

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-123728

(P2022-123728A)

(43)公開日 令和4年8月24日(2022.8.24)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/3065(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 R	2 G 0 8 4
H 0 5 H 1/46 (2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 G	5 F 0 0 4
	H 0 5 H 1/46 M	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-21233(P2021-21233)	(71)出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22)出願日	令和3年2月12日(2021.2.12)	(74)代理人	110002147弁理士法人酒井国際特許事務所
		(72)発明者	上田 雄大 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内
		F ターム(参考)	2G084 AA02 BB07 CC02 CC03 CC12 CC13 CC15 CC16 CC17 CC33 DD02 DD15 DD23 DD24 DD38 DD55 FF11 FF15 FF39 HH35 5F004 AA16 BA04 BA14 BA20 BB13 BB14 BB18 BB25 最終頁に続く

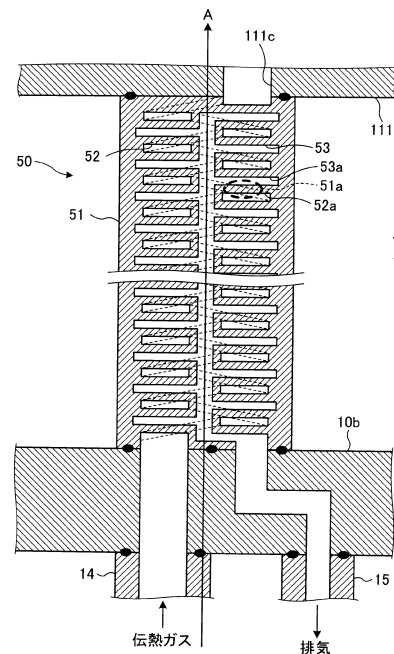
(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

(57)【要約】

【課題】処理容器内にガスを供給する配管内の放電を抑制する。

【解決手段】プラズマ処理装置は、基板を収容する処理容器と、プラズマ生成部と、第1の導電部材と、第2の導電部材と、配管とを備える。プラズマ生成部は、処理容器内に電磁波を供給することにより処理容器内にプラズマを生成させ、プラズマにより基板を処理する。第1の導電部材は、処理容器内に配置される。第2の導電部材は、第1の導電部材との間で予め定められた電位差を有する。配管は、誘電体で形成されており、第1の導電部材と第2の導電部材との間に配置され、ガスを第2の導電部材から第1の導電部材へ流通させる。配管には、ガスが流通する流路が屈曲状または湾曲状に形成されている。第2の導電部材から第1の導電部材に向う方向において、配管を構成する部材を挟んで流路に隣接する配管内の位置には、配管を構成する部材よりも比誘電率が低い物質が配置される空間が形成されている。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を収容する処理容器と、
 前記処理容器内に電磁波を供給することにより前記処理容器内にプラズマを生成させ、
 前記プラズマにより前記基板を処理するプラズマ生成部と、
 前記処理容器内に配置される第 1 の導電部材と、
 前記第 1 の導電部材との間で予め定められた電位差を有する第 2 の導電部材と、
 誘電体で形成されており、前記第 1 の導電部材と前記第 2 の導電部材との間に配置され、
 ガスを前記第 2 の導電部材から前記第 1 の導電部材へ流通させる配管と
 を備え、

10

前記配管には、ガスが流通する流路が屈曲状または湾曲状に形成されており、
 前記第 2 の導電部材から前記第 1 の導電部材に向う方向において、前記配管を構成する
 部材を挟んで前記流路に隣接する前記配管内の位置には、前記部材よりも比誘電率が低い
 物質が配置される空間が形成されている配置されているプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記空間内は、空気で満たされており、5 Torr 以下の圧力に制御される請求項 1 に
 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記処理容器内のガスを排気する排気システムを備え、
 前記排気システムは、前記空間内の空気も排気する請求項 2 に記載のプラズマ処理装置

20

【請求項 4】

前記空間内は、空気で満たされており、
 前記空間内の圧力は、2000 Torr 以上となるように制御される請求項 1 に記載の
 プラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記流路は、前記第 2 の導電部材から前記第 1 の導電部材に向う方向における前記配管
 の中心軸を中心として螺旋状に形成されている請求項 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】

30

a) 処理容器内に基板を搬入する工程と、
 b) 誘電体で形成されている配管であって、内部にガスが流通する流路が屈曲状または湾
 曲状に形成されており、前記処理容器内に配置される第 1 の導電部材と前記第 1 の導電部
 材との間で予め定められた電位差を有する第 2 の導電部材との間に配置されている配管を
 介して、ガスを前記第 2 の導電部材から前記第 1 の導電部材へ流す工程と、
 c) 前記第 2 の導電部材から前記第 1 の導電部材に向う方向において、前記配管を構成す
 る部材を挟んで前記流路に隣接する前記配管内の位置に配置されている空間内の空気を排
 気する工程と、
 d) 前記空間内の圧力が 5 Torr 以下になった後に、前記処理容器内に電磁波を供給す
 ることにより前記処理容器内にプラズマを生成させ、前記プラズマにより前記基板を処理
 する工程と
 を含むプラズマ処理方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の種々の側面および実施形態は、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関
 する。

【背景技術】

【0002】

プラズマを用いて基板の処理を行う装置では、プラズマを生成するために処理容器内に

50

ガスが供給される。プラズマが生成される処理容器内に配置される部材の中には、高い電位に設定される部材がある。処理容器の筐体は接地電位等の低い電位に設定されるため、高い電位に設定された部材と処理容器の筐体との間にガスを供給する配管が配置されると、配管内には電位差に応じた電界が発生する場合がある。配管内に電界が発生すると、配管内に進入した電子等の荷電粒子が配管内で加速され、配管内のガスの原子と衝突することにより、配管内で放電（アーキング）が発生する場合がある。これを防止するために、配管内に螺旋状の流路を設ける技術が知られている（例えば下記特許文献1参照）。これにより、電界方向における配管内の空間の長さを短くすることができ、電子の加速を抑え、配管内での放電を抑制することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-356531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、処理容器内にガスを供給する配管内の放電を抑制することができるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

