

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6804270号
(P6804270)

(45) 発行日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(24) 登録日 令和2年12月4日(2020.12.4)

| | | | | | |
|----------------|---------------|------------------|----------------|--------|---|
| (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 | 16/44 | (2006.01) | C 2 3 C | 16/44 | J |

請求項の数 8 (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2016-226355 (P2016-226355) | (73) 特許権者 | 000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号 |
| (22) 出願日 | 平成28年11月21日(2016.11.21) | (74) 代理人 | 100107766 弁理士 伊東 忠重 |
| (65) 公開番号 | 特開2018-85393 (P2018-85393A) | (74) 代理人 | 100070150 弁理士 伊東 忠彦 |
| (43) 公開日 | 平成30年5月31日(2018.5.31) | (72) 発明者 | 古澤 純和 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成31年4月23日(2019.4.23) | 審査官 | 長谷川 直也 |
| 前置審査 | | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置、および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の基板を収容する処理容器と、
前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、
前記処理容器内のガスを排気する排気部とを有する基板処理装置であって、
前記ガス供給部に接続され、前記ガス供給部内を掃気する掃気部と、
制御部とを備え、
前記制御部は、
前記ガスを供給するプロセスが最初の処理ステップである場合に、前記掃気部を開いて、
前記ガス供給部内の圧力を陰圧にし、
陰圧の前記ガス供給部内に前記ガスを流し、
前記掃気部を閉じて、前記処理容器内に前記ガスを供給するように制御する、基板処理装置。

【請求項2】

前記掃気部は前記排気部に接続する、請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】

前記ガス供給部は、前記処理容器内にガスを供給するインジェクタを有し、
前記インジェクタの少なくとも一方の端部が前記掃気部に接続する、請求項1または2に記載の基板処理装置。

【請求項4】

前記掃気部の一部は、前記インジェクタの内部に配置されている、請求項 3 に記載の基板処理装置。

【請求項 5】

前記インジェクタは、前記処理容器内に連通する複数のガス孔が形成されている、請求項 3 または 4 に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記インジェクタは、前記インジェクタの少なくとも一方の端部に、前記処理容器内に連通するガス孔が形成されている、請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。

【請求項 7】

複数の基板を収容する処理容器内にインジェクタからガスを供給するガス供給工程を有する基板処理方法であって、

前記ガス供給工程の前に、前記インジェクタ内を掃気する掃気工程を有し、

前記掃気工程では、

前記ガスを供給するプロセスが最初の処理ステップである場合に、前記インジェクタに接続する掃気ラインを開いて、前記インジェクタ内の圧力を陰圧に制御し、

陰圧に制御された前記インジェクタ内に前記ガスを流し、

前記掃気ラインを閉じる、基板処理方法。

【請求項 8】

前記掃気工程では、前記処理容器内の圧力を前記インジェクタ内の圧力よりも高い圧力に制御する、請求項 7 に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板処理装置、インジェクタ、および基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

原子層堆積 (ALD: Atomic Layer deposition) 等のプロセスにより基板に成膜処理を行う基板処理装置では、反応容器内に反応ガスを瞬時に供給するため、予めバッファタンク等に供給ガスを貯めておき、マスフローコントローラ (MFC) 等で流量を調整しながら、ガスノズル等のインジェクタにより反応容器内にガスを供給する。

【0003】

特開 2009 - 295729 号公報 (特許文献 1) には、複数枚の基板を収容して処理する反応管と、反応管内にガスを供給するガスノズルと、供給ガスの流量を制御するマスフローコントローラとを備え、ALD 法によって基板に成膜処理を行う基板処理装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 295729 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載された従来の基板処理装置では、流量が安定するまで時間がかかり、その間に急激なガスの導入が行われる場合がある。ガス流量が安定する前に急激なガス導入が行われると、ガスノズルに付着した副生成物、ガスノズル内に成膜された膜の剥がれ、剥がれた膜のストレスによりガスノズル内で割れた石英片等が、パーティクル (ごみや塵等) として反応容器内に持ち込まれ、これらのパーティクルが基板に付着する問題がある。

