

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 8 月 26 日 (26.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/073363 A1

(51) 国際特許分類: H05H 1/46, H01L 21/3065

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001533

(22) 国際出願日: 2004 年 2 月 13 日 (13.02.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2003-036371 2003 年 2 月 14 日 (14.02.2003) JP

特願2004-018012 2004 年 1 月 27 日 (27.01.2004) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)
[JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 河西 繁 (KASAI,

Shigeru) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP).

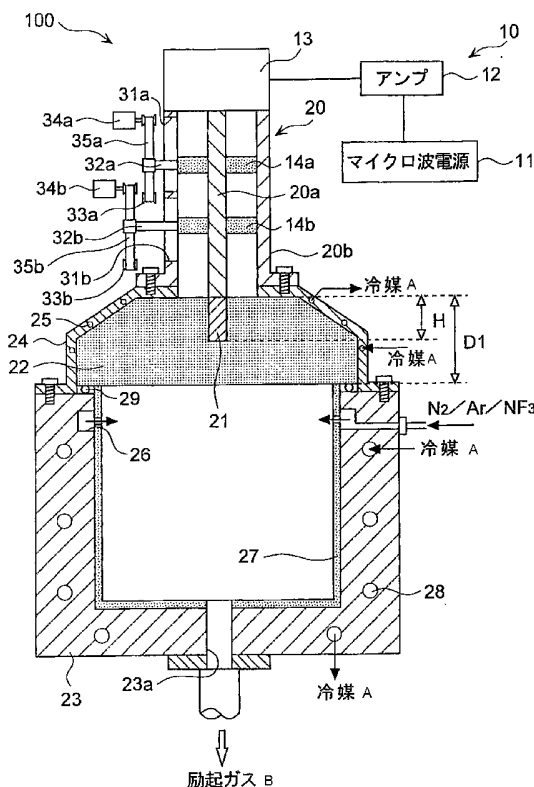
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PLASMA GENERATING APPARATUS, PLASMA GENERATING METHOD, AND REMOTE PLASMA PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: プラズマ発生装置およびプラズマ発生方法ならびにリモートプラズマ処理装置

12...AMPLIFIER
11...MICROWAVE SOURCEA...COOLING MEDIUM
B...EXCITED GAS

(57) Abstract: A small-sized plasma generating apparatus with high plasma excitation efficiency is disclosed. A plasma generating apparatus (100) comprises a microwave generating device (10) for generating a microwave, a coaxial waveguide (20) which has a coaxial structure composed of an inner tube (20a) and an outer tube (20b) and guides a microwave generated by the microwave generating device (10) to a monopole antenna (21) which is mounted on one end of the inner tube (20a), a resonator (22) which is composed of a dielectric material and supports the monopole antenna (21), and a chamber (23) for plasma excitation into which a certain process gas is supplied. The chamber (23) has an open side and the resonator (22) is arranged over this open side. The process gas is excited by the microwave sent forth into the chamber (23) through the monopole antenna (21) and resonator (22), thereby generating a plasma.

(57) 要約: プラズマ励起効率の高い小型のプラズマ発生装置を提供する。プラズマ発生装置 100 は、マイクロ波を発生するマイクロ波発生装置 10 と、内管 20a と外管 20b からなる同軸構造を有し、前記内管 20a の一端にモノポールアンテナ 21 が取り付けられ、マイクロ波発生装置 10 で発生させたマイクロ波をモノポールアンテナ 21 へ導く同軸導波管 20 と、誘電体材料からなり、モノポールアンテナ 21 を保持する共振器 22 と、所定の処理ガスが供給されるプラズマ励起用のチャンバ 23 とを具備する。チャンバ 23 は開口面を有し、この開口面に共振器 22 が配置され、モノポールアンテナ 21 から共振器 22 を通してチャンバ 23 の内部に放射されるマイクロ波によって処理ガスを励起し、プラズマを発生させる。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

プラズマ発生装置およびプラズマ発生方法ならびにリモートプラズマ処理装置

技 術 分 野

本発明は、マイクロ波によって所定の処理ガスを励起するプラズマ発生装置およびプラズマ発生方法、ならびに励起された処理ガスによって被処理体を処理するリモートプラズマ処理装置に関する。

背 景 技 術

半導体デバイスや液晶表示装置の製造工程においては、半導体ウエハやガラス基板等の被処理基板にエッチング処理や成膜処理等のプラズマ処理を施すために、プラズマエッチング装置やプラズマCVD成膜装置等のプラズマ処理装置が用いられている。

リモートプラズマ処理装置におけるプラズマの発生方法として、内部に処理ガスが流れる誘電体材料からなるプラズマチューブと、このプラズマチューブと直交するように配置された導波管と、前記プラズマチューブのうち導波管の内部にあつてマイクロ波に曝される部分（以下「ガス励起部」という）にスパイラル状に巻き付けられたクーラントチューブと、を有するリモートプラズマアプリケータが知られている（例えば、日本国特許出願公開公報特開平9-219295号参照）。このリモートプラズマアプリケータにおいては、プラズマチューブのガス励起部が発熱するために、クーラントチューブに冷媒（クーラント）を循環させている。

しかし、このようなリモートプラズマアプリケータにおいては、処理ガスの励起がプラズマチューブ内の一部でしか行われず、しかも、ガス励起部に取り付けるクーラントチューブがマイクロ波のプラズマチューブ内への導波を妨げるために、プラズマの励起効率を高めることが難しいという問題がある。ここで、ガス励起部におけるクーラントチューブの巻き数を少なくすると、プラズマの励起効率は高められるが、ガス励起部を十分に冷却することができずにクーラントチュー

ブが破損する問題を生ずる。

また、このようなりモートプラズマアプリケーションは、プラズマチューブと導波管とを直交させる構造となっているために、スペース効率が悪く、装置全体が大型化する問題がある。

発 明 の 開 示

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、プラズマの励起効率が低いプラズマ発生装置を提供することを目的とする。また本発明はスペース効率の高い小型化されたプラズマ発生装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、このようなプラズマ発生装置を備えたりモートプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

本発明によれば、所定波長のマイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、内管と外管からなる同軸構造を有し、前記内管の一端にアンテナが取り付けられ、前記マイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ導く同軸導波管と、誘電体材料からなり、前記アンテナを保持する共振器と、所定の処理ガスが供給されるプラズマ励起用のチャンバと、を具備し、前記チャンバは開口面を有し、前記開口面に前記共振器が配置され、前記アンテナから前記共振器を通して前記チャンバの内部に放射されるマイクロ波によって前記処理ガスが励起されることを特徴とするプラズマ発生装置、が提供される。

同軸導波管におけるインピーダンス整合は、同軸導波管の長さ方向にスライド自在に設けられたスラグチューナによって行われる。アンテナとしては、モノポールアンテナ、ヘリカルアンテナ、スロットアンテナ等の各種のアンテナを用いることができる。ここで、マイクロ波発生装置で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、共振器の比誘電率を ϵ_r 、波長 λ_a を比誘電率 ϵ_r の平方根で除して得られる共振器内のマイクロ波の波長を λ_g ($=\lambda_a/\epsilon_r^{1/2}$) とすると、モノポールアンテナを用いる場合には、その長さを波長 λ_g の約25%とし、かつ、共振器の厚さを波長 λ_g の約50%の厚さとすることが好ましい。また、ヘリカルアンテナを用いる場合には、ヘリカルアンテナの先端から共振器のチャンバ側の表面までの共振器の厚さを波長 λ_g の約25%の厚さとすることが好ましい。さら

に、スロットアンテナを用いる場合には、共振器の厚さを波長 λ_g の約25%の厚さとすることが好ましい。

アンテナが1本の場合には、マイクロ波発生装置として、マイクロ波電源と、このマイクロ波電源から出力されたマイクロ波の出力を調整するアンプと、アンプから出力された後にアンプへ戻ろうとする反射マイクロ波を吸収するアイソレータと、を有するものが好適に用いられる。これに対し、プラズマ発生装置に同軸導波管とアンテナを複数組設けてもよい。この場合には、マイクロ波発生装置として、マイクロ波電源と、このマイクロ波電源で発生させたマイクロ波をこの同軸導波管とアンテナの組数に分配する分配器と、分配器から出力された各マイクロ波の出力を調整する複数のアンプと、これら複数のアンプから出力された各マイクロ波のうち複数のアンプへ戻ろうとする反射マイクロ波を吸収する複数のアイソレータと、を有しているものを用いることが好ましい。

共振器としては、石英系材料、単結晶アルミナ系材料、多結晶アルミナ系材料、窒化アルミニウム系材料が好適に用いられる。チャンバの内面には、チャンバの腐食を防止するために、石英系材料または単結晶アルミナ系材料または多結晶アルミナ系材料からなる腐食防止部材を装着することが好ましい。

チャンバは、チャンバを構成する部材の内部に冷媒を流すことによって冷却可能なジャケット構造とすることが好ましい。これによりチャンバの冷却を容易に行うことができる。また、チャンバとしては、その一端面が前記開口面となっている有底筒状部材が好適に用いられる。この場合において、有底筒状部材の底壁にマイクロ波によって励起されたガスをチャンバから外部へ放出する排気口を形成し、有底筒状部材の側壁の開口面側近傍に処理ガスを内部空間に放出するガス放出口を形成すると、処理ガスを効率よくマイクロ波によって励起することができる。

ところで、プラズマ発生装置においては、プラズマが着火する前はインピーダンスが大きいためにマイクロ波の全反射が起こることがある。このため、複数のアンテナを備えたプラズマ発生装置の場合には、全てのアンテナからマイクロ波を放射させてプラズマを発生させようとする、複数のアンテナから放射されたマイクロ波が合成された高出力のマイクロ波が個々のアンテナに戻ってくること

となる。そこで、個々のアンテナにはこのような高出力マイクロ波からアンプを保護するためにアイソレータを構成するサーキュレータとダミーロードを大型化する必要があるという新たな問題が生ずる。

この新たな問題を解決するために、本発明によれば、処理ガスが供給されるプラズマ励起用のチャンバへ所定出力のマイクロ波を放射する複数のアンテナを備えたプラズマ発生装置におけるプラズマ発生方法であって、前記複数のアンテナの一部から前記チャンバの内部にマイクロ波を放射して前記処理ガスを励起させ、プラズマを発生させる工程と、プラズマ発生後に、前記複数の全てのアンテナから前記チャンバの内部にマイクロ波を放射して、プラズマを安定化させる工程と、を有することを特徴とするプラズマ発生方法、が提供される。

