

**公告本****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： 93131721

※ 申請日期： 93 10 19

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L<sup>21</sup>/205 (2006.01)

成膜裝置及成膜方法

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 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 黑川 昌毅  
KUROKAWA, MASAKI
2. 木村 法史  
KIMURA, NORIFUMI
3. 藤田 武彦  
FUJITA, TAKEHIKO
4. 古澤 純和  
FURUSAWA, YOSHIKAZU
5. 小森 克彦  
KOMORI, KATSUHIKO
6. 長谷部 一秀  
HASEBE, KAZUhide

國 籍：(中文/英文)

- 1.-6.均日本 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20日；特願2003-359633

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】

本發明係關於一種於反應容器內供給處理氣體而於基板上成膜矽鍺膜的技術以及成膜非晶矽膜的技術。

### 【先前技術】

先前，於電晶體之閘電極使用有例如多晶矽，但伴隨閘極絕緣膜之薄膜化，於閘電極施加偏壓電壓時閘極之空缺化等係造成裝置特性惡化的主要原因之一。為解決該問題，討論有替代矽而使用摻雜劑之活性化率較高的矽鍺。作為使此種矽鍺成膜於半導體晶圓(以下稱為晶圓)之表面的方法，眾所周知有使用縱型熱處理裝置，使用單矽烷( $\text{SiH}_4$ )氣體與單鍺氣體藉由CVD而成膜的情形(例如專利文獻1)。

於藉由矽氧化膜形成閘極絕緣膜之情形時，若慾於矽氧化膜之表面成膜矽鍺膜，則初期時不成膜，不久之後以鍺之附著點為基點，一併堆積矽鍺膜，因此較難確保膜厚之均一性，故而於矽氧化膜上成膜較薄之例如5 nm~10 nm之膜厚的包含非晶矽或多晶矽的籽晶層後，於該籽晶層上成膜矽鍺膜。

又，成膜矽鍺膜後，於該矽鍺膜中摻雜磷或硼等雜質元素，進而於其表面藉由例如濺鍍成膜鈷後，實行熱處理使其矽化(產生矽金屬化合物)，但若於矽鍺膜直接成膜鈷則矽化物膜中會混入鍺，從而會使電晶體之特性惡化，故而於矽鍺膜之表面成膜包含多晶矽膜或非晶矽膜的頂蓋層，於

該頂蓋層成膜鈷。

另一方面，矽鍺膜之處理溫度為 $500^{\circ}\text{C}$ 左右，頂蓋層之處理溫度為 $600^{\circ}\text{C}$ 左右，故而於形成頂蓋層之情形時，於成膜矽鍺膜後，必須將處理氣氛之溫度升溫至頂蓋層之處理溫度為止。然而，因鍺於熱性方面較不安定，故而如圖10之影像所示，會產生矽鍺膜13之凹凸變動(原子動作而於膜上產生凹凸之現象)，表面受損，又，若矽鍺膜之膜厚變薄則其背面側與籽晶層12成為一體一同起伏，會於作為閘極絕緣膜之矽氧化膜11與籽晶層12之間產生空隙14。因此，洩漏電流變大，會使電晶體之特性惡化，從而良率降低。

又，亦討論有將矽鍺膜作為閘電極使用時，不使用頂蓋層的構造。另一方面，於反應容器內結束成膜處理後，實行有所謂循環淨化之方法作為將反應容器內之處理氣體以惰性氣體置換的方法。該循環淨化係於將反應容器內真空排氣後，實行複數次導入惰性氣體之循環的步驟。將矽鍺膜成膜於基板上後，實行此種步驟時，則以真空泵將反應容器內切斷(使壓力調整閥全開)成為極低之壓力時，會於矽鍺膜產生凹凸變動，有可能產生同樣之問題。再者又，存在使用非晶矽膜作為電極膜之情形，但於成膜非晶矽膜後，若實行循環淨化，則仍然會於矽鍺膜產生凹凸變動，洩漏電流有可能變大。

[專利文獻1]日本專利特開2003-77845號公報 圖1以及17段落

[發明所慾解決之問題]

本發明係鑒於此種狀況開發而成者，其目的在於提供一種於成膜矽鍺膜時，可抑制凹凸變動，從而改善半導體裝置之電性特性的成膜裝置以及成膜方法。其他目的在於提供一種於成膜非晶矽膜時，可抑制凹凸變動，從而改善半導體裝置之電性特性的成膜方法。

### 【發明內容】

本發明之成膜方法，其特徵在於包含：

於反應容器內供給處理氣體，並且將處理氣氛之溫度設定為第1溫度，而於基板上形成矽鍺膜的步驟；

其次，將處理氣氛之溫度自第1溫度向第2溫度升溫，並且於升溫中為抑制矽鍺膜之變動，將矽烷系氣體供給至反應容器內，藉由包含矽之塗層覆蓋該矽鍺膜的步驟；及

於上述處理氣氛之溫度安定於第2溫度後，於反應容器內供給矽烷系氣體，於上述塗層之表面形成矽膜的步驟。

於本發明中，例如塗層為5 nm以上。又，將處理氣氛之溫度自第1溫度升溫至第2溫度之步驟，較好的是平均升溫速度為30°C/分鐘以上。若列舉本發明之具體方法之一例，則於基板上形成矽鍺膜之步驟前，實行將於表面形成有絕緣膜的基板搬入反應容器內的步驟，以及於上述反應容器內供給矽烷系氣體，而於上述絕緣膜之表面形成包含矽之籽晶層的步驟，矽鍺膜係用以施加電壓至上述絕緣膜的電極。

實施該成膜方法之裝置的發明，其係於反應容器內於基板上形成包含矽鍺膜以及矽膜之積層體者，其特徵在於包

含：

加熱機構，其用以加熱反應容器內之基板；

第1氣體供給部，其用以供給矽烷系氣體至反應容器內；

第2氣體供給部，其用以供給鍍烷系氣體至反應容器內；

及

控制部，其以將矽烷系氣體以及鍍烷系氣體供給至反應容器內，並且將處理氣氛加熱至第1溫度，於基板上形成矽鍍膜，繼而將處理氣氛溫度自第1溫度向第2溫度升溫，並且於升溫中為抑制矽鍍膜之變動而將矽烷系氣體供給至反應容器內，於上述處理氣氛之溫度安定於第2溫度後，於反應容器內供給矽烷系氣體，於上述基板上形成矽膜的方式控制上述加熱機構、第1氣體供給部以及第2氣體供給部。

其他發明之成膜方法，其特徵在於包含：

於反應容器內供給處理氣體，並且將處理氣氛之溫度設定為特定之溫度，於基板上形成矽鍍膜的步驟；

其次，於反應容器內供給氫氣，使上述矽鍍膜退火的步驟；

其後，將反應容器內繼續真空排氣，將藉由淨化氣體淨化之步驟實行一次或重複複數次的步驟；及

之後，自反應容器內搬出基板的步驟。於該情形下，藉由氫氣使矽鍍膜退火之步驟，較好的是一面降低反應容器內溫度一面實行。本發明中所謂真空排氣係為將處理氣體自反應容器內排氣，例如使壓力調整閥為全開而使其為切斷狀態的情形。藉由氫氣使矽膜退火之步驟，較好的是一

面降底反應容器內溫度一面實行，但亦可以形成矽鍍膜時之溫度實行。

本發明之實施成膜方法的裝置，其係於反應容器內於基板上形成矽鍍膜者，其特徵在於包含：

加熱機構，其用以加熱反應容器內之基板；

第1氣體供給部，其用以供給矽烷系氣體至反應容器內；

第2氣體供給部，其用以供給鍍烷系氣體至反應容器內；

第3氣體供給部，其用以供給氫氣至反應容器內；

第4氣體供給部，其用以供給淨化氣體至反應容器內；

壓力調整部，其調整反應容器內之壓力；及

控制部，其以將矽烷系氣體以及鍍烷系氣體供給至反應容器內，並且將處理氣氛加熱至特定溫度，而於基板上形成矽鍍膜，繼而將氫氣供給至反應容器內，其後將反應容器內繼續真空排氣，一次或複數次重複藉由淨化氣體淨化反應容器內的步驟的方式，控制上述加熱機構、上述各氣體供給部以及壓力調整部。