【0006】

10

20

30

40

50

なお、このようなパーティクルの反応管内への持ち込みを防ぐため、従来は基板処理装置のインジェクタを含むガス供給ラインを分解して洗浄し、再度、組み立てるといった作業が行われているが、メンテナンスに手間がかかるものとなっている。また、ガスノズルに、反応ガスを流し込み、パーティクル源を固めて（成膜して）、パーティクルの発生を防ぐことも可能であるが、ガスノズルのガス孔等が閉塞し、本来のガス供給を行うことができなくなる問題が生じる。

【0007】

そこで、本発明の目的は、急激なガス導入が行われる場合でも、パーティクルが処理容器内に持ち込まれるのを抑制することができる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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る基板処理装置は、複数の基板を収容する処理容器と、処理容器内にガスを供給するガス供給部と、前記処理容器内のガスを排気する排気部とを有する基板処理装置であって、前記ガス供給部に接続され、前記ガス供給部内を掃気する掃気部と、制御部とを備え、前記制御部は、前記ガスを供給するプロセスが最初の処理ステップである場合に、前記掃気部を開いて、前記ガス供給部内の圧力を陰圧にし、陰圧の前記ガス供給部内に前記ガスを流し、前記掃気部を閉じて、前記処理容器内に前記ガスを供給するように制御する。

【発明の効果】

【0009】

本発明の一態様によれば、急激なガス導入が行われる場合でも、パーティクルが処理容器内に持ち込まれるのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る基板処理装置の概略図である。

【図2】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの一例を示す図である。

【図3】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの他の一例を示す図である。

【図4】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの他の一例を示す図である。

【図5】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの他の一例を示す図である。

【図6】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの他の一例を示す図である。

【図7】実施形態に係る基板処理装置のインジェクタの他の一例を示す図である。

【図8】実施形態に係る基板処理方法の一例を示すフローチャートである。

【図9】ALDプロセスの最初の処理ステップでガスを供給した際の基板表面上のパーティクル分布を示す図であり、(A)は従来の基板処理装置を用いた場合のパーティクル分布を示し、(B)は本実施形態の基板処理装置を用いた場合のパーティクル分布を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。なお、本明細書および各図において、共通する構成については、同一符号を付して説明を省略する場合がある。

【0012】

図1は、実施形態に係る基板処理装置の一例である成膜装置1の概略図である。図1に示されるように、成膜装置1は、反応容器4と、ガス供給ライン40と、排気ライン70とを有している。成膜装置1は、さらにウエハWを加熱する図示しない加熱手段を有している。

【0013】

反応容器4は、基板である半導体ウエハ（以下「ウエハW」という）を収容する。反応容器4は、長手方向が鉛直方向である略円筒形を有し、天井を有する外筒6と、外筒6の内側に同心的に配置された円筒体の内筒8とを備える2重管構造を有する。外筒6及び内筒8は、石英等の耐熱性材料により形成されている。なお反応容器4は、本発明に係る基

10

20

30

40

50

板処理装置の一部を構成する処理容器の一例である。

【 0 0 1 4 】

外筒 6 及び内筒 8 は、ステンレス鋼等から形成されるマニホールド 1 0 によって、それぞれの下端部が保持されている。マニホールド 1 0 は、ベースプレート 1 2 に固定されている。なお、マニホールド 1 0 は、外筒 6 及び内筒 8 と別部材で形成してもよいし、外筒 6 及び内筒 8 と一体的に形成してもよい。

【 0 0 1 5 】

例えば、図 1 では、外筒 6 及び内筒 8 と共に略円筒の内部空間を形成するように、マニホールドを反応容器 4 の一部として形成している。この場合、反応容器 4 は、石英等の耐熱性材料により形成される外筒 6 及び内筒 8 と、ステンレス鋼等により形成されるマニホールド 1 0 とを備え、マニホールド 1 0 は、外筒 6 及び内筒 8 を下方から保持するように反応容器 4 の側面下部に設けられている。

【 0 0 1 6 】

マニホールド 1 0 の下端部には、反応容器 4 の下端の開口部側を気密に塞ぐ蓋部 1 4 が設けられている。蓋部 1 4 は、ステンレス鋼等により形成される円盤状に形成され、O - リング等の図示しないシール部材を介して気密封止可能に取り付けられている。

【 0 0 1 7 】

また、蓋部 1 4 の略中心部には、図示しない磁性流体シール等により気密状態を保ちながら回転可能な回転軸 2 0 が挿通されている。回転軸 2 0 の下端は回転機構 2 2 に接続されており、回転軸 2 0 の上端には、例えばステンレス鋼により形成されるテーブル 2 4 が固定されている。

