



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201401367 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102109025

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 14 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)*

(30)優先權：2012/03/15 美國 13/421,188

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

(72)發明人：麥可卻斯尼 瓊 MCCHESENEY, JON (US)；帕那格普洛斯 席爾  
PANAGOPOULOS, THEO (GR)；派特森 艾立克斯 PATERSON, ALEX (GB)；布  
雷爾 克雷格 BLAIR, CRAIG (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 33 頁

(54)名稱

於快速氣體切換有用之電漿蝕刻室用腔室填充物套組

CHAMBER FILLER KIT FOR PLASMA ETCH CHAMBER USEFUL FOR FAST GAS SWITCHING

(57)摘要

一種用於感應耦合電漿處理室的腔室填充物套組，在該感應耦合電漿處理室中，半導體基板乃由通過一個面對由懸臂卡盤所支撐之基板的窗之感應耦合射頻(RF,radio frequency)能量進行處理。該套組包括至少一可減少腔室中卡盤下面的下部腔室容積的腔室填充物。套組中的填充物，可被安裝在一腔室容積超過 60 升(liters)的標準腔室，並藉由使用不同大小的腔室填充物，可以減小腔室的容積來提供所需的氣體流導並配合基板處理過程中真空壓力的變化。該套組可包括頂部、中間、以及底部填充物，其中該頂部填充物有一截頭圓錐形內壁，而提供在卡盤周圍之具有所需大小的環形間隙，並且該中間填充物有一水平表面，而提供在卡盤下方之具有所需大小的垂直間隙。該底部填充物有一與位在腔室底部之真空出口有流體連通的中心開口，處理氣體和副產物係通過該真空出口從腔室中排出。該腔室填充物套組可被用來調整一標準腔室以配合不同的處理體系，例如需要寬廣之壓力變化但不改變基板和窗間之間隙的快速交替處理程序。

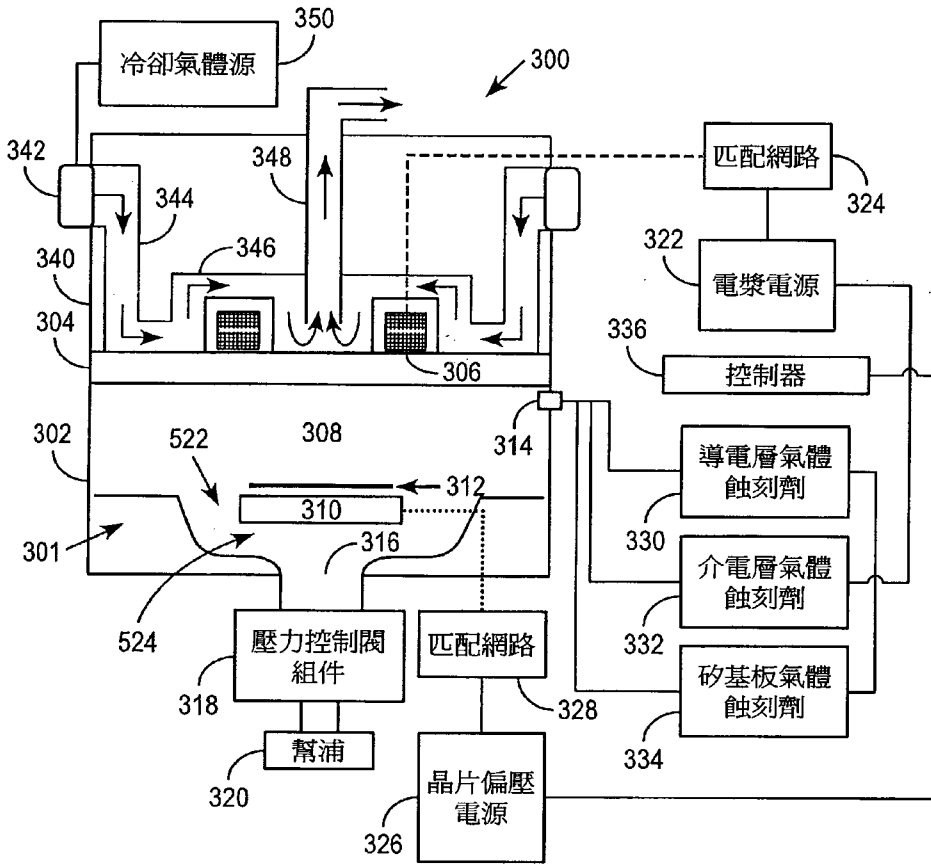


圖 1

- 300：電漿處理系統
- 301：腔室填充物套組/腔室填充物
- 302：電漿腔室
- 304：窗
- 306：天線
- 308：電漿
- 310：懸臂卡盤/卡盤
- 312：基板/晶片
- 314：氣體分配部件
- 316：出口埠
- 318：壓力控制閥組件
- 320：幫浦
- 322：電漿電源
- 324：匹配網路
- 326：晶片偏壓電源
- 328：匹配網路
- 330：導電層氣體蝕刻劑
- 332：介電層氣體蝕刻劑
- 334：矽基板氣體蝕刻劑
- 336：控制器
- 340：冷卻系統
- 342：冷卻氣體入口
- 344：氣體輸送導管
- 346：氣體歧管
- 348：氣體移除導管
- 350：冷卻氣體源
- 522：環形間隙
- 524：垂直間隙



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201401367 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102109025

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 14 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)*

(30)優先權：2012/03/15 美國 13/421,188

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

(72)發明人：麥可卻斯尼 瓊 MCCHESENEY, JON (US)；帕那格普洛斯 席爾  
PANAGOPOULOS, THEO (GR)；派特森 艾立克斯 PATERSON, ALEX (GB)；布  
雷爾 克雷格 BLAIR, CRAIG (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 33 頁

(54)名稱

於快速氣體切換有用之電漿蝕刻室用腔室填充物套組

CHAMBER FILLER KIT FOR PLASMA ETCH CHAMBER USEFUL FOR FAST GAS SWITCHING

(57)摘要

一種用於感應耦合電漿處理室的腔室填充物套組，在該感應耦合電漿處理室中，半導體基板乃由通過一個面對由懸臂卡盤所支撐之基板的窗之感應耦合射頻(RF,radio frequency)能量進行處理。該套組包括至少一可減少腔室中卡盤下面的下部腔室容積的腔室填充物。套組中的填充物，可被安裝在一腔室容積超過 60 升(liters)的標準腔室，並藉由使用不同大小的腔室填充物，可以減小腔室的容積來提供所需的氣體流導並配合基板處理過程中真空壓力的變化。該套組可包括頂部、中間、以及底部填充物，其中該頂部填充物有一截頭圓錐形內壁，而提供在卡盤周圍之具有所需大小的環形間隙，並且該中間填充物有一水平表面，而提供在卡盤下方之具有所需大小的垂直間隙。該底部填充物有一與位在腔室底部之真空出口有流體連通的中心開口，處理氣體和副產物係通過該真空出口從腔室中排出。該腔室填充物套組可被用來調整一標準腔室以配合不同的處理體系，例如需要寬廣之壓力變化但不改變基板和窗間之間隙的快速交替處理程序。

# 發明摘要

※ 申請案號：102109025

※ 申請日：102.3.14

※IPC 分類：H01L 21/3065 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

於快速氣體切換有用之電漿蝕刻室用腔室填充物套組

CHAMBER FILLER KIT FOR PLASMA ETCH CHAMBER USEFUL FOR FAST GAS SWITCHING

## 【中文】

一種用於感應耦合電漿處理室的腔室填充物套組，在該感應耦合電漿處理室中，半導體基板乃由通過一個面對由懸臂卡盤所支撐之基板的窗之感應耦合射頻 (RF, radio frequency) 能量進行處理。該套組包括至少一可減少腔室中卡盤下面的下部腔室容積的腔室填充物。套組中的填充物，可被安裝在一腔室容積超過 60 升 (liters) 的標準腔室，並藉由使用不同大小的腔室填充物，可以減小腔室的容積來提供所需的氣體流導並配合基板處理過程中真空壓力的變化。該套組可包括頂部、中間、以及底部填充物，其中該頂部填充物有一截頭圓錐形內壁，而提供在卡盤周圍之具有所需大小的環形間隙，並且該中間填充物有一水平表面，而提供在卡盤下方之具有所需大小的垂直間隙。該底部填充物有一與位在腔室底部之真空出口有流體連通的中心開口，處理氣體和副產物係通過該真空出口從腔室中排出。該腔室填充物套組可被用來調整一標準腔室以配合不同的處理體系，例如需要寬廣之壓力變化但不改變基板和窗間之間隙的快速交替處理程序。

