

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5033319号
(P5033319)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月6日 (2012. 7. 6)

(51) Int. Cl. F I

C 2 3 C 16/505 (2006. 01) C 2 3 C 16/505

H O 1 L 21/205 (2006. 01) H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/3065 (2006. 01) H O 1 L 21/302 1 O 1 B

H O 5 H 1/46 (2006. 01) H O 5 H 1/46 M

請求項の数 11 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-274384 (P2005-274384)	(73) 特許権者	390040660
(22) 出願日	平成17年9月21日 (2005. 9. 21)		アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2006-104575 (P2006-104575A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公開日	平成18年4月20日 (2006. 4. 20)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
審査請求日	平成20年9月22日 (2008. 9. 22)	(74) 代理人	100109726
(31) 優先権主張番号	10/946403		弁理士 園田 吉隆
(32) 優先日	平成16年9月21日 (2004. 9. 21)	(74) 代理人	100101199
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ強化化学気相成長装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ強化化学気相成長装置であって、
ガス分配プレートアセンブリと、
チャンバ側壁を貫通する基板搬送ポートを有するチャンバ本体と、
前記チャンバ側壁のうち、前記基板搬送ポートと前記ガス分配プレートアセンブリとの間にある側壁部分に結合された高周波接地アセンブリと
前記チャンバ本体内部に配置される基板支持体と、
を備え、
前記基板支持体は、前記高周波接地アセンブリから離隔する第 1 の位置と、前記高周波接地アセンブリに接触する第 2 の位置との間を移動可能であり、
前記基板支持体が前記第 2 の位置にあるとき、前記基板支持体から前記高周波接地アセンブリを介して前記側壁部分へ至る高周波リターンパスが形成され、
前記基板支持体が前記第 1 の位置にあるときの位置である、前記基板支持体から離隔した第 3 の位置と、前記基板支持体が前記第 2 の位置にあるときの位置である、前記基板支持体に接触する第 4 の位置との間を移動可能なシャドウフレームを備える、
プラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 2】

前記基板支持体が、少なくとも 1 つのピックアップ棚状突起部を備える、請求項 1 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 3】

前記基板支持体の底部と前記チャンバ本体の底部とに結合された 1 つ以上の高周波接地パスを更に備える、請求項 2 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 4】

前記シャドウフレームは、前記第 3 の位置にあるときに前記高周波接地アセンブリに結合される、請求項 1 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 5】

前記高周波接地アセンブリはアルミニウム製である、請求項 1 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 6】

前記高周波接地アセンブリは、幅が約 1 / 4 ~ 約 3 / 4 インチで、長さが約 4 インチ ~ 約 6 インチの可撓性ストラップを備える、請求項 1 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 7】

前記高周波接地アセンブリは伝導性金属がコーティングされた材料で構成される、請求項 1 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 8】

プラズマ強化化学気相成長装置であって、
チャンバ側壁を貫通する基板搬送ポートを有するチャンバ本体と、
前記チャンバ側壁のうち、前記基板搬送ポートの上方にある側壁部分に結合された高周波接地アセンブリ
と、

前記チャンバ本体内に配置された基板支持体と、
を備え、

前記基板支持体は、前記高周波接地アセンブリから離隔する第 1 の位置と前記高周波接地アセンブリに接触する第 2 の位置との間を移動可能であり、

前記基板支持体が前記第 2 の位置にあるとき、前記基板支持体から前記高周波接地アセンブリを介して前記側壁部分へ至る高周波リターンパスが形成され、

前記基板支持体が前記第 1 の位置にあるときの位置である前記基板支持体から離隔した第 3 の位置と、前記基板支持体が前記第 2 の位置にあるときの位置である前記基板支持体に接触する第 4 の位置との間を移動可能なシャドウフレームを備える、
プラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 9】

前記基板支持体が、少なくとも 1 つのピックアップ棚状突起部を備える、請求項 8 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 10】

前記基板支持体の底部と前記チャンバ本体の底部とに結合された 1 つ以上の高周波接地パスを更に備える、請求項 9 に記載のプラズマ強化化学気相成長装置。

【請求項 11】

前記シャドウフレームは、前記第 3 の位置にあるときに前記高周波接地アセンブリに結合される、請求項 8 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

[0001]本発明の実施形態は、一般的に、大面積基板の処理時に使用されるプラズマ処理機器に関し、更に詳しく言えば、このような機器の高周波電流リターンパスに関する。

【発明の背景】

【0002】

[0002]コンピュータモニター、テレビモニター、パーソナルデジタルアシスタント (PDA: personal digital assistants)、携帯電話などのアク

10

20

30

40

50

ティブマトリックスディスプレイには、フラットパネルディスプレイが広く使用されている。フラットパネルディスプレイの1つのタイプである液晶ディスプレイ(LCD: liquid crystal displays)は、一般的に、ガラスまたはプラスチックであってもよい2枚のプレートを備え、プレート間には液晶材料の層が挟まれている。プレートのうち少なくとも1枚の上部には、電源に結合された少なくとも1つの導電膜が配置されている。電源から導電材料膜に供給された電力が、液晶材料の配向を変化させ、ディスプレイ上で見られるテキストやグラフィックなどのパターンを作り出す。フラットパネルを生産するためによく使用される1つの作製プロセスは、プラズマ強化化学気相成長(PECVD: plasma enhanced chemical vapor deposition)である。

10

【0003】

[0003]プラズマ強化化学気相成長は、一般的に、フラットパネルの作製に利用されるもののような基板上に薄膜を堆積するために用いられる。プラズマ強化化学気相成長は、一般的に、基板を包含する真空チャンバに前駆体ガスを導入することによって達成される。前駆体ガスは、典型的に、チャンバの上部付近に位置付ける分配プレートを介して方向付けされる。チャンバにある前駆体ガスは、チャンバに結合された1つ以上の高周波源からチャンバに高周波電力を適用することによってプラズマに付勢(例えば、励起)される。励起されたガスは、温度制御された基板支持体上の位置にある基板の表面上に材料層を形成するように反応する。

【0004】

20

[0004]堆積中、基板支持体は、基板支持体にわたって電圧降下が生じて堆積の均一性に影響を与えることがないように、適切に高周波接地される必要がある。高周波接地が効果的でないと、プラズマは基板支持体の片側および下方に進み、それらの領域に望ましくない堆積を生じることで、チャンバの洗浄がより困難になり、時間がかかる。基板支持体を高周波接地しやすいように、基板支持体をチャンバ本体に結合するために、低インピーダンスストラップを用いるシステムもある。

【0005】

[0005]図1(先行技術)は、基板支持体140をチャンバ100の底部134に電氣的に結合するための複数の高周波ストラップ120を有する例となる従来の処理チャンバ100の簡易切欠斜視図である。基板移送ポート136は、プロセスチャンバへの基板の移送およびプロセスチャンバからの基板の移送の際に通る開口である。図1に、8本のストラップが示されており、2本のストラップ120は、基板支持体140の各縁部に結合されている。基板支持体140は、典型的に、複数のリフトピン152を含み、そのうちのいくつかは、移送中、基板の縁部を持ち上げるように、基板支持体140の縁部に沿って配置される。ストラップ120の各々は、バンド126によって接合された第1および第2の湾曲部122、124を含む。ストラップ120は、一般的に、基板支持体140の周囲と整合し、リフトピン152が基板支持体140の下方に延伸できる場所を与えるように間隔を置いて設けられる。基板支持体140は、搬送ポート136の下端部138付近にある基板装填位置と、典型的に、搬送ポート136の上端部139の上方または付近にある基板堆積位置との間を移動できる。V字状のストラップ120は、基板支持位置に

