





DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, NA, SD,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(57) 要約: 処理容器の側壁の温度制御性が良好であり、またプラズマによる基板へのダメージを抑えることができるプラズマ処理装置を提供する。プラズマ処理装置 1 は、処理容器 1 1 の上部に載置台 2 と対向するように設けられた第 1 の電極 3 1 及び第 2 の電極 3 2 と、これら第 1 の電極 3 1 及び第 2 の電極 3 2 の間に処理ガスを供給するためのガス供給部 4 と、第 1 の電極 3 1 及び第 2 の電極 3 2 の間に供給された処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極 3 1、3 2 の間に高周波電力を印加する高周波電源部 3 3 と、処理容器 1 1 の下部から処理容器 1 1 内の雰囲気気を真空排気する排気装置 1 4 とを備えている。載置台 2 上の基板 B 付近ではプラズマの電子温度が低くなり、プラズマが基板 B に与えるダメージを抑えることができ、また処理容器 1 1 の材質として金属を用いることができるので、その温度制御性が良好である。

## 明 細 書

### プラズマ処理装置、プラズマ処理方法及び記憶媒体

#### 関連出願の参照

- [0001] 本特許出願は、2007年1月15日に提出された日本出願である特願2007-6206の利益を享受する。これらの先の出願における全開示内容は、引用することにより本明細書の一部とされる。

#### 技術分野

- [0002] 本発明は、プラズマ処理装置、プラズマ処理方法及びその方法を実行するためのプログラムを格納した記憶媒体に関する。

#### 背景技術

- [0003] 例えば半導体デバイスや液晶デバイスの製造プロセスにおいては、基板に対して、エッチング、スパッタリング、CVD (Chemical Vapor Deposition) 等の処理が行われており、これらの処理にはプラズマを利用したプラズマ処理装置が多用されている。このプラズマ処理装置においては、基板を収容した処理容器の内部に処理ガスを供給し、その処理ガスをプラズマ化して活性化させることにより、基板に既述の各処理を行う。
- [0004] 以下、各種のプラズマ処理装置について具体的に説明する。図17は平行平板二周波型と呼ばれるプラズマエッチング装置101について示したものであり、容量結合型プラズマ (CCP) と呼ばれる、電極間に発生するRF (Radio Frequency) 電界を利用したプラズマを生成する装置である。このエッチング装置101は、真空チャンバからなる処理容器102内に、下部電極を兼用し、ウエハWを載置するための載置台103と、多数のガス供給孔104を有し、処理容器102の天板を構成するガスシャワーヘッド105とを備えている。
- [0005] 処理容器101の側壁は例えばアルミニウム (Al) により構成され、その内側表面は例えば酸化イットリウム ( $Y_2O_3$ ) やアルマイト ( $Al_2O_3$ ) などのセラミックスにより被覆され、絶縁されている。またこの側壁には、側壁の温度制御を行うための冷媒の流路106が側壁内を周回するように設けられている。

- [0006] 前記ガスシャワーヘッド105は、その下面に上部電極107を備えており、上部電極107は例えばAlなどの金属のベース108と、その表面に設けられた例えばシリコン(Si)などにより構成される導体板109とにより構成されている。なお図示は省略しているが、ベース108には冷媒の流路が設けられており、シャワーヘッド105の温度制御を行うことができるようになっている。
- [0007] 図中110はガス供給源であり、ガスシャワーヘッド105に処理ガスを供給し、その処理ガスはガス供給孔104を介してウエハWに供給される。図中111は排気管であり、処理容器102内を排気して、所定の圧力にする。図中112, 113は夫々第1の高周波電源、第2の高周波電源である。前記処理ガスが供給された状態で各高周波電源112, 113がオンになると第1の高周波電源112から上部電極107に例えば13~60 MHzの高周波が印加され、図中点線で示すようにその上部電極107の下方にプラズマが発生し、処理ガスが活性化されると共に、第2の高周波電源113から載置台103に例えば0.38~13 MHzの高周波が印加されバイアス電位が発生し、プラズマを構成するイオンがウエハWに引き込まれて、ウエハW表面がエッチングされる。
- [0008] このプラズマエッチング装置101においては、上記のようにガスシャワーヘッド105及び処理容器102が金属材料で構成され、それらを冷却する冷媒の流路が形成されているため、これらシャワーヘッド105及び処理容器102の温度が制御されている。従って同一ロット内の複数のウエハWに対し順次処理を行うにあたり、処理ごとにそれらが蓄熱して温度上昇することが抑えられる。この結果、これらガスシャワーヘッド105及び処理容器102の熱の影響を受けて、ウエハWに処理のばらつきが起ることが抑えられる。また処理ガスとして例えば高温領域でそのガスに含まれる成分の堆積性が高くなるものを用いた場合であっても、シャワーヘッド105及び処理容器102の温度が制御されることによりその処理ガスの成分の堆積が抑えられるため、その堆積物がパーティクルとなってウエハWを汚染することが抑えられるという利点を有する。
- [0009] 続いて、図18に示すプラズマエッチング装置120について説明する。このエッチング装置120は、マイクロ波プラズマ方式と呼ばれる手法によりプラズマを生成する。なお図18においてエッチング装置101と同様に構成されている各部については同一の符号を付している。図中121は処理容器102の天板を構成する第1のガス供給部

であり、後述するようにマイクロ波をその下面に伝達するために $\text{SiO}_2$ （酸化シリコン）や $\text{Al}_2\text{O}_3$ などのセラミックスにより構成されている。この第1のガス供給部121はガスシャワーヘッドを構成し、図中122はその下面に多数設けられた第1のガス供給孔である。123はプラズマ発生用ガスの供給源であり、このガス供給源123から供給されたプラズマ発生用ガスは、ガス供給部121内のガス流路124を介して第1のガス供給孔122から下方に供給される。

[0010] 図中125は、載置台103と第1のガス供給部121との間を仕切り、ガスシャワーヘッドとして構成された第2のガス供給部であり、多数の第2のガス供給孔126を備えている。図中127はエッチングあるいは成膜用の処理ガスの供給源であり、前記処理ガスは、ガス供給部125内に設けられた、第2のガス流路128を介して第2のガス供給孔126からウエハWに向けて供給される。図中129は第2のガス供給部125を貫通する開口部であり、第1のガス供給部121から供給されたエッチング用ガスをウエハWに向けて供給するためのものである。

[0011] 図中131はマイクロ波発生手段であり、例えば周波数が2.45GHzあるいは8.3GHzのマイクロ波を供給し、そのマイクロ波は伝搬部132及び第1のガス供給部121を介して当該ガス供給部121の下方側の処理空間に向けて放出され、図中点線で示すように第1のガス供給部121から供給されたプラズマ発生用ガスがプラズマを形成するようになっている。そのプラズマ化されたプラズマ発生用ガスは下降し、第2のガス供給部125から供給された処理ガスをプラズマ化し、そのプラズマ化された処理ガスがウエハWの表面を処理する。

[0012] 続いて図19(a)に示すエッチング装置141について説明する。このエッチング装置はICP（誘導結合プラズマ）を利用したプラズマエッチング装置であり、石英からなる処理容器142を備えている。図中143、144は、処理ガスを供給するノズルである。図19(b)に示すように処理容器142の上部にはコイル145が巻きつけられており、その一端には高周波電源112に接続され、またその他端は接地されている。ノズル143、144からガスを供給した状態でコイル145に電流を供給すると、処理容器142内に電界が形成され、点線で示すようにプラズマが発生するようになっている。

[0013] ところで図17の平行平板型プラズマエッチング装置101においては、上部電極10

7と下部電極である載置台103との間に直接高周波が印加されることから、マイクロ波プラズマ方式エッチング装置120や誘導結合プラズマエッチング装置141に比べて処理中に形成されるプラズマの電子温度が例えば3～4eV程度と高くなり、強いエネルギーを持ったイオンなどがウエハWに衝突して、ウエハWが大きなダメージを受けるおそれがある。

[0014] また天板である上部電極107にプラズマ発生用の高周波を供給し、また載置台103にバイアス用の高周波を印加することにより、互いの高周波が干渉し合う。この結果、載置台103に印加される高周波の波形が歪み、その制御が困難になるおそれがある。またこれによりウエハW表面におけるプラズマのイオンエネルギーの分布にばらつきが生じる。これらのばらつきは、各高周波電源112, 113の周波数や、パワーなどのパラメータを調整したりすることにより影響が現れないように制御することもできる。しかしながら、そのために多くのパラメータを制御する必要があり、手間であるし、ばらつきを抑えるために多くのパラメータが拘束されることでプラズマ処理の自由度が低下してしまうおそれがある。また縦軸に基板へのイオンの衝突頻度を取り、横軸にイオンエネルギーをとったイオン衝突頻度分布の形状は、バイアス用の高周波を載置台103に印加したときに、プラズマ発生用の高周波と干渉しなければ、バイアス用の高周波の波形形状に対応する。従ってプロセスに応じた適切な衝突頻度分布の形状を選択することができる。しかしながらこれら高周波が干渉すると、こうした調整を精度良く行うことができないといった不利益もある。

[0015] これらの不具合を避けるために上部電極107と下部電極である載置台103とのギャップを大きくすることも考えられるが、そうするとプラズマが生成しなくなり、正常な処理が行えなくなるおそれがある。

[0016] また図18のマイクロ波プラズマ方式エッチング装置120においては天板からマイクロ波を供給しているので載置台103に印加されるバイアス用の高周波と干渉するおそれはなく、載置台103に印加される高周波の波形が歪むことは抑えられる。また第1のガス供給部121の直下の電子温度は5～10eVと高くなるが、第1のガス供給部121から供給されたプラズマ発生用ガスの作用によりプラズマ化するため、ウエハWの周囲においては電子温度が1～2eVと低くなる。従ってウエハWに作用する電子やイ

オンのエネルギーが低く、ウエハWが受けるダメージが抑えられるという利点がある。

[0017] しかしながら、装置の天板を構成する第1のガス供給部121は、マイクロ波をその下面に良好に伝達するためにセラミックスにより構成されており、セラミックスはアルミニウムなどの金属に比べて熱容量が大きいので温度制御性が悪い。このため同一ロット内の複数のウエハWを順次処理するにあたり、第1のガス供給部121が蓄熱する結果、その熱がウエハWの処理に影響を与えてウエハW間で処理のばらつきが生じるおそれがある。また既述のように高温において含まれる成分の堆積性が高くなるガスを用いると、そのガスの堆積物からパーティクルが生じてウエハWを汚染するおそれがある。

[0018] また処理中において処理容器102内は真空状態になることから、ガスの拡散性が高くなる。このため第2のガス供給部125から供給された処理ガスは直接ウエハWに供給されず、一旦貫通孔129を介して第1のガス供給部121付近へ拡散してからウエハWに向かう場合がある。既述のようにガス供給部121付近においては電子温度がウエハWの周辺に比べて高く、従って第2のガス供給部125から直接ウエハWへ供給される処理ガスの分子と第2のガス供給部125から一旦天板付近に移動した処理ガスの分子とではイオンやラジカルへの解離性が異なり、夫々異なるエネルギーを有し、ウエハWへの反応性が異なる。その結果としてウエハ面内やウエハ間での処理のばらつきの発生が起こるおそれがある。

[0019] また図19の誘導結合プラズマエッチング装置141においては、直接処理容器142内に高周波電流が印加されないので、載置台103に供給される高周波の波形が歪むことが抑えられる。しかしながら、石英は金属などに比べて熱容量が大きいので温度制御性が悪く、基板に処理を行うたびに処理容器142の側壁及び天板が蓄熱する。この結果、エッチング装置120と同様にロット内のウエハW間の処理にばらつきが生じるおそれがある。またエッチング装置120と同様に高温において堆積性の高いガスを用いると、そのガスの堆積物からパーティクルが生じてウエハWを汚染するおそれがある。

[0020] またこのプラズマエッチング装置141においては処理容器142の上部に電界が発生するため、既述のようなガスシャワーヘッドによりガスを供給することができず、ノズ

ルからガスを供給する。このため、ウエハWに均一にガスを供給することが難しく、エッチングに対するウエハWの面内均一性が低下するおそれがある。

- [0021] このように既述の各プラズマ処理装置は、処理容器内の側壁及び天板の温度制御性の悪さ、プラズマによる基板へのダメージ、基板に対するガス供給の不均一性、あるいは高周波波形の制御性の悪さといった欠点のいずれかを有している。

#### 発明の開示

- [0022] 本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、処理容器の側壁の温度制御性が良好であり、またプラズマによる基板へのダメージを抑えることができるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

