

發明專利說明書

中文說明書替換本(100年2月)

18日本

(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：093127787

※ 申請日期：93.9.14

※IPC 分類：H01L 21/31(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

燒成方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商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)

日本國東京都港區赤坂五丁目 3 番 6 號

3-6, AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107-8481, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 菱屋 晉吾
HISHIYA, SHINGO
2. 青木 公也
AOKI, KIMIYA
3. 渡邊 將久
WATANABE, MASAHISA

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN
3. 日本 JAPAN

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. 日本；2003 年 10 月 06 日；特願 2003-347420
- 2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.
- 2.

☐ 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】

本發明係關於一種用於形成於例如基板表面之聚矽氮烷膜之燒成處理的熱處理方法及熱處理裝置。

【先前技術】

作為以STI(Shallow Trench Isolation: 渠溝隔離)分離法形成之半導體裝置中所使用之元件分離膜或層間絕緣膜等，自先前使用藉由BPSG(boro phospho silicate glass, 硼磷矽酸鹽玻璃)法、臭氧TEOS(tetra ethyl ortho silicate, 原矽酸四乙酯)法、USG(undoped silicate glass, 無摻雜矽酸鹽玻璃)法、HDP(high density plasma enhanced chemical vapor deposition, 高密度電漿增強化學氣相沉積)法等成膜之SiO₂膜。

[發明所欲解決之課題]

然而近年來，隨著半導體裝置之高集成化微細化不斷進步，接觸孔或通道孔等之凹部之縱橫比變得非常高，若準備掩埋該高縱橫比之凹部，以上述之BPSG法或臭氧TEOS法、HDP法等之方法形成之SiO₂膜存有凹部之掩埋性非常差之問題。

此處為提高對上述高縱橫比之凹部之掩埋性，業者討論塗佈聚矽氮烷之塗佈液，繼而將藉由進行熱處理而形成之聚矽氮烷膜作為上述元件分離膜或層間絕緣膜等使用。

作為如此之聚矽氮烷膜之形成方法，提出有例如專利文獻1之方法。該方法係，對塗佈聚矽氮烷之塗佈液而成之被

膜以100℃至250℃之溫度施行第1熱處理蒸發有機溶劑，繼而以550℃以下之溫度，例如400℃進行第2熱處理使上述被膜硬化，形成作為絕緣膜之聚矽氮烷膜者。然而，實際上若藉由該方法形成聚矽氮烷膜，則膜比較脆，結果是無法作為元件分離膜或層間絕緣膜使用。

【專利文獻1】日本專利特開平10-321719號公報(參照段落0077)本發明係基於如此情況開發而成者，本發明之目的在於提供一種可形成對凹部之掩埋性良好且高密度，作為絕緣膜具有良好的電氣特性或介電率等之膜質的聚矽氮烷膜的熱處理方法及熱處理裝置。

【發明內容】

本發明之熱處理方法係對表面形成有聚矽氮烷之塗佈膜之基板熱處理而燒成聚矽氮烷膜者，其特徵在於包含：

第1熱處理步驟，其於處理區域之溫度設定為390℃以上410℃以下之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板，以及

第2熱處理步驟，其繼而於處理區域之溫度設定為600℃以上800℃以下之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板。

此種方法於熱處理裝置中實施，該熱處理裝置係例如將基板搭載於固定器並搬入反應容器內，藉由設於反應容器外部之加熱機構將處理區域升溫至處理溫度，對表面形成有聚矽氮烷之塗佈膜之基板熱處理而燒成聚矽氮烷膜者，其特徵在於包含：

水蒸氣產生機構，其用以於催化劑存在之狀態下使氧氣及氫氣反應而生成之水蒸氣供給至反應容器內，

以及控制機構，其以下述方式控制上述加熱機構與水蒸氣產生機構，於處理區域之溫度設定為 390°C 以上 410°C 以下之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板進行第1熱處理，繼而於處理區域之溫度設定為 600°C 以上 800°C 以下之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板進行第2熱處理。

如此之發明中，於上述第1熱處理步驟形成聚矽氮烷膜之骨架，繼而於第2熱處理步驟去除源自聚矽氮烷膜所含OH基之成分，因此獲得之聚矽氮烷膜係對凹部之掩埋性較好，高密度之硬膜，成為介電率低之電氣特性良好者。

又於上述第1熱處理步驟之前，若採取進行預備處理步驟之方式，即於處理區域之溫度設定為比第1熱處理步驟溫度低之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板，則去除聚矽氮烷膜中所包含之溶劑及雜質。此情形時，於上述熱處理裝置中，構成控制機構，該控制機構以如下方式控制上述加熱機構與水蒸氣產生機構：進行預備處理，即於上述第1熱處理前，於處理區域之溫度設定為比第1熱處理溫度低之溫度的反應容器內，供給水蒸氣至反應容器內，並加熱上述基板。

進而於上述第2熱處理步驟之後，進行第3熱處理步驟，即於處理區域之溫度設定為高於第2熱處理步驟之溫度、 800°C 以上 1000°C 以下之溫度的反應容器內，停止供給水蒸

氣至反應容器內，加熱上述基板，藉此可實現聚矽氮烷膜之緻密化。此情形時，於上述熱處理裝置中，構成控制機構，該控制機構以如下方式控制上述加熱機構與水蒸氣產生機構，進行第3熱處理，即於上述第2熱處理之後，於處理區域之溫度設定為高於第2熱處理步驟之溫度、800℃以上1000℃以下之溫度的反應容器內，停止供給水蒸氣至反應容器內，加熱上述基板。

此時，較好是在上述反應容器之處理區域減壓下進行上述預備處理步驟、第1熱處理步驟、第2熱處理步驟以及第3熱處理步驟。又供給至上述反應容器內之水蒸氣係於催化劑存在之狀態下使氧氣及氫氣反應而生成者，亦可以取代上述水蒸氣將臭氧或氫氣與氧氣分別供給至反應容器內之方式。

又本發明亦可為包含於處理區域之溫度設定為特定溫度之反應容器內，減壓反應容器之處理區域並加熱上述基板之步驟之構成，亦或包含將上述基板搬入處理區域設定為氧氣體環境之反應容器內之步驟，與繼而於處理區域之溫度設定為特定溫度之反應容器內加熱上述基板之步驟的構成，亦或包含將上述基板搬入處理區域之溫度設定為200℃以下之溫度之反應容器內的步驟，與繼而於處理區域之溫度設定為特定溫度之反應容器內加熱上述基板之步驟的構成，藉由此等之構成可抑制粒子產生。

[發明之效果]

依據本發明，可形成對凹部之掩埋性良好且高密度，作

為絕緣膜具有良好之電氣特性或介電率等之膜質的聚矽氮烷膜。

【實施方式】

首先就具有藉由本發明之方法形成之聚矽氮烷膜之半導體裝置的構成一例基於圖1加以說明。圖1係形成有N+源極11A、N+汲極11B與掩埋於STI構造之凹部100之元件分離膜10之、例如包含P型矽(Si)基板之半導體基板，於該半導體基板1之上層形成第1層間絕緣膜12，並依順序設有例如包含矽氧化膜之閘極氧化膜13、例如包含多晶矽膜之閘極電極14。進而於上述第1層間絕緣膜12之上層形成有成為金屬配線層之Cu(銅)或Al(鋁)之配線層17。又上述N+源極11A、N+汲極11B與Cu配線層17之間以W(鎢)之阻斷層15連接。於第1層間絕緣膜12之上層設有第2層間絕緣膜16，於該第2層間絕緣膜16之上層介以包含例如氮化膜之硬式光罩18形成有第3層間絕緣膜19。又於該例中，元件分離膜10介以氧化膜101掩埋於STI構造之凹部100。

繼而於說明本發明之熱處理方法之實施形態之際，預先就用以實施該方法之熱處理裝置加以陳述。圖2表示作為熱處理裝置之縱型熱處理裝置，縱型之加熱爐2具有包含例如天井部之筒狀之絕熱體21，以及加熱器22，該加熱器22沿著該絕熱體21之內壁面包含成為設於周方向之加熱機構例如電阻發熱體，加熱爐之下端部固定於基座體23。加熱器22之構成係使得處理區域(熱處理氣體環境)上下分割為複數個區間，可以各區間為單位進行分別加熱控制。於加熱

爐2中，設有作為反應容器之反應管3，其為上端封閉且於其內部形成熱處理氣體環境之縱型例如包含石英之反應器。該反應管3固定於基座體23。

該縱型熱處理裝置具有作為將複數片例如100片之基板例如晶圓W以呈架狀固定之固定器的晶圓舟31，該晶圓舟31介由作為絕熱材料之保溫筒32及轉臺33載置於蓋體34之上。蓋體34係用以使反應管3之下端之開口部開關而設於舟升降機35。又於舟升降機35設有旋轉機構36，藉此晶圓舟31與轉臺33同時旋轉。藉由使舟升降機35上升或下降，進行對於反應管3之晶圓舟31之搬入及搬出。

於反應管3之下部側，安設自外部至內部之氣體供給管4，該氣體供給管4於例如反應管3內垂直上行，其前端部於反應管3之中心部附近以朝向天井部吹出處理氣體之方式屈曲。氣體供給管4之上流側分叉為第1氣體供給管41及第2氣體供給管42，於第1氣體供給管41設有作為水蒸氣產生機構之水蒸氣產生裝置5。第1氣體供給管41之較水蒸氣產生裝置5更上流側分叉為氧(O₂)氣供給管43及氫(H₂)氣供給管44，氧氣供給管43之基端側介由閥門V1及質量流量控制器M1連接於氧氣供給源45，氫氣供給管44之基端側介由閥門V2及質量流量控制器M2連接於氫氣供給源46。又上述第2氣體供給管42之基端側介由閥門V3及質量流量控制器M3連接於作為非活性氣體供給源之氮氣供給源47。質量流量控制器M1至M3係構成用以調整氣體供給流量之流量調整機構者。

於第1氣體供給管41之水蒸氣產生裝置5之下流側設有閥門V0，於該下流側之氣體供給管4、41卷裝有作為用以以水蒸氣不結露之方式加熱之加熱機構的加熱器例如帶型加熱器51。水蒸氣產生裝置5以下述方式構成：包含加熱通過其中之氣體之加熱機構，並於氣體之流道設有例如鉑等之催化劑，將氧氣及氫氣加熱至例如500℃以下之特定溫度並使其與催化劑接觸，藉由於催化劑下氧氣及氫氣之反應產生水蒸氣。藉由該水蒸氣產生裝置5，例如於得以減壓之反應管3內可將對於水蒸氣及氧氣之水蒸氣濃度設為1%至90%左右之濃度。

進而於反應管3之下部側連接有例如口徑為3英吋之排氣管24，於該排氣管24之基端側連接有作為減壓機構之真空泵25。又於該排氣管24設有壓力調整機構26。再者於該例中壓力調整機構26係除了調整蝴蝶閥門等之壓力之機器外亦包含進行排氣管24之開關之主閥門等者。

該縱型熱處理裝置具有作為控制機構之例如包含電腦之控制部5，該控制部5具有控制加熱器22、氣體供給部分40以及壓力調整機構26之功能。再者氣體供給部分40係包含上述閥門V0至V3及質量流量控制器M1至M3等、進行各氣體之供斷及流量調整之部位，實際上自控制部5介由未圖示之控制器將控制信號賦予至各氣體供給機器中。該控制部5如下所述，將晶圓W搬入反應管3內後，為控制加熱器22、氧氣、氫氣及氮氣之流量以及壓力調整機構26，具有進行處理參數及處理順序之流程記錄以及讀出該流程之程式。

