

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5154124号
(P5154124)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 B

請求項の数 18 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-89804 (P2007-89804) (22) 出願日 平成19年3月29日(2007.3.29) (65) 公開番号 特開2008-251744 (P2008-251744A) (43) 公開日 平成20年10月16日(2008.10.16) 審査請求日 平成22年3月16日(2010.3.16)</p>	<p>(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 100125254 弁理士 別役 重尚 (74) 代理人 100118278 弁理士 村松 聡 (72) 発明者 本田 昌伸 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 今井 淳一</p>
---	--

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】

基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、
前記収容室内に配置され、前記基板を載置する載置台と、
通気穴を有し、前記載置台の下側外周に配置されて前記収容室を処理空間と排気空間と
に仕切る排気プレートと、

前記載置台に設けられ、高周波電力が供給される第1の電極と、
前記載置台に載置された基板と対向するように前記収容室の上壁に設けられ、直流電圧
が印加される第2の電極と、

前記第1の電極の下部を覆うように前記処理空間に配置される、前記第2の電極に対す
るグランド電極と、

前記収容室内を排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、
前記処理空間において前記通気穴へ向かう排気の流れに沿い、該排気の流れと前記グラ
ンド電極との間に介在し、且つ、前記グランド電極との間に断面が長尺状の溝状空間が該
長尺状の断面の短辺が前記排気の流れの上流に向けて開口して形成されるように前記収容
室内に配置される遮蔽部材を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、
前記基板を載置し、導電体部に高周波電圧が供給されることで前記収容室内の処理空間
に高周波電力を供給する第1の電極と、

10

20

前記第 1 の電極に対向して配置され、直流電圧が印加される第 2 の電極と、
前記処理空間からガスを前記収容室の外へ排気する流路を前記収容室の側壁と前記第 1
の電極の側壁とにより形成する排気流路と、

前記第 1 の電極の下方を覆うように前記排気流路に配置され、前記第 2 の電極に印加さ
れた直流電圧に対するグランド電極とを備えプラズマ処理装置であって、

前記グランド電極と間に溝状空間が形成されるように前記グランド電極を囲う遮蔽部材
を備え、前記溝状空間は前記排気の流れの上流に向けて開口することを特徴とするプラズ
マ処理装置。

【請求項 3】

前記グランド電極は、環状で、断面が L 字形状を有することを特徴とする請求項 2 記載
のプラズマ処理装置。

10

【請求項 4】

前記導電体部を覆うように配置された、絶縁性材料からなる被覆部材を更に備えること
を特徴とする請求項 2 又は 3 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記排気流路に配置された、多数の通気孔を有する板状の排気プレートをも更に備えるこ
とを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記溝状空間の開口部側における前記遮蔽部材の端部は、前記開口部側における前記グ
ランド電極の端部よりも前記排気の流れに沿って突出することを特徴とする請求項 1 乃至
5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 7】

前記開口部側における前記遮蔽部材の端部の、前記開口部側における前記グランド電極
の端部に対する突出量は 3 mm 以下であることを特徴とする請求項 6 記載のプラズマ処理
装置。

【請求項 8】

基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、
前記収容室内に配置され、前記基板を載置する載置台と、
前記載置台に設けられ、高周波電力が供給される第 1 の電極と、
前記載置台に載置された基板と対向するように前記収容室の上壁に設けられ、直流電圧
が印加される第 2 の電極と、

30

前記収容室内に設けられた構成部品の表面に露出する、前記第 2 の電極に対するグランド
電極と、

前記収容室内を排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記収容室内において、前記構成部品の表面に沿い且つ前記グランド電極との間に断面
が長尺状の溝状空間が該長尺状の断面の短辺が前記排気の流れの上流に向けて開口して形
成されるように配置される遮蔽部材を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記溝状空間を形成する前記グランド電極と前記遮蔽部材との間の間隙は 0 . 5 mm よ
りも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

40

【請求項 10】

前記間隙は 2 . 5 mm 以上且つ 5 . 0 mm 以下であることを特徴とする請求項 9 記載の
プラズマ処理装置。

【請求項 11】

前記間隙は 3 . 5 mm 以上であることを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理装置
。

【請求項 12】

前記溝状空間の断面におけるアスペクト比は 3 . 0 以上であることを特徴とする請求項
1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】

50

基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、
前記収容室内に設けられ、前記基板を載置するサセプタと、
前記サセプタに対向して配置されたシャワーヘッドと、
前記サセプタに備えられ、高周波電力が供給される第1の電極と、
前記シャワーヘッドに備えられ、直流電圧が印加される第2の電極と、
前記収容室の内側壁と前記サセプタの側面との間に形成された排気流路と、
前記排気流路内に配置され、前記第2の電極に対するグランド電極と、
前記排気流路を通じて前記収容室内のガスを外部へ排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記排気流路内での排気の流れと前記グランド電極との間に介在する遮蔽部材を備え、
前記遮蔽部材は、前記グランド電極との間に所定間隙を置いて配置され、前記排気流れ方向における高さがグランド電極よりも高いことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項14】

前記サセプタの側面は被覆部材により被覆されており、
前記グランド電極は、前記サセプタの前記被覆部材の表面に露出することを特徴とする請求項13記載のプラズマ処理装置。

【請求項15】

前記開口部側における前記遮蔽部材の端部の、前記開口部側における前記グランド電極の端部に対する突出量は3mm以下であることを特徴とする請求項13又は14記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項16】

前記グランド電極は、シリコン又はシリコンカーバイドであることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項17】

前記遮蔽部材は、石英又は絶縁膜が溶射された金属部材であることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項18】

前記遮蔽部材は前記グランド電極と同心状に配置されることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置に関し、特に、直流電源に接続された電極を有するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

基板としてのウエハが収容される収容室と、該収容室内に配置され且つ高周波電源に接続された下部電極と、該下部電極と対向するように配置された上部電極とを備える平行平板型のプラズマ処理装置が知られている。このプラズマ処理装置では、収容室内に処理ガスが導入され且つ収容室内に高周波電力が供給される。また、ウエハが収容室内に収容されて下部電極に載置されたときに、導入された処理ガスを高周波電力によってプラズマを発生させ、該プラズマ等によってウエハにプラズマ処理、例えば、エッチング処理を施す。

40

【0003】

近年、プラズマ処理性能向上を目的として、上部電極を直流電源に接続して収容室内に直流電圧を印加するプラズマ処理装置が開発されている。収容室内に直流電圧を印加するためには、収容室内に表面が露出する、収容室内に印加された直流電圧のグランド電極（以下、単に「グランド電極」という）を設ける必要がある。ところが、反応性の処理ガスを用いてプラズマ処理を行う場合、グランド電極の表面に反応生成物（デポ）が付着してデポ膜が形成されることがある。

50

【 0 0 0 4 】

デポ膜は絶縁性であるため、上部電極からグランド電極への直流電流が阻害されて収容室内に直流電圧を印加することが不可能となり、その結果、収容室内におけるプラズマが不安定な状態に陥り、若しくはプラズマ処理特性が変化することがある。

