

# 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：96135769

※ 申請日期：96 年 9 月 26 日

※IPC 分類：C23C16/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具有微粒補集器／過濾器且用於稀釋氣體之再循環的系統及方法  
SYSTEM AND METHOD INCLUDING A PARTICLE TRAP/FILTER  
FOR RECIRCULATING A DILUTION GAS

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄭錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

## 三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

懷特約翰 M/WHITE, JOHN M.

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

#### 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 年 9 月 22 日；60/826,718

2.美國；2006 年 11 月 30 日；11/565,400

3.美國；2007 年 8 月 28 日；11/846,359

☐ 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】

本發明之實施例係涉及一種在電漿輔助化學氣相沉積（PECVD）製程中再循環製程氣體的方法及設備。

### 【先前技術】

PECVD 係為一種藉由使製程氣體激發成電漿態而將材料沉積在基材上的方法。可連續地將製程氣體提供至腔室中直到沉積材料的期望厚度達到為止。在製程期間，可將製程氣體排出製程室，以維持腔室中的恆定壓力。因此，該技藝中需要一種以有效且具成本效益之方式而將製程氣體提供至 PECVD 室並將氣體自 PECVD 室排出。

### 【發明內容】

本發明包括一種方法及設備，其係包含有微粒補集器/過濾器，以使製程氣體透過一系統而進行再循環處理。製程氣體可自腔室排出，且可通過微粒補集器/過濾器。一部分的氣體可再循環回到製程室，而另一部分的氣體可透過機械式前級幫浦（backing pump）排出。當製程氣體流經微粒補集器/過濾器時，微粒補集器/過濾器內部的過濾基質會捕捉污染物。製程氣體的再循環部分可接著與新鮮、非再循環的製程氣體結合並進入製程室。再循環氣體可以在新鮮、非再循環的製程氣體通過遠端電漿源之後再與其結合。遠端電漿源所產生之電漿可確保再循環的製程氣體不會沉積在導向製程室之導管上。再循環氣體的量可以決

定輸送至製程室之新鮮、非再循環的製程氣體量。

於一實施例中，係揭露一種微粒補集器/過濾器組件。該組件包括：一微粒補集器/過濾器主體，具有一適以與一腔室出口耦接之入口，以及一適以與一腔室入口耦接之出口；一過濾基質，係設置於主體中而位於入口與出口之間；以及一熱交換環道，係與過濾基質耦接。

於另一實施例中，係揭露一種電漿輔助化學氣相沉積設備。該設備包括：一氣體來源；一製程室，具有一腔室出口及一腔室入口；以及一再循環系統，包括一微粒補集器/過濾器組件。該組件包括：一微粒補集器/過濾器主體，具有一適以與腔室出口耦接之入口，以及一適以與腔室入口耦接之出口；一過濾基質，係設置於主體中而位於入口與出口之間；以及一熱交換環道，係與過濾基質耦接。

於另一實施例中，係揭露一種電漿輔助化學氣相沉積方法。該方法包括：提供一新鮮、非再循環之製程氣體至一電漿輔助化學氣相沉積室，該沉積室具有一腔室入口及一腔室出口；執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；將製程氣體自沉積室排出；使排出之製程氣體流經一微粒補集器/過濾器組件；以及使至少一部分的排出之製程氣體再循環回到沉積室。該組件包括：一微粒補集器/過濾器主體，具有一與腔室出口耦接之入口以及一與腔室入口耦接之出口；一過濾基質，係設置於主體中而位於入口與出口之間；以及一熱交換環道，係與過濾基質耦接。

於另一實施例中，係揭露一種電漿輔助化學氣相沉積方法。該方法包括：提供一新鮮、非再循環之製程氣體至

一電漿輔助化學氣相沉積室；執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；將製程氣體自沉積室排出；以及使至少一部分的製程氣體再循環通過一氣體重新調理設備（gas reconditioning hardware），該設備包括至少一項目，該項目係選自由一微粒補集器、一微粒過濾器及其組合所組成之群組。製程氣體包括一稀釋氣體以及一沉積氣體。

於另一實施例中，係揭露另一種電漿輔助化學氣相沉積方法。該方法包括：提供一新鮮、非再循環之製程氣體至一電漿輔助化學氣相沉積室；執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；將製程氣體自沉積室排出；以及使至少一部分的製程氣體再循環通過一氣體重新調理設備，該設備包括至少一項目，該項目係選自由一微粒補集器、一微粒過濾器及其組合所組成之群組。製程氣體至少包括氫氣及矽烷。

在另一實施例中，係揭露一種電漿輔助化學氣相沉積設備。該設備包括：一腔室；一製程氣體來源，係與腔室耦接；一第一壓力計，係耦接於製程氣體來源與腔室之間；以及一腔室排氣系統，係與腔室耦接。排氣系統包括：至少一排氣導管，係與腔室耦接；一微粒過濾器，係沿著至少一排氣導管而耦接；一微粒過濾器排氣導管，係與微粒過濾器以及腔室耦接；以及至少一節流閥，係與微粒過濾器排氣導管耦接，並與第一壓力計為電性耦接。

在另一實施例中，係揭露一種電漿輔助化學氣相沉積設備。該設備包括：一腔室；一製程氣體來源，係與腔室耦接；一第一壓力計，係耦接於製程氣體來源與腔室之間；以及一腔室排氣系統，係與腔室耦接。排氣系統包括：至

少一排氣導管，係與腔室耦接；至少一節流閥，係沿著至少一排氣導管而與第一壓力計為電性耦接；一微粒過濾器，係沿著至少一排氣導管而耦接於腔室與至少一節流閥之間；以及一微粒過濾器排氣導管，係與微粒過濾器以及腔室耦接。

### 【實施方式】

本發明包括一種方法及設備，其係包含有微粒補集器/過濾器，以使製程氣體透過一系統而進行再循環處理。製程氣體可自腔室排出，且可通過微粒補集器/過濾器。一部分的氣體可再循環回到製程室，而另一部分的氣體可透過機械式前級幫浦（backing pump）排出。當製程氣體流經微粒補集器/過濾器時，微粒補集器/過濾器內部的過濾基質會捕捉污染物。製程氣體的再循環部分可接著與新鮮、非再循環的製程氣體結合並進入製程室。再循環氣體可以在新鮮、非再循環的製程氣體通過遠端電漿源之後再與其結合。遠端電漿源所產生之電漿可確保再循環的製程氣體不會沉積在導向製程室之導管上。再循環氣體的量可以決定輸送至製程室之新鮮、非再循環的製程氣體量。

### PECVD 系統

「第 1 圖」係為 PECVD 系統 100 之剖面視圖，其係購自加州聖克拉拉應用材料公司（Applied Materials）之分公司 AKT。應了解本發明亦可應用在其他需要將一氣體導入腔室中的處理系統，包括由其他製造商所生產的處理

系統。系統 100 包括耦接至氣體來源 104 的製程室 102。製程室 102 具有壁 106 及底部 108 以部分地定義出製程空間 112。可透過壁 106 中的一孔洞（圖中未示）而進入製程空間 112，以協助基材 140 移動進出製程室 102。壁 106 及底部 108 可以由單一塊體鋁或是其他與製程相容之材料製成。壁 116 支撐上蓋組件 110。製程室 102 可以由真空幫浦 184 來進行抽真空。

溫控基材支撐組件 138 可置中設置於製程室 102 內。支撐組件 138 可以於製程中支撐基材 140。在一實施例中，基材支撐組件 138 包括鋁主體 124，且主體 124 內嵌設有至少一加熱器 132。加熱器 132（例如電阻元件）係設置於支撐組件 138 中，並可耦合至電源 174 以可控地加熱支撐組件 138 及設置於其上之基材 140 至一預定溫度。加熱器 132 可以將基材 140 維持在介於約  $150^{\circ}\text{C}$  ~ 至少約  $460^{\circ}\text{C}$  之均一溫度，且此溫度係視待沉積之材料的沉積處理參數而定。

基材支撐組件 138 可包括二區域嵌設加熱器。一區域係為內部加熱區，位於接近基材支撐組件 138 中央處，外部加熱區則位於接近基材支撐組件 138 的外緣處。外部加熱區可以設定在較高溫度下，以補償可能發生在基材支撐組件 138 邊緣的較高之熱損耗現象。可用於執行本發明之示範性的二區域加熱組件係揭露於美國專利第 5,844,205 號中，在此將其整體併入以做為參考。

支撐組件 138 可具有下方側 126 及上方側 134。上方側 134 係支撐基材 140。下方側 126 可具有與之耦合的軸

桿 142。軸桿 142 係將基材支撐組件 138 耦接至升舉系統（圖中未示），以將支撐組件 138 於上升處理位置與下降位置（促進基材 140 傳送進出製程室 102）之間移動。軸桿 142 係提供支撐組件 138 與系統 100 中其他組件之間的電導線及熱電偶導線之導管。

