



(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 I857401 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：111144935

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 24 日

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

H01L21/3065(2006.01)

(30)優先權：2022/03/16 日本

2022-041115

2022/09/13

世界智慧財產權組織

PCT/JP2022/034286

(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：奧田和幸 OKUDA, KAZUYUKI (JP)；今村友紀 IMAMURA, TOMOKI (JP)；野田
孝曉 NODA, TAKAAKI (JP)；寺崎昌人 TERASAKI, MASATO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2019/0259598A1

US 2020/0203145A1

審查人員：趙芝婷

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：7 共 60 頁

(54)名稱

基板處理方法，半導體裝置的製造方法，程式及基板處理裝置

(57)摘要

具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於基板供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

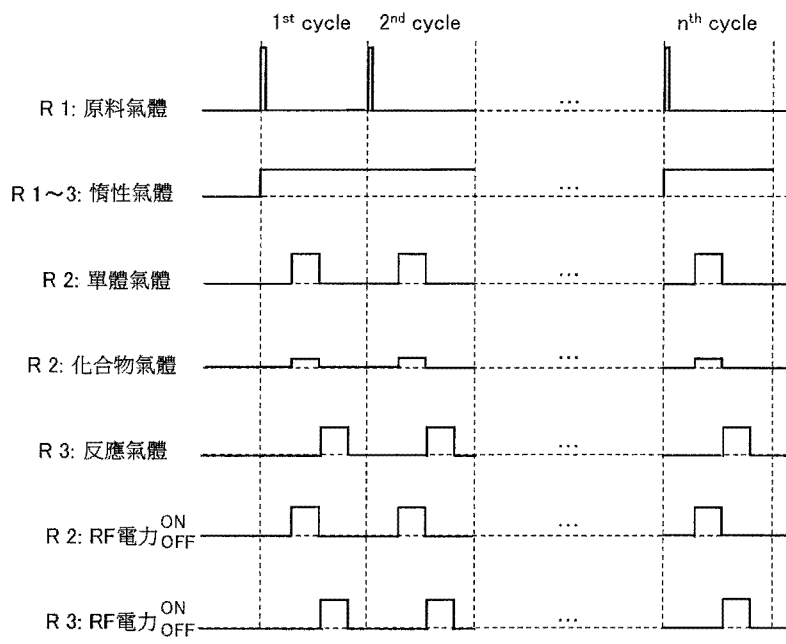
(b)使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於基板供給含有活性種 X 的單體氣體之工序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於基板供給含有活性種 Y 的反應氣體而形成第 2 層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於基板供給含有活性種 Z 的化合物氣體之工序，

在(b)中，將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿 1/2。

指定代表圖：



【圖 4】



I857401

【發明摘要】

【中文發明名稱】

基板處理方法，半導體裝置的製造方法，程式及基板處理裝置

【中文】

具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於基板供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第1層之工序；

(b)使以1種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種X，對於基板供給含有活性種X的單體氣體之工序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種Y，對於基板供給含有活性種Y的反應氣體而形成第2層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種Z，對於基板供給含有活性種Z的化合物氣體之工序，

在(b)中，將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿1/2。

【指定代表圖】圖 4

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

基板處理方法，半導體裝置的製造方法，程式及基板處理裝置

【技術領域】

【0001】本案是有關基板處理方法，半導體裝置的製造方法，程式及基板處理裝置。

【先前技術】

【0002】作為半導體裝置的製造工序之一工序，有藉由對於基板交替供給原料氣體及反應氣體，進行在基板上形成膜的處理(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：日本特開2014-135475號公報

【發明內容】

(發明所欲解決的課題)

【0004】本案的目的是在於提供一種在基板上形成基板面內的膜特性的均一性佳的膜之技術。

(用以解決課題的手段)

【0005】若根據本案的一形態，則提供一種下述構成的技術，具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於基板供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第1層之工序；

(b)使以1種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種X，對於前述基板供給含有前述活性種X的前述單體氣體之工序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種Y，對於前述基板供給含有前述活性種Y的前述反應氣體而形成第2層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種Z，對於前述基板供給含有前述活性種Z的前述化合物氣體之工序，

在(b)中，將前述化合物氣體的供給量對於前述單體氣體的供給量的比設為未滿1/2。

[發明的效果]

【0006】若根據本案，則可提供一種在基板上形成基板面內的膜特性的均一性佳的膜之技術。

【圖式簡單說明】

【0007】

[圖1]是適用在本案之一形態的基板處理裝置的縱型

處理爐的概略構成圖，以縱剖面圖表示處理爐部分的圖。

[圖2]是適用在本案之一形態的基板處理裝置的縱型處理爐的概略構成圖，以A-A線剖面圖表示處理爐部分的圖。

[圖3]是適用在本案之一形態的基板處理裝置的控制器概略構成圖，以方塊圖表示控制器的控制系的圖。

[圖4]是表示本案之一形態的成膜順序的主要的氣體的供給時機及RF電力的供給時機之一例的圖。

[圖5]是表示實施例的成膜順序的例子的圖。

[圖6]是表示在實施例中形成的膜的濕蝕刻速率的測定結果的圖。

[圖7]是表示在實施例中形成的膜的濕蝕刻速率與氬濃度的關係的圖。

【實施方式】

<本案的一形態>

【0008】以下，主要邊參照圖1～圖4邊說明有關本案的一形態。另外，在以下的說明中使用的圖面皆是皆為模式性者，被顯示於圖面的各要素的尺寸的關係、各要素的比率等是不一定與現實者一致。並且，在複數的圖面的相互間也各要素的尺寸的關係、各要素的比率等是不一定一致。

【0009】

(1)基板處理裝置的構成

如圖 1 所示般，處理爐 202 是具有作為加熱手段(加熱機構)的加熱器 207。加熱器 207 是圓筒形狀，藉由被支撐於保持板來垂直安裝。加熱器 207 是亦作為以熱來使氣體活化(激發)的活化機構(熱激發部)機能。

【0010】在加熱器 207 的內側是與加熱器 207 同心圓狀地配設有反應管 203。反應管 203 是例如藉由石英(SiO_2)或碳化矽(SiC)等的耐熱性材料所構成，被形成上端為閉塞且下端為開口的圓筒形狀。在反應管 203 的下方是與反應管 203 同心圓狀地配設有集合管 209。集合管 209 是例如藉由不鏽鋼(SUS)等的金屬材料所構成，被形成上端及下端為開口的圓筒形狀。集合管 209 的上端部是與反應管 203 的下端部卡合，被構成為支撐反應管 203。在集合管 209 與反應管 203 之間是設有作為密封構件的 O 型環 220a。反應管 203 是與加熱器 207 同樣地垂直安裝。主要藉由反應管 203 及集合管 209 來構成處理容器(反應容器)。在處理容器的筒中空部是形成處理室 201。處理室 201 是被構成可收容作為基板的晶圓 200。在此處理室 201 內亦即此處理容器內進行對於晶圓 200 的處理。

【0011】在處理室 201 內，作為第 1～第 3 供給部的噴嘴 249a～249c 會分別被設為貫通集合管 209 的側壁。亦將噴嘴 249a～249c 分別稱為第 1～第 3 噴嘴。噴嘴 249a～249c 是例如藉由石英或 SiC 等的耐熱性材料所構成。噴嘴 249a～249c 是分別連接氣體供給管 232a～232c。亦將氣體供給管 232a～232c 分別稱為第 1～第 3 氣體供給管(R1～R3)。

【0012】在氣體供給管232a是從氣流的上游側依序設有MFC241a及開閉閥的閥243a，閥242a。在氣體供給管232a的比閥242a更下游側連接氣體供給管232d。在氣體供給管232d是從氣流的上游側依序設有MFC 241d及開閉閥的閥243d。

【0013】在氣體供給管232b，232c是從氣流的上游側依序分別設有流量控制器(流量控制部)的質量流控制器(MFC)241b，241c及開閉閥的閥243b，243c。在氣體供給管232b的比閥243b更下游側連接氣體供給管232e。在氣體供給管232c的比閥243c更下游側分別連接氣體供給管232f，232g。在氣體供給管232e～232g是從氣流的上游側依序分別設有MFC241e～241g及閥243e～243g。氣體供給管232a～232g是例如藉由不鏽鋼(SUS)等的金屬材料所構成。

【0014】在比氣體供給管232b，232c的閥243b，243c更下游側是分別設有作為以電漿來使氣體活化(激發)的激發部(電漿激發部、電漿活化機構)之遠程電漿單元(remote plasma unit)300b，300c。

【0015】在遠程電漿單元300b，300c的內部是分別各設有2個電漿產生用的未圖示的電極。藉由在該等的2個的電極與電極之間施加電力，可在遠程電漿單元300b，300c的內部使氣體電漿化而激發，亦即使氣體電漿激發。以下，亦將使氣體電漿激發的情形簡稱為電漿激發。電極是藉由施加電力亦即高頻電力(RF電力)，可將在遠程電漿單

元 300b，300c 的內部被電漿激發的氣體經由氣體供給管 232b，232c、噴嘴 249b，249c 來朝處理室 201 內供給。另外，亦可在反應管 203 的內側或外側，沿著反應管 203 的壁面來設置將後述的噴嘴 249b 及第 1 電漿產生用電極收容於內側的第 1 緩衝室(緩衝構造)，藉由第 1 緩衝室及第 1 電漿產生用電極來構成使從噴嘴 249b 供給的氣體電漿激發的遠程電漿單元。同樣，亦可在反應管 203 的內側或外側，沿著反應管 203 的壁面來設置將後述的噴嘴 249c 及第 2 電漿產生用電極收容於內側的第 2 緩衝室，藉由第 2 緩衝室及第 2 電漿產生用電極來構成使從噴嘴 249c 供給的氣體電漿激發之遠程電漿單元。又，第 1 緩衝室及第 2 緩衝室與第 1 電漿產生用電極及第 2 電漿產生用電極是亦可分別構成為共通的一個的緩衝室及電漿產生用電極。

【0016】如圖 1、圖 2 所示般，噴嘴 249a~249c 是分別設為在反應管 203 的內壁與晶圓 200 之間平面視圓環狀的空間沿著反應管 203 的內壁的下部至上部朝向晶圓 200 的配列方向上方立起。亦即，噴嘴 249a~249c 是分別設為在配列有晶圓 200 的晶圓配列區域的側方的水平包圍晶圓配列區域的區域沿著晶圓配列區域。

【0017】噴嘴 249a 是被配置於比噴嘴 249b，249c 更遠離後述的排氣口 231a 的側。亦即，噴嘴 249b，249c 是被配置於比噴嘴 249a 更接近排氣口 231a 的側。又，噴嘴 249b，249c 是平面視以通過晶圓 200 被搬入至處理室 201 內的狀態的晶圓 200 的中心亦即反應管 203 的中心與排氣口 231a 的中

