

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5107597号
(P5107597)

(45) 発行日 平成24年12月26日 (2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月12日 (2012.10.12)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 3

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/31 (2006.01)

H O 1 L 21/31 C

C 2 3 C 16/52 (2006.01)

C 2 3 C 16/52

H O 5 H 1/46 (2006.01)

H O 5 H 1/46 M

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-73575 (P2007-73575)
 (22) 出願日 平成19年3月20日 (2007.3.20)
 (65) 公開番号 特開2007-294909 (P2007-294909A)
 (43) 公開日 平成19年11月8日 (2007.11.8)
 審査請求日 平成22年3月16日 (2010.3.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-90243 (P2006-90243)
 (32) 優先日 平成18年3月29日 (2006.3.29)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (72) 発明者 山澤 陽平
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
 送センター 東京エレクトロン株式会社内
 審査官 栗野 正明

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】

処理容器内に上下に対向する高周波電極を有し、それらの高周波電極の少なくともいずれかの高周波電極に高周波電力を供給し処理容器内にプラズマを生成して、基板を処理するプラズマ処理装置であって、

前記処理容器内に設置され、前記処理容器の上下方向の中心軸に対し周方向に向かう磁界の時間変化量を検出するプローブと、

前記プローブによる前記磁界の時間変化量の検出結果に基づいて、前記高周波電力の供給によりプラズマ内を通過する高周波電流量を算出する算出部と、を有することを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記プローブは、コイル状に形成され、そのコイルの軸が前記処理容器の中心軸周りの前記周方向に向けられてい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】

前記プローブは、前記磁界の時間変化量として前記コイルに生じる誘導起電力を検出し、

前記算出部は、前記誘導起電力から前記高周波電流量を算出す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】

前記プローブは、前記処理容器の側壁部から 1.5 ~ 2.5 mm の位置に設けられていることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記プローブは、絶縁体のカバーによって覆われていることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記プローブは、生成されたプラズマに面した部材内に埋め込まれていることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記プローブは、前記処理容器の壁部内に埋め込まれていることを特徴とする、請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記プローブは、前記処理容器内で上下のいずれかの高周波電極に保持された基板の外周を囲む環状部材内に埋め込まれていることを特徴とする、請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記磁界の時間変化量の検出と前記高周波電流量の算出を基板の処理中に行い、その算出された前記高周波電流量と予め設定された高周波電流量の閾値に基づいて、基板の処理を停止させる制御部を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】

算出された前記高周波電流量に基づいて、前記高周波電力の出力を調整する調整部を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】

処理容器内に上下に対向する高周波電極を有し、それらの高周波電極の少なくともいずれかの高周波電極に高周波電力を供給し処理容器内にプラズマを生成して、基板を処理するプラズマ処理装置であって、

前記高周波電力の供給により前記処理容器に供給される高周波電流量を検出する検出部と、

前記検出部で検出される前記高周波電流量が一定になるように、前記高周波電力を制御する制御部と、を有し、

前記検出部は、前記処理容器内に設置されたプローブであることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項 12】

プラズマ処理を行うための複数の設定値が予め記憶されている設定記憶部を有し、

前記設定記憶部は、前記設定値として高周波電流量の値を有することを特徴とする、請求項 11 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】

本発明は、処理容器内にプラズマを生成して基板を処理するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば半導体装置や液晶表示装置等の製造プロセスにおけるエッチングや成膜などの基板処理では、プラズマを用いた処理が広く用いられている。

【0003】

そのプラズマ処理は、通常プラズマ処理装置で行われている。このプラズマ処理装置には、処理容器内に上下に対向する電極が設けられ、例えば基板を載置した下部電極に高周波電力を供給し、下部電極と上部電極との間にプラズマを生成して基板の処理を行っている。

【0004】

上述のプラズマ処理では、高周波電力の供給により下部電極から上部電極に向けてプラズマ内に高周波電流が流れる。この高周波電流は、プラズマの生成に寄与し、プラズマ密度やセルフバイアス（ V_{dc} ）などのプラズマ状態と密接な関係を有するものであり、基板の処理状態を評価する上で重要な要素となる。例えば下部電極から上部電極へ流れる高周波電流量を測定する場合、下部電極とマッチング回路との間、すなわちマッチング回路の出力側に電流センサを取り付けることが考えられる。なお、参考までに、下部電極のスパッタによるはがれ具合（消耗度）を把握するために、下部電極とマッチング回路との間に電流を測定する回路を設けて、その測定値によって消耗度を把握する技術は既に開示されている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 5 】

