

# 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：P4122815

※申請日期：P4.07.06

※IPC 分類：H01L21/318, C23C16/3

## 一、發明名稱：(中文/英文)

含矽氮膜之低溫電漿加強化學氣相沈積/LOW-TEMPERATURE  
PLASMA-ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION OF  
SILICON-NITROGEN-CONTAINING FILMS

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

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1人)

姓名：(中文/英文)

(1) 雷蒙 喬伊/JOE, RAYMOND

國籍：(中文/英文)

(1) 美國/US

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 2004/7/14 10/891,301

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種基板處理技術，且尤關於一種基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強化學氣相沈積方法。

### 【先前技術】

含矽的薄膜用於半導體產業之中的大量應用。含矽的薄膜包括矽薄膜，例如多晶矽（多晶 Si）與磊晶矽、矽鍺晶片（SiGe）、碳化矽鍺（SiGeC）、碳化矽（SiC）、氮化矽（SiN）、碳氮化矽（SiCN）、及碳氧化矽（SiCO）。經常採用各種物理及／或化學沉積技術進行含矽的薄膜之沉積，且經常使用一種以上的技術沉積特定的薄膜。考慮預期之薄膜性質、正在製造之裝置所引起的物理及／或化學限制、及製造處理有關的成本因素而決定較佳的沉積方法。所選擇的處理通常為一種能夠滿足恰當的技術要求與成本考量之可接受的權衡結果。

熱激發的化學氣相沈積（CVD）為積體電路製造時用以沉積材料的一般技術。在典型的實施例中，將基板（晶圓）放置在低壓處理室之中且維持在受控制的溫度。使基板暴露於一個或更多個前驅物質的氣體環境，而前驅物質則包括待融入薄膜之中的化學成份。將氣態的前驅物質輸送到基板表面且經由一個或更多個化學反應而結合，故形成固態膜。典型地選擇有利於產生化學反應之反應室、基板、與前驅物質的條件，而化學反應將形成具有預期之物理、化學、與電性特性的薄膜。

採用電漿改變或加強薄膜沉積機制。通常將採用電漿之沉積處理稱為電漿加強化學氣相沈積（PECVD）。一般而言，藉由使氣體混合物暴露於 RF 信號且將電子激發到具有足以維持與所供應之處理氣體發生離子化碰撞的能量而在真空反應器之中形成電漿。又，被激發的電子具有足以維持游離碰撞的能量，因此，選擇處在預定之條件（例如處理室壓力、氣體流量等等）下的特定的一組氣體而產生適用於正在處理室之內進行的特定之處理的一

群帶電物質與化學反應性物質。

電漿激發通常使薄膜形成反應得以在遠低於藉由熱激發的 CVD 形成類似的薄膜時典型所需之溫度的低溫狀態下進行。此外，電漿激發能夠啟動薄膜形成的化學反應，而這在熱 CVD 之中並非為能量傾向或動力傾向。因此，可以藉由調整處理參數而使 PECVD 膜之化學與物理性質在相當大的範圍內變化。

SiN 已廣泛地用於半導體裝置而作為鈍化膜、擴散阻障膜、及蝕刻終止膜。已藉由使用矽烷 ( $\text{SiH}_4$ ) 與氨 ( $\text{NH}_3$ ) 的 PECVD 或使用二氯矽甲烷 ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) 與  $\text{NH}_3$  的熱 CVD 而沉積 SiN 薄膜。然而，由於  $\text{SiH}_4$  的爆炸性與  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  的腐蝕性，故必須對處理條件進行嚴格的控制且必須小心地處理廢液。又，從  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  沉積 SiN 薄膜需要較高的沉積溫度，而這與先進裝置處理需要低熱預算的觀念並不相容。雖然為了沉積 SiN 膜而已經開發出使用雙(第三丁基胺基酸)矽烷 (BTBAS) 與六氯二矽烷 (HCD) 之新的低溫熱 CVD 處理，但需要替代的沉積方法，其必須能夠提供較佳的裝置性能、較小的熱預算、及較少的處理系統之維護。

#### 【發明內容】

本發明提供一種基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積系統與方法。為此目的，本方法係包括在處理室之中設置基板、在隔開的電漿源之中激發反應氣體、隨後，使被激發的反應氣體與矽氮烷前驅氣體混合、及在化學氣相沈積處理之中從被激發的氣體混合物將含矽氮膜沉積在基板之上。

在本發明之一實施例中，提供一種基板之上的 SiCNH 膜之低溫電漿加強沉積方法。本方法係包括在處理室之中設置基板、在隔開的電漿源之中激發含氮的反應氣體、隨後，使被激發的反應氣體與矽氮烷前驅氣體混合、及在化學氣相沈積處理之中從被激發的氣體混合物將 SiCNH 膜沉積在基板之上。含氮的反應氣體包括  $\text{N}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2\text{H}_2$ 、 $\text{NO}$ 、或  $\text{N}_2\text{O}$ 、或其中兩個或更多個的組合。

在本發明之另一實施例中，提供一種基板之上的 SiCNOH 膜

之低溫電漿加強沉積方法。本方法係包括在處理室之中設置基板、在隔開的電漿源之中激發含氧的反應氣體、隨後，使被激發的反應氣體與矽氮烷前驅氣體混合、及在化學氣相沈積處理之中從被激發的氣體混合物將 SiCNOH 膜沉積在基板之上。含氧的反應氣體包括  $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O_2$ 、 $H_2O$ 、NO、或  $N_2O$ 、或其中兩個或更多個的組合。

