

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：96141714

※ 申請日期：96.11.5

※IPC 分類：C>5D 7/12 (2006.01)

C>5D 5/52 (2006.01)

H01L 21/304 (2006.01)

H01L 21/508 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

流體區域控制裝置及其操作方法 / FLUID-CONFINING

APPARATUS AND METHOD OF OPERATING THE SAME

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

聯華電子股份有限公司 / UNITED MICROELECTRONICS CORP.

代表人：(中文/英文)

胡國強 / HU, KWO-CHAIN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市新竹科學工業園區力行二路三號 / No.3, Li-Hsin Road 2,

Science-Based Industrial Park, Hsin-Chu City, Taiwan, R.O.C.

國籍：(中文/英文)

中華民國 / TWN

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 施惠紳 / SHIH, HUI-SHIEN

2. 簡佑芳 / CHIEN, YU-FANG

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 / TWN

2. 中華民國 / TWN

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：

☐ 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】

本發明提供一種流體區域控制裝置及其操作方法，尤指一種可應用於電鍍(plating)製程清洗(cleaning)製程或研磨製程的流體區域控制裝置及其操作方法。

【先前技術】

目前，用以形成金屬材料層的技術包括有物理氣相沈積、化學氣相沈積、無電電鍍法、及電鍍法等。其中，由於電化學電鍍(electrochemical plating, ECP)技術具有成本便宜以及產出率快的優點，已被廣泛應用在工業界中。在電鍍過程中，鍍膜品質會受到鍍液的成分、溫度、電流密度、以及被鍍物表面的潔淨度等等因素的影響。

請參閱第 1 圖至第 3 圖，第 1 圖至第 3 圖為習知電化學電鍍製程之製程示意圖。如第 1 圖所示，首先提供一晶圓 10 與一電鍍裝置 20。電鍍裝置 20 包含有一電鍍槽 12、一電鍍流體 22、陽極系統(anode system) 14、一陰極電極(cathode electrode) 16 與一固定組件(fixing component) 18。電鍍槽 12 用以盛裝電鍍流體 22，而電鍍流體 22 的主要成分為含有金屬離子的溶液。陽極系統 14 包含有一陽極室(anode chamber) 30、一陽極電極 24、一過濾薄膜(filter membrane) 26、一擴散薄膜(diffuser membrane) 28 與一電鍍流體提供管線 32。

將晶圓 10 放置於陰極電極 16 與固定組件 18 之間，使晶圓 10 被陰極電極 16 與固定組件 18 夾住。接著，如第 2 圖所示，略為傾斜晶圓 10，使晶圓 10 與電鍍流體 22 的液面之間具有一夾角之後，再將晶圓 10 緩緩浸入電鍍流體 22 中，使得晶圓 10 的表面上比較不易夾雜氣泡。其後，如第 3 圖所示，陰極電極 16 電連接至欲電鍍之晶圓 10 上，為了增進鍍膜厚度之均勻性，一般在電鍍時陰極電極 16 都會旋轉，以確保晶圓 10 能持續接觸到新鮮的電鍍流體。當此電鍍裝置 20 被施予一外在電壓或是電流時，由陽極系統 14、電鍍流體 22、陰極電極 16 所組成的電路便會被導通，在陰極電極 16 周圍進行還原反應，而將金屬材料鍍在晶圓 10 上。

習知電化學電鍍製程不僅會將金屬材料鍍在晶圓 10 的晶面上，還會同時將金屬材料鍍在晶圓 10 的晶邊上。然而，附著於晶邊表面的金屬材料實際上並非產品所需。後續在進行其他的半導體製程時，晶邊表面的金屬材料經常會因為受到熱應力（thermal stress）或其他因素而發生剝落（peeling）的現象，進而造成金屬材料碎裂而產生碎屑或顆粒。尤其是當整批之半導體晶片放置於化學氣相沉積（chemical vapor deposition, CVD）裝置中進行 CVD 製程時，位置相對上方的晶圓 10 若發生這種剝落的現象，將會嚴重污染其他位置相對下方的晶圓 10 表面，造成缺陷。此外，在因應製程所需而移動晶圓 10 時，此金屬材料之碎屑亦往往會掉落至晶圓 10 之表面上而污染產品，進而影響產品的功能(performance)。

為了避免上述缺陷，習知電化學電鍍製程之後另需進行額外的清除製程、清洗製程與乾燥製程，以去除附著於晶邊表面的金屬材料。這不但會增加製程時間與製程成本，還會增加製程的複雜度，進而可能導致產品的良率下降。針對電鍍流體 22 而言，由於習知的陽極系統 14、晶圓 10 與陰極電極 16 需整個浸置於電鍍流體 22 中，且晶圓 10 必須傾斜於電鍍流體 22 的液面而浸入，因此習知電化學電鍍製程需要龐大的電鍍槽 12 與大量的電鍍流體 22。當電化學電鍍製程進行一段時間後，製程就需暫停，以倒出舊的電鍍流體 22 並注入新的電鍍流體 22。如此一來，電鍍流體 22 的更換又會耗費冗長的時間，使得產量降低。

另一方面，為了進行習知電化學電鍍製程，單一晶圓 10 必須先被機械手臂安置於陰極電極 16 與固定組件 18 之間，接著傾斜地置入電鍍流體 22 中，其後開啟電鍍裝置 20 進行電鍍反應，再移出電鍍槽 12，並進行清洗製程與乾燥製程等等後續製程。由此可知，受到電鍍裝置 20 操作上的限制，習知電化學電鍍製程無法批次處理大量的晶圓 10，進而嚴重影響到產品的產量。再者，習知的電鍍裝置 20 難以對晶圓 10 進行即時(in-situ)量測，因此不但使習知技術無法準確且快速地掌控電化學電鍍製程，量測之步驟也會必須耗費額外的時間。

【發明內容】

因此本發明之主要目的之一在於提供一種流體區域控制裝置

及其操作方法，以解決習知技術所產生的問題。

根據本發明之一實施例，本發明提供一種用於電鍍之流體區域控制裝置，包含有至少一基底承載基座(substrate holder)、至少一陰極電極、至少一陽極系統、至少一控制流體提供管線(confining fluid supplying tube)、至少一控制流體回補管線(confining fluid recovering tube)、至少一製程流體提供管線(process fluid supplying tube)與至少一製程流體回補管線(process fluid recovering tube)。基底承載基座用以承載至少一半導體基底。陰極電極設置於基底承載基座之表面上，用以電連接至半導體基底。陽極系統位於基底承載基座上方，本質上對應於半導體基底而設置，並且與基底承載基座相距一反應高度(reaction height)。陽極系統與陰極電極之間定義有至少一待處理區域以及至少一非處理區域。控制流體提供管線與控制流體回補管線皆對應於非處理區域而設置，分別用於提供與回收至少一控制流體。製程流體提供管線與製程流體回補管線皆對應於待處理區域而設置，分別用於提供與回收至少一電鍍流體。

根據本發明之另一較佳實施例，本發明另提供一種流體區域控制裝置之操作方法。首先提供至少一流體區域控制裝置，流體區域控制裝置包含有至少一基底承載基座、至少一控制流體提供管線與至少一控制流體回補管線，且基底承載基座上定義有至少一待處理區域與至少一非處理區域。之後，提供至少一半導體基

底，半導體基底固定於基底承載基座上。接著，開啟控制流體提供管線與控制流體回補管線，使得至少一控制流體持續從控制流體提供管線流出，並且流入控制流體回補管線，其中控制流體流過基底承載基座之非處理區域。然後提供至少一製程流體，製程流體接觸基底承載基座之待處理區域，且製程流體不溶於控制流體。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施方式，並配合所附圖式，作詳細說明如下。然而如下之較佳實施方式與圖式僅供參考與說明用，並非用來對本發明加以限制者。

【實施方式】

請參閱第 4 圖與第 5 圖，第 4 圖繪示的是本發明第一較佳實施例用於電鍍之流體區域控制裝置 220 的剖面示意圖，而第 5 圖繪示的是第 4 圖所示之陽極系統 114 的剖面示意圖，其中相同的元件或部位沿用相同的符號來表示。需注意的是圖式僅以說明為目的，並未依照原尺寸作圖。如第 4 圖所示，本實施例提供一種用於電鍍之流體區域控制裝置 220，包含有一流體區域控制系統 120 與一陽極系統 114。其中，流體區域控制系統 120 包含有一基底承載基座 130、一陰極電極 116、至少一第一管線 132、至少一第二管線 134、至少一第三管線 142 與至少一第四管線 144。

陽極系統 114 位於基底承載基座 130 上方，本質上對應於待處理的半導體基底 110 而設置。陽極系統 114 與基底承載基座 130 相距一反應高度 H ，一方面可作為電鍍反應的電壓來源，另一方面可以協助流體區域控制裝置 220 去控制製程流體所佔據的高度。於流體區域控制裝置 220 中，陽極系統 114 可為一旋轉系統 (rotary system) 或一固定系統 (fixed system)。換句話說，相對於基底承載基座 130 而言，陽極系統 114 可進行旋轉動作，也可以維持在固定位置上。另一方面，基底承載基座 130 也可以選擇要進行旋轉動作或是維持在固定位置上。如第 5 圖所示，陽極系統 114 可包含有一陽極電極 124，並且選擇性地包含有至少一第五管線 136、一感測器 (sensor) 122 或偵測器 (detector，未示於圖中)。另外，陽極系統 114 也可以包含有陽極室 118、過濾薄膜 126 或擴散薄膜 128 等元件。

基底承載基座 130 用以承載至少一半導體基底 110。其中，本發明之基底承載基座 130 可具有一帶狀 (belt type) 結構或一環狀 (ring type) 結構，如第 6 圖與第 7 圖所示。第 6 圖之基底承載基座 130 具有至少一輸送帶 130a，使眾多待處理的半導體基底 110 可利用基底承載基座 130 依序傳入流體區域控制裝置 220 中。第 7 圖之基底承載基座 130 則具有一環狀結構 130b，以容置待處理的半導體基底 110。需注意的是，基底承載基座 130 亦可同時具有環狀結構與輸送帶 (未示於圖中)，利用環狀結構容置半導體基底 110，並利用輸送帶傳送環狀結構與半導體基底 110。

陰極電極 116 設置於基底承載基座 130 之表面上，可電連接至半導體基底 110。其中，陰極電極 116 可同時作為一固定組件，用以將半導體基底 110 固定於基底承載基座 130 的一預定位置。有鑑於此，陰極電極 116 可具有一靜電吸盤(electrostatic chuck, e-chuck)、一真空吸盤(vacuum chuck)、一環型(ring type)結構或一鉗型(clamp type)結構，如第 8 圖與第 9 圖所示。第 8 圖之陰極電極 116 可從半導體基底 110 的上方往下固定半導體基底 110，而第 9 圖之陰極電極 116 可固定於基底承載基座 130 之表面上，從半導體基底 110 周圍朝向半導體基底 110 的方向傾倒而箝制住半導體基底 110。基底承載基座 130 上，陽極系統 114 與陰極電極 116 之間定義有一待處理區域(未示於圖中)以及一非處理區域(未示於圖中)。部分位於待處理區域內的半導體基底 110 預定要接受製程的處理，而部分位於非處理區域內的半導體基底 110 預定不接受製程的處理。

第一管線 132、第二管線 134、第三管線 142 與第四管線 144 皆位於陽極系統 114 周圍，用以提供或者回收製程所需的化學物質、添加物(additive)、去離子水、氣體、控制流體等等物質。相對於待處理的半導體基底 110 而言，第三管線 142 與第四管線 144 位於第一管線 132 與第二管線 134 的外側。第一管線 132、第二管線 134、第三管線 142 與第四管線 144 皆可以具有任意的管線截面形狀，例如圓形、半圓形、弧形、橢圓形、長方形或是多邊形等等形狀。舉例來說，第 10 圖所示之第一管線 132 與第二管線 134

皆為圓管，而第三管線 142 與第四管線 144 具有圓弧形的截面。

此外，本發明所述之流體區域控制裝置也可以包含有複數個第一管線 132、複數個第二管線 134、複數個第三管線 142，或者複數個第四管線 144，並且讓眾多管線排列成所需的形狀，例如圓形、半圓形、弧形、橢圓形、直線形或是長方形等等形狀。舉例來說，第 11 圖所示之第一管線 132、第二管線 134、第三管線 142 與第四管線 144 皆為圓管，且第三管線 142 與第四管線 144 分別排列成一圓形圖案。又或者第 12 圖所示，當流體區域控制裝置 220 具有側壁 152 作為輔助時，第三管線 142 與第四管線 144 可以具有線形的截面，並且互相平行排列。需特別注意的是，圖中所示之各管線皆朝著半導體基底 110 的中心方向傾斜，如第 4 圖所示。然而本發明不需侷限於此，本發明流體區域控制裝置 220 之各管線亦可垂直於半導體基底 110 的晶面而設置、背向半導體基底 110 的中心方向傾斜，甚至是平行於半導體基底 110 的晶面而設置。

除了可以於陽極系統 114 內部裝設管線之外，流體區域控制裝置 220 的各部分實際上都可以裝設管線。如第 13 圖所示，流體區域控制系統 120 可以另包含有至少一第六管線 146 與至少一第七管線 148，設置於基底承載基座 130 內，並對應於半導體基底 110 的外圍。第六管線 146 與第七管線 148 同樣可以具有上述各式截面，也可以由多個第六管線 146 或第七管線 148 排列成任意形狀。流體區域控制裝置 220 可以利用管線的閥門或是各流體壓力

來調控第一管線 132、第二管線 134、第三管線 142、第四管線 144、第五管線 136、第六管線 146 或第七管線 148 的開啟與關閉，且流體區域控制裝置 220 也可以調控各管線內之流動流體種類、流動方向、流速，甚至是各管線的設置角度與位置。

另一方面，除了可以於陽極系統 114 內部裝設感測器 122 或偵測器之外，流體區域控制裝置 220 的各部分實際上皆可以裝設各種感測器 122 或偵測器，例如裝設一溫度感測器、一流速感測器，或是一可量測晶圓表面狀況(例如:厚度、平坦度...等)之感測器。舉例來說，第一管線 132 內可以包含有一感測器 122，第二管線 134 內也可以包含有一感測器 122。這些感測器可以於製程進行的過程中對製程狀況或是製程流體進行即時量測，因此可以準確且快速地掌控股製程狀況，進而能即時自動回饋並調整各項製程參數或是製程流體的品質。

為了更清楚地說明本發明之特徵所在，以下藉由本發明應用於一電化學電鍍製程之實例來說明流體區域控制裝置 220 之一操作方法。請參閱第 14 圖，其繪示的是第 13 圖所示用於電鍍之流體區域控制裝置 220 之一操作方法示意圖，其中相同的元件或部位沿用相同的符號來表示。如第 14 圖所示，首先提供第 13 圖所示之流體區域控制裝置 220。之後，提供至少一半導體基底 110，利用陰極電極 116 或是其他固定組件將半導體基底 110 固定於基底承載基座 130 上。半導體基底 110 可以為一晶圓、一矽基底或

者是矽覆絕緣(silicon-on-insulator, SOI) 基底。於本實施例中，半導體基底 110 即為一晶圓。由於本實施例晶圓之晶面需接受電鍍而形成金屬材料層，且晶圓之晶邊不需要形成金屬材料層，因此流體區域控制裝置 220 之待處理區域 102 係對應至晶圓之晶面，而非處理區域 104 係對應至晶圓之晶邊，其中晶圓之晶面可向上放置而面對陽極系統 114。

接著，開啟第三管線 142 與第四管線 144，使得一控制流體 154 持續從第四管線 144 流出，並藉由第三管線 142 回收，而第六管線 146 與第七管線 148 則關閉。其中，控制流體 154 係用以維持待處理區域內之化學物質或清洗流體等製程流體之形狀與位置，使得化學物質不會接觸到半導體基底 110 之不需接受製程處理的部分，例如控制流體 154 可以為氮氣等惰性氣體(inert gas)。第四管線 144 與第三管線 142 皆設置於半導體基底 110 的周圍，分別用於提供與回收控制流體 154。此時，控制流體 154 從第四管線 144 流向第三管線 142 的路徑可形成一流動動線 P。透過第三管線 142 與第四管線 144 的配置，流體區域控制裝置 220 會使域控制流體 154 流過流體區域控制裝置 220 之非處理區域。

然後開啟第一管線 132 與第二管線 134，使得一電鍍流體 156 持續從第一管線 132 流出，並藉由第二管線 134 回收。此處之電鍍流體 156 即為電化學電鍍製程的製程流體。第一管線 132 與第二管線 134 分別用於提供與回收電鍍流體 156，設置於半導體基底

110 與控制流體 154 的流動動線 P 之間。為了促使電鍍流體 156 與控制流體 154 持續流動，流體區域控制裝置 220 內部或外部可以裝設一幫浦作為動力來源，但無須侷限於此。於本發明之其他實施例中，製程流體甚至可以不用持續地提供與持續地回收，而是先提供一定量的製程流體來進行反應後，再視情況斟酌是否要回收製程流體或是提供新的製程流體。

由於電鍍流體 156 與控制流體 154 彼此不易互溶，因此控制流體 154 可以控制電鍍流體 156 的流動範圍，使得電鍍流體 156 不會接觸到半導體基底 110 上不需接受製程處理的部分，而只會接觸到半導體基底 110 上需要接受製程處理的部分。如此一來，流體區域控制裝置 220 可以透過控制流體 154 的流速、電鍍流體 156 的流速、各管線的位置與各管線的角度等等因素來控制電鍍流體 156 所佔據的空間。

陽極電極 124 與陰極電極 116 可於電鍍流體 156 流出之前或流出之後電連接至不同電位，如此一來，由陽極電極 124、電鍍流體 156、陰極電極 116 所組成的電路便會被導通，在陰極電極 116 周圍進行還原反應，而將金屬材料鍍在半導體基底 110 之晶面上。

在前述的狀況下，控制流體 154 與電鍍流體 156 彼此不會進行反應，控制流體 154 係利用其本身與電鍍流體 156 不互溶的特性來侷限電鍍流體 156 的位置與形狀。於本發明中，製程流體與

控制流體皆可以為液體狀態、氣體狀態、蒸汽狀態(vapor state)或是膠體狀態(gel state)。例如，電鍍流體 156 係以液體狀態流動，而控制流體 154 則是以氣體狀態流動。又或者，電鍍流體 156 與控制流體 154 可以同時為液體狀態。甚至，控制流體 154 可以包含有一超臨界流體，例如二氧化碳。在本發明之其他實施例中，控制流體 154 另可以包含有其他各式物質來輔助製程的操作或是輔助控制電鍍流體 156 的流動。舉例來說，控制流體 154 可包含有一離子化氣體(ionized gas)、一熱氣體或是一冷氣體，以改變製程溫度或是電鍍流體 156 的溫度與特性。如此一來，控制流體 154 一方面可以維持製程流體之形狀與位置，另一方面可以強化製程，甚至還可以移除半導體基底 110 上殘留的殘留物。

本發明的主要特徵之一在於利用一控制流體取代習知的容器，以控制製程所需流體的位置及製程流體佔據的空間。為了達到上述目的，控制流體與製程流體彼此互不相溶，則控制流體可透過本身流動的流動動線 P 來侷限製程流體佔據的空間、利用控制流體與製程流體彼此之間的磁力作用來控制製程流體佔據的空間，或是利用控制流體與製程流體彼此之間的電力作用來控制製程流體佔據的空間。有鑑於此，控制流體 154 可包含有具有磁性的物質、具有電性的物質、磁流變液(magneto-rheological fluid, MRF)、電流變液(electro-rheological fluid, ERF)，甚至是固體微粒。藉此，流體區域控制裝置 220 可以利用磁力(magnetic force)或是電力(electric force)來控制控制流體 154 或電鍍流體 156 的特性，進

而控制電鍍流體 156 的流動。

前述操作方法僅為本發明其中一種實施方式，控制流體 154 與電鍍流體 156 的實際流動方式可依據實際製程需求而調整。換句話說，針對不同的製程需求，本發明之控制流體 154 或電鍍流體 156 可以由任何管線流出，並且於適當的管線進行回收。請參閱第 15 圖至第 18 圖，其繪示的是第 13 圖所示用於電鍍之流體區域控制裝置 220 的其他操作方法之示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示。第 15 圖至第 18 圖所示之操作方法同樣可應用於一電化學電鍍製程，這些操作方法與前述操作方法的主要不同之處在於，控制流體 154 與電鍍流體 156 的流動管線有所更動。

