

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-50041  
(P2018-50041A)

(43) 公開日 平成30年3月29日(2018.3.29)

(51) Int.Cl.

H01L 21/31 (2006.01)  
H01L 21/3065 (2006.01)  
C23C 16/44 (2006.01)

F 1

H01L 21/31  
H01L 21/302  
C23C 16/44  
C23C 16/44C  
1 O 1 H  
E  
J

テーマコード(参考)

4K030  
5FO04  
5FO45

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-170127 (P2017-170127)  
 (22) 出願日 平成29年9月5日 (2017.9.5)  
 (31) 優先権主張番号 15/263,838  
 (32) 優先日 平成28年9月13日 (2016.9.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 592010081  
 ラム リサーチ コーポレーション  
 LAM RESEARCH CORPORATION  
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 945  
 38, フレモント, クッシング パークウ  
 エイ 4650  
 (74) 代理人 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 アントニオ・ザビア  
 アメリカ合衆国 オレゴン州97042  
 ムリノ, サウス・グレイブス・ロード, 1  
 4360

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ポンプ排気システムにおける廃物の蓄積を低減するためのシステムおよび方法

## (57) 【要約】 (修正有)

【課題】基板処理システムのポンプ排気システム内での廃物の蓄積を低減するための方法を提供する。

【解決手段】基板処理中に、処理チャンバ内の基板支持体上に基板を配置し、1または複数の処理ガスを処理チャンバに供給し、不活性希釈ガスを第1流量でポンプ排気システムに供給し、処理チャンバ内で基板に基板処理を実行し、ポンプ排気システムを用いて、反応物質を処理チャンバから排気する。方法は、基板処理の後、洗浄処理中に、洗浄ガスを含む洗浄プラズマを処理チャンバ内に供給し、洗浄処理中に、不活性希釈ガスを第1流量よりも小さい第2流量でポンプ排気システムに供給する。

【選択図】図3

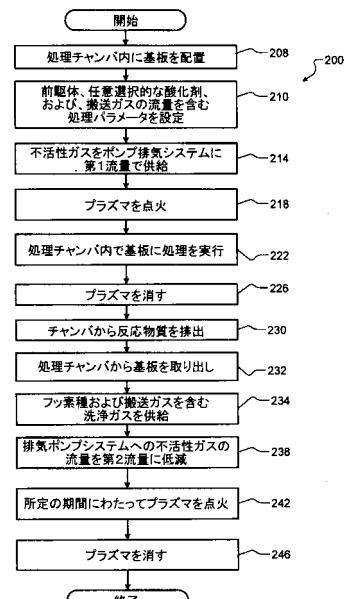


FIG. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板処理システムのポンプ排気システムにおける廃物の蓄積を低減するための方法であ  
って、

基板処理中に、

処理チャンバ内の基板支持体上に基板を配置し、

1または複数の処理ガスを前記処理チャンバに供給し、

不活性希釈ガスを第1流量で前記ポンプ排気システムに供給し、

前記処理チャンバ内で前記基板に基板処理を実行し、

ポンプ排気システムを用いて、反応物質を前記処理チャンバから排気し、

10

前記基板処理の後に、

洗浄処理中に、洗浄ガスを含む洗浄プラズマを前記処理チャンバ内に供給し、

前記洗浄処理中に、前記不活性希釈ガスを前記第1流量よりも小さい第2流量で前記ポンプ排気システムに供給すること、

を備える、方法。

**【請求項 2】**

請求項1に記載の方法であって、前記ポンプ排気システムは、バルブと、ポンプと、減少装置と、前記バルブを前記処理チャンバに接続し、前記ポンプを前記バルブに接続し、前記減少装置を前記ポンプに接続する排気ラインと、を備える、方法。

