



(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 I847136 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：111117755

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 05 月 12 日

(51)Int. Cl. : C23C16/56 (2006.01)

C23C16/46 (2006.01)

C23C16/44 (2006.01)

(30)優先權：2021/08/23

世界智慧財產權組織

PCT/JP2021/030846

(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：山口大吾 YAMAGUCHI, DAIGO (JP)；門島勝 KADOSHIMA, MASARU (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW 201821432A

CN 111108581A

審查人員：謝文瑜

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：8 共 55 頁

(54)名稱

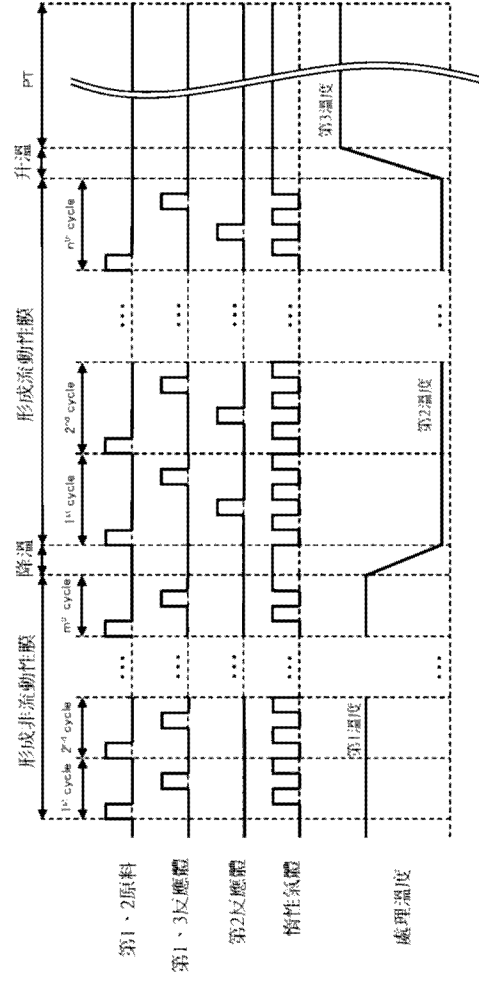
半導體裝置之製造方法、基板處理方法、基板處理裝置及程式

(57)摘要

本發明揭示半導體裝置之製造方法，其具備有：(a)藉由在第 1 溫度下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給第 1 反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之步驟；及(b)藉由在低於上述第 1 溫度之第 2 溫度下對上述基板供給第 2 反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之步驟。

指定代表圖：

【圖4】





公告本

I847136

【發明摘要】

【中文發明名稱】 半導體裝置之製造方法、基板處理方法、基板處理裝置及程式

【中文】

本發明揭示半導體裝置之製造方法，其具備有：(a)藉由在第1溫度下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之步驟；及(b)藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下對上述基板供給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之步驟。

【指定代表圖】 圖4

【代表圖之符號簡單說明】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體裝置之製造方法、基板處理方法、基板處理裝置及程式

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種半導體裝置之製造方法、基板處理方法、基板處理裝置及程式。

【先前技術】

【0002】 在半導體裝置之製造步驟的一步驟中，有時會進行在基板上形成膜的處理(例如參照專利文獻1，2)。在此情況下，有時會在表面設有凹部之基板上形成具有流動性之膜(以下，亦稱為流動性膜)的處理。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2017-34196號公報

[專利文獻2]日本專利特開2013-30752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，提高對表面設有凹部之基板上所形成之膜的特性。

(解決問題之技術手段)

【0005】 根據本發明之一態樣，提供一種技術，其包含如下步驟：

(a) 藉由在第1溫度下對表面設有凹部且露出含氧膜之基板供給第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之步驟；以及

(b) 藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下對上述基板供給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之步驟。

(對照先前技術之功效)

【0006】 根據本發明，可提高在表面設有凹部之基板上所形成之膜的特性。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係適用於本發明各態樣之基板處理裝置的縱置型處理爐的概略構成圖，且為以縱剖視圖表示處理爐部分的圖。

圖2係適用於本發明各態樣之基板處理裝置的縱置型處理爐的概略構成圖，且為以圖1之A-A線剖視圖表示處理爐部分的圖。

圖3係適用於本發明各態樣之基板處理裝置之控制器的概略構成圖，且為以方塊圖表示控制器之控制系統的圖。

圖4係表示本發明之第1態樣之基板處理時序的圖。

圖5係表示本發明之第2態樣之基板處理時序的圖。

圖6係表示本發明之第3態樣之基板處理時序的圖。

圖7係表示實施例及比較例的圖。

圖8(a)係實施例中之晶圓表面之局部剖面放大圖，圖8(b)係比較例中之晶圓表面的局部剖面放大圖。

【實施方式】

【0008】

<本發明之第1態樣>

以下，主要參照圖1至圖4而對本發明之第1態樣進行說明。此外，以下說明所使用之圖式均為示意性者，圖式所示之各要素的尺寸關係、各要素的比率等未必與實物一致。又，於複數個圖式相互之間，各要素的尺寸關係、各要素的比率等亦未必一致。

【0009】

(1)基板處理裝置之構成

如圖1所示，處理爐202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，藉由被支撐於保持板而垂直地裝設。加熱器207亦作為以熱使氣體活化(激發)之活化機構(激發部)而發揮功能。

【0010】 在加熱器207之內側，與加熱器207呈同心圓狀地配設有反應管203。反應管203係例如由石英(SiO_2)或碳化矽(SiC)等耐熱性材料所構成，且其形成為上端閉塞而下端開口之圓筒形狀。在反應管203之下方，與反應管203呈同心圓狀地配設有歧管209。歧管209係例如由不鏽鋼(SUS)等金屬材料所構成，且其形成為上端及下端開口之圓筒形狀。歧管209之上端部係構成為，與反應管203之下端部卡合，而支撐反應管203。在歧管209與反應管203之間，設有做為密封構件之O型環220a。反應管203係與加熱器207同樣地垂直裝設。主要由反應管203與歧管209構成處理容器(反應容器)。在處理容器之筒中空部形成有處理室201。處理室201係構成為可容納作為基板之晶圓200。在該處理室201內進行對晶圓200之處理。

【0011】 在處理室201內，以貫通歧管209側壁之形式，分別設置有作為第1~第3供給部之噴嘴249a~249c。亦將噴嘴249a~249c稱為第1~第3噴嘴。噴嘴249a~249c例如由石英或SiC等耐熱性材料即非金屬材料所構成。於噴嘴249a~249c分別連接有氣體供給管232a~232c。噴嘴249a~249c為各自不同的噴嘴，噴嘴249a、249c分別與噴嘴249b相鄰而設。

【0012】 於氣體供給管232a~232c，自氣流之上游側起依序分別設置有流量控制器(流量控制部)即質量流量控制器(MFC)241a~241c、及開閉閥即閥243a~243c。在氣體供給管232a之較閥243a更下游側，連接有氣體供給管232e。在氣體供給管232b之較閥243b更下游側，分別連接有氣體供給管232d、232f。在氣體供給管232c之較閥243c更下游側，連接有氣體供給管232g。於氣體供給管232d~232g，自氣流之上游側起依序分別設置有MFC 241d~241g及閥243d~243g。氣體供給管232a~232g例如由SUS等金屬材料所構成。

【0013】 如圖2所示，噴嘴249a~249c分別設置成為，在反應管203之內壁與晶圓200之間於俯視下呈圓環狀之空間中，從反應管203內壁之下部往上部，朝向晶圓200之排列方向上方而立起。亦即，噴嘴249a~249c係，分別在排列有晶圓200之晶圓排列區域的側邊之水平地包圍晶圓排列區域的區域中，沿著晶圓排列區域各被設置。在俯視下，噴嘴249b係配置成，隔著被搬入至處理室201內之晶圓200的中心而與後述之排氣口231a在一直線上相對向。噴嘴249a、249c係被配置成，沿著反應管203之內壁(晶圓200之外周部)而自兩側夾住通過噴嘴249b與排氣口231a之

中心的直線L。直線L亦為通過噴嘴249b與晶圓200之中心的直線。亦即，可謂為，噴嘴249c係隔著直線L而設置在與噴嘴249a之相反側。噴嘴249a、249c係以直線L作為對稱軸而呈線對稱地配置，即對稱配置。在噴嘴249a~249c之側面，分別設置有供給氣體之氣體供給孔250a~250c。氣體供給孔250a~250c各者係，在俯視下與排氣口231a相對向(面對面)地開口，而可朝向晶圓200供給氣體。氣體供給孔250a~250c係自反應管203之下部跨及上部地被設置有複數個。

【0014】 作為第1反應物之第1原料、及作為第2反應物之第2原料係自氣體供給管232a，經由MFC 241a、閥243a、噴嘴249a而朝處理室201內被供給。

【0015】 作為第1反應物之第1反應體係自氣體供給管232b，經由MFC 241b、閥243b、噴嘴249b而朝處理室201內被供給。

【0016】 作為第2反應物之第2反應體係自氣體供給管232c，經由MFC 241c、閥243c、噴嘴249c而朝處理室201內被供給。

【0017】 作為第2反應物之第3反應體係自氣體供給管232d，經由MFC 241d、閥243d、氣體供給管232b、噴嘴249b而朝處理室201內被供給。

【0018】 惰性氣體係自氣體供給管232e~232g，分別經由MFC 241e~241g、閥243e~243g、氣體供給管232a~232c、噴嘴249a~249c而朝處理室201內被供給。惰性氣體係作為沖洗氣體、載體氣體、稀釋氣體等而發揮作用。

【0019】 第1反應物供給系統(第1原料供給系統、第1反應體供給系統)主要由氣體供給管232a、232b、MFC 241a、241b、閥243a、243b所構成。第2反應物供給系統(第2原料供給系統、第2反應體供給系統、第3反應體供給系統)主要由氣體供給管232a、232c、232d、MFC 241a、241c、241d、閥243a、243c、243d所構成。惰性氣體供給系統主要由氣體供給管232e~232g、MFC 241e~241g、閥243e~243g所構成。

【0020】 上述各種供給系統中之任一者或全部供給系統亦可構成爲，由閥243a~243g或MFC 241a~241g等聚集而成之聚集型供給系統248。聚集型供給系統248係構成爲，連接至氣體供給管232a~232g各者，並藉由後述之控制器121而控制朝氣體供給管232a~232g內之各種氣體的供給動作，即閥243a~243g之開閉動作、或由MFC 241a~241g所進行之流量調整動作等。聚集型供給系統248係構成爲一體型或分割型之聚集單元，且構成爲，可以聚集單元爲單位，相對於氣體供給管232a~232g而進行裝卸，並且可以聚集單元爲單位，進行聚集型供給系統248之維護、更換、增設等。