【 0 0 1 8 】

テーブル 2 4 上には、石英等の耐熱性材料により形成される保温筒 2 6 が設置されている。また、保温筒 2 6 上には、支持具として石英等の耐熱性材料により形成されるウエハポート 2 8 が載置されている。

【 0 0 1 9 】

ウエハポート 2 8 は、複数枚のウエハ W を所定の間隔で保持して反応容器 4 内に収容される基板保持具である。ウエハポート 2 8 には、多数枚（例えば 5 0 ~ 1 7 5 枚）のウエハ W 等の基板が、所定の間隔、例えば 1 0 mm 程度のピッチで収容される。ウエハポート 2 8、保温筒 2 6、テーブル 2 4 及び蓋部 1 4 は、例えばポートエレベータとして機能する昇降機構 3 0 により、反応容器 4 内に一体となって、反応容器 4 内に搬入（ロード）され、反応容器 4 から搬出（アンロード）される。

【 0 0 2 0 】

また、ガス供給ライン 4 0 は、反応容器 4 内へ所定のガス（例えば、シリコン含有ガス等のプロセスガス）を供給する。反応容器 4 内へプロセスガスを供給する。ガス供給ライン 4 0 は、プロセスガスの供給源であるガス供給源 4 1 と、ガス配管 4 2 と、ガスノズル 4 3 とを有する。なお、ガス供給ライン 4 0 は、本発明に係る基板処理装置の一部を構成するガス供給部の一例である。ガスノズル 4 3 は、該ガス供給部の一部を構成するインジェクタの一例である。

【 0 0 2 1 】

ガス配管 4 2 は、ガス供給源 4 1 とガスノズル 4 3 とを接続し、ガス供給源 4 1 からのプロセスガスをガスノズル 4 3 へ導く配管である。ガス配管 4 2 には、開閉バルブ 4 4、マスフローコントローラ（MFC）等の流量制御器 4 5、貯留部（バッファタンク）4 6 及び開閉バルブ 4 7 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

例えば、開閉バルブ 4 7 を閉じた状態で開閉バルブ 4 4 を開き、ガス供給源 4 1 からプロセスガスを所定の流量で流すことにより、貯留部 4 6 にプロセスガスを貯留（チャージ）することができる。貯留部 4 6 にプロセスガスを貯留した後、開閉バルブ 4 4 を閉じ、開閉バルブ 4 7 を開くことにより、ガスノズル 4 3 を介して所定の量のプロセスガスを反応容器 4 内へ供給することができる。これらにより、プロセスガスの供給の開始 / 停止、

10

20

30

40

50

及び流量が制御される。

【 0 0 2 3 】

ガスノズル 4 3 は、ガス配管 4 2 に接続され、マニホールド 1 0 の側壁を内側へと貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びるノズルであり、例えば石英管により形成されている。ガスノズル 4 3 の垂直部分には、その長さ方向に沿って複数のガス吐出孔 4 8 が所定の間隔で形成されており、各ガス吐出孔 4 8 から水平方向に反応容器 4 内に向けてほぼ均一にプロセスガスを吐出することができる。すなわち、ウエハ W の表面に平行な方向にプロセスガスを供給することができる。なお、ガスノズル 4 3 は 1 本に限らず、2 本以上設けられていてもよい。

【 0 0 2 4 】

また、ガス供給ライン 4 0 で供給されるプロセスガスと異なるプロセスガス（例えば、窒素含有ガス）を供給する図示しない他のガス供給ラインを設けてもよい。この場合も、ガス供給ライン 4 0 の構成と同様に、他のガス供給ラインを、図示しないガス供給源と、ガス配管と、ガスノズルとを有する構成にすることができる。

【 0 0 2 5 】

この他のガス供給ラインでも、ガスノズルは、ガス配管に接続され、マニホールド 1 0 の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びるノズルとし、例えば石英管により形成することができる。他のガスノズルの垂直部分には、その長さ方向に沿って複数のガス吐出孔が所定の間隔で形成し、各ガス吐出孔から水平方向に反応容器 4 に向けてほぼ均一に他のプロセスガスを吐出させて、ウエハ W の表面に平行な方向に窒素含有ガスを供給することができるように構成することができる。なお、他のガス供給ラインでも、ガスノズルは 1 本に限らず、2 本以上設けられていてもよい。

