

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4280555号
(P4280555)

(45) 発行日 平成21年6月17日(2009.6.17)

(24) 登録日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.			F I		
H01L	21/3065	(2006.01)	H01L	21/302	I01G
C23F	4/00	(2006.01)	C23F	4/00	A
H05H	1/46	(2006.01)	H05H	1/46	A
B01J	19/08	(2006.01)	B01J	19/08	H

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-154844 (P2003-154844)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成15年5月30日(2003.5.30)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2004-356531 (P2004-356531A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成16年12月16日(2004.12.16)	(74) 代理人	100095957
審査請求日	平成18年5月29日(2006.5.29)		弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(72) 発明者	林 大輔
			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	永関 一也
			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
			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】

処理室内に配設されたガス導入部のガス導入孔から導入した処理ガスをプラズマ化して、前記処理室内に配設された被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置であって、

前記ガス導入部のガス導入孔に、前記処理室内で発生したプラズマ中の荷電粒子がガス導入部内へ侵入することを防止する埋込部材が交換可能に装着され、

前記埋込部材は、前記ガス導入孔の中心軸方向を常に規制しながら、ガス導入孔の入口側と出口側とを連通する螺旋状のガス通路が形成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

前記ガス通路の断面は、前記ガス導入孔の中心軸方向の厚みが幅よりも小さい形状をなす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】

前記プラズマ処理に使用するガス種に応じて異なる材質の前記埋込部材を使用す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4】

前記処理室内に発生させるプラズマの密度に応じて前記ガス通路の形状が異なる前記埋込部材を使用す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5】

10

20

処理ガスをプラズマ化して、処理室内の被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置に備えられ、前記処理室内に配設された前記処理ガスを導入するガス導入部のガス導入孔が設けられた電極板において、

前記ガス導入部のガス導入孔に、前記処理室内で発生したプラズマ中の荷電粒子がガス導入部内に侵入することを防止する埋込部材が交換可能に装着され、

前記埋込部材は、前記ガス導入孔の中心軸方向を常に規制しながら、ガス導入孔の入口側と出口側とを連通する螺旋状のガス通路が形成されることを特徴とする電極板。

【請求項 6】

処理ガスをプラズマ化して、処理室内の被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置に備えられ、前記処理室内に配設された前記処理ガスを導入するガス導入部のガス導入孔に装着された埋込部材において、

前記処理室内で発生したプラズマ中の荷電粒子が前記ガス導入部内へ侵入することを防止し、かつ交換可能であり、

前記ガス導入孔の中心軸方向を常に規制しながら、ガス導入孔の入口側と出口側とを連通する螺旋状のガス通路が形成されることを特徴とする埋込部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ処理装置にかかり、さらに詳しくは、処理室内で発生したプラズマの荷電粒子がガス導入部内に入り込むことを防止できるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

プラズマ処理装置としては、例えば処理室内にガス導入部から処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化することにより、処理室内の被処理体例えば半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」と称する）の被処理面にプラズマ処理例えばエッチングを施すものが知られている。

【0003】

このようなプラズマ処理装置では、ガス導入部は、処理室内に処理ガスを供給するガス導入孔を多数備えるシャワーヘッドとして構成される。プラズマ処理装置として例えば平行平板型プラズマ処理装置では、処理室内に下部電極が配設され、この下部電極上に被処理体が載置される。ガス導入部は処理室の天井部に下部電極に対向して上部電極を兼ねるシャワーヘッドとして配設される。

【0004】

上記ガス導入部は、多数のガス導入孔を有する下面の電極板と、この電極板を支持する電極支持体とを備える。電極支持体の内部には、電極板の上方にガス導入配管に連通する空間としてバッファ室が設けられ、バッファ室は電極板のガス導入孔に連通している。ガス導入管から導入されたガスは、一旦バッファ室に供給され、バッファ室から電極板のガス導入孔を介して処理室内へ導入される。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 9 - 275093 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなプラズマ処理装置においては、処理室内で発生した処理ガスのプラズマ中の電子やイオンなどの荷電粒子がガス導入部のガス導入孔を通過してバッファ室へ侵入することがある。このようにガス導入部（シャワーヘッド）へプラズマ中の荷電粒子が侵入すると、ガス導入部内のバッファ室でグロー放電が発生し、反応生成物がガス導入部内で付着したり、ガス導入部内が侵食されたりするという問題があった。

【0007】

このような問題に対して、例えば特許文献 1 に示すようにガス導入手段のガス吹出孔に中

10

20

30

40

50

心軸から偏心した孔を有するネジを取付け、ガス吹出孔の開口端から他方の開口端を見通せない構造にして、プラズマ中の電子やイオンがガス導入手段へ侵入することを防止するものもある。このような技術は、ガス導入手段へプラズマ中の荷電粒子が侵入するのは、電極板の厚み（ガス導入孔の高さ）がプラズマ中の荷電粒子の平均自由行程と同程度であるからであるとの考えに基づき、荷電粒子の平均自由行程による侵入を抑えるようにしたものである。

