



(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 I602944 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：104105218

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 16 日

(51)Int. Cl. : C23C16/42 (2006.01)

C23C16/455 (2006.01)

C23C16/56 (2006.01)

C23C16/54 (2006.01)

(30)優先權：2014/02/25 日本

2014-033686

(71)申請人：東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本

(72)發明人：柿本明修 KAKIMOTO, AKINOBU (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW 527429

US 2012/0000490A1

審查人員：周志浩

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：8 共 31 頁

(54)名稱

含碳之矽膜之形成方法

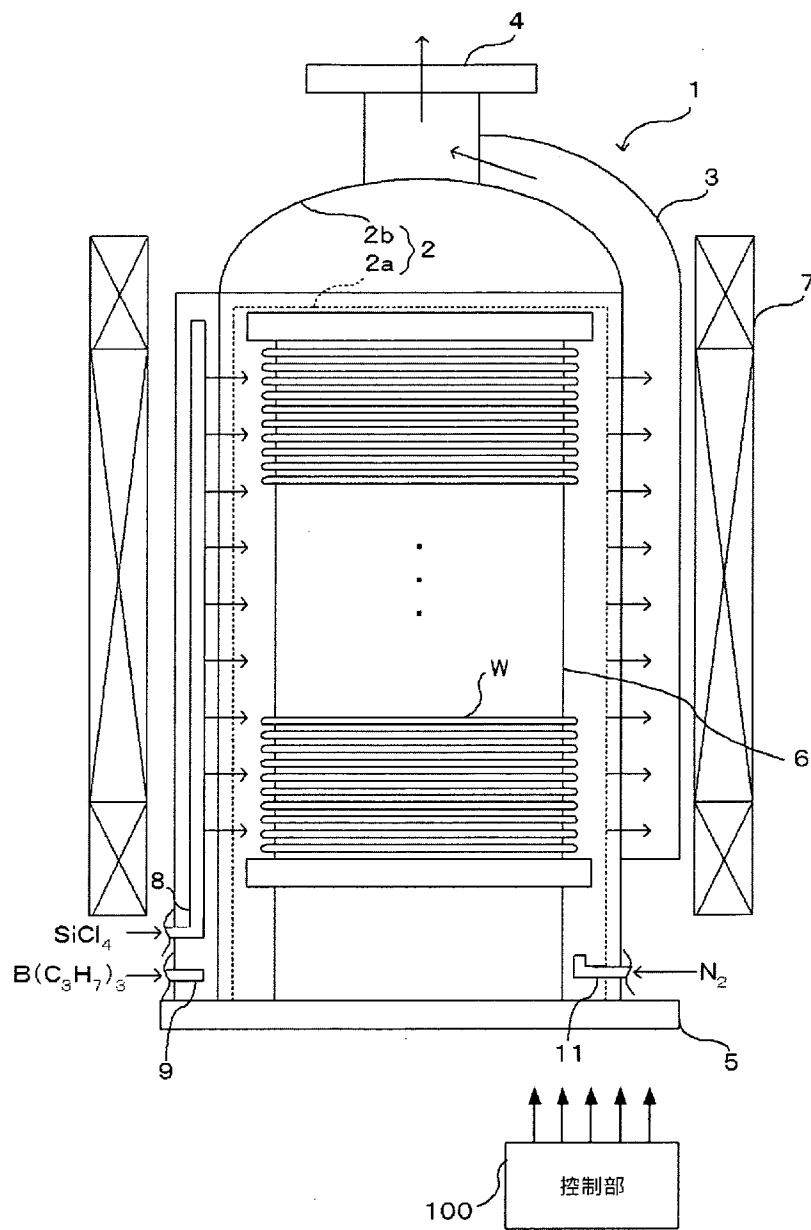
METHOD OF FORMING CARBON-CONTAINING SILICON FILM

(57)摘要

本發明之目的在於提供一種含碳之矽膜之形成方法，其特徵為包含：吸附步驟，將至少具有 1 個氯基之矽源氣體供給至收納有被處理體之反應室內，並使其活性化，以使該活性化之矽源氣體與該被處理體反應，而使矽吸附物吸附於該被處理體；及氯去除步驟，將烷基金屬氣體供給至該反應室內，並使其活性化，以使該活性化之烷基金屬氣體與該矽吸附物反應，而去除該矽吸附物所包含之氯；依此順序重複多次該吸附步驟與該氯去除步驟。

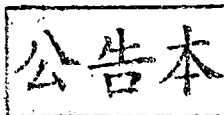
A method of forming a carbon-containing silicon film includes: adsorbing a silicon source on a workpiece by supplying a silicon source gas containing at least one chlorine group into a reaction chamber accommodating the workpiece and activating the supplied silicon source gas to react the activated silicon source gas with the workpiece; and removing chlorine from the adsorbed silicon source containing chlorine by supplying an alkyl metal gas into the reaction chamber and activating the supplied alkyl metal gas to react the activated alkyl metal gas with the adsorbed silicon source. Adsorbing a silicon source and removing chlorine are sequentially repeated plural times.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 1 . . . 處理裝置
 - 2 . . . 反應管
 - 2a . . . 內管
 - 2b . . . 外管
 - 3 . . . 排氣部
 - 4 . . . 排氣口
 - 5 . . . 蓋體
 - 6 . . . 晶圓載具
 - 7 . . . 升溫用加熱器
 - 8 . . . 源氣體供給管
 - 9 . . . 烷基金屬氣體供給管
 - 11 . . . 氮氣供給管
 - 100 . . . 控制部
 - W . . . 半導體晶圓

圖 1



申請日: 104.2.16

【發明摘要】

IPC分類:

C23C 16/42(2006.01)

C23C 16/45(2006.01)

C23C 16/56(2006.01)

C23C 16/54(2006.01)

【中文發明名稱】 含碳之矽膜之形成方法

【英文發明名稱】 METHOD OF FORMING CARBON-CONTAINING

SILICON FILM

【中文】

本發明之目的在於提供一種含碳之矽膜之形成方法，其特徵為包含：吸附步驟，將至少具有1個氯基之矽源氣體供給至收納有被處理體之反應室內，並使其活性化，以使該活性化之矽源氣體與該被處理體反應，而使矽吸附物吸附於該被處理體；及氯去除步驟，將烷基金屬氣體供給至該反應室內，並使其活性化，以使該活性化之烷基金屬氣體與該矽吸附物反應，而去除該矽吸附物所包含之氯；依此順序重複多次該吸附步驟與該氯去除步驟。

【英文】

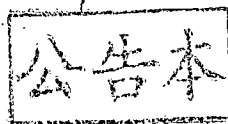
A method of forming a carbon-containing silicon film includes: adsorbing a silicon source on a workpiece by supplying a silicon source gas containing at least one chlorine group into a reaction chamber accommodating the workpiece and activating the supplied silicon source gas to react the activated silicon source gas with the workpiece; and removing chlorine from the adsorbed silicon source containing chlorine by supplying an alkyl metal gas into the reaction chamber and activating the supplied alkyl metal gas to react the activated alkyl metal gas with the adsorbed silicon source. Adsorbing a silicon source and removing chlorine are sequentially repeated plural times.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 處理裝置
- 2 反應管
 - 2a 內管
 - 2b 外管
- 3 排氣部
- 4 排氣口
- 5 蓋體
- 6 晶圓載具
- 7 升溫用加熱器
- 8 源氣體供給管
- 9 烷基金屬氣體供給管
- 11 氬氣供給管
- 100 控制部
- W 半導體晶圓

【特徵化學式】 無



【發明說明書】

【中文發明名稱】 含碳之矽膜之形成方法

【英文發明名稱】 METHOD OF FORMING CARBON-CONTAINING
SILICON FILM

【相關申請文獻】

【0001】

本發明係根據2014年2月25日提出申請的日本專利申請第2014-033686號之優先權的權益，將該日本申請案的所有內容，作為參照文獻組合至此。

【技術領域】

【0002】

本發明係關於一種含碳之矽膜之形成方法及形成裝置。

【先前技術】

【0003】

含碳之矽膜，例如，作為碳化矽(SiC)膜之形成方法，例如，對被處理體交互供給四氯矽烷(SiCl₄)與三甲基鋁(Al(CH₃)₃)而可形成SiC膜的原子層沈積(ALD:Atomic Layer Deposition)法，已為人所知。

