

(21)申請案號：101127247

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2011/08/01 美國 13/195,371

(71)申請人：應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國

(72)發明人：梁奇偉 LIANG, QIWEI (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：24 共 71 頁

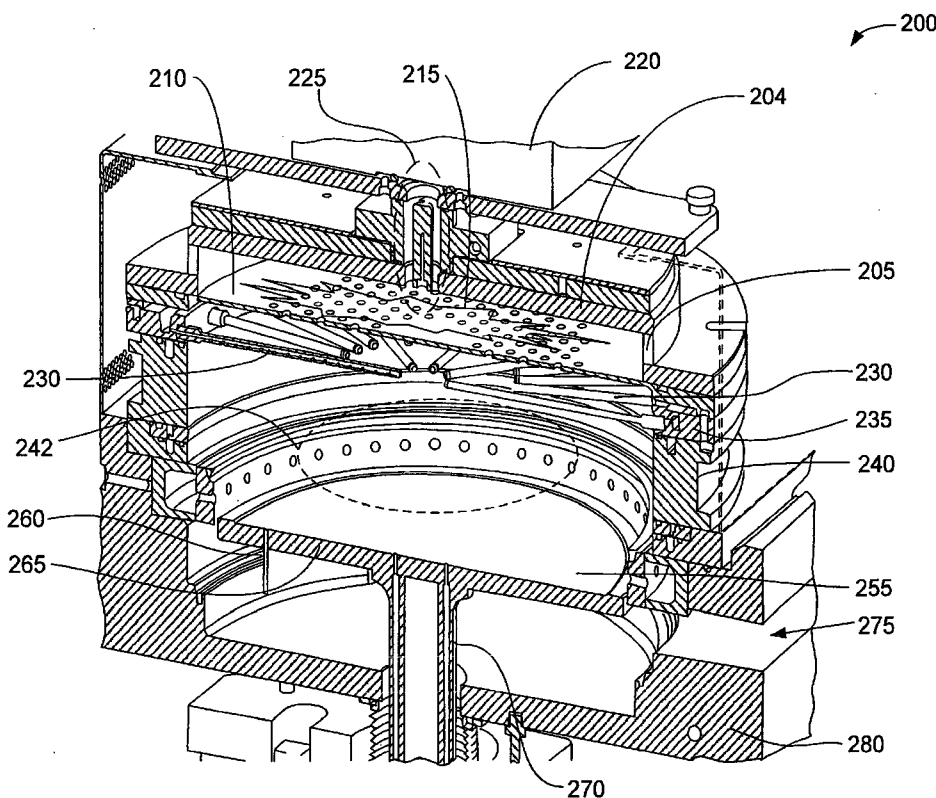
(54)名稱

用於處理晶圓及清潔腔室之感應電漿源

INDUCTIVE PLASMA SOURCES FOR WAFER PROCESSING AND CHAMBER CLEANING

(57)摘要

本發明描述用於在基板上沉積材料之方法及系統。一種方法可包括以下步驟：提供處理腔室，該處理腔室分隔成第一電漿區域及第二電漿區域。方法可進一步包括以下步驟：將基板輸送至處理腔室，其中該基板可佔據第二電漿區域之一部分。方法可額外包括以下步驟：在第一電漿區域中形成第一電漿，其中該第一電漿可能未直接接觸基板，且該第一電漿可藉由啟動第一電漿區域上方的至少一個成形的射頻(「RF」)線圈形成。此外，方法可包括以下步驟：在基板上沉積材料以形成層，其中受第一電漿激發的一或更多種反應物可用於沉積該材料。



200：處理腔室

204：蓋

205：壁

210：噴頭

215：第一電漿區域

220：遠端電漿系統

225：氣體入口

230：管子

235：側

240：絕緣間隔物

242：第二電漿區域

255：基板

260：升舉銷

265：基座

270：基座軸架

275：狹縫閥

280：腔室主體

(21)申請案號：101127247

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/67 (2006.01)*

(30)優先權：2011/08/01 美國 13/195,371

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國

(72)發明人：梁奇偉 LIANG, QIWEI (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：24 共 71 頁

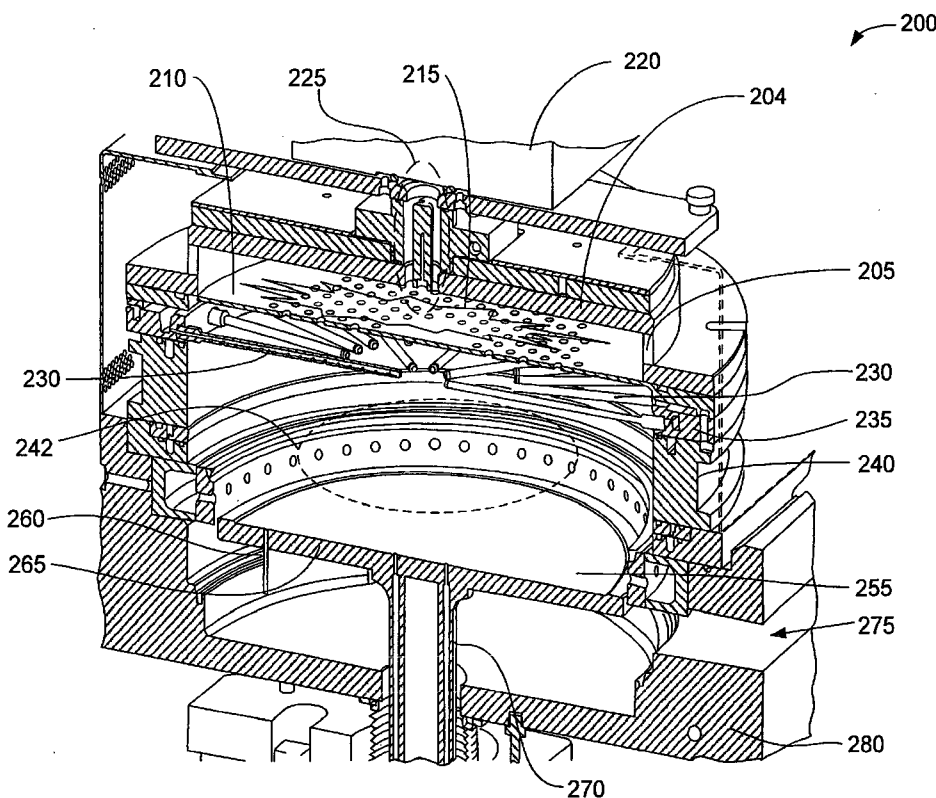
(54)名稱

用於處理晶圓及清潔腔室之感應電漿源

INDUCTIVE PLASMA SOURCES FOR WAFER PROCESSING AND CHAMBER CLEANING

(57)摘要

本發明描述用於在基板上沉積材料之方法及系統。一種方法可包括以下步驟：提供處理腔室，該處理腔室分隔成第一電漿區域及第二電漿區域。方法可進一步包括以下步驟：將基板輸送至處理腔室，其中該基板可佔據第二電漿區域之一部分。方法可額外包括以下步驟：在第一電漿區域中形成第一電漿，其中該第一電漿可能未直接接觸基板，且該第一電漿可藉由啟動第一電漿區域上方的至少一個成形的射頻(「RF」)線圈形成。此外，方法可包括以下步驟：在基板上沉積材料以形成層，其中受第一電漿激發的一或更多種反應物可用於沉積該材料。



200：處理腔室

204：蓋

205：壁

210：噴頭

215：第一電漿區域

220：遠端電漿系統

225：氣體入口

230：管子

235：側

240：絕緣間隔物

242：第二電漿區域

255：基板

260：升舉銷

265：基座

270：基座軸架

275：狹縫閥

280：腔室主體

# 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；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：101127247

※ 申請日期：101年7月27日      ※IPC分類：H01L 21/67 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於處理晶圓及清潔腔室之感應電漿源/INDUCTIVE PLASMA SOURCES FOR WAFER PROCESSING AND CHAMBER CLEANING

## 二、中文發明摘要：

本發明描述用於在基板上沉積材料之方法及系統。一種方法可包括以下步驟：提供處理腔室，該處理腔室分隔成第一電漿區域及第二電漿區域。方法可進一步包括以下步驟：將基板輸送至處理腔室，其中該基板可佔據第二電漿區域之一部分。方法可額外包括以下步驟：在第一電漿區域中形成第一電漿，其中該第一電漿可能未直接接觸基板，且該第一電漿可藉由啟動第一電漿區域上方的至少一個成形的射頻(「RF」)線圈形成。此外，方法可包括以下步驟：在基板上沉積材料以形成層，其中受第一電漿激發的一或更多種反應物可用於沉積該材料。

## 三、英文發明摘要：

Methods and systems for depositing material on a substrate are described. One method may include providing a processing chamber partitioned into a first plasma region and a second plasma region. The method may further include delivering the substrate to the processing chamber, where the substrate may occupy a portion of the second plasma region. The method may

additionally include forming a first plasma in the first plasma region, where the first plasma may not directly contact the substrate, and the first plasma may be formed by activation of at least one shaped radio frequency ("RF") coil above the first plasma region. The method may moreover include depositing the material on the substrate to form a layer, where one or more reactants excited by the first plasma may be used in deposition of the material.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 200 處理腔室
- 204 蓋
- 205 壁
- 210 噴頭
- 215 第一電漿區域
- 220 遠端電漿系統
- 225 氣體入口
- 230 管子
- 235 側
- 240 絕緣間隔物
- 242 第二電漿區域
- 255 基板
- 260 升舉銷
- 265 基座
- 270 基座軸架
- 275 狹縫閥
- 280 腔室主體

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本申請案係關於製造技術解決方案，該等製造技術解決方案涉及用於沉積、蝕刻、圖案化及處理薄膜及塗層的裝備、製程及材料，其中代表性的實例包括（但不限於）涉及以下各者之應用：半導體及介電材料及裝置、矽基晶圓及平板顯示器（諸如，TFT）。

### 【先前技術】

習知半導體處理系統含有一或更多個處理腔室及用於將基板在該一或更多個處理腔室之間移動之構件。可藉由機械臂在腔室之間移送基板，該機械臂可延伸以拾取基板、回縮及隨後再次延伸以將基板置放於不同目的地腔室中。第 1 圖圖示基板處理腔室之示意圖。每一腔室具有基座軸架 105 及基座 110 或支撐基板 115 以進行處理之某一等效方式。

在經配置以加熱或冷卻基板的處理腔室中，基座可為加熱板或冷卻板。在機械臂使基板落下與臂返回拾取基板之間，可藉由機械構件、壓差構件或靜電構件將基板固持至基座。升舉銷通常用以在機器人操作期間升高晶圓。

在腔室中執行一或更多個半導體製造製程步驟，諸如，使基板退火或在基板上沉積膜或蝕刻膜。在一些處理步驟期間將介電膜沉積至複雜地形中。已開發將介電

質沉積至較窄間隙中的許多技術，該等技術包括化學氣相沉積 (CVD) 技術之變化，該等化學氣相沉積 (CVD) 技術之變化有時採用電漿技術。高密度電漿 (HDP)-CVD 已用以填充許多由進入的反應物之垂直衝擊軌跡及同時的濺射活動造成之幾何結構。然而，一些較窄間隙部份由於在初始衝擊之後缺乏遷移率而繼續發展成孔隙。在沉積之後使材料再流可填充孔隙，但若介電質具有較高再流溫度 (如  $\text{SiO}_2$ )，則再流製程亦可能消耗晶圓之熱預算之不可忽略的一部分。

藉由可流動材料之高表面遷移率，諸如旋塗玻璃 (spin-on glass; SOG) 之可流動材料已可用於填充 HDP-CVD 未完全填充的間隙中之一些間隙。SOG 作為液體塗敷且在塗敷之後固化以移除溶劑，藉此將材料轉化成固態玻璃膜。當黏度較低時，SOG 之間隙填充能力及平坦化能力增強。不幸的是，低黏度材料可在固化期間顯著收縮。顯著的膜收縮造成較高膜應力及分層問題，尤其對於厚膜而言。並且，在大氣壓下以高速旋轉執行 SOG，且難以實現部分間隙填充及保形間隙填充。

分隔兩個組分之輸送路徑可在沉積於基板表面上期間產生可流動的膜。第 1 圖圖示具有分隔的輸送通道 125 及 135 之基板處理系統之示意圖。可經由一個通道輸送有機矽烷前驅物，且可經由另一通道輸送氧化前驅物。氧化前驅物可藉由遠端電漿 145 激發。與利用更常見輸送路徑的替代性製程相比，兩個組分之混合區域 120 出

現在更接近於基板 115 之處。由於使膜生長而非將膜傾倒至表面上，故允許減小黏度所需要之有機物組分在減少附屬於固化步驟之收縮的製程期間蒸發。以此方式生長膜限制可用於使經吸附物種保持移動的時間，該時間為可能導致沉積不均勻膜之約束。擋板 140 可用以使前驅物更均勻地分佈於反應區域中。在低壓控制之下的兩個組分實現甚至部分間隙填充及保形間隙填充。

間隙填充能力及沉積均勻性受益於較高表面遷移率，該較高表面遷移率與較高有機物含量相關。有機物含量中的一些有機物含量可在沉積之後保持，且可使用固化步驟。可藉由用電阻加熱器增加基座 110 及基板 115 之溫度來執行固化，該電阻加熱器嵌入於基座中。

#### 【發明內容】

本發明之實施例包括在基板上沉積材料之方法。方法可包括以下步驟：提供處理腔室，該處理腔室分隔成第一電漿區域及第二電漿區域。方法可進一步包括以下步驟：將基板輸送至處理腔室，其中該基板佔據第二電漿區域之部分。方法可額外包括以下步驟：在第一電漿區域中形成第一電漿，其中該第一電漿未直接接觸基板，且該第一電漿藉由啟動第一電漿區域上方的至少一個成形的射頻（「RF」）線圈形成。此外，方法可包括以下步驟：在基板上沉積材料以形成層，其中受第一電漿激發的一或更多種反應物用於沉積該材料。

在一些實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可包括定位於實質上整個第一電漿區域上方的扁繞 (flat) RF 線圈。在其他實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可包括第一 U 形鐵氧體磁心。在此等實施例中，第一 U 形鐵氧體磁心之末端可指向第一電漿區域。在此等實施例中之一些實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可進一步包括第二 U 形鐵氧體磁心。第二 U 形鐵氧體磁心之末端可指向第一電漿區域，且第一 U 形鐵氧體磁心之末端或者第二 U 形鐵氧體磁心之末端可指向第一電漿區域之每一象限。

在其他實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可包括第一圓柱形鐵氧體棒。在此等實施例中，第一圓柱形鐵氧體棒之一個末端可指向第一電漿區域。在此等實施例中之一些實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可進一步包括第二圓柱形鐵氧體棒。第二圓柱形鐵氧體棒之末端可指向第一電漿區域，且第一圓柱形鐵氧體棒之末端或者第二圓柱形鐵氧體棒之末端可指向第一電漿區域之每一象限。

在其他實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可包括第一 O 形鐵氧體磁心。在此等實施例中之一些實施例中，至少一個成形的 RF 線圈可進一步包括第二 O 形鐵氧體磁心。第一 O 形鐵氧體磁心及第二 O 形鐵氧體磁心可為同心的。在一些實施例中，可獨立地啟動第一 O 形鐵氧體磁心及第二 O 形鐵氧體磁心。

在一些實施例中，第一電漿區域及第二電漿區域可藉由噴頭分隔。在此等實施例中的一些實施例中，噴頭可包括雙通道噴頭。在此等實施例中，方法可進一步包括以下步驟：噴頭將第一製程氣體供應至第一電漿區域且經由雙通道噴頭將第二製程氣體供應至第二電漿區域。

亦提供用於實施本文論述的方法之系統。在一個實施例中，提供用於在基板上沉積材料之系統。系統可包括處理腔室及至少一個成形的 RF 線圈。處理腔室可藉由噴頭分隔成第一電漿區域及第二電漿區域。在第一電漿區域中形成的電漿可經由噴頭流動至第二電漿區域，且第二電漿區域可為基板提供位置。當將第一流體輸送至第一電漿區域時，一或更多個成形的 RF 線圈可在第一電漿區域中形成第一電漿。成形的 RF 線圈可包括扁繞 RF 線圈、U 形鐵氧體磁心、圓柱形鐵氧體棒及/或 O 形鐵氧體磁心。

在一些實施例中，系統亦可包括用於沿與第一電漿的方向實質上相同之方向將第二流體供應至第二電漿區域之子系統。此子系統可包括雙通道噴頭，且此子系統可經配置以在第二電漿區域中自第一電漿及第二流體形成第二電漿。

儘管可在可流動 CVD 系統中採用以上實施例中之許多實施例或全部實施例，但亦可在習知 CVD 製程及蝕刻製程中採用上文及下文論述的細節中的一些或全部細節以及用於清潔製程、沉積製程、蝕刻製程及其他製程之

遠端電漿源。

在以下描述中部分地闡述了額外實施例及特徵結構，且熟習此項技術者在查看說明書之後在某種程度上將顯而易見該等額外實施例及特徵結構，或可藉由實踐所揭示實施例來瞭解該等額外實施例及特徵結構。可借助於說明書中描述的工具、組合及方法來實現及獲得所揭示實施例之特徵結構及優點。

### 【實施方式】

所揭示實施例包括基板處理系統，該基板處理系統具有處理腔室及基板支撐總成，該基板支撐總成至少部分地設置於該腔室內。藉由不同路徑將至少兩種氣體（或兩種氣體組合）輸送至基板處理腔室。製程氣體可被輸送至處理腔室中、在電漿中受激發且通過噴頭進入第二電漿區域中，在該第二電漿區域中，該製程氣體與含矽氣體相互作用且在基板表面上形成膜。可在第一電漿區域或者第二電漿區域中點燃電漿。

第 2 圖為具有分隔的電漿產生區域之處理腔室之透視圖，該等分隔的電漿產生區域維持多種氣體前驅物之間的分隔，藉此提供給可流動 CVD。可經由氣體入口總成 225 將製程氣體引入至第一電漿區域 215 中，該製程氣體含有氧、氫及/或氮（例如，氧氣（ $O_2$ ）、臭氧（ $O_3$ ）、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_xH_y$ （包括  $N_2H_4$ ）、矽烷、二矽烷、TSA、DSA，...）。第一電漿區域 215 可含有由製程

氣體形成的電漿。製程氣體亦可在進入遠端電漿系統 (remote plasma system; RPS) 220 中之第一電漿區域 215 之前受激發。第一電漿區域 215 下方為噴頭 210，該噴頭 210 為第一電漿區域 215 與第二電漿區域 242 之間的穿孔分隔物 (本文稱為噴頭)。在實施例中，藉由在蓋 204 與噴頭 210 之間施加 AC 功率 (可能為 RF 功率)，來產生第一電漿區域 215 中之電漿，該蓋 204 與該噴頭 210 亦可能正在導電。

為使電漿能夠在第一電漿區域中形成，可將電氣絕緣環 205 定位於蓋 204 與噴頭 210 之間，以使 RF 功率能夠被施加於蓋 204 與噴頭 210 之間。電氣絕緣環 205 可由陶瓷製成且電氣絕緣環 205 可具有較高崩潰電壓，以避免產生火花。

第二電漿區域 242 可經由噴頭 210 中之孔自第一電漿區域 215 接收受激發氣體。第二電漿區域 242 亦可自管子 230 接收氣體及/或蒸氣，管子 230 自處理腔室 200 之側 235 延伸。在第二電漿區域 242 中將來自第一電漿區域 215 的氣體及來自管子 230 的氣體混合，以處理基板 255。在第一電漿區域 215 中點燃電漿以激發製程氣體可導致與僅依賴第 1 圖之 RPS 145 及擋板 140 的方法相比，流動至基板處理區域 (第二電漿區域 242) 中的受激發物種更均勻地分佈。在所揭示實施例中，在第二電漿區域 242 中不存在電漿。

處理基板 255 之步驟可包括以下步驟：在基板 255 之

表面上形成膜，同時基板藉由定位於第二電漿區域 242 內的基座 265 支撐。處理腔室 200 之側 235 可含有氣體分配通道，該氣體分配通道將氣體分配至管子 230。在實施例中，含矽前驅物經輸送自氣體分配通道穿過管子 230 及每一管子 230 之末端處的孔及/或沿著管子 230 之長度的孔。