- [0023] 本発明のプラズマ処理装置は、処理容器と、前記処理容器内に設けられた載置台とを有し、前記載置台に載置された基板に対して、処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより処理を行うプラズマ処理装置において、前記処理容器の上部において前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極と、前記第1の電極及び前記第2の電極の間に処理ガスを供給するためのガス供給部と、前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも一方に接続され、前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する高周波電源部と、前記処理容器の下部に連結され、当該処理容器内の雰囲気気を真空排気する排気装置と、を備えたことを特徴とする。

- [0024] 前記ガス供給部は、前記第1の電極及び前記第2の電極の上方に位置し前記載置台と対向するとともに、多数のガス供給孔が穿設された板状体を有し、その場合例えば前記ガス供給部には、当該ガス供給部を温調する温調機構が設けられている。また前記処理容器は金属により構成され、当該処理容器を温調する温調機構が設けられていてもよい。また前記第1の電極及び前記第2の電極は、各々水平方向に並行状に伸びる複数の歯部を有し、前記第1の電極の歯部と前記第2の電極の歯部とは交互に配列されていてもよい。その場合例えば前記第1の電極及び前記第2の電極は各々互いに水平方向に対向する基部を有し、前記第1の電極の歯部及び前記第2の電極の歯部は、前記基部から互いに向き合うように伸び出している。

- [0025] 前記第1の電極及び前記第2の電極は、夫々径の異なる同心のリング状部材から



構成されており、その場合前記第1の電極を構成するリング状部材及び前記第2の電極を構成するリング状部材は、少なくともその一方が複数設けられるとともに互いに交互に配置され、外側に向かうにつれて隣り合うリング状部材同士の間隔が狭まるように構成されてもよい。

[0026] 前記ガス供給部が、前記第1の電極及び前記第2の電極のうち一方の全部または一部として構成されていてもよい。また前記ガス供給部下面に、互いに並行するように横方向に間隔をおいて伸長した複数の線状突起が形成され、前記線状突起は前記第1の電極及び前記第2の電極の一方の一部として構成され、前記第1の電極及び前記第2の電極の他方が前記線状突起の横または下方に位置していてもよい。また前記線状突起は直線状またはリング状に形成されていてもよい。また前記第1の電極及び／または第2の電極には、その全表面の電位を均一化するための孔が、各電極を貫くように設けられていてもよい。

[0027] さらに前記高周波電源は第1の高周波電源からなり、前記載置台に下部電極が設けられ、前記下部電極に、高周波を印加してバイアスをかけてプラズマ化した前記処理ガスを前記基板に引き込むための第2の高周波電源が接続されていてもよく、前記第1の電極及び前記第2の電極は、各々の電極を温調するための温調流体の流路を有していてもよい。

[0028] 本発明のプラズマ処理方法は、処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより基板に対して処理を行うプラズマ処理方法において、処理容器内に設けられた載置台に基板を載置する工程と、前記処理容器の上部に前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極の間に処理ガスを供給する工程と、前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する工程と、前記処理容器の下部から当該処理容器内の雰囲気を実真空排気する工程と、を備えたことを特徴とし、例えば前記処理ガスを供給する工程は、前記第1の電極及び前記第2の電極の上方にて前記載置台と対向する板状体に穿設された多数のガス供給孔から前記第1の電極及び前記第2の電極の間に前記処理ガスを供給する工程である。

[0029] 本発明の記憶媒体は、処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより基板に対して

処理を行うプラズマ処理方法に使用され、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、前記プラズマ処理方法は、処理容器内に設けられた載置台に基板を載置する工程と、前記処理容器の上部に前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極の間に処理ガスを供給する工程と、前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する工程と、前記処理容器の下部から当該処理容器内の雰囲気気を真空排気する工程と、を備えたことを特徴とする。

[0030] 本発明によれば、処理容器の上部に第1の電極と第2の電極とを設けて、これらの間に高周波電力を印加しているため、載置台上の基板付近ではプラズマの電子温度が低くなり、従ってプラズマが基板に与えるダメージを抑えることができる。また処理容器の材質として金属を用いることができるので処理容器の温度制度性が良好であり、平行平板型のプラズマ処理装置などと同様の利点を確保することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0031] [図1]図1は、本発明に係るプラズマエッチング装置の一実施の形態を示した縦断側面図である。

[図2]図2は、前記プラズマエッチング装置を構成する櫛歯電極の横断平面図である。

[図3]図3は、前記櫛歯電極内に設けられた冷却水の流路を示す斜視図である。

[図4]図4は、前記プラズマエッチング装置によりエッチング処理が行われる様子を示した説明図である。

[図5]図5は、他の実施の形態のプラズマエッチング装置を示した縦断側面図である。

[図6]図6は、前記プラズマエッチング装置の電極の構成を示した斜視図である。

[図7]図7は、前記プラズマエッチング装置によりエッチング処理が行われる様子を示した説明図である。

[図8]図8は、更に他の実施の形態にかかるプラズマエッチング装置の縦断側面図である。

[図9]図9は、前記プラズマエッチング装置のガスシャワーヘッド及び電極を示す斜視

図である。

[図10]図10は、前記プラズマエッチング装置によりエッチング処理が行われる様子を示した説明図である。

[図11]図11は、更に他の実施の形態にかかるプラズマエッチング装置の縦断側面図である。

[図12]図12は、前記プラズマエッチング装置の電極の斜視図である。

[図13]図13は、更に他の実施の形態にかかるプラズマエッチング装置の縦断側面図である。

[図14]図14は、前記プラズマエッチング装置の電極の斜視図である。

[図15]図15は、更に他の実施の形態にかかるプラズマエッチング装置の縦断側面図である。

[図16]図16は、前記プラズマエッチング装置の電極の斜視図である。

[図17]図17は、従来のエッチング装置の縦断側面図である。

[図18]図18は、従来のエッチング装置の縦断側面図である。

[図19]図19は、従来のエッチング装置の縦断側面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0032] (第1の実施形態)

本発明のプラズマ処理装置の実施の形態であるプラズマエッチング装置1の構成について図1を参照しながら説明する。プラズマエッチング装置1は例えばFPD (flat panel display)などの角形の基板Bに処理を行う装置であり、筒状に形成されると共に例えばその内部が密閉された処理空間となっている処理容器11と、この処理容器11内の底面中央に配設された載置台2と、載置台2の上方に設けられたプラズマPを生成するための電極31, 32と、電極31, 32の上方において載置台2と対向するように設けられたガスシャワーヘッド(ガス供給部)4とを備えている。

[0033] 処理容器11はセラミックスなどに比べて冷却性の高い例えばアルミニウムなどの金属などにより構成され、その内側表面は、例えばアルマイトコーティングされることにより絶縁されている。また処理容器11は温調流体F<sub>1</sub>を流す流路12を備えており、流路12は図中矢印で示すように処理容器11の側壁内を上方から下方に向けて周回する

ように形成されている。また処理容器11を温調する温調機構35が設けられ、温調流体 $F_1$ は温調機構35と処理容器11との間を循環するように構成されている。このようにして、エッチング処理を行う際に温調流体 $F_1$ である冷媒例えば冷却水がその流路12を流通し、側壁の内側表面を温調例えば冷却するようになっている。

[0034] また処理容器11の底面に設けられた排気口13には、真空ポンプ及び圧力調整部を含む排気装置14が排気管15を介して接続されており、圧力調整部が後述の制御部10からの制御信号に基づき処理容器11内を真空排気して所望の真空度に維持するように構成されている。図中符号16は処理容器11の側壁に形成された基板Bの搬送口であり、この搬送口16はゲートバルブ17により開閉自在に構成されている。符号18は絶縁材により構成された支持部であり、電極31, 32を囲むと共にこれらを載置台2の上方位置にて支持している。

[0035] 載置台2は、基板Bの形状に対応するように角型に構成されており、例えば支持部21により処理容器11の下部に支持されている。また載置台2の内部には下部電極22が埋め込まれており、この下部電極22は基板Bにバイアス電位を発生させ、後述の処理ガスGから生じたイオンを基板B側に引き込むことでエッチング形状の垂直性を高める役割を有する。この下部電極22には例えば0.38～13MHzの高周波電源23が接続されており、これは特許請求の範囲における第2の高周波電源に相当する。

[0036] また載置台2の外周縁には基板Bを囲むようにフォーカスリング25が設けられ、当該フォーカスリング25を介してプラズマP発生時に当該プラズマPが前記基板Bに集束するように構成されている。載置台2の外周には方形枠状のバッフル板26が設けられており、このバッフル板26は処理容器11内を上下に仕切っている。バッフル板26は、厚さ方向に開口した多数の孔を備え、処理容器11内の排気を行う際に基板Bの周囲のガスの流れを均一化する役割を有する。

[0037] 載置台2内には温調流体 $F_2$ である冷媒例えば冷却水が通る流路27が形成されており、冷却水が当該流路27を流れることで載置台2が冷却され、この載置台2を介して当該載置台2上に載置された基板Bが所望の温度に温調されるように構成されている。また載置台2には温度センサ(図示せず)が装着され、当該温度センサを介して載置台2上の基板Bの温度が常時監視されている。

[0038] 続いて載置台2から離れた上方に設けられた電極31, 32について説明する。図2は、図1中矢印A-Aに沿った電極31, 32の横断平面を示している。電極31(32)は、基部31a(32a)と、この基部31a(32a)から並行状に水平に伸び出している複数の歯部31b(32b)とを備えていて、櫛歯型に形成されている。そして一方の電極31の基部31a及び他方の電極32の基部32aは支持部18における互いに対向する側面に密着して、互いに水平方向に向き合うように設けられ、一方の基部31aから伸び出す歯部31bの間に他方の基部32aから伸び出す歯部32bが入り込むように、即ち歯部31b, 32bが交互に配列されている。これら電極31, 32は例えばアルミニウム(Al)により構成されており、またその表面は絶縁材例えば $Y_2O_3$ によりコーティングされている。この例では電極31, 32は、夫々特許請求の範囲の第1の電極及び第2の電極に相当し、以下の説明では櫛歯電極31, 32と呼ぶことにする。

[0039] 図3に示すように櫛歯電極31内には温調流体 $F_3$ である冷媒例えば冷却水の流路33が形成されている。流路33は、基部31aの一端から他端へ向かう途中、歯部31bの先端へ向かうように屈曲し、さらにその先端付近で、コの字を描くように屈曲して基部31aに戻り、また基部31aの他端に向かうように形成されている。なお図示は省略するが櫛歯電極32の流路も櫛歯電極31の流路33と同様に構成されており、エッチング処理中において、図中鎖線の矢印で示すように、温調流体 $F_3$ である冷却水が流路33に沿って流通して、櫛歯電極31, 32の表面が冷却される。なお流路33は図1及び図2においては図示の便宜上省略している。

[0040] 一方の櫛歯電極31はバイアス用の高周波電源23よりも周波数の高い、例えば13MHz～60MHzのプラズマP発生用の高周波電源33に接続されていると共に他方の櫛歯電極32は接地されている。図示は省略しているが高周波電源23, 33は制御部10に接続されており、制御部10から送られる制御信号に従い、各高周波電源から各電極に供給される電力が制御される。

[0041] 続いてガス供給部であるガスシャワーヘッド4について説明する。この例ではガスシャワーヘッド4は例えば石英などのセラミックスにより構成されており、処理容器11の天板を構成している。またガスシャワーヘッド4は内部に後述の各ガスが供給される空間41を備えるよう形成されると共に、その下面には処理容器11内へ処理ガスGを

分散供給するための多数のガス供給孔42が、空間41に連通するように形成されている。すなわちガスシャワーヘッド4は、櫛歯電極31, 32の上方に位置し載置台2と対向するとともに、多数のガス供給孔42が穿設された板状体4Aを有している。図1及び図2に示すように各ガス供給孔42は、櫛歯電極31の歯部31bと櫛歯電極32の歯部32bとの間の隙間に処理ガスGを供給できるように穿設されている。

[0042] ガスシャワーヘッド4の上面中央にはガス導入管43が設けられ、このガス導入管43は処理容器11の上面中央を貫通している。そしてこのガス導入管43は上流に向かうと多数に分岐して分岐管を構成し、各分岐管の端部はエッチング用の処理ガスとしてCF系ガスであるCF<sub>4</sub> (四フッ化炭素)ガス、O<sub>2</sub> (酸素)ガス、N<sub>2</sub> (窒素)ガスが夫々貯留されたガス供給源44A, 44B, 44Cに夫々接続されている。各分岐管には夫々バルブや流量制御部などが設けられており、これらはガス供給系45を構成している。ガス供給系45は、制御部10からの制御信号により各ガス供給源44A～44Cからのガスの給断及び流量を制御する。

