明　細　書

発明の名称 ：

プラズマエッチング装置及びプラズマエッチング方法

技術分野

[0001]　本開示は、プラズマエッチング装置及びプラズマエッチング方法に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、表面部に窒化シリコン膜と酸化シリコン膜とを有する被処理基板に対して、酸化シリコン膜を選択的にエッチングする方法において、真空雰囲気中にて、フッ化水素ガスとアンモニアガスとを含む処理ガス、及び窒素、水素、フッ素を含む化合物を含む処理ガスのうち少なくとも一方の処理ガスに前記被処理基板を間欠的に複数回曝す工程を行うことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－１４４２４９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、プラズマエッチングにおいてガスの切り替えを適切に行う。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一態様は、プラズマエッチング装置であって、チャンバと、前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、制御部と、を備え、前記ガス供給部は、前記ガスを供給するガスボックスと、前記ガスボックスからの前記ガスが内部で拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、前記制御部は、（

ａ）前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、（ｂ）前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止した後、当該ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給すると共に、前記ガス拡散室内を排気する工程と、を含む制御を実行し、前記（ｂ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内の前記プラズマを維持する圧力として、プラズマ処理条件に基づいて予め決定された閾値以上に維持される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、プラズマエッチングにおいてガスの切り替えを適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態にかかるプラズマエッチングシステムの構成例を示す説明図である。

[図2]実施形態にかかるプラズマエッチング装置の構成例を示す断面図である。

[図3]第１実施形態にかかるガス供給部の構成の概略を示す模式図である。

[図4]排気部の一の構成例の概略を示す模式図である。

[図5]排気部の他の構成例の概略を示す模式図である。

[図6]ガス供給方法における流量の制御にかかるシーケンスチャートである。

[図7]ガス供給方法におけるガス拡散室の圧力を示すグラフである。

[図8]ガス供給方法における流量の制御の変形例にかかるシーケンスチャートである。

[図9]第２実施形態にかかるガス供給部の構成の概略を示す模式図である。

[図10]ガス供給方法における流量の制御にかかるシーケンスチャートである。

[図11]ガス供給方法におけるガス拡散室及びチャンバの圧力を示すグラフである。

[図12]比較例にかかるガス供給方法における流量の制御にかかるシーケンス

チャート及びガス拡散室又はチャンバの圧力値を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイスの製造プロセスにおいては、半導体ウェハ（以下、「基板」という。）を収納した処理モジュールに所望の処理ガスを供給し、処理ガスのプラズマによって基板をエッチングするプラズマエッチングの処理が行われている。

[0009] プラズマエッチングにより処理される基板には、表面においてエッチングの選択比が異なる層が多数積層されたものが含まれる。かかる基板を処理する場合、各層に対する選択比が高い処理ガスを逐次供給し、一の処理ガスを供給して一の層をエッチングした後、他の処理ガスを供給して他の層をエッチングする工程を、連続して行う場合がある。

[0010] 特許文献１には、表面部に窒化シリコン膜と酸化シリコン膜とを有する被処理基板に対して、酸化シリコン膜を選択的にエッチングする方法において、真空雰囲気中にて、フッ化水素ガスとアンモニアガスとを含む処理ガス、及び窒素、水素、フッ素を含む化合物を含む処理ガスのうち少なくとも一方の処理ガスに前記被処理基板を間欠的に複数回曝す工程を行うことが開示されている。

[0011] 一方で、一の処理ガスを排気し、続いて他の処理ガスを供給するに当たっては、チャンバに接続された排気装置によって、シャワーヘッドを介してガス拡散室内の排気をすることがある。このような場合、シャワーヘッドのガス導入部における処理ガスの通流が律速となって、迅速なガス拡散室内の排気が行われない場合がある。

[0012] かかる課題につき本発明者が鋭意検討したところ、ガス拡散室内の排気を十分な速度で行うことができる排気部を設けることに想到した。さらに本発明者が鋭意検討したところ、このような排気部には、以下のような課題があることを見出した。すなわち、比較例にかかる図１２に示すように、第１のガスを供給し、第１のガスを排気部で排気し、その後第２のガスを供給することでガスの切り替えを行う場合に、排気部でガス拡散室内の排気を行って

いる間はガス拡散室内の圧力が低下し、ひいてはチャンバの圧力が低下する。チャンバの圧力が、プラズマの生成状態を維持するのに必要な圧力の閾値P_{CT}より低下すると、プラズマの生成状態が変化し、場合によっては失火する。

[0013] そこで、本開示にかかる技術は、プラズマエッチングにおいてガスの切り替えを適切に行う。具体的には、第１のガスの供給を停止した後、第２のガスを供給すると共に、ガス拡散室に設けた排気部によってガス拡散室内を排気する場合に、ガス拡散室内の圧力が、チャンバ内のプラズマを維持可能な拡散室内圧力の閾値以上となるか、又は、チャンバ内の圧力が、チャンバ内のプラズマを維持可能なチャンバ内圧力の閾値以上となるように、ガスの供給を制御する。

[0014] 以下、本実施形態にかかる基板処理装置の構成について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書において、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。

[0015] ＜プラズマエッチングシステム＞

図１は、プラズマエッチングシステムの構成例を説明するための図である。一実施形態において、プラズマエッチングシステムは、プラズマエッチング装置１及び制御部２を含む。プラズマエッチングシステムは、基板処理システムの一例であり、プラズマエッチング装置１は、基板処理装置の一例である。プラズマエッチング装置１は、プラズマエッチングチャンバ１０（以下、「チャンバ１０」という。）、基板支持部１１及びプラズマ生成部１２を含む。チャンバ１０は、プラズマ処理空間を有する。また、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、後述するガスボックス２１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。基板支持部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ＰＬ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ＰＬ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 ｐｌａｓｍａ）、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エッチング装置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エッチング装置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エッチング装置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エッチング装置１との間で通信してもよい。

