明　細　書

発明の名称 ： プラズマ処理装置及び基板処理装置

技術分野

[0001]　本開示の例示的実施形態は、プラズマ処理装置及び基板処理装置に関する。

背景技術

[0002]　半導体処理装置に、高温環境向けのプラズマビューポートを設ける技術として、特許文献１に記載された技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０２２－５４５２７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　本開示は、基板処理空間から流出する物質を回収することができる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一つの例示的実施形態におけるプラズマ処理装置は、プラズマ処理空間を有するチャンバと、チャンバに取り付けられるプラズマビューポートと、を備え、プラズマビューポートは、第１の窓と、第１の窓とプラズマ処理空間との間に配置される第２の窓と、第１の窓と第２の窓との間に配置される第３の窓と、第２の窓と第３の窓との間に配置されるラティス構造体と、を含む。

発明の効果

[0006]　本開示の一つの例示的実施形態によれば、基板処理空間から排出される粒子を回収することができる技術を提供することができる。

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]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]プラズマビューポートの構成例を説明するための図である。

[図4]プラズマビューポートのフレームの構成例を説明するための図である。

[図5]プラズマビューポートの構成例を説明するための、第２の窓側から第１の窓を見た図である。

[図6]Ｏｃｔａｐｅａｋのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図7]ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図8]Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図9]ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図10]Ｓｔａｒのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図11]ＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体の一例を説明するための図である。

[図12]プラズマビューポートの他の構成例を説明するための図である。

[図13]プラズマビューポートの他の構成例を説明するための、第２の窓側から第１の窓を見た図である。

[図14]プラズマ処理装置の他の構成例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の各実施形態について説明する。

[0009] 一つの例示的実施形態において、プラズマ処理空間を有するチャンバと、チャンバに取り付けられるプラズマビューポートと、を備え、プラズマビューポートは、第１の窓と、第１の窓とプラズマ処理空間との間に配置される第２の窓と、第１の窓と第２の窓との間に配置される第３の窓と、第２の窓と第３の窓との間に配置されるラティス構造体と、を含む、プラズマ処理装置が提供される。

[0010] 一つの例示的実施形態において、第１の窓は、石英材料を含む。

[0011] 一つの例示的実施形態において、第３の窓は、サファイア材料を含む。

[0012] 一つの例示的実施形態において、第２の窓は、プラズマ処理空間と連通する複数の貫通孔を有する。

[0013] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む。

[0014] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する。

[0015] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する。

[0016] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、第２の窓から第１の窓を見たときに、第１の窓と重複するように配置される。

[0017] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、第２の窓から第１の窓を見たときに、第１の窓と重複する空間を囲むように配置される。

[0018] 一つの例示的実施形態において、基板処理空間を有するチャンバと、チャンバに取り付けられるビューポートと、を備え、ビューポートは、基板処理空間と連通する第１の空間を規定するフレームと、第１の窓と、第１の空間内において第１の窓と基板処理空間との間に配置されるラティス構造体と、を含む、基板処理装置が提供される。

[0019] 一つの例示的実施形態において、第１の窓は、石英、サファイア、ＹＡＧ及びY_2O_3からなる群から選択される材料を含む。

[0020] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む。

[0021] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する。

[0022] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、

ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する。

[0023] 一つの例示的実施形態において、基板処理空間を有するチャンバと、基板処理空間と連通する第１の空間を有する部材と、第１の空間内に配置されるラティス構造体と、を備える、基板処理装置が提供される。

[0024] 一つの例示的実施形態において、第１の空間を介して基板処理空間と連通する排気システムをさらに備える。

[0025] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む。

[0026] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する。

[0027] 一つの例示的実施形態において、ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する。

[0028] 以下、図面を参照して、本開示の各実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づいて上下左右等の位置関係を説明する。図面の寸法比率は実際の比率を示すものではなく、また、実際の比率は図示の比率に限られるものではない。

[0029] ＜プラズマ処理システムの一例＞

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。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、基板支持部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。

[0030] 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 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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（単に「チャンバ」ともいう。）、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は接地される。シャワーヘッド１３及び基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０の筐体とは電気的に絶縁される。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] シャワーヘッド１３は、ガス供給部２０からの少なくとも１つ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。また、シャワーヘッド１３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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 一実施形態において、プラズマ処理装置１は、プラズマビューポート２００と、検出器２０１とをさらに備える。

