

# 公告本

申請日期	87.11.3
案 號	7713388
類 別	023C 14/34

A4  
C4

507015

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	在鈦化學氣相沉積步驟前之晶圓原位置預清洗製程
	英 文	IN-SITU, PRECLEAN OF WAFERS PRIOR TO A CHEMICAL VAPOR DEPOSITION TITANIUM DEPOSITION STEP
二、發明 創作人	姓 名	1. 洛馬努加普拉 A. 史林尼瓦斯 2. 佛瑞迪力克 C. 吳 3. 安那德瓦蘇得 4. 常眉 5. 勞倫斯 D. 巴克利二世 6. 吳利 7. 布萊恩 P. 波以樂 8. 巢湯日知梅 9. 派翠克 珍 尼斯
	國 籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國 5. 美國 6. 美國 7. 美國 8. 日本 9. 美國
	住、居所	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國 5. 美國 6. 美國 7. 美國 8. 美國 9. 美國 1. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 6609 號 2. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 7771 號 3. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 12881 號 4. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 1132 號 5. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 1524 號 6. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 193 號 7. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 4-25-1 號 8. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 1311 號 9. 美國加州聖荷西市聖荷西大道 1311 號 公寓 141 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

(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

本案已向美國申請專利；申請日：1997年12月2日 案號：08/982,872號

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀  
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( )

### 發明領域：

本發明係關係於一耐火金屬層之沉積於一半導體基板上。更明確地，本發明關於一改良化學氣相沉積方法及設備，用以於接觸處沉積具有改良片電阻均勻性及優良底覆蓋之鈦層。本發明可以應用至各種鈦沉積製程，並特別可應用以包含四氯化鈦( $TiCl_4$ )作為鈦來源之製程中。

### 發明背景：

於製造現代半導體裝置之主要步驟之一是形成各種層，包含介電層及金屬層於半導體基板上。如同本技藝中所知，這些層可以於這些方法藉由化學氣相沉積(CVD)或物理氣相沉積(PVD)加以沉積。於傳統熱 CVD 製程中，反應氣體係被供給至基板表面，其上發生熱感應化學反應，以產生一想要之薄膜。於傳統電漿 CVD 製程中，一受控制電漿係被形成，以分解及/或激勵反應種類以產生想要之薄膜。一般而言，於熱及電漿製程中之反應速率可以藉由控制以下之一或多種因素加以控制：溫度，壓力，電漿密度，反應氣體流速，電力頻率，功率位準，室實體幾何及其他因素。

於例示 PVD 系統中，於一面對靶之基板支持件被接地，浮接，偏壓，加熱，冷卻或其組合之同時，一靶(一予以沉積之材料板)係連接至一負電壓源(直流(DC)或射頻(RF))。一氣體，例如氫氣係被典型地引入 PVD 系統中，典型地被保持於幾毫托耳(mtorr)及約 100 mtorr 之間之壓

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

力，以提供一媒介，其中一發光放電可以被啟始及維持。當發光放電開始時，正離子撞擊靶，以及，靶原子被動量移轉所除去。這些靶原子隨後凝結成一薄膜於被定位於基板支持件上之基板上。

自從半導體裝置於幾十年前被引入後，其幾何大小上已經大大地減少。今日之晶圓製造廠係現行用以生產 0.5 微米甚至 0.35 微米特性大小之裝置，明日之製造廠將很快地生產更小特性大小之裝置。因為裝置之特性大小變小及積集密度增加時，以前並不被本產業所認為是問題之事件變成重要，而需要加以考量。例如，具有高積集密度之裝置具有高深寬比特性(例如對於 0.35 微米之特性大小裝置之約 6:1 或更大之深寬比)。(深寬比被定義為兩相鄰步階之高至寬比例)。高深寬比特性，例如間隙需要能被適當地填以很多應用中之沉積層。

用以製程這些高積集度裝之嚴格需求增加，及傳統基板處理系統變成不能符合這些需求。另外，當裝置設計進行時，則需要更先進之能力，於基板處理系統中，以用以沉積具有需要以實現這些裝置之特性之薄膜。例如，鈦之使用增加應用於積體電路製造處理中。於使用於半導體裝置中，鈦具有很多之想要特性。鈦可以作為於例如金焊接熱及一半導體間之一擴散阻障層，以防止一原子種類遷移入下一層中。同時，鈦也可以使用以作為改良於兩層，例如，於矽及鋁間之黏著性。再者，當與矽作為合金，使用鈦以形成矽化鈦( $TiSi_x$ )可以例如形成歐姆接觸。一種用以

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

形成此一鈦膜之常用類型之沉積系統係鈦濺鍍(PVD)系統。然而，此等濺鍍系統經常是不適用以形成具有高處理及製造需求之裝置。明確地說，濺鍍可能損壞於此等裝置中之先前沉積之諸層及結構，而造成效能及/或良率問題。同時，鈦濺鍍系統可能不能沉積均勻保角層於高深寬比間隙中，因為發生於濺鍍中之陰影效應之故。

相反於濺鍍系統，一電漿加強化學氣相沉積(PECVD)系統可以更適以形成一鈦薄膜於具有高深寬比間隙之基板上。如所知的，一離子及氣體分子混合之電漿可以藉由施加能量，例如射頻(RF)能量至沉積室中之處理氣體，於例如室壓，室內溫度，RF功率及其他等之適當條件下，而加以形成。電漿到達一臨限密度，以形成一被稱為發光放電(經常被稱為"撞擊"或"激勵"電漿)之自侷限狀況。該RF能量提升於處理氣體中之分子之能量狀況並由分子形成離子種類。受激勵分子及離子種類典型地係較處理氣體活躍，因此，更能形成想要薄膜。有利地，電漿同時加強了於整合基板表面之反應種類之遷移率，當鈦薄膜形成及造成形成良好填補間隙能力之薄膜。

一已知沉積鈦薄膜之CVD方法包含由一處理氣體形成一電漿，於標準PECVD處理中，該氣體包含TiCl<sub>4</sub>氣體源及氫氣還原劑。此TiCl<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>PECVD處理造成具有良好通孔填補，均勻性及接觸特性之鈦薄膜沉積，使得薄膜可以用以製造很多不同商用積體電路。儘管這些處理已經合適於某些製程，但對於由TiCl<sub>4</sub>及H<sub>2</sub>沉積而得之鈦薄膜之

## 五、發明說明 ( )

通孔填補，均勻性及接觸電阻之改良仍持續地進行。

### 發明目的及概述：

本發明提供一種用於鈦薄膜之改良 CVD 沉積處理及用以形成該鈦薄膜之改良設備。依據本發明之方法，教導一種用以沉積鈦薄膜於基板上之多重步驟化學氣相沉積製程。典型地，本發明之鈦層係沉積於經由介電薄膜，例如氧化矽薄膜之接觸區域中作為第一層，該氧化矽薄膜係重疊於該基板上，但其可以同時被用於其他鈦沉積應用中。

該多重步驟沉積處理之第一步驟包含一電漿預處理步驟，其中，具有含氫氣體之預處理氣體及一惰性氣體係流入基板處理室之沉積區域中。於第一沉積階段中，一電漿係由預處理氣體形成並被保持至少 5 秒，以蝕刻殘留於基板之接觸區域之介電材料，並於沉積鈦層之前，清洗接觸區域。再者，於第一階段後，於第二沉積階段時，一含鈦源及一還原劑係被引入沉積區域及形成於第一階段中之電漿係被維持，以沉積鈦層於基板上。於較佳實施例中，包含於第一沉積階段之處理氣體中之預處理氣體及還原劑係相同之氫流體。同時，於另一實施例中，電漿預處理步驟堅持於約 5 至 60 秒之間。

或者，鈦層可以被鈍化，以避免來自例如氧及/或碳之空氣有關雜質之污染。鈍化係藉由提供一或兩個以下之步驟加以完成(1)氫之流通及/或(2)衝撞一氫電漿於接近鈦

## 五、發明說明 ( )

層之沉積區域中。將鈦層曝露至氮形成一薄層之氮化鈦，於鈦層之表面上。氮化鈦層鈍化鈦層，阻擋了雜質被吸收入鈦層中。因此，鈦層具有穩定特性，例如表面電阻並提供了一清潔之表面，用於隨後氮化鈦阻障層沉積。再者，當被移動至另一處理室，作為隨後處理時，藉由提供一穩定，鈍化鈦層，晶圓可以曝露至大氣，而不會有鈦層污染之危險。結果，本發明之室可以被用作為單一鈦薄膜沉積室。

依據本發明之另一實施例，鈦源之流動係開始於第二沉積階段前至少 6 至 8 秒。然而，反相於引入該流量至該室中，該流量係被分流至預抽管道。於此方式中，於沉積步驟之前，鈦源之流量係被穩定，以於晶圓處理中，進一步改良沉積於多數晶圓上之鈦薄膜間之薄膜均勻性。

本發明之這些及其他實施例，以及，其優點及特性將藉由參考以下之文章及附圖加以詳細說明。

### 圖式簡單說明：

第 1A 圖為依據本發明之簡化電漿加強化學氣相沉積系統之實施例之剖面圖。

第 1B 圖為依據本發明之一實施例之示於第 1A 圖中之陶瓷托架 36 之簡化剖面圖。

第 1C 圖為依據本發明之一實施例之示於第 1A 圖中之沉積室 30 之簡化剖面圖。

第 1D 圖為於使用者及一處理機間，可以控制本發明之沉

## 五、發明說明 ( )

積系統之界面。

第 1E 圖示出流過晶圓及依據本發明之一實施例之排氣系統之流之簡化部份剖面圖。

第 1F 圖為示出依據本發明之一實施例之系統控制軟體之架構控制結構方塊圖。

第 2A 圖為一例示接觸結構之簡化剖面圖，其中，依據本發明沉積之鈦層可以加以使用。

第 2B 圖為於第 2A 圖之接觸結構中之缺陷形成之剖面圖。

第 3 圖為依據本發明之較佳實施例之用以沉積一鈦層之處理程序流程圖。

第 4 圖為一圖，其示出於室清洗步驟中，量測反射功率為時間及沉積長度之函數。

第 5A 及 5B 圖為薄膜厚度量測，例示本發明之實驗結果。

### 圖號對照說明：

4 選擇遠端電漿系統	5 低頻 RF 電源供應
6 熱交換系統	10 化學氣相沉積系統
22 內藏電極	26 陶瓷支持柄
28 水冷鋁軸	30 反應室
32 托架	33 加熱元件
36 晶圓	38 拾起銷
40 噴氣頭	42 路徑
44 中央氣體入口	45 饋氣蓋板
46 流量限制環	48 碟型歧管



## 五、發明說明( )

52	折流板	54	碟型歧管
56	閥	58	處理區
60	抽氣通道	64	陶瓷環
66	室蓋	69	突緣
70	室蓋襯墊	72	襯墊
74	排氣孔徑	76	抽氣器
78	閥	80	排氣孔
82	真空泵	83	節流閥
85	處理機	86	記憶體
88	真空系統	89	氣體傳送系統
90	氣體供給面板	91	氣體源
200	氧化層	205	基板
210	接觸孔	215	鈦層
220	氮化鈦層	225	鋁層

發明詳細說明：

## I. 介紹

本發明允許沉積一改良鈦薄膜，藉由預處理一基板，其中，鈦薄膜係被以預處理電漿步驟加以沉積。本發明人同時發現此一電漿預處理步驟係特別有用，當所沉積之鈦層被用為多層堆疊(例如鈦/氮化鈦堆疊)之部份，以對半導體基板作成一歐姆接觸於經由一如氧化矽層之介電層蝕刻之接觸區域中。電漿預處理步驟蝕刻殘留於基板之接觸區域中之介電材料，並清除接觸區域，於沉積鈦層之前。

## 五、發明說明( )

於電漿預處理步驟之完成後，鈦層可以藉由引入一含鈦氣體源同時維持先前形成之電漿加以沉積。由本發明之方法所加以沉積之鈦層係合適用於具有特性大小 0.35 微米至 0.11 微米或更小之積體電路製作。同時，本發明可以用以沉積鈦薄膜於傳統使用現行可得氣體之設計之 CVD 室中。

### II. 例示 CVD 室

第 1A 圖例示一簡化平行板化學氣相沉積(CVD)系統 10 之實施例，其中，依據本發明之鈦層可以加以沉積。CVD 系統 10 包含一反應室 30，其由一氣體分配系統 89 經由氣體管路 92A-C(也可以是其他管路，但未示出)接收氣體。一真空系統 88 可以用以維持一指定壓力於室中，並除去氣體副產物，並由室放出氣體。流低頻 RF 電源 5 提供提供射頻電力至室，以於沉積時，由沉積氣體形成一電漿，並於室清洗操作中，由室清洗氣體形成電漿。一熱交換系統 6 使用一液熱傳送媒體，例如，水或水-乙二醇混合劑，以由反應室除去熱量並保持室之某些部份適當地被冷卻，以維持室內溫度於一穩定處理溫度，或若必要時，加熱室之部份。一處理機 85 依據儲存於記憶體 86 中之指令，而經由控制線 3，3A-D(只有部份被示出)控制室及次系統之操作。

