

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4294775号
(P4294775)

(45) 発行日 平成21年7月15日 (2009. 7. 15)

(24) 登録日 平成21年4月17日 (2009. 4. 17)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 J 19/08 (2006. 01)

B O 1 J 19/08 E

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 I O 1 B

H O 5 H 1/02 (2006. 01)

H O 5 H 1/02

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-341779
 (22) 出願日 平成10年12月1日 (1998. 12. 1)
 (65) 公開番号 特開2000-167385 (P2000-167385A)
 (43) 公開日 平成12年6月20日 (2000. 6. 20)
 審査請求日 平成17年11月21日 (2005. 11. 21)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100097320
 弁理士 宮川 貞二
 (74) 代理人 100096611
 弁理士 宮川 清
 (74) 代理人 100098040
 弁理士 松村 博之
 (74) 代理人 100097744
 弁理士 東野 博文
 (72) 発明者 福森 弘司
 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号
 住友金属工業株式会社 半導体
 装置事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマを用いて処理される試料を収容する処理容器と；

前記処理容器を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて前記処理容器内に導入する封止部材と；

周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口が開設された環状の管状部材であって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材と；

前記環状の管状部材と前記封止部材との間に、前記封止部材及び前記環状の管状部材に対向して配設され、前記マイクロ波が通過する所定のスリットが開設されたスリット板と；

前記封止部材の温度を調整する温度調整手段と；

前記環状の管状部材の内側に前記環状の管状部材に包囲されて、前記封止部材の前記処理容器とは反対側に設けられる伝熱板であって、前記温度調整手段を内蔵し、前記封止部材に底面全体を接して設けられる伝熱板とを備えることを特徴とする；

マイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 2】

プラズマを用いて処理される試料を収容する処理容器と；

前記処理容器を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて前記処理容器内に導入する封止部材と；

周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口が開設された環状の管状部材で

あって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材と；

前記環状の管状部材と前記封止部材との間に、前記封止部材及び前記環状の管状部材に対向して配設されたカバー部材であって、前記封止部材の前記処理容器とは反対側の面の一部及び外周側面を覆い、前記マイクロ波が通過する所定のスリットが開設されたカバー部材と；

前記カバー部材の前記封止部材近傍の側壁内部に、前記封止部材の温度を調整する温度調整手段とを備えることを特徴とする；

マイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記封止部材の温度を測定する温度測定手段を備え、前記温度調整手段が測定された前記温度に基づいて、前記封止部材の温度を調整することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 4】

プラズマを用いて処理される試料を収容する処理容器と；

前記処理容器を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて前記処理容器内に導入する封止部材であって、前記処理容器とは反対側に測定穴が加工された封止部材と；

周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口が開設された環状の管状部材であって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材と；

前記環状の管状部材と前記封止部材との間に、前記封止部材及び前記環状の管状部材に対向して配設され、前記マイクロ波が通過する所定のスリットが開設されたスリット板と；

前記環状の管状部材の内側に前記環状の管状部材に包囲されて、前記封止部材の前記処理容器とは反対側に設けられる伝熱板であって、前記封止部材を加熱するヒータを内蔵し、前記封止部材に底面全体を接して設けられる伝熱板と；

前記測定穴の底面に蛍光物質を塗布してなるセンサと；

前記センサ上に光を照射する発光器と；

前記センサが発光する固有スペクトルの光を検出する光検出器と；

前記光検出器の検出値に基づいて前記封止板の温度を求める温度算定器と；

前記求められた封止板の温度により、前記封止板の温度が所定の閾値内に入るよう前記ヒータに供給される電源電流を制御する制御器とを備えることを特徴とする；

マイクロ波プラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロ波を利用して処理容器内にプラズマを生成し、生成したプラズマによって半導体基板、液晶ディスプレイ用ガラス基板等の被処理物に対し、エッチング、アッシングまたは CVD (Chemical Vapor Deposition) 等の処理を施すマイクロ波プラズマ処理装置、及びマイクロ波プラズマ処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のマイクロ波プラズマ処理装置では、図 11 の正面断面図、図 12 の平面図に示すように、マイクロ波発振器 120 が発振したマイクロ波は、導波管 121 によって誘電体線路 141 の端部に入射される。誘電体線路 141 は平面視で説明すると、矩形の一辺に、この一辺と等しい長さを持つ略二等辺三角形の底辺を一致させて組み合わせた略五角形しており、前記略二等辺三角形の頂点に相当する端部に導波管 121 が接続されてマイクロ波が導入される。

【0003】

前記略二等辺三角形の 2 つの等辺はテーパ部 141A を形成し、端部に導入されたマイクロ波は、テーパ部 141A に倣ってその幅方向に均一に押し広げられ誘電体線路 141 の

10

20

30

40

50

全体に伝播し、誘電体線路 1 4 1 内に定在波を形成する。このテーパ部 1 4 1 A によって定在波を均一に形成することができるので、処理容器 1 0 1 内に導入されたマイクロ波を、処理容器 1 0 1 を大きくした場合であっても均一にすることができ、大口径の試料 W を均一にプラズマ処理することができる。

【 0 0 0 4 】

装置の起動直後は処理容器 1 0 1、封止板 1 0 4 等の温度が低く、処理容器 1 0 1 内に発生するプラズマは均一でないため、試料 W₀ の均一な処理ができない。このため、例えば処理容器 1 0 1 周囲に空間（図示せず）を設け、ここに装置の起動前に温熱媒体を流して処理容器 1 0 1 の温度を上げていた。しかし、封止板 1 0 4 には温熱媒体を流す空間を確保することも、ヒータを設置することもできないため、処理容器 1 0 1 内にシーズニング用ガスを充満し、一定時間だけマイクロ波を発振させてシーズニングを行い、処理容器 1 0 1 内雰囲気、処理容器 1 0 1 等とともに、封止板 1 0 4 の温度を上げてから装置を起動し、試料 W₀ を均一にプラズマ処理することができるようにしていた。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

以上のような従来のマイクロ波プラズマ処理装置では、誘電体線路 1 4 1 にマイクロ波を均一に拡がらせるために、封止板 1 0 4 及び処理容器 1 0 1 の縁部から水平方向へ突出させたテーパ部 1 4 1 A を設けてあり、このテーパ部 1 4 1 A は、誘電体線路 1 4 1 の面積、即ち処理室 1 3 2 のサイズに応じて所定の寸法に定めてある。そのため、従来のマイクロ波プラズマ処理装置を設置する場合、処理容器 1 0 1 周縁から突出したテーパ部 1 4 1 A を格納するための水平方向のスペースを余分に確保しなければならない。