再者，其他發明之成膜方法，其特徵在於包含：

於反應容器內供給處理氣體，並且將處理氣氛之溫度設定為特定之溫度，於基板上形成非晶矽膜的步驟；

其次，一面降低反應容器內溫度一面於反應容器內供給氫氣，使上述非晶矽膜退火的步驟；

其後，將反應容器內繼續真空排氣，將藉由淨化氣體淨化反應容器內的步驟實行一次或重複複數次的步驟；及

之後，自反應容器內搬出基板的步驟。



### [發明之效果]

根據本發明，於實行於矽鍺膜上積層矽膜之製程時，於成膜矽鍺膜後，於升溫直至矽膜之處理溫度為止時供給矽烷系氣體，故而可以矽擠壓矽鍺膜之表面，從而可抑制凹凸變動。因此，可抑制空隙之產生，並且亦可降低表面之損傷，該結果為，關於半導體裝置可獲得良好之電性特性。

又，根據其他發明，於成膜矽鍺膜後，藉由氫氣退火該矽鍺膜後實行真空排氣、藉由淨化氣體之淨化，故而可抑制真空排氣時之矽鍺膜之凹凸變動，降低膜表面之損傷。再者，根據其他發明，降溫反應容器內並藉由氫氣退火非晶矽膜後實行真空排氣、藉由淨化氣體之淨化，故而可抑制真空排氣時之非晶矽膜之凹凸變動，降低膜表面的損傷。

### 【實施方式】

#### [第1實施形態]

關於本發明之實施形態依據圖式加以說明。圖1係表示本發明之實施形態的成膜裝置之大致縱剖面圖，2係藉由例如石英形成為縱型圓筒狀的反應容器。該反應容器2之下端作為爐口而開口，於其開口部21之周緣部一體形成有法蘭22。於反應容器2之下方設置有例如石英製的蓋體3，其藉由未圖示之晶舟升降機而可於上下方向開關且抵接於上述法蘭22之下面，氣密地密封開口部21。於蓋體3之中央部貫通設置有旋轉軸31，於其上端部搭載有作為基板保持具之晶舟4。

該晶舟4具備3根以上例如4根支柱41，以可棚狀地保持複

數片例如125片作為被處理體之半導體晶圓(以下稱為晶圓)W的方式於上述支柱41形成有溝(槽)。其中，於125片晶圓W之保持區域中，關於上下兩端部保持複數片虛設晶圓，於其間之區域中保持成品晶圓。於上述旋轉軸31之下部設置有構成使該旋轉軸31旋轉之驅動部的馬達32，因此晶舟4可藉由馬達32旋轉。又，於蓋體3上以包圍上述旋轉軸31之方式設置有保溫單元33。

於上述反應容器2下部之法蘭22插入設置有用以供給氣體至反應容器2內之晶圓W的L字型之注入器51、81、91。於注入器51之基端側連接有作為氣體供給路之氣體供給管52。該氣體供給管52之基端側分為兩個系統，於其一方自上流側以矽烷系氣體例如單矽烷( $\text{SiH}_4$ )氣體之供給源61、閥62、作為流量調節部之多變量模糊控制器63以及閥64之順序設置有該等，並且於他方自上流側以鍺系氣體例如單鍺( $\text{GeH}_4$ )氣體之供給源71、閥72、作為流量調節部之多變量模糊控制器73以及閥74之順序設置有該等。另外，單鍺氣體之供給源71係例如藉由氫氣稀釋為10%的單鍺氣體之供給源。上述閥62、多變量模糊控制器63、閥64、氣體供給管52以及注入器51構成用以供給單矽烷氣體至反應容器2內的第1氣體供給部，上述閥72、多變量模糊控制器73、閥74、氣體供給管52以及注入器51構成用以供給單鍺氣體至反應容器2內的第2氣體供給部。於該例中，第1氣體供給部以及第2氣體供給部共用氣體供給管52以及注入器51。

又，於上述注入器81之基端側連接有作為氣體供給路之

氣體供給管82，於該氣體供給管82之基端側，自上流側以氫( $H_2$ )氣之供給源83、閥84、多變量模糊控制器85以及閥86之順序設置有該等。上述閥84、多變量模糊控制器85以及閥86、氣體供給管82以及注入器81構成用以供給氫氣至反應容器2內之第3氣體供給部。

再者又，於上述注入器91之基端側連接有作為氣體供給路之氣體供給管92。又，於該氣體供給管92之基端側，自上流側以氫氣之供給源93、閥94、多變量模糊控制器95以及閥96之順序設置有該等。上述閥94、多變量模糊控制器95以及閥96、氣體供給管92以及注入器91構成例如用以供給氫氣至反應容器2內作為淨化氣體的第4氣體供給部。

又，於反應容器2之上方形形成有用以排氣反應容器2內之排氣口23。於該排氣口23連接有排氣管26，其具備可將反應容器2內減壓排氣為所期望之真空度之真空泵25以及壓力調整部24。於反應容器2之周圍設置有加熱爐35，其具備用以加熱反應容器2內之加熱機構的加熱器34。至於加熱器，較好的是使用無污染物且昇降溫特性較優良之碳線等。

再者，於該成膜裝置中具備包含電腦之控制部20。該控制部20具有起動處理程式，讀取未圖示之記憶體內之製程處方揭示之事項，並依據該處方控制處理條件的功能，輸出用以分別控制加熱器34、壓力調整部25以及各氣體供給部之氣體供給機器(閥、多變量模糊控制器等)的控制信號。

繼而，使用上述成膜裝置1，就所實施之成膜方法之一例使用圖2～圖3加以說明。圖2係對應溫度分佈、步驟以及所

供給之處理氣體的說明圖。首先，將特定片數之作為基板之晶圓W、例如圖3(a)所示之於N型或P型矽膜101之表面成膜有作為絕緣膜之矽氧化膜( $\text{SiO}_2$ )102的晶圓W棚狀載置於晶舟4，上升未圖示之晶舟升降機，藉此搬入至反應容器2內(S1)。搬入晶舟4，並藉由蓋體3塞住法蘭22之下端開口部後，安定為例如470~550℃之製程溫度(S2)。

並且，於反應容器2內安定為製程溫度後，自單矽烷氣體之供給源61將單矽烷氣體自注入器51之前端供給口以特定之流量供給至反應容器內2，並且藉由壓力調整部24將反應容器內維持為特定之壓力(真空度)，如圖3(b)所示，於矽氧化膜102之表面以例如5 nm至10 nm左右之膜厚成膜包含矽(Si)之籽晶層103(S3)。繼而，繼續供給單矽烷氣體，直接自單鍺氣體之供給源71流出單鍺氣體，自注入器51之前端供給口供給單矽烷氣體與單鍺氣體之混合氣體至反應容器2內。此時，單矽烷氣體之流量以及單鍺氣體之流量分別調節為例如1000 sccm以及1000 sccm。於反應容器2內，單矽烷氣體與單鍺氣體熱分解並反應，如圖3(c)所示，矽鍺膜104成膜於籽晶層103上(S4)。

之後，關閉閥74，僅停止單鍺氣體之供給，將單矽烷氣體以例如500 sccm供給至反應容器2內並將反應容器2內之壓力維持為例如10 Pa，並且控制加熱器34使反應容器2內之溫度升溫至作為第2溫度之例如530~620℃為止(S5)。於該例中，矽鍺膜之成膜溫度相當於第1溫度。於該升溫步驟中，因單矽烷氣體供給至反應容器2內，故而如圖3(d)所示，

於矽鍺膜104之表面形成例如膜厚為5~10 nm左右之包含矽的塗層105。

其後，關閉閥64僅停止單矽烷氣體之供給，使反應容器2內之溫度安定(S6)。另外，單矽烷氣體於該溫度安定之過程中亦可繼續供給。繼而自氫氣之供給源82將氫氣自注入器81之前端供給口以例如100~1000 sccm之流量供給至反應容器2內，並將反應容器2內維持為特定之減壓氣氛，退火塗層105之表面(S7)。如此藉由氫氣退火塗層105之表面的原因在於使反應容器2內之溫度安定，並且防止矽塗層105之凹凸變動。

繼而，在此自單矽烷氣體之供給源61將單矽烷氣體以特定之流量供給至反應容器2內並將反應容器2內維持為特定之減壓氣氛，如圖3(e)所示，於塗層105上以特定量之厚度成膜例如包含多晶矽之頂蓋層106(S8)。之後，將反應容器2內之溫度例如再次下降至第1溫度之530℃為止，並自注入器92藉由氫氣淨化反應容器2內，恢復至常壓，搬出晶舟4(S9)。並且，所搬出之晶圓W，其後磷(P)或硼(B)等雜質元素例如藉由離子布植通過多晶矽膜106進入至矽鍺膜98，形成閘電極。

