

(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2010-3462

(P2010-3462A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05H 1/46 (2006.01)	H05H 1/46 B	5F004
H01L 21/3065 (2006.01)	H01L 21/302 I O 1 D	5F045
H01L 21/205 (2006.01)	H01L 21/205	

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-159629 (P2008-159629)	(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20年6月18日 (2008.6.18)	(74) 代理人	100095957 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	西本 伸也 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
		Fターム (参考)	5F004 BB14 5F045 AA09 DP04 EH02 EH03

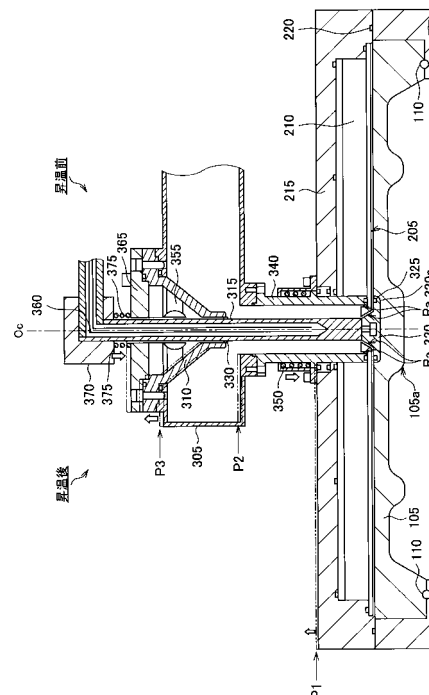
(54) 【発明の名称】 マイクロ波プラズマ処理装置及びマイクロ波の給電方法

(57) 【要約】

【課題】 マイクロ波の伝送路の変動を抑止する。

【解決手段】 マイクロ波プラズマ処理装置10は、ラジアルラインスロットアンテナ205から放出されたマイクロ波の電界エネルギーによりガスを励起させ、基板Gをプラズマ処理する。マイクロ波プラズマ処理装置10は、内部にてプラズマ処理が行われる処理容器100と、マイクロ波を出力するマイクロ波源335と、マイクロ波源から出力されたマイクロ波を伝送する矩形導波管305と、矩形導波管を伝送されたマイクロ波のモードを変換する同軸変換機310と、同軸変換機に対して摺動可能に連結された同軸導波管の内部導体315と、同軸変換機に接合され、前記同軸変換機と前記内部導体とを電氣的に接続する第1のコンタクト部材330と、熱膨張によるラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材の変位を吸収する第1のバネ部材375と、を有する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ラジアルラインスロットアンテナから放出されたマイクロ波を用いて生成されたプラズマにより被処理体をプラズマ処理するマイクロ波プラズマ処理装置であって、
内部にてプラズマ処理が行われる処理容器と、
マイクロ波を出力するマイクロ波源と、
前記マイクロ波源から出力されたマイクロ波を伝送する矩形導波管と、
前記矩形導波管を伝送されたマイクロ波のモードを変換する同軸変換機と、
前記同軸変換機に対して摺動可能に連結された同軸導波管の内部導体と、
前記同軸変換機に接合され、前記同軸変換機と前記内部導体とを電氣的に接続する第 1
のコンタクト部材と、
を備えたマイクロ波プラズマ処理装置。

10

【請求項 2】

前記内部導体の先端は、少なくとも一部が前記ラジアルラインスロットアンテナの被処理体側の面に沿って張り出している請求項 1 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記処理容器は、天井部に開口を有し、
前記内部導体の先端は、前記天井部の開口に設けられた誘電体窓の被処理体側の面の中央にて被処理体側に突出した部分より内側を限度に張り出している請求項 2 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

20

【請求項 4】

前記ラジアルラインスロットアンテナは、前記内部導体の先端に張り出したテーパ状のコネクタ部と前記同軸導波管の外部導体とから把持される請求項 2 又は請求項 3 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記同軸導波管の外部導体と前記テーパ状のコネクタ部との対向部分に第 2 のコンタクト部材を備える請求項 4 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記内部導体に連結された部材と前記同軸変換機に連結された部材との間に設けられ、熱膨張による前記ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材の変位を吸収する第 1 のバネ部材を備える請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 のバネ部材は、コイル状のバネ部材、耐熱性のメタルシール又は板状のバネ部材のいずれかである請求項 6 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記矩形導波管を支持する前記同軸変換機の外部導体に隣接して設けられ、前記ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材が前記処理容器の外側に向かって熱膨張する力に反して前記外部導体に対して前記処理容器の内側に向かう力を与える第 2 のバネ部材を備える請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

40

【請求項 9】

前記第 2 のバネ部材は、コイル状のバネ部材又は耐熱性のメタルシールのいずれかである請求項 8 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 のコンタクト部材は、金属の弾性体である請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 11】

前記内部導体は、前記同軸変換機に固定されたベアリングにより摺動可能に支持されている請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 12】

50

前記ラジアルラインスロットアンテナは、めっき、溶射及びメタライズのいずれかの方法により遅波板の上面、下面及び外周側面に導電膜を被覆し、前記導電膜をマイクロ波の伝送路とするとともに、前記遅波板の下面側導電膜に形成された複数のスロットから、前記同軸導波管から前記遅波板を伝播したマイクロ波を前記処理容器内に放射するように形成される請求項 1～11 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 13】

前記導電膜は、Cu、Al 及び Ag のいずれかを溶射することにより形成される請求項 12 に記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 14】

前記導電膜には、マイクロ波のリークを防止するためのシールド部材が設けられている請求項 1～13 のいずれかに記載されたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 15】

ラジアルラインスロットアンテナから放出されたマイクロ波を用いて生成されたプラズマにより被処理体をプラズマ処理するマイクロ波プラズマ処理装置にマイクロ波を給電する方法であって、

マイクロ波源からマイクロ波を出力し、

前記出力されたマイクロ波を矩形導波管に伝送し、

前記伝送されたマイクロ波のモードを同軸変換機にて変換し、

前記同軸変換機に対して同軸導波管の内部導体を摺動可能に連結するとともに、前記同軸変換機に接合された第 1 のコンタクト部材により前記同軸変換機と前記内部導体とを電氣的に接続し、前記同軸変換機から前記同軸導波管にマイクロ波を伝送し、

前記同軸導波管を伝送したマイクロ波を前記ラジアルラインスロットアンテナに伝播させるマイクロ波の給電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波プラズマ処理装置及びマイクロ波の給電方法に関する。特に、ラジアルラインスロットアンテナから放出されたマイクロ波の電界エネルギーによりガスを励起させ、被処理体をプラズマ処理するマイクロ波プラズマ処理装置及びその装置を用いたマイクロ波の給電方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロ波プラズマは、マイクロ波を減圧状態の処理容器内に導入し、導入されたマイクロ波の電界エネルギーによりガスを励起させることによって発生される。マイクロ波プラズマ処理装置では、プラズマの電子密度がカットオフ密度よりも高い場合、マイクロ波はプラズマ内に入り込むことができず、誘電体板とプラズマとの間を伝播し、その一部がプラズマに吸収され、プラズマの維持に使われる。

