

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-201713

(P2017-201713A)

(43) 公開日 平成29年11月9日(2017.11.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/683 (2006.01)	H O 1 L 21/68 R	2 G 0 8 4
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 I O 1 R	5 F 0 0 4
H O 5 H 1/46 (2006.01)	H O 5 H 1/46 A	5 F 1 3 1

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-136520 (P2017-136520)	(71) 出願人	511265154 S P Pテクノロジー株式会社 東京都千代田区大手町一丁目3番2号経団 連会館15階
(22) 出願日	平成29年7月12日(2017.7.12)	(74) 代理人	110001748 特許業務法人まこと国際特許事務所
(62) 分割の表示	特願2013-150397 (P2013-150397) の分割	(72) 発明者	富阪 賢一 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 S P Pテ クノロジー株式会社内
原出願日	平成25年7月19日(2013.7.19)	(72) 発明者	竹内 史和 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 S P Pテ クノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	2G084 BB07 CC12 CC13 CC15 CC33 DD38 FF06 FF11 FF23 FF31 FF39
		最終頁に続く	

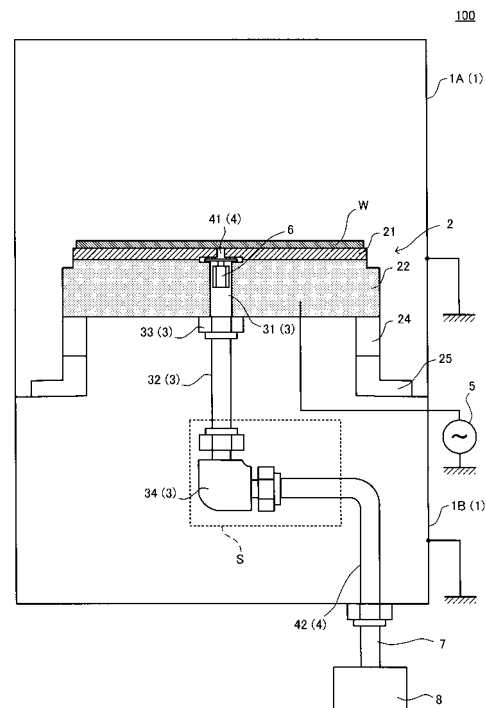
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】放電を効果的に抑制するプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】本発明に係るプラズマ処理装置100は、静電チャックベース部22と、被処理基板にHeガスを提供するように静電チャックベース部22を貫通して設けられ、金属の第1のガス流路3と、誘電体の第2のガス流路4と、第1のガス流路3及び第2のガス流路4を覆う金属筐体1と、高周波電力を印加する高周波電源5と、樹脂から形成され、第1のガス流路3と第2のガス流路4との境界近傍を閉塞する閉塞部材6とを備える。金属筐体1は、接地され、閉塞部材6は、第1のガス流路3又は第2のガス流路4の流路軸方向に垂直な閉塞部材6の断面であって閉塞部材6の少なくとも1つの該断面において、第1のガス流路3又は第2のガス流路4の流路軸を中心とする円であって、第1のガス流路3又は第2のガス流路4の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属から形成された静電チャックベース部と、
前記静電チャックベース部の上方に位置する被処理基板にHeガスを供給するように前記静電チャックベース部を貫通して設けられ、金属から形成された第1のガス流路と、
前記第1のガス流路の上端及び下端のうち少なくとも何れか一方に接続され、誘電体から形成された第2のガス流路と、
前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路を覆う金属筐体と、
前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、
樹脂から形成され、前記第1のガス流路と前記第2のガス流路との境界近傍において前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞する閉塞部材とを備え、
前記金属筐体は、接地され、
前記閉塞部材は、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸方向に垂直な前記閉塞部材の断面であって前記閉塞部材の少なくとも1つの該断面において、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸を中心とする円であって、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 2】

前記第2のガス流路は、前記第1のガス流路の下端に接続された樹脂管を有することを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 3】

前記第1のガス流路は、前記静電チャックベース部に電氣的に接続した状態で設けられた金属管を有し、

前記樹脂管は、前記金属管に接続されていることを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記静電チャックベース部の上方に位置し、被処理基板が載置される誘電層を更に備え、

前記第2のガス流路は、前記誘電層に設けられた貫通孔を有し、

30

前記貫通孔は、前記第1のガス流路の上端に接続されていることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

被処理基板が載置される誘電層、及び該誘電層の下方に位置し金属から形成された静電チャックベース部を具備し、前記被処理基板にHeガスを供給するように前記誘電層及び前記静電チャックベース部を貫通する貫通孔が設けられた静電チャックと、

前記静電チャックを覆うチャンバと、

前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、

セラミックから形成され、前記貫通孔に挿通されるリフトピンとを備え、

前記チャンバは、接地され、

40

前記リフトピンは、前記貫通孔の孔軸方向に垂直な前記リフトピンの断面であって前記リフトピンの少なくとも1つの該断面において、前記貫通孔の孔軸を中心とする円であって、前記貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ処理装置に関する。特に、本発明は、放電を効果的に抑制するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

従来より、高周波電源を利用して金属から形成されたチャンバ内にプラズマを発生させ、高周波バイアス電力が印加される被処理基板にエッチング処理や成膜処理等を施すプラズマ処理装置が知られている。プラズマ処理装置には、接地されたチャンバ内に静電チャックが設けられる。静電チャックは、被処理基板が載置される誘電層と、誘電層の下方に位置し金属から形成された静電チャックベース部とを具備し、載置された被処理基板を固定すると共に、被処理基板を所望の温度に維持する。具体的には、被処理基板にH e ガスを供給するように誘電層及び静電チャックベース部を貫通する貫通孔が設けられ、被処理基板裏面にH e ガスを供給することで被処理基板を冷却する。

【 0 0 0 3 】

静電チャックに設けられた貫通孔には、H e ガスを供給するようにガス管が接続されている。前記ガス管としては、前記貫通孔の下端に接続された誘電体である樹脂管を例示できる。また、前記ガス管としては、静電チャックベース部に電氣的に接続する前記貫通孔の下端に一端が接続された金属管と、該金属管の他端に接続された樹脂管との組み合わせを例示できる。いずれの場合でも、高周波電源により印加される高周波電力から絶縁するため、前記ガス管としては、樹脂管が用いられる。よって、H e ガスは、樹脂管、静電チャックベース部に設けられた貫通孔、誘電層に設けられた貫通孔を通して被処理基板に供給される場合と、樹脂管、金属管、静電チャックベース部に設けられた貫通孔、誘電層に設けられた貫通孔を通して被処理基板に供給される場合とがある。いずれにせよ、被処理基板にH e ガスを供給するガス流路は、金属から形成された第1のガス流路（静電チャックベース部に設けられた貫通孔、金属管）と、誘電体から形成された第2のガス流路（誘電層に設けられた貫通孔、樹脂管）とから構成される。

【 0 0 0 4 】

静電チャックに設けられた貫通孔は、チャンバに覆われている。つまり、静電チャックベース部に設けられた貫通孔と、誘電層に設けられた貫通孔とが、接地された金属筐体としてのチャンバに覆われている。

一方、ガス管は、接地された金属筐体としての金属容器に覆われている。具体的には、静電チャックに樹脂管の一端が接続されている場合には、樹脂管が接地された金属容器に覆われている。また、静電チャックに金属管の一端が接続され、金属管の他端に樹脂管が接続されている場合には、金属管と樹脂管とが接地された金属容器に覆われている。つまり、静電チャックに設けられた貫通孔と、ガス管とが、接地された金属筐体としてのチャンバ及び金属容器に覆われている。

すなわち、第1のガス流路と第2のガス流路との双方が接地された金属筐体に覆われているといえる。

【 0 0 0 5 】

上記の構成を有する静電チャックは、被処理基板に高周波バイアス電力を印加し、チャンバ内に発生したプラズマによりエッチングを行うための下部電極としても用いられている。具体的には、静電チャックベース部に高周波電力が印加される。しかしながら、静電チャックベース部に高周波電力が印加されることで、静電チャック内のガス流路において放電が発生するおそれがある。

【 0 0 0 6 】

一方、静電チャックには、静電チャックに載置された被処理基板を昇降させるためのリフトピンが設けられている。リフトピンは、静電チャックに設けられた貫通孔に挿通されているため、この貫通孔がH e ガスのガス流路として併用される場合がある。

しかしながら、静電チャックベース部に高周波電源を印加することで、リフトピンが挿通される貫通孔において放電が発生するおそれがある。

【 0 0 0 7 】

リフトピンが挿通される貫通孔を除いた静電チャック内のガス流路において放電を抑制するプラズマ処理装置については、従来より種々提案されている。例えば、特許文献1には、管径（ガス流路の内断面積）が大きくなるほど放電開始電圧は低くなる傾向にある（

10

20

30

40

50

特許文献 1 の明細書の段落 0007) ことから、多数の小径の流路が形成されているガス流路を備えるプラズマ処理装置が提案されている。斯かるプラズマ処理装置によれば、ガス流路は小径である(ガス流路の内断面積が小さい)ため、放電開始電圧が高く、放電が発生し難くなる(特許文献 1 の明細書の段落 0013)。

