

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-12656
(P2019-12656A)

(43) 公開日 平成31年1月24日(2019.1.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H05H 1/46 (2006.01)	H05H 1/46 B	2G084
H01L 21/3065 (2006.01)	H01L 21/302 I01D	5F004

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-129418 (P2017-129418)	(71) 出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成29年6月30日 (2017.6.30)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100122507 弁理士 柏岡 潤二
		(72) 発明者	鈴木 隆司 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	東谷 善和 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 最終頁に続く

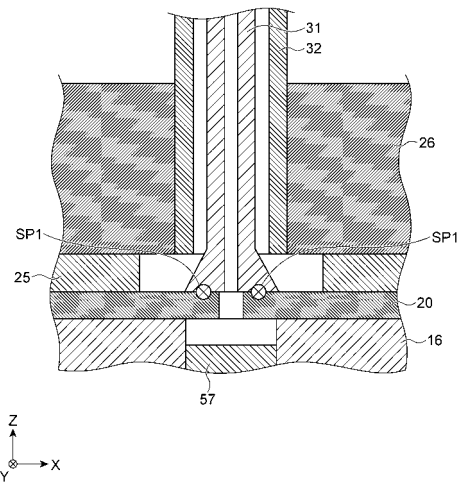
(54) 【発明の名称】 プラズマ発生ユニット及びプラズマ処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】プラズマ面内均一性を改善可能なプラズマ発生ユニット及びこれを用いたプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】このプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、誘電体窓16と、誘電体窓16上に設けられたスロット板20と、マイクロ波を伝播させるため、スロット板20に電氣的に接続された同軸導波管、を備え、同軸導波管は、内側導体31と、内側導体31を囲む外側導体32とを備え、プラズマ発生ユニットは、内側導体31をスロット板方向に弾性的に押圧する押圧部品を更に備えている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットにおいて、
誘電体窓と、
前記誘電体窓上に設けられたスロット板と、
マイクロ波を伝播させるため、前記スロット板に電氣的に接続された同軸導波管と、
を備え、
前記同軸導波管は、
内側導体と、
前記内側導体を囲む外側導体と、
を備え、
前記プラズマ発生ユニットは、前記内側導体を前記スロット板方向に弾性的に押圧する
押圧部品を更に備えるプラズマ発生ユニット。

10

【請求項 2】

前記内側導体と、前記スロット板との間に介在するスプリングを更に備える請求項 1 に
記載のプラズマ発生ユニット。

【請求項 3】

前記スロット板上に配置された遅波板ガイドリングと、
前記遅波板ガイドリングの内側面で位置規制されるように配置された遅波板と、
前記遅波板上に設けられた温度調節ジャケットと、
を備える請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ発生ユニット。

20

【請求項 4】

前記スロット板に設けられた位置決め孔を通り、前記誘電体窓と前記遅波板ガイドリン
グとの間に設けられた第 1 位置固定ピンと、
前記温度調節ジャケットと前記遅波板ガイドリングとの間に設けられた第 2 位置固定ピ
ンと、
を備える請求項 3 に記載のプラズマ発生ユニット。

【請求項 5】

前記外側導体に固定されたフランジ部品を更に備え、
前記フランジ部品は、前記温度調節ジャケットにおける貫通孔の内側面に係合し、前記
貫通孔内に前記外側導体が位置する請求項 3 に記載のプラズマ発生ユニット。

30

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ発生ユニットを処理容器に設けてなるプ
ラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、誘電体窓上のスロット板にマイクロ波を照射して誘電体窓下にプラズマを発
生させるプラズマ発生ユニット及びこれを用いたプラズマ処理装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

従来、各種の分野において、プラズマ処理装置が用いられている。特許文献 1 に記載の
プラズマ処理装置は、プラズマソースの一つとして、ラジアルラインスロットアンテナ (
R a d i a l L i n e S l o t A n t e n n a) を使用したプラズマエッチング装
置であり、基板表面処理量の面内均一性を高めることができる優れた装置である。ラジアル
ラインスロットアンテナを使用したプラズマエッチング装置では、処理容器の誘電体窓
の上に多数のスロットを有するスロットアンテナが設置される。スロットアンテナの多数
のスロットから放射されたマイクロ波は、誘電体窓を介して処理容器の処理空間に導入さ

50

れる。処理ガスはマイクロ波のエネルギーによってプラズマ化する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】2013-016443号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、プラズマの面内均一性を更に改善する手法が期待されている。本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、プラズマ面内均一性を改善可能なプラズマ発生ユニット及びこれを用いたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の課題を解決するため、第1の態様に係るプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、誘電体窓と、前記誘電体窓上に設けられたスロット板と、マイクロ波を伝播させるため、前記スロット板に電氣的に接続された同軸導波管と、を備え、前記同軸導波管は、内側導体と、前記内側導体を囲む外側導体とを備え、プラズマ発生ユニットは、前記内側導体を前記スロット板方向に弾性的に押圧する押圧部品を更に備える。

【0006】

この構造の場合、プラズマ発生ユニットを組み立てる際に、予めスロット板を誘電体窓上に取り付けておき、しかる後、押圧部品により押圧された内側導体がスロット板に接触するように、これを取り付けることができる。要するに、組み立て時におけるスロット板と誘電体窓との間の位置決め精度は、内側導体の位置決め精度に依存しない。