波紋管 146 可耦接於支撐組件 138（或是軸桿 142）與製程室 102 的底部 108 之間。波紋管 146 提供製程空間 112 與製程室 102 外的大氣之間的真空密封，並有助於支撐組件 138 的垂直移動。

支撐組件 138 可以為接地（grounded），藉此，由功率源 122 提供至位於上蓋組件 110 與基材支撐組件 138（或是設置於腔室上蓋組件中或是鄰近腔室上蓋組件處的其他電極）之間的氣體分配板組件 118 之 RF 功率可以激發存在於支撐組件 138 與分配板組件 118 之間的製程空間 112 之氣體。來自功率源 122 之 RF 功率係經選擇而相稱於基材尺寸，以驅動化學氣相沉積製程。

支撐組件 138 可額外地支撐一周圍遮蔽框 148。遮蔽框 148 可以預防基材 140 與支撐組件 138 邊緣的沉積現象，以使基材 140 不會黏附在支撐組件 138 上。

上蓋組件 110 提供製程空間 112 之上邊界。上蓋組件 110 可以被移除或開啟以維修製程室 102。在一實施例中，上蓋組件 110 可以由鋁製成。

上蓋組件 110 可包括入口 180，由氣體來源 104 所提供之製程氣體可通過入口 180 而導入製程室 102。入口 180

亦可耦接至清洗源 182。清洗源 182 可提供清洗劑（例如解離氣），其可導入製程室 102 中以自製程室設備（包括氣體分配板組件 118）移除沉積副產物及薄膜。

氣體分配板組件 118 可耦接至上蓋組件 110 的內側 120。氣體分配板組件 118 可配置而符合基材 140 的輪廓，舉例來說，用於大面積平板基材或是太陽能基材的多邊形，以及用於半導體或太陽能基材的圓形。氣體分配板組件 118 可包括穿孔區域 116，由氣體來源 104 所供應之製程氣體或其他氣體可透過穿孔區域 116 而輸送至製程空間 112。氣體分配板組件 118 的穿孔區域 116 可設置以提供通過氣體分配板組件 118 而進入製程室 102 的均一氣體分佈。適用且得益於本發明之氣體分配板係描述於共同受讓之美國專利第 6,477,980、6,772,827、7,008,484、6,942,753 號以及美國專利公開申請案第 2004/0129211 A1 號中，在此將其整體併入以做為參考。

氣體分配板組件 118 可包括一擴散板 158，其係懸掛於吊掛板 160。擴散板 158 及吊掛板 160 可選擇性地包括一單一部件。複數個氣體通道 162 係穿設於擴散板 158，以允許預定之氣體分佈通過氣體分配板組件 118 而進入製程空間 112。吊掛板 160 係維持擴散板 158 上蓋組件 110 之內表面 120 呈一間隔設置關係，因此在其間定義一充氣部 164。充氣部 164 可允許氣體流經上蓋組件 110 以均勻分佈於擴散板 158 的寬度，因此氣體可均一地提供在中央穿孔區域 116 的上方，並均一地分佈穿過氣體通道 162。

擴散板 158 可以由不鏽鋼、鋁、陽極處理鋁、鎳或其他 RF 傳導材料製成。擴散板 158 可配置有一厚度，以維持跨越孔洞 166 之充足平坦度，而不對基材處理造成不利影響。在一實施例中，擴散板 158 的厚度為介於約 1.0 英吋～約 2.0 英吋之間。擴散板 158 可針對半導體或太陽能基材製造而為圓形，或是針對平板顯示器或太陽能製造而為多邊形（例如矩形）。

如「第 1 圖」所示，控制器 186 可接合並控制基材處理系統之多種部件。控制器 186 可包括中央處理器（CPU）190、支援電路 192 及記憶體 188。

製程氣體可以自氣體來源 104 進入製程室 102，並藉由真空幫浦 184 而排出製程室 102。如下將描述者，非再循環之製程氣體可以由氣體來源 104 通過遠端電漿源（圖中未示）而提供至製程室 102。由製程室 102 排出的部分氣體可通過至少一微粒補集器/過濾器，並接著再循環回到製程室 102。再循環的製程氣體可以在遠端電漿源後方處而連接回製程室 102。可經再循環之示範性氣體包括氫氣、矽烷、 $\text{PH}_3$  或 TMB。

### 再循環系統

「第 2 圖」係顯示稀釋氣體再循環系統 200 的一實施例。如「第 2 圖」所見，最初，製程氣體可以由氣體來源 208 通過入口導管 204、210 而提供至製程室 212。遠端電漿源 202 係沿著入口導管 204、210 設置，以點燃來自製程

室 212 遠端的電漿。藉由點燃來自製程室 212 遠端的電漿，則遠端電漿源 202 所產生之電漿可通過入口導管 210 並維持入口導管 210 中無沉積物。

製程室 212 可經抽真空以移除製程氣體。可設置一或多個機械式前級幫浦 232 以對製程室 212 抽真空。可以在製程室 212 與一或多個機械式前級幫浦 232 之間額外設置一或多個升壓裝置 218，以助於製程室 212 之抽真空。在一實施例中，升壓裝置 218 可以為魯氏鼓風機 (roots blower)。在另一實施例中，升壓裝置 218 可以為機械式幫浦。另外，升壓裝置 218 可以沿著製程室 212 後方之導管 226 設置。腔室壓力計 234 係耦接至製程室 212，以量測製程室 212 內的壓力。腔室節流閥 214 係沿著出口導管 216 設置，且可以耦接至腔室壓力計 234。基於腔室壓力計 234 所量測到的壓力則可調整腔室節流閥 214 開啟的程度。藉由將腔室節流閥 214 與腔室壓力計 234 耦接在一起，則可維持預定之腔室壓力。在一實施例中，腔室壓力可以為約 0.3 托～約 25 托。在另一實施例中，腔室壓力可以為約 0.3 托～約 15 托。

部分被排出之製程氣體可以再循環至製程室 212。被排出之製程氣體係沿著導管 216、220 而通過腔室節流閥 214 與升壓裝置 218 至微粒補集器/過濾器 224。可以利用沿著導管 220 設置之排氣壓力計 222 而量測導管 220 內的製程氣體壓力。微粒補集器/過濾器 224 係適於捕捉存在於被排出之製程氣體中的污染物質，例如：副產物微粒物質

以及可能來自幫浦 232、升壓裝置 218 或其他閥之油。藉由減少製程氣體中存在之污染物的量，則導向製程室 212 之導管 226、210 中可能發生之沉積現象會減少。

停止閥 238 可設置於微粒補集器/過濾器 224 下游之再循環導管 226 處。可將停止閥 238 切換至關閉狀態而將通過微粒補集器/過濾器 224 且不需再循環至製程室 212 的氣體排出。

微粒補集器/過濾器 224 以及再循環系統可經週期性清洗，以確保在再循環系統或微粒補集器/過濾器 224 中可能出現的阻塞現象降低。微粒補集器/過濾器 224 可以由與蝕刻氣體（例如  $\text{NF}_3$  或  $\text{F}_2$ ）相容之材料製成，以確保不需替換微粒補集器/過濾器 224。在一實施例中，可使用水沖洗來清洗再循環系統及微粒補集器/過濾器 224。在另一實施例中，係使用蝕刻氣體（例如  $\text{NF}_3$  或  $\text{F}_2$ ）來清洗再循環系統及微粒補集器/過濾器 224。

再循環之製程氣體量係由再循環節流閥 228 所控制。再循環節流閥 228 開啟的量再結合停止閥 238 之開啟則可以決定再循環之製程氣體量以及透過導管 230 而由機械式前級幫浦 232 所排出之製程氣體量。再循環節流閥 228 之開啟程度愈大，則愈多的製程氣體排放至機械式前級幫浦 232。再循環節流閥 228 之開啟程度愈小，則愈多的製程氣體再循環回到製程室 212。停止閥 236 可以設置於再循環導管 226 與導向製程室 212 之導管 210 的接合處，藉此，則可以如期望的預防再循環現象。

