

# 公告本

408363

|      |           |
|------|-----------|
| 申請日期 | 86.11.11  |
| 案 號  | 86116806  |
| 類 別  | H01C 7/02 |

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

408363

|        |      |                                                                                                                                     |
|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、發明名稱 | 中 文  | 半導體晶圓高溫處理系統及方法                                                                                                                      |
|        | 英 文  | Systems and Methods for High Temperature Processing of Semiconductor Wafers                                                         |
| 二、發明人  | 姓 名  | (1) 維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納<br>(2) 艾力·岳<br>(3) 約拿旦·法蘭克<br>(4) 夏利昆<br>(5) 蓋瑞·楓<br>(6) 賽瑞尼法斯·納曼尼<br>(7) 伊爾文·希爾維斯雀<br>(8) 伊納·夏慕倫<br>(9) 提摩西E·雷維尼 |
|        | 國 籍  | (1)、(6) 印度 (2)、(3)、(5)、(7)、(8)、(9) 美國 (4) 中國<br>(1) 美國加州聖大克萊拉·八月廣場2223號<br>(2) 美國加州米爾伯瑞·杉洛克巷12號<br>(3) 美國加州聖拉西·在古街272號              |
|        | 住、居所 |                                                                                                                                     |

裝

408363

(由本局填寫)

|        |
|--------|
| 承辦人代碼： |
| 大類：    |
| IPC分類： |

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☒有 ☐無主張優先權  
美 1996.11.13. 08/748,883

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( 1 )

## 相關申請案之交互參照

本申請案係和以約拿旦·法蘭克、哈里·波涅坎提、伊納·夏慕倫、以及維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納等人列為共同發明人且與本案同時提出專利申請並作同樣讓渡之專利申請案“高溫處理腔室用加熱器／舉昇總成”有關；且和以約拿旦·法蘭克、以及維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納列為共同發明人且與本案同時提出專利申請並作同樣讓渡之專利申請案“高溫處理腔室用腔室內襯”有關；且和以蓋瑞·楓、以及伊爾文·希爾維斯崔等人列為共同發明人且與本案同時提出專利申請並作同樣讓渡之專利申請案“具底部安裝遠距電漿系統之基體處理裝置”有關；且和以約拿旦·法蘭克列為發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“高溫處理腔室用舉昇總成”有關；且和以維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納、以及蓋瑞·楓列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“用以檢知熱（非電漿）處理製程中之腔室清潔動作結束點的系統與方法”有關；且和以約拿旦·法蘭克、伊納·夏慕倫、維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納、以及尤金·福克珊史基等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“高溫處理腔室用蓋總成”有關；且和以蓋瑞·楓、夏利昆、賽瑞尼法斯·納曼尼、以及艾力·岳等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“用以清潔基體處理系統內之表面的方法及裝置”有關；且和以夏利昆、維斯瓦倫·希佛拉瑪克里辛納、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

## 五、發明說明( 2 )

賽瑞尼法斯·納曼尼、艾力·岳、以及蓋瑞·楓等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“用以從腔室材料表面吸除氬的方法及裝置”有關；且和以夏利昆、艾力·岳、以及賽瑞尼法斯·納曼尼等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“用以於次大氣壓及高溫狀態下沈積預金屬介電層的方法及裝置”有關；且和以艾力·岳、夏利昆、以及賽瑞尼法斯·納曼尼等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“淺槽溝隔離用方法及裝置”有關；且和以約拿旦·法蘭克列為發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“用以控制蒸汽沈積裝置之溫度的系統及方法”有關；且和以蓋瑞·楓、張芳、以及龍·那谷耶等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“微波清潔應用預穩定電漿產生方法及裝置”有關；且和以艾力·岳、夏利昆、保羅·集、以及班格·那谷耶等人列為共同發明人且與本案同時申請並作同樣讓渡之專利申請案“使用摻雜氧化矽薄膜形成超淺摻雜區之方法及裝置”有關。上述專利申請案皆讓渡予本案受讓人美商·應用材料股份有限公司，且上述諸專利申請案所揭露請求之技術內容因而均一併結合供作本案敘述上之參考。

## 發明背景

本發明係有關於半導體處理技術；詳言之，本發明係有關於用以在比約 500°C 還大之溫度下于高縱橫比形貌體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(3)

上形成介電薄膜且讓此等介電薄膜具有低含水量與低膨縮量的一種方法與裝置。本發明之數組實施例特別可用於沈積諸如硼磷矽酸鹽玻璃(BPSG)薄膜、硼矽酸鹽玻璃(BSG)薄膜、或是磷矽酸鹽玻璃(PSG)薄膜等等經摻雜介電薄膜，以及用於形成例如用作為源極／汲極接面或是作為淺槽溝隔離體中之通道停止擴散體的超淺摻雜區。另外，本發明之數組實施例亦可用於沈積用作為預金屬介電(PMD)層、中間金屬介電(IMD)層、或是其它介電層等等經摻雜介電薄膜。本發明之數組更進一步之實施例更可用於沈積諸如用作為淺槽溝隔離充填氧化物、絕緣層、蓋帽層、或其它層體之無摻雜矽酸鹽玻璃(USG)薄膜等無摻雜介電薄膜。

製造現代半導體元件的主要步驟之一，即是在一個半導體基體上形成一層介電層。如同吾人所熟知地，此一介電層可藉化學蒸汽沈積(CVD)技術來沈積。于傳統熱 CVD 製程中，反應氣體被供應到基體表面，於其上發生熱引發之化學反應（同質或異質性），而產生期望之薄膜。于傳統電漿製程中，則是讓一股受控制電漿被形成來分解及／或激勵諸反應物種，而形成期望之薄膜。大體而言，熱與電漿製程中的反應速率可藉由控制下列之一或多個參數而加以控制：溫度、壓力、及反應物氣體流量率。

自從半導體元件在數十年前問世以來，此等元件之幾何構形在大小上業已大為縮減。自那時問世之後，積體電路大致即遵循兩年／大小減半之定律（俗稱“摩爾定律”），此意謂著裝在一個晶片上之元件數目每兩年即增

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

冰

## 五、發明說明 ( 4 )

加一倍。今日的晶圓製造廠已在例行地製造 0.5 微米 以及甚至 0.35 微米 形貌體大小之元件，而明日的製造廠則很快將會開始製造具更小形貌體大小之元件。隨著元件形貌體大小之日漸縮小以及集積密度提高，過去從未被業界感到重要的一些問題便益形受到更大關注；特別是，具日益提高之集積密度的元件均含有具有高縱橫比（例如大於約 3:1 或 4:1）之形貌體。（此處之縱橫比係定義成代表兩相鄰梯級部之高度對間距的比值。）

製造此種高集積度元件之製程須有更加嚴格之要求，俾能製造出高品質元件；且傳統的基體處理系統已愈來愈不能滿足此等要求。其中的一項要求即是，製造此等元件之過程中形成的介電薄膜必須均勻地沈積在這些高縱橫比形貌體上，不能留下明顯之間隙或空洞；另一項要求是，這些薄膜須顯現低皺縮量，俾使後續之加熱及／或濕蝕刻步驟不會造成所沈積薄膜中生成空洞。但是，通常以低於大約 450℃ 之溫度沈積介電薄膜的傳統基體處理系統，並無法製成具良好間隙充填能力而不會在後續加熱及／或濕蝕刻步驟中顯現明顯空洞的低含水量薄膜。如同吾人所熟知地，此類間隙或空洞可能導致元件性能不可靠以及其它問題。在此等元件中用作為例如 PMD 或 IMD 層的介電薄膜須有良好的高縱橫比間隙充填能力，以避免這些間隙或空洞所引生之問題。再一項要求即是，在各處理步驟中滲入晶圓的金屬污染物須加以降低，俾避免在元件內造成短路和其它問題。如同吾人所熟知者，于處理期間採用在原

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明(5)

地非中斷式(in-situ)電漿的傳統基體處理系統會遭受離子的物理濺散現象，此等離子會衝擊諸如鋁壁的腔室表面，造成基體受金屬污染；因此，使用在原地非中斷式電漿便難合人意。職是之故，業界乃需要有不採用在原地非中斷式電漿的一種新式基體處理系統，供提供具所預期之低含水量、高密度、低蝕縮量、良好高縱橫比間隙充填能力等特性的介電薄膜。

除了符合上述嚴格要求之外，基體處理系統亦須能滿足用以形成具有蝕縮式元件幾何形態之一些高集積度元件所需之超淺摻雜區的更高需求。隨著更小元件幾何形態的來臨，半導體中的超淺摻雜區已為多種應用場合所需，此等應用場合包括例如源極／汲極接面、淺槽溝隔離用通道停止擴散體等等。舉例而言，通道長度小於0.8微米的MOS元件經常需要深度小於大約250毫微米(nm)的源極／汲極接面，俾得到適當之元件性能。而對於被大約0.35微米深之槽溝隔離結構分隔的一些電晶體，經常需要用到深度在數百毫微米之譜的超淺通道停止區。就需要超淺摻雜區之一些應用場合而言，在諸摻雜區提供均勻之摻雜劑分布、以及對接面深度作良好控制，均屬重要者。

目前用以形成超淺摻雜區的方法，諸如離子植入和氣體擴散等等，在某些應用場合中並不適當。若採用此等目前之方法，其控制摻雜劑分布狀況與接面深度之能力均頗為有限，尤以在摻雜區變得更淺時為然。就類似離子植入的方法而言，由於離子在半導體材料表面積累之濃度，以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

紙

## 五、發明說明 ( 6 )

致摻雜劑分布的控制有些困難。而且，離子植入動作會對半導體表面造成損害，且用於修補此等基體損害點的方法經常也造成更難以為超淺摻雜區控制摻雜劑分布與接面深度；例如，以相當高能量準位撞擊之離子有洞穿或挖穿半導體材料並造成諸如點瑕疵等損害點的傾向；可能會導致不規則及不均勻接面深度的此等點瑕疵，可藉由在高溫（高於大約  $900^{\circ}\text{C}$ ）下鍛燒經植入之半導體材料，而略予修補；然而，鍛燒經植入半導體材料卻也可能會使接面深度進一步增大超過所期望程度。而就類似氣體擴散之方法而言，控制摻雜劑分布與接面深度在形成超淺摻雜區時，頗難控制。是故，隨著技術往更小幾何形態之元件發展，業界乃亟需有可控制超淺摻雜區中之摻雜劑均勻度與接面深度的一種替換方法。

欲形成超淺摻雜區時，有一種可替換目前之離子植入及氣體擴散法的方法是採用一層摻雜介電薄膜作為摻雜劑擴散源。于此替換方法中，一層摻雜介電薄膜被沈積於一塊基體上，並用作為擴散到基體內以形成超淺摻雜區之摻雜劑的來源。例如，摻雜介電薄膜在一個沈積腔室內於低於  $500^{\circ}\text{C}$  之溫度下被沈積，並接著在諸如鍛燒腔室的一個不同腔室中以高於  $500^{\circ}\text{C}$  之溫度予以加熱，以進行摻雜劑擴散作用而形成摻雜區。為有效率地形成半導體材料內之超淺摻雜接面，控制該摻雜介電薄膜之厚度、均勻度、與含水量十分重要；特別是，控制所沈積摻雜介電薄膜之厚度與均勻度，可對可供擴散用之摻雜劑數量提供某些程度

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明( 7 )

之控制；限制用作為擴散源之摻雜介電薄膜的厚度，亦有助於藉由節省沈積（以及隨後之蝕刻）時間，而提高晶圓產出量；再者，具有均一之摻雜劑均勻度的均勻沈積薄膜，可對摻雜劑自薄膜擴散到基體內之過程提供更佳之控制作用。如同吾人所熟知地，經摻雜之介電薄膜內的水份會與摻雜劑反應而將後者拘束在一種結晶結構內，以致可供擴散到基體內來形成摻雜區之摻雜劑數量變少。緣是，較合意的作法是採用具有低含水量的摻雜介電薄膜，因為這些薄膜具有較多摻雜劑可供擴散之用。

但是傳統基體處理系統在使用經摻雜介電薄膜作為摻雜劑擴散源時，卻遭遇數項問題。其中一項問題為，在使用傳統系統沈積該摻雜介電薄膜時，很難對薄膜厚度與均勻度作高程度之控制；另一項問題為，經常難以確保該摻雜介電薄膜中有適當數量之摻雜劑可供擴散到基體內來形成超淺摻雜區；再一項問題則為，在欲形成諸超淺摻雜區的基體表面上有本生氧化物存在，成為障壁層而阻礙摻雜劑從該摻雜介電薄膜擴散進入基體。此等問題特於下文予以進一步敘明。

儘管使用摻雜介電薄膜充作摻雜劑擴散源來形成超淺摻雜區有其優點，但是其在採用傳統沈積系統時無法控制所沈積摻雜介電薄膜之厚度與均勻度的問題，卻由於兩個主要理由而特別受到關注。第一，無法使用傳統方法和裝置適當控制所沈積摻雜介電薄膜之厚度與均勻度的狀況，會不合人意地造成控制所形成超淺摻雜區之摻雜劑均勻度

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

錄

## 五、發明說明( 8 )

與接面深度的能力亦降低。例如，在一個傳統連續 CVD 腔室中，一塊基體置放在一條傳送帶上並移經該腔室的各個部分；在此腔室之各個部分中可沈積出具某一厚度的一個層體，所沈積薄膜之厚度可藉著改變傳送帶速度的方式加以控制，如此僅能提供程度有限的控制；再者，試圖利用傳送帶速度來控制薄膜厚度與摻雜劑濃度時，要對沈積於不同晶圓上之各薄膜的厚度與摻雜劑均勻度加以控制，十分困難；亦即，沈積於不同晶圓上之諸薄膜的厚度可能會有變化且難以預測，而導致晶圓與晶圓之間相較之下的不可靠度。第二，在整體效率與提高晶圓產出量的考量上，能夠控制所沈積摻雜介電薄膜之厚度，甚至是對極薄之薄膜，是合於吾人期望的；然而，傳統方法卻只能形成厚度在數千埃 ( $\text{\AA}$ ) 上下之摻雜介電薄膜；而且，使用依賴傳送帶速度來控制沈積薄膜厚度之系統，可能難以維持所沈積薄膜儘量薄；對於傳統上所沈積之較厚的薄膜，某些摻雜劑可能須花較長時間才能擴散進入基體內，因為在它們到達基體材料之前必須移動較大距離；又者，藉蝕刻或其它技術去除充作摻雜劑擴散源的此種較厚薄膜時，經常致使晶圓加工所需之總時間拉長；隨著製造廠改善效率之壓力日漸增長，較合宜的是把摻雜介電薄膜形成得儘可能薄，以縮減沈積該薄膜及隨後將之去除所需的時間。若有可輕易控制用作為摻雜劑擴散源之摻雜介電薄膜的厚度與摻雜劑均勻度（小於約 500  $\text{\AA}$  厚，且橫越晶圓只有  $\pm 0.2$  個重量百分比之摻雜劑變動）的方法與裝置出現，將十分

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

訂

## 五、發明說明 ( 9 )

合乎人意。

使用摻雜介電薄膜作為超淺摻雜區之摻雜劑擴散源的再一項問題在於，須有適當數量之摻雜劑供擴散進入基體內。為能提供適當數量之摻雜劑供均勻地擴散入基體內以形成超淺接面，過去經常是必須用到帶有高摻雜劑濃度的薄膜。然而，水份吸收及氣體釋除現象卻成為和適當摻雜劑可用率有關的兩個問題；摻雜介電薄膜(特別是具有高摻雜劑濃度者)傾向於會在晶圓于一潔淨中暴露於周遭水氣(例如當晶圓在一道多步驟製程中於沈積完該摻雜介電薄膜後而自沈積腔室送至另一不同處理腔室以供進行下一處理步驟時)之後的短時間內吸收水份，遭吸收之水份( $H_2O$ )接著即會和該摻雜介電薄膜內的各種摻雜劑反應，使該摻雜介電薄膜結晶化；由於結晶結構會把摻雜劑拘束在該薄膜內，此等摻雜劑便變成不能供用於擴散到基體內，即使在接下來藉著在另一腔室中進行快速熱處理或鍛燒而將晶圓加熱之後亦然。因此，水份吸收現象即會降低供擴散到基體內之摻雜劑的數量。而除了此水份吸收問題以外，摻雜劑自該摻雜介電薄膜釋出之現象亦可能會發生於後續之加熱步驟中；此等摻雜劑自該薄膜散佈出來而離開該基體，導致可供用於擴散進入基體來形成超淺摻雜區的摻雜劑更少。

而即使有適當之摻雜劑可供擴散之用，在使用摻雜介電薄膜作為擴散源時，本生氧化物的問題仍是一項必須考量的重要事項。存在基體表面上欲形成超淺摻雜區之處的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

5/1

## 五、發明說明 ( 10 )

本生氧化物，會妨礙摻雜劑有效及均勻地擴散進入矽基體內之作用；緣是，對摻雜劑構成擴散障壁層的此等本生氧化物便需加以清除。清除本生氧化物之動作在過去曾有人運用諸如使用液態蝕刻劑的濕式蝕刻法、以及使用在原地非中斷式電漿的乾式蝕刻法等等傳統技術來執行；然而，使用液態蝕刻劑時經常難以控制，且可能對基體造成蝕刻過度之狀況；以諸如濕式蝕刻法之傳統方法清除掉本生氧化物的基體，在本生氧化物開始再度形成之前，具有少於大約一週的儲放期間，迫使業界存有必須在清除本生氧化物之後的短時間內馬上加工處理晶圓才屬合宜的壓力；而使用以在原地非中斷式電漿清除本生氧化物的乾式蝕刻法時，則可能對基體表面造成電漿傷害；除了造成基體表面電漿傷害以外，在原地非中斷式電漿乾蝕刻法亦可能違反人意地造成更多金屬污染物（如同前文所述）。職是之故，能夠有效清除本生氧化物而不損傷基體表面，以使摻雜劑可均勻擴散到基體內形成超淺摻雜區，是相當重要的。

除了提供具有均勻厚度與高縱橫比間隙充填能力且只產生低金屬污染量之緻密、低含水量介電薄膜以外，改善積體電路元件製造上之品質和整體效率亦是重要之事。改進元件製造品質與整體效率的一種重要方式為，有效且經濟地清潔腔室。隨著製造廠改善製程處理品質與整體效率之壓力日增，對於節省時間與金錢二者而言，消除一道多步驟製程中之總停產時間而又不致折損晶圓品質，已日趨重要。于 CVD 處理期間，在處理腔室內釋出之反應氣體

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

冰

## 五、發明說明 ( 11 )

於受處理之基體的表面上形成諸如氧化矽或氮化矽的一些層體；CVD 裝置內之某些別的位置處會發生吾人不希望有的氧化物沈積現象，諸如在氣體混合盒與氣體散佈歧管間的區域；於此等 CVD 製程期間，不希望有的殘餘氧化物亦會沈積在排氣通道與處理腔室壁上或附近；一段時間之後，若不從 CVD 裝置清除此等殘餘物，則常會造成品質降低、不可靠的製程和有瑕疵的基體；若未頻繁地施行清潔程序，從累積在 CVD 裝置內之殘餘物生出的雜質可能會遷移到基體上；隨著現今的元件尺寸日趨縮小，雜質造成基體上之元件損壞的問題便受到特別關注。因此，為能讓基體加工處理操作順暢，並改善元件產率及使產品性能更佳，CVD 系統之維護工作即有其重要性。

經常，在每處理一批 N 個晶圓之後需作定期腔室清潔，以改善 CVD 系統製造高品質元件之性能。若能對腔室及／或基體提供有效而無損害性之清潔操作，常可提高所製元件之性能與品質。除了改善上述腔室清潔操作（此操作係在不破壞真空密封之狀況下進行）之品質以外，在多次定期腔室清潔作業動作之間另須執行預防性維修腔室清潔作業（其須打開腔室蓋由上到下對腔室作實體抹拭作業而會破壞真空密封）；執行此種必須的預防性維修腔室清潔作業時往往必須打開腔室蓋以及可能會阻礙該蓋的任何其它腔室部件，而這正是會干擾正常製程的一種費時程序。

由於上述諸項問題，乃需要有更改進之方法、系統、

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 12 )

和裝置，供沈積出具有均勻厚度與高縱橫比間隙充填能力的緻密低含水量介電薄膜。最好，此等經改進之方法與裝置亦會提供具有低金屬污染量的腔室清潔程序；另亦需有經改進之方法與裝置供形成欲作為超淺接面之摻雜劑擴散源的摻雜介電薄膜；此等方法與裝置要可以有效去除本生氧化物，俾確保能從該摻雜介電薄膜作有效且均勻之摻雜劑擴散，而不對矽晶圓造成顯著之表面損害；再者，對某些應用而言，吾人會期望能在單一腔室內以一種經簡化之設計來提供多重沈積與清潔能力，以縮減不同型式清潔作業所耗時間。緣是，吾人所企盼且需要者，乃為可執行高品質有效高溫沈積作業和有效易控制之清潔作業的系統與方法；特別是，此等系統與方法應被設計成可和供形成具高縱橫比形貌體之元件以及供形成超淺摻雜區之諸多加工處理需求相匹配。

## 發明概要

本發明即提供了用於對半導體晶圓作高溫（至少大約 500-800°C）加工處理的多組系統、方法、和裝置。本發明之諸實施例包括了能夠讓多道製程處理步驟在原地非中斷式地于同一腔室內被執行，以縮減總加工處理時間、並確保可作高品質加工處理來製成具高縱橫比形貌體之高集積度元件的多組系統、方法、和裝置。在同一腔室內執行多道製程步驟的作法，亦可提高對製程參數之控制性、大幅降低所沈積薄膜內之含水量、並使因金屬污染物或製程殘渣污染物造成元件損傷之現象減少。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

不

## 五、發明說明 ( 13 )

特別是，本發明提供了用以形成具有相當薄之薄膜厚度之介電薄膜的高溫沈積、加熱、與有效清潔程序。本發明之諸實施例特別可用於沈積諸如硼磷矽酸鹽玻璃(BPSG)薄膜、硼矽酸鹽玻璃(BSG)薄膜、或磷矽酸鹽玻璃(PSG)薄膜等寺經摻雜之介電薄膜，以及可用於形成充作例如源極／汲極接面或是作為淺槽溝隔離結構中之通道停止擴散體的一個超淺摻雜區；另外，本發明之諸實施例亦可用於沈積用來充作預金屬介電(PMD)層、中間金屬介電(IMD)層、或其它介電層的摻雜介電薄膜；更且，本發明之諸實施例更可用於沈積用作為淺槽溝隔離充填氧化物、絕緣層、蓋帽層、或其它層體的未摻雜介電薄膜。

依據本發明構成的方法包括在具有介於大約 10-760 torr 間之壓力的一個真空腔室內藉 CVD 沈積介電薄膜於一塊基體上，以及把該基體加熱至大於大約 500°C 的一個溫度。該基體可被加熱而供多種目的所需，諸如執行使所沈積介電層再流動俾完成平面化之程序、或者用以從一層所沈積摻雜介電層驅使摻雜劑進入；此程序可用單一道步驟予以施行（例如於大於 500°C 之溫度下沈積該薄膜於晶圓上並使之再流動），或是以多道步驟施行之（例如于低於 500°C 之溫度下沈積該薄膜於晶圓上、以及接著在該薄膜已沈積成後加熱晶圓上之該薄膜）；不管在何種狀況下，高溫加工處理程序均係在未把晶圓自該真空腔室移出之情形下完成，如此會有利地降低該介電薄膜中之水份吸收量；此等高溫加工處理方式亦讓附有蓋帽層之摻雜介電薄

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 14 )

膜可在原地非中斷式地沈積出來，而有利地減少摻雜劑自該摻雜薄膜脫出之現象並降低含水量。在一組特定實施例中，係把反應氣體輸送至基體表面處，讓該處發生熱誘發化學反應而產生該介電薄膜；此外或是可替換地，可形成受控制之電漿來促進反應物種之分解。

于一組例示性實施例中，該介電薄膜係為用來充作超淺接面所需摻雜劑擴散源的一層薄摻雜薄膜；此薄膜係於超過大約 500°C 之溫度下被沈積於基體上，並加熱至更高溫度（通常大於 600°C，且較佳地係大於大約 700°C），以將摻雜劑從該介電層擴散到其下方之基體內。於同一腔室內進行沈積與加熱步驟的這種作法，對該摻雜介電薄膜之厚度、均勻度、及含水量提供了較佳的控制性；改善該薄膜之含水量可增加此薄膜內可用摻雜劑之數量，而特別有利於在高集積度元件內形成超淺接面。

于本發明之另一層面中，一套遠距電漿系統則被提供來蝕刻真空腔室內壁和其裝置之構件上的不合意沈積物，及用以在加工處理前從半導體晶圓上清除本生氧化物與其它殘渣。使用遠距能量源的一種溫和清潔技術較佳地被用來取代傳統之在原地非中斷式電漿處理程序，以減少金屬污染物。例如，此遠距電漿系統提供一種遠距電漿，且來自此電漿之氟根基團（原子團）較佳地可進入處於高溫之腔室內並對該腔室提供一種溫和的熱清潔作用。運用此種遠距電漿系統，則只用到化學反應，且物理濺散效應之問題即被消除；反之，倘若採用一套在原地非中斷式電漿系

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

訂

## 五、發明說明 ( 15 )

統，濺散效應會衝擊腔室之鋁壁，而因此可能導致所處理晶圓遭金屬污染。在採用遠距電漿系統的熱清潔程序中，導入腔室內的根基團可從腔室表面上有效地清除不想要有的沈積物與殘渣，而同時電漿保持在遠處或在腔室之外；此種遠距電漿系統的另一項優點為，本生氧化物可有效率地從晶圓上被清除，而有效地確保能從該摻雜介電薄膜層作有效而均勻之摻雜劑擴散，且不會對矽晶圓造成顯著之表面損害；本遠距電漿系統之更一項優點在於，本系統亦可被組構來用於藉由依需要使用不同輸入氣體來沈積一些薄膜。

于一組較佳實施例中，該遠距電漿清潔系統係為一種微波電漿系統，其被組構來產生及輸送一種選擇物種（諸如氟、氯、或其它根基團）到該加工處理腔室。此遠距電漿系統藉微波輻射來激勵氣體，而產生帶有蝕刻根基團的一種電漿。詳言之，其微波係藉一個磁控管或其它合適能量源產生，並經一套波導系統導引至一個施用管，而於該處產生電漿；反應氣體接著被送入該施用管，並受微波能量激勵，此等能量維持所激起之電漿的離子化狀態，以產生流入加工處理腔室內的根基團流；為達成清潔作用，此等根基團會與腔室壁上形成之殘渣反應而形成反應作用產物氣體，此等反應後產生之作用氣體即適於由排氣系統將之排離該腔室。此種微波電漿系統亦可適於藉由輸送沈積反應氣體到加工處理腔室內，沈積出電漿增強型 CVD 薄膜。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

訂

## 五、發明說明 ( 16 )

在本發明之另一層面中，該遠距電漿系統包括有用以指出腔室清潔程序何時已結束的一個終點檢測系統。若使用傳統的終點檢測系統，在腔室內無電漿時即可能令其難以精確指出清潔程序已完成之時間（亦即在腔室內之最後的製程氣體殘餘物已和清潔用蝕刻劑反應使其可自腔室排出時的時間）；此乃因傳統的終點檢測系統往往依賴利用在腔室內之電漿的方式，來查驗自該在原地非中斷式電漿發出之排出物，以測知清潔程序的終點。而在本發明中，則把一套終點檢測總成耦裝於處理腔室之氣體排出口上，藉由檢測光強度由於光線被諸如  $\text{SiF}_4$  等排出清潔氣體反應作用產物吸收而發生之光強度變化，來測知清潔程序的終點。

在本發明的又一個層面中，一組方法提供將諸如氟等任何被吸附清潔氣體自腔室壁表面上吸除(getter)的功能。依據本發明，含有氟的一種第一清潔氣體被引入處理腔室內，以從處理腔室中清除掉沈積殘餘物；在以該第一清潔氣體清除掉殘餘物後，接著把一種第二清潔氣體引入處理腔室內，此種第二清潔氣體會把因第一清潔氣體和處理腔室內部表面反應形成之清潔殘餘物去除。此種從腔室去除或吸除清潔殘餘物的作法可產生數項優點：例如，在本發明之一組較佳實施例中，氟根基團（原子團）被輸送至處理腔室內，藉著形成會被抽泵送離腔室的一種氟化矽氣體產物，而清除諸如氧化矽等殘餘物；在此以氟為基礎的腔室清潔程序完成後，在腔室壁表面上之任何吸附氟即

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 17 )

被清除，否則其可能會和受處理之下一個晶圓上沈積薄膜相互作用或是被結合到該薄膜內。于一組替換性實施例中，吸除作用利用以微波產生之原子氧和一個矽源對腔室作調質處理，在腔室上沈積出一層薄的氧化物薄膜，供陷捕任何被吸附的氬並防止後來沈積成之薄膜遭污染。

本發明亦提供了用於高溫處理製程的多種耐熱及製程相容構件。本發明之系統包括有具有容裝一個處理腔室之包封總成的一套蒸汽沈積裝置，此裝置包括有具有用以將晶圓加熱至高達大約  $500-800^{\circ}\text{C}$  之溫度之一個臺座／加熱器的一套加熱總成；該臺座較佳地包含有在至少大約  $400^{\circ}\text{C}$  之溫度下且最好在高達大約  $500-800^{\circ}\text{C}$  之溫度下實質上可抗拒與處理氣體發生反應及可抗拒被該等處理氣體沈積的一種材料；另外，該臺座較佳地包含有在高溫（亦即  $500-800^{\circ}\text{C}$ ）下實質上可抗拒被在清潔程序期間引入腔室之氬根基團蝕刻的一種材料；在一組例示性實施例中，該臺座／加熱器包含有埋置在諸如氧化鋁或較佳地諸如為氮化鋁之一種陶瓷材料內的一個電阻性加熱元件。

本發明之該加熱總成更包括有用以將該臺座／加熱器支撐於該腔室內且用以容裝所連接之必要電氣連接線的一根支撐軸，此支撐軸較佳地包含有擴散黏結於該臺座／加熱器上以在該軸內提供一個真空密封作用的一種陶瓷材料，此真空密封作用讓該軸之中空內部高溫處理程序進行期間可維持在周遭溫度與壓力下，此可保護各電極和其它電氣連接體免遭該製程和位於該腔室內之清潔用氣體所腐

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

52

## 五、發明說明 ( 18 )

蝕；另外，在該軸內提供周遭壓力的結果，更可使從電源經由該軸之中空軸心到電力引線或該軸之外壁發生電弧的機會降至最小。

于本發明的再一層面中，一套腔室內襯被設置圍繞著該臺座／加熱器，以隔離腔室壁和該加熱器。較佳地，此腔室內襯包括有由諸如陶瓷等等可耐受高溫及抗拒沈積／清潔反應之一種材料所構成的一個內部部分、與由一種抗裂材料構成的一個外部部分。該內襯之內部部分把腔室壁隔離，以降低晶圓邊緣冷卻效應，否則此效應可能會不利地影響所沈積薄膜之均勻度；而該腔室內襯之外部部分遠比該內部部分厚，以跨越晶圓與諸腔室壁間之間隙，並使龜裂機會降至最低，否則若用一個單一相當厚之陶瓷內襯即可能會發生龜裂。于一組例示性實施例中，該內襯之外部部分包括有一些氣隙，以提高該內襯所提供之隔離絕緣作用。

于本發明的更一個層面中，則為該包封總成提供了一組蓋總成。此蓋總成包括有耦接到一或多個清潔氣體通道與一或多個加工處理氣體通道以供接收加工處理和清潔氣體並供輸送此等氣體進入該腔室的一個氣體混合塊（或盒）；在該等清潔氣體通道上或在該等處理氣體通道上設置有一或多個閥，供選擇性地允許氣體通過而流到該氣體混合塊。此實施例藉著讓本裝置可在加工處理和清潔程序之間迅速且有效率地切換，而有助於本發明之該在原地非中斷式清潔方法之施行，進而能提高整個系統之產出率。

## 五、發明說明 ( 19 )

在一組例示性實施例中，該蓋總成更包括有一塊基板與一塊氣體散佈板，該基板具有用以接受一或多種氣體的一個氣體入口，而該氣體散佈板具有用以散佈氣體進入該處理腔室的多個孔。此蓋總成包括有在該基板上的一或多條旁通通道，此等旁通通道對流體流動作用提供比該等氣體散佈孔為小的阻力。在清潔程序期間，例如，諸清潔氣體中至少有一部分會直接經過該等旁通通道進入該腔室內，以增加清潔程序之速度，因而縮短該腔室之停產時間。本裝置較佳地包括有諸如一個閥與一個控制器的一套控制系統，用以部分地或完全地關閉該等旁通通道，來控制經過該等氣體散佈孔之氣體流量。

本發明的這些以及其它實施例，連同其優點和特徵，將配合下文之敘述和後附圖式加以更詳盡地描述。

## 圖式簡介

第 1 A 圖係為依據本發明構成之一套 CVD 裝置的一幅垂直剖視圖；

第 1 B 圖係為一組多腔室系統中之系統監視器與 CVD 裝置 10 的一幅簡圖；

第 1 C 圖繪示出該 CVD 裝置 10 相對於設於一個潔淨室內之一塊氣體供應面板 80 之狀況的一幅概示圖；

第 1 D 圖係為依據一組特定實施例構成之系統控制軟體電腦程式 150 之階層式控制結構的一幅示意方塊圖；

第 1 E 圖係為一套例示性加熱器控制次常式的一幅流程方塊圖；

## 五、發明說明 ( 20 )

第 2 圖係為依據本發明構成之 CVD 裝置 10 之一組較佳實施例的一幅分解圖；

第 3 圖係為沿第 2 圖中之線 3 - 3 取得之部分概示垂直剖視圖；

第 4 圖係為第 2 圖之該裝置之一個半導體處理腔室的一幅放大剖視圖；

第 5 圖係為供第 2 圖之該裝置用之一套氣體散佈系統的一幅分解圖；

第 6 A 圖係為 CVD 裝置 10 之一組蓋總成的一幅部分切除頂視圖，其中示出氣體散佈系統之多個部分；

第 6 B 與 6 C 圖分別繪示出供 CVD 裝置 10 用且結合有供清潔氣體用之一條旁通導管之一組替換性蓋總成的前視剖面圖與頂視圖；

第 7 A 與 7 B 圖係分別為依據本發明之一組實施例構成之一個腔室內襯的側視剖面圖和底視圖；

第 8 圖係為第 3 圖沿其線 8 - 8 取得的一幅部分概示剖視圖，其繪示出在第 2 圖之該 CVD 裝置 10 之排氣系統中的抽泵通道與氣體流動型式；

第 9 圖係為依據本發明之一組實施例構成之一套加熱器／舉昇總成的一幅部分概示垂直剖視圖；

第 10 圖係為第 9 圖之該加熱器／舉昇總成之一底部部分的一幅放大剖視圖；

第 11 圖係為第 9 圖之該總成依據本發明之一組實施例構成之一套臺座／加熱器的側視剖面圖；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

訂

## 五、發明說明 ( 21 )

第 12 圖係為該臺座／加熱器的一幅底視圖，其中繪示出一個加熱器線圈；

第 13 圖係為第 9 圖之該加熱器／舉昇總成的一幅分解圖；

第 14 圖係為第 10 圖之該臺座／加熱器內之諸電氣連接結構之一的一幅放大圖；

第 15A 與 15B 圖分別繪示出在該臺座／加熱器內用於收納一個熱電偶的一個孔、和該熱電偶；

第 16 圖係為依據本發明之一組實施例用以清潔晶圓及／或該加工處理腔室之一套遠距微波電漿系統的一幅簡圖；

第 17A 至 17D 圖係為依據本發明之一組實施例構成之一套清潔程序終點檢測系統的數幅概示圖；

第 18 圖係為依據本發明之一組實施例製造之一個半導體元件的一幅簡化剖視圖；

第 19A 至 19E 圖係為本發明之方法與裝置用於超淺源極／汲極接面的一組例示性應用例的數幅簡化剖視圖；

第 20A 至 20G 圖係為本發明之方法與裝置用於超淺槽溝隔離結構的另一組例示性應用例的數幅簡化剖視圖；

第 21 圖繪示出  $\text{NF}_3$  流量和以依據本發明之一組特定實施例構成之遠距微波電漿系統 55 提供而能產生最佳清潔速率的微波飽和功率之間的關係；

第 22A 至 22C 圖係為繪示出一些實驗結果的數幅圖表，此等實驗結果顯示出利用依據本發明之一組實施例所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

訂

## 五、發明說明 ( 22 )

製附蓋 BSG 薄膜形成之一些超淺接面之摻雜劑分佈輪廓；

第 23A 至 23F 圖係為繪示出一些進一步實驗結果的數幅圖表，此等進一步實驗結果顯示出利用依據本發明之另一組實施例所製不同附蓋 BSG 薄膜形成之一些超淺接面的摻雜劑分佈輪廓與薄片電阻係數；

第 24A 圖係為展示依據本發明之一組特定實施例于 600°C 下所沈積之一些 PSG 薄膜之沈積時間隙充填能力的一幅顯微照片；

第 24B 圖係為第 24A 圖所示結構之一部段的一幅簡化圖；

第 25 圖繪示出依據本發明之一組特定實施例在一些例示性加工處理條件下於大約 600°C 下所沈積之一層 PSG 薄膜的 FTIR 頻譜；

第 26A 與 26B 圖係為展示一些 TEOS/O<sub>3</sub> USG 薄膜之相對間隙充填能力的兩幅顯微照片，此等薄膜係依據本發明之一組特定實施例在以大約 1050°C 之溫度加熱及隨後施予濕蝕刻處理之後，分別於大約 400°C 與大約 550°C 之溫度下所沈積而成者；

第 27 圖係為展示一層 USG 薄膜之間隙充填能力的一幅顯微照片，此薄膜係依據本發明之一組特定實施例在以大約 1000°C 之溫度加熱及隨後施予濕蝕刻處理之後，於大約 550°C 之溫度下所沈積而成者；以及

第 28 圖繪示出依據本發明之一組特定實施例在一些

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(23)

例示性加工處理條件下於大約 550°C 下所沈積之一層 USG 薄膜的 FTIR 頻譜。

特定實施例之詳細敘述

I. CVD 反應器系統A. CVD 反應器總論

本發明之諸實施例係為用於在大於大約 500°C 之溫度下沈積介電薄膜的系統、方法、與裝置。詳言之，此等系統、方法、與裝置可用於沈積未摻雜之介電薄膜與經摻雜之介電薄膜；此等薄膜可用於形成超淺摻雜區、預金屬介電層、中間金屬介電層、蓋帽層、氧化物充填層、或其它層體。第 1A 圖係為依據本發明之一組特定實施例構成之一套 CVD 裝置 10 之一種實施例的垂直剖視圖；除了可以沈積出介電薄膜以外，依據本發明構成的此裝置具有可用於執行摻雜介電層之再流動處理俾完成平面化處理、或是用於在形成超淺摻雜區時驅使摻雜劑從所沈積之摻雜介電層進入的高溫加熱能力；再者，此裝置可提供有效率地清潔 CVD 腔室各個構件以及清潔晶圓表面之能力。緣是，多道製程步驟可在單一個腔室內執行，而不必再如過去般地使晶圓從一腔室移送到其它外部腔室；如此便因消除了晶圓從外界空氣中吸收水氣，而造成晶圓上之含水量降低，且有利地提高摻雜劑保持在所沈積介電層內的程度。另外，在單一個腔室內執行多道製程步驟，可節省時間，而提高製程的整體產出率。

參照第 1A 圖，CVD 裝置 10 包括容裝著一個真空腔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 24 )

室 15 的一套包封總成 200，該真空腔室 15 附有一個氣體反應區 16；一塊氣體散佈板 20 設置於氣體反應區 16 上方，供經由板 20 上之貫穿孔撒佈反應氣體到置於一個可垂直移動加熱器 25（亦稱為晶圓支撐臺座或納置台）上的一塊晶圓（圖上未示出）。CVD 裝置 10 更包括有用以加熱支撐於加熱器 25 上之該晶圓的一組加熱器／舉昇總成 30，此加熱器／舉昇總成 30 亦能可受控制地在如同第 1A 圖所示之一個下方裝載／卸載位置和由緊鄰板 20 之一條虛線 13 所示的一個上方處理位置之間移動。一塊中央板（圖上未示出）包括有感測器供提供有關晶圓位置之資訊。如同下文所詳細描述地，加熱器 25 包括有以最好為氮化鋁的一種陶瓷包封住的一些電阻性加熱元件；于一組例示性實施例中，加熱器 25 暴露於真空腔室 15 的所有表面均以諸如氧化鋁（ $Al_2O_3$  或 礬土）或氮化鋁的一種陶瓷材料所製。當加熱器 25 及晶圓位於處理位置 13 時，它們即受一個腔室內襯 35 沿裝置 10 之內壁 17 加以環繞，並受由腔室內襯 35 與腔室 15 之一個頂部部分形成的一個環狀抽泵通道 40 所環繞。如同下文所詳細論述地，腔室內襯 35 之表面最好包含有諸如礬土或氮化鋁之一種陶瓷材料，其係用於降低該電阻性加熱器 25（高溫）和溫度遠低於加熱器 25 的諸腔室壁 17 之間的溫度梯度。

反應與載送氣體經供應管線 43 供入氣體混合盒（或氣體混合塊）273（第 5 圖），此等氣體較佳地在混合盒中被混合在一起及輸送至板 20。氣體混合盒 273 較佳地係

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 25 )

為耦接於處理氣體供應管線 43 及清潔氣體導管 47 的一個雙輸入混合塊。如同下文將會詳細述及地，一個處理器 50 最好可控制地操作一個開閥 280 (第 5 圖)，以選擇這兩個替換氣體源中的某一者供送至板 20 以便撒佈入腔室 15 內。導管 47 接收來自一組一體遠距電漿系統 55 之氣體，該系統 55 具有供接收輸入之氣體的一個入口 57。於沈積處理程序期間，供至板 20 之氣體被排向晶圓表面 (如箭頭 21 所示)，其中氣體可均勻地沿徑向散佈跨越晶圓表面，且其通常係呈疊層狀流動形式。淨化氣體可從一個入口埠或管 (圖上未示出) 經包封總成 200 之底壁送入腔室 15 內；此等淨化氣體向上流經加熱器 25 而到環狀抽泵通道 40 處；一組排氣系統接著藉一套真空泵系統 (圖上未示出) 使此等氣體排入 (如箭頭 22 所指) 該環狀抽泵通道 40 及經過一條排氣管線 60；較佳地，排出之氣體與殘餘物係以由一個節流閥系統 63 控制的一個速率從該環狀抽泵通道 40 經排氣管線 60 排放出去。

於代表性實施例中，在 CVD 裝置 10 內執行之化學蒸汽沈積程序係為一種熱性次大氣壓程，經常稱為大氣壓 CVD (SACVD)。如同前文所論述者，熱 CVD 製程供應反應氣體到基體表面上，讓其上發生由熱引發之化學反應 (同質或異質性)，而產生期望之薄膜。在 CVD 裝置 10 中，熱量如同下文所詳述地由電阻性加熱之加熱器 25 散佈出去，其可達到高達大約 400-800°C 之溫度。此種熱量散佈作用提供了對晶圓作均勻快速加熱之作用，以供在原

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 26 )

地非中斷式地在腔室 15 內進行一道多步驟製程中的沈積、再流動及／或驅迫滲入、清潔、及／或調質／吸除等步驟。或者，可藉著從一個 RF 電源供應器（圖上未示出）供至氣體散佈板 20 的 RF 能量，在晶圓附近形成一團受控制之電漿；于另具有一個下方 RF 電極的一些實施例中，RF 電源供應器可供應單頻 RF 功率到板 20，或供應混頻 RF 功率到板 20 和該下方 RF 電極，以增強把引入處理腔室 15 之反應物種分解之作用；於一道電漿製程中，蒸汽沈積裝置 10 的某些構件將須修改，以調適 RF 能量，如同下文所述。

一體設置於 CVD 裝置 10 內的遠距微波電漿系統 55 較佳地被調適來用於執行從腔室 15 包括壁 17 以及其它構件的種種構件上定期清除不想要有的沈積殘餘物之工作；再者，此遠距微波電漿系統 55 亦可視所想要之應用場合而定地，執行自晶圓表面上清除或蝕刻掉本生氧化物或殘餘物的工作；而儘管經管線 57 輸入電漿系統 55 之氣體為用以產生一團電漿以提供氟、氯、或其它根基團（原子團）的一些反應性清潔氣體，但此遠距微波電漿系統 55 亦可被調整成可藉著經由輸入管線 57 輸入一些沈積用反應性氣體到該系統 55 內，來沈積電漿增強型 CVD 薄膜。一般而言，遠距微波電漿系統 55 經由輸入管線 57 接收氣體，此等氣體受微波輻射激勵而產生帶有許多蝕刻用根基團的一團電漿，此等根基團經導管 47 送出俾供透過板 20 撒佈到腔室 15 內。電漿系統 55 之特定細節將在下文中進一步

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 27 )

予以論述。而裝置 10 的某些實施例亦可包括一套射頻(RF)電漿系統，來提供在原地非中斷式電漿能力。

一些馬達與光學感測器(圖上未示出)被用來移動及測定諸如節流閥系統 63 與加熱器 25 等等可動機械總成之位置；加熱器／舉昇總成 30、前述馬達、閘閥 280、節流閥系統 63、遠距微波電漿系統 55、以及其它的系統構件均受處理器 50 透過一些控制線 65 加以控制，在圖中僅示出其中某些控制線。

處理器 50 負責控制此 CVD 機器的所有動作；故此處理器 50 乃作用如系統控制器而執行系統控制軟體，此等軟體係為儲存於耦接到處理器 50 上之一個記憶體 70 內的一套電腦程式。較佳地，記憶體 70 可為一部硬碟機，但記憶體 70 當然亦可為它種記憶體。而除了一部硬碟機(例如該記憶體 70)以外，本 CVD 裝置 10 在一組較佳實施例中亦包括有一部軟碟機及一組卡片載架。處理器 50 係在系統控制軟體之控制下運作，該套軟體包括有指定某一特定製程之時序、氣體混合、腔室壓力、腔室溫度、微波功率準位、納置台位置、及其它參數的多組指令集；其他電腦程式，諸如於包括例如插在某一部磁碟機或其它合適碟片驅動器內之一片軟碟片或其它電腦程式產品在內之他種記憶體上所儲存的程式，亦可用於操作處理器 50；此類系統控制軟體會於下文中詳細論述。該卡片載架含有一部單一電路板電腦、類比及數位輸入／輸出電路板、介面電路板、和步進馬達控制器電路板。本 CVD 裝置 10 之各

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 28 )

個部件俱符合「凡爾沙(Versa)模組化歐洲(VME)」標準，此套標準乃定義電路板、卡片殼架、及連接器之大小與型式，且此套標準亦定義了具有一組 16 位元資料匯流排與一組 24 位元位址匯流排的一種匯流排結構。

使用者和處理器 50 之間的介面係透過第 1B 圖中所示的一部 CRT 監視器 73a 與光筆 73b 所構成，該圖係為系統監視器與 CVD 裝置 10 的一幅簡圖，繪示出一套多腔室系統的諸腔室中之一個腔室。該 CVD 裝置 10 最好附接於一套主構架單元 75 上，此單元 75 含有且提供該裝置 10 所需之電氣、管線鋪設、及其他支撐功能；而可和本 CVD 裝置 10 之所繪示實施例配合使用之主構架單元的實例目前已可在市場上購得，例如美國加州聖大克萊拉市之應用材料股份有限公司所推出之 Precision 5000™ 以及 Centura 5200™ 型系統。多腔室系統具有可在其各腔室之間輸送晶圓而不會破壞真空且不必讓晶圓暴露於此多腔室系統外之濕氣或其它污染物下的能力。多腔室系統的一項優點為，此多腔室系統內之不同腔室可供整個製程中之不同目的所利用；例如，其中一個腔室可用於沈積氧化物，另一腔室可用於作快速熱處理，而再另一腔室則可用於進行氧化物清除動作；製程可在此種多腔室系統內不間斷地進行，因而能使晶圓不再如同過去為執行製程之不同階段而在各個獨立個別腔室（非在一套多腔室系統內）間輸送晶圓時經常發生地受到污染。

在較佳實施例中，採用兩部監視器 73a，一部安裝於

## 五、發明說明 ( 29 )

潔淨室牆上供操作者監看，另一部則裝在牆後供維修技師監看；此二部監視器 73a 同時顯示相同資訊，但同時間則只有一隻光筆 73b 能夠動作。光筆 73b 以裝在其筆尖之一個光線感測器檢測 CRT 顯示器發出之光線；要選擇某一特定畫面或功能時，操作者可用光筆點觸顯示器螢幕之某一指定區域，並按壓光筆 73b 上之按鈕；被點觸之區域會改變成強化之色彩，或是顯示出一個新選單或畫面，來確認光筆與顯示器螢幕間之通訊動作。當然，諸如鍵盤、滑鼠、或是其它指標或通訊裝置等等的它種裝置亦可用來取代光筆 73b 或作為額外之工具，讓使用者可與處理器 50 通訊。

第 1C 圖繪示出 CVD 裝置 10 相對於設置在一間潔淨室內之一塊氣體供應面板 80 的一幅概要總匯圖。如同上文所述，CVD 裝置 10 包括有附有加熱器 25 之腔室 15、具有來自供應管線 43 與導管 47 之輸入的氣體混合盒 273、以及附有輸入管線 57 的遠距微波電漿系統 55。如前所述，氣體混合盒 273 係用於混合沈積氣體與清潔氣體或其他氣體，並經由入口管線 43 將之注入處理腔室 15 內。由第 1C 圖可見，遠距微波電漿系統 55 係一體式地設置安裝於腔室 15 下方，以導管 47 沿腔室 15 之側邊向上導至位於腔室 15 上方之閘閥 280 與氣體混合盒 273。類似地，沿腔室 15 之側邊向上佈設到氣體混合盒 273 的氣體應管線 43，從氣體供應面板 80 經由管線 83 與 85 供以反應用氣體。氣體供應面板 80 包括有通至氣體或液體供應源 90 的一些管線，該供應源 90 可視用於某一特定應用場合之期