【 0 0 0 5 】

これに対応して、本発明者は、実験を通じて、デポ膜形成の主因はプラズマ中の陽イオンであること、及びプラズマ処理装置内の構成部品が形成する隅部近傍には陽イオンが少ないという知見を得、該知見に基づいて、隅部近傍にグランド電極を配置することにより、該グランド電極の表面にデポ膜等が形成されるのを抑制することを提唱した（例えば、特許文献1参照。）。

10

【特許文献1】特願2006-081352号明細書

【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、例え、隅部近傍にグランド電極を配置したとしても、グランド電極は依然として収容室内に露出したままなので、多少の陽イオンはグランド電極に到達してグランド電極の表面にデポ膜を形成する。該デポ膜はゆっくり形成されるため、直ちに収容室内へ直流電圧を印加できなくなる訳ではないが、例えば、プラズマ処理の積算時間が70時間を経過すると、収容室内を流れる直流電流の値は1.43Aから1.33Aまで低下することが本発明者によって確認されている。該直流電流の値の低下はプラズマ処理特性の変化を招くという問題がある。

20

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、収容室内を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って抑制することができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、請求項1記載のプラズマ処理装置は、基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、前記収容室内に配置され、前記基板を載置する載置台と、通気穴を有し、前記載置台の下側外周に配置されて前記収容室を処理空間と排気空間とに仕切る排気プレートと、前記載置台に設けられ、高周波電力が供給される第1の電極と、前記載置台に載置された基板と対向するように前記収容室の上壁に設けられ、直流電圧が印加される第2の電極と、前記第1の電極の下部を覆うように前記処理空間に配置される、前記第2の電極に対するグランド電極と、前記収容室内を排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、前記処理空間において前記通気穴へ向かう排気の流れに沿い、該排気の流れと前記グランド電極との間に介在し、且つ、前記グランド電極との間に断面が長尺状の溝状空間が該長尺状の断面の短辺が前記排気の流れの上流に向けて開口して形成されるように前記収容室内に配置される遮蔽部材を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 0 9 】

請求項2記載のプラズマ処理装置は、基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、前記基板を載置し、導電体部に高周波電圧が供給されることで前記収容室内の処理空間に高周波電力を供給する第1の電極と、前記第1の電極に対向して配置され、直流電圧が印加される第2の電極と、前記処理空間からガスを前記収容室の外へ排気する流路を前記収容室の側壁と前記第1の電極の側壁とにより形成する排気流路と、前記第1の電極の下方を覆うように前記排気流路に配置され、前記第2の電極に印加された直流電圧に対するグランド電極とを備えプラズマ処理装置であって、前記グランド電極と間に溝状空間が形成されるように前記グランド電極を囲う遮蔽部材を備え、前記溝状空間は前記排気の流れの上流に向けて開口することを特徴とする。

40

【 0 0 1 0 】

請求項6記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝状空間の開口部側における前記遮蔽部材の端部は、前記開口部

50

側における前記グランド電極の端部よりも前記排気の流れに沿って突出することを特徴とする。

請求項7記載のプラズマ処理装置は、請求項6記載のプラズマ処理装置において、前記開口部側における前記遮蔽部材の端部の、前記開口部側における前記グランド電極の端部に対する突出量は3mm以下であることを特徴とする。

【0011】

請求項8記載のプラズマ処理装置は、基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、前記収容室内に配置され、前記基板を載置する載置台と、前記載置台に設けられ、高周波電力が供給される第1の電極と、前記載置台に載置された基板と対向するように前記収容室の上壁に設けられ、直流電圧が印加される第2の電極と、前記収容室内に設けられた構成部品の表面に露出する、前記第2の電極に対するグランド電極と、前記収容室内を排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、前記収容室内において、前記構成部品の表面に沿い且つ前記グランド電極との間に断面が長尺状の溝状空間が該長尺状の断面の短辺が前記排気の流れの上流に向けて開口して形成されるように配置される遮蔽部材を備えることを特徴とする。

10

【0012】

請求項9記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至8のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝状空間を形成する前記グランド電極及び前記遮蔽部材の間の間隙は0.5mmよりも大きいことを特徴とする。

請求項10記載のプラズマ処理装置は、請求項9記載のプラズマ処理装置において、前記間隙は2.5mm以上且つ5.0mm以下であることを特徴とする。

20

請求項11記載のプラズマ処理装置は、請求項10記載のプラズマ処理装置において、前記間隙は3.5mm以上であることを特徴とする。

請求項12記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至11のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝状空間の断面におけるアスペクト比は3.0以上であることを特徴とする。

【0013】

請求項13記載のプラズマ処理装置は、基板を収容してプラズマ処理を施す収容室と、前記収容室内に設けられ、前記基板を載置するサセプタと、前記サセプタに対向して配置されたシャワーヘッドと、前記サセプタに備えられ、高周波電力が供給される第1の電極と、前記シャワーヘッドに備えられ、直流電圧が印加される第2の電極と、前記収容室の内側壁と前記サセプタの側面との間に形成された排気流路と、前記排気流路内に配置され、前記第2の電極に対するグランド電極と、前記排気流路を通じて前記収容室内のガスを外部へ排気する排気装置とを備えるプラズマ処理装置であって、前記排気流路内での排気の流れと前記グランド電極との間に介在する遮蔽部材を備え、前記遮蔽部材は、前記グランド電極との間に所定間隙を置いて配置され、前記排気流れ方向における高さがグランド電極よりも高いことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0016】

請求項1記載のプラズマ処理装置によれば、直流電圧が印加されて直流電流が流れる収容室内において、遮蔽部材が、排気の流れに沿い、該排気の流れ及びグランド電極の間に介在し、且つグランド電極との間に断面が長尺状の溝状空間を形成するように配置される。収容室内においてプラズマは排気の流れに沿って分布し、陽イオンは該プラズマからグランド電極を含む構成部品に向けて移動するが、遮蔽部材は排気の流れ及びグランド電極の間に介在するため、該遮蔽部材は移動する陽イオンからグランド電極を遮蔽する。また、プラズマ中のラジカルは部材に付着しやすいため、該ラジカルは断面が長尺状の溝状空間の開口部近傍における両壁面に付着し、溝状空間には殆ど進入しない。したがって、溝状空間におけるグランド電極には陽イオンやラジカルが到達せず、その結果、該グランド電極には長時間に亘って陽イオンやラジカルに起因するデポ膜が形成されることがない。一方、プラズマ中の電子は自在に移動するため、溝状空間に進入してグランド電極に到達

40

50

する。以上より、長時間に亘って電子のグランド電極への到達を維持することができ、もって、収容室内を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って抑制することができる。