[0043] このプラズマエッチング装置1には例えばコンピュータからなる制御部10が設けられている。制御部10はプログラム、メモリ、CPUからなるデータ処理部などを備えており、前記プログラムには制御部10がプラズマエッチング装置1の各部に制御信号を送り、後述するプラズマ処理方法の各ステップを進行させることで基板Bに対して所望のエッチングパターンの形成が実施できるように命令が組まれている。また、例えばメモリには処理圧力、処理時間、ガス流量、電力値などの処理パラメータの値が書き込まれる領域を備えており、CPUがプログラムの各命令を実行する際これらの処理パラメータが読み出され、そのパラメータ値に応じた制御信号がこのプラズマエッチング装置1の各部に送られることになる。

[0044] このプログラム(処理パラメータの入力用画面に関連するプログラムも含む)は、例えばフレキシブルディスク、コンパクトディスク、MO(光磁気ディスク)などにより構成される記憶媒体である記憶部19に格納されて制御部10にインストールされる。

[0045] 続いて上記プラズマエッチング装置1の作用について説明する。まず、処理容器11の流路12及び櫛歯電極31及び32の各流路33を冷却水が流通して、処理容器11の内壁及び各櫛歯電極31, 32の表面が冷却される。また載置台2の流路27を冷却

水が流通し、載置台2が冷却され、そしてゲートバルブ17が開かれて、処理容器11内に図示しない搬送機構により基板Bが搬入される。この基板Bが載置台2上に水平に載置された後、前記搬送機構が処理容器11から退去してゲートバルブ17が閉じられる。

[0046] 載置台2に載置された基板Bが流路27を流れる温調流体 $F_2$ である冷媒により冷却されて、所定の温度に調整される。またこの間に排気装置14により排気管15を介して処理容器11内の排気が行われて、処理容器11内が所定の圧力に維持されると共に、橈歯電極31, 32間を介して処理容器11に $CF_4$ ガス、 $O_2$ ガス及び $N_2$ ガスが混合された処理ガスGが供給される。続いて高周波電源23及び33が例えば同時にオンになり、下部電極22に高周波電圧が印加されると共に近接する橈歯電極31, 32間に高周波電圧が印加される。

[0047] 図4を用いてこのように下部電極22及び橈歯電極31, 32間に高周波電圧が印加されたときの処理容器11内のガス及びプラズマPの様子を説明する。図4において橈歯電極31, 32の各歯部31b, 32bは夫々模式的に示されており、また図中の太い矢印は、橈歯電極31, 32間に供給される処理ガスGを示している。上記のように橈歯電極31, 32間に高周波電圧が印加されることにより、これらの橈歯電極31, 32間を高周波電流が流れる。その高周波のエネルギーにより前記処理ガスGが活性化されて、載置台2の基板Bから離れた位置に、図中点線で示すように橈歯電極31, 32間において電子温度が3～4eV程度の、リモートプラズマというべき容量結合プラズマが形成される。そして処理容器11の下方で排気が行われることによりこのプラズマPは下降し、電界が形成される領域を離れ、基板Bの周囲において電子温度が1～2eV程度になる。そしてプラズマPを構成する各種イオンは、下部電極22に印加されるバイアス電位により基板Bに引き込まれ、異方性エッチングが行われる。

[0048] 橈歯電極31, 32間に高周波電力が印加されてから例えば所定の時間経過した後に、例えば高周波電源23, 33がオフにされ、プラズマPが消灯されると共に処理容器11内への $CF_4$ ガス、 $O_2$ ガス及び $N_2$ ガスの供給が停止される。排気装置14により処理容器11内に残留したガスが真空排気された後、ゲートバルブ17が開き、前記搬送機構により基板Bが処理容器11から搬送される。その後例えば同一ロットの後続の基

板Bが搬送され、同様に処理が行われる。

[0049] このようなプラズマエッチング装置1によれば、載置台2から離れた上方に水平に配列された櫛歯電極31, 32の歯部31b, 32b間に高周波電力が印加され、これによりガスシャワーヘッド4から供給された処理ガスGがプラズマ化される。そしてプラズマPは処理容器11の下方側からの排気により載置台2へ引き込まれる。このようにプラズマPは載置台2から離れた位置に形成されるため、基板Bの周囲では、プラズマPが形成される櫛歯電極31, 32の周囲に比べて電子温度が低くなる。従ってプラズマPが基板Bに与えるダメージを抑えることができる。また高周波を印加する櫛歯電極31, 32とバイアスをかけるための下部電極22とが分離されているので、櫛歯電極31, 32間を伝搬する高周波の影響を受けて、載置台2に印加されるプラズマ引き込み用の高周波の波形に歪みが生じることが抑えられ、基板Bの周囲のイオンエネルギー分布及び基板Bに打ち込まれるイオン／ラジカル比の制御が容易になり、基板B内及び基板B間での処理のばらつきを抑えることができる。

[0050] また、本発明では、処理容器11の上部側にプラズマ発生用の電界が閉じ込められているので、下部側のバイアス用の高周波の波形が平行平板型プラズマ処理装置のように乱されない。このためその高周波の波形を調整することによりその波形に応じたイオン衝突頻度分布(既述のように縦軸に基板へのイオンの衝突頻度をと、横軸にイオンエネルギーをとった分布)が得られる。波形の具体例としては、正弦波、三角波あるいは矩形波などを挙げることができ、その波形のパラメータとしては例えば電圧の大きさ、波形の立ち上がり、立下りなどを挙げることができる。そしてこれらパラメータを調整することにより、プロセスに応じた適切なイオン衝突頻度分布を高い精度で得ることができる。

[0051] また処理容器11は金属により構成されており、その中に温調媒体 $F_1$ である冷却水を通流させているため、熱容量の大きいセラミックスなどにより処理容器11を構成する場合に比べてその温度制御性が良好である。また櫛歯電極31, 32についても温調媒体 $F_3$ である冷却水により冷却されており、この結果安定したプラズマPが得られ、基板Bを連続処理するにあたり、安定した処理が行える。なお、このように処理容器11の内壁及び櫛歯電極31, 32の温度が制御されていることから、これらの表面の蓄



熱が抑えられるため、例えば処理ガスGとして高温になったときに堆積性が高くなるようなものを用いた場合であっても、その処理ガスGの堆積物に基づくパーティクルの発生が低減できる。

[0052] またこの例ではガスシャワーヘッド4により上方から処理ガスGを基板B全体に供給できるため、ノズルなどを用いてガスを供給する場合に比べて基板Bの面内均一性の向上を図ることができる。さらにシャワーヘッド4から供給されたガスは一様に電界の作用を受けることによりプラズマ化され、基板Bに供給される。このため、上述したマイクロ波プラズマ方式によるエッチング装置と異なり、処理ガスGの分子におけるイオンやラジカルへの解離性にばらつきが生じることが抑えられる。従ってロット内の基板B間及び基板B面内で処理のばらつきの発生が抑えられる。

[0053] (第2の実施形態)

続いて図5に示す他の実施の形態であるプラズマエッチング装置51について説明する。先の実施形態ではガスシャワーヘッド4の下方側に第1の電極及び第2の電極を構成する一対の櫛歯電極31, 32を設けていたが、この実施形態では、第1、第2のうち一方の電極をガスシャワーヘッド(ガス供給部)52の一部として構成し、他方の電極を櫛歯電極により構成している。従ってガスシャワーヘッド52の下方側には1個の櫛歯電極が設けられている。このエッチング装置51において既述のエッチング装置1と同一部分または相当部分は同一符号を付してある。

[0054] このエッチング装置51のガスシャワーヘッド52は、アルミニウムなどの金属により構成され、その表面は例えば $Y_2O_3$ などの絶縁部材によりコーティングされている。ガスシャワーヘッド52は、後述する高周波電源33に接続された櫛歯電極55と共にプラズマPを発生させるための電極として構成されており、接地されている。ガスシャワーヘッド52内には第1の実施形態におけるガスシャワーヘッド4と同様に空間52aが設けられ、またシャワーヘッド52は、多数のガス供給孔52bが穿設された板状体52Cを有している。

[0055] ガスシャワーヘッド52の前記空間52a内において、ガスシャワーヘッド52の板状体52C上に、ガスシャワーヘッド52を温調するための温調板(温調機構)53が設けられている。この温調板53には、ガスシャワーヘッド52のガス供給孔52bと重なり合うよう

に多数の孔53aが厚さ方向に穿孔されている。またこの孔53aを避けるように温調板53の内部には温調流体である冷却水の流路(不図示)が設けられており、エッチングが行われる際にはこの流路を冷却水が流通して、ガスシャワーヘッド52が冷却されるようになっている。

[0056] ガスシャワーヘッド52の下方には絶縁部54を介して櫛歯電極55が設けられている。図6はこれら絶縁部54及び櫛歯電極55の斜視図である。図中55a、55bは夫々櫛歯電極55の基部、歯部であり、櫛歯電極55は例えばその歯部55bの数や厚さを除いて既述の櫛歯電極31と略同様に形成されている。また櫛歯電極55の内部には、図示は省略しているが櫛歯電極31と同様に冷却水の流路が設けられ、エッチング処理時に櫛歯電極55の表面が冷却されるようになっている。絶縁部54は、例えばセラミックスにより構成されており、櫛歯電極55と重なり合う櫛歯形状を有している。そしてガスシャワーヘッド52から供給された処理ガスGは絶縁部54の歯部間及び櫛歯電極55の歯部55b間を通過して基板Bに供給される。

[0057] このプラズマエッチング装置51においては、既述のプラズマエッチング装置1と同様のステップにより基板Bが搬入され、処理容器11内の圧力が所定の圧力になると、図7において太い矢印で示すように、各処理ガスGがガスシャワーヘッド52に供給されると共に高周波電源23、33から高周波電力が供給される。これにより図7中点線で示すようにガスシャワーヘッド52の下面と櫛歯電極55の歯部55bとの間にプラズマPが形成され、このプラズマPのイオンが基板Bに引き込まれて、基板Bがエッチングされる。

[0058] このエッチング装置51においても既述のエッチング装置1と同様の効果を有する。なおこのエッチング装置のガスシャワーヘッド52はアルミニウムにより構成されると共に冷却水により冷却されているため、エッチング処理中に蓄熱することが抑えられ、各基板Bに与える熱の影響をより確実に抑え、基板B間での処理のばらつきを抑えることができる。

[0059] (第3の実施形態)

続いて図8に示した他の実施形態であるプラズマエッチング装置56について説明する。このプラズマエッチング装置56はガスシャワーヘッド57を備えており、図9も参

照しながらその構成について説明する。

[0060] ガスシャワーヘッド57は、板状体57Dを有するとともに、第2の実施形態のガスシャワーヘッド(ガス供給部)52と同じ材質例えばアルミニウムにより構成されている。また第1、第2のうち一方の電極をガスシャワーヘッド(ガス供給部)57の一部として構成し、他方の電極を後述する櫛歯電極59により構成している。ガスシャワーヘッド52との差異点としては、ガスシャワーヘッド57の板状体57D下面には多数の横方向に伸長した直線状の線状突起58が、間隔をおいて互いに並行するように形成されている。また線状突起58間の板状体57D下面及び線状突起58の下面には、ガスシャワーヘッド57内の処理ガスGが供給される空間57aに連通する、多数のガス供給孔57bがシャワーヘッド57の厚さ方向に形成されている。

[0061] ここで第1あるいは第2の電極を構成するガスシャワーヘッド57に印加される電圧は高周波であり、電極の表面しか電流が流れないため、ガスシャワーヘッド57内の各表面において電位差が生じる恐れがある。このためガスシャワーヘッド57の本体周縁部においては、空間57aと連通しないように当該シャワーヘッド57を厚さ方向に貫く孔57cが形成されている。また前記線状突起58においては、吐出孔57bと連通しないように各凸部58を横方向に貫く孔58cが形成されている。これらの孔57c及び58cの表面を電流が流れることによりシャワーヘッド全表面において電位が均一化され、後述の櫛歯電極59に高周波電圧が印加され、ガスシャワーヘッド57とその櫛歯電極59との間にプラズマPが形成されるときに、プラズマ密度の均一化が図られる。この意味では、これら孔はシャワーヘッド57のみならず、後述する櫛歯電極59に設けられていても良く、さらには、既述の実施形態あるいは後述する実施形態の第1の電極および／または第2の電極に設けられていても良い。

[0062] ガスシャワーヘッド57の下方には、高周波電源33に接続された櫛歯電極59が設けられている。櫛歯電極59は、基部59aと、この基部59aから並行状に水平に伸び出す複数の歯部59bとを有していて、櫛歯型に形成されている。櫛歯電極59の基部59aは例えば処理容器11の内壁に絶縁部材を介して支持されており、この櫛歯電極59の各歯部59bはシャワーヘッド57の各突起58と上下に対向するように設けられている。この櫛歯電極59は、例えば櫛歯電極31と同じ材質により構成されている。