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

## 五、發明說明 ( 30 )

望製程而變地含有氣體或液體。氣體供應面板 80 具有從供應源 90 接收沈積處理與承載氣體 (或蒸發液體) 的一套混合系統 93, 用以將各種氣體混合並經由接到供應管線 43 的該條管線 85 送到氣體混合盒 273。一般而言, 每一種處理氣體用的供應管線均包括有: (i) 可用於自動或手動地切斷處理氣體流入管線 85 或管線 57 之流動動作的關斷閥 95、以及(ii)負責測量經過諸供應管線之氣體或液體流量的質量流量控制器 100。當在製程中用到有毒氣體 (例如臭氣及清潔氣體) 時, 可用傳統組構方式在每一條氣體供應管線上安置多個關斷閥 95。包括例如四乙基原矽酸鹽 (TEOS)、氦 (He)、與氮 ( $N_2$ )、和視意願摻用之三乙基磷酸鹽 (TEPO)、三乙基硼酸鹽 (TEB)、及 / 或其它摻雜劑源在內之沈積與承載氣體被供應到氣體混合系統 93 的速率, 亦由一些液體或氣體質量流量控制器 (MFC) (圖上未示出) 及 / 或由一些閥體 (圖上未示出) 予以控制。于某些實施例中, 氣體混合系統 93 包括有用以將諸如 TEOS 及 TEPO 等等反應劑液體汽化的一個液體注入系統; 依據此等實施例, 包括有作為磷源之 TEPO、作為矽源之 TEOS、以及諸如氧 ( $O_2$ ) 或臭氣 ( $O_3$ ) 等等之一或多個氣態氧供應源在內的一些混合物可用氣體混合系統 93 予以形成。TEPO 與 TEOS 俱為液體供應源, 其亦可藉傳統鍋爐型熱盒或是在其它實施例中藉起泡器型熱盒予以汽化; 惟, 液體注入系統是較佳的, 因為它可對反應劑液體被引入氣體混合系統內之體積提供較好的控制。經汽化的氣體接著在被輸送

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

## 五、發明說明 ( 31 )

到經加熱之管線 85 之前，在該氣體混合系統內和諸如氬的一種承載氣體混合。當然應知，其中亦可改用其他摻雜劑源、矽、與氧等等。

另外，氣體供應面板 80 包括有切換閥 95，此閥在處理器 50 之控制下可選擇性地以氬氣輸送清潔氣體沿處理氣體管線 83 到氣體供應管線 43，或沿清潔氣體管線 57 到該遠距微波電漿系統 55。當處理器 50 使切換閥 95 經由輸入管線 57 以氬氣輸送清潔氣體到該電漿系統 55 時，即會因有微波能量施加而在遠離腔室 15 之處形成一團電漿，且產生清潔用根基團供輸送到氣體導管 47。處理器 50 亦可使另一閥體 96 透過管線 83 輸送臭氧到氣體供應管線 43，及從氣體混合系統 93 經由受加熱之管線 85 輸送沈積與承載氣體到氣體供應管線 43。于替換實施例中，閥體 95 於其輸出端只連接到管線 97，且選擇性地允許清潔氣體與氬氣經管線 97 送到一個切換閥 105（圖上未示出）處；此切換閥 105 位於靠近入口 57 且遠離系統 55 的一點處，而在此等實施例中係被連接於通往遠距微波系統 55 的該入口 57 上，並連接於通到入口 43 的管線 83 上。于一些特定實施例中，閥閥 280 可由處理器 50 利用得自該系統軟體電腦程式的一些指令予以控制，以選擇讓清潔氣體或是沈積氣體流入腔室 15 內。

在和設置有本裝置 10 之腔室 15 的該潔淨室遠隔之處，設置了一個微波電源供應器 110 與臭氧發生器 115；此電源供應器 110 供應電力到該遠距電漿系統 55 內之磁

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 32 )

控管；臭氣發生器 115 施加功率予作為輸入的氧氣( $O_2$ )，而提供作為輸出的臭氣( $O_3$ )，俾用作為諸供應源 90 當中的至少一種。在其他實施例中，電源供應器 110 與臭氣發生器 115 則可設置於該潔淨室內，而非設於遠處。再者，在需要用到多個臭氣供應源及／或多套遠距微波電漿系統 55 的一些多腔室系統中，則可設置多個臭氣發生器 115 與多個電源供應器 110。

用於沈積薄膜、執行清潔動作、及執行再流動或驅迫滲入步驟的諸程序，可利用由處理器 50 執行的一套電腦程式產品來施行；此套電腦程式碼可用任何可由傳統電腦讀取之程式規劃語言來編寫，諸如例如 68000 組合語言、C 語言、C++語言、Pascal、Fortran、或其它語言等等。合適之程式碼利用一套傳統之文書編輯器程式輸入成為單一個檔案或多個檔案，並儲存於或載入一種可供電腦使用之媒體內，諸如電腦的記憶體系統內。若所輸入之程式碼本文為高階語言型式，此程式碼即會受編譯，而所得之編譯器程式碼接著與一些經預先編譯之視窗程式庫常式的目的碼連結起來；當欲執行所連結之經編譯目的碼時，系統使用者呼叫該目的碼，使電腦系統把該程式碼載入記憶體內，而 CPU 即可從該記憶體讀取並執行該程式碼，來施行該程式中所指定之各項工作。

第 1D 圖係為依據本發明之一組特定實施例構成之系統控制軟體（電腦程式 150）之階層式控制架構的流程說明方塊圖。使用者可利用一套光筆介面呼應 CRT 監視器上

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

## 五、發明說明 (33)

所顯示之各選單或各畫面輸入一個程序組號碼及處理腔室號碼至一個程序選擇器次常式 153 中。屬於施行特定製程所需之預定的多組程序參數的該等程序組係由預先定義之組號碼來辨識。程序選擇器次常式 153 會辨識：(i)所期望之處理腔室、以及(ii)操作該處理腔室俾施行所期望程序所需之期望的程序參數組。施行某一特定程序所需之諸程序參數，係和諸如例如處理氣體成份和流量率、溫度、壓力等之處理條件、諸如磁控管功率準位（以及對於配備有 RF 電漿系統的諸實施例而言，或者與高、低頻 RF 功率準位及低頻 RF 頻率有關，或是另外與此等功率及頻率有關）等之電漿狀況、冷卻氣體壓力、與腔室壁溫度等等有關。程序選擇器次常式 153 控制在某一時刻要在腔室 15 內執行何種型式之程序（沈積、晶圓清潔、腔室清潔、腔室脫氣、再流動）；于某些實施例中，可以有一個以上之程序選擇器次常式。諸程序參數係以製法秘訣之型式被提供給使用者，且可利用該光筆/CRT 監視器介面予以輸入執行。

用於監視該程序的信號由系統控制器之類比輸入電路板和數位輸入電路板提供，而用以控制該程序的信號則在本 CVD 系統 10 之該類比輸出電路板和數位輸出電路板上輸出。

一組程序排序器次常式 155 包含有用以接受來自該程序選擇器次常式 153 之經辨識處理腔室和程序參數組、以及用以控制各個處理腔室之操作的的程式碼。多位使用者

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 (34)

可能輸入多個程序組號碼與多個處理腔室號碼，或是單一位使用者可能輸入多個程序組號碼與處理腔室號碼，故排序器次常式 155 即會動作而把所選定之諸程序排成所期望之順序。較佳地，排序器次常式 155 包括有供執行下列步驟的程式碼：(i)監視諸處理腔室之操作以判定該等腔室是否正被使用、(ii)判定何等程序正在正被使用之諸腔室內被執行、以及(iii)依據某一處理腔室之可用性和要被施行之程序的型式來執行所期望之程序。此處可採用諸如抽檢詢訊方式等之傳統方法來監視諸處理腔室。在排定哪些程序要被執行之順序時，該排序器次常式 155 可被設計成會考量正被使用之處理腔室的當前狀況來和某一選定程序之諸期望程序狀況相比較，或考量使用者所輸入之每一特定請求之“年紀”、或系統規劃者希望在判定排序之優先度時包括進去的任何其它相關因素。

一旦排序器次常式 155 判定哪個處理腔室及程序組之組合即將接著被執行，此排序器次常式 155 即把特定程序組參數送至一個腔室管理器次常式 157a-c 而開始該程序組之執行動作，此一腔室管理器次常式 157a-c 即根據排序器次常式 155 所判定之程序組控制一個處理腔室 15 內的多項處理工作。例如，腔室管理器次常式 157a 包含有用以控制處理腔室 15 內之 CVD 和清潔程序操作的程式碼；腔室管理器次常式 157 亦對負責控制施行所選定程序組所需之腔室構件的操作之各種腔室構件次常式，控制其執行狀況；此等腔室構件次常式之例子有基體定置次常式

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

## 五、發明說明 ( 35 )

160、處理氣體控制次常式 163、壓力控制次常式 165、加熱器控制次常式 167、電漿控制次常式 170、終點檢測控制次常式 159、及氣體吸除控制次常式 169 等等；視 CVD 腔室之特定組配而定，某些實施例包括有所有上述諸次常式，而其他實施例則可能只包括某些次常式。熟於此技者將可輕易體會到，隨欲在處理腔室 15 內執行之何等程序而定地，亦可把其他腔室控制用次常式包括進來。在操作上，腔室管理器次常式 157a 係根據正被執行之特定程序組，而選擇性地排定或呼叫諸程序構件次常式。腔室管理器次常式 157a 極像排序器次常式 155 排定何種處理腔室 15 與程序組要接著被執行之方式地，排定諸程序構件次常式之順序。通常，腔室管理器次常式 157a 包括有下列步驟：監視各個腔室構件、根據供欲被執行之程序組所需的諸程序參數判定何等構件須被操作、以及響應於該監視和判定步驟而啟動一項腔室構件次常式的執行動作。

現在將參照第 1D 圖來敘述諸特定腔室構件次常式的操作。基體定置次常式 160 包含有用以控制用於把基體裝載於加熱器 25 上並依意願而定地將基體在腔室 15 內舉昇至一預期高度以控制基體與氣體散佈歧管 20 間之間距的諸腔室構件之程式碼；當一基體被裝載入處理腔室 15 時，加熱器 25 被降下來以收納該基體，然後該加熱器 25 才又升至預期高度；在操作上，基體定置次常式 160 響應於自腔室管理器次常式 157a 傳送來之關於支撐高度的諸程序組參數，而控制加熱器 25 之移動動作。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 36 )

處理氣體控制次常式 163 具有用以控制處理氣體成份與流量率的程式碼；此處理氣體控制次常式 163 控制諸安全關斷閥之啟／閉位置，且亦上／下斜移諸質量流量控制器，以得到預期之氣體流量率；本處理氣體控制次常式 163 如同所有腔室構件次常式一般地，由該腔室管理器次常式 157a 呼叫執行，並從該腔室管理器次常式接收關於預期氣體流量率的諸次常式程序參數。典型地，處理氣體控制次常式 163 操作時會打開諸氣體供應管線，並反覆地：(i) 讀取諸所需質量流量控制器之值、(ii) 拿各讀數和自腔室管理器次常式 157a 收到之期望流量率比較、以及(iii) 依需要調整諸氣體供應管線之流量率；再者，處理氣體控制次常式 163 包括有監視各氣體流量率以查知欠妥之流率、以及在檢知有不安全狀況時致動諸安全關斷閥的步驟；此處理氣體控制次常式 163 亦會視被選定之期望程序（清潔或沈積或其他程序）而定地，為清潔氣體以及為沈積氣體控制其氣體成份和流量率。一些替換性的實施例可含有一個以上的處理氣體控制次常式 163，而其每一個次常式 163 負責控制某一特定型式之程序或特定的氣體管線組。

于某些程序中，會讓諸如氮或氫等等的鈍氣流入腔室 15 內，以在反應用處理氣體引入前使腔室內之壓力穩定。對於此等程序，處理氣體控制次常式 163 乃被規劃成包括有用以讓鈍氣流入腔室 15 內持續達欲使腔室 15 內之壓力穩定所需的時間數量之步驟，而接著再施行前述步驟。另外，當有一種處理氣體要從例如 TEOS 的液態先驅物汽化

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

張

訂

## 五、發明說明 ( 37 )

而來時，處理氣體控制次常式 163 將會被編寫為包括有用以在一組起泡器總成中使諸如氬的一種輸送氣體成泡狀通過該液態先驅物、或是把諸如氬的一種承載氣體引入一組液體注入系統內的步驟；當使用起泡器於此型程序中時，處理氣體控制次常式 163 會調節輸送氣體流量、起泡器內壓力、及起泡器溫度，以得到期望之處理氣體流量率；如同前述，所期望之諸處理氣體流量率係被傳送至處理氣體控制次常式 163 作為程序參數。再者，處理氣體控制次常式 163 包括有用以藉著存取含有針對某一給定處理氣體流量率的一些必須值之一份儲存表，而得到所期望處理氣體流量率所需之輸送氣體流量率、起泡器壓力、和起泡器溫度的步驟；一旦取得諸必須值，輸送氣體流量率、起泡器壓力、和起泡器溫度即會受監測、被拿來與諸必須值比較、並依此受調整。

壓力控制次常式 165 包含有用以藉著調節腔室之排氣系統中之節流閥的孔口大小來控制腔室 15 內之壓力的程式碼。節流閥之孔口大小係被設定來相對於總處理氣體流量、處理腔室之大小、及排氣系統之抽泵設定點壓力把腔室壓力控制於某一期望準位。當壓力控制次常式 165 被呼叫時，所期望或目標壓力準位即被收到而作為來自腔室管理器次常式 157a 的一項參數。此壓力控制次常式 165 藉由讀取連接於本腔室之一或多個傳統式壓力毫微米計而測出腔室 15 內之壓力，比較(諸)測量值和目標壓力，自一份儲存的壓力表取得對應於該目標壓力的一些 PID (比

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

不

訂

## 五、發明說明 ( 38 )

例、積分、與微分)值，再根據得自該壓力表的諸 PID 值調整節流閥。或者，此壓力控制次常式 165 可被編寫成會把節流閥打開或關閉達某一特定孔口大小，以將腔室 15 內之壓力調節到期望準位。

加熱器控制次常式 167 包含有用以控制一個加熱器元件 473 之溫度的程式碼，此加熱器元件 473 係用於電阻式地將加熱器 25 (以及其上之任何基體)加熱。參照第 1E 圖，亦由腔室管理器次常式 157a 呼叫執行的加熱器控制次常式 167 接收一個期望目標/設定點溫度參數  $T_{des}$  作為一個輸入 (步驟 580); 于步驟 582, 加熱器控制次常式 167 藉著測量設於加熱器 25 內之一個熱電偶的電壓輸出而測定加熱器 25 之目前溫度，此目前溫度係以  $T(k)$  表示，其中  $k$  為加熱器控制次常式 167 之目前時間階段; 控制器會藉著在一份所儲存轉換表中詢查得到相對應溫度，或是藉著利用一組四階多項式計算出其溫度，而自熱電偶之電壓值得出該溫度  $T(k)$ 。在一組例示性實施例中，加熱器控制次常式 167 會在步驟 584 計算溫度誤差; 而以  $Err_{temp}$  表示的此溫度誤差係由方程式  $Err_{temp}(k) = T_{des} - T(k)$  來決定。

于步驟 584 中，加熱器控制次常式 167 將根據  $Err_{temp}(k)$  之絕對值來選擇兩種控制演繹法則中的一種。若該溫度誤差之絕對值小於一個預定邊界誤差，加熱器控制次常式 167 即會選定一個溫度調節器演繹法則 (步驟 586 與 588); 此演繹法則會把溫度精確地控制在該期望溫度  $T_{des}$ 。該溫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 39 )

度誤差之絕對值大於該邊界誤差，加熱器控制次常式 167 即會選定一個溫度斜坡控制演繹法則（步驟 590）；此演繹法則會控制加熱器溫度趨近該期望溫度  $T_{des}$  的速率，亦即，它會控制溫度變化之速率。

該溫度調節器演繹法則（步驟 586 及 588）利用回授與前授控制法來更新輸送給埋置於加熱器 25 內之加熱元件電力，以使目前溫度  $T(k)$  維持於儘可能接近  $T_{des}$ 。在此演繹法則中的前授控制法依給定之被供應到該腔室之氣體流與 RF 功率之數量和型式，來估計維持該期望溫度所需的電力大小；回授控制法則利用標準的比例 - 積分 - 微分 (PID) 控制項，依據該溫度誤差  $Err_{temp}(k)$  之動態行為調整所估計之前授電力。PID 控制法係為用於傳統加熱器控制系統中而和溫度誤差之值無涉的演繹法則型式。倘若此等常式試圖控制溫度斜坡率，則它們將會定義出一個時變的  $T_{des}(k)$ ，且接著運用上述 PID 控制器來追蹤此期望溫度之軌跡。

於本發明中，加熱器控制次常式 167 較佳地在溫度誤差之絕對值大於該邊界誤差時，係運用溫度斜坡控制演繹法則（步驟 590）來控制供至加熱器 25 之電力；此演繹法則控制時間階段  $k$  處之  $T'(k)$ ，後者乃為溫度之變化率；此溫度變化率應受控制，因為加熱器 25 可能係以一種陶瓷材料所製，而陶瓷材料在溫度變化過快時可能因熱衝擊而破裂。此斜坡控制演繹法則利用前授與比例回授控制法來控制  $T'(k)$  於一個預定期望斜坡率函數  $T'_{des}(T)$ ，此期

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

張

訂

## 五、發明說明 ( 40 )

望斜坡率主要係為加熱器溫度的一個函數，且主要係根據加熱器 25 在各種溫度的熱衝擊抗性，因此，此期望斜坡率可能會根據加熱器之目前測定溫度連續地變化，或者它可根據低到足以避免在某一特定程序之溫度範圍內之熱衝擊的一個最小比率而被設定在一個常數。此控制演繹法則亦對供應到加熱器之電力的變化率運用一種飽和函數，以阻滯系統響應，而降低斜坡率中之振盪現象。

試圖藉著追蹤定時的溫度軌跡來調節斜坡率的一些控制器，充其量只能保證在未來於某時刻  $K$  處會達到某一期望溫度  $T_{des}(K)$ 。在長度為  $K$  之時間區間內的平均斜坡率為  $T'_{des}$ ；然而，溫度的瞬間變化率  $T'(k)$  在該區間內卻可能發生大幅變動。考慮有一擾動現象造成溫度在小於  $K$  之某段時間區間內保持穩定的狀況；控制器將會試圖儘快地“趕上”期望的軌跡  $T_{des}(k)$ ，而在控制器正追趕時的該段時間區間內之斜坡率將會大於  $T'_{des}$ ；此種過程可能會造成熱衝擊引發破裂之現象。而藉著直接控制該斜坡率，本發明則避免了此種潛在的過程。

參照第 1E 圖，現在將描述一種例示性的斜坡控制演繹法則。在期望的溫度  $T_{des}$  輸入（步驟 580）、目前溫度  $T(k)$  被測定（步驟 582）、且溫度誤差被判定（步驟 584）後，此斜坡控制演繹法則即利用一種數值微分法來計算實際的斜坡率  $T'(k)$ ；它亦根據  $T(k)$  之目前值判定期望之斜坡率  $T'_{des}(T(k))$  並判定斜坡率中之誤差  $Err_{rrate} = T'_{des}(T(k)) - T'(k)$ （步驟 592 與 594）；實際斜坡率  $T'(k)$  係從所測

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

張

訂

## 五、發明說明 ( 41 )

定溫度  $T(k)$  就一個範圍之溫度測定樣本而計算出來。一般而言， $T'_{des}(T(k))$  在各個實施例中可為任何連續溫度函數；而在特定實施例中， $T'_{des}(T(k))$  係被設定為一個預定常數值。所計算出之斜坡率係藉由以一個預定取樣率（例如在本特定實施例中為在 1 秒的一個電力更新週期內取樣 10 次）對溫度取樣（亦即測量），而加以決定出來；接著，計算該 10 個樣本之平均值，並拿來和前一組 10 個樣本之平均值比較；前述第一組 10 個測定溫度與前一組 10 個測定溫度之平均值間之差值，隨後被除以該電力更新週期，而得到一個平均測定溫度；再來即計算出該平均測定溫度之導數，而得出計算的斜坡率  $T'(k)$ ；跟著即可藉著取出該常數值  $T'_{des}(T(k))$  與本特定實施例中所計算出之斜坡率  $T'(k)$  之間的差值，而決定出斜坡率誤差  $Err_{Rate}$ 。上述實施例係為可採用之一種數值微分法的一個實例，但可能略為複雜的其它方法則亦可在其它實施例中採用；而在其它實施例中，亦可採用其它取樣率。

為說明步驟 596，本特定實施例中所用之一種例示性控制函數係給定為下列方程式：

$$P(k+1) = P_{model}[T(k), T'_{des}(T(k))] + K_p * [T'_{des}(T(k)) - T'(k)]$$

其中  $k$  為目前時間階段，而  $k+1$  為下一時間階段； $P(k+1)$  為將在下一時間階段供應至加熱器之電力； $P_{model}[T(k), T'_{des}(T(k))]$  為期望斜坡率與測定溫度的一個函數，且為欲在溫度  $T(k)$  得到一個斜坡率  $T'_{des}(T(k))$  所

## 五、發明說明 ( 42 )

需之電力的某模型化近似值； $K_p$ 為由使用者所界定且乘以斜坡率誤差  $Err_{Rate}$  的一個控制增益常數（以瓦特／（℃／秒）為單位）；在特定實施例中， $P_{model}[T(k), T'_{des}(T(k))]$  可被約計為  $P(k)$ ，此近似值對於諸如本發明之具有大熱質量的該電阻式加熱器的緩慢系統而言特別為真；而控制函數即約計為下列方程式：

$$P(k+1) = P(k) + K_p * [T'_{des}(T(k)) - T'(k)]$$

$$P(k+1) - P(k) = K_p * [T'_{des}(T(k)) - T'(k)]$$

由於加熱器之響應偏慢，故在電力被調整的時間和該調整產生期望結果的時間之間有遲滯。例如，若加熱器溫度處於穩定狀態，且期望之斜坡率為正值，則控制器會提高供至加熱器之電力；但是，依據該期望斜坡率，加熱器溫度並不會立刻升高，控制器於是即會在下一個時間階段時進一步提高電力；控制器將會持續不斷地提高電力，直到符合於該期望斜坡率為止；然而，在那時刻以前，所供應之電力可能已遠大於維持該期望斜坡率所需者，故斜坡率即會繼續增大而超出其原期望值；此即所謂之過調整；於是控制器會降低電力來加以因應，而斜坡率便緩慢減小；但再一次地，控制器可能動作得比加熱器更快，使它把電力降得過火，且斜坡率將降至超過其期望值之程度；此即謂擺盪現象。隨著時間的經過，各次擺盪的幅度漸減，而斜坡率才會達到某一固定的穩態值。而由於所有實際系統皆會遭遇一些小擾動，故其中亦會含有小的穩態誤差。

$K_p$  之值決定過調整與該穩態誤差的大小；若  $K_p$  之值

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 43 )

頗大，系統將更具擺盪性，且穩態誤差則會偏小；若  $K_p$  之值偏小，狀況便反過來。典型地， $K_p$  可為偏大之值，因為可配合採用導數控制法來阻滯系統響應速度，亦即降低過調整與擺盪現象。穩態誤差可藉著運用積分控制法予以縮減，惟此會傾向於使過調整及擺盪現象加大，且因而它在此控制演繹法則中宜避免用到。其中亦有必要以數值方式計算溫度的二次導數，因為熱電偶信號之信號對雜訊比偏低，致其二次導數無法可靠地計算出來；因此，本發明乃採用一個大的  $K_p$  值，來降低穩態誤差，及用一個飽和函數(步驟 598)取代導數控制來阻滯系統響應速度。該飽和函數有效地排定該增益  $K_p$ ，使  $K_p$  反比於斜坡率誤差  $Err_{Rate}$ 。在系統響應之暫態部分期間，當誤差較大且過調整狀況可能發生時，有效增益即偏小；而在穩態下，誤差偏小，故有效  $K_p$  便偏大。

用於阻滯系統響應的例示性飽和函數係由下列方程式給定(步驟 598)。對於此等方程式， $P(k+1)$  表示前述控制方程式所界定之電力， $P_1(k+1)$  為供至加熱器之實際電力， $P'_{max}$  為所供應電力中自一時間階段到下一時間階段的預定最大可容許變化。此例示性飽和函數如下：若  $|P(k+1)-P(k)| > P'_{max}$ ，

則，對  $P(k+1) > P(k)$  而言， $P_1(k+1) = P(k) - P'_{max}$ ，

且，對  $P(k+1) < P(k)$  而言， $P_1(k+1) = P(k) - P'_{max}$ ；

否則， $P_1(k+1) = P(k+1)$ 。

現在可把一個新項目  $K_{peff}(k)$  定義為控制器在時間階

## 五、發明說明 ( 44 )

段  $k$  時之有效增益；明顯地，若  $P_1(k+1)=P(k+1)$ ，則在時間  $k$  處之有效增益即等於增益  $K_p$ 。但若套用飽和函數， $K_{peff}(k)$  即係藉由於上述方程式中以  $P(k+1)$  取代  $P_1(k+1)$  並將它們和方程式： $P(k+1)=P_{model}[T(k), T'_{des}(T(k))]+K_p*[T'_{des}(T(k))-T'(k)]$  結合，而定義出來。此項目  $K_{peff}(k)$  如下：

$$P'_{max}=K_{peff}(k)*Err_{RRate}(k);$$

$$K_{peff}(k)=P'_{max}/Err_{RRate}(k)。$$

藉著在斜坡率誤差偏大時使該有效增益偏小，過調整及響應中擺盪現象即俱被此飽和函數所降低；如此便減低由於貧乏之斜坡率控制而對加熱器造成損害之可能性。於是，加熱器控制次常式 167 之該斜坡控制演繹法則即會在有大的斜坡率誤差出現時阻滯系統之響應，藉以達成更有效率之溫度控制效用。

一個電漿控制次常式 170 包含有用以設定磁控管功率準位及模式 (CW 或脈動式) 的程式碼。而于具有 RF 電漿系統之一些替換性實施例中，電漿控制次常式 170 亦可包括有用以設定施加於腔室 15 中之諸處理電極上之低與高頻 RF 功率準位、以及用於設定所用低頻 RF 頻率的程式碼；當然，某些實施例可有一套針對微波功率準位用的電漿控制次常式 170、以及另一套針對 RF 功率準位用的電漿控制次常式 170。同於先前述及之各種腔室構件次常式，此電漿控制次常式 170 亦係由該腔室管理器次常式 157a 來呼叫之。

## 五、發明說明 ( 45 )

一套電漿控制次常式 170 包含有用以設定及調整磁控管功率準位及模式 (CW 或脈動式) 的程式碼。而于具有 RF 電漿系統之一些替換性實施例中，電漿控制次常式 170 亦可包括有用以設定施加於腔室 15 中之諸處理電極上之低與高頻 RF 功率準位、以及用於設定所用低頻 RF 頻率的程式碼；當然，某些實施例可能有一套針對微波功率準位用的電漿控制次常式 170、以及另一套針對 RF 功率準位用的電漿控制次常式 170。同於前文已述及之各種腔室構件次常式，此電漿控制次常式 170 亦係由該腔室管理器次常式 157a 來呼叫執行之。在具有閘閥 280 之一些實施例中，此電漿控制次常式 170 亦包括有用以啟閉該閘閥 280 來與微波功率準位設定／調整動作相調合的程式碼；或者，系統軟體在具有閘閥 280 的一些實施例中，可擁有一套獨立的閘閥控制次常式。

一個終點檢測控制次常式 159 包括有用以管理終點檢測動作的程式碼，其係藉由控制一個光源和一個光檢測器、接收來自該光檢測器之資料以用於比較因吸收之一些光強度變化、以及依意願而定地在檢出一個預定光強度準位時停止清潔程序或提出一個旗標來表示清潔程序之終點，來報到管理終點檢測動作之目的。終點檢測控制次常式 159 亦可由該腔室管理器次常式 157a 呼叫之。對於採用到下文所述終點檢測系統的那些實施例而言，即包括有此終點檢測控制次常式 159；而應知，不具終點檢測系統的一些實施例將不需要用到或具有終點檢測控制次常式

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

## 五、發明說明 ( 46 )

159。

依意願而定地，一套氣體吸除控制次常式 169 可被包括，供由該腔室管理器次常式 157a 加以呼叫。此氣體吸除控制次常式 169 包括有用以控制可用於腔室調質、後清潔氣吸除等等目的之氣體吸除程序的程式碼；于某些實施例中，此氣體吸除控制次常式 169 可呼叫內建於清潔製法秘訣內之特定軟體，以結合所用之清潔製法秘訣來增進氣體吸除控制功能。

上文所呈現之 CVD 系統描述，主要係供一般性的舉例說明之用，不應視為侷限本發明範圍之條件。該例示性 CVD 系統 10 係為一套單晶圓真空腔室系統；然而，在本發明之其他實施例中亦可採用屬多晶圓腔室系統的他種 CVD 系統；惟應知，儘管本發明之某些特徵係被繪示及描述成一套多腔室處理系統內之一個 CVD 腔室的一部分，但本發明並不一定要依此方式限制，亦即，本發明亦可用在諸如蝕刻腔室、擴散腔室等等的多種處理腔室中；上述系統可作一些變化，諸如可在其設計、加熱器設計、RF 功率連接位置、軟體操作與結構、某些軟體次常式中所用之一些特定演繹法則、氣體輸入管線與閥體上作出一些變化、以及其他變更；另外，諸如電子迴旋加速器諧振 (ECR) 電漿 CVD 裝置、感應耦合 RF 高密度電漿 CVD 裝置等等的他種電漿 CVD 設備，亦可運用；用於本發明中的介電層與供形成此等層體的方法，同樣亦不應必然限制於任何特定裝置或限定於任何特定電漿激勵法。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

## 五、發明說明 ( 47 )

如第 2 與 3 圖所示，CVD 裝置 10 大致包括有一組包封總成 200，此總成具有用以在一真空腔室 15 內支撐一片半導體晶圓的可垂直移動加熱器（晶圓支撐臺座或納置台）25。（多種）處理氣體被送入腔室 15 內，以對該晶圓執行多種沈積和蝕刻步驟；一套氣體散佈系統 205（第 2 至 6 圖）把處理氣體自氣體源 90（第 1C 圖）散佈到該晶圓上，且一套排氣系統 210（第 2 至 4 圖）負責自腔室 15 排出此等處理氣體及其他殘餘物。CVD 裝置 10 更包括有一套加熱器／舉昇總成 30（第 1A、9 至 15 圖），此總成包括有用以將晶圓加熱及用以把晶圓向上舉昇進到在腔室 15 內之一個處理位置處的加熱器 25；一套一體式遠距微波電漿系統 55（第 1A 與 16 圖）亦設置於 CVD 裝置 10 中，用以定期進行腔室清潔、晶圓清潔、或沈積步驟。

如同第 2 圖所示，CVD 裝置 10 更包括有一套液體冷卻系統 215，用以輸送冷卻劑至腔室 15 之各構件處，以於高溫處理程序期間冷卻此等構件。液體冷卻系統 215 係用來降低此等腔室構件之溫度，以使由於高溫程序而對該等構件發生不想要之沈積作用的機會減至最少。此液體冷卻系統 215 包括有用以供應冷卻水經過加熱器／舉昇總成 30 之一對接水管 217、219，以及用以輸送冷卻劑到氣體散佈系統 205（下文會論述到）的一組冷卻劑歧管（圖上未示出）。一個水流檢測器 220 檢測從一個熱交換器（圖上未示出）到該包封總成 200 的水流。本裝置 10 之各個系統的諸多較佳實施例將會在下文中更詳細地加以敘述。

## 五、發明說明 ( 48 )

A · 包封總成

參照第 2 與 6 圖，包封總成 200 較佳地係為由諸如鋁或陽極化鋁等等之一種程序相容材料所製成的一個一體式殼體；包封總成 200 包括有一組外蓋總成 225，用以輸送處理及清潔氣體經一條入口管線 43 到位於總成 200 內之一組內蓋總成 230；內蓋總成 230 係用於散佈氣體遍於腔室 15 內而供至被支撐於加熱器 25 上的一片晶圓（圖上未示出）之上。如第 2 圖中所示，一個蓋罩 233 提供通達包封總成 200 頂部上之構件（亦即外蓋總成 225）的途徑，並遮蔽操作者使其免於暴露在系統操作期間所生之高溫下。為便於進行 SACVD 程序，蓋罩 233 較佳地包括有一個切除部 235，以容許用以確保腔室 15 之氣體一體性的一些蓋夾 237 通過。蓋罩 233 于大部分程序步驟期間通常保持閉合，除非腔室被打開例如供執行預防性維修腔室清潔工作而打破真空狀態並使腔室呈現大氣壓時，蓋罩 233 才會打開。一個蓋鉸鏈 239 包括有一個鎖定棘輪機構 241，供防止蓋罩 233 落下而閉合。

如第 2 圖所示，包封總成 200 界定有一個真空鎖門（圖上未示出）和一個槽縫閥開口 243，供一組晶圓裝載總成（圖上未示出）穿過而運送一片晶圓 W 進入處理腔室 15 並把晶圓 W 裝載到加熱器 25 上。此晶圓裝載總成較佳地係為設置於多腔室處理系統之一個運送腔室（圖上未示出）內的一種傳統式機器人機構；一種合適的機器人型運送總成已描述於頒予梅丹而同樣讓渡予本案受讓人美國

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

派

訂

## 五、發明說明 ( 49 )

專利第 4,951,601 號案中，故該專利之整個內容乃併供本文參考。

參照第 3、4、7A、與 7B 圖，圍繞著腔室 15 之包封總成 200 的內壁 245 覆有一套腔室內襯 250，此內襯係擱置於包封總成 200 之一個壁棚部 252 上；腔室內襯 250 係用於制止處理氣體流至晶圓之背側；另外，因為加熱器 25 具有比包封總成 200 為小之直徑，內襯 250 可防止在加熱器 25 下方之處理氣體流至腔室 15 下方部位；於是，在加熱器 25 底部和腔室 15 之下方部位發生不想要之沈積現象的機率便降至最低。再者，內襯 250 會在包封總成 200 之鋁壁和加熱器 25 上之晶圓的邊緣之間，提供熱絕緣作用，以防止在高溫處理過程期間發生晶圓邊緣冷卻現象。于高溫處理期間，內襯 250 防止從加熱器 25 上之晶圓的較熱邊緣（例如大約有 550-600°C）發生到較冷之外圍腔室壁（例如大約為 60°C）的過度熱損現象。若無此內襯 250，在晶圓邊緣處之熱效應可能會不利地影響跨越晶圓的溫度均勻度，並導致沈積不均勻現象。內襯 250 較佳地包含有以極適用於高溫製程（例如高於大約 500°C）之一種製程相容材料形成的一個內部部分 253；較佳地，內襯 250 之內部部分 253 包含有諸如氮化鋁、礬土等等陶瓷材料，而以礬土為較佳材料；此內部部分 253 經常將具有大約 0.1 到 1 英吋的厚度，且較佳地大約有 0.2 到 0.3 英吋厚。

內襯 250 較佳地包含有一個外部部分 255，此外部部分 255 係由諸如鋁等等比陶瓷更不易龜裂的一種材料所構

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

49

## 五、發明說明 ( 50 )

成。外部部分 255 擱置於包封總成 200 之壁棚部 252 上，且包括有一個環形唇 254 供支撐內襯 250 之內部部分 253。在一組特別較佳實施例中，外部部分 255 包括有多個沿圓周間隔垂直支柱 257，此等支柱在其間圍成一些內部氣隙 259，如第 7A 與 7B 圖所示。諸氣隙 259 有助於使內襯 250 之內部部分 253 絕緣於靠外之腔室壁，以增加晶圓溫度均勻性（否則，晶圓外緣可能會由於相較於加熱器與晶圓溫度顯得較冷的外圍腔室壁溫度，而冷卻下來）；另外，諸氣隙 259 對內襯 250 提供厚度，使它可橋接靠外側之腔室壁與加熱器 25 間之間隙，同時降低在用一套較厚之內襯 250 時可能發生的龜裂或其他熱損壞現象之發生機率。內襯 250 之外部部分 255 通常具有大約 0.5 至 2 英吋之厚度，且氣隙 259 具有大約 0.2 至 1.5 英吋之厚度；而該外部部分 255 較佳地係具有大約 0.9 至 1.1 英吋之厚度，且氣隙 259 具有大約 0.6 至 0.9 英吋之厚度。一個環形罩 261 定置在外部部分 255 之上表面上，以形成一條抽泵通道 40 之下壁（下文會論及）；環形罩 261 較佳地包含有諸如氧化鋁或氮化鋁等等之一種陶瓷材料，以把內襯 250 之鋁質外部部分 255 遮蔽隔離於抽泵通道 40 內之處理氣體和熱量。

在一組替換性實施例（圖上未示出）中，內襯 250 只包含有擱置於包封總成 200 之壁棚部 252 上的內部陶瓷部分 253、與形成抽泵通道 40 之底部的環形罩 261；於此實施例中，外部部分 255 係由位於陶瓷部分 253 和包封總成

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 51 )

內壁間之氣隙 (圖上未示出) 予以取代, 此氣隙把高溫晶圓絕緣隔離於包封總成之較冷壁, 且其提供厚度予內襯 250 供橋接諸腔室壁和加熱器 25 之間的間隙。

B. 氣體散佈系統

參見第 2 與 6 圖, 外蓋總成 225 大致包括有一片蓋或基板 265、一組冷卻劑歧管 (圖上未示出)、包括有導管 47 之一組清潔氣體歧管 270、用以混合及經由入口管 43 注入處理氣體及清潔氣體到處理腔室 15 內的氣體混合盒 273、以及用以選擇性地分配清潔及 / 或處理氣體至氣體混合盒 273 的一個閘閥 280。當然, 應可明顯了解的是, 其中之閘閥 280 係非必要的, 且外蓋總成 225 可被修改成能在無閘閥之情形下選擇性地分配清潔及 / 或處理氣體到混合盒 273。如同第 4 圖中所示, 氣體混合盒 273、清潔氣體歧管 277、及閘閥 280 較佳地係以例如鎖固方式而被固定於基板 265 之頂表面上。第一與第二氣體通道 83、85

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 52 )

體散佈系統內之現象之狀況下，對該氣體盒施加高電壓 RF 功率。有關一種例示性的氣體饋穿盒之描述，可參見頒予王之美國專利第 4,872,947 號案中，故該案之整個揭露內容乃併供本文參考。

如同第 6A 圖所示，清潔氣體歧管 270 包括有導管 47，用以接收來自入口 290 的氣體，並導引此等氣體經一條流體通道 293 進入氣體混合盒 273。閘閥 280 包括有座設在通道 293 內之一個閘塞（圖上未示出），供選擇性地允許或制止氣體經導管 47 通入氣體混合盒 273。閘閥 280 可藉致動把手 281 以人工操作，或者，閘閥 280 可由處理器 50 控制。在清潔動作（下文會述及）期間，閘閥 280 被組構成容許清潔氣體從電漿系統 55 通入混合盒 273，此等氣體即在混合盒內被導引經過入口管 43 進入腔室 15，以蝕刻晶圓、或腔室內壁及裝置 10 之其他構件。

如同第 3 圖所示，清潔氣體歧管 270 係被建構成與裝置 10 的包封總成 200 之頂部部分成一體，而導管 47 具有自腔室 15 頂部朝向腔室 15 側邊的適當彎折部或彎曲部。歧管 270 之導管 47 具有通入一體形成於裝置 10 之包封總成 200 之一側壁內之一條通道的一個開口，其可能由於加熱器 25 操作時所處之高溫而變熱；此通道配置有一個內部內襯 291，用於保護包封總成 200 內之通道的內表面免遭自施加器管 292 進入之清潔氣體根基團所腐蝕或蝕刻；內襯 291 亦會防止清潔氣體中之根基團再結合。清潔氣體係從一個入口 57 引入施加器管 292，藉由自電漿系統 55

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 53 )

內之磁控管發出的微波能量而從施加器管 292 內之清潔氣體產生根基團，該電漿系統 55 係有利地設置朝向包封總成 200 內之腔室 15 的底部，把電漿系統 55 設置於裝置 10 底部有助於腔室 15 進行預防性維修清潔、修理等等服務工作；特別是，打開裝置 10 之蓋以執行預防性維修清潔工作將十分易於進行，因為安裝於底部之遠距微波電漿系統 55 並非位於裝置 10 之蓋的頂部上。該微波電漿系統 55 會在下文中更進一步詳細描述。如第 3 與 4 圖所示，入口管 43 較佳地包括有用以輸送處理氣體進入腔室 15 的一條內部通道 295、以及和通道 293 連通而用以導引清潔氣體進入腔室內的一條外部環形通道 297。

可固定於基板 265 頂或側表面上的冷卻劑歧管從熱交換器接收諸如水或乙二醇／水混合物的冷卻劑流體。冷卻劑自此冷卻劑歧管經基板 265 上之一條環形冷卻劑通道 93 (第 4 與 5 圖) 散佈出來，而於處理程序期間對流式地及傳導式地將熱量自基板 265 和內蓋總成 230 之諸構件上移除 (下文會更進一步敘述之)。

如第 2 與 5 圖所示，內蓋總成 230 大致包括有基板 265、一片擋板或氣體分散板 301、以及用以把處理和清潔氣體分散撒入腔室 15 內之一淋灑頭或氣體散佈板 20。板 301、20 較佳地係以可耐受高溫程序的一種程序相容材料所形成；例如，板 301、20 可由諸如氧化鋁或氮化鋁 (AlN) 的一種陶瓷材料、或是諸如鋁或陽極化鋁之一種金屬所構成；較佳地，此等板 301、20 可由諸如鋁或陽極化鋁之一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 54 )

種材料所構成，以使氣體沈積在板 301、20 表面上之狀況最少發生。于一組特別較佳實施例中，氣體分散板 301 包含陽極化鋁，而氣體散佈板 20 包含鋁。氣體散佈與氣體分散板 20、301 係各自直接固定於基板 265 之一下表面上；較佳地，氣體散佈和分散板 20、301 係分別以多個附螺紋安裝螺釘 303、305 鎖固於基板 265 之下表面上；此等安裝螺釘 303、305 分別在氣體散佈與分散板 20、301 之接觸表面和基板 265 之下表面之間提供一種相當緊固的表面對表面接觸作用，以促進其間之傳導式熱交換作用（下文會更進一步述及）。安裝螺釘 303、305 係由諸如鎳、Hasteloy™、Haynes™ 等等的一種程序相容材料所構成。

參見第 4 與 5 圖，氣體散佈板 20 係為具有一圈外凸緣 313 的一片大致平坦板體 311，外凸緣 313 上帶有供收納安裝螺釘 305 的多個孔洞 315，以提供把板 20 之接觸表面與基板 265 之下表面接合的機構。基板 265 包括有一個外部環形托環 316，此托環 316 把氣體散佈板 20 與基板 265 之底面隔開，並在此二板間形成一個腔室 317（參見第 4 圖）供把處理氣體透過多個氣體散佈孔 315 均勻地撒佈於一片半導體晶圓上。或者，氣體散佈板 20 可包含有具有由一側壁與一底壁所圍成之一個中央定置腔穴的一套碟形裝置（圖上未示出）。

氣體散佈孔 315 之大小與配置型態將視所進行處理程序之特性而變。例如，孔 315 可均勻間隔以對晶圓提供均勻散佈氣體之作用；反之，若希望的話，孔 315 亦可呈不

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

表

## 五、發明說明 ( 55 )

均勻間隔設置。孔 315 通常均有在大約 5 至 100 密爾範圍內之直徑，且較佳地係在大約 10 至 50 密爾之範圍內。較佳地，氣體散佈孔 315 會被設計成可促進半導體晶圓上沈積物之均勻性；此等孔（以及上文述及之歧管溫度）亦會被設計成可避免在歧管外（底）表面上形成沈積物，且特別可防止在該表面上澱積軟沈積物，因為這些軟沈積物可能會在處理程序期間或之後剝落而掉在晶圓上。于一組例示性實施例中，該組孔陣列係為由多個此等孔 315 組成之多圈大致同心環當中的一環；而相鄰環間之距離（環到環間距）大約相等，且各環內之孔到孔間距亦大約相等。有關此等氣體散佈孔之合適配置型態的一篇更完整描述文章，已列述於頒授予王且同樣讓渡予本案受讓人美國專利第 4,872,947 號案中，而該案之整個敘述內容已於前文提及可併供本案參考。

氣體分散板 301 係為一片大致圓形碟 321，其包括有用以使氣體分散通過而進入外托環 316 與氣體散佈板 20 間形成之腔室 317 內的多個氣體分散孔 325。基板 265 較佳地包括有一個第二內托環 318，用以把分散板 301 和基板 265 隔離，並用以允許氣體通過基板 265 而分散進入托環 318 與板 301 間形成之一個腔室 320（參見第 4 圖）內。或者，氣體分散板 301 可界定出用以形成該腔室 320 的一個凹部（圖上未示出），而不用該托環 318。分散孔 325 們通常將有大約 0.02 至 0.04 毫米之直徑。當然，熟於此技者將會認知到，分散板 301 可包括在本發明的諸較佳實

## 五、發明說明(56)

施例中；但是，在一些其它實施例中，處理氣體也可以直接從基板 265 通入氣體散佈板 20 之腔室 317 內。

如同第 4 與 5 圖所示，基板 265 係為一塊一體單片元件，用於輸送處理氣體到氣體分散板 301、及把整個內蓋總成 230 安裝於處理腔室之主構架單元上。在 RF 電漿程序中，內蓋總成 230 亦將包括有一個隔離器（圖上未示出），用於把腔蓋電氣絕緣於地電位，並把腔室本體和 RF 氣體盒（圖上未示出）隔離。供與諸 RF 電漿處理程序配合使用的一種例示性蓋總成，已列述於頒授予王且同樣讓渡予本案受讓人美國專利第 4,872,947 號案中，而該案之敘述內容已於前文提及可供本案參考。

如第 8 圖所示，基板 265 具有界定出用以排出沈積氣體（下文會詳細論述）之一條環形抽泵通道 40 的一個下表面 321。如第 4 與 5 圖所示，基板 265 界定出和入口管 43 連通而用以接收來自氣體混合盒 273 之已混合處理氣體的一個中央孔 327；此孔 327 亦與氣體分散板 301 之凹部 311 連通，供把氣體分散跨過板 301 而到達孔 315。基板 265 更界定有一條冷卻劑通道 93，此通道具有耦接於冷卻系統 215 之一個入口 331 與一個出口 333，供導引冷卻劑流體穿過板 265 之一些部分，而對流式地冷卻板 265 之此等部分；較佳地，冷卻劑通道 93 係形成於基板 265 相當靠近安裝螺釘 303、305 的一些部分內，如此可促進經過散佈和分散板 20、301 之接觸表面與基板 265 之下表面 326 發生的傳導式冷卻作用。有關冷卻劑通道 93 之一

## 五、發明說明 ( 57 )

些例示性設計的更詳細描述，可見於 1996 年 4 月 16 日提出專利申請而同樣讓渡予本案受讓人且同樣尚在審理中的美國專利申請案第 08/631,902 號案（代理人檔案編號為 1034）中（故該案之整個敘述內容乃併供本案參考）、以及頒授予王且同樣讓渡予本案受讓人美國專利第 4,872,947 號案中（該專利案之整個敘述內容已於前文提及可併供本案參考）。

參照第 5 圖可見，基板 265 更界定有圍繞中央孔 327 的一個環形凹部 343、以及設置於凹部 343 內且固定於基板 265 上而位於冷卻劑通道 93 上方的一片環形蓋 345；較佳地，環形蓋 345 係熔接於基板 265 之上表面上，以提供遍於整個通道 93 的緊密封作用，藉以有效防止冷卻劑自通道 93 漏出。以此組態，通道 93 即被形成為相當靠近氣體散佈和分散板 20、301；另外，此通道 93 係藉著在基板 265 上表面上形成一道凹槽而製成，因而降低製造該板時的成本與複雜度。

現在請參見第 6B 與 6C 圖，現在將敘述內蓋總成 230' 的一組替換性實施例。和前一實施例相類似地，內蓋總成 230' 包括有一片基板 265、一片氣體分散板 301、與用以將處理和清潔氣體散佈進入腔室 15 的一片氣體散佈板 20；另外，基板 265 包括有用以收納諸如水的一種冷卻劑液體之一個環形冷卻劑通道 500，供冷卻基板 265 和此內蓋總成 230' 之其它構件；于此實施例中，基板 265 更包括有在氣體分散板 301 上方繞著中央孔 295 延伸的一條額

## 五、發明說明 ( 58 )

外的環形流體通道 502，用以和基板 265 位於氣體分散與氣體散佈孔 325、315 正上方之部位作熱交換。

內蓋總成 230' 包括有在基板 265 與氣體分散板 301 之間自腔室 320 延伸至真空腔室 15 的多條旁通通道 510；此等旁通通道 510 對流體流動作用提供比氣體分散孔及氣體散佈孔 325、315 更低之阻力，於是，流進腔室 320 的大部分氣體均會通過旁通通道 510 而直接進入真空腔室 15。在一組例示性實施例中，諸旁通通道 510 較佳地係繞著基板 265 沿圓周方向間隔開來，以均勻地輸送氣體進入腔室 15（參見第 1E 圖）。而在此實施例的一種較佳使用態樣中，諸如  $\text{NF}_3$  的一些清潔氣體進入腔室 320，並會分別通過氣體分散與氣體散佈孔 325、315；此外，一部分清潔氣體則通經諸旁通通道 510 直接進入腔室 15，以促進輸送清潔氣體進入腔室 15 之機能。

