

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6683575号
(P6683575)

(45) 発行日 令和2年4月22日(2020.4.22)

(24) 登録日 令和2年3月30日(2020.3.30)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/3065 (2006.01) H O 1 L 21/302 I O 1 B
 H O 5 H 1/46 (2006.01) H O 5 H 1/46 M

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-171244 (P2016-171244)	(73) 特許権者	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1号
(22) 出願日	平成28年9月1日(2016.9.1)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-37584 (P2018-37584A)	(72) 発明者	松浦 伸 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
(43) 公開日	平成30年3月8日(2018.3.8)	(72) 発明者	廣瀬 潤 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
審査請求日	令和1年6月10日(2019.6.10)	審査官	宇多川 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

側壁に被処理基板を搬入するための開口部を有し、内部に供給された処理ガスのプラズマにより前記被処理基板に所定の処理を施すチャンバと、

前記側壁に沿って移動することにより、前記開口部を開閉するシャッタと、

導電性の材料で構成されており、前記シャッタが移動中の場合に前記シャッタと接触せず、前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に、前記シャッタの移動方向とは異なる方向に変位して前記シャッタと接触する接触部とを備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

前記接触部は、導電性の材料からなる板バネの一部であり、

前記プラズマ処理装置は、

弾性を有するチューブと、

前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に前記チューブ内に充填されている流体の圧力を増加させることにより前記チューブを膨張させ、膨張した前記チューブにより前記接触部を前記シャッタに接触させる制御部と

を備えることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】

前記接触部は、弾性および導電性を有する環状のチューブであり、

前記プラズマ処理装置は、

前記チューブ内に充填される流体の圧力を制御する制御部を備え、
 前記シャッタは、環状の前記チューブの輪の内側に配置され、
 前記制御部は、
 前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に前記チューブ内に充填されている流体の圧力を変化させることにより前記チューブによって形成される輪の直径を減少させ、前記チューブと前記シャッタとを接触させることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記制御部は、
前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に前記チューブ内に充填されている流体の圧力を減少させることにより前記チューブによって形成される輪の直径を減少させ、前記チューブと前記シャッタとを接触させることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

10

【請求項 5】

前記制御部は、
前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に前記チューブ内に充填されている流体の圧力を増加させることにより前記チューブによって形成される輪の直径を増加させ、前記チューブと前記シャッタとを接触させることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に、前記接触部を前記シャッタに接触する位置に変位させ、前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にない場合に、前記接触部を前記シャッタから離れた位置に変位させる移動機構を有することを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 7】

前記移動機構は、
シャッタが前記開口部を閉じる位置にある場合に、カムの回転により、前記接触部を前記シャッタに接触する位置に変位させ、前記シャッタが前記開口部を閉じる位置にない場合に、カム回転により、前記接触部を前記シャッタから離れた位置に変位させることを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

30

【請求項 8】

前記接触部を保持する保持部と、
 前記保持部の温度を制御することにより、前記保持部を熱膨張させ、前記接触部を変位させる制御部と
 を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記接触部を保持する第 1 の保持部と、
 前記第 1 の保持部に設けられた第 1 の電磁石と、
 前記第 1 の保持部を保持する第 2 の保持部と、
 前記第 2 の保持部に設けられ、前記第 1 の電磁石と対向する位置に設けられた第 2 の電磁石と、
 前記第 1 の電磁石および前記第 2 の電磁石の極性を制御することにより、前記接触部を変位させる制御部と
 を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

40

【請求項 10】

前記チャンバは、円筒形状の側壁を有し、
 前記シャッタは、円筒形状の側壁を有し、前記シャッタの中心軸が、前記チャンバの中心軸と重なるように前記チャンバ内に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明の種々の側面および実施形態は、プラズマ処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体の製造装置において、プラズマを用いた処理を行うプラズマ処理装置が知られている。このようなプラズマ処理装置では、処理対象となる被処理基板をチャンバ内に搬入し、チャンバ内に所定の処理ガスおよび高周波電力を印加することにより、チャンバ内に処理ガスのプラズマが生成される。

【0003】

ところで、被処理基板は、チャンバの側壁に設けられた搬入口からチャンバ内に搬入される。搬入口が設けられたチャンバの側壁部分は、外部からはゲートバルブで閉じられるものの、チャンバ内では、プラズマが生成される処理空間に連通している。そのため、チャンバ内で生成されたプラズマが搬入口付近の空間まで広がり、プラズマの均一性が低下する場合がある。これにより、被処理基板に対する処理の均一性が低下する場合がある。

【0004】

これを回避するため、チャンバの側壁に形成された搬入口は、チャンバの内側においてシャッタで閉じられる。被処理基板の搬入および搬出の際には、シャッタは移動してチャンバの側壁の搬入口を開放する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2015-126197号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところで、チャンバ内において、チャンバの側壁やシャッタ等は、高周波のリターンパスとして接地電位に接続されている必要がある。従来のプラズマ処理装置では、チャンバ全体を接地しておき、チャンバの側壁の搬入口を閉じるようにシャッタを移動させる際に、シャッタの移動方向に設けられた導電性のシール部材であるスパイラルをシャッタにより押しつぶすことで、シャッタとチャンバの側壁との確実な導通を確保していた。

【0007】

しかし、シャッタによりスパイラルを押しつぶす場合、シャッタの移動と、スパイラルへの押圧とを、シャッタを駆動させる駆動機構により行うことになる。そのため、大きな駆動力を発生することができる駆動機構が必要となり、駆動機構が大型化していた。また、そのような駆動機構がプラズマ処理装置内に設けられるため、プラズマ処理装置の小型化が困難であった。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の一側面は、プラズマ処理装置であって、チャンバと、シャッタと、接触部とを備える。チャンバは、側壁に被処理基板を搬入するための開口部を有し、内部に供給された処理ガスのプラズマにより被処理基板に所定の処理を施す。シャッタは、チャンバの側壁に沿って移動することにより、開口部を開閉する。接触部は、導電性の材料で構成されており、シャッタが移動中の場合にシャッタと接触せず、シャッタが開口部を閉じる位置にある場合に、シャッタの移動方向とは異なる方向に変位してシャッタと接触する。

【発明の効果】**【0009】**

本発明の種々の側面および実施形態によれば、プラズマ処理装置の小型化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0010】

【図1】図1は、プラズマ処理装置の構成の一例を示す断面図である。

【図2】図2は、チャンバとシャッタの位置関係の一例を模式的に示す断面図である。

【図3】図3は、図2に示したチャンバのA-A断面の一例を模式的に示す図である。

【図4】図4は、図2に示したチャンバのB-B断面の一例を模式的に示す図である。

【図5】図5は、シャッタの一例を示す平面図である。

【図6】図6は、実施例1における第1の接続部の一例を説明する図である。

【図7】図7は、接触部材の構成の一例を示す図である。

【図8】図8は、実施例1における第2の接続部の一例を説明する図である。

【図9】図9は、実施例2における第1の接続部の一例を説明する図である。

10

【図10】図10は、実施例2における第2の接続部の一例を説明する図である。

【図11】図11は、実施例3における第2の接続部の一例を説明する図である。

【図12】図12は、実施例4における第2の接続部の一例を説明する図である。

【図13】図13は、実施例5における第1の接続部の一例を説明する図である。

【図14】図14は、変形部材の他の例を示す図である。

【図15】図15は、実施例6における第1の接続部の一例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

開示するプラズマ処理装置は、チャンバと、シャッタと、接触部とを備える。チャンバは、側壁に被処理基板を搬入するための開口部を有し、内部に供給された処理ガスのプラズマにより被処理基板に所定の処理を施す。シャッタは、チャンバの側壁に沿って移動することにより、開口部を開閉する。接触部は、導電性の材料で構成されており、シャッタが移動中の場合にシャッタと接触せず、シャッタが開口部を閉じる位置にある場合に、シャッタの移動方向とは異なる方向に変位してシャッタと接触する。

20

【0012】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、接触部は、導電性の材料からなる板バネの一部であってもよい。また、プラズマ処理装置は、弾性を有するチューブと、シャッタがチャンバの開口部を閉じる位置にある場合にチューブ内に充填されている流体の圧力を増加させることによりチューブを膨張させ、膨張したチューブにより接触部をシャッタに接触させる制御部とを備えてもよい。

30

【0013】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、接触部は、弾性および導電性を有する環状のチューブであってもよい。また、プラズマ処理装置は、チューブ内に充填される流体の圧力を制御する制御部を備えてもよい。また、シャッタは、環状のチューブの輪の内側に配置されてもよい。また、制御部は、シャッタがチャンバの開口部を閉じる位置にある場合にチューブ内に充填されている流体の圧力を減少させることによりチューブによって形成される輪の直径を減少させ、チューブとシャッタとを接触させてもよい。

