

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-250967

(P2007-250967A)

(43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F I

H01L 21/302 I O I G

テーマコード (参考)

5 F004

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-74372 (P2006-74372)

(22) 出願日 平成18年3月17日 (2006.3.17)

(71) 出願人 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6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 奥石 公

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

Fターム(参考) 5F004 AA01 BA06 BB23 BB25 BB26

BB28 BB29 BC02 EA32 EA38

EB08

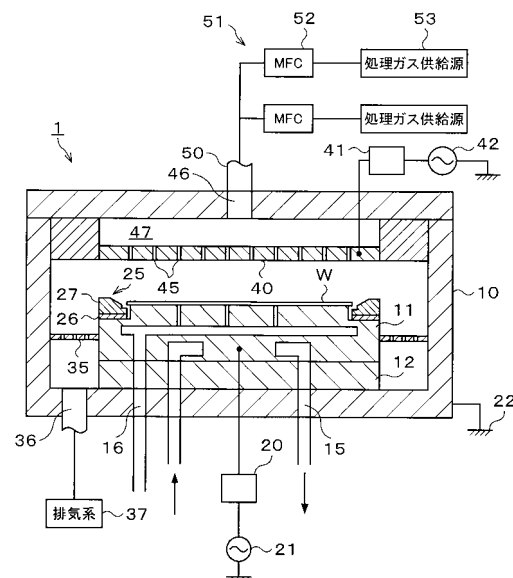
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置および方法とフォーカスリング

(57) 【要約】

【課題】半導体ウエハなどの被処理基板をプラズマ処理するに際し、周縁部下面におけるデポジションの発生をより少なくすることを目的としている。

【解決手段】処理チャンバー10内に配置された載置台11上に被処理基板Wを載置させ、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー10内にプラズマを発生させて、被処理基板Wを処理するに際し、載置台11上に載置された被処理基板Wの周縁部下方に、プラズマで生成されたイオンを被処理基板Wの周縁部下面に向けて加速させる電界を形成することにより、イオンを被処理基板Wの周縁部下面に衝突させ、デポジションの発生を低減する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理チャンバー内に配置された載置台上に被処理基板を載置させ、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させて、被処理基板を処理するプラズマ処理装置であって、

前記載置台上に載置された被処理基板の周囲を囲むように配置されるフォーカスリングを備え、

前記フォーカスリングは、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲外側に配置された導電性材料からなる外側リング部と、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて配置された導電性材料からなる内側リング部を備え、

10

前記内側リング部と前記載置台の間は電氣的に絶縁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】

前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に導通しており、前記外側リング部と前記載置台の間は絶縁さ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】

前記外側リング部および前記内側リング部と前記載置台の間に絶縁部材が配置されてい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】

前記外側リング部と前記内側リング部は、一体的に形成されていることを特徴とする、請求項 2 または 3 に記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 5】

前記載置台上に載置された被処理基板の外周面とそれに対向する前記フォーカスリングの内周面との間隔が、前記内側リング部の上面と前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部の下面との間隔よりも広いことを特徴とする、請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記外側リング部および前記内側リング部は、グラウンドに対して電氣的に絶縁されていることを特徴とする、請求項 2 ～ 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記外側リング部および前記内側リング部とグラウンドの間の静電容量を可変に構成したことを特徴とする、請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

30

【請求項 8】

前記外側リング部および前記内側リング部に可変直流電源を電氣的に接続したことを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に絶縁さ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 10】

前記外側リング部は、前記載置台に電氣的に導通していることを特徴とする、請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。

40

【請求項 11】

前記外側リング部の上面は、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲に配置された、外側に向かって次第に高くなる傾斜面部と、前記傾斜面部の外側に連続して形成された水平面部を有することを特徴とする、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 12】

前記外側リング部と前記内側リング部を構成する導電性材料が、Si, C, SiC のいずれかであることを特徴とする、請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】

高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させて、被処理基板を

50

処理するプラズマ処理装置において、前記処理チャンバー内に配置された載置台上の被処理基板の周囲を囲むように配置されるフォーカスリングであって、

前記載置台上に載置された被処理基板の周囲外側に配置される導電性材料からなる外側リング部と、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて配置される導電性材料からなる内側リング部を備え、

前記内側リング部と前記載置台の間は電氣的に絶縁されていることを特徴とする、フォーカスリング。

【請求項 1 4】

前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に導通しており、前記外側リング部および前記内側リング部と前記載置台の間を絶縁するための絶縁部材を備えることを特徴とする、請求項 1 3 に記載のフォーカスリング。

10

【請求項 1 5】

前記外側リング部と前記内側リング部は、一体的に形成されていることを特徴とする、請求項 1 4 に記載のフォーカスリング。

【請求項 1 6】

前記載置台上に載置された被処理基板の外周面に対向する内周面に凹部が形成されていることを特徴とする、請求項 1 5 に記載のフォーカスリング。

【請求項 1 7】

前記外側リング部および前記内側リング部とグラウンドの間の静電容量を可変にさせるための静電容量可変手段を備えることを特徴とする、請求項 1 4 ~ 1 6 のいずれかに記載のフォーカスリング。

20

【請求項 1 8】

前記外側リング部および前記内側リング部に電氣的に接続された可変直流電源を備えることを特徴とする、請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれかに記載のフォーカスリング。

【請求項 1 9】

前記外側リング部と前記内側リング部を電氣的に絶縁させる絶縁部材を備えることを特徴とする、請求項 1 3 に記載のフォーカスリング。

【請求項 2 0】

前記外側リング部は、前記載置台に電氣的に導通して設置されることを特徴とする、請求項 1 9 に記載のフォーカスリング。

30

【請求項 2 1】

前記外側リング部の上面は、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲に配置された、外側に向かって次第に高くなる傾斜面部と、前記傾斜面部の外側に連続して形成された水平面部を有することを特徴とする、請求項 1 3 ~ 2 0 のいずれかに記載のフォーカスリング。

【請求項 2 2】

前記外側リング部と前記内側リング部を構成する導電性材料が、Si, C, SiC のいずれかであることを特徴とする、請求項 1 3 ~ 2 1 のいずれかに記載のフォーカスリング。

【請求項 2 3】

請求項 1 3 ~ 2 2 のいずれかに記載のフォーカスリングと、前記処理チャンバー内において前記載置台上の被処理基板の周囲を囲むように前記フォーカスリングを配置させる支持部材とからなることを特徴とする、フォーカスリング部品。

40

【請求項 2 4】

処理チャンバー内に配置された載置台上に被処理基板を載置させ、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させて、被処理基板を処理するプラズマ処理方法であって、

前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に、前記プラズマで生成されたイオンを被処理基板の周縁部下面に向けて加速させる電界を形成することにより、イオンを被処理基板の周縁部下面に衝突させることを特徴とする、プラズマ処理方法。

【請求項 2 5】

50

前記電界は、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて導電性材料からなる内側リング部を配置し、被処理基板と内側リング部との間に電位差を与えることにより形成されることを特徴とする、請求項 2 4 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 2 6】

前記電界の強さを変えることにより、被処理基板の周縁部下面に対するイオンの衝突量を調整することを特徴とする、請求項 2 4 または 2 5 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 2 7】

