



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I395831B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：098141920

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 08 日

(51)Int. Cl. : C23C16/40 (2006.01) H01L21/316 (2006.01)

(30)優先權：2008/12/18 美國 61/138,864

2009/06/22 美國 12/489,234

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國(72)發明人：凡卡塔拉曼尚卡爾 VENKATARAMAN, SHANKAR (IN)；浜名宏 HAMANA,
HIROSHI (JP)；赫南德茲馬努爾 A HERNANDEZ, MANUEL A. (US)；英戈爾尼
廷 K INGLE, NITIN K. (IN)；吉保羅艾德華 GEE, PAUL EDWARD (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200729395A

TW 200816313A

US 2002/0142579A1

審查人員：周志浩

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：6 共 0 頁

(54)名稱

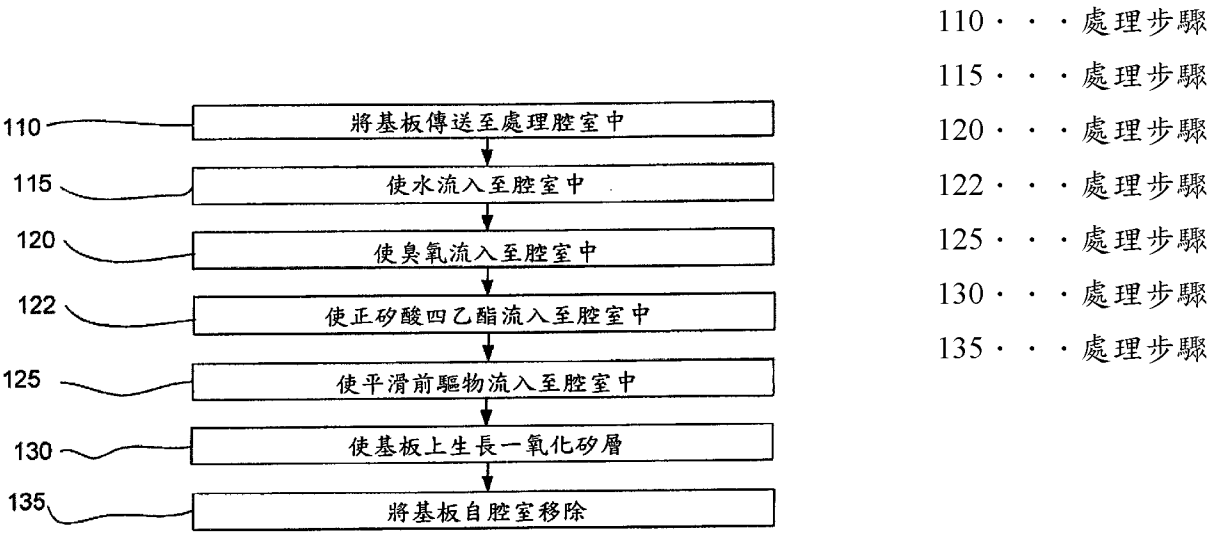
添加前驅物至氧化矽化學氣相沉積以增進低溫間隙填充的方法

PRECURSOR ADDITION TO SILICON OXIDE CVD FOR IMPROVED LOW TEMPERATURE
GAPFILL

(57)摘要

將氧化矽層沉積於基板上之方法涉及使一含矽前驅物、一氧化氣體、水及一添加前驅物流入一處理腔室中以使得在整個該基板表面上達成一均勻之氧化矽生長速度。根據實施例生長之氧化矽層之表面在與該添加前驅物一起生長時可具有一降低之粗糙度。在本揭示案之其他態樣中，氧化矽層係藉由使一含矽前驅物、一氧化氣體、水及一添加前驅物流入一處理腔室中來沉積於該表面上具有溝槽之一圖案化基板上，從而使得該等溝槽得以填充，其中該氧化矽填充材料內之空隙具有一減少之數量及/或減小之尺寸。

Methods of depositing silicon oxide layers on substrates involve flowing a silicon-containing precursor, an oxidizing gas, water and an additive precursor into a processing chamber such that a uniform silicon oxide growth rate is achieved across the substrate surface. The surface of silicon oxide layers grown according to embodiments may have a reduced roughness when grown with the additive precursor. In other aspects of the disclosure, silicon oxide layers are deposited on a patterned substrate with trenches on the surface by flowing a silicon-containing precursor, an oxidizing gas, water and an additive precursor into a processing chamber such that the trenches are filled with a reduced quantity and/or size of voids within the silicon oxide filler material.



第 1 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98141920

※ 申請日期：2009 年 12 月 8 日

※IPC 分類：(2006.01)

C23C 16/40

H01L 21/316 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

添加前驅物至氧化矽化學氣相沉積以增進低溫間隙填充的方法

PRECURSOR ADDITION TO SILICON OXIDE CVD FOR

IMPROVED LOW TEMPERATURE GAPFILL

二、中文發明摘要：

將氧化矽層沉積於基板上之方法涉及使一含矽前驅物、一氧化氣體、水及一添加前驅物流入一處理腔室中以使得在整個該基板表面上達成一均勻之氧化矽生長速度。根據實施例生長之氧化矽層之表面在與該添加前驅物一起生長時可具有一降低之粗糙度。在本揭示案之其他態樣中，氧化矽層係藉由使一含矽前驅物、一氧化氣體、水及一添加前驅物流入一處理腔室中來沉積於該表面上具有溝槽之一圖案化基板上，從而使得該等溝槽得以填充，其中該氧化矽填充材料內之空隙具有一減少之數量及/或減小之尺寸。

三、英文發明摘要：

Methods of depositing silicon oxide layers on substrates involve flowing a silicon-containing precursor, an oxidizing gas, water and an additive precursor into a processing chamber such that a uniform silicon oxide growth rate is achieved across the substrate surface. The surface of silicon oxide layers grown according to embodiments may have a reduced roughness when grown with the additive precursor.

In other aspects of the disclosure, silicon oxide layers are deposited on a patterned substrate with trenches on the surface by flowing a silicon-containing precursor, an oxidizing gas, water and an additive precursor into a processing chamber such that the trenches are filled with a reduced quantity and/or size of voids within the silicon oxide filler material.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110 處理步驟

115 處理步驟

120 處理步驟

122 處理步驟

125 處理步驟

130 處理步驟

135 處理步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

本申請案主張 Venkatarama 等人於 2008 年 12 月 18 日申請且標題為「RECURSOR ADDITION TO SILICON OXIDE CVD FOR IMPROVED LOW TEMPERATURE GAPFILL」之美國臨時申請案第 61/138,864 號之權利，該案之全部內容為所有目的併入本文。

【發明所屬之技術領域】

本申請案係關於涉及用於薄膜及塗層之沉積、圖案化及處理中之設備、製程及材料的製造技術解決方案，其中代表性實例包括（但不限於）涉及以下諸者之應用：半導體及介電性材料及裝置、矽基晶圓及平板顯示器（諸如薄膜電晶體（TFTs）。

【先前技術】

積體電路之製造順序通常包括若干圖案化製程。該等圖案化製程可用於界定可由金屬、多晶矽或摻雜矽形成之傳導特徵結構之一層。此後，可藉由將介電性材料沉積於該圖案化層上來形成電隔離結構，該圖案化層包括位於電活性區域之間的溝槽。該介電性材料不僅在沉積平面中而且在傳導特徵結構之垂直分離層之間提供電隔離。

與次微米裝置之形成相關聯之挑戰係以無空隙方式填

充一窄溝槽。為了以氧化矽填充一溝槽，首先將一氧化矽層沉積於圖案化基板上。該氧化矽層通常覆蓋場以及溝槽之壁及底部。若溝槽寬且淺，則完全填充該溝槽相當容易。隨著溝槽變窄且深寬比（溝槽高度與溝槽寬度之比）增加，將變得更有可能在該溝槽經完全填充之前閉合（或「夾斷」）該溝槽之開口。

