

明 細 書

発明の名称： 基板支持器及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、基板支持器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、基板及びエッジリングを支持するための静電チャックを備えた載置台が開示されている。特許文献1に開示の静電チャックは、吸着電極を有しており、吸着電極に直流電圧が印加されると静電引力が発生し、当該静電引力により基板が保持される。また、静電チャックは、イオン引き込み用のバイアス電力が印加されるバイアス電極を有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-205379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、静電チャック及び伝熱ガスの流路を有する基板支持器において、異常放電の発生を抑制する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、基板及びエッジリングを支持するための静電チャックと、前記静電チャックを支持する基台と、を備え、前記静電チャックは、第1上面を有し、前記第1上面の上に載置される基板を支持するように構成された第1領域と、第2上面を有し、前記第1領域の周囲に設けられ、前記第2上面の上に載置されるエッジリングを支持するように構成された第2領域と、前記第1領域に設けられ、直流電圧が印加される第1電極と、前記第1電極の下部に設けられ、第1バイアス電力が供給される第2電極と、前記第2電極の下部に設けられ、前記第1バイアス電力が供給される第3電極と、前記第2電極と前記第3電極の間に配置される第1ガス供給路と、を有し、

前記第2電極及び前記第3電極に電氣的に接触し、前記第1バイアス電力を供給する第1電力供給路をさらに有する、基板支持器である。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、静電チャック及び伝熱ガスの流路を有する基板支持器において、異常放電の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[図2]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。

[図3]基板支持器の構成例の概略を示す断面図である。

[図4]第5電極と第2ビアの位置関係を示す図である。

[図5]第6電極と第3ビアの位置関係を示す図である。

[図6]第1内部電力供給路の他の例を示す図である。

[図7]第1給電端子の他の例を示す図である。

[図8]第3電極と第5電極の位置関係の具体例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイス等の製造プロセスでは、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）等の基板に対して、プラズマを用いて、エッチングや成膜等のプラズマ処理が行われる。プラズマ処理は、基板支持器の静電チャックに静電力により基板が保持された状態で行われる。

[0009] 基板の温度はプラズマ処理の結果に影響するため、基板支持器には、静電チャックの温度を調節する温度調節機構や、静電チャックの基板載置面と基板裏面との間に伝熱ガスを供給するための流路が設けられている。

[0010] しかし、基板支持器に伝熱ガス用の流路を設ける場合、上記流路内で異常放電が生じることがある。

[0011] また、エッチングレート等の処理速度の向上のため、静電チャック内にイオン引き込み用すなわちバイアス用のバイアス電極を設けることが行われている。

伝熱ガス用の流路の他にバイアス電極を設けることで異常放電を抑制する

ことも検討されているが改善の余地がある。

[0012] そこで、本開示にかかる技術は、静電チャック及び伝熱ガスの流路を有する基板支持器において、異常放電の発生をさらに抑制する。

[0013] 以下、本実施形態にかかる、基板支持器及びプラズマ処理装置について、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ついては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0014] <プラズマ処理システム>

まず、一実施形態にかかるプラズマ処理装置を含むプラズマ処理システムについて、図1を用いて説明する。図1は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[0015] 一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置1及び制御部2を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置1は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、基板支持器11及びプラズマ生成部12を含む。プラズマ処理チャンバ10は、プラズマ処理空間を有する。また、プラズマ処理チャンバ10は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間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。ガス供給口は、後述するガス供給部20に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム40に接続される。基板支持器11は、プラズマ処理空間内に配置され、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0016] プラズマ生成部12は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも1つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ(CCP:Capacitively Coupled Plasma)、誘導結合プラズマ(ICP:Inductively Coupled Plasma)、ECRプラズマ(Electron-Cyclotron-resonance pl

asma)、ヘリコン波励起プラズマ(HWP:Helicon Wave Plasma)、又は、表面波プラズマ(SWP:Surface Wave Plasma)等であってもよい。また、AC(Alternating Current)プラズマ生成部及びDC(Direct Current)プラズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、ACプラズマ生成部で用いられるAC信号(AC電力)は、100kHz~10GHzの範囲内の周波数を有する。従って、AC信号は、RF(Radio Frequency)信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、RF信号は、100kHz~150MHzの範囲内の周波数を有する。

[0017] 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2 a 3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。

[0018] <プラズマ処理装置>

以下に、プラズマ処理装置1の一例としての容量結合型のプラズマ処理装置の構成例について説明する。図2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。

[0019] 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、基板支持器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13を含む。基板支持器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13は、基板支持器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。プラズマ処理チャンバ10は、シャワーヘッド13、プラズマ処理チャンバ10の側壁10a及び基板支持器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は接地される。シャワーヘッド13及び基板支持器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。

[0020] 基板支持器11は、本体部111及びリングアセンブリ112を含む。本体部111は、基板Wを支持するための中央領域111aと、リングアセンブリ112を支持するための環状領域111bとを有する。ウェハは基板Wの一例である。本体部111の環状領域111bは、平面視で本体部111の中央領域111aを囲んでいる。基板Wは、本体部111の中央領域111a上に配置され、リングアセンブリ112は、本体部111の中央領域111a上の基板Wを囲むように本体部111の環状領域111b上に配置される。従って、中央領域111a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。

