

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-531269
(P2007-531269A)

(43) 公表日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
HO1L 21/31 (2006.01)	HO1L 21/31	C 4KO3O
HO1L 21/3065 (2006.01)	HO1L 21/302	1O1H 5FOO4
HO1L 21/205 (2006.01)	HO1L 21/205	5FO45
C23C 16/44 (2006.01)	C23C 16/44	J

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

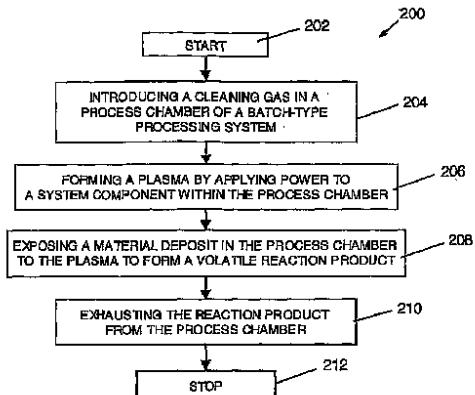
(21) 出願番号	特願2007-504946 (P2007-504946)	(71) 出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番6号
(86) (22) 出願日	平成17年1月26日 (2005.1.26)	(71) 出願人	505390680
(85) 翻訳文提出日	平成18年9月7日 (2006.9.7)		トキヨー・エレクトロン・アメリカ・イ ンコーポレーテッド
(86) 國際出願番号	PCT/US2005/002460		アメリカ合衆国・テキサス・78741- 6500・オースティン・グローブ・ブ ルバード・2400
(87) 國際公開番号	W02005/104186	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(87) 國際公開日	平成17年11月3日 (2005.11.3)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(31) 優先権主張番号	10/808,691	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成16年3月25日 (2004.3.25)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 装置の構成要素のプラズマエンハンスクリーニングの方法及びその処理装置

(57) 【要約】

バッチ型処理装置内の装置の構成要素(21、25、26、35、94、104、112、116、126)のプラズマエンハンスクリーニング方法及び、該クリーニングを監視し、制御する方法。該クリーニングは、バッチ型処理装置(1、100)の処理チャンバ(10、102)内にクリーニングガスを導入し、処理チャンバ内部の装置の構成要素に電力を印加することによりプラズマを形成し、揮発性反応生成物を形成するように処理チャンバ内の堆積物質をプラズマに露出し、処理装置から反応生成物を排出することにより実施される。処理装置の監視は、処理装置のクリーニング状態を確認することにより実施され、監視からの状態に基づいて、処理装置は、露出および監視を続行するか、クリーニング処理を終了するかが制御される。装置の構成要素のプラズマエンハンスクリーニングができるバッチ型処理装置が提供され、監視および制御できる装置が提供される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

垂直方向に積み重ねられた多数のウェーハを保持するように適合された基板ホルダーを取り囲む処理チューブを囲み、少なくとも一つの表面上に堆積物質を有するバッチ型処理装置の処理チャンバ内に、クリーニングガスを導入する段階と、

前記基板ホルダー、前記基板ホルダーを支持する基板ホルダー支持体、前記処理チューブから成るグループから選択された、前記装置チャンバ内部の装置の構成要素に電力を印加することによりプラズマを形成する段階と、

揮発性反応生成物を形成するために、前記処理チャンバ内の前記堆積物質を前記プラズマに露出する段階と、

前記反応生成物を前記処理チャンバから排出する段階とを有するクリーニング処理を備えたバッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニング方法。

【請求項 2】

前記クリーニング処理の進捗を示す前記処理装置からの信号を監視する段階と、前記信号に基づいて、(a)前記クリーニング処理の実施及び監視を継続する段階、または(b)前記クリーニング処理を終了する段階のいずれか一つを実施する段階とを更に備えた請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記監視する段階は、前記信号の強度レベルがしきい値に達したかどうかを確認する段階を更に有する請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記(b)段階は、前記しきい値に達したことを確認した後に行われる請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記監視する段階は、前記処理チャンバ内のガスの発光または光吸収を検出するための光学監視装置を使用する段階を備える請求項2に記載の方法。

【請求項 6】

前記監視する段階は、前記装置の構成要素または前記堆積物質の少なくとも一つと光との相互作用を検出するための光学監視装置を使用する段階を備える請求項2に記載の方法。

【請求項 7】

前記監視する段階は、前記処理チャンバ内のガスの質量信号を検出するための質量センサーを使用する段階を備える請求項2に記載の方法。

【請求項 8】

前記導入する段階は、前記処理チャンバ内に C_1F_3 、 HF 、 HCl 、 F_2 、 NF_3 、 CF_4 の少なくとも一つを流入する段階を更に備える請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記導入する段階は、 Ar 、 He 、 Ne 、 Kr 、 Xe 、 N_2 の少なくとも一つを流入する段階を更に備える請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

垂直方向に積み重ねられた多数のウェーハを保持するように適合された基板ホルダーを取り囲む処理チューブを囲み、少なくとも一つの表面上に堆積物質を有するバッチ型処理装置の処理チャンバ内に、クリーニングガスを導入する段階と、前記処理チューブに電力を印加してプラズマを形成する段階と、揮発性反応生成物を形成するために、前記処理チャンバ内の前記堆積物質を前記プラズマに露出する段階と、前記反応生成物を前記処理チャンバから排出する段階とを有するクリーニング処理を実施する段階と、

前記クリーニング処理の進捗を示す前記処理装置からの信号を監視する段階と、

前記信号に基づいて、(a)前記クリーニング処理の実施及び監視を継続する段階、または(b)前記クリーニング処理を終了する段階のいずれか一つを実施する段階とを備えたバッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニング方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記監視する段階は、前記信号の強度レベルがしきい値に達したかどうかを確認する段階を更に有する請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記 (b) 段階は、前記しきい値に達したことを確認した後に行われる請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記監視する段階は、前記処理チャンバ内のガスの発光または光吸収を検出するための光学監視装置を使用する段階を備える請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記監視する段階は、前記装置の構成要素または前記堆積物質の少なくとも一つと光との相互作用を検出するための光学監視装置を使用する段階を備える請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記監視する段階は、前記処理チャンバ内のガスの質量信号を検出するための質量センサーを使用する段階を備える請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記導入する段階は、前記処理チャンバ内に C_1F_3 、 HF 、 HC_1 、 F_2 、 NF_3 、 CF_4 の少なくとも一つを流入する段階を更に備える請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記導入する段階は、 Ar 、 He 、 Ne 、 Kr 、 Xe 、 N_2 の少なくとも一つを流入する段階を更に備える請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