[0018] ＜プラズマエッチング装置＞

以下に、基板処理装置の一例としての容量結合型のプラズマエッチング装置１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エッチング装置１の構成例を説明するための図である。

[0019] プラズマエッチング装置１は、チャンバ１０、基板支持部１１、ガス供給部２０、電源３０及び排気システム４０を含む。

[0020] 基板支持部１１は、チャンバ１０内に配置される。基板支持部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１１１ｂは、リングアセンブリ１１２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１１１は、基台１１１０及び静電チャック１１１１を含む。基台１１１０は、導電性部材を含む。基台１１１０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１１１１は、基台１１１０の上に配置される。静電チャック１１１１は、セラミック部材１１１１ａとセラミック部材１１１１ａ内に配置される静電電極１１１１ｂとを含む。セラミック部材１１１１ａは、中央領域１１１ａを有する。一実施形態において、セラミック部材１１１１ａは、環状領域１１１ｂ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１１１１を囲む他の部材が環状領域１１１ｂを有してもよい。この場合、リングアセンブリ１１２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１１１１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３１及び／又はＤＣ電源３２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１１１１ａ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１１１０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。

[0022] 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。

[0024] ガス供給部２０は、詳しくは後述するが、ガスボックス２１、ガス流路２２、ガス導入部及び排気部２４を含む。ガスボックス２１はガスソースから供給される複数のガスを流量を制御して供給するように構成される。ガス流路２２は、ガスボックス２１から供給されるガスをガス導入部へ供給するように構成される。ガス導入部は、２以上の処理ガスをチャンバ１０内に導入するように構成される。排気部２４は、ガス導入部に導入されたガスを排気するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド２５を含む。シャワーヘッド２５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２５は、チャンバ１０の天部（ｃｅｉｌｉｎｇ）の少なくとも一部を構成する。チャンバ１０は、シャワーヘッド２５、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。チャンバ１０は接地される。シャワーヘッド２５及び基板支持部１１は、チャンバ１０の筐体とは電気的に絶縁される。

[0025] シャワーヘッド２５は、ガスボックス２１からの処理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２５は、少なくとも１つのガス供給口２５ａ、少なくとも１つのガス拡散室２５ｂ、及び複数のガス導入口２５ｃを有する。ガス供給口２５ａに供給された処理ガスは、ガス拡散室２５ｂを通過して複数のガス導入口２５ｃからプラズマ処理空間１０ｓ内に導入される。また、シャワーヘッド２５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２５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。

[0026] ガスボックス２１は、少なくとも１つのガスソース２６及び少なくとも１つの流量制御器２７を含んでもよい。一実施形態において、ガスボックス２１は、２以上の処理ガスを、それぞれに対応のガスソース２６からそれぞれ

に対応の流量制御器２７を介してシャワーヘッド２５に供給するように構成される。各流量制御器２７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、ガスボックス２１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。

[0027] 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ＰＬが生成される。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。

[0028] 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。

[0029] 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いてもよい。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。

[0030] また、電源３０は、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。

[0031] 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。

[0032] 排気システム４０は、例えばチャンバ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。

[0033]（第１実施形態）

＜ガス供給部＞

以下、第１実施形態にかかるガス供給部２０について、図３～図５を参照しながら説明する。図３は、ガス供給部２０の構成の概略を示す模式図である。なお図３において、説明の便宜上、プラズマエッチング装置１におけるチャンバ１０及び基板支持部１１の一部並びにプラズマ生成部１２などの図示を省略している。

[0034] 図３で、ガスボックス２１は、第１のガスを供給する第１のガスソース２０１と、第２のガスを供給する第２のガスソース２０２と、を備える。第１のガスソース２０１及び第２のガスソース２０２は、それぞれ複数のガスソースを含んでいてもよい。また、一部のガスソースが第１のガスソース２０１及び第２のガスソースで共有されていてもよい。第１のガス及び第２のガスは、窒化シリコン膜及び酸化シリコン膜のいずれかを選択的にエッチングすることが可能な、公知のガスであってもよい。

[0035] ガス流路２２は、第１のガスソース２０１の下流で第１のガスを通流する第１の流路２１１を備える。またガス流路２２は、第２のガスソース２０２の下流で第２のガスを通流する第２の流路２１２を備える。また、第１の流路２１１及び第２の流路２１２の下流でこれらの流路が合流し、何れかのガスを通流する共通流路２１３を備える。本実施形態にかかる共通流路２１３は、ガスを面方向の圧力が均一となるように分散させる分岐構造２１４を含む。共通流路２１３は、分岐構造２１４における下流側の端部において、シャワーヘッド２５における複数のガス供給口２５ａに接続される。第１の流

路２１１は、共通流路２１３に接続される側の端部において第１のバルブ２１５を備える。また、第２の流路２１２は、共通流路２１３に接続される側の端部において第２のバルブ２１６を備える。