[0021] 一実施形態において、本体部 1 1 1 は、基台 1 1 3 及び静電チャック 1 1 4 を含む。基台 1 1 3 は、導電性部材を含む。基台 1 1 3 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 4 は、基台 1 1 3 の上に配置される。静電チャック 1 1 4 は、セラミック部材 3 0 0 とセラミック部材 3 0 0 内に配置される静電電極としての第 1 電極 3 2 1 とを含む。セラミック部材 3 0 0 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 3 0 0 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 4 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 4 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 電源 3 1 及び／又は DC 電源 3 2 に結合されバイアス RF 信号及び／又は DC 信号が供給されるバイアス電極としての第 2 電極 3 2 2（後述の図 2 参照）がセラミック部材 3 0 0 内に配置されている。さらに、後述する RF 電源 3 1 及び／又は DC 電源 3 2 に結合され下部電極として機能する少なくとも 1 つの RF／DC 電極がセラミック部材 3 0 0 内に配置されてもよい。なお、基台 1 1 3 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、静電電極としての第 1 電極 3 2 1 が下部電極として機能してもよい。従って、基板支持器 1 1 は、少なくとも 1 つの下部電極を含む。

[0022] リングアセンブリ 1 1 2 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と少なくとも 1 つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0023] また、基板支持器 1 1 は、静電チャック 1 1 4、リングアセンブリ 1 1 2 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 1 1 3 a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路 1 1 3 a 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 1 1 3 a が基台 1 1 3 内に形成され、1 又は複数のヒータが静電チャック 1 1 4 のセラミック部材 3 0 0 内に配置される。また、基板支持器 1 1 は、基板 W の裏面と中央領域 1 1 1 a 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む。

[0024] シャワーヘッド 1 3 は、ガス供給部 2 0 からの少なくとも 1 つの処理ガスをプラズマ処理空間 1 0 s 内に導入するように構成される。シャワーヘッド 1 3 は、少なくとも 1 つのガス供給口 1 3 a、少なくとも 1 つのガス拡散室 1 3 b、及び複数のガス導入口 1 3 c を有する。ガス供給口 1 3 a に供給された処理ガスは、ガス拡散室 1 3 b を通過して複数のガス導入口 1 3 c からプラズマ処理空間 1 0 s 内に導入される。また、シャワーヘッド 1 3 は、少なくとも 1 つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド 1 3 に加えて、側壁 1 0 a 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。

[0025] ガス供給部 2 0 は、少なくとも 1 つのガスソース 2 1 及び少なくとも 1 つの流量制御器 2 2 を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部 2 0 は、少なくとも 1 つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース 2 1 からそれぞれに対応の流量制御器 2 2 を介してシャワーヘッド 1 3 に供給するように構成される。各流量制御器 2 2 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 2 0 は、少なくとも 1 つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも 1 つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0026] 電源 3 0 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 1 0 に結合される RF 電源 3 1 を含む。RF 電源 3 1 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 つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、RF 電源 31 は、プラズマ生成部 12 の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアス RF 信号を第 2 電極（後述の図 2 参照）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。

[0027] 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 つの上部電極に供給される。

[0028] 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第 2 電極 322（後述の図 2 参照）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。

[0029] 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及び第2のDC生成部32bを含む。一実施形態において、第1のDC生成部32aは、少なくとも1つの下部電極に接続され、第1のDC信号を生成するように構成される。生成された第1のDC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2のDC生成部32bは、少なくとも1つの上部電極に接続され、第2のDC信号を生成するように構成される。生成された第2のDC信号は、少なくとも1つの上部電極に印加される。

[0030] 種々の実施形態において、第1及び第2のDC信号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つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上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、DC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DC生成部32aと少なくとも1つの下部電極との間に接続される。従って、第1のDC生成部32a及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第2のDC生成部32b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つの上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及び第2のDC生成部32a、32bは、RF電源31に加えて設けられてもよく、第1のDC生成部32aが第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。

[0031] 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。

[0032] <基板支持器>

次に、基板支持器11の構成を、図3～図5を用いて説明する。図3は、

基板支持器 1 1 の構成例の概略を示す断面図である。図 4 は、後述の第 5 電極と第 2 ビアの位置関係を示す図である。図 5 は、後述の第 6 電極と第 3 ビアの位置関係を示す図である。

[0033] 前述のように、基板支持器 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。図 3 の例では、基板支持器 1 1 は、リングアセンブリ 1 1 2 としてエッジリング E を含んでいる。

また、一実施形態において、本体部 1 1 1 は、基台 1 1 3 及び静電チャック 1 1 4 を含む。

[0034] 基台 1 1 3 は、例えば A l 等の導電性材料で形成された本体部 2 0 0 を有する。本体部 2 0 0 には、前述の流路 1 1 3 a が形成されている。一実施形態において、基台 1 1 3 と静電チャック 1 1 4 は、例えば接着等により一体化されている。