【 0 0 0 6 】

ところで、試料 W₀ の大口径化に伴って、処理容器 1 0 1 がさらに大きいマイクロ波プラズマ処理装置が要求されている。このとき、装置の設置場所を手当てする必要がないこと、即ち、可及的に狭いスペースで設置し得ることも要求されている。しかしながら、従来の装置にあっては、テーパ部 1 4 1 A の寸法を処理容器 1 0 1 のサイズに応じて定めるため、大口径の試料 W₀ を処理する場合、均一なプラズマを形成するためには広いスペースが必要であった。

【 0 0 0 7 】

また、前述のように封止板 1 0 4 には熱媒体を流す空間を確保することも、ヒータを設置することもできないため、封止板 1 0 4 はシーズニングによりプラズマのみにて昇温していたのでシーズニングに時間がかかっていた。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明はマイクロ波プラズマ処理装置の試料を入れる処理容器以外の部分を小型化し、小型化しても均一なプラズマを形成でき、シーズニング時間が短縮化されたマイクロ波プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明によるマイクロ波プラズマ処理装置は図 1、図 2 に示すように、プラズマを用いて処理される試料 W を收容する処理容器 1 と；処理容器 1 を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて処理容器 1 内に導入する封止部材 4 と；周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口 1 3 A が開設された環状の管状部材 1 2 であって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材 1 2 と；環状の管状部材 1 2 と封止部材 4 との間に、封止部材 4 及び環状の管状部材 1 2 に対向して配設され、前記マイクロ波が通過する所定のスリット 1 5 が開設されたスリット板 1 0 と；封止部材 4 の温度を調整する温度調整手段 2 4 と；環状の管状部材 1 2 の内側に環状の管状部材 1 2 に包囲されて、封止部材 4 の処理容器 1 とは反対側に設けられる伝熱板 4 1 であって、温度調整手段 2 4 を内蔵し、封止部材 4 に底面全体を接して設けられる伝熱板 4 1 とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

環状の管状部材は、典型的には、ドーナツ状に形成された縦断面の一部が開放されたチャンネル状部材を環状に形成したものであり、その開放部分をスリット板が閉止するように構成される。スリット板は、環状の管状部材と一体に形成してもよいし、別部材として形成してもよい。一体に形成するときは、縦断面の一部が開放された管状部材とスリット板とで、閉じた断面の管状部材を構成することになる。環状の管状部材とスリット板とを含んでアンテナが構成される。

【 0 0 1 1 】

マイクロ波導入口から環状の管状部材内に入射されたマイクロ波は管状部材内を互いに逆方向へ進行する進行波となって管状部材内を伝播し、両進行波は管状部材のマイクロ波導入口に対向する位置で互いに衝突して定在波が形成される。

10

【 0 0 1 2 】

この定在波によって、管状部材の壁面に所定の間隔で極大になる電流が通流する。管状部材の下には、封止部材及び管状部材に対向して配設されたスリット板にスリットが開設しており、前述の電流によってスリットを挟んで管状部材の内外で電位差が生じ、この電位差によってスリットから封止部材へ電界が放射される。即ち、管状部材から封止部材へマイクロ波が伝播する。このマイクロ波は封止部材を透過して処理容器内へ導入され、そのマイクロ波によってプラズマが生成される。

【 0 0 1 3 】

このように管状部材内へ直接的にマイクロ波を入射することができるため、管状部材は処理容器から突出することなく、したがってマイクロ波プラズマ処理装置の水平方向の寸法を可及的に小さくすることができる。一方、マイクロ波は管状部材から処理容器の略全域に導かれて、スリットから放射されるため、処理容器内へマイクロ波を均一に導入することができる。さらに、管状部材の内径を所要の寸法になすことによって、管状部材内に単一なモード（基本モード）の定在波を形成することができ、これによってエネルギー損失を可及的に少なくすることができる。

20

【 0 0 1 4 】

また、封止部材の温度を調整する温度調整手段を備えるので、予め定められたパターンで封止部材の温度を調整すれば、マイクロ波を均一に封止部材を透過させることができ、均一なプラズマを発生させることができる。さらにシーズニングに際して、封止部材を、発生させたプラズマだけでなく温度調整手段によっても昇温することができるのでシーズ

30

ニング時間を短縮化することができる。

なお、環状の管状部材はマイクロ波を伝播させる誘電体が内嵌されたものであってもよい。

温度調整手段を内蔵する伝熱板によって封止部材を加熱するので、シーズニング時間を短縮化できる。

【 0 0 1 5 】

上記目的を達成するために、請求項 2 に係る発明によるマイクロ波プラズマ処理装置は、図 8 に示すように、プラズマを用いて処理される試料 W を収容する処理容器 1 と；処理容器 1 を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて処理容器 1 内に導入する封止部材 4 と；周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口が開設された環状の管状部材 1 2 であって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材 1 2 と；環状の管状部材 1 2 と封止部材 4 との間に、封止部材 4 及び環状の管状部材 1 2 に対向して配設されたカバー部材 1 0 であって、封止部材 4 の処理容器 1 とは反対側の面の一部及び外周側面を覆い、前記マイクロ波が通過する所定のスリット 1 5 が開設されたカバー部材 1 0 と；カバー部材 1 0 の封止部材 4 近傍の側壁 1 0 A 内部に、封止部材 4 の温度を調整する温度調整手段 4 0 とを備えることを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 3 に係る発明によるマイクロ波プラズマ処理装置は、請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロ波プラズマ処理装置において、前記封止部材の温度を測定する温度測定手段を備え、前記温度調整手段が測定された前記温度に基づいて、前記封止部材の温度を調

50

整することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

温度測定手段を備え、測定された封止部材の温度に基づいて、封止部材の温度を調整するので、さらにプラズマによる試料の処理に際して、封止部材の温度をより適切な値にすることができるのでより均一なプラズマを発生させることができる。

