

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：93124555

※ 申請日期：93-08-16

※IPC 分類：H01L 21/324

一、發明名稱：(中文/英文)

熱處理方法及熱處理裝置

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 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 藤田 武彦

FUJITA, TAKEHIKO

2. 田村 明威

TAMURA, AKITAKE

3. 鈴木 啟介

SUZUKI, KEISUKE

4. 長谷部 一秀

HASEBE, KAZUHIDE

5. 岡田 充弘

OKADA, MITSUHIRO

國 籍：(中文/英文)

1.-5. 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08月28日；特願2003-304297

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】

本發明係關於一種熱處理方法以及熱處理裝置，詳細的是關於一種抑制微粒附著至被處理體例如半導體晶圓的熱處理方法以及熱處理裝置。

【先前技術】

於半導體裝置之製造步驟中使用有藉由CVD(Chemical Vapor Deposition, 化學氣相沉積)等之處理對被處理體例如半導體晶圓實施熱處理的熱處理裝置。例如，使用批次式縱型熱處理裝置作為熱處理裝置之情形時，執行如下之熱處理。

首先，將熱處理裝置之反應管內藉由加熱器升溫(加熱)至特定負載溫度例如400℃，負載收容有複數片半導體晶圓之晶舟。接著，將反應管內藉由加熱器加熱至特定處理溫度例如800℃，並且自排氣埠使反應管內之氣體排氣，將反應管內減壓至特定壓力例如53.2 Pa(0.4 Torr)。若反應管內維持為特定溫度以及壓力，則自處理氣體導入管供給處理氣體至反應管內。若處理氣體供給至反應管內，則例如使處理氣體引起熱反應，藉由熱反應所生成之反應生成物堆積於半導體晶圓之表面，從而於半導體晶圓之表面形成薄膜，以此方式對半導體晶圓實施特定處理。

然而，若將反應管內減壓至特定壓力並且自負載溫度升溫至處理溫度，則會產生碎屑(半導體晶圓或晶舟之碎片)。如此產生碎屑係起因於由於構成半導體晶圓之矽與構成品

舟之石英的熱膨脹率不同所造成之膨脹差，半導體晶圓與晶舟之接觸部分摩擦，造成半導體晶圓或晶舟不完整。並且，存有所產生之碎屑落下至其下方之半導體晶圓，微粒附著於半導體晶圓上之問題。

為解決相關問題，提出有例如加快晶舟之搬入速度，並且於常壓下將反應管內加熱至特定處理溫度後使反應管內減壓，藉此抑制微粒產生的方法(例如，專利文獻1)。

【專利文獻1】日本專利特開2003-100645號公報

[發明所欲解決之問題]

然而，近年來，於半導體裝置之製造中，不斷自少品種大量生產向多品種變量生產移行。為相應於多品種變量生產，製造裝置之短TAT(Turn Around Time，作業完成時間)性較重要，例如使令反應管內自負載溫度升溫至處理溫度的升溫速度加快係有必要的。

因此，業者要求有不是以專利文獻1揭示之升溫速度(5°C/分)之方式慢慢升溫，而是以例如50°C/分~200°C/分之方式加快升溫速度，自負載溫度升溫至處理溫度並且以特定減壓速度，例如532 Pa(4 Torr)/秒之減壓速度，使反應管內減壓至特定壓力之情形。

但是，若如此大幅度加快升溫速度，則半導體晶圓與晶舟之接觸部分會更容易摩擦，從而容易產生碎屑(微粒)。其結果係，造成微粒容易附著於半導體晶圓上。又，考慮到提高生產性、成本之觀點，發展出半導體晶圓之大口徑化，但若半導體晶圓之口徑變大，則進而容易產生碎屑(微粒)。

另外，關於減少附著於半導體晶圓上之微粒之要求越來越嚴格。

本發明係鑑於上述問題開發而成者，其目的在於提供一種可抑制微粒附著至被處理體的熱處理方法以及熱處理裝置。

【發明內容】

為達成上述目的，本發明之第一觀點之熱處理方法，係在減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理方法，其特徵在於包含：

搬入步驟，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，以及

升溫減壓步驟，係使已於上述搬入步驟中搬入該保持被處理體之保持具之反應室內升溫及減壓者，

於上述升溫減壓步驟中，上述反應室內開始升溫1分鐘至5分鐘後，開始反應室內之減壓。

根據該構成，因反應室內之升溫開始1分鐘至5分鐘後，開始反應室內之減壓，從而於接近常壓之高壓下使反應室內升溫(加熱)之時間加長。因此，藉由反應室內之加熱產生之被處理體或保持具之碎屑(微粒)容易排出至反應室外，從而可抑制微粒附著至被處理體。

本發明之第二觀點之熱處理方法，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理方法，其特徵在於包含：

搬入步驟，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，以及

應室內升溫至特定溫度，從而因反應室內之升溫(加熱)所產生之碎屑容易排出至反應室外，故而可抑制微粒附著至被處理體。

於上述升溫減壓步驟中，較好是將上述反應室內暫時減壓至未達133 Pa後，將上述反應室內維持為133 Pa~2660 Pa，以此狀態將上述反應室內升溫至特定溫度。

於上述升溫減壓步驟中，較好是將惰性氣體供給至反應室內。該情形時，所產生之碎屑進而容易排出至反應室外，進而可抑制微粒附著至被處理體。於上述升溫減壓步驟中，較好是供給至少10公升/分之惰性氣體至上述反應室內。

作為上述被處理體，可使用例如半導體晶圓。又，上述保持具係由例如石英所形成。

本發明之第四觀點之熱處理裝置，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理裝置，其特徵在於包含：

搬入機構，係用以將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，

升溫減壓機構，係用以將以上述搬入機構搬入有保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者，以及

控制機構，係用以使上述反應室內開始升溫1分鐘至5分鐘後開始使反應室內減壓之方式控制上述升溫減壓機構者。

根據該構成，因以反應室內開始升溫1分鐘至5分鐘後開始使反應室內減壓之方式控制，從而於接近常壓之高壓下

使反應室內升溫(加熱)的時間加長。因此，因反應室內之加熱所產生之被處理體或保持具之碎屑(微粒)容易排出至反應室外，從而可抑制微粒附著至被處理體。

本發明之第五觀點之熱處理裝置，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理裝置，其特徵在於包含：

搬入機構，係用以將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，

升溫減壓機構，係用以將以上述搬入機構搬入有保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者，以及

控制機構，其係用以使上述反應室內升溫並且以 66.5 Pa/秒 ~ 266 Pa/秒 之減壓速度使其減壓至特定壓力之方式控制上述升溫減壓機構者。

根據該構成，因以將反應室內升溫並且以 66.5 Pa/秒 ~ 266 Pa/秒 未滿之減壓速度使其減壓至特定壓力之方式控制，從而於接近常壓之高壓下使反應室內升溫(加熱)的時間加長。因此，因反應室內之加熱產生之被處理體或保持具之碎屑(微粒)容易排出至反應室外，從而可抑制微粒附著至被處理體。