基台 1 1 3 にはプラズマ生成用のソース R F 信号が供給され得る。

[0035] 静電チャック 1 1 4 は、基板 W を支持するためのものであり、具体的には、基板 W 及びエッジリング E を支持するためのものである。より具体的には、静電チャック 1 1 4 は、基板 W 及びエッジリング E を静電吸着して支持するためのものである。

[0036] 静電チャック 1 1 4 は、前述のようにセラミック部材 3 0 0 を有する。セラミック部材 3 0 0 は、略円板状に形成されている。セラミック部材 3 0 0 の材料には、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム等のセラミックを用いることができる。

[0037] セラミック部材 3 0 0 は、前述の中央領域 1 1 1 a である第 1 領域 3 0 1 と前述の環状領域 1 1 1 b である第 2 領域 3 0 2 とを有する。

[0038] 第 1 領域 3 0 1 は、略円板形状を有する領域であり、第 1 上面 3 1 1 を有する。第 1 領域 3 0 1 は、第 1 上面 3 1 1 の上に載置される基板 W を支持するように構成されている。

[0039] 第 2 領域 3 0 2 は、平面視円環形状を有する領域であり、第 2 上面 3 1 2 を有する。第 1 領域 3 0 1 と第 2 領域 3 0 2 は同心である。第 2 領域 3 0 2

は、第2上面312の上に載置されるエッジリングEを支持するように構成されている。

一実施形態において、第1領域301は、基板Wの直径よりも小径に形成され、第1上面311は第2上面312より高くなっており、基板Wが第1上面311に載置されたときに、基板Wの周縁部が第1領域301から張り出すようになっている。

[0040] 第1領域301と第2領域302とは一体に形成されていてもよいが別体として形成されていてもよい。

[0041] また、第1領域301には、第1～第3電極321～323が設けられている。

第1電極321は、第1領域301の内部に設けられ、直流電源（図示せず）からの直流電圧が印加される。これにより生じる静電力により、第1上面311に基板Wが吸着保持される。つまり、第1電極321は、基板Wの静電吸着用の電極である。

第1電極321は、平面視円状に形成されている。

[0042] 第2電極322は、第1領域301の内部における第1電極321の下方に設けられている。第2電極322は、後述の第1電力供給路361を介してバイアス用電源（例えばDC電源32）に接続されており、バイアス用電源からの第1バイアス電力が供給される。第2電極322に第1バイアス電力が供給されると、プラズマ中のイオンが第1上面311上の基板Wに向けて引き込まれる。これにより、基板Wの面内全体のプロセス速度を調整することができ、エッチングの場合には、基板Wの面内全体のエッチング速度を向上させること等ができる。

第2電極322は、例えば平面視において第1電極321と略同径の円状に形成されている。

[0043] 第3電極323は、第1領域301の内部における第2電極322の下方に設けられている。第3電極323は、第2電極322と同様、後述の第1電力供給路361を介してバイアス用電源に接続されており、バイアス用

電源（例えばDC電源32）から第1バイアス電力が供給される。第3電極323に第2電極322と同様に第1バイアス電力が供給されると、第2電極322と第3電極323との間における各部分が略同電位となる。

第3電極323は、例えば平面視において第1電極321及び第2電極322と略同径の円状に形成されている。なお、第1～第3電極321～323の直径は互いに異なっていてもよい。

[0044] 一実施形態において、第2電極322及び第3電極323に供給される第1バイアス電力は、パルス化されたDC信号のバイアス電力である。

[0045] さらに、第1領域301には、第1ガス吐出孔331と第1ガス供給路341と第1ガス導入孔351が設けられている。第1ガス吐出孔331は、第1領域301における上部に設けられ、第1ガス供給路341は、第1領域301における第2電極322と第3電極323との間に設けられ、第1ガス導入孔351は、第1領域301における下部に設けられている。第1ガス吐出孔331は、図では1つのみ示されているが、多数（例えば30個以上）設けられている。本実施形態において、第1ガス導入孔351の数は、第1ガス吐出孔331より少なく、例えば1つである。ただし、第1ガス導入孔351の数は、第1ガス吐出孔331と同一であってもよい。

[0046] 各第1ガス吐出孔331は、第1上面311に載置された基板Wの裏面と、第1上面311との間にヘリウム等の伝熱ガスを吐出する。また、各第1ガス吐出孔331は、一端が第1上面311に開口し、他端が第1ガス供給路341に接続されている。各第1ガス吐出孔331は、例えば、上下方向に伸びるように、且つ、第1電極321及び第2電極322における各第1ガス吐出孔331に対応する部分に設けられた孔321a、322aを貫通するように、形成されている。

[0047] 第1ガス供給路341は、第1ガス導入孔351から導入された伝熱ガスを第2電極322と第3電極323との間において水平方向に拡散して複数の第1ガス吐出孔331に供給する。

[0048] 第1ガス導入孔351は、一端が第1ガス供給路341と、他端が伝熱ガ

ス供給部（図示せず）と、それぞれ流体的に連続するよう接続されている。

第1ガス導入孔351は、伝熱ガス供給部からの伝熱ガスを第1ガス供給路341に導入する。

[0049] なお、上述の伝熱ガス供給部は、1又はそれ以上のガスソース及び1又はそれ以上の流量制御器を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部は、例えば、ガスソースから流量制御器を介して第1ガス導入孔351に供給するように構成される。各流量制御器は、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。