[0063] 既述の各プラズマエッチング装置と同様に処理ガスGを供給しながら各高周波電源23, 33から高周波電圧を印加することで、図10に点線で示すように櫛歯電極59の歯部59bと、ガスシャワーヘッド57の下面の線状突起58との間にプラズマPが形成され、そしてそのプラズマPを構成するイオンが基板Bに引き込まれてエッチングが行われる。このような実施形態においても既述のエッチング装置1と同様の効果が得られる。なおこの装置56においては櫛歯電極59及びガスシャワーヘッド57がアルミニウムにより構成されている。このように表面コーティングを除いてセラミックスのような蓄熱性の高い材質により構成された部材が処理空間に設けられていないため、基板Bへ与える熱影響が抑えられる。なお櫛歯電極59には櫛歯電極31と同様に冷却水の流路33を設け、ガスシャワーヘッド57の空間57aには既述の温調板53を設けて、これら櫛歯電極59及びガスシャワーヘッド57が冷却されるようにしてもよい。

[0064] (第4の実施形態)

続いて円形基板であるウエハWにエッチング処理を行うプラズマエッチング装置6について、図11を参照しながら既述の各エッチング装置との相異点を中心に説明する。このエッチング装置6の処理容器61は円筒状に構成されており、またウエハWが載置される載置台62は円形に構成されている。またガスシャワーヘッド(ガス供給部)63は処理容器61の形状に合わせて円形に構成されている他は、既述の第1の実施形態のガスシャワーヘッド4と同様に構成されており、後述の電極間に処理ガスGを供給するように内部空間63aに連通した多数のガス供給孔63bが形成されている。

[0065] ガスシャワーヘッド63は板状体63Cを有するとともに、板状体63Cの下部には図12に示すような電極群が設けられている。この電極群は、例えば載置台62の中心軸に設けられた電極64aと、この電極64aの周りに互いに間隔を置いて同心円状に設けられたリング状の電極64b～64dとにより構成されている。電極64a, 64cは高周波電源33に接続されると共に、電極64b, 64dは接地されている。これら電極64a, 64cと電極64b, 64dとは夫々第1の電極及び第2の電極の一方及び他方に相当する。なお、各電極64a～64dは例えば櫛歯電極31と同様の材質により構成されている。

[0066] このプラズマエッチング装置6においては既述のプラズマエッチング装置1と同様のステップによりウエハWが搬入され、電極64a～64d間にプラズマPが形成されてウエ

ハWにエッチング処理が行われる。そしてウエハWは外側へ向かうほど周方向の長さが長くなるので、径方向において電界強度を揃えるために、外側に向かうにつれて隣り合うリング状の電極64b～64d同士の間隔が狭まるように配置されている。すなわち図11に示すように電極64aと64bとの離間距離、電極64bと64cとの離間距離、電極64cと64dとの離間距離を夫々 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ とすると $d_1 > d_2 > d_3$ となるように設定されている。これにより径方向におけるプラズマ密度の均一化が図られる。このプラズマエッチング装置6においても既述のプラズマエッチング装置1と同様の効果が得られる。

[0067] (第5の実施形態)

図13はウエハW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の他の実施形態である。このプラズマエッチング装置7のガスシャワーヘッド71は処理容器61の形状に合わせて円形に構成され、またガスシャワーヘッド71の板状体71A下面の載置台62の中心上には突起72aが形成されている。さらにその突起72aを囲むように、突起72aを中心とするリング状の線状突起72b、72cが同心円状に設けられている。そしてこれら各突起72a、72b、72c間には、電極を構成するリング部材73a、73bが夫々介在して設けられている。

[0068] 図14はこれら突起72a～72c及びリング部材73a、73bの構成を示した図であり、リング部材73a、73bは例えばセラミックスなどの絶縁部材からなる支持部74a、74bを介して夫々線状突起72b、72cに支持されている。即ちこの実施形態は、第4の実施形態におけるリング状の電極64a、64cの組及びリング状の電極64b、64dの組の一方をシャワーヘッド71の下面に設けて当該シャワーヘッド71と同電位にした構成である。従って突起72a～72c及びシャワーヘッド71は、第1の電極及び第2の電極の一方に相当すると共にリング部材73a、73bは第1の電極及び第2の電極の他方に相当する。例えば突起72a～72cは接地され、リング部材73a、73bは高周波電源33に接続されている。

[0069] ここで角型基板を対象にした第1の実施形態において第1の電極に相当する棒状部材である櫛歯電極32の歯部32bと、第2の電極に相当する棒状部材である櫛歯電極31の歯部31bとのうちの一方を図13と同様にシャワーヘッド4の下面に設けると共

にシャワーヘッド4を金属により構成し、この第5の実施形態と同様に前記シャワーヘッド4と歯部31a, 31bの一方とが電氣的に同電位となるように構成されてもよい。

[0070] (第6の実施形態)

図15に示すようにプラズマエッチング装置を構成してもよい。このエッチング装置8は、電極の構成を除き第4の実施形態である図11に示したエッチング装置6と同様に構成されている。図16は電極の斜視図であり、ガスシャワーヘッド63の板状体63A下部には棒状の電極81が互いに横方向に並行に設けられている。また電極81の下部には絶縁部材82を介して複数の棒状の電極83が互いに並行にかつ電極81とは直交して設けられ、電極81, 83により格子形状が形成されている。ガスシャワーヘッドのガス供給孔63bからはこの格子間にガスが供給され、プラズマPが生成するようになっている。

[0071] 既述の各実施形態において第1の電極と第2の電極におけるアースとプラズマ形成用の高周波電源33との接続を逆にしてもよい。またエッチングガスとしては、上述のエッチングガス以外の公知なものも適用することができる。さらに本発明のプラズマ処理装置はエッチング装置の他に、プラズマPにより処理を行うCVD装置やスパッタ装置などにも適用できる。

## 請求の範囲

- [1] 処理容器と、前記処理容器内に設けられた載置台とを有し、前記載置台に載置された基板に対して、処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより処理を行うプラズマ処理装置において、
- 前記処理容器の上部において前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極と、
- 前記第1の電極及び前記第2の電極の間に処理ガスを供給するためのガス供給部と、
- 前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも一方に接続され、前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する高周波電源部と、
- 前記処理容器の下部に連結され、当該処理容器内の雰囲気気を真空排気する排気装置と、を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。
- [2] 前記ガス供給部は、前記第1の電極及び前記第2の電極の上方に位置し前記載置台と対向するとともに、多数のガス供給孔が穿設された板状体を有することを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [3] 前記ガス供給部には、当該ガス供給部を温調する温調機構が設けられていることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。
- [4] 前記処理容器は金属により構成され、当該処理容器を温調する温調機構が設けられていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [5] 前記第1の電極及び前記第2の電極は、各々水平方向に並行状に伸びる複数の歯部を有し、前記第1の電極の歯部と前記第2の電極の歯部とは交互に配列されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [6] 前記第1の電極及び前記第2の電極は各々互いに水平方向に対向する基部を有し、前記第1の電極の歯部及び前記第2の電極の歯部は、前記基部から互いに向き合うように伸び出していることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置。
- [7] 前記第1の電極及び前記第2の電極は、夫々径の異なる同心のリング状部材から構成されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

- [8] 前記第1の電極を構成するリング状部材及び前記第2の電極を構成するリング状部材は、少なくともその一方が複数設けられるとともに互いに交互に配置され、外側に向かうにつれて隣り合う前記第1の電極のリング状部材および前記第2の電極のリング状部材間の間隔が狭まることを特徴とする請求項7記載のプラズマ処理装置。
- [9] 前記ガス供給部が、前記第1の電極及び前記第2の電極のうち一方の全部または一部として構成されることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [10] 前記ガス供給部下面に、互いに並行するように横方向に間隔をおいて伸長した複数の線状突起が形成され、前記線状突起は前記第1の電極及び前記第2の電極の一方の一部として構成され、前記第1の電極及び前記第2の電極の他方が前記線状突起の横または下方に位置していることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。
- [11] 前記線状突起は直線状またはリング状に形成されていることを特徴とする請求項10記載のプラズマ処理装置。
- [12] 前記第1の電極及び／または第2の電極には、その全表面の電位を均一化するための孔が、各電極を貫くように設けられていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [13] 前記高周波電源は第1の高周波電源からなり、前記載置台に下部電極が設けられ、前記下部電極に、高周波を印加してバイアスをかけてプラズマ化した前記処理ガスを前記基板に引き込むための第2の高周波電源が接続されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [14] 前記第1の電極及び前記第2の電極は、各々の電極を温調するための温調流体の流路を有していることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [15] 処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより基板に対して処理を行うプラズマ処理方法において、  
処理容器内に設けられた載置台に基板を載置する工程と、  
前記処理容器の上部に前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極の間に処理ガスを供給する工程と、  
前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化



するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する工程と、

前記処理容器の下部から当該処理容器内の雰囲気を実真空排気する工程と、を備えたことを特徴とするプラズマ処理方法。

- [16] 前記処理ガスを供給する工程は、前記第1の電極及び前記第2の電極の上方にて前記載置台と対向する板状体に穿設された多数のガス供給孔から前記第1の電極及び前記第2の電極の間に前記処理ガスを供給する工程であることを特徴とする請求項15記載のプラズマ処理方法。

- [17] 処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより基板に対して処理を行うプラズマ処理方法に使用され、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記プラズマ処理方法は、