【0021】 在反應管203之側壁下方，設置有排出處理室201內之環境氣體的排氣口231a。如圖2所示，在俯視下，排氣口231a隔著晶圓200而設置在與噴嘴249a~249c(氣體供給孔250a~250c)相對向(面對面)之位置。排氣口231a亦可自反應管203之側壁下部往上部設置，即，沿著晶圓排列區域而設置。於排氣口231a連接有排氣管231。排氣管231係例如由SUS等金屬材料所構成。於排氣管231，經由檢測處理室201內之壓力之作為壓力檢測器(壓力檢測部)的壓力感測器245、以及作為壓力調整器

(壓力調整部)的APC(Auto Pressure Controller, 自動壓力控制器)閥244, 而連接有作為真空排氣裝置之真空泵246。APC閥244係構成為, 在使真空泵246作動之狀態下將閥加以開閉, 藉此而可進行處理室201內之真空排氣及真空排氣停止, 進而, 在使真空泵246作動之狀態下, 根據由壓力感測器245所檢測之壓力資訊來調節閥開度, 藉此而可調整處理室201內之壓力。排氣系統主要由排氣管231、APC閥244、壓力感測器245所構成。亦可考慮將真空泵246包含在排氣系統。

【0022】 在歧管209之下方, 設置有可氣密地封閉歧管209之下端開口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, 且形成為圓盤狀。於密封蓋219之上面, 設置有與歧管209之下端抵接作為密封構件的O型環220b。在密封蓋219之下方, 設置有使後述之晶舟217旋轉的旋轉機構267。旋轉機構267之旋轉軸255係例如由SUS等金屬材料所構成, 其係貫通密封蓋219而連接於晶舟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, 藉由設置在反應管203之外部作為升降機構的晶舟升降機115而於垂直方向上升降。晶舟升降機115係構成為, 藉由使密封蓋219升降而將晶圓200對處理室201內外進行搬入及搬出(搬送)的搬送裝置(搬送機構)。

【0023】 在歧管209之下方設置有, 於使密封蓋219下降而將晶舟217自處理室201內搬出之狀態下, 可氣密地封閉歧管209之下端開口作為爐口蓋體的擋板219s。擋板219s係例如由SUS等金屬材料所構成, 且形成為圓盤狀。在擋板219s之上面, 設置有與歧管209之下端抵接之作為

密封構件的O型環220c。擋板219s之開閉動作(升降動作或轉動動作等)係由擋板開閉機構115s所控制。

【0024】 作為基板支撐用具之晶舟217係構成為，以水平姿勢且在相互地將中心對齊之狀態下，於垂直方向上排列而呈多段地支撐複數片晶圓200，例如25~200片晶圓200，亦即，隔出間隔而排列複數片晶圓200。晶舟217係例如由石英或SiC等耐熱性材料所構成。在晶舟217之下部，呈多段地支撐有例如由石英或SiC等耐熱性材料所構成之隔熱板218。

【0025】 在反應管203內，設置有作為溫度檢測器之溫度感測器263。根據自溫度感測器263所檢測之溫度資訊而調整對加熱器207之通電狀況，藉此則使處理室201內之溫度成為所期望之溫度分佈。溫度感測器263係沿著反應管203之內壁被設置。

【0026】 如圖3所示，控制部(控制手段)即控制器121係由電腦所構成，其具備CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)121a、RAM(Random Access Memory，隨機存取記憶體)121b、記憶裝置121c、I/O埠121d。RAM 121b、記憶裝置121c、I/O埠121d係構成為，可經由內部匯流排121e而與CPU 121a進行資料交換。於控制器121，連接有例如觸控面板等所構成之輸入輸出裝置122。此外，於控制器121，可連接外部記憶裝置123。

【0027】 記憶裝置121c係例如由快閃記憶體、HDD(Hard Disk Drive，硬碟驅動器)、SSD(Solid State Drive，固態硬碟)等所構成。在記憶裝置121c內，可讀出地存放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程序或條件等的製程配方等。製程配方係組合成，藉由控制器121，使基板處理裝置執行後述之基板處理中的各程序，而可獲得既定之結果，其係依程式而發揮功能。以下，亦將製程配方及控制程式等單純統稱為程式。又，亦將製程配方簡稱為配方。在本說明書中使用程式一詞時，有僅包含配方單體之情形、僅包含控制程式單體之情形、或包含該等兩者之情形。RAM 121b係構成為，暫時地保存由CPU 121a讀出之程式或資料等的記憶體區域(工作區域)。

【0028】 I/O埠121d被連接於上述之MFC 241a~241g、閥243a~243g、壓力感測器245、APC閥244、真空泵246、溫度感測器263、加熱器207、旋轉機構267、晶舟升降機115、擋板開閉機構115s等。

【0029】 CPU 121a係被構成為，可自記憶裝置121c讀出控制程式而執行，並且可因應來自輸入輸出裝置122之操作指令的輸入等而自記憶裝置121c讀出配方。CPU 121a係被構成為，可按照所讀出之配方的內容，控制由MFC 241a~241g所進行之各種氣體的流量調整動作、閥243a~243g之開閉動作、APC閥244之開閉動作及基於壓力感測器245而由APC閥244所進行之壓力調整動作、真空泵246之啟動及停止、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所進行之晶舟217的旋轉及旋轉速度調節動作、由晶舟升降機115所進行之晶舟217的升降動作、由擋板開閉機構115s所進行之擋板219s的開閉動作等。

【0030】 控制器121可藉由將存放在外部記憶裝置123之上述程式安裝在電腦而構成。外部記憶裝置123例如包含HDD等磁碟、CD等光碟、MO等磁光碟、USB記憶體、SSD等半導體記憶體等。記憶裝置121c或外

部記憶裝置123係構成為電腦可讀取之記錄媒體。以下，亦將此等單純地統稱為記錄媒體。在本說明書中使用記錄媒體一詞時，有僅包含記憶裝置121c單體之情形、僅包含外部記憶裝置123單體之情形、或包含該等兩者之情形。此外，對電腦之程式提供，亦可不使用外部記憶裝置123，而係使用網際網路或專用線路等通信手段來進行。

【0031】

(2)基板處理步驟

使用上述之基板處理裝置，在作為基板之晶圓200的表面上形成膜，而作為半導體裝置之製造步驟的一步驟，對於該處理時序例，主要使用圖4來進行說明。再者，在本態樣中，使用在其表面上設置有溝槽或孔洞等凹部且露出含矽(Si)及氧(O)膜等含O膜之矽基板(矽晶圓)，作為晶圓200，且對此例進行說明。此外，晶圓200表面所露出之含O膜亦可為自然氧化膜。在以下之說明中，構成基板處理裝置之各部分的動作係由控制器121所控制。

【0032】 如圖4所示，在本態樣之處理時序中，進行如下步驟：

藉由在第1溫度下對表面設置有凹部且露出含O膜之晶圓200供給第1反應物(第1原料、第1反應體)，而在晶圓200之表面上形成無流動性的膜(以下，亦稱為非流動性膜)的步驟A(形成非流動性膜)；以及

藉由在低於第1溫度之第2溫度下對晶圓200供給第2反應物(第2原料、第2反應體、第3反應體)，而在非流動性膜上形成流動性膜的步驟B(形成流動性膜)。

【0033】再者，在圖4中例示，第1原料與第2原料為同一原料，第1反應體與第3反應體為同一反應體的例子。即，在圖4中例示，第1原料與第2原料之分子構造相同，第1反應體與第3反應體之分子構造相同的例子。關於此點，在後述之第2態樣、第3態樣中之圖5、圖6亦相同。

【0034】此外，在本態樣之處理時序中，進而進行：

對於在非流動性膜上形成流動性膜後之晶圓200，在高於第2溫度之第3溫度下進行後處理，藉此而使流動性膜改質的步驟C(後處理)。在本說明書中，亦將後處理稱為PT。

【0035】此外，在本態樣之處理時序中，

在上述步驟A中，將包含對晶圓200供給第1原料的步驟A1、及對晶圓200供給第1反應體的步驟A2的循環進行既定次數(m次，m為1以上之整數)。在本態樣之處理時序中，非同時地進行步驟A1、A2。

【0036】此外，在本態樣之處理時序中，

在上述步驟B中，將包含對晶圓200供給第2原料的步驟B1、對晶圓200供給第2反應體的步驟B2、及對晶圓200供給第3反應體的步驟B3的循環進行既定次數(n次，n為1以上之整數)。在本態樣之處理時序中，非同時地進行步驟B1、B2、B3。

【0037】在本說明書中，為了方便起見，有時亦將上述處理時序以如下方式表示。在包含以下第2、第3態樣等之變形例等說明中，亦使用同樣之標示。

【0038】(第1原料→第1反應體) $\times m$ →(第2原料→第2反應體→第3反應體) $\times n$ →PT

【0039】 當在本說明書中使用「晶圓」一詞時，有時係指晶圓本身，有時係指晶圓與形成在其表面之既定層或膜之積層體。在本說明書中使用「晶圓之表面」一詞時，有時係指晶圓本身之表面，有時係指在晶圓上形成之既定層等之表面。在本說明書中記載為「在晶圓上形成既定層」時，有時係指在晶圓本身之表面上直接形成既定層，有時係指在形成於晶圓上之層等上形成既定層。在本說明書中使用「基板」一詞時，其意義與使用「晶圓」一詞時相同。

【0040】

(晶圓裝填及晶舟裝載)

在將複數片晶圓200裝填(晶圓裝填)至晶舟217之後，藉由擋板開閉機構115s而使擋板219s移動，開放歧管209之下端開口(擋板開啟)。之後，如圖1所示，支撐有複數片晶圓200之晶舟217係藉由晶舟升降機115而被抬起，並朝處理室201內搬入(晶舟裝載)。在此狀態中，密封蓋219係成為經由O型環220b而將歧管209之下端密封之狀態。

【0041】

(壓力調整及溫度調整)

在晶舟裝載結束之後，藉由真空泵246而進行真空排氣(減壓排氣)，以使處理室201內即晶圓200所存在的空間成為所期望之壓力(真空度)。此時，處理室201內之壓力係由壓力感測器245所測定，並且基於該測定之壓力資訊而對APC閥244進行反饋控制(壓力調整)。又，藉由加熱器207而進行加熱，以使處理室201內之晶圓200成為所期望之處理溫度。此時，基於溫度感測器263檢測出之溫度資訊，而對往加熱器207之通電

狀況進行反饋控制，以使處理室201內成為所期望之溫度分佈(溫度調整)。此外，開始由旋轉機構267所進行之晶圓200的旋轉。處理室201內之排氣、晶圓200之加熱及旋轉皆至少在至對晶圓200之處理結束為止的期間持續進行。

【0042】

(成膜處理)

之後，依序執行步驟A~C，而進行對晶圓200上之成膜處理。在本說明書中，亦將對設置在晶圓200表面之凹部內的成膜處理稱為填埋處理。以下，對於此等步驟進行說明。

【0043】

[步驟A(形成非流動性膜)]