本開示の一側面は、プラズマ処理装置であって、処理容器と、プラズマ生成部と、第1の導電部材と、第2の導電部材と、配管とを備える。処理容器は、基板を収容する。プラズマ生成部は、処理容器内に電磁波を供給することにより処理容器内にプラズマを生成させ、プラズマにより基板を処理する。第1の導電部材は、処理容器内に配置される。第2の導電部材は、第1の導電部材との間で予め定められた電位差を有する。配管は、誘電体で形成されており、第1の導電部材と第2の導電部材との間に配置され、ガスを第2の導電部材から第1の導電部材へ流通させる。配管には、ガスが流通する流路が屈曲状または湾曲状に形成されている。第2の導電部材から第1の導電部材に向う方向において、配管を構成する部材を挟んで流路に隣接する配管内の位置には、配管を構成する部材よりも比誘電率が低い物質が配置される空間が形成されている。

30

【発明の効果】

【0006】

本開示の種々の側面および実施形態によれば、処理容器内にガスを供給する配管内の放電を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理システムの構成の一例を示すシステム構成図である。

【図2】図2は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理装置の構造の一例を示す概略断面図である。

40

【図3】図3は、配管の構造の一例を示す拡大断面図である。

【図4】図4は、比較例における配管のモデルの一例を示す模式図である。

【図5】図5は、本実施形態における配管のモデルの一例を示す模式図である。

【図6】図6は、気圧および電極間距離と放電電圧との関係の一例を示す図である。

【図7】図7は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理方法の一例を示すフローチャートである。

【図8】図8は、配管の構造の他の例を示す拡大断面図である。

【図9】図9は、配管の構造の他の例を示す拡大断面図である。

【図10】図10は、配管の構造の他の例を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 8 】

以下に、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態により、開示されるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法が限定されるものではない。

【 0 0 0 9 】

ところで、近年の三次元構造の半導体装置では、高いアスペクト比の溝の形成が必要とされている。高いアスペクト比の溝を形成するためには、高い電圧かつ高いパワーのRF (Radio Frequency) 電力を用いた処理が必要になる。プラズマ処理に高い電圧かつ高いパワーのRF電力が用いられると、配管内に発生する電界も大きくなり、配管内の荷電粒子がより短い距離で加速されてしまう。これにより、配管内での放電が発生しやすくなる。そのため、配管内での放電をさらに抑えることが求められている。

10

【 0 0 1 0 】

そこで、本開示は、処理容器内にガスを供給する配管内の放電を抑制することができる技術を提供する。

【 0 0 1 1 】

[プラズマ処理システム 1 0 0 の構成]

図 1 は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理システム 1 0 0 の構成の一例を示すシステム構成図である。一実施形態において、プラズマ処理システム 1 0 0 は、プラズマ処理装置 1 及び制御部 2 を含む。プラズマ処理装置 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0、基板支持部 1 1 及びプラズマ生成部 1 2 を含む。プラズマ処理チャンバ 1 0 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 1 0 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 2 0 に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム 4 0 に接続される。基板支持部 1 1 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。

20

【 0 0 1 2 】

プラズマ生成部 1 2 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、プラズマ生成部 1 2 としては、例えば 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、100 kHz ~ 10 GHz の範囲内の周波数を有する。従って、AC 信号は、RF 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、200 kHz ~ 150 MHz の範囲内の周波数を有する。RF 信号は、電磁波の一例である。

30

40

【 0 0 1 3 】

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、例えばコンピュータ 2 a を含んでもよい。コンピュータ 2 a は、例えば、処理部 (CPU; Central Processing Unit) 2 a 1、記憶部 2 a 2、及び通信インターフェース 2 a 3 を含んでもよい。処理部 2 a 1 は、記憶部 2 a 2 に格納されたプログラムに基づいて種々の制御動作を行うように構成され得る。記憶部 2 a 2 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)

50

、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。

【0014】

[プラズマ処理装置1の構成]

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、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理装置1の構造の一例を示す概略断面図である。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ている。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内に配置されている。シャワーヘッド13は、基板支持部11の上方に配置されている。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、例えばアルミニウム等の導電性材料により構成され、側壁10aおよび底部10bは接地されている。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筐体とは電氣的に絶縁されている。プラズマ処理チャンバ10は、処理容器の一例である。

10

20

【0015】

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、本体部111の中央領域であり基板Wを支持するための基板支持面111aと、本体部111の環状領域でありリングアセンブリ112を支持するためのリング支持面111bとを有する。基板Wは、ウェハと呼ばれることもある。本体部111のリング支持面111bは、平面視で本体部111の基板支持面111aを囲んでいる。基板Wは、本体部111の基板支持面111a上に配置され、リングアセンブリ112は、本体部111の基板支持面111a上の基板Wを囲むように本体部111のリング支持面111b上に配置されている。一実施形態において、本体部111は、基台及び静電チャックを含む。基台は、導電性部材を含む。基台の導電性部材は下部電極として機能する。静電チャックは、基台の上に配置されている。静電チャックの上面は、基板支持面111aを有する。リングアセンブリ112は、1又は複数の環状部材を含む。1又は複数の環状部材のうち少なくとも1つはエッジリングである。また、図示は省略するが、基板支持部11は、静電チャック、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、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路には、ラインやガスのような伝熱流体が流れる。