本發明之其它樣態及優點可參照以下之詳細說明及圖示本發明之原理的附圖而更加清楚。在圖式中，相似的參考符號指示類似的元件。

### 【實施方式】

圖 1 顯示根據本發明之一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積的批次型處理系統之簡化方塊圖。批次型處理系統 1 係包括處理室 10 與位在其中之處理管 25，而處理管 25 則具有連接至排氣管 80 的上端 23、及密封地接合於圓柱形歧管 2 之蓋子 27 的下端 24。排氣管 80 從處理管 25 將氣體排除到真空泵浦系統 88 而維持處理系統 1 之中預定之較小的壓力。基板托架 35 用以支撐住呈階層狀型態配置的複數之基板（晶圓）40（配置在垂直間隔的各個水平面之中）係位在處理管 25 之中。基板托架 35 係設在旋轉台 26 之上，而旋轉台 26 安裝在貫穿蓋子 27 且由馬達 28 所驅動的轉軸 21 之上。使旋轉台 26 在處理期間進行旋轉而提高薄膜整體的均勻性、或使旋轉台在處理期間保持不動。將蓋子 27 安裝在升降器 22 之上，用以將基板托架 35 傳送進及傳送出反應管 25。當蓋子 27 位在其最上端的位置時，就利用蓋子 27 封閉歧管 2 的開口端。

將圓柱形熱反射器 30 設置成覆蓋住反應管 25。熱反射器 30 係具有鏡面加工的內表面而抑制主加熱器 20、下加熱器 65、上加熱器 15、與排氣管加熱器 70 所發出之輻射熱的消散。在處理室 10 的壁部之中形成螺旋狀的冷卻水通道（未圖示）而作為冷媒通道。

批次型處理系統 1 係包括氣體輸送系統，其包括氣體供應管線 45。使氣體供應管線 45 連接至矽氮烷氣體源 95 與隔開的電漿源 94。隔開的電漿源係代表位在與處理室遠離之位置處的電漿源，亦即受處理的基板所在之處理室的外部，故在之後必須將被激發的氣體輸送到處理室。矽氮烷氣體源 95 包括液體輸送系統與矽氮烷源。使用液體質流控制器控制流入氣化器之中的液態矽氮烷前驅物質材料之流量，而在其中進一步使氣化的矽氮烷前驅物質材料與例如氬 (Ar) 等惰性載子氣體混合。又，若矽氮烷材料的蒸氣壓夠高的話，則可以利用發泡系統取代惰性載子氣體。使隔開的電漿源 94 形成為從反應氣體源 96 激發反應氣體。隔開的電漿源 94 為，例如，微波電漿源，其中微波功率在約 500 瓦特 (W) 至約 5,000W 之間。微波頻率為，例如，2.45GHz 或 8.3GHz。

使被激發的反應氣體與來自隔開的電漿源 94 之下游的氣體供應管線 45 之中的氣體源 95 之矽氮烷前驅氣體混合。接著使所形成之被激發的氣體混合物流入處理室 10 的反應管 25 之中。雖然未詳細圖示，但本發明亦可以是：在將被激發的氣體混合物通入反應管 25 之前、就先使來自隔開的電漿源 94 之被激發的反應氣體與來自隔開但位在處理室 10 內部的電漿源 94 之下游的氣體源 95 之矽氮烷前驅氣體混合。在圖 1 所示的實施例中，氣體輸送系統更包括氣體注入系統 46，延伸於複數之基板 40 的堆疊方向上。氣體注入系統 46 經由複數之孔部 47 而噴出被激發的氣體混合物且流過基板 40 之上，藉以在基板 40 之上沉積含矽氮膜。

真空泵浦系統 88 係包含真空泵浦 86、陷阱器 84、及自動壓力控制器 (APC) 82。真空泵浦 86 為，例如，包括乾式真空泵浦，其能夠具有高達每秒 20,000 公升 (及更大) 之抽真空速度。在處理期間，藉由 APC82 調整處理壓力。陷阱器 84 從處理室 10 收集未反應的前驅物質材料與反應副產物。

處理監測系統 92 係包含感測器 75，能夠進行即時的處理監測且，例如，包含質譜儀 (MS) 或傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR)。

控制器 90 係包括微處理器、記憶體、及能夠產生控制電壓的數位 I/O 埠，而此控制電壓不僅足以監測處理系統 1 之輸出、更足以與處理系統 1 之輸入通訊並加以啟動。又，使控制器 90 耦合於氣體源 95 與 96、隔開的電漿源 94、馬達 28、處理監測系統 92、加熱器 20、15、65、與 70、及真空泵浦系統 88，並能夠與其交換資訊。可以將控制器 90 實施成美國德州奧斯汀市之戴爾公司的戴爾精密工作站 610<sup>TM</sup>。

圖 2 顯示根據本發明之另一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積的單一晶圓處理系統之簡化方塊圖。處理系統 100 係包括具備基座 105 之處理室 110，用以安裝支撐基板 125 且使基板 125 暴露於處理區 160 所需的基板托架 120。進一步將基板托架 120 形成為加熱或冷卻基板 125。

