

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 95101855

※ 申請日期： 95.1.18

※IPC 分類： H01L 21/314

一、發明名稱：(中文/英文)

使用六氯二矽烷或其他含氯之矽前驅物的微特徵部之填塞方法與設備
/MICRO-FEATURE FILL PROCESS AND APPARATUS USING
HEXACHLORODISILANE OR OTHER CHLORINE-CONTAINING
SILICON PRECURSOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID : C60016207 A

東京威力科創股份有限公司/TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文)

佐藤 潔/SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國 107 東京都港區赤坂五丁目 3 番 6 號 TBS 放送中心/TBS Broadcast
Center, 3-6 Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107, JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 艾倫 J. 萊斯/LEITH, ALLEN J.

2. 安東尼 迪普/DIP, ANTHONY

3. 吳承和/OH, SEUNGHO

I306629

國 籍：(中文/英文)

1.美國/US

2 美國/US

3.南韓/KR

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.美國/US 2005/1/18 11/035,730

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

相關申請案之交互參照

本專利文件係關於在 2003 年 9 月 30 日提出申請之美國專利申請案序號 10/673,375，將其全部內容以參照方式併入於此。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體處理，尤有關於利用六氯二矽烷（hexachlorodisilane, HCD）處理氣體在半導體基板上填充微特徵部所用之製程及處理工具。

【先前技術】

在製造半導體裝置期間，有時會在基板表面上建立微特徵部，以隔離裝置或建立其他如電容器等之裝置；稍後，這些特徵部通常會利用矽烷（ SiH_4 ）加以填充。當電路幾何形狀收縮至極小特徵部尺寸時，在基板上之微特徵部之深寬比（深度除以寬度之比率）便增加，詳見圖 1。當使用僅有矽烷之多晶矽填充製程時，微特徵部內之缺陷水平係隨著微特徵部之深寬比增加而增加；此外，當絕對尺寸減少時，即形成與微特徵部深寬比無關之新缺陷產生機制。一共同缺陷為在微特徵部內產生空隙，這些空隙造成高電阻區域，且可能干擾電路操作。

若干形成空隙之可能原因為：沈積氣體耗盡、不同成核反應特性、氣相自由基之存在、及氫氣自己沈積薄膜釋出。

【發明內容】

如此處所使用之「微特徵部」一詞係指形成於基板及／或一層或多數層中之特徵部，其中該一層或多數層係形成於其尺寸以微米刻度（一般為次微米刻度，亦即小於 $1\ \mu\text{m}$ ）計之基板上；該微特徵部可為例如渠溝、丘陵、低谷或通孔。

本案發明人已發現：可能由於沈積氣體耗盡而形成空隙，因 SiH_4 屬於具有高沈積速率之傳輸限制（transport-limited）反應。微特徵部之頂部 A 及底部 B 係顯示於圖 2。當沈積速率取決於靠近基板之反應物之濃度時，可抵達微特徵部底部 B 之 SiH_4 反應物比

可抵達頂部 A 者更少，因反應物係於抵達底部 B 前進行沈積。當微特徵部頂部暴露於更多反應物時，在微特徵部頂部 A 上之沈積速率則高於在微特徵部底部 B 者。如圖 3 所示，此較高之沈積速率最終會堵塞微特徵部開口，且再無反應物抵達微特徵部底部 B。因此，微特徵部之深寬比愈高，微特徵部開口愈可能過早閉合，故形成空隙。

為避免因在微特徵部頂部處發生較高相對沈積速率而使空隙形成，可採用習知微特徵部填充技術，以於沈積之初始階段降低整體沈積速率。當 SiH_4 與惰性氣體結合或處理溫度下降時，會降低沈積速率；但卻無任何方法可將空隙形成降至零，尤其是在微特徵部具有高深寬比時。

與氣體傳輸無關之空隙可能成為 SiH_4 之氣相自由基的存在。這些自由基在晶圓之邊緣處，其次在基板表面上以及接近並位於待填充之微特徵部之上方角落附近。當這些自由基在微特徵部中之氣相總數耗盡時，微特徵部內可用於沈積之自由基將變少。

由已沈積薄膜釋出之氫氣為形成空隙之另一可能機制。吾人已知在較高溫度下之沈積後處理會造成額外結晶及氫氣釋出，結果為已沈積薄膜之體積減少及空隙形成。

氫氣釋出亦發生於除了微特徵部填充本身以外的其他製程中。例如解決與微特徵部填充有關之傳輸問題之一可能方法為在嘗試填充微特徵部前、於低溫下沈積非晶矽種晶層；然而，如此方式將使得氫氣釋出，實際上為以一空隙形成機制取代另一空隙形成機制。

此外，本案發明人已發現：當微特徵部開口變小時，會發生間隙形成之新現象。就具有約數百埃且深度高達數千埃之開口的微特徵部而言，深寬比可能在 5:1 或 10:1 之範圍內；雖然此深寬比可能與先前已知之微特徵部者相似，但微特徵部開口之絕對尺寸卻遠小於習知微特徵部開口。如圖 4 所示，就此微小微特徵部開口而言，經由不同於僅比在微特徵部底部更優先沈積於其頂部

之沈積模式，可使微特徵部開口閉合；由此模式所形成之空隙幾乎具有矩形截面積。本案發明人亦已發現：當微特徵部開口之寬度降至約 1000 埃至數百埃之範圍以下（為可能沿微特徵部側壁隨機形成之矽種晶之階次）時，沈積速率實際上等於零，而非在微特徵部底部沈積緩慢。

本發明之一目的為提供在處理系統之處理室中之半導體晶圓上的微特徵部之填充方法與系統，其可減少或解決利用習知沈積系統與方法所遭遇之上述及／或其他問題。

本發明之另一目的為提供一具成本效益之機構，用以整合含矽薄膜與半導體應用。

本發明之這些及／或其他目的可藉由將含矽薄膜沈積於基板上之方法來實現。該方法包含：在處理系統之處理室中設置一基板；及令六氯二矽烷（HCD, Si_2Cl_6 ）處理氣體在處理室中及基板上之微特徵部內流動。

在本發明之另一態樣中，提供了一種處理工具，用以將含矽材料沈積於微特徵部內而不致形成空隙。該處理工具包含：一傳輸系統，用以在處理系統之處理室中設置基板；一氣體注射系統，用以使 HCD 處理氣體暴露於基板，以將含矽材料沈積於微特徵部內；及一控制器，用以控制處理工具。

【實施方式】

如此處所使用之「微特徵部」一詞係指形成於基板及／或一層或多數層中之特徵部，其中該一層或多數層係形成於其尺寸以微米刻度（一般為次微米刻度，亦即小於 $1\ \mu\text{m}$ ）計之基板上；該微特徵部可為例如渠溝、丘陵、低谷或通孔。

本發明之示範實施例詳細說明了 HCD 或另一含氯之矽前驅物作為多晶矽微特徵部填充用之主要沈積氣體之用途；HCD 之沈積特性使其成為此用途之理想氣體。於大部份操作溫度下，使用 HCD 時之沈積速率遠低於使用 SiH_4 者；HCD 亦為一反應限制沈積而非一傳輸限制沈積，此降低了微特徵部開口過早閉合之問題，因反

應物更能夠抵達微特徵部底部。

此外，不若 SiH_4 ，HCD 不包含氫，故所沈積之薄膜不會經歷如同僅利用 SiH_4 沈積薄膜時之氫氣釋出；再者，若薄膜係利用含氫氣體來沈積，來自 HCD 之氯或另一含氯氣體將有助於降低氫在薄膜中之水平，如此可減少氫氣釋出。這些特性使得以 HCD 或其他含氯氣體來進行沈積遠比以習知處理氣體更符合目前及未來結構，且空隙較不可能形成於微特徵部中。

HCD 以兩方式作為存在氣相自由基之問題之解藥。第一，HCD 提供會產生較一致沈積之更均勻氣相物種之第二來源，其亦為氯之重要來源，氯有助於減緩因來自 SiH_4 或任何其他與 HCD 結合使用之含氫氣體之氣相自由基所造成之晶核形成的速率。