【發明內容】

【發明所欲解決之課題】

【0004】

另外，以該ALD法所形成的SiC膜，具有該膜中殘留大量雜質(Al)的問題。
因此，尋求雜質少的含碳之矽膜的形成方法。

【0005】

本發明提供一種雜質少的含碳之矽膜之形成方法及形成裝置。

【用以解決課題之手段】**【0006】**

本發明之第1觀點的含碳之矽膜的形成方法，其特徵為包含：

吸附步驟，將至少具有1個氯基之矽源氣體供給至收納有被處理體之反應室內並使其活性化，以使該活性化之矽源氣體與該被處理體反應，而使矽吸附物吸附於該被處理體；及

氯去除步驟，將烷基金屬氣體供給至該反應室內，並使其活性化，以使該活性化之烷基金屬氣體與該矽吸附物反應，而去除該矽吸附物所包含之氯；

依此順序重複多次該吸附步驟與該氯去除步驟。

【0007】

本發明之第2觀點的含碳之矽膜之形成裝置，其特徵為包含：

反應室，收納被處理體；

矽源氣體供給機構，將至少具有1個氯基之矽源氣體供給至該反應室內；

烷基金屬氣體供給機構，將烷基金屬氣體供給至該反應室內；

控制機構，控制該矽源氣體供給機構及該烷基金屬氣體供給機構；

該控制機構重複進行多次下述處理：

控制該矽源氣體供給機構，以將該矽源氣體供給至該反應室內，使收納於該反應室內之該被處理體吸附矽吸附物；控制該烷基金屬氣體供給機構，以將該烷基金屬氣體供給至該反應室內，去除該矽吸附物所包含之氯。

【圖式簡單說明】

【0008】

附圖被組合作為本說明書之一部分，以顯示本發明之實施形態，並與上述的一般說明及下述實施形態的詳細內容，一同說明本發明的概念。

【0009】

【圖1】係顯示本發明之實施形態之處理裝置的圖。

【0010】

【圖2】係顯示圖1之控制部之構成的圖。

【0011】

【圖3】係說明本發明之一實施形態之SiC膜之形成方法的圖。

【0012】

【圖4】(a)~(c)係說明在半導體晶圓表面之反應的圖。

【0013】

【圖5】係說明本發明之另一實施形態之SiC膜之形成方法的圖。

【0014】

【圖6】係顯示本發明之另一實施形態之處理裝置的圖。

【0015】

【圖7】係說明本發明之SiOC膜之形成方法的圖。

【0016】

【圖8】係說明本發明之SiOCN膜之形成方法的圖。

【實施方式】

【用以實施發明之形態】

【0017】

以下，對本發明之實施形態的含碳之矽膜之形成方法及形成裝置進行說明。在下述的詳細說明中，為了充分理解本發明，而列舉許多具體的詳細說明。然而，即使無此等詳細說明，本領域具有通常知識者亦可完成本發明，此為明顯可知之事項。其他例中，為了避免各種實施形態難以理解，故不詳細顯示習知的方法、順序、系統及構成要件。本實施形態中，作為含碳之矽膜之形成方法及形成裝置，以碳化矽膜(SiC膜)之形成方法及形成裝置為例進行說明。又，作為SiC膜之形成裝置，以使用批次式之縱型處理裝置的情況為例進行說明。圖1係顯示本實施形態之處理裝置的構成。

【0018】

如圖1所示，處理裝置1具備長邊方向朝向垂直方向的反應管2。反應管2具有雙重管構造，係由內管2a與具有頂蓋的外管2b所構成，該外管2b係以覆蓋內管2a並與內管2a具有既定間隔的方式所形成。內管2a與外管2b的側壁，如圖1的箭頭所示，具有複數的開口。內管2a及外管2b，係由耐熱及耐腐蝕性優異的材料，例如石英所形成。

【0019】

反應管2之一側面上，配置有用以排出反應管2內之氣體的排氣部3。排氣部3，係以沿著反應管2延伸至上方的方式所形成，並透過設於反應管2之側壁的開口，與反應管2連通。排氣部3的上端，與配置於反應管2之上部的排氣口4連接。該排氣口4與圖中未顯示之排氣管連接，排氣管上設有圖中未顯示的閥及下述真空泵127等的壓力調整機構。藉由該壓力調整機構，從外管2b之一側壁(源氣體供給管8)供給之氣體，透過內管2a、外管2b之另一側壁、排氣部3、排氣口4，被排氣至排氣管，以將反應管2內控制在預期的壓力(真空度)。

【0020】

反應管2的下方配置有蓋體5。蓋體5係由耐熱及耐腐蝕性優異的材料，例如石英所形成。又，蓋體5，係以可藉由下述載具升降器128上下移動的方式所構成。接著，若藉由載具升降器128使蓋體5上升，則反應管2的下方側(爐口部分)關閉，若藉由載具升降器128使蓋體5下降，則反應管2的下方側(爐口部分)開啟。

【0021】

蓋體5上，載置有晶圓載具6。晶圓載具6，係由例如石英所形成。晶圓載具6係以可在垂直方向上隔著既定間隔收納複數半導體晶圓W的方式所構成。此外，蓋體5的上部，設有防止從反應管2之爐口部分至反應管2內的溫度降低的保溫筒，及可旋轉地載置收納半導體晶圓W之晶圓載具6的旋轉平台，該等構件上亦可載置晶圓載具6。此情況下，易於將被收納於晶圓載具6的半導體晶圓W控制在均勻的溫度。

【0022】

反應管2的周圍，以圍住反應管2的方式，設有例如由電阻發熱體所構成的升溫用加熱器7。藉由該升溫用加熱器7將反應管2的內部加熱至既定溫度，結

果，將收納於反應管2內部的半導體晶圓W加熱至既定溫度。

【0023】

將源氣體供給至反應管2(外管2b)內的源氣體供給管8，插入並通過反應管2之下端附近的側面。源氣體，係使源氣體(Si)吸附於被處理體的Si源氣體，其使用於下述吸附步驟。作為Si源氣體，可使用至少具有1個氯基之矽源，例如：二氯矽烷(SiH_2Cl_2)、三氯矽烷(SiHCl_3)、單氯矽烷(SiH_3Cl)、四氯矽烷(SiCl_4)、六氯二矽烷(Si_2Cl_6)、八氯三矽烷(Si_3Cl_8)。本例中使用四氯矽烷。

【0024】

源氣體供給管8上，在垂直方向上，隔著既定間隔逐一設有供給孔，以將源氣體從供給孔供給至反應管2(外管2b)內。因此，如圖1的箭頭所示，從垂直方向的多處供給源氣體至反應管2內。

【0025】

又，將烷基金屬氣體供給至反應管2(外管2b)內的烷基金屬氣體供給管9，插入並通過反應管2之下端附近的側面。此處，烷基金屬，係指烷基上鍵結有金屬的化合物，例如，金屬為硼(B)的情況下，可列舉：三甲基硼($\text{B}(\text{CH}_3)_3$)、三乙基硼($\text{B}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$)、三丙基硼($\text{B}(\text{C}_3\text{H}_7)_3$)、三異丙基硼($\text{B}(\text{C}_3\text{H}_7)_3$)等。烷基金屬，將吸附之源氣體的氯取代為烷基，其使用於下述氯去除步驟中。本例中使用三異丙基硼。

【0026】

又，將作為稀釋氣體及驅淨氣體之氮氣(N_2)供給至反應管2(外管2b)內的氮氣供給管11，插入並通過反應管2之下端附近的側面。

【0027】

源氣體供給管8、烷基金屬氣體供給管9、氮氣供給管11，透過下述質量流量控制器(MFC：Mass Flow Controller)125，與圖中未顯示之氣體供給源連接。

【0028】

又，反應管2內配置有多個測定反應管2內之溫度的，例如由熱電對所構成的溫度感測器122，及測定反應管2內之壓力的壓力計123。

【0029】

又，處理裝置1，具備進行裝置各部分之控制的控制部100。圖2係顯示控制部100的構成。如圖2所示，控制部100與操作面板121、溫度感測器122、壓力計123、加熱器控制器124、質量流量控制器125、閥控制部126、真空泵127、載具升降器128等連接。

