明　細　書

発明の名称 ： プラズマ処理装置及びプラズマ処理装置内部材

技術分野

[0001]　本開示は、プラズマ処理装置及びプラズマ処理装置内部材に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、プラズマ処理装置の上部電極において、屈曲部を設けたガス流通路を備える構成が開示されている。また、特許文献２には、上部電極において、凹部を介して分岐する態様で設けられるガスを流通する貫通孔を備える構成が開示されている。また、特許文献３には、プラズマ処理装置の下部電極において、埋込部材を設けたガス供給管を備える構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－９６３４２号公報

特許文献2：特開２０２３－２１６８号公報

特許文献3：特開２０１９－１４９４２２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、プラズマ処理装置における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、プラズマ処理装置であって、プラズマ処理装置内部材を備え、前記プラズマ処理装置内部材は、ガス供給路と、前記ガス供給路が形成される形成部と、を備え、前記ガス供給路は、前記ガス供給路の長手方向に対して垂直な断面における代表長さをd_1、最長部長さをd_2としたとき、前記代表長さd_1が０．５ｍｍ以下であり、前記代表長さd_1に対する前記最長部長さd_2の比d_2/d_1が２以上であり、平面視において一方の端部から

他方の端部が見えず、前記形成部は、厚みが２ｍｍ以上である。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、プラズマ処理装置における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]一実施形態にかかるプラズマ処理システムの構成例を示す説明図である。

[図2]一実施形態にかかるプラズマ処理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路の構成例を示す部分断面図である。

[図4]第１実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す部分断面図である。

[図5]第１実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す部分平面図である。

[図6]第１実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す部分平面図である。

[図7]第１実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す部分平面図である。

[図8]第１実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す説明図である。

[図9]第１実施形態にかかるガス供給路の作用例を示す説明図である。

[図10]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図11]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図12]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図13]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分平面図である。

[図14]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図15]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分平面図である。

[図16]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である

。

[図17]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分平面図である。

[図18]第１実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図19]第２実施形態にかかるガス供給路の構成例を示す部分断面図である。

[図20]第２実施形態にかかるガス供給路の作用例を示す説明図である。

[図21]第２実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図22]第２実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

[図23]第２実施形態にかかるガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。

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を減圧状態にし、当該基板に対してプラズマ処理を含む様々な処理工程が行われている。プラズマ処理は、例えば共通の搬送モジュールの周りに処理モジュールを複数配置したプラズマ処理装置を用いて行われる。

[0009] 処理モジュールに含まれるプラズマ処理チャンバ内には、プラズマ生成や基板支持などにかかる種々の部材が設けられる。これらの部材に形成されるガス供給路は、異常放電が生じる可能性がある部分を含むことが知られている。

[0010] 特許文献１及び２は、異常放電が生じる可能性のある部材である上部電極において、プロセスガスを供給するガス供給路を屈曲や分岐などを含むラビリンス構造とするによって、プラズマ処理空間から陽イオンが進入することを抑制し、異常放電の発生を抑制することを図っている。また、特許文献３は、異常放電が生じる可能性のある部材である静電チャックにおいて、伝熱

ガスを供給する伝熱ガス供給路に埋込部材を設けることで、電子の直進可能距離を短くすることを図っている。

[0011] 上記各文献の開示するようなガス供給路は、従来、シリコン部材に対してＭＣ加工（Ｍａｃｈｉｎｉｎｇ　Ｃｅｎｔｅｒ加工）、ウォータジェット加工、放電加工などの加工を施すことによって形成する方法が知られている。ＭＣ加工又はウォータジェット加工は、ある程度以上の高アスペクト比の穴加工ができず、テーパー形状になりやすい。また放電加工は、加工時間が非常に長く、シリコンのような極低抵抗の素材しか加工できない。したがって、上記加工方法では、上記文献の開示するようなラビリンス構造などの複雑化した構成や埋込部材などの他の部材を含む構成が必要となる。なお、ウォータジェット加工は、単に高圧水を対象物に噴射するだけであり、後述するウォータレーザ加工とは異なるものである。

[0012] そこで、本開示にかかる技術は、プラズマ処理装置内部材における異常放電の発生を抑制する。具体的には、プラズマ処理装置内部材における異常放電の発生を抑制することが可能な当該部材に形成されるガス供給路を提供する。

[0013] 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。

[0014] ＜プラズマ処理システム＞

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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] ＜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。