[0050] 一実施形態において、第1ガス導入孔351は、例えば、上下方向に延びるように、且つ、第3電極323における第1ガス導入孔351に対応する部分に設けられた孔323aを貫通するように、形成されており、また、第1ガス導入孔351の下端は静電チャック114の下面に開口している。この場合、上述の伝熱ガス供給部からの伝熱ガスは、基台113に設けられたガス導入路113bを介して第1ガス導入孔351に導入される。ガス導入路113bは、例えば、上下方向に延び、基台113を貫通するように形成されている。ガス導入路113bの内周壁は絶縁性部材113cで覆われている。

[0051] また、第2領域302には、第4～第6電極324～326が設けられている。

第4電極324は、第2領域302の内部に設けられ、直流電源（図示せず）からの直流電圧が印加される。これにより生じる静電力により、第2上面312にエッジリングEが吸着保持される。つまり、第4電極324は、エッジリングEの静電吸着用の電極である。

第4電極324は、平面視環状に形成され、より具体的には平面視円環状に形成されている。

[0052] また、本実施形態において、第4電極324は、例えば、一对の電極324a、324bを含む双極型である。この場合、電極324a、324bがそれぞれ平面視円環状に形成される。ただし、第4電極324は、単極型で

あってもよい。

- [0053] 第5電極325は、第2領域302の内部における第4電極324の下方に設けられている。第5電極325は、後述の第2電力供給路362を介してバイアス用電源（例えばDC電源32）に接続されており、バイアス用電源から第2バイアス電力が供給される。第2電極322に供給する第2バイアス電力の大きさを調節することにより、第2上面312上のエッジリングEの上方のイオンシースの形状を調節することができる。

第5電極325は、平面視環状に形成され、より具体的には平面視円環状に形成されている。また、第5電極325の内径は、第4電極324の内径（具体的には内側の電極324aの内径）と略同一であり、第5電極325の外径は、第4電極324の外径（具体的には外側の電極324bの外径）と略同一である。

- [0054] 第6電極326は、第2領域302の内部における第5電極325の下方に設けられている。第6電極326は、後述の第3電力供給路363を介してバイアス用電源（例えばDC電源32）に接続されており、バイアス用電源から第3バイアス電力が供給される。第5電極325に第2バイアス電力が供給され、第6電極326に第2バイアス電力と大きさが略等しい第3バイアス電力が供給されると、第5電極325と第6電極326との間における各部分が略同電位となる。

第6電極326は、例えば平面視において第5電極325と略同径の円環状に形成されている。なお、第4～第6電極324～326の内径及び外径は互いに異なってもよい。

- [0055] 一実施形態において、第5電極325に供給される第2バイアス電力及び第6電極326に供給される第3バイアス電力は、パルス化されたDC信号のバイアス電力である。

また、第2電極322及び第3電極323に供給される第1バイアス電力と、第5電極325に供給される第2バイアス電力及び第6電極326に供給される第3バイアス電力とは、それぞれ独立して制御される。なお、第5

電極 3 2 5 に供給される第 2 バイアス電力と第 6 電極 3 2 6 に供給される第 3 バイアス電力とはそれぞれ独立して制御されてもよい。

[0056] さらに、第 2 領域 3 0 2 には、第 2 ガス吐出孔 3 3 2 と第 2 ガス供給路 3 4 2 が設けられている。第 2 ガス吐出孔 3 3 2 は、第 2 領域 3 0 2 における上部に設けられ、第 2 ガス供給路 3 4 2 は、第 2 領域 3 0 2 における第 5 電極 3 2 5 と第 6 電極 3 2 6 との間に設けられている。第 2 ガス吐出孔 3 3 2 は、図では 1 つのみ示されているが、静電チャック 1 1 4 の中心軸を中心とした周方向に沿って多数（例えば 1 0 個以上）設けられている。

[0057] 各第 2 ガス吐出孔 3 3 2 は、第 2 上面 3 1 2 に載置されたエッジリング E の裏面と、第 2 上面 3 1 2 との間にヘリウム等の伝熱ガスを吐出する。また、各第 2 ガス吐出孔 3 3 2 は、一端が第 2 上面 3 1 2 に開口し、他端が第 2 ガス供給路 3 4 2 に接続されている。各第 2 ガス吐出孔 3 3 2 は、例えば、上下方向に延びるように、且つ、電極 3 2 4 a と電極 3 2 4 b との間を通り、第 5 電極 3 2 5 における各第 2 ガス吐出孔 3 3 2 に対応する部分に設けられた孔 3 2 5 a を貫通するように、形成されている。

[0058] 第 2 ガス供給路 3 4 2 は、伝熱ガス供給部（図示せず）から導入された伝熱ガスを第 5 電極 3 2 5 と第 6 電極 3 2 6 との間において水平方向に拡散して複数の第 2 ガス吐出孔 3 3 2 に供給する。

