

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3868925号
(P3868925)

(45) 発行日 平成19年1月17日(2007.1.17)

(24) 登録日 平成18年10月20日(2006.10.20)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 I O 1 D
B O 1 J 3/00 (2006.01)	B O 1 J 3/00 K
B O 1 J 19/08 (2006.01)	B O 1 J 19/08 H
C 2 3 F 4/00 (2006.01)	C 2 3 F 4/00 A
H O 5 H 1/46 (2006.01)	H O 5 H 1/46 L

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-152934 (P2003-152934)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成15年5月29日(2003.5.29)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2004-356430 (P2004-356430A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成16年12月16日(2004.12.16)	(73) 特許権者	501387839
審査請求日	平成17年2月18日(2005.2.18)		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24番14号
		(74) 代理人	100093492
			弁理士 鈴木 市郎
		(74) 代理人	100078134
			弁理士 武 顕次郎
		(72) 発明者	数見 秀之
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社 日立製作所 日立研究所内

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】

処理ガスの導入手段及び真空排気手段を備えた真空処理容器と、
前記真空処理容器の外周壁の外周側に形成したシールド電極と、
高周波電力を前記真空処理容器内に放射するアンテナ電極及び試料台を備えた試料載置装置と、

前記シールド電極の外周側に巻回された励磁用コイルを備えたプラズマ処理装置であって、

前記シールド電極をインピーダンス素子を介して接地すると共に、前記アンテナ電極には第1の高周波電力を供給し、前記試料台及び前記励磁用コイルには前記第1の高周波電力よりも低周波の高周波電力を供給し、前記シールド電極には前記第1の高周波電力よりも低周波の高周波電力を供給された前記励磁用コイルを介してシールド電圧を付与したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記シールド電極の前記励磁コイルに面する部分に励磁コイルと略直交する方向にスリットを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】

請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記シールド電極の前記励磁コイルに面する部分に励磁コイルと略直交する方向にスリットを設け、前記シールド電極の前記真空処

10

20

理容器上面の中央部分に開口または窪みを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記アンテナ電極及び前記励磁コイル間を電力分割器及び位相調整器を介して接続したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記アンテナ電極の中央部には、プラズマ処理中に載置した試料の上面に形成される定在波の節となる位置を径とする円板状の空隙を形成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記アンテナ電極の中央部には、プラズマ処理中に載置した試料の上面に形成される定在波の節となる位置を径とする円板状の誘電体層を形成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記真空処理容器は誘電体製であり、内壁面に ZrO_2 の溶射膜を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記真空処理容器は誘電体製であり、内壁面に Y_2O_3 の溶射膜を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマ処理装置に係り、特に安定した処理を続行することのできるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、U L S I (Ultra Large Scale Integration) 等の半導体素子の微細化、高集積化が急速に進められ、加工寸法が $0.13 \mu m$ のデバイスは間もなく量産化に移行し、 $0.10 \mu m$ のデバイスも開発されつつある。また、L S I の高速化も急速に進展し、配線遅延を低減するため、Cu 配線及び低誘電率膜が使用されるようになった。また、デバイス構造も複雑化し、更に使用する膜種も多様化している。

30

【0003】

また、ウエハ 1 枚当りの取得可能なチップ個数を増やすためには、直径 $300 mm$ 等の大口径ウエハを扱うことのできる製造ラインの構築が必要であり、これに伴いエッチング技術の高精度化、大口径対応が求められている。特に酸化膜のエッチングに際しては、配線のためのコンタクトホール形成、ダマシン形成のための有機あるいは無機の低誘電率膜の加工、さらには種々のマスク加工等が必要とされ工程が増加している。

【0004】

デバイス寸法が $0.1 \mu m$ 程度となると、(C D : Critical Dimension) 値で、ナノレベルの寸法加工精度が求められる。また、エッチングに際して、対下地膜あるいは対レジスト膜に対して高い選択比を得ようとする、エッチング反応が途中で停止する「エッチストップ」や加工する(エッチングする)穴径によってエッチング速度が異なる「R I E (Reactive Ion Etching) - l a g」が発生しやすくなる。すなわち、アスペクト垂直加工と高選択比との両立は困難になる。更に、加工膜種が異なれば使用する処理ガスも異なり、これに応じて処理室内のプラズマやラジカルの分布も変化する。このためプラズマやラジカルの制御手段も重要となる。

