

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7083080号
(P7083080)

(45)発行日 令和4年6月10日(2022.6.10)

(24)登録日 令和4年6月2日(2022.6.2)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/3065(2006.01)

H 0 1 L 21/302

1 0 1 G

H 0 1 L 21/683(2006.01)

H 0 1 L 21/68

R

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

H 0 5 H 1/46

A

請求項の数 7 (全19頁)

(21)出願番号	特願2018-2311(P2018-2311)	(73)特許権者	501387839
(22)出願日	平成30年1月11日(2018.1.11)		株式会社日立ハイテク
(65)公開番号	特開2019-121748(P2019-121748 A)	(74)代理人	110000062
(43)公開日	令和1年7月22日(2019.7.22)		特許業務法人第一国際特許事務所
審査請求日	令和3年1月8日(2021.1.8)	(74)代理人	100218534
			弁理士 井上 雄
		(74)代理人	100091720
			弁理士 岩崎 重美
		(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
		(72)発明者	磯崎 真一
			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
			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】

真空容器内部の処理室内に配置された試料台上に載せられて保持された処理対象の試料が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理されるプラズマ処理装置であって、前記試料台上部に配置され前記試料が載せられる上面を構成する第1の誘電体製の板状の部材がその上面に、外周縁に沿って当該上面の中央側部分を囲んでリング状に配置された外周凸部とこの外周凸部の中央側の前記板状部材の上面に配置されその頂部上面上に前記試料が載せられる複数の柱状の突起部と、前記外周凸部の中央側の前記板状部材の上面であって前記突起部の前記頂部上面及び当該頂部上面の外周縁に連なる側壁面を除く板状部材の上面を覆う第2の誘電体製の膜とを備え、

前記外周凸部の上面を覆って前記第2の誘電体製の膜が配置され、当該外周側凸部上に配置された第2の誘電体製の膜上面と複数の前記突起部の頂部上面の上に前記試料が載せられて保持され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であって、

前記外周凸部の中央側に配置された前記第2の誘電体製の膜の上面と当該試料との間に隙間をあけて前記試料が前記突起部上に載せられて前記試料台上に保持されるプラズマ処理装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置であって、

前記第2の誘電体製の膜が前記突起部の前記側壁面の下端を含む当該突起部の周囲の前記板状部材の上面を除いた前記板状部材の上面を覆って配置されたプラズマ処理装置。

【請求項4】

請求項1乃至3の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、
前記突起部の高さが20 μm 以下であり頂部上面の径が2mm以下であるプラズマ処理装置。

【請求項5】

請求項1乃至4の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、
前記第2の誘電体膜の厚さが2 μm 以上10 μm 以下であるプラズマ処理装置。

【請求項6】

請求項1乃至5の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、
前記板状部材の上面の前記第2の誘電体製の膜に覆われた部分の面積の当該上面全体の面積に対する割合が90%以上であるプラズマ処理装置。

【請求項7】

請求項1乃至6の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、
前記第1の誘電体が酸化アルミニウムを含み、第2の誘電体が酸化イットリウムを含むプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空容器内部の処理室内に配置された半導体ウエハ等の基板状の試料を当該処理室内に形成したプラズマを用いて処理するプラズマ処理装置に係り、特に、試料を処理室内に配置された試料台上面の誘電体膜上に吸着させて保持した状態でエッチング処理するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ドライエッチングに代表されるプラズマ処理は、排気装置が連結された真空容器内部の処理室内に処理用のガスを導入しつつ、処理室内に供給した電界または磁界により処理用のガスの原子または分子を励起して電離或いは解離させてプラズマを形成し、当該プラズマ中の粒子を用いて試料表面に予め配置されたマスク層と処理対象の膜層とを含む膜構造のマスク層で覆われていない処理対象の膜層を処理することで、膜構造から所望の形状を有する回路を得る技術である。このようなプラズマを生成する方法としては、誘導結合方式、電子サイクロトロン共鳴方式および平行平板方式（マグネトロン方式含む）が主に用いられている。

【0003】

誘導結合方式のプラズマ生成には主に13.56MHzの高周波電力が用いられ、電子サイクロトロン共鳴方式には2.45GHzのマイクロ波帯の電界が主に用いられる。これら誘導結合方式および電子サイクロトロン共鳴方式では、プラズマ生成とは別に被加工試料表面へ入射するイオン等の荷電粒子のエネルギーを制御する目的で高周波（Radio Frequency, RF）帯の電界が試料またはこれを支持している試料台の内部の電極に供給され、試料表面上方に形成されたバイアス電位とプラズマの電位との電位差により試料表面の方向に誘引される荷電粒子との衝突により処理対象の膜に対するプラズマ中の反応性粒子の反応が促進され処理が進行する。

【0004】

一方、平行平板方式では、従来から対向させて配置された平板状の電極の何れかに13.56MHzの高周波電力が供給されるものが用いられてきたが、近年VHF帯（30MHz～300MHz）の周波数の電界も用いられるようになっている。また、誘導結合方式や電子サイクロトロン共鳴方式と同様に、試料の表面へ入射するイオン等荷電粒子のエネルギーを独立に制御する高周波（RF）の電力もプラズマ生成とは別に用いられるようになっている。

【0005】

また、プラズマ生成に用いる電界とは別に試料表面に入射させる荷電粒子のエネルギーを調節するために用いられる高周波電力の電界は、従来は数百KHzから数MHzの周波数のものが用いられてきたが、エネルギーの制御性を向上させるためにMHz帯以上の周波数のものが用いられる傾向にある。

【0006】

一方、被加工試料（以下、試料）が真空容器の内部に配置されるプラズマ処理装置では、試料をその上面上方に載せて保持する試料台は、真空容器の外部に配置された温度調節装置によって温度が調節された冷媒が試料台内部の流路に供給されて循環する。或いは、試料台内部にヒータ等の加熱装置が配置される。これらの構成により試料台の温度が使用者の所望の所定の範囲内の値に調節される。

10

【0007】

このような試料台の構成においては従来から、予め温度が調節された試料台の温度をプラズマを用いた処理中の試料の温度を精度良く処理に適した範囲内の値にするために、その上面に載せられた試料を静電気力を用いて試料台の上面に吸着して保持し、その上面の表面と試料の裏面との間の隙間に熱伝達性を有するHe等のガスを供給し、試料と試料台との間の熱伝達を促進する構成が備えられている。

【0008】

試料を試料台上面上でこれに吸着させるための静電気力を生起する構成としては、従来から、アルミナ（酸化アルミ）等のセラミックスの材料を試料台の基材上面に溶射して形成された膜、あるいはセラミックスの材料を焼成して板状に形成された部材であって基材の上面上に接着された焼結体の内部に配置された膜状の吸着用の電極に直流電力が供給されるものが知られている。さらに、このような静電気力による吸着（静電吸着）を実現する構成としては、抵抗率が非常に高い酸化アルミ等のセラミックスを用いるクーロン方式と、比較的抵抗率が低く数百マイクロアンペアから1ミリアンペア程度の直流電流を流しながら吸着させるジョンソンラーベック方式とが知られている。

20

【0009】

さらに、セラミックス等誘電体材料製の膜あるいは焼結板の内部に複数の静電吸着用の電極が配置され、これらの電極に各々異なる極性さ付与されるように直流電力を供給して試料を吸着させるダイポール型と、電極に正負いずれかの極性を付与して試料を吸着するモノポール型とがある。クーロン型を用いる場合には、誘電体製の膜の表面に微小な寸法の複数の突起（ドット）が配置され試料はその裏面が突起上面と接触して保持される構成が可能で、試料が試料台上面と接触する面積を抑制して接触に伴う試料裏面に異物が付着あるいは生成されることを抑制することが可能となる。