氣體分配系統 89 包含氣體供給面板 90 及氣體或液體源 91A-C(若有必要的話，其他源可以被加入)，諸源包含

(請先閱讀背面之注意事項再  
寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

可以取決於用於特定應用之想要處理而改變之氣體或液體。液體源可以被保持於遠高於室內溫度之溫度，以降低由於室內溫度之改變造成之源溫度變化。氣體供應面板 90 具有一混合系統，其由源 91A-C 接收沉積處理及載氣(或氣化液體)，用以混合並經由供給管路 92A-C 送至於氣體饋送蓋板 45 中之中央氣體入口 44。液體源可以被加熱以提供於室操作壓力上之壓力之蒸汽，或載氣，例如氫，氫，或氮，可以被經由液體(或受熱液體)發泡，以產生一蒸汽。一般而言，用於每一處理氣體之供給管路包含一關閉閥(未示出)，其可以用以自動或手動關閉處理氣體流，及一質流控制器(未示出)，其量測氣體或液體流經過供給管路。當有毒氣體(例如臭氧或鹵素氣體)被用於處理中時，幾個關閉閥可以以傳統架構被定位於每一供氣管路中。包含被供給至反應應 30 之例如四氯化鈦( $TiCl_4$ )蒸汽，氫( $H_2$ )，氦(He)，氬(Ar)及氮( $N_2$ )及/或其他摻雜物或反應源之沉積及載氣之速率係同時被液體或氣體質流控制器(MFC)(未示出)及/或閥(未示出)所控制。於較佳實施例中，一氣體混合系統(未示出)包含一液體噴氣系統，用以蒸汽化反應液體(例如  $TiCl_4$ )。一液體噴氣系統係較佳地，因為其相較於發泡式型源能提供對導入氣體混合系統中之反應液體之較佳控制。蒸汽化氣體然後於被傳送至供應管路前被與載氣混合於氣體面板中，載氣係例如氫。當然，已被認為其他元件也可以使用作為一沉積源。

熱交換系統 6 傳送冷卻劑至室 30 中之各種元件中，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

以於高溫處理時，冷卻這些元件。熱交換系統 6 作動以降低這些室元件之溫度，以減少由於高溫處理而造成之於這些元件上之不想要之沉積。熱交換系統 6 包含連接線(未示出)，其供給冷卻水經由傳送冷卻劑之冷卻歧管(未示出)至氣體分配系統，該系統包含面板 40(以下說明)。一水流檢測器檢測來自一熱交換器(未示出)之水流，以密封該組件。

一電阻性加熱托架 32 支撐一晶圓 36 於一晶圓袋 34 中。如於第 1B 圖中所示，其係為托架 32 之簡剖面圖，托架 32 包含一內藏電極 22，例如為一內藏鉬網，及一加熱元件 33，例如一內藏鉬線圈。托架 32 較佳由氮化鋁製造，以忍受高處理溫度並較佳係擴散結合至陶瓷支撐柄 26 上，該柄係被固定至水冷卻鋁軸 28(未示於第 1B 圖中，但示於第 1C 圖中)，該軸係嚙合至一舉起馬達。陶瓷支撐柄 26 及鋁軸 28 具有一中心通道，其係被一鎳棒 25 所佔，該棒使電極 22 接地。中心通道係被保持於大氣壓力，以避免腐蝕發生於金屬至金屬連接中。

陶瓷托架 32 係被製造以提供均勻電容值，藉由內藏 RF 電極 22 於基板支持件之表面下之均勻深度。RF 電極 22 係較佳被定位於一最小深度，該深度係取決於陶瓷材料，以提供最大電容，同時避免覆蓋 RF 電極 22 之薄陶瓷層之破裂或剝落。於一實施例中，RF 電極 22 係內藏於托架 32 之上表面下 40 密耳。陶瓷托架 32 之其他細節係被說明於申請於 1997 年 12 月 1 日之共同申請之美國專利案

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

中，其被命名為"混合射頻 CVD 處理及設備"，以賽巴斯汀羅西，大衛 陳，凱文 費柏為共同發明人，該案係於此併入作為參考。

托架 32 可以使用自對準機制，被垂直移動於處理位置(示於第 1C 圖)及低加載位置(未示出)之間，該機制係被詳細說明於共同讓與之美國專利申請案第 08/738,420 號，申請於 1996 年十月 25 日之命名為"自對準舉起機制"中，該案之揭示係被併入作為參考。參考第 1C 圖，拾取銷 38(只有兩個被示出)係可滑動於托架 32 內，以其上端之圓錐頭使得其不會落下。拾取銷 38 之下端可以被啣合以一垂直可移動拾取環 39，因此，可以被拾取於托架之表面上。於托架 32 內之下方加載位置(略低於一狹縫閘 56)中，一機械刀片(未示出)係配合以拾取銷及拾取環以經由狹縫閘 56 傳送晶圓 36 入及出室 30，該室可以被真空密封，以防止氣流經由該狹縫閘 56 流入或流出室。拾取銷 38 提高被插入晶圓(未示出)離開機械刀片，然後，托架上升而升高晶圓離開拾取銷進入於托架上表面之晶圓袋中。一合適機械傳送組件係描述於授與馬單之共同讓與美國專利案第 4,951,601 號，其完整揭示係併入作為參考。

托架 32 然後再提升晶圓 36 進入處理位置，其係接近一氣體分配面板(於此後稱為噴氣頭)40，其包含大量之孔或通道 42，用以注入處理氣體至處理區 58。處理氣體係經由於饋氣蓋板 45 中之中心氣體入口 44 被注入室 30，至第一碟形歧管 43，並由於折流板(或阻擋板 52)中之這些通

(請先閱讀背面之注意事項再  
寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

道 50 至第二碟型歧管 54。

如由箭頭所指，處理氣體由於噴氣頭 40 由之孔 42 進入於噴氣頭及托架間之處理區域 58(其被稱為"沉積區")，以反應於晶圓 36 之表面。處理氣體副產物然後徑向地向外流過晶圓 36 之邊緣，並穿過一流量的限制環 46(其隨後將更詳細說明)，當托架於處理位置時，副產物係被沉積於托架 32 之上邊緣。因此，處理氣體流經一形成於限制環 46 之上及環型絕緣器 53 間之吸盤孔 50，進入抽氣通道 60。於進入抽氣通道 60 時，排氣係被循環於予以被真空泵 82 所抽真空之處理室之週圍。抽氣通道 60 係經由排氣孔徑 74 連接至抽氣器 76。排氣孔徑 74 限制於抽氣通道及抽氣器間之流量。一閥 78 管理經由排氣通孔 80 至抽氣泵 82 之開門。一系統控制器(未示於此圖中)用以依據儲存於記憶體(未示出)中之壓力控制程式，來控制節流閥 83，該程式比較來自壓力感應器(未示出)例如壓力表之量測信號，與儲存於記憶體中或依據控制程式所產生之值比較。

環型抽氣通道 60 之側邊大致係為陶瓷環 64，一室蓋襯墊 72，及環形絕緣器 53 所定義。第 1E 圖為托架 32，流量限制環 46，襯墊 70 及 72，絕緣器 53，陶瓷環 64 及抽氣通道 60 之簡單部份剖面立體圖。該圖示出於噴氣頭 40 中之噴嘴 42 之處理氣體流向晶圓 36，然後，其係被徑向地流 84 於晶圓 36 上。隨後，氣體流係被反射向上於限制環 46 之上進入抽氣通道 60。於抽氣通道 60 中，氣體流沿著環周路徑 86 向真空泵。

## 五、發明說明( )

抽氣通道 60 及其元件係被設計以減少不想要薄膜沉積之作用，藉由導引處理氣體及副產物進入排氣系統中。排氣流形成"靜止區"，於其中，只發生少量氣體移動。這些靜止區近似吹氣區，其中，發生反應氣體於該區域中，並降低不想要之沉積。同時，吹氣(例如，氫)係被由氣體噴嘴(未示出)引入區臨界區域，例如陶瓷部，及交熱邊緣及背面，以降低於這些區域上之不想要沉積。

於托架及室之其他部件上之不想要沉積係被以其他方式減少。明白地說，流量限制環 46 減少氣體流出托架至室之底部。依據本發明之實施例，使用  $TiCl_4$ (如以下所詳述)之鈦之沉積具有流速大大高於用以形成其他鈦膜之傳統沉積系統中之傳送方法。於一合適於鈦沉積之較佳實施中，流量限制環 46 係由融熔砂土作成，因為此材料具有相當低導熱度，及因為其係不具導電性。於另一實施例，流量限制器環可以由鈦作成，用於含鈦層之沉積處理，因為環材料將不會污染沉積層。

於各種實施例中，限制器環覆蓋托架之上及邊緣，使得不想要薄膜沉積於環上，而不是在托架之上或在室之底部。有利地，流量限制環減少了不想要之沉積之危險(及相關問題)，否則，其會發生於較高流速。室蓋 66 可以容易地被除去用以清洗，使得可對相當便宜之限制環作接觸，其將被拾起並使用化學劑及/或機械處理被清洗。

再次參考第 1A 圖，流量限制環 46 可以於處理時，被托架 32 所支援。當托架被下降，用於晶圓卸載及加載時，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明( )

限制環設立於突緣 69 中之陶瓷環 64 上。當支持下一晶圓之托架係被提升至處理位置時，其拾起流量限制環。於依據本發明之實施例之鈦處理之室中之壓力，重力是足夠以支持(安置於晶圓包裝)晶圓及於托上之限制環。

馬達及光學感應器(未示出)係用以移動及決定例如節流閥 83 及托架 32 之可動機械組件之位置。附著至托架 32 及室體 76 底部之風箱(未示出)形成一可動氣密密封於托架旁。包含一可取捨遠端電漿系統 4(其係用以提供使用一由例如微波源形成之遠端電漿之室清洗功用)之托架拾取系統，馬達，閘門閥，電漿系統及其他系統元件係由於控制線 3 及 3A-3D 上之處理機 85 所控制，控制線只有部份被示出。

處理機 85 執行系統控制軟體，其係一儲存連接至處理機 85 之記憶體 86 之電腦程式。較佳地，記憶體 86 可以是一硬碟機，當然，記憶體 86 可以是其他記憶體。除了硬碟機(例如記憶體 86)，於特定實施例中之 CVD 裝置 10 包含一軟碟機及一卡架。處理機 85 在系統控制軟體控制下動作，軟體包含指令組，其表示氣體，氣體流，室壓，室溫度，RF 電力位準，加熱器托架位置，加熱器溫度，及特定處理之其他參數之定時，混合。例如這些儲存於其他記憶體之其他電腦程式包含例如一軟碟或其他插入於磁碟機或其他適當設備之其電腦產品，其係可以用以作動處理機 85。系統控制軟體將如下所述。卡架包含單片電腦，類比及數位輸入/輸出板，界面板及步進馬達控制板。



## 五、發明說明 ( )

CVD 設備 10 之各種部件符合維莎模組歐洲 (VME) 標準，其定義板，卡及連接器尺寸及種類。VME 標準同時定義匯流排結構，具有 16 位元資料匯流排及 24 位定址流匯流排。

於使用者及處理機 85 間之界面是經由一 CRT 監視器 93a 及光筆 93b (示於第 1 D 圖)，其是用於 CVD 設備 10 之系統監視器之簡化圖，其所例示是於多室系統之一室。CVD 設備 10 是較佳地附著至主機單元 95，其包含並提供用於設備 10 之電氣，接管及其他支援功能。例示主機單元可相容於 CVD 設備 10 之例示實施例係可由美國加州聖塔卡拉之應用材料公司購得之 Precision 5000<sup>TM</sup>，Centura 5200<sup>TM</sup> 及 Endura 5500<sup>TM</sup> 系統。多室系統具有能力，以傳送晶圓於其室之間，而不會破壞真空而不必曝露晶圓至多室系統中之濕氣或其他污染物。多室系統之優點是於多室系統之不同室可以被用於整個處理之不同目的。例如，於本發明之較佳實施例中，一室係用於 CVD 沉積鈦薄膜而另一個係用於 CVD 沉積氮化鈦薄膜。於此方式，沉積鈦/氮化鈦堆疊，其係可共同用於形成如於第 2A 圖所討論之接觸結構，其係可以持續進行於多室系統中，藉以防止當晶圓被傳送於各種分離個別室間 (不是一多室系統)，以作為不同部份之鈦/氮化鈦堆疊處理時，之晶圓污染。

於較佳實施例中，兩監視器 93a 被使用，一安裝在無塵室壁，給操作者使用及另一個則在該壁面之後，給服務技術員使用。該兩監視器 93a 同時顯示相同資訊，但只有

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

一光筆 93b 可使用。光筆 93b 以筆尖中之光感應器檢測由 CRT 顯示器所發射之光。為選擇一特定螢幕或功能，操作者接觸顯示螢幕之指定區域並按下在筆 93b 上之按鈕。被接觸至之區域改變其發亮色彩，或一新名單或螢幕被顯示，而確認於光筆及顯示螢幕間之通訊。當然，其他裝置，例如鍵盤，滑鼠或其他指示或通訊裝置，可以被用以或除了光筆 93b，以允許使用者與處理機 85 通訊。

用以沉積薄膜及乾淨室之處理係被使用一電腦程式產品加以實施，該產品係為處理機 85(第 1A 圖)所執行。該電腦程式碼可以被以任何傳統電腦可讀取程式語言，例如 68000 組合語言，C，C++，Pascal 或福傳或其他語言加以撰寫。合適之程式碼係使用一傳統文字編輯器加以輸入一單一檔案或多檔案中，並被儲存在例如一電腦中之記憶體系統之電腦可使用媒體，例如電腦之記憶體系統中。若所輸入碼文字係高階語言，則碼被編譯，所得編譯碼然後被連結至預編輯視窗庫常式之目的碼。為了執行所連結之編譯目的碼，系統使用者呼喚目的碼，使得電腦系統載入於記憶體中之碼。然後，CPU 讀取並執行該碼，以執行指定於程式中之工作。