[0059] なお、上述の伝熱ガス供給部は、1 又はそれ以上のガスソース及び 1 又はそれ以上の流量制御器を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部は、例えば、ガスソースから流量制御器を介して第 1 ガス導入孔 3 5 1 に供給するように構成される。各流量制御器は、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。

[0060] また、伝熱ガス供給部から第 2 ガス供給路 3 4 2 への伝熱ガスの供給は、例えば、第 1 ガス導入孔 3 5 1 と同様に第 2 領域 3 0 2 に形成されたガス導入孔、及び、ガス導入路 1 1 3 b と同様に基台 1 1 3 に形成されたガス導入路を介して行われる。

[0061] さらに、基板支持器 1 1 は、第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 に電氣的

に接触し、これら第2電極322及び第3電極323に第1バイアス電力を供給する第1電力供給路361を有する。この第1電力供給路361は、第1給電端子371と、第1内部電力供給路としての第1ビア381とを有する。

[0062] 第1給電端子371は、基台113の内部に配置され、バイアス用電源（例えばDC電源32）からの第1バイアス電力を第1ビア381に供給する。第1給電端子371は、例えば、上下方向に延び、基台113を貫通するように形成されている。この場合、第1給電端子371は、基台113の本体部200を上下方向に貫通するように設けられた貫通孔201内に設けられる。貫通孔201の内周壁は絶縁性部材201aで覆われている。

[0063] 第1ビア381は、第1給電端子371に電氣的に接触し、静電チャック114の第1領域301の内部に配置される。第1ビア381は、例えば、第2電極322の中央部から下方向に延び静電チャック114の下面に至るように形成されている。この場合、第1ビア381の上端が第2電極322の中央部に電氣的且つ物理的に接続される。また、第1ビア381が第3電極323の中央部を貫通し、貫通部分において、第1ビア381と第3電極323とが電氣的且つ物理的に接続される。

[0064] また、基板支持器11は、第5電極325に電氣的に接触し、第5電極325に第2バイアス電力を供給する第2電力供給路362を有する。この第2電力供給路362は、第2給電端子372と、第2内部電力供給路としての第2ビア382とを有する。第2ビア382は、例えば、図4に示すように、第5電極325の中心すなわち静電チャック114の中心軸を中心とした周方向に沿って3つ以上且つ略等間隔で設けられている。また、第2ビア382毎に第2給電端子372は設けられている。

[0065] 各第2給電端子372は、図3に示すように、基台113の内部に配置され、バイアス用電源（例えばDC電源32）からの第2バイアス電力を第2ビア382に供給する。各第2給電端子372は、例えば、上下方向に延び、基台113を貫通するように形成されている。この場合、各第2給電端子

372は、基台113の本体部200を上下方向に貫通するように設けられた貫通孔202内に設けられる。貫通孔202の内周壁は絶縁性部材202aで覆われている。

[0066] 各第2ビア382は、第2給電端子372に電氣的に接触し、静電チャック114の第2領域302の内部に配置される。各第2ビア382は、例えば、第5電極325から下方方向に延びて、第6電極326における各第2ビア382に対応する部分に設けられた孔326aを貫通し、静電チャック114の下面に至るように、形成されている。この場合、第2ビア382の上端が第5電極325に電氣的且つ物理的に接続される。なお、第2ビア382と第6電極326とは物理的に接続されておらず、互いに電氣的に絶縁されている。

[0067] さらに、基板支持器11は、第6電極326に電氣的に接触し、第6電極326に第3バイアス電力を供給する第3電力供給路363を有する。この第3電力供給路363は、第3給電端子373と、第3内部電力供給路としての第3ビア383とを有する。第3ビア383は、例えば、図5に示すように、第6電極326の中心すなわち静電チャック114の中心軸を中心とした周方向に沿って3つ以上略等間隔で設けられている。なお、第3ビア383と第2ビア382とをそれぞれ周方向に沿って3つ以上の同数且つ等間隔で設ける場合等においては、第3ビア383と第2ビア382とは交互に設けてもよい。

[0068] 各第3給電端子373は、基台113の内部に配置され、バイアス用電源（図示せず）からの第3バイアス電力を第3ビア383に供給する。各第3給電端子373は、例えば、上下方向に延び、基台113を貫通するように形成されている。この場合、各第3給電端子373は、基台113の本体部200を上下方向に貫通するように設けられた貫通孔203内に設けられる。貫通孔203の内周壁は絶縁性部材203aで覆われている。

[0069] 各第3ビア383は、第3給電端子373に電氣的に接触し、静電チャック114の第2領域302の内部に配置される。各第3ビア383は、例え

ば、第6電極326から下方向に延びて静電チャック114の下面に至るように形成されている。この場合、第3ビア383の上端が第6電極326に電氣的且つ物理的に接続される。

[0070] 第2ビア382及び第3ビア383はそれぞれ、例えば上下方向に延びる柱状（例えば円柱状）に形成されている。第2ビア382及び第3ビア383の材料は例えば導電性セラミックや金属等の導電性材料である。