30

【0010】

一般に、プラズマ処理装置では、試料の温度およびその面内分布を精密に制御必要性から、試料と試料台上面とを静電吸着させる静電気力は、試料と試料大上面との間の隙間に導入されるHe等のガスの圧力による力よりも充分大きくして試料大上面に試料を強く吸着させる必要がある。

【0011】

一方で、試料の裏面が試料台上面に接触することで両者の表面の部材が損傷したり、一方に付着していたパーティクルが他方に再付着して異物となってしまうという問題が生じる虞がある。この異物は、当該試料のみならず、当該試料をプラズマを用いて処理した後の試料が戻される試料用のケースに付着したり次工程で微細回路が形成されている他の試料の表面に再度付着したりして、異物による汚染を拡大させプラズマ処理装置における処理の歩留まりを低下させてしまうことになる。

40

【0012】

このような問題を解決するため、試料を静電吸着させる試料台の上面に所定の高さ、例えば数 μm 程度の高さを有する突起部（ドット）を予め複数形成しておき、試料台上面上に載せられた試料はその裏面がこれらの突起部上面と接触して保持されることで、静電吸着

50

力を保持しつつ試料が試料台上面と接触する面積を低減して上記異物による問題の生起を抑制することができる。

【0013】

このような従来の技術の例として、特開2015-162490号公報（特許文献1）に開示のものが知られていた。本従来技術は、被処理体であるウエハWを保持するための載置台が内部に配置された真空容器内の処理容器内に真空容器上部に配置された上部電極と処理容器内の載置台の内部の下部電極との間にプラズマを形成してウエハWを処理するプラズマ処理装置の例が開示している。当該プラズマ処理装置の載置台を構成するベース部の上面には静電チャックが配置され、静電チャックを構成する上下の誘電体レイヤ及びそれらの間に配置された電極と、上部の誘電体レイヤの平坦な上面に配置された複数の突出部とを備えている。

10

【0014】

さらに、本従来技術では、誘電体レイヤの上面と突出部とを覆って配置されたイットリアを含む材料から構成された保護膜とを備えている。このような構成において、保護膜が誘電体レイヤの平坦な上面とその上方に突出する複数の突出部の側壁面とを覆うことで、パーティクルの発生を抑制することが図られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【文献】特開2015-162490号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、上記の従来技術では、次の点について考慮が不十分であったため、問題が生じていた。

【0017】

すなわち、突起部上面には試料を静電吸着した際の力が集中するため、吸着の際の損傷を防止してパーティクルや異物の発生を抑制する上で突起部には機械的な強度も求められる。さらに、近年では、プラズマ処理装置の量産性を高めるため、プラズマを用いた試料の処理に伴って生成された生成物が真空容器内部の表面に堆積して形成される堆積物が試料の入れ替えや他の試料処理の際に付着して汚染が拡大することを防止するため、任意の試料の処理後で次の試料の処理の前に真空容器内の試料が処理される室内表面の堆積物や付着物をプラズマを用いて取り除くクリーニング工程が用いられている。

30

【0018】

このようなクリーニングの工程において試料台上面には試料は載せられていない、所謂ウエハレスの場合でも、その上面の材料がクリーニング用のプラズマによって消耗して静電吸着する性能が低下するまでの期間が短くなったり、真空容器内に消耗した酸化アルミによる金属汚染が生じる虞があった。

【0019】

このような課題に対し、特許文献3に示されるように、試料を静電吸着するための誘電体製の部材の表面またはその特定部分をイットリア或いはその化合物、例えば酸化イットリウム（Y2O3）で被覆、または構成することにより、消耗や汚染を抑制することが可能となる。酸化イットリウムはプラズマ耐性（特にフッ系ラジカルを有するプラズマ）が高く殆ど消耗しないことが判っており、このような材料で構成された膜によって覆われた静電吸着用の誘電体製の部材は性能の低下が抑制されるとともに、アルミナ等誘電体部材に含まれる金属元素による真空容器内部あるいは試料への汚染が抑制されと考えられる。

40

【0020】

しかしながら、酸化イットリウムは、従来用いられている酸化アルミに対して機械的強度が弱いため、例えば試料台の試料が載せられる上面の突起部の側壁面、あるいは突起同士の間の上面の平坦な面上を覆うことで、試料の裏面への付着物を抑制できても、突起部の上

50

面が試料裏面と接触して試料を吸着させる静電気力が突起部に加えられた状態で生じる突起部の変形によって、酸化イットリウムの被覆膜が損傷したり破損したりして、本来は抑制する目的であった試料台上面からのパーティクルを生起させて、パーティクルや欠片の試料裏面への付着とこれによる異物を発生させてしまい、処理の歩留まりが損なわれてしまうという問題について、上記従来技術では考慮されていなかった。

【0021】

本発明の目的は、処理の歩留まりを向上させた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】

【0022】

上記目的は、真空容器内部の処理室内に配置された試料台上に載せられて保持された処理対象の試料が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理されるプラズマ処理装置であって、前記試料台上面に配置され前記試料が載せられる上面を構成する第1の誘電体製の板状の部材がその上面に、外周縁に沿って当該上面の中央側部分を囲んでリング状に配置された外周凸部とこの外周凸部の中央側の前記板状部材の上面に配置されその頂部上面上に前記試料が載せられる複数の柱状の突起部と、前記外周凸部の中央側の前記板状部材の上面であって前記突起部の前記頂部上面及び当該頂部上面の外周縁に連なる側壁面を除く板状部材の上面を覆う第2の誘電体製の膜とを備え、前記外周凸部の上面を覆って前記第2の誘電体製の膜が配置され、当該外周側凸部上に配置された第2の誘電体製の膜上面と複数の前記突起部の頂部上面の上に前記試料が載せられて保持されることにより達成される。

【0023】

本発明では、静電吸着に用いる絶縁体の主材を酸化アルミで形成し、酸化アルミ表面に接触面積を抑制するためのドット部を総面積の3%以下で形成し、さらに該酸化アルミ表面のドット領域またはドット領域を含む一部領域以外に酸化イットリウムを4~10 μmコーティングし、静電吸着部表面の90%以上を酸化イットリウムで覆う構造とした。

【発明の効果】

【0024】

本発明により、静電吸着表面の大部分を酸化イットリウムで覆うことでプラズマ照射による消耗や消耗に伴う酸化アルミ起因の金属汚染を抑制できる。さらに試料との接触で機械的応力が集中するドット部またはドット部とその周辺一部には機械的強度の低い酸化イットリウムを配置しないことで酸化イットリウムの機械的破損や磨耗を回避できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施例に係るプラズマ処理装置の構成の概略を説明する図である。

【図2】図1に示す実施例に係るプラズマ処理装置の試料台の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

【図3】図2に示す本実施例の試料台の構成の概略を模式的に示す図である。

【図4】図1に示す本発明の実施例の変形例に係るプラズマ処理装置の試料台の静電チャックの構成の一部を拡大して模式的に示す縦断面図である。

【図5】図1に示す本発明の実施例の別の変形例に係るプラズマ処理装置の試料台の静電チャックの構成の一部を拡大して模式的に示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【実施例】

【0027】

本発明の実施例を図1乃至4を用いて以下に説明する。図1は、本発明の実施例に係るプラズマ処理装置の構成の概略を説明する図である。

【0028】

図1に係るプラズマ処理装置は、ソレノイドコイルである電磁コイル1を用いた有磁場平

10

20

30

40

50

行平板型のプラズマ処理装置である。本実施例のプラズマ処理装置は、真空容器 10 とその上方に配置され真空容器 10 内部の空間であり処理対象の試料が載置され処理用のガスが供給されてプラズマが内部に形成される処理室とを有し、真空容器 10 の上方に配置されて処理室の内部にプラズマを形成するための電界または磁界を生成する装置であるプラズマ形成部と、真空容器 10 の下部と連結され処理室内部を排気して減圧するターボ分子ポンプ等の真空ポンプを含む排気装置とを備えている。