10

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 4 3 4 0 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述のように電流センサをマッチング回路の出力側に設けた場合、高周波電流量の測定点がプラズマから離れており、また処理容器のインピーダンスの影響を受けて電力が消費されるため、実際にプラズマ内を通過する高周波電流量と電流センサによる電流量が異なっている。このため、測定した高周波電流量から、基板の処理状態を正確に評価することは難しかった。特にエッチング処理に用いられる数十 MHz 程度の高周波では、上記マッチング回路の出力側の測定点における電流量と実際にプラズマ内に入る電流量との違いが大きくなることが多く、この場合基板の処理状態を正確に知ることはできなかった。

20

【 0 0 0 7 】

一方、近年、デザインルールのさらなるスケールダウンに伴い、エッチング処理結果の CD（Critical Dimension）均一性への要求や、ArF レジストのようなプラズマ耐性の弱いレジスト膜のエッチングなどに対応するため、電極に印加する高周波電力のパワー値の厳格な調整が求められている。

【 0 0 0 8 】

しかし、プラズマ処理装置の内部には、セラミック製のインシュレータなどが使われているが、このインシュレータは、高周波電力のパワー損失に対して 1 つ 1 つ固体差があるので、例えば高周波電力のパワー値を厳格に調整しても、複数の同一のプラズマ処理装置で同一の処理を行った場合に、装置間に処理結果の差（機差）が生じる可能性がある。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、処理容器内のプラズマ内を通過する高周波電流量をより正確に検出することをその目的とする。また、本発明は、複数の同一のプラズマ処理装置で同一の処理を行った場合の装置間の処理結果の差を低減することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

40

上記目的を達成するために、本発明は、処理容器内に上下に対向する高周波電極を有し、それらの高周波電極の少なくともいずれかの高周波電極に高周波電力を供給し処理容器内にプラズマを生成して、基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記処理容器内に設置され、前記処理容器の上下方向の中心軸に対し周方向に向かう磁界の時間変化量を検出するプローブと、前記プローブによる前記磁界の時間変化量の検出結果に基づいて、前記高周波電力の供給によりプラズマ内を通過する高周波電流量を算出する算出部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、処理容器内の中心軸周りに実際に生じている磁界の時間変化量を検出し、その磁界の時間変化量から高周波電流量を算出できるので、処理容器内でプラズマ内

50

を通過する高周波電流量を正確に検出できる。これ故、例えば基板の処理状態を正確に評価することができる。

【0012】

前記プローブは、コイル状に形成され、そのコイルの軸が前記処理容器の中心軸周りの前記周方向に向けられていてもよい。

【0013】

前記プローブは、前記磁界の時間変化量として前記コイルに生じる誘導起電力を検出し、前記算出部は、前記誘導起電力から前記高周波電流量を算出するようにしてもよい。

【0017】

前記プローブは、前記処理容器の側壁部から15～25mmの位置に設けられていてもよい。

10

【0018】

前記プローブは、絶縁体のカバーによって覆われていてもよい。

【0019】

前記プローブは、生成されたプラズマに面した部材内に埋め込まれていてもよい。

【0020】

前記プローブは、前記処理容器の壁部内に埋め込まれていてもよい。

【0021】

前記プローブは、前記処理容器内で上下のいずれかの高周波電極に保持された基板の外周を囲む環状部材内に埋め込まれていてもよい。

20

【0023】

上記プラズマ処理装置は、前記磁界の時間変化量の検出と前記高周波電流量の算出を基板の処理中に行い、その算出された前記高周波電流量と予め設定された高周波電流量の閾値に基づいて、基板の処理を停止させる制御部を有していてもよい。

【0024】

上述のプラズマ処理装置は、算出された前記高周波電流量に基づいて、前記高周波電力の出力を調整する調整部を有していてもよい。

【0026】

別の観点による本発明は、処理容器内に上下に対向する高周波電極を有し、それらの高周波電極の少なくともいずれかの高周波電極に高周波電力を供給し処理容器内にプラズマを生成して、基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記高周波電力の供給により前記処理容器に供給される高周波電流量を検出する検出部と、前記検出部で検出される前記高周波電流量が一定になるように、前記高周波電力を制御する制御部と、を有し、前記検出部は、前記処理容器内に設置されたプローブであることを特徴とする。

30

【0030】

上記プラズマ処理装置は、プラズマ処理を行うための複数の設定値が予め記憶されている設定記憶部を有し、前記設定記憶部は、前記設定値として高周波電流量の値を有していてもよい。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、生成されたプラズマ内を通過する高周波電流量を正確に検出できるので、その高周波電流量により基板の処理状態をより正確に把握することができる。また、本発明によれば、プラズマ処理を高周波電流量を用いて制御するため、複数の同一のプラズマ処理装置で同一の処理を行った場合の装置間の処理結果の差を低減できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。図1は、本発明にかかるプラズマ処理装置としてのプラズマエッチング装置1の構成の概略を示す縦断面の説明図である。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

50

【 0 0 3 3 】

図 1 に示すようにプラズマエッチング装置 1 は、例えば略円筒状の処理容器 2 を備えている。この処理容器 2 の内側に処理空間 K が形成される。処理容器 2 は、接地されている。