如第 15 圖所示，控制流體 154 同樣是從第四管線 144 流出，並藉由第三管線 142 回收。但是電鍍流體 156 改由第二管線 134 流出，並藉由第一管線 132 回收。如第 16 圖所示，控制流體 154 的流動動線 P 同樣不變，但電鍍流體 156 較佳是由第五管線 136 流出，並藉由第一管線 132 與第二管線 134 一起回收。如第 17 圖所示，電鍍流體 156 由第一管線 132 流出，並藉由第二管線 134 回收。而控制流體 154 由第六管線 146 流出，並藉由第三管線 142 回收。又或者第 18 圖所示，電鍍流體 156 由第一管線 132 流出，並藉由第二管線 134 回收。而控制流體 154 由第六管線 146 與第七管線 148 一起流出，並藉由第三管線 142 與第四管線 144 回收。

特別注意的是，前述之流體區域控制裝置 220、流體流動動線 P 與製程流體流動動線皆可應用於一溶劑清洗(solvent cleaning)製程中，且本發明之流體區域控制裝置 220 可應用於任何需要控制操作流體的製程中，例如一乾燥製程、一濕式蝕刻製程、一無電電鍍(electroless plating)製程、一化學機械研磨(chemical mechanical polishing, CMP)製程，或是一電化學機械研磨製程等等。當流體區域控制裝置 220 應用於清洗製程時，陽極電極 124 與陰極電極 116 無須電連接至不同電位，且電鍍流體 156 可更換為清洗流體，例如一去離子水(deionized water, DI water)或一起臨界流體。因此，一半導體基底 110 於流體區域控制裝置 220 中接受電化學電鍍製程之後，可以關閉施加於陽極電極與陰極電極的電壓，並且更換製程流體，旋即於同一裝置中接受一清洗製程或是一乾燥製程。

由此可知，當應用於清洗製程時，流體區域控制裝置甚至可以不需要陽極電極與陰極電極二個組件。請參閱第 19 圖，其繪示的是本發明之第二較佳實施例用於清洗之流體區域控制裝置 320 的剖面示意圖，其中相同的元件或部位沿用相同的符號來表示。如第 19 圖所示，本實施例提供一種用於清洗之流體區域控制裝置 320。流體區域控制裝置 320 與流體區域控制裝置 220 主要的不同之處在於，用於清洗之流體區域控制裝置 320 可以不需要陰極電極 116 與陽極系統 114。因此，流體區域控制裝置 220 可利用一固定組件 216 來固定半導體基底 110，並利用一管線系統(tube system)214 來協助控制製程的反應高度 H，其中固定組件 216 可為

靜電吸盤、真空吸盤或鉗型結構。管線系統 214 位於基底承載基座 130 上方，本質上對應於半導體基底 110 而設置，並且與基底承載基座 130 相距一反應高度 H 。基底承載基座 130 上定義有一待處理區域(未示於圖中)以及一非處理區域(未示於圖中)。部分位於待處理區域內的半導體基底 110 預定要接受製程的處理，而部分位於非處理區域內的半導體基底 110 預定不接受製程的處理。

另外，於本發明之另一實施例中，流體區域控制系統 120 本身就可以用於清洗製程、蝕刻製程或乾燥製程，而利用製程流體本身的重力與控制流體來維持製程流體的位置，如第 20 圖所示。

當流體區域控制裝置 320 應用於蝕刻製程或清洗製程時，控制流體與製程流體還可以具有其他的流動方式。請參閱第 21 圖至第 24 圖，其繪示的是第 19 圖所示用於清洗之流體區域控制裝置 320 的其他操作方法之示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示，且此處之半導體基底 110 同樣可為一晶圓。如第 21 圖所示，當要清洗半導體基底 110 之晶面時，第一管線 132 與第二管線 134 一起提供製程所需之清洗流體 256，並且由第五管線 136 回收清洗流體 256。而控制流體 154 由第六管線 146 與第七管線 148 一起流出，並由下往上藉著第三管線 142 與第四管線 144 回收。或者也可以如同第 22 圖所示，控制流體 154 由第三管線 142 與第四管線 144 一起流出，並由上往下藉著第六管線 146 與第七管線 148 回收。

當要清洗半導體基底 110 之晶邊時，流體區域控制裝置 320 之待處理區域可對應至半導體基底 110 之晶邊，而非處理區域可對應至半導體基底 110 之晶面。如第 23 圖所示，第一管線 132 與第二管線 134 一起提供製程所需之控制流體 154，並且由第五管線 136 回收控制流體 154，以保護位於非處理區域之晶圓的晶面不與清洗流體 256 接觸。而清洗流體 256 由第六管線 146 流出，並藉著第三管線 142 回收。再者，如第 24 圖所示，當要清洗半導體基底 110 之晶背時，固定組件 216 可先將半導體基底 110 略為舉起，由第六管線 146 提供清洗流體 256，第三管線 142 回收清洗流體 256。而控制流體 154 由第一管線 132 與第二管線 134 流出，並藉著第五管線 136 回收。

本發明之用於電鍍之流體區域控制裝置 220 或用於清洗之流體區域控制裝置 320 亦可應用於化學機械研磨製程，其中該製程可分為傳統化學機械研磨製程與電化學研磨製程。請參照第 25 圖，其繪示的是本發明之第三較佳實施例用於研磨之流體區域控制裝置 720 的剖面示意圖。如第 25 圖所示，流體區域控制裝置 720 可以包含有一研磨系統(polishing system)714 與一流體區域控制系統 120，其中研磨系統 714 另包含有一研磨墊(polishing pad) 751、一研磨墊固定座(pad holder)724，以及研磨漿料(slurry)158。

當應用於電化學研磨製程時，固定組件 216 可以作為陽極電極，而研磨墊固定座 724 可以作為陰極電極，用以通電加速研磨

效率。此外，當應用於傳統化學機械研磨製程時，流體區域控制裝置 720 可以關閉施加於陽極電極與陰極電極的電壓，即可於同一裝置中進行傳統化學機械研磨製程。換句話說，透過部分元件的更換、開關，以及製程流體的更換，半導體基底 110 可以於單一流體區域控制裝置 720 中迅速地進行各種不同的製程，例如於一化學機械研磨製程之後旋即接受一清洗製程。

基底承載基座 130 上定義有一待處理區域(未示於圖中)以及一非處理區域(未示於圖中)。部分位於待處理區域內的半導體基底 110 預定要接受化學機械研磨製程的處理，而部分位於非處理區域內的半導體基底 110 預定不接受化學機械研磨製程的處理。尤其注意的是，前述之流體流動動線 P 與製程流體流動動線皆可應用於化學機械研磨製程中，且研磨墊 751 的高度與位置皆可以根據製程所需而進行調整。要進行化學機械研磨製程時，研磨墊 751 可以向下施壓於半導體基底 110 表面上，或者基底承載基座 130 或固定組件 216 也可以將半導體基底 110 上舉至研磨墊 751 表面。

研磨系統 714 可以另包含有一可量測晶圓平坦度或材料層厚度之感測器 722，以對半導體基底 110 各部位進行一即時的平坦度量測，並可以將量測結果即時回饋至製程中。此外，研磨系統 714 可以包含有各種類型的研磨裝置，例如一旋轉式(rotary type)研磨裝置、一線性(linear type)研磨裝置、一軌道式(orbital type)研磨裝置，或是一固定研磨微粒(fixed abrasive web)系統。舉例來說，當

研磨系統714為一固定研磨微粒系統時，研磨墊751本身可以具有各種類型之研磨微粒，而流體區域控制裝置720所供應的製程流體可以為一去離子水，具有研磨微粒的研磨墊751配合著去離子水即可滾動研磨整個半導體基底110或是半導體基底110之特定區域，例如半導體基底110表面之材料層的凸起結構。實際操作上，研磨墊751的尺寸可以比半導體基底110大、比半導體基底110小，或是和半導體基底110一樣大。

由此也可推知，當用於清洗之流體區域控制裝置320裝設有至少一研磨墊時，流體區域控制裝置320即可進行傳統化學機械研磨製程。

因為流體區域控制裝置720可以利用控制流體來控制研磨漿料158或去離子水的位置，並且控制研磨墊751的高度與位置來研磨整個半導體基底110或是半導體基底110之特定區域，因此流體區域控制裝置720具有以下幾個優點。首先，流體區域控制裝置720可以輕易地調整待處理區域與非處理區域的位置，也可以輕易地調整半導體基底110的相對位置，所以可以針對半導體基底110之特定區域進行研磨，而不必擔心位於其他區域的半導體基底110或材料層受到研磨而損耗或破壞。

其次，於傳統的蝕刻製程、傳統的沉積製程，或是傳統的研磨製程之後，單一半導體基底110或是其上某一材料層的表面往往

會出現均勻度(uniformity)不佳的問題，例如於傳統的研磨製程之後，半導體基底110的邊緣會較薄而中心會較厚。由於流體區域控制裝置720可以輕易地調整待處理區域與非處理區域的位置，也可以即時量測半導體基底110的平坦度或材料層的厚度，所以能自動研磨出具有良好均勻度的半導體基底110或材料層。

再者，由於流體區域控制裝置720係利用控制流體來控制所需接受研磨的位置，因此流體區域控制裝置720可以具有任意尺寸的研磨墊751，不像傳統研磨機台之研磨墊尺寸通常必須大於半導體基底110的尺寸。另外，因為流體區域控制裝置720可針對待處理區域施加研磨漿料158或去離子水，因此可以避免研磨漿料158接觸到半導體基底110上其他易受污染的區域，也可以節省研磨漿料158或去離子水的使用量，避免不必要的成本損耗。

另外需注意的是，本發明用於電鍍之流體區域控制裝置220、用於清洗之流體區域控制裝置320與用於研磨之流體區域控制裝置720都可以對晶圓的特定區域進行製程處理。請參閱第26圖，第26圖繪示的是本發明流體區域控制裝置之一操作示意圖。如第26圖所示，流體區域控制裝置可以包含有一流體區域控制系統120與一系統914，其中系統914可以是陽極系統114、管線系統214或研磨系統714。流體區域控制裝置可對半導體基底110進行區域性的電鍍製程、清洗製程或是研磨製程。這裡的待處理區域不需限定在晶面與晶邊，可以對應至半導體基底110上的任意位置，例如對

應至晶圓上的某個主動區域，而半導體基底110上的其餘部分則可對應至非處理區域，例如非處理區域可以對應至晶圓上的某個周邊區域。在其他實施例中，待處理區域可以對應至晶圓的晶面、晶背、晶邊，或是任何需要處理的局部區域，而晶圓的其餘部分則可以對應至非處理區域。

綜上所述，由於本發明係利用控制流體來控制製程流體的位置，因此不像習知電化學電鍍製程需要龐大的電鍍槽與大量的電鍍流體。此外，本發明的控制流體與製程流體都可以循環再利用。控制流體或製程流體經過管線回收後，可以直接經另一個管線回流至流體區域控制裝置中繼續利用。或者，回收之製程流體與控制流體也可以經過即時的處理或非即時的處理之後，再供應至流體區域控制裝置中繼續利用。換句話說，本發明可以根據回收流體或回收製程流體的狀態與成分比例而添加新的流體或製程流體進行調配，也可以對回收流體或回收製程流體進行適當的分離步驟，接著再將處理過的流體或製程流體供應至流體區域控制裝置中。如此一來，本發明可以輕易且即時地調整製程流體的成分比例與狀態，使製程維持在良好的狀況，無須耗費冗長的時間與龐大的成本去更換製程流體，還可以減少製程流體的使用量。此外，本發明亦可視製程需求提供一加熱裝置設置於流體控制裝置中，用以加熱半導體基底或製程流體，進而提昇製程所需之反應溫度或加快其反應速度。

另一方面，本發明流體區域控制裝置可以透過流速與管線的控制而使製程僅作用於半導體基底上需接受製程處理的部分，並且同時確保製程不會作用於半導體基底上不需接受製程處理的部分，因此可以避免電化學電鍍製程於晶圓邊緣鍍上金屬層，省略邊緣金屬的移除步驟(edge bevel removal step, EBR step)，進而節省製程時間與製程成本，並且降低製程的複雜度。

由於本發明可利用控制流體取代習知的容器來控制製程流體的位置，因此可以打破出傳統裝置的侷限而發展出各式各樣的製程操作設備。請參閱第 27 圖至第 29 圖，第 27 圖繪示的是本發明之第四較佳實施例之製程操作設備 350 的示意圖，第 28 圖係為第 27 圖所示之輸送裝置 372 的立體示意圖，而第 29 圖係為第 27 圖所示之製程操作設備 350 於中層的剖面示意圖，其中相同的元件或部位沿用相同的符號來表示。如第 27 圖至第 29 圖所示，製程操作設備 350 包含有一柱狀基台 360、一自動製程控制系統 (automatic process control system, APC system) 324、複數個流體區域控制裝置 322、至少一載入/載出裝置 (loading/unloading device) 366 與至少一輸送裝置 372。柱狀基台 360 可為一直立式基台，其中，製程操作設備 350 包含有上層、中層與下層，且每一層皆可連接至六個製程裝置。在本實施例中，中層的其中一個製程裝置可以為前述之載入/載出裝置 366，而其餘製程裝置可以包含有流體區域控制裝置 322 或是其他所需的反應艙室。自動製程控制系統 324 能即時偵測製程操作設備 350 的製程效果，以即時調校各

製程之參數設定。

流體區域控制裝置 322 可具有前述流體區域控制裝置 220、流體區域控制裝置 320 或流體區域控制裝置 720 的結構，並位於柱狀基台 360 之至少一側面，用以對半導體基底 110 進行一電化學電鍍製程、一清洗製程或一化學機械研磨製程等等各式具有流體之半導體製程。換句話說，各流體區域控制裝置 322 分別具有一基底承載基座 130 與一製程系統 368。當流體區域控制裝置 322 應用於電化學電鍍製程時，製程系統 368 可以為陽極系統 114；當流體區域控制裝置 322 應用於清洗製程時，製程系統 368 可以為管線系統 214；當流體區域控制裝置 322 應用於化學機械研磨製程時，製程系統 368 則可以為研磨系統 714；

如第 29 圖所示，柱狀基台 360 包含有一圓柱形支架 362 與一具有角柱形結構的外殼 364。於本實施例中，外殼 364 為一個六角柱結構，具有六個側面。圓柱形支架 362 於中層上可連接至五個製程系統 368 與一個載入/載出裝置 366，且各製程系統 368 與載入/載出裝置 366 可對應至外殼 364 之一側面。於本發明之其他實施例中，柱狀基台 360 可以包含有任何形狀的支架與外殼，例如各種角柱形的支架、螺旋形的支架，或是圓柱形的外殼等等。

輸送裝置 372 位於柱狀基台 360 周圍，用以將複數個半導體基底 110 分別傳送至載入/載出裝置 366。當要進行製程操作時，

輸送裝置 372 之機械手臂 374 可先滑動至待處理的半導體基底 110 所在之處，以撷取一個半導體基底 110。之後，利用輸送裝置 372 移動並且旋轉半導體基底 110，使半導體基底 110 平行放置於載入/載出裝置 366 的平台上。載入/載出裝置 366 係平行於柱狀基台 360 之側面而設置，用以將半導體基底 110 載入及/或載出(load and/or unload)柱狀基台 360，其上亦可具有一真空吸盤，用以固定半導體基底 110。機械手臂 374 較佳係為一多片式(multiple blades)機械手臂，其關節處皆可自由轉動，以使機械手臂 374 可以進行三維方向的攫取與移動。

單一半導體基底 110 放置於載入/載出裝置 366 上後，柱狀基台 360 可以進行水平旋轉及/或上下移動，而把半導體基底 110 放置於一個流體區域控制裝置 322 之基底承載基座 130 上，接著載入/載出裝置 366 再旋轉回到原來對應至輸送裝置 372 的位置。此時，輸送裝置 372 可以重複前述傳送的步驟來傳送下一個半導體基底 110，直到製程操作設備 350 各層的各基底承載基座 130 上皆裝填有一半導體基底 110。

隨後，可採用前述任一種操作方式同時對各半導體基底 110 進行一電化學電鍍製程、一晶面/晶背/晶邊清洗製程、一化學機械研磨製程及/或一電化學機械研磨製程。製程處理完畢之後，圓柱形支架 362 可以再水平旋轉及/或上下移動，以將各半導體基底 110 皆載出柱狀基台 360。其後，圓柱形支架 362 可以再繼續裝載待處

理之半導體基底 110。

於本發明之其他實施例中，流體區域控制裝置 322 與載入/載出裝置 366 的位置，以及流體區域控制裝置 322 所進行的製程皆可調換或調整，且製程操作設備 350 也可以包含有其他種類的製程設備，例如一乾燥裝置。

由於本發明係利用控制流體來控制製程流體的位置，而不像傳統製程要將半導體基底 110 浸置於溶液槽中，故在此實施例中，流體區域控制裝置 322 無須侷限於水平放置方式，而可以使半導體基底 110 與流體區域控制裝置 322 皆直立操作。因此，製程操作設備 350 可以設計成直立式的設備，並將載入/載出裝置 366 垂直整合於製程操作設備 350 中，進而有效節省製程操作設備 350 的佔地面積。此外，製程操作設備 350 還可以對半導體基底 110 進行批次(batch)處理，因此可以大幅地提昇製程的產量。

另外，本發明也可以將流體區域控制裝置與各種不同的反應裝置整合於同一製程操作設備。請參閱第30圖，第30圖繪示的是本發明之第五較佳實施例之製程操作設備450的示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示。如第30圖所示，製程操作設備450包含有一自動製程控制系統324、一載入/載出裝置466、至少一流體區域控制裝置420、至少一輸送裝置472、至少一晶種沉積反應室478、至少一阻障層沉積反應室482、至少一乾燥反應

室484與至少一預沉積(pre-deposition)之反應室486(例如:溶劑清洗或電漿清洗室)。

於此實施例中，輸送裝置472可為一機械手臂。當半導體基底110置入製程操作設備450之載入/載出裝置466後，輸送裝置472可以將半導體基底110往返傳送於載入/載出裝置466、流體區域控制裝置420、晶種沉積反應室478、阻障層沉積反應室482、乾燥反應室484與預沉積反應室486之間。載入/載出裝置466在此可同時作為一載出裝置，而於其他實施例中，製程操作設備450亦可另包含有一載出裝置。

流體區域控制裝置420可具有前述流體區域控制裝置220、流體區域控制裝置320或流體區域控制裝置720的結構，用以對半導體基底110進行一電化學電鍍製程、一清洗製程或一化學機械研磨製程等等各式具有流體之半導體製程。晶種沉積反應室478可用以對半導體基底110進行一晶種沉積製程，阻障層沉積反應室482可用以對半導體基底110進行一阻障層沉積製程，乾燥反應室484可用以對半導體基底110進行一乾燥製程及/或一回火製程，而預沉積反應室486用以對半導體基底110進行一預沉積製程。

特別注意的是，晶種沉積反應室478、阻障層沉積反應室482、乾燥反應室484與預沉積反應室486等等反應室實際上並非本實施例之必要元件。本實施例主要的特徵在於，本發明之流體區域控

制裝置420不需要具有龐大的電鍍溶液槽，不需要事先將半導體基底110安裝於陰極電極與固定組件之間，也不需侷限於真空環境之中，因此可以輕易地與其他各式各樣的反應裝置一起整合於同一個製程操作設備450之中。因此，其所屬技術領域具有通常知識者應可理解，本實施例之晶種沉積反應室478、阻障層沉積反應室482、乾燥反應室484與預沉積反應室486實際上也可以被其他製程反應室所取代，例如後沉積(post-deposition)反應室、研磨製程反應室、濺鍍製程反應室、任何化學氣相沉積反應室或任何物理氣相沉積反應室等等。

請參閱第31圖，第31圖繪示的是本發明之第六較佳實施例之製程操作設備850的示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示。如第31圖所示，製程操作設備850為一全功能式系統(all-in-one system)或一集群系統(cluster system)，包含有一自動製程控制系統324、至少一裝載埠(load part)816、至少一單晶圓承載室(single wafer load lock chamber, SWLL chamber)830、二個預清洗反應室(pre-cleaning chamber)840、822、至少一鈮/氮化鈮沉積反應室(Ta/TaN deposition chamber)852、至少一銅晶種沉積反應室812、二個緩衝室(buffer chamber)832、842、二個銅電化學電鍍(Cu ECP)反應室860、802、二個銅化學機械研磨(Cu CMP)反應室870、890、至少一覆蓋層(cap layer)反應室880，以及三個機械手臂872，利用此系統晶片可在不需破真空的情況下進行所有的製程步驟。

裝載埠816，用來裝載晶圓盒，是晶圓盒進出製程操作設備850之出入口，以提供晶圓加工。為使適用於迷你環境之技術，裝載埠816可具有至少一晶圓介面810。其中，晶圓介面810可以是一個標準機械介面(standard mechanical interface, SMIF)，以裝載至少一標準化之SMIF型晶圓盒。或者，裝載埠816之晶圓介面810亦可為適用前開式整合艙(front opening unified pod, FOUP)形式之晶圓盒。需注意的是，製程操作設備850可包含有複數個裝載埠816，且裝載埠816可具有複數個晶圓介面810，這些裝載埠816或晶圓介面810實際上可以裝設於製程操作設備850之任何位置。