【0017】

請求項9記載のプラズマ処理装置によれば、溝状空間を形成するグランド電極及び遮蔽部材の間隙は0.5mmよりも大きい。通常、プラズマと構成部品間に存在するシースの厚さは0.5mm程度であるため、上記間隙を0.5mmより大きくすると、溝状空間における開口部はプラズマと対向することができる。これにより、プラズマから開口部を介したグランド電極への電子の移動を行うことができるため、収容室内へ直流電流を確実に流すことができる。

【0018】

請求項10記載のプラズマ処理装置によれば、溝状空間を形成するグランド電極及び遮蔽部材の間隙は2.5mm以上且つ5.0mm以下であるため、溝状空間へのラジカルの進入を防止しつつ、該溝状空間への電子の進入は阻害しない。したがって、収容室内を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って確実に抑制することができる。

【0019】

請求項11記載のプラズマ処理装置によれば、溝状空間を形成するグランド電極及び遮蔽部材の間隙は3.5mm以上であるため、溝状空間の開口部が広くなり、溝状空間へ電子が円滑に進入することができ、プラズマの揺れの発生を防止することができる。

【0020】

請求項12記載のプラズマ処理装置によれば、溝状空間の断面におけるアスペクト比は3.0以上であるため、ラジカルは断面が長尺状の溝状空間の奥方へ進入する前に、該溝状空間の開口部近傍における両壁面に付着する。その結果、ラジカルは溝状空間の奥方には進入せず、もって、グランド電極の全面がデポ膜で覆われるのを長期間に亘って防止することができる。

【0021】

請求項6記載のプラズマ処理装置によれば、溝状空間の開口部側における遮蔽部材の端部は、開口部側におけるグランド電極の端部よりも排気の流れに沿って突出するため、開口部から溝状空間へ進入しようとするラジカルを遮蔽部材へ積極的に付着させることができる。その結果、グランド電極がデポ膜で覆われるのを長期間に亘って防止することができる。

【0022】

請求項7記載のプラズマ処理装置によれば、開口部側における遮蔽部材の端部の、開口部側におけるグランド電極の端部に対する突出量は3mm以下であるため、遮蔽部材の突出部が溝状空間への電子の進入を阻害するのを抑制することができ、もって、プラズマの揺れの発生を防止することができる。

【0023】

請求項8記載のプラズマ処理装置によれば、直流電圧が印加されて直流電流が流れる収容室内において、遮蔽部材が、構成部品の表面に沿い且つ構成部品の表面に露出するグランド電極との間に断面が長尺状の溝状空間を形成するように配置される。収容室内においてプラズマは構成部品の表面に沿って分布し、陽イオンは該プラズマからグランド電極を含む構成部品に向けて移動するが、遮蔽部材は構成部品の表面に沿うように配置されるため、該遮蔽部材は移動する陽イオンからグランド電極を遮蔽する。また、プラズマ中のラジカルは部材に付着しやすいため、該ラジカルは断面が長尺状の溝状空間の開口部近傍における両壁面に付着し、溝状空間には殆ど進入しない。したがって、溝状空間におけるグランド電極には陽イオンやラジカルが到達せず、その結果、該グランド電極には長時間に亘って陽イオンやラジカルに起因するデポ膜が形成されることがない。一方、プラズマ中の電子は自在に移動するため、溝状空間に進入してグランド電極に到達する。以上より、長時間に亘って電子のグランド電極への到達を維持することができ、もって、収容室内を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0024】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0025】

図1は、本実施の形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。このプラズマ処理装置は基板としての半導体ウエハWにエッチング処理を施すように構成されている。

【0026】

図1において、プラズマ処理装置10は半導体ウエハW（以下、単に「ウエハW」という。）を收容する略円筒形状の收容室11を有し、該收容室11は内部上方に処理空間PS（收容室内）を有する。処理空間PSには後述するプラズマが発生する。また、收容室11内にはウエハWを載置する載置台としての円柱状のサセプタ12が配置されている。收容室11の内壁側面は側壁部材13で覆われ、收容室11の内壁上面は上壁部材14で覆われる。側壁部材13及び上壁部材14はアルミニウムからなり、その処理空間PSに面する面はイットリアや所定の厚さを有するアルマイトでコーティングされている。收容室11は電氣的に接地するため、側壁部材13及び上壁部材14の電位は接地電位である。また、サセプタ12は、導電性材料、例えば、アルミニウムからなる導電体部15と、該導電体部15の側面を覆う、絶縁性材料からなる側面被覆部材16（構成部品）と、該側面被覆部材16の上に載置される、石英（Qz）からなるエンクロージャー部材17とを有する。

【0027】

プラズマ処理装置10では、收容室11の内側壁とサセプタ12の側面とによって、処理空間PSのガスを收容室11の外へ排気する流路として機能する排気流路18（收容室内）が形成される。この排気流路18には、多数の通気穴を有する板状部材である排気プレート19が配置される。該排気プレート19は排気流路18及び收容室11の下部空間である排気空間ESを仕切る。ここで、排気流路18は排気空間ES及び処理空間PSを連通させる。また、排気空間ESには粗引き排気管20及び本排気管21が開口する。粗引き排気管20にはDP（Dry Pump）（図示しない）が接続され、本排気管21にはTMP（Turbo Molecular Pump）（図示しない）が接続される。

【0028】

粗引き排気管20、本排気管21、DP及びTMP等は排気装置を構成し、粗引き排気管20及び本排気管21は処理空間PSのガスを、排気流路18及び排気空間ESを介して收容室11の外部へ排気する。具体的には、粗引き排気管20は処理空間PSを大気圧から低真空状態まで減圧し、本排気管21は粗引き排気管20と協働して処理空間PSを大気圧から低真空状態より低い圧力である高真空状態（例えば、133Pa（1 Torr）以下）まで減圧する。

【0029】

サセプタ12の導電体部15には高周波電源22が整合器23を介して接続されており、該高周波電源22は、比較的高い周波数、例えば、40MHzの高周波電力を導電体部15に供給する。これにより、サセプタ12は高周波電極として機能して40MHzの高周波電力を処理空間PSに供給する。なお、整合器23は、導電体部15からの高周波電力の反射を低減して高周波電力の導電体部15への供給効率を最大にする。

【0030】

また、導電体部15には、さらに他の高周波電源24が整合器25を介して接続されており、該他の高周波電源24は、高周波電源22が供給する高周波電力より低い周波数、例えば、2MHzの高周波電力を導電体部15に供給する。

【0031】

サセプタ12の上部には、静電電極板26を内部に有する静電チャック27が配置されている。静電チャック27は或る直径を有する下部円板状部材の上に、該下部円板状部材より直径の小さい上部円板状部材を重ねた形状を呈し、静電電極板26には下部直流電源28が電氣的に接続されている。サセプタ12がウエハWを載置するとき、該ウエハWは