30

40

【0006】

[0006]この構成は、応用によって、効果的であり信頼性があることが分かっているが、基板支持体が基板装填位置と基板堆積位置との間でより長い距離を進行する必要があるシステムにとってはあまり効果的ではない。進行距離が長いほど、高周波接地ストラップ120を長くする必要があるため、高周波接地ストラップのインピーダンスが高くなるとともに、ストラップの高周波接地能力が下がる。

【0007】

[0007]したがって、より短い電流リターンパスを有する高信頼性の低インピーダンス高周波接地が必要とされている。

50

【発明の概要】

【0008】

[0008]一般的に、本発明の実施形態により、大面積基板処理の高周波電流リターンパスが与えられる。一実施形態において、プロセスチャンバ壁と、プロセスチャンバ壁によって囲まれた基板支持体との間に高周波電流リターンパスを与えるための装置が、基板搬送ポートを有するプロセスチャンバ壁と、プロセスチャンバ壁によって囲まれ、処理位置と非処理位置との間を移動するように適合された基板支持体と、プロセスチャンバ壁に据え付けられ、基板移送ポートの上方の位置にある高周波接地アセンブリとを備え、高周波接地アセンブリは、基板支持体が処理位置にあるとき、基板支持体に接触する。

【0009】

[0009]高周波接地アセンブリは、基板処理中、基板支持体に接触する1つ以上の低インピーダンスブロックと、プロセスチャンバ壁に電氣的に接続された第1の端部と、1つ以上の低インピーダンスブロックに接続された第2の端部とを有する、1つ以上の低インピーダンス可撓性カーテンまたはストラップとを更に備える。

【0010】

[0010]別の実施形態において、プロセスチャンバ壁と、プロセスチャンバ壁によって囲まれた基板支持体との間に高周波電流リターンパスを与えるための装置が、基板搬送ポートを有するプロセスチャンバ壁と、プロセスチャンバ壁によって囲まれ、処理位置と非処理位置との間を移動するように適合された基板支持体と、チャンバ壁に据え付けられ、基板移送ポートの上方の位置にある高周波接地アセンブリとを備え、高周波接地アセンブリは、基板支持体が処理位置にあるとき、基板支持体に接触するように作動され得る。

【0011】

[0011]高周波接地アセンブリは、基板支持体が処理位置に移動するときに基板支持体に接触する位置と、基板支持体が非処理位置に移動するときに基板支持体に接触しない位置との間を移動可能な複数の高周波接地されたプローブと、プローブに結合され、プローブの動きを制御するように適合された複数のアクチュエータとを更に備える。

【0012】

[0012]本発明の上述した実施形態が獲得され詳細に理解されるように、上記に簡単に要約した本発明の更に詳細な記載が、添付の図面に例示されている本発明の実施形態を参照しながら与えられてもよい。しかしながら、添付の図面は、本発明の典型的な実施形態しか例示しておらず、したがって、本発明の範囲を限定するものと見なされるべきではなく、本発明は、他の同等の効果的な実施形態を許容してもよいことに留意されたい。

【0013】

[0029]理解しやすいように、図面に共通する同一の要素を示すために、可能な限り、同一の参照番号を使用する。図面は、すべて略図であって、一定の縮尺のものではない。

【詳細な記載】

【0014】

[0030]本発明は、一般的に、大面積基板を支持するシステムに高周波電流リターンパスを与える。本発明は、カリフォルニア州サンタクララのApplied Materials, Inc.の子会社であるAKTから市販されているもののような、プラズマ強化化学気相成長(PECVD)システムを参照して、以下に例示的に記載される。しかしながら、本発明は、物理気相成長システム、エッチシステム、および基板支持体と基板支持体を収容するチャンバとの間に低インピーダンスの高周波電流リターンパスが望まれる他の処理システムなどの他のシステム構成において有用性を有していることを理解されたい。

【0015】

[0031]本発明の実施形態により、高周波プラズマチャンバにおいてサセプタを一様に高周波接地するための良好な方法が生み出される。典型的に、プロセスチャンバは、構造の点から完全に対称的ではない。例えば、チャンバの片側は、プロセスチャンバへの基板の移送およびプロセスチャンバからの基板の移送のためのポートをチャンバ壁に有してもよい。チャンバ壁は、高周波プラズマチャンバの高周波回路の一部である。チャンバの片側

にある移送ポート（または孔）は、プロセスチャンバに非対称性を生じる。このように非対称性であることにより、高周波接地の均一性が低減され、プラズマの均一性が損なわれてしまい、プロセス性能が低下する。

【 0 0 1 6 】

[0032]図 1 の構成は、応用によっては、効果的で信頼性のあるものであることが分かっているが、基板支持体が基板装填位置と基板堆積位置との間でより長い距離を進行する必要があるシステムでは、あまり効果的ではない。進行距離が長いほど、高周波接地ストラップは長くなるため、高周波接地ストラップのインピーダンスが高くなり、ストラップの高周波接地能力が低下する。インピーダンス Z は、抵抗 R とリアクタンス X とからなる。数式 1 は、インピーダンス、抵抗、およびリアクタンスの関係を示し、数式 1 の「 j 」は虚数である。

（数 1）

$$Z = R + j X$$

高周波接地ストラップの長さとともに、抵抗 R とリアクタンス X の両方が増大するため（数式 2 および数式 3 を参照されたい）、高周波接地ストラップが長くなると、インピーダンスは高くなる。

（数 2）

$$R = \rho l / A$$

は高周波接地ストラップの抵抗率である。数式 2 の変数「 l 」は高周波接地ストラップの長さであり、 A は高周波接地ストラップの断面積である。

（数 3）

$$X = 2 \pi f L$$

f は周波数であり（この例では高周波）、 L は高周波接地ストラップのインダクタンスである。

【 0 0 1 7 】

[0033]高周波接地ストラップが効果的に働くためには、そのインピーダンスが低くなければならない。インピーダンスが高くなれば、基板支持体の両端に電位差が存在して、堆積の均一性に悪影響を及ぼすことがある。更に、高周波接地が効果的でないと、プラズマは基板支持体の片側および下方に進み、それらの領域に望ましくない堆積を生じることで、洗浄がより困難になり、時間が更にかかる。図 1 に示すような高周波接地ストラップのインピーダンスを高くすると、高周波接地ストラップは、高周波接地ストラップの長さが長いと、より大きな基板を処理するために使用されるシステムの場合、高周波接地の際に効果的ではなくなることがある。

【 0 0 1 8 】

[0034]本発明の実施形態は、プロセスチャンバの構造的な非対称性が、プラズマおよびプロセスの均一性に影響を及ぼさないように、サセプタ（または基板支持体）の高周波接地を高めるための装置および方法について記載する。

【 0 0 1 9 】

[0035]図 2（先行技術）は、カリフォルニア州サンタクララの Applied Materials, Inc. の子会社である A K T から市販されているプラズマ強化化学気相成長システム 200 の一実施形態の略図的断面図である。システム 200 は、一般的に、ガス源 204 に結合された処理チャンバ 202 を含む。処理チャンバ 202 は、プロセス容積 212 を部分的に画成する壁 206 および底部 208 を有する。プロセス容積 212 は、典型的に、基板 240 が処理チャンバ 202 へ移動およびそこから移動しやすくする壁 206 のポート 230 を介してアクセスされる。図 2 において、入口ポート 230 は、上端部 231 と下端部 233 との間にある。壁 206 および底部 208 は、典型的に、アルミニウムや処理に適合した他の材料からなる一体ブロックから作製される。壁 206 は、蓋アセンブリ 210 を支持する。