在此實施例中，蒸汽沈積裝置 10 較佳地將包括有一組控制系統，諸如耦接於一個控制器（圖上未示出）的一個閥體，用以防止（或至少抑止）氣體通過諸旁通通道 510。例如，在處理期間，常會希望處理氣體通經氣體散佈與分散孔 325、315，而均勻地撒佈到晶圓上，因此，該閥體即會被關閉而阻止處理氣體通過諸旁通通道 510；而當腔室被清潔時，該閥體則會被開啟以快速輸送至少一部分清潔氣體進入腔室內；如此可提高清潔程序之速度與效率，而縮減裝置 10 之停產時間。當然，應知，若希望的話，處理氣體亦可經由旁通通道 510 輸送。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

## 五、發明說明 ( 59 )

## C. 排氣系統

參見第 2 至 4 圖，設置於 CVD 裝置 10 外部的一個泵（圖上未示出）提供真空壓力，來把處理及清除氣體以及殘餘物自腔室 15 抽出並通經環形抽泵通道 40，此等氣體即於該處沿一條排放導管 60 自裝置 10 排出。如同第 8 圖中所示，沈積及清潔氣體係於晶圓 W 上方徑向地向外（如箭頭 351 所示）排洩穿過環繞腔室 15 之一個環狀槽形孔口 355 並進入抽泵通道 40。該環狀槽形孔口 355 與通道 40 較佳地係由腔室之圓筒形側壁 17 之頂部（包括腔室內襯 250 之內部部分 253）與基板 265 之底部所圍成。從抽泵通道 40 起，氣體沿圓周方向繞著通道 40 流動（由箭頭 357 所示），穿過一條向下延伸之氣體通道 361、通過一個真空關斷閥 363（其本體較佳地係與腔室本體下部成一體）、再進入連接到一部外部真空泵（圖上未示出）的排放導管 60。

或者，CVD 裝置 10 可包括有具有使處理腔室 15 與抽泵通道 40 直接連通之多個氣孔的一片分離抽泵板（圖上未示出）；于此實施例中，氣孔係繞著腔室之中央開孔沿圓周方向間隔開，以有助於把處理氣體經此等氣孔均勻地排放出去。而為調適諸入口與出口的相對位置，諸氣孔可相對於中央開孔以一種徑向向外方向自諸入口延伸到諸出口處。諸氣孔的此種徑向朝向亦有助於從處理腔室 15 把處理和清除氣體及被排出之殘餘物大致均勻地排放出去。此型抽泵板的更完整描述，可見於 1996 年 2 月 26 日提出

## 五、發明說明 ( 60 )

專利申請而同樣讓渡予本案受讓人且同樣尚在審理中的美國專利申請案第 08/606,880 號案 ( 代理人檔案編號為 978 ) 中，故該案之整個敘述內容乃併供本案參考。

參照第 2 與 3 圖，一組閥總成 ( 節流閥系統 ) 369 包括有沿排放管線 60 設置的一個隔離閥 371 與一個節流閥 373，用以控制氣體通過抽泵通道 40 之流量率。處理腔室 15 內之壓力以容量壓力計 381、383 ( 參見第 2 圖 ) 來監測，並藉由以節流閥 373 改變導管 60 之流動橫截面積而予以控制。較佳地，處理器 50 會自壓力計 381、383 接收指出腔室壓力的一些信號；處理器 50 拿所測得之壓力值與操作者們 ( 圖上未示出 ) 所輸入之設定點壓力值相比較，並判定欲維持腔室 15 內之期望壓力所需之節流閥 373 需要調整量；處理器 50 透過一個控制器 385 送出一個調整信號到一部驅動馬達 ( 圖上未示出 )，此馬達便把節流閥 373 調整到對應於該設定點壓力值的一個適當設定值。可供與本發明配合使用的一些合適節流閥已描述於 1996 年 6 月 28 日提出專利申請而同樣讓渡予本案受讓人且同樣尚在審理中的美國專利申請案第 08/672,891 號案 “用以控制處理腔室壓力的改良裝置與方法” ( 代理人檔案編號為 891/DCVD-II/MBE ) 中，故該案之整個敘述內容乃併供本案參考。

隔離閥 371 可用於把處理腔室 15 和真空泵隔離，以減少腔室壓力因該泵之抽泵動作而降低之現象。隔離閥 371 連同節流閥 373 亦可用於校準 CVD 裝置 10 之一些質

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 61 )

量流量控制器 (圖上未示出); 于某些處理程序, 液態摻雜劑會被汽化, 且接著隨同一種載荷氣體被輸送入處理腔室 15, 該等質量流量控制器(MFC)即用於監測氣態或液態摻雜劑流入腔室 15 之流量率; 在此等 MFC 校準期間, 隔離閥 371 會制止或限制流到節流閥 373 之氣體流, 以使腔室 15 內之壓力上升程度增至最大, 而有助於 MFC 之校準。

D. 加熱器/舉昇總成

參見第 9-15 圖, 現在將詳細描述加熱器/舉昇總成 30。此加熱器/舉昇總成 30 係用於把晶圓舉昇至真空腔室 15 內之處理位置處, 並在處理期間加熱該晶圓。此處首先應知, 此加熱器/舉昇總成 30 可被修改來用於或直接置入本文所描述及顯示之該例示性 SACVD 腔室以外之其他多種處理腔室內; 例如, 此加熱器/舉昇總成 30 可用於以 RF 或微波功率產生電漿之一種類似的 CVD 腔室、一種金屬 CVD (MCVD) 腔室、或其他傳統型或非傳統型半導體處理腔室中。

參照第 9 與 13 圖, 加熱器/舉昇總成 30 大致包括有附著於上與下支撐軸 391、393 上的一個電阻式加熱晶圓支撐臺座或加熱器 25、在加熱器 25 下方圍住二支撐軸 391、393 的一根舉昇管 395、以及用以使加熱器 25、支撐軸 391、393、和舉昇管 395 在腔室 15 內垂直移動的一組驅動總成 400。如同下文所詳細論述者, 加熱器 25 (以及被支撐於其上的晶圓) 可以被可受控制地移動於一個下方裝載/卸載位置和位於氣體散佈板 20 下方 (第 3 與 4

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

## 五、發明說明 ( 62 )

圖) 的一個上方處理位置之間，加熱器 25 與晶圓位於該下方裝載／卸載位置時係與包封總成 200 內之該槽縫 243 大致對齊。如同第 7 圖所示，加熱器 25 包括有被一個環形隆起周邊凸緣 405 圍繞的一個上方晶圓支撐表面 403，使得晶圓於處理期間會被準確定位。晶圓支撐表面 403 具有在沈積溫度下，例如在從大約 200 至 800°C 範圍內之一溫度下，大略等於晶圓 W 之直徑的一個直徑；此直徑對於大尺寸晶圓通常將為大約 6 至 8 英吋（大約 150 至 200 毫米），且對於小尺寸晶圓大約為 3 至 5 英吋（大約 75 至 130 毫米）；當然，若配合腔室、腔室內襯 250、及支撐加熱器 25 之適當修改，諸如具有大約 12 英吋（大約 300 毫米）直徑之晶圓的等等其他尺寸之晶圓亦仍在本發明之適用範圍以內。

支撐加熱器 25 較佳地包含有以可耐受相當高處理溫度（亦即高達 600 至 800°C 或更高溫度）之一種程序相容材料所製成的一片碟片；該材料亦應可耐受因與高溫沈積作用相關聯之反應性化學物質引發的沈積作用，以及可耐受清潔氣體中之一些根基團所引起的蝕刻作用。加熱器 25 的合適材料有諸如氮化鋁、氧化鋁或類似者的種種陶瓷；氮化鋁陶瓷對於加熱器 25 來說是較佳的材料，因為它具有高導熱性、絕佳耐腐蝕性、及優越之抗熱衝擊性；因此，在一組特別較佳實施例中，加熱器 25 之整個外表面即均以氮化鋁構成，氮化鋁具有高溫度容量，且對腔室 15 內所用之氟與臭氧等化學物質有高耐受性；比起不鏽鋼或鋁

## 五、發明說明 ( 63 )

材料，為加熱器 25 採用氮化鋁時，亦可在所處理晶圓中只會產生較少的背側金屬污染，而能形成更可靠之元件。此外，鋁會傾向於易和通常用於清潔氣體中的含氟化合物發生反應，而形成一層氟化鋁化合物，此層氟化鋁化合物最後會積厚並剝落掉入腔室內或掉在晶圓上，造成污染(下文會更進一步詳細論及)；而以氮化鋁建構成加熱器 25 後，更有效消除了清潔期間的此種會造成問題之反應作用。

再度參見第 7 圖，驅動總成 400 可包括有多種驅動機構，包括氣壓缸、可控制型馬達、或類似機構等等；較佳地，係以透過一組合適齒輪驅動器 409 耦接到加熱器的一部步進馬達 407，運作來以受控制之增量在該等裝載／卸載與處理位置間垂直地驅動加熱器 25、支撐軸 391、393、與舉昇管 395。驅動總成 400 亦包括有附接於支撐軸 391 末端與該處理腔室底部之間的上與下蛇腹部 411、413，用以讓加熱器 25 可大致不受拘束地垂直移動；另外，蛇腹部 411、413 亦容許發生某些角度性移動，以確保氣體散佈板 20 與加熱器 25 在處理期間大致平行。

參照第 4、9、與 13 圖，舉昇管 395 圍繞上方支撐軸 391 之下部，並協助讓上蛇腹部 411 隔離於自支撐軸 391、加熱器 25、及處理腔室 15 內部所發出之熱能。舉昇管 395 通常包含有一根鋁軸 418、擱置於鋁軸 418 上表面上之一片環形撞擊板 420、以及把撞擊板 420 安裝於鋁軸 418 上的一個環形凸緣 422；此環形凸緣 422 與撞擊板

## 五、發明說明 ( 64 )

418 較佳地係以諸如氮化鋁或氧化鋁 (呈陶瓷或礬土型態之  $Al_2O_3$ ) 等等可耐受高溫之一種材料形成；凸緣 422 與撞擊板 420 把鋁軸 418 和加熱器 25 隔離開來，以使鋁軸 418 翹曲或熔融於加熱器支撐軸 391 或處理腔室的機率降至最小。在一組例示性實施例中，舉昇管 395 則包括有諸如波形彈簧的一個彈簧 (圖上未示出)，裝載於凸緣 422 和撞擊板 420 之間，以防止或至少抑止撞擊板 420 卡嗒卡嗒振響。

如同第 4 與 13 圖中所示，多根晶圓支撐／舉昇指 430 (通常至少有兩根，且較佳地有四根) 可滑動地安裝於繞加熱器 25 週邊間隔之多個引導樁 432 內；諸支撐／舉昇指 430 在加熱器 25 下方向下延伸，使得撞擊板 420 可接合到此等指 430，並把它們舉昇到加熱器 25 上表面以上俾供裝載及卸下晶圓。諸舉昇指 430 較佳地係以諸如氧化鋁之一種陶瓷材料所製成，且通常具有一個雙截錐形頭部 (圖上未示出)。四個舉昇指引導樁 432 較佳地並不是繞著加熱器 25 均勻分佈，而是形成至少一個側邊比機器人葉片 (其通常為一支薄平桿 [圖上未示出]) 之寬度還要寬的一個矩形，諸舉昇指 430 即係必須要繞著此矩形來舉起晶圓。諸舉昇指 430 之底端成圓頭狀，諸舉昇指 430 具有大約為 100 至 200 密爾且較佳地大約為 150 密爾的一個相當粗的直徑、以及大約為 1 至 3 英吋且較佳地大約為 2 英吋的一個相當短之長度，以降低此等舉昇指于處理期間黏結於加熱器上之機率。

## 五、發明說明 ( 65 )

在使用時，機器人葉片（圖上未示出）在該加熱器 25 位於面對槽縫 243 之位置處（或是實際上正在槽縫 243 下方處）時，把晶圓移送到腔室 15；晶圓初始時被諸舉昇指 430 所支撐，而此等舉昇指 430 係由撞擊板 420 予以舉昇到加熱器 25 之上。在諸舉昇指 430 隨同加熱器 25 上升時，諸舉昇指 430 會碰到一個止動部（圖上未示出）；當加熱器 20 繼續升至面對著氣體散佈板 20 之該處理位置時，諸舉昇指 430 則沈入加熱器 20 內之諸引導樁 432 中，而讓晶圓置放於環形凸緣 405 內側之晶圓支撐表面 403 上。在欲把晶圓移出腔室 15 時，則以反向執行上述諸步驟。

再度參見第 9 圖，一組電阻性加熱器線圈總成 440 被容置於加熱器 25 內，供在處理期間傳送熱量到該晶圓。上與下支撐軸 391、393 支撐該加熱器 25，並容裝連至該加熱器線圈總成 440 之必要電氣連接線於一個中空心部 445 內（下文會論述之）。上支撐軸 391 係以可耐受相當高處理溫度之一種陶瓷材料所製成；較佳地，上支撐軸 391 將以擴散黏結之氮化鋁製成，此種氮化鋁可防止在諸電極上與在軸 391 內之電氣連接線上發生沈積作用、以及防止諸電極和該等電氣連接線遭腔室 15 內所用之化學物質攻擊，反之而若無此種氮化鋁存在，即可能會發生該等沈積和攻擊現象。支撐軸 391 較佳地係被擴散黏結於該加熱器 25 上，以在加熱器 25 與支撐軸 391 之間提供一種氣密性密封作用，使得支撐軸 391 之該中空心部 445 處於週遭溫

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

## 五、發明說明(66)

度和壓力(較佳地為大氣壓力,亦即 760 torr 或是 1 atm)下。而在其它實施例中,中空心部 445 可處在大約 0.8 至 1.2 atm 之一個壓力與大約 10 至 200°C 之一個溫度下,而腔室 15 則可能處在至少大約 400°C 之溫度與大約 20 mtorr 至大約 600 torr 之壓力下;此種配置有助於保護諸電極與其它電氣連接線免遭腔室 15 內之處理和清潔氣體所腐蝕。另外,維持支撐軸 391 之中空心部 445 於週遭壓力下的作法,可讓自 RF 電源經中空心部 445 到電力引線或鋁軸發生電弧之機率降至最低,因此即避免掉此種發生電弧之危險;否則若非如此配置,在真空中便可能引致電弧發生。

參見第 9 與 10 圖,上支撐軸 391 延伸穿過包封總成 200 下表面上的一個開口 453,並耦接於在支撐軸 391 與腔室 15 間提供一個氣體密封部的一個基座 455 上。上支撐軸 391 係以例如螺鎖之方式繫結於下支撐軸 393,後者乃由諸如鋁或一種鋁合金的一種合適的程序相容材料所構成。下支撐軸 393 較佳地係為一支水冷式鋁軸;然而,此下支撐軸 393 亦可由諸如氧化鋁或氮化鋁的一種陶瓷材料所構成。在支撐軸 391、393 間設置有例如 O 形環的一或多個密封構件 457,以維持中空心部 445 與腔室 15 間之氣密性。如同第 9 圖所示,下支撐軸 393 係安裝於一個可垂直移動支撐部 461 上,此可垂直移動支撐部 461 係在驅動總成 400 上而用於在該等裝載和處理位置間移動支撐軸 391、393 與加熱器 25。支撐軸 393 界定出繞著諸電氣連接線通過

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明( 67 )

之一條內部冷卻劑通道 463，以進一步將此等連接線和支撐軸之高溫隔絕。此冷卻劑通道 463 具有分別耦接於液體冷卻系統 215 之接水管 217、219 上的一個入口 464 與一個出口 466。冷卻劑通道 463 係用於在腔室下半部區域維持一個相對低之溫度，以保護(諸)密封構件 457。於一組替換實施例中，加熱器總成 30 包含有支撐加熱器 25 並在包封總成 200 中延伸穿過該下方開口 453 的單一根支撐軸；于此組替換性實施例中，諸密封構件 457 將不會被用到。

加熱器線圈總成 440 係被組配來以大約  $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的一個速率在腔室 15 中提供至少大約 200 至  $800^{\circ}\text{C}$  之溫度。參見第 11 與 12 圖，加熱器線圈總成 440 包括有埋置於陶瓷加熱器 25 內的一個加熱器線圈 471；埋置於加熱器基座 25 內之此加熱器線圈 471 的路線安排，較佳地係提供一組單一線圈 471，此組單一線圈 471 係在靠近加熱器 25 中央之一個電氣接點 472 處開始、沿加熱器 25 之一側向其周邊來回繞行、延伸到加熱器 25 之另一側、且然後朝加熱器 25 之中央來回繞行至一個第二電氣接點 474。此種迴圈型式提供加熱機制來維持跨越板片寬度之大致均勻溫度，同時並容許熱量漏損。較佳地，加熱器線圈 471 將跨越加熱器 25 之晶圓支撐表面 403 提供在  $400^{\circ}\text{C}$  下至少大約  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  及在  $600^{\circ}\text{C}$  下至少大約  $\pm 8^{\circ}\text{C}$  的一個均勻溫度分佈狀況。于一組例示性實施例中，加熱器線圈 471 在靠近加熱器 25 中央處將有較大功率密度，以縮減自加熱器支

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 68 )

撐軸 391 起的熱梯度。

如第 14 圖所示，加熱器線圈總成 400 較佳地包括有連接於多條導體引線 475 的一根埋置 RF 網目接地平面電極 473，諸導體引線 475 延伸穿過軸 341 而達至一個電力能量源處；網目接地平面元件 473 係為一種鉬網目電極，其在用到電漿程序的一些實施例中提供接地路徑與電漿電阻。諸引線 475 較佳地係由諸如鎳、銅、或類似材質等等可耐受相當高處理溫度的一種導電材料所構成；于一種例示性組態中，諸引線 475 係各為由一塊金屬嵌入物 477 耦接至電極 473 的鎳線，而該嵌入物 477 係被共燒結到電極 473 中以避免陶瓷與金屬間有硬焊之需要。諸嵌入物 477 較佳地包含諸如鉬等等對氮化鋁具相當緊密之熱膨脹匹配性的一種材料。如圖所示，鉬製嵌入物 477 係以例如硬焊方式各自繫結於一塊鉬塞 481 上，該塊鉬塞 481 再硬焊於引線 475 上。加熱器之所有線，不論主要是電阻性或主要是導電性，均包藏於能耐受高溫之連續絕緣覆層（諸如上述者）內，而能耐受氮化鋁加熱器本體之鑄造程序。

參見第號 9、15A、與 15B 圖，加熱器／舉昇總成 30 包括有用以測定加熱器線圈 471 溫度的至少一個熱電偶 491；此熱電偶 491 包括有一根長形管 493，管內有一個感測器 495（第 9 圖）插置於其內並於距晶圓底部大約 0.25 英吋之距離處保持和加熱器 25 底側相接觸；為此，加熱器 25 包括有硬焊於加熱器元件 473 上的一個熱電偶導引部 501，供將熱電偶 491 之感測器 495 連接到該元件 473。

## 五、發明說明 ( 69 )

熱電偶 491 被發自一個壓縮彈簧 503 (第 15B 圖) 的一股輕微彈力保持於定位，並提供溫度控制器 (圖上未示出) 所需之一控制信號。感測器 495 較佳地係被設置於處于大氣壓力下的一個井 505 內，如此可加強加熱器元件 473 與熱電偶 491 間之傳熱作用，而提供更準確之讀數。該溫度控制器係為一種受製法秘訣驅動式比例積分微分 (PID) 控制器，其可預測將要發生的製法秘訣步驟，並改變加熱器響應特性以維持均勻之溫度分布型態。沿著支撐軸 393 之側表面安排有供下方支撐軸 393 用的真空密封和接地連接結構 (圖上未示出)，連接至加熱器線端 511 與熱電偶管端 513 之動作係在大氣壓狀況下進行。

當本發明使用時，一片機器人葉片 (圖上未示出) 在加熱器 25 位於面對著槽縫 243 或實際上正在槽縫 243 下方) 之位置時，把晶圓移送到腔室 15 內；加熱器 25 與晶圓被驅動總成 400 舉昇至處理位置，且諸舉昇指 430 沈入加熱器 25 內之引導樁 432 中，使晶圓置放在加熱器 25 之環形凸緣 405 內的晶圓支撐表面 403 (第 4、9、與 10 圖) 上。諸如 TEOS 和  $O_3$  等等的處理氣體經氣體通道 83、85 引入，並在氣體混合盒 273 之混合區 93 (參見第 3 與 6 圖) 中混合在一起；經混合之氣體接著經由入口管 43 之內部通道 295 及經由基板 265 之中央孔 327 送入位於氣體分散板 301 上方之腔室 320 內，此等氣體在此處向外分散並經由孔 325 流入氣體散佈板 20 上方之腔室 317 內 (參見第 4 與 5 圖)。較佳地，此等氣體係經氣體散佈孔 315

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 (70)

均勻地散佈於半導體晶圓 (圖上未示出) 上。

加熱器 25 上之晶圓的溫度通常被加熱器線圈總成 440 保持於一個最低沈積溫度以上，以使諸處理氣體會在晶圓表面處一起發生反應而在其上沈積出一個層體。詳言之，一股電流經導體引線 457 被導引至電阻性線圈 473，以依據諸特定實施例將晶圓加熱至大約 200 至 800°C 之溫度。于較佳實施例中，溫度係受一組回授控制系統 (上文針對加熱器控制常式 167 已描述過) 所控制，此控制系統根據腔室內之目前溫度維持斜坡率。于此過程中，內蓋總成 230 會接受來自多種來源之熱量，此等來源包括通過的種氣體、受加熱之半導體晶圓、以及晶圓加熱源；故為保持內蓋總成 230 之諸構件在最低沈積溫度以下並因而避免在此等構件上發生氣體反應現象與沈積現象，乃將一種冷卻劑液體引入冷卻劑通道 93，俾將熱量自基板 265、與氣體散佈和分散板 20、301 上移除。

在沈積程序期間，真空泵被致動而在抽泵通道內產生真空壓力，藉以把處理氣體和電漿殘餘物經由通道 40 和排出埠口 361 (第 4 與 8 圖) 抽出處理腔室 15。另外，沖洗氣可大致向上地經納置台 25 與內襯 250 之內部部分 253 間的間隙導入處理腔室 15 內；此等沖洗氣可使處理氣體漏洩到本裝置 10 下方部分之情形減至最少，並有助於處理氣體經埠口 361 排除。

### E. 一體式遠距微波電漿系統

第 16 圖係為依據本發明之一組實施例用於清潔晶圓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明(71)

及／或處理腔室之一套遠距微波電漿系統 55 的一幅簡化圖。此微波電漿系統 55 在和處理腔室 15 遠隔之處產生一個電漿，用於有效地蝕刻或清潔腔室 15 中之晶圓及／或腔室 15 之構件，且可能可用於進行沈積。微波電漿系統 55 包括有施加器管 292；一組電漿點火系統（下文會述及）；一組微波波導系統（下文會述及）；最佳化元件，此包括一組阻抗匹配系統 701、以及帶有一個負載 707 的一個循環器 705，該阻抗匹配系統 701 可包括有需要為自動阻抗匹配功能作回授安排之一些實施例用的一個視意願選用之相位檢測器 703；以及一個磁控管 711。

磁控管 711 係為一種典型之磁控管源，其可針對大約 2.45 千兆赫(GHz)頻率之連續波(CW)或脈衝式微波輸出在大約 500 至 2500 瓦間運作。此磁控管 711 係由可設置於遠離磁控管 711 處之電源供應器 110（示於第 1C 圖中）供以電力。當然，此處同樣亦可採用其他磁控管。發自磁控管 711 之微波被傳輸至微波波導系統，此波導系統包括有不同長度之筆直和彎曲波導段 715、717，此等波導段可在幾個接合部 719 處被連接在一起；該波導系統內散置著一些最佳化元件，用來以最小之反射損失提供低耗損之最大微波傳輸能力、及保護磁控管免於因反射之功率而遭損傷。以下敘述將順著微波自磁控管 711 朝施加器管 292 行進之期望方向來陳述。

在一組特定實施例中，微波電漿系統 55 具有連接於附有負載 707 之循環器 705 的磁控管 711，如第 16 圖所

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

線

## 五、發明說明(72)

示。循環器 705 只容許從磁控管 711 朝施加器管 292 進行的順向微波傳輸，負載 707 會吸收可能從微波系統朝磁控管 711 反射回來的任何功率，循環器 705 與負載 707 因而即指引微波朝順向方向前進並保護磁控管 711 免於遭反射功率所損。循環器 705 連接到波導段 715，波導段 715 連接到相位檢測器 703，而相位檢測器 703 則連接到另一波導段 715。若有用到的話，相位檢測器 703 係經由彎曲波導段 717 耦接到有調諧或匹配系統 701 附接於其上的另一波導段 715 上。可採用短線調諧器或其他調諧元件的該調諧系統 701，為微波電漿系統 55 提供使波導段 721 處之負載匹配於  $50\Omega$ （諸波導之特性阻抗）的能力。調諧系統 701 可依據各特定實施例而提供固定調諧、人工調諧、或自動調諧功能。就使用自動調諧功能之實施例而言，相位檢測器 703 係為一組三個二極體之陣列，其可檢測所傳輸微波之相位供回授到匹配系統 701，而後者即智慧式及動態式地適當匹配該負載。在特定實施例中，諸波導段具有矩形橫截面，惟其它型式之波導當然亦可使用。

如第 16 圖所見，被導引經過最佳化微波系統的微波係自輸出波導段 721 被傳送至施加器管 292，而在該處產生電漿。施加器管 292 具有接受反應氣體的一條輸入饋入管線 57，該等反應氣體受經由波導系統與其它最佳化元件而來自磁控管 711 之微波所激勵。依據一組特定實施例，此施加器管 292 係為由較佳地為礬土之一種組合物或陶瓷材料、或是可抗拒電漿中之根基團蝕刻的其它材料所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 73 )

製成之一種圓形 (或呈其它橫截面形狀) 管 ; 于此特定實施例中 , 施加器管 292 具有大約 18 至 24 英吋的長度、以及大約 3 至 4 英吋的橫截面直徑。施加器管 292 係設置成穿過波導段 721 , 此波導段 721 之一端敞開供傳送微波而另一端則以一片金屬壁終止 ; 是以微波便可傳送經波導段 721 之敞開端而到達施加器管 292 內對微波具通透性之反應氣體處。當然 , 諸如諸如藍寶石等的其他材料亦可用作為施加器管 292 之內部。在其他實施例中 , 施加器管 292 可具金屬製外部與由一種組合物或陶瓷材料製成之內部 , 而波導段 721 中之微波進入穿過施加器管 292 外部的一個窗口而到達施加器管 292 暴露出來的內部處 , 來激勵諸反應氣體。

在該特定實施例中 , 電漿可藉包括有一個紫外線 (UV) 燈 731 與一個 UV 電源供應器 733 的電漿點火系統予以點燃 , 該 UV 電源供應器 733 可依意願選擇而定地被安裝在波導段 721 之該金屬壁上 ; 而當然 , 該 UV 電源供應器 733 亦可被安裝在除該金屬壁上之位置以外的多個其它位置處。經 UV 電源供應器 733 供電後 , UV 燈 731 即在施加器管 292 內提供電漿初始離子化作用 ; 接著即由微波能量維持已點燃之電漿的離子化狀態 , 以產生根基團流而經由閘閥 280 導引至腔室 15。由於施加器管 292 內之負載上自反應氣體引入管 292 內及在其內離子化時起所生之變化 , 使用匹配系統 701 可使微波能量耦合在效率上最佳化。于一些較佳實施例中 , 匹配系統 701 包括有在處理器 50 或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 74 )

一部控制器單元之控制下作自動調諧的至少一個短線調諧器；如前所述，其它傳統調諧元件亦可用在匹配系統 701。

如同上文所論述地，施加器管 292 係從腔室 15 本體底部安裝且連接於其上，使施加器管 292 輸出電漿根基團進入包封總成 200 之入口 290，如第 3 圖所見。根基團經入口 290 輸入包封總成 200 配有內襯 291 之通道內，該內襯 291 較佳地係以聚四氟乙烯 (PTFE) 製成；在商業市場上已用例如 Teflon™ PTFE 之商品名販售的 PTFE，可抗拒由入口 290 輸入之反應化學物質所生的蝕刻或沈積作用；內襯 291 在清潔程序期間會防止氣根在該通道內再化合。除 PTFE 之外，內襯 291 亦可用任何氟化材料製成，此等材料包括諸如 PFA (此乃為由聚四氟乙烯樹脂之碳-氟主鏈與全氟烷氧基側鏈化合而成之一種聚合物)、氟化乙丙烯 (TFE)、或類似物等等的氟化聚合物。該通道較佳地係具圓形橫截面形狀，或其它型式橫截面形狀，以配合入口 290 與施加器管 292 之橫截面。從包封總成 200 內之此具內襯通道起，電漿根基團入清潔氣體歧管 270 內之導管 47 而達閥 280；該清潔氣體歧管 270 亦係由 PTFE 構成。對會有氣根在電漿內生成的一些清潔應用場合而言，PTFE 是較佳的，因為 PTFE 可抗拒氣根的蝕刻作用。當然，清潔氣體歧管 270 與內襯 291 二者均可由能抗拒視所用反應氣體而定之特定化學作用之其他材料 (諸如上文針對內襯 291 所述者) 製成。

在某些實施例中，閥 280 如上文所述地隔絕清潔程

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 ( 75 )

序和沈積程序。在腔室 15 正用於進行沈積、再流動、或驅迫進入步驟時，閘閥 280 通常，保持關閉；于關閉位置時，閘閥 280 可防止導管 47 內用於清潔程序之粒子在沈積程序期間污染晶圓，以及降低導管 47 與通道在沈積期間之“無效”容積。若在閘閥 280 開啟之情況下，于大約 200 至 760 torr 間之壓力下發生沈積作用，則亦會在施加器管 292 內造成沈積，而導致清潔程序遭到污染。閘閥 280 較佳地係以 PTFE (或諸如上文針對內襯 291 與歧管 270 所述者之類似材料) 製成，以減少由於來自導管 47 之反應化學物質而對關閉之閘閥 280 所生之損害或沈積於其上之現象。在一組較佳實施例，閘閥 280 係為一種粒子等級之閘閥。在使用到閘閥 280 的一些實施例中，只有在腔室 15 用於進行晶圓清潔步驟時，或在執行腔室清潔工作時，閘閥 280 才會打開，而允許電漿根基團流入氣體混合盒 273 之流體通道 293 內，如第 3 圖所見。而正如上文曾述及者，在某些實施例中，則完全未用到閘閥 280；因此，電漿根基團可流經環形通道 295 並透過氣體散佈板 20 進入腔室 15，散佈板 20 以及腔室 15 之各個部件於是便受清理；殘餘物及用過之清潔氣體接著以上文論述過之排出系統自腔室 15 排出。腔室 15 之清潔程序和晶圓表面的清潔工作之細節會在下文中詳細敘述。

F. 終點檢測系統

第 17A 至 17D 圖繪示出依據本發明之另一概念層面所構成而用於微波電漿系統 55 的一種清潔終點檢測系統

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 76 )

800。如上文所論述者，本裝置 10 較佳地採用一種熱清潔技術，此種技術運用遠距微波技術來取代傳統之在原地非中斷式電漿程序，以降低金屬污染。于本發明中，使用遠距微波電漿系統 55 的此種溫和而易控制之清潔技術係只用到一些化學反應，而不像使用該種傳統在原地非中斷式電漿程序時，物理濺散效應可能和腔室壁上之鋁發生反應，而在經處理之晶圓中造成鋁金屬污染。

在使用遠距電漿系統 55 的清潔程序中，電漿係在和腔室 15 遠隔之處產生，使得蝕刻劑氣體（較佳地大部分為氟根）被引入腔室內，使腔室內發生溫和而易控制之熱清潔作用，但電漿仍保持在腔室之外（亦即在施加器管 292 內，參見第 16 圖）。而此種程序雖具利於清潔腔室 15 內之晶圓及／或腔室 15 本身之諸構件（上文已論述過）的多項優點，但也因腔室內不見電漿而難以再沿用傳統型清潔終點檢測系統來準確指出清潔工作已完成的時間（亦即腔室內最後的處理氣體殘餘物已和清潔蝕刻劑反應而使其可從腔室排放掉的時間），因為傳統型終點檢測系統通常係依賴利用腔室內之電漿並檢查從在原地非中斷式電漿發出之放射物，方能判定清潔程序之終點。

然而，本發明之終點檢測系統則可擴大利用在原地非中斷式電漿或是一種遠距電漿（例如由該遠距電漿系統 55 所提供者），來執行檢測。例如，在一種例示性程序中，以氟為主之氣體被用於和腔室內之  $\text{SiO}_2$  粉末殘餘物反應形成  $\text{SiF}_4$  氣體，此  $\text{SiF}_4$  氣體再用真空泵自腔室 15 予以抽

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

長

訂

像

## 五、發明說明( 77 )

出。在腔室內實質上所有  $\text{SiO}_2$  均已耗盡時，以氟為主之該氣體便不再能與  $\text{SiO}_2$  反應形成  $\text{SiF}_4$ ；相反地，此時該以氟為主之氣體會開始污染腔室 15，或與例如腔室之鋁壁反應形成氟化鋁化合物。因此，判定大概終點或是最後的  $\text{SiO}_2$  殘餘物已和氟氣反應的時點俾使閘閥 280 可被關閉而防止更多氟根基團進入腔室 15，便相當重要；而如同下文將會進一步論述到地，本發明之終點檢測系統 800 會藉著檢測由於光線遭諸如  $\text{SiF}_4$  等之排出清潔氣體反應物吸收而發生之光強度上的變化，而能判定某一清潔程序之終點。

如同第 17A 圖中所示，清潔終點檢測系統 800 包括有沿排氣導管 60 定置於隔離閥 371 與節流閥 373 之間的一個氣體檢測器 802；當然，此氣體檢測器 802 亦可設置於本裝置 10 之排氣系統內的一些其他位置處，例如，氣體檢測器 802 可如第 17B 圖所示地定置於節流閥 373 下游處。在另一實施例中，檢測器 802 係如第 17C 圖所示地沿從導管 60 接收一股抽樣氣流的一條旁通管線 804 定置；于此實施例中，旁通管線 804 可包括有一個控制閥 806，供改變流經管線 804 之流量，或是例如在腔室內有一晶圓正受氣體處理期間完全中止氣體沿此旁通管線 804 流動。

參照第 17D 圖，現在將描述氣體檢測器 802 的一組較佳實施例。如圖所示，檢測器 802 包括有一個殼體 804，此殼體 804 圍成和導管 60 連通之一個貫穿孔 806 供允許來自腔室 15 之氣體和其它殘餘物通過；較佳地有一對凸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

後

## 五、發明說明(78)

緣 808、810 把殼體 804 附接於導管 60 上。殼體 804 之諸側壁包括有一對紅外線(IR)窗 812、813，此等紅外線窗係被組構成可讓遠紅外線光通過，遠紅外線光具有自大約 10 微米開始的波長；二 IR 窗 812、813 相隔一段長度 L，且較佳地包含有大致可讓遠紅外線光通過的一種材料，而使得此等光線完全不會或是實質上僅其極少部分會被窗 812、813 吸收。另外，IR 窗 812、813 之材料應和處理程序相容、對處理及清潔氣體化學物質呈惰性，且其材料應不會污染所沈積之薄膜；在使用氟根進行清潔程序的一些實施例中，窗 812、813 可耐受氟。IR 窗 812、813 之較佳材料包括了氟化鋅、鈣或類似材質。

如同第 17D 圖所概示地，檢測器 802 更包括有一個遠紅外線燈 814，適當地耦接於殼體 804 上供產生遠 IR 光並傳送此光穿過窗 812、813，使光通過貫穿孔 806。一個 IR 檢測器 816 耦接於殼體 804 上供接收及檢測通經窗 813 之遠 IR 光的位置處。較佳地，遠 IR 燈 814 可為具有一個光學凹口波濾波器的一個鎢燈光源。

在本發明使用時，清潔氣體反應物（例如  $\text{SiF}_4$ ）沿導管 60 與檢測器 802 之貫穿孔 806 導引；遠 IR 燈 814 發出遠 IR 光射經窗 812、貫穿孔 806、與窗 813，而在窗 813 被檢測器 816 接收。當光線通經清潔氣體  $\text{SiF}_4$  反應物時，此等反應物（亦即矽）吸收了部分遠 IR 光，而降低檢測器 816 所接收到之光強度；氟並不會吸收遠 IR 光，因此，當所檢知之遠 IR 光強度增加達至一個參考值時，檢測器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

像

## 五、發明說明 ( 79 )

816 即送出一個信號給一個控制器 (圖上未示出)，指出通經導管 60 之  $\text{SiF}_4$  濃度已大為降低或完全停止，此表示已到達清潔程序終點。此時，該控制器即送出一個適當信號給處理器 50，以關閉閘閥 280 及防止更多蝕刻劑氣體進入腔室。在上述例示性清潔程序中，終點檢測系統 800 使用光源 814 提供可被清潔氣體反應物  $\text{SiF}_4$  與氟吸收的遠 IR 波長並使用檢測器 816 檢測此等遠 IR 波長，其中之清潔氣體反應物  $\text{SiF}_4$  係吸收具大約 10 微米波長的光線，而氟則吸收具大約 5 至 6 微米波長之光線。而在一些其它實施例中，視清潔氣體程序中所用特定清潔氣體反應物之光線吸收特性而定地，該光源 814 與檢測器 816 則可提供不同波長之光線。

舉例而言， $I_0$  為無  $\text{SiF}_4$  流經導管 60 且檢測器 816 接收到來自燈 814 之全部強度時的遠 IR 光之強度；當  $\text{SiF}_4$  于清潔程序期間流經貫穿孔 806 時，遠 IR 光會被吸收，且檢測器 816 所接收到之強度降低，以下式表示：

$$I/I_0 = \exp(-X * L * C)$$

其中  $X$  為 IR 窗 812、813 或一個濾波器 (圖上未示出) 的消光係數， $L$  為窗 812 與 813 間之長度 (參見第 17C 圖)，而  $C$  為通經檢測器 802 之  $\text{SiF}_4$  的濃度。當  $I/I_0$  接近數值 1 時， $\text{SiF}_4$  濃度即正降低，其表示正被接近清潔程序終點。該控制器會持續監視  $I/I_0$  之值，直到此值接近 1 而表示已到達清潔程序終點時為止。

儘管上文之描述係就供一套多腔室處理系統用之一個

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

頁

## 五、發明說明(80)

CVD 腔室而發，但應知亦可用他種電漿蝕刻腔室、物理沈積腔室、或類似者來施行本發明之某些特徵。因此，上文所作敘述與繪示說明不應視為有欲限制後附申請專利範圍所界定本發明範圍之意。應知，本發明並不侷限於上文所述及附圖所示的單一晶圓腔室而已，例如，本發明之節流閥可被安裝於可同時處理多個晶圓的成批處理腔室內；另外，本發明應適用於對多個晶圓中之每個晶圓依序執行一些個別處理步驟的一種多晶圓腔室。

II. 使用 CVD 反應器系統之高溫多步驟程序A. 例示性結構與應用

第 18 圖繪示出依據本發明構成之一種積體電路 900 的一幅簡化剖視圖。如圖所示，積體電路 900 包括有被由矽局部氧化法(LOCOS)、或其他技術形成之一個場氧化物區 920 予以彼此分隔開並電氣性隔離的 NMOS 與 PMOS 電晶體 903 和 906；或者，電晶體 903 與 906 在二者均為 NMOS 或均為 PMOS 時，彼此可由一種淺槽溝隔離結構(圖上未示出)予以分隔並電氣性隔離。每個電晶體 903 與 906 包含有一個源極區 912、一個汲極區 915、和一個閘極區 918。

一個預金屬介電(PMD)層 921 把電晶體 903、906 和金屬層 940 隔開，而在金屬層 940 與諸電晶體間之連接係由接點 924 構成。金屬層 940 係為包括於積體電路 900 中之四個金屬層 940、942、944、與 946 中的一層，各金屬層 940、942、944、與 946 由個別的中間金屬介電(IMD)層 927、928、與 929 將之和相鄰之金屬層隔開；諸相鄰金屬層在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

象

## 五、發明說明(81)

一些選定開口處由一些通孔 926 予以連接起來。在金屬層 946 上積設有幾個平面化鈍化層 930。本 CVD 裝置 10 即可用來沈積出例如用作為 PMD 層 921、IMD 層 927、928、與 929、或鈍化層 930 的一些薄膜；本 CVD 裝置 10 亦可用於沈積出用於取代 LOCOS 場氧化物區 920 之淺槽溝隔離結構所需的一些氧化物充填層。

上述 CVD 裝置 10 之用途的另一實例係為用於形成在第 18 圖之該例示性積體電路 900 中所示的超淺源極與汲極區 912、與 915。本方法用於在為一個 MOS 電晶體形成源極／汲極區時形成超淺摻雜接面的應用狀況，將當作一個例子配合第 19A 至 19E 圖加以論述。

第 19A 圖係為一個已完成一部分的 MOS 電晶體之一幅簡化剖視圖。純供舉例說明之用地，此 MOS 電晶體 1000 可為一個 PMOS 電晶體；而當然，NMOS 電晶體亦可被形成。對於 PMOS 電晶體 1000，所用之摻雜介電層 1008 可為充作 P 型摻雜劑源的一層 BSG 薄膜。如第 19A 圖所見者，覆於閘極氧化物 1003 上的一個閘極電極 1002 已被形成在材料 1004 上。在本實例中，材料 1004 可為一個 N 型基體或是形成一個基體內的一個 N 井；場氧化物區 1006 亦已由諸如矽局部氧化法(LOCOS)等之一種方法形成。希望形成超淺摻雜接面的諸區域可利用光罩來劃定；在本實例中，此等區域為源極／汲極區 1010 與 1012，惟當然此等區域亦可被界定來形成輕度摻雜汲極(LDD)區。使用上述 CVD 反應器系統配合下文會詳細論述的程序製法秘訣，本例乃

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(82)

在棲置於受電阻性加熱之加熱器 25 上的一個晶圓上把一層摻雜介電層 1008 形成於源極／汲極區 1010 與 1012 之上。

于把摻雜介電層 1008 形成在源極／汲極區 1010 與 1012 上之前，源極／汲極區 1010 與 1012 之表面可利用一個電漿或利用一種熱  $\text{NF}_3$  蒸汽把可能存在的任何閘極氧化物或本生氧化物清除掉，而該電漿可由諸如  $\text{NF}_3$  之來自上述遠距微波電漿系統 55 的反應氣體所形成。在此清除程序，閘閥 280 打開以讓來自  $\text{NF}_3$  電漿之氟根基團進入腔室 15，而清除掉可能存在源極／汲極區 1010 與 1012 表面上的氧化物。清掉此等氧化物後，可讓把來自形成於源極／汲極區 1010 與 1012 上之摻雜介電層 1008 之摻雜劑驅迫進入的作用更一致。來自遠距電漿之氟根基團可用於從腔室 15 內之晶圓上除去本生氧化物；于此清除程序中，加熱器 25 可被調整到可讓氟根基團能最佳地清除氧化物而不損及晶圓上之元件的位置處。較佳地，此本生氧化物去除／清除步驟與沈積摻雜介電層 1008 之步驟係以在原地非中斷之方式于同一腔室中執行。使用上文所述之本 CVD 裝置 10 時，可避免水份被晶圓吸收，因為腔室 15 之真空狀態並未被打破，且晶圓並未暴露於外界環境。或者，一些不想有的氧化物可藉由在原地非中斷式地將  $\text{NF}_3$  蒸汽以熱使之崩潰，而自晶圓上清除；利用此一替換方式，係藉由在大約 200 至 1500 sccm (每分鐘標準立方公分) 之間且較佳地在大約 500 sccm 引入  $\text{NF}_3$ 、以及依意願選定地

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明(83)

以大約 0 至 1000 sccm 引入  $O_2$  到腔室 15 內，而于腔室 15 內在原地非中斷式地產生氧根基團，同時，腔室 15 被加熱到大約 500 至 650°C 之間且較佳地為 600°C、並被維持於大約 60 至 760 torr 之間且較佳地為 400 torr 之壓力，且加熱器 25 與板 20 間隔介於大約 150 至 900 密爾之間且較佳地大約為 600 密爾的間距；因此，源極／汲極區 1010 與 1012 之表面即可被清除掉任何本生氧化物障壁層。

在該清除步驟之後，某些實施例中之閘閥 280 將會被關閉以切斷摻雜介電層沈積程序中所用之任何反應氣體，使之不能進入及沈積於導管 47 內之表面上。加熱器 25 亦將被移至適當處理位置，並依據所期望之程序製法秘訣而在腔室 15 之真空狀態下被加熱至特定溫度；然後，摻雜介電層 1008 即在本 CVD 裝置 10 內如同下文所述地於高溫（大約 500 至 600°C）下被形成。此時由於無本生氧化物障壁層，來自形成於晶圓上之摻雜介電層 1008 的摻雜劑即可更容易且均勻地被驅迫進入基體內，以形成超淺源極／汲極區 1010 與 1012。

在沈積成摻雜介電層 1008 後，晶圓仍留在腔室 15 內，受電阻式加熱之該加熱器 25 與置於其上之晶圓隨後即被加熱到一個較高溫度（大約 800°C）持續一段特定時間；此加熱步驟驅使來自摻雜介電層之摻雜劑進入 N 型材料 1004 內。摻雜介電層 1008 係為所生成之超淺界面 1020 被用作為 P 型摻雜劑擴散源，如同第 19B 圖所示。當然，閘閥 280 在此驅迫進入步驟期間內係保持關閉。作為此種

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 84 )

在原地非中斷式被加熱之方式的一種替換方法，晶圓可被移送到一個回火爐或是一個快速熱處理反應器（較佳地係在該多腔室系統內）中，以驅迫來自作為摻雜劑擴散源之摻雜介電層 1008 的摻雜劑進入；其擴散作用係藉由回火或是一道快速熱程序來執行；較佳地，於此等其他實施例中，其擴散作用係用一道快速熱程序（因為有較好之產出率）于介於大約 950 至 1100°C 之間的溫度下以介於大約 1 至 3 分鐘之時間來執行，且較佳地係在大約 1000°C 下持續大約 1 分鐘。

在擴散之後，摻雜介電層 1008 藉乾或濕蝕刻技術或其他移除技術自 N 型材料 1004 上去除。本 CVD 裝置 10 亦可用於利用遠距微波電漿系統 55 配合適當之蝕刻化學物質來去除該摻雜介電層 1008。對於此介電質去除步驟，閘閥 280 將開啟以容許遠距電漿蝕刻該摻雜介電層 1008，直到完成去除工作為止，此時閘閥 280 便關閉。此去除步驟可在原地非中斷式地執行，而不必把晶圓移離腔室 15 中之加熱器 25。或者，此去除步驟可在亦和 CVD 裝置 10 位於相同之多腔室系統內而專供執行介電質去除動作的另一個腔室內進行，如此亦可避免讓晶圓暴露於該多腔室系統之真空環境以外的外在環境下。第 19C 圖繪示出在去除摻雜介電層 1008 之後的部分完成之 PMOS 電晶體 1000；此 PMOS 電晶體 1000 包括有閘極電極 1002、以及為超淺 P 型摻雜接面的相鄰源極／汲極區 1020。於此之後，用以製成該元件的餘下處理步驟即可在晶圓上進行。

## 五、發明說明(85)

在每個晶圓(或數個晶圓)已在 CVD 裝置 10 之腔室 15 內受處理之後，一道腔室清潔動作便可被執行。于晶圓之處理動作在腔室 15 內完成後，晶圓即經槽縫 243 移送離開，而該槽縫隨即被真空閉鎖；閘閥 280 接著可被打開，以讓腔室清潔程序可利用遠距微波電漿系統 55 來執行，直到該腔室被清潔到如同由終點檢測系統所指出者的規格時為。

在一組替換性實施例中，第 19D 至 19E 圖所示之步驟係在針對第 19A 圖所述之步驟之後被執行；其中，在摻雜介電層 1008 如第 19A 圖所見地被形成於源極/汲極區 1010 與 1012 及閘極電極 1002 上之後，諸如 USG 的一層蓋帽層 1030 較佳地在腔室 15 內以一道在原地非中斷式程序予以形成而覆蓋於該摻雜介電層 1008 上。于沈積該摻雜介電層 1008 期間，閘閥 280 將保持關閉。接著，基體可被加熱，以如同上文就第 19B 圖所述地把摻雜劑自摻雜介電層 1008 擴散到半導體材料 1004 內；或者，晶圓可自腔室 15 被移出，供移送至一個回火爐或快速熱處理反應器，以便如同上文針對第 19B 圖所述地使摻雜劑自摻雜介電層 1008 擴散，而其中，該基體係在以該腔室 15 (摻雜介電層 1008 與蓋帽層 1030 係在其內沈積而成) 為其一部分的同一組多腔室系統內遭受一道快速熱程序所處理。由第 19E 圖可見，來自具有覆蓋於上之蓋帽層 1030 之該摻雜介電層 1008 的摻雜劑已擴散入半導體材料 1004，而形成諸超淺源極和汲極接面 1020。蓋帽層 1030 和摻雜介電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

後

## 五、發明說明 ( 86 )

層 1008 接著如同上文所述地被蝕刻掉，而提供如第 19C 圖中所示已備妥供進行餘下之處理步驟的部分完成 PMOS 電晶體 1000。就大約 0.25 微米之元件幾何構形而言，根據針對 PMOS 電晶體的諸較佳實施例，擴散硼原子可形成厚度介於大約 100 至 200 埃 (Å) 且覆蓋有大約 100 至 200 埃之一層 USG 薄膜的一層 BSG 薄膜，並產生落於大約 0.05 微米至大約 0.1 微米之範圍內的一個接面深度。