第 1F 圖示出電腦程式 160 之基礎控制結構之例示方塊圖。一使用者藉由使用光筆界面而反應於顯示在 CRT 監視器上之選單及螢幕，而輸入一處理組數目及處理室數至一處理選擇器副程式 161。該處理組係需用以執行特定處理之處理參數之預定組，並被預定設定數所指示。該處

(請先閱讀背面之注意事項再  
寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

理選擇器副程式 161 識別(i)想要之處理室，及(ii)需用以操作執行想要處理之處理室之想要處理參數組。用以執行一特定處理之處理參數關係於處理之條件，例如處理氣體組成及流率，溫度，壓力，電漿條件，例如，RF 偏壓功率位準及低頻 RF 頻率，(除了，微波產生電力位準，用於被裝有遠端微波電漿系統之實施例之位準)冷卻氣體壓力及壁室溫度。於一些實施例中，其中可能多於一處理選擇器副程式。處理參數係被以名單方式提供給使用者並利用光筆/CRT 監視界面輸入。

該用以監視處理之信號係被系統控制器之類比輸入及數位輸入板所提供，及用以控制處理之信號被輸出在系統控制器 10 之類比輸出及數位輸出板上。

一製程序向副程式 162 包含用以接受識別處理室及來自處理選擇副程式 161 之處理參數組，以及，用以控制各處理室操作之程式碼。多使用者可以輸入處理組號及處理室號，或一使用者可以輸入多處理組號及處理室號，或一單一使用者可以輸入多重處理設定號及處理室號，使得序向副程式 162 操作以排序選定之處理於想要之順序。較佳地，序向副程式 162 包含一程式碼，以執行以下之步驟:(i)監視處理室之操作，以決定是否哪些室被使用，(ii)決定被使用處理室中正被執行何處理，及(iii)基於可用之處理室及予以執行之處理類型來執行想要之處理。傳統監視處理室之方法可以加以使用，例如，輪流監視。當排定哪一處理被執行時，序向副程式 162 可以被設計以考量予以使

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

用之處理室之狀況與選定處理之想要處理狀況，或者每一特定使用者輸入要求之"年齡"，或者是一系統規劃者想要包含之其他相關因素相比較，以決定排序順序。

一旦序向副程式 162 決定哪一處理室及處理組組合被下一個執行時，序向副程式 162 藉由傳送特定處理組參數至一室管理副程式 163a-c，而使得處理組執行，該副程式 162 依據由序向副程式 30 所決定之處理組來控制於處理室 30 或於其他可能室(未示出)中之多處理工作。例如，室管理器副程式 163b 包含程式碼，用以控制於處理室 30 中之 CVD 操作。室管理器副程式 163b 同時控制各種室元件副程式之執行，其控制需要以執行選定處理組之室元件之操作。室元件副程式之例子是基板定位副程式 164，處理氣體控制副程式 165，壓力控制副程式 166，加熱器控制副程式 167 及電漿控制副程式 168。取決於 CVD 室之特定架構，一些實施例包含所有副程式，而其他實施例可以包含部份之副程式。熟習於本技藝者將知道可以包含其他之室控制副程式，這是取決於想要執行於處理室 30 中之處理而定。於操作中，室管理副程式 163b 依據予以執行之特定處理，而選擇性地排序或呼叫處理元件副程式。由室管理副程式 163b 所執行之排序係以類似於由序向副程式 162 所使用之方式進行，以排序哪一處理室及處理組予以下一個被執行。典型地，室管理副程式 163b 包含步驟有：監視各種室元件，基於予以執行之處理組之處理參數，而決定哪一元件需要被操作，以及，反應於該監視及決定步

(請先閱讀背面之注意事項  
填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

驟而使得室元件副程式執行。

示於第 1F 圖中之特定室元件副程式之操作將藉由參考第 1A 圖加以說明。基板定位副程式 164 包含用以控制室元件之程式碼，其被用以加載基板至托架 32，可選擇地，拾起基板至室 30 中之想要高度，以控制於基板及噴氣頭 40 間之間隔。當一基板被加載至一處理室 30 時，加熱器組件 33 被降低，以接收於晶圓袋 34 中之基板，然後，上升至想要高度。於操作中，基板定位副程式 164 反應於由室管理副程式 163b 傳送之有關支援高度之處理組參數而控制托架 32 之動作。

處理氣體控制副程式 165 具有程式碼，用以控制處理氣體成份及流率。處理氣體控制副程式 165 控制安全閥之開/關位置，及同時升/降質流控制器，以獲得想要之氣體流速。處理氣體控制副程式 165 係被室管理副程式 163b 及所有室元件副程式所喚起。副程式 165 接收來自相關於想要氣體流速之室管理副程式之處理參數。典型地，處理氣體控制副程式 165 藉由打開氣體供給管線加以操作，及重覆地 (i) 讀取所需之質流控制器，(ii) 比較讀值與接收自室管理副程式 163b 之想要流速，及 (iii) 於需要時，調整氣體供給管線之流速。再者，處理氣體控制副程式 163 包含步驟：監視不安全流速之氣體流速，及當一不安全狀況被檢出時，作動安全閥。處理氣體控制副程式 165 同時取決於選定想要製程 (清洗或沉積或其他)，而控制用以清除氣體及沉積氣體之氣體成份及流速。其他實施例可以多於一

(請先閱讀背面之注意事項  
填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

種一處理氣體控制副程式，每一副程式控制一特定類型之處理或氣體管路之特定組。

於一些處理中，例如氮或氫之惰性氣體係流入室中，以在處理氣體被引入室之前穩定室中之壓力。對於這些處理，處理氣體控制副程式 165 被規劃以包含步驟有：令惰性氣體流入室中一段時間，以穩定化室中之壓力，然後執行上述之步驟。另外，當一處理氣體係由一液態前驅物汽化時，例如  $TiCl_4$ ，處理氣體控制副程式 165 將被寫入以包含步驟：發泡一傳送氣體，例如，氮，經由於一發泡組件中之液態先驅物，或引入一載氣體，例如，氮至一液態注入系統中。當一發泡室被用於此類型之處理時，處理氣體控制副程式 165 調節傳送氣體之流量，於發泡室中之壓力，及發泡室溫度，以獲得用於想要處理氣體流速。如上所述，想要處理氣體流速係被傳送至處理氣體控制副程式 165 成為處理參數。再者，處理氣體控制副程式 165 包含步驟，用以取得想要之傳送氣體流速，發泡室壓力，及用於想要氣體流速之發泡室溫度，用以藉由存取包含用於一已知處理氣體流速需要之值之儲存表。一旦所需值被取得，發泡室壓力及發泡室溫度被監視並比較於所需值及作調整。

壓力控制副程式 166 包含用以控制室 30 中壓力之程式碼，其係藉由調節於室排氣系統中之節流閥開口之大小加以進行。節流閥之孔徑大小係被設定以控制室壓力於一相對於總處理氣體流量，處理室之大小及用於排氣系統之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

抽氣設定點壓力之想要位準。當壓力控制副程式 166 被喚起時，想要或目標壓力位準係被接收為來自室管理副程式 163b 之參數。壓力控制副程式 166 量測於室 30 中之壓力，藉由讀取連接至該室之一或多數傳統壓力表，比較量測值與目標壓力，取得比例積分微分 (PID) 值，並依據獲得自壓力表之 PID 值，來調整節流閥。另一方面，壓力控制副程式 166 可以開啟或關閉節流閥孔徑至一特定開口大小，以調節室 30 中之壓力至一想要之壓力或壓力範圍。

加熱器控制副程式 167 包含用以控制加熱器線圈 33 之溫度，用以電阻性加熱托架 32 (及其上之基板)。加熱器控制副程式係同時被室管理器副程式所喚起並接收一目標或設定點溫度參數。加熱器控制副程式藉由量測位於托架 32 中之熱電耦之電壓輸出加以量測溫度，比較量測溫度與設定點溫度並增加或減少施加至加熱單元之電流，以取得設定點溫度。溫度係藉由查看於儲存轉換表中之相對溫度而量測電壓取得，或者，藉由使用一四階多項式來計算溫度。當一內藏環係用以加熱托架 32 時，加熱控制副程式 167 逐漸地控制施加至該環之電流之上升/下降。另外，可以包含一內建故障安全模式，以用以檢測處理安全要求，並可以於處理室 30 未適當設定時，關閉加熱單元之操作。於加熱器控制之另一種方法係用以一升溫控制演繹法，其係描述於申請於 1996 年十二月 13 日以強納森 法蘭克為發明人之第 08/746,657 號之"用以控制氣相沉積設備之溫度之系統與方法"案中，該案於此係併入作為參

(請先閱讀背面之注意事項  
填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( )

考。

一電漿控制副程式 168 包含程式碼，其係用以設定被施加至室 30 中之處理電極中之低及高頻射頻功率位準，以及用以設定所使用之低射頻。如同於先前所述之室元件副程式，電漿控制副程式 168 係被室管理副程式 163b 所喚起。實施例中包含一遠端電漿產生器 4，電漿控制副程式 168 將同時用以控制遠端電漿產生器之程式碼。

上述之 CVD 系統之其他細節係被說明於共同申請於 1997 年八月 22 日之美國專利申請號 08/918,706 號，被命名為"用以沉積鈦層之高溫，高沉積速率處理及設備"，其於此係併入作為參考。然而，上述之反應器說明只是為了說明目的，其他之 CVD 電漿設備，例如電子環繞共振式 (ECR) 電漿 CVD 裝置，電感耦式 RF 高密度電漿 CVD 裝置等可以被使用。另外，上述系統之變化，例如於托架設計，加熱設計，抽氣通道，RF 電力連接位置及其他之變化也是有可能的。依據本發明所形成鈦層之方法並不限定於任何之特定 CVD 設備中。

### III. 一改變 CVD 鈦製程

本發明之方法可以使用以沉積改良鈦薄膜於基板處理室中，例如上述之例示室中。如上所述，鈦薄膜於現行積體電路製程中有若干用途。鈦薄膜之主要用途之一是作為於鈦/氮化鈦堆疊中作為一啟始黏著層，其係為接觸結構之一部份。此一接觸結構係被示於第 2A 圖，其係為一例

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

象



## 五、發明說明 ( )

示接觸結構之剖面圖，該結構中可以採用本發明之實施例。

如於第 2A 圖中所示，一氧化層 200(例如一  $\text{SiO}_x$  薄膜)係沉積於基板 205 上至約 1 微米之厚度，該基板具有結晶矽或多矽表面。氧化物層 200 可以作為於一積體電路中之預金屬介電層或層間介電層。為了提供於層間之電氣接觸，一接觸孔 210 係蝕刻穿過氧化物層 200，並被填以例如鋁之金屬。

於很多先進積體電路中，接觸孔 210 是很窄的，經常是窄於 0.35 微米寬，並具有約 6:1 或更大之深寬比。填補此一孔是困難的，但一些標準製程已經被開發出來，其中孔 210 係首先被保角地塗覆以一鈦層 215。鈦(Ti)層 215 然後被保角地塗覆以一氮化鈦(TiN)層 220。隨後，一鋁層 225 經常藉由物理氣相沉積加以沉積，以填滿接觸孔 210 並提供電氣連線於該上層。鈦層 215 提供一黏著層給在下之矽層及在側壁上之氧化物層。同時，其可以以在下層之矽加以矽化，以形成歐姆接觸。TiN 層 220 良好地結合至 Ti 層 215，及鋁層 225 良好濕潤至 TiN，使得鋁可以較佳地填滿接觸孔 210，而不會形成有空隙。同時，TiN 層 220 作動為一擴散阻障層，其防止鋁 225 遷移入矽 205 中並造成其導電。

為了適當執行此目的，鈦層 215 相較於其他特性中，必須具有優良之底覆蓋性，低電阻率，均勻電阻率及均勻沉積厚度於整個晶圓(中間及邊緣)之接觸之底部。同時，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明( )

較佳地，鈦層 215 均勻地沿著接觸 210 之底部沉積，但並不沿著側壁沉積。防止鈦沉積於側壁上，防止所謂之"砂蔓延"之現象，其中，來自接觸區之砂與側壁中之砂作反應，並被由接觸底部傳送至側壁。依據本發明之方法所沉積之鈦層相較於先前技藝之鈦沉積製程，符合了這些特性並展現了相當之改良於底部覆蓋性及片電阻均勻性。這些改良係藉由於主鈦材料沉積步驟前後加以新穎及獨特步驟而完成。

這些步驟之一是一均勻及特有電漿處理步驟，其係被執行於鈦沉積步驟之前。於此電漿處理步驟中，晶圓係受到一相當短暫之(於較佳實施例係約 5 至 60 秒)由  $H_2$  及 Ar 處理氣體所形成之電漿。於此方式中，晶圓之上表面之小部份係被於沉積步驟前被蝕刻掉。發明人已經發現此蝕刻步驟係特別有用於(1)當接觸孔 210 形成後，除去已經長於晶圓之接觸區中之任何氧化物( $SiO_x$ )，及(2)由層 200 除去於孔形成(蝕刻)步驟後，不經意留於接觸孔 210 中之任何氧化砂。若晶圓於形成接觸前，係曝露於大氣若干時間，則於 10-50 埃厚之氧化物之形成係非常普通的。同時，發明人也注意到很多商用製程並未完全地蝕刻去層 200，相反地係留下一層薄未蝕刻氧化砂層於接觸區上。此一層係示於第 2B 圖中之層 230，並可以是 100 至 250 埃厚或更厚，這是取決於該製程而定。