垂直方向に積み重ねられた多数のウェーハを保持するように適合された基板ホルダーを取り囲む処理チューブを囲み、少なくとも一つの表面上に堆積物質を有する処理チャンバと、

前記処理チャンバ内部の装置の構成要素であり、前記基板ホルダー、前記基板ホルダーを支持するための基板ホルダー支持体、または前記処理チューブから成るグループから選択された電極と、

前記処理チャンバにクリーニングガスを導入するように設計されたガス注入装置と、

前記電極に電力を印加することにより前記処理チャンバ内にプラズマを形成し、前記プラズマが前記堆積物質と反応して揮発性反応生成物を形成するように設計されたプラズマ源と、

前記反応生成物を前記処理チャンバから排出するように設計された真空ポンプ装置と、処理装置を制御するように設計された制御装置とを備えたバッチ型処理装置。

【請求項 1 9】

前記処理装置からの信号を監視し、前記処理装置のクリーニング状態を確認するように設計され、前記制御装置に前記状態を伝達するように設計された処理チャンバ監視装置を更に備えた処理装置において、

前記制御装置は前記状態を受信し前記状態に対応して前記処理装置を制御するように更に設計されている請求項 1 8 に記載の処理装置。

【請求項 2 0】

前記チャンバ監視装置は、前記信号の強度レベルがしきい値に達したかどうかを確認し、前記確認に基づいて、処理を続行または終了するように更に設計された請求項 1 9 に記載の処理装置。

【請求項 2 1】

前記チャンバ監視装置は、前記処理チャンバ内のガスの発光または光吸収を検出するための光学監視装置を備えた請求項 1 9 に記載の処理装置。

【請求項 2 2】

前記チャンバ監視装置は、前記装置の構成要素または前記堆積物質の少なくとも一つと

10

20

30

40

50

光との相互作用を検出するための光学監視装置を備えた請求項 1 9 に記載の処理装置。

【請求項 2 3】

前記チャンバ監視装置は、前記処理チャンバ内の質量信号を検出するための質量センサーを備えた請求項 1 9 に記載の処理装置。

【請求項 2 4】

前記電極は前記処理チューブであり、前記プラズマ源は R F ジェネレータと前記処理チューブに結合されたマッチネットワークとを備えた請求項 1 8 に記載の処理装置。

【請求項 2 5】

装置の構成要素は、石英、 Al_2O 、 SiN 、 ドーピングされたシリコン、 SiC でコーティングされたグラファイト、 Si でコーティングされたグラファイトの少なくとも一つを有する請求項 1 8 に記載の処理装置。 10

【請求項 2 6】

前記堆積物は、 Si 、 $SiGe$ 、 SiN 、 SiO_2 、 ドーピングされた Si 、 HfO_2 、 $HfSiO_x$ 、 ZrO_2 、 $ZrSiO_x$ の少なくとも一つを有する請求項 1 8 に記載の処理装置。

【請求項 2 7】

垂直方向に積み重ねられた多数のウェーハを保持するように適合された基板ホルダーを取り囲む処理チューブを囲み、少なくとも一つの表面上に堆積物質を有する処理チャンバと、

前記処理チャンバ内にクリーニングガスを導入するように設計されたガス注入装置と、
前記処理チューブに電力を印加することにより前記処理チャンバ内にプラズマを形成し、前記プラズマが前記堆積物質と反応して揮発性反応生成物を形成するように設計されたプラズマ源と、 20

前記反応生成物を、前記処理チャンバから排出するように設計された真空ポンプ装置と、

前記処理装置からの信号を監視し、前記処理装置のクリーニング状態を確認し、前記状態を伝達するように設計されたチャンバ監視装置と、

前記チャンバ監視装置から前記状態を受信し、前記状態に対応して前記処理装置を制御するように設計された制御装置とを備えたバッチ型処理装置。

【請求項 2 8】

前記チャンバ監視装置は、前記信号の強度レベルがしきい値に達したかどうかを確認し、前記確認に基づいて、処理を続行または終了するように更に設計された請求項 2 7 に記載の処理装置。 30

【請求項 2 9】

前記チャンバ監視装置は、前記処理チャンバ内のガスの発光または光吸収を検出するための光学監視装置を備えた請求項 2 7 に記載の処理装置。

【請求項 3 0】

前記チャンバ監視装置は、前記装置の構成要素または前記堆積物質の少なくとも一つと光との相互作用を検出するための光学監視装置を備えた請求項 2 7 に記載の処理装置。 40

【請求項 3 1】

前記チャンバ監視装置は、前記処理チャンバ内の質量信号を検出するための質量センサーを備えた請求項 2 7 に記載の処理装置。

【請求項 3 2】

前記プラズマ源は R F ジェネレータと前記処理チューブに結合されたマッチネットワークとを備えた請求項 2 7 に記載の処理装置。

【請求項 3 3】

前記装置の構成要素は石英と SiC の少なくとも一つを有する請求項 2 7 に記載の処理装置。

【請求項 3 4】

前記堆積物質は Si 、 $SiGe$ 、 SiN 、 SiO_2 、 ドーピングされた Si 、 HfO_2 50

、 $HfSiO_x$ 、 ZrO_2 、 $ZrSiO_x$ の少なくとも一つを有する請求項27に記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、チャンバ処理に係り、より詳細にはバッチ型処理装置の処理チャンバで実施されるクリーニング処理における、プラズマエンハンスクリーニングに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造処理の多くは、プラズマエッティングチャンバ、プラズマ蒸着チャンバ、熱処理チャンバ、化学気相蒸着チャンバ、原子層堆積チャンバ等の処理チャンバ内で実施される。処理チャンバにおける基板の処理は、処理環境に露出された装置の構成要素上に堆積物質が形成されることに繋がり得るので、処理環境は、処理チャンバを定期的にクリーニングして堆積物質を取り除くことを必要とする。一般的に、装置の構成要素が交換またはクリーニングされるのは、堆積物質が粒子の問題を引き起こす恐れが生じた後、順次実施される互換性の無い処理の間、好ましくない処理条件が認められた後、または好ましくない処理結果が認められた後である。これに対して、例えば、稼動時間や蓄積された堆積物に基づいた所定のメンテナンススケジュールに従って、装置の構成要素を交換またはクリーニングすることもできる。