【0003】

上記プラズマ生成の原理により、マイクロ波プラズマは、容量結合型や誘導結合型のマイクロ波プラズマ処理装置にて生成されるプラズマと比べると、プラズマの電子密度 N_e が高く、電子温度 T_e が低いため、高速でダメージの少ないプラズマ処理で高品質な製品を製造することができる。

【0004】

マイクロ波プラズマを生成する装置の一つとして、ラジアルラインスロットアンテナ (RLSA: Radial Line Slot Antenna) を用いたマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている (たとえば、特許文献 1 を参照。)。ラジアルラインスロットアンテナは、多数のスロットが切られたディスク状のスロット板の上部に同一形状の遅波板を載置した状態で、誘電体窓の上部に配置され、その中央部にて同軸導波管に接続されている。

【0005】

10

20

30

40

50

かかる構成により、マイクロ波源から出力された、たとえば、2.45GHzのマイクロ波は、同軸導波管を伝播し、ラジアルラインスロットアンテナの半径方向へ放射状に伝播する。これにより、電界強度の高いマイクロ波をスロット板に設けられた多数のスロットから誘電体窓を介して処理容器内に放射することができる。

【0006】

【特許文献1】特開平9-63793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、プロセス中、処理容器内は、200℃以上の高温になる。よって、プロセス中、ラジアルラインスロットアンテナ905の周辺を冷却ジャケット210により冷却したとしても、ラジアルラインスロットアンテナ905は150℃～165℃、アンテナ上部の冷却ジャケット210は80℃～100℃、外部導体340は40℃～60℃程度まで温度が上昇し、プロセスによっては外部導体340近傍でも100℃以上になる場合もある。この結果、図6に示したラジアルラインスロットアンテナ905およびその上部部材（冷却ジャケット210、同軸導波管の外部導体340、矩形導波管305等）が熱膨張する。

【0008】

これらの部材のうち、ラジアルラインスロットアンテナ905の遅波板905aは、アルミナ（ Al_2O_3 ）などの誘電体から形成されている。一方、ラジアルラインスロットアンテナ上部の冷却ジャケット210、外部導体340、矩形導波管305、同軸変換機310は、銅（Cu）やアルミニウム（Al）などの金属から形成されている。アルミナの線膨張係数は 7.0×10^{-6} （/℃）であるのに対して銅の線膨張係数は 16.7×10^{-6} 、アルミニウムの線膨張係数は 23.5×10^{-6} （/℃）であり、アルミナの2倍以上である。このため、昇温後、ラジアルラインスロットアンテナ905の上部に位置する冷却ジャケット210、外部導体340及び矩形導波管305は、それぞれ膨張して、図6に示したように昇温前より上方に変位する。

【0009】

このとき、同軸変換機310と内部導体315とが一体的に形成されていると、矩形導波管305や同軸変換機310の位置の変位に伴い、同軸変換機310と一体に形成された内部導体315も処理容器100の鉛直上方に向かって引き上げられる。

【0010】

一方、内部導体315及び同軸変換機310は、内部導体315に冷媒を通すことにより、プロセス中も冷却される。このため、プロセス中の内部導体315及び同軸変換機310の温度は、外部導体340、矩形導波管305の温度より低くなる。よって、プロセス中の内部導体315及び同軸変換機310は、外部導体340及び矩形導波管305より熱膨張する割合は小さい。

【0011】

これにより、昇温後、内部導体315に連結されたテーパコネクタ320が内部導体315とともにラジアルラインスロットアンテナ905より上方に持ち上げられ、テーパコネクタ320と遅波板905aとの間および遅波板905aとラジアルラインスロットアンテナ905との間、遅波板905aと冷却ジャケット210との間の空隙が変動する。これにより、マイクロ波の伝送路が変動し、マイクロ波のモードが不安定になり、プラズマが不均一になる。この結果、プロセス中のマイクロ波プラズマ処理装置の安定性及び信頼性を損なう。

【0012】

そこで、上記課題に対処するために、本発明は、ラジアルラインスロットアンテナを用いてマイクロ波を処理容器内に給電する際、熱膨張によるマイクロ波の伝送路の変動を抑制することにより、プラズマの乱れを防止するマイクロ波プラズマ処理装置及びその装置を用いたマイクロ波の給電方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

すなわち、上記課題を解決するために、本発明のある態様によれば、ラジアルラインスロットアンテナから放出されたマイクロ波を用いて生成されたプラズマにより被処理体をプラズマ処理するマイクロ波プラズマ処理装置であって、内部にてプラズマ処理が行われる処理容器と、マイクロ波を出力するマイクロ波源と、前記マイクロ波源から出力されたマイクロ波を伝送する矩形導波管と、前記矩形導波管を伝送されたマイクロ波のモードを変換する同軸変換機と、前記同軸変換機に対して摺動可能に連結された同軸導波管の内部導体と、前記同軸変換機に接合され、前記同軸変換機と前記内部導体とを電氣的に接続する第1のコンタクト部材と、を備えたマイクロ波プラズマ処理装置が提供される。

10

【0014】

これによれば、内部導体と同軸変換機とは別体で設けられ、内部導体は、同軸変換機に対して摺動可能に連結される。第1のコンタクト部材は、同軸変換機と内部導体とを電氣的に接続する。

【0015】

これによれば、昇温後、ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部の矩形導波管等の部材が膨張して上方に持ち上げられ、これに伴い矩形導波管に連結された同軸変換機が持ち上げられても、内部導体は、同軸変換機に対して摺動可能に連結されているので、同軸変換機とともに持ち上げられることはない。よって、内部導体の先端部と冷却ジャケットとの距離は昇温前後で変動しない。また、第1のコンタクト部材によって同軸変換機と内部導体との電氣的接続は確保される。これにより、ラジアルラインスロットアンテナに伝播されるマイクロ波の伝送路の変動を防止し、マイクロ波のモードを安定させ、プラズマを均一に生成することができる。

20

【0016】

前記内部導体の先端は、少なくとも一部が前記ラジアルラインスロットアンテナの被処理体側の面に沿って張り出しているもよい。

【0017】

前記ラジアルラインスロットアンテナは、前記内部導体の先端に張り出したテーパ状のコネクタ部と前記同軸導波管の外部導体とから把持されてもよい。

【0018】

かかるクランプ構造によれば、ラジアルラインスロットアンテナと内外導体（同軸導波管）との位置のずれを防止することができる。この結果、マイクロ波の伝送路の変動をなくし、均一なプラズマを安定して生成することができる。