取決於此未蝕刻層 230 或任何建於晶圓上氧化層之厚度，當鈦層 215 被沉積時，該層可以防止電氣接觸至在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明( )

下基板表面，而無本發明之優點，藉以造成部份故障，該故障將降低整個製程之良率。於其他例子中，層 230 或內建氧化層是到達一厚度，該厚度於一增加電阻位準時，允許對在下層之矽作電氣接觸。因此，所製造之元件不能符合製造者之性能需求。於這些例子中，本發明之預處理步驟可以被用以蝕刻所有或部份之剩餘層 230 或內建氧化物，而能改良對基板 200 之電氣接觸。本發明之其他細節係參考第 3 圖加以詳述。

第 3 圖是一流程圖，其詳述用以沉積依據本發明之較佳實施例之鈦薄膜。可以了解的是，示於第 3 圖之步驟只代表一較佳製程，同時，本發明之其他實施例也可以運用部份之揭示步驟或者改變步驟之形式或順序。如於第 3 圖所示，於沉積一鈦層之前，可以開始一晶圓被加載至室 30 中(步驟 300)，以及，處理機 85 設定現行晶圓計數(N--用以如下所述之清洗目的)為 1(步驟 305)。於晶圓被加載入室後，其被移動至一處理位置，其中托架 32 係大致離開配氣噴頭 40 有 250 至 500 密耳之間。於特定及較佳實施例中，托架 32 係定位離開噴氣頭 40 有 329 密耳。於此晶圓定位步驟中，室係被加壓以一非腐蝕性氣體，例如氫，於高於發生沉積之壓力。氫將填滿於室中之空隙或空間，特別是於加熱托架之內部，使得當室壓被降低至沉積壓力(於特定壓力為 5 托耳)時，其將出氣。於此方式中，步驟 310 減少了處理氣體之內侵，其可能腐蝕或氧化加熱器托架或室之部份。氫壓力氣係流動成為經由噴氣頭 40 之上

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

象

## 五、發明說明( )

氫氣流及成為由晶圓 36 下一點流動之下氫氣流。較佳地，於此步驟中，室壓係被設定至於 5-90 托耳之間。

同時，於步驟 310 中，托架溫度也被設定至於實際處理溫度之 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 之間。該處理可以執行於 400 至 750 $^{\circ}\text{C}$ 間之任何溫度，但於特定實施例中，較佳地托架溫度係設定於約 630-700 $^{\circ}\text{C}$ 之間(相當於約 535 至 635 $^{\circ}\text{C}$ 之晶圓溫度)，更好是約 680 $^{\circ}\text{C}$ (相當於約 605 $^{\circ}\text{C}$ 之晶圓溫度)。於一特定實施例中，於步驟 310 中，溫度係被啟始設定至約 690 $^{\circ}\text{C}$ (10 $^{\circ}\text{C}$ 高於處理溫度)，因為當處理氣體開始流動時，其將冷卻加熱器及晶圓。啟始加熱晶圓於處理溫度上時，導致較短晶圓周期時間並降低對加熱器由加熱元件及加熱表面間熱梯度上升之熱陡震，該熱陡震於加熱器功率增加時會上升，而使得於氣體流開始時加熱器回升處理溫度。

於步驟 310 啟始後約 10 秒，溫度係被降低至實際處理溫度(其係然後較佳被保持於整個沉積處理中)，一反應氣體(較佳  $\text{H}_2$ )流係被導通於一啟始流量，及上氫氣流速增加(步驟 315)。反應氣體降低所需以分解(隨後引入)源氣體之能量，以形成想要薄膜並同時降低沉積副產物之腐蝕性，藉由轉換部份之氯成為氯化氫( $\text{HCL}$ )而不將其留下成為  $\text{Cl}$  或  $\text{Cl}_2$ 。氣體流係然後於步驟 320 中增加 2 秒，於步驟 325 中增加 3 秒。氣體之流速係被以步階方式增加(或者斜向增加)於步驟 310 至 325 中，由一啟始至一最終流速，以降低對加熱器之熱陡震；氣體之最終流速係相當地高並若被一次導通時將不當地冷卻晶圓。該氣體之步階或

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

斜向增加對於例如氦或氫之氣體係特別重要，因為這些氣體展現高度熱轉移特性。

於下一步驟 325 中，是上面討論到之電漿預處理。於電漿預處理步驟中，低頻(例如 300 至 450KHz，最好是 350KHz)射頻能量係被施加至噴氣頭 40，以由 H<sub>2</sub> 及氫處理氣體形成電漿。如上所討論，於接觸孔 210 形成後，或保留有未蝕刻層 230 於接觸孔 210 後，電漿係整個或部份地蝕刻掉長於基板 200 上之薄氧化層，因此，完成對基板 200 之改良電氣接觸。吾人相信此蝕刻處理可以由基本化學反應式： $\text{SiO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{SiH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  所代表，其中，矽烷(SiH<sub>4</sub>)及水(H<sub>2</sub>O)均由室中排出。當然，相信會發生其他中間反應，以及，排出化合物包含來自這些中間反應之離子及其他分子。

也可能使用被稱為預處理氣體之其他氣體於步驟 320 中，以蝕刻掉建立之氧化物或所留下之氧化矽。預處理氣體應展現一高蝕刻選擇性於氧化矽及矽基板之間，使得其可以蝕刻氧化物或留下氧化物，而不會破壞矽接觸區域。可以用於步驟 320 中之其他預處理氣體包含氨(NH<sub>3</sub>)及各種用以蝕刻氧化矽之鹵素種類。含氟氟氣體(例如 CHF<sub>3</sub>，CF<sub>4</sub>，C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>，BF<sub>3</sub>，NH<sub>3</sub> 等)被認為為較佳鹵素種類，而含碘源係較差的，因為多數碘源於室溫時為固態，並很難用。同時，含溴種類係較優於含氯種類，因為溴氣體對隨後沉積處理具有較低之影響。任一預處理氣體可以混合以一載氣或另一惰性氣體，以協助電漿及所得蝕刻處理之穩定。

(請先閱讀背面之注意事項再  
寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

TiCl<sub>4</sub>(源氣體)及氬流量係同時於步驟 325 中被啟始。然而，相反於此時引入這些流量入室 30 中，這些流量係被分散至預抽管道。以此方式轉向此等流量，特別是 TiCl<sub>4</sub>，允許了流量能於沉積開始前穩定化，因而，改良了於一多晶圓沉積程序(例如 2000 晶圓生產線)中各種鈦沉積步驟間，處理條件之均勻性。或者，TiCl<sub>4</sub> 及氬流量可以於電漿開始為各別步驟 330 之部份後開始。其中，較佳地，於開始沉積步驟 335 前，TiCl<sub>4</sub> 流量被穩定於至少 6-8 秒。

於沉積步驟 335 中，TiCl<sub>4</sub> 及氬氣流量係被再導入沿著氬及氬流而流入室 30，電漿係被藉由持續施加 RF 功率至噴氣頭 40，而被維持。於混合氬載氣前，TiCl<sub>4</sub> 是於液態形式，並使用例如由 STEC 公司所製造之氣體面板精密液體注射系統(GPLIS)液態注射系統。如於表 1 所示，於較佳實施例中，H<sub>2</sub> 對 TiCl<sub>4</sub> 之比例是 106:1。該比率可以藉由轉換於表中之 TiCl<sub>4</sub> 之 mgm 流速至其相當 sccm 流速而為熟習於本技藝者所完成。於此例子中，TiCl<sub>4</sub> 係以 400mg/m 之速率被引入，其係相當於 47.23sccm 之氣體流速。

只要需要以沉積一選定厚度，沉積步驟 335 係被維持。因為高沉積溫度，增加之氣體流速及其他因素，所以本發明之鈦薄膜係被以至少 100 埃每分鐘至約 400 埃或更高每分之沉積速率。因此，步驟 335 之整個時間係一般低於先前技藝處理所需者，其隨造成於晶圓產出量之增加。

## 五、發明說明( )

於沉積步驟 335 完成後， $H_2$ 、 $TiCl_4$  及氬流量被關閉，及 RF 功率被大量地降低，及上氬流量被大量降低(步驟 340)，以鬆開可能於沉積步驟已經形成於室上之大粒子。約於 3 秒後，RF 功率係被關閉，及鈦層被鈍化。鈦層係藉由形成一薄層之氮化鈦於鈦層表面上加以鈍化，使得例如碳及氧之雜質不會被吸入鈦中。這些雜質可能改變鈦層之電阻值並形成一不適合氮化鈦阻障層沉積之表面。鈍化可以藉由加入  $H_2$  及  $N_2$  流於氬氣流成為鈍化步驟 345 及/或形成氮電漿於步驟 350 中加以完成。較佳地，步驟 345 及 350 被執行。當以此方式完成時，於後沉積電漿處理步驟 350 前及由室洗淨  $TiCl_4$  殘餘前，步驟 345 穩定化該室。同時，氮與鈦表面反應，以開始形成一氮化鈦薄層。

於步驟 345 後，鈦層係更進一步於步驟 350 藉由施加 RF 能量至室中之  $H_2/N_2/Ar$  鈍化氣體而加以鈍化，以形成一電漿。鈍化電漿可以或者被形成於遠端電漿源中並被接通至該室。於鈍化電漿中之離子化氮與鈦層之表面反應，而於約 10 秒之曝露期，完成氮化鈦薄層之形成。為了形成電漿於室中，RF 功率係大致地被施加至噴氣頭 40。然而，RF 功率可以施加至托架電極 22 或至托架電極 22 及噴氣頭 40。於較佳實施例中，其中步驟 345 及 350 被採用，步驟 345 持續約 8 秒。於其他實施例中，只有步驟 345 或只有步驟 350 被使用，這些步驟可以使用更久些，例如於約 10 至 30 秒之間。

於步驟 350 後，一第二電漿洗淨被執行，以更進一步

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

## 五、發明說明( )

放鬆可能出現於室中之大粒子。電漿洗淨步驟 355 係類似於電漿洗淨步驟 340，除了  $N_2$  及  $H_2$  流及氫氣流係被維持步驟 355。最後，於步驟 360 中，所有氣體流係被關閉，以及室係被抽真空及，然後，晶圓係被由室卸下(步驟 365)。因為晶圓已經大致被鈍化，所以晶圓可以被曝露至空氣中，而會有吸收例如氧及碳之有害鈦層。因此，即使長時間之曝露至空氣，例如曝露幾天，並不會損壞鈦層之特性。再者，氮化鈦鈍化層提供一"清潔"表面，其上，隨後之處理可以沉積一氮化鈦阻障層。於晶圓被拿下後，於下一晶圓被載入前(步驟 410)及處理機 85 增加晶圓計數(步驟 415)前，溫度係被設定至約  $680^\circ C$ 。

除了於每一晶圓沉積後執行之電漿洗淨清洗步驟 340 及 355 外，一乾燥清洗處理(其係不必開啟室蓋情形下完成)係被週期地執行於室上，於若干晶圓沉積處理後，以進一步避免晶圓污染。依據本發明，於此清洗處理中，並沒有晶圓(例如一擋片)於室中。該乾燥清洗處理一般係執行於每 "X" 晶圓間，較佳係每 2-300 晶圓間。於一特定實施例中，乾燥清洗可以執行於每 3 至 5 晶圓中。吾人想要保持乾燥清洗處理有效，使得其不會大量地影響總系統晶圓輸出。依據一特定實施例之較佳乾燥清洗處理係更詳細說明如下。

再次參考第 3 圖，若 X(其中例如  $X=3$ )晶圓已經被處理(步驟 370)，該室係受到一乾燥清洗。首先，加熱器係被移動離開噴氣頭約 650 密耳之距離(步驟 375)，並被保

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂



## 五、發明說明 ( )

持於 680°C 之處理溫度。於此時，氮或類似非反應氣體係流入室中，及室係被保持於約 0.1 至 10 托耳之清洗壓力，較佳係低於 5 托耳，於特定實施例係為 0.6 托耳。這減少了由加熱器至噴氣頭之熱流量，因此，相對於加熱器冷卻噴氣頭。

於步驟 375 三秒後，氯氣(Cl<sub>2</sub>)係以約 250sccm 之流速流入室中，及托架被提升至離開噴氣頭 40 有 600 密耳(步驟 380)。再者，兩秒後，一電漿係以約 400 瓦之功率碰撞(步驟 385)。該情況係被保持一段時間，以允許氯種類與不要之沉積作反應並蝕刻由室元件來之沉積。來自沉積處理之不想要沉積係一般為最厚，於室之最熱外露部份，即，加熱器之上表面未被晶圓覆蓋之部份，或者未被流量限制環所屏蔽之部份。藉由將加熱器移離開噴氣頭，上述之條件確保了所有室元件之足夠清洗而不會有這些元件，特別是噴氣頭之過蝕刻。