【 0 0 2 6 】

また、他のガス供給ラインを構成するガスノズルには、ガス供給ライン 4 0 のガスノズルラインを兼用してもよい。この場合、ガス配管に、図示しない開閉バルブ、マスフローコントローラ（MFC）等の流量制御器、貯留部（バッファタンク）及び開閉バルブを設け、貯留部の開閉バルブの下流をガス供給ライン 4 0 の開閉バルブ 4 7 の下流に合流させた構成にすればよい。これらにより、他のガス供給ラインでもガスの供給の開始 / 停止、及び流量が制御される。

【 0 0 2 7 】

また、図示しないが、反応容器 4 にパージガスを供給するためのパージガス供給ラインを設けてもよい。パージガス供給ラインは、パージガス供給源と、パージガス配管と、パージガスノズルとを有する構成にすることができる。

【 0 0 2 8 】

パージガス配管は、パージガス供給源とパージガスノズルとを接続し、パージガス供給源からのパージガスをパージガスノズルへ導く配管である。パージガス配管には、パージガスの流量を制御する流量制御器及び開閉バルブを設け、パージガスの供給の開始 / 停止、及び流量を制御する。パージガスノズルは、パージガス配管に接続され、マニホールド 1 0 の側壁を内側へ貫通するストレート形状（直管形状）のノズルであり、例えば石英管により形成することができる。

【 0 0 2 9 】

排気ライン 7 0 は、反応容器 4 内のガスを排気する。排気ライン 7 0 は、マニホールド 1 0 の上部に設けられたガス出口 3 2 に連結されている。排気ライン 7 0 は、ガス出口 3 2 に接続された排気通路 7 1 と、排気通路 7 1 の途中で順次接続された圧力調整弁 7 2 及び真空ポンプ 7 3 とを含む。圧力調整弁 7 2 は、本例では、圧力計と開閉弁を一体に構成しているが、圧力計と開閉弁を別々に構成してもよい。この排気ライン 7 0 により、反応容器 4 内の雰囲気圧力を調整しながら排気することができる。なお、排気ライン 7 0 は、本発明の基板処理装置の一部を構成する排気部の一例である。

【 0 0 3 0 】

反応容器 4 の外周側には、加熱手段として、反応容器 4 を囲むようにしてウエハ W を加

10

20

30

40

50

熱する図示しないヒータ装置が設けられている。ヒータ装置は、天井面を有する円筒体の断熱層を有する。断熱層は、例えば熱伝導性が低く、柔らかい無定形のシリカ及びアルミナの混合物によって形成することができる。断熱層は、その内周が反応容器4の外周に対して所定の距離だけ離間するように配置することができる。

【0031】

また、断熱層の外周には、ステンレス鋼等により形成される図示しない保護カバーを、断熱層の外周全体を覆うように取り付けることができる。また断熱層の内周側には、図示しないヒータエレメントが螺旋状に巻回して配置されている。ヒータエレメントは、断熱層の内周側に、側面の軸方向全体に亘って巻回して設けることができる。

【0032】

ヒータエレメントは、軸方向において、複数のゾーン（例えば4つのゾーン）に分割することができる。ゾーンごとに断熱層に設けられる図示しない熱電対により検出した温度に基づいて、ゾーンごとに独立して温度を制御する構成にすることができる。

【0033】

成膜装置1の各構成部の制御は、コンピュータ等の制御部90により行われる。制御部90は、例えば、ガス供給ライン40における開閉バルブ44、47の開閉によるプロセスガスの供給/停止や流量制御器45によるガスの流量の制御、排気ライン70における圧力調整弁72及び真空ポンプ73による反応容器4内の圧力の制御、ヒータ装置における温度の制御を行う。

【0034】

制御部90には、成膜装置1で実行される各種処理を制御部90の制御により実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて成膜装置1の各構成部に処理を実行させるための各種のプログラム（又はレシピ）が格納された記憶部91が接続されている。プログラムには、後述する成膜方法を成膜装置1に実行させるプログラムが含まれる。また、各種のプログラムは、記憶媒体に記憶され、記憶部91に格納することができる。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよく、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを記憶部91へ適宜伝送させるようにしてもよい。