應注意，氣體自氣體入口 225 進入第一電漿區域 215 的路徑可由擋板（未圖示，但類似於第 1 圖之擋板 140）中斷，此處該擋板之目的為使氣體更均勻地分配於第一電漿區域 215 中。在一些所揭示實施例中，製程氣體為氧化前驅物（該氧化前驅物可含有氧氣（ $O_2$ ）、臭氧（ $O_3$ ），...），且在流經噴頭中之孔之後，製程氣體可與更直接地引入至第二電漿區域中之含矽前驅物（例如，矽烷、二矽烷、TSA、DSA、TEOS、OMCTS、TMDSO，...）組合。反應物之組合可用以在基板 255 上形成氧化矽（ $SiO_2$ ）之膜。在實施例中，製程氣體含有氮（ $NH_3$ 、 $N_xH_y$ ，該  $N_xH_y$  包括  $N_2H_4$ 、TSA、DSA、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ ，...），該氮在與含矽前驅物組合時可用以形成氮化矽、氧氮化矽或低 K 介電質。

在所揭示實施例中，基板處理系統亦配置成使得電漿可藉由在噴頭 210 與基座 265 之間施加 RF 功率而在第二電漿區域 242 中點燃。當基板 255 存在時，可在噴頭 210 與基板 255 之間施加 RF 功率。絕緣間隔物 240 安裝於噴頭 210 與腔室主體 280 之間，以允許將噴頭 210 固

持在與基板 255 不同的電位處。基座 265 藉由基座軸架 270 支撐。可將基板 255 經由狹縫閘 275 輸送至處理腔室 200，且在將基板 255 下降至基座 265 上之前，可藉由升舉銷 260 支撐基板 255。

在上文描述中，藉由在平行板之間施加 RF 功率，來產生第一電漿區域 215 及第二電漿區域 242 中之電漿。在替代性實施例中，可感應地產生該等電漿中之任一者或兩者，在此情況下兩個板可能並非正在導電。導電線圈可嵌入在兩個電氣絕緣板內及/或圍繞區域的處理腔室之電氣絕緣壁內。無論電漿是電容耦合 (CCP) 還是感應耦合 (ICP) 電漿，皆可藉由使水流經曝露於電漿的腔室之部分內的冷卻流體通道來冷卻該等部分。在所揭示實施例中，噴頭 210、蓋 204 及壁 205 為水冷式的。若使用感應耦合電漿，則可 (更容易地) 同時在第一電漿區域與第二電漿區域兩者中用電漿操作腔室。此能力可用於加速腔室清潔。

第 3A 圖至第 3B 圖為電氣開關 300 之電氣示意圖，電氣開關 300 可在第一電漿區域或者第二電漿區域中產生電漿。在第 3A 圖與第 3B 圖兩者中，電氣開關 300 為經修改雙刀雙擲 (double-pole double-throw; DPDT) 開關。電氣開關 300 可在兩個位置中之一個位置處。第一位置圖示於第 3A 圖中，且第二位置圖示於第 3B 圖中。左側兩個連接為至處理腔室之電氣輸入，且右側兩個連接為至處理腔室上的組件之輸出連接。電氣開關 300 可在實

體上位於處理腔室附近或處理腔室上，但亦可在處理腔室遠端。可手動地及/或自動地操作電氣開關 300。自動操作可涉及使用一或更多個繼電器來改變兩個接頭 306、308 之狀態。所揭示的此實施例中之電氣開關 300 修改自標準 DPDT 開關，修改之處在於恰好一個輸出端 312 可被兩個接頭 306、308 中之每一者接觸，且剩餘輸出端僅可被一個接頭 306 接觸。

第一位置（第 3A 圖）使電漿能夠在第一電漿區域中產生且導致在第二電漿區域中產生極少電漿或沒有電漿產生。在大多數基板處理系統中，腔室主體、基座及基板（若存在）通常處於接地電位。在所揭示實施例中，無論電氣開關 300 位置在何處，皆將基座接地。第 3A 圖圖示開關位置，該開關位置將 RF 功率施加於蓋 370 且將噴頭 375 接地（換言之，施加 0 伏特於噴頭 375）。此開關位置可對應於在基板表面上之膜沉積。

第二位置（第 3B 圖）使電漿能夠在第二電漿區域中產生。第 3B 圖圖示開關位置，該開關位置將 RF 功率施加於噴頭 375 且允許蓋 370 浮動。電氣浮動蓋 370 導致極少或沒有電漿存在於第一電漿區域中。此開關位置可對應於在沉積之後之膜處理或對應於所揭示實施例中之腔室清潔程序。

適合於由 RF 源輸出的一或更多個 AC 頻率及蓋 370 及噴頭 375 之態樣的兩個阻抗匹配電路 360、365 圖示於第 3A 圖與第 3B 圖兩者中。阻抗匹配電路 360、365 可

藉由減小返回至 RF 源的反射功率來降低 RF 源之功率要求。此外，在一些所揭示實施例中，頻率可在射頻頻譜之外。

第 4A 圖至第 4B 圖為根據所揭示實施例，具有分隔的電漿產生區域之處理腔室之橫截面圖。在膜沉積（氧化矽、氮化矽、氧氮化矽或氧碳化矽）期間，可使製程氣體經由氣體入口總成 405 流動至第一電漿區域 415 中。製程氣體可在進入遠端電漿系統（RPS）400 內之第一電漿區域 415 之前受激發。圖示根據所揭示實施例之蓋 412 及噴頭 425。蓋 412 圖示（第 4A 圖）為具有所施加的 AC 電壓源，且噴頭接地，與第 3A 圖中的電氣開關之第一位置一致。絕緣環 420 定位於蓋 412 與噴頭 425 之間，從而使電容耦合電漿（CCP）能夠在第一電漿區域中形成。

可使含矽前驅物經由管子 430 流動至第二電漿區域 433 中，該等管子 430 自處理腔室之側 435 延伸。來源於製程氣體的受激發物種行進穿過噴頭 425 中之孔且與流經第二電漿區域 433 的含矽前驅物反應。在不同實施例中，噴頭 425 中之孔的直徑可小於 12 mm、可介於 0.25 mm 與 8 mm 之間且可介於 0.5 mm 與 6 mm 之間。噴頭之厚度可變化相當大，但孔之直徑的長度可為約孔之直徑或小於孔之直徑，從而在第二電漿區域 433 內增加來源於製程氣體的受激發物種之密度。歸因於開關之位置（第 3A 圖），極少或沒有電漿存在於第二電漿區域 433

中。製程氣體之受激發衍生物及含矽前驅物在基板上方區域及有時在基板上的區域中組合，以在基板上形成可流動膜。當膜生長時，新近添加的材料比下層材料擁有更高的遷移率。當有機物含量藉由蒸發而減小時，遷移率減小。可使用此技術來藉由可流動膜填充間隙，而不會在沉積完成之後將傳統密度之有機物含量留於膜內。固化步驟仍可用以進一步自經沉積膜減少有機物含量或移除有機物含量。

單獨或與遠端電漿系統（RPS）結合而在第一電漿區域 415 中激發製程氣體提供若干益處。歸因於第一電漿區域 415 中之電漿，來源於製程氣體的受激發物種之濃度可在第二電漿區域 433 內增加。此增加可由第一電漿區域 415 中之電漿的位置產生。第二電漿區域 433 比遠端電漿系統（RPS）400 定位於更接近第一電漿區域 415 處，從而為受激發物種留下更少時間以經由與其他氣體分子、腔室壁及噴頭表面碰撞而離開激發態。

來源於製程氣體的受激發物種之濃度之均勻性亦可在第二電漿區域 433 內增加。此增加可由第一電漿區域 415 之形狀產生，第一電漿區域 415 之形狀較類似於第二電漿區域 433 之形狀。相對於穿越噴頭 425 中心附近的孔之物種，在遠端電漿系統（RPS）400 中產生的受激發物種行進更大距離，以便穿越噴頭 425 邊緣附近的孔。該較大距離導致受激發物種之激發作用降低，且（例如）可導致基板邊緣附近的生長速率較慢。在第一電漿區域

415 中激發製程氣體減緩此變化。

除製程氣體及含矽前驅物之外，可能存在出於不同目的在不同時間處引入之其他氣體。可引入處理氣體，以在沉積期間自腔室壁、基板、經沉積膜及/或膜移除非所要之物種。處理氣體可包含來自以下群組的氣體中之至少一者： $H_2$ 、 $H_2/N_2$  混合物、 $NH_3$ 、 $NH_4OH$ 、 $O_3$ 、 $O_2$ 、 $H_2O_2$  及水蒸氣。處理氣體可在電漿中受激發且隨後用以自經沉積膜減少或移除殘留有機物含量。在其他所揭示實施例中，可在不具有電漿的情況下使用處理氣體。當處理氣體包括水蒸氣時，可使用質量流量計 (MFM) 及注入閥或藉由可商購的水蒸氣產生器來實現輸送。

第 4B 圖為處理腔室之橫截面圖，該處理腔室在與第 3B 圖中所示開關位置一致的第二電漿區域 433 中具有電漿。可在第二電漿區域 433 中使用電漿來激發經由管子 430 輸送的處理氣體，管子 430 自處理腔室之側 435 延伸。歸因於開關之位置 (第 3B 圖)，極少或沒有電漿存在於第一電漿區域 415 中。來源於處理氣體的受激發物種與基板 455 上之膜反應且自經沉積膜移除有機物組分。在本文中，此製程可稱為處理膜或固化膜。

在一些所揭示實施例中，第二電漿區域 433 中之管子 430 包含絕緣材料，諸如，氮化鋁或氧化鋁。對於一些基板處理腔室架構而言，絕緣材料降低發生火花之風險。

亦可經由氣體入口總成 405 將處理氣體引入至第一電漿區域 415 中。在所揭示實施例中，可單獨經由氣體入

口總成 405 引入或與穿過管子 430 的處理氣流結合引入處理氣體，該等管子 430 自第二電漿區域 433 之壁 435 延伸。流經第一電漿區域 415 及隨後流經噴頭 430 以處理經沉積膜之處理氣體可在第一電漿區域 415 中的電漿中或者在第二電漿區域 433 中的電漿中受激發。

除處理或固化基板 455 之外，可使處理氣體流動至第二電漿區域 433 中，其中存在電漿以清潔第二電漿區域 433 之內表面（例如，壁 435、噴頭 425、基座 465 及管子 430）。類似地，可使處理氣體流動至第一電漿區域 415 中，其中存在電漿以清潔第一電漿區域 415 之表面（例如，蓋 412、壁 420 及噴頭 425）之內部體積。在所揭示實施例中，在第二電漿區域維護程序（清潔及/或乾燥）之後使處理氣體流動至第二電漿區域 433（其中存在電漿）中，以自第二電漿區域 433 之內表面移除殘留氟。作為單獨程序之部分或相同程序之單獨步驟（可能為連續的），在第一電漿區域維護程序（清潔及/或乾燥）之後使處理氣體流動至第一電漿區域 415（其中存在電漿）中，以自第一電漿區域 415 之內表面移除殘留氟。大體而言，兩個區域將同時需要清潔或乾燥，且處理氣體可在基板處理繼續之前連續地處理每一區域。

前述處理氣體製程在不同於沉積步驟之製程步驟中使用處理氣體。亦可在沉積期間使用處理氣體，以自生長膜移除有機物含量。第 5 圖圖示氣體入口總成 503 及第一電漿區域 515 之特寫透視圖。較詳細地圖示氣體入口

總成 503 以顯示兩個不同的氣流通道 505、510。在實施例中，使製程氣體經由外部通道 505 流動至第一電漿區域 515 中。可藉由或可不藉由 RPS 500 來激發製程氣體。處理氣體可在不藉由 RPS 500 激發之情況下自內部通道 510 流動至第一電漿區域 515 中。外部通道 505 及內部通道 510 之位置可以各種實體配置來佈置（例如，在所揭示實施例中，RPS 激發的氣體可流經內部通道），以使得兩個通道中之僅一個通道流經 RPS 500。

製程氣體與處理氣體兩者皆可在第一電漿區域 515 中的電漿中受激發且製程氣體與處理氣體兩者隨後經由噴頭 520 中之孔流動至第二電漿區域中。處理氣體之目的為在沉積期間自膜移除非所要之組分（通常為有機物含量）。在第 5 圖中所示之實體配置中，來自內部通道 510 的氣體可能未明顯地有助於膜生長，但該氣體可用以自生長膜清除氟、氫及/或碳。

第 6A 圖為透視圖，且第 6B 圖為橫截面圖，兩者皆為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的腔室頂部總成之圖。氣體入口總成 601 將氣體引入至第一電漿區域 611 中。在氣體入口總成 601 內可見兩個不同的氣體供應通道。第一通道 602 載運穿過遠端電漿系統 RPS 600 之氣體，而第二通道 603 繞過 RPS 600。在所揭示實施例中，第一通道 602 可用於製程氣體，且第二通道 603 可用於處理氣體。蓋 605 及噴頭 615 圖示為在兩者之間具有絕緣環 610，該絕緣環 610 允許將 AC 電位相對噴

頭 615 施加於蓋 605。基板處理腔室 625 之側圖示為具有氣體分配通道，管子可安裝為自該氣體分配通道徑向地指向內。在第 6A 圖至第 6B 圖之視圖中未圖示管子。

在所揭示的此實施例中，第 6A 圖至第 6B 圖之噴頭 615 比孔之最小直徑 617 之長度更大。為維持自第一電漿區域 611 穿透至第二電漿區域 630 的受激發物種之顯著濃度，可藉由形成部分穿過噴頭 615 之較大孔 619 來限制孔的最小直徑 617 之長度 618。在所揭示實施例中，孔的最小直徑 617 之長度可為與孔之最小直徑 617 的量值相同等級或更小。

第 7A 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的雙源蓋之另一橫截面圖。氣體入口總成 701 將氣體引入至第一電漿區域 711 中。在氣體入口總成 701 內可見兩個不同的氣體供應通道。第一通道 702 載運穿過遠端電漿系統 RPS 700 之氣體，而第二通道 703 繞過 RPS 700。在所揭示實施例中，第一通道 702 可用於製程氣體，且第二通道 703 可用於處理氣體。蓋 705 及噴頭 715 圖示為在兩者之間具有絕緣環 710，該絕緣環 710 允許將 AC 電位相對噴頭 715 施加於蓋 705。

第 7A 圖之噴頭 715 具有類似於第 6A 圖至第 6B 圖中的通孔之通孔，以允許氣體（諸如，製程氣體）之受激發衍生物自第一電漿區域 711 行進至第二電漿區域 730 中。噴頭 715 亦具有一或更多個中空體積 751，該一或更多個中空體積 751 可用蒸氣或氣體（諸如，含矽前驅

物) 填充且可穿過小孔 755 進入第二電漿區域 730 中但不進入第一電漿區域 711 中。可使用中空體積 751 及小孔 755 代替管子，以將含矽前驅物引入至第二電漿區域 730 中。在所揭示的此實施例中，噴頭 715 比通孔之最小直徑 717 之長度更大。為維持自第一電漿區域 711 穿透至第二電漿區域 730 的受激發物種之顯著濃度，可藉由形成部分穿過噴頭 715 的較大孔 719 來限制通孔的最小直徑 717 之長度 718。在所揭示實施例中，通孔的最小直徑 717 之長度可為與通孔之最小直徑 617 的量值相同等級或更小。

在實施例中，通孔之數目可介於約 60 與約 2000 之間。通孔可具有各種形狀但最容易製成圓形。在所揭示實施例中，通孔之最小直徑可介於約 0.5 mm 與約 20 mm 之間或介於約 1 mm 與約 6 mm 之間。亦存在選擇通孔之橫截面形狀的範圍，該橫截面形狀可製成圓錐形、圓柱形或該兩種形狀之組合。在不同實施例中，用以將氣體引入至第二電漿區域 730 中的小孔 755 之數目可介於約 100 與約 5000 之間或介於約 500 與約 2000 之間。小孔之直徑可介於約 0.1 mm 與約 2 mm 之間。

第 7B 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的噴頭 715 之仰視圖。噴頭 715 對應於第 7A 圖中所示之噴頭。通孔 719 在噴頭 715 之底部上具有較大內徑 (ID) 且在頂部處具有較小 ID。小孔 755 實質上均勻地分佈於噴頭表面上方，甚至均勻地分佈在通孔 719 之

間，此舉幫助提供比本文描述之其他實施例更均勻的混合。

### 示例性基板處理系統

可將沉積系統之實施例併入至用於生產積體電路晶片之較大製造系統中。第 8 圖圖示根據所揭示實施例之沉積腔室、烘乾腔室及固化腔室之一個此系統 800。在圖式中，一對 FOUP (前端開啟式晶圓傳送盒) 802 供應基板 (例如，300 mm 直徑晶圓)，該等基板在置放至晶圓處理腔室 808a 至 808f 中之一者中之前由機械臂 804 接收且置放至低壓固持區域 806 中。第二機械臂 810 可用以將基板晶圓自固持區域 806 傳輸至處理腔室 808a 至 808f 及反向傳輸。

處理腔室 808a 至 808f 可包括用於在基板晶圓上沉積、退火、固化及/或蝕刻可流動介電膜之一或更多個系統組件。在一種配置中，兩對處理腔室 (例如，處理腔室 808c 至 808d 及處理腔室 808e 至 808f) 可用以在基板上沉積可流動介電材料，且第三對處理腔室 (例如，處理腔室 808a 至 808b) 可用以使經沉積介電質退火。在另一配置中，相同的兩對處理腔室 (例如，處理腔室 808c 至 808d 及處理腔室 808e 至 808f) 可經配置以在基板上既沉積又退火可流動介電膜，而第三對腔室 (例如，腔室 808a 至 808b) 可用於經沉積膜之紫外線固化或電子束固化。在又一配置中，所有三對腔室 (例如，腔室 808a 至 808f) 可經配置以在基板上沉積及固化可流動介

電膜。在又一配置中，兩對處理腔室（例如，處理腔室 808c 至 808d 及處理腔室 808e 至 808f）可用於既沉積又紫外線固化或電子束固化可流動介電質，而第三對處理腔室（例如，處理腔室 808a 至 808b）可用於使介電膜退火。應瞭解，可對系統 800 設想用於可流動介電膜的沉積腔室、退火腔室及固化腔室之額外配置。

此外，處理腔室 808a 至 808f 中之一或更多個者可配置為濕處理腔室。此等處理腔室包括在包含濕氣之氣氛中加熱可流動介電膜。因此，系統 800 之實施例可包括濕處理腔室 808a 至 808b 及退火處理腔室 808c 至 808d，以對經沉積介電膜既執行濕退火又執行幹退火。

第 9 圖為根據所揭示實施例之基板處理腔室 950。遠端電漿系統（RPS）948 可處理氣體，該氣體隨後行進穿過氣體入口總成 954。更特定言之，氣體行進穿過通道 956 進入第一電漿區域 983 中。第一電漿區域 983 下方為穿孔分隔物（噴頭）952，以維持噴頭 952 下面第一電漿區域 983 與第二電漿區域 985 之間的某一實體分隔。噴頭允許電漿存在於第一電漿區域 983 中，以避免在第二電漿區域 985 中直接激發氣體，同時還允許受激發物種自第一電漿區域 983 行進至第二電漿區域 985 中。

噴頭 952 定位於側噴嘴（或管子）953 上方，側噴嘴 953 徑向地伸出至基板處理腔室 950 之第二電漿區域 985 之內部體積中。噴頭 952 經由複數個孔分配前驅物，該複數個孔橫貫板之厚度。例如，噴頭 952 可具有自約 10

個至 10000 個孔（例如，200 個孔）。在所示實施例中，在製程氣體於第一電漿區域 983 中受電漿激發之後，噴頭 952 可分配製程氣體，該製程氣體含有氧氣、氫氣及/或氮氣或此等製程氣體之衍生物。在實施例中，製程氣體可含有以下各者中之一或更多者：氧氣（ $O_2$ ）、臭氧（ $O_3$ ）、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_xH_y$ （包括  $N_2H_4$ ）、矽烷、二矽烷、TSA 及 DSA。

管子 953 可在末端（最接近第二電漿區域 985 之中心處）具有孔及/或具有分佈於管子 953 之長度周圍或沿著管子 953 之長度分佈的孔。孔可用以將含矽前驅物引入至第二電漿區域中。當經由噴頭 952 中之孔到達的製程氣體及該製程氣體之受激發衍生物與經由管子 953 到達的含矽前驅物組合時，在第二電漿區域 985 中，在藉由基座 986 支撐的基板上產生膜。

頂部入口 954 可具有兩個或兩個以上獨立的前驅物（例如，氣體）流動通道 956 及 958，該等獨立的前驅物流動通道 956 及 958 阻止兩種或兩種以上前驅物混合及反應，直至該兩種或兩種以上前驅物進入噴頭 952 上方的第一電漿區域 983 為止。第一流動通道 956 可具有圍繞入口 954 之中心的環形形狀。此通道可耦接至遠端電漿系統（RPS）948，遠端電漿系統 948 產生反應性物種前驅物，該反應性物種前驅物沿通道 956 向下流動且進入噴頭 952 上方的第一電漿區域 983 中。第二流動通道 958 可呈圓柱形形狀且可用以使第二前驅物流動至第