於這些因素中，步驟 390 之長度係取決於於室 30 內之建立沉積之量而定，其然後取決於乾燥清洗間已經處理過多少晶圓，以及，沉積處理長度(即，沉積於晶圓 36 上之鈦薄膜之厚度)。於一特定實施例中，步驟 390 持續 15 秒。或者，步驟 390 之長度可以使用一清洗點技術加以決定。此等技術係為習知的並炮含光學端點檢測法及壓力為主之端點檢測法。光學端點檢測法需要一石英或類似半透明窗於室 30 之壁中，供操作用，並於某些實施例中並不是最好的，因為此一窗口對鈦沉積敏感，其與適當端點檢

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

測相衝突。同樣地，已知壓力為主端點檢測法係較不理想，因為這些壓力為主端點檢測法必須個別地加以校正至每一室 30，以適當並精確地識別清洗步驟 390 之結束。

因此，本案發明人已經發展出一種用於步驟 390 之新的端點檢測設計，其係基於所量測到之反射 RF 功率。該端點檢測設計量測於整個清洗步驟 390 中，由室 30 所反射至用於 RF 電源供給 5(第 1A 圖)電源線之功率。於清洗步驟 390 之開始時，當沉積物由室壁被蝕刻掉時，反射功率增加。於反射功率之增加代表清洗電漿之密度增加，於其併入來自由蝕刻過鈦沉積之離子種類及能量分子時。當沉積材料由室壁蝕刻掉時，所量測之反射功率於其開始下降時到達一高峰。這些觀測可以由第 4 圖中看到，該圖係於清洗步驟 390 中所量測得之反射功率對時間之函數，以及鈦沉積步驟 335 之長度。如於第 4 圖所示之資料，代表一實施例，其中  $X=1$ ，即其中室 30 於單一晶圓被處理後，受到一乾燥清洗處理。

當量測反射功率以一下降速率或更低時，室清洗處理完成。例如，於一實施例中，步驟 390 於所量測得之反射功率下降至 0 瓦/秒之速率後，停止 10 秒。於步驟 390 之另一實施例中，當量測得之反射功率下降到達 2 瓦每秒或更少時，則停止。

於電漿清洗後，氮氣係被關閉及電漿電源被關閉(步驟 390)。氮氣流係被保持約 3 秒，用以洗淨室。托架係然後回到約 650 密耳之間距(步驟 395)及底氫氣流係增加 10

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

象

## 五、發明說明 ( )

秒，以洗淨室。最後，室係被抽氣約 5 秒(步驟 400)。當然，可以了解到"濕清洗"或預防維護清洗(發生於每幾百至幾千處理晶圓間)可以藉由打開室蓋加以執行，以人工清洗室之各種元件。

於晶圓沉積間執行週期性乾燥清洗減少了這些經常很費時之濕預防維護之頻率，當然被認為增加了沉積處理之效率並完成更高之沉積速率。再者，使用週期性乾燥清洗處理改良了於整個晶圓生產線上之鈦沉積處理之重覆性。即，相較於未使前述之週期乾燥清洗之晶圓生產線而言，於一例如約 2000 晶圓之晶圓生產線上，所沉積鈦層於前十個晶圓之特性係更相似於所沉積於最後大個晶圓之沉積層之特性。

本案發明人同時發現於  $TiCl_4$  流停止後(步驟 340)留於氣體管路中之液態  $TiCl_4$  干擾處理重覆性。即，當  $TiCl_4$  流於步驟 340 中藉由關閉適當連接至該管路之流量控制閥而停止時，部份之殘餘  $TiCl_4$  液態保留於管路中。本發明人發現這些殘留液態量每一沉積處理均有所不同，及所殘留之  $TiCl_4$  造成沉積不穩定，否則會負面影響沉積處理。例如，因為殘留  $TiCl_4$  量變化時，對於任意兩個別基板，流入室  $TiCl_4$  量可能不同，最後造成多多少少之沉積於特定基板上。同時，於其被傳送至室中之時，殘餘  $TiCl_4$  可能與於新基板中之濕氣反應，而形成  $TiO_2$  而造成不想要之粒子。最後，於晶圓沉積步驟間，殘餘  $TiCl_4$  可能洩露入室中，並塗覆室或室元件之部份，因而改變了所塗覆部

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

份之顏色，這同時也改變了室或元件部份之發射係數。於表面之發射係數之改變可能不想要地改變表面之溫度或其他特性。

為了克服此殘餘  $TiCl_4$  之不良作用，發明人已經想出一種新穎及獨特步驟，該步驟乾燥  $TiCl_4$  氣體管路，藉由於乾燥清洗處理時，使氮或其他惰性氣體源（一種不會與殘餘  $TiCl_4$  反應之氣體）流入該管路中。例如，於步驟 375 至 395 中，流量 500sccm 之氮可以被引入  $TiCl_4$  管路中，以乾燥並洗淨管路中之殘餘  $TiCl_4$ 。於此方式中，本發明之方法確保氣體管路於沉積每一晶圓前係於可再製狀態。同時，於洗淨  $TiCl_4$  管路後，所流入之氮是被發送至沉積室，其中，其可以協助穩定乾燥清洗電漿。氮流係藉由使用適當之閥及流量控制器，而流經  $TiCl_4$  管路，這些係如同熟習於本技藝者所知道的。

如第 3 圖所示之依據本發明之現行較佳實施例之氣體流率，壓力位準及其他資訊係被揭示於以下之表 1（沉積處理）及表 2（清洗處理）。說明於表 1 及表 2 之氣體引入速率係基於利用示於第 3 圖之處理，於一由應用材料公司所製造之電阻加熱  $Ti_xZ$  CVD 室，該室係用於 8 吋晶圓。如同熟習於本技藝者所知，於其他實施例中，若採用不同設計及/或容積之其他室的話，則引入室之氣體實際流速會改變。

（請先閱讀背面之注意事項再寫本頁）

訂

## 五、發明說明 ( )

表 1

較佳 CVD 鈦製程											
	步驟 310	步驟 315	步驟 320	步驟 325	步驟 330	步驟 335	步驟 340	步驟 345	步驟 350	步驟 355	步驟 360
壓力 (托耳)	60	TFO	5	5	5	5	1.5	1.5	1.5	TFO	TFO
間隔 (密耳)	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
RF 功率 (瓦)	0	0	0	900	900	900	50	0	600	50	0
氫 (底) (sccm)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0
氫(上) (sccm)	2000	5000	7500	10000	10000	10000	500	500	500	500	0
H <sub>2</sub> (sccm)	0	1000	3000	5000	5000	5000	0	800	800	800	0
He (sccm)	0	0	0	100 (分散)	100 (分散)	100	0	0	0	0	0
TiCl <sub>4</sub> (mgm)	0	0	0	400 (分散)	400 (分散)	400	0	0	0	0	0
N <sub>2</sub> (sccm)	0	0	0	0	0	0	0	800	800	800	0

\*TFO=節流閥全開

(請先閱讀背面之注意事項  
填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( )

表 2

較佳 CVD 鈦清洗製程						
	步驟375	步驟 380	步驟 385	步驟 390	步驟 395	步驟 400
壓力 (托耳)	TFO	0.8	0.8	0.6	4	TFO
間隔 (密耳)	650	600	600	600	650	650
RF 功率 (瓦)	0	0	400	0	0	0
氫(底) (sccm)	200	200	200	200	500	0
氫(上) (sccm)	0	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> (sccm)	0	0	0	0	0	0
He (sccm)	500 (TiCl <sub>4</sub> 管路)	500 (TiCl <sub>4</sub> 管路)	500 (TiCl <sub>4</sub> 管路)	500 (TiCl <sub>4</sub> 管路)	500 (TiCl <sub>4</sub> 管路)	0
TiCl <sub>4</sub> (mgm)	0	0	0	0	0	0
N <sub>2</sub> (sccm)	500	500	500	500	500	0
Cl <sub>2</sub> (sccm)	0	250	250	0	0	0

(請先閱讀背面之注意事項  
填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明( )

雖然，示於表 1 及表 2 之沉積條件及流速代表用於本發明現行較佳實施例之流速，但可以知道也可以使用其他沉積條件及其他流速。例如，有關於源及反應氣體於沉積階段被引入之速率，發明人發現  $H_2$  至  $TiCl_4$  之比率應於約 64:1 至 2034:1 之間。較佳比例取決於包含沉積溫度，壓力托架間隔，RF 功率位準及其他因素之其他沉積條件。然而，本發明人發現上述之比例可以於較佳沉積條件下，用以沉積良好品質之鈦薄膜，沉積條件包含加熱器溫度範圍至少 630 至 700°C 之間，及沉積壓力範圍至少 1-10 托耳。於某些特定測試中，良好品質之鈦薄膜係沉積於 64:1 之  $H_2/TiCl_4$  比例，使用 3000sccm 之  $H_2$  流量及 400mg/m(相當於 47.23sccm)之  $TiCl_4$  流速，及於 2034:1 之  $H_2/TiCl_4$  比率，用 12000sccm 之  $H_2$  流速及低至 50mg/m(相等於 5.9sccm)之  $TiCl_4$  流速。於  $H_2/TiCl_4$  低於 64:1 之流速比時，反應變得缺氧及不穩定，當流速比大於 2034:1 時，沉積薄膜開始於接觸中展現不可接受之差底覆蓋率，並且，很困難管理排氣。

## IV. 測試結果及量測

為了示出本發明之功效，實驗係被以有本發明之方法之優點及無本發明之方法所執行之鈦沉積層加以執行。實驗係被執行於由應用材料公司所製造之電阻加熱  $TixZ$  室中。 $TixZ$  室係適用以 200mm 之晶圓並被位於同樣地是應用材料公司所製造之 Centura 多室基板處理系統中。

(請先閱讀背面之注意事項再  
為本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

於這些組實驗之一中，各種預處理步驟(步驟 325)係於對具有氧化矽層沉積於其上之晶圓作鈦沉積步驟前，被加以執行。這些預處理步驟之第一步驟由氯(125sccm)，氮(500sccm)及氫(200sccm)處理氣體形成電漿。電漿係使用400瓦之RF功率位準加以形成並於不同測試中，被保持於40至100秒之間。測試結果顯示此步驟以約1.1埃每秒之速率蝕刻氧化矽層，但蝕刻並不十分均勻並除了氧化矽外，也不可控制地及不可避免地蝕刻掉矽。

其他測試顯示來自Cl<sub>2</sub>電漿預處理步驟之氯與後續鈦沉積步驟相衝突。明白地說，吾人認為殘餘氯係負責用以減緩於步驟335中之鈦薄膜之沉積速率。同時，其也決定所得之鈦層係較沒有Cl<sub>2</sub>電漿預處理步驟所沉積之鈦層不均勻。

發明人同時依據本發明之較佳實施例，測試使用H<sub>2</sub>之電漿預處理步驟。這些測試之結果顯示H<sub>2</sub>(12slm)及Ar(5500sccm)電漿(RF功率900瓦)均勻地以約每秒0.8埃之速率蝕刻氧化矽。同時，蝕刻處理也相當溫和，其並未示出有任何損壞矽之現象。第5A及5B圖示出使用此處理之蝕刻均勻性。第5A圖示出沉積於晶圓上之氧化矽層之厚度，於晶圓受到本發明之電漿預處理步驟之前。量測係使用熟習於本技藝者所知之羅德芬(Rudolph)對焦橢圓計，量測顯示於預處理步驟前，氧化層具有132±15.61埃之厚度。第5B圖代表在90秒預處理步驟後之氧化物層之厚度。於第5B圖中，氧化物層具有58±16.7埃之厚度。

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

訂



## 五、發明說明 ( )

可由第 5A 及 5B 圖之比較看出，於第 5B 圖中之氧化物層之厚度變化係幾乎相同於示於第 5A 圖之變化。因此，可以由比較看出，步驟 325 之蝕刻係很均勻。

同時，本發明人量測依據本發明沉積之鈦層之電阻率及依據類似處理所沉積之鈦層之電阻率，但無電漿預處理步驟及無標準 HF 浸泡步驟，其係經常為半導體製造者所使用，以於鈦沉積前除去氧化物。這些測試結果顯示對於 300 埃之鈦層，未被以電漿預處理步驟處理之該層之電阻率係於 0.5 至 1.0  $\Omega$  高於具電漿預處理步驟所處理過者。

這些結果證明本發明之電漿預處理步驟可以成功地用以蝕刻於矽基板上之不想要之氧化物，於沉積鈦層之前。如同先前所述，此氧化物係經常性地建立於基板上並將事先需要一個別處理步驟，例如浸泡於一 HF 溶劑中，以於傳送基板至一個別室，用以沉積鈦薄膜前，蝕刻掉該建立物。此 HF 浸泡步驟需要晶圓被隨後乾燥並然後於其他氧化發生前，立即被傳送至沉積室。這處理相當複雜，費時及較本發明之處理不可靠。

其他測試顯示本發明之處理並未沉積任何鈦於接觸孔，例如第 2A 圖之孔 210 之側壁，同時，形成高於 300 事無補之底覆蓋率。當一 100 埃鈦層被沉積於接觸內時，一展現具有對形成於接觸底部之矽化鈦有 300% 底覆蓋率之薄膜具有 300 埃。

列於上述處理及實驗中之參數應不被限制於如此申請專利範圍所描述者。熟習於本技藝者可以修正上述之本

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( )