10

20

30

40

50

静電チャック 27 上に配される。このとき、静電電極板 26 に負の直流電圧が印加されると、ウエハ W の裏面には正電位が発生するため、静電電極板 26 及びウエハ W の裏面の間に電位差が生じ、該電位差に起因するクーロン力又はジョンソン・ラーベック (Johnsen-Rahbek) 力によってウエハ W は静電チャック 27 の上面に吸着保持される。

【 0032 】

また、サセプタ 12 の上部には、サセプタ 12 の上面に吸着保持されたウエハ W の周りを囲うように環状のフォーカスリング 29 が配設される。このフォーカスリング 29 はシリコン (Si) 又はシリカ (SiO₂) からなり、処理空間 PS に露出し、該処理空間 PS のプラズマをウエハ W の表面に向けて収束し、エッチング処理の効率を向上させる。また、フォーカスリング 29 の周りには、該フォーカスリング 29 の側面を保護する、石英からなる環状のカバーリング 30 が配置されている。

10

【 0033 】

サセプタ 12 の内部には、例えば、円周方向に延在する環状の冷媒室 31 が設けられる。この冷媒室 31 には、チラーユニット (図示せず) から冷媒用配管 32 を介して所定温度の冷媒、例えば、冷却水やガルデン (登録商標) 液が循環供給され、当該冷媒によってサセプタ 12 上面に吸着保持されたウエハ W の処理温度が制御される。

【 0034 】

さらに、サセプタ 12 の上面のウエハ W が吸着保持される部分 (以下、「吸着面」という。) には、複数の伝熱ガス供給穴 33 が開口している。これら複数の伝熱ガス供給穴 33 は、サセプタ 12 内部に配置された伝熱ガス供給ライン 34 を介して伝熱ガス供給部 (図示せず) に接続され、該伝熱ガス供給部は伝熱ガスとしてのヘリウム (He) ガスを、伝熱ガス供給穴 33 を介して吸着面及びウエハ W の裏面の間に供給する。

20

【 0035 】

また、サセプタ 12 の吸着面には、サセプタ 12 の上面から突出自在なリフトピンとしての複数のプッシャーピン 35 が配置されている。これらのプッシャーピン 35 は吸着面から自在に突出する。ウエハ W にエッチング処理を施すためにウエハ W を吸着面に吸着保持するときは、プッシャーピン 35 はサセプタ 12 に収容され、エッチング処理が施されたウエハ W を収容室 11 から搬出するときは、プッシャーピン 35 は吸着面から突出してウエハ W を上方へ持ち上げる。

【 0036 】

収容室 11 の天井部には、サセプタ 12 と対向するようにシャワーヘッド 36 が配置されている。シャワーヘッド 36 はバッファ室 37 が内部に形成された、絶縁性材料からなる円板状のクーリングプレート 38 と、該クーリングプレート 38 に釣支される上部電極板 39 と、クーリングプレート 38 を覆う蓋体 40 とを備える。上部電極板 39 は処理空間 PS にその下面が露出し、導電性材料、例えば、シリコンからなる円板状の部材である。上部電極板 39 の周縁部は絶縁性材料からなる環状のシールドリング 41 によって覆われる。すなわち、上部電極板 39 は、接地電位である収容室 11 の壁部からクーリングプレート 38 及びシールドリング 41 によって電氣的に絶縁されている。

30

【 0037 】

また、上部電極板 39 は上部直流電源 42 と電氣的に接続されており、上部電極板 39 には負の直流電圧が印加されている。したがって、上部電極板 39 は処理空間 PS に直流電圧を印加する。上部電極板 39 には直流電圧が印加されるため、上部電極板 39 及び上部直流電源 42 の間に整合器を配置する必要がなく、従来のプラズマ処理装置のように上部電極板に整合器を介して高周波電源を接続する場合に比べて、プラズマ処理装置 10 の構造を簡素化することができる。

40

【 0038 】

クーリングプレート 38 のバッファ室 37 には処理ガス供給部 (図示せず) からの処理ガス導入管 43 が接続されている。また、シャワーヘッド 36 は、バッファ室 37 を処理空間 PS に連通させる複数の貫通ガス穴 44 を有する。シャワーヘッド 36 は、処理ガス導入管 43 からバッファ室 37 へ供給された処理ガスを、貫通ガス穴 44 を介して処理空

50

間 P S へ供給する。

【 0 0 3 9 】

プラズマ処理装置 1 0 は、さらに、排気流路 1 8 に配置された、断面が L 字状の環状の接地リング 4 5 (グランド電極) を有する。該接地リング 4 5 は導電性材料、例えば、シリコンからなり、上部電極板 3 9 が印加する直流電圧のグランド電極として機能する。また、接地リング 4 5 は、サセプタ 1 2 の側面被覆部材 1 6 の下方においてサセプタ基部 1 5 a の側面を覆うように配置されている。すなわち、後述する遮蔽部材 4 6 が存在しないと仮定した場合にサセプタ 1 2 を側方から眺めたとき、接地リング 4 5 は恰も側面被覆部材 1 6 の表面に露出するように見える。この接地リング 4 5 には上部電極板 3 9 から放出された電子が到達し、これにより、処理空間 P S に直流電流が流れる。

10

【 0 0 4 0 】

このプラズマ処理装置 1 0 では、処理空間 P S に高周波電力を供給することにより、該処理空間 P S においてシャワーヘッド 3 6 から供給された処理ガスから高密度のプラズマを生成し、さらに、処理空間 P S の直流電流によって生成されたプラズマを所望の状態に保ち、該プラズマによってウエハ W にエッチング処理を施す。

【 0 0 4 1 】

ところで、生成されたプラズマ中には活性化された中性粒子であるラジカル、陽イオン及び電子が混在する。陽イオンやラジカル、特に、C F 系の陽イオンやラジカルが接地リング 4 5 に到達して付着すると、該接地リング 4 5 の表面にデポ膜を形成することがある。

20

【 0 0 4 2 】

一般に、部材表面をデポ膜によって覆わせないためには、(1) 形成されたデポ膜をイオンによるスパッタリングで除去する方法か、(2) 部材表面に陽イオンやラジカルが到達するのを防ぐ方法のいずれかを用いる。ここで、(1) の方法はスパッタリング工程を設ける必要があるため、ウエハのエッチング処理工程が複雑になり、また、スパッタされて部材表面から剥離したデポがパーティクルとなる虞もある。そこで、本実施の形態では(2) の方法によって接地リング 4 5 の表面にデポ膜が形成されるのを防止する。

【 0 0 4 3 】

ここで、プラズマ中の陽イオン、ラジカル及び電子は以下の移動特性を有する。

【 0 0 4 4 】

陽イオン：プラズマから該プラズマに対向する部材に向けて移動する

ラジカル：部材の表面に捕捉され易く、その傾向は、反応性の高いラジカルで顕著である

電子：移動に方向性がなく、各電子が自在に移動する

そして、本実施の形態では、上述した陽イオン、ラジカル及び電子の移動特性を考慮して、接地リング 4 5 をプラズマから移動する陽イオンから遮蔽し且つラジカルを捕捉する部材を接地リング 4 5 の近傍に設ける。具体的は、図 1 における接地リング 4 5 を遮蔽する、下記に詳述する遮蔽部材 4 6 をプラズマ処理装置 1 0 の排気流路 1 8 に設ける。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、図 1 における接地リング及び該接地リングを遮蔽する遮蔽部材の概略構成を示す拡大断面図である。