本發明之第六觀點之熱處理裝置，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理裝置，其特徵在於包含：

搬入機構，係用以將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，

升溫減壓機構，係用以將以上述搬入機構搬入有保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者，以及

根據本發明，可抑制微粒附著至被處理體。

【實施方式】

以下，就本發明之實施形態之熱處理方法以及熱處理裝置，以示於圖1之批次式縱型熱處理裝置1之情形為例加以說明。

如圖1所示，熱處理裝置1包含長度方向朝向垂直方向之大致圓筒狀之反應管2。反應管2係由耐熱材料例如石英所形成。

於反應管2之上端設置有以上端側之直徑縮徑之方式形成為大致圓錐狀之頂部3。於頂部3之中央設置有用以排氣反應管2內之氣體的排氣口4。於排氣口4氣密地連接有排氣管5。於排氣管5設置有未圖示之閥門、真空泵等之壓力調整機構，將反應管2內控制為所期望之壓力(真空度)。

於反應管2之下方配置有蓋體6。蓋體6係構成為可藉由未圖示之晶舟升降機上下移動。並且，若藉由晶舟升降機使蓋體6上升，則反應管2之下方側(爐口部分)會關閉，若藉由晶舟升降機使蓋體6下降，則反應管2之下方側(爐口部分)會打開。

於蓋體6之上部設置有保溫筒7。保溫筒7主要包含：平面狀加熱器8及筒狀支持體9，該加熱器8包含防止由於來自反應管2之爐口部分放熱所造成之反應管2內之溫度下降的電阻發熱體，該筒狀支持體9將該加熱器8以特定高度支持於蓋體6上面。

又，於保溫筒7之上方設置有旋轉台10。旋轉台10係作為

發揮可旋轉地載置收容被處理體例如半導體晶圓W之晶舟11的載置台之功能。具體的是，於旋轉台10之下部設置有旋轉支柱12，旋轉支柱12連接於貫通加熱器8之中央部旋轉旋轉台10之旋轉機構13。旋轉機構13主要包含：未圖示之馬達，與具備自蓋體6之下面側以氣密狀態貫通導入至上面側之旋轉軸14的旋轉導入部15。旋轉軸14連結於旋轉台10之旋轉支柱12，介以旋轉支柱12將馬達之旋轉力傳入旋轉台10。因此，若藉由旋轉機構13之馬達使旋轉軸14旋轉，則旋轉軸14之旋轉力傳入旋轉支柱12從而旋轉旋轉台10。

晶舟11係以半導體晶圓W於垂直方向隔特定間隔可收容複數片例如100片之方式構成。晶舟11係由例如石英所形成。如此，因於旋轉台10上載置有晶舟11，從而若旋轉台10旋轉則晶舟11旋轉，收容於晶舟11內之半導體晶圓W亦會旋轉。

以包圍反應管2之方式於反應管2之周圍設置有例如包含電阻發熱體之升溫用加熱器16。藉由該升溫用加熱器16，使反應管2之內部升溫(加熱)至特定溫度，其結果，半導體晶圓W加熱至特定溫度。

於反應管2之下端附近之側面插通有將處理氣體導至反應管2內之處理氣體導入管17。處理氣體導入管17介以未圖示之質量流量控制器(MFC)連接於未圖示之處理氣體供給源。處理氣體導入管17係由例如不銹鋼(SUS)所形成。另外，圖1中僅畫出一個處理氣體導入管17，但亦可例如於反應管2之下端附近之側面插入有複數個處理氣體導入管

17。該情形時，自複數根處理氣體導入管17供給處理氣體至反應管2內，從而可將處理氣體更均勻地導入反應管2內。

又，於反應管2之下端附近之側面插通有潔淨氣體供給管18。潔淨氣體供給管18介以未圖示之MFC連接於未圖示之潔淨氣體供給源，將所期望量之潔淨氣體供給至反應管2內。

又，於設置於排氣管5之壓力調整機構、晶舟升降機、加熱器8、旋轉機構13之馬達、升溫用加熱器16、設置於處理氣體導入管17以及潔淨氣體供給管18之MFC連接有控制部100。控制部100包含微處理器、製程控制器等，測定熱處理裝置1之各部之溫度或壓力等，根據測定資料輸出控制信號等至上述各部，根據如圖2~圖4所示之處理程式(時序)控制熱處理裝置1之各部。

接著，就使用如上構成之熱處理裝置1的熱處理方法加以說明。於本實施形態中，以導入處理氣體至反應管2內於半導體晶圓W上形成薄膜之情形為例，就圖2~圖4之處理程式所示之三個熱處理方法加以說明。又，於以下說明中，構成熱處理裝置1之各部動作係藉由控制部100控制。

首先，就圖2之處理程式所示之熱處理方法加以說明。該熱處理方法係於圖2之穩定化步驟中減緩使反應管2內之壓力降低之減壓速度，藉此抑制微粒附著至半導體晶圓W者。

藉由升溫用加熱器16將反應管2內升溫(加熱)至特定負載溫度例如圖2(a)所示之400℃。又，如圖2(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內後，將收容

有半導體晶圓W之晶舟11載置於蓋體6上，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體6上升，密封反應管2(負載步驟)。

接著，如圖2(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內，並且藉由升溫用加熱器16以例如圖2(a)所示之 $200^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 之升溫速度將反應管2內加熱至特定成膜溫度(處理溫度)，例如圖2(a)所示之 800°C 。又，排出反應管2內之氣體，將反應管2減壓至特定壓力，例如圖2(b)所示之 $53.2\text{ Pa}(0.4\text{ Torr})$ 。該減壓操作以低於 $266\text{ Pa}(2\text{ Torr})/\text{秒}$ 之減壓速度，例如圖2(a)所示之 $133\text{ Pa}(1\text{ Torr})/\text{秒}$ 之減壓速度，將反應管2減壓至 $53.2\text{ Pa}(0.4\text{ Torr})$ 。並且，執行該減壓以及加熱操作直至反應管2穩定為特定壓力以及溫度為止(穩定化步驟)。

此處，若使反應管2內加熱，則由於構成半導體晶圓W之矽與構成品舟11之石英之熱膨脹率不同所造成之膨脹差，從而半導體晶圓W與晶舟11之接觸部分摩擦，產生半導體晶圓W或晶舟11之碎片(碎屑)。特別是，於本實施形態中，因將反應管2內以 $200^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 之升溫速度加熱，從而容易產生碎屑。但是，於本實施形態中，因使減壓速度低於 $266\text{ Pa}(2\text{ Torr})/\text{秒}$ ，從而於接近常壓之高壓下使反應管2加熱之時間加長，所產生之碎屑不會落下至其下方之半導體晶圓W，而介以排氣口4、排氣管5，容易排出(除去)至反應管2外。其結果，即使加快升溫速度至容易產生碎屑之狀況，所產生之碎屑亦較難落至半導體晶圓W上。因此，即使加快升溫速度亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。另外，因以