繼而以使用上述熱處理裝置，作為圖1所示之半導體裝置之元件分離膜10或於金屬配線之下方側形成之第1層間絕緣膜12形成聚矽氮烷膜之情形為例，參照圖3及圖4加以說明。圖4係於橫軸取為時間，表示時間與反應管3內(處理區域)之設定溫度之關係，並對照步驟及反應管3內之氣體環境而表示者。

首先將反應管3內之溫度設定為例如150℃，以不運轉水蒸氣產生裝置5之狀態，打開閥門V1、閥門V0以氧氣預先淨化反應管3內。於此狀態藉由未圖示之基板移載機構之晶圓移載機，自作為晶圓收容容器之晶圓載體C將晶圓W一次一片或複數片例如一次5片移載至晶圓舟31，搭載例如100片之晶圓W。晶圓W係於前一步驟中，於未圖示之塗佈單元藉由例如旋塗法於表面塗佈包含聚矽氮烷 $\{-(\text{SiR1-NR2})_n-$ ：R1、R2係烷基 $\}$ 之成分與溶劑之塗佈液，藉此形成塗佈膜，繼而以例如150℃左右之溫度進行3分鐘烘焙處理，施行去除塗佈液中之溶劑之處理者。

晶圓W之移載結束後，上升晶圓舟31搬入反應管3內，藉由蓋體34關閉反應管3內之下端開口部。又此期間使反應管3內真空排氣(減壓排氣)，將反應管3內之壓力設定為例如53200 Pa(400 Torr)。且搬入晶圓舟31之後，打開閥門V0、V1、V2並運轉水蒸氣產生裝置5，於水蒸氣產生裝置5內於催化劑存在之狀態下使氧氣及氫氣反應產生水分，將該水蒸氣導入至反應管3內。關於氧氣與氫氣之流量，以於反應管3內供給可燒成例如於100片晶圓W中所形成之聚矽氮烷

膜所需量之水蒸氣的方式，分別設定為例如2650 sccm及3500 sccm。藉此於減壓氣體環境下之處理區域之水分濃度成為例如80%。

繼而，保持壓力及氣體之供給狀態控制加熱器22，以例如1°C/分鐘至200°C/分鐘之平均升溫速度將反應管3內升溫至預備處理溫度例如200°C，繼而開始作為預備處理之熱處理。即，將反應管3內溫度設為200°C，壓力設定為53200 Pa，保持該狀態30分鐘左右進行處理(步驟S1)。藉由以此方式進行預備處理，去除於晶圓W表面之聚矽氮烷之塗佈膜內殘存的溶劑及雜質。即該預備處理步驟係作為上述塗佈單元中烘焙處理之補充而進行者，較好是預備處理溫度設為150°C至390°C，此時之反應管內之壓力設為133 Pa(1 Torr)至101080 Pa(760 Torr)，反應管3內之水分濃度設定為80%。

繼而，保持壓力及氣體之供給狀態控制加熱器22，以例如1°C/分鐘至200°C/分鐘之平均升溫速度將反應管3內升溫至第1溫度例如400°C，開始第1熱處理。即保持反應管3內溫度為400°C，壓力為53200 Pa之狀態30分鐘左右進行處理(步驟S2)。如此於上述水分濃度為80%、53200 Pa左右之減壓狀態下，以400°C附近之溫度進行30分鐘左右熱處理，藉此形成已去除氮(N)、碳(C)或氫(H)等之雜質之聚矽氮烷膜之骨架。為此於去除雜質形成骨架，要求將第1熱處理溫度設定為390°C至410°C，處理時間設定為5分鐘至60分鐘，反應管內之壓力設定為133 Pa至101080 Pa，上述水分濃度設定為1%至90%。

繼而保持壓力及氣體之供給狀態控制加熱器22，以例如1°C/分鐘至200°C/分鐘之平均升溫速度將反應管3內升溫至第2溫度例如600°C，開始第2熱處理。即保持反應管3內溫度為600°C，壓力為53200 Pa之狀態30分鐘左右進行處理(步驟S3)。

如此於上述水分濃度80%、53200 Pa左右之減壓狀態下，以600°C附近之溫度進行30分鐘左右熱處理，藉此去除源自聚矽氮烷膜中所含之乙醇等之OH基的成分。為此為有效去除上述乙醇等之成分，要求將第2熱處理溫度設定為600°C至800°C，處理時間設定為5分鐘至60分鐘，反應管內之壓力設定為133 Pa至101080 Pa，上述水分濃度設定為1%至90%。

其後，關閉閥門V0至V3停止供給水蒸氣至反應管3內，另一方面將爐內之氣體置換為氮氣後，維持減壓狀態控制加熱器22，以例如1°C/分鐘至200°C/分鐘之平均升溫速度將反應管3內升溫至第3溫度例如800°C，開始第3熱處理。即維持反應管3內溫度為800°C，壓力為53200 Pa之狀態30分鐘左右進行處理(步驟S4)。

如此於53200 Pa左右之減壓狀態下，以800°C附近之溫度，進行30分鐘左右熱處理，藉此使聚矽氮烷膜緻密化。為此要求將第3熱處理溫度設定為800°C至1000°C，處理時間設定為5分鐘至60分鐘，反應管內之壓力設定為133 Pa至101080 Pa。

其後將反應管3內降溫至例如400°C，之後藉由氮氣淨化

反應管3內恢復至大氣壓，下降晶圓舟31並搬出。其後以與圖3所示之移載動作相反之動作，即自晶圓舟31之下段側以移載機取出晶圓W，依次下降晶圓舟31。以上連串之步驟基於藉由控制部之程式及流程而實行。

依據此種實施形態，具有如下之效果。首先因聚矽氮烷膜係塗佈膜，故而對縱橫比較高之凹部之掩埋性良好，可形成無空隙或接縫之塗佈膜。又對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜之晶圓，因分為4階段藉階段式地上升溫度進行熱處理，故而可形成高密度且堅硬、可有效作為STI構造之元件分離膜10或第1層間絕緣膜12之特性之聚矽氮烷膜。

首先，於水蒸氣氣體環境下於預備處理步驟中以200℃之溫度進行熱處理，藉此去除殘存於聚矽氮烷之塗佈液中之溶劑成分及雜質。繼而於水蒸氣氣體環境、減壓氣體環境下，於第1熱處理步驟以400℃之溫度進行熱處理，藉此於去除雜質之狀態形成聚矽氮烷膜之骨架。此處若不進行該第1熱處理步驟，而是急劇加熱至高於第1溫度之溫度例如700℃左右，則自後述之實驗例可明示，形成之聚矽氮烷膜成為顯示膜電氣特性之Vfb-膜厚特性差，雜質量較多者。可認為其原因在於：若急劇加熱至高於第1溫度之溫度，則未進行形成聚矽氮烷膜之骨架之反應，不僅如此以未去除NH₃、SiH₄等之雜質之狀態而燒成，由此造成膜之特性惡化。

繼而於水蒸氣氣體環境、減壓氣體環境下，於第2熱處理步驟以600℃之溫度進行熱處理，藉此去除源自聚矽氮烷膜中所含之乙醇等之OH基的成分。此處於不進行該第2熱處

理步驟，而僅進行第1熱處理步驟之情形時，則形成密度低之脆膜，又即使延長處理時間亦自後述之實驗例所明示，成為上述Vfb-膜厚特性差，實際上無法作為元件分離膜10或第1層間絕緣膜12使用者。可推測其理由在於：含有較多OH基，殘留有源自乙醇等之OH基的成分，造成生燒之狀態。

繼而於減壓氣體環境下，於第3熱處理步驟以800度之溫度進行熱處理，藉此使聚矽氮烷膜緻密化。如此於SiO₂之骨架形成後去除乙醇等之成分，藉此可形成高密度且硬度大、又具有與氧化膜(SiO₂膜)同程度之上述Vfb-膜厚特性或介電率之聚矽氮烷膜，如此之聚矽氮烷膜可有效作為上述元件分離膜10或第1層間絕緣膜12等之絕緣膜者。又藉由階段式地進行熱處理，可形成膜中之碳去除量較多、雜質較少之聚矽氮烷膜，可獲得膜之介電率或電氣特性良好之膜。

此處於上述之實施形態中，預備處理步驟、第1熱處理步驟、第2熱處理步驟以及第3熱處理步驟均於反應管3之壓力為53200 Pa左右之減壓狀態進行，藉此可抑制反應管3之粒子產生，可防止晶圓之粒子污染。即於上述預備處理步驟至第3熱處理步驟中均藉由加熱晶圓，自晶圓自身產生氮、氫、矽烷等之氣體，此等氣體藉由氣相反應附著於晶圓並產生SiO₂系之粒子。為此使反應管3內保持為減壓狀態，自排氣道排出反應管3內之氣體，藉此亦較高效率地排出成為上述粒子之原因之氣體，故而藉此可抑制粒子之產生。

此處，上述粒子成為後步驟之問題，如上述圖2所示之熱處理裝置，於一次處理100片晶圓之情形時，自晶圓產生之

氣體量較多，故而如此於減壓下進行熱處理之方式為有效。又，減壓狀態係用以抑制粒子之產生者，因此反應管壓力設定為例如 133 Pa 至 93100 Pa (700 Torr) 左右之減壓狀態較好。

又於上述之實施形態中，於水蒸氣氣體環境進行預備處理步驟、第1熱處理步驟及第2熱處理步驟，於水蒸氣氣體環境進行前處理步驟或第1熱處理步驟是因為，若於 400℃ 以下左右之溫度且水蒸氣氣體環境進行熱處理，則成為熱度完全遍佈至聚矽氮烷膜之底部之狀態，以良好狀態進行直至底部之燒成，並且膜中之氧濃度變高。

進而於水蒸氣氣體環境進行第2熱處理步驟是因為，自後述之實驗例亦可明示，成為源自 OH 基之成分較容易去除之狀態，可形成與 SiO₂ 膜相同之骨架。此時，於上述熱處理裝置中，作為水蒸氣產生裝置 5，使用氧氣與氫氣藉由催化劑方式產生水蒸氣，因此可於 1% 至 90% 之廣範圍內控制水蒸氣之產生量，可對應於作為目的之聚矽氮烷膜之膜質而調整為期望之水蒸氣量，比較有效。

此處不於水蒸氣氣體環境進行第3熱處理步驟是因為，如圖 1 所示，以於 STI 構造之凹部 100 之側壁僅形成有氧化膜 101 之情形為例。此情形時聚矽氮烷膜形成於氧化膜 101 之上，但於聚矽氮烷膜形成之際，氧化膜 101 呈露出之狀態，因此於 800℃ 至 1000℃ 之高溫下且水蒸氣氣體環境下氧化力較強，上述側壁之氧化膜 101 得以氧化，無法獲得理想之 STI 形狀，因此於第3熱處理步驟中不於水蒸氣氣體環境下

進行較好。

然而如圖5所示，於STI構造之凹部100依順序形成氧化膜101與氮化膜102，於該氮化膜102上形成聚矽氮烷膜之情形時，因氮化膜102難以氧化，故而於水蒸氣氣體環境下進行第3熱處理步驟亦可。如此作為STI構造之凹部100之掩埋材料使用聚矽氮烷膜之情形的熱處理方法，依據STI構造對第3之熱處理步驟之氣體環境選擇特定之氣體環境。

進而於上述之實施形態中，將晶圓舟31搬入反應管3內之際，將反應管3內設定為氧氣體環境，因此可抑制晶圓舟31搬入時自聚矽氮烷膜產生之反應物(昇華物)附著於晶圓上之現象產生。又藉由將晶圓舟31搬入反應管3內之際之溫度設定為200℃以下之溫度例如150℃左右，亦可抑制晶圓舟31搬入時自聚矽氮烷膜產生之反應物(昇華物)附著於晶圓之現象產生。

