

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4819411号
(P4819411)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 1 B
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 1 M
HO 5 H 1/46 (2006.01)	C 2 3 C 16/455
	HO 5 H 1/46 M

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2005-182479 (P2005-182479)
 (22) 出願日 平成17年6月22日(2005.6.22)
 (65) 公開番号 特開2007-5491 (P2007-5491A)
 (43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)
 審査請求日 平成20年6月10日(2008.6.10)

(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
 (74) 代理人 100138922
 弁理士 後藤 夏紀
 (74) 代理人 100136858
 弁理士 池田 浩
 (74) 代理人 100135633
 弁理士 二宮 浩康

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】

基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、

前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーとを有し、

前記電極板は、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、

前記中間部材は、該中間部材を貫通する第2のガス通気孔を有し、

前記スペーサーは、多孔質材からなり、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通過させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、

前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを

供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、

前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーと、前記中間部材を前記電極板に締結する導通材料からなるボルトとを有し、前記電極板及び前記中間部材は電氣的に導通しており、

前記電極板は、半導体からなり、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、

前記中間部材は、導体からなり、且つ、その表面を被覆する絶縁性膜と該中間部材を貫通する第2のガス通気孔とを有し、前記絶縁性膜は、前記ボルト及び前記中間部材が接触する領域の少なくとも一部において前記導体を暴露させ、

前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通過させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、

前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】

基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、

前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーとを有し、

前記電極板は、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、

前記中間部材は、該中間部材を貫通する第2のガス通気孔を有し、

前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通過させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、

前記中間部材と前記スペーサーはそれぞれ、前記中間部材と前記スペーサーとを位置決めするために、円筒状の位置決めピンを挿入するための孔部を備え、且つ、断面形状がC字状の前記位置決めピンを用いて前記中間部材と前記スペーサーとが位置決めされ、

前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】

前記電極アッセンブリを収容する電極支持体と、

前記電極支持体と前記中間部材との間に形成され、前記処理ガスが供給されるバッファ室と、

前記バッファ室を、中心バッファ室と該中心バッファ室を囲繞する環状の周辺バッファ室とに分ける環状の隔壁部材と、を更に備え、

前記処理ガス供給部は、前記中心バッファ室に供給する前記処理ガスのガス流量と前記周辺バッファ室に供給する前記処理ガスのガス流量との比率を調整する流量制御装置を有し、

前記流量制御装置は、前記第2のガス通気孔のうち前記中心バッファ室に連通するガス通気孔を経て該ガス通気孔と連通する前記第1のガス通気孔から前記処理室に供給される前記処理ガスのガス流量と、前記第2のガス通気孔のうち前記周辺バッファ室に連通するガス通気孔を経て該ガス通気孔と連通する前記第1のガス通気孔から前記処理室に供給される前記処理ガスのガス流量との比を調整することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】

前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔と前記第1のガス通気孔とを連通させるガス流路を備え、且つ、前記ガス流路は、少なくとも前記スペーサーを貫通する第3のガス通気孔を含み、

前記第1のガス通気孔、前記第2のガス通気孔及び前記第3のガス通気孔が同一直線上に配置されないことを特徴とする請求項1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】

前記スペーサーは板状部材であり、前記ガス流路は、前記中間部材に対向する前記スペーサーの表面及び前記電極板に対向する前記スペーサーの表面のいずれか1つに形成された溝を含むことを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置。

10

【請求項7】

前記スペーサーはシリコン又は炭化珪素からなることを特徴とする請求項1乃至6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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極アッセンブリを有するプラズマ処理装置に関し、特に、ガス通気孔を有する電極板を備える電極アッセンブリの構成に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、基板としての半導体デバイス用のウエハに所望のプラズマ処理を施す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は、ウエハを収容する処理室を備え、該処理室内には、ウエハを載置し下部電極として機能する載置台（以下、「サセプタ」という。）と、該サセプタに対向する上部電極とが配置されている。また、載置台及び上部電極の少なくとも一方には高周波電源が接続され、載置台及び上部電極は処理室内空間に高周波電力を印加する。

20

【0003】

このプラズマ処理装置では、処理室内空間に供給された処理ガスを高周波電力によってプラズマにしてイオンやラジカルを発生させ、該イオンやラジカルをウエハに導いて、ウエハに所望のプラズマ処理、例えば、エッチング処理を施す。

30

【0004】

上部電極は、処理室内空間に面する上部電極板と、外部から供給される処理ガスが導入され且つ下部が開放されたバッファ室を有する電極支持体と、上部電極板及び電極支持体の間に介在し且つバッファ室の下部を閉塞するクーリングプレートとを有する。ここで、上部電極板とクーリングプレートと電極支持体とは電極アッセンブリを構成する。また、上部電極板及びクーリングプレートはそれぞれを貫通する複数のガス通気孔を有する。上部電極において、上部電極板のガス通気孔はクーリングプレートのガス通気孔と連通し、連通したガス通気孔はバッファ室の処理ガスを処理室内空間に導く。

【0005】

従来のプラズマ処理装置では、ウエハに所望のプラズマ処理を繰り返し施すと、イオン等によって上部電極板が削られて上部電極板のガス通気孔が拡大する。また、上部電極板のガス通気孔とクーリングプレートのガス通気孔とは同一直線上に配置されている。そのため、ウエハに所望のプラズマ処理を施す際、処理室内空間で発生したイオンが上部電極板のガス通気孔を逆流し、クーリングプレートのガス通気孔に侵入することがあった。上部電極板は半導体のシリコン（Si）からなるが、クーリングプレートは導体のアルミニウム（Al）からなるため、クーリングプレートのガス通気孔において侵入したイオンに起因して異常放電が発生し、これにより、上部電極板が破損するという問題があった。

40

【0006】

そこで、近年、上部電極板のガス通気孔に挿入される円柱状の埋込部材が開発されている。この埋込部材は外周面に形成された螺旋状の溝を有し、上部電極板のガス通気孔を逆

50

流して該溝に侵入したイオンを、溝の壁面に衝突させることによってイオンのエネルギーを消失させ、これにより、イオンがクーリングプレートのガス通気孔に侵入するのを防止して上部電極板の破損を防止する（例えば、特許文献1参照。）

【特許文献1】特開2004-356531号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した埋込部材をプラズマ処理装置に適用する場合、上部電極板のガス通気孔は多数存在するので、多数の埋込部材を必要とし、部品点数の増加を招くという問題がある。

【0008】

また、埋込部材はイオンの衝突によって消耗するため、所定の交換時期毎に交換する必要があるが、上述したようにプラズマ処理装置では、多数の埋込部材を必要とするため、交換作業が煩雑となり、メンテナンス性が悪化するという問題もある。

【0009】

本発明の目的は、電極板の破損を防止できると共に、部品点数の増加を防止してメンテナンス性の悪化を防止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】

【0010】

請求項1記載のプラズマ処理装置は、基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装置であって、前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーとを有し、前記電極板は、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、前記中間部材は、該中間部材を貫通する第2のガス通気孔を有し、前記スペーサーは、多孔質材からなり、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とする。

請求項2記載のプラズマ処理装置は、基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装置であって、前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーと、前記中間部材を前記電極板に締結する導通材料からなるボルトとを有し、前記電極板及び前記中間部材は電氣的に導通しており、前記電極板は、半導体からなり、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、前記中間部材は、導体からなり、且つ、その表面を被覆する絶縁性膜と該中間部材を貫通する第2のガス通気孔とを有し、前記絶縁性膜は、前記ボルト及び前記中間部材が接触する領域の少なくとも一部において前記導体を暴露させ、前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とする。

請求項3記載のプラズマ処理装置は、基板を収容する処理室と、該処理室内に配置された基板載置台と、前記処理室内において前記基板載置台に対向する上部電極と、該上部電極を介して前記処理室内に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備えるプラズマ処理装