根據上述實施形態，於成膜矽鍺膜104後，升溫至例如包含多晶矽之頂蓋層106的成膜溫度時，將單矽烷氣體供給至反應容器2內，故而如圖4之影像所示，熱性不安定之鍺溫度上升並且旋轉，從而膜會產生凹凸變動，但單矽烷之堆積物會成為擠壓矽鍺膜104之表面的情形，故而可抑制膜之

動作。因此，自下述之試驗例亦可知，可抑制空隙之產生並且可降低表面之損傷，該結果為，因開電極之洩漏電流減少，故而良率提高。換言之，關於半導體裝置之電晶體，可獲得良好之電性特性。

又，關於為形成塗層105而流動單矽烷氣體之時序，關於例如自升溫開始時至升溫少許為止未流動單矽烷氣體的序列亦包含於本發明範圍，但於上升至第2溫度前之升溫過程中必須流動。又，關於停止單矽烷氣體之供給的時序，亦可為已述之上升至第2溫度之時，或亦可其後不久停止供給，進而又亦可為升溫途中。單矽烷氣體之供給開始以及停止之時序，若塗層105之膜厚過厚，則矽鍍膜102上之頂蓋層106之膜厚以及膜質的均一性會變差，故而需兼考慮該等而決定。另外，作為矽烷系氣體，並非僅限於單矽烷氣體，亦可為二矽烷( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )氣體、二氯矽烷( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )氣體、四氯矽烷( $\text{SiCl}_4$ )氣體、六氯矽烷( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ )氣體、六乙胺二矽烷氣體、六甲基二矽氮烷氣體、二矽烷胺氣體、三矽烷胺氣體、雙第三丁基胺基矽烷氣體等。

進而又，自第1溫度升溫至第2溫度時的平均升溫速度自下述試驗例亦可知，若過慢則頂蓋層106之膜厚之面內均一性變差，故而較好的是例如 $30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 以上。

#### [第2實施形態]

第2實施形態以將矽鍍膜成膜後，不成膜頂蓋層，自反應容器2搬出基板之情形為對象，例如於使用矽鍍膜作為開電極時，可適用於藉由鎳等矽化該矽鍍膜之表面部的情形。

於該實施形態中所使用之裝置可使用與圖1相同的裝置。

圖5係表示該實施形態之步驟的圖，係對應處理氣氛之溫度分佈與各步驟以及處理氣體的圖。關於該步驟至矽鍺膜之成膜步驟(P4)為止與第1實施形態相同。即，將於表面成膜有閘極絕緣膜之矽氧化膜的晶圓W載置於晶舟4，並搬入至反應容器2內(P1)，使反應容器2內之溫度安定化(P2)，供給作為矽烷系氣體之單矽烷氣體，成膜包含非晶矽膜之籽晶層(P3)，繼而將單矽烷氣體以及單鍺氣體供給至反應容器2內成膜矽鍺膜(P4)。

其後，將反應容器2內之處理氣氛之溫度降溫至矽鍺膜之成膜溫度(製程溫度)例如自470~550℃至400℃為止，並且降溫並將氫氣以例如流量1000 sccm供給至反應容器2內，退火矽鍺膜(P5)。此時，反應容器2內設定為例如1000 Pa的減壓氣氛。繼而，將壓力調整部24之閥全開，使反應容器2內為切斷之狀態，真空排氣氫氣，繼而，自注入器91將作為淨化氣體之惰性氣體例如氮氣供給至反應容器2內實行淨化。重複該真空排氣以及淨化複數次，實行循環淨化(P6)，以氮氣取代反應容器2內，恢復為常壓後搬出晶舟4(P7)。並且，反應容器2內為實行下一片晶圓W之處理而升溫至製程溫度為止(P8)，並且將搭載有下一片晶圓W之晶舟4搬入反應容器2內(P1)。

根據該實施形態，於成膜矽鍺膜後，將該矽鍺膜藉由氫氣退火後實行循環淨化，故而自下述之試驗例亦可知，於真空排氣時可抑制矽鍺膜之凹凸變動，從而可降低膜表面

之損傷。關於該原因推測係因為於矽鍺膜表面之矽或鍺之懸鍵結合有氫並以此為終端，從而表面安定。因此，於例如矽鍺膜上形成佈線層而獲得之MOSFET(metal oxide semiconductor FET，金氧半場效電晶體)中洩漏電流得以降低，從而可獲得良好之特性。

並且，自成膜溫度降溫反應容器2內，其後實行循環淨化，故而矽鍺膜暴露於藉由真空切斷之較低壓力氣氛(高真空度氣氛)時的溫度較低，因此凹凸變動更加難以產生。於該情形下，反應容器2內溫度較好的是例如降溫至400℃以下為止。又，因同時實行反應容器2內之降溫步驟與藉由氫氣之退火步驟，故而可獲得較高之產出量。

另外，藉由氫氣之退火，亦可於降溫步驟之一部分例如矽鍺膜之成膜結束後繼續實行退火，於完成降溫之前停止氫氣之供給。又，亦可以成膜矽鍺膜時之溫度實行藉由氫氣的退火，於該情形下，循環淨化可以退火時之溫度實行，亦可降溫並實行。

### [第3實施形態]

該實施形態以成膜非晶矽膜後，將該晶圓自反應容器2搬出的情形作為對象，可適用於例如使用非晶矽膜作為電容元件之情形，或為評估矽鍺膜而於試驗階段形成非晶矽膜作為籽晶層後，將晶圓搬出至反應容器2外的情形等。於該實施形態中所使用之裝置可使用與圖1相同的裝置，但並不一定必須單鍺氣體之供給部。

圖6係表示該實施形態之步驟的圖，且係對應處理氣氛之



溫度分佈與各步驟以及處理氣體的圖。於該步驟中，將晶圓W載置於晶舟4，並搬入已設定為製程溫度的反應容器2內(Q1)，使反應容器2內之溫度安定化為例如530℃的製程溫度(Q2)，以特定之流量供給作為矽烷系氣體之單矽烷氣體，並且將反應容器2內設定為特定之壓力，成膜非晶矽膜(Q3)。

此後，將反應容器2內之處理氣氛的溫度降溫至例如400℃為止，並且降溫並以例如流量1000 sccm供給氫氣至反應容器2內，退火非晶矽膜(Q4)。此時，反應容器2內設定為例如1000 Pa之減壓氣氛。繼而，使壓力調整部24之閥全開，使之為切斷反應容器2內的狀態，真空排氣氫氣，繼而自注入器91將作為淨化氣體之惰性氣體例如氮氣供給至反應容器2內，實行淨化。重複該真空排氣以及淨化複數次，實行循環淨化(Q5)，以氮氣取代反應容器2內，恢復至常壓後搬出晶舟4(Q6)。並且反應容器2內為實行下一片晶圓W處理，升溫至製程溫度為止(Q7)，並且將搭載有下一片晶圓W的晶舟4搬入至反應容器2內(Q1)。

根據該實施形態，於成膜非晶矽膜後，降溫並藉由氫氣退火該非晶矽膜，實行循環淨化，因此自下述試驗例亦可知，真空排氣時可抑制非晶矽膜之凹凸變動，從而可降低膜表面的損傷。因此，例如將非晶矽膜於上述矽鍍膜上作為頂蓋層而使用的情形，或適用於電容元件的情形中，可減少洩漏電流，從而可利於半導體裝置之電性特性的提高。並且，因降溫並實行退火，故而可獲得較高之產出量，

又因以較低之溫度實行循環淨化，故而可更進一步抑制上述凹凸變動。關於抑制凹凸變動之原因，推測與矽鍺膜之情形相同。該方法於非晶矽膜例如為50 nm以下較薄的情形時特別有效。

於上述第2以及第3實施形態中，為以淨化氣體取代反應容器2內，重複交替暫時使壓力調整部24之閥全開切斷反應容器2內之步驟與供給淨化氣體的步驟複數次，但僅實行改等步驟一次的情形亦包含於本發明中。

此處，藉由上述方法所獲得之矽鍺膜可為聚矽鍺膜，亦可為非晶矽鍺膜。又，亦可於上述成膜裝置中設置例如一根摻雜用氣體供給管，自晶舟4之下部側於成膜時供給摻雜用氣體例如磷氣體或三氯化硼，將磷或硼摻雜於矽鍺膜中替代於矽鍺膜中藉由離子布植而混入有雜質元素構成閘電極。另外，至於實施本發明之裝置，並非限定於分批式成膜裝置，亦可為逐片處理的片葉式成膜裝置。