200°C/分之升溫速度使反應管2內自負載溫度升溫至處理溫度，因此熱處理裝置1之短TAT性優良，可對應於多品種變量生產。

為進一步將所產生之碎屑容易除去至反應管2外，該減壓速度只要低於266 Pa(2 Torr)/秒即可，但較好是66.5 Pa(0.5 Torr)/秒以上。因為若使減壓速度低於66.5 Pa(0.5 Torr)/秒，則會對短TAT(Turn Around Time)性產生不良影響。又，減壓速度較好是66.5 Pa(0.5 Torr)/秒~200 Pa(1.5 Torr)/秒，更好是66.5 Pa(0.5 Torr)/秒~133 Pa(1 Torr)/秒。因為使減壓速度低於200 Pa(1.5 Torr)/秒，藉此產生之碎屑進而容易除去至反應管2外，使減壓速度低於133 Pa(1 Torr)/秒，藉此產生之碎屑更容易除去至反應管2外。

再者，於本實施形態中，因自潔淨氣體供給管18供給特
定量之氮氣至反應管2內，從而所產生之碎屑介以排氣口
4、排氣管5容易除去至反應管2外。其係因為藉由供給氮氣
至反應管2內，於反應管2內自潔淨氣體供給管18至排氣口
4(自反應管2內之下至上)產生氣體流動，從而所產生之碎屑
容易移動至排氣口4方向。其結果，所產生之碎屑較難移動
至配置於其下方之半導體晶圓W，從而較難附著於半導體
晶圓W。

自潔淨氣體供給管18供給至反應管2內之氮氣，以碎屑容易除去至反應管2外之方式，例如較好是10公升/分以上之大流量，更好是30公升/分以上。但是，因若過度加大來自潔淨氣體供給管18之氮氣的供給量，則較難將反應管2內之

壓力調整為低壓，故而較好是50公升/分以下。

又，控制旋轉機構13之馬達，旋轉旋轉台10，旋轉晶舟11。藉由旋轉晶舟11之處理，亦旋轉收容於晶舟11之半導體晶圓W，而均勻加熱半導體晶圓W。

若反應管2內穩定於特定壓力及溫度，則停止自潔淨氣體供給管18供給氮氣。並且，如圖2(d)所示，自處理氣體導入管17將特定量之氧導入至反應管2內。導入至反應管2內之氧藉由反應管2內之熱引起熱分解反應，於半導體晶圓W之表面形成矽氧化膜(成膜步驟)。

若於半導體晶圓W之表面形成有特定厚度之矽氧化膜，則停止自處理氣體導入管17供給氧。並且，排出反應管2內之氣體，並且如圖2(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣，將反應管2內之氣體排出至排氣管5(淨化步驟)。另外，為確實排出反應管2內之氣體，較好是執行複數次重複排出反應管2內之氣體以及供給氮氣的循環淨化。並且，藉由升溫用加熱器16，將反應管2內設為特定溫度，例如圖2(a)所示之400℃，並且如圖2(b)所示，將反應管2內之壓力回至常壓。最後，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體6下降，藉此卸載(卸載步驟)。

根據該熱處理方法，因使減壓速度低於266 Pa(2 Torr)/秒，從而於接近常壓之高壓下使反應管2內加熱之時間加長，所產生之碎屑較難落下至半導體晶圓W。因此，即使加快升溫速度，亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。

又，根據該熱處理方法，因自潔淨氣體供給管18供給特

定量之氮氣至反應管2內，從而所產生之碎屑容易除去至反應管2外。因此，所產生之碎屑較難移動至配置於其下方之半導體晶圓W，從而較難附著於半導體晶圓W。

接著，就圖3之處理程式所示之熱處理方法加以說明。該熱處理方法係於圖3之穩定化步驟中延遲減壓反應管2內的時序，藉此抑制微粒附著至半導體晶圓W者。

首先，藉由升溫用加熱器16將反應管2內升溫(加熱)至特定負載溫度，例如圖3(a)所示之 400°C 。又，如圖3(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內後，將收容有半導體晶圓W之晶舟11載置於蓋體6上，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體6上升，密封反應管2(負載步驟)。

接著，如圖3(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內，並且藉由升溫用加熱器16將反應管2內，以例如圖3(a)所示之 $200^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 之升溫速度加熱至特定處理溫度例如圖3(a)所示之 800°C 。接著，如圖3(b)所示，藉由升溫用加熱器16在反應管2內開始升溫1分鐘以上之後，例如3分鐘後，排出反應管2內之氣體，將反應管2減壓至特定壓力，例如以 $532\text{ Pa}(4\text{ Torr})/\text{秒}$ 之減壓速度減壓至 $53.2\text{ Pa}(0.4\text{ Torr})$ 。

如此，因反應管2內開始升溫1分鐘以上之後，開始反應管2之減壓，從而於接近常壓之高壓下使反應管2內升溫(加熱)之時間加長，所產生之碎屑介以排氣口4、排氣管5，容易除去至反應管2外。進而，因自潔淨氣體供給管18供給有特定量之氮氣至反應管2內，從而碎屑容易除去至反應管2

外。其結果，即使加快升溫速度至容易產生碎屑之狀況，所產生之碎屑亦較難落至半導體晶圓W上。因此，即使加快升溫速度亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。另外，因以200℃/分之升溫速度使反應管2內自負載溫度升溫至處理溫度，從而熱處理裝置1之短TAT性優良，可對應於多品種變量生產。

為了將所產生之碎屑容易除去至反應管2外，開始減壓之時序較好是設為反應管2內開始升溫2分鐘以上之後，更好是設為3分鐘以上之後。但是，考慮到若過度延遲該時序，就會對短TAT(Turn Around Time)性產生不良影響，因而較好是設為5分鐘以下。

又，以均勻加熱半導體晶圓W之方式，控制旋轉機構13之馬達，旋轉旋轉台10及旋轉晶舟11。並且，執行該減壓以及加熱操作直至反應管2穩定於特定壓力以及溫度為止(穩定化步驟)。

若反應管2內穩定於特定壓力以及溫度，則停止自潔淨氣體供給管18供給氮氣。並且，如圖3(d)所示，自處理氣體導入管17將特定量之氧導入反應管2內。導入反應管2內之氧藉由反應管2內之熱引起熱分解反應，於半導體晶圓W之表面形成矽氧化膜(成膜步驟)。

若於半導體晶圓W之表面形成特定厚度之矽氧化膜，則停止自處理氣體導入管17供給氧。並且，排出反應管2內之氣體，並且如圖3(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣，將反應管2內之氣體排出至排氣管5(淨化步驟)。並