一電漿區域 983。此流動通道可以前驅物源及/或載氣源開始，該前驅物源及/或載氣源繞過反應性物種產生單元。隨後第一前驅物及第二前驅物混合且經由板 952 中之孔流動至第二電漿區域。

噴頭 952 及頂部入口 954 可用以將製程氣體輸送至基板處理腔室 950 中之第二電漿區域 985。舉例而言，第一流動通道 956 可輸送製程氣體，該製程氣體包括以下各者中之一或更多者：原子氧（處於基態或者電子激發態）、氧氣（ $O_2$ ）、臭氧（ $O_3$ ）、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_xH_y$ （包括  $N_2H_4$ ）、矽烷、二矽烷、TSA 及 DSA。製程氣體亦可包括載氣，諸如，氫氣、氬氣、氮氣（ $N_2$ ）等。第二通道 958 亦可輸送製程氣體、載氣及/或處理氣體，該處理氣體用以自正在生長或沉積後的膜移除非所要之組分。

對於電容耦合電漿（CCP）而言，將電絕緣體 976（例如，陶瓷環）置放於噴頭與處理腔室之導電頂部部分 982 之間，以使能夠確定電壓差。電絕緣體 976 之存在確保電漿可藉由 RF 電源產生於第一電漿區域 983 內部。類似地，亦可將陶瓷環置放於噴頭 952 與基座 986 之間（未圖示於第 9 圖中），以允許電漿產生於第二電漿區域 985 中。取決於管子 953 之垂直位置及管子 953 是否具有可能導致火花的金屬含量，可將此陶瓷環置放於管子 953 上方或下方。

可在噴頭上方的第一電漿區域 983 中或者在噴頭及側

噴嘴 953 下方的第二電漿區域 985 中點燃電漿。在處理腔室之導電頂部部分 982 與噴頭 952 之間施加通常處於射頻 (RF) 範圍內的 AC 電壓，以在沉積期間在第一電漿區域 983 中點燃電漿。當接通底部電漿 985 以固化膜或者清潔與第二電漿區域 985 接界的內表面時，頂部電漿處於較低功率或無功率。藉由在噴頭 952 與基座 986 (或腔室底部) 之間施加 AC 電壓，來點燃第二電漿區域 985 中之電漿。

本文所使用的處於「激發態」之氣體描述氣體，其中氣體分子中之至少一些氣體分子處於振動激發態、解離態及/或離子化態。氣體可為兩種或兩種以上氣體之組合。

所揭示實施例包括可能關於沉積製程、蝕刻製程、固化製程及/或清潔製程之方法。第 10 圖為根據所揭示實施例之沉積製程之流程圖。劃分成至少兩個隔室之基板處理腔室用以執行本文描述之方法。基板處理腔室可具有第一電漿區域及第二電漿區域。第一電漿區域與第二電漿區域兩者皆可具有在區域內點燃的電漿。

第 10 圖中所示之製程以將基板輸送至基板處理腔室中開始 (步驟 1005)。將基板置放於第二電漿區域中，在此之後可使製程氣體流動至第一電漿區域中 (步驟 1010)。亦可將處理氣體引入至第一電漿區域中或者第二電漿區域中 (未圖示步驟)。隨後可在第一電漿區域中而非第二電漿區域中引發電漿 (步驟 1015)。使含矽前驅

物流動至第二電漿區域中（步驟 1020）。可在不脫離本發明之精神的情況下調整步驟 1010、1015 及 1020 之時序及次序。一旦引發電漿且前驅物正在流動，則膜在基板上生長（步驟 1025）。在膜生長（步驟 1025）至預定厚度或達預定時間之後，使電漿及氣流停止（步驟 1030）且可自基板處理腔室移除基板（步驟 1035）。在移除基板之前，可在接下來描述的製程中固化膜。

第 11 圖為根據所揭示實施例之膜固化製程之流程圖。此製程之開始（步驟 1100）可恰好在第 10 圖中所示之方法中移除基板（步驟 1035）之前。此製程亦可以使基板進入處理腔室之第二電漿區域中為開始（步驟 1100）。在此情況下，可能已在另一處理腔室中處理基板。使處理氣體（可能為前述氣體）流動（步驟 1110）至第一電漿區域中，且在第一電漿區域中引發電漿（步驟 1115）（此外，可調整時序/次序）。隨後移除膜中之不良內容物（步驟 1125）。在一些所揭示實施例中，此不良內容物為有機物，且製程涉及在基板上固化或硬化（步驟 1125）膜。膜可能在此製程期間收縮。使氣流及電漿停止（步驟 1130），且可自基板處理腔室移除（步驟 1135）基板。

第 12 圖為根據所揭示實施例之腔室清潔製程之流程圖。此製程之開始（步驟 1200）可發生在清潔或乾燥腔室之後，清潔或乾燥腔室之步驟通常發生在預防性維護（preventative maintenance; PM）程序或計劃外事件之

後。因為基板處理腔室具有兩個隔室，該兩個隔室可能不能夠同時在第一電漿區域中及第二電漿區域中支撐電漿，所以可能需要連續的製程來清潔兩個區域。使處理氣體（可能為前述氣體）流動（步驟 1210）至第一電漿區域中，且在第一電漿區域中引發電漿（步驟 1215）（此外，可調整時序/次序）。在使處理氣流及電漿停止（步驟 1230）之前清潔第一電漿區域內的內表面（步驟 1225）。針對第二電漿區域重複製程。使處理氣體流動（步驟 1235）至第二電漿區域中，且在該第二電漿區域中引發電漿（步驟 1240）。清潔第二電漿區域之內表面（步驟 1245），且使處理氣流及電漿停止（步驟 1250）。可執行內表面清潔程序，以自基板處理腔室之內表面清除氣以及來自故障診斷及維護程序的其他殘留污染物。

第 13 圖為具有扁繞射頻（「RF」）線圈 1310 的處理腔室 1305 之第一電漿區域 1300 之橫截面透視圖。在此實施例及本文論述的其他實施例中，處理腔室 1305 可具有 200 mm 的蓋。亦圖示陶瓷氣體注入器 1315、鋁冷卻板 1320、陶瓷隔離器 1325、陶瓷圓頂室 1330 及單一通道噴頭或雙通道噴頭 1335，單一通道噴頭或雙通道噴頭 1335 可能覆蓋有陶瓷板或塗層 1340。在噴頭 1335 為單一通道噴頭的此實施例及其他實施例中，噴頭 1335 中之孔可將流體及/或電漿自第一電漿區域 1300 輸送至噴頭 1335 下面的第二電漿區域。在噴頭 1335 為雙通道噴頭的此實施例及其他實施例中，噴頭 1335 中之孔可將來自

第一電漿區域 1300 的流體及/或電漿以及來自另一源的流體輸送至噴頭 1335 下面的第二電漿區域。以此方式，可以與來自第一電漿區域 1300 的流體及/或電漿之流型（flow pattern）實質上相似的流型向第二電漿區域提供來自另一源的流體。

第 14 圖為具有 U 形鐵氧體磁心 1410 的處理腔室 1405 之另一實施例的第一電漿區域 1400 之橫截面透視圖。亦圖示陶瓷氣體注入器 1415、鋁冷卻板 1420、陶瓷隔離器 1425、陶瓷圓頂室 1430 及單一通道噴頭或雙通道噴頭 1435，單一通道噴頭或雙通道噴頭 1435 可能覆蓋有陶瓷板或塗層 1440。自第 14 圖可見，兩個 U 形鐵氧體磁心 1410 具有指向第一電漿區域 1400 之末端，其中 U 形鐵氧體磁心 1410 之每一末端指向第一電漿區域 1400 之不同象限。第 15 圖為平面圖，該平面圖圖示在第 14 圖之處理腔室 1405 之第一電漿區域 1400 中，RF 線圈捲繞於 U 形鐵氧體磁心 1410 上以產生 B 場 1500 及渦電流流型 1510。冷卻板 1420 上的 U 形鐵氧體磁心 1410 之每一末端處の間隙 1520 中斷每一渦電流迴路 1510。間隙 1530 中斷相反的渦電流流型。

第 16 圖為具有圓柱形鐵氧體棒 1610 的處理腔室 1605 之另一實施例的第一電漿區域 1600 之橫截面透視圖。亦圖示陶瓷氣體注入器 1615、鋁冷卻板 1620、陶瓷隔離器 1625、陶瓷圓頂室 1630 及單一通道噴頭或雙通道噴頭 1635，單一通道噴頭或雙通道噴頭 1635 可能覆蓋有陶瓷

1635, 單一通道噴頭或雙通道噴頭 1635 可能覆蓋有陶瓷板或塗層 1640。自第 16 圖可見, 四個圓柱形鐵氧體棒 1610 (一個圓柱形鐵氧體棒未圖示) 具有指向第一電漿區域 1600 之末端, 其中每一圓柱形鐵氧體棒 1610 之末端指向第一電漿區域 1600 之不同象限。第 17 圖為平面圖, 該平面圖圖示在第 16 圖之處理腔室 1605 之第一電漿區域 1600 中, RF 線圈捲繞於圓柱形鐵氧體棒 1610 上以產生 B 場 1700 及渦電流流型 1710。冷卻板 1620 上的圓柱形鐵氧體棒 1610 之每一末端處的間隙 1720 中斷每一渦電流迴路 1710。間隙 1730 中斷相反的渦電流流型。

第 18 圖為具有 O 形鐵氧體磁心 1810 的處理腔室 1805 之另一實施例的第一電漿區域 1800 之橫截面透視圖。亦圖示陶瓷氣體注入器 1815、鋁冷卻板 1820、陶瓷隔離器 1825、陶瓷圓頂室 1830 及單一通道噴頭或雙通道噴頭 1835, 單一通道噴頭或雙通道噴頭 1835 可能覆蓋有陶瓷板或塗層 1840。RF 線圈捲繞於 O 形鐵氧體磁心 1810 上, 以產生 B 場 1850 及渦電流流型 1860。

重要的是, 第 13 圖至第 18 圖中所示及本文另外描述之 RF 線圈佈局亦可應用於含有處理腔室及遠端電漿源的單一電漿區域, 以產生製程電漿或清潔電漿以及提供蝕刻。

舉例而言, 第 19 圖為具有 U 形鐵氧體磁心 1910 及離子噴頭 1920 的可流動 CVD 處理腔室 1900 之橫截面透視

圖。第 20 圖為具有 U 形鐵氧體磁心 2010 而無離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室 2000 之橫截面透視圖。第 21 圖為具有 U 形鐵氧體磁心 2110 的遠端電漿源 2100 之橫截面透視圖。

在更多實例中，第 22 圖為具有 O 形鐵氧體磁心 2210 及離子噴頭 2220 的可流動 CVD 處理腔室 2200 之橫截面透視圖。第 23 圖為具有 O 形鐵氧體磁心 2310 而無離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室 2300 之橫截面透視圖。第 24 圖為具有 O 形鐵氧體磁心 2410 的遠端電漿源 2400 之橫截面透視圖。

本文描述之 RF 線圈佈局可藉由以下步驟來幫助可流動 CVD 系統、蝕刻系統及清潔系統以及方法與習知 CVD 系統、蝕刻系統及清潔系統以及方法兩者：(a) 提供更大的均勻性控制；(b) 降低自由基損失；(c) 提供更高沉積速率；(d) 降低實現沉積速率均勻性的所需製程壓力；以及 (e) 減少遠端電漿產生中常見的污染。

在已揭示若干實施例的情況下，熟習此項技術者將認識到，可在不脫離所揭示實施例之精神的情況下使用各種修改、替代性建構及等效物。此外，未描述若干熟知製程及元件，以避免不必要地使本發明變得模糊。因此，上文描述不應視為限制本發明之範疇。

在提供值之範圍的情況下，應理解，除非上下文另外清楚地規定，否則亦特定揭示彼範圍之上下限之間的每一居中值（精確到下限值單位的十分位）。涵蓋任何敘述

值或所敘述範圍中的居中值與任何其他敘述值或彼敘述範圍中的居中值之間的每一較小範圍。此等較小範圍之上下限可獨立地包括在範圍中或排除在範圍外，且在上下限中之任一者、兩者皆不或兩者皆包括於較小範圍中的情況下，每一範圍亦涵蓋於本發明內，經受敘述範圍內任何特定排除限制。在敘述範圍包括該等限制中之一者或兩者的情況下，亦包括排除彼等被包括的限制中之任一者或兩者的範圍。

如本文所使用的及隨附申請專利範圍中所使用的，除非上下文另外清楚地規定，否則單數形式「一」、「一個」及「該」包括複數個指示物。因此，例如，引用「一製程」包括複數個此等製程，且引用「該介電材料」包括引用熟習此項技術者已知的一或更多種介電材料及該一或更多種介電材料之等效物等等。

此外，當用於此說明書中及用於以下申請專利範圍中時，用語「包含」及「包括」意欲指定所敘述的特徵結構、整體、組件或步驟之存在，但該等用語未排除一或更多個其他特徵結構、整體、組件、步驟、動作或群組的存在或添加。

### 【圖式簡單說明】

可藉由參閱說明書之剩餘部分及圖式來實現對所揭示實施例之本質及優點之進一步理解。

第 1 圖為沉積腔室內的先前技術處理區域之示意圖，

該沉積腔室用於用分隔的氧化前驅物及有機矽烷前驅物使膜生長。

第 2 圖為根據所揭示實施例，具有分隔的電漿產生區域之處理腔室之透視圖。

第 3A 圖為根據所揭示實施例之電氣開關盒之示意圖。

第 3B 圖為根據所揭示實施例之電氣開關盒之示意圖。

第 4A 圖為根據所揭示實施例，具有分隔的電漿產生區域之處理腔室之橫截面圖。

第 4B 圖為根據所揭示實施例，具有分隔的電漿產生區域之處理腔室之橫截面圖。

第 5 圖為根據所揭示實施例之氣體入口及第一電漿區域之特寫透視圖。

第 6A 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的雙源蓋之透視圖。

第 6B 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的雙源蓋之橫截面圖。

第 7A 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的雙源蓋之橫截面圖。

第 7B 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的噴頭之仰視圖。

第 8 圖為根據所揭示實施例之基板處理系統。

第 9 圖為根據所揭示實施例之基板處理腔室。

第 10 圖為根據所揭示實施例之沉積製程之流程圖。

第 11 圖為根據所揭示實施例之膜固化製程之流程圖。

第 12 圖為根據所揭示實施例之腔室清潔製程之流程圖。

第 13 圖為具有扁繞射頻 (「RF」) 線圈的處理腔室之第一電漿區域之橫截面透視圖。

第 14 圖為具有 U 形 RF 線圈的處理腔室之第一電漿區域之橫截面透視圖。

第 15 圖為圖示第 14 圖之處理腔室之第一電漿區域中的渦電流流型之平面圖。

第 16 圖為具有圓柱形 RF 線圈的處理腔室之第一電漿區域之橫截面透視圖。

第 17 圖為圖示第 16 圖之處理腔室之第一電漿區域中的渦電流流型之平面圖。

第 18 圖為具有 O 形 RF 線圈的處理腔室之第一電漿區域之橫截面透視圖。

第 19 圖為具有 U 形 RF 線圈及離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室之橫截面透視圖。

第 20 圖為具有 U 形 RF 線圈而無離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室之橫截面透視圖。

第 21 圖為具有 U 形 RF 線圈的遠端電漿源之橫截面透視圖。

第 22 圖為具有 O 形 RF 線圈及離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室之橫截面透視圖。

第 23 圖為具有 O 形 RF 線圈而無離子噴頭的可流動 CVD 處理腔室之橫截面透視圖。

第 24 圖為具有 O 形 RF 線圈的遠端電漿源之橫截面透視圖。

在附加圖式中，相似組件及/或特徵結構可具有相同元件符號。在元件符號用於說明書中的情況下，描述適用於具有相同元件符號的相似組件中之任一組件。

### 【主要元件符號說明】

105	基座軸架	110	基座
115	基板	120	混合區域
125	輸送通道	135	輸送通道
140	擋板	145	遠端電漿
200	處理腔室	204	蓋
205	電氣絕緣環/壁	210	噴頭
215	第一電漿區域	220	遠端電漿系統
225	氣體入口	230	管子
235	側	240	絕緣間隔物
242	第二電漿區域	255	基板
260	升舉銷	265	基座
270	基座軸架	275	狹縫閥
280	腔室主體	300	電氣開關
306	接頭	308	接頭
312	輸出端	360	阻抗匹配電路
365	阻抗匹配電路	370	蓋
375	噴頭	400	遠端電漿系統
405	氣體入口總成	412	蓋
415	第一電漿區域	420	絕緣環
425	噴頭	430	管子
433	第二電漿區域	435	側/壁
455	基板	465	基座
500	遠端電漿系統	503	氣體入口總成
505	外部通道	510	內部通道
515	第一電漿區域	520	噴頭
600	遠端電漿系統	601	氣體入口總成
602	第一通道	603	第二通道
605	蓋	610	絕緣環
611	第一電漿區域	615	噴頭

617	最小直徑	618	長度
619	較大孔	625	基板處理腔室
630	第二電漿區域	700	遠端電漿系統
701	氣體入口總成	702	第一通道
703	第二通道	705	蓋
710	絕緣環	711	第一電漿區域
715	噴頭	717	最小直徑
718	長度	719	較大孔
730	第二電漿區域	751	中空體積
755	小孔	800	系統
802	前端開啟式晶圓	804	機械臂
806	傳送盒	808a	處理腔室
808b	固持區域	808c	處理腔室
808d	處理腔室	808e	處理腔室
808f	處理腔室	810	第二機械臂
948	遠端電漿系統	950	基板處理腔室
952	噴頭	953	側噴嘴/管子
954	氣體入口總成	956	前驅物流動通道
958	前驅物流動通道	976	電絕緣體
982	導電頂部部分	983	第一電漿區域
985	第二電漿區域	986	基座
1005	步驟	1010	步驟
1015	步驟	1020	步驟
1025	步驟	1030	步驟
1035	步驟	1110	步驟
1115	步驟	1125	步驟
1130	步驟	1135	步驟
1210	步驟	1215	步驟
1225	步驟	1230	步驟
1235	步驟	1240	步驟
1245	步驟	1250	步驟
1300	第一電漿區域	1305	處理腔室
1310	扁繞射頻線圈	1315	陶瓷氣體注入器
1320	鋁冷卻板	1325	陶瓷隔離器
1330	陶瓷圓頂室	1335	單一通道噴頭/雙
1340	陶瓷板/塗層	1400	通道噴頭
1405	處理腔室	1410a	第一電漿區域
			U形鐵氧體磁心

1410b	U形鐵氧體磁心	1415	陶瓷氣體注入器
1420	鋁冷卻板	1425a	陶瓷隔離器
1425b	陶瓷隔離器	1430	陶瓷圓頂室
1435	單一通道噴頭/雙 通道噴頭	1440	陶瓷板/塗層
1500	B場	1510	渦電流流型
1530	間隙	1600	第一電漿區域
1605	處理腔室	1610a	圓柱形鐵氧體棒
1610b	圓柱形鐵氧體棒	1610c	圓柱形鐵氧體棒
1610d	圓柱形鐵氧體棒	1615	陶瓷氣體注入器
1620	鋁冷卻板	1625a	陶瓷隔離器
1625b	陶瓷隔離器	1630	陶瓷圓頂室
1635	單一通道噴頭/雙 通道噴頭	1640	陶瓷板/塗層
1700	B場	1710	渦電流迴路
1720	間隙	1730	間隙
1800	第一電漿區域	1805	處理腔室
1810a	O形鐵氧體磁心	1810b	O形鐵氧體磁心
1815	陶瓷氣體注入器	1820	鋁冷卻板
1825a	陶瓷隔離器	1825b	陶瓷隔離器
1830	陶瓷圓頂室	1835	單一通道噴頭/雙 通道噴頭
1840	陶瓷板/塗層	1850a	B場
1850b	B場	1860a	渦電流流型
1860b	渦電流流型	1900	可流動CVD處理 腔室
1910	U形鐵氧體磁心	1920	離子噴頭
2000	可流動CVD處理 腔室	2010	U形鐵氧體磁心
2100	遠端電漿源	2110	U形鐵氧體磁心
2200	可流動CVD處理 腔室	2210	O形鐵氧體磁心
2220	離子噴頭	2300	可流動CVD處理 腔室
2310	O形鐵氧體磁心	2400	遠端電漿源
2410	O形鐵氧體磁心		