前記電界中の等電位面が、前記載置台上に載置された被処理基板の外周面から外側では粗であり、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部の下方では密であることを特徴とする、請求項 2 4 ~ 2 6 のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、例えば半導体ウエハなどの被処理基板に、エッチング処理等のプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置とプラズマ処理方法に関し、更に、プラズマ処理装置に用いられるフォーカスリングとフォーカスリング部品に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から、高周波電圧を与えることにより発生させたプラズマを用いてエッチング等のプラズマ処理を行うプラズマ処理装置は、例えば半導体装置における微細な電気回路の製造工程等で多用されている。かかるプラズマ処理装置では、内部を気密に封止された処理チャンバー内に半導体ウエハを配置し、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させ、このプラズマを半導体ウエハに作用させて、エッチング等のプラズマ処理を施すようになっている。

20

【0 0 0 3】

このようなプラズマ処理装置には、半導体ウエハの周囲を囲むように、フォーカスリングと称されるリング状の部材を配置したものがあある。このフォーカスリングは、例えば絶縁膜のエッチングの場合などは、シリコン等の導電性材料からなっており、プラズマを閉じ込めることと、半導体ウエハ面内のバイアス電位の縁面効果による不連続性を緩和し、半導体ウエハの中央部と同様にその周縁部においても、均一で良好な処理を行えるようにすること等を目的として設けられたものである。

30

【0 0 0 4】

また、このフォーカスリングによって、半導体ウエハの周縁部における処理の均一性を高めるために、本発明者らは、フォーカスリングの上面を、半導体ウエハを囲む傾斜面部と、この傾斜面部の外側に連続して形成した水平面部に構成したものを開示している（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 7 7 3 6 9 号公報（例えば図 1，2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0 0 0 6】

上記特許文献 1 の発明は、フォーカスリングの上面形状を工夫することにより、半導体ウエハの周縁部における電界の傾きを抑制して、エッチング処理の均一性をはかると共に、半導体ウエハの周縁とフォーカスリングの内周面との間に電位差を形成させることにより、半導体ウエハの周縁部下方へのプラズマの回り込みを抑制するものである。

【0 0 0 7】

しかしながら、このように半導体ウエハの周縁とフォーカスリングの内周面との間の電位差によってプラズマの回り込みを抑制しても、半導体ウエハの周縁部下面に C F 系ポリマーなどが付着するいわゆるデポジションが発生する場合があった。

【0 0 0 8】

50

本発明の目的は、半導体ウエハなどの被処理基板をプラズマ処理するに際し、周縁部下面へのデポジションの付着をより少なくすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、上記のように被処理基板の周縁部下面に発生するデポジションの要因について種々検討した。その結果、特許文献1のように半導体ウエハの周縁とフォーカスリングの内周面との間の電位差を付与した場合、プラズマ中のイオンは、半導体ウエハの周縁とフォーカスリングの内周面との隙間を通過する際に、両者間の電位差によって半導体ウエハの周縁もしくはフォーカスリングの内周面のいずれかに向かって引き寄せられるため、被処理基板の周縁部下方までは到達しないが、CF系ポリマーなどの電荷をもっていないプラズマ生成物は、半導体ウエハの周縁とフォーカスリングの内周面との隙間をそのまま通過し、被処理基板の周縁部下方まで到達して、これがデポジションの要因になっていることが分かってきた。また一方で、このように被処理基板の周縁部下面に発生するデポジションを抑制するためには、プラズマ中のイオンを被処理基板の周縁部下方まで到達させ、そのイオンを被処理基板の周縁部下面に衝突させることが有効であるといった知見を得た。

【0010】

本発明は、上記知見に基いて創出されたものである。即ち、本発明によれば、処理チャンバー内に配置された載置台上に被処理基板を載置させ、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させて、被処理基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲を囲むように配置されるフォーカスリングを備え、前記フォーカスリングは、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲外側に配置された導電性材料からなる外側リング部と、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて配置された導電性材料からなる内側リング部を備え、前記内側リング部と前記載置台の間は電氣的に絶縁されていることを特徴とする、プラズマ処理装置が提供される。

【0011】

このプラズマ処理装置において、例えば、前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に導通しており、前記外側リング部と前記載置台の間は絶縁されている。その場合、前記外側リング部および前記内側リング部と前記載置台の間に絶縁部材が配置されていても良い。また、前記外側リング部と前記内側リング部は、一体的に形成されていても良い。また、前記載置台上に載置された被処理基板の外周面とそれに対向する前記フォーカスリングの内周面との間隔が、前記内側リング部の上面と前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部の下面との間隔よりも広くなっても良い。

【0012】

また、このプラズマ処理装置において、前記外側リング部および前記内側リング部は、グラウンドに対して電氣的に絶縁されていても良い。その場合、前記外側リング部および前記内側リング部とグラウンドの間の静電容量を可変に構成しても良い。また、前記外側リング部および前記内側リング部に可変直流電源を電氣的に接続しても良い。

【0013】

また、このプラズマ処理装置において、例えば、前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に絶縁されている。その場合、前記外側リング部は、前記載置台に電氣的に導通していても良い。

【0014】

なお、前記外側リング部の上面は、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲に配置された、外側に向かって次第に高くなる傾斜面部と、前記傾斜面部の外側に連続して形成された水平面部を有しても良い。また、前記外側リング部と前記内側リング部を構成する導電性材料が、例えばSi、C、SiCのいずれかであっても良い。

【0015】

また本発明によれば、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発

10

20

30

40

50

生させて、被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、前記処理チャンバー内に配置された載置台上の被処理基板の周囲を囲むように配置されるフォーカスリングであって、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲外側に配置される導電性材料からなる外側リング部と、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて配置される導電性材料からなる内側リング部を備え、前記内側リング部と前記載置台の間は電氣的に絶縁されていることを特徴とする、フォーカスリングが提供される。

【0016】

このフォーカスリングにおいて、例えば、前記外側リング部と前記内側リング部は、電氣的に導通しており、前記外側リング部および前記内側リング部と前記載置台の間を絶縁するための絶縁部材を備えている。その場合、前記外側リング部と前記内側リング部は、10

【0017】

また、このフォーカスリングにおいて、前記外側リング部および前記内側リング部とグラウンドの間の静電容量を可変にさせるための静電容量可変手段を備えていても良い。また、前記外側リング部および前記内側リング部に電氣的に接続された可変直流電源を備えていても良い。

【0018】

また、このフォーカスリングにおいて、例えば、前記外側リング部と前記内側リング部を電氣的に絶縁させる絶縁部材を備えている。その場合、前記外側リング部は、前記載置台に電氣的に導通して設置されるものであっても良い。 20

【0019】

なお、このフォーカスリングにおいて、前記外側リング部の上面は、前記載置台上に載置された被処理基板の周囲に配置された、外側に向かって次第に高くなる傾斜面部と、前記傾斜面部の外側に連続して形成された水平面部を有するものであっても良い。また、前記外側リング部と前記内側リング部を構成する導電性材料が、例えばSi, C, SiCのいずれかであっても良い。

【0020】

また本発明によれば、これらのフォーカスリングと、前記処理チャンバー内において前記載置台上の被処理基板の周囲を囲むように前記フォーカスリングを配置させる支持部材とからなることを特徴とする、フォーカスリング部品が提供される。 30