使來自反應氣體供應源 145 的反應氣體流入隔開的電漿源 205 之中，而電漿源 205 係形成為產生激發反應氣體所需的電漿。隔開的電漿源 205 為，例如，微波電漿源，其中微波功率在約 500 瓦特 (W) 至約 5,000W 之間。微波頻率為，例如，2.45GHz 或 8.3GHz。在隔開的電漿源 205 之下游，氣體源 140 係供應矽氮烷前驅氣體，而使矽氮烷前驅氣體與被激發的反應氣體在氣體供應管線 175 的氣體輸送系統之中混合。類似地，如同圖 1 所示，氣體源 140 係包括液體輸送系統或發泡系統。接著使所形成之被激發的氣體混合物 215 流入處理室 110 之中。使用更包括氣體注入室 (未圖示)、一組擋板 (未圖示) 與多孔之蓮蓬頭氣體注入板 165 之氣體輸送系統而將被激發的氣體混合物 215 通入到處理室 110 之中的處理區 160。雖然未詳細圖示，但本發明亦可以是：在將被激發的氣體混合物 215 通入處理區 160 之前、就先使來自隔開的電漿源 205 之被激發的反應氣體與來自隔開的電漿源 205 之下游但位在處理室 110 內部的氣體源 140 之矽氮烷前驅氣體混合。將處理室 110 連接至真空泵浦系統 150，其包括渦輪分子真空泵浦 (TMP)，能夠具有高達約每秒 5,000 公升 (及更大) 之抽真空速

度、及閘閥，用以控制氣體壓力。

當藉由安裝在基板托架 120 之內的基板升降銷（未圖示）接收到基板且藉由安裝在其中的裝置機械性地調動之後，就藉由機械手臂的基板傳送系統 210 而經由槽閥（未圖示）及處理室進料部（未圖示）將基板 125 傳送進及傳送出處理室 110。一旦從基板傳送系統 210 接收到基板 125 之後，就將基板降低到基板托架 120 的上表面。

藉由靜電夾鉗（未圖示）將基板 125 固定在基板托架 120。又，基板托架 120 係包括加熱器元件 130 且基板托架 120 更包括冷卻系統，包括從基板托架 120 吸熱且放熱到熱交換系統（未圖示）之再循環的冷媒流體。又，將氣體輸送到基板的背面而提高基板 125 與基板托架 120 之間的氣隙熱傳導率。在升高或降低基板的溫度而需要進行溫度控制時，就可以利用此種系統。

控制器 155 係包括微處理器、記憶體、及能夠產生控制電壓的數位 I/O 埠，而此控制電壓不僅足以監測處理系統 100 之輸出、更足以與處理系統 100 之輸入通訊並加以啟動。又，使控制器 155 耦合於處理室 110、氣體源 140 與 145、隔開的電漿源 205、加熱元件 130、基板傳送系統 210、及真空泵浦系統 150，並能夠與其交換資訊。例如，根據儲存的處理配方而利用儲存在記憶體之中的程式控制前述處理系統 100 之元件。控制器 155 之一實例為美國德州奧斯汀市之戴爾公司的戴爾精密工作站 610<sup>TM</sup>。

吾人應瞭解：由於特定硬體的許多變化樣態皆可用於實現本發明之處理系統，且這些變化樣態為具備本項技藝之一般知識的人士能夠輕易思及，故圖 1 與圖 2 之處理系統純屬例示性。圖 1 與圖 2 之處理系統可用於處理，例如，任何尺寸之基板，例如 200mm 基板、300mm 基板、甚至更大的基板。

圖 3 為根據本發明之一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積的流程圖。處理 300 係包括步驟 310，將基板設置在處理室之中。處理室為，例如，圖 1 與圖 2 分別所示之處理室 1



或 100 的其中一個。基板為，例如，半導體基板，例如 Si 基板、含 Ge 的 Si 基板、Ge 基板、或化合物半導體基板，且包括各種主動裝置及／或隔離區。

在步驟 312，使反應氣體流入隔開的電漿源之中且被激發。在本發明之一實施例中，反應氣體包括含氮的氣體。在本發明之另一實施例中，反應氣體包括含氧的氣體。在步驟 314，使被電漿激發的反應氣體與隔開的電漿源之下游的矽氮烷前驅氣體混合。在步驟 316，在化學氣相沈積處理之中從被激發的氣體混合物將含矽氮膜沉積在處理室中的基板之上。

根據本發明之實施例，在隔開的電漿源之中的被激發的反應氣體之形成係與被激發的反應氣體與含矽的矽氮烷前驅氣體之實際的混合分開進行。此種分開進行對沉積處理、含矽氮膜的成份、及薄膜性質可以具有更大的控制。被激發的反應氣體係包括自由基（例如  $N^*$ 、 $NH_x^*$ ），而與矽氮烷前驅氣體混合時，其得以使基板沉積溫度降低，且得以減少及控制沉積的含矽氮膜之中的碳含量與氮含量。

不像電漿聚合處理，其使所有的氣體暴露於電漿源，且使基板經常直接接觸電漿源；本發明之實施例係利用隔開的電漿源，其中含矽的矽氮烷前驅氣體並不直接接觸電漿源，而是使與隔開的電漿源之下游的被電漿激發的反應氣體混合。因此，基板並不會受到離子轟擊，而離子轟擊係可能對沉積的薄膜造成破壞。

根據本發明之實施例，可以經由直接實驗及／或實驗設計（DOE）決定能夠使含矽氮膜形成有預期之膜厚及薄膜性質的適當之處理條件。可調整的處理參數包含，例如，隔開的電漿功率、基板溫度、處理壓力、反應氣體的種類與矽氮烷氣體、及相關的氣體流量。

在本發明之一實施例中，反應氣體包括含氮的氣體且沉積的含矽氮膜更包括碳與氮（亦即 SiCNH）。含氮的氣體包括  $N_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2H_2$ 、NO、或  $N_2O$ 、或其中兩個或更多個的組合。流到電漿源之

含氮的氣體之氣體流量在，例如，約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間。SiCNH 膜可用於目前使用由熱 CVD 或 PECVD 處理所沉積之氮化矽膜的應用之中。相較於氮化矽膜而言，含碳量低的 SiCNH 膜能夠提供更好的薄膜性質，包括更好的擴散阻障性質，且相較於半導體微構造之中的其它薄膜而言，對薄膜的蝕刻選擇性具有更好的控制。藉由改變處理條件可以調整含矽氮膜之含碳量及含氮量，包括電漿功率、基板溫度、處理壓力、反應氣體的種類與矽氮烷氣體、及相關的氣體流量。