#### [實施例]

繼而，就為確認本發明之效果而實行的試驗加以闡述。

#### (實施例1)

使用已述的成膜裝置，預先於晶圓W上之N型矽膜之表面成膜有作為絕緣膜之矽氧化膜的基板表面，首先以10 nm之膜厚成膜包含非晶矽膜的籽晶層，繼而以50 nm之膜厚成膜非晶系矽鍺膜。並且於升溫過程以及其後之溫度安定過程(5分鐘)中，將單矽烷氣體供給至反應容器內，以包含矽之塗層塗布矽鍺膜之表面，如圖3所示，藉由氫氣退火後，於

其上成膜多晶矽膜。塗層之厚度為10 nm以上。

〔矽鍺膜之製程條件〕

- 設定溫度:490℃
- 設定壓力:40 Pa
- 單矽烷氣體之設定流量:1000 sccm
- 單鍺氣體之設定流量:1000 sccm

〔塗層之製程條件〕

- 升溫速度:設定為如5℃/分鐘、10℃/分鐘、30℃/分鐘之三種情形。
- 設定壓力:10 Pa
- 單矽烷氣體之設定流量:500 sccm
- 膜厚:10 nm以上

另外，製程條件中之單鍺氣體係指藉由氫氣稀釋為10%的氣體。

(比較例1)

除於矽鍺膜104上未形成塗層105以外，與實施例1同樣地成膜。

〔結果以及考察〕

圖7(a)、(b)係分別藉由TEM(透過型電子顯微鏡)觀察實施例1以及比較例1中積層體之剖面的結果。於實施例1中，矽鍺膜104與作為籽晶層之非晶矽膜103以及矽氧化膜102相互密著，未發現空隙，但於比較例1中，非晶矽膜103與矽氧化膜102之界面形成有複數個空隙107。因此，可知於升溫中於矽鍺膜104之表面堆積矽的方法係對於抑制矽鍺膜

104之凹凸變動為有效的方法。

又，圖8係調查藉由改變升溫速度(平均升溫速度)，頂蓋層之膜厚與其面內均一性產生如何變化的結果。另外，橫軸之數字係晶舟之槽位置，編號越大者越位於下部側。自該結果可知，升溫速度越快膜厚則面內均一性越良好，較好的是於流動單矽烷氣體並升溫時設定為 $30^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 以上之升溫速度。

(實施例2)

使用已述之成膜裝置，於晶圓表面以如下之製程條件成膜矽鍺膜。

- 設定溫度： $490^{\circ}\text{C}$
- 設定壓力： $40\text{ Pa}$
- 單矽烷氣體之流量： $1000\text{ sccm}$
- 單鍺氣體之流量： $1000\text{ sccm}$
- 目標膜厚： $50\text{ nm}$

繼而，將反應容器內之處理氣氛的溫度自 $490^{\circ}\text{C}$ 降溫至 $400^{\circ}\text{C}$ 為止，降溫時將氫氣以 $1000\text{ sccm}$ 之流量供給至反應容器內並將處理氣氛的壓力設定為 $1000\text{ Pa}$ 。降溫速度為平均速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 。其後，實行重複三次真空排氣反應容器內之步驟與藉由氫氣淨化的步驟的循環淨化，繼而將晶圓自反應容器搬出。

(比較例2)

成膜矽鍺膜後，不降溫，又不實行藉由氫氣之退火，直接以成膜溫度以 $\text{N}_2$ 氣體實行循環淨化，其後將晶圓自反應

容器搬出。

(表面之觀察結果)

藉由SEM(掃描型電子顯微鏡)觀察以實施例2之方式所獲得之矽鍺膜的表面與以比較例2之方式所獲得之矽鍺膜的表面時，實施例2之情形下如圖9(a)所示表面係光滑。相對於此，於比較例2之情形下如圖9(b)所示表面可發現粒狀之突起群，可知表面損傷之程度較大。關於實行循環淨化之溫度，比較例2者較高，因此矽鍺膜之凹凸變動之程度差於兩者之間可能稍有不同，自觀察結果可判斷藉由實行藉由氬氣之退火處理可大幅度改善表面形態，因此，可理解為藉由氬氣之退火處理對於其後之真空排氣時矽鍺膜之凹凸變動的抑制具有較大之效果。

(實施例3)

使用已述之成膜裝置，於晶圓表面以如下之製程條件成膜非晶矽膜，繼而實行與實施例2同樣之步驟。其中反應容器內之溫度自530℃降溫至400℃。

- 設定溫度:530℃
- 設定壓力:40 Pa
- 單矽烷氣體之流量:1000 sccm
- 目標膜厚:5 nm

(比較例3)

成膜非晶矽膜後，不降溫，又不實行藉由氬氣之退火，直接以成膜溫度實行循環淨化，其後將晶圓自反應容器搬出。

(表面之觀察結果)

藉由SEM觀察以實施例3之方式所獲得之矽鍺膜的表面與以比較例3之方式所獲得之矽鍺膜的表面時，其差異與實施例2以及比較例2之情形相同。因此，可理解為藉由氫氣之退火處理對於其後之真空排氣時非晶矽膜凹凸變動的抑制具有較大效果。

### 【圖式簡單說明】

圖1係表示本發明之實施形態之成膜裝置之一例的縱剖面圖以及配管圖。

圖2係表示使用本發明之實施形態的成膜裝置成膜之步驟的說明圖。

圖3(a)至圖3(e)係表示藉由本發明之實施形態的方法而成膜之情形的說明圖。

圖4係表示於矽鍺膜上堆積矽，從而抑制膜之凹凸變動之情形的說明圖。

圖5係表示使用本發明之其他實施形態之成膜裝置而成膜之步驟的說明圖。

圖6係表示使用本發明之其他實施形態之成膜裝置而成膜之其他步驟的說明圖。

圖7(a)、圖7(b)係關於以本發明方法而成膜之矽鍺膜與以比較例之方法而成膜之矽鍺膜，表示其剖面的剖面圖。

圖8係表示晶圓位置與矽鍺之膜厚以及其面內均一性之關係的特性圖。

圖9(a)、9(b)係表示矽鍺膜之表面狀態的說明圖。

圖 10 係表示藉由先前之成膜方法矽鍺膜產生凹凸變動之情形的說明圖。

【主要元件符號說明】

|    |                       |
|----|-----------------------|
| 2  | 反應容器                  |
| 3  | 蓋體                    |
| 4  | 晶舟                    |
| 20 | 控制部                   |
| 21 | 開口部                   |
| 22 | 法蘭                    |
| 23 | 排氣口                   |
| 24 | 真空泵                   |
| 25 | 壓力調整部                 |
| 31 | 旋轉軸                   |
| 32 | 馬達                    |
| 41 | 支柱                    |
| 51 | 注入器                   |
| 52 | 氣體供給管                 |
| 61 | $\text{SiH}_4$ 氣體之供給源 |
| 71 | $\text{GeH}_4$ 氣體之供給源 |
| 81 | 注入器                   |
| 82 | 氣體供給管                 |
| 83 | $\text{H}_2$ 氣體之供給源   |
| 92 | 氣體供給管                 |
| 93 | $\text{N}_2$ 氣體之供給源   |

## 五、中文發明摘要：

本發明係於形成摻雜劑之活性化率較高之矽鍺膜時，抑制矽鍺膜之凹凸變動。將矽鍺膜以第1溫度成膜後，升溫至第2溫度而形成例如包含多晶矽之頂蓋層膜時，於將處理氣氛之溫度自第1溫度向第2溫度升溫的過程中，為抑制矽鍺膜之變動而將矽烷系氣體供給至反應容器內，將該矽鍺膜之表面以包含矽之塗層覆蓋。又，形成矽鍺膜後，實行將反應容器內抽真空而搬出晶圓的步驟時，一面自成膜溫度降低反應容器內溫度，一面藉由氫氣使矽鍺膜退火，抑制真空排氣時之凹凸變動。