複数のアンテナを備えたプラズマ発生装置において、このようにしてプラズマを発生させるためには、複数のアンテナの一部から共振器を通してチャンバの内部に放射されるマイクロ波によって処理ガスを励起させ、プラズマ発生後は複数の全てのアンテナから共振器を通してチャンバの内部にマイクロ波が放射されるように、マイクロ波発生装置を制御するプラズマ制御装置を用いればよい。

さらに本発明によれば、上記プラズマ発生装置を備えたリモートプラズマ処理装置が提供される。すなわち、所定の処理ガスをマイクロ波によって励起するプラズマ発生装置と、基板を収容し、前記プラズマ発生装置において前記処理ガスを励起させることにより発生させた励起ガスにより、前記基板に所定の処理を施す基板処理チャンバと、を具備し、前記プラズマ発生装置は、所定波長のマイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、内管と外管からなる同軸構造を有し、前記内管の一端にアンテナが取り付けられ、前記マイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ導く同軸導波管と、誘電体材料からなり、前記アンテナを保持する共振器と、所定の処理ガスが供給され、前記アンテナから前記共振器を通して放射されるマイクロ波によって前記処理ガスが励起されるプラズマ励起用チャンバと、を有することを特徴とするリモートプラズマ処理装置、が提供される。

本発明のプラズマ発生装置では、マイクロ波の伝達効率と放射効率が高く、共振器から放射されたマイクロ波は障害物を通過することなくチャンバの内部空間

の全体で処理ガスを励起することができるために、処理ガスの励起効率を高めることができる。これにより、プラズマ発生装置全体を小型化することができる。また、このような高効率化により、使用する処理ガスの量を低減することができるため、ランニングコストを低下させることができる。さらに、アンテナと共振器の寸法設定を適切に行うことによって共振器に定常波が立ちやすくなり、これによってマイクロ波を共振器からチャンバに均一に放射させて安定したプラズマを発生させることができる。

また、アンテナを複数具備する場合には、アンプ等として小型のものを使用することができる利点があり、一部のアンテナを用いてプラズマ着火を行うことにより、反射マイクロ波によるアンプの損傷を小型のアイソレータで防止することができる。さらに本発明のリモートプラズマ処理装置では、プラズマ発生装置が小型化されることによってリモートプラズマ処理装置のスペースユーティリティの自由度が高められるために、リモートプラズマ処理装置全体を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、プラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 2 A は、共振器の厚さ D を図 2 B に比してさらに厚くした場合のプラズマの発生状態をシミュレーションした結果を示す説明図である。

図 2 B は、共振器の厚さ D を図 2 C に比してさらに厚くした場合のプラズマの発生状態をシミュレーションした結果を示す説明図である。

図 2 C は、共振器の厚さ D を約 $\lambda_{g2}/2$ にした場合のプラズマの発生状態をシミュレーションした結果を示す説明図である。

図 3 は、別のプラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 4 は、さらに別のプラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 5 A は、さらに別のプラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 5 B は、図 5 A に示すプラズマ発生装置の共振器へのモノポールアンテナの配設位置を示す平面図である。

図 6 A は、さらに別のプラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 6 B は、図 6 A に示すプラズマ発生装置の共振器へのヘリカルアンテナの配設位置を示す平面図である。

図 7 A は、さらに別のプラズマ発生装置の概略構造を示す断面図である。

図 7 B は、図 7 A に示すスロットアンテナの分割形態を示す平面図である。

図 8 は、マイクロ波発生装置を制御するプラズマ制御装置の制御形態を示す説明図である。

図 9 は、プラズマエッチング装置の概略構造を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図 1 は、プラズマ発生装置 100 の概略構造を示す断面図である。プラズマ発生装置 100 は、大略的に、マイクロ波発生装置 10 と、内管 20 a と外管 20 b とからなる同軸導波管 20 と、内管 20 a の先端に取り付けられたモノポールアンテナ 21 と、共振器 22 と、チャンバ 23 とを有している。

マイクロ波発生装置 10 は、例えば、周波数 2.45 GHz のマイクロ波を発生するマグネトロン等のマイクロ波電源 11 と、マイクロ波電源 11 において発生させたマイクロ波を所定の出力に調整するアンプ 12 と、アンプ 12 から出力されたマイクロ波のうちアンプ 12 へ戻ろうとする反射マイクロ波を吸収するアイソレータ 13 と、同軸導波管 20 に取り付けられたスラグチューナ 14 a・14 b と、を有している。同軸導波管 20 の一端はアイソレータ 13 に取り付けられている。

アイソレータ 13 は、サーキュレータとダミーロード（同軸終端器）とを有しており、サーキュレータは、モノポールアンテナ 21 からアンプ 12 へ向けて逆行しようとするマイクロ波をダミーロードへ導き、ダミーロードはサーキュレータによって導かれたマイクロ波を熱に変換する。

同軸導波管 20 の外管 20 b には長さ方向にスリット 31 a・31 b が形成されている。スラグチューナ 14 a はスリット 31 a に嵌挿されたレバー 32 a と接続され、レバー 32 a はプーリー 33 a とモータ 34 a との間に懸架されたベルト 35 a の一部に固定されている。同様に、スラグチューナ 14 b はスリット

31bに嵌挿されたレバー32bと接続され、レバー32bはプーリー33bとモータ34bとの間に懸架されたベルト35bの一部に固定されている。

モータ34aを駆動することによってスラグチューナ14aを同軸導波管20の長さ方向にスライドさせることができ、モータ34bを駆動することによってスラグチューナ14bを同軸導波管20の長さ方向にスライドさせることができる。このようにスラグチューナ14a・14bの位置を独立して調節することによって、モノポールアンテナ21に対するインピーダンス整合を行うことができ、これによってモノポールアンテナ21で反射されるマイクロ波を少なくすることができる。スリット31a・31bからマイクロ波が漏れないように、スリット31a・31bは図示しないベルトシール機構等によってシールされている。

なお、スラグチューナ14a・14bの厚さは、マイクロ波発生装置10で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、スラグチューナ14a・14bを構成する材料の比誘電率を ϵ_{r1} 、波長 λ_a を比誘電率 ϵ_{r1} の平方根($\epsilon_{r1}^{1/2}$)で除して得られる波長 λ_{g1} ($=\lambda_a/\epsilon_{r1}^{1/2}$ 、つまりスラグチューナ14a・14b内でのマイクロ波の波長)としたときに、波長 λ_{g1} の約25%($1/4$ 波長)となるようにする。

内管20aの一端に取り付けられたモノポールアンテナ21は、ロッド形状(柱状)を有し、このモノポールアンテナ21は共振器22に埋設されて保持されている。共振器22はカバー24に保持されており、後述するように、カバー24をチャンバ23に取り付けた際にチャンバ23の開口面(上面)を閉塞する。

モノポールアンテナ21から放射されたマイクロ波によって共振器22に定在波を立たせる。これにより、チャンバ23に均一にマイクロ波が放射されるようになる。同軸導波管20の外管20bと接続され、共振器22の上面および側面を覆うカバー24は金属材料で構成されており、共振器22の上面および側面から外部にマイクロ波が放射されることを防止する。なお、共振器22は、その内部に定在波が立つことによって発熱する。そこで共振器22の温度上昇を抑えるために、カバー24には冷媒(例えば、冷却水)を循環させる冷媒流路25が設けられている。なお、冷媒は図示しない冷却循環装置を用いて循環させて使用することができる。

共振器 22 には誘電体材料が用いられ、チャンバ 23 において生成する励起ガスに対する耐食性に優れた材料が好適に用いられる。例えば、石英系材料（石英、熔融石英、石英ガラス等）、単結晶アルミナ系材料（サファイア、アルミナガラス等）、多結晶アルミナ系材料、窒化アルミニウム系材料が挙げられる。

マイクロ波発生装置 10 で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、共振器 22 の比誘電率を ϵ_{r2} 、波長 λ_a を比誘電率 ϵ_{r2} の平方根 ($\epsilon_{r2}^{1/2}$) で除して得られる波長 λ_{g2} ($=\lambda_a / \epsilon_{r2}^{1/2}$ 、つまり共振器 22 内でのマイクロ波の波長) としたときに、共振器 22 にマイクロ波の定在波が立ち易くなるように、モノポールアンテナ 21 の長さ（高さ）H は、波長 λ_{g2} の 25% ($1/4$ 波長) とし、かつ、共振器 22 の厚さ (D1) をこの波長 λ_{g2} の 50% ($1/2$ 波長) とする。

これは、概略、以下の理由による。つまり、モノポールアンテナ 21 の長さが $\lambda_{g2}/4$ の場合にはモノポールアンテナ 21 の先端に最大強度の電界が発生する。このとき共振器 22 の厚さを $\lambda_{g2}/2$ とすると、共振器 22 の下面（チャンバ 23 側の面）とチャンバ 23 との境界で電界強度がゼロ (0) となり、共振器 22 の誘電率と真空の誘電率とが異なっても、マイクロ波の反射が起こらない。一方、磁界強度がこの境界面において最大となるが、共振器 22 の透磁率が真空の透磁率と同じであれば、やはりマイクロ波の反射は起こらない。ここで、共振器 22 に用いられる石英系材料、単結晶アルミナ材料、多結晶アルミナ材料、窒化アルミニウム系材料は非磁性体であるので、その比透磁率はほぼ 1.0 となり、真空の透磁率と同じである。これによって、マイクロ波を効率よくチャンバ 23 に放射することができる。

チャンバ 23 は有底円筒型の形状を有しており、通常、ステンレス、アルミニウム等の金属材料から構成される。カバー 24 をチャンバ 23 の上面に取り付けることによって、チャンバ 23 の上面開口部は共振器 22 によって閉塞される。なお、図 1 中の符号 29 はシールリングである。チャンバ 23 の側壁の上面近傍には、図示しないガス供給装置から送られてくる所定の処理ガス（例えば、 N_2 、Ar、 NF_3 等）をチャンバ 23 の内部空間に放出するためのガス放出口 26 が形成されている。

ガス放出口 26 からチャンバ 23 の内部空間に放出された処理ガスは、モノポールアンテナ 21 から共振器 22 を通してチャンバ 23 の内部空間に放射されたマイクロ波によって励起され、プラズマが発生する。こうして発生した励起ガスは、チャンバ 23 の底壁に設けられた排気口 23a から外部（例えば、基板が收容された処理チャンバ等）へ放出される。