[0018] 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１

３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。

[0019] 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。

[0020] 一実施形態において、本体部１１１は、基台１２０及び静電チャック１２１を含む。基台１２０は、導電性部材を含む。基台１２０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１２１は、基台１２０の上に配置される。静電チャック１２１は、セラミック部材１２１ａとセラミック部材１２１ａ内に配置される静電電極１２１ｂとを含む。セラミック部材１２１ａ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１２１ａ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１２１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１２１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１２１ａ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１２０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１２１ｂ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。

[0021] 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。

[0022] 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、又は、リングアセンブリ１１２の裏面と環状領域１１１ｂ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１３０を含む。伝熱ガス供給部１３０は、少なくとも一つの伝熱ガスソース１３１と、伝熱ガス導入口１３２を含む。伝熱ガス供給部１３０についての詳細は、後述する。

[0023] また、基板支持部１１は、静電チャック１２１、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１２０ａ、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路１２０ａ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１２０ａが基台１２０内に形成され、１又は複数のヒータが静電チャック１２１のセラミック部材１２１ａ内に配置される。

[0024] 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１４、少なくとも１つのガス拡散室１５、及び複数のガス導入口１６を有する。ガス供給口１４に供給された処理ガスは、ガス拡散室１５を通過して複数のガス導入口１６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１７を含む。また、シャワーヘッド１３は、上部電極１７の上部に設けられるクーリングプレート１８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。ガス導入口１６、上部電極１７及びクーリングプレート１８の構成の詳細については、後述する。

[0025] 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。

[0026] 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。

[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。

[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。プラズマ処理空間１０ｓとガス排出口１０ｅとの間にはバッフル板１４０が設けられる。バッフル板１４０は、プラズマ処理空間１０ｓとガス排出口１０ｅを連通する複数の貫通孔１４１を備える。

[0032] なお、上記及び図２に示す構成では、後述する第１～第３実施形態にかかる各プラズマ処理装置内部材を全て含むが、かかる例に限定されず、これらの内何れかのみを含むこととしてもよい。

[0033]（第１実施形態）

＜上部電極＞

以下、図３～図１７を用いて、本開示の第１実施形態にかかる上部電極におけるガス供給路の構成及び変形例について説明する。各図において、Ｘ軸は上部電極１７の厚み方向に垂直な方向を示す軸であり、Ｚ軸は上部電極１７の厚み方向に平行な方向を示す軸であり、Ｙ軸はＸ軸及びＺ軸に垂直な軸である。

[0034] 図３及び図４は、第１実施形態にかかる第１のガス供給路１５０の構成例を示す部分断面図である。なお図３は、第１のガス供給路の傾斜方向及び長手方向Ｌに平行な断面である。図４は、ガス供給路の長手方向Ｌに垂直な断

面（図３に示すＡ－Ａ断面）である。図３に示す例では、第１のガス供給路１５０の傾斜方向は、Ｘ軸正方向である。

[0035] 図３で、ガス導入口１６は、上部電極１７に形成される第１のガス供給路１５０と、クーリングプレート１８に形成される第２のガス供給路１５１を含む。第１のガス供給路１５０と第２のガス供給路１５１は、上部電極１７とクーリングプレート１８の接続面において連通して設けられる。

[0036] 第１のガス供給路１５０は、クーリングプレート１８側の第１の端部１５０ａ及びプラズマ処理空間１０ｓ側の第２の端部１５０ｂを含む。当該第１の端部１５０ａにおいて、第１のガス供給路１５０は第２のガス供給路１５１に対して接続される。また、当該第２の端部１５０ｂを介して、ガス導入口１６に供給されたガスがプラズマ処理空間１０ｓに導入される。第１の端部１５０ａと第２の端部１５０ｂの中心を結ぶ方向を、第１のガス供給路１５０の長手方向Ｌと称する。また、第１のガス供給路１５０は、上部電極１７における形成部１６０に形成されている。

[0037] 形成部１６０は、第１のガス供給路１５０を構成する壁面１５０ｃを含む。また、形成部１６０は図３中のＺ方向において厚みｔを有する。形成部１６０の厚みｔは、２ｍｍ以上である。また、形成部１６０の厚みｔは、好ましくは、１０ｍｍ以上である。

[0038] 図４で、第１のガス供給路１５０は、長手方向Ｌに垂直な断面（図３に示すＡ－Ａ断面）の形状が、略角丸長方形の形状である。角丸長方形の形状は、一実施形態において、長方形の形状の一対の辺に半円が接続された形状である。第１のガス供給路１５０は、長手方向Ｌに垂直な断面において、代表長さd_1及び最長部長さd_2を含む寸法を有する。