【0008】

ところが、実際には、ガス導入手段へプラズマ中の荷電粒子が侵入するのは、プラズマ中の荷電粒子の平均自由行程による場合だけではなく、他にも要因がある。例えばガス導入部のバッファ室の上壁を構成する電極支持体の電位（グラウンドの電位）がバッファ室の下壁を構成する電極板の電位（グラウンドの電位）よりも低くなってしまう場合もある。このような場合には、プラズマ中の荷電粒子は、電極板のガス導入孔から電極支持体へ向けてバッファ室内へ侵入し易くなる。また、ガス導入部内は通常は無電界であるが、ガス導入孔が空いていると、ガス導入孔の端部で等電位線が歪んでガス導入孔へ入り込むため、その部分へ電子などのエネルギーが集中し、ガス導入孔へ侵入し易くなる。

10

【0009】

従って、特許文献1に示すようにガス導入手段のガス吹出孔に中心軸から偏心した孔を有するネジを取付けるだけでは、プラズマ中の荷電粒子がガス導入手段へ侵入することを防止するには不十分である。例えば、電子などの荷電粒子が高周波電力により振動する場合には、等電位線に垂直に振動するので、等電位線がガス導入孔の端部に入り込んでゆがむと、荷電粒子の振動方向も傾斜するため、中心軸から偏心した孔を有するネジを取付けるだけでは、荷電粒子を完全には防止できない。

20

【0010】

さらに、上述したようなプラズマ中の荷電粒子のガス導入部内への侵入は、ガス導入孔の径、ガス種、プラズマ密度など様々な条件が重なったときに発生する可能性が高くなる。このため、所定の条件に応じてガス導入孔のガス通路を変えることができれば、プラズマ中の荷電粒子がガス導入部へ侵入することをより効果的に防止することができるものと考えられる。

【0011】

そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、処理室内で発生したプラズマの荷電粒子がガス導入部内に入り込むことを完全に防止することができるプラズマ処理装置を提供することにある。

30

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の観点によれば、処理室内に配設されたガス導入部のガス導入孔から導入した処理ガスをプラズマ化して、前記処理室内に配設された被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置であって、前記ガス導入部のガス導入孔に、前記処理室内で発生したプラズマ中の荷電粒子がガス導入部内へ侵入することを防止する埋込部材が交換可能に装着され、前記埋込部材は、前記ガス導入孔の中心軸方向を常に規制しながら、ガス導入孔の入口側と出口側とを連通する螺旋状のガス通路が形成されることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

40

【0014】

また、このガス通路の断面は、ガス導入孔の中心軸方向の厚みがこの中心軸方向に対して垂直方向の幅（溝の深さ）よりも小さい形状をなすものでよい。

【0015】

また、前記プラズマ処理に使用するガス種に応じて異なる材質の前記埋込部材を使用するようにしてもよい。また、前記処理室内で発生させるプラズマの密度に応じて前記ガス通路の形状が異なる前記埋込部材を使用するようにしてもよい。

【0016】

このような本発明にかかるプラズマ処理装置によれば、たとえプラズマ中の電子などの荷

50

電粒子がガス導入孔から入り込んだとしても、荷電粒子はガス導入孔の中心軸方向が規制されるので、埋込部材の上端に至るまでに埋込部材の内壁等に衝突してエネルギーが消失する。特に、ガス導入孔の端部で等電位線が歪んで電子などの荷電粒子の振動方向が傾斜してガス導入孔から入り込んだとしても、荷電粒子のガス通路によって中心軸方向の動きが規制される。これにより、プラズマ中の荷電粒子がガス導入部内に侵入することを確実に防止できる。従って、ガス導入部内にエネルギーが投入されることはなくなり、ガス導入部内でグロー放電が発生することを確実に防止できる。

【0017】

また、本発明にかかる埋込部材は交換可能であるため、ガス種やプラズマ密度など様々な条件に応じて最適な埋込部材をガス導入部に装着することができる。

10

【0018】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、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。

【0019】

先ず、本発明の実施形態にかかるプラズマ処理装置の構成を図1を参照しながら説明する。図1は、本実施形態にかかるプラズマ処理装置の構成を示す断面図である。プラズマ処理装置100は、RIE型のプラズマエッチング装置として構成されており、例えばアルミニウムまたはステンレス鋼等の金属で構成された円筒型の処理室(チャンバ)110を備える。処理室110は保安設置されている。

20

【0020】

処理室110内には、被処理体例えば半導体ウエハ(以下、単にウエハと称する。)を載置する円板状の下部電極(サセプタ)112が配設されている。この下部電極112は、例えばアルミニウムからなり、絶縁性の筒状保持部114を介して処理室110の底部から垂直な上方向に延出する筒状支持部116に支持されている。筒状保持部114の上面には、下部電極112の上面を環状に囲む例えば石英からなるフォーカスリング118が配設されている。