再循環節流閥 228 可以與入口壓力計 206 耦接。藉由將入口壓力計 206 耦接至再循環節流閥 228，則可基於入口壓力計 206 所量測的壓力而控制再循環節流閥 228 之開啟量。然而，再循環之氣體量係為在入口壓力計 206 處所量測到壓力的函數。在一實施例中，於入口壓力計 206 處所量測到的壓力可以為約 1 托 (Torr) ~ 約 100 托。在另一實施例中，於入口壓力計 206 處所量測到的壓力可以為約 1 托 ~ 約 20 托。可控制流入製程室 212 之期望製程氣體質量流率 (mass flow rate)。一旦決定流至製程室 212 之期望質量流率，則可設定新鮮、未循環之製程氣體的質量流率，並調整再循環之製程氣體量為新鮮、未循環之製程氣體的函數，藉此，新鮮、未循環之製程氣體與再循環之製程氣體的結合流速等於流至製程室 212 之期望質量流率。

再循環製程氣體與新鮮、非再循環之製程氣體結合之處係位於遠端電漿源 202 與製程室 212 之間。藉由在遠端電漿源 202 後方提供再循環製程氣體，則由於再循環製程氣體之存在所造成沿著入口導管 210 之沉積現象可減少。另外，遠端電漿源 202 所產生之電漿可清除由於再循環製程氣體之存在而在入口導管 210 內所形成之沉積物。

「第 6 圖」係顯示稀釋氣體再循環系統 600 之另一實施例。來自氣體面板 608 之製程氣體係透過導管 604、610 而提供至製程室 612。製程氣體之電漿係在遠端電漿源 602 中被點燃，而遠端電漿源 602 係位於氣體面板 608 與製程

室 612 之間。可藉由機械式前級幫浦（圖中未示）而使製程室 612 抽真空。一或多個升壓裝置 618 係設置於製程室 612 與機械式前級幫浦之間，以協助製程室 612 之抽真空。在一實施例中，升壓裝置 618 可以為魯氏鼓風機。在另一實施例中，升壓裝置 618 可以為機械式幫浦。另外，升壓裝置 618 可以沿著製程室 612 後方之導管 632 設置。來自製程室 612 之氣體可通過導管 616、620、636 而排放至機械式前級幫浦。排氣壓力計 622 可量測導管 620 內的壓力。

腔室壓力計 638 可量測製程室 612 中的壓力。可開啟或關閉腔室節流閥 614 以控制由製程室 612 排出的製程氣體量。腔室節流閥 614 開啟的量係為腔室壓力計 638 所量測之壓力的函數。腔室壓力計 638 與腔室節流閥 614 可耦接在一起。於一實施例中，腔室壓力計 638 所量測之壓力為約 0.3 托～約 25 托。在另一實施例中，腔室壓力計 638 所量測之壓力為約 0.3 托～約 15 托。

部分由製程室 612 所排出之製程氣體可經由微粒補集器/過濾器 628 而再循環回到製程室 612。再循環節流閥 624 可以控制排放至機械式前級幫浦的製程氣體量，以及有多少製程氣體再循環至微粒補集器/過濾器 628。當停止閥 630 開啟時，機械式前級幫浦抽吸製程氣體通過微粒補集器/過濾器 628。部分被抽吸通過微粒補集器/過濾器 628 之製程氣體可透過導管 634 而排放至機械式前級幫浦，且部分的製程氣體可透過導管 632 而再循環回到製程室 612。可開啟或關閉額外設置之再循環/隔離閥 626 及停止

閥 640 以允許或預防氣體再循環回到製程室 612。

再循環節流閥 624 可耦接至沿著入口導管 604 設置之入口壓力計 606。入口壓力計 606 量測提供至製程室 612 之新鮮、非再循環之製程氣體的壓力。基於在入口壓力計 606 所量測到的壓力，則可控制再循環節流閥 624 之開啟量。於一實施例中，在入口壓力計 606 所量測到的壓力係為約 1 托～約 100 托。於另一實施例中，在入口壓力計 606 所量測到的壓力係為約 1 托～約 20 托。

再循環節流閥 624 與入口壓力計 606 可彼此耦接以控制製程氣體流至製程室 612 之質量流率。於一實施例中，可決定製程氣體流至製程室 612 之期望質量流率。基於決定之質量流率，則可將新鮮、非再循環之製程氣體的質量流率設定為恆定或期望之流率。接著，再循環之製程氣體量可經控制為在入口壓力計 606 處所量測到之新鮮、非再循環之製程氣體的壓力之函數，藉此，提供至製程室 612 的新鮮、非再循環之製程氣體以及再循環氣體之結合輸入係等於流至製程室 612 之決定及期望之總製程氣體質量流率。

## 操作

上述之 PECVD 系統可用於在基材（例如太陽能板基材）上沉積薄膜。此種薄膜可包括含矽薄膜，例如 p 型摻雜矽層（P 型）、n 型摻雜矽層（N 型）或是沉積而形成以 P-I-N 為基礎之結構的本質矽層（I 型）。含矽薄膜可以為

非晶矽、微晶矽或是多晶矽。再循環系統之操作會參照「第 2 圖」而討論之，但應了解亦可應用「第 6 圖」所示之再循環系統。

在起始操作時，再循環系統尚未運作，且再循環節流閥 228 係完全開啟以允許所有製程氣體排出至機械式前級幫浦 232。來自氣體來源 208 之新鮮製程氣體係輸送通過導管 204 而至遠端電漿源 202。新鮮製程氣體可包括沉積氣體、惰性氣體以及稀釋氣體（例如氫氣）。氣體可透過分離之導管 204 或是單一導管 204 而提供至遠端電漿源 202。在一實施例中，係將沉積氣體直接唧打入製程室 212 中，且同時將稀釋氣體及惰性氣體直接提供至遠端電漿源 202。

入口壓力計 206 係量測並控制供應至遠端電漿源 202 的新鮮製程氣體量。在電漿於遠端電漿源 202 內點燃之後，製程氣體則繼續進入製程室 212（沉積進行之處）。製程氣體一旦被使用後，則藉由機械式前級幫浦 232 而由製程室 212 通過導管 216 排出。腔室壓力計 234 量測在製程室 212 中的壓力。為了維持製程室 212 中的適當壓力，可基於腔室壓力計 234 所量測到的壓力而開啟或關閉腔室節流閥 214。一或多個升壓裝置 218 可設置於製程室 212 與前級幫浦 232 之間。

使用過的製程氣體可流經微粒補集器/過濾器 224 以自氣體中移除微粒物質。可完全開啟再循環節流閥 228 以允許所有自製程室 212 排出的製程氣體在製程起始之後由

系統排出。然而，隨著製程之進行且已達到並維持所期望之腔室壓力時，則可開始製程氣體的再循環。可部分或完全地關閉再循環節流閥 228。再循環節流閥 228 之開啟及關閉量係以入口壓力計 206 所量測到之壓力為函數。

當再循環節流閥 228 關閉，提供至遠端電漿源 202 之新鮮、非再循環之製程氣體則相應減少，以確保所期望之製程氣體量被加入製程室 212 中。當在入口壓力計 206 處所量測之新鮮、非再循環之製程氣體量減少時，則關閉再循環節流閥 228 以確保有足夠的製程氣體再循環回到製程室 212 而維持所期望之製程室壓力。在一實施例中，可關閉再循環節流閥 228 以使得所有的製程氣體皆經過再循環。

提供至製程室 212 之製程氣體混合物可包括矽烷系 (silane-based) 氣體及氫氣。合適之矽烷系氣體的實例包括但不限於為單矽烷 ( $\text{SiH}_4$ )、二矽烷 ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )、四氯化矽 ( $\text{SiCl}_4$ ) 及二氯矽烷 ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) 等。可維持矽烷系氣體與氫氣之比率以控制氣體混合物之反應作用，藉以獲得期望之結晶比例。針對本質單晶矽，結晶量係介於約 20% ~ 約 80%。在一實施例中，矽烷系氣體與氫氣之比率係介於約 1:20 ~ 約 1:200。在另一實施例中，該比率係介於約 1:80 ~ 約 1:120。在又一實施例中，該比率可以為約 1:100。亦可提供惰性氣體至製程室 212。惰性氣體包括 Ar、He、Xe 等。所供應之惰性氣體與氫氣之流速比率為約 1:10 ~ 約 2:1。

在沉積本質微晶矽層之前，可利用上述之矽烷系氣體及氫氣來沉積一本質微晶矽的薄晶種層 (seed layer)。氣體混合物之矽烷系氣體與氫氣的比率為約 1:100~約 1:20000。在一實施例中，該比率可以為約 1:200~約 1:1000。在另一實施例中，該比率為約 1:500。