心之直線作為對稱軸而配置成線對稱。又，噴嘴 249a，249b 是被配置為隔著反應管 203 的中心來對向於一直線上。

【0018】在噴嘴 249a～249c 的側面是分別設有供給氣體的氣體供給孔 250a～250c。氣體供給孔 250a～250c 是分別開口為朝向反應管 203 的中心，可朝向晶圓 200 供給氣體。氣體供給孔 250a，250b 是開口為隔著上述的晶圓 200 的中心亦即反應管 203 的中心來對向(對面)於一直線上。氣體供給孔 250a～250c 是從反應管 203 的下部到上部設置複數個。

【0019】從氣體供給管 232a 是含有預定元素及鹵族元素的氣體會作為原料氣體經由 MFC241a、閥 243a、閥 242a、噴嘴 249a 來朝處理室 201 內供給。

【0020】從氣體供給管 232b 是以 1 種類的元素所構成的氣體會作為單體氣體經由 MFC241b、閥 243b、噴嘴 249b 來朝處理室 201 內供給。

【0021】從氣體供給管 232c 是含有氮(N)的氣體會作為反應氣體經由 MFC241c、閥 243c、噴嘴 249c 來朝處理室 201 內供給。

【0022】從氣體供給管 232f 是以複數種類的元素所構成的氣體作為化合物氣體經由 MFC241f、閥 243f、氣體供給管 232c、噴嘴 249c 來朝處理室 201 內供給。另外，單體氣體與化合物氣體是以從各個的噴嘴 249b、249c 供給的構成進行說明，但亦可從相同的噴嘴供給各個的氣體。又，

單體氣體與反應氣體是以從各個的噴嘴 249b、249c 供給的構成進行說明，但亦可從相同的噴嘴供給各個的氣體。進一步，單體氣體、反應氣體及化合物氣體是亦可從一個的噴嘴(例如噴嘴 249b 與 249c 的任一方)供給。

【0023】從氣體供給管 232d，232e，232g 是惰性氣體會分別經由 MFC241d，241e，241g、閥 243d，243e，243g、氣體供給管 232a～232c、噴嘴 249a～249c 來朝處理室 201 內供給。惰性氣體是作為淨化氣體、載流氣體、稀釋氣體等作用。

【0024】主要藉由氣體供給管 232a、MFC241a、閥 243a，242a、氣體蓄積部來構成原料氣體供給系。主要藉由氣體供給管 232b、MFC241b、閥 243b 來構成反應氣體供給系。主要藉由氣體供給管 232c、MFC241c、閥 243c 來構成單體氣體供給系。主要藉由氣體供給管 232f、MFC241f、閥 243f 來構成化合物氣體供給系。主要藉由氣體供給管 232d，232e，232g、MFC241d，241e，241g、閥 243d，243e，243g 來構成惰性氣體供給系。

【0025】上述的各種氣體供給系之中，任一個或全部的氣體供給系是亦可被構成為閥 243a～243g、氣體蓄積部、MFC241a～241g 等被集聚而成的集聚型氣體供給系統 248。集聚型氣體供給系統 248 是被構成為對於氣體供給管 232a～232g 的各者連接，往氣體供給管 232a～232g 內的各種氣體的供給動作，亦即閥 243a～243g 的開閉動作或 MFC241a～241g 的流量調整動作等會藉由後述的控制器

121來控制。集聚型氣體供給系統248是被構成為一體型或分割型的集聚單元，可對於氣體供給管232a～232f等以集聚單元單位來進行裝卸，被構成為可以集聚單元單位來進行集聚型氣體供給系統248的維修、更換、增設等。

【0026】在反應管203的側壁下方是設有將處理室201內的氣氛排氣的排氣口231a。排氣口231a是亦可沿著反應管203的側壁的下部到上部，亦即沿著晶圓配列區域而設。排氣口231a是連接排氣管231。排氣管231是經由作為檢測出處理室201內的壓力的壓力檢測器(壓力檢測部)的壓力感測器245及作為壓力調整器(壓力調整部)的APC(Auto Pressure Controller)閥244來連接作為真空排氣裝置的真空泵246。APC閥244是藉由在使真空泵246作動的狀態下開閉閥，可進行處理室201內的真空排氣及真空排氣停止，進一步，被構成為在使真空泵246作動的狀態下，根據藉由壓力感測器245所檢測出的壓力資訊來調節閥開度，藉此可調整處理室201內的壓力。主要藉由排氣管231、APC閥244、壓力感測器245來構成排氣系。亦可思考將真空泵246含在排氣系中。

【0027】在集合管209的下方是設有可將集合管209的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是例如藉由SUS等的金屬材料所構成，被形成圓盤狀。在密封蓋219的上面是設有與集合管209的下端抵接之作為密封構件的O型環220b。在密封蓋219的下方是設置有使後述的晶舟217旋轉的旋轉機構267。旋轉機構267的旋

轉軸 255 是例如藉由 SUS 等的金屬材料所構成，貫通密封蓋 219 而被連接至晶舟 217。旋轉機構 267 是被構成為藉由使晶舟 217 旋轉來使晶圓 200 旋轉。密封蓋 219 是被構成為藉由被設在反應管 203 的外部之作為升降機構的晶舟升降機 115 來昇降於垂直方向。晶舟升降機 115 是被構成為藉由使密封蓋 219 昇降來將晶圓 200 搬入及搬出(搬送)於處理室 201 內外的搬送裝置(搬送機構)。

【0028】在集合管 209 的下方是設有：在使密封蓋 219 降下從處理室 201 內搬出晶舟 217 的狀態，可使集合管 209 的下端開口氣密地閉塞之作為爐口蓋體的擋板 219s。擋板 219s 是例如藉由 SUS 等的金屬材料所構成，被形成圓盤狀。在擋板 219s 的上面是設有與集合管 209 的下端抵接之作為密封構件的 O 型環 220c。擋板 219s 的開閉動作(昇降動作或轉動動作等)是藉由擋板開閉機構 115s 所控制。

【0029】作為支撐基板支撐具的晶舟 217 是被構成為使複數片例如 25~200 片的晶圓 200 以水平姿勢且彼此中心一致的狀態下排列於垂直方向而多段地支撐。亦即，晶舟 217 是被構成為使複數片的晶圓 200 以水平姿勢且在垂直方向空出間隔而配列。晶舟 217 是例如藉由石英或 SiC 等的耐熱性材料來構成。在晶舟 217 的下部是例如藉由石英或 SiC 等的耐熱性材料所構成的隔熱板 218 會被多段地支撐。晶舟 217 是被構成為可分別支撐複數片的晶圓 200。

【0030】在反應管 203 內是設置有作為溫度檢測器的溫度感測器 263。根據藉由溫度感測器 263 所檢測出的溫度

資訊來調整往加熱器 207 的通電情況，藉此處理室 201 內的溫度成為所望的溫度分佈。溫度感測器 263 是沿著反應管 203 的內壁而設。

【0031】如圖 3 所示般，控制部(控制手段)即控制器 121 是被構成為具備 CPU(Central Processing Unit)121a、RAM(Random Access Memory)121b、記憶裝置 121c、I/O 埠 121d 的電腦。RAM121b、記憶裝置 121c、I/O 埠 121d 是被構成為可經由內部匯流排 121e 來與 CPU121a 作資料交換。控制器 121 是連接例如構成為觸控面板等的輸出入裝置 122。並且，控制器 121 是可連接外部記憶裝置 123。

【0032】記憶裝置 121c 是例如以快閃記憶體、HDD (Hard Disk Drive)、SSD(Solid State Drive)等所構成。在記憶裝置 121c 內是可讀出地儲存有控制成膜裝置的動作的控制程式，或記載後述的處理的程序或條件等的製程處方等。製程處方是被組合為可使後述的處理的各程序藉由控制器 121 來實行於成膜裝置，可取得預定的結果，作為程式機能。以下，亦將製程處方或控制程式等總簡稱為程式。又，亦將製程處方簡稱為處方。在本說明書中使用程式的用語時，是有只包含處方單體時，只包含控制程式單體時，或包含該等的雙方時。RAM121b 是被構成為暫時性地保持藉由 CPU121a 所讀出的程式或資料等之記憶區域(工作區域)。

【0033】I/O 埠 121d 是被連接至上述的 MFC241a ~ 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。

【0034】CPU121a 是被構成為從記憶裝置 121c 讀出控制程式而實行，且可按照來自輸出入裝置 122 的操作指令的輸入等，從記憶裝置 121c 讀出處方。CPU121a 是被構成為可按照讀出的處方的內容，控制 MFC241a~241g 的各種氣體的流量調整動作、閥 243a~243g 的開閉動作、APC 閥 244 的開閉動作及根據壓力感測器 245 的 APC 閥 244 的壓力調整動作、真空泵 246 的啟動及停止、根據溫度感測器 263 的加熱器 207 的溫度調整動作、藉由旋轉機構 267 的晶舟 217 的旋轉及旋轉速度調節動作、藉由晶舟升降機 115 的晶舟 217 的昇降動作、藉由擋板開閉機構 115s 的擋板 219s 的開閉動作等。

【0035】控制器 121 是可藉由將被儲存於外部記憶裝置 123 的上述的程式安裝於電腦來構成。外部記憶裝置 123 是例如包括 HDD 等的磁碟、CD 等的光碟、MO 等的光磁碟、USB 記憶體、SSD 等的半導體記憶體等。記憶裝置 121c 或外部記憶裝置 123 是被構成為電腦可讀取的記錄媒體。以下，亦可將該等總簡稱為記錄媒體。在本說明書中使用記錄媒體的用語時，是有只包含記憶裝置 121c 單體時，只包含外部記憶裝置 123 單體時，或包含該等雙方時。另外，對電腦的程式的提供是亦可不使用外部記憶裝置 123，而利用網際網路或專用線路等的通訊手段來進行。

【 0036】

(2)基板處理工序

說明有關使用上述的基板處理裝置，在作為基板的晶圓200上形成含有預定元素及氮(N)的膜之基板處理順序亦即成膜順序的例子，作為半導體裝置的製造工序之一工序。在以下的說明中，構成基板處理裝置的各部的動作是藉由控制器121來控制。

【 0037】就圖4所示的本形態的成膜順序而言，是具有：藉由進行預定次數(n次，n是1以上的整數)包含下列工序的循環，而在晶圓200上形成含有預定元素及N的膜之工序

(a)對於晶圓200供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第1層之工序；

(b)使以1種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種X，對於晶圓200供給含有活性種X的單體氣體之工序；及