【0021】

処理室110の側壁と筒状支持部116との間には、排気路120が形成されている。この排気路120の入口又は途中には、環状のバッフル板122が取付けられており、底部には排気口124が設けられている。この排気口124には排気管126を介して排気装置128が接続されている。排気装置128は、図示しない真空ポンプを備え、処理室110内の処理空間を所定の真空度まで減圧することができる。処理室110の側壁には、ウエハWの搬入出口を開閉するゲートバルブ130が取付けられている。

30

【0022】

下部電極112には、プラズマ生成及びRIE用の高周波電源132が整合器134及び給電棒136を介して電氣的に接続されている。この高周波電源132は、所定の高周波数例えば60MHzの高周波電力を下部電極112に印加する。また、処理室110の天井部には、下部電極112と対向する位置に、処理ガスを供給し、上部電極を兼ねる後述のシャワーヘッド(以下、「上部電極」と称する。)138が設けられている。上部電極138はグラウンドの電位になっている。従って、高周波電源132からの高周波電圧は下部電極112と上部電極138との間に容量的に印加される。

40

【0023】

下部電極112の上面には、ウエハWを静電吸着力で保持するための静電チャック140が設けられている。この静電チャック140は、導電膜からなる電極140aを一对の絶縁膜140b、140cの間に挟み込んで構成される。電極140aには直流電源142がスイッチ143を介して電氣的に接続されている。直流電源142からの直流電圧により、クーロン力でウエハWを静電チャック140上に吸着保持することができる。

【0024】

50

下部電極 112 の内部には、例えば円周方向に延在する冷媒室 144 が設けられている。この冷媒室 144 には、チラーユニット 146 より配管 148, 150 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。この冷媒の温度によって下部電極 112 上のウエハ W の温度を制御できる。さらに、伝熱ガス供給部 152 から伝熱ガス例えば He ガスが、ガス供給ライン 154 を介して静電チャック 140 の上面とウエハ W の裏面との間に供給される。

【0025】

上部電極（シャワーヘッド）138 は、図 2 にも示すように、多数のガス通気孔 156 a を有する下面の電極板 156 と、この電極板 156 を着脱可能に支持する電極支持体 158 と、電極板 156 上に設けられこの電極板 156 のガス通気孔 156 a に連通するガス連通孔 157 a を有する中間部材 157 とを有する。本発明におけるガス導入部のガス導入孔は、例えば上記ガス通気孔 156 a とガス連通孔 157 a とにより構成される。電極支持体 158 の内部には、バッファ室 160 が設けられ、このバッファ室 160 のガス導入口 160 a には、処理ガス供給部 162 からのガス導入配管 164 が接続されている。

10

【0026】

処理室 110 は、ダイポールリング磁石 166 によって包囲されている。本実施形態におけるダイポールリング磁石 166 は、上下に間隔を開けて配設された一対の環状又は同心状の磁石から構成される。ダイポールリング磁石 166 はそれぞれ複数の異方性セグメント柱状磁石がリング状の磁性体からなるケーシング内に収納されて配置され、処理室 110 内で全体として一方向に向かう様な水平磁界を形成する。処理室 110 内に処理ガスが導入されると、処理室 110 内の上部電極 138 と下部電極 112 との間の空間には、高周波電源 132 による鉛直方向の RF 電界とダイポールリング磁石 166 による水平磁界とでマグネトロン放電が生成され、下部電極 112 の表面近傍には、高密度のプラズマが生成される。

20

【0027】

プラズマ処理装置には、装置内の各部を制御する制御部 168 が設けられている。この制御部 168 は、例えば排気装置 128, 高周波電源 132, 静電チャック用のスイッチ 143, チラーユニット 146, 伝熱ガス供給部 152, 処理ガス供給部 162 などの動作を制御する。制御部 168 は、例えば図示しない工場内のホストコンピュータに接続し、ホストコンピュータから制御できるようにしてもよい。

30

【0028】

このようなプラズマ処理装置 100 により例えばエッチング処理を行う場合には、先ずゲートバルブ 130 を開状態にして被処理体としてのウエハ W を処理室 110 内に搬入して、下部電極 112 上に載置する。このとき、直流電源 142 により直流電圧を静電チャック 140 の電極 140 a に印加して、ウエハ W を下部電極 112 上に静電吸着させる。そして、処理ガス供給部 162 より NH₃ などの所定の処理ガスを所定の流量及び流量比で処理室 110 内に導入し、排気装置 128 により処理室 110 内の圧力を所定の設定値にする。さらに、高周波電源 132 により所定の周波数の高周波電力を所定のパワーで下部電極 112 に印加する。こうして、処理室 110 内に上部電極 138 から供給された処理ガスは、両電極間 112, 138 で高周波放電によってプラズマ化し、このプラズマで生成されるラジカルやイオンによってウエハ W の処理面がエッチングされる。