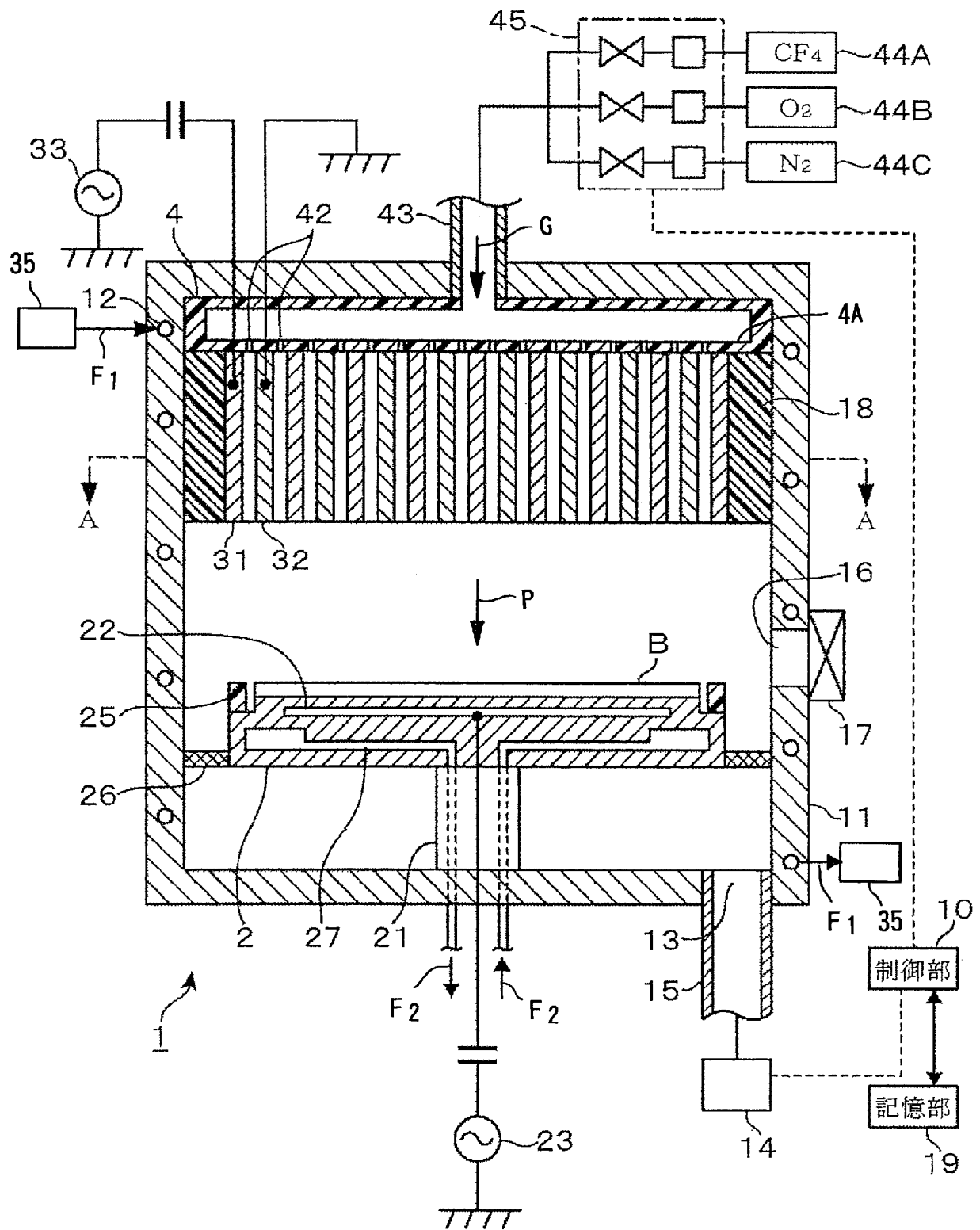
処理容器内に設けられた載置台に基板を載置する工程と、

前記処理容器の上部に前記載置台と対向するように設けられた第1の電極及び第2の電極の間に処理ガスを供給する工程と、

前記第1の電極及び前記第2の電極の間に供給された前記処理ガスをプラズマ化するためにこれら電極の間に高周波電力を印加する工程と、

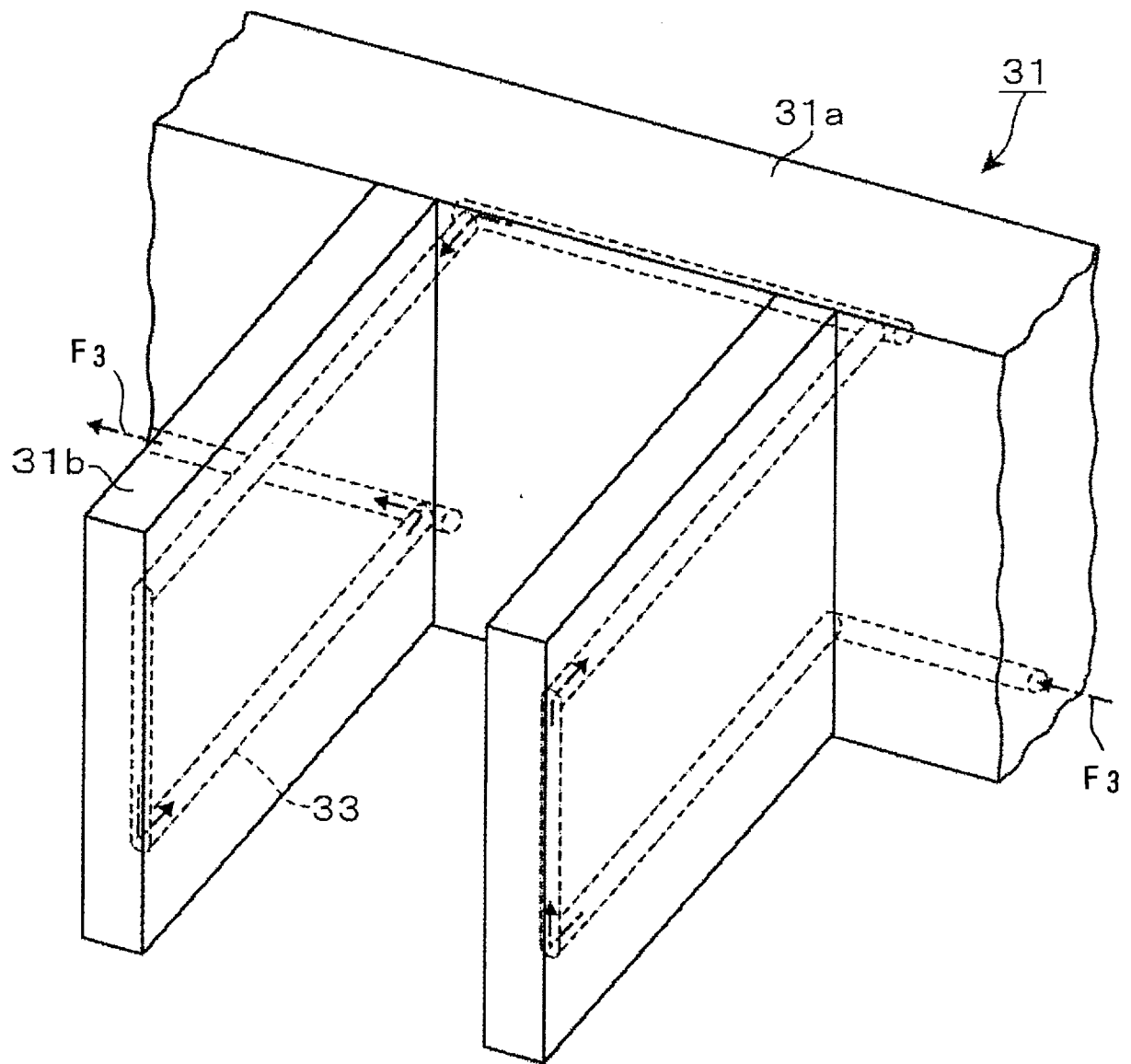
前記処理容器の下部から当該処理容器内の雰囲気を実真空排気する工程と、を備えたことを特徴とする記憶媒体。

[図1]

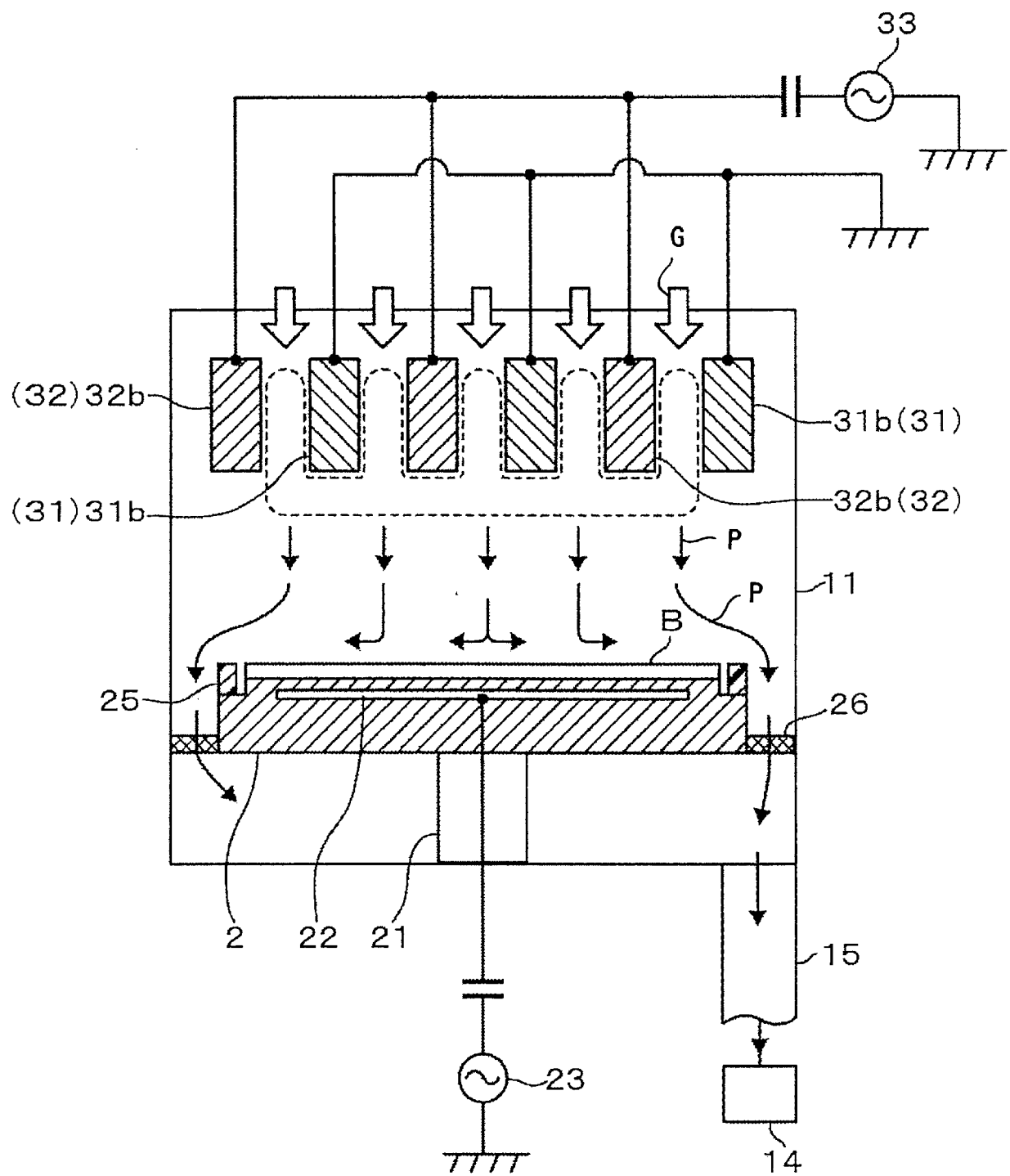




[図3]



[図4]





[図6]