処理ガスがマイクロ波によって励起される際の発熱によってチャンバ 23 の温度が上昇することを抑制するために、チャンバ 23 はカバー 24 と同様に、内部に冷媒を流す冷媒流路 28 が形成され、冷却可能なジャケット構造となっている。チャンバ 23 の内面には、励起ガスによる腐食を防止するために、石英系材料または単結晶アルミナ系材料または多結晶アルミナ系材料からなる腐食防止部材 27 が装着されている。

このような構成を有するプラズマ発生装置 100 では、最初に、カバー 24 とチャンバ 23 に冷却水を流して、共振器 22 やチャンバ 23 が過度に温度上昇しないようにする。次に、マイクロ波発生装置 10 を駆動して、所定の周波数のマイクロ波をマイクロ波電源 11 で発生させた後に、アンプ 12 でこのマイクロ波を所定の出力に増幅する。アンプ 12 によって所定の出力に調整されたマイクロ波は、アイソレータ 13 と同軸導波管 20 を通してモノポールアンテナ 21 に送られる。このとき、スラグチューナ 14a・14b を駆動して、モノポールアンテナ 21 からの反射マイクロ波が少なくなるように、インピーダンスの整合を行う。

モノポールアンテナ 21 から放射されたマイクロ波によって共振器 22 の内部に定在波が立つ。これによって共振器 22 からチャンバ 23 の内部に均一にマイクロ波が放射される。この状態においてチャンバ 23 に処理ガスを供給すると、処理ガスがマイクロ波によって励起されてプラズマが生ずる。こうして生成した励起ガスは、排気口 23a から、例えば基板等の被処理体が收容されたチャンバ（図示せず）に送られる。

図 2 は、共振器 22 の厚さ (D) とプラズマの発生状態との関係をシミュレーションした結果を示す説明図である。ここで、マイクロ波発生装置 10 において発生させるマイクロ波の周波数は 2.45 GHz（つまり波長 λ_a は約 122 mm

m) としている。また、共振器 22 として水晶からなるものを用いるものとする。水晶の比誘電率 ϵ_r は約 3.75 であるから、共振器 22 内でのマイクロ波の波長 λ_{g_2} は、約 63.00 mm となる。モノポールアンテナ 21 の長さは約 $\lambda_{g_2}/4$ ($=15.75$ mm) とした。

図 2 C は共振器 22 の厚さ D を約 $\lambda_{g_2}/2$ にした場合である。無限の平行平板では共振器 22 の厚さが $\lambda_{g_2}/2$ のときに最も効率がよいと考えられるが、現実的な大きさや形状を考えると、共振器 22 の厚さが $\lambda_{g_2}/2$ の場合には、約 58% の反射があるために効率は高くない。そこで、図 2 B から図 2 A へと共振器 22 の厚さを厚くしていくと、共振器 22 の厚さが 35.6 mm のとき (図 2 B の場合) に反射が約 22% となり、共振器 22 の厚さが 39.6 mm のとき (図 2 A の場合) に反射が約 6% となり、効率が上がる。このように実際のアンテナ設計においては共振器 22 の厚さを理論値よりも厚くするとよい結果を得ることができる。

このように、実際の装置において高い効率が得られる共振器 22 の厚さが理論値と異なるのは、共振器 22 が無限の平行平板ではないからである。共振器 22 の最適厚さはシミュレーションによって確認すればよく、モノポールアンテナ 21 の長さ (高さ) H は波長 λ_{g_2} の 23~26%、共振器 22 の厚さ (D1) は波長 λ_{g_2} の 50~70% とするとよい。

このように、プラズマ発生装置 100 においては、チャンバ 23 の内部空間全体においてプラズマを均一に発生させることができ、処理ガスを効率よく励起させることができる。また、従来のプラズマ発生装置のように処理ガスの供給路とマイクロ波の導波路とを交差させる必要がないために、プラズマ発生装置 100 自体を小型化することができる。

次に、プラズマ発生装置の別の実施の形態について説明する。図 3 はプラズマ発生装置 100 a の概略構造を示す断面図である。プラズマ発生装置 100 a と先に説明した図 1 記載のプラズマ発生装置 100 との相違点は、同軸導波管 20 の内管 20 a の先端に螺旋状のヘリカルアンテナ 21 a が取り付けられ、このヘリカルアンテナ 21 a が共振器 22 に埋設されている点である。

ヘリカルアンテナ 21 a を用いる場合には、ヘリカルアンテナ 21 a の全長を

波長 λ_{g_2} の25% (1/4波長) とする。これにより、ヘリカルアンテナ21aの先端に最大強度の電界が発生する。そして、ヘリカルアンテナ21aの先端から共振器22の下面までの共振器22の厚さ(D2)は、波長 λ_{g_2} の25% (1/4波長) とする。これにより、共振器22の下面とチャンバ23との境界で電界強度がゼロ(0)となり、共振器22の誘電率と真空の誘電率とが異なっているとしても、マイクロ波の反射が起こらない。一方、磁界強度がこの境界面において最大となるが、共振器22の透磁率が真空の透磁率と同じであれば、やはりマイクロ波の反射は起こらない。

ヘリカルアンテナ21aを用いた場合には、ヘリカルアンテナ21aの直線的な長さ(高さ)hは、その全長よりも短くなる。したがって、共振器22の全体の厚さは $h + \text{約} \lambda_{g_2} / 4$ となり、モノポールアンテナ21を用いた場合と比較すると、共振器22の厚さを薄くすることができる。なお、この場合においても、実際の装置において高い効率が得られる共振器22の厚さは理論値と異なる。これは共振器22が無限の平行平板ではないからである。共振器22の最適厚さはシミュレーションによって確認すればよく、ヘリカルアンテナ21aの長さは波長 λ_{g_2} の23~26%、共振器22の厚さ(D2)は波長 λ_{g_2} の25~45%とするとよい。

図4は、プラズマ発生装置100bの概略構造を示す断面図である。プラズマ発生装置100bと先に説明した図1記載のプラズマ発生装置100との相違点は、同軸導波管20の内管20aの先端にスロットアンテナ21bが取り付けられ、このスロットアンテナ21bが共振器22に埋設されて保持されている点である。

スロットアンテナ21bは、例えば、金属円板に同心円状に一定幅の弧型のスロット(孔)が設けられた構造を有する。スロットアンテナ21bを用いる場合には、共振器22の厚さ(スロットアンテナ21bの下面から共振器22の下面までの厚さをいう)D3を波長 λ_{g_2} の25% (1/4波長) とする。スロットアンテナ21bを用いた場合には、スロットアンテナ21bの下面で最大強度の電界が発生する。また、共振器22の下面とチャンバ23との境界で電界強度がゼロ(0)となり、共振器22の誘電率と真空の誘電率とが異なっているとしても、マ

マイクロ波の反射が起こらない。一方、磁界強度がこの境界面において最大となるが、共振器 2 2 の透磁率が真空の透磁率と同じであれば、やはりマイクロ波の反射は起こらない。なお、この場合においても、実際の装置において高い効率が得られる共振器 2 2 の厚さは理論値と異なる。これは共振器 2 2 が無限の平行平板ではないからである。共振器 2 2 の最適厚さはシミュレーションによって確認すればよく、スロットアンテナ 2 1 b を用いる場合には、共振器 2 2 の厚さ (D_3) は波長 λ_{g_2} の 25 ~ 45 % とするとよい。

スロットアンテナ 2 1 b を薄く構成すれば、スロットアンテナ 2 1 b と共振器 2 2 の合計の厚さを、モノポールアンテナ 2 1 やヘリカルアンテナ 2 1 a を用いた場合よりも、薄くすることができる。なお、モノポールアンテナ 2 1 を用いた場合には、ヘリカルアンテナ 2 1 a やスロットアンテナ 2 1 b を用いる場合と比較すると、共振器 2 2 の厚さは厚くなるが、構造が簡単であり低コストであることや、プラズマの励起効率が高い等の利点がある。

以上においてはアンテナが 1 本である場合について説明したが、プラズマ発生装置 1 0 0 を備えたリモートプラズマ処理装置においては、マイクロ波の出力電力が 5 0 0 W 程度以上のものが要求されることがある。この場合には、図 1 に示されるアンプ 1 2 として複数の小型アンプを備えたものを用い、これら小型アンプの出力を合成することによって高出力を実現させる。そこで図 5 ~ 図 7 に示すプラズマ発生装置 1 0 0 c ~ 1 0 0 e のように、小型アンプの数に対応させてアンテナを複数本設け、各小型アンプから各アンテナに同軸導波管を用いてマイクロ波を伝送してもよい。

図 5 A はプラズマ発生装置 1 0 0 c の概略断面図であり、図 5 B は共振器 2 2 へのモノポールアンテナ 1 7 a ~ 1 7 d の配設位置を示す平面図である。マイクロ波電源 1 1 から出力されたマイクロ波が分配器 1 1 a によって複数 (図 5 A, 5 B では 4 分配した場合を示す) に分配される。分配器 1 1 a から出力された各マイクロ波は小型アンプ 1 2 a ~ 1 2 d に入力され、そこで所定の電力に増幅される。各小型アンプ 1 2 a ~ 1 2 d から出力されたマイクロ波は、アイソレータ 1 3 a ~ 1 3 d (アイソレータ 1 3 b ・ 1 3 d はそれぞれアイソレータ 1 3 a ・ 1 3 c の背面に位置しているために図示せず) と同軸導波管 4 0 a ~ 4 0 d (同

軸導波管 40b・40d はそれぞれ同軸導波管 40a・40c の背面に位置しているために図示せず) を通して共振器 22 に設けられたモノポールアンテナ 17a～17d に送られる。各モノポールアンテナ 17a～17d から放射されたマイクロ波によって共振器 22 の内部に定在波が立ち、共振器 22 からチャンバ 23 の内部にマイクロ波が放射される。なお、同軸導波管 40a～40d はそれぞれ同軸導波管 20 と同等の構造を有する。

図 6A はプラズマ発生装置 100d の概略断面図であり、図 6B は共振器 22 へのヘリカルアンテナ 18a～18d の配設位置を示す平面図である。プラズマ発生装置 100d は、図 5A、5B に示したプラズマ発生装置 100c が具備するモノポールアンテナ 17a～17d をヘリカルアンテナ 18a～18d に置き換えたものであり、その他の部分の構成はプラズマ発生装置 100c と同じである。