40

【0029】

下部電極 112 には、従来よりも高い周波数例えば周波数領域が 50 MHz 以上の高周波を印加することにより、プラズマをより好ましい解離状態で高密度化し、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。

【0030】

次に、本実施形態におけるガス導入部の 1 例としての上部電極（シャワーヘッド）138 について図面を参照しながらさらに説明する。図 2 は、本実施形態における上部電極の構成を示す断面図であり、図 3 は、本実施形態における上部電極と比較する別の例である。

【0031】

50

本実施形態における上部電極 138 には、図 2 に示すようにガス導入孔のうちの電極板 156 側におけるガス通気孔 156a に埋込部材 200 が挿入されている。この埋込部材 200 は電極板 156 から脱着自在に構成されており、ガス種、プラズマ密度など様々な条件に応じて、ガス通路の形状や材質の異なる様々な構成の埋込部材 200 と交換可能である。この埋込部材 200 は、処理室 110 内に発生するプラズマ中の電子やイオンなどの荷電粒子がガス通気孔 156a から上部電極内に侵入することを防止するためのものである。埋込部材 200 には処理ガスを通すガス通路 212 が形成されている。このガス通路 212 は、処理ガスは通しても、プラズマ中の荷電粒子は侵入しないように形成されている。なお、埋込部材 200 の構成の詳細は後述する。

【0032】

ここで、上部電極 138 のガス通気孔 156a に埋込部材 200 が挿入されていない場合には、図 3 に示すように、プラズマ中の荷電粒子が電極板 156 のガス通気孔 156a を通って、上部電極 138 内に侵入するおそれがある。荷電粒子の中でも特に高速の電子はガス導入部へ侵入し易い。このように上部電極 138 へプラズマ中の荷電粒子が侵入すると、上部電極 138 内のバッファ室 160 でグロー放電が発生し、反応生成物が上部電極 138 内で付着したり、上部電極内が侵食されたりする。

【0033】

また、上部電極 138 へプラズマ中の荷電粒子が侵入するのは、プラズマ中の荷電粒子の平均自由行程が電極板 156 の厚み（ガス導入孔の高さ）と同程度又はそれ以上である場合の他、以下の原因も考えられる。例えば上部電極 138 のバッファ室 160 の上壁を構成する電極支持体 158 の電位（グラウンドの電位）がバッファ室 160 の下壁を構成する中間部材 157 と電氣的に接触している電極板 156 の電位（グラウンドの電位）よりも低くなってしまう場合もある。このような場合には、プラズマ中の荷電粒子は、電極板 156 のガス通気孔 156a から電極支持体 158 へ向けてバッファ室 160 内へ侵入し易くなる。

【0034】

また、上部電極 138 内は通常は無電界であるが、ガス導入孔（ガス通気孔 156a とガス連通孔 157a）が空いていると、ガス導入孔の端部で等電位線が歪んでガス導入孔へ入り込むため、その部分へ電子などの荷電粒子のエネルギーが集中する。すなわち、電子などの荷電粒子が高周波電力により振動する場合には、等電位線に垂直に振動するので、等電位線がガス導入孔の端部に入り込んでゆがむと、荷電粒子の振動方向も傾斜するため、上記ガス導入孔の端部へ電子などの荷電粒子のエネルギーが集中し易くなる。これにより、電子などの荷電粒子は、ガス導入孔へ侵入し易くなる。このため、荷電粒子は、高いエネルギーを保持してバッファ室 160 へ侵入するおそれが高くなる。

【0035】

このようなプラズマ中の荷電粒子の侵入を防止するには、前記ガス導入孔の中心軸方向を規制し、前記中心軸方向に対して垂直又は傾斜する方向の通路が形成される必要がある。しかも、垂直又は傾斜する方向の通路は長くとればとるほど、プラズマ中の荷電粒子の侵入を防止する効果が大きい。これは、垂直又は傾斜する方向の通路が長いほど垂直方向のプラズマ中の荷電粒子がガス通路を形成する壁などに衝突し易くなるので、プラズマ中の荷電粒子のエネルギーも抑えられるからである。これにより、プラズマ中の荷電粒子は、上部電極 138 のバッファ室 160 まで侵入することはなくなる。

【0036】

さらに、上述したようなプラズマ中の荷電粒子の上部電極 138 内への侵入は、ガス導入孔の径、ガス種、プラズマ密度など様々な条件が重なったときに発生する可能性が高くなる。このため、所定の条件に応じてガス導入孔のガス通路を変えることができれば、プラズマ中の荷電粒子が上部電極 138 内へ侵入することをより効果的に防止することができるものと考えられる。

【0037】

そこで、本発明では、上部電極 138 のガス導入孔に埋込部材 200 を挿入し、この埋込

10

20

30

40

50

部材 200 に形成するガス通路のうち垂直又は傾斜する方向の通路が長くなるように構成する。さらに、埋込部材 200 をガス種、プラズマ密度など様々な条件に応じて交換できるようにし、所定の条件に応じてガス導入孔の通路を変えることができるようにしている。

