

(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2006-524914

(P2006-524914A)

(43) 公表日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 2	4 G O 7 5
HO 5 H 1/46 (2006.01)	HO 5 H 1/46 A	5 F O O 4
BO 1 J 19/08 (2006.01)	HO 5 H 1/46 M	
	BO 1 J 19/08 E	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2006-508616 (P2006-508616)	(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16年1月21日 (2004. 1. 21)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(85) 翻訳文提出日	平成17年8月9日 (2005. 8. 9)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/001406	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(87) 国際公開番号	W02004/095502	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(87) 国際公開日	平成16年11月4日 (2004. 11. 4)	(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
(31) 優先権主張番号	60/458, 432	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(32) 優先日	平成15年3月31日 (2003. 3. 31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

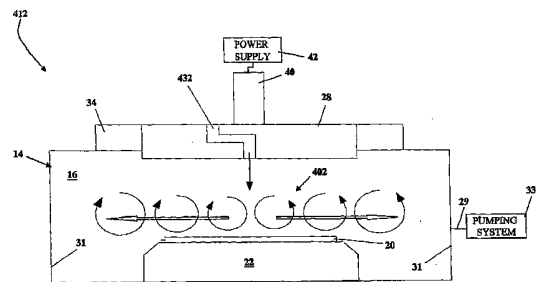
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ処理システム及び方法

【解決手段】 プラズマ処理システムは、プラズマ処理領域を含むチャンバと、前記チャンバ内の前記処理領域に基板を支持するように構成されかつ配置されたチャックを含む。前記プラズマ処理システムは、さらに、前記チャンバと連通し、かつその中にパージガスを流すことにより、パーティクルの前記チャンバからの除去を容易にするように構成された少なくとも1つのガス注入路を含む。一実施形態においては、前記プラズマ処理システムは、電極に、DCまたはRF電力によってバイアスがかけられたときに、静電力により、前記チャンバ内のパーティクルを引き付けるまたははね返すように構成された電極を含むことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理領域を含むチャンバと、
前記チャンバ内の前記処理領域内に基板を支持するように構成されたチャックと、
前記チャンバと連通し、プラズマ処理の間、前記プラズマ処理領域にプラズマを生成するように構成されたプラズマ発生器と、
前記チャンバと連通する少なくとも 1 つのガス注入路とを具備し、
この少なくとも 1 つのガス注入路は、それを介してパージガスを流すことにより、前記チャンバからのパーティクルの除去を容易にするように構成されているプラズマ処理システム。

10

【請求項 2】

前記チャンバからパーティクルを除去するように、前記チャンバに組み合わされたポンピング装置をさらに具備する請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 3】

電極をさらに具備し、
この電極に、DC または RF 電力でバイアスがかけられた場合に、静電力により、前記チャンバ内のパーティクルを引き付けるかまたははね返すように構成されている請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 4】

前記プラズマ発生器は、上部電極を有している請求項 3 に記載のプラズマ処理システム。

20

【請求項 5】

前記上部電極を囲むように配置された絶縁部材をさらに具備する請求項 4 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記上部電極内に形成されている請求項 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 7】

前記電極は、前記絶縁部材内に配置されている請求項 5 に記載のプラズマ処理システム。

30

【請求項 8】

前記チャンバに組み合わされたパーティクル測定装置をさらに具備する請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 9】

電極に、DC または RF 電力でバイアスがかけられた場合に、静電力により、前記チャンバ内のパーティクルを引き付けるかまたははね返すように構成された電極をさらに具備する請求項 8 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 10】

前記電極は、前記チャンバの側壁に取付けられている請求項 9 に記載のプラズマ処理システム。

40

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記チャンバの上部壁内に形成されている請求項 10 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 12】

前記電極は、引き付けられたパーティクルを前記チャンバから除去するように前記ガス注入路がパージガスを供給し得るように、パーティクルを引き付けるように構成されている請求項 11 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記チャック上に支持されている前記基板の概して外方で上部方向に向くように、前記チャック内に形成されている請求項 1 に記載のプラ

50

ズマ処理システム。

【請求項 14】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記チャンバの周囲に配置された複数の流路を有している請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 15】

前記複数の流路は、多数のセットに分けられ、各セットは、前記チャンバからのパーティクルの除去を容易にするように、異なる時間に作動する請求項 14 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 16】

前記電極へのパーティクルの引き付けを終了するとき、

前記電極は、パーティクルを前記チャンバから除去するように前記ガス注入路がパージガスを供給し得るように、パーティクル引き付けるようにバイアスがかけられ、その後、パーティクルの引き付けを終了させるようにバイアスがかけられる請求項 3 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 17】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、渦巻速度成分をパーティクルに与えることにより、前記基板からパーティクルを離しておくのを助ける渦巻成分を有するパージガスを注入するように構成されている請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 18】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記基板によって画定される面に対して直角である請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 19】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記チャンバの内壁に対して直角でありかつ前記基板によって画定される面と平行である請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 20】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記チャンバの内壁に対して直角ではない角度が付けられている請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 21】

前記少なくとも 1 つのガス注入路は、前記基板によって画定される面に対して、直角ではない角度が付けられている請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 22】

前記パージガスは、不活性ガスまたは希ガスを含んでいる請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 23】

基板を処理するように、プラズマ処理の間、プラズマが生成され得るプラズマ処理領域を含むチャンバを有するプラズマ処理システムで基板を処理する方法であって、

チャンバ内のパーティクルを除去することを具備し、

前記チャンバ内のパーティクルを除去することは、前記チャンバと連通する少なくとも 1 つのガス注入路を介してパージガスを供給することを含んでいる方法。

【請求項 24】

前記パーティクルを除去することは、

前記少なくとも 1 つのガス注入路を介してパージガスを連続して供給することを含んでいる請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記パーティクルを除去することは、

前記チャンバの周辺に配置された複数のガス注入路を介してパージガスを供給することを含み、

各注入路は、パージガスを前記チャンバに注入するノズルを有している請求項 23 に記載の方法。

【請求項 26】

10

20

30

40

50

前記パーティクルを除去することは、

前記注入路の第1のセットの各ノズルが、パーティクルを前記チャンバに注入するように、前記複数のガス注入路の第1のセットを介してパーティクルを供給することと、前記注入路の第1のセットとは異なる時間に、前記注入路の第2のセットの各ノズルが、パーティクルを前記チャンバに注入するように、前記複数のガス注入路の第2のセットを介してパーティクルを供給することとをさらに含んでいる請求項23に記載の方法。

【請求項27】

前記パーティクルを除去することは、

パーティクル測定装置を用いて、前記チャンバ内のパーティクル濃度を測定することと

、前記測定したパーティクル濃度に基づいて、前記チャンバ内のパーティクルを除去することを繰り返すこととをさらに含んでいる請求項23に記載の方法。

【請求項28】

前記パーティクルを除去することは、

前記チャンバ内のパーティクルを引き付けるかまたははね返すように構成された電極に電圧を印加することを含んでいる請求項23に記載の方法。

【請求項29】

前記チャンバ内のパーティクルを、前記基板から前記電極の方へ引き付けるように構成された電極に電圧を印加することと、

前記チャンバから引き付けたパーティクルを除去するように、前記パーティクルを供給することとをさらに具備する請求項23に記載の方法。

【請求項30】

前記チャンバ内のパーティクルの前記電極方向への引き付けを終了させるように、前記電極に電圧を印加することと、

前記チャンバから前記パーティクルを除去するように、前記パーティクルを供給することとをさらに具備する請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記パーティクルを除去することは、前記基板が処理された後に実行される請求項23に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願は、2003年3月31日に出願された米国特許仮出願第60/458,432号に基づいており、かつ前記出願から利益を得るものであり、その内容全体は参照してここに組み込まれる。