図 7A はプラズマ発生装置 100e の概略断面図であり、図 7B はスロットアンテナ 19 の分割形態を示す平面図である。プラズマ発生装置 100e が具備するスロットアンテナ 19 は金属板によって 4 個のブロック 19a～19d に分けられており、ブロック 19a～19d のそれぞれに同軸導波管 40a～40d (同軸導波管 40d は同軸導波管 40a の背面に位置するために図示せず) を取り付けるための給電ポイント 38a～38d が設けられている。各ブロック 19a～19d には各給電ポイント 38a～38d が設けられている位置に対応して所定のパターンでスロット (孔部) 39 が形成されている。

このようなプラズマ発生装置 100c～100e によれば、アンプのコストを低く抑えることができるとともに、プラズマの発生効率がさらに高められ、プラズマの均一性を向上させることができる。

ところで、上記プラズマ発生装置 100・100a～100e においては、プラズマが着火する前はインピーダンスが大きく、プラズマが着火した後にインピーダンスは小さくなって安定する。プラズマ着火前には、高いインピーダンスに起因して、アンテナから放射されたマイクロ波の全反射が起こることがある。

プラズマ発生装置 100 ではアンテナ 20 は 1 本だけであるから、アイソレータ 13 としてアンテナ 20 から放射することができるマイクロ波の出力に応じた

ものを用いればよく、このことはプラズマ発生装置 100 a・100 b についても同様である。

しかしながら、複数のアンテナを備えたプラズマ発生装置 100 c では、4本の全てのアンテナ 17 a～17 d からマイクロ波を放射させてプラズマを発生させようとする、これら 4本のアンテナ 17 a～17 d から放射されたマイクロ波が合成された高出力のマイクロ波が小型アンプ 12 a～12 d それぞれに戻ってくる事となる。このため、小型アンプ 12 a～12 d をこのような高出力マイクロ波から保護するために、アイソレータ 13 a～13 d を構成するサーキュレータとダミーロードを大型化したのでは、装置コストや装置の小型化の観点から不利である。この問題はプラズマ発生装置 100 d・100 e についても同様である。

そこで、アイソレータ 13 a～13 d を大型化することを抑制し、小型アンプ 12 a～12 d を保護する方法として、アンテナ 17 a～17 d の一部から共振器 22 を通してチャンバ 23 の内部に放射されるマイクロ波によって処理ガスを励起し、プラズマ発生後は全てのアンテナ 17 a～17 d から共振器 22 を通してチャンバ 23 の内部にマイクロ波を放射することによってプラズマを安定させるようにマイクロ波発生装置 10 を制御するプラズマ制御装置を用いる方法が挙げられる。

具体的には、図 8 に示すように、少なくとも分配器 11 a の分配数と小型アンプ 12 a～12 d の駆動数の少なくとも一方を制御することができるプラズマ制御装置 90 が挙げられる。例えば、プラズマ制御装置 90 は、マイクロ波電源 11 から出力されたマイクロ波を、分配器 11 a において 4 分配して小型アンプ 12 a～12 d にそれぞれ入力させるが、小型アンプ 12 a のみを駆動し、その他の小型アンプ 12 b～12 d ではマイクロ波の増幅が行われなくにする。これにより、プラズマ着火前には実質的にアンテナ 17 a からのみマイクロ波を放射させることができる。また、プラズマが着火した後はプラズマ制御装置 90 は、全ての小型アンプ 12 a～12 d を駆動して全てのアンテナ 17 a～17 d からマイクロ波を放射させる。これにより、プラズマを安定させることができる。

また、プラズマ制御装置 90 は、マイクロ波電源 11 から出力されたマイクロ波を分配器 11a において分配することなく小型アンプ 12a に入力させ、小型アンプ 12a に入力されたマイクロ波を所定の増幅率で増幅させて出力させる。これにより、プラズマ着火前にはアンテナ 17a のみからマイクロ波を放射させることができる。これによりプラズマが着火した後には、プラズマ制御装置 90 は、全ての小型アンプ 12a ~ 12d にマイクロ波が入力されるように、分配器 11a におけるマイクロ波の分配を行い、かつ、全ての小型アンプ 12a ~ 12d を駆動させる。これにより、全てのアンテナ 17a ~ 17d からマイクロ波を放射させて、プラズマを安定させることができる。

なお、プラズマ着火のためにマイクロ波を放射させるアンテナの数は 1 個に限定されるものではなく、アイソレータを構成するサーキュレータとダミーロードの大型化が許容される範囲であれば、2 個以上であってもよい。

次に、上述したプラズマ発生装置 100 を備えた基板処理装置として、半導体ウエハに対してエッチング処理を行うプラズマエッチング装置について説明する。図 9 はプラズマエッチング装置 1 の概略構造を示す断面図である。プラズマエッチング装置 1 は、プラズマ発生装置 100 と、ウエハ W を収容するウエハ処理チャンバ 41 と、チャンバ 23 とウエハ処理チャンバ 41 とを接続し、チャンバ 23 で発生させた励起ガスをウエハ処理チャンバ 41 へ送るガス管 42 と、を有している。

ウエハ処理チャンバ 41 の内部には、ウエハ W を載置するステージ 43 が設けられている。ウエハ処理チャンバ 41 は、ウエハ W の搬入出を行うための開閉自在な開口部（図示せず）を有しており、図示しないウエハ搬送手段によってウエハ W がウエハ処理チャンバ 41 内に搬入され、逆に、プラズマエッチング処理が終了したウエハ W がウエハ処理チャンバ 41 から搬出される。プラズマ発生装置 100 で生成した励起ガスは、ガス管 42 からウエハ処理チャンバ 41 に供給されてウエハ W を処理した後に、ウエハ処理チャンバ 41 に設けられた排気口 41a から排気される。

このようなプラズマエッチング装置 1 では、プラズマ発生装置 100 を小さくすることができるために、ウエハ処理チャンバ 41 の上方のスペースユーティリ

ティが高められる。これを有効に利用して、各種の配管や配線、制御装置等を配置することができるため、プラズマエッチング装置 1 全体をコンパクトに構成することができる。

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこのような実施の形態に限定されるものではない。例えば、同軸導波管 20 に変えて、同軸線を用いてもよい。また、プラズマ処理としてエッチング処理を取り上げたが、本発明は、プラズマ CVD 処理（成膜処理）やアッシング処理等の他のプラズマ処理にも用いることができる。また、プラズマ処理に供される被処理基板は半導体ウエハに限定されず、LCD 基板、ガラス基板、セラミックス基板等であってもよい。

産業上の利用可能性

本発明は、プラズマを用いた種々の処理装置、例えば、エッチング装置、プラズマ CVD 装置、アッシング装置等に好適である。

請 求 の 範 囲

1. 所定波長のマイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、
内管と外管からなる同軸構造を有し、前記内管の一端にアンテナが取り付けられ、前記マイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ導く同軸導波管と、

誘電体材料からなり、前記アンテナを保持する共振器と、
所定の処理ガスが供給されるプラズマ励起用のチャンバと、
を具備し、

前記チャンバは開口面を有し、前記開口面に前記共振器が配置され、
前記アンテナから前記共振器を通して前記チャンバの内部に放射されるマイクロ波によって前記処理ガスが励起されることを特徴とするプラズマ発生装置。

2. 前記アンテナはモノポールアンテナであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

3. 前記マイクロ波発生装置で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、前記共振器の比誘電率を ϵ_r 、前記波長 λ_a を前記比誘電率 ϵ_r の平方根で除して得られる前記共振器内のマイクロ波の波長を λ_g ($=\lambda_a / \epsilon_r^{1/2}$) としたときに、
前記モノポールアンテナは前記波長 λ_g の23%~26%の長さを有し、かつ、前記共振器は前記波長 λ_g の50%~70%の厚さを有することを特徴とする請求項2に記載のプラズマ発生装置。

4. 前記アンテナはヘリカルアンテナであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

5. 前記マイクロ波発生装置で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、前記共振器の比誘電率を ϵ_r 、前記波長 λ_a を前記比誘電率 ϵ_r の平方根で除して得られる前記共振器内のマイクロ波の波長を λ_g ($=\lambda_a / \epsilon_r^{1/2}$) としたときに、
前記ヘリカルアンテナの先端から前記共振器の前記チャンバ側の表面までの前記共振器の厚さは、前記波長 λ_g の25%~45%であることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ発生装置。

6. 前記アンテナはスロットアンテナであることを特徴とする請求項1に記載

載のプラズマ発生装置。

7. 前記マイクロ波発生装置で発生するマイクロ波の波長を λ_a 、前記共振器の比誘電率を ϵ_r 、前記波長 λ_a を前記比誘電率 ϵ_r の平方根で除して得られる前記共振器内のマイクロ波の波長を λ_g ($=\lambda_a/\epsilon_r^{1/2}$) としたときに、

前記共振器は前記波長 λ_g の25%~45%の厚さを有することを特徴とする請求項6に記載のプラズマ発生装置。

8. 前記マイクロ波発生装置は、マイクロ波電源と、前記マイクロ波電源から出力されたマイクロ波の出力を調整するアンプと、前記アンプから出力された後に前記アンプへ戻ろうとする反射マイクロ波を吸収するアイソレータと、を有することを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

9. 前記同軸導波管と前記アンテナを複数組具備し、

前記マイクロ波発生装置は、マイクロ波電源と、マイクロ波電源で発生させたマイクロ波を前記同軸導波管と前記アンテナの組数に分配する分配器と、前記分配器から出力された各マイクロ波の出力を調整する複数のアンプと、前記複数のアンプから出力された後に前記複数のアンプへ戻ろうとする反射マイクロ波を吸収する複数のアイソレータと、を有することを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

10. 前記複数のアンテナの一部から前記共振器を通して前記チャンバの内部に放射されるマイクロ波によって前記処理ガスを励起させ、プラズマ発生後は前記複数の全てのアンテナから前記共振器を通して前記チャンバの内部にマイクロ波が放射されるように、前記マイクロ波発生装置を制御するプラズマ制御装置をさらに具備することを特徴とする請求項9に記載のプラズマ発生装置。

11. 前記共振器は、石英系材料、単結晶アルミナ系材料、多結晶アルミナ系材料、窒化アルミニウム系材料のいずれかからなることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

12. 前記チャンバの内面に、前記チャンバの腐食を防止するために、石英系材料または単結晶アルミナ系材料または多結晶アルミナ系材料からなる腐食防止部材が装着されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ発生装置。