30

【0019】

前記処理容器は、天井部に開口を有し、前記内部導体の先端は、前記天井部の開口に設けられた誘電体窓の被処理体側の面の中央にて被処理体側に突出した部分より内側を限度に張り出しているもよい。これにより、装置の機械的強度を担保することができる。

【0020】

前記同軸導波管の外部導体と前記テーパ状のコネクタ部との対向部分に第2のコンタクト部材を有しているもよい。これにより、同軸導波管とラジアルラインスロットアンテナとの電氣的接続を補完することができる。

40

【0021】

前記内部導体に連結された部材と前記同軸変換機に連結された部材との間に設けられ、熱膨張による前記ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材の変位を吸収する第1のバネ部材を有しているもよい。これによれば、内部導体は、ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材の膨張の影響を受けないため、内部導体の位置は昇温前後で変動しない。これにより、ラジアルラインスロットアンテナに伝播されるマイクロ波の伝送路の変動を防止し、マイクロ波のモードを安定させ、プラズマを均一に生成することができる。

【0022】

50

また、前記第 1 のバネ部材は、コイル状のバネ部材、耐熱性のメタルシール又は板状のバネ部材（たとえば、バネワッシャー）であってもよい。

【0023】

前記矩形導波管を支持する前記同軸変換機の外部導体に隣接して設けられ、前記ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材が前記処理容器の外側に向かって熱膨張する力に反して前記外部導体に対して前記処理容器の内側に向かう力を与える第 2 のバネ部材を含んでいてもよい。

【0024】

これによれば、第 2 のバネ部材は、外部導体及びその周辺部材の熱膨張に反して、外部導体に処理容器の内側に向かう力を与える。これにより、ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材が、膨張により処理容器の鉛直上方へ変位することを吸収することができる。

【0025】

なお、前記第 2 のバネ部材は、コイル状のバネ部材又は耐熱性のメタルシールのいずれかであってもよい。また、前記第 1 のコンタクト部材は、金属の弾性体であってもよい。

【0026】

前記内部導体は、前記同軸変換機に固定されたベアリングにより摺動可能に支持されていてもよい。これによれば、内部導体は、第 1 のコンタクト部材とベアリングとによりガイドされる。これにより、内部導体の中心軸のぶれを抑え、内部導体の端と冷却ジャケットとの距離を設計上定められた間隔に管理し、マイクロ波の伝送路の変動を抑制することができる。

【0027】

前記ラジアルラインスロットアンテナは、めっき、溶射及びメタライズのいずれかの方法により遅波板の上面、下面及び外周側面に導電膜を被覆し、前記導電膜をマイクロ波の伝送路とするとともに、前記遅波板の下面側導電膜に形成された複数のスロットから、前記同軸導波管から前記遅波板を伝播したマイクロ波を前記処理容器内に放射するように形成されていてもよい。

【0028】

これによれば、ラジアルラインスロットアンテナの遅波板の上面、下面及び外周側面には、めっき、溶射及びメタライズのいずれかの方法により導電膜が被覆される。

【0029】

伝送路が変形すると、マイクロ波の伝播が変動する。しかしながら、かかる構成によれば、伝送路である導電膜は、遅波板と一体的に密着して形成されており、遅波板の剛性により変形することがないので、マイクロ波は装置の状態によらず安定して伝播し、均一なプラズマを生成することができる。また、遅波板と導電膜間には空隙が存在せず、耐電圧の高い材料のみで構成されるので、異常放電も発生しない。

【0030】

なお、前記導電膜は、Cu、Al 及び Ag のいずれかを溶射することにより形成してもよい。溶射は、めっきに比べて厚く成膜できるとともに導電膜の膜厚を自由に制御することができる。

【0031】

前記導電膜には、マイクロ波のリークを防止するためのシールド部材が設けられていてもよい。これによれば、たとえば、スロットから天板と導電膜との間の隙間等にリークしたマイクロ波が、冷却ジャケット側へ漏れるのを防ぐことができる。

【0032】

また、上記課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、ラジアルラインスロットアンテナから放出されたマイクロ波を用いて生成されたプラズマにより被処理体をプラズマ処理するマイクロ波プラズマ処理装置にマイクロ波を給電する方法であって、マイクロ波源からマイクロ波を出力し、前記出力されたマイクロ波を矩形導波管に伝送し、前記伝送されたマイクロ波のモードを同軸変換機にて変換し、前記同軸変換機に対して同軸導

10

20

30

40

50

波管の内部導体を摺動可能に連結するとともに、前記同軸変換機に接合された第1のコンタクト部材により前記同軸変換機と前記内部導体とを電氣的に接続し、前記同軸変換機から前記同軸導波管にマイクロ波を伝送し、前記同軸導波管を伝送したマイクロ波を前記ラジアルラインスロットアンテナに伝播させるマイクロ波の給電方法が提供される。

【0033】

これによれば、内部導体と同軸変換機とは別体で設けられ、内部導体は、同軸変換機に対して摺動可能に連結されているので、ラジアルラインスロットアンテナ及びその上部部材の熱膨張によっても内部導体は上方に持ち上げられない。よって、内部導体の先端部と冷却ジャケットとの距離は昇温前後で変動しない。また、第1のコンタクト部材によって同軸変換機と内部導体との電氣的接続は確保される。これにより、ラジアルラインスロットアンテナに伝播されるマイクロ波の伝送路の変動を防止し、マイクロ波のモードを安定させ、プラズマを均一に生成することができる。

10

【発明の効果】

【0034】

以上説明したように、本発明によれば、ラジアルラインスロットアンテナを用いてマイクロ波を処理容器内に給電する際、熱膨張によるマイクロ波の伝送路の変動を抑止することにより、プラズマの乱れを防止することができる。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の一実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明及び添付図面において、同一の構成及び機能を有する構成要素については、同一符号を付することにより重複説明を省略する。

20

【0036】

(マイクロ波プラズマ処理装置の全体構成)

まず、本発明の一実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置10について、その縦断面を示した図1を参照しながら説明する。本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置10は、処理容器100、蓋体200、伝送路300、冷却機構400及びガス供給機構500を有している。

【0037】

処理容器100は、天井が開口された円筒状の容器であり、たとえば、アルミニウム等の金属から形成されている。処理容器100の天井の開口には、天板105（誘電体窓に相当）が嵌め込まれている。天板105は、誘電体から形成されている。天板105の下面は、中央の張り出しとともに中間部が周方向に張り出ししている。処理容器100と天板105との接触面には、リング110が配設されていて、これにより、処理室Uは密閉される。

30

【0038】

処理容器100の底部には、ウェハWを載置するサセプタ（載置台）115が絶縁体120を介して設置されている。サセプタ115には、整合器125aを介して高周波電源125bが接続されていて、高周波電源125bから出力された高周波電力により処理容器100の内部に所定のバイアス電圧を印加する。また、サセプタ115には、コイル130aを介して高圧直流電源130bが接続されていて、高圧直流電源130bから出力された直流電圧によりウェハWを静電吸着する。処理容器100には、真空ポンプ（図示せず）が取り付けられていて、ガス排出管135を介して処理容器100内のガスを排出することにより、処理室Uを所望の真空度まで減圧する。