[0039] 代表長さd_1は、長手方向Ｌに垂直な断面において、壁面１５０ｃが最も近づいている部分の長さである。代表長さd_1は０．５ｍｍ以下である。また、代表長さd_1は、好ましくは、０．１ｍｍ以下である。一方、代表長さd_1の値の下限は、特に限定されないが、後述するガス供給路の形成方法において形成可能な値の下限として、０．０５ｍｍ以上であってもよい。

[0040] 最長部長さd_2は、長手方向Ｌに垂直な断面において、壁面１５０ｃが最も離れている部分の長さである。最長部長さd_2の値の下限は、代表長さd_1との比（d_2/d_1）によって規定され、当該比（d_2/d_1）は２以上である。また、当該比（d_2/d_1）は、好ましくは、５以上である。

[0041] 図３に戻り、第１のガス供給路１５０は、Ｚ軸に対して所望の傾斜角度θを有する方向に傾斜して設けられる。換言すれば、第１のガス供給路１５０の長手方向ＬとＺ軸との成す傾斜角度θは、０（ゼロ）ではない。なお、θはラジアンであり、$0<\theta<(\pi/2)$を満たす。

[0042] 第１のガス供給路１５０を傾斜して設けること及びその意義について、図３～図７を用いて説明する。図５は、第１実施形態にかかるガス供給路１５０を、第２の端部１５０ｂ側から図３中のＺ軸正方向に見た部分平面図である。また、図６及び図７は、傾斜方向が異なる変形例における部分平面図である。なお、第２の端部１５０ｂ側から図３中のＺ軸正方向に見た平面視を、以下、単に「平面視」と称する。

[0043] 図５で、第２の端部１５０ｂは、傾斜方向最大長さd_3を含む寸法を有する。傾斜方向最大長さd_3は、傾斜方向と平行な方向において壁面１５０ｃが直線距離において最も離れている部分の長さである。換言すれば、傾斜方向最大長さd_3は、壁面１５０ｃによって切り取られる、傾斜方向と平行な任意の線分のうち、長さが最大のものの当該長さである。

[0044] 図５に示す例は、傾斜方向がＸ軸正方向である場合である。このとき、傾斜方向最大長さd_3は平面視における第１のガス供給路１５０の短径方向の長さと等しい。

[0045] 図６に示す例は、傾斜方向がＹ軸正方向である場合である。このとき、傾斜方向最大長さd_3は平面視における第１のガス供給路１５０の長径方向の長さと等しい。

[0046] 図７に示す例は、傾斜方向がＸ軸とＹ軸のそれぞれに対して斜め方向である場合である。

[0047] ここで、図５～図７の平面視において、第２の端部１５０ｂから第１の端

部１５０ａが見えない。一実施形態においては、平面視において第２の端部１５０ｂを構成する開口からは、壁面１５０ｃのみが見える。かかる構成は、本実施形態においては、第１のガス供給路１５０が傾斜することによって成り立つ。

[0048] 平面視において第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えない構成は、より具体的には、形成部１６０の厚みｔと、傾斜角度θと、傾斜方向最大長さd_3が、下記式（１）の関係を満たすことにより成り立つ。

$$\tan\theta \geqq d_3 / t \quad \cdots (1)$$

[0049] 上記式（１）の意義について、図３を用いて説明する。なお、図３は傾斜方向がＸ軸正方向である一例であるが、傾斜方向が他の方向（例えば、図６、図７に示す方向）である場合も同様である。

[0050] 図３の断面図において、第１のガス供給路１５０が傾斜することにより、第１の端部１５０ａが、Ｘ方向に長さd_4だけオフセットしている。オフセット距離d_4は下記式（２）を満たす。

$$d_4 = t \times \tan\theta \quad \cdots (2)$$

[0051] オフセット距離d_4が、傾斜方向最大長さd_3と等しいか、又は大きければ（$d_4 \geqq d_3$）、第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えない構成が成り立つ。このことと、式（２）より、上記式（１）が導かれる。

