



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I720412 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：108102749

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 24 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/316 (2006.01)****H01L21/31 (2006.01)**

(30)優先權：2018/03/20 世界智慧財產權組織 PCT/JP2018/010967

(71)申請人：日商國際電氣股份有限公司 (日本) KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：花島建夫 HANASHIMA, TAKEO (JP)；山岸裕人 YAMAGISHI, HIROTO (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW 201438106A

JP 2013-110432A

JP 2014-216342A

US 2014/0315393A1

WO 2015/045137A1

審查人員：楊翠瑩

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 44 頁

(54)名稱

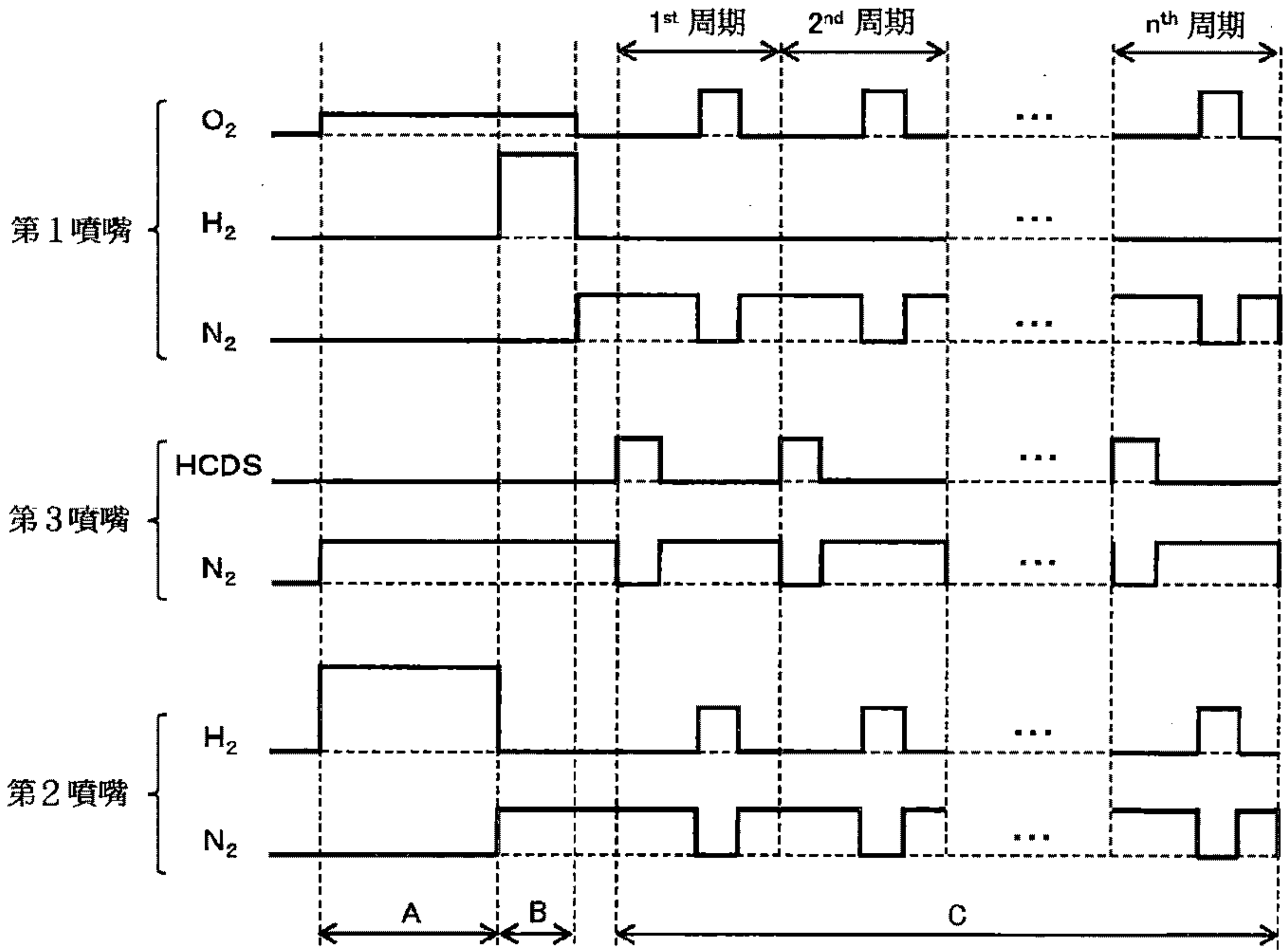
半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及記錄媒體

(57)摘要

本發明係具有將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，藉此於基板之表面形成初期氧化層的步驟；(a)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使基板之表面氧化的步驟；(b)對基板供給含氧氣體與含氫氣體，在基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使基板之表面氧化的步驟；該半導體裝置之製造方法並具有：(c)對基板供給原料氣體，於初期氧化層上形成膜的步驟。

指定代表圖：

圖 4



公告本

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及記錄媒體

【中文】

本發明係具有將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次 (m 為 1 以上之整數)，藉此於基板之表面形成初期氧化層的步驟；

(a)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使基板之表面氧化的步驟；(b)對基板供給含氧氣體與含氫氣體，在基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使基板之表面氧化的步驟；

該半導體裝置之製造方法並具有：(c)對基板供給原料氣體，於初期氧化層上形成膜的步驟。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及記錄媒體

【技術領域】

【0001】本發明係關於半導體裝置之製造方法、基板處理裝置及記錄媒體。

【先前技術】

【0002】作為半導體裝置之製造步驟的一步驟，有進行使基板之表面氧化後，於此基板上形成膜之基板處理步驟的情形(例如參照專利文獻 1)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】[專利文獻 1]日本專利特開 2014-216342 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0004】本發明之目的在於提供可提升形成於基板上之膜之膜厚均勻性的技術。

(解決問題之技術手段)

【0005】根據本發明一態樣，提供一種技術，係具有將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，藉此於基板之表面形成初期氧化層的步驟；

(a)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使上述基板之表面氧化的

步驟；

(b)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使上述基板之表面氧化的步驟；

此技術並具有該半導體裝置之製造方法：(c)對上述基板供給原料氣體，於上述初期氧化層上形成膜的步驟。

(對照先前技術之功效)

【0006】根據本發明，可提升形成於基板上之膜之膜厚均勻性。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖 1 為本發明實施形態中適合使用之基板處理裝置之縱型處理爐的概略構成圖，以縱剖面圖顯示處理爐部分的圖。

圖 2 為本發明實施形態中適合使用之基板處理裝置之縱型處理爐的概略構成圖，以圖 1 之 A-A 線剖面圖顯示處理爐部分的圖。

圖 3 為本發明一實施形態中適合使用之基板處理裝置之控制器的概略構成圖，以方塊圖顯示控制器之控制系統的圖。

圖 4 為表示本發明一實施形態之成膜時序的圖。

圖 5(a)及(b)分別為表示本發明其他實施形態中適合使用之基板處理裝置之縱型處理爐的概略構成圖。

圖 6(a)為表示實施例中形成於基板上之膜之基板間膜厚均勻性之評價結果的圖；圖 6(b)及(c)分別為表示比較例中形成於基板上之膜之基板間膜厚均勻性之評價結果的圖。

【實施方式】

【0008】

<本發明之一實施形態>

以下使用圖 1~圖 4 等說明本發明一實施形態。

【0009】

(1)基板處理裝置之構成

如圖 1 所示，處理爐 202 係具有作為加熱機構(溫度調整部)之加熱器 207。加熱器 207 為圓筒形狀，由保持板所支撐而垂直豎立。加熱器 207 亦具有作為藉由熱使氣體活性化(激發)之活性化機構(激發部)的機能。

【0010】 於加熱器 207 內側，與加熱器 207 呈同心圓狀地配設反應管 203。反應管 203 由例如石英(SiO_2)或碳化矽(SiC)等耐熱性材料所構成，形成為上端閉塞、下端開口的圓筒形狀。於反應管 203 之下方，與反應管 203 呈同心圓狀地配設分歧管 209。分歧管 209 係由例如不銹鋼(SUS)等金屬材料所構成，形成為上端及下端開口的圓筒形狀。分歧管 209 之上端部係卡合至反應管 203 之下端部，構成為支撐反應管 203。於分歧管 209 與反應管 203 之間，設有作為密封構件之 O 型環 202a。反應管 203 係與加熱器 207 同地垂直豎立。主要由反應管 203 與分歧管 209 構成處理容器(反應容器)。於處理容器之筒中空部形成處理室 201。處理室 201 係構成為可收容作為基板之晶圓 200。於此處理室 201 內進行對晶圓 200 之處理。

【0011】 於處理室 201 內，作為第 1 供給部~第 3 供給部之噴嘴 249a~249c 係設置成貫通分歧管 209 之側壁。噴嘴 249a~249c 亦稱為第 1 噴嘴~第 3 噴嘴。於噴嘴 249a~249c 分別連接氣體供給管 232a~232c。噴嘴 249a~249c 分別為相異之噴嘴，噴嘴 249a、249b

之各個係與噴嘴 249c 鄰接設置，配置成由兩側夾持噴嘴 249c。氣體供給管 232a~232c 之各個亦可視為涵括於第 1~第 3 供給部中。

【0012】於氣體供給管 232a~232c，係由氣流之上游側起依序分別設置屬於流量控制器(流量控制部)之質量流量控制器(MFC)241a~241c 及屬於開關閥之閥 243a~243c。在氣體供給管 232a 之較閥 243a 更下游側，分別連接氣體供給管 232d、232f。在氣體供給管 232b 之較閥 243b 更下游側，連接氣體供給管 232e、232g。在氣體供給管 232c 之較閥 243c 更下游側，分別連接氣體供給管 232h。於氣體供給管 232d~232h，由氣流之上游側起依序分別設置 MFC241d~241h 及閥 243d~243h。

【0013】如圖 2 所示般，噴嘴 249a~249c 係在反應管 203 之內壁與晶圓 200 之間於俯視時呈圓環狀之空間中，分別設置成由反應管 203 之內壁下部起沿著上部、朝晶圓 200 之配列方向上方立起。亦即，噴嘴 249a~249c 係在晶圓 200 所配列之晶圓配列區域之側方中、水平包圍晶圓配列區域之區域，沿著晶圓配列區域而分別設置。噴嘴 249c 係配置成於俯視時挾持被搬入至處理室 201 內之晶圓 200 之中心、與後述排氣口 231a 於一直線上呈相對向。噴嘴 249a、249b 係以挾持通過噴嘴 249c 與排氣口 231a 之直線的方式，與噴嘴 249c 鄰接配置。換言之，噴嘴 249a、249b 係配置成於噴嘴 249c 之兩側予以挾持，亦即沿著反應管 203 之內壁(晶圓 200 之外周部)由兩側夾入噴嘴 249c。於噴嘴 249a~249c 之側面，分別設置供給氣體之氣體噴出口 250a~250c。氣體噴出口 250a~250c 係分別依於俯視時與排氣口 231a 相對向的方式呈開口，可朝晶圓 200 供給氣體。氣體噴出口 250a~250c 係由反應管 203 之下部起涵括至上