【0030】

操作面板121具備顯示畫面與操作按鍵，以將操作者的操作指示傳送至控制部100，又，來自控制部100的各種資訊顯示於顯示畫面。

【0031】

溫度感測器122，測定反應管2內及排氣管內等的各部分的溫度，並將其測定值通知控制部100。

【0032】

壓力計123，測定反應管2內及排氣管內等的各部分的壓力，並將其測定值通知控制部100。

【0033】

加熱器控制器124，係用以個別地控制升溫用加熱器7，其回應來自控制部100的指示，對升溫用加熱器7通電以將該等加熱器加熱，又，分別測定升溫用

加熱器7的消耗電力，並通知控制部100。

【0034】

質量流量控制器125，配置於源氣體供給管8、烷基金屬氣體供給管9、氮氣供給管11等的各配管，其將流入各配管之氣體的流量，控制在來自控制部100所指示的量，並測定實際流入的氣體流量，進而通知控制部100。

【0035】

閥控制部126，配置於各配管，其將配置於各配管之閥的開度，控制在來自控制部100所指示的值。

【0036】

真空泵127，與排氣管連接，以排出反應管2內的氣體。

【0037】

載具升降器128，藉由使蓋體5上升，以將晶圓載具6(半導體晶圓W)載置於反應管2內，藉由使蓋體5下降，以將晶圓載具6(半導體晶圓W)從反應管2內卸載。

【0038】

控制部100，係由處方儲存部111、唯讀記憶體(ROM；Read Only Memory)112、隨機存取記憶體(RAM；Random Access Memory)113、輸入/輸出埠(Input/Output Port)114、中央處理器(CPU；Central Processing Unit)115、以及相互連接該等元件的匯流排116所構成。

【0039】

處方儲存部111，儲存有開機用處方與多個製程用處方。在製造處理裝置1時，僅儲存開機用處方。在建立與各處理裝置對應之熱模型等時，執行開機用處方。製程用處方，係針對每個使用者實際進行之熱處理(製程)的處方，其規範

了從將半導體晶圓W載置於反應管2到將處理結束之半導體晶圓W卸載為止，各部分的溫度變化、反應管2內的壓力變化、各種氣體之供給的開始及停止的時機與供給量等。

【0040】

唯讀記憶體112，係由電子可抹除可程式化唯讀記憶體(EEPROM；Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、快閃記憶體、硬碟等所構成，其係儲存中央處理器115之運作程式等的記錄媒體。

【0041】

隨機存取記憶體113，係發揮作為中央處理器115之工作區域等的功能。

【0042】

輸入/輸出埠114，與操作面板121、溫度感測器122、壓力計123、加熱器控制器124、質量流量控制器125、閥控制部126、真空泵127、載具升降器128等連接，其控制資料及信號的輸入與輸出。

【0043】

中央處理器115，構成控制部100的中樞，其執行唯讀記憶體112所儲存的控制程式。又，中央處理器115，係依照來自操作面板121的指示，根據處方儲存部111所儲存的處方(製程用處方)，來控制處理裝置1的運作。亦即，中央處理器115，使溫度感測器122、壓力計123、質量流量控制器125等，測定反應管2內及排氣管內等的各部分的溫度、壓力、流量等，根據該測定資料，對加熱器控制器124、質量流量控制器125、閥控制部126、真空泵127等輸出控制信號等，並依照製程用處方控制上述各部分。

【0044】

匯流排116，在各部分之間傳遞資訊。

【0045】

接著，參照如圖3所示之處方(時序)，對使用以上述方式所構成之處理裝置1的SiC膜之形成方法進行說明。本實施形態之SiC膜之形成方法中，係藉由ALD法，於半導體晶圓W上形成SiC膜。

【0046】

如圖3所示，本實施形態中，執行(重複)多次，例如100循環使源氣體(Si)吸附於半導體晶圓W的吸附步驟，及去除吸附之源氣體所包含之氯(Cl)的氯去除步驟，藉此於半導體晶圓W上形成預期厚度的SiC膜。又，如圖3所示，本實施形態中，使用四氯矽烷(SiCl_4)作為Si源氣體，使用三異丙基硼($\text{B}(\text{C}_3\text{H}_7)_3$)作為烷基金屬，使用氮(N_2)作為稀釋氣體。

【0047】

此外，在以下的說明中，構成處理裝置1之各部分的運作，係藉由控制部100(中央處理器115)進行控制。又，如上所述，控制部100(中央處理器115)控制加熱器控制器124(升溫用加熱器7)、質量流量控制器125(源氣體供給管8等)、閥控制部126、真空泵127，藉此將各處理之反應管2內的溫度、壓力、氣體流量等，設定為根據圖3所示之處方的條件。

【0048】

首先，藉由升溫用加熱器7，使反應管2內維持在既定的負載溫度，例如，如圖3(a)所示，維持在 300°C 。接著，將收納有半導體晶圓W之晶圓載具6載置於蓋體5上。接著，藉由載具升降器128使蓋體5上升，以將半導體晶圓W(晶圓載具6)載置於反應管2內(加載步驟)。

【0049】

首先，藉由升溫用加熱器7，將反應管2內設定為既定的溫度，例如，如圖3(a)所示，設定為500℃。又，將既定量的氮氣從氮氣供給管11供給至反應管2內，同時排出反應管2內的氣體，以將反應管2設定為既定壓力，例如，如圖3(b)所示，設定為133Pa(1Torr)(穩定化步驟)。

【0050】

此處，反應管2內的溫度，宜設為200~600℃，較宜設為350~550℃。因為藉由設定為此範圍之溫度，可提高形成之SiC膜的膜質及膜厚均一性等。

【0051】

反應管2內的壓力，宜設為0.133Pa(0.001Torr)~13.3kPa(100Torr)。因為藉由設定為此範圍之壓力，可促進半導體晶圓W與Si的反應。反應管2內的壓力，更宜設為13.3Pa(0.1Torr)~1330Pa(10Torr)。因為藉由設定為此範圍之壓力，容易控制反應管2內的壓力。

【0052】

接著，執行使Si吸附於半導體晶圓W的吸附步驟。吸附步驟中，將作為Si源氣體的四氯矽烷(SiCl_4)從源氣體供給管8供給至反應管2內，例如，如圖3(d)所示，供給200sccm (流動步驟)。

【0053】

供給至反應管2內的 SiCl_4 ，在反應管2內被加熱而活性化。因此，若將 SiCl_4 供給至反應管2內，則半導體晶圓W與活性化之Si反應，如圖4(a)所示，Si吸附於半導體晶圓W。

【0054】

若使既定量的Si吸附於半導體晶圓W上，則停止供給來自源氣體供給管8的SiCl₄。接著，排出反應管2內的氣體，同時將氮氣從氮氣供給管11供給至反應管2內，例如，如圖3(c)所示，供給500sccm，以將反應管2內的氣體排出反應管2外(驅淨、真空吸附清潔(Vacuum)步驟)。

【0055】

接著，執行氯去除步驟。首先，氯去除步驟中，藉由升溫用加熱器7，將反應管2內設定為既定的溫度，例如，如圖3(a)所示，設定為500℃。又，將既定量的氮氣從氮氣供給管11供給至反應管2內，同時排出反應管2內的氣體，以將反應管2設定為既定的壓力，例如，如圖3(b)所示，設定為133Pa(1Torr)。接著，將作為烷基金屬的三異丙基硼(B(C₃H₇)₃)從烷基金屬氣體供給管9供給至反應管2內，例如，如圖3(e)所示，供給200sccm(流動步驟)。

【0056】

供給至反應管2內的B(C₃H₇)₃，在反應管2內被加熱而活性化。因此，若將B(C₃H₇)₃供給至反應管2內，則活性化之B(C₃H₇)₃將吸附之Si的Cl接合(Si-Cl)切斷，如圖4(b)所示，去除吸附之源氣體所包含的氯(Cl)。

【0057】

此處，使用三異丙基硼作為烷基金屬，故如圖4(b)所示，硼變化成BCl₃這種具有高蒸氣壓的物質，而被排出膜外。排出之BCl₃，蒸氣壓高於以往的方法所排出的AlCl₃，而難以殘留於形成之SiC膜中。因此，如同以往的方法一般，可形成不易含雜質、雜質少的SiC膜。

【0058】

若去除吸附之源氣體所包含之氯，則停止供給來自烷基金屬氣體供給管9的

$B(C_3H_7)_3$ 。接著，排出反應管2內的氣體，同時將既定量的氮氣從氮氣供給管11供給至反應管2內，例如，如圖3(c)所示，供給500sccm，以將反應管2內之氣體排出反應管2外(驅淨、真空吸附清潔步驟)。