【0003】

クリーニング処理の長さと過剰クリーニングによる設備の損傷は、(例えばバッチ型やシングルウェーハ型といった)処理装置の種類と、装置の構成要素上に形成された堆積物質の量と種類と、堆積物質を除去するために用いられるクリーニングガスと、そして、圧力や温度といった処理条件とに依存し得る。バッチ型処理装置においては、熱クリーニング処理により装置の構成要素から堆積物質が取り除かれる速度は遅く、クリーニングに長時間必要となり、結果として、処理装置の処理能力の受け入れ難い減少を生じてしまう。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

バッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニング方法が提供される。更には、何時クリーニング処理を停止するかを決定するために処理装置を監視する方法が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0005】

クリーニング処理は、バッチ型処理装置の処理チャンバ内にクリーニングガスを導入する段階と、処理チャンバ内部の装置の構成要素に電力を印加することによりプラズマを形成する段階と、揮発性反応生成物を形成するように処理チャンバ内の堆積物質をプラズマに露出する段階と、処理チャンバから反応生成物を排出する段階とを含む。一実施例において、電力が印加される装置の構成要素は、処理チューブ、基板ホルダー、基板ホルダー支持体から選択される。他の実施例において、クリーニング処理時に、処理装置は、処理装置の状態を確認するために監視される。監視からの前記状態に基づいて、露出及び監視を続行するか、クリーニング処理を終了する。

【0006】

装置の構成要素のプラズマエンハンスクリーニングが可能なバッチ型処理装置が提供され、更に該クリーニングの状態を監視できる装置が提供される。バッチ型処理装置は、堆積物質を有する処理チャンバと、処理チャンバ内部の装置の構成要素と、処理チャンバ内にクリーニングガスを導入するように設計されたガス注入装置と、装置の構成要素に電力を印加することによりプラズマを形成し、プラズマが堆積物質と反応し揮発性反応生成物を形成するように設計されたプラズマ源と、処理チャンバから反応生成物を排出するように設計された真空ポンプ装置と、処理装置を制御するように設計された制御装置とを備え

10

20

30

40

50

る。一実施例において、電力が印加される装置の構成要素は、処理チューブ、基板ホルダー、基板ホルダー支持体から選択される。他の実施例において、プラズマ処理装置は、処理チャンバを監視し処理チャンバの状態を確認し、また前記状態を受信し前記状態に対応して処理装置を制御する制御部に前記状態を伝達するように設計されたチャンバ監視装置を備える。

【0007】

チャンバ監視装置は、処理チャンバ内のガスの発光または光吸収を検出するための光学監視装置や、装置の構成要素及び／又は堆積物質と光との相互作用を検出するための光学監視装置や、ガスからの質量信号を検出する質量センサーを備える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図1Aは、本発明の実施例による処理装置の概略図である。バッチ型処理装置100は、プラズマを維持可能な熱またはプラズマ処理装置である。図1Aに示すように、バッチ型処理装置100は、処理チャンバ102、ガス注入装置104、ヒーター122、真空ポンプ装置106、チャンバ監視装置108及び制御装置124を備える。多重基板110が処理チャンバ102内に装填可能であり、基板ホルダー112を用いて処理される。基板ホルダー112は基板ホルダー支持体126により支持されてもよい。基板ホルダー112は、例えば、炭化シリコン(SiC)、ドーピングされたシリコン、SiCでコーティングされたグラファイト、Siでコーティングされたグラファイトを含み得る。更には、処理チャンバ102は、外側部分114と内側部分116を有する。一実施例において、内側部分116は処理チューブである。処理チューブは、例えば石英やSiCを含む。

【0009】

ガス注入装置104は、処理チャンバ102をバージし、処理チャンバ102を準備し、処理チャンバ102をクリーニングし、基板110を処理するために、処理チャンバ102内にガスを導入することが可能である。複数のガス注入ライン(図示せず)を配列して、ガスが処理チャンバ102内に流入するようにすることができる。内側部分116で画定され基板110を露出する空間118に、ガスは導入される。その後、ガスは、内側部分116と外側部分114とにより画定される空間120に流入し、真空ポンプ装置106により処理チャンバ102から連続的に排出される。

【0010】

基板110は処理チャンバ102に装填され、基板ホルダー112を用いて処理される。バッチ型処理装置100は、密に積み重ねられた多数の基板110を処理することが可能であり、従って、高い基板処理能力が得られる。基板(ウェーハ)の数は、例えば略150個弱である。これに対して、基板の数が略25個弱の場合もある。処理装置100は、例えば、200mm基板、300mm基板、またはそれ以上の基板といった様々なサイズの基板を処理するように設計される。基板110は、例えば、半導体(例えば、Siまたは化合物半導体)基板、LCD基板、ガラス基板を有する。クリーンな基板に加えて、デバイス処理の様々な段階における基板が利用される。

【0011】

処理装置100は、処理チャンバ102内にプラズマを形成及び維持できる。図1Aに示す実施例において、基板ホルダー112、及び／又は基板ホルダー支持体126は、無線周波数(RF)電力が結合され、処理チャンバ102内にプラズマを提供する電極としても用いられる。例えば、基板ホルダー112は、RFジェネレータ98からインピーダンスマッチネットワーク96を通じるRF電力の伝達を介して、RF電圧で、電気的バイアスが印加される。RFバイアスは、接地された内側部分116と外側部分114内部の処理領域においてプラズマを形成及び維持するのに用いられる。本構成において、プラズマは、蒸着処理において基板に物質を蒸着させることにも、基板110をエッティングすることにも、処理チャンバを調整することにも、クリーニング処理において処理チャンバ102から堆積した物質を除去することにも用いられる。RFバイアスにおける一般的な周