部而複數設置。

【0014】由氣體供給管 232a、232b，使含氧(O)氣體經由 MFC241a、241b、閥 243a、243b、噴嘴 249a、249b 供給至處理室 201。含 O 氣體係作為氧化源(氧化劑、氧化氣體)、亦即 O 源而作用。作為含 O 氣體，可使用例如氧(O₂)氣。

【0015】由氣體供給管 232d、232e，使含氫(H)氣體經由 MFC241d、241e、閥 243d、243e、氣體供給管 232a、232b、噴嘴 249a、249b 供給至處理室 201 內。含 H 氣體係於單體時不具氧化作用，但在後述基板處理步驟中，藉由於特定條件下與含 O 氣體進行反應而生成原子狀氧(atomic oxygen、O)等之氧化種，而發揮使氧化處理之效率提升的作用。作為含 H 氣體，可使用例如氫(H₂)氣。

【0016】由氣體供給管 232c，使例如含有作為構成所欲形成之膜之主元素的矽(Si)及鹵元素的鹵矽烷原料氣體，經由 MFC241c、閥 243c、噴嘴 249c 供給至處理室 201 內作為原料氣體。原料氣體係指氣體狀態的原料，例如藉由將常溫常壓下呈液體狀態之原料氣化而得的氣體，或常溫常壓下呈氣體狀態之原料等。所謂鹵矽烷原料指具有鹵素基之矽烷原料。鹵素基包含氯(Cl)基、氟(F)基、溴(Br)基、碘(I)基等之鹵元素。作為鹵矽烷原料，可使用例如含有 Si 及 Cl 之原料氣體，亦即氯矽烷原料。氯矽烷原料氣體係作為 Si 源而作用。作為氯矽烷原料，可使用例如六氟二矽烷(Si₂Cl₆，簡稱：HCDS)氣體。

【0017】由氣體供給管 232f~232h，使作為惰性氣體之例如氮(N₂)氣分別經由 MFC241f~241h、閥 243f~243h、氣體供給管 232a~232c、噴嘴 249a~249c 供給至處理室 201 內。N₂氣體之作用

為沖洗氣體、載體氣體。

【0018】 主要由氣體供給管 232a、232b、MFC241a、241b、閥 243a、243b 構成含 O 氣體供給系統。主要由氣體供給管 232d、232e、MFC241d、241e、閥 243d、243e 構成含 H 氣體供給系統。主要由氣體供給管 232c、MFC241c、閥 243c 構成原料氣體供給系統。主要由氣體供給管 232f~232h、MFC241f~241h、閥 243f~243h 構成惰性氣體供給系統。

【0019】 上述各種供給系統中，任一者或所有之供給系統亦可構成為使閥 243a~243h 或 MFC241a~241h 等積集而成的積集型供給系統 248。積集型供給系統 248 係對氣體供給管 232a~232h 分別連接，對氣體供給管 232a~232h 內之各種氣體的供給動作、亦即閥 243a~243h 之開關動作或 MFC241a~241h 進行之流量調整動作等，係構成為由後述控制器 121 所控制。積集型供給系統 248 係構成為一體型、或分割型之積集單元，可對氣體供給管 232a~232h 等依積集單元單位進行裝卸，構成為可依積集單元單位進行積集型供給系統 248 之維修、交換、增設等。

【0020】 於反應管 203 之側壁下方，連接對處理室 201 內之環境進行排氣的排氣管 231a。如圖 2 所示，排氣口 231a 係設置於在俯視時挾持晶圓 200 而與噴嘴 249a~249c(氣體噴出口 250a~250c)相對向(對面)之位置。排氣口 231a 亦可由反應管 203 之側壁下部起沿著上部、亦即沿著晶圓配列領域設置。於排氣口 231a 連接排氣管 231。於排氣管 231，經由檢測處理室 201 內壓力之作為壓力檢測器(壓力檢測部)的壓力感應器 245 及作為壓力調整器(壓力調整部)之 APC(Auto Pressure Controller，自動壓力控制器)閥 244，連接作

為真空排氣裝置的真空泵 246。APC 閥 244 係構成為藉由依使真空泵 246 作動之狀態開關閥，而可進行處理室 201 內之真空排氣或真空排氣停止，進而依使真空泵 246 作動之狀態，根據藉由壓力感應器 245 所檢測出之壓力資訊進行閥開度調節，而可調整處理室 201 內之壓力。主要由排氣管 231、APC 閥 244、壓力感應器 245 構成排氣系統。真空泵 246 亦可認為涵括於排氣系統中。

【0021】於分歧管 209 下方，設有可將分歧管 209 下端開口氣密地閉塞之作為爐口蓋體的密封蓋 219。密封蓋 219 係例如由 SUS 等金屬材料所構成，形成為圓盤狀。於密封蓋 219 上面，設有與分歧管 209 下端抵接之作為密封構件的 O 型環 220b。於密封蓋 219 下方，設置使後述晶舟 217 旋轉的旋轉機構 267。旋轉機構 267 之旋轉軸 255 係貫通密封蓋 219 而連接至晶舟 217。旋轉機構 267 係構成為藉由使晶舟 217 旋轉而使晶圓 200 旋轉。密封蓋 219 係構成為藉由設置於反應管 203 外部之作為升降機構的晶舟升降器 115 而於垂直方向升降。晶舟升降器 115 係構成藉由使密封蓋 219 升降，而將晶圓 200 於處理室 201 內外進行搬入及搬出(搬送)的搬送裝置(搬送機構)。於分歧管 209 下方，設置在使密封蓋 219 下降而將晶舟 217 由處理室 201 內搬出之狀態，可將分歧管 209 之下端開口氣密地閉塞之作為爐口蓋體的擋門 219s。擋門 219s 係由例如 SUS 等金屬材料所構成，形成為圓盤狀。於擋門 219s 上面，設置與分歧管 209 下端抵接之作為密封構件的 O 型環 220c。擋門 219s 之開關動作(升降動作或旋動動作等)係由擋門開關機構 115s 所控制。

【0022】作為基板支撐具之晶舟 217 係構成為使複數片、例如 25~200 片晶圓 200 以水平姿勢、且以彼此的對齊之狀態，於垂

直方向上整齊排列而多段地支撐，亦即，隔著間隔而配列。晶舟 217 係由例如石英或 SiC 等耐熱性材料所構成。於晶舟 217 之下部係由例如以石英或 SiC 等耐熱性材料所構成之隔熱板 218 依水平姿勢多段地支撐。

【0023】於反應管 203 內，設置有作為溫度檢測器之溫度感測器 263。根據藉由溫度感測器 263 檢測出之溫度資訊而調整對加熱器 207 之通電狀況，使處理室 201 內之溫度成為所需之溫度分布。溫度感測器 263 係沿著反應管 203 的內壁設置。

【0024】如圖 3 所示般，屬於控制部(控制手段)之控制器 121 係構成為具備 CPU(Central Processing Unit)121a、RAM(Random Access Memory)121b、記憶裝置 121c、I/O 埠 121d 的電腦。RAM 121b、記憶裝置 121c、I/O 埠 121d 係構成為經由內部匯流排 121e 而可與 CPU 121a 進行資料交換。控制器 121 係連接有例如構成為觸控面板等之輸入輸出裝置 122。

【0025】記憶裝置 121c 係由例如快閃記憶體、HDD(Hard Disk Drive)等所構成。於記憶裝置 121c 內可讀取地儲存有控制基板處理裝置之動作的控制程式，或記載有後述基板處理之手續或條件等的製程配方(recipe)等。製程配方係以將後述基板處理中各手續藉控制器 121 執行，而可獲得既定之結果之方式組合者，作為程式而執行。以下，作為製程配方或控制程式等的總稱，亦僅稱為程式。又，製程配方亦僅稱為配方。本說明書中於使用程式一詞的情況，係指僅含配方單體的情況、僅含控制程式單體的情況、或含有此二者之情況。RAM 121b 係構成為使藉由 CPU 121a 讀出之程式或數據等暫時地保存之記憶區域(工作區域)。

【0026】I/O 埠 121d 係連接於上述 MFC 241a~241h、閥 243a~243h、壓力感測器 245、APC 閥 244、真空幫浦 246、溫度感測器 263、加熱器 207、旋轉機構 267、晶舟升降器 115、擋門開關機構 115s 等。

【0027】CPU 121a 係構成為自記憶裝置 121c 讀出控制程式並執行，且配合自輸入輸出裝置 122 之操作指令之輸入等由記憶裝置 121c 讀出配方。CPU 121a 係構成為依照讀出之配方的內容，控制利用 MFC 241a~241h 之各種氣體之流量調整動作、閥 243a~243h 的開關動作、APC 閥 244 之開關動作及基於壓力感測器 245 而利用 APC 閥 244 之壓力調整動作、真空幫浦 246 的啟動及停止、基於溫度感測器 263 之加熱器 207 的溫度調整動作、由旋轉機構 267 進行之晶舟 217 旋轉及調節旋轉速度之動作、利用晶舟升降機 115 之晶舟 217 的升降動作、擋門開關機構 115s 進行之擋門 219s 之開關動作等。

【0028】控制器 121 係可藉由將由外部記憶裝置 123 所儲存之上述程式安裝到電腦中而構成。外部記憶裝置 123 係包括例如 HDD 等磁碟、CD 等光碟、MO 等磁光碟、USB 記憶體等半導體記憶體等。記憶裝置 121c 或外部記憶裝置 123 係由可被電腦讀取之記錄媒體所構成。以下，作為此等之總稱，僅稱為記錄媒體。本說明書中於使用記錄媒體一詞的情況，係指僅含記憶裝置 121c 單體的情況、僅含外部記憶裝置 123 單體的情況、或含有此二者之情況。尚且，對電腦之程式提供，亦可不使用外部記憶裝置 123，而使用網路或專用線路等通訊手段來進行。

【0029】

(2)基板處理步驟

作為使用上述基板處理裝置、半導體裝置的製造步驟之一步驟，針對於作為基板之晶圓 200 上形成膜的基板處理時序例、亦即成膜時序例進行說明。使用圖 4 進行說明。以下的說明中，構成基板處理裝置之各部的動作係藉由控制器 121 所控制。

【0030】圖 4 所示成膜時序中，係進行：將非同時進行下述步驟 A、B 之組合進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，而於晶圓 200 之表面形成初期氧化層的步驟(前處理步驟)；

藉由對晶圓 200 供給作為含 O 氣體之 O_2 氣體與含 H 氣體之 H_2 氣體，在上述晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使晶圓 200 之表面氧化的步驟 A；

對晶圓 200 供給作為含 O 氣體之 O_2 氣體與作為含 H 氣體之 H_2 氣體，在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使晶圓 200 之表面氧化的步驟 B；

