

# 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：P41028P8

※申請日期：P4. 1. 31 ※IPC 分類：H01L 21/31, 21/469

## 一、發明名稱：(中文/英文)

被處理體之氧化方法、氧化裝置及記錄媒體

## 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. 鈴木 啟介

SUZUKI, KEISUKE

2. 池內 俊之

IKEUCHI, TOSHIYUKI

3. 梅澤 好太

UMEZAWA, KOTA

國籍：(中文/英文)

1.-3.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；2004年02月17日；特願2004-040637

2. 日本；2005年01月17日；特願2005-009631

☐ 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】

本發明係關於一種對於半導體晶圓等之被處理體表面實施氧化處理的被處理體之氧化方法、氧化裝置以及記錄控制該氧化裝置之程式之記錄媒體。

### 【先前技術】

通常，為製造半導體積體電路，對於包含矽基板等之半導體晶圓實行成膜處理、蝕刻處理、氧化處理、擴散處理以及改質處理等各種處理。上述各種處理中，若例如以氧化處理為例，則該氧化處理係眾所周知有氧化單晶或多晶矽膜之表面等之情形、氧化處理金屬膜之情形等，特別是主要用於形成閘極氧化膜或電容器等之絕緣膜時。

實行該氧化處理之方法，其考慮到壓力方面，存有於與大氣壓大致同等之氣氛下之處理容器內實行之常壓氧化處理方法與於真空氣氛下之處理容器內實行之減壓氧化處理方法，又，考慮到氧化中使用之氣體種類方面，存有例如藉由於外部燃燒裝置中燃燒氫與氧產生水蒸氣，使用該水蒸氣氧化之濕式氧化處理方法(例如專利文獻1等)，以及僅將臭氧或氧流入處理容器內等，且不使用水蒸氣氧化之乾式氧化處理方法(例如專利文獻2等)。

然而，作為絕緣膜，若考慮耐壓性、耐腐蝕性以及可靠性等膜質特性，則通常，藉由濕式氧化處理形成者優於藉由乾式氧化處理形成者。又，考慮到所形成之氧化膜(絕緣膜)之成膜率或晶圓面內之均勻性方面，通常，藉由常

壓之濕式氧化處理形成者，其具有氧化率較大而膜厚之面內均勻性較差之特性，相反，藉由減壓之濕式氧化處理形成者，其具有氧化率較小而膜厚之面內均勻性較好之特性。

先前，因不太嚴格要求半導體積體電路之設計規則，故而適當考慮使用氧化膜之用途或製程條件、裝置成本等，使用上述各種氧化方法。然而，若如最近般線寬度或膜厚愈加變小從而嚴格要求設計規則，則隨著此趨勢業者逐步要求膜質特性或膜厚之面內均勻性等更高者，而氧化處理方法中產生無法充分滿足該要求之問題。

又，作為濕式氧化處理方法之範例，亦提出有例如專利文獻3所示之氧化裝置，上述氧化裝置係於縱型石英反應管內之下端分別導入 $H_2$ 氣體與 $O_2$ 氣體，將其於設置於石英蓋內之燃燒部燃燒產生水蒸氣，使該水蒸氣沿晶圓之排列方向上升並實行氧化處理者。然而，因該情形時，可於上述燃燒部中燃燒 $H_2$ 氣體，從而例如於處理容器下端富集有水蒸氣，且隨著水蒸氣上升消耗水蒸氣，導致於處理容器上端水蒸氣反而不足之傾向，故而產生下述情形：形成於晶圓面上之氧化膜厚度，其由於晶圓之支持位置產生較大差異，該氧化膜厚度之面間均勻性不良。

又，作為其他裝置之範例，亦提出有例如專利文獻4揭示之氧化裝置，上述氧化裝置係於橫型分批式反應管內並列設置複數片半導體晶圓，自該反應管之一端側導入 $O_2$ 氣體，或同時導入 $O_2$ 氣體與 $H_2$ 氣體，於減壓氣氛下生成氧化

膜者。然而，於該先前裝置例之情形時，因高壓力氣氛下使用氫燃燒氧化法實行成膜，故而水蒸氣成分成為反應之主體，從而如上所述存有下列可能性：處理容器內之氣體流之上流側與下流側之間的水蒸氣濃度差過大，氧化膜厚度之面間均勻性不良。

進而，作為其他裝置之範例，表示有例如專利文獻5揭示之裝置，上述裝置係於藉由燈加熱之片葉式製程艙內供給氧氣與氫氣，使該等兩個氣體於製程艙內設置之半導體晶圓表面附近反應而產生水蒸氣，以該水蒸氣氧化晶圓表面之矽從而形成氧化膜者。

然而，因該裝置例之情形時，將氧氣與氫氣自遠離晶圓僅20~30 mm左右之氣體入口導入製程艙內，於半導體晶圓表面之附近反應該等氧氣與氫氣從而產生水蒸氣，並且於製程壓力較高之區域實行，故而存有膜厚之面內均勻性可能不良之問題。

因此，本申請人為解決上述各問題，於專利文獻6中揭示有下列氧化方法：分別將 $O_2$ 等氧化性氣體與 $H_2$ 等還原性氣體同時供給至製程艙之上部與下部，真空氣氛下反應從而形成以氧活性種與羥基活性種為主體之氣氛，於該氣氛中氧化矽晶圓等。

參照圖9簡單說明該氧化方法。圖9係表示先前之氧化裝置之概略構成圖。如圖9所示，該氧化裝置2具有於外側周圍配置電阻加熱器4之縱型筒體狀處理容器6。於該處理容器6內設置有自其下方升降可能地負載·卸載之晶圓舟8，

於該晶圓舟8上分為多段載置保持有包含矽基板等之半導體晶圓W。於該處理容器6之下部側壁側，設置有供給H<sub>2</sub>氣體之H<sub>2</sub>氣體噴嘴10與供給O<sub>2</sub>氣體之O<sub>2</sub>氣體噴嘴12，於處理容器6之上部，設置有連結於無圖示之真空泵等之排氣口14。

自上述兩個噴嘴10、12導入上述處理容器6內之下部的H<sub>2</sub>氣體與O<sub>2</sub>氣體，該兩個氣體係於該處理容器6內例如於未滿133 Pa之壓力下反應從而產生氧活性種與羥基活性種，該等之活性種係於處理容器6內上升並與晶圓W表面接觸從而氧化其表面。

[專利文獻1]日本專利特開平3-140453號公報

[專利文獻2]日本專利特開昭57-1232號公報

[專利文獻3]日本專利特開平4-18727號公報

[專利文獻4]日本專利特開昭57-1232號公報

[專利文獻5]美國專利第6037273號說明書

[專利文獻6]日本專利公開2002-176052號公報

### 【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

根據上述專利文獻1~6中揭示之氧化方法，可形成膜質特性良好之氧化膜，且亦可較高地維持氧化膜之膜厚面內之均勻性。但是，存有顯示晶圓間之膜厚差程度之膜厚面間之均勻性非常不良之問題。認為其原因在於：於氣體流之上流側中活性種之濃度較高，而於下流側中較低。

又，最近，因半導體積體電路逐漸多用途化故而多品種

小量生產之傾向增強。該情形時，於可收容最大收容能力片數為50~150片左右之製品用晶圓之晶圓舟8中，亦產生僅收容少於最大收容能力片數之片數的製品用晶圓之情形，該情形時存有無法充分裝滿舟內之時。亦考慮將該製品用晶圓之不足區域作為空置區域，於將晶圓舟8之中間為空置區域之狀態下，以通常之裝滿晶圓時之製程條件(將氣體流量等設定為相同)實行氧化處理之情形，但因製品用晶圓表面形成圖案，故而存有表面積變大而大量消耗活性種之趨勢。將如此之活性種之消耗程度稱為加載效應。因此，存有下列問題：相應對於晶圓舟之製品用晶圓之收容態樣(收容片數或收容位置)，較大變動上述活性種之分佈或量，故而產生無法較高地維持膜厚面間之均勻性之情形。

因此，通常此時於晶圓舟8之晶圓不足之空置區域中收容虛設用晶圓從而將晶圓舟8內設為裝滿狀態，以不會給處理容器6內之溫度分佈或氣流等造成壞影響之方式實行氧化處理。但是，因該情形時虛設用晶圓價格亦較高，故而不得不提高製品成本。因此，亦考慮不使用虛設用晶圓而將晶圓舟8之晶圓不足區域作為空置區域，以藉由可獨立控制每區域之加熱機構的溫度調整補償之方式控制產生空置區域時之熱分佈變化之情形，但於該情形時，存有給予製品用晶圓之受熱歷程產生變化之技能型，從而較難採用。