【 0 0 2 0 】

[0036]温度制御された基板支持アセンブリ 238 は、処理チャンバ 202 内の中心に配

10

20

30

40

50

置される。支持アセンブリ 238 は、処理中、基板 240 を支持する。一実施形態において、基板支持アセンブリ 238 は、アルミニウムなどの伝導性材料から作られた基板支持本体 224 を備え、この基板支持本体 224 は、少なくとも 1 つの埋込型の加熱器 232 を封入している。支持アセンブリ 238 に配置された抵抗要素などの加熱器 232 は、支持アセンブリ 238 と、その上の位置にある基板 240 とを、所定の温度まで制御可能に加熱する。典型的に、CVD プロセスにおいて、加熱器 232 は、堆積される材料の堆積処理パラメータに応じて、約 150 ~ 少なくとも約 460 の均一な温度で基板 240 を維持する。

【0021】

[0037] 一般的に、支持アセンブリ 238 は、下側 226 および上側 234 を有する。上側 234 は、基板 240 を支持する。下側 226 は、下側に結合されたステム 242 を有する。ステム 242 は、支持アセンブリ 238 をリストシステム（図示せず）に結合し、このリフトシステムは、上昇した処理位置（図示）と、処理チャンバ 202 への基板の移送およびそこからの基板の移送を行いやすい下降した位置との間で、支持アセンブリ 238 を移動させる。ステム 242 は、支持アセンブリ 238 とシステム 200 の他の構成部品との間の導線および熱電対線用の導管を更に与える。

【0022】

[0038] 支持アセンブリ 238（またはステム 242）と処理チャンバ 202 の底部 208 との間に、ベローズ 246 が結合される。ベローズ 246 は、支持アセンブリ 238 を垂直運動しやすくさせながら、チャンバ容積 212 と処理チャンバ 202 の外側の大気との間に真空密封を与える。

【0023】

[0039] 支持アセンブリ 238 は、一般的に、支持本体 224 と接地との間に低インピーダンスの高周波リターンパスを与える高周波接地パス 244 によって接続される。高周波接地リターンパス 244 は、例えば、チャンバ本体 202 を介して接地に直接的または間接的に結合されてもよく、チャンバ本体は、接地 255 を介して接地される。蓋アセンブリ 210 と基板支持アセンブリ 238 との間の位置にあるガス分配プレートアセンブリ 218（またはチャンバの蓋アセンブリ内または付近の位置にある他の電極）に電源 222 によって供給される高周波電力が、支持アセンブリ 238 と分配プレートアセンブリ 218 との間のプロセス容積 212 に存在するガスを励起してもよいように、支持アセンブリ 238 は、一般的に、処理中、高周波接地される。電源 222 からの高周波電力は、一般的に、化学気相成長プロセスを駆動するために、基板のサイズに相応させて選択される。

【0024】

[0040] 支持アセンブリ 238 は、周囲シャドウフレーム 248 を更に支持する。一般的に、シャドウフレーム 248 は、基板が支持アセンブリ 238 に張り付かないように、基板 240 および支持アセンブリ 238 の縁部での堆積を防止する。支持アセンブリ 238 には、複数のリフトピン 250 を受ける複数の孔 228 が貫通して配置されている。リフトピン 250 は、典型的に、セラミックまたは陽極処理されたアルミニウムから構成される。リフトピン 250 は、支持表面 234 から突出するように、任意のリフトプレート 254 によって支持アセンブリ 238 に対して作動されることで、支持アセンブリ 238 に対して間隔を設けて基板を置いてよい。

【0025】

[0041] 蓋アセンブリ 210 は、プロセス容積 212 に上方境界を与える。蓋アセンブリ 210 は、典型的に、処理チャンバ 202 を整備するために取り外したり開けたりすることができる。一実施形態において、蓋アセンブリ 210 は、アルミニウム（Al）から作製される。蓋アセンブリ 210 は、典型的に、ガス源 204 によって与えられるプロセスガスが、処理チャンバ 202 内に導入される際に通る入口ポート 205 を含む。入口ポート 205 は、洗浄源 207 にも結合される。洗浄源 207 は、典型的に、解離したフッ素などの洗浄剤を与え、この洗浄剤を処理チャンバ 202 内に導入して、ガス分配プレートアセンブリ 218 を含む処理チャンバのハードウェアから、堆積副生成物および膜を除去

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 2 6 】

[0042]ガス分配プレートアセンブリ218は、蓋アセンブリ210のトッププレート221の内側220に結合される。蓋アセンブリ210のトッププレート221および側壁211は、アークの発生を防止するために、絶縁体213によって分離される。ガス分配プレートアセンブリ218は、典型的に、例えば、大面積フラットパネル基板の場合は多角形、ウェハの場合は円形など、基板240のプロファイルに実質的に従うように構成される。ガス分配プレートアセンブリ218は、ガス源204から供給されるプロセスおよび他のガスが、プロセス容積212に送り出される際に通る穿孔領域216を含む。ガス分配プレートアセンブリ218の穿孔領域216は、ガス分配プレートアセンブリ218を介して処理チャンバ202内に通過するガスを均一に分配するように構成される。

10

【 0 0 2 7 】

[0043]ガス分配プレートアセンブリ218は、典型的に、ハンガプレート260から懸架された拡散プレート（または分配プレート）258を含む。拡散プレート258およびハンガプレート260は、あるいは、単一の一体部材を備えてもよい。ガス分配プレートアセンブリ218を通してプロセス容積212内に所定の分布でガスが流れるように、拡散プレート258を介して複数のガス通路262が形成される。ハンガプレート260は、拡散プレート258および蓋アセンブリ210の内面220を間隔を置いて維持することで、それらの間にプレナム264を画成する。プレナム264により、蓋アセンブリ210を通して流れるガスは、拡散プレート258の幅にわたって均一に分布できるため、ガスは、中心の穿孔領域216の上方に均一に与えられ、ガス通路262を通して均一の分布で流れる。拡散プレート258は、半導体ウェハ製造の場合は円形、またはフラットパネルディスプレイの製造の場合、矩形などの多角形であってもよい。

20

【 0 0 2 8 】

[0044]図3Aは、非基板処理期間中、基板支持アセンブリ238の基板支持本体224と、例となる高周波接地アセンブリ280との相対位置を例示する。基板支持アセンブリ238は、非基板処理位置にあり、高周波接地アセンブリ280に接触した状態にない。高周波接地アセンブリ280は、1つ以上の接地静止部235上に着座し、非基板処理期間中、静止部235によって支持される。基板支持本体224は、最上部に基板240を有し、基板支持本体224の最上面の外周の周りに1つ以上のピックアップ棚状突起部290を有する。ピックアップ棚状突起部290は、基板支持アセンブリ238が基板処理位置にあるとき、1つ以上の接地静止部235から外すように高周波接地アセンブリ280を持ち上げる。高周波接地アセンブリ280は、搬送ポート開口230の上方に置かれ、チャンバ壁206に取り付けられ、基板支持体の全縁部に及ぶシャドウフレーム248を支持する。一実施形態において、シャドウフレームは、約3インチ～約5インチの幅であり、約1/2～約1インチの厚みである。シャドウフレーム248と拡散プレート258との間には空間がある。

30

【 0 0 2 9 】

[0045]図3Bは、図3Aの円Aの要素を拡大した図を示す。高周波接地アセンブリ280は、溶接、はんだ付け、ろう付けなどの適用可能な手段によって、または取り付けデバイス286によって、チャンバ壁206に取り付けられる。また、高周波アセンブリ280は、チャンバ壁206に取り付けられた1つ以上の低インピーダンス可撓性カーテン284と、1つ以上の被ピックアップブロック282とからなる。1つ以上の可撓性カーテン284は、溶接、はんだ付け、ろう付けなどの適用可能な手段によって、または取り付けデバイス288によって、1つ以上の被ピックアップブロック282に取り付けられる。