夾斷溝槽可在該溝槽內陷入一空隙。在某些情況下，該空隙將在一重流製程期間得以填充，例如在該沉積之氧化矽於高溫下經摻雜且經歷黏性流之情況下。然而，隨著該溝槽變窄，即使重流製程亦難以填充該空隙。此外，若干類型之應用需要輕微或無摻雜之氧化矽之沉積，該沉積可能甚至在高溫下亦難以重流。由夾斷造成之空隙係不樂見的，因為其可降低每晶圓之優良晶片之效能及良率以及該等裝置之可靠性。

使正矽酸四乙酯（TEOS）及臭氧（ O_3 ）流入處理腔室係用於建立氧化矽膜之技術，該氧化矽膜可歸因於在基板上之高初始遷移率而充分地填充高深寬比溝槽。在相對高之基板溫度（ 600°C 以上）可無空隙地填充溝槽。可使用諸如水蒸汽之添加物以進一步降低該膜之初始黏度，進而減少或消除在隨後步驟中使該膜重流之需要。在較低基板溫度下使用類似之前驅物將導致隨空間變化之膜生長速度。膜生長速度不規則性可能引起在溝槽內陷入空隙，進而降低使用 TEOS / 臭氧製程之益處。

因此，需要能夠在較低溫度下以氧化矽膜填充窄溝槽

而不留下空隙。

【發明內容】

本揭示案之態樣係關於將氧化矽層沉積於基板上之方法。在實施例中，氧化矽層係藉由使含矽前驅物、氧化氣體、水及添加前驅物流入處理腔室中來沉積，從而使得在整個基板表面上達成均勻之氧化矽生長速度。根據實施例生長之氧化矽層之表面在與添加前驅物一起生長時可具有降低之粗糙度。在本揭示案之其他態樣中，氧化矽層係藉由使含矽前驅物、氧化氣體、水及添加前驅物流入處理腔室中來沉積於表面上具有溝槽之圖案化基板上，從而使得該等溝槽得以填充，其中氧化矽填充材料內之空隙具有減少之數目及/或減小之尺寸。

在一實施例中，本揭示案提供一種用於在處理腔室中之一基板上形成氧化矽層之方法。該方法包括使含矽前驅物及氧化氣體流入該處理腔室中。該方法進一步包括使水及添加前驅物流入該處理腔室中。該氧化矽層係經由化學氣相沉積自含矽前驅物、氧化氣體、水及添加前驅物而形成於該基板上。該添加前驅物促進整個基板之上氧化矽層之均勻生長速度且降低該氧化矽層之粗糙度。

在另一實施例中，本揭示案提供一種以氧化矽填充溝槽之方法。該溝槽位於處理腔室內之基板上。該方法包

括使第一含矽前驅物流入該處理腔室中。該第一含矽前驅物包含至少一個 Si-O 鍵。該方法進一步包括使氧化前驅物、水及第二含矽前驅物流入該腔室中。該第二含矽前驅物包含至少一個 Si-C 鍵。該方法進一步包括經由化學氣相沉積藉由該等第一及第二含矽前驅物及該氧化前驅物將氧化矽沉積於溝槽中。該第二前驅物使生長速度平均，進而減小留在沉積後之溝槽中的空隙之尺寸及/或減少空隙之數目。

額外實施例及特徵結構在隨後之部分描述中進行闡述，且部分地將在熟習此項技術者檢驗本專利說明書之後可更加明白或藉由所揭示之實施例之實施而瞭解。所揭示之實施例之特徵結構及優點可藉由本專利說明書中所描述之手段、組合及方法來實現及獲得。

【實施方式】

本揭示案之態樣係關於將氧化矽層沉積於基板上之方法。在實施例中，氧化矽層係藉由使含矽前驅物、氧化氣體、水及添加前驅物流入處理腔室中來沉積，從而使得在整個基板表面達成均勻之氧化矽生長速度。根據實施例生長之氧化矽層之表面在與添加前驅物一起生長時可具有降低之粗糙度。在本揭示案之其他態樣中，氧化矽層係藉由使含矽前驅物、氧化氣體、水及添加前驅物流入處理腔室中來沉積於表面上具有溝槽之圖案化基板

上，從而使得該等溝槽得以填充，其中氧化矽填充材料之內之空隙具有減少之數目及/或減小之尺寸。

本發明之實施例係針對在基板之圖案化表面上之溝槽中形成氧化矽的方法。添加前驅物在膜形成期間流入處理腔室中以促進空間均勻之生長速度。次大氣壓化學氣相沉積（SACVD）及相關製程涉及使含矽前驅物及氧化前驅物流入處理腔室中以在基板上形成氧化矽。該含矽前驅物可包括正矽酸四乙酯（TEOS）且該氧化前驅物可包括臭氧（ O_3 ）、氧氣（ O_2 ）及/或氧基。另一前驅物（例如，水蒸汽）可添加至處理腔室中以增強基板上材料之流動性。已發現自低於大約 $600^{\circ}C$ 之基板上之 TEOS 及臭氧前驅物生長的氧化矽膜具有粗糙表面，該粗糙表面可藉由各種表面成像技術（諸如原子力顯微法）看見。已發現添加前驅物（例如，六甲基二矽氮烷（HMDS）或四甲基二矽氧烷（TMDSO））之添加在沉積後產生較低之表面粗糙度。

為了較佳理解及瞭解本發明，現參考第 1 圖（其為根據所揭示之實施例之氧化矽間隙填充沉積製程之流程圖）及表 I（其含有沉積之後所採取之表面粗糙度量測）。當一基板轉移至處理腔室中時（操作 110），該製程開始。在操作 115、操作 120 及操作 122 中使水、臭氧及正矽酸四乙酯流入腔室中。在彼等前驅物之流動期間，使添加前驅物（例如，四甲基二矽氧烷、六甲基二矽氮烷或其組合）流入該腔室中（操作 125）以促進操作 130 中

基板上之氧化矽層之均勻生長。在膜生長之後，在操作 135 中自該腔室移除基板。

在製備為表 I 分析之膜期間，正矽酸四乙酯之流速約為每分鐘 3 克且臭氧之流速約為 30000 sccm。蒸氣（水）在膜生長期間以接近 4000 sccm 之速率流動且四甲基二矽氧烷以約 0 mg/min、75 mg/min、150 mg/min、300 mg/min 及 700 mg/min 之基本恒定之速率流動。大體惰性載氣（氮氣及氬氣）用於輔助將四甲基二矽氧烷、水及正矽酸四乙酯傳送至腔室中。載氣流速之量值通常以每分鐘標準立方公分（sccms）給出。由載氣運載之氣體之質量流量的量值通常以 mg/min 給出，其不包括載氣之質量流量。可用許多方式量測粗糙度。本文詳述之粗糙度量係對於二維原子力顯微法（AFM）量測而給出，該量測係對氧化矽膜之表面之 $5\text{ }\mu\text{m}\times 5\text{ }\mu\text{m}$ 部分進行。可購自 Plainview, New York 之 Veeco 的 Dimension 7000 AFM 係以高於或約為 $10^4/\mu\text{m}$ 之量測點密度及以敲擊模式操作之同量解析度尖端來使用。

如本文中所使用，流速在製程期間並不必要恒定。不同前驅物之流速可以不同之次序開始及終止且其量值可變化。除非另有指示，否則本文所指示之質量流速之量值係對於在製程期間使用之大約峰值流速而給出。四甲基二矽氧烷之流速與在沉積期間及沉積後氧化矽膜之粗糙度降低相互關聯。

表 I：氧化矽粗糙度對添加前驅物之流速之依賴性

四甲基二矽氧烷 (mg/min)	粗糙度均方根 (nm)
0	15.08
75	7.39
150	3.50
300	1.82
700	0.91

本文中所指示之流速量值係用於單一 300 mm 直徑之晶圓之一側面上（面積大約 700 cm^2 ）之沉積。需要對多個晶圓、較大或較小晶圓、雙側沉積或替代幾何形狀基板（例如，矩形基板）上之沉積進行基於沉積面積之適當校正。