【0038】

次に、上述したような上部電極 138 のガス導入孔の一部を構成するガス通気孔 156 a に挿入する埋込部材 200 の構成例について図面を参照しながら説明する。図 4 は、上部電極のガス導入孔に取付ける埋込部材の構成例を示す図である。図 4 (a) は埋込部材の外観を示す図であり、図 4 (b) は埋込部材がガス通気孔 156 a に装着されている場合の埋込部材の断面を示す図である。

10

【0039】

図 2 , 図 4 (b) に示すように、上部電極 138 の電極板 156 に形成されるガス通気孔 156 a は、中間部材 157 側を構成する孔 156 b とこの孔 156 b に連通し、孔 156 b よりも径の小さい孔 156 c とから構成される。埋込部材 200 は、ガス通気孔 156 a のうち中間部材 157 側の孔 156 b に挿入される。

【0040】

本発明にかかる埋込部材には、ガス導入孔の中心軸方向を規制し、この中心軸方向に対して垂直又は傾斜する方向のガス通路が形成される。例えば図 4 に示す埋込部材 200 におけるガス通路 202 は、ガス通気孔 156 a の中心軸方向を常に規制しながら埋込部材 200 の上端と下端とを連通するように、例えば螺旋状に形成する。具体的には例えば、図 4 (a) に示すように、埋込部材 200 の外周面に螺旋状の溝を設ければよい。これにより、埋込部材 200 がガス通気孔 156 a に挿入された状態で上記螺旋状の溝とガス通気孔 156 a の内壁とによりガス通路 202 が形成される。なお、埋込部材のガス通路は、図示はしないがジグザグ形状に形成してもよい。

20

【0041】

また、図 4 (b) に示すように、ガス通路 202 の断面は、ガス通気孔 156 a の中心軸方向の厚みがこの中心軸方向に対して垂直方向の幅（溝の深さ）よりも小さい形状をなすようにしてもよい。また、ガス通路 202 は、ガス通路 202 の螺旋状の巻数を多くするほど、荷電粒子の侵入防止の効果がある。但し、ガス通路 202 の螺旋状の巻数を多くするほど、ガス通路が狭くなるため、処理ガスの流量が少なくなる。そこで、ガス通路 202 の螺旋状の巻数は、荷電粒子の侵入防止と処理ガスの流量とに応じて決定することが好ましい。例えば埋込部材 200 の外側面を 1 . 5 周以上の螺旋状に形成することが好ましい。

30

【0042】

このような埋込部材 200 を各ガス通気孔 156 a に挿入することにより、たとえプラズマ中の荷電粒子がガス通気孔 156 a から入り込んだとしても、埋込部材 200 のガス通路 202 によってガス通気孔 156 a の中心軸方向が常に規制されるので、埋込部材 200 の上端に至るまでに埋込部材 200 の内壁等に衝突してエネルギーが消失する。

【0043】

また、たとえガス通気孔 156 a の端部で等電位線が歪んで電子などの荷電粒子の振動方向が傾斜してガス通気孔 156 a から入り込んだとしても、ガス通路 202 によってガス通気孔 156 a の中心軸方向が常に規制されるので、埋込部材 200 の内壁等に衝突して埋込部材 200 の上端に至るまでにはエネルギーが消失する。

40

【0044】

これにより、プラズマ中の荷電粒子が上部電極 138 内のバッファ室 160 に侵入することを確実に防止できる。従って、バッファ室 160 内にエネルギーが投入されることはなくなり、バッファ室 160 内でグロー放電が発生することを確実に防止できる。

【0045】

また、埋込部材 200 のガス通路 202 は、図 4 (b) に示すように、ガス通気孔 156 a の中心軸方向の厚みがこの中心軸方向に対して垂直方向の幅（溝の深さ）よりも小さい

50

形状をなすようにすることにより、ガス通気孔 156 a の軸方向の空間を狭くすることができるため、電子などの荷電粒子は埋込部材 200 の壁等に衝突し易くなってエネルギーが消失し易くなる。しかも、処理ガスの流量を増やすことができるので、上部電極（シャワーヘッド）138 のガス吐出特性を大幅に変えることなく、上部電極 138 内でのグロー放電を防止することができる。

【0046】

なお、本発明にかかる埋込部材は、図 5 に示す埋込部材 210 のように、電極板 156 のガス通気孔 156 a 全体に脱着自在に装着するようにしてもよい。図 5 (a) は埋込部材 210 の外観を示す図であり、図 5 (b) は埋込部材 210 がガス通気孔 156 a に装着されている場合の断面図である。この場合には、埋込部材 210 のガス通路 212 は、例