(c)使含有N的反應氣體電漿激發而使產生活性種Y，對於晶圓200供給含有活性種Y的反應氣體而形成第2層之工序，

(b)是更具有對於晶圓200供給使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生的活性種Z之工序，

在(b)中，將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿1/2。

【 0038】就圖4所示的成膜順序而言，是表示在(b)

中，藉由將化合物氣體的供給流量對於單體氣體的供給流量的比設為未滿 $1/2$ ，而將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿 $1/2$ 之例。另外，化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比是設為 $1/3$ 以下為理想。

【0039】又，就圖4所示的成膜順序而言，是表示在(b)中，對於晶圓200供給使單體氣體、化合物氣體分別電漿激發而使產生的活性種X、活性種Z之例。表示在(c)中，對於晶圓200供給使反應氣體電漿激發而產生的活性種Y之例。

【0040】在本說明書中，基於方便起見，亦有將如此的成膜順序表示為以下般的情形。在以下的其他的形態或變形例等的說明中也使用同樣的表記。

【0041】

(原料氣體 → 電漿激發單體氣體 · 化合物氣體 → 電漿激發反應氣體) × n

【0042】就圖4所示的成膜順序而言，是在進行(a)、(c)之後，分別進行真空排氣為理想。此情況的成膜順序是可如以下般表示。

【0043】

(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發單體氣體 · 化合物氣體 → 電漿激發反應氣體 → 淨化) × n

【0044】本案的所謂含有預定元素及N的膜是除了含有矽等的預定元素的氮化膜(SiN膜)以外，亦包括含有碳

(C)或氧(O)的氮化膜。例如，氮化膜是包括矽氮化膜(SiN膜)、矽碳氮化膜(SiCN膜)、矽氧氮化膜(SiON膜)、矽氧碳氮化膜(SiOCN膜)等。以下是說明有關將預定元素設為Si，形成SiN膜，作為含有Si及N的膜的例子。

【0045】 在本說明書中使用「晶圓」的用語時，是有意義晶圓本身時，或意思晶圓與被形成於其表面的預定的層或膜的層疊體時。在本說明書中使用「晶圓的表面」的用語時，是有意義晶圓本身的表面時，或被形成於晶圓上的預定的層等的表面時。在本說明書中記載為「在晶圓上形成預定的層」時，是有意義在晶圓本身的表面上直接形成預定的層時，或在被形成於晶圓上的層等上形成預定的層時。在本說明書中使用「基板」的用語時，亦與使用「晶圓」的用語時同義。

【0046】

(晶圓充填及晶舟裝載)

一旦複數片的晶圓200被裝填於晶舟217(晶圓充填)，則如圖1所示般，支撐複數片的晶圓200的晶舟217是藉由晶舟升降機115來舉起而朝處理室201內搬入(晶舟裝載)。在此狀態下，密封蓋219是成為經由O型環220b來密封反應管203的下端的狀態。

【0047】

(壓力調整及溫度調整)

晶舟裝載終了後，以處理室201內亦即存在晶圓200的空間會成為所望的壓力(真空度)之方式，藉由真空泵246

來真空排氣(減壓排氣)。此時，處理室201內的壓力是以壓力感測器245測定，根據此被測定的壓力資訊，反饋控制APC閥244(壓力調整)。又，以處理室201內的晶圓200會成為所望的處理溫度之方式，藉由加熱器207來加熱。此時，以處理室201內會成為所望的溫度分佈之方式，根據溫度感測器263所檢測出的溫度資訊，反饋控制往加熱器207的通電情況(溫度調整)。並且，開始旋轉機構267所致的晶圓200的旋轉。真空泵246的運轉、晶圓200的加熱及旋轉皆是至少至對於晶圓200的處理終了為止的期間繼續進行。

【0048】

(氣體充填)

然後，閥242a是設為關閉的狀態，開啟閥243a，朝氣體供給管232a內流動原料氣體。原料氣體是藉由MFC241a來調整流量，在閥243a，242a間的氣體供給管232a內(以下亦稱為氣體蓄積部)蓄積。藉此，原料氣體會被充填於氣體蓄積部內。一旦預定量的原料氣體被充填於氣體蓄積部內，則關閉閥243a，維持原料氣體被充填於氣體蓄積部內的狀態。

【0049】

(成膜處理)

然後，依序實行其次的步驟A，B，C。

【0050】

[步驟A]

在步驟 A 中，對於處理室 201 內的晶圓 200 供給原料氣體。

【0051】具體而言，開啟閥 242a，將被充填於氣體蓄積部內的高壓的原料氣體經由氣體供給管 232a、噴嘴 249a 來朝處理室 201 內一口氣(脈衝性)地供給。以下，將此供給方法稱為閃流(flash flow)。此時，開啟閥 243d，243e，243g，經由噴嘴 249a～249c 的各者來朝處理室 201 內供給惰性氣體。另外，有關以下所示的幾個的方法是亦可將惰性氣體的供給設為不實施。又，本步驟是將排氣系實質地設為全閉(將 APC 閥 244 實質地全閉)的狀態實施為理想。一旦 APC 閥 244 被關閉，則處理室 201 內的壓力會急遽地上昇，被昇壓至預定壓力。然後，預定時間維持處理室 201 內的昇壓狀態，在高壓的原料氣體氣氛中曝露晶圓 200。

【0052】作為本步驟的處理條件是舉以下所示為例。

處理溫度：250～600℃，理想是 300～600℃

處理壓力(閃流前)：30～600Pa

處理壓力(閃流後)：500～1500Pa

原料氣體供給量(R1)：120～360cc，理想是 120～240cc

原料氣體曝露時間：1～20秒，理想是 5～10秒

惰性氣體供給流量(每 R1～3)：0～10slm，理想是 0～5slm。

【0053】另外，本說明書的「250～600℃」般的數值範圍的表記是意思下限值及上限值含在其範圍內。因此，

例如所謂「250～600℃」是意思「250℃以上600℃以下」。有關其他的數值範圍也同樣。又，本說明書的所謂處理溫度是意思晶圓200的溫度或處理室201內的溫度，所謂處理壓力是意思處理室201內的壓力。又，所謂氣體供給流量：0slm是意思不供給該氣體的情況。該等是在以下的說明中也同樣。

【0054】藉由在上述的處理條件下對於晶圓200例如供給氯矽烷系氣體作為原料氣體，在作為底層的晶圓200的最表面上形成含有Cl的含Si層，作為第1層。含有Cl的含Si層是藉由朝晶圓200的最表面之氯矽烷系氣體的分子的物理吸附或化學吸附、氯矽烷系氣體的一部分分解後的物質的分子的物理吸附或化學吸附、氯矽烷系氣體的熱分解所致的Si的堆積等而形成。含有Cl的含Si層是亦可為氯矽烷系氣體的分子或氯矽烷系氣體的一部分分解後的物質的分子的吸附層(物理吸附層或化學吸附層)，亦可為含有Cl的Si的堆層疊。在本說明書中，亦將含有Cl的含Si層簡稱為含Si層。

【0055】若處理溫度未滿250℃，則Si不易吸附於晶圓200上，會有第1層的形成困難的情況。藉由將處理溫度設為250℃以上，可在晶圓200上形成第1層。藉由將處理溫度設為300℃以上，可在晶圓200上更充分地形成第1層。

【0056】若處理溫度超過600℃，則作為原料氣體的例如氯矽烷系氣體會熱分解，Si會多重地堆積於晶圓200

上，因此有難以形成未滿1原子層的厚度的大略均一的厚度的第1層的情況。藉由將處理溫度設為600℃以下，可形成未滿1原子層的厚度的大略均一的厚度的第1層，可使晶圓面內膜厚均一性提升。在此，所謂未滿1原子層的厚度的層是意思不連續地形成的原子層，所謂1原子層的厚度的層是意思連續性地形成的原子層。又，所謂未滿1原子層的厚度的層為大略均一的情形是意思原子會以大略均一的密度來吸附於晶圓200的表面上。

【0057】藉由在上述的處理條件下對於晶圓200供給例如氯矽烷系氣體作為原料氣體，可在晶圓200上形成含有C1的第1層，進一步，可將被形成於晶圓200的外周部的第1層中的C1濃度設為與被形成於晶圓200的中央部的第1層中的C1濃度相同的C1濃度。在此，所謂「相同的C1濃度」是除了C1濃度完全一致的情形以外，還作為用在包含預定的誤差範圍的意思者。所謂預定的誤差範圍是例如意思晶圓200的外周部與中央部的C1濃度的比率(外周部)/(中央部)為位於0.80以上1.20以下者。

【0058】第1層被形成之後，關閉閥242a，停止往處理室201內的原料氣體的供給。然後，將APC閥244例如全開，將處理室201內真空排氣，從處理室201內排除殘留於處理室201內的氣體等(淨化)。此時，保持開啟閥243d，243e，243g，維持惰性氣體往處理室201內的供給。經由噴嘴249a~249c的各者來供給的惰性氣體是作為淨化氣體作用，藉此，處理室201內會被淨化(淨化)。

【0059】作為淨化的處理條件是舉以下所示為例。

處理溫度：250～600℃，理想是300～600℃

處理壓力：1～70Pa，理想是1～30Pa

惰性氣體供給流量(每R1～3)：0.05～20slm，理想是1～5slm

惰性氣體供給時間：1～20秒，理想是1～10秒。

【0060】原料氣體是例如可使用含有作為構成被形成於晶圓200上的膜的主元素的矽(Si)的矽烷系氣體。矽烷系氣體是例如可使用含有鹵素及Si的氣體，亦即鹵代矽烷系氣體。鹵素是包含氯(Cl)、氟(F)、溴(Br)、碘(I)等。鹵代矽烷系氣體是例如可使用含有Cl及Si的上述的氯矽烷系氣體。

【0061】原料氣體是例如可使用二氯矽烷(SiH_2Cl_2 ，簡稱：DCS)氣體，氯矽烷(SiH_3Cl ，簡稱：MCS)氣體、三氯氫矽(SiHCl_3 ，簡稱：TCS)氣體、四氯化矽(SiCl_4 ，簡稱：4CS)氣體、六氯二矽烷氣體(Si_2Cl_6 ，簡稱：HCDS)氣體、八氯三矽烷(Si_3Cl_8 ，簡稱：OCTS)氣體等的氯矽烷系氣體。原料氣體是可使用該等之中1個以上。

【0062】惰性氣體是例如可使用氮(N_2)氣體、氬(Ar)氣體、氦(He)氣體、氖(Ne)氣體、氙(Xe)氣體等的稀有氣體。惰性氣體是可使用該等之中1個以上。此點是在後述的各步驟中也同樣。

【0063】

[步驟B]

