

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6061545号  
(P6061545)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/31 (2006. 01)

H O 1 L 21/31 B

C 2 3 C 16/455 (2006. 01)

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/52 (2006. 01)

C 2 3 C 16/52

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-178640 (P2012-178640)  
 (22) 出願日 平成24年8月10日 (2012. 8. 10)  
 (65) 公開番号 特開2014-36216 (P2014-36216A)  
 (43) 公開日 平成26年2月24日 (2014. 2. 24)  
 審査請求日 平成27年7月29日 (2015. 7. 29)

(73) 特許権者 000001122  
 株式会社日立国際電気  
 東京都港区西新橋二丁目15番12号  
 (72) 発明者 吉田 秀成  
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株  
 式会社日立国際電気内  
 (72) 発明者 谷山 智志  
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株  
 式会社日立国際電気内

審査官 正山 旭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法、基板処理方法および基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理する処理室と、前記基板上に第1の処理ガスを供給する第1の処理ガス供給部と、第2の処理ガスを供給する第2の処理ガス供給部と、前記処理室内の雰囲気をパージするパージガスを供給するパージガス供給部と、前記第1の処理ガス、前記第2の処理ガスまたは前記パージガスのそれぞれの供給流量を調整する流量制御装置と、前記処理室内に供給されたガスを排気するガス排気管と、前記ガス排気管に設けられて排気圧力を検出する圧力検出器と、前記処理室内の圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器および前記圧力調整器ならびに前記流量制御装置に接続され、前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法において、  
 前記流量制御装置を介して前記処理室内に前記第1の処理ガスを供給する工程と、  
 前記パージガスを供給して前記第1の処理ガスをパージする工程と、  
 前記流量制御装置を介して前記処理室内に前記第2の処理ガスを供給する工程と、  
 前記パージガスを供給して前記第2の処理ガスをパージする工程と、  
 少なくとも前記第1の処理ガスまたは前記第2の処理ガスが供給されると、前記圧力検出器によって排気圧力に基づく前記処理室内の圧力を検出し、検出した前記圧力を示す信号を前記制御部に通知し、前記制御部は、前記圧力を示す信号が予め定められていた処理室内の圧力値近傍であるか否かを判断し、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた処理室内の圧力値近傍であった場合には、前記圧力調整器と前記流量制御装置に対して、前

10

20

記圧力を示す信号に基づいて流量変更情報と流量制御情報とを通知してガス供給量とガス排気量を変更することでガス供給の流量変更タイミングと排気量の変更タイミングとを同期させ、前記排気圧力が所定の圧力となるように前記圧力調整器と前記流量制御装置を連動させて制御する工程と、を有し、

前記圧力調整器と前記流量制御装置を連動させて制御する工程において、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた圧力値近傍であると前記制御部によって判断された場合には、前記流量制御装置によって前記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスの供給流量を低減させ、

前記パージガス供給工程において、前記パージガス供給工程開始直後は、前記制御部から前記流量制御装置に対して流量制御信号を通知して前記パージガスを大流量で供給するとともに、前記圧力調整器に対して開度制御信号と流量変更信号を通知することで排気量を多くするように制御する半導体装置の製造方法。

#### 【請求項 2】

前記パージガス供給工程において、前記制御部が予め定められた圧力値付近であると判断した場合には、前記流量制御装置に流量制御信号を通知して前記パージガスの流量を変更すると共に、前記圧力調整器に対して開度制御信号と流量変更情報を通知して排気量を低くするように制御する請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【請求項 3】

基板を処理する処理室と、前記基板上に第 1 の処理ガスを供給する第 1 の処理ガス供給部と、第 2 の処理ガスを供給する第 2 の処理ガス供給部と、前記処理室内の雰囲気のパージするパージガスを供給するパージガス供給部と、前記第 1 の処理ガス、第 2 の処理ガスまたはパージガスのそれぞれの供給流量を調整する流量制御装置と、前記処理室内に供給されたガスを排気するガス排気管と、前記ガス排気管に設けられ排気圧力を検出する圧力検出器と、前記処理室内の圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器および前記圧力調整器ならびに前記流量制御装置に接続され、前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法において、

前記流量制御装置を介して前記処理室内に供給する工程と、

前記パージガスを供給して前記第 1 の処理ガスをパージする工程と、

前記流量制御装置を介して前記処理室内に前記第 2 の処理ガスを供給する工程と、

前記パージガスを供給して前記第 2 の処理ガスをパージする工程と、

少なくとも前記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスが前記処理室内に供給されると、前記圧力検出器によって排気圧力に基づく前記処理室内の圧力を検出し、検出した前記圧力を示す信号を前記制御部に通知し、前記制御部は、前記圧力を示す信号が予め定められていた処理室内の圧力値近傍であるか否かを判断し、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた処理室内の圧力値近傍であった場合には、前記圧力調整器と前記流量制御装置に対して、前記圧力を示す信号に基づいて流量変更情報と流量制御情報とを通知してガス供給量とガス排気量を変更することでガス供給の流量変更タイミングと排気量の変更タイミングとを同期させ、前記排気圧力が所定の圧力となるように前記圧力調整器と前記流量制御装置を連動させて制御する工程と、を有し、

前記圧力調整器と前記流量制御装置を連動させて制御する工程において、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた圧力値近傍であると前記制御部によって判断された場合には、前記流量制御装置によって前記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスの供給流量を低減させ、

前記パージガス供給工程において、前記パージガス供給工程開始直後は、前記制御部から前記流量制御装置に対して流量制御信号を通知して前記パージガスを大流量で供給するとともに、前記圧力調整器に対して開度制御信号と流量変更信号を通知することで排気量を多くするように制御する基板処理方法。

#### 【請求項 4】

基板を処理する処理室と、

前記基板上に第 1 の処理ガスを供給する第 1 の処理ガス供給部と、  
第 2 の処理ガスを供給する第 2 の処理ガス供給部と、  
前記処理室内の雰囲気をパージするパージガスを供給するパージガス供給部と、  
前記第 1 の処理ガス、前記第 2 の処理ガスまたは前記パージガスのそれぞれの供給流量を調整する流量制御装置と、  
前記処理室内に供給されたガスを排気するガス排気管と、  
前記ガス排気管に設けられ、排気圧力を検出する圧力検出器と、  
前記処理室内の圧力を調整する圧力調整器と、  
少なくとも前記圧力検出器および前記圧力調整器ならびに前記流量制御装置に接続され、  
前記第 1 の処理ガスが前記流量制御装置を介して前記処理室内に供給され、少なくとも前  
記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスが前記処理室内に供給されると、前記圧力検  
出器によって排気圧力に基づく前記処理室内の圧力を検出し、検出した前記圧力を示す信  
号を随時前記制御部に通知し、前記圧力を示す信号が前記制御部に通知されると、前記制  
御部は、前記圧力を示す信号が、予め定められていた処理室内の圧力値近傍であるか否か  
を判断し、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた処理室内の圧力値近傍であった  
場合には、前記圧力調整器と前記流量制御装置に対して、前記圧力を示す信号に基づいて  
リアルタイムに流量変更情報と流量制御情報とを通知してガス供給量とガス排気量を変更  
することでガス供給の流量変更タイミングと排気量の変更タイミングとを同期させ、前記  
排気圧力が所定の圧力となるように前記圧力調整器と前記流量制御装置を連動させて制御  
する制御部と、を備え、  
前記制御部は、前記圧力を示す信号が前記予め定められていた処理室内の圧力値近傍であ  
ると判断した場合には、前記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスの供給流量を低減  
させるよう、前記流量制御装置を制御し、前記パージガス供給部より前記処理室内の雰  
囲気をパージするパージガスの供給を開始した直後は、前記流量制御装置に対して流量制御  
信号を通知して前記パージガスを大流量で供給するとともに、前記圧力調整器に対して開  
度制御信号と流量変更信号を通知することで排気量を多くするように前記流量制御装置と  
前記圧力調整器を制御する  
基板処理装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記パージガス供給部より前記処理室内の雰囲気のパージするパージガス  
の供給の制御において、前記圧力検出器によって検出された圧力が前記処理室内の圧力が  
予め定められた圧力値付近であると判断した場合には、前記流量制御装置に流量制御信号  
を通知して前記パージガスの流量を変更すると共に、前記圧力調整器に対して開度制御信  
号と流量変更情報を通知して排気量を低くするように制御する請求項 4 に記載の基板処理  
装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハを処理する半導体装置の製造方法、基板処理方法および基板処理  
装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