【 0 0 3 4 】

例えば処理容器 2 内の中央部の底部には、絶縁板 10 を介在して円柱状の電極支持台 11 が設けられている。電極支持台 11 上には、基板 W を載置する載置台を兼ねた高周波電極としての下部電極 12 が設けられている。下部電極 12 の上面は、中央が円柱状に突出しており、この突出部 12a に基板 W が保持される。なお、突出部 12a は、静電チャックになっている。下部電極 12 の突出部 12a の周囲には、石英製で環状の環状部材としてのフォーカスリング 13 が設けられている。

10

【 0 0 3 5 】

下部電極 12 と対向する処理容器 2 の天井部には、例えば略円盤形状の上部電極 20 が取り付けられている。上部電極 20 の下面には、例えば多数のガス吐出孔 20a が形成されている。ガス吐出孔 20a は、上部電極 20 の上面に接続されたガス供給管 22 により、ガス供給源 23 に連通している。ガス供給源 23 には、エッチング処理のための処理ガスが貯留されている。ガス供給管 22 から上部電極 20 内に導入された処理ガスは、複数のガス吐出孔 20a から処理空間 K に供給される。

【 0 0 3 6 】

下部電極 12 には、整合器 30 を介して高周波電源 31 が電氣的に接続されている。高周波電源 31 は、例えば 40 MHz 以上、例えば 60 MHz の周波数の高周波電力を出力できる。整合器 30 は、例えば高周波電力の基本波、高調波等に対するインピーダンスを制御できる。なお、高周波電源 31 や整合器 30 の動作の制御は、後述する制御部 60 により行われている。

20

【 0 0 3 7 】

処理容器 2 の側壁部 2a の近傍には、プローブ 40 が設置されている。プローブ 40 は、例えば図 2 に示すように直径が 3 mm 程度の円形の二巻きコイル 40a により構成されている。コイル 40a は、その軸の向きが処理容器 2 の上下方向の中心軸周りの周方向に向けられている。換言すると、コイル 40a は、図 1 に示すように下部電極 12 上の基板 W の表面と処理容器 2 の側壁部 2a の内側面との両面に対し、コイル面が直角になるように設置されている。これによって、処理空間 K に生じる周方向の磁束がコイル 40a 内を貫通し、プローブ 40 は、その磁束の変化によってコイル 40a に誘導される誘導起電力を、周方向の磁界の時間変化量として検出できる。

30

【 0 0 3 8 】

プローブ 40 は、例えば下部電極 12 上の基板 W の外方であって基板 W と同程度の高さに設置されている。例えばプローブ 40 は、コイル 40a の下端部が基板 W の表面より 5 ~ 10 mm 高くなる位置に設置されている。また、プローブ 40 は、図 3 に示すように側壁部 2a の近傍であって側壁部 2a の内側面から 15 ~ 25 mm、より好ましくは 20 mm の位置に設置されている。プローブ 40 は、側壁部 2a に固定された絶縁体の例えば石英又はセラミックスのカバー 41 によって覆われている。

40

【 0 0 3 9 】

図 1 に示すようにプローブ 40 のコイル 40a は、解析部としてのアナライザボックス 50 に接続されている。アナライザボックス 50 は、プローブ 40 において検出された磁界の時間変化量（誘導起電力）を、その中に含まれる各周波数成分に分解できる。

【 0 0 4 0 】

アナライザボックス 50 は、算出部としてのコンピュータ 51 に接続されている。コンピュータ 51 は、アナライザボックス 50 で分解された各周波数成分の誘導起電力から、後述する算出原理を用いて、処理空間 K のプラズマ内を通過する高周波電流量を算出し、それらの情報を蓄積できる。なお、ここでいう高周波電流量とは、プラズマ領域 P 内を通過する総電流量である。

50

【 0 0 4 1 】

ここで、図 4 を用いて高周波電流 I_z の高周波電流量 A_z の算出原理について説明する。図 4 は、プラズマ領域 P を有する処理容器 2 の内部を模式的に示すものである。図 4 中の r は、処理容器 2 の中心軸からの距離、 $H_\theta(r)$ は、周方向の磁界の強さ、 $V(r)$ は、コイル 40 a に生じる誘導起電力を示す。高周波電流 I_z は、高周波電流量 A_z を用いて、次式 (1)

【 0 0 4 2 】

【数 1】

$$I_z = A_z \cos(\omega t) \quad \dots(1)$$

10

【 0 0 4 3 】

で表せられる。また、アンペールの法則から、次式 (2)

【 0 0 4 4 】

【数 2】

$$\oint H_\theta(r) ds = I_z$$

20

$$H_\theta(r) = \frac{1}{2\pi r} I_z \quad \dots(2)$$

【 0 0 4 5 】

が成り立つ。また、磁束を Φ とすると、ファラデーの法則により次式 (3)