【0002】

本発明は、プラズマ処理に関し、より具体的には、プラズマ処理の間、プラズマ処理システムからパーティクルを除去することに関する。

【背景技術】

【0003】

一般的に、プラズマは、活性種の集まりであり、そのうちの一部はガス状であり、またそのうちの一部は帯電している。プラズマは、多種多様なアプリケーション用の特定の処理システムに有用である。例えば、プラズマ処理システムは、材料処理に、半導体、集積回路、ディスプレイ及び他の電子機器の製造及び処理に、例えば半導体ウェハ等の基板のエッチング及び成膜に対して、かなり有用である。

【0004】

ほとんどのプラズマ処理システムにおいては、例えば、ベローズ、バルブあるいは壁付着物からはげ落ちる固体パーティクルが、プラズマ中に存在する可能性がある。ウェハ処理中、粒径が、サブミクロンサイズから数mm以上のサイズのそのようなパーティクルは、デバイスが形成されるウェハ表面に付着し、それによって、デバイスにダメージが生じ

10

20

30

40

50

、歩留まりが低下する可能性がある。多くのプロセスパラメータが、そのようなパーティクルの生成に影響を及ぼす。例えば、RF及びDCバイアスは、ウェハ近くのパーティクルを「浮かす(float)」ことができ、またプラズマの化学作用は、はげ落ちる可能性のある壁付着物を生成するある程度の傾向を有し得る。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の1つの態様は、プラズマ処理領域を含むチャンバと、前記チャンバ内の前記処理領域内に基板を支持するように構成され、かつ配置されたチャックとを具備するプラズマ処理システムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記プラズマ処理システムは、さらに、プラズマ発生器と、前記チャンバと連通している少なくとも1つのガス注入路とを備える。前記プラズマ発生器は、プラズマ処理の間に、前記プラズマ処理領域内にプラズマを生成するように構成されており、また、前記少なくとも1つのガス注入路は、前記チャンバの中にパージガスを流すことにより、前記チャンバからのパーティクルの除去を容易にするように構成されている。

【0007】

本発明の他の態様は、プラズマ処理領域を含むチャンバと、前記チャンバ内の前記処理領域内に基板を支持するように構成され、かつ配置されたチャックとを備える、プラズマ処理システムを提供することである。前記プラズマ処理システムは、さらに、プラズマ発生器と、電極と、前記チャンバと連通している少なくとも1つのガス注入路とを備える。前記プラズマ発生器は、前記プラズマ処理領域内において、プラズマ処理の間にプラズマを生成するように構成されている。前記電極は、DCまたはRF電力によって前記電極にバイアスがかけられた場合に、静電力によって前記チャンバ内のパーティクルを引きつけるようにまたははね返すように構成されており、また、前記少なくとも1つのガス注入路は、前記チャンバの中にパージガスを流すことにより、前記チャンバからのパーティクルの除去を容易にするように構成されている。

20

【0008】

本発明のまた別の態様は、プラズマ処理の間に、プラズマを生成することができるプラズマ処理領域を含むチャンバを有するプラズマ処理システム内で、基板を処理する方法を提供することである。前記方法は、前記チャンバと連通する少なくとも1つのガス注入路を介してパージガスを供給することにより、前記チャンバ内のパーティクルを除去することを含む。

30

【0009】

本明細書の一部に組み込まれ、かつ前記明細書の一部を構成する、本発明の実施形態に関する添付図面は、上述の全般的な説明、及び以下に示す実施形態の詳細な説明と共に、本発明の原理を説明するのに役に立つものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1A及び図1Bは、本発明の原理によるプラズマ処理システムの一実施形態を示す。符号12で示す前記プラズマ処理システムは、図1A及び図1Bに概略的に示されている。プラズマ処理システム12は、プラズマ18を生成することができるプラズマ処理領域16を画定し、符号14で示すプラズマ処理チャンバを備える。チャックまたは電極22は、前記チャンバ14内に配置することができ、かつ処理領域16内において、チャンバ14内で基板20を支持するように構成されかつ配置されている。基板20は、半導体ウェハ、集積回路、被覆されるポリマー材からなるシート、イオン注入により表面硬化される金属、あるいは、例えば、エッチングまたは成膜される他の材料物質とすることができる。

40

【0011】

50

図示してはいないが、例えば、チャンバ14に組み合わされた冷却供給流路を介して、冷却剤をチャック22に供給することができる。各冷却供給流路は、冷却供給源に結合することができる。例えば、前記冷却供給流路は、前記冷却供給源に、個別に接続することができる。別法として、冷却供給流路は、全ての冷却供給流路をあるパターンで接続する相互接続流路からなるネットワークによって相互接続することができる。

【0012】

概して、プラズマを生成するようにイオン化可能などのようなガスでもあり得るプラズマ生成ガスは、例えば、ガス注入口26を介してチャンバ14内に導入されてプラズマになる。前記プラズマ生成ガスは、当業者が理解しているように、所望の用途に従って選択することができる。例えば、窒素、キセノン、アルゴン、フルオロカーボン化学に対して四フッ化炭素(CF₄)または八フッ化シクロブタン(C₄F₈)、塩素(Cl₂)、臭化水素(HBr)、酸素(O₂)、あるいは、他のガスとすることができる。

10

【0013】

ガス注入口26は、チャンバ14に結合されており、プラズマ処理ガスをプラズマ処理領域16内に導入するように構成されている。様々なガス注入口またはインジェクタ、および種々のガス注入動作を、プラズマ処理チャンバ14にプラズマ処理ガスを導入するのに用いることができ、前記チャンバは、密封することができ、またアルミニウムまたは他の適当な材質で形成することができる。プラズマ処理ガスは、ほとんどの場合、基板近くにまたは基板と反対側に配置されたガスインジェクタまたは注入口から導入される。例えば、図1A及び図1Bに示すように、ガス注入口26を介して供給されるガスは、容量結合型プラズマ(capacitively coupled plasma: CCP)源内の基板と対向する注入電極(上部電極28)を介して注入することができる。ガス注入口26を介して供給されるガスは、例えば、ガスフロー制御装置(図示せず)によって制御することができる。

20

【0014】

別法として、図示しない実施形態においては、電磁結合型プラズマ(transformer coupled plasma: TCP)源内の基板と対向する誘電体窓を介して、ガスを注入することができる。図2から図6は、例えば、誘導結合型プラズマ(inductively coupled plasma: ICP)源内のガス注入プレートを介して、ガスを注入することができるプラズマ処理システム12の実施形態を示し、それらを以下に詳細に説明する。その他のガスインジェクタ構成が当業者に知られており、プラズマ処理チャンバ14と、例えば、ヘリコン(Helicon)及び電子サイクロトロン共鳴(electron cyclotron resonance: ECR)源等の他のプラズマ源と同様に、共に用いることができる。

30

【0015】

プラズマ処理チャンバ14は、ポンピング装置33が取り付けられた排出口29を備えることができる。(図1Aの前記ポンピング装置に組み合わされたバルブ35として示す)ポンピング装置33内のスロットル制御バルブは、プラズマ処理チャンバ14内のガス圧力制御を実行することができる。ポンピング装置33は、ウェハ20の近傍からパーティクルを除去するように機能する。ゲートバルブ35及び真空ポンプ37(図1A)は、ポンピング装置33の構成要素であるが、簡略化のため、ポンピング装置33のみを、図2、図3、図4及び図6に示してある。

