

明 細 書

発明の名称：

プラズマ処理装置のクリーニング方法及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、プラズマ処理装置のクリーニング方法及びプラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、上部電極を備えたプラズマ処理装置が開示されている。上部電極は、第1の上部電極と、当該第1の上部電極を囲むように第1の上部電極の周囲に設けられ、第1の上部電極と絶縁された第2上部電極とを有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-112275号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、プラズマ処理装置のクリーニングを効率よく行う。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、プラズマ処理装置のクリーニング方法であって、（a）前記プラズマ処理装置のチャンバ内にクリーニングガスを導入する工程と、（b）第1の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第1のクリーニングを行う工程と、（c）第2の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第2のクリーニングを行う工程と、を含み、前記（b）工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側シースの厚みと外側シースの厚みの第1の比率と、前記（c）工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側

のシースの厚みと外側のシースの厚みの第2の比率とが異なるように、前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかが調整される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、プラズマ処理装置のクリーニングを効率よく行うことができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]プラズマ処理システムの構成を模式的に示す説明図である。

[図2]内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図3]内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図4]内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図5]内側上部電極と外側上部電極との隙間のクリーニング方法の一例を示す説明図である。

[図6]隙間から除去された付着物の挙動を示す説明図である。

[図7]他の実施形態における内側上部電極と外側上部電極との隙間のクリーニング方法の一例を示す説明図である。

[図8]他の実施形態において内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図9]他の実施形態において内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図10]他の実施形態において内側上部電極と外側上部電極との隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図11]静電チャックとエッジリングとの隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

[図12]静電チャックとエッジリングとの隙間をクリーニングする様子を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0008] 半導体デバイスの製造工程では、半導体基板（以下、「基板」という。）に対して、エッチング処理、成膜処理、拡散処理などの各種プラズマ処理が行われる。プラズマ処理では、処理ガスを励起させることによりプラズマを生成し、当該プラズマによって基板を処理する。
- [0009] プラズマ処理は、例えば容量結合型（CCP：Capacitively Coupled Plasma）のプラズマ処理装置を用いて行われる。プラズマ処理装置は、チャンバ、基板支持部及びプラズマ生成部等を有する。またプラズマ処理装置は、チャンバ天部の少なくとも一部を構成する上部電極と、基板支持部に設けられた下部電極とを有する。例えば特許文献１に開示されたように上部電極は、第１の上部電極（内側上部電極）と第２の上部電極（外側上部電極）を有する。外側上部電極は内側上部電極の周囲を囲むように設けられ、内側上部電極と外側上部電極は絶縁されている。
- [0010] プラズマ処理では、反応生成物が生成される。反応生成物はチャンバの側壁やチャンバ内の部材等に付着し、付着物として堆積する。特に例えば、内側上部電極と外側上部電極との間に形成される微小な隙間に付着物が堆積すると、当該隙間が狭くなって異常放電の要因となり得る。そこで付着物を除去するため、チャンバ内では、プラズマを用いたドライクリーニングが行われる。すなわち、ドライクリーニングでは、クリーニングガスを励起させてプラズマを生成し、当該プラズマを用いて付着物を除去する。具体的にドライクリーニングは、ラジカルによる化学的反応及びイオンによる物理的反応（スパッタ）により付着物を除去する。
- [0011] しかしながら、従来のドライクリーニングでは、例えば内側上部電極と外側上部電極に印加するＤＣ電圧が一定であり、内側上部電極と外側上部電極との微小な隙間に対してイオンが一方方向に入射するため、当該隙間に付着した付着物を除去するのが困難であった。また、付着物は例えばイットリウム（Ｙ）を含む化合物であり、このような付着物は化学的に除去し難い。従って、従来のクリーニング方法には改善の余地がある。

[0012] 本開示にかかる技術は、プラズマ処理装置のクリーニングを効率よく行う。以下、本実施形態にかかるプラズマ処理装置及びプラズマ処理装置のドライクリーニング方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] <プラズマ処理システム及びプラズマ処理装置>

以下に、プラズマ処理システムの構成例について説明する。図1は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[0014] プラズマ処理システムは、容量結合型のプラズマ処理装置1及び制御部2を含む。容量結合型のプラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、ガス供給部20、電源30及び排気システム40を含む。また、プラズマ処理装置1は、基板支持部11及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも1つの処理ガス又は少なくとも1つのクリーニングガスをプラズマ処理チャンバ10内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッドアセンブリ13を含む。基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10内に配置される。シャワーヘッドアセンブリ13は、基板支持部11の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッドアセンブリ13は、プラズマ処理チャンバ10の天部（ceiling）の少なくとも一部を構成する。また、シャワーヘッドアセンブリ13は、絶縁部材（図示省略）を介して、プラズマ処理チャンバ10の側壁10aに支持されている。プラズマ処理チャンバ10は、シャワーヘッドアセンブリ13、プラズマ処理チャンバ10の側壁10a及び基板支持部11により規定されたプラズマ処理空間10sを有する。プラズマ処理チャンバ10は、少なくとも1つの処理ガス又は少なくとも1つのクリーニングガスをプラズマ処理空間10sに供給するための少なくとも1つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも1つのガス排出口とを有する。プラズマ処理チャンバ10は接地される。シャワーヘッドアセンブリ13及び基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10の筐体とは電氣的に絶縁される。

[0015] 基板支持部 1 1 は、本体部 1 1 1 及びリングアセンブリ 1 1 2 を含む。本体部 1 1 1 は、基板 W を支持するための中央領域 1 1 1 a と、リングアセンブリ 1 1 2 を支持するための環状領域 1 1 1 b とを有する。ウェハは基板 W の一例である。本体部 1 1 1 の環状領域 1 1 1 b は、平面視で本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a を囲んでいる。基板 W は、本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a 上に配置され、リングアセンブリ 1 1 2 は、本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a 上の基板 W を囲むように本体部 1 1 1 の環状領域 1 1 1 b 上に配置される。従って、中央領域 1 1 1 a は、基板 W を支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域 1 1 1 b は、リングアセンブリ 1 1 2 を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。