基板処理装置に関する技術であって、複数の基板が収容される収容容器を基板処理装置本  
体内に収容するものとして縦型熱処理装置が知られている。この縦型熱処理装置では、基  
板は通常、収容容器に複数枚収容された状態で装置内に搬送され、1 度のプロセス処理で  
数十～数百枚の基板が同時に処理される（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 117534 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

例えば、450mmウエハ対応の縦型熱処理装置の処理枚数は、300mmウエハ対応の縦型熱処理装置の処理枚数と同じである。

しかしながら、ウエハ（基板）が例えば300mmから450mmへと大口径化することにより、收容容器や反応炉などの各部材の大きさもそれぞれ大型化するため、結果として装置全体が大型化することになり、300mmウエハ対応の縦型熱処理装置と同等の処理プロセスではウエハの処理に時間がかかってしまい、スループットが低下することになってしまう。

10

**【0005】**

本発明の目的は、基板の大口径化に伴うスループットの低下を抑制することを可能とする半導体装置の製造方法、基板処理方法および基板処理装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明の一態様によれば、基板を処理する処理室と、処理ガス原料の供給流量を調整する流量制御装置と、圧力を計測する圧力検出器と、前記処理室内圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器、前記圧力調整器および前記流量制御装置に接続されて前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて、前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法において、前記処理室内の基板に対して流量制御装置を介して少なくとも第1の処理ガスを供給する工程と、前記第1の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第1のパージ工程と、前記第1のパージ工程後、少なくとも第2の処理ガスを供給する工程と、前記第2の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第2のパージ工程とを有する。

20

**【0007】**

また、本発明の他の一態様によれば、基板を処理する処理室と、処理ガス原料の供給流量を調整する流量制御装置と、圧力を計測する圧力検出器と、前記処理室内圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器、前記圧力調整器および前記流量制御装置に接続されて前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて、前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた基板処理方法において、前記処理室内の基板に対して流量制御装置を介して少なくとも第1の処理ガスを供給する工程と、前記第1の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第1のパージ工程と、前記第1のパージ工程後、少なくとも第2の処理ガスを供給する工程と、前記第2の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第2のパージ工程とを有する。

30

**【0008】**

さらに、本発明他の一態様によれば、基板を処理する処理室と、前記処理室内に処理ガスを供給するガス供給源と、前記ガス供給源から供給されるガスの流量を可変するガス流量制御装置を備えたガス供給部と、前記ガス供給部から前記処理室内に供給されたガスを排気する排気管と、前記処理室と前記排気管との間に設けられ、圧力を測定する圧力検出器と、前記処理室内の圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記ガス流量制御装置と前記圧力検出器および前記圧力調整器に接続されて、前記圧力検出器の測定値に応じて前記ガス流量制御装置と前記圧力調整器を制御する制御部と、を有する基板処理装置が提供される。

40

**【発明の効果】****【0009】**

本発明によれば、基板の大口径化に伴うスループットの低下を抑制することを可能とする半導体装置の製造方法、基板処理方法および基板処理装置を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

50

## 【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明に適用される基板処理装置の斜透視図である。

【図 2】本発明が適用される基板処理装置を示す透視側面図である。

【図 3】本発明が適用される基板処理装置の処理炉及び処理炉周辺の概略構成図である。

【図 4】本発明に適用される基板処理装置の処理炉内の圧力変化について設定値と測定値を比較したグラフである。

【図 5】本発明に適用される基板処理装置における周辺構成を簡易的に示した図面である。

【図 6】本発明に適用される基板処理装置の処理炉内の時間変化に伴う圧力変化について示したグラフである。

10

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態に適用される基板処理装置の一例を示す概略図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態に適用される基板処理装置における周辺構成を簡易的に示した図面である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態に適用される基板処理装置の処理炉内の圧力変化について設定値と測定値を比較したグラフである。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 1 】

< 発明者等が得た知見 >

発明者等は、鋭意研究の結果、処理室内の基板に対して第 1 の原料ガスを供給する工程と、第 1 の原料ガスの供給を停止した状態で、処理室内に残留する第 1 の原料ガスを排気ラインにより排気する工程と、処理室内の基板に対して第 2 の原料ガスを供給する工程と、第 2 の原料ガスの供給を停止した状態で、処理室内に残留する第 2 の原料ガスを排気ラインにより排気する工程と、を所定回数繰り返すことと基板上に薄膜を形成する処理を行う基板処理方法では、スループット向上を目的として原料ガスを供給または排気することで処理室内を素早く所定の圧力に調整する必要があるが、処理対象となる基板が大口径化すると、処理室内の容積が増大するために供給するガス流量も増加するため、ガス供給の流量を制御するマスフローコントローラ（MFC）を用いて処理室内の圧力を一定にしようとすると流量調整のタイミングを遅くするとオーバーシュートが発生し、タイミングが早すぎるとアンダーシュートが発生しやすくなってしまうという課題があることを突き止めた。

20

30

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、本発明者等が見出した上記知見に基づくものである。

## 【 0 0 1 3 】

< 第 1 の実施の形態 >

次に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

本発明が適用される実施形態において、基板処理装置は、一例として、半導体装置（IC）の製造方法における処理装置を実施する半導体製造装置として構成されている。尚、以下の説明では、基板処理装置として基板に酸化、拡散処理などを行う縦型の装置（以下、単に処理装置という）を適用した場合について述べる。図 1 は、本発明が適用される基板処理装置の斜視図として示されている。また、図 2 は図 1 に示す基板処理装置の側面透視図である。

40

## 【 0 0 1 4 】

図 1 及び 2 に示されているように、シリコン等からなる複数のウエハ（基板）200 を收容し、收容容器として用いられるウエハキャリアとしてフープ（以下ボッドという。）110 が使用されている基板処理装置 100 は、基板処理装置本体として用いられる筐体 111 を備えている。

## 【 0 0 1 5 】

筐体 111 の正面壁 111 a の正面前方部にはメンテナンス可能なように設けられた開口部としての正面メンテナンス口 103 が開設され、この正面メンテナンス口 103 を開閉

50

する正面メンテナンス扉 104 がそれぞれ建て付けられている。

筐体 111 の正面壁 111a にはポッド搬入搬出口 112 が筐体 111 の内外を連通するように開設されており、ポッド搬入搬出口 112 はフロントシャッタ 113 によって開閉されるようになっている。

ポッド搬入搬出口 112 の正面前方側には、搬入搬出部として用いられるロードポート 114 が設置されており、ロードポート 114 はポッド 110 を載置されて位置合わせするように構成されている。ポッド 110 はロードポート 114 上に工程内搬送装置（図示せず）によって搬入され、かつまた、ロードポート 114 上から搬出されるようになっている。

#### 【0016】

筐体 111 内の前後方向の略中央部における上部には、ポッド棚（收容棚）105 が設置されている。ポッド棚 105 は垂直に立設される支持部 116 と、支持部 116 に対して例えば上中下段の各位置において垂直方向にそれぞれ独立して移動可能に保持された複数段の載置部 117 とを備えており、ポッド棚 105 は、複数段の載置部 117 にポッド 110 を複数個宛それぞれ載置した状態で保持するように構成されている。すなわち、ポッド棚 105 は、例えば 2 つのポッド 110 を一直線上に同一方向を向いて配置して垂直方向に複数段に複数個のポッド 110 を收容する。

#### 【0017】

筐体 111 内におけるロードポート 114 とポッド棚 105 との間には、ポッド搬送装置（收容容器搬送機構）118 が設置されている。ポッド搬送装置 118 は、ポッド 110 を保持したまま垂直方向に昇降可能な軸部としてのポッドエレベータ 118a とポッド 110 を載置して水平方向に搬送する搬送部としてのポッド搬送部 118b とで構成されており、ポッド搬送装置 118 はポッドエレベータ 118a とポッド搬送部 118b との連続動作により、ロードポート 114、ポッド棚 105、ポッドオープナ 121 との間で、ポッド 110 を搬送するように構成されている。

#### 【0018】

筐体 111 内の前後方向の略中央部における下部には、サブ筐体 119 が後端にわたって構築されている。サブ筐体 119 の正面壁 119a にはウエハ 200 をサブ筐体 119 内に対して搬入搬出するためのウエハ搬入搬出口 120 が一對、例えば垂直方向に上下二段に並べられて開設されており、上下段のウエハ搬入搬出口 120 には一對のポッドオープナ 121 がそれぞれ設置されている。ポッドオープナ 121 はポッド 110 を載置する載置台 122 と、密閉部材として用いられるポッド 110 のキャップを着脱するキャップ着脱機構 123 とを備えている。ポッドオープナ 121 は載置台 122 に載置されたポッド 110 のキャップをキャップ着脱機構 123 によって着脱することにより、ポッド 110 のウエハ出し入れ口を開閉するように構成されている。