【0014】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、接触部は、弾性および導電性を有する環状のチューブであってもよい。また、プラズマ処理装置は、チューブ内に充填される流体の圧力を制御する制御部を備えてもよい。また、シャッタは、環状のチューブの輪の外側に配置されてもよい。また、制御部は、シャッタが開口部を閉じる位置にある場合にチューブ内に充填されている流体の圧力を増加させることによりチューブによって形成される輪の直径を増加させ、チューブとシャッタとを接触させてもよい。

40

【0015】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、シャッタが開口部を閉じる位置にある場合に、カムの回転により、接触部をシャッタに接触する位置に変位させ、シャッタが開口部を閉じる位置にない場合に、カムの回転により、接触部をシャッタから離れた位置に変位させる移動機構を有してもよい。

50

【 0 0 1 6 】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、接触部を保持する保持部と、保持部の温度を制御することにより、保持部を熱膨張させ、接触部を変位させる制御部とを備えてもよい。

【 0 0 1 7 】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、接触部を保持する第1の保持部と、第1の保持部に設けられた第1の電磁石と、第1の保持部を保持する第2の保持部と、第2の保持部に設けられ、第1の電磁石と対向する位置に設けられた第2の電磁石と、第1の電磁石および第2の電磁石の極性を制御することにより、接触部を変位させる制御部とを備えてもよい。

10

【 0 0 1 8 】

また、開示するプラズマ処理装置の一つの実施形態において、チャンバは、円筒形状の側壁を有してもよく、シャッタは、円筒形状の側壁を有し、シャッタの中心軸が、チャンバの中心軸と重なるようにチャンバ内に配置されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

以下に、開示するプラズマ処理装置の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、本実施形態により、開示するプラズマ処理装置が限定されるものではない。

【実施例1】

【 0 0 2 0 】

[プラズマ処理装置10の構成]

20

図1は、プラズマ処理装置10の構成の一例を示す断面図である。図2は、チャンバ1とシャッタ20の位置関係の一例を模式的に示す断面図である。図3は、図2に示したチャンバ1のA-A断面の一例を模式的に示す図である。図4は、図2に示したチャンバ1のB-B断面の一例を模式的に示す図である。図3および図4に示したチャンバ1のC-C断面が図2に示された断面に対応している。

【 0 0 2 1 】

プラズマ処理装置10は、例えば容量結合型の平行平板プラズマエッチング装置である。プラズマ処理装置10は、例えば表面が陽極酸化処理されたアルミニウムによって形成され、内部に略円筒形状の空間が形成されたチャンバ1を有する。チャンバ1は保安接地されている。図1～図4において、チャンバ1の内側壁によって形成された略円筒形状の空間の中心軸を、Z軸と定義する。

30

【 0 0 2 2 】

チャンバ1の底部には、略円筒形状の排気口83が形成されている。排気口83の上方には、載置台2を下方から支持する台座100が設けられている。台座100は、チャンバ1の内側壁からZ軸に近づく方向に延在する複数の支持梁101によって支持されている。本実施例において、それぞれの支持梁101は、チャンバ1の内側壁から、Z軸へ向かってZ軸と直交する方向に延在している。本実施例において、プラズマ処理装置10内には、例えば図3および図4に示すように、3つの支持梁101が設けられており、これらの支持梁101は、Z軸に対して例えば軸対称に配置されている。即ち、3つの支持梁101の配置の中心を通る線は、Z軸と一致しており、隣り合う2つの支持梁101は、Z軸を中心として120度の角度をなしている。本実施例において、台座100およびそれぞれの支持梁101は、チャンバ1と同一の材料により構成されている。

40

【 0 0 2 3 】

本実施例において、載置台2は、略円筒形状を有しており、載置台2の外側壁の中心軸がZ軸に一致するようにチャンバ1内に配置されている。載置台2は、下部電極2a、基材4、フォーカスリング5、および静電チャック6を有する。基材4は、セラミックス等によって略円筒状に形成され、絶縁板3を介して台座100の上に配置されている。基材4の上に例えばアルミニウム等で形成された下部電極2aが設けられている。

【 0 0 2 4 】

下部電極2aの上面には、被処理基板の一例であるウエハWを静電気力で吸着保持する

50

静電チャック 6 が設けられている。静電チャック 6 は、導電膜で形成された電極 6 a を一対の絶縁層または絶縁シートで挟んだ構造を有する。電極 6 a には直流電源 1 3 が電氣的に接続されている。ウエハ W は、静電チャック 6 の上面に載置され、直流電源 1 3 から供給された直流電圧により、静電チャック 6 に生じた静電気力により静電チャック 6 の上面に吸着保持される。ウエハ W は、略円形状である。ウエハ W は、ウエハ W の中心軸が図 1 に示す Z 軸と一致するように、静電チャック 6 の上面に載置される。

【 0 0 2 5 】

下部電極 2 a の上面には、静電チャック 6 を囲むように、例えば単結晶シリコン等で形成された導電性のフォーカスリング 5 が設けられている。フォーカスリング 5 により、ウエハ W の表面において、エッチング等のプラズマ処理の均一性が向上する。下部電極 2 a および基材 4 の側面は、例えば石英等で形成された円筒形状の内壁部材 3 a によって囲まれている。

10

【 0 0 2 6 】

下部電極 2 a の内部には、例えば環状の冷媒室 2 b が形成されている。冷媒室 2 b には、外部に設けられた図示しないチラーユニットから、配管 2 c および 2 d を介して、例えば冷却水等の所定温度の冷媒が循環供給される。冷媒室 2 b 内を循環する冷媒によって、下部電極 2 a、基材 4、および静電チャック 6 の温度が制御され、静電チャック 6 上のウエハ W が所定温度に制御される。

【 0 0 2 7 】

また、静電チャック 6 の上面とウエハ W の裏面との間には、図示しない伝熱ガス供給機構から、例えば He ガス等の伝熱ガスが、配管 1 7 を介して供給される。

20

【 0 0 2 8 】

下部電極 2 a には、整合器 1 1 a を介して高周波電源 1 2 a が接続されている。また、下部電極 2 a には、整合器 1 1 b を介して高周波電源 1 2 b が接続されている。高周波電源 1 2 a は、プラズマの発生に用いられる所定の周波数（例えば 1 0 0 M H z ）の高周波電力を下部電極 2 a に供給する。また、高周波電源 1 2 b は、イオンの引き込み（バイアス）に用いられる所定の周波数の高周波電力であって、高周波電源 1 2 a によって供給される高周波電力よりも低い周波数（例えば 1 3 M H z ）の高周波電力を下部電極 2 a に供給する。

【 0 0 2 9 】

30

載置台 2 の周囲には、例えば図 1 ~ 図 4 に示すように、載置台 2 を囲むように排気路 8 6 が設けられている。排気路 8 6 は、隣り合う支持梁 1 0 1 の間の空間において、台座 1 0 0 の下方に形成された排気室 8 5 に連通している。本実施例において、載置台 2 の周辺に形成された排気路 8 6 は、隣り合う 2 つの支持梁 1 0 1 の間に Z 軸に対して軸対称に形成されている。そのため、上部電極 1 6 から供給されて排気口 8 3 から排気されるガスの流れは、載置台 2 上に載置されたウエハ W の中心を通る Z 軸に対して軸対称となる。

【 0 0 3 0 】

排気路 8 6 内には、載置台 2 を囲むように、略円筒状のシャッタ 2 0 が設けられている。シャッタ 2 0 は、アルミニウム等の導電性の材料により形成されており、例えば図 5 に示すように、Z 軸方向に延在する壁部 2 0 a と、Z 軸に近づく方向に延在する底部 2 0 b とを有する。図 5 は、シャッタ 2 0 の一例を示す平面図である。底部 2 0 b には、複数の貫通孔が形成されており、底部 2 0 b はパッフル板としての機能も有する。

40

【 0 0 3 1 】

シャッタ 2 0 の下面にはシャフト 2 1 が接続されており、シャフト 2 1 は、支持梁 1 0 1 上に設けられた駆動部 2 2 に接続されている。駆動部 2 2 は、シャフト 2 1 を上下方向、即ち、Z 軸方向に移動させることにより、シャッタ 2 0 を上下に移動させる。本実施例において、チャンバ 1 には、例えば図 4 に示すように、3 つの支持梁 1 0 1 が設けられており、それぞれの支持梁 1 0 1 に駆動部 2 2 が設けられている。従って、シャッタ 2 0 は、3 つの駆動部 2 2 によって上下に移動する。なお、シャッタ 2 0 は、4 つ以上の駆動部 2 2 によって駆動されてもよい。また、駆動部 2 2 は、必ずしも支持梁 1 0 1 の上に設け

50

られる必要はなく、チャンバ1の内側壁に固定されて設けられてもよい。

【0032】

静電チャック6より上方のチャンバ1の側壁には、チャンバ1内へのウエハWの搬入およびチャンバ1内からのウエハWの搬出に用いられる開口部74が設けられている。開口部74は、チャンバ1の内側において、シャッタ20によって開閉される。また、チャンバ1の外側には、開口部74を開閉するためのゲートバルブGが設けられている。