[0047] 一実施形態において、プラズマビューポート２００は、チャンバ１０の側壁１０ａに取り付けられている。

[0048] 図３は、プラズマビューポート２００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、プラズマビューポート２００は、第１の窓２５０と、第２の窓２５１と、第３の窓２５２と、フレーム２５３と、ラティス構造体２５４とを有する。

[0049] 第２の窓２５１、ラティス構造体２５４、第３の窓２５２及び第１の窓２５０は、チャンバ１０内のプラズマ処理空間１０ｓからチャンバ１０外の検出器２０１に向けてこの順番に配置されている。

[0050] 第２の窓２５１は、プラズマ処理空間１０ｓと連通する複数の貫通孔３００を有する。各貫通孔３００は、０．１ｍｍから１０ｍｍの直径を有してよい。この例では、チャンバ１０の側壁１０ａは、内側側壁３１０と外側側壁３１１を有する。内側側壁３１０は、プラズマ処理時に生成された反応生成物が外側側壁３１１に付着することを抑制するデポシールドである。内側側壁３１０は、チャンバ１０から取り外し可能であってよい。一実施形態において、第２の窓２５１は、内側側壁３１０に取り付けられている。第２の窓２５１は、内側側壁３１０に対し着脱自在であってよい。第２の窓２５１は、基板支持部１１とシャワーヘッド１３との間のプラズマ処理空間１０ｓに

対向するように配置されている。

[0051] 一実施形態において、フレーム２５３は、ラティス構造体２５４、第３の窓２５２及び第１の窓２５０を保持するものである。フレーム２５３は、チャンバ１０の外側側壁３１１に取り付けられている。フレーム２５３は、外側側壁３１１に対し着脱自在であってよい。

[0052] 一実施形態において、フレーム２５３は、プラズマ処理空間１０ｓ側に配置される筒状部３５０と、検出器２０１側に配置されるフランジ部３５１を有する。

[0053] 一実施形態において、筒状部３５０は、プラズマ処理空間１０ｓと連通する第１の空間３６０を規定するように構成される第１の部分３７０と、第３の窓２５２を保持するように構成される窓保持部３７１と、第３の窓２５２と第１の窓２５０との間に第２の空間３６１を規定するように構成される第２の部分３７２を有する。第１の部分３７０が規定する第１の空間３６０は、第２の窓２５１の貫通孔３００を介してプラズマ処理空間１０ｓに連通している。窓保持部３７１は、第１の空間３６０と第２の空間３６１の間で第３の窓２５２を保持するように構成されている。窓保持部３７１は、第３の窓２５２を取り外し可能に構成されてよい。

[0054] 一実施形態において、フランジ部３５１は、第１の窓２５０を保持するように構成されている。フランジ部３５１は、フレーム２５３をチャンバ１０の外側側壁３１１に固定するための固定機構を有してよい。フランジ部３５１は、第１の窓２５０を取り外し可能に構成されてよい。

[0055] 図４に示すように、筒状部３５０は、略方形の開口ＯＰ１を形成する側壁３５０ａを有してよい。フランジ部３５１は、略方形の板形状を有してよい。

[0056] 第３の窓２５２は、石英、サファイア、ＹＡＧ及びY_2O_3からなる群から選択される材料を含む。一実施形態において、第３の窓２５２は、サファイア材料を含む。第３の窓２５２は、主成分としてサファイア材料を含んでいてよく、サファイアで形成されてよい。第３の窓２５２は、光の透過性を有

する。第３の窓２５２は、方形又は円形の板形状を有してよい。

[0057] 第１の窓２５０は、石英、サファイア、ＹＡＧ及びY_2O_3からなる群から選択される材料を含む。一実施形態において、第１の窓２５０は、石英材料を含む。第１の窓２５０は、主成分として石英材料を含んでいてよく、石英で形成されてよい。第１の窓２５０は、光の透過性を有する。第１の窓２５０は、方形又は円形の板形状を有してよい。第１の窓２５０は、第３の窓２５２より大きな径を有してよい。第２の窓２５１、第３の窓２５２及び第１の窓２５０は、窓面が平行になるように配置され、ほぼ直線状に配置されている。