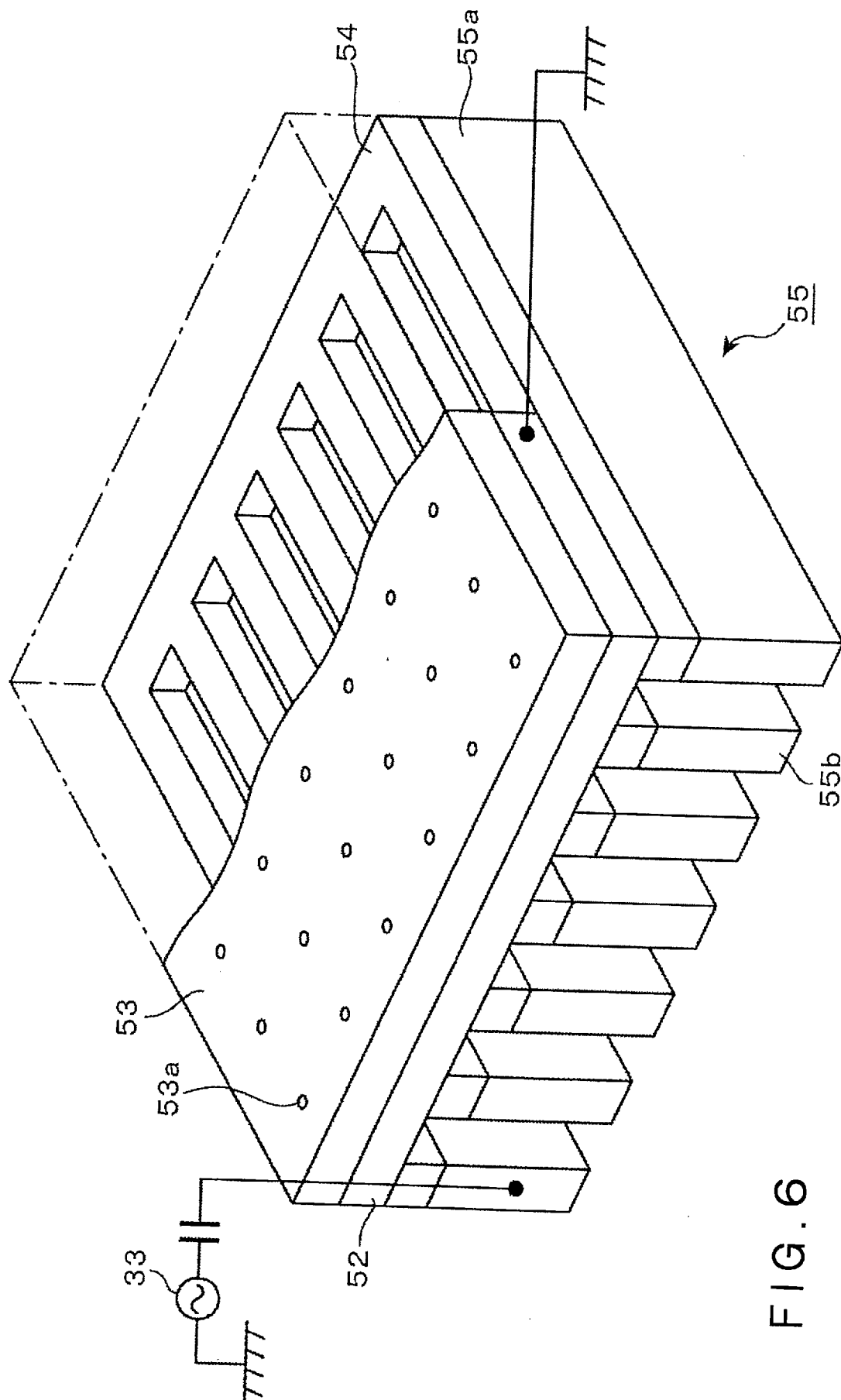
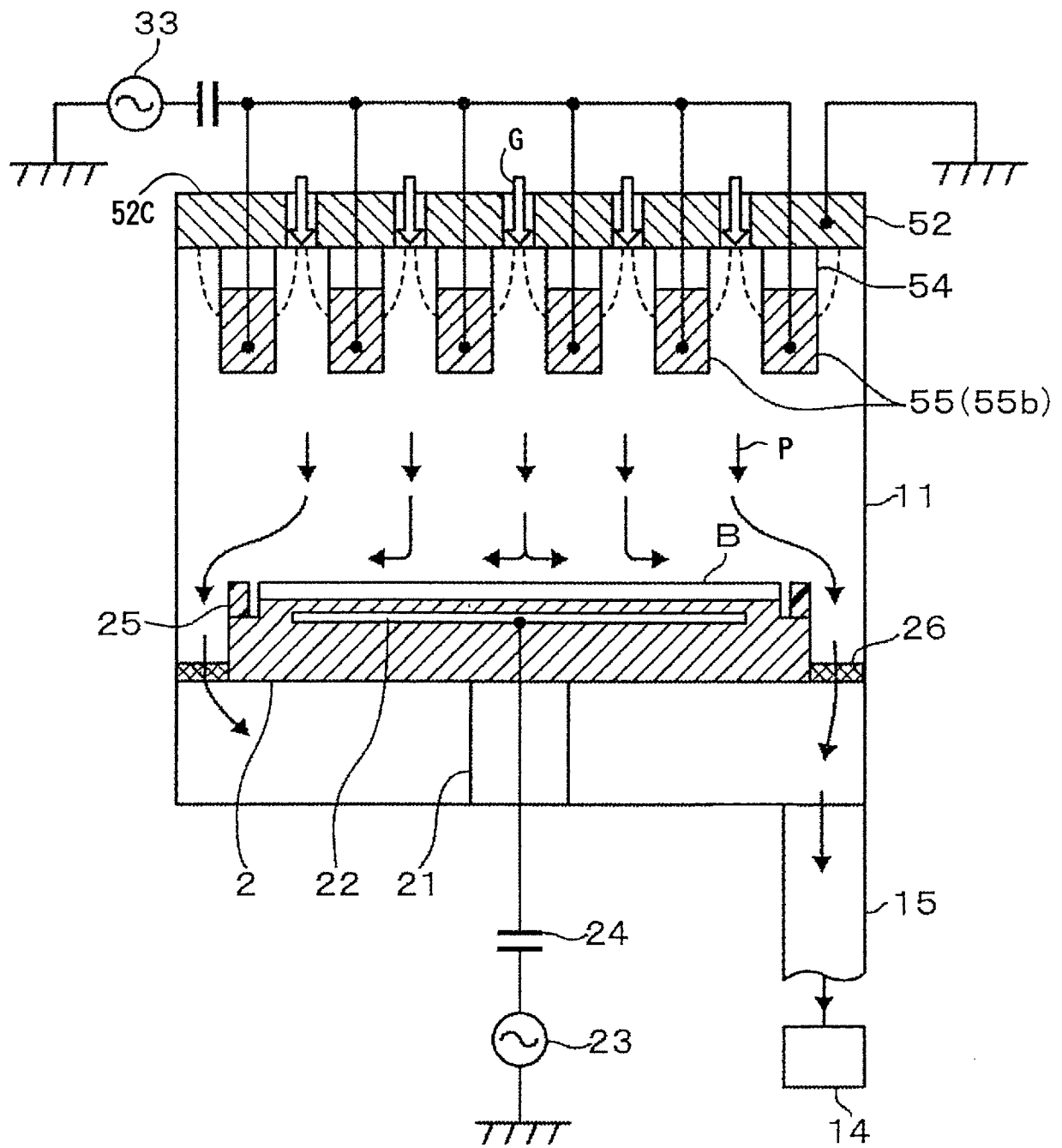


FIG. 6

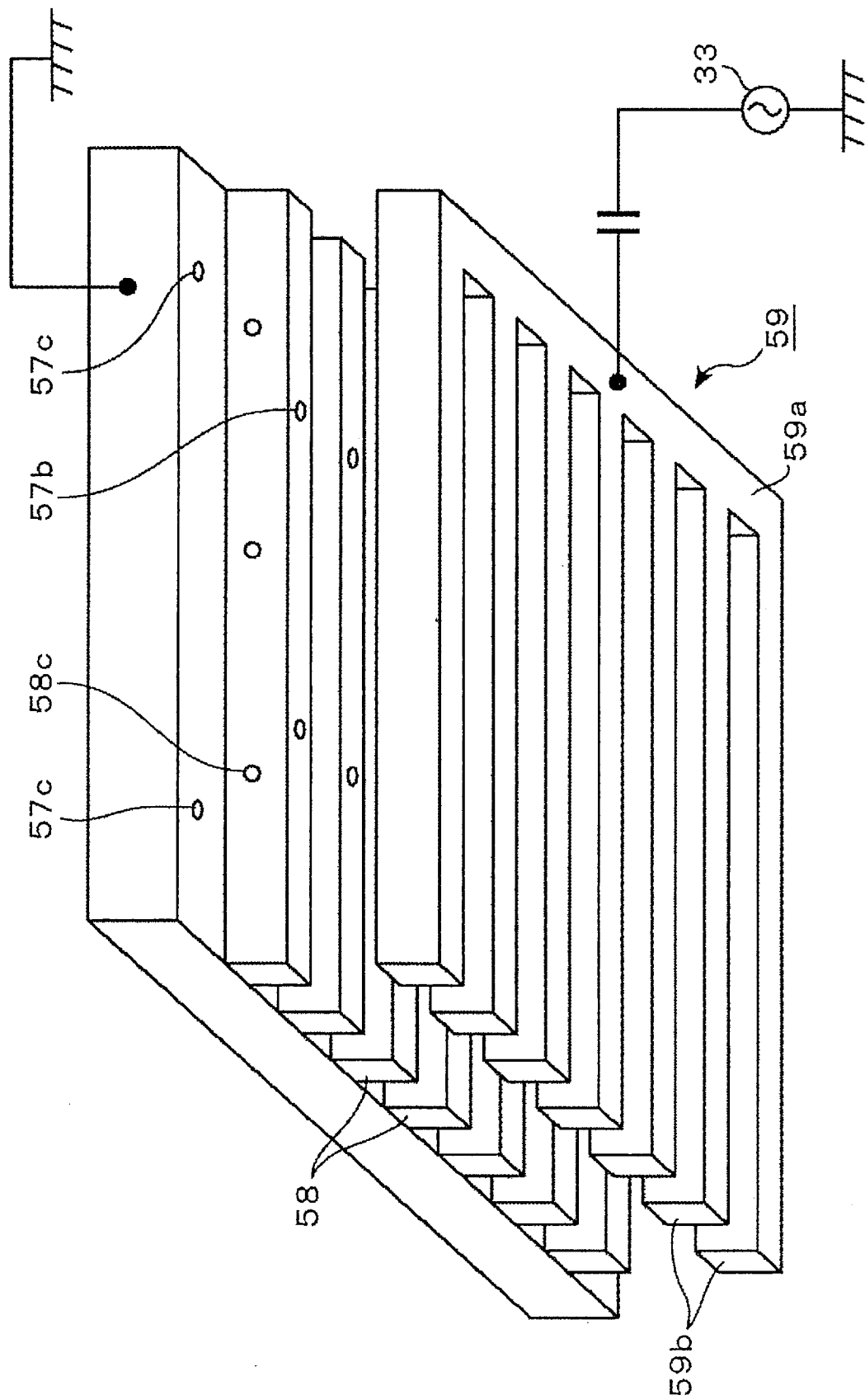
[図7]





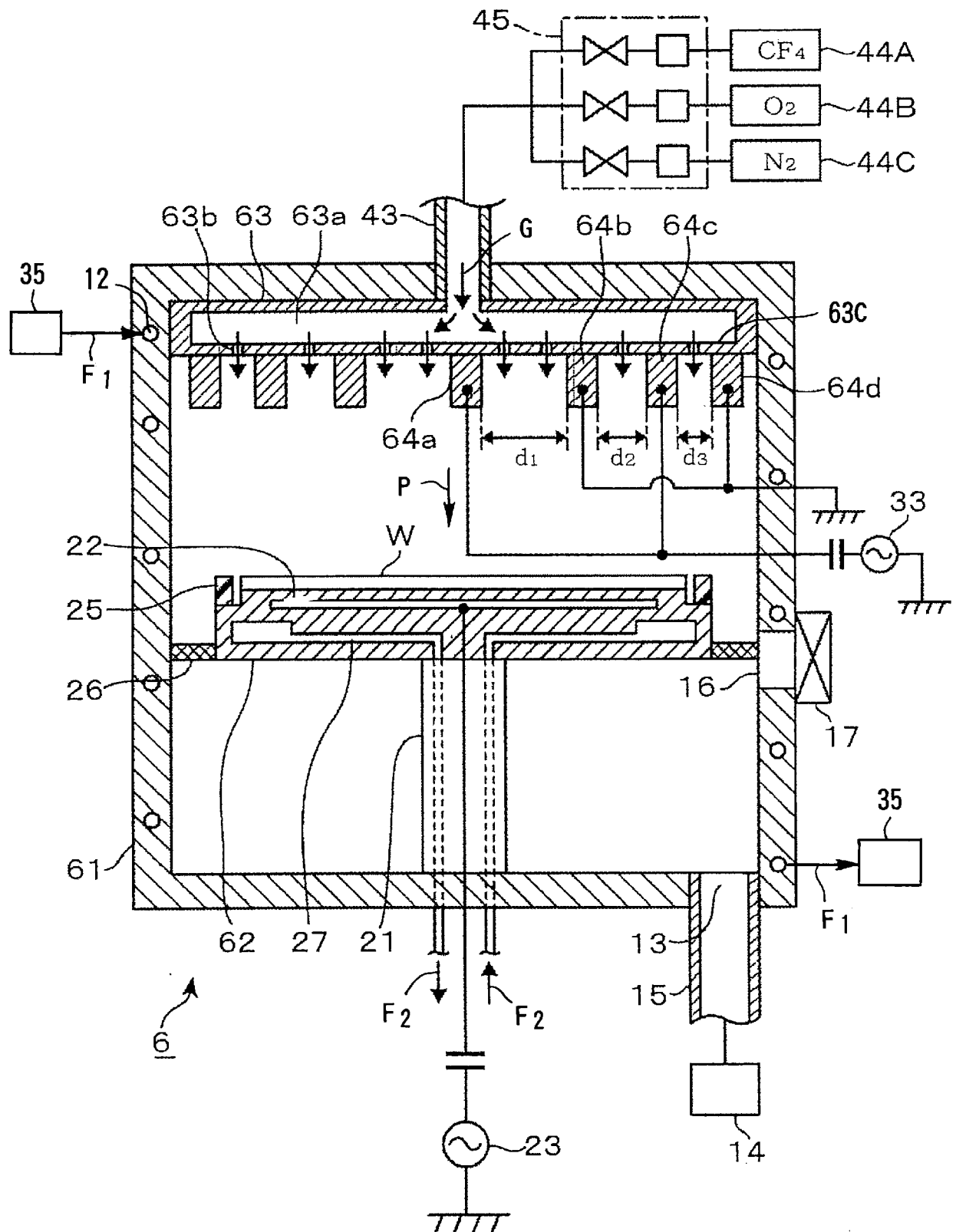


[図9]