【0033】

シャッタ20が上方に移動することにより、チャンバ1の内側からシャッタ20によって開口部74が閉じられる。図1および図2には、シャッタ20によって開口部74が閉じられた状態のプラズマ処理装置10が図示されている。また、シャッタ20が下方に移動することにより、チャンバ1の内側において開口部74が開放される。

10

【0034】

チャンバ1の内側壁には、シャッタ20を接地電位に接続するための第1の接続部18aが、シャッタ20を囲むようにチャンバ1の側壁に沿って設けられている。また、内壁部材3aには、シャッタ20を接地電位に接続するための第2の接続部18bが、載置台2を囲むように内壁部材3aに沿って設けられている。第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、接地されたチャンバ1に電氣的に接続されている。そのため、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bがシャッタ20と接続することにより、シャッタ20がチャンバ1を介して接地電位に接続される。第1の接続部18aおよび第2の接続部18bには、接続制御部19が接続されている。接続制御部19は、シャッタ20が開口部74を閉じる位置にある場合に、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bを制御して、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bをシャッタ20に接続させる。

20

【0035】

第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、接続制御部19の制御により、チャンバ1に接続されている導電性の部材を、Z軸方向とは異なる方向に移動させる。本実施例において、第1の接続部18aは、接続制御部19の制御により、チャンバ1に接続されている導電性の部材を、Z軸に近づく方向に移動させる。一方、第2の接続部18bは、接続制御部19の制御により、チャンバ1に接続されている導電性の部材を、Z軸から離れる方向に移動させる。これにより、チャンバ1に接続されている導電性の部材とシャッタ20とが接触し、シャッタ20がチャンバ1を介して接地電位に接続され、シャッタ20全体が高周波のリターンパスとして機能する。

30

【0036】

ここで、シャッタ20とチャンバ1との間に例えばスパイラルと呼ばれる導電性のシール材を配置し、開口部74を閉じる場合に、シャッタ20を上方に移動させると共に、スパイラルをシャッタ20で押しつぶすことにより、シャッタ20とチャンバ1との導通をとる場合を考える。この場合、シャッタ20を移動させる駆動部22は、シャッタ20を移動させる駆動力の他に、スパイラルを押しつぶすための力が必要となる。そのため、駆動部22に大きな駆動力が必要となり、駆動部22が大型化し、複数の駆動部22が設けられるプラズマ処理装置10も大型化してしまう。

【0037】

また、処理空間S内において、プラズマに対するシャッタ20の影響を、ウエハWの周方向においてより均一にするために、処理空間Sを囲むような環状のシャッタ20をチャンバ1内に設けることが検討されている。このような環状のシャッタ20において、シャッタ20とチャンバ1との間に配置されたスパイラルを押しつぶすとすれば、スパイラルが配置される面積が大きくなるため、駆動部22には、さらに大きな駆動力が必要となる。

40

【0038】

これに対し、本実施例のプラズマ処理装置10では、シャッタ20が開口部74を閉じる位置に移動した場合、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、チャンバ1に接続されている導電性の部材をシャッタ20に接触させる。そのため、開口部74を閉じ

50

る場合、駆動部 22 は、開口部 74 を閉じる位置にシャッタ 20 を移動させればよく、スパイラルを押しつぶすための力をシャッタ 20 に加える必要がない。

【0039】

また、本実施例のプラズマ処理装置 10 では、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b は、チャンバ 1 に接続されている導電性の部材を、シャッタ 20 の移動方向である Z 軸方向とは異なる方向に移動させることにより、シャッタ 20 に接触させる。そのため、駆動部 22 は、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b が導電性の部材をシャッタ 20 に押し当てる力に対する反力をシャッタ 20 に加える必要がない。従って、本実施例のプラズマ処理装置 10 では、駆動部 22 を小型化することができる。これにより、複数の駆動部 22 を有するプラズマ処理装置 10 の小型化も可能となる。

10

【0040】

なお、本実施例では、シャッタ 20 が環状に形成されており、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b は、シャッタ 20 のほぼ全周に渡って、導電性の部材をシャッタ 20 に接触させる。そのため、第 1 の接続部 18 a が導電性の部材をシャッタ 20 に接触させるためにシャッタ 20 に加える力のうち、Z 軸を挟んで対抗する 2 つの第 1 の接続部 18 a によってシャッタ 20 に与えられる力は、一方の力が他方の力に対して反力として作用する。同様に、第 2 の接続部 18 b が導電性の部材をシャッタ 20 に接触させるためにシャッタ 20 に加える力のうち、Z 軸を挟んで対抗する 2 つの第 2 の接続部 18 b によってシャッタ 20 に与えられる力は、一方の力が他方の力に対して反力として作用する。従って、駆動部 22 の駆動力によらず、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b によって導電性の部材をシャッタ 20 に接触させる力を大きくすることができる。これにより、チャンバ 1 に接続された導電性の部材とシャッタ 20 とを確実に接触させることができ、シャッタ 20 のほぼ全周に渡って、シャッタ 20 を確実に接地電位に接続することができる。

20

【0041】

プラズマ処理装置 10 の説明に戻る。略円形状の排気口 83 の中心軸は、Z 軸と一致している。排気口 83 には、排気装置 84 が接続されている。排気装置 84 は、例えばターボ分子ポンプ等の真空ポンプを有しており、チャンバ 1 内を所望の真空度まで減圧することができる。また、排気口 83 には、APC (Automatic Pressure Control) 80 が設けられている。APC 80 は、蓋体 81 および複数の支持棒 82 を有する。蓋体 81 は、略円形状の板であり、蓋体 81 の中心軸は Z 軸と一致している。また、蓋体 81 は、排気口 83 の開口面と略平行となるように配置されている。蓋体 81 の直径は、排気口 83 の開口の直径よりも長い。

30

【0042】

支持棒 82 は、蓋体 81 の高さを制御することにより、蓋体 81 と排気口 83 の周囲のチャンバ 1 の面との間に形成される隙間によって形成される排気コンダクタンスを制御することができる。図 1 には、支持棒 82 が 2 つ示されているが、支持棒 82 は、排気口 83 を囲むように排気口 83 の周囲に 3 つ以上設けられている。支持棒 82 によって蓋体 81 の高さを制御することにより、APC 80 は、チャンバ 1 内の圧力を所定の圧力範囲に制御することができる。

40

【0043】

台座 100 および支持梁 101 には、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、内部に空間 102 が形成されている。空間 102 は、チャンバ 1 の側壁に形成された開口に連通している。載置台 2 に供給されるガスや電力等は、台座 100 および支持梁 101 内の空間 102 を通る配管や配線を介して載置台 2 に供給される。本実施例において、台座 100 は、例えば図 3 および図 4 に示すように、3 つの支持梁 101 によって支持されている。図 1 に例示したプラズマ処理装置 10 において、載置台 2 にガスや電力等を供給する配管や配線は、1 つの支持梁 101 を介してチャンバ 1 の外部の機器に接続されているが、3 つの支持梁 101 のいずれかを介してチャンバ 1 の外部の機器に接続されていればよい。

【0044】

50

下部電極 2 a の上方には、載置台 2 と対向するように上部電極 1 6 が設けられている。下部電極 2 a と上部電極 1 6 とは、互いに略平行となるようにチャンバ 1 内に設けられている。以下では、静電チャック 6 上に載置されたウエハ W と、上部電極 1 6 の下面との間の空間を処理空間 S と呼ぶ。

【 0 0 4 5 】

上部電極 1 6 は、絶縁性部材 4 5 を介して、チャンバ 1 の上部に支持されている。上部電極 1 6 は、天板支持部 1 6 a および上部天板 1 6 b を有する。天板支持部 1 6 a は、例えば表面が陽極酸化処理されたアルミニウム等により形成され、その下部に上部天板 1 6 b を着脱自在に支持する。上部天板 1 6 b は、例えば石英等のシリコン含有物質で形成される。

10

【 0 0 4 6 】

天板支持部 1 6 a の内部には、ガス拡散室 1 6 c が設けられている。本実施例において、ガス拡散室 1 6 c は略円筒形状であり、その中心軸は Z 軸と一致している。天板支持部 1 6 a の底部には、ガス拡散室 1 6 c の下部に位置するように、複数のガス流通口 1 6 e が形成されている。複数のガス流通口 1 6 e は、Z 軸を中心として同心円状に略均等な間隔でガス拡散室 1 6 c の下部に形成されている。