以上，於使用上述熱處理裝置，作為設於圖1所示半導體裝置之較金屬配線層更上層側之膜，例如第2層間絕緣膜16或第3層間絕緣膜19形成聚矽氮烷膜之情形時，為防止藉由高溫熱處理使金屬配線層之Cu凝集，或者為抑制對閘極氧化膜13等之熱破壞，不進行第3熱處理步驟，上述第2熱處理步驟，為了抑制此等Cu凝集或抑制熱破壞，以例如650℃以下之溫度進行處理較好。

[實施例]

以下就為確認本發明之效果而進行之實驗例加以說明。

(實施例1)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，對於上述熱處理裝置中以各種熱處理條件燒成而獲得之聚矽氮烷膜，使用「產品名Quantox」之非接觸CV測定器測定電氣特性(Vfb：flat band voltage，平帶電壓)。於圖6表示該結果，圖中縱軸表示Vfb、橫軸表示聚矽氮烷膜之膜厚。此時，熱處理條件如下設定。

實施例1-1：於水蒸氣氣體環境(水分濃度80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，僅以400℃進行30分鐘第1熱處理。該結果於圖6以◇表示。

實施例1-2：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以700℃僅進行30分鐘第2熱處理。該結果於圖6以◆表示。

實施例1-3：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以320℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以700℃進行30分鐘第2熱處理。該結果於圖6以○表示。

實施例1-4：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以390℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例1-3同樣。該結果於圖6以●表示。

實施例1-5：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例1-3同樣。該結果於圖6以□表示。

實施例1-6：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常

壓氣體環境之狀態下，以412℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例1-3同樣。該結果於圖6以■表示。

實施例1-7：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以500℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例1-3同樣。該結果於圖6以△表示。

實施例1-8：於與實施例1-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以200℃進行30分鐘預備處理，繼而以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。其後於常壓氣體環境下，於以5000 sccm之流量導入N₂氣體之狀態下，以850℃進行30分鐘第3熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設為與實施例1-3同樣。該結果於圖6以▲表示。

此處圖6所示之Vfb係表示特性是否接近氧化膜(SiO₂膜)之電氣指標，Vfb-膜厚特性意味著即使膜厚變化Vfb越大致呈一定則上述特性越好，越具有接近SiO₂膜之特性。該結果可看出，如實施例1-1、實施例1-2僅進行第1熱處理，或者僅進行第2熱處理而燒成之聚矽氮烷膜之上述Vfb-膜厚特性相當差，可知藉由連續進行第1熱處理與第2熱處理，可提高聚矽氮烷膜之電氣特性。

又可看出，即使是連續進行第1熱處理與第2熱處理之情形，於第1熱處理溫度為320℃(實施例1-3)或500℃(實施例1-7)之情形時，與第1熱處理溫度為390℃(實施例1-4)或400℃(實施例1-5)、412℃(實施例1-6)之情形相比，上述特

性較差，可知於第1熱處理溫度具有最合適範圍，藉由設定為390℃至410℃可提高膜之電氣特性。

進而確認，如實施例1-8，於第1熱處理前以200℃進行預備處理，於第2熱處理之後以850℃進行第3熱處理，藉此格外提高上述特性，可看出上述預備處理與第3熱處理之有效性。

(實施例2)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，對於上述熱處理裝置中以各種熱處理條件燒成而獲得之聚矽氮烷膜，製作形成鋁/銅電極圖案之樣品，藉由CV法測定介電率。於圖7表示該結果，圖中縱軸表示介電率、橫軸表示聚矽氮烷膜之熱處理條件。此時，熱處理條件設定如下。

實施例2-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，僅於400℃進行30分鐘之第1熱處理。

實施例2-2：於與實施例2-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，僅以700℃進行30分鐘第2熱處理。

實施例2-3：於與實施例2-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以800℃進行30分鐘第2熱處理。

實施例2-4：於與實施例2-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以800℃進行第2熱處理。其後於以1800 sccm之流量導入O₂氣體，以4200 sccm之流量導入N₂氣之狀態下，以850℃進行

30分鐘第3熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例2-3同樣。

實施例2-5：於與實施例2-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以800℃進行第2熱處理。其後於以5000 sccm之流量導入N₂氣之狀態下，以850℃進行30分鐘第3熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例2-3同樣。

此處於圖7之右端，表示藉由成膜處理形成之SiO₂膜之資料，係若與SiO₂膜之介電率同等則無問題之範圍。該結果可看出，如實施例2-1、實施例2-2僅進行第1熱處理或第2熱處理燒成之聚矽氮烷膜較如實施例2-3、實施例2-4、實施例2-5進行第1熱處理與第2熱處理兩者燒成之聚矽氮烷膜介電率高，可知藉由連續進行第1熱處理與第2熱處理，可形成與SiO₂膜同程度之低介電率的聚矽氮烷膜。

又自實施例2-4或實施例2-5之聚矽氮烷膜較實施例2-3之聚矽氮烷膜介電率略低之現象，可知於第1熱處理與第2熱處理之後進行第3熱處理之方式為有效。此時自實施例2-5之結果，可看出藉由於第3熱處理時導入N₂氣體，可進一步降低聚矽氮烷膜之介電率。

(實施例3)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，對於上述熱處理裝置中以各種熱處理條件燒成而獲得之聚矽氮烷膜，測定FT-IR(傅立葉轉換紅外分光法)之光譜。於圖8顯示該測定結果之起因於OH基之峰值

附近的光譜。此時，熱處理條件設定如下。

實施例 3-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，僅以400℃進行30分鐘第1熱處理。

實施例 3-2：於與實施例 3-1 同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以800℃進行30分鐘第2熱處理。

實施例 3-3：於與實施例 3-1 同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例 3-2 同樣。

實施例 3-4：於與實施例 3-1 同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以600℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例 3-2 同樣。

此處於圖 8 中顯示起因於 OH 基之峰值越大，則源自聚矽氮烷膜中之 OH 基之成分的量越多。該結果看出起因於 OH 基之峰值在實施例 3-1 之條件為最大，繼而以實施例 3-4、實施例 3-3 依序變小，於實施例 3-2 之條件看不到上述峰值。又關於藉由成膜處理所形成之 SiO₂ 膜同樣地測定 FT-IR 光譜，結果未看到源自 OH 基之峰值。因此可看出，僅進行第 1 熱處理中，源自聚矽氮烷膜中之 OH 基的成分殘存量較多，藉由進行第 2 熱處理，可去除源自聚矽氮烷膜所含之 OH 基成分，進而第 2 熱處理之處理溫度越高，則源自上述 OH 基之成分的去除效果越大，越接近藉由成膜處理形成之

SiO₂膜之構造。

(實施例4)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，對於上述熱處理裝置中以各種熱處理條件燒成而獲得之聚矽氮烷膜，測定FT-IR之光譜，求得圖9所示之源自Si-O鍵之3個峰值面積。於圖10表示該結果，此時求得Si-O鍵(I)在波數983至1320 cm⁻¹之面積，Si-O鍵(II)在波數750至900 cm⁻¹之面積，Si-O鍵(III)在波數403至520 cm⁻¹之面積。此處，熱處理條件設定如下。

實施例4-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，僅以400℃進行30分鐘第1熱處理。

實施例4-2：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以800℃進行30分鐘第2熱處理。

實施例4-3：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例4-2同樣。

實施例4-4：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以600℃進行第2熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例4-2同樣。

實施例4-5：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以

800℃進行第2熱處理。繼而以1800 sccm、4200 sccm之流量分別導入氧氣與氮氣，並以850℃進行30分鐘第3熱處理。第1及第2熱處理之處理時間設定為與實施例4-2同樣。

實施例4-6：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以800℃進行第2熱處理。繼而於與實施例4-5同樣之常壓氣體環境下，以5000 sccm之流量導入氮氣，並以850℃進行第3熱處理。第1及第2以及第3熱處理之處理時間設定為與實施例4-5同樣。

實施例4-7：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。繼而於與實施例4-5同樣之常壓氣體環境下，以1800 sccm、4200 sccm之流量分別導入氧氣與氮氣，並以850℃進行第3熱處理。第1及第2以及第3熱處理之處理時間設定為與實施例4-5同樣。

實施例4-8：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以700℃進行第2熱處理。繼而於與實施例4-5同樣之常壓氣體環境下，以5000 sccm之流量導入氮氣，並以850℃進行第3熱處理。第1及第2以及第3熱處理之處理時間設定為與實施例4-5同樣。

實施例4-9：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400℃進行第1熱處理，繼而以600℃進行第2熱處理。繼而於與實施例4-5同樣之常壓氣體

環境下，以1800 sccm、4200 sccm之流量分別導入氧氣與氮氣，並以850°C進行第3熱處理。第1及第2以及第3熱處理之處理時間設定為與實施例4-5同樣。

實施例4-10：於與實施例4-1同樣之水蒸氣氣體環境、常壓氣體環境之狀態下，以400°C進行第1熱處理，繼而以600°C進行第2熱處理。繼而於與實施例4-5同樣之常壓氣體環境下，以5000 sccm之流量導入氮氣，並以850°C進行第3熱處理。第1及第2以及第3熱處理之處理時間設定為與實施例4-5同樣。

關於藉由成膜處理形成之SiO₂膜之結果對照表示，意味著越接近SiO₂膜之資料，則聚矽氮烷膜之骨架越接近SiO₂膜。依據該結果可看出，較僅進行第1熱處理(實施例4-1)之情形，進行第1及第2熱處理之情形(實施例4-2至4-4)或進行第1及第2以及第3熱處理之情形(實施例4-5至4-10)之源自Si-O鍵之峰值面積更接近上述SiO₂膜之資料，可知其具有更接近SiO₂膜之骨架。又可看出，第2熱處理之處理溫度越高，則越接近上述SiO₂膜之資料。

進而可看出，於第2熱處理之溫度為700°C以上之較高溫度時，依據有無第3熱處理，源自上述Si-O鍵之峰值面積基本不變化，可知藉由第1熱處理與第2熱處理可決定聚矽氮烷膜之構造。又認為，第2熱處理之溫度為600°C時，藉由進一步進行第3熱處理，源自上述Si-O鍵之峰值面積變大，可推測其是因為，藉由第3熱處理去除於第2熱處理中未去除乾淨之源自OH基之成分，藉此決定聚矽氮烷膜之構造。

進而又於該實施例中可看出，第3熱處理時導入N₂氣與O₂氣之情形較僅導入N₂氣之情形，源自上述Si-O鍵之峰值面積變大。

(實施例5)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，對於上述熱處理裝置中以各種熱處理條件燒成而獲得之聚矽氮烷膜，進行SIMS分析。該結果對於膜中之C濃度示於圖11，對於H濃度示於圖12，對於N濃度示於圖13，圖11至13中橫軸表示膜之深度，縱軸分別表示C濃度、H濃度、N濃度。此處，熱處理條件設定如下。

實施例5-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，以400℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以800℃進行30分鐘第2熱處理。繼而以1800 sccm、4200 sccm之流量分別導入氧氣與氮氣，並以850℃進行30分鐘第3熱處理。

實施例5-2：不進行實施例5-1之第1熱處理步驟，僅進行第2熱處理步驟與第3熱處理步驟。第2及第3熱處理之處理條件設定為與實施例5-1同樣。

該結果可看出，以實施例5-1之條件形成之聚矽氮烷膜之膜中C濃度、H濃度、N濃度較小，可知藉由階段式地實施第1熱處理步驟與第2熱處理步驟、第3熱處理步驟，可形成膜中之碳或氫或氮之去除量增多，雜質較少之聚矽氮烷膜。又對於以實施例5-1之條件，於第1熱處理步驟前進行預備處理步驟而形成之聚矽氮烷膜同樣地進行SIMS分

析，結果可看出，可獲得與以實施例5-1之條件而形成之聚矽氮烷膜同樣之光譜，藉此有無預備處理步驟，膜中之雜質濃度基本不變化。

(實施例6)

