(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7149068号
(P7149068)

(45)発行日　令和4年10月6日(2022.10.6)

(24)登録日　令和4年9月28日(2022.9.28)

(51)国際特許分類

		FI		
H01L 21/3065(2006.01)		H01L	21/302	101D
H05H 1/46 (2006.01)		H05H	1/46	A
		H05H	1/46	C

請求項の数　9　（全20頁）

(21)出願番号　特願2017-244727(P2017-244727)
(22)出願日　平成29年12月21日(2017.12.21)
(65)公開番号　特開2019-114591(P2019-114591A)
(43)公開日　令和1年7月11日(2019.7.11)
審査請求日　令和2年12月14日(2020.12.14)

(73)特許権者　501387839
株式会社日立ハイテク
東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号
(74)代理人　110002066弁理士法人筒井国際特許事務所
(72)発明者　荒巻 徹
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
株式会社日立ハイテクノロジーズ内
(72)発明者　横川 賢悦
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
株式会社日立ハイテクノロジーズ内
審査官　加藤 芳健

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

プラズマが形成される処理室を内部に備えた真空容器と、

前記処理室内の下部に配置され、処理対象の半導体ウエハが載せられる載置面を備えた試料台と、

前記処理室内に供給されたガスを用いてプラズマ形成用の電界を形成する電界形成部と、

前記試料台を構成し、前記プラズマが形成されている間に第１の高周波電源から第１の高周波電力が供給される第１の電極と、

前記試料台の前記載置面の外周部に配置されて前記試料台の表面を覆い、誘電体からなるリング状部材と、

前記リング状部材の内部に配置され、第２の高周波電源からの第２の高周波電力が供給される第２の電極と、

前記試料台の前記載置面を構成し、静電気による半導体ウエハ吸着用の直流電力が内部に供給される膜状の静電吸着用電極と、

前記第２の電極に前記第２の高周波電力を供給する経路を構成する給電コネクタと、

を有し、

前記給電コネクタは、前記試料台の前記載置面の外周側の部分であって前記リング状部材によって覆われる部分の内部を貫通する貫通孔内に配置された絶縁性の円筒形部材の内部であって大気圧にされた前記試料台の下面の下方の空間と連通された内部に配置され、かつ前記試料台の載置面の外周側の部分に対して位置決めされた上方の端子と前記下方の

空間に配置された下方の端子と、これらの間で電気的に接続されて上下方向に付勢されて弾性を有した導電部材を備え、前記上方の端子と前記下方の端子との間の長さが伸縮するものであって、
前記上方の端子の外周側壁と前記絶縁性の円筒形部材の内周側壁との間の前記貫通孔の内部の箇所で気密に封止されている、プラズマ処理装置。
【請求項２】
請求項１に記載のプラズマ処理装置において、
前記導電部材は、バネ部材である、プラズマ処理装置。
【請求項３】
請求項２に記載のプラズマ処理装置において、
前記バネ部材は、板バネによって構成されている、プラズマ処理装置。
【請求項４】
請求項３に記載のプラズマ処理装置において、
前記板バネの厚みは、０．１～１．０ｍｍである、プラズマ処理装置。
【請求項５】
請求項１または２に記載のプラズマ処理装置において、
前記導電部材は、バネ部材であり、
前記バネ部材は、コイルバネによって構成されている、プラズマ処理装置。
【請求項６】
請求項５に記載のプラズマ処理装置において、
前記コイルバネの線径は、０．２～３．０ｍｍである、プラズマ処理装置。
【請求項７】
請求項１または２に記載のプラズマ処理装置において、
前記導電部材は、複数の給電用線路が撚り合わされた撚り線によって構成されている、プラズマ処理装置。
【請求項８】
請求項７に記載のプラズマ処理装置において、
前記撚り線の集合径は、０．６～１０ｍｍである、プラズマ処理装置。
【請求項９】
（ａ）プラズマ処理が行われる真空容器内に設けられた試料台の載置面上に半導体ウエハを載置する工程と、
（ｂ）前記（ａ）工程の後、前記試料台の前記載置面上に載置された前記半導体ウエハ上にプラズマを形成し、前記プラズマを形成している間、第１の高周波電源から前記試料台に第１の高周波電力を供給して前記半導体ウエハにプラズマ処理を行う工程と、
を有し、
前記プラズマ処理中に、第２の高周波電源から前記試料台の外周部の上部に配置された電極に、前記試料台に設けられた給電コネクタを介して第２の高周波電力を供給し、
前記第２の高周波電力を供給する際には、前記試料台の前記載置面の外周側の部分に配置された誘電体からなるリング状部材によって覆われる部分の内部を貫通する貫通孔内に配置された絶縁性の円筒形部材の内部であって大気圧にされた前記試料台の下面の下方の空間と連通された内部に配置され、かつ前記試料台の前記載置面の外周側の部分に対して位置決めされた上方の端子と、前記下方の空間に配置された下方の端子と、これらの間で電気的に接続されて上下方向に付勢されて弾性を有した導電部材を備え、前記上方の端子と前記下方の端子との間の長さが伸縮するものであって、前記上方の端子の外周側壁と前記絶縁性の円筒形部材の内周側壁との間の前記貫通孔の内部の箇所で気密に封止されている、前記給電コネクタを介して供給する、プラズマ処理方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に係り、特に半導体基板などの被

処理材の加工に好適なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
半導体製造工程では、一般にプラズマを用いたドライエッチングが行われている。ドライエッチングを行うためのプラズマ処理装置は様々な方式が使用されている。
【０００３】
一般に、プラズマ処理装置は、真空処理室、これに接続されたガス供給装置、真空処理室内の圧力を所望の値に維持する真空排気系、被処理材であるウエハを載置する電極、真空処理室内にプラズマを発生させるためのプラズマ発生手段などから構成されている。プラズマ発生手段によりシャワープレート等から真空処理室内に供給された処理ガスをプラズマ状態とすることで、ウエハ載置用電極に保持されたウエハのエッチング処理が行われる。
【０００４】
近年、半導体デバイスの集積度の向上に伴い、微細加工つまり加工精度の向上が要求されるとともに、半導体デバイスの回路構造もより微細となり、半導体デバイスの回路がその上に形成される半導体ウエハ等の基板のより外周縁部まで性能の良い半導体デバイスを歩留まり良く製造できるよう求められている。すなわち、プラズマ処理装置が施す処理が半導体デバイスの性能を悪化させてしまうことに至らないように基板の外周縁部の領域の大きさをより小さくすることが求められている。このような基板の外周側部分での性能の悪化を抑制するために、基板が載せられた試料台の上面の基板の外周側の領域において電界の集中を低減する。そして、基板の上面の外周側部分における処理の特性、例えばエッチング処理の場合には処理の速度（エッチングレート）が急激に増大してしまうことを抑制する必要がある。このことを達成するために、基板の処理中に基板の上面の上方に形成されるシースの厚みの基板の中心部から外周縁までの変化が抑制されるように、基板の外周側で試料台の上部の上面を覆って配置された誘電体製のサセプタリングを含む基板の外周側領域での電界を調節することが考えられてきた。
【０００５】
このような技術として、例えば、特開２０１６－２２５３７６号公報（特許文献１）に開示のものが知られている。上記特許文献１では、半導体ウエハ等の基板状の試料が載せられた試料台上部の試料の外周を囲んで配置された絶縁体製のリングの下方でこれに覆われて、上記試料の外周側でこれを囲んで配置された導電体製のリングに所定の周波数の高周波電力を印加して、試料の上面の外周側部分での荷電粒子の進入方向を試料の上面に垂直に近づけて、処理の歩留まりの向上を図る技術が開示されている。
【０００６】
また、特開２０１１－００９３５１号公報（特許文献２）には、プラズマに面するフォーカスリングにバイアス電位形成用の高周波電力を供給し、これにより導電体の上面の上方に形成されたバイアス電位の大きさを導電体のプラズマによる削れや消耗の度合いに応じて調節することで処理の性能が時間とともに変動してしまうことを抑制する技術が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【文献】特開２０１６－２２５３７６号公報
特開２０１１－００９３５１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
上記の技術は、次の点について考慮が不十分であったため、問題が生じている。
【０００９】
すなわち、上記特許文献１は、導電性のリングに高周波電力が供給される給電ライン上