並進行：對晶圓 200 供給作為原料氣體之 HCDS 氣體，於初期氧化層上形成膜的步驟 C(成膜步驟)。

【0031】尚且，成膜步驟中，係藉由將非同時進行：對晶圓 200 供給作為原料氣體之 HCDS 氣體的步驟 C1、與對晶圓 200 供給作為含 O 氣體之 O_2 氣體與作為含 H 氣體之 H_2 氣體的步驟 C2；的周期進行 n 次(n 為 1 以上之整數)，而於初期氧化層上形成含有 Si 及 O 之膜、亦即氧化矽膜(SiO 膜)作為膜。

【0032】本說明書中，為了方便有時如以下般表示圖 4 所示成膜時序。對於後述變形例或其他實施形態之成膜時序亦使用相同的記載。

【0033】 $O_2 + H_2(A) \rightarrow O_2 + H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow O_2 + H_2) \times n \Rightarrow SiO$

【0034】本說明書中於使用「晶圓」一詞的情況，係有意指「晶圓本身」的情況、或意指晶圓與其表面所形成之既定之層或膜等之積層體的情況。本說明書中於使用「晶圓表面」一詞的情況，係有意指晶圓本身之表面的情況、或指晶圓上所形成之既定之層等之表面的情況。本說明書中於記載了「於晶圓上形成既定之層」的情況，係代表於晶圓本身之表面上直接形成既定之層的情況、或代表對晶圓上所形成之層等之上形成既定之層的情況。本說明書中使用「基板」一詞的情況，亦與使用「晶圓」一詞的情況具有相同意義。

【0035】

(晶圓充填及晶舟裝載)

將複數片之晶圓 200 裝填(晶圓充填)於晶舟 217。其後，如圖 1 所示般，支持著複數片之晶圓 200 的晶舟 217，係藉由晶舟升降機 115 被上舉並搬入至處理室 201 內(晶舟裝載)。於此狀態下，密封蓋 219 係經由 O 型環 220b 使分歧管 209 之下端成為密封之狀態。

【0036】

(壓力調整及溫度調整)

以使處理室 201 內、亦即晶圓 200 存在之空間成為所需之處理壓力(真空度)之方式，藉由真空幫浦 246 對進行真空排氣(減壓排氣)。此時，處理室 201 內之壓力係由壓力感測器 245 測定，根據此測定出之壓力資訊對 APC 閥 244 進行回饋控制。又，以使處理室 201 內之晶圓 200 成為所需之處理溫度(成膜溫度)之方式，藉由加熱器 207 加熱。此時，以使處理室 201 內成為所需之溫度分布之

方式，根據由溫度感測器 263 檢測出之溫度資訊對加熱器 207 之通電狀態進行回饋控制。又，藉由旋轉機構 267 開始晶圓 200 之旋轉。處理室 201 內之排氣、晶圓 200 之加熱及旋轉之任一者，係至少在對晶圓 200 之處理結束前之期間持續進行。

【0037】

(前處理步驟)

其後，依序實行以下之步驟 A、B。

【0038】

[步驟 A]

於此步驟，對收容晶圓 200 之處理室 201 內，經由屬於各別之供給部的噴嘴 249a、249b 同時供給 O₂ 氣體與 H₂ 氣體，將此等氣體於處理室 201 內混合(由後混合(Post-mix)所進行之 O₂ 氣體+H₂ 氣體供給)。

【0039】 具體而言，打開閥 243a、243e，使 O₂ 氣體、H₂ 氣體分別流入氣體供給管 232a、232e 內。O₂ 氣體、H₂ 氣體係分別藉由 MFC 241a、241e 調整流量，並分別經由氣體供給管 232a、232b、噴嘴 249a、249b 同時供給至處理室 201 內。供給至處理室 201 內之 O₂ 氣體及 H₂ 氣體係擴散至晶圓配列區域內，於此過程中彼此混合，其後，經由排氣口 231a 而由排氣管 231 排氣。此時，對晶圓 200 同時且一起供給 O₂ 氣體與 H₂ 氣體。此時，亦可開啟閥 243h，使 N₂ 氣體流入至氣體供給管 232h 內。N₂ 氣體係藉由 MFC241h 調整流量，經由氣體供給管 232c、噴嘴 249c 供給至處理室 201 內，經由排氣口 231a 而由排氣管 231 排氣。亦可將由噴嘴 249c 之 N₂ 氣體之供給設為不實施。

【0040】經由噴嘴 249a、249b 供給至處理室 201 內並彼此混合的 O_2 氣體與 H_2 氣體，係於經加熱之減壓環境下藉非電漿被熱性活化(激發)並進行反應，藉此，生成含有原子狀氧(O)等之氧的非含水(H_2O)之氧化種。然後，主要藉由此氧化種，對晶圓 200 表面進行氧化處理。藉此，於晶圓 200 表面，形成 O 之擴散層、亦即氧化矽層(SiO 層)。根據此氧化處理，相較於單獨供給 O_2 氣體之情況或單獨供給 H_2O 氣體(水蒸氣)之情況，可大幅提升氧化力。亦即，藉由於減壓環境下於 O_2 氣體添加 H_2 氣體，相較於單獨供給 O_2 氣體之情況或單獨供給 H_2O 氣體之情況，可得到大幅之氧化力提升效果。此點係於後述步驟 B、或成膜步驟中之步驟 C2 中亦相同。

【0041】如上述，本步驟係藉由後混合(Post-mix)進行對處理室 201 內之 O_2 氣體與 H_2 氣體之供給。此時，由 O_2 氣體與 H_2 氣體之反應所造成的氧化種之生成，係使此等氣體於處理室 201 內混合後、亦即使此等氣體供給至處理室 201 內後，經由既定時間後才開始。步驟 A 中，有相較於包含晶圓配列區域之上部的氣流上游側，在包含晶圓配列區域之下部的氣流下游側係由 O_2 氣體與 H_2 氣體之反應所造成之氧化種之生成變得活潑的傾向。因此，步驟 A 中，氣流下游側之氧化種之濃度(生成量)高於(多於)氣流上游側之氧化種之濃度(生成量)。因此，步驟 A 中，晶圓 200 表面之氧化量係由氣流上游側起朝氣流下游側、亦即由晶圓配列區域之上部起朝下部而逐漸變大。

【0042】經過既定時間後，關閉閥 243e，停止經由噴嘴 249b 對處理室 201 內的 H_2 氣體供給，並開始後述步驟 B。此時，維持打開閥 243a，經由噴嘴 249a 不停止而持續對處理室 201 內供給 O_2 。

氣體。亦即，步驟 A 與後述步驟 B 係連續地進行，而於此等之間並未進行處理室 201 內的沖洗。

【0043】

[步驟 B]

於此步驟，對收容晶圓 200 之處理室 201 內，經由屬於同一供給部的噴嘴 249a 同時供給 O₂ 氣體與 H₂ 氣體，亦即將 O₂ 氣體與 H₂ 氣體於同一供給部內事先混合而供給(由預混合(Pre-mix)所進行之 O₂ 氣體+H₂ 氣體供給)。

【0044】具體而言，維持打開閥 243a，並打開閥 243d，依維持 O₂ 氣體流入至氣體供給管 232a 內之狀態，對氣體供給管 232d 內流通 H₂ 氣體。O₂ 氣體、H₂ 氣體係分別藉由 MFC 241a、241d 調整流量，並於氣體供給管 232a 內及噴嘴 249a 內彼此混合，經由噴嘴 249a 同時供給至處理室 201 內。供給至處理室 201 內之 O₂ 氣體及 H₂ 氣體係依經混合之狀態擴散至晶圓配列區域內，其後，經由排氣口 231a 而由排氣管 231 排氣。此時，對晶圓 200 同時且一起供給 O₂ 氣體與 H₂ 氣體。此時，亦可開啟閥 243g、243h，使 N₂ 氣體分別流入至氣體供給管 232g、232h 內。N₂ 氣體係藉由 MFC241g、241h 調整流量，經由氣體供給管 232b、232c、噴嘴 249b、249c 供給至處理室 201 內，經由排氣口 231a 而由排氣管 231 排氣。亦可將由噴嘴 249b、249c 之 N₂ 氣體之供給設為不實施。

【0045】於氣體供給管 232a、噴嘴 249a 內事先混合的 O₂ 氣體、H₂ 氣體，係於經加熱之減壓環境下藉非電漿被熱性活化(激發)並進行反應，藉此，生成含有原子狀氧(O)等之氧的上述氧化種。然後，主要藉由此氧化種，對在步驟 A 中經氧化之晶圓 200 之表面

進行氧化處理。藉此，形成於晶圓 200 表面之 SiO 層進一步成長。

【0046】如上述，本步驟係藉由預混合(Pre-mix)進行對處理室 201 內之 O₂ 氣體與 H₂ 氣體之供給。此時，由 O₂ 氣體與 H₂ 氣體之反應所造成的氧化種之生成，係使此等氣體於氣體供給管 232a 內混合後、亦即使此等氣體通過氣體供給管 232a 內後，經由既定時間後才可開始。亦即，由 O₂ 氣體及 H₂ 氣體之反應所造成的氧化種之生成，亦有在此等氣體被供給至處理室 201 內前，例如在此等氣體於經加熱之噴嘴 249a 內流通的過程中即開始的情形。又，由 O₂ 氣體及 H₂ 氣體之反應所造成的氧化種之生成，亦有在此等氣體被供給至處理室 201 後即迅速開始的情形。又，亦可此等氣體在供給至處理室 201 內後於較短時間內即開始的情形。不論何種情況，步驟 B 中，有相較於包含晶圓配列區域之下部的氣流下游側，在包含晶圓配列區域之上部的氣流上游側係由 O₂ 氣體與 H₂ 氣體之反應所造成之氧化種之生成變得活潑的傾向。因此，步驟 B 中，氣流上游側之氧化種之濃度(生成量)高於(多於)氣流下游側之氧化種之濃度(生成量)。因此，步驟 B 中，晶圓 200 表面之氧化量係由氣流上游側起朝氣流下游側、亦即由晶圓配列區域之上部起朝下部而逐漸變小。

【0047】經過既定時間後，關閉閥 243a、243d，分別停止經由噴嘴 249a 對處理室 201 內的 O₂ 氣體與 H₂ 氣體供給。尚且，在進行複數次、亦即 2 次以上後述組合的情況，係維持打開閥 243a，關閉閥 243d，依持續經由噴嘴 249a 對處理室 201 內供給 O₂ 氣體的狀態停止 H₂ 氣體之供給。

【0048】

[實施既定次數]

藉由將非同時地進行步驟 A、B、亦即使步驟 A、B 非同期進行的組合進行 1 次以上(m 次)，可於晶圓 200 表面上形成既定厚度之 SiO 膜作為初期氧化層。圖 4 係表示進行上述組合 1 次的情況。