【 0 0 1 8 】

上記目的を達成するために、請求項 4 に係る発明によるマイクロ波プラズマ処理装置は、図 7 に示すように、プラズマを用いて処理される試料 W を収容する処理容器 1 と；処理容器 1 を封止し、かつ前記プラズマを生成するマイクロ波を透過させて処理容器 1 内に導入する封止部材 4 であって、処理容器 1 とは反対側に測定穴が加工された封止部材 4 と；周側面に前記マイクロ波を導入するマイクロ波導入口が開設された環状の管状部材 1 2 であって、導入されたマイクロ波を伝播させる環状の管状部材 1 2 と；環状の管状部材 1 2 と封止部材 4 との間に、封止部材 4 及び環状の管状部材 1 2 に対向して配設され、前記マイクロ波が通過する所定のスリット 1 5 が開設されたスリット板 1 0 と；環状の管状部材 1 2 の内側に環状の管状部材 1 2 に包囲されて、封止部材 4 の処理容器 1 とは反対側に設けられる伝熱板 4 1 であって、封止部材 4 を加熱するヒータ 2 4 を内蔵し、封止部材 4 に底面全体を接して設けられる伝熱板 4 1 と；測定穴 3 9 の底面に蛍光物質を塗布してなるセンサ 3 0 と；センサ 3 0 上に光を照射する発光器 3 4 と；センサ 3 0 が発光する固有スペクトルの光を検出する光検出器 3 6 と；光検出器 3 6 の検出値に基づいて封止板 4 の温度を求める温度算定器 3 7 と；前記求められた封止板 4 の温度により、封止板 4 の温度が所定の閾値内に入るようヒータ 2 4 に供給される電源電流を制御する制御器 9 とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の構造を示す模式的正面断面図である。図 2 は、図 1 に示したマイクロ波プラズマ処理装置の模式的平面図である。本実施の形態のマイクロ波プラズマ処理装置は、全体がアルミニウムで形成された有底円筒形状の処理容器 1 を備える。処理容器 1 はその内部で試料 W の処理が行われる処理室 2 を画成する。処理容器 1 の上部にはマイクロ波導入口が開設してあり、このマイクロ波導入口は封止部材としての封止板 4 で気密状態に封止されている。封止板 4 は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス、またはアルミナ等の誘電体で形成されている。

【 0 0 2 1 】

前述した封止板 4 の上面の一部及び外周側面は、導電性金属を環状形の蓋状に成形してなるカバー部材 1 0 で覆われており、カバー部材 1 0 は処理容器 1 上に固定してある。カバー部材 1 0 は、封止板の上面部に対応する部分の中央部が円形にくり貫かれた形状をしている。カバー部材 1 0 の上面には、処理容器 1 内へマイクロ波を導入するためのアンテナ 1 1 が設けてある。アンテナ 1 1 は、カバー部材 1 0 の上面に固定してあり、環状に成形してなる管状部材としての環状導波管型アンテナ部 1 2 を備えている。カバー部材 1 0 の環状導波管型アンテナ部 1 2 に対向する部分には複数のスリット 1 5、1 5、... が開設してある。カバー部材 1 0 はスリット板を兼ねている。

【 0 0 2 2 】

環状導波管型アンテナ部 1 2 は、処理容器 1 の内周面より少し内側に、処理容器 1 の中心軸と同心円上に設けてある。さらに、その外周面に設けた導入口 1 3 A には環状導波管型アンテナ部 1 2 へマイクロ波を導入するための導入部 1 3 が、環状導波管型アンテナ部 1 2 の直径方向に配置されて、環状導波管型アンテナ部 1 2 に連結されている。環状導波管型アンテナ部 1 2 と導入部 1 3 がアンテナ 1 1 を構成する。導入部 1 3 及び環状導波管型

アンテナ部 12 内には、テフロン（登録商標）のようなフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂またはポリスチレン樹脂（好ましくはテフロン）等の誘電体 14 が内部空間ほぼ全体に装入してある。導入部 13 には水平に配置された導波管 21 が接続されており、導波管 21 にはマイクロ波発振器 20 が接続されている。

【0023】

マイクロ波発振器 20 が発振したマイクロ波は、導波管 21 を経てアンテナ 11 の導入部 13 に入射される。この入射波は、導入部 13 から環状導波管型アンテナ部 12 へ導入される。環状導波管型アンテナ部 12 へ導入されたマイクロ波は、環状導波管型アンテナ部 12 を互いに逆方向へ進行する進行波として、環状導波管型アンテナ部 12 内の誘電体 14 中を伝播する。両進行波は、環状導波管型アンテナ部 12 の導入口 13A に対向する位置で衝突し、定在波が生成される。

10

【0024】

この定在波によって、環状導波管型アンテナ部 12 の内面に、所定の間隔で極大値を示す電流が通流する。この電流によってスリット 15、15、... を挟んで環状導波管型アンテナ部 12 の内外で電位差が生じ、この電位差によってスリット 15、15、... から封止板 4 へ電界が放射される。即ち、環状導波管型アンテナ部 12 から封止板 4 へ電界が放射される。電流が環状導波管型アンテナ部 12 の内面を通流するとき、環状導波管型アンテナ部 12 内を伝播するマイクロ波のモードを基本伝播モードである矩形 TE₁₀ にすべく、マイクロ波の周波数 2.45 GHz に応じて、環状導波管型アンテナ部 12 の寸法が決定される（例えば、高さ 27 mm、幅 66.2 mm）。このモードのマイクロ波は、単一な基本モードでありエネルギーを殆ど損失することなく環状導波管型アンテナ部 12 内の誘電体 14 を伝播する。

20

【0025】

また、例えば直径が 380 mm の封止板 4 を用い、環状導波管型アンテナ部 12 内に r （誘電体の比誘電率）= 2.1 のテフロン（登録商標）を装入した場合は、環状導波管型アンテナ部 12 の環中心から環状導波管型アンテナ部 12 の幅方向の中央までの寸法を、141 mm にするとよい。この場合、環状導波管型アンテナ部 12 の幅方向の中央を結ぶ円 C（図 4 参照）の周方向の長さ（例えば略 886 mm）は、環状導波管型アンテナ部 12 内を伝播するマイクロ波の波長（略 110 mm）の略整数倍である。そのため、マイクロ波は環状導波管型アンテナ部 12 内で共振して、前述した定在波は、その腹の位置で高電圧・低電流、節の位置で低電圧・高電流となり、アンテナ 11 の Q 値が向上する。即ち、アンテナ 11 内に形成される定在波の振幅が増大し、高電界強度のマイクロ波がスリット 15、15、... から処理容器 1 へ放射される。

30

【0026】

環状導波管型アンテナ部 12 の内側には、環状導波管型アンテナ部 12 に包囲されて、封止板 4 の処理容器 1 とは反対側に、即ち上方に、ヒータ 24 を内蔵した円板状の伝熱板 41 が、封止板 4 にその底面全体を接して設けられている。伝熱板 41 の外径が、カバー部材 10 のくり貫き部分の内径に等しくなっており、伝熱板 41 がカバー部材 10 のくり貫き部分にはめ込まれて、配置されている。なお、図 2 において、制御器 9 と、電源 8 と、ヒータ 24 と制御器 9 を繋ぐ配線は省略されている。