20

【0007】

比較例として、スロット板に内側導体を予め接触・固定しておき、これらの内側導体とスロット板を備えた上部ユニットを、誘電体窓に取り付ける場合について考察すると、スロット板の誘電体窓に対する位置決め精度は、内側導体の位置決め精度に依存する。このような上部ユニットの組み付け精度は、体積が大きく、取り付け時に下方の位置が見えにくいため、スロット板を単体で誘電体窓に取り付ける場合の組み付け精度よりも、低い精度になる。

30

【0008】

一方、第1の態様のプラズマ発生ユニットでは、内側導体を、スロット板の後から取り付けることができるので、スロット板と、誘電体窓との間の位置決め精度が、改善する。本願発明者らの研究によれば、プラズマの面内均一性は、スロット板と誘電体窓との間の位置決め精度に依存することが判明している。位置決め精度が低下すると、プラズマの面内均一性が低くなり、場合によっては、異常放電が観察された。特に、誘電体窓に凹部等のパターンを有する場合には、位置決め精度はさらにプラズマ面内均一性に寄与することになる。このように、第1の態様のプラズマ発生ユニットでは、位置決め精度が改善するので、プラズマ面内均一性を改善することができる。

【0009】

40

第2の態様に係るプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、前記内側導体と、前記スロット板との間に介在するスプリングを更に備える。内側導体は、スロット板に後から接触させるもので、スロット板を押圧している。押圧部品により押圧しつつ、接触位置においてスプリング(圧縮バネ)を配置しておくこと、押圧部品により強い力を内側導体に加えた場合に、スプリングが、押圧部品による押圧力に抗して、内側導体を逆方向に押す力が発生する。したがって、内側導体とスロット板との接触圧を適正に維持し、また、内側導体をスロット板にしっかりと接触させることができる。また、スプリングにステンレスやアルミニウムなどの導電性材料を用いることによって、前記内側導体と前記スロット板との間を電氣的にもしっかりと接続させることができる。スプリングとしては、内側導体の軸を囲むような形状のシールドスパイラル、スパイラルコイル、ガスケットなどを用

50

いることが好適であるが、圧縮パネであれば、同様の機能を奏するため、これに限定されるものではない。

【0010】

第3の態様に係るプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、前記スロット板上に配置された遅波板ガイドリングと、前記遅波板ガイドリングの内側面で位置規制されるように配置された遅波板と、前記遅波板上に設けられた温度調節ジャケットとを備える。

【0011】

遅波板は、同軸導波管を伝播するマイクロ波の波長を圧縮するものである。遅波板は、スロット板上の遅波板ガイドリングで位置規制されるので、スロット板と遅波板との間の位置決め精度を向上することができる。温度調節ジャケット（カバー）は、これに熱的に接続された遅波板、同軸導波管及びスロット板などの温度を調節することができる。温度調節ジャケットは、内部に温度調節用の流体が流れる通路を有しており、通路に冷却した媒体を流せば、これに熱的に接続された部品が冷却される。

10

【0012】

第3の態様に係るプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、前記スロット板に設けられた位置決め孔を通り、前記誘電体窓と前記遅波板ガイドリングとの間に設けられた第1位置固定ピンと、前記温度調節ジャケットと前記遅波板ガイドリングとの間に設けられた第2位置固定ピンとを備える。

【0013】

かかる構造によれば、第1位置固定ピンと第2位置固定ピンにより、誘電体窓、スロット板、遅波板ガイドリングの位置が固定される。

20

【0014】

第4の態様に係るプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、前記外側導体に固定されたフランジ部品を更に備え、前記フランジ部品は、前記温度調節ジャケットにおける貫通孔の内側面に係合し、前記貫通孔内に前記外側導体が位置する。

【0015】

この構造によれば、外側導体を温度調節ジャケットに対して、容易に位置決めすることができる。

【0016】

また、プラズマ処理装置は、上述のいずれかのプラズマ発生ユニットを処理容器に設けてなる。プラズマの面内均一性を向上させることができるので、対象物に対して、均一な処理を行うことができる。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明のプラズマ発生ユニット及びこれを用いたプラズマ処理装置によれば、プラズマ面内均一性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施形態におけるプラズマ処理装置の縦断面図である。

【図2】実施形態におけるプラズマ発生ユニットの断面構成を示す図である。

40

【図3】実施形態におけるプラズマ発生ユニット周辺部近傍の断面構成を示す図である。

【図4】実施形態におけるプラズマ発生ユニット周辺部近傍の別の断面構成を示す図である。

【図5】実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

【図6】実施形態におけるプラズマ発生ユニットの組み立て方を示す図である。

【図7】実施形態におけるプラズマ発生ユニットの押圧部品近傍の断面構成を示す図である。

【図8】実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

【図9】実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

【図10】実施形態におけるプラズマ発生ユニットの組み立て方を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】**【0019】**

以下添付図面に基づいて本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。本明細書及び図面において実質的に同一の構成要素については同一の符号を付す。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置の縦断面図である。