藉由諸如四甲基二矽氧烷及/或六甲基二矽氮烷之添加前驅物的輔助使氧化矽膜生長增加沉積之共形性，此對稍後將闡釋之圖案化表面上之氧化矽的沉積具有影響。在毯覆晶圓上形成該等膜亦提供實用性且提供對與添加前驅物一起生長之膜之一般特性的瞭解。生長膜之表面粗糙度的降低減少非圖案化基板上形成之氧化矽膜中的空隙之形成。空隙（尺寸及/或總數）之減少產生一密集膜，且已發現其可導致濕式蝕刻速度（WER, Wet Etch Rate）之降低以及折射率（RI, Refractive Index）之增加。

歸因於更加均勻之生長速度，第 1 圖之該等製程亦可用於以氧化矽更加完全地填充溝槽。在相對低溫基板上

進行之無添加前驅物的正矽酸四乙酯-臭氧製程可能由於不均勻之生長速度而產生陷入之空隙，其有時被稱作「指印形」或「蘑菇形」。第 2 圖為根據所揭示之實施例之在沉積氧化矽之前的溝槽之截面圖。所描繪之溝槽形成於符合淺溝槽隔離（STI）製程之矽 200、氧化矽 205 及氮化矽 210 中，該 STI 製程為本文所揭示之方法之示範性應用。

正矽酸四乙酯-臭氧氧化矽生長製程在矽 200 及氧化矽 205 上產生與其在氮化矽 210 上產生之膜生長相比而言等待時間較短之膜生長。較短等待時間或低等待時間之膜生長為比高等待時間之膜生長較快開始之膜生長。等待時間描述介於前驅物流動之起始與高速膜生長之開始之間的延遲。等待時間可由在加速生長速度之前建立一起始層或長晶位點之需要而產生。等待時間之變化在不同下伏材料之中很常見。在高基板溫度下，等待時間之差異延遲淺溝槽區域 220 中之氧化矽生長，此允許深溝槽區域 215 得以更加完全地填充。另一方面，低溫基板上之相同製程可能歸因於蘑菇形之生長行為而在深溝槽區域 215 中陷入空隙，此與淺溝槽區域 220 中之開口之尺寸無關。

當正矽酸四乙酯及臭氧（及水蒸汽，若實施）之流動伴隨著添加前驅物之流動時，將氧化矽沉積於低溫基板上之溝槽中產生較少空隙。舉例而言，氧化矽之生長速度在深溝槽區域 215 中更加均勻，進而允許膜生長在形

成較少及/或較小空隙的同時繼續進行。藉由氧化矽填充深溝槽區域 215，且在與氮化矽上之生長相關聯之等待週期之後，其上之生長速度增加且淺溝槽區域 220 之剩餘部分得以填充。

與下伏材料之差異無關，伴隨其他前驅物之添加前驅物之流速可藉由減少併入溝槽中之間隙之數目及/或減小間隙之尺寸來增進填充。在 300 mm 之晶圓或類似面積之基板的狀況下，在不同實施例中之前驅物之流動期間的某些點，添加前驅物之流速可超過或約為 1 mg/min、超過或約為 5 mg/min、超過或約為 10 mg/min、超過或約為 25 mg/min、超過或約為 50 mg/min 或超過或約為 100 mg/min、超過或約為 150 mg/min、超過或約為 200 mg/min、超過或約為 300 mg/min 或超過或約為 500 mg/min。

已發現正矽酸四乙酯-臭氧-水蒸汽製程中包括添加前驅物不僅降低生長膜之粗糙度而且降低所沉積之材料之表面流動性。由於較高之表面流速有助於填充深溝槽，故添加前驅物之流速可在沉積期間傾斜或以其他方式增加。第 3 圖展示此類型之製程流。將該基板傳送（操作 310）至處理腔室中。水、臭氧及正矽酸四乙酯之流動在操作 315、操作 320 及操作 322 中開始。添加前驅物之流動在操作 325 中以相對低之流速開始。在起始膜生長（操作 330）之後，在一或多個相對離散時間突然增加或在沉積期間逐漸增加流動（操作 335）。將前驅物之流

動停止且將基板自腔室移除（操作 340 及操作 345）。

添加前驅物之流速之一或多個突然增加可在沉積期間之特定時間進行。可在製程中之早期維持一低流速（例如，在不同實施例中，低流速可超過或約為 1 mg/min、超過或約為 5 mg/min、超過或約為 10 mg/min、超過或約為 20 mg/min 或超過或約為 50 mg/min）以用於膜生長之早期階段。此等低流速不僅產生較不平滑之膜而且產生較不保形之膜生長製程。較不共形之膜生長製程避免在通孔中間形成受載焊縫（strong seam）。

一旦基板上之該等溝槽之一部分得以填充，則可增加流速以進一步降低生長膜之粗糙度。生長變得更加共形，但歸因於初始不共形之生長，焊縫仍在減少。在不同實施例中，在生長製程之後期維持之高流速可超過或約為 10 mg/min、超過或約為 25 mg/min、超過或約為 50 mg/min、超過或約為 100 mg/min、超過或約為 150 mg/min、超過或約為 200 mg/min、超過或約為 300 mg/min 或超過或約為 500 mg/min。量測指示六甲基二矽氧烷之較低流速可用於達成與四甲基二矽氧烷類似之結果。然而，已發現表面材料及表面條件影響添加前驅物之功效。增加流速可對在膜生長製程之後期生長之氧化矽膜的一部分產生較高的折射率及較低濕式蝕刻速度。

添加前驅物之流速之逐漸增加係對一或多個突然增加之有效替代。在製程早期之各種實施例中，傾斜上升之起始流速可超過或約為 1 mg/min、超過或約為 5

mg/min、超過或約為 10 mg/min、超過或約為 20 mg/min 或超過或約為 50 mg/min。在傾斜上升期間增加流速實際可涉及流速之一系列相對小但離散之增加，此產生流速與時間之階梯形比。增加之平均速度可為變量或常量。在不同實施例中，傾斜上升之終止流速可超過或約為 10 mg/min、超過或約為 25 mg/min、超過或約為 50 mg/min、超過或約為 100 mg/min、超過或約為 150 mg/min、超過或約為 200 mg/min、超過或約為 300 mg/min 或超過或約為 500 mg/min。示範性傾斜上升可涉及以 1 mg/(min-sec) 之平均傾斜上升速度將四甲基二矽氧烷之流動自 30 mg/min 增加至 150 mg/min，而六甲基二矽氮烷之相應示範性傾斜上升可涉及以 0.33 mg/(min-sec) 之平均傾斜上升速度將流動自 10 mg/min 增加至 50 mg/min。替代之平均線性傾斜上升速度可基於傾斜上升持續時間、傾斜上升起始流速及傾斜上升終止流速來計算。

添加前驅物可為與基板相互化學作用之各種前驅物，且比含矽前驅物（通常為正矽酸四乙酯）具有更少之位點選擇性。在低基板溫度下，具有較少或無添加前驅物之膜生長可能歸因於長晶位點附近增加之反應機率而產生優先之生長位點。本文含有之化學機制之描述可能有助於理解本發明之實施例，但其未必正確且亦無意於限制申請專利範圍之範疇。在一些實施例中，添加前驅物可包含似乎減小位點選擇性之矽碳鍵，進而當其與含矽前驅物及氧化前驅物結合時產生更加均勻之氧化矽生長

速度。在不同實施例中，添加前驅物可為四甲基二矽氧烷（TMDSO）或六甲基二矽氮烷（HMDS）或含有至少一個矽碳鍵之另一前驅物。

添加前驅物之流速及含矽前驅物（例如，正矽酸四乙酯）之流速皆可在氧化矽層之生長期間增加。在圖案化晶圓上將要開始填充溝槽時之較慢且較平滑之生長速度進一步增進更加完全地填充溝槽之能力。在完全填充或部分填充溝槽之後，可增加添加前驅物之流速以使生長膜平滑，同時可增加含矽前驅物以增加膜之生長速度。