七、申請專利範圍：

1. 一種在一基板上沉積一材料之方法，該方法包含以下步驟：

提供一處理腔室，該處理腔室分隔成一第一電漿區域及一第二電漿區域；

將該基板輸送至該處理腔室，其中該基板佔據該第二電漿區域之一部分；

在該第一電漿區域中形成一第一電漿，其中：

該第一電漿未直接接觸該基板；以及

該第一電漿藉由啟動該第一電漿區域上方的至少一個成形的射頻（「RF」）線圈形成；以及

在該基板上沉積該材料以形成一層，其中受該第一電漿激發的一或更多種反應物用於沉積該材料。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中該至少一個成形的 RF 線圈包含一扁繞 RF 線圈，該扁繞 RF 線圈定位於實質上整個該第一電漿區域上方。

3. 如請求項 1 所述之方法，其中該至少一個成形的 RF 線圈包含一第一 U 形鐵氧體磁心。

4. 如請求項 3 所述之方法，其中該第一 U 形鐵氧體磁心之該等末端指向該第一電漿區域。

5. 如請求項 4 所述之方法，其中：

該至少一個成形的 RF 線圈進一步包含一第二 U 形鐵氧體磁心；

該第二 U 形鐵氧體磁心之該等末端指向該第一電漿區域；  
以及

該第一 U 形鐵氧體磁心或者該第二 U 形鐵氧體磁心之一末端指向該第一電漿區域之每一象限。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中該至少一個成形的 RF 線圈包含一第一圓柱形鐵氧體棒。

7. 如請求項 6 所述之方法，其中該第一圓柱形鐵氧體棒之一個末端指向該第一電漿區域。

8. 如請求項 7 所述之方法，其中：

該至少一個成形的 RF 線圈進一步包含一第二圓柱形鐵氧體棒；

該第二圓柱形鐵氧體棒之一個末端指向該第一電漿區域；  
以及

該第一圓柱形鐵氧體棒或者該第二圓柱形鐵氧體棒之一末端指向該第一電漿區域之每一象限。

9. 如請求項 1 所述之方法，其中該至少一個成形的 RF 線

圈包含一第一 O 形鐵氧體磁心。

10.如請求項 9 所述之方法，其中該至少一個成形的 RF 線圈進一步包含一第二 O 形鐵氧體磁心。

11.如請求項 10 所述之方法，其中該第一 O 形鐵氧體磁心及該第二 O 形鐵氧體磁心為同心的。

12.如請求項 11 所述之方法，其中該第一 O 形鐵氧體磁心及該第二 O 形鐵氧體磁心被獨立地啟動。

13.如請求項 1 所述之方法，其中該第一電漿區域及該第二電漿區域藉由一噴頭分隔。

14.如請求項 13 所述之方法，其中該噴頭包含一雙通道噴頭。

15.如請求項 14 所述之方法，其中該方法進一步包含以下步驟：

噴頭將一第一製程氣體供應至該第一電漿區域；且經由該雙通道噴頭將一第二製程氣體供應至該第二電漿區域。

16.一種用於在一基板上沉積一材料之系統，該系統包含：一處理腔室，該處理腔室藉由一噴頭分隔成一第一電漿區

域及一第二電漿區域，其中：

在該第一電漿區域中形成的電漿經由該噴頭流動至該第二電漿區域；以及

該第二電漿區域為一基板提供一位置；以及

至少一個成形的 RF 線圈，當將一第一流體輸送至該第一電漿區域時，該至少一個成形的 RF 線圈用於在該第一電漿區域中形成一第一電漿。

17.如請求項 16 所述之系統，其中該至少一個成形的 RF 線圈包含一選擇，該選擇來自由以下各者組成之一群組：

一扁繞 RF 線圈；

一 U 形鐵氧體磁心；

一圓柱形鐵氧體棒；以及

一 O 形鐵氧體磁心。

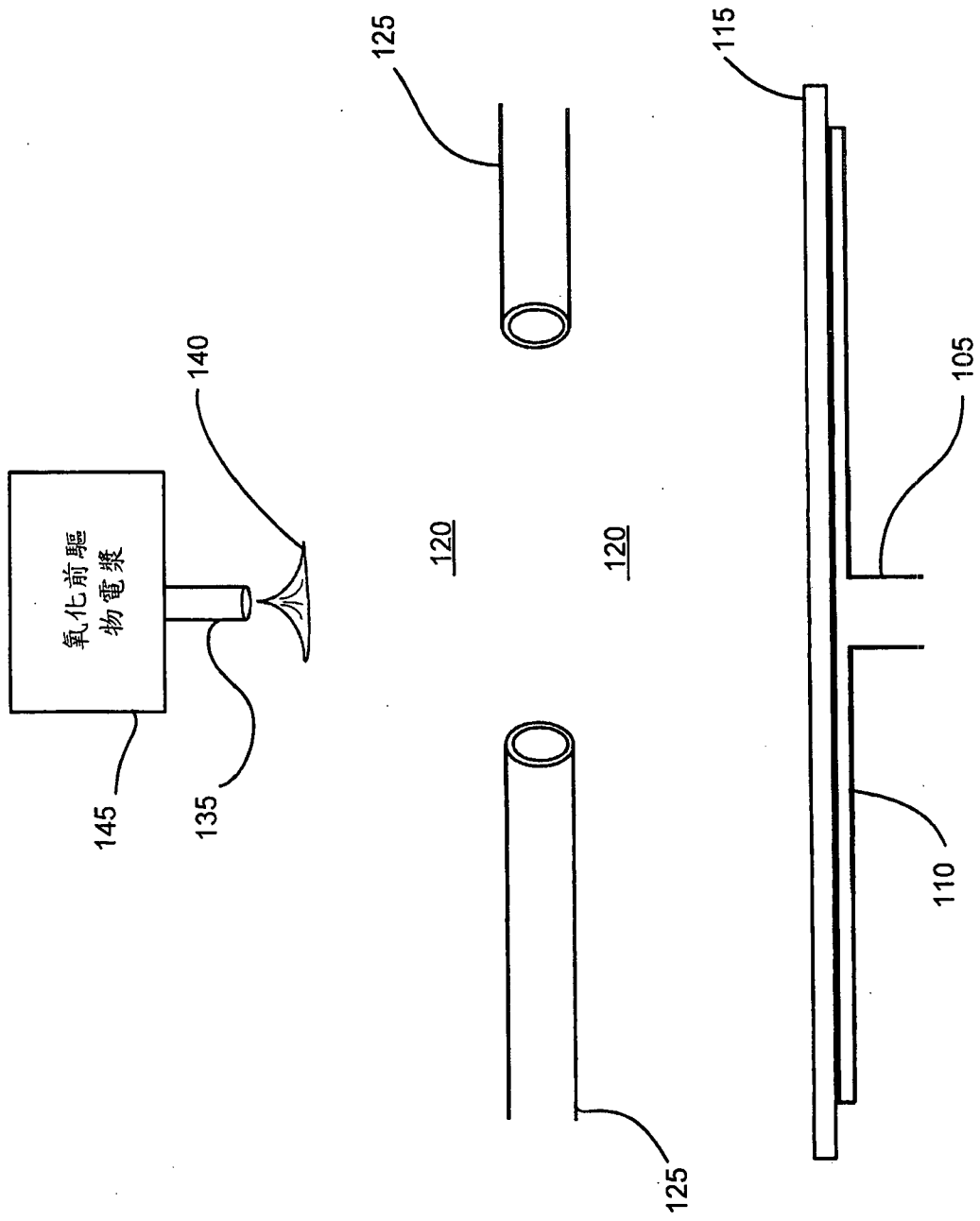
18.如請求項 16 所述之系統，其中該系統進一步包含：

一子系統，該子系統用於沿與該第一電漿的方向實質上相同之方向將一第二流體供應至該第二電漿區域。

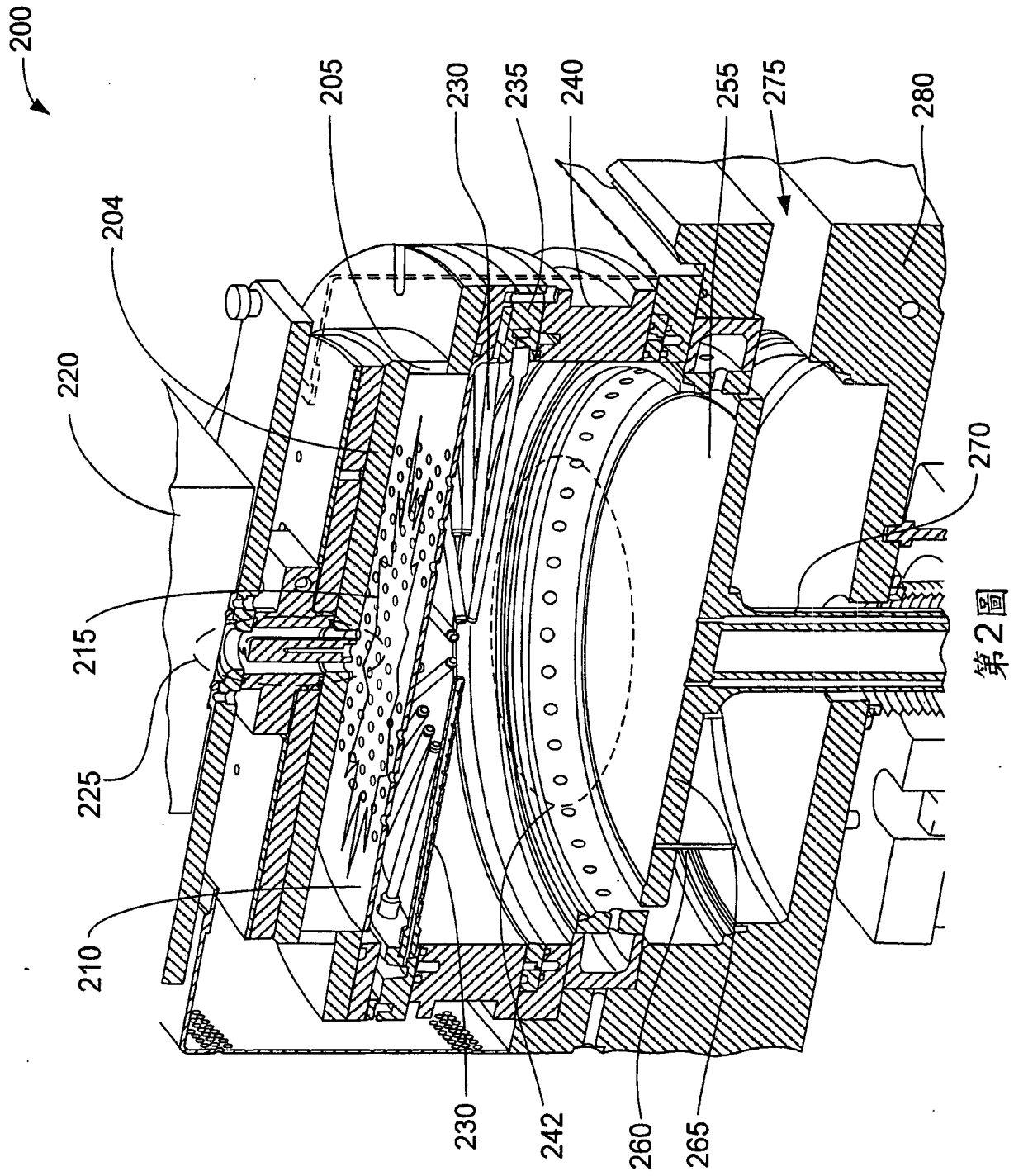
19.如請求項 18 所述之系統，其中該子系統包含一雙通道噴頭。

20.如請求項 18 所述之系統，其中該系統經配置以在該第二電漿區域中自該第一電漿及該第二流體形成一第二電

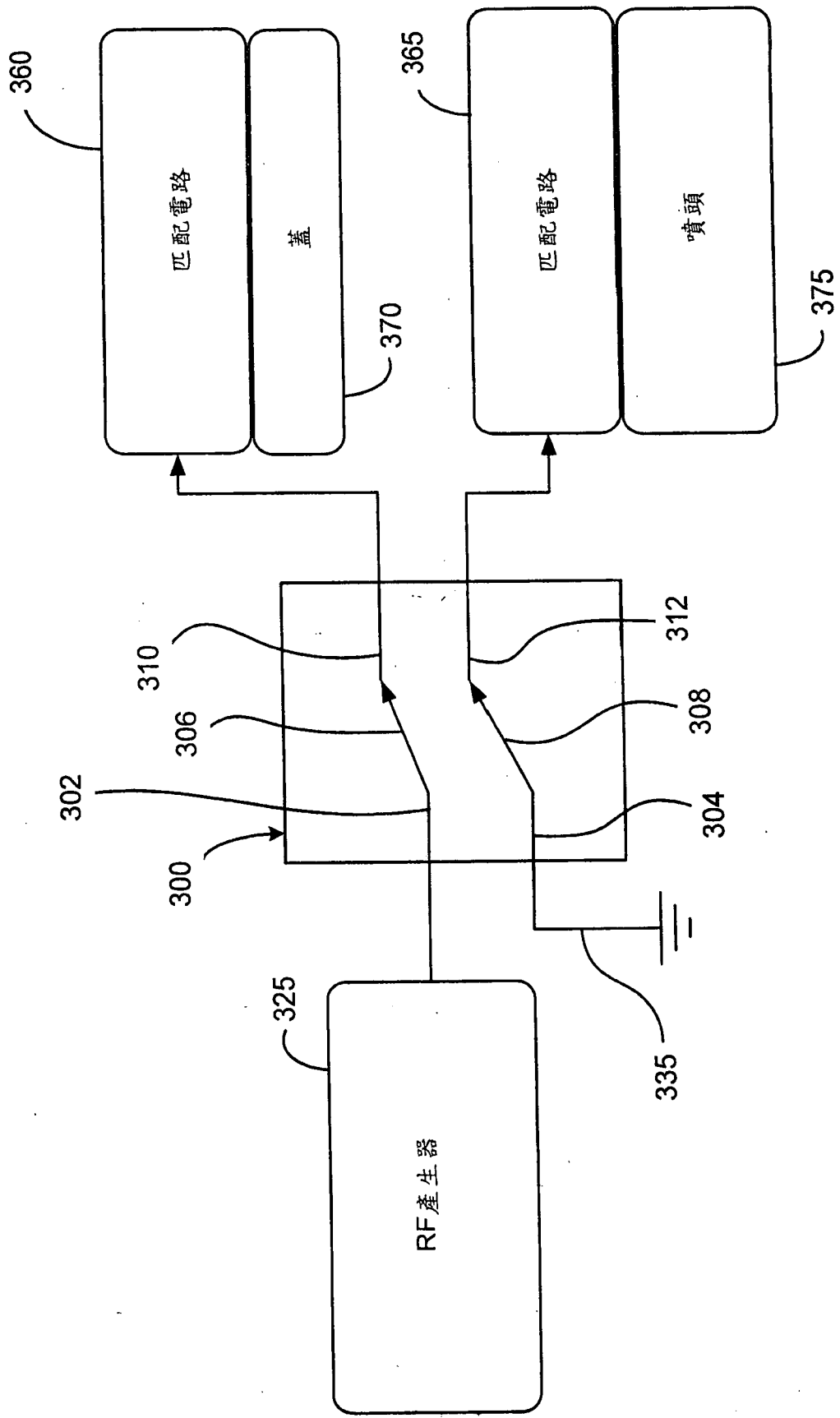
漿。



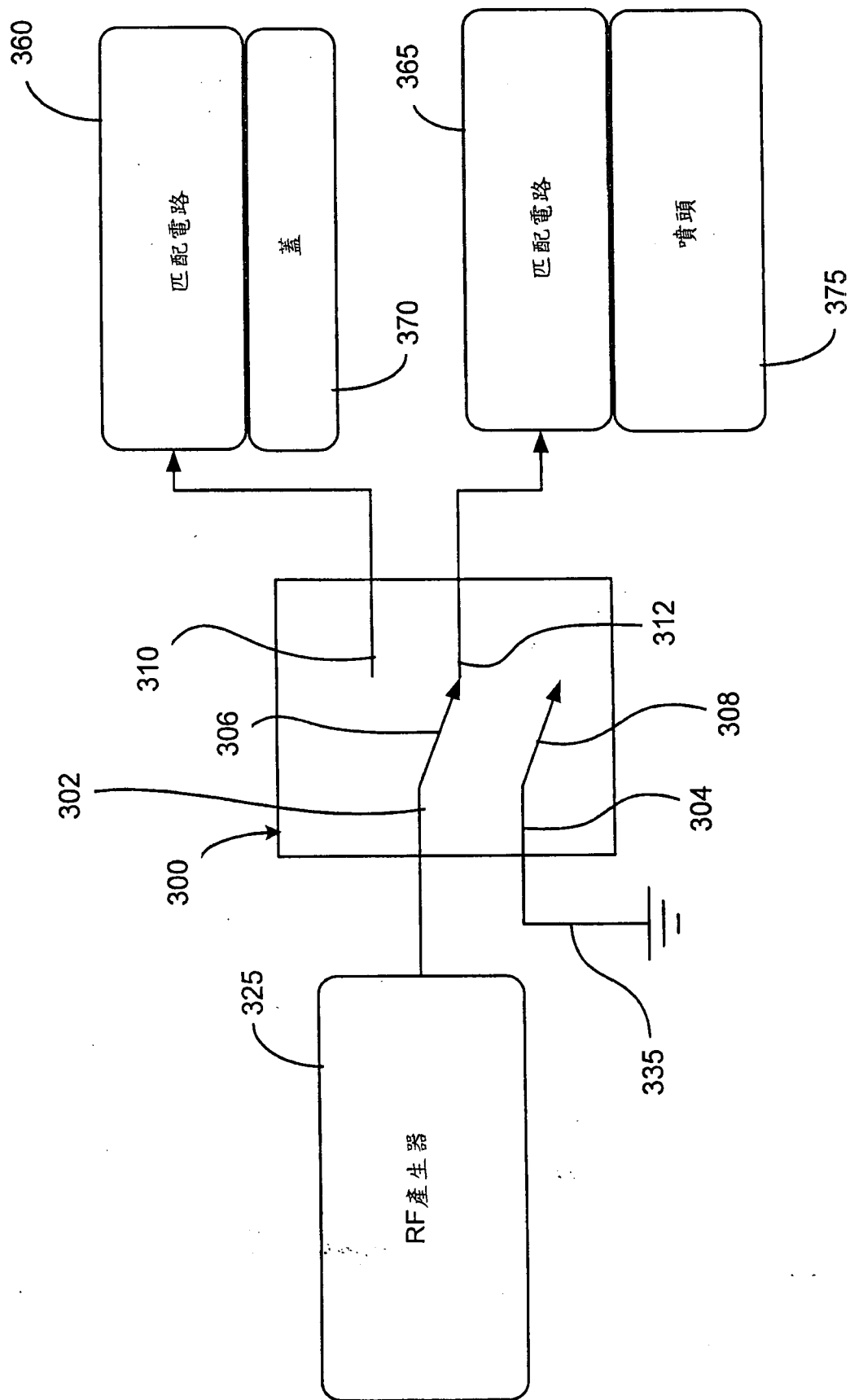
第1圖  
(先前技術)