【 0 0 4 7 】

上部天板 1 6 b には、上部天板 1 6 b を厚さ方向に貫通するように複数のガス流通口 1 6 f が設けられている。複数のガス流通口 1 6 f は、Z 軸を中心として同心円状に略均等な間隔で上部天板 1 6 b に形成されている。それぞれのガス流通口 1 6 f は、上記したガス流通口 1 6 e の中の 1 つに連通している。ガス拡散室 1 6 c に供給された処理ガスは、複数のガス流通口 1 6 e および 1 6 f を介してチャンバ 1 内にシャワー状に拡散されて供給される。また、複数のガス流通口 1 6 e および 1 6 f は、Z 軸を中心として同心円状に略均等な間隔で配置されているため、複数のガス流通口 1 6 e および 1 6 f を介してチャンバ 1 内に供給される処理ガスは、Z 軸を中心として周方向に略均一な流量で処理空間 S 内に供給される。

20

【 0 0 4 8 】

なお、天板支持部 1 6 a 等には、図示しないヒータや、冷媒を循環させるための図示しない配管等の温度調整機構が設けられており、ウエハ W の処理中に上部電極 1 6 を所望の範囲内の温度に制御できるようになっている。

30

【 0 0 4 9 】

上部電極 1 6 の天板支持部 1 6 a には、ガス拡散室 1 6 c に処理ガスを導入するためのガス導入口 1 6 g が設けられている。本実施例において、ガス導入口 1 6 g の中心軸は Z 軸と一致している。ガス導入口 1 6 g には、配管 1 5 b の一端が接続されている。配管 1 5 b の他端は、弁 V およびマスフローコントローラ (M F C) 1 5 a を介して、ウエハ W の処理に用いられる処理ガスを供給するガス供給源 1 5 に接続されている。ガス供給源 1 5 から供給された処理ガスは、配管 1 5 b を介してガス拡散室 1 6 c に供給され、ガス流通口 1 6 e および 1 6 f を介してチャンバ 1 内にシャワー状に拡散されて供給される。

【 0 0 5 0 】

上部電極 1 6 には、ローパスフィルタ (L P F) 4 0 およびスイッチ 4 1 を介して負の直流電圧を出力する可変直流電源 4 2 が電氣的に接続されている。スイッチ 4 1 は、可変直流電源 4 2 から上部電極 1 6 への直流電圧の印加および遮断を制御する。例えば、高周波電源 1 2 a および高周波電源 1 2 b から高周波電力が下部電極 2 a に印加され、チャンバ 1 内の処理空間 S にプラズマが生成される際には、必要に応じてスイッチ 4 1 がオンとされ、上部電極 1 6 に所定の大きさの負の直流電圧が印加される。

40

【 0 0 5 1 】

また、チャンバ 1 の周囲には、同心円状にリング磁石 9 0 が配置されている。リング磁石 9 0 は、上部電極 1 6 と載置台 2 との間の処理空間 S 内に磁場を形成する。リング磁石 9 0 は、図示しない回転機構により回転自在に保持されている。

【 0 0 5 2 】

50

上記のように構成されたプラズマ処理装置 10 は、制御部 60 によって、その動作が統括的に制御される。制御部 60 は、CPU (Central Processing Unit) を有しプラズマ処理装置 10 の各部を制御するプロセスコントローラ 61 と、ユーザインターフェイス 62 と、記憶部 63 とを備える。

【0053】

ユーザインターフェイス 62 は、オペレータがプラズマ処理装置 10 を操作するためのコマンド等の入力に用いられるキーボードや、プラズマ処理装置 10 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等を含む。

【0054】

記憶部 63 には、プラズマ処理装置 10 で実行される各種処理をプロセスコントローラ 61 が実現するための制御プログラム (ソフトウェア) や、処理条件のデータ等が記憶されたレシピが格納されている。プロセスコントローラ 61 は、記憶部 63 内に記憶された制御プログラムを読み出し、読み出した制御プログラムに基づいて動作する。そして、プロセスコントローラ 61 は、ユーザインターフェイス 62 を介して受け付けた指示等に応じて、レシピ等を記憶部 63 から読み出し、読み出したレシピ等に基づいてプラズマ処理装置 10 を制御する。これにより、プラズマ処理装置 10 によって所望の処理が行われる。また、プロセスコントローラ 61 は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体などに格納された制御プログラムやレシピ等を、当該記録媒体から読み出して実行することも可能である。コンピュータで読み取り可能な記録媒体とは、例えば、ハードディスク、DVD (Digital Versatile Disc)、フレキシブルディスク、半導体メモリ等である。また、プロセスコントローラ 61 は、他の装置の記憶部内に格納された制御プログラムやレシピ等を、例えば通信回線を介して当該他の装置から取得して実行することも可能である。

【0055】

プラズマ処理装置 10 においてウエハ W にプラズマを用いた処理を行う場合、制御部 60 は、プラズマ処理装置 10 に対して例えば以下の制御を行う。まず、制御部 60 は、接続制御部 19 を制御して、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b において、チャンバ 1 に接続されている導電性の部材をシャッタ 20 から離間させる。そして、制御部 60 は、駆動部 22 を制御して、シャッタ 20 を下方に移動させることにより、開口部 74 の内側を開放する。そして、制御部 60 は、ゲートバルブ G を開放する。これにより、開口部 74 を介して静電チャック 6 上に処理対象となるウエハ W が搬入される。

【0056】

次に、制御部 60 は、ゲートバルブ G を閉じる。そして、制御部 60 は、駆動部 22 を制御して、シャッタ 20 を上方に移動させることにより、開口部 74 の内側を閉じる。そして、制御部 60 は、接続制御部 19 を制御して、第 1 の接続部 18 a および第 2 の接続部 18 b において、チャンバ 1 に接続されている導電性の部材をシャッタ 20 に接触させる。これにより、シャッタ 20 全体がチャンバ 1 を介して接地電位に接続される。

【0057】

次に、制御部 60 は、排気装置 84 を稼働させ、APC 80 を制御してチャンバ 1 内を真空排気する。そして、制御部 60 は、弁 V および MFC 15 a を制御して、ガス拡散室 16 c 内に所定の流量の処理ガスを供給する。ガス拡散室 16 c 内に供給された処理ガスは、複数のガス流通口 16 e および 16 f を介してチャンバ 1 内にシャワー状に拡散されて供給される。また、制御部 60 は、APC 80 により排気コンダクタンスを制御し、チャンバ 1 内を所定の圧力に制御する。

【0058】

そして、制御部 60 は、高周波電源 12 a および高周波電源 12 b にそれぞれ所定の高周波電力を発生させ、下部電極 2 a に印加させると共に、スイッチ 41 をオンに制御し、上部電極 16 に所定の直流電圧を印加する。これにより、静電チャック 6 上のウエハ W と上部電極 16 との間の処理空間 S に、処理ガスのプラズマが生成される。そして、処理空間 S に生成されたプラズマに含まれるイオンやラジカルにより、静電チャック 6 上のウエハ W にエッチング等の所定の処理が行われる。

【 0 0 5 9 】

[第 1 の接続部 1 8 a および第 2 の接続部 1 8 b の構成]

図 6 は、実施例 1 における第 1 の接続部 1 8 a の一例を説明する図である。本実施例において、第 1 の接続部 1 8 a は、例えば図 6 (A) に示すように、チャンバ 1 の側壁に形成された凹部 1 a 内に設けられ、導電性の材料により形成された接触部材 1 8 0 a および弾性を有する材料により形成されたチューブ 2 3 a を有する。

【 0 0 6 0 】

接触部材 1 8 0 a は、チャンバ 1 に電氣的に接続されている。接触部材 1 8 0 a は、例えば図 7 に示すように、環状に形成された基部 1 8 1 a と、基部 1 8 1 a に沿って基部 1 8 1 a に設けられた複数の接触部 1 8 2 a とを有する。本実施例において、基部 1 8 1 a とそれぞれの接触部 1 8 2 a とは導電性の材料により一体に形成されている。また、隣り合う接触部 1 8 2 a の間には隙間が形成されている。本実施例において、接触部材 1 8 0 a は、例えば板バネであり、接触部 1 8 2 a は、例えば板バネの一部である。

【 0 0 6 1 】

チューブ 2 3 a は、環状に形成されており、基部 1 8 1 a に沿って、基部 1 8 1 a とそれぞれの接触部 1 8 2 a との間に配置されている。チューブ 2 3 a は、接続制御部 1 9 に接続されており、接続制御部 1 9 によって、内部に充填されている流体の圧力が制御される。本実施例において、チューブ 2 3 a 内に充填される流体は、例えば空気等の気体である。なお、チューブ 2 3 a 内に充填される流体は、オイルなどの液体であってもよい。

