

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6227642号
(P6227642)

(45) 発行日 平成29年11月8日(2017.11.8)

(24) 登録日 平成29年10月20日(2017.10.20)

(51) Int.Cl.

F 1

C23C 16/455

(2006.01)

C 23 C 16/455

H01L 21/31

(2006.01)

H 01 L 21/31

C23C 16/452

(2006.01)

C 23 C 16/452

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-521651 (P2015-521651)
(86) (22) 出願日	平成25年7月1日(2013.7.1)
(65) 公表番号	特表2015-528060 (P2015-528060A)
(43) 公表日	平成27年9月24日(2015.9.24)
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/048855
(87) 国際公開番号	W02014/011423
(87) 国際公開日	平成26年1月16日(2014.1.16)
審査請求日	平成28年6月28日(2016.6.28)
(31) 優先権主張番号	61/670,654
(32) 優先日	平成24年7月12日(2012.7.12)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	13/918,033
(32) 優先日	平成25年6月14日(2013.6.14)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390040660
	アプライド マテリアルズ インコーポレ
	イテッド
	A P P L I E D M A T E R I A L S, I
	N C O R P O R A T E D
	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
	054 サンタ クララ バウアーズ ア
	ペニー 3050
(74) 代理人	100109726
	弁理士 園田 吉隆
(74) 代理人	100101199
	弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガス混合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス混合装置であって：

内部容積を画定する容器であって、閉じられた上部および底部と、上部および底部を貫く容器の中心軸に対して円形の断面を有する側壁とを有する容器と；

前記容器の内部容積に複数のプロセスガスを供給するため、前記容器の上部近傍で前記容器に結合される複数の第1の注入口であって、前記複数の第1の注入口を通る複数のプロセスガスの流路が前記容器の側壁に対して実質的に接線方向になるように配置される複数の第1の注入口と；

前記複数のプロセスガスが前記容器の内部容積から取り除かれることを可能にするため、前記容器の底部近傍で前記容器に結合される排出口と、

前記容器内に配置される複数のバッフルと、を含み、

前記複数のバッフルは、前記容器の上部に対して実質的に垂直である複数の第1バッフルを含み、前記複数の第1バッフルの各々は、前記容器の壁から前記容器の中心軸に向かって延在する、ガス混合装置。

【請求項 2】

前記複数の第1の注入口にそれぞれ結合される複数のガス源をさらに備える、請求項1に記載のガス混合装置。

【請求項 3】

前記複数のガス源の少なくとも1つがプラズマ状態にあるガスを供給するように構成さ

10

20

れる、請求項 2 に記載のガス混合装置。

【請求項 4】

前記容器に第 2 のプロセスガスを供給するように前記容器の上部に結合される第 2 の注入口であって、第 2 の注入口を通る前記第 2 のプロセスガスの流路が前記容器の上部に対して実質的に垂直になるよう配置される第 2 の注入口をさらに備える、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のガス混合装置。

【請求項 5】

前記第 2 の注入口に結合される第 2 のガス源をさらに備える、請求項 4 に記載のガス混合装置。

【請求項 6】

前記容器の底部はボウル形であって、内部容積から離れて延在するボウルを有し、前記排出口は底部に結合される、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のガス混合装置。

10

【請求項 7】

前記容器は円錐形を有し、前記容器の上部近傍の前記容器の直径は、前記容器の底部近傍の前記容器の直径よりも大きい、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のガス混合装置。

【請求項 8】

前記複数のバッフルは、実質的に平面でかつ前記容器の上部に対して平行である複数の第 2 バッフルを含み、前記複数の第 2 バッフルの各々は、前記容器の側壁から前記容器の中心軸に向かって延在する、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のガス混合装置。

20

【請求項 9】

前記容器の底部近傍で前記容器に結合される複数の排出口と；

各々が複数の第 3 のガス排出口を有する複数のガスリングであって、前記容器は前記複数の排出口を介して前記複数のガスリングに流体的に結合される複数のガスリングと、をさらに備える、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のガス混合装置。

【請求項 10】

前記複数のガスリングは、中央注入ポート、前記中央注入ポートの周囲に配置される内側ガスリング、および前記内側ガスリングの周囲に配置される外側ガスリングを備える、請求項 9 に記載のガス混合装置。

【請求項 11】

前記複数のガス排出口は、処理チャンバ内に配置される下方マニホールドに流体的に結合され、前記下方マニホールドは、前記処理チャンバの内部容積に前記複数のプロセスガスを供給するため、複数のガス分散孔を有する、請求項 9 または 10 に記載のガス混合装置。