【0049】如上述，步驟 A 中之晶圓 200 之表面的氧化量係由氣流上游側起朝氣流下游側而逐漸變大。假設在前處理步驟中，僅實施步驟 A、而不實施步驟 B 的情況，則形成於晶圓 200 表面之 SiO 層之厚度(深度)由氣流上游側起朝氣流下游側、亦即由晶圓配列區域之上部起朝下部逐漸變厚(深)的傾向變強。

【0050】又，如上述般，步驟 B 中之晶圓 200 之表面的氧化量係由氣流上游側起朝氣流下游側而逐漸變小。假設在前處理步驟中，不實施步驟 A、而僅實施步驟 B 的情況，則形成於晶圓 200 表面之 SiO 層之厚度(深度)由氣流上游側起朝氣流下游側、亦即由晶圓配列區域之上部起朝下部逐漸變薄(淺)的傾向變強。

【0051】相對於此，本實施形態之前處理步驟中，由於依組合進行步驟 A、B 之兩者，故可使藉由因進行步驟 A 所形成之 SiO 層之晶圓間厚度分佈之傾向、藉由因進行步驟 B 所形成之 SiO 層之晶圓間厚度分佈之傾向彼此抵銷。根據本實施形態，可使晶圓 200 之氧化量於氣流上游側起至氣流下游側、亦即於晶圓配列區域之上部至下部呈均勻化。亦即，可提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層的晶圓間厚度均勻性。

【0052】在晶圓 200 之表面形成所需厚度之初期氧化層後，對處理室 201 內進行真空排氣，自處理室 201 內排除殘留於處理室 201 內之氣體等。此時，將閥 243f~243h 開啟，將 N₂ 氣體供給至處理

室 201 內。N₂ 氣體係作為沖洗氣體而作用。藉此進行處理室 201 內之沖洗。

【0053】步驟 A 中之處理條件，可例示

O₂ 氣體供給流量：100~10000sccm

H₂ 氣體供給流量：200~20000sccm

N₂ 氣體供給流量(每氣體供給管)：0~10000sccm

O₂ 氣體及 H₂ 氣體供給時間：2~240 秒、較佳 4~120 秒

處理溫度：350~800℃、較佳 400~700℃

處理壓力：13.3~1333Pa、較佳 13.3~399Pa。

【0054】作為步驟 B 之處理條件，可例示

O₂ 氣體及 H₂ 氣體供給時間：1~120 秒、較佳 2~60 秒。

其他處理條件係設為與步驟 A 之處理條件相同。

【0055】又，本說明書中「350~800℃」般之數值範圍的表記，係意指其範圍包括下限值及上限值。因此，例如「350~800℃」意指「350℃以上且 800℃以下」。關於其他數值範圍亦相同。

【0056】作為含 O 氣體，除了 O₂ 氣體之外，可使用一氧化二氮(N₂O)氣體、一氧化氮(NO)氣體、二氧化氮(NO₂)氣體、臭氧(O₃)氣體、H₂O 氣體、一氧化碳(CO)氣體、二氧化碳(CO₂)氣體等含 O 氣體。步驟 A 中所使用之含 O 氣體、與步驟 B 中所使用之含 O 氣體可為相同或相異。

【0057】作為含 H 氣體，除了 H₂ 氣體之外，可使用氘(D₂)氣體等含 H 氣體。步驟 A 中所使用之含 H 氣體、與步驟 B 中所使用之含 H 氣體可為相同或相異。

【0058】作為惰性氣體，除了 N₂ 氣體之外，可使用例如 Ar 氣

體、He 氣體、Ne 氣體、Xe 氣體等稀有氣體。此點係於後述成膜步驟中亦相同。

【0059】

(成膜步驟)

完成處理室 201 內之沖洗後，依序實行下述步驟 C1、C2。

【0060】

[步驟 C1]

於此步驟，對處理室 201 內之晶圓 200、亦即在表面上形成了初期氧化層之晶圓 200 供給 HCDS 氣體。

【0061】具體而言，打開閥 243c，使 HCDS 氣體流入氣體供給管 232c 內。HCDS 氣體係藉由 MFC 241c 調整流量，經由噴嘴 249c 供給至處理室 201 內，擴散至晶圓配列區域內，其後，經由排氣口 231a 並由排氣管 231 排氣。此時，對晶圓 200 供給 HCDS 氣體。此時，亦可開啟閥 243f、243g，分別於氣體供給管 232f、232g 內流通 N₂ 氣體。N₂ 氣體係藉由 MFC241f、241g 調整流量，經由氣體供給管 232a、232b、噴嘴 249a、249b 供給至處理室 201 內，經由排氣口 231a 而由排氣管 231 排氣。亦可將由噴嘴 249a、249b 之 N₂ 氣體之供給設為不實施。

【0062】藉由對晶圓 200 供給 HCDS 氣體，於晶圓 200 之表面上、亦即初期氧化層上形成含有 Cl 之含 Si 層(第 1 層)。含有 Cl 之含 Si 層係藉由於晶圓 200 之表面，HCDS 氣體物理吸附，或 HCDS 之一部分經分解之物質化學吸附，或 HCDS 熱分解而 Si 堆積等所形成。亦即，含有 Cl 之含 Si 層可為 HCDS 或 HCDS 之一部分經分解之物質的吸附層(物理吸附層或化學吸附層)，亦可為含有 Cl 之

Si 堆積層(Si 層)。以下亦將含有 Cl 之含 Si 層簡稱為含 Si 層。

【0063】在晶圓 200 上形成含 Si 層後，關閉閥 243c，停止 HCDS 氣體對處理室 201 內的供給。然後，藉由與前處理步驟之沖洗步驟相同的處理手續、處理條件，將殘留於處理室 201 內之氣體等由處理室 201 內排除。

【0064】

[步驟 C2]

步驟 C1 結束後，對處理室 201 內之晶圓 200、亦即形成於晶圓 200 上之含 Si 層，同時且一起供給 O₂ 氣體及 H₂ 氣體。此等之處理手續係與例如前處理步驟之步驟 A 的處理手續相同。亦即，此步驟中，係打開閥 243a、243e，將 O₂ 氣體及 H₂ 氣體分別經由噴嘴 249a、249b 同時供給至處理室 201 內。

【0065】藉由對晶圓 200 同時且一起供給 O₂ 氣體及 H₂ 氣體，而藉由因此此等氣體之反應所生成之含有原子狀氧等氧之上述氧化種，對步驟 C1 中形成於晶圓 200 上之含 Si 層進行氧化處理。此氧化種所具有之能量由於較含 Si 層中所含之 Si-Cl 鍵結等之鍵結能量高，故藉由將此氧化種之能量賦予至含 Si 層，則含 Si 層中所含之 Si-Cl 鍵結等被切斷。與 Si 間之鍵結被切斷的 Cl 等係由層中被去除，成為 Cl₂、HCl 等而排出。又，因與 Cl 等間之鍵結被切斷而剩餘的 Si 之鍵結鍵，係與氧化種所含之 O 結合，形成 Si-O 鍵結。如此，含 Si 層係轉變(改質)成含有 Si 及 O、且 Cl 等雜質含量少的層，亦即高純度之 SiO 層(第 2 層)。

【0066】使含 Si 層變化為 SiO 層後，關閉閥 243a、243e，停止 O₂ 氣體及 H₂ 氣體對處理室 201 內的供給。然後，藉由與前處理

步驟之沖洗步驟相同的處理手續、處理條件，將殘留於處理室 201 內之氣體等由處理室 201 內排除。

【0067】

[實施既定次數]

藉由將非同時、亦即不同期地進行步驟 C1、C2 之周期進行 1 次以上(n 次)，可於形成於晶圓 200 表面之初期氧化層上，形成(堆積)所需膜厚之 SiO 膜。上述周期較佳為重複複數次。亦即，較佳為進行上述周期每 1 次時所形成之 SiO 層的厚度較所需之膜厚薄，且重複上述周期複數次，直到藉積層 SiO 層而形成之 SiO 膜之膜厚成為所需膜厚為止。

【0068】 作為步驟 C1 之處理條件，可例示：

HCDS 氣體供給流量：5~2000sccm、較佳 50~1000sccm

HCDS 氣體供給時間：1~120 秒、較佳 1~60 秒

N₂ 氣體供給流量(每氣體供給管)：0~10000sccm

處理溫度：350~800℃、較佳 400~700℃

處理壓力：1~2666Pa、較佳 67~1333Pa。

【0069】 作為步驟 C2 之處理條件，可例示：

O₂ 氣體供給流量：100~10000sccm

H₂ 氣體供給流量：100~10000sccm

O₂ 氣體及 H₂ 氣體供給時間：1~100 秒、較佳 1~50 秒

處理溫度：350~800℃、較佳 400~700℃

處理壓力：13.3~1333Pa、較佳 13.3~399Pa。

其他處理條件設為與步驟 C1 中之處理條件相同。

【0070】 作為原料，除了 HCDS 氣體之外，可使用例如單氯矽

烷(SiH_3Cl ，簡稱：MCS)氣體、二氯矽烷(SiH_2Cl_2 ，簡稱：DCS)氣體、三氯矽烷(SiHCl_3 ，簡稱：TCS)氣體、四氯矽烷(SiCl_4 ，簡稱：STC)氣體、八氯三矽烷(Si_3Cl_8 ，簡稱：OCTS)氣體等氯矽烷原料氣體。

【0071】作為含 O 氣體，除了 O_2 氣體之外，亦可使用上述各種含 O 氣體。步驟 C2 所使用之含 O 氣體、與上述步驟 A、B 所使用之含 O 氣體可為相同氣體或相異氣體。

【0072】作為含 H 氣體，除了 H_2 氣體之外，亦可使用 D_2 氣體。步驟 C2 所使用之含 H 氣體、與上述步驟 A、B 所使用之含 H 氣體可為相同氣體或相異氣體。

【0073】

(後沖洗~大氣壓恢復)

結束成膜處理後，分別由氣體供給管 232f~232h 將 N_2 氣體供給至處理室 201 內，並經由排氣口 231a 由排氣管 231 排氣。 N_2 氣體作用為沖洗氣體。藉此，沖洗處理室 201 內，將殘留於處理室 201 內之氣體或反應副產物由處理室 201 去除(後沖洗)。其後，將處理室 201 內之環境置換為惰性氣體(惰性氣體置換)，處理室 201 內之壓力恢復為常壓(大氣壓恢復)。

【0074】

(晶舟卸載及晶圓卸除)

藉由晶舟升降機 115 使密封蓋 219 下降，使分歧管 209 之下端開口。然後，將處理完畢之晶圓 200 依被晶舟 217 支持之狀態從分歧管 209 之下端搬出至反應管 210 的外部(晶舟卸載)。處理完畢之晶圓 200 係在搬出反應管 210 的外部後，由晶舟 217 取出(晶圓卸