單晶圓承載室830可具有一定向平面對準器(orientor)，用以把晶圓的定向平面(orientation)，或將缺口(notch)對準至所定位的位置。或者，單晶圓承載室830可用以對晶圓進行除氣(degas)、冷卻、吹氣(pump)、潔淨(purge)等等步驟。預清洗反應室840與預清洗反應室822可於晶圓進行沉積製程之前對晶圓進行一預清洗製程。鈦/氮化鈦沉積反應室852係用以於晶圓表面沉積一鈦金屬層及/或一氮化鈦層，鈦金屬層或氮化鈦層可作為介電層與銅層之間的阻障層。銅晶種沉積反應室812可以於晶圓表面沉積一銅晶種層。緩衝室832與緩衝室842可作為定向平面對準器，也可以對晶圓進行除氣、冷卻、吹氣、潔淨、退火(anneal)或測量(metrology)等等步驟。

銅電化學電鍍反應室860與銅電化學電鍍反應室802可具有前述流體區域控制裝置220的結構，用以對半導體基底110進行一電

化學電鍍製程，以於前述銅晶種層表面鍍上一層所需的銅層。銅化學機械研磨反應室870與銅化學機械研磨反應室890可具有前述流體區域控制裝置720的結構，用以對半導體基底110進行一化學機械研磨製程。此外，銅電化學電鍍反應室860、銅電化學電鍍反應室802、銅化學機械研磨反應室870與銅化學機械研磨反應室890皆可用以對半導體基底110進行一預清洗製程、一後清洗(post cleaning)製程或一乾燥製程。覆蓋層反應室880係用以於晶圓表面沉積一覆蓋層來保護晶圓表面，可用以避免晶圓之銅層離開製程操作設備850之後氧化而形成氧化物，也可以避免外界之污染物接觸覆蓋層下方的材料層或裝置。

於此實施例中，機械手臂872可為一單片式(single blade)機械手臂或一多片式(multiple blades)機械手臂。當晶圓置入製程操作設備850後，機械手臂872可以將晶圓往返傳送於裝載埠816、單晶圓承載室830、緩衝室832、842與各反應室802、812、822、840、852、860、870、880、890之間。

其所屬技術領域具有通常知識者應可理解，根據所需的產品產量(throughput)與產品品質(quality)，本實施例之各反應室802、812、822、840、852、860、870、880、890實際上也可以被其他製程反應室所取代，例如後沉積反應室、濺鍍製程反應室、任何化學氣相沉積反應室或任何物理氣相沉積反應室等等。本實施例係以一銅製程來說明本發明應用於一後段製程

(back-end-of-the-line process, BEOL process)之全功能式系統的製程設備，其所屬技術領域具有通常知識者亦應理解，本發明不需侷限於銅製程，而可以用於形成任何所需的材料層或半導體結構。

再者，本發明亦可利用輸送帶作為半導體基底110於製程操作設備內部的輸送媒介。請參閱第32圖，第32圖繪示的是本發明之第七較佳實施例之製程操作設備550的示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示。如第32圖所示，製程操作設備550包含有一自動製程控制系統324、一載入/載出裝置466、至少一流體區域控制裝置520、至少一輸送帶572、至少一晶種沉積反應室478、至少一阻障層沉積反應室482、至少一乾燥反應室484與至少一預沉積反應室486。其中，流體區域控制裝置520可具有前述流體區域控制裝置220、流體區域控制裝置320或流體區域控制裝置720的結構，用以對半導體基底110進行一電化學電鍍製程、一清洗製程或一化學機械研磨製程等等製程。

與第五實施例主要的不同處在於，本實施例之輸送裝置包含有一輸送帶572。當半導體基底110置入製程操作設備550之載入/載出裝置466後，輸送帶572可以承載半導體基底110往返傳送於流體區域控制裝置420、晶種沉積反應室478、阻障層沉積反應室482、乾燥反應室484與預沉積反應室486之間。由於本發明之流體區域控制裝置520不需要事先將半導體基底110安裝於陰極電極與固定組件之間，因此製程操作設備550只需利用一個簡單的輸送帶

572就可以將半導體基底110置入各反應室接受製程處理。

傳統電化學電鍍裝置、傳統清洗製程，或是傳統化學機械研磨裝置通常為開放式系統，製程流體或其中的化學物質容易逸散於周圍環境中，使得裝置周圍的溼度大增，並且可能讓周圍環境中存在具污染性的化學物質，因此這些傳統裝置難以與其他製程裝置互相整合。由於本發明流體區域控制裝置之製程流體的使用量減少，且製程流體能被流體區域控制裝置迅速回收，所以流體區域控制裝置本身與流體區域控制裝置的周圍可以具有較小的溼度。因此，本發明之流體區域控制裝置可以克服習知裝置的限制，與各種不同的反應裝置整合於同一製程操作設備。一方面可以節省半導體基底於各機台設備間往返的運送時間，另一方面可以避免半導體基底之材料層於運送的過程中遭到外界氧化，進而節省了去除氧化物所需的龐大製程時間與製程成本。

此外，本發明亦可同時利用輸送帶與機械手臂作為製程操作設備的輸送設備。請參閱第33圖，第33圖繪示的是本發明之第八較佳實施例之製程操作設備650的示意圖，其中相同的元件或部位仍沿用相同的符號來表示。如第33圖所示，製程操作設備650包含有一自動製程控制系統324、至少一流體區域控制裝置620、一輸送帶672與一機械手臂674。其中，流體區域控制裝置620可具有前述流體區域控制裝置220、流體區域控制裝置320或流體區域控制裝置720的結構，用以對半導體基底110進行一電化學電鍍製程、

一清洗製程或一化學機械研磨製程等等製程。機械手臂674用以傳送半導體基底110往返於輸送帶672與流體區域控制裝置620之間，而輸送帶672用以將半導體基底110傳進並且傳出製程操作設備650。

當要接受流體區域控制裝置620之處理時，待處理的半導體基底110先藉由輸送帶672傳送至流體區域控制裝置620周圍。接著，機械手臂674夾取前述半導體基底110，並將半導體基底110置入流體區域控制裝置620之基底承載基座130上。其後，流體區域控制裝置620可先對半導體基底110進行一電化學電鍍製程或一清洗製程等等製程。待流體區域控制裝置620處理完成之後，機械手臂674再將半導體基底110放回輸送帶672上，並且由輸送帶672將半導體基底110送往後續之製程設備。此時，製程操作設備650則可以繼續處理下一個半導體基底110。

由此可知，由於半導體基底無須先安置於陰極電極與固定組件之間，也不需要傾斜地置入電鍍流體中，所以本發明之製程操作設備可以批次處理大量的半導體基底，有效地提昇產品的產量。基底承載基座可以利用其輸送帶或環狀結構直接將半導體基底傳送至預定位置接受製程流體的處理，因此製程操作設備甚至可以省略半導體基底的載入/載出裝置，且半導體基底的浸潤過程也比習知技術更為簡單。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖至第 3 圖為習知電化學電鍍製程之製程示意圖。

第 4 圖繪示的是本發明第一較佳實施例之流體區域控制裝置的剖面示意圖。

第 5 圖繪示的是第 4 圖所示之陽極系統的剖面示意圖。

第 6 圖繪示的是本發明之一較佳實施例基底承載基座的立體示意圖。

第 7 圖繪示的是本發明之另一較佳實施例基底承載基座的俯視示意圖。

第 8 圖繪示的是本發明之一較佳實施例陰極電極的立體示意圖。

第 9 圖繪示的是本發明之另一較佳實施例陰極電極的側視示意圖。

第 10 圖至第 12 圖繪示的是本發明第一、第二、第三與第四管線的截面示意圖。

第 13 圖繪示的是本發明另一較佳實施例之流體區域控制裝置的剖面示意圖。

第 14 圖至第 18 圖繪示的是第 13 圖所示之流體區域控制裝置的操作方法之示意圖。

第 19 圖繪示的是本發明之第二較佳實施例的流體區域控制裝置的剖面示意圖。

第 20 圖繪示的是本發明又一較佳實施例之流體區域控制裝置的剖

面示意圖。

第 21 圖至第 24 圖繪示的是第 19 圖所示之流體區域控制裝置的操作方法之示意圖。

第 25 圖繪示的是本發明之第三較佳實施例的流體區域控制裝置的剖面示意圖。

第 26 圖繪示的是本發明流體區域控制裝置之一操作示意圖。

第 27 圖繪示的是本發明之第四較佳實施例之製程操作設備的示意圖。

第 28 圖係為第 27 圖所示之輸送裝置的立體示意圖。

第 29 圖係為第 27 圖所示之製程操作設備於中層的剖面示意圖。

第 30 圖繪示的是本發明之第五較佳實施例之製程操作設備的示意圖。

第 31 圖繪示的是本發明之第六較佳實施例之製程操作設備的示意圖。

第 32 圖繪示的是本發明之第七較佳實施例之製程操作設備的示意圖。

第 33 圖繪示的是本發明之第八較佳實施例之製程操作設備的示意圖。

【主要元件符號說明】

10	晶圓	12	電鍍槽
14	陽極系統	16	陰極電極
18	固定組件	20	電鍍裝置

22	電鍍流體	24	陽極電極
26	過濾薄膜	28	擴散薄膜
30	陽極室	32	電鍍流體提供管線
110	半導體基底	114	陽極系統
116	陰極電極	118	陽極室
120	流體區域控制系統	124	陽極電極
126	過濾薄膜	128	擴散薄膜
130	基底承載基座	130a	輸送帶
130b	環狀結構	132	第一管線
134	第二管線	136	第五管線
142	第三管線	144	第四管線
146	第六管線	148	第七管線
152	側壁	154	控制流體
156	電鍍流體	158	研磨漿料
214	管線系統	216	固定組件
220	流體區域控制裝置	256	清洗流體
320	流體區域控制裝置	322	流體區域控制裝置
324	自動製程控制系統	350	製程操作設備
360	柱狀基台	362	圓柱形支架
364	外殼	366	載入/載出裝置
368	製程系統	372	輸送裝置
420	流體區域控制裝置	450	製程操作設備

466	載入/載出裝置	472	輸送裝置
478	晶種沉積反應室	482	阻障層沉積反應室
484	乾燥反應室	486	預沉積反應室
520	流體區域控制裝置	550	製程操作設備
572	輸送帶	620	流體區域控制裝置
650	製程操作設備	672	輸送帶
674	機械手臂	720	流體區域控制裝置
714	研磨系統	722	感測器
724	研磨墊固定座	751	研磨墊
802	銅電化學電鍍反應室	810	晶圓介面
812	銅晶種沉積反應室	816	裝載埠
822	預清洗反應室	830	單晶圓承載室
832	緩衝室	840	預清洗反應室
842	緩衝室	850	製程操作設備
852	鈿/氮化鈿沉積反應室	860	銅電化學電鍍反應室
870	銅化學機械研磨反應室	872	機械手臂
880	覆蓋層反應室	890	銅化學機械研磨反應室
914	系統		

五、中文發明摘要：

本發明係提供一種流體區域控制裝置及其操作方法。流體區域控制裝置包含有至少一基底承載基座、至少一製程流體提供管線、至少一製程流體回補管線、至少一控制流體提供管線與至少一控制流體回補管線。製程流體提供管線提供至少一製程流體，使製程流體接觸晶圓之晶面。控制流體提供管線則持續提供至少一控制流體。控制流體不溶於製程流體，其會流過晶圓之晶邊，使得製程流體被侷限於特定的空間之內。

六、英文發明摘要：

The fluid-confining apparatus includes at least a substrate holder, at least a confining fluid supplying tube, at least a confining fluid recovering tube, at least a process fluid supplying tube, and at least a process fluid recovering tube. The process fluid supplying tube supplies at least a process fluid, and makes the process fluid contact with at least a treatment region of a wafer. The confining fluid supplying tube continuity supplies at least a confining fluid. The confining fluid does not dissolve the process fluid. The flowing confining fluid can contact with at least an non-treatment region of the wafer, and confines the process fluid into a predetermined space.

十、申請專利範圍：

1. 一種用於電鍍之流體區域控制裝置，包含有：

至少一基底承載基座(substrate holder)，用以承載至少一半導體基底；

至少一陰極電極(cathode electrode)，設置於該基底承載基座上，用以電連接該半導體基底；

至少一陽極系統(anode system)，位於該基底承載基座上方，本質上對應於該半導體基底而設置，並且與該基底承載基座相距一反應高度(reaction height)，該陽極系統與該陰極電極之間定義有至少一待處理區域以及至少一非處理區域；

至少一控制流體提供管線(confining fluid supplying tube)，對應於該非處理區域而設置，用於提供至少一控制流體；

至少一控制流體回補管線(confining fluid recovering tube)，對應於該非處理區域而設置，用於回收該控制流體；

至少一製程流體提供管線(process fluid supplying tube)，對應於該待處理區域而設置，用於提供至少一電鍍流體；以及

至少一製程流體回補管線(process fluid recovering tube)，對應於該待處理區域而設置，用於回收該電鍍流體。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之流體區域控制裝置，其中該流體區域控制裝置係應用於至少一電化學電鍍(electro chemical plating, ECP)製程。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之流體區域控制裝置，其中該控制流體係為液體狀態、氣體狀態、蒸汽狀態(vapor state)或是膠體狀態(gel state)。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之流體區域控制裝置，其中該半導體基底係為一晶圓，該待處理區域係對應至該晶圓之晶面，而該非處理區域係對應至該晶圓之晶邊。
5. 一種流體區域控制裝置，包含有：
 - 至少一基底承載基座，用以承載至少一半導體基底，該基底承載基座上定義有至少一待處理區域以及至少一非處理區域；
 - 至少一固定組件，設置於該基底承載基座上，用以固定該半導體基底；
 - 至少一控制流體提供管線，對應於該非處理區域而設置，用於提供至少一控制流體；
 - 至少一控制流體回補管線，對應於該非處理區域而設置，用於回收該控制流體；
 - 至少一製程流體提供管線，對應於該待處理區域而設置，用於提供至少一製程流體；以及
 - 至少一製程流體回補管線，對應於該待處理區域而設置，用於回收該製程流體。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之流體區域控制裝置，其中該流體

區域控制裝置係應用於至少一溶劑清洗(solvent cleaning)製程、至少一無電電鍍(electroless plating)製程或至少一晶背/晶邊清洗(wafer backside/bevel clean)製程。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之流體區域控制裝置，另包含有至少一管線系統(tube system)，位於該基底承載基座上方，本質上對應於該半導體基底而設置，並且與該基底承載基座相距一反應高度。

8. 如申請專利範圍第 5 項所述之流體區域控制裝置，另包含有至少一研磨系統(polishing system)，位於該基底承載基座上方，本質上對應於該半導體基底而設置。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之流體區域控制裝置，其中該研磨系統包含有至少一研磨墊。

10. 一種製程操作設備，包含有：

至少一柱狀基台；以及

至少一流體區域控制裝置，位於該柱狀基台之至少一側面，

該流體區域控制裝置包含有：

至少一基底承載基座，平行於該柱狀基台之該側面而設

置，用以承載至少一半導體基底；

至少一固定組件，用以固定該半導體基底；

至少一製程流體提供管線，用於提供至少一製程流體；

至少一製程流體回補管線，用於回收該製程流體；

至少一控制流體提供管線，設置於該半導體基底的周圍，

用於提供至少一控制流體；以及

至少一控制流體回補管線，設置於該半導體基底的周圍，

用於回收該控制流體。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，更包含至少一自動製程控制系統(APC system)。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，其中該柱狀基台係為一直立式基台。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，其中該柱狀基台具有複數個側面。

14. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，另包含有至少一載入/載出裝置(loading/unloading device)，位於該柱狀基台之至少一側面，用以將該半導體基底載入/載出(load/unload)該柱狀基台。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之製程操作設備，其中該載入/載出裝置係平行於該柱狀基台之該側面而設置。

16. 如申請專利範圍第 14 項所述之製程操作設備，另包含有至少一輸送裝置，位於該柱狀基台周圍，用以將該半導體基底傳送至該載入/載出裝置。
17. 如申請專利範圍第 16 項所述之製程操作設備，其中該輸送裝置先旋轉該半導體基底，使該半導體基底平行於該載入/載出裝置後，再將該半導體基底放入該載入/載出裝置。
18. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，其中該柱狀基台具有水平旋轉與上下移動的功能。
19. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，其中該固定組件係為一陰極電極，且電連接至該半導體基底。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之製程操作設備，另包含有至少一陽極系統，其中該陽極系統包含有至少一陽極電極與至少一感測器。
21. 如申請專利範圍第 10 項所述之製程操作設備，其中該流體區域控制裝置係應用於至少一電化學電鍍製程、至少一研磨製程或至少一品面/晶背/晶邊清洗製程。
22. 一種製程操作設備，包含有：
至少一載入/載出裝置，用以載入/載出至少一半導體基底；

至少一輸送裝置，用以傳送該半導體基底；

至少一品種沉積反應室，用以對該半導體基底進行至少一品種沉積製程；以及

至少一流體區域控制裝置，包含有：

至少一基底承載基座，用以承載該半導體基底；

至少一固定組件，用以固定該半導體基底；

至少一製程流體提供管線，用於提供至少一製程流體；

至少一製程流體回補管線，用於回收該製程流體；

至少一控制流體提供管線，設置於該半導體基底的周圍，

用於提供至少一控制流體； 以及

至少一控制流體回補管線，設置於該半導體基底的周圍，

用於回收該控制流體。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，另包含有至少一阻障層沉積反應室，用以對該半導體基底進行至少一阻障層沉積製程。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，更包含至少一自動製程控制系統(APC system)。

25. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，另包含有至少一乾燥反應室，用以對該半導體基底進行至少一乾燥製程及/或一回火製程。

26. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，另包含有至少一預沉積反應室，用以對該半導體基底進行至少一預沉積製程。
27. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，其中該固定組件係為一陰極電極，且電連接至該半導體基底。
28. 如申請專利範圍第 27 項所述之製程操作設備，另包含有至少一陽極系統，其中該陽極系統包含有至少一陽極電極與至少一感測器。
29. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，其中該流體區域控制裝置係用以對該半導體基底進行至少一電化學電鍍製程、至少一晶面/晶背/晶邊清洗製程、至少一化學機械研磨製程及/或至少一電化學機械研磨製程。
30. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，其中該製程操作設備係為一全功能式系統(all-in-one system)或一集群系統(cluster system)。
31. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，其中該製程操作設備應用於至少一銅製程(Cu process)。
32. 如申請專利範圍第 22 項所述之製程操作設備，其中該輸送裝置包含有至少一機械手臂或至少一輸送帶。

33. 一種流體區域控制裝置之操作方法，包含有：

提供至少一流體區域控制裝置，該流體區域控制裝置包含有至少一基底承載基座、至少一控制流體提供管線與至少一控制流體回補管線，且該流體區域控制裝置中定義有至少一待處理區域與至少一非處理區域；

提供至少一半導體基底，該半導體基底固定於該基底承載基座上；

開啟該控制流體提供管線與該控制流體回補管線，使得至少一控制流體持續從該控制流體提供管線流出，並且流入該控制流體回補管線，其中該控制流體流過該流體區域控制裝置之該非處理區域；以及

提供至少一製程流體，該製程流體接觸該流體區域控制裝置之該待處理區域，且該製程流體不溶於該控制流體。

34. 如申請專利範圍第 33 項所述之操作方法，其中該操作方法係應用於至少一電化學電鍍製程、至少一晶面/晶背/晶邊清洗製程、至少一化學機械研磨製程或至少一電化學機械研磨製程。