發明之較佳實施例以下之製程，藉由使用化學物，室參數及條件。因此，上述之說明係例示性並非限制性，以及，本發明係可以適用以沉積於很多不同沉積及清洗處理中之鈦薄膜。例如，乾燥清洗處理可以使用遠端電漿系統 4，以分解  $\text{Cl}_2$  氣體分子及/或其他氣體。同樣地，遠端微波電漿系統 4 可以用以於沉積處理間，分解鈦及其他處理氣體分子，以及，所分解離子可以被通至室 30。本發明可以配合不同清洗源使用，包含  $\text{F}_2$ ， $\text{ClF}_3$  及其他，本發明之技術可以使用不同鈦源，例如  $\text{TiI}_4$ (固態)及其他鹵化鈦化合物。同時，電漿預處理步驟 325 可以於沉積步驟前，用以加熱晶圓並穩定於整個晶圓之溫度均勻性。其他氣體，例如上述之氮或氬可以用以鈍化於步驟 345 及 350 中之鈦層。因此，本發明之範圍應不是藉由參考上述之說明加以決定，而是參考隨附之申請專利範圍及其等效範圍加以決定。

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

## 四、中文發明摘要(發明之名稱: )

## 在鈦化學氣相沉積步驟前之晶圓原位置預清洗製程

一種多步驟化學氣相沉積製程，用以沉積一鈦膜於一基板上。沉積製程之第一步驟包含一電漿預處理步驟，於該步驟中，一具有含氫氣體之預處理氣體及一惰性氣體係被流入基板處理室之沉積區域中。於此第一沉積階段中，一電漿係被由預處理氣體形成並被維持至少約 5 秒，以蝕刻留於基板之接觸區域中之介電材料，並於沉積鈦層前，清洗接觸區域。隨後，於第一階段後之第二沉積階段中，一含鈦源及一還原劑係被引入沉積區域中，以及，於第一階段所形成之電漿係被維持，以沉積鈦層於基板上。於較佳實施例中，包含於預處理氣體中之含氫源及於第二沉積階段之處理氣體中之還原劑係相同之連續 H<sub>2</sub> 流。

## 英文發明摘要(發明之名稱: )

## IN-SITU, PRECLEAN OF WAFERS PRIOR TO A CHEMICAL VAPOR DEPOSITION TITANIUM DEPOSITION STEP

A multiple step chemical vapor deposition process for depositing a titanium film over a substrate. A first step of the deposition process includes a plasma pretreatment step in which a pretreatment gas including a hydrogen-containing gas and an inert gas are flowed into a deposition zone of a substrate processing chamber. During this first deposition stage, a plasma is formed from the pretreatment gas and maintained for at least about 5 seconds in order to etch any dielectric material left in the contact area of the substrate and clean the contact area prior to deposition of the titanium layer. Next, during a second deposition stage after the first stage, a titanium-containing source and a reduction agent are introduced into the deposition zone and the plasma formed in the first stage is maintained in order to deposit the titanium layer over the substrate. In a preferred embodiment, the hydrogen-containing source included in the pretreatment gas and the reduction agent in the process gas of the second deposition stage are the same continuous flow of H<sub>2</sub>.

## 公告本

## 六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

1. 一種化學氣相沉積製程，用以沉積一鈦薄膜於一基板上，該基板已經具有一介電層形成於其上，該製程至少包含步驟：

(a) 放置一基板於一沉積區；

(b) 於第一沉積階段，

(i) 流入一預處理氣體至該沉積區，

(ii) 於沉積區中，形成一來自預處理氣體之電漿，

及

(iii) 保持沉積區於一種狀態，該狀態能適合維持

自基板上蝕刻掉介電層之上部份；及

(c) 於第一階段後之第二沉積階段中，

(i) 流入包含具鈦源氣體之處理氣體及反應劑氣體至沉積區中，

(ii) 由處理氣體形成電漿，及

(iii) 維持沉積區於合適以沉積鈦層於基板上之狀態。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之預處理氣體包含  $H_2$  或  $NH_3$ ，以及，其中步驟 (b)(iii) 係維持足夠地久，以蝕刻至少 10-50 埃之介電層。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之鈦源包含  $TiCl_4$ 。

## 六、申請專利範圍

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之介電層係由包含未摻雜矽玻璃 (USG)，磷矽玻璃 (PSG)，硼磷矽玻璃 (BPSG) 及氟矽玻璃 (FSG) 之群中所選出。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之基板是一矽基板及其中上述之介電層具有至少一接觸開口蝕刻於其中，及上述之鈦層係被沉積以覆蓋接觸開口之底部並形成一矽化鈦層於該底部。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之矽化鈦層係至少三倍厚於該所沉積之鈦層。
7. 一種化學氣相沉積製程，用以沉積一鈦薄膜於形成於基板上之介電層上，該製程至少包含步驟：
  - (a) 放置一基板於一沉積區；
  - (b) 於第一沉積階段，
    - (i) 流入一預處理氣體至該沉積區，
    - (ii) 於沉積區中，形成一來自預處理氣體之電漿，  
及
    - (iii) 保持沉積區於一種狀態，該狀態能適合維持電漿至少 5 秒，以自基板上蝕刻掉介電層之上部份；及
  - (c) 於第一階段後之第二沉積階段中，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 六、申請專利範圍

- (i) 流入包含具鈦源氣體之處理氣體及反應劑氣體至沉積區中，
  - (ii) 由處理氣體形成電漿，及
  - (iii) 維持沉積區於合適以沉積鈦層於基板上之狀態。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之預處理氣體包含一含氫氣體，其係由  $H_2$ ， $NH_3$  及惰性氣體群中選出。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之步驟 (b)(iii) 維持電漿於 5 至 120 秒之間。
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之步驟 (b)(iii) 維持電漿於 5 至 60 秒之間。
11. 如申請專利範圍第 8 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之第一沉積階段更包含步驟有：啟始含鈦源氣體之流量並分散含鈦源氣體之流量離開沉積區並進入基板處理室排氣管路中。
12. 如申請專利範圍第 7 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之含鈦源氣體包含汽化  $TiCl_4$ 。

## 六、申請專利範圍

- 13.如申請專利範圍第7項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之反應劑氣體及上述之含氫源均包含  $H_2$  及其中上述之  $H_2$  之流量是由步驟(b)(i)維持至步驟(c)(iii)。
- 14.如申請專利範圍第7項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之預處理氣體包括含鹵素氣體。
- 15.一種化學氣相沉積製程，用以沉積一鈦薄膜於形成於基板上之氧化矽層上，該氧化矽層於接觸區域中一部份被蝕刻掉，該製程至少包含步驟：
- (a)放置一基板於一沉積區；
  - (b)於第一沉積階段，
    - (i)流入一含  $H_2$  及惰性氣體之預處理氣體至該沉積區，
    - (ii)於沉積區中，形成一來自預處理氣體之電漿，及
    - (iii)保持沉積區於一種狀態，該狀態能適合維持電漿5秒至120秒，以自基板上蝕刻掉氧化矽層之上部份；及
  - (c)於第一階段後之第二沉積階段中，
    - (i)加入汽化  $TiCl_4$  流至預處理氣體，以形成一流入沉積區之處理氣體，及
    - (ii)維持沉積區於合適以維持形成於步驟(b)(ii)中之電漿之狀態，以沉積一鈦層於基板上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 六、申請專利範圍

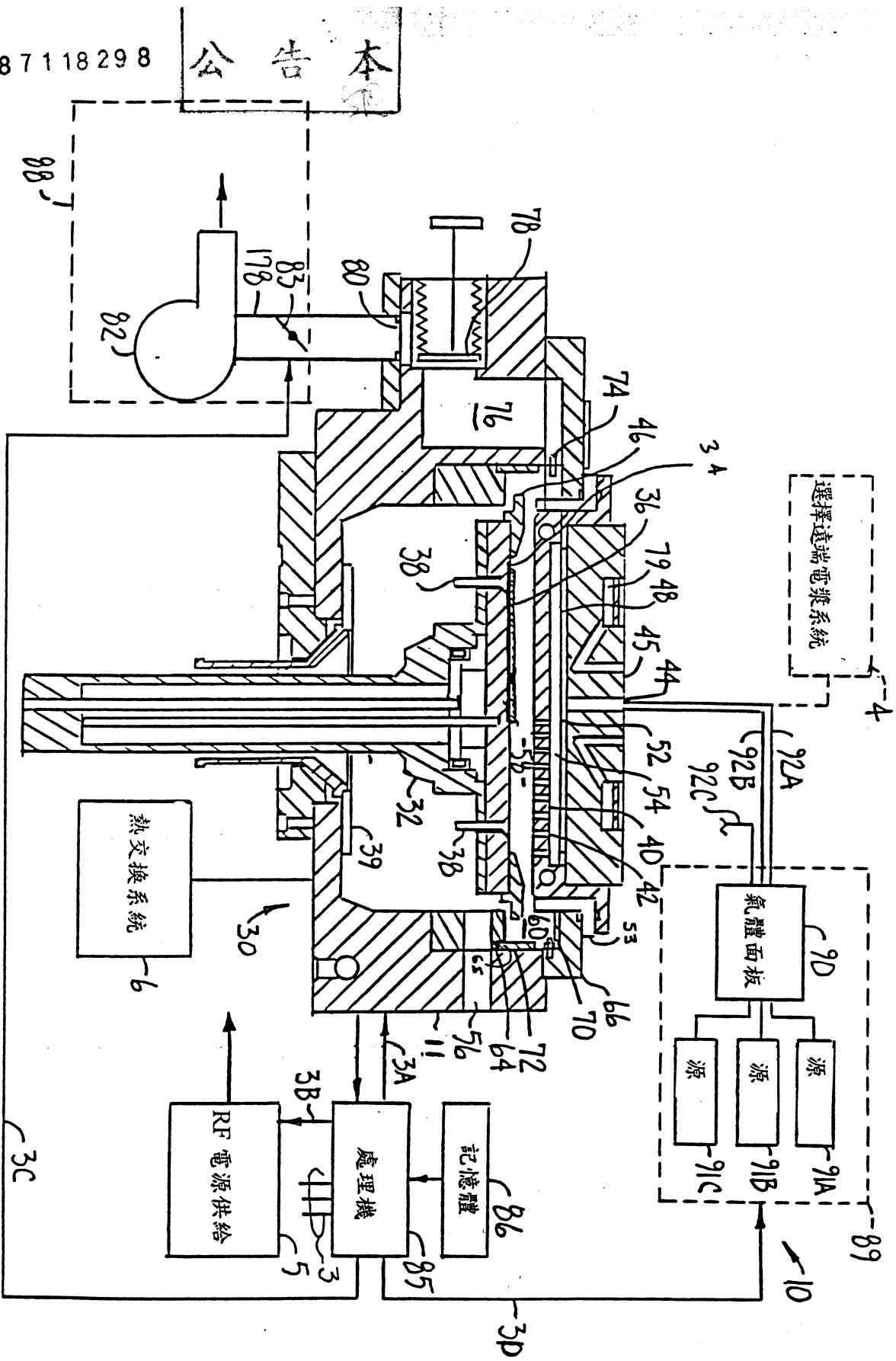
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之化學氣相沉積製程，其中於鈦薄膜沉積完成後，基板於真空下被傳送至多室基板處理系統之第二室中，以及，一化學氣相沉積製程係用以沉積氮化鈦於沉積鈦之層上。
17. 一種化學氣相沉積製程，用以沉積一鈦層於位於基板處理室之沉積區中之基板上，該製程至少包含步驟：
- (a) 加熱晶圓至於 535 至 625°C 之溫度間；
  - (b) 維持沉積區於 1 至 10 托耳之壓力；
  - (c) 流入含有  $TiCl_4$  及反應氣體之處理氣體至室中，該反應氣體及  $TiCl_4$  氣體具有一反應：源流量比例於 64:1 至 2034:1 之間；及
  - (d) 施加一能量，以由處理氣體形成電漿，並沉積一鈦薄膜於基板上。
18. 如申請專利範圍第 17 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之反應氣體包含  $H_2$ 。
19. 如申請專利範圍第 18 項所述之化學氣相沉積製程，其中上述之電漿係由施加低頻 RF 能量至安置於室中之電極而形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