40

【0027】

図 3（A）、図 3（B）は伝熱板 41 を示す模式図である。図 3（A）は、図 3（B）の AA-AA 断面図である。伝熱板の内部には外周円と同心の 3 本の環状の配線通路 42A~C が底面に平行に形成されている。配線通路 42A~C は円板状の伝熱板 41 の厚さ方向略中央に配置されている。3 本の配線通路 42A~C を繋ぐ直線の配線通路 42D が 1 本半径方向に配置され形成されている。この直線の配線通路 42D と一番外側の配線通路 42A とが結合される箇所及び一番内側の環状の配線通路 42C と結合される箇所には伝熱板の鉛直方向上方に向かってそれぞれ 1 本の配線通路 42E、F が形成されている。

【0028】

一端が制御された電流を供給する制御器 9 に結合された電熱線は配線通路 42E から伝熱

50

板内部に入り、配線通路 4 2 A の中を円周方向に一周し、次に配線通路 4 2 D の中を伝熱板の中心線へ向かって通り配線通路 4 2 B の中に入り、配線通路 4 2 B の中を円周方向に一周し、さらに配線通路 4 2 D の中を伝熱板の中心線へ向かって通り配線通路 4 2 C の中に入り配線通路 4 2 C の中を円周方向に一周し、配線通路 4 2 F から伝熱板の外部に出て他端が制御器 9 に結合され、短絡することなく配線されている。配線通路 4 2 A ~ C の形成に際し伝熱板を円板状の上下 2 枚構造とし、上側の伝熱板の下面、下側の伝熱板の上面に溝を加工し、上下の伝熱板を一体としたときに配線通路 4 2 A ~ C が形成されるようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

また、図 1 0 に示すように伝熱板 4 1 の上面に、伝熱板と同一の平面形状を有し、不図示の制御器 9 に繋がれたラバーヒータ 4 4 を貼り付ける構造としてもよい。図中ラバーヒータ 4 4 内の伝熱線は省略している。ラバーヒータ 4 4 の代わりにプレートヒータを使用してもよい。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、図 1 及び図 2 に示したスリット 1 5、1 5、... を説明する説明図である。図 4 に示したように、矩形（長方形）のスリット 1 5、1 5、... は、その長さ方向が、環状導波管型アンテナ部 1 2 の直径方向へ、即ち環状導波管型アンテナ部 1 2 内を伝播するマイクロ波の進行方向に直交するように開設してある。各スリット 1 5、1 5、... の長さを 5 0 mm とし、幅を 2 0 mm とした。

【 0 0 3 1 】

各スリット 1 5、1 5、... は、導入部 1 3 の長手方向の中心線を延長した延長線 L と前述した円 C とが交わる 2 点の内の導入部 1 3 から離隔した側である交点 P_1 から、円 C に沿ってその両方向へ、それぞれ $g/4$ (g はアンテナ内を伝播するマイクロ波の波長) を隔てた位置に、2 つのスリット 1 5、1 5 を開設してあり、両スリット 1 5、1 5 から、円 C に沿ってその両方向へ、 $g/2$ の間隔で複数の他のスリット 1 5、1 5、... がそれぞれ開設してある。このようにすると複数の電界強度の強い領域が、環状導波管型アンテナ部 1 2 の環中心及び棒状体である導入部 1 3 の長手方向の中心線に対称になるように誘電体 1 4 に形成される。

【 0 0 3 2 】

前述した各スリット 1 5、1 5、... は、隣合う電界強度が強い領域の間に位置しており、各スリット 1 5、1 5、... から強電界強度の電界が漏出し、この電界は封止板 4 を透過して処理容器 1 内へ導入される。つまり、処理容器 1 内へプラズマを生成するマイクロ波が導入される。前述したように各スリット 1 5、1 5、... は、カバー部材 1 0 に略放射状に設けてあるため、マイクロ波は処理容器 1 内の全領域に均一に導入される。

【 0 0 3 3 】

一方、図 1 に示したように、アンテナ 1 1 は処理容器 1 の直径と同じ直径のカバー部材 1 0 上に、カバー部材 1 0 の周縁から突出することなく設けてあるため、処理容器 1 が大きくても、マイクロ波プラズマ処理装置の処理容器 1 以外のサイズを小さくできる。したがって、マイクロ波プラズマ処理装置を小さなスペースに設置し得る。

【 0 0 3 4 】

処理容器 1 の側壁 1 A には、側壁 1 A を水平に貫通するガスノズル 6 が開設してあり、ガスノズル 6 に接続されたガス導入管 5 から処理室 2 内に所要のガスが導入される。処理室 2 の底部壁 1 B 中央には、試料 W を載置する載置台 3 が設けてあり、載置台 3 にはマッチングボックス 1 6 を介して高周波電源 7 が接続されている。また、処理容器 1 の底部壁 1 B には排気口 1 8 が開設してあり、排気口 1 8 から処理室 2 の内部のガスを排出するようになしてある。

【 0 0 3 5 】

このようなマイクロ波プラズマ処理装置を用いて試料 W の表面に例えばエッチング処理を施すには、排気口 1 8 から排気して処理室 2 内を所望の圧力まで減圧した後、ガス導入管 5 から処理室 2 内に反応ガスを供給する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

次いで、マイクロ波発振器 2 0 からマイクロ波を発振させ、それを導波管 2 1 を経てアンテナ 1 1 に導入し、アンテナ 1 1 内に定在波を形成させる。この定在波によって、アンテナ 1 1 のスリット 1 5、1 5、・・・から放射された電界は、封止板 4 を透過して処理室 2 内へ導入され、処理室 2 内に均一なプラズマが生成され、このプラズマによって試料 W の表面を均一にエッチングする。

【 0 0 3 7 】

装置のシーズニングについて説明する。試料 W の処理前のシーズニングを行うため、処理容器 1 内のガスを排気口 1 8 から排気後、ガスノズル 6 よりシーズニングガスを処理容器 1 内に導入する。次に、電源 8 から供給される電源電流を制御器 9 により予め設定された電流パターンとしてヒータ 2 4 に供給し、ヒータ 2 4 によって封止板 4 を昇温する。マイクロ波発振器 2 0 より導波管 2 1、アンテナ 1 1 及び封止板 4 を通して処理容器 1 内に導入されたマイクロ波によりプラズマが形成され、処理容器 1、封止板 4 等が昇温される。ヒータ 2 4 で封止板 4 を加熱しているため、プラズマのみによるシーズニングに比べシーズニング時間が少なく済む。シーズニング終了後、シーズニングガスを排気口 1 8 から排気する。

【 0 0 3 8 】

この後、ガスノズル 6 より処理用ガスを導入し、電源 8 から供給される電源電流を制御器 9 により予め設定された電流パターンとしヒータ 2 4 に供給しながら、前述したようにマイクロ波を導入し、プラズマを形成し、試料 W の処理を行う。予め設定された電流パターンでヒータ 2 4 に電源を供給するので、封止板 4 の温度をマイクロ波が均一に透過する温度にすることができ、均一なプラズマを発生させることができる。