35. 如申請專利範圍第 33 項所述之操作方法，其中該製程流體係為一電鍍流體、一清洗流體、一超臨界流體或一研磨漿料。

36. 如申請專利範圍第 33 項所述之操作方法，其中該控制流體係為液體狀態、氣體狀態、蒸汽狀態、超臨界流體或是膠體狀態。

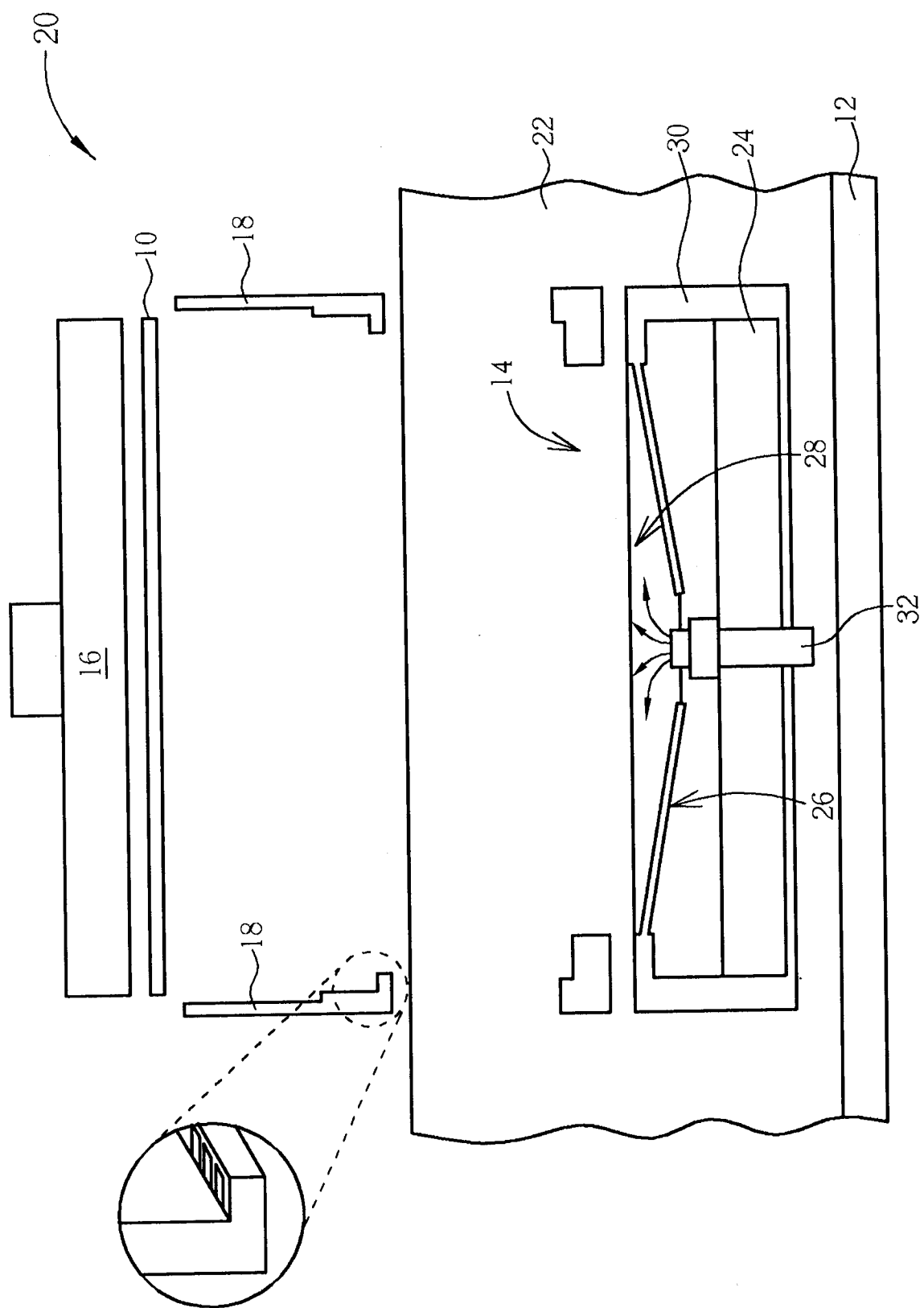
37. 如申請專利範圍第 33 項所述之操作方法，其中該半導體基底係為一晶圓。
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之操作方法，其中該待處理區域係對應至該晶圓之晶面，而該非處理區域係對應至該晶圓之晶邊。
39. 如申請專利範圍第 37 項所述之操作方法，其中該待處理區域係對應至該晶圓之晶邊，而該非處理區域係對應至該晶圓之晶面。
40. 如申請專利範圍第 37 項所述之操作方法，其中該待處理區域係對應至該晶圓之晶面，而該非處理區域係對應至該晶圓之晶背。
41. 如申請專利範圍第 37 項所述之操作方法，其中該待處理區域係對應至該晶圓之晶背，而該非處理區域係對應至該晶圓之晶面。
42. 如申請專利範圍第 37 項所述之操作方法，其中該晶圓具有至少一主動區域與至少一周邊區域。
43. 如申請專利範圍第 42 項所述之操作方法，其中該待處理區域係對應至該晶圓之該主動區域，而該非處理區域係對應至該晶