## 【英文】

A chamber filler kit for an inductively coupled plasma processing chamber in which semiconductor substrates are processed by inductively coupling RF energy through a window facing a substrate supported on a cantilever chuck. The kit includes at least one chamber filler which reduces the lower chamber volume in the chamber below the chuck. The fillers of the kit can be mounted in a standard

chamber having a chamber volume of over 60 liters and by using different sized chamber fillers it is possible to reduce the chamber volume to provide desired gas flow conductance and accommodate changes in vacuum pressure during processing of the substrate. The kit can include top, mid and bottom fillers wherein the top filler has a frustoconical inner wall which provides an annular gap of desired size around the chuck and the mid filler has a horizontal surface which provides a vertical gap of desired size below the chuck. The bottom filler has a central opening in fluid communication with a vacuum outlet in the bottom of the chamber through which process gas and byproducts are removed from the chamber. The chamber filler kit can be used to modify a standard chamber to accommodate different processing regimes such as rapid alternating processes wherein wide pressure changes are needed without varying a gap between the substrate and the window.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（1）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 300 電漿處理系統
- 301 腔室填充物套組/腔室填充物
- 302 電漿腔室
- 304 窗
- 306 天線
- 308 電漿
- 310 懸臂卡盤/卡盤
- 312 基板/晶片
- 314 氣體分配部件
- 316 出口埠
- 318 壓力控制閥組件
- 320 幫浦
- 322 電漿電源
- 324 匹配網路
- 326 晶片偏壓電源
- 328 匹配網路
- 330 導電層氣體蝕刻劑
- 332 介電層氣體蝕刻劑
- 334 矽基板氣體蝕刻劑
- 336 控制器
- 340 冷卻系統
- 342 冷卻氣體入口
- 344 氣體輸送導管
- 346 氣體歧管
- 348 氣體移除導管
- 350 冷卻氣體源
- 522 環形間隙

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

於快速氣體切換有用之電漿蝕刻室用腔室填充物套組

CHAMBER FILLER KIT FOR PLASMA ETCH CHAMBER USEFUL FOR FAST GAS SWITCHING

## 【技術領域】

本發明係關於一種電漿蝕刻室用之腔室填充物套組，以利氣體之快速切換。

## 【先前技術】

【0001】 波希法 (Bosch process) 是一種電漿蝕刻程序，它被廣泛的應用在半導體工業中來製造深的、垂直的 (高深寬比) 特徵 (具有例如幾十到幾百微米 (micrometer) 的深度)，譬如溝槽和穿孔。波希法包括交替的蝕刻步驟和沈積步驟的循環。波希法的細節，可以在美國專利第 5,501,893 號中找到，在此引入作為參考。波希法可以在配置有高密度電漿源以及一射頻 (radio frequency, RF) 偏壓基板電極的電漿處理裝置中進行，該高密度電漿源可以例如是一感應耦合電漿 (inductively coupled plasma, ICP) 源。用於蝕刻矽的波希法中使用的處理氣體在蝕刻步驟中可以是  $\text{SF}_6$ ，在沈積步驟中可以是  $\text{C}_4\text{F}_8$ 。用於蝕刻步驟的處理氣體以及用於沈積步驟的處理氣體在以下分別被稱為「蝕刻氣體」以及「沈積氣體」。在一蝕刻步驟中， $\text{SF}_6$  可促進對矽 (Si) 之自發性、各向同性的蝕刻；在一沈積步驟中， $\text{C}_4\text{F}_8$  可促進一保護性聚合物層沈積於蝕刻之結構的側壁以及底部。該波希法循環地交替蝕刻和沈積步驟，使深層之結構可界定於遮罩式矽基板內。在蝕刻步驟中受到高能量和定向的離子撞擊之後，之前的沈積步驟中覆蓋在蝕刻之結構的底部之任何聚合物薄膜都將被移除，以暴露矽表面來作進一步的蝕刻。在側壁上之聚合物薄膜將留下，因為它沒有受到直接的離子撞擊，因此，側向蝕刻便被抑制了。

【0002】 波希法的一個限制是深層蝕刻特徵部的粗糙側壁。這個限制是由於波希法中之週期性的蝕刻/沈積方法所引起，並且在本領域中被稱為側壁「扇形邊」。對於許多裝置應用來說，是希望能將此側壁粗糙或扇形邊減到最小。扇形邊的程度，通常是以扇形的長度和深度來測量。扇形的長度是側壁粗糙處之波峰到波峰的距離，並且是與在一個單一的蝕刻循環中達到的蝕刻深度直接相關。扇形的深度是側壁粗糙處之波峰到波谷的距離，並且是與一個單一的蝕刻步驟之各向異性的程度相關。扇形邊形成的程度可以藉由縮短每一個蝕刻/沈積步驟的時間來減到最小（亦即，以較高的頻率重複進行較短的蝕刻/沈積步驟）。

【0003】 除了有較平坦特徵之側壁，也希望能達成較高的總體蝕刻速率。該總體蝕刻速率是被定義為在一個處理過程中的總蝕刻深度除以處理的總時間。該總體蝕刻速率可以藉由增加每一處理步驟中的效率來提高（亦即，減少空滯時間）。

【0004】 在一習知的電漿處理裝置中，基板是由處理腔室中的一基板支架所支撐，並且該基板可以是一具有例如 4"、6"、8"、12"等之直徑的半導體晶片。該基板支架可包含例如一射頻（RF）供電電極，該電極可以是從腔室一下側端壁來支撐，或者以懸臂式方式支撐，例如從該腔室的一側壁延伸出來。該基板可藉由機械式或靜電式的方式夾到電極上。該基板在處理腔室中的處理乃係藉由激發處理腔室中之處理氣體而使其成為高密度電漿而進行。一能量源在腔室中維持高密度（例如， $10^{11}$ - $10^{12}$  ions/cm<sup>3</sup>）電漿，例如，一像是平面多圈螺旋線圈或具有另一種形狀的天線，由合適的 RF 源供電並且由合適的 RF 阻抗匹配電路以感應方式連接射頻能量到腔室以產生高密度電漿。施加於天線的射頻功率可以根據腔室中使用的不同之處理氣體（例如，含有 SF<sub>6</sub> 的蝕刻氣體和含有 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 的沈積氣體）而改變。該腔室可包括一個合適的真空抽氣裝置來維持腔室內部在所需的壓力（例如，在 5 Torr 以下，最好是在 1 到 100 mTorr）。例如均勻厚度的平面介電窗或非平面的介電窗（圖中未示出）的介電窗乃被配置在天線和處理腔室內部之間，並在處理腔室的頂部形成一真空壁。一氣體傳輸系統可用來供應處理氣體到腔室中。這樣的電漿處理裝置的詳細資料是被公開在共同擁有的美國專利公開號第 2001/0010257 號、2003/0070620 號，美國專利第 6,013,155 號，或

美國專利第 6,270,862 號，上述每一件文獻的全部內容都以引用的方式併入本文。

**【0005】** 設計來用於快速氣體切換的氣體傳輸系統是被公開在共同擁有的美國專利第 7,459,100 號和第 7,708,859 號、以及美國專利公開號第 2007/0158025 和第 2007/0066038 號中，其公開的內容在此引入作為參考。

**【0006】** 該基板最好是包括一矽材料，例如矽晶片及/或多晶矽。例如孔、穿孔及/或凹槽等不同的特徵，可被蝕刻於矽材料中。具有用來蝕刻所需特徵之開放圖案的一圖案化遮罩層（例如光阻劑、氧化矽、及/或矽氮化物）是被設置在基板上的。

**【0007】** 美國專利公開號第 2009/0242512 號公開了一個多步驟的波希類型處理的例子，其中在鈍化膜沈積過程中，腔室壓力是 35 mTorr 歷時 5 秒、在一低壓蝕刻步驟中則是 20 mTorr 歷時 1.5 秒、以及在一高壓蝕刻步驟中（見表 4.2.1），則是 325 mTorr 歷時 7.5 秒，或在沈積過程中是 35 mTorr 歷時 5 秒、在低壓蝕刻過程中是 20 mTorr 歷時 1.5 秒、在高壓蝕刻過程中 325 mTorr 歷時 7.5 秒以及在低壓蝕刻過程中（見表 4.2.2）15 mTorr 歷時 1 秒。共同轉讓的美國專利公開號第 2011/0244686 號中公開了一種使用 2300 Syndion™ 電漿處理系統來蝕刻矽穿孔（TSV）和矽深溝槽的程序，以執行氣體調製週期性蝕刻步驟。

**【0008】** 在其它處理中，例如原子層沈積、電漿輔助化學氣相沈積法（CVD, chemical vapor deposition）、在遮罩材料中之電漿蝕刻開口以及移除遮罩材料的多步驟程序、多步驟的電漿蝕刻程序，其中蝕刻氣體的濃度為週期性地變化或者不同的材料層是被依序蝕刻，其腔室壓力的變化是必需的。為了減少整體處理時間，吾人希望能減少這種週期性程序中高壓及低壓相位之間的轉換期。例如，美國專利公開號第 2009/0325386 號揭露了一種在低流量真空室中可以在幾十毫秒（milliseconds）內達成快速壓力調整的電導限流元件。該'386 公報指出，在處理過程中，一個單一的化學成份可以在數個壓力週期中被流入處理區域，或者不同的化學成份可以在數個壓力週期中被引入，其中在高或低壓的時間是在介於 0.1 到 2 秒的範圍。