【0008】

しかしながら、静電チャック内のガス流路において放電を抑制する一方で、被処理基板を所望する温度に冷却することができるように、被処理基板に供給する He ガスのコンダクタンスを一定以上にすることが必要である。特許文献 1 に記載のプラズマ処理装置では、多数の小径の流路が形成されたガス流路を用いるため、被処理基板に供給する He ガスのコンダクタンスを一定以上にし難い。つまり、特許文献 1 に記載のプラズマ処理装置では、He ガスのコンダクタンスを一定以上にするために、ガス流路の内断面積を大きくせざるを得ない。このため、静電チャック内のガス流路において放電を十分に抑制できない場合があった。

10

【0009】

また、リフトピンが挿通される貫通孔に特許文献 1 に記載の技術を適用すると、貫通孔に多数の小径の流路が形成されるため、リフトピンの昇降を妨げることになる。このため、リフトピンが挿通される貫通孔に特許文献 1 に記載の技術を適用することはできない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

20

【特許文献 1】特開平 6 - 244119 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、斯かる従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、放電を効果的に抑制するプラズマ処理装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記課題を解決するため、本発明者らは鋭意検討を行い、以下の知見を得た。前述のように、被処理基板裏面に He ガスを供給するガス流路は、金属から形成される第 1 のガス流路と、誘電体から形成される第 2 のガス流路とから構成されるが、特に第 1 のガス流路と第 2 のガス流路との境界近傍において、放電が発生し易いということがわかった。これは、以下の理由によるものと考えられる。静電チャックベース部に高周波電力を印加すると、静電チャックベース部を貫通して設けられている第 1 のガス流路は金属から形成されているため、第 1 のガス流路は、静電チャックベース部と略同電位となる。第 2 のガス流路は、第 1 のガス流路と接続されているため、高周波電力の影響が及ぶものの、誘電体から形成されているため、静電チャックベース部よりも電位が低くなる。このように、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路との間に電位差が生じる。また、ガス流路を流れる He ガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、He ガスが励起され、He イオン (He^+) となる。このため、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路との境界近傍において、ガス流路を流れる He イオンが、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路とを覆う接地された金属筐体に向かって加速し易い、すなわち放電し易いと考えられる。第 1 のガス流路と第 2 のガス流路との境界近傍における He ガスの放電の態様は、具体的には以下の通りである。

30

40

(1) 静電チャック内では、金属から形成された静電チャックベース部を貫通して設けられた第 1 のガス流路と誘電層を貫通して設けられた第 2 のガス流路との境界近傍において、ガス流路を流れる励起された He イオンが、接地された金属筐体(チャンバ)に向かって加速する放電が発生する。

(2) 静電チャック外では、金属から形成された第 1 のガス流路(静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔又は金属管)と誘電体から形成された第 2 のガス流路(樹脂管)との境界近傍において、ガス流路を流れる He イオンが、接地された金属筐体(チャ

50

ンバ又は金属容器)に向かって加速する放電が発生する。

【0013】

本発明者らは、以上の知見に基づき、第1のガス流路と第2のガス流路との境界近傍を閉塞部材を用いて閉塞すれば、Heイオンが閉塞部材に衝突することによりHeイオンの加速を抑え、放電の発生を抑制可能であろうと考えた。さらに、本発明者らは、Heイオンがガス流路の中心部分において特に加速し易いであろうとの考えに基づき更に検討を行い、ガス流路において同じ内断面積を閉塞する場合であっても、特にガス流路の中心部分を閉塞することで、放電を効果的に抑制できることを見出した。具体的には、ガス流路の流路軸を中心とする円であって、ガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞すれば、Heイオンが閉塞部材に衝突することによりHeイオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できるという知見を得た。

10

【0014】

本発明は、上記の本発明者らの知見に基づき完成されたものである。すなわち、前記課題を解決するため、本発明は、金属から形成された静電チャックベース部と、前記静電チャックベース部の上方に位置する被処理基板にHeガスを供給するように前記静電チャックベース部を貫通して設けられ、金属から形成された第1のガス流路と、前記第1のガス流路の上端及び下端のうち少なくとも何れか一方に接続され、誘電体から形成された第2のガス流路と、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路を覆う金属筐体と、前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、樹脂から形成され、前記第1のガス流路と前記第2のガス流路との境界近傍において前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞する閉塞部材とを備え、前記金属筐体は、接地され、前記閉塞部材は、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸方向に垂直な前記閉塞部材の断面であって前記閉塞部材の少なくとも1つの該断面において、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸を中心とする円であって、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。

20

【0015】

本発明に係るプラズマ処理装置では、金属から形成された第1のガス流路の上端又は下端のうち少なくとも何れか一方に、誘電体から形成された第2のガス流路が接続されている。このため、静電チャックベース部を貫通して設けられた第1のガス流路と、第2のガス流路とにより、静電チャックベース部の上方に位置する被処理基板にHeガスを供給することができる。高周波電源が金属から形成された静電チャックベース部に高周波電力を印加するため、静電チャックベース部を貫通して設けられた第1のガス流路に高周波電力が印加される。そして、接地された金属筐体が第1のガス流路及び第2のガス流路を覆っている。その結果、前述のように、第1のガス流路と第2のガス流路との境界近傍において、Heイオンが接地された金属筐体に向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

30

閉塞部材は、樹脂から形成されているため、Heイオンは閉塞部材の内部を通過することができない。閉塞部材は、第1のガス流路と第2のガス流路との境界近傍において第1のガス流路及び第2のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞する。このため、第1のガス流路又は第2のガス流路を流れるHeイオンが閉塞部材に衝突することによって、Heイオンの加速を抑えることができる。第1のガス流路又は第2のガス流路の流路軸方向に垂直な閉塞部材の断面であって閉塞部材の少なくとも1つの該断面において、第1のガス流路又は第2のガス流路の流路軸を中心とする円であって、第1のガス流路又は第2のガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞しない場合には、放電が発生するおそれがある。本発明によれば、閉塞部材は、閉塞部材の前記断面において、第1のガス流路又は第2のガス流路の流路軸を中心とする円であって、第1のガス流路又は第2のガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞するため、Heイオンが閉塞部材に衝突し易くなることによりHeイオンの加速を効果的に抑えることができる。その結果、放電の発生を効果的に抑制することができる。

40

50

前述のように、閉塞部材が第１のガス流路及び第２のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞する。つまり、ガス流路の内部の全体が閉塞部材により閉塞されない。具体的には、ガス流路のいずれの断面においても、その断面の全体ではなく一部しか閉塞部材により閉塞されない。このため、第１のガス流路及び第２のガス流路を介して被処理基板に供給するHeガスの流通が阻害されないように、ガス流路の内部を閉塞することができる。閉塞部材によって閉塞されない部分の寸法を適宜調整することにより、被処理基板に供給するHeガスのコンダクタンスを一定以上にすることができ、被処理基板を所望する温度に冷却することが可能である。

【００１６】

ここで、第１のガス流路及び第２のガス流路は、いずれも、ガスが流れる空間と、該空間を区画する壁面とから構成される。金属から形成された第１のガス流路とは、上記の壁面が金属から形成されていることを意味する。第１のガス流路としては、金属から形成された静電チャックベース部に設けられた貫通孔、金属管、金属製の継手、又はこれらの組合せを例示できる。また、誘電体から形成された第２のガス流路とは、上記の壁面が誘電体から形成されていることを意味する。第２のガス流路としては、誘電層に設けられた貫通孔、樹脂管、又はこれらの組合せを例示できる。

10

【００１７】

前記第２のガス流路の接続の態様としては、前記第１のガス流路の下端に接続された樹脂管を有するものを例示できる。

【００１８】

前記第１のガス流路の接続の態様としては、前記静電チャックベース部に電氣的に接続した状態で設けられた金属管を有し、前記樹脂管が前記金属管に接続されているものを例示できる。

20

【００１９】

静電チャックにおいては、前記静電チャックベース部の上方に位置し、被処理基板が載置される誘電層を更に備えており、前記第２のガス流路が前記誘電層に設けられた貫通孔を有し、前記貫通孔が前記第１のガス流路の上端に接続されているものを例示できる。

【００２０】

前述したものの他、前記課題を解決するため、本発明者らは鋭意検討を行い、以下の知見を得た。リフトピンが挿通される貫通孔は、金属から形成された静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔と、誘電層を貫通して設けられた貫通孔とから構成されるが、特に静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔と誘電層を貫通して設けられた貫通孔との境界近傍において、放電が発生し易いということがわかった。これは、以下の理由によるものと考えられる。静電チャックベース部に高周波電力を印加すると、静電チャックベース部が誘電層の下方に位置するため、誘電層に高周波電力の影響が及ぶものの、誘電層は誘電体から形成されているため、静電チャックベース部よりも電位が低くなる。このように、静電チャックベース部と誘電層との間に電位差が生じる。また、貫通孔を流れるHeガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、Heガスが励起され、Heイオンとなる。このため、静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔と誘電層を貫通して設けられた貫通孔との境界近傍において、リフトピンが挿通される貫通孔を流れるHeイオンが、静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔と誘電層を貫通して設けられた貫通孔とを覆う接地された金属筐体に向かって加速し易い、すなわち放電し易いと考えられる。