在本發明之一實施例中，沉積的 SiCNH 膜之中的碳與氮之個別含量係小於薄膜之中的矽與氮之個別含量。在本發明之另一實施例中，沉積的 SiCNH 膜之中的碳與氮之組合含量係小於薄膜之中的矽與氮之組合含量。

在本發明之另一實施例中，反應氣體包括含氧的氣體且沉積的含矽氮膜更包括碳、氧、及氮（亦即 SiCNOH）。含氧的氣體包括 O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、或 N<sub>2</sub>O、或其中兩個或更多個的組合。流到電漿源之含氧的氣體之氣體流量在，例如，約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間。SiCNOH 膜係具有作為低 k 值之層間膜的應用，其需要較低的熱預算且與基板的其它薄膜相容之特性。

在本發明之一實施例中，沉積的 SiCNOH 膜之中的碳與氮之個別含量係小於薄膜之中的矽與氧之個別含量。在本發明之另一實施例中，沉積的 SiCNOH 膜之中的碳與氮之組合含量係小於薄膜之中的矽與氧之組合含量。

在本發明之一實施例中，被激發的氣體混合物更包括惰性氣體，例如 He、Ne、Ar、Kr、或 Xe、或其中兩個或更多個的組合。流到電漿源之惰性氣體的流量在，例如，約 5 sccm 至約 20,000 sccm 之間。含矽氮膜之沉積處理條件包括在約 10 mTorr 至約 400 Torr 之間的處理室壓力。處理條件更包括在約 150°C 至約 600°C 之間的基板溫度。

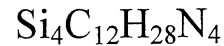
矽氮烷前驅物質係包括 Si-N 結構單元。有機矽氮烷前驅物質

更包括鍵結到 Si 原子(或多個 Si 原子)之至少一個烷基。烷基為，例如甲基、乙基、丙基、或丁基、或其組合。又，烷基為環烴基，例如苯基。此外，烷基可以是乙烯基。根據本發明之一實施例，矽氮烷氣體流量在約 1 sccm 至約 500 sccm 之間。表格 1 顯示根據本發明之實施例的用於沉積含矽氮膜之矽氮烷與有機矽氮烷化合物的實例。

表格 1

三乙基矽氮烷	$\text{SiC}_6\text{H}_{17}\text{N}$
三丙基矽氮烷	$\text{SiC}_9\text{H}_{23}\text{N}$
三苯基矽氮烷	$\text{SiC}_{18}\text{H}_{17}\text{N}$
四甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{15}\text{N}$
六甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{19}\text{N}$
六乙基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{12}\text{H}_{31}\text{N}$
六苯基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{36}\text{H}_{31}\text{N}$
七甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_7\text{H}_{21}\text{N}$
二丙基-四甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{10}\text{H}_{27}\text{N}$
二-n-丁基-四甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{12}\text{H}_{31}\text{N}$
二-n-辛基-四甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{20}\text{H}_{47}\text{N}$
三乙基-三甲基環三矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_9\text{H}_{27}\text{N}_3$
六甲基環三矽氮烷	$\text{Si}_3\text{C}_6\text{H}_{21}\text{N}_3$
六乙基環三矽氮烷	$\text{Si}_3\text{C}_{12}\text{H}_{33}\text{N}_3$
六苯基環三矽氮烷	$\text{Si}_3\text{C}_{36}\text{H}_{33}\text{N}_3$
八甲基環四矽氮烷	$\text{Si}_4\text{C}_8\text{H}_{28}\text{N}_4$
八乙基環四矽氮烷	$\text{Si}_4\text{C}_{16}\text{H}_{44}\text{N}_4$
四乙基-四甲基環四矽氮烷	$\text{Si}_4\text{C}_{12}\text{H}_{36}\text{N}_4$
氫丙基甲基矽氮烷	$\text{SiC}_5\text{H}_{10}\text{N}_2$
四苯基二甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{26}\text{H}_{27}\text{N}$
二苯基-四甲基二矽氮烷	$\text{Si}_2\text{C}_{16}\text{H}_{23}\text{N}$
三乙烯-三甲基環三矽氮烷	$\text{Si}_3\text{C}_9\text{H}_{21}\text{N}_3$

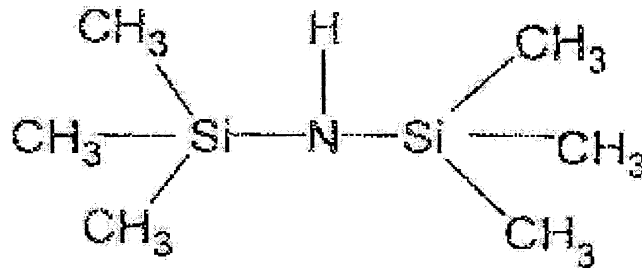
四乙烯-四甲基環四矽氮烷



二乙烯-六甲基二矽氮烷



以下結構式顯示根據本發明之一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積所使用的六甲基二矽氮烷前驅物質：



六甲基二矽氮烷 (HMDS) 前驅物質係包括 Si-N-Si 結構單元及三個鍵結到各 Si 原子的甲基。HMDS 前驅物質為在 20°C 具有約 20 Torr 之蒸氣壓的市售之矽化合物。HMDS 係作為處理氣體而已用於半導體製造之中，俾能提高光阻黏著性且藉由提高表面斥水性而降低底層氧化層的含水量。HMDS 在本發明之中作為前驅氣體將比各種含矽的 CVD 前驅物質具有以下優點：HMDS 前驅物質與處理廢液比較安全且更容易處理，HMDS 前驅物質為低成本，且其產生較少的腐蝕性排氣。