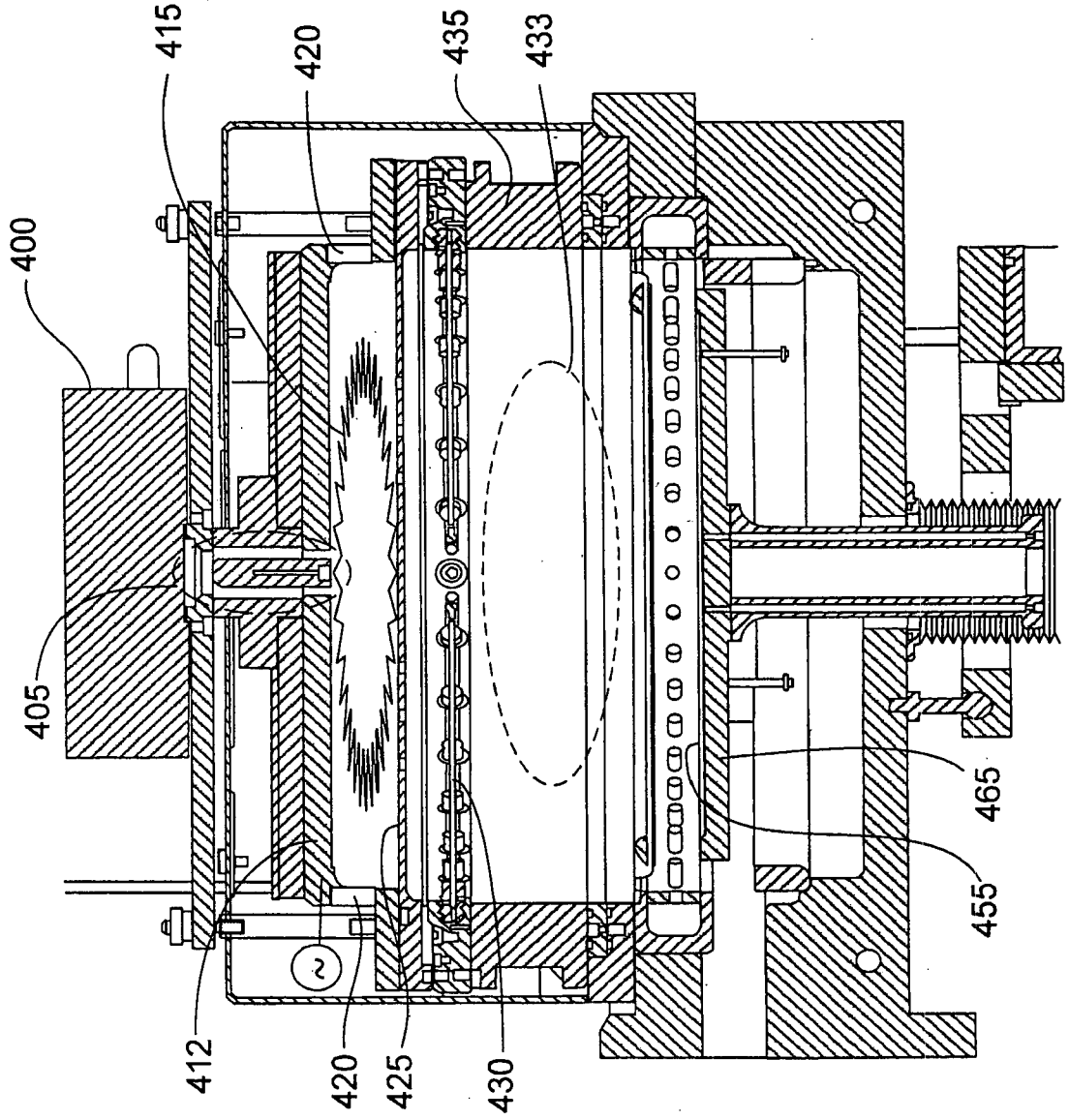
第2圖



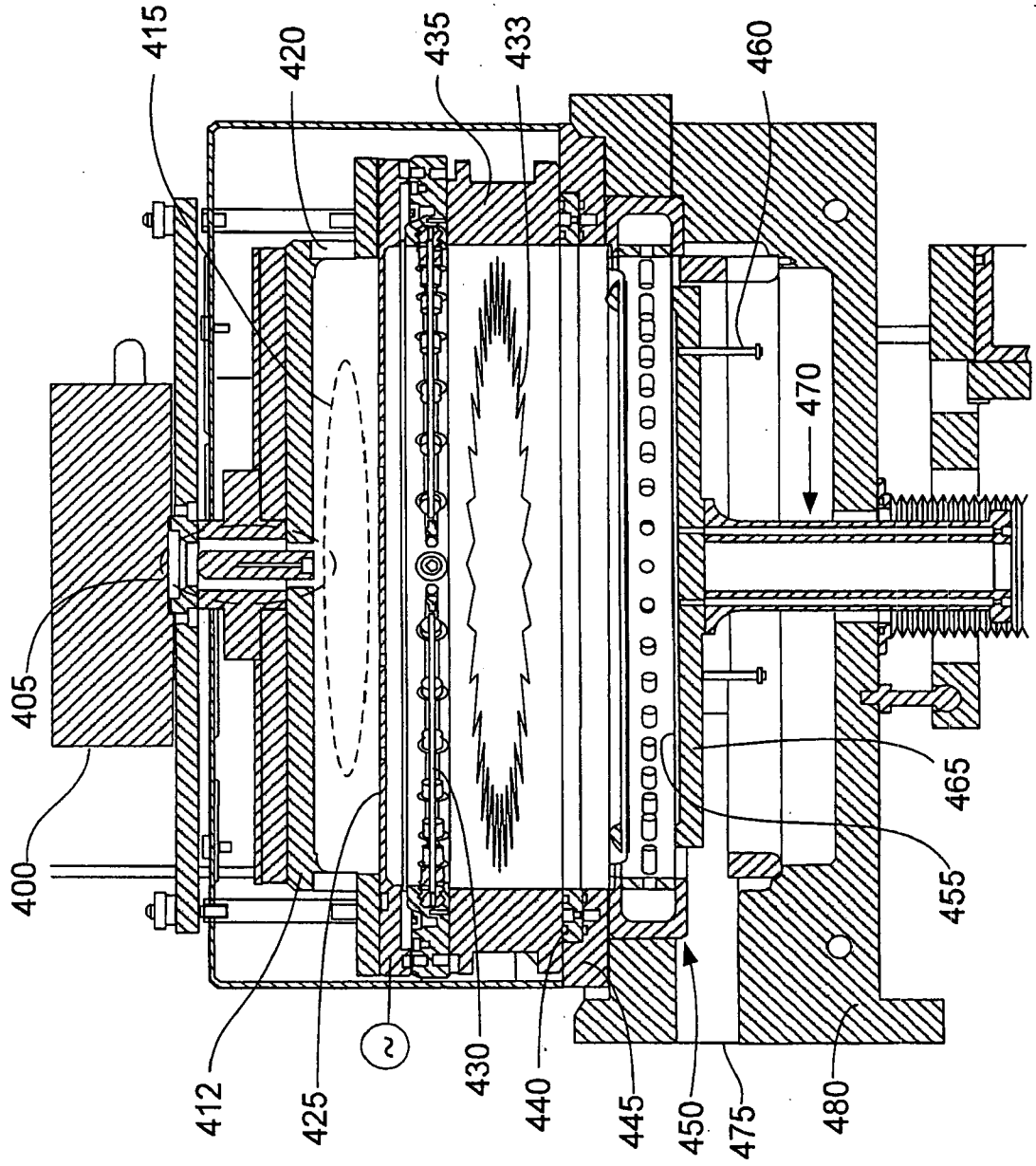
第3A圖



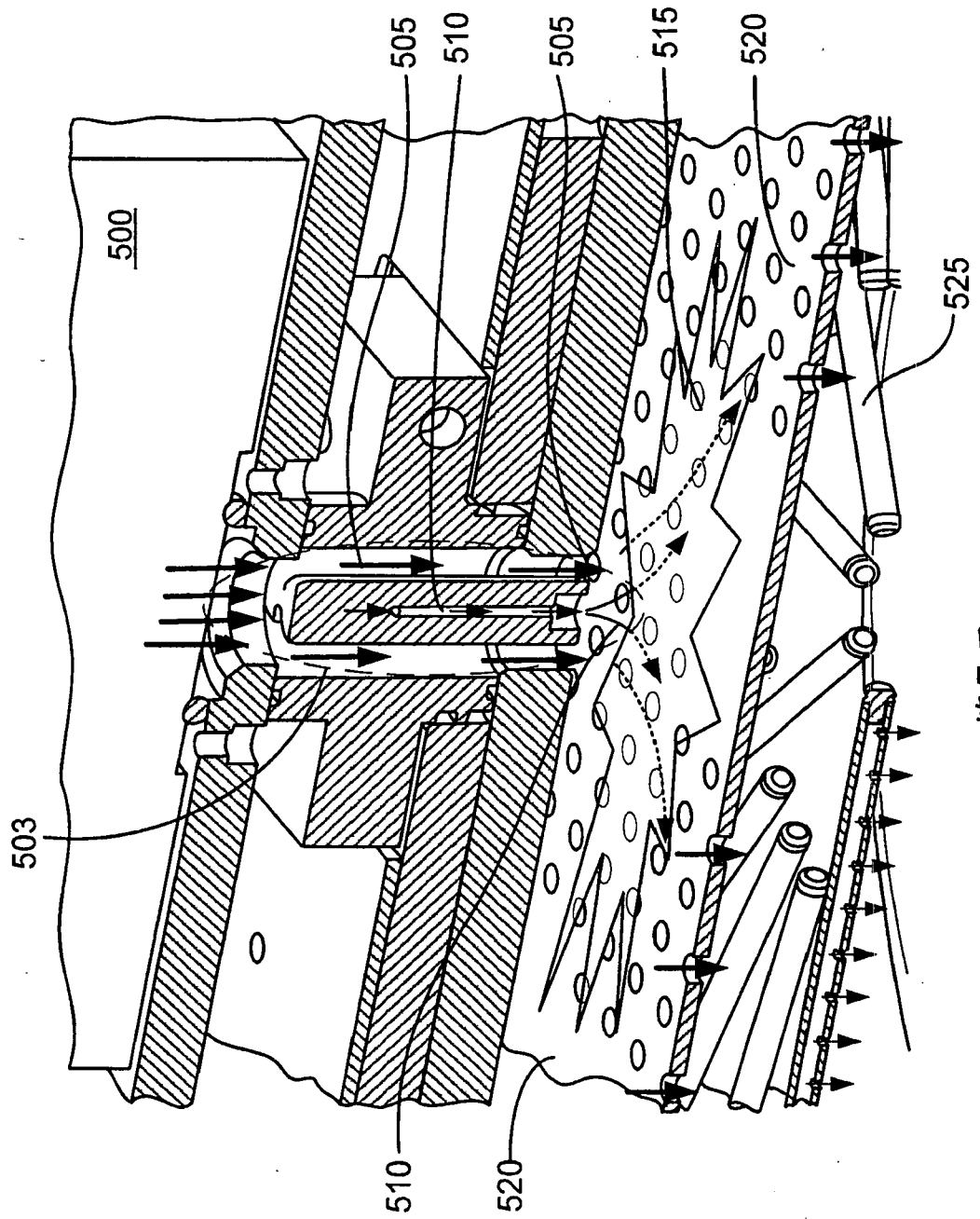
第3B圖



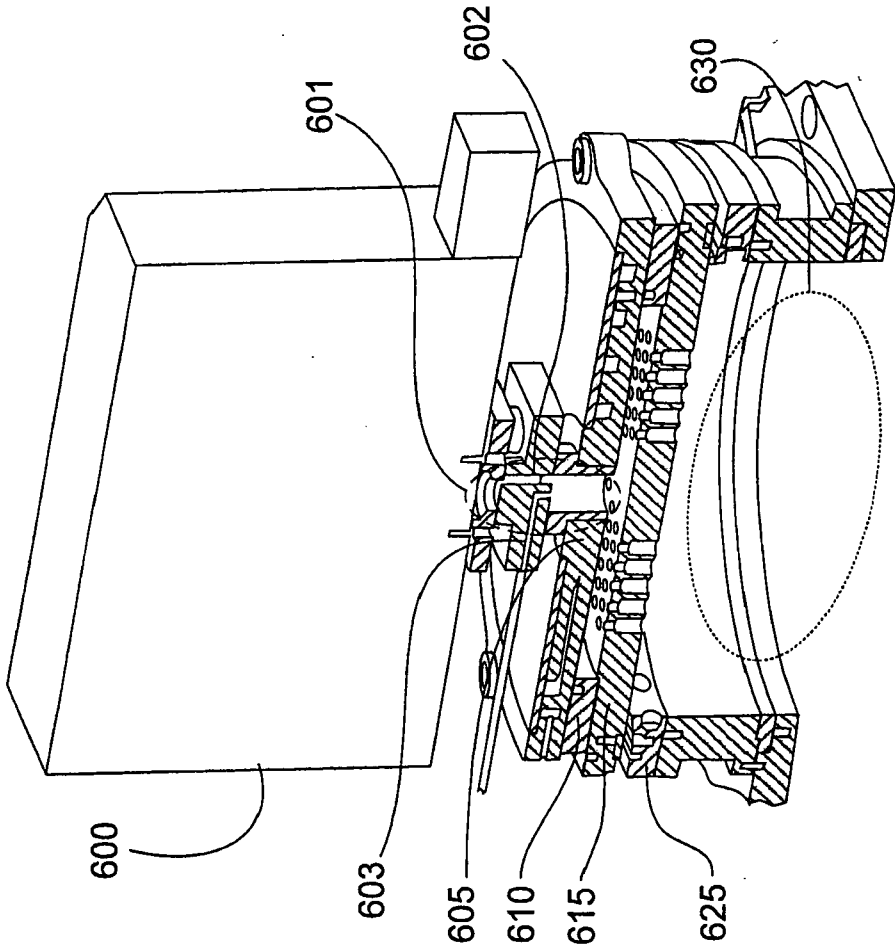
第4A圖



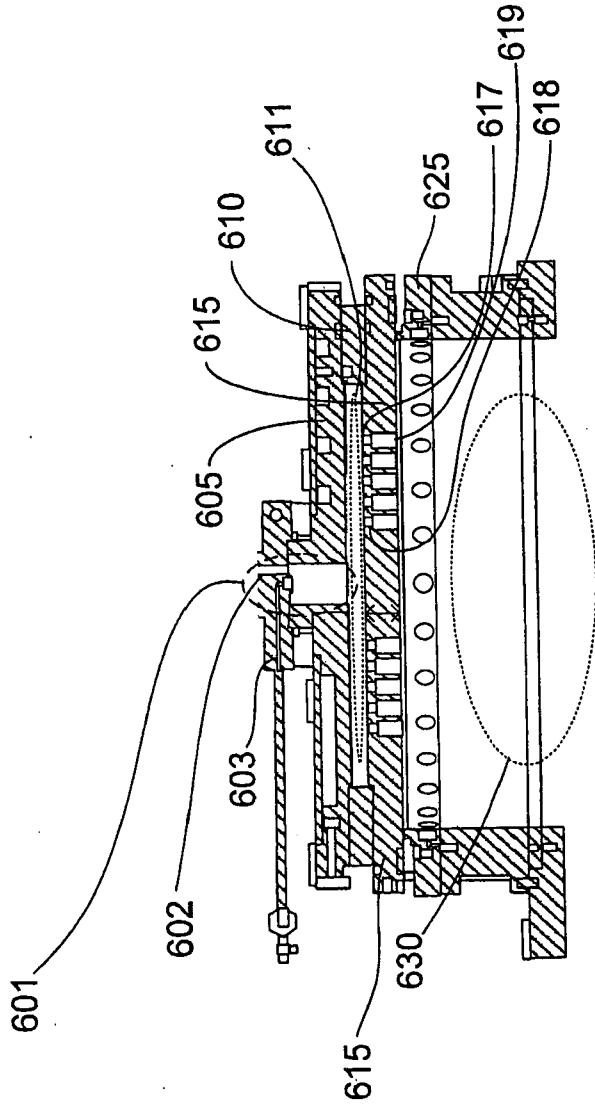
第4B圖



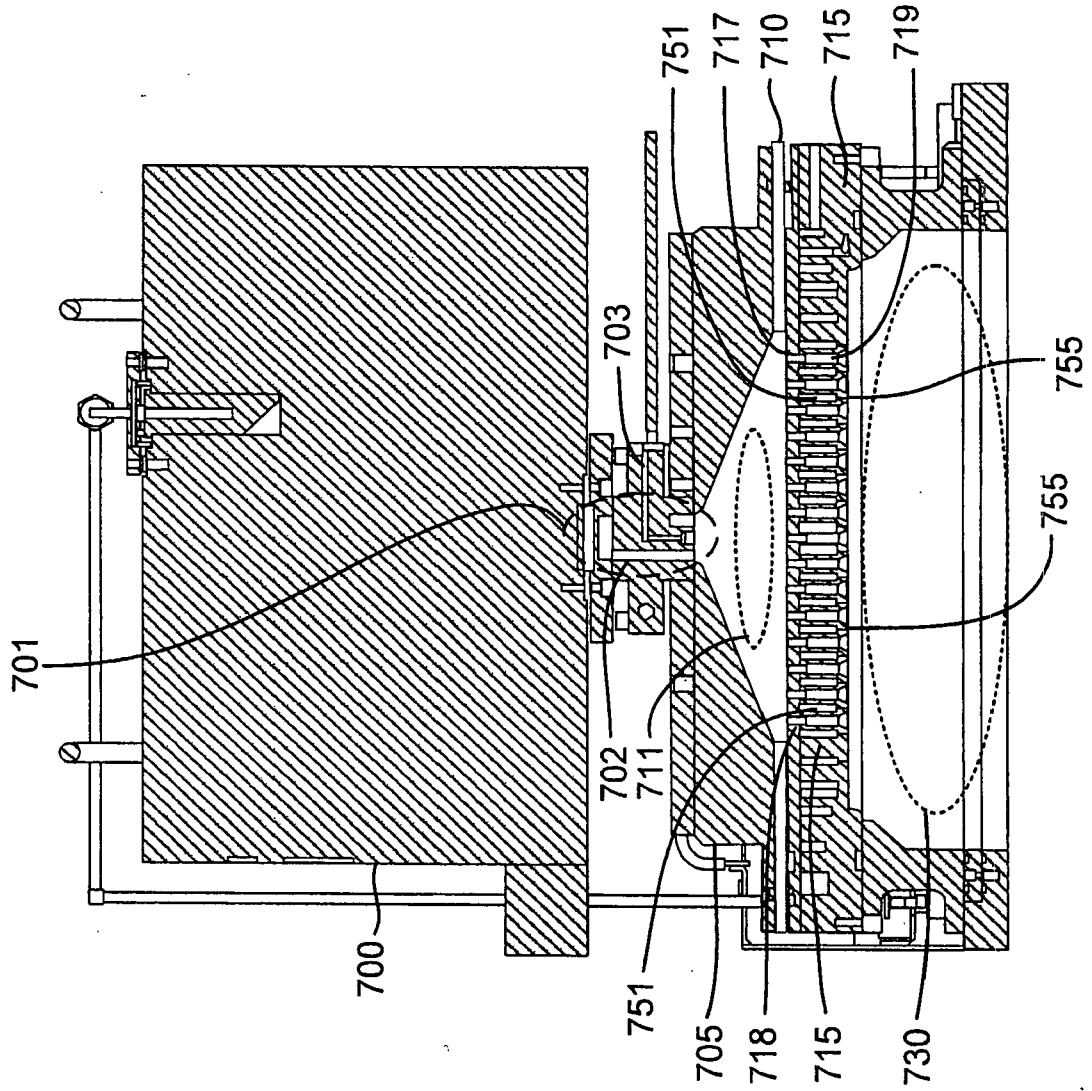
第5圖



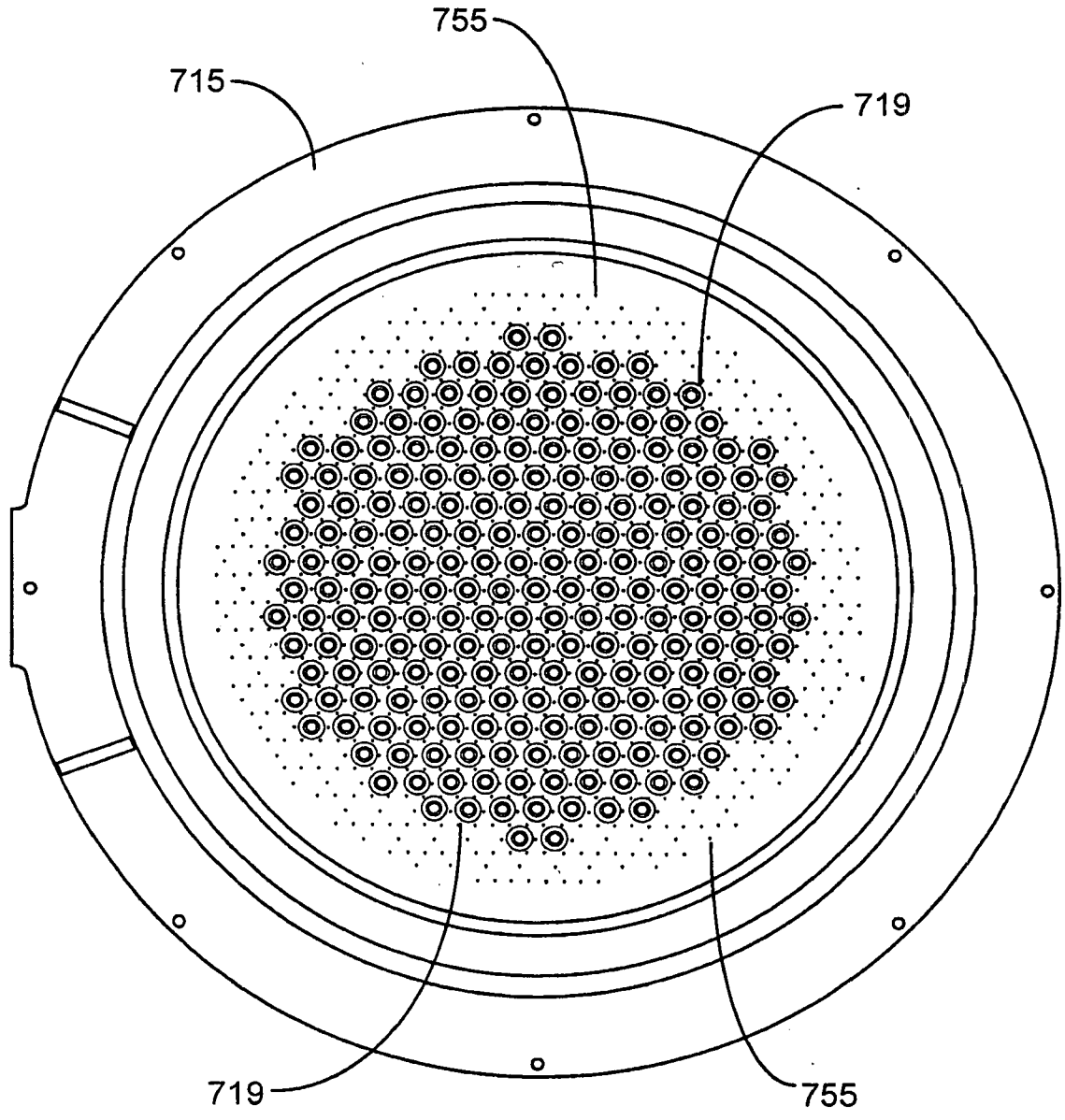
第6A圖



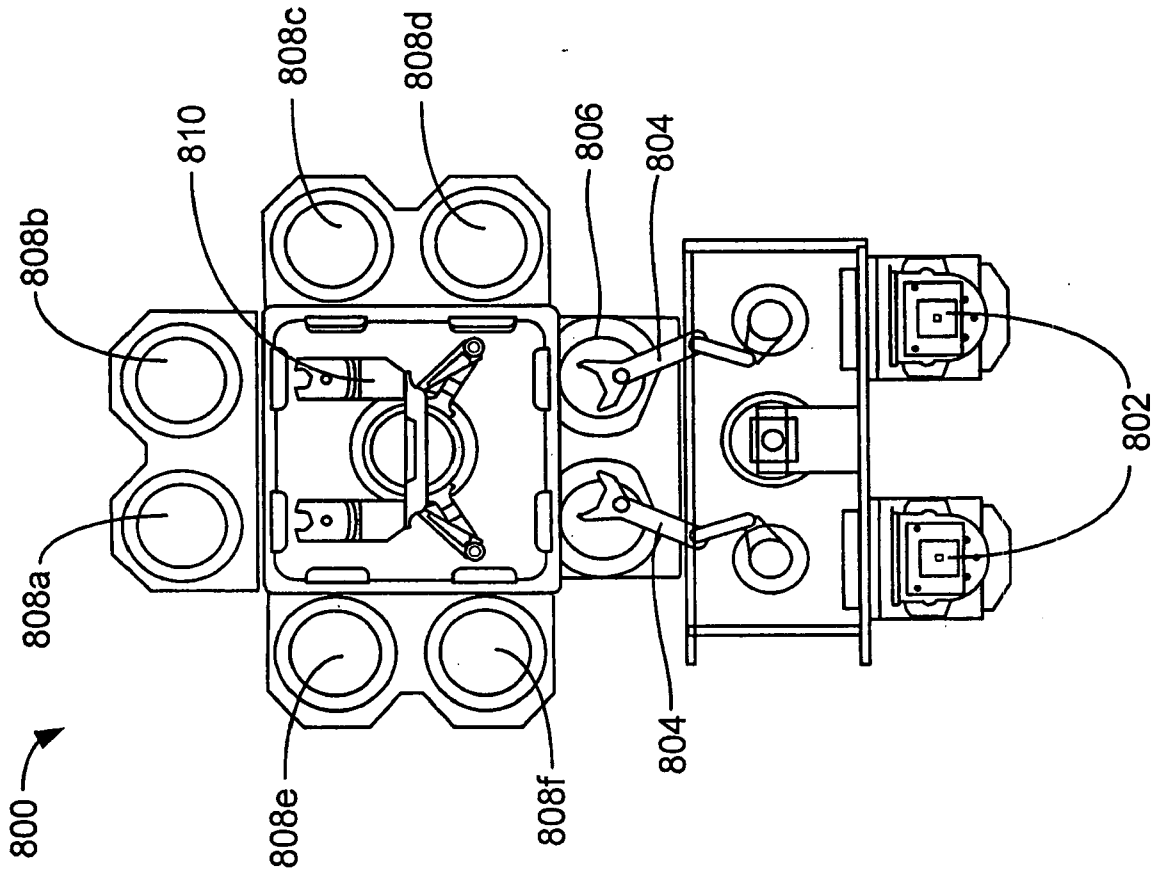
第6B圖



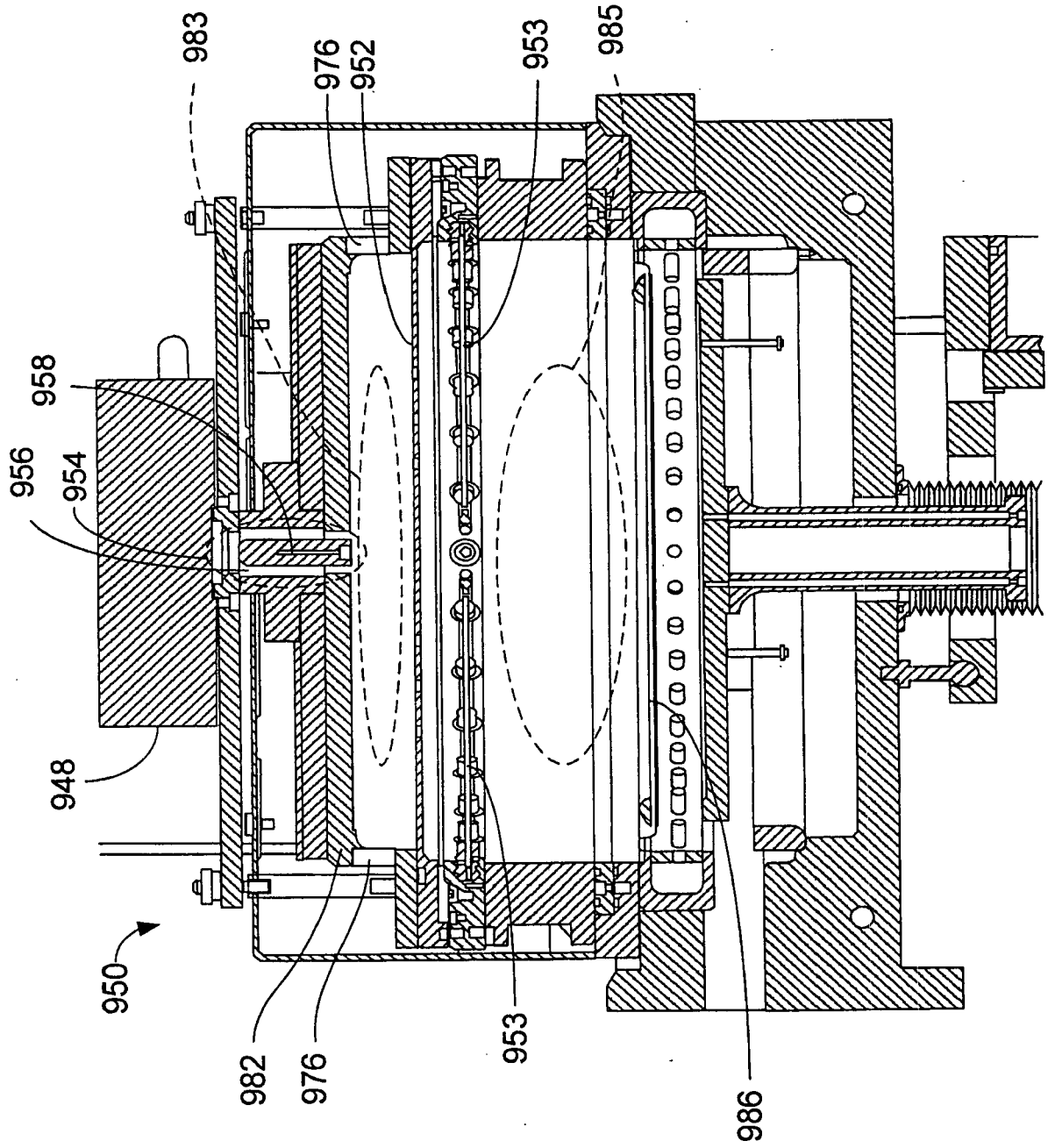
第7A圖



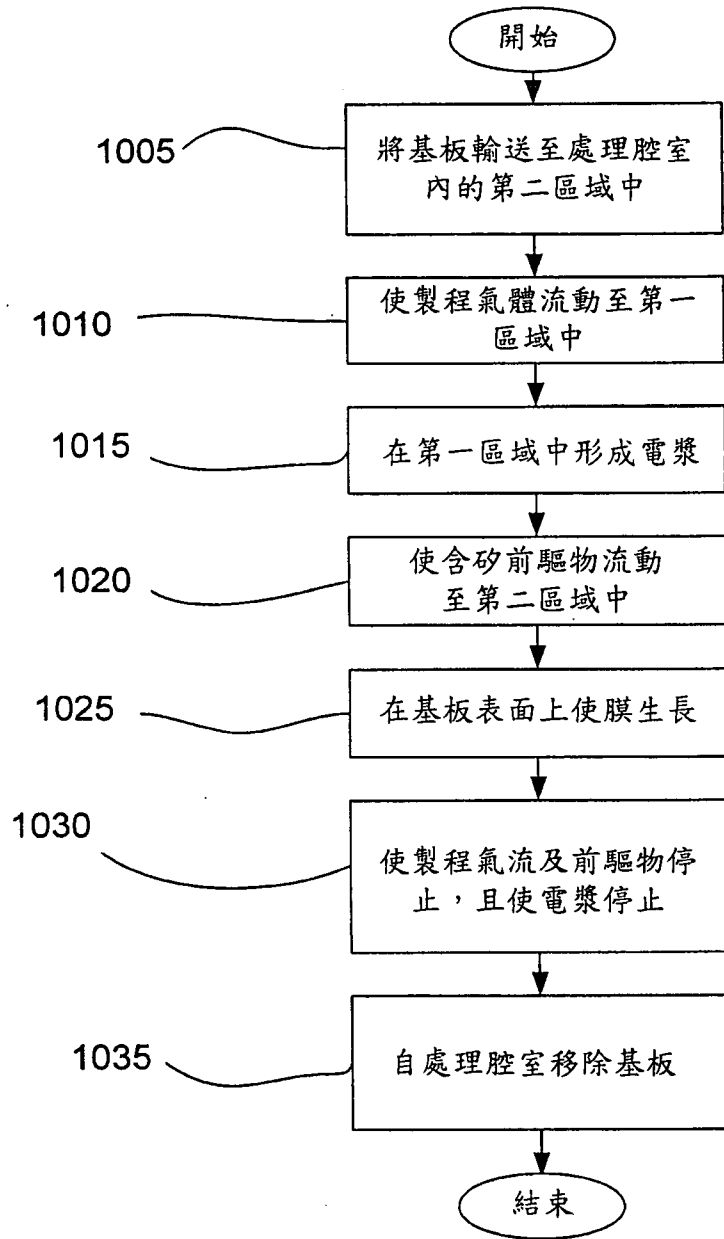
第7B圖



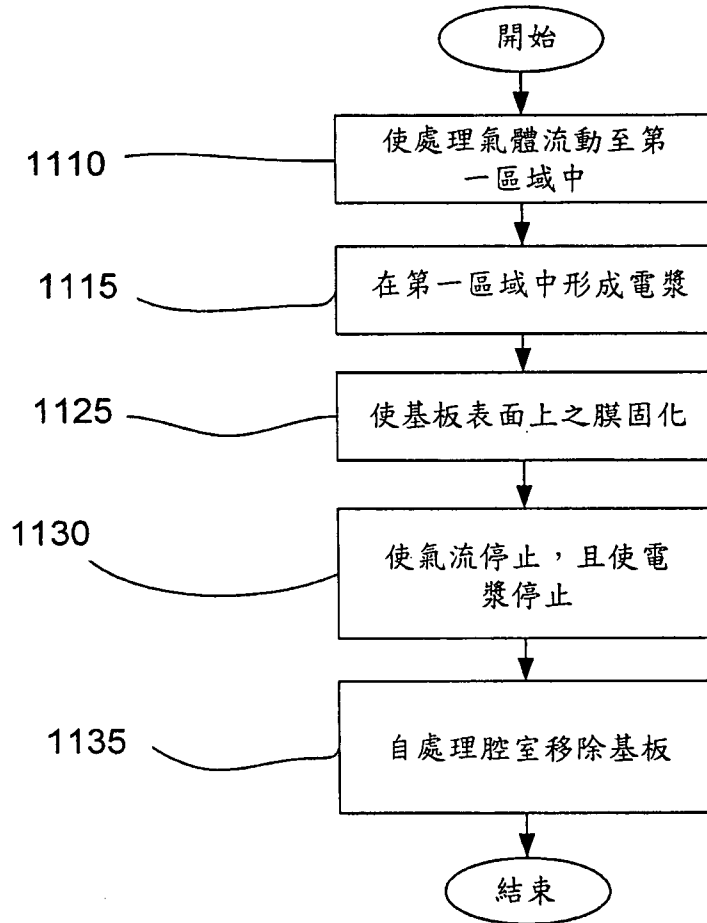
第8圖



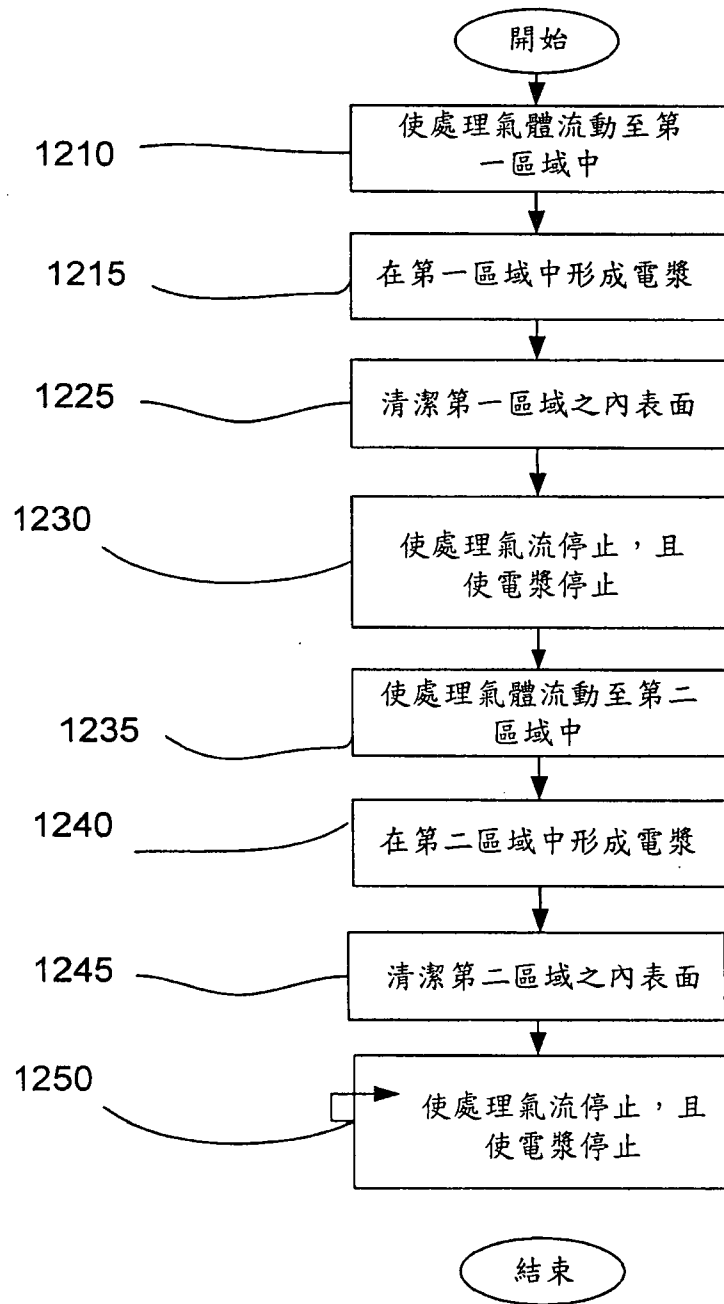
第9圖



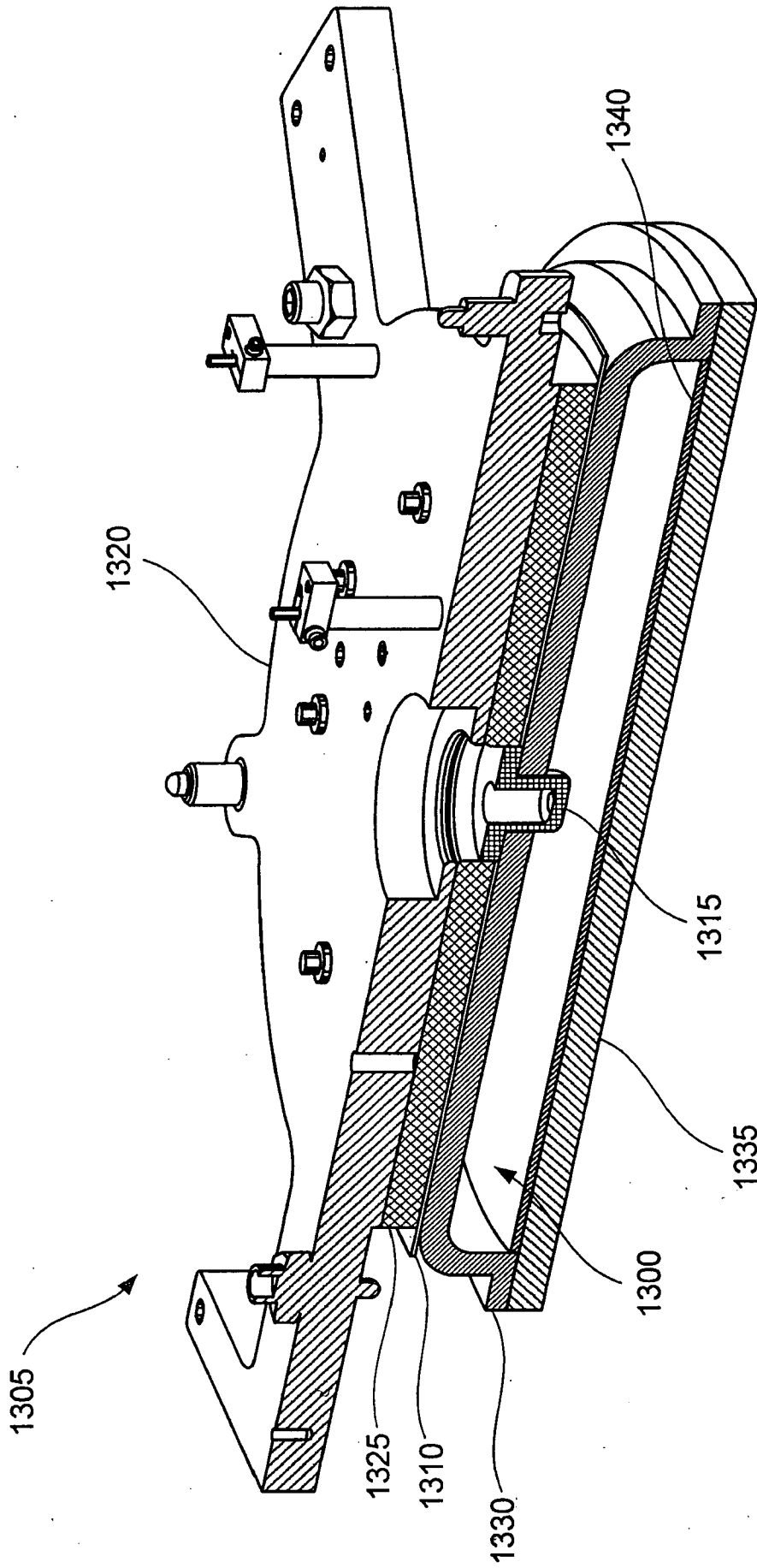