且，藉由升溫用加熱器16，將反應管2內設為特定溫度，例如圖3(a)所示之400℃，並且如圖3(b)所示，將反應管2內之壓力回至常壓。最後，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體6下降，藉此卸載(卸載步驟)。

根據該熱處理方法，因在反應管2內開始升溫1分鐘以上之後，開始反應管2之減壓，從而於接近常壓之高壓下使反應管2內升溫(加熱)之時間加長，所產生之碎屑較難落下至半導體晶圓W。因此，即使加快升溫速度亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。

又，根據該熱處理方法，因自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內，從而所產生之碎屑容易除去至反應管2外。因此，所產生之碎屑較難移動至配置於其下方之半導體晶圓W，從而較難附著於半導體晶圓W。

接著，就圖4之處理程式所示之熱處理方法加以說明。該熱處理方法係於圖4之穩定化步驟中，將反應管2內以成為極低壓之方式暫時減壓後，維持為可除去碎屑之壓力，以此狀態將反應管2內升溫至特定溫度，藉此抑制微粒附著至半導體晶圓W者。

首先，藉由升溫用加熱器16將反應管2內設為特定負載溫度，例如圖4(a)所示之300℃。又，如圖4(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內後，將收容有半導體晶圓W之晶舟11載置於蓋體6上，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體6上升，密封反應管2(負載步驟)。

接著，如圖4(c)所示，自潔淨氣體供給管18供給特定量之

氮氣至反應管2內，並且排出反應管2內之氣體，將反應管2暫時減壓至極低壓，例如圖4(b)所示之0.266 Pa(0.002 Torr)為止。此處，因將反應管2內暫時減壓至極低壓，從而反應管2內之大氣成分可大致確實排氣。因此，可抑制於半導體晶圓W上形成自然氧化膜之情形。

接著，將反應管2內之壓力設為可除去碎屑之壓力，例如圖4(b)所示之1000 Pa(7.6 Torr)。若反應管2內維持為1000 Pa(7.6 Torr)，則藉由升溫用加熱器16以如圖4(a)所示之200℃/分之升溫速度將反應管2內升溫(加熱)至特定處理溫度，例如圖4(a)所示之620℃。即，將升溫時壓力設為可除去碎屑之壓力後，將反應管2內加熱至特定處理溫度。

如此，因於將反應管2維持為可除去碎屑之壓力之狀態，將反應管2內加熱至特定處理溫度，從而所產生之碎屑容易除去至反應管2外。進而，因自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內，從而碎屑容易除去至反應管2外。又，因將反應管2暫時減壓至極低壓後，維持在可除去碎屑之壓力，從而於反應管2內產生自其下朝向上(排氣口4)之流動，所產生之碎屑容易移動至排氣口4方向，碎屑容易除去至反應管2外。其結果，即使加快升溫速度成為容易產生碎屑之狀況，所產生之碎屑亦較難落下至半導體晶圓W。因此，即使加快升溫速度亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。另外，因以200℃/分之升溫速度使反應管2內自負載溫度升溫至處理溫度，因而熱處理裝置1之短TAT性優良，可對應於多品種變量生產。

此處，作為可除去碎屑之壓力，較好是 133 Pa(1 Torr)~2660 Pa(20 Torr)，更好是 400 Pa(3 Torr)~1330 Pa(10 Torr)。

若反應管 2 內升溫至特定處理溫度，則排出反應管 2 內之氣體，將反應管 2 減壓至特定壓力，例如圖 4(b)所示之 53.2 Pa(0.4 Torr)。

又，以均勻加熱半導體晶圓 W 之方式，控制旋轉機構 13 之馬達，旋轉旋轉台 10 及旋轉晶舟 11。並且，執行該減壓以及加熱操作直至反應管 2 內穩定於特定壓力以及溫度為止(穩定化步驟)。

若反應管 2 內以特定壓力以及溫度穩定，則停止自潔淨氣體供給管 18 供給氮氣。並且，如圖 4(d)所示，自處理氣體導入管 17 將特定量之單矽烷(SiH_4)導入至反應管 2 內。導入至反應管 2 內之單矽烷藉由反應管 2 內之熱引起熱分解反應，於半導體晶圓 W 之表面形成多晶矽膜(成膜步驟)。

若於半導體晶圓 W 之表面形成特定厚度之多晶矽膜，則停止自處理氣體導入管 17 供給單矽烷。並且，排出反應管 2 內之氣體，並且如圖 4(c)所示，自潔淨氣體供給管 18 供給特定量之氮氣，將反應管 2 內之氣體排出至排氣管 5(淨化步驟)。並且，藉由升溫用加熱器 16，將反應管 2 內設為特定溫度例如圖 4(a)所示之 300°C ，並且如圖 4(b)所示，將反應管 2 內之壓力回至常壓。最後，藉由未圖示之晶舟升降機使蓋體 6 下降，藉此卸載(卸載步驟)。

根據該熱處理方法，因將反應管 2 內以成為極低壓之方式

暫時減壓後，維持在可除去碎屑之壓力，以此狀態使反應管2內升溫，因而所產生之碎屑容易除去至反應管2外。因此，即使加快升溫速度，亦可抑制微粒附著至半導體晶圓W。

進而，根據該熱處理方法，因暫時減壓反應管2內至極低壓，從而反應管2內之大氣成分可大致確實排氣，從而可抑制於半導體晶圓W上形成自然氧化膜之情形。

又，根據該熱處理方法，因自潔淨氣體供給管18供給特定量之氮氣至反應管2內，從而所產生之碎屑容易除去至反應管2外。因此，所產生之碎屑較難移動至配置於其下方之半導體晶圓W，從而較難附著於半導體晶圓W。

接著，藉由如上所述之熱處理方法，進行關於是否可抑制微粒附著至半導體晶圓W的確認。具體而言，以圖2~4之處理程式所示之方法熱處理半導體晶圓W，測定微粒對熱處理之半導體晶圓W的附著狀態。

圖5係表示微粒對熱處理之半導體晶圓W之附著狀態的模式圖。於圖5(a)中表示以延遲穩定化步驟中之減壓時序的圖3之處理程式所示的方法熱處理半導體晶圓W之情形。於圖5(b)、(c)中表示以減慢穩定化步驟中之減壓速度的圖2所示之處理程式的方法熱處理半導體晶圓W之情形，於圖5(b)中將減壓時之氮氣供給量設為1公升/分，於圖5(c)中設為30公升/分。另外，為了比較，表示除設為532 Pa(4 Torr)/秒之減壓速度以外以圖2之處理程式所示的方法(除不延遲穩定化步驟中之減壓時序以外係圖3之處理程式所示之方法)熱