將形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處理之晶圓W與裸矽晶圓搬入至反應容器內，於上述熱處理裝置中進行聚矽氮烷膜之燒成處理，對於裸矽晶圓使用「產品名Surface Scan」之表面缺陷檢查裝置評價處理前後之粒子附著數，藉此確認藉由熱處理時之壓力條件對粒子附著數之影響。將粒徑為0.16 μm以上大小之粒子作為測定對象，就晶圓整面進行測定。又熱處理條件如下。

實施例6-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，以400℃進行30分鐘第1熱處理，繼而以800℃進行30分鐘第2熱處理。繼而以1800 sccm、4200 sccm之流量分別導入氧氣與氮氣，並以850℃進行30分鐘第3熱處理。

實施例6-2：除設為減壓氣體環境(53200 Pa)以外，以與實施例6-1同樣之處理條件進行熱處理。

於圖14表示該結果，圖中橫軸表示熱處理時之壓力條件，縱軸表示附著於晶圓之粒子數。該結果可看出，藉由將反應容器內設定為減壓氣體環境進行熱處理，可大幅度減少附著於晶圓之粒子數。

(實施例7)

將形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以150℃進行3分鐘烘焙處

理之晶圓 W 與裸矽晶圓搬入反應容器內，於上述熱處理裝置中進行聚矽氮烷膜之燒成處理，對於裸矽晶圓使用包含上述「產品名 Surface Scan」之檢查裝置評價處理前後之粒子附著數，藉此確認藉由將晶圓搬入反應容器時之爐內氣體環境對粒子附著數之影響。將粒徑為 $0.16\ \mu\text{m}$ 以上大小之粒子作為測定對象，就晶圓整面進行測定。又熱處理條件如下。

實施例 7-1：於將反應容器內設定為氮氣體環境之狀態，將晶圓搬入反應容器內，以與實施例 6-1 同樣之處理條件進行熱處理。

實施例 7-2：於將反應容器內設定為氧氣體環境之狀態，將晶圓搬入反應容器內，以與實施例 6-1 同樣之處理條件進行熱處理。

於圖 15 表示該結果，圖中橫軸表示搬入晶圓時之反應容器內之氣體環境，縱軸表示附著於晶圓之粒子數。該結果可看出，於將反應容器內設定為氧氣體環境之狀態搬入晶圓，藉此可大幅度減少附著於晶圓之粒子數。

(實施例 8)

將形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以 150°C 進行 3 分鐘烘焙處理之晶圓 W 與裸矽晶圓搬入反應容器內，於上述熱處理裝置中進行聚矽氮烷膜之燒成處理，對於裸矽晶圓使用包含上述「產品名 Surface Scan」之檢查裝置評價處理前後之粒子附著數，藉此確認藉由將晶圓搬入至反應容器時之爐內溫度對粒子附著數之影響。將粒徑為 $0.16\ \mu\text{m}$ 以上大小之粒

子作為測定對象，就晶圓整面進行測定。又熱處理條件如下。

實施例8-1：於將反應容器內設定為 400°C 以上之溫度之狀態，將晶圓搬入反應容器內，以與實施例6-1同樣之處理條件進行熱處理。

實施例8-2：以將反應容器內設定為 200°C 之狀態，將晶圓搬入反應容器內，以與實施例6-1同樣之處理條件進行熱處理。

於圖16表示該結果，圖中橫軸表示晶圓搬入時之反應容器內之溫度，縱軸表示附著於晶圓之粒子數。該結果顯示，於將反應容器內設定為 200°C 左右之溫度之狀態搬入晶圓，藉此與設定為 400°C 以上之溫度之情形相比，可大幅度減少附著於晶圓之粒子數，搬入時之反應容器內之溫度為 200°C 以下較好。

(實施例9)

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜並以 150°C 進行3分鐘烘焙處理之晶圓W，於上述熱處理裝置中以特定之熱處理條件進行燒成處理，就於常壓氣體環境下進行第1熱處理步驟、第2熱處理步驟及第3熱處理步驟之情形，以及於減壓氣體環境下進行之情形，藉由測定介電率比較形成之聚矽氮烷膜之膜質。此處熱處理條件設定如下。

實施例9-1：於水蒸氣氣體環境(80%)、常壓氣體環境(101080 Pa)之狀態下，以 400°C 進行30分鐘第1熱處理，繼而以 700°C 進行30分鐘第2熱處理。繼而以5000 sccm之流量

導入氮氣，並以850℃進行30分鐘第3熱處理。

實施例9-2：除了於減壓氣體環境(53200 Pa)下進行處理以外，以與實施例9-1同樣之處理條件進行熱處理。

於圖17表示該結果，圖中橫軸表示熱處理時之壓力條件，縱軸表示介電率。藉此可看出，熱處理時之壓力條件無論是常壓氣體環境或是減壓氣體環境，形成之聚矽氮烷膜之介電率基本不變化。又對於此等聚矽氮烷膜進行FT-IR分析，可確認，起因於源自OH基之成分之峰值大小基本相同，由此可知，熱處理時之壓力條件基本不對聚矽氮烷膜之膜質造成影響。

以上，於本發明中，亦可採用以下兩種方式，替代將反應容器內設為水蒸氣氣體環境，而是供給臭氧至反應容器內，於臭氧氣體環境進行上述預備處理或第1熱處理、第2熱處理；分別供給氧氣與氮氣至減壓下之反應容器內，於1 Torr前後之壓力下於主要產生氮活性種與氮氧基活性種之氧化性氣體環境下，進行上述預備處理或第1熱處理、第2熱處理。又藉由本發明燒成之聚矽氮烷膜可作為元件分離膜或層間絕緣膜使用。

【圖式簡單說明】

圖1係表示具有以本發明之熱處理方法燒成之聚矽氮烷膜之半導體裝置之構成例的剖面圖。

圖2係表示本發明之熱處理裝置之一例的剖面圖。

圖3係用以說明本發明之熱處理方法之步驟圖。

圖4係表示本發明之熱處理方法之各步驟之溫度及反應

管內之狀態的說明圖。

圖5係用以說明STI構造之掩埋材料的剖面圖。

圖6係表示聚矽氮烷膜之膜厚與電氣特性之關係的特性圖。

圖7係表示聚矽氮烷膜之燒成條件與介電率之關係的特性圖。

圖8係表示聚矽氮烷膜之燒成條件與FT-IR光譜之關係的特性圖。

圖9係表示聚矽氮烷膜之FT-IR光譜的特性圖。

圖10係表示起因於聚矽氮烷膜之FT-IR光譜之Si-O鍵之峰值面積的特性圖。

圖11係表示聚矽氮烷膜之SIMS分析結果的特性圖。

圖12係表示聚矽氮烷膜之SIMS分析結果的特性圖。

圖13係表示聚矽氮烷膜之SIMS分析結果的特性圖。

圖14係表示熱處理時之壓力條件與粒子附著量之關係的特性圖。

圖15係表示晶圓搬入反應容器內時之反應容器內氣體環境與粒子附著量之關係的特性圖。

圖16係表示晶圓搬入反應容器內時之反應容器內溫度與粒子附著量之關係的特性圖。

圖17係表示熱處理時之壓力條件與聚矽氮烷膜之介電率之關係的特性圖。

【主要元件符號說明】

1

半導體基板

W	半導體晶圓
M1、M2、M3	質量流量控制器
V0、V1、V2、V3	閥門
10	元件分離膜
11A	源極
11B	汲極
12	第1層間絕緣膜
13	閘極氧化膜
14	閘極電極
15	阻斷層
16	第2層間絕緣膜
17	Cu配線層
18	硬式光罩
19	第3層間絕緣膜
2	加熱爐
21	絕熱體
22	加熱器
23	基座體
24	排氣管
25	真空泵
26	壓力調整機構
3	反應管
31	晶圓舟
32	保溫筒

33	轉 臺
34	蓋 體
35	舟 升 降 機
36	旋 轉 機 構
4	氣 體 供 給 管
40	氣 體 供 給 管
41	第 1 氣 體 供 給 管
42	第 2 氣 體 供 給 管
43	氧 氣 供 給 管
44	氫 氣 供 給 管
45	氧 氣 供 給 源
46	氫 氣 供 給 源
47	氮 氣 供 給 源
5	水 蒸 氣 產 生 裝 置
51	加 熱 器
100	凹 部
101	氧 化 膜

五、中文發明摘要：

本發明有關形成對凹部之掩埋性良好且高密度，作為絕緣膜具有良好之電氣特性或介電率之聚矽氮烷膜。

對於形成有聚矽氮烷之塗佈膜之晶圓W，於水蒸氣氣體環境、減壓氣體環境下，以200℃之溫度進行熱處理(預備處理)去除含於塗佈膜之溶劑成分。繼而於水蒸氣氣體環境、減壓氣體環境下，以390℃以上410℃以下之溫度對晶圓進行第1熱處理，形成聚矽氮烷膜之骨架。繼而於水蒸氣氣體環境、減壓氣體環境下，以600℃以上800℃以下之溫度對晶圓進行第2熱處理，去除源自聚矽氮烷膜所含OH基之成分。以此方式形成之聚矽氮烷膜對凹部之掩埋性良好且高密度，並且介電率較低、電氣特性良好，例如作為半導體裝置之絕緣膜具有良好之特性。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種燒成方法，其係用於燒成位於複數之靶材基板上之聚矽氮烷塗佈膜，該等基板以間隔配置在反應容器內之處理區域中之垂直方向上，其方法包含下述步驟：

對該聚矽氮烷塗佈膜連續以第1熱處理、第2熱處理及第3熱處理之順序進行處理；

該第1熱處理係在供給水蒸氣至該處理區域且將該處理區域之溫度設定為 $390^{\circ}\text{C}\sim 410^{\circ}\text{C}$ 之第1溫度下所進行；

該第2熱處理係在供給水蒸氣至該處理區域且將該處理區域之溫度設定為 $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 之第2溫度下所進行；

該第3熱處理係在將該處理區域之溫度設定為 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 之第3溫度下所進行，

其中，該第1熱處理及第2熱處理係藉由第1加熱期間直接相互連接，而該第2熱處理及第3熱處理係藉由第2加熱期間直接相互連接，藉此使該第1加熱期間及第2加熱期間各自隨時間增加該處理區域之溫度，以避免途中溫度減少，且將該處理區域在第1熱處理、第2熱處理及第3熱處理期間保持在真空排氣至自 $133\sim 93,100\text{Pa}$ 之真空壓力。

2. 如請求項1之燒成方法，其中包含預備處理，於該第1熱處理之前，對該聚矽氮烷塗佈膜進行該預備處理，其中該預備處理係在將水蒸氣供給至該處理區域並將該處理區域之溫度設定為比第1溫度低之預備溫度下所進行。
3. 如請求項1之燒成方法，其中該第3熱處理係在停止供給水蒸氣至該處理區域下所進行。

4. 如請求項1之燒成方法，其中該水蒸氣係在該反應容器外於催化劑存在狀態下使氧氣與氫氣互相反應而生成者。
5. 如請求項3之燒成方法，其中該第3熱處理係在供給氫氣至該處理區域下所進行。
6. 如請求項5之燒成方法，其中該第3熱處理係在進一步供給氧氣至該處理區域下所進行。
7. 如請求項1之燒成方法，其中在該第1熱處理前進一步包含在將該處理區域設定為氧氣氣體環境下裝載該靶材基板至該處理區域之步驟。
8. 如請求項1之燒成方法，其中在該第1熱處理前進一步包含在將該處理區域設定為200℃以下裝載該靶材基板至該處理區域之步驟。
9. 如請求項1之燒成方法，其中該第3熱處理係在該處理區域形成水蒸氣氣體環境下所進行。
10. 一種燒成方法，其係用於燒成在反應容器內之處理區域中之靶材基板上之聚矽氮烷塗佈膜，該方法包含下述步驟：