本發明係著眼於上述問題點，為有效解決上述問題點而

發明者。本發明之目的在於提供一種被處理體之氧化方法、氧化裝置及記錄媒體，其係於固定處理容器內之溫度分佈之狀態下，不使用虛設晶圓，相應對於晶圓舟之製品用被處理體之收容態樣，選擇設置於處理容器之與長度方向不同位置的還原性氣體用之複數個氣體噴射口內的幾個，自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體，藉此可較高地維持氧化膜之膜厚面間之均勻性者。

請求項1之發明係一種被處理體之氧化方法，其係於具有特定長度且可抽成真空之處理容器內收容複數片被處理體，供給氧化性氣體與還原性氣體至上述處理容器內使上述兩種氣體反應，於藉此產生之具有氧活性種與羥基活性種之氣氛中氧化上述被處理體之表面者，其特徵在於：可自上述處理容器之長度方向一端側供給上述氧化性氣體，自設置於上述處理容器之與長度方向不同位置之複數個氣體噴射口供給上述還原性氣體，並且相應上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述氣體噴射口內之任何一個，自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體。

如此，由於可自處理容器之長度方向一端側供給氧化性氣體，自設置於處理容器之與長度方向不同位置的複數個氣體噴射口供給還原性氣體，然後相應處理容器內之被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述氣體噴射口內之任何一個，自該選擇之氣體噴射口流入還原性氣體，故而與被處理體(製品用)數量無關，可較高地維持氧化膜之膜厚

有特定長度且可抽成真空之處理容器內收容複數片被處理體，可自上述處理容器之長度方向一端側供給氧化性氣體，並且自設置於上述處理容器之長度方向不同位置的複數個氣體噴射口供給還原性氣體，供給上述氧化性氣體與上述還原性氣體至上述處理容器內使上述兩種氣體反應，於藉此產生之具有氧活性種與羥基活性種之氣氛中使上述被處理體表面氧化者。

#### [發明之效果]

根據本發明之被處理體之氧化方法、氧化裝置以及記錄媒體，可如下發揮優良作用效果。

因可自處理容器之長度方向一端側供給氧化性氣體，自設置於處理容器之長度方向不同位置之複數個氣體噴射口供給還原性氣體，且按照處理容器內之被處理體之收容片數與收容位置選擇上述氣體噴射口內之任何一個，自該選擇之氣體噴射口流入還原性氣體，故而可於均勻保持處理容器內之溫度分佈之狀態下，且不使用虛設晶圓，進而與被處理體(製品用)數量無關，即可較高地維持氧化膜之膜厚面間之均勻性。

#### 【實施方式】

以下，根據附圖詳細說明本發明之被處理體之氧化方法、氧化裝置及記錄媒體之一實施例。

圖1係表示用於實施本發明方法之氧化裝置之一例的構成圖。首先，就該氧化裝置加以說明。如圖所示，該氧化裝置20具有下端開放且上下方向具有特定長度呈圓筒體狀

之縱型處理容器22。該處理容器22可使用例如耐熱性較高之石英。

於該處理容器22之頂部設置有開口之排氣口24，並且於該排氣口24連設有例如以直角向橫方向屈曲之排氣管線26。並且，於該排氣管線26連接有中途介設壓力控制閥28或真空泵30等之真空排氣系統32，可將上述處理容器22內之氣氛抽成真空而排氣。

上述處理容器22之下端例如藉由不銹鋼製之筒體狀歧管34支持，自該歧管34之下方可升降自由地插脫有作為保持機構之石英製晶圓舟36，其係將作為被處理體之多數片半導體晶圓W以特定間距多層載置者。上述處理容器22之下端與上述歧管34之上端之間，介在有O形環等密封構件38，從而維持該部分之氣密性。本實施例之情形中，可於該晶圓舟36內以大致相等間距多層支持例如50片程度直徑為300 mm之晶圓W。

該晶圓舟36係經由石英製保溫筒40載置於台板42上，該台板42係支持於貫通蓋部44的旋轉軸46之上端部，上述蓋部44係開閉歧管34之下端開口部者。並且，於該旋轉軸46之貫通部介設有例如磁性流體密封圈48，從而可氣密地密封且旋轉地支持該旋轉軸46。又，於蓋部44之周邊部與歧管34之下端部介設有例如包含O形環等之密封構件50，保持處理容器22內之氣密性。

上述旋轉軸46係安裝於例如支持於晶舟升降機等昇降機構52之臂54之前端，從而可一體升降晶圓舟36以及蓋部44

等。再者，亦可將上述台板42固設於上述蓋部44側，無需旋轉晶圓舟36即可實行晶圓W之處理。

於上述處理容器22之側部，設置有將其包圍之加熱機構56，從而可加熱位於其內側之處理容器22以及其中之上述半導體晶圓W，上述加熱機構56係含有例如記載於特開2003-209063號公報之碳線製加熱器者。該碳線加熱器可實現清淨之製程，且升降溫特性優良。又，於該加熱機構56之外周設置有隔熱材料58，從而確保其熱穩定性。並且，於上述歧管34設置有用以將各種氣體導入供給至該處理容器22內之各種氣體供給機構。

具體的是，於該歧管34分別設置有向上述處理容器22內供給氧化性氣體之氧化性氣體供給機構60與向處理容器22內供給還原性氣體之作為本發明之特徵的還原性氣體供給機構62。首先，上述氧化性氣體供給機構60具有貫通上述歧管34之側壁而將其前端部插入作為處理容器22內之一端側之下部而面臨設置之氧化性氣體噴射噴嘴66。並且，於自噴射噴嘴66延伸之氣體通路70中途介設有如質流控制器之流量控制器74，藉由包含微電腦等之主控制部78控制上述流量控制器74從而可控制氣體流量。又，該主控制部78係亦可控制該氧化裝置20之全體動作者，下述該氧化裝置20之動作係藉由來自該主控制部78之指令得以實行。又，該主控制部78具有預先記錄有用於實行該控制動作之程式的軟盤或快閃記憶體等記錄媒體100。

又，作為本發明特徵之還原性氣體供給機構62，其係向

處理容器22之與長度方向不同的複數個位置供給還原性氣體者，圖示例中設置有貫通上述歧管34之側壁從而將其先端側屈曲為直線狀或L字狀，向上方延長之複數條例如5條還原性氣體噴射噴嘴80A、80B、80C、80D、80E。自上述各還原性氣體噴射噴嘴80A~80E延伸之氣體通路82A、82B、82C、82D、82E中間，分別設置有如質流控制器之流量控制器84A、84B、84C、84D、84E以及開閉閥86A、86B、86C、86D、86E，從而可藉由上述主控制部78可分別獨立控制所供給之還原性氣體供給量亦可控制供給之停止。氧化處理中，自該還原性氣體噴射噴嘴80A~80E中選擇之噴嘴，分別以藉由下述方法預先確定之特定量之氣體流量供給還原性氣體。並且，上述各還原性氣體噴射噴嘴80A~80E之先端部係作為氣體噴射口88A、88B、88C、88D、88E所形成，各氣體噴射口88A~88E係分別設置於上述處理容器22之長度方向(上下方向)的不同位置。此處，將處理容器22內晶圓W所排列之收容區域S沿氣體流向劃分為例如四個區域，即上流域S1、上中流域S2、下中流域S3以及下流域S4，使最下端之還原性氣體噴射噴嘴80A之氣體噴射口88A位於作為處理容器22內之一端側之下部(氣流之上流側)，使上述其他氣體噴射口88B~88E分別位於各流域S1~S4。

具體的是，將上述處理容器22內之收容晶圓W之空間設為收容區域S，圖示例中導入處理容器22內之氣體，其自其導入之位置流向收容區域S內之上方而自設置於上端部

之排氣口24排出。並且，該收容區域S係以稍微大於晶圓舟36長度之方式設定為上下方向，沿氣流方向便於說明劃分為四個區域，即上流域S1(圖中，下部區域)、上中流域S2(圖中，中下部區域)、下中流域S3(圖中，中上部區域)、下流域S4(圖中，上部區域)。例如，使第二短之還原性氣體噴射噴嘴80B之氣體噴射口88B位於上流域S1。更詳細的是，較好的是使該氣體噴射口88B位於晶圓舟36之下端部附近。

又，較好的是使還原性氣體噴射噴嘴80C之氣體噴射口88C位於上中流域S2之大致中央部，使還原性氣體噴射噴嘴80D之氣體噴射口88D位於下中流域S3之大致中央部，使最長的還原性氣體噴射噴嘴80E之氣體噴射口88E位於下流域S4且僅離晶圓舟36之上端部稍許距離之下方。此處，最下端之還原性氣體噴射噴嘴80A係構成用於供給還原性氣體之主噴嘴者，氧化處理時以較高頻率自該主噴嘴供給還原性氣體。再者，該等之各區域之劃分僅為一例，亦可以少於或多於該區域之方式劃分，對應於各個區域設置還原性氣體噴射噴嘴。此處，作為一例使用 $O_2$ 氣體作為氧化性氣體，使用 $H_2$ 氣體作為還原性氣體。又，雖無圖示，但相應必要亦設置有供給 $N_2$ 氣體等惰性氣體之惰性氣體供給機構。