### 微粒補集器/過濾器

「第 3 圖」係為繪示微粒補集器/過濾器 300 的一實施例之概要圖式。微粒補集器/過濾器 300 包括一外殼 302，且外殼 302 具有與氣體入口 310 及氣體出口 312 連通之內側空間，以及組合於外殼 302 中的過濾基質 304。外殼 302 可以由鋁或是其他相容材料製成。於一實施例中，外殼 302 包括不鏽鋼。外殼 302 中的過濾基質 304 之組件將其內側空間區分為：由過濾基質 304 實質包圍的內部空間 320，以及實質圍繞內部空間 320 的外部空間 318。如氣流方向 314 所示，製程氣體透過氣體入口 310 而進入外殼 302，並由外部空間 318 流經過濾基質 304 而至內部空間 320，且接著透過氣體出口 312 而離開微粒補集器/過濾器 300。

過濾基質 304 可以由鎳、不鏽鋼或其他相容金屬合金製成，且其可以利用電漿（例如氟系清洗氣體或其組合）來清洗之。於一實施例中，過濾基質 304 包括不鏽鋼。過濾基質 304 可具有約 20%~約 30% 的開孔率 (open area)。於一實施例中，清洗氣體包括  $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$  或  $\text{F}_2$ 。過濾基質 304 係提供有穿孔 306，而該些穿孔 306 具有適當

尺寸以允許製程氣體流 314 由外部空間 318 流入內部空間 320，並阻斷製程氣體中微粒物質的通過。於一實施例中，過濾基質 304 係提供有一氣體選擇性滲透膜，其允許特定氣體通過該基質，但同時防止不同之氣體通過該基質。所捕捉之微粒物質尺寸係視穿孔 306 之配置而定，且在一實施例中之面積為約 1 微米。再者，過濾基質 304 之一側包括熱交換環道 308，該環道 308 係藉由擴散接合或焊接而附接至過濾基質 304。於一實施例中，熱交換環道 308 可以由與過濾基質 304 相同之材料製成。外部來源 316 所供應之冷卻或加熱流體可循環以控制過濾基質 304 之溫度狀態。更特定的，當微粒補集器/過濾器 300 係操作於過濾模式下時，例如水的冷卻劑或其他適當的冷卻流體可流經熱交換環道 308。當製程氣體流經冷卻的過濾基質 304 時，可有效地捕捉微粒物質，且製程氣體中的幫浦油蒸氣可凝結並捕捉於過濾基質 304 之表面。

如「第 3 圖」所示，微粒補集器/過濾器 300 之一實施例可具有過濾基質 304，其可藉由熱交換環道 308 而冷卻，以用於捕捉來自再循環製程氣體的污染物質。更特別的，以蒸氣狀態存在於再循環製程氣體中的油類物質可藉此凝結並由冷卻之過濾基質 304 捕捉。

為了清洗微粒補集器/過濾器 300，電漿或包括  $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$  或  $\text{F}_2$  之清洗氣體係由氣體入口 310 流入外殼 302 中，以蝕刻累積於外殼 302 中及過濾基質 304 上的殘留物。當電漿及清洗氣體流經微粒補集器/過濾器 300 時，加熱流體

可以循環通過熱交換環道 308 以使過濾基質 304 之溫度升高。部分殘留物（例如凝結油及六氟矽胺）係捕捉於微粒補集器/過濾器 300 中，因此可選擇性地藉由蒸發及昇華而移除之。

在一實施例中，電漿及清洗氣體可以藉由「第 2 圖」中的遠端電漿源 202 及氣體面板 208 產生。藉此，隨著電漿及清洗氣體往下游流經再循環系統而可方便地清洗微粒補集器/過濾器 224。因此可週期性地清洗微粒補集器/過濾器 224 而不需替換過濾器元件。

「第 4 圖」係顯示微粒補集器/過濾器 400 之另一實施例。如同「第 3 圖」所示之實施例，微粒補集器/過濾器 400 包括外殼 402、具有穿孔 406 之過濾基質 404，以及耦接至外部來源 416 的熱交換環道 408，其中過濾基質 404 係將外殼 402 之內側空間區分為內部空間 418 以及圍繞的外部空間 420。微粒補集器/過濾器 400 與「第 3 圖」之實施例不同的是內部空間 418 與氣體入口 410 連通，而外部空間 420 與氣體出口 412 連通。如氣流方向 414 所示，製程氣體透過氣體入口 410 而進入外殼 402，並由內部空間 418 流經過濾基質 404 而進入外部空間 420，再接著透過氣體出口 412 而離開微粒補集器/過濾器 400。過濾基質 404 之一側包括熱交換環道 408，該環道 408 係藉由擴散接合或焊接而附接至過濾基質 304。於一實施例中，熱交換環道 408 可以由與過濾基質 404 相同之材料製成。

「第 5 圖」繪示微粒補集器/過濾器 500 之另一實施

例。微粒補集器/過濾器 500 包括外殼 502，其具有一與氣體入口 510 及氣體出口 512 連通之內側空間。外殼 502 係顯示為開啟及透明而供清楚參照。外殼 502 之內側空間係組合複數個微粒補集器/過濾器單元 504。各個微粒補集器/過濾器單元 504 之構造係類似於「第 3 圖」之微粒補集器/過濾器 300 或是「第 4 圖」之微粒補集器/過濾器 400。氣流係經過氣體入口 510 而進入外殼 502，並流經各個微粒補集器/過濾器單元 504 而由氣體出口 512 離開。各個微粒補集器/過濾器單元 504 中的熱交換環道可藉由擴散接合或焊接而附接至過濾基質。於一實施例中，熱交換環道可以由與過濾基質相同之材料製成。

為了確保製程室與再循環系統以一有效方式操作，因此在每二次沉積操作之間可週期性地進行清洗操作。清洗操作將參照「第 2~3 圖」而描述如下，但應了解亦可應用於「第 4 圖」所示之系統。

在起始清洗操作之時，係關閉停止閥 238 並開啟再循環節流閥 228。氣體來源 208 接著供應清洗氣體，包括  $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$  或  $\text{F}_2$ ，其沿著導管 204 流至遠端電漿源 202，而電漿在遠端電漿源 202 之處被點燃。清洗氣體接著通過製程室 212、沿著導管 216、220 流至微粒補集器/過濾器 224，並最終沿著導管 230 排出以進行減量。

如「第 3 圖」所示，當清洗氣體通過微粒補集器/過濾器 300 之時，微粒補集器/過濾器 300 中的過濾基質 304 亦可藉由使加熱流體沿著熱交換環道 308 循環而加熱。因此

已聚積在微粒補集器/過濾器 300 中的殘留物可藉由蝕刻、蒸發及昇華之結合動作而輕易地移除。

應理解，上述之本發明係具有包含來自氣體來源的製程氣體之單一導管，但亦可使用多個導管，其中各個導管含有一或多個製程氣體，且各個導管具有其各自的入口壓力計，並共同耦接至再循環節流閥。在一實施例中，稀釋氣體可藉由其特有且分離的導管而直接導入遠端電漿源。在另一實施例中，沉積氣體可由氣體來源通過其特有且分離的導管而提供，並不會通過遠端電漿源。在又一實施例中，再循環之製程氣體係直接唧打入製程室，而非在遠端電漿源與製程室之間的一位置處與新鮮、非再循環之製程氣體結合。

藉由將製程氣體經過再循環，則可減少新鮮、非再循環製程氣體的量。藉由使用較少之新鮮、非再循環的製程氣體，則可降低利用 PECVD 而於基材上沉積層的花費，此乃因為在新鮮、非再循環的製程氣體上的花費較少之故。因此，藉由將排出之製程氣體經過再循環，則可以以一有效方式進行 PECVD。另外，由於上述之再循環系統係完全與週期性清洗相容，故其操作可以以一成本效益方式而維持在最佳程度。

惟本發明雖以較佳實施例說明如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技術人員，在不脫離本發明的精神和範圍內所作的更動與潤飾，仍應屬本發明的技術範疇。

### 【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述特徵更明顯易懂，可配合參考實施例說明，其部分乃繪示如附圖式。須注意的是，雖然所附圖式揭露本發明特定實施例，但其並非用以限定本發明之精神與範圍，任何熟習此技藝者，當可作各種之更動與潤飾而得等效實施例。