40

【0016】

上部電極28及び下部電極(チャック)22の形として、プラズマ発生器は、プラズマ処理ガスをイオン化することによって、プラズマ処理領域16内にプラズマ18を生成するように、チャンバ14に結合することができる。前記プラズマ処理ガスは、例えば、上部電極28に結合された電源30を用いて、RFおよび/またはDC電力を前記ガスに供給することによってイオン化することができる。ある用途においては、前記プラズマ発生器は、例えば、RF電力を供給することが可能なアンテナまたはRFコイルを含んでもよい。例えば、電源30によってプラズマに供給される電力は、チャンバ14内に導入され

50

るプラズマ生成ガス中で放電を引き起こすことができ、それによって、プラズマ 18 等のプラズマを生成することができる。

【0017】

上部電極 28 は、その中に形成された 1 つ以上のガス注入路 32 A (図 1 A) または 32 B (図 1 B) を有することができる。注入路 32 A、32 B は、処理領域 16 に連通させることができ、かつガスインジェクタ 26 から離れた、パージガス (図示せず)、例えば不活性ガスの供給源からパージガスを供給することができる。ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオン、キセノン及び他のガスまたは希ガス等の不活性ガスは、この目的のために使用することができる。ガス注入路 32 A、32 B は、いずれかの方向または角度で、チャンバ 14 の処理領域 16 内に入るように、上部電極 28 内に形成することができる。図 1 A において、ガス注入路 32 A は、チャンバ 14 の内部チャンバ壁 31 に対して外側径方向に、パージガスの流れを注入するように構成されている。ガス注入路 32 A は、内部チャンバ壁 31 と直角に、かつ基板 20 によって画定される面と平行にすることができる。注入路 32 A は、パージガスの動きが、パージガスを、前記内部チャンバの概して周囲に流すことができるようにする遠心成分を有するように、あるいは、図 1 C に示すように配置することができる。それにより、パーティクルが前記チャンバ壁にぶつかって流れ続け、かつ基板 20 から離れる。図 1 C に示すように、注入路 32 A は、例えば、直角ではない角度で内部チャンバ壁 31 を横切らせることができ、かつ基板 20 によって画定される面と平行にすることができる。

10

【0018】

ガス注入路 32 B は、注入されたパージガスが、上方または下方の動きの成分 (下方の動き成分を示す図 1 B 参照) を有し、かつ可能な限り渦巻形の成分 (図 1 D 参照) も有するように、内部チャンバ壁 31 に対して直角ではない角度で上部電極 28 内に形成することができる。図 1 B においては、ガス注入路 32 B は、基板 20 によって画定される面に対して直角にすることができる。図 1 D においては、ガス注入路 32 B は、基板 20 によって画定される面と平行にすることができる。これらの注入角度は、パーティクルを前記ウェハから離しておく前記チャンバ内でのフローパターンを生成することにより、ウェハ 20 からパーティクルを離しておくことを助ける。例えば、上記渦巻形の成分は、図 1 C 及び図 1 D に示すように、前記基板によって画定される面内に、注入路 32 A、32 B をある角度で向けることにより生成することができる。注入路 32 A、32 B は、電極 28 の半径に関する水平面に対してある角度で向けるように表すこともできる。別法として、注入路 32 A、32 B は、内部チャンバ壁 31 に対して直角にすることができる。例えば、内部チャンバ壁 31 に対して垂直ではない角度で向けることができる。

20

30

【0019】

絶縁リング 34 は、上部電極 28 と、チャンバ 14 に結合された DC または RF バイアス電極 36 とを実質的に囲むことができる。例えば、電極 36 は、絶縁リング 34 の外面に埋め込むことができる。

【0020】

DC または RF バイアス電極 36 は、適当な電源 38 によって起動することができる。電極 36 のパルシングは、ウェハ 20 の近傍からのパーティクルを、電極 36 の近傍に引き付けさせることができる。そこで、パージガスを、注入路 32 A、32 B を介して断続的または継続的に処理領域 16 に流して、パーティクルの流れをポンピング装置 33 に送ることができる。このようにして、パーティクルは、チャンバ 14 及び処理領域 16 から除去される。

40

【0021】

また、ガス注入路 32 A、32 B を介してパージガスを供給するのに加えて、パーティクルを引き付けるのに用いられるのとは異なる反対極性で (例えば、DC バイアスの場合) 電極 36 をパルシングして、パーティクルを吹き飛ばすこと、例えば、ウェハ近傍からのパーティクルの除去をアシストすることも可能である。前記反対極性は、パーティクルの電極 36 への引き付けを終わらせ、ガス注入路 32 A、32 B を介して供給されるパー

50

ジガスを用いたパーティクル除去を容易にする。

【0022】

様々なリード（図示せず）、例えば、電圧プローブまたは他のセンサを、プラズマ処理システム12に結合することができる。

【0023】

プラズマ処理システム12への入力を伝え、かつ活性化させるのに十分な制御電圧を生成することが可能で、かつプラズマ処理システム12からの出力をモニタリングすることが可能なコントローラ（図示せず）を、プラズマ処理システム14に組み合わせることができる。例えば、前記コントローラは、上部電極28のRF電源30及びガス注入口26（または、前記注入口と流体的に連通する流量制御装置）に結合することができ、かつ前記電源及び前記制御装置と情報を交換することができる。さらに、前記コントローラは、図1A及び図1Bに示すように、それぞれ、ポンピング装置33及び電極36の電源38と連通させることができる。記憶装置に格納することができるプログラムを、格納されたプロセスレシビに従って、プラズマ処理システム12の上述した構成要素を制御するのに用いることができる。別法として、各コントローラが、例えば、プラズマ処理システム12の異なる構成要素を制御するように構成されている多数のコントローラを設けることができる。前記コントローラの1つの実例は、カリフォルニア州グレンデールのMicro/SYS社の組み込み可能なPCコンピュータ型PC/104である。

10

【0024】

図2は、図1A及び図1Bに示すプラズマ処理システム12と実質的に同様の構造及び動作からなるプラズマ処理システム112を示す。プラズマリアクタまたは発生器17が、容量結合型プラズマ（CCP）源、誘導結合型プラズマ（ICP）源、電磁結合型プラズマ（TCP）源、電子サイクロトロン共鳴（ECR）プラズマ源、ヘリコンプラズマ源または同様のシステムのうちのいずれかであってもよい「一般的な（generic）」プラズマリアクタを表わす。プラズマ処理システム112は、処理領域16と連通するように、チャンバ14の壁を貫通して形成されているガス注入路132を備える。ガス注入路132は、図2のチャンバ14の上壁に形成されているが、ガス注入路132は、前記チャンバまたはリアクタのいずれかの壁に、例えば、図1A及び図1Bの壁31に形成することができる。その結果、パージガスを、異なる方向または角度で、処理領域16に供給することができる。また、図2は、プラズマシステム112の側壁に取付けられた電極36を示す。異なるタイプのプラズマシステムまたはリアクタ、例えば、CCP、TCP、ヘリコンまたはECR型のシステムまたはリアクタにおいては、電極36は、そのようなタイプのシステムまたはリアクタのチャンバのいずれかの適当な壁に取付けることができる。

20

30

【0025】

電極36は、バイアスをかけて、ウェハ20の近傍からのパーティクルを、チャンバ14の外周部において、電極36の近傍に引き付けさせることができる。そこで、パージガスを、注入路132を介して処理領域16に流し、パーティクルの流れをポンピング装置33に送ることができる。このようにして、パーティクルは、チャンバ14及び処理領域16から除去される。