40

【 0 0 3 0 】

[0046]低インピーダンス可撓性カーテン284は、アルミニウムシートなどの高伝導率の可撓性材料から作られなければならない。1つ以上の被ピックアップブロック282は、アルミニウムブロックなどの低インピーダンス（または高伝導率）ブロックから作られ

50

なければならない。１つ以上の被ピックアップブロック２８２は、シャドウフレーム２４８を支持し、堆積などの基板処理中に、基板支持本体２２４に接触するようにピックアップ柵状突起部２９０によって持ち上げられ、高周波リターンパスを与える（以下、図３Ｃおよび図３Ｄを参照されたい）。各ピックアップブロック２８２は、少なくとも１つのピックアップ柵状突起部によって持ち上げられる。

【００３１】

[0047]図３Ｃは、堆積などの基板処理中の基板支持アセンブリ２３８の基板支持本体２２４と、高周波接地アセンブリ２８０との相対位置を例示する。基板支持アセンブリは、堆積などの基板処理の位置にある。処理中、基板支持アセンブリ２３８の一部である基板支持本体２２４は、拡散プレート２５８の付近へ上向きに移動する。ピックアップ柵状突起部２９０は、１つ以上の接地静止部２３５から高周波接地アセンブリ２８０を外すように、１つ以上の被ピックアップブロック２８２を持ち上げ、基板支持本体２２４と高周波接地アセンブリ２８０との間を接触させる。

10

【００３２】

[0048]図３Ｄは、図３Ｃの円Ｂの要素を拡大した図を示す。カーテン２８４は、被ピックアップブロック２８２がピックアップ柵状突起部２９０によってわずかに上向きに動かされるため、チャンバ壁２０６の方へ押し動かされる。典型的に、陽極処理されたシャドウフレーム２４８は、シャドウフレーム２４８のレセス２２５で基板２４０の縁部を部分的に覆う。シャドウフレームは、基板２４０の縁部、アーク発生防止のために置かれたセラミックボタン２２３、および基板支持本体２２４上にある被ピックアップブロック２８２によって支持される。

20

【００３３】

[0049]図３Ａ～図３Ｄのカーテン２８４は、基板支持本体２２４全体または本体２２４の周囲の一部分の周りを連続して延伸してもよい。一実施形態において、単一のカーテン２８４が、本体２２４の実質的に全周囲の周りを連続して延伸し（例えば、高周波接地アセンブリ２８０が、基板処理位置にあるとき、多角形の本体２２４の縁部に接触してもよいように）、１つ以上の被ピックアップブロック２８２に接続される。あるいは、複数のカーテン２８４が、本体２２４の実質的に全周囲の周りを延伸するように、互いに隣接する位置にあってもよく、少なくとも１つのカーテンは、処理位置にあるとき、多角形の支持アセンブリ２３８の各縁部に結合されてもよい。複数のカーテン２８４は、１つ以上の被ピックアップブロック２８２に接続される。

30

【００３４】

[0050]図３Ｅは、例となる伝導性カーテン２８４を平坦に置いた場合を示す。カーテン２８４は、幅２７１および長さ２７３を有する。伝導性カーテン２８４は、ねじなどの取り付けデバイス２８６および２８８が、チャンバ壁突出部２８６および被ピックアップブロック２８２に取り付けられるように貫通できる孔２８６Ｈおよび２８８Ｈを有する。伝導性カーテンは、処理前、処理中、および処理後、反応種が通過できる開口２７５を有する。開口２７５は、任意の形状であってもよく、カーテン上の任意の場所であってもよい。図３Ｅに示す形状は、一例として使用されているにすぎない。伝導性（または低インピーダンス）のカーテン２８４は、任意に、反応種が通過しやすいように、更なる孔２８１を有してもよい。更なる孔２８１は、任意の形状であってもよい。一実施形態において、各々が約３インチ～約５インチの幅および約５インチ～約７インチの長さを有するいくつかのカーテン２８４が、多角形の本体２２４の周りに等間隔に設けられ、チャンバ壁２０６および１つ以上の被ピックアップブロック２８２に接続される。

40

【００３５】

[0051]更に、処理中、チャンバ２０２の温度は、チャンバ底部２０８付近の５０～１３０ から、処理中、基板２４０に接触した状態にある支持アセンブリ２３８の表面上の４００ 以上までの範囲であってもよい。チャンバ壁２０６での温度は、基板支持体２２４より低い５０～３５０度であってもよい。したがって、基板支持アセンブリ２２４に接触した状態にあり、被ピックアップブロックに結合されたカーテン２８４の端部は、通常、

50

チャンバ壁 206 に結合されたカーテン 284 の端部よりかなり程度が高い熱膨張にさらされることになる。このような膨張のばらつきにより、カーテン 284 が変形することで、カーテン 284 の機能性および耐用年数に望ましくない影響を与える。熱的な差をなくすために、カーテン 284 の熱膨張を許容するために被ピックアップブロックに結合された端部に近接したカーテン 284 に、少なくとも 1 つの穿孔（または開口）275 が形成される。一実施形態において、各々が約 0.5 インチ～約 1 インチの幅を有する複数の穿孔 275 が、被ピックアップブロックに結合されたカーテン 284 の端部に沿って、約 2 インチ毎～約 4 インチ毎の間隔に設けられる。

【0036】

[0052]カーテン 284 は、処理および洗浄用の化学物質に対して耐性のある可撓性低インピーダンス伝導性金属から構成される。一実施形態において、カーテン 284 は、アルミニウムシートから構成され、約 0.008 インチ～約 0.016 インチの厚みである。あるいは、カーテン 284 は、チタン、ステンレス鋼、または伝導性金属コーティングでコーティングされた可撓性材料を備えてもよい。

【0037】

[0053]プラズマから、支持アセンブリ 238 の伝導性本体 224 と電気的に接触した状態にある基板 240 に電流が流れる。電流は、本体 224 から高周波接地カーテン 284 およびチャンバ壁突出部 213 を介して、接地 255 に接地されたチャンバ壁 206 およびチャンバ底部 208 へ流れる。カーテン 284 により、従来の高周波接地技術と比較すると、処理中の接地までの高周波電流のリターンパスが著しく短くなる。基板支持体 224 の底部とチャンバ底部 208 との間にある従来の高周波接地ストラップは、約 20 インチ以上の長さであってもよいのに対して、被ピックアップブロックとチャンバ壁 206 との間の高周波接地カーテン 284 の距離は、約 3 インチから約 5 インチ以下であってもよい。

【0038】

[0054]更に、カーテン 284 は、より大きな電流保持領域を与え、大面積処理応用において使用するのに適した理想的なものとなる。距離が短くなり、カーテン 284 の電流保持能力が大きくなるほど、支持アセンブリ 238 の表面および接地されたチャンバ 202 にわたった電圧差がかなり小さくなることによって、基板支持体 224 の側部および下方の領域での非均一なプラズマ堆積および望ましくない堆積の可能性が実質的に低くなる。