在步驟A中，對於處理室201內之晶圓200，即，在表面設置有凹部且露出含O膜之晶圓200，供給第1反應物(第1原料、第1反應體)，藉此而在晶圓200之表面上形成非流動性膜。在步驟A中，當第1原料單獨存在時，在相較於第1原料之物理吸附而更為支配性地產生第1原料之化學吸附或熱分解的條件下，供給第1原料及第1反應體。

【0044】 具體而言，在步驟A中，將包含對晶圓200供給第1原料的步驟A1、及對晶圓200供給第1反應體的步驟A2的循環進行既定次數(m次，m係1以上之整數)。以下，對於包含步驟A1、A2的步驟A，更詳細地進行說明。

【0045】

[步驟A1]

在步驟A1中，對處理室201內之晶圓200供給第1原料。

【0046】 具體而言，開啟閥243a，使第1原料朝氣體供給管232a內流入。第1原料係藉由MFC 241a而進行流量調整，經由噴嘴249a而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，對晶圓200供給第1原料(供給第1原料)。此時，亦可為，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c各者而朝處理室201內供給惰性氣體。

【0047】 在經過既定時間之後，關閉閥243a，停止朝處理室201內之第1原料的供給。然後，對處理室201內進行真空排氣，將殘留在處理室201內之氣體狀物質等自處理室201內排除。此時，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c而朝處理室201內供給惰性氣體。自噴嘴249a~249c供給之惰性氣體係作為沖洗氣體而發揮作用，藉此，對晶圓200所存在之空間，即處理室201內進行沖洗(沖洗)。

【0048】 作為第1原料，例如，可使用包含矽(Si)之矽烷系氣體，矽(Si)係作為構形成在晶圓200之表面上之非流動性膜的主元素。作為矽烷系氣體，例如，可使用含有Si及鹵素之氣體，即鹵矽烷系氣體。鹵素係包含有氯(Cl)、氟(F)、溴(Br)、碘(I)等。即，鹵矽烷系氣體係包含氯矽烷系氣體、氟矽烷系氣體、溴矽烷系氣體、碘矽烷系氣體等。作為鹵矽烷系氣體，例如，可使用含有矽、碳(C)及鹵素之氣體，即有機鹵矽烷系氣體。作為有機鹵矽烷系氣體，例如，可使用含有Si、C及Cl之氣體，即有機氯矽烷系氣體。

【0049】 作為第1原料，例如，可使用單矽烷(SiH_4 ，簡稱：MS)氣體、二矽烷(Si_2H_6 ，簡稱：DS)氣體等不含有C及鹵素之矽烷系氣體；二

氯矽烷(SiH_2Cl_2 ，簡稱：DCS)氣體、六氯二矽烷(Si_2Cl_6 ，簡稱：HCDS)氣體等不含有C之鹵矽烷系氣體；三甲基矽烷($\text{SiH}(\text{CH}_3)_3$ ，簡稱：TMS)氣體、二甲基矽烷($\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$ ，簡稱：DMS)氣體、三乙基矽烷($\text{SiH}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ，簡稱：TES)氣體、二乙基矽烷($\text{SiH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ ，簡稱：DES)氣體等烷基矽烷系氣體；雙(三氯矽基)甲烷($(\text{SiCl}_3)_2\text{CH}_2$ ，簡稱：BTCSM)氣體、1,2-雙(三氯矽基)乙烷($(\text{SiCl}_3)_2\text{C}_2\text{H}_4$ ，簡稱：BTCSE)氣體等烷基鹵矽烷系氣體；以及三甲基氯矽烷($\text{SiCl}(\text{CH}_3)_3$ ，簡稱：TMCS)氣體、二甲基二氯矽烷($\text{SiCl}_2(\text{CH}_3)_2$ ，簡稱：DMDCS)氣體、三乙基氯矽烷($\text{SiCl}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ，簡稱：TECS)氣體、二乙基二氯矽烷($\text{SiCl}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ ，簡稱：DEDCS)氣體、1,1,2,2-四氯-1,2-二甲基二矽烷($(\text{CH}_3)_2\text{Si}_2\text{Cl}_4$ ，簡稱：TCDMDS)氣體、1,2-二氯-1,1,2,2-四甲基二矽烷($(\text{CH}_3)_4\text{Si}_2\text{Cl}_2$ ，簡稱：DCTMDS)氣體等烷基鹵矽烷系氣體。又，作為第1原料，例如，可使用(二甲氨基)三甲基矽烷($(\text{CH}_3)_2\text{NSi}(\text{CH}_3)_3$ ，簡稱：DMATMS)氣體、(二乙氨基)三乙基矽烷($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NSi}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ，簡稱：DEATES)氣體、(二甲氨基)三乙基矽烷($(\text{CH}_3)_2\text{NSi}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ，簡稱：DMATES)氣體、(二乙氨基)三甲基矽烷($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NSi}(\text{CH}_3)_3$ ，簡稱：DEATMS)氣體、(三甲矽基)胺($(\text{CH}_3)_3\text{SiNH}_2$ ，簡稱：TMSA)氣體、(三乙矽基)胺($(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{SiNH}_2$ ，簡稱：TESA)、(二甲氨基)矽烷($(\text{CH}_3)_2\text{NSiH}_3$ ，簡稱：DMAS)氣體、(二乙氨基)矽烷($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NSiH}_3$ ，簡稱：DEAS)氣體等烷基氨基矽烷系氣體。作為第1原料，可使用此等含矽原料中之1者以上。

【0050】再者，此等第1原料之一部分係不含有氨基但含有鹵素。

又，此等第1原料之一部分係含有矽與矽之化學鍵(Si-Si鍵)。又，此等第

1原料之一部分係含有矽及鹵素，或者含有矽、鹵素及碳。又，此等第1原料之一部分係含有烷基與鹵素。

【0051】 作為惰性氣體，可使用氮(N_2)氣體、氬(Ar)氣體、氦(He)氣體、氖(Ne)氣體、氙(Xe)氣體等稀有氣體。此點係於後述之各步驟中亦相同。作為惰性氣體，可使用該等中之1者以上。

【0052】

[步驟A2]

在步驟A2中，對處理室201內之晶圓200供給第1反應體。

【0053】 具體而言，開啟閥243b，使第1反應體朝氣體供給管232b內流入。第1反應體係藉由MFC 241b而進行流量調整，經由噴嘴249b而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，向晶圓200供給第1反應體(供給第1反應體)。此時，亦可為，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c各者而朝處理室201內供給惰性氣體。

【0054】 在經過既定時間之後，關閉閥243b，停止朝處理室201內之第1反應體的供給。然後，藉由與步驟A1中之沖洗相同之處理程序，將殘留在處理室201內之氣體狀物質等自處理室201內排除。

【0055】 作為第1反應體，例如可使用含有氮(N)及氫(H)之氣體。作為含有N及H之氣體，例如可使用，氨(NH_3)氣體等之氮化氫系氣體；單乙胺($C_2H_5NH_2$ ，簡稱：MEA)氣體、二乙胺($(C_2H_5)_2NH$ ，簡稱：DEA)氣體、三乙胺($(C_2H_5)_3N$ ，簡稱：TEA)氣體等乙胺系氣體；單甲胺(CH_3NH_2 ，簡稱：MMA)氣體、二甲胺($(CH_3)_2NH$ ，簡稱：DMA)氣體、三甲胺($(CH_3)_3N$ ，簡稱：TMA)氣體等甲胺系氣體；吡啶(C_5H_5N)氣體、

哌啶($C_4H_{10}N_2$)氣體等環胺系氣體；單甲基胼($(CH_3)HN_2H_2$ ，簡稱：MMH)氣體、二甲基胼($(CH_3)_2N_2H_2$ ，簡稱：DMH)氣體、三甲基胼($(CH_3)_2N_2(CH_3)H$ ，簡稱：TMH)氣體等有機胼系氣體。再者，胺系氣體或有機胼系氣體係由C、N及H所構成，因此亦可將此等氣體稱為含有C、N及H之氣體。亦可將上述含有烷基之胺系氣體稱為烷基胺系氣體。亦可為，同時或不同時地供給乙烯(C_2H_4)氣體、乙炔(C_2H_2)氣體、丙烯(C_3H_6)等含有C之氣體(含C及H氣體)、及 NH_3 氣體等含N氣體(含N及H氣體)，而取代含有C、N及H之氣體。作為第1反應體，可使用此等含有N及H之反應體或含有C、N及H之反應體中之1者以上。

【0056】

[實施既定次數]

上述步驟A1及步驟A2的循環被非同時地，即不同步地實施既定次數(m次，m為1以上之整數)。此時，當第1原料單獨存在時，在相較於第1原料之物理吸附更有支配性地產生第1原料之化學吸附或熱分解之條件下，將上述之循環進行既定次數。

【0057】 作為步驟A1中供給第1原料時之處理條件，可例示為：

處理溫度(第1溫度)：350℃~700℃，較佳為450℃~650℃；

處理壓力：1 Pa~2666 Pa，較佳為67 Pa~1333 Pa；

第1原料供給流量：0.001 slm~2 slm，較佳為0.01 slm~1 slm；

第1原料供給時間：1秒~120秒，較佳為1秒~60秒；

惰性氣體供給流量(每個氣體供給管)：0 slm~20 slm，較佳為0.01 slm~10 slm。

【0058】 在本說明書中，如「 $350^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 」般之數值範圍的標示係意味著，下限值及上限值包含在該範圍內。因此，例如，「 $350^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 」係意味著「 350°C 以上且 700°C 以下」。對於其他數值範圍亦相同。另外，在本說明書中，處理溫度係指晶圓200之溫度或處理室201內之溫度，而處理壓力係指處理室201內之壓力。另外，氣體供給流量： 0 slm 係指不供給該氣體之情況。此等在以下之說明中亦相同。

【0059】 作為步驟A2中供給第1反應體時之處理條件，可例示為：
處理壓力： $1\text{ Pa}\sim 4000\text{ Pa}$ ，較佳為 $1\text{ Pa}\sim 3000\text{ Pa}$ ；
第1反應體供給流量： $0.001\text{ slm}\sim 20\text{ slm}$ ，較佳為 $1\text{ slm}\sim 10\text{ slm}$ ；
第1反應體供給時間： $1\text{ 秒}\sim 120\text{ 秒}$ ，較佳為 $1\text{ 秒}\sim 60\text{ 秒}$ 。
其他處理條件可設為與供給第1原料時之處理條件相同。

