

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6037814号
(P6037814)

(45) 発行日 平成28年12月7日 (2016. 12. 7)

(24) 登録日 平成28年11月11日 (2016. 11. 11)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302

I O 1 C

H O 5 H 1/46 (2006. 01)

H O 5 H 1/46

L

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-274194 (P2012-274194)
 (22) 出願日 平成24年12月17日 (2012. 12. 17)
 (65) 公開番号 特開2013-149960 (P2013-149960A)
 (43) 公開日 平成25年8月1日 (2013. 8. 1)
 審査請求日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-279149 (P2011-279149)
 (32) 優先日 平成23年12月21日 (2011. 12. 21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 属 優作
 山口県下松市大字東豊井7 9 4 番地
 株式会社 日立ハイ
 テクノロジーズ 笠戸事業所内

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】

試料がプラズマ処理されるプラズマ処理室と、前記プラズマ処理室の外に配置された誘導アンテナと、前記誘導アンテナに高周波電力を供給する高周波電源と、前記プラズマ処理室の上部を気密に封止する誘電体窓と、前記誘導アンテナと前記誘電体窓の間に配置され前記高周波電源より高周波電力を供給されるファラデーシールドとを備えるプラズマ処理装置において、

前記ファラデーシールドの中心部は前記誘電体窓と接し、

前記ファラデーシールドは、外周部の前記誘電体窓と対向する側に空隙部が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

試料がプラズマ処理されるプラズマ処理室と、前記プラズマ処理室の外に配置された誘導アンテナと、前記誘導アンテナに高周波電力を供給する高周波電源と、前記プラズマ処理室の上部を気密に封止する誘電体窓と、前記誘導アンテナと前記誘電体窓の間に配置され前記高周波電源より高周波電力を供給されるファラデーシールドとを備えるプラズマ処理装置において、

前記ファラデーシールドの中心部は前記誘電体窓と接し、

前記誘電体窓は、外周部の前記ファラデーシールドと対向する側に空隙部が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置において、
前記ファラデーシールドの前記誘導アンテナ側の面は、前記誘電体窓の前記プラズマ処理室側の面に対して概平行であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のプラズマ処理装置において、
前記ファラデーシールドの前記誘導アンテナ側の面は、前記誘電体窓の前記プラズマ処理室側の面に対して概平行であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 3 に記載のプラズマ処理装置において、
前記ファラデーシールドは、中心から放射状にスリットが形成され、
前記空隙部が前記スリットの外周部より外側にあることを特徴とするプラズマ処理装置

10

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置において、
前記誘電体窓の誘電率より小さい誘電率の誘電体が前記空隙部に配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】

請求項 1、請求項 3 または請求項 5 に記載のプラズマ処理装置において、
前記誘電体窓は、外周部の前記ファラデーシールドと対向する側に空隙部が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

20

【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係り、特に誘導結合型プラズマ処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体素子製造においては、プラズマエッチングによる表面処理の手法として、プラズマ処理室の外側に配置された誘導アンテナに高周波電流を流して誘導磁場を発生させ、プラズマ処理室内に供給された処理ガスをプラズマ化する誘導結合型(Inductively Coupled Plasma)のプラズマエッチング装置が利用されている。

30

【0003】

また、一般的にプラズマエッチング装置にて半導体素子が形成される試料をプラズマエッチングすると、反応生成物 7 が発生し、この反応生成物 7 がプラズマ処理室内に堆積する。反応生成物 7 の堆積が過剰になると例えばプラズマ処理室の内壁面から反応生成物 7 の堆積物が剥がれ落ちて、異物発生の原因となり得る。このため、通常、プラズマエッチング装置にて試料をプラズマ処理する際は、適正な頻度でプラズマ処理室内に堆積した堆積物を除去するためのプラズマクリーニングを実施している。プラズマクリーニングが実施されたプラズマエッチング装置は再び半導体素子製造に供され、エッチング処理が行われる。

40

【0004】

誘導結合型プラズマエッチング装置でのプラズマクリーニングとしては誘導アンテナとウィンドウとの間に設けられたファラデーシールドに高周波電力を供給することによって、主にウィンドウ内壁に堆積した堆積物を除去するプラズマクリーニング手法が一般的であり、例えば特許文献 1 にはその一例が開示されている。しかし、図 1 に示すように、プラズマエッチング中にウィンドウ内壁に堆積した堆積物の分布がウィンドウ 1 の内面の中心部と外周部で偏りがある場合、発生するプラズマがクリーニングに寄与するよう、当該プラズマを上記堆積物の分布に応じて制御する必要がある。適切な制御を施さない場合、場所によって堆積物が除去され過ぎてウィンドウ内面が削れたり(天板削れ)、あるいは堆積物が全く除去されないといった問題が起こる。