【0059】

藉此，由吸附步驟與氯去除步驟所構成的ALD法的1循環結束。接著，如圖4(c)所示，再次開始從吸附步驟開始的ALD法的1循環。接著，重複既定次數，例如100次該循環。藉此，於半導體晶圓W上形成預期厚度的SiC膜。

【0060】

若於半導體晶圓W上形成預期厚度的SiC膜，則藉由升溫用加熱器7，使反應管2內維持在既定的負載溫度，例如，如圖3(a)所示，維持在300℃，同時將既定量的氮氣從氮氣供給管11供給至反應管2內，而以氮氣將反應管2內進行循環驅淨，以回復常壓(恢復常壓步驟)。接著，藉由載具升降器128使蓋體5下降，藉此將半導體晶圓W卸載(卸載步驟)。

【0061】

如以上所說明，根據本實施形態，使四氯矽烷吸附於半導體晶圓W後，實施多次「供給三異丙基硼以去除吸附之源氣體所包含之氯」的步驟，故可形成雜質少的SiC膜。

【0062】

此外，本發明並不限於上述實施形態，而可進行各種變形、應用。以下，對可應用於本發明的另一實施形態進行說明。

【0063】

上述實施形態中，係以重複吸附步驟與氯去除步驟作為1循環的情況為例說

明本發明，但如圖5所示，亦可加入進一步去除SiC膜所包含之氯的電漿處理步驟。電漿處理步驟中，如圖5(a)及圖5(b)所示，在使反應管2內維持在500℃、40Pa(0.3Torr)的狀態下，如圖5(f)所示，將藉由電漿活性化之氫氣(Ar/H₂氣體)供給至反應管2內(流動步驟)。該電漿處理步驟之驅淨、真空吸附清潔步驟，係在與吸附步驟及氯去除步驟之驅淨、真空吸附清潔步驟相同的條件下進行。此情況下，可藉由在電漿處理步驟中供給至反應管2內的活性化之氫氣，進一步去除SiC膜中所包含之氯，進而形成雜質更少的SiC膜。

【0064】

進行這種電漿處理的情況下，可使用例如，如圖6所示的處理裝置1。處理裝置1中，於配置反應管2之排氣部3的反應管2之一側的相反側，設有電漿產生部20。電漿產生部20，具備一對電極21等，在一對電極21之間，Ar/H₂氣體供給管10插入反應管2內。一對電極21，與圖中未顯示的高頻電源、整合器等連接。接著，透過整合器從高頻電源施加高頻電力至一對電極21之間，藉此使供給至一對電極21之間的氫氣(H₂)電漿激發(活性化)，並將其從電漿產生部20供給至反應管2內。又，氫氣(H₂)的活性化，可使用觸媒、UV、熱、磁力等。

【0065】

上述實施形態中，雖以使用SiC膜作為含碳之矽膜的情況為例說明本發明，但含碳之矽膜並不限定於SiC膜。含碳之矽膜，只要係矽膜中含碳者即可，例如，亦可為添加碳之氧化矽膜(SiOC膜)、添加碳之氮氧化矽膜(SiOCN膜)。

【0066】

圖7係顯示用以說明SiOC膜之形成方法的處方(時序)。如圖7所示，SiOC膜之形成方法中，重複既定次數，例如100次上述SiC膜之形成方法的吸附步驟、

氯去除步驟及將氧供給至形成之SiC膜的氧供給步驟。氧供給步驟中，如圖7(a)及圖7(b)所示，在使反應管2內維持在500℃、40Pa(0.3Torr)的狀態下，如圖7(f)所示，將500sccm氧(O₂)供給至反應管2內(流動步驟)。該氧供給步驟之驅淨、真空吸附清潔步驟，係在與吸附步驟及氯去除步驟中之驅淨、真空吸附清潔步驟相同的條件下進行。藉此，將氧導入SiC膜中，以於半導體晶圓W形成SiOC膜。如此，使用雜質少的SiC膜形成SiOC膜，故可形成雜質少的含碳之矽膜。

【0067】

圖8係顯示用以說明SiOCN膜之形成方法的處方(時序)。如圖8所示，SiOCN膜之形成方法中，重複既定次數，例如100次上述SiOC膜之形成方法的吸附步驟、氯去除步驟、氧供給步驟及將氧供給至形成之SiOC膜的氮供給步驟。氮供給步驟中，如圖8(a)及圖8(b)所示，在使反應管2內維持在500℃、40Pa(0.3Torr)的狀態下，如圖8(g)所示，將500sccm氮(NH₃)供給至反應管2內(流動步驟)。該氮供給步驟之驅淨、真空吸附清潔步驟，係在與吸附步驟及氯去除步驟之驅淨、真空吸附清潔步驟相同的條件下進行。藉此，將氮導入SiOC膜中，以於半導體晶圓W上形成SiOCN膜。如此，使用雜質少的SiOC膜形成SiOCN膜，故可形成雜質少的含碳之矽膜。

【0068】

上述實施形態中，雖以使用四氯矽烷作為Si源氣體的情況為例說明本發明，但Si源氣體只要是至少具有1個氯基之矽源即可，亦可為例如二氯矽烷(SiH₂Cl₂)、三氯矽烷(SiHCl₃)、單氯矽烷(SiH₃Cl)、六氯二矽烷(Si₂Cl₆)、八氯三矽烷(Si₃Cl₈)。

【0069】

上述實施形態中，雖以使用三異丙基硼作為烷基金屬的情況為例說明本發明，但烷基金屬只要係可將吸附之源氣體的氯取代為烷基者即可，亦可為例如三甲基硼($B(CH_3)_3$)、三乙基硼($B(C_2H_5)_3$)、三丙基硼($B(C_3H_7)_3$)。又，金屬只要係其金屬氯化物的蒸氣壓較高者即可，並不限定於硼。

【0070】

上述實施形態中，雖以使反應管2內之溫度為 $500^{\circ}C$ 的情況為例說明本發明，但亦可藉由例如觸媒、UV、磁力等使處理氣體活性化，藉此降低反應管2內的溫度。

【0071】

上述實施形態中，雖以吸附步驟與氯去除步驟為1循環，重複100次該循環的情況為例說明本發明，但亦可為例如50循環的較少循環次數。又，亦可為200循環的較多循環次數。此情況下，亦可因應循環次數，例如調整Si源氣體的供給量等，藉此形成雜質少的SiC膜。

【0072】

上述實施形態中，雖以在供給處理氣體時僅供給處理氣體的情況為例說明本發明，但亦可在例如供給處理氣體時供給作為稀釋氣體的氦氣。此情況下，容易設定處理時間等。作為稀釋氣體，宜為不活潑氣體，除了氦之外，可使用例如氦(He)、氖(Ne)、氬(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)。

【0073】

本實施形態中，作為處理裝置1，雖以雙重管結構的批次式處理裝置的情況為例說明本發明，但亦可例如，將本發明應用於例如單管結構的批次式處理裝置。又，亦可將本發明應用於批次式的橫型處理裝置及單片式的處理裝置。

【0074】

本發明之實施形態之控制部100，並不需要藉由專用系統，而可使用一般的電腦系統來實現。例如，從儲存用以執行上述處理之程式的記錄媒體(軟碟、唯獨光碟(CD-ROM: Compact Disc Read Only Memory)等)，將該程式安裝於通用電腦，藉此可構成執行上述處理的控制部100。

【0075】

接著，用以供給該等程式的方法可為任意方法。除了如上述般可透過既定的記錄媒體提供該程式以外，亦可透過例如通信線路、通信網路、通信系統等提供該程式。此情況下，亦可藉由例如，將該程式揭示於通信網路的揭示板(BBS: Bulletin Board System)，並透過網路提供該程式。接著，啟動以此方式所提供之程式，藉由在操作系統(OS: Operating System)的控制下，以與其他應用程式相同的方式執行該程式，藉此可執行上述處理。

【0076】

根據本發明，可提供一種雜質少的含碳之矽膜之形成方法及形成裝置。

【0077】

此處揭示之實施形態，所有敘述皆為例示，應被認為其並不限制本發明。實際上，上述實施形態，可以多種形態具體實現。又，上述實施形態，只要不脫離所附之申請專利範圍及其主旨，亦可以各種形態進行省略、置換、變更。本發明的範圍，包含在所附之申請專利範圍與其均等意義及範圍內的所有變更。