雖然以上已詳細說明本發明之特定例示性實施例，但熟悉本項技術之人士應清楚理解：只要在不脫離本發明之創新的教示與優點的情況下，可以對上述例示性實施例進行許多變化。因此，本發明之範圍係可包括所有可能之變化樣態。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 顯示根據本發明之一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積的批次型處理系統之簡化方塊圖。

圖 2 顯示根據本發明之另一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強沉積的單一晶圓處理系統之簡化方塊圖。

圖 3 為根據本發明之一實施例的基板之上的含矽氮膜之低溫

電漿加強沉積的流程圖。

## 【主要元件符號說明】

- 1 批次型處理系統
- 10、110 處理室
- 15、20、65、70 加熱器
- 100 處理系統
- 105 基座
- 120、35 基板托架
- 125、40 基板（或晶圓）
- 130 加熱器元件
- 140、145、95、96 氣體源
- 150 真空泵浦系統
- 155、90 控制器
- 160 處理區
- 165 氣體注入板
- 175、45 氣體供應管線
- 2 歧管
- 21 轉軸
- 22 升降器
- 23 上端
- 24 下端
- 25 處理管
- 26 旋轉台
- 27 蓋子
- 28 馬達
- 205、94 電漿源
- 210 基板傳送系統
- 215 氣體混合物
- 30 熱反射器

300	沉積方法	
310、312、314、316	步驟	
46	氣體注入系統	
47	孔部	
75	感測器	
80	排氣管	
82	自動壓力控制器 (APC)	
84	陷阱器	
86	真空泵浦	
88	真空泵浦系統	
92	處理監測系統	

### 五、中文發明摘要：

一種基板之上的含矽氮膜之低溫電漿加強化學氣相沈積方法。本方法係包括在一處理室之中設置一基板、在隔開的電漿源之中激發一反應氣體、隨後，使被激發的反應氣體與一矽氮烷前驅氣體混合、及在一化學氣相沈積處理之中從被激發的氣體混合物將一含矽氮膜沉積在基板之上。在本發明之一實施例中，反應氣體包括一含氮的氣體，俾沉積一 SiCNH 膜。在本發明之另一實施例中，反應氣體包括一含氧的氣體，俾沉積一 SiCNOH 膜。

### 六、英文發明摘要：

A method for low-temperature plasma-enhanced chemical vapor deposition of a silicon-nitrogen-containing film on a substrate. The method includes providing a substrate in a process chamber, exciting a reactant gas in a remote plasma source, thereafter mixing the excited reactant gas with a silazane precursor gas, and depositing a silicon-nitrogen-containing film on the substrate from the excited gas mixture in a chemical vapor deposition process. In one embodiment of the invention, the reactant gas can contain a nitrogen-containing gas to deposit a SiCNH film. In another embodiment of the invention, the reactant gas can contain an oxygen-containing gas to deposit a SiCNOH film.

## 十、申請專利範圍：

1.一種含矽氮膜的沉積方法，包含以下步驟：

一基板的設置步驟，在一處理室之中設置一基板；

一反應氣體的激發步驟，在與處理室隔開的電漿源之中激發一反應氣體；

一混合步驟，在反應氣體的激發步驟之後，使被激發的反應氣體與一矽氮烷前驅氣體混合而形成一被激發的氣體混合物；及

一沉積步驟，在一化學氣相沈積處理中，從被激發的氣體混合物將一含矽氮膜沉積在處理室之中的該基板之上。

2.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該基板係包含 Si 基板、含 Ge 的 Si 基板、Ge 基板、或化合物半導體基板。

3.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該反應氣體係包含一含氮的氣體，包括  $N_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2H_2$ 、 $NO$ 、或  $N_2O$ 、或其中兩個或更多個的組合。

4.如申請專利範圍第 3 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該沉積的膜之中的碳與氮之個別含量係小於膜中的矽與氮之個別含量。

5.如申請專利範圍第 3 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該沉積的膜之中的碳與氮之組合含量係小於膜之中的矽與氮之組合含量。

6.如申請專利範圍第 3 項之含矽氮膜的沉積方法，更包含一含氮的氣體的輸送步驟，將流量在約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間的一含氮的氣體輸送到電漿源。

7.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中反應氣體係包含一含氧的氣體，包括  $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O_2$ 、 $H_2O$ 、 $NO$ 、或  $N_2O$ 、或



其中兩個或更多個的組合。

8.如申請專利範圍第 7 項之含矽氮膜的沉積方法，其中沉積的薄膜之中的碳與氮之個別含量係小於薄膜之中的矽與氧之個別含量。

9.如申請專利範圍第 7 項之含矽氮膜的沉積方法，其中沉積的薄膜之中的碳與氮之組合含量係小於薄膜之中的矽與氧之組合含量。

10.如申請專利範圍第 7 項之含矽氮膜的沉積方法，更包含一含氧的氣體的輸送步驟，將流量在約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間的一含氧的氣體輸送到電漿源。