30

40

【００２１】

本発明者らは、以上の知見に基づき、静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔と誘電層を貫通して設けられた貫通孔との境界近傍をリフトピンを用いて閉塞すれば、Heイオンがリフトピンに衝突することによりHeイオンの加速を抑え、放電の発生を抑制可能であろうと考えた。さらに、本発明者らは、Heイオンが貫通孔の中心部分において特に加速し易いであろうとの考えに基づき更に検討を行い、貫通孔において同じ断面積を閉塞する場合であっても、特に貫通孔の中心部分を閉塞することで、放電を効果的に抑

50

制できることを見出した。具体的には、貫通孔の孔軸を中心とする円であって、貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞すれば、Heイオンがリフトピンに衝突することによりHeイオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できるという知見を得た。

【0022】

本発明は、上記の本発明者らの知見に基づき完成されたものである。すなわち、被処理基板が載置される誘電層、及び該誘電層の下方に位置し金属から形成された静電チャックベース部を具備し、前記被処理基板にHeガスを供給するように前記誘電層及び前記静電チャックベース部を貫通する貫通孔が設けられた静電チャックと、前記静電チャックを覆うチャンバと、前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、セラミックから形成され、前記貫通孔に挿通されるリフトピンとを備え、前記チャンバは、接地され、前記リフトピンは、前記貫通孔の孔軸方向に垂直な前記リフトピンの断面であって前記リフトピンの少なくとも1つの該断面において、前記貫通孔の孔軸を中心とする円であって、前記貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置としても提供される。

10

【0023】

高周波電力が印加されている静電チャックベース部は誘電層の下方に位置する。そして、被処理基板にHeガスを供給するように誘電層及び静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔が接地されたチャンバに覆われている。その結果、前述のように、誘電層を貫通して設けられた貫通孔と、静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔との境界近傍において、Heイオンが接地されたチャンバに向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

20

リフトピンはセラミックから形成されているため、Heイオンはリフトピンの内部を通過することができない。リフトピンは静電チャックに設けられた貫通孔に挿通されているため、貫通孔を流れるHeイオンがリフトピンに衝突することによって、Heイオンの加速を抑えることができる。貫通孔の孔軸方向に垂直なリフトピンの断面であってリフトピンの少なくとも1つの該断面において、貫通孔の孔軸を中心とする円であって、貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する円の内側を閉塞しない場合には、放電が発生するおそれがある。本発明によれば、リフトピンの前記断面において、貫通孔の孔軸を中心とする円であって、貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する円の内側を閉塞するため、Heイオンがリフトピンに衝突し易くなることによりHeイオンの加速を効果的に抑えることができる。その結果、放電の発生を効果的に抑制することができる。

30

【発明の効果】

【0024】

以上に説明したように本発明によると、放電を効果的に抑制するプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

40

【図2】図2は、閉塞部材の具体的な形状を示す説明図である。

【図3】図3は、閉塞部材が貫通孔の中心部分を閉塞する状態を示す断面図である。

【図4】図4は、本発明の第2の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

【図5】図5は、閉塞部材が継手と樹脂管との境界近傍に設けられた状態を示す説明図である。

【図6】図6は、閉塞部材が樹脂管の中心部分を閉塞する状態を示す断面図である。

【図7】図7は、本発明の第3の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

【図8】図8は、放電抑制の効果を評価するための確認試験の説明図である。

50

【図 9】図 9 は、本発明の第 4 の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

【図 10】図 10 は、リフトピンが貫通孔の中心部分を閉塞する状態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

(第 1 の実施形態)

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置 100 を示す概略断面図である。なお、図 1 は、第 1 のガス流路 3 や第 2 のガス流路 4 が接続される状態や閉塞部材 6 が設けられる状態の理解を容易にするため、実際の構成要素の寸法から縮尺を適宜変更して示している。

10

【0027】

図 1 に示すように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 100 は、接地された金属筐体 1 と、被処理基板 W が載置される静電チャック 2 と、金属から形成された第 1 のガス流路 3 と、誘電体から形成された第 2 のガス流路 4 と、高周波電源 5 とを備える。静電チャック 2 は、接地された金属筐体 1 としてのチャンバ 1 A に覆われている。金属容器 1 B は、チャンバ 1 A の下方に電氣的に接続した状態で連結されている。このため、金属容器 1 B も接地されている。

【0028】

20

静電チャック 2 は、被処理基板 W が載置される誘電層 2 1 と、誘電層 2 1 の下方に位置し、金属から形成された静電チャックベース部 2 2 とを具備する。静電チャック 2 には、被処理基板 W に H e ガスを供給するように誘電層 2 1 及び静電チャックベース部 2 2 を貫通する貫通孔が設けられている。具体的には、この貫通孔は、誘電層 2 1 を貫通して設けられた貫通孔 4 1 と、静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 とから構成されている。このため、貫通孔 3 1 及び貫通孔 4 1 を通って、被処理基板 W 裏面に H e ガスが供給される。

【0029】

静電チャック 2 は、絶縁部 2 4 と、アース部 2 5 とを更に具備する。絶縁部 2 4 は、静電チャックベース部 2 2 の下方に位置する。アース部 2 5 は、絶縁部 2 4 の下方に位置し、接地されている。具体的には、アース部 2 5 は、チャンバ 1 A と接している。静電チャック 2 は、チャンバ 1 A に覆われている。具体的には、静電チャック 2 は、チャンバ 1 A 内に取り付けられている。つまり、静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 及び誘電層 2 1 を貫通して設けられた貫通孔 4 1 は、チャンバ 1 A に覆われている。

30

【0030】

本実施形態に係るプラズマ処理装置 100 は、H e ガス管 7 と、H e 供給手段 8 とを更に備える。本実施形態では、金属管 3 2 の一端が、静電チャックベース部 2 2 に設けられた貫通孔 3 1 の下端に接続されている。具体的には、金属管 3 2 が金属製の継手 3 3 を介して貫通孔 3 1 に接続されている。このため、金属管 3 2 は、静電チャックベース部 2 2 に電氣的に接続されている。金属管 3 2 は、例えば、ステンレス鋼 (S U S) 等の金属から構成される。そして、金属管 3 2 に印加されている高周波電力から絶縁するため、樹脂管 4 2 の一端が金属管 3 2 の他端に接続されている。具体的には、樹脂管 4 2 が金属製の継手 3 4 を介して金属管 3 2 に接続されている。樹脂管 4 2 は、可撓性を有し、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) チューブ等の樹脂から構成される。樹脂管 4 2 は、H e ガス管 7 を介して、H e 供給手段 8 と連通している。このため、H e 供給手段 8 によって供給された H e ガスは、H e ガス管 7、樹脂管 4 2、金属管 3 2、静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1、誘電層 2 1 を貫通して設けられた貫通孔 4 1 を通って被処理基板に供給される。H e 供給手段 8 は、H e ガス管 7 に設けられる H e 供給バルブ (図示せず) を調整することによって、H e 供給手段 8 によって供給される

40

50

H e ガスの圧力を変動させることができる。

【 0 0 3 1 】

高周波電源 5 は、静電チャックベース部 2 2 に高周波電力を印加する。静電チャックベース部 2 2 が誘電層 2 1 の下方に位置するため、誘電層 2 1 に高周波電力の影響が及ぶものの、誘電層 2 1 は誘電体から形成されているため、静電チャックベース部 2 2 よりも電位が低くなる。つまり、静電チャックベース部 2 2 と誘電層 2 1 との間に電位差が生じる。また、誘電層 2 1 を貫通して設けられた貫通孔 4 1 及び静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 を流れる H e ガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、H e ガスが励起され、H e イオン (H e ⁺) となる。そして、静電チャック 2 は、接地されたチャンバ 1 A に覆われている。具体的には、誘電層 2 1 を貫通して設けられた貫通孔 4 1 及び静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 は、接地されたチャンバ 1 A に覆われている。その結果、貫通孔 4 1 と貫通孔 3 1 との境界近傍において、H e イオンがチャンバ 1 A に向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

【 0 0 3 2 】

本実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 は、樹脂から形成された閉塞部材 6 を更に備える。本実施形態では、閉塞部材 6 は、可撓性を有し、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) 等の樹脂から構成されている。図 1 に示すように、本実施形態では、閉塞部材 6 は、静電チャック 2 内に設けられている。具体的には、閉塞部材 6 は、静電チャック 2 内の貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍に設けられている。まず、閉塞部材 6 の具体的な形状について説明する。図 2 は、閉塞部材 6 の具体的な形状を示す説明図である。図 2 (a) は閉塞部材 6 の全体を示す説明図であり、図 2 (b) は図 2 (a) に示す閉塞部材 6 を A 方向から見た側面図であり、図 2 (c) は図 2 (a) に示す閉塞部材 6 の B - B 断面図である。図 2 (a) に示すように、閉塞部材 6 は、第 1 部分 6 1 と、第 2 部分 6 2 と、第 3 部分 6 3 とから構成され、第 1 部分 6 1 と第 3 部分 6 3 との間に第 2 部分 6 2 が接続される。図 2 (b) に示すように、第 1 部分 6 1 は、通気孔 6 1 1 を有する。本実施形態では、第 1 部分 6 1 は、通気孔 6 1 1 を 3 つ有するが、本発明はこれに限られるものではなく、通気孔 6 1 1 が 1 つ、2 つ又は 4 つ以上であってもよい。また、第 1 部分 6 1 は、薄板状に形成され、閉塞部材 6 を A 方向から見たときに、第 1 部分 6 1 の外縁は円形状であるが、本発明はこれに限られるものではなく、多角形状等の種々の形状であってもよい。また、図 2 (b) に示すように、通気孔 6 1 1 の形状は、弧状に形成されているが、本発明はこれに限られるものではない。第 2 部分 6 2 は、円柱状に形成されているが、本発明はこれに限られるものではなく、三角柱状、四角柱状等の多角柱状であってもよい。第 3 部分 6 3 は、図 2 (c) に示すように、放射状に突出する 4 つの突出部 6 3 1 を有するが、本発明はこれに限られるものではなく、突出部 6 3 1 を 1 つ、2 つ、3 つ、又は 5 つ以上有していてもよく、また、突出部を有していなくてもよい。なお、本実施形態では、閉塞部材 6 の図 2 (a) に示す A 方向の長さについて、第 1 部分 6 1 の長さは 1 . 3 m m 、第 2 部分 6 2 の長さは 1 2 m m 、第 3 部分 6 3 の長さは 3 1 . 7 m m である。また、A 方向から見て、第 1 部分 6 1 の外縁の直径は 6 . 3 5 m m 、第 2 部分 6 2 の外縁の直径は 1 . 5 m m 、第 3 部分 6 3 の外縁の外接円の直径は 3 . 8 5 m m である。

