

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7033441号
(P7033441)

(45)発行日 令和4年3月10日(2022.3.10)

(24)登録日 令和4年3月2日(2022.3.2)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 1 L	21/683(2006.01)	H 0 1 L	21/68		R
H 0 1 L	21/3065(2006.01)	H 0 1 L	21/302	1 0 1 G	
H 0 1 L	21/205(2006.01)	H 0 1 L	21/205		
H 0 2 N	13/00 (2006.01)	H 0 2 N	13/00		D

請求項の数 4 (全14頁)

(21)出願番号	特願2017-231776(P2017-231776)	(73)特許権者	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	平成29年12月1日(2017.12.1)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65)公開番号	特開2019-102638(P2019-102638 A)	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(43)公開日	令和1年6月24日(2019.6.24)	(74)代理人	100122507 弁理士 柏岡 潤二
審査請求日	令和2年8月26日(2020.8.26)	(74)代理人	100161425 弁理士 大森 鉄平
		(72)発明者	上田 雄大 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
		審査官	宮久保 博幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

静電チャックと、
前記静電チャックを支持するチャック支持面と、前記チャック支持面を囲むように形成され、フォーカスリングを支持するリング支持面とを有し、前記リング支持面上にコンタクト電極が形成された、下部電極と、
前記コンタクト電極と前記フォーカスリングとを電氣的に接続する少なくとも1つの導電部材と、
前記少なくとも1つの導電部材を囲む状態で前記下部電極のリング支持面と前記フォーカスリングとの間に介在する絶縁部材と、
を有する支持アセンブリと、
前記支持アセンブリを収容するチャンバと、
前記下部電極に電圧を印加する第1電源と、
前記コンタクト電極に電圧を印加する第2電源と、
を備える、プラズマ処理装置。

【請求項2】

前記コンタクト電極は、前記リング支持面の全周にわたって形成され、
前記少なくとも1つの導電部材は、リング状の前記絶縁部材の全周にわたって配置される、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】

前記絶縁部材は、その上面が前記フォーカスリングに接触し、その下面が前記下部電極に接触し、

前記少なくとも1つの導電部材は、前記絶縁部材の厚さ方向に延在する線状部材である、請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】

前記リング支持面における前記コンタクト電極に対応した位置に、前記下部電極の底部まで延びる貫通孔が形成され、

前記貫通孔の内部には、前記コンタクト電極と電源とを接続する配線が収容される、請求項1～3の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、支持アセンブリ及び支持アセンブリの組立方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電子デバイスの製造においては、基板の加工のためにプラズマ処理が行われる。プラズマ処理では、プラズマ処理装置が用いられる。プラズマ処理装置は、一般的に、チャンバ本体、ステージ、及び、高周波電源を備える。チャンバ本体はその内部空間をチャンバとして提供する。ステージは、チャンバ内に設けられる。ステージは、下部電極及び静電チャックを有する。静電チャックは下部電極上に設けられる。高周波電源は、チャンバ内のガスのプラズマを生成するために、高周波を下部電極に供給する。ステージ上には、静電チャック上に載置された基板のエッジを囲むようにフォーカスリングが配置される。フォーカスリングは、基板に対してイオンを垂直に入射させるために設けられる。

【0003】

フォーカスリングは、プラズマ処理が実行される時間の経過に伴い、消耗する。フォーカスリングが消耗すると、フォーカスリングの厚みが減少する。フォーカスリングの厚みが減少した場合、フォーカスリング及び基板のエッジ領域の上方においてシースの形状が変化する。このようにシースの形状が変化した場合、基板のエッジ領域に入射するイオンの入射方向が鉛直方向に対して傾斜する。その結果、基板のエッジ領域に形成される開口が基板の厚み方向に対して傾斜したり、面内エッチングレートにばらつきが生じたりする。

【0004】

基板のエッジ領域において基板の厚み方向に平行に延びる開口を形成したり、面内エッチングレートを均一化したりするためには、フォーカスリング及び基板のエッジ領域の上方におけるシースの形状を制御して、基板のエッジ領域へのイオンの入射方向の傾きを補正する必要がある。フォーカスリング及び基板のエッジ領域の上方におけるシースの形状を制御することができれば、フォーカスリングの消耗対策だけでなく、エッチング条件の選択肢を広げることができる。

【0005】

フォーカスリング及び基板のエッジ領域の上方におけるシースの形状を制御するために、フォーカスリングに負の直流電圧を印加するように構成されたプラズマ処理装置が開発されている。このようなプラズマ処理装置は、例えば、特許文献1に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2009-239222号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、プラズマ処理において電圧がフォーカスリングに印加された場合には、フォーカスリングと下部電極との間に異常放電が発生するおそれがある。本技術分野では、簡易

10

20

30

40

50

な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリングへの電圧印加を実現することが求められる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一態様においては支持アセンブリが提供される。支持アセンブリは、静電チャックと、下部電極と、少なくとも1つの導電部材と、絶縁部材とを備える。下部電極は、静電チャックを支持するチャック支持面と、チャック支持面を囲むように形成され、フォーカスリングを支持するリング支持面とを有する。リング支持面上には、コンタクト電極が形成される。少なくとも1つの導電部材は、コンタクト電極とフォーカスリングとを電氣的に接続する。絶縁部材は、少なくとも1つの導電部材を囲む状態で下部電極のリング支持面とフォーカスリングとの間に介在する。