另外，就極小幾何形狀而言，HCD 具有較佳沈積特性；HCD 沈積減少或避免微特徵部頂端之早期種晶形成。如上所述，此種晶形成可在微特徵部底部產生幾近於零之沈積速率，當此現象發生時，沈積在微特徵部底部上方某處之一近水平線上停止。

HCD 處理氣體之沈積特性亦可利用額外氣體加以改變。 H_2 , GeH_4 , B_2H_6 , PH_3 及 SiH_4 以及其他氣體可與 HCD 一同通入，以影響沈積特性及／或已沈積薄膜特性。例如 B_2H_6 及 PH_3 將影響導電度，且可添加 H_2 及 SiH_4 以增加沈積速率，一般而言，在微特徵部填塞製程期間所產生之薄膜極厚，故以低沈積速率製程進行沈積通常不適合用於產生最大膜厚度；添加 H_2 及／或 SiH_4 將增加沈基速率至一可製造水平。

根據待填塞之幾何形狀，可以 HCD 或其他含氯之矽前驅物開始在微特徵部底部上沈積一起始層，接著轉換成另一處理氣體以進行剩餘沈積製程。轉換處理氣體可用來減少處理時間或影響稍後所沈積材料之平滑性。

在一實施例中，製程開始時之處理氣體可為 HCD 或 HCD 之混合物，接著 HCD 之百分率可能在整個製程持續時間內發生變化。例如為填塞微特徵部，在製程開始時可利用 HCD 或 HCD 與

另一氣體之組合；接著，在實質上填塞微特徵部之前，立刻將處理氣體變更成具有較高沈積速率之一氣體或氣體組合。當實質上填塞微特徵部完成時或者在填塞微特徵部之後不久，可進行處理氣體之另一改變；或者，氣體組合可在製程期間連續地改變。在一實施例中，可將 HCD 處理氣體之百分率以小增量或沿遞減曲線減少，而將具有較高沈積速率之另一氣體之百分率逐漸增加。

若欲在微特徵部填塞時或附近由 HCD 或另一類似氣體轉換處理氣體，此一轉換點可藉由例如數學計算或試誤法加以識別。

以 HCD 作為處理氣體之若干益處可利用可供選擇的含氯之矽前驅物來達成，但可能須增加處理溫度。此種範例包含： $\text{SiH}_4 + \text{HCl}$ 、二氯二矽烷、四氯矽甲烷（tetrachlorosilane）、三氯矽甲烷（trichlorosilane）等，這些含氯氣體亦可與上述額外氣體結合使用，以達成相同沈積及／或沈積膜特性。實質上僅包含例如 HCD 來作為活性氣體之處理氣體可加以特徵化成具有唯一分子式之處理氣體；包含 SiH_4 及 HCl 兩者來作為活性氣體之處理氣體可加以特徵化成具有超過一種分子式者。

此外，即使氣體本身不含矽，仍可在製程之各種不同點處添加含氯氣體，以影響沈積特性。

HCD 或其他含氯前驅物對 SiH_4 之比率通常在（實質上不含 SiH_4 之純 HCD）至（約 1 單位 HCD：4 單位 SiH_4 ）之範圍內；較佳範圍為自（2 單位 HCD：1 單位 SiH_4 ）至（1 單位 HCD：2 單位 SiH_4 ）。HCD 或其他含氯前驅物對 SiH_4 之典型比率約為 50%（體積）HCD 及 50%（體積） SiH_4 。可包含或不包含惰性氣體。

值得注意的是：使用習知矽源將不會提供含矽薄膜之低溫沈積或薄膜生長之強大選擇性。然而，使用其他矽源氣體大部份均未曾加以研究，可能由於在半導體產業中不易安裝新來源氣體及在批次型處理室中於不同晶圓位置處提供均勻處理結果之問題。因此，本案發明人已進行實驗而分析使用六氯二二矽烷（HCD）處理氣體以於基板上之微特徵部內沈積含矽薄膜。由此種實驗及

分析結果，本案發明人已發現：低壓暴露 HCD 處理氣體提供了在處理系統之微特徵部內低溫沈積含矽薄膜之可行機制。

在 HCD 處理氣體未暴露於矽基板但暴露於其他包含例如氧化物、氮化物、或金屬等材料之表面處，利用 HCD 處理氣體來沈積含矽薄膜可形成具有微細矽顆粒之含多晶矽薄膜或者非晶性含矽薄膜。在含多晶矽薄膜中之顆粒尺寸可依沈積條件以及熱處理而定。

HCD 為具高度反應性且為強脫氧劑之商品化矽化合物。根據利用 HCD 處理氣體以於處理系統中沈積含矽薄膜之實驗及分析結果，本案發明人已發現利用 HCD 處理氣體以將含矽薄膜沈積於基板上之低壓熱分解製程，其沈積速率高於利用在 H_2 或 HCl 存在之習知 DCS 分解之相同溫度下所能達成者。利用 HCD 可獲得之較高沈積速率能夠例如容許可製造之沈積製程在較低基板溫度下施行，同時達到足夠高之含矽薄膜沈積速率。雖然上述實驗係針對在批次型處理系統中執行加以說明，但本發明並不限於此類處理系統，且其亦可在單一晶圓處理系統中施行，如熟悉此項技藝人士所將明瞭者。

尤其，在處理系統之低壓沈積製程中，利用 HCD 處理氣體可將含矽薄膜沈積於基板上；亦可利用相同或類似製程來填充基板上之微特徵部。在該製程中，基板係設置於處理室中，降低處理室壓力係利用真空泵抽系統，且須穩定處理室溫度及壓力；其次，可將處理室溫度及處理室壓力調整至期望值。當達到處理溫度時，可持續處理基板達一段可在基板上形成期望含矽薄膜之時間。在製程結束時，可將處理室排空且以惰性氣體清洗，並將基板移離開處理室；此外，可在沈積含矽薄膜或填塞微特徵部前施行基板的預處理製程，此預處理可包含在 $900^{\circ}C$ 之基板溫度下將基板暴露於清理氣體（例如 H_2 ），以便自基板移除污染物及氧化物層。

現參照圖式，圖 5 顯示根據本發明一實施例之沈積含矽薄膜於基板上所用之批次型處理系統的簡化方塊圖。該批次型處理系

統 100 包含一處理室 102、一氣體注射系統 104、一加熱器 122、一真空泵抽系統 106、一製程監測系統 108、及一控制器 124。可利用基板支座 112 將複數個基板 110 載入處理室 102 內並加以處理；再者，處理室 102 包含一外側部份 114 及一內側部份 116。在一實施例中，內側部份 116 可為一處理管。

氣體注射系統 104 可將氣體通入處理室 102 內，以清洗處理室 102 並準備、清理、及處理基板 110。氣體注射系統 104 可例如包含一液體運送系統 (LDS)，其含有汽化器以使 HCD 液體汽化，已汽化液體可在載氣輔助下流入處理室內；或者，氣體注射系統可包含一氣泡系統，其中係使載氣冒泡而經過包含 HCD 前驅物之儲槽。可設置複數條氣體供應線，以令氣體流入處理室 102 中。可將氣體通入由內側部份 116 所定義之體積 118 並暴露至基板，之後氣體可流入由內側部份 116 及外側部份 114 所定義之體積 120 中，並由真空泵抽系統 106 將其抽離處理室 102。

可利用基板支座 112 而將基板 110 載入處理室 102 內並加以處理。批次型處理系統 100 可容許大量緊密堆疊基板 110 接受處理，因此造成高基板產量。基板批次尺寸可例如為約 100 個基板（晶圓）或更少；或者，批次尺寸可為約 25 個基板或更少。處理室 102 可例如處理任何尺寸之基板，如 200 mm 基板、300 mm 基板、或甚至更大的基板；基板 110 可例如包含半導體基板（如矽或化合物半導體）、LCD 基板、及玻璃基板。除了清潔之基板外，亦可使用有多層膜形成於其上之基板，包含但不限於矽膜、金屬膜、氧化物膜、氮化物膜、及氮氧化物（oxynitride）膜。

批次型處理系統 100 可藉由能夠產生足以聯繫並啟動批次型處理系統 100 之輸入以及監測來自批次型處理系統 100 之輸出的控制電壓之控制器 124 來加以控制；此外，可將控制器 124 耦接至處理室 102、氣體注射系統 104、加熱器 122、製程監測系統 108、及真空泵抽系統 106，並使控制器 124 與上述元件交換資訊，例如可利用儲存於控制器 124 之記憶體中之程式而根據所儲存之製程