30

【0016】

また、基板支持部11は、基板Wの裏面と基板支持面111aとの間に、例えばヘリウム (He) ガス等の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有する。伝熱ガス供給部は、PTFE (Polytetrafluoroethylene)等の誘電体で形成されており、伝熱ガスを流通させる配管50を含む。配管50は、本体部111と、プラズマ処理チャンバ10の底部10bとの間に配置されており、底部10bから本体部111へ伝熱ガスを流通させる。配管14を介して配管50内に供給された伝熱ガスは、配管50内に形成された流路内を流れ、本体部111内に形成された流路111cを介して、基板支持面111aと基板Wとの間に供給される。

40

【0017】

また、配管50内には、伝熱ガスの流路とは別に、空間が設けられている。当該空間内のガスは、配管15および圧力調整弁15aを介して、排気システム40によって排気される。配管15には、圧力センサ15bが設けられている。

50

【 0 0 1 8 】

本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b とは電氣的に絶縁されており、本体部 1 1 1 には、電源 3 0 から R F 信号 (R F 電力) が供給され、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b は接地されている。そのため、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間には、電位差が生じる。本体部 1 1 1 は、第 1 の導電部材の一例であり、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b は、第 2 の導電部材の一例である。

【 0 0 1 9 】

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、導電性部材を含む。シャワーヘッド 1 3 の導電性部材は上部電極として機能する。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 (S G I : Side Gas Injector) を含んでもよい。

10

【 0 0 2 0 】

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ている。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。

20

【 0 0 2 1 】

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 R F 電源 3 1 を含む。R F 電源 3 1 は、ソース R F 信号及びバイアス R F 信号のような少なくとも 1 つの R F 信号 (R F 電力) を、基板支持部 1 1 の導電性部材、シャワーヘッド 1 3 の導電性部材、またはその両方に供給するように構成されている。これにより、プラズマ処理空間 1 0 s 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、R F 電源 3 1 は、プラズマ生成部 1 2 の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアス R F 信号を基板支持部 1 1 の導電性部材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。

30

【 0 0 2 2 】

一実施形態において、R F 電源 3 1 は、第 1 の R F 生成部 3 1 a 及び第 2 の R F 生成部 3 1 b を含む。第 1 の R F 生成部 3 1 a は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介して基板支持部 1 1 の導電性部材、シャワーヘッド 1 3 の導電性部材、またはその両方に結合され、プラズマ生成用のソース R F 信号 (ソース R F 電力) を生成するように構成されている。一実施形態において、ソース R F 信号は、1 3 M H z ~ 1 5 0 M H z の範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第 1 の R F 生成部 3 1 a は、異なる周波数を有する複数のソース R F 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 R F 信号は、基板支持部 1 1 の導電性部材、シャワーヘッド 1 3 の導電性部材、またはその両方に供給される。第 2 の R F 生成部 3 1 b は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介して基板支持部 1 1 の導電性部材に結合され、バイアス R F 信号 (バイアス R F 電力) を生成するように構成される。一実施形態において、バイアス R F 信号は、ソース R F 信号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 R F 信号は、4 0 0 k H z ~ 1 3 . 5 6 M H z の範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第 2 の R F 生成部 3 1 b は、異なる周波数を有する複数のバイアス R F 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 R F 信号は、基板支持部 1 1 の導

40

50

電性部材に供給される。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。

【0023】

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、基板支持部11の導電性部材に接続され、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、基板支持部11の導電性部材に印加される。一実施形態において、第1のDC信号が、静電チャック内の電極のような他の電極に印加されてもよい。一実施形態において、第2のDC生成部32bは、シャワーヘッド13の導電性部材に接続され、第2のDC信号を生成するよう

10

【0024】

排気システム40は、圧力調整弁16aおよび配管16を介して、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、真空ポンプを含む。圧力調整弁16a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

20

【0025】

[配管50の構造]

図3は、配管50の構造の一例を示す拡大断面図である。PTFE等の誘電体により形成された配管50の本体51には、伝熱ガスが流通する流路52が形成されている。本体51は、配管50を構成する部材の一例である。流路52は、配管50の本体51内に屈曲状または湾曲状に形成されている。本実施形態において、配管50は、略円筒状に形成されており、流路52は、配管50の中心軸Aを中心として螺旋状に形成されている。配管50は、例えばAdditive Manufacturing等により形成することが可能である。

【0026】

また、本実施形態において、配管50の本体51には、空間53が形成されている。空間53は、プラズマ処理チャンバ10の底部10bから本体部111に向う方向(図3におけるY方向)において、配管50の本体51を挟んで流路52に隣接する位置に形成されている。具体的には、図3におけるY方向において、空間53の部分53aは、配管50の本体51の部分51aを挟んで、流路52の部分52aに隣接する位置に形成されている。図3におけるY方向は、本体部111とプラズマ処理チャンバ10の底部10bとの電位差によって生じる電界に沿う方向である。

30

【0027】

本実施形態において、空間53内の空気は、配管15を介して排気システム40によって排気される。これにより、空間53内の圧力は、大気圧よりも低い予め定められた圧力

40

【0028】

[伝熱ガスの流路にかかる電圧の大きさ]

ここで、誘電体により形成され、内部に伝熱ガスを流通させる螺旋状の流路が設けられ、空間53が設けられていない配管を比較例として検討する。このような配管は、例えば図4のようにモデル化することができる。図4は、比較例における配管のモデルの一例を示す模式図である。