[0071] <主な作用効果>

続いて、本実施形態にかかる基板支持器11の主な作用効果について説明する。

昨今では、3D NANDフラッシュメモリに代表される深穴エッチング工程等、高出力でプラズマ処理を行うことが求められている。高出力で処理する場合、基板Wは高温となるため、基板支持器を介して基板Wを効率的に冷却できるよう、基板Wの裏面と基板支持器との間に伝熱ガスが供給される。また、基板Wの温度が基板面内でばらつくと製品の歩留まりに影響があるため、基板Wの温度が面内で均一になるよう、基板支持器11の基板Wが載置される面に、伝熱ガスの吐出孔が多数設けられている。このように多数の吐出孔を設ける場合、本実施形態の第1ガス供給路341のように、水平方向すなわち基板面内と平行方向に伝熱ガスを拡散し各吐出孔に伝熱ガスを供給するガス拡散流路を用いることがある。吐出孔毎に個別に供給流路を設ける場合に比べて、上述のガス拡散流路を用いる方が効率的に伝熱ガスを分配できる。

[0072] ガス拡散流路は、基台ではなく、静電チャックに設けることが好ましい。なぜならば、基台に設けるとすると、基台内のガス流路の体積が大きくなるため、ガス流路内で異常放電を発生することを抑制するために流路の内壁を覆う絶縁材料の必要量が多くなり、高コストとなるからである。また、ガス拡散流路を基台に設けるとすると、基台内に配される温調用の冷媒の流路の設計の自由度に影響を及ぼし、基台の基板載置面を所望の温度分布にすることが難しくなってくる。

[0073] つまり、静電チャックにガス拡散流路を設ける構造は、伝熱ガスの拡散率向上や、基台の冷媒流路設計自由度向上、コストダウンが見込める。

[0074] しかし、ガス拡散流路を単に静電チャックに設けるだけでは、プラズマ生成用の高周波電力を基台に供給したときに、基板と基台との間に電位差が生じ、これによりガス拡散流路内にも電位差が生じ、ガス拡散流路内で異常放電が発生する場合がある。

[0075] また、エッチングレート等の処理速度の向上のためには、実施形態にかかる基板支持器 1 1 の第 2 電極 3 2 2 のように、静電チャック内にイオン引き込み用にバイアス電力が供給されるバイアス電極を設けることが好ましい。

[0076] そこで、本実施形態にかかる基板支持器 1 1 では、静電チャック 1 1 4 内における、イオン引き込み用に第 1 バイアス電力が供給される第 2 電極 3 2 2 の下方に、上述のガス拡散流路である第 1 ガス供給路 3 4 1 が設けられている。そして、本実施形態にかかる基板支持器 1 1 では、第 1 ガス供給路 3 4 1 のさらに下方に、第 2 電極 3 2 2 と同様に第 1 バイアス電力が供給される第 3 電極 3 2 3 が設けられている。つまり、基板支持器 1 1 では、第 1 バイアス電力が供給される第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 により、第 1 ガス供給路 3 4 1 を挟んでいる。したがって、第 1 ガス供給路 3 4 1 内で生じる電位差が小さいため、第 1 ガス供給路 3 4 1 内で異常放電が発生するのを抑制することができる。

また、本実施形態では、第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 の両方を設けており、第 2 電極 3 2 2 のみを設ける場合に比べて、第 2 電極 3 2 2 の第 1 ガス吐出孔 3 3 1 用の孔 3 2 2 a から、第 2 電極 3 2 2 より下方に電界が侵入するのを抑制することができる。したがって、第 1 ガス供給路 3 4 1 及び第 1 ガス吐出孔 3 3 1 における第 2 電極 3 2 2 の孔 3 2 2 a の下方近傍において、電位差が生じるのを抑制することができ、異常放電の発生を抑制することができる。

[0077] 言い換えると、本実施形態によれば、上述のように、伝熱ガスの拡散率向上や、基台の冷媒流路設計自由度向上、コストダウンが見込める静電チャック

クにガス拡散流路を設ける構造と、処理速度の向上のために静電チャック内にバイアス電極を設けた構造の両立が可能となる。

[0078] また、本実施形態にかかる基板支持器 1 1 では、第 1 ガス供給路 3 4 1 についてと同様な理由で、エッジリング E に対するガス拡散流路である第 2 ガス供給路 3 4 2 内で異常放電が発生するのを抑制することができる。

[0079] 本実施形態では、第 1 ピア 3 8 1 が第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 それぞれの中央部に接続されている。これにより、第 1 ピア 3 8 1 が第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 それぞれの周縁部に 1 か所のみ接続されている場合に比べて、第 2 電極 3 2 2 及び第 3 電極 3 2 3 それぞれの電位を面内でより均一にすることができる。

[0080] また、本実施形態では、第 2 ピア 3 8 2 及び第 3 ピア 3 8 3 がそれぞれ、周方向に沿って 3 つ以上且つ略等間隔で設けられている。これにより、第 2 ピア 3 8 2 及び第 3 ピア 3 8 3 が 1 つのみ接続されている場合に比べて、第 5 電極 3 2 5 及び第 6 電極 3 2 6 それぞれの電位を周方向でより均一にすることができる。

[0081] (変形例)