【0035】

本実施形態では、図1に示すように、ガス供給ライン40に掃気ライン50が接続されている。掃気ライン50は、ガス供給ライン40内を掃気する掃気部の一例である。掃気ライン50は、ガス供給ライン40のガスノズル43に連結されている。掃気ライン50には、ガス配管51と開閉バルブ52とが設けられている。また、掃気ライン50には、真空ポンプを設けることができる。

【0036】

ガス配管51は、ガス供給ライン40に接続し、ガス供給ライン40内を掃気した後の掃気ガスが通過することができる。開閉バルブ52は、ガス配管51の途中に設けられており、真空ポンプと連動して、掃気ライン50に接続するガス供給ライン40のガスノズル43内の圧力を制御することができる。

【0037】

なお、掃気ライン50の開閉バルブ52と連動する真空ポンプには、排気ライン70の真空ポンプ73を兼用してもよい。この場合、掃気ライン50は、排気ライン70に接続する。具体的には、排気ライン70の圧力調整弁72と真空ポンプ73の間に掃気ライン50のガス配管51を接続する。この構成により、1つの真空ポンプで排気ラインと掃気ラインを制御することができるため、掃気ラインを設ける場合でも既存の真空ポンプ用いることができ、装置の複雑化を防ぐことができる。

【0038】

図2～図7は、本実施形態におけるガス供給ライン40の一部を構成するガスノズル43の構成例（第1実施形態～第6実施形態）をそれぞれ説明する図である。

【0039】

10

20

30

40

50

まず、第1実施形態では、図1及び図2に示すように、ガスノズル43の少なくとも一方の端部がガス供給ライン40のガス配管42に連通し、他方の端部が掃気ライン50に連通している。また、ガスノズル43のガス吐出孔48は、反応容器4内に連通して、反応容器4内にプロセスガスを供給する供給口を構成する複数のガス孔で形成されている。

【0040】

ガスノズル43の両端部には、開口部49（開口部49A、49B）が設けられている。一方の端部に設けられた開口部49Aは、ガス供給ライン40のガス配管42からガスノズル43内にプロセスガスを導入する導入口を構成する。また、他方の端部に設けられた開口部49Bは、掃気ライン50のガス配管51に掃気ガスを排出する排出口を構成する。すなわち、ガスノズル43は、開口部49Aを介してガス供給ライン40に連通し、

10

【0041】

この構成では、ガスノズル43に、反応容器4内にプロセスガスを供給する供給口（ガス吐出孔48）とは別に、ガスノズル43内に導入されたプロセスガスを掃気する排出口（開口部49B）が設けられており、ガスノズル43に該排出口を介して掃気ライン50を接続することができる。そのため、パーティクルの原因となるパーティクル源（ガスノズルに付着した副生成物、ガスノズル内に成膜された膜の剥がれ、剥がれた膜のストレスによりガスノズル内で割れた石英片等）をガスノズル43から掃気ライン50に掃気することができる。

【0042】

20

特に、反応容器内に供給するプロセスガスの流量が安定する前に、急激なプロセスガスの導入が行われる場合でも、ガスノズル43から掃気ライン50にパーティクル源を掃気することができるため、反応容器4内にパーティクルが持ち込まれるのを抑制することができる。

【0043】

第2実施形態では、図1及び図3に示すように、第1実施形態の構成に加えて、ガスノズル43に接続する掃気ライン50のガス配管51が、ガスノズル43の開口部49A（ガス供給ライン40のガス配管42）の近傍まで延びる構成を有している。この構成により、掃気ラインのガス配管51をガス供給ライン40のガス配管42をまとめて反応容器4（マニホールド10）に取付けることができるため、掃気ライン50のガス配管51の

30

【0044】

また、第2実施形態では、図3に示すように、ガス供給ライン40のガス配管42が、ガスノズル43の開口部49A付近でL字状に形成されている。すなわち、ガス配管42は、端部が折れ曲がった状態でガスノズルの開口部49Aに接続されている。この構成により、ガス配管42を反応容器4の側壁（マニホールド10）に取り付けることができ、ガス供給ライン40の配置作業が容易になる。

【0045】

第3実施形態では、図4に示すように、掃気ライン50（ガス配管51）の一部が、ガスノズル43の内部に配置されている。すなわち、掃気ライン50のガス配管51の一部とガスノズル43とで二重管を構成している。また、第3実施形態の構成では、掃気ライン50のガス配管51の一部が、ガスノズル43に接続するガス配管42の内部にも配置されている。この構成により、掃気ライン50のガス配管51の配置に必要な空間の一部を省略することができるため、掃気ライン50の配置をコンパクトにすることができる。