20

**【請求項 3】**

請求項2に記載の方法であって、前記不活性希釈ガスは、

前記バルブと前記ポンプとの間、および、

前記ポンプと前記減少装置との間、の少なくとも一方に供給される、方法。

**【請求項 4】**

請求項2に記載の方法であって、前記基板処理は、プラズマ原子層蒸着およびプラズマ化学蒸着の一方を含む、方法。

**【請求項 5】**

請求項1に記載の方法であって、前記1または複数の処理ガスは、前駆体ガス、酸化ガス、および、不活性ガスを含む、方法。

30

**【請求項 6】**

請求項5に記載の方法であって、前記前駆体ガスは、シリコン前駆体ガスを含む、方法。

**【請求項 7】**

請求項5に記載の方法であって、前記酸化ガスは、分子酸素および亜酸化窒素を含む群  
から選択される、方法。

**【請求項 8】**

請求項1の方法であって、前記不活性希釈ガスは、分子窒素を含む、方法。

**【請求項 9】**

請求項1に記載の方法であって、

前記排気ポンプシステムは、抵抗ヒータを備えたポンプを備え、

40

前記洗浄処理中に、前記抵抗ヒータは作動されない、方法。

**【請求項 10】**

請求項1に記載の方法であって、

前記処理ガスは、前駆体ガスおよび酸化ガスを含み、

前記第1流量は、前記ポンプ排気システム内での前記前駆体ガスおよび前記酸化ガスの燃焼を防ぐのに十分な第1の予め定められた流量よりも大きく、

前記第2流量は、前記基板処理中に用いられた場合に前記前駆体ガスおよび前記酸化ガスの燃焼を防ぐのに十分な第2の予め定められた流量である、方法。

**【請求項 11】**

請求項1に記載の方法であって、前記第1流量は、前記第2流量の2倍以上である、方

50

法。

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記洗浄プラズマを供給することは、  
洗浄処理中に、前記洗浄ガスを前記処理チャンバに供給し、  
前記処理チャンバ内で前記洗浄プラズマを点火すること、  
を含む、方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載の方法であって、前記洗浄プラズマを供給することは、  
前記洗浄プラズマを遠隔で生成し、  
前記洗浄プラズマを前記処理チャンバに供給すること、  
を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、基板処理システムに関し、特に、基板処理システムのポンプ排気システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

本明細書で提供されている背景技術の記載は、本開示の背景を概略的に提示するためのものである。ここに名を挙げられている発明者の業績は、この背景技術に記載された範囲において、出願時に従来技術として通常見なされえない記載の態様と共に、明示的にも黙示的にも本開示に対する従来技術として認められない。

【0 0 0 3】

基板上への膜の蒸着またはエッティングなどの基板処理を実行するために、基板処理システムが利用されうる。基板処理システムは、一般的に、その内部に、基板支持体（ペデスタル、チャック、プレートなど）が配置されている処理チャンバを備える。半導体ウエハなどの基板が、処理中に基板支持体上に配置される。シャワー・ヘッドなどのガス拡散装置が、必要に応じて処理ガスおよびバージガスを供給および分配するために処理チャンバ内に配置されてよい。

【0 0 0 4】

いくつかの適用例において、膜は、プラズマ化学蒸着（P E C V D）またはプラズマ原子層蒸着（P E A L D）を用いて蒸着される。P E A L D 中、1 または複数回のサイクルが、基板上の膜を蒸着するために実行される。各 P E A L D サイクルは、一般的に、前駆体ドーズ、ドーズバージ、R F プラズマドーズ、および、R F バージの工程を備える。蒸着中、処理ガスが、シャワー・ヘッドを用いて処理チャンバに供給されうる。R F プラズマドーズ中、R F 電力がシャワー・ヘッドに供給され、基板支持体は接地される（または、その逆）。

【0 0 0 5】

反応物質の排出が、下流ポンプの流入口に接続された排気コネクタを通して減圧ポンピングを用いて実行されうる。下流ポンプの流出口は、通例はガスバーナおよびウォーター・スクラバを含む減少装置へ入力される。減少装置の出力は、通常、施設スクラブ排気システムに接続される。

【0 0 0 6】

いくつかの処理ガスの組みあわせが、ポンプ排気システムの排気ラインに固体廃物の蓄積を形成する。固体廃物の蓄積を防ぐために、加熱された不活性希釈ガスが、排気ポンプシステムに注入され、ポンプおよび／または排気ラインは、濃縮を防ぐように加熱される。しかしながら、時間と共に、処理チャンバ、下流ポンプ、および、減少装置を接続する排気ラインは、廃物蓄積により次第に閉塞される。結果として、意図したように処理が実行されない場合があり、排気流量の低下によって欠陥が増加しうる。最終的に、排気ラインは、処理チャンバをラインから取り外すと共に排気ライン交換または他の方法で修理す

10

20

30

40

50

る必要が生じるのに十分なほど閉塞される。

【0007】

シリコン前駆体および酸化剤などのいくつかの処理ガスの組みあわせは、高熱および高圧でより反応性が高くなりうる。したがって、不活性希釈ガス、排気ライン、および、ポンプを加熱して濃縮を防ぐことによって排気ライン内の蓄積を低減するアプローチは、反応速度が速くなるために利用できない。

【発明の概要】

【0008】

基板処理システムのポンプ排気システム内での廃物の蓄積を低減するための方法は、基板処理中に、処理チャンバ内の基板支持体上に基板を配置し、1または複数の処理ガスを処理チャンバに供給し、不活性希釈ガスを第1流量でポンプ排気システムに供給し、処理チャンバ内で基板に基板処理を実行し、ポンプ排気システムを用いて、反応物質を処理チャンバから排気すること、を備える。方法は、基板処理の後、洗浄処理中に、洗浄ガスを含む洗浄プラズマを処理チャンバ内に供給し、洗浄処理中に、不活性希釈ガスを第1流量よりも小さい第2流量でポンプ排気システムに供給すること、を備える。

10

【0009】

別の特徴において、ポンプ排気システムは、バルブと、ポンプと、減少装置と、バルブを処理チャンバに接続し、ポンプをバルブに接続し、減少装置をポンプに接続する排気ラインと、を備える。