図 6 は、第 1 内部電力供給路の他の例を示す図である。

以上の例では、第 1 給電端子 3 7 1 に電氣的に接触し、静電チャック 1 1 4 の第 1 領域 3 0 1 の内部に配置される第 1 内部電力供給路として、第 1 ピア 3 8 1 を有していた。

図 6 の例では、静電チャック 1 1 4 は、第 1 分配電力供給路 4 0 1 と第 2 分配電力供給路 4 0 2 とを有する第 1 内部電力供給路 4 0 0 を備える。

[0082] 第 1 分配電力供給路 4 0 1 は、第 2 電極 3 2 2 に電氣的に接触するが、第 3 電極 3 2 3 には電氣的に接触しない。

第 2 分配電力供給路 4 0 2 は、第 3 電極 3 2 3 に電氣的に接触するが、第 2 電極 3 2 2 には電氣的に接触しない。

そして、第 1 分配電力供給路 4 0 1 及び第 2 分配電力供給路 4 0 2 は、第 1 給電端子 3 7 1 に電氣的に接触する。

[0083] この構成では、第1分配電力供給路401と第2分配電力供給路402の形成材料を異ならせること等により、第1分配電力供給路401と第2分配電力供給路402の電気抵抗値を互いに異ならせることができ、異常放電が生じない範囲で、第2電極322と第3電極323に電位差を与えることができる。これにより、第3電極323を設けることによるエッチング特性への影響を調節することができる。言い換えると、本構成では、所望のエッチング特性を確保しつつ、第1ガス供給路341内で電位差が生じるのを抑制することができる。

[0084] 図7は、第1給電端子の他の例を示す図である。

図7の例では、図6の例と同様、静電チャック114が、第2電極322に電氣的に接触する第1分配電力供給路401Aと第3電極323に電氣的に接触する第2分配電力供給路402Aとを有する第1内部電力供給路400Aを備える。ただし、図6の例と異なり、第1内部電力供給路400Aに電氣的に接触する第1給電端子371Aが、第1分配電力供給路401Aに電氣的に接触する第1分配給電端子411と、第2分配電力供給路402Aに電氣的に接触する第2分配給電端子412とを有する。

[0085] 第1分配給電端子411及び第2分配給電端子412は、例えば同一の電源（例えばDC電源32）に接続される。この場合、図6の例と同様、第1分配電力供給路401Aと第2分配電力供給路402Aの電気抵抗値を互いに異ならせることで、異常放電が生じない範囲で、第2電極322と第3電極323に電位差を与えることができる。

[0086] また、第1分配給電端子411及び第2分配給電端子412はそれぞれ異なる電源（図示せず）に接続されてもよい。この場合、第1分配電力供給路401Aと第2分配電力供給路402Aの電気抵抗値を互いに異ならせなくとも、第1分配給電端子411への印加電圧と第2分配給電端子412への印加電圧とを異ならせることで、異常放電が生じない範囲で、第2電極322と第3電極323に電位差を与えることができる。

[0087] 図8は、第3電極323と第5電極325の位置関係の具体例を示す図で

ある。

第3電極323と第5電極325は、図8に示すように、同一平面上に設けられていてもよい。静電チャック114は、例えば、絶縁性材料の平板に各電極を設け、その平板を積層することで作製されるが、上述のように同一平面上とすることにより、絶縁性材料の平板の数を減らすことができるため、低コストで静電チャック114を作製することができる。

[0088] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的实施形態に限定されることなく、様々な追加、省略、置換、及び変更がなされてもよい。また、異なる実施形態における要素を組み合わせることで他の実施形態を形成することが可能である。

符号の説明

- [0089] 1 プラズマ処理装置
- 10 プラズマ処理チャンバ
 - 11 基板支持器
 - 112 リングアセンブリ
 - 113 基台
 - 114 静電チャック
 - 301 第1領域
 - 302 第2領域
 - 311 第1上面
 - 312 第2上面
 - 321 第1電極
 - 322 第2電極
 - 323 第3電極
 - 324 第4電極
 - 325 第5電極
 - 326 第6電極
 - 341 第1ガス供給路

3 6 1 第 1 電力供給路

3 6 2 第 2 電力供給路

3 6 3 第 3 電力供給路

E エッジリング

W 基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板及びエッジリングを支持するための静電チャックと、
前記静電チャックを支持する基台と、を備え、
前記静電チャックは、
第1上面を有し、前記第1上面の上に載置される基板を支持するように構成された第1領域と、
第2上面を有し、前記第1領域の周囲に設けられ、前記第2上面の上に載置されるエッジリングを支持するように構成された第2領域と、
、
前記第1領域に設けられ、直流電圧が印加される第1電極と、
前記第1電極の下部に設けられ、第1バイアス電力が供給される第2電極と、
前記第2電極の下部に設けられ、前記第1バイアス電力が供給される第3電極と、
前記第2電極と前記第3電極の間に配置される第1ガス供給路と、
を有し、
前記第2電極及び前記第3電極に電氣的に接触し、前記第1バイアス電力を供給する第1電力供給路をさらに有する、基板支持器。
- [請求項2] 前記第1電力供給路は、
前記基台内部に配置される第1給電端子と、
前記第1給電端子に電氣的に接触し、前記第1領域内部に配置される第1内部電力供給路と、を有する、請求項1に記載の基板支持器。
- [請求項3] 前記第1内部電力供給路は、
前記第2電極と電氣的に接触する第1分配電力供給路と、
前記第3電極と電氣的に接触する第2分配電力供給路と、を有し、
前記第1分配電力供給路及び前記第2分配電力供給路は、前記第1給電端子に電氣的に接触する、請求項2に記載の基板支持器。
- [請求項4] 前記第1給電端子は、