繼而，就使用如上構成之氧化裝置20實行之氧化方法加以說明。以下說明之氧化裝置20之動作，其係如上所述藉由來自主控制部78之指令得以實行，上述主控制部78係根

據記錄於記錄媒體100之程式動作者。

首先，例如包含矽晶圓之半導體晶圓W為卸載狀態下，氧化裝置20處於待機狀態時，將處理容器22維持為低於製程溫度之溫度，使常溫下載置多數片，例如作為晶圓舟36之最大收容能力之100片，或其以下之片數之晶圓W(製品用晶圓)狀態之晶圓舟36，於成為熱壁狀態之處理容器22內自其下方上升所負載，以蓋部44關閉歧管34之下端開口部，藉此密閉處理容器22內。如上所述，作為該被處理體之半導體晶圓W為製品用晶圓，但該製品用晶圓W之片數少於晶圓舟36之最大收容能力片數之情形時，晶圓舟36之其較少部分成為空置區域。

並且，藉由將處理容器22內抽成真空維持為特定製程壓力，且增大供給至加熱機構56之電力，從而使晶圓溫度上升，升溫至氧化處理用之製程溫度為止後使其穩定，此後，流量控制實行氧化處理步驟所需之特定處理氣體，即此處為 $O_2$ 氣體與 $H_2$ 氣體，並且將該等氣體自各氣體供給機構60、62之氧化性氣體噴射噴嘴66以及還原性氣體噴射噴嘴80A~80E中選擇之噴嘴分別供給至處理容器22內。

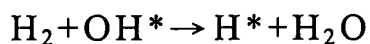
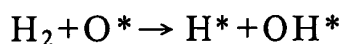
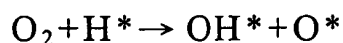
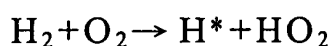
該兩種氣體係於處理容器22內上升且於真空氣氛下反應，從而產生羥基活性種與氧活性種，該氣氛與收容於旋轉之晶圓舟36之晶圓W相互接觸，對晶圓表面實施氧化處理。並且，該處理氣體或藉由反應生成之氣體，其係自處理容器22之天井部之排氣口24排氣至系外。

此時之氣體流量即 $H_2$ 氣體為200~5000 sccm之範圍內，

例如 270 sccm，O<sub>2</sub>氣體屬於 50~10000 sccm 之範圍內，例如 2430 sccm。

上述氧化處理之具體流程係如下實施：如上所述，分別導入處理容器 22 內之 O<sub>2</sub> 氣體與 H<sub>2</sub> 氣體，該等氣體係於成為熱壁狀態之處理容器 22 內上升，且於晶圓 W 之附近通過氫之燃燒反應形成以氧活性種 (O\*) 與羥基活性種 (OH\*) 為主體之氣氛，藉由該等活性種氧化晶圓 W 之表面從而形成 SiO<sub>2</sub> 膜。此時，製程條件為如下：晶圓溫度為 400~1000℃ 之範圍內，例如 900℃，壓力為 13.3~1330 Pa 之範圍內，例如 133 Pa (1 Torr)。又，處理時間亦依據需形成之膜厚，例如為 10~30 分鐘左右。

此處，認為上述活性種之形成過程為如下。即，認為減壓氣氛下將氫與氧分別導入熱壁狀態之處理容器 22 內，藉此於晶圓 W 附近實行下述氫之燃燒反應。再者，下述式中附有 \* 印之化學記號表示其活性種。



如此，將 H<sub>2</sub> 及 O<sub>2</sub> 分別導入處理容器 22 內，則於氫之燃燒反應過程中產生 O\* (氧活性種)、OH\* (羥基活性種) 以及 H<sub>2</sub>O (水蒸氣)，藉由該等氧化晶圓表面從而形成 SiO<sub>2</sub> 膜。此時，認為尤其是上述 O\* 以及 OH\* 兩活性種發揮較大作用。此處，本發明中，於上述還原性氣體噴射噴嘴

80A~80E內，對應於晶圓W之收容態樣，自適合於收容態樣之方式選擇之噴嘴向收容區域S之特定區域分別供給必要量之 $H_2$ 氣體，該 $H_2$ 氣體與自下方上升之 $O_2$ 氣體依次反應而被消耗或失活，從而不足傾向之氧活性種或羥基活性種以補充該等之方式所製作。故而，於面間方向(高度方向)中即使晶圓W位於任何高度位置，皆成為存在恰好之活性種之狀態而可使活性種濃度均勻，可提高於矽層表面選擇性地形成之氧化膜之膜厚面間之均勻性。

此處，自上述還原性氣體噴嘴80A~80E中用於供給 $H_2$ 氣體(還原性氣體)所選擇之噴嘴，其係根據收容於上述處理容器22，即晶圓舟36內之製品用晶圓W之片數(收容片數)與收容位置而預先確定。具體的是，根據自上述各還原性氣體噴射噴嘴80A~80E分別流入還原性氣體而實行氧化處理時形成之氧化膜之膜厚，以提高膜厚之面間均勻性之方式預先模擬選擇設定。作為上述分別流入還原性氣體之樣態，其僅相當於上述5條還原性氣體噴射噴嘴80A~80E之組合數，但實際上，對處理容器22內之全區域產生影響之位於氣流之最上流的噴嘴80A成為主噴嘴，從而所有收容態樣中自該噴嘴80A供給還原性氣體。作為具體的組合，例如存有下列情形等：自噴嘴80A、80B供給還原性氣體，自噴嘴80A、80E供給還原性氣體，自噴嘴80A、80C、80D供給還原性氣體，自噴嘴80A、80B、80C供給還原性氣體，或自全部噴嘴80A~80E供給還原性氣體。再者，自未被選擇之噴嘴，因此時所對應之開閉閥被關閉，

樣1~4實行，進而，為參考亦以收容100片虛設用晶圓(表面為 $\text{SiO}_2$ 膜)之情形實行。再者，實際處理中，使用與製品用晶圓PW顯示大致同等作用之裸片。

如此，自配置於沿處理容器22之與長度方向不同位置的還原性氣體用之複數個氣體噴射口88A~88E(分別對應於氣體噴射噴嘴80A~80E)選擇所使用之氣體噴射口，其原因在於如下所述。

即，處理容器22內之還原性氣體之濃度分佈，其相應晶圓之收容態樣，即晶圓是否以全部收容能力收容於晶圓舟36中，或是否存在空置區域，又，存在空置區域之情形時，其空置區域位於晶圓舟36中之何部分等，而有較大差異。故而，即使自配置於處理容器22內之與長度方向不同位置之各氣體噴射口88A~88E分別均勻地供給還原性氣體，亦無法獲得最適之氣體濃度分佈。因此，預先實行實證性試驗，從而預先確定為可相應晶圓之各收容態樣選擇可實現最適之氣體濃度分佈之氣體噴射口。

此處，製程條件為如下：製程溫度為 $900^{\circ}\text{C}$ ，製程壓力為47 Pa，使用直徑200 mm之晶圓。製程氣體，其以來自噴嘴66之 $\text{O}_2$ 氣體流量固定為2.43 slm(每分鐘標準升)， $\text{H}_2$ 氣體係以來自噴嘴80A之流量固定為0.27 slm，來自噴80C之流量固定為0.07 slm。又， $\text{H}_2$ 氣體濃度為10%。

如該圖5所示之膜厚分佈明示，可判明下述情形：除自主噴嘴80A供給 $\text{H}_2$ 氣體以外，僅藉由自大致中央部之噴嘴80C補充加入 $\text{H}_2$ 氣體，即可對於各態樣1~4中微細地控制面

間方向之膜厚。此時之膜厚之面間均勻性，態樣1為 $\pm 0.95\%$ ，態樣2為 $\pm 0.96\%$ ，態樣3為 $\pm 1.14\%$ ，態樣4為 $\pm 1.67\%$ 。

上述圖5所示之情形時，表示將來自噴嘴80C之 $H_2$ 氣體流量固定為0.07 slm之情形，繼而，亦就變化來自該噴嘴80C之 $H_2$ 氣體流量之情形加以評估。圖6係表示對於固定來自主噴嘴之 $H_2$ 氣體供給量，並且變化自補充供給之來自噴嘴之 $H_2$ 氣體供給量時之膜厚所造成之影響的曲線圖。圖6中，除變化來自噴嘴80C之 $H_2$ 氣體供給量之方面以外，其餘製程條件與圖5所示之情形相同。此處，相應晶圓收容態樣1~4，使來自噴嘴80C之 $H_2$ 氣體供給量於0.02 slm~0.07 slm之範圍內產生變化。即，製品用晶圓(裸片)之收容片數越多，來自噴嘴80C之 $H_2$ 氣體供給量少量增多，藉此可判明下述情形：進一步抑制面間方向之膜厚變動之方式控制。此時之膜厚之面間均勻性，態樣1為 $\pm 0.95\%$ ，態樣2為 $\pm 0.90\%$ ，態樣3為 $\pm 0.96\%$ ，態樣4為 $\pm 1.26\%$ ，作為整體可判明較圖5所示之情形相比可進一步改善膜厚之面間均勻性之情形。