30

【請求項 12】

処理容積を有する処理チャンバと；

前記処理容積内に配置される基板支持体と；

前記処理チャンバの前記処理容積にプロセスガスの混合物を供給するために前記処理チャンバに結合されたガス混合装置であって、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のガス混合装置と、を備える、基板を処理するための装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、一般に半導体処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明者らは、処理チャンバに複数のプロセスガスを供給する際に利用される多くの従来のガス供給システムが、処理チャンバにプロセスガスの均一な混合物を供給できない場合があることを認めた。プロセスガス混合物に均一性がないと、処理チャンバ内に個々の構成要素が高濃度になったプロセスガスを受け取る領域が生じ、結果的にプロセスの不均一性をもたらす。

50

【0003】

そのため、本発明者らは、改善されたガス混合装置を提供した。

【発明の概要】**【0004】**

ガス混合装置の実施形態が本明細書で提供される。いくつかの実施形態では、ガス混合装置は、内部容積を画定する容器であって、閉じられた上部および底部と、上部および底部を貫く容器の中心軸に対して円形の断面を有する側壁とを有する容器と；容器の内部容積に複数のプロセスガスを供給するため、容器の上部近傍で容器に結合される複数の第1の注入口であって、複数の第1の注入口を通る複数のプロセスガスの流路が容器の側壁に対して実質的に接線方向になるように配置される複数の第1の注入口と；複数のプロセスガスが容器の内部容積から取り除かれるように、容器の底部近傍で容器に結合される排出口と、を含んでもよい。10

【0005】

いくつかの実施形態では、基板を処理するための装置は、処理容積を有する処理チャンバと；処理容積内に配置される基板支持体と；処理チャンバの処理容積にプロセスガスの混合物を供給するために処理チャンバに結合されたガス混合装置とを含んでもよい。ガス混合装置は、内部容積を画定する容器であって、閉じられた上部および底部と、上部および底部を貫く容器の中心軸に対して円形の断面を有する側壁とを有する容器と；容器の内部容積に複数のプロセスガスを供給するため、容器の上部近傍で容器に結合される複数の第1の注入口であって、複数の第1の注入口を通る複数のプロセスガスの流路が容器の側壁に対して実質的に接線方向になるように配置される複数の第1の注入口と；複数のプロセスガスが容器の内部容積から取り除かれるように、容器の底部近傍で容器に結合される排出口と、を含んでもよい。20

【0006】

本発明の他のさらなる実施形態については、以下に記載する。

【0007】

上記で簡単に要約し、以下でより詳細に論じる本発明の実施形態は、添付の図面に示す本発明の例示的な実施形態を参照することによって理解することができる。しかしながら、本発明は他の等しく有効な実施形態も許容しうるため、添付の図面は本発明の典型的な実施形態のみを示しており、したがって本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことに留意されたい。30

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略側面図である。

【図2】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略上面図である。

【図3】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略側面図である。

【図4】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略上面図である。

【図5】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略側断面図である。

【図6】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略上部断面図である。

【図7】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略上部断面図である。40

【図8】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置との併用に適した処理チャンバの概略側面図である。

【図9】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置との併用に適した処理チャンバの一部の上部斜視図である。

【図10】本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置との併用に適した処理チャンバの一部の上部斜視図である。

【0009】

理解を容易にするため、可能な場合には、上記の図に共通する同一の要素を示すのに同一の参照番号を使用した。これらの図は、縮尺どおりには描かれておらず、分かりやすくするために単純化されていることがある。特段の言及なしに、1つの実施形態の要素およ50

び特徴を別の実施形態に有利に組み込み得ることが企図される。

【発明を実施するための形態】

【0010】

ガス混合装置の実施形態が本明細書で提示される。いくつかの実施形態では、本発明のガス混合装置は有利には、従来のガス供給システムと比較して、より均一なプロセスガス混合物および／またはより均一なプラズマを処理チャンバへ供給する。

【0011】

本発明者らは、ある種の半導体プロセスは、プロセスの非均一性を避けるため、複数のプロセスガスの十分な混合を必要とすることを認めた。例えば、基板の処理のための準備で処理チャンバの洗浄および／または調整に利用されるシーズニング処理では、処理チャンバを適切に洗浄する均一なプラズマを生成するため、一般的にはプロセスガスの均一な混合物が必要とされる。しかしながら、本発明者らは、処理チャンバに複数のプロセスガスを供給する際に利用される従来のガス供給システムが、処理チャンバにプロセスガスの均一な混合物を供給できず、結果的にプロセスが均一でなくなる場合があることを認めた。