步驟 A 終了後，對於處理室 201 內的晶圓 200 亦即被形成於晶圓 200 上的第 1 層(含 Si 層)，使單體氣體、化合物氣體分別電漿激發而供給。

【0064】具體而言，在開啟 APC 閥 244 的狀態下，亦即將處理室 201 內排氣的狀態下，開啟閥 243b，243f，往氣體供給管 232b，232c 內分別流動單體氣體、化合物氣體。單體氣體、化合物氣體是分別藉由 MFC241b，241f 來調整流量，經由噴嘴 249b，249c 來朝處理室 201 內供給，從排氣口 231a 排氣。此時，從晶圓 200 的側方(亦即從晶圓 200 的外緣至面內的方向)，對於晶圓 200 供給單體氣體、化合物氣體(單體氣體、化合物氣體供給)。此時，保持開啟閥 243d，243e，243g，維持惰性氣體往處理室 201 內的供給。

【0065】又，此時，藉由對電漿產生用的電極施加 RF 電力，被供給至氣體供給管 232b，232c 內的單體氣體、化合物氣體會遠程電漿單元 300b，300c 內分別被電漿激發，從單體氣體是產生活性種 X，從化合物氣體是產生活性種 Z。分別含有如此產生的活性種 X、活性種 Z 的單體氣體及化合物氣體會對於晶圓 200 供給(供給電漿激發單體氣體・化合物氣體)。

【0066】作為以 1 種類的元素所構成的單體氣體，例如使用氫(H_2)氣體時， H_2 氣體會被電漿激發，產生 H_2^* 等的活性種 X，對於晶圓 200 供給。另外，* 是意思自由基。在以下的說明也同樣。

【0067】作為以複數種類的元素所構成的化合物氣體，例如藉由使用含有氮(N)及氫(H)的氮化氫系氣體，氮化氫系氣體會被電漿激發，產生 NH_3^* 等的活性種Z，對於晶圓200供給。

【0068】作為本步驟的處理條件是舉以下所示為例。

處理溫度：250～600℃，理想是300～600℃

處理壓力：1～100Pa，理想是1～50Pa

單體氣體給流量：0.1～3.0slm，理想是0.2～1.0slm

單體氣體供給時間：5～60秒，理想是5～20秒

化合物氣體給流量：0.05～1.0slm，理想是0.1～0.5
slm

化合物氣體供給時間：5～60秒，理想是5～20秒

惰性氣體供給流量(每R1～3)：0～10slm，理想是0～
1.5slm

高頻電力(RF電力)：50～1000W，理想是50～300W。

【0069】藉由在上述的條件下對於晶圓200供給被電漿激發的單體氣體與化合物氣體，第1層會被改質，使得鹵族元素的C1會從在步驟A被形成於晶圓200的表面上的第1層(含Si層)脫離。又，第1層的一部分會被改質為例如氮化。如此一來，在晶圓200的表面上形成將第1層改質的層(以下稱為改質層)。以下，詳細說明。

【0070】藉由在上述的條件下使單體氣體電漿激發，對於晶圓200供給含有活性種X的單體氣體，可使C1從被形成於晶圓200上的第1層脫離。

【0071】但，單體氣體從晶圓200的側方供給時，往處理室201內供給的活性種X是從晶圓200的外周部朝向中央部流入。藉此，往處理室201內供給的活性種X(例如 H_2^*)是例如與被形成於晶圓200的外周部的第1層上的C1結合而被消費(排出)，有難以到達至中央部的傾向。因此，有晶圓200的中央部的C1的脫離的程度比晶圓200的外周部的C1的脫離的程度更弱，晶圓200的中央部的C1濃度比外周部的C1濃度更高的情況。

【0072】於是，本步驟是以被電漿激發的化合物氣體的供給量(在本實施形態是供給流量)會成為未滿被電漿激發的單體氣體的供給量(在本實施形態是供給流量)的1/2之方式，從晶圓200的側方供給該被電漿激發的化合物氣體。在如此的條件下往處理室201內供給的活性種Z是從晶圓200的外周部朝向中央部流入。本步驟的化合物氣體的供給量是比單體氣體的供給量少，因此往處理室201內供給的活性種Z(例如 NH_3^*)是例如與被形成於晶圓200的外周部的第1層上的Si結合而消費，幾乎不到達至中央部。藉此，可將晶圓200的外周部的C1脫離的阻礙的程度設為比中央部的C1脫離的阻礙的程度更強。因此，可將活性種X所致的晶圓200的外周部的C1的脫離的程度設為與中央部的C1的脫離的程度同程度，可將外周部的C1濃度設為與中央部的C1濃度相同的C1濃度。在此，所謂「相同的C1濃度」是除了C1濃度完全一致以外，還用在作為包含預定的誤差範圍的意思者。所謂預定的誤差範圍是例如意指晶圓

200的外周部與中央部的C1濃度的比率(外周部)/(中央部)為位於0.80以上1.20以下者。

【0073】另外，之所以藉由對於晶圓200供給活性種Z，可阻礙來自第1層的C1的脫離，可思考是因為在晶圓200的表面吸附具有立體的構成的活性種Z，又，吸附具有極性的活性種Z，藉此往活性種X的第1層的到達會被阻礙。

【0074】若被電漿激發的化合物氣體的供給量對於被電漿激發的單體氣體的供給量的比成為1/2以上，則被供給的活性種Z之中，使阻礙C1的脫離的效果產生的量以上的量到達晶圓200的中央部，在第1層的幾乎全面中，有C1的脫離被阻礙的情形。亦即，若被電漿激發的化合物氣體的供給量對於被電漿激發的單體氣體的供給量的比成為1/2以上，則藉由供給活性種X而取得的C1的脫離效果在晶圓200的面內全體被抑制，有活性種X所致的C1的脫離效果無法充分取得的情形。藉由將被電漿激發的化合物氣體的供給量對於被電漿激發的單體氣體的供給量的比設為未滿1/2，可限制活性種Z往晶圓200的中央部的到達，維持中央部的活性種X所致的C1的脫離效果，取得外周部的活性種Z所致的C1的脫離抑制效果。

【0075】若處理溫度未滿250℃，則會有活性種X所致的C1的脫離反應不易發生的情況。藉由將處理溫度設為250℃以上，可使活性種X所致的C1的脫離反應促進。藉由將處理溫度設為300℃以上，可使活性種X所致的C1的脫離

反應更確實地進行。

【0076】若處理溫度超過 600°C ，則會有活性種Z所致的C1的脫離阻礙反應不易發生的情況。藉由將處理溫度設為 600°C 以下，可使活性種Z所致的C1的脫離阻礙反應促進。

【0077】在晶圓200上形成改質層之後，關閉閥243b，243f，停止往電漿產生用的電極之RF電力的施加，停止往處理室201內的單體氣體、化合物氣體的供給。此時，保持開啟閥243d，243e，243g，維持惰性氣體往處理室201內的供給。

【0078】單體氣體是除了上述的 H_2 氣體以外，例如可使用氮(N_2)氣體、氬(Ar)氣體、氦(He)氣體等的稀有氣體或該等之中的至少任一個。

【0079】作為單體氣體，例如使用 N_2 氣體時， N_2 氣體會被電漿激發，產生 N^* 、 N_2^* 等的活性種X。作為單體氣體，例如使用Ar氣體時，Ar氣體會被電漿激發，產生 Ar^* 等的活性種X。作為單體氣體，例如使用He氣體時，He氣體會被電漿激發，產生 He^* 等的活性種X。

【0080】化合物氣體是例如可使用氨(NH_3)氣體、二亞胺(N_2H_2)氣體、聯氨(N_2H_4)氣體、 N_3H_8 氣體等的氮化氫系氣體。化合物氣體是可使用該等之中1個以上。

【0081】作為化合物氣體，使用氮化氫系氣體時，氮化氫系氣體會被電漿激發，產生 NH^* 、 NH_2^* 、 NH_3^* 等的活性種Z。

【0082】**[步驟 C]**

步驟 B 終了之後，對於處理室 201 內的晶圓 200 亦即被形成於晶圓 200 上的改質層，使反應氣體電漿激發而供給。另外，就本實施形態而言，在步驟 B 與步驟 C 之間，處理室 201 內的淨化是不進行。

【0083】 具體而言，在開啟 APC 閥 244 的狀態下，亦即在將處理室 201 內排氣的狀態下，開啟閥 243c，往氣體供給管 232c 內流動反應氣體。反應氣體是分別藉由 MFC241c 來調整流量，經由噴嘴 249c 來朝處理室 201 內供給，從排氣口 231a 排氣。此時，從晶圓 200 的側方，對於晶圓 200 供給反應氣體(反應氣體供給)。此時，保持開啟閥 243d，243e，243g，維持惰性氣體往處理室 201 內的供給。

【0084】 又，此時，藉由施加往電漿產生用的電極的 RF 電力，被供給至氣體供給管 232c 內的反應氣體會於遠程電漿單元 300c 內被電漿激發，產生活性種 Y。含有如此被產生的活性種 Y 的反應氣體會對於晶圓 200 供給(供給電漿激發反應氣體)。

【0085】 含有 N 的反應氣體，例如使用含有 N 及 H 的氮化氫系氣體時，氮化氫系氣體會被電漿激發，而產生 NH^* 、 NH_2^* 、 NH_3^* 等的活性種 Y，對於晶圓 200 供給。

【0086】 作為本步驟的處理條件是舉以下所示為例。

處理溫度：250～600℃，理想是 300～600℃

處理壓力：1～100Pa，理想是1～50Pa

反應氣體給流量：0.1～10slm，理想是0.5～5.0slm
反應氣體供給時間：1～60秒，理想是10～40秒

惰性氣體供給流量(每R1～3)：0～10slm，理想是0～1.5slm

高頻電力(RF電力)：50～1000W，理想是50～300W。

【0087】在上述的處理條件下對於晶圓200供給反應氣體，藉此在步驟B被形成於晶圓200的表面的改質層的至少一部分會被氮化(改質)。結果，在晶圓200的表面上形成含有Si及N的層的矽氮化層(SiN層)作為第2層。形成第2層時，在改質層中所含的Cl等的雜質是在被電漿激發的反應氣體所致的改質反應的過程中，構成至少含有Cl的氣體狀物質，從處理室201內排出。藉此，第2層是成為Cl等的雜質比在步驟B被形成的改質層少的層。

【0088】若處理溫度未滿250℃，則反應氣體難熱分解，會有第2層的形成困難的情況。藉由將處理溫度設為250℃以上，可形成第2層。藉由將處理溫度設為300℃以上，可確實形成第2層。

【0089】若處理溫度超過600℃，則反應氣體的熱分解過剩，會有第2層的形成困難的情況。藉由將處理溫度設為600℃以下，可抑制反應氣體的過剩的熱分解，形成第2層。