10

【0009】

一態様に係る支持アセンブリでは、下部電極のリング支持面とフォーカスリングとの間に、少なくとも1つの導電部材を囲む状態で絶縁部材が介在する。これにより、異常放電を抑制することができる。また、フォーカスリングは、少なくとも1つの導電部材によってコンタクト電極に接続される。このため、コンタクト電極に印加された電圧は、少なくとも1つの導電部材を介して、フォーカスリングに印加される。このように、一態様に係る支持アセンブリは、装置に大きな変更を加えることなく、異常放電を抑制しながらフォーカスリングに電圧を印加することができる。よって、支持アセンブリは、簡易な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリングへの電圧印加を実現することができる。

20

【0010】

一実施形態において、コンタクト電極は、リング支持面の全周にわたって形成され、前記少なくとも1つの導電部材は、リング状の絶縁部材の全周にわたって配置されてもよい。この場合、フォーカスリングの全周に電圧が印加されるため、電氣的及び熱的な偏りを低減することができる。

【0011】

一実施形態において、絶縁部材は、その上面がフォーカスリングに接触し、その下面が下部電極に接触し、少なくとも1つの導電部材は、絶縁部材の厚さ方向に延在する線状部材であってもよい。この場合、少なくとも1つの導電部材が絶縁部材の内部に包含されるため、異常放電を一層抑制することができる。

30

【0012】

他の態様においては支持アセンブリの組立方法が提供される。方法は、準備する工程と、形成する工程と、固定配置する工程とを含む。準備する工程では、静電チャックと、フォーカスリングと、静電チャックを支持するチャック支持面、及び、チャック支持面を囲むように形成され、フォーカスリングを支持するリング支持面を有する下部電極と、少なくとも1つの導電部材と、少なくとも1つの導電部材を囲む絶縁部材と、が準備される。形成する工程では、リング支持面上にコンタクト電極が形成される。固定配置する工程では、コンタクト電極、少なくとも1つの導電部材、及び、フォーカスリングが電氣的に接続されるように、リング支持面上に絶縁部材を介してフォーカスリングが固定配置される。この方法によれば、上述した支持アセンブリを組み立てることができる。

40

【発明の効果】

【0013】

以上説明したように、簡易な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリングへの電圧印加を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1実施形態に係る支持アセンブリを備えるプラズマ処理装置の一例を概略的に示す図である。

【図2】図1に示される支持アセンブリの一部拡大断面図である。

【図3】図1に示される支持アセンブリの分解図である。

50

【図 4】支持アセンブリの組立方法の一例である。

【図 5】第 2 実施形態に係る支持アセンブリの一例である。

【図 6】第 3 実施形態に係る支持アセンブリの一例である。

【図 7】図 6 に示される支持アセンブリの分解図である。

【図 8】フォーカスリングの発熱量を評価したグラフである。

【図 9】フォーカスリングの温度分布を評価した結果である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して種々の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又は相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。

10

【0016】

[第 1 実施形態]

[プラズマ処理装置の概要]

図 1 は、第 1 実施形態に係る支持アセンブリを備えるプラズマ処理装置の一例を概略的に示す図である。図 1 に示されるように、プラズマ処理装置の一例は、容量結合型のプラズマ処理装置 10 である。プラズマ処理装置 10 は、チャンバ本体 12 を備える。チャンバ本体 12 は、略円筒形状を有する。チャンバ本体 12 は、その内部空間をチャンバ 12c として提供する。チャンバ本体 12 は、例えばアルミニウムから構成される。チャンバ本体 12 は接地電位に接続される。チャンバ本体 12 の内壁面、即ち、チャンバ 12c を画成する壁面には、耐プラズマ性を有する膜が形成される。この膜は、陽極酸化処理によって形成された膜、又は、酸化イットリウムから形成された膜といったセラミック製の膜であり得る。また、チャンバ本体 12 の側壁には通路 12g が形成される。基板 W がチャンバ 12c に搬入されるとき、また、基板 W がチャンバ 12c から搬出されるときに、基板 W は通路 12g を通過する。この通路 12g の開閉のために、ゲートバルブ 14 がチャンバ本体 12 の側壁に沿って設けられる。

20

【0017】

チャンバ 12c 内では、支持部 15 が、チャンバ本体 12 の底部から上方に延在する。支持部 15 は、略円筒形状を有しており、石英といった絶縁材料から形成される。支持部 15 上にはステージ 16 が搭載されており、ステージ 16 は支持部 15 によって支持される。ステージ 16 は、チャンバ 12c 内において基板 W を支持するように構成される。ステージ 16 は、下部電極 18 及び静電チャック 20 を含む。一実施形態において、ステージ 16 は、電極プレート 21 を更に含む。電極プレート 21 は、アルミニウムといった導電性材料から形成されており、略円盤形状を有する。下部電極 18 は、電極プレート 21 上に設けられる。下部電極 18 は、アルミニウムといった導電性材料から形成されており、略円盤形状を有する。下部電極 18 は、電極プレート 21 に電氣的に接続される。