【 0 0 3 3 】

前述したように、閉塞部材 6 は、静電チャック 2 内の貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍に設けられている。具体的には、図 1 に示すように、閉塞部材 6 は、静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 の上端から挿入されている。ここで、貫通孔 3 1 及び貫通孔 4 1 は、貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍において、孔径が大きくなるように形成されている。具体的には、閉塞部材 6 の第 2 部分 6 2 及び第 3 部分 6 3 が位置する貫通孔 3 1 の孔軸方向に垂直な方向の断面において、貫通孔 3 1 の孔径は、第 2 部分 6 2 の外縁及び第 3 部分 6 3 の外縁の外接円の直径以上の大きさであり、第 1 部分 6 1 の外縁の直径よりも小さい。そして、閉塞部材 6 の第 1 部分 6 1 が位置する貫通孔 3 1 及び貫通孔 4 1 の孔軸方向に垂直な方向の断面において、貫通孔 3 1 及び貫通孔 4 1 の孔径は、第 1 部分 6 1 の外縁の直径以上の大きさである。このため、閉塞部材 6 を貫通孔 3 1

に挿入すれば、閉塞部材 6 の第 1 部分 6 1 が静電チャックベース部 2 2 に当接する。つまり、閉塞部材 6 は、第 1 部分 6 1 が静電チャックベース部 2 2 に当接し、固定される。このため、貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍において貫通孔 3 1 の内部の一部が閉塞部材 6 により閉塞される。具体的には、貫通孔 3 1 のいずれの断面においても、貫通孔 3 1 の全体ではなく貫通孔 3 1 の一部しか閉塞部材 6 により閉塞されない。より具体的には、貫通孔 3 1 の内部の中心部分が閉塞部材 6 により閉塞される。このため、被処理基板 W に供給する H e ガスの流通が阻害されないように、貫通孔 3 1 の内部を閉塞することができる。閉塞部材 6 によって閉塞されない部分の寸法を適宜調整することにより、被処理基板 W に供給する H e ガスのコンダクタンスを一定以上にすることができ、被処理基板 W を所望する温度に冷却することが可能である。

10

【0034】

図 3 は、閉塞部材 6 が貫通孔 3 1 の中心部分を閉塞する状態を拡大して示す断面図である。図 3 に示す領域 R は、貫通孔 3 1 の孔軸を中心とする円であって、貫通孔 3 1 の断面積の 10 % の面積を有する円を示す。図 3 に示すように、閉塞部材 6 は、貫通孔 3 1 の孔軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、貫通孔 3 1 の孔軸を中心とする円であって、貫通孔 3 1 の断面積の 10 % 以上の面積を有する該円の内側を閉塞する。つまり、貫通孔 3 1 の孔軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、領域 R の内側が閉塞部材 6 によって閉塞される。このため、H e イオンが加速し易い貫通孔 3 1 の中心部分が閉塞部材 6 によって閉塞されることで、H e イオンが閉塞部材 6 に衝突することにより H e イオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できる。なお、放電を効果的に抑制できることを示す試験結果については後述する。

20

【0035】

(第 2 の実施形態)

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ処理装置について説明する。なお、本発明の第 1 の実施形態と同様の部分についての説明は省略し、主として第 1 の実施形態と異なる部分について説明する。図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ処理装置 100 A を示す概略断面図である。図 4 に示すように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 100 A では、閉塞部材 6 が金属製の継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍に設けられている。その他の構成については、第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置 100 と同様である。なお、図 4 は、図 1 と同様に、第 1 のガス流路 3 や第 2 のガス流路 4 が接続される状態や閉塞部材 6 が設けられる状態の理解を容易にするため、実際の構成要素の寸法から縮尺を適宜変更して示している。

30

【0036】

前述のように、高周波電源 5 は、静電チャックベース部 2 2 に高周波電力を印加する。図 4 に示すように、金属管 3 2 は、静電チャックベース部 2 2 に電氣的に接続した状態で設けられているため、継手 3 3 を介して、金属管 3 2 に高周波電力が印加される。また、金属管 3 2 は、金属製の継手 3 4 を介して、樹脂管 4 2 に接続されているため、継手 3 4 にも高周波電力が印加される一方、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との間に電位差が生じる。また、継手 3 3、金属管 3 2、継手 3 4 及び樹脂管 4 2 を流れる H e ガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、H e ガスが励起され、H e イオンとなる。そして、継手 3 3、金属管 3 2、継手 3 4 及び樹脂管 4 2 は、接地された金属容器 1 B に覆われている。その結果、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍において、H e イオンが金属容器 1 B に向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

40

【0037】

図 5 は、閉塞部材 6 が継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍に設けられた状態を示す説明図である。図 5 (a) は図 1 に示す領域 S の拡大図であり、図 5 (b) は図 5 (a) に示す領域 T の概略断面図である。なお、図 5 は、閉塞部材 6 が設けられる状態の理解を容易にするため、実際の構成要素の寸法から縮尺を適宜変更して示している。図 5 (b) に示すように、本実施形態では、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の一端に固定されている。具体的

50

には、閉塞部材 6 が樹脂管 4 2 の一端から挿入されることで、閉塞部材 6 の第 1 部分 6 1 が樹脂管 4 2 の一端に当接する。第 1 部分 6 1 が樹脂管 4 2 の一端に当接している状態で、樹脂管 4 2 が継手 3 4 の挿入孔 3 4 1 に押し込まれている。樹脂管 4 2 が継手 3 4 の挿入孔 3 4 1 に押し込まれている状態で、継手 3 4 が有するフェールと称される固定部材 3 4 2 により樹脂管 4 2 の外縁が押さえつけられることにより、樹脂管 4 2 は継手 3 4 に対して固定される。その結果、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の一端に固定される。ここで、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な方向の断面において、樹脂管 4 2 の内径の直径は、第 1 部分 6 1 の外縁の直径よりも小さく、第 2 部分 6 2 の外縁及び第 3 部分の外縁の外接円の直径よりも大きい。このため、閉塞部材 6 を樹脂管 4 2 に挿入すれば、前述のように、閉塞部材 6 の第 1 部分 6 1 が樹脂管 4 2 の一端に当接する。つまり、閉塞部材 6 は、第 1 部分 6 1 が樹脂管 4 2 の一端に当接し、固定される。このため、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍において樹脂管 4 2 の内部の一部が閉塞部材 6 により閉塞される。具体的には、樹脂管 4 2 の内部の中心部分が閉塞部材 6 により閉塞される。また、樹脂管 4 2 の外径は、継手 3 4 の挿入孔 3 4 1 の孔径と略同一である。このため、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な方向の断面において、第 1 部分 6 1 の外縁の直径は、樹脂管 4 2 の外径の直径以下とされている。好ましい形態として、本実施形態では、第 1 部分 6 1 の外縁の直径は、樹脂管 4 2 の外径と略同一である。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 (b) に示すように、樹脂管 4 2 の外縁が継手 3 4 の固定部材 3 4 2 に押さえつけられることにより、固定部材 3 4 2 により押さえつけられた部分の樹脂管 4 2 の内径が小さくなる。閉塞部材 6 が挿入された樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な方向の断面において、閉塞部材 6 の第 2 部分 6 2 の外縁の直径は、第 1 部分 6 1 の外縁及び第 3 部分の外縁の外接円の直径より小さく構成されており、第 2 部分が固定部材 3 4 2 により押さえつけられた部分に対向するように位置する。このため、固定部材 3 4 2 により樹脂管 4 2 の内径が小さくなったとしても、He ガスのコンダクタンスを一定以上にし易い。

20

【 0 0 3 9 】

図 6 は、閉塞部材 6 が樹脂管 4 2 の中心部分を閉塞する状態を拡大して示す断面図である。図 6 に示す領域 U は、樹脂管 4 2 の管軸を中心とする円であって、樹脂管 4 2 の内断面積の 10 % の面積を有する円を示す。図 6 に示すように、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、樹脂管 4 2 の管軸を中心とする円であって、樹脂管 4 2 の内断面積の 10 % 以上の面積を有する該円の内側を閉塞する。つまり、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、領域 U の内側が閉塞部材 6 によって閉塞される。このため、He イオンが加速し易い樹脂管 4 2 の中心部分が閉塞部材 6 によって閉塞されることで、He イオンが閉塞部材 6 に衝突することにより He イオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できる。なお、放電を効果的に抑制できることを示す試験結果については後述する。