【0029】

図4では、PTFEにより形成された配管のモデルが例示されている。図4では、本体

50

部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間の電位差を $V_{(total)}$ と定義し、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間の距離、即ち配管の厚さを $d_{(total)}$ と定義する。また、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b から本体部 1 1 1 に向う方向（図 4 における Y 方向）では、本体 5 1 に螺旋状に形成された流路 5 2 は、略同様の構造の複数の層とみなすことができる。各層には、本体 5 1 の層と、流路 5 2 の層とが含まれる。各層において、本体 5 1 に発生する電位差を $V_{(PTFE)}$ 、流路 5 2 に発生する電位差を $V_{(He)}$ と定義する。また、各層において、本体 5 1 の厚さを $d_{(PTFE)}$ 、流路 5 2 の厚さを $d_{(He)}$ と定義する。

【 0 0 3 0 】

このような層が配管内に N 層形成されていると仮定すると、 $V_{(total)}$ と、 $V_{(PTFE)}$ および $V_{(He)}$ との間には、例えば下記の式（1）に示すような関係が成り立つ。 10

【 数 1 】

$$V_{(total)} = N \times (V_{(PTFE)} + V_{(He)}) \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 1 】

ここで、伝熱ガスの一例として、ヘリウムガスを仮定する。それぞれの層において、本体 5 1 の厚さ $d_{(PTFE)}$ を 3 mm、流路 5 2 の厚さ $d_{(He)}$ を 1 mm、配管 5 0 の全体の厚さ $d_{(total)}$ を 4 0 mm と仮定すると、層の数 N は、1 0 となる。ヘリウムガスの比誘電率 $r_{(He)}$ は、約 1 . 0 であり、PTFE の比誘電率 $r_{(PTFE)}$ は、約 2 . 1 である。そのため、配管 5 0 の全体において、本体 5 1 の静電容量 $C_{(PTFE)}$ と流路 5 2 の静電容量 $C_{(He)}$ との比は、例えば下記の式（2）のように表される。 20

【 数 2 】

$$\begin{aligned} C_{(PTFE)} : C_{(He)} &= \left(\frac{\epsilon_{r(PTFE)}}{d_{(PTFE)}} \right) : \left(\frac{\epsilon_{r(He)}}{d_{(He)}} \right) \\ &= \left(\frac{2.1}{3 \times 10} \right) : \left(\frac{1}{1 \times 10} \right) \\ &= 0.7 : 1 \quad \dots (2) \end{aligned} \quad 30$$

【 0 0 3 2 】

電位差は静電容量に逆比例するので、本体 5 1 に発生する電位差 $V_{(PTFE)}$ と流路 5 2 に発生する電位差 $V_{(He)}$ との比は、例えば下記の式（3）のように表される。

【 数 3 】

$$V_{(PTFE)} : V_{(He)} = 1 : 0.7 \quad \dots (3)$$

【 0 0 3 3 】

従って、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間の電位差 $V_{(total)}$ を 5 0 0 0 V と仮定すると、各層の流路 5 2 に発生する電位差 $V_{(He)}$ は、例えば下記の式（4）のように算出される。 40

【 数 4 】

$$\begin{aligned} V_{(He)} &= 5000 \times \left(\frac{0.7}{1 + 0.7} \right) \times \frac{1}{10} \\ &\cong 205.9 \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【 0 0 3 4 】

従って、空間 5 3 が設けられていない比較例の配管では、各層において、流路 5 2 内を流れるヘリウムガスに、約 2 0 6 V の電位差が発生することになる。

【 0 0 3 5 】

一方、本実施形態における配管 5 0 では、例えば図 5 に示されるようなモデルを考えることができる。図 5 は、本実施形態における配管 5 0 のモデルの一例を示す模式図である。図 5 においても、PTFE により形成された配管 5 0 のモデルが例示されている。図 5 においても、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間の電位差を $V_{(total)}$ と定義し、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間の距離、即ち配管の厚さを $d_{(total)}$ と定義する。また、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b から本体部 1 1 1 に向う方向（図 5 における Y 方向）では、本体 5 1 に螺旋状に形成された流路 5 2 は、略同様の構造の複数の層とみなすことができる。

10

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態では、図 5 の Y 方向において、流路 5 2 の間に空間 5 3 が配置されている。従って、各層には、本体 5 1 の層と、流路 5 2 の層と、空間 5 3 の層が含まれている。各層において、本体 5 1 に発生する電位差を $V_{(PTFE)}$ 、流路 5 2 に発生する電位差を $V_{(He)}$ 、空間 5 3 に発生する電位差を $V_{(VAC)}$ と定義する。また、各層において、本体 5 1 の厚さを $d_{(PTFE)}$ 、流路 5 2 の厚さを $d_{(He)}$ 、空間 5 3 の厚さを $d_{(VAC)}$ と定義する。

【 0 0 3 7 】

このような層が配管内に N 層形成されていると仮定すると、 $V_{(total)}$ と、 $V_{(PTFE)}$ 、 $V_{(He)}$ 、および $V_{(VAC)}$ との間には、例えば下記の式 (5) に示すような関係が成り立つ。

20

【 数 5 】

$$V_{(total)} = N \times (V_{(PTFE)} + V_{(VAC)} + V_{(He)}) \quad \dots (5)$$

【 0 0 3 8 】

ここで、それぞれの層において、本体 5 1 の厚さ $d_{(PTFE)}$ を 2 mm、流路 5 2 の厚さ $d_{(He)}$ を 1 mm、空間 5 3 の厚さ $d_{(VAC)}$ を 1 mm、配管 5 0 の全体の厚さ $d_{(total)}$ を 4 0 mm と仮定すると、層の数 N は 1 0 となる。空気の比誘電率は、約 1 . 0 であるため、大気圧よりも低い圧力に制御された空気を含む空間 5 3 の比誘電率 $\epsilon_r(VAC)$ は、約 1 . 0 である。そのため、配管 5 0 の全体において、本体 5 1 の静電容量 $C_{(PTFE)}$ と流路 5 2 の静電容量 $C_{(He)}$ と空間 5 3 の静電容量 $C_{(VAC)}$ との比は、例えば下記の式 (6) のように表される。