【0021】

プラズマ処理装置1は、円筒形状の処理容器2を備える。処理容器2の天井部は誘電体からなる誘電体窓(天板)16で塞がれる。処理容器2は、例えばアルミニウムからなり、電氣的に接地される。処理容器2の内壁面は、アルミナなどの絶縁性の保護膜2fで被覆されている。

10

【0022】

処理容器2の底部の中央には、基板としての半導体ウェハ(以下ウェハという)Wを載置するための台3が設けられる。台3の上面にウェハWが保持される。台3は、例えばアルミナや窒化アルミナ等のセラミック材からなる。台3の内部には、ヒータ5が埋め込まれ、ウェハWを所定温度に加熱できるようになっている。ヒータ5は、支柱内に配された配線を介してヒータ電源4に接続される。

【0023】

台3の上面には、台3に載置されるウェハWを静電吸着する静電チャックCKが設けられる。静電チャックCKには、整合器MGを介してバイアス用の直流或いは高周波電力を印加するバイアス用電源BVが接続される。

20

【0024】

処理容器2の底部には、台3に載置されるウェハWの表面よりも下方の排気口11aから処理ガスを排気する排気管11が設けられる。排気管11には、圧力制御弁PCVを介して、真空ポンプなどの排気装置10が接続される。排気装置10は、圧力制御弁PCVを介して、処理容器2の内部に連通している。圧力制御弁PCV及び排気装置10によって、処理容器2内の圧力が所定の圧力に調節される。

【0025】

処理容器2の天井部には気密性を確保するためのリングなどのシール15を介して誘電体窓16が設けられる。誘電体窓16は、例えば、石英、アルミナ(Al_2O_3)、あるいは窒化アルミニウム(AlN)などの誘電体からなり、マイクロ波に対して透過性を有する。

30

【0026】

誘電体窓16の上面には、円板形状のスロット板20が設けられる。スロット板20は、導電性を有する材質、例えばAg, Au等でメッキやコーティングされた銅からなる。スロット板20には、例えば複数のT字形状やL文形状のスロット21が同心円状に配列されている。

【0027】

スロット板20の上面には、マイクロ波の波長を圧縮するための遅波板25が配置される。遅波板25は、例えば、石英(SiO_2)、アルミナ(Al_2O_3)、あるいは窒化アルミニウム(AlN)などの誘電体からなる。遅波板25はアルミニウムなどから構成された導電性のカバー26で覆われる。温度調節ジャケット(カバー)26には円環状の熱媒流路27が設けられる。この熱媒流路27を流れる熱媒によってカバー26及び遅波板25が所定の温度に調節される。2.45GHzの波長のマイクロ波を例にとると、真空中の波長は約12cmであり、アルミナ製の誘電体窓16中での波長は約3~4cmとなる。

40

【0028】

カバー26の中央には、マイクロ波を伝播する同軸導波管30が接続される。同軸導波管30を含むユニットをマイクロ波及びガス供給ユニットMGUとする。なお、マイクロ波及びガス供給ユニットMGUの詳細は、図2に示されており、同軸導波管30は、内側

50

導体 3 1 と外側導体 3 2 とから構成されている。内側導体 3 1 は、遅波板（誘電体板）2 5 の中央を貫通してスロット板 2 0 の中央に接続される。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、同軸導波管 3 0 には、モード変換器 3 7 及び矩形導波管 3 6 を介してマイクロ波発生器 3 5 が接続される。マイクロ波は、2 . 4 5 G H z の他、8 6 0 M H z , 9 1 5 M H z や 8 . 3 5 G H z などのマイクロ波を用いることができる。

【 0 0 3 0 】

マイクロ波発生器 3 5 が発生したマイクロ波は、マイクロ波導入路としての、矩形導波管 3 6、モード変換器 3 7、同軸導波管 3 0、及び遅波板 2 5 に伝播する。遅波板 2 5 に伝播したマイクロ波はスロット板 2 0 の多数のスロット 2 1 から誘電体窓 1 6 を介して処理容器 2 内に供給される。マイクロ波によって誘電体窓 1 6 の下方に電界が形成され、処理容器 2 内の処理ガスがプラズマ化する。

10

【 0 0 3 1 】

スロット板 2 0 に接続される内側導体 3 1 の下端は円錐台形状に形成される。これにより、同軸導波管 3 0 から遅波板 2 5 及びスロット板 2 0 にマイクロ波が効率よく損失なく伝播される。

【 0 0 3 2 】

ラジアルラインスロットアンテナによって生成されたマイクロ波プラズマの特徴は、誘電体窓 1 6 直下（プラズマ励起領域と呼ばれる）で生成された比較的電子温度の高いエネルギーのプラズマが拡散し、ウェハ W 直上（拡散プラズマ領域）では約 1 ~ 2 e V 程度の低い電子温度のプラズマとなることにある。すなわち、平行平板等のプラズマとは異なり、プラズマの電子温度の分布が誘電体窓 1 6 からの距離の関数として明確に生ずることに特徴がある。より詳細には、誘電体窓 1 6 直下での数 e V ~ 約 1 0 e V の電子温度が、ウェハ W 上では約 1 ~ 2 e V 程度に減衰する。ウェハ W の処理はプラズマの電子温度の低い領域（拡散プラズマ領域）で行なわれるため、ウェハ W へリセス等の大きなダメージを与えることがない。プラズマの電子温度の高い領域（プラズマ励起領域）へ処理ガスが供給されると、処理ガスは容易に励起され、解離される。一方、プラズマの電子温度の低い領域（プラズマ拡散領域）へ処理ガスが供給されると、プラズマ励起領域近傍へ供給された場合に比べ、解離の程度は抑えられる。