40

【0046】

また、第4実施形態では、図5に示すように、第3実施形態の構成を採用した上で、さらに掃気ライン50のガス配管51の一部とガスノズル43に接続するガス配管42とで二重管を構成する部分がL字状に形成されている。この構成により、さらに、コンパクトに掃気ライン50を設けることができる。

【0047】

50

第5実施形態では、図6に示すように、ガス吐出孔48が1つのガス孔で形成されている。この場合、ガスノズル43は、ガスノズル43の少なくとも一方の端部に、反応容器4内にガス孔を形成すればよい。このように、掃気ライン50は、ガス孔の数に拘わらず設けることができる。

【0048】

また、第5実施形態の構成では、ガスノズル43の他方の端部（掃気ライン50に連通する開口部49B側）にガス吐出孔48が形成されている。このような構成では、ガス孔が掃気ライン50に連通する開口部49B（排出口）の近傍に配置されるため、ガス孔付近のパーティクル源を含むガスを効率よく掃気することができる。

【0049】

また、第6実施形態では、図7に示すように、第5実施形態の構成を採用した上で、さらに掃気ライン50のガス配管51の一部とガスノズル43に接続するガス配管42とで二重管を構成する部分がL字状に形成されている。この構成により、掃気ライン50のさらなるコンパクト化が可能になる。

【0050】

次に、上述した成膜装置1を用いた本実施形態の基板処理方法の一例について説明する。図8は、実施形態に係る基板処理方法の一例を示すフローチャートである。

【0051】

本実施形態の基板処理方法は、少なくともガス供給工程と、掃気工程とを有する。ガス供給工程は、複数のウエハWを収容する反応容器4内にガスノズル43からプロセスガスが供給される。

【0052】

掃気工程は、ガス供給工程の前に行われ、掃気工程では、ガスノズル43内が掃気される。掃気工程では、ガスノズル43内の圧力が陰圧に制御される。

【0053】

掃気工程は、図8に示す手順で行われる。まずST1で、ガスを供給するプロセスが最初の処理ステップか否かを判定する。最初の処理ステップでないと判断された場合は、ST7に進み、ガス供給工程を実行して、通常のプロセスを行う。

【0054】

ST1で最初の処理ステップであると判定した場合は、ST2に進み、掃気ライン50を開く。具体的には、ST2で、掃気ライン50の開閉バルブ52を開状態にして、ST3でガスノズル43内を陰圧にする。この場合、開閉バルブ52を排気ライン70の真空ポンプ73と連動させて掃気ライン50に連通するガスノズル43内を減圧化する。なお、掃気ライン50の開通（ST2）とガスノズル43内の減圧化（ST3）とは同時に行ってもよい。

【0055】

次にST4に進み、流量制御器（MFC）45にプロセスガスの流量を指示する。指示するガスの流量は、ガスノズル43内の掃気が行われる適切な流量に調整することができる。流量制御器（MFC）45は、指示された流量に基づいて、開閉バルブ44、47の開閉を制御し、ガス供給ライン40に流れるプロセスガスの流量を制御して、ガス供給ライン40にプロセスガスを流す（ST5）。

【0056】

そして、掃気ライン50を閉じる。具体的には、掃気ライン50の開閉バルブ52を閉状態にする（ST6）。

【0057】

上述したST1～ST6の手順が完了したら、ST7に進み、ガス供給工程を実行して、通常のプロセスを行う。なお、ST1～ST7の手順による制御は、上述した制御部90により行われる。

【0058】

また、掃気工程では、反応容器4内の圧力をガスノズル43内の圧力よりも高い圧力に

10

20

30

40

50

制御する。すなわち、ガスノズル43内の圧力が反応容器4内の圧力よりも小さくなるように、掃気ライン50の開閉バルブ52と、排気ライン70の圧力調整弁72と真空ポンプ73とが制御される。

【0059】

この制御により、ガスノズル43内に導入されたプロセスガスは、ガス吐出孔48から反応容器4内に吐出されず、そのまま掃気ライン50に流れる。そのため、掃気工程では、ガス供給ライン40を通過した掃気ガスは、反応容器4内に吐出されることなく、掃気ライン50を介して外部に排気される。