10

20

30

40

50

波数は 1 M H z から 1 0 0 M H z であり、 1 3 . 5 6 M H z であり得る。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の実施例において、 R F 電力は、基板ホルダー 1 1 2 、及び / 又は基板ホルダー支持体 1 2 6 に、多重周波数で印加される。更には、インピーダンスマッチネットワーク 9 6 は、反射される電力を最小化することにより、処理チャンバ 1 0 2 のプラズマに対する R F 電力の伝達を最大化するために用いられる。マッチネットワークのトポロジー（例えば、 L 型、 U 型、 T 型）および自動制御方法は当該技術分野において周知である。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の実施例においては、 R F 電力は、基板ホルダー 1 1 2 、及び / 又は基板ホルダー支持体 1 2 6 の多重部分に印加される。更には、基板ホルダー 1 1 2 は多重のダミーウェーハ（例えば、 S i C 基板）を含み、処理チャンバ 1 0 2 内のプラズマ密度を調整するようにできる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の実施例においては、基板ホルダー 1 1 2 、及び / 又は基板ホルダー支持体 1 2 6 は接地され、 R F 電力が、プラズマを生成するように内側部分 1 1 6 に結合されてもよい。

【 0 0 1 5 】

バッチ型処理装置 1 0 0 は、バッチ型処理装置 1 0 0 ならびにバッチ型処理装置 1 0 0 からの監視出力を制御するのに十分な制御電圧を発生させる制御装置 1 2 4 により制御される。更には、制御装置 1 2 4 は、処理チャンバ 1 0 2 、ガス注入装置 1 0 4 、ヒーター 1 2 2 、チャンバ監視装置 1 0 8 、 R F 源 9 8 、マッチネットワーク 9 6 及び真空ポンプ装置 1 0 6 に結合されて、情報のやり取りを行うことができる。例えば、制御装置 1 2 4 のメモリに記憶されたプログラムが、所望の処理に従って、バッチ型処理装置 1 0 0 の上記の構成要素を制御したり、処理を監視することに関連する特定の機能を実施したりするために利用される。制御装置 1 2 4 の一つの実施例は、デル株式会社（テキサス州オースティン）から入手できる D E L L P R E C I S I O N W O R K S T A T I O N 6 1 0 （登録商標）である。

【 0 0 1 6 】

実時間で処理を監視することが、チャンバ監視装置 1 0 8 を用いて実施できる。本発明によると、チャンバ監視装置 1 0 8 は、処理チャンバ 1 0 2 内のガス環境を実時間でその場（ i n - s i t u ）監視するために配置される。また、チャンバ監視装置 1 0 8 は処理チャンバの排出を監視するために配置される。チャンバ監視装置 1 0 8 は多目的監視装置であり、実時間で処理を監視することを可能にするセンサーを備え、例えば、質量センサー（質量スペクトロメーター）または、処理ガスや反応生成物による発光又は光吸収を監視するための光学監視装置であってもよい。チャンバ監視装置 1 0 8 は、処理チャンバ 1 0 2 内のガス環境の定性的及び定量的な分析を提供する。チャンバ監視装置 1 0 8 を用いて監視できる処理パラメータとしては、ガス種の比率、ガス純度、及びエッチング生成物を含む反応生成物が挙げられる。

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施例において、チャンバ監視装置 1 0 8 は、装置の構成要素及び / 又は堆積物質と光との相互作用（反射、及び / または透過）を監視するための光学監視装置を含む。

【 0 0 1 8 】

図 1 B は、本発明の他の実施例による処理装置 1 の概略図である。バッチ型処理装置 1 はプラズマを維持可能な処理装置である。バッチ型処理装置 1 は、排出パイプ 8 0 に接続された上端部 2 3 と、シリンダー状マニホールド 2 のふた 2 7 に密封して接続された下端部 2 4 とを有する処理チューブ 2 5 を備えた処理チャンバを含む。シリンダー状マニホールド 2 は、ふた 2 7 や作動構成要素のみならず、処理チューブ内部に存在し、そこから取り外し可能な装置 1 の構成要素をも含む。排出パイプ 8 0 は、処理チューブ 2 5 から真空ポンプ装置 8 8 （詳細は下記で説明する）へとガスを連続的に排出し、処理装置 1 の

10

20

30

40

50

気圧を、所定の気圧または所定の気圧以下に維持する。複数の基板（ウェーハ）40を階層状（それぞれは水平な平面であり、垂直方向に間隔が空いている状態）に保持する基板ホルダー35が、処理チューブ内部に配置されている。基板ホルダーまたはポート35は、ふた27を貫通する回転シャフト21上に固定されモーター28により駆動するターンテーブル26上に存在する。シャフト21とターンテーブル26は供に、図1Aに示す基板ホルダー支持体に相当する他の基板ホルダー支持体である。ふた27は、処理チューブ25の内と外に基板ホルダー35を移送するためのエレベーター22上に固定されている。図1Bに示すように、ふた27が最上部に位置するとき、ふた27は、マニフォールド2の開端を閉じるように適合される。

【0019】

処理装置1は、処理環境からふた27を保護するためのキャップカバー（図示せず）を更に含み得る。キャップカバーは、例えば石英やSiCから作成される。

【0020】

処理装置1は、処理チャンバ10内にプラズマを形成及び維持できる。図1Bに示す実施例において、基板ホルダー支持体（シャフト21及びターンテーブル26）、及び／又は基板ホルダー35は、無線周波数（RF）電力が結合され、処理チャンバ10内にプラズマを提供する電極としても用いられる。例えば、基板ホルダー35またはその支持体は、RFジェネレータ78からインピーダンスマッチネットワーク76を通じるRF電力の伝達を介して、RF電圧で、電気的バイアスが印加される。RFバイアスは、接地された処理チューブ内部の処理領域においてプラズマを形成及び維持する。代わりに、RFバイアスを処理チューブに印加することも可能であり、その場合、基板ホルダー35、及び／又は基板ホルダー支持体（シャフト21及びターンテーブル26）は接地される。RFバイアスにおける一般的な周波数は1MHzから100MHzであり、13.56MHzであり得る。