【0021】

また本発明によれば、処理チャンバー内に配置された載置台上に被処理基板を載置させ、高周波電圧を与えることにより処理チャンバー内にプラズマを発生させて、被処理基板を処理するプラズマ処理方法であって、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に、前記プラズマで生成されたイオンを被処理基板の周縁部下面に向けて加速させる電界を形成することにより、イオンを被処理基板の周縁部下面に衝突させることを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

【0022】

このプラズマ処理方法において、前記電界は、例えば、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部下方に所定の間隔を開けて導電性材料からなる内側リング部を配置し、被処理基板と内側リング部との間に電位差を与えることにより形成される。また、前記電界の強さを変えることにより、被処理基板の周縁部下面に対するイオンの衝突量を調整するようにしても良い。更に、前記電界中の等電位面が、前記載置台上に載置された被処理基板の外周面から外側では粗であり、前記載置台上に載置された被処理基板の周縁部の下方では密であるようにしても良い。 40

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、プラズマ中のイオンを被処理基板の周縁部下方まで到達させて被処理基板の周縁部下面に衝突させることにより、被処理基板の周縁部下面におけるデポジショ 50

ンの発生を従来に比べて低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照にして説明する。図1は、本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置1の概略構成を示す説明図である。図2は、このプラズマ処理装置1が備えるフォーカスリング25を拡大して示した縦断面図である。なお、本明細書および図面において、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。

【0025】

気密に構成された円筒形状の処理チャンバー10の内部には、被処理基板である半導体ウエハWを載置させるための下部電極を兼ねる載置台11が配置されている。これら処理チャンバー10と載置台11は、例えばアルミニウム等の導電性材料で構成されている。但し、載置台11は、セラミックなどの絶縁板12を介して処理チャンバー10の底面上に支持されており、処理チャンバー10と載置台11は、互いに電氣的に絶縁された状態になっている。

【0026】

載置台11は、上面に置かれた半導体ウエハWを吸着保持するための図示しない静電チャックを備えている。また、載置台11の内部には、温度制御のための熱媒体としての絶縁性流体を循環させるための熱媒体流路15と、ヘリウムガス等の温度制御用のガスを半導体ウエハWの裏面に供給するためのガス流路16が設けられている。このように、熱媒体流路15内に所定温度に制御された絶縁性流体を循環させることによって、載置台11を所定温度に制御し、かつ、この載置台11と半導体ウエハWの裏面との間にガス流路16を介して温度制御用のガスを供給してこれらの間の熱交換を促進し、半導体ウエハWを精度良く効率的に所定温度に制御できるようになっている。

【0027】

載置台11には、整合器20を介して、バイアス用の高周波電源(RF電源)21が接続されている。高周波電源21からは、所定の周波数の高周波電圧が載置台11に与えられるようになっている。一方、処理チャンバー10はグラウンド(アース)22に対して電氣的に導通されている。

【0028】

処理チャンバー10の内部において、載置台11の上面の周りには、載置台11上に載置された半導体ウエハWの周囲を囲むようにしてフォーカスリング25が配置されている。このフォーカスリング25は、載置台11の上に直接載せられるリング状の絶縁部材26と、この絶縁部材26の上方に配置されたリング状の導電性部材27で構成されている。絶縁部材26は、例えば、クォーツ、アルミナ等のセラミックス、ベスベル(登録商標)等の樹脂などの絶縁材料(誘電体)からなる。導電性部材27は、例えばSi(導電性を出すためにB等をドーブ済みのSi)、C、SiC等の導電性材料からなる。

【0029】

図2に示すように、導電性部材27は、載置台11上に載置された半導体ウエハWの周囲外側に配置された外側リング部30と、載置台11上に載置された半導体ウエハWの周縁部下方に所定の間隔を開けて配置されたリング状の内側リング部31を備えている。図示の例では、外側リング部30とリング状の内側リング部31は導電性材料からなる導電性部材27として一体的に形成されているので、外側リング部30と内側リング部31は互いに電氣的に導通した状態である。但し、上述のようにリング状の導電性部材27と載置台11の間には絶縁部材26が介在しているので、外側リング部30と内側リング部31は載置台11に対しては電氣的に絶縁されている。なお、外側リング部30と内側リング部31の境界を、図2中に点線31'として記入した。この境界31'で示したように、一体的に形成された導電性部材27において、載置台11上に載置された半導体ウエハWの周囲外側に配置された部分が外側リング部30であり、半導体ウエハWの周縁部下方に所定の間隔を開けて配置された部分がリング状の内側リング部31となっている。

【 0 0 3 0 】

また、このように載置台 1 1 に対して絶縁されているリング状の導電性部材 2 7 は、処理チャンバー 1 0 の内部において絶縁部材 2 6 の他には電氣的に接触していない。このため、外側リング部 3 0 と内側リング部 3 1 は、グラウンド 2 2 に対しても電氣的に浮いた状態になっている。

【 0 0 3 1 】

外側リング部 3 0 の上面は、載置台 1 1 上に載置された半導体ウエハ W の周囲に配置された、外側に向かって次第に高くなる傾斜面部 3 0 a と、この傾斜面部 3 0 a の外側に連続して形成された水平面部 3 0 b とで形成されている。水平面部 3 0 b は、載置台 1 1 上に載置された半導体ウエハ W の上面よりも高く設定されており、傾斜面部 3 0 a は、内縁が載置台 1 1 上に載置された半導体ウエハ W の上面とほぼ等しい高さであって、外側に向かって水平面部 3 0 b の高さまで次第に高くなるように設定されている。

10

【 0 0 3 2 】

また、処理チャンバー 1 0 の内部において、フォーカスリング 2 5 の外側には、多数の排気孔が形成されたリング状の排気リング 3 5 が設けられている。この排気リング 3 5 を介して、排気ポート 3 6 に接続された排気系 3 7 の真空ポンプ等により、真空チャンバー 1 0 内の処理空間の真空排気が行われるように構成されている。

【 0 0 3 3 】

一方、載置台 1 1 の上方の真空チャンバー 1 0 の天井部分には、シャワーヘッド 4 0 が、載置台 1 1 と平行に対向するように設けられており、これらの載置台 1 1 およびシャワーヘッド 4 0 は、一对の電極（上部電極と下部電極）として機能するようになっている。また、このシャワーヘッド 4 0 には、整合器 4 1 を介してプラズマ生成用の高周波電源 4 2 が接続されている。

20

【 0 0 3 4 】

シャワーヘッド 4 0 は、その下面に多数のガス吐出孔 4 5 が設けられている。シャワーヘッド 4 0 の内部はガス拡散用空隙 4 7 に形成されており、その上部にはガス導入部 4 6 を有している。このガス導入部 4 6 には、ガス供給配管 5 0 が接続されており、このガス供給配管 5 0 の他端には、ガス供給系 5 1 が接続されている。このガス供給系 5 1 は、ガス流量を制御するためのマスフローコントローラ（MFC）5 2、例えばエッチング用の処理ガス等を供給するための処理ガス供給源 5 3 等から構成されている。

30

【 0 0 3 5 】

次に、上記のように構成されたプラズマ処理 1 によるプラズマ処理の手順について説明する。

まず、真空チャンバー 1 に設けられた図示しないゲートバルブを開放し、このゲートバルブに隣接して配置されたロードロック室（図示せず）を介して、搬送機構（図示せず）により半導体ウエハ W を真空チャンバー 1 0 内に搬入し、載置台 1 1 上に載置する。そして、搬送機構を真空チャンバー 1 0 外へ退避させた後、ゲートバルブを閉じ、真空チャンバー 1 0 内を密閉した状態にする。