30

【 0 0 4 0 】

前述したように、閉塞部材 6 は可撓性を有し、第 3 部分 6 3 は放射状に突出する突出部 6 3 1 を有する。また、図 6 に示すように、本実施形態では、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な方向の断面において、第 3 部分 6 3 の外縁の外接円の直径は、樹脂管 4 2 の内径の直径と略同一である。具体的には、第 3 部分 6 3 の外縁の外接円の直径は、樹脂管 4 2 の内径の直径よりもわずかに小さい。これらによって、樹脂管 4 2 が曲げられていたとしても、樹脂管 4 2 の内面が突出部 6 3 1 に当接することで、樹脂管 4 2 の曲げに応じて閉塞部材 6 も曲がる。このため、閉塞部材 6 が樹脂管 4 2 の中心部分を容易に閉塞することができる。

40

また、一般的な継手により樹脂管を接続する場合であっても、第 1 部分 6 1 が薄板状に形成されているため、樹脂管に閉塞部材 6 を適用させることができる。また、既に継手に接続されている樹脂管に、必要に応じて、閉塞部材 6 を適用させることができる。

【 0 0 4 1 】

50

本実施形態では、図 5 に示すように、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の一端に固定されているが、本発明はこれに限られるものではなく、閉塞部材 6 は、継手 3 4 に取り付けられる金属管 3 2 の一端に固定されていてもよい。

【0042】

(第 3 の実施形態)

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の第 3 の実施形態に係るプラズマ処理装置について説明する。なお、これまでに述べた第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同様の部分についての説明は省略し、主として異なる部分について説明する。図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 B を示す概略断面図である。なお、図 7 は、第 1 のガス流路 3 や第 2 のガス流路 4 が接続される状態や閉塞部材 6 が設けられる状態の理解を容易にするため、実際の構成要素の寸法から縮尺を適宜変更して示している。

10

【0043】

図 7 に示すように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 B では、樹脂管 4 2 の一端が静電チャックベース部 2 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 の下端に接続されている。具体的には、樹脂管 4 2 が金属製の継手 3 3 を介して貫通孔 3 1 に接続されている。

【0044】

前述のように、高周波電源 5 は、静電チャックベース部 2 2 に高周波電力を印加する。図 7 に示すように、樹脂管 4 2 は、金属製の継手 3 3 を介して、静電チャックベース部 2 2 に設けられた貫通孔 3 1 に接続されているため、継手 3 3 にも高周波電力が印加される一方、継手 3 3 と樹脂管 4 2 との間に電位差が生じる。また、継手 3 3 及び樹脂管 4 2 を流れる H e ガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、H e ガスが励起され、H e イオンとなる。そして、継手 3 3 及び樹脂管 4 2 は、接地されたチャンバ 1 A 及び金属容器 1 B に覆われている。その結果、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍において、H e イオンがチャンバ 1 A 又は金属容器 1 B に向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

20

【0045】

図 7 に示すように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 B では、閉塞部材 6 が金属製の継手 3 3 と樹脂管 4 2 との境界近傍に設けられている。具体的には、前述した第 2 の実施形態と同様に、閉塞部材 6 が樹脂管 4 2 の一端から挿入され、継手 3 3 と樹脂管 4 2 との境界近傍において樹脂管 4 2 の内部の一部が閉塞部材 6 により閉塞される。より具体的には、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、樹脂管 4 2 の管軸を中心とする円であって、樹脂管 4 2 の内断面積の 1 0 % 以上の面積を有する該円の内側を閉塞する。このため、H e イオンが加速し易い樹脂管 4 2 の中心部分が閉塞部材 6 によって閉塞されることで、H e イオンが閉塞部材 6 に衝突することにより H e イオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できる。

30

【0046】

本実施形態では、閉塞部材 6 は、樹脂管 4 2 の一端に固定されているが、本発明はこれに限られるものではなく、閉塞部材 6 は、貫通孔 3 1 の下端に固定されていてもよい。また、閉塞部材 6 は、前述した第 1 の実施形態と同様に、静電チャック 2 内の貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍に設けられていてもよい。

40

【0047】

以上に説明したように、第 1 の実施形態、第 2 の実施形態及び第 3 の実施形態においては、閉塞部材 6 が、第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の流路軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の流路軸を中心とする円であって、第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の内断面積の 1 0 % 以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴としている。そこで、この特徴を有することにより放電を効果的に抑制できることについて確認する試験を行った。具体的には、図 4 に示すプラズマ処理装置 1 0 0 としての誘導結合プラズマ (I C P) 処理装置を用いて、閉塞部材 6 が継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍にお

50

いて樹脂管 4 2 の内部の一部を閉塞する状態を変化させたときに放電を抑制できるか否かについて確認する試験を行った。なお、高周波電源 5 が静電チャックベース部 2 2 に印加する高周波電力は 4 5 0 0 W であり、高周波電源 5 が静電チャックベース部 2 2 に印加する高周波電力の周波数は 2 M H z であり、インナーコイル（図示せず）に印加される電力は 0 . 7 k W であり、アウターコイル（図示せず）に印加される電力は 2 . 5 k W であり、H e ガス供給手段 8 の H e ガスの供給圧力は 2 6 6 6 P a であり、エッチングガスとして、C₄F₈ ガスの供給流量は 6 0 s c c m であり、C₄F₈ ガスの排気流量は 6 0 s c c m であり、O₂ ガスの供給流量は 5 0 s c c m であり、O₂ ガスの排気流量は 5 0 s c c m であり、A r ガスの供給流量は 2 0 0 s c c m であり、これらのエッチングガスの混合ガスによるチャンバ内の圧力は 3 P a であるとして、試験を行った。

10

【 0 0 4 8 】

まず、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍において樹脂管 4 2 の中心部分が閉塞されることで、放電を効果的に抑制できることについて確認する試験を行った。具体的には、図 8 (a) に示すように本実施形態の閉塞部材 6 を樹脂管 4 2 に挿入した場合と、図 8 (b) に示すように閉塞部材 6 と同じ材質である樹脂製で直径 2 m m の円柱状の閉塞部材 Z を樹脂管 4 2 に挿入した場合とで、放電を抑制できるか否かについて確認する試験を行った。なお、樹脂管 4 2 の内断面積は 1 2 . 3 m m² であり、閉塞部材 6 が樹脂管 4 2 を閉塞している面積は 2 . 6 m m² であり、円柱状の閉塞部材 Z が樹脂管 4 2 を閉塞している面積は 3 . 1 m m² であるとして試験を行った。

20

【 0 0 4 9 】

一般に、ガス流路の内断面積が大きくなるほど放電開始電圧は低くなる傾向にある。このため、閉塞部材が樹脂管 4 2 を閉塞する面積を小さくすると、放電が発生し易くなると思われる。しかしながら、この試験を行った結果、本実施形態の閉塞部材 6 を樹脂管 4 2 に挿入した場合には放電が発生しなかったのに対して、円柱状の閉塞部材 Z を樹脂管 4 2 に挿入した場合には放電が発生した。つまり、本実施形態の閉塞部材 6 は、円柱状の閉塞部材 Z よりも樹脂管 4 2 を閉塞する面積が小さいにもかかわらず、放電を抑制できることが確認できた。よって、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍において樹脂管 4 2 の中心部分が閉塞されることで、放電を効果的に抑制できることがわかった。閉塞部材 6 により H e イオンの加速を抑える効果は、適用箇所を変えても同様である。このため、閉塞部材 6 が静電チャック 2 を貫通して設けられた貫通孔 3 1 と貫通孔 4 1 との境界近傍において貫通孔の中心部分を閉塞することにより、放電を効果的に抑制できることが期待できる。

30

【 0 0 5 0 】

次に、閉塞部材が樹脂管 4 2 を閉塞する中心部分の閉塞率を変化させたときに、放電を抑制できるか否かについて確認する試験を行った。具体的には、閉塞部材が樹脂管 4 2 の管軸を中心とする円の内側を閉塞する面積（図 8 (a) に示す直径 X の円の面積）を変化させた。より具体的には、図 8 (a) に示す X の値を変化させた。また、閉塞部材が樹脂管 4 2 を閉塞する閉塞面積を変化させたときに、H e ガスの供給及び排気が十分にできているか、すなわち、被処理基板 W を所望する温度に冷却することができるかについて確認する試験を行った。ここで、継手 3 4 と樹脂管 4 2 との境界近傍に圧力計を設置し、所定の圧力以上の圧力が検出された場合に、H e ガスの供給及び排気が十分にできていることとした。なお、樹脂管 4 2 の内断面積は 1 2 . 3 m m² である。中心部分の閉塞率とは、樹脂管 4 2 の管軸方向に垂直な閉塞部材の断面であって閉塞部材の少なくとも 1 つの該断面において、樹脂管 4 2 の内断面積に対して、閉塞部材が樹脂管 4 2 の管軸を中心とする円の内側を閉塞する面積が占める比率を意味する。また、コンダクタンス C は、ガス流路の開口面積と同じ面積を有する円の半径を d とし、ガス流路の平均圧力を P とし、H e ガスの粘度を η とし、ガス流路の長さを L とし、下記式 (1) のように表現される。なお、ガス流路の開口面積とは、ガス流路の内断面積と閉塞部材が閉塞する断面積との差を意味する。ガス流路の平均圧力は、H e 供給手段の供給圧力が 2 6 6 6 P a であり、チャンバ内が真空状態であることから、1 3 3 3 P a としている。H e ガスの粘度 η は、0 . 0 0 0 1 9 6 P a · s である。