11.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅氣體係包含一有機矽氮烷前驅物質。

12.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅氣體係包含三乙基矽氮烷、三丙基矽氮烷、三苯基矽氮烷、二矽氮烷、四甲基二矽氮烷、六甲基二矽氮烷、六乙基二矽氮烷、六苯基二矽氮烷、七甲基二矽氮烷、二丙基-四甲基二矽氮烷、二-n-丁基-四甲基二矽氮烷、二-n-辛基-四甲基二矽氮烷、三乙基三甲基環三矽氮烷、六甲基環三矽氮烷、六乙基環三矽氮烷、六苯基環三矽氮烷、八甲基環四矽氮烷、八乙基環四矽氮烷、四乙基四甲基環四矽氮烷、氰丙基甲基矽氮烷、四苯基二甲基二矽氮烷、二苯基-四甲基二矽氮烷、三乙烯三甲基環三矽氮烷、四乙烯-四甲基環四矽氮烷、或二乙烯四甲基二矽氮烷、或其中兩個或更多個的組合。

13.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中使矽氮烷氣體與流量在約 1 sccm 至約 500 sccm 之間的被激發的反應氣體混

合。

14.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，更包含一操作步驟，在約 10 mTorr 至約 400 Torr 之間的氣體壓力下操作該處理室。

15.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，更包含一加熱步驟，將基板加熱到約 150°C 至約 600°C 之間。

16.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中被激發的氣體混合物更包含一惰性氣體。

17.如申請專利範圍第 16 項之含矽氮膜的沉積方法，其中輸送流量在約 5 sccm 至約 20,000 sccm 之間的惰性氣體。

18.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中基板的設置步驟係包含在一批次型處理室之中放置 1 至 200 片之間的基板。

19.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中基板的設置步驟係包含在單一晶圓處理室之中放置一基板。

20.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中混合步驟係包含使被激發的反應氣體與電漿源之下游的矽氮烷前驅氣體混合。

21.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中含矽氮膜為側壁膜、阻障膜、蝕刻終止膜、或低 k 值膜。

22.如申請專利範圍第 1 項之含矽氮膜的沉積方法，其中反應氣體

的激發步驟係包含在隔開的微波電漿源之中以電漿激發反應氣體。

23.一種 SiCNH 膜的沉積方法，包含以下步驟：

一基板的設置步驟，在一處理室之中設置一基板；

一含氮的反應氣體的激發步驟，在與處理室隔開的電漿源之中激發一含氮的反應氣體；

一混合步驟，在含氮的反應氣體的激發步驟之後，使被激發的反應氣體與一矽氮烷前驅氣體混合而形成一被激發的氣體混合物；及

一沉積步驟，在一化學氣相沈積處理中，從被激發的氣體混合物將一 SiCNH 膜沉積在基板之上。

24.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中 SiCNH 膜之中的碳與氮之個別含量係小於薄膜之中的矽與氮之個別含量。

25.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中基板係包含 Si 基板、含 Ge 的 Si 基板、Ge 基板、或化合物半導體基板。

26.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中含氮的反應氣體係包括  $N_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2H_2$ 、NO、或  $N_2O$ 、或其中兩個或更多個的組合。

27.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該沉積的膜之中的碳與氮之組合含量係小於該膜中的矽與氮之組合含量。

28.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，更包含一含

氮的反應氣體的輸送步驟，將流量在約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間的一含氮的反應氣體輸送到電漿源。

29.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅氣體係包含一有機矽氮烷前驅物質。

30.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅物質係包含三乙基矽氮烷、三丙基矽氮烷、三苯基矽氮烷、二矽氮烷、四甲基二矽氮烷、六甲基二矽氮烷、六乙基二矽氮烷、六苯基二矽氮烷、七甲基二矽氮烷、二丙基-四甲基二矽氮烷、二-n-丁基-四甲基二矽氮烷、二-n-辛基-四甲基二矽氮烷、三乙基三甲基環三矽氮烷、六甲基環三矽氮烷、六乙基環三矽氮烷、六苯基環三矽氮烷、八甲基環四矽氮烷、八乙基環四矽氮烷、四乙基四甲基環四矽氮烷、氰丙基甲基矽氮烷、四苯基二甲基二矽氮烷、二苯基-四甲基二矽氮烷、三乙烯三甲基環三矽氮烷、四乙烯-四甲基環四矽氮烷、或二乙烯四甲基二矽氮烷、或其中兩個或更多個的組合。

31.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中使該矽氮烷氣體與流量在約 1 sccm 至約 500 sccm 之間的被激發的反應氣體混合。

32.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，更包含一操作步驟，在約 10 mTorr 至約 400 Torr 之間的氣體壓力下操作該處理室。

33.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，更包含一加熱步驟，將基板加熱到約 150°C 至約 600°C 之間。

34.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該被激發的氣體混合物更包含一惰性氣體。

35.如申請專利範圍第 34 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該惰性氣體係以約 5 sccm 至約 20,000 sccm 之間的流量被輸送。

36.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該基板的設置步驟係包含在一批次型處理室之中放置 1 至 200 片的基板。

37.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該基板的設置步驟係包含在單一晶圓處理室中放置一基板。

38.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該混合步驟係包含使被激發的反應氣體與電漿源之下游的矽氮烷氣體混合。

39.如申請專利範圍第 23 項之 SiCNH 膜的沉積方法，其中該含矽氮膜為側壁膜、阻障膜、蝕刻終止膜、或低 k 值膜。

40.一種 SiCNOH 膜的沉積方法，包含以下步驟：

一基板的設置步驟，在一處理室之中設置一基板；

一含氧的反應氣體的激發步驟，在與處理室隔開的電漿源之中激發一含氧的反應氣體；

一混合步驟，在含氧的反應氣體的激發步驟之後，使被激發的反應氣體與一矽氮烷前驅氣體混合而形成一被激發的氣體混合物；及

一沉積步驟，在一化學氣相沈積處理中，從被激發的氣體混合物將一 SiCNOH 膜沉積在基板之上。

41.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該基板包含 Si 基板、含 Ge 的 Si 基板、Ge 基板、或化合物半導體基板。