20

【0010】

別の特徴において、不活性希釈ガスは、バルブとポンプとの間およびポンプと減少装置との間の少なくとも一方に供給される。基板処理は、プラズマ原子層蒸着およびプラズマ化学蒸着の一方を含む。1または複数の処理ガスは、前駆体ガス、酸化ガス、および、不活性ガスを含む。前駆体ガスは、シリコン前駆体ガスを含む。酸化ガスは、分子酸素および亜酸化窒素を含む群から選択される。不活性希釈ガスは、分子窒素を含む。

20

【0011】

別の特徴において、排気ポンプシステムは、抵抗ヒータを備えたポンプを備える。洗浄処理中に、抵抗ヒータは作動されない。

【0012】

別の特徴において、処理ガスは、前駆体ガスおよび酸化ガスを含む。第1流量は、ポンプ排気システム内での前駆体ガスおよび酸化ガスの燃焼を防ぐのに十分な第1所定流量よりも大きい。第2流量は、基板処理中に用いられた場合に前駆体ガスおよび酸化ガスの燃焼を防ぐのに十分な第2所定流量である。第1流量は、第2流量の2倍以上である。

30

【0013】

別の特徴において、洗浄プラズマを供給する工程は、洗浄処理中に洗浄ガスを処理チャンバに供給する工程と、処理チャンバ内で洗浄プラズマを点火する工程と、を含む。

【0014】

別の特徴において、洗浄プラズマを供給する工程は、洗浄プラズマを遠隔で生成する工程と、洗浄プラズマを処理チャンバに供給する工程と、を含む。

40

【0015】

詳細な説明、特許請求の範囲、および、図面から、本開示を適用可能なさらなる領域が明らかになる。詳細な説明および具体的な例は、単に例示を目的としており、本開示の範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0016】

本開示は、詳細な説明および以下に説明する添付図面から、より十分に理解できる。

【0017】

【図1】本開示に従って、ポンプ排気システムを備える基板処理システムの一例を示す機能プロック図。

【0018】

50

【図2】本開示に従って、ポンプ排気システムの一例を示す機能ブロック図。

【0019】

【図3】本開示に従って、ポンプ排気システムを動作させるための方法を示すフローチャート。

【0020】

【図4】本開示に従って、洗浄中に遠隔プラズマ源を用いてポンプ排気システムを動作させるための方法を示すフローチャート。

【0021】

図面において、同様および/または同一の要素を特定するために、同じ符号を用いる場合がある。

10

【発明を実施するための形態】

【0022】

本開示に従ったポンプ排気システムおよび方法は、基板処理後に実行される。例えば、基板処理は、プラズマ原子層蒸着 (PEALD) 処理、プラズマ化学蒸着 (PECVD) 処理、低圧CVD (LPCVD)、炉内ALD、炉内蒸着、熱ALD、または、その他の基板処理を用いた膜蒸着を含みうる。本明細書では膜蒸着が記載されているが、その他のタイプの基板処理が実行されてもよい。膜蒸着は、処理ガスを用いて実行される。一部の例において、処理ガスは、1または複数の前駆体ガス、酸化剤、ならびに、搬送ガスを含むが、その他の処理ガスが利用されてもよい。

【0023】

上述のように、時間と共に、固体廃物が、ポンプ排気システムのポンプおよび排気ライン内に蓄積する。膜蒸着中の廃物の蓄積を低減するために、通常は、不活性希釈ガスが、排気ライン内の反応物質の分圧を下げるために、ポンプ排気システムに供給される。一部の例において、不活性希釈ガスは、利用される流量、前駆体タイプ、および、酸化剤タイプを前提として排気ライン内での燃焼を防ぐのに十分な所定の流量よりも大きい第1流量で供給される。

20

【0024】

特定の前駆体ガスおよび酸化剤ガスを含む蒸着処理ガスを用いる時、ポンプの抵抗ヒータは、反応の可能性を低減するために蒸着中には利用されない。一部の例では、ポンプ冷却システムを用いて、ポンプの冷却も実行される。

30

【0025】

基板処理後、処理チャンバの内面が、洗浄処理を用いて洗浄される。洗浄処理は、フッ素系のガス種を含むRFプラズマガスを用いて、処理チャンバの内面上に蓄積した膜を除去する。従来のシステムにおいて、希釈ガス流量は、蒸着処理中および洗浄処理中の両方で、ポンプ排気システム内で同じ流量に維持される。

【0026】

本開示によれば、ポンプ排気システムに供給される不活性希釈ガスの第2流量が、蒸着処理中に用いられる第1流量未満に、洗浄処理中に低減される。第2流量が低減されるので、活性化されたフッ素ガス種の滞留時間および分圧が、ポンプ排気システムの排気ラインにおいて増加する。結果として、排気ライン内の固体廃物が、洗浄処理中にエッチングされる。

40

【0027】

より具体的には、基板処理中に、不活性希釈ガスは、排気ライン内の反応物質の分圧を低下させるために、第1流量で流される。一部の例において、第1流量は、利用される流量、前駆体タイプ、および、酸化剤タイプを前提として排気ライン内での燃焼を防ぐのに十分な所定の流量よりも大きい。一部の例において、不活性希釈ガスは、100標準リットル毎分 (slm) ~ 300slmの範囲の流量で供給される。例えば、190slmが用いられてよい。