50

【 0 0 0 5 】

この問題を解決する手段として、例えば特許文献 2 には、分割されたファラデーシールドにそれぞれ高周波電力を供給し、それぞれの高周波電力を適正化することにより、チャンバ内壁に残留した反応生成物の除去と天板削れの抑制を両立できる誘導結合型プラズマ処理装置が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 3 5 5 4 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 2 5 9 8 3 6 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

クリーニングに寄与するようプラズマを適切に制御するためには、ウィンドウの領域に応じて（例えば中央部と外周部）にそれぞれ適切な電圧を与える必要がある。従って、特許文献 2 に開示された手法でウィンドウのプラズマ対向面全面をクリーニングするためには、分割したファラデーシールドに独立に電圧を与えなければならない。このため、複数の高周波電源（最低でも 2 つ以上）が必要となるが、一般に精密な電源は非常に高価である。

【 0 0 0 8 】

20

またファラデーシールドを分割した場合、給電部や給電経路なども分割したファラデーシールド毎に必要なため、装置の製造コスト増大や実装面を考慮した大規模な設計変更を不可避免的に伴ってしまう。

【 0 0 0 9 】

また、分割型ファラデーシールドといった特殊な手法を用いない従来技術においてプラズマクリーニングを行った場合、ファラデーシールドへの印加電圧を如何に最適化しても、図 2 に示すようにウィンドウ 1 の外周部とチャンバ 2 の境界部の堆積物 5 が残ってしまうという問題があった。

【 0 0 1 0 】

このため、本発明は、装置の大幅なコストアップを伴わずに、プラズマ処理室内の堆積物を十分に除去できるプラズマクリーニングを行うことができるプラズマ処理装置を実現することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の構成では、誘導アンテナにより発生された誘導磁場をプラズマ処理室内へ透過させる誘電体窓とファラデーシールドを具備したプラズマ処理装置において、上記ファラデーシールドまたは前記誘電体窓の少なくとも外周側端部における静電容量と中心部における静電容量とに差を設けることにより前記誘電体窓に生じるシース電圧を制御することで、上記課題を解決する。

【 0 0 1 2 】

40

また、本発明の第 2 の構成では、誘導アンテナにより発生された誘導磁場をプラズマ処理室内へ透過させる誘電体窓とファラデーシールドを具備したプラズマ処理装置において、上記ファラデーシールドの外周側端部における静電容量を前記ファラデーシールドの中心部における静電容量よりも大きく構成することにより、上記課題を解決する。

【 0 0 1 3 】

また、更に本発明の第 3 の構成では、誘導アンテナにより発生された誘導磁場をプラズマ処理室内へ透過させる誘電体窓とファラデーシールドを具備したプラズマ処理装置において、プラズマ処理室の中心部におけるプラズマのシース厚さと前記プラズマ処理室の外周部におけるプラズマのシース厚さを制御する手段を備えることにより、上記課題を解決する。

50

【発明の効果】

【0014】

本発明により、プラズマクリーニングの際に誘電体窓の堆積物を十分に除去できるプラズマ処理装置を簡便な装置構成で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】従来の誘導結合型プラズマエッチング装置における堆積物の分布を示す図である。

【図2】ウィンドウ1の外周部とチャンバ2との境界部の堆積物を示す模式図である。

【図3】誘電体窓上のアルミナ(Al_2O_3)膜のチップの貼り付け箇所を示す図である。

10

【図4】アルミナ膜の除去レートのFSV依存性を示す図である。

【図5】プラズマ処理室内の径方向に対するイオンエネルギーとイオンの数の分布を示す図である。

【図6】本発明により実現されるシース分布の概念図である。

【図7】従来構造のプラズマ処理装置で形成されるシース分布を示す図である。

【図8】第1の実施形態に係る誘導結合型プラズマエッチング装置の断面図である。

【図9】第1の実施形態に係るファラデーシールド10を側面から見た断面図である。

【図10】第1の実施形態に係るファラデーシールド10を誘導アンテナ側から見た上面図である。

【図11】第1の実施形態に係る誘導結合型プラズマエッチング装置で形成されるシース分布を示す図である。

20

【図12】図11に示したシース分布下で形成されるウィンドウ下面の電位分布を示す図である。

【図13】ファラデーシールド10の凹部に部材17を挿入した例を示す図である。

【図14】第2の実施形態に係るファラデーシールド20の形状を示す図である。

【図15】図14に示したファラデーシールド20の変形例を示す図である。

【図16】第3の実施形態に係るウィンドウ16の形状を示す図である。

【図17】図16に示したウィンドウ16の変形例を示す図である。

【図18】凹部をウィンドウとファラデーシールドを組み合わせた構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0016】