【 0 0 6 2 】

接続制御部 1 9 は、チューブ 2 3 a 内に充填されている流体の圧力を制御することにより、第 1 の接続部 1 8 a とシャッタ 2 0 との接続を制御する。具体的には、接続制御部 1 9 は、例えば図 6 (A) に示すように、シャッタ 2 0 が開口部 7 4 を閉じる位置以外の位置にある場合 (シャッタ 2 0 が移動中の場合を含む) 、チューブ 2 3 a 内に充填されている流体の圧力を下げる。これにより、チューブ 2 3 a が収縮し、接触部 1 8 2 a がシャッタ 2 0 の移動方向 (図 6 (A) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 6 (A) の - X 方向) に移動する。これにより、接触部 1 8 2 a がシャッタ 2 0 の移動経路上から基部 1 8 1 a 側に退避する。そのため、シャッタ 2 0 が移動する場合のシャッタ 2 0 と接触部 1 8 2 a との接触が回避され、シャッタ 2 0 と接触部 1 8 2 a との摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【 0 0 6 3 】

また、接続制御部 1 9 は、例えば図 6 (B) に示すように、シャッタ 2 0 が開口部 7 4 を閉じる位置にある場合、チューブ 2 3 a 内に充填されている流体の圧力を上げる。これにより、チューブ 2 3 a が膨張し、接触部 1 8 2 a がシャッタ 2 0 の移動方向 (図 6 (B) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 6 (B) の + X 方向) に移動する。これにより、接触部 1 8 2 a がシャッタ 2 0 側へ移動する。そのため、接触部 1 8 2 a がシャッタ 2 0 に接触し、シャッタ 2 0 が接触部 1 8 2 a を介して接地電位に接続される。

【 0 0 6 4 】

なお、本実施例では、基部 1 8 1 a および接触部 1 8 2 a を有する接触部材 1 8 0 a を用いて、チューブ 2 3 a の膨張および収縮により、接触部 1 8 2 a を壁部 2 0 a に接触させたり壁部 2 0 a から離間させるが、開示の技術はこれに限られない。例えば、複数の接触部 1 8 2 a をチャンバ 1 に沿ってチャンバ 1 の凹部 1 a 内に配置し、それぞれの接触部 1 8 2 a の一端をチャンバ 1 に固定し、それぞれの接触部 1 8 2 a とチャンバ 1 との間にチューブ 2 3 a を配置し、チューブ 2 3 a の膨張および収縮に応じて、接触部 1 8 2 a の他端を、シャッタ 2 0 に接触させたりシャッタ 2 0 から離間させるようにしてもよい。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、実施例 1 における第 2 の接続部 1 8 b の一例を説明する図である。本実施例において、第 2 の接続部 1 8 b は、例えば図 8 (A) に示すように、内壁部材 3 a に形成された凹部 3 b 内に設けられ、導電性の材料により形成された接触部材 1 8 0 b および弾性を有する材料により形成されたチューブ 2 3 b を有する。

【 0 0 6 6 】

接触部材 1 8 0 b は、図示しない配線により接地電位に接続されている。接触部材 1 8 0 b は、例えば図 7 に示した第 1 の接続部 1 8 a と同様の構造を有する。ただし、接触部材 1 8 0 b は、環状に形成された基部 1 8 1 b の外側に、基部 1 8 1 b に沿って複数の接触部 1 8 2 b が配置されている。

【 0 0 6 7 】

チューブ 2 3 b は、環状に形成されており、基部 1 8 1 b に沿って、基部 1 8 1 b とそれぞれの接触部 1 8 2 b との間に配置されている。チューブ 2 3 b は、接続制御部 1 9 に接続されており、接続制御部 1 9 によって、内部に充填されている流体の圧力が制御される。接続制御部 1 9 は、チューブ 2 3 b 内に充填されている流体の圧力を制御することにより、第 2 の接続部 1 8 b とシャッタ 2 0 との接続を制御する。具体的には、接続制御部 1 9 は、例えば図 8 (A) に示すように、シャッタ 2 0 が開口部 7 4 を閉じる位置以外の位置にある場合 (シャッタ 2 0 が移動中の場合を含む)、チューブ 2 3 b 内に充填されている流体の圧力を下げる。これにより、チューブ 2 3 b が収縮し、接触部 1 8 2 b がシャッタ 2 0 の移動方向 (図 8 (A) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 8 (A) の + X 方向) に移動する。これにより、接触部 1 8 2 b がシャッタ 2 0 の移動経路上から基部 1 8 1 b 側に退避する。そのため、シャッタ 2 0 が移動する場合のシャッタ 2 0 と接触部 1 8 2 b との接触が回避され、シャッタ 2 0 と接触部 1 8 2 b との摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【 0 0 6 8 】

また、接続制御部 1 9 は、例えば図 8 (B) に示すように、シャッタ 2 0 が開口部 7 4 を閉じる位置にある場合、チューブ 2 3 b 内に充填されている流体の圧力を上げる。これにより、チューブ 2 3 b が膨張し、接触部 1 8 2 b がシャッタ 2 0 の移動方向 (図 8 (B) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 8 (B) の - X 方向) に移動する。これにより、接触部 1 8 2 b がシャッタ 2 0 側へ移動する。そのため、接触部 1 8 2 b がシャッタ 2 0 に接触し、シャッタ 2 0 が接触部 1 8 2 b を介して接地電位に接続される。

【 0 0 6 9 】

以上、実施例 1 におけるプラズマ処理装置 1 0 について説明した。上記説明から明らかのように、本実施例のプラズマ処理装置 1 0 によれば、シャッタ 2 0 を駆動する駆動部 2 2 の小型化が可能となり、駆動部 2 2 を有するプラズマ処理装置 1 0 の小型化が可能となる。

【 実施例 2 】

【 0 0 7 0 】

実施例 2 では、第 1 の接続部 1 8 a、第 2 の接続部 1 8 b、および接続制御部 1 9 の構成が実施例 1 とは異なる。なお、プラズマ処理装置 1 0 の全体構成等、第 1 の接続部 1 8 a、第 2 の接続部 1 8 b、および接続制御部 1 9 以外の構成については、実施例 1 で説明したプラズマ処理装置 1 0 と同様であるため、詳細な説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

[第 1 の接続部 1 8 a および第 2 の接続部 1 8 b の構成]

図 9 は、実施例 2 における第 1 の接続部 1 8 a の一例を説明する図である。本実施例において、第 1 の接続部 1 8 a は、例えば図 9 (A) に示すように、チャンバ 1 の側壁に形成された凹部 1 a 内に設けられたチューブ 1 9 0 a を有する。凹部 1 a は、チャンバ 1 の内側壁に沿って形成された溝であり、例えば図 9 (A) に示すように、溝の底よりも溝の開口が狭い。チューブ 1 9 0 a は、環状に形成されており、凹部 1 a 内に、凹部 1 a に沿って配置されている。即ち、環状のシャッタ 2 0 は、Z 軸方向から見た場合、環状のチューブ 1 9 0 a の輪の内側に配置されている。チューブ 1 9 0 a は、弾性を有する材料により形成された内層 1 9 2 a と、内層 1 9 2 a の外側を被覆し、弾性および導電性を有する材料により形成された外層 1 9 1 a とを有する。外層 1 9 1 a は、凹部 1 a の内側壁、即ちチャンバ 1 に接触しており、チャンバ 1 を介して接地電位に接続されている。チューブ 1 9 0 a は、接続制御部 1 9 に接続されており、接続制御部 1 9 によって、チューブ 1 9

10

20

30

40

50

0 aの内部に充填されている流体の圧力が制御される。チューブ190 aは、接触部の一例である。

【0072】

接続制御部19は、チューブ190 a内に充填されている流体の圧力を制御することにより、外層191 aとシャッタ20との接続を制御する。具体的には、接続制御部19は、例えば図9(A)に示すように、シャッタ20が開口部74を閉じる位置以外のある場合(シャッタ20が移動中の場合を含む)、チューブ190 a内に充填されている流体の圧力を上げる。これにより、環状のチューブ190 aが膨張し、Z軸方向から見た場合、シャッタ20の外径よりもチューブ190 aの内径が長くなる。これにより、チューブ190 aが、シャッタ20の移動方向(図9(A)のZ方向)とは異なる方向(例えば図9(A)の-X方向)に移動する。これにより、チューブ190 aがシャッタ20の移動経路上からチャンバ1の側壁側に退避する。そのため、シャッタ20が移動する場合のシャッタ20とチューブ190 aとの接触が回避され、シャッタ20とチューブ190 aとの摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

10

【0073】

また、接続制御部19は、例えば図9(B)に示すように、シャッタ20が開口部74を閉じる位置にある場合、チューブ190 a内に充填されている流体の圧力を下げる。これにより、環状のチューブ190 aが収縮し、Z軸方向から見た場合、チューブ190 aの内径が短くなり、シャッタ20の外径とチューブ190 aの内径とが略等しくなる。これにより、チューブ190 aが、シャッタ20の移動方向(図9(B)のZ方向)とは異なる方向(例えば図9(B)の+X方向)に移動する。これにより、チューブ190 aが、シャッタ20側へ移動する。そのため、チューブ190 aの外層191 aがシャッタ20に接触する。このとき、チューブ190 aの外層191 aは、凹部1aの開口付近に接触する。これにより、シャッタ20がチューブ190 aの外層191 aを介して接地電位に接続される。