【0028】

一部の例において、不活性希釈ガスの第2流量は、第1流量よりも小さい。一部の例に

50

おいて、洗浄処理中に用いられる第2流量は、基板処理中に用いられた場合に燃焼を防ぐのには不十分である。一部の例において、第2流量は、洗浄処理中には10~90s1mの範囲であるが、その他の流量が用いられてもよい。

#### 【0029】

ここで、図1を参照すると、基板処理システムの一例10が、反応領域を備えた処理チャンバ12を備える。具体的な処理チャンバ例が図示されているが、その他のタイプの処理および/または処理チャンバが利用されてもよい。処理ガスは、シャワーヘッド14を用いて処理チャンバ12へ供給されてよい。一部の例において、シャワーヘッド14は、シャンデリア型シャワーヘッドである。シャワーヘッド14の上面と処理チャンバ12の上面との間に二次バージガスを注入するために、二次バージガスシステム13が用いられてよい。二次バージガスシステム13は、カラー15を備えてよく、カラー15は、シャワーヘッドのシステムの周りに配置され、シャワーヘッド14と処理チャンバ12の上面との間に側方に二次バージガスを注入するためのガス穴(図示せず)を備える。

10

#### 【0030】

半導体ウエハなどの基板18が、処理中に基板支持体16上に配置されてよい。基板支持体16は、ペデスタル、静電チャック、機械式チャック、または、その他のタイプの基板支持体を含みうる。

#### 【0031】

ガス供給システム20は、1または複数のガス源22-2、22-2、・・・、および、22-N(集合的に、ガス源22)を備えており、ここで、Nは1より大きい整数である。バルブ24-1、24-2、・・・、および、24-N(集合的に、バルブ24)、マスフローコントローラ26-1、26-2、・・・、および、26-N(集合的に、マスフローコントローラ26)、もしくは、その他の流量制御装置が、処理チャンバ12にガス混合物を供給するマニホールド30に、1または複数のガスを制御可能に供給するために用いられてよい。

20

#### 【0032】

(1または複数のセンサ41を用いて)温度、圧力などの処理パラメータを監視し、処理タイミングを制御するために、コントローラ40が用いられてよい。コントローラ40は、ガス供給システム20、基板支持体ヒータ42、および/または、RFプラズマ発生器46などの処理装置を制御するために用いられてよい。コントローラ40は、ポンプ排気システム50を用いて処理チャンバ12から反応物質を排気するために用いられてもよい。

30

#### 【0033】

RFプラズマ発生器46は、処理チャンバ内にRFプラズマを選択的に発生させる。RFプラズマ発生器46は、誘導タイプまたは容量タイプのRFプラズマ発生器であってよい。一部の例において、RFプラズマ発生器46は、RF電源60および整合/配電回路網64を備えてよい。図では、RFプラズマ発生器46がシャワーヘッド14に接続され、基板支持体が接地または浮遊しているが、RFプラズマ発生器46が基板支持体16に接続され、シャワーヘッド14が接地または浮遊していてもよい。一部の例において、バージガス80が、バルブ82によって二次バージガスシステム13へ選択的に供給されてもよい。

40

#### 【0034】

洗浄中、上述のように、洗浄プラズマ処理ガスが処理チャンバに供給されてよく、プラズマがチャンバ内で点火されてよい。あるいは、遠隔プラズマ源90が、処理チャンバに洗浄プラズマを供給するために用いられてもよい。一部の例において、洗浄プラズマ処理ガスまたは遠隔洗浄プラズマは、三フッ化窒素(NF<sub>3</sub>)、六フッ化エタン(C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)、または、その他のフッ素ガス種などのフッ素ガス種を含んでよい。

#### 【0035】

ここで、図2を参照すると、ポンプ排気システム50が、さらに詳細に図示されている。ポンプ排気システム50は、バルブ110、ポンプ114、および、減少装置118を

50

備える。一部の例において、バルブ 110 はスロットルバルブを含むが、その他のタイプのバルブが用いられてもよい。減少装置 118 の出力は、施設スクラブ排気システム 122 と流体連通している。一部の例において、減少装置 118 は、反応物質に点火するためのガスバーナと、ウォータースクラバなどのスクラバとを備える（いずれも図示せず）。一部の例では、排気ライン 126 内での濃縮を防ぐために、処理チャンバ、バルブ 110、ポンプ 114、減少装置 118、および、施設スクラブ排気システム 122 を接続する排気ライン 126 が、ヒータ 128 によって加熱される。一部の例において、排気ライン 126 は、90 ~ 110 の間の温度範囲に加熱される。一部の例において、ヒータ 128 は、排気ライン 126 の周りに配置された抵抗加熱ラップを含む。