【0060】 藉由在上述處理條件下於步驟A1中供給第1原料，而在步驟A1中，使第1原料之分子的分子構造一部分吸附在晶圓200之表面與凹部內之表面，即吸附在含O膜之表面。此外，藉由在上述處理條件下於步驟A2中供給第1反應體，而在步驟A2中，使吸附在含O膜表面之第1原料之分子的分子構造一部分與第1反應體進行反應，而形成非流動性層。非流動性層係一致地形成在晶圓200之表面與凹部內之表面，而成為具有高階梯覆蓋性(step coverage)之層。然後，藉由在上述處理條件下將上述之循環執行既定次數，而在晶圓200之表面與凹部內之表面，即在含O膜之表面形成既定厚度之非流動性膜。

【0061】 上述循環較佳為被重複進行複數次。即，較佳為，將每一循環形成之非流動性層的厚度設為較所期望之厚度更薄，而將上述之循

環重複進行複數次，直到因將非流動性層加以積層而形成之非流動性膜的厚度成為所期望之厚度為止。再者，非流動性膜之厚度較佳係設為後述之流動性膜的厚度以下，或者較後述之流動性膜的厚度更薄。非流動性膜的厚度較佳為，例如0.2 nm以上且10 nm以下。

【0062】 當使用上述例示之各種第1原料及各種第1反應體時，例如可形成氮化矽膜(SiN膜)等含Si及N膜、或碳氮化矽膜(SiCN膜)等含Si、C及N膜，而作為非流動性膜。由於上述之各種第1原料、各種第1反應體均不含O，因此非流動性膜成為不含O之膜。再者，非流動性膜係，親水性較作為成膜基底之含O膜更低之膜。當作為成膜基底之含O膜為親水性膜時，較佳為將非流動性膜設為非親水性膜(疏水性膜)。

【0063】

[步驟B(形成流動性膜)]

在晶圓200之表面上形成非流動性膜之後，調整加熱器207之輸出(降溫)，以使晶圓200之溫度變更為低於上述之第1溫度的第2溫度。然後，在晶圓200之溫度成為第2溫度並且穩定之狀態下，執行步驟B。

【0064】 在步驟B中，藉由對處理室201內之晶圓200供給第2反應物(第2原料、第2反應體、第3反應體)，而在因執行步驟A形成之非流動性膜上形成流動性膜。在步驟B中，當第2原料單獨存在時，在第2原料不進行熱分解且相較於第2原料之化學吸附而更有支配性地產生第2原料之物理吸附的條件下，供給第2原料、第2反應體、第3反應體。

【0065】 具體而言，在步驟B中，將包含對晶圓200供給第2原料之步驟B1、對晶圓200供給第2反應體之步驟B2、及對晶圓200供給第3反

應體之步驟B3的循環進行既定次數(n次，n為1以上之整數)。以下，對於包含步驟B1~B3之步驟B，更詳細地進行說明。

【0066】

[步驟B1]

在步驟B1中，對處理室201內之晶圓200供給第2原料。

【0067】 具體而言，開啟閥243a，使第2原料朝氣體供給管232a內流入。第2原料係藉由MFC 241a而進行流量調整，經由噴嘴249a而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，對晶圓200供給第2原料(供給第2原料)。此時，亦可為，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c各者而朝處理室201內供給惰性氣體。

【0068】 在經過既定時間之後，關閉閥243a，並停止朝處理室201內之第2原料的供給。然後，藉由與步驟A1中之沖洗相同之處理程序，而將殘留在處理室201內之氣體狀物質等自處理室201內排除。

【0069】 作為第2原料，例如，可使用包含Si之矽烷系氣體，Si係作為構成形成在晶圓200之表面上之流動性膜的主元素。作為矽烷系氣體，例如，可使用含有Si及鹵素之氣體，即鹵矽烷系氣體。鹵素係包含有Cl、F、Br、I等。即，鹵矽烷系氣體包含氯矽烷系氣體、氟矽烷系氣體、溴矽烷系氣體、碘矽烷系氣體等。作為鹵矽烷系氣體，例如，可使用含有矽、碳及鹵素之氣體，即有機鹵矽烷系氣體。作為有機鹵矽烷系氣體，例如，可使用含有Si、C及Cl之氣體，即有機氯矽烷系氣體。

【0070】 作為第2原料，例如，可使用MS氣體、DS氣體等不含有C及鹵素之矽烷系氣體、DCS氣體、HCDS氣體等不含有C之鹵矽烷系氣體、

TMS氣體、DMS氣體、TES氣體、DES氣體等烷基矽烷系氣體、BTCSM氣體、BTCSE氣體等烷基鹵矽烷系氣體、TMCS氣體、DMDCS氣體、TECS氣體、DEDCS氣體、TCDMDS氣體、DCTMDS氣體等烷基鹵矽烷系氣體。作為第2原料，可使用此等含矽原料中之1者以上。作為第2原料，可使用分子構造與第1原料相同之原料。

【0071】再者，此等第2原料之一部分不含有氨基且含有鹵素。又，此等第2原料之一部分係含有Si-Si鍵。又，此等第2原料之一部分係含有矽及鹵素，或者含有矽、鹵素及碳。又，此等第2原料之一部分係含有烷基與鹵素。

【0072】

[步驟B2]

在步驟B2中，對處理室201內之晶圓200供給第2反應體。

【0073】具體而言，開啟閥243c，使第2反應體朝氣體供給管232c內流入。第2反應體係藉由MFC 241c而進行流量調整，經由噴嘴249c而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，對晶圓200供給第2反應體(供給第2反應體)。此時，亦可為，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c各者而朝處理室201內供給惰性氣體。

【0074】在經過既定時間之後，關閉閥243c，停止朝處理室201內之第2反應體的供給。然後，藉由與步驟A1中之沖洗相同之處理程序，將殘留在處理室201內之氣體等自處理室201內排除。

【0075】作為第2反應體，例如，可使用含有N及H之氣體。作為含有N及H之氣體，例如可使用NH₃氣體等氮化氫系氣體、MEA氣體、DEA

氣體、TEA 氣體等乙胺系氣體、MMA 氣體、DMA 氣體、TMA 氣體等甲胺系氣體、 C_5H_5N 氣體、 $C_4H_{10}N_2$ 氣體等環狀胺系氣體、以及MMH 氣體、DMH 氣體、TMH 氣體等有機胼系氣體。如上所述，亦可將此等氣體稱為含有C、N及H之氣體。亦可將上述含有烷基之胺系氣體稱為烷基胺系氣體。亦可為，同時或不同時地供給 C_2H_4 氣體、 C_2H_2 氣體、 C_3H_6 等含C氣體(含有C及H之氣體)、及 NH_3 氣體等含N氣體(含N及H氣體)，而取代含有C、N及H之氣體。作為第2反應體，可使用此等含有N及H之反應體、或含有C、N及H之反應體中之1者以上。作為第2反應體，可使用分子構造與第1反應體相同之反應體。

【0076】**[步驟B3]**

在步驟B3中，對處理室201內之晶圓200供給第3反應體。

【0077】 具體而言，開啟閥243d，使第3反應體朝氣體供給管232d內流入。第3反應體係藉由MFC 241d而進行流量調整，經由氣體供給管232b、噴嘴249b而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，對晶圓200供給第3反應體(供給第3反應體)。此時，亦可為，開啟閥243e~243g，經由噴嘴249a~249c各者而朝處理室201內供給惰性氣體。

【0078】 在經過既定時間之後，關閉閥243d，停止朝處理室201內之第3反應體的供給。然後，藉由與步驟A1中之沖洗相同之處理程序，將殘留在處理室201內之氣體等自處理室201內排除。

【0079】 作為第3反應體，例如，可使用含有N及H之氣體。作為含有N及H之氣體，例如，可使用 NH_3 氣體等氮化氫系氣體、MEA 氣體、DEA

氣體、TEA氣體等乙胺系氣體、MMA氣體、DMA氣體、TMA氣體等甲胺系氣體、 C_5H_5N 氣體、 $C_4H_{10}N_2$ 氣體等環狀胺系氣體、及MMH氣體、DMH氣體、TMH氣體等有機胼系氣體。如上所述，亦可將此等氣體稱為含有C、N及H之氣體。亦可將含有上述烷基之胺系氣體稱為烷基胺系氣體。亦可同時或不同時地供給 C_2H_4 氣體、 C_2H_2 氣體、 C_3H_6 等含C氣體(含C及H氣體)、及 NH_3 氣體等含N氣體(含N及H氣體)，以取代含有C、N及H之氣體。作為第3反應體，可使用此等含有N及H之反應體、或含有C、N及H之反應體中之1者以上。作為第3反應體，可使用分子構造與第1反應體相同之反應體。

【0080】

[實施既定次數]

上述步驟B1~B3的循環被非同時地，即不同步地實施既定次數(n次，n為1以上之整數)。此時，當第2原料單獨存在時，在第2原料不進行熱分解且相較於第2原料之化學吸附更有支配性地產生第2原料之物理吸附的條件下，將上述之循環進行既定次數。

【0081】 作為步驟B1中供給第2原料時之處理條件，可例示為：

處理溫度(第2溫度)： $0^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$ ，較佳為 $10^{\circ}C \sim 100^{\circ}C$ ，更佳為 $20^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ ；

處理壓力： $10 Pa \sim 6000 Pa$ ，較佳為 $50 Pa \sim 2000 Pa$ ；

第2原料供給流量： $0.01 slm \sim 1 slm$ ；

第2原料供給時間： $1 秒 \sim 300 秒$ ；

惰性氣體供給流量(每條氣體供給管)：0 slm~20 slm，較佳為0.01 slm~10 slm。

【0082】 作為步驟B2中供給第2反應體時之處理條件，可例示為：

第2反應體供給流量：0.01 slm~5 slm；

第2反應體供給時間：1 秒~300秒。

其他處理條件可設為與供給第2原料時之處理條件相同。

【0083】 作為步驟B3中供給第3反應體時之處理條件，可例示為：

第3反應體供給流量：0.01 slm~5 slm；

第3反應體供給時間：1 秒~300秒。

其他處理條件可設為與供給第2原料時之處理條件相同。

【0084】 藉由在上述處理條件下將上述循環進行既定次數，而生成含有第2原料、第2反應體、第3反應體中至少一者所含之元素的低聚合物，使其成長、流動，而在形成於晶圓200表面與凹部內之非流動性膜上，形成含有低聚合物之膜，以作為流動性膜，可藉由流動性膜而填埋凹部內。再者，低聚合物係指，結合了較少量(例如10個~100個)單體(單量體)之分子量較低(例如分子量為10,000以下)的聚合物。當使用上述例示之第2原料、第2反應體、第3反應體時，非流動性膜例如為，包含Si、Cl、N等各種元素、及 CH_3 、 C_2H_5 等以 $\text{C}_x\text{H}_{2x+1}$ (x係1~3之整數)的化學式表示之物質的膜。