42.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該反應氣體包含一含氧的氣體，包括 O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、或 N<sub>2</sub>O、或其中兩個或更多個的組合。

43.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該沉積的膜之中的碳與氫之個別含量係小於該膜之中的矽與氧之個別含量。

44.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該沉積的膜之中的碳與氫之組合含量係小於該膜之中的矽與氧之組合含量。

45.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，更包含一含氧的反應氣體的輸送步驟，將流量在約 10 sccm 至約 5,000 sccm 之間的一含氧的反應氣體輸送到電漿源。

46.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅氣體包含一有機矽氮烷前驅物質。

47.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該矽氮烷前驅物質係包括三乙基矽氮烷、三丙基矽氮烷、三苯基矽氮烷、二矽氮烷、四甲基二矽氮烷、六甲基二矽氮烷、六乙基二矽氮烷、六苯基二矽氮烷、七甲基二矽氮烷、二丙基-四甲基二矽氮烷、二-n-丁基-四甲基二矽氮烷、二-n-辛基-四甲基二矽氮烷、三乙基三甲基環三矽氮烷、六甲基環三矽氮烷、六乙基環三矽氮烷、六苯基環三矽氮烷、八甲基環四矽氮烷、八乙基環四矽氮烷、四

乙基四甲基環四矽氮烷、氯丙基甲基矽氮烷、四苯基二甲基二矽氮烷、二苯基-四甲基二矽氮烷、三乙烯三甲基環三矽氮烷、四乙烯-四甲基環四矽氮烷、或二乙烯四甲基二矽氮烷、或其中兩個或更多個的組合。

48.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中使該矽氮烷氣體與流量在約 1 sccm 至約 500 sccm 之間的被激發的反應氣體混合。

49.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，更包含一操作步驟，在約 10 mTorr 至約 400 Torr 之間的氣體壓力下操作該處理室。

50.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，更包含一加熱步驟，將基板加熱到約 150°C 至約 600°C 之間。

51.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該被激發的氣體混合物更包含一惰性氣體。

52.如申請專利範圍第 51 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該惰性氣體在約 5 sccm 至約 20,000 sccm 之間的流量被輸送。

53.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該基板的設置步驟係包含在一批次型處理室之中放置 1 至 200 片之間的基板。

54.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該基板的設置步驟係包含在單一晶圓處理室之中放置一基板。

55.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該混合步驟係包含使被激發的反應氣體與電漿源之下游的矽氮烷氣體混合。