30

【0018】

下部電極 18 内には、流路 18f が設けられる。流路 18f は、熱交換媒体用の流路である。熱交換媒体としては、液状の冷媒、あるいは、その気化によって下部電極 18 を冷却する冷媒（例えば、フロン）が用いられる。流路 18f には、チャンバ本体 12 の外部に設けられたチラーユニットから配管 23a を介して熱交換媒体が供給される。流路 18f に供給された熱交換媒体は、配管 23b を介してチラーユニットに戻される。このように、流路 18f には、当該流路 18f とチラーユニットとの間で循環するように、熱交換媒体が供給される。

40

【0019】

静電チャック 20 は、下部電極 18 上に設けられる。静電チャック 20 は、絶縁体から形成された本体と、当該本体内に設けられた膜状の電極を有する。静電チャック 20 の電極には、直流電源が電氣的に接続される。直流電源から静電チャック 20 の電極に電圧が印加された場合、静電チャック 20 上に載置された基板 W と静電チャック 20 との間で静電引力が発生する。発生した静電引力により、基板 W は、静電チャック 20 に引き付けられ、当該静電チャック 20 によって保持される。

50

【 0 0 2 0 】

プラズマ処理装置 1 0 には、ガス供給ライン 2 5 が設けられる。ガス供給ライン 2 5 は、ガス供給機構からの伝熱ガス、例えば H e ガスを、静電チャック 2 0 の上面と基板 W の裏面（下面）との間に供給する。

【 0 0 2 1 】

チャンバ本体 1 2 の底部からは、筒状部 2 8 が上方に延在する。筒状部 2 8 は、支持部 1 5 の外周に沿って延在する。筒状部 2 8 は、導電性材料から形成されており、略円筒形状を有する。筒状部 2 8 は、接地電位に接続される。筒状部 2 8 上には、絶縁部 2 9 が設けられる。絶縁部 2 9 は、絶縁性を有し、例えば石英といったセラミックから形成される。絶縁部 2 9 は、略円筒形状を有しており、電極プレート 2 1 の外周、下部電極 1 8 の外周、及び、静電チャック 2 0 の外周に沿って延在する。

10

【 0 0 2 2 】

静電チャック 2 0 の外周領域上には、フォーカスリング F R が配置される。フォーカスリング F R は、略環状板形状を有しており、例えばシリコンから形成される。フォーカスリング F R は、基板 W のエッジを囲むように配置される。

【 0 0 2 3 】

プラズマ処理装置 1 0 は、上部電極 3 0 を更に備える。上部電極 3 0 は、ステージ 1 6 の上方に設けられる。上部電極 3 0 は、部材 3 2 と共にチャンバ本体 1 2 の上部開口を閉じる。部材 3 2 は、絶縁性を有する。上部電極 3 0 は、この部材 3 2 を介してチャンバ本体 1 2 の上部に支持される。後述するように、高周波電源 6 1 が下部電極 1 8 に電氣的に接続されている場合には、上部電極 3 0 は接地電位に接続される。

20

【 0 0 2 4 】

上部電極 3 0 は、天板 3 4 及び支持体 3 6 を含む。天板 3 4 の下面は、チャンバ 1 2 c を画成する。天板 3 4 には、複数のガス吐出孔 3 4 a が設けられる。複数のガス吐出孔 3 4 a の各々は、天板 3 4 を板厚方向（鉛直方向）に貫通する。この天板 3 4 は、例えばシリコンから形成される。あるいは、天板 3 4 は、アルミニウム製の母材の表面に耐プラズマ性の膜を設けた構造を有し得る。この膜は、陽極酸化処理によって形成された膜、又は、酸化イットリウムから形成された膜といったセラミック製の膜であり得る。

【 0 0 2 5 】

支持体 3 6 は、天板 3 4 を着脱自在に支持する部品である。支持体 3 6 は、例えばアルミニウムといった導電性材料から形成され得る。支持体 3 6 の内部には、ガス拡散室 3 6 a が設けられている。ガス拡散室 3 6 a からは、複数のガス孔 3 6 b が下方に延びる。複数のガス孔 3 6 b は、複数のガス吐出孔 3 4 a にそれぞれ連通する。支持体 3 6 には、ガス拡散室 3 6 a にガスを導くガス導入口 3 6 c が形成されており、このガス導入口 3 6 c には、ガス供給管 3 8 が接続される。