【0039】

[0055]1 つ以上の被ピックアップブロック 282 は、シャドウフレーム 248 を支持する。各被ピックアップブロック 282 は、基板支持本体 224 全体または本体 224 の周辺の一部の周りを連続的に延伸してもよい。一実施形態において、単一の被ピックアップブロック 282 が、本体 224 の実質的に全周囲の周りを連続して延伸し（例えば、被ピックアップブロック 282 が、処理位置にあるとき、多角形の本体 224 の縁部に接触してもよいように）。あるいは、複数のブロック 282 が、本体 224 の実質的に全周囲の周りを延伸するように、互いに隣接する位置にあってもよく、少なくとも 1 つのブロックは、支持アセンブリが堆積などの基板処理位置にあるとき、多角形の支持アセンブリ 238 の各縁部に接触してもよい。

【0040】

[0056]ブロック 282 は、処理および洗浄用の化学物質に対して耐性のある可撓性低インピーダンス伝導性金属から構成される。一実施形態において、ブロック 282 は、アルミニウムから構成され、約 1/4 インチ～約 3/4 インチ×約 1/4～約 3/4 インチの断面を有する。あるいは、ブロック 282 は、チタン、ステンレス鋼、または伝導性金属コーティングでコーティングされた可撓性材料を備える。

【0041】

[0057]基板 240 が基板支持本体 224 に張り付かないように、基板 240 および基板支持本体 224 の縁部での堆積を防止するため、シャドウフレーム 248 を必要とする堆積チャンバもある。シャドウフレームが不要なプロセスチャンバもある。シャドウフレー

10

20

30

40

50

ムがないプロセスチャンバの場合、高周波接地アセンブリ 280 は、シャドウフレーム 248 がない単独型のものであってもよい。図 3 F は、シャドウフレームがない場合の図 3 A の実施形態を示す。

【0042】

[0058] ピックアップ棚状突起部 290 は、基板支持体 224 が、堆積などの基板処理位置に達するように上方に移動すると、1つ以上の被ピックアップブロック 282 を持ち上げる。基板処理中、ピックアップ棚状突起部 290 の表面は、電氣的接触を与えるように、被ピックアップブロックに接触した状態にある。ピックアップ棚状突起部 290 は、基板支持体の全周囲の周りにある1つの連続的な棚状突起部であってもよく、または棚状突起部がない周囲領域によって分離された幾つかの棚状突起部に分割されてもよい。棚状突起部の幅は、被ピックアップブロック 282 を持ち上げる機能を果たすために、少なくとも 0.01 インチであり、好ましくは、少なくとも 0.1 インチである。被ピックアップブロック 282 の最上面が基板 240 の表面と同じレベルになるように、ピックアップ棚状突起部 290 の高さは、被ピックアップブロック 282 の高さおよび基板 240 の厚みに適応させるようにデザインされなければならない。ピックアップ棚状突起部 290 は、高周波接地アセンブリ 280 の被ピックアップブロック 282 のデザインに応じて、基板支持体 224 全体の周りにあってもよく、または基板支持本体 224 の一部の周りにのみあってもよい。

【0043】

[0059] 図 4 A は、非基板処理期間中、基板支持アセンブリ 238 の基板支持本体 224 と、別の例となる高周波アセンブリ 280 a との相対位置を例示する。基板支持本体 224 は、非基板処理位置にあり、高周波接地アセンブリ 280 a から離れている。高周波接地アセンブリ 280 a は、1つ以上の接地静止部 235 上に着座し、非処理期間中、静止部 235 によって支持される。基板支持本体 224 は、最上部に基板 240 を有し、基板支持本体 224 の最上面の外周囲の周りにピックアップ棚状突起部 290 を有する。ピックアップ棚状突起部 290 は、基板支持アセンブリ 238 が、堆積などの基板処理位置に移動すると、接地静止部 235 から外れるように、高周波接地アセンブリ 280 a を持ち上げる。高周波接地アセンブリ 280 a は、搬送ポート開口 230 の上方に置かれ、シャドウフレーム 248 を支持する。高周波接地アセンブリ 280 a は、チャンバ壁 206 への結合を可能にする1つ以上の取り付けブロック 289 を含んでもよい。また、高周波接地アセンブリ 280 a は、取り付けブロック 289 なしに、チャンバ壁 206 に直接結合されてもよい。シャドウフレーム 248 と拡散プレート 258 との間には空間がある。

【0044】

[0060] 図 4 B は、図 4 A の円 C の要素を拡大した図を示す。高周波接地アセンブリ 280 a は、溶接、はんだ付け、ろう付けなどの適用可能な手段によって、または取り付けデバイス 287 によって、チャンバ壁 206 上の1つ以上の取り付けブロック 289 に取り付けられる。また、高周波アセンブリ 280 a は、取り付けブロック 289 に取り付けられた複数の低インピーダンス可撓性ストラップ 285 と、1つ以上の被ピックアップブロック 282 とからなる。ストラップ 285 は、溶接、はんだ付け、ろう付けなどの適用可能な手段によって、または取り付けデバイス 283 によって、1つ以上の被ピックアップブロック 282 に取り付けられる。

【0045】

[0061] 低インピーダンスのストラップ 285 は、アルミニウムストリップなどの高伝導率の可撓性材料から作られなければならない。一実施形態において、各ストラップ 285 は、被ピックアップブロック 282 が、堆積などの基板処理位置に上向きに移動でき、非基板処理位置に下向きに移動できるように、屈曲した V 字状のストラップが圧縮したり応力が解放されたりできるようにする少なくとも1つのベンド 291 を包含する。ベンド 291 は、ベンドの信頼性を高めたり、金属破損の発生を低減させたりするために丸み付けされてもよい。1つ以上の被ピックアップブロック 282 は、アルミニウムブロックなどの低インピーダンス（または高伝導率）ブロックから作られなければならない。ブロック

10

20

30

40

50

282は、チタン、ステンレス鋼、または伝導性金属コーティングでコーティングされた固体材料を備えてもよい。1つ以上の被ピックアップブロック282は、シャドウフレーム248を支持し、基板処理中に、基板支持本体224に接触するようにピックアップ棚状突起部290によって持ち上げられ、高周波リターンパスを与える(以下、図4Cおよび図4Dを参照されたい)。

【0046】

[0062]図4Cは、基板処理中の基板支持アセンブリ238の基板支持本体224と、図4Aの高周波接地アセンブリ280aとの相対位置を例示する。基板支持本体224は、堆積などの基板処理の位置にある。基板支持本体224および高周波接地アセンブリ280aは、被ピックアップブロック282と基板支持本体224との間の接触による接触状態にある。処理中、基板支持アセンブリ238の一部である基板支持本体224は、拡散プレート258の付近へ上向きに移動する。ピックアップ棚状突起部290は、被ピックアップブロック282を持ち上げ、基板支持本体224と高周波接地アセンブリ280aとの間を接触させる。図4Dは、図4Cの円Dの要素を拡大した図を示す。

【0047】

[0063]複数のストラップ285は、本体224の実質的に全周囲の周りを延伸するように、互いに隣接する位置にあってもよく、少なくとも1つのカーテンは、基板支持体240が基板処理位置にあるとき、多角形の支持アセンブリ238の各縁部に結合される。複数のストラップ285は、1つ以上の被ピックアップブロック282に接続される。一実施形態において、約1/4インチ~約3/4インチの幅271と、約0.008インチ~約0.016インチの厚みで、約4インチ~約6インチの長さ273とを各々が有するいくつかのストラップ285が、多角形の本体224の各縁部の位置に1つずつある。一実施形態において、バンド291は、ストラップ285のほぼ中央にある。ストラップ285は、処理および洗浄用の化学物質に対して耐性のある可撓性低インピーダンス伝導性金属から作られる。一実施形態において、ストラップ285は、アルミニウムから作られる。あるいは、ストラップ285は、チタン、ステンレス鋼、伝導性金属コーティングでコーティングされた可撓性材料を備えてもよい。