10

20

30

40

50

置であって、前記上部電極は、環状の電極と、該環状の電極の内側に該環状の電極と絶縁して配置される電極アッセンブリとを有し、前記電極アッセンブリは、前記処理室側に配置される電極板と、中間部材と、前記電極板と前記中間部材との間に介在して配置されるスペーサーとを有し、前記電極板は、該電極板を貫通する第1のガス通気孔を有し、前記中間部材は、該中間部材を貫通する第2のガス通気孔を有し、前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔から前記第1のガス通気孔へ前記処理ガスを通させ、且つ、前記第1のガス通気孔に侵入したプラズマの前記第2のガス通気孔への侵入が防止されるように、前記第1のガス通気孔と前記第2のガス通気孔とを連通させ、前記中間部材と前記スペーサーはそれぞれ、前記中間部材と前記スペーサーとを位置決めするために、円筒状の位置決めピンを挿入するための孔部を備え、且つ、断面形状がC字状の前記位置決めピンを用いて前記中間部材と前記スペーサーとが位置決めされ、前記処理ガスは、前記第1のガス通気孔からのみ前記処理室内に供給されることを特徴とする。

10

【0011】

請求項4記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至3のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記電極アッセンブリを収容する電極支持体と、前記電極支持体と前記中間部材との間に形成され、前記処理ガスが供給されるバッファ室と、前記バッファ室を、中心バッファ室と該中心バッファ室を囲繞する環状の周辺バッファ室とに分ける環状の隔壁部材と、を更に備え、前記処理ガス供給部は、前記中心バッファ室に供給する前記処理ガスのガス流量と前記周辺バッファ室に供給する前記処理ガスのガス流量との比率を調整する流量制御装置を有し、前記流量制御装置は、前記第2のガス通気孔のうち前記中心バッファ室に連通するガス通気孔を経て該ガス通気孔と連通する前記第1のガス通気孔から前記処理室に供給される前記処理ガスのガス流量と、前記第2のガス通気孔のうち前記周辺バッファ室に連通するガス通気孔を経て該ガス通気孔と連通する前記第1のガス通気孔から前記処理室に供給される前記処理ガスのガス流量との比を調整することを特徴とする。

20

【0012】

請求項5記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記スペーサーは、前記第2のガス通気孔と前記第1のガス通気孔とを連通させるガス流路を備え、且つ、前記ガス流路は、少なくとも前記スペーサーを貫通する第3のガス通気孔を含み、前記第1のガス通気孔、前記第2のガス通気孔及び前記第3のガス通気孔が同一直線上に配置されないことを特徴とする。

30

請求項6記載のプラズマ処理装置は、請求項5記載のプラズマ処理装置において、前記スペーサーは板状部材であり、前記ガス流路は、前記中間部材に対向する前記スペーサーの表面及び前記電極板に対向する前記スペーサーの表面のいずれか1つに形成された溝を含むことを特徴とする。

【0018】

請求項7記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記スペーサーはシリコン又は炭化珪素からなることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0023】

請求項1, 2, 3記載のプラズマ処理装置によれば、第2のガス通気孔に侵入したプラズマによる異常放電に起因して上部電極が破損するのを防止できると共に、部品点数の増加を防止してメンテナンス性の悪化を防止できる。このとき、環状の電極の直下においてプラズマの大部分乃至過半を生成して電極アッセンブリの直下に拡散させる。したがって、電極板ではプラズマのイオンから受けるアタックが少ないため、第1のガス通気孔の削れを効果的に抑制し、電極アッセンブリの交換寿命を大幅に延長することができる。また、環状の電極はガス噴出口を有していないため、イオンのアタックによる影響は少なく、交換寿命が短くなることがない。

また、請求項1記載のプラズマ処理装置によれば、第1のガス通気孔に侵入したプラズ

50

マのエネルギーを多孔質材中の孔の壁面との衝突によって消失させることができ、これにより、第1のガス通気孔に侵入したプラズマが第2のガス通気孔へ侵入するのを確実に防止することができる。

また、請求項2記載のプラズマ処理装置によれば、電極板が帯電して第1のガス通気孔に電界が発生するのを防止でき、もって、電界によって第1のガス通気孔に侵入したプラズマが活性化されて第2のガス通気孔へ侵入するのを防止ことができ、更に、電極板及び中間部材を確実に電氣的に導通させることができる。

更に、請求項3記載のプラズマ処理装置によれば、位置決めピンは熱膨張を吸収することができ、もって、スパーサーが破損するのを防止できる。

【0024】

請求項4記載のプラズマ処理装置によれば、処理室内におけるラジカルの空間的な分布特性を任意に制御することができる。

【0025】

請求項5記載のプラズマ処理装置によれば、第1のガス通気孔に侵入したプラズマのエネルギーを衝突によって消失させることができ、これにより、上記第1のガス通気孔に侵入したプラズマが上記第2のガス通気孔へ侵入するのを確実に防止することができる。

請求項6記載のプラズマ処理装置によれば、第1のガス通気孔に侵入したプラズマを溝に導いて、スパーサーの表面や中間部材の表面に衝突させることによってプラズマのエネルギーを確実に消失させることができ、これにより、第1のガス通気孔に侵入したプラズマが第2のガス通気孔へ侵入するのをより確実に防止することができる。

【0031】

請求項7記載のプラズマ処理装置によれば、第1のガス通気孔において、侵入したプラズマに起因する異常放電が発生するのを防止することができ、もって、電極板が破損するのを確実に防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

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。

【0034】

まず、本発明の第1の実施の形態に係る基板処理装置について説明する。

【0035】

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。

【0036】

図1において、プラズマ処理装置1は、容量結合型平行平板プラズマエッチング装置として構成されており、例えば、表面がアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムからなる円筒形のチャンバ10を備える。該チャンバ10は保安接地されている。

【0037】

チャンバ10の底部には、セラミック等の絶縁板11を介して円柱状のサセプタ支持台12が配置され、このサセプタ支持台12の上に、例えば、アルミニウムからなるサセプタ13が配置されている。サセプタ13は下部電極を構成し、エッチング処理が施される基板、例えば、半導体ウエハWを載置する。

【0038】

サセプタ13の上面には半導体ウエハWを静電吸着力で保持するための静電チャック（ESC）14が配置されている。静電チャック14は導電膜からなる下部電極板15と、該下部電極板15を挟持する一対の絶縁層又は絶縁シートとからなり、該下部電極板15には直流電源16が後述する接続端子58及び可動給電棒67を介して電氣的に接続されている。この静電チャック14は、直流電源16によって印加された直流電圧に起因するクーロン力又はジョンソン・ラーベック(Johnsen-Rahbek)力によって半導体ウエハWを吸着保持する。

【0039】

10

20

30

40

50

また、静電チャック 14 の上面において半導体ウエハ W が吸着保持される部分には、静電チャック 14 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 56 が配置されている。これらのプッシャーピン 56 は、モータ（図示せず）にボールねじ（図示せず）を介して接続され、ボールねじによって直線運動に変換されたモータの回転運動に起因して静電チャック 14 の上面から自在に突出する。半導体ウエハ W にエッチング処理を施す場合において静電チャック 14 が半導体ウエハ W を吸着保持するときには、プッシャーピン 56 は静電チャック 14 に収容され、エッチング処理が施された半導体ウエハ W をプラズマ生成空間 S から搬出するときには、プッシャーピン 56 は静電チャック 14 の上面から突出して半導体ウエハ W を静電チャック 14 から離間させて上方へ持ち上げる。

【0040】

10

静電チャック 14 の周囲且つサセプタ 13 の上面には、エッチングの均一性を向上させるための、例えば、シリコン (Si) からなるフォーカスリング 17 が配置され、該フォーカスリング 17 の周囲には、該フォーカスリング 17 の側部を保護するカバーリング 54 が配置されている。また、サセプタ 13 及びサセプタ支持台 12 の側面には、例えば、石英 (SiO₂) からなる円筒状の内壁部材 18 が貼り付けられている。