30

【 0 0 2 6 】

ガス供給管 3 8 には、バルブ群 4 2 及び流量制御器群 4 4 を介して、ガスソース群 4 0 が接続される。ガスソース群 4 0 は、複数のガスソースを含む。バルブ群 4 2 は複数のバルブを含んでおり、流量制御器群 4 4 は複数の流量制御器を含む。流量制御器群 4 4 の複数の流量制御器の各々は、マスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器である。ガスソース群 4 0 の複数のガスソースはそれぞれ、バルブ群 4 2 の対応のバルブ及び流量制御器群 4 4 の対応の流量制御器を介して、ガス供給管 3 8 に接続される。プラズマ処理装置 1 0 は、ガスソース群 4 0 の複数のガスソースのうち選択された一以上のガスソースからのガスを、個別に調整された流量で、チャンバ 1 2 c に供給することが可能である。

40

【 0 0 2 7 】

筒状部 2 8 とチャンバ本体 1 2 の側壁との間には、バッフルプレート 4 8 が設けられる。バッフルプレート 4 8 は、例えば、アルミニウム製の母材に酸化イットリウム等のセラミックを被覆することにより構成され得る。このバッフルプレート 4 8 には、多数の貫通孔が形成される。バッフルプレート 4 8 の下方においては、排気管 5 2 がチャンバ本体 1 2 の底部に接続される。この排気管 5 2 には、排気装置 5 0 が接続される。排気装置 5 0 は

50

、自動圧力制御弁といった圧力制御器、及び、ターボ分子ポンプなどの真空ポンプを有しており、チャンバ12cを減圧することができる。

【0028】

プラズマ処理装置10は、高周波電源61を更に備えている。高周波電源61は、プラズマ生成用の高周波を発生する電源である。高周波は、27~100MHzの範囲内の周波数、例えば60MHzの周波数を有する。高周波電源61は、整合器65及び電極プレート21を介して、下部電極18に接続される。整合器65は、高周波電源61の出力インピーダンスと負荷側(下部電極18側)のインピーダンスを整合させる。なお、高周波電源61は、整合器65を介して上部電極30に接続されていてもよい。

【0029】

プラズマ処理装置10は、可変直流電源70を更に備える。可変直流電源70は、フォーカスリングFRに印加される負極性の直流電圧を発生する電源である。可変直流電源70は、一例として、フォーカスリング及び基板のエッジ領域の上方におけるシースの形状を制御するために、フォーカスリングFRに負極性の直流電圧を印加する。

【0030】

プラズマ処理装置10は、主制御部MCを更に備え得る。主制御部MCは、プロセッサ、記憶装置、入力装置、表示装置等を備えるコンピュータであり、プラズマ処理装置10の各部を制御する。具体的に、主制御部MCは、記憶装置に記憶されている制御プログラムを実行し、当該記憶装置に記憶されているレシピデータに基づいてプラズマ処理装置10の各部を制御する。これにより、プラズマ処理装置10は、レシピデータによって指定されたプロセスを実行するようになっている。

【0031】

[支持アセンブリ]

図2は、図1に示される支持アセンブリの一部拡大断面図である。図3は、図1に示される支持アセンブリの分解図である。図2, 3に示されるように、支持アセンブリ1は、静電チャック20と、下部電極18と、少なくとも1つの導電部材82と、絶縁部材80とを備える。

【0032】

下部電極18は、その上面に、静電チャック20を支持するチャック支持面18aと、フォーカスリングを支持するリング支持面18bとを有する。チャック支持面18aは、下部電極18の上面における中央の円形領域であり、静電チャック20と同一面積を有する。リング支持面18bは、下部電極18の上面におけるエッジ領域であり、チャック支持面18aを囲むように形成される。リング支持面18b及び下部電極18の側面18cの表面は、絶縁性を有するように表面改質処理が施される。一例として、リング支持面18b及び側面18cの表面には、アルミナ溶射膜などの絶縁膜18dが形成される。

【0033】

絶縁膜18dが形成されたリング支持面18b上には、コンタクト電極81が形成される。コンタクト電極81は、リング支持面18bの全周にわたって形成される。コンタクト電極81は、金属などの導電性を有する材料から形成される。一例として、コンタクト電極81は、タングステンを溶射して形成される。なお、コンタクト電極81は、電気的な接続端子として機能すればよい。つまり、コンタクト電極81は、連続したリング形状に限定されず、リング支持面18bの全周の一部に形成されてもよい。

【0034】

コンタクト電極81は、可変直流電源70に接続されている。可変直流電源70は、供給する電圧を変更可能に構成される。下部電極18のリング支持面18bには、コンタクト電極81に対応した位置に、下部電極18の底部まで延びる貫通孔18eが形成される。貫通孔18eの内部は、絶縁性を有する充填部材83で充填され、コンタクト電極81と可変直流電源70とを接続する配線が収容される。なお、コンタクト電極81は、可変直流電源70に替えて、スイッチ回路及び直流電源に接続されていてもよい。

【0035】

10

20

30

40

50

絶縁部材 80 は、下部電極 18 のリング支持面 18 b とフォーカスリング F R との間に介在する。絶縁部材 80 は、リング状のシート部材であり、その上面 80 a がフォーカスリング F R に接触し、その下面 80 b が下部電極 18 に接触する。絶縁部材 80 は、弾性及び接着性を有してもよい。絶縁部材 80 は、例えばシリコン (Silicone) などを主成分とする合成樹脂から形成される。