【0029】

真空容器 10 の内部の処理室内には、その下方に配置された円筒形を有した試料台 2 と、その上面を構成する載置面の上方でこれに対向して配置されてプラズマを形成するための高周波電力が供給される円板形状の上部電極 4 と、この上部電極 4 の試料 3 側で試料台 2 の載置面に対向して配置されると共に処理室の天井面を構成し当該処理室内にガスを分散して供給する貫通孔を複数備えた円板状のシャワープレート 5 とが配置されている。

10

また、試料台 2 の載置面上には半導体ウエハ等の基板状の試料 3 が載せられて保持される。

【0030】

シャワープレート 5 とその上方に配置されたアンテナである上部電極 4 とは、これらが真空容器 10 に取り付けられた状態でこれらの間に隙間が形成されるように配置されている。当該隙間は、真空容器 10 外部のガス導入ライン 6 及び上部電極 4 内に施されたガス流路に連結され、これらが処理室内へのガスの供給経路として連通されている。

本実施例において、処理室内に供給される試料 3 の処理に用いられる処理用のガス、或いは処理には直接的には用いられないものの処理用のガスを希釈する或いは処理用のガスが供給されない間に処理室内部に供給されて処理用のガスと入れ替えられる不活性ガスは、ガス導入ライン 6 から上部電極 4 内に施されたガス流路を介して当該隙間に供給されその内部で分散された後、シャワープレート 5 の中央部を含む領域に配置された複数の貫通孔を通り処理室内部に供給される。

20

【0031】

上部電極 4 は導電性材料であるアルミまたはステンレス等の金属材料から構成された円板状の部材であってその上面の中央部にプラズマ形成用の高周波電力が伝達される同軸ケーブルが電氣的に接続されている。さらに、上部電極 4 は、冷媒の温度を所定の範囲に調節するチラー等の温度制御装置と連結され当該冷媒が供給される上部電極用冷媒流路 7 を内部に有している。

30

上部電極用冷媒流路 7 の内部を冷媒が循環しつつ熱交換することによって上部電極 4 の温度が処理に適切な値の範囲内に調節される。

【0032】

本実施例の上部電極 4 には、同軸ケーブルを介してこれと電氣的に接続された放電用高周波電源 8 からプラズマ形成用の高周波電力が放電用高周波電力整合器 9 を介して供給される。

シャワープレート 5 は、上面形が円板の形状を有した石英等の誘電体あるいはシリコン等の半導体製の部材である。上部電極 4 に高周波電力が印加された結果、上部電極 4 の表面から放出される電界がシャワープレート 5 の表面に電界が形成あるいはシャワープレート 5 を透過して処理室内に電界が放出される。さらに、本実施例では、真空容器 10 の外部であって処理室の上部の上方と側方とを囲んで配置された電磁コイル 1 が形成する磁界が処理室内部に供給される。

40

【0033】

当該磁界と上記高周波の電界との相互作用により、処理室内部に供給された処理用のガスまたは不活性ガスの原子または分子が励起され、電離または解離してプラズマ 11 が処理室内に形成される。本実施例では、プラズマを形成するための高周波電力として超高周波帯（VHF 帯）域の周波数である 200MHz の電力が用いられる。

【0034】

また、真空容器 10 の上部を構成して真空容器 10 を開閉する蓋部材とこの内側に配置された上部電極 4 との間には、上部電極 4 の上方や側方に配置されて石英やテフロン（登録

50

商標)等の誘電体で構成されリング状の上部電極絶縁体12が配置されている。上部電極絶縁体12により上部電極4は、真空容器10の上部を構成して真空容器10を開閉する蓋部材から電氣的に絶縁されている。

【0035】

また、同様にシャワープレート5周辺には石英等の誘電体で構成される絶縁リング13が配置されて蓋部材から絶縁されている。これら上部電極絶縁体12と絶縁リング13と上部電極4、シャワープレート5とは、蓋部材の開閉の動作の際に蓋部材と一体として回転する。

【0036】

円筒形を有した真空容器10は、その側壁が図示しない真空容器であって減圧された内部の空間である搬送室内を試料2が搬送される搬送容器と連結されている。これらの間には試料2が出し入れされる通路が配置されており、搬送室の内側には、通路の開口としてのゲート及び当該ゲートの周囲の搬送室内側壁と当接してゲートを閉塞するゲートバルブが配置されている。ゲートバルブは、ゲートに対し上下方向に移動可能に構成され、搬送室内側壁と当接する面上にOリング等のシール部材を備え、真空容器10内部に搬送された試料2が処理される場合に、上下方向に移動して当該ゲートを囲む搬送室内側壁にOリングを当接させてこれを閉塞することで、真空容器10及び通路内部を搬送室に対して気密に封止する。

【0037】

処理室内の試料台2の下方の真空容器10の下部には、処理室内部を排気する真空ポンプと連通する排気用の開口が配置されている。当該排気用の開口と真空ポンプとの間でこれらを連結する排気用の管路上には、その内部の排気用の流路を横切って配置された軸回りに回転して流路の排気の方角についての断面積を増減させる板状のバルブである圧力調整バルブ26が配置されている。

【0038】

圧力調整バルブ26の板状の部材が回転して角度が調節され当該断面積が増減されることにより、処理室からの排気の流量または速度が増減される。本実施例では、処理室内部の圧力は、シャワープレート5の貫通孔から供給されるガスの流量または速度と排気用の開口から排出されるガスや粒子の流量または速度とのバランスにより、所望の値の範囲内となるように、図示しない制御装置により調節される。

【0039】

次に、試料台2周辺の構造を説明する。本実施例の試料台2は処理室の下方の中央部に配置された円筒形を有した台であって、その内部に円筒形または円板形状を有した金属製の基材2aを備えている。本実施例の基材2aは、同軸ケーブルを含む給電経路によりバイアス用高周電源20と当該給電経路上に配置されたバイアス用高周波電力整合器21を介して電氣的に接続されている。

【0040】

この構成により、基材2aにはプラズマ生成用高周波電力とは別に異なる周波数(本例では4MHz)の高周波電力が供給される。基材2aに供給された高周波電力によって、プラズマ中のイオン等荷電粒子を試料3の上面または試料載置面に誘引するためのバイアス電位がこれらの上方に形成される。すなわち、上部電極4の下方において基材2aはバイアス用高周波電力が印加される下部電極として機能する。

【0041】

また、基材2aの内部には冷媒流路19が多重の同心状または螺旋状に配置されている。冷媒流路19には、基材2aまたは試料載置面の温度を試料3の処理に適した温度に調節するために供給される所定の温度の冷媒が内部を循環して通流する。

【0042】

基材2aの上面には、アルミナあるいはイットリア等の誘電体製の静電吸着膜14が配置されている。静電吸着膜14の内部には、試料3を静電吸着させるための直流電力が供給されるタングステン等の金属製の膜状の電極15が配置されている。電極15はその裏面

10

20

30

40

50

が基材 2 a を貫通する貫通孔の内部に配置された給電経路 2 7 を介して直流電源 1 7 と電氣的に接続されている。

【0043】

また、基材 2 a の下方であって試料台 2 の内部の給電経路 2 7 上には抵抗またはコイル等の素子 3 2 が配置され、当該素子 3 2 は接地されたバイアス用高周波電力整合器 2 1 及びこれを介してバイアス用高周波電源 2 0 と同じく同軸ケーブルを備えた給電経路によって接続されている。さらに、貫通孔の下方であって試料台 2 の内部の給電経路 2 7 上には抵抗またはコイル等の素子 3 2 が配置され、当該素子 3 2 は接地された低域通過フィルタ 1 6 を介して直流電源 1 7 と接続されている。