40

50

$$C = \pi d^4 P / 8 \eta L \quad \cdots (1)$$

【 0 0 5 1 】

この試験結果を表 1 に示す。なお、「円柱状の閉塞部材（2φ）」とは樹脂管 4 2 の全長に亘って直径 2 mm の円柱状の閉塞部材を図 8（b）に示すように挿入したことを、「円柱状の閉塞部材（3φ）」とは樹脂管 4 2 の全長に亘って直径 3 mm の円柱状の閉塞部材を図 8（b）に示すように挿入したことを意味する。また、供給排気の評価として、「○」は被処理基板へ供給する H e ガスの供給及び排気が十分に行われていたことを、「×」は被処理基板へ供給する H e ガスの供給及び排気が十分に行われていなかったことを意味する。また、放電の評価として、「○」は放電が発生しなかったことを、「×」は放電が発生したことを、「-」は H e ガスの供給・排気が十分でなかったため H e ガスに起因する放電について評価できなかったことを意味する。

10

【表 1】

閉塞部材	閉塞面積 (mm ²)	X (mm)	閉塞率 (%)	コンダク タンス	供給排気	放電
閉塞部材 6	2.6	1.25	10	418242	○	○
閉塞部材 6 A	3.8	1.45	13.4	411700	○	○
閉塞部材 6 B	5.0	1.65	17.4	402061	○	○
閉塞部材 6 C	6.1	1.85	21.8	388665	○	○
円柱状の閉塞部 材（2φ）	3.1	0.04	0.01	224087	○	×
円柱状の閉塞部 材（3φ）	7.1	2.04	26.6	81858	×	—

20

【 0 0 5 2 】

表 1 に示すように、閉塞部材が樹脂管 4 2 を閉塞する中心部分の閉塞率が 1 0 % 以上であれば放電を抑制できることがわかった。また、コンダクタンス C が 2 2 4 0 8 7 以上であれば H e ガスの供給及び排気が十分にできる、すなわち、被処理基板 W を所望の温度に冷却できることがわかった。前述のように、閉塞部材 6 は、被処理基板 W に供給する H e ガスのコンダクタンスが一定以上となるように樹脂管 4 2 を閉塞する。具体的には、被処理基板 W を所望する温度に冷却することができる程度のコンダクタンスを有するように樹脂管 4 2 を閉塞するが、上記の試験結果から、好ましい形態として、閉塞部材 6 は、被処理基板 W に供給する H e ガスのコンダクタンス C が 2 2 4 0 8 7 以上になるように、樹脂管 4 2 を閉塞する。なお、被処理基板 W を所望する温度に冷却することができる効果は、閉塞部材 6 の適用箇所を変えても同様である。このため、第 1 の実施形態、第 2 の実施形態のように、閉塞部材 6 は、被処理基板 W に供給する H e ガスのコンダクタンス C が 2 2 4 0 8 7 以上になるように、貫通孔 3 1、金属管 3 2 を閉塞してもよい。

30

【 0 0 5 3 】

40

（第 4 の実施形態）

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の第 4 の実施形態に係るプラズマ処理装置について説明する。なお、これまでに述べた第 1 の実施形態から第 3 の実施形態と同様の部分についての説明は省略し、主として異なる部分について説明する。図 9 は、本発明の第 4 の実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 C を示す概略断面図である。なお、図 9 は、貫通孔 2 3 やリフトピン 6 ' が設けられる状態の理解を容易にするため、実際の構成要素の寸法から縮尺を適宜変更して示している。

【 0 0 5 4 】

図 9 に示すように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 C は、静電チャック 2 に載置された被処理基板 W を昇降させるためのセラミックから形成されたりフトピン 6 ' と

50

、リフトピン6'が挿通される貫通孔23とを更に備える。リフトピン6'は、被処理基板Wを昇降させるための強度や耐プラズマ性を有する材料から構成されることが好ましく、例えば、サファイア等のセラミックから構成される。貫通孔23は、誘電層21及び静電チャックベース部22を貫通している。つまり、貫通孔23は、誘電層21を貫通して設けられた貫通孔231と、静電チャックベース部22を貫通して設けられた貫通孔232とから構成される。図9に示すように、貫通孔23は、Heガスのガス流路として併用されている。なお、本実施形態と同様に、第1の実施形態、第2の実施形態及び第3の実施形態に係るプラズマ処理装置100、100A及び100Bも、リフトピン6'を備えているが、リフトピン6'についての説明は省略している。

【0055】

10

前述のように、高周波電源5が静電チャックベース部22に高周波電力を印加するため、貫通孔231と貫通孔232との境界近傍において、Heイオンがチャンバ1Aに向かって加速することにより、放電が発生するおそれがある。

【0056】

図9に示すように、本実施形態では、リフトピン6'は、貫通孔23の下端から貫通孔231と貫通孔232との境界近傍まで延びている。このため、貫通孔231と貫通孔232との境界近傍において貫通孔23の内部がリフトピン6'により閉塞されている。具体的には、貫通孔23の内部の中心部分がリフトピン6'により閉塞されている。

【0057】

図10は、リフトピン6'が貫通孔23の中心部分を閉塞する状態を拡大して示す断面図である。本実施形態では、リフトピン6'は、貫通孔23の孔軸方向に垂直なリフトピン6'の断面であってリフトピン6'の少なくとも1つの該断面において、貫通孔23の孔軸を中心とする円であって、貫通孔23の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞する。このため、Heイオンが加速し易い貫通孔23の中心部分がリフトピン6'によって閉塞されることで、Heイオンがリフトピン6'に衝突することによりHeイオンの加速を効果的に抑え、放電を効果的に抑制できる。

20

【0058】

本実施形態では、リフトピン6'が貫通孔23の孔軸方向に垂直なリフトピン6'の断面であってリフトピン6'の少なくとも1つの該断面において、貫通孔23の孔軸を中心とする円であって、貫通孔23の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴としている。そこで、この特徴を有することにより放電を効果的に抑制することについて確認する試験を行った。具体的には、図9に示すプラズマ処理装置100Cを用いて、リフトピン6'が貫通孔231と貫通孔232との境界近傍において貫通孔23の内部を閉塞する中心部分の閉塞率を変化させたときに放電を抑制できるか否かについて確認する試験を行った。具体的には、図10(b)に示すように、貫通孔23の孔軸の位置と、貫通孔23に挿通されるリフトピン6'の軸の位置との間の距離dを変化させたときに、放電を抑制できるか否かについて確認する試験を行った。なお、中心部分の閉塞率とは、図10(b)に示すように、貫通孔23の孔軸方向に垂直なリフトピン6'の断面であってリフトピン6'の少なくとも1つの該断面において、貫通孔23の断面積に対して、リフトピン6'が貫通孔23の孔軸を中心とする円の内側を閉塞する領域Yの面積が占める比率を意味する。また、貫通孔23の直径は2mmであり、リフトピン6'の外縁の直径は1.25mmである。なお、高周波電源5が静電チャックベース部22に印加する高周波電力は1300Wであり、高周波電源5が静電チャックベース部22に印加する高周波電力の周波数は2MHzであり、コイル(図示せず)に印加される電力は1000Wであり、Heガス供給手段8のHeガスの供給圧力は2666Paであり、エッチングガスとしてのArガスの供給流量は100sccmであり、エッチングガスによるチャンバ内の圧力は1Paであるとして、試験を行った。

30

40

【0059】

この試験結果を表2に示す。なお、放電の評価として、「○」は放電が発生しなかったことを、「×」は放電が発生したことを意味する。

50

【表 2】

d (mm)	閉塞率	放電
0	39.1%	○
0.085	29.2%	×
0.115	26.0%	×
0.2	18.1%	×

【0060】

10

表 2 に示すように、リフトピン 6' が貫通孔 23 を閉塞する面積が同じであっても、リフトピン 6' が貫通孔 23 を閉塞する中心部分の閉塞率が小さくなれば放電が発生することがわかった。具体的には、リフトピン 6' が貫通孔 23 を閉塞する中心部分の閉塞率が 40% 以上であれば放電を抑制できることがわかった。

【0061】

20

本発明は、上記実施形態の構成に限られるものではなく、発明の趣旨を変更しない範囲で種々の変形が可能である。例えば、閉塞部材 6 の形状は図 2 に示されているが、本発明はこれに限られるものではなく、閉塞部材 6 が第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の流路軸方向に垂直な閉塞部材 6 の断面であって閉塞部材 6 の少なくとも 1 つの該断面において、第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の流路軸を中心とする円であって、第 1 のガス流路 3 又は第 2 のガス流路 4 の内断面積の 10% 以上の面積を有する該円の内側を閉塞し、かつ、被処理基板 W に供給する He ガスのコンダクタンスが一定以上となる限りにおいて特に限定されない。また、上記実施形態で述べたプラズマ処理装置として、誘導結合プラズマ (ICP) 処理装置を例示して説明を行ったが、本発明はこれに限られるものではなく、電子サイクロトロン共鳴 (ECR) プラズマ処理装置、容量結合プラズマ (CCP) 処理装置等を例示できる。