在不同實施例中，沉積期間基板溫度之上界可低於或約為 600°C、低於或約為 540°C、低於或約為 500°C、低於或約為 400°C、低於或約為 350°C 或低於或約為 300°C。在不同實施例中，沉積期間基板溫度之下界可超過或約為 100°C、超過或約為 150°C、超過或約為 200°C 或超過或約為 300°C。根據額外揭示之實施例，下界中每一者可與基板溫度之上界中任一者結合以形成基板溫度之額外範圍。

示範性基板處理系統

在已描述可能對根據本發明之實施例進行之修改及根據本發明之實施例之使用半導體處理系統之方法之後，注意針對第 4A 圖，其圖示在半導體處理工具 409 中之示範性半導體處理腔室 410 之簡圖。此系統適用於執行各種半導體處理步驟，該等步驟可包括化學氣相沉積製程以及諸如重流、驅入、清潔、蝕刻及吸氣製程之其他製

程。多步驟製程亦可在單基板上執行，而無需將該基板自腔室移除。系統之代表性主要組件包括自氣體傳送系統 489 接收製程氣體及其他氣體之腔室內部空間 415、泵送系統 488、遠端電漿系統(RPS)455 及控制系統 453。此等及其他組件將在下文中描述以理解本發明。

半導體處理腔室 410 包括容納具有氣體反應區 416 之腔室內部空間 415 的外殼總成 412。在氣體反應區 416 之上提供一氣體分配板 420 以用於將反應氣體及其他氣體（諸如淨化氣）經由氣體分配板 420 中之穿孔分散至位於可垂直移動之加熱器 425（其亦可稱作一基板支撐底座）上之基板（未圖示）。加熱器 425 可在一較低位置（例如，可裝載或卸載基板之位置）與一緊鄰氣體分配板 420 之處理位置（如虛線 413 所指示）之間可控地移動，或移動至其他位置以用於其他目的（諸如用於蝕刻或清潔製程）。一中心板（未圖示）包括用於提供關於該基板之位置之資訊的感測器。

氣體分配板 420 可為美國專利第 6,793,733 號中描述之品種。此等平板增進基板上氣體分配之均勻性且尤其有利於改變氣體濃度比之沉積製程。在某些實施例中，該等平板結合可垂直移動之加熱器 425（或可移動之基板支撐底座）一起工作以使得當該比沿一個方向上嚴重偏斜時（例如，當含矽氣體之濃度與含氧化劑氣體之濃度相比而言較小時），距基板較遠地釋放沉積氣體，且當濃度改變時（例如，當混合物中含矽氣體之濃度較高時），

較靠近基板釋放沉積氣體。在其他實施例中，氣體分配板之孔口經設計以提供更加均勻之氣體混合。

加熱器 425 包括封閉於一陶器中之電阻性加熱元件（未圖示）。該陶器保護該加熱元件不受潛在腐蝕性之腔室環境之影響且允許加熱器獲得高達約 800°C 之溫度。在一示範性實施例中，暴露於腔室內部空間 415 內的加熱器 425 之所有表面皆由陶瓷材料（諸如氧化鋁（ Al_2O_3 或鋁氧）或氮化鋁）製成。

反應氣體及載氣經由供應管線 443 供應至氣體混合箱（亦稱為一氣體混合塊）427 中，其中氣體可較佳地混合在一起且傳送至氣體分配板 420。該氣體混合塊 427 較佳為耦接至製程氣體供應管線 443 且耦接至清潔/蝕刻氣體導管 447 之雙輸入混合塊。閥 428 運作以收納或密封自該氣體導管 447 至氣體混合塊 427 之氣體或電漿。該氣體導管 447 接收來自遠程電漿系統（RPS）455 之氣體，該氣體導管 447 具有用於接收輸入氣體之入口 457。在沉積處理期間，供應至平板 420 之氣體排向基板表面（如箭頭 421 所指示），在該基板表面上氣體可通常以層狀流徑向均勻分配於整個基板表面上。

淨化氣體可經由平板 420 及/或經由穿過外殼總成 412 之壁（較佳底部）的入口端或入口管（未圖示）傳送至腔室內部空間 415 中。該淨化氣體自該入口端向上流動經過加熱器 425 且到達環狀泵送通道 440。排氣系統隨後將氣體排入（如箭頭 422 所示）至環狀泵送通道 440

中且經由排氣管線 460 排至泵送系統 488，該泵送系統 488 包括一或多個真空泵。排氣及混入粒子以由節流閥系統 463 控制之速度經由排氣管線 460 自該環狀泵送通道 440 吸取。

遠程電漿系統 455 可產生用於選定應用（諸如腔室清潔或蝕刻來自製程基板之自然氧化物或殘餘物）之電漿。遠端電漿系統 455 中自經由輸入管線 457 供應之前驅物產生的電漿物質經由導管 447 發送，以經由平板 420 分配至氣體反應區 416。用於清潔應用之前驅物氣體可包括氟、氯及其他反應元素。遠端電漿系統 455 亦可適用於藉由選擇用於遠端電漿系統 455 中之適當沉積前驅物氣體來沉積電漿增強化學氣相沉積膜。

系統控制器 453 控制該沉積系統之活動及作業參數。處理器 451 執行系統控制軟體，諸如儲存於耦接至處理器 451 之記憶體 452 中之電腦程式。記憶體 452 通常由靜態隨機存取記憶體（快取記憶體）、動態隨機存取記憶體（DRAM）及硬碟驅動組成，但當然該記憶體 452 亦可由其他種類之記憶體（諸如固態記憶體裝置）組成。除了此等記憶體構件之外，在一較佳實施例中，半導體處理工具 409 包括一軟性磁碟驅動、USB 埠及一插卡框架（未圖示）。

該處理器 451 根據系統控制軟體來運作，該軟體經程式設計以根據本文所揭示之方法操作裝置。舉例而言，指令集可命令特定製程之時序、氣體之混合、腔室壓力、

腔室溫度、電漿功率位準、晶座位置及其他參數。該等指令較佳經由載運類比或數位訊號之直接電纜線路輸送至適當硬體，該等訊號輸送源自輸入-輸出 I/O 模組 450 之訊號。諸如儲存於其他記憶體（包括，例如，USB 拇指驅動、軟性磁碟或插入硬碟或其他適當驅動中之另一電腦程式產品）上之彼等電腦程式的其他電腦程式亦可用於操作處理器 451 以組態半導體處理工具 409 以用於不同用途。

處理器 451 可具有含有單板電腦、類比及數位輸入/輸出板、介面板及步進器馬達控制器板之插卡框架（未圖示）。半導體處理工具 409 之各種部分符合 Versa Modular European (VME) 標準，該標準定義板、卡片機架以及連接器尺寸及類型。該 VME 標準亦定義具有 16 位元資料匯流排及 24 位元位址匯流排之匯流排結構。

本文所揭示之實施例依直接電纜線路及單處理器 451 而定。包含多芯處理器、分散式控制下之多個處理器及系統控制器與受控目標之間的無線通訊的替代實施例亦為可能。

第 4B 圖係與半導體處理腔室 410 有關之使用者介面之簡圖。半導體處理工具 409 可包括如圖所示一個以上之處理腔室 410。可將基板自一腔室轉移至另一腔室以用於額外處理。在一些狀況下，該等基板可在真空或選定氣體下轉移。使用者與處理器之間的介面係經由一陰極射線管（CRT，Cathode Ray Tube）監控器 473a（其亦可

為一平板監控器)及一指標裝置 473b(其可為一光筆)。
主框架單元 475 為處理腔室 410 提供電、管路及其他支撐功能。與半導體處理系統之說明性實施例相容之示範性主框架單元當前作為 PRECISION 5000™、CENTURA 5200™、PRODUCER GT™及 PRODUCER SE™系統市售，其可購自 Santa Clara, California 之 APPLIED MATERIALS, INC.。