30

【 数 6 】

$$\begin{aligned} C_{(PTFE)} : C_{(VAC)} : C_{(He)} &= \left(\frac{\epsilon_r(PTFE)}{d_{(PTFE)}} \right) : \left(\frac{\epsilon_r(VAC)}{d_{(VAC)}} \right) : \left(\frac{\epsilon_r(He)}{d_{(He)}} \right) \\ &= \left(\frac{2.1}{2 \times 10} \right) : \left(\frac{1}{1 \times 10} \right) : \left(\frac{1}{1 \times 10} \right) \\ &= 1.1 : 1 : 1 \quad \dots (6) \end{aligned}$$

40

【 0 0 3 9 】

電位差は静電容量に逆比例するので、本体 5 1 に発生する電位差 $V_{(PTFE)}$ と流路 5 2 に発生する電位差 $V_{(He)}$ と空間 5 3 に発生する電位差 $V_{(VAC)}$ との比は、例えば下記の

50

式(7)のように表される。

【数7】

$$V_{(PTFE)}:V_{(VAC)}:V_{(He)} = 0.9:1:1 \quad \dots(7)$$

【0040】

従って、本体部111とプラズマ処理チャンバ10の底部10bとの間の電位差 $V_{(total)}$ を5000Vと仮定すると、各層の流路52に発生する電位差 $V_{(He)}$ は、例えば下記の式(8)のように算出される。

【数8】

$$V_{(He)} = 5000 \times \left(\frac{1}{0.9 + 1 + 1} \right) \times \frac{1}{10} \\ \cong 172.4 \quad \dots(8)$$

10

【0041】

従って、本実施形態における配管50では、各層において、流路52内を流れるヘリウムガスに、約172Vの電位差が発生することになる。前述の比較例に比べると、各層において、流路52内を流れるヘリウムガスに発生する電位差が大幅に低減されている。これにより、本実施形態の配管50では、比較例の配管に比べて、流路52内における放電を大幅に抑制することができる。

20

【0042】

[空間53内の圧力]

図6は、パッシェンの法則と呼ばれる気圧および電極間距離と放電電圧との関係の一例を示す図である。本実施形態において、空間53内は空気で満たされており、空間53内は圧力調整弁15aおよび排気システム40によって大気圧よりも低い予め定められた圧力に制御されている。空気の約8割は窒素ガスであるため、空間53内の空気は、ほぼ窒素ガスとみなすことができる。

30

【0043】

また、本体部111とプラズマ処理チャンバ10の底部10bとの間の電位差 $V_{(total)}$ は5000V前後であるため、放電電圧が104V以上であれば、空間53内での放電を抑えることができる。図6を参照すると、窒素ガスにおいて、気圧と電極間距離の積が0.5以下であれば、放電電圧が104V以上となる。本実施形態において、電極間距離は流路52の厚さ $d_{(He)}$ に対応する。そのため、空間53の厚さ $d_{(VAC)}$ を1mmと仮定すると、空気の圧力が5Torr以下であれば、放電電圧が104V以上となり、空間53内での放電を抑えることができる。

【0044】

なお、本実施形態では、空間53内のガスは空気であるが、開示の技術はこれに限られず、空間53内のガスは空気以外のガスであってもよい。空気以外のガスとしては、例えば、ヘリウムガス、ネオン(Ne)ガス、およびアルゴン(Ar)ガス等の希ガス、窒素(N₂)ガス、または水素(H₂)ガス等であってもよい。図6を参照すると、空間53内のガスがヘリウムガスである場合、ヘリウムガスの圧力が6Torr以下であれば、放電電圧が104V以上となり、空間53内での放電を抑えることができる。また、空間53内のガスがネオンガスである場合、ネオンガスの圧力が4Torr以下であれば、放電電圧が104V以上となり、空間53内での放電を抑えることができる。空間53内のガスがアルゴンガスである場合、アルゴンガスの圧力が2Torr以下であれば、放電電圧が104V以上となり、空間53内での放電を抑えることができる。空間53内のガスが窒素ガスである場合、窒素ガスの圧力が5Torr以下であれば、放電電圧が104V以

40

50

上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。空間 5 3 内のガスが水素ガスである場合、水素ガスの圧力が 8 Torr 以下であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。

【0045】

また、図 6 を参照すると、窒素ガスにおいて、気圧と電極間距離の積が 200 Torr · cm 以上であっても、放電電圧が 104 V 以上となる。そのため、空間 5 3 の厚さ d (VAC) を 1 mm と仮定すると、空気の圧力が 2000 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となる。従って、空間 5 3 内の圧力が 2000 Torr 以上となるように、空間 5 3 内に空気を供給するようにしても、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。

【0046】

また、図 6 を参照すると、空間 5 3 内のガスがヘリウムガスである場合、ヘリウムガスの圧力が 104 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。また、空間 5 3 内のガスがネオンガスである場合、ネオンガスの圧力が 7000 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。空間 5 3 内のガスがアルゴンガスである場合、アルゴンガスの圧力が 5000 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。空間 5 3 内のガスが窒素ガスである場合、窒素ガスの圧力が 2000 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。空間 5 3 内のガスが水素ガスである場合、水素ガスの圧力が 5000 Torr 以上であれば、放電電圧が 104 V 以上となり、空間 5 3 内での放電を抑えることができる。