13. 前記チャンバは、前記チャンバを構成する部材の内部に冷媒を流すこ

とによって冷却可能なジャケット構造を有することを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ発生装置。

14. 前記チャンバは、その一端面が前記開口面となっている有底筒状部材であり、

前記有底筒状部材は、その底壁にマイクロ波によって励起されたガスを前記チャンバから外部へ放出する排気口を有し、その側壁の前記開口面側近傍に前記処理ガスを内部空間に放出するガス放出口を有することを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ発生装置。

15. 前記同軸導波管に、前記同軸導波管の長さ方向にスライド自在であり、前記アンテナに対するインピーダンス整合を行うスラグチューナが取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ発生装置。

16. 処理ガスが供給されるプラズマ励起用のチャンバへ所定出力のマイクロ波を放射する複数のアンテナを備えたプラズマ発生装置におけるプラズマ発生方法であって、

前記複数のアンテナの一部から前記チャンバの内部にマイクロ波を放射して前記処理ガスを励起させ、プラズマを発生させる工程と、

プラズマ発生後に、前記複数の全てのアンテナから前記チャンバの内部にマイクロ波を放射して、プラズマを安定化させる工程と、

を有することを特徴とするプラズマ発生方法。

17. 所定の処理ガスをマイクロ波によって励起するプラズマ発生装置と、基板を収容し、前記プラズマ発生装置において前記処理ガスを励起させることにより発生させた励起ガスにより、前記基板に所定の処理を施す基板処理チャンバと、

を具備し、

前記プラズマ発生装置は、

所定波長のマイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、

内管と外管からなる同軸構造を有し、前記内管の一端にアンテナが取り付けられ、前記マイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波を前記アンテナへ導く同軸導波管と、

誘電体材料からなり、前記アンテナを保持する共振器と、
所定の処理ガスが供給され、前記アンテナから前記共振器を通して放射される
マイクロ波によって前記処理ガスが励起されるプラズマ励起用チャンバと、
を有することを特徴とするリモートプラズマ処理装置。

1/9

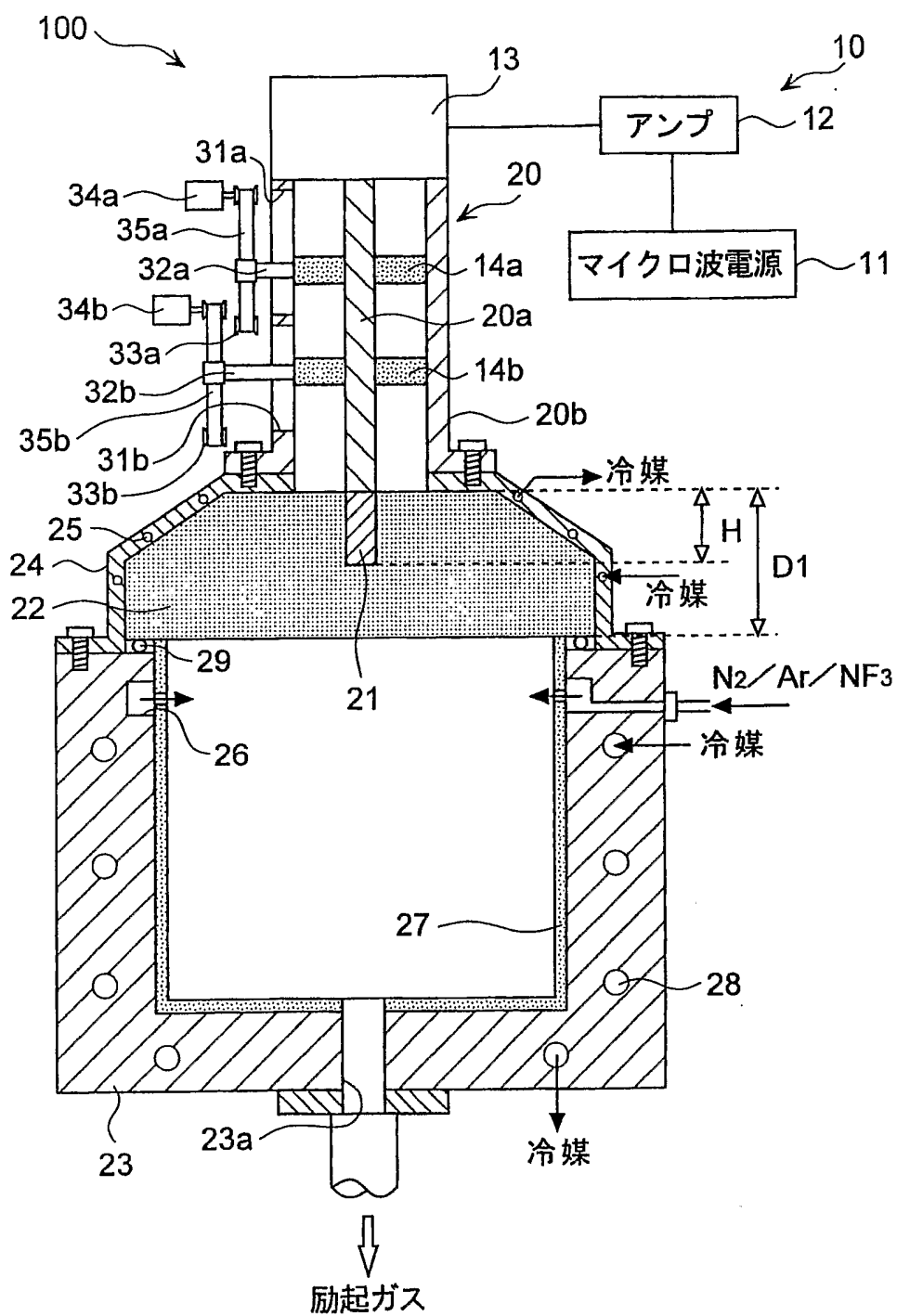
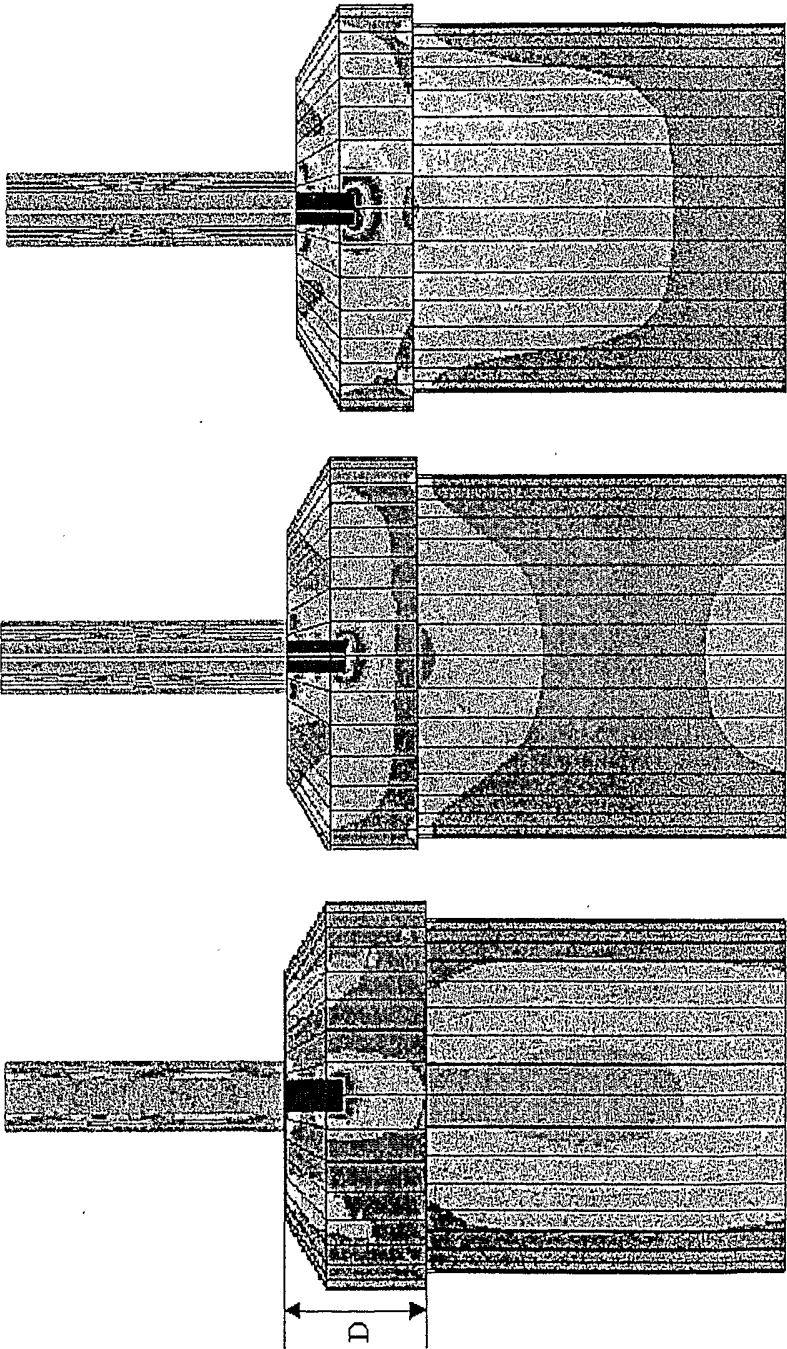