本実施例の直流電源 1 7 及びバイアス用高周波電源 2 0 は、その一端側の端子は接地されるかアースに電氣的に接続されている。

【0044】

低域通過フィルタ 1 6 及びバイアス用高周波電力整合器 2 1 は、直流電源 1 7 およびバイアス用高周波電源 2 0 に放電用高周波電源 8 からのプラズマ形成用の高周波電力が流入するのを抑制するために配置されている。より高い周波数の電流の流れを妨げてフィルタリング（濾過）する低域通過フィルタ 1 6 により直流電源 1 7 からの直流電力或いはバイアス用高周波電源 2 0 からの高周波電力は損失なく各々静電吸着膜 1 4 および試料台 2 に供給されるが、試料台 2 側から直流電源 1 7 およびバイアス用高周波電源 2 0 に流入するプラズマ形成用の高周波電力は低域通過フィルタ 1 6 またはバイアス用高周波電力整合器 2 1 を介してアースに流される。なお、図 1 中のバイアス用高周波電源 2 0 からの給電の経路上には低域通過フィルタ 1 6 は図示されていないが、同様な効果を有する回路が図示するバイアス用高周波電力整合器 2 1 内に内蔵されている。

【0045】

図 1 に示す実施例は、静電吸着膜 1 4 の内部に配置された膜状の電極 1 5 を複数備えている。

これらのうち一方と他方とは、各々で異なる極性を有するように直流電圧が供給され、両極性の静電吸着を行うものとなっている。このため、静電吸着膜 1 4 と試料 3 との接触面の面積を 2 等分されたか又はこれと見做せる程度に近似した範囲内の値で電極 1 5 が 2 つ領域に分けられて配置され、各々に独立した値の直流電力が供給されて、異なる値の電圧に維持される。

【0046】

試料台 2 は、これを構成する基材 2 a 及び静電吸着膜 1 4 を貫通して配置され H e 等熱伝達性を有したガスが内部を通流する熱伝達ガス用の貫通孔が配置されている。静電吸着膜 1 4 上面上方に配置されてこれに静電吸着された試料 3 の裏面と静電吸着膜 1 4 上面との間の隙間には、上記貫通孔の内部を通り静電吸着膜 1 4 上面の開口からヘリウム供給手段 1 8 よりヘリウムガスが供給される。供給された熱伝達性を有したヘリウムガスにより試料 3 と静電吸着膜 1 4 との間の熱伝達が向上し、基材 2 a 内部の冷媒流路 1 9 との熱の交換量が増大して試料 3 の温度を調節する効率が高められる。

【0047】

基材 2 a の下方には、テフロン等で形成される円板状の絶縁板 2 2 が配置されている。絶縁板 2 2 が配置されることで、接地されるかアースと電氣的に接続され接地電位にされた基材 2 a が下方の部材から絶縁されている。

【0048】

さらに、基材 2 a の側面の周囲にはこれを囲んで接続されて配置されアルミナ等の誘電体製のリング状の絶縁層 2 3 が配置されている。基材 2 a の下方でこれと接続されて配置された絶縁板 2 2 の下方と周囲及びその上方の絶縁層 2 3 の周囲には、接地されるかアースと電氣的に接続され接地電位にされた導電性材料から構成された導電板 2 9 が配置されている。

【0049】

導電板 2 9 は、上方から見て円形かこれと見做せる程度の近似した形状を有した板部材で

10

20

30

40

50

あって、その中央部に、絶縁板 22、絶縁層 23 を挟んで基材 2a が内側に配置され、基材 2a の下面と側面とが囲まれて配置された凹み部を備えている。また、凹み部の外周側の位置には中央側から外周側に水平方向に延在する板状のフランジ部である遮蔽板 24 を有している。遮蔽板 24 は、処理室内の試料台 2 の上方に形成されるプラズマを処理室内部の上部に偏らせて、謂わば、閉じ込めるために配置されたものであり、板状のフランジ部にガスや粒子を上下方向に通過させるため複数の孔を備えている。

【0050】

さらに、試料台 2 の上部の静電吸着膜 14 の略円形を有した試料載置面の外周側の箇所には、石英等の耐プラズマ性を有した誘電体で構成されるリング状のサセプタリング 25 が、基材 2a の外周部の上面上方に載せられ試料載置面を囲んで配置されている。サセプタリング 25 は、その外周縁部は絶縁層 23 の上面に載せられてこれを覆って配置されている。

10

【0051】

また、基材 2a およびリング状の絶縁層 23 とこれらの下面に接して下方に配置された円板状の絶縁板 22 とを中央部の凹み部の内側に有し、絶縁板 22 と絶縁層 23 との側面を凹み部の側壁が囲んで配置された接地電位の導電板 29、及びその外周側の部位であって中央側から外周側に延在し真空容器 10 の処理室内壁面にその先端が近接または接触している遮蔽板 24 とを備えている。また、本実施例の導電板 29 は、図示していないが接地されるかアースと電氣的に接続されて接地電位にされている。

【0052】

導電板 29 は導電性の材料から構成されているが、プラズマに面する遮蔽板 24 は少なくとも、アルミニウム等の導電性の材料から構成された部材とその表面に陽極酸化処理され形成されたアルマイト皮膜またはセラミクス等の誘電体の材料が溶射されて形成された皮膜とを有している。また、上記の通り、遮蔽板 24 には、複数のガス通過孔 30 が形成されており、シャワープレート 5 から供給されたプロセスガスや処理室内のプラズマ或いは生成物の粒子がガス通過孔 30 の内側を通過して試料台 2 下方の排気用の開口に向けて試料台 2 の外周側の処理室内空間を流れる構成となっている。

20

【0053】

さらに、静電吸着用直流電源 17 とタングステン製の電極 15 との間を電氣的に接続する給電経路 27 およびバイアス用高周波電源 20 と基材 20a との間でこれらを電氣的に接続する同軸ケーブルを含む給電経路状には抵抗またはコイルを含む素子 32 が配置されている。本実施例では、給電経路 27 上において低域通過フィルタ 16 とタングステン電極 15 との間に配置される素子 32 を 1000 Ω の抵抗で構成されたものとし、バイアス用電源 20 と基材 2a との間の給電経路上であってバイアス用高周波電力整合器 21 と基材 2a との間に配置される素子 32 を 0.5 μH (プラズマ形成用高周波電力に用いる 200 MHz の電力に対して 628 Ω のインピーダンスを有するもの) のインダクタンスを有するもの、例えばコイルを含む素子とした。

30

【0054】

図 2 及び図 3 を用いて本実施例の試料台の構成を説明する。図 2 は、図 1 に示す実施例に係るプラズマ処理装置の試料台の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。図 3 は、図 2 に示す本実施例の試料台の構成の概略を模式的に示す図である。図 3 (a) は、試料台 2 の上面を上方から見た上面図、図 3 (b) は図 3 (a) の A-A 線に沿った縦断面図を示している。

40

【0055】

図 2 に示す例では、試料台 2 の主要部である基材 2a 及びその上面上方に配置された静電チャック 201 の構成が拡大して示されているが、図 1 に示す実施例では他の部材も試料台 2 を構成する部材として配置されており、図 2 ではこれらは省略されている。

【0056】

図 2 に示す例において、試料台 2 の内部に配置された円筒形または円板形状を有し金属で形成され基材 2a は、図示しないバイアス用高周波電源 20 とバイアス用高周波電力整合

50

器 2 1 を介して同軸ケーブル等で構成された給電経路により接続されている。さらに、基材 2 の内部には、図示しない温度調節器によりその温度が調節された冷媒が内部を通流する冷媒流路 1 9 が、基材 2 a の中心周りに同心状に多重あるいは螺旋状に配置されている。本例は、基材 2 a または試料台 2 の温度を、温度が調節された冷媒を試料台 2 内部の冷媒流路 1 9 に循環させることのみで行っているが、基材 2 a の内部であって冷媒流路 1 9 と基材 2 a 上方に載せられる静電チャック 2 0 1 との間にヒータ等の加熱あるいは温度調節の手段が配置されていてもよい。