第 1 圖，繪示 PECVD 室 100 之剖面視圖，其可結合本發明之一或多個實施例而使用；

第 2 圖，繪示根據本發明之一實施例的稀釋氣體再循環系統 200 之概要圖式；

第 3 圖，繪示根據本發明之一實施例的微粒補集器 / 過濾器 300 之概要圖式；

第 4 圖，繪示根據本發明之另一實施例的微粒補集器 / 過濾器 400 之概要圖式；

第 5 圖，繪示根據本發明之另一實施例的微粒補集器 / 過濾器 500 之概要圖式；

第 6 圖，繪示稀釋氣體再循環系統 600 之另一實施例的圖式。

為便於了解，圖式中相同的元件符號表示相同的元件。某一實施例採用的元件當不需特別詳述而可應用到其他實施例。

### 【主要元件符號說明】

100 系統

102 製程室

|     |           |         |           |
|-----|-----------|---------|-----------|
| 104 | 氣體來源      | 106     | 壁         |
| 108 | 底部        | 110     | 上蓋組件      |
| 112 | 製程空間      | 116     | 穿孔區域      |
| 118 | 分配板組件     | 120     | 內側/內表面    |
| 122 | 功率源       | 124     | 主體        |
| 126 | 下方側       | 132     | 加熱器       |
| 134 | 上方側       | 138     | 支撐組件      |
| 140 | 基材        | 142     | 軸桿        |
| 146 | 波紋管       | 148     | 遮蔽框       |
| 158 | 擴散板       | 160     | 吊掛板       |
| 162 | 氣體通道      | 164     | 充氣部       |
| 166 | 孔洞        | 174     | 電源        |
| 180 | 入口        | 182     | 清洗源       |
| 184 | 真空幫浦      | 186     | 控制器       |
| 188 | 記憶體       | 190     | 中央處理器/CPU |
| 192 | 支援電路      | 200     | 系統        |
| 202 | 遠端電漿源     | 204,210 | 導管        |
| 206 | 壓力計       | 208     | 氣體來源/氣體面板 |
| 212 | 製程室       | 214     | 節流閥       |
| 216 | 導管        | 218     | 升壓裝置      |
| 220 | 導管        | 222     | 壓力計       |
| 224 | 微粒補集器/過濾器 | 226     | 導管        |
| 228 | 節流閥       | 230     | 導管        |
| 232 | 前級幫浦      | 234     | 壓力計       |

|     |           |         |           |
|-----|-----------|---------|-----------|
| 236 | 停止閥       | 238     | 停止閥       |
| 300 | 微粒補集器/過濾器 | 302     | 外殼        |
| 304 | 過濾基質      | 306     | 穿孔        |
| 308 | 環道        | 310     | 入口        |
| 312 | 出口        | 314     | 氣流方向/氣體流  |
| 316 | 外部來源      | 318     | 外部空間      |
| 320 | 內部空間      | 400     | 微粒補集器/過濾器 |
| 402 | 外殼        | 404     | 過濾基質      |
| 406 | 穿孔        | 408     | 環道        |
| 410 | 入口        | 412     | 出口        |
| 414 | 氣流方向      | 416     | 外部來源      |
| 418 | 內部空間      | 420     | 外部空間      |
| 500 | 微粒補集器/過濾器 | 502     | 外殼        |
| 504 | 單元        | 510     | 入口        |
| 512 | 出口        | 600     | 系統        |
| 602 | 遠端電漿源     | 604,610 | 導管        |
| 606 | 壓力計       | 608     | 氣體面板      |
| 612 | 製程室       | 614     | 腔室節流閥     |
| 616 | 導管        | 618     | 升壓裝置      |
| 620 | 導管        | 622     | 壓力計       |
| 624 | 節流閥       | 626     | 再循環/隔離閥   |
| 628 | 微粒補集器/過濾器 | 630     | 停止閥       |
| 632 | 導管        | 634     | 導管        |
| 636 | 導管        | 638     | 壓力計       |

200821402

640 停止閥

## 五、中文發明摘要：

本發明包括一種方法及設備，其係包含有微粒補集器/過濾器，以使製程氣體透過一系統而進行再循環處理。製程氣體可自腔室排出，且可通過微粒補集器/過濾器。一部分的氣體可再循環回到製程室，而另一部分的氣體可透過機械式前級幫浦排出。當製程氣體流經微粒補集器/過濾器時，微粒補集器/過濾器內部的過濾基質會捕捉污染物。製程氣體的再循環部分可接著與新鮮、非再循環的製程氣體結合並進入製程室。再循環氣體的量可以決定輸送至製程室之新鮮、非再循環的製程氣體量。

## 六、英文發明摘要：

The present invention comprises a method and an apparatus that include a particle trap/filter for recirculating a processing gas through a system. The processing gas may be evacuated from the chamber and may pass through a particle trap/filter. A portion of the gas may recirculate back to the processing chamber while another portion of the process gas may be evacuated through mechanical backing pumps. As the processing gas flows through the particle trap/filter, contaminant substances may be captured by a filter medium inside the particle trap/filter. The recirculated portion of the processing gas may then join fresh, unrecirculated process gas and enter the processing chamber. The amount of gas recirculated may determine the amount of fresh, unrecirculated process gas that may be delivered to the process chamber.

## 十、申請專利範圍：

### 1. 一種微粒補集器/過濾器組件，包括：

一微粒補集器/過濾器主體，具有一入口及一出口，該入口係適以與一腔室出口耦接，該出口係適以與一腔室入口耦接；

一過濾基質，係設置於該主體中而位於該入口與該出口之間；以及

一熱交換環道，係與該過濾基質耦接。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之組件，其中該主體包括藉由該過濾基質而與一第二空間分離之一第一空間，其中該第一空間係至少部分圍繞該第二空間。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之組件，其中該過濾基質係由一材料製成，該材料係選自由鎳、不鏽鋼及其混合物所組成之群組。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之組件，其中該熱交換環道係藉由擴散接合或焊接而與該過濾基質耦接。

### 5. 一種電漿輔助化學氣相沉積設備，包括：

一氣體來源；

一製程室，具有一腔室出口及一腔室入口；以及

一再循環系統，包括如申請專利範圍第 1 項所述之該微粒補集器/過濾器組件。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之設備，其中該再循環系統包括複數個微粒補集器/過濾器組件。

7. 一種電漿輔助化學氣相沉積方法，包括：

提供一新鮮、非再循環之製程氣體至一電漿輔助化學氣相沉積室，該沉積室具有一腔室入口及一腔室出口；

執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；

將該製程氣體自該沉積室排出；

使該排出之製程氣體流經一微粒補集器/過濾器組件，該組件包括：一微粒補集器/過濾器主體，具有一與該腔室出口耦接之入口以及一與該腔室入口耦接之出口；一過濾基質，係設置於該主體中而位於該入口與該出口之間；以及一熱交換環道，係與該過濾基質耦接；以及

使至少一部分的該排出之製程氣體再循環回到該沉積室。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其更包括當該排出之製程氣體流經該組件時，控制該組件之溫度。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其更包括：

將一清洗氣體流入該沉積室；

將該清洗氣體自該沉積室排出；

使該排出之清洗氣體流經該組件；以及

將至少一部分的該排出之清洗氣體再循環回到該沉積室。

10. 一種電漿輔助化學氣相沉積方法，包括：

提供一新鮮、非再循環之製程氣體至一電漿輔助化學氣相沉積室，該製程氣體包括一稀釋氣體以及一沉積氣體；

執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；

將該製程氣體自該沉積室排出；以及

使至少一部分的該製程氣體再循環通過一氣體重新調理設備（gas reconditioning hardware），該設備包括至少一項目，該項目係選自由一微粒補集器、一微粒過濾器及其組合所組成之群組。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該再循環之製程氣體係與該新鮮、非再循環之製程氣體在該沉積室與一遠端電漿源之間的一位置處結合。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該沉積室包括一入口壓力計以及一再循環節流閥，該方法更包括：

維持該新鮮、非再循環之製程氣體流至該沉積室的一

期望質量流率 (mass flow rate); 以及

控制透過該再循環節流閥而排出之氣體量，排出之氣體量係為在該入口壓力計所量測到之該製程氣體的壓力之函數。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該沉積室包括一腔室壓力計以及一腔室節流閥，該方法更包括：

控制透過該腔室節流閥排出之氣體量以維持一恆定腔室壓力，排出之氣體量係為在該腔室壓力計所量測到之壓力的函數。

14. 一種電漿輔助化學氣相沉積方法，包括：

提供一新鮮、非再循環之製程氣體至一電漿輔助化學氣相沉積室，該製程氣體至少包括氫氣及矽烷；

執行一電漿輔助化學氣相沉積製程；

將該製程氣體自該沉積室排出；以及

使至少一部分的該製程氣體再循環通過一氣體重新調理設備，該設備包括至少一項目，該項目係選自由一微粒補集器、一微粒過濾器及其組合所組成之群組。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該沉積室包括一入口壓力計以及一再循環節流閥，該方法更包括：

維持該新鮮、非再循環之製程氣體流至該遠端電漿源

的一期望質量流率；以及

控制透過該再循環節流閥而排出之氣體量，排出之氣體量係為在該入口壓力計所量測到之該製程氣體的壓力之函數。

16.如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該沉積室包括一腔室壓力計以及一腔室節流閥，該方法更包括：