【0085】 又，藉由在上述處理條件下進行含有步驟B1~B3之循環，可促進在晶圓200表面及凹部內形成之低聚合物的成長及流動，可除去

及排出低聚合物之表層及低聚合物之內部所含有之剩餘成分，例如，剩餘氣體、含有Cl等之雜質或反應副產物(以下亦簡稱為副產物)等。

【0086】 再者，若將上述之處理溫度設為未滿 0°C ，則朝處理室201內供給之第2原料容易液化，而難以在氣體狀態下對晶圓200供給第2原料。在此種情況下，形成上述之流動性膜之反應變得難以進行，而使得在非流動性膜上形成流動性膜變得困難。藉由將處理溫度設為 0°C 以上，可解決此問題。藉由將處理溫度設為 10°C 以上，可充分地解決此問題，藉由將處理溫度設為 20°C 以上，可更充分地解決此問題。

【0087】 又，若將處理溫度設為高於 150°C 之溫度時，則形成上述之流動性膜之反應變得難以進行。在此種情況下，對於在非流動性膜上生成之低聚合物，其脫離係較成長更有支配性，因而使得在非流動性膜上形成流動性膜變得困難。藉由將處理溫度設為 150°C 以下，即可解決此問題。藉由將處理溫度設為 100°C 以下，可充分地解決此問題，藉由將處理溫度設為 60°C 以下，可更十分充分地解決此問題。

【0088】 由此得知，期望處理溫度被設為 0°C 以上且 150°C 以下，較佳為 10°C 以上且 100°C 以下，更佳為 20°C 以上且 60°C 以下。

【0089】

[步驟C(PT)]

在非流動性膜上形成流動性膜之後，調整加熱器207之輸出(升溫)，以使晶圓200之溫度變更為上述第2溫度以上之第3溫度，較佳係變更為高於上述第2溫度之第3溫度。並且，在晶圓200之溫度成為第3溫度且穩定之狀態下，進行步驟C。

【0090】 在步驟C中，對處理室201內之晶圓200供給惰性氣體。具體而言，開啟閥243e~243g，使惰性氣體朝氣體供給管232e~232g內流入。惰性氣體係藉由MFC 241e~241g而進行流量調整，經由噴嘴249a~249c而朝處理室201內供給，並從排氣口231a排出。此時，對晶圓200供給惰性氣體。

【0091】 作為步驟C中之處理條件，可例示為：

處理溫度(第3溫度)：100°C~1000°C，較佳為200°C~600°C；

處理壓力：10 Pa~80000 Pa，較佳為200 Pa~6000 Pa；

惰性氣體供給流量(每個氣體供給管)：0.01 slm~2 slm；

惰性氣體供給時間：300秒~10800秒。

【0092】 藉由在上述之處理條件下進行步驟C，可使在非流動性膜上形成之流動性膜改質。藉此，可形成SiN膜等含有Si及N之膜、SiCN膜等含有Si、C及N之膜，而作為將流動性膜改質而成之膜，以填埋在表面形成有非流動性膜之凹部內。又，其可促進流動性膜之流動，並且排出流動性膜所含有之剩餘成分，而可使流動性膜緻密化。再者，將步驟C中之處理溫度(第3溫度)設為高於步驟A中之處理溫度(第1溫度)之溫度，藉此，不僅可使流動性膜改質，亦可使其基底即非流動性膜改質。即，排出非流動性膜所含有之剩餘成分，而可使非流動性膜緻密化。

【0093】

(後沖洗及恢復大氣壓)

在步驟C結束後，自噴嘴249a~249c各者朝處理室201內供給作為沖洗氣體之惰性氣體，且從排氣口231a排出。藉此，將處理室201內加以沖

洗，而將殘留於處理室201內之氣體或反應副產物自處理室201內除去(後沖洗)。其後，將處理室201內之環境氣體置換為惰性氣體(惰性氣體置換)，處理室201內之壓力則恢復為常壓(恢復大氣壓)。

【0094】

(晶舟卸載及晶圓卸除)

其後，藉由晶舟升降機115而使密封蓋219下降，使歧管209之下端開口。並且，將處理完畢之晶圓200在被晶舟217支撐之狀態下自歧管209之下端搬出至反應管203之外部(晶舟卸載)。在晶舟卸載之後，使擋板219s移動，歧管209之下端開口係經由O型環220c而由擋板219s密封(擋板關閉)。處理完畢之晶圓200係於被搬出至反應管203之外部後，從晶舟217中被取出(晶圓卸除)。

【0095】

(3)本態樣之效果

根據本態樣，可獲得以下所示之一個或複數個效果。

【0096】 (a)依序進行步驟A、B，於在表面設置有凹部且露出含O膜之晶圓200的表面上形成流動性膜之前，以較流動性膜形成時更高之溫度形成非流動性膜，藉此而可阻擋作為成膜處理之基底的含O膜之表面狀態的影響。藉此，可抑制晶圓200表面上之膜的異常生長、成膜不良的產生，並且可在晶圓200之表面上適當地形成流動性膜。其結果，可提升填埋特性，可因高品質之膜而實現無空洞且少縫隙之填埋。

【0097】 此外，上述異常成長係指，欲形成在晶圓200上之膜受到作為成膜處理的基底含O膜的表面狀態之影響，即，受到含O膜表面上之

OH(羥基)終端的影響，從而成長為所謂之液滴狀(島狀)。異常成長具有使欲在晶圓200上形成之膜的晶圓面內膜厚均勻性降低的情形。此外，異常成長具有阻礙晶圓200上一致地成膜而妨礙向凹部內之填埋等的情形。此外，異常成長具有使欲在晶圓200上形成之膜的表面粗糙度(平坦性)惡化的情形。並且，異常成長有時則成為處理室201內之微粒的產生主因。

【0098】 (b)藉由將非流動性膜之厚度設為流動性膜之厚度以下，或設為較流動性膜之厚度更薄，則可維持流動性膜之流動性，並且可抑制非流動性膜之剝落的產生。

【0099】 再者，若將非流動性膜之厚度設為未滿0.2 nm，則形成流動性膜之處理有時會受到作為成膜處理之基底的含O膜的表面狀態之影響。即，若非流動性膜之厚度過薄，則非流動性膜所致之阻擋含O膜的表面狀態之影響的效果變得不充分。在此種情況下，有在晶圓200之表面上發生膜之異常成長，即，成膜不良之情形。

【0100】 相對於此，藉由將非流動性膜之厚度設為0.2 nm以上，則可充分地阻擋含O膜之表面狀態對形成流動性膜之處理的影響。即，藉由使非流動性膜具有適合之厚度，則可充分地發揮非流動性膜所致之阻擋含O膜之表面狀態的影響之效果。藉此，可充分地抑制晶圓200表面上之膜的異常成長，即，抑制成膜不良之產生。

【0101】 再者，藉由將非流動性膜之厚度設為0.5 nm以上，可更提高非流動性膜所致之阻擋含O膜之表面狀態的影響之效果，而可更充分地獲得上述效果。此外，藉由將非流動性膜之厚度設為1.5 nm以上，可

進一步提高非流動性膜所致之阻擋含O膜之表面狀態的影響之效果，進而可充分地獲得上述效果。

【0102】 由以上內容可知，被期望，非流動性膜之厚度為0.2 nm以上，較佳為0.5 nm以上，更佳為1.5 nm以上。

【0103】 又，若將非流動性膜之厚度設為超過10 nm之厚度，則會發生膜剝落，此種膜剝落係產生微粒或產生成膜不良之主要因素。即，若非流動性膜過厚，則上述之阻擋效果變高，但會因為膜剝離而對成膜產生不良影響。

【0104】 相對於此，藉由將非流動性膜之厚度設為10 nm以下，則可充分地抑制膜剝落之產生，而可抑制因該膜剝落而產生微粒或產生成膜不良之情形。即，藉由使非流動性膜具有適合之厚度，則可充分地抑制膜剝落之產生，而可避免因該引起對成膜的不良影響。

【0105】 再者，藉由將非流動性膜之厚度設為5 nm以下，則可更加提高抑制膜剝落產生之效果，而可更加充分地獲得上述效果。此外，藉由將非流動性膜之厚度設為3 nm以下，可進一步提高抑制膜剝落產生之效果，而可進而充分地獲得上述效果。

【0106】 由以上內容可知，被期望，非流動性膜之厚度設為10 nm以下，較佳為5 nm以下，更佳為3 nm以下。

【0107】 鑒於以上因素，被期望，非流動性膜之厚度設為例如0.2 nm以上且10 nm以下，較佳為0.5 nm以上且5 nm以下，更佳為1.5 nm以上且3 nm以下。

【0108】 (c)當作為成膜基底之含O膜係含Si及O之膜時，此膜成為在其表面具有許多OH(羥基)終端之膜，而可特別顯著地獲得上述效果。

【0109】 (d)當欲形成在晶圓200上之非流動性膜為不含O膜時，則可特別顯著地獲得上述效果。例如，當欲形成在晶圓200上之非流動性膜為含Si及N之膜或含Si、C及N之膜時，則可特別顯著地獲得上述效果。

【0110】 (e)當欲形成在晶圓200上之非流動性膜為親水性較作為成膜基底之含O膜更低之膜時，可特別顯著地獲得上述效果。此外，當作為成膜基底之含O膜為親水性膜，而欲形成在其上之非流動性膜為非親水性膜(疏水性膜)時，可特別顯著地獲得上述效果。

【0111】 (f)在步驟A中，於第1原料單獨存在時，在相較於第1原料之物理吸附而更有支配性地產生第1原料之化學吸附或熱分解的條件下，對晶圓200供給第1原料、第1反應體，藉此則可在晶圓200上有效率地形成非流動性膜。

【0112】 (g)在步驟A中，藉由將包含步驟A1、A2進行既定次數(m次，m為1以上之整數)之循環，則可在晶圓200上控制性良好地形成非流動性膜。又，在步驟A中，藉由將非同時地進行步驟A1與步驟A2執行既定次數循環，則可在晶圓200上以更佳控制性形成非流動性膜。

【0113】 又，在步驟A中，將包含使第1原料之分子的分子構造一部分吸附在含O膜之表面的步驟A1、及使吸附在含O膜表面之第1原料之分子的分子構造一部分與第1反應體進行反應而形成非流動性層的步驟A2的循環執行既定次數，而可形成將每一循環所形成之非流動性層加以積層而成之非流動性膜，可控制性更加良好地形成非流動性膜。

【0114】 (h)第1原料及第1反應體中至少一者含有烷基，即，第1反應物含有烷基，藉此可效率良好地產生用以使非流動性膜形成在晶圓200之表面上的反應。此外，藉由使第1反應物含有烷基，而可進一步提高非流動性膜所致之阻擋含O膜之表面狀態的影響之效果。

【0115】 (i)在步驟B中，於第2原料單獨存在時，在第2原料不進行熱分解且相較於第2原料之化學吸附而更有支配性地產生第2原料之物理吸附的條件下，對晶圓200供給第2原料、第2反應體、第3反應體，藉此可在晶圓200上有效率地形成流動性膜。