#### 【0019】

サブ筐体 119 はポッド搬送装置 118 やポッド棚 105 の設置空間から流体的に隔絶された移載室 124 を構成している。移載室 124 の前側領域にはウエハ移載機構 125 が設置されており、ウエハ移載機構 125 は、ウエハ 200 を水平方向に回転ないし直動可能なウエハ移載装置 125a 及びウエハ移載装置 125a を昇降させるためのウエハ移載装置エレベータ 125b とで構成されている。図 1 に模式的に示されているようにウエハ移載装置エレベータ 125b は耐圧筐体 111 右側端部とサブ筐体 119 の移載室 124 前方領域右端部との間に設置されている。これら、ウエハ移載装置エレベータ 125b 及びウエハ移載装置 125a の連続動作により、ウエハ移載装置 125a のツイーザ（基板保持体）125c をウエハ 200 の載置部として、ポート（基板保持具）217 に対してウエハ 200 を装填（チャージング）及び脱装（ディスチャージング）するように構成されている。

#### 【0020】

移載室 124 の後側領域には、ポート 217 を收容して待機させる待機部 126 が構成されている。待機部 126 の上方には、処理室として用いられる処理炉 202 が設けられて

10

20

30

40

50

いる。処理炉 202 の下端部は、炉口シャッタ 147 により開閉されるように構成されている。また、図示していないが、ウエハ処理条件等によって酸素濃度を低くしたい場合など必要に応じて処理炉 202 の直下の待機部 126 を囲うように予備室（ロードロック室）を設け、予め酸素濃度を低下したり、基板処理されたウエハの冷却などを行うようにしても良い。

#### 【0021】

図 1 に模式的に示されているように、耐圧筐体 111 右側端部とサブ筐体 119 の待機部 126 右端部との間にはポート 217 を昇降させるためのポートエレベータ 115 が設置されている。ポートエレベータ 115 の昇降台に連結された連結具としてのアーム 128 には蓋体としてのシールキャップ 219 が水平に据え付けられており、シールキャップ 219 はポート 217 を垂直に支持し、処理炉 202 の下端部を閉塞可能なように構成されている。

10

ポート 217 は複数本の保持部材を備えており、複数枚（例えば、25～200 枚程度）のウエハ 200 をその中心を揃えて垂直方向に整列させた状態で、それぞれ水平に保持するように構成されている。

#### 【0022】

図 1 に模式的に示されているように移載室 124 のウエハ移載装置エレベータ 125b 側及びポートエレベータ 115 側と反対側である左側端部には、清浄化した雰囲気もしくは不活性ガスであるクリーンエア 133 を供給するよう供給ファン及び防塵フィルタで構成されたクリーンユニット 134 が設置されており、ウエハ移載装置 125a とクリーンユニット 134 との間には、図示はしないが、ウエハの円周方向の位置を整合させる基板整合装置としてのノッチ合わせ装置が設置されている。

20

クリーンユニット 134 から吹き出されたクリーンエア 133 は、ノッチ合わせ装置 135 及びウエハ移載装置 125a、待機部 126 にあるポート 217 に流通された後に、図示しないダクトにより吸い込まれて、筐体 111 の外部に排気がなされるか、もしくはクリーンユニット 134 の吸い込み側である一次側（供給側）にまで循環され、再びクリーンユニット 134 によって、移載室 124 内に吹き出されるように構成されている。

#### 【0023】

次に、基板処理装置 100 の動作について説明する。

尚、以下の説明において、基板処理装置 100 を構成する各部の動作は、コントローラ 240 により制御される。

30

図 3 には、前記基板処理装置 100 の処理炉 202 及び処理炉 202 周辺の概略構成図であり、縦断面図が示されている。

コントローラ 240 は、温度制御部 238、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237 は、操作部、入出力部をも構成し、基板処理装置 100 全体を制御する主制御部 239 に電氣的に接続されている。これら、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238、主制御部 239 は、コントローラ 240 として構成されている。

例えばコントローラ 240 は駆動制御部 241 を介して、ポッド搬送装置 118、ポッド棚 105、ウエハ移載機構 125、ポートエレベータ 115 等を制御する。

40

#### 【0024】

図 1 及び図 2 に示されているように、ポッド 110 がロードポート 114 に供給されると、ポッド搬入搬出口 112 がフロントシャッタ 113 によって開放され、ロードポート 114 の上のポッド 110 はポッド搬送装置 118 によって筐体 111 の内部へポッド搬入搬出口 112 から搬入される。

搬入されたポッド 110 はポッド棚 105 の指定された載置部 117 へポッド搬送装置 118 によって自動的に搬送されて受け渡され、一時的に保管された後、ポッド棚 105 から一方のポッドオープン 121 に搬送されて載置台 122 に移載されるか、もしくは直接ポッドオープン 121 に搬送されて載置台 122 に移載される。この際、ポッドオープン 121 のウエハ搬入搬出口 120 はキャップ着脱機構 123 によって閉じられており、移

50

載室 1 2 4 にはクリーンエア 1 3 3 が流通され、充満されている。例えば、移載室 1 2 4 にはクリーンエア 1 3 3 として窒素ガスが充満することにより、酸素濃度が 2 0 p p m 以下と、筐体 1 1 1 の内部（大気雰囲気）の酸素濃度よりも遥かに低く設定されている。

【 0 0 2 5 】

載置台 1 2 2 に載置されたポッド 1 1 0 はその開口側端面がサブ筐体 1 1 9 の正面壁 1 1 9 a におけるウエハ搬入搬出口 1 2 0 の開口縁辺部に押し付けられるとともに、そのキャップがキャップ着脱機構 1 2 3 によって取り外され、ウエハ出し入れ口を開放される。

ポッド 1 1 0 がポッドオープナ 1 2 1 によって開放されると、ウエハ 2 0 0 はポッド 1 1 0 からウエハ移載装置 1 2 5 a のツイーザ 1 2 5 c によってウエハ出し入れ口を通じてピックアップされ、図示しないノッチ合わせ装置 1 3 5 にてウエハを整合した後、移載室 1 2 4 の後方にある待機部 1 2 6 へ搬入され、ポート 2 1 7 に装填（チャージング）される。ポート 2 1 7 にウエハ 2 0 0 を受け渡したウエハ移載装置 1 2 5 a はポッド 1 1 0 に戻り、次のウエハ 2 0 0 をポート 2 1 7 に装填する。

【 0 0 2 6 】

この一方（上段または下段）のポッドオープナ 1 2 1 におけるウエハ移載機構 1 2 5 によるウエハのポート 2 1 7 への装填作業中に、他方（下段または上段）のポッドオープナ 1 2 1 にはポッド棚 1 0 5 から別のポッド 1 1 0 がポッド搬送装置 1 1 8 によって搬送されて移載され、ポッドオープナ 1 2 1 によるポッド 1 1 0 の開放作業が同時進行される。

【 0 0 2 7 】

予め指定された枚数のウエハ 2 0 0 がポート 2 1 7 に装填されると、炉口シャッタ 1 4 7 によって閉じられていた処理炉 2 0 2 の下端部が、炉口シャッタ 1 4 7 によって、開放される。続いて、ウエハ 2 0 0 群を保持したポート 2 1 7 はシールキャップ 2 1 9 がポートエレベータ 1 1 5 によって上昇されることにより、処理炉 2 0 2 内へ搬入（ローディング）される。

【 0 0 2 8 】

ローディング後は、処理炉 2 0 2 にてウエハ 2 0 0 に任意の処理が実施される。

処理後は、図示しないノッチ合わせ装置 1 3 5 でのウエハの整合工程を除き、概上述の逆の手順で、ウエハ 2 0 0 及びポッド 1 1 0 は筐体の外部へ払い出される。

【 0 0 2 9 】

次に前記基板処理装置 1 0 0 の処理炉 2 0 2 及び処理炉 2 0 2 周辺の構成について説明する。

図 3 に示されるように、処理炉 2 0 2 は加熱機構としてのヒータ 2 0 6 を有する。ヒータ 2 0 6 は円筒形状であり、ヒータ素線とその周囲に設けられた断熱部材より構成され、図示しない保持体に支持されることにより垂直に据え付けられている。