[0052] ここで、図３、図５に示すように傾斜方向がＸ軸正方向である場合、図８に示すような図形的な関係によって、下記式（３）が成り立つ。

$$d_3 = d_1 / \cos\theta \quad \cdots (3)$$

[0053] 上記式（３）を式（１）に代入して変形すると、下記式（４）が得られる。

$$\sin\theta \geqq d_1 / t \quad \cdots (4)$$

[0054] 同様にして、図６に示すように傾斜方向がＹ軸正方向である場合、下記式（５）が成り立つ。

$$\sin\theta \geqq d_2 / t \quad \cdots (5)$$

[0055] 次に、第１実施形態にかかる第１のガス供給路１５０を上記のように設け

ることによる作用の一例について、図９を用いて説明する。図９は、第１実施形態にかかるガス供給路の作用例を示す説明図である。

[0056] まず、代表長さd_1が０．５ｍｍ以下であることにより、プラズマ処理空間１０ｓ側から第１のガス供給路１５０に進入する陽イオン（図９中、「＋」で示す）の割合を減らすことができる。また、第１のガス供給路１５０に進入した陽イオンが壁面１５０ｃに接触しやすく、上部電極１７とクーリングプレート１８との境界領域ＢＲに到達しにくい。これにより、境界領域ＢＲに進入する陽イオンに起因する異常放電の発生を抑制することができる。

[0057] また、代表長さd_1に対する最長部長さd_2の比（d_2/d_1）が２以上であることにより、プラズマ処理空間１０ｓにおける第２の端部１５０ｂ周辺のガス導入領域ＩＲのガス分子密度を低下させることができる。ガス導入領域ＩＲのガス分子密度を低下させることにより、ガス導入領域ＩＲにおけるガスの電離が抑制され、陽イオンの存在量が低下する。これにより第１のガス供給路１５０に進入する陽イオンの個数を減らすことができ、上記異常放電の発生をさらに抑制することができる。

[0058] さらに、平面視において第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えないように構成されることによって、プラズマシースＳＨに垂直な方向に加速された陽イオンが第１のガス供給路１５０に進入した場合であっても、境界領域ＢＲに到達せずに、壁面１５０ｃに接触する。これにより、上記異常放電の発生をさらに抑制することができる。

[0059] 副次的に、以下のような効果も得られる。すなわち、代表長さd_1に対する最長部長さd_2の比（d_2/d_1）が２以上であることにより、当該比が２未満であるような場合よりも、第１のガス供給路１５０のコンダクタンスが増大する。これにより、ガス導入部においてガス導入の速度を低下させることなく、上記異常放電の発生を抑制することができる。

[0060] 以下、第１実施形態にかかる第１のガス供給路１５０の変形例について、図１０～図１７を用いて説明する。

[0061] 図１０は、一変形例にかかる第１のガス供給路１５０を示す部分断面図で

ある。図１０に示す変形例では、第１のガス供給路１５０は、長手方向Ｌに垂直な断面（図３に示すＡ－Ａ断面）の形状が、楕円形の形状である。当該変形例において、代表長さ$ｄ_1$は壁面１５０ｃが最も近づいている部分の長さであって、当該楕円の短径である。また、最長部長さ$ｄ_2$は壁面１５０ｃが最も離れている部分の長さであって、当該楕円の長径である。当該変形例においては、断面形状が角丸長方形である場合と同様に、上記式（４）又は（５）によって各寸法を特定することができる。

[0062] 図１１は、第１実施形態にかかる第１のガス供給路の一変形例を示す部分断面図である。一変形例において第１のガス供給路１５０は、図１１に示すように、傾斜方向及び長手方向Ｌに平行な一の断面において複数の副供給路１７０ａ、１７０ｂを含む。副供給路１７０ａ、１７０ｂは、第１のガス供給路１５０の周方向において連通していてもよく、連通せず独立していてもよい。

[0063] 図１２は、一変形例にかかる第１のガス供給路１５０を示す部分断面図である。図１２に示す変形例では、第１のガス供給路１５０は、長手方向Ｌに垂直な断面（図１１に示すＢ－Ｂ断面）の形状が、略Ｃ形の形状である。当該変形例では、図１１に示した副供給路１７０ａ、１７０ｂは第１のガス供給路１５０の周方向において連通している。当該変形例において、代表長さ$ｄ_1$は壁面１５０ｃが最も近づいている部分の長さであって、図１２に示すようにＣ形の形状の幅方向の長さである。また、最長部長さ$ｄ_2$は壁面１５０ｃが最も離れている部分の長さであって、図１２に示すようにＣ形の形状の周方向の長さである。

[0064] 図１３は、図１１及び図１２に示す変形例にかかる第１のガス供給路１５０を、第２の端部１５０ｂ側から図１１中のＺ軸正方向に見た部分平面図である。図１３で、第２の端部１５０ｂは、傾斜方向最大長さ$ｄ_3$を含む寸法を有する。これにより、平面視において第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えない。