如圖5以及圖6所示，判明下述情形：關於還原性氣體之供給，藉由除主噴嘴80A以外僅設置一條輔助性噴嘴，例如噴嘴80C輔助供給還原性氣體，即可提高膜厚之面間均勻性。故而，關於上述各噴嘴80B、80D、80E預先實行與圖5以及圖6之說明同樣之氧化處理而求得膜厚分佈之資料，並且根據該等之膜厚分佈之資料，以可對於圖4所示

之各晶圓收容態樣1~4較高地維持膜厚之面間均勻性之方式選擇各噴嘴80A~80E，從而藉由模擬預先求得且實現噴嘴組合之最適化。又，亦可預先最適化且決定來自所選擇之各噴嘴之氣體流量。

於該情形時，若預先增加晶圓收容之態樣數，則可提高氣體流量之控制精度。實際氧化處理時，以合適之晶圓收容態樣之噴嘴組合，或最近似之態樣之噴嘴組合供給還原性氣體，此時亦可一併控制氣體流量。

上述實施例中之還原性氣體噴射噴嘴80A~80E，其分別為前端具有一個氣體噴射口之構造，代替此，例如圖7所示亦可於還原性氣體噴射噴嘴80A~80E中沿其長度方向設置以特定間距形成之複數個氣體噴射口90，分散供給還原性氣體。

又，圖1所示之裝置例，其構造為如下，但並非限定於此，亦可成為圖8所示之構造：主要(主)的 $O_2$ 氣體以及 $H_2$ 氣體，其自處理容器22之下部側供給，於該處理容器22內形成流向上方之氣流，自該容器之天井部之排氣口24排出容器外。圖8係表示氧化裝置之變形例之概略構成圖。即，於圖8所示之情形時，分別沿處理容器22之內壁向上方設置有供給主要之 $O_2$ 氣體以及 $H_2$ 氣體之噴嘴66、80A，將各氣體噴射口配置於容器天井部。並且，將排氣口24並非設置於容器天井部，而設置於容器下部之側壁，與圖1之情形相反，於處理容器22內形成自上方向下方之氣體流。

於該圖8所示之情形時，圖1中所示之上流域S4與下流域S1之關係為上下相反，又，來自各還原性氣體噴射噴嘴80A~80E之氣體供給形態，其顯然與圖1中所示之情形上下相反。

又，本實施例中將自主噴嘴80A一直供給還原性氣體之情形作為一例加以說明，但並非限定於此，亦可停止來自噴嘴80A之氣體供給，而自其他噴嘴80B~80E選擇性地供給還原性氣體。

又，對於晶圓舟36之製品用晶圓PW之裝載，其自氣流之上流側收容，但並非限定於此，亦可收容於晶圓舟36之任何位置，該情形時，當然相應其收容態樣預先選擇供給還原性氣體之還原性氣體噴射噴嘴。

又，上述實施例中作為氧化性氣體使用 $O_2$ 氣體，但並非限定於此，亦可使用 $N_2O$ 氣體、 $NO$ 氣體以及 $NO_2$ 氣體等。又，上述實施例中作為還原性氣體使用 $H_2$ 氣體，但並非限定於此，亦可使用 $NH_3$ 氣體或 $CH_4$ 氣體或 $HCl$ 氣體。

又，作為被處理體本發明並非限定於半導體晶圓，亦可適用於LCD基板、玻璃基板等。

### 【圖式簡單說明】

圖1係表示用於實施本發明方法之氧化裝置之一例的構成圖。

圖2係表示晶圓位置與 $SiO_2$ 膜之關係的圖。

圖3係表示 $H_2$ 氣體濃度與 $SiO_2$ 膜之膜厚關係的圖。

圖4係表示於晶圓舟中收容製品用晶圓之態樣的圖。

圖5係表示對於自選擇之特定還原性氣體噴射噴嘴供給H<sub>2</sub>氣體時之膜厚所造成之影響的曲線圖。

圖6係表示對於將固定來自主噴嘴之H<sub>2</sub>氣體供給量之狀態補充供給之噴嘴的H<sub>2</sub>氣體供給量時之膜厚所造成之影響的曲線圖。

圖7係表示還原性氣體噴射噴嘴之變形例的圖。

圖8係表示氧化裝置之變形例之概略構成圖。

圖9係表示先前之氧化裝置之概略構成圖。

### 【主要元件符號說明】

|         |                |
|---------|----------------|
| 20      | 氧化裝置           |
| 22      | 處理容器           |
| 36      | 晶圓舟(保持機構)      |
| 56      | 加熱機構           |
| 60      | 氧化性氣體供給機構      |
| 62      | 還原性氣體供給機構      |
| 64      | 氧化性氣體噴射噴嘴      |
| 80A~80E | 還原性氣體噴射噴嘴      |
| 88A~88E | 氣體噴射口          |
| 100     | 記錄媒體           |
| W       | 半導體晶圓(被處理體)    |
| PW      | 製品用被處理體(製品用晶圓) |

## 五、中文發明摘要：

本發明係提供一種被處理體之氧化方法，其可高度地維持氧化膜之膜厚面間的均勻性。一種被處理體之氧化方法，其係於具有特定長度之可抽成真空之處理容器22內收容複數片被處理體W，供給氧化性氣體與還原性氣體至上述處理容器內使上述兩種氣體反應，於藉此產生之具有氧活性種及羥基活性種之氣氛中使上述被處理體之表面氧化者，其中可自上述處理容器之長度方向一端側供給上述氧化性氣體，自設置於上述處理容器之長度方向不同位置的複數個氣體噴射口供給上述還原性氣體，並且相應上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述氣體噴射口內之任何一個，自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體。藉此，可較高地維持氧化膜之膜厚面間的均勻性。