【 0 0 4 6 】

【数 3】

$$V(r) = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \dots(3)$$

30

【 0 0 4 7 】

が成り立つ。N をコイル 40 a の巻き数、S をコイル面の面積、 μ_0 を透磁率とし、式 (1)、(2) を式 (3) に代入し変形すると、

【 0 0 4 8 】

40

【数 4】

$$\begin{aligned}
 V(r) &= -\frac{d\Phi}{dt} \\
 &= -N\mu_0 S \frac{d}{dt} H_\theta(r) \\
 &= N\mu_0 S \frac{\omega}{2\pi r} A_z
 \end{aligned}$$

10

【0049】

となる。したがって、

【0050】

【数 5】

$$A_z = \frac{2\pi r}{N\mu_0 S \omega} V(r) \quad \dots(4)$$

20

【0051】

となり、コイル 40a に生じる誘導起電力 $V(r)$ から高周波電流量 A_z が算出される。

【0052】

コンピュータ 51 は、算出された高周波電流量 A_z の蓄積情報を、図 1 に示すプラズマエッチング装置 1 の制御部 60 に出力できる。制御部 60 は、例えば出力された高周波電流量 A_z と予め設定された閾値と比較し、高周波電流量 A_z の値が閾値を超えている場合には、エラーを出力して基板 W の処理を停止させることができる。

30

【0053】

処理容器 2 の下部には、排気機構（図示せず）に通じる排気管 70 が接続されている。排気管 70 を介して処理容器 2 内を真空引きすることで、処理空間 K を所定の圧力に減圧できる。

【0054】

次に、以上のように構成されたプラズマエッチング装置 1 の作用について説明する。

【0055】

プラズマエッチング装置 1 においてエッチング処理を行う際には、図 1 に示すように先ず、基板 W が処理容器 2 内に搬入され、下部電極 12 に載置される。排気管 70 から排気が行われ処理容器 2 内が減圧され、ガス吐出孔 20a からは所定の処理ガスが供給される。次に、高周波電源 31 により、下部電極 12 にプラズマ生成用の高周波電力が供給される。これにより、下部電極 12 と上部電極 20 との間に高周波電圧が印加され、処理容器 2 内の下部電極 12 と上部電極 20 との間の処理空間 K にプラズマが生成され、プラズマ領域 P が形成される。このプラズマにより処理ガスから活性種やイオンなどが生成され、ウェハ W の表面膜がエッチングされる。所定時間エッチングが行われた後、高周波電力の供給と処理ガスの供給が停止され、ウェハ W が処理容器 2 内から搬出されて、一連のエッチング処理が終了する。

40

【0056】

50

プラズマエッチング装置 1 において、プラズマ領域 P を通過する高周波電流量 A_z を検出する際には、まず、プラズマの発生中に、プローブ 40 により処理空間 K の周方向の磁界の時間変化量が検出される。この際、処理空間 K の周方向の磁束がプローブ 40 のコイル 40 a 内を通過し、そのコイル 40 a 内の磁束の変化によりコイル 40 a に誘導起電力 $V(r)$ が生じる。プローブ 40 により、この誘導起電力 $V(r)$ が磁界の時間変化量として検出される。その誘導起電力 $V(r)$ の検出情報は、アナライザボックス 50 に入力され、アナライザボックス 50 では、検出された誘導起電力 $V(r)$ が、高周波電力の基本波、高調波などの各周波数成分に分解される。各周波数成分に分解された誘導起電力 $V(r)$ は、コンピュータ 51 に送られ、コンピュータ 51 では、上記式 (4) などの算出原理を用いて高周波電流量 A_z が算出される。

10

【0057】

算出された高周波電流量 A_z は、例えば制御部 60 に出力され、例えば周波数成分毎に予め設定された閾値と比較され、閾値内の場合には正常と判定され、閾値を超えていた場合には、例えばエラーが出力され、基板 W の処理が停止される。また、高周波電流量 A_z の情報は、制御部 60 に蓄積され、基板 W の処理状態を評価する情報として利用される。

【0058】

以上の実施の形態によれば、プローブ 40 が処理容器 2 内に配置されたので、プラズマ内を通過する高周波電流量 A_z を直接的に検出することができる。このため、より正確な高周波電流量 A_z を検出でき、この高周波電流量 A_z により例えば基板 W の処理状態をより正確に評価することができる。

20

【0059】

また、プローブ 40 がコイル状に形成され、コイル 40 a の軸が処理空間 K の周方向に向けられているので、コイル 40 a 内に磁束を貫通させ、電磁誘導によりコイル 40 a に誘導起電力を生じさせることにより、周方向の磁界の時間変化量を誘導起電力 $V(r)$ として検出することができる。