## 六、英文發明摘要：



## 十、申請專利範圍：

### 1. 一種成膜方法，其特徵在於包含：

供給處理氣體至反應容器內，並且將處理氣氛之溫度設定為第1溫度，於基板上形成矽鍺膜的步驟；

其次，將處理氣氛之溫度自第1溫度向第2溫度升溫，並且於升溫中為抑制矽鍺膜之變動，將矽烷系氣體供給至反應容器內，藉由包含矽之塗層覆蓋該矽鍺膜的步驟；及

於上述處理氣氛之溫度安定於第2溫度後，供給矽烷系氣體至反應容器內，於上述塗層之表面形成矽膜的步驟。

### 2. 如請求項1之成膜方法，其中塗層為5 nm以上。

### 3. 如請求項1或2之成膜方法，其中於基板上形成矽鍺膜之步驟前，實行：

將於表面形成有絕緣膜之基板搬入反應容器內的步驟；及

於上述反應容器內供給矽烷系氣體，於上述絕緣膜之表面形成包含矽之籽晶層的步驟；

矽鍺膜係用以於上述絕緣膜施加電壓的電極。

### 4. 一種成膜方法，其特徵在於包含：

於反應容器內供給處理氣體，並且將處理氣氛之溫度設定為特定之溫度，於基板上形成矽鍺膜的步驟；

其次，於反應容器內供給氫氣，使上述矽鍺膜退火的步驟；

其後，將反應容器內持續真空排氣，將藉由淨化氣體

淨化之步驟實行一次或重複複數次的步驟；及

之後，自反應容器內搬出基板的步驟。

5. 如請求項4之成膜方法，其中藉由氫氣使矽鍺膜退火之步驟係一面降低反應容器內溫度一面實行者。

6. 一種成膜方法，其特徵在於包含：

於反應容器內供給處理氣體，並且將處理氣氛之溫度設定為特定之溫度，於基板上形成非晶矽膜的步驟；

其次，一面降低反應容器內溫度一面於反應容器內供給氫氣，使上述非晶矽膜退火的步驟；

其後，將反應容器內持續真空排氣，將藉由淨化氣體淨化反應容器內的步驟實行一次或重複複數次的步驟；及

之後，自反應容器內搬出基板的步驟。

7. 一種成膜裝置，其係於反應容器內於基板上形成包含矽鍺膜以及矽膜之積層體者，其特徵在於包含：

加熱機構，其用以加熱反應容器內之基板；

第1氣體供給部，其用以供給矽烷系氣體至反應容器內；

第2氣體供給部，其用以供給鍺烷系氣體至反應容器內；及

控制部，其控制上述加熱機構、第1氣體供給部以及第2氣體供給部，以將矽烷系氣體以及鍺烷系氣體供給至反應容器內，並且將處理氣氛加熱至第1溫度，於基板上形成矽鍺膜，繼而將處理氣氛溫度自第1溫度向第2溫度升溫，並且於升溫中為抑制矽鍺膜之變動而將矽烷系氣體

供給至反應容器內，於上述處理氣氛之溫度安定於第2溫度後，於反應容器內供給矽烷系氣體，以於上述基板上形成矽膜。

8. 一種成膜裝置，其係於反應容器內於基板上形成矽鍍膜者，其特徵在於包含：

加熱機構，其用以加熱反應容器內之基板；

第1氣體供給部，其用以供給矽烷系氣體至反應容器內；

第2氣體供給部，其用以供給鍍烷系氣體至反應容器內；

第3氣體供給部，其用以供給氫氣至反應容器內；

第4氣體供給部，其用以供給淨化氣體至反應容器內；

壓力調整部，其調整反應容器內之壓力；及

控制部，其控制上述加熱機構、上述各氣體供給部以及壓力調整部，控制上述加熱機構、第1氣體供給部以及第2氣體供給部，以將矽烷系氣體以及鍍烷系氣體供給至反應容器內，並且將處理氣氛加熱至特定溫度，於基板上形成矽鍍膜，繼而將氫氣供給至反應容器內，其後將反應容器內持續真空排氣，一次或複數次重複藉由淨化氣體淨化反應容器內的步驟。