での直列共振を生起することにより、給電ラインのインピーダンスを下げて大きな電流を流せる作用を奏するものの、大きな電流が流れることで給電経路での発熱量が大きくなってしまう点について考慮されていない。特に、大きな電流が流れた際には、試料台の内部での給電経路上に配置されたケーブルのコネクタ等の経路を構成する２つの部材の接続部分で大きな発熱が生じて上記接続部分を損傷させたり周囲の部材に悪影響を及ぼす虞がある点について考慮されていない。

【００１０】

また、特許文献２においても、フォーカスリングがプラズマに面しているため、プラズマに接触することでフォーカスリングに対する給電ラインからの高周波電力の電流がプラズマに流れ込む虞があり、この際には特許文献１と同様の問題が生じてしまう。上記特許文献２の技術では、試料台の内部の給電経路上の接続部分において発熱が大きくなって給電経路が損傷して装置の信頼性が損なわれてしまう点や、試料台の上面またはその上に載せられるウエハの上面に、発熱からの影響による温度の不均一が生じた結果、処理後の形状が所望のものから大きくズレてしまう点について、考慮されていない。

【００１１】

本発明の目的は、プラズマ処理装置の信頼性を向上させ、かつプラズマ処理における歩留まりを向上させることができる技術を提供することにある。

【００１２】

本発明の前記の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本願において開示される実施の形態のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【００１４】

一実施の形態におけるプラズマ処理装置は、プラズマが形成される処理室を内部に備えた真空容器と、上記処理室内の下部に配置され、処理対象の半導体ウエハが載せられる載置面を備えた試料台と、上記処理室内に供給されたガスを用いてプラズマ形成用の電界を形成する電界形成部と、を有する。さらに、上記試料台を構成し、上記プラズマが形成されている間に第１の高周波電源から第１の高周波電力が供給される第１の電極と、上記試料台の上記載置面の外周部に配置されて上記試料台の表面を覆い、誘電体からなるリング状部材と、上記リング状部材の内部に配置され、第２の高周波電源からの第２の高周波電力が供給される第２の電極と、を有する。さらに、上記試料台の上記載置面を構成し、静電気による半導体ウエハ吸着用の直流電力が内部に供給される膜状の静電吸着用電極と、上記第２の電極に上記第２の高周波電力を供給する経路を構成する給電コネクタと、を有する。そして、上記給電コネクタは、上記試料台の上記載置面の外周側の部分であって上記リング状部材によって覆われる部分の内部を貫通する貫通孔内に配置された絶縁性の円筒形部材の内部であって大気圧にされた上記試料台の下面の下方の空間と連通された内部に配置され、かつ上記試料台の載置面の外周側の部分に対して位置決めされた上方の端子と上記下方の空間に配置された下方の端子と、これらの間で電気的に接続されて上下方向に付勢されて弾性を有した導電部材を備え、上記上方の端子と上記下方の端子との間の長さが伸縮するものであって、上記上方の端子の外周側壁と上記絶縁性の円筒形部材の内周側壁との間の上記貫通孔の内部の箇所で気密に封止されている。

【００１５】

また、一実施の形態におけるプラズマ処理方法は、（ａ）プラズマ処理が行われる真空容器内に設けられた試料台の載置面上に半導体ウエハを載置する工程と、（ｂ）上記試料台の上記載置面上に載置された上記半導体ウエハ上にプラズマを形成し、上記プラズマを形成している間、第１の高周波電源から上記試料台に第１の高周波電力を供給して上記半導体ウエハにプラズマ処理を行う工程と、を有する。さらに、上記プラズマ処理中に、第２の高周波電源から上記試料台の外周部の上部に配置された電極に、上記試料台に設けら

れた給電コネクタを介して第２の高周波電力を供給する。さらに、上記第２の高周波電力を供給する際には、上記試料台の上記載置面の外周側の部分に配置された誘電体からなるリング状部材によって覆われる部分の内部を貫通する貫通孔内に配置された絶縁性の円筒形部材の内部であって大気圧にされた上記試料台の下面の下方の空間と連通された内部に配置され、かつ上記試料台の上記載置面の外周側の部分に対して位置決めされた上方の端子と、上記下方の空間に配置された下方の端子と、これらの間で電気的に接続されて上下方向に付勢されて弾性を有した導電部材を備え、上記上方の端子と上記下方の端子との間の長さが伸縮するものであって、上記上方の端子の外周側壁と上記絶縁性の円筒形部材の内周側壁との間の上記貫通孔の内部の箇所で気密に封止されている、上記給電コネクタを介して供給する。

【発明の効果】

【００１６】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【００１７】

プラズマ処理装置の信頼性を向上させ、プラズマ処理における歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の構成の概略を模式的に示す断面図である。

【図２】図１に示すプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【図３】図２に示す板バネの構成を拡大して模式的に示す斜視図である。

【図４】パッシェンの法則を模式的に示すグラフである。

【図５】図２に示す試料台のサセプタリングの別の部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【図６】本発明の実施の形態の変形例１に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【図７】本発明の実施の形態の変形例２に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【図８】図７に示す曲面板バネの構成を拡大して模式的に示す斜視図である。

【図９】本発明の実施の形態の変形例３に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【００２０】

以下、本発明の実施の形態を図１～図５を用いて説明する。図１は、本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の構成の概略を模式的に示す断面図である。特に、図１は、プラズマを形成するための電界としてマイクロ波の電界を用いて、上記マイクロ波の電界と磁界とのＥＣＲ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｃｙｃｌｏｔｒｏｎ Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ）を生起してプラズマを形成し、上記プラズマを用いて半導体ウエハなどの基板状の試料をエッチング処理するプラズマエッチング装置を示している。

【００２１】

図１に示すプラズマエッチング装置（プラズマ処理装置）１００について説明する。プラズマエッチング装置１００は、プラズマが形成される処理室１０４を内部に備えた真空容器１０１を有している。真空容器１０１は、円筒形状を有した上部が開放されており、その上部にマイクロ波を導入するための誘電体窓１０３（例えば石英製）が蓋部材として配置され、内部と外部とが気密に区画された処理室１０４が形成されている。