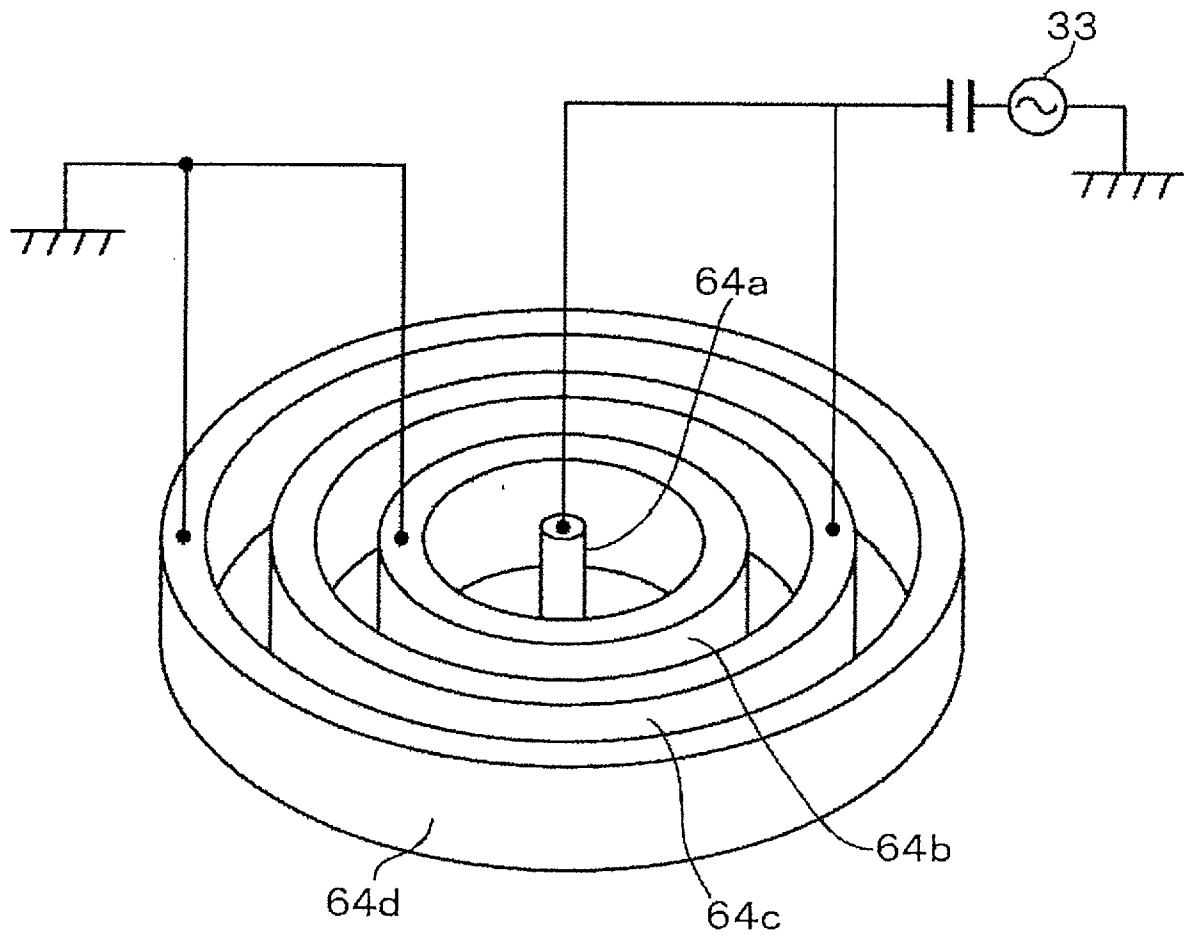


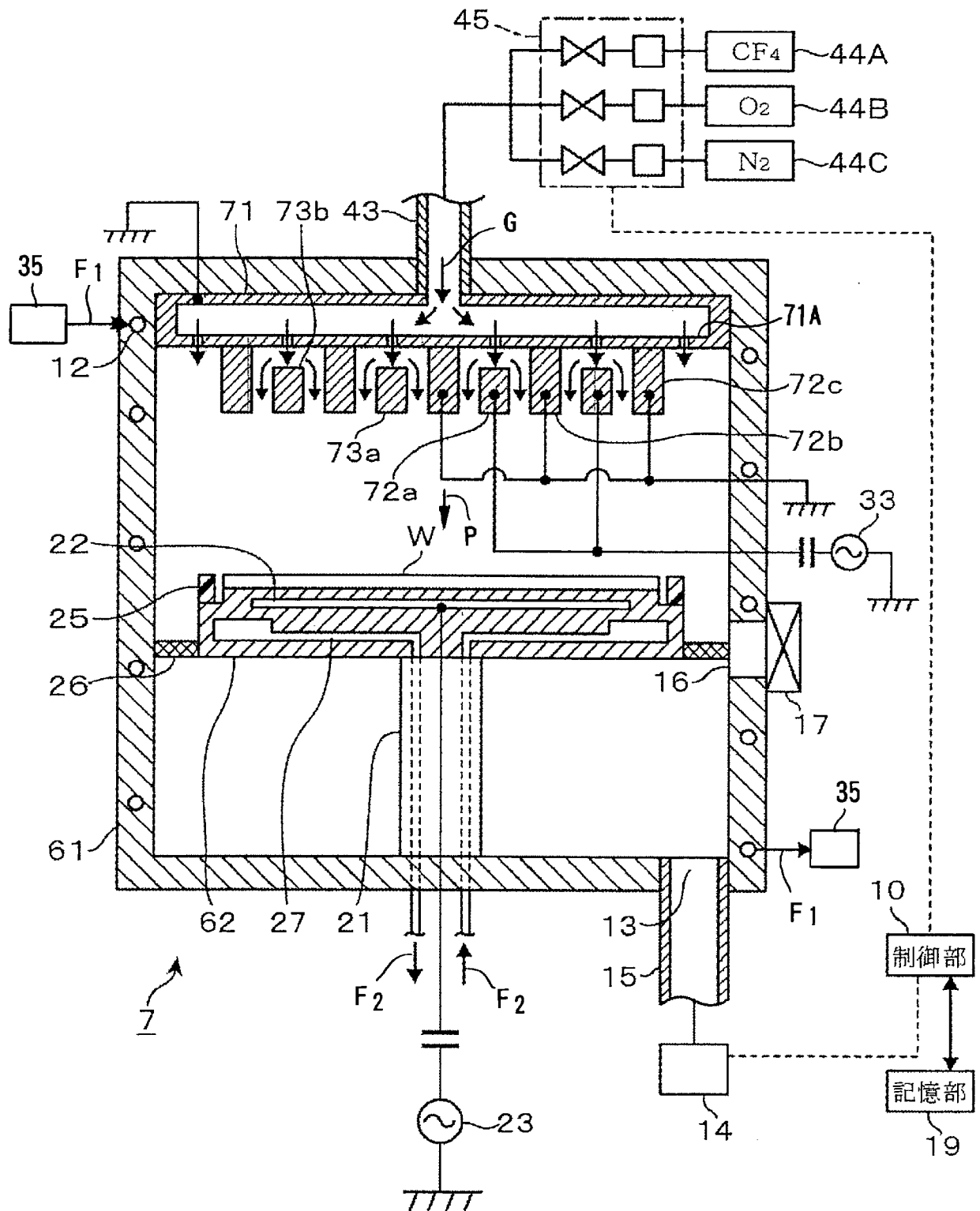


[図11]

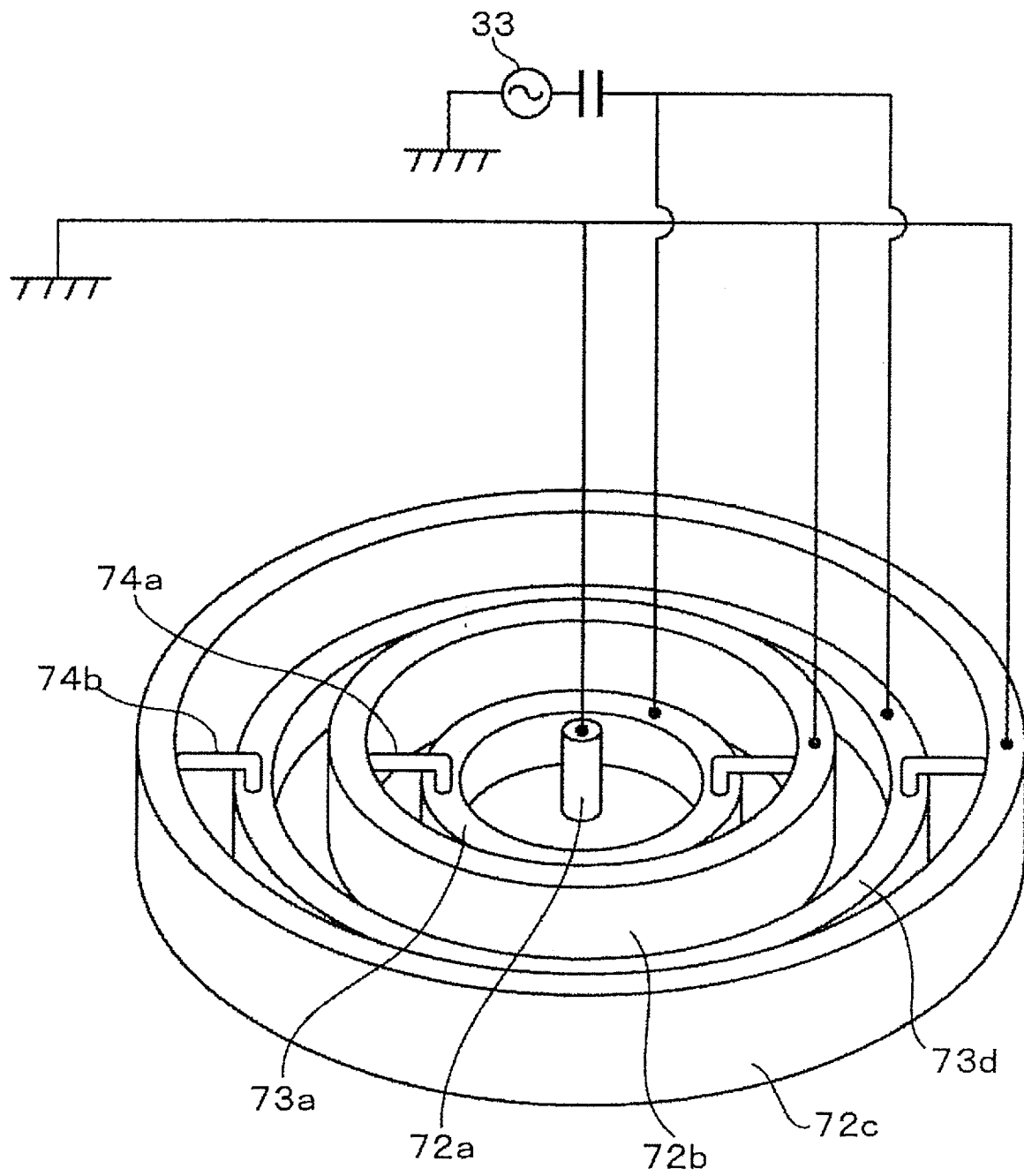


[図12]

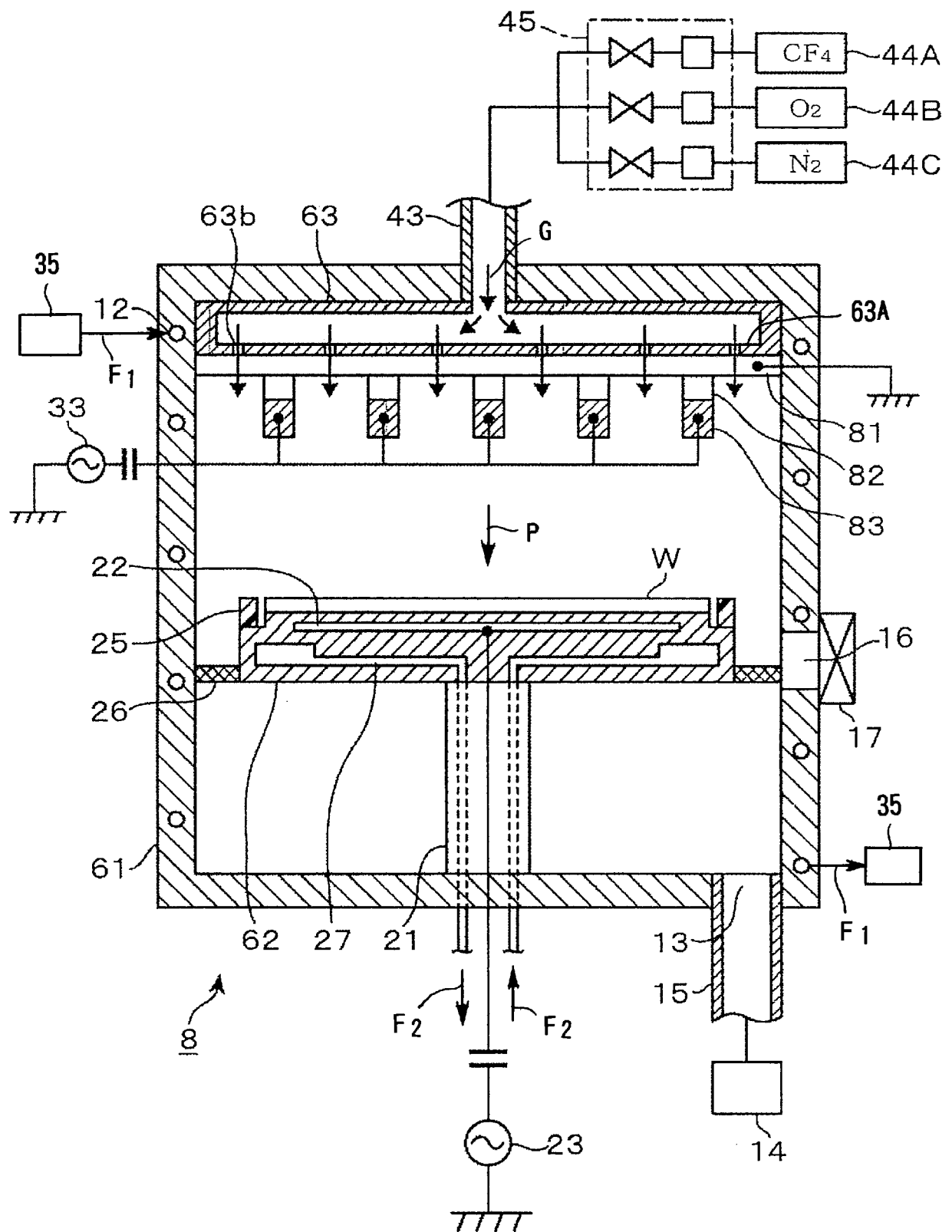




[図14]