【0041】

サセプタ支持台 12 の内部には、例えば、円周方向に延在する冷媒室 19 が配置されている。冷媒室 19 には、外付けのチラーユニット（図示しない）から配管 20a, 20b を介して所定温度の冷媒、例えば、冷却水が循環供給される。冷媒室 19 は冷媒の温度によってサセプタ 13 上の半導体ウエハ W の処理温度を制御する。

20

【0042】

また、伝熱ガス供給機構（図示しない）から伝熱ガス、例えば、ヘリウム (He) ガスがガス供給ライン 21 を介して静電チャック 14 の上面及び半導体ウエハ W の裏面の間に供給される。

【0043】

サセプタ 13 の上方には、該サセプタ 13 と平行且つ対向するように上部電極 22 が配置されている。ここで、サセプタ 13 及び上部電極 22 の間の空間はプラズマ生成空間 S（処理室内空間）として機能する。上部電極 22 は、サセプタ 13 と所定の間隔を置いて対向配置されている環状又はドーナツ形状の外側上部電極 23 と、該外側上部電極 23 の半径方向内側に外側上部電極 23 と絶縁して配置されている円板形状の内側上部電極 24 とで構成される。プラズマ生成に関して、外側上部電極 23 が主で、内側上部電極 24 は補助のとなる関係を有している。

30

【0044】

図 2 は、図 1 における上部電極周りの概略構成を示す拡大断面図である。

【0045】

図 2 において、外側上部電極 23 と内側上部電極 24 との間には、例えば、0.25 ~ 2.0 mm の環状ギャップ（隙間）が形成され、該ギャップに、例えば、石英からなる誘電体 25 が配置される。また、このギャップには石英からなる誘電体 25 の代わりにセラミック体を配置してもよい。外側上部電極 23 と内側上部電極 24 とが誘電体 25 を挟むことによってコンデンサが形成される。該コンデンサのキャパシタンス C1 は、ギャップの大きさと誘電体 25 の誘電率とに応じて所望の値に選定又は調整される。また、外側上部電極 23 とチャンバ 10 の側壁との間には、例えば、アルミナ (Al₂O₃) 若しくはイットリア (Y₂O₃) からなる環状の絶縁性遮蔽部材 26 が気密に配置されている。

40

【0046】

外側上部電極 23 は、ジュール熱の少ない低抵抗の導電体又は半導体、例えば、シリコンで構成されるのがよい。外側上部電極 23 には、上部整合器 27、上部給電棒 28、コネクタ 29 及び給電筒 30 を介して上部高周波電源 31 が電氣的に接続されている。上部高周波電源 31 は、13.5 MHz 以上の周波数、例えば、60 MHz の高周波電圧を出力する。上部整合器 27 は、上部高周波電源 31 の内部（又は出力）インピーダンスに負荷インピーダンスを整合させ、チャンバ 10 内にプラズマが生成されている時に、上部高

50

周波電源 3 1 の出力インピーダンスと負荷インピーダンスが見かけ上一致するように機能する。また、上部整合器 2 7 の出力端子は上部給電棒 2 8 の上端に接続されている。

【 0 0 4 7 】

給電筒 3 0 は、略円筒状又は円錐状の導電板、例えば、アルミニウム板又は銅板からなり、下端が周回方向で連続的に外側上部電極 2 3 に接続され、上端がコネクタ 2 9 を介して上部給電棒 2 8 の下端部に電氣的に接続されている。給電筒 3 0 の外側では、チャンバ 1 0 の側壁が上部電極 2 2 の高さ位置よりも上方に延出して円筒状の接地導体 1 0 a を構成している。該円筒状接地導体 1 0 a の上端部は筒状の絶縁部材 3 1 によって上部給電棒 2 8 から電氣的に絶縁されている。本構成においては、コネクタ 2 9 からみた負荷回路において、給電筒 3 0、外側上部電極 2 3 及び円筒状接地導体 1 0 a によって給電筒 3 0 及び外側上部電極 2 3 を導波路とする同軸線路が形成される。

10

【 0 0 4 8 】

内側上部電極 2 4 は、多数の電極板ガス通気孔 3 2 a (第 1 のガス通気孔) を有する、例えば、シリコンや炭化珪素 (SiC) 等の半導体材料からなる上部電極板 3 2 と、該上部電極板 3 2 を着脱可能に支持する導電材料、例えば、表面にアルマイト処理が施されたアルミニウムからなる電極支持体 3 3 とを有する。上部電極板 3 2 はボルト (図示しない) によって電極支持体 3 3 に締結される。該ボルトの頭部は上部電極板 3 2 の下部に配置された環状のシールドリング 5 3 によって保護される。

【 0 0 4 9 】

上部電極板 3 2 において各電極板ガス通気孔 3 2 a は上部電極板 3 2 を貫通する。電極支持体 3 3 の内部には、後述する処理ガスが導入されるバッファ室が形成され、該バッファ室は、例えば、リングからなる環状隔壁部材 4 3 で分割された 2 つのバッファ室、すなわち、中心バッファ室 3 5 及び周辺バッファ室 3 6 からなり、下部が開放されている。電極支持体 3 3 の下方には、バッファ室の下部を閉塞するクーリングプレート (以下、「C / P」という。) 3 4 (中間部材) が配置されている。該 C / P 3 4 は、表面にアルマイト処理が施されたアルミニウムからなり、多数の C / P ガス通気孔 3 4 a (第 2 のガス通気孔) を有する。C / P 3 4 において各 C / P ガス通気孔 3 4 a は C / P 3 4 を貫通する。

20

【 0 0 5 0 】

また、上部電極板 3 2 及び C / P 3 4 の間には、シリコンや炭化珪素等の半導体材料からなるスペーサー 3 7 が介在する。

30

【 0 0 5 1 】

図 3 は、図 2 におけるスペーサーをクーリングプレート側から眺めた平面図である。

【 0 0 5 2 】

図 3 において、スペーサー 3 7 は円板状部材であり、C / P 3 4 に対向する表面 (以下、単に「上面」という。) において円板と同心に形成された多数の上面環状溝 3 7 b と、スペーサー 3 7 を貫通し且つ各上面環状溝 3 7 b の底部において開口する多数のスペーサーガス通気孔 3 7 a (第 3 のガス通気孔) を有する。各上面環状溝 3 7 b は、スペーサー 3 7 及び C / P 3 4 をアッセンブリした場合に各 C / P ガス通気孔 3 4 a と対向するように配置されている。

40

【 0 0 5 3 】

また、スペーサー 3 7 は上部電極板 3 2 に対向する表面 (以下、単に「下面」という。) において円板と同心に形成された多数の下面環状溝 3 7 c を有する。下面環状溝 3 7 c も、スペーサー 3 7 及び上部電極板 3 2 をアッセンブリした場合に各電極板ガス通気孔 3 2 a と対向するように配置されている。また、各スペーサーガス通気孔 3 7 a も下面環状溝 3 7 c の底部において開口する。スペーサーガス通気孔 3 7 a、上面環状溝 3 7 b 及び下面環状溝 3 7 c はスペーサーガス流路を構成し、該スペーサーガス流路は C / P ガス通気孔 3 4 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a を連通する。

【 0 0 5 4 】

ここで、スペーサー 3 7 の厚さは、該スペーサー 3 7 及び C / P 3 4 の積層厚さが従来

50

のプラズマ処理装置におけるクーリングプレートの厚さと同じになるように設定される。これにより、上部電極板 3 2 の厚さを従来のプラズマ処理装置における上部電極板の厚さと同じにすることができ、上部電極板 3 2 として従来のプラズマ処理装置における上部電極板を使用することが可能となる。本実施の形態では、上述した上部電極板 3 2、スパーサー 3 7、C / P 3 4 及び電極支持体 3 3 が上部電極アッセンブリを構成し、プラズマ処理装置 1 のメンテナンス等において上部電極アッセンブリはまとめて交換可能である。