【符號說明】**【0078】**

- 1 處理裝置
- 2 反應管
 - 2a 內管
 - 2b 外管
- 3 排氣部
- 4 排氣口
- 5 蓋體
- 6 晶圓載具
- 7 升溫用加熱器
- 8 源氣體供給管
- 9 烷基金屬氣體供給管
- 10 Ar/H₂氣體供給管
- 11 氮氣供給管
- 20 電漿產生部
- 21 一對電極
- 100 控制部
 - 111 處方儲存部
 - 112 唯讀記憶體(ROM)
 - 113 隨機存取記憶體(RAM)
 - 114 輸入/輸出埠(Input/Output Port)
 - 115 中央處理器(CPU)
 - 116 匯流排

- 121 操作面板
- 122 溫度感測器
- 123 壓力計
- 124 加熱器控制器
- 125 質量流量控制器(MFC)
- 126 閥控制部
- 127 真空泵
- 128 載具升降器
- W 半導體晶圓

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種含碳之矽膜之形成方法，其特徵為包含：

吸附步驟，將至少具有1個氯基之矽源氣體供給至收納有被處理體之反應室內，並使其活性化，令該活性化之矽源氣體與該被處理體反應，而使矽吸附物吸附於該被處理體；及

氯去除步驟，將烷基金屬氣體供給至該反應室內，並使其活性化，令該活性化之烷基金屬氣體與該矽吸附物反應，而去除該矽吸附物所包含之氯；

依此順序重複多次該吸附步驟與該氯去除步驟。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之含碳之矽膜之形成方法，其中，

於該氯去除步驟中，該烷基金屬氣體係使用三甲基硼、三乙基硼、三丙基硼或三異丙基硼。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之含碳之矽膜之形成方法，其中，