10

【0047】

また、本発明にかかる埋込部材の他の具体例として、ガス導入孔の中心軸方向を規制し、この中心軸方向に対して垂直又は傾斜する方向のガス通路は、埋込部材の直径方向と円周方向とを組合わせたものであってもよい。具体的には例えば図 6、図 7 に示すような埋込部材 220 であってもよい。図 6 は、埋込部材 220 の構成を示す斜視図であり、図 7 (a) は、図 6 に示す A - A 断面図であり、図 7 (b) は、図 6 に示す B - B 断面図である。

【0048】

埋込部材 220 は、図 4 に示す埋込部材 200 と同様に、電極板 156 のガス通気孔 156 a のうち孔 156 b に脱着自在に挿入される。埋込部材 220 は、図 6、図 7 に示すように、全体が略円柱形状に形成され、その外側面の略中央に円周方向溝 224 が形成されている。

20

【0049】

埋込部材 220 の円周方向溝 224 よりも下方部分には、図 7 (a) に示すように、ガス通気孔 156 a の軸方向に軸方向孔 226 が形成され、さらに軸方向孔 226 の上端部に連通し、ガス通気孔 156 a の直径方向に直径方向孔 228 が形成されている。この直径方向孔 228 は、上記円周方向溝 224 に連通している。これら直径方向孔 228 と円周方向溝 224 とは、ガス導入孔の中心軸方向に対して垂直又は傾斜する方向の通路を形成する。

30

【0050】

埋込部材 220 の円周方向溝 224 よりも上方部分には、図 7 (b) に示すように、直径方向孔 228 の方向と垂直の位置に、埋込部材 220 の上端部へ突抜ける軸方向溝 229 が形成されている。軸方向溝 229 の下端部は円周方向溝 224 と連通している。

【0051】

埋込部材 220 がガス通気孔 156 a に挿入されたときに上記各溝とガス通気孔 156 a の内壁とにより通路が形成される。このような構成の埋込部材 220 のガス通路 222 は、その下端部から軸方向孔 226 を通って軸方向に上昇し、軸方向孔 226 の上端部で直径方向孔 228 により直径方向へ進んだ後、円周方向溝 224 により 90 度回転してから軸方向溝 229 より上昇して埋込部材 220 のガス通路 222 の上端部へ抜けるような経路となる。

40

【0052】

このような埋込部材 220 を各ガス通気孔 156 a に挿入することにより、たとえプラズマ中の荷電粒子がガス通気孔 156 a から入り込んだとしても、埋込部材 220 のガス通路 222 によって、直径方向孔 228 により直径方向へ進んだ後、円周方向溝 224 により 90 度回転してからでなければ、軸方向溝 229 へ入り込むことができない。このように、ガス通気孔 156 a の中心軸方向が直径方向と円周方向への通路で規制されるので、埋込部材 220 の上端に至るまでに埋込部材 220 の内壁等に衝突してエネルギーが消失する。

【0053】

50

また、たとえガス通気孔 156 a の端部で等電位線が歪んで電子などの荷電粒子の振動方向が傾斜してガス通気孔 156 a から入り込んだとしても、ガス通路 222 によってガス通気孔 156 a の中心軸方向が常に規制されるので、埋込部材 220 の内壁等に衝突して埋込部材 220 の上端に至るまでにはエネルギーが消失する。

【0054】

この埋込部材 220 によっても、プラズマ中の荷電粒子が上部電極 138 内のバッファ室 160 に侵入することを確実に防止できる。従って、バッファ室 160 内にエネルギーが投入されることはなくなり、バッファ室 160 内でグロー放電が発生することを確実に防止できる。

【0055】

なお、埋込部材 220 のガス通路 222 の断面も、荷電粒子の侵入防止と処理ガスの流量とに応じて決定することが好ましい。具体的には例えば、ガス通気孔 156 a の直径が 4 mm ~ 5 mm 程度の場合には、ガス通路 222 の直径方向孔 228 と円周方向溝 224 におけるガス通気孔 156 a の軸方向の高さは、0.5 mm ~ 1.5 mm 程度が好ましい。

【0056】

次に、本発明にかかる埋込部材の材質について説明する。上記埋込部材 200, 210, 220 の材質は、例えば石英の他、テフロン（登録商標）、四フッ化エチレン樹脂（PTFE）、三フッ化塩化エチレン樹脂（PCTFE）、四フッ化エチレンパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合樹脂（PFA）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合樹脂（PFEP）、フッ化ビニリデン樹脂（PVDF）などのフッ素樹脂であってもよい。これらは、誘電率が低く、交流電圧に対して高い耐電圧性を有し、しかも加工が容易であるため製造コストを抑えることができる点で好ましい。また、樹脂の代りに多孔性セラミックで構成してもよい。さらに、本実施形態における埋込部材 200 は、無電界の上部電極 138 に適用するので、必ずしもこれらの樹脂に限られることはなく、例えばアルミニウムなどの金属で構成してもよい。