【0021】

本発明の他の実施例において、RF電力は、多重周波数で印加される。更には、インピーダンスマッチネットワーク76は、反射される電力を最小化することにより、処理チャンバ10のプラズマに対するRF電力の伝達を最大化するために用いられる。

【0022】

複数のガス注入ライン45がマニフォールド2の周りに配置されて、ガス注入ライン45を介して処理チューブ内にガスが供給される。図1Bにおいて、複数のガス注入ラインのうち、一つのガス注入ライン45のみが示されている。ガス注入ライン45は、ガス注入装置94に接続されている。処理チャンバ10は鏡面仕上げの内部表面30を有しており、メインヒーター20、下部ヒーター65、上部ヒーター15及び排出パイプヒーター70により放射される放射熱の散逸が抑止される。冷却水の螺旋状輸送管（図示せず）を、冷却媒体の輸送管として、処理チャンバ10の内部に形成できる。

【0023】

真空ポンプ装置88は、真空ポンプ86と、トラップ84と、自動圧力制御装置（APC）82とを備える。例えば、真空ポンプ86は、ポンプ速度を毎秒20000リットル（またはそれ以上）にまでにできるドライ真空ポンプを含む。処理時に、ガスは、ガス注入装置94と、APCにより調整された処理圧力を介して、処理チャンバ10に導入される。トラップ84は、未反応の前駆物質と反応性生物を、処理チャンバ10から集めることができる。

【0024】

図1Aの処理装置100に類似して、図1Bの処理装置は、実時間で処理を監視できるセンサー75を有するチャンバ監視装置92を含み、例えば、質量センサーや光学監視装置であってもよい。

【0025】

制御装置90は、マイクロプロセッサと、メモリと、処理装置1への入力ならびに処理装置1からの監視出力を伝達し作動させるのに十分な制御電圧を生成することが可能なデ

10

20

30

40

50

ジタル I / O ポートとを含む。更には、制御装置 90 は、ガス注入装置 94、モーター 28、チャンバ監視装置 92、ヒーター 20、15、65、70、真空ポンプ装置 88、RF 源 78、マッチネットワーク 76 に結合され、情報をやり取りする。

【 0 0 2 6 】

図 1 A、1 B の処理装置 100、1 は専ら例示を目的としたものであり、特定のハードウェアとソフトウェアを様々に変更して、本発明が実施される装置に実装することができ、これらの変更は当業者にとって明白であることは理解されたい。図 1 A、1 B の処理装置 100、1 は、処理時に腐食したり、堆積物質で覆われていたりする装置の構成要素を有する。装置の構成要素、その一部または全部が処理環境に露出される部分を含み得る。装置の構成要素は、例えば処理チューブ、シールド、リング、バッフル、ガス注入器、ウェーハポート（基板ホルダー）、基板ホルダー支持体、キャップカバー、ライナを含む。プラズマを形成するための電力は、処理チャンバ内部の装置の構成要素のいずれかに印加され得る。実施例においては、電力は、処理チューブ、基板ホルダー、基板ホルダー支持体の少なくとも一つに印加される。装置の構成要素は、様々な材料から製造することができ、例えば、酸化物（石英（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）等）、窒化物（窒化シリコン（ SiN ）等）、炭化物（炭化シリコン（ SiC ）等）のセラミック材料や、金属（Al 等）、金属含有材料（鋼等）が挙げられる。装置の構成要素は、一種類の材料から構成されてもよいし、一種類以上の材料から構成されてもよい。

【 0 0 2 7 】

基板の処理は、処理チャンバ内の装置の構成要素の表面等の表面に堆積物質が形成されることに繋がる。堆積物質は一種類またはそれ以上の物質を含み、例えば、 Si 、シリコンゲルマニウム（ $SiGe$ ）、 SiN 、二酸化シリコン（ SiO_2 ）、ドーピングされたシリコン、そして、 HfO_2 、 $HfSiO_x$ 、 ZrO_2 、 $ZrSiO_x$ 等の high-k 金属酸化物を含有する誘電体が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

本発明の一実施例において、装置の構成要素から堆積物質をプラズマエンハンスクリーニングする方法が提供される。クリーニングガスのプラズマ励起は、プラズマまたは活性化されたクリーニングガスが堆積物質に露出された際に揮発性反応性生物を形成することを高める。例えば、堆積物質は Si 含有物であり、クリーニングガスは、ハロゲン含有ガス（ ClF_3 、 HF 、 HCl 、 F_2 、 NF_3 、 CF_4 等）である。揮発性反応性生物は、例えば、ハロゲン化シリコン（ SiF_4 、 $SiCl_4$ 、 $SiBr_4$ 等）または酸ハロゲン化シリコン（ $Si_xO_yX_z$ 等、ここで X は F、Cl または Br）である。クリーニングガスは、Ar、He、Ne、Kr、Xe、N₂ の少なくとも一つから選択された不活性ガスを更に含み得る。

【 0 0 2 9 】

クリーニング処理は、チャンバ監視装置により監視される。監視には、監視される信号の強度レベルがしきい値に達しているかどうかを確認することが含まれ、それにより、装置の構成要素が十分にクリーニングされたかどうかを確認する段階に達すると、その確認に基づいて、クリーニング処理を続行するか、またはクリーニング処理を終了するかどうかが決定される。装置の構成要素の腐食を最小化しながらも、装置の構成要素からの堆積物質の除去に選択的であるように、クリーニング処理は最適化され得る。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、本発明の実施例による、バッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニングの方法を示すフローチャートである。処理 200 は、処理チャンバで実施され、処理チャンバ内部のいずれかの構成要素を含む装置の構成要素のクリーニング状態に影響を与えるクリーニング処理である。202において、処理が開始される。204において、クリーニングガスが、バッチ型処理装置の処理チャンバに導入される。206において、プラズマが、処理チャンバ内部の装置の構成要素に電力を印加することにより形成される。尚、実施例において、装置の構成要素とは、処理チューブ、基板ホルダー、または基板ホルダー支持体の少なくとも一つである。208において、処理チャンバ内の堆積物質がプラズ