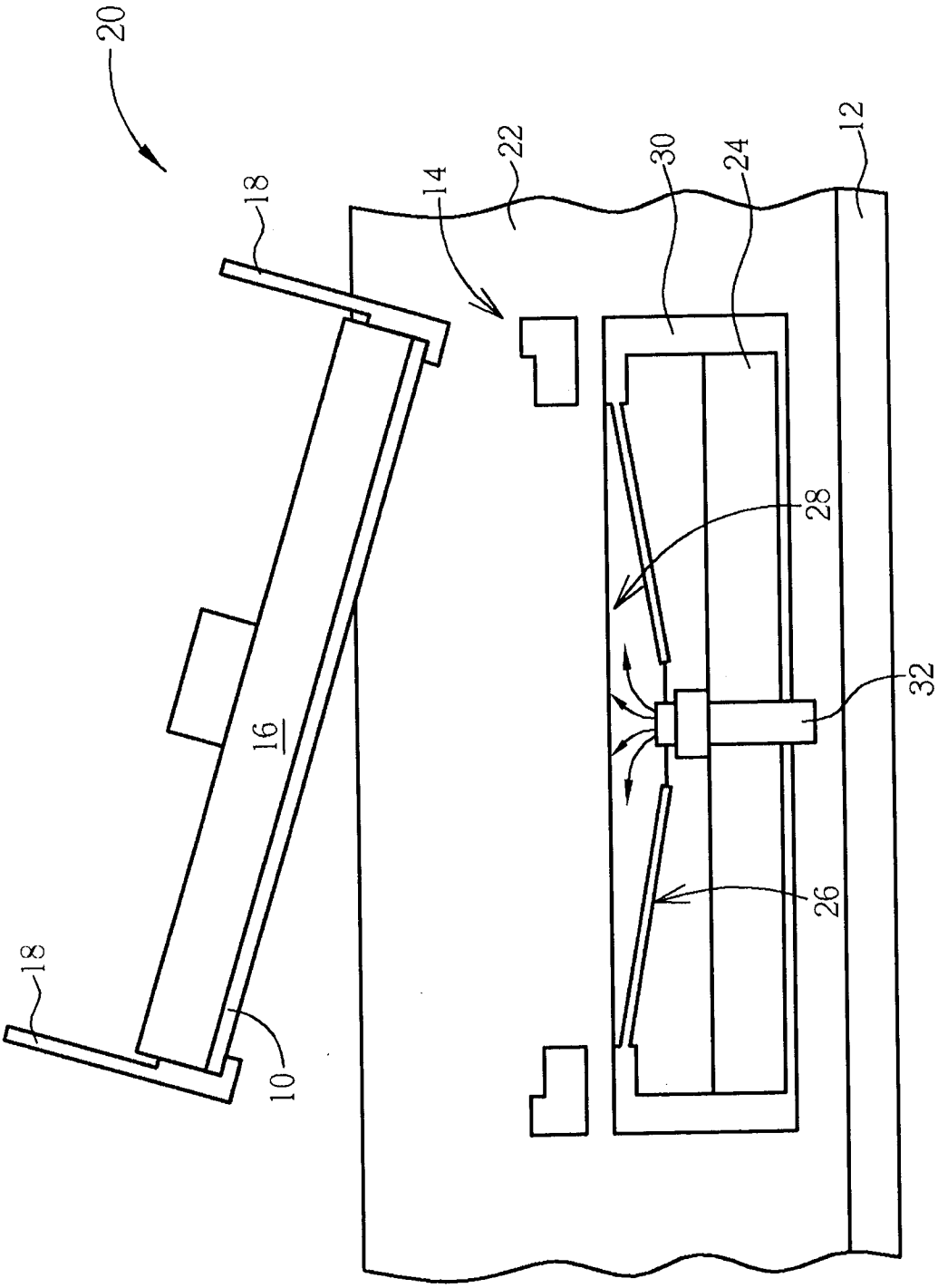
圓之該周邊區域。

十一、圖式：

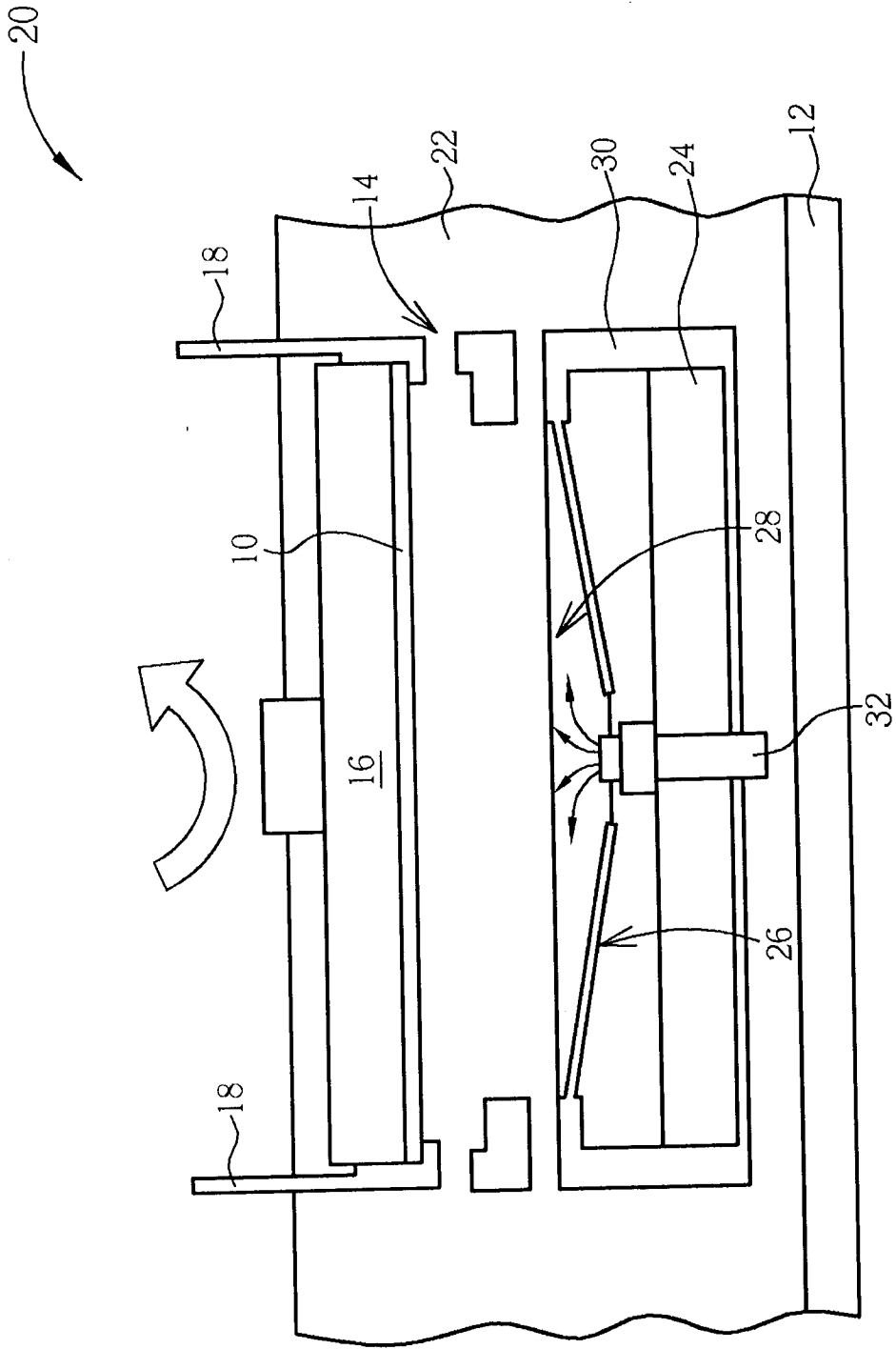
圓之該周邊區域。

十一、圖式：

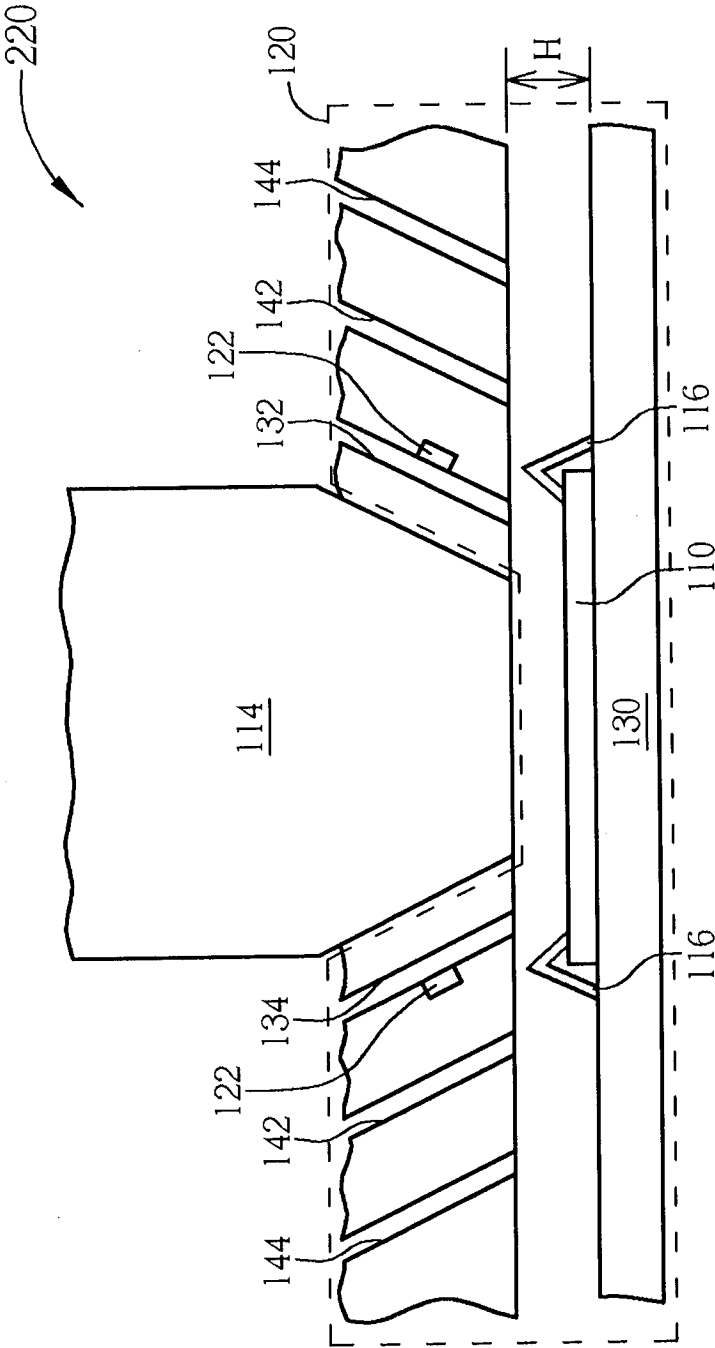
圖
1
集



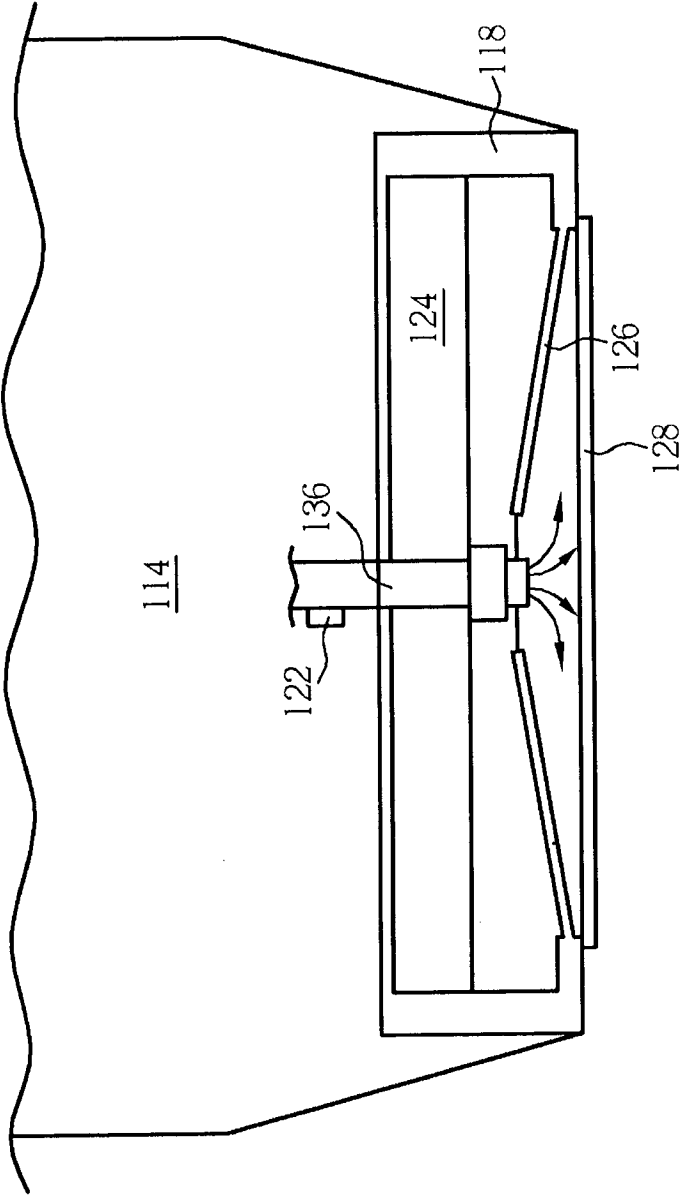
第2圖



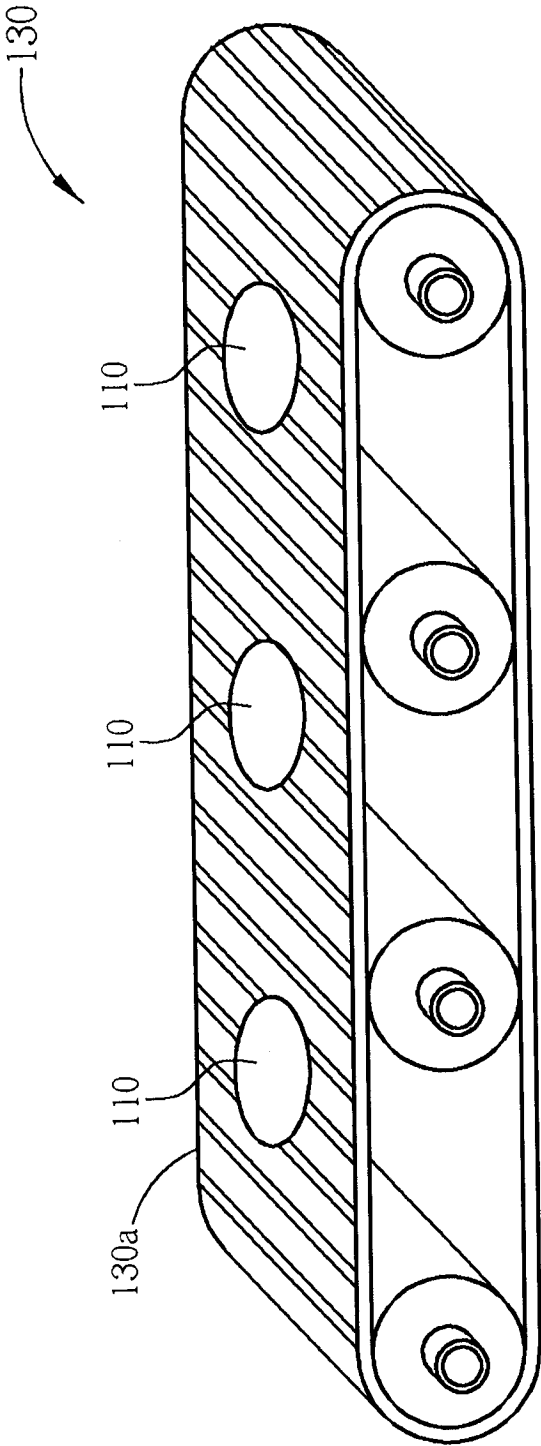
第3圖



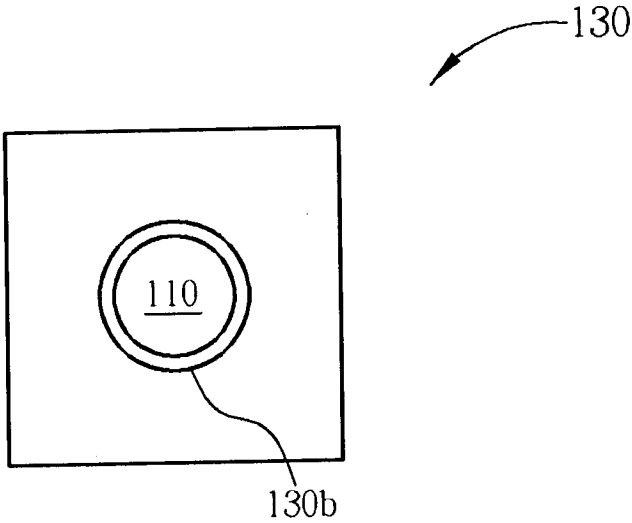
第4圖



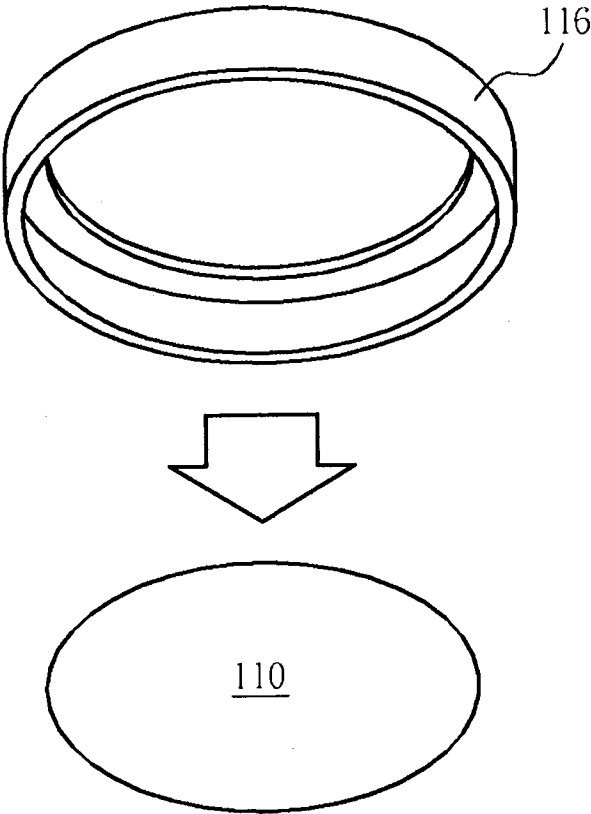
第5圖