第10圖



第11圖

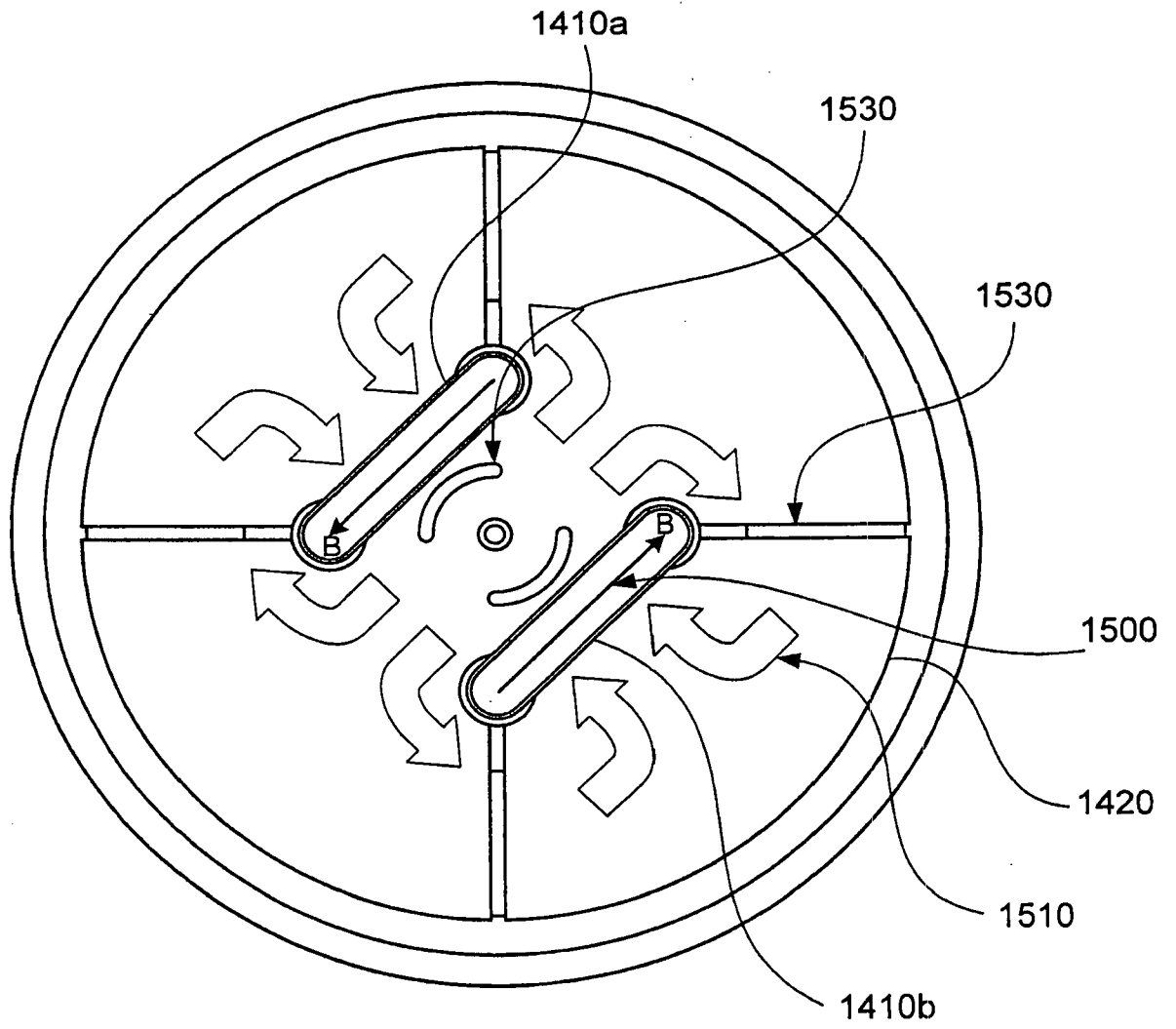


第12圖

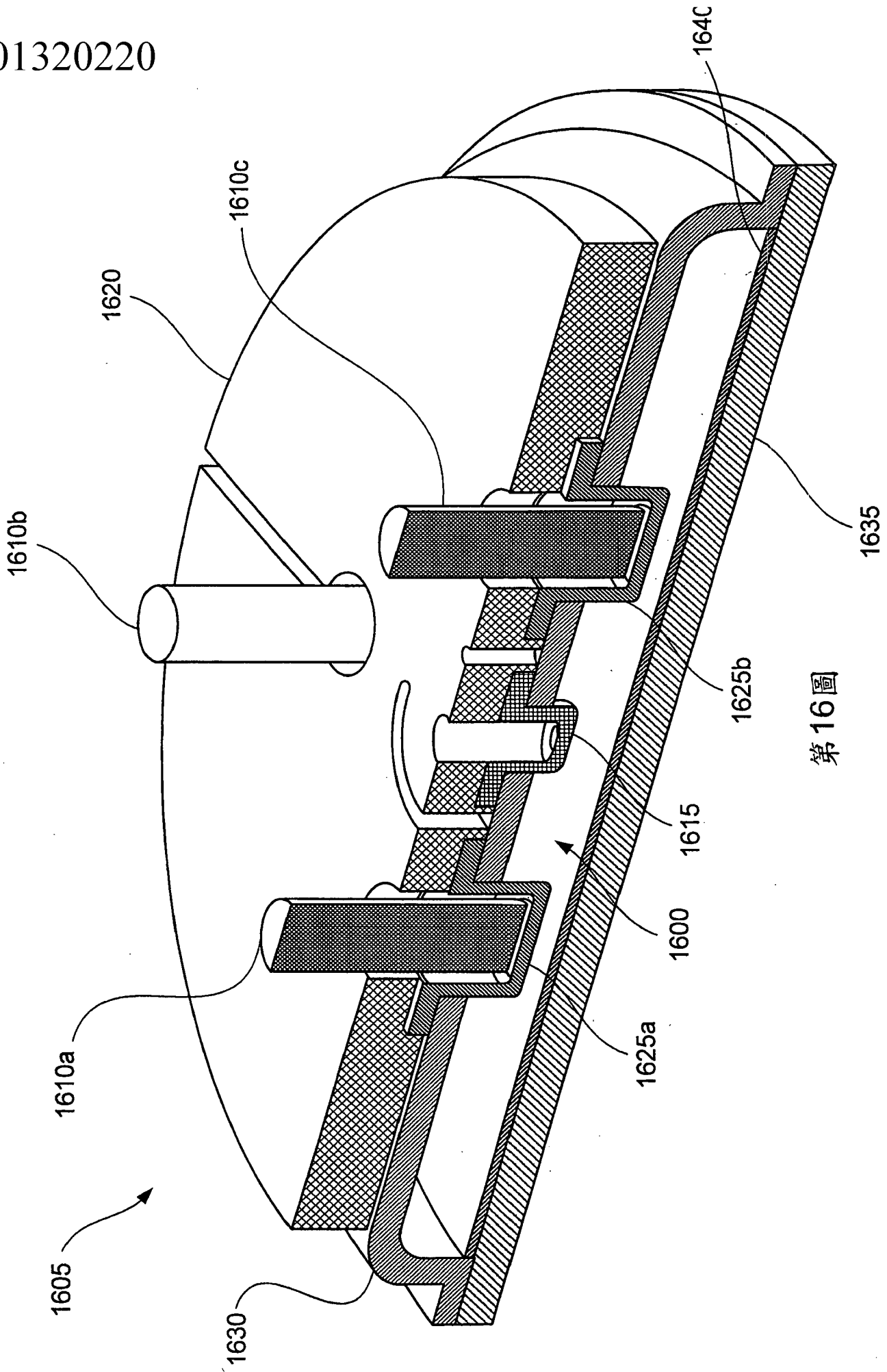


第13圖

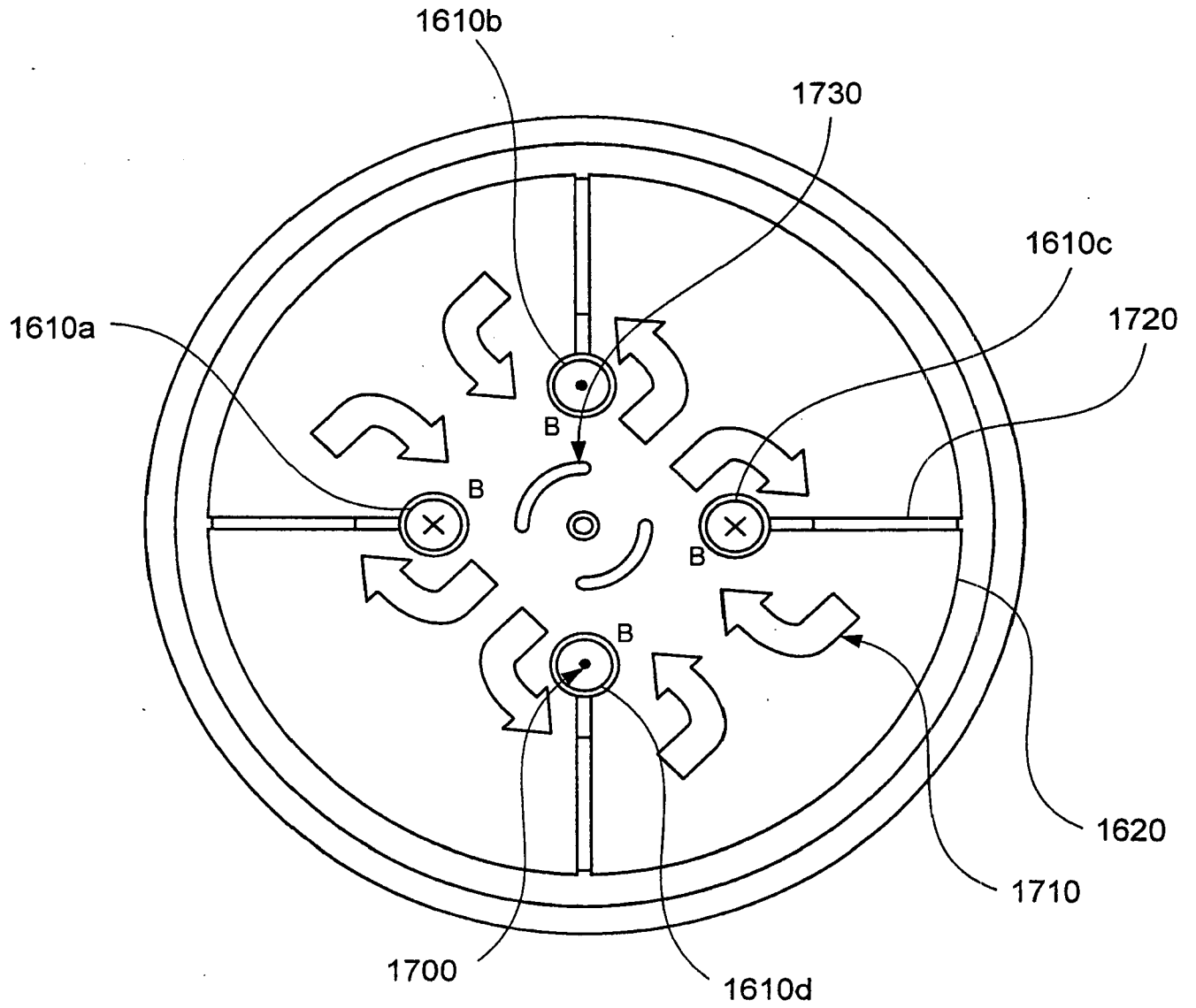




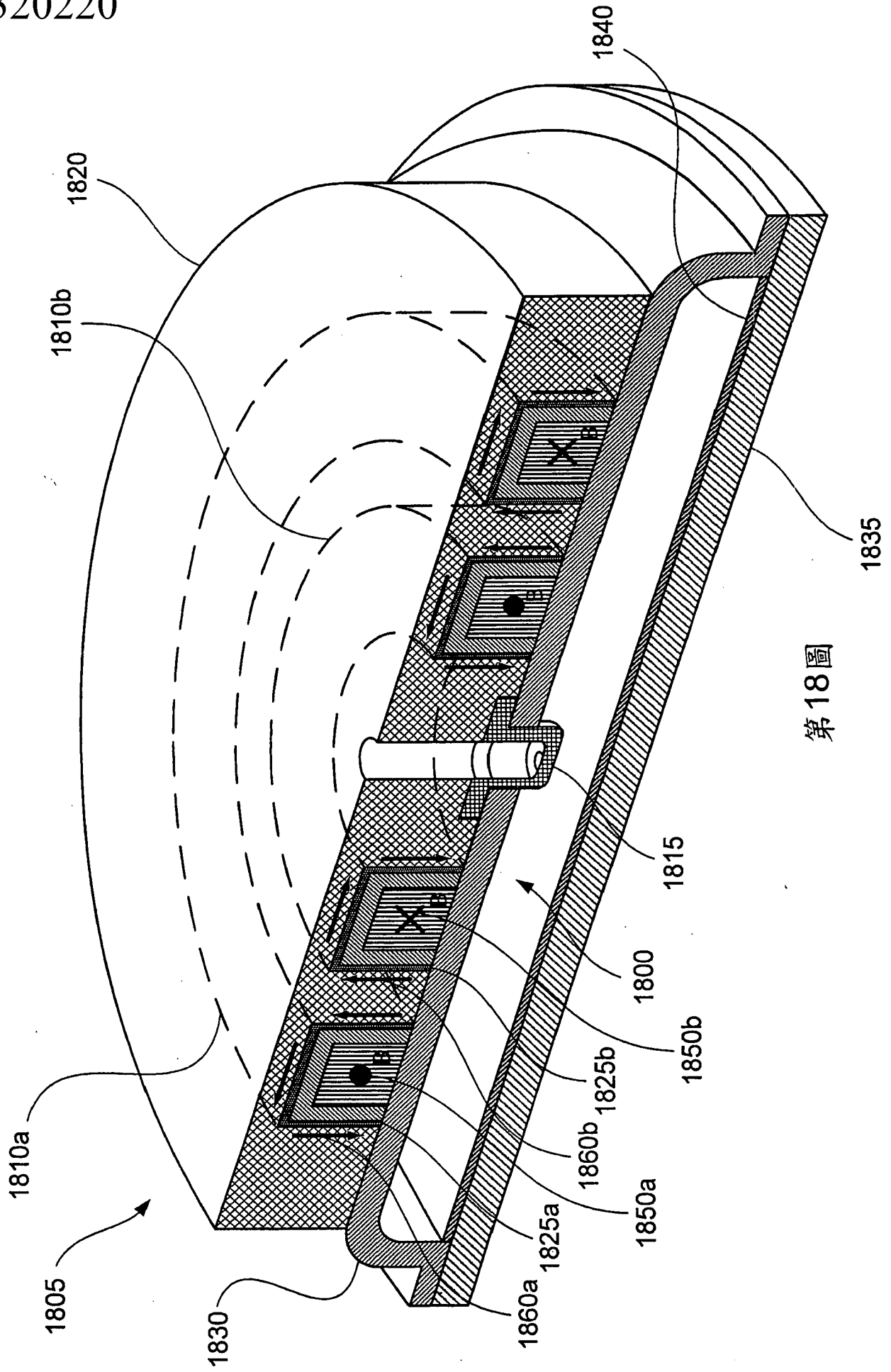
第15圖



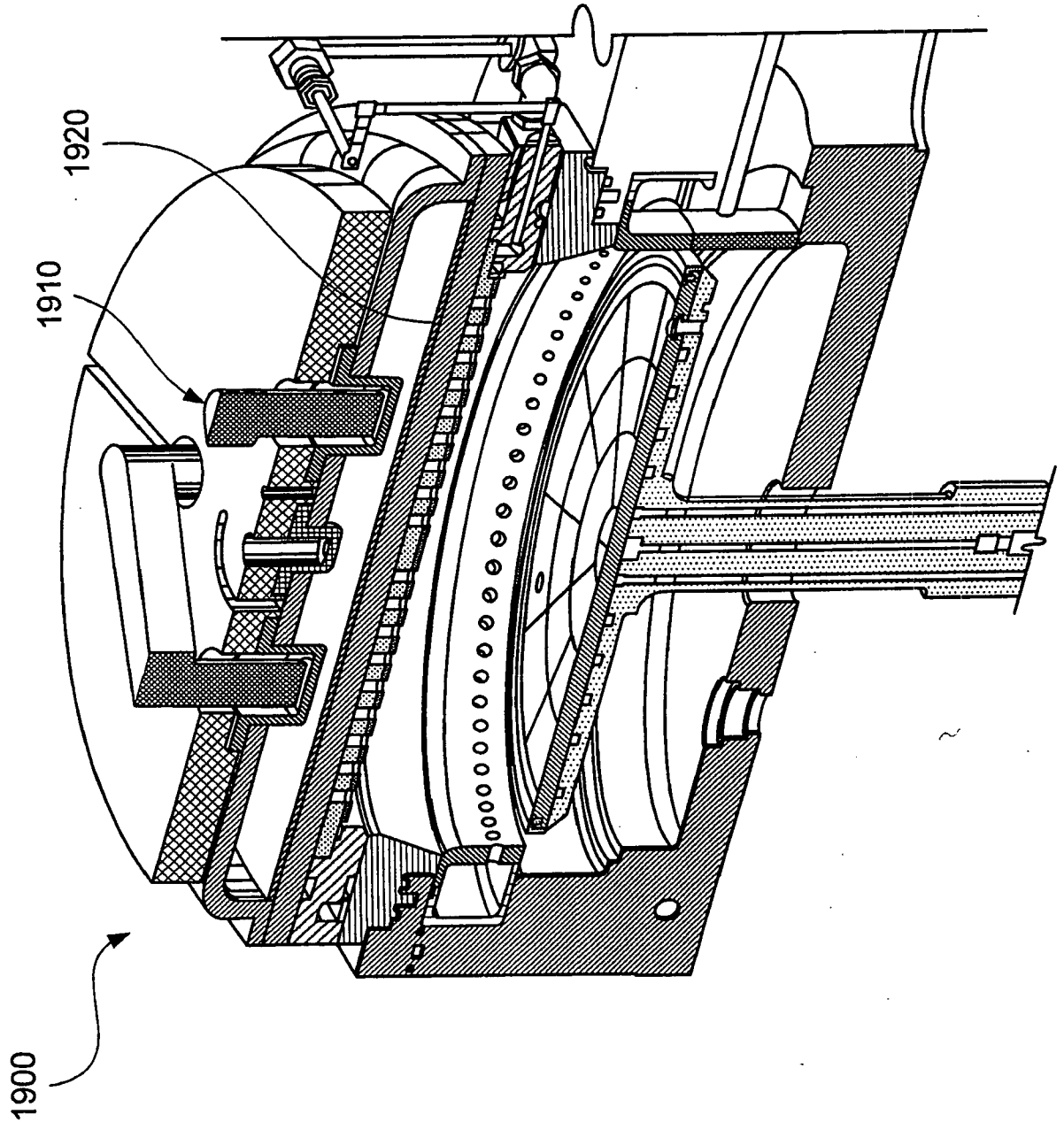
第16圖



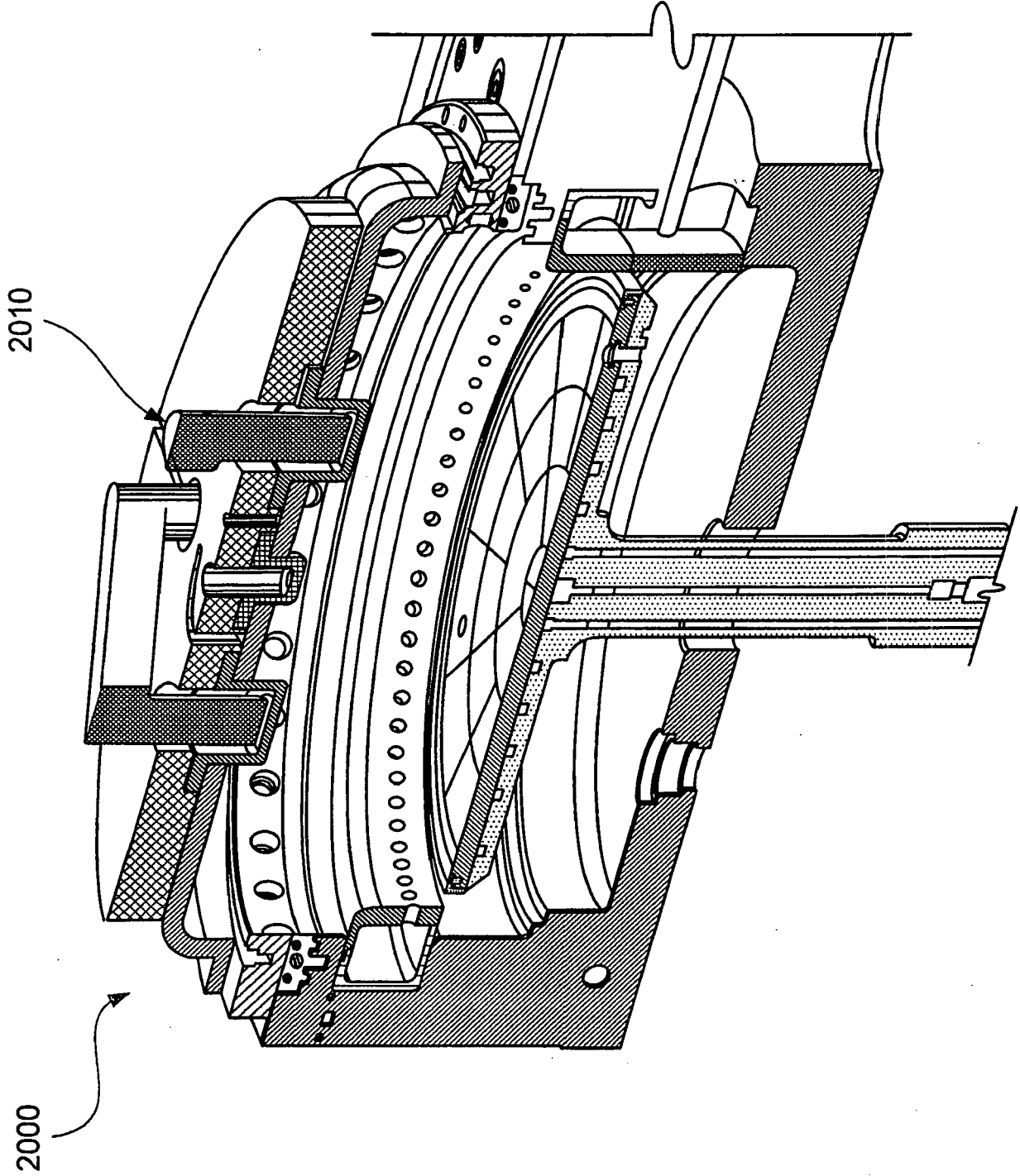
第17圖



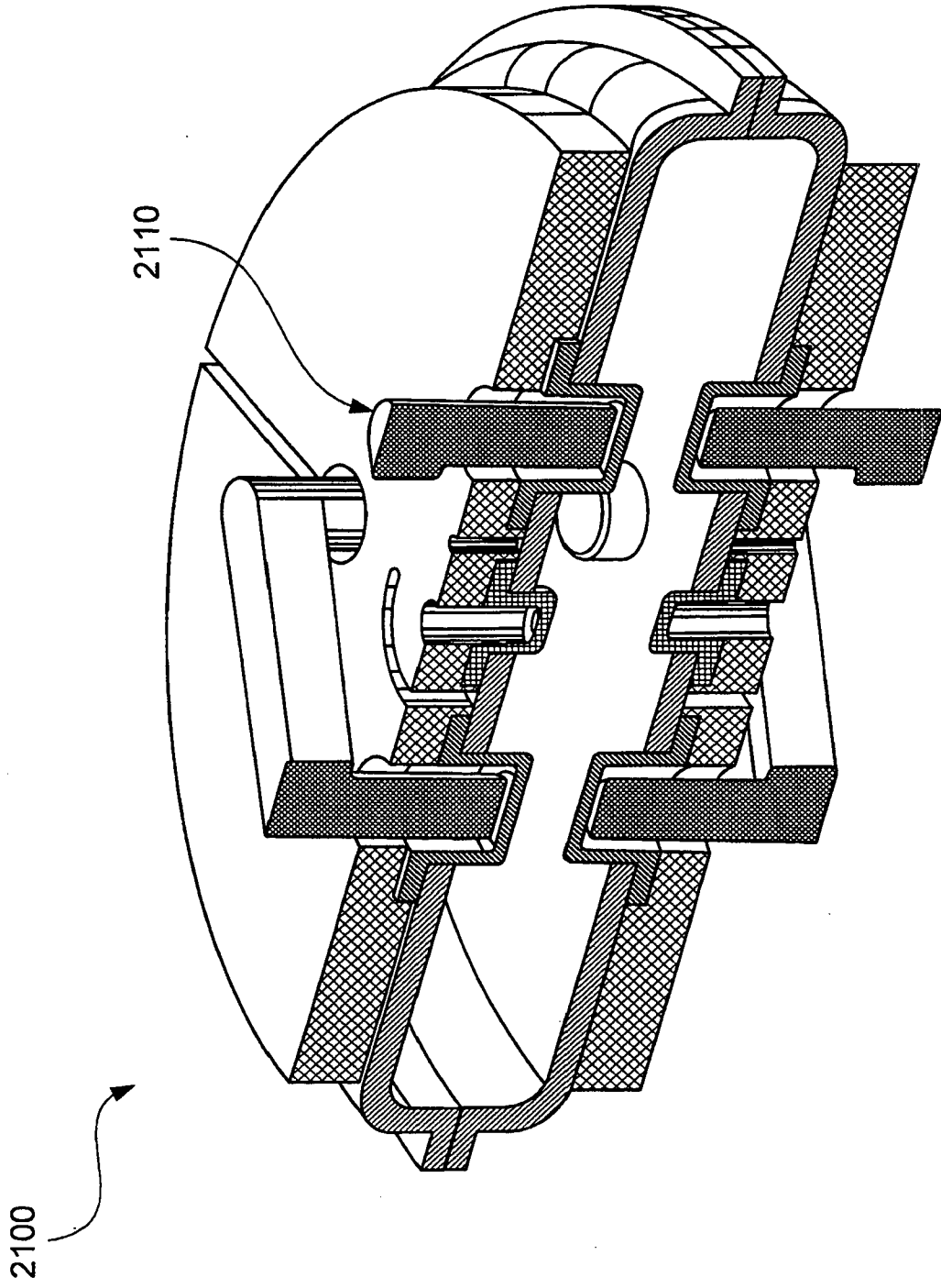
第18圖



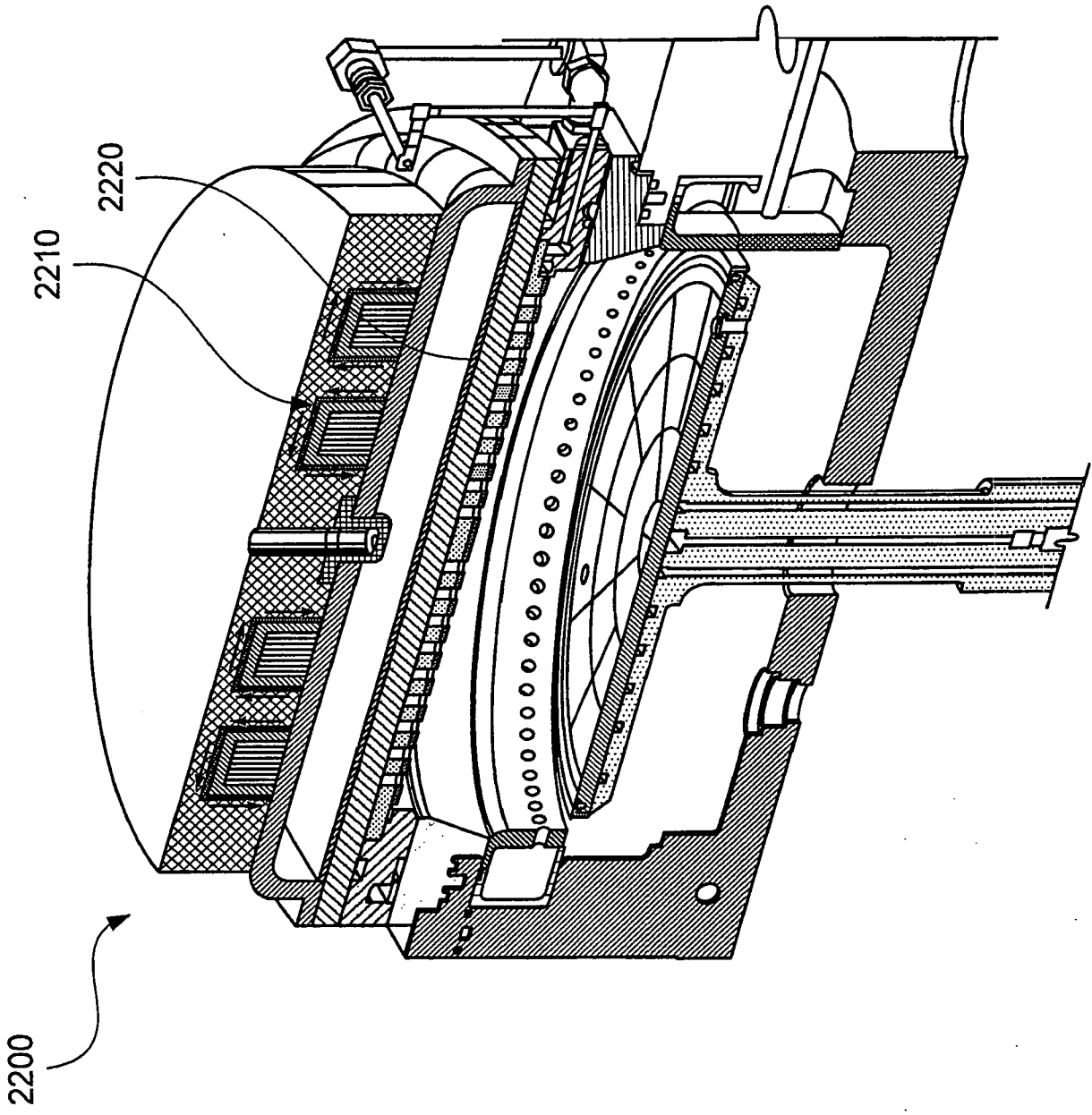
第19圖



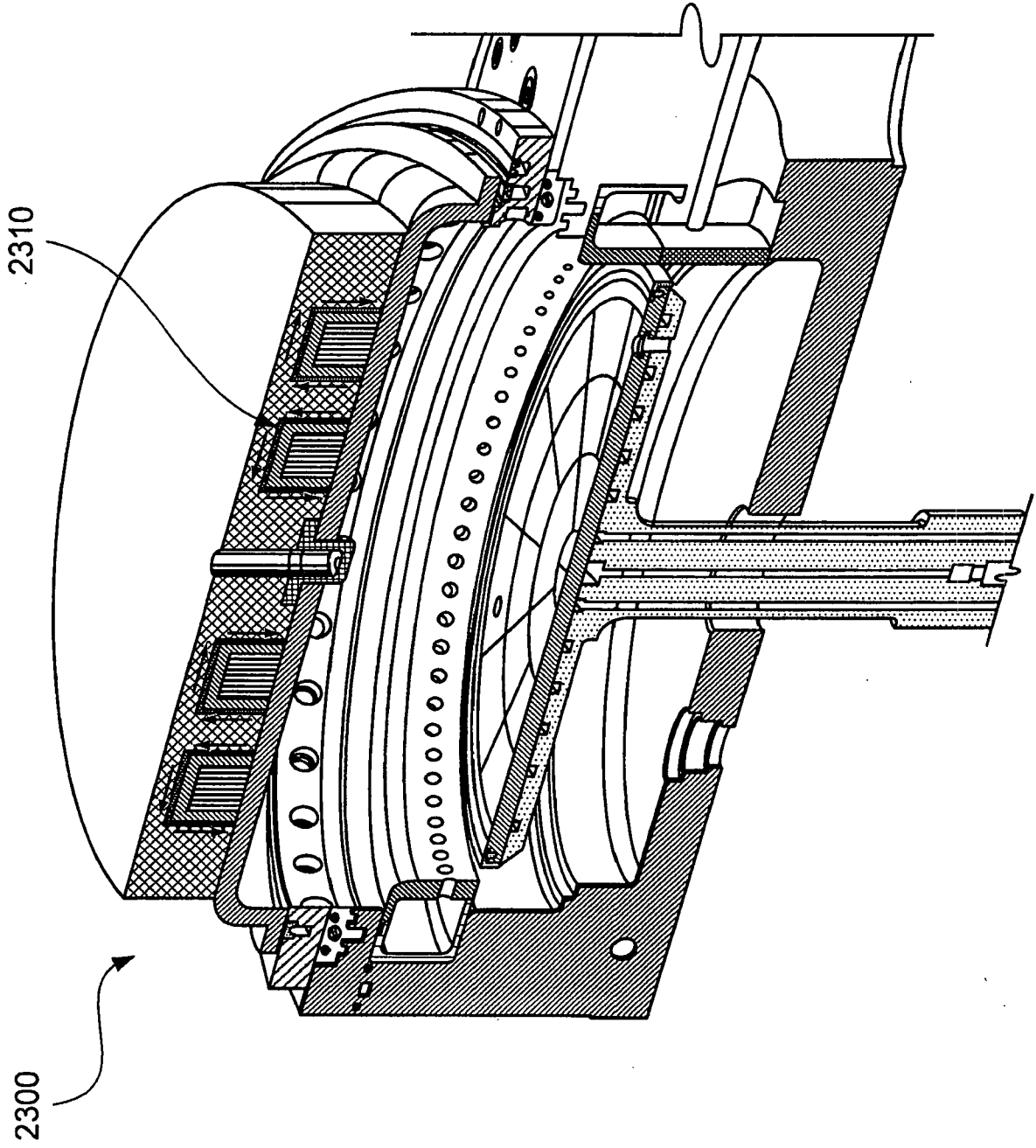
第20圖



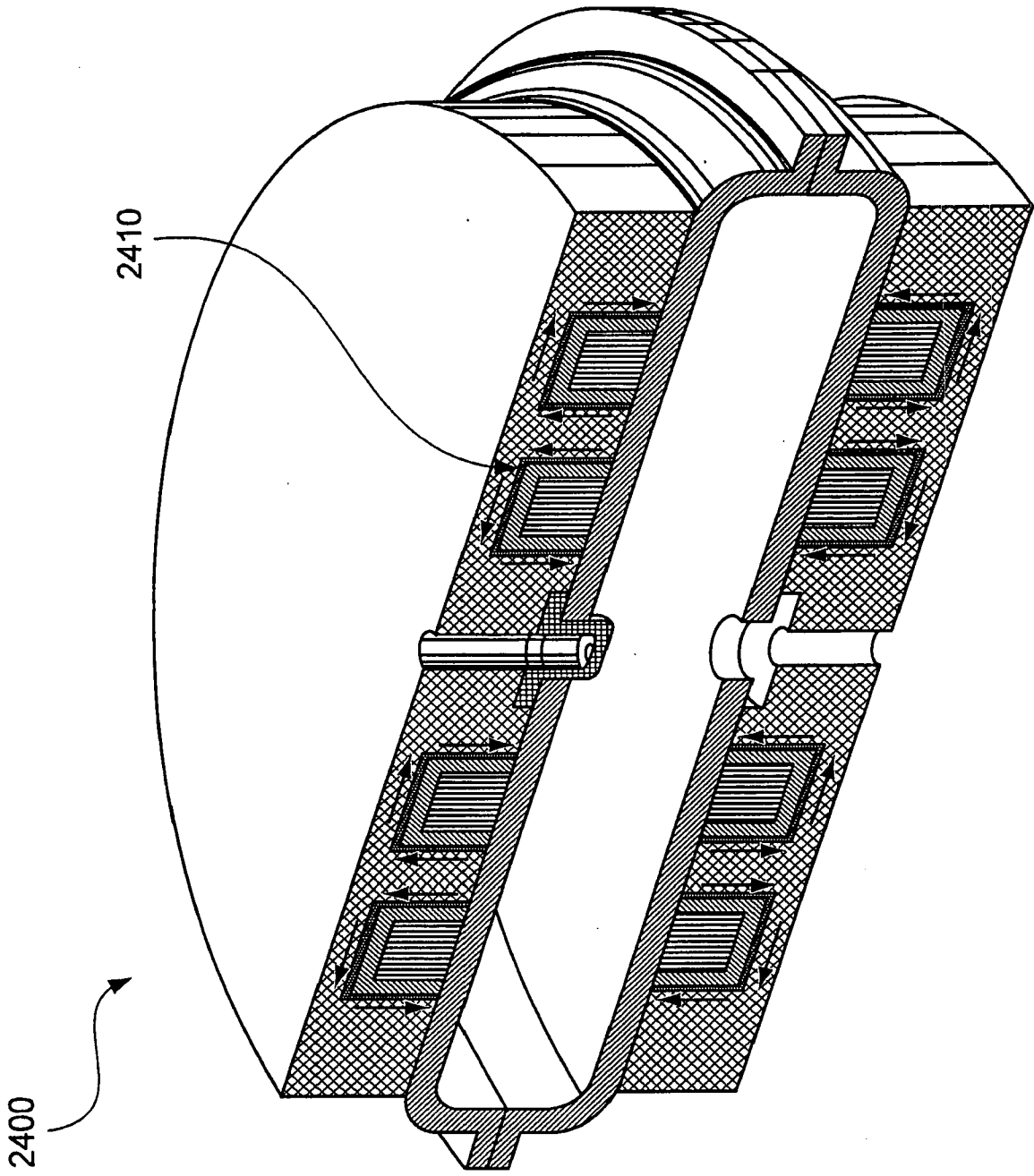
第21圖



第22圖



第23圖



第24圖

口總成 405 引入或與穿過管子 430 的處理氣流結合引入處理氣體，該等管子 430 自第二電漿區域 433 之壁 435 延伸。流經第一電漿區域 415 及隨後流經噴頭 425 以處理經沉積膜之處理氣體可在第一電漿區域 415 中的電漿中或者在第二電漿區域 433 中的電漿中受激發。