【0048】

[0064]図4Eは、伝導性ストラップ285を平坦に置いた場合の実施形態を示す。伝導性ストラップ285は、ねじなどの取り付けデバイス287および283が、取り付けブロック289および被ピックアップブロック282に取り付けられるように貫通できる孔287Hおよび283Hを有する。一実施形態において、ストラップ285は、取り付けブロック289に取り付けられた端部と、被ピックアップブロック282に取り付けられた端部との間の位置にある少なくとも1つのバンド291を包含する。1つのバンド291を有するストラップ285は、側部から見た場合、V字状である。バンド291は、取り付けブロック289および被ピックアップブロックの縁部に実質的に平行に向けられる。バンド291は、ストラップ285の耐用年数を長くするために、ストラップ285に予め形成され、そうしなければ、支持アセンブリ238の垂直方向の移動によって、ストラップ285に繰り返し応力がかかることで、バンド291に亀裂が生じ、ストラップ285を取り替える必要が生じることがある。

【0049】

[0065]図4Fは、互いに隣接した位置にあり、取り付けブロック289および被ピックアップブロック282に取り付けられた複数のストラップ285を示す。伝導性ストラップ285間の空間により、反応種の貫通が可能になる。

【0050】

[0066]ストラップ285は、従来の高周波接地技術と比較すると、処理中の接地までの高周波電流のリターンパスを著しく短くする。基板支持体224の底部とチャンパ底部208との間の従来の高周波接地ストラップは、20インチ以上であってもよいのに対して、被ピックアップブロック282と取り付けブロック289との間の高周波接地ストラップ285の距離は、約4インチ~約6インチ以下であってもよい。プラズマから、支持ア

センブリ 2 3 8 の伝導性本体 2 2 4 と電氣的に接触した状態にある基板 2 4 0 へ電流が流れる。電流は、本体 2 2 4 から高周波接地ストラップ 2 8 5 および取り付けブロック 2 8 9 を介して、接地 2 5 5 を介して接地されたチャンバ壁 2 0 6 へ流れる。

【 0 0 5 1 】

[0067]更に、ストラップ 2 8 5 は、大きな電流保持能力を与えてもよく、大面積処理応用において使用するのに適した理想的なものとなる。距離が短くなり（低インピーダンス）、ストラップ 2 8 5 の電流保持能力が大きくなるほど、支持アセンブリ 2 3 8 の表面と接地されたチャンバ 2 0 2 との間の電圧差がかなり小さくなることによって、基板支持体 2 2 4 の側部および下方の領域での非均一なプラズマ堆積および望ましくない堆積の可能性が実質的に低くなる。

10

【 0 0 5 2 】

[0068]図 4 A ~ 図 4 F の被ピックアップブロック 2 8 2 およびピックアップ柵状突起部 2 9 0 のデザインは、図 3 A ~ 図 3 E の高周波接地アセンブリ 2 8 0 に記載したものに類似している。更に、図 3 A ~ 図 3 E に記載した高周波接地アセンブリデザインと同様に、シャドウフレームがないプロセスチャンバの場合、図 4 A ~ 図 4 F に記載した高周波接地アセンブリ 2 8 0 a は、シャドウフレーム 2 5 8 がない独立型のものであってもよい。

【 0 0 5 3 】

[0069]図 3 A ~ 図 3 F に示す高周波接地カーテン 2 8 4 および図 4 A ~ 図 4 F に示す高周波接地ストラップ 2 8 5 は、図 1 に示す従来の高周波接地ストラップより小さな屈曲に耐える。

20

【 0 0 5 4 】

[0070]図 5 は、本発明の別の実施形態の断面図を描写する。基板支持アセンブリ 2 3 8 の基板支持本体 2 2 4 は、高周波接地プローブ 2 9 3 を含有する 1 つ以上の高周波接地アセンブリ 2 9 5 によって高周波接地される。高周波接地プローブ 2 9 3 は、図 5 に示すように、堆積などの基板処理中に基板支持本体 2 2 4 に接触する位置と、非基板処理期間中に基板支持本体 2 2 4 に接触しない位置（図 6 を参照されたい）との間で移動可能である。高周波接地プローブ 2 9 3 は、図 5 のベアリング付き真空密封 2 9 7 や図 6 の密封ベローズ 2 9 6 などの真空密封デバイスでチャンバ壁 2 0 6 を介して挿入される。図 5 のベアリング付き真空密封 2 9 7 や図 6 の密封ベローズ 2 9 6 は、伝導性であってもよく、プローブ 2 9 3 をチャンバ壁 2 0 6 へ高周波接地してもよい。図 5 のベアリング付き真空密封 2 9 7 および図 6 の密封ベローズ 2 9 6 が伝導性でなければ、プローブ 2 9 3 は、接地 2 5 7 を介して高周波接地されてもよい。高周波接地プローブ 2 9 3 は、基板処理中にプローブが基板支持体 2 2 4 に接触することができ、基板搬送によって影響されないように、基板移送ポート 2 3 0 の上方に置かれる。高周波接地プローブ 2 9 3 の変位を制御するために、アクチュエータ 2 9 4 が高周波接地プローブ 2 9 3 と相互作用する。アクチュエータ 2 9 4 は、高周波接地プローブ 2 9 3 が基板支持本体 2 2 4 に接触した状態および非接触の状態になるように移動させるのに適したソレノイドリニアアクチュエータ、空圧または油圧シリンダ、または他のデバイスであってもよい。アクチュエータ 2 9 4 は、基板処理中、プローブ 2 9 3 が基板支持体 2 4 0 に接触した状態になるように移動させるために、コントローラ（図示せず）に接続されてもよい。

30

40

【 0 0 5 5 】

[0071]複数のプローブ 2 9 3 が、本体 2 2 4 の実質的に全周囲の周りを延伸するように、互いに隣接する位置にあってもよく、少なくとも 1 つのプローブは、基板支持体 2 4 0 が基板処理位置にあるとき、多角形の支持アセンブリ 2 3 8 の各縁部に接触することになる。好ましくは、多角形の基板支持体 2 4 0 の縁部に沿って、少なくとも約 4 インチ毎 ~ 約 8 インチ毎に 1 つのプローブがある。一実施形態において、プローブの直径は、約 3 / 8 インチ ~ 約 1 / 2 インチである。

【 0 0 5 6 】

[0072]プローブ 2 9 3 は、処理および洗浄用の化学物質に対して耐性のある低インピーダンス伝導性金属から作られる。一実施形態において、プローブ 2 9 3 は、アルミニウム

50

から作られる。あるいは、プローブ 293 は、チタン、ステンレス鋼、または伝導性金属コーティングでコーティングされる材料を備えてもよい。

【0057】

[0073] プローブ 293 は、従来の高周波接地技術と比較すると、処理中の接地までの高周波電流のリターンパスを著しく短くする。基板支持体 224 の底部とチャンバ底部 208 との間の従来の高周波接地ストラップは、20 インチ以上であってもよいのに対して、基板支持体 224 と接地されたチャンバ壁 206 との間の、基板支持体 224 に接触する高周波接地プローブ 293 の長さは、約 2 インチ～約 3 インチ以下であってもよい。好ましくは、基板支持体 224 と接地されたチャンバ壁 206 との間の、基板支持体 224 に接触する高周波接地プローブ 293 の長さは、10 インチ以下である。プラズマから、支持アセンブリ 238 の伝導性本体 224 と電氣的に接触した状態にある基板 240 へ電流が流れる。電流は、本体 224 から高周波接地プローブ 293 を介して、接地 255 を介して接地されたチャンバ壁 206 へ流れる。