10

【0012】

したがって、本発明者らは、複数のプロセスガスを処理チャンバへ供給する改良されたガス混合装置の実施形態を提示した。例えば、図1は本発明のいくつかの実施形態に基づくガス混合装置の概略側面図である。いくつかの実施形態では、ガス混合装置100は一般に容器106、複数の注入口（例えば、複数の第1の注入口）および第1の排出口111を備える。図1に描かれているように、第1の注入口120および第2の注入口122が示されている。ガス源および／またはプラズマ源からのガスおよび／またはプラズマの供給を促進するために、導管は複数の注入口の各々に結合されている。例えば、いくつかの実施形態では、図1に示すように、第1の導管104は第1の注入口120に結合されてもよく、また第2の導管102は第2の注入口122に結合されてもよい。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、容器106は閉じられた上部116と底部118を有する側壁を含み、これによって内部容積を画定している。容器106は、所望の量のプロセスガスおよび／またはプラズマの混合物が容器106に供給されるように、任意の好適な形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、容器106の内部容積は円形の断面を有することがある。円形の断面を提供することにより、本発明者らは、容器106に供給されるプロセスガスおよび／またはプラズマは輪状または螺旋状に流れることができ、これによりプロセスガスおよび／またはプラズマは第1の排出口111を介して容器から流れ出る前に混ざり合うことができるることを認めた。いくつかの実施形態では、容器106の底部118は平らであってもよい。代替的に、いくつかの実施形態では、図1に示すように、容器106の底部118は湾曲していても、あるいは実質的にボウル形状であってもよい。いくつかの実施形態では、容器106は図1に示したように実質的に円筒形であってもよい。代替的に、いくつかの実施形態では、容器106は図3に示したように、例えば、円錐形または円錐台形であってもよい。このような実施形態では、容器の上部116近傍の容器106の直径は、容器106の底部118近傍の容器106の直径よりも大きくなることがある。

30

【0014】

再び図1を参照すると、容器106は、プロセスガスおよび／またはプラズマの所望の混合を促進するため、容器106内のプロセスガスおよび／またはプラズマの好適な滞留時間を提供するように、任意の好適な寸法を有することがある。例えば、いくつかの実施形態では、容器106は約14.3mmから約18.6mmの内径を有してもよい。いくつかの実施形態では、容器は約38.3mmから約58.7cmの高さを有してもよい。

40

【0015】

容器106は、任意のプロセス互換材料、例えば、容器106に供給されるプロセスガスまたはプラズマに対して非反応性の任意の材料から製造されてもよい。例えば、いくつ

50

かの実施形態では、容器 106 は、ステンレス鋼、アルミニウム、などの金属から製造されてもよい。

【0016】

いくつかの実施形態では、排出口（例えば、第 1 の排出口 111）は容器 106 の底部 118 近傍に配置され、プロセスガスおよび／またはプラズマが容器 106 から流れ出ることを可能にする。容器 106 は、処理チャンバ内の対応する複数のガス供給ゾーンへの容器 106 の内容物の供給を促進するため、複数の排出口を有してもよい。例えば、いくつかの実施形態では、容器 106 は、図 1 に示すように 3 つの排出口（第 1 の排出口 111、第 2 の排出口 113、および第 3 の排出口 115 を示す）など、2 つ以上の排出口を有してもよい。いくつかの実施形態では、導管は、混合されたプロセスガスおよび／またはプラズマの供給を促進するため各排出口に、例えば、処理チャンバの複数のガス供給ゾーンにそれぞれ結合されてもよい。例えば、第 1 の導管 112、第 2 の導管 114、および第 3 の導管 110 は、第 1 の排出口 111、第 2 の排出口 113、および第 3 の排出口 115 にそれぞれ結合されてもよい。10

【0017】

図 1 には 2 つの注入口（すなわち、第 1 の注入口 120 と第 2 の注入口 122）しか示されていないが、容器 106 は、容器 106 に供給される予定の任意の数のプロセスガスおよび／またはプラズマの収容に適した任意の数の注入口を含んでもよい。例えば、図 2 を参照すると、いくつかの実施形態では、容器 106 は 4 つの注入口（すなわち、第 1 の注入口 120、第 2 の注入口 122、第 3 の注入口 206 および第 4 の注入口 208 が示されている）を有することができる。このような実施形態では、上述の第 1 の注入口 120 および第 2 の注入口 122 と同様に、第 3 の注入口 206 および第 4 の注入口 208 はそれぞれ、ガス源および／またはプラズマ源からのガスおよび／またはプラズマの供給を促進するため、そこへ結合される導管（例えば、第 3 の注入口 206 および第 4 の注入口 208 にそれぞれ結合される第 3 の導管 202 および第 4 の導管 204）を有してもよい。20