[0016] 一実施形態において、本体部 1 1 1 は、基台 1 1 1 0 及び静電チャック 1 1 1 1 を含む。基台 1 1 1 0 は、導電性部材を含む。基台 1 1 1 0 の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック 1 1 1 1 は、基台 1 1 1 0 の上に配置される。静電チャック 1 1 1 1 は、セラミック部材 1 1 1 1 a とセラミック部材 1 1 1 1 a 内に配置される静電電極 1 1 1 1 b とを含む。セラミック部材 1 1 1 1 a は、中央領域 1 1 1 a を有する。一実施形態において、セラミック部材 1 1 1 1 a は、環状領域 1 1 1 b も有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック 1 1 1 1 を囲む他の部材が環状領域 1 1 1 b を有してもよい。この場合、リングアセンブリ 1 1 2 は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック 1 1 1 1 と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述する RF (Radio Frequency) 電源 3 1 及び／又は DC (Direct Current) 電源 3 2 に結合される少なくとも 1 つの RF / DC 電極がセラミック部材 1 1 1 1 a 内に配置されてもよい。この場合、少なくとも 1 つの RF / DC 電極が下部電極として機能する。後述するバイアス RF 信号及び／又は DC 信号が少なくとも 1 つの RF / DC 電極に供給される場合、RF / DC 電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台 1 1 1 0 の導電性部材と少なくとも 1 つの RF / DC 電極とが複数の下部電極とし

て機能してもよい。また、静電電極1111bが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部11は、少なくとも1つの下部電極を含む。

[0017] リングアセンブリ112は、1又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、1又は複数の環状部材は、1又は複数のエッジリング113と少なくとも1つのカバーリング114とを含む。エッジリング113は、本体部111上の基板Wを囲むように環状に設けられる。カバーリング114は、エッジリング113を囲むように環状に設けられる。エッジリング113は、導電性材料又は絶縁材料で形成され、例えば導電性材料の場合、Si又はSiCで形成される。カバーリング114は、絶縁材料で形成される。

[0018] また、基板支持部11は、静電チャック1111、リングアセンブリ112及び基板Wのうち少なくとも1つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路1110a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路1110aには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路1110aが基台1110内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック1111のセラミック部材1111a内に配置される。また、基板支持部11は、基板Wの裏面と中央領域111aとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0019] シャワーヘッドアセンブリ13は、ガス供給部20からの少なくとも1つの処理ガス又は少なくとも1つのクリーニングガスをプラズマ処理空間10s内に導入するように構成される。シャワーヘッドアセンブリ13は、少なくとも1つのガス供給口13a、少なくとも1つのガス拡散室13b、及び複数のガス導入口13cを有する。ガス供給口13aに供給された処理ガス又はクリーニングガスは、ガス拡散室13bを通過して複数のガス導入口13cからプラズマ処理空間10s内に導入される。なお、ガス導入部は、シャワーヘッドアセンブリ13に加えて、側壁10aに形成された1又は複数の開口部に取り付けられる1又は複数のサイドガス注入部(SGI: Side Gas Injector)を含んでもよい。

- [0020] シャワーヘッドアセンブリ 13 は、少なくとも 1 つの上部電極を含む。一実施形態において、シャワーヘッドアセンブリ 13 は、内側上部電極 130、外側上部電極 131 及び電極支持体 132 を含む。内側上部電極 130 は、本体部 111 の中央領域 111a の上方に設けられる。内側上部電極 130 は、略円板形状を有する電極板である。外側上部電極 131 は、本体部 111 の環状領域 111b（リングアセンブリ 112）の上方において、内側上部電極 130 を囲むように設けられる。外側上部電極 131 は、略環状形状を有する電極板である。内側上部電極 130 と外側上部電極 131 はそれぞれ、導電性材料で形成され、例えば Si または SiC で形成される。電極支持体 132 は、内側上部電極 130 と外側上部電極 131 を着脱自在に支持する。電極支持体 132 は、導電性材料で形成され、例えばアルミニウムで形成される。
- [0021] ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つのガスソース 21 及び少なくとも 1 つの流量制御器 22 を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つの処理ガス又は少なくとも 1 つのクリーニングガスを、それぞれに対応のガスソース 21 からそれぞれに対応の流量制御器 22 を介してシャワーヘッドアセンブリ 13 に供給するように構成される。各流量制御器 22 は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つの処理ガス又は少なくとも 1 つのクリーニングガスの流量を変調又はパルス化する 1 又はそれ以上の流量変調デバイスを含んでもよい。
- [0022] 電源 30 は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ 10 に結合される RF 電源 31 を含む。RF 電源 31 は、少なくとも 1 つの RF 信号（RF 電力）を少なくとも 1 つの下部電極及び／又は少なくとも 1 つの上部電極 130、131 に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間 10s に供給された少なくとも 1 つの処理ガス又は少なくとも 1 つのクリーニングガスからプラズマが形成される。従って、RF 電源 31 は、プラズマ処理チャンバ 10 において 1 又はそれ以上の処

理ガス、あるいは1又はそれ以上のクリーニングガスからプラズマを生成するように構成されるプラズマ生成部の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアスRF信号を少なくとも1つの下部電極に供給することにより、基板Wにバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板Wに引き込むことができる。

[0023] 一実施形態において、RF電源31は、第1のRF生成部31a及び第2のRF生成部31bを含む。第1のRF生成部31aは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極130、131に結合され、プラズマ生成用のソースRF信号（ソースRF電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースRF信号は、10MHz～150MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第1のRF生成部31aは、異なる周波数を有する複数のソースRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のソースRF信号は、少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極130、131に供給される。