## 六、英文發明摘要：

十一、圖式：

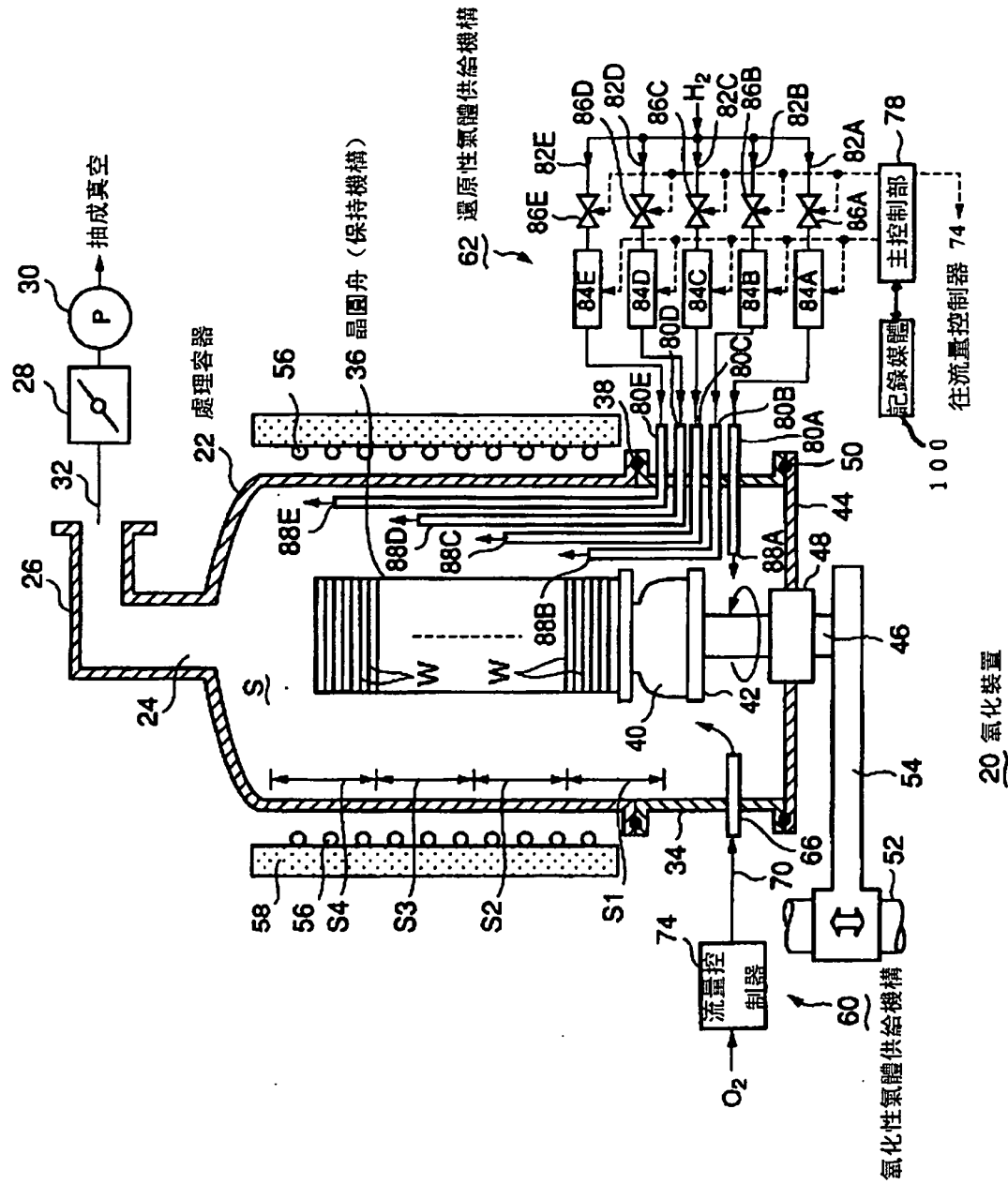


圖 1

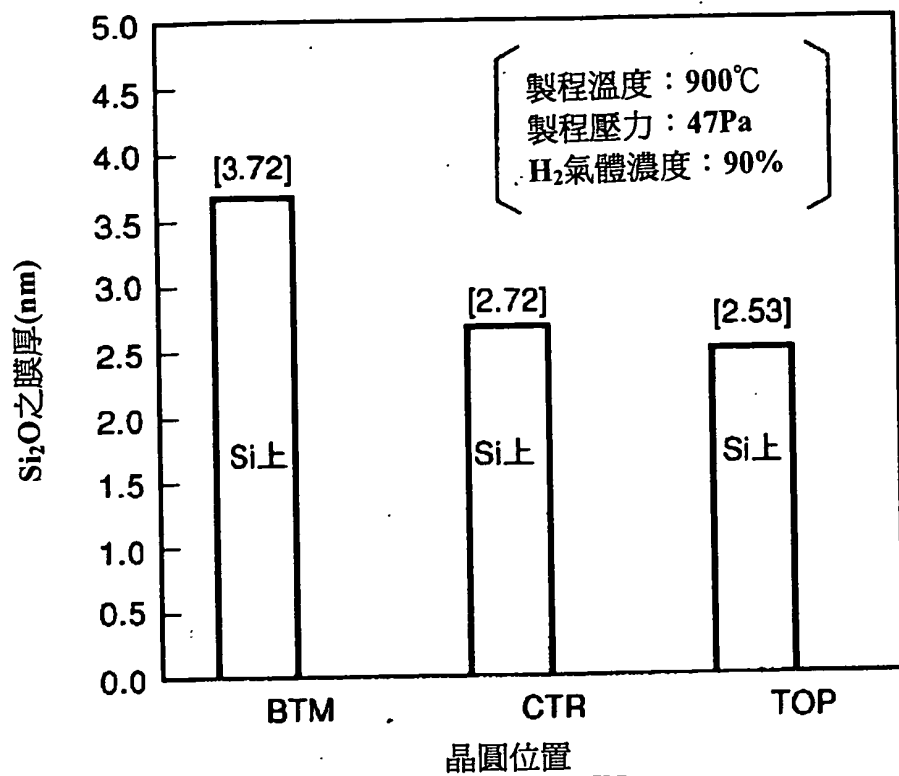


圖 2

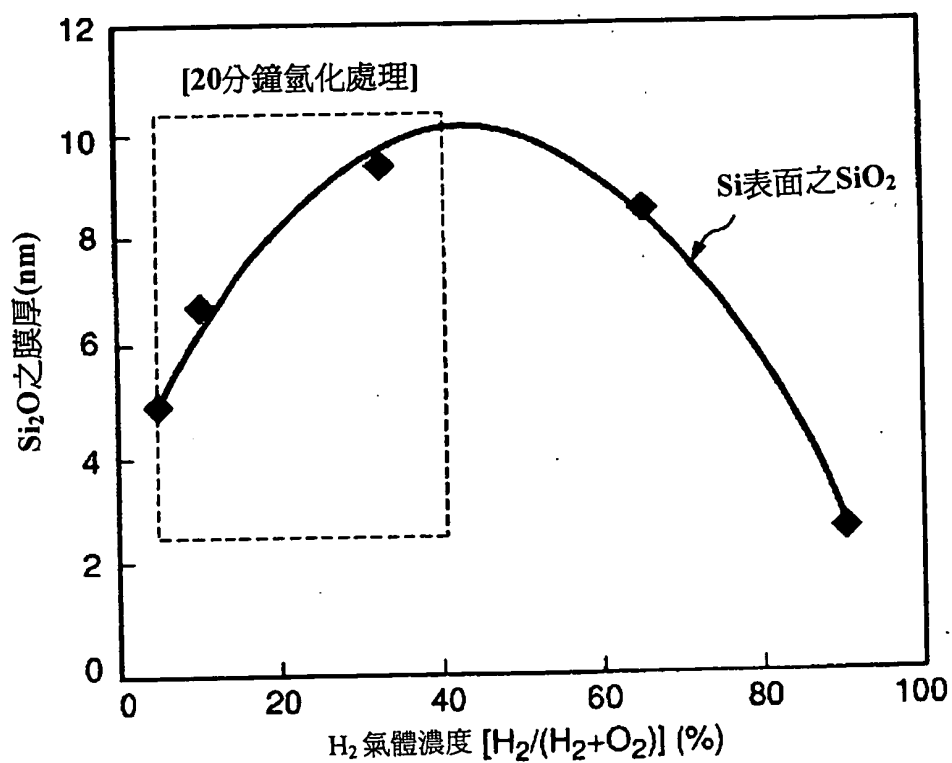


圖 3

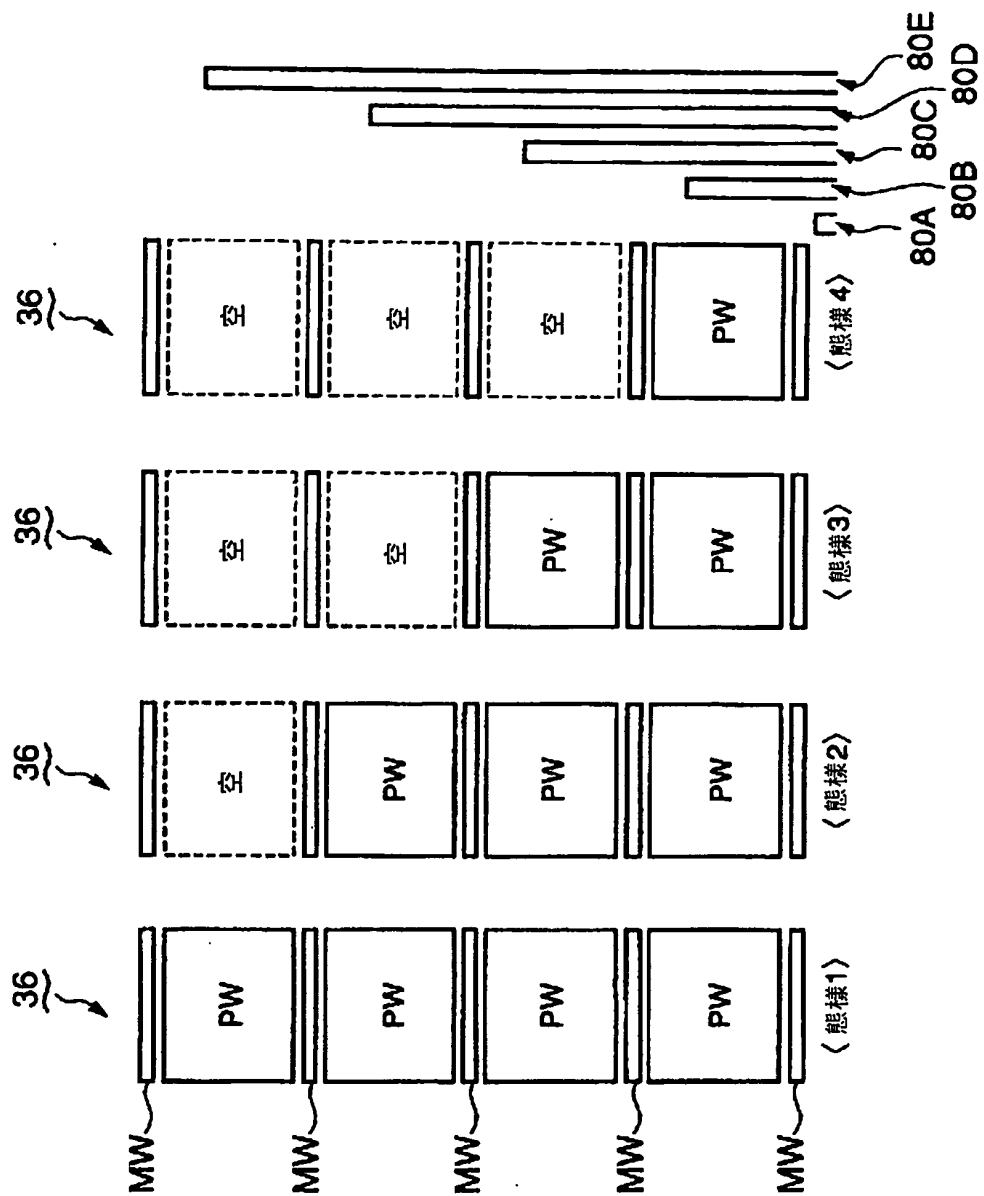


圖 4

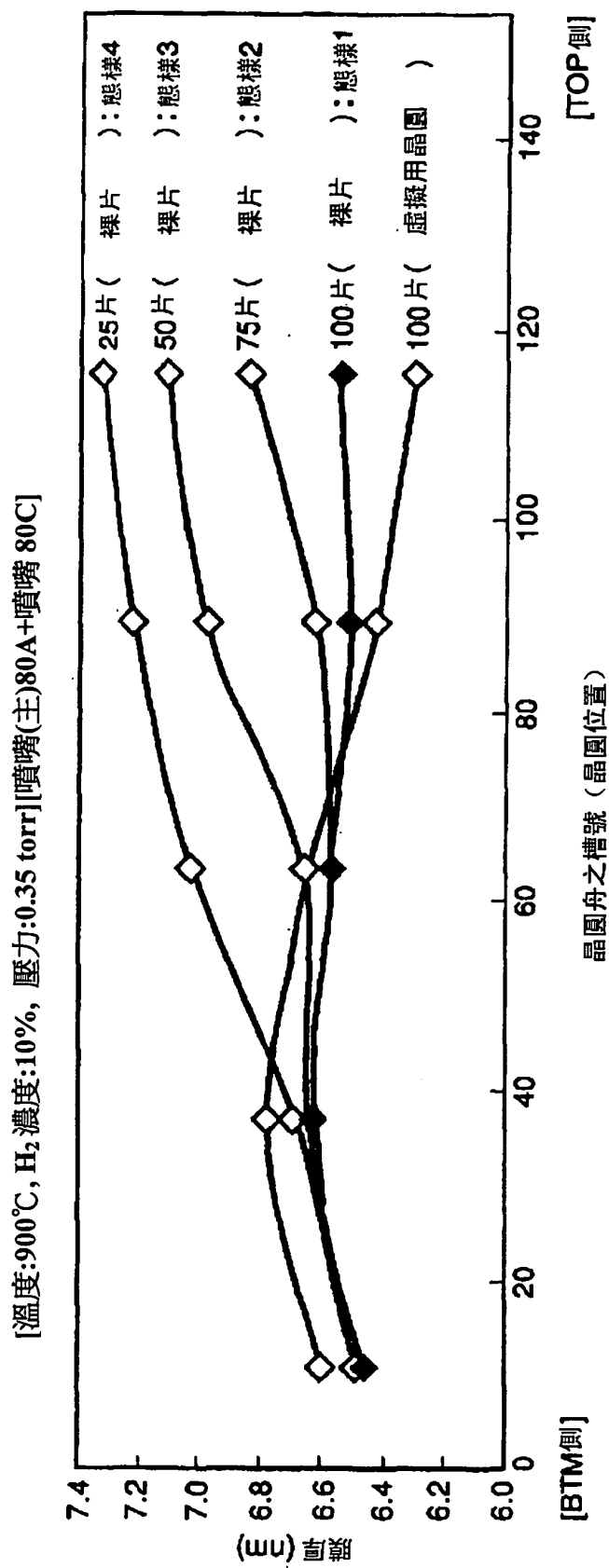


圖 5

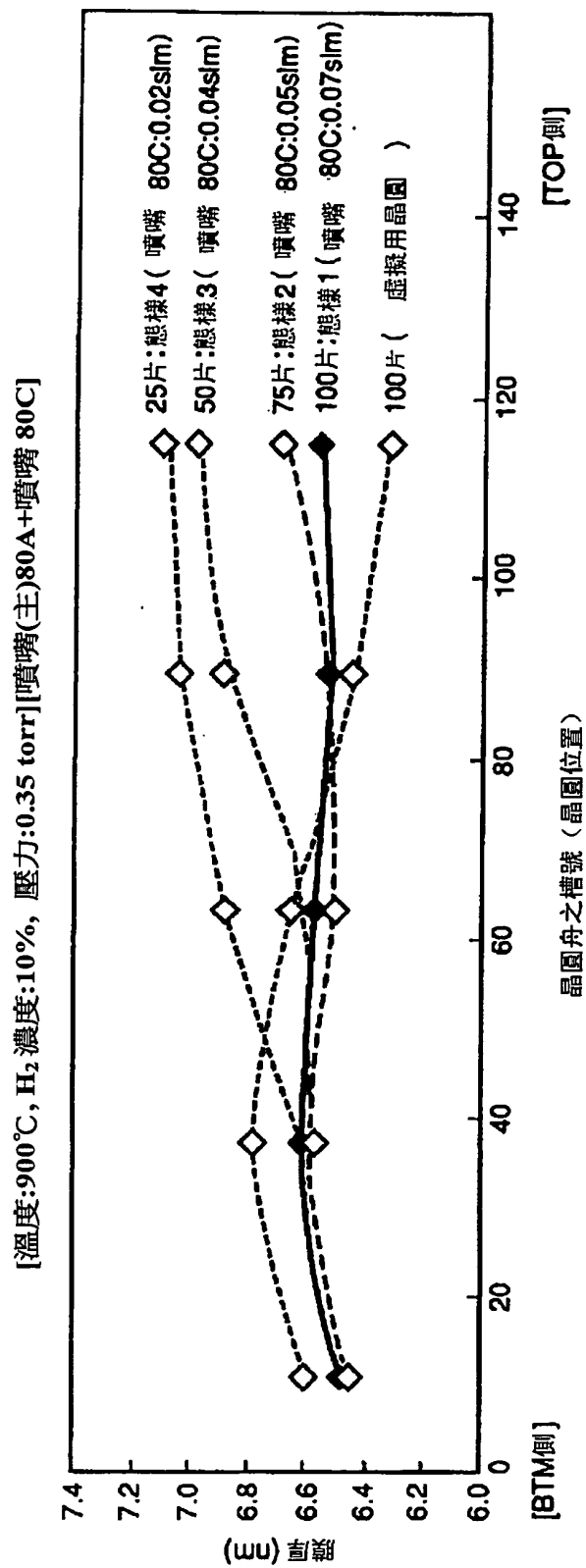


圖 6

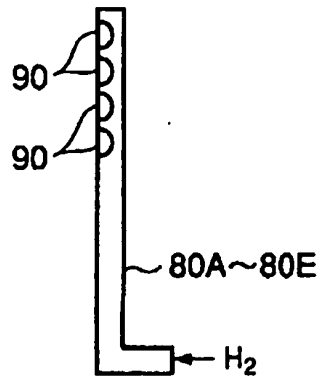


圖 7

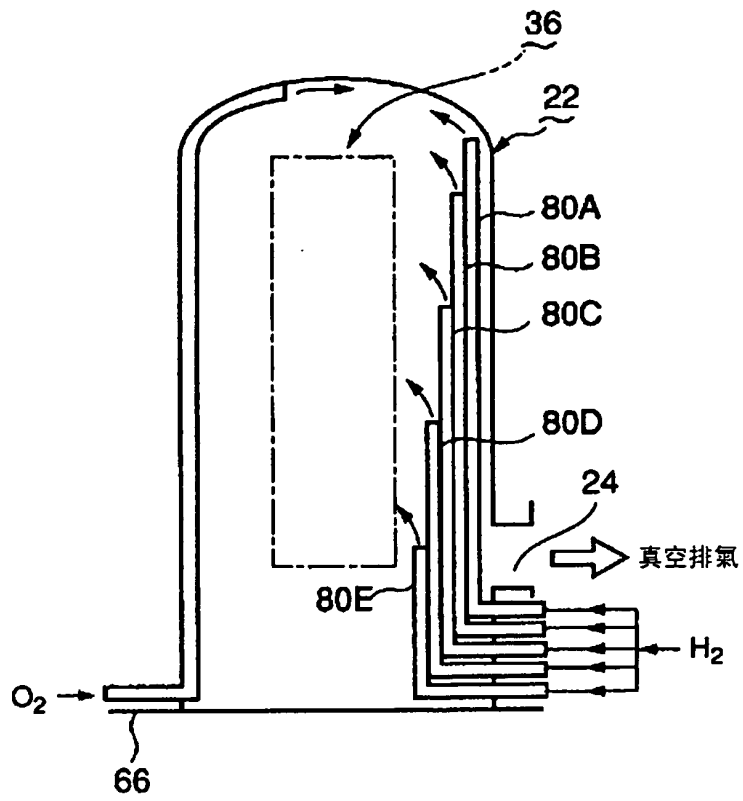


圖 8

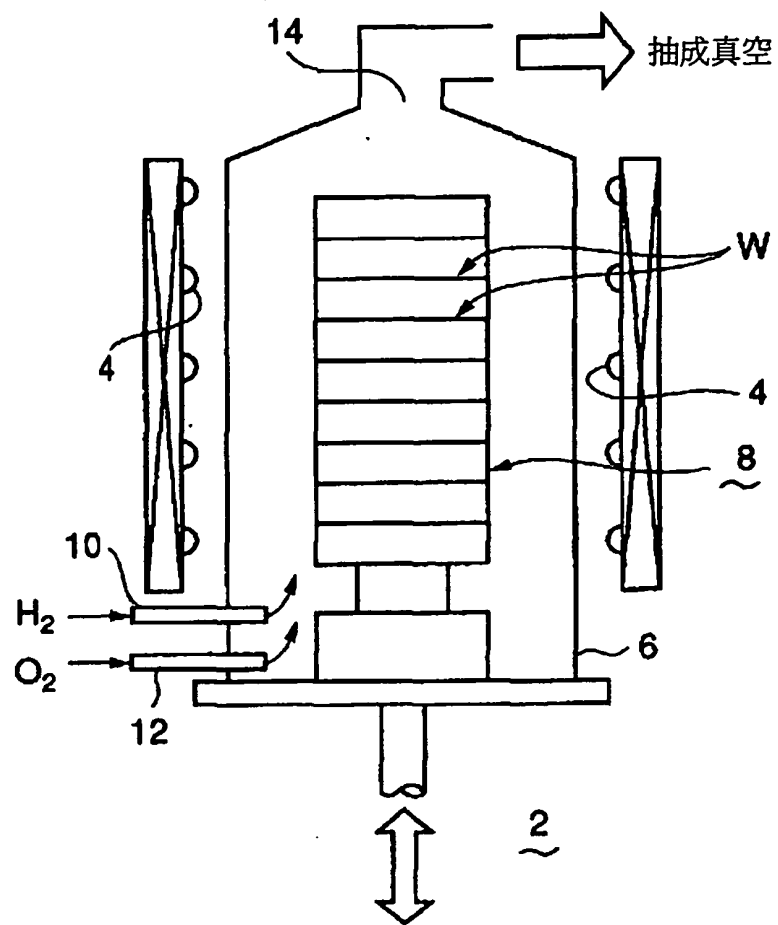


圖 9

## 七、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：

|        |           |
|--------|-----------|
| 20     | 氧化裝置      |
| 22     | 處理容器      |
| 24     | 排氣口       |
| 26     | 排氣管線      |
| 28     | 壓力控制閥     |
| 30     | 真空泵       |
| 32     | 真空排氣系     |
| 34     | 歧管        |
| 36     | 晶圓舟(保持機構) |
| 38, 50 | O環        |
| 40     | 保溫筒       |
| 42     | 台板        |
| 44     | 蓋部        |
| 46     | 旋轉軸       |
| 48     | 磁性流體密封圈   |
| 52     | 晶舟升降機     |
| 54     | 臂         |
| 56     | 加熱機構      |
| 58     | 隔熱材料      |
| 60     | 氧化性氣體供給機構 |
| 62     | 還原性氣體供給機構 |

|            |             |
|------------|-------------|
| 66         | 還原性氣體噴射噴嘴   |
| 70         | 氣體通路        |
| 74         | 流量控制器       |