[0036] かかる構成を備えるガス流路２２によると、一例として、第１のバルブ２１５が開放され第２のバルブ２１６が閉止された状態で、第１のガスソース２０１から供給された第１のガスは、第１の流路２１１を通流し、共通流路２１３に流入する。第１のガスは、共通流路２１３の分岐構造２１４を通流して分散され、分岐構造２１４における下流側の端部から、シャワーヘッド２５における複数のガス供給口２５ａを経由して、ガス拡散室２５ｂに流入する。第１のガスは、ガス拡散室２５ｂにおいて面方向圧力分布が略均一となるように拡散され、その後、ガス導入口２５ｃを経由してチャンバ１０に導入される。

[0037] ガス拡散室２５ｂは、圧力計Ｐ１を備える。圧力計Ｐ１は、ガス拡散室２５ｂの内部の圧力を測定し、一例として、その測定値情報を制御部２に送信するように構成される。

[0038] チャンバ１０は、圧力計Ｐ２を備える。圧力計Ｐ２は、チャンバ１０の内部の圧力を測定し、一例として、その測定値情報を制御部２に送信するように構成される。

[0039] ガス拡散室２５ｂには、排気部２４が接続される。排気部２４は、排気流路２２１及び真空ポンプ２２２を備える。排気流路２２１は、ガス拡散室２５ｂに接続される端部と、真空ポンプ２２２に接続される端部を有し、内部においてガスを通流可能に構成される。真空ポンプ２２２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。また、真空ポンプ２２２は、排気システム４０に含まれていてもよい。

[0040] 一実施形態において、排気流路２２１は複数設けられ、ガス拡散室２５ｂに接続されるそれぞれの端部が、ガス拡散室２５ｂの平面視において周方向に均等に配置される。これにより、面方向の圧力分布が均等となるようにガス拡散室２５ｂの排気をすることができる。

[0041] 一実施形態において、図４に示すように、排気部２４は排気流路２２１においてコントロールバルブ２３０を備える。コントロールバルブ２３０は、一例として制御部２によって、排気流路２２１を通流するガスの流量を調節するように開度、開閉タイミング、又は開放時間などを制御可能に構成される。

[0042] 他の一実施形態において、図５に示すように、排気部２４は排気流路２２１においてタンク２４０を備え、タンク２４０の前後に第１のタンクバルブ２４１及び第２のタンクバルブ２４２を備える。タンク２４０の内部はガス拡散室２５ｂに対して負圧に維持可能に構成される。一実施形態において、タンク２４０の容積は、ガス拡散室２５ｂの容積と同程度である。

[0043] ＜ガス供給方法＞

次に、第１実施形態にかかるガス供給部２０を用いてガスをチャンバ１０に供給するガス供給方法ＭＴ１について、図６、図７を用いて説明する。図６は、ガス供給方法ＭＴ１における第１のガスソース２０１又は第２のガスソース２０２から供給される第１のガス又は第２のガスの流量、及び、排気部２４によるガス拡散室２５ｂからの排気流量の制御にかかるシーケンスチャートである。

[0044] ガス供給方法ＭＴ１は、チャンバ１０に供給するガスを第１のガスから第２のガスへ切り替えること、又は、第２のガスから第１のガスへ切り替えることを含む方法であって、以下の工程ＳＴ１１～ＳＴ１４を含む。

[0045] 工程ＳＴ１１で、第１のガスソース２０１から第１の流量$Ｆ_{1}$で第１のガスの供給を開始してプラズマＰＬを生成し、所望の時間継続後、第１のガスの供給を停止する。一実施形態において、第１の流量$Ｆ_{1}$は、チャンバ１０において第１のガスのプラズマＰＬの生成状態を維持するため、チャンバ１０内を所望の圧力に維持するための流量である。この際、ガス拡散室２５ｂの圧力は、拡散室内圧力の閾値$Ｐ_{DT}$以上に維持される。当該拡散室内圧力の閾値$Ｐ_{DT}$は、チャンバ１０内のプラズマＰＬが維持された状態におけるガス拡散室２５ｂの圧力として、ガス種、ＲＦ信号の周波数若しくは電圧、チャンバ

１０内の温度、又は、チャンバ１０の容積などのプラズマ処理条件に基づいて、予め決定された値である。ガス拡散室２５ｂ内の圧力が拡散室内圧力の閾値P_{DT}以上である場合には、チャンバ１０内の圧力が所望の圧力に維持され、当該チャンバ１０内のプラズマが維持される。かかる拡散室内圧力の閾値P_{DT}は、プラズマ処理条件ごとに実験的に決定してもよく、シミュレーションにより決定してもよい。

[0046] 工程ＳＴ１２で、第２のガスソース２０２から第２の流量F_2で第２のガスの供給を開始する。第２の流量F_2については後述する。

[0047] 工程ＳＴ１３で、排気部２４により後述する排気流量ＶＡＣでガス拡散室２５ｂを排気する。かかる排気では、後述する理由により、図７に示すようにガス拡散室２５ｂは所望の圧力に保たれている。後述する排気時間の経過後、ガス拡散室２５ｂの排気を停止する。

[0048] 工程ＳＴ１４で、第２のガスソース２０２から供給する第２のガスの流量を、第２の流量F_2から第３の流量F_3に変更し、所望の時間継続する。一実施形態において、第３の流量F_3は、第２の流量F_2よりも小さい流量であって、チャンバ１０において第２のガスのプラズマＰＬの生成状態を維持するため、チャンバ１０内を所望の圧力に維持するための流量である。

[0049] 上記工程ＳＴ１１～ＳＴ１４によって、第１のガスから第２のガスへの切り替えが完了する。工程ＳＴ１１及び工程ＳＴ１４では、それぞれ、第１のガスのプラズマＰＬ又は第２のガスのプラズマＰＬによって、チャンバ１０に配置された基板Ｗに対するプラズマエッチングを行うことができる。