【 0 0 5 7 】

基材 2 a 上面の上方には、円形またはこれと見做せる程度に近似した形状を有した板状の部材を含んで構成された静電チャック 2 0 1 が基材 2 a 上面との間に樹脂製の接着層 2 0 4 を挟んで相互に接続されて配置されている。さらに、試料台 2 は、基材 2 a、接着層 2 0 4、静電チャック 2 0 1 を貫通して配置された複数の貫通孔を備えている。本例の試料台 2 の貫通孔は、試料を先端に載せた状態で上下して試料 3 を試料台 2 上方で上下動させる押上げピンが内部に配置された押上げピン孔 2 0 5、および試料 3 が静電チャック 2 0 1 上面上に載せられた状態で試料 3 裏面と静電チャック 2 0 1 上面との間の隙間に供給される H e 等の熱伝達性を有したガスが内部を通流する熱伝達ガス供給孔 2 0 7 を各々複数本含んでいる。

【 0 0 5 8 】

静電チャック 2 0 1 は、大きく分けて酸化アルミニウム (A l 2 O 3) またはこれを含んだセラミクス材料が所定の形状に焼成されて形成された焼結板から構成された吸着板 2 0 2 と、吸着板 2 0 2 の上面を被覆して配置され静電チャック 2 0 1 の上面を構成する表面膜 2 0 6 とを備えている。吸着板 2 0 2 の内部には、図示しない 1 7 と低域通過フィルタ 1 6 を介して接続された複数の膜状の電極 1 5 が配置されている。本例の吸着板 2 0 2 は、内部にタングステン等の金属の電極 1 5 用の材料が配置されたセラミクス材料が型の内部で焼成されて形成されたものである。なお、上記した温度調節の手段として接着層 2 0 4 と基材 2 a 上面との間に、その内部にヒータ用の膜状の電極が配置され溶射法によって形成されたセラミクス等誘電体製の膜が配置されていてもよい。

【 0 0 5 9 】

真空容器 1 0 に連結された搬送室から真空容器 1 1 内部の処理室に、搬送室内部に配置され複数の腕が連結されて伸縮可能に構成されたアームを備える搬送用ロボットのアーム先端部に載せられて試料 3 が搬送され、試料台 2 上方に運ばれると、試料台 2 内部の複数の押上げピン孔 2 0 7 内部に収納された複数本 (本例では 3 本) の押上げピンが図示しない駆動装置の駆動により上方に移動して押上げピンの先端が静電チャック 2 0 1 上面上方に突出しアーム上に保持された試料 3 の裏面に接する。さらに、押上げピンが上方に移動することで試料 3 が更に上方に持ち上げられることで、試料 3 がアームから押上げピンに受け渡される。アームが収縮することで真空容器 1 1 内部から搬送室に退出すると、真空容器 1 1 のゲートがゲートバルブにより閉じられて密封される。試料 3 は、押上げピンが下方に移動して試料台 3 の押上げピン孔 2 0 5 内部に収納されることで、静電チャック 2 0 1 上面上に載置される。

【 0 0 6 0 】

この状態で、電極 1 5 に直流電源から電力が供給されて複数の電極 1 5 が異なる極性を有することで、電極 1 5 と試料 3 との間の静電チャック 2 0 1 内部に生起された正負の電荷により、試料 3 が静電チャック 2 0 1 上面上に吸着される。この状態で、熱伝達ガス孔 2 0 7 を通して試料 3 裏面と静電チャック 2 0 1 上面との間に H e 等の熱伝達性を有するガスが供給され、所定の温度にされた冷媒が冷媒流路 1 9 に供給されて循環することで温度が調節される基材 2 a との間の熱の伝達が促進される。

【 0 0 6 1 】

さらに、試料台 2 下方の処理室底面に配置された排気用の開口に連結された排気装置が駆動されることで、真空容器 1 1 内部の処理室が排気されるとともに、シャワープレート 5 の貫通孔を通して処理用のガスが供給され、処理室内に供給される処理用のガスの流量ま

10

20

30

40

50

たは速度と、排気用の開口からの排気の流量または速度とのバランスにより、処理室内の圧力が処理の開始に適した範囲内の値に調節される。処理室内に、放電用高周波電源 8 からのプラズマ形成用の高周波電力が上部電極 4 に供給されて石英等の誘電体製のシャワープレート 5 を通してプラズマ形成用の電界が供給されるとともに、電磁コイル 1 により形成された磁界が供給されて、処理用のガスの原子又は分子が励起されて電離或いは解離して処理室内の試料台 2 上方にプラズマ 11 が形成される。

【0062】

プラズマ形成用の高周波電力より周波数が小さいバイアス形成用高周波電源 20 からのバイアス形成用の高周波電力が基材 2a に供給され、試料 3 上面上方にバイアス電位が形成され、プラズマ 11 との電位差に応じてプラズマ 11 内のイオン等荷電粒子が試料 3 表面に誘引されて衝突し当該表面に予め配置された処理対象の膜の処理が開始される。冷媒により所定の範囲内の温度に調節された基材 2a との間で熱が伝達されつつ試料 3 の処理が進められ、図示しない判定器により処理の終点が検出されると、バイアス形成用の高周波電力の基材 2a への供給が停止されて処理が停止されプラズマ 11 が消火される。この後、電極 15 が処理中と異なる極性が付与されて試料 3 を吸着していた静電気力が低減された後、押上げピンが上方に駆動されて試料 3 が静電チャック 201 上方に持ち上げられる。

【0063】

この後、ゲートバルブが駆動されて開放されたゲートを通り搬送室内の搬送用ロボットのアームが処理室内に進入して先端部を試料 3 と静電チャック 201 との間に位置させた状態で、押上げピンが再度下降して押上げピン孔 205 内に収納されることで試料 3 を押上げピンからアーム先端部に受け渡される。アームがその収縮によりゲートから搬送室内に退出すると試料 3 がアームに載せられて真空容器 11 内部から搬出され、次に処理される予定の試料 3 が存在する場合には、上記と同様の動作により次の試料 3 が処理室内で処理され、処理されるべき次に試料 3 が無いと判断されると、本例のプラズマ処理装置の半導体デバイス製造用の運転が停止される。

【0064】

図 3 (a) に示す通り、本実施例の静電チャック 201 はその上面に複数個の突起あるいは凸状部分を備え、その上面上方に試料 3 が載せられる。凸状の部分は、吸着板 202 の外周縁に沿って吸着板 202 上面の中央側部分を囲んでリング状に配置された外周凸部 305 及び押上げピン孔 205 の上端開口の周囲でこれを囲んでリング状に配置された複数（本例では 3 個）の内側凸部 306、並びに外周凸部 305、内側凸部 306 の間の吸着板 202 上面に配置され円筒または円錐台形状を備えた突起部分であって上端面が内側凸部 306 の内径より小さな径を有した複数の柱状のドット部 304 とを備えている。本例の 3 個の押上げピン孔 205 は、その上端の開口の中心が静電チャック 201 を上方から見て円形を有した吸着板 202 の中心の周りに、同じまたは同等と見做せる程度に近似した角度を成して、中心から同じまたは同等の半径位置に配置されてる。

【0065】

複数のドット部 304 は、外周凸部 305 の内側の吸着板 202 上面の全体にわたり各々の距離は必ずしも同じではないが単位面積あたりのドット部 304 の上端面の面積は均等またはこれと見做せる程度に近似した値となるように且つ高さ H1 も同じあるいは同等となるように予め 1300 個形成される。さらに、本実施例の吸着板 202 の上面は、ドット部 304 の上端部を除き、外周凸部 305、内側凸部 306 上端面も含めて誘電体製の材料から構成された表面膜 206 により被覆されている。この状態で、各ドット部 304 同士の間吸着板 202 の上面も表面膜 206 により被覆され、このドット部 304 同士の間の表面膜 206 の上面は、表面膜 206 を有さないドット部 304 上端面よりも低くされている。