【 0 0 3 9 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 6 を参照して、本実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の、前述の第 1 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置との相違点を説明する。図 6 (A)、図 6 (B) は伝熱板 4 1 を示す模式図であり、図 6 (A) は、図 6 (B) の B B - B B 断面図である。この伝熱板は図 3 の伝熱板に加えて、上面から垂直に中心部を貫通する貫通孔 2 8 (破線で表示) が形成されている。管通孔 2 8 の真下の封止板 4 の位置に熱電対 2 9 の素子部 2 9 A が埋め込まれ、熱電対 2 9 のリード線 2 9 B は貫通孔 2 8 を通り伝熱板 4 1 の外に出る。

【 0 0 4 1 】

図 5 に示すように熱電対 2 9 のリード線 2 9 B は、制御器 9 に繋がれている。熱電対 2 9 は制御器 9 に温度測定信号を送る役割を担う。制御器 9 は、温度測定信号が即ち、封止板 4 の温度が所定の閾値内に入るように、シーズニング時及び試料 W の処理時に、それぞれヒータ 2 4 へ電源電流を供給する。

【 0 0 4 2 】

次に図 5 を参照し、本実施の形態のマイクロ波プラズマ処理装置のシーズニングについて説明する。試料 W の処理前のシーズニングを行うに際し、排気口 1 8 より処理容器 1 内のガスを排気し、次にガスノズル 6 よりシーズニングガスを処理容器 1 内に導入する。さらに、制御器 9 よりヒータ 2 4 に電流を供給し、封止板 4 を昇温しながら、熱電対 2 9 により封止板 4 の中心部の温度を測定し、その測定値を所定値に近づけるように制御器 9 によりヒータ 2 4 への電源電流が制御される。試料 W の処理に際し、ヒータ 2 4 への電源電流の供給は、熱電対 2 9 により封止板 4 の温度を測定し、その温度が所定の閾値内に入るように制御器 9 により行われる。

【 0 0 4 3 】

プラズマの発生による装置全体の加熱に加えて、ヒータ 2 4 を内蔵する伝熱板 4 1 によって封止板 4 を加熱するので、シーズニング時間を短縮化できる。また、シーズニング及び試料 W の処理に際して、封止板 4 の温度を制御するので、封止板 4 を透過するマイクロ波

をより均一にし、より均一なプラズマを発生させることができる。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第 3 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置について説明する。

【 0 0 4 5 】

図 7 を参照して、本実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の、前述の第 2 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置との相違点を説明する。図 7 に示すように、伝熱板 4 1 の上面中央部には、上面から垂直に伝熱板 4 1 を貫通する貫通孔 2 8 が形成され、さらに封止板 4 の伝熱板 4 1 側の上面中央部には上面に垂直に測定穴 3 9 が加工されている。測定穴 3 9 の底面には封止板 4 の温度を光学的に測定すべく、蛍光物質を測定穴 3 9 の底面に塗布してなるセンサ 3 0 が設けられている。貫通孔 2 8 と測定穴 3 9 は連通し、1 本の鉛直に配置された管状の通路を形成している。

10

【 0 0 4 6 】

アンテナ 1 1 の上面には、鉛直方向上方に延び所定の高さで水平方向に曲がりこの水平部の先端にプローブ 3 1 を取り付けるプローブホルダ 3 8 が形成されている。プローブ 3 1 は非接触式であり、貫通孔 2 8 及び測定穴 3 9 の真上に位置している。プローブ 3 1 は光ファイバ 3 2 によって温度測定器 3 3 に連結されている。

【 0 0 4 7 】

温度測定器 3 3 は、3 4 0 ~ 5 1 0 n m のスペクトルの光を発光する発光器 3 4 を内蔵しており、発光器 3 4 の発光は温度測定器に内蔵されたビームスプリッタ 3 5 で反射されて光ファイバ 3 2 へ入射され、プローブ 3 1 からセンサ 3 0 上へ照射される。センサ 3 0 は、このスペクトルの光が照射されると 6 0 0 n m ~ 7 0 0 n m の固有スペクトルを発光する。この固定スペクトルはプローブ 3 1 に入射されるようになっており、光ファイバ 3 2 を経て温度測定器 3 3 に与えられる。この固定スペクトルは、さらにビームスプリッタ 3 5 を透過して温度測定器 3 3 に内蔵された光検出器 3 6 に与えられ、そこで固有スペクトルの強度が検出され、その検出値が温度測定器 3 3 に内蔵された温度算定器 3 7 に与えられる。

20

【 0 0 4 8 】

固有スペクトルの減衰時間はセンサ 3 0 の温度、即ちセンサ 3 0 を設けた封止板 4 の温度に比例して短くなる。温度算定器 3 7 には、光検出器 3 6 の検出値に基づいて減衰時間を求め、減衰時間 - 温度特性曲線を用いて、減衰時間に対応する温度を算定することによって封止板 4 の温度が求められる。この温度の値はヒータ 2 4 に供給する電源を制御する制御器 9 に与え、封止板 4 の温度が所定の閾値内に入るようにヒータ 2 4 に供給される電源電流が制御器 9 によって制御される。

30

【 0 0 4 9 】

次に、本発明の第 4 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 8 を参照して、本実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の、前述の第 1 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置との相違点を説明する。図 8 は、本発明の第 4 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の構造を示す模式的正面断面図である。本実施の形態のマイクロ波プラズマ処理装置は、導波管 2 1 にガス導入口 2 2 が取り付けられ、導入されたガスが導波管 2 1 から導入部 1 3 及び環状導波管型アンテナ部 1 2 の誘電体 1 4 のない部分を通り、環状導波管型アンテナ部 1 2 の導入部に対向する位置に取り付けられたガス排出口 2 3 から排出される。導入され排出されるガスは温度調整されており、封止板 4 を所定の温度に加熱することができる。

40

【 0 0 5 1 】

なお、封止板 4 は環状に形成されており、中心部分が取り除かれ、この部分に円板状の電極 2 6 が設けられている。封止板 4 と電極 2 6 は一体となって処理容器 1 を気密状態に封止している。

【 0 0 5 2 】

マイクロ波発振器 2 0 が発振し、アンテナ 1 1 から放出させたマイクロ波によるプラズマ

50

の生成とは別に、電極 15 に高周波電界を印加することによって、イオンのエネルギー分布を変化させることで、エッチング等に用いる反応ガスの解離状態または解離したイオンの組成比が変化し、試料台 3 に載置された試料 W 表面と試料 W に入射するイオンの反応状態を変化させることができる。これによりエッチングレートの制御およびレジスト等に対する選択比を制御することが可能となる。