30

40

【 0 0 4 6 】

図 2 において、断面が L 字状の接地リング 4 5 における下部延出部 4 5 a 上に環状の遮蔽部材 4 6 が載置される。遮蔽部材 4 6 は絶縁性材料、例えば、石英からなり、接地リング 4 5 と同心状に配置される。また、接地リング 4 5 (遮蔽部材 4 6) の径方向に沿う断面(すなわち、図 2 に示す断面) において、遮蔽部材 4 6 は、側面被覆部材 1 6 の表面に沿うように配置されて接地リング 4 5 との間に断面が長尺状の溝状空間 4 7 を形成する。ここで、排気流路 1 8 における排気の流れ(図中白抜き矢印で示す) は側面被覆部材 1 6 の表面に沿うため、上記断面において遮蔽部材 4 6 も排気の流れに沿う。溝状空間 4 7 は側面被覆部材 1 6 の表面に露出する接地リング 4 5 と排気の流れに沿う遮蔽部材 4 6 とに

50

挟まれるため、該溝状空間 4 7 も排気の流れに沿い、遮蔽部材 4 6 は該排気の流れ及び接地リング 4 5 の間に介在する。なお、溝状空間 4 7 は排気の流れの上流に向けて開口する。

【 0 0 4 7 】

また、溝状空間 4 7 における開口部側（以下、単に「開口部側」という。）における遮蔽部材 4 6 の端部 4 6 a は、該開口部側における接地リング 4 5 の端部 4 5 b よりも排気の流れに沿って突出する、具体的には、排気の流れの上流に向けて突出する。

【 0 0 4 8 】

排気流路 1 8 では、プラズマ 4 8 が排気の流れに沿い、且つ側面被覆部材 1 6 等の構成部品の表面に沿って分布する。該プラズマ 4 8 から図中「」で示す陽イオンが側面被覆部材 1 6 や接地リング 4 5 に向けて移動するが、遮蔽部材 4 6 が排気の流れ（すなわち、プラズマ 4 8）及び接地リング 4 5 の間に介在するため、該遮蔽部材 4 6 は移動する陽イオンから接地リング 4 5 を遮蔽する。

10

【 0 0 4 9 】

また、図中「」で示すラジカルがプラズマ 4 8 から溝状空間 4 7 へ進入しようとするが、ラジカルは大凡排気の流れに沿って移動するため、ラジカルは排気の流れの上流に向けてのみ開口する溝状空間 4 7 へ進入しにくい。さらに、ラジカルは部材の表面に捕捉されやすいため、溝状空間 4 7 の開口部近傍における両壁面に付着する。その結果、ラジカルは溝状空間 4 7 には殆ど進入しない。特に、プラズマ処理装置 1 0 では、開口部側における遮蔽部材 4 6 の端部 4 6 a が、開口部側における接地リング 4 5 の端部 4 5 b よりも排気の流れの上流に向けて突出するので、ラジカルは遮蔽部材 4 6 に積極的に付着する。

20

【 0 0 5 0 】

したがって、溝状空間 4 7 における接地リング 4 5 のグランド電極表面 4 5 c には陽イオンやラジカルが到達せず、その結果、グランド電極表面 4 5 c には長時間に亘って陽イオンやラジカルに起因するデポ膜が形成されることがない。

【 0 0 5 1 】

一方、図中「」で示す電子は自在に移動するため、プラズマ 4 8 から溝状空間 4 7 へ進入してグランド電極表面 4 5 c に到達する。これにより、処理空間 P S や排気流路 1 8 に直流電流を流すことができる。

【 0 0 5 2 】

ところで、プラズマ処理装置 1 0 において、図 3 に示すように、溝状空間 4 7 を形成する接地リング 4 5 のグランド電極表面 4 5 c 及び遮蔽部材 4 6 の間の間隙 t が側面被覆部材 1 6 及びプラズマ 4 8 の間に存在するシース 4 9 の厚さ t s よりも小さく設定されると、溝状空間 4 7 の開口部はプラズマ 4 8 と対向することができない。その結果、プラズマ 4 8 中の電子（図中「」で示す。）は溝状空間 4 7 へ進入することが困難になり、電子がグランド電極表面 4 5 c へ到達しないため、処理空間 P S や排気流路 1 8 に直流電流が流れなくなる。

30

【 0 0 5 3 】

そこで、本実施の形態では、グランド電極表面 4 5 c 及び遮蔽部材 4 6 の間の間隙 t がシース 4 9 の厚さ t s よりも大きく設定される。これにより、溝状空間 4 7 の開口部はプラズマ 4 8 と対向することができる。なお、通常、シースの厚さは 0 . 5 mm 程度であるため、上記間隙 t が 0 . 5 mm よりも大きく設定される。

40

【 0 0 5 4 】

また、遮蔽部材 4 6 の径方向に関する厚さは、該遮蔽部材 4 6 の破損を防止して取り扱いを容易にする観点から、剛性を確保できる厚さ、例えば、5 mm 以上に設定される。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態に係るプラズマ処理装置 1 0 によれば、排気流路 1 8 において、遮蔽部材 4 6 が、側面被覆部材 1 6 等の表面に沿うと共に排気の流れに沿い、該排気の流れ及び接地リング 4 5 の間に介在し、且つ接地リング 4 5 との間に断面が長尺状の溝状空間 4 7 を形成するように配置されるので、長時間に亘って電子のグランド電極表面 4 5 c への到達

50

を維持することができ、もって、処理空間 P S や排気流路 1 8 を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

また、プラズマ処理装置 1 0 では、開口部側における遮蔽部材 4 6 の端部 4 6 a が、開口部側における接地リング 4 5 の端部 4 5 b よりも排気の流れの上流に向けて突出するので、開口部から溝状空間 4 7 へ進入しようとするラジカルを、溝状空間 4 7 の開口部近傍における遮蔽部材 4 6 へ積極的に付着させることができる。その結果、グランド電極表面 4 5 c がデポ膜で覆われるのを長期間に亘って防止することができる。

【 0 0 5 7 】

さらに、プラズマ処理装置 1 0 では、グランド電極表面 4 5 c 及び遮蔽部材 4 6 の間の間隙 t が 0 . 5 mm よりも大きく設定されるので、溝状空間 4 7 の開口部をプラズマ 4 8 と対向させることができ、もって、プラズマ 4 8 から上記開口部を介したグランド電極表面 4 5 c への電子の移動を行うことができるため、処理空間 P S や排気流路 1 8 へ直流電流を確実に流すことができる。