40

【0005】

これら性能上の問題の外、処理に際して使用するフロロカーボンガスあるいはラジカル等が処理室内壁等に堆積することに起因する異物発生抑制、あるいは処理室内壁を構成するシリコン板等の消耗品の交換コスト低減対策等も求められている。

【0006】

50

特許文献 1 には、プラズマを利用して絶縁膜を処理する際、異なる 2 つの R F (Radio Frequency) 電圧を対向する電極に印加する平行平板型プラズマ処理装置が示されている。この装置においては、上部電極及び下部電極をそれぞれ処理室の上下に対向して配置し、上部電極あるいは下部電極の少なくともいずれか一方に高周波電力を供給して、処理室内に導入した処理ガスを電離・解離させ、生じたイオンあるいはラジカルを用いてウエハを処理する。

【 0 0 0 7 】

特許文献 2 には、ガスを処理室内に導入するガス穴を設けたシリコン板からなる上部電極と、この上部電極の背面にリング状に永久磁石を配置したプラズマ処理装置が示されている。

10

【 0 0 0 8 】

特許文献 3 には、有機系低誘電率膜加工用のプラズマ処理装置として、下部電極に 1 3 . 5 6 M H z の高周波を供給し、更に処理室周囲にコイルを配置し、該コイルに 1 3 . 5 6 M H z の高周波を供給するプラズマ処理装置において、誘電体壁の消耗を防ぐためコイルと誘電体壁の間に静電シールドを設けることが示されている。

【 0 0 0 9 】

また、非特許文献 1 には、被処理体を載置する電極に 2 種類の周波数の高周波 (2 M H z 、 2 7 . 1 2 M H z) を印加して、プラズマをウエハ載置側から生成し、ウエハと対向する面に配置したシリコン板に電圧が印加されないようにし、これにより前記シリコン板の消耗を防ぐようにしたプラズマ処理装置が示されている。

20

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】

特開平 8 - 3 3 9 9 8 4 号公報

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 2 】

特開平 8 - 2 8 8 0 9 6 号公報

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 3 】

特開 2 0 0 0 - 3 6 4 8 4 号公報

【 0 0 1 3 】

【 非特許文献 1 】

Lam Research社製の R I E 装置 Exelan2300 の説明書

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

前記特許文献 1 に示す装置では、使用周波数の高周波数化に伴い、上部電極と金属製の冷却板の間、あるいは吐出し口 (ガス吹出し口) 内に高周波が浸透することとなる。浸透深さは非常に薄い (1 m m 以下) ため、この浸透部分に高電界印加されて、異常放電が発生しやすくなる。一旦、異常放電が起こると、吹出し穴径が拡大されて、より内部にまでプラズマが発生することになり、異物の発生原因となる。また、上部電極は高周波によって必然的に高電位となるので、プラズマによるスパッタにより削られることになる。このため高価な消耗品である S i 製の上部電極の交換頻度が高くなることがある。

40

【 0 0 1 5 】

特許文献 2 に示す装置では、永久磁石の大きさ程度の限定された箇所に局部的に磁場が形成される。この磁場による閉じ込め効果を増加しようとする前記永久磁石近傍での磁場が部分的に強くなり、この部分でのプラズマ密度が高くなる。また R F 電極にはバイアスを印加し、プラズマ中のイオンを引き込むので、スパッタリングが局部的に起こる。このため電極の局部的消耗を招き、異物発生量が増加し、装置信頼性が低下する場合が生じる。

【 0 0 1 6 】

特許文献 3 に示す装置では、処理室の側面にコイルを巻回し、誘導結合によりプラズマを

50

生成する。このとき前記コイルに印加する電圧が上昇することによって生ずる処理容器の局所的な壁削れを静電シールド（ファラデーシールド）に遮蔽している。このため、前記静電シールドの開口部と開口部でない箇所では遮蔽効果が不均一となる。また、プラズマの着火性が悪化することがある。