【0036】

絶縁部材 80 は、少なくとも 1 つの導電部材 82 を囲む状態で配置される。より具体的な一例として、絶縁部材 80 は、少なくとも 1 つの導電部材 82 の側方を囲んでいる。導電部材 82 は、絶縁部材 80 の厚さ方向に延在する線状部材である。導電部材 82 は、絶縁部材 80 の内部に埋め込まれる。導電部材 82 は、絶縁部材 80 の面内方向の中央に埋め込まれてもよい。導電部材 82 は、その両端が絶縁部材 80 の上面 80 a と下面 80 b とから突出した状態であってもよいし、リング支持面 18 b とフォーカスリング F R との間に介在したときに、その両端が絶縁部材 80 の上面 80 a と下面 80 b とから突出するように絶縁部材 80 に埋め込まれていてもよい。導電部材 82 は、直線形状であってもよいし、湾曲していてもよい。導電部材 82 は、コンタクト電極 81 と鉛直方向からみて重なる位置に配置される。図中では、複数の導電部材 82 が、リング状の絶縁部材 80 の全周にわたって配置される。導電部材 82 の上端がフォーカスリング F R の下面と接触し、導電部材 82 の下端がコンタクト電極 81 と接触する。これにより、導電部材 82 は、コンタクト電極 81 とフォーカスリング F R とを電氣的に接続する。

10

【0037】

フォーカスリング F R は、下部電極 18 と絶縁されるとともに、導電部材 82 及びコンタクト電極 81 を介して、可変直流電源 70 から電圧が供給される。

20

【0038】

[支持アセンブリの組立方法]

図 4 は、支持アセンブリの組立方法の一例である。図 4 に示されるように、最初に、準備工程 (ステップ S 10) として、静電チャック 20 と、フォーカスリング F R と、チャック支持面 18 a 及びリング支持面 18 b を有する下部電極 18 と、導電部材 82 を囲む絶縁部材 80 と、が準備される。

【0039】

続いて、電極形成工程 (ステップ S 12) として、下部電極 18 にコンタクト電極 81 が溶射される。

30

【0040】

続いて、装着工程 (ステップ S 14) として、静電チャック 20 がチャック支持面 18 a に接着剤で固定されるとともに、リング支持面 18 b 上に絶縁部材 80 がコンタクト電極 81 と導電部材 82 とが対向するように配置され、絶縁部材 80 上にフォーカスリング F R が配置され、コンタクト電極 81、導電部材 82、及び、フォーカスリング F R が電氣的に接続された状態で固定される。絶縁部材 80 が粘着性を有する場合、下部電極 18、絶縁部材 80 及びフォーカスリング F R の順に積層し、厚さ方向に押圧することで、固定配置される。

【0041】

[第 1 実施形態のまとめ]

支持アセンブリ 1 では、下部電極 18 のリング支持面 18 b とフォーカスリング F R との間に、少なくとも 1 つの導電部材 82 を囲む状態で絶縁部材 80 が介在する。これにより、異常放電を抑制することができる。また、フォーカスリング F R は、導電部材 82 によってコンタクト電極 81 に接続される。このため、コンタクト電極 81 に印加された直流電圧は、導電部材 82 を介してフォーカスリング F R に印加される。このように、支持アセンブリ 1 は、装置に大きな変更を加えることなく、異常放電を抑制しながらフォーカスリング F R に直流電圧を印加することができる。よって、支持アセンブリ 1 は、簡易な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリング F R への直流電圧印加を実現することができる。

40

50

【 0 0 4 2 】

支持アセンブリ 1 では、フォーカスリング F R の全周に直流電圧が印加されるので、電氣的及び熱的な偏りを低減することができる。

【 0 0 4 3 】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態に係る支持アセンブリ 1 A は、支持アセンブリ 1 と比較して、コンタクト電極 8 1 に接続される電源が相違し、その他は同一である。第 2 実施形態では、第 1 実施形態と重複する説明は繰り返さない。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、第 2 実施形態に係る支持アセンブリの一例である。図 5 に示されるように、支持アセンブリ 1 A のコンタクト電極 8 1 は、整合器 9 5 を介して交流電源 9 0 に接続される。その他の構成は、第 1 実施形態と同一である。

10

【 0 0 4 5 】

[第 2 実施形態のまとめ]

支持アセンブリ 1 A では、下部電極 1 8 のリング支持面 1 8 b とフォーカスリング F R との間に、少なくとも 1 つの導電部材 8 2 を囲む状態で絶縁部材 8 0 が介在する。これにより、異常放電を抑制することができる。また、フォーカスリング F R は、導電部材 8 2 によってコンタクト電極 8 1 に接続される。このため、コンタクト電極 8 1 に印加された交流電圧は、導電部材 8 2 を介してフォーカスリング F R に印加される。このように、支持アセンブリ 1 A は、装置に大きな変更を加えることなく、異常放電を抑制しながらフォーカスリング F R に交流電圧を直接印加することができる。よって、支持アセンブリ 1 A は、簡易な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリング F R への交流電圧印加を実現することができる。