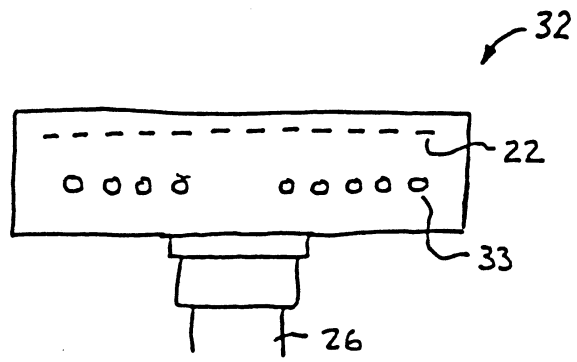
訂

線

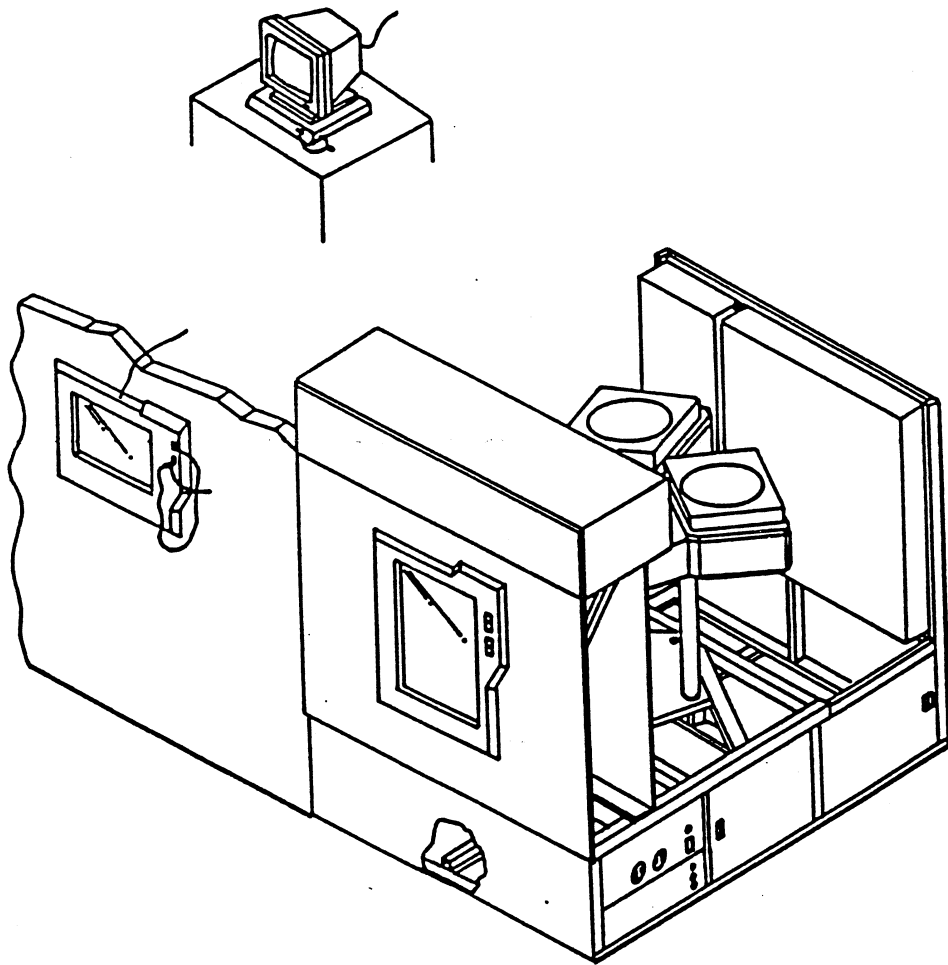




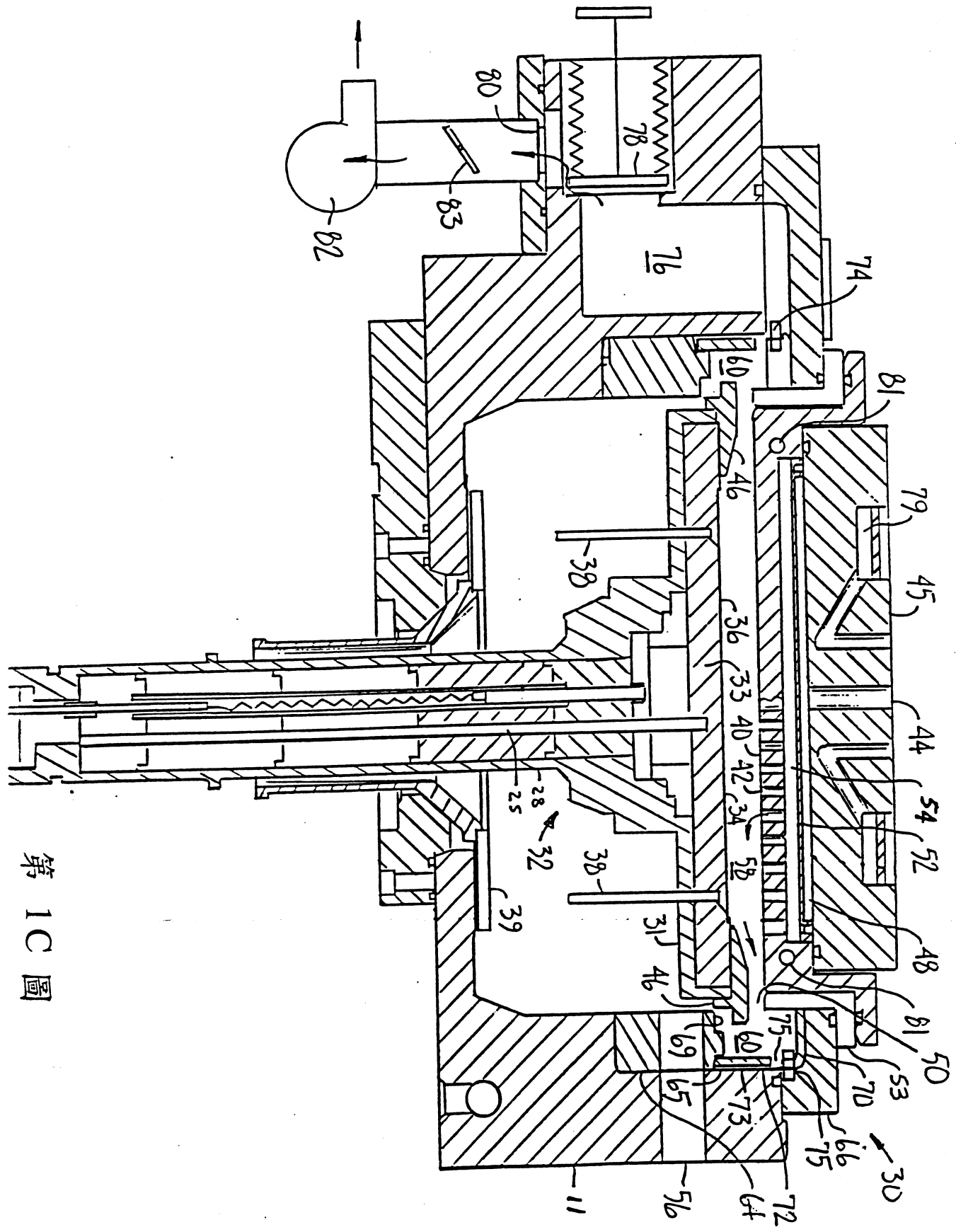
第 1A 圖



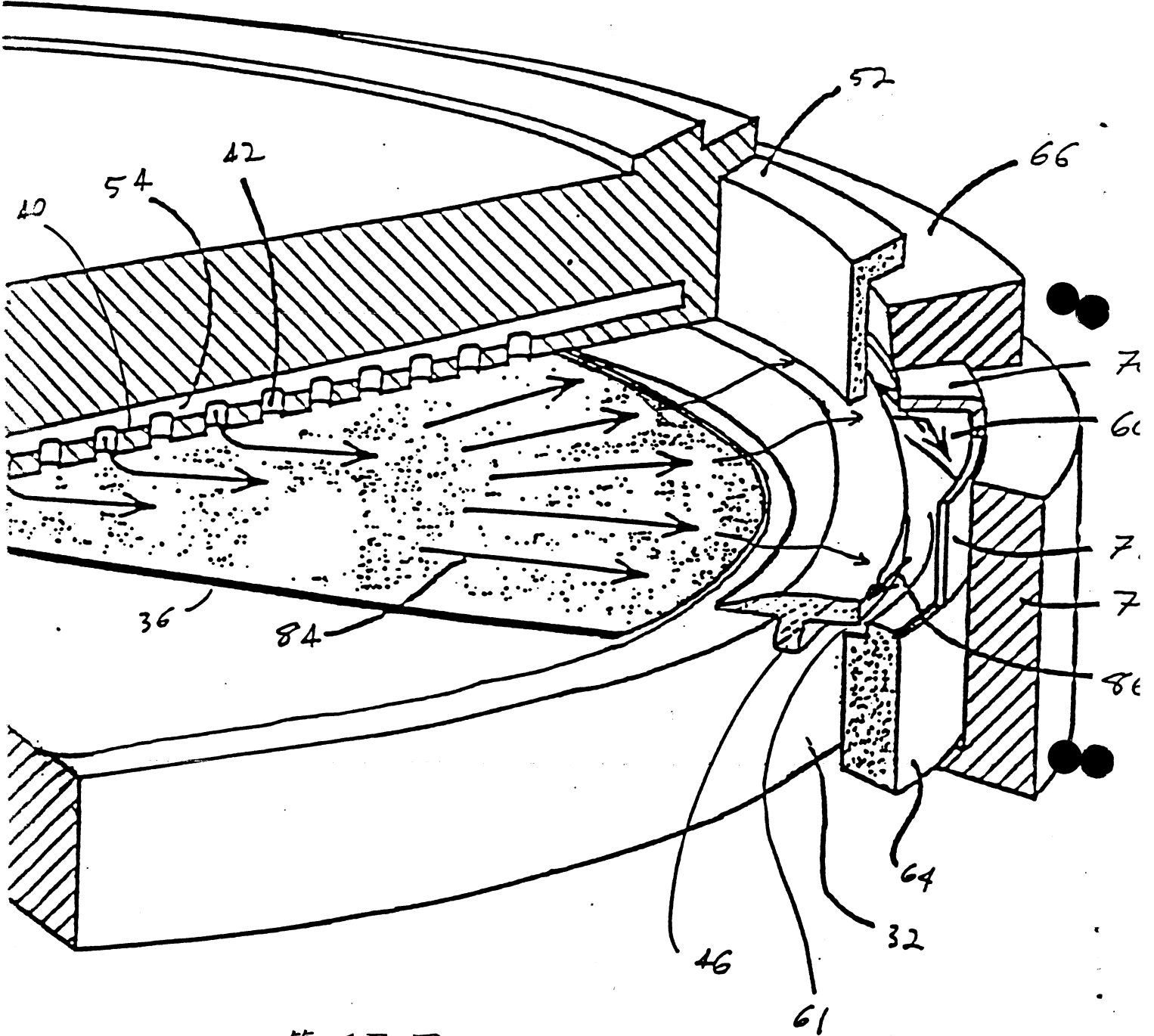
第 1B 圖



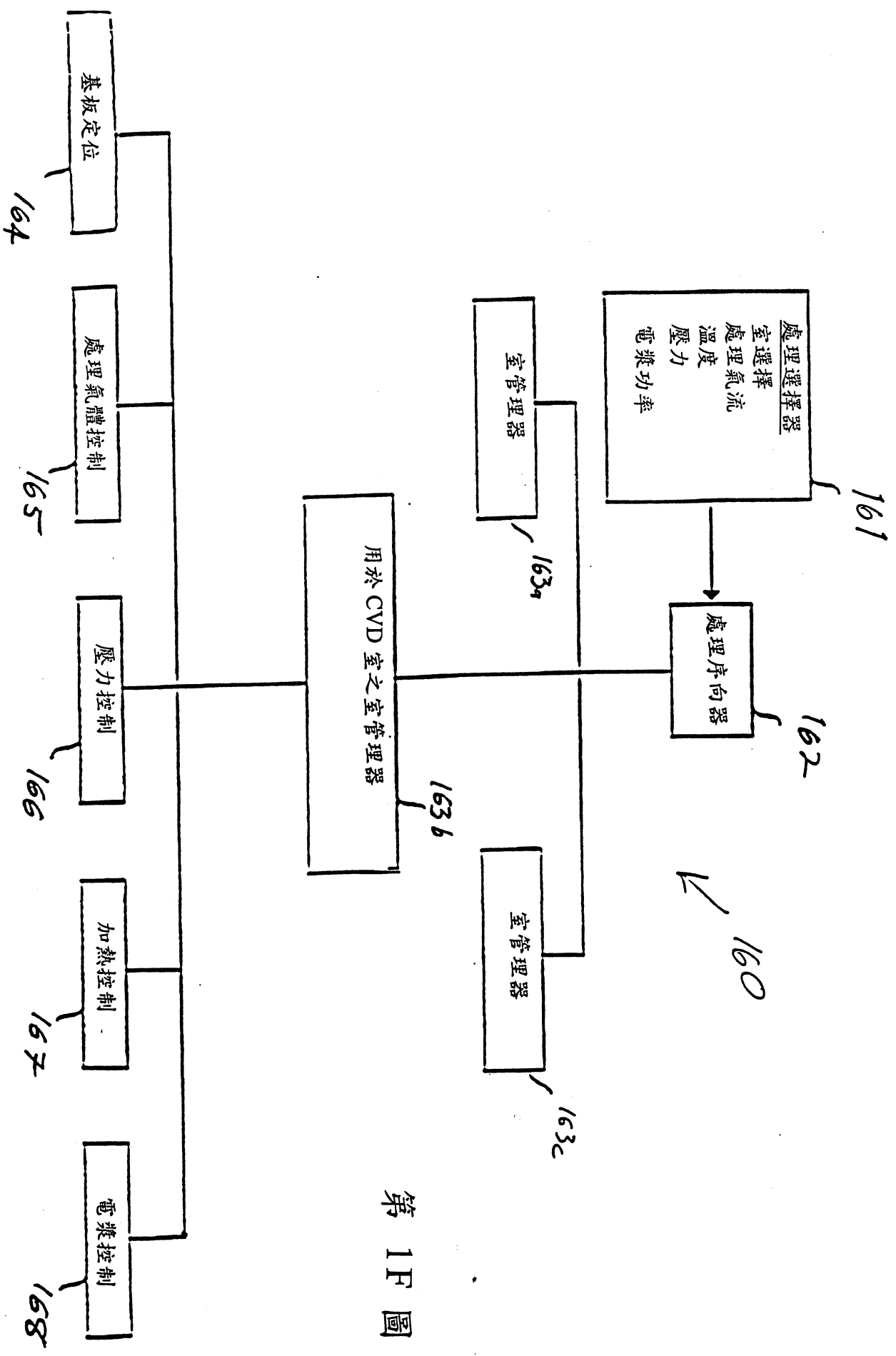
第 1D 圖



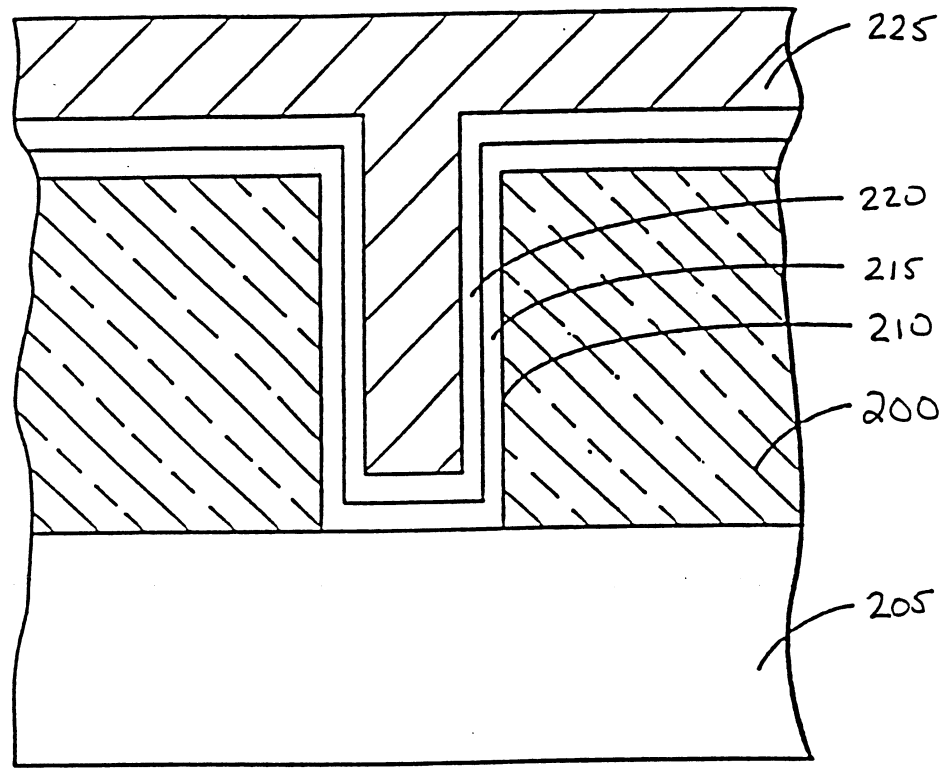
第 1C 圖