FIG. 1



D=31.6mm

FIG. 2C

D=35.6mm

FIG. 2B

D=39.6mm

FIG. 2A

3/9

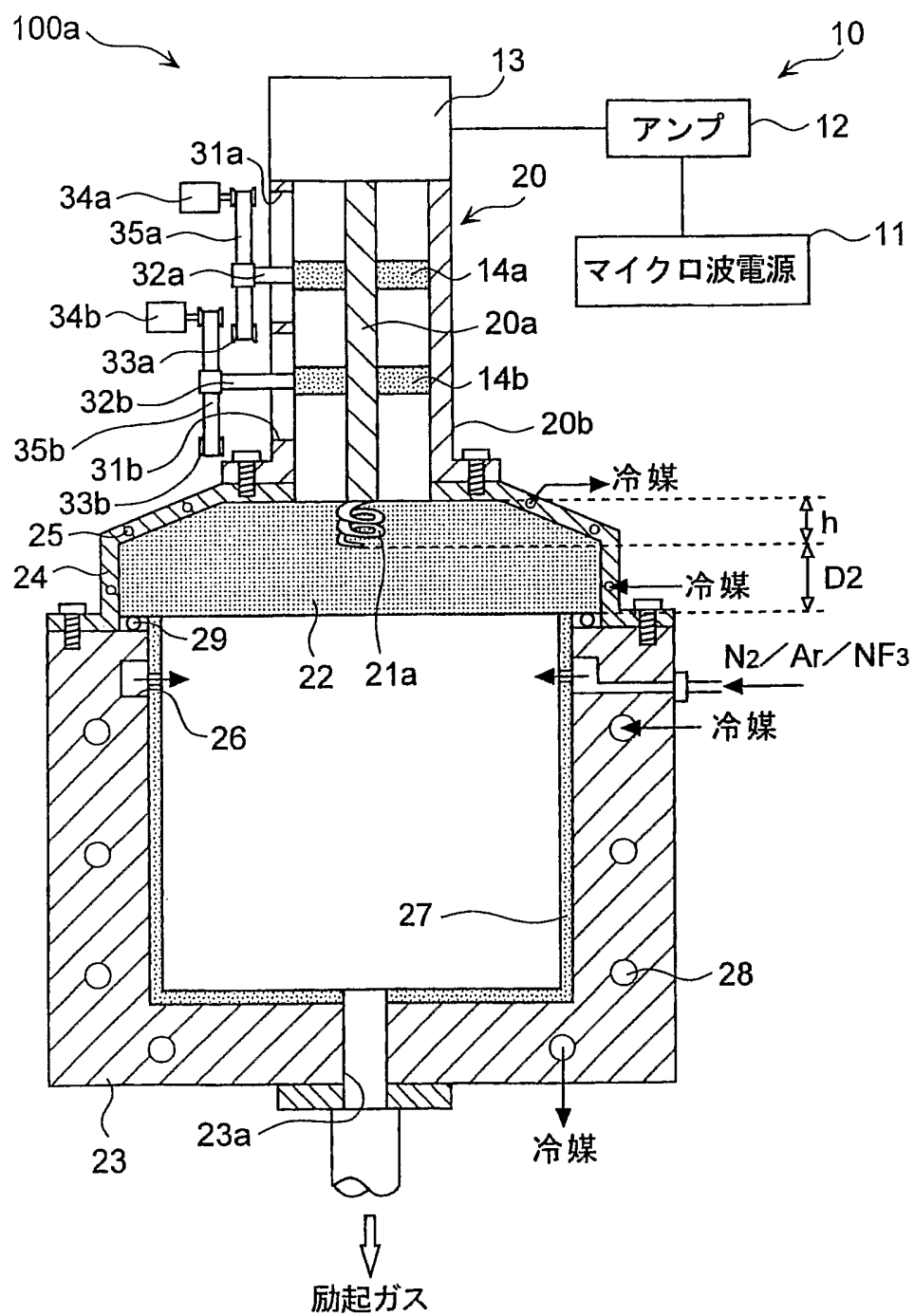


FIG. 3

4/9

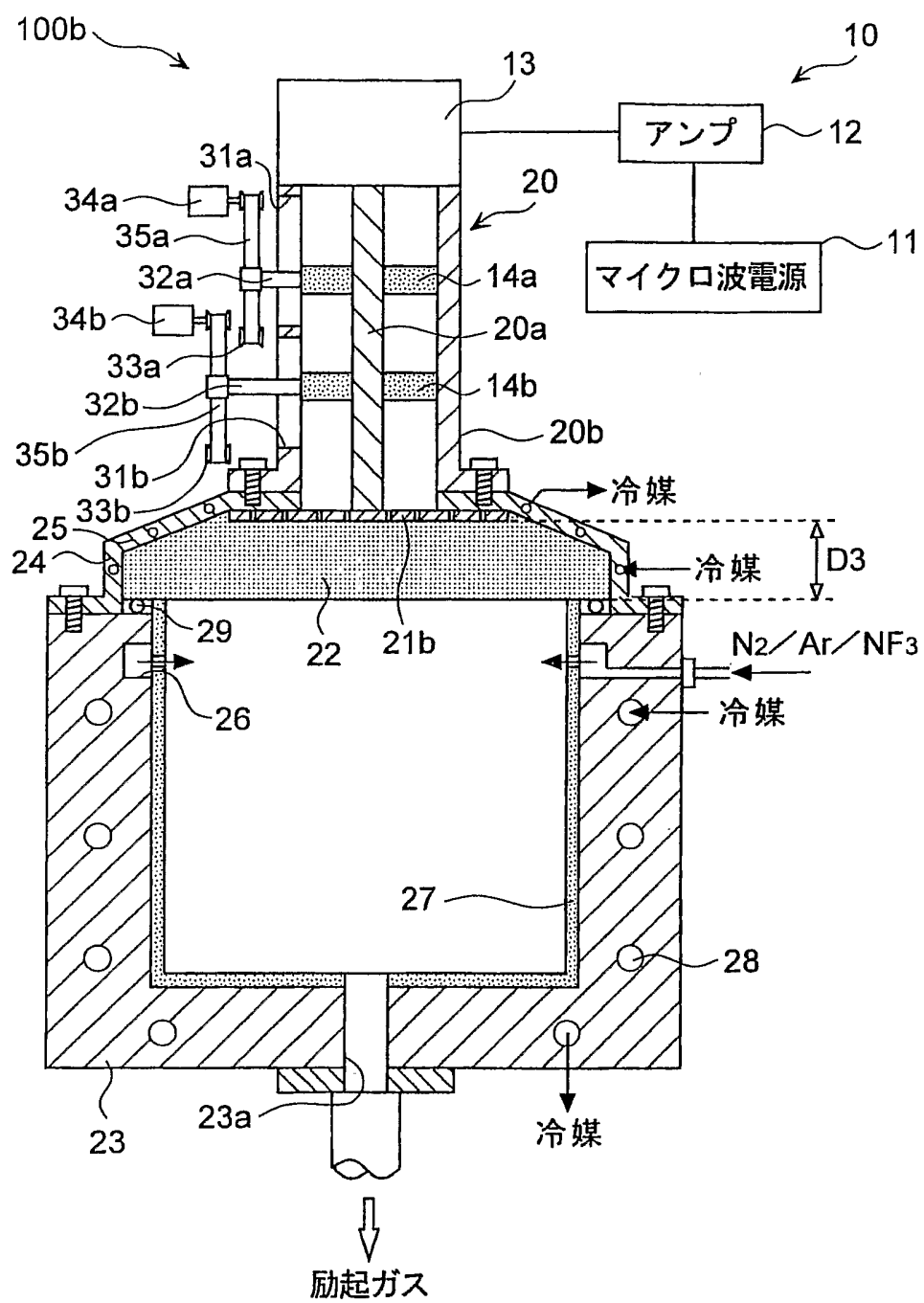


FIG. 4

5 / 9

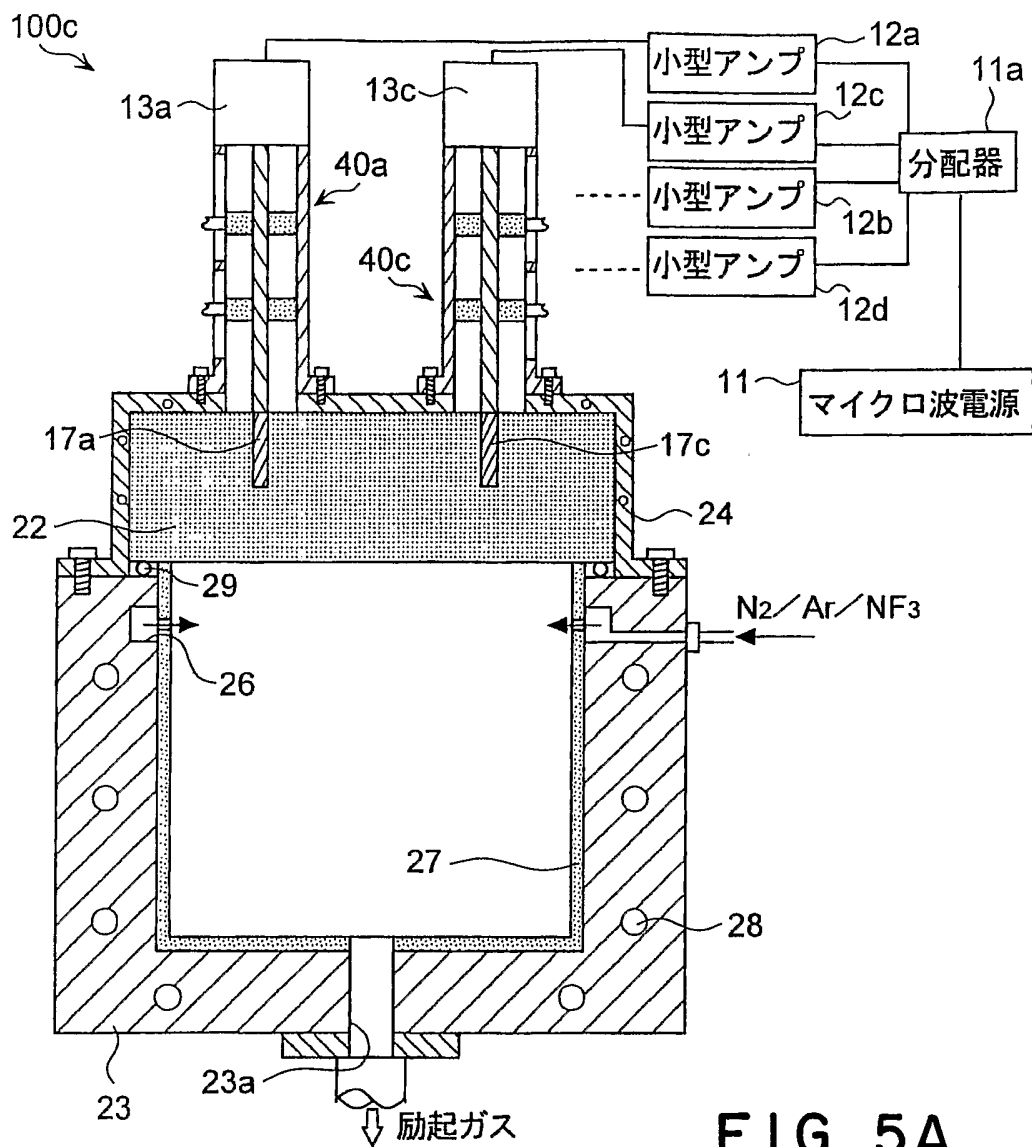


FIG. 5A

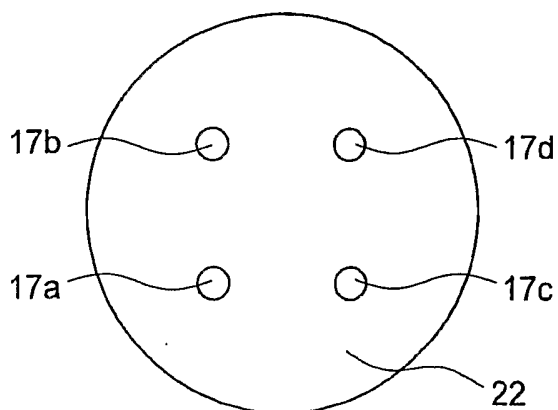


FIG. 5B

6/9

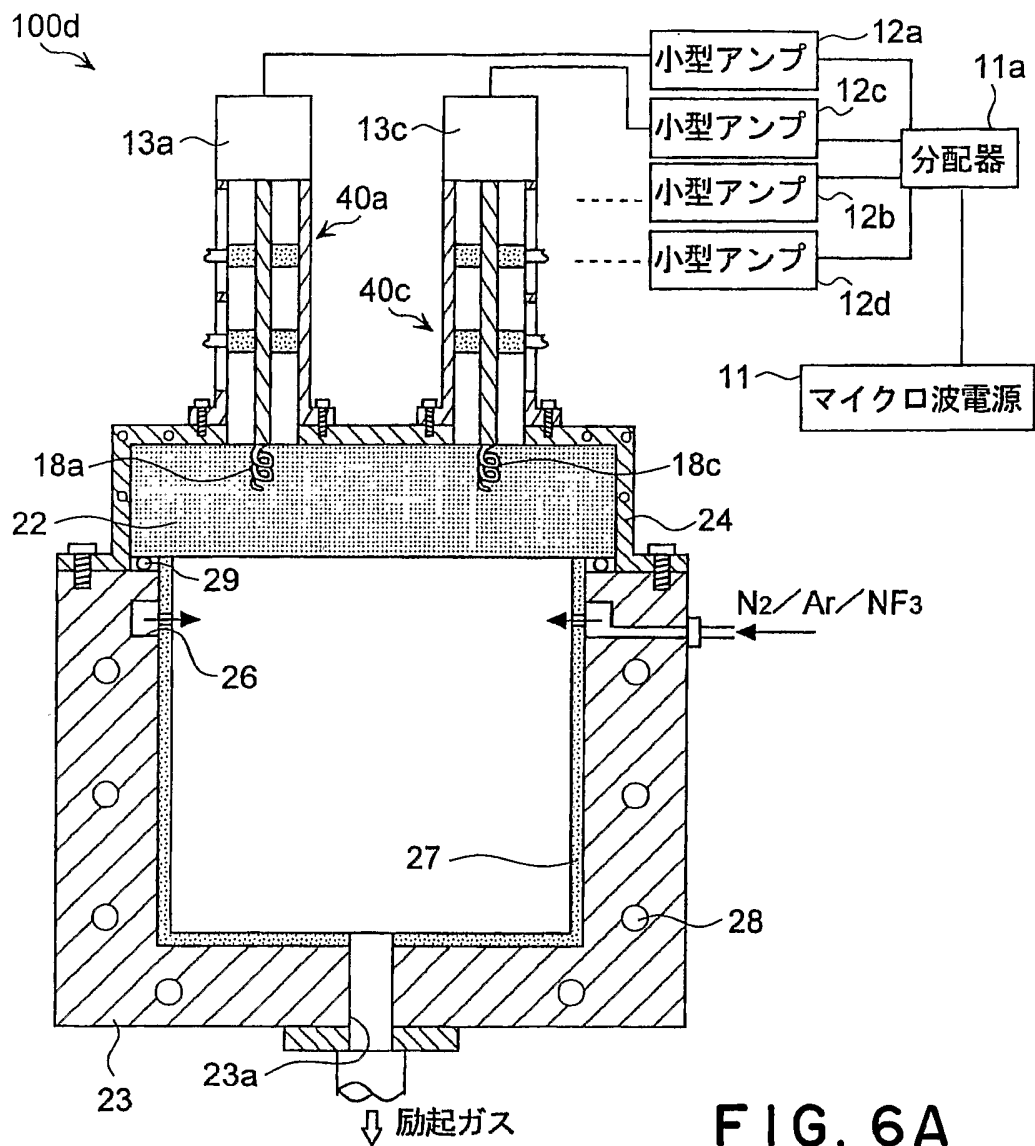


FIG. 6A

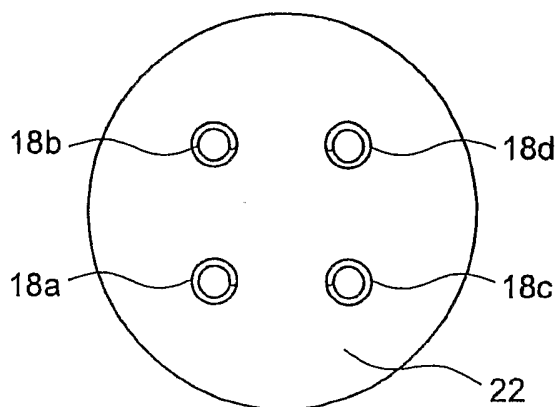


FIG. 6B

7/9

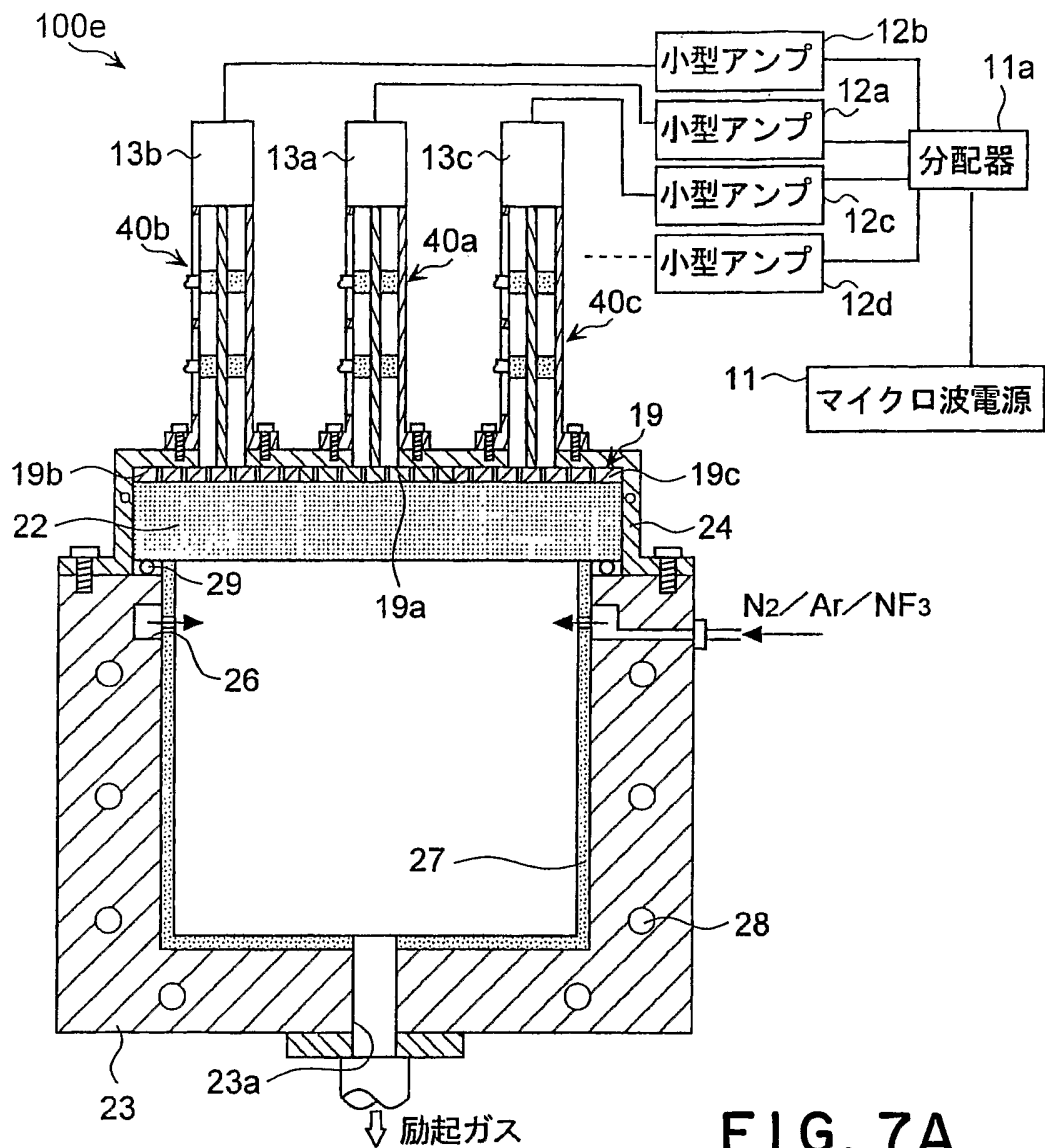


FIG. 7A

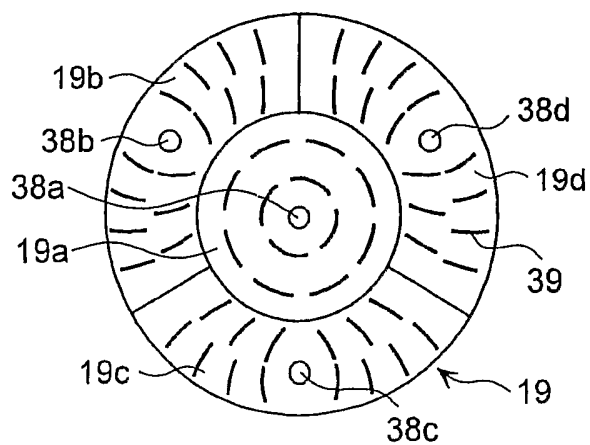


FIG. 7B

8/9

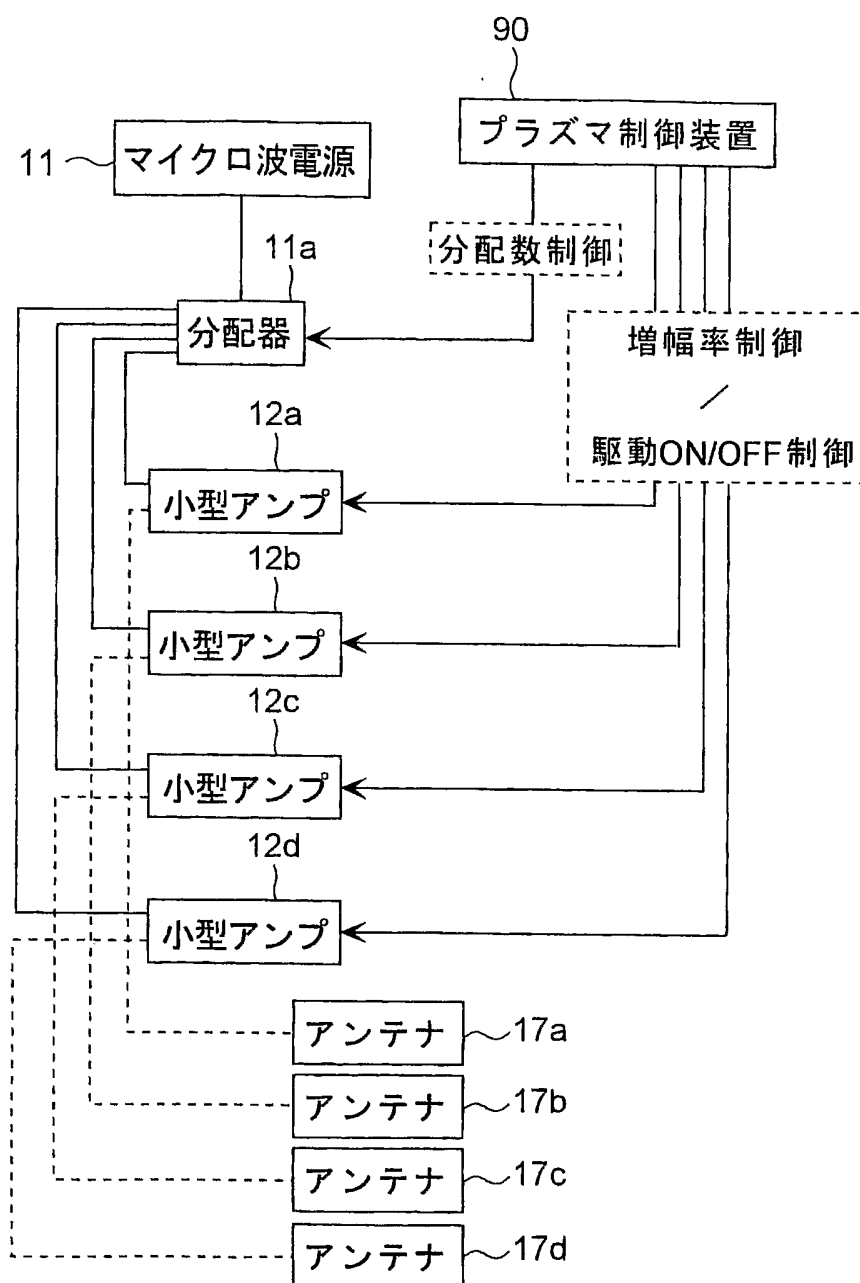


FIG. 8

9/9

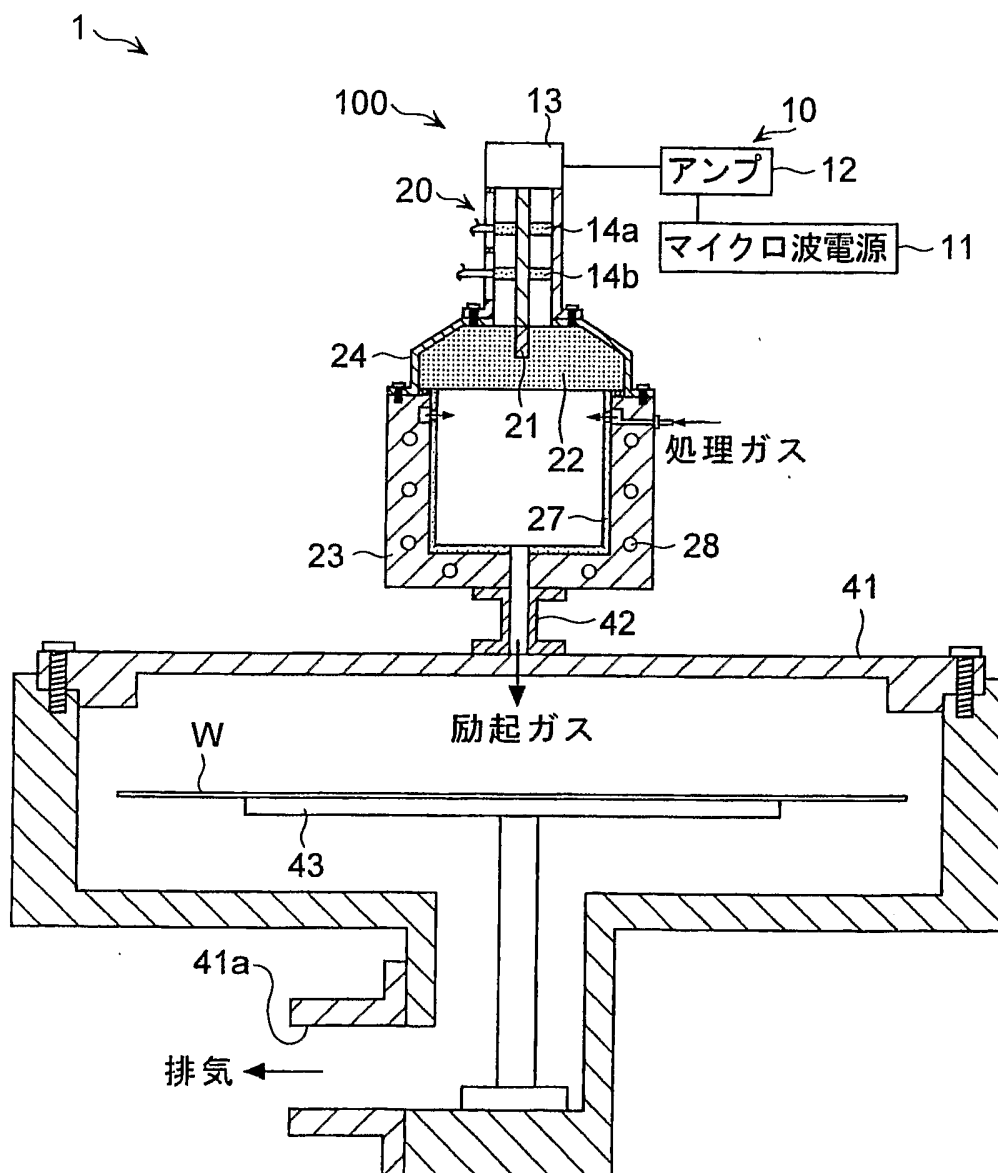


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H05H1/46, H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05H1/46, H01L21/3065, C23C16/511

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-306890 A (Hitachi, Ltd.), 02 November, 2000 (02.11.00), Par. Nos. [0016], [0017], [0022], [0027]; Fig. 1 (Family: none)	1, 6, 8, 17 1-17
X Y	JP 2001-257097 A (Toshiba Corp.), 21 September, 2001 (21.09.01), Par. Nos. [0027] to [0028]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	16 9, 10