10

【 0 0 5 8 】

なお、上述した遮蔽部材 4 6 は、接地リング 4 5 の下部延出部 4 5 a 上に載置されたが、該遮蔽部材 4 6 に接地リング 4 5 の外周と係合する係合部を設け、接地リング 4 5 及び遮蔽部材 4 6 を係合させてもよい。

【 0 0 5 9 】

接地リング 4 5 及び遮蔽部材 4 6 は排気流路 1 8 の排気プレート 1 9 近傍に設けられたが、プラズマの近傍であれば処理空間 P S や排気流路 1 8 の何処に設けてもよい。但し、断面が長尺状の溝状空間を接地リングと共に形成する遮蔽部材が排気の流れに沿うか、構成部品の表面に沿う必要がある。

20

【 0 0 6 0 】

また、接地リング 4 5 はシリコンから構成されたが、シリコンカーバイドで構成してもよく、遮蔽部材 4 6 もクォーツだけでなく、表面に絶縁膜が溶射された金属部材によって構成してもよい。

【 0 0 6 1 】

さらに、グランド電極としては接地リング 4 5 のような環状部材に限られず、サセプタ 1 2 の周りに配置された複数の導電性部材によってグランド電極を構成してもよい。

30

【 0 0 6 2 】

なお、上述したプラズマ処理装置 1 0 では、サセプタ 1 2 の導電体部 1 5 に 2 種類の高周波電力を供給したが、サセプタ 1 2 の導電体部 1 5 及びシャワーヘッド 3 6 の上部電極板 3 9 にそれぞれ 1 種類の高周波電力を供給してもよい。この場合にも、上述した効果と同様の効果が得られる。

【実施例】

【 0 0 6 3 】

次に、本発明の実施例について説明する。

【 0 0 6 4 】

まず、本発明者は、プラズマ処理装置 1 0 における遮蔽部材 4 6 の有無が、処理空間 P S を流れる直流電流の値の低下速度（劣化速度）に与える影響について確認した。

40

【 0 0 6 5 】

実施例 1

プラズマ処理装置 1 0 において接地リング 4 5 のグランド電極表面 4 5 c 及び遮蔽部材 4 6 の間の間隙 t を 2 . 5 mm に設定し、開口部側における遮蔽部材 4 6 の端部 4 6 a の開口部側における接地リング 4 5 の端部 4 5 b からの突出量 T（図 2 参照。以下、単に「遮蔽部材 4 6 の突出量 T」という。）を 0 mm に設定した。

【 0 0 6 6 】

その後、当該プラズマ処理装置 1 0 においてウエハ W へのエッチング処理を繰り返し、各エッチング処理において処理空間 P S を流れる直流電流の値を測定し、該測定された直

50

流電流の値を図4のグラフに「×」で示した。そして、図4のグラフにおける実施例1の直流電流値の低下速度（以下、単に「低下速度」という。）の近似式を算出したところ、下記式（1）が得られた。

【0067】

$$\text{直流電流値} = -1.75 \times 10^{-5} \times \text{ウエハ処理枚数} + 1.33 \dots (1)$$

ここで、「 -1.75×10^{-5} 」が低下速度に該当する。

【0068】

実施例2

プラズマ処理装置10において間隙tを3.5mmに設定し、遮蔽部材46の突出量Tを3.0mmに設定した。

10

【0069】

その後、実施例1と同様に、当該プラズマ処理装置10においてウエハWへのエッチング処理を繰り返し、各エッチング処理において処理空間PSを流れる直流電流の値を測定し、該測定された直流電流の値を図4のグラフに「 \square 」で示した。そして、図4のグラフにおける実施例2の低下速度の近似式を算出したところ、下記式（2）が得られた。

【0070】

$$\text{直流電流値} = -6.04 \times 10^{-6} \times \text{ウエハ処理枚数} + 1.39 \dots (2)$$

ここで、「 -6.04×10^{-6} 」が低下速度（劣化速度）に該当する。

【0071】

比較例1

プラズマ処理装置10において遮蔽部材46を取り除き、実施例1と同様に、当該プラズマ処理装置10においてウエハWへのエッチング処理を繰り返し、各エッチング処理において処理空間PSを流れる直流電流の値を測定し、該測定された直流電流の値を図4のグラフに「 \triangle 」で示した。そして、図4のグラフにおける比較例1の低下速度の近似式を算出したところ、下記式（3）が得られた。

20

【0072】

$$\text{直流電流値} = -1.21 \times 10^{-4} \times \text{ウエハ処理枚数} + 1.44 \dots (3)$$

ここで、「 -1.21×10^{-4} 」が低下速度（劣化速度）に該当する。

【0073】

図4のグラフにおいて、実施例1、2及び比較例1の直流電流低下を比較すると、実施例1の低下速度は比較例1の低下速度の約1/7に改善され、さらに、実施例2の低下速度は比較例1の低下速度の約1/20に改善されたことが分かった。

30

【0074】

次に、本発明者は、間隙tが直流電流値の低下速度に与える影響について確認した。

【0075】

実施例3

プラズマ処理装置10において間隙tを4.0mmに設定し、遮蔽部材46の突出量Tを3.0mmに設定した。

【0076】

その後、実施例1と同様に、当該プラズマ処理装置10においてウエハWへのエッチング処理を繰り返し、各エッチング処理において処理空間PSを流れる直流電流の値を測定し、該測定された直流電流の値を図5のグラフに「 \square 」で示した。

40

【0077】

実施例4

プラズマ処理装置10において間隙tを5.0mmに設定し、遮蔽部材46の突出量Tを3.0mmに設定した。

【0078】

その後、実施例1と同様に、当該プラズマ処理装置10においてウエハWへのエッチング処理を繰り返し、各エッチング処理において処理空間PSを流れる直流電流の値を測定し、該測定された直流電流の値を図5のグラフに「×」で示した。

50

【 0 0 7 9 】

また、実施例 2（間隙 t が 3 . 5 mm）における測定された直流電流の値も図 5 のグラフに「 」で示した。

【 0 0 8 0 】

図 5 のグラフにおいて、実施例 2 , 3 , 4 の直流電流の値を比較すると、いずれの実施例においても直流電流の値は殆ど変化することなく、直流電流値の低下速度はいずれの実施例でもほぼ 0 であることが分かった。

【 0 0 8 1 】

以上、実施例 1 ~ 4 より、間隙 t が 2 . 5 mm 以上且つ 5 . 0 mm 以下であれば、処理空間 P S を流れる直流電流の値の低下を長時間に亘って抑制することができることが分かった。これは、間隙 t を 2 . 5 mm ~ 5 . 0 mm のいずれかに設定することで、溝状空間 4 7 へのラジカルの進入を防止しつつ、該溝状空間 4 7 への電子の進入を阻害することがないためと推察された。