【0047】

なお、流路 5 2 内では、40 ~ 100 Torr の圧力で伝熱ガス（例えばヘリウムガス）が流通する。流路 5 2 の厚さ d (He) を 1 mm と仮定すると、ヘリウムガスの圧力が 40 Torr の場合、気圧と電極間距離との積が 40 Torr × 0.1 cm = 4 となる。図 6 を参照すると、ヘリウムガスにおいて気圧と電極間距離との積が 4 の場合の放電電圧は約 190 V である。本実施形態における配管 5 0 では、前述の式 (8) により、流路 5 2 内を流れるヘリウムガスに発生する電位差は約 172 V であり、放電電圧である 190 V よりも低い。そのため、流路 5 2 内では放電が発生しにくい。また、流路 5 2 内では、40 Torr 以上の圧力でヘリウムガスが流通するため、流路 5 2 内を流れるヘリウムガスの放電電圧はさらに高くなり、さらに放電しにくくなる。例えば、ヘリウムガスの圧力が 100 Torr の場合、気圧と電極間距離との積が 100 Torr × 0.1 cm = 10 となり、図 6 を参照すると、放電電圧は約 300 V となる。これにより、流路 5 2 内を流れるヘリウムガスの放電はさらに抑制される。

【0048】

[プラズマ処理方法]

図 7 は、本開示の一実施形態におけるプラズマ処理方法の一例を示すフローチャートである。図 7 に例示された各ステップは、制御部 2 がプラズマ処理装置 1 の各部を制御することにより実現される。

【0049】

まず、図示しない搬送装置によって、基板 W がプラズマ処理チャンバ 10 内に搬入され、本体部 111 の静電チャック上に載せられる (S10)。ステップ S10 は、工程 a) の一例である。そして、静電チャックに発生した静電気力により、基板 W が静電チャック上に吸着保持される (S11)。そして、プラズマ処理チャンバ 10 内のガスが排気システム 40 によって排気され、圧力調整弁 16 a によってプラズマ処理チャンバ 10 内が予め定められた圧力に調整される。

【0050】

次に、基板 W と静電チャックとの間に伝熱ガスが供給される (S12)。ステップ S12 は、工程 b) の一例である。伝熱ガスは、図示しないガス供給源から配管 14 を介して配管 50 に供給される。配管 50 に供給された伝熱ガスは、配管 50 内の流路 52 を流れ

10

20

30

40

50

、本体部 1 1 1 内の流路 1 1 1 c を介して基板 W と静電チャックとの間に供給される。そして、本体部 1 1 1 内の温調モジュールにより、基板 W の温度調整が開始される (S 1 3) 。

【 0 0 5 1 】

次に、圧力調整弁 1 5 a が開かれ、配管 5 0 の空間 5 3 内の空気の排気が開始される (S 1 4) 。ステップ S 1 4 は、工程 c) の一例である。そして、配管 1 5 に設けられた圧力センサ 1 5 b により、配管 5 0 の空間 5 3 内の圧力 P が測定され、空間 5 3 内の圧力 P が予め定められた圧力 P 0 以下になったか否かが判定される (S 1 5) 。本実施形態において、予め定められた圧力 P 0 は、例えば 5 T o r r である。

【 0 0 5 2 】

空間 5 3 内の圧力 P が予め定められた圧力 P 0 以下になった場合 (S 1 5 : Y e s) 、基板 W に対するプラズマ処理が実行される (S 1 6) 。ステップ S 1 6 は、工程 d) の一例である。ステップ S 1 6 では、ガス供給部 2 0 からプラズマ処理チャンバ 1 0 内に処理ガスが供給され、電源 3 0 からプラズマ処理チャンバ 1 0 内に R F 電力が供給される。これにより、プラズマ処理チャンバ 1 0 内にプラズマが生成され、プラズマに含まれるイオンや活性種等により、基板 W にエッチング等の処理が施される。そして、基板 W がプラズマ処理チャンバ 1 0 内から搬出され、本フローチャートに示されたプラズマ処理方法が終了する。

【 0 0 5 3 】

空間 5 3 内の圧力 P が予め定められた圧力 P 0 より高い場合 (S 1 5 : N o) 、ステップ S 1 4 が実行されてから予め定められた時間が経過したか否かが判定される (S 1 7) 。予め定められた時間とは、例えば数秒である。ステップ S 1 4 が実行されてから予め定められた時間が経過していない場合 (S 1 7 : N o) 、再びステップ S 1 6 に示された処理が実行される。

【 0 0 5 4 】

一方、ステップ S 1 4 が実行されてから予め定められた時間が経過した場合 (S 1 7 : Y e s) 、プラズマ処理システム 1 0 0 のユーザや管理者等にエラーを通知する (S 1 8) 。そして、プラズマ処理を実行することなく、本フローチャートに示されたプラズマ処理方法が終了する。

【 0 0 5 5 】

以上、一実施形態について説明した。上記したように、本実施形態におけるプラズマ処理装置 1 であって、プラズマ処理チャンバ 1 0 と、プラズマ生成部 1 2 と、本体部 1 1 1 と、プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b と、配管 5 0 とを備える。プラズマ処理チャンバ 1 0 は、基板 W を収容する。プラズマ生成部 1 2 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に電磁波を供給することによりプラズマ処理チャンバ 1 0 内にプラズマを生成させ、プラズマにより基板 W を処理する。本体部 1 1 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に配置されている。プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b は、本体部 1 1 1 との間で予め定められた電位差を有する。配管 5 0 は、誘電体で形成されており、本体部 1 1 1 とプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b との間に配置され、ガスをプラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b から本体部 1 1 1 へ流通させる。配管 5 0 には、ガスが流通する流路 5 2 が屈曲状または湾曲状に形成されている。プラズマ処理チャンバ 1 0 の底部 1 0 b から本体部 1 1 1 に向う方向において、配管 5 0 を構成する部材を挟んで流路 5 2 に隣接する位置には、配管 5 0 を構成する部材よりも比誘電率が低い空間 5 3 が配置されている。これにより、プラズマ処理チャンバ 1 0 内にガスを供給する配管 5 0 内の放電を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