40

【0026】

プラズマ処理システム12と同様に、プラズマ処理システム112は、ガス注入路32を介してパージガスを供給するのに加えて、パーティクルを引き付けるのに用いられるのとは異なる反対極性で（例えば、DCバイアスの場合）電極36をパルスングして、チャンバ14からパーティクルを除去することができる。

【0027】

プラズマ処理システム12、112は、チャンバ14の処理領域16からパーティクルを除去するように、パージガスと共に、DCバイアスまたはRFバイアスを用いることが示される。図3に示されているプラズマ処理システム212は、チャンバ14の処理領域16からパーティクルを除去するようにパージガスのみを用いることが示される。プラズ

50

マ処理システム 1 2、1 1 2 の部材と、構造及び動作が実質的に等しいプラズマ処理システム 2 1 2 における同様の部材には、同じ参照数字を付けている。

【0028】

プラズマ処理システム 2 1 2 は、チャック 2 2、または、その上に前記チャックが位置するチャック台構造のいずれかに形成されているガス注入路 2 3 2 を含む。ガス注入路 2 3 2 は、ウェハ 2 0 から上方及び外側に、パージガスの流れを噴射するように構成されている。図 3 に示す実施形態においては、前記パージガスは、ガス注入路 2 3 2 を介して同時に供給することにより、前記ウェハ、特に前記ウェハの縁部からパーティクルを除去することができる。ガス注入路 2 3 2 は、上述したプラズマ処理システムまたはリアクタのいずれかに形成することができる。別法として、パージガスは、ガス注入路 2 3 2 を介して継続的に供給することができ、または、ガス注入路 2 3 2 を介して、異なる時間に供給することができる。

10

【0029】

図 4 及び図 5 は、チャンバ 1 4 の処理領域 1 6 からパーティクルを除去するようにパージガスのみを用いることが、また、示されているプラズマ処理システム 3 1 2 を示す。システム 1 2、1 1 2 及び 2 1 2 の部材と、構造及び動作が実質的に等しいプラズマ処理システム 3 1 2 における同様の部材には、同じ参照数字を付けている。

【0030】

プラズマ処理システム 3 1 2 は、チャンバ 1 4 の周囲に配置されているガス注入路 3 3 2 (図 5) を備えるパーティクル除去システムを含む。ガス注入路 3 3 2 は、パージガスの流れが、ウェハ 2 0 を越えた上方に向けられるように、チャンバ 1 4 の側壁に形成することができる。ガス注入路 3 3 2 は、セットまたはゾーンで作動することができ、その結果、1 つのみのセットまたはゾーンが、一度にパルスングされる。例えば、図 5 において、各セットまたはゾーンは、4 つまたは 5 つの注入路 3 3 2 を含むことができる。換言すれば、1 つのセットまたはゾーンは、チャンバ 1 4 の周囲の約 4 分の 1 に及ぶが、異なる数のゾーン及びゾーンごとの注入路を用いてもよい。

20

【0031】

1 つのセットまたはゾーンの活性化 (activation) は、ガスフロー及びパーティクルが、ウェハの中心近くに流れなくなることを避けることを可能にする。従って、パーティクルを、ウェハ 2 0 から吹き飛ばし、前記ウェハを横切ってウェハ 2 0 の他の側へ吹き飛ばして、ポンピング装置 3 3 を介して除去することができる。多数のセットまたはゾーンのガス注入路 3 3 2 を、例えば順次作動させることができ、その結果、各ガス注入路 3 3 2 が、少なくとも一度使用される。

30

【0032】

図 6 は、チャンバ 1 4 の処理領域 1 6 からパーティクルを除去するようにパージガスのみを用いることが示されているプラズマ処理システム 4 1 2 を示す。システム 1 2、1 1 2、2 1 2 及び 3 1 2 の部材と、構造及び動作が実質的に等しいプラズマ処理システム 4 1 2 における同様の部材には、同じ参照数字を付けている。

【0033】

プラズマ処理システム 4 1 2 は、図 6 に示すように、展開渦リング構造 4 0 2 (expanding vortex ring structure 4 0 2) を生成して、チャンバ 1 4 の処理領域 1 6 からのパーティクルの除去を容易にするように構成されているガス注入路 4 3 2 を含む。

40

【0034】

注入路 4 3 2 を介して、パルス上にガスを注入すると、ガスフローの渦リング構造 4 0 2 が生成され、これは、徐々に径方向に広がり、一定時間経過後に、(片方矢印で示す方向で) 内部チャンバ壁 3 1 に到達し、パーティクルをウェハ 2 0 の上に浮遊させる。

【0035】

プラズマ処理システムにおいては、パーティクルは、一般に、プラズマ 1 8 の静電力により、ウェハ 2 0 の上、特に、前記ウェハの縁部に浮遊する可能性がある。パーティクル

50

は、概して、チャック 22 から RF バイアスを除去したとき、もしくはプラズマ 18 を消したときに、浮遊させていた静電電位が取り除かれ、ダメージを起こすパーティクルがウェハ 20 の上に積もり、デバイスに最もダメージを与える。上述した全ての実施形態において、ウェハの処理は、所定のレシピに従って実行することができ、プラズマ 18 が完全に消失する前に、プラズマ処理が本質的に停止している間、プラズマがまだ、パーティクルを浮遊させ続けるのに十分高密度である低 RF 電力動作を用いることができる。この低電力動作の間に、図 1 A から図 1 D 及び図 2 から図 6 に関して上述したプラズマ処理システム 12、112、212、312、412 を作動させて、チャンバ 14 の処理領域 16 からパーティクルを除去することができる。パーティクルが、ポンピング装置 33 を用いて、一旦、排出されると、RF 電力及びプラズマは完全に消失する。また、ウェハの処理中に、図 1 A から図 1 D 及び図 2 から図 6 に関して上述したプラズマ処理システム 12、112、212、312、412 を作動させて、チャンバ 14 の処理領域 16 からパーティクルを除去することもできる。

【0036】

図示していないが、図 1 A から図 1 D 及び図 2 から図 6 に関して上述したプラズマ処理システム 12、112、212、312、412 の特徴は、混合させることができる。より具体的には、注入路系 32 A、32 B、132、232、332、432 及び電極 36 は、いずれかの実施形態において置換することができる。例えば、プラズマ処理システム 212 において、(図 2 に示すプラズマ処理システム 112 に関して上述したように)電極 36 をチャンバ 14 の側壁に取り付けて、チャック 22 の側部のガス注入路 232 を介してパージガスを供給することに加えて、電極 36 の近傍にパーティクルを引き付けることができる。

【0037】

図 7 は、上述した実施形態のいずれかを用いて使用することができるプラズマ処理システムで基板を処理する方法を示す。図 8 から図 11 は、本発明の原理によるプラズマ処理システムでパーティクルを除去する種々の方法を示し、上述した特定の実施形態で実施することができる。

【0038】

図 7 に示すプラズマ処理システムで基板を処理する方法は、500 で始まる。502 において、ウェハが、前記プラズマ処理システムの処理領域内に配置される。504 において、前記ウェハは、上述したような所定のプロセスレシピに従って処理される。ブロック 506 は、508 においてパーティクルを除去することと、必要な場合に、510 において、パーティクルの除去を繰り返すこととを含む、パーティクル除去シーケンスを規定する。ブロック 506 は、504 のウェハ処理の後に続くが、前記パーティクル除去シーケンスは、ウェハが所定のプロセスレシピに従って処理されている間または処理された後に実行することができる。図 8 から図 11 は、ブロック 506 の代わりに、図 7 に示す上述した方法に代わりに用いることができる操作の実施例を示す。