10

【 0 0 8 2 】

また、間隙 t が大きくなると、溝状空間 4 7 にラジカルが進入し易くなり、グランド電極表面 4 5 c にデポ膜が形成されて処理空間 P S を流れる直流電流の値が低下する虞があるが、実施例 4 に示すように、間隙 t が 5 . 0 mm であっても直流電流の値は殆ど変化しなかったことから、少なくとも間隙 t が 5 . 0 mm であれば、ラジカルは溝状空間 4 7 の奥方へ進入してグランド電極表面 4 5 c に到達する前に、溝状空間 4 7 の開口部近傍における両壁面に付着することが分かった。ここで、遮蔽部材 4 6 の排気の流れに沿う長さ L （図 2 参照。）は 1 5 mm であることから、溝状空間 4 7 の断面におけるアスペクト比は 3 . 0 である。したがって、溝状空間 4 7 の断面におけるアスペクト比が 3 . 0 以上であれば、ラジカルは溝状空間 4 7 の奥方に進入せず、もって、グランド電極表面 4 5 c の全面がデポ膜で覆われるのを長期間に亘って防止することができるのが分かった。

20

【 0 0 8 3 】

ところで、間隙 t が小さくなるか、溝状空間 4 7 の断面におけるアスペクト比が大きくなる（すなわち、遮蔽部材 4 6 の突出量 T が大きくなる）と、溝状空間 4 7 へはラジカルだけでなく電子も進入しにくくなる。電子が進入しにくくなると、処理空間 P S に直流電流が流れにくくなる。そこで、本発明者は間隙 t や突出量 T が直流電流の流れ易さに与える影響を検討した。

30

【 0 0 8 4 】

具体的には、処理空間 P S において直流電流が流れにくくなると処理空間 P S のプラズマが揺らぐことから、間隙 t や突出量 T の値を種々の値に変更してプラズマの揺れを観測した。

【 0 0 8 5 】

実施例 5 ~ 1 3

まず、新品の接地リング 4 5 を備えるプラズマ処理装置 1 0 において、エッチング処理の際、間隙 t や突出量 T の値を種々の値に変更してプラズマの揺れを観測した。そして、観測した結果を図 6 に示す表にまとめた。

【 0 0 8 6 】

図 6 の表より、間隙 t が大きくなるほどプラズマの揺れは発生しにくく、間隙 t が 3 . 5 mm であれば、あまりプラズマの揺れは発生しないことが分かった。これは、接地リング 4 5 と遮蔽部材 4 6 が形成する空間の開口部が広くなり、該空間へ電子が円滑に進入することができるためと推察された。

40

【 0 0 8 7 】

また、接地リング 4 5 と遮蔽部材 4 6 が形成する空間が断面 L 字状であるとプラズマの揺れが発生し易い一方、少なくとも該空間が溝状空間であれば、プラズマの揺れが発生しないことも分かった。

【 0 0 8 8 】

以上より、接地リング 4 5 及び遮蔽部材 4 6 が溝状空間を形成し、接地リング 4 5 及び

50

遮蔽部材 4 6 の間の間隙 t が 3 . 5 mm 以上であれば、プラズマの揺れの発生を防止することができることが分かった。

【 0 0 8 9 】

実施例 1 4 ~ 2 0

次に、プラズマ処理装置 1 0 において、ウエハ W のエッチング処理を 5 0 時間行った後、エッチング処理の際、間隙 t や突出量 T の値を種々の値に変更してプラズマの揺れを観測した。そして、観測した結果を図 7 に示す表にまとめた。

【 0 0 9 0 】

図 7 の表より、突出量 T が大きくなるほどプラズマの揺れが発生し易いことが分かった。これは、突出量 T が大きいと遮蔽部材 4 6 の端部 4 6 a が溝状空間 4 7 への電子の進入を阻害するためであると推察された。特に、間隙 t が 4 . 0 mm である場合、突出量 T が 6 . 5 mm だとプラズマの揺れが発生するのに対し、突出量 T が 3 mm だとプラズマの揺れが発生しないことから、突出量 T は 3 mm 以下であるのが好ましいのが分かった。

【 0 0 9 1 】

以上より、突出量 T が 3 mm 以下であれば、プラズマの揺れの発生を防止することができることが分かった。

【 0 0 9 2 】

なお、図 7 の表においても、図 6 の表と同様に、間隙 t が大きくなるほどプラズマの揺れは発生しにくいことが確認された。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 3 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。

【 図 2 】 図 1 における接地リング及び該接地リングを遮蔽する遮蔽部材の概略構成を示す拡大断面図である。

【 図 3 】 シースの厚さとグランド電極表面及び遮蔽部材の間の間隙との関係を説明するための図である。

【 図 4 】 遮蔽部材の有無が処理空間内を流れる直流電流の値の低下速度に与える影響を示すグラフである。

【 図 5 】 グランド電極表面及び遮蔽部材の間の間隙が処理空間内を流れる直流電流の値の低下速度に与える影響を示すグラフである。

【 図 6 】 新品の接地リングを備えるプラズマ処理装置において、グランド電極表面及び遮蔽部材の間の間隙や遮蔽部材の端部の突出量の値を種々の値に変更してプラズマの揺れを観測した結果をまとめた表である。

【 図 7 】 エッチング処理を 5 0 時間行ったプラズマ処理装置において、グランド電極表面及び遮蔽部材の間の間隙や遮蔽部材の端部の突出量の値を種々の値に変更してプラズマの揺れを観測した結果をまとめた表である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 4 】