【 0 0 3 6 】

この後、排気系 3 7 の真空ポンプにより排気ポート 3 6 を通じて真空チャンバー 1 0 内を所定の真空度に排気しつつ、処理ガス供給源 5 3 から、シャワーヘッド 4 0 を通じて、真空チャンバー 1 0 内に所定の処理ガスを供給する。

40

【 0 0 3 7 】

そして、この状態で、高周波電源 2 1 から比較的周波数の低いバイアス用の高周波電力を供給すると共に、高周波電源 4 2 から比較的周波数の高いプラズマ生成用の高周波電力を供給することにより、図 2 に示すように、半導体ウエハ W の上方において真空チャンバー 1 0 内にプラズマ P を発生させる。こうして、半導体ウエハ W の上方に発生させたプラズマ P 中のラジカル分子やイオンを半導体ウエハ W 上面に向けて引き込み、それらの作用により半導体ウエハ W 上面のプラズマ処理を行う。

【 0 0 3 8 】

50

そして、所定のプラズマ処理が終了すると、高周波電源 2 1 , 4 2 からの高周波電力の供給を停止することによって、プラズマ処理を停止し、上述した手順とは逆の手順で、半導体ウエハ W を真空チャンバー 1 0 外に搬出する。

【 0 0 3 9 】

このようなプラズマ処理を行うに際し、この実施の形態のプラズマ処理装置 1 では、前述したとおり、載置台 1 1 に対して絶縁部材 2 6 を介して導電性部材 2 7 を配置したフォーカスリング 2 5 を採用していることから、図 3 に示すように、半導体ウエハ W (載置台 1 1) と導電性部材 2 7 と間に電位差 V_e が生じた状態となる。この場合、半導体ウエハ W と導電性部材 2 7 と間の静電容量を C_e とすれば、電位差 V_e は静電容量 C_e に反比例する。

10

【 0 0 4 0 】

またプラズマ処理中は、このように半導体ウエハ W と導電性部材 2 7 との間に電位差 V_e が生ずることにより、半導体ウエハ W と導電性部材 2 7 の間には、図 4 に示す如き電界 E が形成される。この電界 E の等電位面 e は、図 4 に示すように、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間においてはほぼ垂直方向となり、半導体ウエハ W の周縁部下面と内側リング部 3 1 の上面との間では、ほぼ水平方向となる。このような等電位面 e を有する電界 E の作用により、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間においては、半導体ウエハ W の表面に向けて下向きに引き込んだプラズマ P 中のイオン I を半導体ウエハ W の外周面に向かう方向に加速し、また、半導体ウエハ W の周縁部下面と内側リング部 3 1 の上面との間においては、プラズマ中のイオン I を半導体ウエハ W の周縁部下面に向かう方向に加速することができる。

20

【 0 0 4 1 】

こうして、プラズマ処理中では、半導体ウエハ W と導電性部材 2 7 と間の電位差 V_e によって形成される電界 E の作用で、プラズマ中のイオン I を半導体ウエハ W の外周面と周縁部下面に衝突させることにより、半導体ウエハ W の外周面と周縁部下面の両方におけるデポジションの発生を低減することができる。

【 0 0 4 2 】

なお、半導体ウエハ W の周縁部下面におけるデポジションの発生を低減するためには、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間においては、プラズマ中のイオン I の全部を半導体ウエハ W の外周面に衝突させるのではなく、プラズマ中のイオン I の少なくとも一部は半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間をそのまま下方に通過させて、半導体ウエハ W の周縁部下方までイオン I を通過させることが必要となる。そのためには、図 2 に示すように、載置台 1 1 上に載置された半導体ウエハ W の外周面とそれに対向する外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c との間隔 L_1 を、内側リング部 3 1 の上面と半導体ウエハ W の周縁部の下面との間隔 L_2 よりも広く形成しておく。

30

【 0 0 4 3 】

かかる構成にすることにより、図 4 に示した等電位面 e 同士の間隔を、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間において相対的に粗にし、半導体ウエハ W の周縁部下面と内側リング部 3 1 の上面との間において相対的に密にすることができる。これにより、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c の間では、半導体ウエハ W の外周面に向かう方向への加速を比較的小さくして半導体ウエハ W の周縁部下方までイオン I を通過させることができる。また一方、半導体ウエハ W の周縁部下面と内側リング部 3 1 の上面との間では、半導体ウエハ W の周縁部下面に向かう方向への加速を比較的大きくして半導体ウエハ W の周縁部下面にイオン I を衝突させ、半導体ウエハ W の周縁部下面におけるデポジションの発生を確実に低減できるようになる。

40

【 0 0 4 4 】

なお、半導体ウエハ W の外周面と外側リング部 3 0 の内周面 3 0 c との間隔 L_1 および内側リング部 3 1 の上面と半導体ウエハ W の周縁部の下面との間隔 L_2 の好ましい範囲は、半導体ウエハ W と導電性部材 2 7 との間に形成される電位差 V_e の大きさ、半導体ウエ

50

ハWの径や厚さ，内周面30cの高さなどにより変動するので，一概に定めることはできないが，例えば，半導体ウエハWの外周面と外側リング部30の内周面30cとの間隔 L_1 は1～5mmであり，2～2.5mmが望ましい。この間隔 L_1 が小さすぎると，半導体ウエハWの外周面と外側リング部30との間で異常放電を生ずる場合があり，逆に大きすぎると，後述する半導体ウエハW上のプラズマシースと外側リング部30上のプラズマシースが不連続となる可能性がある。

【0045】

また例えば，内側リング部31の上面と半導体ウエハWの周縁部の下面との間隔 L_2 は0.2～1mmであり，0.2～0.5mmが望ましい。この間隔 L_2 が小さすぎると，内側リング部31の上面と半導体ウエハWの周縁部との間で異常放電を生ずる場合があり，逆に大きすぎると，半導体ウエハWの周縁部下面と内側リング部31の上面との間において等電位面e同士の間隔を密にすることができず，イオンIを半導体ウエハWの周縁部下面に向かう方向へ十分に加速できなくなると，半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生を十分に低減できなくなる。また，このように間隔 L_2 を隔てて対向している内側リング部31の上面と半導体ウエハWの周縁部の下面との対向部分の間隔 L_4 は，0.05～0.5mmが望ましい。

【0046】

また，図示の実施の形態では，プラズマ処理中は，半導体ウエハWと導電性部材27との間に電位差 V_e が生じるため，半導体ウエハW上にできるプラズマシースと，導電性部材27の外側リング部30上に形成されるプラズマシースの厚さが異なることになる。しかるに，この実施の形態のフォーカスリング25にあっては，上記のように外側リング部30の上面を，外側に向かって次第に高くなる傾斜面部30aと，この傾斜面部30aの外側に連続して形成された半導体ウエハWの上面よりも高い水平面部30bとに形成しているので，半導体ウエハW上と外側リング部30上の境界でのプラズマシース厚さの変動を緩和することができる。これにより，半導体ウエハWの周縁部における電界の急激な変化を抑制して，半導体ウエハWの周縁部においてもプラズマ中のイオンIを半導体ウエハWの上面に対してほぼ垂直に引き込むことができ，プラズマ処理の均一性を高めることができる。また，外側リング部30の上面を傾斜面部30aと水平面部30bとで形成したことにより，フォーカスリング25自体の寿命を長期化させることもできる。