[0050] 工程ＳＴ１４の実行後、第２のガスの供給を停止した後は、工程ＳＴ１２と同様の工程ＳＴ１２’により第１のガスの供給を第４の流量F_4で行い、工程ＳＴ１３と同様の工程ＳＴ１３’により第２のガスの排気を行うことで、第２のガスから第１のガスへの切り替えを行うことができる。第１のガスへの切り替え後は、工程ＳＴ１４と同様の工程ＳＴ１４’により第１のガスの流量を第４の流量F_4から第１の流量F_1に変更し、工程ＳＴ１１に戻る。第１のガスへの切り替えに際し、第１のガスの第１の流量F_1は第２のガスの第

３の流量F_3に対応し、第１のガスの第４の流量F_4は第２のガスの第２の流量F_2に対応する。その後、所望の回数第１のガス及び第２のガスの切り替えを行いながら、プラズマエッチングを継続することができる。

[0051] 次に、工程ＳＴ１２における第２の流量F_2について説明する。まず、工程ＳＴ１１で供給されていた第１のガスは、供給が終了した時点では、共通流路２１３及びガス拡散室２５ｂに残留している。その後、工程ＳＴ１２で第２のガスの供給が開始されると、第２のガスが共通流路２１３及びガス拡散室２５ｂに順次充てんされていく。この際、第２のガスは共通流路２１３に残留した第１のガスをガス拡散室２５ｂの方向へ押し出す。このように押し出された第１のガスは、工程ＳＴ１３で順次排気されていく。

[0052] 第１のガスが工程ＳＴ１３で順次排気される際、仮に、工程ＳＴ１２で供給される第２のガスの流量が排気流量ＶＡＣと略等しい流量であるような比較例の場合を考える。かかる比較例の場合、共通流路２１３から押し出される第１のガスの流量は排気流量ＶＡＣ程度となる。工程ＳＴ１３では排気部２４からの排気が行われるから、共通流路２１３から押し出される第１のガスの流量から排気流量ＶＡＣを減じた流量がガス拡散室２５ｂに供給されるガスの見かけの流量となる。かかる見かけの流量は、ガス拡散室２５ｂを拡散室内圧力の閾値P_{DT}以上に維持するのに十分でない。そのため、工程ＳＴ１３の実行中においてガス拡散室２５ｂからチャンバ１０内に導入されるガスの流量が低下する。その結果、チャンバ１０の圧力は低下し、プラズマＰＬの生成状態を維持するのに必要なチャンバ内圧力の閾値P_{CT}を下回って、プラズマＰＬが失火する可能性がある（図１２参照）。なお、チャンバ内圧力の閾値P_{CT}は、ガス種、ＲＦ信号の周波数若しくは電圧、チャンバ１０内の温度、又は、チャンバ１０の容積などのプラズマ処理条件に基づいて、予め決定された値である。チャンバ１０の圧力がチャンバ内圧力の閾値P_{CT}以上である場合には、チャンバ１０内のプラズマが維持される。かかるチャンバ内圧力の閾値P_{CT}は、プラズマ処理条件ごとに実験的に決定してもよく、シミュレーションにより決定してもよい。一実施形態において、チャンバ内

圧力の閾値P_{CT}は、５ｍＴｏｒｒ以上である。

[0053] これに対し、本実施形態にかかるガス供給方法ＭＴ１では、工程ＳＴ１２において第２のガスを、第２の流量F_2で供給する。これにより、共通流路２１３から押し出される第１のガスの流量は、第２の流量F_2程度となる。ここで、第２の流量F_2は、第３の流量F_3に先出し流量F_{Ad}を加算したものであり、そのため第３の流量F_3よりも大きい。なお本明細書において第２のガスの「先出し」とは、第２のガスが基板Ｗのプラズマ処理に必要とされる工程ＳＴ１４に先行して、工程ＳＴ１３の第１のガスの排気中にも供給されること（工程ＳＴ１２）を意味する。先出し流量F_{Ad}は、図６に示すように、工程ＳＴ１３の排気時間に重複する期間、第３の流量に上乗せされる流量である。一実施形態において、第２の流量F_2は、第３の流量F_3と排気流量ＶＡＣとの和である。工程ＳＴ１３では排気部２４からの排気が行われるから、第２の流量F_2から排気流量ＶＡＣを減じた流量がガス拡散室２５ｂに供給されるガスの見かけの流量となる。かかる見かけの流量で第２のガスがガス拡散室２５ｂに供給されることにより、図７に示すように、工程ＳＴ１３実行中においてガス拡散室２５ｂが拡散室内圧力の閾値P_{DT}以上に保たれる。

[0054] 次に、工程ＳＴ１３における排気流量ＶＡＣについて説明する。排気流量ＶＡＣは、工程ＳＴ１３実行中において第２の流量F_2から当該排気流量ＶＡＣを減じた見かけの流量が、ガス拡散室２５ｂを所望の圧力に維持するのに十分であるような流量である。一例として、排気流量ＶＡＣは、第２の流量F_2に含まれる先出し流量F_{Ad}と略同一としてもよい。この場合、第２の流量F_2から排気流量ＶＡＣを減じた見かけの流量は第３の流量F_3と略同一となり、かかる見かけの流量はガス拡散室２５ｂを拡散室内圧力の閾値P_{DT}以上に維持するのに十分である。