Y	JP 2000-286237 A (Rohm Co., Ltd.), 13 October, 2000 (13.10.00), Claim 2; Par. Nos. [0020] to [0023]; Figs. 4 to 5 (Family: none)	3, 5, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 May, 2004 (11.05.04)Date of mailing of the international search report
25 May, 2004 (25.05.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001533

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-291191 A (Anelva Corp.), 05 November, 1993 (05.11.93), Par. No. [0021]; Fig. 1 (Family: none)	3, 5, 7
Y	JP 2001-35695 A (Toshiba Corp.), 09 February, 2001 (09.02.01), Claim 6; Par. Nos. [0035] to [0037]; Fig. 4 (Family: none)	2
Y	JP 11-195500 A (Anelva Corp.), 21 July, 1999 (21.07.99), Par. Nos. [0024] to [0028]; Fig. 1 (Family: none)	2, 3, 5, 7
Y	JP 11-354297 A (Leybold Systems GmbH.), 24 December, 1999 (24.12.99), Par. No. [0011]; Fig. 1 & EP 961528 A2 & US 6191532 B1	4, 5
Y	JP 2-37698 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 February, 1990 (07.02.90), Page 2, lower left column, lines 1 to 3; Fig. 4 & US 5125358 A1	13
Y	JP 2-238626 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 September, 1990 (20.09.90), Page 2, upper right column, lines 13 to 16; Fig. 4(a) (Family: none)	15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1⁷ H05H1/46, H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1⁷ H05H1/46, H01L21/3065, C23C16/511