【符号の説明】

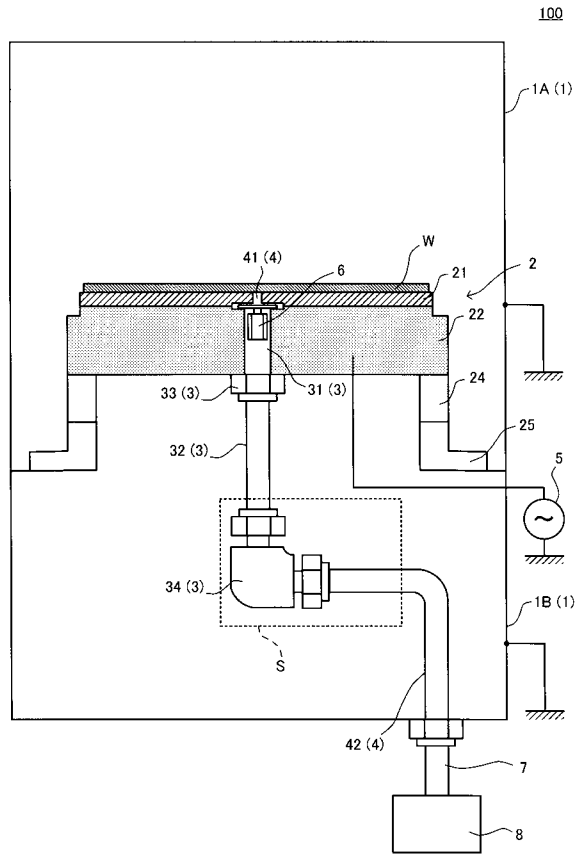
【0062】

30

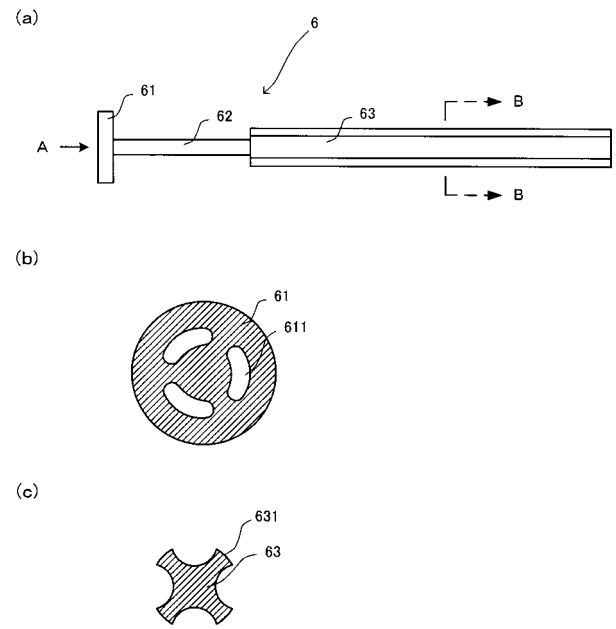
- 1・・・金属筐体
- 2・・・静電チャック
- 3・・・第 1 のガス流路
- 4・・・第 2 のガス流路
- 5・・・高周波電源
- 6・・・閉塞部材
- 6'・・・リフトピン
- 7・・・He ガス管
- 8・・・He 供給手段
- 21・・・誘電層
- 22・・・静電チャックベース部
- 31・・・貫通孔
- 32・・・金属管
- 41・・・貫通孔
- 42・・・樹脂管

40

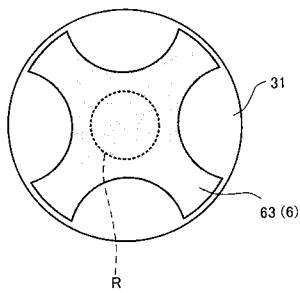
【図 1】



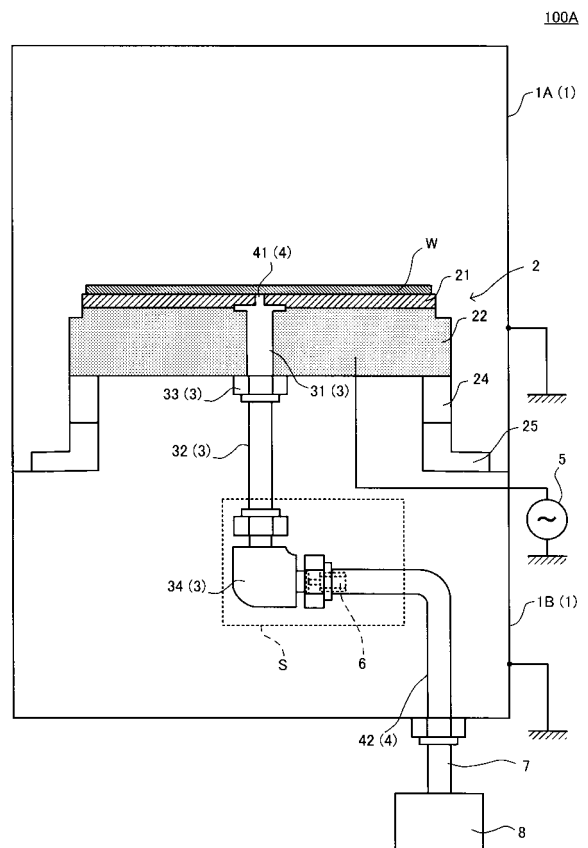
【図 2】



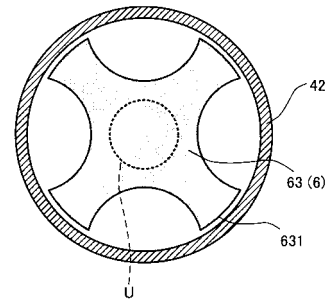
【図 3】



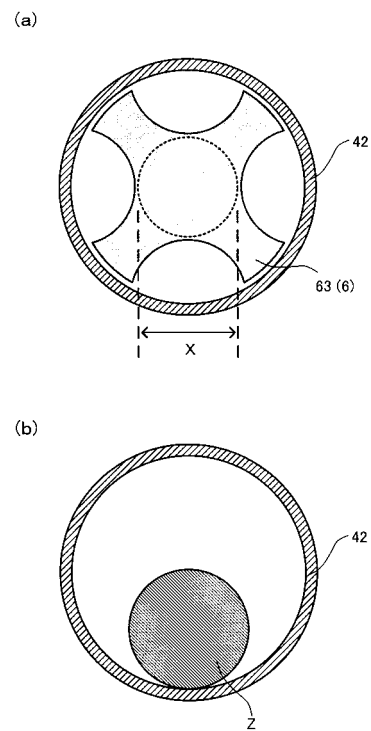
【図 4】



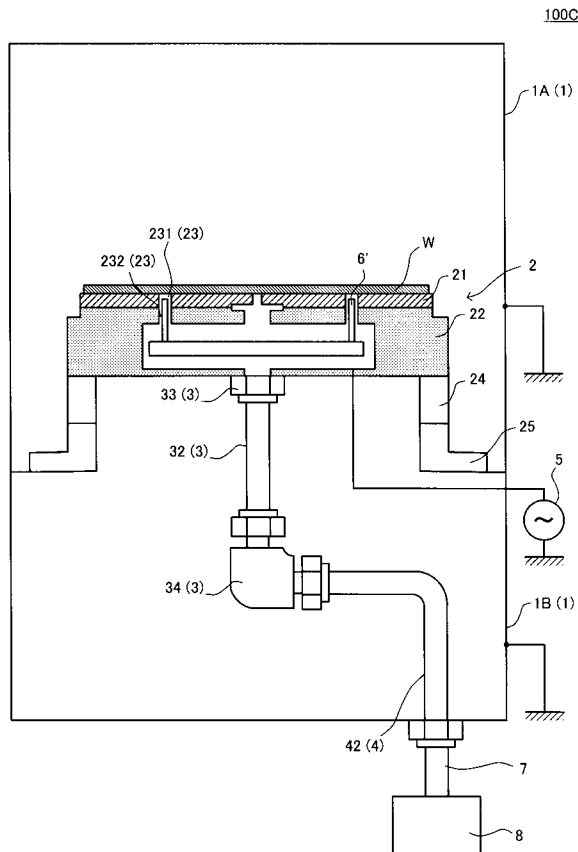
【 図 6 】



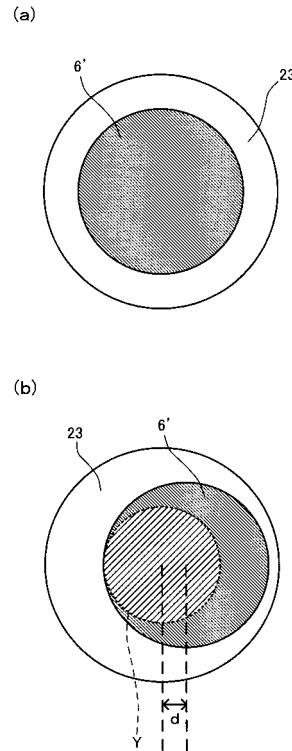
【圖 8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成29年7月28日(2017.7.28)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電チャックベース部と、前記静電チャックベース部の下方に位置する絶縁部とを具備する静電チャックと、