【0047】

なお，外側リング部30の上面に形成される傾斜面部30aの高さ方向の範囲hは，半導体ウエハWの上面から高さ0～6mmの範囲とすることが好ましく，さらに好ましくは2mm～4mmである。また，傾斜面部30aの水平方向の長さh'（半導体ウエハWの直径方向の長さ）は，0.5～9mmの範囲とすることが好ましく，さらに好ましい範囲は，1～6mmである。なお，傾斜面部30aの水平方向の長さh'は，半導体ウエハWの外周面と外側リング部30の内周面30cとの間隔 L_1 によっては，0にすることも可能である。かかる場合は，傾斜面部30aが無い形状となるが，間隔 L_1 を調節することによって半導体ウエハWの周縁部における急激な電界の変化を抑制することもできる。

【0048】

また，プラズマ処理中は，載置台11と導電性部材27と間に電位差 V_e が生じているので，内側リング部31の内縁が載置台11に近接し過ぎると両者間で異常放電を生じる可能性がある。一方，内側リング部31の内縁を載置台11から離間させ過ぎると，半導体ウエハWの周縁部下方に内側リング部31を十分に侵入させることができなくなり，上述したようなプラズマ中のイオンIの半導体ウエハW周縁部下面への衝突がなくなって，デポジションの低減といった作用効果が十分に得られなくなってしまう。このため，図2に示す内側リング部31の内縁と載置台11との間隔 L_3 は，0.5～1mmの範囲とすることが好ましい。

【0049】

半導体ウエハWと導電性部材27との間の静電容量 C_e をどの程度にするかは，実際の個々のプラズマ処理装置に基いて定める必要がある。一般的には，静電容量 C_e を小さく

10

20

30

40

50

すると、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e が大きくなる。よって、半導体ウエハWの周縁部下面と内側リング部31の上面との間において、プラズマ中のイオンIを半導体ウエハWの周縁部下面に向かう方向に加速する力が強くなり、半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生を低減する効果が増す傾向となる。逆に、静電容量 C_e を大きくすると、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e が小さくなる。よって、半導体ウエハWの周縁部下面と内側リング部31の上面との間において、プラズマ中のイオンIを半導体ウエハWの周縁部下面に向かう方向に加速する力が弱くなり、半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生を低減する効果が減少する傾向となる。

【0050】

10

また上述のように、プラズマ処理中に半導体ウエハW上にできるプラズマシースと導電性部材27の外側リング部30上に形成されるプラズマシースの厚さが異なることによって、半導体ウエハWの周縁部におけるイオンIの入射角が影響を受ける。一般的には、静電容量 C_e を小さくすると、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e が大きくなって、外側リング部30上に形成されるプラズマシースの厚さが薄くなり、イオンIの入射角は半導体ウエハWの中心に向かう方向に傾斜（入射角 $> 90^\circ$ ）する傾向がある。逆に、静電容量 C_e を大きくすると、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e が小さくなって、外側リング部30上に形成されるプラズマシースの厚さが厚くなり、イオンIの入射角は半導体ウエハWの中心から外側に向かう方向に傾斜（入射角 $< 90^\circ$ ）する傾向がある。

20

【0051】

ここで、半導体ウエハWと導電性部材27との間の静電容量 C_e の変化に対する、半導体ウエハW周縁部下面のポリマー付着量（右縦軸）および半導体ウエハWの周縁部上面におけるイオンIの入射角（左縦軸）の関係をシミュレーションした結果を図5に示した。本発明者らのシミュレーション結果においても、上記傾向がそれぞれ確認された。

【0052】

しかして、この実施の形態のプラズマ処理装置1によれば、半導体ウエハWの周縁部下面側に対するデポジションの発生を従来に比べて低減することができるとともに、半導体ウエハWの周縁部における電界の傾きを抑制することによって、半導体ウエハWの周縁部においても略垂直なエッチングを行うことができ、処理の面内均一性を向上させることができるようになる。

30

【0053】

以上、本発明の好ましい実施の形態の一例を示したが、本発明はここに例示した形態に限定されない。例えば、載置台11上に載置された半導体ウエハWの外周面と外側リング部30の内周面30cとの間隔 L_1 を広くするためには、図6に示すフォーカスリング25aのように、半導体ウエハWの外周面と対向している外側リング部30の内周面30cに凹部30dを形成しても良い。このように凹部30dを形成して半導体ウエハWの外周面との間隔 L_1 を十分に広くすることにより、半導体ウエハWの周縁部下方までイオンIをより円滑に通過させることができるようになる。なお、この図6で説明したフォーカスリング25aの場合、外側リング部30の上面において傾斜面部30aは省略することが望ましい。

40

【0054】

また、図7に示すフォーカスリング25bのように、載置台11に対して絶縁部材26で絶縁されている導電性部材27に、グランド22に電氣的に接続した第2の導電性部材60を近接させて配置し、これら導電性部材27と導電性部材60の間に第2の絶縁部材（誘電体）61を介在させても良い。なお、この図7に示す例では、導電性部材27の外側に絶縁材料からなるカバーリング62を設けている。

【0055】

このフォーカスリング25bにあっては、プラズマ処理中、図8に示すように、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27と間に電位差 V_e が生じると共に、導電性部材

50

27とグラウンド22（導電性部材60）との間に電位差 V_g が生じた状態となる。この場合、半導体ウエハWと導電性部材27と間の静電容量を C_e 、導電性部材27とグラウンド22と間の静電容量を C_g とすれば、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27との電位差 V_e は静電容量 C_e に反比例し、導電性部材27とグラウンド22との間の電位差 V_g は静電容量 C_g に反比例する。そして、これら電位差 V_e 、 V_g 、静電容量 C_e 、 C_g の間には次の式（1）～（3）の関係が成り立つ。

【0056】

$$V_e + V_g = V_{total} \quad (1)$$

$$C_e \times V_e = C_g \times V_g \quad (2)$$

$$V_e = C_g \times V_{total} / (C_g + C_e) \quad (3)$$

10

【0057】

式（3）から、導電性部材27とグラウンド22と間の静電容量を C_g を変えることによって、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e を変化させることができることが分かる。例えば図7に示すフォーカスリング25bにおいては、導電性部材27と第2の導電性部材60との近接距離を変える、導電性部材27と導電性部材60の間に介在させる第2の絶縁部材（誘電体）61の誘電率を変化させる、等の方法によって、導電性部材27とグラウンド22と間の静電容量を C_g を変え、それにより、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e を変化させることが可能である。

【0058】

20

図9を参照にしてこの関係を説明する。図9において、曲線 W' は、プラズマ処理中における半導体ウエハWの電位の変化を示し、曲線 $27'$ は、プラズマ処理中における導電性部材27の電位の変化を示し、直線 $22'$ は、グラウンド22の電位を示している。図中、曲線 W' と曲線 $27'$ の幅が、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e であり、曲線 $27'$ と直線 $22'$ の幅が、導電性部材27とグラウンド22との間の電位差 V_g である。この図9に示したように、導電性部材27とグラウンド22との間の電位差 V_g を大きくした場合は（図9の一点鎖線 $27'$ の場合は）、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e が小さくなる。逆に、導電性部材27とグラウンド22との間の電位差 V_g を小さくした場合は（図9の二点鎖線 $27'$ の場合は）、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e が大きくなる。このように、導電性部材27とグラウンド22との間の電位差 V_g を変えることにより、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e を変化させることが可能である。