十一、圖式：

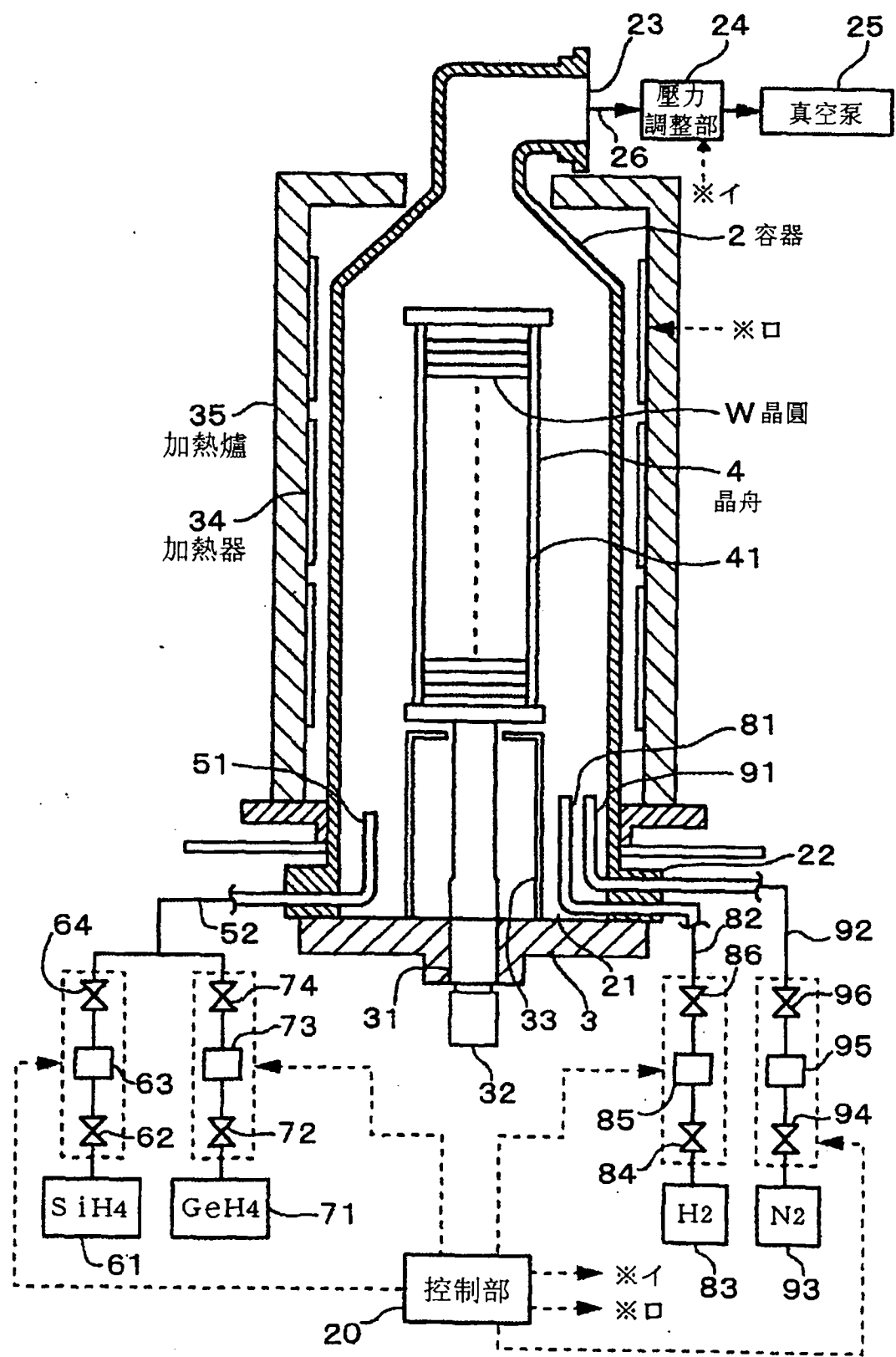


圖 1

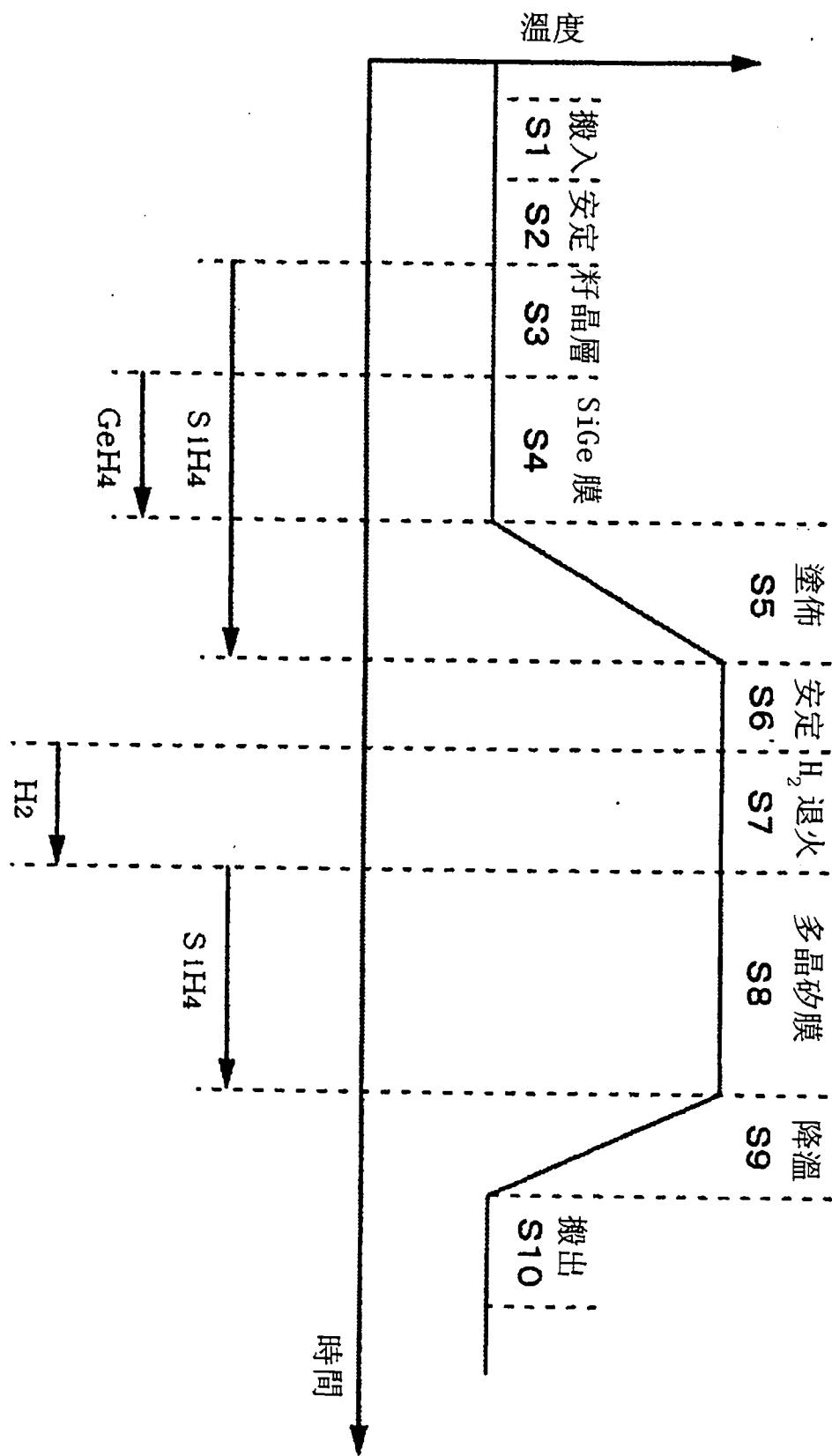


圖 2

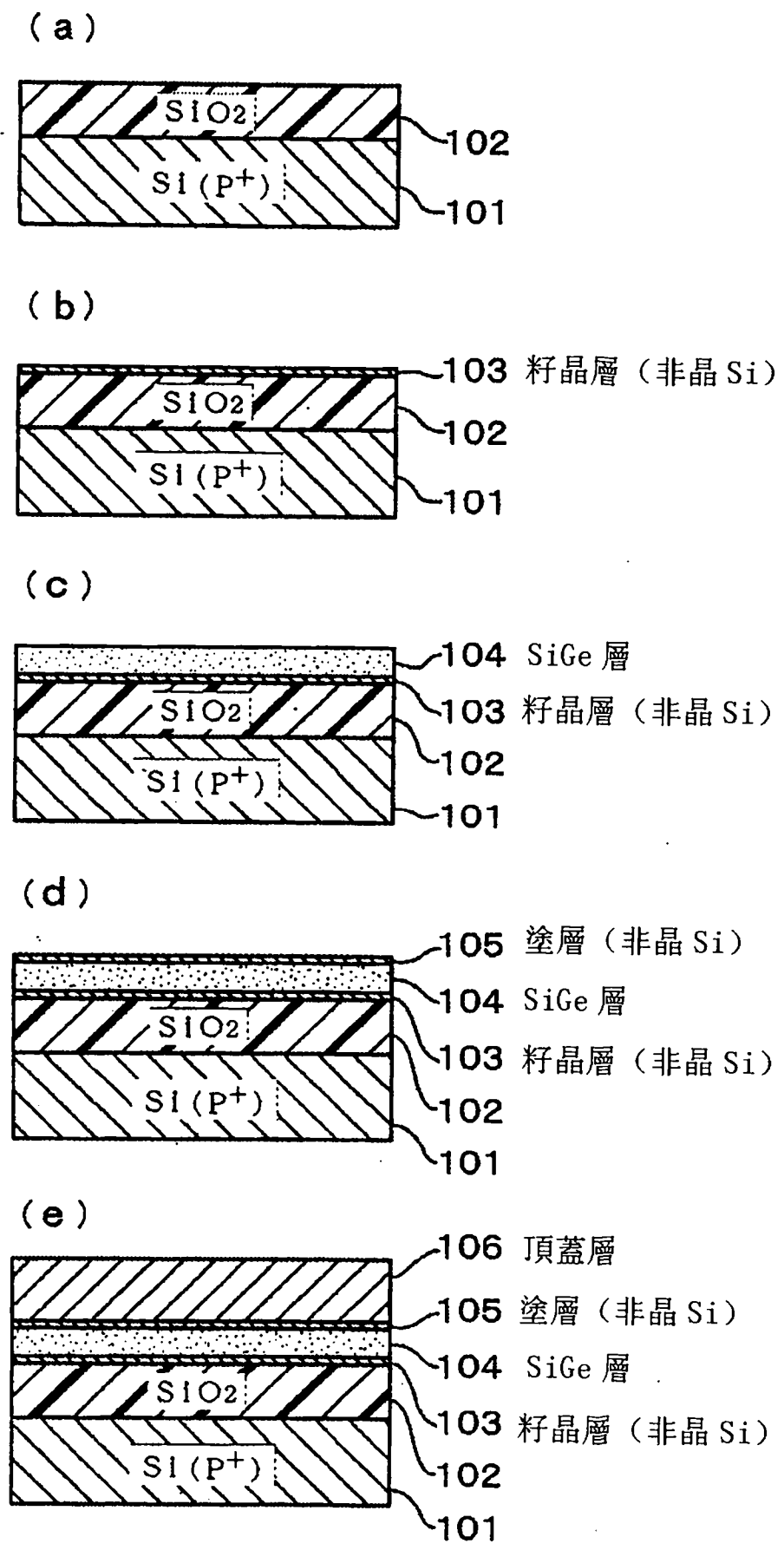


圖 3

