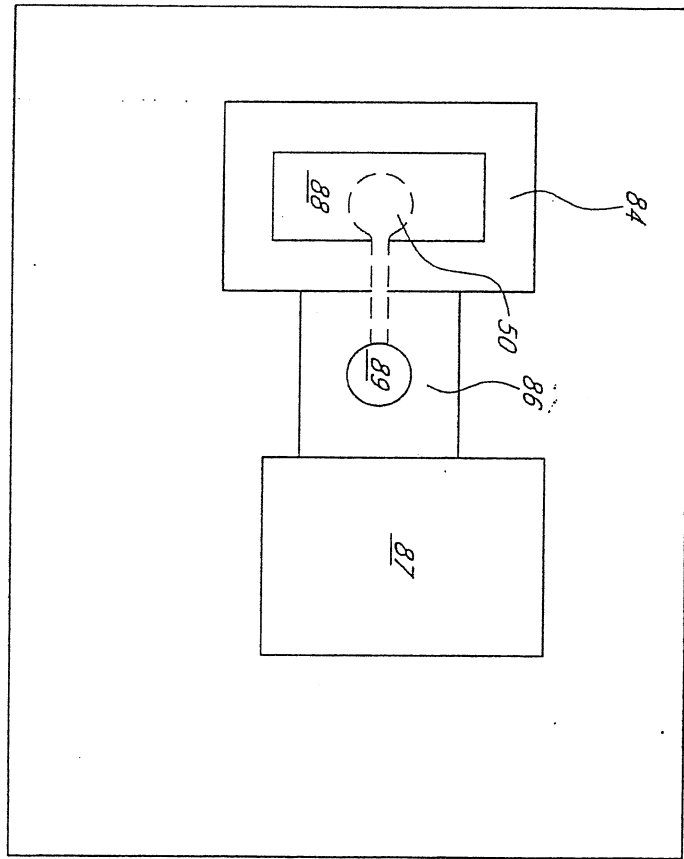


圖 6

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(2A)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

29：晶圓運輸系統

30：晶圓運輸總成

31：氣體供應總成

32：主要氣體儲集器

33：惰性氣體

34：主要氣體管道

36：氣體界面

40：氣體管道

41：近端/後端

42：封閉氣體通道

43：遠端/前端

44：機器臂

48：上表面

50：白努利桿

51：第一端

52：頸部/後方部分

53：第二端

54：前向部分/頭部

55：下表面

56：對準腳

57：第一端

- 59：上表面
- 60：半導體晶圓
- 62：上表面
- 64：下部板
- 66：上部板
- 68：下表面
- 69：晶圓邊緣
- 70：主要氣體通道
- 74：氣體出口孔
- 76：氣流
- 80：次要氣體通道
- h：高度
- t：厚度

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無