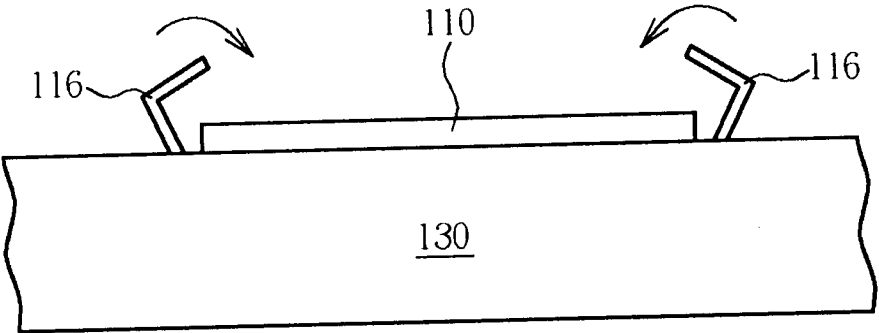
第6圖



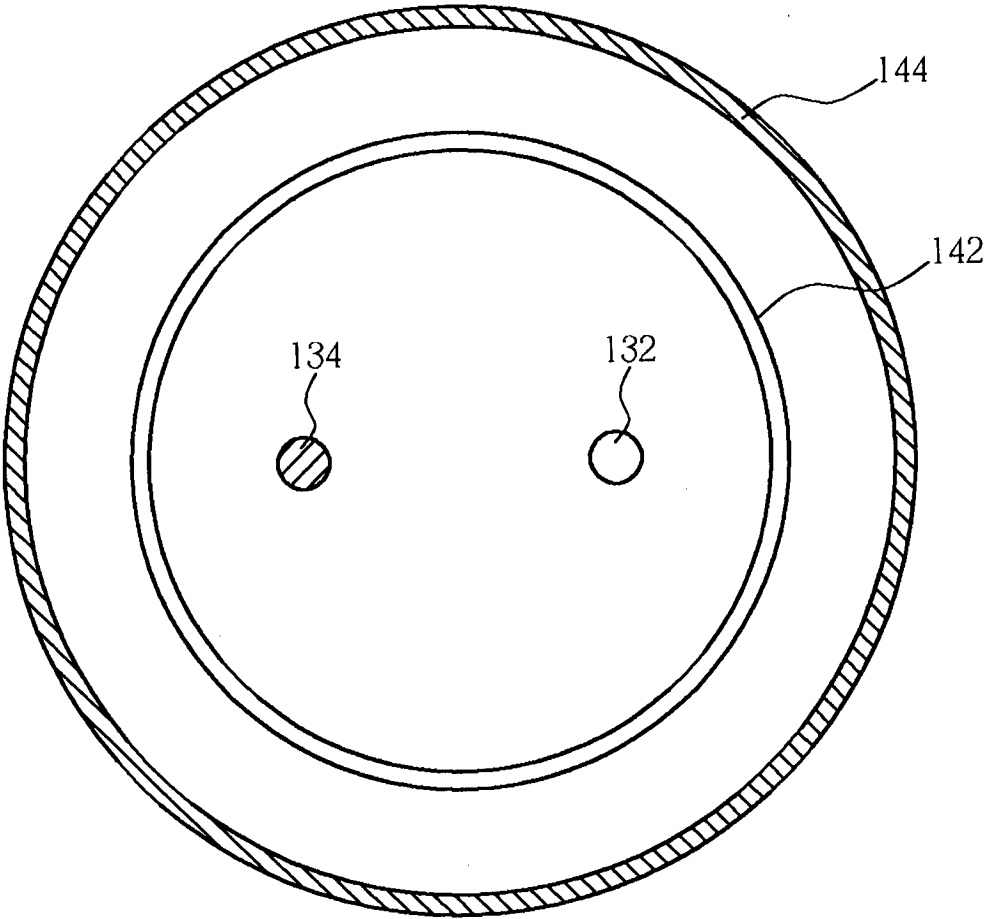
第7圖



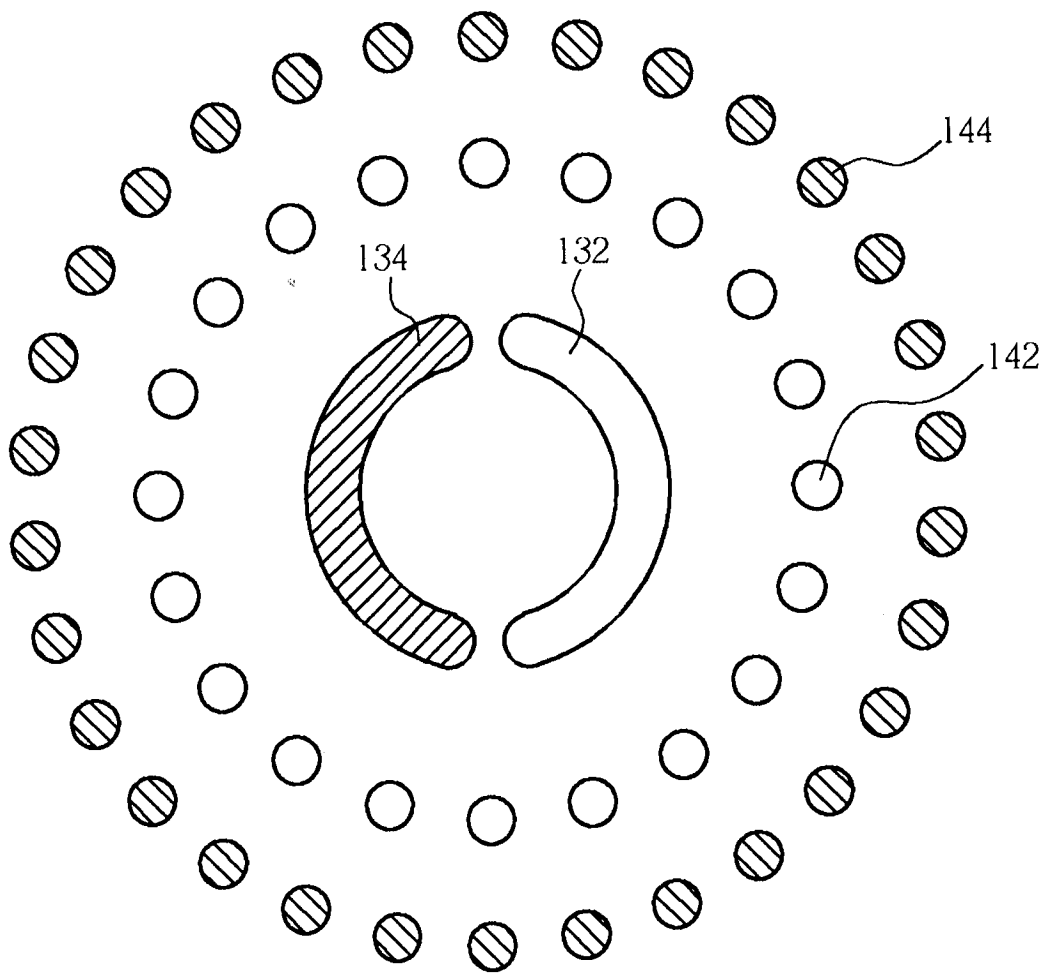
第8圖



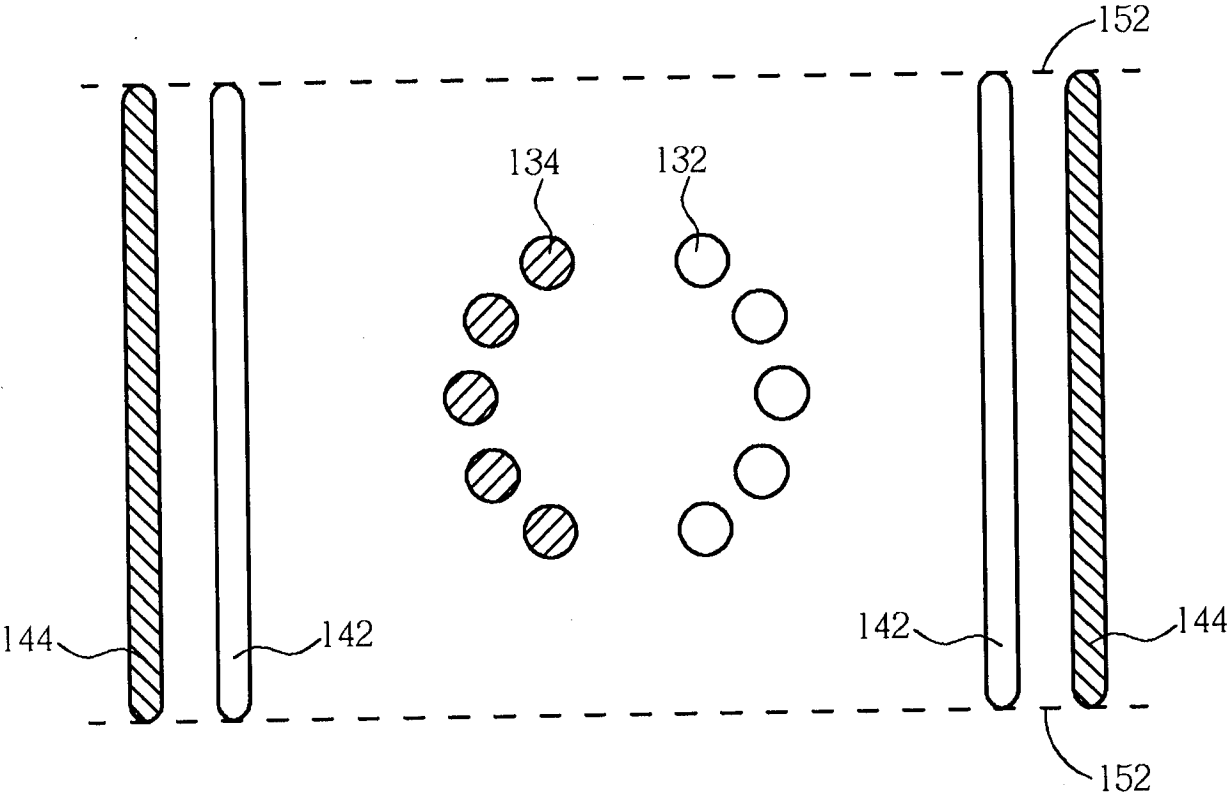
第9圖



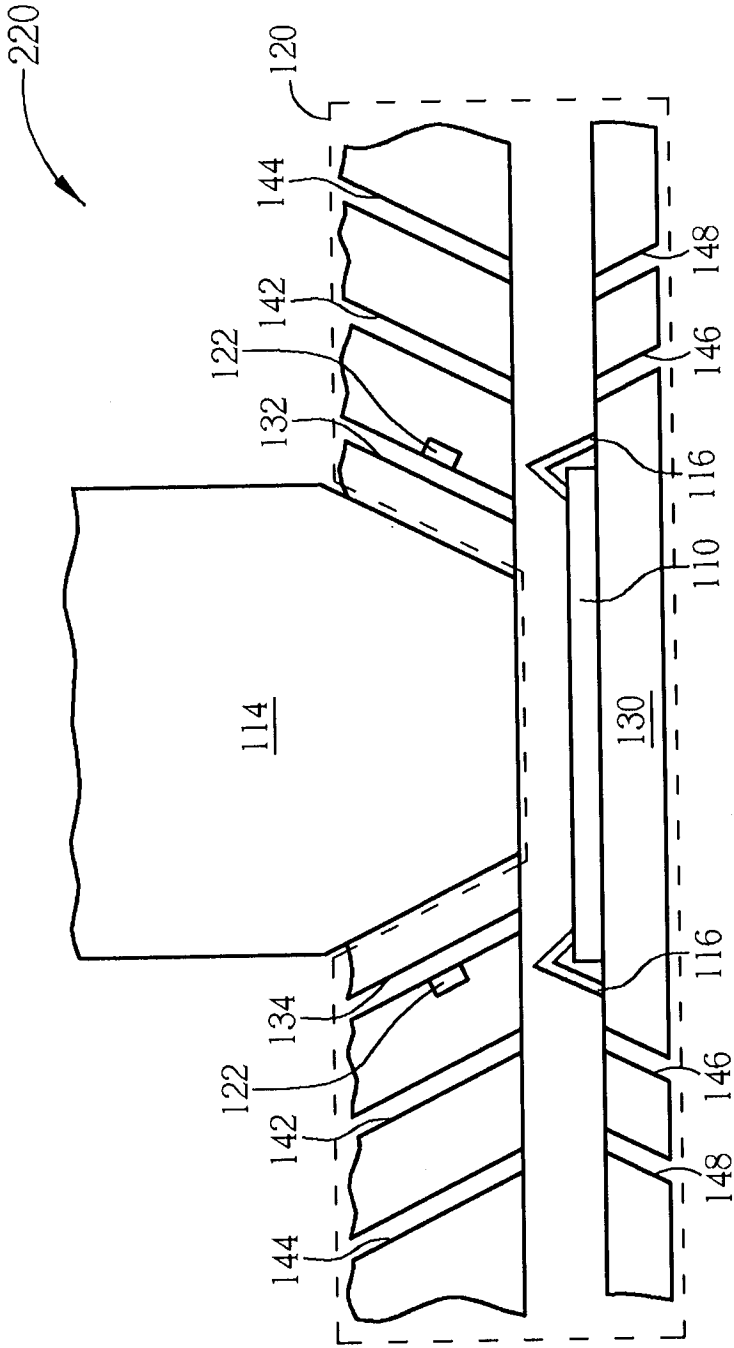
第10圖



第11圖



第12圖



第13圖

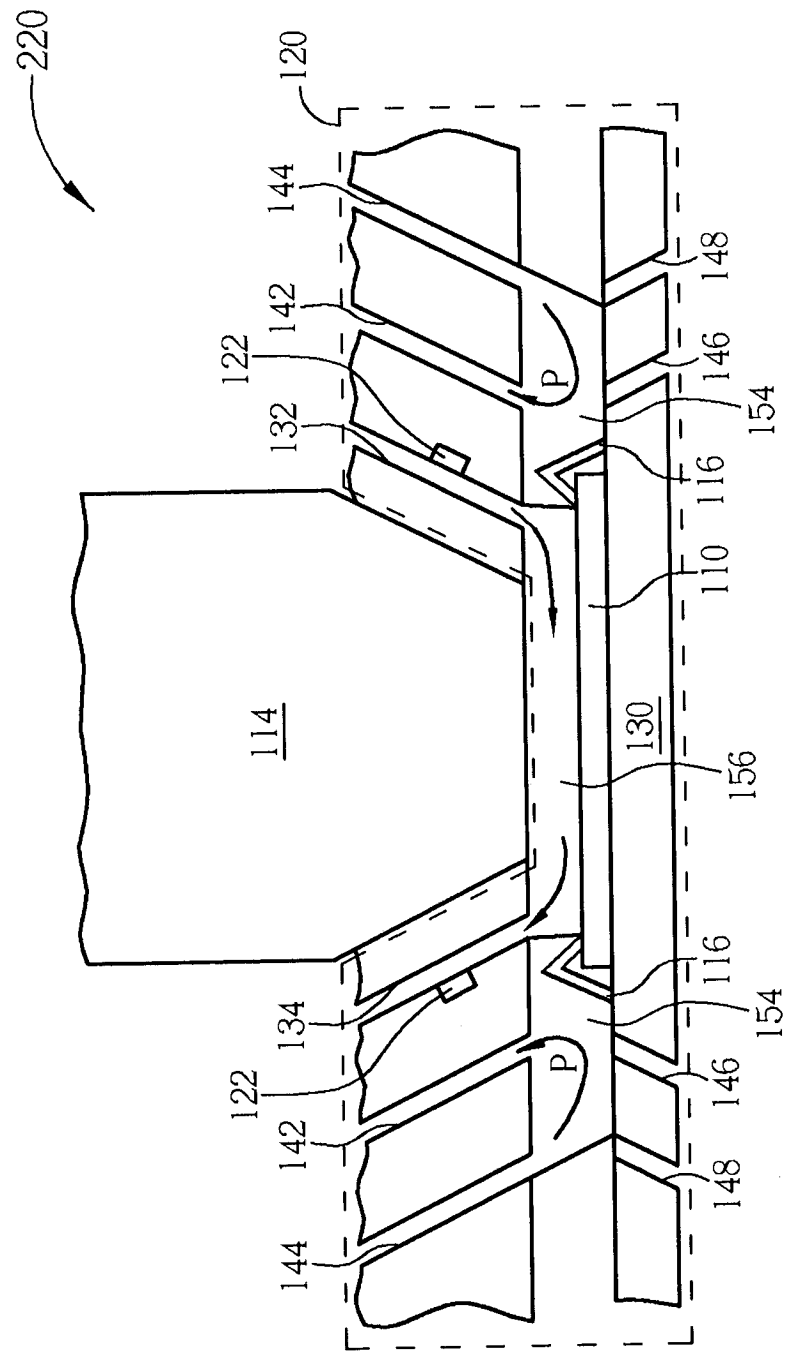
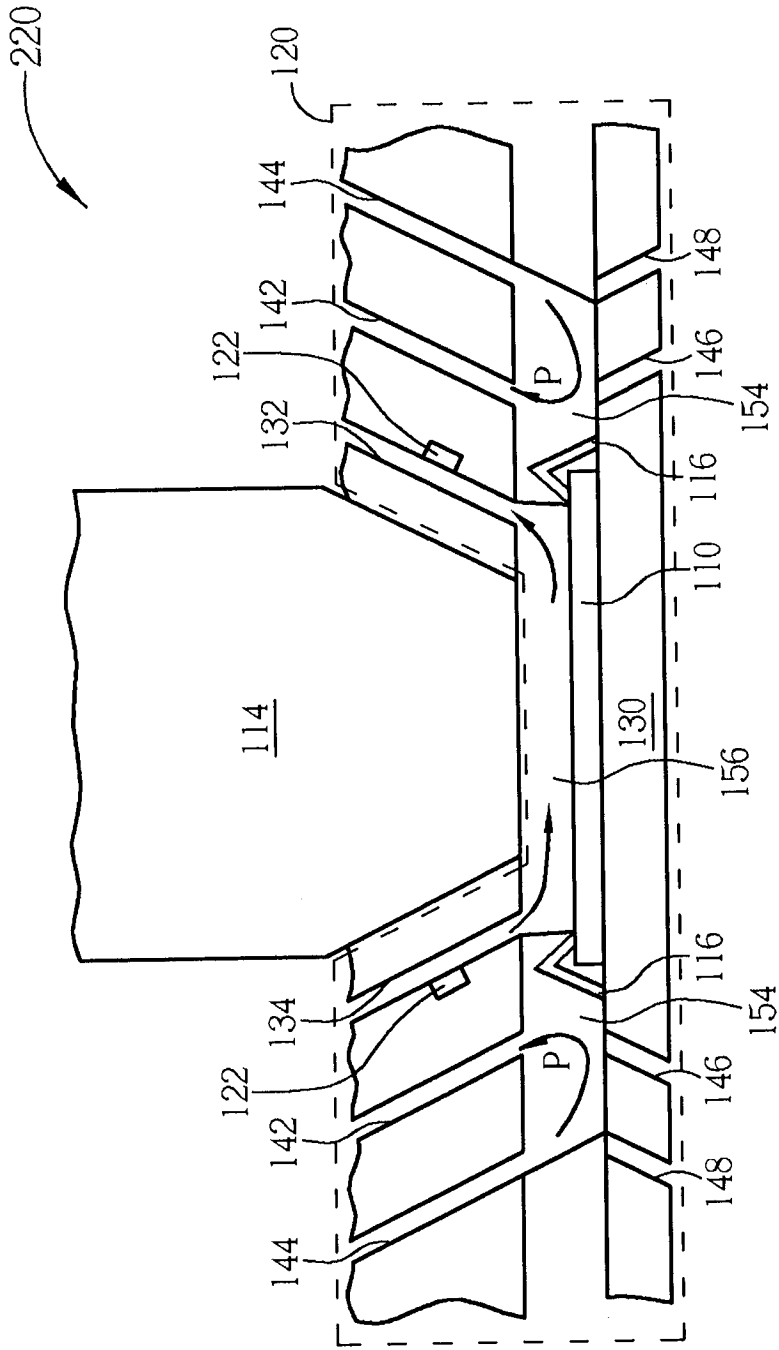
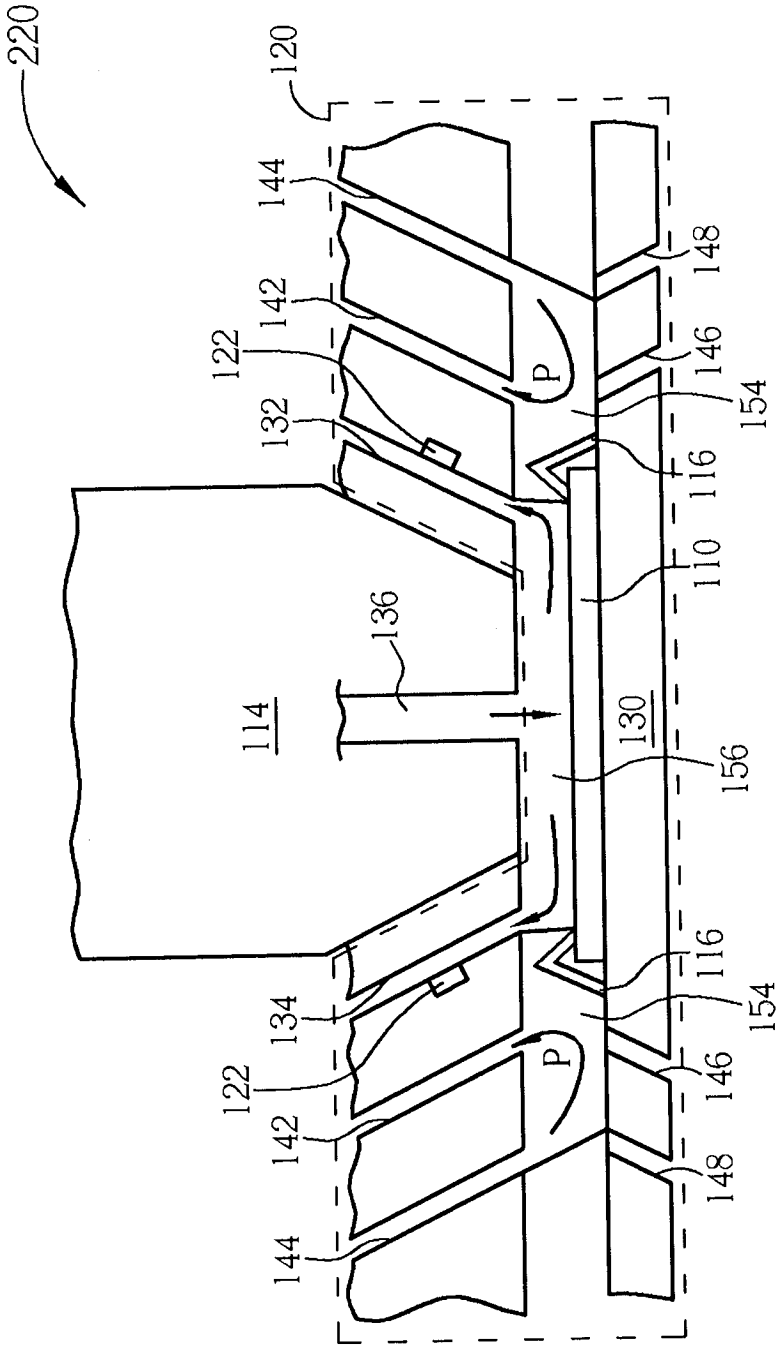