| 78         | 主控制部        |
| 80A~80E    | 還原性氣體噴射噴嘴   |
| 82A~82E，70 | 氣體通路        |
| 84A~84E，74 | 流量控制器       |
| 86A~86E    | 開閉閥         |
| 88A~88E    | 氣體噴射口       |
| 100        | 記錄媒體        |
| W          | 半導體晶圓(被處理體) |
| S          | 收容區域        |
| S1         | 上流域         |
| S2         | 上中流域        |
| S3         | 下中流域        |
| S4         | 下流域         |

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)

面間之均勻性。

於該情形時，例如如請求項 2 規定，上述選擇之氣體噴射口，其係根據自上述氣體噴射口分別流入還原性氣體實行氧化處理時形成的氧化膜之膜厚，以提高上述膜厚面間之均勻性之方式預先要求之氣體噴射口。

又，例如如請求項 3 規定，將自上述選擇之氣體噴射口供給之還原性氣體流量控制為最適值。

又，例如如請求項 4 規定，對於上述兩個氣體之上述還原性氣體濃度屬於 5%~40% 之範圍內。

又，例如如請求項 5 規定，上述氧化性氣體含有選自由  $O_2$ 、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$  以及  $O_3$  所組成之群中之一個以上氣體，上述還原性氣體含有選自由  $H_2$ 、 $NH_3$ 、 $CH_4$ 、 $HCl$  以及氫所組成之群中之一個以上氣體。

又，例如如請求項 6 規定，上述被處理體包含製品用晶圓以及監測用晶圓。

又，例如如請求項 7 規定，上述被處理體僅包含製品用晶圓。

請求項 8 之發明係一種氧化裝置，其特徵在於：具備有以特定間距支持複數片被處理體之保持機構；以可收容上述保持機構之方式具有特定長度，並可抽成真空之處理容器；用於加熱上述被處理體之加熱機構；向上述處理容器內之一端側供給氧化性氣體之氧化性氣體供給機構；於上述處理容器之與長度方向不同位置，具有供給還原性氣體之複數條還原性氣體噴嘴之還原性氣體供給機構；以及根

據上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述還原性氣體噴嘴內之任何一個，以自該選擇之還原性氣體噴嘴供給還原性氣體之方式控制之主控制部。