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-306890 A(株式会社日立製作所) 2000.11.02 段落0016, 0017, 0022, 0027, 図1 (ファミリーなし)	1, 6, 8, 17
Y		1-17
X	JP 2001-257097 A(株式会社東芝) 2001.09.21 段落0027-0028, 図1-2 (ファミリーなし)	16
Y		9, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.05.2004

国際調査報告の発送日

25.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司

2M

9216

電話番号 03-3581-1101 内線 6989

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-286237 A(ローム株式会社) 2000.10.13 請求項2, 段落0020-0023, 図4-5 (ファミリーなし)	3, 5, 7
Y	JP 5-291191 A(日電アネルバ株式会社) 1993.11.05 段落0021, 図1 (ファミリーなし)	3, 5, 7
Y	JP 2001-35695 A(株式会社東芝) 2001.02.09 請求項6, 段落0035-0037, 図4 (ファミリーなし)	2
Y	JP 11-195500 A(アネルバ株式会社) 1999.07.21 段落0024-0028, 図1 (ファミリーなし)	2, 3, 5, 7
Y	JP 11-354297 A(ライボルト システムズ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 1999.12.24 段落0011, 図1&EP 961528 A2 &US 6191532 B1	4, 5
Y	JP 2-37698 A(松下電器産業株式会社) 1990.02.07 第2頁左下欄第1-3行, 第4図 &US 5125358 A1	13
Y	JP 2-238626 A(松下電器産業株式会社) 1990.09.20 第2頁右上欄第13-16行, 第4図 (a) (ファミリーなし)	15