【0018】

複数の注入口（例えば、第 1 の注入口 120、第 2 の注入口 122、第 3 の注入口 206 および第 4 の注入口 208）は、容器 106 内部にプロセスガスおよび／またはプラズマの所望の流れをもたらすのに適した任意の構成で、容器 106 の周囲に配置されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、第 1 の注入口 120、第 2 の注入口 122、第 3 の注入口 206 および第 4 の注入口 208 の各々は、図 2 に示すように、プロセスガスおよび／またはプラズマが容器 106 の断面に対して接線方向の流れ（矢印 210 によって示されている）を有するように供給されるよう、容器 106 の周囲に配置されてもよい。このような方法で流れをもたらすことによって、本発明者らは、プロセスガスおよび／またはプラズマが、排出口（例えば、上述の第 1 の排出口 111、第 2 の排出口 113 および第 3 の排出口 115）を介して容器から流れ出る前に完全に混ざり合うことを認めた。本発明者らは、容器 106 の円形の断面並びにプロセスガスおよび／またはプラズマの接線方向の流れは、プロセスガスおよび／またはプラズマに輪状または螺旋状の流れを引き起こすと考えている。このような輪状または螺旋状の流れは、容器内でのプロセスガスおよび／またはプラズマの滞留時間並びにプロセスガスおよび／またはプラズマの乱流を増すことができ、これによってプロセスガスおよび／またはプラズマの混合を促進することができる。いくつかの実施形態では、プロセスガスおよび／またはプラズマは 100% 混合（すなわち、構成要素の完全な、または均一な混合）まで混合される。3040

【0019】

代替的にまたは組み合わせにより、いくつかの実施形態では図 3 に描かれているように、付加的な注入口 304（例えば、第 2 の注入口）は容器 106 の上部 306 に結合され、プロセスガスおよび／またはプラズマの流れを容器 106 上部 306 に対して実質的に垂直な方向に（矢印 303 で示すように）供給するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、付加的な注入口 304 は、付加的な導管 302 を介して容器 106 に遠隔50

プラズマ源で形成されたプラズマを供給するように利用され、一方、第1の注入口120および第2の注入口122は、第1および第2の注入口120、122に結合されたガス源からプロセスガスを供給してもよい。例えば、いくつかの実施形態では、ガス混合装置100は、処理チャンバ内でシーズニング処理を実行するため、プロセスガスとプラズマの混合物を供給する処理チャンバ(図8)に関して以下で説明されるように、非限定的な実施例では、プラズマイオン浸漬注入リアクタなど)に結合されてもよい。このような実施形態では、例えば、シラン(SiH₄)などのシリコン含有ガスは第1の注入口120を介して容器106に供給されてもよく、例えば、酸素ガス(O₂)などの酸素含有ガスは第2の注入口122を介して容器106に供給されてもよく、またプラズマ含有アルゴン(Ar)は付加的な注入口304を介して容器106に供給されてもよい。このような構成で供給される場合、第1の注入口120および第2の注入口122を介して供給されるガスは、容器106の断面に対して接線方向に(図2の矢印210、または図4の矢印402で示されるように)供給されてもよく、また付加的な注入口304を介して供給されるプラズマは、容器106の上部306に対して実質的に垂直な方向に(図3に表示された矢印303で示されるように)供給されてもよい。

【0020】

いくつかの実施形態では、1つまたは複数の付加的な構成要素は、プロセスガスおよび/またはプラズマの混合を高めるため、容器106内に供給されてもよい。例えば、図5を参照すると、いくつかの実施形態では、複数のバッフル501が容器106内に配置されてもよい。本発明者らは、複数のバッフル501が存在する場合には、プロセスガスおよび/またはプラズマの流れの滞留時間と乱流を増大させ、これによってプロセスガスおよび/またはプラズマの混合を高めることができる、と考えている。