【００２２】
また、真空容器１０１の下部には真空排気口１１０が配置され、真空容器１０１の下方に配置されて接続された真空排気装置（図示省略）と連通されている。さらに、真空容器１０１の上部の蓋部材を構成する誘電体窓１０３の下面の下方には、処理室１０４の天井面を構成するシャワープレート１０２が設けられている。シャワープレート１０２は、中央部に配置された複数のガス導入孔１０２ａを有しており、この複数のガス導入孔１０２ａを通してエッチング処理用のガスが処理室１０４に導入される。シャワープレート１０２は、例えば石英などの誘電体製の円板である。
【００２３】
また、真空容器１０１の外側の上方の箇所にはプラズマ１１６を生成するための電界および磁界を形成する電界・磁界形成部１６０が配置されている。電界・磁界形成部１６０は、以下の構成を含んでプラズマエッチング装置１００に備えられている。すなわち、電界・磁界形成部１６０には、誘電体窓１０３の上方に配置され、かつプラズマ１１６を生成するための所定の周波数の高周波電界を処理室１０４内に供給するため電界が内部を伝送される導波管１０５が配置されている。さらに、導波管１０５の内部を伝送される電界は、電界発生用電源１０６において発振されて形成される。上記電界の周波数は、特に限定されないが、本実施の形態では２．４５ＧＨｚのマイクロ波が使用される。
【００２４】
また、処理室１０４の誘電体窓１０３の上方および処理室１０４の円筒形状部を構成する真空容器１０１の側壁および導波管１０５の下端部の外周側のそれぞれには、磁場を形成する磁場発生コイル１０７がこれらを囲んだ状態で配置されている。そして、電界発生用電源１０６より発振されたマイクロ波の電界は、導波管１０５の内部を伝播して誘電体窓１０３およびシャワープレート１０２を透過して処理室１０４に上方から供給される。さらに、磁場発生コイル１０７が生起して処理室１０４内に供給された磁界との相互作用により、ＥＣＲ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｃｙｃｌｏｔｒｏｎ　Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ）を生起する。そして、シャワープレート１０２のガス導入孔１０２ａを介して処理室１０４内に導入された処理用のガスの原子または分子を励起、解離させることにより、処理室１０４内に高密度のプラズマ１１６が生成される。
【００２５】
また、処理室１０４の下部であり、かつプラズマ１１６が形成される空間の下方には、試料台を構成するウエハ載置用電極（第１の電極）１２０が設けられている。なお、ウエハ載置用電極１２０は、試料（処理対象）である半導体ウエハ（以降、単にウエハとも言う）１０９が載せられる載置面１２０ａを備えている。そして、ウエハ載置用電極１２０は、その載置面１２０ａが、シャワープレート１０２または誘電体窓１０３に対向するように配置されている。ウエハ載置用電極１２０は、図２に示すように、その上面１２０ｂが、載置面１２０ａを構成する誘電体膜１４０で被覆されている。誘電体膜１４０の内部には、図１に示す高周波フィルタ１２５を介して直流電源１２６と接続された静電吸着用の複数の導電体膜（静電吸着用電極）１１１が配置されている。ここで、導電体膜１１１は、試料台の載置面１２０ａを構成しており、静電気による半導体ウエハ吸着用の直流電力が内部に供給される膜状の静電吸着用電極である。その際、導電体膜１１１は、複数の膜状の電極の一方と他方とが異なる極性が付与される双極であってもよく、または同じ極性が付与される単極でもよいが、本実施の形態では単極として示されている。
【００２６】
また、高周波フィルタ１２５より静電吸着用電極（導電体膜１１１）に近い箇所に高周波電源（第１の高周波電源）１２４と整合器１２９が配置されており、これら高周波電源１２４や整合器１２９は、ウエハ載置用電極１２０の内部に配置された導電体製の円形または円筒形状を有した電極基材１０８と接続されている。なお、高周波電源１２４は、接地１１２に接続されている。そして、電極基材１０８に高周波電源１２４からの所定の周波数の高周波電力（第１の高周波電力）が供給され、ウエハ１０９の処理中に、ウエハ載置用電極１２０の上面上に吸着されて保持されたウエハ１０９の上方にバイアス電位が形

成される。言い換えると、上記試料台は、プラズマ１１６が形成されている間に高周波電源１２４から高周波電力（第１の高周波電力）が供給されるウエハ載置用電極（第１の電極）１２０を有している。

【００２７】

なお、この電極基材１０８には、温度センサ（図示省略）やウエハ１０９を先端上に保持して載置面１２０ａの上方で持ち上げまたは降下させる複数のリフトピンが内蔵される貫通孔が設けられている。さらに、上記リフトピンの位置を検知する上下センサ（図示省略）などが配置される。このため、ウエハ載置用電極１２０のこのような検知器（センサ）が電気的ノイズの環境下にあると誤動作する虞がある。さらに、冷媒流炉内を通流して循環する冷媒も電気的ノイズの環境下では静電気を帯びる虞がある。

【００２８】

そこで、電極基材１０８を図示しないアース電極と接続して接地電位にするとともに、電極基材１０８の表面の誘電体膜１４０中に別の導電体製の膜状の電極を配置し、この膜状の電極を整合回路１２９を介して高周波電源１２４と接続して高周波電力を供給し、これによって、ウエハ１０９の処理中にその上面の上方にバイアス電位を形成するようにしてもよい。また、電極基材１０８の内部には、伝達される熱を除去してウエハ載置用電極１２０を冷却するために、電極基材１０８またはウエハ載置用電極１２０の上下方向の中心軸周りに螺旋状または同心状に多重に冷媒流路１５３が配置されている。この冷媒流路１５３には、電極基材１０８を冷却する冷却用の冷媒が流れる。

【００２９】

さらに、ウエハ載置用電極１２０の上部の外周側には、載置面１２０ａの外周側でこの上部を囲んで配置された凹み部１２０ｄが配置されている。この凹み部１２０ｄの試料台の載置面１２０ａより高さが低く形成されたリング状の上面には、石英あるいはアルミナなどのセラミクスといった誘電体製のリング状部材であるサセプタリング１１３が載せられて配置されている。サセプタリング１１３の上面が凹み部１２０ｄに載せられた状態で、サセプタリング１１３の上面はウエハ載置用電極１２０の載置面１２０ａより高くなる寸法を有している。なお、サセプタリング１１３は、ウエハ載置用電極（試料台）１２０の載置面１２０ａの外周部に配置されており、かつウエハ載置用電極１２０の表面を覆っている。具体的には、サセプタリング１１３は、凹み部１２０ｄの上面および凹み部１２０ｄの円筒形の側壁面、ならびに凹み部１２０ｄの下方のウエハ載置用電極（試料台）１２０の円筒形の側壁面を覆うように構成されている。

【００３０】

このようなプラズマエッチング装置１００では、真空容器１０１の側壁に連結された別の真空容器である真空搬送容器の内部の処理室１０４と同様の圧力まで減圧された真空搬送室内において、処理前のウエハ１０９が、真空搬送室内に配置されたウエハ搬送用のロボットのアーム先端上に載せられる。そして、真空搬送室と処理室１０４との間を連通する通路であるゲートが真空搬送室内に配置されたバルブの動作により開放され、上記処理前のウエハ１０９は、上記ロボットのアーム先端上に載せられた状態で処理室１０４内に搬送される。さらに、処理室１０４内のウエハ載置用電極１２０の載置面１２０ａの上方まで搬送されたウエハ１０９は、リフトピンの上下の移動により上記リフトピン上に受け渡され、さらに載置面上に載せられた後、直流電源１２６から印加される直流電力により形成された静電気力によってウエハ載置用電極１２０の載置面１２０ａに吸着されて保持される。

【００３１】

この状態で、エッチング処理用のガスは、マスフローコントローラ（図示省略）によりその流量または速度が調節されて誘電体窓１０３と石英製のシャワープレート１０２の間のすき間の空間に導入され、この空間内で拡散した後、シャワープレート１０２のガス導入孔１０２ａを通して処理室１０４に導入される。その後、真空排気装置の動作により、真空排気口１１０を通して処理室１０４内のガスや粒子が排気される。シャワープレート１０２のガス導入孔１０２ａからのガスの供給量と真空排気口１１０からの排気量とのバ