[0065] なお、図１３で、平面視において第２の端部１５０ｂと第１の端部１５０

ａは重なっている。しかしながら、傾斜方向最大長さd_3が上記式（１）を満たしていれば、平面視において重なっていても、一の端部から他の端部が見えないことは成り立つ。図１３では、その重なった部分は、壁面１５０ｃの影になるため、第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａは見えていない。第１実施形態にかかる下記の他の変形例においても同様である。

[0066] 図１４は、他の一変形例にかかる第１のガス供給路１５０を示す部分断面図である。図１４に示す変形例では、第１のガス供給路１５０は、副供給路１７０ａ、１７０ｂの長手方向Ｌに垂直な断面（図１１に示すＢ－Ｂ断面）の形状の組が、対面する略Ｃ形である。当該変形例では、図１１に示した副供給路１７０ａ、１７０ｂは第１のガス供給路１５０の周方向において連通しておらず、それぞれが独立している。当該変形例において、代表長さd_1は壁面１５０ｃが最も近づいている部分の長さであって、図１４に示すようにＣ形の形状の幅方向の長さである。また、最長部長さd_2は壁面１５０ｃが最も離れている部分の長さであって、図１４に示すようにＣ形の形状の周方向の長さである。

[0067] 図１５は、図１１及び図１４に示す変形例にかかる第１のガス供給路１５０を、第２の端部１５０ｂ側から図１１中のＺ軸正方向に見た部分平面図である。図１３で、第２の端部１５０ｂは、傾斜方向最大長さd_3を含む寸法を有する。これにより、平面視において第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えない。

[0068] 図１６は、さらに他の一変形例にかかる第１のガス供給路１５０を示す部分断面図である。図１６に示す変形例では、３つの副供給路１７０ａ、１７０ｂ、１７０ｃを備え、これらは第１のガス供給路１５０の周方向において連通しておらず、それぞれが独立している。副供給路１７０ａ、１７０ｂ、１７０ｃのそれぞれは、長手方向Ｌに垂直な断面（図１１に示すＢ－Ｂ断面）の形状が略インボリュート曲線の形状であり、当該断面の形状の組が１２０°の回転対称の位置に配置されている。当該変形例において、代表長さd_1は壁面１５０ｃが最も近づいている部分の長さであって、図１６に示すよう

にインボリュート曲線の形状の幅方向の長さである。また、最長部長さd_2は壁面１５０ｃが最も離れている部分の長さであって、図１６に示すようにインボリュート曲線の形状の周方向の長さである。

[0069] 図１７は、図１１及び図１６に示す変形例にかかる第１のガス供給路１５０を、第２の端部１５０ｂ側から図１１中のＺ軸正方向に見た部分平面図である。図１７で、第２の端部１５０ｂは、傾斜方向最大長さd_3を含む寸法を有する。これにより、平面視において第２の端部１５０ｂから第１の端部１５０ａが見えない。

[0070] 図１８は、さらに他の一変形例にかかる第１のガス供給路１５０を示す部分断面図である。図１８に示す変形例では、ガス導入口１６は、上部電極１７に形成される第３のガス供給路１８０をさらに含む。第３のガス供給路１８０の一端と第２のガス供給路１５１は、上部電極１７とクーリングプレート１８の接続面において連通して設けられる。また、第３のガス供給路１８０の他端は、第１のガス供給路１５０の第１の端部１５０ａに連通して設けられる。すなわち、当該変形例では、第１のガス供給路１５０と第２のガス供給路１５１は直接連通せず、間に第３のガス供給路１８０を介して連通する。

[0071] （第２実施形態）

＜静電チャック＞

以下、図１９～図２３を用いて、本開示の第２実施形態にかかる静電チャックにおけるガス供給路の構成及び変形例について説明する。

[0072] 図１９は、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００の構成例を示す部分断面図である。なお図１９は、第１のガス供給路のオフセット方向Ｘ及び長手方向に平行な断面である。

[0073] 図１９で、伝熱ガス導入口１３２は、静電チャック１２１に形成される第１のガス供給路１５０と、基台１２０に形成される第２のガス供給路２０１を含む。第１のガス供給路２００と第２のガス供給路２０１は、静電チャック１２１と基台１２０の接続面において連通して設けられる。