20

【 0 0 4 6 】

支持アセンブリ 1 A では、フォーカスリング F R の全周に交流電圧が印加されるので、電氣的及び熱的な偏りを低減することができる。

【 0 0 4 7 】

[第 3 実施形態]

第 3 実施形態に係る支持アセンブリ 1 B は、支持アセンブリ 1 と比較して、下部電極 1 8 に貫通孔 1 8 e が形成されておらず、下部電極 1 8 に可変直流電源 7 0 が直接接続される点が相違し、その他は同一である。第 3 実施形態では、第 1 実施形態と重複する説明は繰り返さない。

30

【 0 0 4 8 】

図 6 は、第 3 実施形態に係る支持アセンブリの一例である。図 7 は、図 6 に示される支持アセンブリの分解図である。図 6 及び図 7 に示されるように、支持アセンブリ 1 B に電圧を供給する可変直流電源 7 0 は、下部電極 1 8 に接続される。下部電極 1 8 に印加された直流電圧は、下部電極 1 8 に印加された高周波と重畳し、フォーカスリング F R に供給される。その他の構成は、第 1 実施形態と同一である。

【 0 0 4 9 】

[第 3 実施形態のまとめ]

支持アセンブリ 1 B では、下部電極 1 8 のリング支持面 1 8 b とフォーカスリング F R との間に、少なくとも 1 つの導電部材 8 2 を囲む状態で絶縁部材 8 0 が介在する。これにより、異常放電を抑制することができる。また、フォーカスリング F R は、導電部材 8 2 によってコンタクト電極 8 1 に接続される。このため、コンタクト電極 8 1 に印加された直流電圧は、導電部材 8 2 を介してフォーカスリング F R に印加される。このように、支持アセンブリ 1 B は、装置に大きな変更を加えることなく、異常放電を抑制しながらフォーカスリング F R に直流電圧を印加することができる。よって、支持アセンブリ 1 B は、簡易な構成で、異常放電を抑制しつつ、フォーカスリング F R への直流電圧印加を実現することができる。

40

【 0 0 5 0 】

50

支持アセンブリ 1 B では、フォーカスリング F R の全周に直流電圧が印加されるので、電氣的及び熱的な偏りを低減することができる。

【 0 0 5 1 】

[変形例]

以上、種々の実施形態について説明してきたが、上述した実施形態に限定されることなく種々の変形態様を構成可能である。例えば、上述した種々の実施形態に係るプラズマ処理装置は容量結合型のプラズマ処理装置である。変形態様におけるプラズマ処理装置は、誘導結合型のプラズマ処理装置であってもよい。また、フォーカスリング F R は、分割されていてもよい。この場合、分割されたフォーカスリング F R ごとに電圧を印加することができる。

10

【 実施例 】

【 0 0 5 2 】

以下、発明者が確認した実施形態の効果について説明する。

(フォーカスリングの全周に電圧印加した場合の効果確認)

フォーカスリングの全周に電圧印加可能な実施例 1 と、フォーカスリングの一部に電圧印加可能な実施例 2 とを用意した。

(実施例 1)

第 1 実施形態の支持アセンブリ 1 を作成した。下部電極 1 8 のリング支持面 1 8 b にコンタクト電極 8 1 をリング支持面 1 8 b の全周にわたって形成した。その後、全周に導電部材 8 2 が埋め込まれた絶縁部材 8 0 を用いて、リング支持面 1 8 b にフォーカスリング F R を固定配置した。

20

(実施例 2)

実施例 2 は、実施例 1 と比較すると、下部電極 1 8 のリング支持面 1 8 b にコンタクト電極 8 1 をリング支持面 1 8 b の一部分に形成した点、コンタクト電極 8 1 に対応する位置に絶縁部材 8 0 を配置した点を除き、同一である。周方向に間隔を空けて四カ所にコンタクト電極 8 1 及び絶縁部材 8 0 を配置した。

【 0 0 5 3 】

(発熱評価)

実施例 1 及び実施例 2 のそれぞれのフォーカスリング F R に直流電圧を印加しつつ、下部電極 1 8 に高周波を印加し、フォーカスリング F R の温度経過を計測した。高周波は、3 . 2 M H z / 1 k W とした。結果を図 8 に示す。図 8 は、フォーカスリングの発熱量を評価したグラフである。横軸は、高周波印加後の経過時間であり、縦軸は、フォーカスリング F R の温度である。フォーカスリング F R の温度は、計測箇所の最高温度をプロットしている。実施例 1 は実線の波形であり、実施例 2 は破線の波形である。

30

【 0 0 5 4 】

図 8 に示されるように、破線のグラフで示される実施例 2 は、高周波印加後にフォーカスリング F R の温度が急激に上昇し、開始から約 1 0 0 秒程度で T 1 (約 3 6 . 9) まで上昇した。なお、フォーカスリング F R の破損を考慮して、T 1 上昇した時点で計測を終了した。一方、実線のグラフで示される実施例 1 は、フォーカスリング F R の温度は時間経過とともに緩やかに上昇し、開始から約 2 5 0 秒経過しても T 2 (約 5 . 4) しか上昇しなかった。このように、フォーカスリング F R の全周に電圧印加した場合、フォーカスリング F R の一部に電圧印加した場合と比べて、発熱量が抑えられることが確認された。