除)。

【0075】

(3)本實施形態之效果

根據本實施形態，可得到以下所示之 1 種或複數種效果。

【0076】 (a)於前處理步驟中，藉由將非同時地進行：在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使晶圓 200 之表面氧化的步驟 A；與在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使晶圓 200 之表面氧化的步驟 B；之組合進行既定次數，可提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層的晶圓間厚度均勻性。若可於前處理步驟中使形成於晶圓 200 表面之初期氧化層之厚度分佈於晶圓間呈均勻，其後，亦可使藉由進行成膜步驟而於晶圓 200 上、亦即初期氧化層上所形成之 SiO 膜的膜厚亦於晶圓 200 間呈均勻。亦即，根據本實施形態，可使形成於晶圓 200 上之 SiO 膜之晶圓間膜厚均勻性提升。

【0077】 (b)於前處理步驟中，藉由依序進行步驟 A、B，於步驟 B 中，依不停止而持續步驟 A 所進行之由噴嘴 249a 供給 O₂ 氣體的状态，將供給 H₂ 氣體之噴嘴由噴嘴 249b 切換為噴嘴 249a，藉此可提高前處理步驟之效率。亦即，藉由連續進行步驟 A、B 而於此等之間不進行處理室 201 之沖洗，可縮短前處理步驟之總合所需時間，並可提升基板處理步驟之總合之生產性。

【0078】 (c)藉由於前處理步驟之步驟 A、B 中至少任一步驟中，於 H₂ 氣體之供給流量大於 O₂ 氣體之供給流量的條件下，使晶圓 200 之表面氧化，可適當抑制氧化速率。藉此，可提升氧化處理之控制性，並提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層的晶圓面內厚

度均勻性；又，可抑制晶圓 200 表面之過剩氧化。尚且，藉由於前處理步驟之步驟 A、B 之兩步驟中，依 H_2 氣體之供給流量大於 O_2 氣體之供給流量的條件下，使晶圓 200 表面氧化，可更確實地獲得上述效果。

【0079】(d)藉由將步驟 A 中 O_2 氣體與 H_2 氣體之供給時間 T_a 設為較步驟 B 中 O_2 氣體與 H_2 氣體之供給時間 T_b 長($T_a > T_b$)，可提高前處理步驟中氧化處理的控制性，並進一步提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層之晶圓間厚度均勻性。

【0080】又，藉由將上述供給時間 T_b 設為較步驟 C2 中 O_2 氣體與 H_2 氣體之供給時間 T_c 長($T_a > T_b > T_c$)，可提高前處理步驟中氧化處理的控制性，並進一步提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層之晶圓間厚度均勻性。

【0081】(e)根據本實施形態，由於可藉由前處理步驟更加提升形成於晶圓 200 上之 SiO 膜的晶圓間膜厚均勻性，故無需為了提升 SiO 膜之晶圓膜厚均勻性而變更(微調整)成膜步驟中之處理手續或處理條件。亦即，藉由進行成膜步驟所形成之 SiO 膜之電氣特性等的良好膜質，不致因處理條件等之變更而受損，可於維持膜質之下提升形成於晶圓 200 上之 SiO 膜的晶圓間膜厚均勻性。

【0082】(f)藉由於前處理步驟中，將非同時地進行步驟 A、B 的組合進行既定次數後，進行沖洗步驟，則於其後進行之成膜步驟中，可避免處理室 201 內發生不需要的氣相反應，可提升成膜處理之品質。

【0083】(g)上述效果係在使用 O_2 氣體以外之上述含 O 氣體的情況、使用 H_2 氣體以外之上述含 H 氣體的情況、使用 HCDS 氣體

以外之上述原料氣體的情況、或使用 N_2 氣體以外之上述惰性氣體的情況，亦同樣可獲得。

【0084】

(4)變形例

本實施形態可如以下所示變形例般進行變更。此等變形例可任意組合。在未特別說明之下，各變形例之各步驟中之處理手續、處理條件可設為與圖 4 所示成膜時序之各步驟中之處理手續、處理條件相同。

【0085】

(變形例 1)

於前處理步驟之各組合中，依序進行步驟 B、A，於步驟 A，亦可依不停止而持續步驟 B 所進行之由噴嘴 249a 供給 O_2 氣體的狀態，將供給 H_2 氣體之噴嘴由噴嘴 249a 切換為噴嘴 249b。亦即，於前處理步驟中，亦可將依序且非同時進行：經由噴嘴 249a 由預混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給，與經由噴嘴 249a、249b 由後混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給；的組合進行既定次數(m 次)。本變形例中。可得到與圖 4 所示成膜時序相同的效果。

【0086】

(變形例 2)

亦可於步驟 A 中由噴嘴 249a 供給 O_2 氣體，由噴嘴 249b 供給 H_2 氣體，並於步驟 B 中由噴嘴 249b 供給 O_2 氣體與 H_2 氣體。亦即，可不經由噴嘴 249a，而是經由噴嘴 249b 進行由預混合之 O_2 氣體+ H_2 氣體的供給。

【0087】本變形例之前處理步驟之各組合，亦可依序進行步驟

A、B，步驟 B 中係依不停止而維持步驟 A 所進行之由噴嘴 249b 供給 H_2 氣體之狀態，而將供給 O_2 氣體之噴嘴由噴嘴 249a 切換為噴嘴 249b。亦即，於前處理步驟中，亦可將依序且非同時進行：經由噴嘴 249a、249b 由後混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給，與經由噴嘴 249b 由預混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給；的組合進行既定次數(m 次)。

【0088】又，本變形例之前處理步驟之各組合，亦可依序進行步驟 B、A，步驟 A 中係依不停止而維持步驟 B 所進行之由噴嘴 249b 供給 H_2 氣體之狀態，而將供給 O_2 氣體之噴嘴由噴嘴 249b 切換為噴嘴 249a。亦即，於前處理步驟中，亦可將依序且非同時進行：經由噴嘴 249b 由預混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給，與經由噴嘴 249a、249b 由後混合所進行之 O_2 氣體+ H_2 氣體之供給；的組合進行既定次數(m 次)。

【0089】本變形例中。可得到與圖 4 所示成膜時序相同的效果。

【0090】

(變形例 3)

亦可使步驟 A 中處理室 201 內之壓力(處理壓力)、及 O_2 氣體之供給流量相對於 H_2 氣體之供給流量的比(O_2/H_2 流量比)中之至少任一者，不同於步驟 B 中之該條件或該等條件。

【0091】其理由在於，藉由 O_2 氣體與 H_2 氣體之反應所生成之氧化種的壽命，有受到步驟 A、B 中之處理壓力之影響的傾向。因此，藉由使步驟 A、B 中之處理壓力彼此相異，可使藉由進行步驟 A、B 而形成於晶圓 200 表面之初期氧化層之晶圓間厚度分佈彼此

相異。例如，可於步驟 A、B 中任一步驟中，在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下使晶圓 200 之表面氧化，並於另一步驟中，在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下使晶圓 200 之表面氧化。

【0092】又，藉由 O_2 氣體與 H_2 氣體之反應所生成之氧化種的壽命，有受到 O_2/H_2 流量比之影響的傾向。因此，藉由使步驟 A、B 中之 O_2/H_2 流量比彼此相異，可使藉由進行步驟 A、B 而形成於晶圓 200 表面之初期氧化層之晶圓間厚度分佈彼此相異。例如，可於步驟 A、B 中任一步驟中，在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下使晶圓 200 之表面氧化，並於另一步驟中，在晶圓 200 之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下使晶圓 200 之表面氧化。

【0093】本變形例中，藉由依組合進行步驟 A、B 之兩者，可使藉由因進行步驟 A 所形成之初期氧化層之晶圓間厚度分佈之傾向、藉由因進行步驟 B 所形成之初期氧化層之晶圓間厚度分佈之傾向彼此抵銷。其結果，可提升形成於晶圓 200 表面之初期氧化層的晶圓間厚度均勻性，可得到與圖 4 所示成膜時序相同的效果。尚且，於本變形例的情況，即使於步驟 A、B 之兩者進行由後混合之 O_2 氣體+ H_2 氣體的供給亦可得到上述效果；又，即使於步驟 A、B 之兩者進行由預混合之 O_2 氣體+ H_2 氣體的供給亦可得到上述效果。

【0094】

(變形例 4)

於圖 4 所示成膜時序之前處理步驟，說明了藉由將非同時進行步驟 A、B 之組合進行 1 次而於晶圓 200 表面形成初期氧化層的情

況，但亦可藉由進行此組合複數次而於晶圓 200 表面形成初期氧化層。本變形例中。可得到與圖 4 所示成膜時序相同的效果。

【0095】

<其他實施形態>

以上具體說明了本發明之實施形態。然而，本發明並不限定於上述實施形態，在不脫離其要旨之範圍內可進行各種變更。

【0096】例如，本發明亦可應用於：使用銨(NH₃)氣體等之含氮(N)氣體、丙烯(C₃H₆)氣體等含碳(C)氣體、三乙基胺((C₂H₅)₃N，簡稱：TEA)氣體等之含 N 及 C 之氣體、三氯硼烷(BCl₃)氣體等之含硼(B)氣體等作為反應體，藉由以下所示成膜時序，於基板上形成氧氮化矽膜(SiON 膜)、氮化矽膜(SiN 膜)、碳氮化矽膜(SiCN 膜)、氧碳氮化矽膜(SiOCN 膜)、硼碳氮化矽膜(SiBCN 膜)、硼氮化矽膜(SiBN 膜)等之含 Si 膜的情形。於此等情況，可得到與上述實施形態相同的效果。供給此等反應體時之處理手續、處理條件，可設為與例如上述實施形態之步驟 C2 中之處理手續、處理條件相同。

【0097】 $O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow NH_3 \rightarrow O_2) \times n$
 $\Rightarrow SiON$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow NH_3) \times n \Rightarrow SiN$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow TEA) \times n \Rightarrow SiCN$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow C_3H_6 \rightarrow NH_3) \times n \Rightarrow SiCN$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow TEA \rightarrow O_2) \times n \Rightarrow SiOCN$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow C_3H_6 \rightarrow NH_3 \rightarrow O_2) \times n \Rightarrow$
 $SiOCN$

$O_2+H_2(A) \rightarrow O_2+H_2(B) \rightarrow (HCDS \rightarrow C_3H_6 \rightarrow BCl_3 \rightarrow NH_3) \times n$

=> SiBCN



【0098】又，例如，本發明亦可應用於：使用四氯化鈦(TiCl_4)氣體或三甲基鋁($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ，簡稱：TMA)氣體等作為原料，於基板上形成氮化鈦膜(TiN 膜)、氧氮化鈦膜(TiON 膜)、碳氮化鈦鋁膜(TiAlCN 膜)、碳化鈦鋁膜(TiAlC 膜)、碳氮化鈦膜(TiCN 膜)、氧化鈦膜(TiO 膜)等含金屬元素之膜的情形。於此等情況，可得到與上述實施形態相同的效果。