【0039】

508 において、パーティクルは、少なくとも 1 つのパージガスと、プラズマ中の静電力とを用いて、前記処理チャンバの処理領域から除去される。パーティクルの除去は、必要に応じて、ウェハ処理の状況により繰り返すことができる(例えば、パーティクルがより発生しやすいプロセスの場合、多数のパーティクル除去操作を用いることができる)。このため、510 において、前記パーティクル除去操作を繰り返すか否かの判断がなされる。そして、そのような場合、前記パーティクル除去操作は、508 において繰り返され、新たな判断が、510 においてなされる。除去操作の所定回数は、例えば、経験、実験、歩留まり及びダメージレベルに基づく所定回数を用いて決めることができる。

【0040】

さらなるパーティクル除去操作が必要でない場合には、512 において、ウェハを上記チャックに保持する電気バイアスが取り除かれる。514 において、処理されたウェハは、上記プラズマ処理システムから移動される。516 において、上記方法は終了する。

【 0 0 4 1 】

図 8 は、6 0 2 において、パージガスをパルシングすることと、6 0 4 において、必要に応じて前記パルシングを繰り返すこととを含む、パーティクル除去シーケンスを規定するブロック 6 0 6 を示す。ブロック 6 0 6 は、5 0 4 において、上記基板が処理された後、または処理されている間に、6 0 2 において、パージガスがパルシングされるように、ブロック 5 0 6 の代わりに、図 7 に示す上述した方法に代わりに用いることができる。6 0 4 における判断が、6 0 4 におけるパージガスのパルシングが必要であるという場合、前記パージガスは、6 0 2 において、パルシングされる。6 0 4 における判断が、前記パージガスのさらなるパルシングが必要でないという場合、シーケンス 6 0 6 は終了して、図 7 の 5 1 2 に続く。

10

【 0 0 4 2 】

図 9 は、例えば、7 0 2 において、DC または RF バイアスを、電極 3 6 等の電極に印加することを含むパーティクル除去シーケンスを規定するブロック 7 0 6 を示す。ブロック 7 0 6 のパーティクル除去シーケンスは、7 0 4 において、パージガスをパルシングすることと、7 0 8 において、必要に応じて前記バイアス及びガスのパルシングを繰り返すこととも含む。ブロック 7 0 6 は、DC または RF バイアスが、電極、例えば、図 1 から図 2 に示す電極 3 6 に印加されるように、ブロック 5 0 6 の代わりに、図 7 に示す上述した方法に代わりに用いることができる。7 0 8 における判断が、さらなるパーティクル除去が必要であるという場合には、7 0 2 において、DC または RF バイアスが印加され、7 0 4 において、パージガスがパルシングされる。7 0 8 における判断が、さらなるパーティクル除去が必要でないという場合には、シーケンス 7 0 6 は終了し、図 7 の 5 1 2 に続く。

20

【 0 0 4 3 】

図 1 0 は、上記プラズマ処理チャンバの周囲に配置されている、ガス注入路の複数のノズルを介してパージガスを供給することを含むパーティクル除去シーケンスを規定するブロック 8 0 6 を示す。このパーティクル除去シーケンスは、例えば、図 4 及び図 5 に示すプラズマ処理システム 3 1 2 に用いることができる。ノズルの第 1 のセットは、8 0 2 において、ガスを前記ノズルの第 1 のセットに供給するために、例えば、バルブまたは同様の装置を用いてガス供給装置に接続されており、8 0 4 において、前記パージガスがパルシングされる。ノズルの追加的なセットを介したパージガスのパルシングが必要か否かの判断が、8 0 8 においてなされる。必要な場合、8 1 0 において、ノズルの前記追加的なセット、例えば、ノズルの第 2 のセットにガスを供給するために、例えば、バルブまたは同様の装置を用いて、パージガスの供給部を追加的なノズルに接続することができ、8 0 4 におけるパージガスのパルシングが、前記ノズルの第 2 のまたは追加的なセットを用いて繰り返される。前記プロセスは、ノズルの全てのセットがパルシングされるまで繰り返される。前記ノズルセットは、どのような順序でもパルシングすることができ、前記シーケンスは、前記シーケンスの範囲内で、1 つのセットを他のセットよりもより多くパルシングすることを含んでもよい。

30

【 0 0 4 4 】

ブロック 8 0 6 は、5 0 4 において、上記基板が処理された後に、上記プラズマ処理チャンバの周囲に配置されているガス注入路の複数のノズルを介して、パージガスが供給されるように、ブロック 5 0 6 の代わりに、図 7 に示す上述した方法に代わりに用いることができる。

40

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、9 0 0 において、上記処理チャンバ内のパーティクル濃度を測定することと、9 0 2 において、図 8、図 9 または図 1 0 に示す方法のいずれかを用いて、前記チャンバ内のパーティクルを除去することとを含むパーティクル除去シーケンスを規定するブロック 9 0 6 を示す。パーティクル除去後に、9 0 4 において、パーティクル濃度の新たな測定が実行される。パーティクル濃度の測定は、2 0 0 2 年 1 1 月 2 6 日に出願された、米国特許仮出願第 6 0 / 4 2 9 , 0 6 7 号の教示に従って実行することができ、前記出願

50

の内容全体は参照してここに組み込まれる。別法として、公知のどのような方法も、パーティクル濃度を測定するのに用いてもよい。908において、パーティクル除去を繰り返すか否かの判断がなされる。そして、そのような場合、910において、(例えば、吸引力を変更する、除去を速めるため等)任意のものである、パーティクル除去条件(例えば、パーティクル流量、DCまたはRF電極バイアスまたは他の条件)を変える必要があるか否かの判断がなされ、902において、前記除去操作が繰り返された後、新たなパーティクル濃度測定が、904において行われ、908において、繰り返しの新たな判断がなされる。一旦、最新の測定によってパーティクル濃度が安全なレベルまで低減されていることが確認されると、全てのRF電力が遮断され、(例えば、図7のフローチャートにおいて)上記ウェハが、上記処理チャンバから移動される。

10

【0046】

ブロック906は、504において、上記基板が処理され、900において、上記処理チャンバ内のパーティクル濃度が測定され、902において、前記チャンバ内のパーティクルが除去され、続いて、904において、新たなパーティクル濃度測定が行われるように、ブロック506の代わりに、図7の上述した方法に代わりに用いることができる。この最後に行われたパーティクル濃度測定は、統計的方法を用いて、図7のプロセス504の間のパーティクルによるダメージに関連付けることができる。一旦、許容可能なダメージレベルに達すると、測定されかつ関連付けられたパーティクル濃度を、他のプロセスのための目標値として用いることができる。他のプロセスの実行中には、910において、パラメータを調整することができ、あるいは、この目標の濃度が達成されるまで、ウェハにおける実際のダメージレベルを必ずしも算出することなく、ガスのパルシングの回数を繰り返す。この実際のダメージレベルを測定することの回避は、ウェハ処理実行中の時間を節約することができる。

20

【0047】

上記方法は、プラズマ処理システム内のパーティクルを除去する上記の方法に加えて、プラズマ処理領域内のパーティクルを除去するための追加的な行為、操作または処理手順を含むことができる。それらの追加的な行為、操作または処理手順の様々な組合せを用いることもできる。例えば、上記プラズマ処理チャンバからパーティクルを除去する操作は、基板処理中に、または、基板が処理された後に、実行することができる。

【0048】

本発明を、その好適な実施形態に関して、具体的に示しかつ説明してきたが、当業者には、本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく、様々な形態及び詳細の変更が可能であることが理解されるであろう。