【 0 0 3 0 】

ヒータ 2 0 6 の内側には、ヒータ 2 0 6 と同心円状に反応管としてのアウターチューブ 2 0 5 が配設されている。アウターチューブ 2 0 5 は、石英（S i O 2 ）または炭化シリコン（S i C ）等の耐熱材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。アウターチューブ 2 0 5 の内側の筒中空部には、処理室 2 0 1 が形成されており、基板としてのウエハ 2 0 0 を前記ポート 2 1 7 によって水平姿勢で垂直方向に多段に整列した状態で収容可能に構成されている。

【 0 0 3 1 】

アウターチューブ 2 0 5 の下方には、アウターチューブ 2 0 5 と同心円状にマニホールド 2 0 9 が配設されている。マニホールド 2 0 9 は、例えば、ステンレス等からなり、上端及び下端が開口した円筒形状に形成されている。このマニホールド 2 0 9 はアウターチューブ 2 0 5 を支持するように設けられている。なお、マニホールド 2 0 9 とアウターチューブ 2 0 5 との間には、シール部材としてのリング 3 0 9 が設けられている。このマニホールド 2 0 9 が図示しない保持体に支持されることにより、アウターチューブ 2 0 5 は垂直に据え付けられた状態となっている。このようにアウターチューブ 2 0 5 とマニホールド 2 0 9 により反応容器が形成される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 2 】

マニホールド 2 0 9 には、ガス排気管 2 3 1 が設けられると共に、ガス供給管（ガス供給ノズル）2 3 2 が貫通するように設けられている。ガス供給管 2 3 2 は、処理炉 2 0 2 の内壁とウエハ 2 0 0 との間における円弧状の空間に、処理炉 2 0 2 の内壁下部より上部に沿って、ウエハ 2 0 0 の積載方向上方に向かって立ち上がるように設けられており、また、上流側で例えば 3 つに分かれており、バルブ 1 7 7、1 7 8、1 7 9 とガス流量制御装置としての M F C 1 8 3、1 8 4、1 8 5 を介して第 1 のガス供給源 1 8 0、第 2 のガス供給源 1 8 1、第 3 のガス供給源 1 8 2 にそれぞれ接続されている。M F C 1 8 3、1 8 4、1 8 5 及びバルブ 1 7 7、1 7 8、1 7 9 には、ガス流量制御部 2 3 5 が電氣的に接続されており、供給するガスの流量が所望の流量となるよう所望のタイミングにて制御するように構成されている。

10

## 【 0 0 3 3 】

なお、本実施の形態では、上述のようにガス供給管 2 3 2 が上流側で 3 つに分かれている形状で説明したが、これに限らず、ガス供給源毎に個別に設けられていても良く、また、長さの異なるガス供給管をそれぞれ基板処理の保持領域に併せて設けるようにしても良いしこれらを組合せても良い。

さらにガス供給管に設けられているガス供給のためのガス供給孔はウエハの積載間隔と同一の間隔でガス供給孔が設けられるような多孔ノズルでも良いし、ガス供給を均一にするためのバッファ室を設けていても良い。

## 【 0 0 3 4 】

20

ガス排気管 2 3 1 の下流側には、圧力検出器としての圧力計（圧力センサ）及び圧力調整器としての A P C バルブ 2 4 2 を介して真空ポンプ等の真空排気装置 2 4 6 が接続されている。

圧力計及び A P C バルブ 2 4 2 には、圧力制御部 2 3 6 が電氣的に接続されており、圧力制御部 2 3 6 は、圧力計により検出された圧力値に基づいて A P C バルブ 2 4 2 の開度を調節することにより、処理室 2 0 1 内の圧力が所望の圧力となるよう所望のタイミングにて制御するよう構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

マニホールド 2 0 9 の下方には、マニホールド 2 0 9 の下端開口を気密に閉塞するための炉口蓋体として前記シールキャップ 2 1 9 が設けられている。シールキャップ 2 1 9 は、例えばステンレス等の金属を材料として円盤状に形成されている。シールキャップ 2 1 9 の上面には、マニホールド 2 0 9 の下端と当接するシール部材としての O リング 3 0 1 が設けられている。

30

シールキャップ 2 1 9 には、回転機構 2 5 4 が設けられている。

回転機構 2 5 4 の回転軸 2 5 5 はシールキャップ 2 1 9 を貫通して前記ポート 2 1 7 に接続されており、ポート 2 1 7 を回転させることでウエハ 2 0 0 を回転させるように構成されている。

シールキャップ 2 1 9 は、処理炉 2 0 2 の外側に設けられた昇降機構としての後述する昇降モータ 2 4 8 によって垂直方向に昇降されるように構成されており、これによりポート 2 1 7 を処理室 2 0 1 に対し搬入搬出することが可能となっている。

40

回転機構 2 5 4 及び昇降モータ 2 4 8 には、駆動制御部 2 3 7 が電氣的に接続されており、所望の動作をするよう所望のタイミングにて制御するよう構成されている。

## 【 0 0 3 6 】

ヒータ 2 0 6 近傍には、処理室 2 0 1 内の温度を検出する温度検出体としての温度センサ（図示せず）が設けられる。

ヒータ 2 0 6 及び温度センサには、電氣的に温度制御部 2 3 8 が接続されており、温度センサにより検出された温度情報に基づきヒータ 2 0 6 への通電具合を調節することにより処理室 2 0 1 内の温度が所望の温度分布となるよう所望のタイミングにて制御するよう構成されている。

## 【 0 0 3 7 】

50

この処理炉 202 の構成において、第 1 の処理ガスは、第 1 のガス供給源 180 から供給され、MFC 183 でその流量が調節された後、バルブ 177 を介して、ガス供給管 232 により処理室 201 内に供給される。

また、第 2 の処理ガスは、第 2 のガス供給源 181 から供給され、MFC 184 でその流量が調節された後、バルブ 178 を介してガス供給管 232 により処理室 201 内に供給される。

第 3 の処理ガスは、第 3 のガス供給源 182 から供給され、MFC 185 でその流量が調節された後、バルブ 179 を介してガス供給管 232 より処理室 201 内に供給される。また、処理室 201 内のガスは、ガス排気管 231 に接続された真空排気装置 246 としての真空ポンプにより、処理室 201 から排気される。

10

#### 【0038】

前記サブ筐体 119 の外面に下基板 245 が設けられる。下基板 245 には昇降台 249 と嵌合するガイドシャフト 264 及び昇降台 249 と螺合するボール螺子 244 が設けられる。下基板 245 に立設したガイドシャフト 264 及びボール螺子 244 の上端に上基板 247 が設けられる。

ボール螺子 244 は上基板 247 に設けられた昇降モータ 248 により回転される。ボール螺子 244 が回転することにより昇降台 249 が昇降するように構成されている。

#### 【0039】

昇降台 249 には中空の昇降シャフト 250 が垂設され、昇降台 249 と昇降シャフト 250 の連結部は気密となっている。昇降シャフト 250 は昇降台 249 と共に昇降するようになっている。昇降シャフト 250 はサブ筐体 119 の天板 251 を遊貫する。昇降シャフト 250 が貫通する天板 251 の貫通穴は昇降シャフト 250 に対して接触することがない様充分な余裕がある。

20

サブ筐体 119 と昇降台 249 との間には昇降シャフト 250 の周囲を覆うように伸縮性を有する中空伸縮体としてのベローズ 265 がサブ筐体 119 を気密に保つために設けられる。

ベローズ 265 は昇降台 249 の昇降量に対応できる充分な伸縮量を有し、ベローズ 265 の内径は昇降シャフト 250 の外形に比べ充分に大きくベローズ 265 の伸縮で接触することがないように構成されている。

#### 【0040】

30

昇降シャフト 250 の下端には昇降基板 252 が水平に固着される。昇降基板 252 の下面にはリング等のシール部材を介して駆動部カバー 253 が気密に取付けられる。昇降基板 252 と駆動部カバー 253 とで駆動部収納ケース 256 が構成されている。この構成により、駆動部収納ケース 256 内部はサブ筐体 119 内の雰囲気と隔離される。

#### 【0041】

また、駆動部収納ケース 256 の内部にはポート 217 の回転機構 254 が設けられ、回転機構 254 の周辺は、冷却機構 257 により、冷却される。

#### 【0042】

電力供給ケーブル 258 が昇降シャフト 250 の上端から昇降シャフト 250 の中空部を通過して回転機構 254 に導かれて接続されている。又、冷却機構 257、シールキャップ 219 には冷却流路 259 が形成されており、冷却流路 259 には冷却水を供給する冷却水配管 260 が接続され、昇降シャフト 250 の上端から昇降シャフト 250 の中空部を通過している。