最初に、図2に示すような箇所の堆積物の除去が困難である理由について、図3～4に示す実験結果を用いて説明する。

【0017】

本実験では、図1で示した構成のプラズマ処理装置を用い、プラズマクリーニングによるアルミナ膜の除去レートのファラデーシールドに印加する高周波電圧(以下、FSVと称する)に対する依存性を調べた。実験は、図3に示すように、ウィンドウ1の内面の中央部と外周部にアルミナ(Al_2O_3)膜のチップを貼り付け、FSVを変えてプラズマクリーニングを行った。ここで、ウィンドウ1の「内面」とは、ウィンドウ1のプラズマに晒される面、つまりプラズマ対向面を意味する。また、本図の説明では、ウィンドウ1の外周部とは、図2に示すような堆積物が残っている箇所に対応する位置を意味するものとする。

40

【0018】

プラズマクリーニング後、当該アルミナ膜のチップのエッチング量を測定し、エッチング量とエッチング時間から除去レートを算出した。プラズマクリーニングに使用するガスとしては、塩素系ガス(Cl_2 、 BCl_3)を使用した。

【0019】

図4には上記の実験結果を示す。図中グラフの横軸はFSV(V)、縦軸はプラズマ処理前後の膜厚差(以下、レートと称す)(nm/min)を示し、レート値が高いほどウィンドウ1の内面に衝突するイオンが多いことを示す。また、上記結果のグラフは、中央

50

部とエッジ部のレート値をそれぞれプロットしたものである。図に示すように、中央部はF S Vが増加するほどレート値は増加する傾向であるのに対して、外周部はF S Vが増加するとレート値が減少する傾向を示す。

【0020】

プラズマクリーニングにおける堆積物の除去レートとアルミナ膜の除去レートには正の相関があり、アルミナ膜の除去レートが大きいF S Vの領域では堆積物の除去レートも大きくなる。通常のプラズマクリーニングで使用されるF S Vの範囲は400～600V程度であるが、この程度のF S Vをファラデーシールド8の面内に一様に印加すると、ウィンドウ1内面の中心部では高い（堆積物の）除去レートが得られるが、外周部においては低い（堆積物の）除去レートしか得ることができない。

10

【0021】

さらに、中央部に比べて外周部のレート絶対値は極端に低い。ファラデーシールドに一樣な電圧を印加した場合、ウィンドウ外周部には当該ウィンドウに湾曲したシースが形成される。ここで「シース」とは、プラズマを金属製あるいは誘電体製の容器に閉じ込めた際にプラズマと容器の表面との間に形成される空間電荷分布のことであり、電位あるいは電界を持つことからイオンの容器壁面への入射を加速する作用がある。

【0022】

図5には、プラズマ処理室内における、シースの分布とプラズマ中で発生するイオン密度 N_i とイオン電流 E_i の分布とを対比して示す。シースが一樣であるウィンドウ中央部においては、イオン密度 N_i およびイオン電流 E_i のいずれも一樣であるが、シースが湾曲する処理室の壁面側（紙面左手方向）へ近づくにつれて徐々に低下していく。これは、プラズマ処理室内の壁面側（ファラデーシールドないし誘電体窓の外周側）は、中央部に比べて誘電体窓に衝突するイオンの量が少ないことを示している。

20

【0023】

以上の実験結果より、プラズマクリーニングを行ってもウィンドウ外周部に堆積物5が残留する理由としては、以下の2つの理由が推定される。

【0024】

第1の理由は、ウィンドウ外周部にかかるシース6の形状による影響である。図5に示すように、ウィンドウ外周部ではシースが湾曲する。本来、プラズマから発生するイオン7はシース6を通過してプラズマ処理室壁面へとほぼ垂直に衝突する。しかし、湾曲したシース面では、シースのレンズ効果によってシース面に入射するイオンの軌道が曲げられ、この結果、プラズマ容器側壁とウィンドウの境界付近での単位面積当たりのイオンの衝突数が他の部分に比べて減少する。よって、ウィンドウ外周部はクリーニング不足となりイオンスパッタによる堆積物5の除去量が低下する。