- 前記第 1 分配電力供給路と電氣的に接触する第 1 分配給電端子と、
前記第 2 分配電力供給路と電氣的に接触する第 2 分配給電端子と、
を有する、請求項 3 に記載の基板支持器。
- [請求項5] 前記第 1 分配給電端子及び前記第 2 分配給電端子は同一の電源に接続されている、請求項 4 に記載の基板支持器。
- [請求項6] 前記第 1 分配給電端子及び前記第 2 分配給電端子はそれぞれ異なる電源に接続されている、請求項 4 に記載の基板支持器。
- [請求項7] 前記静電チャックは、
前記第 2 領域に設けられ、直流電圧が印加される第 4 電極と、
前記第 4 電極の下部に設けられ、第 2 バイアス電力が供給される第 5 電極と、
前記第 5 電極の下部に設けられ、第 3 バイアス電力が供給される第 6 電極と、
前記第 5 電極と前記第 6 電極の間に配置される第 2 ガス供給路と、
を有し、
前記第 5 電極に電氣的に接触し、前記第 2 バイアス電力を供給する第 2 電力供給路と、
前記第 6 電極に電氣的に接触し、前記第 3 バイアス電力を供給する第 3 電力供給路と、をさらに有する、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の基板支持器。
- [請求項8] 前記第 2 電力供給路は、
前記基台内部に配置される第 2 給電端子と、
前記第 2 給電端子に電氣的に接触し、前記第 2 領域内部に配置される第 2 内部電力供給路と、を有する、請求項 7 に記載の基板支持器。
- [請求項9] 前記第 3 電力供給路は、
前記基台内部に配置される第 3 給電端子と、
前記第 3 給電端子に電氣的に接触し、前記第 2 領域内部に配置される第 3 内部電力供給路と、を有する、請求項 8 に記載の基板支持器。

- [請求項10] 前記第2給電端子及び前記第3給電端子は同一の電源に接続されている、請求項9に記載の基板支持器。
- [請求項11] 前記第2給電端子及び前記第3給電端子はそれぞれ異なる電源に接続されている、請求項9に記載の基板支持器。
- [請求項12] 前記第3電極と前記第5電極は同一平面上に設けられている、請求項7～11のいずれか1項に記載の基板支持器。
- [請求項13] 前記第5電極及び前記第6電極は平面視環状に形成されている、請求項7～12のいずれか1項に記載の基板支持器。
- [請求項14] 前記第2電力供給路及び前記第3電力供給路はそれぞれ、周方向に沿って3か所以上設けられている、請求項13に記載の基板支持器。
- [請求項15] 前記第4電極は、エッジリングの静電吸着用の電極である、請求項7～14のいずれか1項に記載の基板支持器。
- [請求項16] 前記第4電極は、双極型の電極である、請求項7～15のいずれか1項に記載の基板支持器。
- [請求項17] 前記第1電極は、基板の静電吸着用の電極である、請求項1～16のいずれか1項に記載の基板支持器。
- [請求項18] 基板及びエッジリングを支持するための静電チャックと、前記静電チャックを支持する基台と、を有する基板支持器と、
基板支持台が内部に配置されるプラズマ処理チャンバと、を備え
前記静電チャックは、
第1上面を有し、前記第1上面の上に載置される基板を支持するように構成された第1領域と、
第2上面を有し、前記第1領域の周囲に設けられ、前記第2上面の上に載置されるエッジリングを支持するように構成された第2領域と、
前記第1領域に設けられ、直流電圧が印加される第1電極と、
前記第1電極の下部に設けられ、第1バイアス電力が供給される第2電極と、

前記第 2 電極の下部に設けられ、前記第 1 バイアス電力が供給される第 3 電極と、

前記第 2 電極と前記第 3 電極の間に配置される第 1 ガス供給路と、
前記第 2 領域に設けられ、直流電圧が印加される第 4 電極と、

前記第 4 電極の下部に設けられ、第 2 バイアス電力が供給される第 5 電極と、

前記第 5 電極の下部に設けられ、第 3 バイアス電力が供給される第 6 電極と、

前記第 5 電極と前記第 6 電極の間に配置される第 2 ガス供給路と、
を有し、

前記基板支持器は、

前記第 2 電極及び前記第 3 電極に電氣的に接触し、前記第 1 バイアス電力を供給する第 1 電力供給路と、

前記第 5 電極に電氣的に接触し、前記第 2 バイアス電力を供給する第 2 電力供給路と、

前記第 6 電極に電氣的に接触し、前記第 3 バイアス電力を供給する第 3 電力供給路と、をさらに有する、プラズマ処理装置。