除處理或固化基板 455 之外，可使處理氣體流動至第二電漿區域 433 中，其中存在電漿以清潔第二電漿區域 433 之內表面（例如，壁 435、噴頭 425、基座 465 及管子 430）。類似地，可使處理氣體流動至第一電漿區域 415 中，其中存在電漿以清潔第一電漿區域 415 之表面（例如，蓋 412、壁 420 及噴頭 425）之內部體積。在所揭示實施例中，在第二電漿區域維護程序（清潔及/或乾燥）之後使處理氣體流動至第二電漿區域 433（其中存在電漿）中，以自第二電漿區域 433 之內表面移除殘留氣。作為單獨程序之部分或相同程序之單獨步驟（可能為連續的），在第一電漿區域維護程序（清潔及/或乾燥）之後使處理氣體流動至第一電漿區域 415（其中存在電漿）中，以自第一電漿區域 415 之內表面移除殘留氣。大體而言，兩個區域將同時需要清潔或乾燥，且處理氣體可在基板處理繼續之前連續地處理每一區域。

前述處理氣體製程在不同於沉積步驟之製程步驟中使用處理氣體。亦可在沉積期間使用處理氣體，以自生長膜移除有機物含量。第 5 圖圖示氣體入口總成 503 及第一電漿區域 515 之特寫透視圖。較詳細地圖示氣體入口