20

【 0 0 3 3 】

処理容器 2 の天井部の誘電体窓 1 6 中央には、ウェハ W の中心部に処理ガスを導入する中央導入部 5 5 が設けられる。同軸導波管 3 0 の内側導体 3 1 には、処理ガスの供給路 5 2 が形成される。中央導入部 5 5 は供給路 5 2 に接続される。

30

【 0 0 3 4 】

中央導入部 5 5 は、誘電体窓 1 6 の中央に設けられた円筒形状の空間部に嵌め込まれる円柱形状のブロック 5 7 と、同軸導波管 3 0 の内側導体 3 1 の下面とブロック 5 7 の上面との間に適当な間隔を持って空けられたガス溜め部 6 0 と、先端部にガス噴出用の開口を有する円柱状空間が連続したテーパ状の空間部から構成される。ブロック 5 7 は、例えばアルミニウムなどの導電性材料からなり、電氣的に接地されている。ブロック 5 7 には上下方向に貫通する複数の中央導入口が形成される。なお、上記空間部の形状は、テーパ状に限られるものではなく、単なる円柱形状でもよい。また、中央導入口の平面形状は、必要なコンダクタンス等を考慮して真円又は長孔に形成される。アルミニウム製のブロック 5 7 は、陽極酸化被膜アルミナ (Al_2O_3)、イットリア (Y_2O_3) 等でコーティングされる。

40

【 0 0 3 5 】

パイプ状の内側導体 3 1 を貫通する供給路 5 2 からガス溜め部 6 0 に供給された処理ガスは、ガス溜め部 6 0 内を拡散した後、ブロック 5 7 の複数の中央導入口から下方にかつウェハ W の中心部に向かって噴射される。

【 0 0 3 6 】

処理容器 2 の内部には、ウェハ W の上方の周辺を囲むように、ウェハ W の周辺部に処理

50

ガスを供給するリング形状の周辺導入部 6 1 が配置される。周辺導入部 6 1 は、天井部に配置される中央導入口よりも下方であって、かつ台 3 に載置されたウェハ W よりも上方に配置される。周辺導入部 6 1 は中空のパイプを環状にしたものであり、その内周側には周方向に一定の間隔を空けて複数の周辺導入口 6 2 が空けられる。周辺導入口 6 2 は、周辺導入部 6 1 の中心に向かって処理ガスを噴射する。周辺導入部 6 1 は、例えば、石英からなる。処理容器 2 の側面には、ステンレス製の供給路 5 3 が貫通する。供給路 5 3 は周辺導入部 6 1 に接続される。供給路 5 3 から周辺導入部 6 1 の内部に供給された処理ガスは、周辺導入部 6 1 の内部の空間を拡散した後、複数の周辺導入口 6 2 から周辺導入部 6 1 の内側に向かって噴射される。複数の周辺導入口 6 2 から噴射された処理ガスはウェハ W の周辺上部に供給される。なお、リング形状の周辺導入部 6 1 を設ける代わりに、処理容器 2 の内側面に複数の周辺導入口 6 2 を形成してもよい。

10

【 0 0 3 7 】

図 2 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニットの断面構成を示す図である。

【 0 0 3 8 】

このプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、誘電体窓 1 6 と、誘電体窓 1 6 上に設けられたスロット板 2 0 と、マイクロ波を伝播させるため、スロット板 2 0 に電氣的に接続された同軸導波管 3 0 (内側導体 3 1) とを備えている。

【 0 0 3 9 】

同軸導波管 3 0 は、パイプ状の内側導体 3 1 と、内側導体 3 1 を囲むパイプ状の外側導体 3 2 とを備え、プラズマ発生ユニットは、内側導体 3 1 をスロット板 2 0 の方向に弾性的に押圧する押圧部品 P M (図 5 参照) を更に備えている。

20

【 0 0 4 0 】

図 3 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニット周辺部近傍の断面構成を示す図である。

【 0 0 4 1 】

このプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットは、スロット板 2 0 上に配置された遅波板ガイドリング G R と、遅波板ガイドリング G R の内側面で位置規制されるように配置された遅波板 2 5 と、遅波板 2 5 上に設けられた温度調節ジャケット 2 6 とを備える。

【 0 0 4 2 】

遅波板 2 5 は、同軸導波管 3 0 を伝播するマイクロ波の波長を圧縮するものである。遅波板 2 5 は、スロット板 2 0 上の遅波板ガイドリング G R で位置規制されるので、スロット板 2 0 と遅波板 2 5 との間の位置決め精度を向上することができる。温度調節ジャケット 2 6 は、これに熱的に接続された遅波板 2 5、同軸導波管 3 0 及びスロット板 2 0 などの温度を調節することができる。温度調節ジャケット 2 6 は、内部に温度調節用の流体が流れる通路を有しており、通路に冷却した媒体を流せば、これに熱的に接続された部品が冷却される。