ランスに応じて、処理室１０４内がウエハ１０９の処理に適した範囲内の所定の値に調整される。

【００３２】

また、ウエハ１０９が吸着保持されている間、ウエハ１０９とウエハ載置用電極１２０の載置面１２０ａである誘電体膜１４０の上面との間のすき間には、誘電体膜１４０の上面の図示しない開口からＨｅ（ヘリウム）などの熱伝達性を有したガスが供給され、これによりウエハ１０９とウエハ載置用電極１２０との間の熱伝達が促進される。なお、所定の範囲内の温度に調節された冷媒がウエハ載置用電極１２０の電極基材１０８内に配置された冷媒流路１５３内を通流して循環することで、ウエハ載置用電極１２０または電極基材１０８の温度はウエハ１０９が載置される前に予め調節されている。したがって、熱容量の大きなウエハ載置用電極１２０または電極基材１０８との間で熱伝達がされることで、処理前にウエハ１０９の温度はこれらの温度に近接するように調節され、処理の開始後もウエハ１０９からの熱が伝達されてウエハ１０９の温度が調節される。

【００３３】

この状態で、処理室１０４内にマイクロ波の電界と磁界とが供給されてガスを用いてプラズマ１１６が生成される。プラズマ１１６が形成されると、電極基材１０８に高周波電源１２４から高周波（ＲＦ）バイアス電力が供給され、ウエハ１０９の上面の上方にバイアス電位が形成されてプラズマ１１６の電位との間の電位差に応じてプラズマ１１６内のイオンなどの荷電粒子がウエハ１０９の上面に誘引される。さらに、上記荷電粒子が、ウエハ１０９の上面に予め配置されたマスクおよび処理対象の膜層を含む膜構造の上記処理対象の膜層表面と衝突してエッチング処理が行われる。エッチング処理中は、処理室１０４内に導入された処理用のガスや処理中に発生した反応生成物の粒子が真空排気口１１０から排気される。

【００３４】

そして、本実施の形態のプラズマエッチング装置１００では、プラズマ処理中に、上記試料台に設けられ、かつ弾性を有する導電部材を備えた後述する給電コネクタ１６１を介して高周波電源（第２の高周波電源）１２７から上記試料台の外周部の上部に配置された導体リング（第２の電極）１３１に第２の高周波電力を供給する。

【００３５】

本実施の形態のウエハ載置用電極１２０では、高周波電源（第２の高周波電源）１２７から発生した交流高電圧は、負荷の整合器１２８と負荷インピーダンス可変ボックス１３０を介してサセプタリング１１３内に配置された導電体製の導体リング（第２の電極）１３１に導入される。この構成により、好適なインピーダンスの値に調節された負荷インピーダンス可変ボックス１３０と、サセプタリング１１３の上部に配置された相対的に高いインピーダンス部分との組み合わせで、高周波電源１２７から電極基材１０８を通してウエハ１０９の外周縁部までの高周波電力に対するインピーダンスの値を相対的に低くする。これにより、ウエハ１０９の外周側部分および外周縁部に高周波電力を効果的に供給し、外周側部分または外周縁部での電界の集中を緩和してプラズマ中のイオンなどの荷電粒子を所望の方向でウエハ１０９上面に誘引することができる。高周波電源１２７は、接地１１２に接続されている。なお、本実施の形態での高周波電源１２７の周波数は、好ましくは高周波電源１２４と同じか定数倍の値に設定される。

【００３６】

次に、図２を用いて、本実施の形態のサセプタリング１１３内の導体リング１３１への給電ラインの構成の詳細を説明する。図２は図１に示すプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図、図３は図２に示す板バネの構成を拡大して模式的に示す斜視図である。

【００３７】

図２に示す導体リング１３１は、金属などからなる導電体であるが、その表面に絶縁性を有する皮膜が形成された導電体から構成された部材であればよい。本実施の形態の導体リング１３１は、母材としてアルミニウム製の部材の表面に陽極酸化処理によるアルマイ

トの被覆を施したものとして説明する。

【００３８】

上記導体リング（第２の電極）１３１は、サセプタリング１１３の内部に配置されており、さらに高周波電源１２７から第２の高周波電力が供給される。

【００３９】

また、上記導体リング１３１にバイアス形成用の高周波電力を給電するための給電経路として、導体リング１３１の下方に配置され、かつその下面に接続する導電体製の給電コネクタ１６１が配置されている。そして、給電コネクタ１６１と導体リング１３１とが、導体リング１３１の上方から導体リング１３１に形成された孔部にはめ込まれた導電性ネジ１３２により締結され、かつ電気的に接続されている。給電コネクタ１６１は、金属などの導電体製の部材から構成された円筒形状を有する導電体製の給電ボス１３３と、給電ボス１３３の下面に当接して電気的に接続された円筒形の上部端子（上端の端子）１４３と、を備えている。さらに、給電コネクタ１６１は、上部端子１４３の下面に上端が接続された板バネ（バネ部材、導電部材）１３５と、板バネ１３５の下端がその上面に接続された円筒形の下部端子（下端の端子）１４５と、下部端子１４５の下面とネジまたはボルトにより締結され、かつ接続された導電体製の中継端子１４８と、を備えている。板バネ１３５は、図３に示す構造であり、上下方向Ｐに弾性を有するものである。中継端子１４８は、案内部１４９内に配置されている。以上のように、給電コネクタ１６１は、導体リング１３１に第２の高周波電力を供給する経路を構成するコネクタ部材である。

【００４０】

また、ウエハ載置用電極１２０は、その上部を構成する電極基材１０８を有している。この電極基材１０８は、円筒または円板形を有し、かつ冷媒が内側を通流する冷媒流路１５３を備えている。そして、ウエハ載置用電極１２０は、電極基材１０８と、電極基材１０８の下面の下方で電極基材１０８に接続して配置された円板状の絶縁プレート１５１と、絶縁プレート１５１の下面の下方で絶縁プレート１５１に当接して配置された円板状の導電体製の部材であり、かつ接地電位にされた接地プレート１５２と、からなる。さらに、ウエハ載置用電極１２０は、電極基材１０８と絶縁プレート１５１と接地プレート１５２とが、図示しないボルトなどで締結されて一体に連結されている。

【００４１】

また、接地プレート１５２の外周端の下面が、上端面上に載せられる円筒形状を有した電極ベース１４７と、図示しないボルトによりこれらの間にＯリングなどのシール部材１４６を挟んで締結されている。詳細には、接地プレート１５２の下方および電極ベース１４７の中央側の空間１５０と、ウエハ載置用電極１２０の外部の処理室１０４とが気密になるように封止されて締結されている。

【００４２】

本実施の形態において、給電コネクタ１６１は、電極基材１０８とその下方の絶縁プレート１５１と接地プレート１５２とを貫通する貫通孔１２０ｃと、絶縁体製または誘電体製のリング状の絶縁リング１３９に形成された貫通孔１３９ａと、の内部にはめ込まれて配置されている。貫通孔１２０ｃは、電極基材１０８の上部でウエハ１０９が載せられる中央部の円筒形の凸部の外周側にリング状に配置された凹み部１２０ｄの上面に開口している孔である。また、貫通孔１３９ａは、凹み部１２０ｄに載せられたサセプタリング１１３を構成する絶縁体製または誘電体製のリング状の絶縁リング１３９に形成された孔である。