【0017】

非特許文献1に示す装置では、ウエハ側から異なる高低2種類の高周波を供給し、ウエハ側に高密度プラズマを生成するため、エッチングレートの増大を見込むことができる。一方、プラズマあるいはラジカルはウエハ載置面に対向する面にも広がっていくため、対向する壁（あるいはシリコン板面）にもアタックする。このため前記対向面に削れや膜堆積が起きる。

10

【0018】

また、プラズマと壁との電位差によりイオンが壁に入射することになるため、プラズマ電位はウエハ載置電極から供給する低周波数側の電位に伴って変動する。またこの変動するプラズマ電位と壁との電位差でイオンが壁に入射することになるため、ウエハ電位と独立して、壁に入射するイオンのエネルギーを制御することは困難となる。このため壁の削れや堆積を制御することが困難となることがある。

【0019】

このように、平行平板型のプラズマ処理装置では、高周波を印加する電極そのものが高電圧となることがある。また、ウエハ載置電極側からプラズマを生成する装置では、アースとなる対向電極とプラズマ電位との差でアース電極がエッチングされることになる。

20

【0020】

ウエハと対向する面に形成した前記対向電極には、異物発生の観点から、また、F（フッ素）ラジカルのスカベンジ（気相中のFラジカルがSiに吸着してSiF_xという形になってFが減少する）の観点からシリコン板が用いられる。この場合、前記シリコン板は早期に消耗されることになる。シリコン板は高価であるため、シリコン板の消費量の低減は製造コスト低減からも必要となる。

【0021】

本発明はこれらの問題点に鑑みてなされたもので、メンテナンス周期を増大しして安定した処理を続行することのできるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を解決するために次のような手段を採用した。

30

【0023】

処理ガスの導入手段及び真空排気手段を備えた真空処理容器と、前記真空処理容器の外周壁の外周側に形成したシールド電極と、高周波電力を前記真空処理容器内に放射するアンテナ電極及び試料台を備えた試料載置装置と、前記シールド電極の外周側に巻回された励磁用コイルを備えたプラズマ処理装置であって、前記シールド電極をインピーダンス素子を介して接地すると共に、前記アンテナ電極には第1の高周波電力を供給し、前記試料台及び前記励磁用コイルには前記第1の高周波電力よりも低周波の高周波電力を供給し、前記シールド電極には前記第1の高周波電力よりも低周波の高周波電力を供給された前記励磁用コイルを介してシールド電圧を付与する。

40

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態にかかるプラズマ処理装置を説明する図である。プラズマ処理装置を構成する真空処理容器1の内部には石英等の誘電体14の壁を備え、これらにより処理室2を形成する。また、処理室2の内部には被処理物である試料（ウエハ）4を載置するアンテナ電極51及び試料台5を備える。処理ガスは前記処理室2の上部から導入し、導入した処理ガス3は排気系6によって排気される。試料台5のウエハ載置面の外周側にはサセプタ7を配置する。アンテナ電極51にはプラズマ生成のために使用する第1の高周波（UHFあるいはV

50

H F) 電源 8 及びイオンを引き込むために使用する前第 1 の記高周波電源 8 より低い周波数の第 2 の高周波電源 9 を供給する。

【 0 0 2 5 】

第 1 の高周波電源 8 及び第 2 の高周波電源 9 は、それぞれ同軸導波路 1 0 を介して試料台 5 及びアンテナ電極 5 1 に供給する。試料台 5 と金属壁 1 1 の間には誘電体 1 2 を充填し、両者を電氣的に絶縁する。また、試料台 5 は冷却手段 1 3 を備え、該手段に冷媒を流すことにより試料台 5 の温度を制御することができる。処理室 2 を構成する誘電体 1 4 の外側には、第 2 の電極 (シールド電極) 1 5 を配置し、これに第 3 の高周波電源 1 6 を接続する。第 3 の高周波電源 1 6 は、前記の第 2 の高周波電源と同じ周波数であってもよい。