## 【0036】

10

蒸着および/または洗浄中、不活性希釈ガスが、バルブ 110 とポンプ 114 との間および/またはポンプ 114 と減少装置 118 との間の排気ラインに注入されてよい。不活性ガスが注入される位置は、ポンプ 114 の容量に部分的に依存しうる。一部の例において、ポンプ 114 が、処理チャンバ 12 からのガスと注入される追加の不活性希釈ガスとの流量を扱うことができる場合、不活性希釈ガスは、バルブ 110 とポンプ 114 との間にのみ注入され、ポンプ 114 と減少装置 118 との間には注入されない。

## 【0037】

20

不活性希釈ガスがバルブ 110 とポンプ 114 との間に注入される実施例では、マスフローメータ 134 およびバルブ 138 が、ガス源 130 からの不活性希釈ガスの流れを制御するために用いられる。一部の例において、不活性希釈ガスが注入される方向は、（図に示すような直角ではなく）バルブ 110 とポンプ 114 との間のライン 126 内の流れと同じ方向である。不活性ガスがポンプ 114 と減少装置 118 との間に注入される実施例では、マスフローメータ 142 およびバルブ 144 が、ガス源 140 からの不活性希釈ガスの流れを制御するために用いられる。一部の例において、不活性希釈ガスが注入される方向は、ポンプ 114 と減少装置 118 との間のライン 126 内の流れと同じ方向であるが、その他の方向が用いられてもよい。

## 【0038】

30

一部の例において、ポンプ 114 は、ポンプ 114 を通して流れる反応物質および不活性希釈ガスを加熱するための抵抗ヒータ 150 を備える。一部の例において、ポンプは、ポンプ 156 を用いて冷却流体 154 を冷却路 158 へ供給する冷却システム 152 を含む。冷却システム 152 は、ポンプ 114 を通して流れる反応ガスおよび不活性希釈ガスを冷却するために用いられてよい。

## 【0039】

40

ここで、図 3 を参照すると、ポンプ排気システム 50 内の廃物蓄積を除去するための方法 200 が図示されている。工程 208 では、基板が、処理チャンバ 12 内で基板支持体 16 上に配置される。工程 210 では、処理ガス流量を含む処理パラメータが設定される。例えば、前駆体ガス流量、任意選択的な酸化剤ガス流量、および、搬送ガス流量が、ガス供給システム 20 およびコントローラ 40 によって設定される。工程 214 では、不活性希釈ガスが、第 1 流量でポンプ排気システムに供給される。工程 218 では、RF プラズマが、処理チャンバ内で点火される。工程 222 では、基板が処理される。例えば、膜が、蒸着期間中に処理チャンバ内で基板上に蒸着される。工程 226 では、プラズマは、蒸着期間後に消される。工程 230 で、反応ガスが、チャンバから排出される。例えば、ページ処理が、処理チャンバへ不活性希釈ガスを供給することによって実行されてよい。工程 232 では、基板が取り出される。

## 【0040】

50

工程 234 では、洗浄ガスが、処理チャンバへ供給される。一部の例において、洗浄ガスは、フッ素ガス種および搬送ガスを含む。工程 238 では、ポンプ排気システムへの不活性希釈ガスの流量が、第 1 流量よりも小さい第 2 流量に低減される。工程 242 では、RF プラズマが、処理チャンバ内で点火される。工程 246 では、RF プラズマは、所定の洗浄期間後に消される。

## 【0041】

ここで、図4を参照すると、図3の方法は、遠隔プラズマ源を用いて変形されうる。工程232の後、フッ素種を含む遠隔プラズマが、工程250では、所定の洗浄期間にわたって処理チャンバに供給される。洗浄処理の前または洗浄処理の実行中、排気ポンプシステムへの不活性希釈ガスの流量は、工程252において第2流量へ低減される。所定の洗浄期間が終了すると、遠隔プラズマ源からの遠隔プラズマの供給は、工程254において停止される。

## 【0042】

一部の例において、ガス供給システムは、前駆体、酸化剤、ならびに、1または複数の搬送ガスを含む処理ガス混合物を供給する。一部の例において、前駆体ガスは、シリコン前駆体ガスを含む。一部の例において、酸化剤ガスは、亜窒化酸素( $N_2O$ )または分子酸素( $O_2$ )を含み、搬送ガスは、アルゴン( $Ar$ )を含むが、その他の酸化剤および搬送ガスが用いられてもよい。一部の例において、洗浄ガスは、三フッ化窒素( $NF_3$ )、六フッ化エタン( $C_2F_6$ )、または、その他のフッ素ガス種などのフッ素ガス種を含んでよい。一部の例において、ポンプ排気システムへ供給される不活性搬送ガスは、分子窒素( $N_2$ )を含むが、その他の不活性希釈ガスが用いられてもよい。

10

## 【0043】

いくつかの例において、ウエハ処理中に、不活性希釈ガスは、排気ライン内の反応物質の分圧を低減するために、100～300標準リットル毎分( $s1m$ )の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、ウエハ処理中に150～250  $s1m$ の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、ウエハ処理中に170～210  $s1m$ の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、ウエハ処理中に190  $s1m$ の流量を有する。