30

【0049】

例えば、パーティクル測定装置を、図1A、図1B及び図2から図6に記載したプラズマ処理システム12、112、212、312または412のうちのいずれかと共に用いることができる。前記パーティクル測定装置は、チャンバ内のパーティクル濃度を読取るために、処理チャンバ14に結合することができる。パーティクル濃度データは、プラズマ処理システム12、112、212、312または412あるいはプラズマ処理チャンバ14が、例えば、クリーニングを要するとき及び場合を判断するのに用いることができる。従って、プラズマ処理システム12、112、212、312または412あるいはプラズマ処理チャンバ14は、必要な場合にのみクリーニングすることができ、このことは、典型的な歩留まりを改善することができ、かつプラズマ処理システム12、112、212、312または412の予防的なメンテナンスのための運転停止の頻度を減らすことができる。また、前記システムは、パーティクルの発生が極小化されるように、プロセスエンジニアが、プロセスパラメータを調整できるようにし、プロセスパラメータの調整が、ある特に不安定なプロセスに必要な場合、例えば、前記システムは、種々のプロセスレシピを比較することを可能にする測定値を提供する。

40

【0050】

従って、上記の実施形態は、この発明の機能的なかつ構造上の原理を説明するために示

50

しかつ記載されており、かつそれらの実施形態は、そのような原理から逸脱することなく、変更されることがある。そのため、この発明は、特許請求の範囲の趣旨及び範囲に含まれる全ての変更例を含む。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1A】本発明の原理によるプラズマ処理システムの一実施形態の概略断面図である。

【図1B】図1Aに示す基板を有するプラズマ処理システムの概略断面図であり、前記基板によって画定される平面と直角な少なくとも1つのガス注入路を有することを示す図である。

【図1C】図1Aに示すプラズマ処理システムに用いることができるガス注入路の1つの配置を示す概略平面図である。 10

【図1D】図1Bに示すプラズマ処理システムに用いることができるガス注入路の1つの配置を示す概略平面図である。

【図2】本発明の原理によるプラズマ処理システムの代替の実施形態の概略断面図である。

。

【図3】本発明の原理によるプラズマ処理システムの代替の実施形態の概略断面図である。

。

【図4】本発明の原理によるプラズマ処理システムの代替の実施形態の概略断面図である。

。

【図5】ガス噴出システムの配置及び動作を示す、図4に示すプラズマ処理システムの平面図である。 20

【図6】本発明の原理によるプラズマ処理システムの一実施形態の概略断面図である。

【図7】本発明の原理によるプラズマ処理システム内において、基板を処理する方法を示すフローチャートである。

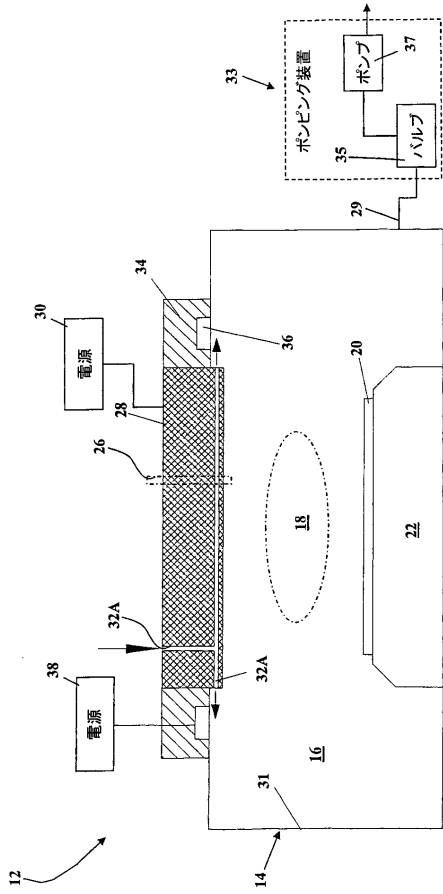
【図8】本発明の原理によるプラズマ処理システムからパーティクルを除去する方法を示すフローチャートである。

【図9】本発明の原理によるプラズマ処理システムからパーティクルを除去する方法を示すフローチャートである。

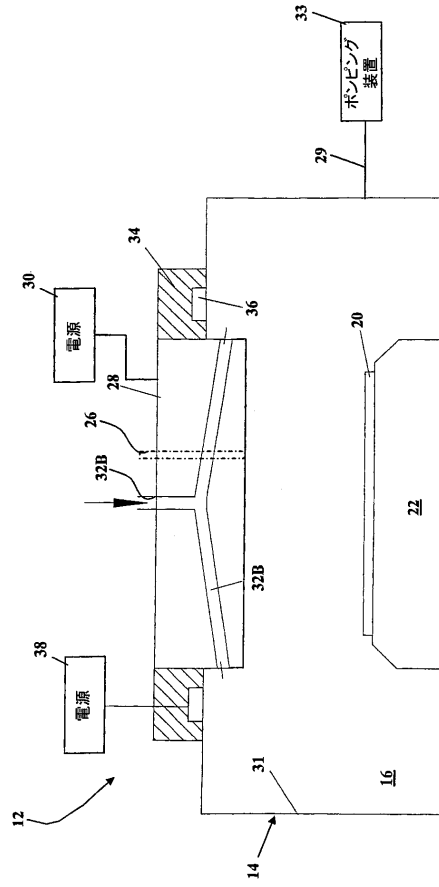
【図10】本発明の原理によるプラズマ処理システムからパーティクルを除去する方法を示すフローチャートである。 30