【 0 0 5 5 】

図 2 に戻り、内側上部電極 2 4 は、後述する処理ガス供給源 3 8 からバッファ室に導入された処理ガスを、C / P 3 4 の C / P ガス通気孔 3 4 a、スパーサー 3 7 のスパーサーガス流路及び上部電極板 3 2 の電極板ガス通気孔 3 2 a を介して、プラズマ生成空間 S に供給する。ここで、中心バッファ室 3 5 と、その下方に存在する複数の C / P ガス通気孔 3 4 a、スパーサーガス流路及び電極板ガス通気孔 3 2 a とは中心シャワーヘッド（処理ガス供給経路）を構成し、周辺バッファ室 3 6 と、その下方に存在する複数の C / P ガス通気孔 3 4 a、スパーサーガス流路及び電極板ガス通気孔 3 2 a とは周辺シャワーヘッド（処理ガス供給経路）を構成する。

10

【 0 0 5 6 】

また、中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドのいずれにおいても、スパーサーガス通気孔 3 7 a、電極板ガス通気孔 3 2 a 及び C / P ガス通気孔 3 4 a は同一直線上に配置されず、ラビリンスを構成する。すなわち、上述した 3 つのガス通気孔のうち、いずれか 1 つのガス通気孔の中心軸上に、残りの 2 つのいずれか一方のガス通気孔が配置されることがない。ここで、スパーサーガス通気孔 3 7 a、電極板ガス通気孔 3 2 a 及び C / P ガス通気孔 3 4 a の配置は図 2 に示す配置に限られず、図 4 に示すような配置であってもよい。

20

【 0 0 5 7 】

例えば、図 4 (A) において、スパーサーガス通気孔 3 7 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a は同一直線上に配置されるが、C / P ガス通気孔 3 4 a はスパーサーガス通気孔 3 7 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a の中心軸上に配置されない。また、スパーサー 3 7 は上面環状溝 3 7 b のみを有し、該上面環状溝 3 7 b が C / P ガス通気孔 3 4 a 及びスパーサーガス通気孔 3 7 a を連通する。

【 0 0 5 8 】

図 4 (B) において、スパーサーガス通気孔 3 7 a 及び C / P ガス通気孔 3 4 a は同一直線上に配置されるが、電極板ガス通気孔 3 2 a はスパーサーガス通気孔 3 7 a 及び C / P ガス通気孔 3 4 a の中心軸上に配置されない。また、スパーサー 3 7 は下面環状溝 3 7 c のみを有し、該下面環状溝 3 7 c が電極板ガス通気孔 3 2 a 及びスパーサーガス通気孔 3 7 a を連通する。

30

【 0 0 5 9 】

図 4 (C) において、C / P ガス通気孔 3 4 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a は同一直線上に配置されず、スパーサー 3 7 を斜方向に貫通するスパーサーガス通気孔 3 7 d によって連通される。なお、スパーサー 3 7 はスパーサーガス通気孔 3 7 a 及び下面環状溝 3 7 c のいずれも有しない。

40

【 0 0 6 0 】

図 4 (D) において、C / P ガス通気孔 3 4 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a は同一直線上に配置され、スパーサー 3 7 をくの字状に貫通するスパーサーガス通気孔 3 7 e によって連通される。

【 0 0 6 1 】

図 4 (E) において、C / P ガス通気孔 3 4 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a は同一直線上に配置され、スパーサー 3 7 を螺旋状に貫通するスパーサーガス通気孔 3 7 f によって連通される。なお、図 4 に示すような配置以外であっても、上述した 3 つのガス通気孔のうち、いずれか 1 つのガス通気孔の中心軸上に、残りの 2 つのいずれか一方のガス通気孔が配置されない配置であれば、いかなる配置であってもよい。

50

【 0 0 6 2 】

また、上述したいずれの配置においても、中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドのコンダクタンスは、従来のプラズマ処理装置における上部電極板のガス通気孔及びクーリングプレートのガス通気孔のコンダクタンスと同程度であるのが好ましく、具体的には従来のプラズマ処理装置におけるコンダクタンスの $\pm 50\%$ の範囲、すなわち、 $6.9 \times 10^5 \sim 2.1 \times 10^6$ におけるいずれかの値であるのがよい。

【 0 0 6 3 】

図1に戻り、チャンバ10の外部には処理ガス供給源38が配置されている。該処理ガス供給源38は、中心バッファ室35及び周辺バッファ室36に処理ガスを所望の流量比で供給する。具体的には、処理ガス供給源38からのガス供給管39が途中で2つの分岐管39a, 39bに分岐して中心バッファ室35及び周辺バッファ室36に接続され、分岐管39a, 39bはそれぞれ流量制御弁40a, 40b(流量制御装置)を有する。処理ガス供給源38から中心バッファ室35及び周辺バッファ室36までの流路のコンダクタンスが等しくなるように設定されているので、流量制御弁40a, 40bの調整により、中心バッファ室35及び周辺バッファ室36に供給する処理ガスの流量比を任意に調整できるようになっている。さらに、ガス供給管39にはマスフローコントローラ(MFC)41及び開閉バルブ42が配置されている。

【 0 0 6 4 】

以上の構成により、プラズマ処理装置1は、中心バッファ室35と周辺バッファ室36とに導入する処理ガスの流量比を調整することで、中心シャワーヘッドより噴出されるガスの流量FCと周辺シャワーヘッドより噴出されるガスの流量FEとの比率(FC/FE)を任意に調整する。なお、中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドよりそれぞれ噴出させる処理ガスの単位面積当たりの流量を個別に調整することも可能である。さらに、分岐管39a, 39bのそれぞれに対応する2つの処理ガス供給源を配置することによって中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドよりそれぞれ噴出させる処理ガスのガス種又はガス混合比を独立又は別個に設定することも可能である。

【 0 0 6 5 】

また、内側上部電極24の電極支持体33には、上部整合器27、上部給電棒28、コネクタ29及び上部給電筒44を介して上部高周波電源31が電氣的に接続されている。上部給電筒44の途中には、キャパシタンスを可変調整できる可変コンデンサ45が配置されている。なお、外側上部電極23及び内側上部電極24にも冷媒室又は冷却ジャケット(図示しない)を設けて、外部のチラーユニット(図示しない)から供給される冷媒によって電極の温度を制御してもよい。

【 0 0 6 6 】

チャンバ10の底部には排気口46が設けられ、この排気口46に排気マニフォールド47を介して可変式バタフライバルブである自動圧力制御弁(Automatic Pressure Control Valve)(以下、「APCバルブ」という。)48及びターボ分子ポンプ(Turbo Molecular Pump)(以下、「TMP」という。)49が接続されている。APCバルブ48及びTMP49は協働して、チャンバ10内のプラズマ生成空間Sを所望の真空度まで減圧する。また、排気口46及びプラズマ処理空間Sの間には、複数の通気孔を有する環状のバッフル板50がサセプタ支持台12を取り巻くように配置され、該バッフル板50はプラズマ生成空間Sから排気口46へのプラズマの漏洩を防止する。

【 0 0 6 7 】

また、チャンバ10の側壁には半導体ウエハWの搬入出口51が配置されている。チャンバ10の外部には搬入出口51と、プラズマ処理装置1に隣接する基板搬送装置(ロードロックモジュール)(図示しない)とを連結するゲートバルブ52が配置されている。また、搬入出口51及びプラズマ生成空間Sの間には空気圧によって上下動するスライドバルブとしてのシャッタ55が配置されている。シャッタ55は、半導体ウエハWのプラズマ生成空間Sの搬入時においてゲートバルブ52が開いた際、搬入出口51をプラズマ生成空間Sから遮断し、プラズマが搬入出口51を介してロードロックモジュールへ漏

10

20

30

40

50

洩するのを防止する。

【0068】

また、プラズマ処理装置1では、下部電極としてのサセプタ13に下部給電筒57及び下部整合器58を介して下部高周波電源59が電氣的に接続されている。この下部高周波電源59は、2～27MHzの範囲内の周波数、例えば、2MHzの高周波電圧を出力する。下部整合器58は、下部高周波電源59の内部（又は出力）インピーダンスに負荷インピーダンスを整合させるためのもので、チャンバ10内のプラズマ生成空間Sにプラズマが生成されている時に下部高周波電源59の内部インピーダンスと負荷インピーダンスが見かけ上一致するように機能する。