【0053】

カバー部材 10 は、内径及び外径が処理容器 1 の側壁 1A の内径及び外径にそれぞれ等しく、高さが封止板 4 の厚さより大きい側壁 10A を有する。側壁 10A の内部側面には幅が封止板 4 の厚さに等しい凹部 10B が形成され、封止板 4 はこの凹部 10B にはめ込まれて配置されている。側壁 10A の封止板 4 近傍の部分に封止板 4 を加熱するための電気ヒータ 40 が取り付けられている。シーズニング及び試料の処理作業に際し、それぞれ予め設定された電流パターンで電源（図示せず）に接続された制御器（図示せず）からヒータ 40 に制御された電流が供給され、封止板 4 を昇温する。シーズニングに際し、プラズマの発生による加熱に加えてヒータ 40 から封止板 4 を加熱するのでシーズニング時間を短縮することができる。ヒータの代わりに、側壁 10A に循環路を形成し温度の制御されたガスを供給してもよい。

10

【0054】

図 9 を参照して、第 5 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置について説明する。本実施の形態のマイクロ波プラズマ処理装置は、第 1 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置にさらに、スリット群の外側及びスリットとスリットの間の一部を通り、スリット群を包囲するように配置されてカバー部材 10 に埋め込まれた電気ヒータ 43 が設けられている。このヒータ 43 によりシーズニング及び試料の処理作業に際し、それぞれ予め設定された電流パターンで電源に接続された制御器（図示せず）よりヒータ 43 に電流を供給し、封止板 4 を昇温する。

20

【0055】

試料 W（図 9 に図示せず）の処理に際し、予め設定された電流パターンで伝熱板 41（図 9 に図示せず）に内蔵するヒータ 24（図 9 に図示せず）及びカバー部材 10 に内蔵するヒータ 43 にそれぞれ電流を供給し、封止板 4 の略全域に渡って加熱する。よって、封止板 4 全体の温度をマイクロ波が均一に透過する温度にすることができ、より均一なプラズマを発生させることができる。また、シーズニングに際し、プラズマの発生による封止板 4 の加熱に加えて、ヒータ 24 及びヒータ 43 よって封止板 4 を加熱するので、シーズニング時間をさらに短縮化できる。

30

第 1 の実施の形態だけでなく、第 2 ～ 第 4 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置に前述のヒータを取り付けることもできる。

【0056】

前述の第 1 ～ 第 5 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の導波管型アンテナ部は円環形状であり、導入部の長手方向中心線を延長すると導波管型アンテナ部の円環の中心を通るものとして説明してあるが、導入部の長手方向中心線を延長すると円環の外円と内円間の中心円の接線となるように導入部を配置してもよい。また導波管型アンテナ部は円環形状ではなく、円弧状（C 字状）であってもよい。この場合導波管型アンテナ部の一端は導入部に接続され、他端は閉じた構造になっている。

40

【0057】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、環状の管状部材と、スリットが開設されたスリット板と、温度調整手段を設けるので、マイクロ波プラズマ処理装置の試料を入れる処理容器以外の部分を小型化し、小型化しても均一なプラズマを形成でき、シーズニング時間を短縮化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の模式的正面断面図である。

50

【図 2】図 1 に示したマイクロ波プラズマ処理装置の模式的平面図である。

【図 3】図 1 に示したマイクロ波プラズマ処理装置の伝熱板に設けられたヒータの詳細図である。

【図 4】図 1 に示したマイクロ波プラズマ処理装置のカバー部材のスリットの説明図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の模式的正面断面図である。

【図 6】図 5 に示したマイクロ波プラズマ処理装置の伝熱板に設けられたヒータの詳細図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の模式的正面断面図である。

10

【図 8】本発明の第 4 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置の模式的正面断面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 5 の実施の形態に係るマイクロ波プラズマ処理装置のカバー部材の模式的平面図である。

【図 10】伝熱板の上面にラバーヒータを貼り付けた構造を説明する模式図である。

【図 11】従来例のマイクロ波プラズマ処理装置の模式的正面断面図である。

【図 12】従来例のマイクロ波プラズマ処理装置の模式的平面図である。

【符号の説明】

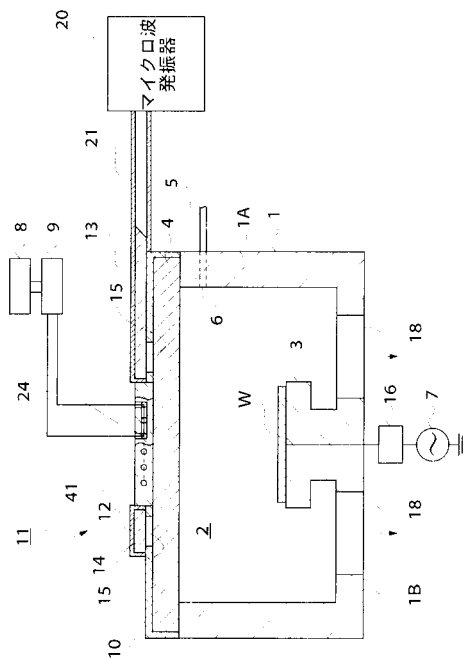
1	処理容器	20
1 A	側壁	
1 B	底部壁	
2	処理室	
3	載置台	
4	封止板	
5	ガス導入管	
6	ガスノズル	
7	高周波電源	
8	電源	
9	制御器	30
10	カバー部材	
10 A	側壁	
10 B	凹部	
11	アンテナ	
12	環状導波管型アンテナ部	
13	導入部	
14	誘電体	
15	スリット	
16	マッチングボックス	
18	排気口	40
20	マイクロ波発振器	
21	導波管	
22	ガス導入口	
23	ガス排出口	
24	ヒータ	
25	高周波電源	
26	電極	
28	貫通孔	
29	熱電対	
29 A	素子部	50

- 2 9 B リード線
 3 0 センサ
 3 1 プローブ
 3 2 光ファイバ
 3 3 温度測定器
 3 4 発光器
 3 5 ビームスプリッタ
 3 6 光検出器
 3 7 温度算定器
 3 8 プローブホルダ
 3 9 測定穴
 4 0 ヒータ
 4 1 伝熱板
 4 2 A ~ F 配線通路
 4 3 ヒータ
 4 4 ラバーヒータ
 C 円
 L 延長線
 P₁ 交点
 W 試料