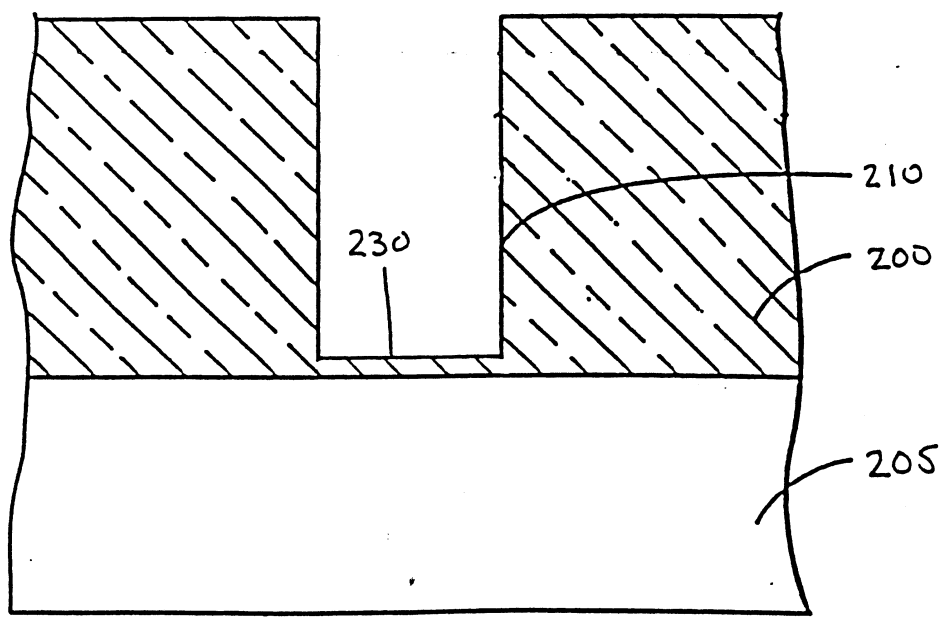
第 1E 圖



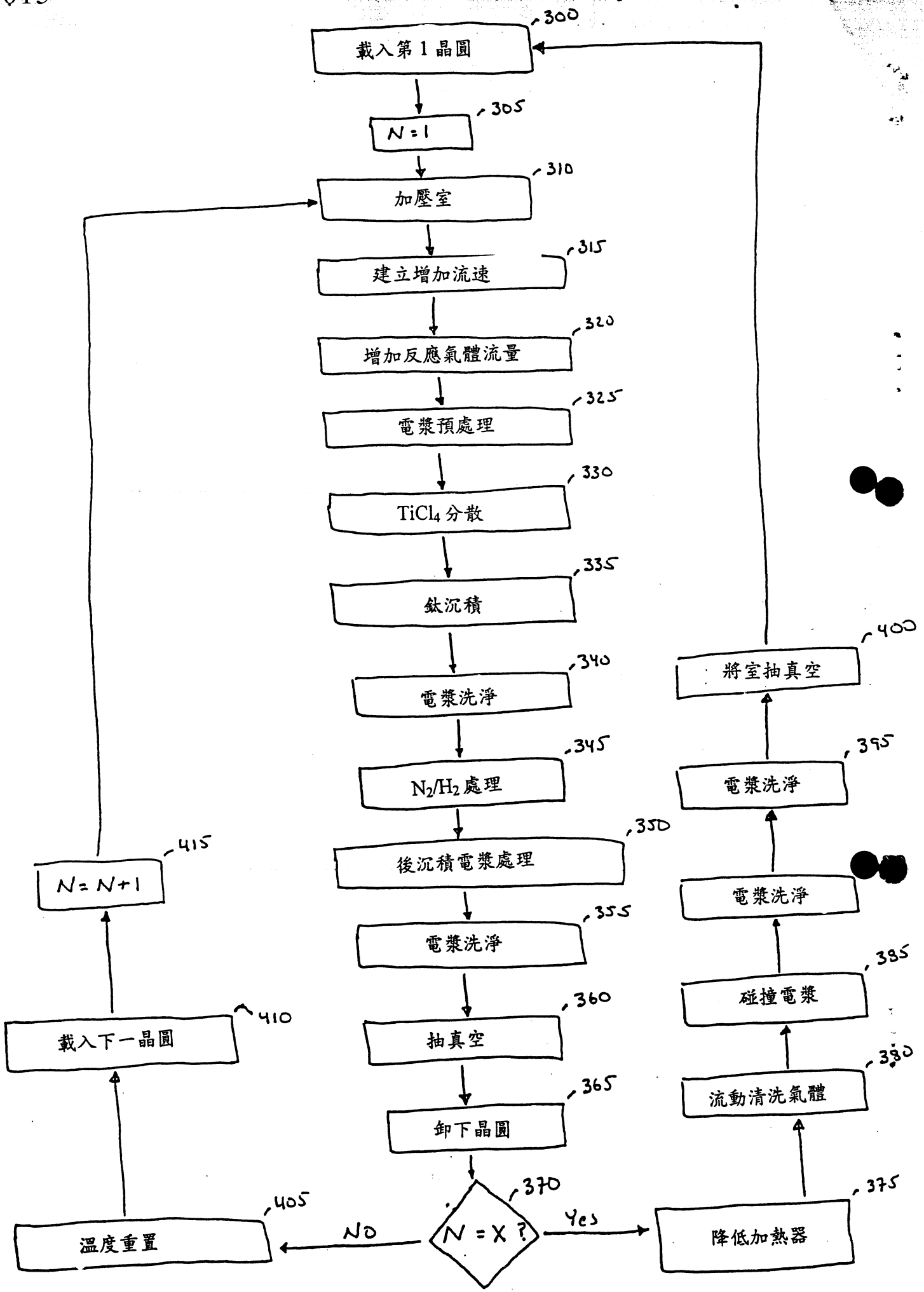
第 1F 圖



第 2A 圖

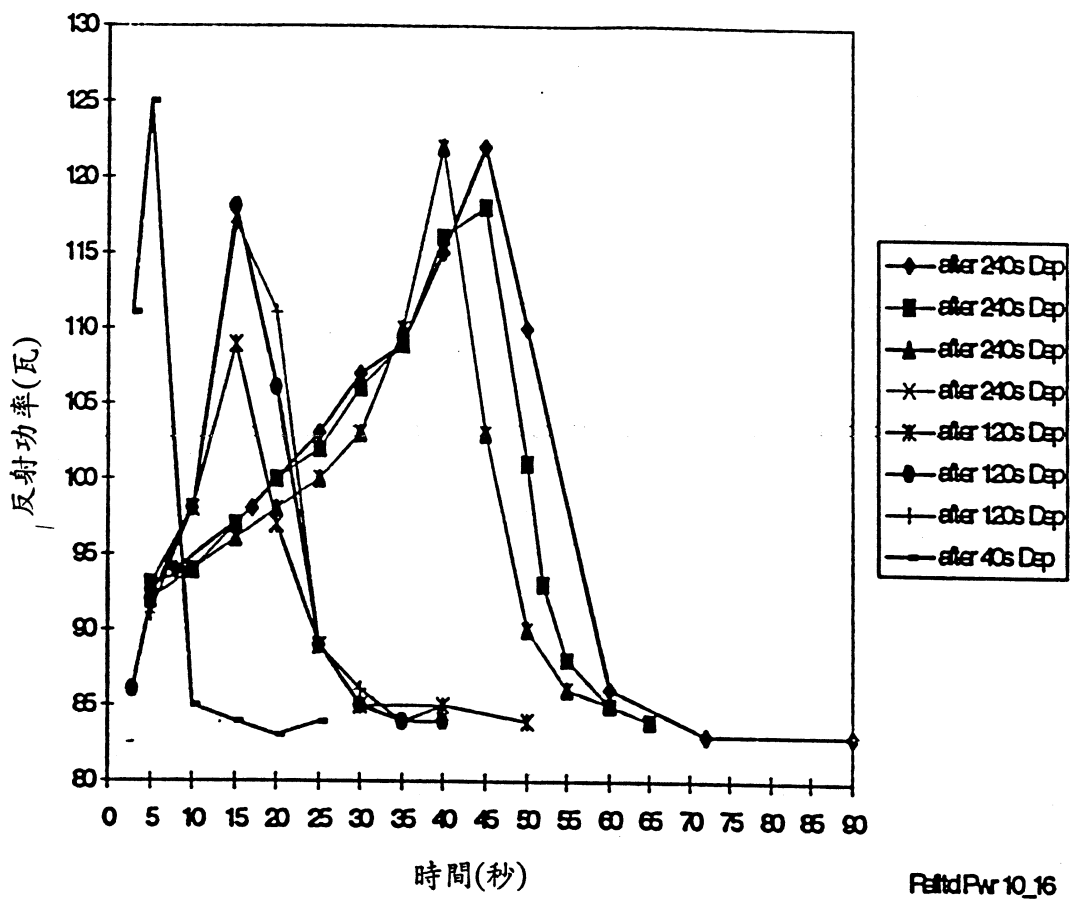


第 2B 圖

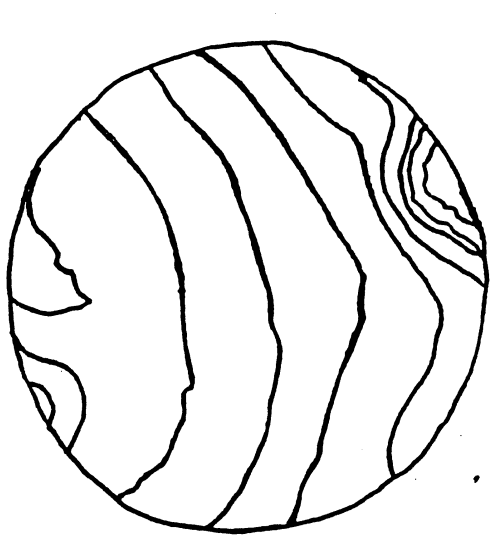


第 3 圖

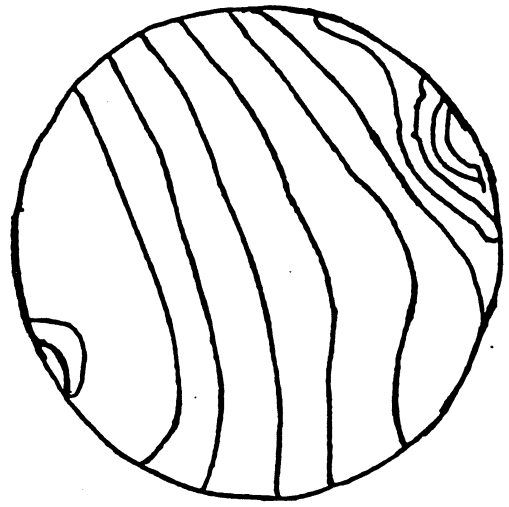
於室清洗間反射功率衰減



第 4 圖



第 5A 圖



第 5B 圖