30

【0025】

第2の理由は、高エネルギーの入射イオンのイオンスパッタによる堆積物5の再付着である。シース電位が高いとイオンはシースで加速されてウィンドウ内面に到達し、スパッタ効果によりウィンドウあるいはプラズマ容器の表面を削る。イオンスパッタによって除去されたウィンドウあるいはプラズマ容器表面の物質は、ウィンドウ外周部に再付着すると推定され、これによりウィンドウ外周部への堆積物の堆積量が実効的に多くなっているものと考えられる。

40

【0026】

以上を踏まえると、ウィンドウ1中心部および周辺部に適切なシースを形成すれば、換言すればウィンドウ1の中央部に形成されるシースと周辺部に形成されるシースに差を設ければ、プラズマクリーニングにおいて、ウィンドウ1の外周部とチャンバ2の境界部分付近に堆積する堆積物を効率的に除去できることが分かる。

【0027】

図6には、ファラデーシールドに一樣な電圧を印加した場合に、本発明によってウィンドウの直下に形成されるシースの分布形状を概念的に示す。図6において、引出番号23はファラデーシールドと誘電体窓（上述のウィンドウ1）を含んで構成される制御手段で

50

、上記ファラデーシールドないし誘電体窓には課題解決手段で説明したシース制御機能のいずれかが備わっている。本発明によって形成されるシースの分布においては、誘電体窓（制御手段23の下部に位置）の中心部から誘電体窓とチャンバ2の境界部付近までのシース厚さは厚く、ウィンドウ1の外周部とチャンバ2の境界部付近のシース厚さが薄くなっており、誘電体窓中央部と外周部において異なるシースが形成されていることが分かる。

【0028】

一方、図7には、従来のファラデーシールド8に一樣なF S Vを印加した場合に、ウィンドウ1の直下に形成されるシース6の形状を示す。従来のファラデーシールド8に高いF S V（例えば1000V）を印加した場合は、シース6aが形成される。また、ファラデーシールド8に低いF S V（例えば200V）を印加した場合は、シース6bが形成される。いずれの形状においても、プラズマ処理室の中心部から外周部にかけては平坦な形状であり、ウィンドウ1の外周部とチャンバ2の境界部分付近では境界部に沿って湾曲した形状となる。いずれの形状においても、ウィンドウ1の中央部と外周部とでは差は付いておらず、ウィンドウ外周部のクリーニング不足という課題は解決されていないことが分かる。

【0029】

以下、本発明の具体的な実施形態について説明する。

【実施例1】

【0030】

図8は、本実施形態の誘導結合型プラズマエッチング装置の断面図を示す。プラズマ処理室は、一樣な厚みの絶縁材料（例えば、アルミナセラミック等の非導電性材料）の板部材で構成されたウィンドウ1と、試料3を載置する試料台4を内部に格納するチャンバ2とを含んで構成される。ウィンドウ1は、プラズマ処理室の上部を気密に封止し、かつ誘導アンテナで生成された誘導磁場をプラズマ処理室内部に透過させる誘電体窓である。ウィンドウ1の上面には、2ターンの内側コイルと2ターンの外側コイルからなる誘導アンテナ9が配置される。

【0031】

また、ウィンドウ1と誘導アンテナ9の間には、プラズマと容量結合する容量電極であるファラデーシールド10が設けられている。誘導アンテナ9とファラデーシールド10には、整合器であるマッチングボックス11を介して第一の高周波電源12に直列に接続されている。また、マッチングボックス11の内部には可変コンデンサとインダクタンスが搭載されている。

【0032】

このため、内側の誘導アンテナと外側の誘導アンテナの2系統に分岐して独立に電流を流すことが可能であり、この電流とファラデーシールド10に印加する高周波電圧であるF S Vを制御することができる。また、マッチングボックス11内には、第一の高周波電源12から発生する、例えば、13.56MHz、27.12MHz等の高周波電力の反射を抑えるためのコンデンサも搭載されている。

【0033】

ガス供給装置13から処理ガスがプラズマ処理室内に供給される一方で、排気装置14によってプラズマ処理室内の圧力が所定の圧力となるようにプラズマ処理室内に供給された処理ガスを排気する。ガス供給装置13よりプラズマ処理室内に処理ガスを供給し、プラズマ処理室内に供給された処理ガスを誘導アンテナ9より発生した誘導磁場とファラデーシールド10により発生した電場の作用によってプラズマを生成する。試料台4には、第二の高周波電源15が接続される。プラズマ中に存在するイオンを試料3上に引き込むために、第二の高周波電源15から高周波バイアス電力を試料台4に供給する。