56.如申請專利範圍第 40 項之 SiCNOH 膜的沉積方法，其中該含矽氮膜為側壁膜、阻障膜、蝕刻終止膜、或低 k 值膜。

十一、圖式：



圖式

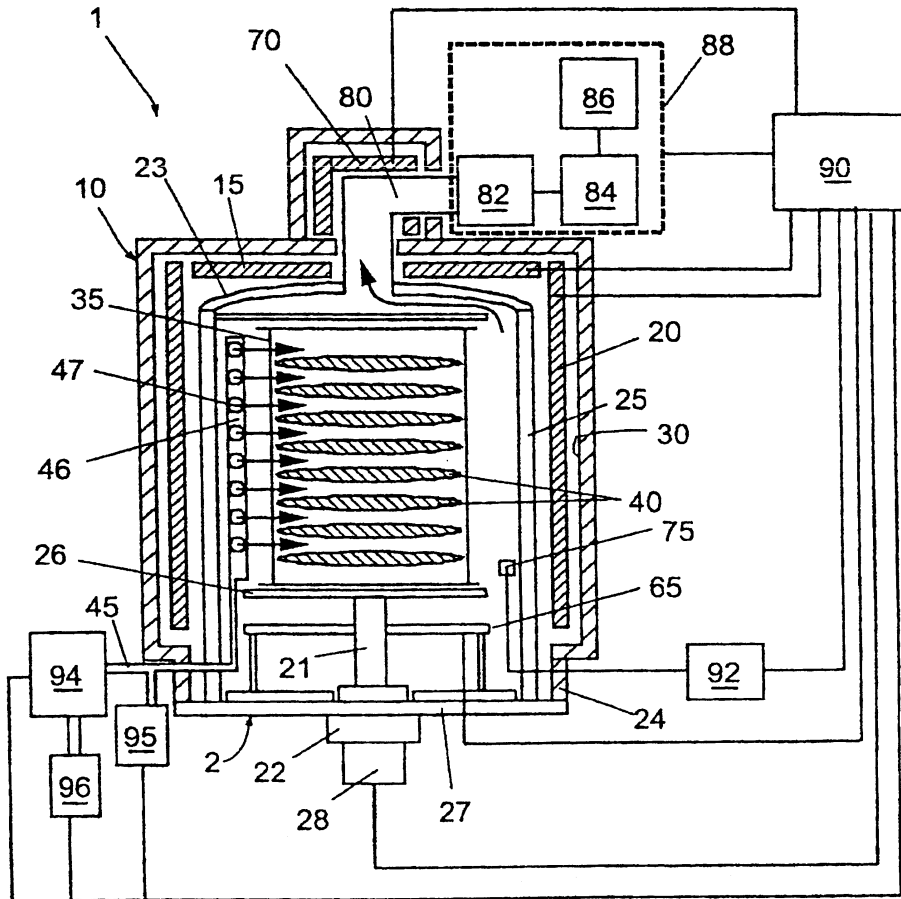


圖 1

圖式

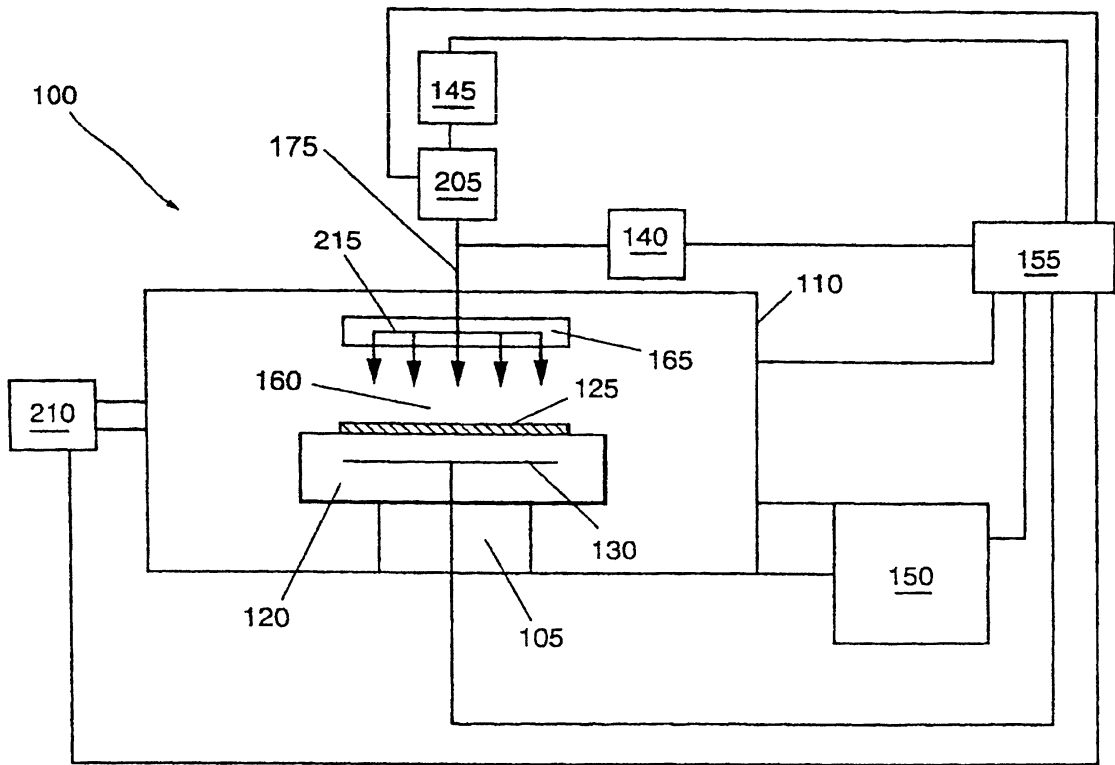


圖 2

圖式

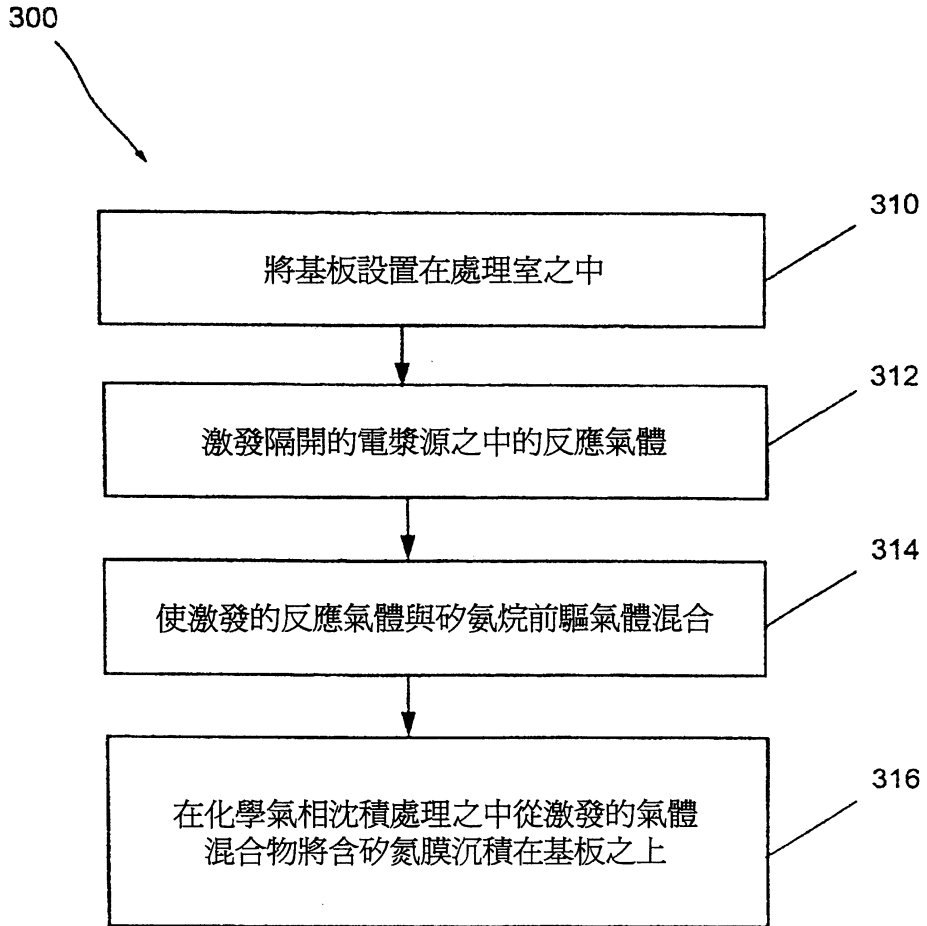


圖 3

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300：沉積方法

310、312、314、316：步驟

**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。