30

【 0 0 4 3 】

このプラズマ発生ユニットは、スロット板 2 0 に設けられた位置決め孔 H 1 (図 5 参照) を通り、誘電体窓 1 6 と遅波板ガイドリング G R との間に設けられた第 1 位置固定ピン P 1 と、温度調節ジャケット 2 6 と遅波板ガイドリング G R との間に設けられた第 2 位置固定ピン P 2 とを備えている。この構造によれば、第 1 位置固定ピン P 1 と第 2 位置固定ピン P 2 により、誘電体窓 1 6、スロット板 2 0、遅波板ガイドリング G R の位置が固定される。なお、位置固定ピンの数は、同一の X Y 平面内において複数である。

40

【 0 0 4 4 】

なお、温度調節ジャケット 2 6 と遅波板ガイドリング G R との間には、第 2 スプリング S P 2 が介在している。第 2 スプリング S P 2 の機能及び構造は、内側導体 3 1 とスロット板 2 0 との間に配置される第 1 スプリング S P 1 と同一である。

【 0 0 4 5 】

図 4 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニット周辺部近傍の別の断面構成を示す図である。

50

【 0 0 4 6 】

図 4 に示す構造と、図 3 における構造との図面上の相違点は、ボルト B 1 によって、スロット板 2 0 と遅波板ガイドリング G R が固定されていることである。これによって、スロット板 2 0 と遅波板ガイドリング G R との間が電氣的に接続される。図 3 の第 1 位置固定ピン P 1 とボルト B 1 は遅波板ガイドリング G R の円周上に同時に配置される。このように、図 4 に示すボルト B 1 は、図 3 の第 1 位置固定ピン P 1 と共に使うことができ、物理的な位置固定力の強化と、電氣的な接触抵抗の減少を同時に達成することができる。これらの要素間の導電性が増加すると、温度調節ジャケット 2 6、遅波板ガイドリング G R、スロット板 2 0 の間の熱伝導効率が高くなり、また、スロット板 2 0 の電位も安定する。

10

【 0 0 4 7 】

遅波板ガイドリング G R の下面には、ボルト B 1 が挿入されるネジ穴が形成され、スロット板 2 0 には上下に貫通する貫通孔が形成されており、ボルト B 1 は、当該貫通孔を介して、遅波板ガイドリング G R のネジ穴内に押し込まれ、遅波板ガイドリング G R とスロット板 2 0 とを強固に固定する。このように、上記位置固定ピンと、ボルトを併用することで、位置決め精度を向上しつつ、さらに、位置固定力の強化、熱的・電氣的な特性の向上を同時に達成することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

図 5 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

20

【 0 0 4 9 】

プラズマ発生ユニットは、内側導体 3 1 と、スロット板 2 0 との間に介在する第 1 スプリング S P 1 を更に備えている。内側導体 3 1 は、スロット板 2 0 に後から接触させるもので、スロット板 2 0 を押圧している。押圧部品 P M (図 5 参照) により押圧しつつ、接触位置においてスプリング (圧縮バネ) を配置しておくこと、押圧部品 P M により、Z 方向の強い力を内側導体 3 1 に加えた場合に、第 1 スプリング S P 1 が、押圧部品 P M による押圧力に抗して、内側導体 3 1 を逆方向 (+ Z 方向) に押す力が発生する。したがって、内側導体 3 1 とスロット板 2 0 との接触圧を適正に維持し、また、内側導体 3 1 をスロット板 2 0 にしっかりと接触させることができる。

【 0 0 5 0 】

また、スプリング S P 1 にステンレスやアルミニウムなどの導電性材料を用いることによって内側導体 3 1 とスロット板 2 0 との間を電氣的にもしっかりと接続させることができる。スプリング S P 1 としては、内側導体 3 1 の軸を囲むような形状のシールドスパイラル、スパイラルコイル、ガスカートなどを用いることが好適であるが、圧縮バネであれば、同様の機能を奏するため、これに限定されるものではない。

30

【 0 0 5 1 】

図 6 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニットの組み立て方を示す図である。

【 0 0 5 2 】

実施形態の構造の場合、プラズマ発生ユニットを組み立てる際に、予めスロット板 2 0 を誘電体窓 1 6 上に取り付けておき、しかる後、押圧部品 P M により押圧された内側導体 3 1 がスロット板 2 0 に接触するように、これを取り付けることができる。要するに、この構造では、組み立て時におけるスロット板 2 0 と誘電体窓 1 6 との間の位置決め精度は、内側導体 3 1 の位置決め精度に依存しない。

40

【 0 0 5 3 】

組み立てにおいては、まず、スロット板 2 0 と遅波板ガイドリング G R を図 4 に示すボルト B 1 で組み付け、組立体を作製する。次に、誘電体窓 1 6 に、第 1 位置固定ピン P 1 を介して、上記組立体 (スロット板 2 0 と遅波板ガイドリング G R) を取り付ける。第 1 位置固定ピン P 1 は、スロット板 2 0 の孔を介して、遅波板ガイドリング G R の孔 H 1 に挿入される。次に、遅波板ガイドリング G R の内側に、遅波板 2 5 を嵌め込む。次に、上部ユニットである温度調節ジャケット 2 6 を、同軸導波管 3 0 と一緒にスロット板 2 0 に