於該吸附步驟中，該矽源氣體係使用二氯矽烷、三氯矽烷、單氯矽烷、四氯矽烷、六氯二矽烷或八氯三矽烷。

【第4項】

如申請專利範圍第1項之含碳之矽膜之形成方法，其中，

於該氯去除步驟中，將該反應室內設定為200℃~600℃。

【第5項】

如申請專利範圍第1項之含碳之矽膜之形成方法，其中更包含：

電漿處理步驟，於執行該氯去除步驟後，將藉由電漿活性化之氫氣供給至該反應室，以進一步去除該矽吸附物所包含之氯；

依該吸附步驟、該氯去除步驟、該電漿處理步驟之順序重複進行多次。

【第6項】

如申請專利範圍第1項之含碳之矽膜之形成方法，其中更包含：

氧供給步驟，在執行該氯去除步驟後，將氧氣供給至該反應室並使其活性化，令該活性化之氧氣與該矽吸附物反應，而使該矽吸附物含有氧；

依該吸附步驟、該氯去除步驟、該氧供給步驟之順序重複進行多次。

【第7項】

如申請專利範圍第6項之含碳之矽膜之形成方法，其中更包含：

氮供給步驟，在執行該氧供給步驟後，將氮氣供給至該反應室並使其活性化，令該活性化之氮氣與該矽吸附物反應，而使該矽吸附物含有氮；

依該吸附步驟、該氯去除步驟、該氧供給步驟、該氮供給步驟之順序重複進行多次。

【發明圖式】

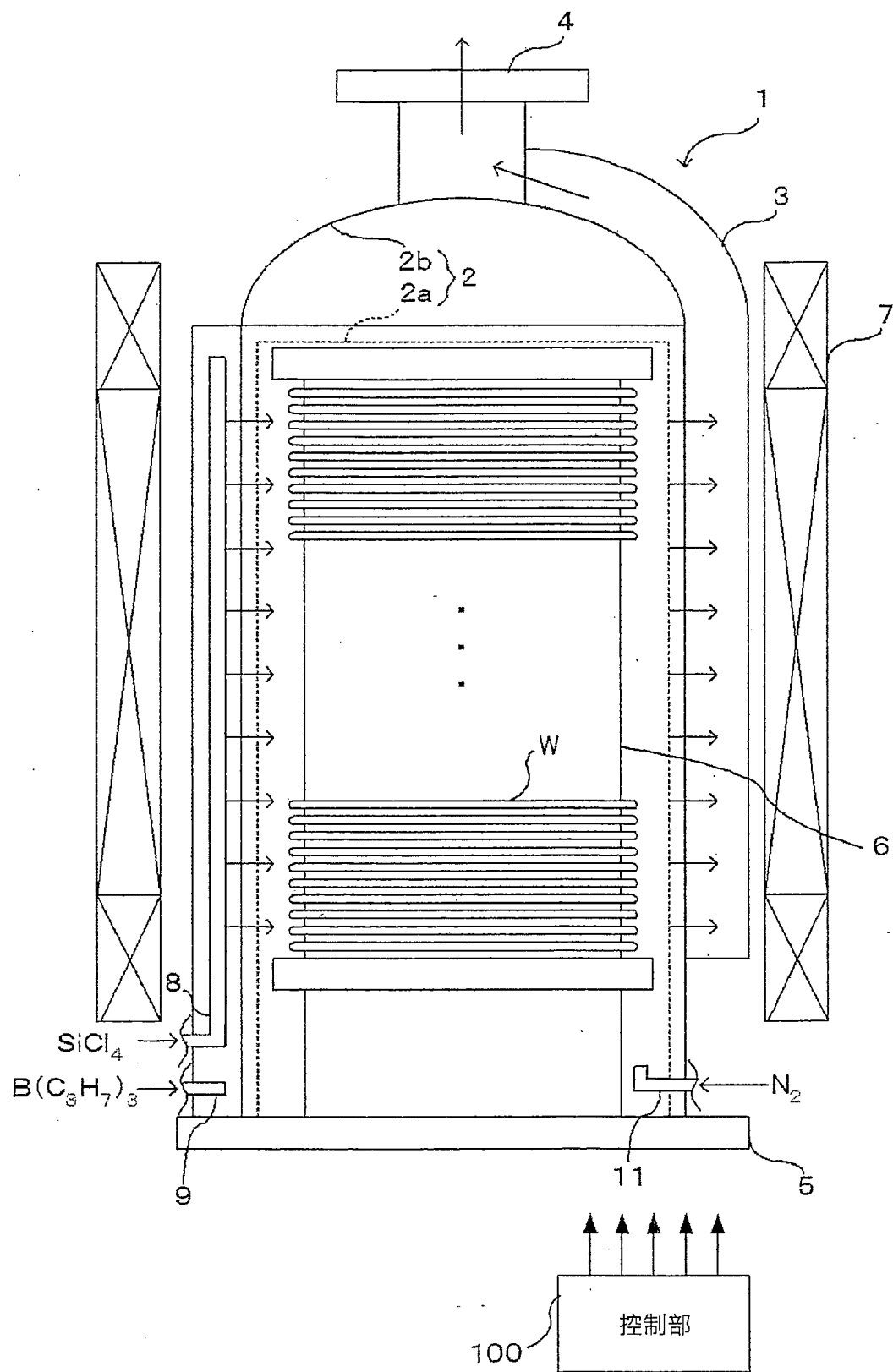


圖 1

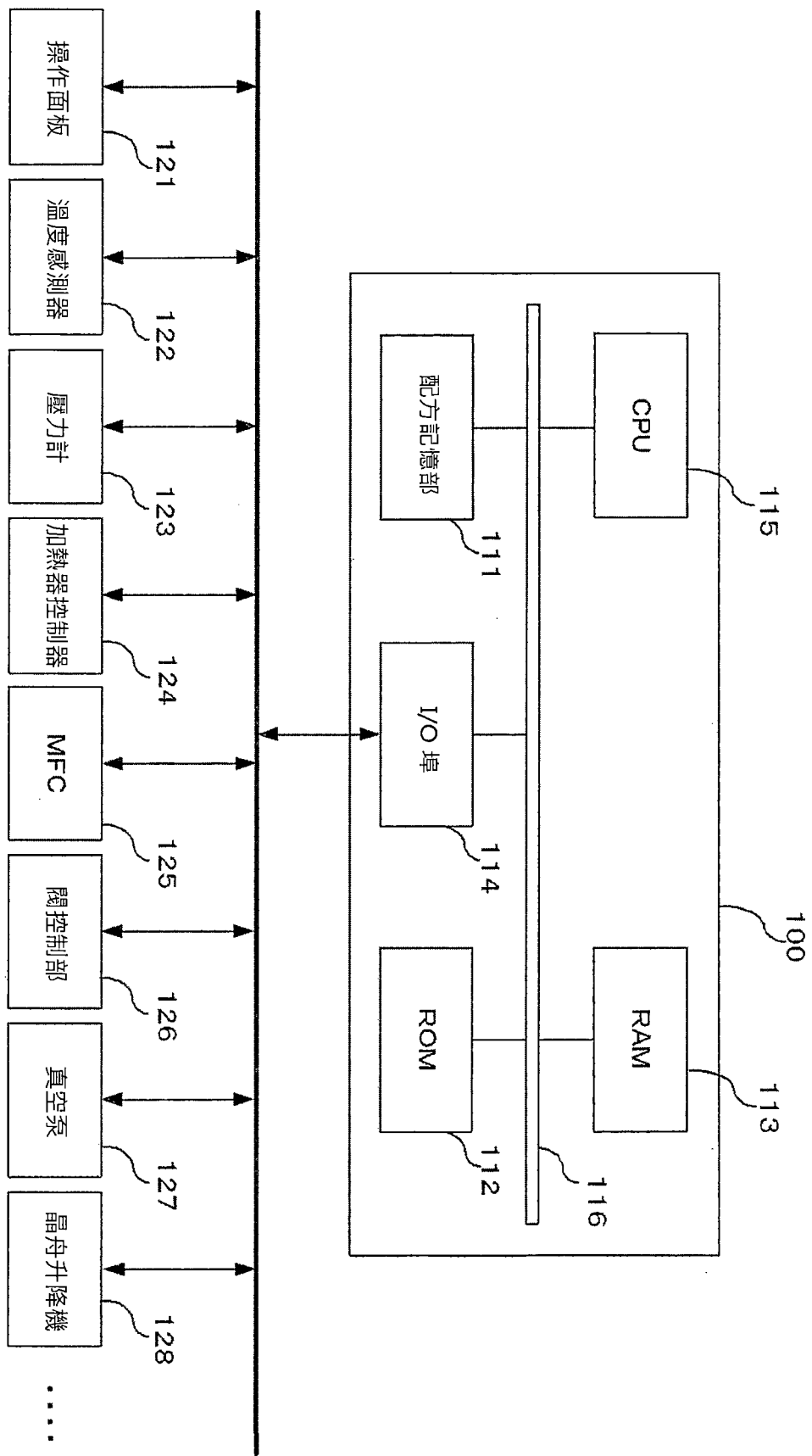