【0034】

次にファラデーシールド10の構造について説明する。

【0035】

図9には、図8に示したプラズマ処理装置のチャンバ2の上部構造を横方向から見た断面図を示す。ファラデーシールドは誘電体材料で形成された金属製の円板状部材であるが、本実施形態のファラデーシールド10においては、端部を含む外周部の所定領域に凹部が形成されている。この凹部は、図9に示すように、ファラデーシールド10表面のウィンドウ1との対向面側に形成されており、外周側端部は開放端をなしている。

【0036】

一方、図10には、図8に示したプラズマ処理装置を誘導アンテナ9の上方から見た上面図を示す。図10に示されるように、ファラデーシールド10には、誘導アンテナ9から発生した誘導磁場を通過させるためのスリットが中心から放射状に形成されている。図10に示した点線は、上述した凹部によって形成される段差の位置を示す。この段差の位置、つまりウィンドウ半径方向に対する凹部の奥行き深さはスリットと干渉しないように設計されており、従って、上記凹部の形成領域は、スリットの外周側端部とウィンドウ端部との間に配置されていることになる。また、凹部の形成領域は、図2で説明したように堆積物が残留する領域と一致する方が好ましいが、厳密に一致させる必要はない。

【0037】

上記凹部の形成位置においては、ウィンドウ1とファラデーシールド10との間に凹部の厚さ分の空気層が形成されるため、ウィンドウ1表面の外周部においてファラデーシールドとプラズマ間の容量結合が空気層の抵抗値分だけ低下する。仮想的にファラデーシールド10を上記段差を境に内周側と外周側の2領域に分割したと考えると、ファラデーシールド10の静電容量は、外周部（凹部の形成領域）で中心部を含む内周部の静電容量よりも実効的に小さくなっていることになる。これは空気層の効果であるが、段差により、ウィンドウ1の下端からファラデーシールド10表面までの距離が、外周部で内周部よりも長くなったためともいえる。なお、ここでいう「距離」とは、ウィンドウ1下面の所定位置と、それに対応するファラデーシールド10のウィンドウ1対向面側のZ軸方向の位置との距離、つまり最短距離のことである。

【0038】

本実施形態での段差の高さあるいは凹部の高さは、ファラデーシールド10とウィンドウ1間の容量成分が、段差の無い従来構造のファラデーシールドにF S Vを200V印加した時にウィンドウ1の外周部に形成されるシースの厚さと同等となるよう設定されている。

【0039】

また、ファラデーシールド10の段差の高さあるいは凹部の高さは所望の静電容量となるように設計してよいが、凹部の形成領域でファラデーシールド10が自重で撓まない程度の強度は保つ必要がある。例えば、ファラデーシールド10の材料がアルミニウム、厚さが10mm、直径が500mmであった場合、撓まないためには、板厚が0.0064mm以上である必要がある。従って、上記の条件においては、段差の高さあるいは凹部の高さの最大値は、9.9936mmということになる。

【0040】

本実施形態の誘導結合型プラズマエッチング装置は、上述した構成のファラデーシールド10を備えるため、ファラデーシールドに例えば1000Vの高いF S Vを印加しても、図11に示すシース形状を得ることができ、図2に示すウィンドウ1の外周部とチャンバ2の境界部の堆積物を除去することができる。

【0041】

シースの効果を詳細に説明するため、図12に本実施形態のファラデーシールド10を設置した場合の電圧分布を示す。本実施形態のファラデーシールド10は、上述の通り、外周部の全周に凹部を備えている。この凹部により形成される空気層によって、外周部の抵抗は増加し、容量結合成分は低下する。このため、F S Vを印加した場合にウィンドウ直下に形成される電圧は、図中の矢印に示すように、外周部のみ電圧実効値が低下する。つまり、本実施形態のファラデーシールドは、一様な高F S Vを印加するだけで、ウィンドウ中央部には高F S Vの、ウィンドウ外周部には低F S Vのクリーニング効果を各々発

10

20

30

40

50

揮することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

さらに本実施形態では、ファラデーシールドに凹部を形成することでウィンドウエッジ部にかかるシース及び実効電圧値の調整をしているので、分割等、特殊な構造を採用する必要がない。このため、高周波電源も一つで済み、余分な給電回路等、付加的な構成の必要もない。したがって、所望のプラズマクリーニングの効果を奏することができるプラズマ処理装置を従来技術と比較して低コストで実現することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、上述の実施形態では、ファラデーシールド 1 0 の凹部は単なる空隙であったが、図 1 3 に示すようにウィンドウ 1 より誘電率の低い部材を凹部に挿入しても良い。例えば、ウィンドウ 1 の材質がアルミナの場合は、ポリテトラフルオロエチレンを用いると良い。但し、この場合の段差の高さあるいは凹部の形状は、所望の静電容量となるように最適化する必要がある。