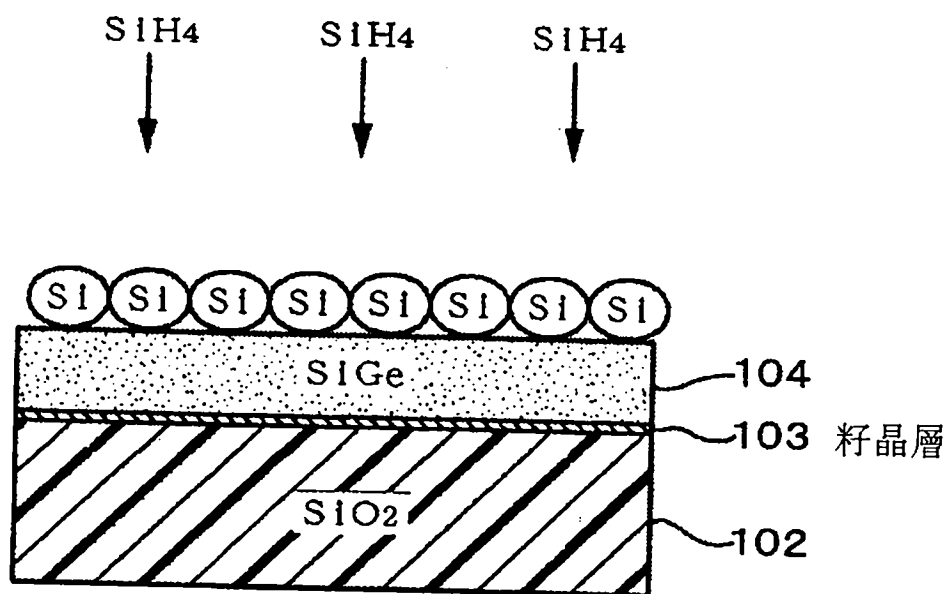


圖 4

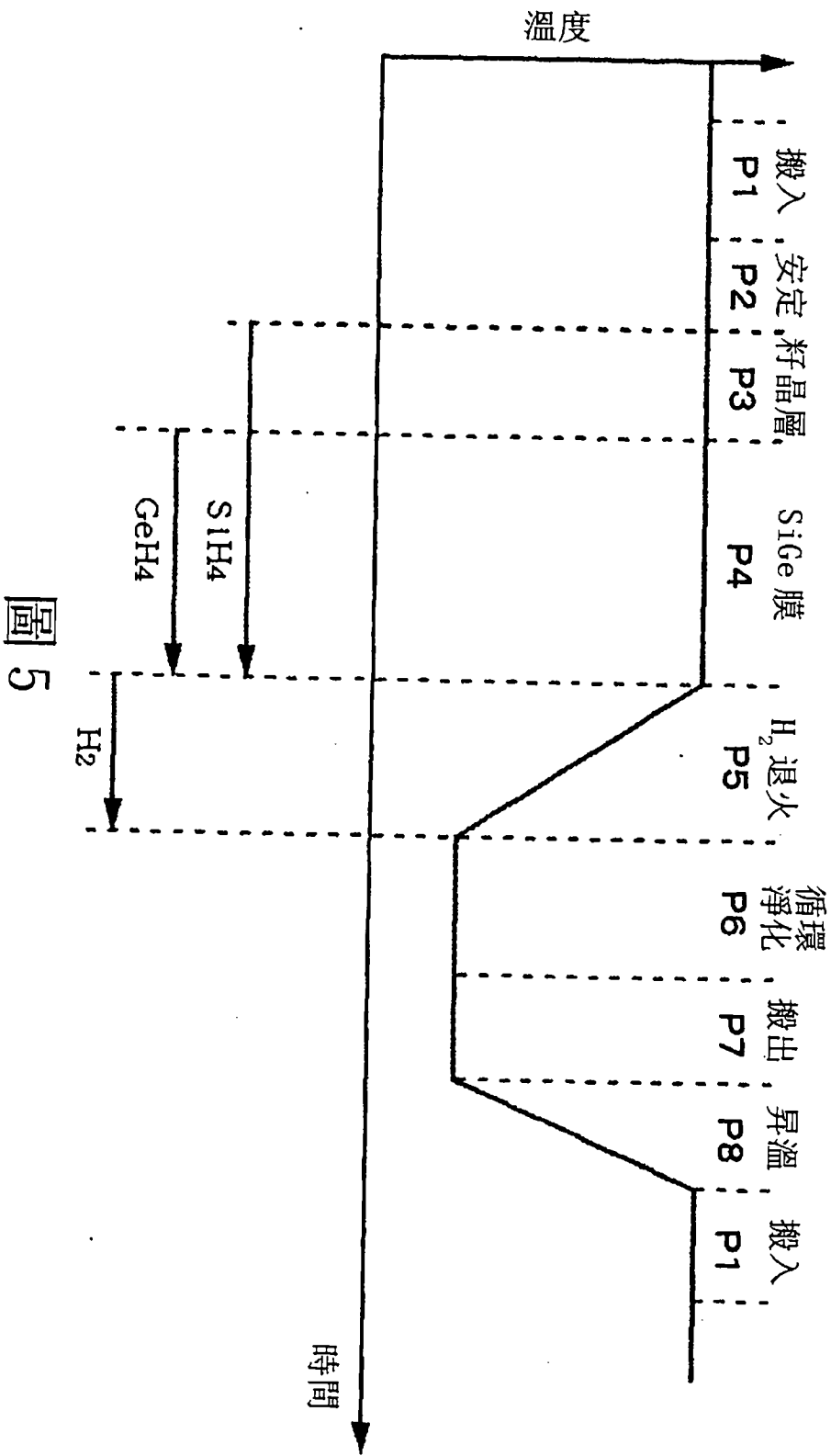


圖 5



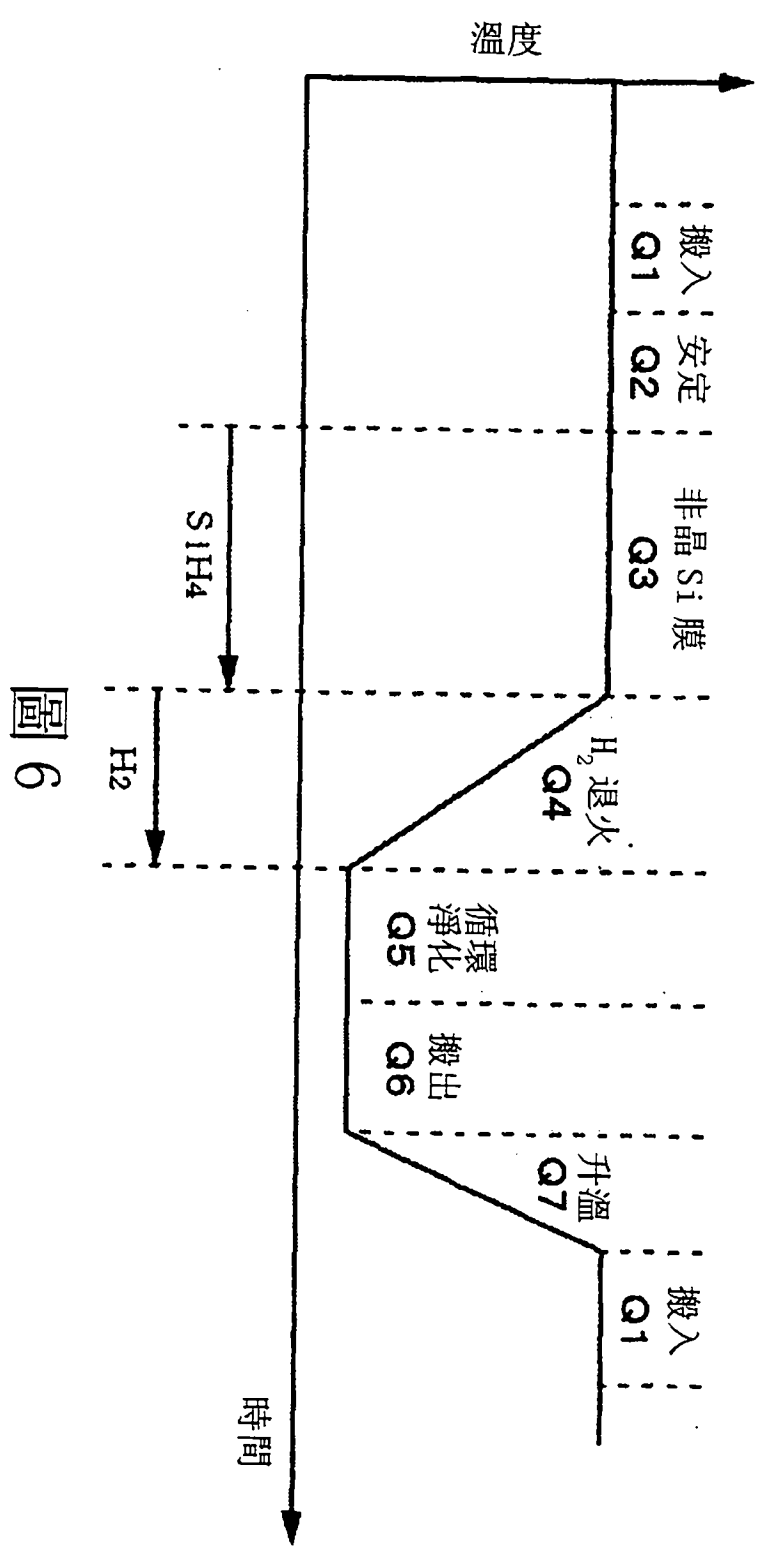
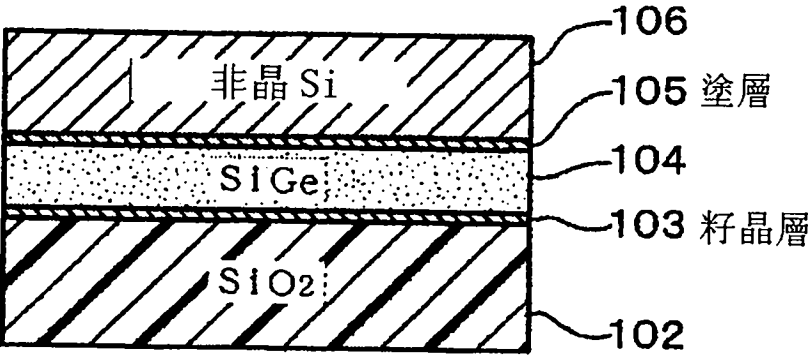