【0058】

[0074] 更に、プローブ 293 は、大きな電流保持能力を与えてもよく、大面積処理応用において使用するのに適した理想的なものとなる。距離が短くなり（低インピーダンス）、カーテン 284 の電流保持能力が大きくなるほど、支持アセンブリ 238 の表面と接地されたチャンバ 202 との間の電圧差がかなり小さくなることによって、基板支持体 224 の側部および下方の領域での非均一なプラズマ堆積および望ましくない堆積の可能性が実質的に低くなる。

【0059】

[0075] このように、本発明の実施形態は、より短い高周波リターンパスにより大面積基板処理の分野において著しい進化を遂げる。本発明の実施形態は、任意のプラズマ処理システムに適用されてもよい。本発明の実施形態により、高周波電流リターンパスの電圧降下を著しく制限し、フラットパネルおよび液晶ディスプレイの作製に使用されるものなどの大規模処理システムにおける使用に適した装置が提供される。本発明の実施形態は、基板支持体が長距離を進行する必要がある場合、従来の高周波接地技術より利点を有する。本発明の実施形態は、基板支持体が長距離を進行する必要がないプラズマ処理システムの従来の高周波接地技術にも同様に作用する。

【0060】

[0076] 本発明の実施形態に関して上述してきたが、本発明の他の更なる実施形態は、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく考え出されてよく、本発明の範囲は、特許請求の範囲によって決定される。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】 高周波電流リターンパスを有する先行技術の処理システムの部分略図である（先行技術）。

【図 2】 例示的な処理チャンバの略図的断面図である（先行技術）。

【図 3 A】 非基板処理期間中の図 2 の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの一実施形態の略図的断面図である。

【図 3 B】 図 3 A の円 A の拡大部分側面断面図である。

【図 3 C】 基板処理中の図 2 の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの一実施形態の略図的断面図である。

【図 3 D】 図 3 C の円 B の拡大部分側面断面図である。

【図 3 E】 高周波接地カーテンの一実施形態の平面図である。

【図 3 F】 図 2 のプロセスチャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの一実施形態の略図的断面図である。

【図 4 A】 非基板処理期間中の図 2 の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの別の実施形態の略図的断面図である。

【図 4 B】 図 4 A の円 C の拡大部分側面断面図である。

【図４Ｃ】基板処理中の図２の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの別の実施形態の略図的断面図である。

【図４Ｄ】図４Ｃの円Ｄの拡大部分側面断面図である。

【図４Ｅ】高周波接地ストラップの一実施形態の平面図である。

【図４Ｆ】ピックアップブロックおよび取り付けブロックに結合された２つの高周波接地ストラップの略図的側面図である。

【図５】基板処理中の図２の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの別の実施形態の略図的断面図である。

【図６】非基板処理期間中の図２の処理チャンバにおける本発明の高周波接地アセンブリの別の実施形態の略図的断面図である。

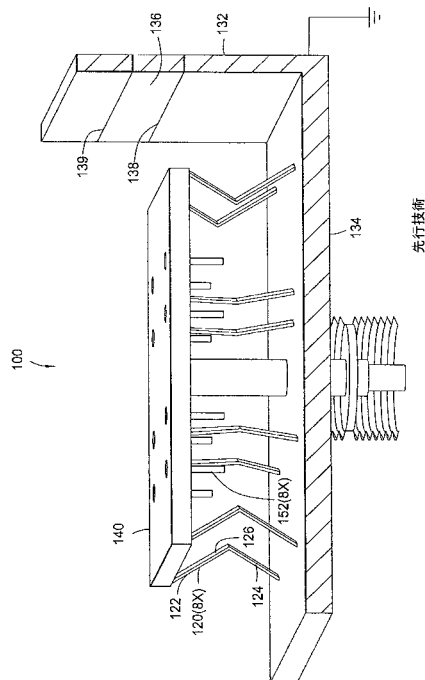
【符号の説明】

【００６２】

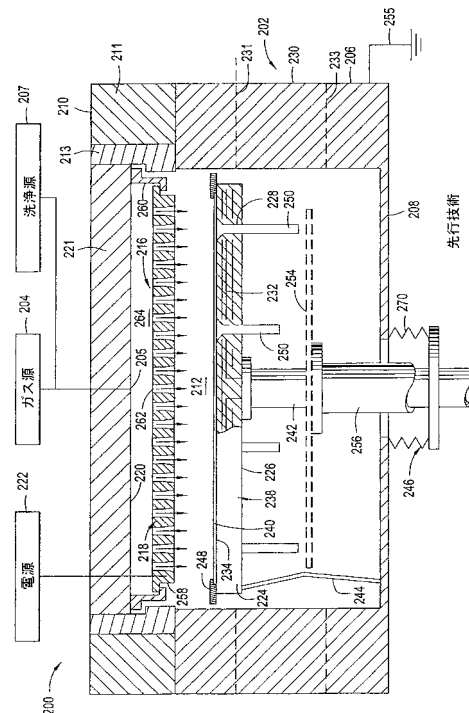
２０６…チャンバ壁、２２４…基板支持本体、２３０…搬送ポート開口、２３５…接地静止部、２３８…基板支持アセンブリ、２４０…基板、２４８…シャドウフレーム、２５８…拡散プレート、２８０…高周波接地アセンブリ、２８２…被ピックアップブロック、２８４…カーテン、２８５…ストラップ、２８６，２８８…取り付けデバイス、２８９…取り付けブロック、２９０…ピックアップ柵状突起部。