【0057】

本実施の形態において、上部電極 138 のガス導入孔に装着される埋込部材は、交換可能である。従って、ガス種、プラズマ密度など様々な条件に応じて最適な埋込部材を選択して上部電極 138 のガス導入孔に装着することができる。これにより、処理室 110 内で発生したプラズマの荷電粒子がガス導入部としての上部電極 138 内に入り込むことを完全に防止する。

【0058】

具体的には処理ガスのガス種に応じて材質の異なる埋込部材を用いてもよい。例えば CF 系ガスでは、ポリイミドで構成された埋込部材を用い、NH₃ 系ガス、HBr 系ガス、Cl₂ 系ガスなどの腐食系ガスでは、侵食され難い PTFE で構成された埋込部材を用いることもできる。

【0059】

また、処理室 110 内に発生するプラズマ密度に応じて異なる形状の埋込部材を用いてもよい。例えば、プラズマ密度が高密度であるほど、よりプラズマ中の荷電粒子が侵入し難くする必要があるので、図 4、図 5 に示すような螺旋状のガス通路 202, 212 が形成された埋込部材 200, 210 を用い、プラズマ密度が低密度であれば、図 6、図 7 に示すような構成のガス通路 222 が形成された埋込部材 220 を用いれば足りる。

【0060】

以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0061】

例えば、本実施形態におけるプラズマ処理装置 100 は、下部電極 112 のみに高周波電力を印加し、上部電極 138 をグランドとする場合について説明したが、下部電極 112

10

20

30

40

50

のみならず，上部電極 1 3 8 にも高周波電力を印加するものに適用してもよい。これによっても，本実施形態と同様に上部電極 1 3 8 内でのグロー放電を防止することができる。

【 0 0 6 2 】

また，エッチングプラズマ処理装置としては，平行平板型プラズマエッチングプラズマ処理装置に限られず，ヘリコン波プラズマエッチングプラズマ処理装置，誘導結合型プラズマエッチングプラズマ処理装置等に適用してもよい。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば，処理室内で発生したプラズマの荷電粒子がガス導入部内に入り込むことを完全に防止することができるプラズマ処理装置を提供できるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態にかかるエッチング装置の概略構成を示す断面図である。

【図 2】同実施形態における上部電極（シャワーヘッド）の概略構成を示す断面図である。

。

【図 3】本実施形態にかかる埋込部材がなかった場合の上部電極の概略構成を示す断面図である。

【図 4】本実施形態にかかる埋込部材の構成例を示す図であって，同図（ a ）は埋込部材の外観を示す図であり，同図（ b ）は埋込部材の断面図である。

【図 5】本実施形態にかかる埋込部材の他の構成例を示す図であって，同図（ a ）は埋込部材の外観を示す図であり，同図（ b ）は埋込部材の断面図である。

20

【図 6】本実施形態にかかる埋込部材の他の構成例を示す斜視図である。

【図 7】図 6 に示す埋込部材の断面図であって，同図（ a ）は図 6 に示す埋込部材の A - A 断面図であり，同図（ b ）は図 6 に示す埋込部材の B - B 断面図である。