處方來控制批次型處理系統 100 之上述元件。控制器 124 之一例為德州達拉斯之 Dell Corporation 市售之 Dell Precision Workstation 610TM。

即時製程監測可利用製程監測系統 108 加以實施。一般而言，製程監測系統 108 為一多功能監測系統，且可包含例如質譜儀（MS）或傅立葉轉換紅外線（FTIR）光譜儀。製程監測系統 108 可提供處理環境中之氣態化學物種之定性及定量分析。可供監測之製程參數包含氣體流量、氣體壓力、氣態物種比率、及氣體純度，可建立這些參數與先前製程結果及所沈積含矽薄膜之各種不同之物理性質的關係式。

圖 6 顯示根據本發明一實施例之沈積含矽薄膜於基板上所用之另一批次型處理系統的簡化方塊圖。批次型處理系統 1 包含一處理室 10 及一處理管 25，該處理管 25 具有一連接至排氣管 80 之上端 23 及一密封地連結至圓柱歧管 2 之上蓋 27 的下端 24。排氣管 80 將氣體由處理管 25 排放至真空泵抽系統 88，以於處理系統 1 中維持一預定大氣或低於大氣壓力；以一類似成排（tier-like）方式（以垂直間隔在個別水平面上）支撐複數個基板（晶圓）40 所用之基板支座 35 係設置於處理管 25 中，基板支座 35 位於固定在穿越上蓋 27 且為馬達 28 所驅動之旋轉軸 21 的轉盤 26 上，轉盤 26 可在處理期間旋轉，以提升整體之膜均勻性，或者轉盤 26 在處理期間可呈靜止；上蓋 27 係固定於用以傳送基板支座 35 進出處理管 25 之升降機 22 上，當上蓋 27 位於最高位置時，上蓋 27 會加以調整以便關閉歧管 2 之敞開端。

可將複數條氣體供應線設置於歧管 2 附近，以供應複數種氣體經由氣體供應線而進入處理管 25。在圖 6 中，僅顯示在複數條氣體供應線之間的一氣體供應線 45。氣體供應線 45 係連接至氣體注射系統 94；設置圓柱形熱反射器 30，以便覆蓋處理管 25，該熱反射器 30 具有一鏡面拋光內表面，以抑制由主加熱器 20、底加熱器 65、頂加熱器 15、及排氣管加熱器 70 所發出之輻射熱散失。

將一螺旋狀冷卻水通道（未圖示）形成於處理室 10 之壁內，以作為冷媒通道。

真空泵抽系統 88 包含一真空泵浦 86、一阱 84、及自動壓力控制器（APC）82；真空泵浦 86 可例如包含抽氣速度能夠高達每秒 20,000 公升（及以上）之乾式真空泵浦。在處理期間，可透過氣體注射系統 94 而將氣體通入處理室 10，且處理壓力可由 APC 82 加以調整。阱 84 可收集來自處理室 10 之未反應前驅物材料及副產物。

製程監測系統 92 包含可即時進行製程監測之感測器 75、且可例如包含 MS 或 FTIR 光譜儀；控制器 90 包含微處理器、記憶體、可產生足以溝通並啟動輸入至處理系統 1 之控制電壓且監測來自處理系統 1 之輸出的數位 I/O 埠；再者，控制器 90 可耦接至氣體注射系統 94、馬達 28、製程監測系統 92、加熱器 20、15、65 及 70、及真空抽氣系統 88 並與其交換資訊。如同圖 1 中之控制器 124，可以 Dell Precision Workstation 610TM 作為控制器 90 來施行。

圖 7 顯示根據本發明一實施例之處理工具的簡化方塊圖。處理工具 200 包含處理系統 220 及 230、用以在處理工具 200 內傳送基板之（機器人）傳輸系統 210、以及用以控制處理工具 200 之控制器 240。在本發明之另一實施例中，處理工具 200 可包含單一處理系統或可包含兩種以上之處理系統。在圖 7 中，處理系統 220 及 230 可施行例如下列製程至少其中之一：(a)預處理基板，(b)在基板上沈積含矽薄膜，(c)決定基板及沈積於基板上之含矽薄膜至少其中之一之性質，(d)以含矽材料填塞微特徵部。在(a)中，可施行預處理以自基板表面移除污染物及／或氧化物薄層（例如原始氧化物膜或化學氧化物膜）。矽表面上存在污染物或氧化物膜會抑制適當矽種晶層（成核）之形成，並因此影響磊晶矽沈積；在一例中，預處理可包含將基板在約 500°C 與約 1000°C 間之基板溫度下（例如 900°C）暴露於 H₂ 氣中。在(c)中，膜性質可包含例如含矽薄膜之厚度及摻雜劑水平。在(d)中，儘管具有高深寬比或小於

1000 埃的開口度量，仍可填塞形成於基板上之微特徵部。在本發明之一實施例中，製程(a)-(d)中之每一個可施行於不同處理系統中；在本發明之另一實施例中，製程(a)-(d)中之至少兩製程可施行於不同處理系統中；在本發明之一實施例中，至少一處理系統可包含批次型處理系統或單一晶圓處理系統；在本發明之另一實施例中，至少一處理系統可包含熱處理系統、電漿處理系統、或原子層沈積系統。

如同圖 5 及 6 之控制器，吾人可以 Dell Precision Workstation 610TM 作為控制器 240 而施行；再者，可以圖 5-6 及 2 之任一控制器作為如關於圖 9 所述之通用電腦系統。

圖 8 顯示製程步驟之流程圖。製程由步驟 400 開始。基板係在步驟 402 中透過機器人或手動方式而置放於處理室內，應注意此時微特徵部可能已經存在於基板上，或者微特徵部可在將基板置放於處理室之後形成。在步驟 406 中，基板及微特徵部係暴露於 HCD 氣體或另一含氯之矽前驅物；此含矽材料係於步驟 408 中沈積於微特徵部內側，製程停止於步驟 410。

可使用惰性氣體以作為液態形式 HCD 之載氣，或者將 HCD 氣體稀釋，以減少化學反應發生於處理室環境中而非基板表面上或微特徵部內側之機率。在本發明之另一實施例中，HCD 處理氣體可包含 HCD 氣體及（隨意）惰性氣體以及含氫氣體與第二含矽氣體至少其中之一。該含氫氣體可例如包含 H_2 ，吾人已觀察到將 H_2 及／或 SiH_4 添加入 HCD 氣體會增加矽沈積速率，而添加 B_2H_6 及 PH_3 將影響導電性；該第二含矽氣體可例如選自 SiH_4 、 $SiCl_4$ 、 Si_2H_6 及 $SiCl_2H_2$ 。在本發明之又另一實施例中，HCD 處理氣體可包含 HCD 氣體及摻雜劑氣體，該摻雜劑氣體可例如選自含磷氣體（如 PH_3 ）、含砷氣體（如 AsH_3 ）、含氮氣體（如 NH_3 ）、及含硼氣體（如 B_2H_6 及 BCl_3 ）。在本發明之另一實施例中，HCD 處理氣體可包含含鹵氣體，其可選自 HF 、 F_2 、 Cl_2 、 NF_3 及 HCl ；在本發明之再另一實施例中，HCD 處理氣體可包含 HCD 氣體及含鍍氣體（可

選自 GeH_4 及 GeCl_4)，以沈積 SiGe 薄膜，此外，可使用 B_2H_6 。在另一實施例中，微特徵部填塞氣體組合可包含： $\text{SiH}_4 + \text{HCl}$, DCS , SiCl_4 或 SiHCl_3 。

在本發明之一實施例中，圖 8 之流程圖中所示之沈積製程可更包含在沈積含矽薄膜前預沈積基板，該預沈積可例如實質上自基板材料（例如矽）移除氧化物層（例如原始氧化物或熱氧化物）及移除可抑制適當矽種晶層（成核）形成、妨害含矽薄膜沈積於沈積表面上、降低矽沈積之選擇性、及妨害微特徵部徹底填塞之其他介面污染。在一例中，預處理可包含在 900°C 之基板溫度下將矽基板暴露於 H_2 氣體。