【0090】在晶圓200上形成第2層之後，關閉閥243c，停止往電漿產生用的電極之RF電力的施加，停止往處理室

201內之反應氣體的供給。然後，藉由與步驟A的淨化同樣的處理程序、處理條件，從處理室201內排除殘留於處理室201內的氣體等。

【0091】反應氣體是例如可使用 NH_3 氣體、 N_2H_2 氣體、 N_2H_4 氣體、 N_3H_8 氣體等的氮化氫系氣體。反應氣體是可使用該等之中1個以上。

【0092】反應氣體是除了該等之外，例如亦可使用含N、C及H氣體。含N、C及H氣體是例如可使用胺系氣體或有機聯氨系氣體。含N、C及H氣體是亦可為含N氣體，亦可為含C氣體，亦可為含H氣體，亦可為含N及C氣體。

【0093】反應氣體是例如可使用乙胺($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ，簡稱：MEA)氣體、二乙胺($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ ，簡稱：DEA)氣體、三乙胺($(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ ，簡稱：TEA)氣體等的乙胺系氣體、或甲胺(CH_3NH_2 ，簡稱：MMA)氣體、二甲胺($(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ，簡稱：DMA)氣體、三甲胺($(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ，簡稱：TMA)氣體等的甲胺系氣體、或單甲基胍($(\text{CH}_3)\text{HN}_2\text{H}_2$ ，簡稱：MMH)氣體、二甲基胍($(\text{CH}_3)_2\text{N}_2\text{H}_2$ ，簡稱：DMH)氣體、三甲基胍($(\text{CH}_3)_2\text{N}_2(\text{CH}_3)\text{H}$ ，簡稱：TMH)氣體等的有機聯氨系氣體等。反應氣體是可使用該等之中1個以上。另外，反應氣體是亦可為與化合物氣體相同的氣體，又，亦可為不同的氣體。使用相同的氣體時，活性種Z與活性種Y是亦可為相同的活性種。

【0094】

[循環的預定次數實施]

藉由進行預定次數(n 次， n 是1以上的整數)非同時亦即不使同步進行上述的步驟A，B，C之循環，可在晶圓200的表面上形成SiN膜。上述的循環是重複複數次為理想。亦即，使每1循環形成的SiN層的厚度比所望的膜厚更薄，藉由層疊SiN層而形成的膜的膜厚形成所望的膜厚為止，重複複數次上述的循環為理想。

【0095】在上述的步驟B中，藉由使C1從第1層脫離，可使重複上述的循環而形成的SiN膜的濕蝕刻速率(WER)降低。

【0096】在上述的步驟B中，藉由將晶圓200的外周部的C1濃度設為與晶圓200的中央部的C1濃度(實質)相同濃度，可將重複上述的循環而形成的SiN膜的中央部與外周部的WER設為實質同程度。藉此，可使SiN膜的濕蝕刻處理的晶圓面內的均一性(以下亦簡稱為面內均一性)提升。亦即，可將SiN膜的中央部與外周部的膜特性設為實質同程度，使SiN膜的膜特性的面內均一性提升。

【0097】

(後淨化及恢復大氣壓)

朝晶圓200上形成所望的厚度的氮化膜的處理完了之後，從噴嘴249a~249c的各者供給惰性氣體作為淨化氣體至處理室201內，從排氣口231a排氣。藉此，處理室201內會被淨化，殘留於處理室201內的氣體或反應副生成物等會從處理室201內除去(後淨化)。之後，處理室201內的氣氛會被置換成惰性氣體(惰性氣體置換)，處理室201內的

壓力會被恢復成常壓(恢復大氣壓)。

【0098】

(晶舟卸載及晶圓釋放)

之後，密封蓋219會藉由晶舟升降機115而下降，反應管203的下端會被開口。然後，處理完了的晶圓200會在被支撐於晶舟217的狀態下從反應管203的下端搬出至反應管203的外部(晶舟卸載)。然後，處理完了的晶圓200從晶舟217取出(晶圓釋放)。

【0099】

(3)本形態所致的效果

若根據本形態，則可取得以下所示的1個或複數的效果。

【0100】 (a)在步驟B中，供給單體氣體，藉由活性種X，可使C1從第1層脫離。藉此，使第1層緻密化，可將最終被形成於晶圓200上的膜設為WER低的膜。並且，在步驟B中，供給化合物氣體，藉由活性種Z，使阻礙來自第1層的C1的脫離，可控制晶圓200的面內的活性種X所致的C1的脫離的程度的分佈。

【0101】 進一步，在步驟B中，藉由將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿1/2，可在晶圓200的外周部的C1的脫離的程度比晶圓200的中央部的C1的脫離的程度更強的狀況下，將晶圓200的外周部的(C1脫離的)阻礙的程度設為比晶圓200的中央部的(C1脫離的)阻礙的程度更強。藉此，可將進行步驟B之後的晶圓200的外

周部的第1層中的C1濃度設為與晶圓200的中央部的第1層中的C1濃度相同的C1濃度。其結果，可將最終被形成於晶圓200上的膜的中央部與外周部的WER設為實質同程度，可將該膜設為WER的面內均一性佳的膜。

藉由以上，可形成WER低，WER的面內均一性佳的膜。亦即，可形成膜特性佳，膜特性的面內均一性佳的膜。

【0102】(b)並且，在步驟B中，藉由將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為 $1/3$ 以下，可確實地形成WER低，WER的面內均一性佳的膜。將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為超過 $1/3$ 時，特別是無法使晶圓200的中央部的C1濃度充分地減低，有無法取得所望的WER的面內均一性的情況。

【0103】(c)在步驟B中，藉由將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿 $1/2$ ，即使將步驟A~C的處理溫度設為 $250\sim 600^{\circ}\text{C}$ 的比較低溫，也可形成WER低，WER的面內均一性佳的膜。藉由可將步驟A~C的處理溫度設為比較低溫，可縮小給予處理爐202或晶圓200的損傷。

【0104】(d)在步驟B中，藉由將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿 $1/2$ ，即使單體氣體與化合物氣體的哪個的氣體皆從晶圓200的側方供給，使用所謂的縱型處理爐來處理時，也可形成WER低，WER的面內均一性佳的膜。由於可使用一次處理複數片的晶圓

200的分批式的縱型處理爐，因此可使成膜處理的生產性提升。

【0105】

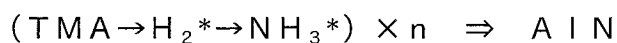
<本案的其他的形態>

以上，具體說明了本案的形態，但本案是不被限定於上述的形態，可在不脫離其要旨的範圍實施各種變更。

【0106】 上述的形態是說明了使用矽氮化膜的例子，但本案是不被限定於此。例如，本案是即使在形成含有以鈦(Ti)、鋯(Zr)、鈦(Hf)、鉭(Ta)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鎢(W)、鉕(Y)、銦(Sr)、鐳(La)、鈷(Ru)、鋁(Al)等的金屬元素作為主元素的氮化膜(金屬氮化膜)時，也可良好地適用。

【0107】 例如，原料氣體是使用四氯化鈦($TiCl_4$)氣體、四氯化鈦($HfCl_4$)氣體、五氯化鉭($TaCl_5$)氣體、三甲基鋁($Al(CH_3)_3$ ，簡稱：TMA)氣體等，依照以下所示的成膜順序，在晶圓200上形成鈦氮化膜(TiN膜)、鈦氮化膜(HfN膜)、鉭氮化膜(TaN膜)、鋁氮化膜(AlN膜)等的金屬氮化膜時，本案也可良好地適用。

【0108】



【0109】 此時的成膜處理的處理程序、處理條件是可

設為與上述的形態或變形例的處理程序、處理條件同樣。在該等的情況中也可取得與上述的形態或變形例同樣的效果。亦即，本案可良好地適用在形成含有Si等的半金屬元素作為主元素的半金屬氮化膜時，或形成含有上述的各種金屬元素作為主元素的金屬氮化膜時。

【0110】上述的形態是說明有關藉由調整對於單體氣體的供給流量之化合物氣體的供給流量，而進行步驟B的化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的調整之例，但本案是不被限定於此。例如，亦可藉由調整處理室201內的對於單體氣體的分壓之化合物氣體的分壓、對於單體氣體的濃度之化合物氣體的濃度、對於單體氣體的供給時間之化合物氣體的供給時間之中至少任一個來進行。具體而言，亦可將化合物氣體的分壓對於單體氣體的分壓的比、化合物氣體的供給流量對於單體氣體的供給流量的比、化合物氣體的濃度對於單體氣體的濃度的比、化合物氣體的供給時間對於單體氣體的供給時間的比、或該等之中2個以上設為未滿 $1/2$ ，藉此將化合物氣體的供給量對於單體氣體的供給量的比設為未滿 $1/2$ 。在該等的情況中，亦可取得與上述的形態的效果同樣的效果。

【0111】上述的形態是說明有關同時開始及停止步驟B的對於晶圓200的單體氣體的供給與化合物氣體的供給之例，但本案是不被限定於此。例如，亦可在比單體氣體的供給的開始更之前開始化合物氣體的供給，之後同時供給單體氣體與化合物氣體。又，亦可在同時供給單體氣體與

化合物氣體的狀態中，比單體氣體的供給的停止更之前停止化合物氣體的供給，之後停止單體氣體的供給。在該等的情況中也可取得與上述的形態的效果同樣的效果。

【0112】上述的形態是說明有關使單體氣體在遠程電漿單元300b內且使化合物氣體在遠程電漿單元300c內分別電漿激發，將活性種X及活性種Z分別經由噴嘴249b及噴嘴249c來個別地朝處理室201內供給的例子，但本案是不被限定於此。例如，亦可在供給管內混合單體氣體與化合物氣體之後，使被混合的兩氣體在1個的遠程電漿單元內電漿激發，藉此使產生活性種X及活性種Z。此情況，含有活性種X及活性種Z的單體氣體及化合物氣體的混合氣體會對於晶圓200供給。

【0113】在上述的形態中，說明了有關步驟A的原料氣體的供給是藉由閃流來進行的例子，但本案是不被限定於此。例如，亦可以和步驟B，C的氣體的供給方法同樣的方法供給。在此情況中也可取得與上述的形態的效果同樣的效果。

【0114】被用在各處理的處方是按照處理內容而個別地準備，經由電氣通訊線路或外部記憶裝置123來儲存於記憶裝置121c內為理想。然後，開始各處理時，CPU121a會從被儲存於記憶裝置121c內的複數的處方之中，按照處理內容來適當選擇適當的處方為理想。藉此，可在1台的基板處理裝置再現性佳形成各種的膜種、組成比、膜質、膜厚的膜。又，可減低操作員的負擔，邊迴避操作失敗，