30

【0059】

ここで、図7に示すフォーカスリング27bを用いたプラズマ処理装置1において、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27の間の電位差 V_e の変化に対する、半導体ウエハW周縁部下面のポリマー付着量（右縦軸）および半導体ウエハWの周縁部上面におけるイオンIの入射角（左縦軸）の関係をシミュレーションした結果を図10に示した。なお、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27と間の電位差 V_e と導電性部材27とグラウンド22（導電性部材60）と間の電位差 V_g の総和（ V_{total} ）は一定であって、式（3）より、半導体ウエハW（載置台11）と導電性部材27と間の電位差 V_e は、静電容量比（ $C_g / (C_g + C_e)$ ）に比例しているため、図10中の横軸は、電位差 V_e に代えて静電容量比（ $C_g / (C_g + C_e)$ ）を用いた。

40

【0060】

本発明者らのシミュレーション結果によれば、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e を大きくすると（静電容量比（ $C_g / (C_g + C_e)$ ）を大きくすると）、半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生が低減し、イオンIの入射角が半導体ウエハWの中心に向かう方向に傾斜（入射角 $> 90^\circ$ ）する傾向が見られた。また逆に、半導体ウエハWと導電性部材27との間に形成される電位差 V_e を小さくすると（静電容量比（ $C_g / (C_g + C_e)$ ）を小さくすると）、半導体ウエハWの周

50

縁部下面におけるデポジションの発生が増加し、イオン I の入射角が半導体ウエハ W の中心から外側に向かう方向に傾斜（入射角 $< 90^\circ$ ）する傾向が見られた。

【0061】

また、半導体ウエハ W と導電性部材 27 との間に形成される電位差 V_e をより容易に変化させるために、図 11 に示すフォーカスリング 25c のように、載置台 11 に対して絶縁部材 26 で絶縁されている導電性部材 27 を、可変容量コンデンサ 65 を介してグラウンド 22 に電氣的に接続しても良い。

【0062】

このフォーカスリング 25c にあっても、先に図 7, 8 で説明したフォーカスリング 25b と同様に、プラズマ処理中は半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 と間に電位差 V_e が生じ、導電性部材 27 とグラウンド 22（導電性部材 60）と間に電位差 V_g が生じた状態となる。そして、このフォーカスリング 25c によれば、可変容量コンデンサ 65 を操作して導電性部材 27 とグラウンド 22 と間の静電容量 C_g を変えることができるので、それに従って、半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 との間の電位差 V_e を容易に変化させることが可能である。このように半導体ウエハ W と導電性部材 27 との間に形成される電位差 V_e を変化させることにより、半導体ウエハ W の周縁部下面に対するイオン I の衝突量を容易に調整できるようになる。

【0063】

また、半導体ウエハ W と導電性部材 27 との間に形成される電位差 V_e を変化させるためには、図 12 に示すフォーカスリング 25d のように、載置台 11 に対して絶縁部材 26 で絶縁されている導電性部材 27 に、可変直流電源 66 を電氣的に接続しても良い。

【0064】

このフォーカスリング 25d にあっても、先に図 7, 8 で説明したフォーカスリング 25b と同様に、プラズマ処理中は半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 と間に電位差 V_e が生じ、導電性部材 27 とグラウンド 22（導電性部材 60）と間に電位差 V_g が生じた状態となる。このフォーカスリング 25d によれば、可変直流電源 66 を操作すると、図 13 に示したように、導電性部材 27 とグラウンド 22 との間の電位差 V_g を図中の上下にシフトさせることができる。そして、電位差 V_g を図中の下方にシフトさせた場合は（図 13 中の一点鎖線 27' の場合は）、半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 との間の電位差 V_e が小さくなる。逆に、電位差 V_g を図中の上方にシフトさせた場合は（図 13 中の二点鎖線 27' の場合は）、半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 との間の電位差 V_e が大きくなる。このように、導電性部材 27 に接続した、可変直流電源 66 を操作することにより、半導体ウエハ W（載置台 11）と導電性部材 27 との間の電位差 V_e を容易に変化させることが可能である。

【0065】

また、以上に説明したフォーカスリング 27, 27a, 27b, 27c, 27d は、何れも、載置台 11 上の半導体ウエハ W 周囲外側に配置された外側リング部 30 と半導体ウエハ W の周縁部下方に配置された内側リング部 31 を、導電性部材 27 として一体的に形成した形態を示したが、外側リング部 30 と内側リング部 31 は、互いに別の部材として構成しても良い。また、そのように互いに別の部材として構成した場合は、外側リング部 30 と内側リング部 31 は、互いに電氣的に導通していても良いし、互いに電氣的に絶縁されていても良い。

【0066】

図 14 に示すフォーカスリング 25e は、載置台 11 上の半導体ウエハ W 周囲外側に配置された外側リング部 30 と、半導体ウエハ W の周縁部下方に配置された内側リング部 31 とが、互いに別の部材として構成され、これら外側リング部 30 と内側リング部 31 は、互いに電氣的に絶縁された状態になっている。このフォーカスリング 25e では、外側リング部 30 は載置台 11 の上に電氣的に導通した状態で置かれている。一方、内側リング部 31 とこれら外側リング部 30 および載置台 11 の間には絶縁部材 26 が介在しているので、内側リング部 31 は、外側リング部 30 および載置台 11 に対して電氣的に絶縁

10

20

30

40

50

されている。

【0067】

この図14に示すフォーカスリング25eを備えたプラズマ処理1にあっては、プラズマ処理中、外側リング部30は載置台11と常に同じ電位となり、半導体ウエハWと外側リング部30との間には電位差が生じないが、内側リング部31は、載置台11との間に絶縁部材26が介在しているため、載置台11に印加される高周波電力に対するインピーダンスが高くなるので、半導体ウエハWと内側リング部31との間のみに電位差 V_e が生じた状態となる。このため、半導体ウエハWの周縁部下面と内側リング部31の上面との間に、プラズマ中のイオンIを半導体ウエハWの周縁部下面に向かう方向に加速する電界が形成されて、半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生を低減できるようになる。加えて、この図14に示すフォーカスリング25eにあっては、半導体ウエハWの外周面と外側リング部30の内周面との間に電位差が生じないので、プラズマ中のイオンIを半導体ウエハWの外周面と外側リング部30の内周面30cの間を円滑に通過させることができ、こうして半導体ウエハWの周縁部下方まで通過させたイオンIを、半導体ウエハWの周縁部下面に衝突させることによって、半導体ウエハWの周縁部下面におけるデポジションの発生を更に低減できるようになる。

10

【0068】

また、図1では、プラズマ生成用の比較的周波数の高い高周波電力を、真空チャンバー10の天井部分のシャワーヘッド40（上部電極）に供給する例を示したが、図15に示すように、プラズマ生成用の比較的周波数の高い高周波電力を供給する高周波電源42および整合器41と、バイアス用の比較的周波数の低い高周波電力を供給する高周波電源21および整合器20の両方を、載置台11に接続した構成としても良い。