【0021】

複数のバッフル501は、前述のプロセスガスおよび/またはプラズマの流れの滞留時間と乱流を増大させるのに十分な任意の数または構成で提供されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、複数のバッフル501は、容器106の壁505から容器106の中心503に向かって延在する1つまたは複数のバッフル(第1のバッフル502、第2のバッフル504、第3のバッフル506、第4のバッフル508および第5のバッフル510が示されている)を含んでもよい。いくつかの実施形態では、バッフルは、例えば容器106内のガスの流路を最大化し、それにより滞留時間を有利に最大化するように、容器106の軸中心線を超えて延在してもよい。いくつかの実施形態では、バッフルは、図5に示すように、容器106の上部306と実質的に平行に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、複数のバッフル501の各々は、例えば、容器106の対向する側面上に配置されることによって、各バッフルが隣接するバッフルと互い違いになるように配置されてもよい。いくつかの実施形態では、複数のバッフル501の各々は、約0.5mmから約1mmまでの高さを、あるいはいくつかの実施形態では、約1mmの高さを有してもよい。

【0022】

代替的にまたは組み合わせにより、いくつかの実施形態では、複数のバッフル501の少なくともいくつかは、例えば、図6に示した第1のバッフル602、第2のバッフル604、第3のバッフル606、および第4のバッフル608のように、容器106の上部に対して実質的に垂直に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、複数のバッフル501は、図6に描かれているように平坦であってもよく、例えば、図7に示した第1のバッフル702、第2のバッフル704、第3のバッフル706、および第4のバッフル708のように、湾曲した形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、複数のバッフルの各々は、約0.5mmから約1mmまでの高さを、あるいはいくつかの実施形態では、約1mmの高さを有してもよい。

【0023】

上述のガス混合装置100は、基板上でのプロセスの実行に使用される任意のタイプの処理機器に、プロセスガスおよび/またはプラズマの混合物を供給するように提供される

10

20

30

40

50

ことがある。例えば、ガス混合装置 100 は、限定するものではないが、カリフォルニア州サンタクララの Applied Materials, Inc. から入手可能な CONFORMA (商標)などの、トロイダルソースプラズマイオン浸漬注入リアクタに結合されてもよい。他の製造業者から入手可能なものに加えて、他のプロセス用に構成されたものを含む、他の処理チャンバは、本明細書に記載した教示に従って修正できる利点を享受する。

【0024】

図 8 を参照すると、トロイダルソースプラズマイオン浸漬注入リアクタ 800 は一般に、円筒形側壁 804 と円盤形状の天板 806 によって画定される円筒形真空チャンバ 802 を備える。チャンバ 802 の床部の基板支持体ペデスタル 808 は、処理される基板 810 を支持する。天板 806 上のガス供給プレートまたはシャワー ヘッド 812 は、ガス混合装置 100 からのプロセスガスをガスマニホールド 814 内で受け取る。

【0025】

プロセスガスおよび / またはプラズマをガス混合装置 100 に供給し、混合された後、チャンバ 802 に供給されるように、複数のガス源および / またはプラズマ源（3つの源 852、854、856 が示されている）がガス混合装置 100 に結合されていてもよい。いくつかの実施形態では、ガス混合装置 100 は、所望のガス供給ゾーンまたは処理チャンバの領域に混合されたプロセスガスおよび / またはプラズマを分布させるため、上方に配置された上方マニホールド 801 に結合されてもよく、また、チャンバ 802 に結合されてもよい。いくつかの実施形態では、上方マニホールド 801 は、処理チャンバの内部に直接、あるいはチャンバ 802 内に配置された下方マニホールド（例えば、ガス供給プレートまたはシャワー ヘッド 812）に結合されてもよい。

【0026】

図 9 を参照すると、いくつかの実施形態では、上方マニホールド 801 は複数のマニホールドを含んでもよい。例えば、いくつかの実施形態では、複数のマニホールドは、内側ガスリング 904 と外側ガスリング 902、並びに中央注入ポート 908 など、複数のガスリングを含むことがある。内側ガスリング 904 と外側ガスリング 902 はそれぞれ、複数のガス排出口（例えば、複数の第 3 のガス排出口）を備える。図 9 では、外側ガスリング 902 に対してガス排出口 910、および内側ガスリング 904 に対してガス排出口 912 が示されている。ガス排出口 910、912 はチャンバ 802 に結合されており、内側ガスリング 904 および外側ガスリング 902 からチャンバ 802 の内部へのプロセスガスおよび / またはプラズマの供給（例えば、上述のガス供給プレートまたはシャワー ヘッド 812 を介して）を促進する。

【0027】

ガス混合装置 100 は、チャンバ 802 内の所望の位置にプロセスガスおよび / またはプラズマの所望の混合物を供給するのに適した上方マニホールド 801 に対して任意の位置で、上方マニホールド 801 に結合されてもよい。