【0060】

プローブ 40 が絶縁体の石英又はセラミックスからなるカバー 41 により覆われているので、プラズマによるプローブ 40 の腐食を防止できる。

【0061】

プローブ 40 が、処理容器 2 の基板 W の外側であって側壁部 2 a の近傍に設けられたので、処理空間 K の基板 W の処理を妨げることなく、基板 W の処理を適正に行うことができる。

30

【0062】

またプローブ 40 は、処理容器 2 の側壁部 2 a の内側面から 15 mm ~ 25 mm の位置に設けた。図 5 は、他の条件を同じにして、プローブ 40 と側壁部 2 a との距離を変えた場合のプローブ 40 による検出電流量を示すグラフである。この図 5 のグラフから、プローブ 40 が側壁部 2 a から 15 mm ~ 25 mm の距離にあるときに、検出電流量が高くなることが分かる。したがって、プローブ 40 を側壁部 2 a から 15 mm ~ 25 mm の範囲に位置させることにより、プローブ 40 の感度を最適にすることができる。

【0063】

また、以上の実施の形態では、プローブ 40 を基板 W と同程度の高さに配置したので、エッチング処理に最も影響を与える基板 W 直上の位置の高周波電流量 A_z を検出することができる。

40

【0064】

上記実施の形態では、制御部 60 により、高周波電流量 A_z が閾値を超えた場合には、基板 W の処理を停止させたので、基板 W の処理状態の異常に早期に対応することができ、不良の基板 W を大量に製造することを防止できる。

【0065】

アナライザボックス 50 により、プローブ 40 から出力された誘導起電力 $V(r)$ を、高周波電力の基本波、高調波などの各周波数成分に分解したので、コンピュータ 51 にお

50

いて、最終的に各周波数成分毎の高周波電流量 A_z を算出できる。このため、より詳細に処理空間 K のプラズマ状態を把握し、基板 W の処理状態を評価できる。

【0066】

なお、アナライザボックス 50 で分解された基本波、高調波の各高周波電流量 A_z に基づいて、下部電極 2 側の回路における基本波や高調波に対するインピーダンスを制御してもよい。この場合、例えば制御部 60 が、算出された基本波や高調波の高周波電流量 A_z に基づいて、整合器 30 を用いて基本波や高調波のインピーダンスを制御する。こうすることにより、プラズマ内の高周波電流の基本波成分や高調波成分を制御し、プラズマ状態や基板 W の処理状態を適正なものに調整できる。

【0067】

以上の実施の形態で記載した制御部 60 は、例えば入力された高周波電流量 A_z に基づいて高周波電源 31 の出力を調整してもよい。この場合、制御部 60 は、調整部として機能する。例えば高周波電流量 A_z が設定値よりも低下した場合には、高周波電源 31 の出力が上げられ、また、高周波電流量 A_z が設定値よりも上昇した場合には、高周波電源 31 の出力が下げられて、高周波電流量 A_z を許容範囲内に戻すようにしてもよい。こうすることにより、一定のプラズマ状態で基板 W の処理を行うことができる。

【0068】

以上の実施の形態では、プローブ 40 が処理容器 2 の側壁部 2a に取り付けられていたが、プローブ 40 は、図 6 に示すように側壁部 2a 内に埋め込まれていてもよい。この場合、例えば側壁部 2a 内に空間 80 が形成され、その空間 80 内にプローブ 40 が設置される。こうすることにより、処理容器 2 内の処理空間 K にプローブ 40 が突出しないので、処理空間 K のプラズマがプローブ 40 により影響を受けることがない。また、側壁部 2a によりプローブ 40 が保護されるので、プラズマによるプローブ 40 の腐食も防止できる。なお、この場合、上述の図 5 に示したようにプローブ 40 により検出される電流量が減少することも考えられるので、この場合例えば予めその減少量を考慮に入れて、高周波電流量 A_z を評価するようにしてもよい。

【0069】

また、フォーカスリング 13 の材質が誘電体の場合、プローブ 40 は、図 7 に示すように基板 W の周囲にあるフォーカスリング 13 の内部に埋め込まれていてもよい。かかる場合、例えばフォーカスリング 13 内に空間 90 が形成され、その空間 90 内にプローブ 40 が設置される。この場合も、処理容器 2 内の処理空間 K にプローブ 40 が突出することがないので、処理空間 K のプラズマが影響を受けることがない。また、フォーカスリング 13 によりプローブ 40 が保護されるので、プラズマによるプローブ 40 の腐食も防止できる。さらに、プローブ 40 の位置が基板 W の表面に近いので、エッチングプロセスに最も影響を与える基板 W の直上のプラズマ状態をより正確に検出できる。

【0070】

なお、プローブ 40 は、側壁部 2a やフォーカスリング 13 に限られず、処理容器 2 内を見るための窓部（図示せず）や上部電極 20 などのプラズマ領域 P に面する他の誘電体の部材に埋め込まれていてもよい。