【００４３】

そして、電極基材１０８とその下方の絶縁プレート１５１と接地プレート１５２とを貫通する貫通孔１２０ｃの内側には、絶縁性の材料で構成された円筒形の絶縁ボス（円筒形部材）１４４が、その外周の壁面を貫通孔１２０ｃの周壁面に当接させてはめ込まれている。また、絶縁ボス１４４の内側の空間１４１には、給電ボス１３３およびその下方の上部端子１４３、板バネ１３５、下部端子１４５が挿入されて収納されており、絶縁ボス１４４の外側の電極基材１０８と接地プレート１５２との間で絶縁されている。さらに、給

電ボス１３３の外周の側壁と絶縁ボス１４４の内周側壁との間にこれらに挟まれて配置され、かつ給電ボス１３３の下方の空間１４１と上方の空間との間をシールするＯリング１３４が配置されている。

【００４４】

なお、本実施の形態では、シール部であるＯリング１３４は、絶縁ボス１４４または貫通孔１２０ｃの上方の処理室１０４と連通された空間との間を気密に封止している。このことにより、空間１５０に連通されて同じ大気圧またはこれと見做せる程度に近似した圧力に維持された空間１４１内において接触する上部端子１４３、金属製の板バネ１３５、下部端子１４５、中継端子１４８との間の電気的な接続を確実に確保することができる。さらに、これら上部端子１４３、金属製の板バネ１３５、下部端子１４５、中継端子１４８同士が接触する箇所へ処理室１０４内の反応性の高い粒子が進入して腐食し、または反応物が生成され、あるいは部材の変質による電気的接続の性能の劣化が生じることを抑制することができる。

【００４５】

また、高周波電力が供給されて加熱される導体リング１３１からの熱の伝達を促進して、サセプタリング１１３の温度の上昇によるウエハ１０９の外周部での処理結果が所期のものから許容範囲外になってしまうことを抑制できるように冷却が促進される。すなわち、本実施の形態の給電コネクタ１６１においては、導電体製の端子同士の間の給電の経路として、受ける外力に応じて長さ方向の寸法が伸縮する板バネ１３５が用いられている。つまり、本実施の形態のプラズマエッチング装置１００に設けられた給電コネクタ１６１は、試料台（ウエハ載置用電極１２０）のサセプタリング１１３によって覆われる部分の内部を貫通する貫通孔１２０ｃ内に配置された絶縁体製の絶縁ボス１４４の内部に配置され、かつ上部端子１４３および下部端子１４５に接続されて上下方向に付勢されて伸縮する弾性を有した板バネ１３５を備えている。上下方向は、図２の矢印Ｐの方向である。

【００４６】

さらに、プラズマエッチング装置１００では、板バネ１３５、上部端子１４３および下部端子１４５は、大気圧にされた空間１４１内に配置されている。そして、Ｏリング１３４などのシール部材により、大気圧の空間１４１と処理室１０４内との間の位置で、かつ上部端子１４３の上方の貫通孔１２０ｃの内部の箇所で気密に封止されている。

【００４７】

ここで、本願発明者が検討した本願の課題について説明する。

【００４８】

例えば、本発明者が比較検討したプラズマ処理装置では、ウエハ１０９の処理中に処理室１０４内に形成されるプラズマ１１６からの熱やウエハ１０９の表面の処理に係る相互作用により生じる熱を受けてウエハ載置用電極１２０は加熱される。この際、導電体製の部材である電極基材１０８および接地プレート１５２とこれに接続された絶縁性材料または誘電体材料から構成された絶縁プレート１５１との間での熱膨張係数の差によって形状に差が生じる結果、一体に接続されたこれらの部材の間で歪が生じてしまう。すると、電極基材１０８、絶縁プレート１５１、接地プレート１５２を貫通する貫通孔の長さなどの寸法が変化し、電極基材１０８上に載せられた導体リング１３１とウエハ載置用電極１２０の内部の空間１５０内に配置された給電経路の端子部との間の距離が変動する。そして、これらを接続する給電コネクタに対してこの給電コネクタを変形させようとする外力が作用する。

【００４９】

上記技術では、上記外力が給電コネクタの構造的強度を超えた際に給電コネクタが破損したり、または生じる歪の大きさが給電コネクタが変形可能な範囲内であっても、連続的に複数枚のウエハ１０９が処理されるプラズマエッチング装置の半導体デバイスを製造する工程において、ウエハ載置用電極１２０には処理毎の加熱および冷却とこれに伴う膨張に起因する歪が繰り返して生じることになる。これにより、給電コネクタの内部あるいはこれと他の部材との接触部分において変形に伴う摺動が生起して摩耗、相互作用による反

応物の形成、破損が生じてしまう。その結果、上記プラズマ処理装置の長期間に渡る信頼性が損なわれてしまうという課題が生じている。

【００５０】

そこで、本実施の形態のプラズマエッチング装置１００では、絶縁ボス１４４の内部の空間１４１において、給電ボス１３３の下方の上部端子１４３、下部端子１４５の間の板バネ１３５が上部端子１４３、下部端子１４５に対して図２の矢印Ｐの方向（上下方向）に付勢されて挟まれて配置されている。これにより、上記の歪に起因する貫通孔１２０ｃの形状の変化、特に貫通孔１２０ｃ内の上下方向の給電経路の長さの変化に伴ってボルトで接続された上部端子１４３、下部端子１４５の位置の変動に対して、弾性を有した板バネ１３５の上下方向の伸長または収縮によって接続箇所に追随するように板バネ１３５が変形する。そして、これらの接続箇所は大気圧にされた空間１４１内に配置されているため、板バネ１３５による熱の伝達の性能が高く維持され、導体リング１３１の温度の過度の上昇を抑制することができる。

【００５１】

さらに、本実施の形態のプラズマエッチング装置１００では、給電コネクタ１６１を介した導体リング１３１への高周波電力の給電経路、特に、ウエハ載置用電極１２０の内部においては、部材同士の間の隙間を適切に配置して、高周波電流の流れる距離を大きく確保して耐電圧を上げる構成が備えられている。

【００５２】

ここで、図４はパッシェンの法則を模式的に示すグラフである。図４に示すように、横軸に２つの部材の間の電位差（電圧）と部材同士の最短距離との積を取った場合、放電が開始される電圧を示す実線Ｑは下向きに凸の曲線として示される。部材同士の距離が非常に近くグラフの曲線の左側の領域に属する条件では、上記最短距離をできるだけ小さくすることで耐電圧を高くすることができる。一方で、本実施の形態のように、電極基材１０８の内部に配置された貫通孔１２０ｃ内に給電経路を構成する給電コネクタ１６１を配置し、電極基材１０８と電気的に完全に分離する場合には、図４の曲線右側の領域の条件となり、電位差が生じる部材同士の間で電流が伝わる距離をより大きくすることで耐電圧を高くすることができる。

【００５３】

つまり、耐電圧を高くするためには、矢印７０１に示すように横軸に取ったパラメータである圧力×距離、すなわち距離または圧力を高くすることが必要となる。例えば、部材同士の間のすき間を大気圧にすることで矢印７０２に示すように耐電圧を大きくして放電を効果的に抑制することができる。また、仕様上で必要な値以上の耐電圧が得られる圧力にすることで、部材同士のすき間の大きさを必要な耐電圧が得られる範囲内で小さくすることもできる（矢印７０３）。

【００５４】

さらに、大気圧にされた空間１４１の内部の給電ボス１３３、板バネ１３５、上部端子１４３、下部端子１４５などは、大気圧のガスを介した電極基材１０８との間の熱伝達が促進され、給電コネクタ１６１あるいは導体リング１３１、サセプタリング１１３の過度の温度の上昇を抑えることが可能になる。