【0069】

下部給電筒57の内側空間には、下部電極板15に接続され且つサセプタ13を貫通する接続端子58の端部が露出し、該内側空間において上下動する可動給電棒67が配置されている。直流電源16が下部電極板15に直流電圧を印加する場合、可動給電棒67が上昇して接続端子58に接触し、直流電源16が下部電極板15に直流電圧を印加しない場合、可動給電棒67が下降して接続端子58から離れる。

【0070】

可動給電棒67は底部にフランジを有し、また、下部給電筒57も内側空間に向けて突出するフランジを有する。可動給電棒67のフランジ及び下部給電筒57のフランジの間には可動給電棒67の上下動を規制する、絶縁体である窒化珪素（SiN）からなるバネ60が配置されている。従来のプラズマ処理装置では、バネが導体からなるため、下部給電筒を流れる高周波電力に起因する電磁誘導によってバネが発熱して高温となり、バネの劣化が発生していた。これに対応して、本実施の形態では、上述したように、バネ60が絶縁体からなるので、高周波電力に起因する電磁誘導が発生せず、バネ60が高温になることがなく、もって、バネ60の劣化を防止することができる。

【0071】

また、プラズマ処理装置1では、内側上部電極24に、上部高周波電源31からの高周波電力（60MHz）をグランドに通さずに、下部高周波電源59からの高周波電力（2MHz）をグランドへ通すローパスフィルタ（LPF）61が電氣的に接続されている。このLPF61は、好ましくは、LRフィルタ又はLCフィルタで構成されるのがよい。但し、1本の導線でも上部高周波電源31からの高周波電力に対して十分大きなリアクタンスを付与することが可能なので、LRフィルタ又はLCフィルタの代わりに1本の導線を内側上部電極24に電氣的に接続するのみでもよい。一方、サセプタ13には、上部高周波電源31からの高周波電力をグランドへ通すためのハイパスフィルタ（HPF）62が電氣的に接続されている。

【0072】

また、内側上部電極24では、図5に示すように、導体、例えばSUSからなるボルト63によってC/P34、スペーサ37及び上部電極板32が締結されている。ここで、C/P34におけるボルト63の頭部が接触するボルト座面34bにおいて、C/P34の表面を覆うアルマイト（絶縁膜）は存在せず、C/P34のアルミニウムが露出するため、C/P34とボルト63とは電氣的に導通する。一方、半導体材料からなる上部電極板32はボルト63のねじ部と螺合するねじ孔32bを有し、ボルト63は該ねじ孔32bと螺合するので、上部電極板32とボルト63とは電氣的に導通する。したがって、C/P34及び上部電極板32はボルト63を介して電氣的に導通する。

【0073】

従来のプラズマ処理装置では、クーリングプレート及び上部電極板が電氣的に導通せず、エッチング処理を繰り返すと、上部電極板が帯電して上部電極板及びクーリングプレート間に電位差が発生し、さらには上部電極板のガス通気孔において電界が生ずる。この電界によって上部電極板のガス通気孔に侵入したイオンが活性化し、該イオンがクーリングプレートのガス通気孔に侵入する。本実施の形態では、これに対応して、上述したようにC/P34及び上部電極板32を電氣的に導通する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

なお、本実施の形態では、6カ所においてボルト63によってC/P34、スペーサー37及び上部電極板32が締結されるが、C/P34及び上部電極板32を電氣的に導通するためには、少なくとも1カ所において上述したボルト63を適用すればよい。

【 0 0 7 5 】

さらに、内側上部電極24では、上部電極板32、スペーサー37、C/P34及び電極支持体33からなる上述の上部電極アッセムブリの交換を行う場合、まず、交換用の上部電極板32、スペーサー37、C/P34及び電極支持体33をアッセムブリする必要がある。このとき、図6に示すように、2つの円筒状の位置決めピン64によってスペーサー37及びC/P34の位置決めが行われる。具体的には、逆さに置かれたC/P34のスペーサー37に対向する面に開口する位置決めピン孔34cに位置決めピン64を挿入し、スペーサー37を、スペーサー37のC/P34に対向する面に開口する位置決めピン孔(図示しない)にC/P34から突出する位置決めピン64を挿入するように、C/P34に載置する。なお、図6において、C/P34のガス通気孔34aの図示は省略されている。

10

【 0 0 7 6 】

位置決めピン64は側面において上下方向に貫通するスリット64aを備え、断面形状はC字状を呈する。また、位置決めピン64は樹脂材料、例えば、セラゾール(登録商標)からなる。

【 0 0 7 7 】

従来のプラズマ処理装置では、クーリングプレート及び上部電極板の位置決めを丸棒状の位置決めピンによって行っていたが、エッチング処理を繰り返した場合、位置決めピンが熱膨張し、上部電極板の位置決めピン孔を基点とする亀裂が発生する。本実施の形態では、これに対応して、上述したように、位置決めピン64を円筒で構成し、さらに、上下方向に貫通するスリットを設けることにより、熱膨張を該スリットによって吸収する。

20

【 0 0 7 8 】

なお、本実施の形態では、位置決めピン64の材料として樹脂を用いたが、弾性材料であれば金属等も用いることができる。

【 0 0 7 9 】

また、内側上部電極24では、上部電極アッセムブリはチャンバ10の上面に設けられたチャンバ蓋68によって覆われる。ここで、図7に示すように、チャンバ蓋68及びC/P34の間にはOリング65が配置されている。このOリング65は幅広の下部65b及び狭小の上部65aからなり、C/P34の上面に設けられたOリング収容溝66に圧縮されて収容される。

30

【 0 0 8 0 】

従来のプラズマ処理装置では、Oリングの断面形状は丸状であり、上部電極アッセムブリをチャンバ蓋で覆う際、Oリングとチャンバ蓋の接触面積が大きいため、Oリングがチャンバ蓋に固着する。その結果、上部電極アッセムブリの交換のためにチャンバ蓋を開放したとき、チャンバ蓋とともにクーリングプレートが持ち上がる。本実施の形態では、これに対応して、Oリング65においてチャンバ蓋68を接触する上部65aの幅を狭くすることにより、Oリング65とチャンバ蓋66の接触面積を小さくしてチャンバ蓋66へのOリング65の固着を防止し、もって、C/P34の持ち上がりを防止することができる。

40

【 0 0 8 1 】

プラズマ処理装置1において、エッチングを行なうには、先ずゲートバルブ52を開状態にして加工対象の半導体ウエハWをチャンバ10内に搬入して、サセプタ13の上に乗置する。そして、処理ガス供給源38より処理ガス、例えば、 C_4F_8 ガス及びアルゴン(Ar)ガスの混合ガスを所定の流量及び流量比で中心バッファ室35及び周辺バッファ室36に導入し、APCバルブ48及びTMP49によってチャンバ10内のプラズマ生成空間Sの圧力をエッチングに適した値、例えば、数mTorr~1Torrの範囲内のいずれか

50

の値に設定する。

【0082】

さらに、上部高周波電源31によってプラズマ生成用の高周波電力(60MHz)を所定のパワーで上部電極22(外側上部電極23、内側上部電極24)に印加するとともに、下部高周波電源59によってエッチング処理用、具体的には、反応性エッチング処理(Reactive Ion Etching)の高周波電力(2MHz)を所定のパワーでサセプタ13に印加する。また、直流電源16より直流電圧を静電チャック14の下部電極板15に印加して、半導体ウエハWをサセプタ13に静電吸着する。

【0083】

次いで、中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドより噴出された処理ガスは上部電極22及びサセプタ13の間におけるグロー放電中でプラズマとなり、このとき生成されるラジカルやイオンによって半導体ウエハWの被処理面が物理的又は化学的にエッチングされる。