[0024] 第2のRF生成部31bは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極に結合され、バイアスRF信号（バイアスRF電力）を生成するように構成される。バイアスRF信号の周波数は、ソースRF信号の周波数と同じであっても異なってもよい。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスRF信号は、100kHz～60MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第2のRF生成部31bは、異なる周波数を有する複数のバイアスRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のバイアスRF信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号及びバイアスRF信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。

[0025] また、電源30は、プラズマ処理チャンバ10に結合されるDC電源32を含んでもよい。DC電源32は、第1のDC生成部32a、第2のDC生

成部 3 2 b、第 3 の D C 生成部 3 2 c 及び第 4 の D C 生成部 3 2 d を含む。
一実施形態において、第 1 の D C 生成部 3 2 a は、内側上部電極 1 3 0 に接続され、第 1 の D C 信号を生成するように構成される。生成された第 1 のバイアス D C 信号は、内側上部電極 1 3 0 に印加される。一実施形態において、第 2 の D C 生成部 3 2 b は、外側上部電極 1 3 1 に接続され、第 2 の D C 信号を生成するように構成される。生成された第 2 のバイアス D C 信号は、外側上部電極 1 3 1 に印加される。一実施形態において、第 3 の D C 生成部 3 2 c は、少なくとも 1 つの下部電極に接続され、第 3 の D C 信号を生成するように構成される。生成された第 3 のバイアス D C 信号は、少なくとも 1 つの下部電極に印加される。一実施形態において、第 4 の D C 生成部 3 2 d は、1 又は複数のエッジリング 1 1 3 に接続され、第 4 の D C 信号を生成するように構成される。生成された第 4 の D C 信号は、1 又は複数のエッジリング 1 1 3 に印加される。

[0026] 種々の実施形態において、第 1 ～第 3 の D C 信号のうち少なくとも 1 つがパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも 1 つの上部電極 1 3 0、1 3 1 及び／又は少なくとも 1 つの下部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、D C 信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第 1 の D C 生成部 3 2 a と内側上部電極 1 3 0 との間に接続される。従って、第 1 の D C 生成部 3 2 a 及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第 2 の D C 生成部 3 2 b 及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、外側上部電極 1 3 1 に接続される。第 3 の D C 生成部 3 2 c 及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも 1 つの下部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、1 周期内に 1 又は複数の正極性電圧パルスと 1 又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第 1 ～第 3 の D C 生成部 3 2 a ～3 2 c は、R F 電源 3 1 に加えて設けられても

よく、第3のDC生成部32cが第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。

[0027] 排気システム40は、例えばプラズマ処理チャンバ10の底部に設けられたガス排出口10eに接続され得る。排気システム40は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間10s内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0028] 制御部2は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置1に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部2は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置1の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部2の一部又は全てがプラズマ処理装置1に含まれてもよい。制御部2は、処理部2a1、記憶部2a2及び通信インターフェース2a3を含んでもよい。制御部2は、例えばコンピュータ2aにより実現される。処理部2a1は、記憶部2a2からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部2a2に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部2a2に格納され、処理部2a1によって記憶部2a2から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ2aに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース2a3に接続されている通信回線であってもよい。処理部2a1は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部2a2は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース2a3は、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介してプラズマ処理装置1との間で通信してもよい。

[0029] <プラズマ処理方法>

次に、以上のように構成されたプラズマ処理装置 1 を用いて行われるプラズマ処理について説明する。

[0030] まず、プラズマ処理チャンバ 10 の内部に基板 W が搬入され、基板支持部 11 の静電チャック 1111 上に基板 W が載置される。次に、静電チャック 1111 の静電電極 1111b に電圧が印加され、これにより、静電力によって基板 W が静電チャック 1111 に吸着保持される。

[0031] 静電チャック 1111 に基板 W が吸着保持されると、続けて、プラズマ処理チャンバ 10 内が所定の真空度まで減圧される。次に、ガス供給部 20 からシャワーヘッドアセンブリ 13 を介してプラズマ処理空間 10s に処理ガスが供給される。また、第 1 の RF 生成部 31a からプラズマ生成用のソース RF 電力が下部電極に供給され、これにより、処理ガスを励起させて、プラズマを生成する。この際、第 2 の RF 生成部 31b からバイアス RF 電力が供給されてもよい。そして、プラズマ処理空間 10s において、生成されたプラズマの作用によって、基板 W にプラズマ処理が施される。

[0032] <クリーニング方法>

プラズマ処理では、反応生成物が生成される。反応生成物はプラズマ処理チャンバ 10 の側壁 10a やプラズマ処理チャンバ 10 内の部材等に付着し、付着物として堆積する。そこで付着物を除去するため、プラズマ処理チャンバ 10 内では、プラズマを用いたドライクリーニングを行う。すなわち、ドライクリーニングでは、クリーニングガスを励起させてプラズマを生成し、当該プラズマを用いて付着物を除去する。なお、クリーニングガスの種類は、付着物の種類に応じて適宜選定される。例えば付着物がイットリウム化合物である場合、クリーニングガスには O₂ ガスが用いられる。

[0033] ドライクリーニングは、基板支持部 11 でダミー基板を支持した状態で行われる場合や、基板支持部 11 でダミー基板を支持しない状態で行われる場合（基板レスドライクリーニング）を含む。いずれのドライクリーニングも、プラズマ処理と同様にまず、プラズマ処理チャンバ 10 内が所定の真空度

まで減圧される。次に、ガス供給部 20 からシャワーヘッドアセンブリ 13 を介してプラズマ処理空間 10 s にクリーニングガスが供給される。また、第 1 の RF 生成部 31 a からプラズマ生成用のソース RF 電力が下部電極に供給され、これにより、クリーニングガスを励起させて、プラズマを生成する。この際、第 2 の RF 生成部 31 b からバイアス RF 電力が供給されてもよい。そして、プラズマ処理空間 10 s において、生成されたプラズマの作用によって、プラズマ処理チャンバ 10 内がクリーニングされる。