【0028】

例えば、いくつかの実施形態では、図 9 に示したように、ガス混合装置 100 は内側ガスリング 904 の上方に配置されてもよく、第 1 の導管 112 は内側ガスリング 904 に結合され、第 2 の導管 114 は外側ガスリング 902 に結合され、さらに第 3 の導管 110 は中央注入ポート 908 に結合されている。このような実施形態では、例えば、遠隔プラズマ源からのプラズマの分離供給を促進するため、付加的な導管 908 は中央注入ポート 908 に結合されてもよい。

【0029】

代替的に、いくつかの実施形態では、図 10 に示したように、ガス混合装置 100 は中央注入ポート 908 の上方に配置されてもよく、第 1 の導管 112 は中央注入ポート 908 に結合され、第 2 の導管 114 は内側ガスリング 904 に結合され、さらに第 3 の導管 110 は外側ガスリング 902 に結合されている。このような実施形態では、遠隔プラズマ源からのプラズマは、付加的な導管 302 を介してガス混合装置 100 に供給されても

10

20

30

40

50

よい。

【0030】

再び図8を参照すると、真空ポンプ820は基板支持体ペデスタル808と側壁804との間に画定されたポンピング環帯822に結合されている。処理領域824は、基板810とガス供給プレートまたはシャワーヘッド812との間に画定される。

【0031】

1対の外部リエントラント導管826、828は、処理領域824をプラズマ電流が通過するリエントラントトロイダル経路、および処理領域824と交差するトロイダル経路を確立する。各導管826、828は、チャンバの反対側に結合された1対の端部830を有する。各導管826、828は、中空の導電性管である。各導管826、828は、導管の両端間の閉ループ導電経路の形成を防止するD.C.絶縁リング832を有する。
10

【0032】

各導管826、828の環状部分は環状磁気コイル834によって囲まれている。コイル834を取り囲む励起コイル836は、インピーダンス整合デバイス840を経由してRF電源838に結合されている。コイル836のそれぞれに結合される2つのRF電源838は、わずかに異なる2つの周波数からなるものであってもよい。RF電源838から結合されるRF電力は、各導管826、828および処理領域824を通って延在する閉トロイダル経路内に、プラズマイオン電流を生成する。これらのイオン電流は、それぞれのRF電源838の周波数で振動する。バイアス電力は、インピーダンス整合回路844を経由してRFバイアス電力発生器842によって基板支持体ペデスタル808に印加される。
20

【0033】

プラズマ形成は、プロセスガス、またはプロセスガス混合物を、ガス供給プレートまたはシャワーヘッド812を経由してチャンバ802に導入すること、並びにRF電源838からリエントラント導管826、828へ十分なソース電力を印加することによって実行され、導管および処理領域824内にトロイダルプラズマ電流を生成する。

【0034】

ウエハ表面近傍のプラズマフラックスは、RFバイアス電力発生器842によって印加されるウエハバイアス電圧によって決定される。プラズマ速度またはプラズマフラックス(1平方センチメートルのウエハ表面上で毎秒サンプリングされるイオンの数)はプラズマ密度によって決定されるが、プラズマ密度はRF電源838によって印加されるRF電力レベルによって制御される。基板810での累積イオン線量(イオン/平方センチメートル)は、フラックスとフラックスが維持される合計時間によって決定される。
30

【0035】

基板支持体ペデスタル808は静電チャックで、埋設電極846はウエハ支持体ペデスタルの絶縁プレート848内部に準備され、さらに埋設電極846はインピーダンス整合回路844および/またはDC電圧源850を経由してRFバイアス電力発生器842に結合される。

【0036】

動作中には、例えば、基板810は基板支持体ペデスタル808上に配置されてもよく、1つまたは複数のガスはチャンバ802に導入されて、プロセスガスからのプラズマに衝突する。例えば、プラズマは、上述のように基板810の表面を選択的に修正するため、リアクタ800内部のプロセスガスから生成されることがある。プラズマは、上述のプロセスに従って、RF電源838から十分なソース電力をリエントラント導管826、828に印加することによって、処理領域824内に形成され、導管826、828内および処理領域824内にプラズマイオン電流を生成する。いくつかの実施形態では、RFバイアス電力発生器842によって供給されるウエハバイアス電圧は、ウエハ表面へのイオンのフラックス、および場合によりウエハ上に形成される1つまたは複数の層の厚さおよびウエハ表面に埋め込まれるプラズマ核種の濃度を制御するように調整可能である。
40