【0099】基板處理所使用之配方，較佳係配合處理內容而個別準備，經由電信通路或外部記憶裝置 123 事先儲存於記憶裝置 121c 內。然後，較佳係於開始處理時，CPU121a 由儲存於記憶裝置 121c 內之複數配方中，配合基板處理內容，適當選擇適合的配方。藉此，可藉由 1 台基板處理裝置而再現性佳地形成各種膜種類、組成比、膜質、膜厚的膜。又，可減低操作員的負擔、避免操作錯誤，並可迅速地開始處理。

【0100】上述配方並不限定於新穎作成的情況，例如亦可藉由將已安裝於基板處理裝置之既存配方變更而準備。於變更配方的情況，可將變更後之配方經由電信通路或記錄有該配方之記錄媒體，安裝至基板處理裝置。又，亦可操作既存基板處理裝置所具備之輸出入裝置 122，對基板處理裝置中已安裝之既存配方進行直接變更。

【0101】上述實施形態中，係針對使作為第 1~第 3 供給部之第 1~第 3 噴嘴(噴嘴 249a~249c)沿著反應管之內壁而設於處理室內的例子進行了說明。然而，本發明並不限定於上述實施形態。例如圖 5(a)表示縱型處理爐之剖面構造般，亦可於反應管之側壁設置緩

衝室，於此緩衝室內，將與上述實施形態同樣構成之第 1~第 3 噴嘴，依與上述實施形態同樣配置進行設置。圖 5(a)中，表示了於反應管之側壁設置供給用之緩衝室與排氣用之緩衝室，使各者配置在挾持著晶圓而相對向之位置的例子。尚且，供給用之緩衝室與排氣用之緩衝室之各者係由反應管之側壁下部起，沿著上部、亦即沿著晶圓配列區域而設置。又，圖 5(a)中，表示了將供給用之緩衝室分隔為複數(3 個)空間，於各空間中配置了各噴嘴的例子。緩衝室之 3 個空間的配置，係與第 1~第 3 噴嘴之配置相同。亦可將第 1~第 3 噴嘴所配置之各空間分別稱為第 1~第 3 緩衝室。第 1 噴嘴及第 1 緩衝室、第 2 噴嘴及第 2 緩衝室、第 3 噴嘴及第 3 緩衝室亦可分別視為第 1 供給部、第 2 供給部、第 3 供給部。又，例如圖 5(b)表示縱型處理爐之剖面構造般，亦可依與圖 5(a)相同之配置設置緩衝室，於緩衝室內設置第 3 噴嘴，以由兩側挾持此緩衝室之與處理室間之連通部且沿著反應管內壁的方式，設置第 1、第 2 噴嘴。第 1 噴嘴、第 2 噴嘴、第 3 噴嘴及緩衝室亦可分別視為第 1 供給部、第 2 供給部、第 3 供給部。圖 5(a)、圖 5(b)所說明之緩衝室或反應管以外之構成，係與圖 1 所示處理爐之各部構成相同。即使在使用此等處理爐的情況，均可進行與上述實施形態相同的基板處理，可得到與上述實施形態相同之效果。

【0102】上述實施形態中，係針對一次處理複數片基板之批次式基板處理裝置形成膜的例子進行了說明。本發明並不限定於上述實施形態，例如亦可適合應用於使用一次處理 1 片或數片基板之單片式基板處理裝置而形成膜的情況。在使用一次處理 1 片基板之單片式基板處理裝置時，可提升形成於基板表面之初期氧化層的基板

面內厚度均勻性，其結果，可提高形成於基板上之膜之基板面內膜厚均勻性。又，上述實施形態中，針對使用具有熱壁型處理爐之基板處理裝置形成膜的例子進行了說明。本發明並不限定於上述實施形態，亦適合應用於使用具有冷壁型處理爐之基板處理裝置形成膜的情況。

【0103】於使用此等基板處理裝置之情況，亦可依與上述實施形態或變形例相同之時序、處理條件進行成膜處理，可獲得與上述實施形態或變形例相同之效果。

【0104】又，上述實施形態或變形例等可適當組合使用。此等之處理手續、處理條件可設為例如與上述實施形態之處理手續、處理條件相同。

[實施例]

【0105】

作為實施例，使用圖 1 所示基板處理裝置，藉由圖 4 所示成膜時序，於晶圓上形成 SiO 膜。前處理步驟、成膜步驟中之處理條件係分別設為上述實施形態中之前處理步驟、成膜步驟中之處理條件範圍內的既定條件。

【0106】作為比較例 1，使用圖 1 所示基板處理裝置，依序進行使晶圓表面氧化之前處理步驟、與成膜步驟，藉此於晶圓上形成 SiO 膜。於前處理步驟，僅進行圖 4 所示成膜時序之步驟 A、不實施步驟 B。除了此點之外，比較例 1 之前處理步驟、成膜步驟中之處理手續、處理條件係分別設為與實施例之前處理步驟、成膜步驟中之處理手續、處理條件相同。

【0107】作為比較例 2，使用圖 1 所示基板處理裝置，依序進

行使晶圓表面氧化之前處理步驟、與成膜步驟，藉此於晶圓上形成 SiO 膜。於前處理步驟，僅進行圖 4 所示成膜時序之步驟 B、不實施步驟 A。除了此點之外，比較例 2 之前處理步驟、成膜步驟中之處理手續、處理條件係分別設為與實施例之前處理步驟、成膜步驟中之處理手續、處理條件相同。

【0108】其後，分別評價實施例 1 及比較例 1、2 所形成之 SiO 膜之晶圓間膜厚均勻性。於圖 6(a)~圖 6(c)依序表示實施例、比較例 1、2 之評價結果。圖 6(a)~圖 6(c)之縱軸係表示前處理步驟所形成之初期氧化層、與成膜步驟所形成之 SiO 膜的合計膜厚(a. u.)。圖 6(a)~圖 6(c)之橫軸係分別表示晶圓配列區域內之晶圓位置，具體而言為上部(Top)、中央部(Center)、下部(Bottom)。

【0109】如圖 6(a)所示，實施例之 SiO 膜係由上部(Top)起至下部(Bottom)、亦即氣流上游側起至氣流下游側，膜厚呈略均等，可知晶圓間膜厚均勻性良好。

【0110】相對於此，如圖 6(b)所示，比較例 1 之 SiO 膜係由上部(Top)起至下部(Bottom)、亦即氣流上游側起至氣流下游側，膜厚呈變厚，可知晶圓間膜厚均勻性較實施例低。又，如圖 6(c)所示，比較例 2 之 SiO 膜係由上部(Top)起至下部(Bottom)、亦即氣流上游側起至氣流下游側，膜厚呈變薄，可知晶圓間膜厚均勻性較實施例低。又，比較例 1、2 之 SiO 膜之晶圓間厚度分佈呈彼此相反的傾向。

【0111】如此，在前處理步驟中依組合進行步驟 A、B 兩者的實施例，係相較於在前處理步驟中僅進行步驟 A、B 中任一者的比較例 1、2，可提高形成於晶圓上之 SiO 膜之晶圓間膜厚均勻性。

【符號說明】

【0112】

115	晶舟升降器
115s	擋門開關機構
121	控制器
121a	CPU
121b	RAM
121c	記憶裝置
121d	I/O 埠
121e	內部匯流排
122	輸出入裝置
123	外部記憶裝置
200	晶圓(基板)
201	處理室
202	處理爐
203	反應管
207	加熱器
209	分歧管
217	晶舟
218	隔熱板
219	密封蓋
219s	擋門
220a	O 型環
220b	O 型環

220c	O 型環
231	排氣管
231a	排氣口
232a、232b、232c、232d、232e、232f、232g、232h	氣體供給管
241a、241b、241c、241d、241e、241f、241g、241h	MFC
243a、243b、243c、243d、243e、243f、243g、243h	閥
244	APC 閥
245	壓力感應器
246	真空泵
248	積集型供給系統
249a、249b、249c	噴嘴
250a、250b、250c	氣體噴出口
255	旋轉軸
263	溫度感應器
267	旋轉機構

申請專利範圍

1. 一種半導體裝置之製造方法，係具有將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，藉此於基板之表面形成初期氧化層的步驟；

(a)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使上述基板之表面氧化的步驟；

(b)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使上述基板之表面氧化的步驟；

該半導體裝置之製造方法並具有：(c)對上述基板供給原料氣體，於上述初期氧化層上形成膜的步驟。

2. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，在形成於上述基板之表面之氧化層的厚度由氣流上游側起朝下游側變厚的條件下進行(a)，在形成於上述基板之表面之氧化層的厚度由氣流上游側起朝下游側變薄的條件下進行(b)。

3. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，於(a)係藉由不同之供給部對上述基板供給上述含氧氣體與上述含氫氣體，於(b)係藉由相同之供給部對上述基板供給上述含氧氣體與上述含氫氣體。

4. 如請求項 3 之半導體裝置之製造方法，其中，於(a)係在上述基板所存在之空間中使上述含氧氣體與上述含氫氣體混合，於(b)係在上述相同之供給部內使上述含氧氣體與上述含氫氣體混合。

5. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，於(a)係藉由第 1

供給部供給上述含氧氣體，並藉由第 2 供給部供給上述含氫氣體；於(b)係藉由上述第 1 供給部供給上述含氧氣體與上述含氫氣體。

6. 如請求項 5 之半導體裝置之製造方法，其中，於上述形成初期氧化層之步驟，係依序進行(a)、(b)；於(b)係依不停止而持續(a)所進行之由上述第 1 供給部供給上述含氧氣體的狀態，將上述含氫氣體之供給部由上述第 2 供給部切換為上述第 1 供給部。

7. 如請求項 5 之半導體裝置之製造方法，其中，於上述形成初期氧化層之步驟，係依序進行(b)、(a)；於(a)係依不停止而持續(b)所進行之由上述第 1 供給部供給上述含氧氣體的狀態，將上述含氫氣體之供給部由上述第 1 供給部切換為上述第 2 供給部。

8. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，於(a)係藉由第 1 供給部供給上述含氧氣體，並藉由第 2 供給部供給上述含氫氣體；於(b)係藉由上述第 2 供給部供給上述含氧氣體與上述含氫氣體。

9. 如請求項 8 之半導體裝置之製造方法，其中，於上述形成初期氧化層之步驟，係依序進行(a)、(b)；於(b)係依不停止而持續(a)所進行之由上述第 2 供給部供給上述含氫氣體的狀態，將上述含氧氣體之供給部由上述第 1 供給部切換為上述第 2 供給部。

10. 如請求項 8 之半導體裝置之製造方法，其中，於上述形成初期氧化層之步驟，係依序進行(b)、(a)；於(a)係依不停止而持續(b)所進行之由上述第 2 供給部供給上述含氫氣體的狀態，將上述含氧氣體之供給部由上述第 2 供給部切換為上述第 1 供給部。

11. 如請求項 1 至 4 中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，於上述形成初期氧化層之步驟，係於(a)、(b)之間不進行上述基板所存在之空間的沖洗，而連續進行(a)、(b)。