【0066】

図 3 では、ドット部 304 の大きさおよび個数は模式化して表示されており、図示されるドット部 304 の個数は実際のものとは異なるものである。外周凸部 305 は、試料 3 が静電チャック 201 上面に載せられて静電吸着された際に、試料 3 裏面の外周縁部と外周

10

20

30

40

50

凸部 305 の上端面とが当接して、両者に吸着力が印加される。試料 3 裏面と静電チャック 201 上面との間の隙間と外周凸部 305 外周側の処理室内の空間との間をおおよそ気密に区画し、当該隙間に供給されるヘリウム等の熱伝達性を有するガスを隙間内に閉込めて処理室内に漏洩することを抑制する。

【0067】

図 3 (b) に示す通り、本例の吸着板 202 は Al₂O₃ を含むセラミクス材料を焼成させて形成された焼結板であり、外周縁部にリング状に配置され半径方向についての幅 W を有した平坦な上端面の高さが吸着板 202 の中央側の部分の上面より高くされた外周凸部 305 と、その内側に配置され径 D を有する平坦な円形状の上端面の高さが周囲より高くされた円筒形状を有したドット部 304 を備えている。外周凸部 305 の上面を含む吸着板 202 の上面は、ドット部 304 の上面、側壁面およびドット部 204 の側壁下端部の周囲の吸着板 202 の上面のリング状の領域を除き、酸化イットリウム (Y₂O₃) を含むセラミクス製の材料を含んで構成された表面膜 206 に覆われている。

10

【0068】

表面膜 206 は外周凸部 305 の上面と内周側の側壁面も覆って配置され、ドット部 304 と外周凸部 305 までの間の吸着板 202 の上面を空けることなく覆っている。このように外周凸部 305 の中央側の吸着板 202 上面を覆う表面膜 206 の上面は高さがドット部 304 の上端面の高さより低くされており、試料 3 が静電チャック 201 上に載せられて静電吸着された状態で非接触面 301 を構成する。本実施例では図 3 (b) に示す通りこれらの間の距離は H₂ で表され、ドット部 304 の近傍の吸着板 202 の上面からの高さ H₁ より小さくされている。

20

【0069】

なお、図 3 (b) に示される通り、本例では、吸着板 202 内部の外周凸部 305 及びドット部 304 の下方の投影領域には電極 15 が配置され、電極 15 に供給される直流電力により形成される電荷が外周凸部 305 並びにドット部 304 を通して形成されている。このことにより、これら上面とその上方に載せられる試料 3 の裏面との間に静電気に拠る押し付け力が作用するように構成されている。

【0070】

本実施例のドット部 304 の下端部を含んでこれの周囲を囲むリング状の吸着板 202 上面の領域は、吸着膜 22 が配置されていない非被覆部 303 となっている。すなわち、円筒形を有するドット部 304 の周囲に配置された表面膜 23 は、円筒形のドット部 304 の側壁の下端部から距離を開けて配置されている。このことにより、ドット部 304 の円形の上端面および円筒又は円錐台形状の側壁ならびに下端の周囲の吸着板 202 上面は、試料 3 が静電チャック 201 に載せられた状態では試料 3 裏面と接触せず試料 3 と静電チャック 201 との間の隙間を構成する空間に、試料 3 が載せられていない状態では処理室内の空間に露出される。

30

【0071】

なお、本実施例では、円板形状を有した静電チャック 201 は直径 ϕ が 295 mm であり上面の面積は 683.1 cm² である。また、表面膜 206 により被覆されていない領域 7 の総面積は、約 22.9 cm² (ドット部 4 およびドット周辺の酸化イットリウムがコーティングされていない部分の面積 × ドット数) であり、静電吸着面の総面積に対する酸化イットリウムの被覆率は約 96.7 % である。

40

【0072】

本例の吸着膜 206 は、厚さが 5 μ m の Y₂O₃ (酸化イットリウム) が PVD (Physical Vapor Deposition) 法により形成される。また、ドット部 304 の高さ H₁ は 15 μ m であり、直径 D は 1 mm にされている。さらに、外周凸部 305 上面を覆う表面膜 206 上面である外周シール部 32 表面と外周凸部 305 の中央側の表面膜 206 の非接触面 301 との間の高さの差 H₂ は、外周シール部 32 の段差の高さに等しいものであって、10 μ m となっている。そして、ドット部 304 上端面とシール部 32 上面の上下方向の高さ位置は等しいかこれと見做せる程度に近似したものにされ、

50

換言すれば同一面上に位置するように構成され、ドット部 304 上端面とシール部 32 上面は、試料 3 が静電チャック 201 上に静電吸着された状態で、同様に試料 3 裏面に当接する。

【0073】

さらに、ドット部 304 の周囲の表面膜 206 に被覆されていない非被覆部 303 は、その外周端の位置、すなわち、ドット部 304 の外周でこれを囲む表面膜 206 の内周端の径は、ドット部 304 直径の 1.5 倍以内の範囲にされている。本実施例では、円筒形にされドット部 304 は直径が 1mm となるので、非被覆部 303 の径は $\phi 1.5$ mm となる。また、外周凸部 305 の幅 W は 3 mm にされている。

【0074】

上記の実施例のように、90%以上の被覆率で酸化イットリウム製の表面膜 206 により酸化アルミニウム製の吸着板 202 の上面が覆われることにより、プラズマ 11 に露出された部分は従来技術より著しく低減され、プラズマ 11 内の粒子との相互作用により消耗される吸着板 202 の酸化アルミニウムの総量が抑制される。このことにより、酸化アルミニウムとプラズマ 11 内の粒子とが作用することにより真空容器 11 内部の処理室内にアルミニウム (Al) やマグネシウム (Mg) 等の金属種が拡散することが抑制され、処理対象の試料 3 に対する金属による汚染が抑制される。

【0075】

酸化イットリウムはプラズマ 11 による消耗は酸化アルミニウムと比して著しく少なく、酸化イットリウムの消耗に伴う処理室内への汚染を生起する原因となる物質の拡散が大幅を低下できる。吸着板 202 上面の表面膜 206 の被覆率が高いほど汚染を抑制する効果は大きくなるが、90%以上を酸化イットリウムを主成分とする表面膜 206 で被覆することで、十分に金属による汚染を抑制することが可能となる。

【0076】

金属汚染防止の観点からのみであれば、表面膜 206 はドット部 304 のすべての表面を含み吸着板 202 上面の全てに渡り被覆されることが好ましい。特許文献 1, 2 には、静電チャックの上面の全体を酸化イットリウムで構成することが開示されている。しかし、酸化イットリウムの機械的強度は酸化アルミニウムと比べて著しく低いことが知られており、試料 3 と静電吸着に伴って当接する箇所に配置された場合には、両者の接触あるいは押し付け力によって局所的に生じる過度な応力に起因して酸化イットリウムが損傷、破損してしまい、その欠片が処理室内に遊離して試料 3 や他の処理室の内表面に付着して異物を生起してしまう。

【0077】

特許文献 3 は、本実施例のドット部 304 に相当する突出部の頂部上面には酸化イットリウムが配置されていない構成が開示されている。この構成によれば、最も大きな応力が形成されると推定される突出部の頂部上面の皮膜が破損することは回避される。しかし、本実施例のドット部 304 の高さ H1 は数 μ m から十数 μ m の範囲内のものに設定され、且つ吸着板 202 の上面全体で各ドット部 304 の高さ H1 にはバラつきが生じることは実質的に避けられない。この結果として、ドット部 304 の頂部だけでなくドット部 304 によっては頂部上端面近傍の側壁面を構成する部材にも応力が加わることになり、この近傍の側壁面を覆う酸化イットリウムを含む表面膜 206 に破損が生じる虞がある。