[0074] 第１のガス供給路２００は、基板Ｗの裏面（又はリングアセンブリ裏面）側の第１の端部２００ａ及びの第２の端部２００ｂを含む。当該第１の端部２００ａにおいて、第１のガス供給路２００は第２のガス供給路２０１に対して接続される。第１のガス供給路２００は、静電チャック１２１における形成部２１０に形成されている。形成部２１０は、第１のガス供給路２００を構成する壁面２００ｃを含む。なお、第１のガス供給路２００の第２の端部２００ｂは、図示のように基台１２０に設けられる後述するスリーブ２２０に設けられていてもよく、静電チャック１２１に設けられていてもよい。伝熱ガス導入口１３２に供給された伝熱ガスは、第１の端部２００ａを介して、基板Ｗの裏面と中央領域１１１ａとの間の間隙、又は、リングアセンブリ１１２の裏面と環状領域１１１ｂとの間の間隙に供給される。

[0075] 第２のガス供給路２０１は、基台１２０に埋め込まれた複数のスリーブ２２０に形成されている。換言すれば、複数のスリーブ２２０のそれぞれに形成された分割された第２のガス供給路２０１の端部がそれぞれ接続されることで、図示のように連通した一つの第２のガス供給路２０１を構成している。なお、スリーブ２２０は、分割されておらず一体に形成されてもよい。

[0076] 第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１は、一実施形態で、長手方向に垂直な断面において、図４に示すのと同様の角丸長方形の形状を有し、代表長さd_1及び最長部長さd_2を含む寸法を有する。この場合、代表長さd_1の具体的な値及び代表長さd_1と最長部長さd_2の比（d_2/d_1）については、第１実施形態と同様である。

[0077] 第１のガス供給路２００は、平面視において、第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えない。一実施形態においては、平面視において第２の端部２００ｂからは、スリーブ２２０のみが見える。かかる構成は、本実施形態においては、第１のガス供給路２００が第２のガス供給路２０１に対してオフセットすることによって成り立つ。平面視におけるオフセット方向最大長さをd_5、オフセット距離をd_6とすると、第１実施形態で説明したのと同様の趣旨によって、オフセット距離d_6が、オフセット方向最大長さd_5

と等しいか、又は大きければ（$d_6 \geqq d_5$）、第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えない構成が成り立つ。

[0078] 次に、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００を上記のように設けることによる作用の一例について、図２０を用いて説明する。図２０は、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００の作用例を示す説明図である。

[0079] まず、代表長さd_1が０．５ｍｍ以下であることにより、第１のガス供給路２００において伝熱ガスの電離によって生じた電子（図２０中、「ｅ」で示す）が壁面２００ｃに接触しやすく、電子の直進可能距離を短くすることができる。これにより、第１のガス供給路２００又は第２のガス供給路２０１における電位差に起因する異常放電の発生を抑制することができる。

[0080] また、代表長さd_1に対する最長部長さd_2の比（d_2 / d_1）が２以上であることにより、第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１内における伝熱ガス分子密度を低下させることができる。伝熱ガス分子密度を低下させることにより、伝熱ガスの電離が抑制され、電位差に起因する上記異常放電の発生をさらに抑制することができる。

[0081] さらに、平面視において第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えないように構成されることによって、上記電位差を示す等電位線ＥＬに垂直な方向に加速された電子が、最大限移動した場合であってもスリーブ２２０に接触する。これにより、上記異常放電の発生をさらに抑制することができる。

[0082] 副次的に、以下のような効果も得られる。すなわち、代表長さd_1に対する最長部長さd_2の比（d_2 / d_1）が２以上であることにより、当該比が２未満であるような場合よりも、第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１のコンダクタンスが増大する。これにより、伝熱ガス導入口１３２において伝熱ガス導入の速度を低下させることなく、上記異常放電の発生を抑制することができる。

[0083] 以下、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１の変形例について、図２１～図２３を用いて説明する。

[0084] 図２１は、一変形例にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１を示す部分断面図である。当該変形例において第１のガス供給路２００は、図２１に示すように、傾斜方向（Ｘ軸正方向）に傾斜角度θだけ傾斜している。この場合における傾斜角度θ、形成部２１０の厚みｔ、傾斜方向最大長さ$ｄ_3$は第１実施形態と同様に定義され、上記式（１）を満たすことによって、第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えない。

[0085] 図２２は、他の一変形例にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１を示す部分断面図である。当該変形例において第１のガス供給路２００は、図２２に示すように、複数の副供給路２３０ａ、２３０ｂを備える。一の副供給路２３０ｂはＸ軸正方向に傾斜し、他の副供給路２３０ａはＸ軸負方向に傾斜している。副供給路２３０ａ、２３０ｂのそれぞれは、図２１に示す上記変形例と同様の寸法を有し、第１の端部２００ａに合流して、第２のガス供給路２０１に接続されている。当該変形例においても、第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えない。