40

【0039】

蓋体200は、ラジアルラインスロットアンテナ205（以下、単にアンテナ205とも称する。）、冷却ジャケット210及びマイクロ波遮蔽カバー215を有している。アンテナ205は、天板105の直上に載置されている。

【0040】

ラジアルラインスロットアンテナ205は、ディスク状の一枚の平板であって、図2に

50

アンテナ 205 の左縦断面を拡大して示したように、遅波板 205 a を基材としてその上面、外周面及び下面に予め金属膜 205 b が被覆されている。金属膜 205 b は、めっき、溶射及びメタライズのいずれかの方法によって遅波板 205 a に密着して一体的に形成されている。本実施形態では、金属膜 205 b は、アルミニウム (Al) を溶射後、熔融することにより形成される。なお、金属膜 205 b は、導電性の高い銅 (Cu)、金 (Au) 及び銀 (Ag) のいずれかを溶射することにより形成されていてもよい。なお、金属膜 205 b は導電膜の一例であり、導電膜は金属に限られない。

【0041】

遅波板 205 a の下面には、マイクロ波を放射するスロット St (放射孔、図示せず) が複数設けられている。遅波板 205 a は、アルミナなどの誘電体により形成されている。アンテナ 205 では、マイクロ波がアンテナの半径方向へ放射状に伝播し、スロット St から漏れだして処理室内に放射される。

【0042】

アンテナ 205 の上部には、冷却ジャケット 210 がアンテナ 205 に隣接して設けられている。冷却ジャケット 210 はアルミニウムから形成され、アンテナ 205 の近傍を調温する。マイクロ波遮蔽カバー 215 は、ラジアルラインスロットアンテナ 205 及び冷却ジャケット 210 を覆い、ラジアルラインスロットアンテナ 205 を伝播するマイクロ波が装置の外部に放出されないように遮蔽する。

【0043】

シールド部材 220、225 は、スロットを漏れたマイクロ波の一部が、図 2 の天板 105 と金属膜 205 b との隙間から冷却ジャケット 210 側の隙間や蓋体 200 と処理容器 100 との隙間へリークすることを防ぐ。

【0044】

伝送路 300 は、主に、矩形導波管 305、同軸変換機 310、内部導体 315、外部導体 340、テーパコネクタ 320、ラジアルラインスロットアンテナ 205 から形成されている。マイクロ波は、伝送路 300 により画定される空間 (以下、マイクロ波の伝送路 R とも称呼する。) を伝送される。このとき、マイクロ波は、遅波板 205 a の内部を伝播して遅波板 205 a の端面にて反射し、図示しないチューナにより放電負荷と伝送路のインピーダンスの整合をとりながら、進行波と反射波との干渉により伝送路の空間に定在波が生じる。

【0045】

矩形導波管 305 は、マイクロ波源 335 に接続されている。同軸変換機 310 は、コーン状に形成され、マイクロ波のモードを TE モードから TE モードと TM モードの混在モードに変換する。モードが変換されたマイクロ波は、同軸導波管 (内部導体 315 及び外部導体 340) に伝えられる。内部導体 315 及び外部導体 340 は、銀メッキした銅から形成されている。外部導体 340 は、上部にて矩形導波管 305 にねじ止めされている。外部導体 340 の外周には、第 2 のパネ部材 350 が設けられている。第 2 のパネ部材 350 は、昇温時、外部導体 340 やその周辺の変位を吸収する。外部導体 340 とテーパコネクタ 320 とは、金属膜 205 b 及び遅波板 205 a を把持し、ラジアルラインスロットアンテナの位置のずれを防止する。

【0046】

テーパコネクタ 320 は、テーパ状であって内部導体 315 の下面にて内部導体 315 にねじ止めされている。テーパコネクタ 320 は、金メッキした銅から形成されている。テーパコネクタ 320 の下面は、アンテナ 205 の下方にてアンテナ 205 の半径方向に向かってつば状に張り出している。このテーパコネクタ 320 の張り出し部分は天板 105 に埋設されている。装置の機械的強度を保つために、テーパコネクタ 320 は、天板 105 の中央部に設けられた張り出しより内側を限度に張り出している。

【0047】

第 1 のコンタクト部材 330 は、同軸変換機 310 の下端部の開口にて同軸変換機 310 の内周縁上にろう付されたフィンガータイプの金属の弾性体である。かかる構成によれ

10

20

30

40

50

ば、同軸変換機 3 1 0 と内部導体 3 1 5 とを分離し、同軸変換機 3 1 0 に対して内部導体 3 1 5 を摺動可能に連結させるとともに、第 1 のコンタクト部材 3 3 0 を介して同軸変換機 3 1 0 と内部導体 3 1 5 とを電氣的に接続することができる。

【0048】

同軸変換機 3 1 0 と内部導体 3 1 5 との間には内部導体 3 1 5 の外周に沿ってベアリング 3 5 5 が設けられている。ベアリング 3 5 5 の端部は、同軸変換機 3 1 0 に固定されていて、内部導体 3 1 5 を摺動可能にガイドする。これにより、内部導体 3 1 5 に横ブレが生じることを防止し、空隙の変動を防止することができる。

【0049】

マイクロ波は、上記マイクロ波の伝送路 R を画定する部材の金属表面を伝播する。特に、ラジアルラインスロットアンテナ 2 0 5 内では、マイクロ波は、伝送路である金属膜 2 0 5 b から金属膜 2 0 5 b に切られたスロットを通して処理容器内に放出される。

【0050】

伝送路が変形すると、マイクロ波の伝播が変動する。しかしながら、本実施形態によれば、伝送路である金属膜 2 0 5 b は、遅波板 2 0 5 a と一体的に密着して形成されており、遅波板 2 0 5 a の剛性により変形することがないので、マイクロ波は装置の状態によらず安定して伝播し、均一なプラズマを生成することができる。また、遅波板 2 0 5 a と金属膜 2 0 5 b 間等には空隙が存在せず、耐電圧の高い材料のみで構成されるので、異常放電も発生しない。

【0051】

また、本実施形態のように、遅波板 2 0 5 a の上下面及び外周面に金属膜 2 0 5 b を被覆した場合、スロット板に代わる金属膜 2 0 5 b は薄いためタップをきることができない。また、従来のスロット板の構造と異なり金属膜 2 0 5 b はシート材ではないので、テーパコネクタに対してねじで固定することができない。また、金属膜 2 0 5 b には機械的な強度を期待できないので、ねじによる強固な固定は向かない。従って、ばねなどを利用し、適切な荷重により把持されることが望ましい。そこで、本実施形態では、一体形成された金属膜 2 0 5 b 及び遅波板 2 0 5 a を外部導体とテーパコネクタとの対向面により両側から把持する。かかるクランプ構造によれば、金属膜 2 0 5 b が被覆された遅波板 2 0 5 a と内外導体（同軸導波管）との位置のずれを防止することができる。この結果、マイクロ波の伝送路の変動をなくし、マイクロ波の放射特性を良好に保ち、均一なプラズマを安定して生成することができる。