圖 2

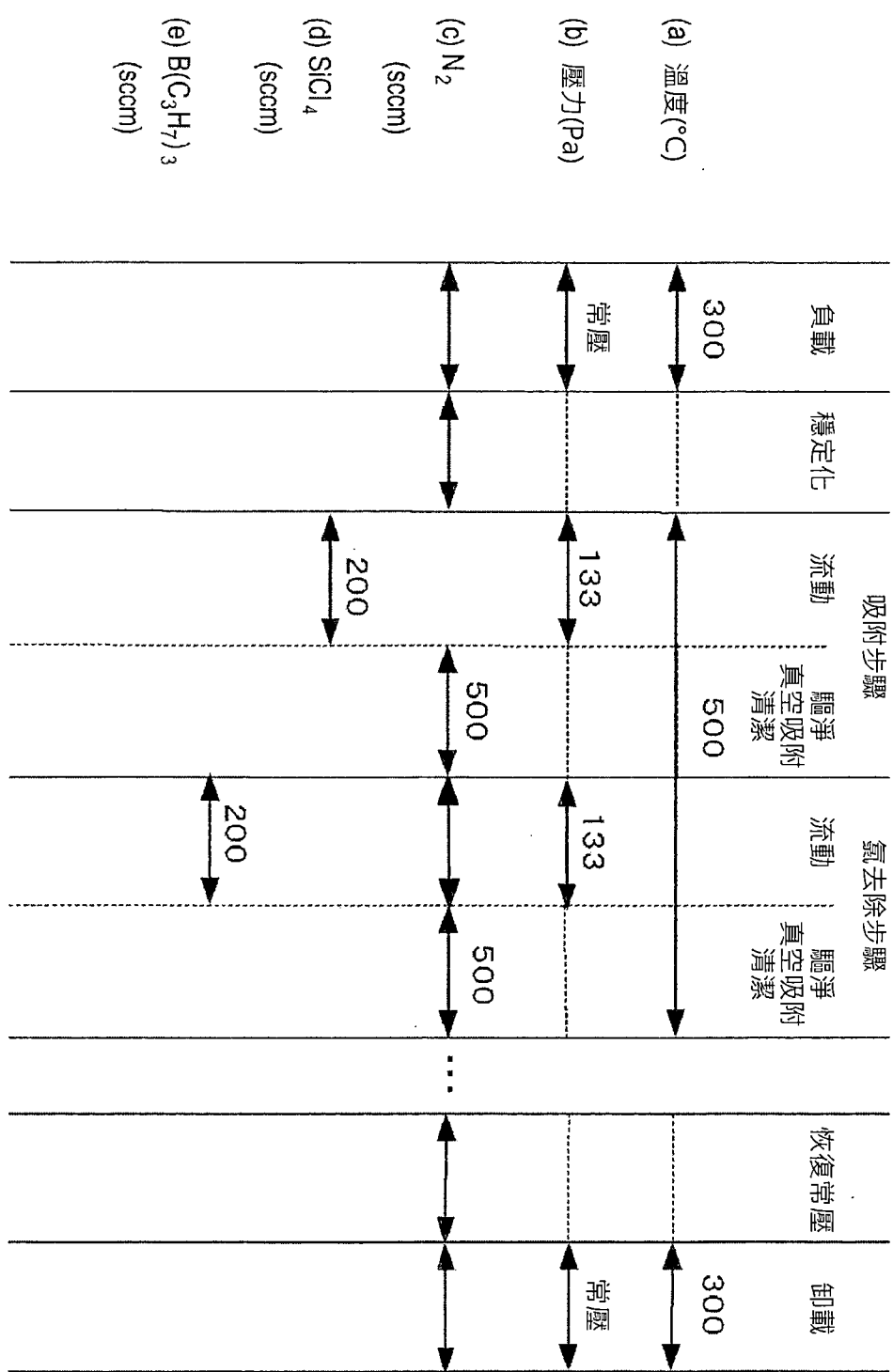


圖 3

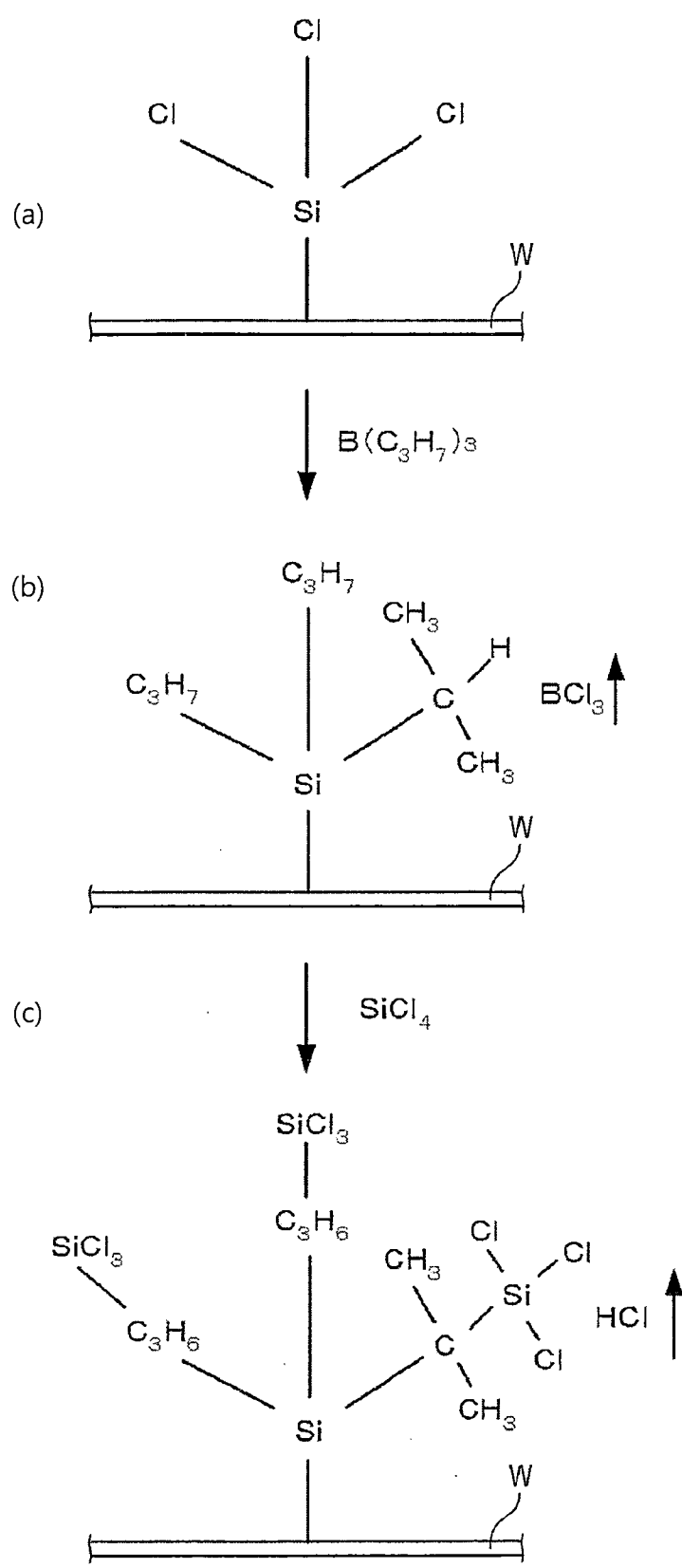


圖 4

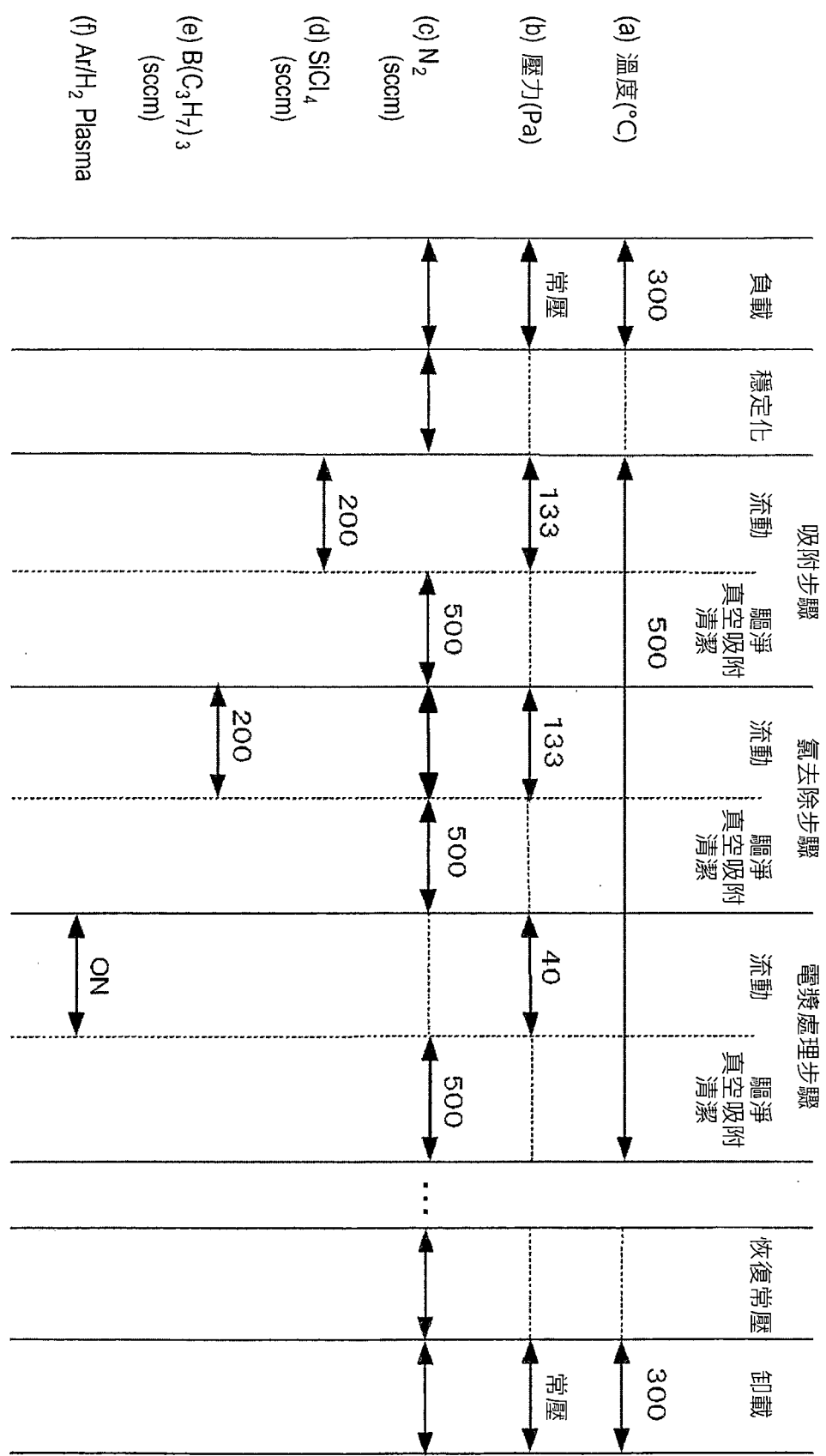


圖 5

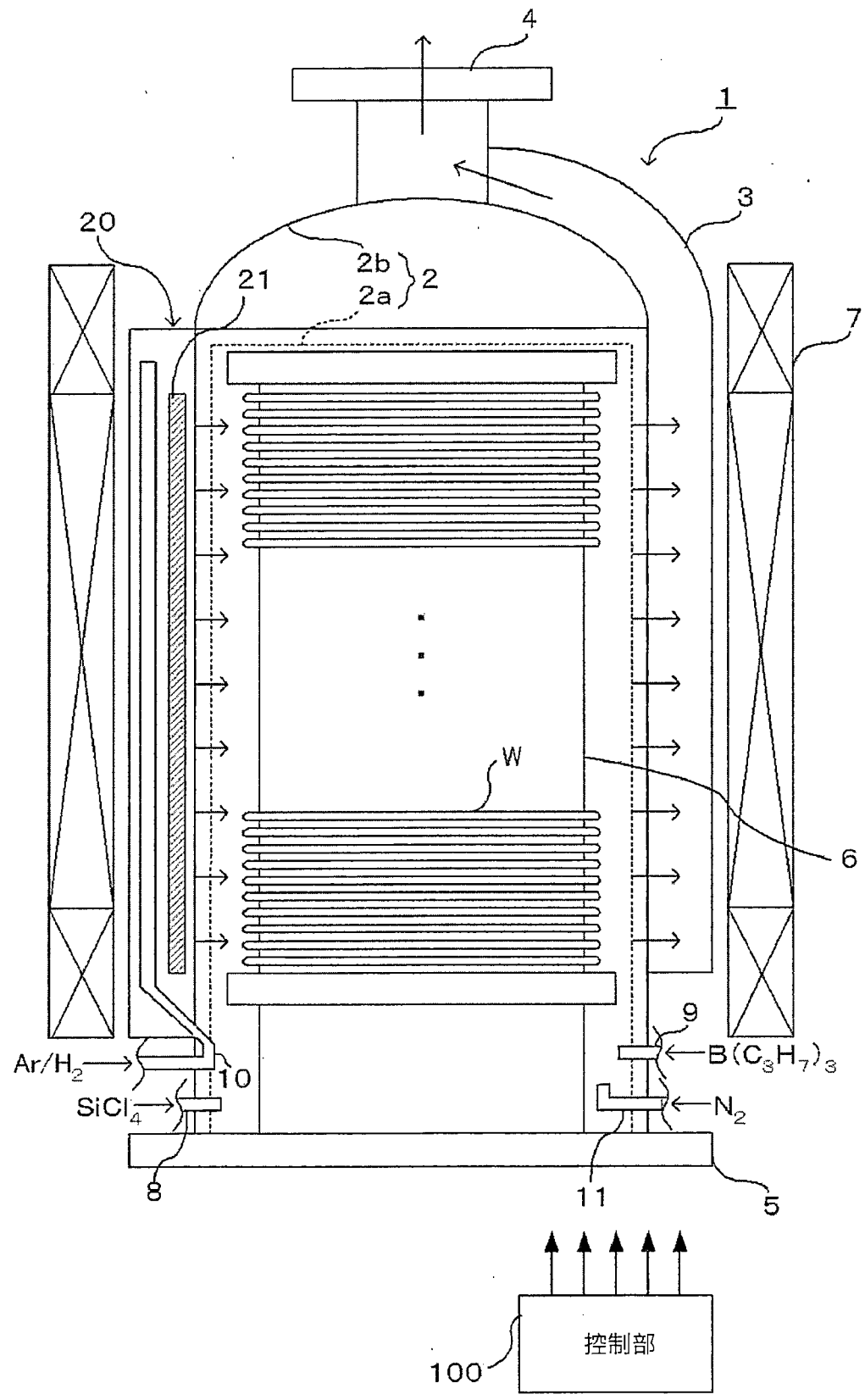


圖 6

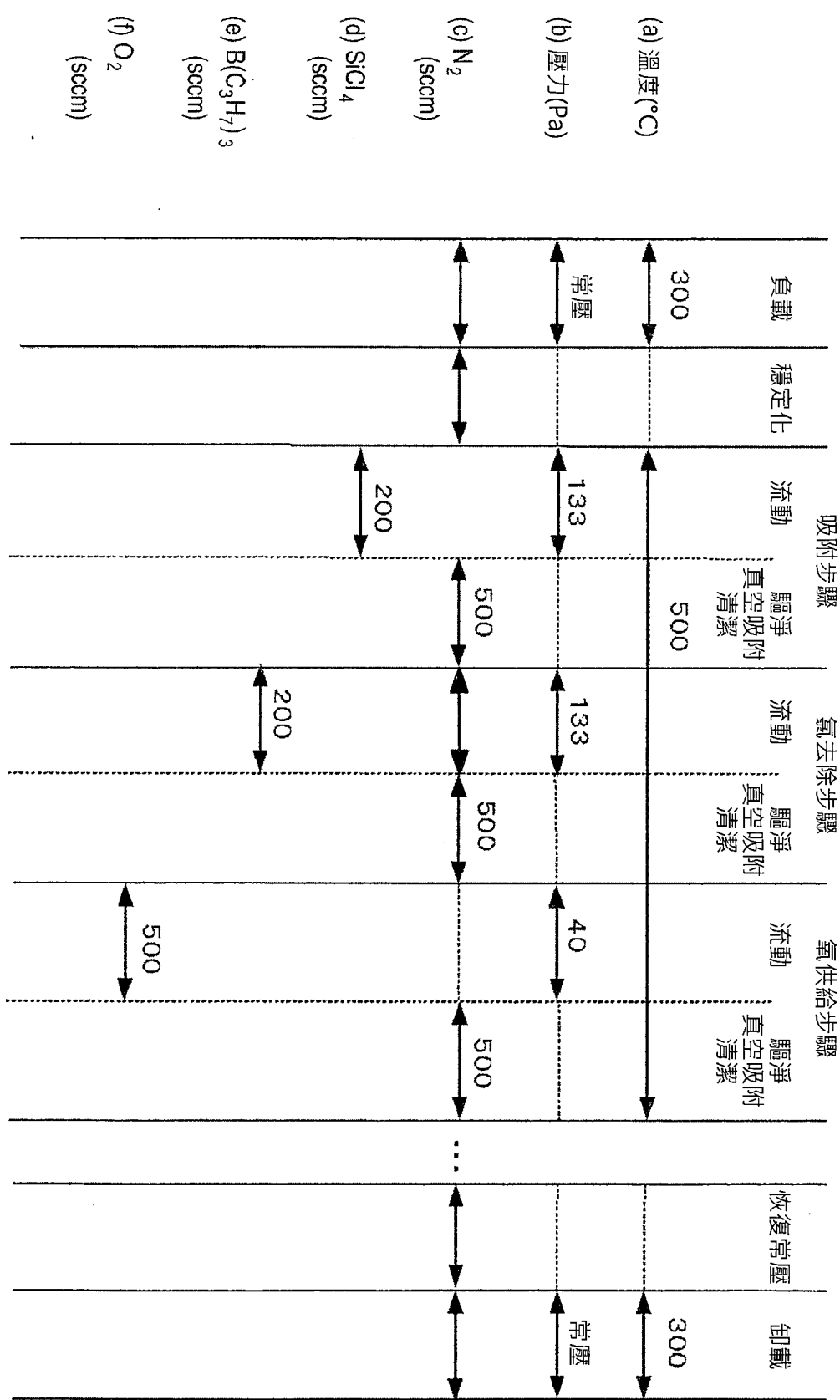


圖 7

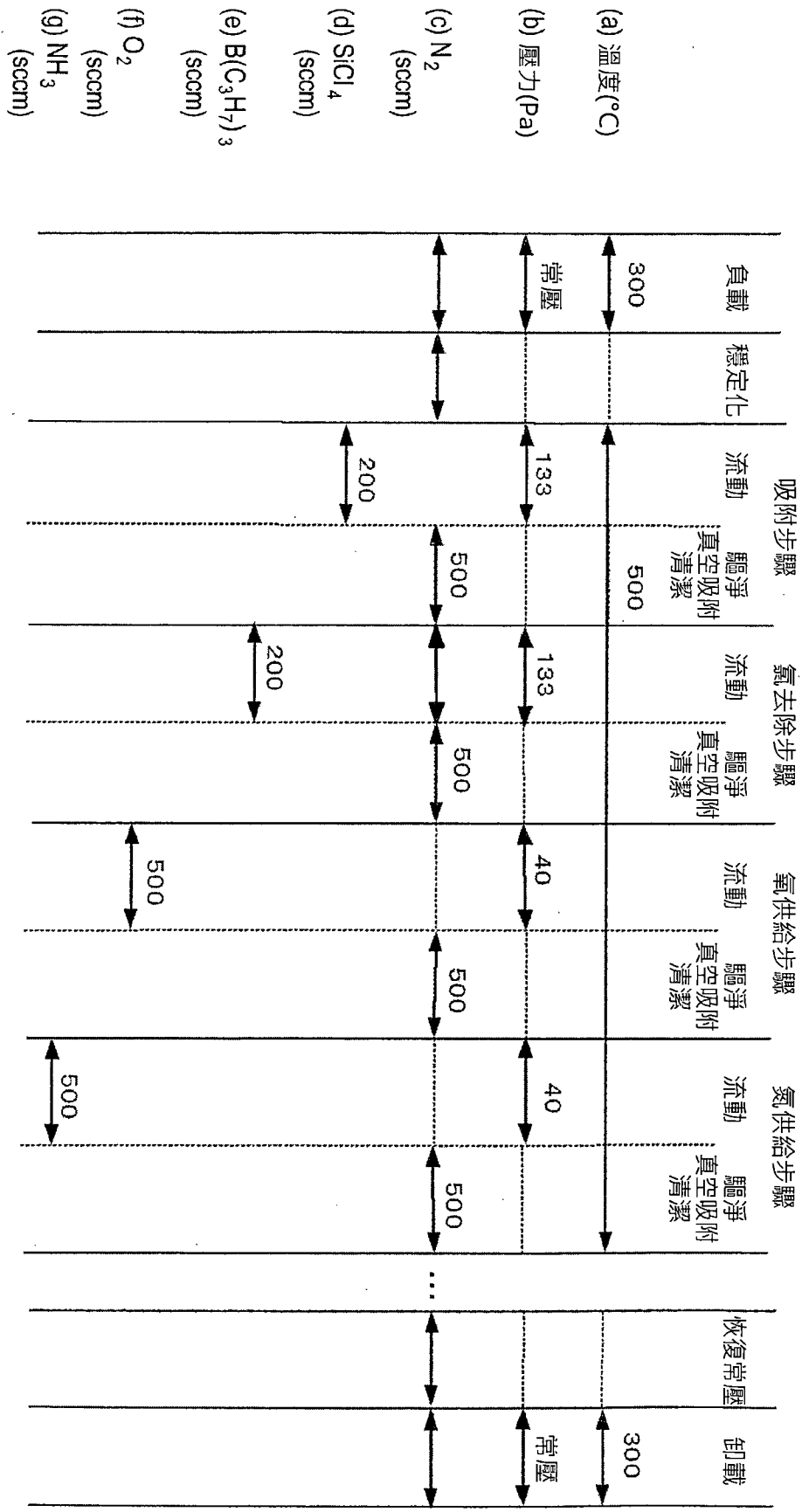


圖 8