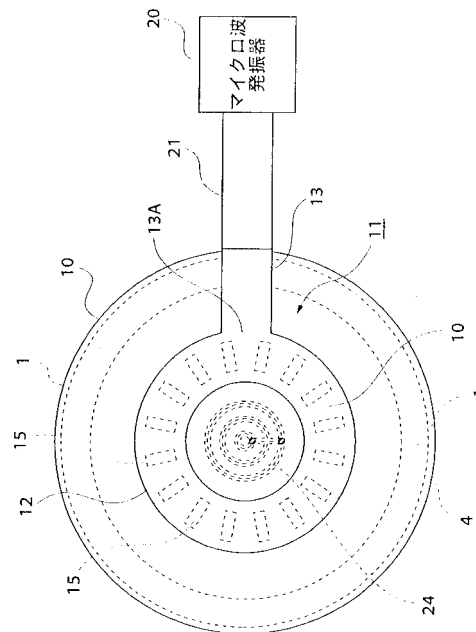
10

20

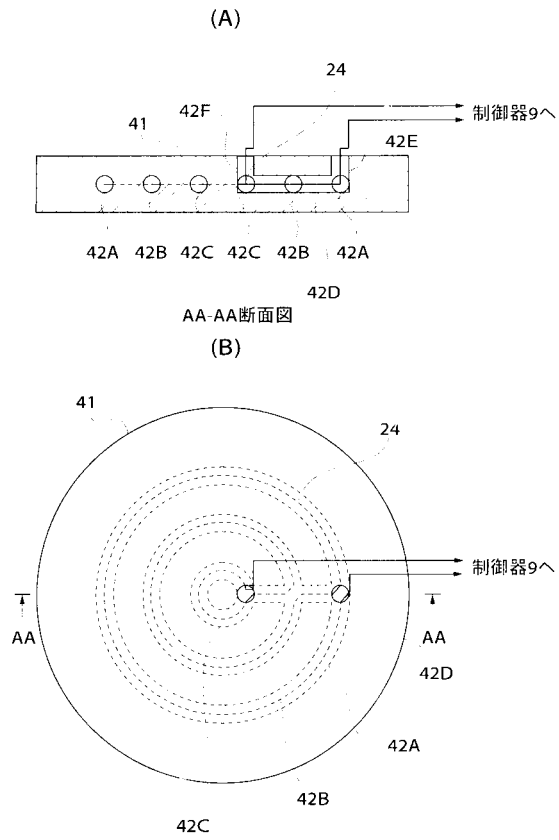
【図 1】



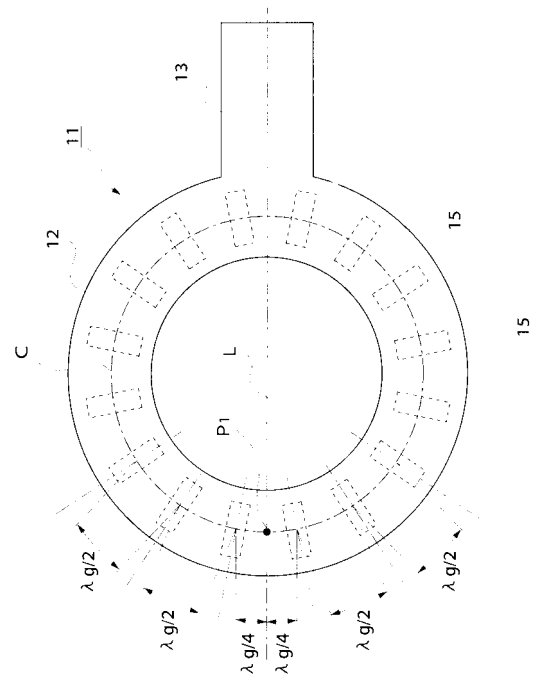
【図 2】



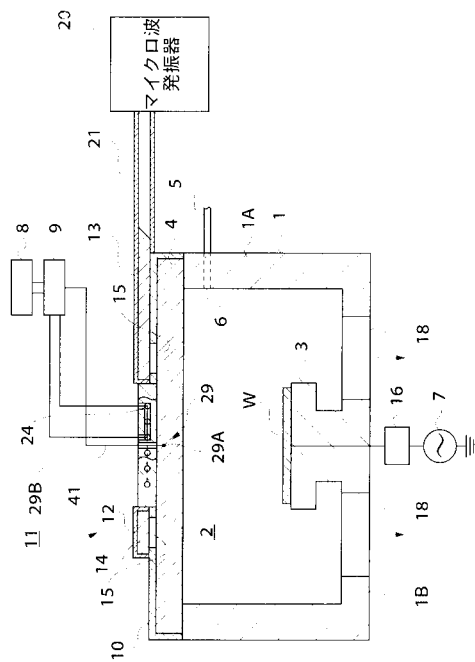
【図 3】



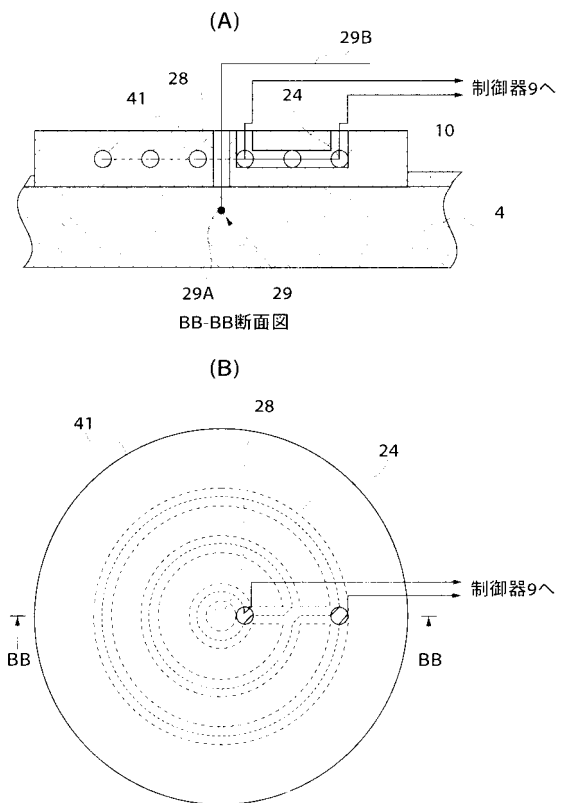
【図 4】



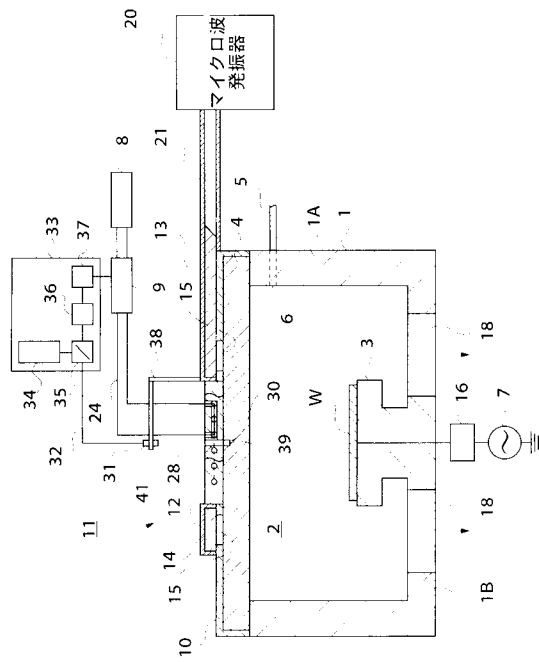
【図 5】



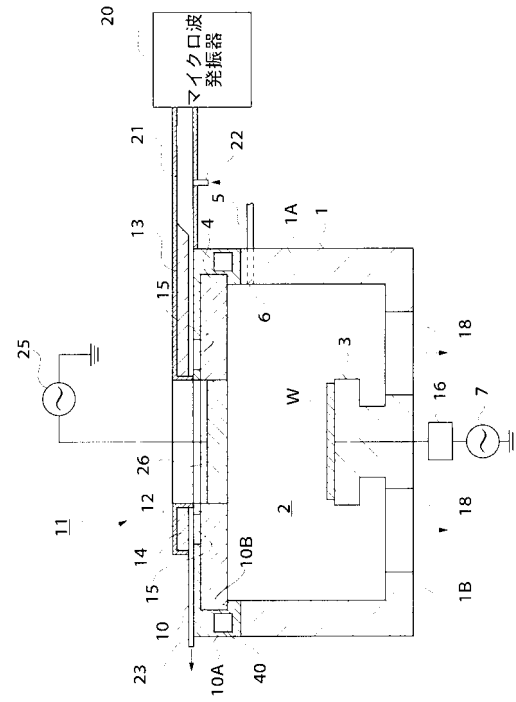
【図 6】



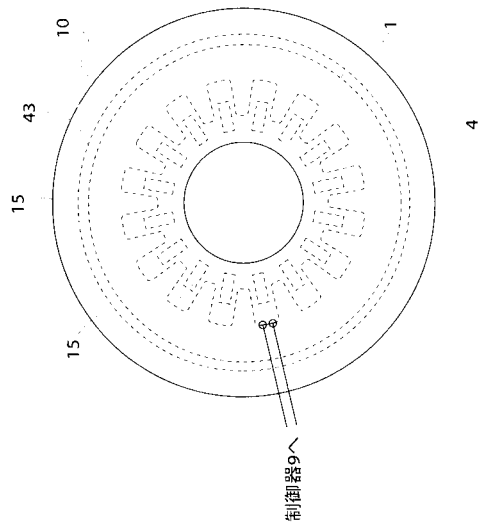
【図 7】



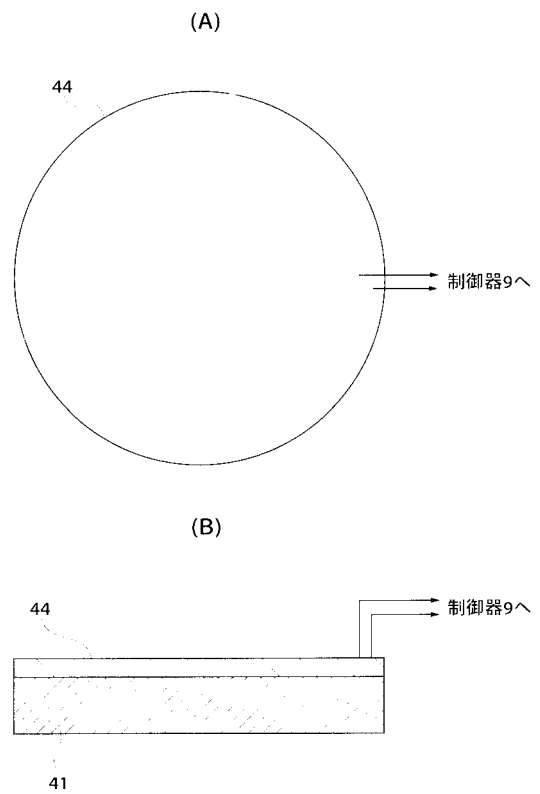
【図 8】