**【0009】** 使用感應耦合電漿室於快速交替處理程序的一個限制是腔室的容積大，並且由於腔室容積大導致腔室壓力變化不能迅速地達到。進一步

來說，希望能針對特定的處理體系定製一個腔室，其中腔室容積和電導可以改變，以達到所需的腔室壓力和氣體交換率。

### 【發明內容】

【0010】 本文所描述的是一種腔室填充物套組，它包括可更換式地配置在一感應耦合電漿腔室中之至少一腔室填充物，該感應耦合電漿腔室具有一位在底壁的真空出口以及一個被支持在腔室側壁上的懸臂卡盤。該至少一腔室填充物是被配置來提供一預定之下部腔室容積和電導率，以使一特定的程序可以在電漿腔室中進行。該至少一腔室填充物最好是包括一個與懸臂卡盤的一水平臂嵌合之水平延伸的側部開口、以及一個與卡盤的外部表面由一間隙所分開之內部截頭圓錐形表面。

【0011】 在一個較佳的實施例中，該腔室填充物套組包括一頂部填充物、一中間填充物、以及一底部填充物。該頂部填充物具有一個設計來抵靠著腔室側壁之外壁、一截頭圓錐形的內壁、從內壁沿伸至外壁的側部開口、一水平延伸的上端、以及一水平延伸的下端。該中間填充物具有一個設計來抵靠著腔室側壁之外壁、一包含一個延伸於一上側凹入部及一下側凸出部之間的水平延伸環形部的內壁，一水平延伸的上端和一水平延伸的下端，該中間填充物的上端具有與頂部填充物的下端相同的橫截面，使得中間填充物的內部表面與頂部填充物的內部表面相互配合，並且中間填充物的外壁與頂部填充物的外壁相互配合。該底部填充物具有一個設計來抵靠著腔室底壁之外壁、一圓柱形內壁、一水平延伸的上端和一水平延伸的下端，該底部填充物的上端具有與中間填充物的下端相同的橫截面，使得底部填充物的內壁與中間填充物的內壁相互配合，並且底部填充物的外壁與中間填充物的外壁相互配合。

【0012】 在包含該腔室填充物套組之腔室中處理基板之一較佳的方法中，其步驟包括：以卡盤支撐一半導體基板；供應處理氣體到腔室內部中；以及將該處理氣體激發至電漿狀態；並且以該電漿處理半導體基板。該電漿處理可包含電漿蝕刻，其中該電漿處理包含快速交替的循環，該循環包括：將蝕刻氣體導入腔室中；激發該蝕刻氣體並使其進入電漿狀態；以及

將特徵蝕刻到該半導體基板中；接著將沈積氣體導入腔室中；激發該沈積氣體並使其進入電漿狀態；以及將鈍化材料沈積於該蝕刻的特徵上。

### 【圖式說明】

【0013】 圖 1 顯示一個如本文所述之具有一種用來減少下部腔室容積的腔室填充物套組之電漿處理腔室的例子。

【0014】 圖 2 顯示在快速交替處理程序中腔室容積對氣體壓力的影響之曲線圖。

【0015】 圖 3 顯示包含在腔室外組裝之一頂部填充物、一中間填充物、以及一底部填充物的腔室填充物套組。

【0016】 圖 4 顯示一包含圖 3 所示之腔室填充物的電漿腔室的橫剖面圖。

【0017】 圖 5A 是圖 3 所示之頂部填充物的立體俯視圖以及圖 5B 是頂部填充物的立體仰視圖。

【0018】 圖 6A 是圖 3 所示之中間填充物的立體俯視圖以及圖 6B 是中間填充物的立體仰視圖。

【0019】 圖 7A 是圖 3 所示之底部填充物的立體俯視圖以及圖 7B 是底部填充物的立體仰視圖。

### 【實施方式】

【0020】 本發明將參照附圖中所示的幾個較佳的實施例在此詳細描述。在以下的描述中，許多具體細節被列出以便提供對本發明的透徹瞭解。然而，本領域的技術人員將會清楚，本發明可以在沒有一些或所有這些具體細節的情況下被實施。在其它情況下，為了避免不必要地混淆本發明，習知的程序步驟及/或結構沒有被詳細描述。在本文中所使用的術語「大約」應被解釋為包括所引述之數值的 10% 以上或以下的數值。

【0021】 本文所描述的是一個感應耦合電漿處理腔室，在該處理腔室中，快速的壓力變化可以在快速交替處理程序中被達成。例如，半導體基板之深層特徵可藉由快速交替的蝕刻和鈍化（一保護層材料的沈積）階段在不同的腔室壓力下被處理。該電漿處理腔室包括腔室填充物，該填充物可減少位於支撐基板之卡盤下方的腔室之腔室容積，而將電漿處理室中改

變壓力所需的時間減到最小。波希法的一個限制是深層蝕刻特徵部的粗糙側壁。這個限制是由於波希法中的週期性的蝕刻/沈積方式引起，並且在本領域中被稱為側壁「扇形邊」。對於許多裝置應用來說，均是希望能將此側壁粗糙或扇形邊減到最小。扇形邊的程度，通常是以扇形的長度和深度來測量。扇形的長度是側壁粗糙處之波峰到波峰的距離，並且是與在一個單一的蝕刻循環中達到的蝕刻深度直接相關。扇形的深度是側壁粗糙處之波峰到波谷的距離，並且是與一個單一的蝕刻步驟之各向異性的程度相關。扇形邊形成的程度可以藉由縮短每一個蝕刻/沈積步驟的時間來減到最小（亦即，以較高的頻率重複進行較短的蝕刻/沈積步驟）。

**【0022】** 圖 1 顯示一電漿處理系統 300 的示意圖，該系統包括具有用來減少腔室容積之腔室填充物 301 的電漿腔室 302。一電漿電源 322，由匹配網路 324 調諧並提供電力給位於窗 304 附近的天線 306，並在窗 304 和由懸臂卡盤 310 所支撐的基板 312 之間間隙中來產生電漿 308。天線 306 可被配置來在腔室 302 內產生一均勻的擴散輪廓；例如，天線 306 可以被配置來在電漿 308 中產生一環形配電。在天線 306 和電漿腔室 302 內部之間有一窗 304，該窗是由介電材料製成，可允許射頻（RF）能量從天線 306 通入電漿腔室 302。由匹配網路 328 調諧之晶片偏壓電源 326 提供電力給在懸臂卡盤 310 中的一電極，來設定晶片 312 中的偏壓，晶片 312 是由卡盤 310 所支撐。電漿電源 322 和晶片偏壓電源 326 的設定點是藉由控制器 336 來設定。該腔室 302 包括一連接到幫浦 320、以及壓力控制閥組件 318 的出口埠 316，壓力控制閥組件 318 控制腔室 302 的內部壓力。

**【0023】** 處理氣體藉由氣體分配部件 314 被導入腔室，氣體分配部件 314 可以是一氣體環、位於腔室側壁或頂壁的一個或多個氣體注射器、位於窗 304 下方的噴淋頭、或其它合適的氣體分配裝置。該氣體分配部件從氣體來源接收氣體，氣體來源可以像是導電層氣體蝕刻劑 330、介電層氣體蝕刻劑 332、矽基板氣體蝕刻劑 334、沈積氣體（圖中未示出）或其它氣體來源，取決於在腔室 302 中將進行的處理程序。該天線 306 是包含在一冷卻系統 340 之中，冷卻系統 340 包括從冷卻氣體源 350 接收冷卻氣體的冷卻氣體入口 342、氣體輸送導管 344、環繞天線 306 的氣體歧管 346、以及氣體移除導管 348。

**【0024】** 圖 2 顯示腔室壓力相對於腔室容積的曲線圖。如圖 2 所示，大容積的腔室無法達到很大的腔室壓力變化。例如，對於一個 100 升 (liter) 的腔室，可以達到的最大壓力為 200 mTorr 以下，並且最小壓力是接近 100 mTorr。相對來說，一個腔室容積為 40 升的腔室可達到超過 300 mTorr 的最大壓力，以及 50 mTorr 以下的最小壓力。如本文所述，一包含至少一腔室填充物的腔室填充物套組 301 可被用來減少在懸臂卡盤下面的下部腔室容積。該至少一腔室填充物最好是包括與一感應耦合電漿腔室的內部表面相配合之一頂部腔室填充物、一中間腔室填充物、以及一底部腔室填充物。該頂部腔室填充物包括與懸臂卡盤 310 之水平臂相嵌合之一水平延伸的側部開口。頂部腔室填充物的內壁是傾斜的（截頭圓錐形），以提供頂部腔室填充物的內壁和卡盤主體的外部表面之間間隙。該間隙最好是介於 1 到 2 英吋 (inches) 之間，最佳是大約 1.5 英吋。然而，不同組的腔室填充物可以被配置在一腔室容積超過 60 升之感應耦合電漿腔室中（例如，不包含腔室填充物時容積為 90 到 100 升的腔室）而提供不同的下部腔室容積。舉例來說，腔室填充物可以成套提供來降低下部腔室容積，使得總腔室容積可以被設定在 20 到 60 升之範圍內的任何所需的腔室容積。有了該腔室填充物，一個標準的腔室可以藉由移除一組腔室填充物並插入一組不同的腔室填充物而很快地被調整，俾使腔室容積適於在腔室中進行之特定的處理程序。