40

#### 【0043】

昇降モータ 248 が駆動され、ボール螺子 244 が回転することで昇降台 249 及び昇降シャフト 250 を介して駆動部収納ケース 256 が昇降する。

#### 【0044】

駆動部収納ケース 256 が上昇することにより、昇降基板 252 に気密に設けられるシールキャップ 219 が処理炉 202 の開口部である炉口 161 を閉塞し、ウエハ処理が可能な状態となる。駆動部収納ケース 256 が下降することにより、シールキャップ 219 と

50

共にポート 217 が降下され、ウエハ 200 を外部に搬出できる状態となる。

【0045】

ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238 は、操作部、入出力部をも構成し、基板処理装置 100 全体を制御する主制御部 239 に電氣的に接続されている。これら、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238、主制御部 239 は、コントローラ 240 として構成されている。

【0046】

(基板処理工程)

次に、上述した基板処理装置 100 を用いてウエハ 200 上に所定の膜を形成する基板処理工程について図 3、図 4 を用いて説明する。図 4 は本発明に適用される基板処理装置の処理炉内の圧力変化について設定値と測定値を比較したグラフである。

10

【0047】

ここで本実施の形態では、第 1 のガス供給源 180 から供給されるガスを膜形成のための第 1 の原料ガス(処理ガス)とし、第 2 のガス供給源 181 から供給されるガスを膜形成のための第 2 の原料ガスとし、第 3 のガス供給源 182 から供給されるガスを処理炉内パージのためのパージガスとして基板処理工程について説明するが、これに限定されるものではなく、例えば第 2 のガス供給源 182 からはキャリアガスとしての不活性ガスを供給しても良いし、ガス供給源を増やしてエッチングのためのエッチングガスを供給しても良い。

【0048】

20

また、本実施の形態におけるガス供給源から供給される処理ガスの具体例としては、例えば、シリコン原子を含有するシリコン含有ガス( $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{Si}_3\text{H}_8$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、)や、ゲルマン原子を含むゲルマン含有ガス( $\text{GeH}_4$ 、 $\text{GeCl}_4$ )、炭素原子を含有する炭素原子含有ガス( $\text{C}_3\text{H}_8$ 、)、炭素元素と窒素元素とを含むアミン系ガス(エチルアミン、トリエチルアミン、メチルアミン、プロピルアミン、イソプロピルアミン、ブチルアミン、イソブチルアミン等のアミンを含む)などがある。

同様に、本実施の形態におけるガス供給源から供給される不活性ガスとしては、窒素( $\text{N}_2$ )ガスの他、 $\text{Ar}$ ガス、 $\text{He}$ ガス、 $\text{Ne}$ ガス、 $\text{Xe}$ ガスなどの希ガスなどがある。

また、クリーニングガスとしては、塩素原子を含有する塩素含有ガスや、フッ素原子を含有するフッ素含有ガス等があり、例えば、塩素ガス( $\text{Cl}_2$ )、塩化水素( $\text{HCl}$ )、 $\text{ClF}_3$ などが挙げられる。

30

【0049】

予め設定された枚数のウエハ 200 を保持したポート 217 が処理炉 202 内へローディングされると、温度制御部 238 によって制御されたヒータ 206 が処理炉 202 内を所定の基板処理温度まで昇温する。

【0050】

処理炉 202 内が所定の基板処理温度まで昇温されると、第 1 のガス供給源 180 から第 1 の原料ガスが、ガス流量制御部 235 によって制御された MFC 183 によって流量を調節されてバルブ 177 を介して処理炉 202 内が設定された圧力になるまで所定時間かけて供給される( $\text{S401}$ )。

40

【0051】

第 1 の原料ガス供給によって処理炉 202 内の圧力が設定した圧力になると、バルブ 177 を閉じて第 1 の原料ガスの供給を停止し、第 3 のガス供給源 182 からパージガスが MFC 185 でその流量が調節された後、バルブ 179 を介して供給されるとともに、圧力制御部 236 によって制御される APC バルブ 242 によって排気量が調節され、処理炉 202 内に残留する第 1 の原料ガスを所定時間パージする( $\text{S402}$ )。

【0052】

所定時間パージ工程が行われると、バルブ 179 を閉じてパージガスの供給を停止し、第 2 のガス供給源 181 から第 2 の原料ガスが、ガス流量制御部 235 によって制御された

50

MFC184によって流量を調節されてバルブ178を介して処理炉202内が設定された圧力になるまで所定時間かけて供給される(S403)。

【0053】

第2の原料ガスの供給によって処理炉202内が予め設定された圧力になると、バルブ177を閉じて第2の原料ガスの供給を停止し、第3のガス供給源182からパージガスがMFC185でその流量が調節された後、バルブ179を介して供給されるとともに、圧力制御部236によって制御されるAPCバルブ242によって排気量が調節され、処理炉202内に残留する第2の原料ガスを所定時間パージする(S404)。

【0054】

以上の工程S401～S404を1サイクルとして連続的に処理し、このサイクルを所定回数繰り返すことで所望の膜厚をウエハ200上に形成する。

尚、必要に応じてエッチング(クリーニング)ガスを供給しても良い。

【0055】

次に、上述した基板処理工程を用いて処理炉内の圧力をリアルタイムに制御する場合について図5および図6を用いて説明する。図5は本発明に適用される基板処理装置における周辺構成を簡易的に示した図面であり、図6は本発明に適用される基板処理装置の処理炉内の時間変化に伴う圧力変化について示したグラフである。

【0056】

本実施の形態では、処理炉202とAPCバルブ242間のガス排気管231に圧力計501を設けて排気圧力を計測し、測定した値をコントローラ240にフィードバックすることでMFC183、184、185に流量制御信号を通知し、APCバルブ242に開度制御信号と流量変更情報を通知することでリアルタイムに処理炉202内の圧力を制御することを可能としている。

【0057】

具体的には、例えば第1の原料ガスを供給する工程(S401)では、第1の原料ガスの供給開始直後は圧力計501からの圧力値に基づいて、コントローラ240がMFC183に流量制御信号を通知して大流量で第1の原料ガスを供給し、処理炉202内の圧力が所定の圧力値に近くなると、圧力計501からの測定値を受信したコントローラ240がMFC183に対してガス供給流量が低くなるように流量制御信号を通知して、第1の原料ガスの供給量を制御して処理炉202内の圧力が一定となるように維持する。

【0058】

また、第1の原料ガスをパージする工程(S402)では、パージ工程開始直後はパージガスの圧力計501からの圧力値に基づいて、コントローラ240がMFC185に流量制御信号を通知して大流量でパージガスを供給するように制御し、同様にコントローラ240からAPCバルブ242へ開度制御信号と流量変更信号を通知して排気量を多くするように制御し、処理炉内の圧力が所定値付近まで低下してくると圧力計501からの圧力値に基づいてコントローラ240がMFC185へ流量制御信号を通知してパージガス供給量を適切な量へと変更し、同様にコントローラ240からAPCバルブ242へ開度制御信号と流量変更情報を通知して排気量を低くするように制御する。

ここで、第2の原料ガス供給工程(S403)や第2の原料ガスパージ工程(S404)についても同様な制御を行うが、上述した制御内容だけでなく、目的や条件によって制御内容を変更することになんら問題はない。

【0059】

このように圧力計によって測定された圧力値をリアルタイムにコントローラへ反映し、ガスの供給量および反応炉からのガス排気量を制御できる構成とする事によって、MFC183、184、185制御によるガス供給の流量変更と、APCバルブ242制御による排気量変更のタイミングとを同期させることが可能となり、オーバーシュートやアンダーシュートの発生を抑制することが可能となる。

すなわち、MFCとAPCバルブを連動させることでオーバーシュートやアンダーシュートの発生を抑制する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 0 】

( 本実施の形態に係る効果 )

本実施の形態によれば、以下に示す 1 つまたは複数の効果を奏する。

## 【 0 0 6 1 】

本実施の形態によれば、圧力計によって測定された圧力値をリアルタイムにコントローラへ反映し、ガスの供給量および反応炉からのガス排気量を制御できる構成とする事によって、MFC制御によるガス供給の流量変更と、APCバルブ制御による排気量変更のタイミングとを同期させることが可能となり、オーバーシュートやアンダーシュートの発生を抑制することができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、本実施の形態によれば、基板処理工程における処理炉内の設定圧力値への到達時間を短縮する事で基板処理工程における 1 サイクル辺りの処理時間を短縮する事が可能となり、その結果、基板処理装置のスループットを向上させることが可能となる。