【図11】本発明の原理によるプラズマ処理システムからパーティクルを除去する方法を示すフローチャートである。

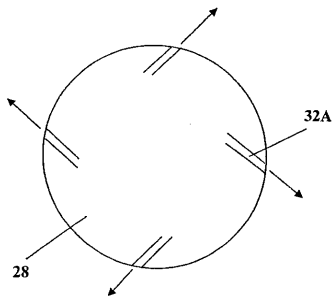
【図 1 A】



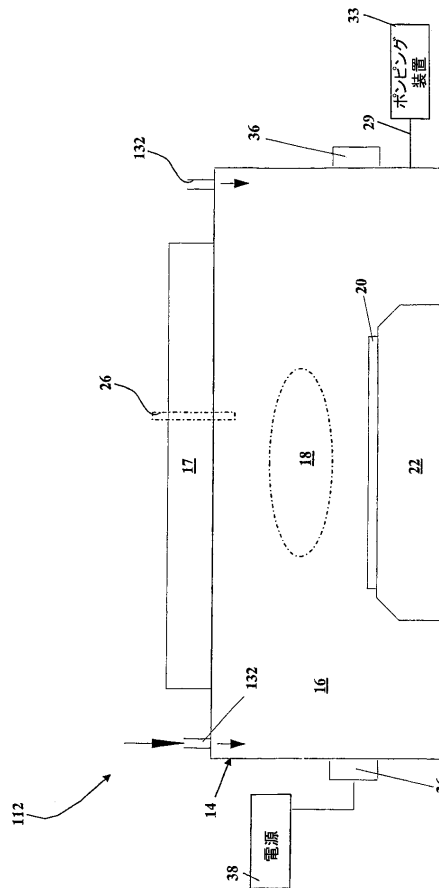
【図 1 B】



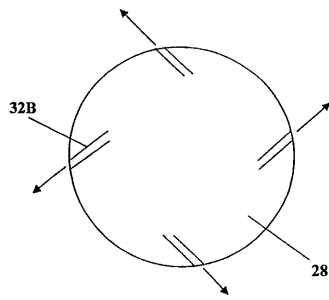
【図 1 C】



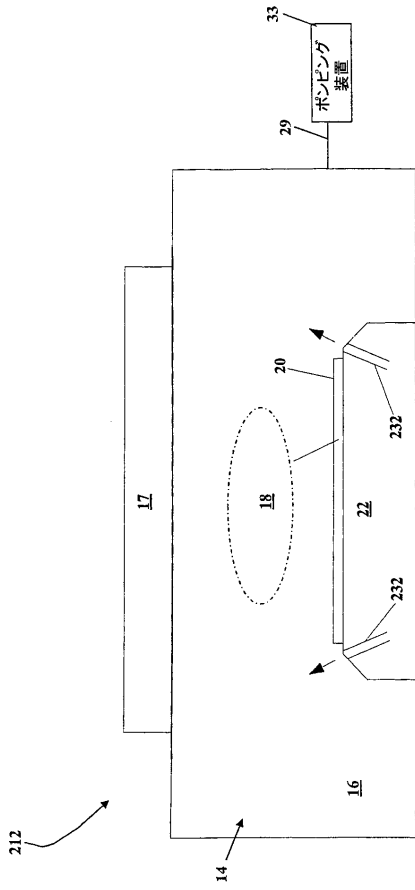
【図 2】



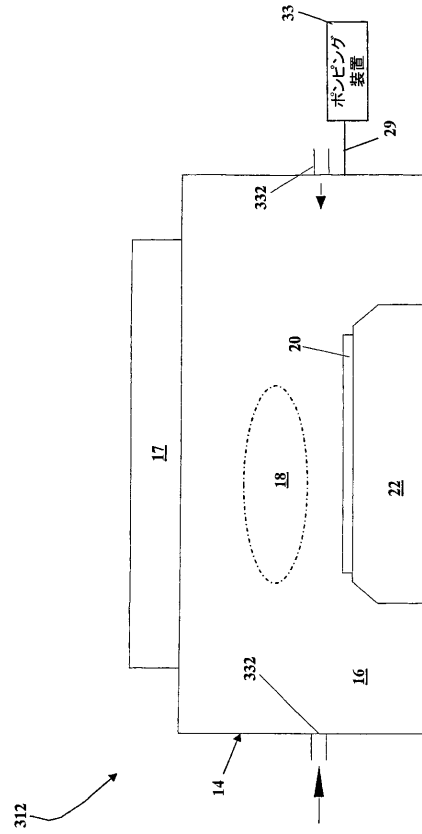
【図 1 D】



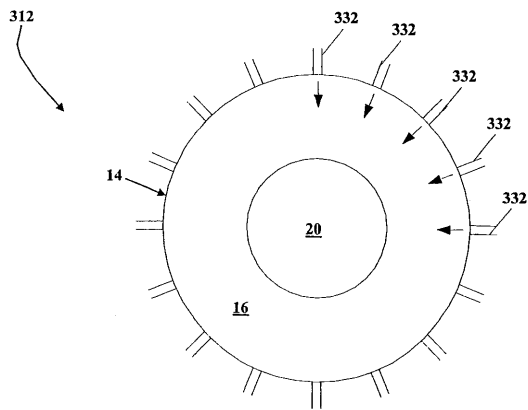
【図 3】



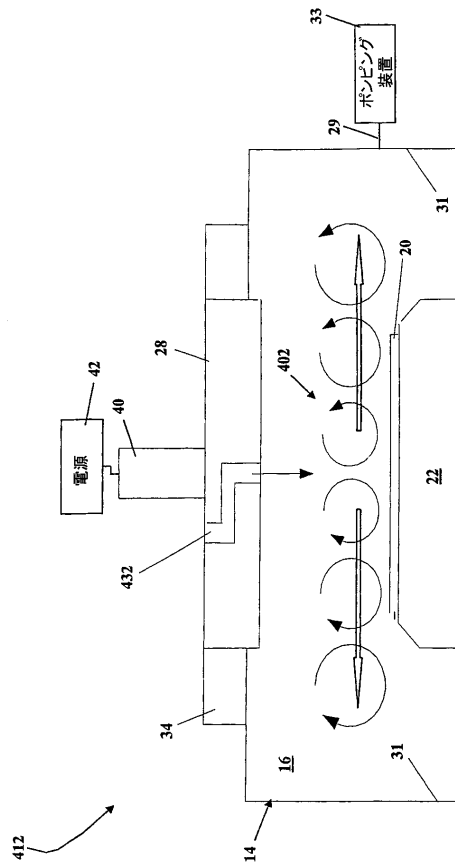
【図 4】



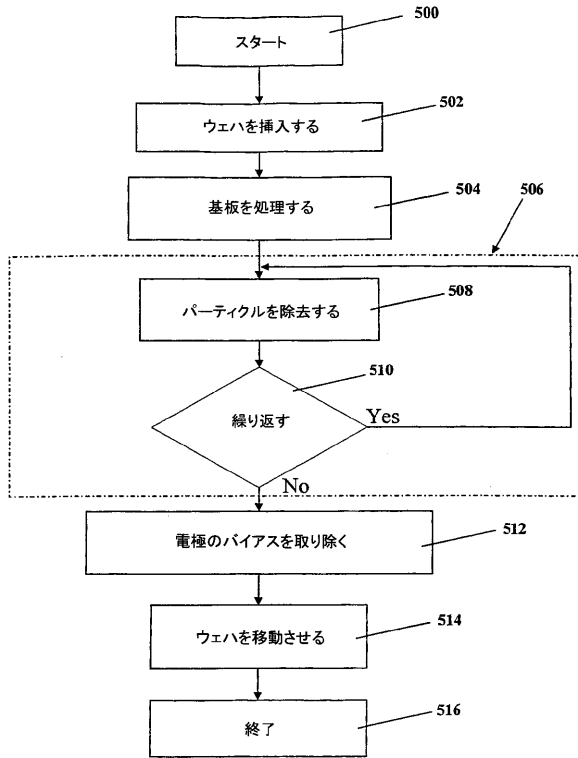
【図 5】



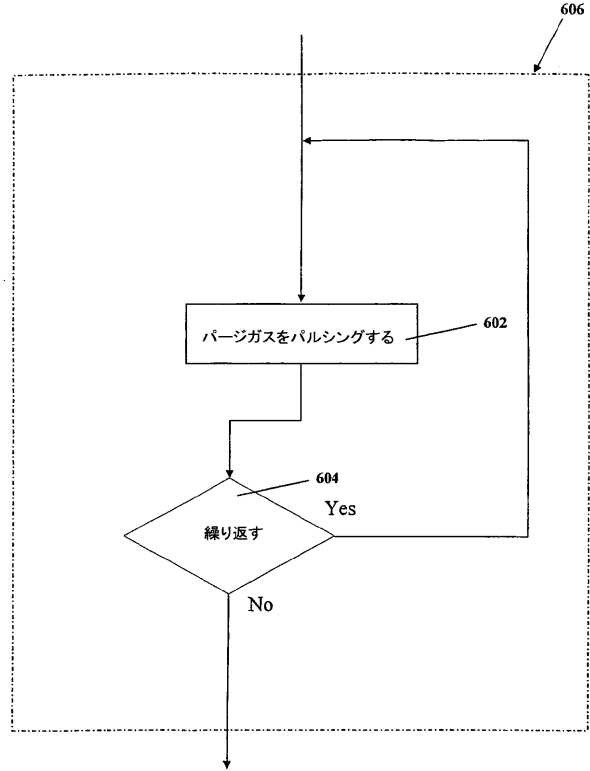
【図 6】



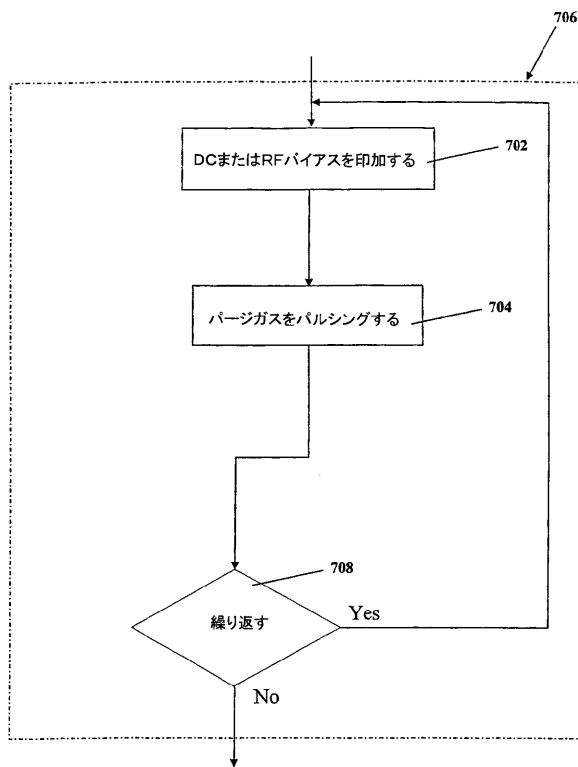
【 図 7 】



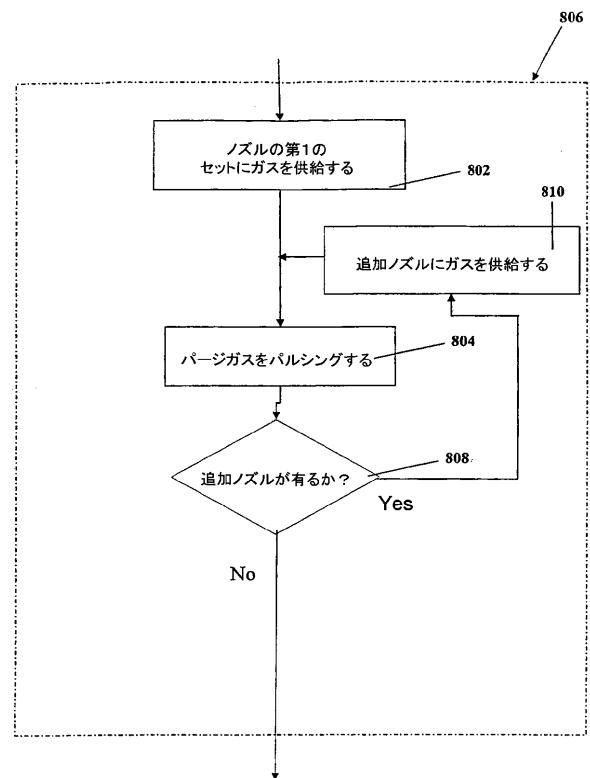
【 図 8 】



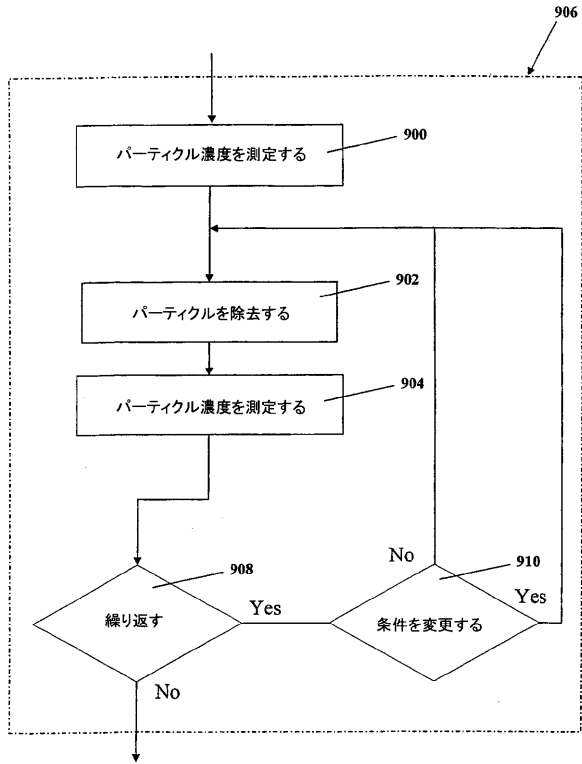
【 図 9 】



【 図 10 】



【図 11】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/001406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01J37/02 H01J37/32		
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) IPC 7 H01J		
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 5 854 138 A (ROTH PETER ET AL) 29 December 1998 (1998-12-29) column 7, line 22 - line 39	1,2, 22-24
X	US 5 102 496 A (SAVAS STEPHEN E) 7 April 1992 (1992-04-07)	1-5,9, 10,22, 23,28
Y		8
Y	US 5 401 356 A (KONNO AKIHIKO ET AL) 28 March 1995 (1995-03-28)	8
A	column 8, line 34 - line 49	1,23
A	WO 01/01467 A (TOHOKU TECHNO ARCH CO LTD ; IIZUKA SATORU (JP); SATO NORIYOSHI (JP); U) 4 January 2001 (2001-01-04) figures 1-3,5,7,8	1-4
	----- -/--	
<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.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 December 2004		Date of mailing of the International search report 30.03.05
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Zuccatti, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/001406

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 573 597 A (LANTSMAN ALEXANDER D) 12 November 1996 (1996-11-12) column 4, line 34 - column 6, line 40; figures 2-4 -----	1,23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2004/001406**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.:
1-12, 16, 22, 23, 28, 29, 30

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/US2004/001406

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

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