【0078】

本実施例では、この試料 3 との接触に伴う局所的な応力により表面膜の破損が生じて処理室あるいは試料 3 の汚染が生起することを抑制するため、ドット部 304 の頂部上面及び側壁面ならびにドット部 304 下端の外周をリング状に囲む吸着板 202 の表面には酸化イットリウムを含んで構成された表面膜 206 が配置されていない。このため、試料 3 が接触する或いは吸着されることでドット部 304 の頂部上面とその外周縁を囲む近傍の側壁面に生じる応力に起因して表面膜 206 が損傷したり欠損したりして異物の原因となる欠片や粒子が発生することが発生される。

【0079】

上記の実施例において、ドット部 304 の表面及びその周囲の吸着板 202 上面に酸化イットリウムを含むセラミクス材料を PVD や溶射法等を用いて被覆する工程としては、以下に示す 2 つの手順が考えられる。

【0080】

第 1 の手順では、まず静電チャック 201 の吸着板 202 上面の全体に酸化イットリウムまたはこれを含むセラミクス材料を PVD や溶射法等を用いて被覆する。次に、ドット部 204 およびその周辺の所定の領域の吸着板 22 の上面にマスクを設置し、試料 3 が面する静電吸着面に表面膜 206 を被覆する。その後、マスクを除去し、ドット部 304 およびその周辺部のみが開口したマスクを表面膜 206 が施された上面の全体に施して、サンドブラストまたは研磨剤を用いて研磨してマスクの開口部の表面膜 206 のみを除去する。

10

【0081】

第 2 の手順は、ドット部 304 およびその周辺の吸着板 22 上面の部分のみにマスクを施し、吸着板 22 上面の全体に酸化イットリウムを含むセラミクス材料を PVD や溶射法等を用いて皮膜を形成し表面膜を 206 を配置する。次に、ドット部 304 およびその周辺の部分を覆って配置したマスクを除去すること表面膜 206 の施されていない非被覆部 303 を形成する。

【0082】

第 1 および第 2 の手順ともに、酸化アルミニウム製の吸着板 22 上面に予め形成されたドット部 304 各々の位置に合わせてマスクを配置する必要がある。このため、ドット部 304 の頂部の直径と同一の径のマスクはドット部 304 に対する位置合わせに高い精度が必要となり、製造コストが高くなってしまふ。マスクの開口部の径としてドット部 304 の直径の 1.5 倍程度の尤度があるとマスクの製作およびマスクの配置に伴うコストを抑制でき、さらに製作の歩留まりも向上する。

20

【0083】

一方で、表面膜 206 に覆われていない非被覆部 33 の面積が、試料 3 の裏面に面する静電チャック 201 または吸着板 202 の上面の全体の面積の 10% より低くなる（表面膜 206 に被覆されている領域が 90% 以上）場合には、上記実施例の汚染や異物を十分に抑制することが判っている。このことから、被覆部 33 の外周縁（ドット部 304 周囲を囲む表面膜 206 の内周縁）の径をドット部 304 の下端部の径の 1.5 倍以内とすることで、表面膜 206 を被覆して静電チャック 201 を製造するコストが抑制される。

30

【0084】

図 4 および 5 を用いて上記実施例の変形例の構成を説明する。図 4 は、図 1 に示す本発明の実施例の変形例に係るプラズマ処理装置の試料台の静電チャックの構成の一部を拡大して模式的に示す縦断面図である。図 5 は、図 1 に示す本発明の実施例の別の変形例に係るプラズマ処理装置の試料台の静電チャックの構成の一部を拡大して模式的に示す縦断面図である。

【0085】

図 4 の例では、ドット部 304 の頂部上面と当該上面の外周縁近傍のドット部 304 の側壁面 401 には、表面膜 206 が施されていない。本例のドット部 304 はその頂部上面と側壁面 401 とが試料 3 が静電チャック 201 に載せられていない状態で処理室内に、載せられている状態では側壁面 401 が試料 3 と静電チャック 201 上面との間の隙間の空間に露出されている構成となる。

40

【0086】

すなわち、ドット部 304 の側壁表面にはその下端から頂部上面外周より低い所定の高さまでを覆う表面膜 206 の側壁被覆部 402 を備えている。側壁被覆部 402 の上端はその高さがドット部 304 周囲の非接触面 301 の高さより高くされ、且つ当該上端はドット部 304 頂部上面の外周縁との間の距離が開けられており、試料 3 が静電チャック 201 上に載せられて吸着された状態でも両者が接触しないように構成されている。

【0087】

さらに、図 5 に示す変形例は、ドット部 304 の側壁は下端部も含めて表面膜 206 に被

50

覆されており、表面膜 206 の非接触部 301 とドット部 304 側壁とが接する箇所の表面膜 206 の厚さは非接触部 301 と同等にされている例が示されている。

【0088】

これらの変形例共に、ドット部 304 の平坦に構成された頂部上面の外周縁より低い箇所まで、ドット部 304 の側壁面が表面膜 206 に被覆されている。このことにより、静電チャック 201 の上面全体におけるドット部 304 の頂部上面に高さのバラツキがあることに起因して、試料 3 が吸着された際のドット部 304 の頂部の変形およびこれに伴うドット部 304 の側壁面曳いてはその下方の当該側壁面を被覆する表面膜 206 と試料 3 裏面とが接触して接触膜 206 の欠損や割れが生じし汚染や異物が発生することが低減されるという、上記実施例と同様な効果が奏される。これらの変形例では、表面膜 206 の吸着板 202 上面の被覆率は実施例よりも高いため、汚染や異物の発生を抑制する効果はより高くされる。しかし、ドット部 304 の側壁面において表面膜 206 を精密に形成するしなければならず、この達成のためには表面膜 206 を被覆する工程において高い精度でマスクを形成および配置することが必要となり製造コストが高くなる。

10

【0089】

上記の例では、ドット部 304 の高さ H1 が $15\text{ }\mu\text{m}$ にされている。これは、ドット部 304 により試料 3 と静電チャック 201 の非接触面 301 上面とが接触することが抑制されて、試料 3 に対して静電チャック 201 起因の異物が生起することを抑制される。

【0090】

しかし、ドット部 304 の高さ H1 が必要以上に高いと試料 3 と静電チャック 201 曳いては試料台 2 との間の熱伝達の量や効率が低下してしまい、試料 3 の温度を調節する性能が低下してしまう。このことから、本実施例においてドット部 304 の高さは好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下にされる。

20

【0091】

また同様に、上記の例では、円筒形または円錐台形を有するドット部 304 の頂部上面の直径が 1 mm にされている。ドット部 304 の直径が大きいと、表面膜 206 の被覆率を 90% 以上にするためにドット部 304 の数を少なくする必要がある。ドット部 304 数が少なくなりドット部 304 同士の間隔が長くなると、試料 3 が静電吸着された状態で試料 3 と表面膜 206 の非接触面 301 とが接触する可能性が高くなり、試料 3 に対する汚染や異物を抑制する効果が低減してしまう。

30

【0092】

発明者らの検討によれば、このような試料 3 と非接触面 301 との接触を低減するために、ドット部 304 はシール部 302 以外の領域でなるべく均等に配置され、かつ直径が約 $300\text{ }\mu\text{m}$ の吸着板 202 上面上で 300 個程度は必要となることが知見として得られている。この条件と非被覆部 303 の面積を吸着板 22 の上面の面積の 10% より低くするためには、ドット部 304 の頂部上面の径を 2 mm 以下とする必要がある。