20

【0074】

なお、本実施例では、外層191 aおよび内層192 aを有するチューブ190 aを用いたが、チューブ190 aは、弾性および導電性を有する樹脂等の材料で形成された1層のチューブであってもよい。また、本実施例のチューブ190 aでは、内層192 aが断面の全周に渡って外層191 aで覆われているが、開示の技術はこれに限られず、チューブ190 aは、チャンバ1およびシャッタ20と接触する部分のみが外層191 aで覆われるものであってもよい。

30

【0075】

図10は、実施例2における第2の接続部18 bの一例を説明する図である。本実施例において、第2の接続部18 bは、例えば図10(A)に示すように、内壁部材3 aに形成された凹部3 b内に設けられたチューブ190 bを有する。凹部3 bは、内壁部材3 aの外側壁に沿って形成された溝であり、図10(A)に示すように、溝の底よりも溝の開口が狭い。チューブ190 bは、環状に形成されており、凹部3 b内に、凹部3 bに沿って配置されている。即ち、環状のシャッタ20は、Z軸方向から見た場合、環状のチューブ190 bの輪の外側に配置されている。チューブ190 bは、弾性を有する材料により形成された内層192 bと、内層192 bの外側を被覆し、弾性および導電性を有する材料により形成された外層191 bとを有する。外層191 bは、図示しない配線により接地電位に接続されている。チューブ190 bは、接続制御部19に接続されており、接続制御部19によって、チューブ190 bの内部に充填されている流体の圧力が制御される。

40

【0076】

接続制御部19は、チューブ190 b内に充填されている流体の圧力を制御することにより、外層191 bとシャッタ20との接続を制御する。具体的には、接続制御部19は、例えば図10(A)に示すように、シャッタ20が開口部74を閉じる位置以外のある場合(シャッタ20が移動中の場合を含む)、チューブ190 b内に充填されてい

50

る流体の圧力を下げる。これにより、環状のチューブ190bが収縮し、Z軸方向から見た場合、シャッタ20の内径よりもチューブ190bの外径が短くなる。これにより、チューブ190bが、シャッタ20の移動方向(図10(A)のZ方向)とは異なる方向(例えば図10(A)の+X方向)に移動する。これにより、チューブ190bがシャッタ20の移動経路上から内壁部材3a側に退避する。そのため、シャッタ20が移動する場合のシャッタ20とチューブ190bとの接触が回避され、シャッタ20とチューブ190bとの摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【0077】

また、接続制御部19は、例えば図10(B)に示すように、シャッタ20が開口部74を閉じる位置にある場合、チューブ190b内に充填されている流体の圧力を上げる。これにより、環状のチューブ190bが膨張し、Z軸方向から見た場合、チューブ190bの外径が長くなり、シャッタ20の内径とチューブ190bの外径とが略等しくなる。これにより、チューブ190bが、シャッタ20の移動方向(図10(B)のZ方向)とは異なる方向(例えば図10(B)の-X方向)に移動する。これにより、チューブ190bが、Z軸を中心として、シャッタ20側へ移動する。そのため、チューブ190bの外層191bがシャッタ20に接触し、シャッタ20が外層191bを介して接地電位に接続される。

【実施例3】

【0078】

実施例3では、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19の構成が実施例1とは異なる。なお、プラズマ処理装置10の全体構成等、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19以外の構成については、実施例1で説明したプラズマ処理装置10と同様であるため、詳細な説明を省略する。また、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、同様の構成であるため、以下では、主として第2の接続部18bの構成について説明する。

【0079】

[第2の接続部18bの構成]

図11は、実施例3における第2の接続部18bの一例を説明する図である。図11(A)および(B)は、Z軸の方向から見た場合の第2の接続部18bおよびシャッタ20を模式的に示している。本実施例において、第2の接続部18bは、例えば図11(A)に示すように、ラック202bが設けられた基材201bと、歯車203bとを有する。

【0080】

基材201bは、シャッタ20の底部20bよりもZ軸側に配置されている。基材201bのシャッタ20側の面は、シャッタ20の底部20bに沿う円弧状に形成されている。また、図11(A)に示した第2の接続部18bは、シャッタ20の底部20bの内側に沿って配置されており、シャッタ20の底部20bの内側壁が形成する円の周方向においていくつかのブロック(例えば4つのブロック)に分割されている。それぞれのブロックは、周方向において所定の間隔をあけて配置されている。基材201bのシャッタ20側の面には、導電性のシール部材であるスパイラル200bが配置されている。スパイラル200bは、図示しない配線により接地電位に接続されている。

【0081】

歯車203bは、ラック202bに形成された凹凸にかみ合いながら、図示しないモータの駆動により回転する。該モータは、接続制御部19に接続されている。歯車203bが反時計回りに回転することにより、例えば図11(A)に示すように、シャッタ20とスパイラル200bとが離間する。一方、歯車203bが時計回りに回転することにより、例えば図11(B)に示すように、シャッタ20とスパイラル200bとが接触する。接続制御部19は、モータを制御することにより、歯車203bを回転させ、シャッタ20とスパイラル200bとの離間および接触を制御する。

【0082】

本実施例において、接続制御部19は、シャッタ20が開口部74を閉じる位置以外の

10

20

30

40

50

位置にある場合（シャッタ20が移動中の場合を含む）、例えば図11（A）に示すように、歯車203bを反時計回りに回転させるようにモータを制御する。これにより、基材201bが、シャッタ20の移動方向（図11（A）のZ方向）とは異なる方向（例えば図11（A）の-X方向）に移動する。これにより、基材201bに設けられたスパイラル200bがシャッタ20の移動経路上から歯車203b側に退避する。そのため、シャッタ20が移動する場合のシャッタ20とスパイラル200bとの接触が回避され、シャッタ20とスパイラル200bとの摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【0083】

また、接続制御部19は、シャッタ20が開口部74を閉じる位置にある場合、例えば図11（B）に示すように、歯車203bを時計回りに回転させるようにモータを制御する。これにより、基材201bが、シャッタ20の移動方向（図11（B）のZ方向）とは異なる方向（例えば図11（B）の+X方向）に移動する。これにより、基材201bに設けられたスパイラル200bが、シャッタ20側へ移動する。そのため、スパイラル200bがシャッタ20に接触し、シャッタ20がスパイラル200bを介して接地電位に接続される。

【実施例4】

【0084】

実施例4では、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19の構成が実施例1とは異なる。なお、プラズマ処理装置10の全体構成等、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19以外の構成については、実施例1で説明したプラズマ処理装置10と同様であるため、詳細な説明を省略する。また、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、同様の構成であるため、以下では、主として第2の接続部18bの構成について説明する。

【0085】

[第2の接続部18bの構成]

図12は、実施例4における第2の接続部18bの一例を説明する図である。図12（A）および（B）は、Z軸の方向から見た場合の第2の接続部18bおよびシャッタ20を模式的に示している。本実施例において、第2の接続部18bは、例えば図12（A）に示すように、カムフォロア211bおよびカム212bを有する。カムフォロア211bは、シャッタ20の底部20bに沿う円弧状に形成されている。シャッタ20の底部20bの内側に沿って配置されるカムフォロア211bは、底部20bの内側壁が形成する円の周方向においていくつかのブロック（例えば4つのブロック）に分割されており、それぞれのブロックは、周方向において所定の間隔をあけて配置されている。カムフォロア211bおよびカム212bは、移動機構の一例である。

【0086】

カムフォロア211bのシャッタ20側の面には、導電性のシール部材であるスパイラル210bが配置されている。スパイラル210bは、図示しない配線により接地電位に接続されている。カムフォロア211bは、カム212bに密着するように付勢されている。

【0087】

カム212bは、Z軸方向の断面において例えば楕円形状であり、軸213bを中心として回転する。軸213bには、図示しないモータが接続されており、該モータは、接続制御部19に接続されている。接続制御部19は、モータを制御することにより、軸213bを中心とするカム212bの回転角度を制御する。本実施例において、カム212bは、Z軸方向の断面において例えば楕円形状であるため、軸213bを中心として回転することにより、Z軸と交差する方向、例えば図12に示すX方向において、軸213bとカムフォロア211bとの距離が変化する。これにより、カムフォロア211bは、カム212bの回転角度に応じて、シャッタ20との距離が変化する。

【0088】

本実施例において、接続制御部19は、シャッタ20が開口部74を閉じる位置以外の位置にある場合（シャッタ20が移動中の場合を含む）、例えば図12（A）に示すように、カムフォロア211bがシャッタ20から離れる方向に移動するようにカム212bを回転させるモータを制御する。これにより、カムフォロア211bが、シャッタ20の移動方向（図12（A）のZ方向）とは異なる方向（例えば図12（A）の-X方向）に移動する。これにより、カムフォロア211bに設けられたスパイラル210bがシャッタ20の移動経路上からカム212b側に退避する。そのため、シャッタ20が移動する場合のシャッタ20とスパイラル210bとの接触が回避され、シャッタ20とスパイラル210bとの摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【0089】