【0071】

以上の実施の形態では、プローブ 40 が側壁部 2a に固定されていたが、プローブ 40 が上下方向に移動できるようにしてもよい。例えば図 8 に示すように処理容器 2 の側壁部 2a に、上下方向に延びるレール 100 が設けられ、このレール 100 に沿って移動するスライダ 101 にプローブ 40 とそのカバー 41 が取り付けられてもよい。そして、高周波電流量 A_z を検出する際には、プローブ 40 を上下動させ、上下方向の複数個所で磁界の時間変化量を検出する。こうすることにより、例えばプラズマ領域 P 内の高周波電流量 A_z の上下方向の分布を知ることができる。例えば上下 2 箇所の高周波電流量 A_z を比較し、上方側の高周波電流量 A_z が小さくなっていれば、その 2 箇所の検出位置の間で高周波電流 I_z が流出していることが確認できる。このように、プラズマ領域 P 内の高周波電流 I_z の流れを知ることができ、プラズマ状態を評価するための有用な情報を得ることが

10

20

30

40

50

できる。

【0072】

上記実施の形態において、制御部60は、検出部で検出される高周波電流量が一定になるように、電極に印加する高周波電力を制御するようにしてもよい。かかる場合、例えばプローブ40で検出される高周波電流量A_zが上述のように制御部60に出力され、制御部60は、その高周波電流量A_zが予め設定された一定の値になるように高周波電源31の出力を制御する。こうすることにより、例えば複数の同一のプラズマエッチング装置1で同じ処理を行う場合においても、各装置で同様の処理結果が得られるので、装置間の処理結果の差を低減することができる。

【0073】

前記例において、高周波電流量を検出する検出部は、プローブ40に限られず、回路内の電流値を検出する電流センサであってもよい。かかる場合、例えば電流センサ110は、図9に示すように高周波電源31の出力部位に設けられてもよいし、図10に示すように整合器30の出力部位に設けられてもよい。

【0074】

なお、以上の実施の形態において、プラズマエッチング装置1の例えば制御部60に、図11に示すようにプラズマ処理を行うための複数の設定値が予め記憶されている設定記憶部60aが設けられ、その設定記憶部60aは、前記設定値として高周波電流量の値を有していてもよい。この場合、プラズマ処理のパラメータとして高周波電流量の値が設定されているので、高周波電流量が所望の値になるようにプラズマ処理を制御できる。この結果、例えば複数の同一のプラズマエッチング装置1で同じ処理を行う場合においても、各装置で同様の処理結果が得られるので、装置間の処理結果の差を低減することができる。

【0075】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に相対し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。例えばプローブ40のコイル40aの巻き数は、二巻に限られず、一巻或いは三巻以上であってもよい。またコイル40aの形状も円形でなく、方形であってもよい。また、以上の実施の形態では、下部電極12に高周波電力が供給されていたが、上部電極20に高周波電力を供給してもよい。また下部電極12と上部電極20の両方に高周波電力を供給してもよい。以上の実施の形態では、本発明をプラズマエッチング装置1に適用していたが、本発明は、エッチング処理以外の基板処理、例えば成膜処理を行うプラズマ処理装置にも適用できる。また、本発明のプラズマ処理装置で処理される基板は、半導体ウェハ、有機EL基板、FPD（フラットパネルディスプレイ）用の基板等のいずれのものであってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明によれば、基板のプラズマ処理装置において、プラズマ内を通過する高周波電流量を正確に検出する際に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本実施の形態にかかるプラズマエッチング装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図2】プローブのコイルの模式図である。

【図3】プローブの設置位置を示す説明図である。

【図4】高周波電流量を算出するための処理空間の模式図である。

【図5】プローブの側壁部からの距離とその位置における検出電流量との関係を示すグラフである。

【図6】プローブを側壁部内に設けた場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す

10

20

30

40

50

縦断面の説明図である。

【図 7】プローブをフォーカスリング内に設けた場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図 8】プローブを上下動自在にした場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図 9】検出部を高周波電源の出力部位に設けた場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す説明図である。

【図 10】検出部を整合器の出力部位に設けた場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す説明図である。