【0060】

また、この制御により、反応容器4の雰囲気はガス吐出孔48を介してガスノズル43内に吸引される。そのため、ガスノズル43のガス吐出孔48付近に成膜されたパーティクル源や、反応容器4内に浮遊するパーティクルを掃気ガスが流れるガスノズル43に取り込むことができる。

【0061】

このような制御が行われる基板処理方法を実施することにより、急激なガス導入が行われる場合でも、パーティクルが処理容器内に持ち込まれるのを抑制することができる。

【0062】

次に、本実施形態の基板処理装置（第2実施形態）を用いて実施形態の基板処理方法を実施した場合の効果について説明する。図9は、ALDプロセスの最初の処理ステップで基板処理装置のガスノズルからガスを供給した際の基板表面におけるパーティクル分布である。このうち、図9（A）は従来の基板処理装置を用いた場合のパーティクル分布を示しており、図9（B）は本実施形態の基板処理装置を用いた場合のパーティクル分布を示している。

【0063】

まず、図9（A）の従来の基板処理装置を用いた場合、ウエハWの表面に付着したパーティクルの量が多い。また、ウエハWの表面に付着したパーティクルは、ガスノズル43近傍に偏ってウエハW上に付着している。

【0064】

一方、図9（B）の本実施形態の基板処理装置を用いた場合、ウエハWの表面に付着したパーティクルの量は、従来の基板処理装置を用いた場合と比較して少ない。また、ウエハWの表面に付着したパーティクルは、ウエハW上にほぼ均一に付着している。

【0065】

これらの結果から、本実施形態のように、掃気ライン50を設けて、掃気工程を実施することにより、反応容器4内にパーティクルが持ち込まれるのを防ぐことができ、パーティクルが基板に付着するのを抑制できることが分かった。また、反応容器4内にパーティクルが持ち込まれたとしても、ウエハWの表面に偏って付着することを防ぐことも分かった。

【0066】

このように、ガスノズル43に排出口（開口部49B）を介して掃気ライン50を接続することにより、パーティクルの原因となるパーティクル源がガスノズル43から掃気ライン50に掃気され、反応容器4内に持ち込まれるパーティクルの量を少なくすることができる。そのため、急激なガス導入が行われる場合でも、パーティクルが反応容器4内に持ち込まれるのを抑制することができ、ウエハWの生産性の低下を防ぐことができる。

【0067】

なお、本例では用いるガスの種類は成膜する膜の種類に応じて適宜選択することができる。また、本例では、ALD法を用いる場合を例に挙げて説明したが、CVD法を用いる場合にも本発明を適用することができる。すなわち、本例は、急激なガス導入が行われる環境で用いられる成膜方法に広く用いることができる。

【0068】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明は、上述した実施形態

10

20

30

40

50

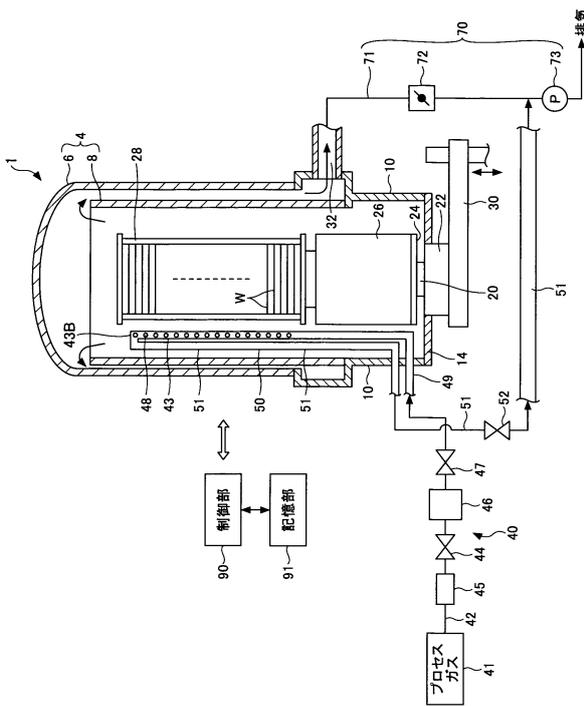
に限定するものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。