**【0025】** 圖 3 是三個腔室填充物互相啮合的立體側視圖，其中底部填充物 600 支撐中間填充物 400，並且中間填充物 400 支撐頂部填充物 500。圖 4 顯示腔室填充物可拆卸式地安裝在一個腔室 302 中。頂部填充物 500、中間填充物 400、以及底部填充物 600 的透視圖分別顯示於圖 5A-B、6A-B、以及 7A-B 中。

**【0026】** 該頂部填充物 500 具有一有均勻直徑的圓柱形外壁 502 以及一頂部較窄和底部較寬的截頭圓錐形的內壁 504。一長方形的側部開口 506 從外壁 502 延伸到內壁 504，該側部開口的大小可以容納懸臂卡盤的水平支撐臂。該內壁 504 從一水平平面之上端 508 延伸到一水平平面之下端 510。當用在一個腔室中來處理 300 毫米 (mm) 晶片時，頂部填充物 500 具有大約 5 英吋的高度，位在內壁 504 之頂部的開口 512 具有約 17.5 英吋的直徑，位

在內壁底部的開口 514 具有約 15 英吋的直徑，外壁 502 是圓柱形的並具有大約 21 英吋的直徑，上端 508 具有一個大約 1.7 英吋的寬度，下端 510 具有一個大約 3 英吋的寬度，並且側部開口 506 是高度約為 4.4 英吋、寬度約為 5.5 英吋的長方形。

【0027】 頂部填充物 500 的上端 508 最好是一連續的環形表面，側部開口 506 由一個水平平面的表面 516 和一對垂直延伸的表面 518 所界定，該對垂直延伸的表面 518 在頂部填充物 500 的下端 510 形成一間隙 520。頂部填充物 500 的截頭圓錐形內壁 504 被配置來在截頭圓錐形內壁 504 和懸臂卡盤的外緣之間提供至少 1 英吋之環形間隙 522。頂部填充物 500 的截頭圓錐形內壁 504 最好相對於上端 508 是傾斜大約是 70 到 80 度的角度。為了便於在腔室中插入和移除頂部填充物 500，四個用來固定起重工具的螺紋孔 519 被設置在上端 508 之中，並且為了能與中間填充物對準，兩個用於容納定位銷的定位孔 521 被設置在下端 510 之中。

【0028】 中間填充物 400 包括具有均勻直徑的圓柱形外壁 402、一水平平面的上端 404、一水平平面的下端 406、以及一內壁 408，內壁 408 包括一上端凹入部 410、一從凹入部 410 的下端向內延伸的水平部 412、一從水平部 412 的內端向下延伸的凸出部 414、以及一從凸出部 414 的下端向下延伸並具有均勻直徑的圓柱形部份 416。當用在一個腔室中來處理 300 毫米晶片時，該中間填充物 400 具有大約 3 英吋的高度，外壁 402 具有大約 21 英吋之均勻的直徑，由圓柱形部份 416 所形成的開口 422 具有大約 8 英吋的直徑，上端 404 具有大約 15 英吋的內徑，下端 406 具有大約 8 英吋的內徑，凹入部 410 具有大約 1.5 英吋的半徑，凸出部 414 具有大約 0.75 英寸的半徑。

【0029】 為了提供適當之腔室填充物的垂直對正，中間填充物 400 最好具有在上端 404 上之一上環形套筒 418 以及在下端 406 上之環形套筒 420。上環形套筒 418 和下環形套筒 420 被加工成與彼此是高度平行的，並具有大約 1 英吋的寬度，以及大約 0.05 英吋的高度。上環形套筒 418 被調整來接觸並支撐頂部填充物 500，並且下環形套筒 420 被調整來接觸並支撐在底部填充物 600 上。為了便於在腔室中插入和移除中間填充物 400，四個用來固定起重工具的螺紋孔 419 被設置在上端 404 之中，並且為了能與頂部以及底

部填充物對準，兩個用於容納定位銷的定位孔 421 被設置在下端 406 之中，並且兩個定位孔 421 被設置在上端 404 之中。

**【0030】** 該下部腔室填充物 600 包括一水平平面的上端 602、一水平平面的下端 604、一包含一個從上端 602 向下延伸之凸出部 608 的外壁 606、一從凸出部 608 下端向下延伸的截頭圓錐形部分 610、以及一從截頭圓錐形部分 610 的下端向下延伸之均勻直徑的圓柱形部分 612、和一除了在它的底部向外擴口處之外有均勻直徑的圓柱形內壁 614。爲了便於在腔室中插入和移除底部填充物 600，四個用來固定起重工具的螺紋孔 619 被設置在上端 602 之中，並且爲了能與中間填充物對準，兩個用於容納定位銷的定位孔 621 被設置在上端 602 之中。

**【0031】** 當用在一腔室中來處理 300 毫米晶片時，該底部填充物 600 最好具有大約 4 英吋的高度，上端 602 的外部直徑大約是 21 英吋，圓柱形部份 612 具有大約 10 英吋的均勻直徑，圓柱形部份 612 的高度大約是 0.5 英吋，內壁 614 具有大約 8 英吋的均勻直徑，除了在它的底部向外擴口處有大約 1 英吋的半徑，凸出部 608 具有大約 3 英吋的半徑，並且截頭圓錐形部分 610 相對於上端 602 是傾斜在大約 20 到 30 度的角度。

**【0032】** 當頂部填充物 500、中間填充物 400 以及底部填充物 600 的組件用在一腔室中來處理 300 毫米晶片時，上端 508 和下端 604 之間的垂直距離是大約 12 英寸。頂部填充物 500 的內壁 504 最好是與支撐一晶片之基板支架的外部表面傾斜相同的角度，來提供內壁 504 及卡盤的外部表面之間大約 1.4 至 1.5 英吋的環形間隙 522（除了在懸臂卡盤的水平支撐臂所在的位置之外）。中間填充物 400 的水平部 412 最好是與卡盤的底部表面之間有一至少與環形間隙 522 相同大小的垂直間隙 524。藉由選擇不同組的腔室填充物，頂部填充物、中間填充物和底部填充物的內部表面便可界定出一特別預設的下部腔室容積，俾便在腔室中進行的一個特定處理。

**【0033】** 在晶片的處理過程中，可能需要改變腔室容積以允許快速氣體切換及/或改變氣流傳導性。有了腔室填充物 500、400、600，使得藉由插入不同內部尺寸的腔室填充物來修改一標準電漿腔室的內部容積成爲可能。藉著使用具有不同的內部尺寸和與外部表面 502、402、606、610、612 相同的外部尺寸之腔室填充物，一標準大小的腔室可以藉由插入較大或較小的

腔室填充物而調整，以增加或減少腔室容積。要增加腔室的容積，內壁 504、408 及/或 614 的尺寸可被修改來加大內壁 504 和卡盤之間的環形間隙 522 以及加大水平部 412 和卡盤底部之間的垂直間隙 524。要降低腔室的容積，內壁 504、408 及/或 614 的尺寸可被修改以減少內壁 504 和卡盤之間的環形間隙 522 以及減少水平部 412 和基板支架底部之間的垂直間隙 524。因此，如果需要快速氣體切換，可以在不改變窗和晶片間之最佳間隙的情況下，將腔室的容積減至最小。

**【0034】** 腔室填充物可以用任何合適的腔室材料製造。例如，填充物可以由像是鋁或陽極化鋁(anodized aluminum)的金屬、像是氧化鋁的陶瓷、像是 LEXAN(一種聚碳酸酯，位於 Pittsfield, Massachusetts 的 GE Plastics 製造)、TEFLON(聚四氟乙烯，位於 Wilmington, Delaware 的 DuPont 製造)、VESPEL(聚酰亞胺，Wilmington, Delaware 的 DuPont 製造)的聚合物、或其它類似材料來製造。如果需要的話，腔室填充物可以用像是電漿噴塗氧化鈮或氧化鋁的材料作表面塗層。另外，陽極化及/或塗層的表面可以用合適的密封劑密封。

**【0035】** 許多用於在矽之中的高縱橫比特徵的快速交替處理在鈍化和蝕刻階段之間需要相當大的壓力變化。大多數的快速交替處理需要在小於 300 毫秒 (millisecond) 的時間內有介於 50 和 250 之間的節流閥動作數，而目前的真空系統不能涵蓋這個要求的範圍。舉例來說，它可能是需要將一節流閥在 300 毫秒內從 255 計數的最大值移動到 90 計數的最低位置。但是，單擺節流閥只可將閥門在 340 毫秒內從最大 235 計數移動到最小 90 計數的位置 (425 計數/秒)。