於該情形時，例如如請求項9規定，上述選擇之還原性氣體噴嘴，其係根據自上述氣體噴射口分別流入還原性氣體實行氧化處理時形成之膜厚，以提高上述膜厚面間之均勻性之方式預先要求之還原性氣體噴射口。

又，例如如請求項10規定，收容於上述保持機構之上述被處理體之收容片數少於上述保持機構之最大收容能力片數之情形時，相當於該缺少之片數之區域成為空置區域。

又，例如如請求項11規定，上述氧化性氣體含有選自由 $O_2$ 、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 以及 $O_3$ 所組成之群中之一個以上氣體，上述還原性氣體含有選自由 $H_2$ 、 $NH_3$ 、 $CH_4$ 、 $HCl$ 以及氫所組成之群中之一個以上氣體。

又，例如如請求項12規定，上述被處理體含有製品用晶圓以及監測用晶圓。

又，例如如請求項13規定，上述被處理體僅含有製品用晶圓。

請求項14之發明係一種記錄媒體，其記錄一種程式，該程式係於使用氧化裝置氧化被處理體時，相應上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置選擇上述氣體噴射口內之任何一個，以自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體之方式控制上述氧化裝置者，上述氧化裝置係於具

100年12月30日修訂

故而當然不會流出還原性氣體。

以如上所述選擇之噴嘴態樣，如下供給各氣體實行氧化處理而預先測定此時之氧化膜之膜厚。並且，根據該設定值，如上所述實行模擬而預先求得自各還原性氣體噴射噴嘴80A~80E中如上所述實際供給氣體之噴嘴組合。

繼而，就用於選擇供給上述還原性氣體之還原性氣體噴射噴嘴的製程加以說明。

#### <晶圓間之SiO<sub>2</sub>膜厚>

首先，就晶圓間之SiO<sub>2</sub>膜厚之傾向加以討論。其結果，獲得圖2所示之傾向。圖2係表示晶圓位置與SiO<sub>2</sub>膜之關係的圖。圖2中，"BTM"(底部)、"CTR"(中部)、"TOP"(上部)表示晶圓舟36中之各位置，"BTM"、"CTR"以及"TOP"係分別代表將圖1中之晶圓舟36之高度方向大致分為三等份時之下部位置、中央位置、上部位置。

此時之製程條件為如下：製程壓力為47 Pa(0.35 torr)，製程溫度為900℃，H<sub>2</sub>氣體濃度[H<sub>2</sub>/(H<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>)]為90%。又，於晶圓舟36中收容有作為最大收容能力片數之100片製品用晶圓(裸片)。再者，用於測定膜厚之監測用晶圓，其當然亦收容於特定之複數部位。