10

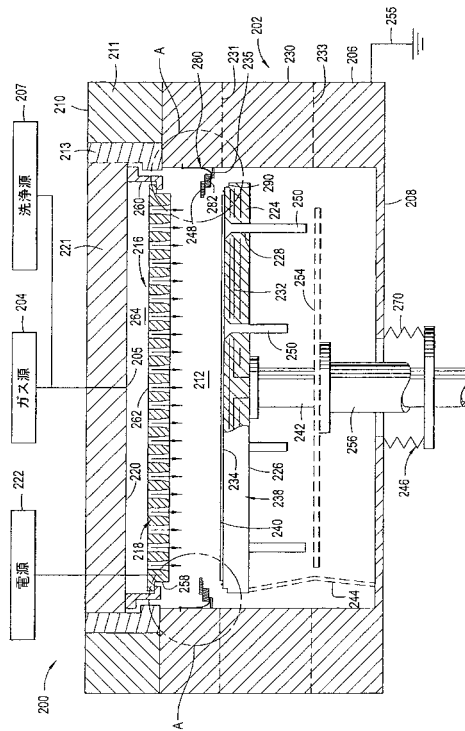
【図１】



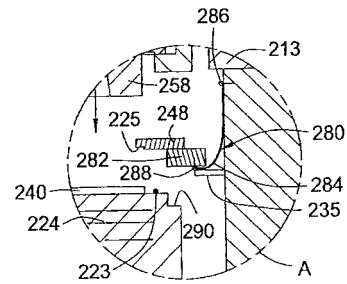
【図２】



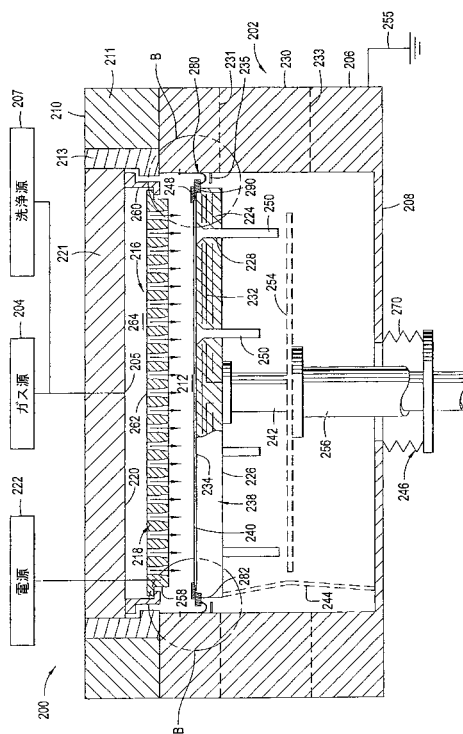
【 図 3 A 】



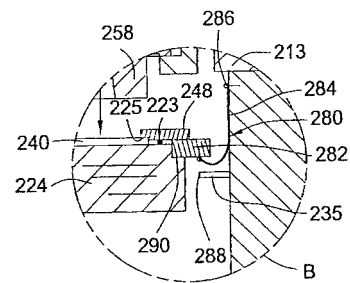
【 図 3 B 】



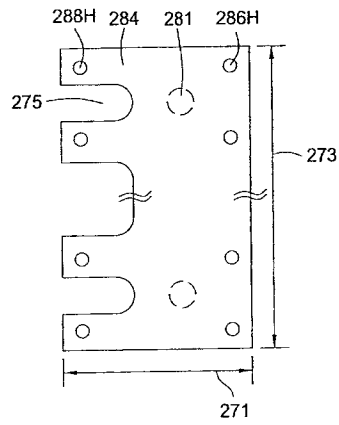
【 図 3 C 】



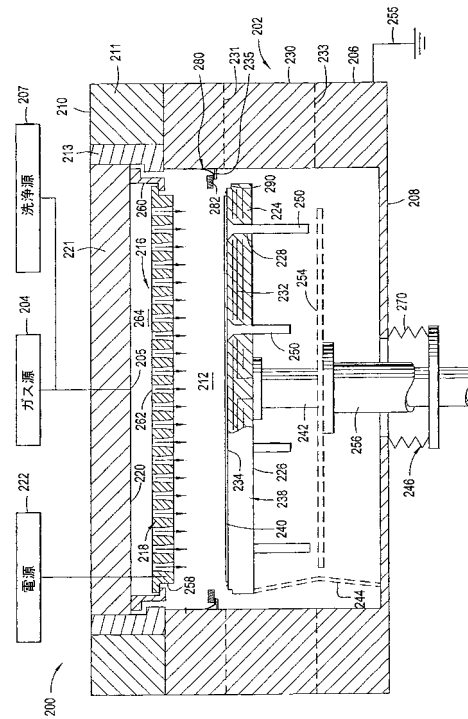
【 図 3 D 】



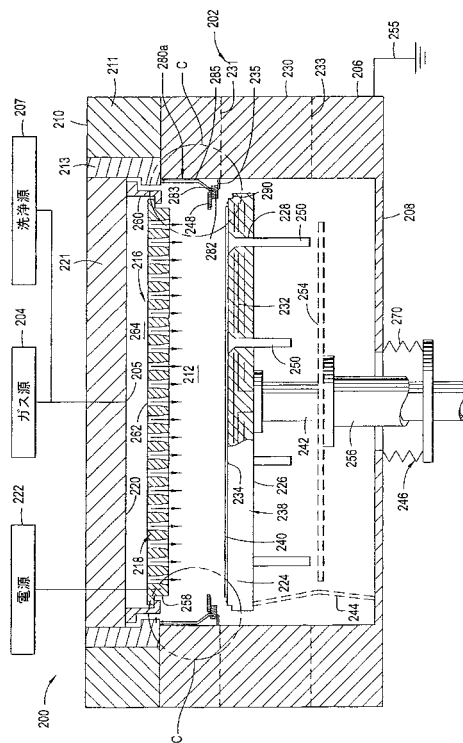
【図 3 E】



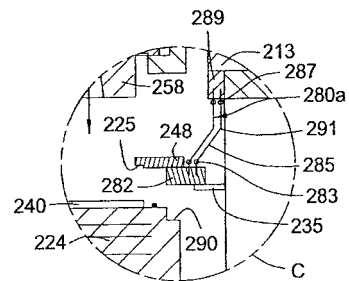
【図 3 F】



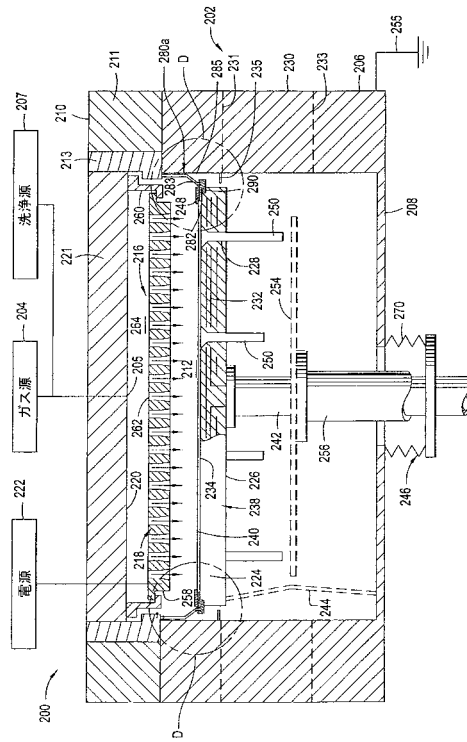
【図 4 A】



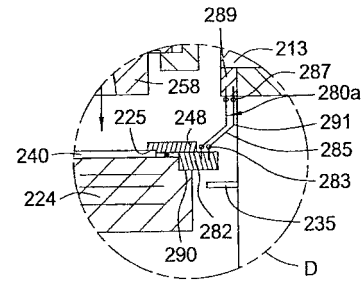
【図 4 B】



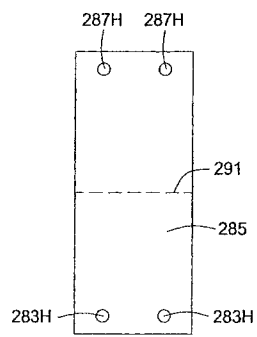
【図 4 C】



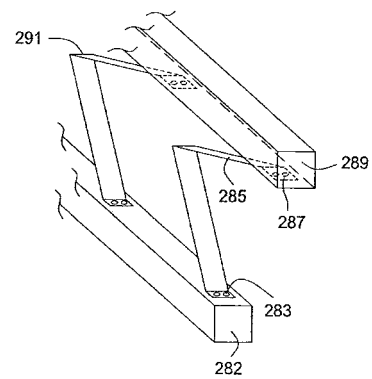
【図 4 D】



【図 4 E】



【図 4 F】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン エム． ホワイト
アメリカ合衆国， カリフォルニア州， ヘイワード， コロニー ヴュー プレイス 2811
- (72)発明者 ロビン エル． タイナー
アメリカ合衆国， カリフォルニア州， サンタ クルーズ， ランス コート 144
- (72)発明者 ビョン スー パク
アメリカ合衆国， カリフォルニア州， サン ノゼ， エイントリー ドライヴ 6870
- (72)発明者 ウェンデル ティー． プロニガン
アメリカ合衆国， カリフォルニア州， プレザントン， ウォー グローリー プレイス 8137

審査官 菊地 則義

- (56)参考文献 特表2002-530857(JP, A)
特開平11-251094(JP, A)
米国特許出願公開第2001/0035132(US, A1)
特表2002-530858(JP, A)
米国特許第06162332(US, A)
特表平09-503349(JP, A)
特開2002-334800(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/00 - 16/56
H01L 21/205