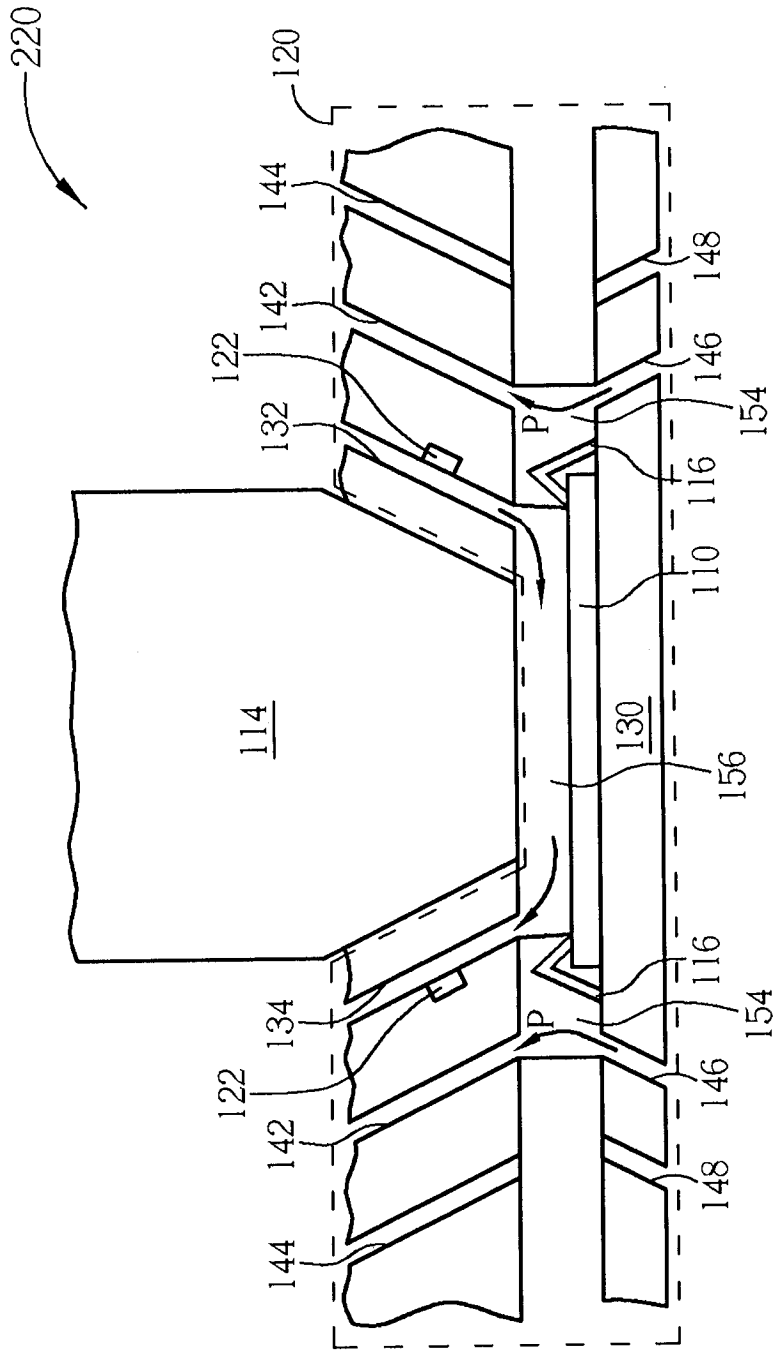
圖 14 策



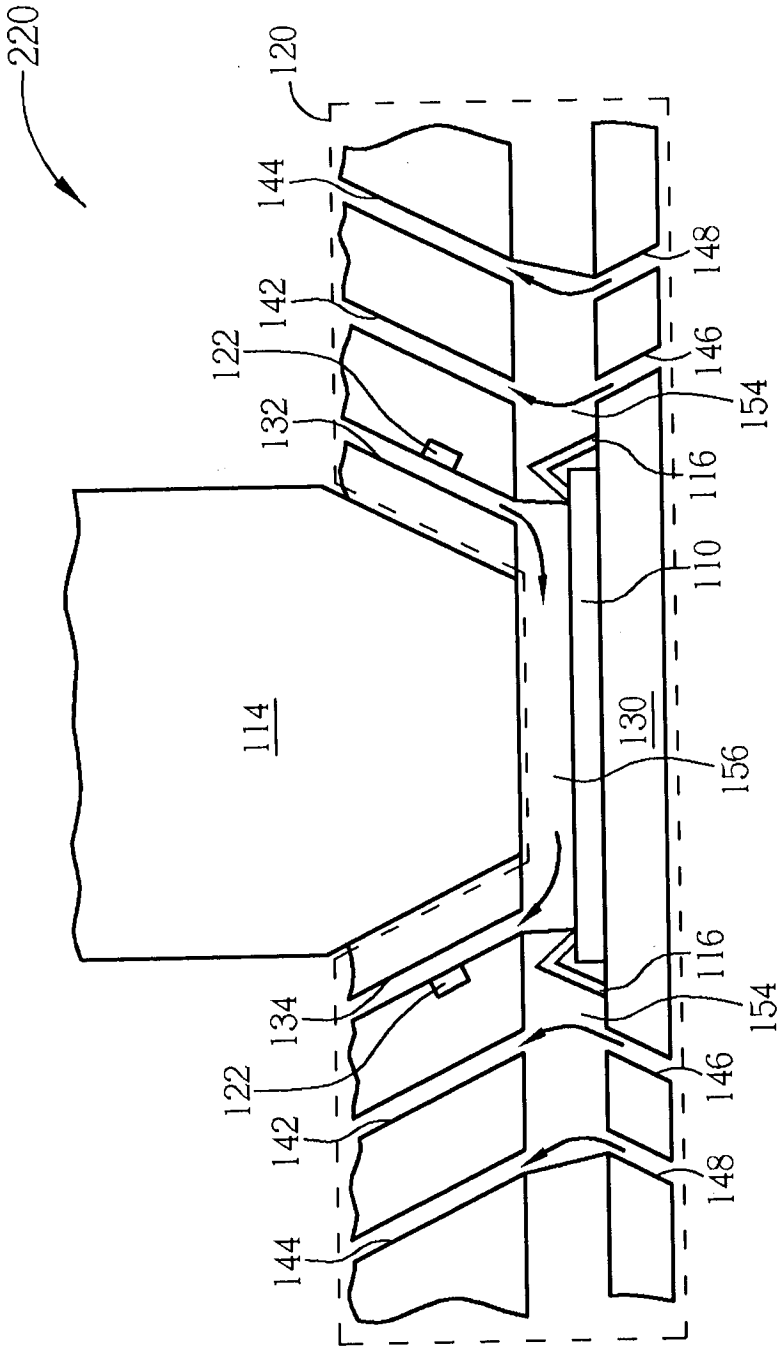
第15圖



第16圖



第17圖



第18圖

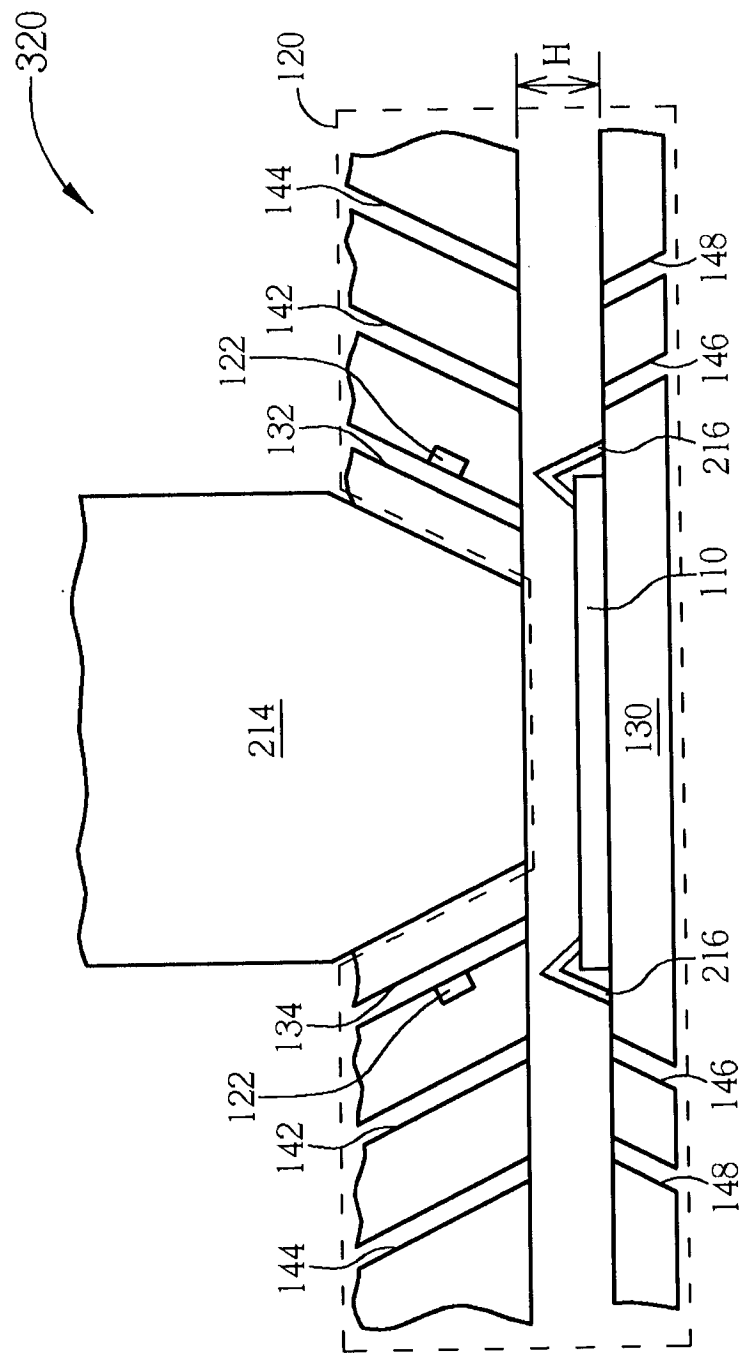


圖
第19

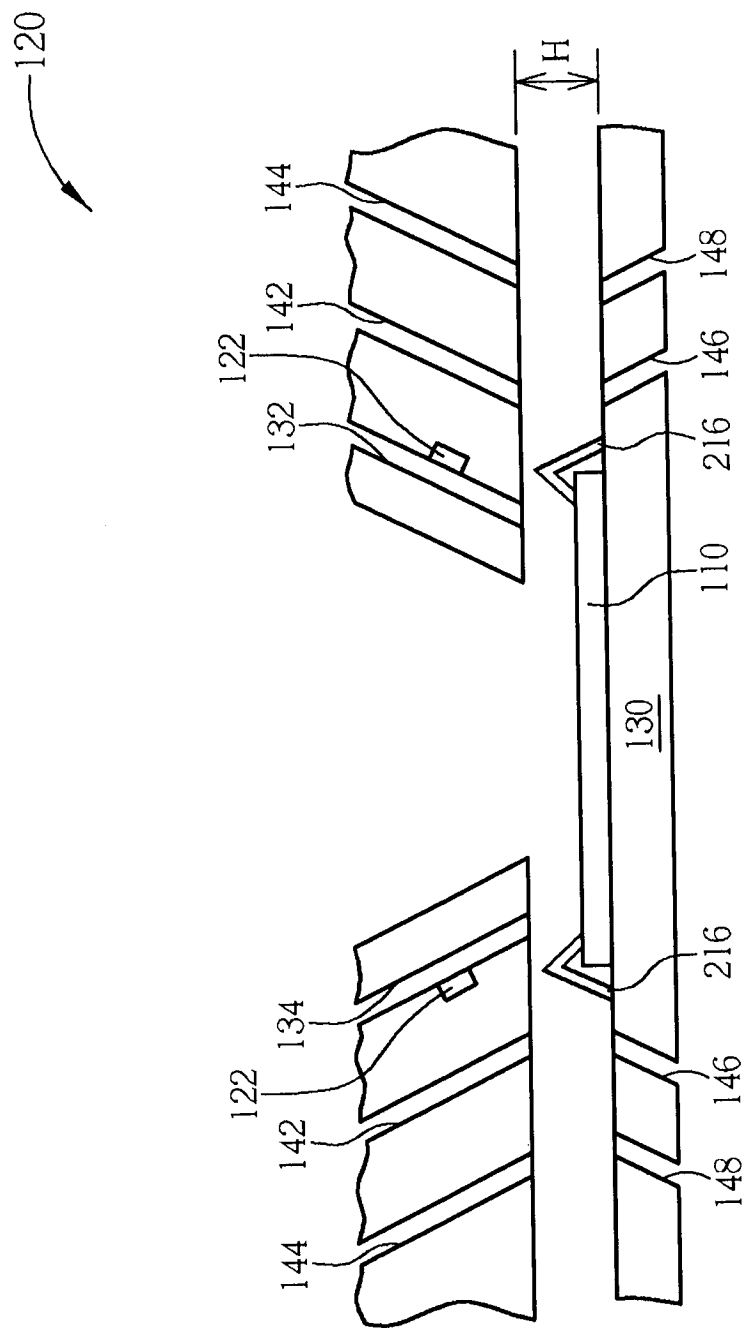
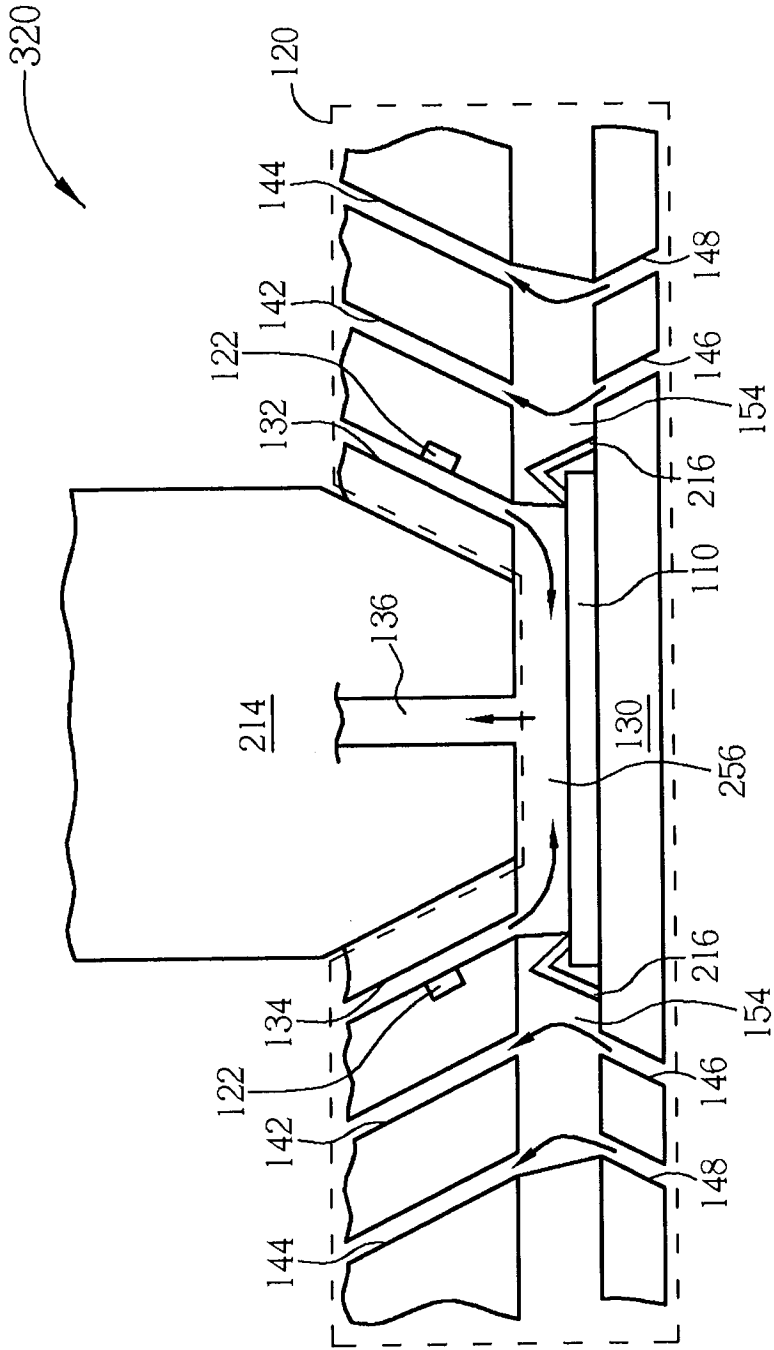
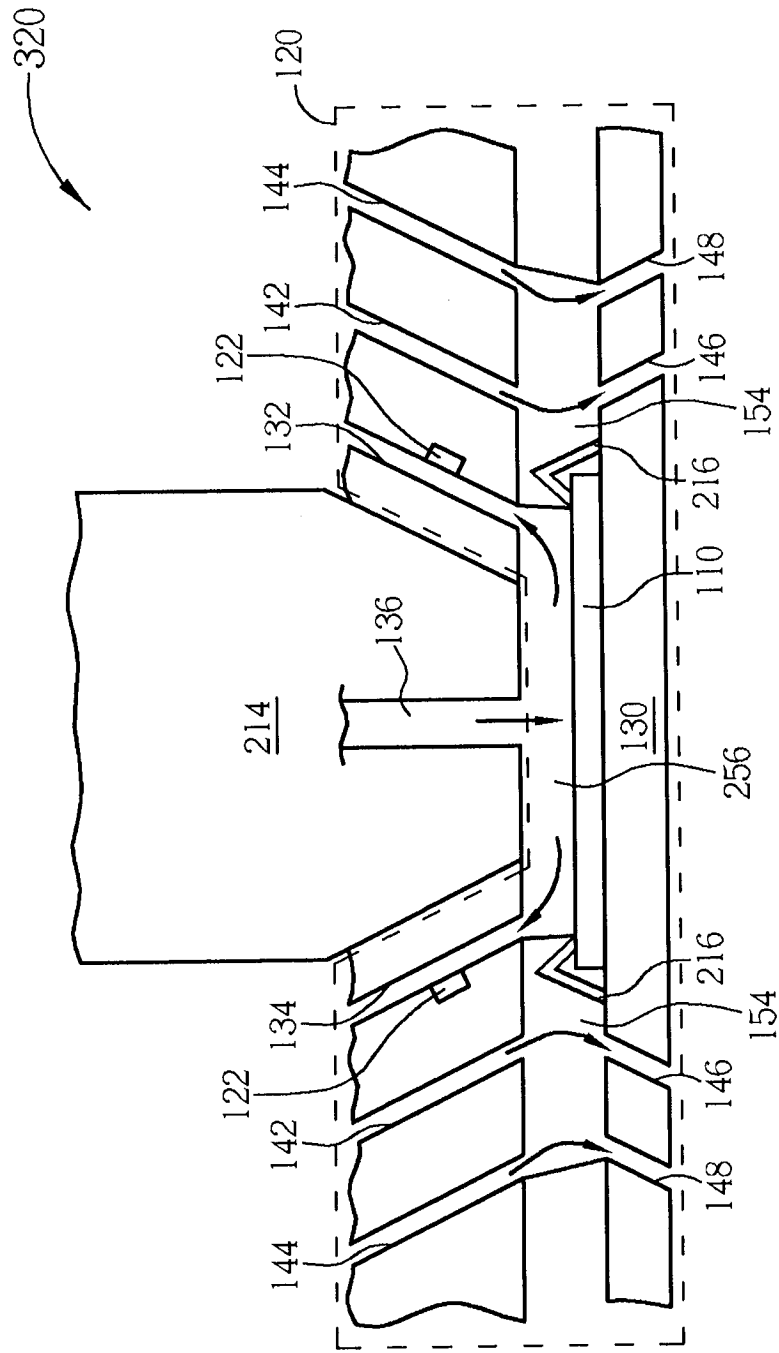