[0034] [上部電極のクリーニング]

内側上部電極 130 と外側上部電極 131 との間に形成される微小な隙間 G に、反応生成物が付着して付着物が堆積すると、当該隙間 G が狭くなって異常放電の要因となり得る。しかしながら、従来のドライクリーニングでは、上部電極に印加する DC 電圧が一定であり、隙間 G に対してイオンが一方方向に入射するため、当該隙間 G に付着した付着物を除去するのが困難であった。そこで本実施形態では、内側上部電極 130 の下方のプラズマのシースの厚みと外側上部電極 131 の下方のプラズマのシースの厚みをそれぞれ制御し、隙間 G に対するイオンの入射方向を制御することで、当該隙間 G に付着した付着物を除去する。

[0035] ここで、プラズマのシースの厚みは、例えば下記式 (1) で算出できる。

[数1]

$$Sheath\ Thickness = \frac{\sqrt{2}}{3} \left(\frac{\epsilon_0 \cdot T_e}{e \cdot N_e} \right) \left(\frac{2V_{dc}}{T_e} \right)^{\frac{3}{4}} \quad \dots (1)$$

但し、 V_{dc} は自己バイアス電圧（自己バイアス電位）、 T_e はプラズマ温度、 N_e はプラズマ密度、 ϵ_0 は真空の誘電率、 e は電気素量である。

[0036] 上記式 (1) によれば、自己バイアス電圧が大きいとシースの厚みが大きくなり、自己バイアス電圧が小さいとシースの厚みが小さくなる。そこで本実施形態では、第 1 の DC 生成部 32 a から内側上部電極 130 に印加する DC 電圧（以下、「内側 DC 電圧」という。）を制御して、当該内側上部電

極 1 3 0 の自己バイアス電圧を制御する。また、第 2 の DC 生成部 3 2 b から外側上部電極 1 3 1 に印加する DC 電圧（以下、「外側 DC 電圧」という。）を制御して当該外側上部電極 1 3 1 の自己バイアス電圧を制御する。

[0037] 図 2 ～図 4 は、内側上部電極 1 3 0 と外側上部電極 1 3 1 との隙間 G をクリーニングする様子を示す説明図である。以下の説明において、内側上部電極 1 3 0 の下方に生成されるプラズマのシースを内側シース S a といい、外側上部電極 1 3 1 の下方に生成されるプラズマのシースを外側シース S b という。また、内側シース S a の厚み d_a はプラズマから内側上部電極 1 3 0 の下面までの距離であり、外側シース S b の厚み d_b はプラズマから外側上部電極 1 3 1 の下面までの距離である。

[0038] 図 2 は、内側 DC 電圧が外側 DC 電圧より大きい場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第 1 の条件という。かかる場合、内側シース S a の厚み d_a は、外側シース S b の厚み d_b より大きくなる。そうすると、隙間 G に対するイオンの入射方向（図中の矢印）は鉛直方向から内側上部電極 1 3 0 側に傾斜し、隙間 G の内側上部電極 1 3 0 側の側面 G a にイオンが入射する。そして、この側面 G a がクリーニング対象領域（図中の斜線領域）となり、当該側面 G a に付着した付着物 D がイオンによって除去される。除去された付着物 D は、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部に設けられたガス排出口 1 0 e から排出される。

[0039] また、内側シース S a の厚み d_a と外側シース S b の厚み d_b の比率 d_a / d_b （以下、「厚み比率」という。）を制御することで、イオンの入射方向における鉛直方向からの傾斜角度を調整することが可能となる。すなわち、厚み比率 d_a / d_b が大きいとイオンの傾斜角度は大きくなる。なお、厚み比率 d_a / d_b に代えて、内側シース S a の厚み d_a と外側シース S b の厚み d_b の差分を制御してもよい。

[0040] 図 3 は、内側 DC 電圧と外側 DC 電圧が同じである場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第 2 の条件という。かかる場合、内側シース S a の厚み d_a と、外側シース S b の厚み d_b とは同じにな

る。そうすると、隙間Gに対するイオンの入射方向（図中の矢印）は鉛直方向になり、隙間Gの上面G bにイオンが入射する。そして、この上面G bがクリーニング対象領域（図中の斜線領域）となり、当該上面G bに付着した付着物Dがイオンによって除去され、ガス排出口10eから排出される。

[0041] 図4は、内側DC電圧が外側DC電圧より小さい場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第3の条件という。かかる場合、内側シースS aの厚みd aは、外側シースS bの厚みd bより小さくなる。そうすると、隙間Gに対するイオンの入射方向（図中の矢印）は鉛直方向から外側上部電極131側に傾斜し、隙間Gの外側上部電極131側の側面G cにイオンが入射する。そして、この側面G cがクリーニング対象領域（図中の斜線領域）となり、当該側面G cに付着した付着物Dがイオンによって除去され、ガス排出口10eから排出される。また、かかる場合、シースの厚み比率 $d a / d b$ が小さいとイオンの傾斜角度は大きくなる。

[0042] 本実施形態では、プラズマ処理空間10sにクリーニングガスを導入した後、第1の条件での第1のクリーニング（図2）、第2の条件での第2のクリーニング（図3）、第3の条件での第3のクリーニング（図4）を順次行う。なお、これら第1～第3の条件は、上述したように内側DC電圧と外側DC電圧を変動させたものであるが、他の条件、例えば下部電極に供給するソースRF電力とバイアスRF電力は同じである。かかる場合、隙間Gにおける側面G a、上面G b、側面G cを順次クリーニングすることができ、当該隙間Gを広範囲に効率よくクリーニングすることができる。またその結果、内側上部電極130と外側上部電極131の間の異常放電を抑制することができる。