【 0 0 2 6 】

前記プラズマ処理装置を用いて行うウエハ処理を、酸化膜のエッチングを例に説明する。まず、図示しない搬送手段によって試料 4 を処理室 2 内のアンテナ電極 5 1 上に搬送する。処理室 2 内にはフロロカーボンガス、 O_2 、Ar 等からなる処理ガス 3 を導入し、処理室 2 内の圧力を所定値に設定した後、第 1 の高周波電源 8 電力を同軸導波路 1 0 を介してアンテナ電極 5 1 に供給する。第 1 の高周波電源 8 は誘電体 1 2 を通り、サセプタ 7 を介して処理室 2 内に放射されて処理室 2 内にプラズマを生成する。

【 0 0 2 7 】

前記プラズマの生成により処理ガスは解離されてフロロカーボンラジカル CF_x 、 C_xF_y あるいは O が発生し、前記フロロカーボンラジカルはウエハ上に堆積する。第 2 の高周波電源 9 がアンテナ電極 5 1 に印加されている場合、試料 4 上にはシースが形成され、これにより試料 4 上に堆積しているフロロカーボン膜にイオンが入射してエッチングが進行する。エッチングにより発生した反応生成物はフロロカーボンラジカルと同様に処理室 2 の壁となる誘電体 1 4 に付着する。

【 0 0 2 8 】

誘電体 1 4 の外側には第 2 の電極 1 5 を設けてある。ここに印加する電圧を調整することにより誘電体 1 4 の表面の電位をプラズマ電位より若干低い値に設定することができる。誘電体 1 4 の表面電位をこのように設定すると、低エネルギーのイオンを誘電体 1 4 に入射させることができ、この低エネルギーのイオン入射により前記反応生成物やラジカルが誘電体 1 4 表面に付着するのを抑制することができる。すなわち真空処理容器内表面を誘電体 1 4 で被覆し、更に第 2 の電極 1 5 に電圧を印加して誘電体 1 4 の内壁表面に電界を印加することにより、反応生成物やラジカルが内壁に付着するのを防止すると共に、絶えず誘電体 1 4 壁表面をリフレッシュするので、異物の発生を有効に抑制することができる。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、本発明の他の実施形態を説明する図である。図に示ように、プラズマ処理装置の真空処理容器を構成する誘電体 1 4 壁の外周にコイル 1 7 を配置し、コイル 1 7 に第 3 の高周波電源 1 6 を供給する。第 3 の高周波電源 1 6 は前記の第 2 の高周波と同じ周波数であってもよい。コイル 1 7 と前記誘電体 1 4 の間及び誘電体 1 4 壁の上面部に金属製のファラデーシールド 1 8 を設ける。ファラデーシールド 1 8 には、可変容量のコンデンサ 1 9 もしくは可変容量のインダクタンスを接続する。ファラデーシールド 1 8 の側面部 1 8 a は金属片と開口部とが交互に並ぶ簾状の構造とし、ファラデーシールド 1 8 の天井部 1 8 b は開口部 1 8 1 を備えた形状とするか、あるいは開口部 1 8 1 を備えない形状とすることができる。なお、図において図 1 に示される部分と同一部分については同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 3 0 】

プラズマを生成して試料に処理を施しているとき、例えば前記可変容量コンデンサ 1 9 の容量を調整するとファラデーシールド 1 8 に印加される電圧を調整することができ、これにより、誘電体 1 4 壁に対するラジカルや反応生成物の付着を抑制することができる。

【 0 0 3 1 】

ファラデーシールド 1 8 の開口部に対向する誘電体 1 4 の内壁面はシールド電圧が印加さ

10

20

30

40

50

れ難い。このため、試料の処理中に前記ファラデーシールド18を回転させて開口部と金属部とを入れ替えるようにすると、誘電体14壁が不均一に削られたり、反応生成物が誘電体14壁に不均一に堆積することを防ぐことができる。

【0032】

また、真空処理容器の天井部18bをファラデーシールドで完全に覆ってしまうと、天井部のプラズマ中にはTMO1モードの定在波が立ち、プラズマ密度が凸分布となることがある。このような場合には、ファラデーシールド18bの中心部に前記開口部181を設けるか、あるいは窪み182を設けると良い。