[0086] 図２３は、さらに他の一変形例にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１を示す部分断面図である。当該変形例において第１のガス供給路２００は、図２３に示すように、複数の副供給路２３１ａ、２３１ｂを備える。副供給路２３１ａ、２３１ｂは第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１の周方向において連通しておらず、それぞれが独立している。副供給路２３１ａ、２３１ｂのそれぞれは、図２１に示す上記変形例と同様の寸法、傾斜を有し、第１の端部２００ａに合流して、第２のガス供給路２０１に接続されている。当該変形例においても、第２の端部２００ｂから第１の端部２００ａが見えない。図２３において、第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１の長手方向に垂直な断面における形状は、第１実施形態の変形例にかかる図１２～図１７の何れかに示したような形状としてもよい。また、傾斜の態様についても同様である。

[0087] （第３実施形態）

＜バッフル板＞

バッフル板１４０において設けられる貫通孔１４１は、上記第１のガス供給路１５０、２００等と同様の構成を備えていてもよい。これにより、貫通孔１４１又はガス排出口１０ｅなどにおける異常放電の発生を抑制することができる。

[0088]（ガス供給路又は貫通孔の形成方法）

上述した第１実施形態にかかる第１のガス供給路１５０及び第２のガス供給路１５１、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１、及び、第３実施形態にかかる貫通孔１４１は、一例として、ウォータレーザ加工（ウォータージェットレーザ加工、ウォータービームレーザ加工ともいう）によって形成することができる。

[0089] ウォータレーザ加工は、上部電極１７、静電チャック１２１、又は、バッフル板１４０等におけるガス供給路の形成部（形成部１６０、２１０、スリーブ２２０、又はバッフル板の基部）に対して、水または液体のジェット流を射出し、レーザビームを当該ジェット流内部に光ファイバの原理で閉じ込めながら、進行させる。そして、当該ジェット流終端では、レーザビームによる加工を行うとともに、ジェット流により形成部を冷却し、加工屑を排出する。上述した従来の加工方法と比較して高アスペクト比の穴形成が可能であり、第１実施形態にかかる第１のガス供給路１５０（副供給路１７０ａ、１７０ｂを含む）の代表長さd_1、第２実施形態にかかる第１のガス供給路２００及び第２のガス供給路２０１の代表長さd_1、第３実施形態にかかる貫通孔１４１の幅等の長さを、０．５ｍｍ以下として形成することができる。また、従来のレーザ加工に対し、水ジェットでレーザ焦点を維持するため、焦点深度の調整が不要である利点を有する。ウォータレーザ加工は、一例として、株式会社牧野フライス製作所製のレーザ加工機「Ｌｕｍｉｎｉｚｅｒ ＬＢ３００／ＬＢ５００」（「株式会社牧野フライス製作所」及び「Ｌｕｍｉｎｉｚｅｒ」は登録商標）などを用いて行うことができる。

[0090] ウォータレーザ加工により穴を形成した複数の部材を組合わせることにより、一のプラズマ処理装置内部材を構成することとしてもよい。この場合、

第１実施形態において、図１８に示す変形例では、第１のガス供給路１５０をウォータレーザ加工により形成し、第３のガス供給路１８０をＭＣ加工により形成し、これらを組合わせて一の上部電極１７を構成してもよい。また、第２実施形態において、複数のスリーブ２２０のそれぞれについてウォータレーザ加工により穴を形成し、ＭＣ加工により基台１２０に貫通孔を形成し、当該貫通孔に複数のスリーブ２２０を埋め込むことにより第２のガス供給路２０１を有する基台１２０を構成してもよい。

[0091] 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。

[0092] 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。

符号の説明

[0093]

１	プラズマ処理装置
１５０、２００	第１のガス供給路
１５１、２０１	第２のガス供給路
１６０、２１０	形成部
１５０ａ、２００ａ	第１の端部
１５０ｂ、２００ｂ	第２の端部

請求の範囲

[請求項1] プラズマ処理装置であって、
プラズマ処理装置内部材を備え、
前記プラズマ処理装置内部材は、
ガス供給路と、前記ガス供給路が形成される形成部と、を備え、
前記ガス供給路は、前記ガス供給路の長手方向に対して垂直な断面における代表長さをd_1、最長部長さをd_2としたとき、
前記代表長さd_1が０．５ｍｍ以下であり、
前記代表長さd_1に対する前記最長部長さd_2の比d_2/d_1が２以上であり、
平面視において一方の端部から他方の端部が見えず、
前記形成部は、厚みが２ｍｍ以上である、
プラズマ処理装置。