【0084】

プラズマ処理装置1では、上部電極22に対して高い周波数領域(イオンが動けない5~10MHz以上)の高周波を印加することにより、プラズマを好ましい解離状態で高密度化するので、より低圧の条件下でも高密度プラズマを形成することができる。

【0085】

また、上述したように、内側上部電極24において、サセプタ13に静電吸着された半導体ウエハWに対向する中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドで処理ガス噴出流量の比率を任意に調整できるので、ガス分子又はラジカル密度の空間分布を半導体ウエハWの径方向で制御し、ラジカルベースによるエッチング特性の空間的な分布特性を任意に制御することもできる。

【0086】

一方、上部電極22においては、プラズマ生成のための高周波電極として外側上部電極23を主、内側上部電極24を副とし、上部高周波電源31及び下部高周波電源59によって上部電極22直下の電子に与える電界強度の比率を調整可能にしている。したがって、イオン密度の空間分布を径方向で制御し、反応性イオンエッチングの空間的な特性を任意かつ精細に制御することができる。

【0087】

ここで、外側上部電極23及び内側上部電極24の間で電界強度又は投入電力の比率を変更することによって行なわれるイオン密度空間分布の制御は、中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドの間で処理ガスの流量やガス密度又はガス混合比の比率を変更することによって行なわれるラジカル密度空間分布の制御に実質的な影響を及ぼすことがない。すなわち、中心シャワーヘッドと周辺シャワーヘッドによって噴出される処理ガスの解離が内側上部電極24直下のエリア内で行なわれるため、外側上部電極23及び内側上部電極24の間で電界強度のバランスを変更しても、内側上部電極24内(同一エリア内)の中心シャワーヘッド及び周辺シャワーヘッドの間のラジカル生成量ないし密度のバランスには殆ど影響しない。このように、プラズマ処理装置1では、イオン密度の空間分布とラジカル密度の空間分布とを実質上独立に制御することができる。

【0088】

また、このプラズマ処理装置1は、外側上部電極23の直下においてプラズマの大部分乃至過半を生成して内側上部電極24の直下に拡散させる。したがって、内側上部電極24ではプラズマのイオンから受けるアタックが少ないため、上部電極板32のガス通気孔32aの削れを効果的に抑制し、上部電極アセンブリの交換寿命を大幅に延長することができる。

【0089】

一方、外側上部電極23はガス噴出口を有していないため、イオンのアタックによる影響は少なく、内側上部電極24の代わりに外側上部電極23の交換寿命が短くなるようなことはない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

上述したプラズマ処理装置 1 によれば、上部電極板 3 2、スペーサー 3 7、C / P 3 4 及び電極支持体 3 3 からなる上部電極アッセンブリにおいて、スペーサーガス通気孔 3 7 a、電極板ガス通気孔 3 2 a 及び C / P ガス通気孔 3 4 a が同一直線上に配置されず、ラビリンスを構成するので、電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンのエネルギーを電極板ガス通気孔 3 2 a の壁面やスペーサーガス通気孔 3 7 a の壁面との衝突によって消失させることができ、これにより、電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンが C / P ガス通気孔 3 4 a へ侵入するのを確実に防止することができる。その結果、C / P ガス通気孔 3 4 a に侵入したイオンによる異常放電に起因して上部電極板 3 2 が破損するのを防止できると共に、イオンのスペーサーガス通気孔 3 7 a への侵入を阻止する挿入部材を電極板ガス通気孔 3 2 a に挿入する必要がないので、部品点数の増加を防止してメンテナンス性の悪化を防止できる。

10

【 0 0 9 1 】

また、上部電極板 3 2 の電極板ガス通気孔 3 2 a が削れても、イオンの C / P ガス通気孔 3 4 a への侵入を防止することができるので、上部電極板 3 2 の交換寿命、引いては上部電極アッセンブリの交換寿命を大幅に延長することができる。なお、スペーサー 3 7 はラビリンスを構成するためだけに存在しているので、スペーサー 3 7 が消耗しても交換する必要は殆ど無い。

【 0 0 9 2 】

上述したプラズマ処理装置 1 では、スペーサーガス流路がスペーサー 3 7 の上面に形成された上面環状溝 3 7 b 及びスペーサー 3 7 の下面に形成された下面環状溝 3 7 c を有するので、スペーサーガス流路は、電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンを下面環状溝 3 7 c や上面環状溝 3 7 b に導いて、スペーサー 3 7 の下面、C / P 3 4 の表面及び下面環状溝 3 7 c 又は上面環状溝 3 7 b の壁面に衝突させることによってイオンのエネルギーを確実に消失させることができ、これにより、電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンが C / P ガス通気孔 3 4 a へ侵入するのをより確実に防止することができる。

20

【 0 0 9 3 】

なお、スペーサー 3 7 の上面や下面に形成される溝は、環状溝に限られず、中心シャワーヘッドや周辺シャワーヘッドにおいて、C / P ガス通気孔 3 4 a、スペーサーガス通気孔 3 7 a 及び電極板ガス通気孔 3 2 a と共にラビリンスを構成可能な溝であればよい。

30

【 0 0 9 4 】

また、上述したプラズマ処理装置 1 では、電極板ガス通気孔 3 2 a、C / P ガス通気孔 3 4 a 及びスペーサーガス流路からなる中心シャワーヘッド又は周辺シャワーヘッドのコンダクタンスは、 $6.9 \times 10^5 \sim 2.1 \times 10^6$ であるため、従来のプラズマ処理装置における上部電極板のガス通気孔及びクーリングプレートのガス通気孔のコンダクタンスと同程度であり、処理ガスの供給効率を従来のプラズマ処理装置と同程度に維持することができ、もって、エッチング処理の効率低下を防止できる。

【 0 0 9 5 】

さらに、上述したプラズマ処理装置 1 では、上部電極板 3 2 及び C / P 3 4 は電氣的に導通するので、上部電極板 3 2 が帯電して電極板ガス通気孔 3 2 a に電界が発生するのを防止でき、もって、電界によって電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンが活性化されて C / P ガス通気孔 3 4 a へ侵入するのを防止することができる。

40

【 0 0 9 6 】

なお、上述したプラズマ処理装置 1 において、上部電極板 3 2 及び C / P 3 4 だけでなく、C / P 3 4 及びスペーサー 3 7 を電氣的に導通させてもよい。これにより、スペーサーガス通気孔 3 7 a においても電界が発生するのを防止でき、スペーサーガス通気孔 3 7 a に侵入したイオンが活性化されるのを防止できる。

【 0 0 9 7 】

なお、C / P 3 4 のアルマイトが該 C / P 3 4 のスペーサー 3 7 との接触面において存在せず、該接触面にシリコン膜が溶射により形成され、該シリコン膜がスペーサー 3 7 と

50

直接接触し、さらに、スペーサー 37 が上部電極板 32 と直接接触することにより、上部電極板 32 が C/P 34 に電氣的に導通されてもよい。

【0098】

また、上述したプラズマ処理装置 1 では、C/P 34 及びスペーサー 37 の位置決めを行う円筒状の位置決めピン 64 の断面形状は C 字状であり、位置決めピン 64 は側面において上下方向に貫通するスリット 64a を備えるので、該位置決めピン 64 は熱膨張を吸収することができ、もって、スペーサー 37 が破損するのを防止できる。

【0099】

また、位置決めピン 64 は横方向の応力に対して柔軟に変形するので、バネとして機能し、C/P 34 にスペーサー 37 をアッセンブリする際、スペーサー 37 の C/P 34 に対するずれが発生した場合、すなわち、位置決めピン 64 に横方向の応力が負荷された場合、スペーサー 37 のずれを解消するようにスペーサー 37 を C/P 34 に対して相対的に移動させることができる。

【0100】

なお、位置決めピン 64 と同様の構造の位置決めピンをスペーサー 37 及び上部電極板 32 のアッセンブリに適用してもよく、これにより、上部電極板 32 が破損するのを防止できる。