[0043] 図5は、隙間Gのクリーニング方法の一例を示す説明図である。図5において、内側DC電圧の値と外側DC電圧の値は一例であって、これに限定されるものではない。クリーニング領域は、付着物Dが除去されるクリーニング対象領域を示す。入射イオンの矢印は、隙間Gに対するイオンの入射方向とイオンによる付着物Dの除去力（以下、「スパッタ力」という。）を示す

。イオンの入射方向は、矢印の方向で示され、図2～図4と同様に鉛直方向から左側が内側上部電極130側であり、右側が外側上部電極131である。イオンのスパッタ力は、矢印の太さで示される。

[0044] ステップS1～S2は、第1の条件での第1のクリーニング（図2）である。内側DC電圧は外側DC電圧より大きく、イオンの入射方向が鉛直方向から内側上部電極130側に傾斜して、側面Gaがクリーニングされる。ステップS1～S2では、内側DC電圧を500Vに固定し、外側DC電圧を150V、300Vに大きくする。すなわち、後述するステップS3に向けて、外側DC電圧を段階的に変動（スイープ）させる。そうすると、シースの厚み比率 d_a/d_b も段階的に変動して小さくなり、イオンの傾斜角度が段階的に小さくなる。また、外側DC電圧が大きくなるに伴い、イオンのスパッタ力が大きくなる。

[0045] ステップS3は、第2の条件での第2のクリーニング（図3）である。内側DC電圧と外側DC電圧が同じ500Vで、イオンの入射方向が鉛直方向であり、上面Gbがクリーニングされる。

[0046] ステップS4～S8は、第3の条件での第3のクリーニング（図4）である。内側DC電圧は外側DC電圧より小さく、イオンの入射方向が鉛直方向から外側上部電極131側に傾斜して、側面Gcがクリーニングされる。ステップS4～S8では、内側DC電圧を300Vに固定し、外側DC電圧を500V～1400Vに段階的に変動させて大きくする。そうすると、シースの厚み比率 d_a/d_b も段階的に変動して小さくなり、イオンの傾斜角度が段階的に大きくなる。また、外側DC電圧が大きくなるに伴い、イオンのスパッタ力が大きくなる。

[0047] 本実施形態によれば、内側DC電圧と外側DC電圧を制御することで、より具体的には内側DC電圧と外側DC電圧のバランス（比率）を制御することで、シースの厚み比率 d_a/d_b を制御して、隙間Gに対するイオンの入射方向を任意に制御することができる。そして、第1～第3のクリーニングを順次行うことで、隙間Gにおける側面Ga、上面Gb、側面Gcが順次ク

リーニングされ、当該側面G a、上面G b、側面G cの付着物Dを効率よく除去することができる。

[0048] また、内側DC電圧と外側DC電圧の大きさを制御することで、イオンのスパッタ力を制御することができる。従って、側面G a、上面G b、側面G cの付着物Dをさらに効率よく除去することができる。

[0049] また、第1のクリーニング（ステップS 1～S 2）において外側DC電圧を段階的に変動させ、イオンの傾斜角度を段階的に変動させるので、側面G aの全面にイオンを衝突させて当該側面G aを広範囲にクリーニングすることができる。さらに、第3のクリーニング（ステップS 4～S 8）においても外側DC電圧を段階的に変動させるので、イオンの傾斜角度を段階的に変動させるので、側面G cの全面にイオンを衝突させて当該側面G cを広範囲にクリーニングすることができる。

[0050] ここで、例えば図6に示すように隙間Gの側面G aのクリーニングを行う場合、側面G aから除去された付着物Dが隙間Gから排出されず、上面G bや側面G cに再付着する場合がある。そこで、第1の条件での第1のクリーニング（図2）、第2の条件での第2のクリーニング（図3）、第3の条件での第3のクリーニング（図4）を繰り返し行うのが好ましい。

[0051] 図7は、他の実施形態にかかる隙間Gのクリーニング方法の一例を示す説明図である。本実施形態では、図5に示した上記実施形態のステップS 1～S 8に続けて、ステップS 9～S 14を行う。

[0052] ステップS 9～S 12は、ステップS 8から継続して行われる第3の条件でのクリーニング（図4）であり、側面G cをクリーニングする。ステップS 9～S 12では、内側DC電圧をステップS 8から継続して300Vに固定し、外側DC電圧をステップS 8から段階的に小さくして、具体的には1200V～500Vに段階的に小さくする。すなわち、第3のクリーニングでは外側DC電圧を、ステップS 4～S 8において段階的に大きくした後、ステップS 8～S 12において段階的に小さくする。そうすると、ステップS 9～S 12では、シースの厚み比率 d_a/d_b も段階的に大きくなり、イ

オンの傾斜角度が段階的に小さくなる。また、外側DC電圧が小さくなるに伴い、イオンのスパッタ力が小さくなる。

[0053] ステップS 1 3は、第2の条件での第2のクリーニング（図3）であり、上面G bをクリーニングする。ステップS 1 3では、内側DC電圧をステップS 1 2より大きい500Vとし、外側DC電圧をステップS 1 2から継続して500Vとする。すなわち、ステップS 1 3では、内側DC電圧と外側DC電圧は同じ500Vである。

[0054] ステップS 1 4は、第1の条件での第1のクリーニング（図2）であり、側面G aをクリーニングする。ステップS 1 4では、内側DC電圧をステップS 1 3から継続して500Vとし、外側DC電圧をステップS 1 3から小さくして、具体的には300Vにする。