[0058] ラティス構造体２５４は、フレーム２５３内の第２の窓２５１と第３の窓２５２との間の第１の空間３６０に配置されている。図５に示すように、ラティス構造体２５４は、第２の窓２５１（プラズマ処理空間１０ｓ）から第１の窓２５０を見たとき（横から見て、ラティス構造体２５４を第１の窓２５０に水平方向に投射させたとき）に、第１の窓２５０と重複するように配置される。一実施形態において、図３～図５に示す例では、ラティス構造体２５４は、第１の空間３６０の全体に配置されている。ラティス構造体２５４は、開口ＯＰ１の全面を覆うように配置されている。ラティス構造体２５４は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む。ラティス構造体２５４は、１％～９０％の気孔率を有する。

[0059] ラティス構造体２５４は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有してよい。ラティス構造は、複数の単位格子を周期的に並べることで立体物を作り出す構造である。

[0060] 図６は、Ｏｃｔａｐｅａｋのラティス構造体２５４－１の一例を説明するための図である。図６の（ａ）のように、Ｏｃｔａｐｅａｋのラティス構造体２５４－１は、円弧状に湾曲した８つのビームを互いに結合して、正六面体の各面の中心にピークを形成するような単位格子２５４ａを有する。図６

の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－１は、複数の単位格子２５４ａが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0061] 図７は、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅのラティス構造体２５４－２の一例を説明するための図である。図７の（ａ）のように、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅのラティス構造体２５４－２は、三角形の２つのビームを互いに結合させたような単位格子２５４ｂを有する。図７の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－２は、複数の単位格子２５４ｂが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0062] 図８は、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎのラティス構造体２５４－３の一例を説明するための図である。図８の（ａ）のように、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎのラティス構造体２５４－３は、十二角形のビームを基本構造とする単位格子２５４ｃを有する。図８の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－３は、複数の単位格子２５４ｃが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0063] 図９は、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体２５４－４の一例を説明するための図である。図９の（ａ）のように、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体２５４－４は、直線の４つのビームを各々の中心で結合させたような単位格子２５４ｄを有する。図９の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－４は、複数の単位格子２５４ｄが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0064] 図１０は、Ｓｔａｒのラティス構造体２５４－５の一例を説明するための図である。図１０の（ａ）のように、Ｓｔａｒのラティス構造体２５４－５は、外側に突出する複数の鋭角を有するビームを互いに結合させたような単位格子２５４ｅを有する。図１０の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－５は、複数の単位格子２５４ｅが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0065] 図１１は、ＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体２５４－６の一例

を説明するための図である。図１１の（ａ）のように、ＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌのラティス構造体２５４－６は、直線の３つのビームを各々の中心で結合させたような単位格子２５４ｆを有する。図１１の（ｂ）のように、ラティス構造体２５４－６は、複数の単位格子２５４ｆが縦方向、横方向、及び奥方向に規則正しく並べて互いに接続された立体形状を有する。

[0066] ラティス構造体２５４は、上記図６～図１１の例に限れず、他のラティス構造を有するものであってよい。ラティス構造体２５４は、第２の窓２５１から第１の窓２５０を見たときに、第１の窓２５０と全部重複するように配置されてよいし、一部重複するように配置されてもよい。

[0067] 図２に示す例では、検出器２０１は、外側側壁３１１の外側に配置されている。検出器２０１は、第１の窓２５０の近傍に配置されてよい。検出器２０１は、プラズマビューポート２００を介して、プラズマ処理空間１０ｓの状態を光学的に計測するように構成されてよい。検出器２０１は、カメラ、発光分光分析装置（ＯＥＳ（Ｏｐｔｉｃａｌ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ Ｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｅｒ））及び分光計からなる群から選択される少なくとも１種であってよい。なお、検出器２０１は、プラズマ処理装置１の一部に含まれていてもよいし、含まれていなくてもよい。検出器２０１は、使用時に設置されてよいし、常設されてもよい。検出器２０１は、チャンバ１０又はその部品の消耗状態、汚染物付着状態を計測するように構成されてよい。検出器２０１は、他の検出対象を検出するものであってよい。