マに露出されて、揮発性反応性生物が形成される。堆積物質は、電力が供給される構成要素と同じ、及び／又は異なる装置の構成要素上に存在する。210において、処理装置から反応性生物が排出され、212において、処理を終了する。

【0031】

図3は、本発明の実施例による、バッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニングを監視および制御する方法を示すフローチャートである。処理300は、上述のクリーニング処理200を監視及び制御する処理である。302において、処理が開始される。304において、処理装置は、チャンバ監視装置により監視される。監視は、処理環境内のガスからの発光信号や光吸収信号、またはクリーニングガス及び／又は反応生成物からの質量信号に基づく。監視はまた、例えばフィルムの不透明度等といった、クリーニングされる堆積物質の特性にも基づいてよい。クリーニング処理時に、堆積物質は処理チャンバから（処理チャンバ内部の装置の構成要素とそれ以外の表面から）除去される。これにより、処理チャンバ内で処理が続行されるにつれて、反応生成物からの信号は変化する。この信号の変化は、チャンバ監視装置により検出されて、処理チャンバの状態と関連付けられる。306において、クリーニングガスまたは反応生成物から検出される信号強度が、しきい値に達していないのであれば、処理200が304において続行される。306において信号がしきい値に達しているのであれば、308において、処理200を続行するのか、310で処理を終了するかどうかの決定がなされる。

10

【0032】

反応生成物からの信号強度は、処理の終了地点を決定するために監視される。信号強度と処理の終了点とを関連付けることは、信号強度を検出し、処理チャンバの状態を監視しながら実施されるテスト処理により行われ得る。処理チャンバの状態は、例えば、テスト処理の間に装置の構成要素を検査し、検査結果を検出されたしきい値強度と関連付けることにより評価できる。ここで、検出されたしきい値強度は、処理の所望の終了地点が観測されたときに記録されたものである。しきい値強度とは、固定された強度値、または観測された信号強度と（処理の開始時に測定された）初期信号強度との比である。

20

【0033】

図4は、本発明の実施例による、バッチ型処理装置の状態を監視するための信号強度を処理時間の関数として示す図である。処理は、例えば、堆積物質を含む処理チャンバがクリーニングガスに露出されるクリーニング処理である。信号は、例えば、発光信号（Fの発光等）、光吸収信号、SiF₄等のSi含有反応生成物からの質量信号である。代わりに、信号は、装置の構成要素及び／又は装置の構成要素上の堆積物質と、光との相互作用（反射または吸収）を含んでもよい。曲線470から明らかのように、処理チャンバから堆積物質が除去され、処理チャンバ内部の堆積物質の量が減少するので、クリーニング処理が実施されるにつれて、検出される信号強度は一般的に減少する。図4において曲線470は、強度が実質的に線形に減少するものとして示されているが、信号強度の曲線は、クリーニング処理の特徴に依存し、非線形にもなり得ることは理解されたい。図4に示すように、しきい値強度480は、所望の処理に対して、装置の構成要素が許容クリーンレベルにあると分かった時点490で検出される。許容クリーンレベルは、チャンバで実施される製造処理に依存して異なる。

30

【0034】

図3に戻り、処理時に、304で信号強度が検出されると、306において、制御装置は、検出された信号強度と、予め記憶しておいた信号強度とを比較し、検出された信号強度が所定のしきい値強度に達したかどうかを確認する。しきい値強度の信号が検出されなかつたのであれば、監視は304に戻り、処理が続行される。しきい値強度の信号が検出されると、304で処理を続行するか、310で処理を終了するかの決定が、308においてなされる。代わりに、処理を続行する308での決定は、第二段階処理を始めるように処理パラメータを調整することが含まれてもよい。第二段階処理は、第二しきい値が検出されるまで監視される。例えば、温度、及び／又はクリーニングガスの濃度が下がり、より穏やかなクリーニング環境が生じる。

40

50

【0035】

上記の技術を考慮して、本発明の多数の修正および変形が可能であることは明らかである。従って、本発明は、特許請求の範囲内において、ここで具体的に開示したのとは違うようにも実施され得る。例えば、明細書および特許請求の範囲で開示した処理は、ここで開示した順序以外の順序でも実施され得る。当業者は、後続処理に必要な処理は、後続処理が実施される前に実施されればよいということを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1A】本発明の実施例による処理装置の概略図である。

10

【図1B】本発明の実施例による他の処理装置の概略図である。

【図2】本発明の実施例によるバッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニング方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施例によるバッチ型処理装置のプラズマエンハンスクリーニングを監視し、制御する方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施例によるバッチ型処理装置の状態を監視するための信号強度を処理時間の関数として示すグラフである。

【符号の説明】

【0037】

1	バッチ型処理装置	
2	マニホールド	20
1 0	処理チャンバ	
1 5	上部ヒーター	
2 0	メインヒーター	
2 1	回転シャフト	
2 2	エレベーター	
2 5	処理チューブ	
2 6	ターンテーブル	
2 7	ふた	
2 8	モーター	
3 5	基板ホルダー	30
4 0	基板	
4 5	ガス注入ライン	
6 5	下部ヒーター	
7 0	排出パイプヒーター	
7 5	センサー	
7 6	インピーダンスマッチネットワーク	
7 8	R F ジェネレータ	
8 0	排出パイプ	
8 2	自動圧力制御装置	
8 4	トラップ	40
8 6	真空ポンプ	
8 8	真空ポンプ装置	
9 4	ガス注入装置	
9 6	インピーダンスマッチネットワーク	
9 8	R F ジェネレータ	
1 0 0	バッチ型処理装置	
1 0 2	処理チャンバ	
1 0 4	ガス注入装置	
1 0 6	真空ポンプ装置	
1 0 8	チャンバ監視装置	50