當然，一個 NMOS 電晶體 1000 包括有閘極電極 1002 和源極／汲極區 1010 與 1012，其中依據本發明之幾個其他實施例，N 型超淺接面可利用諸如一層 PSG 薄膜或一層砷摻雜矽酸鹽玻璃薄膜作為摻雜劑源而形成於 P 型半導體材料 1004 內。P 型材料 1004 可為一塊 P 型基體或是形成於基體內的一個 P 井。對於大約 0.25 微米之元件幾何構形而言，依據幾組較佳實施例，厚度介於大約 100 至 200 埃間之一層 PSG 薄膜以及介於大約 100 至 200 埃的一層 USG 薄膜會導致磷被驅迫進入半導體材料內之深度落在大約 0.05 微米至大約 0.1 微米間之範圍內。當然應知，其他的摻雜矽酸鹽玻璃薄膜亦可視應用場合而定地用於提供該等 N 型或 P 型超淺接面。

本發明的另一種應用實例為用於形成充作元件間之一種淺槽溝隔離結構中之通道停止區的一個超淺摻雜區。本發明用於形成超淺通道停止區的應用狀況係參照第 20A 至 20G 圖來論述。

第 20A 圖係為在半導體材料 1100 中形成之一個部分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

像

## 五、發明說明 ( 87 )

完成淺槽溝隔離結構的一幅簡化剖視圖。如第 20A 圖中所見者，一個槽溝 1102 利用包括反應離子蝕刻、電漿蝕刻、或其他技術在內的異向性蝕刻技術形成於半導體材料 1100 內。于本實例中，半導體材料 1100 可為一塊 P 型基體或形成於一塊基體內的一個 P 井；一個光罩 1104 可被用來於淺槽溝隔離體中劃定該通道停止區；利用下文所詳細論述之程序製法秘訣，而運用該光罩 1104 在槽溝 1102 上形成一個摻雜介電層 1106；此摻雜介電層 1106 構成摻雜劑原子源，供擴散及形成用以防止在半導體材料 1100 內之諸元件之間形成傳導路徑的一個通道停止摻雜區。對於 P 型材料 1100 而言，摻雜介電層 1106 可為充作 P 型摻雜劑源的一層 BSG 薄膜。

在把摻雜介電層 1106 形成於槽溝 1102 上之前，槽溝 1102 之表面可利用遠距微波電漿系統 55 如同以下所述地把可能存在的任何閒極氧化物或本生氧化物清除掉，而該遠距微波電漿系統 55 係在利用諸如  $\text{NF}_3$  之反應氣體所形成之一個遠距電漿中提供氟根基團。在此清除程序，閒閥 280 打開以讓氟根基團從導管 47 流經外部環形通道 297 並經由散佈板 20 進入腔室 15。加熱器 25 連同置於其上之晶圓被降至用以進行清除作業的一個位置處，使氟根基團可從晶圓上把可能存在槽溝 1102 表面上之一些不想要的氧化物清除掉，而不會損及基體。清掉此等氧化物後，可讓把來自形成於槽溝 1102 上之摻雜介電層 1106 之摻雜劑驅迫進入的作用更一致。此清除步驟與沈積摻雜介電層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

後

## 五、發明說明(88)

1106 之步驟係以在原地非中斷之方式于腔室 15 中執行。在一些替換性實施例中，該清除步驟可如同上文所述地藉由在原地非中斷式地將  $\text{NF}_3$  以熱使之崩潰而完成；來自  $\text{NF}_3$  電漿或蒸汽之氟根基團接著便可把可能存於槽溝 1102 上之一些氧化物清除。而在一些更進一步之替換性實施例中，則可用上述該多腔室系統中之另一個腔室來執行此清除步驟。而因為腔室 15（或是在替換狀況下的該多腔室系統）之真空狀態並未被打破，而避免水份被晶圓吸收，故槽溝 1102 之表面上即無任何本生氧化物障壁層。在該清除步驟執行完之後，閘閥 280 即被關閉；此時由於無本生氧化物障壁層存在，來自摻雜介電層 1106 之摻雜劑即可更輕易且均勻地被驅迫進入基體中，以形成用作為通道停止區的超淺接面，而提供淺槽溝隔離作用。加熱器 25 與置於其上之晶圓被移至處理位置，並被加熱至高溫（大約 500 至 700°C），以供沈積該摻雜介電層 1106。

在沈積成摻雜介電層 1106 後，晶圓仍留在腔室 15 內供進行驅迫進入步驟；閘閥 280 在此時係保持關閉，且該加熱器 25 即被加熱到一個較高溫度（大約 800°C）；此加熱步驟持續發生一段視擴散所需之期望接面深度而定的特定時間。或者，晶圓隨後可被移送到一個回火爐或是一個快速熱處理反應器（較佳地係在該多腔室系統內）中，以驅迫來自摻雜介電層 1106 的摻雜劑進入 P 型材料 1100；摻雜介電層 1106 係針對所生成之超淺通道停止區 1108 被用作為 P 型摻雜劑擴散源，如同第 20B 圖所示。超淺通道

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

後

## 五、發明說明 ( 89 )

停止區 1108 係為在 P 型材料 1100 中形成的一個 P+ 型區。

在擴散之後，摻雜介電層 1106 藉濕蝕刻技術或其他移除技術自 P 型材料 1100 上去除。較佳地，晶圓於此時係保留於腔室 15 內，使得閘閘 280 可被開啟且來自遠距微波電漿系統 55 之根基團可把該摻雜介電層 1106 蝕刻掉；而當然，輸入到電漿系統 55 之反應氣體係視該摻雜介電層 1106 之型式而定。第 20C 圖繪示出在去除摻雜介電層 1106 之後的部分完成之淺槽溝隔離結構。而如第 20D 圖所示，槽溝 1102 接著被填以一種氧化物 1110，以形成該淺槽溝隔離結構；于一組較佳實施例中，以高溫下沈積而成的一層高品質 USG 薄膜可用作為該氧化物 1110 來充填諸高縱橫比槽溝；又，該氧化物 1110 亦可用其他沈積技術予以形成。

在完成具有超淺通道停止區 1108 之淺槽溝隔離結構後，即可形成被淺槽溝隔離結構分隔之元件 1112 與 1114，如第 20E 圖所示。元件 1112 與 1114 各包括有一個閘極電極 1116 和相鄰之源極／汲極區 1118 與 1120。接下來，藉著把晶圓移送至較佳地在多腔室系統內之另一腔室，即可執行其餘處理步驟來完成該元件；于晶圓被移送離開腔室 15 之後，可利用該遠距微波電漿系統 55 配合把該受電阻式加熱之加熱器 25 調整到一個清潔位置處以及將閘閘 280 打開，來執行腔室清潔作業，此即如同上文參照第 19A 至 19E 圖已描述過者。

在一組替換性實施例中，第 20F 至 20G 圖所示之步驟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

## 五、發明說明(90)

係在第 20A 圖所示之步驟之後被執行；其中，在摻雜介電層 1106 如第 20A 圖所見地被形成於槽溝 1102 及光罩 1104 上之後，諸如 USG 的一層蓋帽層 1110 在腔室 15 內以一道在原地非中斷式程序予以形成而覆蓋於該摻雜介電層 1106 上。于沈積該蓋帽層 1110 期間，閘閥 280 被關閉。接著，基體於腔室 15 內在原地非中斷式地被加熱，作摻雜劑驅迫進入處理，以如同上文就第 20B 圖所述地把摻雜劑自受覆蓋之摻雜介電層 1106 擴散到半導體材料 1100 內；或者，晶圓可自腔室 15 被移出，供移送至一個回火爐或快速熱處理反應器（較佳地係在該多腔室系統內），以便如同上文針對第 20B 圖所論述地使摻雜劑自受覆蓋之摻雜介電層 1106 擴散到半導體材料 1100 內。由第 20G 圖可見，來自具有覆蓋於上之蓋帽層 1110 之該摻雜介電層 1106 的摻雜劑已擴散入半導體材料 1100，而形成超淺通道停止區 1108。蓋帽層 1110 使摻雜劑自摻雜介電層 1106 向上隨氣體釋出之狀況減至最少，因而導致有更多摻雜劑可供向下擴散進入基體材料 1100。在執行擴散步驟之後，閘閥 280 被打開，且蓋帽層 1110 和摻雜介電層 1106 接著可利用該遠距微波電漿系統 55 配合適當蝕刻劑化學物質予以蝕刻掉，而提供如第 20C 圖中所示已備妥供進行第 20D 至 20E 圖所示餘下之處理步驟的部分完成淺槽溝隔離結構。當晶圓被移出腔室 15 時，閘閥 280 處於關閉位置；然後，可藉著操作電漿系統 55 配合閘閥 280 被打開，而對腔室 15 執行一道腔室清潔動作。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 91 )

對於在一塊 P 型基體中之諸 NMOS 電晶體間的淺槽溝隔離結構，該摻雜介電層 1106 可為一層 BSG 薄膜；而對於在一塊 N 型基體中（或在 CMOS 電路之諸 N 井中）之諸 PMOS 電晶體間的淺槽溝隔離結構，該摻雜介電層 1106 可為一層 PSG 薄膜或一層砷摻雜矽酸鹽玻璃薄膜。就諸如小於 0.35 微米而具有深度大約為 0.5 微米之一個槽溝 1102 的較小元件幾何構形而言，具大約 0.1 微米接面深度之通道停止區 1108 可利用大約 200 埃厚的一層 BSG 薄膜 1106 和大約 200 埃厚之一層 USG 蓋帽層，依據本發明的諸較佳實施例予以形成。

應知，該簡化積體電路 900 係僅供舉例說明之用而已；大凡熟於本項技藝之人士皆可施行本案之方法來製造諸如微處理機、特定應用積體電路(ASIC)、記憶體元件、以及類似物等等其他積體電路；再者，本發明可應用於 PMOS、NMOS、CMOS、雙極性、或 BiCMOS 元件上。而雖然上文係論述超淺源極／汲極接面以及超淺槽溝隔離結構之應用例，但本發明當然亦可用於希望有超淺摻雜區的其他應用場合中；本發明亦可用於形成供在多種積體電路元件中用作為包括 PMD 層、IMD 層、鈍化層、及金屬鑲嵌層在內之各種層體的未摻雜氧化物以及摻雜氧化物。

供在腔室 15 內進行在原地非中斷式或個別操作的各種例示性晶圓清潔、沈積、與腔室清潔程序，會在下文中根據本發明之各個實施例加以進一步敘述。

### B. 在沈積前清除本生氧化物

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

後

## 五、發明說明 ( 92 )

依據本發明之一組特定實施例，可能存在矽基體上或是期望有超淺摻雜接面之區域上的本生氧化物，可在沈積成可例如充作一個摻雜劑擴散源或作為一層 PMD 層的該摻雜介電層之前，予以清除掉。于此等實施例中，諸本生氧化物可藉由利用來自以諸如  $\text{NF}_3$  之反應清潔氣體由遠距微波電漿系統 55 形成之一個電漿的氟根基團，加以清除。而使用在一個腔室內或是替代地在同一組多腔室系統之多個腔室內進行的一些在原地非中斷式程序，即可讓依據此等特定實施例所形成之諸超淺接面有更為增強之品質，並可提供具低含水量與低皺縮量的介電層。

在一組特定實施例中，腔室 15 相對於整個清除(潔)程序係維持於沈積溫度，即介於大約 300 至 650°C 且較佳地介於 550 至 600°C 範圍內的一個溫度；而在維持於此溫度下的同時，腔室 15 被維持於落在大約 1 至 2 torr 間之範圍內且較佳地大約為 1.5 torr 的一個壓力。加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之位置處，同時閥 280 被打開，且清潔氣體  $\text{NF}_3$  以大約 600 sccm 之速率被引入施加器管 292；其中，清潔氣體係被引入施加器管 292，且在微波能量被施加於施加器管 292 內之  $\text{NF}_3$  氣體之前，該壓力被容許可保持穩定持續達大約 3 秒鐘。接著，介於大約 500 至 2500 瓦之間且較佳地介於大約 1000 至 1500 瓦之間而來自以 CW 模式運作之磁控管 711 的微波功率，被持續施加大約 5 至 10 秒鐘；如同前文所述，此微波係從磁控管 711 傳送經過波導與最佳化系統，而經由窗

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明( 93 )

進入施加器管 292。UV 燈 731 點燃施加器管 292 中之反應氣體而形成電漿，而其離子化作用係由在窗處進入施加器管 292 之微波能量來維持。來自施加器管 292 內形成之上游電漿的根基團被輸出而進入到入口 290；此等根基團流經包封總成 200 中有內襯之通道，經開啟之開閥 280 到達清潔歧管 270 之導管 47 並進到外部環形通道 297，而進入腔室 15 內及清除掉晶圓上之本生氧化物。用過的清潔氣體反應物和氧化物殘餘物接著經由開啟之節流閥自腔室 15 排出。現階段所作敘述乃係針對總容積大約 6 公升的腔室 15 所作成；應知，流量值可視諸其他實施例中所用之腔室的大小和型態而異。

在一組特定實施例中，若腔室 15 維持在低於大約 1 至 2 torr 之壓力下，進行快速去除氟物種之作業，則造成清潔結果不良；又若腔室壓力高於大約 1 至 2 torr，則會由於碰撞損失而可能發生重新化合現象，並造成過熱以及使施加器管 292 受損。腔室 15 應保持在氟物種不會被快速去除、不發生重新化合現象、以及施加器管 292 不會破裂的壓力準位下；在某些實施例中，腔室壓力可在微波能量正被施加時，由施加器管 292 之實體尺寸和材質來限制；在一組特定實施例中，施加器管 292 內之壓力在有微波能量被施加時，可為最佳腔室壓力的大約 3 倍；當不同施加器管配合不同流量率而被使用時，最佳腔室壓力亦會改變。而當然，在施加器管 292 於未被施加微波能量之狀況下被使用時，則可採用任何壓力。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明( 94 )

因為電漿係在晶圓上游生成，故只有電漿中之反應性氟根基團能到達晶圓處，把本生氧化物從晶圓上清除掉。如同前文所述，對於厚度大約為 90 埃的一層典型本生氧化物，清除（清潔）步驟較佳地係被持續執行大約 5 至 10 秒鐘；上述清除步驟會以大約 2 微米／分鐘之速率蝕刻掉本生氧化物；當然，清除步驟之總時間係依欲自晶圓上除去之特定氧化物的厚度而定。利用本發明之遠距微波電漿系統 55，本生氧化物或其他氧化物可被蝕刻掉，而又可避免對晶圓產生電漿損害。

雖然上文已對本發明舉以上晶圓清潔程序處理條件為例加以說明，但其亦可採用其他條件。上文所作敘述中，純粹只當作一例地論及  $\text{NF}_3$  氣體，其係用在可向美商·應用材料股份有限公司購得之針對 200 毫米晶圓配設的 Giga Fill™ Centura 系列系統中；而以下所作之各種關於沈積的敘述內容亦是如此。不過應知，其他含氟或含氯之氣體，諸如  $\text{NF}_3$  與  $\text{N}_2$ 、 $\text{NF}_3$  與氫、 $\text{NF}_3$  與  $\text{O}_2$ 、稀薄的  $\text{F}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{SF}_6$ 、或  $\text{Cl}_2$  等等，同樣亦可採用。

C．例示性矽酸鹽沈積

依據本發明之程序，用作為摻雜劑源、PMD 層、IMD 層、氧化物充填層、蓋帽層、或其他層體的諸介電層，可用數種不同製程中的任一種來製成。在下文中，BSG 薄膜、PSG 薄膜、BPSG 薄膜、及 USG 薄膜的程序製法秘訣係被提出供作為本發明所用之經摻雜及未摻雜介電層的實例。當然，在以下所述各種介電薄膜之沈積過程中，開闕 280 均

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 95 )

保持關閉 ( 除非該遠距電漿系統 55 正根據一組替換實施例被用來進行沈積程序 )。諸例示性程序均可在該 CVD 裝置 10 內執行，而該裝置 10 在較佳實施例中係為一套封閉之單一晶圓 SACVD 系統。

CVD 裝置 10 亦可妥適地被調適來配合不同的及 / 或額外的輸入氣體供應源，供沈積出 BPSG、摻雜砷之矽酸鹽玻璃 (AsSG)、或是其他介電層。當然，熟於此技者將會理解到，類似電漿增強型 CVD (PECVD) 的其他程序製法秘訣及其他反應系統亦可用於沈積出該等介電薄膜層。硼源之例子包括有 TEB、硼酸三甲酯 (TMB)、乙硼烷 ( $B_2H_6$ )、及其他類似化合物；磷源之例子包括有磷酸三乙酯 (TEPO)、亞磷酸三乙酯 ( $TEP_i$ )、磷酸三甲酯 (TMOP)、亞磷酸三甲酯 ( $TMP_i$ )、及其他類似化合物。而除了 BSG 或 PSG 薄膜以外，摻雜砷之氧化物或矽酸砷玻璃 (AsSG) 亦可利用例如以砷化合物或砷氣體稀釋於例如氫中的一種液體源來沈積而成。矽源之例子包括有矽烷 ( $SiH_4$ )、TEOS、或類似之矽源，而氧源包括有  $O_2$ 、 $O_3$ 、微波產生之原子氧 (O)、或類似物。在以下敘述中，液體源之流量率係以每分鐘毫克 (mgm) 為單位來提供，而氣體源係以每分鐘標準立方公分 (sccm) 為單位來提供；于此等敘述中，液體源係用一套精密液體注入系統將之汽化，且以 mgm 為單位的液體流量率可藉著把液體流量率乘以大約為 1.923 的一個因數而予以轉換為以 sccm 為單位的氣體流量率，是故流量率便可依此計算。較佳地，穩定的摻雜介電薄膜可用 TEOS /  $O_3$  化學物質以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

錄

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( 96 )

一道 SACVD 程序來形成，而在某些實施例中形成無損壞之均勻摻雜超淺接面；而在其他實施例中，一層低含水量之摻雜介電薄膜可用 TEOS/ $O_3$  化學物質以在 CVD 裝置 10 內進行的一道 SACVD 程序予以形成，而提供具高縱橫比（寬高比）間隙充填部、低皺縮性、低金屬污染量、及低氟結合量的一種平面化絕緣層。

1. 例示性的 BSG 薄膜沈積

純粹舉例而言，以下所述之 BSG 薄膜沈積製法秘訣可以形成可用作為充當摻雜劑擴散源之摻雜介電層的一層 BSG 薄膜；當然，此製法秘訣可依該 BSG 層之特定用途及預期品質而有所改變。被形成來供充當摻雜劑擴散源之摻雜介電層的一層 PSG 薄膜亦可類似地利用以下所述之製法秘訣，並適當地替換所用之摻雜劑源氣體，而予以形成。

例示性的 BSG 整塊薄膜在沈積時係把晶圓與加熱器 25 加熱至介於大約 200 至 650°C 之間的一個溫度，較佳地係加熱至在大約 400 至 650°C 之範圍內的一個溫度，且更好的是加熱至大約 500°C，並在整個沈積期間維持此溫度範圍。將閘閥 280 關閉，把腔室 15 保持在落於大約 10 至 760 torr 之範圍內的一個壓力下，較佳地，此壓力係維持在大約 400 至 600 torr 之範圍內，且更好的是維持在大約 600 torr。加熱器 25 被定置在距氣體散佈板 20 大約 150 至 300 密爾處，且較佳地係定置在距散佈板 20 大約 250 密爾處。

包括有作為硼源之 TEB、作為矽源之 TEOS、以及作為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明(97)

氧的氣體源之  $O_3$  在內的一種處理氣體被形成。處於液態的該等 TEB 和 TEOS 源被汽化，並和諸如氮的一種惰性承載氣結合。該等液體係由氣體混合系統 93 中之液體注入系統予以汽化，如此可對所引入反應劑液體之體積提供較大程度之控制。TEB 之流量率介於大約 50 至 550 mgm 之間且視所期望摻雜劑濃度而定，而 TEOS 之流量率則介於大約 300 至 1000 mgm 之間且較佳地大約為 500 mgm。經汽化的 TEOS 與 TEB 氣體接著和氮承載氣體混合，該氮承載氣體之流量率係介於 3000 至 6000 sccm 之間且較佳地大約為 4000 sccm。呈  $O_3$  型態的氧以介於大約 3000 至 6000 sccm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 5000 sccm 的一個流量率被引入；此臭氧混合物含有介於大約 5 至 16 個重量百分比(wt %)之間的氧。此等氣體混合物自氣體散佈板 20 被引入腔室 15，以供應反應氣體到基體表面處，而於該處發生由熱引發之化學反應來生成所預期之薄膜。

上述條件可產生以介於 500 至 1000 埃/分鐘之間的一個速率沈積出來的一層 BSG 薄膜。藉由控制沈積時間，具有介於大約 50 至 500 埃之間且較佳地介於大約 100 至 300 埃之間的一個厚度之 BSG 薄膜，便可於大約 10 至 60 秒內以上述處理條件生成。較佳地，在所生成 BSG 薄膜中之硼的重量百分比係落在介於大約 2 至 8 wt % 之間的一個範圍內，且較佳地係為大約 6 wt %。

2. 例示性的 PSG 薄膜沈積

## 五、發明說明( 98 )

純粹舉例而言，以下所述之 PSG 薄膜沈積製法秘訣可以形成可用作為一層 PMD 層的一層 PSG 薄膜；當然，此製法秘訣可依該 PSG 層之特定用途及預期品質而加以改變。被形成來供充當摻雜劑擴散源之摻雜介電層的一層 PSG 薄膜亦可利用和以下所述之製法秘訣相類似之製法秘訣，並適當地替換所用之(諸)摻雜劑源氣體，而予以形成。

例示性的 PSG 整塊薄膜在沈積時係把晶圓與加熱器 25 加熱至介於大約 200 至 650°C 之間的一個溫度，較佳地係加熱至在大約 400 至 650°C 之範圍內的一個溫度，且更好的是加熱至大約 600°C，並在整個沈積期間維持此溫度範圍。將閘閥 280 關閉，把腔室 15 保持在落於大約 10 至 760 torr 之範圍內的一個壓力下，較佳地，此壓力係維持在大約 400 至 600 torr 之範圍內，且更好的是維持在大約 450 torr。加熱器 25 被定置在距氣體散佈板 20 大約 250 至 350 密爾處，且較佳地係定置在距散佈板 20 大約 330 密爾處。

包括有作為磷源之 TEPO、作為矽源之 TEOS、以及作為氧的氣體源之  $O_2$  在內的一種處理氣體被形成。處於液態的該等 TEPO 和 TEOS 源被液體注入系統汽化，並和諸如氧的一種惰性承載氣結合。TEPO 之流量率介於大約 10 至 100 mgm 之間且較佳地介於大約 5 至 30 mgm 之間而最好是大約為 24 mgm，視所期望摻雜劑濃度而定，而 TEOS 之流量率則介於大約 500 至 1500 mgm 之間且較佳地大約為 1000 mgm。經汽化的 TEOS 與 TEPO 氣體接著和氧承載氣體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 99 )

混合，該氣承載氣體之流量率係介於 2000 至 6000 sccm 之間且較佳地大約為 4000 sccm。呈  $O_3$  型態的氧(具有介於大約 5 至 16 個重量百分比之間的氧)以介於大約 2500 至 6000 sccm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 4000 sccm 的一個流量率被引入。此等氣體混合物自氣體散佈板 20 被引入腔室 15，以供應反應氣體到基體表面處，而於該處發生由熱引發之化學反應來生成所預期之薄膜。

上述條件可產生以大約 1780 埃／分鐘之一個速率沈積出來的一層 PSG 薄膜。藉由控制沈積時間，所沈積之該 PSG 薄膜之厚度便可輕易予以控制。較佳地，在所生成 PSG 薄膜中之磷的重量百分比係落在介於大約 2 至 8 wt % 之間的一個範圍內，且較佳地係為大約 4 wt %。

3. 例示性的 BPSG 薄膜沈積

純粹舉例而言，以下所述之 BPSG 薄膜沈積製法秘訣可以形成可用作為一層 PMD 層的一層 BPSG 薄膜；當然，此製法秘訣可依該 BPSG 層之特定用途及預期品質而加以改變。

例示性的 BPSG 整塊薄膜在沈積時係把晶圓與加熱器 25 加熱至介於大約 100 至 800°C 之間的一個溫度，較佳地係加熱至在大約 400 至 650°C 之範圍內的一個溫度，且更好的是加熱至大約 480°C，並在整個沈積期間維持此溫度範圍。將閘閥 280 關閉，把腔室 15 保持在落於大約 10 至 760 torr 之範圍內的一個壓力下，較佳地，此壓力係維

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

像

## 五、發明說明 (100)

持在大約 150 至 600 torr 之範圍內，且更好的是維持在大約 200 torr。加熱器 25 被定置在距氣體散佈板 20 大約 150 至 400 密爾處，且較佳地係定置在距散佈板 20 大約 300 密爾處。

包括有作為硼源之 TEB、作為磷源之 TEPO、作為矽源之 TEOS、以及作為氧的氣體源之  $O_3$  在內的一種處理氣體被形成。處於液態的該等 TEB、TEPO 和 TEOS 源被液體注入系統汽化，並和諸如氮的一種惰性承載氣結合；此處當然應知，其他種類之硼、磷、矽、與氧源亦可採用。TEB 之流量率較佳地介於大約 150 至 200 mgm 之間；TEPO 之流量率介於大約 10 至 100 mgm 之間且較佳地介於大約 35 至 75 mgm 之間而最好是大約為 24 mgm，視所期望摻雜劑濃度而定；而 TEOS 之流量率則介於大約 300 至 700 mgm 之間。經汽化的 TEOS、TEB、與 TEPO 氣體接著和氮承載氣體混合，該氮承載氣體之流量率係介於 2000 至 8000 sccm 之間且較佳地大約為 6000 sccm。呈  $O_3$  型態的氧以介於大約 2000 至 5000 sccm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 4000 sccm 的一個流量率被引入；此臭氧混合物含有介於大約 5 至 16 個重量百分比之間的氧。此等氣體混合物自氣體散佈板 20 被引入腔室 15，以供應反應氣體到基體表面處，而於該處發生由熱引發之化學反應來生成所預期之薄膜。

上述條件可產生以介於 3500 至 5500 埃/分鐘之一個速率沈積出來的一層 BPSG 薄膜。藉由控制沈積時間，所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 (101)

沈積之該 BPSG 薄膜之厚度因而便可輕易予以控制。所生成之 BPSG 薄膜具有介於 2 至 6 個 wt % 之間的一個硼濃度準位、和介於 2 至 9 個 wt % 之間的一個磷濃度準位。

在上述 BSG、PSG、BPSG 製程中和在以下所述 USG 製程中的諸參數，均不應視為是對申請專利範圍的限制。例如，本發明亦可適用於摻雜以包括例如砷在內之其他摻雜劑的氧化矽薄膜；再舉一例言之，上述諸流量值亦適用於針對 200 毫米晶圓配設之一種腔室，但仍可視所用腔室之型態或大小而加以改變；熟於此技者亦可用其他化學材料、腔室參數、及條件來製成類似之薄膜。

一般均相信薄膜穩定性可能是諸摻雜介電薄膜中用以擴散進入半導體材料之摻雜劑原子可得率的一項影響因素。有數種用來改善薄膜穩定性及增進對摻雜劑自摻雜介電薄膜擴散進入半導體材料之過程加以控制的能力之方法，業已經過研究。所述之每一種方法均可於一層摻雜介電層利用諸如上文所述之諸例示性沈積製法秘訣中之一種的製法秘訣沈積形成後，在此摻雜介電層上執行。再者應知，雖然以下所述之諸方法係針對 BSG (或 PSG) 薄膜之處理來描述，但此等方法同樣亦可適用於任何有摻雜之氧化矽薄膜。

4. 例示性的 BSG 薄膜沈積a. 氧化物充填材料或絕緣層

依據本發明之一組實施例，一層未摻雜矽酸鹽玻璃 (USG) 層可在本 CVD 裝置 10 內沈積形成，供用作為例如用

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 (102)

以充填一種淺槽溝俾用來作淺槽溝隔離的一種氧化物充填材料；當然，此 USG 薄膜亦可用作為一層 IMD 層、一層絕緣層、或其他層體。下文所述之例示性的 USG 製法秘訣可提供極緻密且均勻之薄膜，且此薄膜可承受在高於 800°C 之溫度下的回火處理而僅有最少量之皺縮現象；此 USG 薄膜對高縱橫比之梯級部覆蓋處理提供了極佳的間隙充填能力，且亦可忍受以十分均勻之蝕刻速率進行的數道蝕刻程序而不會在 USG 薄膜內生出任何空隙；此種 USG 薄膜另亦可承受化學機械拋光(CMP)平面化處理，而不會在 USG 內生出任何空隙或皺摺。

晶圓與加熱器 25 被加熱至落在大約 200 至 650°C 之範圍內的一個溫度，但較佳地係介於大約 550 至 650°C 之間，且接著在整個沈積期間維持於此溫度。加熱器 25 被定置在距氣體散佈板 20 大約 250 至 400 密爾處，且較佳地係定置在距散佈板 20 大約 350 密爾處。將閘閥 280 關閉，把腔室 15 內之壓力保持在介於大約 10 至 760 torr 之間的一個準位，較佳地，此壓力係大約為 600 torr。

包含氧與矽源的一種處理氣體被引入沈積腔室內。在一組較佳實施例中，矽源為 TEOS，且氧源為  $O_3$ ，但熟於此技者將會認知到，諸如  $SiH_4$ 、TMCT、或類似來源的額外矽源、以及諸如  $O_2$ 、 $H_2O$ 、 $N_2O$ 、微波產生之原子氧、及類似來源、及前述者之混合物等等的其他氧源，亦可被採用於此。在使用 TEOS 作為矽源時，諸如氬或氦的一種承載氣體會被使用。 $O_3$  對 TEOS 的比例可落於自大約 2:1 至

## 五、發明說明 (103)

17:1 之範圍內，但較佳地係介於大約 2:1 至 6:1 之間。

諸氣態反應劑之最佳總流量將依據沈積腔室之幾何構形與設計而變；氣體流量亦可被改變俾控制沈積速率。典型地，TEOS 係以介於大約 500 至 2500 mgm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 2000 mgm 之流量率被引入； $O_3$ （含有介於大約 5 至 16 個 wt % 之間的氧）以介於大約 2000 至 10000 sccm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 5000 sccm 的一個流量率被引入。氧或氮可被用來作為承載氣體，該承載氣體係以介於 2000 至 10000 sccm 之間且較佳地大約為 7000 sccm 的一個流量率被引入。通常，進入沈積腔室之諸氣體的總流量將在大約 5000 至 20000 sccm 之間變化，且較佳地大約為 15000 sccm。在上述條件下，可得到大約 1450 埃／分鐘或更大的一個沈積速率；上述諸流量值係針對一套 200 毫米晶圓腔室而言，且將會視所用腔室之大小與晶圓之大小而變。

b. 蓋帽層

依據本發明之另一組實施例，所沈積之該 BSG(或 PSG) 層可被覆蓋以一層薄的個別 USG 層。此種 USG 蓋帽層係為不易吸收水份的一種穩定層體，因此，此 USG 蓋帽層即在 BSG(或 PSG) 層之頂上提供一種斥水性表面，此斥水性表面會防止週遭環境中存在之水份被吸收到 BSG(或 PSG) 薄膜內。再者，此 USG 蓋帽層係為會阻止硼(或磷)放出的一種相當緻密薄膜，是故，此 USG 蓋帽層便有助於使摻雜介電層中的更多摻雜劑原子受控制地向下擴散進入半導

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 (104)

體材料中；而若無此 USG 蓋帽層存在，某些摻雜劑原子可能會在後續之回火或快速熱處理程序當中向上擴散離開半導體材料；因此，此一蓋帽層的利用便有助於控制擴散和接面深度。此 USG 層可在和 BSG (或 PSG) 層不同的一個獨立處理腔室中沈積形成，但較佳地係在亦進行 BSG (或 PSG) 層之沈積工作的該腔室 15 中以一種在原地非中斷式程序來完成；而當然，這當中可以用許多種程序方法來形成一層蓋帽層。

以下用以形成一層 USG 層的製程係被描述來作為一組實例；而一層未摻雜矽酸鹽玻璃層當然不只也可以如同下文所述地用來作為一層蓋帽層而已，而係亦可在未用到一層位於下方之摻雜介電層的情況下被用來作為一層絕緣介電層。

晶圓與加熱器 25 被加熱至落在大約 200 至 600°C 之範圍內的一個溫度，但較佳地係大約為 500°C，且接著在整個沈積期間維持於此溫度。加熱器 25 被定置在距氣體散佈板 20 大約 250 至 350 密爾處，且較佳地係定置在距散佈板 20 大約 300 密爾處。將閘閥 280 關閉，把腔室 15 內之壓力保持在介於大約 50 至 760 torr 之間的一個準位，且較佳地係維持在介於大約 200 至 600 torr 之間的一個壓力，而最佳地係為大約 400 torr。

包含氧與矽源的一種處理氣體被引入沈積腔室內。在一組較佳實施例中，矽源為 TEOS，且氧源為  $O_3$ ，但熟於此技者將會認知到，諸如矽烷、TMCT、或類似來源的額外

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 (105)

矽源、以及諸如  $O_2$ 、 $H_2O$ 、 $N_2O$ 、及類似來源、及前述者之混合物等等的其他氧源，亦可被採用於此。在使用 TEOS 作為矽源時，諸如氬或氮的一種承載氣體會被使用。 $O_3$  對 TEOS 的比例可落於自大約 2:1 至 17:1 之範圍內，但較佳地係介於大約 2:1 至 6:1 之間。

諸氣態反應劑之最佳總流量將依據沈積腔室之幾何構形與設計而變；氣體流量亦可被改變俾控制沈積速率。典型地，TEOS 係以介於大約 500 至 1500 mgm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 1000 至 1250 mgm 之間的一個流量率被引入； $O_3$ （含有介於大約 5 至 16 個 wt % 之間的氧）係以介於大約 2000 至 10000 sccm 之間的一個流量率被引入，且較佳地係以大約 7000 sccm 的一個流量率被引入。氬或氮可被用來作為承載氣體，該承載氣體係以介於 2000 至 6000 sccm 之間且較佳地大約為 4000 sccm 的一個流量率被引入。通常，進入沈積腔室之諸氣體的總流量將在大約 5000 至 20000 sccm 之間變化，且較佳地大約為 15000 sccm。在上述條件下，可得到介於大約 500 與 1500 埃／分鐘之間的沈積速率；於此等沈積速率下，厚約 100 至 200 埃的一層 USG 層可在大約 20 秒內即沈積形成。上述諸流量值係針對一套 200 毫米晶圓腔室而言，且將會視所用腔室之大小與晶圓之大小而變。

以下用以形成一層 USG 蓋帽層的製程係被描述來作為實例而已。幾種較佳之應用狀況將具有厚度介於大約 50 至 500 埃之間且較佳地介於大約 100 和 300 埃之間的一些

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 (106)

USG 蓋帽層；然而，熟於此技者將可體認到，依特定應用場合與元件幾何構形大小之差異，自可採用不同厚度之蓋帽層。依用到此類沈積薄膜之應用場合及間隙大小而定地，縱使並非必要，讓該等蓋帽暨摻雜介電層相當薄可能是較佳的。而對於薄的層體而言，其沈積形成所需之時間和蝕刻掉所需之時間均短於較厚之層體。該 USG 蓋帽層被沈積，而該 USG 層與該摻雜介電層二者均被深蝕刻。亦應認知的是，諸如其他類似之穩定氧化物薄膜的一些不同蓋帽層可被用來覆蓋該摻雜介電層；再者，該 USG 蓋帽層可被形成於以 APCVD、PECVD、或 LPCVD 替代 SACVD 所沈積而成之一些摻雜介電薄膜上。又如同前文所述，採用腔室 15 供在原地非中斷式地進行多道製程處理步驟是最佳的，而採用一套多腔室系統且其中于在此多腔室系統之各腔室間移送基體時不會打破真空狀態的作法亦是較佳的。

依據本發明之另一組實施例，則是藉著就在一層摻雜介電薄膜沈積完成之前關掉硼源或磷源，而於該摻雜層上形成一層在原地非中斷式 USG 或類似之蓋帽層。于此實施例中，諸如 BSG (或 PSG) 的初始摻雜介電層係如上文所述地製成；接著把流入腔室 15 之摻雜劑源停止，但讓熱反應繼續進行介於 1 至 30 秒之間的一段額外期間，較佳地，此熱反應係持續大約 3 至 10 秒；又于此實施例中，係藉著把摻雜劑源之供應管線上的一個閥體關閉而將該摻雜劑源停止供應，使得該熱反應在無摻雜劑存在之情況下繼續維持至少 5 秒鐘。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 (107)

當然，停止摻雜劑氣體源之動作必須配合該氣體自該閥體所在位置行進至氣體混合系統 93 及接著通過散佈板 20 之面板所花費之時間。在大部份的 CVD 機器中，氣體自注入閥流到沈積腔室須花費數秒鐘，故該閥體應提前足夠之時間即關閉，以抵消此等延遲。緣是，若硼源為 TEB，則在 BSG 層沈積完成前數秒關閉 TEB 供應管線上之閥體後，便會形成一層可防止前述水份吸收及脫氣現象的薄 USG 蓋帽層。

以在原地非中斷方式沈積出形成於摻雜介電層上之 USG 蓋帽層，可創造經改善之穩定性和抗水份收力，並有助於對形成超淺摻雜區的沈積作用有程度更為改善之控制性。

若不採用或是除了採用一層 USG 蓋帽層以外，亦可利用對該摻雜介電層作電漿處理之方式來降低水份吸收性並改善該摻雜介電層之穩定性。于配備有一套 RF 電漿系統之諸實施例中，此種電漿緻密化處理可在對元件引起之電漿損害無關緊要時運用。在某些實施例中，於高於大約 500 °C 之溫度下進行的沈積動作即可能足以提供一層緻密的介電薄膜。經電漿處理過之摻雜介電層的獲改善之穩定性，有助於使對形成超淺摻雜區的擴散作用之控制性獲得增進。于此種電漿緻密化處理過程中，腔室 15 被維持在介於大約 1 至 5 torr 之間的壓力下；把閥 280 關閉，再將利用諸如例如氮 ( $N_2$ )、氨 ( $NH_3$ )、或氫之一種反應氣體所形成的一團電漿引入腔室 15 內；在僅當作可採用之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 (108)

電漿處理的一種可行實例之狀況下，可把諸如  $N_2$  的一種反應氣體以大約 1000 sccm 之速率引入氣體混合系統 93 內，而和 1000 sccm 之氬混合；RF 電漿系統例如在大約 350 兆赫(MHz)之 RF 頻率下以大約 450 瓦之功率準位運作，而在腔室 15 內形成一團電漿；此電漿用於使該摻雜介電層之表面鈍化，其中在該層體之表面上會有一些氮化作用；如此，此種電漿處理作法便把該摻雜介電層薄膜緻密化；經緻密化而可抗拒水份吸收現象的該摻雜介電層薄膜中的更多摻雜劑，因而即可供形成諸超淺接面之用。

D. 在原地非中斷式沈積及／或再流動所需之加熱程序

本 CVD 裝置 10 具有容許在一道沈積程序之後在同一晶圓上進行一道在原地非中斷式加熱步驟以完成一種雙步驟沈積／再流動程序、或是容許和一道沈積程序同時地在同一晶圓上進行一道在原地非中斷式加熱步驟以完成一種單步驟沈積／再流動程序的能力。吾人皆知，為了用來作為形成在一些高縱橫比電晶體或隔離槽溝上的一層 PMD 層，諸如 PSG 的一層未經摻雜或經摻雜之介電薄膜往往需要加以平面化，因為此種平面化在形成積體電路元件時頗為重要；而一層摻雜介電薄膜層之平面化可藉著於高溫下使該層體再流動(reflow)而完成；執行再流動程序亦有助於增進所沈積薄膜之間隙充填作用，尤以晶圓上之高縱橫比形體部位為然。當然，針對其他目的及應用場合而作的加熱步驟同樣亦可在本 CVD 裝置 10 內執行；接下來於下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 109 )

文中所論述之加熱程序只是要作為可用於進行再流動處理的一種例示性加熱步驟而已，而為了在某些應用場合中執行摻雜劑驅迫進入或是針對其他目的而作的其他加熱步驟，自亦可進行。

依據一組特定實施例，以下將描述雙步驟沈積／再流動程序。于開閥 280 關閉之狀況下，把腔室 15 維持於大約 200 至 760 torr 之壓力；將晶圓與加熱器 25 置於距氣體散佈板 20 介於大約 200 至 400 密爾之間且較佳地介於大約 330 至 350 密爾之間的處理位置處後，把晶圓和加熱器 25 在腔室 15 內加熱至介於大約 500 至 800°C 之間且較佳地介於大約 550 至 650°C 之間的一個高溫，俾進行沈積處理；依據一組特定實施例，停止反應氣體流動，接著可在介於大約 750 至 950°C 之間且較佳地介於大約 750 至 850°C 之間加熱該晶圓經大約 5 至 30 分鐘且較佳地大約 15 至 20 分鐘，以使該介電層再流動；于此雙步驟程序中，再流動溫度可同於或高於沈積溫度；再者，對於一道多步驟沈積／再流動程序而言，其溫度可在依一斜坡率調整至再流動溫度之前先依一斜坡率自沈積溫度調整到一個（或多個）中間溫度；當然，諸加熱步驟之時間和溫度，可能會視正在執行之特定應用場合以及視正要形成之特定層體而變。

依據另一組特定實施例，以下再描述一道單步驟沈積／再流動程序。于開閥 280 關閉之狀況下，把腔室 15 維持於大約 200 至 760 torr 之壓力；將晶圓與加熱器 25 置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

東

## 五、發明說明 ( 110 )

於距氣體散佈板 20 介於大約 200 至 400 密爾之間且較佳地介於大約 330 至 350 密爾之間的處理位置處後，把晶圓和加熱器 25 在腔室 15 內加熱至介於大約 750 至 950°C 之間且較佳地介於大約 750 至 850°C 之間的一個足夠高之溫度，俾同時進行沈積與再流動處理；當然，該沈積／再流動步驟所需之時間和溫度，可能會視正要形成之特定層體而變。

如同上文所述，把晶圓保持在同一腔室 15 內供進行多道在原地非中斷式製程的作法，可防止晶圓暴露於可能發生水份吸收及雜質污染現象的外界環境下。再者，以高於大約 550°C 之溫度進行諸介電薄膜之沈積的作法，可提供在受加熱時不會形成空隙的一些緻密且高品質之薄膜；同時，于此等溫度下沈積該等沈積形成之薄膜，亦會降低皺縮量。

E. 腔室清潔／調質／吸除程序

于在腔室 15 內於晶圓上執行該處理步驟或是諸如上文所述之諸例示性步驟的多道處理步驟之後，晶圓即會視需要被移出腔室 15 以進行後續之製程處理步驟。接著在真空閉鎖門關閉而把已無晶圓在加熱器 25 上之腔室 15 密封起來之後，腔室 15 即可接受一道腔室清潔程序，以從包括腔室 15 下方部分之無內襯腔室壁、以及種種其他腔室構件在內之諸腔室部位上，把諸如不想要之氧化物及／或氮化物除去；此種腔室清潔工作係把諸沈積程序期間累積之任何殘餘物清除掉，以確保每一片晶圓之間相較之下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 (111)

有可靠的不變性。此等殘餘物可利用例如從由遠距微波電漿系統 55 以反應性清氣體形成之電漿取得之氟根基團，予以自諸腔室構件上清除。由於和氟原子有高反應力，故殘餘之氧化矽可藉著形成一種  $\text{SiF}_4$  氣體產物並自腔室 15 中抽泵離開而予以清除。以下所述之腔室清潔程序可在每處理一片晶圓或是每處理多片晶圓之後執行。

在本發明之一組較佳實施例中， $\text{NF}_3$  被用作為用來提供該等氟根基團的清潔氣體。本發明較佳地係利用該組遠距微波電漿系統 55 來分解  $\text{NF}_3$  氣體並產生送入腔室 15 的 F (氟) 原子流。採用氟化學材料配合本發明之該組遠距微波電漿系統 55，比起一些在原地非中斷式電漿處理程序來，有利地具有低動能、以及不會有物理濺散效應或在後續所沈積成之薄膜中不會形成帶電物種；再者，使用  $\text{NF}_3$  不會產生任何長壽命的全氟化碳 (PFC) 產物，而符合現今降低全球溫暖化效應的環保要求。

為確保有最佳的清潔效率，F 通量以及其清潔均勻性應予最佳化。在某一個  $\text{NF}_3$  氣體流量下，會有一個臨界微波功率設定值，若高於此設定值，F 原子的產生作用會被其重新化合作用所抵消一部分。第 21 圖顯示出依據本發明之一組特定實施例在  $\text{NF}_3$  流量與能產生最高清潔率而無任何過多硬體成本之微波飽和功率之間的關係；如第 21 圖所示，此微波飽和功率依據該組特定實施例相對於介於大約 500 至 950 sccm 之間的對應  $\text{NF}_3$  流量係落在介於大約 1300 至 2100 瓦之間的範圍內，而針對以下所論述之一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 ( 112 )

組較佳實施例，微波飽和功率相對於大約 950 sccm 之  $\text{NF}_3$  流量，則大約為 2100 瓦。清潔均勻性可藉由腔室壓力以及加熱器間距來控制，此二因素俱可調整氣體物種之平均自由路徑與抽泵輪廓；如同稍早曾論述者，由於施加器管 292 之前述實施例所能忍受之最高壓力大約為 2 torr，故乃利用間距來使清潔均勻性最佳化；而在使用施加器管 292 之諸不同實施例的其他實施例中，壓力和間距二者均可用於清潔均勻性之最佳化控制上。

在一道例示性的腔室清潔程序中，腔室 15 在一些較佳實施例中于整個清潔程序期間被維持於落在介於大約 300 至 650°C 之間且較佳地介於大約 550 至 600°C 之間的範圍內之一溫度；最佳地，腔室 15 係被維持於和腔室 15 內執行某特定程序時相同的溫度；舉例言之，腔室清潔程序可在如同上文論述之一組實例用來在 600°C 下沈積 PSG 薄膜的該等腔室中，於 600°C 下進行。在節流閥打開而開閥 280 關閉之狀況下，加熱器 25 被定置於距氣體散佈板 20 大約 100 至 250 密爾處，且較佳地在距離大約 150 密爾處，使得氣體散佈板 20 被加熱起來；如此把氣體散佈板 20 加熱起來可讓清潔作用更快發生；而此加熱步驟可持續進行介於大約 3 至 10 秒之間且較佳地大約 5 秒鐘的時間。

接著，在執行清潔動作之前，使壓力與清潔氣體流量最佳地穩定化；于此清潔前穩定化步驟期間，腔室 15 最佳地應被維持於亦用於清潔步驟期間的壓力準位下，此時之氣物種不會被快速去除且不會發生重新化合。在此清潔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

象

## 五、發明說明 ( 113 )

前穩定化步驟期間，把閥閥 280 打開，讓腔室 15 處於介於大約 1 至 2 torr 之間且較佳地大約為 1.5 torr 的一個壓力下。若腔室 15 維持在較大約 1 至 2 torr 為低之壓力下，會發生氟物種遭快速去除之效應，導致腔室清潔效果不良；而若腔室壓力較大約 1 至 2 torr 為高，則可能由於碰撞損失而發生重新化合現象，以及造成過熱並令施加器管 292 受損。加熱器 25 被移離氣體散佈板 20 到達介於大約 450 至 700 密爾之間且較佳地大約為 600 密爾之距離處；清潔氣體  $\text{NF}_3$  亦以介於大約 600 至 1100 sccm 之間且較佳地大約為 950 sccm 的一個速率被引入施加器管 292；此一清潔前穩定化步驟在微波功率于腔室清潔步驟期間被施加以前持續了介於大約 2 至 6 秒且較佳地大約 3 秒的一段時間。

在腔室清潔步驟期間，腔室 15 中之該等清潔前穩定化狀況條件在落于介於大約 1 至 2 torr 之間之範圍內且較佳地在大約 2 torr 的一個壓力下被維持著。當清潔程序執行時，介於大約 500 至 2500 瓦之間的微波功率被施加至施加器管 292；較佳地，磁控管 711 提供大約 2.45 GHz 之微波，且針對大約 950 sccm 之較佳清潔氣體流量以大約 2100 瓦用 CW 模式來操作；如同上文所述，此微波係自磁控管 711 傳送經過波導與最佳化系統，再透過窗進入施加器管 292；UV 燈 731 點燃施加器管 292 中之反應氣體而形成電漿，且離子化作用係由在窗進入施加器管 292 之微波能量予以維持。

## 五、發明說明 ( 114 )

于腔室清潔步驟期間，來自在被施加微波之施加器管 292 中形成之電漿的氫根基團，接著便可流經開啟的開閥 280，並進入腔室 15 來把諸表面上不想要有的氧化物殘餘物清除掉。由於電漿係在腔室 15 上游處形成，故只有電漿中之反應性氫根基團可到達並去除腔室 15 之殘餘物累積部分處；是以，腔室 15 之各個部分上的沈積程序殘餘物可被清除掉，同時並使電漿對腔室 15 造成之直接傷害減至最少。此腔室清潔動作持續了介於大約 30 秒到大約 10 分鐘之間，且較佳地介於大約 60 至 200 秒鐘之間，而最佳的是大約 160 秒的時間；當然，腔室清潔時間可依腔室 15 內之氧化物殘餘物厚度與型態而變；如前所述，應知，流量值亦可視其他實施例中所用之腔室大小與型式以及施加器管尺寸與材料而有不同。上述清潔程序亦減少了在阻隔器和氣體散佈板二者後方的背側不想要有的殘餘物沈積量。