【図 11】制御部が設定記憶部を有する場合のプラズマエッチング装置の構成の概略を示す説明図である。

10

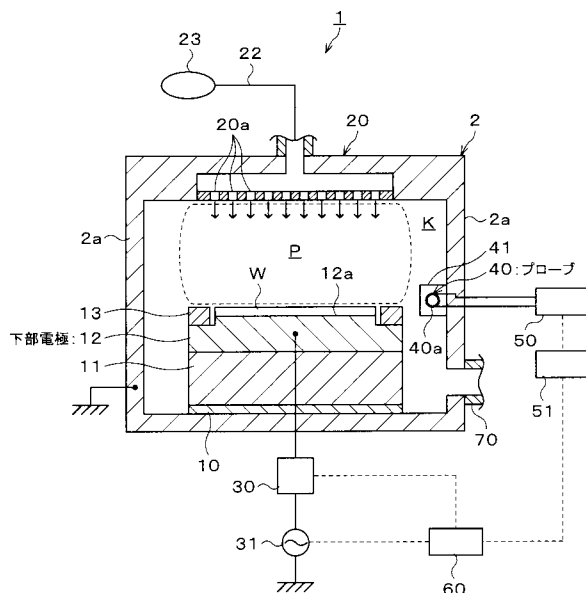
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

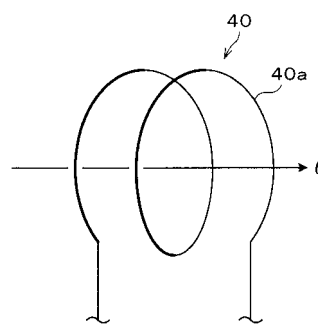
- 1 プラズマエッチング装置
- 2 処理容器
- 12 下部電極
- 20 上部電極
- 40 プローブ
- 40a コイル
- 60 制御部
- P プラズマ領域
- K 処理空間
- W 基板