【0033】

図3(a)、図3(b)は、本発明の更に他の実施形態を説明する図である。図3(a)は、図1に示す第2の高周波電源9の出力を、電力分割器20及び位相調整器21を介して第2の電極(シールド電極)15に供給した例を示す図、図3(b)は、図2に示す第2の高周波電源9の出力を、電力分割器20及び位相調整器21を介して前記コイル17に供給した例を示す図である。なお、これらの図において図1、2に示される部分と同一部分については同一符号を付してその説明を省略する。

10

【0034】

図3(a)、(b)に示すように、第3の高周波16の代わりに、第2の高周波電源を第2の電極15あるいはコイル17に供給する。また、第2の高周波電源の出力をアンテナ電極51と第2の電極15とに分割して供給する電力分割器20と位相調整器21はそれらを調整することにより、アンテナ電極51と第2の電極15あるいはアンテナ電極51とコイル17に印加する電圧の比及び位相差を調整することができる。

20

【0035】

これにより、第2の電極(シールド電極)15あるいはシールド電極18に印加する電圧を調整することができる。

【0036】

例えば、第2の高周波電源9の電圧とシールド電極の電圧の位相差が180°の場合は、試料がイオンを引き込んでいるとき、誘電体14壁の電位がプラズマ電位と同じになり、プラズマは壁を叩かなくなる。一方、試料側の電位が正となるときは、誘電体14壁の電位が相対的に低くなりイオンを引き込むことになる。

【0037】

すなわち、誘電体14壁へのラジカルや反応生成物の「堆積」と「除去」の時間を制御することにより誘電体14壁への膜の堆積を抑制することができる。なお、位相差を0°とすると、試料にイオンを引きこんでいるとき誘電体14壁もイオンを引き込むことになる。

30

【0038】

処理ガスとしてフロロカーボンガスを用いた場合、解離で生じたフロロカーボンラジカルが試料や壁に付着する。また、イオン入射の際フロロカーボン膜からもラジカルが発生する。試料4と誘電体14壁が同位相で振れると、プラズマ中のフロロカーボンの量が位相差180°の場合よりも多くなる(損失が少なくなる)。このため、エッチャントの量が増えてエッチングの効率が良くなることが期待される。ここでは、位相差0°と180°について説明したが、使用するガスの種類や、発生するラジカルあるいは反応生成物の量に応じて、試料4及び誘電体14壁に印加する電圧及び位相差を変化させるとよい。

40

【0039】

図4は、本発明の更に他の実施形態を説明する図である。第1の高周波電源8としてUHFあるいはVHFの高周波電源を用いる場合、周波数が高いことによって顕著な凸型のプラズマ分布となることがある。これは、試料4の上面のシース内で定在波(TMO1モード)が形成されるためである。

【0040】

そこで、アンテナ電極51の表面に円板状の空隙22を設ける。空隙22部分には放電を抑制するため誘電体23を充填しても良い。空隙22の径は、第1の高周波電源周波数に

50

おける定在波の節間の距離程度に設定し、厚み d は、その実効距離 $d^* = d / \sqrt{\epsilon_r}$ 、(但し ϵ_r : 誘電体の比誘電率) が使用する試料の厚さ程度となるように設定する。これによって、均一なプラズマを生成し、また高周波電位を試料に均一に印加することができる。

【0041】

図5は、本発明の更に他の実施形態を説明する図であり、図5(a)はプラズマ処理装置を示す図、図5(b)は壁材とラジカルとの結合エネルギーを説明する図である。

【0042】

本実施形態においては誘電体14壁表面を、 ZrO_2 、あるいは $ZrO_2 - Y_2O_3$ の溶射膜によってコーティングする。また、アース24材料の表面も ZrO_2 、あるいは $ZrO_2 - Y_2O_3$ を溶射膜によりコーティングする。図4(b)は、壁材とラジカルとの結合エネルギーを分子軌道法によって求めた計算値を示す。結合エネルギーが正はラジカルが壁に吸着すること、負は吸着しないことを示し、その大小が吸着力の大小に対応する。また、 SiO は壁材が石英であり、吸着サイトがOであることを、 AlO はアルミナを、 ZrO はジルコニアを表す。