【符号の説明】

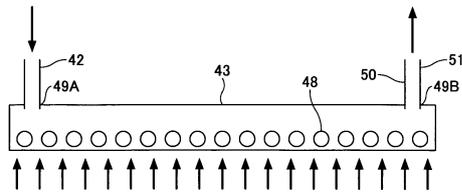
【0069】

- 1 成膜装置
- 4 反応容器
- 40 ガス供給ライン
- 43 ガスノズル
- 44 開閉バルブ
- 45 流量制御器
- 46 貯留部
- 47 開閉バルブ
- 48 ガス吐出孔
- 49 A 開口部
- 49 B 開口部
- 50 掃気ライン
- 70 排気ライン
- 90 制御部
- W ウエハ

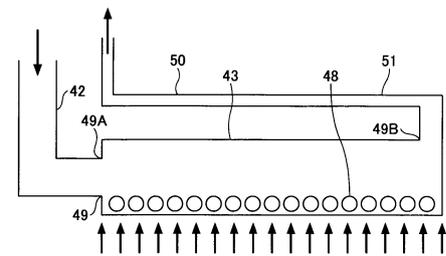
【図1】



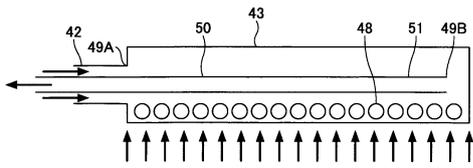
【図2】



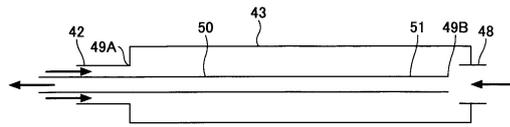
【図3】



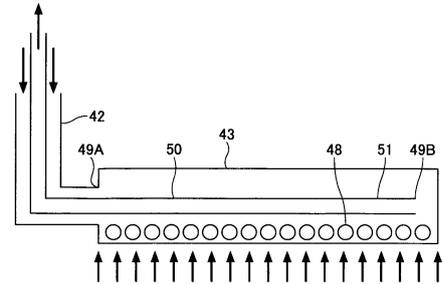
【図4】



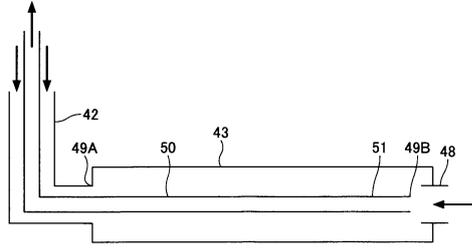
【図6】



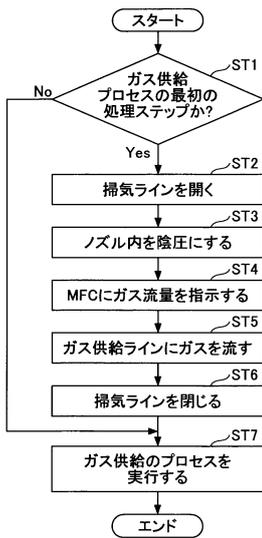
【図5】



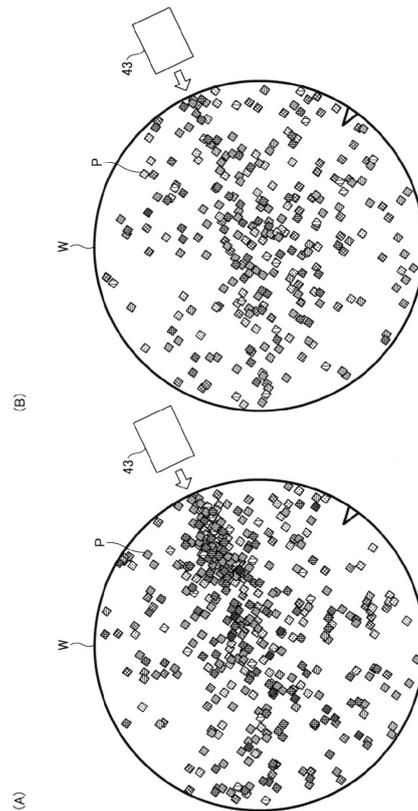
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-067119(JP,A)
特開平01-188674(JP,A)
特開2013-197329(JP,A)
特開平05-335240(JP,A)
米国特許第04699805(US,A)
特開2005-243737(JP,A)
特開2017-033974(JP,A)
特開2015-153956(JP,A)
特開2014-216540(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02、21/205、21/31-21/32、
21/365、21/469-21/475、21/86、
C23C 16/00-16/56