在腔室清潔動作之後，可執行另外的清潔後步驟。于此等清潔後步驟期間，腔室 15 較佳地被維持於上文針對以上沈積及清潔程序所述之溫度。在該腔室清潔步驟結束時，清潔氣體流被停，且微波功率亦不再施加；腔室 15 會被抽泵以除去大部分的 F 殘餘原子。在此清潔後抽泵步驟期間，加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 介於大約 1500 至 2200 密爾之間且較佳地大約 2000 密爾之位置處，同時把節流閥打開並讓開閥 280 保持開啟；此抽泵步驟持續了介於大約 5 至 20 秒之間且較佳地大約 10 秒鐘的一段時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 115 )

間，視自腔室 15 排出之清潔氣體反應劑和殘餘物之數量而定。前述之清潔終點檢測系統亦可在此被用來協助判定該清潔後抽泵動作直到大致上所有沈積程序殘餘物俱已自腔室 15 中去除為止的停止時間。

于該以氟為主之腔室清潔程序之後，於諸腔室壁表面上靠近進行下一沈積程序時欲放置晶圓之位置處的部分上，可能會吸收一些活性氟物種；在下一沈積程序中，此等氟便可能相互作用或被結合到所沈積之薄膜內，而於該表面上造成薄膜敏感性；此種薄膜敏感性本身係作為一個粗糙表面地顯現出來，而此種粗糙表面對於高集積度元件所要求之公差而言可能構成問題，會導致元件故障。本發明因而乃進一步提供了以下述多種方法自諸腔室壁表面上吸除任何被吸收之氟的能力。

在該清潔後抽泵步驟之後，可藉由化學反應或是透過氧化矽( $\text{SiO}_2$ )沈積把 F (氟) 陷捕於諸腔室壁上，而執行一道調質(seasoning)動作來使所有自由 F 物種重新化合。此等清潔後抽泵及調質步驟乃係執行來降低後續沈積薄膜內之粒子組織與 F 二者之含量。

最佳地，在該清潔後抽泵步驟和該調質步驟之間，另有一道穩定化步驟用來使腔室壓力及氣體流量穩定化，及把加熱器 25 移至供進行此調質步驟的位置處。于此穩定化步驟中，閥閥 280 被關閉且腔室 15 被維持在介於大約 20 至 70 torr 之間且較佳地為 50 torr 的一個壓力下；加熱器 25 亦被移至距氣體散佈板 20 介於大約 300 至 550

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 116 )

密爾之間且較佳地大約為 500 密爾之一位置處。在一組特定實施例中，目前所描述之此調質步驟利用臭氧與 TEOS 並以氬作為承載氣體，來對腔室 15 調質以使之適合進行後續之氧化矽沈積；當然，在該等調質及調質前穩定化步驟中亦可採用其他氣體，端視所希望之氧化矽沈積型態而定。於該調質前穩定化步驟中，以介於大約 200 至 400 mgm 之間且較佳地大約為 300 mgm 之一個流量率供應的液態 TEOS 被汽化，並由以介於大約 4000 至 8000 sccm 之間且較佳地大約為 6000 sccm 之一個流率流動的一種氬承載氣體予以載送入腔室 15 內；諸氣體流可經由沈積用之一般入口引入腔室 15 內，或是經由施加器管 292 在未施加微波的情況下引入腔室 15。在調質步驟開始引入氧源來開始沈積調質氧化物於腔室 15 上之前，此穩定化動作步驟持續進行介於大約 5 至 25 秒且較佳地大約為 15 秒的一段時間。于此一加熱調質步驟中，臭氧係以供所用特定沈積程序用之流量率（例如供上文所述在 550°C 下進行之試驗性 USG 沈積程序用的大約 5000 sccm，或是供上文所述在 600°C 下進行之試驗性 PSG 沈積程序用的大約 4000 sccm）在介於大約 10 至 20 秒之間且較佳地大約為 15 秒之一段時間內被持續引入，以將一層薄的氧化矽（例如具有大約 12.5 wt % 之氧的該試驗性 USG 沈積程序，或是具有大約 8 wt % 之氧的該試驗性 PSG 沈積程序）沈積於腔室 15 中之諸表面上。在該調質步驟期間內，臭氧流量最佳地係和沈積程序一致，以使臭氧流量及濃度上之任何波動減至最

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

像

## 五、發明說明 ( 117 )

小。藉此，將腔室 15 調質之動作即能把可能已被吸附在腔室 15 諸表面上的氬原子陷捕住。

在上述的加熱調質步驟之後，則可執行最終的穩定化與抽泵步驟。最佳地，此等最終步驟亦係在上述之沈積溫度下進行，在最終的穩定化步驟中，節流閥會被定期開啟以讓腔室壓力調整到大氣壓，而閘閥 280 則保持關閉；加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 介於大約 800 至 1000 密爾之間且較佳地大約為 900 密爾之一位置處，TEOS 停止流動，而氬與臭氧則保持與調質步驟相同之流量；在該最終的抽泵步驟開始之前，該最終的穩定化步驟被持續執行經過介於大約 5 至 20 秒之間且較佳地介於大約為 10 秒鐘的一段時間周期。而在該最終的抽泵步驟中，閘閥 280 保持關閉，且加熱器 25 未被移置，所有氣體流均停止，而節流閥打開；在另一個晶圓被置入腔室 15 內俾準備進行下一階段之沈積處理、加熱、或晶圓清潔步驟之前，此最終的抽泵步驟持續了介於大約 5 至 20 秒之間且較佳地大約為 10 秒鐘之一段時間。應知，此等最終的穩定化及抽泵步驟亦可配合所選定之特定調質步驟或替換之吸除步驟（以下會論述其實例），而被修改及類似地被使用。

在可供替代上述諸實施例的一些替換性實施例中，上述之清潔前穩定化步驟可進一步包括有把微波功率從一個低微波功率依斜坡率調高至最終清潔操作微波功率準位的動作，以容許清潔前把壓力穩定化及讓微波電漿生成。在一組較佳實施例中，上述之清潔前穩定化步驟可由以下之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

號

## 五、發明說明 ( 118 )

清潔前穩定化步驟取代。

在一方面容許壓力及微波功率同時穩定化的同時，依斜坡率調高微波功率以產生一個  $N_2$ （或其他惰性氣體，視所用清潔氣體而定）電漿之該步驟，依據一組特定實施例，在生成  $NF_3$  電漿時對施加器管 292 提供了一種較低的壓力衝擊輪廓。自微波電源供應器 110 供至磁控管 711 之微波功率準位，可在處理器 50 之控制下受調整；例如，微波功率在穩定化步驟期間可從零依斜坡率調高至大約 300 瓦的一個準位（或是介於 0 與該最終清潔操作功率準位之間的某一其他功率準位），且接著在清潔步驟期間被調至 2100 瓦，以提供一種較漸進的最佳穩定化程序。特別地，在加熱步驟之後，加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之一位置處，且  $N_2$  以介於大約 100 至 400 sccm 之間且較佳地大約 300 sccm 之一流量率被引入施加器管 292，而節流閥維持打開狀態且閘閥 280 維持關閉狀態；在大約 5 秒之後，節流閥被關上且閘閥 280 被打開，以在腔室 15 被調至清潔處理壓力（在一組特定實施例中為大約 1.5 torr）時容許壓力在接下來的 5 秒鐘內進行穩定化；隨後，介於大約 200 至 400 瓦之間且較佳地大約為 300 瓦的一個中間準位微波功率被施加到該施加器管 292，以在該段接下來的 5 秒鐘期間形成一個  $N_2$  電漿；於此段 5 秒鐘時間內， $NF_3$  亦於微波功率準位依斜坡率被調高至清潔準位的同時被引入到施加器管 292 內；特別地， $NF_3$  可於微波功率準位依斜坡率被調高到大約 2100 瓦之該

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

## 五、發明說明 ( 119 )

最終微波功率清潔操作準位的同時，用介於大約 600 至 1100 sccm 之間且較佳地大約為 950 sccm 的一個流量率而被引入施加器管 292；然後， $N_2$  流量停止，且電漿改成只由  $NF_3$  生成，以容許  $NF_3$  電漿生成作用在大約 5 秒鐘內穩定化；從此時點開始，該清潔操作即可如同上文所述地進行。在上述替換性實施例中，壓力與電漿生成作用二者均在用  $NF_3$  清潔電漿執行清潔步驟以前即被穩定化。此一替換性的清潔前壓力／電漿穩定化動作可持續較佳地介於大約 20 至 30 秒的一段總時間周期，而每個功率準位依斜坡率調高動作係被分派予從該段時間周期選出的一個適當時間切片。於是，因直接單一步驟一次施加高額微波功率（例如從 0 至 2100 瓦）於施加器管 292 上而造成的壓力衝擊，便因此得以降至最低，致使施加器管 292 能有大為提高的壽命。

儘管上述實施例所提及者係為一種兩階段功率準位依斜坡率調高方式，但其他實施例則可用多階段依斜坡率調高之方式（例如，從 0 到 300 到 1200 再到 2100 瓦）。再者，在上述清潔步驟與清潔後抽泵步驟之間則可依意願而定地執行一種微波功率依斜坡率調降步驟；而對於其他實施例，亦可執行兩階段或多階段依斜坡率調降步驟；當然，依斜坡率調整動作可為連續動作、含一系列分立步驟、或前二者之組合。對於具有一組 RF 電漿系統的一些 CVD 系統而言，依據一些進一步的實施例，可針對用到在原地非中斷式電漿腔室清潔程序之一些清潔前穩定化步驟執行依

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 120 )

斜坡率調高及／或調降 RF 功率準位之動作。而雖然上文已針對穩定化程序之各個部分討論其特定之執行時間，此等特定時間仍可改變，且穩定化程序之諸部分可被結合起來或是取消而縮短所花時間。

作為上述加熱式腔室調質動作的一種替換方式，可採用一種使用 TEOS 與  $O_2$  的腔室調質程序；其中，經汽化之 TEOS 可經由入口 43 與氣體混合盒 273 或是利用蓋中之旁通通道，引入腔室 15 內， $O_2$  則被送經施加器管 292 俾受來自微波電漿系統 55 之磁控管 711 的微波施予輻射（例如介於大約 500 至 2100 瓦之間且較佳地大約為 2100 瓦）而產生原子氧； $O_2$  可用介於大約 50 至 200 sccm 之間且較佳地大約為 100 sccm 的一個流量率被引入施加器管 292，同時閘閥 280 打開，而腔室 15 維持在介於大約 1 至 2 torr 之間且較佳地大約為 1.5 torr 的一個壓力、以及介於大約 300 至 650°C 之間且較佳地介於大約 550 至 600°C 之間的一個溫度下。原子氧能夠和腔室 15 內之 TEOS 反應，而提供一種微波增強腔室調質作用。或者，對於具有能提供一個在原地非中斷式電漿之一組 RF 電漿系統的一些實施例而言，經汽化之 TEOS 可被引入腔室 15 內能由該 RF 電漿系統生成一個電漿之處，而原子氧即可和該電漿反應以進行一種 RF 增強腔室調質作用。

作為能提供自諸腔室表面吸除氬原子之作用的腔室調質程序的另一種替換作法，可把  $SiH_4$  以介於大約 50 至 200 sccm 之間且較佳地大約為 100 sccm 之一個流量率送入腔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

象

## 五、發明說明 ( 121 )

室 15 中以沖洗該腔室 15；此等矽烷可在閘閥 280 關閉之情形下經管線 85 自其他供應源 90 (第 1C 圖) 之一到氣體混合系統 93 而流入腔室 15、在閘閥 280 關閉之情形下經其他沖洗管線流到腔室 15、或是在有或未施加微波且閘閥 280 打開之情形下經由施加器管 292 流到腔室 15。在此矽烷沖洗過程中，腔室 15 係維持在大約 1 至 5 torr 間之壓力以及介於大約 300 至 650°C 之間且較佳地介於大約 550 至 600°C 之間的溫度下，且閘閥 280 關閉；此一沖洗腔室 15 動作吸收掉 F 原子並導致形成  $\text{SiF}_4$  氣體，此等氣體接著即可透過排氣系統自腔室 15 予以抽泵出去；隨後，上文已詳細描述過的該終點檢測系統便能讓系統判定腔室清潔程序何時完全完成。

作為如同上述以矽烷對腔室 15 作調質處理或沖洗腔室 15 之程序的又一種替換方式，吸除作用可藉著提供活性氫到腔室 15 內來達成；其中，氫 ( $\text{H}_2$  或其他氫源) 被用作為“清潔氣體”供應源，其以介於大約 50 至 200 sccm 之間且較佳地大約為 100 sccm 之一個流量率供應，並透過切換閥 105 經由入口 57 (第 1C 圖) 送入施加器管 292；磁控管 711 以 CW 模式用介於大約 500 至 2500 瓦之間且較佳地大約為 1000 瓦之一個功率準位運作，提供微波能量到施加器管 292，而在其內生成一個電漿；來自施加器管 292 內之電漿的活性氫接著便流經包封總成 200 內之具內襯通道並進入導管 47，以供在腔室 15 內使用。當然，對於亦包括有一些 RF 電漿系統在內的諸系統而言，氫可被

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

象

## 五、發明說明 ( 122 )

還引入腔室 15 內，並把 RF 能量供至腔室 15 內而提供活性氫。在此吸除作用過程中，腔室 15 係維持在介於大約 1 至 2 torr 間之一個壓力、以及最適合地介於大約 300 至 650°C 之間且較佳地介於大約 550 至 600°C 之間的一個沈積溫度下，而閘閥 280 保持開啟。活性氫會和被吸附之氟反應生成氟化氫(HF)蒸汽，而隨後可被抽泵離開腔室 15；此處亦可採用依與上述終點檢測系統相同之原理運作但用於檢測因被 HF 吸收而引起之光強度變化的一種終點檢測系統。

在以矽烷或用活性氫對腔室 15 作調質處理或沖洗的方式之外的再一種替換手法，是提供氮到腔室 15 內。其中，氮 ( $\text{NH}_3$ ) 被用作為氣體面板 80 中之“清潔氣體”供應源，其以介於大約 50 至 200 sccm 之間且較佳地大約為 100 sccm 之一個流量率供應，並透過切換閥 105 經由入口 57 (第 1C 圖) 送入施加器管 292；磁控管 711 以 CW 模式用介於大約 500 至 2500 瓦之間且較佳地大約為 1000 瓦之一個功率準位運作，提供微波能量到施加器管 292，而在其內生成一個電漿；來自施加器管 292 內之電漿的氮接著便流經包封總成 200 內之具內襯通道並進入導管 47，以供在腔室 15 內使用。在此吸除作用過程中，腔室 15 係維持在介於大約 1 至 2 torr 間之一個壓力、以及最適合地介於大約 300 至 650°C 之間且較佳地介於大約 550 至 600°C 之間的一個沈積溫度下，而閘閥 280 保持開啟。氮會和被吸附之氟反應生成氟化銨化合物與 HF 蒸汽，而隨後可

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

號

## 五、發明說明 ( 123 )

被抽泵離開腔室 15；當然，對於亦包括有一些 RF 電漿系統在內的諸系統而言，氟可被運引入腔室 15 內，並把 RF 能量供至腔室 15 內而提供氟化銨化合物與 HF。此處亦可採用依與上述終點檢測系統相同之原理運作但用於檢測因被氟化銨和 HF 吸收而引起之光強度變化的一種終點檢測系統。

雖然上文已對本實施例舉以上清潔程序處理條件為例加以說明，但其亦可採用其他條件。上文所作敘述中，純粹只當作一例地論及  $\text{NF}_3$  氣體，其係如同以下所作各種沈積程序介紹一樣地，用在可向美商·應用材料股份有限公司購得之針對 200 毫米晶圓配設且具有 6 公升之總容積的 Giga Fill™ Centura 系列腔室系統中。不過應知，其他含氟或含氯之氣體，諸如  $\text{NF}_3$  與氫、 $\text{NF}_3$  與  $\text{N}_2$ 、 $\text{NF}_3$  與  $\text{O}_2$ 、 $\text{NF}_3$  與由微波電漿系統 55 產生之原子氧、稀薄的  $\text{F}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、或  $\text{Cl}_2$  等等，同樣亦可採用；除了以上所述者以外尚有其他氣體亦可供此吸除程序利用，而且，諸調質前穩定化步驟將視由上述熱調質作業之各種替換方法中所選用之特定調質／吸除處理程序之型態而定地改變。以上針對清潔、吸除、及調質作業所作之敘述，均提及可在一些較佳溫度（例如大約 550 至 600℃）下進行，但應知，最佳地，腔室 15 係維持在當其內正執行某特定處理程序時所處的相同溫度；而當然，于其他實施例中自亦可採用不同溫度；再者，某些實施例可以把上述諸清潔、吸除、調質步驟中之某些部分加以結合、增加、或消除。

## 五、發明說明 ( 124 )

III. 測試結果與測量A. 超淺摻雜接面

為示範依據本發明諸實施例構成之裝置與方法的操作，乃進行實驗來測量利用當作實例被製造成無 USG 蓋帽層之一些 BSG 薄膜所形成、以及利用附有 USG 蓋帽層之一些 BSG 薄膜所形成的一些超淺摻雜接面的薄片電阻率和接面深度；未附蓋帽層之諸 BSG 薄膜各約為 150 埃厚，而附有蓋帽層之諸 BSG 薄膜則各約有 150 埃厚另加上大約 200 埃厚之 USG 蓋帽層；附有蓋帽層和未附蓋帽層之二種 BSG 薄膜均係沈積在一種低電阻率 N 型矽晶圓上；接著量測利用未附蓋帽層與附有蓋帽層之 BSG 薄膜所形成的諸超淺接面之薄片電阻率和接面深度。對於如同上文所詳細描述地在本 CVD 裝置 10 之腔室 15 中沈積成的諸薄膜，開闔 280 在依據一組特定實施例進行之諸薄膜沈積步驟期間係被關閉起來。此等實驗中所用之實際處理條件如下：特別地，諸 BSG 薄膜係在大約 500°C 之一個溫度以及大約 600 torr 之一個壓力下沈積出來，納置台與歧管間之間距大約為 300 密爾；此等實驗中之氣體流包括以大約 200 mgm 之一個流量率引入 TEB 到腔室內、以大約 500 mgm 之一個流量率引入 TEOS、以大約 5000 sccm 之一個流量率引入氧(O<sub>2</sub>)、以及以大約 8000 sccm 之一個流量率引入氮承載氣體。

上述處理條件導致 BSG 薄膜以大約 700 埃/分鐘之速率被沈積出來；相對於大約 15 秒鐘的一段處理時間，沈積成之 BSG 薄膜具有大約 150 埃之厚度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

象

## 五、發明說明 ( 125 )

在有用到 USG 蓋帽層之諸實驗中，USG 蓋帽層係緊接在整塊 BSG 層沈積出來之後立刻以一道在原地非中斷式程序予以形成。諸較佳實施例係採用屬一種封閉系統的一套腔室，而使可在沈積出 USG 蓋帽層薄膜之前能和 BSG 薄膜反應的水份降至最少。納置台被加熱到大約 500°C 的一個溫度，腔室 15 內維持於大約 600 torr 的一個壓力，且納置台被定置於距氣體散佈歧管大約 300 密爾之處。TEOS、臭氧、與氬係分別以大約 500 mgm、5000、和 5000 sccm 之流量率被引入到沈積腔室內。上述處理條件導致一層 USG 薄膜以大約 700 埃／分鐘之速率被沈積出來；相對於大約 15 秒鐘的一段處理時間，沈積成之 USG 薄膜具有大約 200 埃之厚度。

摻雜劑自未附蓋帽層及有附蓋帽層之 BSG 薄膜擴散之作用，係藉著利用回火或一道快速熱程序把該薄膜加熱而完成。例如，在一種氮氣(N<sub>2</sub>)環境中持續大約 60 秒的一道快速熱程序，如可視溫度、時間、與摻雜劑濃度而定地，產生大約 500 至 1000 埃的一個接面深度。

在採用 BSG 薄膜之該等實驗中所用的諸參數，並不應侷限於本文所述之申請專利範圍所列者而已；大凡熟於此技者亦可採用其他化學物質、腔室參數、摻雜劑、及條件，來產生 BSG 薄膜或是諸如 PSG、AsSG、及他類材料之其他薄膜。

另使用厚度大約為 200 埃且具有大約 6 wt %之硼的一些未附蓋帽層之 BSG 薄膜進行實驗；此等實驗之結果顯示

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

後

## 五、發明說明 ( 126 )

了使用 BSG 薄膜作為後續擴散步驟之摻雜劑源形成超淺接面的能力。

而在硼濃度超過 6 wt %之硼的程度時，在低於大約 500 °C 之溫度下沈積而成的未附蓋帽層之 BSG 薄膜會傾向於變得不穩定，且在數小時內結晶化。如同前文所述，結晶化以後會使可供擴散入矽基體之硼原子數目減少。于大於大約 550 °C 之溫度下沈積 BSG 的結果，據信可提供含有高於 6 wt %之硼濃度的穩定未附蓋帽層之 BSG 薄膜。對於需要硼濃度大於 6 wt %之硼的一些應用場合而言，諸 BSG 薄膜可最適地覆以一層 USG 薄膜，以防止發生結晶化。而由於會防止脫氣(outgassing)，故 USG 蓋帽層亦提供控制摻雜劑原子擴散進入矽基體之方向的能力。是以，此種 USG 蓋帽層便可防止更多硼原子損失，故乃得有更多硼原子可供擴散且可更容易地朝向矽基體擴散。

為展現針對某些應用場合在摻雜介電層上運用一層蓋帽層之作法的進一步優點，以下為特地再利用厚約 150 埃且具有 6.131 wt %之硼的一些 BSG 薄膜並在此等 BSG 薄膜上沈積一層 200 埃厚之 USG 蓋帽層而進行之一些進一步實驗的結果。此等進一步實驗說明了使用附有蓋帽層之 BSG 薄膜作為後續擴散步驟之摻雜劑源形成超淺接面的能力。接著量測利用未附蓋帽層與附有蓋帽層之 BSG 薄膜所形成的諸超淺接面之薄片電阻率和接面深度。此等實驗顯示出 BSG 薄膜接受在大約 1050 °C 下之一道 1 分鐘快速熱處理程序，即可提供控制單獨以 BSG 薄膜或以附有 USG 蓋

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

號

## 五、發明說明 ( 127 )

帽層之 BSG 薄膜所形成之超淺接面之薄片電阻率與接面深度的能力。

第 22A 至 22C 圖提供了關於 USG 蓋帽層對被擴散區域之接面深度與摻雜劑均勻性之影響效應的資訊。第 22A 與 22C 圖所需之測量係利用如同熟於此技人士所熟知地適於開展之電阻分佈輪廓的固態量測設備來進行；載子濃度在圖中被顯示為深度的函數，一個“p”代表在從矽基體表面量起之一個深度處量得的 p 型濃度，而一個“N”代表在從矽基體表面量起之一個深度處量得的 N 型矽基體之濃度；接面深度係定義為摻雜劑濃度等於基體濃度的位置。在目前之諸實驗中，所用矽基體具有大約  $1.6 \times 10^{14}$  個載子/cm<sup>3</sup> 的一個基體濃度。第 22A 與 22C 圖中所示擴散區之薄片電阻率係如同熟於此技者所熟知地利用四點探針 (4pp) 技術來測量；第 22B 圖繪示出對第 22A 圖之晶圓用更為精巧之二次離子質譜測定 (SIMS) 法量得之總雜質分佈輪廓，該種質譜測定法係可用於如同熟於此技者所熟知地對高濃度或淺接面擴散作用提供精密分佈輪廓測量結果者。

特別地，第 22A 圖係為顯示出利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 6.131 wt % 之 BSG 層在一道加熱步驟之後所形成的一個超淺接面之摻雜劑分佈輪廓的一份圖表；該 BSG 薄膜層約有 150 埃厚，而沈積於此 BSG 薄膜頂上之該 USG 蓋帽層則約有 200 埃厚；該加熱步驟係由一道快速熱程序於大約 1050°C 下持續執行大約 60 秒鐘；該 BSG 與 USG 層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

頁

## 五、發明說明 ( 128 )

隨後會用蝕刻方式而被剝除。如同由第 22A 圖所見者，其所得之接面具有在矽基體內大約 0.06 微米的一個深度，且摻雜劑分佈輪廓顯得相當均勻，最大硼濃度為大約  $6 \times 10^{19}$  個載子 /  $\text{cm}^3$ ；其所得接面之薄片電阻率經測得為大約  $685 \Omega / \text{cm}^2$ ，4pp 薄片電阻經測知為大約  $222 \Omega / \text{cm}^2$ ，而 P 型層內投配離子總和經測知為  $1.6 \times 10^{14}$  個載子 /  $\text{cm}^2$ 。

第 22B 圖繪示出由 SIMS 對第 22A 圖中所示超淺接面所量得之摻雜劑深度分佈輪廓。在從矽基體表面到距該表面大約 100 埃之深度處的區域內，硼濃度落在介於大約  $2 \times 10^{18}$  個載子 /  $\text{cm}^3$  至大約  $1 \times 10^{21}$  個載子 /  $\text{cm}^3$  之範圍內；在從距矽基體表面大約 100 埃之深度到距該表面大約 300 埃之深度處的區域內，硼濃度落在介於大約  $1 \times 10^{21}$  個載子 /  $\text{cm}^3$  至大約  $3 \times 10^{21}$  個載子 /  $\text{cm}^3$  之範圍內；而在距矽基體表面大約 300 埃之深度處以下，硼、矽、與氧濃度迅速降低，表示已達基體之主體。第 22B 圖所示之陡峭淺接面顯示了依據本發明之一組實施例可達成的摻雜劑結合效果。

第 22C 圖係為顯示出利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 6.131 wt % 之 BSG 層在未經加熱步驟之情形下所形成的一個超淺接面之摻雜劑分佈輪廓的一份圖表；該 BSG 層約有 150 埃厚，而沈積於此 BSG 層頂上之該 USG 蓋帽層則約有 200 埃厚；其並未接受執行加熱步驟；該 BSG 與 USG 層用一種蝕刻技術予以剝除。如同由第 22C 圖所見者，其顯示

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 ( 129 )

出縱使未經加熱步驟處理，仍形成具有大約 0.025 微米的一個深度之接面；明顯地，在甚至未經加熱驅迫進入步驟處理之情形下，由於 BSG 層內亦有高摻雜劑濃度的硼會擴散入矽基體內，故乃得以形成該接面；其最大硼濃度為大約  $7 \times 10^{17}$  個載子/cm<sup>3</sup>；其所得接面之薄片電阻率經測得為大約  $55 \Omega/\text{cm}^2$ ，而 P 型層內投配離子總和 ( $\Sigma p$ ) 經測知為  $4.9 \times 10^{11}$  個載子/cm<sup>2</sup>。

第 23A 圖係為顯示出利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 8.084 wt % 之 BSG 層以一道加熱步驟所形成的接面之摻雜劑分佈輪廓的一份圖表；第 23B 圖係為供比較利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 6.131 wt % 之 BSG 層以及利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 8.084 wt % 之 BSG 層以相同加熱步驟所形成的接面之摻雜劑分佈輪廓的一份圖表，以說明摻雜劑濃度對接面深度之影響效應；第 23C 與 23D 圖分別顯示出該加熱步驟之溫度對接面深度和對薄片電阻率之影響效應；第 23E 與 23F 圖分別顯示出該加熱步驟之時間對接面深度和對薄片電阻率之影響效應；第 23A 至 23F 圖所示之開展的電阻分佈輪廓與薄片電阻率測量程序，係利用固態設備與四點探針量測技術執行。

第 23A 圖係為顯示出利用附有一層 USG 蓋帽層之一層 8.084 wt % 之 BSG 層以一道加熱步驟所形成的接面之摻雜劑分佈輪廓的一份圖表；該 BSG 薄膜約有 150 埃厚，而沈積於此 BSG 薄膜頂上之該 USG 蓋帽層則約有 200 埃厚；該加熱步驟係由一道快速熱程序於大約 1000°C 下持續執行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

像

## 五、發明說明 ( 130 )

大約 60 秒鐘；該 BSG 與 USG 薄膜係用蝕刻技術予以剝除。如同由第 23A 圖所見者，其可形成具有在大約 0.12 微米之一個深度的一個超淺接面，且摻雜劑分佈均勻性良好，最大硼濃度為大約  $1 \times 10^{30}$  個載子 /  $\text{cm}^3$ ；其所得接面之薄片電阻率經測得為大約  $145 \Omega / \text{cm}^2$ ，投配離子總和 ( $\Sigma p$ ) 為  $7.9 \times 10^{14}$  個載子 /  $\text{cm}^2$ ，而 4pp 薄片電阻經測知為大約  $96 \Omega / \text{cm}^2$ 。

第 23B 圖顯示出利用附有 USG 蓋帽層之多種不同含硼量 wt % (特別是 6.131 wt % 和 8.084 wt %) 之 BSG 層以一道加熱步驟所形成的多種接面之摻雜劑分佈輪廓；該等 BSG 薄膜各約有 150 埃厚，而沈積於此等 BSG 薄膜頂上之該等 USG 蓋帽層則各約有 200 埃厚；該加熱步驟係由一道快速熱程序於大約  $1000^\circ\text{C}$  下持續執行大約 60 秒鐘；如同由第 23B 圖所見者，對於 8.084 wt % BSG 薄膜所得之接面深度幾乎多達對於 6.131 wt % BSG 薄膜所得之接面深度的兩倍。

第 23C 與 23D 圖係為針對附有 USG 蓋帽層之一些 6.131 wt % BSG 薄膜分別顯示出該加熱步驟之溫度對摻雜劑分佈輪廓和薄片電阻率之影響效應的圖表；該等 BSG 薄膜各約有 150 埃厚，而沈積於此等 BSG 薄膜頂上之該等 USG 蓋帽層則各約有 200 埃厚；諸加熱步驟係由一道快速熱程序於大約  $900^\circ\text{C}$ 、 $950^\circ\text{C}$ 、 $975^\circ\text{C}$ 、及  $1000^\circ\text{C}$  等溫度下持續執行大約 60 秒鐘；如同第 23C 圖所示者，在經過以  $1000^\circ\text{C}$  進行之加熱步驟後所形成的接面大約為 0.1 微米，相對

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 (131)

地，在經過以略低之溫度  $975^{\circ}\text{C}$  進行之加熱步驟後所形成的接面則大約僅為  $0.06$  微米。而如同由第 23D 圖可見者，該  $6.131 \text{ wt} \% \text{ BSG}$  薄膜之薄片電阻率針對  $1000^{\circ}\text{C}$  之加熱步驟為大約  $180 \Omega / \text{cm}^2$ ，而針對  $975^{\circ}\text{C}$  之加熱步驟則為大約  $600 \Omega / \text{cm}^2$ ；故可知較高溫度之加熱步驟（超過  $950^{\circ}\text{C}$ ）會為所形成之淺接面產生較深之擴散深度。

第 23E 與 23F 圖係為針對附有 USG 蓋帽層之  $6.131 \text{ wt} \% \text{ BSG}$  薄膜分別顯示出該加熱步驟之時間對摻雜劑分佈輪廓和薄片電阻率之影響效應的圖表；該等 BSG 薄膜各約有  $150$  埃厚，而沈積於此等 BSG 薄膜頂上之該等 USG 蓋帽層則各約有  $200$  埃厚；其加熱步驟係由一道快速熱程序於大約  $1000^{\circ}\text{C}$  之溫度下持續執行大約  $40$  及  $60$  秒鐘；如同第 23E 圖所示者，在經過持續大約  $40$  秒鐘之加熱步驟後所形成的接面大約為  $0.06$  微米，相對地，在經過持續  $60$  秒鐘之加熱步驟後所形成的接面則大約為  $0.1$  微米。該等  $6.131 \text{ wt} \% \text{ BSG}$  薄膜之薄片電阻率在經過該  $40$  秒鐘加熱步驟後為大約  $230 \Omega / \text{cm}^2$ ，而在經過該  $60$  秒鐘加熱步驟後則為大約  $150 \Omega / \text{cm}^2$ ；故可看出加熱步驟之時間長短可決定所形成超淺接面的擴散深度。

以上用於形成超淺摻雜接面之 BSG 的各組實驗，係僅提出作為供舉例說明本發明之某些概念層面的部分實例而已，不應視為有限制本發明之範圍之意。

## B · 供 PMD 層用之 PSG

為示範依據本發明諸實施例構成之裝置與方法的操

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 (132)

作，乃進行實驗來沈積供例如作為一層 PMD 層的一層 PSG 薄膜。在沈積作為 PMD 層之該 PSG 薄膜前，晶圓通常均已接受過多道處理步驟而形成例如閘極電極、氧化物側壁、隔離槽溝等等。于此等實驗中，諸 PSG 薄膜係在由美商·應用材料股份有限公司所製造之電阻性加熱式 Giga Fill™ Centura 系列腔室（屬於具有大約 6 公升之總容積且針對 200 毫米晶圓配設之一種封閉式系統）中沈積而成。

于諸實驗中，有一些沈積前步驟被執行來使腔室 15 達到期望之沈積壓力，並讓氣體／液體流量在把充作 PMD 層之該 PSG 薄膜沈積於晶圓上之前穩定化。當然，應知，視不同沈積製法秘訣所最適合者而定地，諸沈積前步驟亦可以與下文所述者（其只是一組例示性的特定實施例）不同。此等沈積前步驟減少了在腔室壁上發生的不必要沈積作用，且有助於為所沈積薄膜產生均勻之深度分佈輪廓。而在進行任何沈積前步驟以前，晶圓係經真空閉鎖門而在真空腔室 15 內被放置到加熱器 25 上，然後該真空閉鎖門即被關閉；加熱器 25 被加熱升達大約 600℃ 之處理溫度，此溫度會在整個各種沈積前步驟、沈積步驟、以及各種沈積後步驟中被維持著。

在一道第一沈積前步驟中，加熱器 25 位於距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之位置處；讓節流閥開啟大約 5 秒鐘，把氦以大約 4000 sccm 之一個流量率及把氧以大約 2900 sccm 之一個流量率引入腔室 15 內；此等中性氣體，氦與氧，係先被引入腔室 15 內，以使其流量率得以達到

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

## 五、發明說明 (133 )

穩定狀態。氮與氧之此等流量率在整個沈積前步驟中均會被維持。

在第二道沈積前步驟中，節流閥被關上，且腔室 15 內之壓力被增加到沈積壓力；此第二道沈積前步驟持續大約 30 秒鐘，以讓開始時可能會在期望之沈積壓力附近略微波動的腔室 15 內之壓力達到穩定狀態；加熱器 25 在此第二道沈積前步驟中會被移至距氣體散佈板 20 大約 330 密爾之沈積位置處。

在第三道沈積前步驟中，當腔室 15 內之壓力已穩定達到大約 450 torr 之沈積壓力時，液態 TEOS 即被引入，以使 TEOS 與氮流量達到穩定狀態；在 TEOS 流量率達到大約 1000 mgm 之情形下，被汽化之 TEOS 氣體會於沈積步驟執行前，在此第三道沈積前步驟期間內和氮承載氣體混合維持大約 3 秒鐘。

在已讓腔室壓力、溫度及 TEOS/氮氣體流量達到穩定狀態，並調整加熱器 25 之位置後，沈積處理程序即可開始。于沈積步驟伊始，氧流量被終止；液態 TEPO 以大約 24 mgm 之一個流量率被引入，且  $O_3$  (含大約 8 wt % 之氧) 以大約 4000 sccm 之一個流量率被引入；在液體狀態下，TEPO 與 TEOS 源被該液體注入系統汽化，且接著和惰性承載氣體氮結合；此混合物從氣體散佈板 20 被引入腔室 15，以供應反應性氣體到晶圓表面，而在該處發生熱誘發性化學反應來產生期望之 PSG 薄膜。上述條件導致一層 PSG 薄膜以大約 1780 埃/分鐘之速率被沈積出來；而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 (134)

藉著控制沈積時間，具有大約 5300 埃之厚度的一層 PSG 薄膜即在上述程序處理條件下於大約 404 秒之時間內被形成。所製成之 PSG 薄膜內之磷的 wt % 數量大約為 4 wt %。

在沈積後，一道終結步驟被執行來使所沈積 PSG 薄膜之穩定性最佳化，以提供抗拒水份與結晶化之能力。于持續大約 3 秒鐘的此終結步驟中，沈積條件仍維持著，惟 TEPO 流量被終止；此終結步驟因而藉著上述氣體終止法，而在腔室 15 內以一種在原地非中斷方式沈積出一層 USG 蓋帽層；而此 USG 蓋帽層相對於該整塊 PSG 薄膜來顯得相當薄。

在此等 PSG 沈積與 USG 沈積步驟之後，即利用一些沈積後步驟來控制腔室壓力依斜坡率降低之過程，並控制氣體關閉動作；藉著調整壓力與氣體關閉動作，此等沈積後步驟將有助於減少粒子形成，否則所形成之粒子可能會造成晶圓受污染及損壞。

在一組特定實施例中，係用到三道沈積後步驟。于緊接在上述終結步驟之後的第一道沈積後步驟中，TEOS 流量被終止，而加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之一個位置處；另外，節流閥定期地被打開，以讓腔室壓力在持續大約 15 秒鐘的此第一道沈積後步驟期間依斜坡率逐漸降低。在第二道沈積後步驟中，節流閥被定期打開，俾為第三道沈積後步驟（抽泵步驟）讓腔室壓力依斜坡率降低，同時流入腔室 15 之氣氣流藉著將之抽泵通過一個旁通閥而被終止；加熱器 25 在持續大約 15 秒鐘的此第二道沈積後步驟期間亦被移降到距氣體散佈板 20 大

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

## 五、發明說明 (135)

約 999 密爾之一個位置處。而在持續大約 3 秒鐘的第三道沈積後步驟中，節流閥被打開，且流入腔室 15 之  $O_3$  氣流藉著將之抽泵通過一個最終閥而被終止。

用於沈積適用於充作一層 PMD 層之 PSG 的上述實驗條件，係為能以高產出率提供最佳薄膜品質的最適者。藉著增強在提高之表面溫度下的表面擴散作用，利用該等 TEOS /  $O_3$  化學物質在大約  $600^\circ\text{C}$  之溫度下沈積出來的該熱性 PSG 薄膜即顯現出絕佳的梯級部覆蓋性、更多的交聯結構、及對 P 與 Si 有更多的穩定氧化結構，如此乃得而產生極佳的薄膜品質。在流動式梯級部覆蓋能力、高水份抗拒力、高崩潰電壓、平滑表面、無表面損傷（亦即電漿損傷）、及無固定電荷等方面來說，所沈積成之 PSG 薄膜具有高品質；所沈積成之此 PSG 薄膜亦顯現有良好的薄膜厚度均勻性，特別是，在所沈積 PSG 薄膜之大約 1.2 微米厚度的薄膜厚度均勻性 (49 pt.,  $1\sigma$ )，經測量得知係小於大約 1.5。

第 24A 圖係為示範依據本發明之一組特定實施例而在  $600^\circ\text{C}$  下沈積成之一些 PSG 薄膜於沈積之際的間隙充填能力的一幅顯微照片；特別地，在  $600^\circ\text{C}$  下沈積之 PSG 薄膜係被顯示出可如同由第 24A 圖所見地充填具有高度 (h) 與間距 (w) 之高縱橫比間隙，而不會形成空隙 (void)。第 24B 圖係為第 24A 圖所示積體電路結構之一部段的斷面簡圖（並未依一定比例顯示）；如同由第 24B 圖可見者，基體 1200 具有形成於其上之一些堆疊閘極結構，特別是具有矽化鎢 (WSi) 蓋帽層 1240 的一些電極 1220；一層氧化物

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

## 五、發明說明 ( 136 )

層 1260 被沈積於此等堆疊間極結構上，而形成如同第 24A 至 24B 圖所見地具有由虛線所示之大約 0.35 微米之  $h$  與大約 0.08 微米之  $w$  的一些高縱橫比間隙；第 24A 圖因而顯現出具有由用作為一層 PMD 層之 PSG 薄膜 1280 所充填之一些高縱橫比（大約 4.3:1）間隙的一種例示性結構。由於係在大約 600°C 下利用上述之較佳製法秘訣所沈積而成，該 PSG 薄膜 1280 乃顯現有極佳之高縱橫比間隙充填能力，而無需用到通常在大約 750 至 800°C 下進行而經常會與日趨窘迫之熱能預算計劃不相一致的再熔回流處理程序。

除了擁有針對高縱橫比之極佳間隙充填能力以外，有利地於大約 600°C 下沈積而成的諸 PSG 薄膜係為對水份吸收作用展現高抗拒力的緻密薄膜。所沈積成之沈積 PSG 薄膜的水份吸收現象係如同熟於此技所熟知地利用傳統之傅立葉轉換紅外線光譜 (FTIR) 技術來測量。第 25 圖舉例說明了在大約 600°C 下沈積而成之一層 PSG 薄膜于下列例示性處理程序條件下的 FTIR 光譜；依據一組特定實施例，此等例示性處理程序條件包括了：大約 1000 mgm 之 TEOS 流量、大約 24 mgm 之 TEPO 流量、大約 6000 sccm 之氬流量、及大約 4000 sccm 之臭氧（含大約 12 wt % 之氧）流量，壓力大約為 400 torr，以及加熱器 25 和氣體散佈板 20 間之間距大約為 330 密爾，PSG 沈積時間為大約 600 秒鐘；如同第 25 圖所示，于大約 600°C 下沈積成之此種 PSG 薄膜的 FTIR 光譜顯現出其未含有表示水份吸收現象的水

## 五、發明說明 ( 137 )

波尖，且亦可看出在沈積後大約 155 小時之期間內均無可以測出的水份吸收量變化，此充份說明了此種 PSG 薄膜在長時間周期內的穩定性。

如同第 25 圖所示，所沈積 PSG 薄膜相當緻密而可抗拒水份吸收作用。而在例如大約 600°C 之高溫下沈積一層 PSG 薄膜的作法，會傾向於把可能已被吸收於此薄膜內的任何水份驅出，故能形成一層緻密之薄膜；又既已為一層緻密薄膜，於高溫下沈積成之此種 PSG 薄膜即具有不需額外步驟來進一步讓該薄膜緻密化的優點；所沈積 PSG 薄膜之緻密本質使其可適於用作為能藉由在高於大約 1000°C 之一個溫度下進行之一道後續回火處理程序或是較佳地藉由一道 CMP 步驟予以平面化的一層 PMD 層。而除了具有水份吸收阻力以外，於高溫下沈積成之本 PSG 薄膜可以提供良好的薄膜厚度均勻性、以及優良之間隙充填力，而無形成會造成後續元件問題的一些空隙或薄弱接合縫之虞；此種高溫 PSG 薄膜特別可用作為一層 PMD 層，因為它提供了良好之磷結合力（介於大約 2 至 8 wt % 之磷），這對於吸附或陷捕諸如鈉（Na<sup>+</sup>）離子等之可移動離子之作用十分重要，否則，該等離子可能會在元件中遷移並在元件中造成短路。

上文所作之沈積及測量所沈積 PSG 薄膜之種種特性之諸項實驗的描述，顯現出此種薄膜用作為例如一種 PMD 層的合適性；然而應知，此等描述並不應視為有限制本發明的範圍之意。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

張

訂

## 五、發明說明 ( 138 )

C · 在淺槽溝隔離結構中供氧化物充填層用的 USG

為示範依據本發明之幾個實施例構成之裝置與方法的操作，乃進行實驗來沈積供例如作為淺槽溝隔離用之一層高品質氧化物充填層的一層 USG 薄膜。在沈積作為高品質氧化物充填層之該 USG 薄膜前，晶圓通常均已接受過多道處理步驟而形成例如閘極電極、氧化物側壁、隔離槽溝等等。于此等實驗中，諸 USG 薄膜係在由美商·應用材料股份有限公司所製造之電阻性加熱式 Giga Fill™ Centura 系列腔室（屬於具有大約 6 公升之總容積且針對 200 毫米晶圓配設之一種封閉式系統）中沈積而成。

于諸實驗中，有一些沈積前步驟被執行來使腔室 15 達到期望之沈積壓力，並讓氣體／液體流量在把充作充填層之該 USG 薄膜沈積於晶圓上之前穩定化。當然，應知，視不同沈積製法秘訣所最適合者而定地，諸沈積前步驟亦可以與下文所述者（其只是一組例示性的特定實施例）不同。此等沈積前步驟減少了在腔室壁上發生的不必要沈積作用，且有助於為所沈積薄膜產生均勻之深度分佈輪廓。而在進行任何沈積前步驟以前，晶圓係經真空閉鎖門而在真空腔室 15 內被放置到加熱器 25 上，然後該真空閉鎖門即被關閉；加熱器 25 被加熱升達大約 550℃ 之處理溫度，此溫度會在整個各種沈積前步驟、沈積步驟、以及各種沈積後步驟中被維持著。

在一道第一沈積前步驟中，加熱器 25 位於距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之位置處；讓節流閥開啟大約 5 秒

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

不

訂

## 五、發明說明 ( 139 )

鐘，把氮以大約 7000 sccm 之一個流量率及把氧以大約 2900 sccm 之一個流量率引入腔室 15 內；此等中性氣體，氮與氧，係先被引入腔室 15 內，以使其流量率得以達到穩定狀態。氮與氧之此等流量率在整個沈積前步驟中均會被維持。

在第二道沈積前步驟中，節流閥被關上，且腔室 15 內之壓力被增加到沈積壓力；此第二道沈積前步驟持續了比大約 40 秒鐘為短之一段時間，以讓開始時可能會在期望之沈積壓力附近略微波動的腔室 15 內之壓力達到穩定狀態；加熱器 25 在此第二道沈積前步驟中會被移至距氣體散佈板 20 大約 350 密爾之沈積位置處。

在第三道沈積前步驟中，當腔室 15 內之壓力已穩定達到大約 600 torr 之沈積壓力時，液態 TEOS 即被引入，以使 TEOS 與氮流量達到穩定狀態；在 TEOS 流量率在大約 2000 mgm 之情形下，被汽化之 TEOS 氣體會於沈積步驟執行前，在此第三道沈積前步驟期間內和氮（或氧）承載氣體混合維持大約 5 秒鐘。

在已讓腔室壓力、溫度及 TEOS／氮氣體流量達到穩定狀態，並調整加熱器 25 之位置後，沈積處理程序即可開始。于沈積步驟伊始，氧流量被終止，而  $O_3$ （含大約 12.5 wt % 之氧）以大約 5000 sccm 之一個流量率被引入；在液體狀態下，TEOS 源被該液體注入系統汽化，且接著和惰性承載氣體氮結合；此混合物從氣體散佈板 20 被引入腔室 15，以供應反應性氣體到晶圓表面，而在該處發生

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 140 )

熱誘發性化學反應來產生期望之 USG 薄膜。上述條件導致一層 USG 薄膜以大約 1450 埃/分鐘之速率被沈積出來；而藉著控制沈積時間，具有大約 10000 埃之厚度的一層 USG 薄膜即在上述程序處理條件下於大約 414 秒之時間內被形成。

在 USG 沈積後，一道沖洗步驟被執行來使所沈積 USG 薄膜之穩定性最佳化，以提供抗拒水份之能力。于持續大約 3 秒鐘的此沖洗步驟中，沈積條件仍維持著，惟 TEOS 流量被終止。

在此等 USG 沈積與沖洗步驟之後，即利用一些沈積後步驟來控制腔室壓力依斜坡率降低之過程，並控制氣體關閉動作；藉著調整壓力與氣體關閉動作，此等沈積後步驟將有助於減少粒子形成，否則所形成之粒子可能會造成晶圓受污染及損壞。

在一組特定實施例中，係用到三道沈積後步驟。于緊接在上述終結步驟之後的第一道沈積後步驟中，流入腔室 15 之承載氣體氣流藉著將之抽泵通過一個旁通閥而被終止；加熱器 25 被移至距氣體散佈板 20 大約 600 密爾之一個位置處，同時，節流閥定期地被打開，以讓腔室壓力在持續大約 15 秒鐘的此第一道沈積後步驟期間依斜坡率逐漸降低。在第二道沈積後步驟中，節流閥被定期打開，俾繼續讓腔室壓力依斜坡率降低，同時流入腔室 15 之  $O_3$  氣流仍持續著；加熱器 25 在持續大約 15 秒鐘的此第二道沈積後步驟期間亦被移降到距氣體散佈板 20 大約 600 密爾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

※

訂

## 五、發明說明 ( 141 )

之一個位置處。而在持續大約 3 秒鐘的第三道沈積後步驟中，節流閥被打開，且流入腔室 15 之  $O_3$  氣流藉著將之抽泵通過一個最終閥而被終止。

用於沈積適用於充作一層淺槽溝隔離用高品質氧化物充填層之 USG 的上述實驗條件，係為能以高產出率提供最佳薄膜品質的最適者。在淺槽溝隔離應用場合中，除了確實是一層極緻密且均勻之薄膜以外，所沈積出來的 USG 薄膜將可達成無空隙之間隙充填效果（典型地在大約  $85^\circ$  之一個標稱角度下）；所沈積成之此 USG 薄膜亦顯現有良好的薄膜厚度均勻性，特別是，在所沈積 USG 薄膜之大約 5000 埃厚度的薄膜厚度均勻性（49 pt.， $1\sigma$ ），經測量得知係小於大約 1.5。

第 26A 與 26B 圖係為示範依據本發明之一組特定實施例而分別在大約  $400^\circ\text{C}$  及大約  $550^\circ\text{C}$  下沈積成之一些  $\text{TEOS}/O_3$  USG 薄膜於經過  $1050^\circ\text{C}$  之再熔回流及一道 6:1 緩衝氧化物蝕刻程序之後的相對間隙充填能力的兩幅顯微照片；特別地，第 26A 圖示出具有大約 0.35 微米之寬度與大約 0.70 微米之深度（等於大約 2:1 之縱橫比間隙）並附有一層充填層的一種槽溝結構，而其中之該充填層係為在大約  $400^\circ\text{C}$  下沈積而成並經在大約  $1050^\circ\text{C}$  下再熔回流處理後的一層 USG 薄膜；第 26A 圖顯示出在所沈積 USG 薄膜中有一些大空隙，表示在大約  $400^\circ\text{C}$  下沈積成之該 USG 薄膜並不十分緻密且顯得易生綳縮；即使在高於大約  $1000^\circ\text{C}$  之某一溫度下進行可讓一層 USG 薄膜略微緻密化的一道