50

取り付ける。第 2 位置固定ピン P 2 は、温度調節ジャケット 2 6 の下面に設けられた固定用の孔 H 2 に挿入され、温度調節ジャケット 2 6 を遅波板ガイドリング G R に対して固定する。上部ユニットは、温度調節ジャケット 2 6 と同軸導波管 3 0 のセットであり、これらは予め固定されている。

【 0 0 5 4 】

同軸導波管 3 0 における内側導体 3 1 の下方端面には、第 1 スプリング S P 1 が取り付けられているので、これが最初にスロット板 2 0 上面に接触し、下方に力を加えることで、内側導体 3 1 の下方端面がスロット板 2 0 に接触する。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニットの押圧部品近傍の断面構成を示す図である。

10

【 0 0 5 6 】

図 6 及び図 7 に示すように、パイプ状の外側導体 3 2 の上端は、モード変換器 3 7 の下面に固定され、内側導体 3 1 は、ガス供給用の空間を有する支持体 3 1 B に固定されている。支持体 3 1 B と、モード変換器 3 7 との間には、押圧部品 P M が介在している。押圧部品 P M は、蛇腹状の引っ張りスプリングであるが、内側導体 3 1 を下方へ引っ張るものであれば、これに限られるものではない。

【 0 0 5 7 】

なお、図示しない比較例として、スロット板 2 0 に内側導体 3 1 を予め接触・固定しておき、これらの内側導体 3 1 とスロット板 2 0 を備えた上部ユニットを、誘電体窓 1 6 に取り付ける場合について考察する。この場合、スロット板 2 0 の誘電体窓 1 6 に対する位置決め精度は、内側導体 3 1 の位置決め精度に依存する。このような上部ユニットの組み付け精度は、体積が大きく、取り付け時に下方の位置が見えにくいため、スロット板を単体で誘電体窓に取り付ける場合の組み付け精度よりも、低い精度になる。

20

【 0 0 5 8 】

一方、第 1 の態様のプラズマ発生ユニットでは、内側導体 3 1 を、スロット板 2 0 の後から取り付けることができるので、スロット板 2 0 と、誘電体窓 1 6 との間の位置決め精度が、改善する。プラズマの面内均一性は、スロット板 2 0 と誘電体窓 1 6 との間の位置決め精度に依存する。位置決め精度が低下すると、プラズマの面内均一性が低くなり、場合によっては、異常放電が観察される。特に、誘電体窓 1 6 に、凹部 1 5 5 (図 1 参照) 等のパターンを有する場合には、位置決め精度はさらにプラズマ面内均一性に寄与することになる。凹部の形状及びパターンとしては様々なものが公知であり、誘電体窓 1 6 の軸を囲むように、円周上に、複数配置される。このように、実施形態のプラズマ発生ユニットでは、位置決め精度が改善するので、プラズマ面内均一性を改善することができる。

30

【 0 0 5 9 】

図 8 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

【 0 0 6 0 】

上述の第 1 スプリング S P 1 としては、スパイラル・スプリング・ガスケットの他に、例えば、同図に示すように、バナナジャックのような弾性を有するものを用いることもできる。この第 1 スプリング S P 1 は、スロット板 2 0 から Z 軸方向に立設しており、内側導体 3 1 に設けられた挿入孔に嵌っている。バナナジャックは、挿入孔への挿入時には、内側導体 3 1 に対して、+ Z 軸方向に圧力を与え、挿入後には、Z 軸方向に圧力を与える。同図では、内側導体 3 1 がパイプ状であるため、複数の第 1 スプリング S P 1 がスロット板 2 0 に固定されている。

40

【 0 0 6 1 】

図 9 は、実施形態におけるプラズマ発生ユニット中央部近傍の断面構成を示す図である。

【 0 0 6 2 】

同図では、内側導体 3 1 がパイプ状ではないため、1 つの第 1 スプリング S P 1 がスロ

50

ット板 20 に固定されている。

【0063】

温度調節ジャケット 26 と、同軸導波管 30 との間を、上部ユニットの分離位置とすることも可能である。

【0064】

図 10 は、このような実施形態におけるプラズマ発生ユニットの組み立て方を示す図である。

【0065】

このプラズマ処理装置用のプラズマ発生ユニットでは、外側導体 32 に固定されたフランジ部品 32F を更に備えている。フランジ部品 32F は、温度調節ジャケット 26 における貫通孔の内側面 26S に係合し、貫通孔内に外側導体 32 が位置する。温度調節ジャケット 26 の内側面 26S は、段差を有しており、フランジ部品 32F が、この段差に係合する。フランジ部品 32F には、必要に応じて、第 3 スプリング SP3 及び、第 4 スプリング SP4 を図示の如く取り付けることが可能であるが、これらの構造は、第 1 スプリング SP1 と同様である。この構造によれば、外側導体を温度調節ジャケット 26 に対して、容易に位置決めすることができる。なお、組み付けの際の温度調節ジャケット 26 は、エアシリンダ機構などを使って、上下に移動させることができる。