[請求項2] 前記形成部の厚みをｔとし、前記形成部の厚み方向に対する前記ガス供給路の傾斜角度をθとし、平面視における前記ガス供給路の傾斜方向最大長さをd_3としたときに、下記式（１）を満たす、請求項１に記載のプラズマ処理装置。

$$\tan\theta \geqq d_3/t \quad \cdots (1)$$

[請求項3] 前記ガス供給路は、前記断面における断面形状が、角丸長方形である、請求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項4] 前記ガス供給路は、
傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の短径方向であるとき、下記式（２）を満たし、
傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の長径方向であるとき、下記式（３）を満たす、請求項３に記載のプラズマ処理装置。

$$\sin\theta \geqq d_1/t \quad \cdots (2)$$

$$\sin\theta \geqq d_2/t \quad \cdots (3)$$

[請求項5] 前記ガス供給路は、前記断面における断面形状が、楕円形である、請

求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項6] 前記ガス供給路は、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の短径方向であるとき、下記式（２）を満たし、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の長径方向であるとき、下記式（３）を満たす、請求項５に記載のプラズマ処理装置。

$sin\theta \geqq d_1 / t$ ・・・（２）

$sin\theta \geqq d_2 / t$ ・・・（３）

[請求項7] 前記ガス供給路は、前記断面における断面形状が、Ｃ形である、請求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8] 前記ガス供給路は、複数の副供給路を含み、前記断面における一の前記副供給路と他の前記副供給路の断面形状の組が、対面するＣ形である、請求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9] 前記ガス供給路は、複数の副供給路を含み、前記断面における前記副供給路のそれぞれの断面形状が、インボリュート曲線形状であり、複数の前記副供給路の断面形状の組が、回転対称に設けられる、請求項２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10] 前記プラズマ処理装置内部材は、シャワーヘッドを構成する、請求項１～９の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項11] 前記形成部は、上部電極に設けられる、請求項１０に記載のプラズマ処理装置。

[請求項12] 前記プラズマ処理装置内部材は、伝熱ガス供給部を構成する、請求項１～９の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項13] 前記形成部は、静電チャックに設けられる、請求項１２に記載のプラズマ処理装置。

[請求項14] 前記プラズマ処理装置内部材は、バッフル板を構成する、請求項１～９の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項15] プラズマ処理装置内部材であって、

ガス供給路と、

前記ガス供給路が形成される形成部と、を備え、

前記ガス供給路は、前記ガス供給路の長手方向に対して垂直な断面における代表長さをd_1、最長部長さをd_2としたとき、

前記代表長さd_1が０．５ｍｍ以下であり、

前記代表長さd_1に対する前記最長部長さd_2の比d_2/d_1が２以上であり、

平面視において一方の端部から他方の端部が見えず、

前記形成部は、厚みが２ｍｍ以上である、

プラズマ処理装置内部材。

[請求項16] 前記形成部の厚みをｔとし、前記形成部の厚み方向に対する前記ガス供給路の傾斜角度をθとし、平面視における前記ガス供給路の傾斜方向最大長さをd_3としたときに、下記式（１）を満たす、請求項１５に記載のプラズマ処理装置内部材。

$$\tan\theta \geqq d_3/t \quad \cdots (1)$$

[請求項17] 前記ガス供給路は、前記断面における断面形状が、角丸長方形である、請求項１６に記載のプラズマ処理装置内部材。

[請求項18] 前記ガス供給路は、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の短径方向であるとき、下記式（２）を満たし、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の長径方向であるとき、下記式（３）を満たす、請求項１７に記載のプラズマ処理装置内部材。

$$\sin\theta \geqq d_1/t \quad \cdots (2)$$

$$\sin\theta \geqq d_2/t \quad \cdots (3)$$

[請求項19] 前記ガス供給路は、前記断面における断面形状が、楕円形である、請求項１６に記載のプラズマ処理装置内部材。

[請求項20] 前記ガス供給路は、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の短径方向であるとき、下

記式（２）を満たし、

傾斜方向が平面視における前記ガス供給路の長径方向であるとき、下記式（３）を満たす、請求項１９に記載のプラズマ処理装置内部材。

$\sin\theta \geqq d_1 / t$　・・・（２）

$\sin\theta \geqq d_2 / t$　・・・（３）