[0055] 次に、工程ＳＴ１３における排気時間について説明する。排気時間は、特に限定されないが、ガス拡散室２５ｂ及び共通流路２１３に充てんされた第１のガスが十分に排気される時間とする。このような排気時間は、ガス拡散室２５ｂ及び共通流路２１３の容積の和、ガス温度、排気流量ＶＡＣ、並び

にガス拡散室２５ｂからチャンバ１０に導入されるガスの流量などから決定することができる。

[0056] 次に、工程ＳＴ１３における排気部２４による排気の方法の一例を説明する。図４に示すコントロールバルブ２３０を備える構成例の場合、コントロールバルブ２３０の開閉、開度及び開放時間を制御することで、排気の開始及び終了と、排気流量ＶＡＣが調節される。コントロールバルブ２３０によって排気流量ＶＡＣを調節する場合、第２の流量F_2に含まれる先出し流量F_{Ad}の調節を排気流量ＶＡＣの調節と連動して行い、先出し流量F_{Ad}と排気流量ＶＡＣとが略同一となるように制御してもよい。また、ガス拡散室２５ｂに備える圧力計Ｐ１で測定される圧力値を参照し、当該圧力値が所望の圧力に維持されるように、コントロールバルブ２３０によって排気流量ＶＡＣを制御してもよい。

[0057] また、図５に示すタンク２４０を備える構成例の場合、工程ＳＴ１３で排気を開始する際には第１のタンクバルブ２４１を開放する。タンク２４０は、予めガス拡散室２５ｂに対して負圧とすることにより、第１のタンクバルブ開放時にガス拡散室２５ｂとタンク２４０とが連通し、ガス拡散室２５ｂのガスがタンク２４０に排気される。一実施形態においてタンク２４０の容積をガス拡散室２５ｂの容積と略同一とした構成例で、タンク２４０を真空となるように維持した場合は、工程ＳＴ１３で第１のタンクバルブ２４１を開放した際にガス拡散室２５ｂに残留したガスの全てが速やかにタンク２４０に排気される。これにより、残留したガスの排気を速やかに行い、ガスの切り替えを速やかに実行することができる。

[0058] 次に、第１実施形態にかかるガス供給部２０を用いたガス供給方法ＭＴ１の変形例について、図８を用いて説明する。図８は、ガス供給方法ＭＴ１における第１のガスソース又は第２のガスソースから供給される第１のガス又は第２のガスの流量、及び、ガス拡散室２５ｂからの排気流量ＶＡＣの制御にかかるシーケンスチャートである。

[0059] 図８に示す変形例では、工程ＳＴ１３に代えて、ガス供給方法ＭＴ１実行

中は、常に、排気部２４によりガス拡散室２５ｂを排気する。当該変形例では、ガス拡散室２５ｂに備える圧力計Ｐ１で測定される圧力値を参照し、当該圧力値が所望の値に維持されるように、コントロールバルブ２３０によって排気流量ＶＡＣを制御する。かかる制御は、当該圧力値に基づく公知のフィードバック制御であってもよい。これにより、ガス拡散室２５ｂを所望の圧力に維持することができる。

[0060]（第２実施形態）

＜ガス供給部＞

以下、第２実施形態にかかるガス供給部３００について、図９～図１１を参照しながら説明する。図９は、ガス供給部３００の構成の概略を示す模式図である。図９で、ガス供給部３００は、第１のガスライン３０１と、第２のガスライン３０２を備える。見やすさのため、第１のガスライン３０１の構成要素は実線で図示し、第２のガスライン３０２の構成要素は点線で図示している。

[0061] 第１のガスライン３０１の構成は、上述した第１実施形態に係るガス供給部２０の構成と同様である。すなわち、ガスボックス２１は、第１のガスライン３０１において、第１のガスを供給する第１のガスソース３１１と、第２のガスを供給する第２のガスソース３１２と、を備える。また、ガス流路２２は、第１のガスソース３１１の下流で第１のガスを通流する第１の流路３２１を備える。また、第２のガスソース３１２の下流で第２のガスを通流する第２の流路３２２を備える。また、第１の流路３２１及び第２の流路３２２の下流でこれらの流路が合流し、何れかのガスを通流する共通流路３２３を備える。第１の流路３２１は、共通流路３２３に接続される側の端部において第１のバルブ３２５を備える。また、第２の流路３２２は、共通流路３２３に接続される側の端部において第２のバルブ３２６を備える。本実施形態にかかる共通流路３２３は、ガスを面方向の圧力が均一となるように分散させる分岐構造３２８を構成する。共通流路３２３は、分岐構造３２８における下流側の端部において、シャワーヘッド２５における第１のガス拡散

室３３０における複数のガス供給口２５ａに接続される。

[0062] かかる構成を備える第１のガスライン３０１によると、一例として、第１のバルブ３２５が開放され第２のバルブ３２６が閉止された状態で、第１のガスソース３１１から供給された第１のガスは、第１の流路３２１を通流し、共通流路３２３に流入する。第１のガスは、共通流路３２３の分岐構造３２８を通流して分散され、分岐構造３２８における下流側の端部から、シャワーヘッド２５における複数のガス供給口２５ａを経由して、第１のガス拡散室３３０に流入する。第１のガスは、第１のガス拡散室３３０において面方向圧力分布が略均一となるように拡散され、その後、第１のガス拡散室３３０におけるガス導入口２５ｃを経由してチャンバ１０に導入される。

[0063] 第１のガス拡散室３３０は圧力計Ｐ１を備える。圧力計Ｐ１は、第１のガス拡散室３３０の内部の圧力を測定し、一例として、その測定値情報を制御部２に送信する。また、第１のガス拡散室３３０に対しては、排気部２４が接続される。排気部２４の構成及び制御方法については、第１実施形態と同様である。