處理半導體晶圓 W 之情形時微粒對半導體晶圓 W 附著之狀態的模式圖示於圖 5(d)。

如圖 5(a)與圖 5(d)所示，可確認藉由延遲穩定化步驟中之減壓時序，可大為減少微粒對半導體晶圓 W 之附著數，可抑制微粒附著至半導體晶圓 W 之情形。因此，可確認圖 3 之處理程式所示之熱處理方法係抑制微粒附著至半導體晶圓 W 者之情形。

如圖 5(b)與圖 5(d)所示，可確認藉由減慢穩定化步驟中之減壓速度，可大為減少微粒對半導體晶圓 W 之附著數，可抑制微粒附著至半導體晶圓 W 之情形。因此，可確認圖 2 之處理程式所示之熱處理方法係抑制微粒附著至半導體晶圓 W 者之情形。

進而，如圖 5(b)與圖 5(c)所示，可確認可藉由將減壓時之氮氣供給量設為大流量(30 公升/分)之處理，進一步減少微粒對半導體晶圓 W 之附著數之情形。因此，可確認若將減壓時之氮氣供給量設為大流量，則可進一步抑制微粒附著至半導體晶圓 W 之情形。

又，關於變更反應管 2 內之溫度設定之情形，測定微粒對熱處理之半導體晶圓 W 之附著狀態。具體而言，關於將負載溫度設為 450℃，以升溫速度 200℃/分將反應管 2 內升溫至處理溫度 530℃，延遲穩定化步驟中之減壓時序之情形以及減慢穩定化步驟中之減壓速度之情形，對半導體晶圓 W 進行熱處理，測定微粒對熱處理之半導體晶圓 W 之附著狀態。其結果，具有與圖 5(a)~(c)相同的趨勢，並可確認延遲

穩定化步驟中之減壓時序或減慢穩定化步驟中之減壓速度，藉此可大為減少微粒對半導體晶圓W之附著數之情形。因此，可確認本發明之熱處理方法並非僅限定於圖2或圖3之處理程式所示之溫度之情形。

圖6係表示以圖4之處理程式所示之方法熱處理半導體晶圓W，測定附著於熱處理後之半導體晶圓W上之微粒數的結果。於本例中，關於將升溫速度設為 $50^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以及 $100^{\circ}\text{C}/\text{分}$ ，變化升溫時壓力之情形，測定收容於晶舟11上部之半導體晶圓W(T)、收容於晶舟11中央的半導體晶圓W(C)、以及收容於晶舟11下部的半導體晶圓W(B)上附著之 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上的微粒數。

如圖6所示，若對升溫時壓力為不可除去碎屑之壓力的 $100\text{ Pa}(0.76\text{ Torr})$ 之情形與可除去碎屑之壓力(例如， $133\text{ Pa}(1\text{ Torr})$ 以上)之情形進行比較，可確認藉由將升溫時壓力設為可除去碎屑之壓力之處理，可大為減少 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上之微粒數之情形。例如，升溫速度為 $50^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、收容於晶舟11上部的半導體晶圓W(T)之情形時，將升溫時壓力自 $100\text{ Pa}(0.76\text{ Torr})$ 設為 $240\text{ Pa}(1.8\text{ Torr})$ ，藉此可將附著於半導體晶圓W上之 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上的微粒數減少至 $1/3$ 以下(自29個減至9個)。其係因為將升溫時壓力設為可除去碎屑之壓力，藉此所產生之碎屑容易除去至反應管2外。因此，可確認圖4之處理程式所示之熱處理方法係抑制微粒附著至半導體晶圓W者之情形。

另外，本發明並非僅限定於上述實施形態，可進行種種

變形、應用。以下，就可適用於本發明之其他實施形態加以說明。

上述實施形態中，於圖2~圖4所示之熱處理方法之穩定化步驟中，以自潔淨氣體供給管18供給氮之情形為例說明本發明，但於穩定化步驟中亦可不供給氮。又，於穩定化步驟中所供給之氣體為對熱處理不產生不良影響之惰性氣體即可，亦可為氮、氬、氦等。該情形時亦可進一步抑制微粒附著至半導體晶圓W。

於上述實施形態中，以自處理氣體導入管17將氧或單矽烷導入至反應管2內，於半導體晶圓W之表面形成有矽氧化膜或多晶矽膜之情形為例說明本發明，但本發明並非僅限定於該者，只要係對被處理體執行特定熱處理者即可，亦可係例如於被處理體形成矽氮化膜之情形。

於上述實施形態中，以使用半導體晶圓W作為被處理體，作為保持具之晶舟11係由石英形成之情形為例說明本發明，但本發明並非僅限定於該者，被處理體以及保持具只要係由於被處理體之材質與收容被處理體之保持具的材質之熱膨脹係數不同所造成之膨脹差，導致被處理體與保持具之接觸部分摩擦而產生碎屑的組合即可。

於本實施形態中，以使用單管構造之批次式熱處理裝置作為熱處理裝置之情形為例說明本發明，但本發明亦可適用於例如反應管2包含內管與外管之二重管構造之批次式縱型熱處理裝置中。

【圖式簡單說明】

圖1係表示本發明之實施形態之熱處理裝置圖。

圖2(a)~2(d)係表示用以說明本發明之實施形態之熱處理方法之處理程式圖。

圖3(a)~3(d)係表示用以說明本發明之實施形態之熱處理方法之處理程式圖。

圖4(a)~4(d)係表示用以說明本發明之實施形態之熱處理方法之處理程式圖。

圖5(a)~5(d)係表示變化減壓時序、減壓速度之情形時的半導體晶圓上附著之微粒之附著狀態圖。

圖6(a)~6(b)係表示變化升溫速度以及升溫時壓力之情形時的半導體晶圓上附著之微粒數的表。

【主要元件符號說明】

1	熱處理裝置
2	反應管
3	頂部
4	排氣口
5	排氣管
6	蓋體
7	保溫筒
8	加熱器
9	支持體
10	旋轉台
11	晶舟
12	旋轉支柱

13	旋轉機構
14	旋轉軸
15	旋轉導入部
16	升溫用加熱器
17	處理氣體導入管
18	潔淨氣體供給管
100	控制部
W	半導體晶圓

五、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供一種可抑制微粒附著至被處理體的熱處理方法以及熱處理裝置。

熱處理裝置1之控制部100將以特定間距間隔保持複數片半導體晶圓W之晶舟11搬入反應管2內。保持半導體晶圓W之晶舟11一被搬入反應管2內，則將反應管2內暫時減壓至半導體晶圓W或晶舟11之碎屑不會排出至反應管2外之壓力後，維持在可排出碎屑至反應管2外之壓力，在此狀態下將反應管2內升溫至特定溫度。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