10

【0066】

本実施例では、スロット板 20 と遅波板ガイドリング GR の電気的な接続にボルト B1 を用いたが、ボルト B1 の代わりにスロット板 20 と遅波板ガイドリング GR の間に第 3 のスプリング（図示せず）が介在してしてもよい。第 3 スプリングの機能及び構造は、内側導体 31 とスロット板 20 との間に配置される第 1 スプリング SP1、および温度調節ジャケット 26 と遅波板ガイドリング GR との間に配置される第 2 スプリング SP2 と同一である。また、ボルト B1 と第 3 のスプリングは併用してもよい。

20

【0067】

以上、説明したように、上述のプラズマ処理装置は、上述のいずれかのプラズマ発生ユニットを処理容器 2 に設けてなる。この装置によれば、プラズマの面内均一性を向上させることができるので、対象物に対して、均一な処理を行うことができる。また、取り付けの際、遅波板を単品で取扱うため、軽量で位置決め作業も容易にできる。さらに、スロット板が、同軸導波管に拘束されていないので熱膨張によるたわみも発生しない。また、上述の構造によれば、取り付け時の歪や、装置間の製造誤差の改善も期待される。また、プラズマの均一性が高くなり、スロット板を含むアンテナユニットの平行ズレも減少するため、エッチング処理などの偏りも減少する。また、取り付け時に部品を昇降する際の重量も軽くなり、平行にずれにくく、平行度調整も容易になる。内側導体がスロット板に対して、水平面内に動くことを許容するので、装置構成上のトレランスが高くなる。また、取り付け時に、遅波板や同軸導波管が平行にずれようとしても、ガイドや段差があるため、ずれが容易に修正される。

30

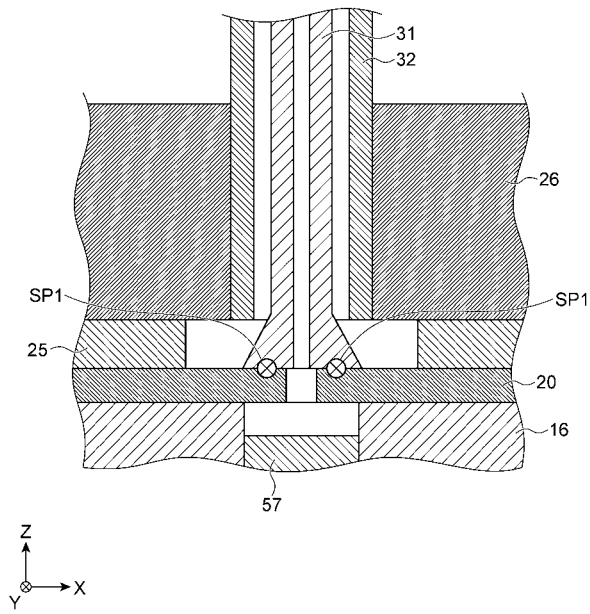
【符号の説明】

【0068】

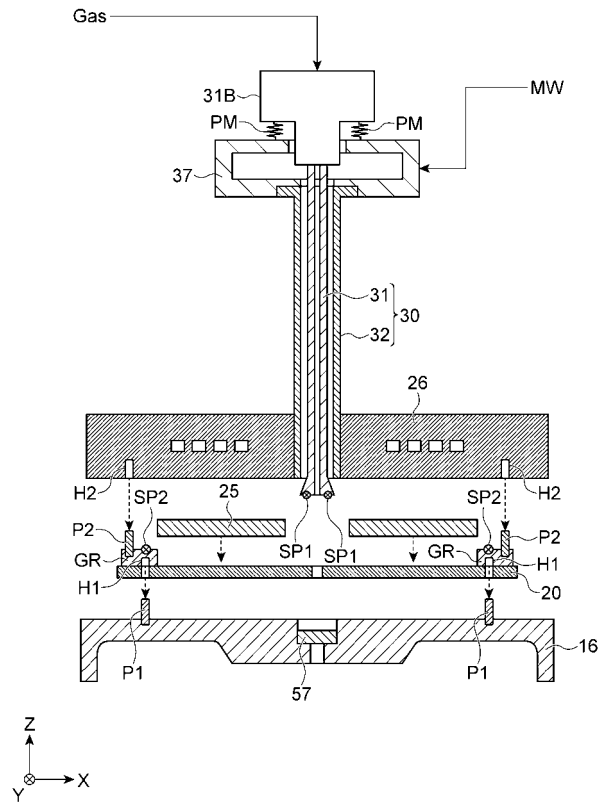
16 ... 誘電体窓、20 ... スロット板。31 ... 内側導体、32 ... 外側導体、PM ... 押圧部品。