また、上記した実施形態において、配管 5 0 の空間 5 3 内は、空気で満たされており、5 T o r r 以下の圧力に制御される。これにより、配管 5 0 内の放電を抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

また、上記した実施形態において、プラズマ処理チャンバ 1 0 内のガスを排気する排気

10

20

30

40

50

システム 40 を備え、排気システム 40 は、配管 50 の空間 53 内の空気も排気する。これにより、プラズマ処理システム 100 の小型化が可能となる。

【0058】

また、上記した実施形態において、配管 50 の空間 53 内は、空気で満たされており、空間 53 内の圧力は 2000 Torr 以上となるように制御されてもよい。このようにしても、配管 50 内の放電を抑制することができる。

【0059】

また、上記した実施形態において、配管 50 の流路 52 は、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向における配管 50 の中心軸を中心として螺旋状に形成されている。これにより、配管 50 を小型化することができる。

10

【0060】

また、本実施形態におけるプラズマ処理方法は、工程 a)、工程 b)、工程 c)、および工程 d) を含む。工程 a) では、プラズマ処理チャンバ 10 内に基板 W が搬入される。工程 b) では、配管 50 を介して、ガスがプラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 へ流される。配管 50 は、誘電体で形成されており、内部にガスが流通する流路 52 が屈曲状または湾曲状に形成されており、プラズマ処理チャンバ 10 内に配置される本体部 111 と本体部 111 との間で予め定められた電位差を有するプラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b との間に配置されている。工程 c) では、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向において、配管 50 を構成する部材を挟んで流路 52 に隣接する配管 50 内の位置に配置されている空間 53 内の空気が排気される。工程 d) では、空間 53 内の圧力が 5 Torr 以下になった後に、プラズマ処理チャンバ 10 内に電磁波が供給されることによりプラズマ処理チャンバ 10 内にプラズマが生成され、プラズマにより基板 W が処理される。これにより、プラズマ処理チャンバ 10 内にガスを供給する配管 50 内の放電を抑制することができる。

20

【0061】

[その他]

なお、本願に開示された技術は、上記した実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

【0062】

例えば、上記した実施形態では、空間 53 内が空気で満たされ、空間 53 内の圧力が大気圧よりも低い予め定められた圧力に制御される。しかし、空間 53 内が、配管 50 の本体 51 よりも比誘電率が低い状態になっていれば、空間 53 内に配置される物質は、空気やガスに限られず、固体や液体であってもよい。

30

【0063】

また、上記した実施形態において、配管 50 には、流路 52 が螺旋状に形成されるが、流路 52 の形状は、屈曲状または湾曲状であれば、螺旋状以外の形状に形成されてもよい。他の形態として、配管 50 には、例えば図 8 に示されるような形状の流路 52b が形成されてもよい。図 8 の例では、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向（図 8 における Y 方向）において、配管 50 内に流路 52b が屈曲状に形成されている。図 8 の例においても、空間 53b は、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向（図 8 における Y 方向）において、配管 50 の本体 51 を挟んで流路 52b に隣接する位置に形成されている。従って、図 8 のような構造の配管 50 においても、プラズマ処理チャンバ 10 内にガスを供給する配管 50 内の放電を抑制することができる。

40

【0064】

また、他の形態として、配管 50 には、例えば図 9 に示されるような形状の流路 52c が形成されてもよい。図 9 の例では、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向（図 9 における Y 方向）において、配管 50 内に流路 52c が屈曲状に形成されている。図 9 の例においても、空間 53c は、プラズマ処理チャンバ 10 の底部 10b から本体部 111 に向う方向（図 9 における Y 方向）において、配管 50 の本体 5

50

1を挟んで流路52cに隣接する位置に形成されている。従って、図9のような構造の配管50においても、プラズマ処理チャンバ10内にガスを供給する配管50内の放電を抑制することができる。

【0065】

また、他の形態として、配管50には、例えば図10に示されるような形状の流路52dが形成されてもよい。図10の例では、プラズマ処理チャンバ10の底部10bから本体部111に向う方向（図10におけるY方向）において、配管50内に流路52dが屈曲状に形成されている。図10の例においても、空間53dは、プラズマ処理チャンバ10の底部10bから本体部111に向う方向（図10におけるY方向）において、配管50の本体51を挟んで流路52dに隣接する位置に形成されている。従って、図10のよ

10

【0066】

また、上記した実施形態では、プラズマ処理装置1に用いられるプラズマ源の一例として、容量結合型プラズマを説明したが、プラズマ源はこれに限られない。容量結合型プラズマ以外のプラズマ源としては、例えば、誘導結合プラズマ（ICP）、マイクロ波励起表面波プラズマ（SWP）、電子サイクロトン共鳴プラズマ（ECP）、およびヘリコン波励起プラズマ（HWP）等が挙げられる。マイクロ波励起表面波プラズマ（SWP）に用いられるマイクロ波は、電磁波の一例である。

20

【0067】

また、上記した実施形態では、本体部111を第1の導電部材の一例として説明し、プラズマ処理チャンバ10の底部10bを第2の導電部材の一例として説明したが、開示の技術はこれに限られない。プラズマ処理装置1に設けられる導電部材であって、電位差を有する2つの導電部材であれば、本体部111やプラズマ処理チャンバ10の底部10b以外の部材に対しても開示の技術を適用することができる。例えば、シャワーヘッド13を第1の導電部材とし、シャワーヘッド13を覆う筐体を第2の導電部材として、開示の技術を適用することも可能である。