【0116】 (j)在步驟B中，藉由將包含步驟B1~B3的循環進行既定次數(n次，n為1以上之整數)，則可在晶圓200上控制性良好地形成流動性膜。

【0117】 (k)在步驟B中，生成含有第2原料、第2反應體、第3反應體中至少任一者所含元素之低聚合物，使其成長、流動，藉此可在非流動性膜上形成合適之流動性膜。再者，在步驟B中生成低聚合物，而在步驟A中不生成低聚合物。

【0118】 (l)在步驟B中，藉由使第2反應體之分子構造與第3反應體之分子構造不同，可使各個反應體具有不同之作用。例如，使用胺系氣體作為第2反應體，藉此將此反應體作為觸媒而發揮作用，藉由執行步驟B1，可使物理吸附在晶圓200之表面上的第2原料活化。此外，例如，使用氮化氫氣體作為第3反應體，藉此將該反應體作為N源而發揮作用，而可使流動性膜中含有N。

【0119】 (m)在步驟C中，在高於第2溫度之第3溫度下對在非流動性膜上形成流動性膜後之晶圓200進行後處理，藉此可促進流動性膜之流動，而可提升在凹部內形成之膜的填埋特性。

【0120】 又，在步驟C中，藉由促進流動性膜之流動，並且排出流動性膜所含有之剩餘成分，使流動性膜緻密化，則可提升在凹部內形成之膜的填埋特性。此外，其可減低形成為填埋凹部內之膜的雜質濃度，進而可提高膜密度。藉由該等因素，可提升在凹部內形成之膜的耐濕蝕刻性。

【0121】 此外，在步驟C中，藉由對晶圓200供給惰性氣體，可促進流動性膜之流動，並提升在凹部內形成之膜的填埋特性。此外，其可減低形成為填埋凹部內之膜的雜質濃度，進而可提高膜密度。藉由該等因素，則可提升在凹部內形成之膜的耐濕蝕刻性。

【0122】 (n)將第1原料之分子構造設為與第2原料之分子構造相同，並將第1反應體之分子構造設為與第2反應體及第3反應體任一者之分子構造相同，即，在步驟A、B中，使用相同之原料、反應體而形成非流動性膜與流動性膜，藉此則可減少反應物供給系統中之供給線路的數量，而可使其構造簡化，並可抑制裝置成本之增加。

【0123】 (o)當第1原料及第2原料為含有矽之原料，第1反應體、第2反應體及第3反應體為含有N及H之反應體或含有C、N及H之反應體時，則可特別顯著地獲得上述效果。

【0124】 (p)在同一處理室內(in-situ，原地)執行步驟A、B，藉此可連續地形成非流動性膜與流動性膜，可使非流動性膜與流動性膜之界

面保持為清潔之狀態，可抑制膜特性或電特性之降低。再者，當在不同之處理室內(ex-situ，異地)形成非流動性膜與流動性膜時，由於非流動性膜曝露在處理室外之環境氣體中，例如曝露在大氣中，因而大氣中含有之水分或雜質會進入非流動性膜與流動性膜之界面，而難以將該界面保持為清潔之狀態。在此情況下，因該界面狀態會導致膜特性或電特性降低。

【0125】 (q)在步驟A中，於晶圓200之表面與凹部之表面形成非流動性膜，在步驟B中，在形成於晶圓200之表面與凹部內之非流動性膜上形成流動性膜，藉由流動性膜而填埋凹部內，藉此可獲得上述效果。其結果，可抑制膜在晶圓200之表面上之異常成長，並且可提升填埋特性，可因高品質之膜而實現無空洞且少縫隙之填埋。

【0126】 (r)根據本態樣，可在無電漿之環境氣體中執行一連串處理，而可防止對晶圓200等之電漿損害。

【0127】 (s)當在步驟A、B中使用上述之各種原料、上述之各種反應體、上述之各種惰性氣體時，亦可同樣地獲得上述之效果。此外，即使於變更循環中氣體的供給順序時，亦可同樣地獲得上述之效果。此外，在步驟C中使用上述各種惰性氣體時，亦可同樣地獲得上述之效果。

【0128】

<本發明之第2態樣>

接著，對本發明之第2態樣，主要參照圖5進行說明。

【0129】 如圖5及以下所示之處理時序，在步驟B中，亦可為，非同時地被實施如下步驟的循環既定次數 (n次，n為1以上之整數)：

對晶圓200供給第2原料之步驟及對晶圓200供給第2反應體之步驟同時實施的步驟；及

對晶圓200供給第3反應體的步驟。

【0130】 (第1原料→第1反應體) $\times m \rightarrow$ (第2原料+第2反應體→第3反應體) $\times n \rightarrow PT$

【0131】 根據本態樣，可獲得與上述第1態樣同樣之效果。此外，在本態樣中，因同時地供給第2原料與第2反應體，而可提升循環率，且提高基板處理之生產性。與第2原料同時地供給第2反應體時之處理條件可被設為與在上述步驟B2中供給第2反應體時之處理條件相同。

【0132】

<本發明之第3態樣>

接著，對於本發明之第3態樣，主要參照圖6進行說明。

【0133】 如圖6及以下所示之處理時序，在步驟B中，亦可為，非同時地被實施如下步驟的循環既定次數(n次，n為1以上之整數)：

對晶圓200供給第2原料之步驟及對晶圓200供給第2反應體之步驟同時實施的步驟；

對晶圓200供給第3反應體的步驟；及

對晶圓200供給第2反應體的步驟。

【0134】 (第1原料→第1反應體) $\times m \rightarrow$ (第2原料+第2反應體→第3反應體→第2反應體) $\times n \rightarrow PT$

【0135】 根據本態樣，可獲得與上述之第1態樣同樣之效果。又，在本態樣中，例如，使用胺系氣體作為第2反應體，藉此可使循環中之第

1次流動之第2反應體作為觸媒而發揮作用，以使第2原料活化。此外，可將在循環中第2次流動之第2反應體作為除去在成膜處理過程中產生之副產物的氣體，即作為反應性沖洗氣體而發揮作用。供給該等第2反應體時之處理條件可分別設為與在上述步驟B2中供給第2反應體時之處理條件相同。

【0136】

<本發明之其他態樣>

以上，已具體地說明本發明之各種態樣。然而，本發明並不僅侷限於上述之態樣，其可在不脫離其要旨之範圍內進行各種變更。

【0137】 例如，當使用烷基氨基矽烷系氣體等含有Si、C及N之原料作為第1原料時，在步驟A中，亦可為，不使用第1反應體，而僅使用第1原料來作為第1反應物。即，在步驟A中，亦可為，對表面設置有凹部且露出含O膜之基板，在第1溫度下，供給第1原料，而不供給第1反應體。此時，只要單獨地供給第1原料而作為反應性物質即可，亦可同時地供給惰性氣體。供給第1原料時之處理程序、處理條件例如可設為與上述態樣之步驟A1中的各程序、條件相同。在此情況下，藉由進行步驟A，仍可在基板表面上形成非流動性膜，而可獲得與上述態樣相同之效果。

【0138】 再者，在此種情況下，當第1原料朝基板表面上之吸附產生自我限制(self-limiting)之條件下，若對基板供給第1原料，則第1原料之分子的分子構造一部分吸附(化學吸附)在含O膜之表面，藉由進行步驟A，而在基板之表面上形成一單層厚度包含Si、C及N的非流動性膜。又，在此種情況下，當第1原料朝基板表面上之吸附不產生自我限制之條件

下，若對基板供給第1原料，則第1原料分解，藉由進行步驟A，而在基板表面上形成超過一單層之厚度之包含Si、C及N的非流動性膜。

【0139】 又，例如，作為反應體(第1反應體、第2反應體、第3反應體)，除了上述含有N及H之氣體、或含有C、N及H之氣體外，亦可使用乙烯(C₂H₄)氣體、乙炔(C₂H₂)氣體、丙烯(C₃H₆)氣體等含有C及H之氣體、及二硼烷(B₂H₆)氣體、三氯硼烷(BCl₃)氣體等含有硼(B)及H之氣體等，使用此等反應體，藉由上述之處理時序，而在基板上除了形成SiN膜或SiCN膜外，亦可形成碳化矽膜(SiC膜)、硼氮化矽膜(SiBN膜)、硼碳氮化矽膜(SiBCN膜)等含Si之不含O膜。供給原料、反應體時之處理程序、處理條件例如可被設為與上述態樣之各步驟中的各程序、條件相同。此外，在該等情況下，亦可使非流動性膜與流動性膜的膜種不同。例如，當形成SiN膜或SiCN膜等而作為流動性膜時，除了SiN膜或SiCN膜外，亦可形成SiC膜、SiBN膜、SiBCN膜等而作為非流動性膜。在該等情況下，亦可獲得與上述態樣相同之效果。

【0140】 又，例如，使用鋁(Al)、鈦(Ti)、鈦(Hf)、鋯(Zr)、鉭(Ta)、鉬(Mo)、鎢(W)等含有金屬元素之原料氣體，而作為原料(第1原料、第2原料)，藉由上述之處理時序，而在基板上形成氮化鋁膜(AlN膜)、氮化鈦膜(TiN膜)、氮化鈦膜(HfN膜)、氮化鋯膜(ZrN膜)、氮化鉭膜(TaN膜)、氮化鉬膜(MoN)、氮化鎢膜(WN)、碳氮化鋁膜(AlCN膜)、碳氮化鈦膜(TiCN膜)、碳氮化鈦膜(HfCN膜)、碳氮化鋯膜(ZrCN膜)、碳氮化鉭膜(TaCN膜)、碳氮化鉬膜(MoCN)、碳氮化鎢膜(WCN)、氮化鈦鋁膜(TiAlN膜)、碳氮化鈦鋁膜(TiAlCN膜)、碳化鈦鋁膜(TiAlC膜)等含有金屬元素

之膜，於該等情況時皆可適用本發明。供給原料、反應體時之處理程序、處理條件例如可被設為與上述態樣之各步驟中的程序、條件相同。此外，在該等情況下，亦可使非流動性膜與流動性膜之膜種不同。例如，當形成SiN膜或SiCN膜等而作為流動性膜時，亦可形成AlN膜、TiN膜、HfN膜、ZrN膜、TaCN膜、MoN、WN、AlCN膜、TiCN膜、HfCN膜、ZrCN膜、TaCN膜、MoCN、WCN、TiAlN膜、TiAlCN膜、TiAlC膜等而作為非流動性膜。在該等情況下，亦可獲得與上述態樣相同之效果。