[0068] ＜プラズマ処理の一例＞

以上のプラズマ処理装置１ではプラズマ処理が行われる。プラズマ処理は、プラズマを用いて基板W上の膜をエッチングするエッチング処理を含む。一実施形態において、プラズマ処理は、プラズマ処理装置１において制御部２により実行される。

[0069] 図２に示すプラズマ処理装置１において、先ず、基板Wが、搬送アームによりチャンバ１０内に搬入され、リフターにより基板支持部１１に載置され、基板支持部１１上に吸着保持される。

[0070] 次に、処理ガスが、ガス供給部２０によりシャワーヘッド１３を通じてプラズマ処理空間１０ｓに供給される。このとき供給される処理ガスは、基板Ｗのエッチング処理のために必要な活性種を生成するガスを含む。

[0071] プラズマを生成するためのソースＲＦ信号が、プラズマ生成部１２のＲＦ電源３１により上部電極及び／又は下部電極に供給される。プラズマ中のイオン成分を基板に引き込むためのバイアス信号が、ＲＦ電源３１又はＤＣ電源３２により下部電極に供給される。プラズマ処理空間１０ｓ内の雰囲気はガス排出口１０ｅから排気され、プラズマ処理空間１０ｓの内部は減圧される。こうして、プラズマ処理空間１０ｓの基板支持部１１上に、処理ガスからプラズマが生成され、基板Ｗがエッチング処理される。

[0072] プラズマ処理時に、検出器２０１によりプラズマ処理空間１０ｓの状態が光学的に検出されてよい。プラズマ処理空間１０ｓ内の光が、プラズマビューポート２００の第２の窓２５１、ラティス構造体２５４、第３の窓２５２、第１の窓２５０をこの順番で通って検出器２０１で検出される。プラズマ処理時のプラズマ処理空間１０ｓ内では、処理ガスやプラズマによる堆積成分やエッチング成分が発生する。これらの成分の一部は、第２の窓２５１の貫通孔３００を通じてフレーム２５３内に進入することがあり得る。一実施形態において、フレーム２５３内に進入した成分は、表面積の大きなラティス構造体２５４に堆積したり、ラティス構造体２５４を削る（消耗させる）ことで、消費される。こうして、プラズマ処理空間１０ｓ内の堆積成分やエッチング成分が第３の窓２５２や第１の窓２５０に到達することが抑制される。

[0073] 本例示的実施形態によれば、プラズマ処理装置１は、プラズマ処理空間１０ｓを有するチャンバ１０と、チャンバ１０に取り付けられるプラズマビューポート２００と、を備え、プラズマビューポート２００は、第１の窓２５０と、第１の窓２５０とプラズマ処理空間１０ｓとの間に配置される第２の窓２５１と、第１の窓２５０と第２の窓２５１との間に配置される第３の窓２５２と、第２の窓２５１と第３の窓２５２との間に配置されるラティス構

造体２５４と、を含む。これにより、プラズマ処理空間１０ｓから流出した堆積成分やエッチング成分をラティス構造体２５４で消費することができ、これにより、基板処理空間から流出した物質を回収することができる。この結果、第１の窓２５０や第３の窓２５２に堆積物が堆積することが低減され、光が第１の窓２５０や第３の窓２５２で減衰することが低減される。また、第１の窓２５０や第３の窓２５２が消耗することが低減され、光が第１の窓２５０や第３の窓２５２を安定して通る。この結果、検出器２０１において、十分かつ安定して光を検出することができる。さらに、第１の窓２５０や第３の窓２５２の交換周期や寿命が長くなる。

[0074] 一実施形態において、図１２及び図１３に示すように、ラティス構造体２５４は、第２の窓２５１から第１の窓２５０を見たときに、第１の窓２５０と重複する空間を囲むように配置されてよい。例えば、ラティス構造体２５４は、フレーム２５３の開口ＯＰ１を形成する側壁３５０ａに沿って環状に配置され、中央にラティス構造体２５４がない空間ＯＰ２を形成するように配置されてよい。この例によれば、プラズマ処理空間１０ｓから検出器２０１への光の到達率が向上する。なお、ラティス構造体２５４は、フレーム２５３の側壁３５０ａに沿った全周に配置されず、一周のうちの一部に配置されてよい。