沈積含矽薄膜所用之製程條件可包含小於約 1 Torr 之處理室壓力，示範處理氣體壓力可為約 0.1 Torr，但約 0.2 Torr 較佳；製程條件可更包含介於約 500°C 與約 650°C 間之基板溫度，較佳者為約 600°C 。在 408 中，含矽薄膜係由 HCD 處理氣體分解而沈積於基板上。

能夠以具有期望薄膜性質之含矽薄膜填塞微特徵部之適當製程條件可藉由直接實驗法及／或實驗設計法 (DOE) 加以決定，適當製程參數可例如包含基板溫度、處理壓力、處理氣體類型及相關氣體流量。如上所述，HCD 處理氣體可包含 HCD 氣體及（隨意）惰性氣體以及含氫氣體與第二含矽氣體至少其中之一，HCD 氣體流速可例如介於約 5 sccm 與約 1,000 sccm 之間，惰性氣體（若有）流速可例如介於約 5 sccm 與約 20,000 sccm 之間，含氫氣體流速可例如介於約 5 sccm 與約 5,000 sccm 之間，而第二含矽氣體流速可例如介於約 10 sccm 與約 1,000 sccm 之間。

在本發明之一實施例中，處理溫度約為 600°C ，處理室壓力約為 200 mTorr，且處理氣體係在約 40 sccm 之 HCD 及 40 sccm 之 SiH_4 下進行。

使用 HCD 之典型沈積速率可低於純 SiH_4 之沈積速率（典型之沈積速率約為 80 埃／分鐘）；純 HCD 之沈積速率在約 4 埃／分鐘

之階次 (order)，約 4 埃／分鐘之沈積速率相當於約 100% 之 HCD 處理氣體。

圖 9 說明本發明之一實施例所採用之電腦系統 1201。該電腦系統 1201 可作為圖 5, 6 或 7 之控制器，或其他可與這些圖式之系統一同使用以施行任何或所有上述功能之類似控制器。該電腦系統 1201 包含一匯流排 1202 或其他傳遞資訊用之通訊機構；該電腦系統 1201 亦包含一主記憶體 1204，如隨機存取記憶體 (RAM) 或其他動態儲存裝置 (如動態 RAM (DRAM)、靜態 RAM (SRAM) 及同步 DRAM (SDRAM))，其耦接至匯流排 1202，以儲存處理器 1203 待執行之資訊及指令，此外，主記憶體 1204 可用以在處理器執行指令期間儲存暫時變數或其他中間資訊；該電腦系統 1201 更包含一唯讀記憶體 (ROM) 1205，或其他可耦接至匯流排 1202 以儲存處理器 1203 待執行之資訊及指令的靜態儲存裝置 (如可程式化 ROM (PROM)、可抹除式 PROM (EPROM)、及電可抹除式 PROM (EEPROM))。

該電腦系統 1201 亦包含一磁碟控制器 1206，如磁性硬碟 1207 及可移媒體驅動機 1208 (如軟式磁碟機、唯讀光碟機、讀／寫光碟機、光碟記錄庫、磁帶機、以及可移磁光機)，其耦接至匯流排 1202 以控制一或更多儲存資訊及指令用之儲存裝置，儲存裝置可利用一適當裝置介面 (如小型電腦系統介面 (SCSI)、電子整合裝置 (IDE)、增強 IDE (E-IDE)、直接記憶體存取 (DMA) 或超-DMA)。

該電腦系統 1201 亦可包含特用邏輯裝置 (如特定應用積體電路 (ASICs)) 或可配置邏輯裝置 (如簡單可程式化邏輯裝置 (SPLDs)、複雜可程式化邏輯裝置 (CPLDs)、以及場可程式化閘極陣列 (FPGAs))；電腦系統亦可包含一或多個數位訊號處理器 (DSPs)，如德州儀器公司 (Texas Instruments) 之 TMS320 晶片系列、摩托羅拉公司 (Motorola) 之 DSP56000、DSP56100、DSP56300、DSP56600、及 DSP96000 晶片系列、朗訊科技公司 (Lucent Technologies) 之 DSP1600 及 DSP3200 系列、或類比裝

置公司 (Analog Devices) 之 ADSP2100 及 ADSP21000 系列；亦可使用其他專門設計處理已轉換成數位領域之類比訊號之處理器。

該電腦系統 1201 亦可包含一顯示器控制器 1209，其耦接至匯流排 1202 以控制顯示器 1210，如用以顯示資訊給電腦使用者之陰極射線管 (CRT)；該電腦系統包含輸入裝置，如用以與電腦使用者互動並為處理器 1203 提供資訊之鍵盤 1211 及指向裝置 1212，指向裝置可為例如滑鼠、軌跡球、用以傳遞方向資訊及命令選擇給處理器 1203 且控制顯示器 1210 上游標之移動的指向桿。此外，列印機可提供由電腦系統 1201 所儲存及／或產生之資料的列印列表。

該電腦系統 1201 施行部分或全部本發明，以回應處理器 1203 之處理步驟，其中處理器 1203 係執行包含於記憶體 (如主記憶體 1204) 中之一或多個指令之一或多個序列，這些指令可自另一電腦可讀媒體 (如硬碟 1207 或可移媒體驅動機 1208) 讀入主記憶體 1204 中；吾人亦可採用在一多處理配置中之一或多個處理器，以執行包含於主記憶體 1204 中之指令序列。在可供選擇之實施例中，吾人可以硬佈線取代軟體指令或與軟體指令結合，故實施例並不限定於任何硬體線路與軟體之特殊組合。

如上所述，該電腦系統 1201 包含至少一用於保存根據本發明原理程式化且包含資料結構之指令的電腦可讀媒體或記憶體，電腦可讀媒體之例子有光碟、硬碟、軟碟、磁帶、磁光碟、PROMs (EPROM、EEPROM、快閃 EPROM)、DRAM、SRAM、SDRAM、或任何其他磁性媒體、光碟 (如 CD-ROM)、或任何其他光學媒體、打孔卡片、紙帶、或其他具孔洞圖案之實體媒體、載波 (說明於下)、或電腦可讀取之任何其他媒體。

本發明包含控制電腦系統 1201、驅動施行本發明之一或多個裝置、以及使電腦系統可與使用者 (如列印產生人員) 互動所用之軟體，該軟體係儲存於任一或組合之電腦可讀媒體上。此軟體

可包含（但不限於）裝置驅動器、操作系統、發展工具、以及應用軟體；此電腦可讀媒體更包含一電腦程式產品，其係用於施行本發明之全部或部分處理。

本發明之電腦程式碼裝置可為任何可譯或可執行程式碼機構，包含但不限於劇本、動態鏈接程式庫（DLLs）、爪哇類、以及完全可執行程式；再者，為得較佳效能、可靠度、以及／或成本，本發明有部分可為分散式處理。

此處所用之術語「電腦可讀媒體」係指參與提供指令給處理器 1203 執行之任何媒體。電腦可讀媒體可具有許多形式，包含但不限於不變性媒體、依電性媒體、以及傳輸媒體，不變性媒體包含例如光碟、磁碟、磁光碟，如硬碟 1207 或可移媒體驅動機 1208；依電性媒體包含動態記憶體如主記憶體 1204；傳輸媒體包含同軸纜線、銅佈線及光纖，包括組成匯流排 1202 之佈線，傳輸媒體亦可具有聲波或光波形式，如在無線電波及紅外線資料傳輸期間所產生者。

各種不同形式之電腦可讀媒體可能與攜帶一或更多指令之一或更多序列給處理器 1203 執行有關，例如初始時指令可記載於一遠程電腦之磁碟上，該遠程電腦可在遠處將施行全部或部分本發明所用之指令載入一動態記憶體，並以數據機透過電話線發送指令；電腦系統 1021 之局部數據機可接收電話線上之資料，且利用紅外線發送器將資料轉換成紅外線訊號；耦接至匯流排 1202 之紅外線檢測器可接收紅外線訊號中所攜帶之資料，並將資料置於匯流排 1202 上，匯流排 1202 將該資料帶至主記憶體 1204，處理器 1203 即自主記憶體 1204 處檢索並執行指令；由主記憶體 1204 所接收之指令，可在處理器 1203 執行前或後，選擇性地儲存於儲存裝置 1207 或 1208 內。