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

衣

訂

## 五、發明說明 ( 142 )

再熔回流處理之後，在大約  $400^{\circ}\text{C}$  之溫度下沈積成的該 USG 薄膜仍無法達到十分緻密之程度，且無法安然度過高溫回火程序或後續之濕蝕刻處理程序而不在其內開出空隙。相較之下，第 26B 圖則係顯示出具有大約 0.18 微米之寬度與大約 0.45 微米之深度（等於大約 2.5:1 之縱橫比間隙）並附有一層無空隙之充填層的一種槽溝結構，而其中之該無空隙之充填層係為在大約  $550^{\circ}\text{C}$  下沈積而成並經在大約  $1050^{\circ}\text{C}$  下再熔回流處理及一道後續濕蝕刻處理之後的一層 USG 薄膜；由第 26A 與 26B 圖可看出，在大約  $550^{\circ}\text{C}$  下沈積成之該 USG 薄膜可以充填一些高縱橫比間隙而不會在經再熔回流之後形成空隙，此與在大約  $400^{\circ}\text{C}$  下沈積成之 USG 薄膜大不相同；在以極均勻之蝕刻速率進行一些蝕刻程序之後，於大約  $550^{\circ}\text{C}$  下沈積成之該層 USG 薄膜仍維持其優越之梯級部覆蓋率，而未在其內開出任何空隙。

作為在大約  $550^{\circ}\text{C}$  下沈積之 USG 薄膜所具高縱橫比間隙充填能力的進一步證據，第 27 圖係為示範依據本發明之一組特定實施例所沈積 USG 薄膜於經過  $1000^{\circ}\text{C}$  之再熔回流及一道後續濕蝕刻處理程序之後的間隙充填能力的一幅顯微照片；第 27 圖係顯示出具有大約 0.16 微米之寬度與大約 0.48 微米之深度（等於大約 3:1 之縱橫比間隙）並附有一層充填層的一種槽溝結構，而其中之該充填層係為在大約  $550^{\circ}\text{C}$  下沈積而成並經在大約  $1000^{\circ}\text{C}$  下再熔回流處理之後的一層 USG 薄膜；第 27 圖之該槽溝結構具有比第 26A 與 26B 圖所示槽溝結構更小之間距及更高之縱橫

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 143 )

比，而說明了在大約 550°C 下沈積成之該 USG 薄膜的優越間隙充填能力。

除了擁有針對高縱橫比之極佳間隙充填能力以外，有利地於大約 550°C 下沈積而成的諸 USG 薄膜係為對水份吸收作用展現高抗拒力的緻密薄膜。所沈積成之沈積 USG 薄膜的水份吸收現象係利用傳統之 FTIR 技術來測量。第 28 圖舉例說明了依據一組特定實施例在大約 550°C 下沈積而成之一層 USG 薄膜于下列例示性處理程序條件下的 FTIR 光譜；依據該組特定實施例，此等例示性處理程序條件包括了：大約 2000 mgm 之 TEOS 流量、大約 7000 sccm 之氣流量、及大約 5000 sccm 之臭氧（含大約 12.5 wt % 之氧）流量，壓力大約為 600 torr，以及加熱器 25 和氣體散佈板 20 間之間距大約為 350 密爾；如同第 28 圖所示，于大約 550°C 下沈積成之此種 USG 薄膜的 FTIR 光譜顯現出其低水份吸收率，再者，第 28 圖亦顯現出在沈積後大約 160 小時之期間內只見到該 USG 薄膜內之水份有少於大約 0.5 wt % 的水份增加率，此充份說明了此種 USG 薄膜在長時間周期內的穩定性。

於是，如同由第 28 圖所支持地，所沈積 USG 薄膜相當緻密而可抗拒水份吸收作用。而在例如大約 550°C 之高溫下沈積一層 USG 薄膜的作法，會傾向於把可能已被吸收於此薄膜內的大部分水份驅出，故能形成一層緻密之薄膜；又既已為一層緻密薄膜，於至少大約 550°C 之高溫下沈積成之此種 USG 薄膜，較之於在較低溫度下沈積成之一

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 144 )

些 USG 薄膜，即具有較不易發生綳縮現象之優點，否則此種綳縮現象可能會在一道再熔回流處理步驟及一道後續濕蝕刻處理程序之後造成空隙的形成；所沈積 USG 薄膜之緻密本質使其可適於用作為能在淺槽溝隔離應用場合中用以填充所用之諸槽溝之一種高品質氧化物層；由於其高密度，於高溫下沈積成並被用作為氧化物填充層的諸 USG 薄膜，可藉由一道後續回火處理程序或是一道 CMP 步驟，在其開出空隙之可能性業已降至最低的情形下，予以平面化。而除了具有水份吸收阻力及良好的薄膜厚度均勻性以外，於高溫下沈積成之本 USG 薄膜可以提供極佳之高縱橫比間隙填充力，而無形成會造成後續元件問題的一些空隙或薄弱接合縫之虞。

大致上，高壓  $O_3/TEOS$  USG 薄膜可能會顯現有圖案或表面敏感性作用，此會導致吾人不想要有的不均勻沈積現象；吾人已看出因不均勻沈積而起之一些問題會隨著  $O_3/TEOS$  比例愈高而愈形惡化。有利的是，在諸如至少大約  $550^\circ C$  之一些高溫下沈積 USG 薄膜時需要用到較多之 TEOS，俾達到適當之沈積速率；於是，在高溫下沈積成之 USG 薄膜的  $O_3/TEOS$  比例便偏低（小於大約 5:1），因而消除任何圖案或表面敏感性作用。再者，對於在高溫下沈積成之 USG 薄膜來說，薄膜品質（例如密度、綳縮率等等）頗高；由於此等高溫沈積 USG 薄膜之高密度，是故其便不需要作電漿緻密化處理或附以電漿氧化物蓋帽層，因而可避免對晶圓造成任何電漿損傷；而腔室內沒有因該等處理

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( 145 )

所需之電漿出現，亦連帶降低晶圓內之諸元件遭金屬污染及可能短路的機率。相較於經常需要作電漿緻化處理或加附電漿氧化物蓋帽層且可能會在回火後發生縮縮而開出空隙的低溫熱 USG 薄膜，依本發明在大約 550°C 之溫度下沈積成的熱 USG 薄膜則顯現出絕佳之間隙充填能力、最小縮縮量、及均勻之薄膜密度、與低金屬污染量，且不會有電漿損害。

上文所作諸實驗的描述證明了所沈積 USG 薄膜供用於舉例而言充作供充填淺槽溝隔離所需高縱橫比槽溝用之高品質氧化物層的合適性；相同之 CVD 裝置亦可用於針對 IMD 應用場合而在低於 500°C 之溫度下沈積 USG 薄膜，是以當然，上文之描述即不應視為是本發明之範圍的限制。

應知，上列敘述內容係只欲供舉例說明之用而已，而毫無限制之意；熟於此技者在閱畢上列敘述內容後，將可輕易思及許多種實施例，舉例而言，本文所述之發明儘管主要已針對 USG、BSG、PSG、和 BPSG 處理程序製法秘訣加以說明，但它們並不限於此；例如，依據其他實施例所形成之介電薄膜可以為一種砷摻雜氧化矽薄膜或是其他摻雜薄膜；再舉另一例言之，介電薄膜之沈積固已提及係用諸如氬的承載氣體，但例如氫或氮等等的其他承載氣體同樣亦可採用；再舉進一步實例言之，諸介電層已針對一些特定應用場合被描述，包括摻雜接面形成、PMD 層、IMD 層、氧化物充填層、蓋帽層等等；當然應知，上文所述之同一種 CVD 裝置可用於在低於大約 400°C 之溫度下，以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 146 )

在高於 500°C 之溫度下沈積諸介電層；另外，本發明之各個概念層面亦可運用於其他應用場合中，熟於此技者將可推想出供沈積介電層且仍落於本發明之申請專利範圍的範圍以內的其他等效或替換性方法。職是之故，本發明之範圍即不應參照上列敘述來決定，而應換成參照後附申請專利範圍連同此等申請專利範圍所應有之諸等效物的完整範圍來決定。

元件標號對照表

|          |                |        |          |
|----------|----------------|--------|----------|
| 10       | CVD 裝置／系統      | 13     | 虛線       |
| 15       | 真空腔室           | 16     | 氣體反應區    |
| 20       | 氣體散佈板／歧管／淋灑頭   | 17     | 內壁／側壁    |
| 25       | 加熱器／晶圓支撐臺座／納置台 | 21-22  | 箭頭       |
| 30       | 加熱器／舉昇總成       | 35、250 | 腔室內襯     |
| 40       | 環狀(形)抽泵通道      | 43     | 供應管線／入口管 |
| 47       | 清潔氣體導管         | 50     | 處理器      |
| 55       | 遠距電漿系統         | 57     | 入口／輸入管線  |
| 60       | 排氣管線           | 63     | 節流閥系統    |
| 65       | 控制線            | 70     | 記憶體      |
| 73a      | CRT 監視器        | 73b    | 光筆       |
| 75       | 主構架單元          | 80     | 氣體供應面板   |
| 83、85、97 | 管線             | 90     | 氣／液體供應源  |
| 93       | 混合系統／冷卻劑通道     | 95     | 關斷閥／切換閥  |
| 96       | 閥體             | 100    | 質量流量控制器  |

## 五、發明說明 ( 147 )

|             |             |          |           |
|-------------|-------------|----------|-----------|
| 105         | 切換閥         | 110      | 微波電源供應器   |
| 115         | 臭氧發生器       | 150      | 電腦程式      |
| 153         | 程序選擇器次常式    | 155      | 程序排序器次常式  |
| 157a-c      | 腔室管理器次常式    | 159      | 終點檢測控制次常式 |
| 160         | 基體定置次常式     | 163      | 處理氣體控制次常式 |
| 165         | 壓力控制次常式     | 167      | 加熱器控制次常式  |
| 169         | 氣體吸除控制次常式   | 170      | 電漿控制次常式   |
| 200         | 包封總成        | 205      | 氣體散佈系統    |
| 210         | 排氣系統        | 215      | 液體冷卻系統    |
| 217、219     | 接水管         | 220      | 水流檢測器     |
| 225         | 外蓋總成        | 230、230' | 內蓋總成      |
| 233         | 蓋罩          | 235      | 切除部       |
| 237         | 蓋夾          | 239      | 蓋鉸鏈       |
| 241         | 鎖定棘輪機構      | 243      | 槽縫閥開口     |
| 245         | 內壁          | 252      | 壁棚部       |
| 253         | 內部部分        | 254      | 環形唇       |
| 255         | 外部部分        | 257      | 垂直支柱      |
| 259         | 內部氣隙        | 261      | 環形罩       |
| 265         | 蓋或基板        | 270      | 清潔氣體歧管    |
| 273         | 氣體混合盒／氣體混合塊 | 277      | 清潔氣體歧管    |
| 280         | 閘閥          | 281      | 致動手把      |
| 290、331、464 | 入口          | 291      | 內部內襯      |
| 292         | 施加器管        | 293      | 流體通道      |
| 295         | 內部通道／中央孔    | 297      | 外部環形通道    |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 148 )

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 301 擋板或氣體分散板             | 303、305 安裝螺釘 |
| 311 平坦板體／凹部              | 313 外凸緣      |
| 315 孔洞／氣體散佈孔             | 316、318 托環   |
| 317、320 腔室               | 321 圓形碟／下表面  |
| 325 氣體分散孔                | 326 下表面      |
| 327 中央孔                  | 333、466 出口   |
| 343 環形凹部                 | 345 環形蓋      |
| 351、357 箭頭               | 355 環狀槽形孔口   |
| 361 氣體通道                 | 363 真空關斷閥    |
| 369 閥總成                  | 371 隔離閥      |
| 373 節流閥                  | 381、383 壓力計  |
| 385 控制器                  | 391、393 支撐軸  |
| 395 舉昇管                  | 400 驅動總成     |
| 403 上方晶圓支撐表面             | 405 環形隆起周邊凸緣 |
| 407 步進馬達                 | 409 齒輪驅動器    |
| 411、413 蛇腹部              | 418 鋁軸       |
| 420 環形撞擊板                | 422 環形凸緣     |
| 430 支撐／舉昇指               | 432 引導椿      |
| 440 電阻性加熱器線圈總成           | 445 中空心部     |
| 453 開口                   | 455 基座       |
| 457 密封構件                 | 461 可垂直移動支撐部 |
| 463 內部冷卻劑通道              | 471 加熱器線圈    |
| 472、474 電氣接點             | 475 導體引線     |
| 473 加熱器元件／埋置 RF 網目接地平面電極 |              |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

份

## 五、發明說明 (149)

|               |             |               |          |
|---------------|-------------|---------------|----------|
| 477           | 金屬嵌入物       | 481           | 鉬塞       |
| 491           | 熱電偶         | 493           | 長形管      |
| 495           | 感測器         | 500           | 環形冷卻劑通道  |
| 501           | 熱電偶導引部      | 502           | 環形流體通道   |
| 503           | 壓縮彈簧        | 505           | 井        |
| 510           | 旁通通道        | 580-598       | 步驟       |
| 701           | 阻抗匹配系統      | 703           | 相位檢測器    |
| 705           | 循環器         | 707           | 負載       |
| 711           | 磁控管         | 715、717、721   | 波導段      |
| 719           | 接合部         | 731           | 紫外線燈     |
| 733           | UV 電源供應器    | 800           | 清潔終點檢測系統 |
| 802           | 氣體檢測器       | 804           | 旁通管線／殼體  |
| 806           | 控制閥／貫穿孔     | 808、810       | 凸緣       |
| 812、813       | 紅外線窗        | 814           | 遠紅外線燈    |
| 816           | IR 檢測器      | 900           | 積體電路     |
| 903、1000      | NMOS 電晶體    | 906、1000      | PMOS 電晶體 |
| 912、1010、1118 | 源極區         | 915、1012、1120 | 汲極區      |
| 918           | 閘極區         | 920、1006      | 場氧化物區    |
| 921           | 預金屬介電(PMD)層 | 924           | 接點       |
| 926           | 通孔          | 927-929       | 中間金屬介電層  |
| 930           | 平面化鈍化層      | 940-946       | 金屬層      |
| 1000          | MOS 電晶體     | 1002、1116     | 閘極電極     |
| 1003          | 閘極氧化物       | 1004          | 材料       |
| 1008、1106     | 摻雜介電層       | 1020          | 超淺接面     |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 150 )

|           |         |      |        |
|-----------|---------|------|--------|
| 1030、1110 | 蓋帽層     | 1100 | 半導體材料  |
| 1102      | 槽溝      | 1104 | 光罩     |
| 1108      | 超淺通道停止區 | 1110 | 氧化物    |
| 1112、1114 | 元件      | 1200 | 基體     |
| 1220      | 閘極電極    | 1240 | 矽化鎢蓋帽層 |
| 1260      | 氧化物層    | 1280 | PSG 薄膜 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 四、中文發明摘要 (發明之名稱： 半導體晶圓高溫處理系統及方法 )

本發明提供用於高溫 (至少約500至800°C) 處理半導體晶圓之一些系統、方法和裝置。本發明之諸系統、方法和裝置可讓多道處理程序步驟在原地非中斷式地于同一腔室內執行，而縮短總處理時間並確保對高縱橫比元件有高品質處理過程。在同一腔室內執行多道處理程序步驟的作法亦可提高對製程參數之控制性，並減少元件損傷。特別地，本發明可提供高溫沈積、加熱及有效清潔等動作，供形成具有厚度均勻性、良好間隙充填能力、高密度、低含水量、及其他期望特性的一些介電薄膜。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

## 英文發明摘要 (發明之名稱： Systems and Methods for High Temperature Processing of Semiconductor Wafers )

The present invention provides systems, methods and apparatus for high temperature (at least about 500-800°C) processing of semiconductor wafers. The systems, methods and apparatus of the present invention allow multiple process steps to be performed in situ in the same chamber to reduce total processing time and to ensure high quality processing for high aspect ratio devices. Performing multiple process steps in the same chamber also increases the control of the process parameters and reduces device damage. In particular, the present invention can provide high temperature deposition, heating and efficient cleaning for forming dielectric films having thickness uniformity, good gap fill capability, high density, low moisture, and other desired characteristics.

訂

線

## 六、申請專利範圍

- 1.一種在真空腔室內處理加熱器上之基體的方法，該真空腔室處在介於大約 10 至 760 torr 之間的一個壓力下，該方法包含有下列步驟：

將一或多種處理氣體引入該真空腔室內；

於該真空腔室內沈積一層介電層在該基體上；以及

在該真空腔室內把該加熱器加熱至高於大約 500°C 的一個溫度。

- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟係在該沈積步驟期間施行。

- 3.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟係在該沈積步驟之後施行。

- 4.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟係把該加熱器加熱至高於大約 600°C 的一個溫度。

- 5.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟係把該加熱器加熱至高於大約 700°C 的一個溫度。

- 6.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟係把該加熱器加熱至高於大約 800°C 的一個溫度。

- 7.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該介電層係被沈積而覆於該基體上，且其中該基體包括有具大於大約 2.5:1 之縱橫比的一些形貌體。

- 8.如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該介電層係均勻者。

- 9.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該加熱步驟使該介電層再熔回流。

## 六、申請專利範圍

- 10.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該加熱步驟使一些摻雜劑自該介電層擴散進入該基體內。
- 11.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該介電層具有低含水量。
- 12.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該沈積步驟係為在無電漿之狀況下施行的一種熱程序。
- 13.如申請專利範圍第1項所述之方法，其更包含有從該真空腔室內之一個表面上蝕刻掉殘餘物的步驟。
- 14.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中該蝕刻步驟把該等殘餘物自該表面上清除，而該表面包含該基體。
- 15.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中該蝕刻步驟把該等殘餘物自該表面上清除，而該表面包含該真空腔室之一些表面。
- 16.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中該蝕刻步驟係在該引入步驟與該沈積步驟之前施行。
- 17.如申請專利範圍第16項所述之方法，其更包含有于該真空腔室內沈積一層第二介電層於該基體上的步驟，該第二沈積步驟係於該第一沈積步驟之後施行。
- 18.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該真空腔室係為一種單一晶圓腔室。
- 19.一種在真空腔室內處理加熱器上之基體的方法，包含有下列步驟：

于該真空腔室內維持一個介於大約10至760 torr之間的一個壓力；

## 六、申請專利範圍

將一或多種處理氣體引入該真空腔室內；以及

於該真空腔室內沈積一層介電層在該基體上，該加熱器被加熱至高於大約 500°C 的一個溫度。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該沈積步驟

係在該真空腔室內于高於大約 600°C 的一個溫度下進行。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該沈積步驟

係在該真空腔室內于高於大約 700°C 的一個溫度下進行。

22. 一種積體電路元件製造裝置，包含有：

容裝一組處理腔室之一套包封體，該處理腔室包括有用以使一些處理氣體流入該處理腔室的一個入口、用以使被用過的處理氣體自該處理腔室排出的一個出口、用以把該處理腔室維持在介於大約 10 至 760 torr 之間的一個選定壓力下的一組真空系統、以及一個基體支撐表面，該包封體界定出大致圍住該基體支撐表面的一個內部表面；

其中該基體支撐表面和該包封體之該內部表面的至少一個主要部分，係由可抗拒因該等處理氣體在高於大約 500°C 之一些溫度下之化學性質而生之沈積或攻擊作用的一種材料所構成。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其中該基體支撐表面包括有可被加熱達到高於大約 500°C 之一些溫度的一個加熱器元件。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其中該基體支撐表面包括有可被加熱達到高於大約 650°C 之一些溫度的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

一個加熱器元件。

25.如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其中該材料包含有陶瓷。

26.如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其中該內部表面之至少一個主要部分包括有大致鄰近該基體支撐表面之一些邊緣的一個處理腔室內襯。

27.如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其更包含有耦接於該入口的一組遠距電漿系統，該遠距電漿系統提供包含一種清潔氣體的一些處理氣體。

28.如申請專利範圍第 27 項所述之裝置，其中該具內襯之通道係加襯有可抗拒該清潔氣體之化學性質所生之沈積或攻擊作用的一種材料。

29.如申請專利範圍第 27 項所述之裝置，其中該清潔氣體包括有氟，而該材料係可抗拒該氟在超過 500°C 之一個溫度下所生之蝕刻作用。

30.一種基體處理系統，包含有：

一組處理腔室，該處理腔室包括有一些內壁與一個陶瓷內襯，該陶瓷內襯構成該等內壁之至少一部分的襯裡；

一組真空系統，被組配來在該處理腔室內維持一個選定壓力；

一組氣體輸送系統，被組配來輸送一些選定之反應性氣體到該處理腔室，該氣體輸送系統包括有一組沈積供應系統與一組雙輸入盒，該組雙輸入盒具有一個第一

## 六、申請專利範圍

輸入與一個第二輸入，該氣體輸送系統係被組配來在某一選定時間透過該組雙輸入盒之一個選定輸入將該等選定反應性氣體引入該處理腔室內，且該沈積供應系統係被組配來在一些第一反應性氣體為該等被選定反應性氣體時把該等第一反應性氣體從該第一輸入輸送到該處理腔室；

一組遠距微波電漿系統，被組配來產生一些第二反應性氣體並在該等第二反應性氣體為該等被選定反應性氣體時將該等第二反應性氣體從該第二輸入輸送到該處理腔室；

一組加熱系統，其係被組配來加熱該處理腔室，該加熱系統包括有用以放置一塊基體的一個加熱器，該加熱器包含有一個陶瓷外部，且該加熱器可加熱達到至少大約 500°C；

一組控制器，被組配來控制該氣體輸送系統、該遠距微波電漿系統、該加熱系統、與該真空系統；以及

耦接於該控制器的一組記憶體，其包含有一種電腦可讀取媒體，該媒體具有編入其內而用以指揮該基體處理系統之運作的一套電腦可讀取程式，該套電腦可讀取程式包括有：

一組第一組電腦指令，用以控制該氣體輸送系統于一段第一時間週期內從該第一輸入引入一些第一反應性氣體進入該處理腔室以供沈積一層介電層，其中該第一組電腦指令包括有：

## 六、申請專利範圍

一組第一副組電腦指令，用以控制該真空系統而在該處理腔室內維持介於大約 10 至 760 torr 之間的一個壓力；以及

一組第二副組電腦指令，用以控制該加熱系統而在該第一時間週期內將該加熱器加熱達到介於大約 200 至 650°C 之間的一個選定溫度；

以及一組第二組電腦指令，用以控制該氣體輸送系統于一段第二時間週期內從該第二輸入引入該等第二反應性氣體進入該處理腔室，其中該第二組電腦指令包括有：

一組第三副組電腦指令，用以控制該遠距微波電漿系統而在該第二時間週期內提供該等第二反應性氣體進入該處理腔室；以及

一組第四副組電腦指令，用以控制該真空系統而在該第二時間週期內于該處理腔室中維持落於一個預定壓力範圍內的一個壓力。

31.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該電腦可讀取程式更包含有：

一組第三組電腦指令，用以控制該氣體輸送系統于一段第三時間週期內不引入反應性氣體到該處理腔室內，而于該第三時間週期內執行一道加熱步驟，其中該第三組電腦指令包括有：

一組第五副組電腦指令，用以控制該真空系統而于該處理腔室中維持介於大約 10 至 760 torr 之間

## 六、申請專利範圍

的一個壓力；以及

一組第六副組電腦指令，用以控制該加熱系統于該段第三時間週期內把該加熱器加熱達到介於大約 750 至 850°C 之間的一個選定溫度。

32.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該等第一反應性氣體包括有 TEOS 與  $O_3$ ，以沈積出包含有氧化矽的該介電層。

33.如申請專利範圍第 32 項所述之基體處理系統，其中該等第一反應性氣體亦包括有一些摻雜劑，且其中該氧化矽係為一種經摻雜之氧化矽。

34.如申請專利範圍第 33 項所述之基體處理系統，其中該等摻雜劑包含有磷，且其中該摻雜氧化矽係為 PSG。

35.如申請專利範圍第 34 項所述之基體處理系統，其中該等摻雜劑係取自 TEPO。

36.如申請專利範圍第 33 項所述之基體處理系統，其中該等摻雜劑包含有硼，且其中該摻雜氧化矽係為 BSG。

37.如申請專利範圍第 33 項所述之基體處理系統，其中該等摻雜劑係取自 TEB。

38.如申請專利範圍第 33 項所述之基體處理系統，其中該等摻雜劑包含有磷與硼，且其中該摻雜氧化矽係為 BPSG。

39.如申請專利範圍第 38 項所述之基體處理系統，其中某些該等摻雜劑係取自 TEPO。

40.如申請專利範圍第 38 項所述之基體處理系統，其中該

## 六、申請專利範圍

等摻雜劑中之其它部分係取自 TEB。

41.如申請專利範圍第 32 項所述之基體處理系統，其中該等第一反應性氣體亦包括有從由氮、氬、與氫所組成之組群中所選出的一種承載氣體。

42.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該陶瓷外部係以從由氯化鋁與氧化鋁所組成之組群中所選出的一種材料構成。

43.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中：

該處理腔室亦包括有具有一條通道的一個外壁，該通道具有靠近該外壁底部的一個第一開口以及在該外壁頂部處的一個第二開口，該通道具有可防止因該等第二反應性氣體之化學性質而生之不期望的沈積或攻擊作用之一個內襯，且該第二開口係耦接於該第二輸入；

以及其中該遠距微波電漿系統係在該處理腔室內耦接到該通道之該第一開口，而使得該等第二反應性氣體通經該通道並經由該第二開口進入該氣體輸送系統之該雙輸入盒。

44.如申請專利範圍第 43 項所述之基體處理系統，其中該內襯係以 PTFE 構成。

45.如申請專利範圍第 43 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體包括有  $\text{NF}_3$  以提供氟。

46.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體係用以在該處理腔室內把一些不希望有的氧化物從該基體之一個表面上蝕刻掉，且該第二時

## 六、申請專利範圍

間週期係在該第一時間週期之前。

47.如申請專利範圍第 46 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體包括有氟。

48.如申請專利範圍第 47 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體包含有  $\text{NF}_3$ 。

49.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體係用以清理該處理腔室，且該第二時間週期係在該第一時間週期之後。

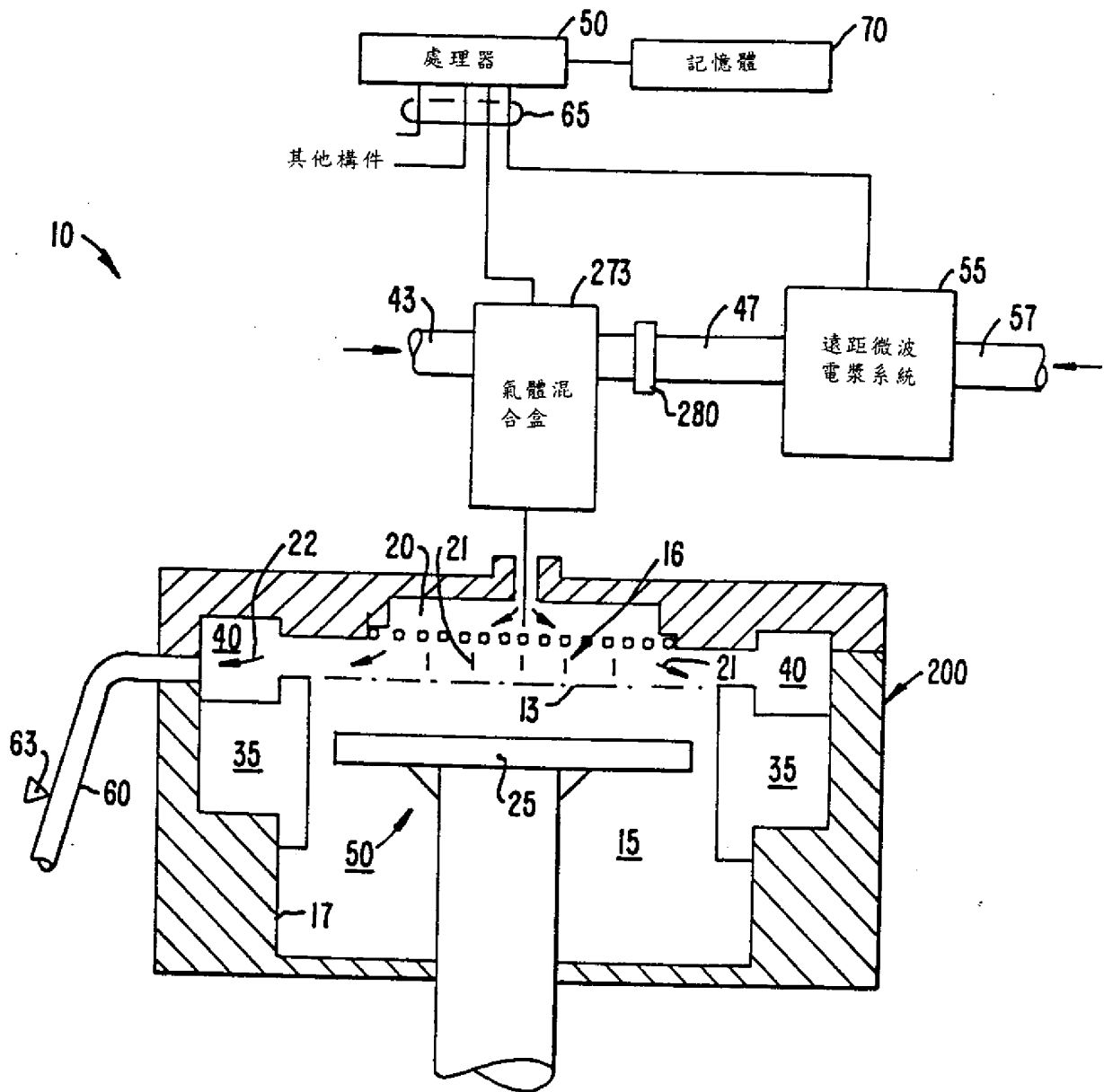
50.如申請專利範圍第 49 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體包括有氟。

51.如申請專利範圍第 50 項所述之基體處理系統，其中該等第二反應性氣體包含有  $\text{NF}_3$ 。

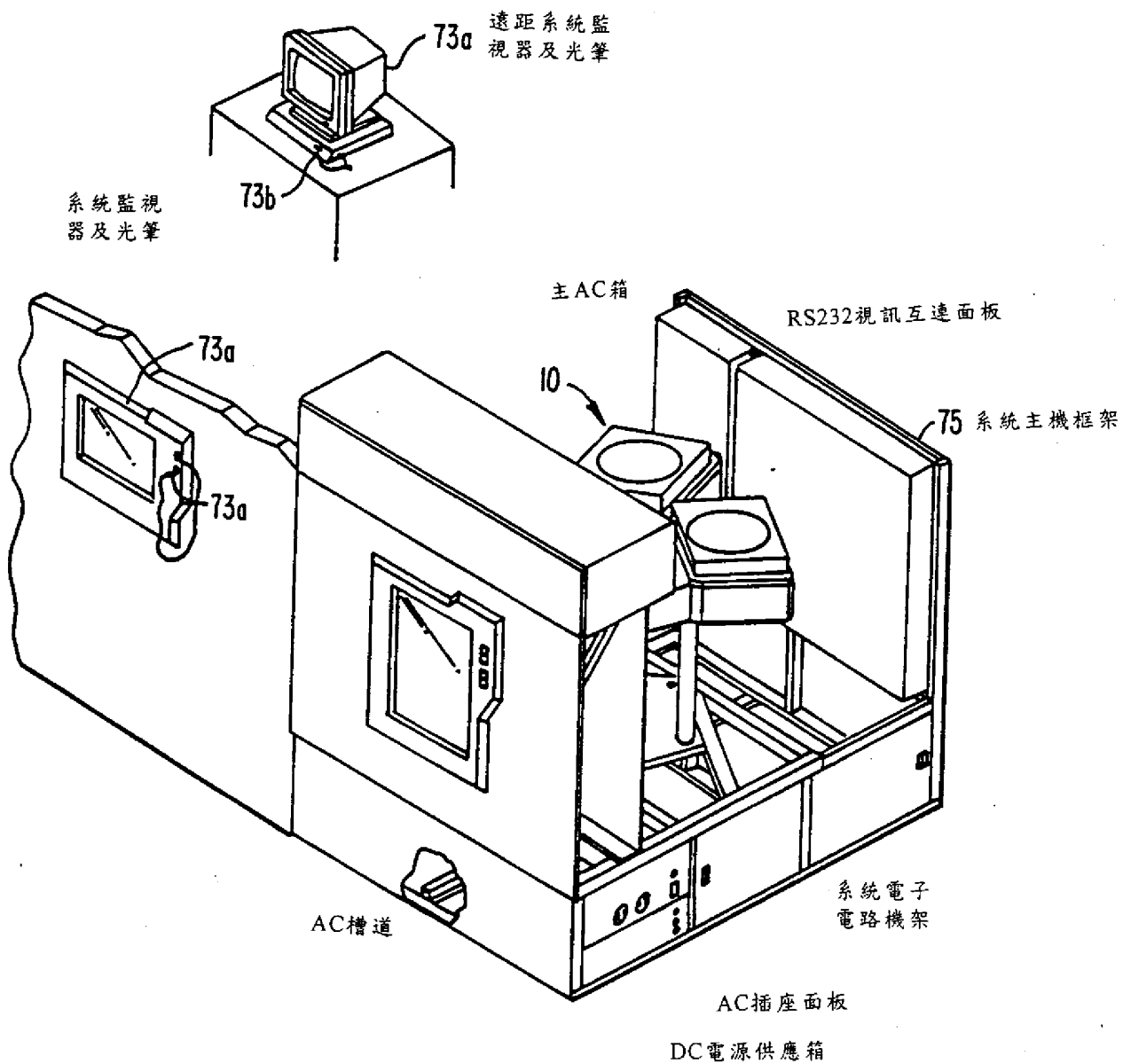
52.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該處理腔室係為一套多腔室系統的一部分。