【0052】

外部導体 3 4 0 とテーパコネクタ 3 2 0 との対向部分には、第 2 のコンタクト部材 3 2 5 が配設されている。第 2 のコンタクト部材 3 2 5 は、上記クランプ構造による同軸導波管（内部導体 3 1 5、外部導体 3 4 0）と金属膜 2 0 5 b との電氣的接続を補完する。特に、第 2 のコンタクト部材 3 2 5 は、線材の金属シールド部材にて形成されているため、スパイラルシールドに比べて反力が小さく、金属膜 2 0 5 b に過度な荷重を掛けずに金属膜 2 0 5 b と同軸導波管との電氣的接続を良好にすることができる。

【0053】

図 1 に示したように、内部導体 3 1 5 の内部には、冷媒配管 3 6 0 が挿入されている。矩形導波管 3 0 5 及び同軸変換機 3 1 0 は蓋部 3 6 5 にてガイドされている。第 1 のバネ部材 3 7 5 は、固定部材 3 7 0（すなわち、内部導体 3 1 5 に連結された部材）と蓋部 3 6 5（すなわち、同軸変換機 3 1 0 に連結された部材）との間に設けられ、昇温によるラジアルラインスロットアンテナ 2 0 5 及びその上部の変位を吸収する。この結果、昇温後、ラジアルラインスロットアンテナ 2 0 5 及びその上部の矩形導波管 3 0 5 等の部材が膨張して上方に持ち上げられ、これに伴い矩形導波管 3 0 5 に連結された同軸変換機 3 1 0 も上方に持ち上げられても、内部導体 3 1 5 と同軸変換機 3 1 0 とは別体で設けられ、内部導体 3 1 5 は、同軸変換機 3 1 0 に対して摺動可能に連結されているので、内部導体 3 1 5 は持ち上げられない。よって、内部導体 3 1 5 の先端部（テーパコネクタ 3 2 0）と冷却ジャケット 2 1 0 との距離は昇温前後で変動しない。また、第 1 のコンタクト部材

10

20

30

40

50

330によって同軸変換機310と内部導体315との電氣的接続は確保される。これにより、ラジアルラインスロットアンテナ205に伝播されるマイクロ波の伝送路の変動を防止し、マイクロ波のモードを安定させ、プラズマを均一に生成することができる。

【0054】

図2に示したように、矩形導波管305と同軸変換機310とは、矩形導波管305に設けられた開口の側部壁面と、対向する同軸変換機310の側部壁面とのギャップGが、いずれの対向位置においても所定の範囲内の間隔となるように、開口より外周側にて嵌め合い構造Fを有している。嵌め合い構造Fについては後程、詳しく説明する。

【0055】

図1に示した冷却機構400では、冷媒供給源405と冷媒配管360とが連結され、冷媒供給源405と冷却ジャケット210とが連結されている。冷媒配管360は二重配管となっており、冷媒供給源405から供給された冷媒が冷媒配管360の内側から外側を通過して循環することにより、内部導体315が調温される。また、冷媒供給源405から供給された冷媒が冷却ジャケット210内の流路210aを循環することにより、冷却ジャケット210の近傍が調温される。

【0056】

ガス供給機構500では、ガス供給源505と上部ガス供給ライン510とが連結されるとともにガス供給源505とシャワープレート515とが連結されている。シャワープレート515は、複数のガス供給孔がウエハW側に向けて均等に設けられている。ガス供給源505から供給されたプラズマ励起ガスは、処理容器100の側壁を貫通した複数の上部ガス供給ライン510の貫通孔から処理室Uの内部に向けて横向きに供給される。ガス供給源505から供給された処理ガスは、格子状のシャワープレート515に形成された複数のガス供給孔から下向きに供給される。

【0057】

なお、本実施形態では、内部導体315とテーパコネクタ320とを連結したが、内部導体315とテーパコネクタ320とを一体化させ、その先端がつば状に張り出した構成としてもよい。また、内部導体315の先端の少なくとも一部がラジアルラインスロットアンテナ205の基板側の面に沿って張り出していてもよい。

【0058】

これによれば、内部導体315とテーパコネクタ320とを連結するためのねじが緩む等、テーパコネクタ320が内部導体315にしっかりと固定されないために起こるマイクロ波の伝送路の変動を防止することができる。これにより、マイクロ波をより安定して伝送することができる。

【0059】

(同軸変換機と内部導体との分離)

本実施形態では、同軸変換機310と内部導体315とを分離する構成とした。その理由について、同軸変換機310と内部導体315とが一体化した一般的な装置と比較しながら説明する。

【0060】

図6及び図7に示したように、ラジアルラインスロットアンテナ905を用いた一般的なマイクロ波プラズマ処理装置では、スロット板905bは、金属のシート材から形成され、天井部に設けられた天板105(誘電体窓)と遅波板905aとに挟まれる形で載置され、テーパコネクタ320の下面にてねじ止めされるとともに、その外周にてねじ910により冷却ジャケット210に固定されている。図7の左右に昇温前後のマイクロ波プラズマ処理装置の状態を示したように、昇温前の状態では、遅波板905aの下面とテーパコネクタ320の下面とは同一面内上に位置する。

【0061】

プロセス中、処理容器内は、200℃以上の高温になる。よって、ラジアルラインスロットアンテナ905の近傍を冷却ジャケット210により冷却したとしても、プロセス中、たとえば、ラジアルラインスロットアンテナ905は150℃~165℃、アンテナ上

10

20

30

40

50

部の冷却ジャケット 210 は $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 、外部導体 340 は $40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ まで温度が上昇し、プロセスによっては外部導体 340 近傍でも 100°C 以上になる場合もある。この結果、ラジアルラインスロットアンテナ 905 の近傍、同軸導波管の外部導体 340、矩形導波管 305 等の各部材が熱膨張する。

【0062】

これらの部材のうち、ラジアルラインスロットアンテナ 905 の遅波板 905a はアルミナ (Al_2O_3) などの誘電体から形成されている。一方、冷却ジャケット 210、外部導体 340、矩形導波管 305 は、銅 (Cu) やアルミニウム (Al) などの金属から形成されている。アルミナの線膨張係数は 7.0×10^{-6} ($^{\circ}\text{C}$) であるのに対して銅の線膨張係数は 16.7×10^{-6} 、アルミニウムの線膨張係数は 23.5×10^{-6} ($^{\circ}\text{C}$) であり、アルミナの 2 倍以上である。このため、昇温後の状態では、冷却ジャケット 210、外部導体 340、矩形導波管 305 がそれぞれ膨張して変位する。たとえば、冷却ジャケット 210 の変位 P1、矩形導波管 305 の変位 P2 (下部) および P3 (上部) の関係は、 $P3 > P2 > P1$ となる。各部材の変位は、装置の鉛直上方にいくほど積算されて大きくなる。