【００５５】

また、板バネ１３５は、図２に示すように、上下方向Ｐの伸縮の際にも絶縁ボス１４４の内壁と接触しない寸法を有している。さらに、高周波電流が通過する際の表皮抵抗を下げ、高周波電流の通過する面積をより広くできるように、所定の幅の金属製の板材を長さ方向（ここでは、上下方向Ｐ）について蛇腹状に互い違いに折り曲げられた構成を備えている。

【００５６】

そして、本実施の形態の板バネ１３５は、例えば、オーステナイト系のＳＵＳ３０４－ＣＳＰを材料として用い、高周波電流の表皮抵抗を下げるために板材の表面には金メッキが施されている。バネ性を維持可能な一般的なステンレスやチタンやアルミニウムや銅を

用いてもよい。

【００５７】

また、板バネ１３５の厚さは、所定の周波数の高周波電流に対する表皮深さ×２の大きさにすることで、電流を伝達する効率を最も大きくすることができる。ここで、高周波電力の周波数として４００ｋＨｚを用いた本実施の形態では、金で表皮深さを計算した結果０．１ｍｍとなった。そのため、板厚は０．１ｍｍ×２＝０．２ｍｍで製作することが最も好ましい。製作上の公差や精度の限界を考慮すると０．１乃至１．０ｍｍ（０．１～１．０ｍｍ）程度が好ましい。

【００５８】

また、本実施の形態の誘電体製のサセプタリング１１３は、複数の部材から構成され、少なくとも２つに分割することが可能である。すなわち、サセプタリング１１３は、導体リング１３１の上面と内周、かつ外周の壁面を覆って電極基材１０８の凸部の外周側の凹み部１２０ｄ上でこれを覆って配置される上部サセプタ１３８と、上部サセプタ１３８の内周側部分の下方に配置され、かつ導体リング１３１がその上に載せられる絶縁リング１３９と、に分割されている。導体リング１３１は、絶縁リング１３９の上面の上方に載せられた状態で上部サセプタ１３８に上方と側方とを覆われる結果、サセプタリング１１３の内側に内蔵される。

【００５９】

なお、サセプタリング１１３は、複数の部材に分割されず一体に繋げられた部材であってもよく、そして、この一体型のサセプタリング１１３の内部に導体リング１３１が配置されていてもよい。例えば、２つの石英製の部材により導体リング１３１を挟んだ状態で石英同士の拡散接合や一体焼結を用いてもよい。

【００６０】

次に、図５は図２に示す試料台のサセプタリングの別の部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【００６１】

図５に示す構成では、絶縁リング１３９は、それを電極基材１０８の上部の外周側部分の凹み部１２０ｄに載せて位置を固定するために、導体リング１３１が載せられる箇所の外周側に配置された貫通孔１３９ｂに挿入された絶縁性ネジ１３６により電極基材１０８に締結されている。

【００６２】

さらに、絶縁リング１３９上に載せられた導体リング１３１をこれに締結して位置を固定するために、絶縁リング１３９のリング状の上面の複数箇所に配置した穴の内側に雌ネジ部を有したヘリサート１３７を挿入し、これにより、絶縁リング１３９に接着して固定する。複数のヘリサート１３７を覆うように載せられた導体リング１３１の貫通孔１３１ａとヘリサート１３７との位置を併せて導電性ネジ１３２を貫通孔１３１ａに挿入して絶縁リング１３９に対して締結する。

【００６３】

本実施の形態のヘリサート１３７は、絶縁リング１３９の周方向について３箇所以上の箇所に配置され、平面度が良くない導体リング１３１を３つ以上の箇所で締結している。これにより、絶縁リング１３９および上部サセプタ１３８が導体リング１３１の上下および外周の周囲を囲んで配置される。複数のヘリサート１３７の箇所で絶縁リング１３９に連結されたことで、導体リング１３１の上面は、その周方向についての平面度を向上させ、処理中のウエハ１０９の上方の空間内の電位の分布に影響を及ぼす導体リング１３１の上面の高さのバラ付きを抑制することができる。その結果、ウエハ１０９の外周側部分の上面の処理の特性や結果を周方向により均一に近づけることができる。

【００６４】

また、上部サセプタ１３８の内周側部分の底面には、上部サセプタ１３８が導体リング１３１を内蔵して絶縁リング１３９上に載せられた状態で、絶縁リング１３９の上面の内周側部分と接触して当接する当たり面１３８ａが導体リング１３１の内周側の位置にリン

グ状に形成される。導体リング１３１の表面とプラズマ１１６の反応性の高い粒子との相互作用を低減するため、上部サセプタ１３８と絶縁リング１３９の当たり面１３８ａを形成し、これにより、ウエハ１０９の外周縁部やプラズマ１１６の内部からの反応性生物が導体リング１３１の表面に付着することを抑制できる。

【００６５】

以上の実施の形態によれば、導体リング１３１に繋がる高周波電力の給電経路に給電コネクタ１６１が設けられたことにより、サセプタリング１１３の内部に配置され、かつ高周波電力が供給される導体リング１３１への高周波電力の給電経路のインピーダンスを低くすることができ、さらに給電経路、特に電極基材１０８の内部の給電コネクタ１６１を効率よく冷却することができる。さらに、給電コネクタ１６１での発熱による変形や摺動と、これに起因する故障や消耗の進行とを低減することができ、長期間に渡りプラズマエッチング装置１００の信頼性と歩留まりとを高く維持することができる。

【００６６】

また、給電コネクタ１６１の構成部材として、板バネ１３５が設けられたことにより、ウエハ１０９の周囲に高周波が印加される給電経路の放熱面積を広くすることができ、上記給電経路のインピーダンスを低減することが可能となる。さらに、ウエハ１０９のエッジに高周波を効率よく伝播させて上記給電経路の発熱を抑えることができる。これにより、プラズマ処理装置の信頼性を向上させることができるとともに、プラズマ処理における歩留まりを向上させことができる。

【００６７】

（変形例１）

本実施の形態の変形例１を図６を用いて説明する。図６は本発明の実施の形態の変形例１に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【００６８】

本変形例１のプラズマエッチング装置１００は、図２の構造の給電コネクタ１６１の板バネ１３５に換えて、金属などの導電性部材から構成され、かつ上下方向Ｐの軸回りに複数段に巻かれて弾性を有したコイルバネ（バネ部材、導電部材）１５４を備えている。コイルバネ１５４以外の他の構成については図２のプラズマエッチング装置１００と同等のものを備えている。コイルバネ１５４の材料は、例えば、オーステナイト系のＳＵＳ３０４－ＣＳＰが用いられ、高周波電力に対する表皮抵抗を下げるために、コイルバネ１５４の表面に金メッキが施されている。材料としては、一般的なステンレスやチタンやアルミや銅であってもよい。

【００６９】

図６のプラズマエッチング装置１００では、高周波電力の周波数として４００ｋＨｚが用いられるため、この周波数に対する金での表皮深さは０．１ｍｍとなった。このことから、０．１ｍｍ×２＝０．２ｍｍ以上の径を有した線状の部材でコイルバネ１５４を構成することが好ましい。製造上の公差や精度を考慮すると０．２～３．０ｍｍの線径の部材を用いることが好ましい。

【００７０】

（変形例２）

上記変形例１の別の変形例（変形例２）を図７および図８を用いて説明する。図７は本発明の実施の形態の変形例２に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図、図８は図７に示す曲面板バネの構成を拡大して模式的に示す斜視図である。

【００７１】

本変形例２のプラズマエッチング装置１００は、図２の構造の給電コネクタ１６１の板バネ１３５に換えて、金属などの導電性部材から構成された板部材が図８に示す左右方向Ｒに凹凸を有した曲面板バネ１４２を備えている。曲面板バネ１４２以外の他の構成については図２のプラズマエッチング装置１００と同等のものを備えている。曲面板バネ１４