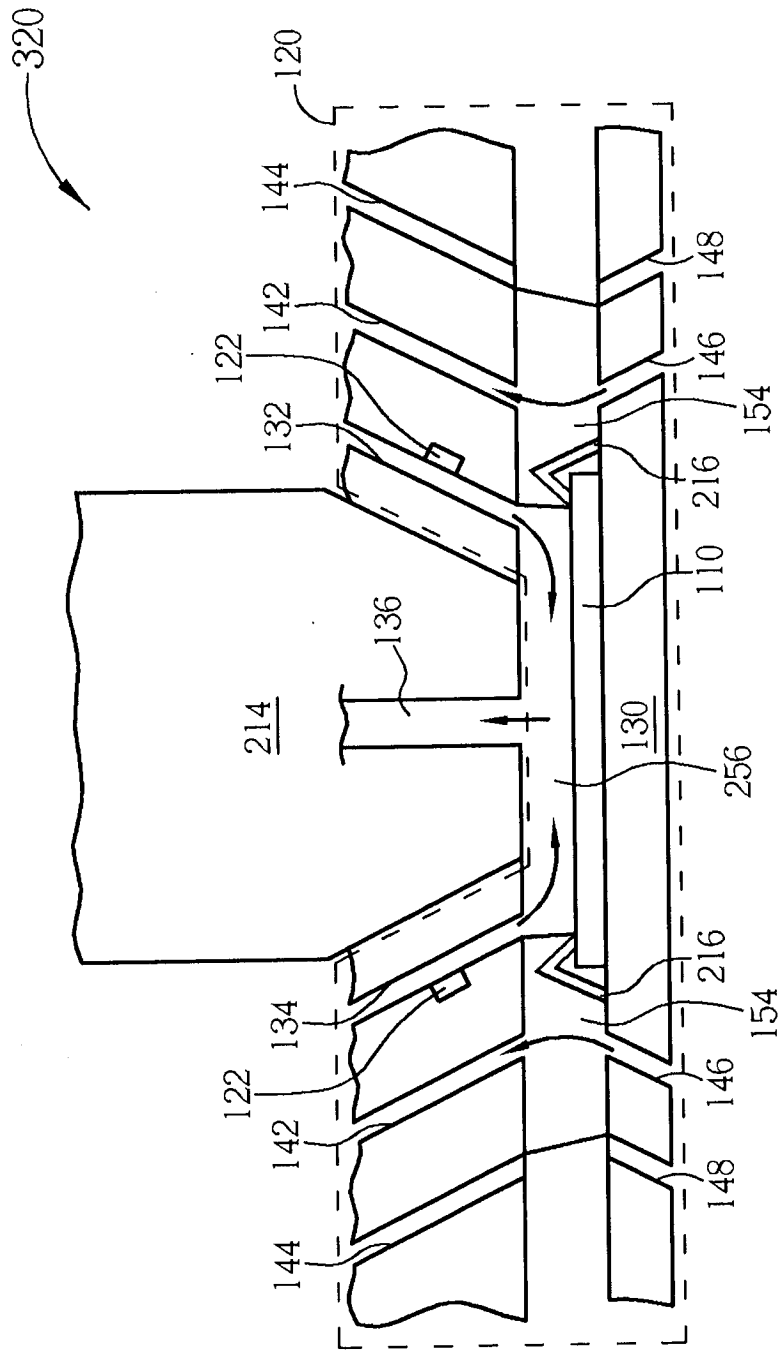
圖
第20



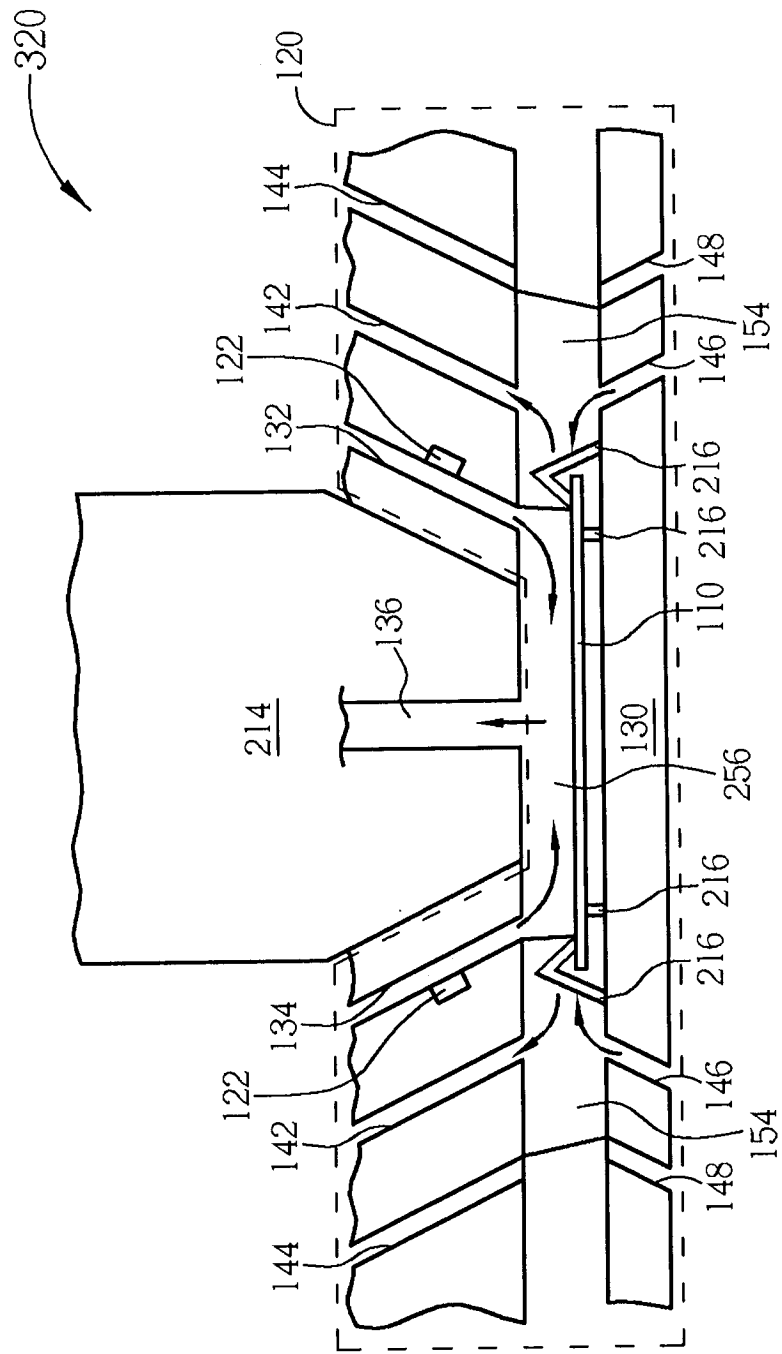
第21圖



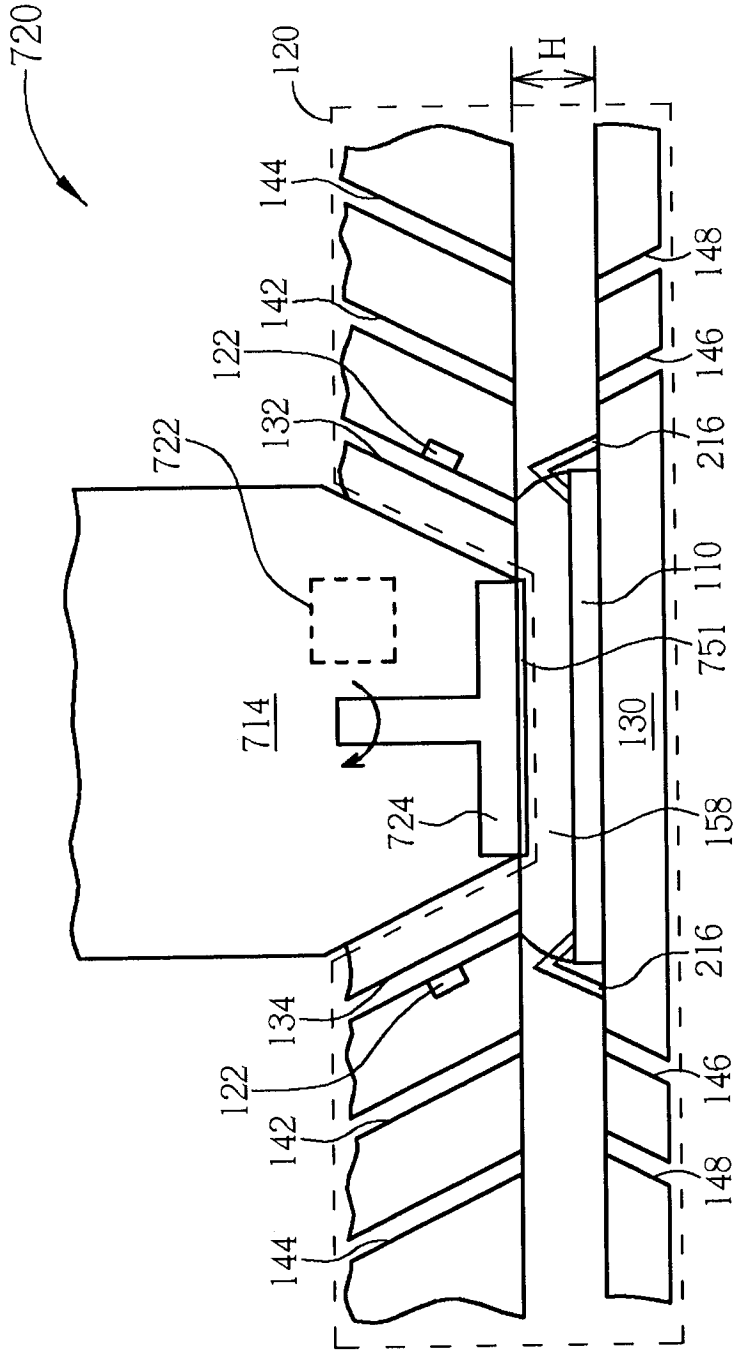
第22圖



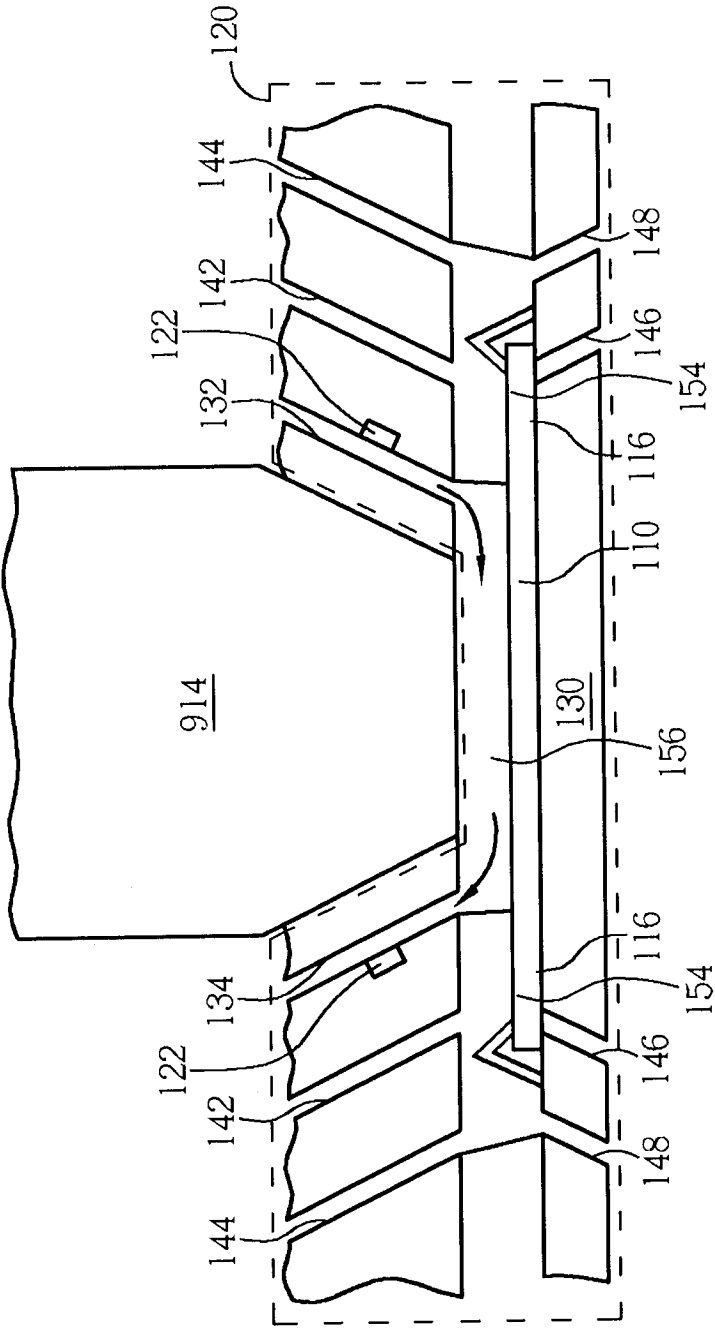
第23圖



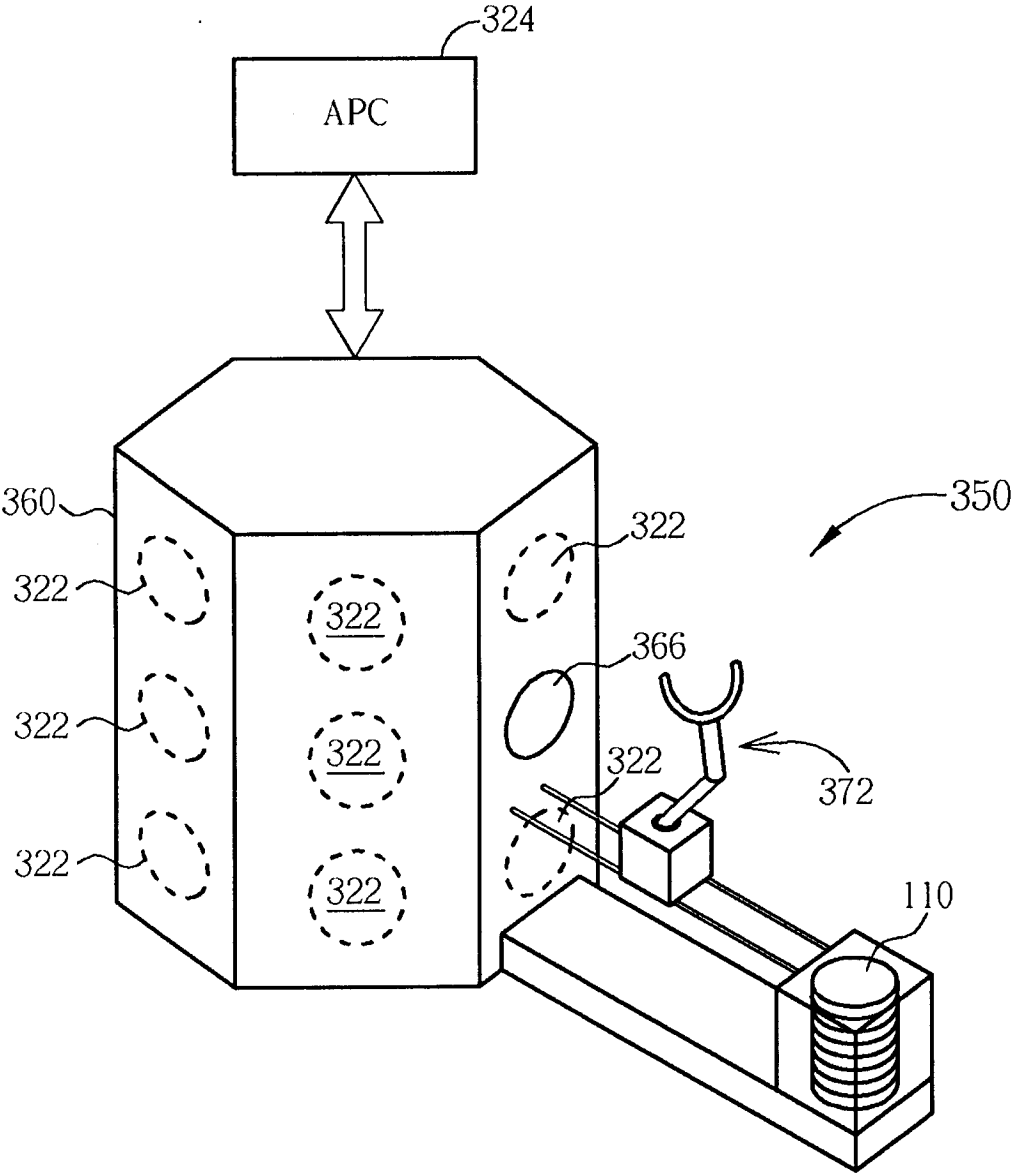
第24圖



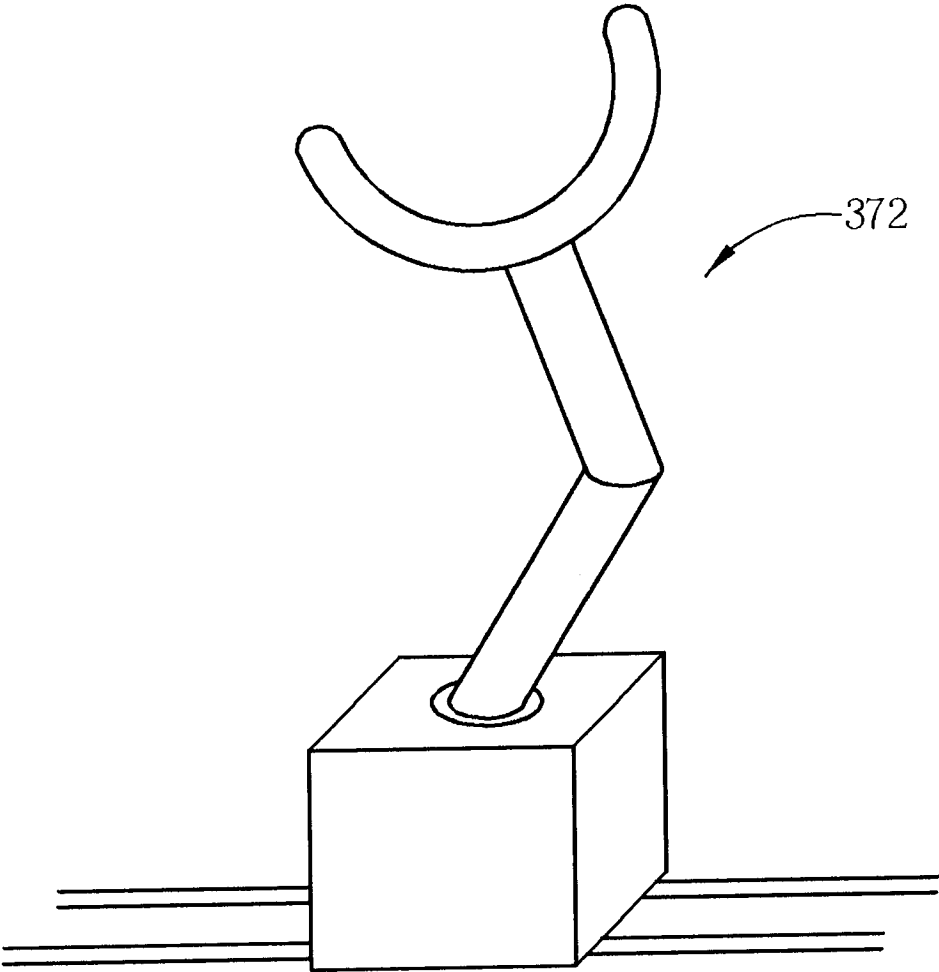
第25圖



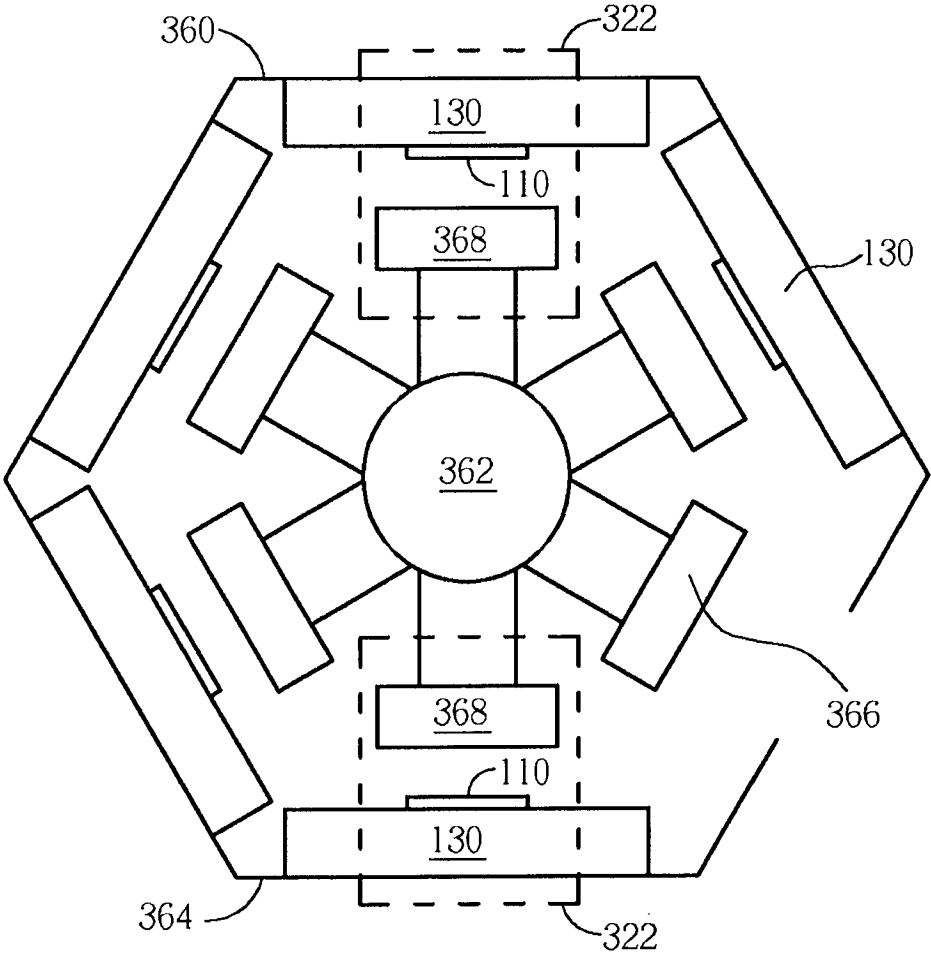
第26圖



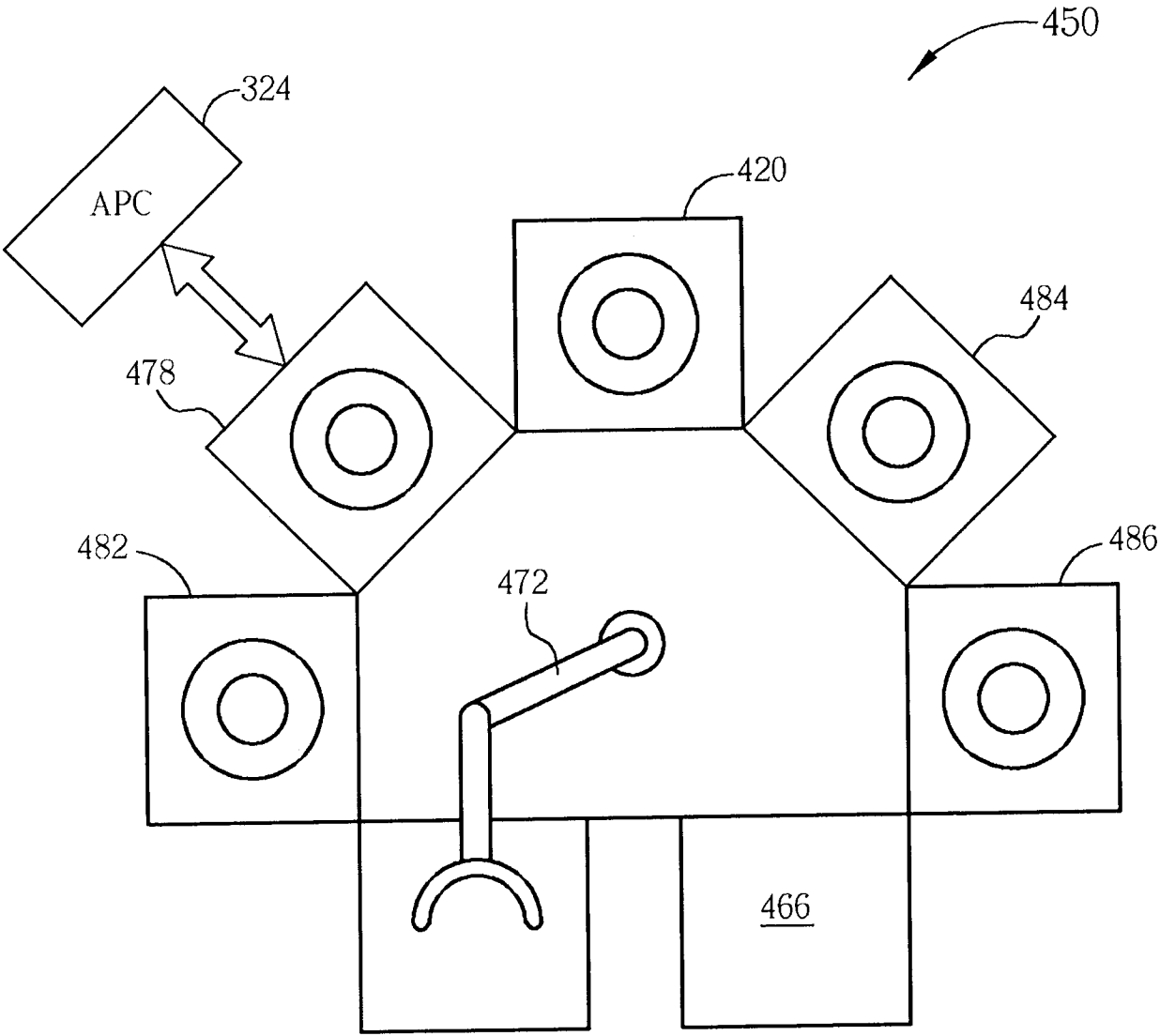
第27圖



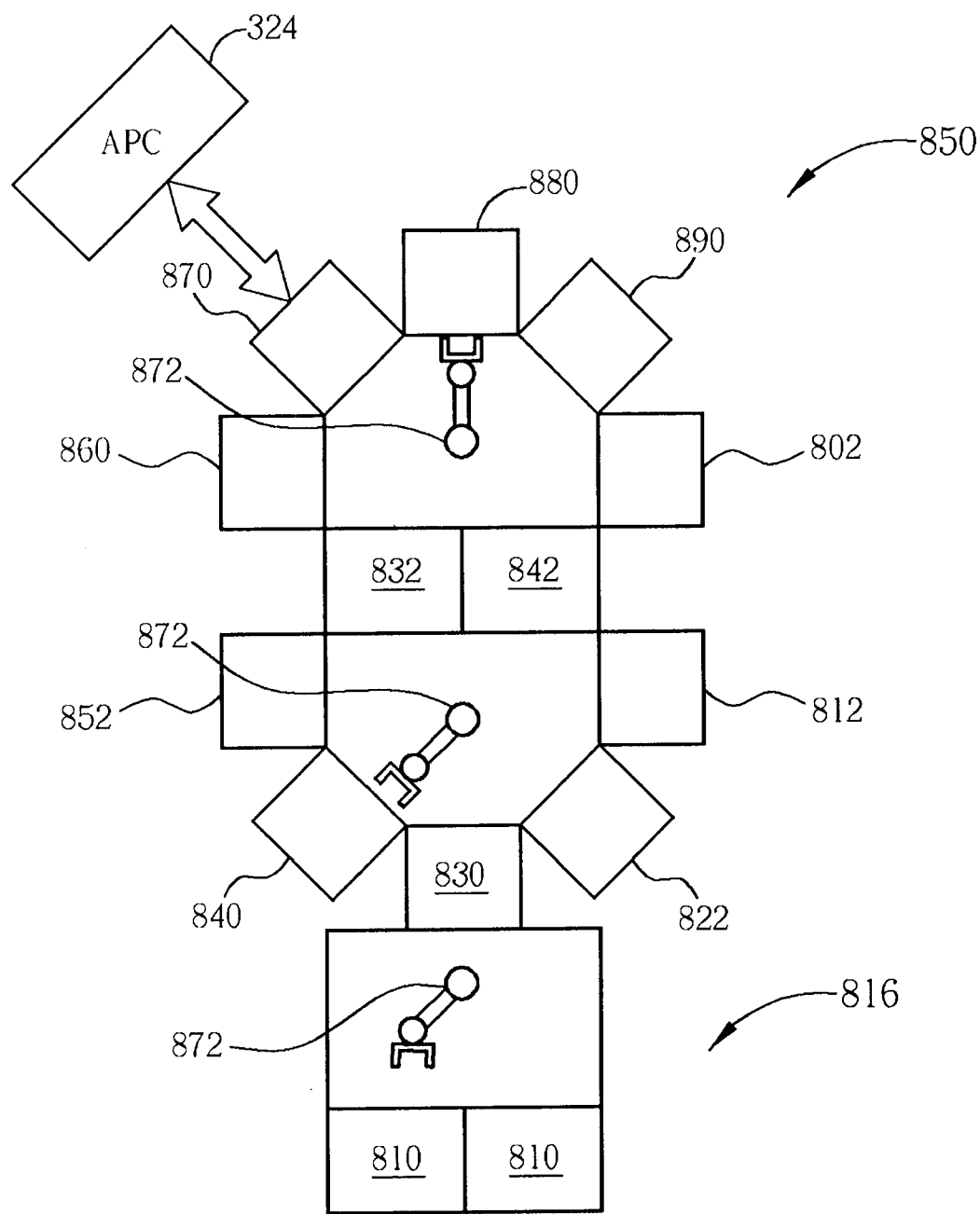
第28圖



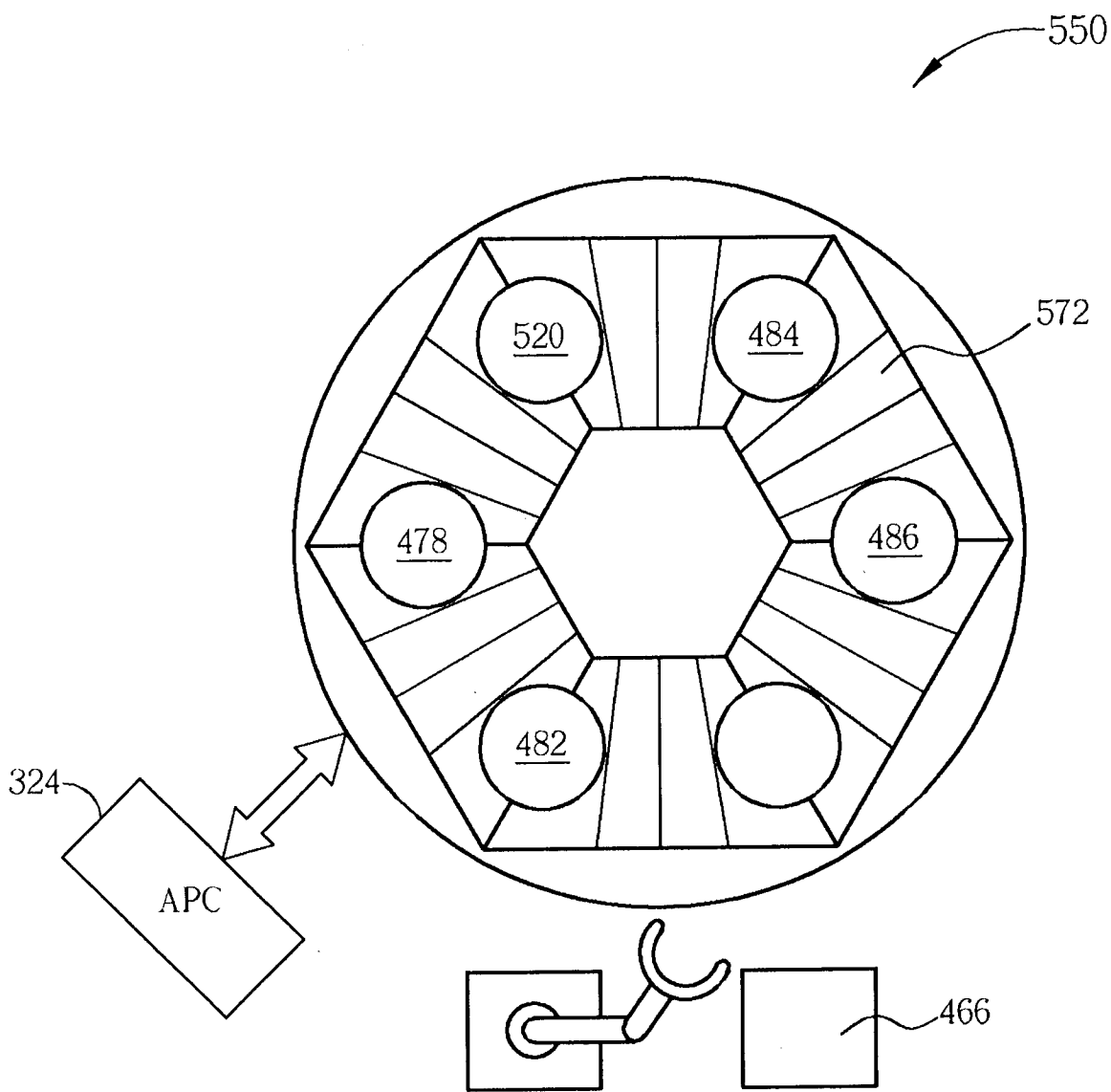
第29圖



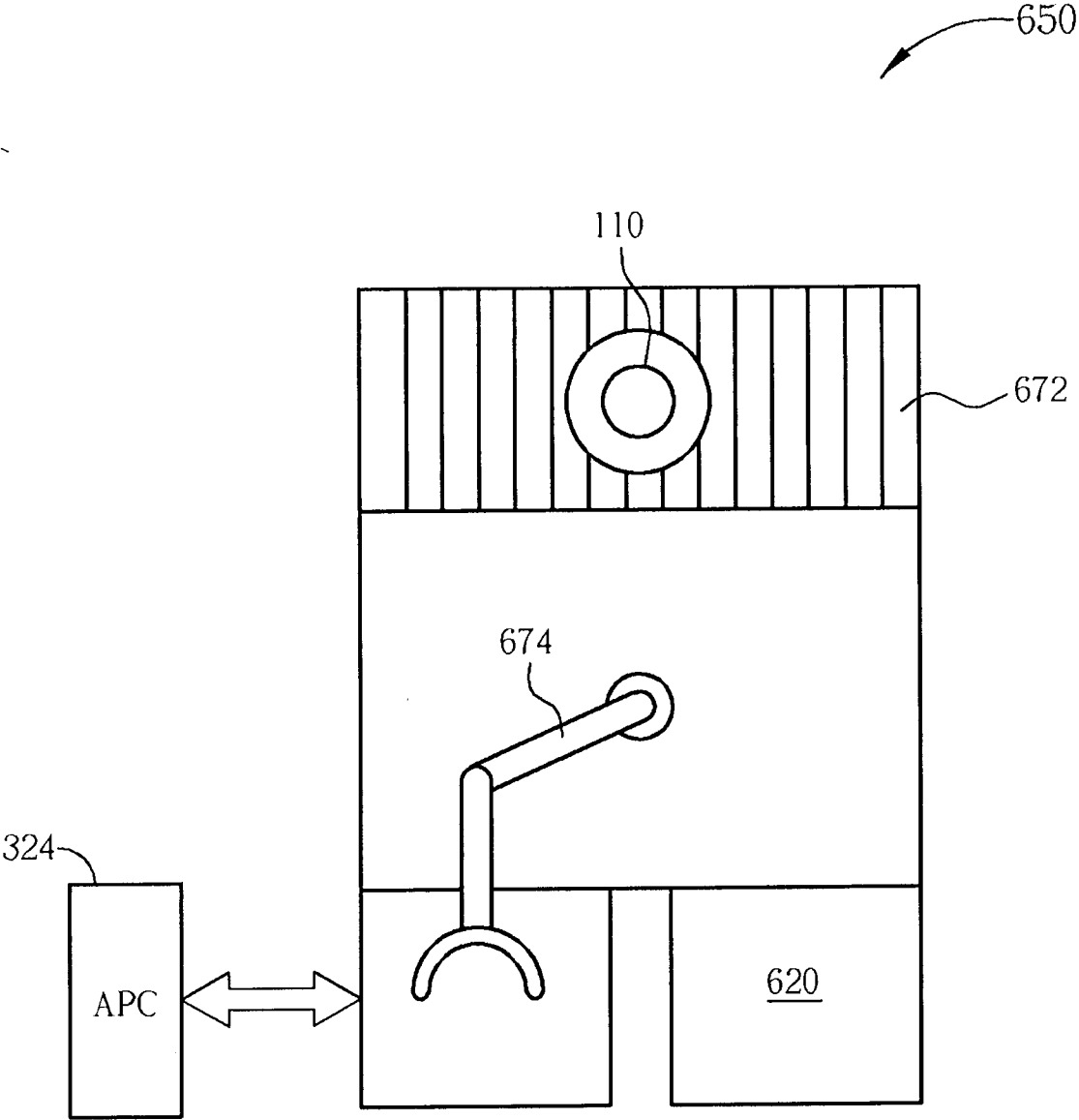
第30圖



第31圖



第32圖



第33圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 14 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110	半導體基底	114	陽極系統
116	陰極電極	120	流體區域控制系統
130	基底承載基座	132	第一管線
134	第二管線	142	第三管線
144	第四管線	146	第六管線
148	第七管線	154	控制流體
156	電鍍流體		

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