- 1 1 0 基板
 1 1 2 基板ホルダー
 1 2 4 制御装置
 1 2 2 ヒーター
 1 2 6 基板ホルダー支持体

【図 1 A】

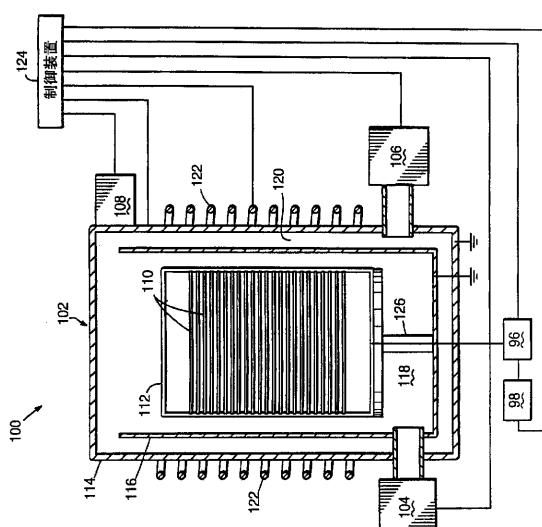


FIG. 1A

【図 1 B】

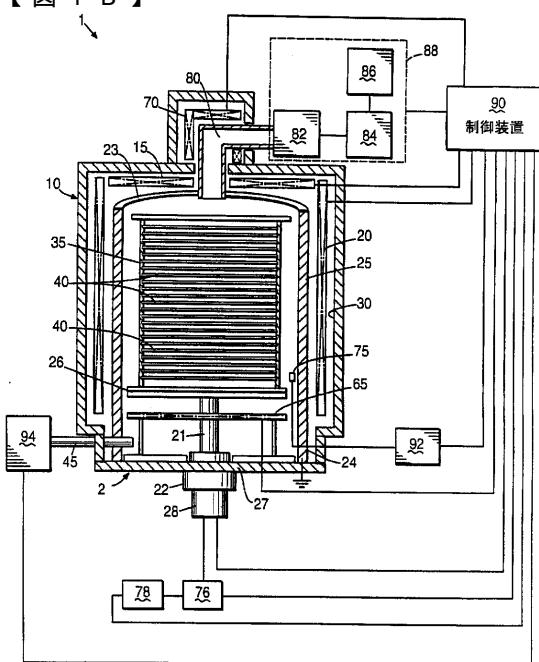


FIG. 1B

【図2】

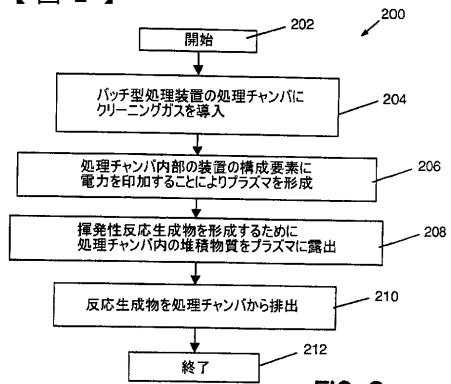


FIG. 2

【図4】

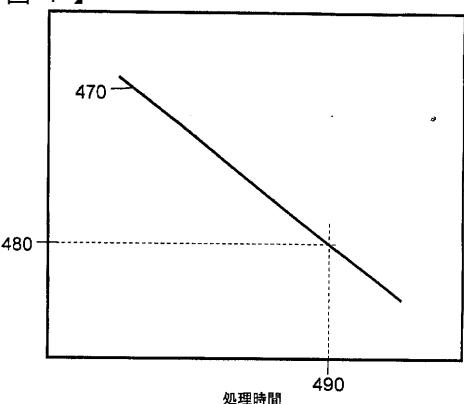


FIG. 4

【図3】

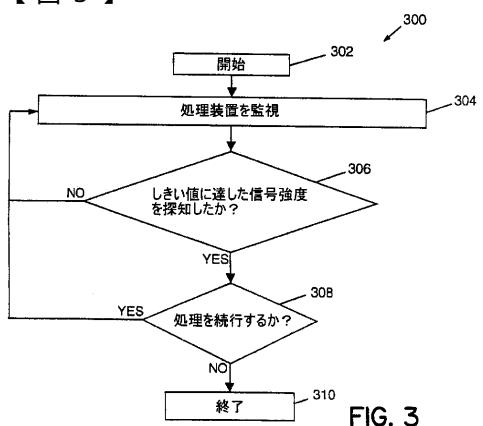


FIG. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/ 005/002460
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01J37/32 C23C16/44		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01J C23C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 886 865 A (PARKHE ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) abstract column 1, line 13 - column 6, line 65; figures 1-4 -& US 5 221 450 A (HATTORI ET AL) 22 June 1993 (1993-06-22) abstract column 3, line 10 - column 4, line 30; figure 3 -& US 5 507 874 A (SU ET AL) 16 April 1996 (1996-04-16) abstract column 7, line 57 - column 11, line 32; figure 4 ----- -/-	1-4, 8-12, 16-20, 27-33, 40-45
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the International search 25 November 2005	Date of mailing of the International search report 09.05.06	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5518 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 91 651 epo nl; Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lang, T	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT 005/002460

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 October 1997 (1997-10-31) -& JP 09 171992 A (HITACHI LTD), 30 June 1997 (1997-06-30) abstract paragraph [0008] - paragraph [0026]; figures 1,4	1-4, 10-12, 18-20, 27, 29-33, 40,41, 43-45
X	US 2002/007914 A1 (OKUMURA TOMOHIRO ET AL) 24 January 2002 (2002-01-24) paragraph [0036] - paragraph [0044]; claims 6,7,12; figures 1-4	1-4, 10-12, 18-20, 25,27, 29-33, 40,41, 43-45
X	US 6 174 373 B1 (GHANAYEM STEVE ET AL) 16 January 2001 (2001-01-16) column 2, line 11 - column 4, line 16; figure 1	1-5, 8-13, 16-21, 27, 29-34, 40,41; 43-45
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 November 1995 (1995-11-30) -& JP 07 169753 A (HITACHI LTD; others: 01), 4 July 1995 (1995-07-04) abstract paragraph [0011] - paragraph [0016]	1-5, 8-13, 16-21, 25,27, 29-34, 40,41, 43-45
X	US 6 534 007 B1 (BLONIGAN WENDELL T ET AL) 18 March 2003 (2003-03-18) abstract column 1, line 25 - column 8, line 28; figures 1,2	1-5, 8-13, 16-21, 27, 29-34, 40,41, 43-45
		-/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatk	Application No
PCT/	005/002460