[0064] 第２のガスライン３０２は、第３のガスを供給する第３のガスソース３４１と、第３の流路３４２とを備える。第３のガスソース３４１は、複数のガスソースを含んでいてもよい。また、一部のガスソースが第１のガスソース３１１又は第２のガスソース３１２との間で共有されていてもよい。第３の流路３４２は、分岐構造３４４を備え、分岐構造３４４の下流側の端部において、シャワーヘッド２５における第２のガス拡散室３５０における複数のガス供給口２５ａに接続される。第３のガスは、一例として、第１のガス又は第２のガスに共通して含まれるキャリアガスを含んでいてもよい。キャリアガスは、一例として、Ａｒ及び／又はO_2ガスを含んでいてもよい。

[0065] かかる構成を備える第２のガスライン３０２によると、一例として、第３のガスソース３４１から供給された第３のガスは、第３の流路３４２の分岐構造３４４を通流して分散され、分岐構造３４４における下流側の端部から、シャワーヘッド２５における複数のガス供給口２５ａを経由して、第２の

ガス拡散室３５０に流入する。第３のガスは、第２のガス拡散室３５０において面方向圧力分布が略均一となるように拡散され、その後、第２のガス拡散室３５０におけるガス導入口２５ｃを経由してチャンバ１０に導入される。

[0066] シャワーヘッド２５における第１のガス拡散室３３０と、第２のガス拡散室３５０とは、ガスの通流に関して互いに独立している。すなわち、第２のガスラインは少なくとも第１のガス拡散室３３０を経由せずに、ガスをチャンバ１０に供給することが可能に構成される。排気部２４は第１のガス拡散室３３０にのみ接続されているから、排気部２４による排気は、第１のガス拡散室３３０からのみ行われ、第２のガス拡散室３５０からは行われない。

[0067] ＜ガス供給方法＞

次に、第２実施形態にかかるガス供給部３００を用いてガスをチャンバ１０に供給するガス供給方法ＭＴ２について、図１０を用いて説明する。図１０は、ガス供給方法ＭＴ２における第１のガスライン３０１又は第２のガスライン３０２から供給される第１のガス、第２のガス又は第３のガスの流量、及び、第１のガス拡散室３３０からの排気流量の制御にかかるシーケンスチャートである。

[0068] ガス供給方法ＭＴ２は、チャンバ１０に供給するガスを第１のガスから第２のガスへ切り替えること、又は、第２のガスから第１のガスへ適切に切り替えることを可能とする方法であって、以下の工程ＳＴ２１～ＳＴ２４を含む。

[0069] 工程ＳＴ２１で、第１のガスソース３１１から第１の流量F_1で第１のガスの供給を開始してプラズマＰＬを生成し、所望の時間継続後、第１のガスの供給を停止する。一実施形態において、第１の流量F_1は、チャンバ１０において第１のガスのプラズマＰＬの生成状態を維持するため、チャンバ１０内を所望の圧力に維持するための流量である。

[0070] 工程ＳＴ２２で、排気部２４により後述する排気流量ＶＡＣで第１のガス拡散室３３０を排気する。かかる排気では、後述する理由により、チャンバ

１０はチャンバ内圧力の閾値P_{CT}以上に保たれている。後述する排気時間の経過後、第１のガス拡散室３３０の排気を停止する。

[0071] 工程ＳＴ２３で、第２のガスソース３１２から第２の流量F_2で第２のガスの供給を開始する。一実施形態において、第２の流量F_2は、チャンバ１０において第２のガスのプラズマＰＬの生成状態を維持するため、チャンバ１０内を所望の圧力に維持するための流量である。

[0072] 工程ＳＴ２４で、上記工程ＳＴ２１～ＳＴ２３の実行中に、継続して、第２のガスライン３０２において、第３のガスソース３４１から第３の流量F_3で第３のガスを供給する。第３の流量F_3については、後述する。

[0073] 上記工程ＳＴ２１～ＳＴ２４によって、第１のガスから第２のガスへの切り替えが完了する。工程ＳＴ２１及び工程ＳＴ２３では、それぞれ、第１のガスのプラズマＰＬ又は第２のガスのプラズマＰＬによって、チャンバ１０に配置された基板に対するプラズマエッチングを行うことができる。また、工程ＳＴ２３の実行後、第２のガスの供給を停止した後は、工程ＳＴ２４を継続しながら、工程ＳＴ２２、工程ＳＴ２１の順に実行することより、第２のガスから第１のガスへの切り替えを行うことができる。その後、所望の回数だけ第１のガス及び第２のガスの切り替えを行いながら、プラズマエッチングを継続することができる。

[0074] 次に、工程ＳＴ２４の詳細について説明する。まず、工程ＳＴ２１で供給されていた第１のガスは、供給が終了した後、工程ＳＴ２２で共通流路３２３及び第１のガス拡散室３３０から順次排気されていく。工程ＳＴ２２の実行中は第１のガス拡散室３３０にはガスが供給されていないので、第１のガス拡散室３３０に設けられる圧力計Ｐ１で測定される圧力値は、図１１の上段に示すように、真空P_0に近づく。

[0075] ここで、仮に、工程ＳＴ２４で第２のガスライン３０２から第３のガスを供給していない比較例の場合は、工程ＳＴ２３で第２のガスが供給されるまでの間、チャンバ１０の圧力は低下し、プラズマＰＬの生成状態を維持するのに必要なチャンバ内圧力の閾値P_{CT}を下回って、プラズマＰＬが失火する