[0055] また図7には、隙間Gのクリーニングサイクルが示されている。すなわち、本実施形態では、上述したステップS 1～S 1 4を行った後、逆のステップS 1 4～S 1を行い、これらステップS 1～S 1 4とステップS 1 4～S 1を繰り返し行う。そして隙間Gにおいて、側面G a、上面G b、側面G cのクリーニングと、側面G c、上面G b、側面G aのクリーニングを繰り返し行う。従って、図6に示したように隙間Gから除去された付着物Dが隙間Gに再付着しても、当該付着物Dを適切に除去することができる。

[0056] なお、本実施形態のクリーニングサイクルでは、ステップS 1～S 1 4とステップS 1 4～S 1を繰り返し行ったが、クリーニングサイクルにおけるステップはこれに限定されない。例えば、ステップS 1～S 1 4を行った後、ステップS 1～S 1 4を行い、すなわちステップS 1～S 1 4を繰り返し行ってもよい。

[0057] 以上の実施形において、図8～図10に示すように隙間Gのクリーニングにおいて、当該隙間Gに補助ガスA（図中の白抜き矢印）を供給するようにしてもよい。図8は、第1の条件での第1のクリーニング（図2）を行う場合の説明図であり、図9は、第2の条件での第2のクリーニング（図3）を行う場合の説明図であり、図10は、第3の条件での第3のクリーニング（

図4)を行う場合の説明図である。

- [0058] 補助ガスAは、例えばガス供給部20から隙間Gの上面Gbに供給され、隙間G内を上方から下方に流れる。また補助ガスAは、第1のクリーニング中(図8)、第2のクリーニング中(図9)、第3のクリーニング中(図10)の少なくともいずれかにおいて供給される。そして、補助ガスAによって、隙間Gから除去された付着物Dが下方に排出され、さらにガス排出口10eから排出される。従って、付着物Dが、上述したように隙間Gに再付着するのを抑制することができる。
- [0059] なお、補助ガスAの種類は特に限定されるものではないが、クリーニングガスと同種であるのが好ましい。補助ガスAに例えば不活性ガス等を使用してもよいが、かかる場合、プラズマ処理チャンバ10内のクリーニングガスの濃度が小さくなり、プラズマ生成効率が低下するおそれがある。この点、補助ガスAにクリーニングガスと同種のガスを用いることで、プラズマを効率よく生成することができる。
- [0060] また、本実施形態では、隙間Gに対して補助ガスAを上方から下方に向けて供給したが、供給方向はこれに限定されない。例えば、隙間Gに対して補助ガスAを下方から上方に向けて供給してもよい。
- [0061] 以上の実施形態では、内側シースSaの厚みdaと外側シースSbの厚みdbを制御する際、内側DC電圧と外側DC電圧の両方を変動させたが、いずれか一方のDC電圧を固定し、他方のDC電圧を変動させてもよい。かかる場合でも、シースの厚み比率da/dbを制御することができ、その結果、隙間Gに対するイオンの入射方向を制御することができる。
- [0062] 以上の実施形態では、内側シースSaの厚みdaと外側シースSbの厚みdbを制御する際、内側DC電圧と外側DC電圧の両方を変動させて、内側上部電極130と外側上部電極131の自己バイアス電圧を制御したが、これに限定されない。例えば、第2のRF生成部31bからのバイアスRF電力が内側上部電極130と外側上部電極131に供給される場合、これらバイアスRF電力を制御して、内側上部電極130と外側上部電極131の自

己バイアス電圧を制御してもよい。

[0063] また、上述したプラズマのシースの厚みを計算する上記式（１）によれば、プラズマ密度が大きいとシースの厚みが小さくなり、プラズマ密度が小さいとシースの厚みが大きくなる。そこで、内側上部電極１３０の下方に形成されるプラズマの密度と、外側上部電極１３１の下方に形成されるプラズマの密度とを制御して、内側シースＳaの厚み d_a と外側シースＳbの厚み d_b を制御してもよい。

[0064] 例えば、第１のＲＦ生成部３１aからのソースＲＦ電力が内側上部電極１３０と外側上部電極１３１に供給される場合、これらソースＲＦ電力を制御して、内側上部電極１３０の下方のプラズマ密度と外側上部電極１３１の下方のプラズマ密度を制御してもよい。

[0065] また例えば、プラズマ密度を制御するため、プラズマ処理チャンバ１０の上面に電磁石を設け、プラズマ処理空間１０sに磁界を形成する場合がある。かかる場合、内側上部電極１３０の上方の電磁石によって形成される磁界と、外側上部電極１３１の上方の電磁石によって形成される磁界とを制御することで、内側上部電極１３０の下方のプラズマ密度と外側上部電極１３１の下方のプラズマ密度を制御してもよい。

[0066] [基板支持部のクリーニング]

以上の実施形態のクリーニング方法は、静電チャック１１１１とエッジリング１１３との間に形成される微小な隙間Ｆをクリーニングする際にも適用できる。図１１は、基板支持部１１でダミー基板 W_d を支持した状態で隙間Ｆをクリーニングする様子を示す説明図であり、図１２は、基板支持部１１でダミー基板を支持しない状態で隙間Ｆをクリーニング（基板レスドライクリーニング）する様子を示す説明図である。

[0067] 図１１及び図１２に示すように静電チャック１１１１は、ダミー基板 W_d を支持するための中央領域１１１aと、リングアセンブリ１１２（エッジリング１１３）を支持するための環状領域１１１bとを有する。中央領域１１１aは環状領域１１１bより突出して設けられる。隙間Ｆは、静電チャック

1 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a に対応する部分の外側面と、エッジリング 1 1 3 の内側面との間に形成される。また以下の説明において、静電チャック 1 1 1 1 の上方に生成されるプラズマのシースを内側シース S c といい、エッジリング 1 1 3 の上方に生成されるプラズマのシースを外側シース S d という。また、内側シース S c の厚み d c はプラズマからダミー基板 W d (静電チャック 1 1 1 1) の上面までの距離であり、外側シース S d の厚み d d はプラズマからエッジリング 1 1 3 の上面までの距離である。