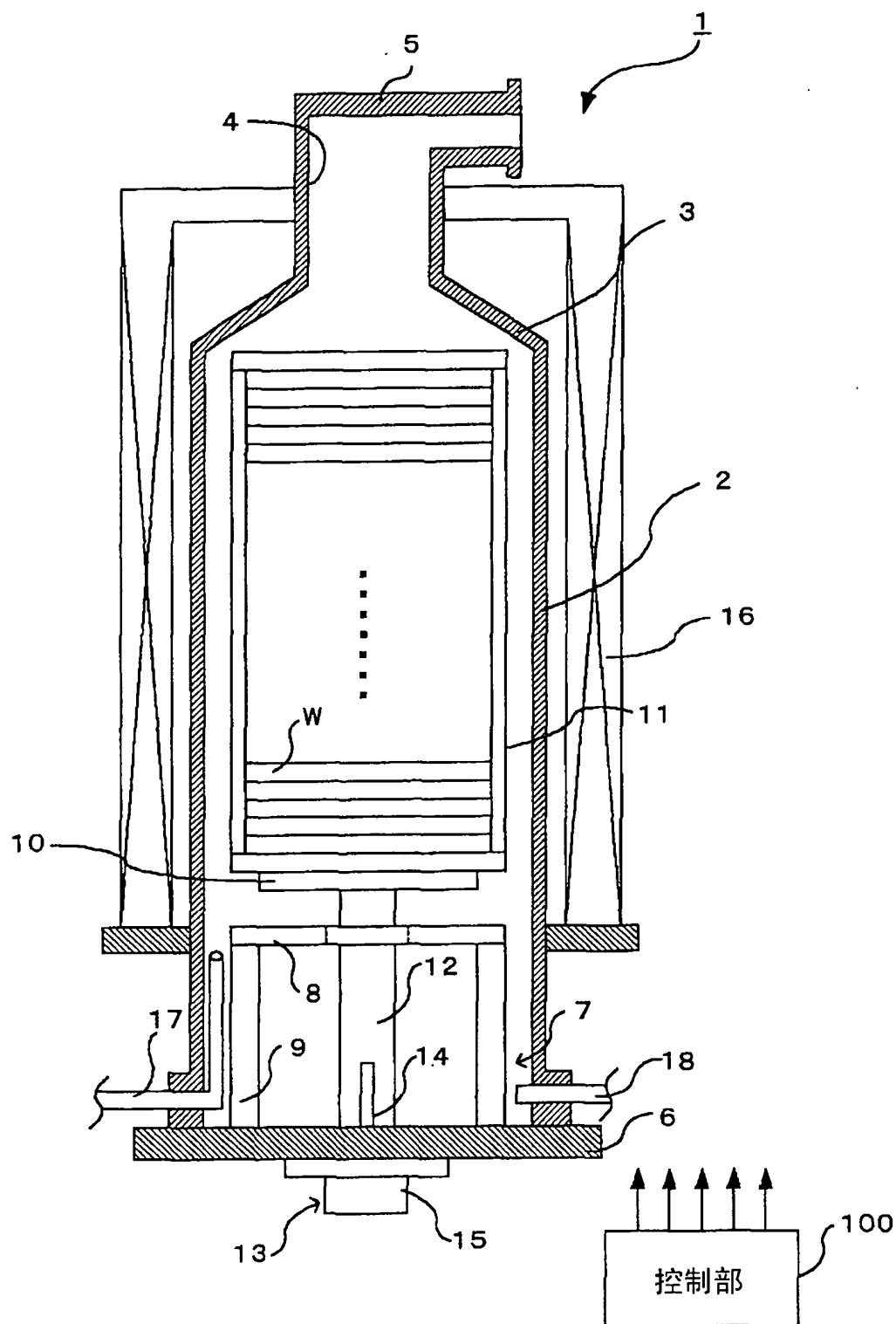


圖 1

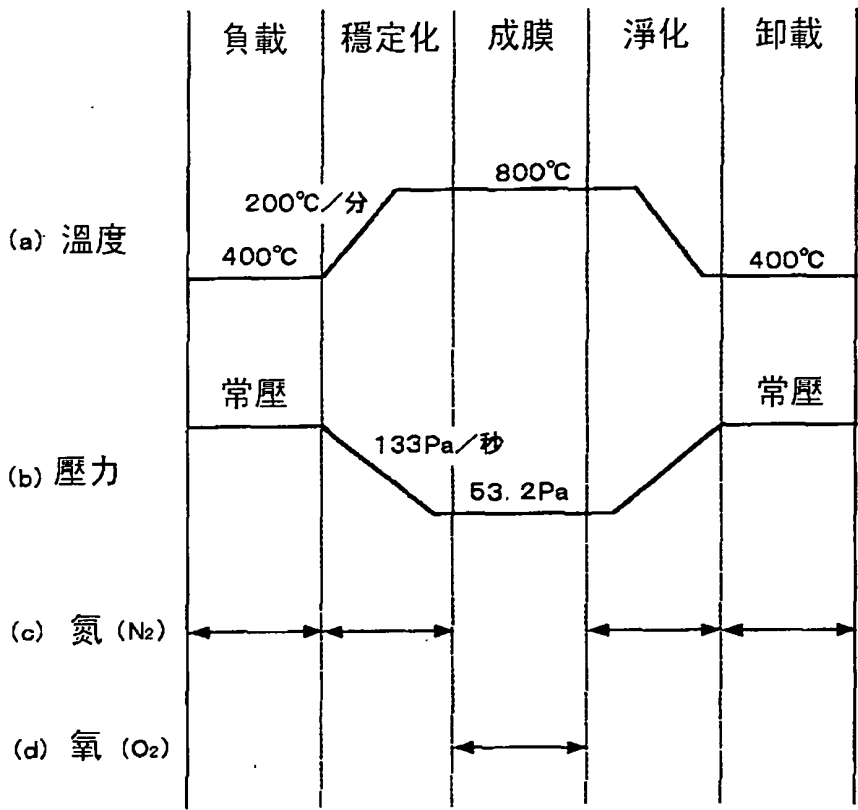


圖 2

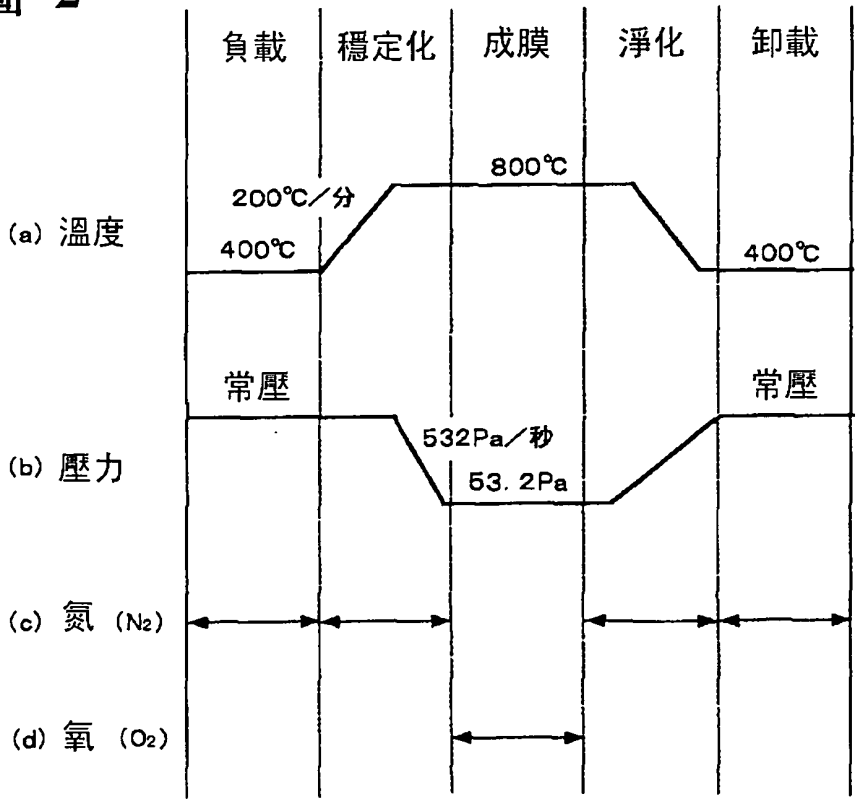