【実施例 2】

【 0 0 4 4 】

第 1 の実施形態で説明したファラデーシールド 1 0 は、厚さが一様な平板の外周部に凹部を形成することで、内周側と外周側の静電容量に差を設けたが、凹部を設けず、厚さが一様な板材の形状を変えることで内周部と外周部の静電容量に差を設けてもよい。

【 0 0 4 5 】

図 1 4 には、本実施形態のプラズマ処理装置のチャンバ 2 の上部構造を示す。なお、図示した範囲以外のプラズマ処理装置の構成・機能は、図 8 に示したプラズマ処理装置と同一なので説明は割愛する。

【 0 0 4 6 】

この場合のファラデーシールド 2 0 の径方向の厚さは中心部から外周部まで同じであるが、ファラデーシールド 2 0 の外周部に上方（誘導アンテナ側）への反り部を設けている。これによって、ファラデーシールド 2 0 外周部からウィンドウ 1 下面の外周部までの距離が、ファラデーシールド 2 0 中心部からウィンドウ 1 下面の中心部までの距離よりも長くなっており、静電容量の差が生じている。なお、ここでいう距離とは、第 1 の実施形態と同様、最短距離のことである。

【 0 0 4 7 】

また、ファラデーシールド 2 0 とウィンドウ 1 の下面間の距離という定義に替えて、ファラデーシールドとプラズマ間の距離という定義を採用することもできる。この場合、プラズマに対するファラデーシールド 2 0 の外周部および中心部の相対位置関係は、例えば、「ファラデーシールド 2 0 の外周部からプラズマ処理容器の外周部に形成されるプラズマまでの距離が、ファラデーシールド 2 0 の中心部から略プラズマ処理容器の中心部に形成されるプラズマまでの距離よりも長い」といった要領で定義できる。

【 0 0 4 8 】

さらに、上記の外周部におけるファラデーシールド 2 0 からプラズマまでの距離、またはファラデーシールド 2 0 からウィンドウ 1 の下端までの距離は、調整ボルト 1 9 とフランジ 1 8 とによって調整可能な構造となっている。このため、ファラデーシールド 2 0 とプラズマとの間の外周部の静電容量または、ファラデーシールド 2 0 とウィンドウ 1 の下端との間の外周部の静電容量は、調整ボルト 1 9 の押し込み量を調整することによって容易かつ高精度に制御できる。

【 0 0 4 9 】

この場合も、図 1 5 に示すようにファラデーシールド 2 0 の外周部とウィンドウ 1 の間にウィンドウ 1 より誘電率の低い部材 2 1 を挿入して、調整ボルト 1 9 と部材 2 1 によって、静電容量を制御しても良い。但し、この場合の部材 2 1 の形状及び材料は、所望の静電容量となるように最適化する必要がある。

【実施例 3】

【 0 0 5 0 】

第 1 の実施形態および第 2 の実施形態では、ファラデーシールドの形状を種々工夫することにより、ファラデーシールドとプラズマとの間の静電容量または、ファラデーシールドとウィンドウ 1 の下端との間の静電容量を制御したが、ファラデーシールドの形状を変えずにウィンドウの形状を変えることによって上記静電容量を制御できる。

【 0 0 5 1 】

図 1 6 には、本実施形態のプラズマ処理装置のチャンバ 2 の上部構造を示す。図示した範囲以外のプラズマ処理装置の構成・機能について説明を割愛する点は、第 2 の実施形態と同様である。この場合のファラデーシールドは、厚さが面内で一様な金属製の円板であるが、図 1 6 に示すように、ウィンドウ 1 6 の上面（すなわち、ファラデーシールドへの対向面側表面）に凹部が形成されている。従って、第 1 の実施形態と同様、この凹部によ

10

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態でのウィンドウ 1 6 の段差の高さあるいは凹部の高さは、ファラデーシールド 1 0 とウィンドウ 1 間の容量成分が、段差の無い従来構造のファラデーシールドに F S V を 2 0 0 V 印加した時にウィンドウ 1 の外周部に形成されるシースの厚さと同等となるよう設定されている。

【 0 0 5 3 】

ファラデーシールド側に凹部を設けた場合、凹部の位置をスリットと干渉しないように設計する必要があるが、本実施形態においてはウィンドウ 1 はアルミナの板材であり、スリット等の構造部が無い。従って、ウィンドウ側に凹部を設けた場合には他の構造物との干渉を気にする必要が無く、凹部を配置する上での設計自由度が実施形態 1 よりも高い。