53.如申請專利範圍第 49 項所述之基體處理系統，其中該預定壓力範圍係為大約 1 至 2 torr。

54.如申請專利範圍第 30 項所述之基體處理系統，其中該氣體輸送系統更包括有位在該第二輸入之前的一個閘閥，該閘閥係選擇性地開啟及關閉。

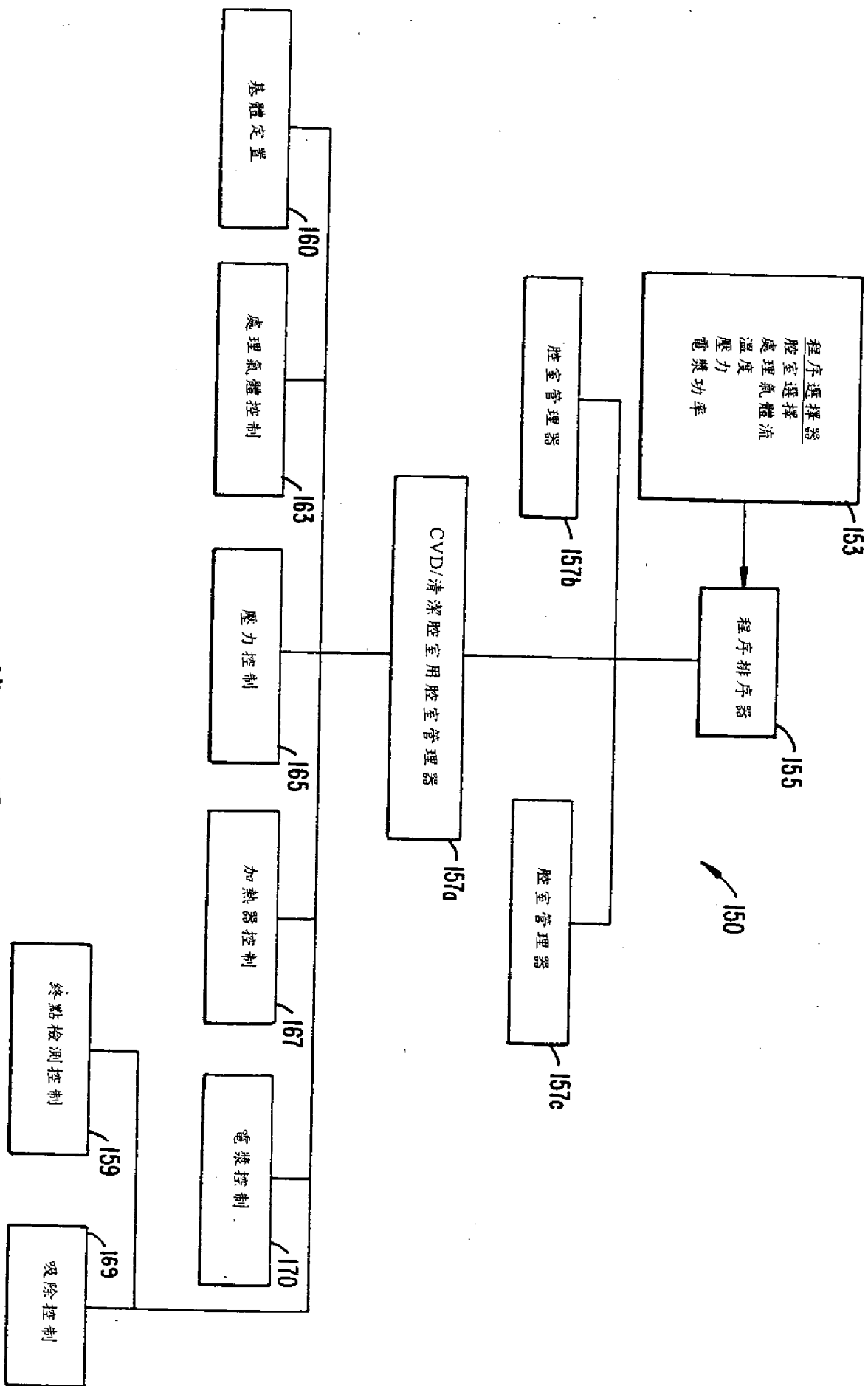


第 1A. 圖

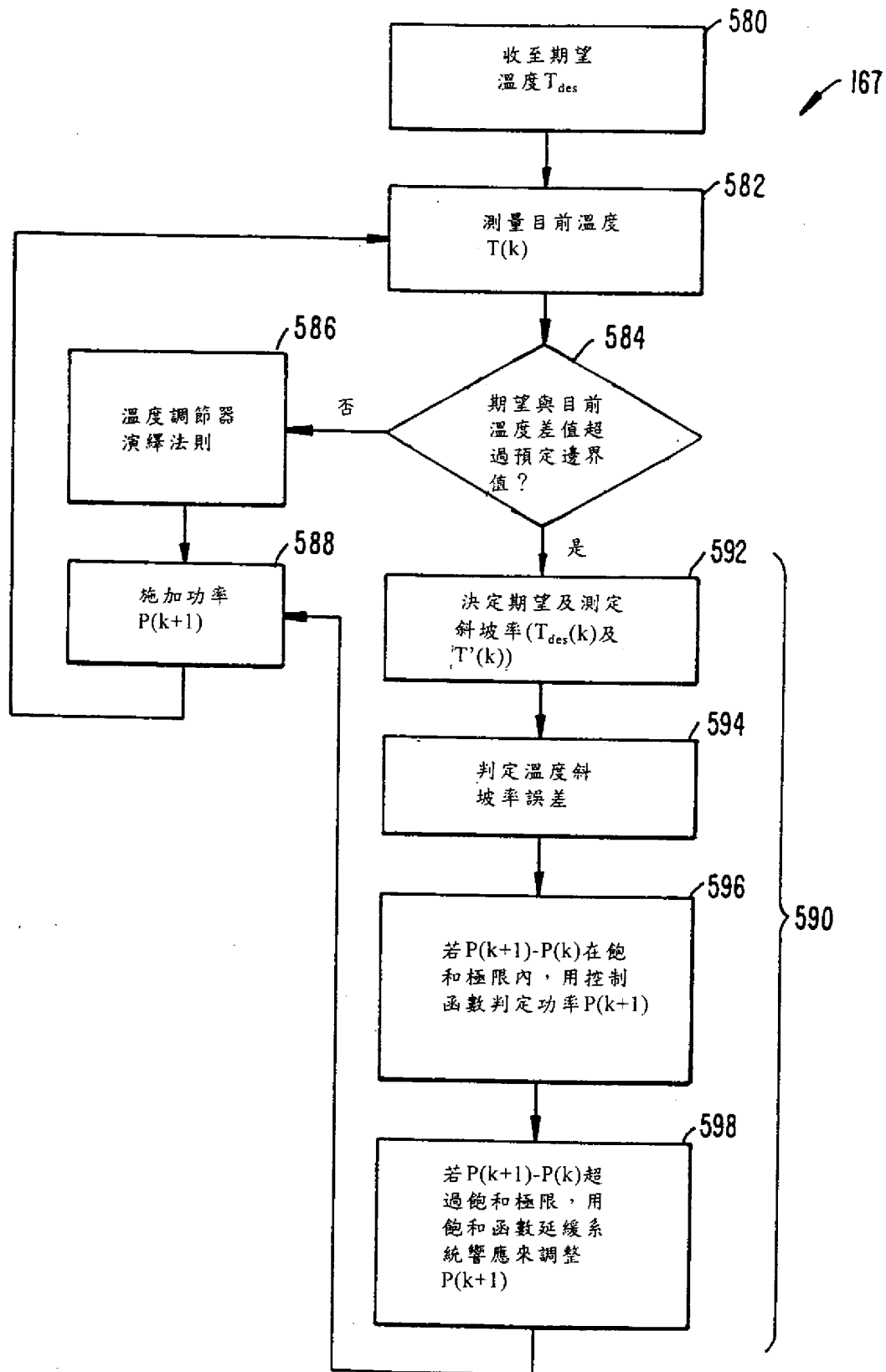


第 1B. 圖

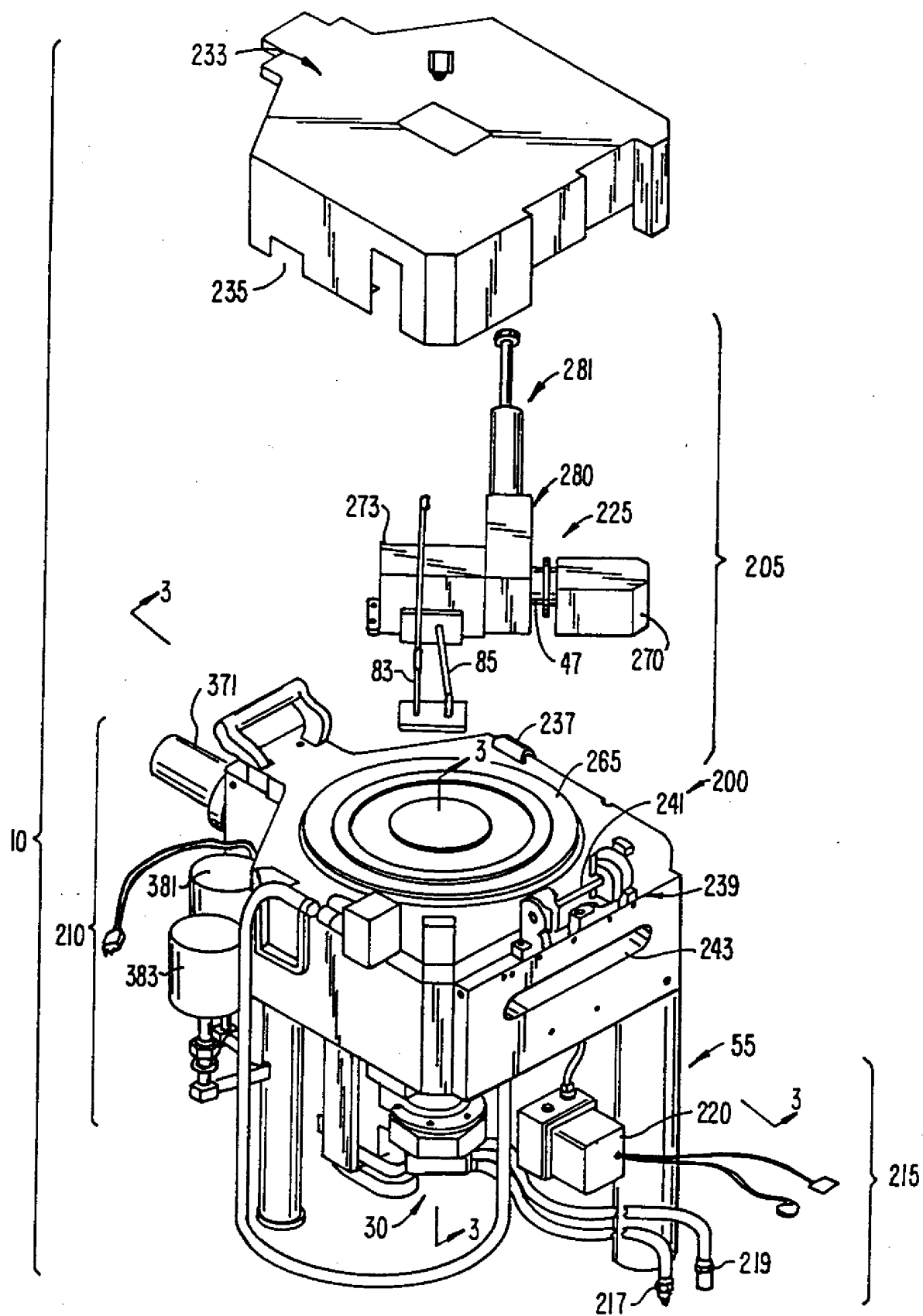




第 1D 圖



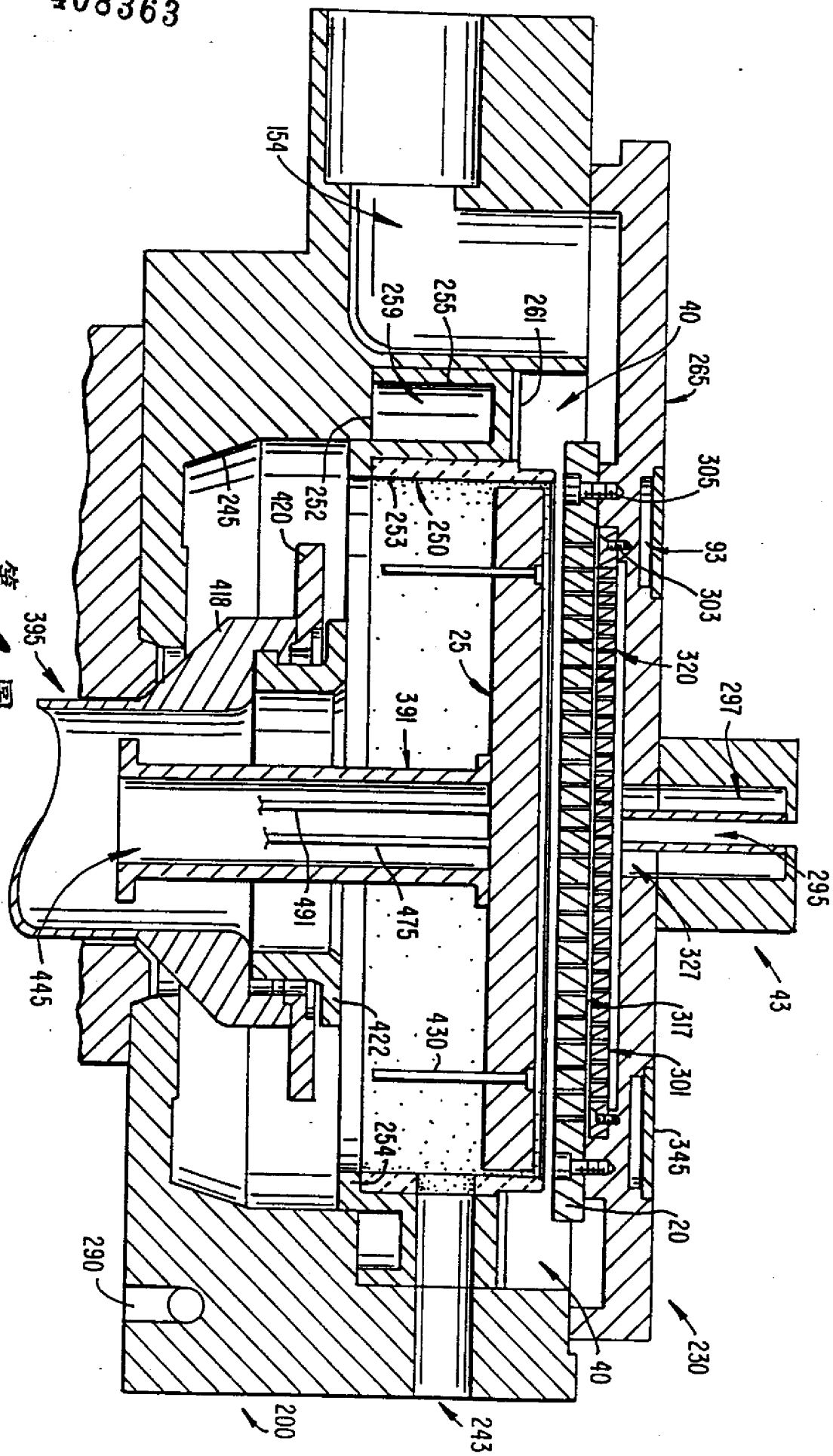
第 1E. 圖

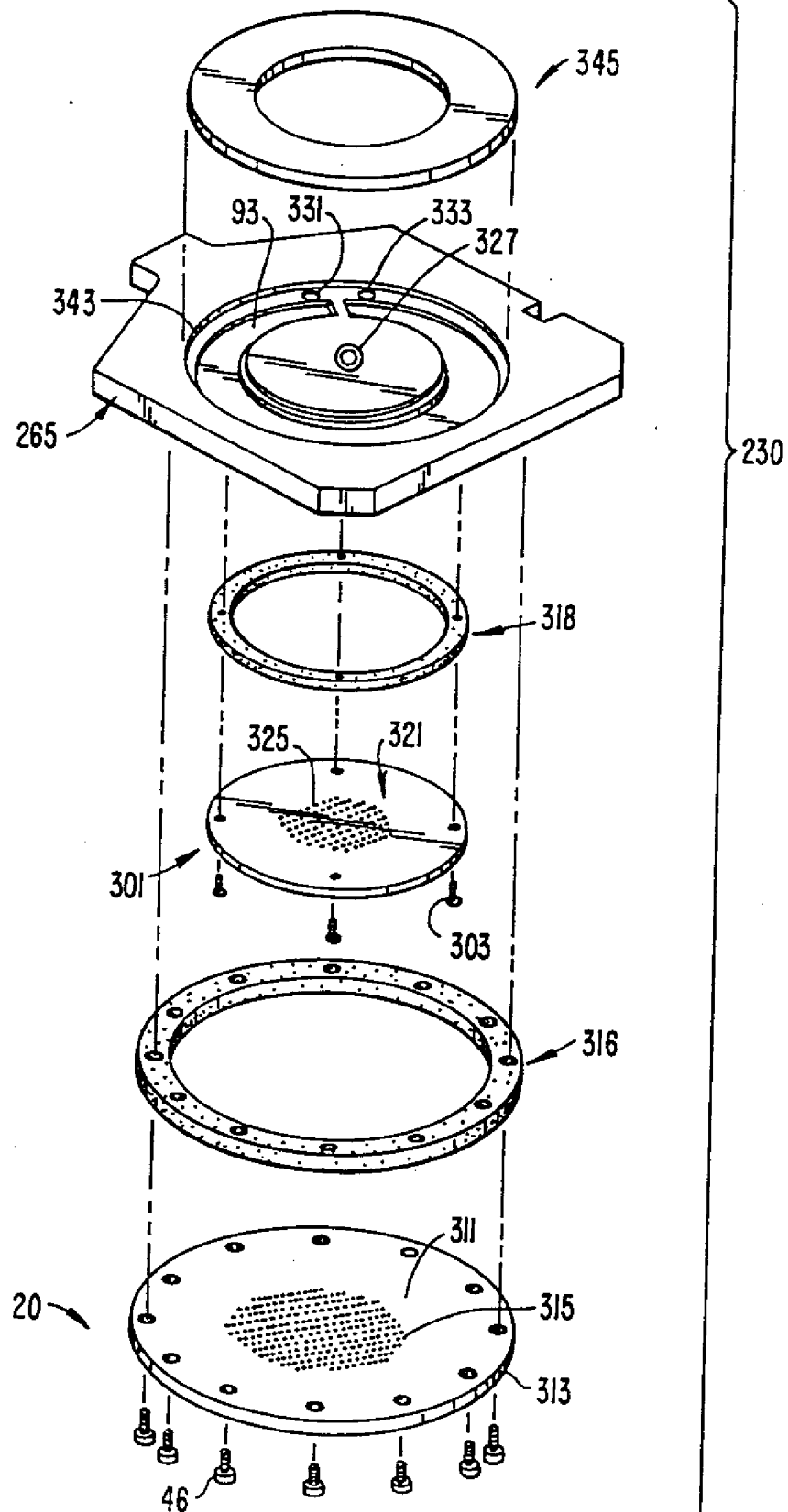


第 2. 圖

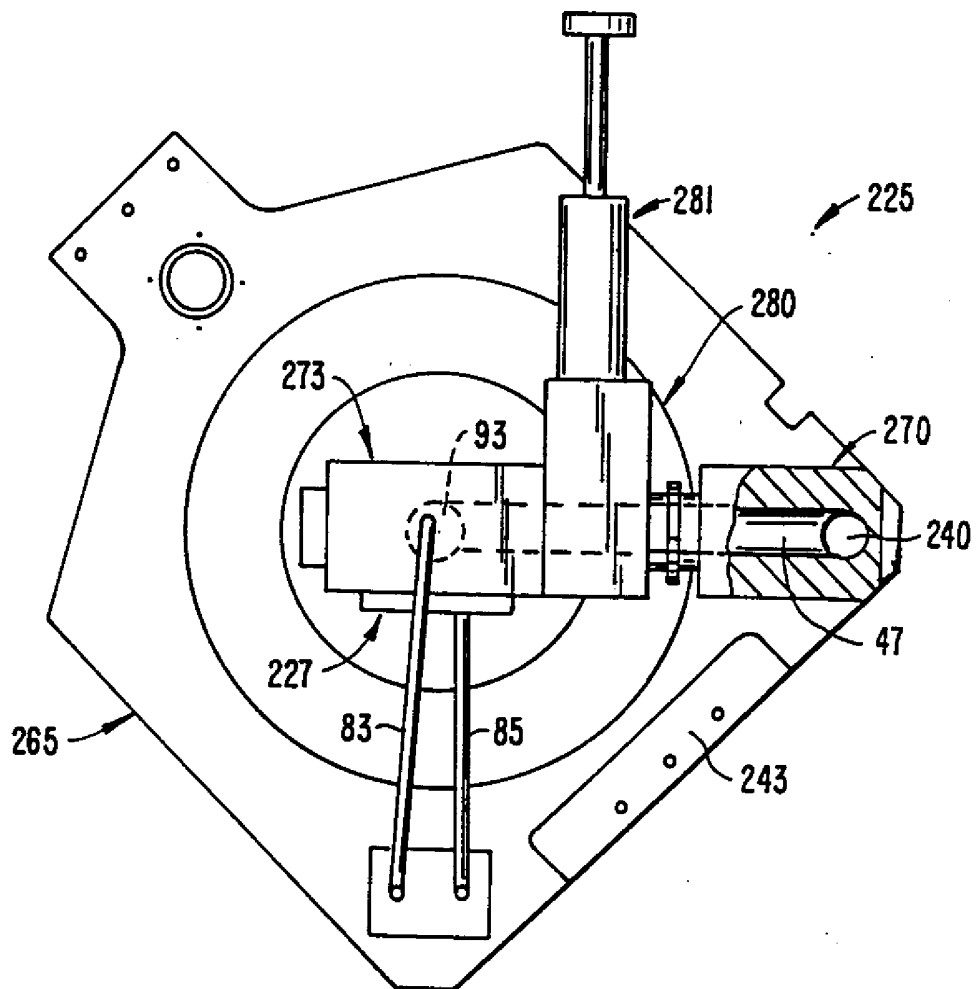


第 4 圖

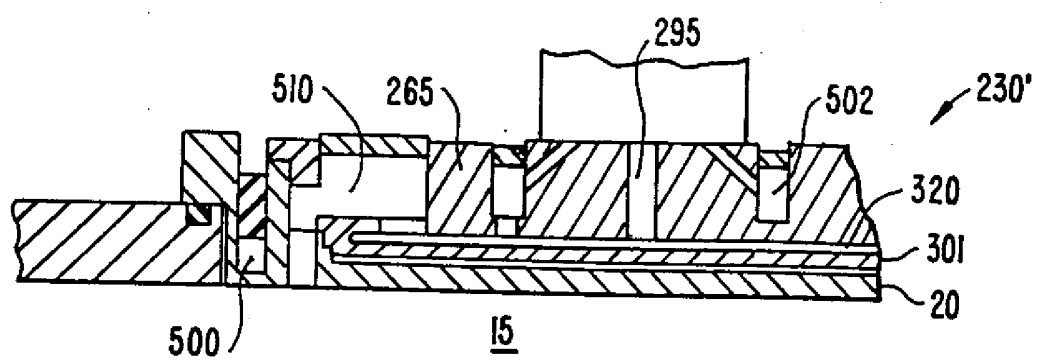




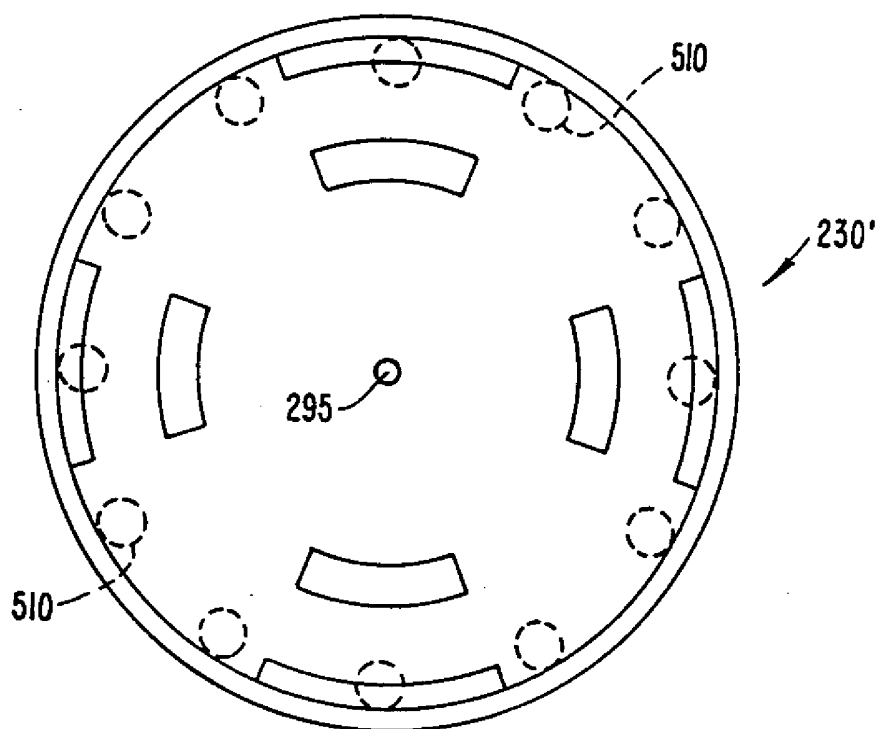
第 5. 圖



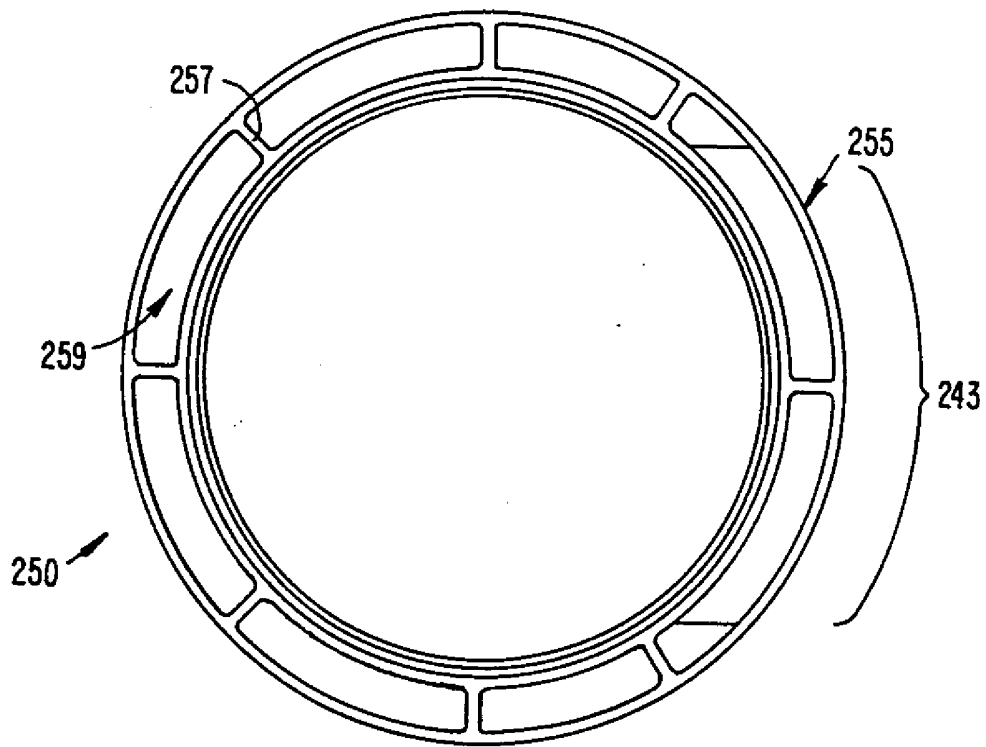
第 6A. 圖



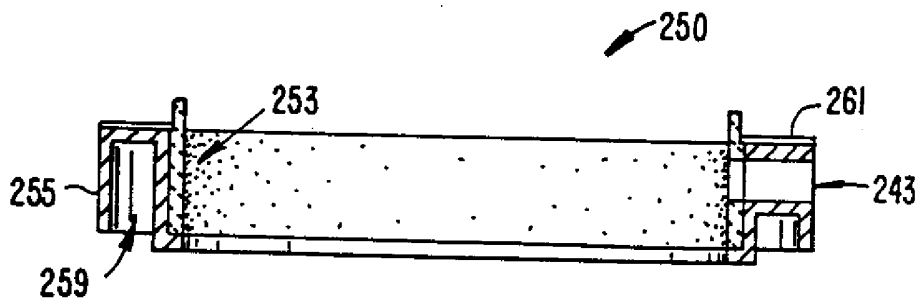
第 6B.圖



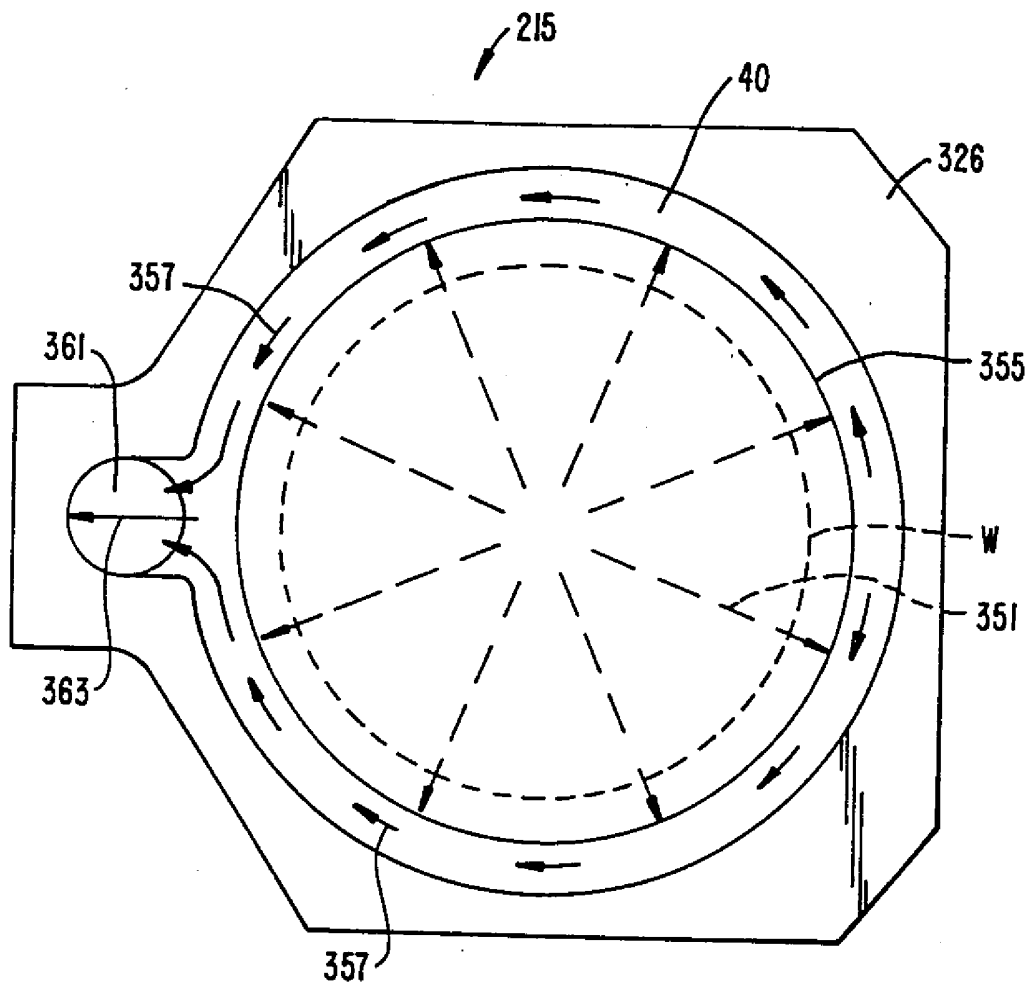
第 6C.圖



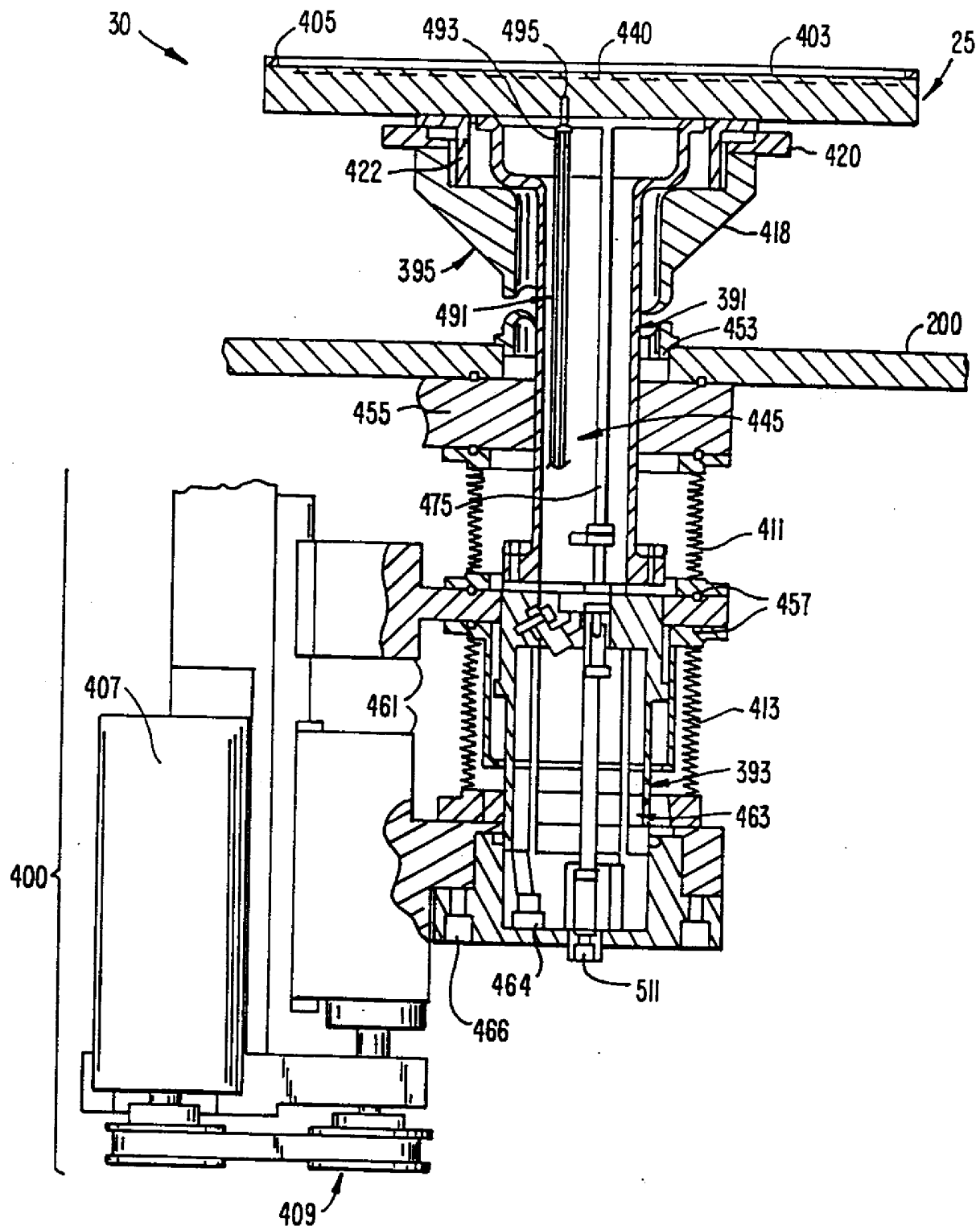
第 7A. 圖



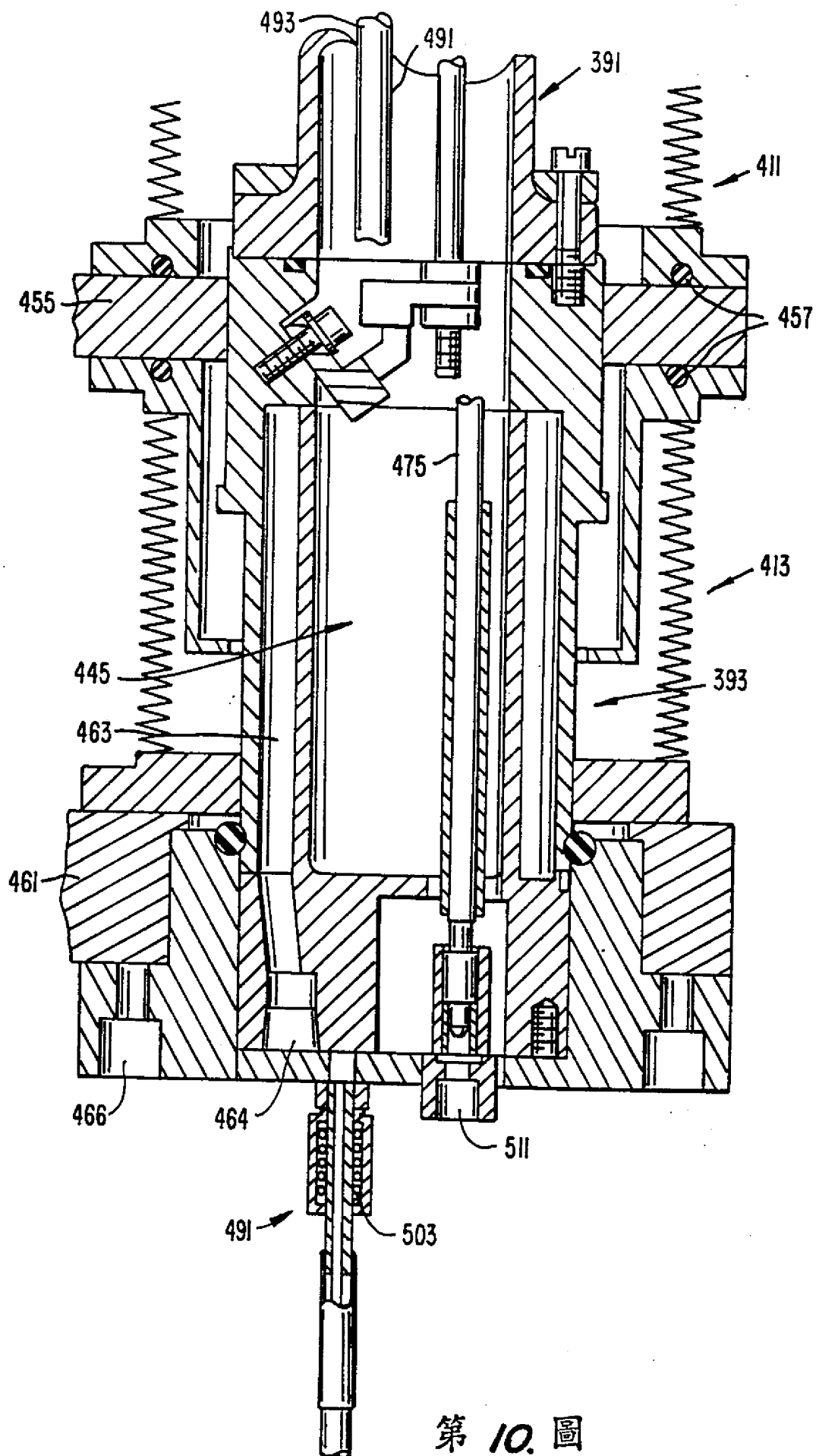
第 7B. 圖



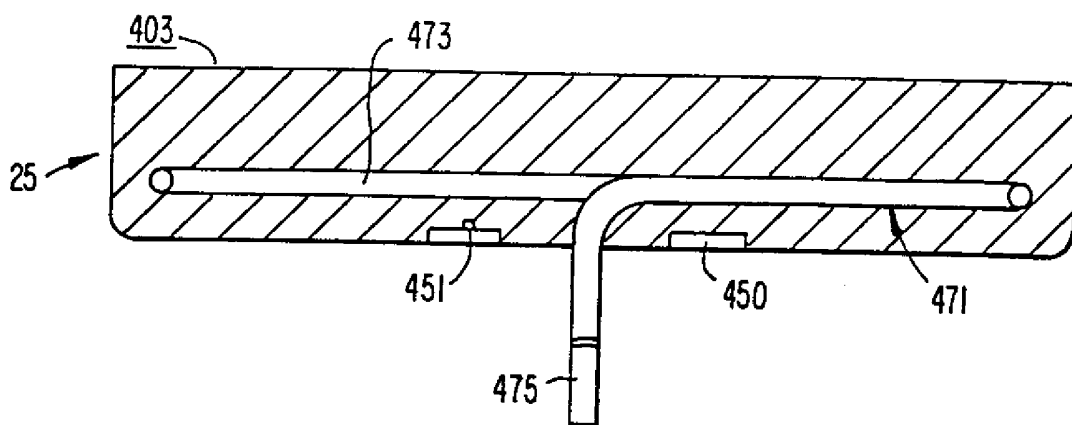
第 8 圖



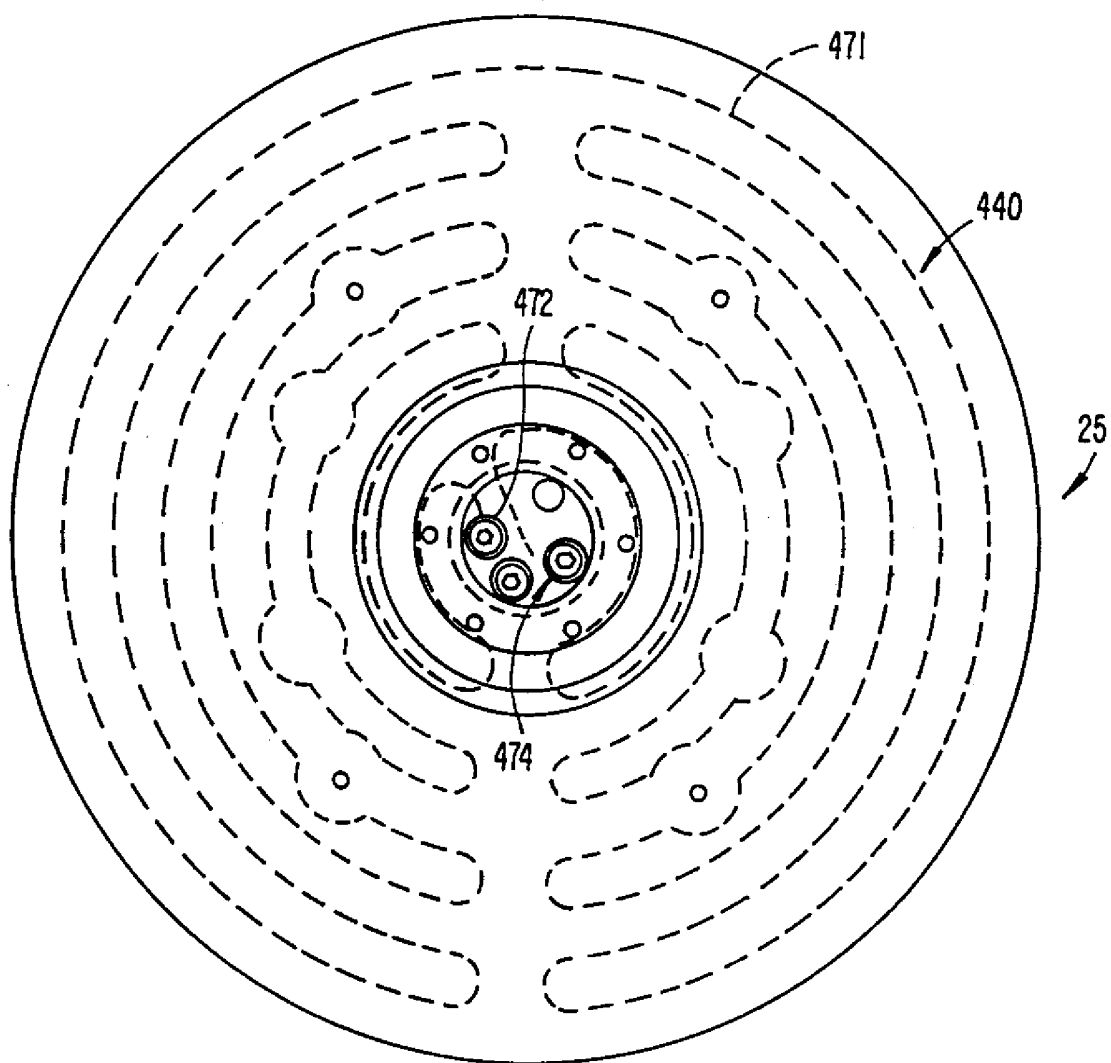
第 9. 圖



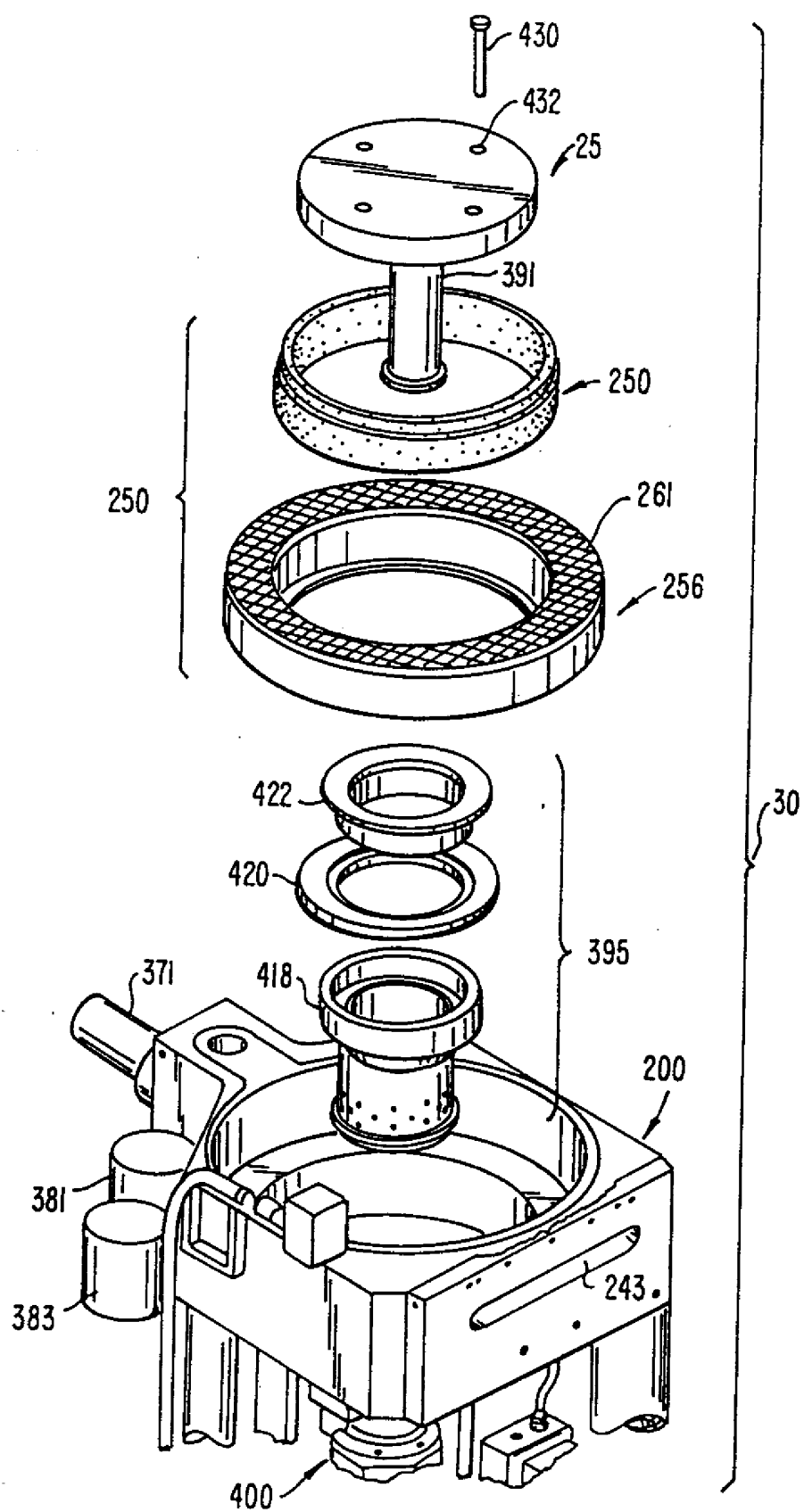
第 10. 圖



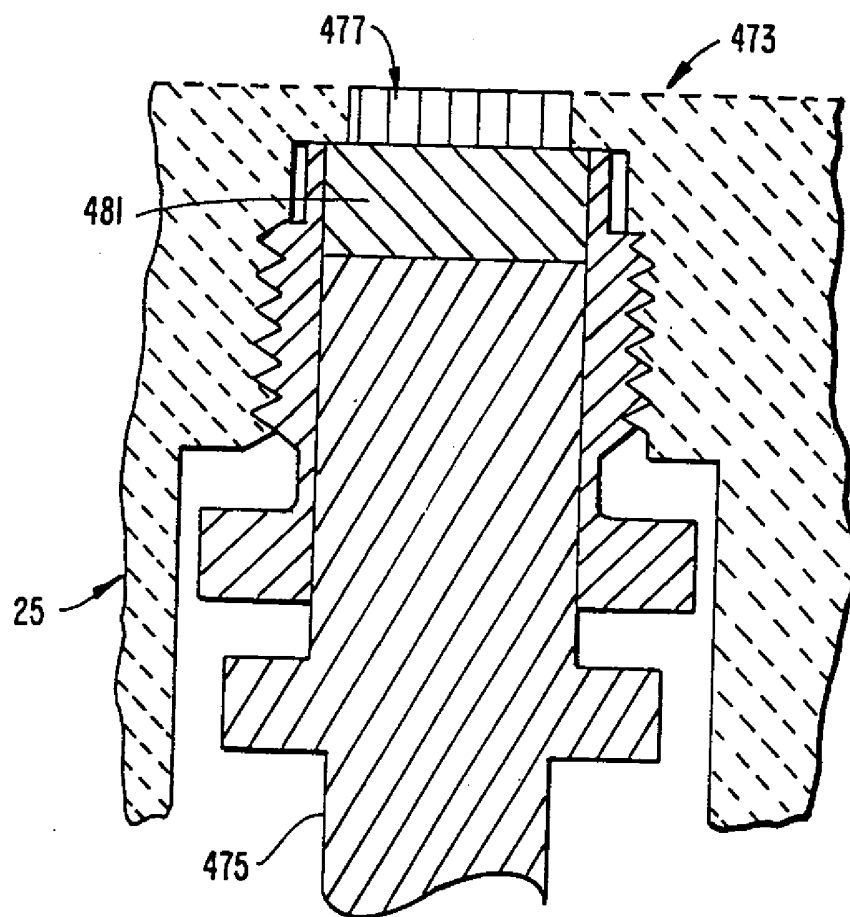
第 11. 圖



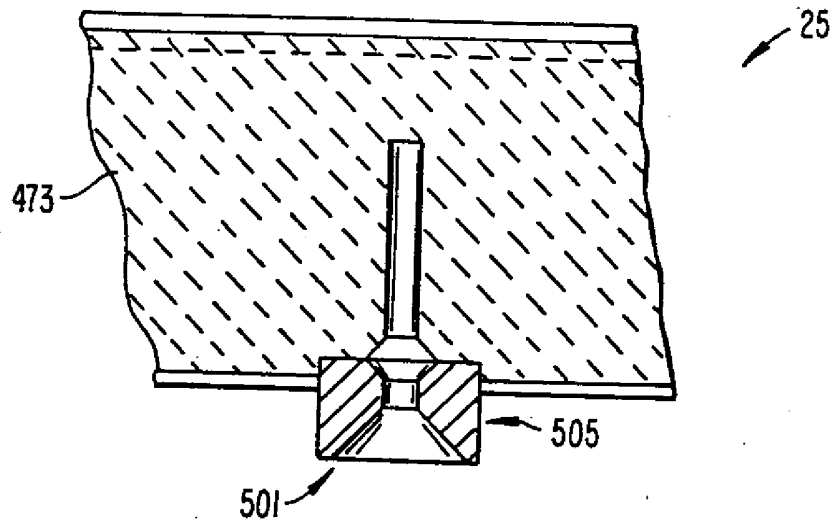
第 12. 圖



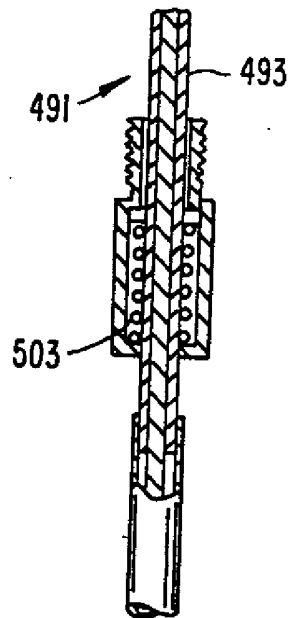
第 13. 圖



第 14. 圖

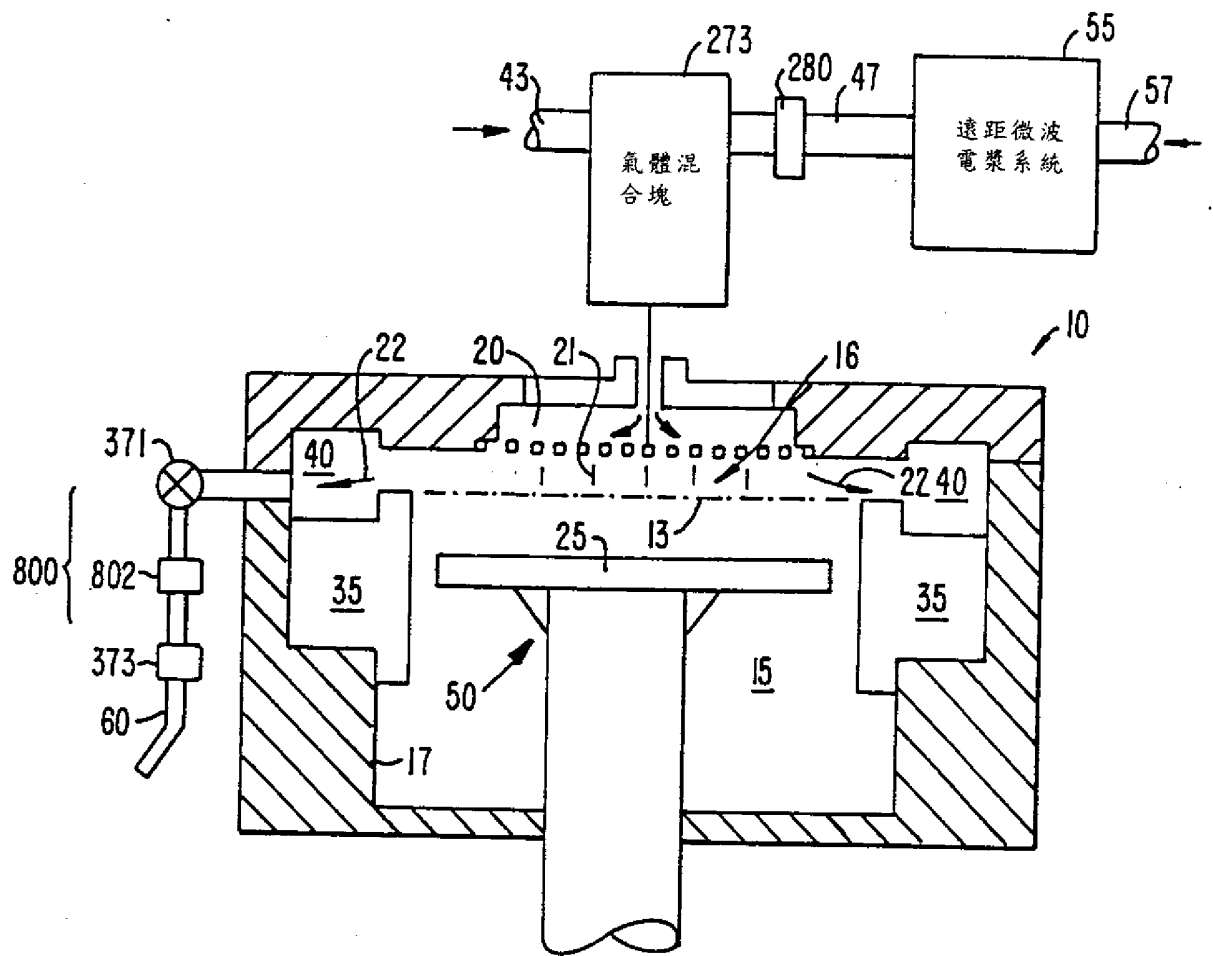


第15A.圖

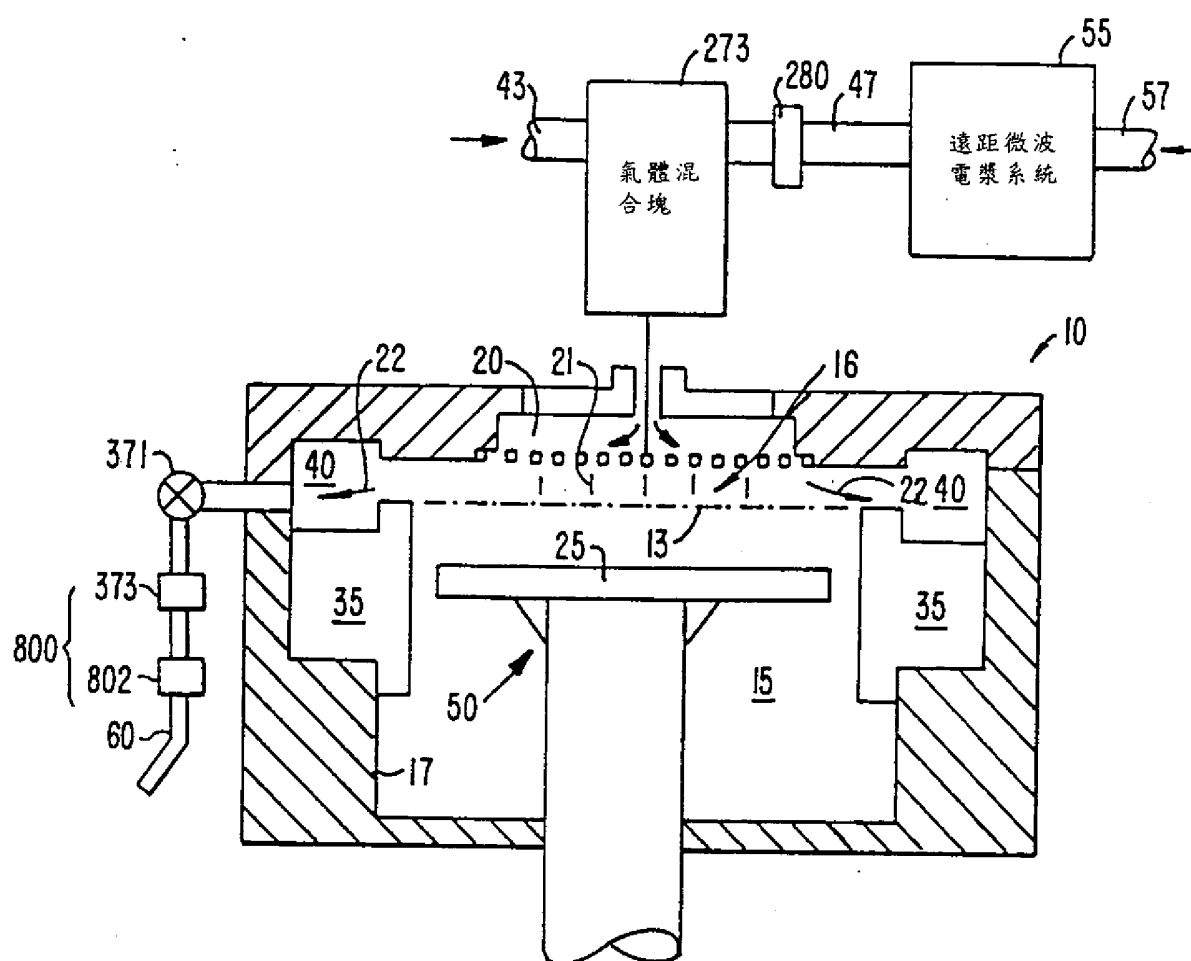


第15B.圖

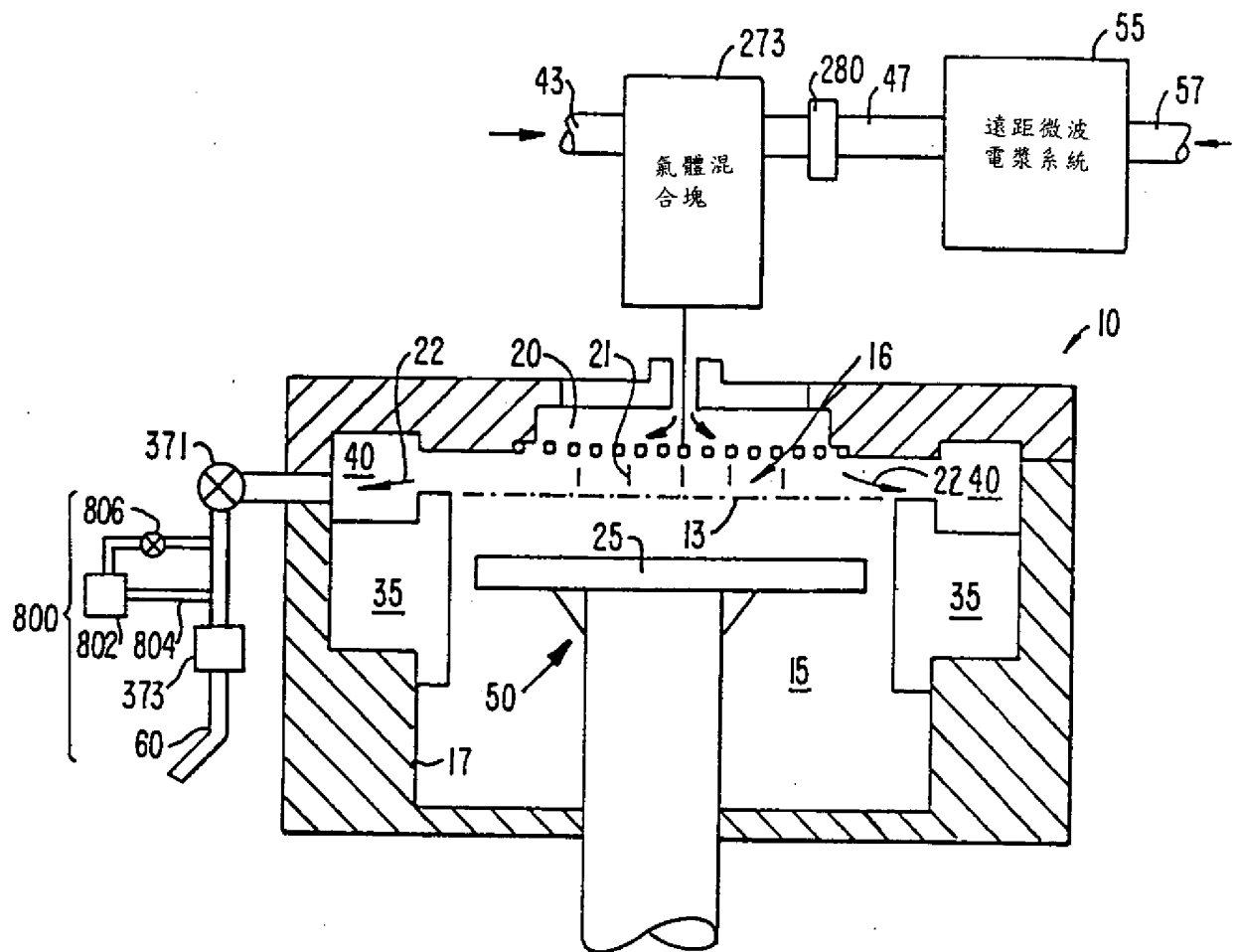




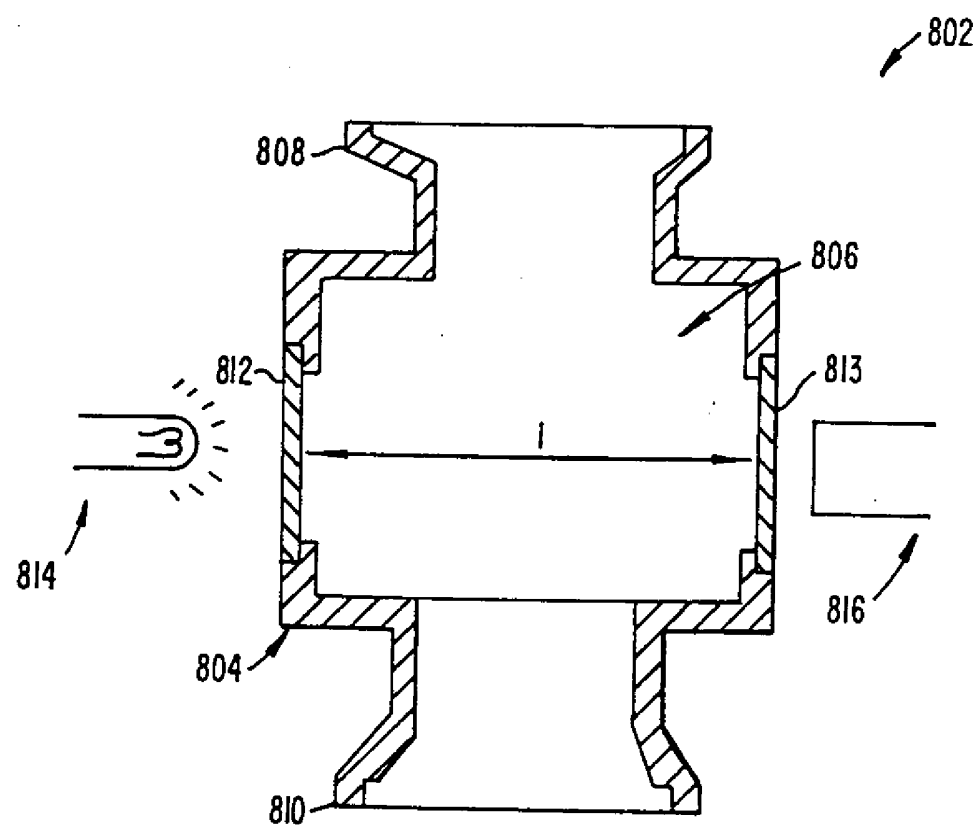
第 17A.圖



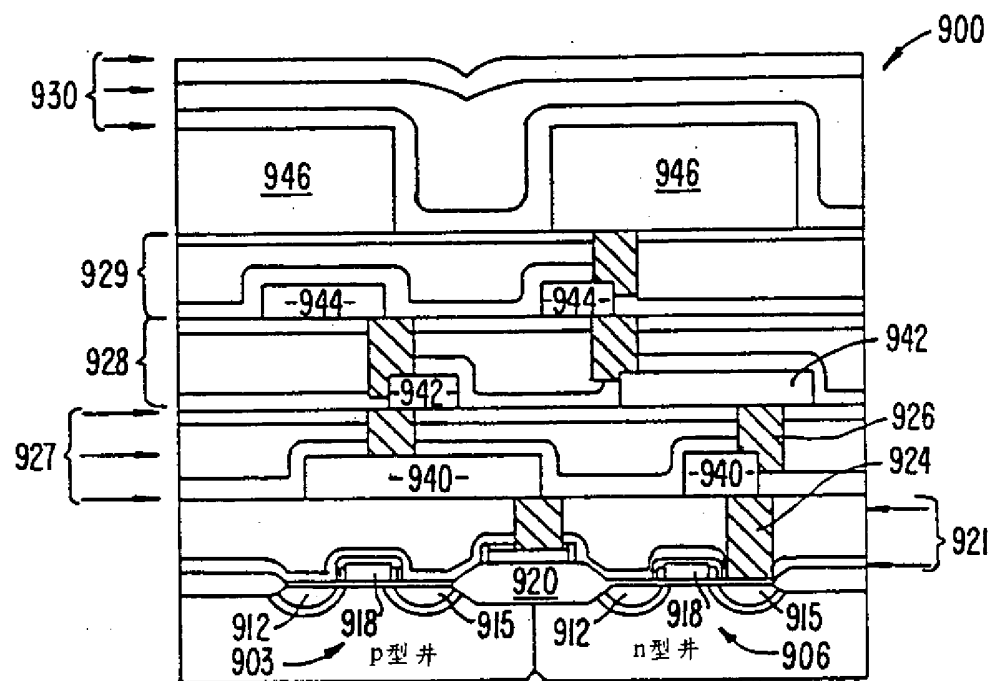
第17B.圖



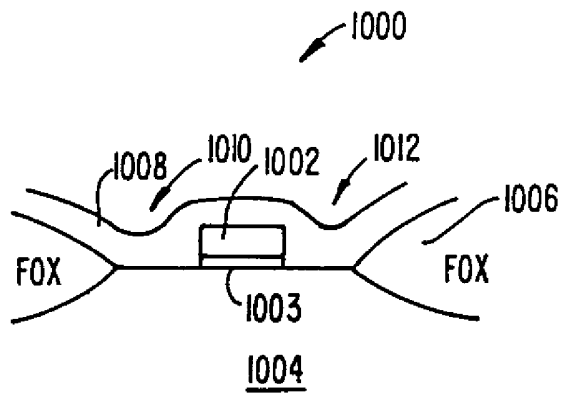
第17C圖



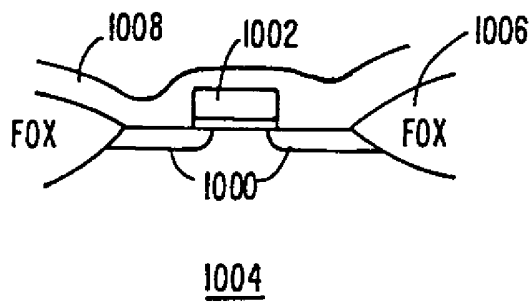