12. 如請求項 1 至 4 中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，於(a)及(b)，係在上述含氫氣體之供給流量大於上述含氧氣體之供給流量的條件下，使上述基板之表面氧化。

13. 如請求項 1 至 4 中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，將(a)中之上述含氧氣體與上述含氫氣體之供給時間設為較(b)中之上述含氧氣體與上述含氫氣體之供給時間長。

14. 如請求項 13 之半導體裝置之製造方法，其中，(c)係進一步包含：對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體的步驟；

將(b)中之上述含氧氣體與上述含氫氣體之供給時間設為較(c)中之上述含氧氣體與上述含氫氣體之供給時間長。

15. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，使(a)中上述基板所存在之空間的壓力、及上述含氧氣體之供給流量相對於上述含氫氣體之供給流量的比中之至少任一者，不同於(b)中之該者或該等。

16. 如請求項 1 之半導體裝置之製造方法，其中，藉由於(c)中將非同時進行下述(c-1)與(c-2)之周期進行 n 次(n 為 1 以上之整數)，而於上述初期氧化層上形成氧化膜作為上述膜；

(c-1)對上述基板供給上述原料氣體的步驟；

(c-2)對上述基板供給上述含氧氣體與上述含氫氣體的步驟。

17. 一種基板處理裝置，其具有：

處理室，係對基板進行處理；

含氧氣體供給系統，係對上述處理室內之基板供給含氧氣體；

含氫氣體供給系統，係對上述處理室內之基板供給含氫氣體；

原料氣體供給系統，係對上述處理室內之基板供給原料氣體；與

控制部，係構成為控制上述含氧氣體供給系統、上述含氫氣體供給系統及上述原料氣體供給系統，而於上述處理室內將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，藉此於上述基板之表面形成初期氧化層的處理，並進行下述(c)；

(a)對基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使上述基板之表面氧化的處理；

(b)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使上述基板之表面氧化的處理；

(c)對上述基板供給原料氣體，於上述初期氧化層上形成膜的處理。

18. 一種記錄媒體，係電腦可讀取者，其記錄了可藉由電腦使基板處理裝置於基板處理裝置之處理室內，將非同時進行下述(a)與(b)之組合(set)進行 m 次(m 為 1 以上之整數)，藉此於基板之表面形成初期氧化層的手續，並進行下述(c)；

(a)對基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變大的條件下，使上述基板之表面氧化的手續；

(b)對上述基板供給含氧氣體與含氫氣體，在上述基板之氧化量由氣流上游側起朝下游側變小的條件下，使上述基板之表面氧化的手續；

(c)對上述基板供給原料氣體，於上述初期氧化層上形成膜的手續。

圖式

圖 1

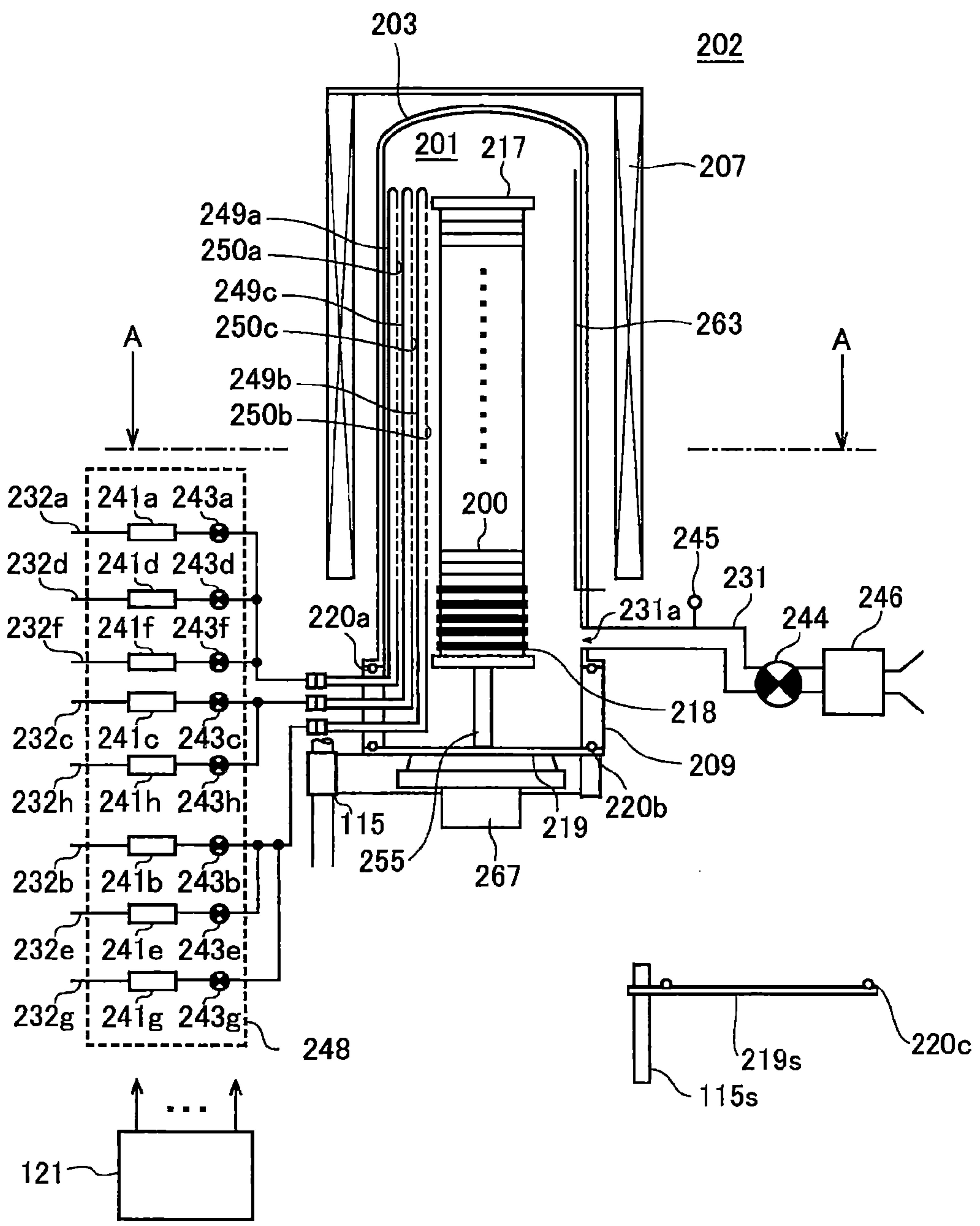


圖 2

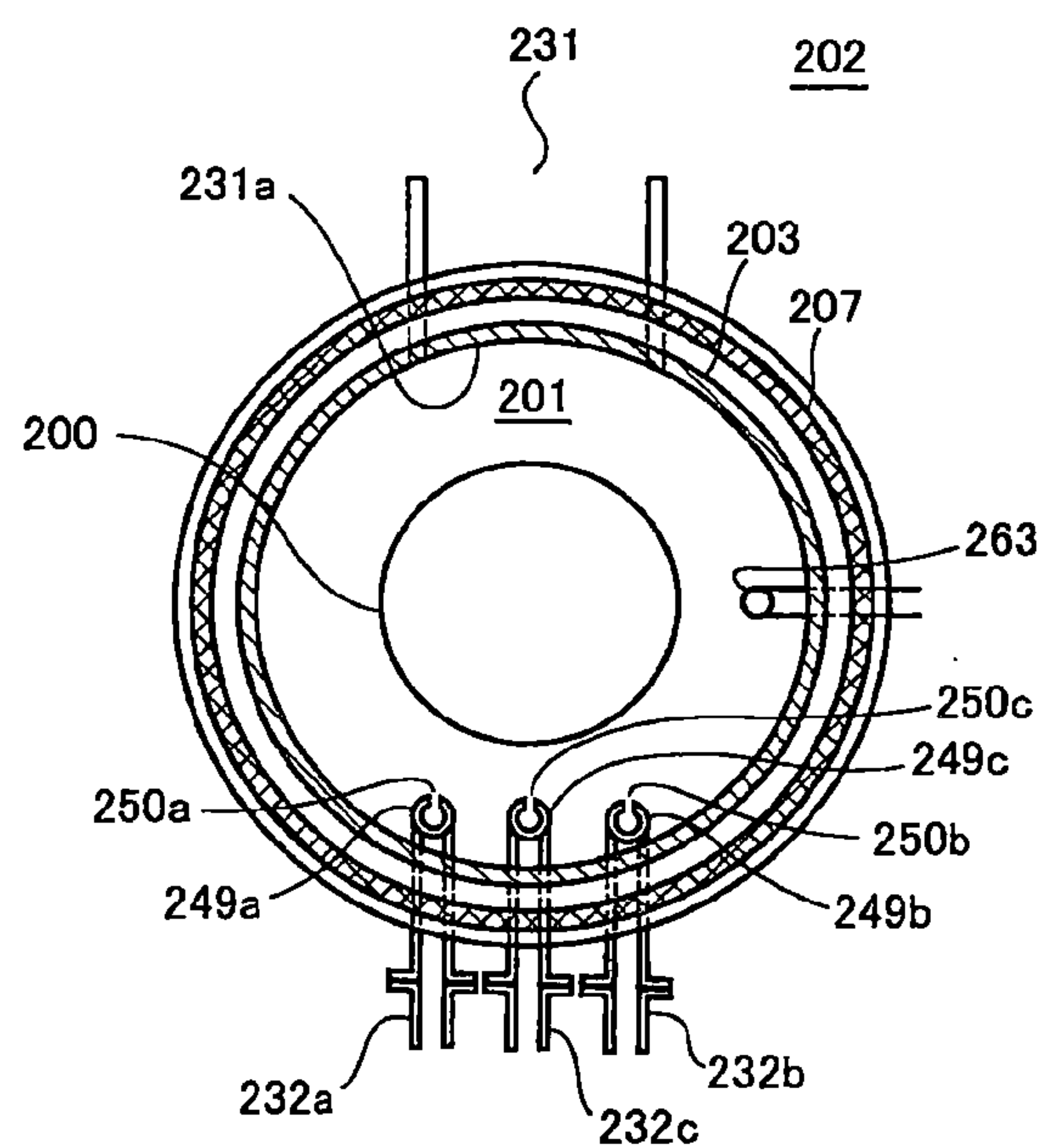
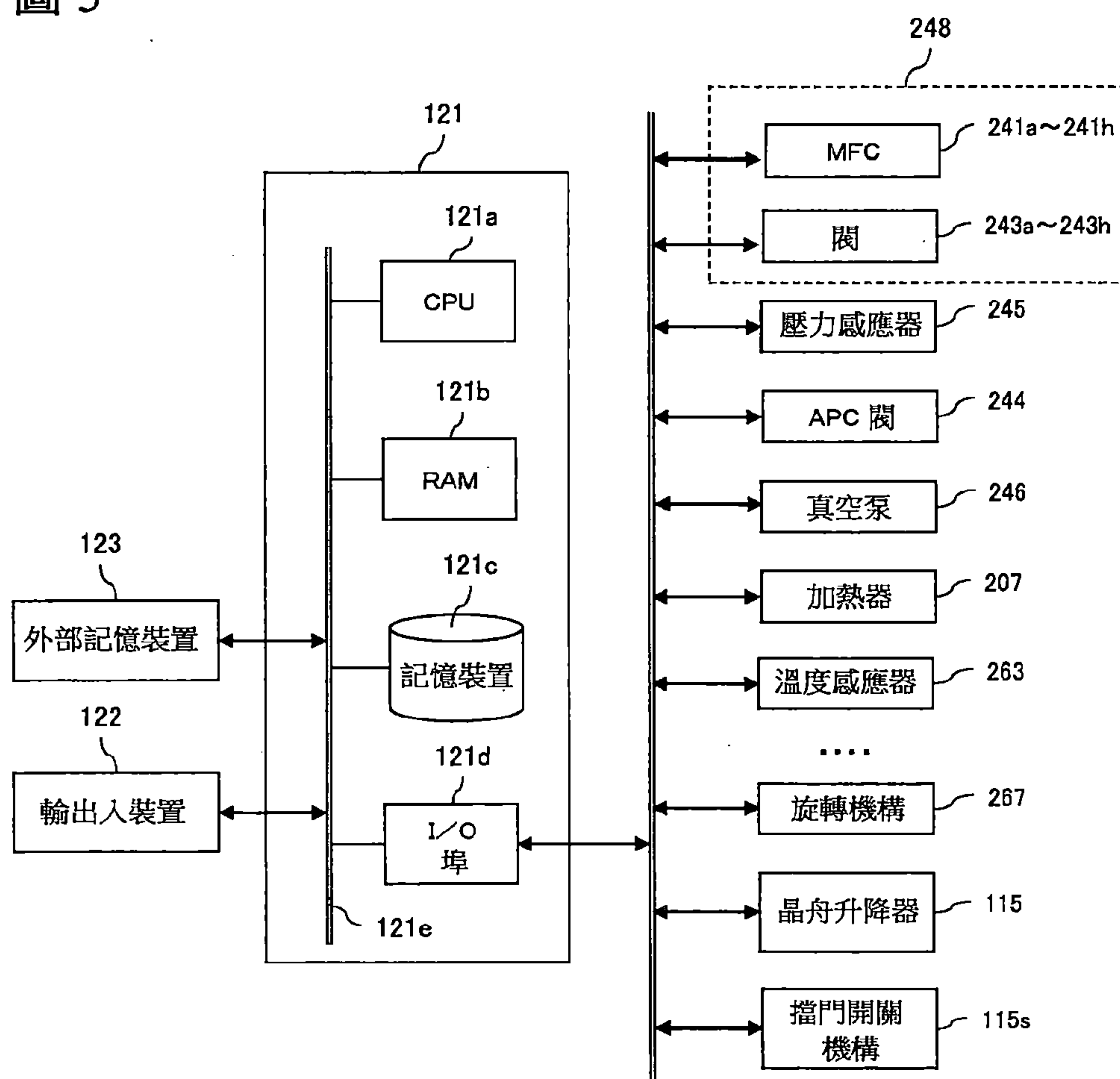