**【0036】** 在一種在感應耦合電漿處理室中處理半導體的方法中，半導體基板可以被放置在卡盤上，該處理可包括在導入第一處理氣體到腔室並激發第一氣體並使其成為第一電漿時，調節腔室壓力到較高的壓力。腔室的壓力可以在導入第二氣體到腔室並激發第二氣體至使其成為第二電漿時，而被調節到一個較低的壓力。在沒有腔室填充物時，該腔室容積超過 60 升，例如，80 至 100 升，但有腔室填充物時腔室容積可以被減少到 60 升以下。

**【0037】** 該電漿處理裝置可用來以至少 10 $\mu$ m/min 的速度，在一基板支架所支撐之半導體基板上蝕刻矽，並且該電漿處理裝置可以在處理腔室中之

電漿限制區（腔室間隙）內，在約 500 毫秒內交替提供蝕刻氣體和沈積氣體。在一個實施例中，該蝕刻氣體是例如 SF<sub>6</sub> 之含氟氣體，該沈積氣體是例如 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 之含氟碳氣體。

**【0038】** 在操作過程中，該氣體供給系統最好是在供給沈積氣體到腔室時不將蝕刻氣體轉向到真空管線，並且在供給蝕刻氣體到腔室時不將沈積氣體轉向到真空管線。上述之使用電漿處理裝置的基板處理最好是包括：

(a) 將該基板支撐在該腔室中，(b) 供給該蝕刻氣體到該腔室中，(c) 激發該腔室中的該蝕刻氣體並使其成為第一電漿，並以該第一電漿處理該基板，(d) 供給該沈積氣體到該腔室中，(e) 激發該腔室中的該沈積氣體，使其成為第二電漿，並以該第二電漿處理基板，(f) 以不大於 1.8 秒的總週期時間重複步驟 (b) - (e)。該蝕刻氣體最好能在步驟 (b) 中在約 500 毫秒的時間內取代至少 90% 的沈積氣體，並且該沈積氣體最好能在在步驟 (d) 中在約 500 毫秒的時間內取代至少 90% 的蝕刻氣體。在該處理中，腔室中的壓力在步驟 (b) - (e) 中從第一壓力設定值改變到第二壓力設定值。在一個供給蝕刻氣體和沈積氣體的循環中，供給蝕刻氣體的總時間可以是等於或少於 1.5 秒，並且供給沈積氣體的總時間可以是等於或少於 1 秒。例如，當使用 SF<sub>6</sub> 作為蝕刻氣體以及 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 作為沈積氣體時，步驟 (c) 中的壓力可以保持在 150 mTorr 以上，並且步驟 (e) 中的壓力可以保持在 140 mTorr 以下。

**【0039】** 藉由在步驟 (c) 中維持一個較高的腔室壓力以及在步驟 (e) 中維持一個較低的腔室壓力而可迅速地調整腔室壓力。因此，它能夠在供給蝕刻氣體的過程中保持腔室中的壓力大於 70 mTorr（例如 80 mTorr）或大於 150 mTorr（例如 180 mTorr），並且在供給沈積氣體的過程中保持腔室中的壓力小於 140 mTorr（例如 120 mTorr）或小於 60 mTorr（例如 50 mTorr）。在一個較佳的處理中，該蝕刻氣體是以至少 500 sccm 的流速被供給到腔室中，並且該沈積氣體是以小於 500 sccm 的流速被供給到腔室中。供給蝕刻氣體和沈積氣體的交替步驟可以進行至少 100 個循環。

**【0040】** 在蝕刻氣體的供給過程中，基板可接受高縱橫比開口的電漿蝕刻，在蝕刻步驟的聚合物清除階段，腔室內的壓力是維持在小於 150 mTorr，歷時 200 毫秒，在電漿蝕刻步驟的其餘部分，壓力是維持在大於 150 mTorr。<sup>5</sup>

在沈積氣體的供給過程中，第二電漿可以沈積一聚合物塗層於開口的側壁，在整個沈積步驟中，腔室內的壓力是維持在小於 150 mTorr 的。該蝕刻氣體可以是 SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>、XeF<sub>2</sub>、NF<sub>3</sub>、像是 CCl<sub>4</sub> 的含氯氣體等其中的一個或數個，並且沈積氣體可以是含碳氟化合物氣體，像是 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>、CH<sub>3</sub>F 等其中的一個或數個。該蝕刻氣體可以經由任何合適的氣體輸送系統供給，包括速動閥，其中快速作用的電磁閥在接收到從控制器發送的信號後在 10 毫秒內傳送氣動空氣到一個快速開關閥，並且打開或關閉快速開關閥的總時間可以是 30 毫秒或更少。

【0041】 示例性實施例及最佳模式已經在此公開，所公開的實施例可以在以下申請專利範圍所定義之本發明的主題和精神之範圍內被修改和變化。

#### 【符號說明】

- 300 電漿處理系統
- 301 腔室填充物套組/腔室填充物
- 302 電漿腔室
- 304 窗
- 306 天線
- 308 電漿
- 310 懸臂卡盤/卡盤
- 312 基板/晶片
- 314 氣體分配部件
- 316 出口埠
- 318 壓力控制閥組件
- 320 幫浦
- 322 電漿電源
- 324 匹配網路
- 326 晶片偏壓電源
- 328 匹配網路
- 330 導電層氣體蝕刻劑

- 332 介電層氣體蝕刻劑
- 334 矽基板氣體蝕刻劑
- 336 控制器
- 340 冷卻系統
- 342 冷卻氣體入口
- 344 氣體輸送導管
- 346 氣體歧管
- 348 氣體移除導管
- 350 冷卻氣體源
- 400 中間填充物
- 402 圓柱形外壁
- 404 上端
- 406 下端
- 408 內壁
- 410 凹入部
- 412 水平部/水平延伸表面/水平表面
- 414 凸出部
- 416 圓柱形部份
- 418 上環形套筒
- 419 螺紋孔
- 420 下環形套筒
- 421 定位孔
- 500 頂部填充物
- 502 外壁/外部表面
- 504 截頭圓錐形內壁/內壁
- 506 側部開口
- 508 上端
- 510 下端
- 516 水平平面的表面
- 518 垂直延伸的表面

- 519 螺紋孔
- 520 間隙
- 521 定位孔
- 522 環形間隙
- 524 垂直間隙
- 600 底部腔室填充物/底部填充物
- 602 上端
- 604 下端
- 606 外壁/外部表面
- 608 凸出部
- 610 截頭圓錐形部分/外部表面
- 619 螺紋孔
- 612 圓柱形部份/外部表面
- 614 內壁
- 621 定位孔

## 申請專利範圍

1. 一種腔室填充物套組，包含配置成可更換式地安裝在一感應耦合電漿腔室中的至少一腔室填充物，該感應耦合電漿腔室具有一位於底壁的真空中口和一支撐在腔室側壁上的懸臂卡盤，該至少一腔室填充物的配置係用以提供一預定的下部腔室容積和電導，使得要在該電漿腔室中執行之特定程序可以進行，該至少一腔室填充物包括一與該懸臂卡盤的水平臂嵌合之水平延伸的側部開口、以及一與該卡盤的外部表面由一間隙分開的內部截頭圓錐形表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項的腔室填充物套組，包含：

一頂部填充物，具有一配置來與該腔室的該側壁嵌合的外壁、一截頭圓錐形內壁、從該內壁延伸到該外壁的側部開口、一水平平面的上端、以及一水平平面的下端；

一中間填充物，具有一配置來與該腔室的該側壁嵌合的外壁、一包含從一上側凹入部延伸至一下側凸出部之間的水平平面環形部的內壁、一水平平面的上端以及一水平平面的下端，該中間填充物的該上端與該頂部填充物的該下端有相同的橫截面，使得該中間填充物的內部表面與該頂部填充物的內部表面相配合，並且該中間填充物的該外壁與該頂部填充物的該外壁相配合；

一底部填充物，具有一配置來與該腔室的底壁嵌合的外壁、一圓柱形內壁、一水平平面的上端以及一水平平面的下端，該底部填充物的該上端與該中間填充物的該下端有相同的橫截面，使得該底部填充物的該內壁與該中間填充物的該內壁相配合，並且該底部填充物的該外壁與該中間填充物的該外壁相配合。

3. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該頂部填充物的該上端是一連續的環形表面，該側部開口是由一水平平面的表面和一對垂直延伸的表面所定義，該對垂直延伸的表面於該頂部填充物之該下端形成一間隙，並且該頂部填充物的該截頭圓錐形內壁的配置係用以在介於該截頭圓錐形內壁和該懸臂卡盤的一外緣之間提供一至少 1 英寸的開放空間。

4. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該頂部填充物的該截頭圓錐形內壁相對於該上端是傾斜在一大約 70 到 80°的角度。
5. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該頂部填充物之該上端的寬度大約是 1.7 英吋，該頂部填充物的該外壁是圓柱形並具有一大約 21 英吋的均勻直徑以及大約 5 英吋的高度，該頂部填充物之該下端的寬度大約是 3 英吋，該側部開口是高度大約為 4.4 英吋以及寬度大約為 5.5 英吋的矩形。
6. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該中間填充物具有一位於該上端的上部環形套筒和位於該下端的下部環形套筒，該上部環形套筒和該下部環形套筒是互相平行地，並具有約 1 英吋的寬度和約 0.05 英吋的高度，該上部環形套筒被調整來接觸和支撐該頂部填充物，並且該下部環形套筒被調整來接觸和被支撐在該底部填充物上。
7. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該中間填充物具有大約 3 英吋的高度，該中間填充物之該上端的內部直徑大約是 15 英吋，該中間填充物的該下端的內部直徑大約是 8 英吋，該中間填充物的該外壁具有大約 21 英吋的均勻直徑，該凹入部的半徑大約是 1.5 英吋，該凸出部具有大約 0.75 英吋的半徑。
8. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該底部填充物具有大約 4 英吋的高度，該底部填充物的該上端具有大約 21 英吋的外部直徑以及大約 8 英吋的內部直徑，該底部填充物的該內壁除了在下端向外擴口處具有大約 1 英吋的半徑之外具有大約 8 英吋的均勻直徑，該底部填充物的該外壁具有藉由一截頭圓錐形部分連接到一下側圓柱形部分的一上側凸出部，其中該凸出部的半徑大約是 3 英吋，該截頭圓錐形部分相對於該底部填充物的該水平上端是傾斜大約 20 至 30°的角度，並且該下側圓柱形部分具有一大約 10 英吋的外部直徑。

9. 如申請專利範圍第 1 項的腔室填充物套組，其中該至少一腔室填充物包括數個腔室填充物，該等腔室填充物的配置係用以被放入一具有約 90 到 100 升的腔室容積之電漿腔室中，而將該腔室容積減少至大約 20 到大約 60 升。
10. 如申請專利範圍第 2 項的腔室填充物套組，其中該頂部填充物、該中間填充物和該底部填充物之該上端中具有安裝孔，該安裝孔係適用於與起重工具配合，該起重工具乃用於從該電漿腔室插入和移除該等腔室填充物。
11. 一種感應耦合電漿腔室，包括一具有從該腔室的一側壁向內延伸之懸臂卡盤的腔室、一形成該腔室之頂壁的介電窗、一將射頻能量通過該窗而感應耦合到該腔室中的射頻（RF）能量源、一供給處理氣體到該腔室中的處理氣體源、一在該腔室之底壁的真空中出口、以及安裝在該腔室中之如申請專利範圍第 1 項的腔室填充物套組，俾使該懸臂卡盤的一支撐臂延伸穿過該至少一腔室填充物的該側部開口。
12. 如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室，其中該至少一腔室填充物包含一頂部填充物、一中間填充物以及一底部填充物，該側部開口延伸於該頂部填充物的外壁和內壁之間，該頂部填充物之該內壁是傾斜的並使得該內壁的一上端是比該內壁的一下端寬，該頂部填充物的一上端位在該卡盤的一上部表面的下方，該中間填充物支撐該頂部填充物並且該底部填充物支撐該中間填充物，以便提供與該頂部填充物的該內壁間的一環形間隙以及與該中間填充物的水平表面間的一垂直間隙，並且該底部填充物在一下端具有一開口而與一真空出口之間相通。
13. 一種在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其步驟包括：
- 在該卡盤上支撐一半導體基板；
  - 供給處理氣體到該腔室的內部；
  - 激發該處理氣體至一電漿狀態並且以該電漿處理該半導體基板。

14. 如申請專利範圍第 13 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中該電漿處理包括電漿蝕刻。

15. 如申請專利範圍第 13 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中該電漿處理包括下列程序的快速交替循環：供給蝕刻氣體到該腔室中、激發該蝕刻氣體至其成為電漿狀態、以及將特徵部蝕刻到該半導體基板中、接著供給沈積氣體到該腔室中、激發該沈積氣體至其成為電漿狀態以及將鈍化材料沈積到該蝕刻之特徵部上。

16. 如申請專利範圍第 13 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中該電漿處理的步驟包括：(a) 在供給該處理氣體到該腔室中時，將腔室壓力從一較低的壓力調到一較高的壓力以及 (b) 在供給該相同或不同之處理氣體到該腔室中時，將腔室壓力從一較高的壓力調到一較低的壓力。

17. 如申請專利範圍第 16 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中該處理步驟包括在供給一蝕刻氣體到該腔室中時，使用交替的蝕刻步驟在矽上電漿蝕刻開口，以及在供給一沈積氣體到該腔室中時進行沈積，該蝕刻氣體包括一含氟氣體，在小於 1.3 秒的時間內供給，並在保持一第一壓力高於 150 mTorr 的同時激發該蝕刻氣體而使其成為電漿狀態，並且該沈積氣體包括一含氟碳氣體，在小於 0.7 秒的時間內供給，並在保持一第二壓力低於 130 mTorr 的同時激發該沈積氣體而使其成為電漿狀態。

18. 如申請專利範圍第 17 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其步驟更包括一在該蝕刻步驟之前的聚合物清理步驟，該聚合物清理步驟的實現是藉由供給一聚合物清理氣體至少歷時 200 毫秒，並且在保持該腔室壓力低於 150 mTorr 的同時激發該聚合物清理氣體而使其成為電漿狀態。

19. 如申請專利範圍第 16 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中快速交替進行步驟 (a) 及 (b) 至少 100 個循環。
  
20. 如申請專利範圍第 19 項的在如申請專利範圍第 11 項的感應耦合電漿腔室中處理半導體基板的方法，其中腔室壓力在步驟 (a) 及 (b) 之間在 300 毫秒內改變。