20

【0069】

また、本発明は、以上に説明したフォーカスリング25、25a、25b、25c、25d、25eを、処理チャンバー10内において載置台11上の半導体ウエハWの周囲を囲むように配置させる適当な支持部材を包含するフォーカスリング部品についても適用される。この場合、フォーカスリング25、25a、25b、25c、25d、25eを支持する支持部材として、例えば、載置台11、排気リング35などが例示される。また、図7で説明した第2の導電性部材60や第2の絶縁部材61を支持部材に利用しても良い。

30

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明は、半導体装置の製造産業において利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【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説明図である。

【図2】フォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

【図3】半導体ウエハ（載置台）と導電性部材と間に生じる電位差の説明図である。

【図4】半導体ウエハと導電性部材と間の電位差によって形成される電界の説明図である。

40

【図5】半導体ウエハと導電性部材との間の静電容量の変化に対する、半導体ウエハ周縁部下面のポリマー付着量（右縦軸）および半導体ウエハの周縁部上面におけるイオンの入射角（左縦軸）の関係のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図6】半導体ウエハの外周面と対向している外側リング部の内周面に凹部を形成したフォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

【図7】導電性部材に対し、グラウンドに導通している第2の導電性部材を絶縁部材（誘電体）を介して近接配置したフォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

【図8】図7のフォーカスリングにおける、半導体ウエハ（載置台）と導電性部材と間に生じる電位差の説明図である。

【図9】図7のフォーカスリングにおける、プラズマ処理中の半導体ウエハと導電性部材

50

とグラウンドの電位の変化を示すグラフである。

【図 1 0】図 7 のフォーカスリングにおける，半導体ウエハと導電性部材の間の電位差（静電容量比（ $C_g / (C_g + C_e)$ ））の変化に対する，半導体ウエハ周縁部下面のポリマー付着量（右縦軸）および半導体ウエハの周縁部上面におけるイオンの入射角（左縦軸）の関係のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 1 1】導電性部材を，可変容量コンデンサを介してグラウンドに電氣的に接続したフォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

【図 1 2】導電性部材に可変直流電源を電氣的に接続したフォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

【図 1 3】図 1 2 のフォーカスリングにおける，プラズマ処理中の半導体ウエハと導電性部材とグラウンドの電位の変化を示すグラフである。 10

【図 1 4】外側リング部と内側リング部が互いに電氣的に絶縁された構成のフォーカスリングを拡大して示した縦断面図である。

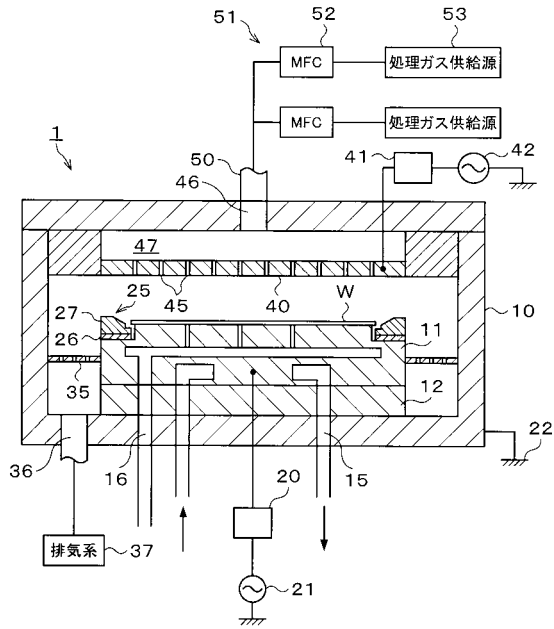
【図 1 5】プラズマ生成用の高周波電源とバイアス用の高周波電源の両方を載置台に接続したプラズマ処理装置の概略構成を示す説明図である。

【符号の説明】

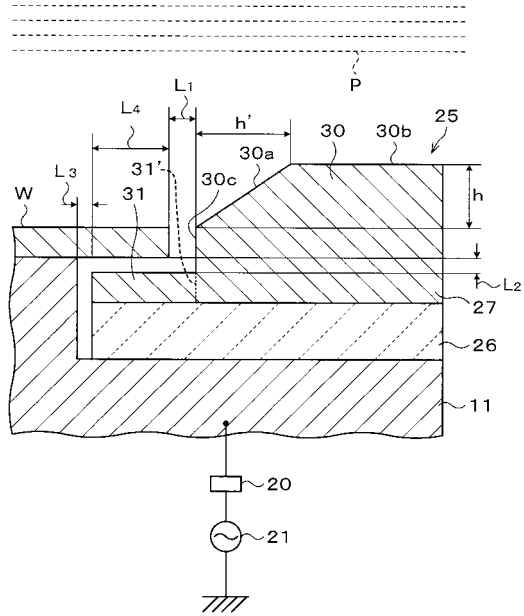
【 0 0 7 2 】

1	プラズマ処理装置	
1 0	処理チャンバー	
1 1	載置台	20
1 2	絶縁板	
1 5	熱媒体流路	
1 6	ガス流路	
2 9	整合器	
2 1	高周波電源	
2 2	グラウンド（アース）	
2 5	フォーカスリング	
2 6	リング状の絶縁部材	
2 7	導電性部材	
3 0	外側リング部	30
3 1	内側リング部	
3 0 a	傾斜面部	
3 0 b	水平面部	
3 5	排気リング	
4 0	シャワーヘッド	
4 1	整合器	
4 2	高周波電源	
4 5	ガス吐出孔	
4 7	ガス拡散用空隙	
4 6	ガス導入部	40
5 0	ガス供給配管	
5 1	ガス供給系	
5 2	マスフローコントローラ	
5 3	処理ガス供給源	