【0141】 又，例如，在PT中，可對基板供給氫氣(H₂)等含有H之氣體，亦可供給NH₃氣體等含有N之氣體，即供給含有N及H之氣體，亦可供給H₂O氣體等含有O之氣體，即含有O及H之氣體。此外，亦可供給O₂氣體而作為含有O之氣體。即，在PT中，亦可對基板供給含N氣體、含H氣體、含N及H氣體、含O氣體、及含O及H氣體中之至少任一者。

【0142】 作為在PT中供給含H氣體時之處理條件，可例示如：

含H氣體供給流量：0.01 slm~3 slm；

處理壓力：10 Pa~1000 Pa，較佳為200 Pa~800 Pa。

其他之處理條件可設為與上述之步驟C中的處理條件相同。

【0143】 作為在PT中供給含N及H氣體時之處理條件，可例示如：

含N及H氣體供給流量：10 sccm~10000 sccm；

處理壓力：10 Pa~6000 Pa，較佳為200 Pa~2000 Pa。

其他之處理條件可設為與上述之步驟C中的處理條件相同。

【0144】 作為在PT中供給含O氣體時之處理條件，可例示如：

含O氣體供給流量：10 sccm~10000 sccm；

處理壓力：10 Pa~90000 Pa，較佳為20000 Pa~80000 Pa。

其他之處理條件可設為與上述之步驟C中的處理條件相同。

【0145】 即使在此等情況下，亦可獲得與上述之第1態樣相同之效果。再者，在含H氣體環境下進行PT、或在含N及H氣體環境下進行PT等情形係，較在惰性氣體之環境下進行PT的情形更可提高含低聚合物層之流動性，而可更提升形成於凹部內之膜的填埋特性。又，在含H氣體環境下進行PT、或在含N及H氣體環境下進行PT等情形係，較在惰性氣體之環境下進行PT的情形更減低形成於凹部內之膜的雜質濃度，而可提高膜密度，並提升耐濕蝕刻性。再者，在含N及H氣體環境下進行PT之情形係，比在含H氣體環境下進行PT之情形可更提高該等效果。又，在含O氣體環境下進行PT時，可使將含低聚合物層改質而成之膜含O，而可使該膜成為含有Si、O、C及N之膜即氧氮碳化矽膜(SiOCN膜)。

【0146】 又，例如，露出於基板表面之含O膜並不限於SiO膜，對於氮氧化矽膜(SiON膜)、氧碳化矽膜(SiOC膜)、氧碳氮化矽膜(SiOCN膜)亦可適用本發明。即，當OH終端存在於基板表面露出之含O膜的表面上時，可適用本發明，並可獲得與上述態樣相同之效果。

【0147】 以上，已對形成SiN膜、SiCN膜、SiOCN膜等填埋形成在基板表面之凹部內的例子進行說明，但本發明並不受限於此等例。即，其亦可為，藉由使第1反應物、第2反應物、及在PT中使用之氣體任意組合，而形成SiO膜、SiOC膜、Si膜等膜而填埋形成在基板表面之凹部內。在此等情況下，亦可獲得與上述態樣中之效果相同的效果。

【0148】再者，本發明可合宜地適用在例如形成STI(Shallow Trench Isolation，淺溝渠隔離)、PMD(Pre-Metal dielectric，金屬前介電質)、IMD(Inter-metal dielectric，金屬間介電質)、ILD(Inter-layer dielectric，層間介電質)、閘極切割填充(Gate Cut fill)等之情形。

【0149】使用於基板處理之配方較佳為根據處理內容而個別準備，經由電信線路或外部記憶裝置123而存放在記憶裝置121c內。並且，較佳為，當開始處理時，CPU 121a根據基板處理之內容而自存放在記憶裝置121c內之複數個配方中合宜地選擇適當之配方。藉此，可用1台基板處理裝置而再現性良好地形成各種膜種、組成比、膜質、膜厚之膜。此外，可減低操作員之負擔，避免操作失誤，並且可迅速地開始處理。

【0150】上述配方不限於新製作的情形，例如亦可為，藉由變更已經安裝在基板處理裝置中現存的配方來準備。當變更配方時，亦可為，將變更後之配方經由電信線路或記錄有該配方之記錄媒體而安裝在基板處理裝置上。又，亦可為，操作現存之基板處理裝置所具有的輸入輸出裝置122，而直接變更已安裝在基板處理裝置之現存配方。

【0151】在上述之態樣中，已對使用1次處理複數片基板之批次式基板處理裝置以形成膜的例子進行說明。但本發明並不受限於上述之態樣，例如，當使用1次處理1片或數片基板之單片式基板處理裝置來形成膜時，亦可合宜地適用。又，在上述之態樣中，已對使用具有熱壁型處理爐之基板處理裝置以形成膜的例子進行說明。又本發明不受限於上述之態樣，當使用具有冷壁型處理爐之基板處理裝置以形成膜時，亦可合宜地加以適用。

【0152】 當使用此等基板處理裝置時，亦可以與上述態樣或變形例相同之時序、處理條件來進行成膜，而可獲得與上述態樣或變形例相同之效果。

【0153】 又，上述之態樣或變形例等可適宜地組合使用。此時之處理程序、處理條件例如可設為與上述態樣或變形例之處理程序、處理條件相同。

[實施例]

【0154】 作為實施例，使用圖1所示之基板處理裝置，藉由第1態樣之處理時序(形成非流動性膜、形成流動性膜、後處理)，而對表面設置有凹部且露出含O膜之晶圓進行成膜處理。各步驟中之處理條件係設為第1態樣之處理時序之各步驟中之處理條件範圍內的既定條件。

【0155】 作為比較例，使用圖1所示之基板處理裝置，在第1態樣之處理時序中，藉由進行形成流動性膜、後處理，而對表面設置有凹部且露出含O膜之晶圓進行成膜處理。各步驟中之處理條件係被設為與實施例之各步驟中之處理條件相同。

【0156】 接著，觀察實施例及比較例中之成膜處理後的晶圓表面，並確認有無異常成長之產生。其結果被示於圖7、圖8(a)、圖8(b)。如圖7、圖8(a)所示，在形成流動性膜之前即已形成非流動性膜之實施例中，未確認到流動性膜之異常成長的產生。相對於此，如圖7、圖8(b)所示，在形成流動性膜之前未形成非流動性膜之比較例中，已確認到流動性膜之異常成長的產生。

【符號說明】

【0157】

115:晶舟升降機

115s:擋板開閉機構

121:控制器

121a:CPU

121b:RAM

121c:記憶裝置

121d:I/O埠

121e:內部匯流排

122:輸入輸出裝置

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:歧管

217:晶舟

218:隔熱板

219:密封蓋

219s:擋板

220a~220c:O型環

231:排氣管

231a:排氣口

232a~232g:氣體供給管

241a~241g:MFC

243a~243g:閥

244:APC閥

245:壓力感測器

246:真空泵

248:聚集型供給系統

249a~249c:噴嘴

250a~250c:氣體供給孔

255:旋轉軸

263:溫度感測器

267:旋轉機構

L:直線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種半導體裝置之製造方法，其具備有：

(a)藉由在第1溫度下且在無電漿之環境氣體下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之步驟；以及

(b)藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下且在無電漿之環境氣體下對上述基板供給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之步驟。

【請求項2】 如請求項1之半導體裝置之製造方法，其中，將上述非流動性膜之厚度設為上述流動性膜之厚度以下，或者設為較上述流動性膜之厚度更薄。

【請求項3】 如請求項1之半導體裝置之製造方法，其中，將上述非流動性膜之厚度設為0.2 nm以上且10 nm以下。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述含氧膜係含矽及氧的膜。

【請求項5】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述非流動性膜係不含氧膜。

【請求項6】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述非流動性膜係含矽及氮的膜。

【請求項7】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述非流動性膜係含矽、碳及氮的膜。

【請求項8】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其

中，上述非流動性膜之親水性較上述含氧膜之親水性更低。

【請求項9】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述含氧膜係親水性膜、上述非流動性膜係非親水性膜。

【請求項10】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述第1反應物包含第1原料與第1反應體，

在(a)中，於上述第1原料單獨存在時，在相較於上述第1原料之物理吸附而更有支配性產生上述第1原料之化學吸附或熱分解的條件下，對上述基板供給上述第1原料與上述第1反應體。

【請求項11】 如請求項10之半導體裝置之製造方法，其中，在(a)中，將包含(a1)對上述基板供給上述第1原料之步驟、及(a2)對上述基板供給上述第1反應體之步驟的循環，進行既定次數。

【請求項12】 如請求項11之半導體裝置之製造方法，其中，在(a1)中，使上述第1原料之分子的分子構造一部分吸附在上述含氧膜之表面，在(a2)中，使吸附在上述含氧膜之表面之上述第1原料之分子的分子構造一部分與上述第1反應體反應，而形成非流動性層。

【請求項13】 如請求項10之半導體裝置之製造方法，其中，上述第1原料及上述第1反應體中之至少一者含有烷基。

【請求項14】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述第1反應物含有烷基。

【請求項15】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，上述第2反應物包含第2原料、第2反應體及第3反應體，

在(b)中，於上述第2原料單獨存在時，在上述第2原料不進行熱分解

且相較於上述第2原料之化學吸附而更有支配性產生上述第2原料之物理吸附的條件下，對上述基板供給上述第2原料、上述第2反應體及上述第3反應體。

【請求項16】 如請求項15之半導體裝置之製造方法，其中，在(b)中，將包含(b1)對上述基板供給上述第2原料之步驟、(b2)對上述基板供給上述第2反應體之步驟、及(b3)對上述基板供給上述第3反應體之步驟的循環，進行既定次數。

【請求項17】 如請求項15之半導體裝置之製造方法，其中，在(b)中，生成含有上述第2原料、上述第2反應體及上述第3反應體中至少任一者所含之元素的低聚合物，並使其成長、流動，而在上述非流動性膜上形成含低聚合物膜，以作為上述流動性膜。

【請求項18】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，進而具有：(c)對於在上述非流動性膜上形成上述流動性膜後之上述基板，在較上述第2溫度更高之第3溫度下，進行後處理，藉此而使上述流動性膜改質之步驟。

【請求項19】 如請求項15之半導體裝置之製造方法，其中，上述第1原料之分子構造係與上述第2原料之分子構造相同，上述第1反應體之分子構造係與上述第2反應體及上述第3反應體之任一者的分子構造相同。

【請求項20】 如請求項15之半導體裝置之製造方法，其中，上述第1原料及上述第2原料係含矽原料，上述第1反應體、上述第2反應體及上述第3反應體係含氮及氫之反應體或含有碳、氮及氫之反應體。

【請求項21】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，在同一處理室內進行(a)及(b)。

【請求項22】 如請求項1至3中任一項之半導體裝置之製造方法，其中，在(a)中，於上述基板之表面與上述凹部之表面上形成上述非流動性膜，在(b)中，於形成於上述基板之表面與上述凹部內之上述非流動性膜上，形成上述流動性膜，而由上述流動性膜填埋上述凹部內。