40

【 0 0 5 5 】

実施例 1 及び実施例 2 のそれぞれのフォーカスリング F R に直流電圧を印加しつつ、下部電極 1 8 に高周波を印加し、フォーカスリング F R の温度分布を計測した。図 9 は、フォーカスリングの温度分布を評価した結果である。図 9 の (A) は、実施例 1 の温度分布であり、図 9 の (B) は、実施例 2 の温度分布である。図 9 に示されるように、実施例 1 の温度分布の方が、実施例 2 の温度分布よりも、温度勾配が少ないことが確認された。このため、フォーカスリングの全周に電圧が印加されることで、熱的な偏りを低減することが

50

できることが確認された。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

1 0 ... プラズマ処理装置、 1 6 ... ステージ、 1 8 ... 下部電極、 1 8 a ... チャック支持面、
1 8 b ... リング支持面、 2 0 ... 静電チャック、 6 1 ... 高周波電源、 7 0 ... 可変直流電源、
8 0 ... 絶縁部材、 8 1 ... コンタクト電極、 8 2 ... 導電部材、 F R ... フォーカスリング。

10

20

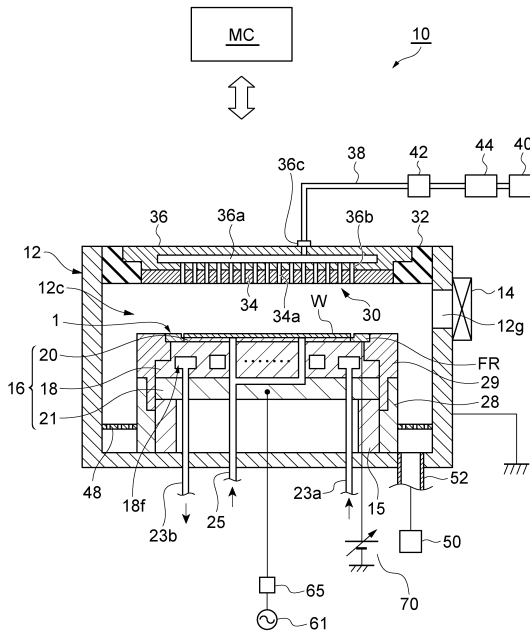
30

40

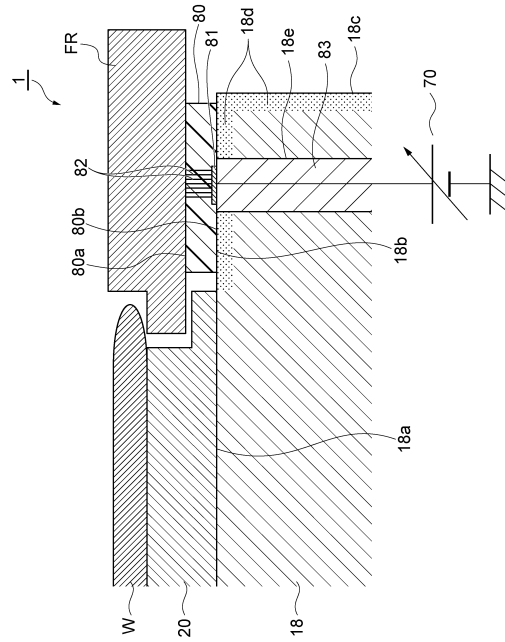
50

【図面】

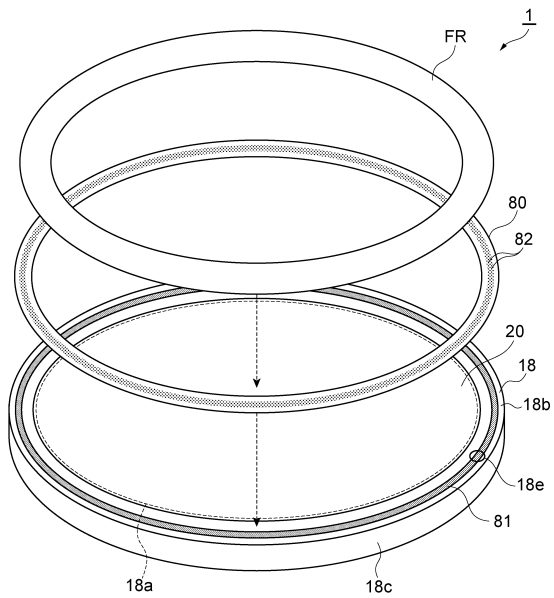
【図 1】



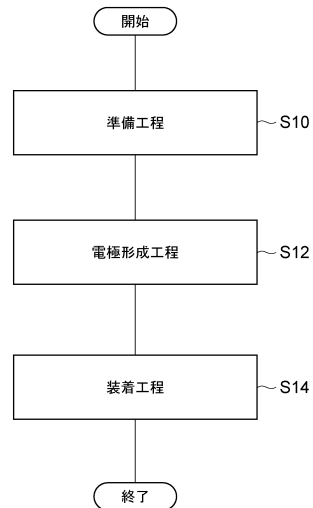
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