２の材料には、例えば、オーステナイト系のＳＵＳ３０４－ＣＳＰが用いられ、高周波電力に対する表皮抵抗を下げるために、曲面板バネ１４２の表面に金メッキが施されている。材料としては、一般的なステンレスやチタンやアルミや銅であってもよい。

【００７２】

図７のプラズマエッチング装置１００では、曲面板バネ１４２の厚さは、表皮深さ×２が最も効率がよい。本変形例２では高周波電力の周波数は４００ｋＨｚが用いられるため、この周波数に対する金での表皮深さは０．１ｍｍである。したがって、曲面板バネ１４２の厚さは０．１ｍｍ×２＝０．２ｍｍ以上が好ましい。製造上の公差や精度を考慮すると、曲面板バネ１４２の板厚さは０．１～１．０ｍｍ程度が好ましい。

【００７３】

（変形例３）

上記実施例のさらに別の変形例（変形例３）を図９を用いて説明する。図９は本発明の実施の形態の変形例３に係るプラズマ処理装置の試料台のサセプタリングの部分の構成を拡大して模式的に示す断面図である。

【００７４】

本変形例３のプラズマエッチング装置１００は、図２の構造の給電コネクタ１６１の板バネ１３５に換えて、金属などの導電性部材の導線（例えば、給電用線路）が複数撚り合わされて形成された撚り線（導電部材）１５５を備えている。撚り線１５５以外の他の構成については図２のプラズマエッチング装置１００と同等のものを備えている。本変形例３では、撚り線１５５の材料には、例えば、オーステナイト系のＳＵＳ３０４－ＣＳＰが用いられ、高周波電力に対する表皮抵抗を下げるために、各々の導線の表面に錫メッキが施されている。材料としては、一般的なステンレスやチタンやアルミや銅であってもよい。

【００７５】

図９のプラズマエッチング装置１００では、撚り線１５５の集合した線の径は表皮深さ×２が最も効率がよい。本変形例３では高周波電力の周波数は４００ｋＨｚが用いられるため、この周波数に対する錫での表皮深さは０．３ｍｍである。したがって、撚り線１５５の集合径は、０．３ｍｍ×２＝０．６ｍｍ以上が好ましい。製造上の公差や精度を考慮すると、撚り線１５５の集合径は、０．６～１０ｍｍ程度が好ましい。なお、撚り線１５５の集合径とは、集合した撚り線１５５の最も径が大きい箇所の径を表すものである。

【００７６】

次に、上記実施の形態または変形例１～３では、処理前に予めウエハ１０９の上面に配置される膜構造に含まれる処理対象の膜層の被エッチング材料をシリコン酸化膜としており、この場合には、エッチング用の処理ガスおよびクリーニング用のクリーニングガスとして、四フッ化メタンガス、酸素ガス、トリフルオロメタンガスが用いられる。また、上記被エッチング材料としては、シリコン酸化膜だけでなく、ポリシリコン膜、フォトレジスト膜、反射防止有機膜、反射防止無機膜、有機系材料、無機系材料、シリコン酸化膜、窒化シリコン酸化膜、窒化シリコン膜、Ｌｏｗ－ｋ材料、Ｈｉｇｈ－ｋ材料、アモルファスカーボン膜、Ｓｉ基板、メタル材料などを用いることができ、これら場合においても同等の効果が得られる。

【００７７】

また、エッチング用の処理ガスとしては、塩素ガス、臭化水素ガス、四フッ化メタンガス、三フッ化メタンガス、二フッ化メタンガス、アルゴンガス、ヘリウムガス、酸素ガス、窒素ガス、二酸化炭素ガス、一酸化炭素ガス、水素ガスなどを使用することができる。さらに、エッチング用の処理ガスとしては、アンモニアガス、八フッ化プロパンガス、三フッ化窒素ガス、六フッ化硫黄ガス、メタンガス、四フッ化シリコンガス、四塩化シリコンガス、ネオンガス、クリプトンガス、キセノンガス、ラドンガスなどを使用することができる。

【００７８】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、

上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【００７９】

また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換をすることが可能である。なお、図面に記載した各部材や相対的なサイズは、本発明を分かりやすく説明するため簡素化・理想化しており、実装上はより複雑な形状となる。

【００８０】

上記実施の形態では、処理室１０４内に周波数が２．４５ＧＨｚのマイクロ波の電界とこれに併せてＥＣＲを形成できる磁界を供給し、処理用ガスを放電させてプラズマを形成する構成を説明した。しかしながら、上記実施の形態で説明した構成は、他の放電（有磁場ＵＨＦ放電、容量結合型放電、誘導結合型放電、マグネトロン放電、表面波励起放電、トランスファー・カップルド放電）を用いてプラズマを形成する場合であっても、上記の実施の形態などで説明したものと同様の作用・効果を奏することができる。また、プラズマ処理を行うその他のプラズマ処理装置、例えばプラズマＣＶＤ装置、アッシング装置、表面改質装置などで配置されるウエハ載置用電極に、上記実施の形態および変形例１～３を適用した場合についても同様の作用効果を得ることができる。

【符号の説明】

【００８１】

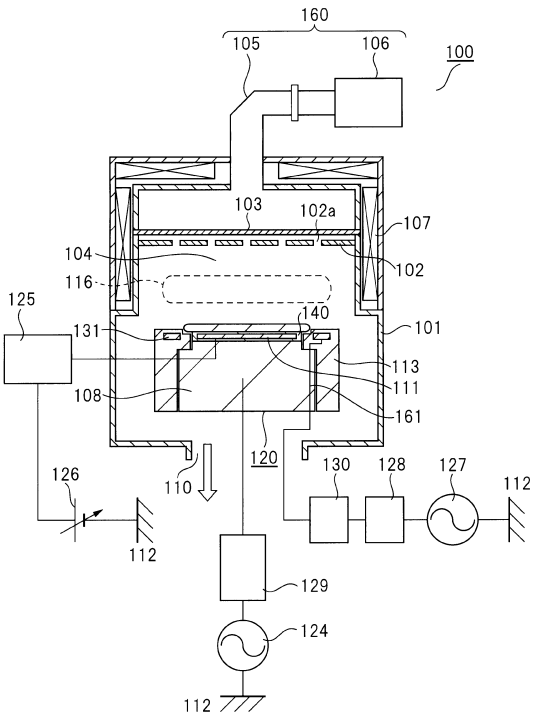
１００　プラズマエッチング装置（プラズマ処理装置）
１０１　真空容器
１０２　シャワープレート
１０２ａ　ガス導入孔
１０３　誘電体窓
１０４　処理室
１０５　導波管
１０６　電界発生用電源
１０７　磁場発生コイル
１０８　電極基材
１０９　半導体ウエハ
１１０　真空排気口
１１１　導電体膜（静電吸着用電極）
１１２　接地
１１３　サセプタリング（リング状部材）
１１６　プラズマ
１２０　ウエハ載置用電極（試料台、第１の電極）
１２０ａ　載置面
１２０ｂ　上面
１２０ｃ　貫通孔
１２０ｄ　凹み部
１２４　高周波電源（第１の高周波電源）
１２５　高周波フィルタ
１２６　直流電源
１２７　高周波電源（第２の高周波電源）
１２８、１２９　整合器
１３０　負荷インピーダンス可変ボックス
１３１　導体リング（第２の電極）
１３１ａ　貫通孔
１３２　導電性ネジ