可能性がある（図１２参照）。なお、チャンバ内圧力の閾値P_{CT}の意義については、上記第１実施形態において説明したのと同様である。

[0076] これに対し、本実施形態にかかるガス供給方法ＭＴ２では、工程ＳＴ２４において第３のガスが第３の流量F_3でチャンバ１０に供給される。これにより、図１１の下段に示すように、チャンバ１０に設けられる圧力計Ｐ２で測定される圧力値がプラズマＰＬを維持するのに必要なチャンバ内圧力の閾値P_{CT}を十分に上回り、チャンバ１０を十分な圧力に維持することができる。

[0077] 第３の流量F_3は、チャンバ１０において、第１のガスライン３０１から供給される第１のガスと、第２のガスライン３０２から供給される第３のガスとを合わせたガスのプラズマＰＬの生成状態を維持するため、チャンバ１０内を所望の圧力に維持するための流量である。第１のガスライン３０１においては、工程ＳＴ２２においてチャンバ１０に導入される第１のガスの圧力が低下している。そのため第３の流量F_3は、その低下した圧力を補う圧力をチャンバ１０に生じさせるのに十分な流量である。一実施形態において、第３の流量F_3は、工程ＳＴ２２において排気される排気流量ＶＡＣと略同一である。この場合、工程ＳＴ２２において第１のガス拡散室３３０から当該排気流量ＶＡＣで排気される第１のガスと同じ流量である第３の流量F_3で第３のガスが供給されるから、チャンバ１０の圧力がチャンバ内圧力の閾値P_{CT}以上に維持される。

[0078] また、副次的な効果として、第１のガスライン３０１において第１のガス拡散室３３０に充てんされるガスの圧力を、第１実施形態と比較して低くすることができるので、第１のガス拡散室３３０の排気に要する時間を短縮することができる。さらに、第１のガス拡散室３３０に充てんされるガスの圧力を低くすることで、異常放電のリスクを低減することができる。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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）プラズマエッチング装置であって、

チャンバと、

前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、

制御部と、を備え、

前記ガス供給部は、

前記ガスを供給するガスボックスと、

前記ガスボックスからの前記ガスが内部で拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、

前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、

前記制御部は、

（ａ）前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、

（ｂ）前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止した後、当該ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給すると共に、前記ガス拡散室内を排気する工程と、を含む制御を実行し、

前記（ｂ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内の前記プラズマを維持する圧力として、プラズマ処理条件に基づいて予め決定された閾値以上に維持される、プラズマエッチング装置。

（２）前記制御部は、さらに、

（ｃ）前記（ｂ）工程の実行後、前記ガス拡散室内の排気を停止する工程と

、

（ｄ）前記ガスボックスから前記第２の流量よりも小さい第３の流量で前記第２のガスの供給を継続する工程と、を含む制御を実行し、

前記（ｃ）工程及び前記（ｄ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が前記閾値以上に維持される、上記（１）に記載のプラズマエッチング装置。

（３）前記第２の流量は、前記第３の流量と、前記（ｂ）工程で前記ガス拡散室内を排気する際の排気流量との和である、上記（２）に記載のプラズマエッチング装置。

（４）プラズマエッチング装置であって、

チャンバと、

前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、

制御部と、を備え、

前記ガス供給部は、

前記ガスを供給するガスボックスと、

第１のガスラインと、

第２のガスラインと、を備え、

前記第１のガスラインは、

前記ガスボックスからの前記ガスが拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、

前記ガス拡散室内の前記ガスを排気する排気部と、を備え、

前記第２のガスラインは、少なくとも前記第１のガスラインの前記ガス拡散室を経由せずに前記ガスを前記チャンバに供給することが可能に構成され、

前記制御部は、

（ａ）前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、

（ｂ）前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止し、続いて、前記ガス拡散室内を排気し、続いて、前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給

する工程と、

（ｃ）少なくとも前記（ｂ）工程の実行中に、前記第２のガスラインにおいて前記ガスボックスから第３の流量で第３のガスを供給する工程と、

を含む制御を実行し、

前記（ｂ）工程及び前記（ｃ）工程において、前記チャンバ内の圧力が、前記チャンバ内の前記プラズマを維持する圧力として、プラズマ処理条件に基づいて予め決定された閾値以上に維持される、

プラズマエッチング装置。

（５）前記（ｂ）工程で前記第１のガスラインにおいて前記ガス拡散室内を排気する際の排気流量が、前記第３の流量と同一である、上記（４）に記載のプラズマエッチング装置。

（６）前記排気部は、前記ガス拡散室に対して内部が負圧に維持可能に構成されるタンクを備え、

前記制御部は、前記ガス拡散室と前記タンクとを連通させることにより前記ガス拡散室内を排気する、上記（１）～（５）の何れか一つに記載のプラズマエッチング装置。

（７）前記タンクの容積は、前記ガス拡散室の容積と同一である、上記（６）に記載のプラズマエッチング装置。

（８）プラズマエッチング装置を用いたプラズマエッチング方法であって、

前記プラズマエッチング装置は、

チャンバと、

前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、を備え、

前記ガス供給部は、

前記ガスを供給するガスボックスと、

前記ガスボックスからの前記ガスが内部で拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、

前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、

前記プラズマエッチング方法は、

（ａ）前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、

（ｂ）前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止した後、前記ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給すると共に、前記ガス拡散室内を排気する工程と、を含み、