【0101】

上述したプラズマ処理装置 1 では、上部電極板 32 及びスペーサー 37 は共にシリコンや炭化珪素からなるが、上部電極板 32 及びスペーサー 37 を同じ材料で構成する必要はなく、上部電極板 32 及びスペーサー 37 のいずれも半導体又は絶縁体によって構成されればよく、特に、スペーサー 37 は、直接プラズマに晒されないので、例えば、セラミック系や樹脂系の材料によって構成することもできる。

【0102】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る基板処理装置について説明する。

【0103】

本実施の形態は、その構成や作用が上述した第 1 の実施の形態と基本的に同じであり、スペーサーが多孔質材からなる点で上述した第 1 の実施の形態と異なるのみである。したがって、基板処理装置の構成については説明を省略し、以下に第 1 の実施の形態と異なる作用についてのみ説明を行う。

【0104】

図 8 は、本実施の形態に係るプラズマ処理装置における上部電極周りの概略構成を示す拡大断面図である。

【0105】

図 8 において、プラズマ処理装置 80 は、サセプタ 13 と所定の間隔を置いて対向配置されている環状又はドーナツ形状の外側上部電極 23 と、該外側上部電極 23 の半径方向内側に外側上部電極 23 と絶縁して配置されている円板形状の内側上部電極 81 とからなる上部電極 82 を備える。内側上部電極 81 は、上部電極板 32 と、C/P 34 と、上部電極板 32 及び C/P 34 の間に介在する多孔質スペーサー 83 と、電極支持体 33 とからなる上部電極アッセンブリを有する。

【0106】

多孔質スペーサー 83 は、半導体、例えば、シリコンや炭化珪素、若しくは絶縁体からなる多孔質材によって構成されている。この多孔質スペーサー 83 は、C/P 34 の C/P ガス通気孔 34a から噴出した処理ガスを上部電極板 32 の電極板ガス通気孔 32a へ透過させる。また、電極板ガス通気孔 32a へ侵入したイオンをトラップ、例えば、該イオンを多孔質材中の孔の壁面に衝突させてエネルギーを消失させる。

【0107】

上述したプラズマ処理装置 80 によれば、電極板 32 及び C/P 34 の間に介在する多孔質スペーサー 83 は多孔質材からなるので、電極板ガス通気孔 32a に侵入したイオンのエネルギーを多孔質材中の孔の壁面との衝突によって消失させることができ、これによ

10

20

30

40

50

り、電極板ガス通気孔 3 2 a に侵入したイオンが C / P ガス通気孔 3 4 a へ侵入するのを確実に防止することができる。その結果、C / P ガス通気孔 3 4 a に侵入したイオンによる異常放電に起因して上部電極板 3 2 が破損するのを防止できる。

【 0 1 0 8 】

本発明は、上述したエッチング処理に限らず、C V D 処理、プラズマ酸化処理、プラズマ窒化処理、スパッタリング処理等のプラズマ処理を基板に施す基板処理装置及びその上部電極アセンブリに適用可能である。

【 0 1 0 9 】

また、本発明においてプラズマ処理が施される基板は半導体ウエハに限られず、L C D (Liquid Crystal Display) や F P D (Flat Panel Display) 等に用いる各種基板や、フォトマスク、C D 基板、プリント基板等であってもよい。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 0 】

【 図 1 】本発明の第 1 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 における上部電極周りの概略構成を示す拡大断面図である。

【 図 3 】図 2 におけるスペーサーをクーリングプレート側から眺めた平面図である。

【 図 4 】図 2 におけるスペーサーガス通気孔、電極板ガス通気孔及び C / P ガス通気孔の配置の変形例を示す図であり、(A) は第 1 の変形例を示す図であり、(B) は第 2 の変形例を示す図であり、(C) は第 3 の変形例を示す図であり、(D) は第 4 の変形例を示す図であり、(E) は第 5 の変形例を示す図である。

20

【 図 5 】ボルトによる C / P、スペーサー及び上部電極板の締結構造を示す断面図である。

【 図 6 】位置決めピンによるスペーサー及び C / P の位置決め方法を示す斜視図である。

【 図 7 】チャンバ蓋及び C / P の間に配置された O リングを示す断面図である。

【 図 8 】本発明の第 2 の実施の形態に係るプラズマ処理装置における上部電極周りの概略構成を示す拡大断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 1 】

W ウエハ

30

S 処理空間

1 , 8 0 プラズマ処理装置

1 0 チャンバ

1 0 a 接地導体

1 1 絶縁板

1 2 サセプタ支持台

1 3 サセプタ

1 4 静電チャック

1 5 下部電極板

1 6 直流電源

40

1 7 フォーカスリング

1 8 内壁部材

1 9 冷媒室

2 0 a , 2 0 b 配管

2 1 ガス供給ライン

2 2 上部電極

2 3 外側上部電極

2 4 内側上部電極

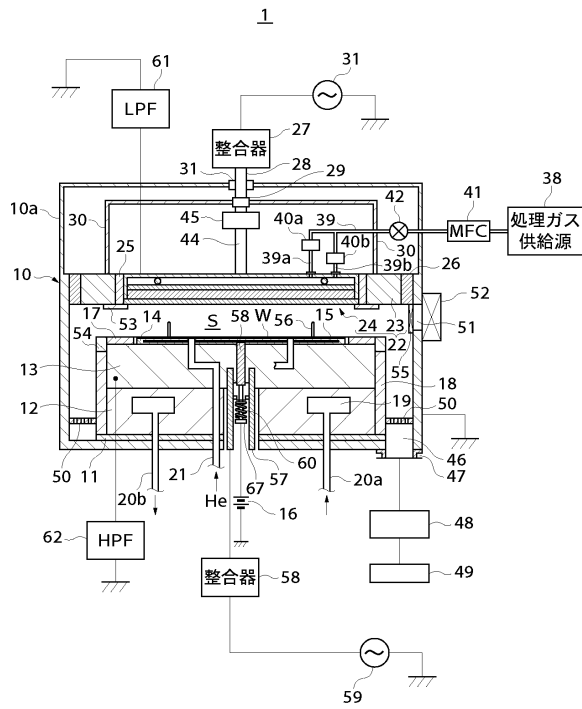
2 5 誘電体

2 6 絶縁性遮蔽部材

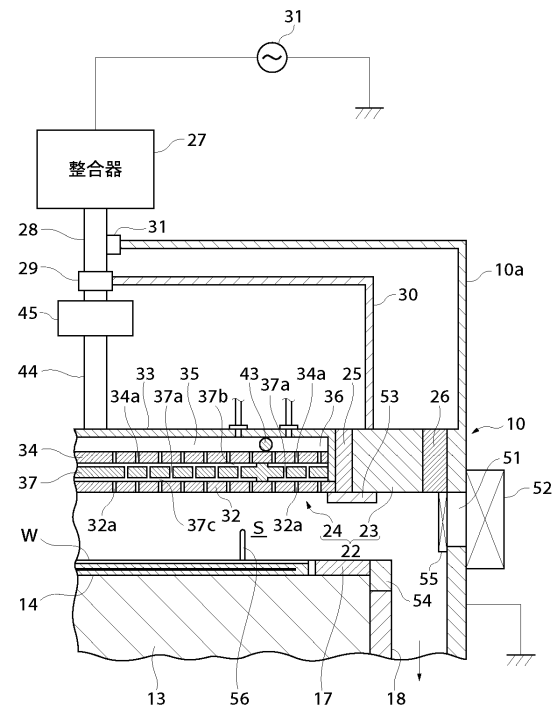
50

2 7	上部整合器	
2 8	上部給電棒	
2 9	コネクタ	
3 0	給電筒	
3 1	上部高周波電源	
3 2	上部電極板	
3 2 a	電極板ガス通気孔	
3 2 b	ねじ孔	
3 3	電極支持体	
3 4	C / P	10
3 4 a	C / P ガス通気孔	
3 4 b	ボルト座面	
3 4 c	位置決めピン孔	
3 5	中心バッファ室	
3 6	周辺バッファ室	
3 7	スペーサー	
3 7 a	スペーサーガス通気孔	
3 8	処理ガス供給源	
3 9	ガス供給管	
3 9 a , 3 9 b	分岐管	20
4 0 a , 4 0 b	流量制御弁	
4 1	マスフローコントローラ	
4 2	開閉バルブ	
4 3	環状隔壁部材	
4 4	上部給電筒	
4 5	可変コンデンサ	
4 6	排気口	
4 7	排気マニフォールド	
4 8	A P C バルブ	
4 9	T M P	30
5 0	バッフル板	
5 1	搬入出口	
5 2	ゲートバルブ	
5 3	シールドリング	
5 4	カバーリング	
5 5	シャッタ	
5 6	プッシャーピン	
5 7	下部給電筒	
5 8	下部整合器	
5 9	下部高周波電源	40
6 0	パネ	
6 1	L P F	
6 2	H P F	
6 3	ボルト	
6 4	位置決めピン	
6 5	Oリング	
6 5 a	上部	
6 5 b	下部	
6 6	Oリング収容溝	
6 7	可動給電棒	50