【符号の説明】

1 0 0 プラズマ処理装置

1 1 0 処理室

1 1 2 下部電極

1 1 4 筒状保持部

1 1 6 筒状支持部

30

1 1 8 フォーカスリング

1 2 0 排気路

1 2 2 バッフル板

1 2 4 排気口

1 2 6 排気管

1 2 8 排気装置

1 3 0 ゲートバルブ

1 3 2 高周波電源

1 3 4 整合器

1 3 6 給電棒

40

1 3 8 上部電極

1 4 0 静電チャック

1 4 0 a 電極

1 4 0 b 絶縁膜

1 4 2 直流電源

1 4 3 スイッチ

1 4 4 冷媒室

1 4 6 チラーユニット

1 4 8 配管

1 5 2 伝熱ガス供給部

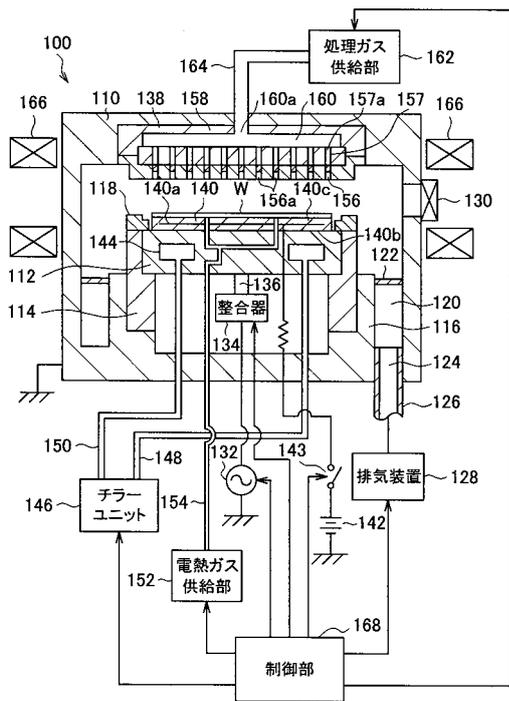
50

- 1 5 4 ガス供給ライン
- 1 5 6 電極板
- 1 5 6 a ガス通気孔
- 1 5 6 b 孔
- 1 5 6 c 孔
- 1 5 7 中間部材
- 1 5 7 a ガス連通孔
- 1 5 8 電極支持体
- 1 6 0 バッファ室
- 1 6 0 a ガス導入口
- 1 6 2 処理ガス供給部
- 1 6 4 ガス導入配管
- 1 6 6 ダイポールリング磁石
- 1 6 8 制御部
- 2 0 0 埋込部材
- 2 0 2 ガス通路
- 2 1 0 埋込部材
- 2 1 2 ガス通路
- 2 2 0 埋込部材
- 2 2 2 ガス通路
- 2 2 4 円周方向溝
- 2 2 6 軸方向孔
- 2 2 8 直径方向孔
- 2 2 9 軸方向溝
- W ウエハ

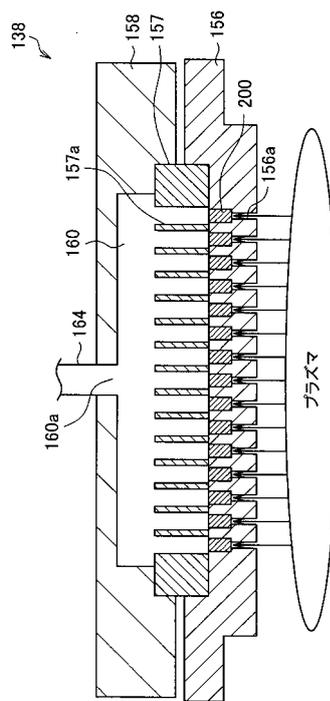
10

20

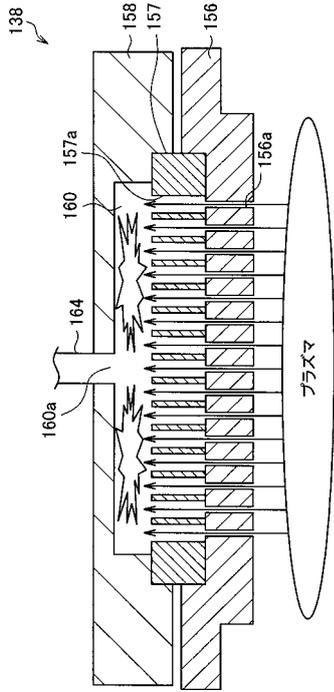
【図1】



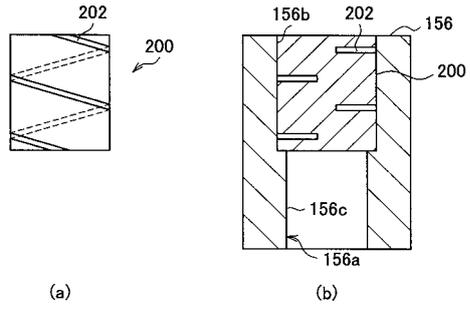
【図2】



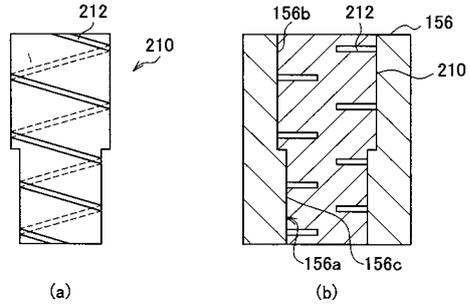
【 図 3 】



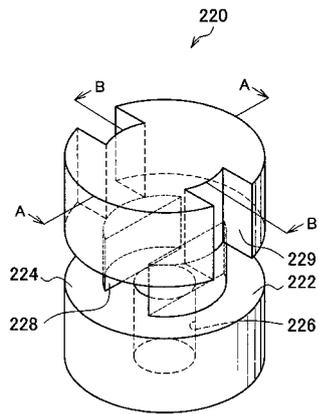
【 図 4 】



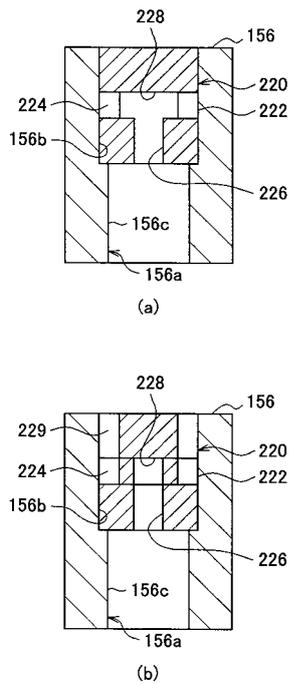
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 田代 吉成

(56)参考文献 特開平09-275093(JP,A)
特開2001-049442(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

C23F 4/00

H05H 1/46

B01J 19/08