## 【 0 0 6 3 】

< 第 2 の実施の形態 >

次に本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

## 【 0 0 6 4 】

上述の第 1 の実施の形態ではバッチ式縦型基板処理装置に基づいて実施例を説明したが、本実施の形態では枚様型基板処理装置に基づいた実施例について説明する。

## 【 0 0 6 5 】

図 7 は実施の形態に係る基板処理装置である枚葉型基板処理装置の一例を示す概略図である。

図に示すように、反応室 701 内に、上部開口がサセプタ 702 によって覆われた中空のヒータユニット 718 が設けられる。ヒータユニット 718 の内部にはヒータ 703 が設けられ、ヒータ 703 によってサセプタ 702 上に載置されるウエハ 704 を加熱するようになっている。サセプタ 702 上に載置されるウエハ 704 は、例えば半導体シリコンウエハ、ガラス等である。

## 【 0 0 6 6 】

反応室 701 外に基板回転ユニット 712 が設けられ、基板回転ユニット 712 によって反応室 701 内のヒータユニット 718 を回転して、サセプタ 702 上のウエハ 704 を回転できるようになっている。ウエハ 704 を回転させるのは、成膜工程、改質工程における基板への処理をウエハ面内において素早く均一に行うためである。

## 【 0 0 6 7 】

また、反応室 701 内のサセプタ 702 の上方に多数の孔 708 を有するシャワーヘッド 706 が設けられる。このシャワーヘッド 706 には、成膜ガスを供給する原料供給管 705 とラジカルを供給するラジカル供給管 713 とが共通に接続されて、成膜ガス又はラジカルをシャワーヘッド 706 からシャワー状に反応室 701 内へ噴出できるようになっている。ここで、シャワーヘッド 706 は、成膜工程でウエハ 704 に供給する成膜ガスと、改質工程でウエハ 704 に供給するラジカルとをそれぞれ供給する同一の供給口を構成する。

## 【 0 0 6 8 】

反応室 701 外に、成膜原料としての有機液体原料を供給する成膜原料供給ユニット 709 と、成膜原料の液体供給流量を制御する流量制御手段としての液体流量制御装置 728 と、成膜原料を気化する気化器 729 とが設けられる。非反応ガスまたはパージガスとしての不活性ガスを供給する不活性ガス供給ユニット 710 と、不活性ガスの供給流量を制御する流量制御手段としての MFC 746 が設けられる。例えばウエハ 200 上に HfO<sub>2</sub> 膜を成膜する場合には、成膜原料としては、Hf - (MMP) 4

などの有機材料を用いる。また、不活性ガスとしては Ar、He、N<sub>2</sub> などを用いる。成膜原料供給ユニット 709 に設けられた原料ガス供給管 705 b と、不活性ガス供給ユニット 710 に設けられた不活性ガス供給管 705 a とを一本化して、シャワーヘッド 7

10

20

30

40

50

06に接続される原料供給管705が設けられる。原料供給管705は、ウエハ704上に所望の膜を形成する成膜工程で、シャワーヘッド706に第3の原料ガスと不活性ガスとの混合ガスを供給するようになっている。原料ガス供給管705b、不活性ガス供給管705aにはそれぞれバルブ721、720を設け、これらのバルブ721、720を開閉することにより、第3の原料ガスと不活性ガスとの混合ガスの供給を制御することが可能となっている。

#### 【0069】

また、反応室701外に、ガスをプラズマにより活性化させて反応物としてのラジカルを形成するプラズマ源となる反応物活性化ユニット(リモートプラズマユニット)711が設けられる。改質工程で用いるラジカルは、原料としてHf-(MMP)4

10

などの有機材料を用いる場合は、例えば酸素ラジカルが良い。これは酸素ラジカルにより、HfO<sub>2</sub>膜形成直後にCやHなどの不純物除去処理を効率的に実施することができるからである。また、クリーニング工程で用いるラジカルはClF<sub>3</sub>ラジカルが良い。改質工程において、例えば酸素含有ガス(O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、NO等)をプラズマによって分解した酸素ラジカル雰囲気中で、膜を酸化させる処理をリモートプラズマ酸化処理(RPO[remote plasma oxidation]処理)という。

#### 【0070】

反応物活性化ユニット711の上流側には、ガス供給管737が設けられる。このガス供給管737には、第4の原料ガスを供給する第4の原料ガス供給ユニット747、プラズマを発生させるガスである第5の原料ガスを供給する第5の原料ガス供給ユニット748、及び第6の原料ガスを供給する第6の原料ガス供給ユニット749が、供給管752、753、754を介して接続されて、改質工程で使用するガス、及びクリーニング工程で使用するガスを反応物活性化ユニット711に対し供給するようになっている。第4の原料ガス供給ユニット747、第5の原料ガス供給ユニット748、及び第6の原料ガス供給ユニット749には、それぞれのガスの供給流量を制御する流量制御手段としてのマスフローコントローラ755、756、757が設けられている。供給管752、753、754にはそれぞれバルブ758、759、760を設け、これらのバルブ758、759、760を開閉することにより、第4、第5、第6のそれぞれの原料ガスの供給を制御することが可能となっている。

20

30

#### 【0071】

反応物活性化ユニット711の下流側には、シャワーヘッド706に接続されるラジカル供給管713が設けられ、改質工程又はクリーニング工程で、シャワーヘッド706に酸素ラジカル又はフッ化塩素ラジカルを供給するようになっている。また、ラジカル供給管713にはバルブ724を設け、バルブ724を開閉することにより、ラジカルの供給を制御することが可能となっている。

#### 【0072】

反応室701に排気口707aが設けられ、その排気口707aは除害装置(図示せず)に連通する排気管707に接続されている。排気管707には、成膜原料を回収するための原料回収トラップ716が設置される。この原料回収トラップ716は、成膜工程と改質工程とに共用で用いられる。原料回収トラップ716の下流にはAPCバルブ715が設けられ、排気量の調整を行い処理炉701内の圧力を調整する。前記排気口707a及び排気管707で排気ラインを構成する。

40

#### 【0073】

また、原料ガス供給管705b及びラジカル供給管713には、排気管707に設けた原料回収トラップ716に接続される原料ガスバイパス管714a及びラジカルバイパス管714b(これらを単に、バイパス管714という場合もある)がそれぞれ設けられる。原料ガスバイパス管714a及びラジカルバイパス管714bに、それぞれバルブ722、723を設ける。これらのバルブの開閉により、成膜工程で反応室701内のウエハ704に成膜ガスを供給する際は、改質工程で使用するラジカルの供給は停止させずに反応

50

室 701 をバイパスするようラジカルバイパス管 714b、原料回収トラップ 716 を介して排気しておく。また、改質工程でウエハ 704 にラジカルを供給する際は、成膜工程で使用する成膜ガスの供給は停止させずに反応室 701 をバイパスするよう原料ガスバイパス管 714a、原料回収トラップ 716 を介して排気する。

【0074】

そして、処理炉 701 内でウエハ 704 上に所望の膜を形成する成膜工程と、成膜工程で形成した所望の膜中の特定元素等の不純物を反応物活性化ユニット 711 を用いたプラズマ処理により除去する改質工程とを、前記バルブ 720 ~ 724 の開閉等を制御することにより、連続して複数回繰り返すように制御するコントローラ 725 が設けられている。

【0075】

ここで、コントローラ 725 は第 1 の実施の形態と同様に、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238、主制御部 239 を有しており、さらに液体流量制御装置 728 と MFC 746、755、756、757 と APC バルブ 715 に電氣的に接続されている。

【0076】

ここで図 8 と図 9 を用いて第 2 の実施の形態の圧力制御について説明する。

図 8 は本発明の第 2 の実施の形態に適用される基板処理装置における周辺構成を簡易的に示した図面であり、図 9 は本発明の第 2 の実施の形態に適用される基板処理装置の処理炉内の圧力変化について設定値と測定値を比較したグラフである。

コントローラ 725 は、液体流量制御装置 728 と MFC 746、755、756、757 に流量制御信号を通知する事でガス流量を制御するとともに、処理炉 701 と APC バルブ 715 の間に設けられた圧力計 801 から圧力測定値を受信して APC バルブ 715 に開度制御信号と流量変更情報を通知する事によって、処理炉内 701 内の圧力を所望の圧力値に維持することが可能となる。