10

また、接続制御部19は、シャッタ20が開口部74を閉じる位置にある場合、例えば図12（B）に示すように、カムフォロア211bがシャッタ20に近づく方向へ移動するようにカム212bを回転させるモータを制御する。これにより、カムフォロア211bが、シャッタ20の移動方向（図12（B）のZ方向）とは異なる方向（例えば図12（B）の+X方向）に移動する。これにより、カムフォロア211bに設けられたスパイラル210bが、シャッタ20側へ移動する。そのため、スパイラル210bがシャッタ20に接触し、シャッタ20がスパイラル210bを介して接地電位に接続される。

【0090】

また、本実施例では、カム212bのZ軸方向の断面が、例えば楕円形状であるが、多角形や長丸等、軸213bの中心からカム212bの外周までの距離が部分的に異なる形状のカム212bであれば、Z軸方向の断面が他の形状であってもよい。

20

【実施例5】

【0091】

実施例5では、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19の構成が実施例1とは異なる。なお、プラズマ処理装置10の全体構成等、第1の接続部18a、第2の接続部18b、および接続制御部19以外の構成については、実施例1で説明したプラズマ処理装置10と同様であるため、詳細な説明を省略する。また、第1の接続部18aおよび第2の接続部18bは、同様の構成であるため、以下では、主として第1の接続部18aの構成について説明する。

【0092】

30

[第1の接続部18aの構成]

図13は、実施例5における第1の接続部18aの一例を説明する図である。本実施例において、第1の接続部18aは、例えば図13（A）に示すように、チャンバ1の側壁に形成された凹部1a内に設けられた変形部材225aを有する。変形部材225aは、保持部材220a、スパイラル221a、およびヒータ222aを有する。保持部材220aは、例えば銅などの導電性が高く熱膨張率の高い材料により、凹部1aに沿うように円弧状に形成される。また、保持部材220aは、壁部20aの外側壁が形成する円の周方向においていくつかのブロック（例えば4つのブロック）に分割されており、それぞれのブロックは、周方向において所定の間隔をあけて配置されている。

【0093】

40

保持部材220aは、導電性のシール部材であるスパイラル221aを保持する。スパイラル221aは、接触部の一例である。保持部材220aは、凹部1a内に設けられた導電性のシール部材であるスパイラル223aを介してチャンバ1に接続されている。ヒータ222aは、図示しない配線により接続制御部19に接続されている。ヒータ222aは、接続制御部19から供給される電力により保持部材220aを加熱する。

【0094】

本実施例における接続制御部19は、ヒータ222aに供給する電力を制御することにより、ヒータ222aによる保持部材220aの熱膨張を制御する。具体的には、接続制御部19は、例えば図13（A）に示すように、シャッタ20が開口部74を閉じる位置以外の位置にある場合（シャッタ20が移動中の場合を含む）、ヒータ222aへの電力

50

供給を停止する。これにより、保持部材 220a が収縮し、スパイラル 221a が、シャッタ 20 の移動方向（図 13（A）の Z 方向）とは異なる方向（例えば図 13（A）の -X 方向）に移動する。これにより、スパイラル 221a がシャッタ 20 の移動経路上からチャンバ 1 の側壁側に退避する。そのため、シャッタ 20 が移動する場合のシャッタ 20 とスパイラル 221a との接触が回避され、シャッタ 20 とスパイラル 221a との摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

【0095】

また、接続制御部 19 は、例えば図 13（B）に示すように、シャッタ 20 が開口部 74 を閉じる位置にある場合、ヒータ 222a に所定の電力を供給する。これにより、保持部材 220a が熱膨張し、スパイラル 221a が、シャッタ 20 の移動方向（図 13（B）の Z 方向）とは異なる方向（例えば図 13（B）の +X 方向）に移動する。これにより、スパイラル 221a が、シャッタ 20 側へ移動する。そのため、スパイラル 221a がシャッタ 20 に接触し、シャッタ 20 がスパイラル 221a を介して接地電位に接続される。

10

【0096】

なお、図 13 に示した変形部材 225a は、例えば図 14 に示すように、熱膨張する部分が樹脂 226a で構成され、スパイラル 221a およびスパイラル 223a と接触する保持部材 220a が金属で構成されてもよい。

【実施例 6】

【0097】

実施例 6 では、第 1 の接続部 18a、第 2 の接続部 18b、および接続制御部 19 の構成が実施例 1 とは異なる。なお、プラズマ処理装置 10 の全体構成等、第 1 の接続部 18a、第 2 の接続部 18b、および接続制御部 19 以外の構成については、実施例 1 で説明したプラズマ処理装置 10 と同様であるため、詳細な説明を省略する。また、第 1 の接続部 18a および第 2 の接続部 18b は、同様の構成であるため、以下では、主として第 1 の接続部 18a の構成について説明する。

20

【0098】

[第 1 の接続部 18a の構成]

図 15 は、実施例 6 における第 1 の接続部 18a の一例を説明する図である。本実施例において、第 1 の接続部 18a は、例えば図 15（A）に示すように、チャンバ 1 の側壁に形成された凹部 1a 内に設けられた保持部材 230a を有する。保持部材 230a は、導電性が高い材料により、凹部 1a に沿うように円弧状に形成される。また、保持部材 230a は、壁部 20a の外側壁が形成する円の周方向においていくつかのブロック（例えば 4 つのブロック）に分割されており、それぞれのブロックは、周方向において所定の間隔をあけて配置されている。

30

【0099】

保持部材 230a は、導電性のシール部材であるスパイラル 231a を保持する。スパイラル 231a は、接触部の一例である。保持部材 230a は、凹部 1a 内に設けられた導電性のシール部材であるスパイラル 236a を介してチャンバ 1 に接続されている。保持部材 230a 内には、電磁石 232a が設けられている。チャンバ 1 内の位置であって、保持部材 230a 内の電磁石 232a に対応する位置には、電磁石 235a が設けられている。電磁石 232a および電磁石 235a は、それぞれ、図示しない配線により接続制御部 19 に接続されている。電磁石 232a および電磁石 235a は、接続制御部 19 からの制御により、磁力を発生させる。また、凹部 1a 内において、チャンバ 1 と保持部材 230a との間には、クッション材 233a およびクッション材 234a が設けられている。保持部材 230a は、第 1 の保持部の一例であり、チャンバ 1 は、第 2 の保持部の一例である。また、電磁石 232a は、第 1 の電磁石の一例であり、電磁石 235a は、第 2 の電磁石の一例である。

40

【0100】

本実施例における接続制御部 19 は、電磁石 232a および電磁石 235a に発生させ

50

る磁力の極性を制御することにより、保持部材 230 a の位置を制御する。具体的には、接続制御部 19 は、例えば図 15 (A) に示すように、シャッタ 20 が開口部 74 を閉じる位置以外の位置にある場合 (シャッタ 20 が移動中の場合を含む)、電磁石 232 a および電磁石 235 a が互いに引き寄せ合う極性となる磁力を発生させるように、電磁石 232 a および電磁石 235 a を制御する。これにより、保持部材 230 a が、シャッタ 20 の移動方向 (図 15 (A) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 15 (A) の - X 方向) に移動する。これにより、スパイラル 231 a がシャッタ 20 の移動経路上からチャンバ 1 の側壁側に退避する。そのため、シャッタ 20 が移動する場合のシャッタ 20 とスパイラル 231 a との接触が回避され、シャッタ 20 とスパイラル 231 a との摩擦によるパーティクルの発生を防止することができる。

10

【0101】

また、接続制御部 19 は、例えば図 15 (B) に示すように、シャッタ 20 が開口部 74 を閉じる位置にある場合、電磁石 232 a および電磁石 235 a が互いに反発し合う極性となる磁力を発生させるように、電磁石 232 a および電磁石 235 a を制御する。これにより、保持部材 230 a が、シャッタ 20 の移動方向 (図 15 (B) の Z 方向) とは異なる方向 (例えば図 15 (B) の + X 方向) に移動する。これにより、スパイラル 231 a が、シャッタ 20 側へ移動する。そのため、スパイラル 231 a がシャッタ 20 に接触し、シャッタ 20 がスパイラル 231 a を介して接地電位に接続される。

【0102】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者には明らかである。また、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