【0063】

このとき、同軸変換機 310 と内部導体 315 とは一体的に形成されているため、矩形導波管 305 が熱膨張により上方に変位すると、これに伴い、同軸変換機 310 及び内部導体 315 も上方に引き上げられる。

【0064】

特に、内部導体 315 は、内部導体 315 の内部にて二重に配管された冷媒配管 360 の内側から外側に冷媒を通すことによりプロセス中も冷却される。このため、プロセス中の内部導体 315 及び同軸変換機 310 の温度は、外部導体 340、矩形導波管 305 の温度より低くなる。よって、プロセス中の内部導体 315 及び同軸変換機 310 は、外部導体 340 及び矩形導波管 305 より熱膨張する割合は小さい。

【0065】

これにより、昇温後、内部導体 315 の下端のテーパコネクタ 320 の位置が周辺部材と同じように変位する (P4)。この結果、テーパコネクタ 320 がラジアルラインスロットアンテナ 905 より上方に持ち上げられ、テーパコネクタ 320 と冷却ジャケットとの距離が設計上定められた間隔から変動する。このため、マイクロ波の伝播状態が変動し、マイクロ波のモードが不安定になり、プラズマの均一性が損なわれる。

【0066】

テーパコネクタ 320 がラジアルラインスロットアンテナ 905 より上方に持ち上げられると、テーパコネクタ 320 の下面にねじ止めされたスロット板 905b が上方に引き上げられる。これによっても、スロット板 905b の位置のずれによりマイクロ波の伝送路が変動し、プラズマが不均一に生成される。

【0067】

図 8 に示したように、矩形導波管 305、同軸変換機 310、テーパコネクタ 320 の各部材をねじ止めして組み立てる際、矩形導波管 305 と同軸変換機 310 との間にシム 380 をかませ、テーパコネクタ 320 の下面と遅波板 205a の下面とが同一面内に位置づけられるようにレベルあわせを行う。たとえば、図 8 では、2 つのシム 380a、380b をかませることにより、テーパコネクタ 320 の下面と遅波板 205a の下面とのレベルあわせをする。このレベルあわせにより、組立時において遅波板 205a 表面の冷却ジャケット 210 とテーパコネクタ 320 との距離を設計上定められた間隔に定めることができる。しかしながら、プロセス中、テーパコネクタ 320 がラジアルラインスロットアンテナ 905 より上方に持ち上げられると、組立時に行った微細なレベルあわせが無意味なものとなり、上述したように、マイクロ波の伝送路 Ra が変動する。

【0068】

以上に説明したマイクロ波の伝送路の変動は、プロセス中のマイクロ波プラズマ処理装置の安定性及び信頼性を損なう。そこで、本実施形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置

10では、まず、図1及び図2に示したように、同軸変換機310と内部導体315とを分離する。

【0069】

内部導体315は、同軸変換機310に対して摺動可能に連結されている。同軸変換機310と内部導体315との間には同軸変換機310と内部導体315とを電氣的に接続する第1のコンタクト部材330が設けられている。

【0070】

これにより、図3に示したように、プロセス中、冷却ジャケット210、外部導体340、矩形導波管305などの金属部材が熱膨張により処理容器100の鉛直上方に向かって変位(P1~P3)した場合であっても、内部導体315は同軸変換機310と別体に設けられているため、矩形導波管305等の熱膨張の影響を受けず引き上げられない。

10

【0071】

(第1のバネ部材)

これに加え、第1のバネ部材375は、内部導体315に連結された部材(固定部材370)と同軸変換機310に連結された部材(蓋部365)との間に取り付けられていて、外部導体340、矩形導波管305の熱膨張の程度に応じて収縮し、これにより各部材の上方への変位を吸収する。このような第1のバネ部材375の作用により、内部導体315は、昇温後も昇温前の位置を保持することができる。

【0072】

これにより、内部導体315の先端部のテーパコネクタ320と冷却ジャケット210との間に存在する空隙Ra(図2参照)は変動せず、テーパコネクタ320と冷却ジャケット210との距離は、設計上定められた距離に管理される。これにより、テーパコネクタ320と冷却ジャケット210との距離の変動を防止し、マイクロ波の伝送路の変動を回避することができる。この結果、マイクロ波のモードを安定させ、プラズマを均一に生成することができる。これにより、マイクロ波プラズマ処理装置10の安定性及び信頼性を向上させることができる。

20

【0073】

(クランプ構造)

さらに、発明者は、テーパコネクタ320の外周に張り出し部320aを設けた。すなわち、発明者は、テーパコネクタ320の先端をラジアルラインスロットアンテナ205のウエハ側の面にアンテナの半径方向に沿って張り出させた。本実施形態では、テーパコネクタ320には、つば状の張り出しが設けられている。

30

【0074】

金属膜205b及び遅波板205aは一体的に密着して形成されてもよく、テーパコネクタ320の張り出し部分と同軸導波管の外部導体340とから把持される。かかるクランプ構造によれば、ラジアルラインスロットアンテナ205と内外導体(同軸導波管)との位置ずれを防止することができる。

【0075】

また、テーパコネクタ320に設けられた張り出し部320aを、処理容器100の天井部の開口に設けられた天板105の中央にてウエハW側の面からウエハWに突出した突出部分105aより内側を限度に張り出すように形成する。

40

【0076】

これによれば、テーパコネクタ320の張り出し部320aは、天板105の中央の突出部分105aより外側まで張り出さない。これにより、天板105の機械的強度を担保することができる。

【0077】

(第2のバネ部材)

第2のバネ部材350は、矩形導波管305を支持する外部導体340に隣接して設けられ、マイクロ波プラズマ処理装置10が処理容器100の鉛直上方に向かって熱膨張する力に反して外部導体340に対して処理容器100の鉛直下方に向かう力を与える。

50

【0078】

これにより、外部導体340及びその周辺部材の処理容器100の鉛直上方への変位を吸収することができる。この結果、第1のバネ部材375、第2のバネ部材350及び上記クランプ構造により、昇温前後において、空隙Raを変動させず、テーパーコネクタ320と冷却ジャケット210との距離を設計上定められた間隔に管理し、マイクロ波の伝送路Rの変動を防止することができる。

【0079】

なお、第1のバネ部材375は、コイル状のバネ部材、耐熱性のメタルシール又は板状のバネ部材であってもよい。また、第2のバネ部材350は、コイル状のバネ部材又は耐熱性のメタルシールであってもよい。

10

【0080】

(内部導体のぶれ防止)