【0037】

コントローラは中央処理装置（C P U）、メモリ、およびC P U用のサポート回路を備え、以下でさらに詳細に説明するように、チャンバ802、およびエッティングプロセスの構成要素の制御を促進する。チャンバ802の制御を促進するため、例えば、以下で説明されるように、コントローラは、様々なチャンバおよびサブプロセッサを制御するために産業用の設定で使用できる任意の形態の汎用コンピュータプロセッサの1つとすることができる。C P Uのメモリまたはコンピュータ可読媒体は、ランダムアクセスメモリ（R A M）、読み取り専用メモリ（R O M）、フロッピーディスク、ハードディスク、または任意の他の形態のローカルもしくは遠隔デジタルストレージなど、容易に入手可能なメモリの1つまたは複数であってもよい。サポート回路は、従来の方式でプロセッサを支持するためにC P Uに結合される。これらの回路は、キャッシュ、電源、クロック回路、入出力回路、およびサブシステムなどを含む。本発明の方法、あるいはその中の一部は、本明細書に記載されているように、ソフトウェアルーチンとしてメモリの中に保存されてもよい。ソフトウェアルーチンはまた、C P Uによって制御されるハードウェアから遠隔に位置する第2のC P U（図示せず）によって記憶および／または実行することもできる。

【0038】

したがって、有利には1つまたは複数のガス供給ゾーンに提供されるプロセスガスおよび／またはプラズマの混合を高めるガス混合装置の実施形態が、本明細書に提供されている。

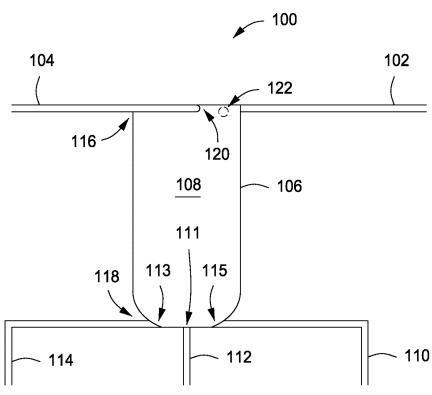
【0039】

上記は本発明の実施形態を対象とするが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他のさらなる実施形態を考案することもできる。