20

【符号の説明】

【0103】

W ウエハ

10 プラズマ処理装置

1 チャンバ

1 a 凹部

2 載置台

2 a 下部電極

3 a 内壁部材

3 b 凹部

18 a 第 1 の接続部

18 b 第 2 の接続部

19 接続制御部

20 シャッタ

20 a 壁部

20 b 底部

21 シャフト

22 駆動部

23 a、23 b チューブ

180 a、180 b 接触部材

181 a、181 b 基部

182 a、182 b 接触部

190 a、190 b チューブ

191 a、191 b 外層

192 a、192 b 内層

200 b、210 b、221 a、223 a、231 a、236 a スパイラル

201 b 基材

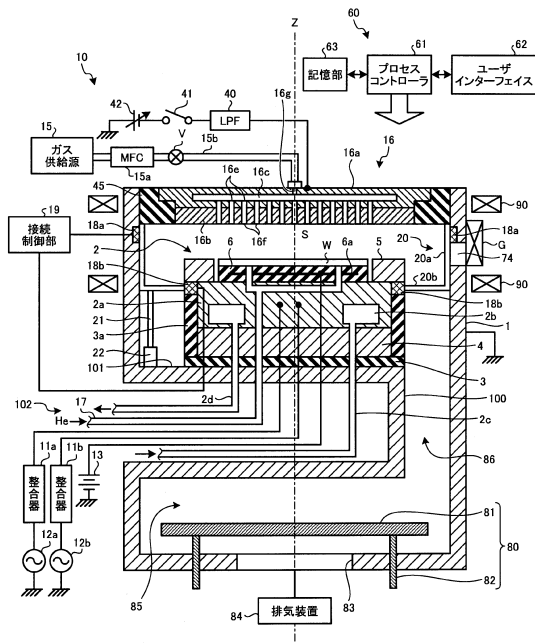
30

40

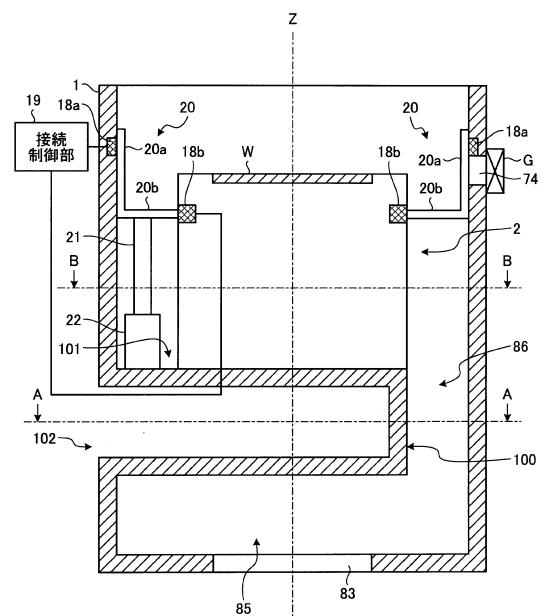
50

- 202b ラック
- 203b 歯車
- 211b カムフォロア
- 212b カム
- 220a、230a 保持部材
- 222a ヒータ
- 225a 変形部材
- 226a 樹脂
- 232a、235a 電磁石
- 233a、234a クッション材

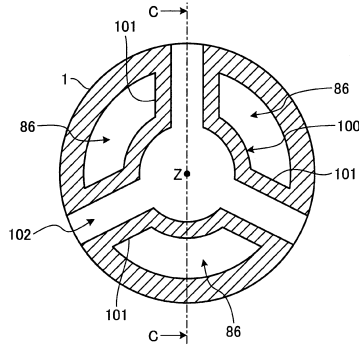
【図1】



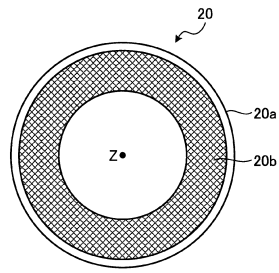
【図2】



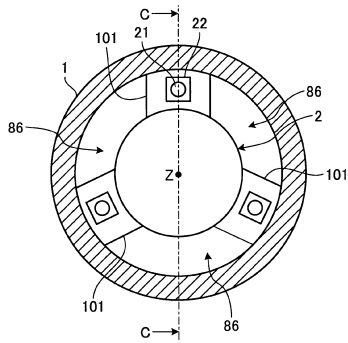
【 図 3 】



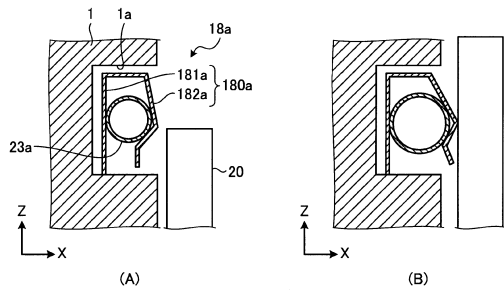
【 図 5 】



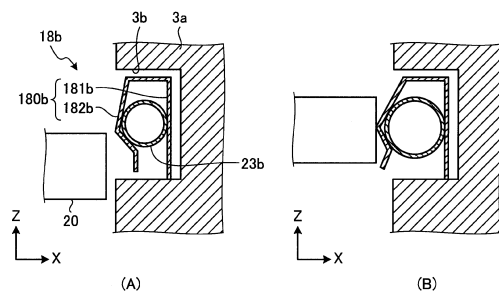
【 図 4 】



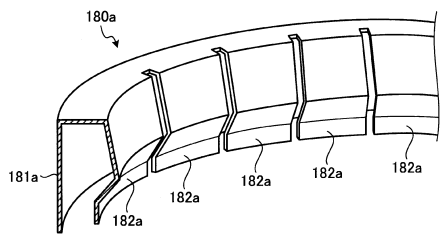
【 図 6 】



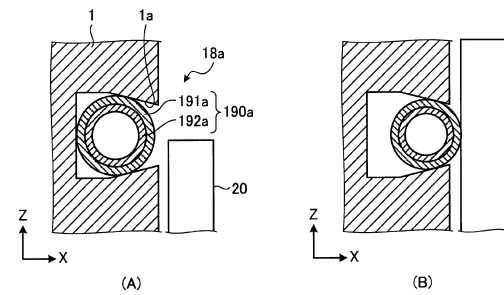
【 図 8 】



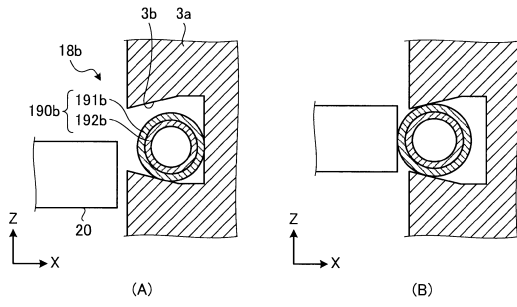
【 図 7 】



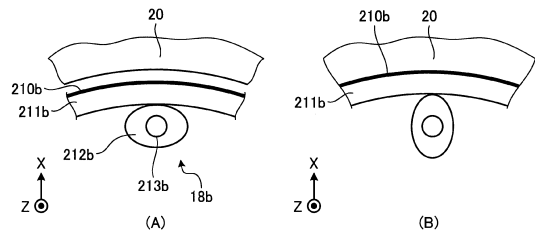
【 図 9 】



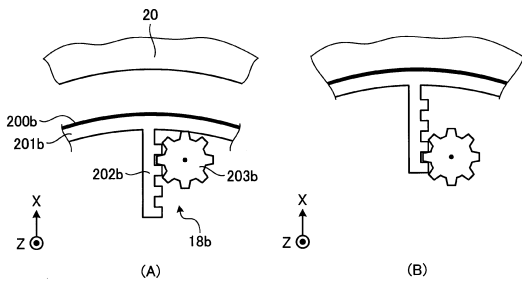
【図10】



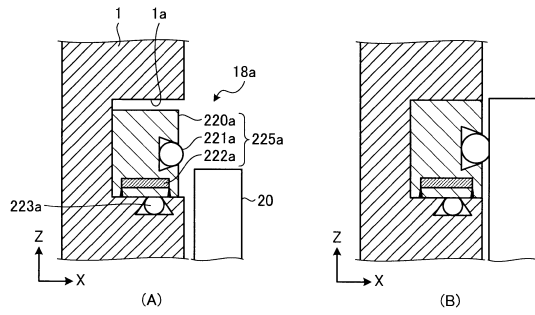
【図12】



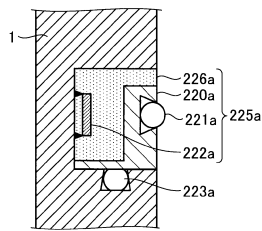
【図11】



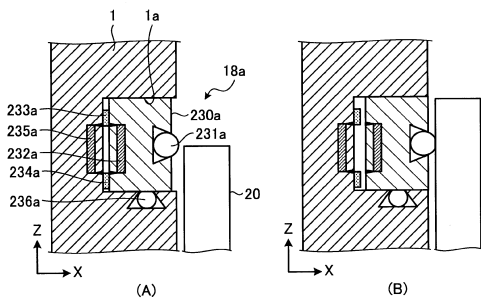
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-126197(JP,A)
特開2015-079964(JP,A)
特開2010-059473(JP,A)
実開平05-085846(JP,U)
特開平09-246187(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H05H 1/46