20

## 【0044】

一部の例において、不活性希釈ガスは、RFプラズマ洗浄中にポンプ排気システム50のライン126内でのフッ素ガスの滞留時間を長くするために、10～90標準リットル毎分( $s1m$ )の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、RFプラズマ洗浄中に30～70  $s1m$ の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、RFプラズマ洗浄中に10～30  $s1m$ の範囲の流量を有する。一部の例において、不活性希釈ガスは、RFプラズマ洗浄中に60～70  $s1m$ の範囲の流量を有する。一部の例において、第1流量は、第2流量の2倍以上である。一部の例において、第1流量は、第2流量の3倍以上である。

30

## 【0045】

一部の例において、本開示に従ったシステムおよび方法は、さらに、反応速度を下げるために、処理チャンバのRFプラズマ洗浄中にポンプおよび不活性希釈ガスの温度を低下させる。これは、ポンプ排気システム内の洗浄ガスおよび反応性フッ素成分の分圧および滞留時間を増大させるように作用する。一部の例において、不活性希釈ガスは、ポンプによる圧縮中に加熱される。一部の例において、さらなる熱が、蒸着中に抵抗ヒータ150によって供給される。一部の例において、抵抗ヒータ150は、洗浄処理中にオフにされる、および/または、冷却システム152は、RFプラズマ洗浄中に不活性希釈ガスをさらに冷却するために用いられる。

40

## 【0046】

一部の例において、コントローラ40は、洗浄ガスが供給された時に、不活性希釈ガスの流量の低減を開始する。例えば、洗浄ガス( $NF_3$ など)が供給されると、信号を用いて、蒸着のための第1流量以上の流量(150  $s1m$ 、190  $s1m$ 、または、210  $s1m$ など)から洗浄のための第2流量以下の流量(10  $s1m$ 、20  $s1m$ 、65  $s1m$ など)に不活性希釈ガスを切り替えることができる。

## 【0047】

上述の記載は、本質的に例示に過ぎず、本開示、応用例、または、利用法を限定する意図はない。本開示の広範な教示は、様々な形態で実施されうる。したがって、本開示には

50

特定の例が含まれるが、図面、明細書、および、以下の特許請求の範囲を研究すれば他の変形例が明らかになるため、本開示の真の範囲は、それらの例には限定されない。方法に含まれる1または複数の工程が、本開示の原理を改変することなく、異なる順序で（または同時に）実行されてもよいことを理解されたい。さらに、実施形態の各々は、特定の特徴を有するものとして記載されているが、本開示の任意の実施形態に関して記載された特徴の内の任意の1または複数の特徴を、他の実施形態のいずれかに実装することができる、および／または、組み合わせが明確に記載されていないとしても、他の実施形態のいずれかの特徴と組み合わせることができる。換言すると、上述の実施形態は互いに排他的ではなく、1または複数の実施形態を互いに置き換えることは本開示の範囲内にある。

【0048】

10

要素の間（例えば、モジュールの間、回路要素の間、半導体層の間）の空間的関係および機能的関係性が、「接続される」、「係合される」、「結合される」、「隣接する」、「近接する」、「の上部に」、「上方に」、「下方に」、および、「配置される」など、様々な用語を用いて記載されている。第1および第2要素の間の関係性を本開示で記載する時に、「直接」であると明確に記載されていない限り、その関係性は、他に介在する要素が第1および第2の要素の間に存在しない直接的な関係性でありうるが、1または複数の介在する要素が第1および第2の要素の間に（空間的または機能的に）存在する間接的な関係性でもありうる。本明細書で用いられているように、「A、B、および、Cの少なくとも1つ」という表現は、非排他的な論理和ORを用いて、論理（AまたはBまたはC）を意味すると解釈されるべきであり、「Aの少なくとも1つ、Bの少なくとも1つ、および、Cの少なくとも1つ」という意味であると解釈されるべきではない。

20

【0049】

いくつかの実施例において、コントローラは、システムの一部であり、システムは、上述の例の一部であってよい。かかるシステムは、1または複数の処理ツール、1または複数のチャンバ、処理のための1または複数のプラットフォーム、および／または、特定の処理構成要素（ウエハペデスタル、ガスフローシステムなど）など、半導体処理装置を備えうる。これらのシステムは、半導体ウエハまたは基板の処理前、処理中、および、処理後に、システムの動作を制御するための電子機器と一体化されてよい。電子機器は、「コントローラ」と呼ばれてもよく、システムの様々な構成要素または副部品を制御しうる。コントローラは、処理要件および／またはシステムのタイプに応じて、処理ガスの供給、温度設定（例えば、加熱および／または冷却）、圧力設定、真空設定、電力設定、高周波（RF）発生器設定、RF整合回路設定、周波数設定、流量設定、流体供給設定、位置および動作設定、ならびに、ツールおよび他の移動ツールおよび／または特定のシステムと接続または結合されたロードロックの内外へのウエハ移動など、本明細書に開示の処理のいずれを制御するようプログラムされてもよい。