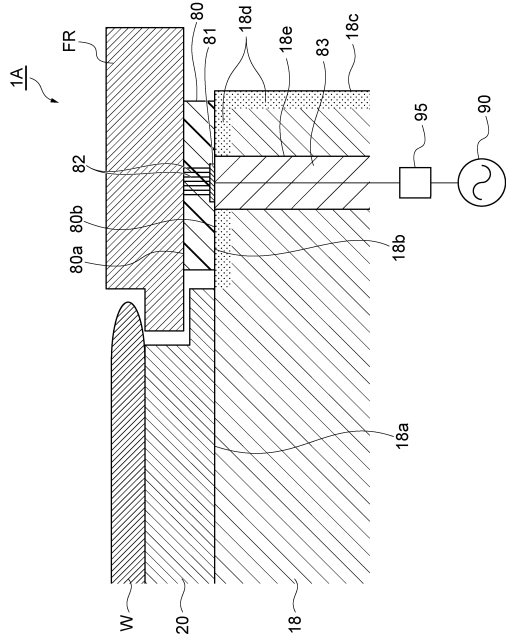
20

30

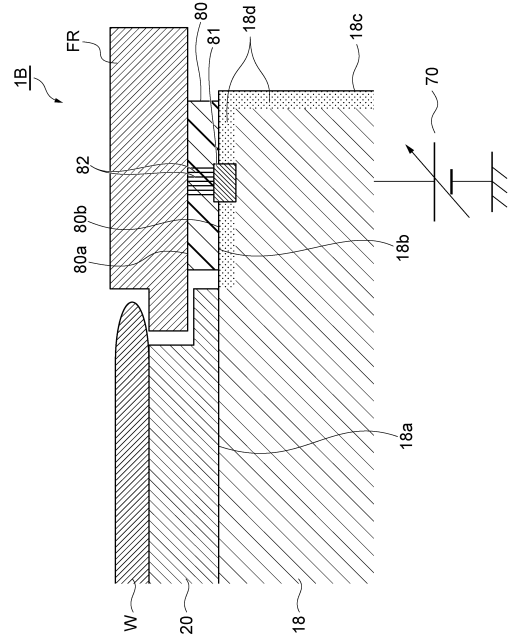
40

50

【図5】



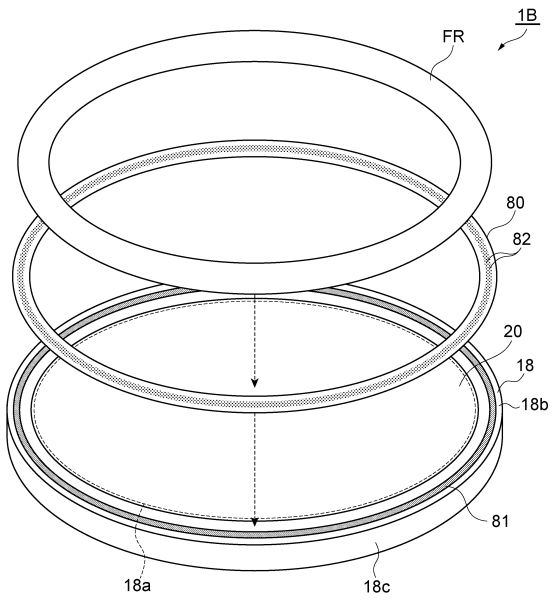
【図6】



10

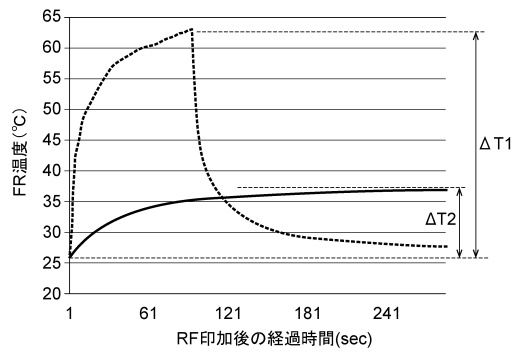
20

【図7】



30

【図8】

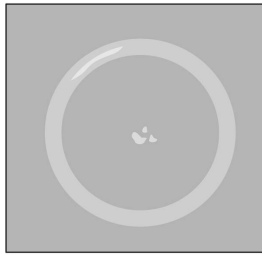


40

50

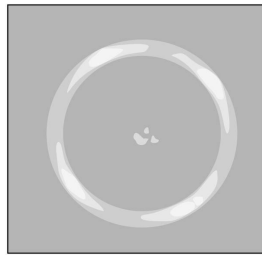
【 9 】

(A)



10

(B)



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-210958(JP,A)
特開2009-239222(JP,A)
特開2014-022518(JP,A)
特開2004-109121(JP,A)
特開2017-055100(JP,A)
特開2013-168690(JP,A)
特開2012-209359(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/683
H01L 21/3065
H01L 21/205
H02N 13/00