圖 3

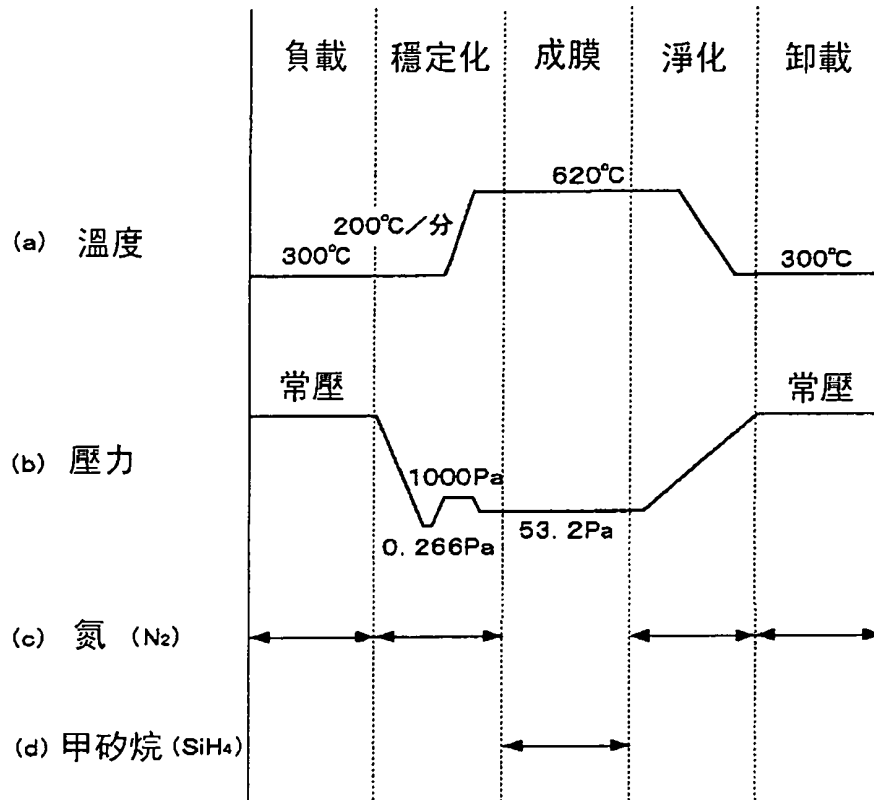


圖 4

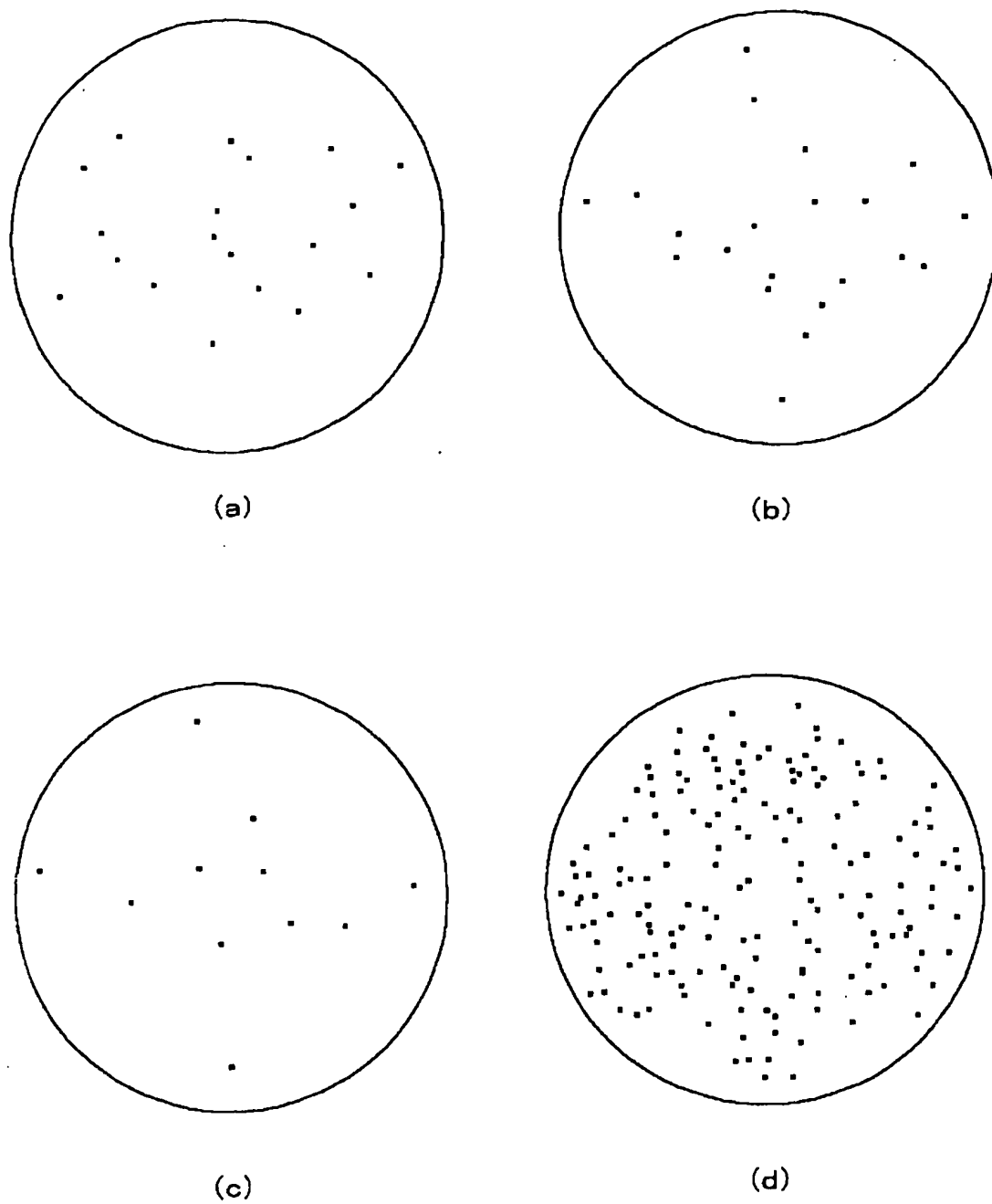


圖 5

(a)