30

【0050】

概して、コントローラは、命令を受信する、命令を発行する、動作を制御する、洗浄動作を可能にする、エンドポイント測定を可能にすることなどを行う様々な集積回路、ロジック、メモリ、および／または、ソフトウェアを有する電子機器として定義されてよい。集積回路は、プログラム命令を格納するファームウェアの形態のチップ、デジタル信号プロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）として定義されるチップ、および／または、プログラム命令（例えば、ソフトウェア）を実行する1または複数のマイクロプロセッサまたはマイクロコントローラを含みうる。プログラム命令は、様々な個々の設定（またはプログラムファイル）の形態でコントローラに伝えられて、半導体ウエハに対するまたは半導体ウエハのための特定の処理を実行するための動作パラメータ、もしくは、システムへの動作パラメータを定義する命令であってよい。動作パラメータは、いくつかの実施形態において、ウエハの1または複数の層、材料、金属、酸化物、シリコン、二酸化シリコン、表面、回路、および／または、ダイの加工中に1または複数の処理工程を達成するために処理エンジニアによって定義されるレシピの一部であってよい。

40

【0051】

50

コントローラは、いくつかの実施例において、システムと一体化されるか、システムに接続されるか、その他の方法でシステムとネットワーク化されるか、もしくは、それらの組み合わせでシステムに結合されたコンピュータの一部であってもよいし、かかるコンピュータに接続されてもよい。例えば、コントローラは、「クラウド」内にあってもよいし、ウエハ処理のリモートアクセスを可能にできるファブホストコンピュータシステムの全部または一部であってもよい。コンピュータは、現在の処理のパラメータを変更する、現在の処理に従って処理工程を設定する、または、新たな処理を開始するために、システムへのリモートアクセスを可能にして、製造動作の現在の進捗を監視する、過去の製造動作の履歴を調べる、もしくは、複数の製造動作からの傾向または性能指標を調べる。いくつかの例では、リモートコンピュータ（例えば、サーバ）が、ネットワーク（ローカルネットワークまたはインターネットを含みうる）を介してシステムに処理レシピを提供してよい。リモートコンピュータは、パラメータおよび／または設定の入力またはプログラミングを可能にするユーザインターフェースを備えてよく、パラメータおよび／または設定は、リモートコンピュータからシステムに通信される。いくつかの例において、コントローラは、データの形式で命令を受信し、命令は、1または複数の動作中に実行される処理工程の各々のためのパラメータを指定する。パラメータは、実行される処理のタイプならびにコントローラがインターフェース接続するまたは制御するよう構成されたツールのタイプに固有であってよいことを理解されたい。したがって、上述のように、コントローラは、ネットワーク化されて共通の目的（本明細書に記載の処理および制御など）に向けて動作する1または複数の別個のコントローラを備えることなどによって分散されてよい。かかる目的のための分散コントローラの一例は、チャンバでの処理を制御するために協働するリモートに配置された（プラットフォームレベルにある、または、リモートコンピュータの一部として配置されるなど）1または複数の集積回路と通信するチャンバ上の1または複数の集積回路である。

#### 【0052】

限定はしないが、システムの例は、プラズマエッチングチャンバまたはモジュール、蒸着チャンバまたはモジュール、スピニングチャンバまたはモジュール、金属メッキチャンバまたはモジュール、洗浄チャンバまたはモジュール、ベベルエッジエッチングチャンバまたはモジュール、物理蒸着（PVD）チャンバまたはモジュール、化学蒸着（CVD）チャンバまたはモジュール、原子層蒸着（ALD）チャンバまたはモジュール、原子層エッチング（ALE）チャンバまたはモジュール、イオン注入チャンバまたはモジュール、トラックチャンバまたはモジュール、ならびに、半導体ウエハの加工および／または製造に関連するかまたは利用されうる任意のその他の半導体処理システムを含みうる。

#### 【0053】

上述のように、ツールによって実行される1または複数の処理工程に応じて、コントローラは、他のツール回路またはモジュール、他のツール構成要素、クラスタツール、他のツールインターフェース、隣接するツール、近くのツール、工場の至る所に配置されるツール、メインコンピュータ、別のコントローラ、もしくは、半導体製造工場内のツール位置および／またはロードポートに向かってまたはそこからウエハのコンテナを運ぶ材料輸送に用いられるツール、の内の1または複数と通信してもよい。