１３３　給電ボス
１３４　Ｏリング
１３５　板バネ（バネ部材、導電部材）
１３６　絶縁性ネジ
１３７　ヘリサート
１３８　上部サセプタ
１３８ａ　当たり面
１３９　絶縁リング
１３９ａ、１３９ｂ　貫通孔
１４０　誘電体膜
１４１　空間
１４２　曲面板バネ
１４３　上部端子（上端の端子）
１４４　絶縁ボス（円筒形部材）
１４５　下部端子（下端の端子）
１４６　シール部材
１４７　電極ベース
１４８　中継端子
１４９　案内部
１５０　空間
１５１　絶縁プレート
１５２　接地プレート
１５３　冷媒流路
１５４　コイルバネ（バネ部材、導電部材）
１５５　撚り線（導電部材）
１６０　電界・磁界形成部
１６１　給電コネクタ
７０１、７０２、７０３　矢印

【図面】

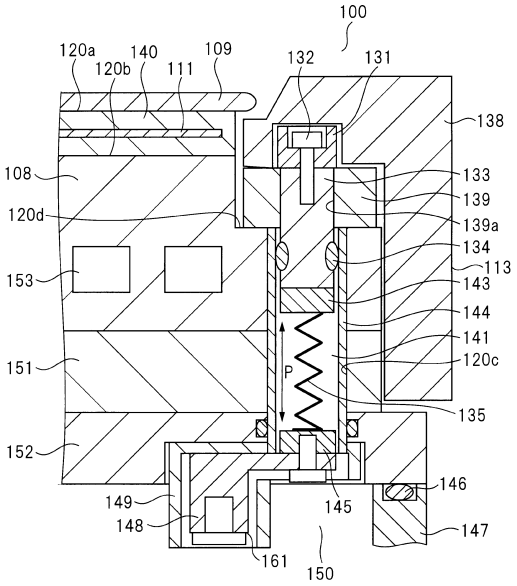
【図１】

図 1



【図２】

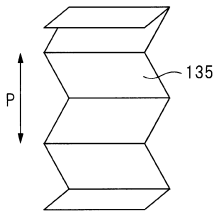
図 2



100：プラズマエッチング装置（プラズマ処理装置）
113：サセプタリング（リング状部材）
120c：貫通孔
131：導体リング（第2の電極）
135：板バネ（バネ部材、導電部材）
143：上部端子（上端の端子）
145：下部端子（下端の端子）
161：給電コネクタ

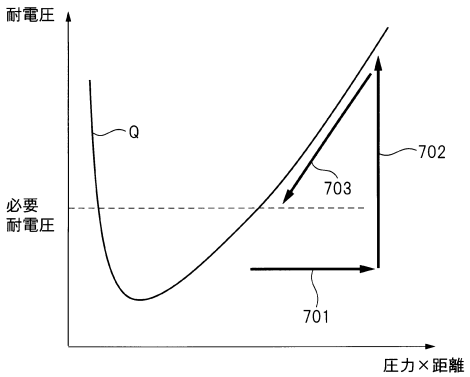
【図３】

図 3



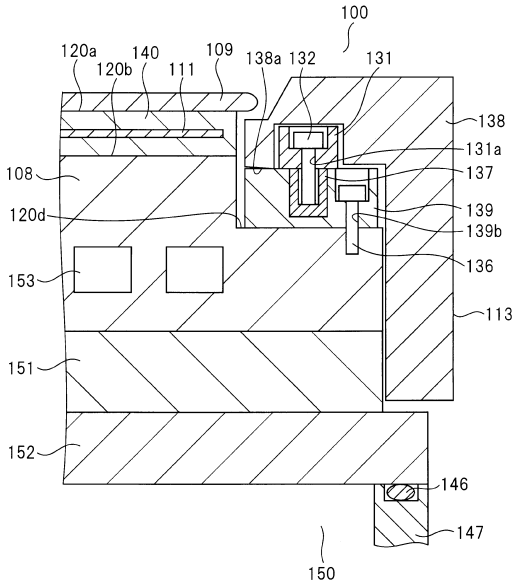
【図４】

図 4



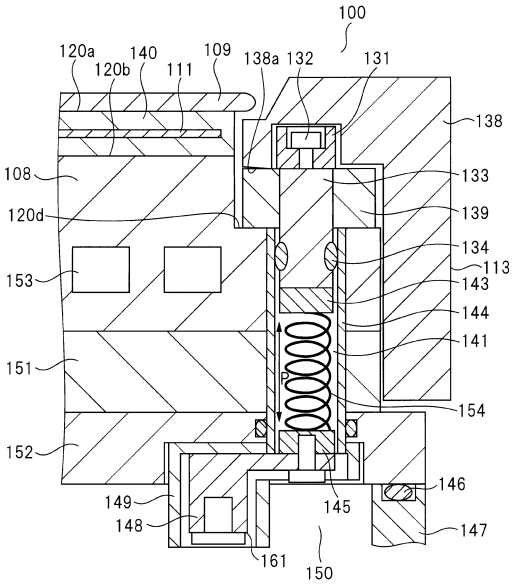
【図５】

図 5



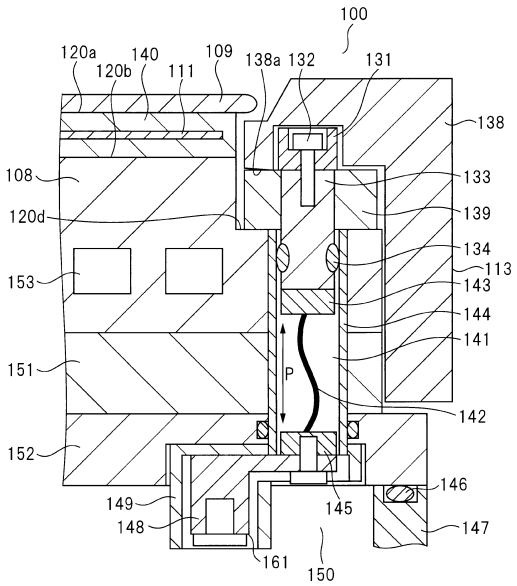
【図６】

図 6



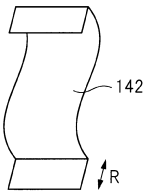
【図７】

図 7



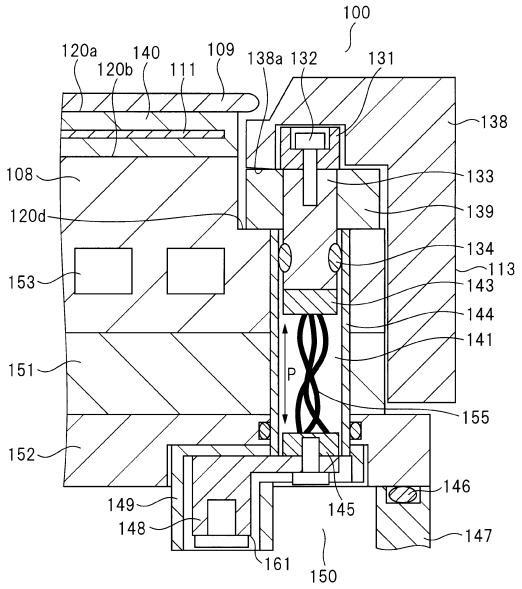
【図８】

図 8



【図９】

図 9


100
120a
120b
140
111
109
138a
132
131
138
108
133
120d
139
134
113
153
143
144
141
151
P
155
152
146
149
145
148
147
161
150

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１１－００９３５１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０２７６０１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１４３５１２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３０８２９９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０２１２６０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／３０６５
Ｈ０５Ｈ　１／４６