[0075] 以上の例示的実施形態は、容量結合型のプラズマ処理装置に適用されていたが、これに限定されるものではなく、他のプラズマ装置に適用されてよい。例えば、容量結合型のプラズマ処理装置に代えて、誘導結合型のプラズマ処理装置に適用されてよい。

[0076] 以上の実施形態において、プラズマ処理装置１を例として説明したが、これに限られない。例えば、プラズマを使用しない基板処理装置にも適用され得る。この場合、基板処理装置は、基板処理空間を有するチャンバと、チャンバに取り付けられれるビューポートと、を備え、ビューポートは、基板処理空間と連通する第１の空間を規定するフレームと、第１の窓と、第１の空間内において第１の窓と基板処理空間との間に配置されるラティス構造体と

、を含んでいる。

[0077] 一実施形態において、基板処理装置は、ビューポート以外にラティス構造体を有してよい。この場合、基板処理装置は、基板処理空間を有するチャンバと、基板処理空間と連通する第１の空間を有する部材と、第１の空間内に配置されるラティス構造体と、を備える。例えば、図１４に示すように、プラズマ処理装置１は、プラズマ処理空間１０ｓと連通する第１の空間を有する部材としてのガス排出口１０ｅと、排気システム４０とを有し、ガス排出口１０ｅにラティス構造体４００を配置してよい。ラティス構造体４００は、図６～図１１に示したラティス構造体２５４と同様であってよい。一実施形態において、例えば、プラズマ処理装置１が、プラズマ処理空間１０ｓと連通する第１の空間を有する部材としての管や凹みと、第１の空間に連通する圧力計などの計測器とを有し、管や凹みにラティス構造体を配置してよい。

[0078] 本開示の実施形態は、以下の態様をさらに含む。

[0079]（付記１）

プラズマ処理空間を有するチャンバと、

前記チャンバに取り付けられるプラズマビューポートと、を備え、

前記プラズマビューポートは、

第１の窓と、

前記第１の窓と前記プラズマ処理空間との間に配置される第２の窓と、

前記第１の窓と前記第２の窓との間に配置される第３の窓と、

前記第２の窓と前記第３の窓との間に配置されるラティス構造体と、を含む、

プラズマ処理装置。

[0080]（付記２）

前記第１の窓は、石英材料を含む、付記１に記載のプラズマ処理装置。

[0081]（付記３）

前記第３の窓は、サファイア材料を含む、付記１又は２に記載のプラズマ

処理装置。

[0082]（付記４）

前記第２の窓は、前記プラズマ処理空間と連通する複数の貫通孔を有する、付記１から３のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0083]（付記５）

前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む、付記１から４のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0084]（付記６）

前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、付記１から５のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0085]（付記７）

前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、付記１から６のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0086]（付記８）

前記ラティス構造体は、前記第２の窓から前記第１の窓を見たときに、前記第１の窓と重複するように配置される、付記１から７のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0087]（付記９）

前記ラティス構造体は、前記第２の窓から前記第１の窓を見たときに、前記第１の窓と重複する空間を囲むように配置される、付記１から８のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0088]（付記１０）

基板処理空間を有するチャンバと、

前記チャンバに取り付けられるビューポートと、を備え、

前記ビューポートは、

前記基板処理空間と連通する第１の空間を規定するフレームと、

第１の窓と、

前記第１の空間内において前記第１の窓と前記基板処理空間との間に配置されるラティス構造体と、を含む、

基板処理装置。

[0089]（付記１１）

前記第１の窓は、石英、サファイア、ＹＡＧ及びY_2O_3からなる群から選択される材料を含む、付記１０に記載の基板処理装置。

[0090]（付記１２）

前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む、付記１０又は１１に記載の基板処理装置。

[0091]（付記１３）

前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、付記１０から１２のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[0092]（付記１４）

前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、付記１０から１３のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[0093]（付記１５）