40

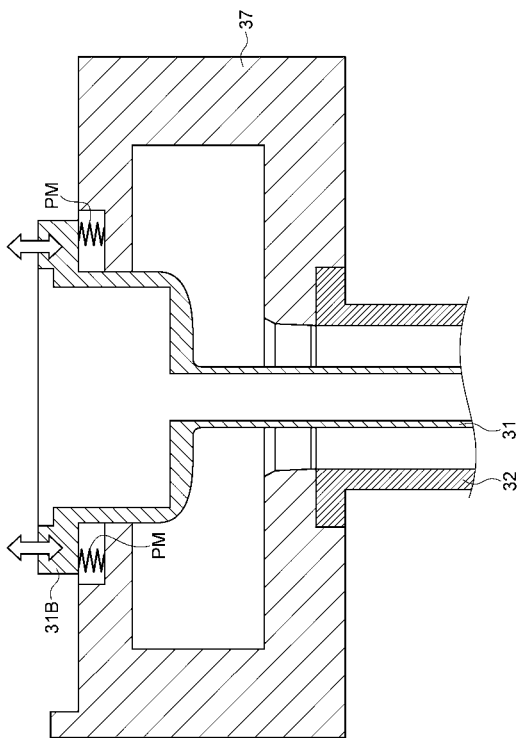
【 図 5 】



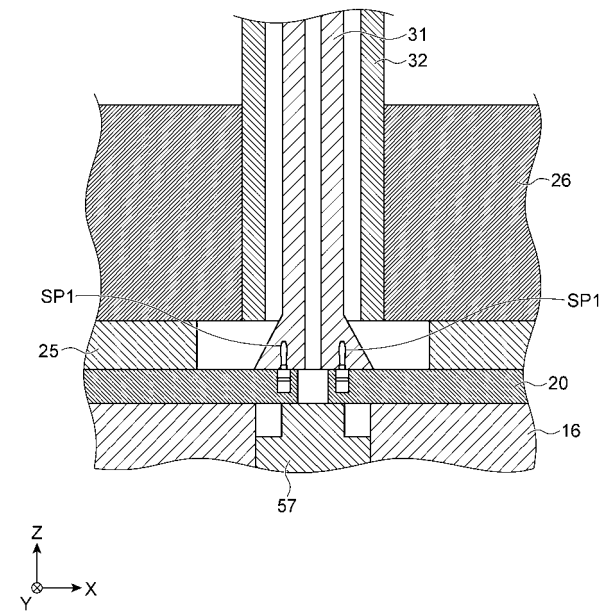
【 図 6 】



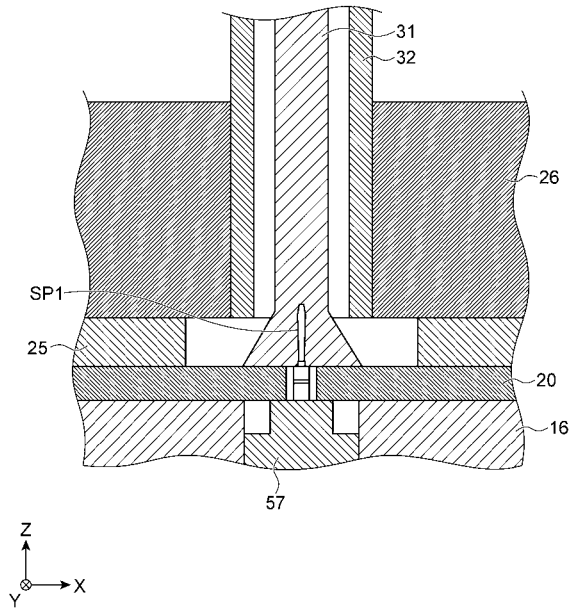
【 図 7 】



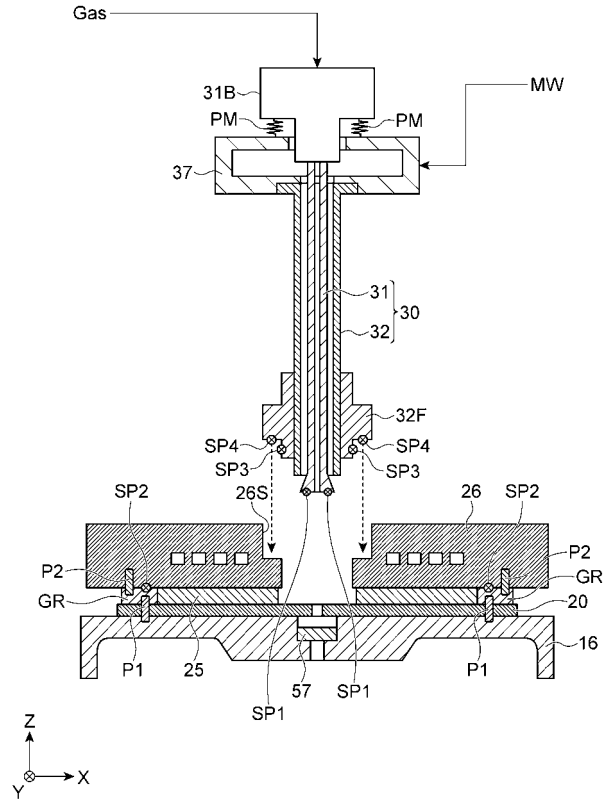
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G084 AA02 BB02 BB05 BB14 BB22 BB37 CC04 CC06 CC14 CC33
DD04 DD19 DD42 DD45 DD47 DD61 DD64 FF15 FF22
5F004 AA01 BA20 BB14 BB22 BB26 CA06