電腦系統 1201 亦包含耦接至匯流排 1202 之通訊介面 1213，該通訊介面 1213 提供耦接至網路鏈接 1214 之兩路資料傳輸，其中該網路鏈接 1214 係連接至例如一區域網路（LAN）1215、或另

一通訊網路 1216 如網際網路。舉例而言，通訊介面 1213 可為可附加於任何封包切換 LAN 之網路介面卡；就另一例而言，通訊介面 1213 可為非對稱數位用戶線（ADSL）卡、整合服務數位網路（ISDN）卡、或可提供資料連接至相對應類型傳輸線之數據機；亦可安裝無線鏈接。在任何此種架構中，通訊介面 1213 發送並接收攜帶代表各種不同類型資訊之數位資料流之電子、電磁或光學訊號。

網路鏈接 1214 典型上提供透過一或更多網路至其他資料裝置之資料傳輸。例如網路鏈接 1214 可透過區域網路 1215（如 LAN）或由服務提供者所操作之工具（其係透過通訊網路 1216 而提供傳輸服務）提供至另一電腦之連結，區域網路 1215 及通訊網路 1216 係利用例如攜帶數位資料流之電子、電磁、或光學訊號、以及相關實體層（例如 CAT 5 纜線、同軸纜線、光纖等）。經過各種不同網路之訊號、以及在網路鏈接 1214 上與經過通訊介面 1213 之訊號，可以基頻訊號架設，這些訊號係攜帶數位資料往返電腦系統 1201 者；基頻訊號以數位資料位元流說明之未調制電脈波傳遞數位資料，其中「位元」一詞廣泛解釋為符號，其中各符號傳遞一或更多資訊位元；數位資料亦可用以調制載波，如利用振幅、相位以及／或在傳導媒體上傳遞或以電磁波形式透過傳遞媒體傳輸之頻移鍵控訊號。如此，數位資料可透過一「有線」通訊頻道以未調制基頻資料形式發送，並／或藉由調制載波而在與基頻不同之一預定頻帶內發送。電腦系統 1201 可透過網路 1215 及 1216、網路鏈接 1214、及通訊介面 1213 傳輸及接收資料（包含程式碼）；再者，網路鏈接 1214 可透過 LAN 1215 提供至移動式裝置 1217 之連結，如個人數位助理（PDA）、膝上型電腦、或行動電話。

雖然以上僅詳細說明本發明之某些示範實施例，但熟悉此技術者將極易明瞭：在實質上不背離本發明之新穎教示及優勢的狀況下，示範實施例可作許多修正，故所有此類修正均應包含於本發明之範圍內。

【圖式簡單說明】

在附圖中：

圖 1 顯示在基板上之微特徵部，其寬度及深度已經過確認；

圖 2 顯示微特徵部之另一視圖，其頂部及底部區域已經過確認；

圖 3 顯示在填充製程後之微特徵部內之空隙；

圖 4 顯示在微特徵部之絕對尺寸小於約 1000 埃時所形成之空隙；

圖 5 顯示根據本發明一實施例之沈積含矽薄膜於基板上所用之批次型處理系統的簡化方塊圖；

圖 6 顯示根據本發明一實施例之沈積含矽薄膜於基板上所用之另一批次型處理系統的簡化方塊圖；

圖 7 顯示根據本發明一實施例之處理工具的簡化方塊圖；

圖 8 顯示根據本發明一實施例之沈積含矽薄膜於微特徵部內之流程圖；及

圖 9 顯示可用以實施本發明之通用電腦。

【主要元件符號說明】

- 1 批次型處理系統
- 2 歧管
- 10 處理室
- 15 加熱器
- 20 加熱器
- 21 旋轉軸
- 22 升降機
- 23 排氣管之上端
- 24 排氣管之下端
- 25 處理管
- 26 轉盤
- 27 上蓋

28	馬達
30	熱反射器
35	基板支座
40	基板（晶圓）
45	氣體供應線
65	加熱器
70	加熱器
75	感測器
80	排氣管
82	自動壓力控制器（APC）
84	阱
86	真空泵浦
88	真空抽氣系統
90	控制器
92	製程監測系統
94	氣體注射系統
100	批次型處理系統 100
102	處理室
104	氣體注射系統
106	真空泵抽系統
108	製程監測系統
110	基板
112	基板支座
114	外側部份
116	內側部份
122	加熱器
124	控制器
200	處理工具
210	傳輸系統

- 220 處理系統
- 230 處理系統
- 240 控制器
- 400 開始
- 402 在處理室中設置具有微特徵部之基板
- 406 將微特徵部暴露於 HCD 處理氣體（或者(SiH_4+HCl),
DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3)
- 408 將含矽材料沈積於微特徵部中
- 410 停止
- 1202 匯流排
- 1203 處理器
- 1204 主記憶體
- 1205 ROM
- 1206 磁碟控制器
- 1207 硬碟
- 1208 可移媒體驅動機
- 1209 顯示器控制器
- 1210 顯示器
- 1211 鍵盤
- 1212 指向裝置
- 1213 通訊介面
- 1214 網路鏈接
- 1215 LAN
- 1216 通訊網路
- 1217 移動式裝置

五、中文發明摘要：

一種藉由在處理系統中之低壓沈積製程而於基板上之微特徵部中沈積含矽材料的方法。含矽薄膜可藉由下列步驟而形成於微特徵部中：在處理系統之處理室中設置基板；以及暴露六氯二矽烷（HCD）處理氣體於該基板。一種包含處理系統之處理工具，用以利用含矽及氯之氣體（例如 HCD 處理氣體）而於微特徵部中形成含矽薄膜；或者，可將微特徵部暴露於 DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3 氣體；或者，微特徵部可暴露於 $(\text{SiH}_4 + \text{HCl})$ 。

六、英文發明摘要：

A method is provided for depositing a silicon-containing film in a micro-feature on a substrate by a low pressure deposition process in a processing system. A silicon-containing film can be formed in a micro-feature by providing a substrate in a process chamber of a processing system, and exposing a hexachlorodisilane (HCD) process gas to the substrate. A processing tool containing a processing system for forming a silicon-containing film in a micro-feature using a silicon and chlorine-containing gas such as a HCD process gas is provided. Alternatively, the micro-feature can be exposed to DCS, SiCl_4 , and SiHCl_3 gases. Alternatively, the micro-feature can be exposed to $(\text{SiH}_4 + \text{HCl})$.

十、申請專利範圍：

1. 一種將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，包含：
在處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；
暴露一含矽處理氣體於該微特徵部，其中該含矽處理氣體為包含 HCD, DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3 之族群至少其中之一、或其組合；
及
沈積由該微特徵部中之該含矽處理氣體所得之含矽材料。
2. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含令該含矽處理氣體在約 5 sccm 與約 1000 sccm 間之流速下流動。
3. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含令該含矽處理氣體在約 80 sccm 之流速下流動。
4. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將一含氫氣體暴露於該微特徵部。
5. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將包括 H_2 , GeH_4 , B_2H_6 , PH_3 及 SiH_4 至少其中之一、或其任意組合的含氫氣體暴露於該微特徵部。
6. 如申請專利範圍第 5 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該含矽氣體對該含氫氣體之比率在約 2:1 與約 1:2 之間。
7. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含令一含氫處理氣體在約 5 sccm 與

約 5000 sccm 間之流速下流動。

8. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將一第二含矽氣體暴露於該微特徵部。

9. 如申請專利範圍第 8 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含令該第二含矽處理氣體在約 5 sccm 與約 1000 sccm 間之流速下流動。

10. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將 HCD, ($\text{SiH}_4 + \text{HCl}$), DCS, SiCl_4 , ($\text{HCD} + \text{SiH}_4$) 及 SiHCl_3 中任兩者暴露於該特徵部。

11. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將一含氫氣體及一第二含矽氣體暴露於該微特徵部。

12. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將該含矽處理氣體及含磷氣體、含硼氣體、與含鍍氣體至少其中之一暴露於該微特徵部。

13. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將一含氫氣體及一含鍍氣體暴露於該微特徵部。

14. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將 H_2 及 GeH_4 暴露於該微特徵部。

15. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含首先以該含矽處理氣體進行處理，接著在實質上填塞該微特徵部之前，將該處理氣體改變成另一含矽氣體。

16. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含首先以該含矽處理氣體進行處理，接著在實質上填塞該微特徵部之前，將該處理氣體改變成 HCD 及另一含矽氣體。

17. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含首先以該含矽處理氣體進行處理，接著在大約實質上填塞該微特徵部之時，將該處理氣體改變成另一含矽氣體。

18. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含首先以該含矽處理氣體進行處理，接著在大約實質上填塞該微特徵部之時，將該處理氣體改變成 HCD 及另一含矽氣體。

19. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含首先以該含矽處理氣體進行處理，接著逐漸改變該含矽處理氣體之百分比，並逐漸取代另一含矽氣體。

20. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，更包含提供介於約 0.1 Torr 與 1 Torr 之間的處理室壓力。

圖式

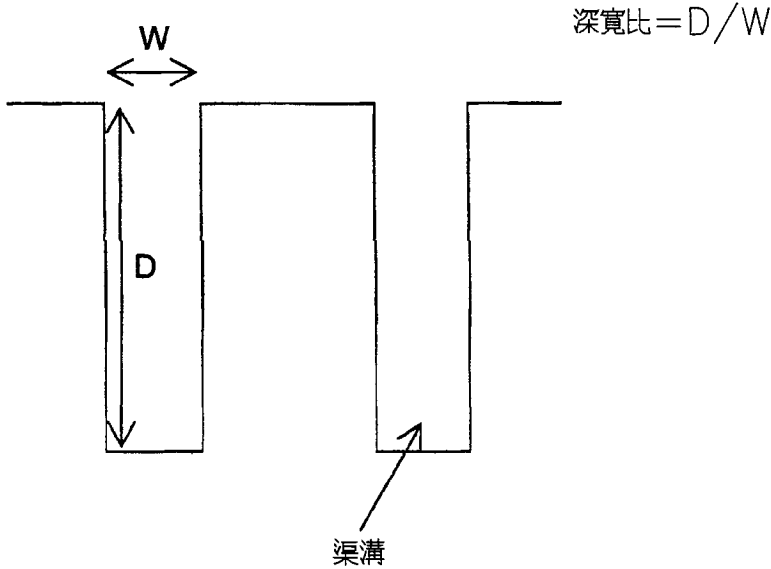


圖 1

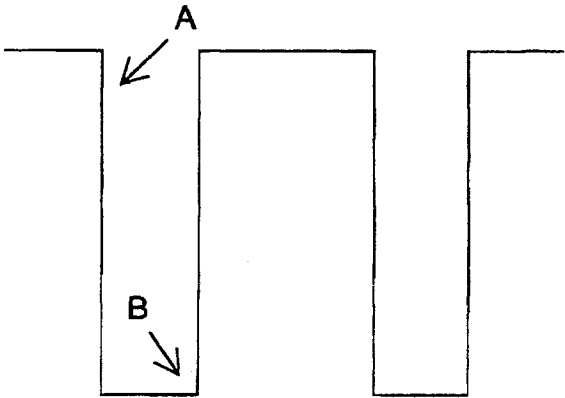


圖 2

圖式

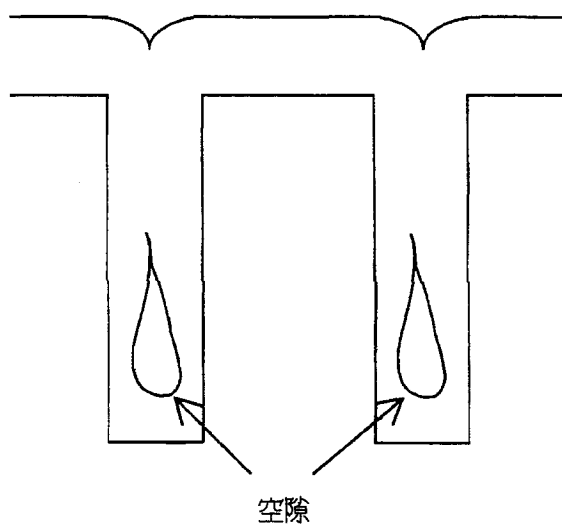


圖 3

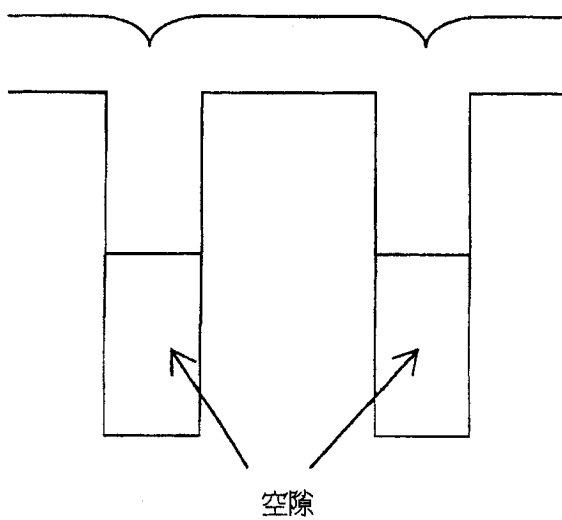


圖 4

圖式

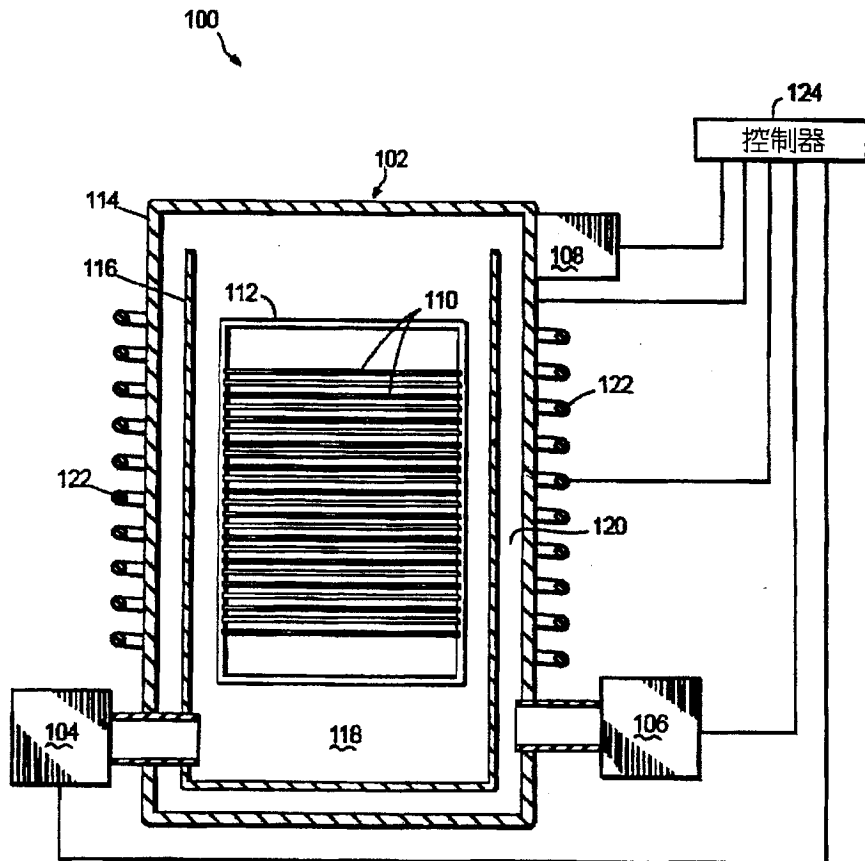


圖 5

圖式

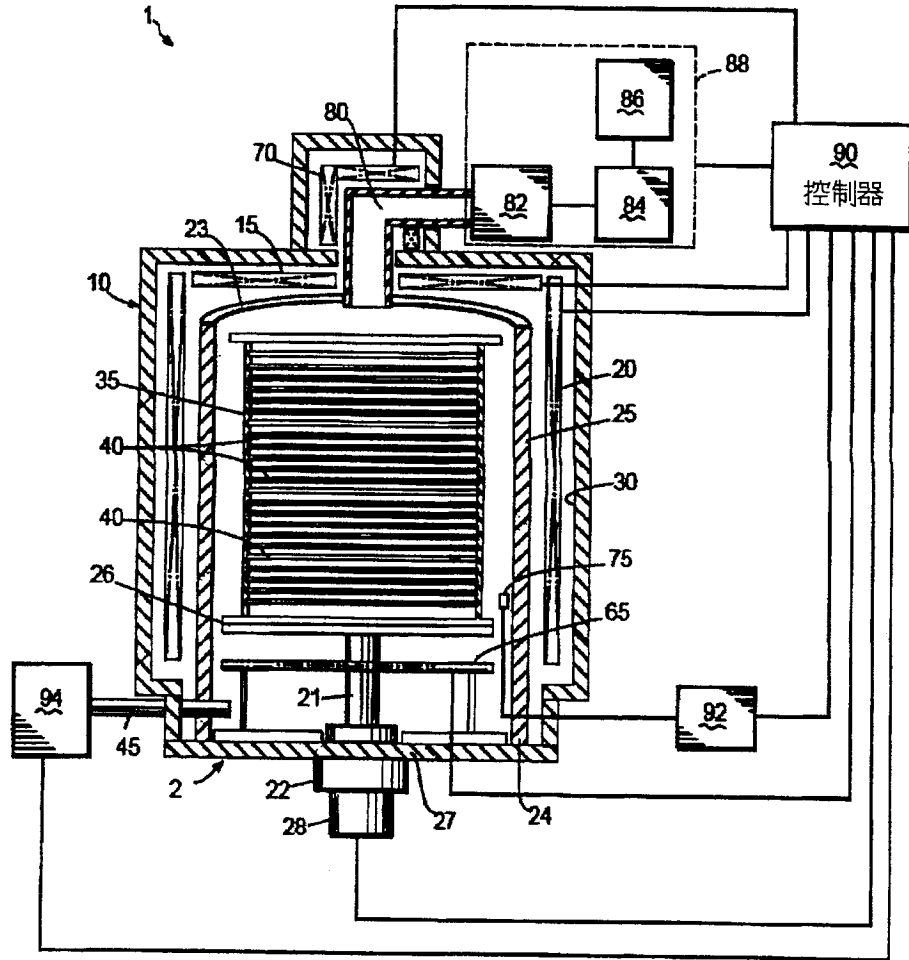


圖 6

圖式

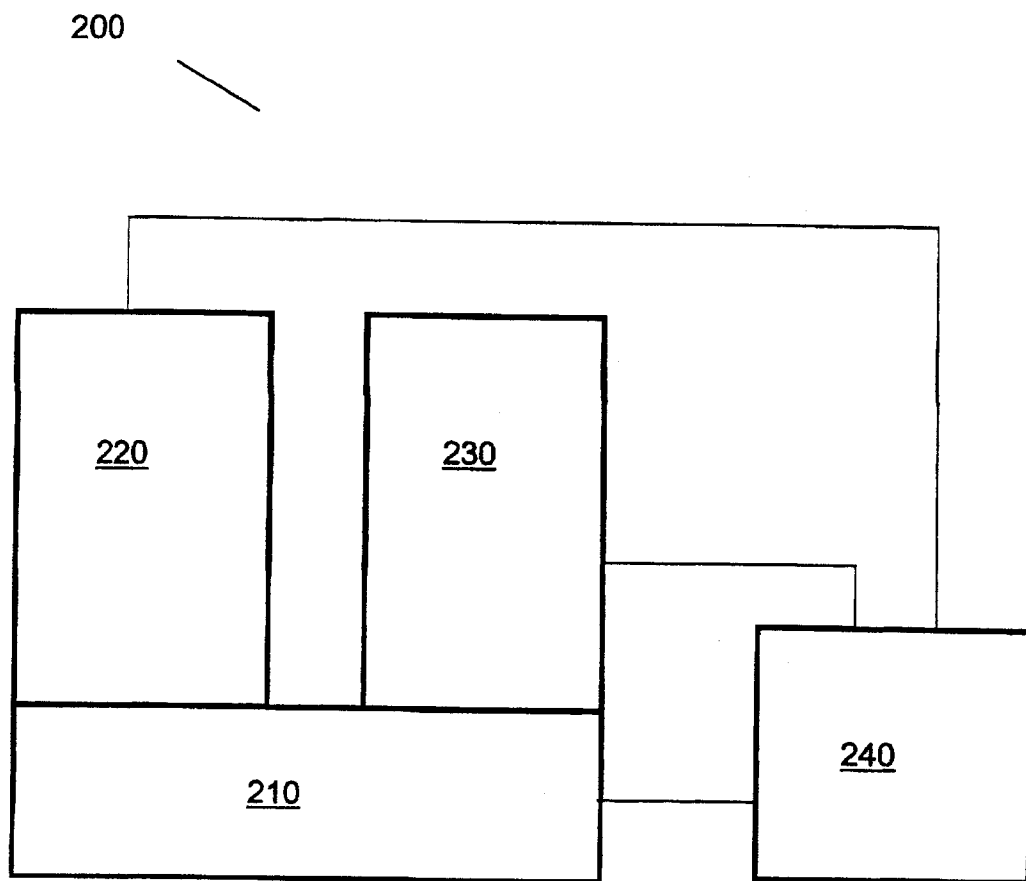


圖 7

圖式

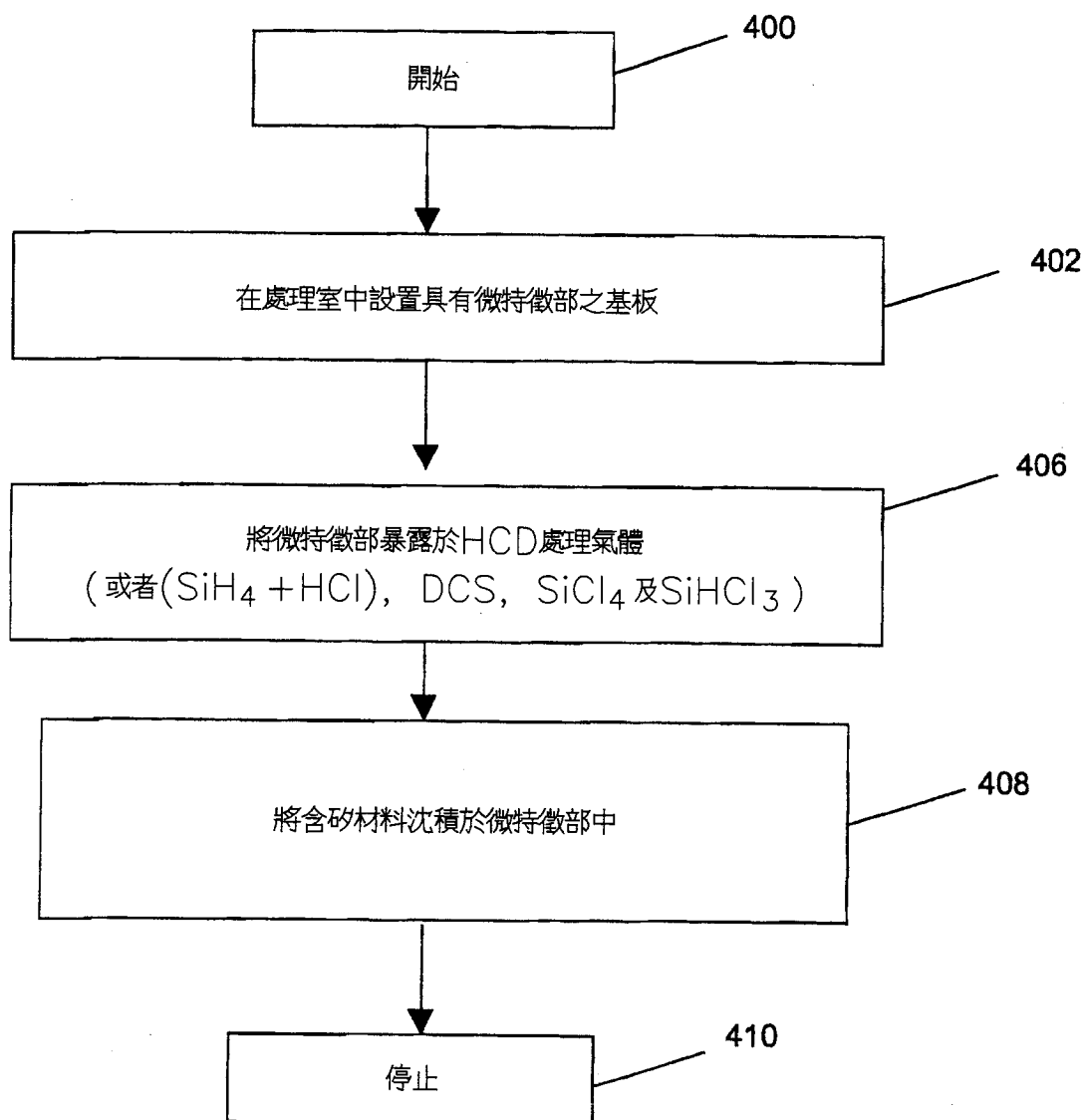


圖 8

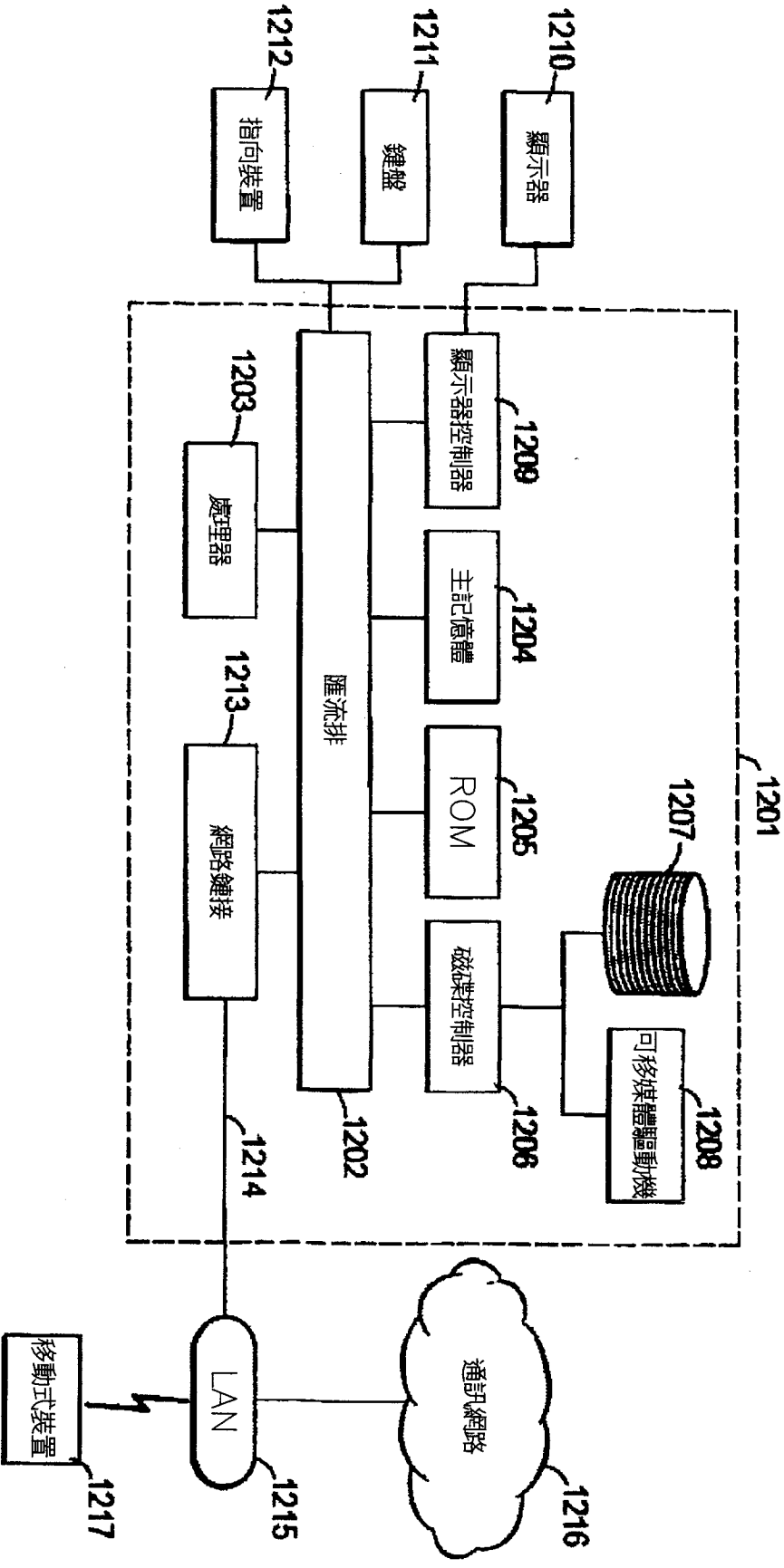