前記（ｂ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内の前記プラズマを維持する圧力として、プラズマ処理条件に基づいて予め決定された閾値以上に維持される、プラズマエッチング方法。

（９）（ｃ）前記（ｂ）工程の実行後、前記ガス拡散室内の排気を停止する工程と、

（ｄ）前記ガスボックスから前記第２の流量よりも小さい第３の流量で前記第２のガスの供給を継続する工程と、をさらに含み、

前記（ｃ）工程及び前記（ｄ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が前記閾値以上に維持される、上記（８）に記載のプラズマエッチング方法。

（１０）前記第２の流量は、前記第３の流量と、前記（ｂ）工程で前記ガス拡散室内を排気する排気流量との和である、上記（９）に記載のプラズマエッチング方法。

符号の説明

[0082]

F_1　第１の流量F_1

F_2　第２の流量F_2

ＶＡＣ　排気流量ＶＡＣ

１　プラズマエッチング装置

２　制御部

１０　チャンバ

２０　ガス供給部

２１　ガスボックス

２４　排気部

２５ｂ　ガス拡散室

請求の範囲

[請求項1] プラズマエッチング装置であって、

チャンバと、

前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、

制御部と、を備え、

前記ガス供給部は、

前記ガスを供給するガスボックスと、

前記ガスボックスからの前記ガスが内部で拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、

前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、

前記制御部は、

（ａ）前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、

（ｂ）前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止した後、当該ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給すると共に、前記ガス拡散室内を排気する工程と、を含む制御を実行し、

前記（ｂ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内のプラズマが維持される圧力に設定される、プラズマエッチング装置。

[請求項2] 前記制御部は、さらに、

（ｃ）前記（ｂ）工程の実行後、前記ガス拡散室内の排気を停止する工程と、

（ｄ）前記ガスボックスから前記第２の流量よりも小さい第３の流量で前記第２のガスの供給を継続する工程と、を含む制御を実行し、

前記（ｃ）工程及び前記（ｄ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内のプラズマが維持される圧力に設定される、請求項１に記載のプラズマエッチング装置。

[請求項3] 前記第２の流量は、前記第３の流量と、前記（ｂ）工程において前記

ガス拡散室内を排気する際の排気流量との和である、請求項２に記載のプラズマエッチング装置。

[請求項4] プラズマエッチング装置であって、

チャンバと、

前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、

制御部と、を備え、

前記ガス供給部は、

前記ガスを供給するガスボックスと、

第１のガスラインと、

第２のガスラインと、を備え、

前記第１のガスラインは、

前記ガスボックスからの前記ガスが拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、

前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、

前記第２のガスラインは、少なくとも前記第１のガスラインの前記ガス拡散室を経由せずに前記ガスを前記チャンバに供給することが可能に構成され、

前記制御部は、

（ａ）前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、

（ｂ）前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止し、続いて、前記ガス拡散室内を排気し、続いて、前記第１のガスラインにおいて前記ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給する工程と、

（ｃ）少なくとも前記（ｂ）工程の実行中に、前記第２のガスラインにおいて前記ガスボックスから第３の流量で第３のガスを供給する工程と、を含む制御を実行し、

前記（ｂ）工程及び前記（ｃ）工程において、前記チャンバ内の圧力が、前記チャンバ内のプラズマが維持される圧力に設定される、
プラズマエッチング装置。

[請求項5] 前記（ｂ）工程で前記第１のガスラインにおいて前記ガス拡散室内を排気する際の排気流量が、前記第３の流量と同一である、請求項４に記載のプラズマエッチング装置。

[請求項6] 前記排気部は、前記ガス拡散室に対して内部が負圧に維持可能に構成されるタンクを備え、
前記制御部は、前記ガス拡散室と前記タンクとを連通させることにより前記ガス拡散室内を排気する、請求項１～５の何れか一項に記載のプラズマエッチング装置。

[請求項7] 前記タンクの容積は、前記ガス拡散室の容積と同一である、請求項６に記載のプラズマエッチング装置。

[請求項8] プラズマエッチング装置を用いたプラズマエッチング方法であって、
前記プラズマエッチング装置は、
チャンバと、
前記チャンバにガスを供給するガス供給部と、を備え、
前記ガス供給部は、
前記ガスを供給するガスボックスと、
前記ガスボックスからの前記ガスが内部で拡散され、前記チャンバに前記ガスを導入するガス拡散室と、
前記ガス拡散室内の前記ガスを排出する排気部と、を備え、
前記プラズマエッチング方法は、
（ａ）前記ガスボックスから第１の流量で第１のガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを生成する工程と、
（ｂ）前記ガスボックスからの前記第１のガスの供給を停止した後、前記ガスボックスから第２の流量で第２のガスを供給すると共に、前記ガス拡散室内を排気する工程と、を含み、

前記（ｂ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内のプラズマが維持される圧力に設定される、プラズマエッチング方法。

[請求項9] （ｃ）前記（ｂ）工程の実行後、前記ガス拡散室内の排気を停止する工程と、

（ｄ）前記ガスボックスから前記第２の流量よりも小さい第３の流量で前記第２のガスの供給を継続する工程と、をさらに含み、

前記（ｃ）工程及び前記（ｄ）工程において、前記ガス拡散室内の圧力が、前記チャンバ内のプラズマが維持される圧力に設定される、請求項８に記載のプラズマエッチング方法。

[請求項10] 前記第２の流量は、前記第３の流量と、前記（ｂ）工程で前記ガス拡散室内を排気する排気流量との和である、請求項９に記載のプラズマエッチング方法。