[0068] 隙間 F のクリーニングにおいても、自己バイアス電圧を制御して、内側シース S c の厚み d c と外側シース S d の厚み d d をそれぞれ制御し、隙間 F に対するイオンの入射方向を制御する。すなわち、第 3 の DC 生成部 3 2 c から静電チャック 1 1 1 1 に印加する DC 電圧 (以下、「チャック DC 電圧」という。) を制御して、ダミー基板 W d 又は静電チャック 1 1 1 1 の自己バイアス電圧を制御する。また、第 4 の DC 生成部 3 2 d からエッジリング 1 1 3 に印加する DC 電圧 (以下、「リング DC 電圧」という。) を制御して当該エッジリング 1 1 3 の自己バイアス電圧を制御する。

[0069] 図 1 1 (a) 及び図 1 2 (a) は、チャック DC 電圧がリング DC 電圧より大きい場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第 4 の条件という。かかる場合、内側シース S c の厚み d c は、外側シース S d の厚み d d より大きくなる。そうすると、隙間 F に対するイオンの入射方向 (図中の矢印) は鉛直方向から静電チャック 1 1 1 1 側に傾斜し、隙間 F の内側上部電極 1 3 0 側の側面 F a にイオンが入射する。そして、この側面 F a がクリーニング対象領域となり、当該側面 F a に付着した付着物 D がイオンによって除去される。また、かかる場合、シースの厚み比率 $d c / d d$ が大きいとイオンの傾斜角度は大きくなる。

[0070] 図 1 1 (b) 及び図 1 2 (b) は、チャック DC 電圧とリング DC 電圧が同じである場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第 5 の条件という。かかる場合、内側シース S c の厚み d c と、外側シース S d の厚み d d とは同じになる。そうすると、隙間 F に対するイオンの

入射方向（図中の矢印）は鉛直方向になり、隙間Fの下面F bにイオンが入射する。そして、この下面F bがクリーニング対象領域となり、当該下面F bに付着した付着物Dがイオンによって除去される。

[0071] 図11(c)及び図12(c)は、チャックDC電圧がリングDC電圧より小さい場合の説明図である。以下の説明において、このクリーニング条件を第6の条件という。かかる場合、内側シースScの厚みdcは、外側シースSdの厚みddより小さくなる。そうすると、隙間Fに対するイオンの入射方向（図中の矢印）は鉛直方向からエッジリング113側に傾斜し、隙間Fのエッジリング113側の側面Fcにイオンが入射する。そして、この側面Fcがクリーニング対象領域となり、当該側面Fcに付着した付着物Dがイオンによって除去される。また、かかる場合、シースの厚み比率 dc/dd が小さいとイオンの傾斜角度は大きくなる。

[0072] 本実施形態では、第4の条件での第4のクリーニング（図11(a)及び図12(b)）、第5の条件での第5のクリーニング（図11(a)及び図12(b)）、第6の条件での第6のクリーニング（図11(a)及び図12(b)）を順次行う。かかる場合、隙間Fにおける側面Fa、下面Fb、側面Fcを順次クリーニングすることができる。また、これら第4のクリーニング、第5のクリーニング、第6のクリーニングを繰り返し行うことで、隙間Fにおいて、側面Fa、下面Fb、側面Fcのクリーニングと、側面Fc、下面Fb、側面Faのクリーニングを繰り返し行うことができる。これにより、隙間Fに対する付着物Dの付着を抑制して、クリーニング効率を向上させることができる。

[0073] なお、本実施形態では、内側シースScの厚みdcと外側シースSdの厚みddを制御する際、チャックDC電圧とリングDC電圧の両方を変動させたが、いずれか一方のDC電圧を固定し、他方のDC電圧を変動させてもよい。かかる場合でも、シースの厚み比率 dc/dd を制御することができ、その結果、隙間Fに対するイオンの入射方向を制御することができる。

[0074] 以上の実施形態における、内側上部電極130と外側上部電極131との

隙間Gのクリーニングと、静電チャック1111とエッジリング113との隙間Fはそれぞれ、個別に行われてよいし、両方同時に行われてもよい。

[0075] また、エッジリング113とカバーリング114との間に形成される隙間に対して、上記クリーニング（例えば第4～第6のクリーニング）が実行されてもよい。この場合、エッジリング113の上方に生成されるプラズマのシースを内側シースとし、カバーリング114の上方に生成されるプラズマのシースを外側シースとする。エッジリング113にのみDC電圧が印可されるため、エッジリング113上方の内側シースの厚みのみが可変であるが、内側シースと外側シースの厚み比率を可変することによって、エッジリング113とカバーリング114との間に形成される隙間に対して、上記実施形態と同様の効果が得られる。

[0076] また、シャワーヘッドアセンブリ13において、上部電極と上部電極の外周に設置される絶縁リング（図示せず）の間に形成される隙間に対して、上記クリーニング（例えば第1～第3のクリーニング）が実行されてもよい。この場合、上部電極の下方に生成されるプラズマのシースを内側シースとし、絶縁リングの下方に生成されるプラズマのシースを外側シースとする。上部電極にのみDC電圧が印可されるため、上部電極下方の内側シースの厚みのみが可変であるが、内側シースと外側シースの厚み比率を可変することによって、上部電極と絶縁リングとの間に形成される隙間に対して、上記実施形態と同様の効果が得られる。

[0077] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0078] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なもの

であって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0079] なお、以下のような構成例も本開示の技術的範囲に属する。