20

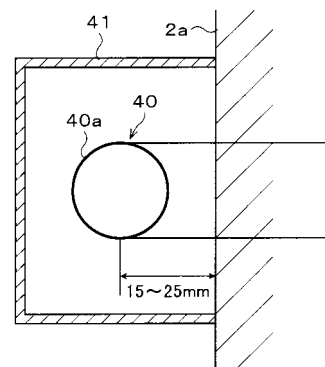
【図 1】



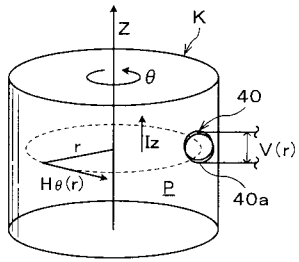
【図 2】



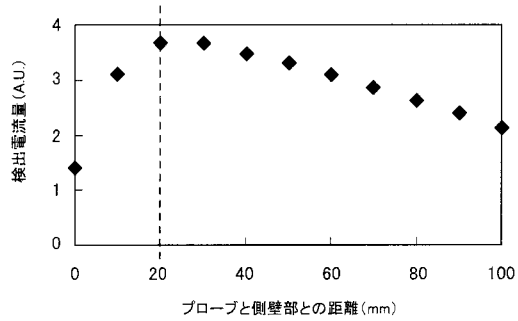
【図 3】



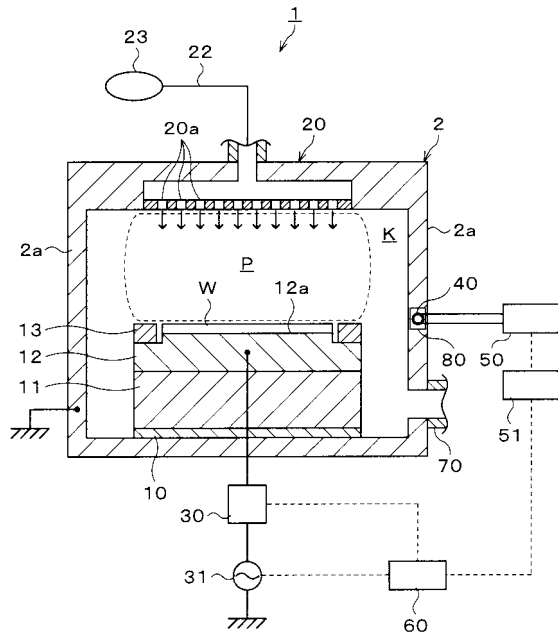
【図4】



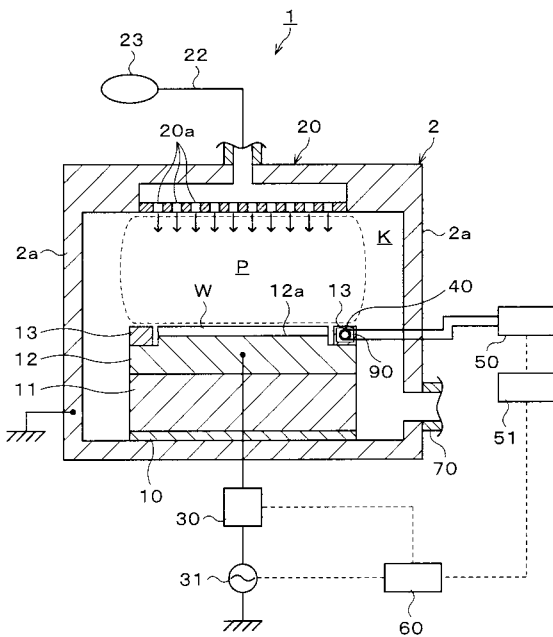
【図5】



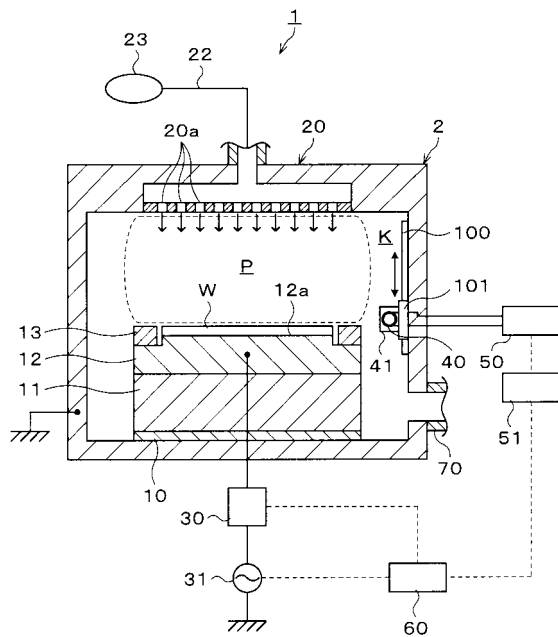
【図6】



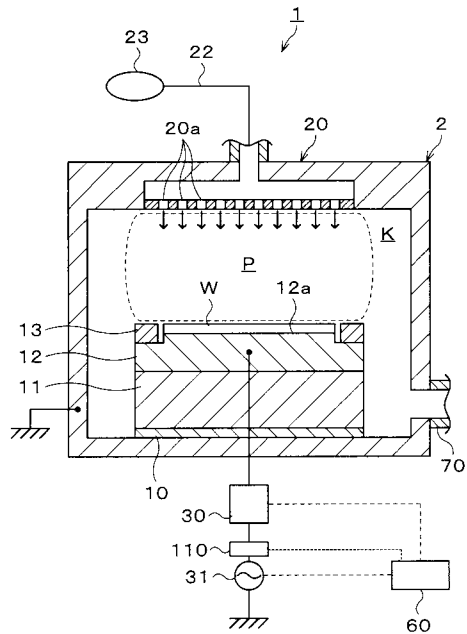
【図7】



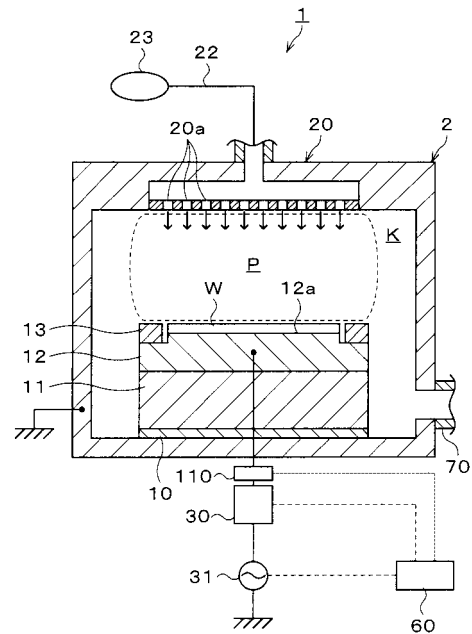
【図8】



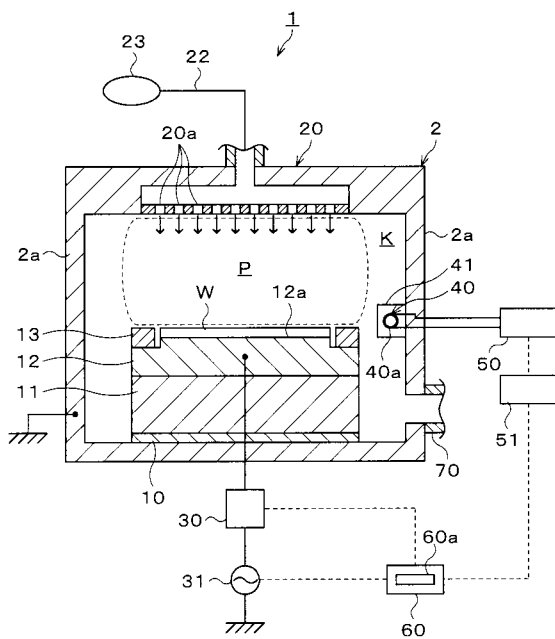
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-224112(JP,A)
特開2003-223999(JP,A)
国際公開第2004/064460(WO,A1)
特開2005-277397(JP,A)
特開2004-152999(JP,A)
特開2005-197503(JP,A)
特開2007-266365(JP,A)
特開2002-043402(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
C23C 16/52
H01L 21/205
H01L 21/31
H05H 1/46