【0077】

即ち、成膜原料供給ユニット 709 から供給された液体原料を液体流量制御装置 728 で流量制御し、気化器 729 にて気化させる。気化した原料ガスは、シャワーヘッド 706 を介してウエハ 704 上へ供給され、予め設定された値の圧力値になるまで供給され続ける (S901)。

気化した原料ガスが供給されることで処理炉 701 内の圧力が予め設定された圧力値となり、所定の時間経過すると、処理炉 701 に設けられたガス排気管 707 によって排気されるとともに、不活性ガス供給ユニット 710 から不活性ガスが供給され、処理炉 701 内に供給された気化した原料ガスがパージされる (S902)。

気化した原料ガスがパージされると、第 4 のガス供給ユニット 747 から供給されるガスが、反応物活性化ユニット 711 によって活性化されラジカルを含むガスとしてシャワーヘッド 706 を介して処理炉 701 内へ供給され、処理炉 701 内が予め設定された圧力値となるまで供給される (S903)。

ラジカルを含むガスによって処理炉 701 内が所定の圧力値となり、所定の時間経過すると、再度ガス排気管 707 によって排気されるとともに、不活性ガス供給ユニット 710 から不活性ガスが供給され、処理炉 701 内に供給されたラジカルを含むガスがパージされる (S904)。

【0078】

ここで、第 1 の実施の形態同様に第 2 の実施の形態においても、第 1 の原料ガスを供給する工程 (S901) では、第 1 の原料ガスの供給開始直後は圧力計 801 からの圧力値に基づいて、コントローラ 725 が液体流量制御装置 728 に流量制御信号を通知して大流量で原料ガスを供給し、処理炉 701 内の圧力が所定の圧力値に近くなると、圧力計 801 からの測定値を受信したコントローラ 725 が液体流量制御装置 728 に対してガス供給流量が低くなるように流量制御信号を通知して、第 1 の原料ガスの供給量を制御して処理炉 701 内の圧力が一定となるように維持する。

【0079】

10

20

30

40

50

また、第１の原料ガスをパージする工程（Ｓ９０２）では、パージ工程開始直後は圧力計８０１からの圧力値に基づいて、コントローラ７２５がＭＦＣ７４６に流量制御信号を通知して大流量で不活性ガスを供給するように制御し、同様にコントローラ７２５からＡＰＣバルブ７１５へ開度制御信号と流量変更信号を通知して排気量を多くするように制御し、処理炉内の圧力が所定値付近まで低下してくると圧力計８０１からの圧力値に基づいてコントローラ７２５がＭＦＣ７４６へ流量制御信号を通知してパージガス供給量を適切な量へと変更し、同様にコントローラ７２５からＡＰＣバルブ７１５へ開度制御信号と流量変更情報を通知して排気量を低くするように制御する。

ここで、第２の原料ガス供給工程（Ｓ９０３）や第２の原料ガスパージ工程（Ｓ９０４）についても同様な制御を行うが、上述した制御内容だけでなく、目的や条件によって制御内容を変更することになんら問題はない。

#### 【００８０】

（本実施の形態に係る効果）

上述した第２の実施の形態によれば、第１の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【００８１】

< 本発明の他の実施の形態 >

以上、本発明の実施の形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

#### 【００８２】

例えば、本発明の第１の実施の形態ではバッチ式の縦型装置について説明したが、バッチ式の横型装置であってもよく、処理炉が複数存在する縦型または横型の基板処理装置でも良い。

#### 【００８３】

同様に、第２の実施の形態ではプラズマを利用して基板処理を行う基板処理装置について説明したが、これに限定されず、プラズマを利用しない枚葉型基板処理装置で行っても良いし、さらに枚葉型基板処理装置は、ウエハを一枚ずつ処理する枚葉装置でも良いし、複数枚バッチで処理する多枚葉装置でも良い。

#### 【００８４】

< 本発明の好ましい態様 >

以下に、本発明の好ましい態様について付記する。

（付記１）

基板を処理する処理室と、処理ガス原料の供給流量を調整する流量制御装置と、圧力を計測する圧力検出器と、前記処理室内圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器、前記圧力調整器および前記流量制御装置に接続されて前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて、前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法において、前記処理室内の基板に対して流量制御装置を介して少なくとも第１の処理ガスを供給する工程と、

前記第１の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第１のパージ工程と、

前記第１のパージ工程後、少なくとも第２の処理ガスを供給する工程と、

前記第２の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第２のパージ工程とを有する半導体装置の製造方法。

（付記２）

基板を処理する処理室と、処理ガス原料の供給流量を調整する流量制御装置と、圧力を計測する圧力検出器と、前記処理室内圧力を調整する圧力調整器と、少なくとも前記圧力検出器、前記圧力調整器および前記流量制御装置に接続されて前記圧力検出器によって検出された圧力値に応じて、前記圧力調整器および前記流量制御装置を制御する制御部とを備えた基板処理装置を用いた基板処理方法において、



前記処理室内の基板に対して流量制御装置を介して少なくとも第１の処理ガスを供給する工程と、

前記第１の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第１のパージ工程と、

前記第１のパージ工程後、少なくとも第２の処理ガスを供給する工程と、

前記第２の処理ガスを供給する工程後、前記処理室内をパージするパージガスを供給する第２のパージ工程とを有する基板処理方法。

（付記３）

基板を処理する処理室と、

前記処理室内に処理ガスを供給するガス供給源と、前記ガス供給源から供給されるガスの流量を可変するガス流量制御装置を備えたガス供給部と、

前記ガス供給部から前記処理室内に供給されたガスを排気する排気管と、

前記処理室と前記排気管との間に設けられ、圧力を測定する圧力検出器と、

前記処理室内の圧力を調整する圧力調整器と、

少なくとも前記ガス流量制御装置と前記圧力検出器および前記圧力調整器に接続されて、前記圧力検出器の測定値に応じて前記ガス流量制御装置と前記圧力調整器を制御する制御部と、

を有する基板処理装置。

【符号の説明】

【００８５】

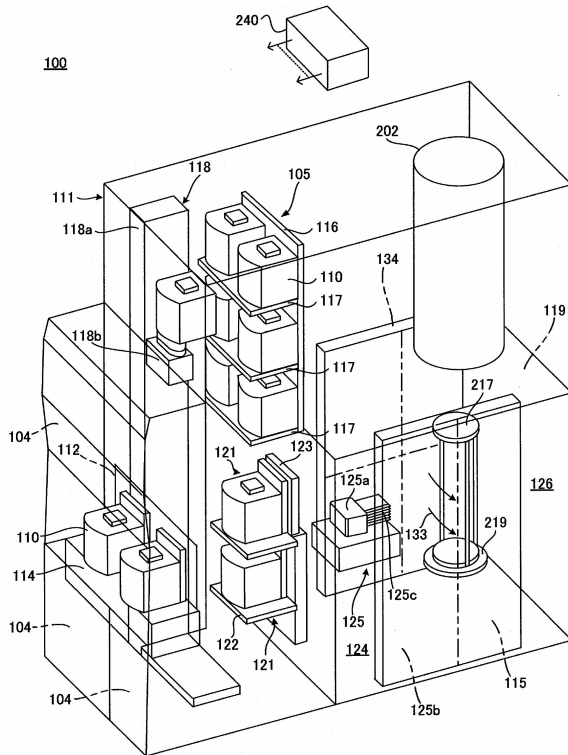
１００：基板処理装置、１０５：ポッド棚、１１０：ポッド、１１１：筐体、１１４：ロードポート、１１８：ポッド搬送装置、１２５：ウエハ移載機構、１２５ｃ：ツイーザ、１７７、１７８、１７９：バルブ、１８０：第１のガス供給源、１８１：第２のガス供給源、１８２：第３のガス供給源、１８３、１８４、１８５：ＭＦＣ、２００：ウエハ、２０１：処理室、２０２：処理炉、２０５：反応管、２０６：ヒータ、２０９：マニホールド、２１７：ポート、２１６：ポート断熱部、２３８：温度制御部、２３５：ガス流量制御部、２３１：ガス排気管、２３６：圧力制御部、２１９：シールキャップ、２３７：駆動制御部、２３９：主制御部、２４０：コントローラ、２４２：ＡＰＣバルブ、２４４：ボール螺子、２４８：昇降モータ、２４９：昇降台、２５０：昇降シャフト、２５４：回転機構、２５５：回転軸、２６４：ガイドシャフト、２６５：ベローズ、２５２：昇降基板、２５３：駆動部カバー、２５６：駆動部収納ケース、２５７：冷却機構、２５８：電力供給ケーブル、２５９：冷却流路、２６０：冷却水配管。