在一些實施例中使用兩台監控器 473a，一台安裝於潔淨室壁 471 中以供操作員使用，且另一台安裝於壁 472 後以供服務技術員使用。兩台監控器 473a 同時顯示相同資訊，但僅啟用一個光筆 473b。該光筆 473b 藉由該筆尖端中之光感測器來偵測由陰極射線管顯示器發出之光。為了選擇一特定螢幕或功能，操作者觸摸該顯示螢幕之指定區且按下筆 473b 上之按鈕。觸摸區改變其高亮顯示之顏色，或顯示一新選單或螢幕，進而確認光筆與顯示螢幕之間的通訊。當然，可使用諸如鍵盤、滑鼠或其他指標或通訊裝置的其他裝置作為光筆 473b 之替代或添加以允許使用者與處理器通訊。

第 4C 圖圖示與定位於潔淨室中之氣體供應分配板 480 有關之半導體處理腔室 410 的一實施例之一般綜述。如上文所討論，半導體處理工具 409 包括具有加熱器 425 之處理腔室 410，具有來自入口管 443 及導管 447 之輸入的氣體混合箱 427 及具有輸入管線 457 之遠程電漿系統 455。如上文提及，氣體混合箱 427 經組態以用於經

由入口管 443 及輸入管線 457 將沉積氣體及清潔氣體或其他氣體混合並注入至腔室內部空間 415 中。

遠端電漿系統 455 整體地定位及安裝於處理腔室 410 下，其中導管 447 沿腔室 410 側面上升至定位於該腔室 410 上的閘閥 428 及氣體混合箱 427。電漿功率產生器 411 及臭氧發生器 459 定位於潔淨室之遠端。自氣體供應分配板 480 之供應管線 483 及供應管線 485 向氣體供應管線 443 提供反應氣體。該氣體供應分配板 480 包括自提供用於選定應用之製程氣體的氣源或液體源 490 之管線。該氣體供應分配板 480 具有在選定氣體流入氣體混合箱 427 之前將其混合之混合系統 493。在一些實施例中，氣體混合系統 493 包括用於汽化諸如正矽酸四乙酯（「TEOS」）、硼酸三乙酯（「TEB」）及磷酸三乙酯（「TEPO」）之反應物液體之液體注入系統。來自該等液體之蒸汽通常與載氣（諸如氬）結合。用於製程氣體之供應管線可包括：(i) 關閉閥 495，其可用於自動或手動關閉進入管線 485 或管線 457 中之製程氣體流；及 (ii) 液體流量計（LFM）401 或量測經由供應管線之氣體或液體流量的其他類型之控制器。

舉例而言，包括正矽酸四乙酯作為矽源之混合物在沉積製程中可藉由氣體混合系統 493 使用以形成氧化矽膜。諸如磷及硼之摻雜劑源可包括亦可引入至氣體混合系統 493 中之磷酸三乙酯及硼酸三乙酯。另外，諸如四甲基二矽氧烷或六甲基二矽氮烷之添加前驅物可經傳送

至氣體混合系統 493。傳送至氣體混合系統 493 之前驅物可為在室溫及室壓下之液體且可由習知鍋爐型或起泡器型熱箱汽化。或者，可使用一液體注入系統且該液體注入系統對引入至氣體混合系統中之反應物液體之體積提供更大控制。在載氣流經傳送至加熱氣體傳送管線 485 進而到達氣體混合塊及混合室之前，液體通常作為微細噴霧或霧氣注入至載氣流中。當然，應認識到亦可使用摻雜劑、矽、氧氣及添加前驅物之其他源。雖然管線 485 經展示為一獨立氣體分配管線，但是管線 485 實際上可包含在前驅物流入腔室內部空間 415 中之前經分離以阻止前驅物間反應之多個管線。諸如氧氣 (O_2)、臭氧 (O_3) 及/或氧基 (O) 之一或多個源經由另一氣體傳送管線 483 流入腔室，以與來自該腔室附近或該腔室中之加熱氣體傳送管線 485 之反應物氣體結合。

本文使用之「基板」可為在其上有或無層形成之支撐基板。該支撐基板可為各種摻雜濃度及外形之絕緣體或半導體，且可為（例如）在積體電路之製造中使用之類型之半導體基板。「激發態」下之氣體描述其中氣體分子中至少一些處於受振動激發、解離及/或離子化狀態下之氣體。氣體可為兩種或兩種以上氣體之結合。全文使用之術語溝槽並不暗示蝕刻之幾何形狀必須具有大水平深寬比。自表面之上方觀看，溝槽可呈現圓形、卵形、多邊形、矩形或各種其他形狀。

在已揭示若干實施例之後，熟習此項技術者將認識

到，在不偏離所揭示之實施例之精神的情況下可使用各種修改、替代構造及等效物。另外，未描述若干熟知製程及元件以避免不必要地混淆本發明。因此，上文描述不應視為限制本發明之範疇。

在提供值之一範圍之情況下，應理解亦特定地揭示彼範圍之上限與下限之間對於下限之單位之十分之一（除非本文另有明確指定）的每一中間值。將涵蓋在陳述範圍中之任一陳述值或中間值與在彼陳述範圍中之任一其他陳述值或中間值之間的每一較小範圍。此等較小範圍之上限及下限可獨立地包括於該範圍中或排除於該範圍之外，且在界限中任一者、界限皆不或界限皆包括於該等較小範圍中之每一範圍亦涵蓋於本發明內，其受所陳述範圍中任何特定排除之界限管轄。在所陳述範圍包括該等限制中一者或兩者之情況下，亦包括排除彼等包括之限制中一者或兩者之範圍。

如本文及隨附申請專利範圍中所使用，除非本文另有明確指定，否則單數形式「一」及「該」包括複數個指示物。因此，例如，參考「一製程」包括複數個該等製程且參考「該介電性材料」包括參考一或多個介電性材料及熟習此項技術者熟知之其等效物，等等。

又，諸詞「包含」、「包括」在用於本專利說明書中及下文申請專利範圍中時意欲指定陳述之特徵結構、整數、組件或步驟之存在，但其不排除一或多個其他特徵結構、整數、組件、步驟、動作或群組之存在或添加。

【圖式簡單說明】

對所揭示之實施例之特性及優點的進一步瞭解可藉由參考本專利說明書之剩餘部分及圖式來實現。

第 1 圖為根據所揭示之實施例之氧化矽間隙填充沉積製程的流程圖。

第 2 圖為根據所揭示之實施例之在沉積氧化矽之前的溝槽之截面圖。

第 3 圖為根據所揭示之實施例之氧化矽間隙填充沉積製程的流程圖。

第 4A 圖展示根據本發明之實施例之半導體處理系統的簡化表示。

第 4B 圖展示用於與多腔室系統中之處理腔室有關之半導體處理系統的使用者介面之簡化表示；及

第 4C 圖展示與處理腔室有關之氣體分配板及供應管線之簡圖。

在該等附圖中，類似之組件及/或特徵結構可具有相同參考標記。另外，相同類型之各種組件可藉由附帶短劃線之參考標記及區別類似組件之第二標記來區別。若僅第一參考標記用於本專利說明書中，則該描述適用於具有相同第一參考標記之類似組件中任一者，此與第二參考標記無關。

【主要元件符號說明】

110 處理步驟
 115 處理步驟
 120 處理步驟
 122 處理步驟
 125 處理步驟
 130 處理步驟
 135 處理步驟
 200 矽
 205 氧化矽
 210 氮化矽
 215 深溝槽區域
 220 淺溝槽區域
 310 處理步驟
 315 處理步驟
 320 處理步驟
 322 處理步驟
 325 處理步驟
 330 處理步驟
 335 處理步驟
 340 處理步驟
 345 處理步驟
 401 液體流量計
 409 處理工具
 410 處理腔室

- 411 電漿功率產生器
- 412 外殼總成
- 413 虛線
- 415 腔室內部空間
- 416 氣體反應區
- 420 氣體分配板
- 421 氣體供應箭頭
- 422 氣體排氣箭頭
- 425 加熱器
- 427 氣體混合塊
- 428 閥
- 440 環狀泵送通道
- 443 供應管線
- 447 清潔/蝕刻氣體導管
- 450 I/O 模組
- 451 處理器
- 452 記憶體
- 453 系統控制器
- 455 遠端電漿系統 (RPS)
- 457 遠端電漿系統入口
- 459 臭氧發生器
- 460 排氣管線
- 463 節流閥系統
- 471 潔淨室壁