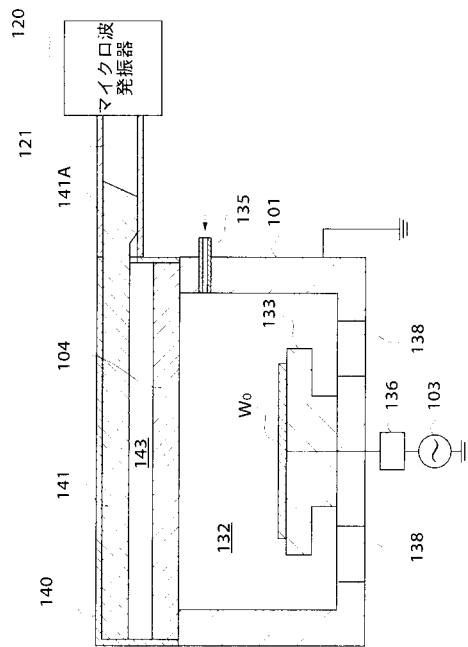
【図 9】



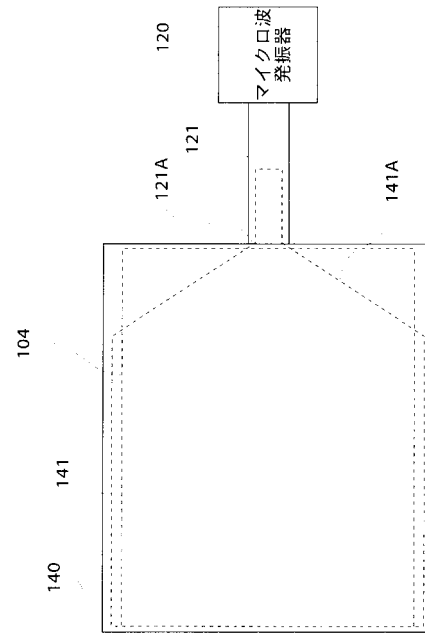
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

審査官 中澤 登

(56)参考文献 特開平 0 7 - 2 9 6 9 8 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 3 3 2 9 5 (J P , A)
実開平 0 1 - 0 9 4 4 6 1 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B01J 19/00- 19/08
H01L 21/205,21/31,21/365
H01L 21/469,21/86
C23C 16/00- 16/56
H05H 1/00- 1/54
H01L 21/302,21/461