邊迅速開始各處理。

【0115】上述的處方是不限於新作成的情況，例如，亦可藉由變更已被安裝於基板處理裝置的既存的處方來準備。變更處方的情況，是亦可將變更後的處方經由電氣通訊線路或記錄了該處方的記錄媒體來安裝於基板處理裝置。又，亦可操作既存的基板處理裝置所具備的輸出入裝置122，直接變更已經被安裝於基板處理裝置的既存的處方。

【0116】在上述的形態中，說明了使用具有熱壁型的處理爐的基板處理裝置來形成膜的例子。本案是不被限定於上述的形態，在使用具有冷壁型的處理爐的基板處理裝置來形成膜的情況，也可良好地適用。

【0117】在使用如此的基板處理裝置的情況，也可用與上述的形態同樣的處理程序、處理條件來進行各處理，可取得與上述的形態或變形例同樣的效果。

【0118】上述的形態或變形例是可適當組合而使用。此時的處理程序、處理條件是例如可設為與上述的形態的處理程序、處理條件同樣。

實施例

【0119】

(實施例)

使用上述的基板處理裝置，進行以下的成膜順序，藉此在晶圓上形成SiN膜，製作樣品1~6(參照圖5)。

【0120】

樣品 1：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)

×n

樣品 2：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)

×n

樣品 3：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發化合物氣體 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)×n

樣品 4：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發單體氣體 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)×n

樣品 5：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發單體氣體 · 化合物氣體 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)×n

樣品 6：(原料氣體 → 淨化 → 電漿激發單體氣體 · 化合物氣體 → 電漿激發反應氣體 → 淨化)×n

【0121】 另外，在圖 5 中，顯示使單體氣體、反應氣體、化合物氣體激發，分別供給活性種 X、活性種 Y、活性種 Z。

【0122】 原料氣體是使用 DCS 氣體，單體氣體是使用 H₂ 氣體，化合物氣體、反應氣體是分別使用 NH₃ 氣體，惰性氣體是使用 N₂ 氣體。但，就樣品 6 而言，是使用 N₂ 氣體，作為單體氣體。

【0123】 處理條件是設為上述的形態所示的各步驟的處理條件範圍內的預定的條件。但，樣品 2 是將在供給原料氣體之後進行的淨化的實施時間設為 30 秒長時間。

【0124】 製作樣品 1~6 之後，針對樣品 1~6 的各者，

測定被形成於晶圓上的 SiN 膜的預定的複數處的 WER。在圖 6 顯示其測定結果。

【0125】圖 6 的縱軸是表示對於 1% 濃度的氫氟酸 (1% HF 水溶液) 之 SiN 膜的 WER ($\text{\AA}/\text{分}$)。圖 6 的橫軸是表示直徑 300mm 的晶圓的直徑上的 SiN 膜的預定的位置。例如，-150(mm) 是表示晶圓的直徑上的一端部，0(mm) 是表示晶圓的直徑的中點 (晶圓的中心點)，150(mm) 是表示晶圓的直徑上的另一端部。圖 6 中的 ●、■、x、△、◇、■ 是依序表示樣品 1~6 的測定結果。

【0126】如圖 6 所示般，確認樣品 1 的 WER 為最高。又，確認樣品 2 的 WER 為第 2 高，樣品 3 的 WER 為第 3 高。依據該等，可知即使拉長原料氣體供給後的淨化時間，又，即使在原料氣體供給後供給化合物氣體，也無法使 WER 大幅度降低。

【0127】相對的，確認樣品 4 是 WER 會大幅度降低。藉此，若在原料氣體的供給後供給單體氣體，則可降低 WER。另一方面，樣品 4 與樣品 1~3 作比較，確認晶圓面內的 WER 大不同。具體而言，確認晶圓的外周部與中央部的 WER 的差，樣品 1~3 皆為 $2\text{\AA}/\text{分}$ 以內，相對的，樣品 4 是成為 $5\text{\AA}/\text{分}$ 程度。藉此，可知若在原料氣體的供給後 (僅) 供給單體氣體，則雖可使 WER 降低，但使濕蝕刻處理的晶圓面內的均一性 (面內均一性) 惡化。

【0128】樣品 5 與樣品 1~3 作比較，確認可使 WER 降低，面內均一性也可良好地維持。具體而言，確認樣品 5

是可將晶圓的外周部與中央部的 WER 的差維持在 $2\text{\AA}/\text{分}$ 以內。藉由以上，可知在原料氣體的供給後，藉由供給單體氣體與化合物氣體的雙方的氣體，可使 WER 降低，面內均一性也可良好地維持。另外，晶圓的外周部與中央部的 WER 的比率(外周部)/(中央部)是 0.80 以上 1.20 以下為理想。

【0129】又，確認樣品 6 也取得與樣品 5 同樣的結果。藉此，可知在使用 N_2 氣體作為單體氣體時，也可取得與樣品 5 同樣的結果。

【0130】又，製作樣品 1~6 之後，針對樣品 4, 5 測定被形成於晶圓上的 SiN 膜的預定之處的 WER 與 Cl 濃度。在圖 7 顯示其測定結果。

【0131】圖 7 的縱軸是表示 SiN 膜中的 Cl 濃度 (atoms/cm^3)。圖 7 的橫軸是表示對於 1% 濃度的氫氟酸 (1% HF 水溶液) 之 SiN 膜的 WER ($\text{\AA}/\text{分}$)。圖 7 中的 ○、◎、△、▽ 是依序表示樣品 4 的晶圓的外周部的 WER 與 Cl 濃度、樣品 4 的晶圓的中央部的 WER 與 Cl 濃度、樣品 5 的晶圓的外周部的 WER 與 Cl 濃度、樣品 5 的晶圓的中央部的 WER 與 Cl 濃度。

【0132】如圖 7 所示般，確認樣品 4 是晶圓的外周部與中央部的 Cl 濃度的差比較大。相對的，確認樣品 5 是晶圓的外周部與中央部的 Cl 濃度的差比較小。

【0133】又，確認樣品 4 是晶圓的外周部與中央部的 WER 的差比較大，亦即面內均一性差。相對的，確認樣品

5是晶圓的外周部與中央部的WER的差比較小，亦即面內均一性良好。

【0134】依據該等的結果，可確認晶圓的外周部與中央部的C1濃度的差的大小和WER的面內均一性的良否是相關，晶圓的外周部與中央部的C1濃度的差越小，WER的面內均一性越良好。

【符號說明】

【0135】

200:晶圓

201:處理室

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種基板處理方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第1層之工序；

(b)使H₂氣體電漿激發而使產生活性種X，對於前述基板供給含有前述活性種X的前述H₂氣體之工序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種Y，對於前述基板供給含有前述活性種Y的前述反應氣體而形成第2層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種Z，對於前述基板供給含有前述活性種Z的前述化合物氣體之工序，

在(b)中，將前述化合物氣體的供給量對於前述H₂氣體的供給量的比設為未滿1/2。

【請求項2】如請求項1記載的基板處理方法，其中，在(b)中，將前述化合物氣體的分壓對於前述H₂氣體的分壓的比設為未滿1/2。

【請求項3】如請求項1或2記載的基板處理方法，其中，在(b)中，將前述化合物氣體的濃度對於前述H₂氣體的濃度的比設為未滿1/2。

【請求項4】如請求項1或2記載的基板處理方法，其中，在(b)中，將前述化合物氣體的供給流量對於前述H₂

氣體的供給流量比設為未滿 $1/2$ 。

【請求項 5】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，將前述化合物氣體的供給時間對於前述 H₂ 氣體的供給時間的比設為未滿 $1/2$ 。

【請求項 6】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 7】如請求項 6 記載的基板處理方法，其中，在 (a) 中，使被形成於進行 (b) 之前的前述外周部的前述第 1 層中的前述鹵族元素濃度成為與被形成於前述中央部的前述第 1 層中的前述鹵族元素濃度相同的濃度。

【請求項 8】如請求項 7 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，使被形成於進行 (b) 之後的前述外周部的前述第 1 層中的前述鹵族元素濃度成為比被形成於進行 (b) 之前的前述外周部的前述第 1 層中的前述鹵族元素濃度更低的濃度，使成為與被形成於進行 (b) 之後的前述中央部的前述第 1 層中的前述鹵族元素濃度相同的濃度。

【請求項 9】如請求項 8 記載的基板處理方法，其中，在進行 (c) 之後使用氟化氫濃度 1 質量 % 的氟化氫水溶液來進行濕蝕刻時的前述外周部的濕蝕刻速率對於前述中央部的濕蝕刻速率的比率為 0.80 以上 1.20 以下。

【請求項 10】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其

中，在 250～600℃ 的溫度下進行 (a)～(c)。

【請求項 11】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，將前述化合物氣體的供給量對於前述 H₂ 氣體的供給量的比設為 1/3 以下。

【請求項 12】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，前述 H₂ 氣體與前述化合物氣體的任一個的氣體也從前述基板的側方供給。

【請求項 13】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，前述原料氣體為氯矽烷系氣體。

【請求項 14】如請求項 13 記載的基板處理方法，其中，前述氯矽烷系氣體為從二氯矽烷、氯矽烷、三氯氫矽、四氯化矽、六氯二矽烷及八氯三矽烷的群所選擇的至少任一個。

【請求項 15】如請求項 1 或 2 記載的基板處理方法，其中，前述化合物氣體為氮化氫系氣體，前述氮化氫系氣體為氮氣體及聯氮氣體之中的至少任一個。

【請求項 16】一種基板處理方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a) 對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

(b) 對於前述基板供給使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X 之工序；及

(c) 對於前述基板供給使含有氮的反應氣體電漿激發而

使產生的活性種 Y，而形成第 2 層之工序，

(b)係更具有：對於前述基板供給使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生的活性種 Z 之工序，

在 (b) 中，藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 17】一種基板處理方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

(b)從前述基板的側方對於前述基板供給使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X 之工序；及

(c)對於前述基板供給使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生的活性種 Y，而形成第 2 層之工序，

(b)係更具有：從前述基板的側方對於前述基板供給使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生的活性種 Z 之工序，

在 (b) 中，藉由前述化合物氣體所致的立體的反應障礙或極性所致的脫離障礙，來調整前述膜的濕蝕刻速率的面內分佈。

【請求項 18】如請求項 17 記載的基板處理方法，其中，在 (b) 中，供給前述化合物氣體，使得藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 19】一種半導體裝置的製造方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a) 對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

(b) 使 H₂ 氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述 H₂ 氣體之工序；及

(c) 使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之工序，

(b) 係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體之工序，

在 (b) 中，將前述化合物氣體的供給量對於前述 H₂ 氣體的供給量的比設為未滿 1/2。

【請求項 20】一種為了基板處理的電腦程式，藉由電腦來使下列程序實行於基板處理裝置之程式，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列程序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之程序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第1層之程序；