472 壁

473a 監控器

473b 指標裝置

475 主框架單元

480 氣體供應分配板

483 供應管線

485 供應管線

488 泵送系統

489 氣體傳送系統

490 氣源或液體源

493 氣體混合系統

495 關閉閥

七、申請專利範圍：

1. 一種在一處理腔室中之一基板上形成一氧化矽層之方法，包含：

使一含矽前驅物及一氧化氣體流入該處理腔室中；

使一添加前驅物流入該處理腔室中，其中該添加前驅物包含一含有至少一矽碳鍵之有機矽化合物；及

藉由化學氣相沉積自該含矽前驅物、該氧化氣體及該添加前驅物在該基板上形成該氧化矽層，其中該添加前驅物促進整個該基板上之該氧化矽層之一均勻生長速度且降低該氧化矽層之粗糙度。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包含使水流入該處理腔室中。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該基板為一圖案化基板，該圖案化基板具有形成於該基板之表面上之一溝槽，且形成該氧化矽層之步驟以氧化矽填充該溝槽。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該基板包含一矽表面、氮化矽表面及氧化矽表面，在該等表面上形成該氧化矽層。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該含矽前驅物包含正矽酸四乙酯 (TEOS)、四甲氧基矽烷 (TMOS) 或四

乙氧基矽烷 (TRIES)。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該氧化氣體包含臭氧 (O_3)。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該添加前驅物係一平滑前驅物。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該有機矽化合物係四甲基二矽氧烷 (TMDSO)。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該有機矽化合物係六甲基二矽氮烷 (HMDS)。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該方法進一步包含在該氧化矽層之形成期間使水蒸汽流入該處理腔室中。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在該氧化矽層之形成期間該含矽前驅物之流速增加。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該方法進一步包含將該基板之溫度調整至低於 600°C 。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中將該基板調整至介於約 300°C 與約 450°C 範圍之間的一溫度。

14. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中將該基板調整至一低於約 300°C 之溫度。

15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中將該處理腔室中之壓力調整至低於 700 托爾。

16. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中在該氧化矽層之沉積期間該有機矽化合物之流速約為每分鐘 1 mg 或更高。

17 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中在該氧化矽層之沉積期間該有機矽化合物之流速小於或約為每分鐘 50 mg。

18. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中在該氧化矽層之沉積期間水蒸汽之流速約為 3000 sccm 或更高。

19. 一種以氧化矽填充一溝槽之方法，其中該溝槽位於一處理腔室中之一基板上，該方法包含：

使一第一含矽前驅物流入該處理腔室中，其中該第一含矽前驅物包含至少一矽氧鍵；

使一氧化前驅物流入該腔室中；

使一第二含矽前驅物流入該腔室中，其中該第二含矽前驅物包含至少一矽碳鍵；及

藉由化學氣相沉積以該第一含矽前驅物、該第二含矽前驅物及該氧化前驅物將該氧化矽沉積於該溝槽中，其中該第二含矽前驅物使該氧化矽的一生長速度平均，藉此減小沉積後留在該溝槽中的空隙之尺寸及/或減少空隙之數目。

20. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中使該第一含矽前驅物流動之操作包含使正矽酸四乙酯（TEOS）流動。

21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中在該氧化矽之沉積期間正矽酸四乙酯之流速約為每分鐘 1 gm 或更高。

22. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中使該氧化前驅物流動之操作包含使選自臭氧（ O_3 ）、氧氣（ O_2 ）及氧基（ O ）組成之群之至少一前驅物流動。

23. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該方法進一步包含在該氧化矽層之形成期間使水蒸汽流入該處理腔室中。

24. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該第二含矽前

驅物包含四甲基二矽氧烷 (TMDSO)。

25. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中使該第二含矽前驅物流動的步驟包含在該氧化矽之沉積期間使四甲基二矽氧烷 (TMDSO) 以大於每分鐘約 1 mg 之流速流動。

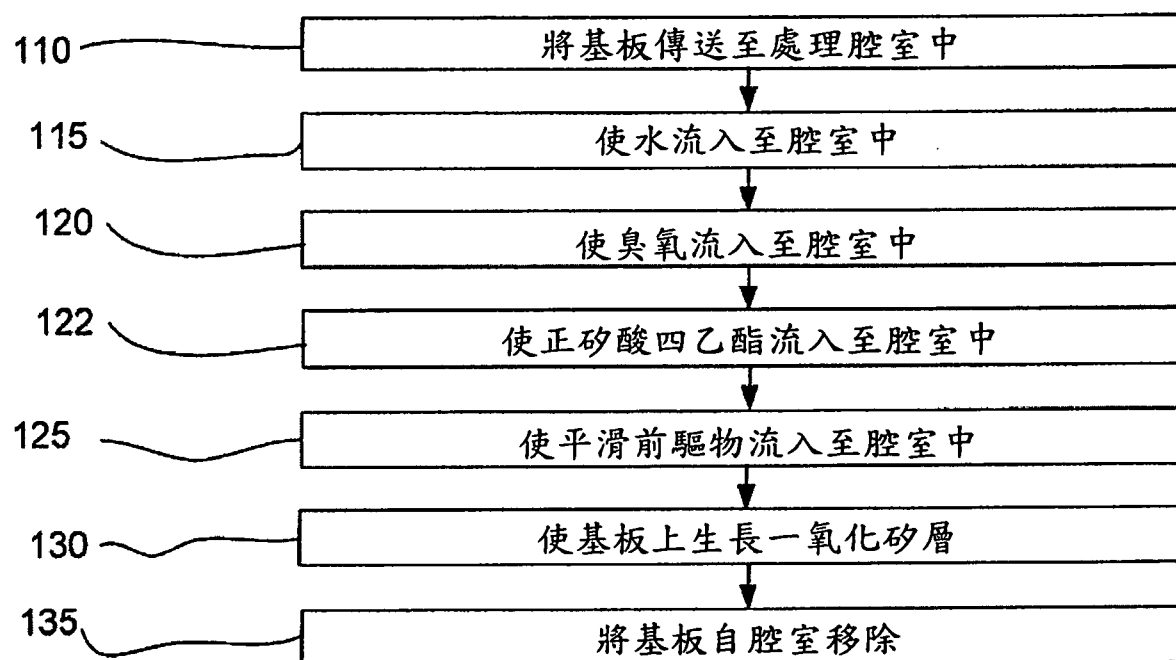
26. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中在該氧化矽之沉積期間該第二含矽前驅物之流速增加。

27. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該第二含矽前驅物包含六甲基二矽氮烷 (HMDS)。

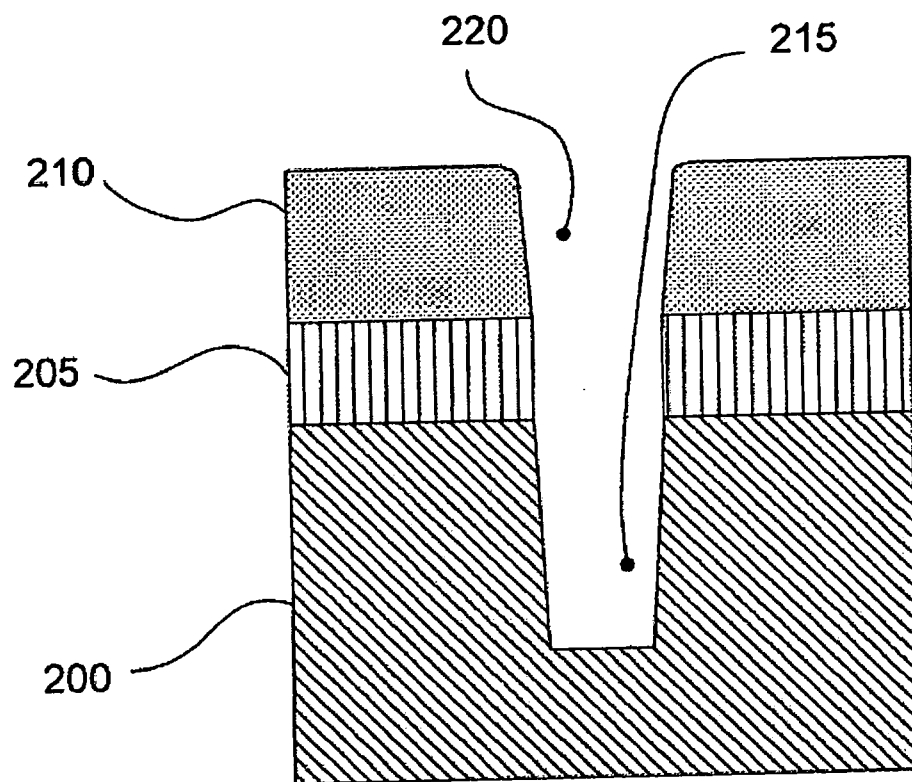
28. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中使該第二含矽前驅物流動的步驟包含在該氧化矽之沉積期間使六甲基二矽氮烷 (HMDS) 以大於每分鐘約 1 mg 之流速流動。

29. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中在該氧化矽之沉積期間該第二含矽前驅物之流速增加。

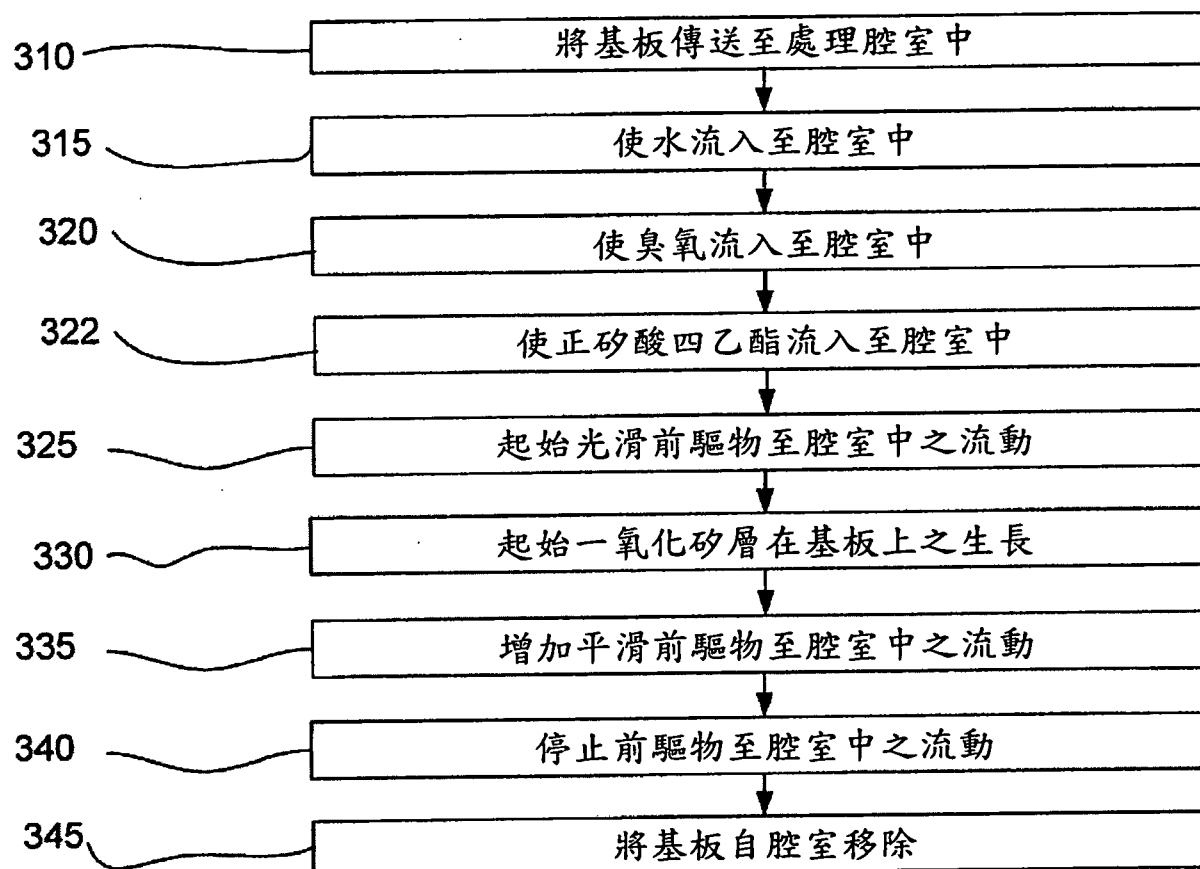
八、圖式：



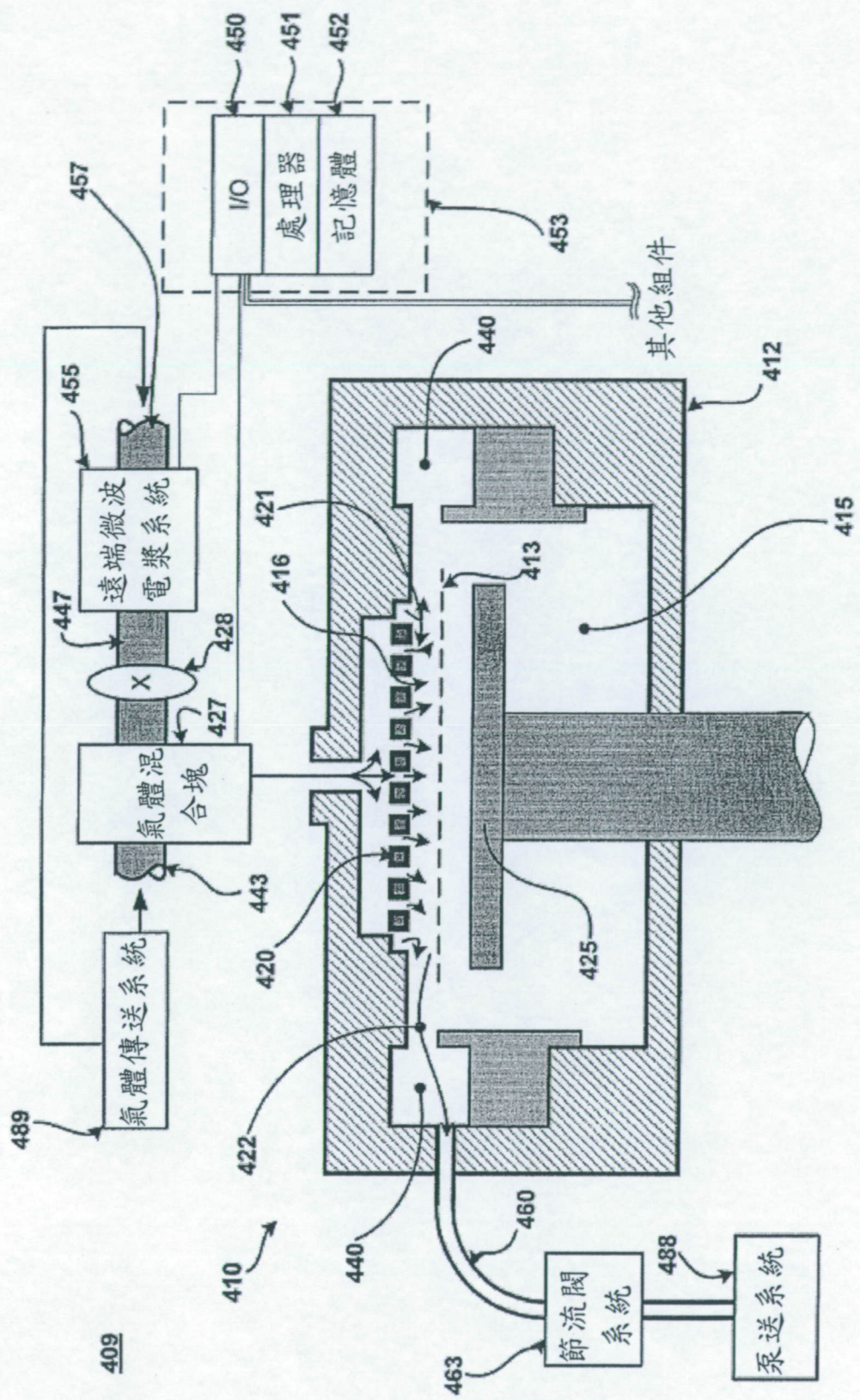