W ウエハ

P S 処理空間

1 0 プラズマ処理装置

1 1 収容室

1 2 サセプタ

1 6 側面被覆部材

1 8 排気流路

3 9 上部電極板

4 2 上部直流電源

4 5 接地リング

4 5 c グランド電極表面

4 6 遮蔽部材

10

20

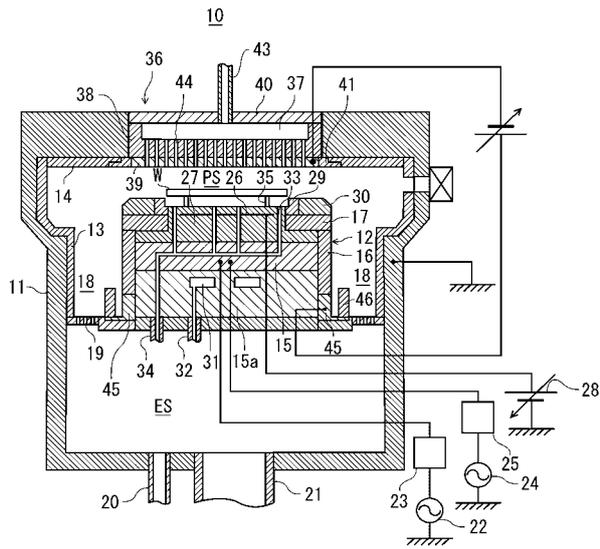
30

40

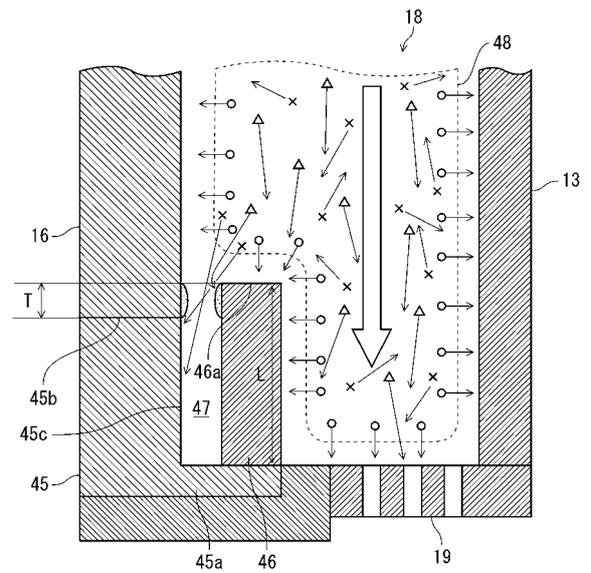
50

- 46 a 端部
- 47 溝状空間
- 48 プラズマ
- 49 シース

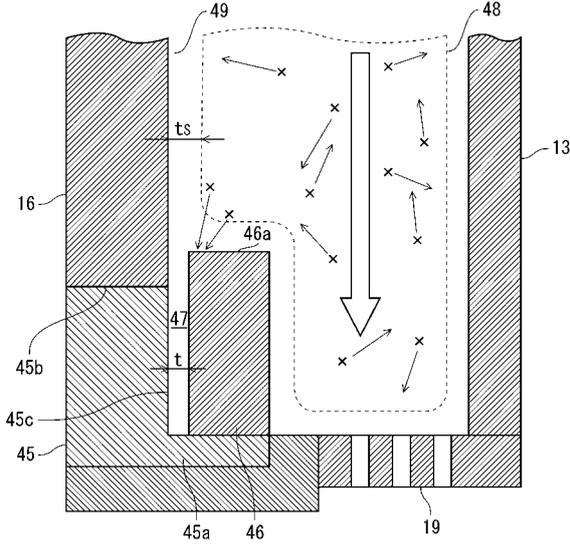
【図1】



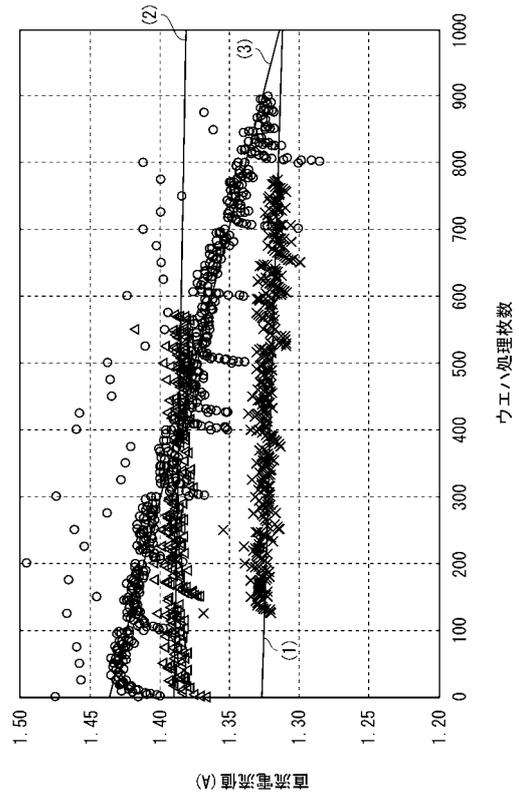
【図2】



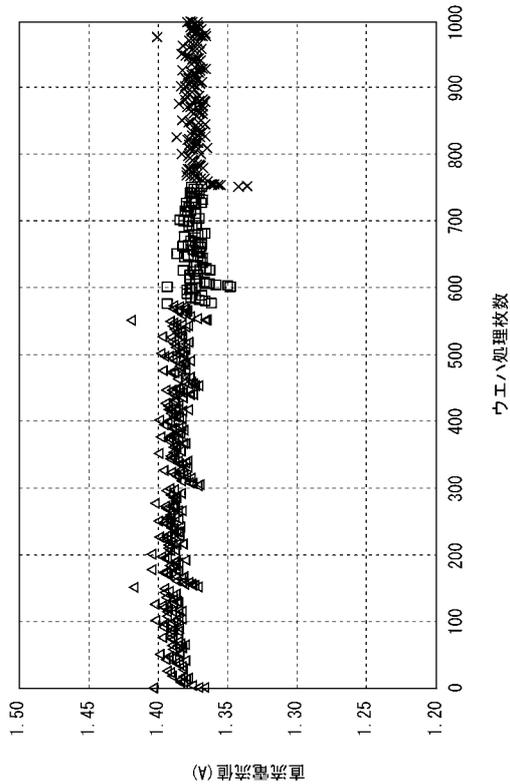
【図3】



【図4】



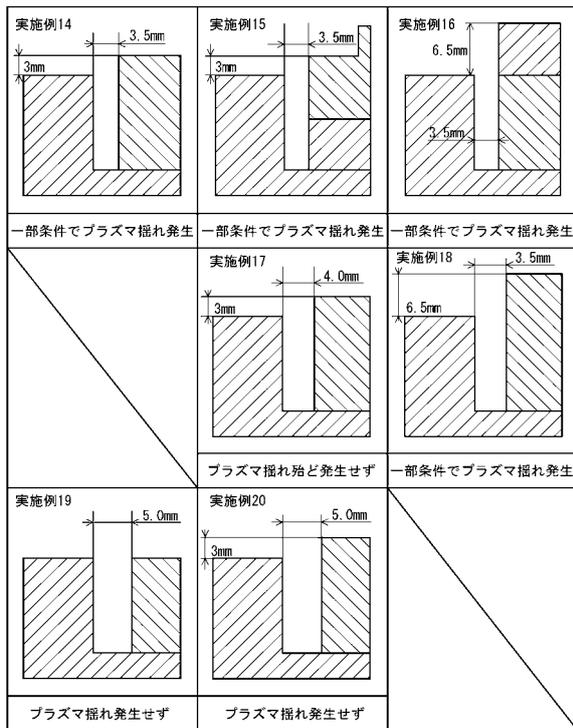
【図5】



【図6】

<p>実施例5</p>	<p>実施例6</p>	<p>実施例7</p>
常時プラズマ揺れ発生	常時プラズマ揺れ発生	一部条件でプラズマ揺れ発生
<p>実施例8</p>	<p>実施例9</p>	<p>実施例10</p>
一部条件でプラズマ揺れ発生	プラズマ着火時揺れ発生	プラズマ揺れ発生せず
<p>実施例11</p>	<p>実施例12</p>	<p>実施例13</p>
プラズマ揺れ発生せず	プラズマ揺れ発生せず	プラズマ揺れ発生せず

【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09 - 199476 (JP, A)
特開2006 - 270018 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065