1. claims: 1-12, 16, 22, 23, 28, 29, 30

Apparatus with means for removing particles in a plasma processor using an auxiliary electrode and a purge gas flow, and related method

2. claims: 1,6, 7, 13-15, 17-21, 23, 25

Purge gas supply for an apparatus with means for removing particles in a plasma processor using a purge gas flow, and related method

3. claims: 23, 24, 26, 27, 31, 15

Control of the purge gas flow in a method for removing particles in a plasma processor

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US2004/001406

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5854138	A	29-12-1998	NONE	
US 5102496	A	07-04-1992	DE 69014799 D1 DE 69014799 T2 EP 0419930 A2 JP 3153885 A	19-01-1995 03-08-1995 03-04-1991 01-07-1991
US 5401356	A	28-03-1995	JP 3137682 B2 JP 5047712 A	26-02-2001 26-02-1993
WO 0101467	A	04-01-2001	WO 0101467 A1 TW 424266 B	04-01-2001 01-03-2001
US 5573597	A	12-11-1996	AU 5853596 A DE 69605670 D1 DE 69605670 T2 EP 0830708 A1 JP 11509979 T WO 9641366 A1	30-12-1996 20-01-2000 13-07-2000 25-03-1998 31-08-1999 19-12-1996

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, 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, IT, LU, MC, NL, 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, LU, 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, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

(74) 代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74) 代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(74) 代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎

(74) 代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也

(72) 発明者 フィンク、スティーブン・ティー .
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85206、メサ、イー・ゲイブル・サークル 4609

(72) 発明者 モロズ、ポール
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01945、マーブルヘッド、タフト・ストリート 24

(72) 発明者 ストラング、エリック・ジェイ .
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85248、チャンドラー、ダブリュ・オリオル・ウェイ 1081

(72) 発明者 ミトロビック、アンドレイ・エス .
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85044、フェニックス、イー・ウィンストン・ドライブ 4720

F ターム(参考) 4G075 AA22 AA57 AA61 BB10 BC04 BC06 BD03 BD04 BD05 BD09
CA14 CA47 CA63 DA02 EB01 EC01 EC21
5F004 AA13 AA14 AA16 BA05 BB28 BC02 BC03 CA02