圖 3



1 4 OCT 2020

替換頁

圖 4

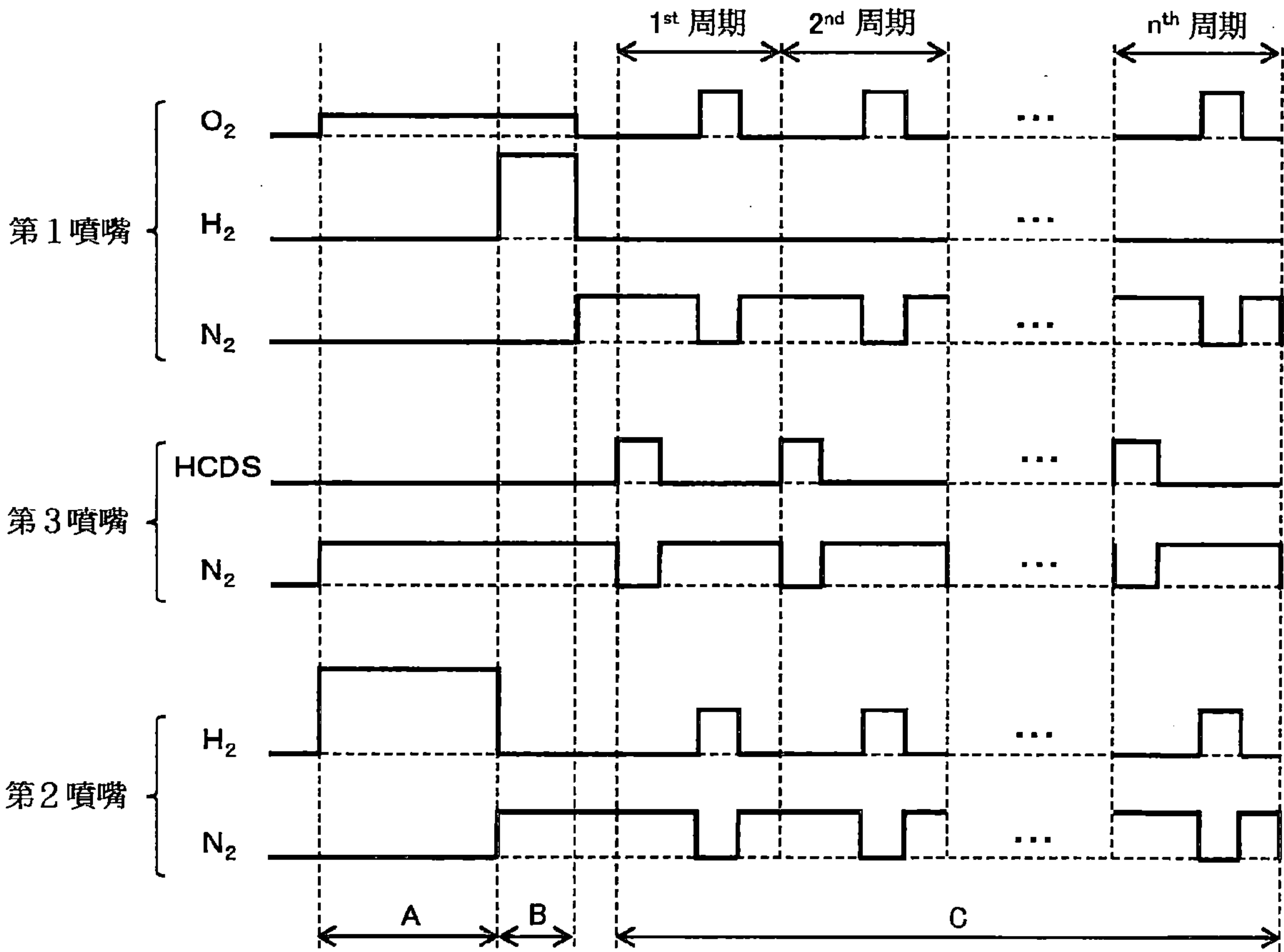


圖 5

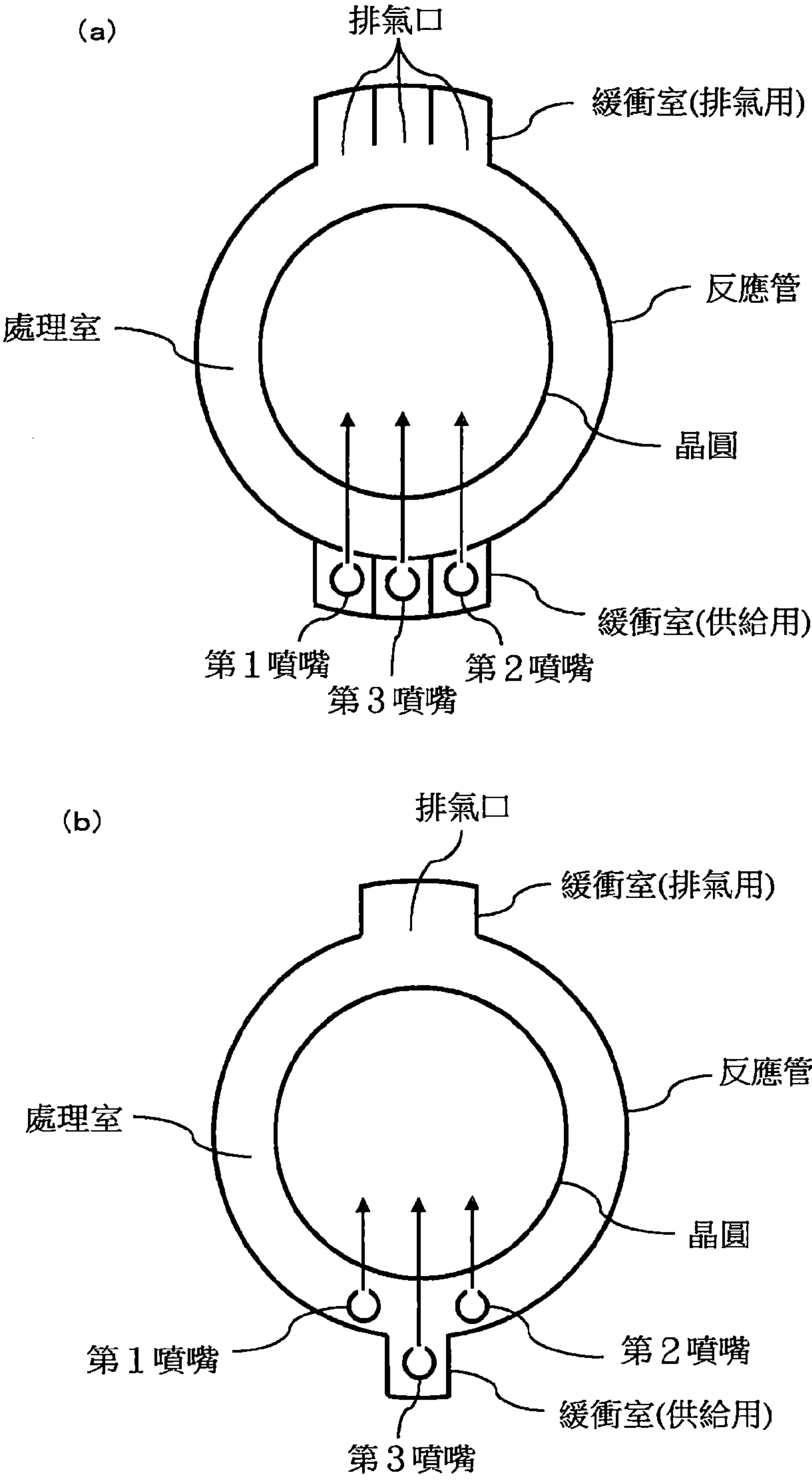


圖 6