升溫時壓力 升溫速度		100Pa	240Pa	465Pa	1000Pa
50°C/分	T	29	9	1	6
	C	18	9	0	4
	B	12	3	2	0

(個)

(b)

升溫時壓力 升溫速度		100Pa	1000Pa	6650Pa
100°C/分	T	90	5	3
	C	19	8	3
	B	73	9	0

(個)

圖 6

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：

1	熱處理裝置
2	反應管
3	頂部
4	排氣口
5	排氣管
6	蓋體
7	保溫筒
8	加熱器
9	支持體
10	旋轉台
11	晶舟
12	旋轉支柱
13	旋轉機構
14	旋轉軸
15	旋轉導入部
16	升溫用加熱器
17	處理氣體導入管
18	潔淨氣體供給管
100	控制部
W	半導體晶圓

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)

升溫減壓步驟，係使已於上述搬入步驟中搬入該保持被處理體之保持具之反應室內升溫及減壓，

於上述升溫減壓步驟中，使上述反應室內升溫，並且以 66.5 Pa/秒~266 Pa/秒之減壓速度將其減壓至特定壓力。

根據該構成，因將反應室內升溫，並且以 66.5 Pa/秒~未達 266 Pa/秒之減壓速度使其減壓至特定壓力，從而於接近常壓之高壓下使反應室內升溫(加熱)的時間加長。因此，藉由反應室內之加熱所產生之被處理體或保持具之碎屑(微粒)容易排出至反應室外，從而可抑制微粒附著至被處理體。

本發明之第三觀點之熱處理方法，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理方法，其特徵在於包含：

搬入步驟，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，以及

升溫減壓步驟，係使已於上述搬入步驟中搬入該保持被處理體之保持具之反應室內升溫及減壓者，

於上述升溫減壓步驟中，將上述反應室內暫時減壓至上述被處理體或上述保持具之碎屑不會排出至反應室外之壓力為止後，維持在可排出上述碎屑至反應室外之比上述減壓之壓力高的壓力，以此狀態將上述反應室內升溫至特定溫度。

根據該構成，因將反應室內暫時減壓至被處理體或保持具之碎屑不會排出至反應室外之壓力後，維持在比該可排出碎屑至反應室外之減壓之壓力高的壓力，以此狀態將反

控制機構，係用以將上述反應室內暫時減壓至上述被處理體或上述保持具之碎屑不會排出至反應室外之壓力後，維持在可排出上述碎屑至反應室外之比上述減壓之壓力高的壓力，以此狀態將上述反應室內升溫至特定溫度之方式控制上述升溫減壓機構者。

根據該構成，因將反應室內暫時減壓至被處理體或保持具之碎屑不會排出至反應室外之壓力後，維持在可排出碎屑至反應室外之比減壓之壓力高的壓力，以此狀態將反應室內升溫至特定溫度之方式控制，從而所產生之碎屑容易排出至反應室外，故而可抑制微粒附著至被處理體。

上述控制機構較好是以將上述反應室內暫時減壓至 133 Pa 未滿後，將上述反應室內維持在 133 Pa~2660 Pa，以此狀態將上述反應室內升溫至特定溫度之方式控制上述升溫減壓機構。

較好是進而包含供給惰性氣體至上述反應室內的惰性氣體供給機構。該情形時，上述控制機構控制上述升溫減壓機構使上述反應室升溫以及減壓，並且控制上述惰性氣體供給機構供給惰性氣體至上述反應室內。

上述控制機構較好是控制上述升溫減壓機構使上述反應室升溫以及減壓，並且控制上述惰性氣體供給機構供給至少 10 公升/分之惰性氣體至上述反應室內。作為上述被處理體，例如有半導體晶圓。又，上述保持具係由例如石英所形成。

[發明效果]

十、申請專利範圍：

1. 一種熱處理方法，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理方法；其特徵在於包含：

搬入步驟，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，以及

升溫減壓步驟，係使已於上述搬入步驟中搬入該保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者；且

於上述升溫減壓步驟中，上述反應室內開始升溫1分鐘至5分鐘後，開始反應室內之減壓。

2. 一種熱處理方法，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理方法；其特徵在於包含：

搬入步驟，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，以及

升溫減壓步驟，係使已於上述搬入步驟中搬入該保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者；且

於上述升溫減壓步驟中，使上述反應室內升溫並且以66.5 Pa/秒~266 Pa/秒之減壓速度減壓至特定壓力。

3. 如請求項1或2之熱處理方法，其中於上述升溫減壓步驟中，供給惰性氣體至反應室內。
4. 如請求項3之熱處理方法，其中於上述升溫減壓步驟中，供給至少10公升/分之惰性氣體至上述反應室內。
5. 如請求項1或2之熱處理方法，其中上述被處理體係使用半導體晶圓，上述保持具係由石英所形成。
6. 一種熱處理裝置，其係減壓下熱處理複數片被處理體之

熱處理裝置；其特徵在於包含：

搬入機構，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，

升溫減壓機構，係使以上述搬入機構搬入有保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者，以及

控制機構，係控制上述升溫減壓機構，俾於上述反應室內開始升溫1分鐘至5分鐘後，使反應室內開始減壓者。

7. 一種熱處理裝置，其係減壓下熱處理複數片被處理體之熱處理裝置；其特徵在於包含：

搬入機構，係將以特定間距間隔保持上述複數片被處理體之保持具搬入反應室內者，

升溫減壓機構，係使以上述搬入機構搬入有保持被處理體之保持具之反應室內升溫以及減壓者，以及

控制機構，係控制上述升溫減壓機構，使上述反應室內升溫並且以66.5 Pa/秒~266 Pa/秒之減壓速度減壓至特定壓力者。

8. 如請求項6或7之熱處理裝置，其中進而包含惰性氣體供給機構，係將惰性氣體供給至上述反應室內者，

上述控制機構控制上述升溫減壓機構，使上述反應室內升溫以及減壓，並且控制上述惰性氣體供給機構以供給惰性氣體至上述反應室內。

9. 如請求項8之熱處理裝置，其中上述控制機構控制上述升溫減壓機構，使上述反應室內升溫以及減壓，並且控制上述惰性氣體供給機構以供給至少10公升/分之惰性氣體

至上述反應室內。

10. 如請求項6或7之熱處理裝置，其中上述被處理體係半導體晶圓，上述保持具係由石英所形成。