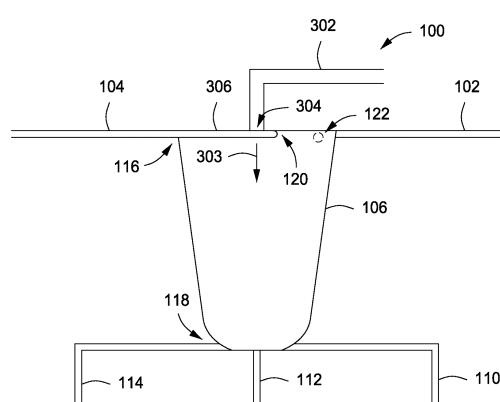
10

20

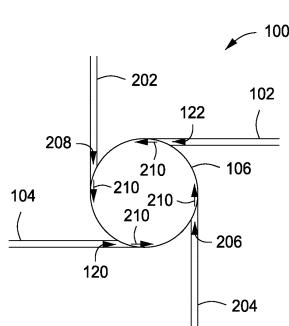
【図1】



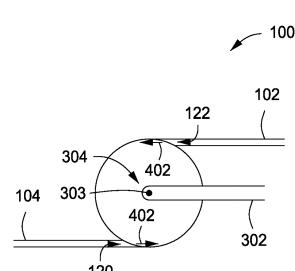
【図3】



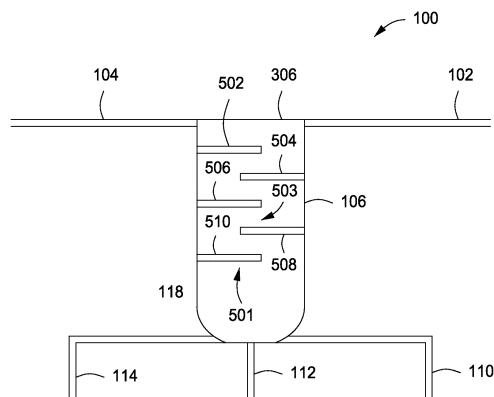
【図2】



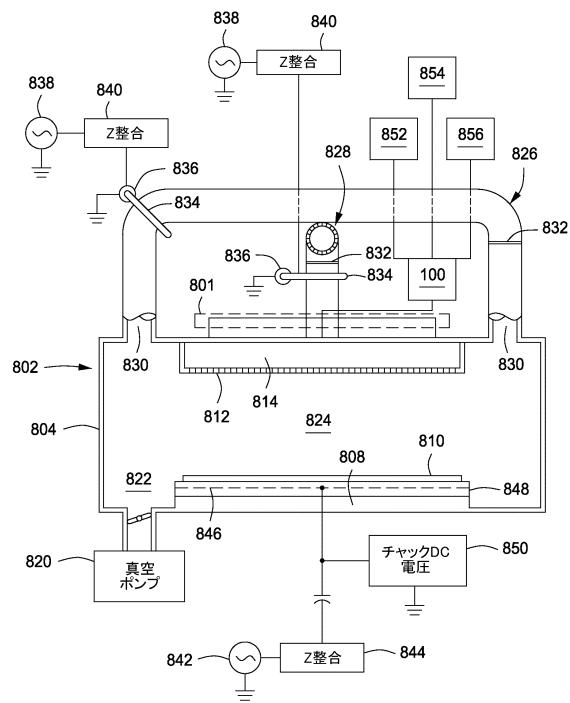
【図4】



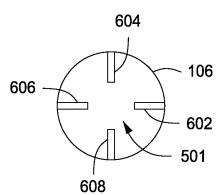
【図5】



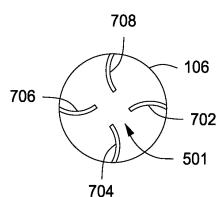
【図8】



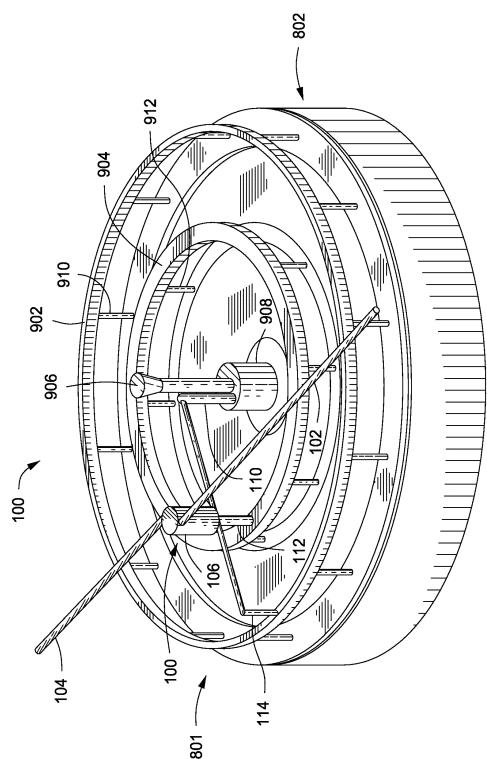
【図6】



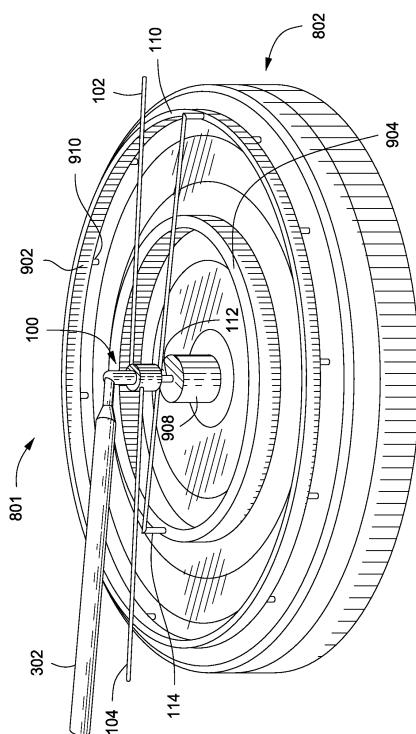
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 シャー， カルティーク

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94089， サニーヴェール， キホロ テラス 583

(72)発明者 ゴーシュ， カルヤンジット

インド国 パンガロール 560048， ホワイトフィールド ロード， ブリゲード メトロ

ボリス， エフ-203

(72)発明者 マクレランド， スコット

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129， サンノゼ， ボーモント ドライブ 1123

審査官 宮崎 園子

(56)参考文献 特開平07-211643(JP, A)

国際公開第2010/123877(WO, A2)

特表2009-521783(JP, A)

特開平02-161724(JP, A)

特開2003-239072(JP, A)

特開2004-323894(JP, A)

特開平06-010138(JP, A)

特開平04-080366(JP, A)

特開2007-335755(JP, A)

国際公開第2010/079766(WO, A1)

特開2008-277773(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/455

C23C 16/452

H01L 21/31