【0068】

なお、今回開示された実施形態は全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。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の特許請求の範囲およびその趣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。

30

【符号の説明】

【0069】

W 基板

100 プラズマ処理システム

1 プラズマ処理装置

2 制御部

2a コンピュータ

2a1 処理部

2a2 記憶部

2a3 通信インターフェース

10 プラズマ処理チャンバ

10a 側壁

10b 底部

10e ガス排出口

10s プラズマ処理空間

11 基板支持部

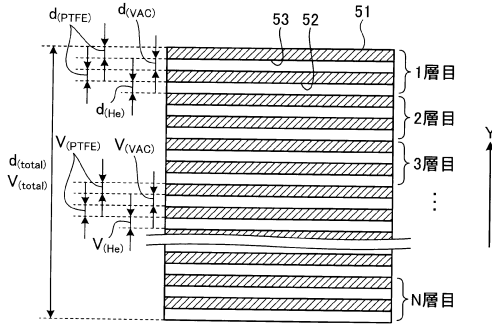
111 本体部

40

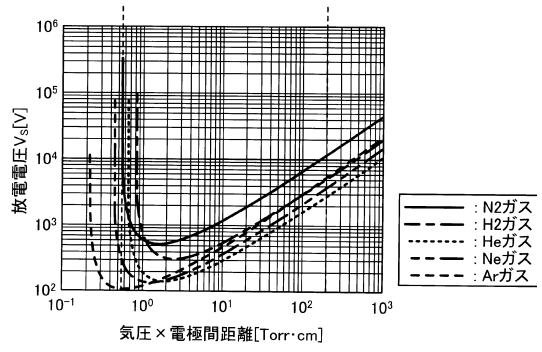
50

1 1 1 a	基板支持面	
1 1 1 b	リング支持面	
1 1 1 c	流路	
1 1 2	リングアセンブリ	
1 2	プラズマ生成部	
1 3	シャワーヘッド	
1 3 a	ガス供給口	
1 3 b	ガス拡散室	
1 3 c	ガス導入口	
1 4	配管	10
1 5	配管	
1 5 a	圧力調整弁	
1 5 b	圧力センサ	
1 6	配管	
1 6 a	圧力調整弁	
2 0	ガス供給部	
2 1	ガスソース	
2 2	流量制御器	
3 0	電源	
3 1	R F 電源	20
3 1 a	第 1 の R F 生成部	
3 1 b	第 2 の R F 生成部	
3 2	D C 電源	
3 2 a	第 1 の D C 生成部	
3 2 b	第 2 の D C 生成部	
4 0	排気システム	
5 0	配管	
5 1	本体	
5 1 a	部分	
5 2	流路	30
5 2 a	部分	
5 3	空間	
5 3 a	部分	

【 図 5 】



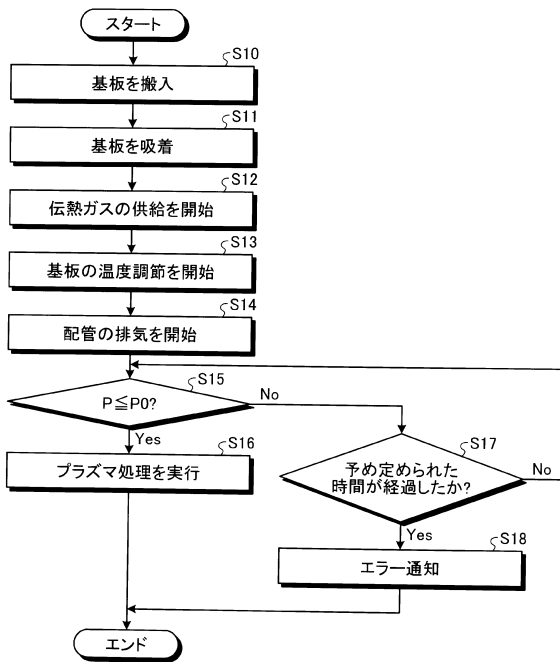
【 図 6 】



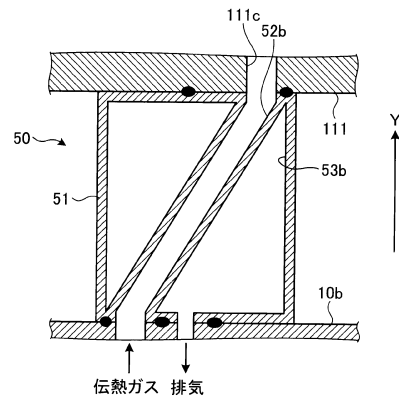
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

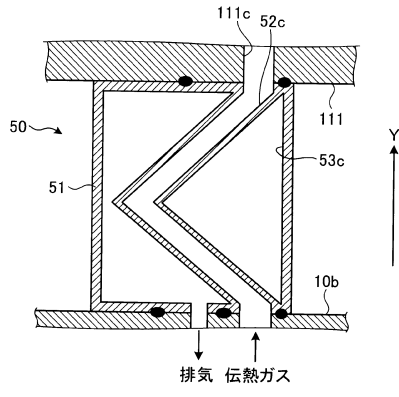


30

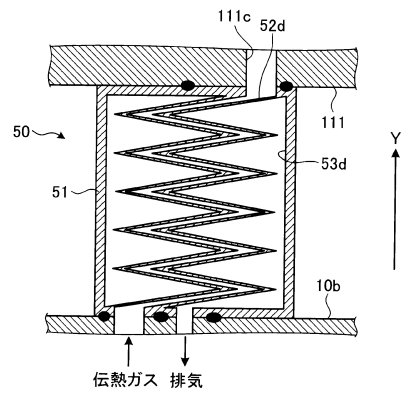
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考)

BB28