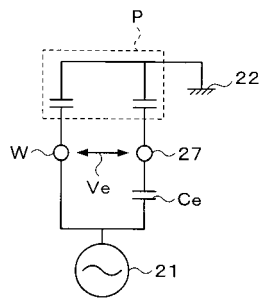
【図 1】



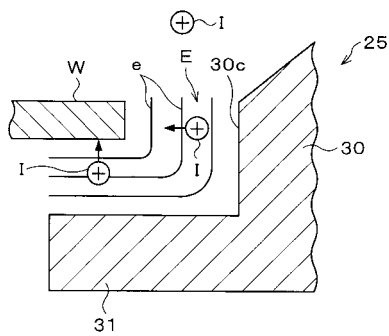
【図 2】



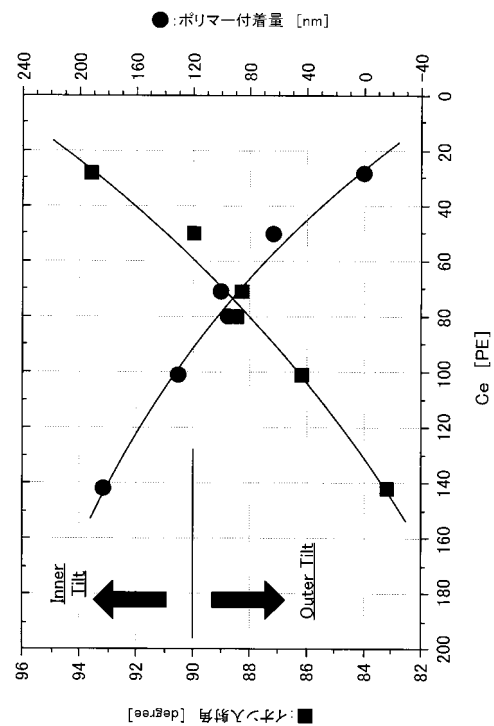
【図 3】



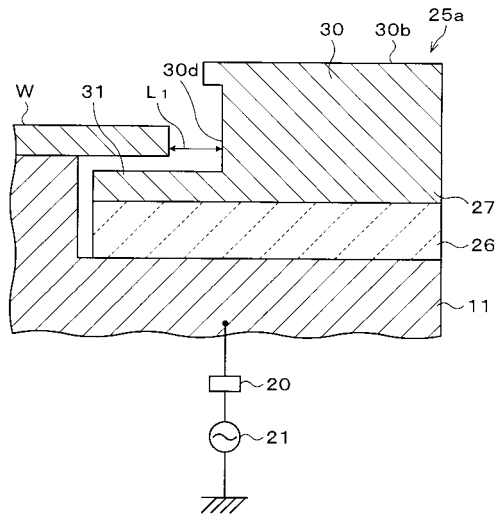
【図 4】



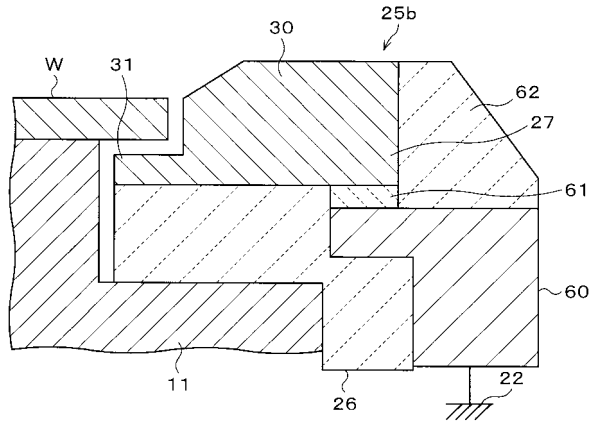
【図 5】



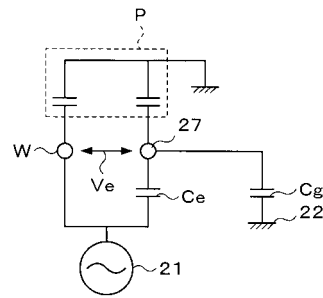
【図 6】



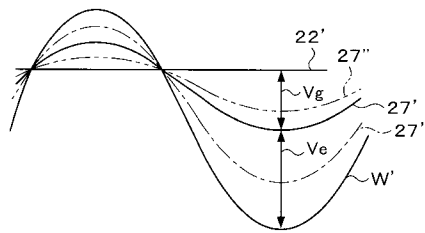
【図 7】



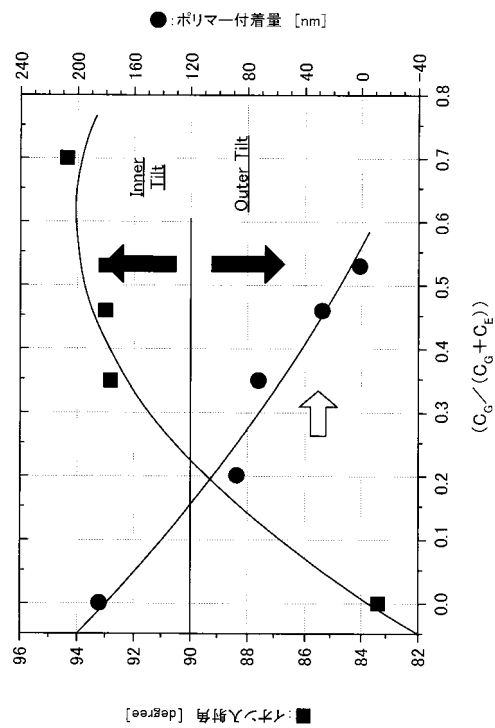
【図 8】



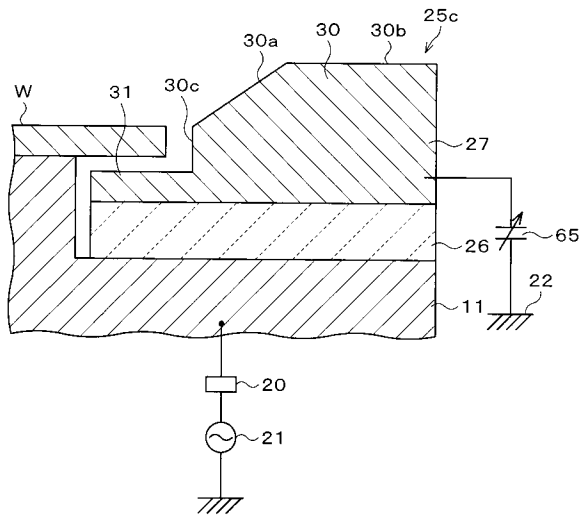
【図 9】



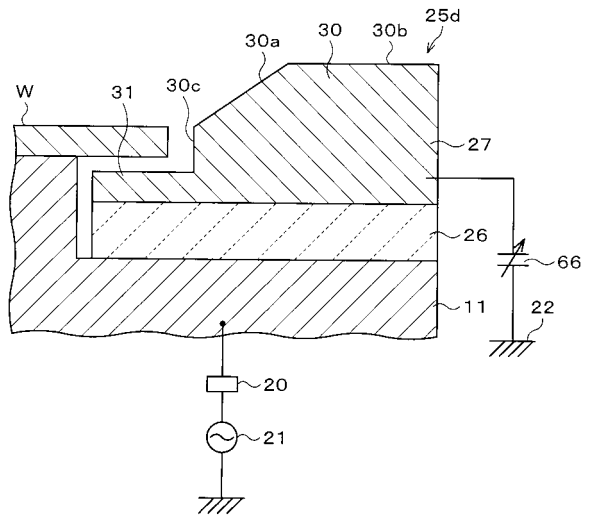
【図 10】



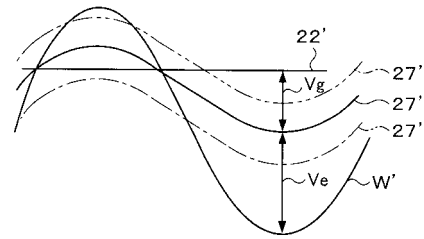
【図 1 1】



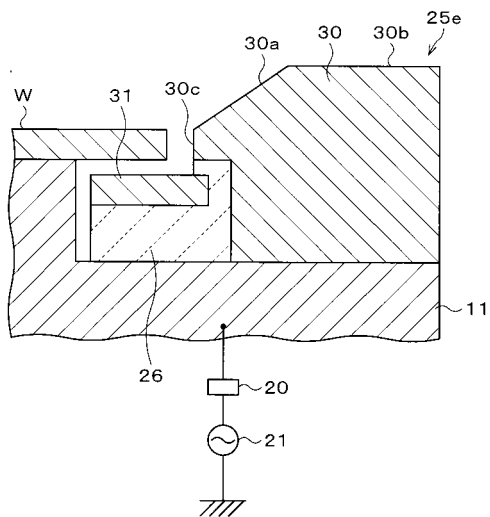
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】