對該聚矽氮烷塗佈膜連續以第1熱處理、第2熱處理及第3熱處理之順序進行處理；

該第1熱處理係在供給水蒸氣至該處理區域時將該處理區域之溫度設定為390℃~410℃之第1溫度並將該處理區域真空排氣至自133~93,100Pa之真空壓力下進行5至60分鐘，

該第2熱處理係在供給水蒸氣至該處理區域時將該處理區域之溫度設定為 $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 之第2溫度並將該處理區域真空排氣至自 $133\sim 93,100\text{Pa}$ 之真空壓力下進行5至60分鐘，，

該第3熱處理係在將該處理區域之溫度設定為 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 之第3溫度並將該處理區域真空排氣至自 $133\sim 93,100\text{Pa}$ 之真空壓力下進行5至60分鐘，

其中，該第1熱處理及第2熱處理係藉由第1加熱期間直接相互連接，而該第2熱處理及第3熱處理係藉由第2加熱期間直接相互連接，藉此使該第1加熱期間及第2加熱期間各自隨時間增加該處理區域之溫度，以避免途中溫度減少。

11. 如請求項10之燒成方法，其中包含預備處理，於該第1熱處理之前，對該聚矽氮烷塗佈膜進行該預備處理，其中該預備處理係在將水蒸氣供給至該處理區域並將該處理區域之溫度設定為比該第1溫度低之預備溫度並將該處理區域排氣至自 $133\sim 93,100\text{Pa}$ 之真空壓力下所進行。
12. 如請求項10之燒成方法，其中該第3熱處理係在以氮氣代替在該處理區域中之氣體後停止供給水蒸氣至該處理區域下所進行。
13. 如請求項10之燒成方法，其中該第3熱處理係在該處理區域形成水蒸氣氣體環境下所進行。
14. 如請求項10之燒成方法，其中該水蒸氣係在該反應容器外於催化劑存在狀態下使氧氣與氮氣互相反應而生成

者。

15. 如請求項10之燒成方法，其中該第1至第3熱處理係在複數之靶材基板以間隔配置在該處理區域中之垂直方向上所進行。

十一、圖式：

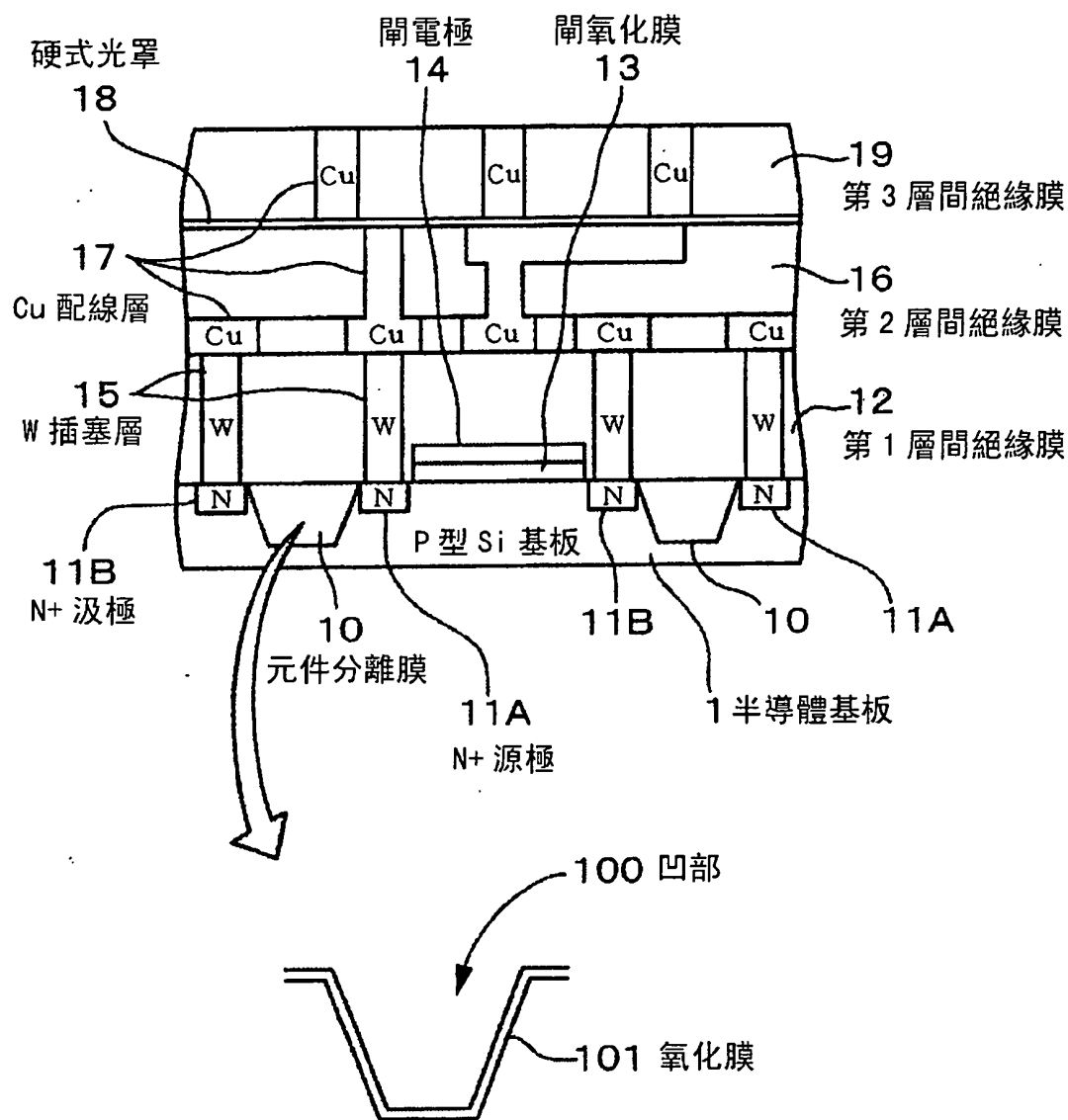
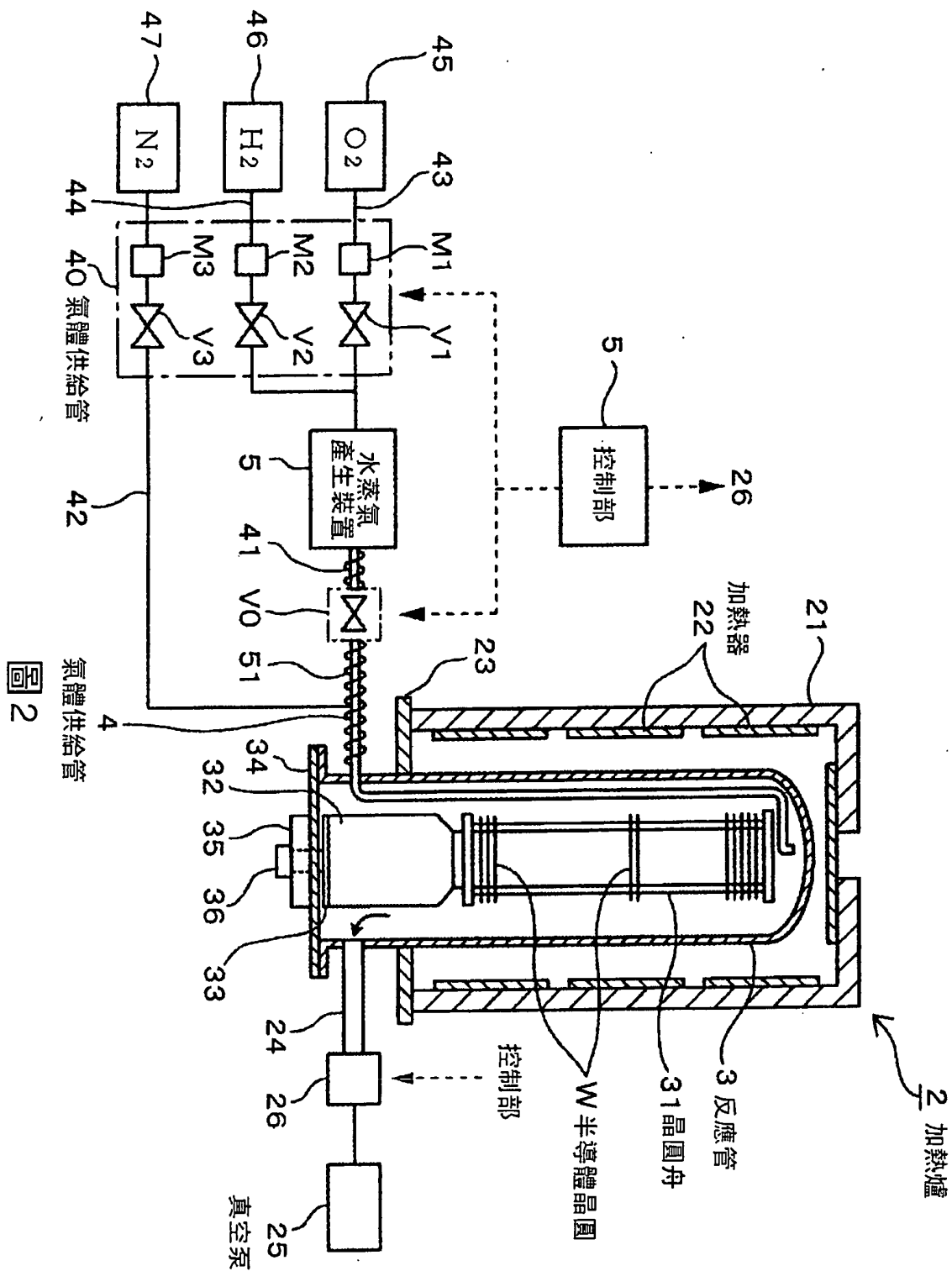