圖 6

(a)



(b)

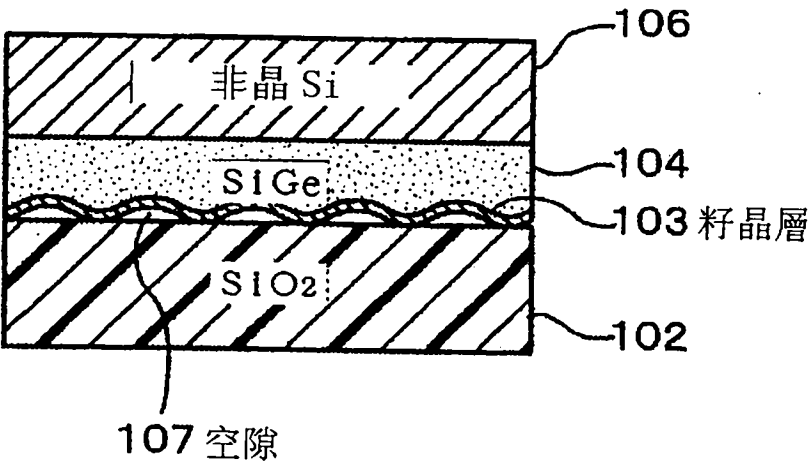


圖 7

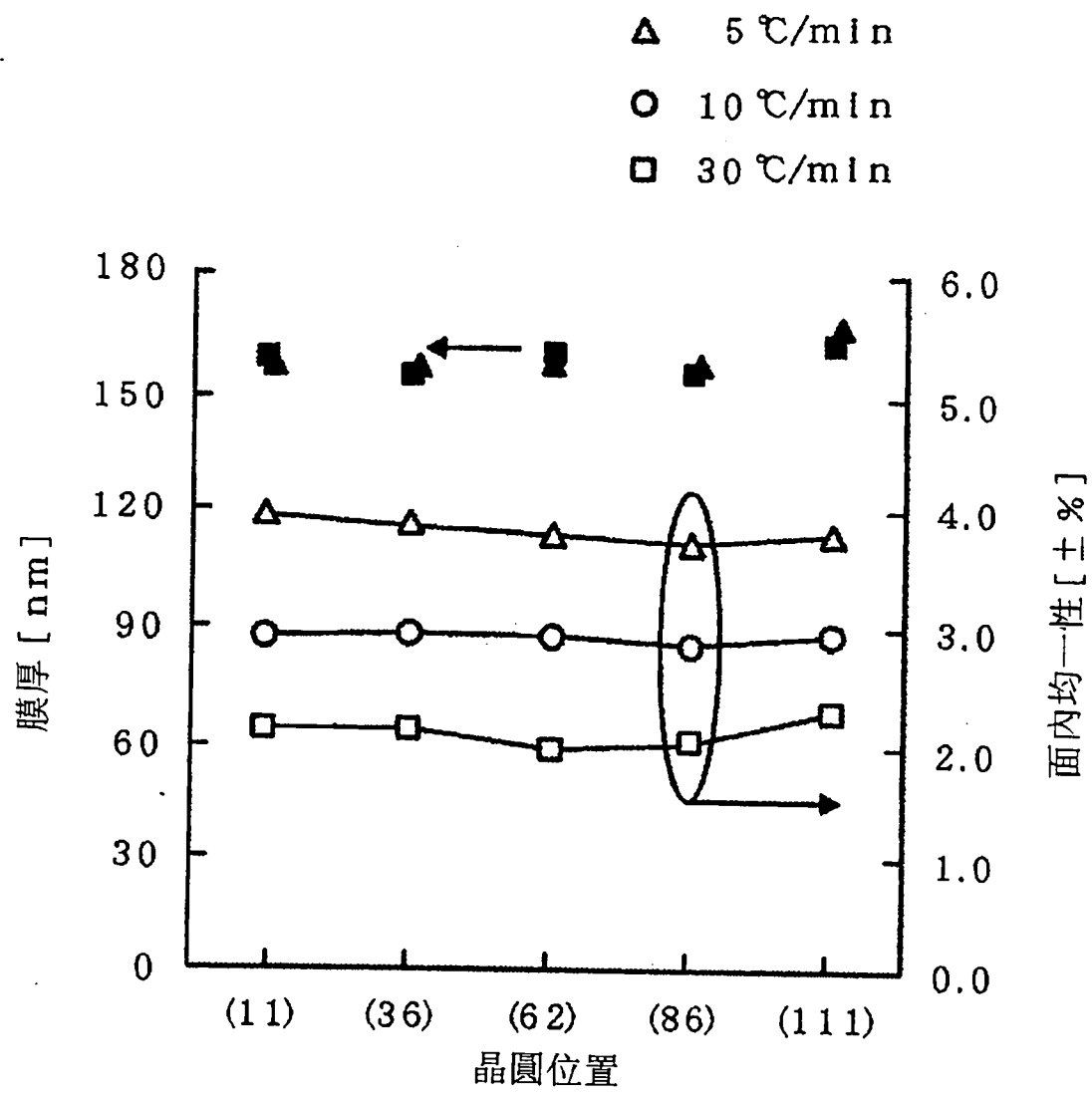


圖 8

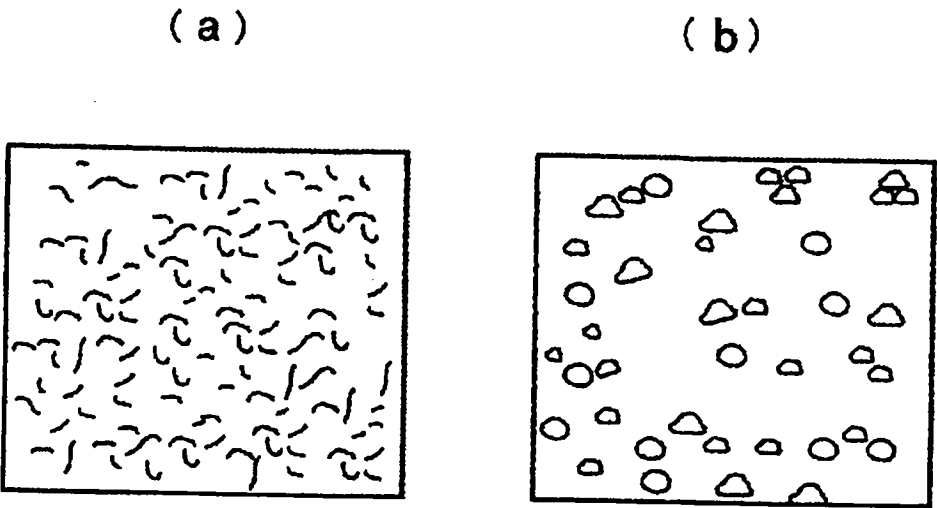


圖 9

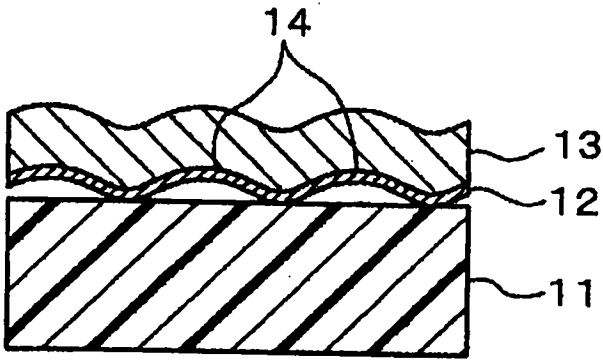


圖 10

## 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：

|     |                   |
|-----|-------------------|
| S1  | 搬入                |
| S2  | 安定                |
| S3  | 籽晶層               |
| S4  | SiGe膜             |
| S5  | 塗布                |
| S6  | 安定                |
| S7  | H <sub>2</sub> 退火 |
| S8  | 多晶矽膜              |
| S9  | 降溫                |
| S10 | 搬出                |

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)