圖 9

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (8) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400 開始

402 在處理室中設置具有微特徵部之基板

406 將微特徵部暴露於 HCD 處理氣體 (或者 $(\text{SiH}_4 + \text{HCl})$,
DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3)

408 將含矽材料沈積於微特徵部中

410 停止

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：
無。

21. 如申請專利範圍第 1 項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，更包含提供介於約 0.2 Torr 的處理室壓力。

22. 一種電腦可讀媒體，包含用以在處理器上執行之程式指令，當該處理器執行該電腦可讀媒體時，使得處理設備施行申請專利範圍第 1 項所述該方法中之該等步驟。

23. 一種將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，包含：

一處理系統；

一傳輸系統，用以在該處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；

一氣體注射系統，用以將一含矽處理氣體暴露於該處理系統中之該微特徵部，其中該含矽處理氣體係選自包含下列之族群：HCD, DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3 ；及

一控制器，設置以控制該處理工具。

24. 如申請專利範圍第 23 項之將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，其中該處理系統包含一批次型處理系統或一單一晶圓處理系統。

25. 如申請專利範圍第 23 項之將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，其中該處理系統包含含有處理管之批次型處理系統。

26. 如申請專利範圍第 23 項之將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，其中該處理系統包含熱處理系統、電漿處理系統、或原子層沈積系統。

27. 如申請專利範圍第 23 項之將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，更包含製程監測系統。