(b)使H₂氣體電漿激發而使產生活性種X，對於前述基板供給含有前述活性種X的前述H₂氣體之程序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種Y，對於前述基板供給含有前述活性種Y的前述反應氣體而形成第2層之程序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種Z，對於前述基板供給含有前述活性種Z的前述化合物氣體之程序，

在(b)中，將前述化合物氣體的供給量對於前述H₂氣體的供給量的比設為未滿1/2。

【請求項21】一種基板處理裝置，其特徵係具有：

處理基板的處理室；

對於前述處理室內的基板供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體之原料氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給H₂氣體之H₂氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給以複數種類的元素所構成的化合物氣體之化合物氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給含有氮的反應氣體之反應氣體供給系；

使氣體電漿激發的激發部；及

控制部，其係被構成為可控制前述原料氣體供給系、

前述 H₂ 氣體供給系、前述化合物氣體供給系、前述反應氣體供給系及前述激發部，使得在前述處理室內，藉由進行預定次數包含下列處理的循環，而進行在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之處理，

(a) 對於前述基板供給前述原料氣體而形成第 1 層之處理；

(b) 使前述 H₂ 氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述 H₂ 氣體之處理；及

(c) 使前述反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之處理，

且 (b) 係進一步使前述化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體，在 (b) 中，將前述化合物氣體的供給量對於前述 H₂ 氣體的供給量的比設為未滿 1/2。

【請求項 22】一種半導體裝置的製造方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a) 對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

(b) 使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之工序；及

(c) 使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，

對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體之工序，

在 (b) 中，藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 23】一種為了基板處理的電腦程式，藉由電腦來使下列程序實行於基板處理裝置之程式，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列程序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之程序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之程序；

(b)使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之程序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之程序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體之程序，

在 (b) 中，藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 24】一種基板處理裝置，其特徵係具有：

處理基板的處理室；

對於前述處理室內的基板供給含有預定元素及鹵族元素的原料氣體之原料氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給以 1 種類的元素所構成的單體氣體之單體氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給以複數種類的元素所構成的化合物氣體之化合物氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給含有氮的反應氣體之反應氣體供給系；

使氣體電漿激發的激發部；及

控制部，其係被構成為可控制前述原料氣體供給系、前述單體氣體供給系、前述化合物氣體供給系、前述反應氣體供給系及前述激發部，使得在前述處理室內，藉由進行預定次數包含下列處理的循環，而進行在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之處理，

(a) 對於前述基板供給前述原料氣體而形成第 1 層之處理；

(b) 使前述單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之處理；

及

(c)使前述反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之處理，

且 (b)係進一步使前述化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體，在 (b) 中，藉由前述活性種 Z 來使阻礙前述活性種 X 所致的前述鹵族元素從前述第 1 層的脫離，且使前述基板的外周部的阻礙的程度比前述基板的中央部的阻礙的程度更強。

【請求項 25】一種半導體裝置的製造方法，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列工序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之工序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之工序；

(b)使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之工序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之工序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體之工序，

在 (b) 中，藉由前述化合物氣體所致的立體的反應障礙或極性所致的脫離障礙，來調整前述膜的濕蝕刻速率的面內分佈。

【請求項 26】一種為了基板處理的電腦程式，藉由電腦來使下列程序實行於基板處理裝置之程式，其特徵係具有：藉由進行預定次數包含下列程序的循環，而在基板上形成含有預定元素及氮的膜之程序，

(a)對於前述基板供給含有前述預定元素及鹵族元素的原料氣體而形成第 1 層之程序；

(b)使以 1 種類的元素所構成的單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之程序；及

(c)使含有氮的反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之程序，

(b)係更具有：使以複數種類的元素所構成的化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體之程序，

在 (b) 中，藉由前述化合物氣體所致的立體的反應障礙或極性所致的脫離障礙，來調整前述膜的濕蝕刻速率的面內分佈。

【請求項 27】一種基板處理裝置，其特徵係具有：

處理基板的處理室；

對於前述處理室內的基板供給含有預定元素及鹵族元

素的原料氣體之原料氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給以 1 種類的元素所構成的單體氣體之單體氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給以複數種類的元素所構成的化合物氣體之化合物氣體供給系；

對於前述處理室內的基板供給含有氮的反應氣體之反應氣體供給系；

使氣體電漿激發的激發部；及

控制部，其係被構成為可控制前述原料氣體供給系、前述單體氣體供給系、前述化合物氣體供給系、前述反應氣體供給系及前述激發部，使得在前述處理室內，藉由進行預定次數包含下列處理的循環，而進行在前述基板上形成含有前述預定元素及氮的膜之處理，

(a)對於前述基板供給前述原料氣體而形成第 1 層之處理；

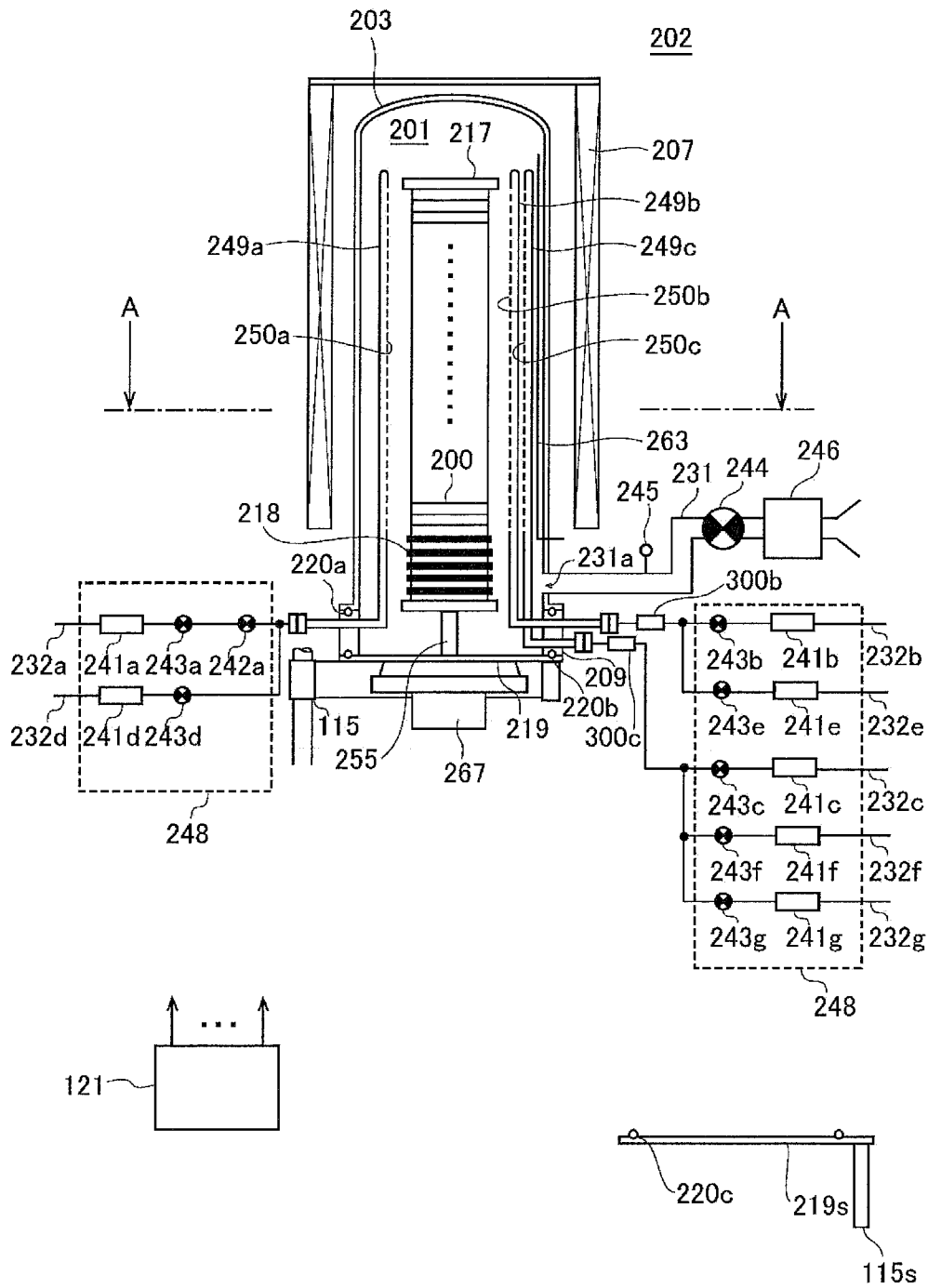
(b)使前述單體氣體電漿激發而使產生活性種 X，對於前述基板供給含有前述活性種 X 的前述單體氣體之處理；及

(c)使前述反應氣體電漿激發而使產生活性種 Y，對於前述基板供給含有前述活性種 Y 的前述反應氣體而形成第 2 層之處理，

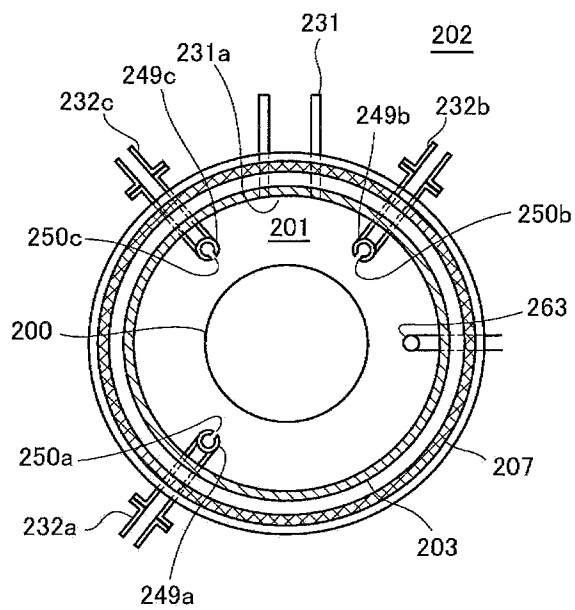
且 (b) 係進一步使前述化合物氣體電漿激發而使產生活性種 Z，對於前述基板供給含有前述活性種 Z 的前述化合物氣體，在 (b) 中，藉由前述化合物氣體所致的立體的反應