如圖2所明示可確認下述情形：作為氣流上流側之"BTM"側之膜厚較大，隨著流至氣流下流側之"CTR"以及"TOP"，活性種變少而膜厚依次變小。該結果，可判明下述情形：為改善膜厚之面間均勻性，必須增大"CTR"以及"TOP"側之膜厚。

<H<sub>2</sub>氣體濃度與膜厚之關係>

繼而，討論H<sub>2</sub>氣體濃度與膜厚之關係。圖3係表示H<sub>2</sub>氣體濃度[H<sub>2</sub>/(H<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>)]與SiO<sub>2</sub>膜之膜厚關係的圖。此時，製程條件中使H<sub>2</sub>氣體濃度變化至5%~90%為止，分別表示實行20分鐘氧化處理時之膜厚。如圖所示，當H<sub>2</sub>氣體濃度為40%以下之區域(圖3中以虛線表示)時，H<sub>2</sub>氣體濃度越高則膜厚逐漸變大。該結果可確認下述情形：H<sub>2</sub>氣體濃度為40%以下之區域中，可向欲增大膜厚之區域供給H<sub>2</sub>氣體，從而提高H<sub>2</sub>氣體濃度即可。因此，於本發明方法中，主要自主噴嘴80A供給H<sub>2</sub>，並且可於處理容器22內之氣流途中補充供給H<sub>2</sub>氣體。再者，因若H<sub>2</sub>氣體濃度過低，則氧化速度過慢而產量過少，故而下限為5%程度。

## &lt;製品用晶圓與監測用晶圓之收容態樣&gt;

如上所述，實際氧化處理之情形時，亦存有如圖4所示收容晶圓舟36之最大收容能力全部的製品用晶圓PW之情形，亦存有其一部分中收容製品用晶圓PW而餘下區域成為空置區域(圖中以"空"表示)之情形。又，通常，製品用晶圓PW係自氣流之上流側，即圖4中為晶圓舟36之下部區域逐漸被填充。圖4係表示製品用晶圓之收容態之代表性一例之圖。再者，圖4中亦一併表示有還原性氣體噴射噴嘴80A~80E之概略性位置。

圖示例中，為方便說明將晶圓舟36之收容區域劃分為四個區域，於各區域間以及最上部與最下部，收容有用於測定合計5片之膜厚之監測用晶圓MW。各區域中可收容例

如 25 片之晶圓，故而整體可收容 100 片之晶圓。又，通常，製品用晶圓 PW 係如上所述收容於氣流之上流側(圖示例中為晶圓舟 36 之下部側)。態樣 1 表示全部區域中收容製品用晶圓 PW 之情形，態樣 2 表示於上流側之三個區域中收容製品用晶圓 PW 而最下流側之一個區域成為空置區域之情形，態樣 3 表示於上流側之兩個區域中收容製品用晶圓 PW 而下流側之兩個區域成為空置區域之情形，態樣 4 表示於最上流側之一個區域中收容製品用晶圓 PW 而下流側之三個區域成為空置區域之情形。如上所述，該等之態樣 1~4 僅單單表示一例，根據製品用晶圓 PW 之片數，亦產生至任何區域之途中為止，收容製品用晶圓 PW 而餘下部分成為空置區域之情形。

<自還原性氣體噴射噴嘴供給 H<sub>2</sub> 時之評估>

繼而，因評估對於自還原性氣體噴射噴嘴 80A~80E 供給 H<sub>2</sub> 氣體時之膜厚造成之影響，故而就該評估結果加以說明。圖 5 係表示對於自選擇之特定還原性氣體噴射噴嘴供給 H<sub>2</sub> 氣體時之膜厚所造成之影響的曲線圖。橫軸表示支持晶圓舟之晶圓之槽號，各曲線值表示圖 4 中之 5 片監測用晶圓 MW 之膜厚值。上述監測用晶圓 MW，其位於晶圓舟 36 之槽(支持晶圓之溝)號 11、37、63、89 以及 115。於圖 5 所示之情形時，作為氣體之供給態樣之一例，自噴嘴 66 供給 O<sub>2</sub> 氣體，並且關於作為還原性氣體之 H<sub>2</sub> 氣體，則選擇主噴嘴之噴嘴 80A 與中央部之噴嘴 80C 兩個噴嘴供給 H<sub>2</sub> 氣體。並且，關於晶圓之收容態樣，以圖 4 中所示之全部態

## 十、申請專利範圍：

1. 一種被處理體之氧化方法，其係於具有特定長度之可抽成真空之處理容器內收容複數片被處理體，供給氧化性氣體與還原性氣體至上述處理容器內使上述兩種氣體反應，於藉此產生之具有氧活性種與羥基活性種之氣氛中使上述被處理體之表面氧化者，其特徵在於：

可自上述處理容器之長度方向之一端側供給上述氧化性氣體，自設置於上述處理容器之長度方向不同位置之複數個氣體噴射口供給上述還原性氣體，並且相應上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述氣體噴射口內之任何一個，自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體，對於上述兩種氣體之上述還原性氣體濃度為5%~40%之範圍內。

2. 如請求項1之被處理體之氧化方法，其中上述選擇之氣體噴射口係根據自上述氣體噴射口個別流出還原性氣體實行氧化處理時形成之氧化膜之膜厚，以上述膜厚之面間均勻性提高之方式預先要求之氣體噴射口。
3. 如請求項1或2之被處理體之氧化方法，其中自上述選擇之氣體噴射口供給之還原性氣體之流量被控制為最適值。
4. 如請求項1或2之被處理體之氧化方法，其中上述氧化性氣體含有選自由 $O_2$ 、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 以及 $O_3$ 所組成之群中之一個以上氣體，上述還原性氣體含有選自由 $H_2$ 、 $NH_3$ 、 $CH_4$ 、 $HCl$ 以及氫所組成之群中之一個以上氣體。

5. 如請求項1或2之被處理體之氧化方法，其中上述被處理體包含製品用晶圓以及監測用晶圓。
6. 如請求項1或2之被處理體之氧化方法，其中上述被處理體僅包含製品用晶圓。
7. 一種氧化裝置，其特徵在於具備：
  - 保持機構，其以特定間距支持複數片被處理體；
  - 處理容器，其以可收容上述保持機構之方式具有特定長度並可抽成真空；
  - 加熱機構，其用以加熱上述被處理體；
  - 氧化性氣體供給機構，其向上述處理容器之一端側供給氧化性氣體；
  - 還原性氣體供給機構，其於上述處理容器之長度方向不同之位置，具有供給還原性氣體之複數條還原性氣體噴嘴；及
  - 主控制部，其根據上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置，選擇上述還原性氣體噴嘴內之任何一個，以自該選擇之還原性氣體噴嘴供給還原性氣體而使對於還原性氣體與氧化性氣體之還原性氣體濃度成為5%~40%之範圍內之方式加以控制。
8. 如請求項7之氧化裝置，其中上述選擇之還原性氣體噴嘴係根據自上述還原性氣體噴嘴個別流出還原性氣體實行氧化處理時形成之膜厚，以上述膜厚之面間均勻性提高之方式預先要求之還原性氣體噴嘴。
9. 如請求項7或8之氧化裝置，其中收容於上述保持機構之

上述被處理體之收容片數少於上述保持機構之最大收容能力片數時，相當於該少的片數之區域成為空置區域。

10. 如請求項7或8之氧化裝置，其中上述氧化性氣體含有選自由 $O_2$ 、 $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 以及 $O_3$ 所組成之群中之一個以上氣體，上述還原性氣體含有選自由 $H_2$ 、 $NH_3$ 、 $CH_4$ 、 $HCl$ 以及氫所組成之群中之一個以上氣體。
11. 如請求項7或8之氧化裝置，其中上述被處理體包含製品用晶圓以及監測用晶圓。
12. 如請求項7或8之氧化裝置，其中上述被處理體僅包含製品用晶圓。
13. 一種記錄媒體，其記錄有一程式，該程式係於使用具有特定長度之可抽成真空之處理容器內收容複數片被處理體，可自上述處理容器之長度方向之一端側供給氧化性氣體，並可自設置於上述處理容器之長度方向不同位置的複數個氣體噴射口供給還原性氣體，供給上述氧化性氣體與上述還原性氣體至上述處理容器內使上述兩種氣體反應，於藉此產生之具有氧活性種與羥基活性種之氣氛中使上述被處理體表面氧化之氧化裝置進行被處理體之氧化時，

相應上述處理容器內之上述被處理體之收容片數與收容位置選擇上述氣體噴射口中之任何一個，以自該選擇之氣體噴射口供給還原性氣體而使對於上述兩種氣體之還原性氣體濃度成為5%~40%之範圍內之方式控制上述氧化裝置者。