基板処理空間を有するチャンバと、

前記基板処理空間と連通する第１の空間を有する部材と、

前記第１の空間内に配置されるラティス構造体と、を備える、

基板処理装置。

[0094]（付記１６）

前記第１の空間を介して前記基板処理空間と連通する排気システムをさらに備える、付記１５に記載の基板処理装置。

[0095]（付記１７）

前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム

材料を含む、付記１５又は１６に記載の基板処理装置。

[0096]（付記１８）

前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、付記１５から１７のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[0097]（付記１９）

前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、付記１５から１８のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[0098] 以上の各実施形態は、説明の目的で記載されており、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。以上の各実施形態は、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく種々の変形をなし得る。例えば、ある実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態に追加することができる。また、ある実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態の対応する構成要素と置換することができる。

符号の説明

[0099] １……プラズマ処理装置、１０……チャンバ、１０ａ……側壁、１０ｓ……プラズマ処理空間、１１……基板支持部、２００……プラズマビューポート、２０１……検出器、２５０……第１の窓、２５１……第２の窓、２５２……第３の窓、２５３……フレーム、２５４……ラティス構造体、W…基板

請求の範囲

[請求項1] プラズマ処理空間を有するチャンバと、

前記チャンバに取り付けられるプラズマビューポートと、を備え、

前記プラズマビューポートは、

第１の窓と、

前記第１の窓と前記プラズマ処理空間との間に配置される第２の窓と、

前記第１の窓と前記第２の窓との間に配置される第３の窓と、

前記第２の窓と前記第３の窓との間に配置されるラティス構造体と、を含む、

プラズマ処理装置。

[請求項2] 前記第１の窓は、石英材料を含む、請求項１に記載のプラズマ処理装置。

[請求項3] 前記第３の窓は、サファイア材料を含む、請求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項4] 前記第２の窓は、前記プラズマ処理空間と連通する複数の貫通孔を有する、請求項３に記載のプラズマ処理装置。

[請求項5] 前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む、請求項１から４のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項6] 前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、請求項５に記載のプラズマ処理装置。

[請求項7] 前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、請求項６に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8] 前記ラティス構造体は、前記第２の窓から前記第１の窓を見たとき

に、前記第１の窓と重複するように配置される、請求項５に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9] 前記ラティス構造体は、前記第２の窓から前記第１の窓を見たときに、前記第１の窓と重複する空間を囲むように配置される、請求項５に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10] 基板処理空間を有するチャンバと、

前記チャンバに取り付けられるビューポートと、を備え、

前記ビューポートは、

前記基板処理空間と連通する第１の空間を規定するフレームと、

第１の窓と、

前記第１の空間内において前記第１の窓と前記基板処理空間との間に配置されるラティス構造体と、を含む、

基板処理装置。

[請求項11] 前記第１の窓は、石英、サファイア、ＹＡＧ及びY_2O_3からなる群から選択される材料を含む、請求項１０に記載の基板処理装置。

[請求項12] 前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む、請求項１０又は１１に記載の基板処理装置。

[請求項13] 前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、請求項１２に記載の基板処理装置。

[請求項14] 前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、請求項１２に記載の基板処理装置。

[請求項15] 基板処理空間を有するチャンバと、

前記基板処理空間と連通する第１の空間を有する部材と、

前記第１の空間内に配置されるラティス構造体と、を備える、

基板処理装置。

[請求項16] 前記第１の空間を介して前記基板処理空間と連通する排気システムをさらに備える、請求項１５に記載の基板処理装置。

[請求項17] 前記ラティス構造体は、セラミック材料又は陽極酸化されたアルミニウム材料を含む、請求項１５又は１６に記載の基板処理装置。

[請求項18] 前記ラティス構造体は、１％～９０％の気孔率を有する、請求項１７に記載の基板処理装置。

[請求項19] 前記ラティス構造体は、Ｏｃｔａｐｅａｋ、ＢｉＴｒｉａｎｇｌｅ、Ｄｏｄｅｃａｈｅｄｒｏｎ、ＱｕａｄＤｉａｍｅｔｒａｌ、Ｓｔａｒ及びＴｒｉＤｉａｍｅｔｒａｌからなる群の中から選択される少なくとも一つのラティス構造を有する、請求項１７に記載の基板処理装置。