【請求項23】 一種基板處理方法，其具備有：

(a)藉由在第1溫度下且在無電漿之環境氣體下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之步驟；以及

(b)藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下且在無電漿之環境氣體下對上述基板供給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之步驟。

【請求項24】 一種基板處理裝置，其具備有：

第1反應物供給系統，其對基板供給第1反應物；

第2反應物供給系統，其對基板供給第2反應物；

加熱器，其加熱基板；及

控制部，其構成為，可對上述第1反應物供給系統、上述第2反應物供給系統及上述加熱器進行控制，而進行：(a)藉由在第1溫度下且在無電漿之環境氣體下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給上述第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之處理；以及(b)藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下且在無電漿之環境氣體下對上述基板供

給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之處理。

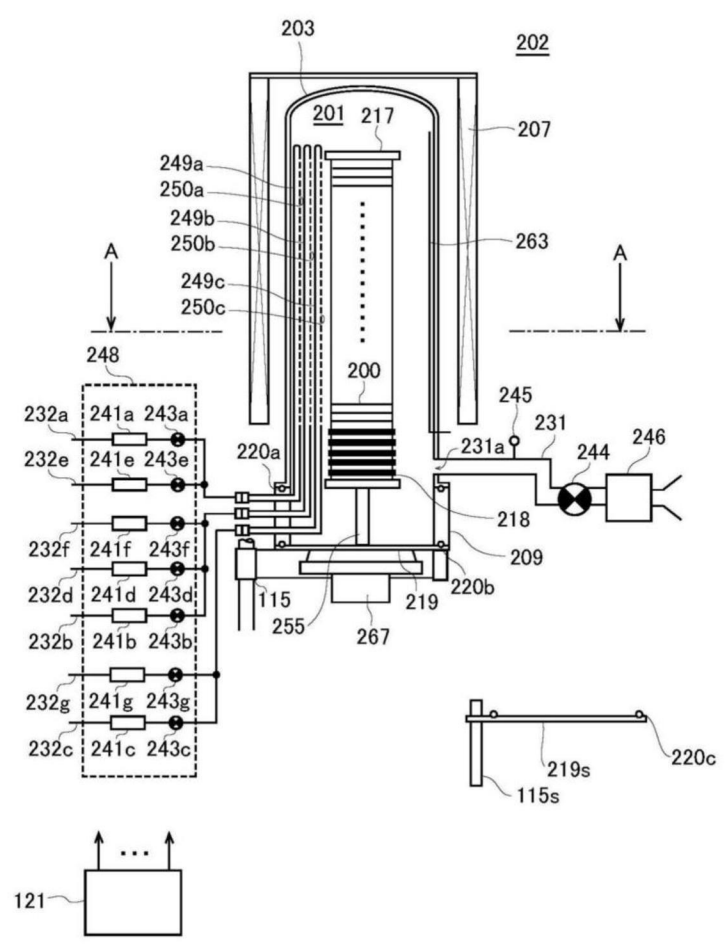
【請求項25】 一種藉由電腦而使基板處理裝置執行程序之程式，其係執行：

(a) 藉由在第1溫度下且在無電漿之環境氣體下對表面設置有凹部且露出含氧膜之基板供給第1反應物，而在上述基板之表面上形成非流動性膜之程序；以及

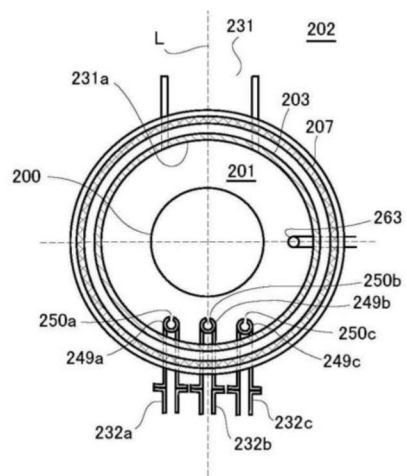
(b) 藉由在低於上述第1溫度之第2溫度下且在無電漿之環境氣體下對上述基板供給第2反應物，而在上述非流動性膜上形成流動性膜之程序。

【發明圖式】

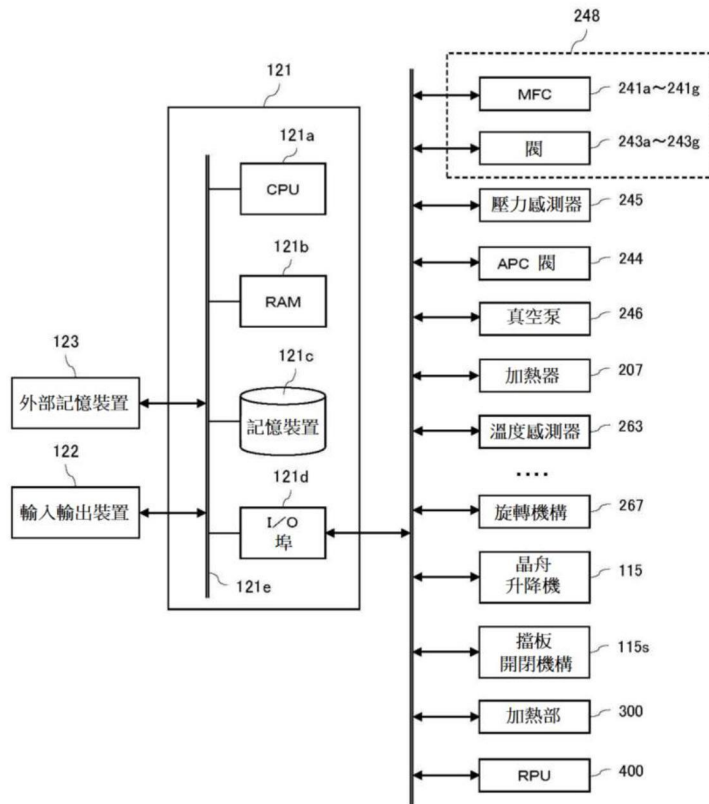
【圖1】



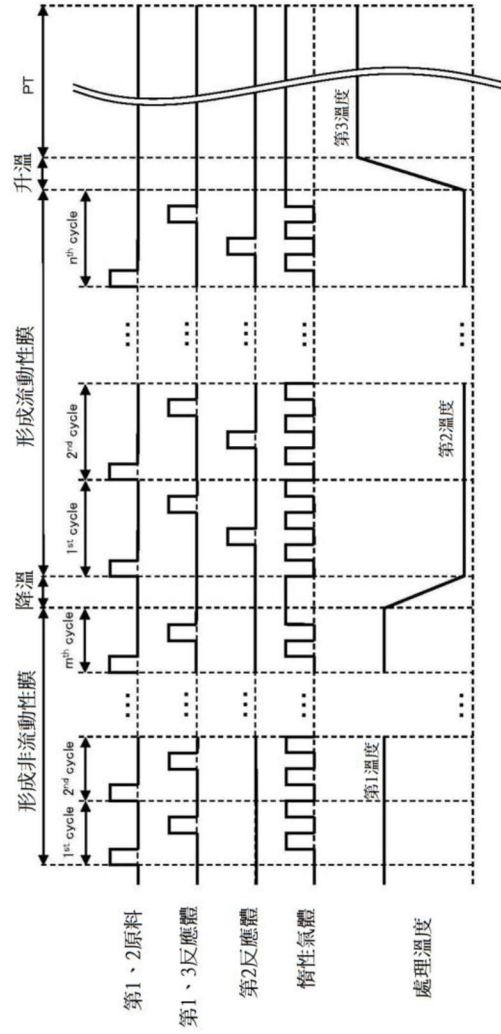
【圖2】



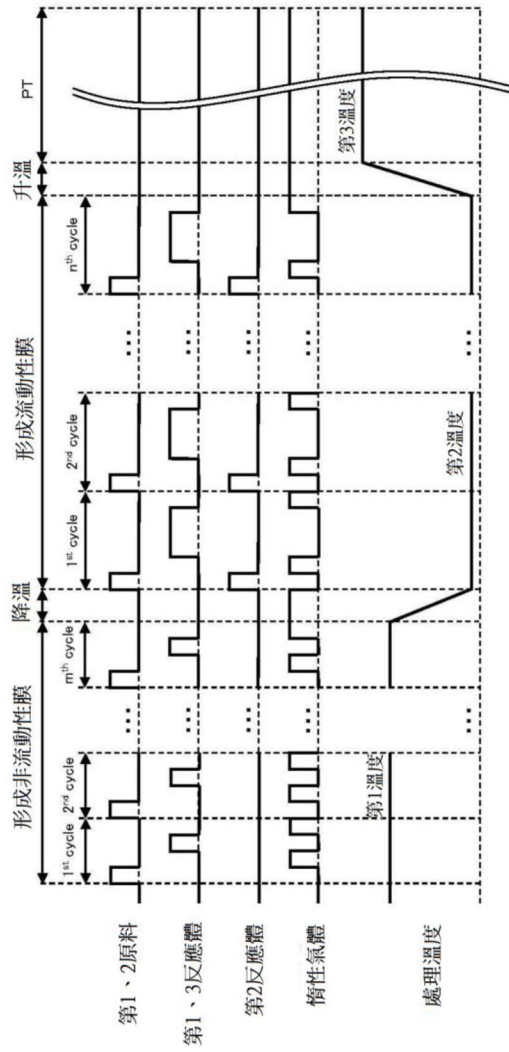
【圖3】



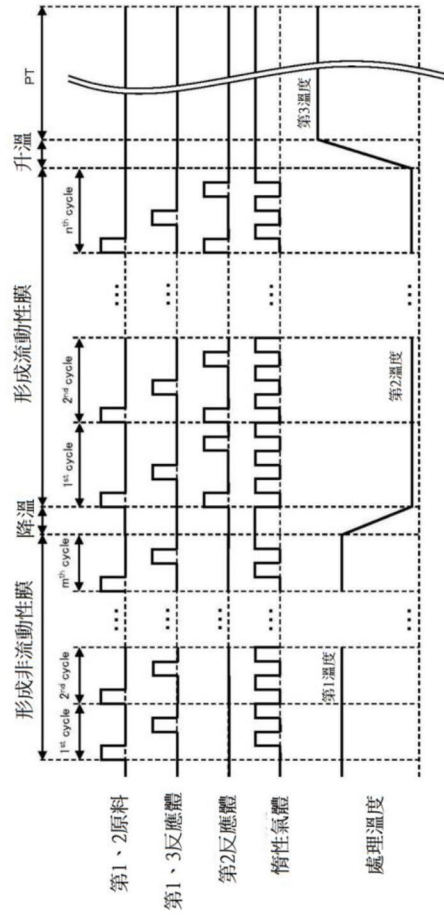
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】

	非流動性膜	異常成長之產生
實施例	有	沒有
比較例	沒有	有

【圖8】