28. 如申請專利範圍第 23 項之將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，其中該氣體注射系統係設置以將該含矽處理氣體及含氫氣體與含鍍氣體至少其中之一暴露於該微特徵部。

29. 一種將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，包含：
在處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；

暴露一含矽處理氣體於該特徵部，其中該含矽處理氣體為包含 HCD, DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3 之族群至少其中之一或其組合，其含量足以實質上填塞該微特徵部；及

將一得自該含矽氣體之含矽材料沈積於該微特徵部中。

30. 一種將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，包含：
在處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；

暴露($\text{SiH}_4 + \text{HCl}$)氣體於該微特徵部；及

將一得自該含矽氣體之含矽材料沈積於該微特徵部中。

31. 一種將含矽薄膜沈積於微特徵部之處理工具，包含：

一處理系統；

一傳輸系統，用以在該處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；

一氣體注射系統，用以暴露($\text{SiH}_4 + \text{HCl}$)於該處理室中之該微特徵部；及

一控制器，用以控制該處理工具。

32. 一種將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，包含：

在處理系統之處理室中設置包含微特徵部之基板；

暴露一包含矽及氯兩者之氣體於該微特徵部；及

將一得自該氣體之含矽材料沈積於該微特徵部中。

33. 如申請專利範圍第32項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該暴露更包含將一含氯之第二氣體暴露於該微特徵部。

34. 如申請專利範圍第32項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該氣體實質上具有一分子式。

35. 如申請專利範圍第32項之將含矽材料沈積於基板上之微特徵部的方法，其中該氣體包含超過一種的分子式。

36. 一種包含微特徵部之基板的處理系統，該系統包含：

用以在處理系統之處理室中設置基板之機構；及

用以將處理氣體暴露於該微特徵部之機構，該處理氣體含有包含 HCD, DCS, SiCl_4 及 SiHCl_3 之族群至少其中之一。

十一、圖式：