應障礙或極性所致的脫離障礙，來調整前述膜的濕蝕刻速率的面內分佈。

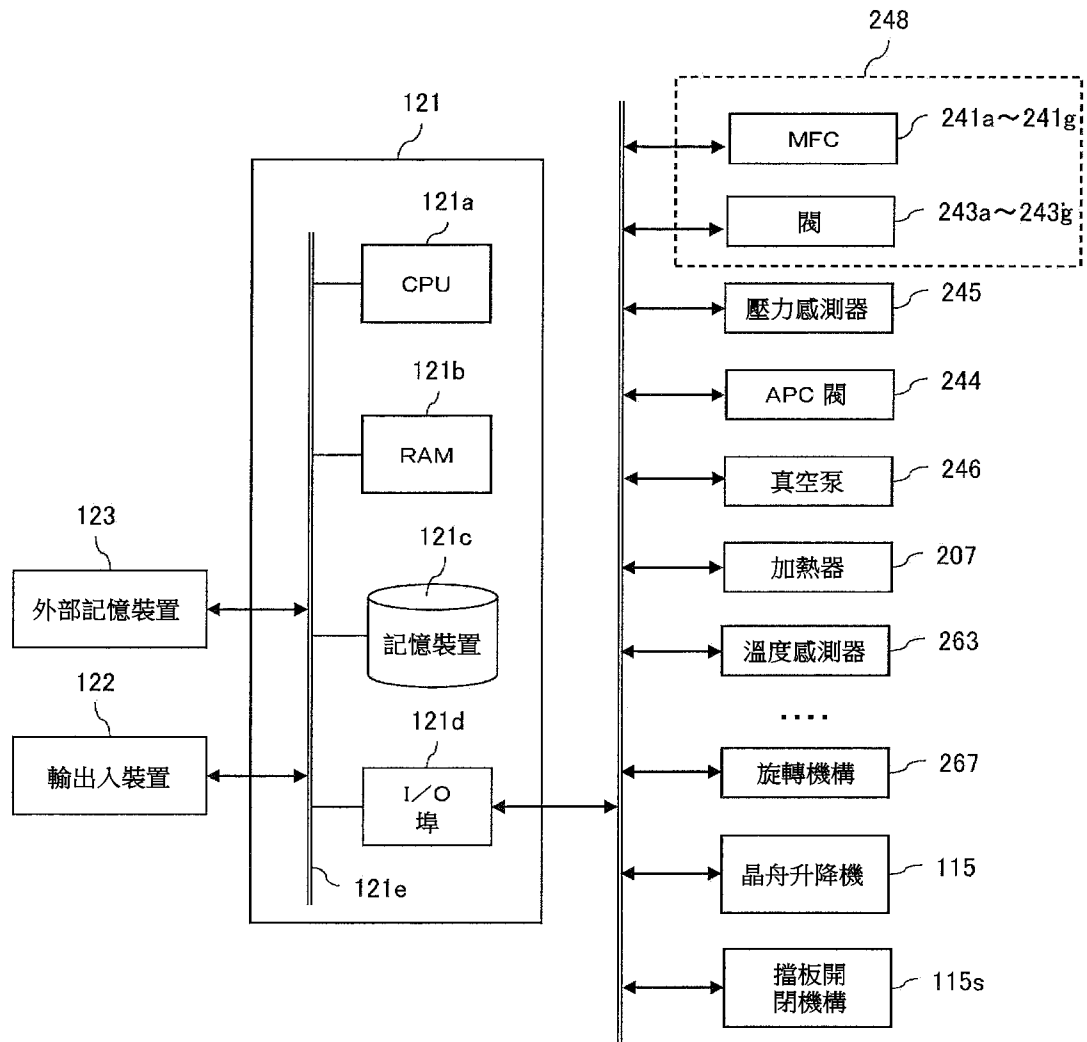
【發明圖式】



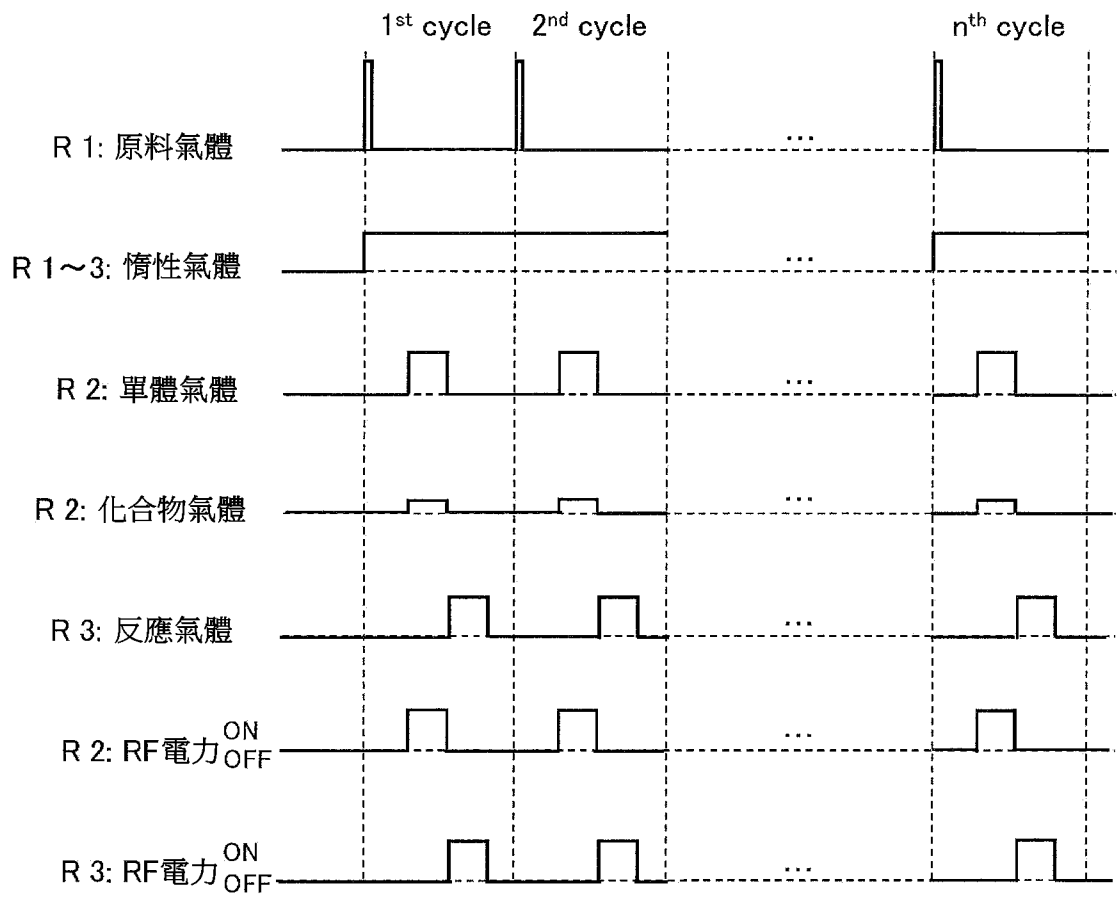
【圖 1】



【圖 2】



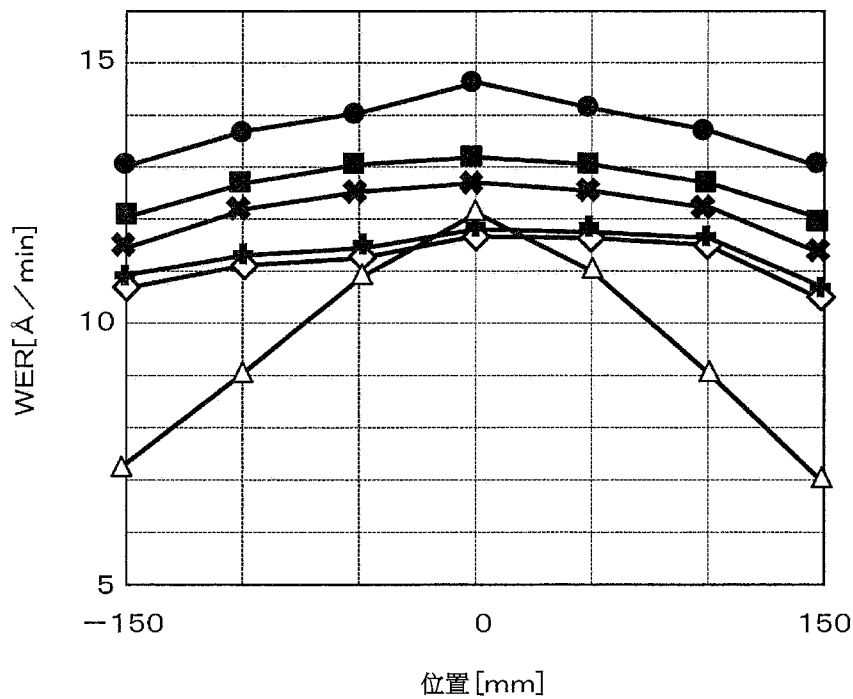
【圖 3】



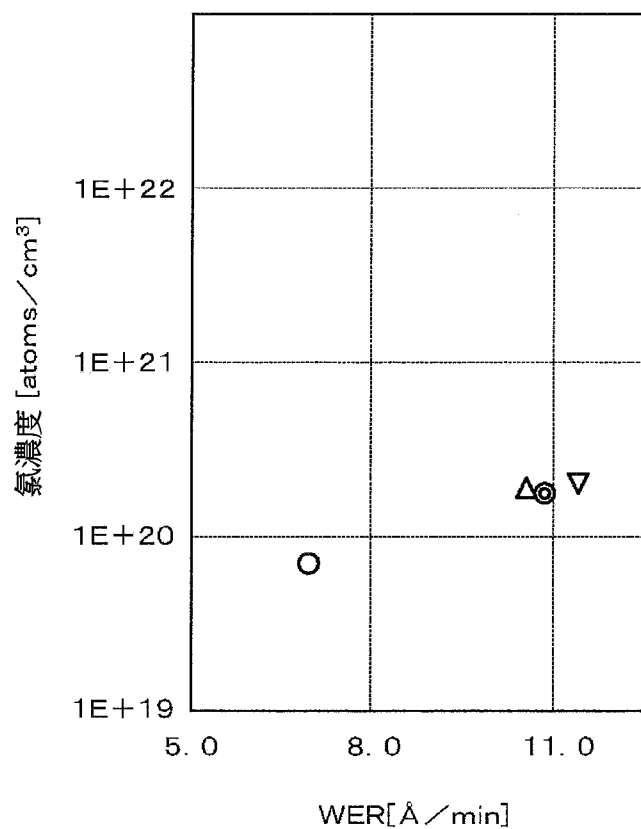
【圖 4】

樣品 1	原料氣體	淨化	活性種 Y	淨化	
樣品 2	原料氣體	淨化		活性種 Y	淨化
樣品 3	原料氣體	淨化	活性種 Z	活性種 Y	淨化
樣品 4	原料氣體	淨化	活性種 X	活性種 Y	淨化
樣品 5	原料氣體	淨化	活性種 (X+Z)	活性種 Y	淨化
樣品 6	原料氣體	淨化	活性種 (X+Z)	活性種 Y	淨化

【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】