【0043】

アース材料として、アルミ-アルマイトコーティングを使用する場合を想定すると、次のようになると考えられる。 Al 、 Al_2O_3 とFが反応して AlF_x が発生し、プラズマ中に放出される。 AlF_3 、 AlF_2 、 AlF がそれぞれ1.52 eV、5.58 eV、3.49 eVの結合エネルギーで壁の石英に吸着する。また、 SiO に付着した AlF の上さらに AlF が吸着する場合の結合エネルギーは0.50 eVと弱く吸着する。一方、エッチングで生成する代表的な反応生成物である SiF_4 は AlF の上には堆積できない。ここで AlF の上に AlF が弱く結合するのが問題で、試料の処理を重ねていくにつれて石英から AlF が脱離して異物となる。

【0044】

また、エッチャントとなる CF_2 は AlO に3.78 eVで結合するが、そのとき $Al-O-CF_2$ の間の結合エネルギーは0.71 eVと非常に小さくなる。これは、イオンが入射すると容易に AlO (アルミナ Al_2O_3)のOを抜き去ることになり、エッチングされることを示している。

【0045】

一方、 ZrO_2 の場合、 CF_2 が吸着するが(3.78 eV)、このとき $Zr-O-CF_2$ 間の結合エネルギーは、1.78 eVと高く、前記アルミ-アルマイトの場合よりも、イオン入射によって容易にエッチングされないことを示している。同様に Y_2O_3 の場合も、 CF_x の付着で容易にOがとれることはないので、 ZrO_2 に Y_2O_3 を加えて化合物表面を安定化させても良い。なお、誘電体壁14に ZrO_2 をコーティングする例を示したが、場合によっては誘電体は石英のままで、アース材24にのみ ZrO_2 あるいは $ZrO_2 - Y_2O_3$ コーティングとしても良い。

【0046】

以上説明したように、本発明の各実施形態によれば、VHFあるいはUHF帯の高周波を用いてプラズマを生成するプラズマ処理装置において、壁となる誘電体表面の電位あるいはその位相を制御することによって、ラジカルあるいは反応生成物の付着及びプラズマによるスパッタを防ぎ、壁材等の消耗品コスト(COC)を低減することができる。また、アンテナ電極に対向する前記誘電体表面には電極を設けない。このため真空処理容器の外周壁に形成したシールド電極電位を調整することにより壁面電位を最適に設定することができる。これにより、壁からの異物発生を低減することができ、メンテナンス周期を増大することができる。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、メンテナンス周期を増大して安定した処理を続行することのできるプラズマ処理装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態にかかるプラズマ処理装置を説明する図である。