20

【 0 0 5 4 】

図 1 7 に示すように、ウィンドウ 1 6 の外周部とファラデーシールド 8 の間にウィンドウ 1 6 より誘電率の低い部材 2 2 を挿入することによって静電容量を制御しても良い。但し、この場合の部材 2 2 の形状及び材料は、所望の静電容量となるように最適化する必要がある。

【 0 0 5 5 】

また、図 1 8 に示すように外周部に凹部の形成されたファラデーシールド 1 0 とウィンドウ 1 6 をそれぞれ組み合わせても良い。

30

【 0 0 5 6 】

さらに、上述した各実施形態における中心部と外周部の構造を入れ替えれば、ファラデーシールドとプラズマとの間の中心部の静電容量をファラデーシールドとプラズマとの間の外周部の静電容量より小さくすることもできる。または、ファラデーシールドとウィンドウ下端との間の中心部の静電容量をファラデーシールドとウィンドウ下端との間の外周部の静電容量より小さくできる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

- 1、1 6 ウィンドウ
- 2 チャンバ
- 3 試料
- 4 試料台
- 5 ウィンドウ 1 の外周部とチャンバ 2 の境界部の堆積物
- 6、6 a、6 b シース
- 7 反応生成物
- 8、1 0、2 0 ファラデーシールド
- 9 誘導アンテナ
- 1 1 マッチングボックス
- 1 2 第一の高周波電源
- 1 3 ガス供給装置

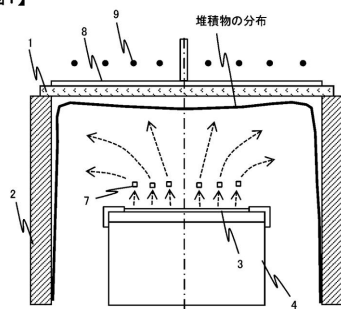
40

50

- 1 4 排気装置
- 1 5 第二の高周波電源
- 1 7 部材
- 1 8 フランジ
- 1 9 調整ボルト
- 2 1、2 2 部材
- 2 3 静電容量制御手段