第17D.圖



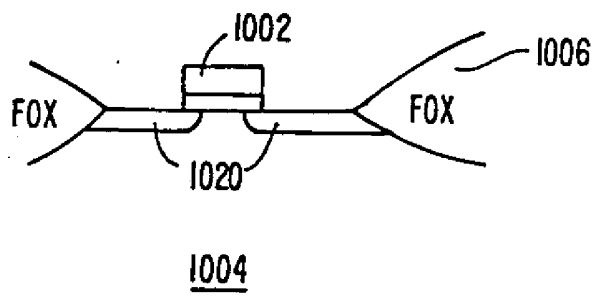
第 18. 圖



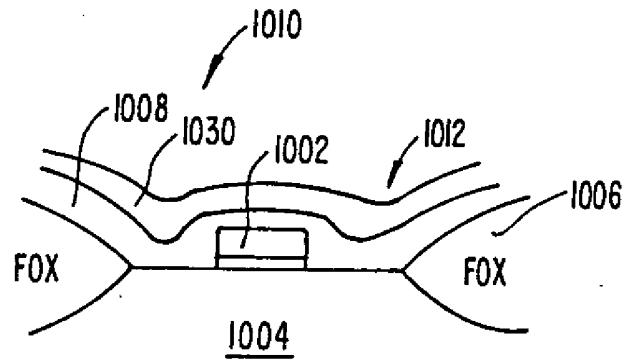
第 19A. 圖



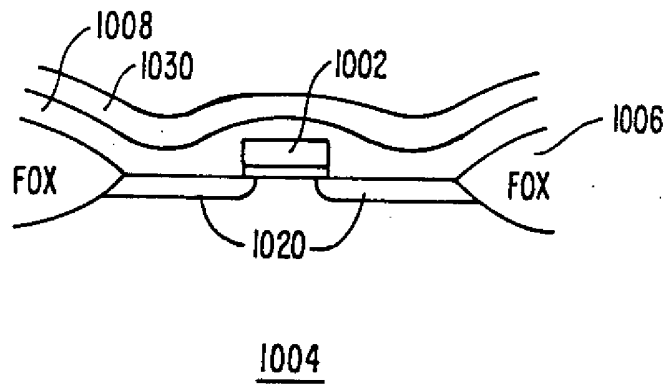
第 19B. 圖



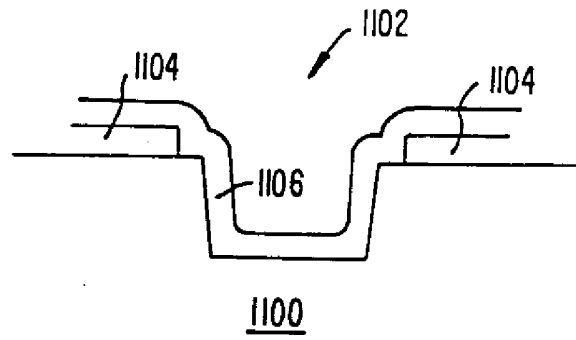
第 19C. 圖



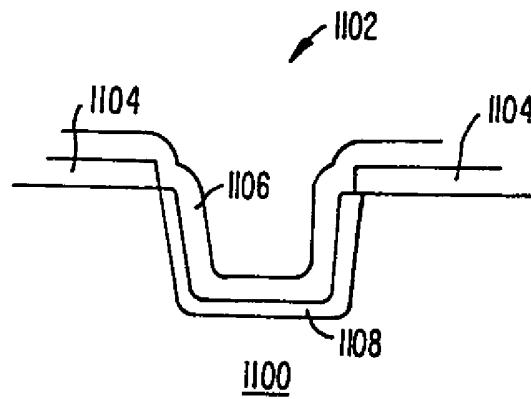
第 19D. 圖



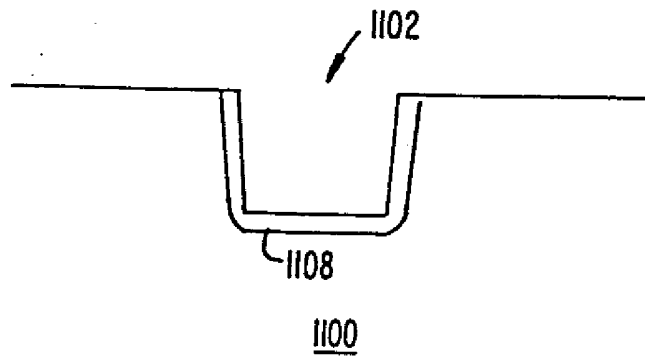
第 19E. 圖



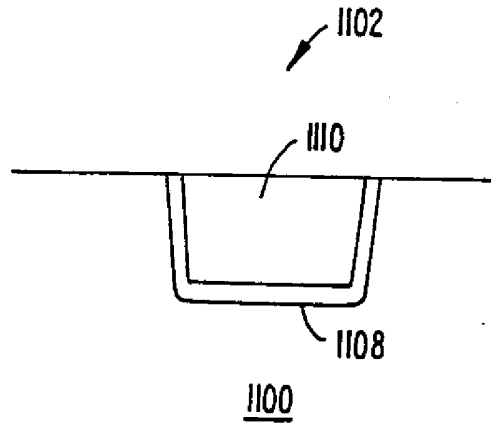
第 20A. 圖



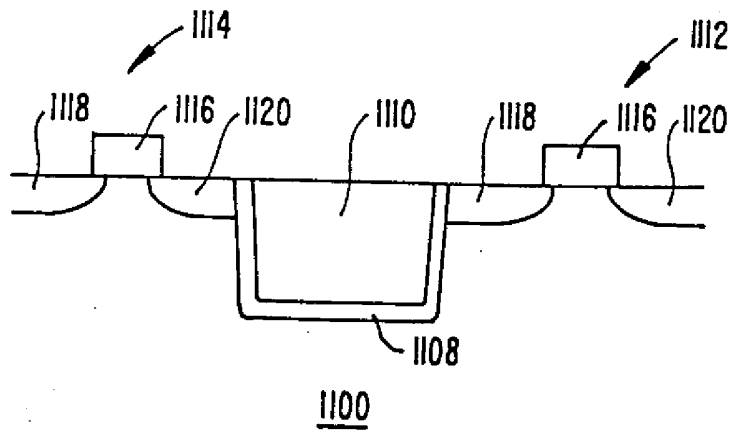
第 20B. 圖



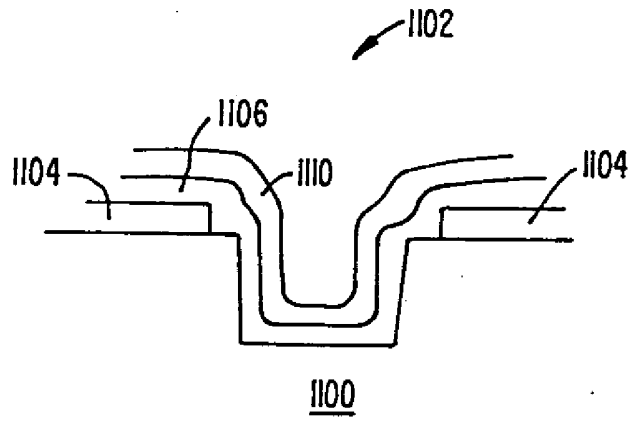
第 20C. 圖



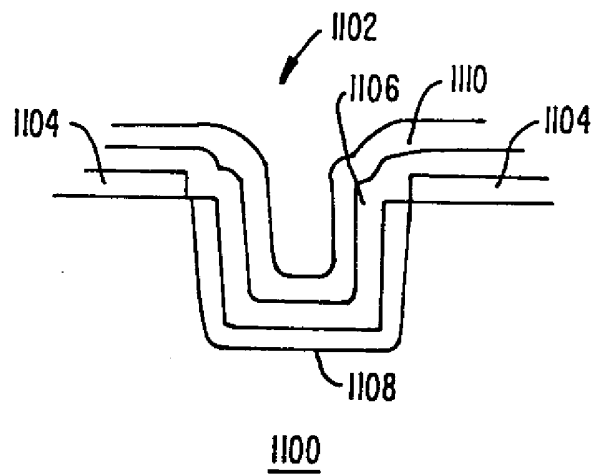
第 20D. 圖



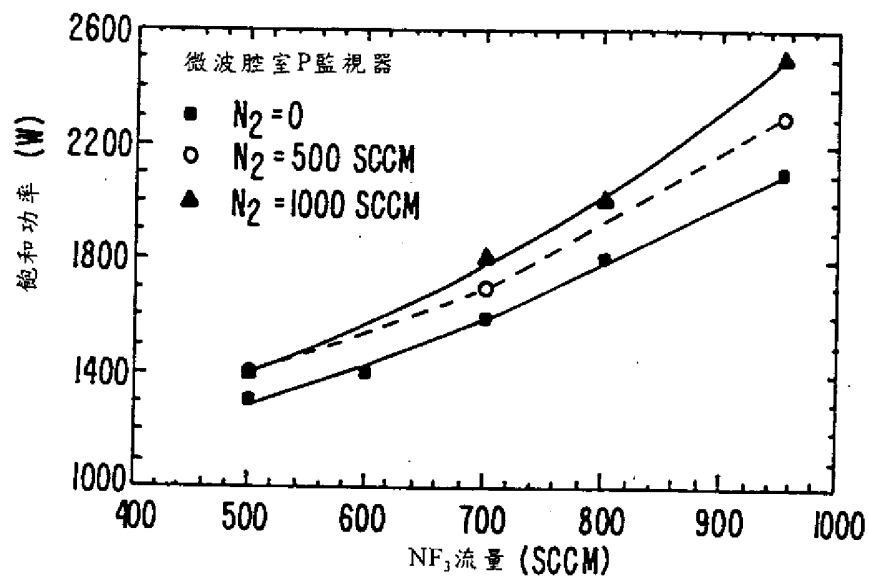
第 20E. 圖



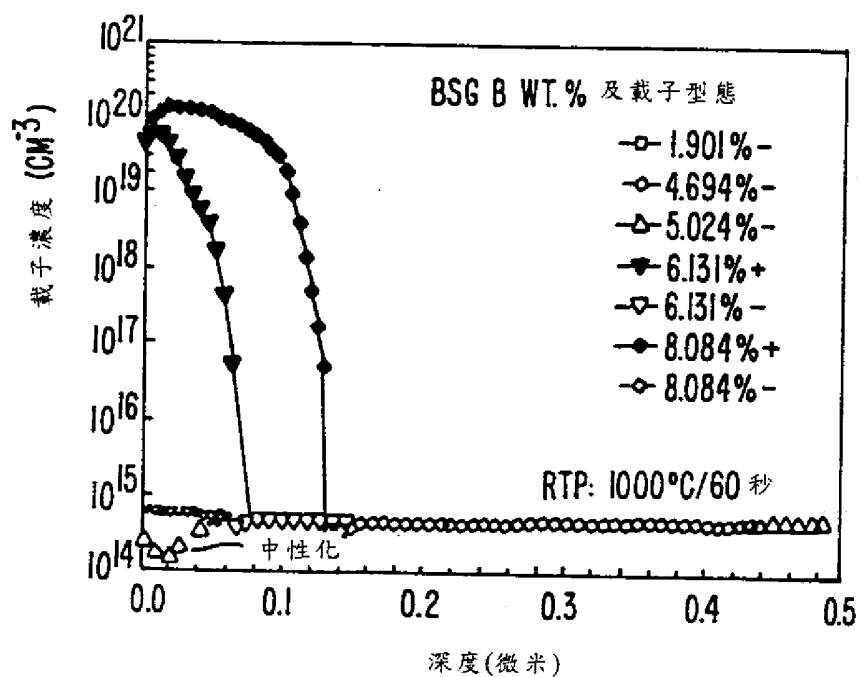
第 20F. 圖



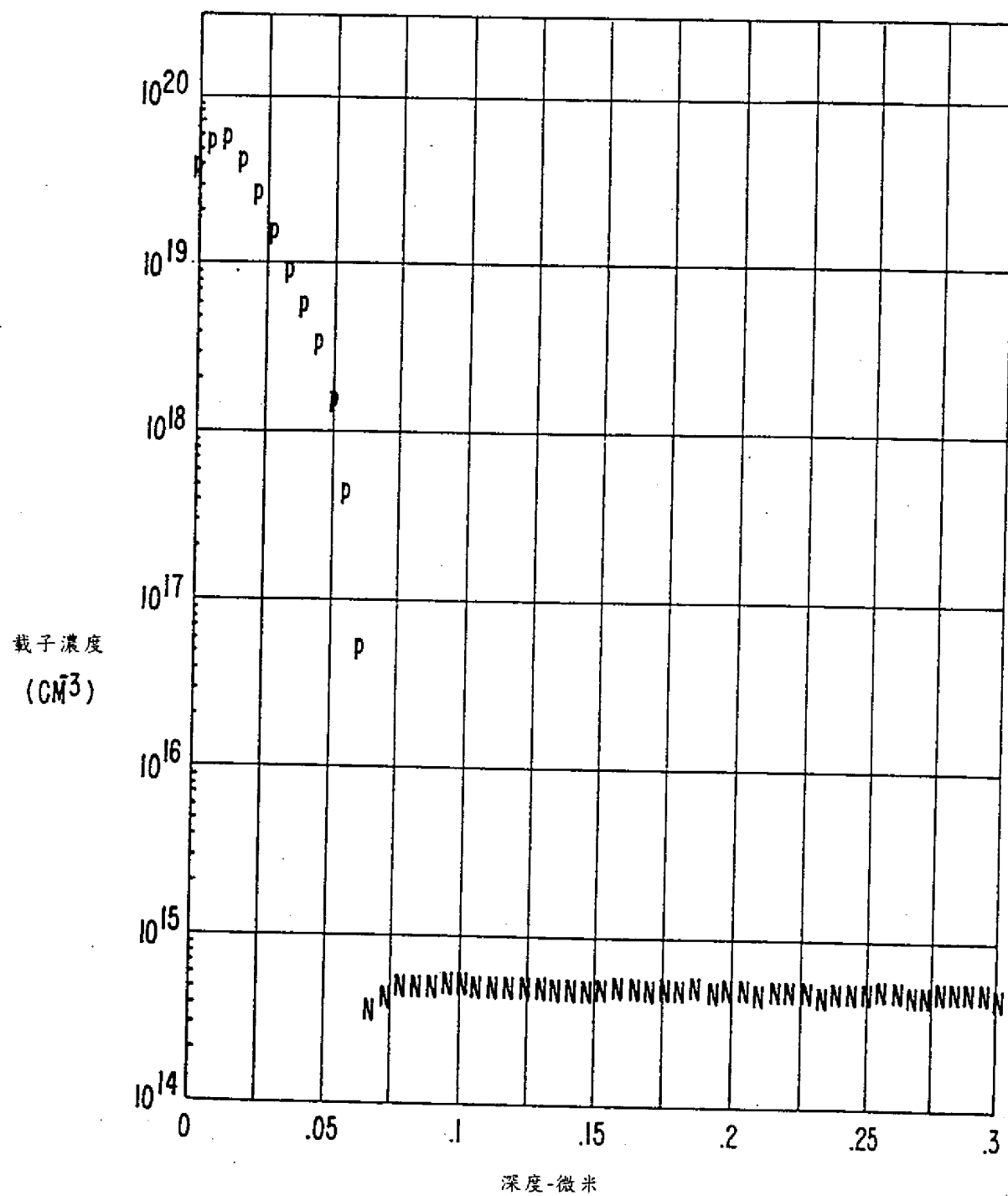
第 20G. 圖



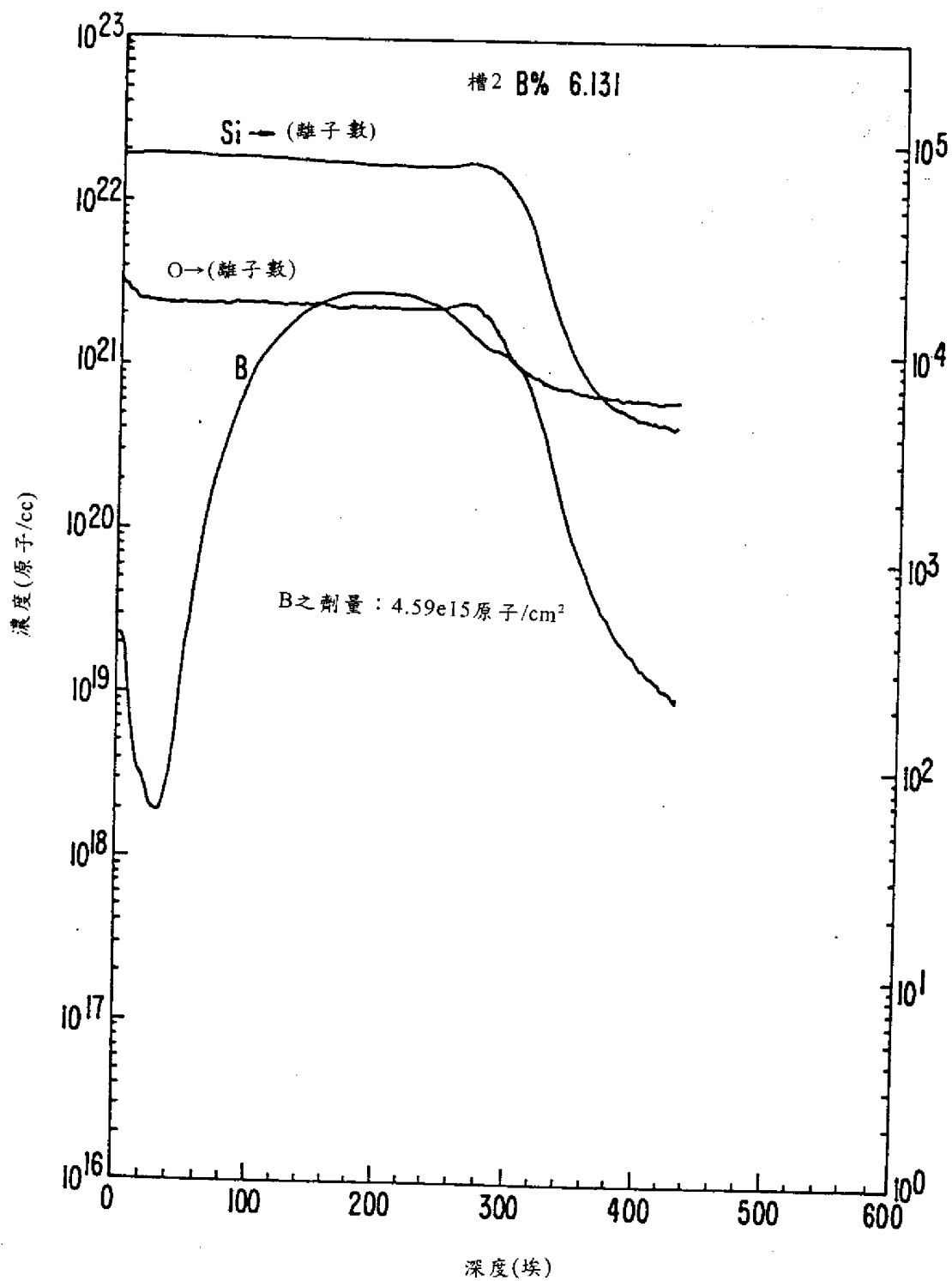
第 21. 圖



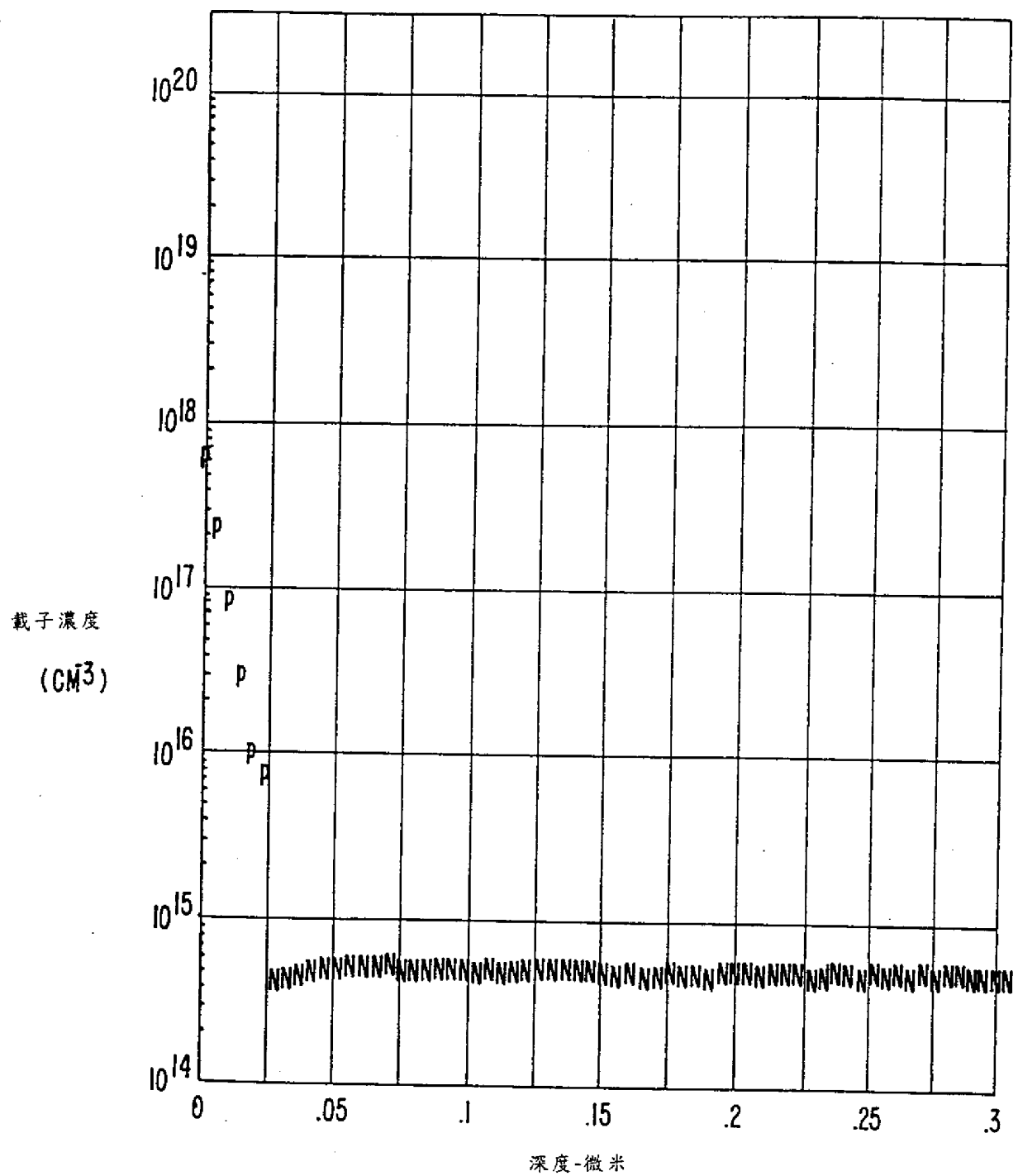
第 23B. 圖



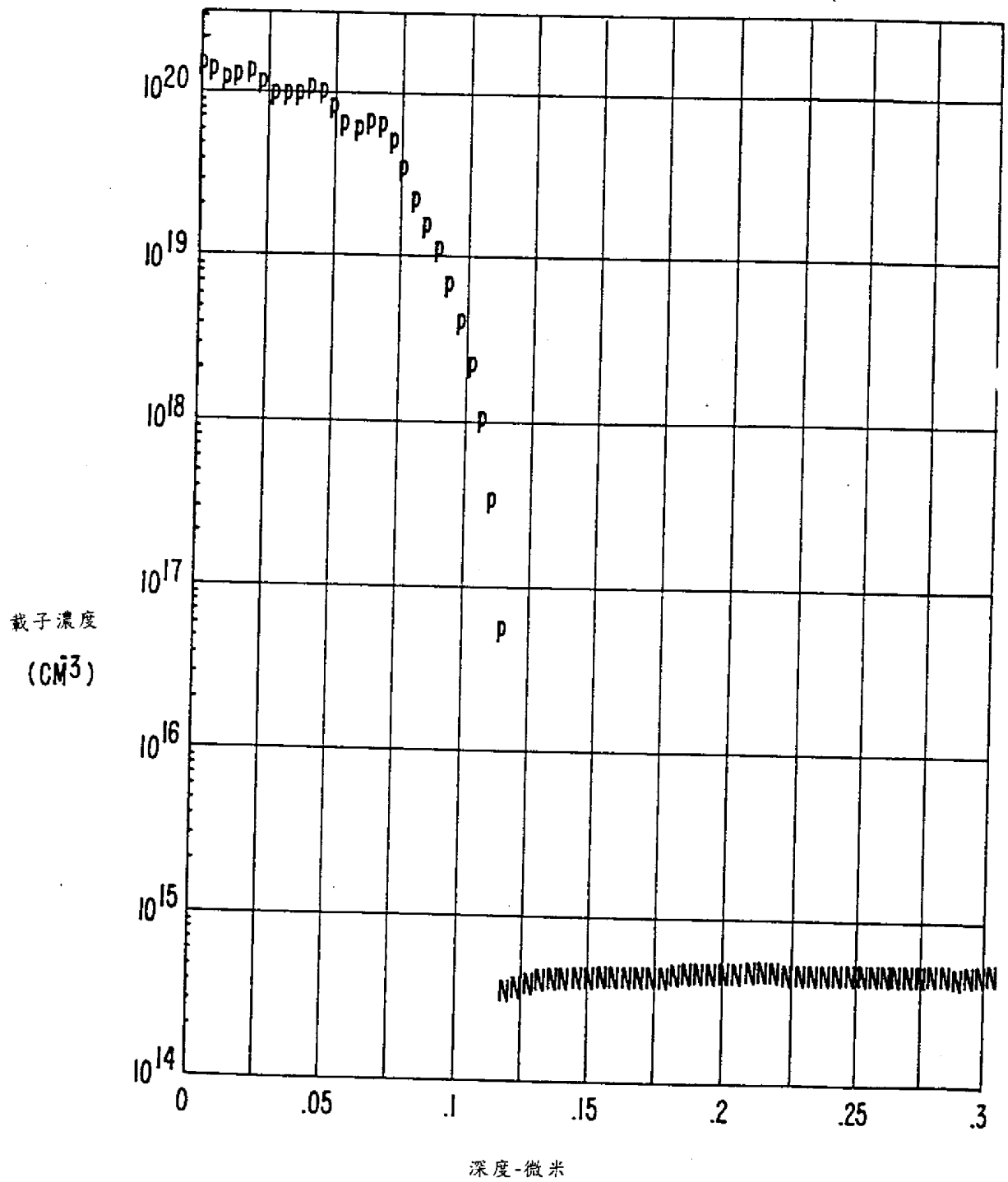
第 22A. 圖



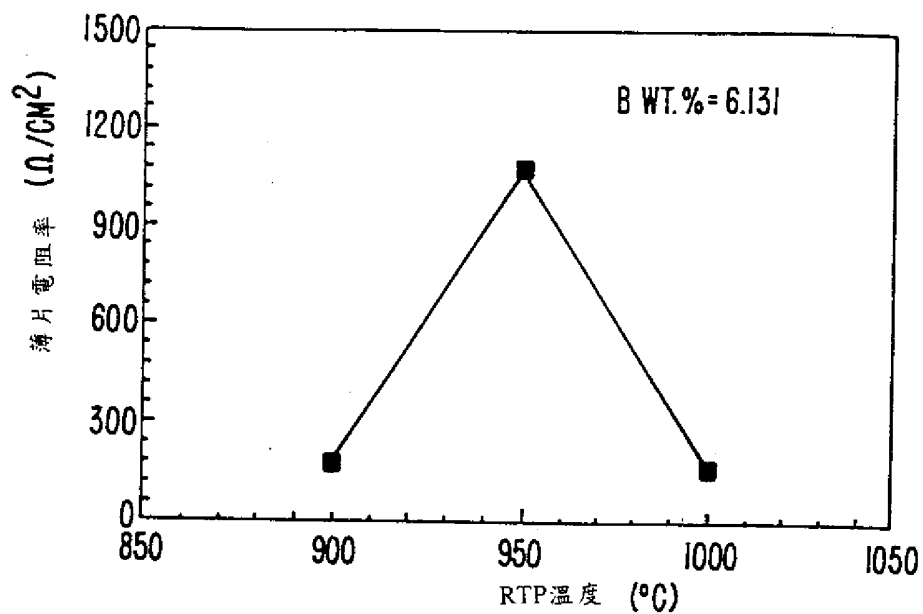
第 22B. 圖



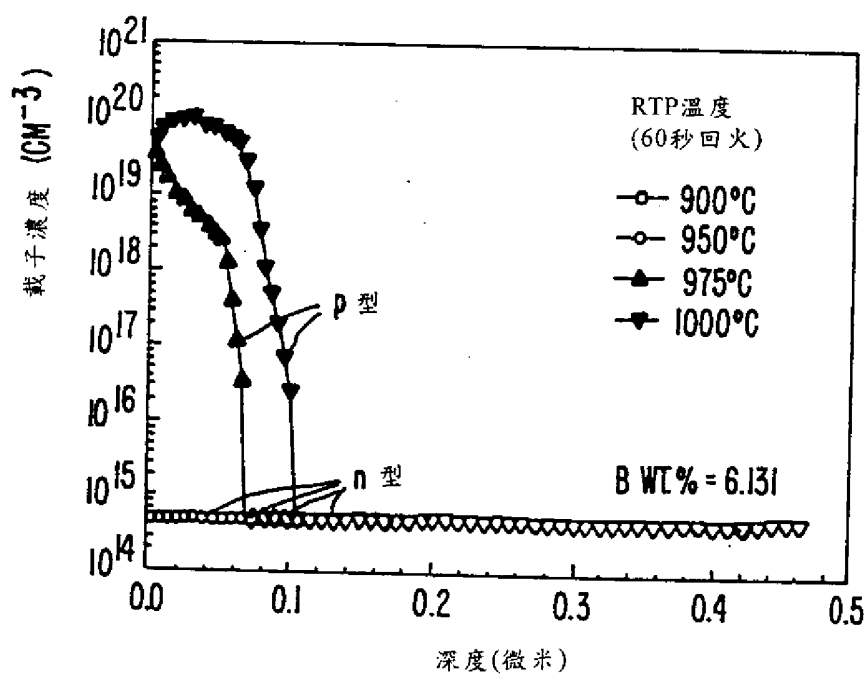
第 22C. 圖



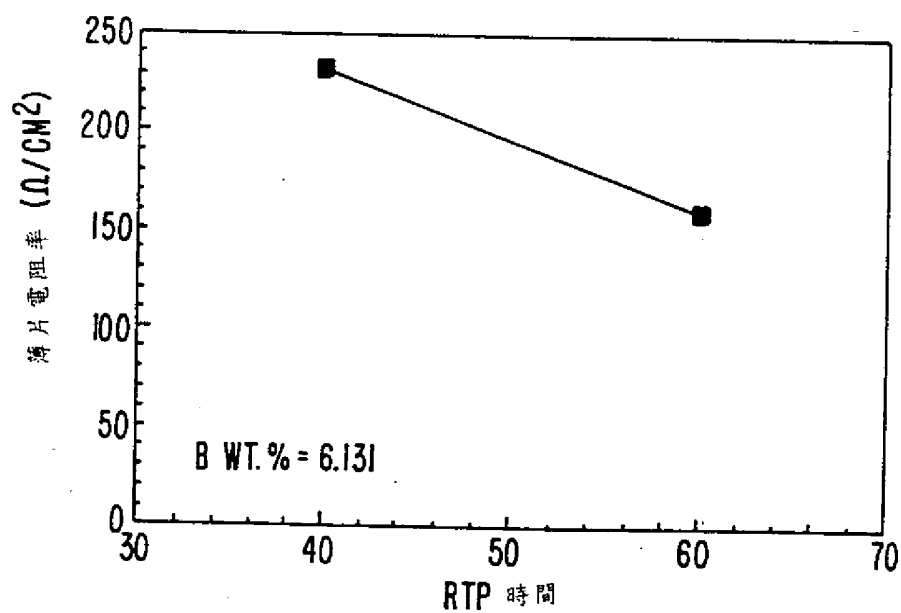
第 23A. 圖



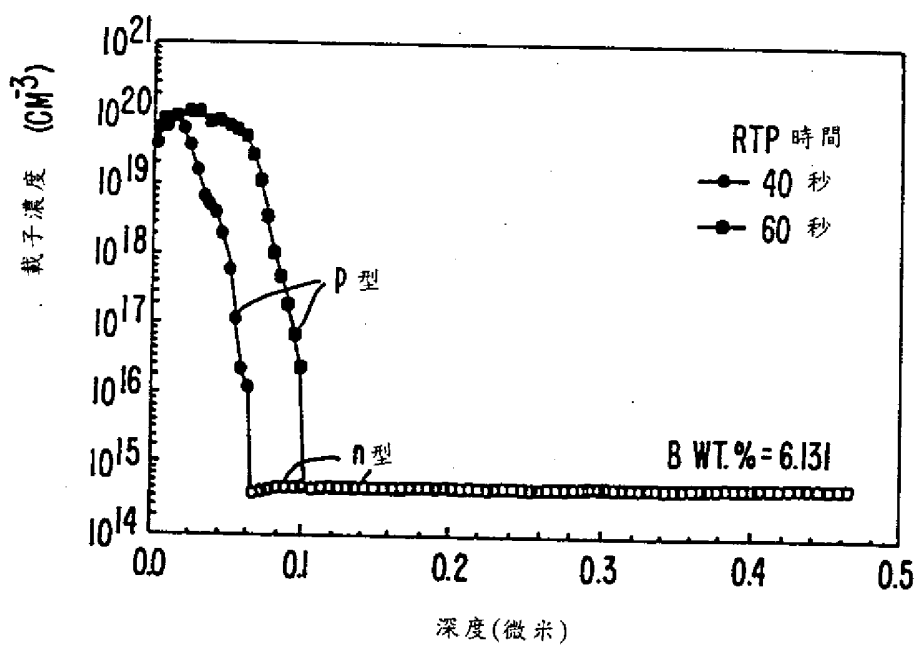
第 23D. 圖



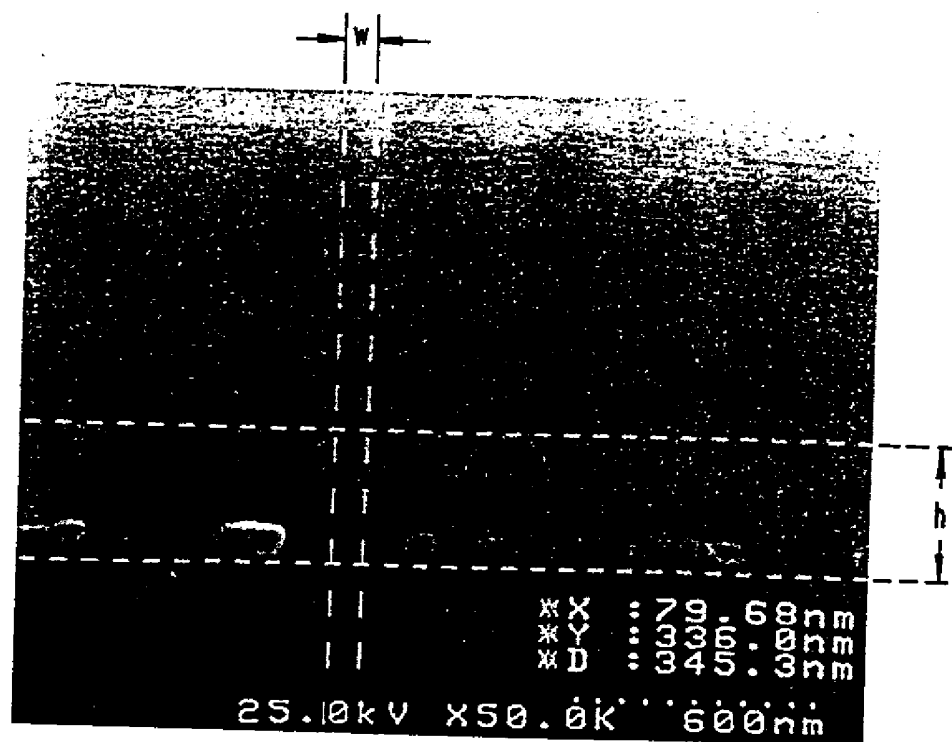
第 23C. 圖



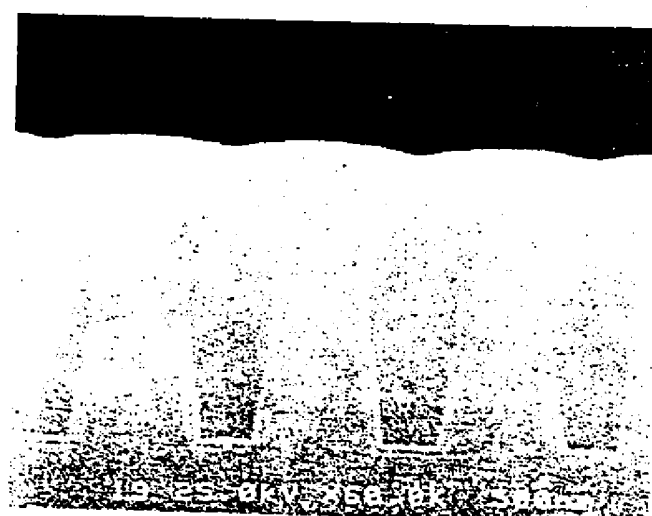
第 23F. 圖



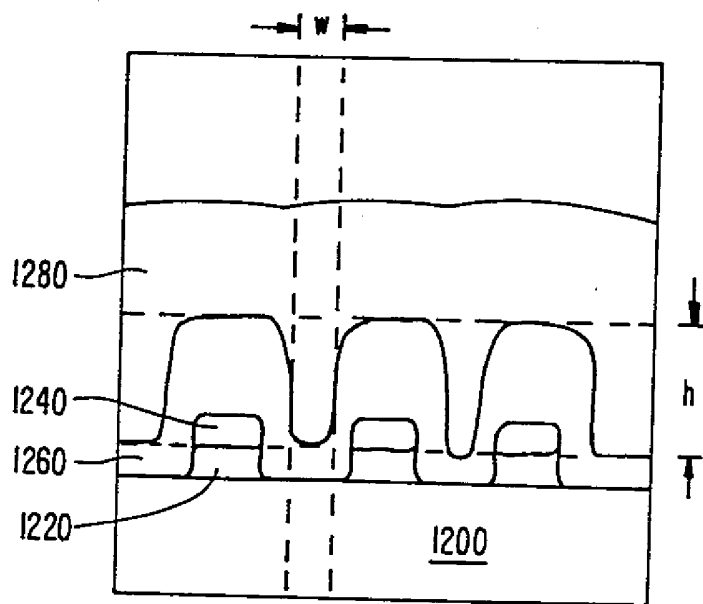
第 23E. 圖



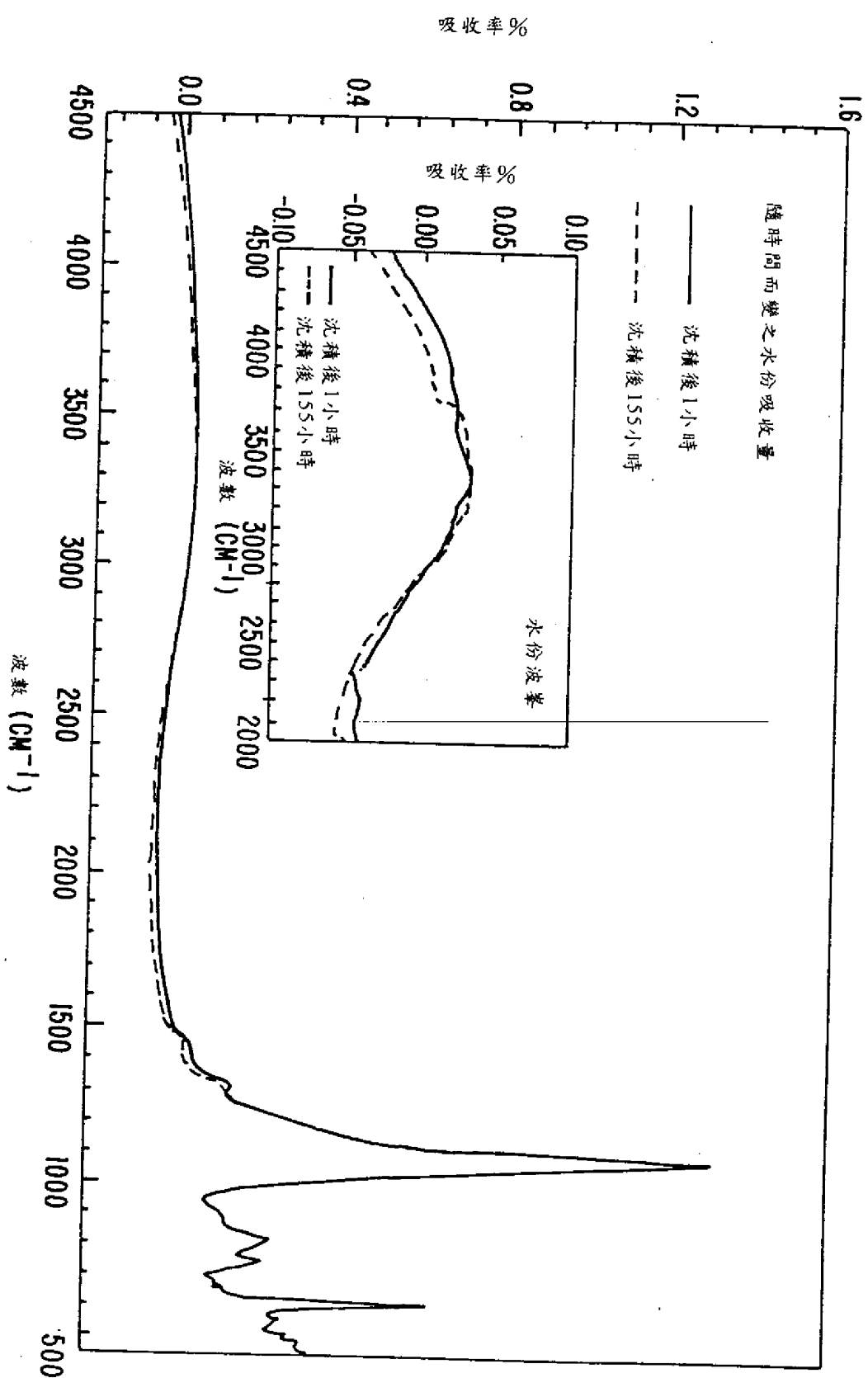
第 24A. 圖



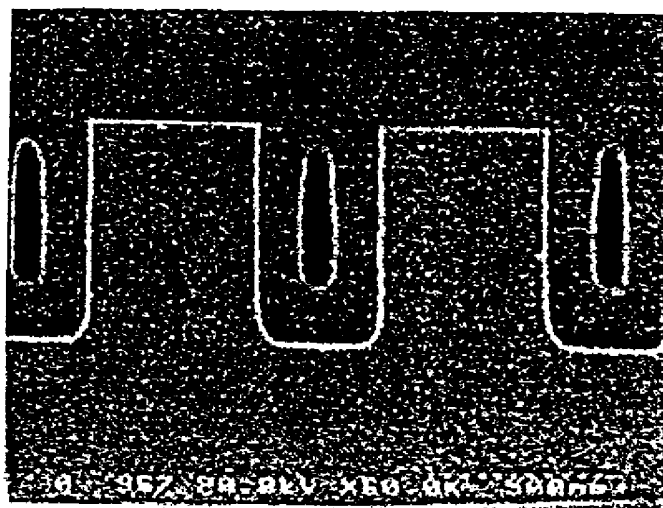
第 27. 圖



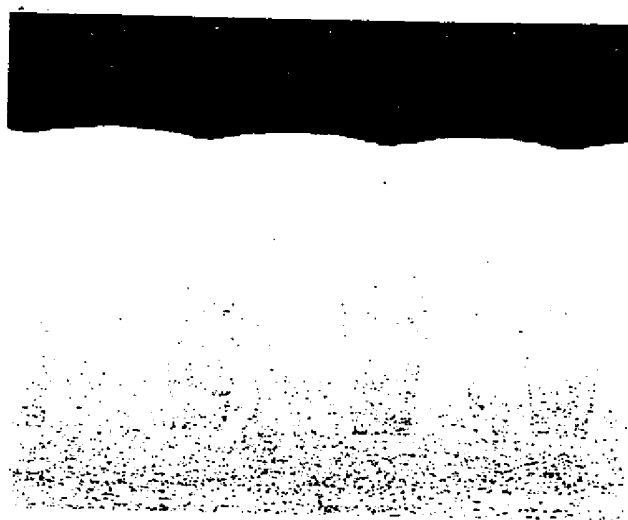
第 24B. 圖



第 25. 圖



第 26A. 圖



第 26B. 圖