控制透過該腔室節流閥排出之氣體量以維持一期望之腔室壓力，排出之氣體量係為在該腔室壓力計所量測到之壓力的函數。

17.一種電漿輔助化學氣相沉積設備，包括：

一腔室；

一製程氣體來源，係與該腔室耦接；

一第一壓力計，係耦接於該製程氣體來源與該腔室之間；以及

一腔室排氣系統，係與該腔室耦接，該排氣系統包括：

至少一排氣導管，係與該腔室耦接；

一微粒過濾器，係沿著該至少一排氣導管而耦接；

一微粒過濾器排氣導管，係與該微粒過濾器以及該腔室耦接；以及

至少一節流閥，係與該微粒過濾器排氣導管耦接，並與該第一壓力計為電性耦接。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之設備，其更包括：

一遠端電漿源，係耦接於該製程氣體來源以及該腔室之間。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之設備，其中該微粒過濾器排氣導管係在該腔室及該遠端電漿源之間的一位置而與該腔室耦接。

20.如申請專利範圍第 17 項所述之設備，其更包括：

一腔室壓力計，係與該腔室耦接；以及

一腔室節流閥，係耦接於該微粒過濾器與該腔室之間的一位置，並與該腔室壓力計為電性耦接。

21.一種電漿輔助化學氣相沉積設備，包括：

一腔室；

一製程氣體來源，係與該腔室耦接；

一第一壓力計，係耦接於該製程氣體來源與該腔室之間；以及

一腔室排氣系統，係與該腔室耦接，該排氣系統包括：

至少一排氣導管，係與該腔室耦接；

至少一節流閥，係沿著該至少一排氣導管而與該第一壓力計為電性耦接；

一微粒過濾器，係沿著該至少一排氣導管而耦接於該腔室與該至少一節流閥之間；以及

一微粒過濾器排氣導管，係與該微粒過濾器以及該腔室耦接。

22.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其更包括一耦接於該腔室以及該製程氣體來源之間的遠端電漿源，其中該微粒過濾器排氣導管係在該腔室及該遠端電漿源之間的一位置而與該腔室耦接。

23.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其更包括：

一腔室壓力計，係與該腔室耦接；以及

一腔室節流閥，係耦接於該微粒過濾器與該腔室之間的一位置，並與該腔室壓力計為電性耦接。

24.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其更包括一耦接於該微粒過濾器與該腔室之間的再循環閥。

25.一種電漿輔助化學氣相沉積設備，包括：

一腔室；

一製程氣體來源，係與該腔室耦接；以及

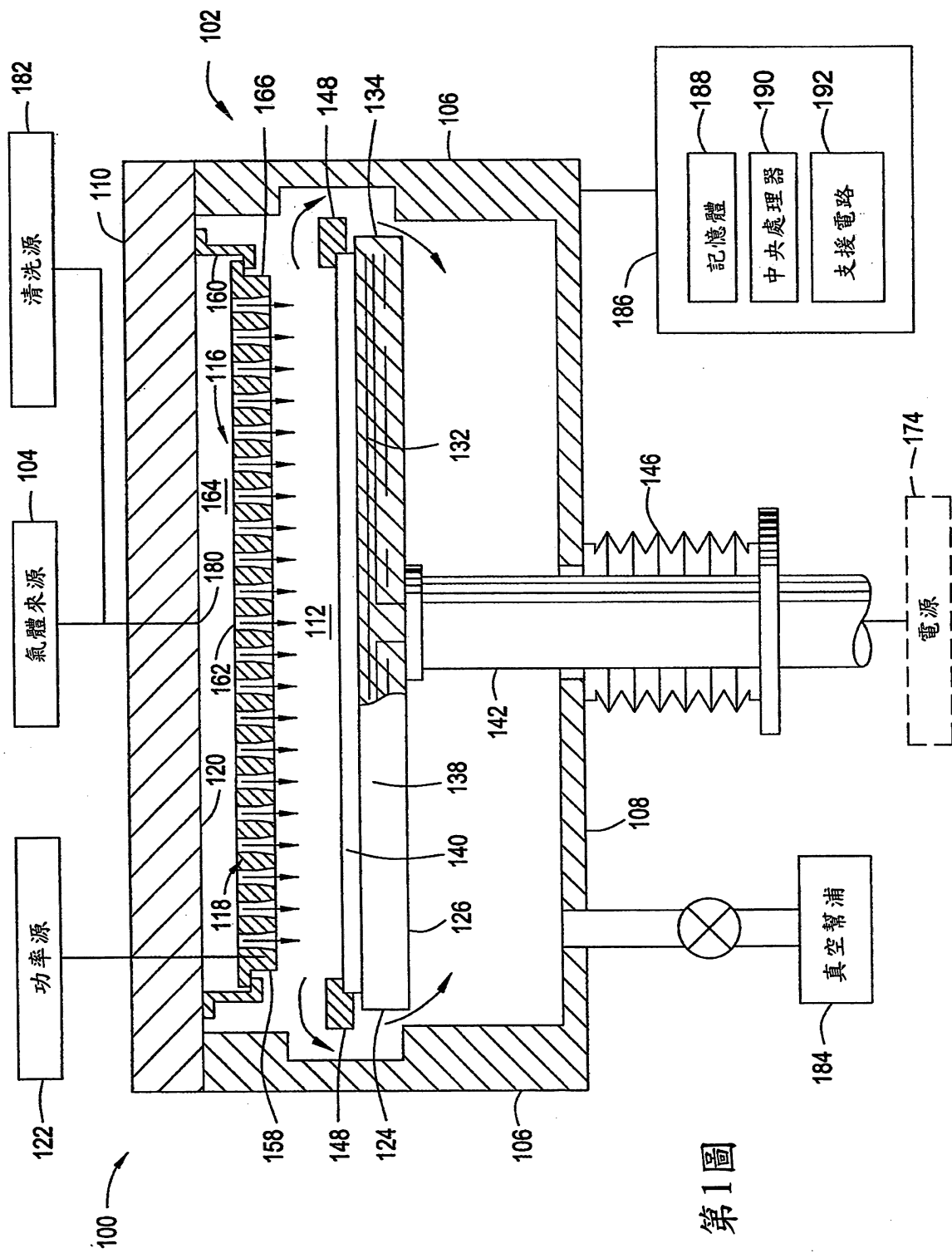
一再循環系統，該系統能夠將自該腔室排放之一製程氣體量再循環回到該腔室，該再循環之製程氣體量係為由

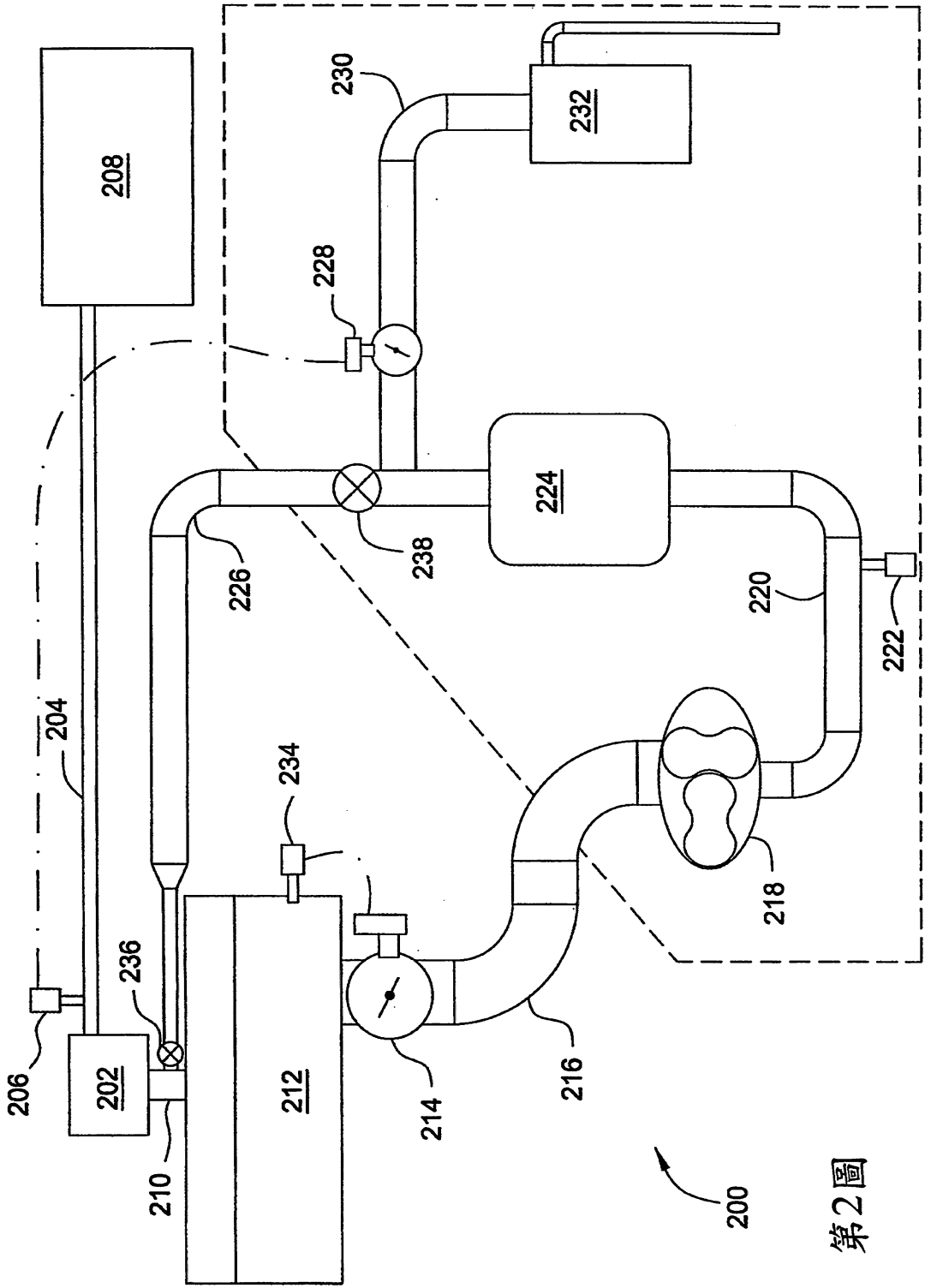
該製程氣體來源提供至該腔室之一新鮮製程氣體的函數，  
以確保提供該腔室一期望的製程氣體量，該系統包括：