前記静電チャックに載置される被処理基板にHeガスを供給するように前記静電チャックの外部に設けられ、前記静電チャックに接続されたガス流路と、

前記ガス流路の内部の一部を閉塞する閉塞部材と、
を備えるプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記ガス流路を覆っており、接地された金属筐体と、

前記金属筐体に対する高周波電力を前記静電チャックに印加する高周波電源と、
を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記ガス流路は、継手と、該継手によって一端がそれぞれ接続された一対の管とを有し

、
前記閉塞部材は、前記一対の管のうち、何れかの管の前記一端に固定されていることを
特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記閉塞部材は、前記ガス流路の両端のうち、前記静電チャックに接続された側の一端に固定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記閉塞部材は、前記ガス流路の流路軸方向に垂直な前記閉塞部材の断面であって前記閉塞部材の少なくとも 1 つの該断面において、前記ガス流路の流路軸を中心とする円の内側を閉塞することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記ガス流路は、前記静電チャックに接続され、金属から形成された第 1 のガス流路と、前記第 1 のガス流路の下端に接続され、誘電体から形成された第 2 のガス流路と、を具備し、

前記第 1 のガス流路は、前記静電チャックに電氣的に接続した状態で設けられた金属管及び金属製の継手を有し、

前記第 2 のガス流路は、前記金属製の継手を介して、前記金属管に接続された樹脂管を有し、

前記閉塞部材は、樹脂から形成されており、前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路との境界近傍において前記第 1 のガス流路及び前記第 2 のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞し、

前記樹脂管が前記金属製の継手の挿入孔に押し込まれていると共に、前記樹脂管の外縁が前記金属製の継手が有する固定部材に押さえつけられることにより、前記樹脂管は前記金属製の継手に対して固定されており、

前記閉塞部材が前記固定部材に対向する部分の当該閉塞部材の外縁の直径は、前記閉塞部材が当該固定部材に対向する部分以外の当該閉塞部材の外縁の直径よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ～ 3 及び 5 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

静電チャックベース部と、前記静電チャックベース部の下方に位置する絶縁部とを具備する静電チャックと、

前記静電チャックに載置される被処理基板に H e ガスを供給するように、前記静電チャックの外部に設けられ、前記静電チャックに接続されたガス流路と、を備えるプラズマ処理装置内に設けられ、

前記ガス流路の内部の一部を閉塞することを特徴とする閉塞部材。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

前記課題を解決するため、本発明は、静電チャックベース部と、前記静電チャックベース部の下方に位置する絶縁部とを具備する静電チャックと、前記静電チャックに載置される被処理基板に H e ガスを供給するように前記静電チャックの外部に設けられ、前記静電チャックに接続されたガス流路と、前記ガス流路の内部の一部を閉塞する閉塞部材と、を備えるプラズマ処理装置を提供する。

好ましくは、本発明に係るプラズマ処理装置は、前記ガス流路を覆っており、接地された金属筐体と、前記金属筐体に対する高周波電力を前記静電チャックに印加する高周波電源と、を更に備える。

また、好ましくは、本発明に係るプラズマ処理装置において、前記ガス流路は、継手と、該継手によって一端がそれぞれ接続された一対の管とを有し、前記閉塞部材は、前記一対の管のうち、何れかの管の前記一端に固定されている。

また、好ましくは、本発明に係るプラズマ処理装置において、前記閉塞部材は、前記ガス流路の両端のうち、前記静電チャックに接続された側の一端に固定されている。

また、好ましくは、本発明に係るプラズマ処理装置において、前記閉塞部材は、前記ガ

ス流路の流路軸方向に垂直な前記閉塞部材の断面であって前記閉塞部材の少なくとも１つの該断面において、前記ガス流路の流路軸を中心とする円の内側を閉塞する。

また、好ましくは、本発明に係るプラズマ処理装置において、前記ガス流路は、前記静電チャックに接続され、金属から形成された第１のガス流路と、前記第１のガス流路の下端に接続され、誘電体から形成された第２のガス流路と、を具備し、前記第１のガス流路は、前記静電チャックに電氣的に接続した状態で設けられた金属管及び金属製の継手を有し、前記第２のガス流路は、前記金属製の継手を介して、前記金属管に接続された樹脂管を有し、前記閉塞部材は、樹脂から形成されており、前記第１のガス流路と前記第２のガス流路との境界近傍において前記第１のガス流路及び前記第２のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞し、前記樹脂管が前記金属製の継手の挿入孔に押し込まれていると共に、前記樹脂管の外縁が前記金属製の継手が有する固定部材に押さえつけられることにより、前記樹脂管は前記金属製の継手に対して固定されており、前記閉塞部材が前記固定部材に対向する部分の当該閉塞部材の外縁の直径は、前記閉塞部材が当該固定部材に対向する部分以外の当該閉塞部材の外縁の直径よりも小さい。

また、本発明は、静電チャックベース部と、前記静電チャックベース部の下方に位置する絶縁部を具備する静電チャックと、前記静電チャックに載置される被処理基板にHeガスを供給するように、前記静電チャックの外部に設けられ、前記静電チャックに接続されたガス流路と、を備えるプラズマ処理装置内に設けられ、前記ガス流路の内部の一部を閉塞することを特徴とする閉塞部材としても提供される。

また、前記課題を解決するため、本発明者らは鋭意検討を行い、以下の知見を得た。前述のように、被処理基板裏面にHeガスを供給するガス流路は、金属から形成される第１のガス流路と、誘電体から形成される第２のガス流路とから構成されるが、特に第１のガス流路と第２のガス流路との境界近傍において、放電が発生し易いということがわかった。これは、以下の理由によるものと考えられる。静電チャックベース部に高周波電力を印加すると、静電チャックベース部を貫通して設けられている第１のガス流路は金属から形成されているため、第１のガス流路は、静電チャックベース部と略同電位となる。第２のガス流路は、第１のガス流路と接続されているため、高周波電力の影響が及ぶものの、誘電体から形成されているため、静電チャックベース部よりも電位が低くなる。このように、第１のガス流路と第２のガス流路との間に電位差が生じる。また、ガス流路を流れるHeガスに高周波電力の影響が及ぶことにより、Heガスが励起され、Heイオン(He⁺)となる。このため、第１のガス流路と第２のガス流路との境界近傍において、ガス流路を流れるHeイオンが、第１のガス流路と第２のガス流路とを覆う接地された金属筐体に向かって加速し易い、すなわち放電し易いと考えられる。第１のガス流路と第２のガス流路との境界近傍におけるHeガスの放電の様子は、具体的には以下の通りである。

(１) 静電チャック内では、金属から形成された静電チャックベース部を貫通して設けられた第１のガス流路と誘電層を貫通して設けられた第２のガス流路との境界近傍において、ガス流路を流れる励起されたHeイオンが、接地された金属筐体(チャンバ)に向かって加速する放電が発生する。

(２) 静電チャック外では、金属から形成された第１のガス流路(静電チャックベース部を貫通して設けられた貫通孔又は金属管)と誘電体から形成された第２のガス流路(樹脂管)との境界近傍において、ガス流路を流れるHeイオンが、接地された金属筐体(チャンバ又は金属容器)に向かって加速する放電が発生する。

【手続補正３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１４】

本発明は、上記の本発明者らの知見に基づき完成されたものでもある。すなわち、前記課題を解決するため、本発明は、金属から形成された静電チャックベース部と、前記静電

チャックベース部の上方に位置する被処理基板にHeガスを供給するように前記静電チャックベース部を貫通して設けられ、金属から形成された第1のガス流路と、前記第1のガス流路の上端及び下端のうち少なくとも何れか一方に接続され、誘電体から形成された第2のガス流路と、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路を覆う金属筐体と、前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、樹脂から形成され、前記第1のガス流路と前記第2のガス流路との境界近傍において前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路のうち少なくとも何れか一方の内部の一部を閉塞する閉塞部材とを備え、前記金属筐体は、接地され、前記閉塞部材は、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸方向に垂直な前記閉塞部材の断面であって前記閉塞部材の少なくとも1つの該断面において、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の流路軸を中心とする円であって、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の内断面積の10%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置としても提供される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

本発明は、上記の本発明者らの知見に基づき完成されたものでもある。すなわち、本発明は、被処理基板が載置される誘電層、及び該誘電層の下方に位置し金属から形成された静電チャックベース部を具備し、前記被処理基板にHeガスを供給するように前記誘電層及び前記静電チャックベース部を貫通する貫通孔が設けられた静電チャックと、前記静電チャックを覆うチャンバと、前記静電チャックベース部に高周波電力を印加する高周波電源と、セラミックから形成され、前記貫通孔に挿通されるリフトピンとを備え、前記チャンバは、接地され、前記リフトピンは、前記貫通孔の孔軸方向に垂直な前記リフトピンの断面であって前記リフトピンの少なくとも1つの該断面において、前記貫通孔の孔軸を中心とする円であって、前記貫通孔の断面積の40%以上の面積を有する該円の内側を閉塞することを特徴とするプラズマ処理装置としても提供される。

フロントページの続き

F ターム(参考) 5F004 AA16 BB22 BB25

5F131 CA04 EA03 EB11 EB72 EB78 EB79 EB82 EB84