【0093】

さらに、上記の例では、表面膜 206 のシール部 302 および非接触面 301 の厚さは $5\text{ }\mu\text{m}$ にされている。この厚さは表面膜 206 の形成するためのコストと表面膜 206 の寿命を両立できることが必要とされ、好ましくは $2\text{ }\mu\text{m}$ ~ $10\text{ }\mu\text{m}$ の厚さの範囲内から選択される。また、表面膜 206 は PVD を用いたが、CVD (Chemical Vapor Deposition) や溶射といった他の方法を用いても同様な効果があることは言うまでもない。

40

【0094】

上記の例では、吸着板 202 として酸化アルミニウムを主材とした材料を用いて焼成された焼結板が用いられている。その内部に配置された電極 15 から、試料 3 が接する上面までの厚さは約 $200\text{ }\mu\text{m}$ ~ $300\text{ }\mu\text{m}$ にされている。

【0095】

よって、表面膜 206 は静電チャック 201 の表面の微小な厚さの層として配置されている。このような構成により、電極 15 によりクーロン方式の静電吸着を行う場合には、吸

50

着板 2 0 2 を耐電圧特性が高く堆積抵抗率も高い酸化アルミを主材として構成することで、高電圧印加による高い吸着特性を実現でき低リーク電流にともなう残留吸着を効果的に抑制できる。

【 0 0 9 6 】

以上の実施の例によれば、試料 3 を静電チャック 2 0 1 に静電吸着させた際にドット部 3 0 4 頂部と試料 3 の裏面とが当接して当該頂部が変形しても、ドット部 3 0 4 を被覆する表面膜 2 0 6 が損傷あるいは欠落して試料 3 に付着して異物となり、試料 3 の処理の歩留まりが損なわれることが抑制される。さらに、静電チャック 2 0 1 上面の表面膜 2 0 6 の損傷が低減され静電チャック 2 0 1 或いは基材 2 a を補修、保守を要する時間の間隔が長くされ、処理の効率が向上する。

10

【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

- 1 … 電磁コイル、
- 2 … 試料台、
- 3 … 試料、
- 4 … 上部電極、
- 5 … シャワープレート、
- 6 … ガス導入ライン、
- 7 … 上部電極用冷媒流路、
- 8 … 放電用高周波電源、
- 9 … 放電用高周波電力整合器、
- 1 0 … 真空容器、
- 1 1 … プラズマ、
- 1 2 … 上部電極絶縁体、
- 1 3 … 絶縁リング、
- 1 4 … 静電吸着膜、
- 1 5 … 電極、
- 1 6 … 低域通過フィルタ、
- 1 7 … 直流電源、
- 1 8 … ヘリウム供給手段、
- 1 9 … 冷媒流路、
- 2 0 … バイアス用高周波電源、
- 2 1 … バイアス用高周波電力整合器、
- 2 2 … 絶縁板、
- 2 3 … 絶縁層、
- 2 4 … 遮蔽板、
- 2 5 … サセプタリング、
- 2 6 … 圧力調整バルブ、
- 2 7 … 給電経路、
- 2 9 … 導体板、
- 3 0 … ガス通過孔、
- 3 1 … コンデンサ、
- 3 2 … 素子。
- 2 0 1 … 静電チャック、
- 2 0 2 … 吸着板、
- 2 0 4 … 接着層、
- 2 0 5 … 押上げピン孔、
- 2 0 6 … 表面膜、
- 2 0 7 … 熱伝達ガス孔、
- 3 0 1 … 非接触面、

20

30

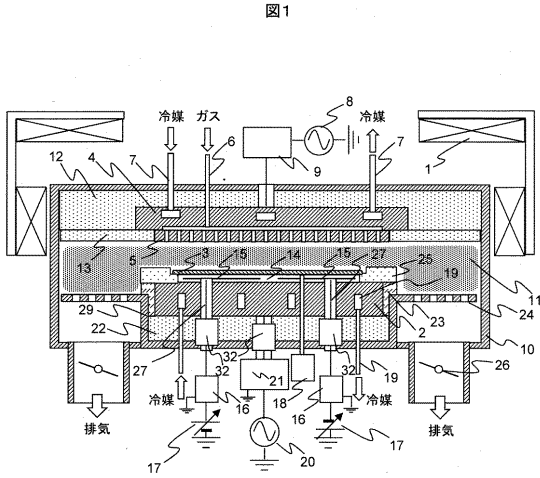
40

50

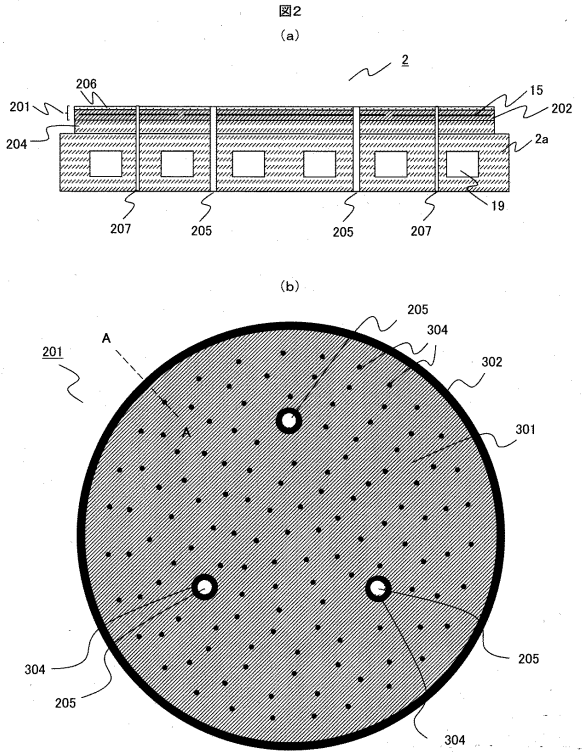
- 302…シール部、
- 303…非被覆部、
- 304…ドット部、
- 305…外周凸部、
- 306…内側凸部。

【図面】

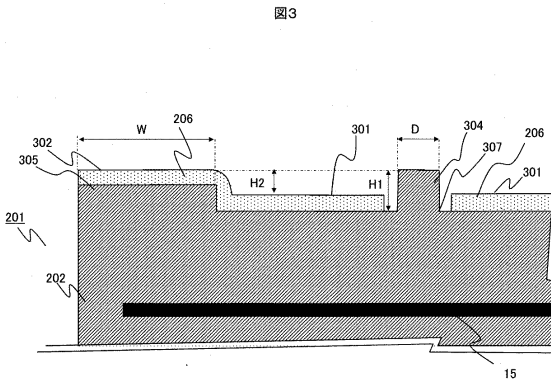
【図1】



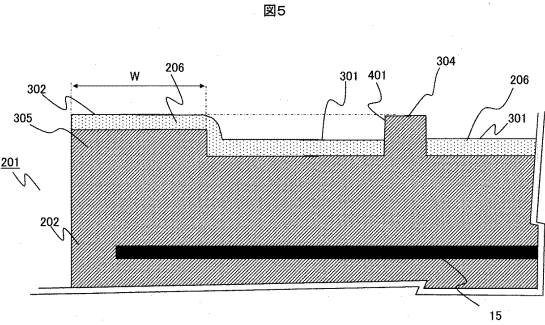
【図2】



【図3】



【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 酒井 洋輔
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 森 政士
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 荒瀬 高男
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 鈴木 聡一郎
- (56)参考文献 特開2013-251353 (JP, A)
特開2006-049357 (JP, A)
特開2010-267708 (JP, A)
特開2015-162490 (JP, A)
特開2004-022888 (JP, A)
特開2001-160586 (JP, A)
特開2010-165805 (JP, A)
特開平09-327188 (JP, A)
国際公開第2004/103714 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/302
H01L 21/3065
H01L 21/461
H01L 21/67-21/683
H05H 1/00-1/54