(1) プラズマ処理装置のクリーニング方法であって、

(a) 前記プラズマ処理装置のチャンバ内にクリーニングガスを導入する工程と、

(b) 第1の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第1のクリーニングを行う工程と、

(c) 第2の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第2のクリーニングを行う工程と、を含み、

前記(b)工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側シースの厚みと外側シースの厚みの第1の比率と、前記(c)工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側のシースの厚みと外側のシースの厚みの第2の比率とが異なるように、前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかが調整される、プラズマ処理装置のクリーニング方法。

(2) 前記(b)工程と前記(c)工程は繰り返し行われる、前記(1)に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

(3) (d) 前記(b)工程から前記(c)工程に切り替える工程であって、前記プラズマのシースの厚みを前記第1の比率から前記第2の比率に段階的に変動させる工程を含む、前記(1)又は(2)に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

(4) (e) 前記(c)工程から前記(b)工程に切り替える工程であって、前記プラズマのシースの厚みを前記第2の比率から前記第1の比率に段階的に変動させる工程を含む、前記(1)～(3)のいずれかに記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

(5) 前記(b)工程の前記第1のクリーニングと前記(c)工程の前記第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における内側上部電極と外側上

部電極との隙間に対して行われる、前記（１）～（４）のいずれかに記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（６）前記第１の条件と前記第２の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかの自己バイアス電圧を制御することで行われる、前記（５）に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（７）前記第１の条件と前記第２の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかに印加されるＤＣ電圧を制御することで行われる、前記（６）に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（８）前記第１の条件と前記第２の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかの下方のプラズマ密度を制御することで行われる、前記（５）に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（９）前記（ｂ）工程と前記（ｃ）工程の少なくともいずれかにおいて、前記隙間に補助ガスを供給する、前記（５）～（８）のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

（１０）前記補助ガスは、前記クリーニングガスと同種のガスである、前記（９）に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（１１）前記（ｂ）工程の前記第１のクリーニングと前記（ｃ）工程の前記第２のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における静電チャックとエッジリングとの隙間に対して行われる、前記（１）～（４）のいずれかに記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（１２）前記（ｂ）工程の前記第１のクリーニングと前記（ｃ）工程の前記第２のクリーニングは、前記プラズマ処理装置におけるエッジリングとカバーリングとの隙間に対して行われる、前記（１）～（４）のいずれかに記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

（１３）前記（ｂ）工程の前記第１のクリーニングと前記（ｃ）工程の前記

第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における上部電極と前記上部電極の外周に設置される絶縁リングとの隙間に対して行われる、前記（1）～（4）のいずれかに記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

符号の説明

[0080]	1	プラズマ処理装置
	2	制御部
	10	プラズマ処理チャンバ
	20	ガス供給部
	31	R F 電源
	W	基板

請求の範囲

- [請求項1] プラズマ処理装置のクリーニング方法であって、
- (a) 前記プラズマ処理装置のチャンバ内にクリーニングガスを導入する工程と、
 - (b) 第1の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第1のクリーニングを行う工程と、
 - (c) 第2の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第2のクリーニングを行う工程と、を含み、
- 前記(b)工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側シースの厚みと外側シースの厚みの第1の比率と、前記(c)工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側のシースの厚みと外側のシースの厚みの第2の比率とが異なるように、前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかが調整される、プラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項2] 前記(b)工程と前記(c)工程は繰り返行われる、請求項1に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項3] (d) 前記(b)工程から前記(c)工程に切り替える工程であって、前記プラズマのシースの厚みを前記第1の比率から前記第2の比率に段階的に変動させる工程を含む、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項4] (e) 前記(c)工程から前記(b)工程に切り替える工程であって、前記プラズマのシースの厚みを前記第2の比率から前記第1の比率に段階的に変動させる工程を含む、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項5] 前記(b)工程の前記第1のクリーニングと前記(c)工程の前記第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における内側上部電極と外側上部電極との隙間に対して行われる、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

- [請求項6] 前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかの自己バイアス電圧を制御することで行われる、請求項5に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項7] 前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかに印加されるDC電圧を制御することで行われる、請求項6に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項8] 前記第1の条件と前記第2の条件の少なくともいずれかの調整は、前記内側上部電極と前記外側上部電極の少なくともいずれかの下方のプラズマ密度を制御することで行われる、請求項5に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項9] 前記（b）工程と前記（c）工程の少なくともいずれかにおいて、前記隙間に補助ガスを供給する、請求項5に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項10] 前記補助ガスは、前記クリーニングガスと同種のガスである、請求項9に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項11] 前記（b）工程の前記第1のクリーニングと前記（c）工程の前記第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における静電チャックとエッジリングとの隙間に対して行われる、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項12] 前記（b）工程の前記第1のクリーニングと前記（c）工程の前記第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置におけるエッジリングとカバーリングとの隙間に対して行われる、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項13] 前記（b）工程の前記第1のクリーニングと前記（c）工程の前記第2のクリーニングは、前記プラズマ処理装置における上部電極と前記上部電極の外周に設置される絶縁リングとの隙間に対して行われる、

- 請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。
- [請求項14]
- チャンバと、
- 前記チャンバ内にクリーニングガスを供給するガス供給部と、
- 前記チャンバ内で前記クリーニングガスからプラズマを生成するプラズマ生成部と、
- 制御部と、を有し、
- 前記制御部は、
- (a) 前記チャンバ内に前記クリーニングガスを導入する工程と、
 - (b) 第 1 の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第 1 のクリーニングを行う工程と、
 - (c) 第 2 の条件で前記チャンバ内にプラズマを生成して第 2 のクリーニングを行う工程と、
- を実行するように前記ガス供給部と前記プラズマ生成部を制御し、
- 前記 (b) 工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側シースの厚みと外側シースの厚みの第 1 の比率と、前記 (c) 工程で生成される前記プラズマのシースにおける内側のシースの厚みと外側のシースの厚みの第 2 の比率とが異なるように、前記第 1 の条件と前記第 2 の条件の少なくともいずれかを調整する、プラズマ処理装置。