圖 1



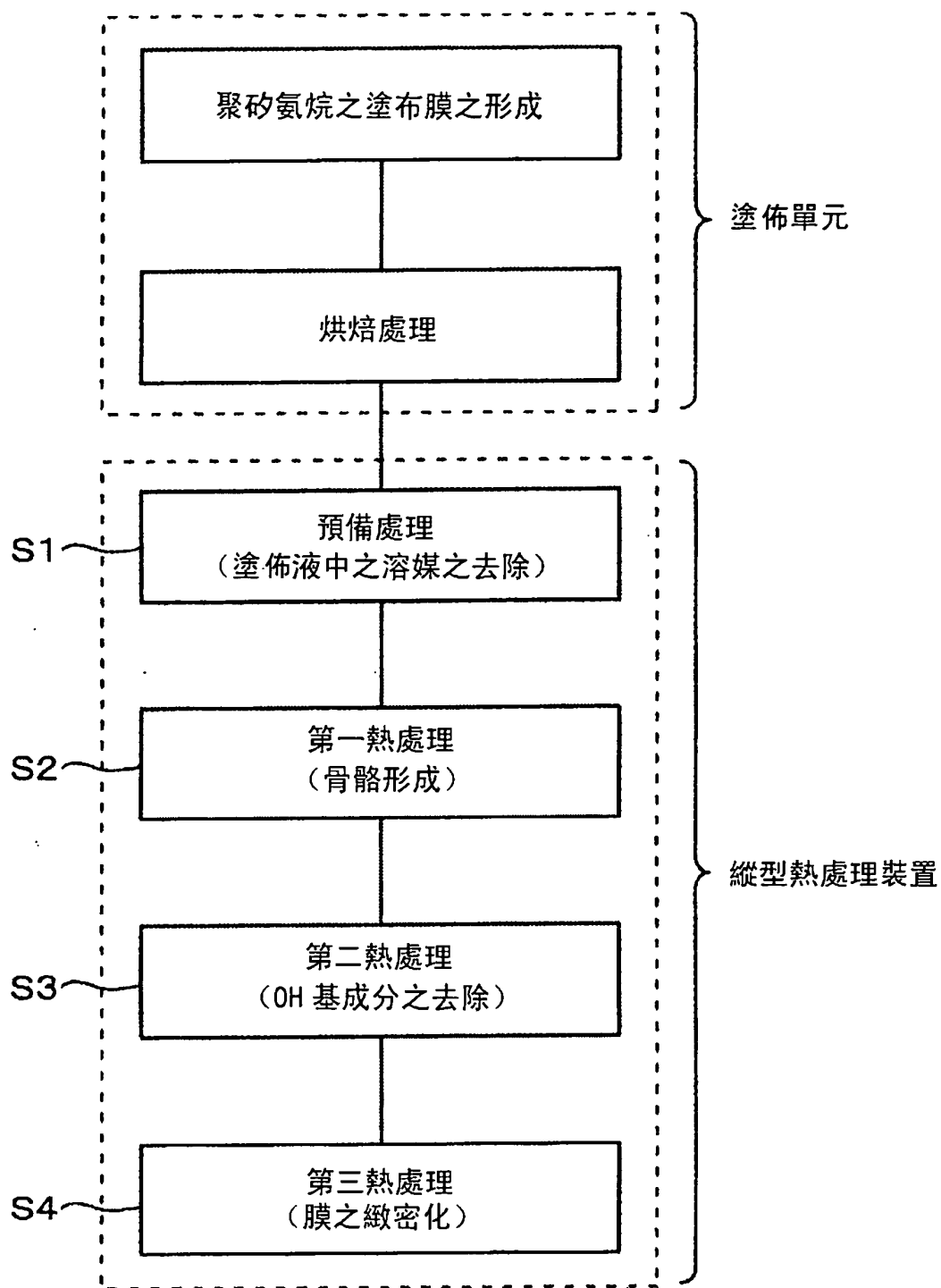


圖 3

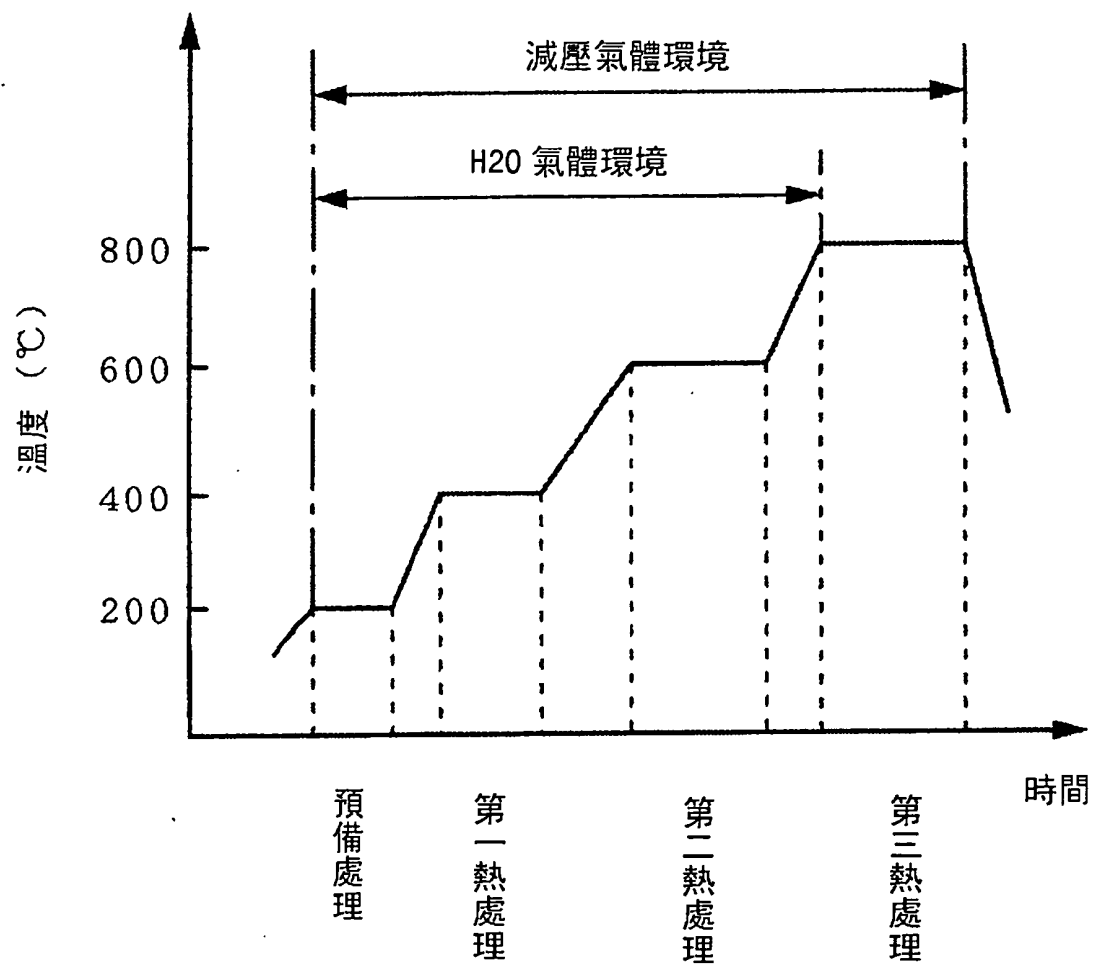


圖 4

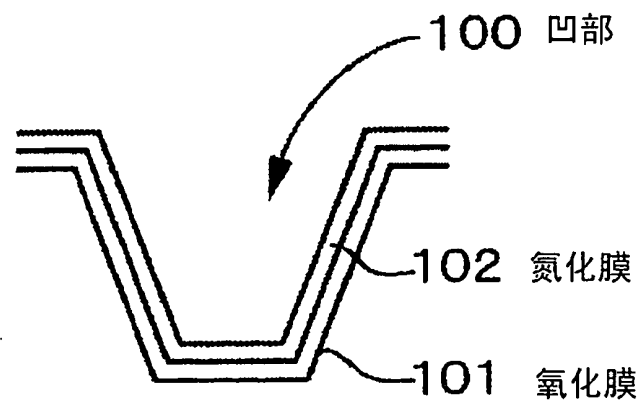


圖 5

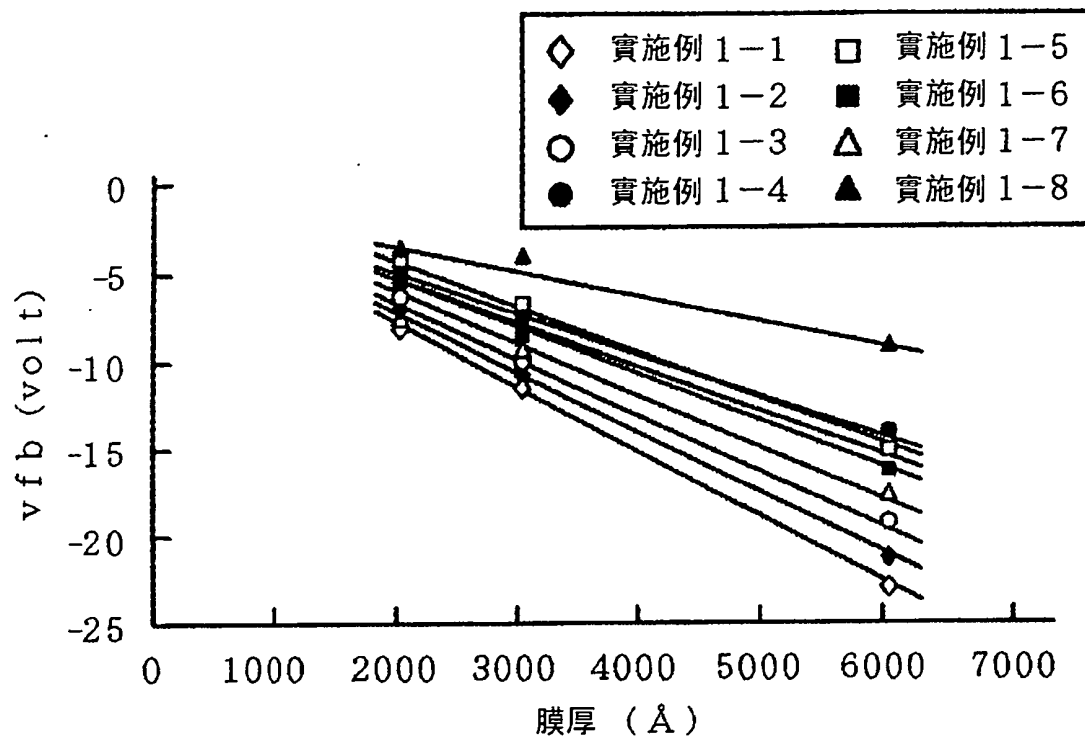


圖 6

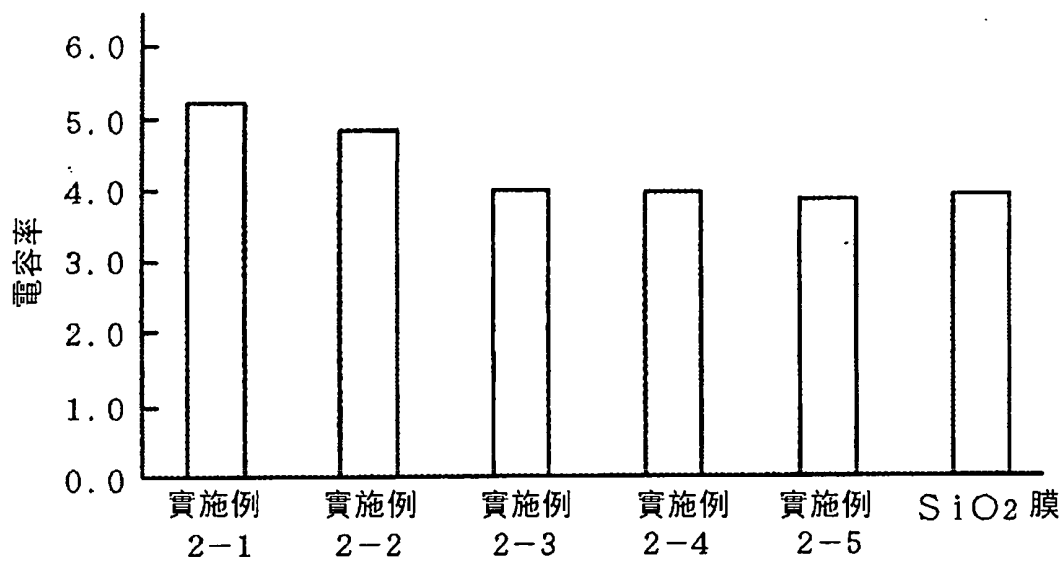


圖 7

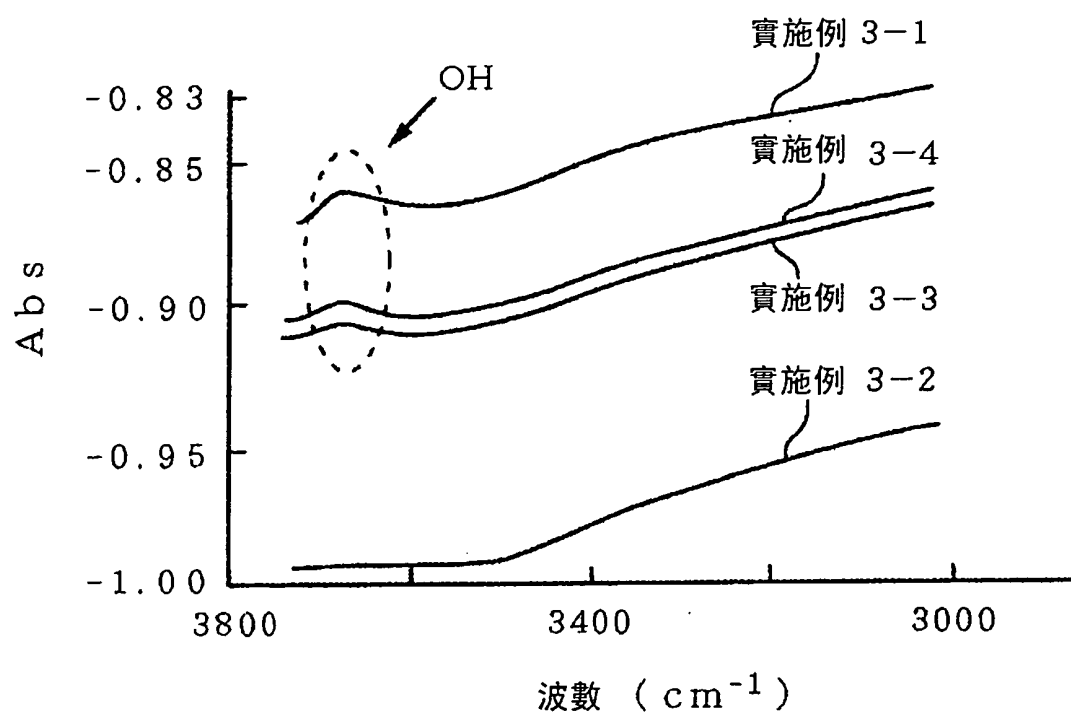


圖 8

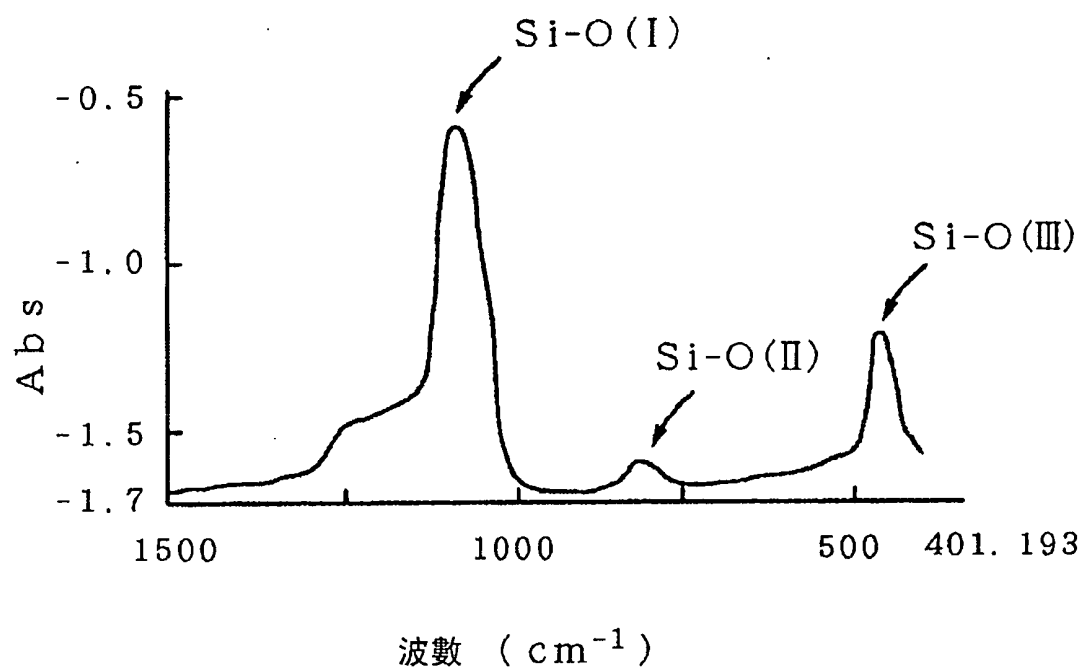


圖 9

實施例	Si-O (I) 面積	Si-O (II) 面積	Si-O (III) 面積
SiO ₂ 膜	112.67	5.35	16.24
4-1	48.36	1.91	5.94
4-2	57.28	2.73	7.93
4-3	52.21	2.39	6.73
4-4	51.79	2.29	6.59
4-5	57.26	2.76	7.96
4-6	57.18	2.77	7.99
4-7	52.22	2.51	7.08
4-8	52.07	2.47	6.85
4-9	52.96	2.53	6.89
4-10	52.23	2.53	6.77