物) 填充且可穿過小孔 755 進入第二電漿區域 730 中但不進入第一電漿區域 711 中。可使用中空體積 751 及小孔 755 代替管子，以將含矽前驅物引入至第二電漿區域 730 中。在所揭示的此實施例中，噴頭 715 比通孔之最小直徑 717 之長度更大。為維持自第一電漿區域 711 穿透至第二電漿區域 730 的受激發物種之顯著濃度，可藉由形成部分穿過噴頭 715 的較大孔 719 來限制通孔的最小直徑 717 之長度 718。在所揭示實施例中，通孔的最小直徑 717 之長度可為與通孔之最小直徑 717 的量值相同等級或更小。

在實施例中，通孔之數目可介於約 60 與約 2000 之間。通孔可具有各種形狀但最容易製成圓形。在所揭示實施例中，通孔之最小直徑可介於約 0.5 mm 與約 20 mm 之間或介於約 1 mm 與約 6 mm 之間。亦存在選擇通孔之橫截面形狀的範圍，該橫截面形狀可製成圓錐形、圓柱形或該兩種形狀之組合。在不同實施例中，用以將氣體引入至第二電漿區域 730 中的小孔 755 之數目可介於約 100 與約 5000 之間或介於約 500 與約 2000 之間。小孔之直徑可介於約 0.1 mm 與約 2 mm 之間。

第 7B 圖為根據所揭示實施例，與處理腔室一起使用的噴頭 715 之仰視圖。噴頭 715 對應於第 7A 圖中所示之噴頭。通孔 719 在噴頭 715 之底部上具有較大內徑 (ID) 且在頂部處具有較小 ID。小孔 755 實質上均勻地分佈於噴頭表面上方，甚至均勻地分佈在通孔 719 之