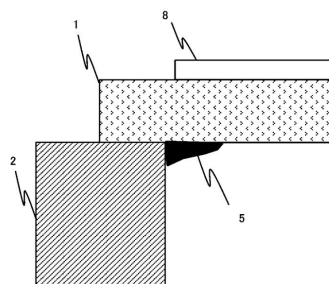
【図 1】

【図1】



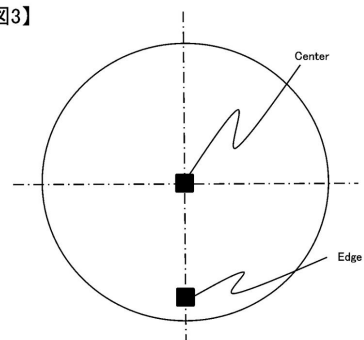
【図 2】

【図2】



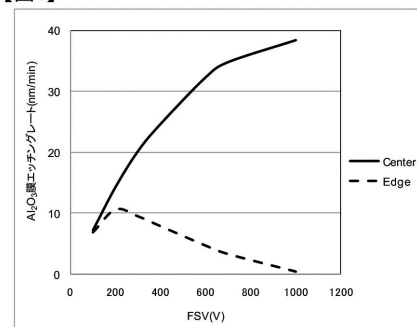
【図 3】

【図3】



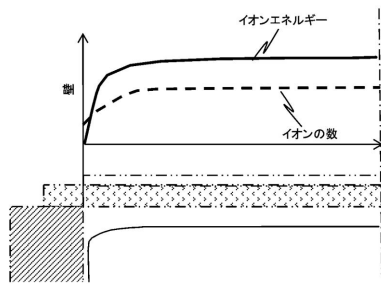
【図 4】

【図4】



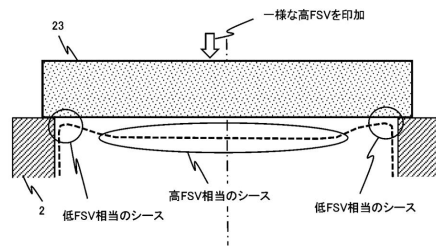
【図 5】

【図5】



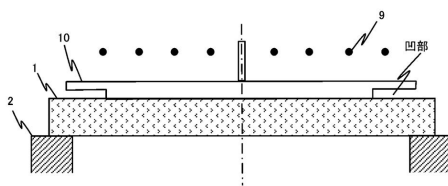
【図 6】

【図6】



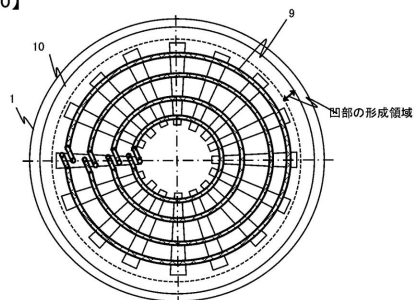
【図 9】

【図9】



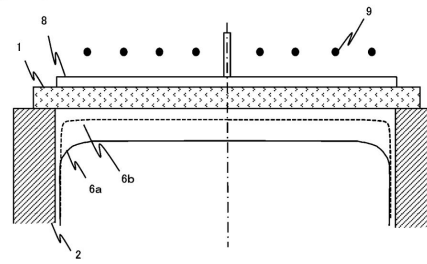
【図 10】

【図10】



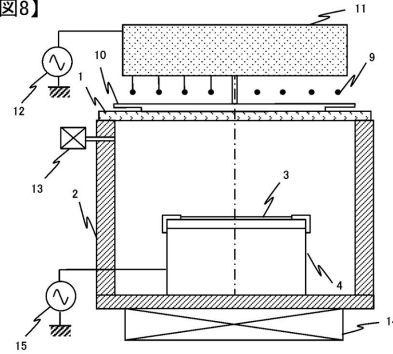
【図 7】

【図7】



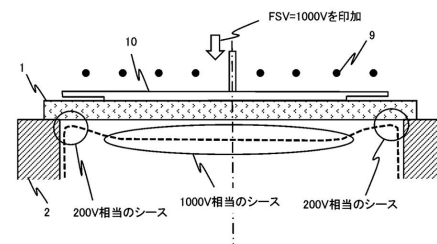
【図 8】

【図8】



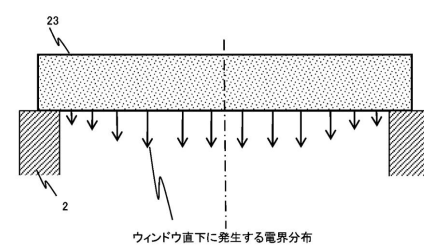
【図 11】

【図11】



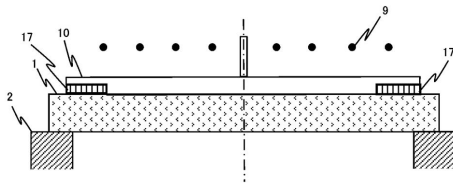
【図 12】

【図12】



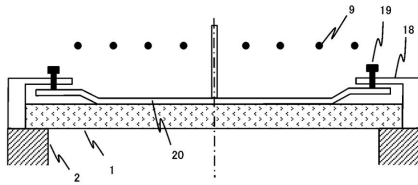
【図 1 3】

【図13】



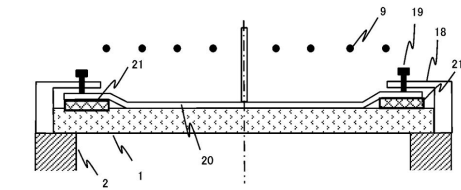
【図 1 4】

【図14】



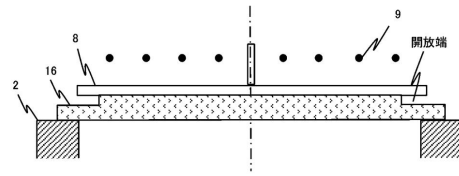
【図 1 5】

【図15】



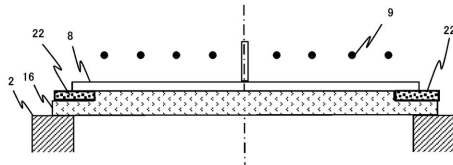
【図 1 6】

【図16】



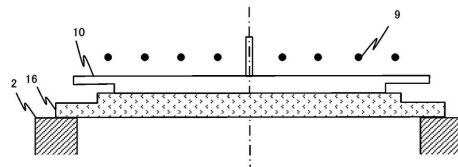
【図 1 7】

【図17】



【図 1 8】

【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 忠義

山口県下松市大字東豊井794番地
ズ 笠戸事業所内

株式会社 日立ハイテクノロジー

(72)発明者 西尾 良司

山口県下松市大字東豊井794番地
ズ 笠戸事業所内

株式会社 日立ハイテクノロジー

審査官 溝本 安展

(56)参考文献 特開2008-130651(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H05H 1/46