【図 2】本発明の他の実施形態を説明する図である。

【図 3】本発明の更に他の実施形態を説明する図である。

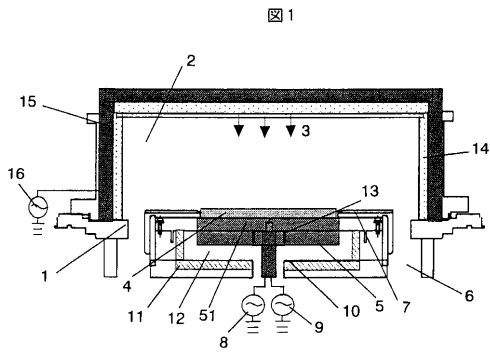
【図 4】本発明の更に他の実施形態を説明する図である。

【図 5】本発明の更に他の実施形態を説明する図である。

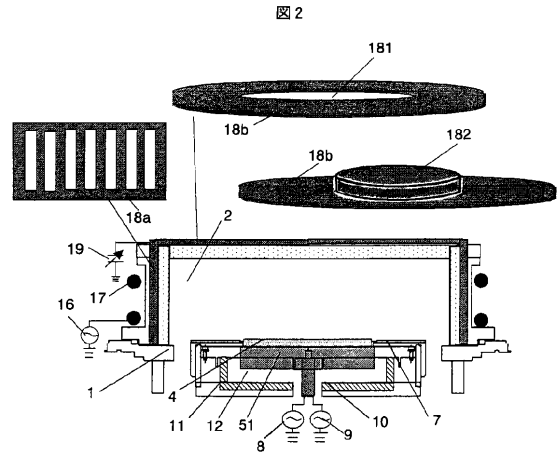
【符号の説明】

1	真空処理容器	
2	処理室	
3	処理ガス	10
4	試料（ウエハ）	
5	試料台	
6	排気系	
7	サセプタ	
8	第 1 の高周波電源	
9	第 2 の高周波電源	
10	同軸導波管	
11	金属壁	
12	誘電体	
13	冷却手段	20
14	誘電体	
15	第 2 の電極	
16	第 3 の高周波電源	
17	コイル	
18, 18a, 18b	ファラデーシールド	
19	可変コンデンサ	
20	電力分割器	
21	位相調整器	
22	空隙（電界制御空間）	
23	誘電体	30
24	アース	
51	アンテナ電極（第 1 の電極）	

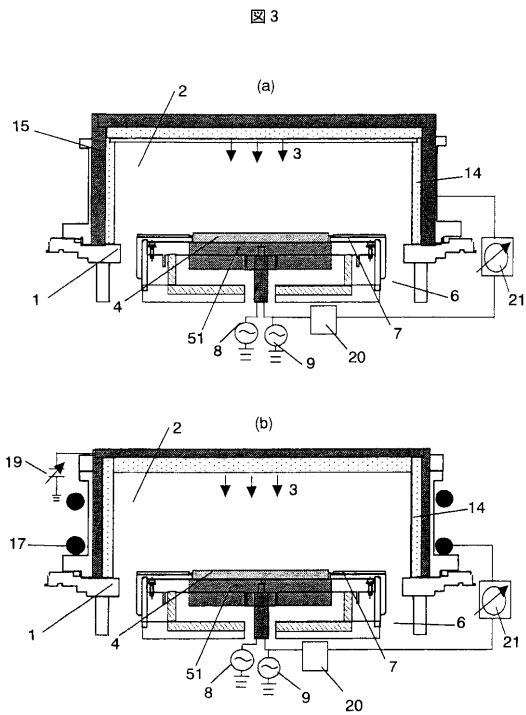
【 図 1 】



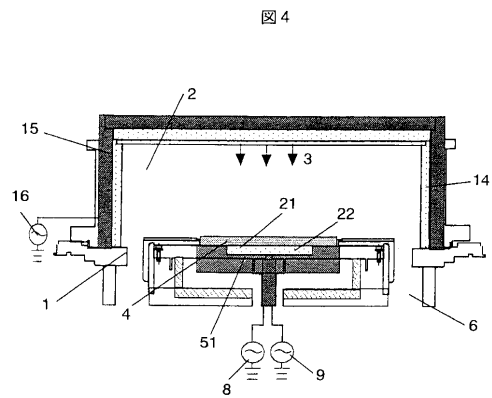
【 図 2 】



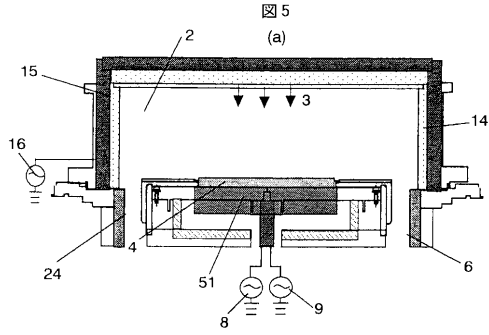
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



(b)

壁材	ラジカル	結合エネルギー (eV)
SiO	AlF3	1.52
	AlF2	5.58
	AlF	3.49
SiO-AlF	AlF	0.50
	SiF4	(吸着せず)
AlO	AlF	3.70
	AlF2	5.76
	AlF	0.81
AlO-AlF	AlF	0.81
AlO	CF2	3.78
Al	OCF2	0.71
ZrO	ZrF3	9.08
	ZrF2	8.91
ZrO	CF2	3.79
Zr	OCF2	1.78

フロントページの続き

(72)発明者 前田 賢治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内

(72)発明者 吉田 剛

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部
笠戸事業所内

(72)発明者 尾山 正俊

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 設計・製造統括本部
笠戸事業所内

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開平08-124902(JP,A)

特開2003-109946(JP,A)

特開2002-110649(JP,A)

特開2002-249864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

C23F 4/00

H05H 1/46