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/12587 A (TOKYO ELECTRON LIMITED; OKA, SHINSUKE; YOKOYAMA, OSAMU; NAKASE, RISA;) 14 February 2002 (2002-02-14) abstract page 4, line 16 - page 9, line 28; figures 1-3 page 21, line 1 - line 5 -----	1-5, 8-13, 16-21, 25,27, 29-34, 40-41, 43-45
X	WO 03/081216 A (TOKYO ELECTRON LIMITED; LUDVIKSSON, AUDUNN) 2 October 2003 (2003-10-02) abstract paragraph [0040]; figure 1A -----	1-5, 10-13, 18-21, 25,27, 29-34, 40,41, 43-45
A	EP 1 394 842 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 3 March 2004 (2004-03-03) abstract; figure 1 -----	1,10
A	US 2001/029892 A1 (COOK ROBERT C ET AL) 18 October 2001 (2001-10-18) abstract; figure 3 -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT, 005/002460

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5886865	A	23-03-1999	JP WO	2002507839 T 9948148 A1	12-03-2002 23-09-1999	
US 5221450	A	22-06-1993	JP JP KR	4099024 A 6103683 B 9506346 B1	31-03-1992 14-12-1994 14-06-1995	
US 5507874	A	16-04-1996	JP	8064573 A	08-03-1996	
JP 09171992	A	30-06-1997	NONE			
US 2002007914	A1	24-01-2002	NONE			
US 6174373	B1	16-01-2001	NONE			
JP 07169753	A	04-07-1995	JP	2501180 B2	29-05-1996	
US 6534007	B1	18-03-2003	DE EP JP TW WO US	69830730 D1 1007762 A1 2001527151 T 409289 B 9906610 A1 2003159711 A1	04-08-2005 14-06-2000 25-12-2001 21-10-2000 11-02-1999 28-08-2003	
WO 0212587	A	14-02-2002	JP TW US	2002057106 A 550674 B 2004065344 A1	22-02-2002 01-09-2003 08-04-2004	
WO 03081216	A	02-10-2003	AU	2003220019 A1	08-10-2003	
EP 1394842	A	03-03-2004	CN WO JP JP US	1539159 A 02101805 A1 3421329 B2 2003059915 A 2005090123 A1	20-10-2004 19-12-2002 30-06-2003 28-02-2003 28-04-2005	
US 2001029892	A1	18-10-2001	NONE			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l application No.
PCT/US2005/002460

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

18 (alternatives 1 and 2: powered electrode is a substrate holder or a substrate holder support); 2-5, 8, 9, 19-21, 25, 27-31 when dependent thereon; 10-13, 16, 17, 32-34, 40, 41 (sixth and seventh alternatives), 42-45

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2005/002460

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1,18 (alternatives 1 and 2: powered electrode is a substrate holder or a substrate holder support); 2-5,8,9,19-21, 25,27-31 when dependent thereon; 10-13,16,17,32-34,40, 41 (sixth and seventh alternatives), 42-45

A batch-type processing system, or a method of plasma-enhanced cleaning of such a system, including a gas injection system introducing a cleaning gas in a process chamber of the batch-type processing system, the process chamber having a material deposit on at least one surface therein; a plasma source forming a plasma by applying power to an electrode that is a system component within the process chamber, the system component selected from the group consisting of: a substrate holder for holding a plurality of substrates or a substrate holder support for supporting the substrate holder; the material deposit in the process chamber being exposed to the plasma to form a volatile reaction product; a vacuum pumping system exhausting the reaction product from the process chamber; and a controller configured to control the processing system (claims 1, 18); wherein the processing system or method further comprises a chamber monitoring system monitoring a signal indicative of the progress of the cleaning process from the processing system and transmitting the cleaning status to the controller; and based upon the signal, performing one of the following: (a) continue performing the cleaning process and continue monitoring; or (b) stopping the cleaning process (claims 2, 10, 19, 32); wherein the monitoring comprises using an optical monitoring system to detect light emission of a gas in the process chamber (first alternative of claims 5, 13, 21, 34).

2. claims: 1,18 (alternative 3: powered electrode is a process tube); 2-5,8,9,19-21,25,27-31 when dependent thereon; 24,37,38; 41 (alternatives 1-5,8,9)

The method of claim 1, or the processing system of claim 18; wherein the system component or electrode to which power is applied for forming a plasma is a process tube (or other components, as listed in claim 41, technically corresponding rather to a process tube but not to a substrate holder or holder support)

3. claims: 6,14,22,35

International Application No. PCT/ US2005/ 002460

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

The method of claims 2,10, or the processing system of claims 19,32; wherein the chamber monitoring system comprises an optical monitoring system to detect interaction of light with at least one of the system component or the material deposit.

4. claims: 7,15,23,36

The method of claims 2,10, or the processing system of claims 19,32; wherein the chamber monitoring system comprises a mass sensor to detect a mass signal of a gas in the process chamber.

5. claims: 26,39

The processing system of claims 18 or 32; wherein the plasma source is configured for applying RF power to multiple sections of a substrate holder in the process chamber.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,L,U,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 ジョン・ウィリアムス・コステンコ

アメリカ合衆国・ニューヨーク・12540・ラグランジヴィレ・トムズ・ウェイ・13

(72)発明者 デヴィド・エル・オメーラ

アメリカ合衆国・ニューヨーク・12603・ポウキープジー・プレザント・リッジ・ドライブ・23

F ターム(参考) 4K030 BA29 BA40 BA44 CA04 DA06 FA01 KA39 LA15

5F004 AA15 BA01 BB19 BD04 CB01 CB15 DA00 DA01 DA17 DA20

DA22 DA23 DA25

5F045 AA08 DP19 DQ05 EB06