同軸変換機310の中空部分には、同軸変換機310に固定され、内部導体315を摺動可能に支持するベアリング355が設けられている。これによれば、内部導体315は、第1のコンタクト部材330とベアリング355とによりガイドされる。これにより、内部導体315の軸Ocのぶれを抑えることができる。

【0081】

(金属膜と遅波板の一体化)

ラジアルラインスロットアンテナ205には、めっき、溶射及びメタライズのいずれかの方法により遅波板205aの上面、下面及び外周側面に金属膜205bが被覆されている。アンテナ205は、金属膜205bをマイクロ波の伝送路とするとともに、遅波板205aの下面側金属膜205bに形成された複数のスロットから、同軸導波管から遅波板205aを伝播したマイクロ波を処理容器内に放射する。

20

【0082】

これによれば、伝送路である金属膜205bは、遅波板205aと一体的に密着して形成されており、遅波板205aの剛性により変形することがないので、マイクロ波は装置の状態によらず安定して伝播し、均一なプラズマを生成することができる。また、遅波板205aと金属膜205b間等には空隙が存在せず、耐電圧の高い材料のみで構成されるので、異常放電も発生しない。この結果、均一なプラズマを生成することができる。

【0083】

なお、金属膜205bは、Cu、Al及びAgのいずれかを溶射することにより形成してもよい。溶射は、めっきに比べて厚く成膜できるとともに金属膜205bの膜厚を自由に制御することができる。

30

【0084】

(ギャップG)

図5に示したように、矩形導波管305の開口に同軸変換機310を挿入することにより矩形導波管305を伝送したマイクロ波のモードを変換して伝送する経路を組み立てる際、交差により、矩形導波管305の側部壁面と対向する同軸変換機310の側部壁面とにギャップGが生じる。

【0085】

このギャップGは、マイクロ波のモードをTEモードからTEモードとTMモードの混在モードに変換する位置に存在する。また、ギャップGの近傍では、矩形導波管305の反射端305aにてマイクロ波が反射するため、マイクロ波の電界が乱れやすい。

40

【0086】

実際に、矩形導波管305の反射端305a及びギャップGの位置にマイクロ波の節が来るように反射端305aからギャップGまでの距離を $\lambda_g/2$ に設計したが、異常放電は抑止されなかった。そこで、矩形導波管305の反射端305aからギャップGまでの距離を管理することに加えて、矩形導波管と同軸変換機とに嵌め合い構造を設けることによりギャップGを管理することとした。

【0087】

50

(ギャップの管理)

初めに、嵌め合い構造F及びギャップGの適正範囲を具体的に決定するために、ギャップG近傍のマイクロ波の電界強度分布をシミュレーションにより求めた。

【0088】

図4(a)に示した位置P1～P4の電界強度をシミュレーションにより計算した。その結果を図4(b)に示す。この結果から、位置P1、P3にてマイクロ波の電界強度が強く、P2、P4では、その強度が弱くなっていることがわかる。また、ギャップ(リークパス厚)が大きくなればなるほど電界強度は大きくなるが、ギャップが均一であれば、ギャップの大きさが0.1mm変化しても極端に電界強度が大きくなるわけではないことがわかる。

10

【0089】

パッシェンの法則によれば、 $V = f(p \cdot d)$ の式に示すように、平行な電極間での放電開始電圧Vは、ガス圧力p及び電極間の距離dの積の関数で表される。ギャップGでのガスの圧力は大気圧($1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)であるから、電極間の距離dが短いほど低い電圧Vで放電が起きる。一方、ギャップGの間隔(距離dに相当)が不均一であると、電界強度が偏りやすくなる。よって、ギャップGの間隔を所定の基準間隔kmm($k \geq 0.3$)に対して($k \pm n$)($n \leq 0.1$)mmの範囲内にすることにより、放電が起きにくい状態かつ電界強度の偏りが生じにくい状態にギャップGを管理することによって、異常放電の発生を防ぐことができる。

【0090】

20

そこで、環状に形成されたギャップGがいずれの対向位置に置いても所定の範囲内の間隔となるように、ギャップGより外周側にて矩形導波管305と同軸変換機310とに高度な嵌め合い構造F(図2, 5参照)を設けた。具体的には、ギャップGの基準間隔kを0.3mmと定め、環状のギャップGのいずれの対向位置においてもギャップGが($k \pm n$)mm($n \leq 0.1$)の範囲内に管理されるように嵌め合い構造Fを設けた。組み立て時に発生する公差を考慮して、嵌め合い構造FにギャップGにて許容される隙間より充分に小さい隙間(たとえば、ギャップGの間隔差の最大値の約20%以内)を許容することにより、どんな作業員が組み立ててもギャップGを設計上許容されている間隔差以内に管理することができる。この結果、矩形導波管305と同軸変換機310との間のギャップGにて異常放電が発生することを回避することができる。

30

【0091】

(絶縁材にてコーティング)

ギャップG周りの矩形導波管305及び同軸変換機310は、絶縁材にてコーティングされている。絶縁材としては、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)、PFA(テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体)、アルミナ(アルマイト処理、溶射)などが挙げられる。これにより、ギャップ間の電位差を低下させることができ、異常放電の発生をさらに抑止することができる。

【0092】

以上に説明したように、本実施形態のマイクロ波プラズマ処理装置10によれば、熱膨張によるマイクロ波の伝送路の変動を抑止することができる。これにより、マイクロ波プラズマ処理装置10の安定性及び信頼性を大幅に向上させることができる。

40

【0093】

上記実施形態において、各部の動作はお互いに関連しており、互いの関連を考慮しながら、一連の動作として置き換えることができる。そして、このように置き換えることにより、上記マイクロ波プラズマ処理装置の実施形態を上記マイクロ波プラズマ処理装置を用いたマイクロ波の給電方法の実施形態とすることができる。

【0094】

以上、添付図面を参照しながら本発明の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、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それら

50

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。

【0095】

たとえば、金属膜は、メタライズにより形成されてもよい。この場合、メタライズにより形成されたM o - M n層の金属膜は抵抗が高いので、A g - C u - T i層の金属膜が好ましい。

【0096】

また、前述したスロット板と遅波板との一体化（遅波板を金属膜にて被膜したアンテナ205）や嵌め合い構造Fは、同軸変換機310と内部導体315とを分離した構造とともにマイクロ波プラズマ処理装置10に備えられているほうが好ましいが、本装置に必須の要件ではない。

10

【0097】

また、ガスは、上部ガス供給ライン510のみから供給されてもよく、シャワープレート515のみから供給されてもよい。また、これらのガス供給機構500に代えて、又は、これらのガス供給機構500に加えて、天板105にガス経路を設けて天板105をシャワープレートとして用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】本発明の一実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置の縦断面図である。

【図2】同実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置をマイクロ波が伝播する経路を説明するための図である。

20

【図3】同実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置の昇温前後の状態を説明するための図である。