圖式

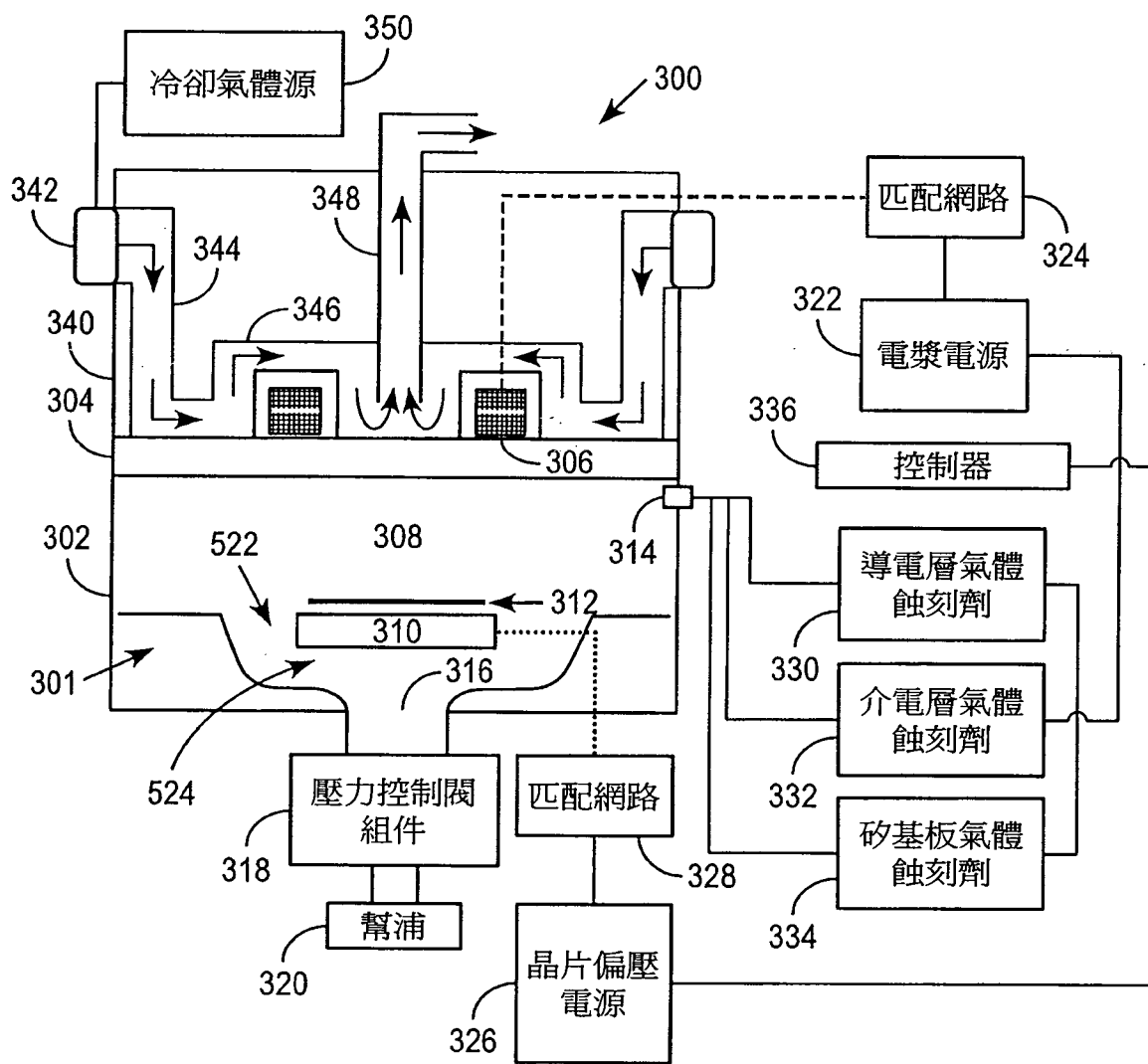


圖 1

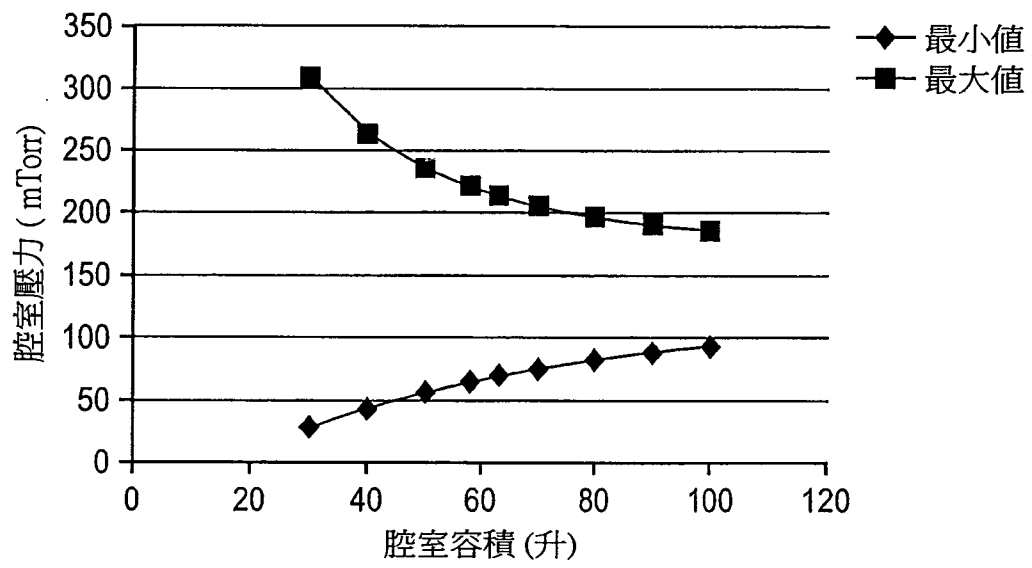


圖 2

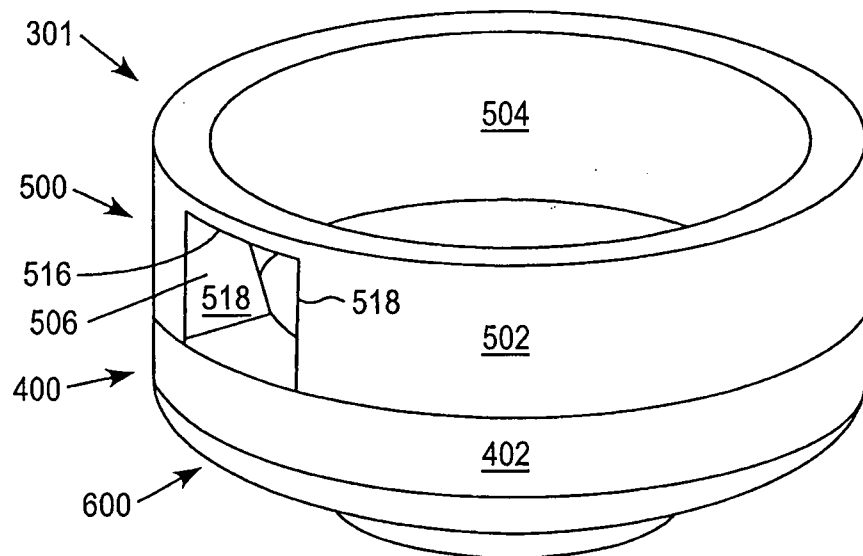


圖 3

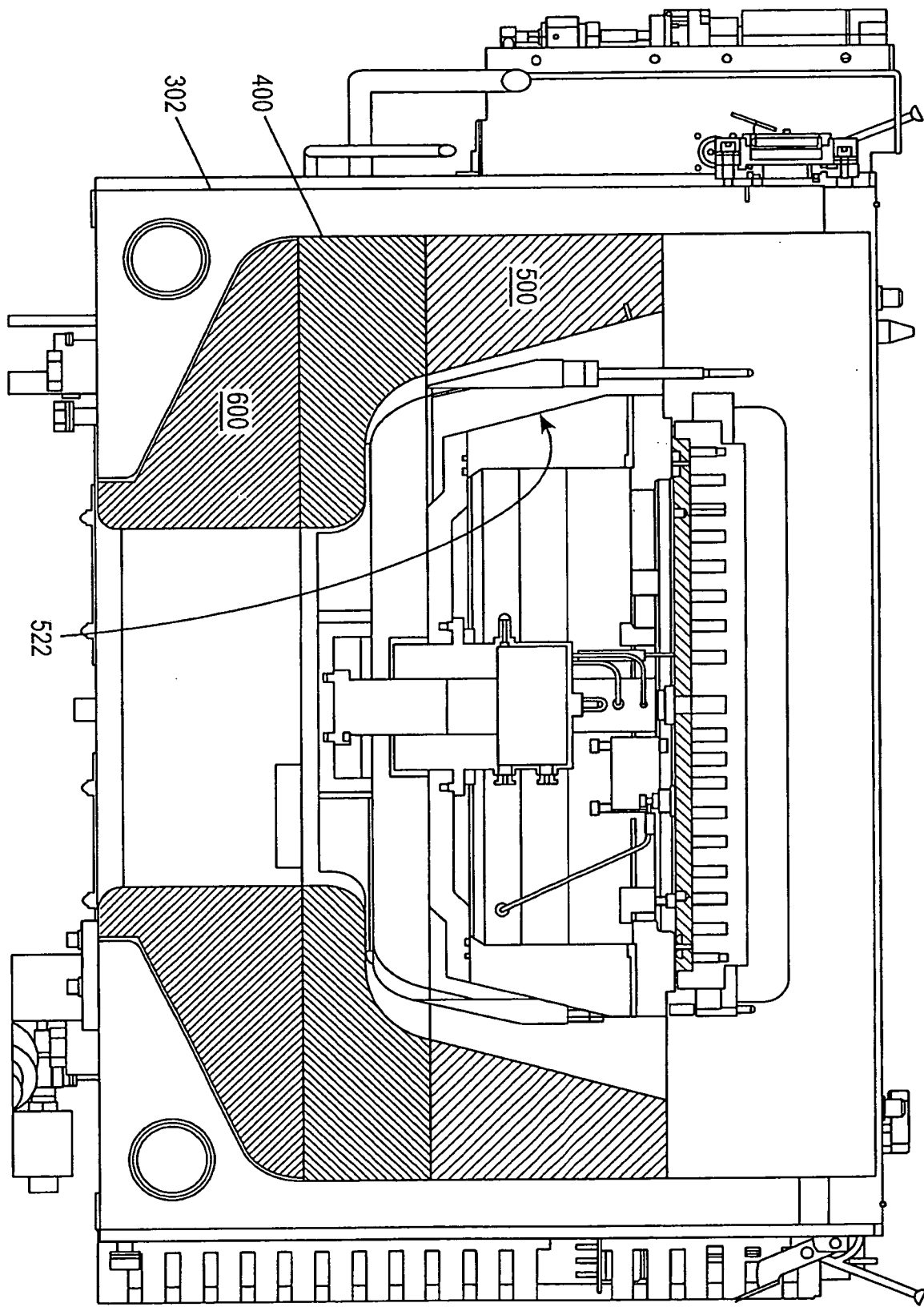


圖 4

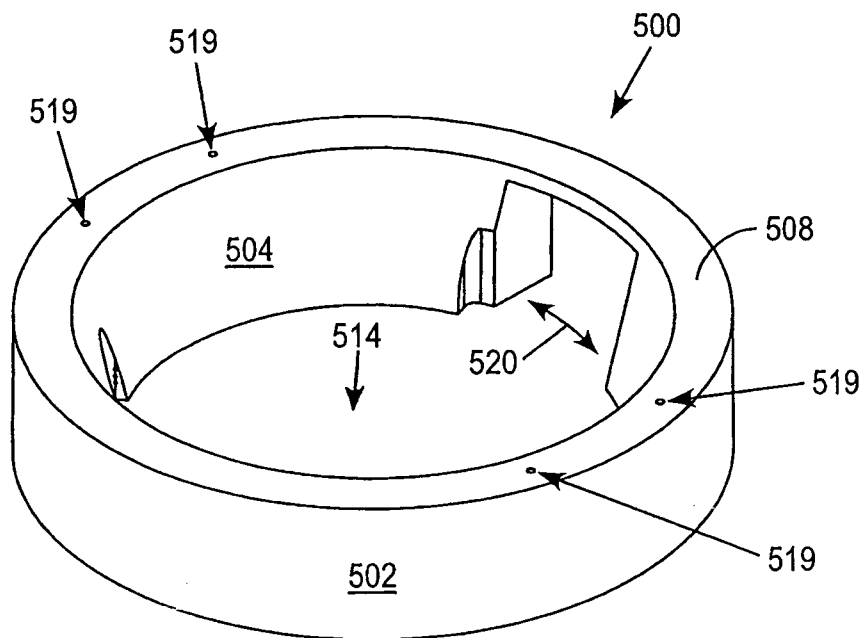


圖 5A