第 1 圖



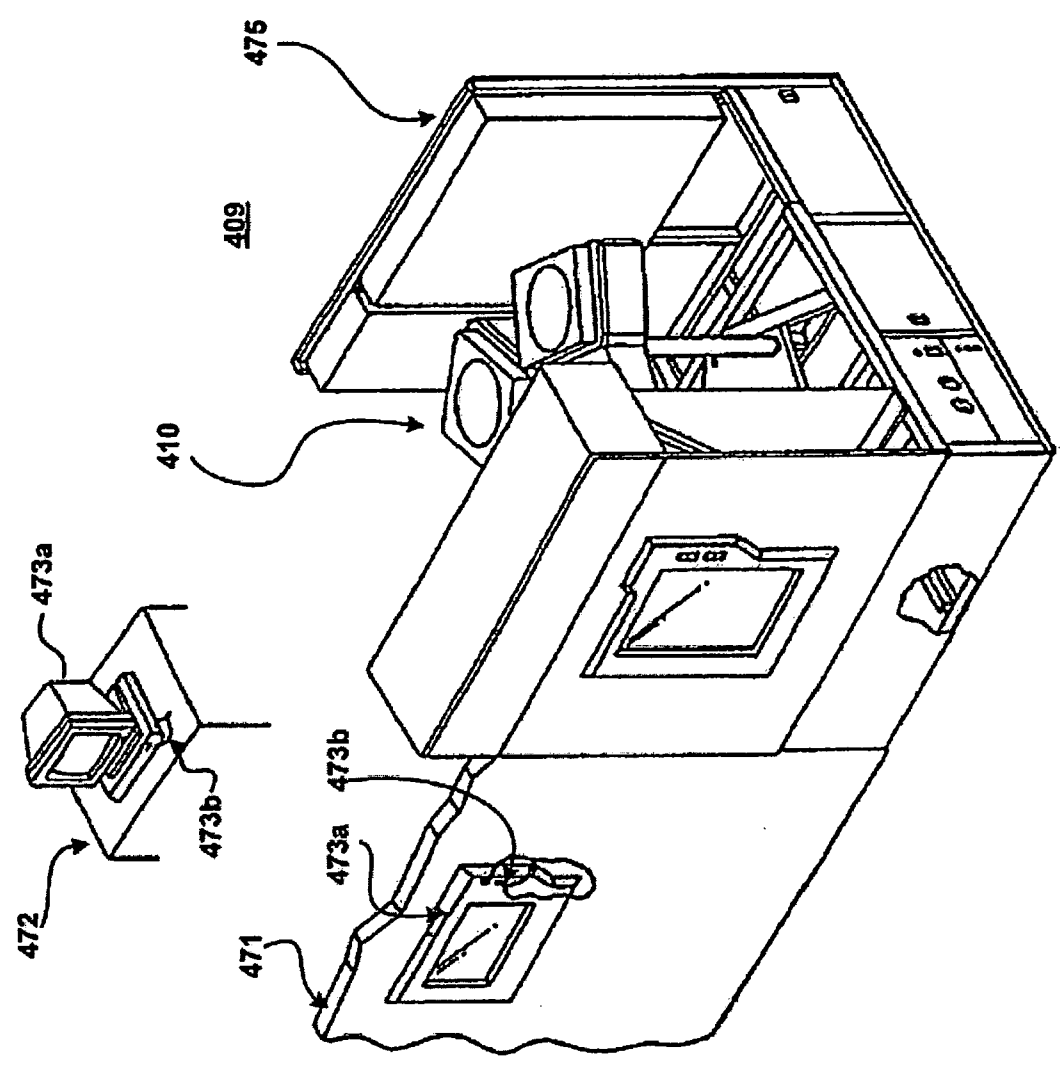
第 2 圖



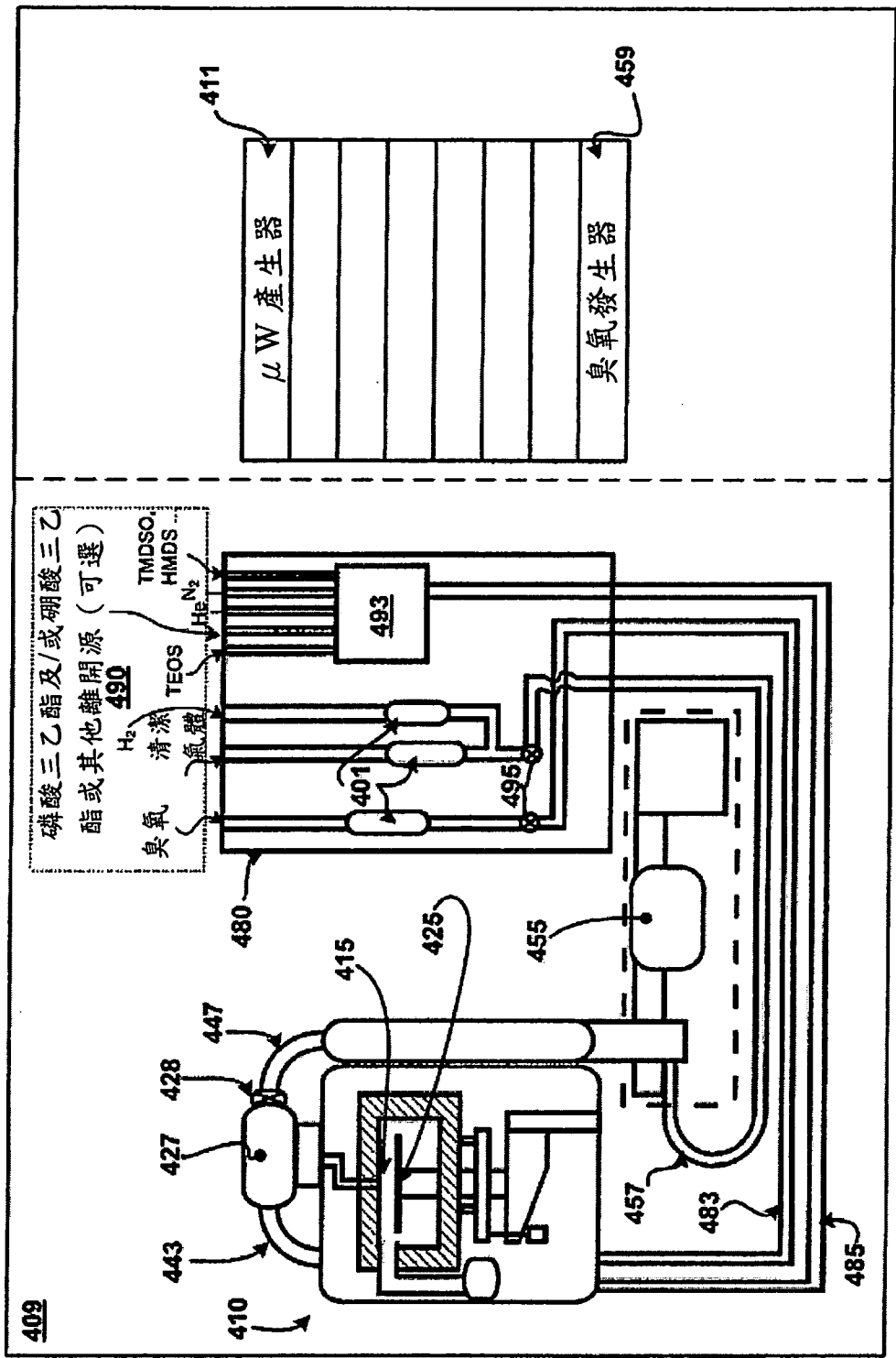
第 3 圖



第 4A 圖



第 4B 圖



第 4C 圖