一或多個升壓裝置；

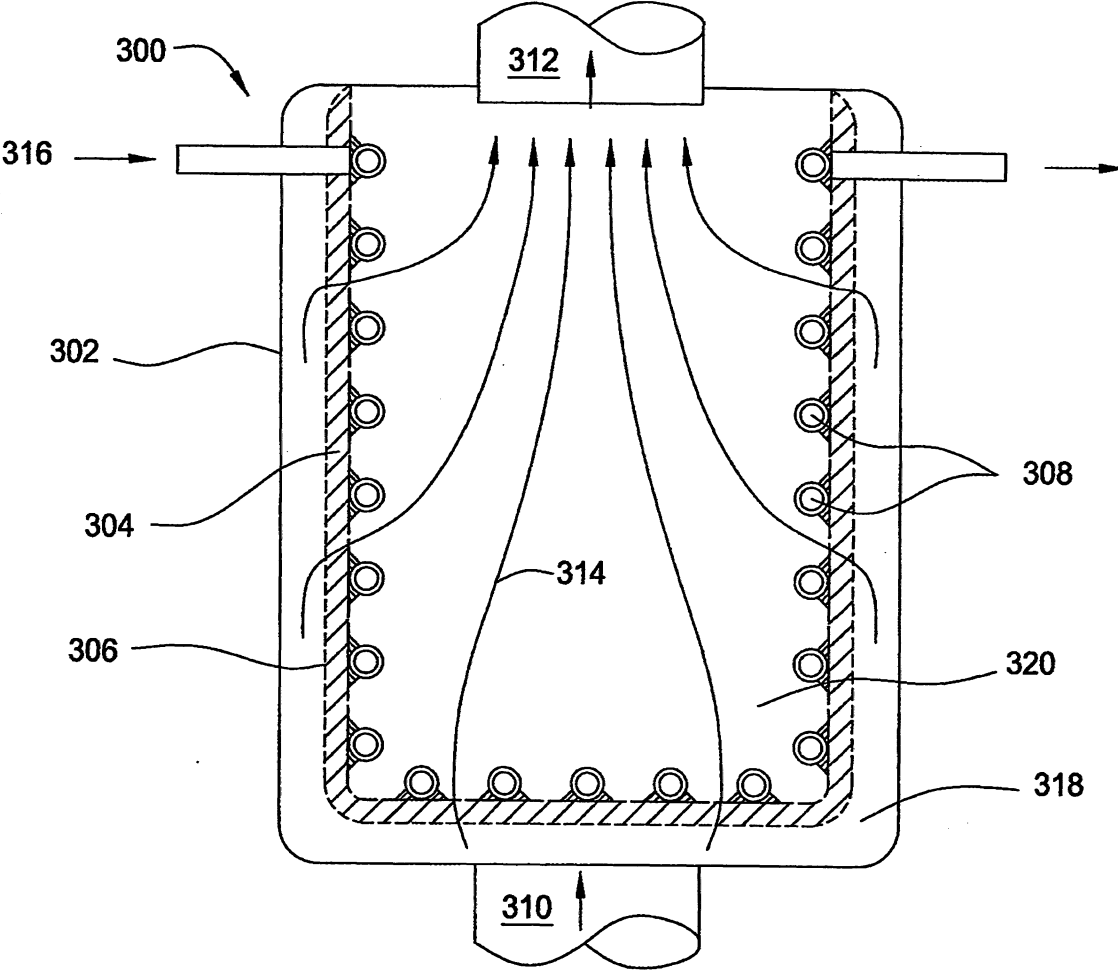
一或多個機械式幫浦；以及

一閥，耦接於該一或多個升壓裝置以及該一或多個  
機械式幫浦之間，其中該閥控制再循環至該腔室之排放  
的氣體量，以及自該設備移除之排放的氣體量。

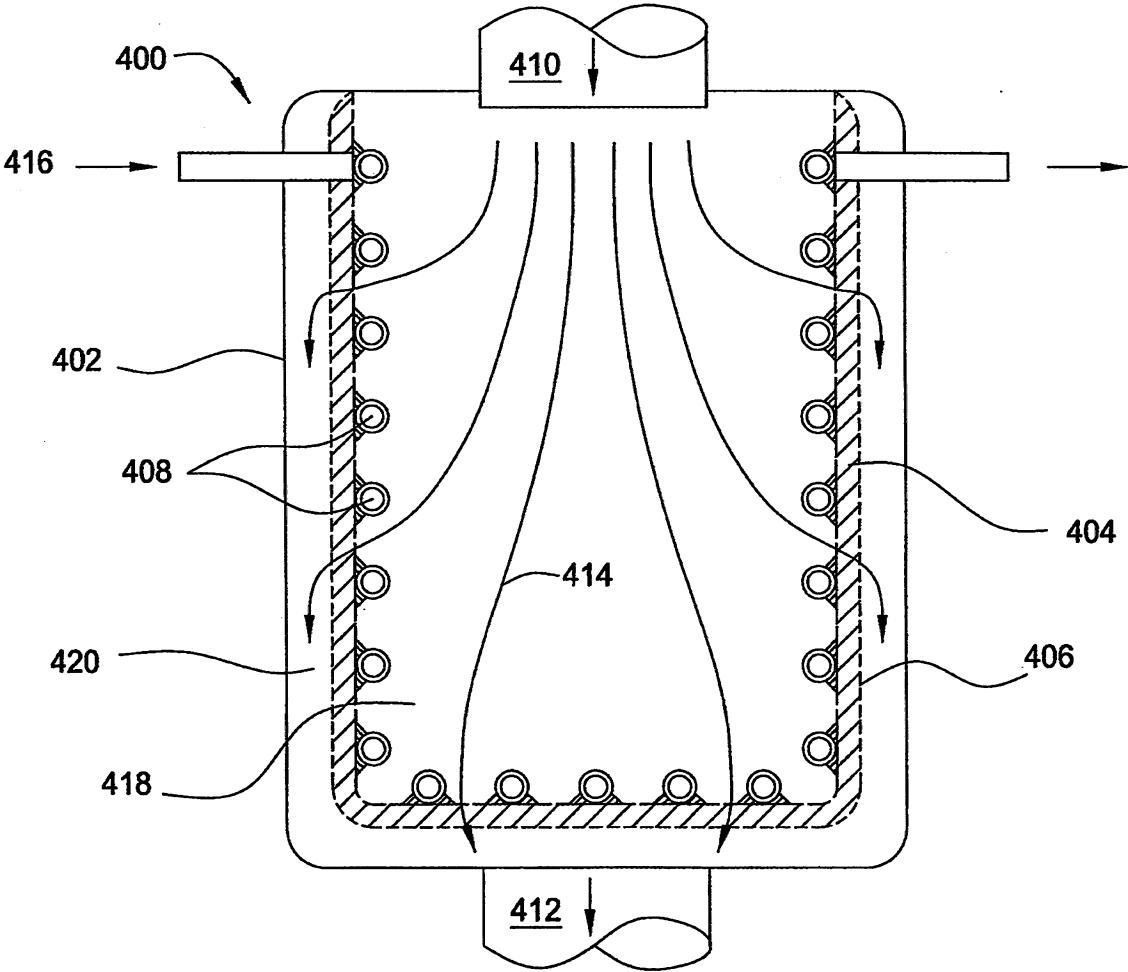




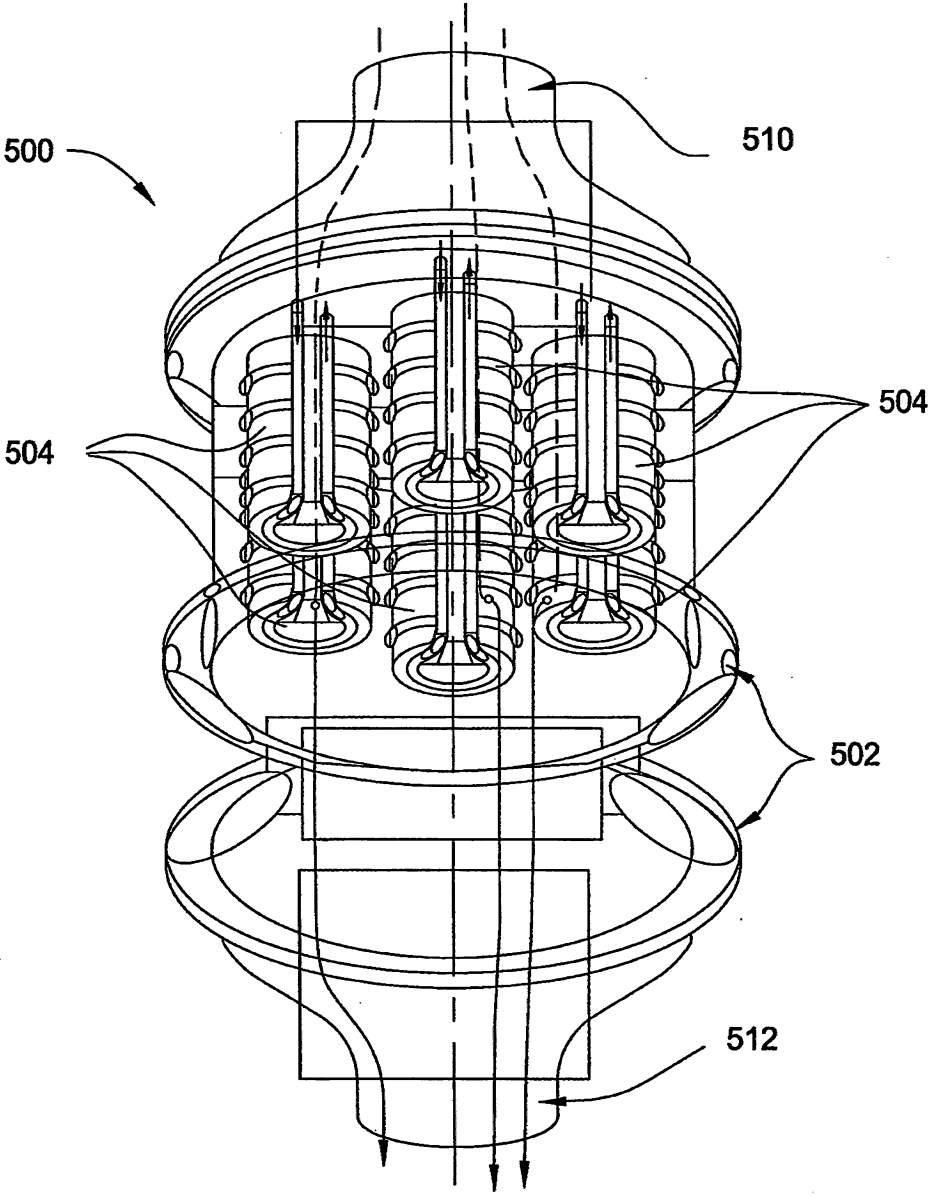
第2圖



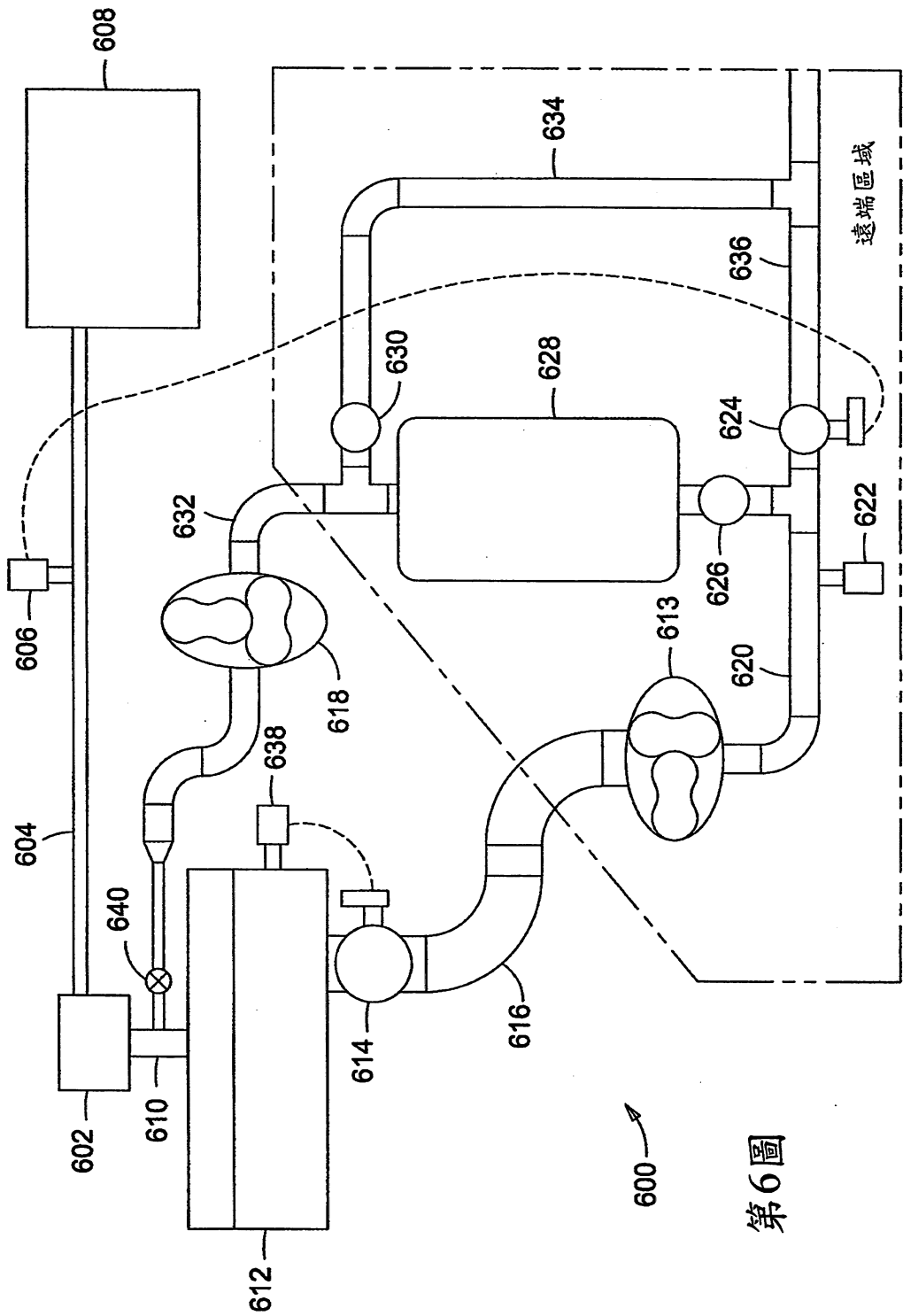
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖

## 七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

|     |           |     |       |
|-----|-----------|-----|-------|
| 200 | 系統        | 202 | 遠端電漿源 |
| 204 | 導管        | 206 | 壓力計   |
| 208 | 氣體來源/氣體面板 | 210 | 導管    |
| 212 | 製程室       | 214 | 節流閥   |
| 216 | 導管        | 218 | 升壓裝置  |
| 220 | 導管        | 222 | 壓力計   |
| 224 | 微粒補集器/過濾器 | 226 | 導管    |
| 228 | 節流閥       | 230 | 導管    |
| 232 | 前級幫浦      | 234 | 壓力計   |
| 236 | 停止閥       | 238 | 停止閥   |

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