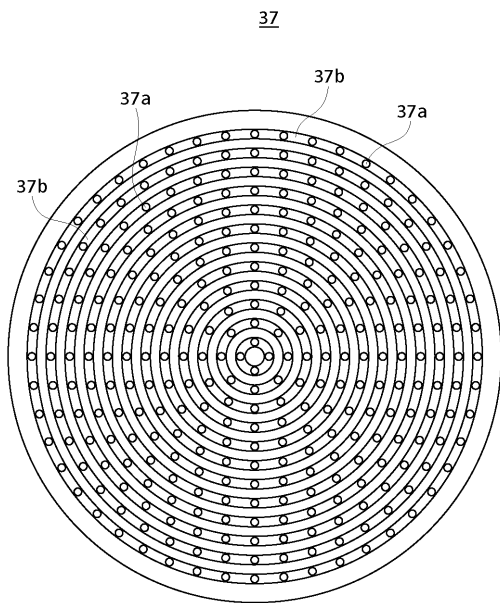
【図1】



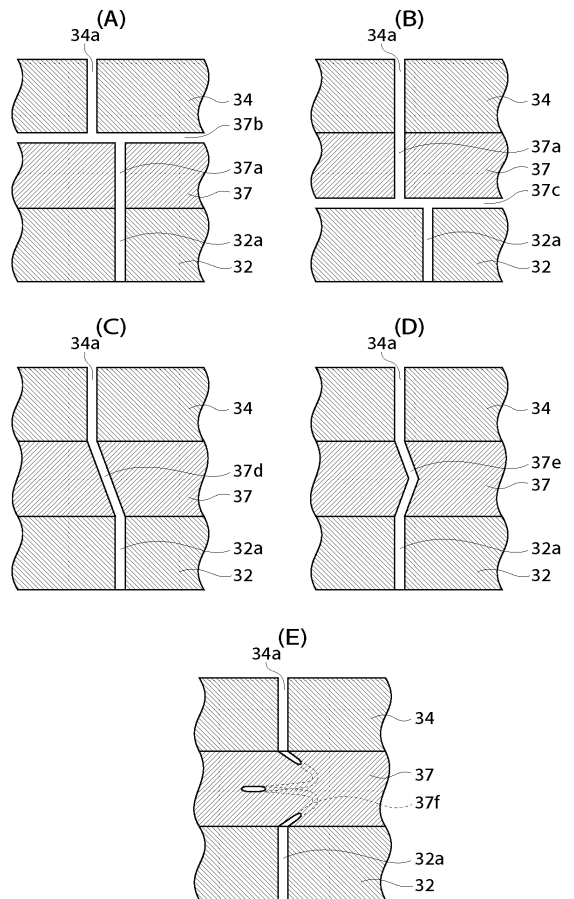
【図2】



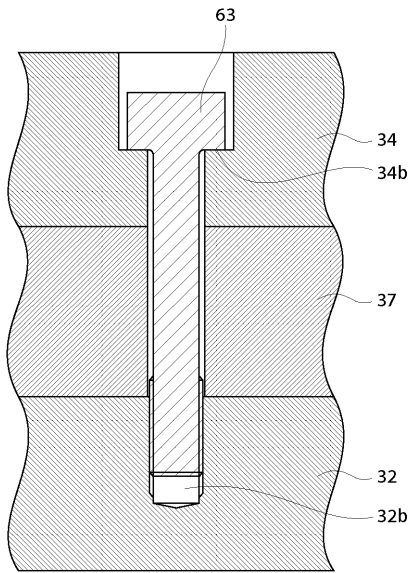
【図3】



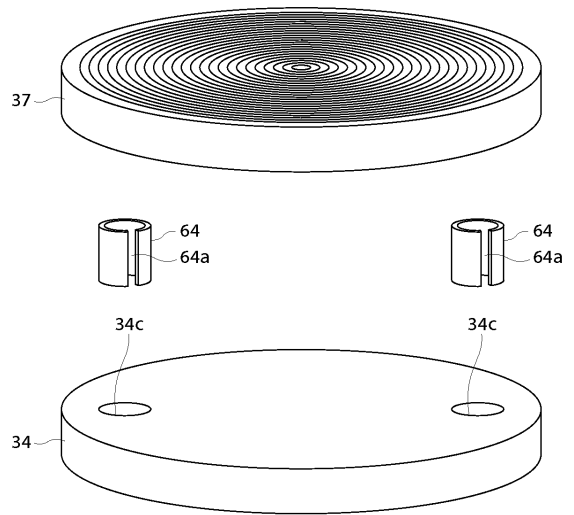
【図4】



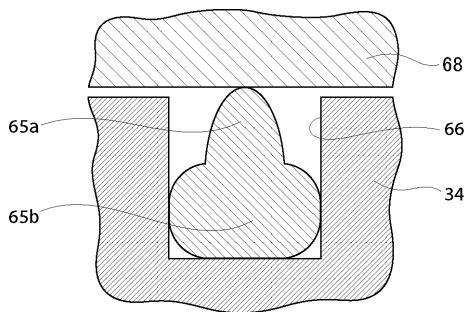
【図5】



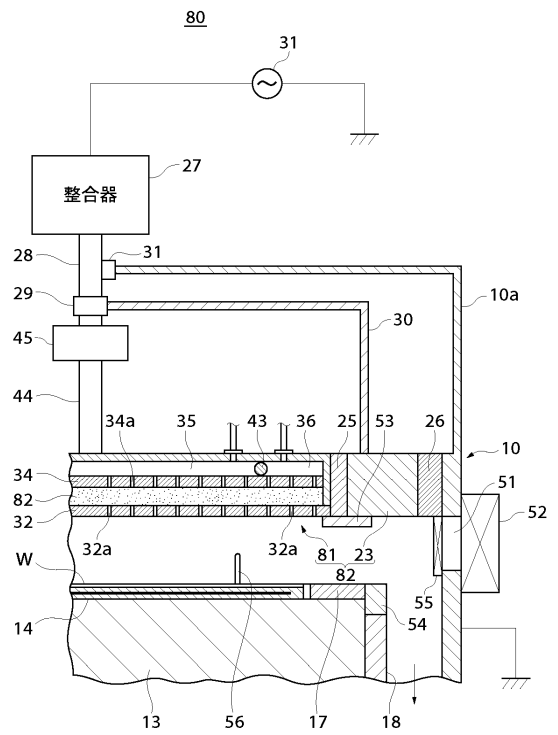
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 千香子
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
- (72)発明者 鈴木 隆司
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
- (72)発明者 堀口 将人
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 関根 崇

- (56)参考文献 特開2004-193567(JP,A)
特開2002-246371(JP,A)
特開平11-016888(JP,A)
特開昭61-073331(JP,A)
特開2006-073703(JP,A)
特開2000-049138(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
C23C 16/455
H01L 21/205
H05H 1/46