10

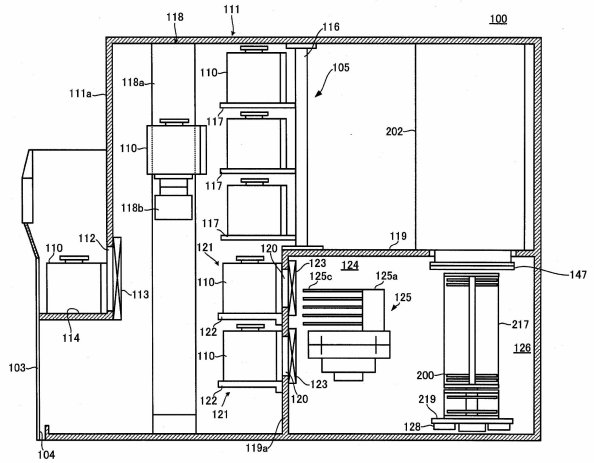
20

30

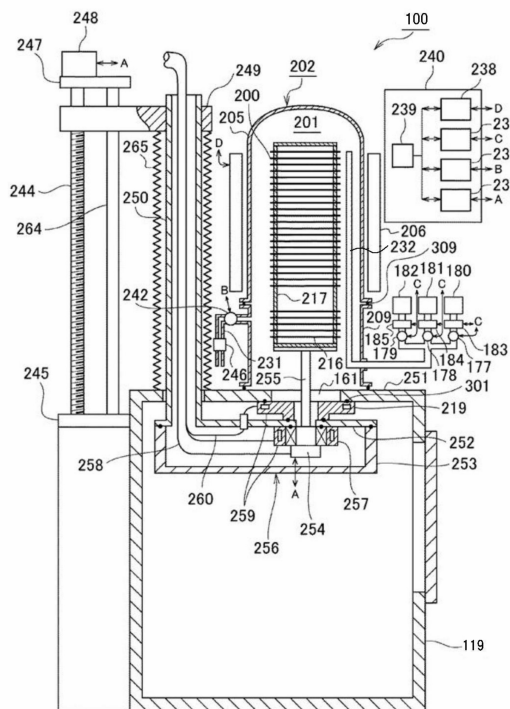
【図 1】



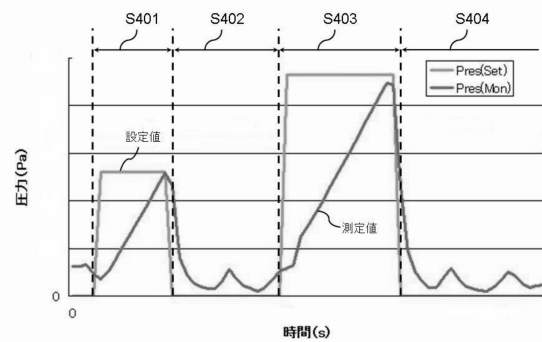
【図 2】



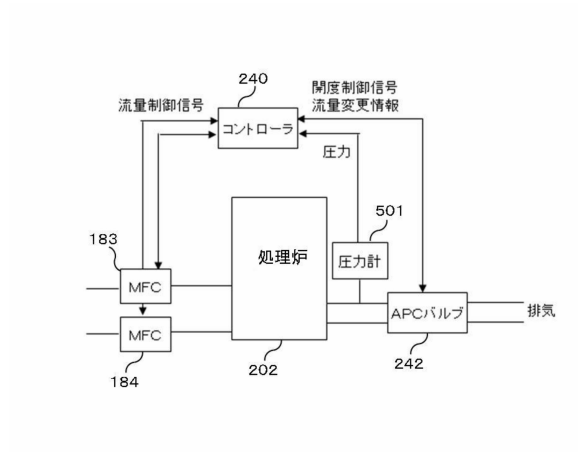
【図 3】



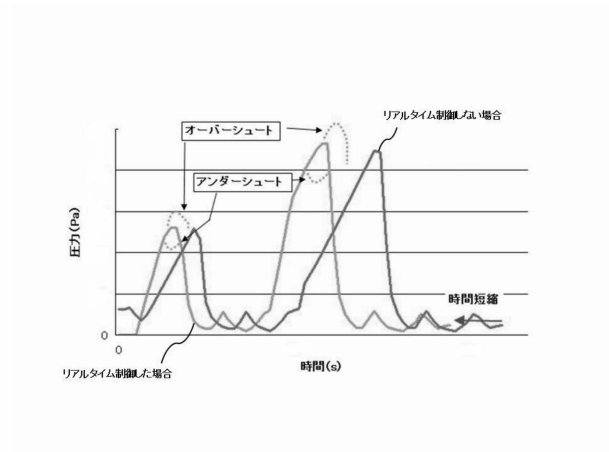
【図 4】



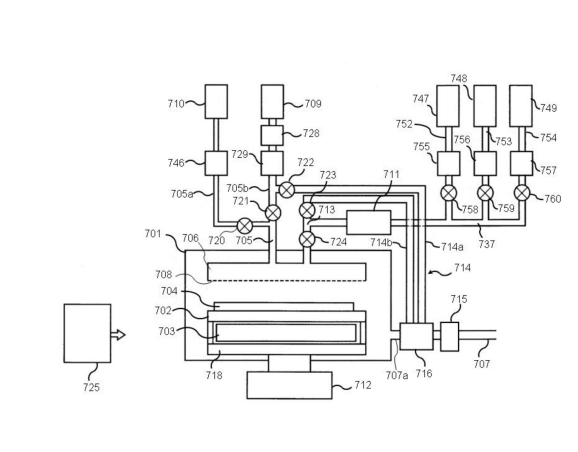
【図 5】



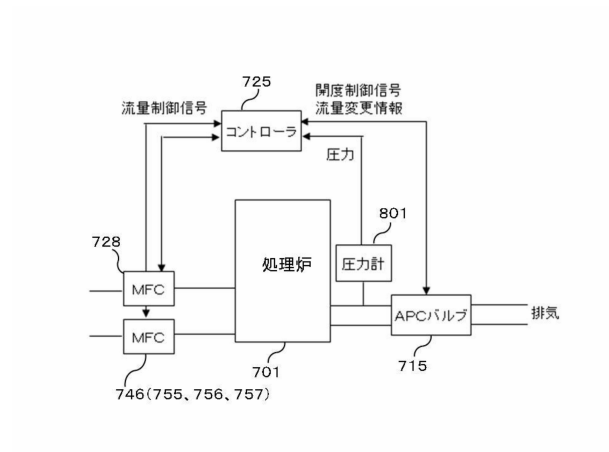
【図 6】



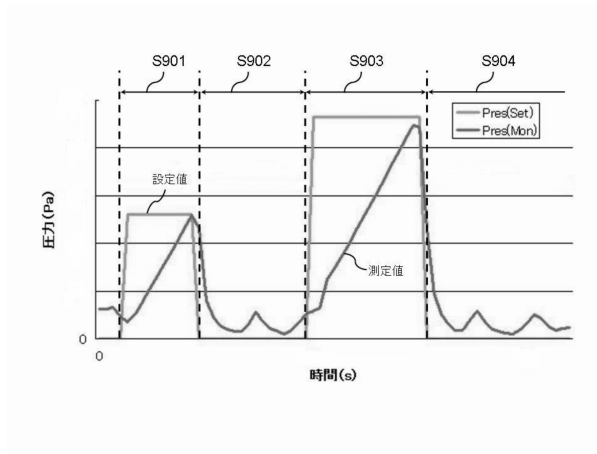
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 3 4 7 8 1 ( J P , A )  
特表 2 0 0 2 - 5 1 0 0 8 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 2 3 5 6 1 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 1 8 2 6 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 0 7 3 8 2 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 2 2 9 0 0 1 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 2 5 5 7 9 3 ( U S , A 1 )  
米国特許第 0 5 7 5 8 6 8 0 ( U S , A )  
特開 2 0 0 9 - 1 1 7 5 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 0 4 4 4 4 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L      2 1 / 3 1  
C 2 3 C      1 6 / 4 5 5  
C 2 3 C      1 6 / 5 2