圖 10

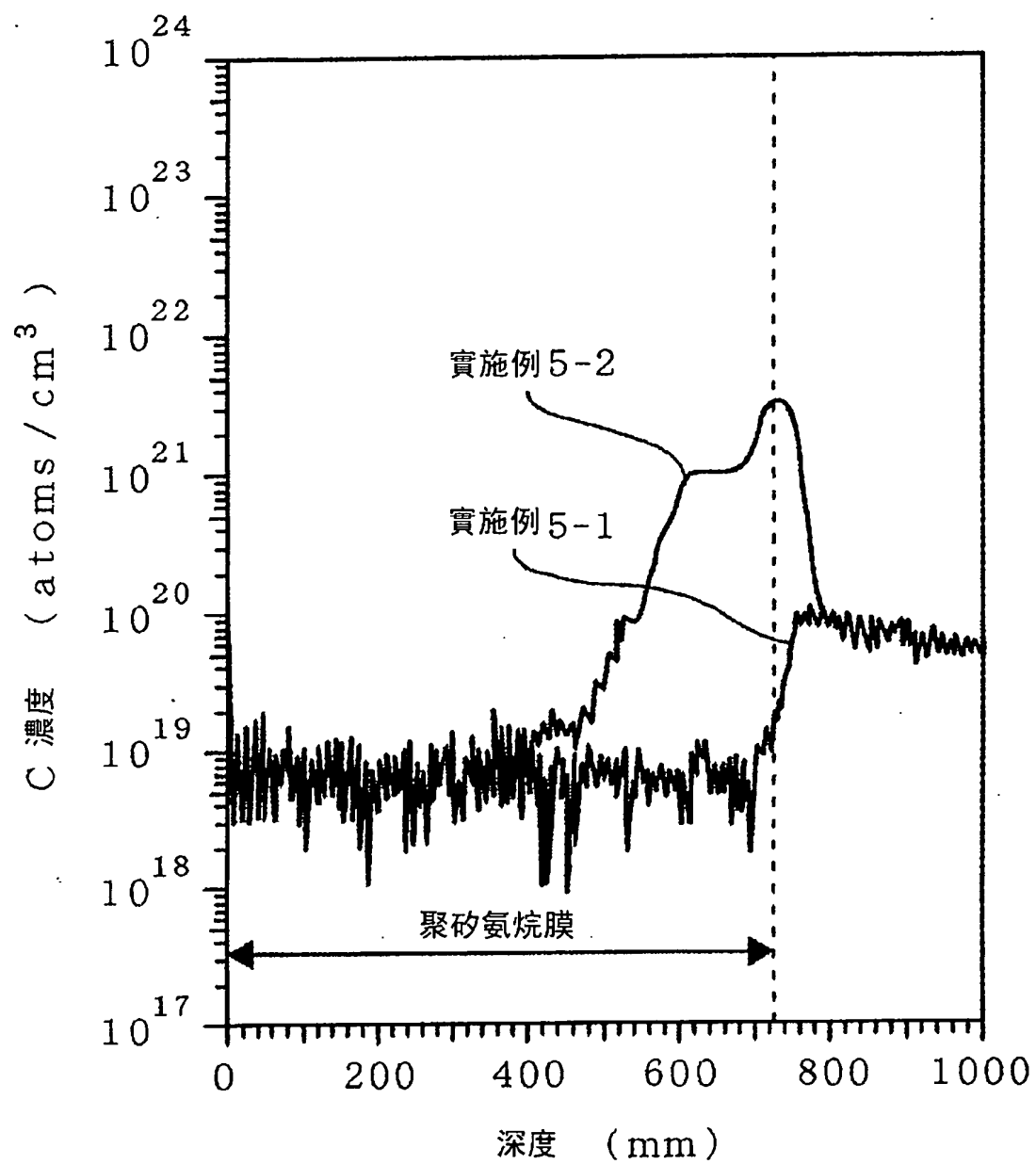


圖 11

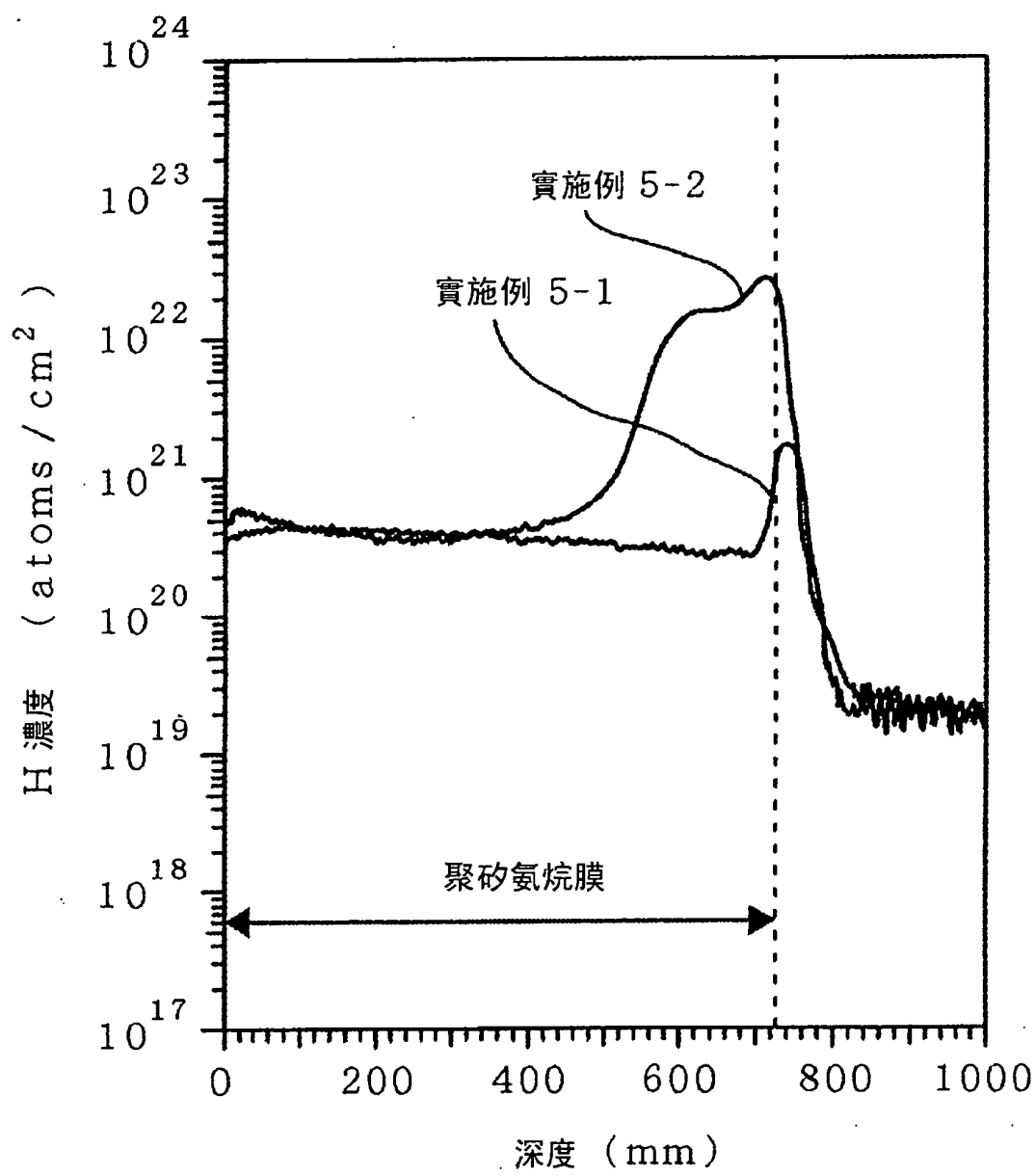


圖 12

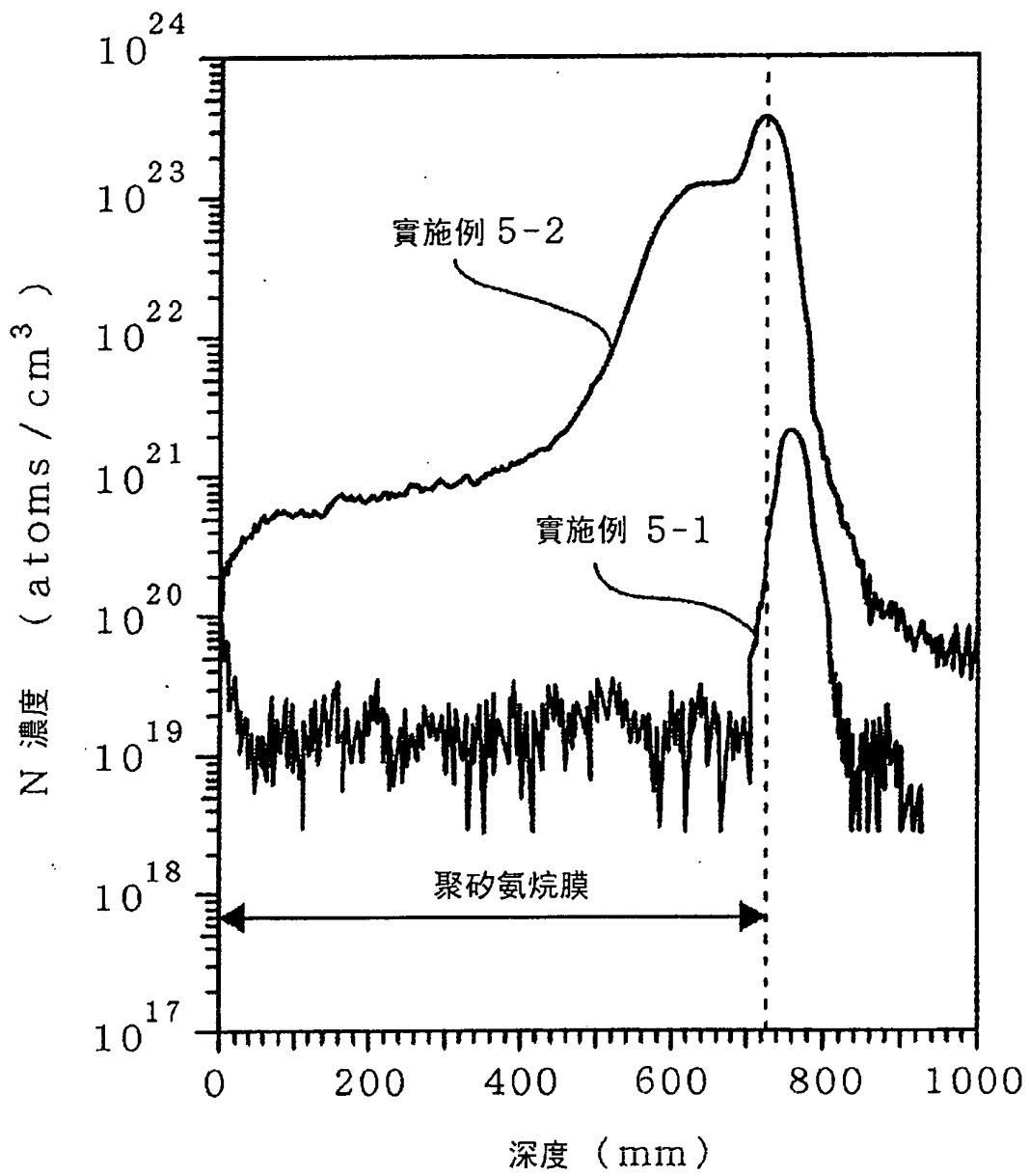


圖 13

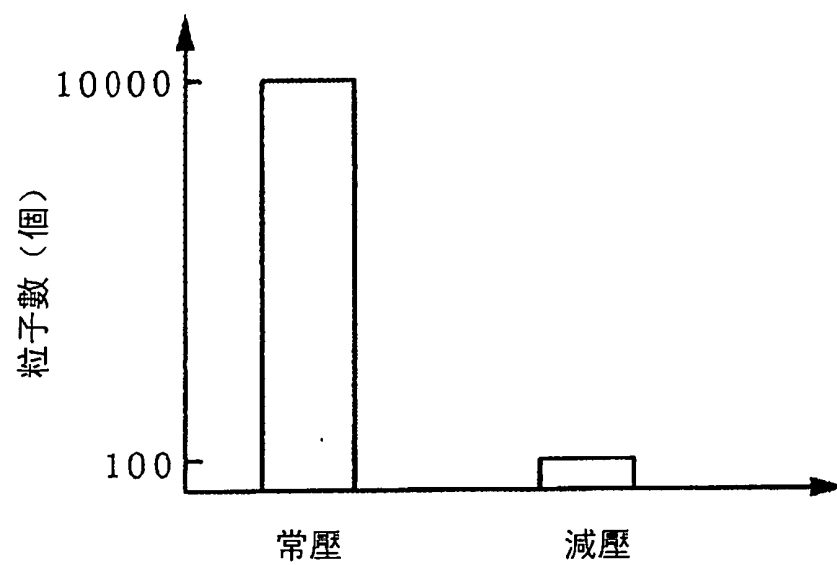


圖 14

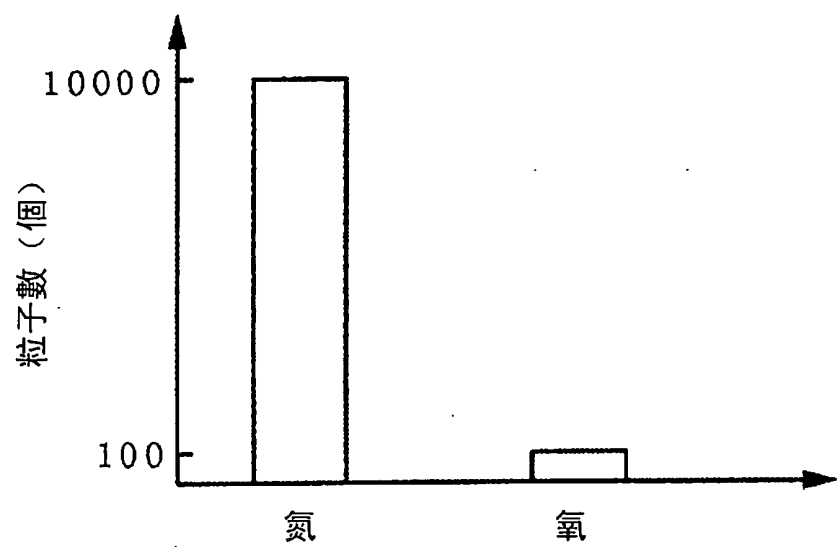


圖 15

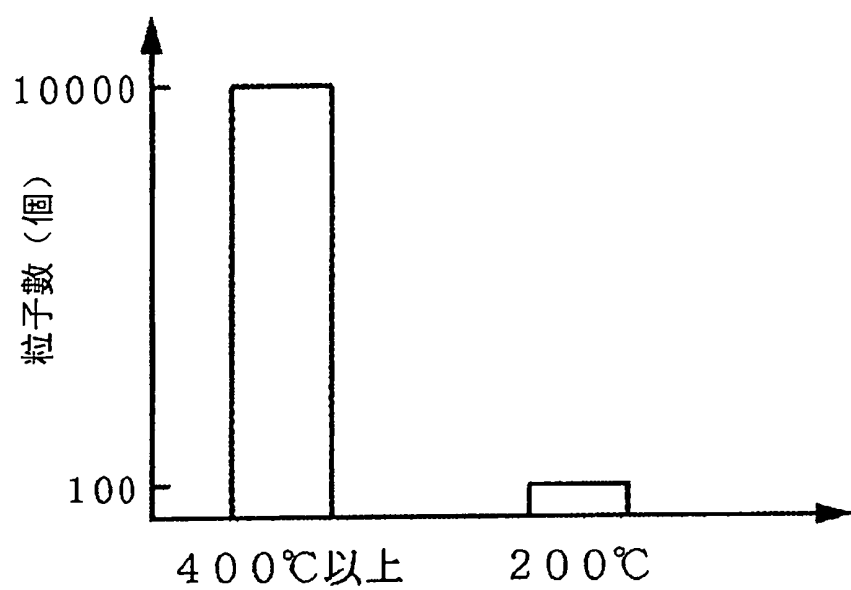


圖 16

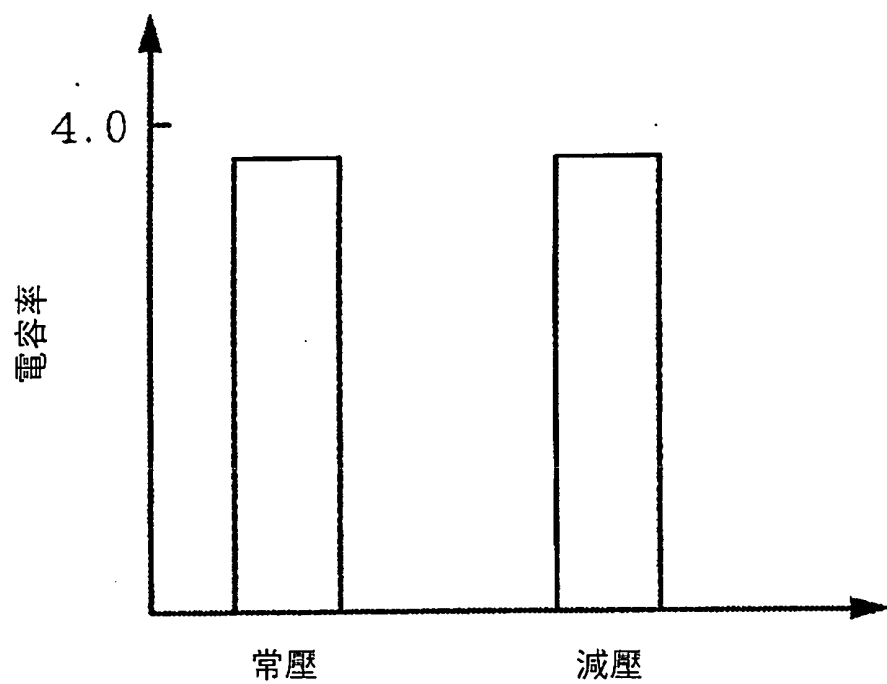


圖 17

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

W	半 導 體 晶 圓
M1、M2、M3	質 量 流 量 控 制 器
V0、V1、V2、V3	閥 門
2	加 熱 爐
3	反 應 管
4	氣 體 供 給 管
5	水 蒸 氣 產 生 裝 置
21	絕 熱 體
22	加 熱 器
23	基 座 體
24	排 氣 管
25	真 空 泵
26	壓 力 調 整 機 構
31	晶 圓 舟
32	保 溫 筒
33	轉 臺
34	蓋 體
35	舟 升 降 機
36	旋 轉 機 構
40	氣 體 供 給 管
41	第 1 氣 體 供 給 管

42	第2氣體供給管
43	氧氣供給管
44	氫氣供給管
45	氧氣供給源
46	氫氣供給源
47	氮氣供給源
51	加熱器

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)