【図1】

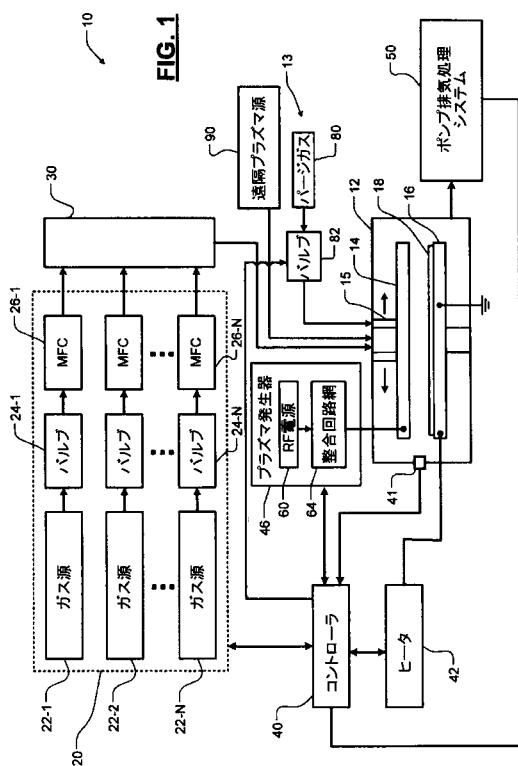


FIG.1

【図2】

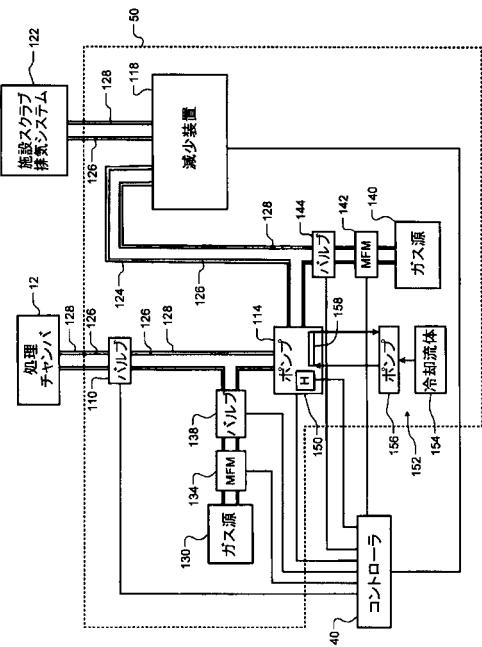


FIG.2

【図3】

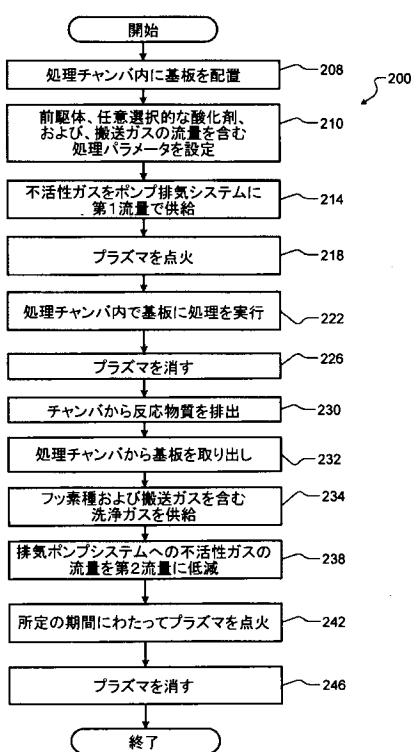


FIG.3

【図4】

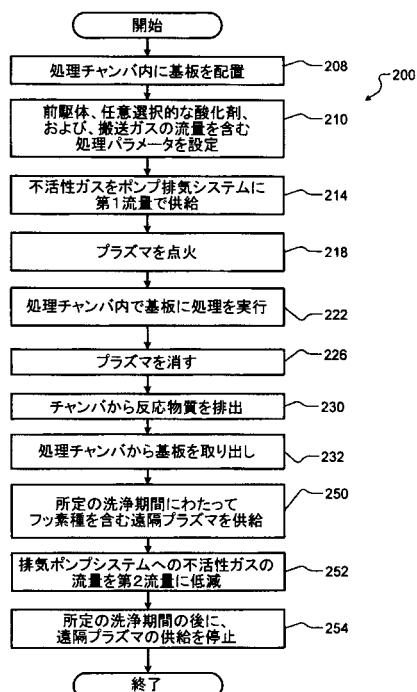


FIG.4

---

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン・ゴザ

アメリカ合衆国 オレゴン州97004 ピーバークリーク, サウス・ブルックス・レーン, 26  
550

(72)発明者 ラメッシュ・チャンドラセカーラン

アメリカ合衆国 オレゴン州97202 ポートランド, サウスイースト・ハーネイ・ストリート  
, 1343

(72)発明者 エイドリアン・ラボイエ

アメリカ合衆国 オレゴン州97132 ニューバーグ, コヨーテ・ループ, 12705

(72)発明者 ジョセフ・ネスミス

アメリカ合衆国 オレゴン州97115 ダンディー, サウス・ウェスト・ナミッツ・コート, 2  
27

F ターム(参考) 4K030 AA06 AA14 AA16 AA24 CA04 CA12 DA06 DA08 EA04 EA12  
FA01 FA10 GA02 HA01 JA05 KA22 KA28 KA30 LA15  
5F004 AA15 BA03 BA04 BC03 BD04 CA01 DA02 DA17 DA23 DA25  
5F045 AA06 AA08 AA15 AC00 AC11 AC15 AC16 AE01 BB08 DP03  
EB05 EE06 EE14 EE17 EG03 EH13 EH18

【外國語明細書】

2018050041000001.pdf