【図4】ギャップ近傍の電界強度分布のシミュレーション結果を示した図である。

【図5】矩形導波管と同軸変換機との嵌め合い構造を説明するための図である。

【図6】一般的なマイクロ波プラズマ処理装置の縦断面図である。

【図7】一般的なマイクロ波プラズマ処理装置の昇温前後の状態を説明するための図である。

【図8】テーパコネクタ320の下面と遅波板205aの下面とのレベルあわせを説明するための図である。

【符号の説明】

30

【0099】

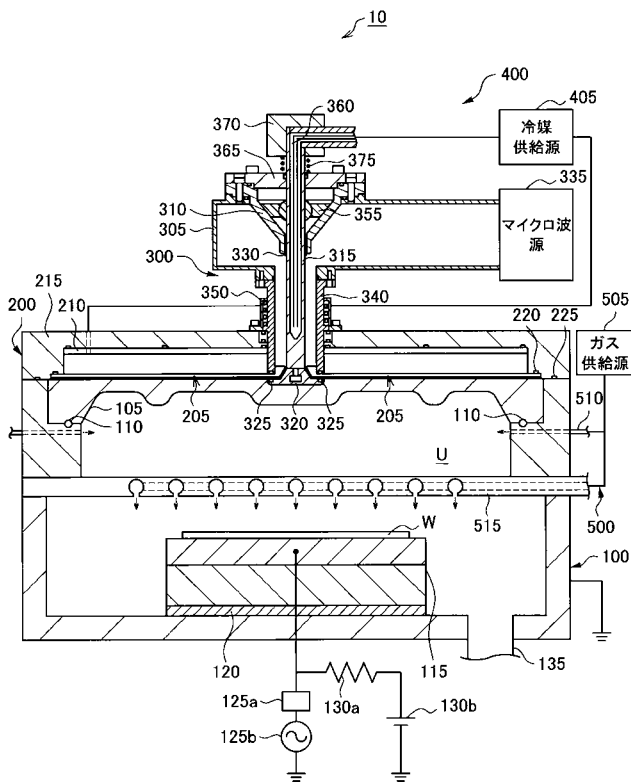
- 10 マイクロ波プラズマ処理装置
- 100 処理容器
- 105 天板
- 105a 天板の突出部分
- 200 蓋体
- 205、905 ラジアルラインスロットアンテナ（アンテナ）
- 205a、905a 遅波板
- 205b 金属膜
- 210 冷却ジャケット
- 215 マイクロ波遮蔽カバー
- 220、225 シールド部材
- 300 伝送路
- 305 矩形導波管
- 310 同軸変換機
- 315 内部導体
- 320 テーパーコネクタ
- 320a 張り出し部
- 325 第2のコンタクト部材
- 330 第1のコンタクト部材

40

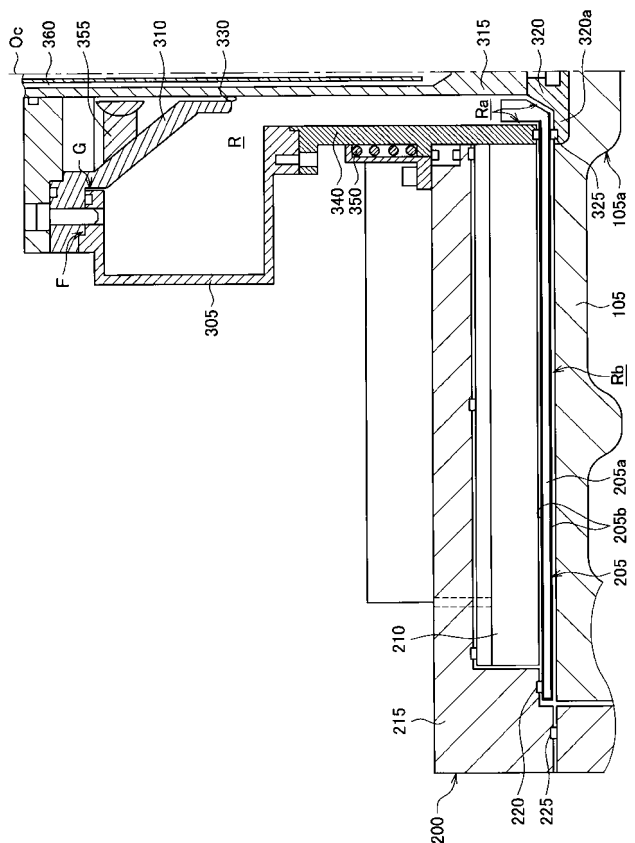
50

- 3 3 5 マイクロ波源
- 3 4 0 外部導体
- 3 5 0 第 2 のバネ部材
- 3 6 0 冷媒配管
- 3 7 0 固定部材
- 3 7 5 第 1 のバネ部材
- 4 0 0 冷却機構
- 4 0 5 冷媒供給源
- 5 0 0 ガス供給機構
- 5 0 5 ガス供給源
- 9 0 5 b スロット板
- G ギャップ
- F 嵌め合い構造

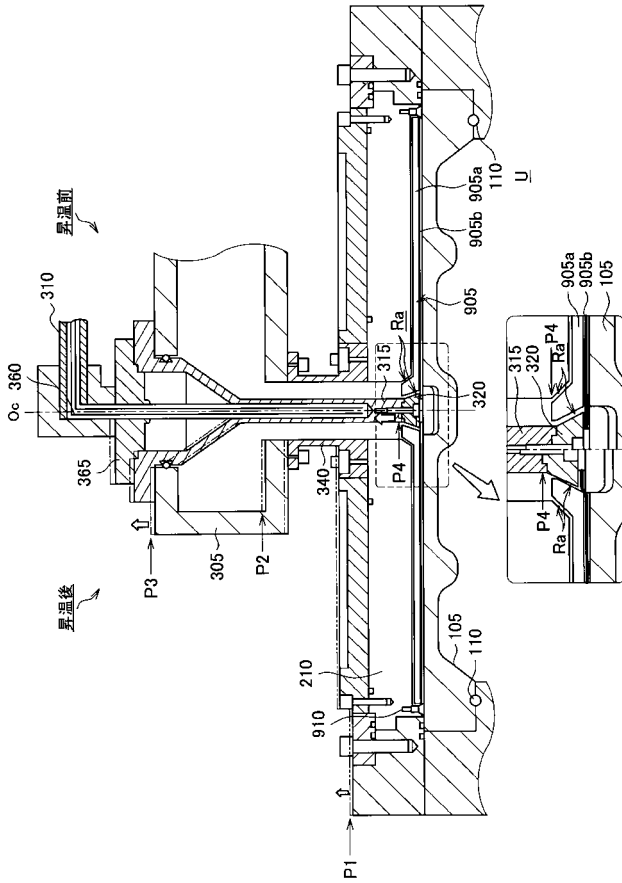
【図 1】



【図 2】



【図 7】



【図 8】