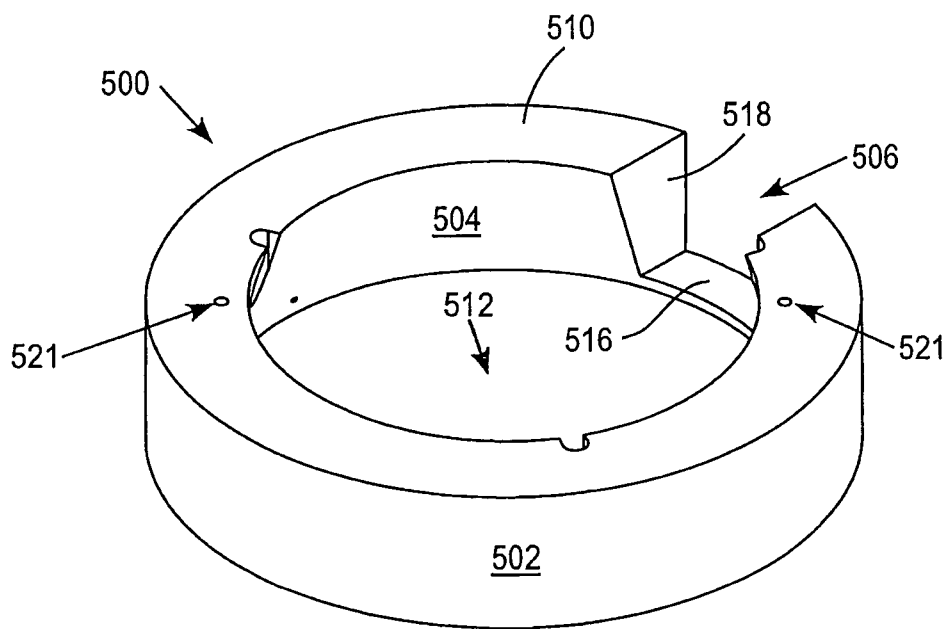


圖 5B

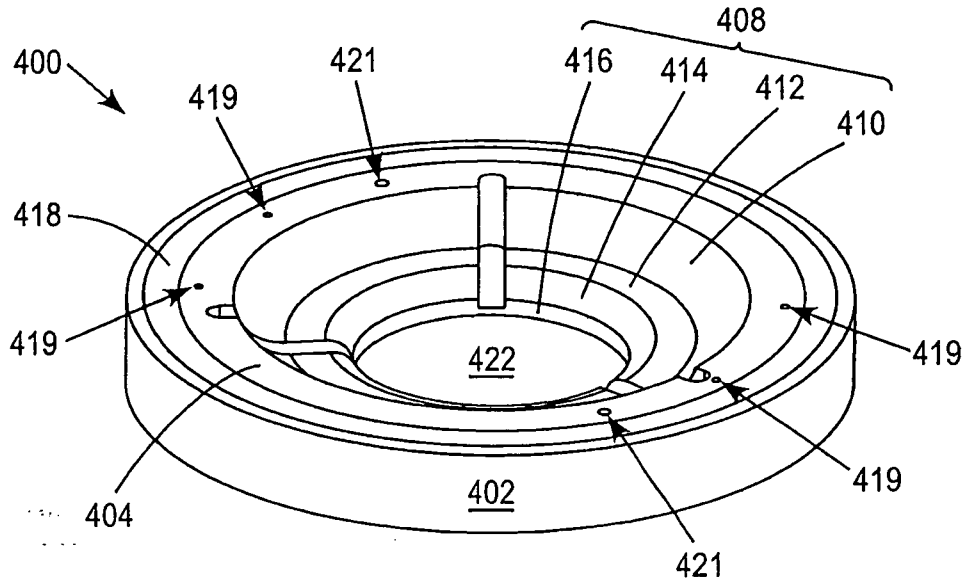


圖 6A

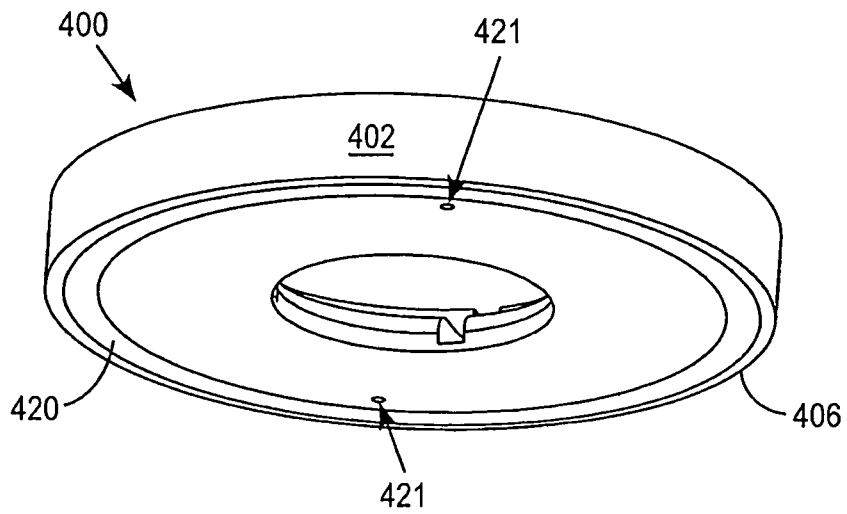


圖 6B

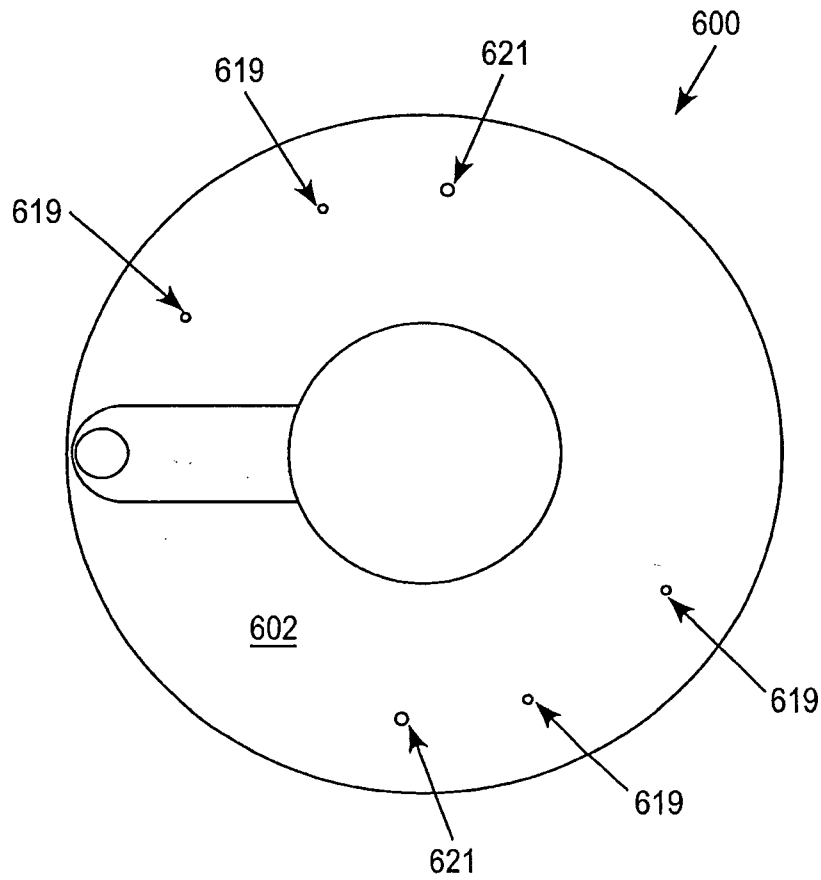


圖 7A

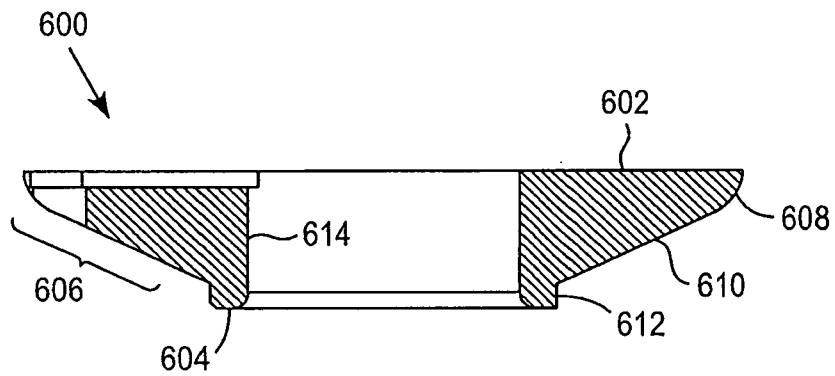


圖 7B