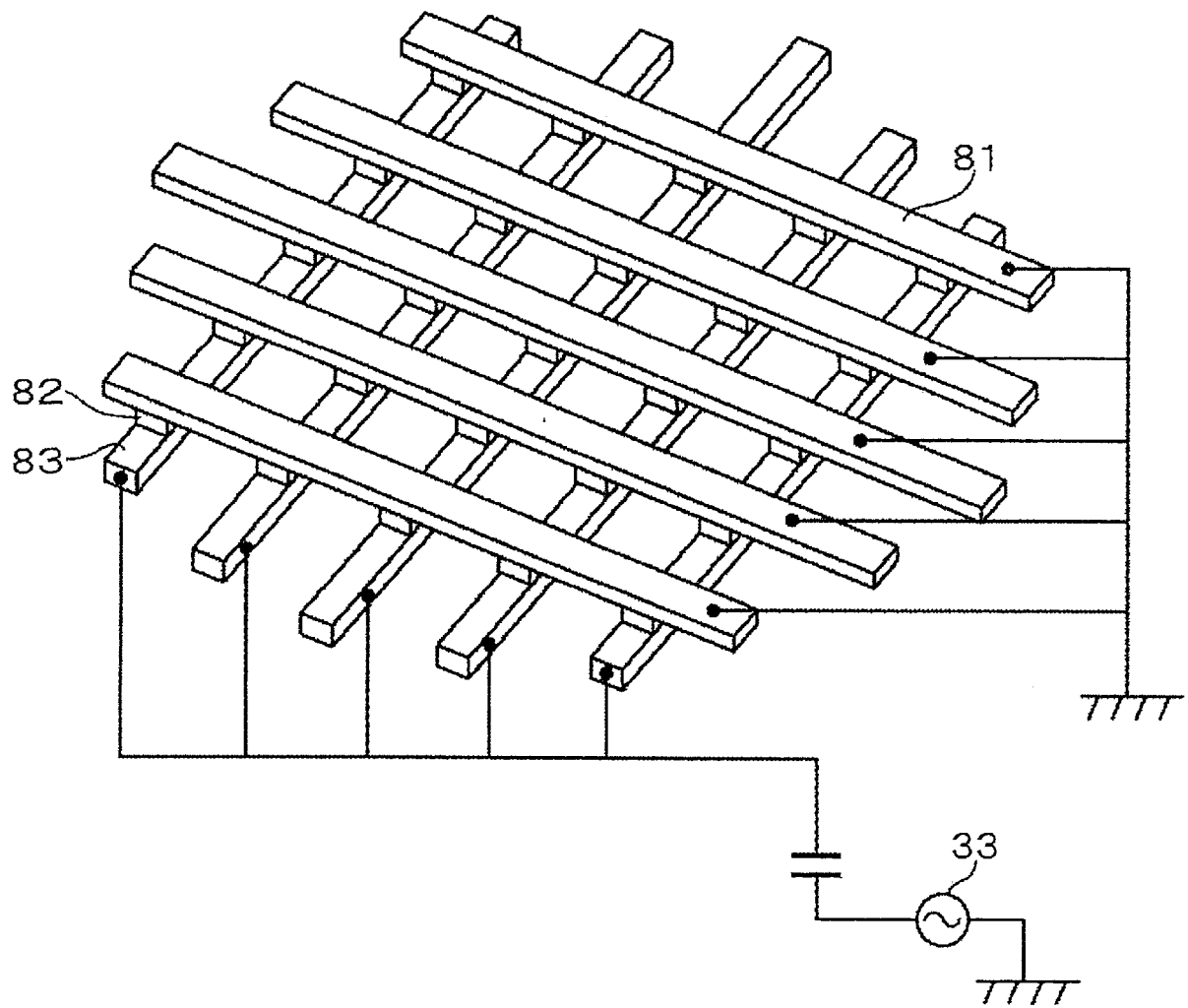


[図15]

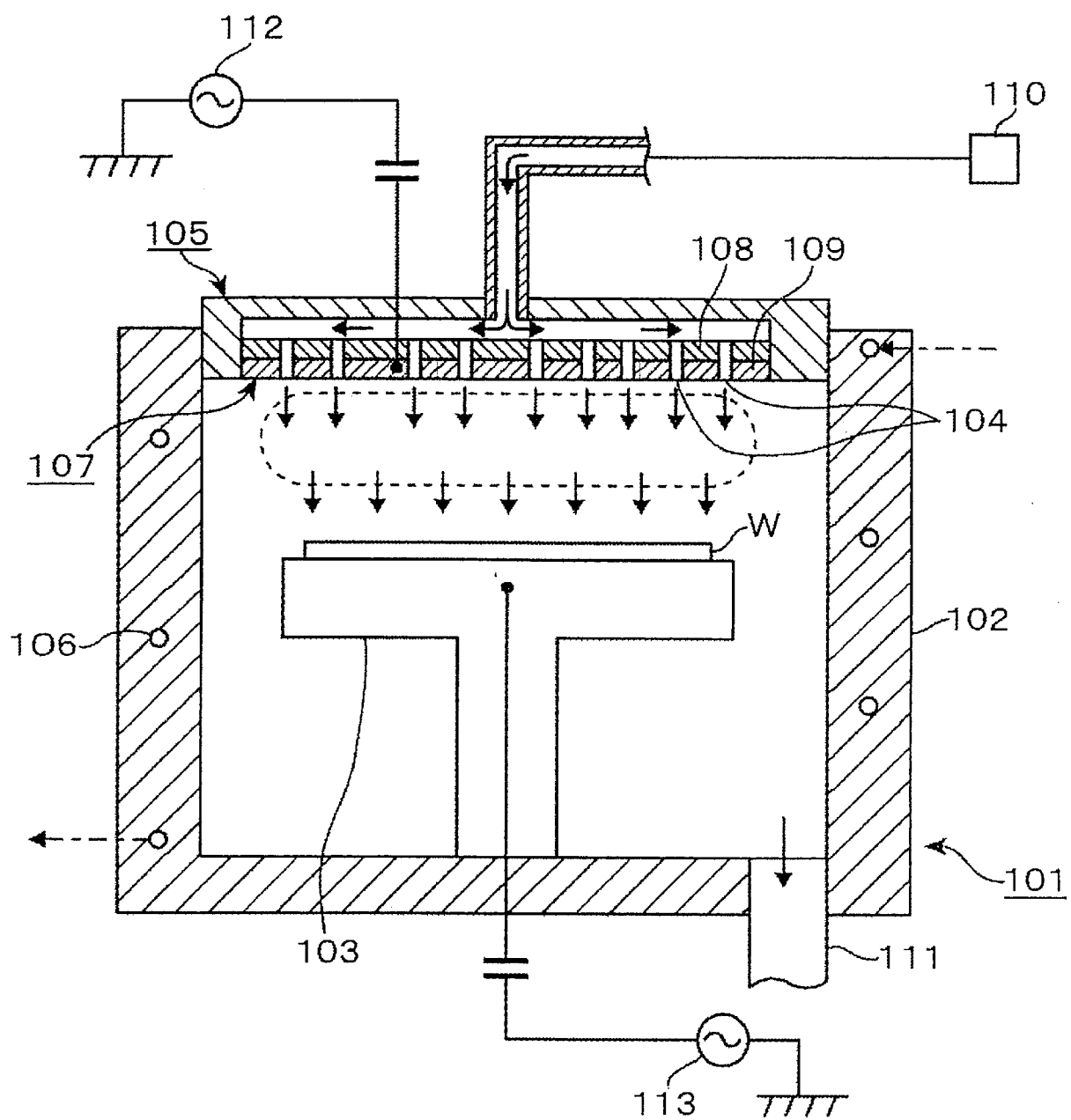




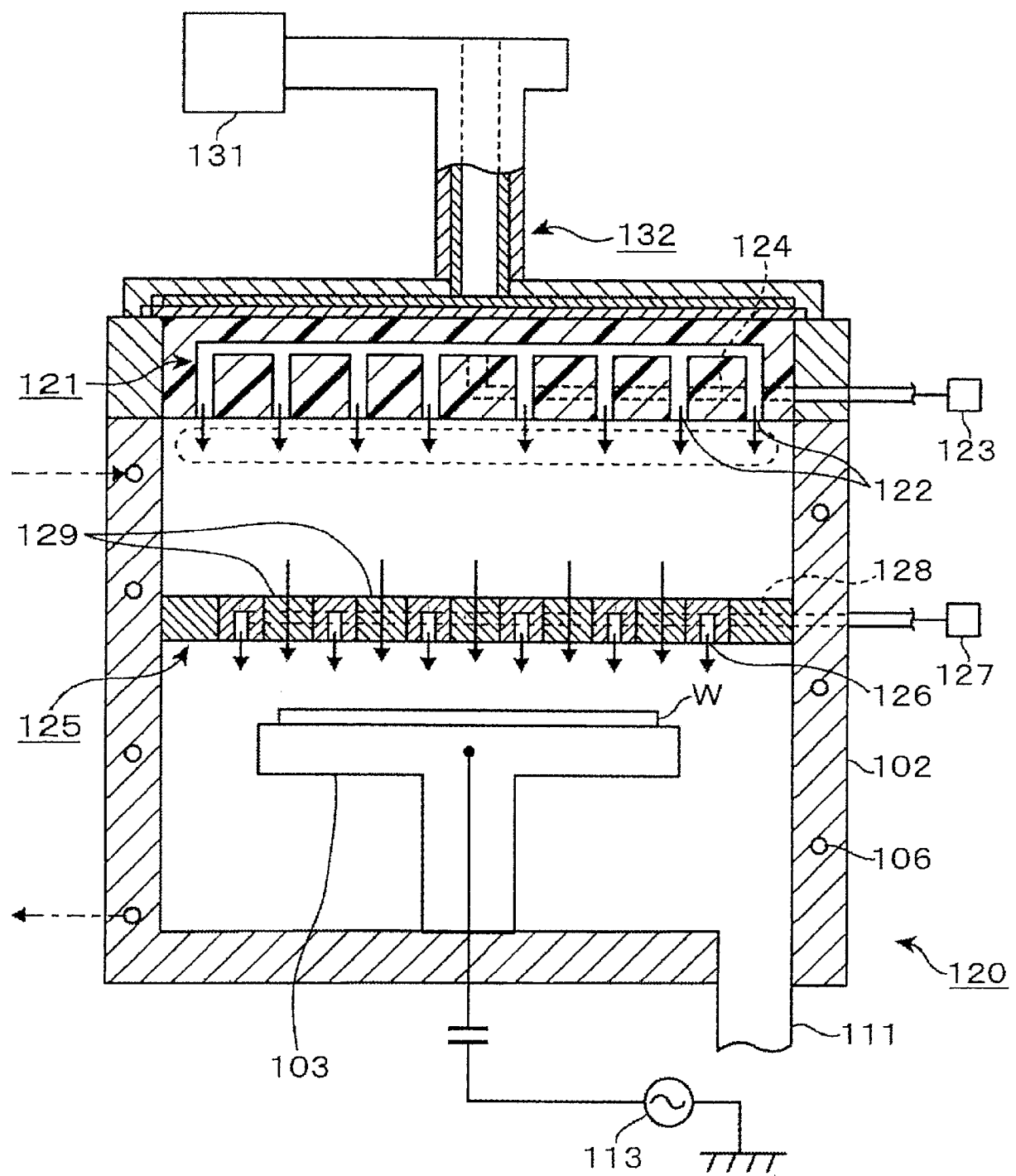
[図16]



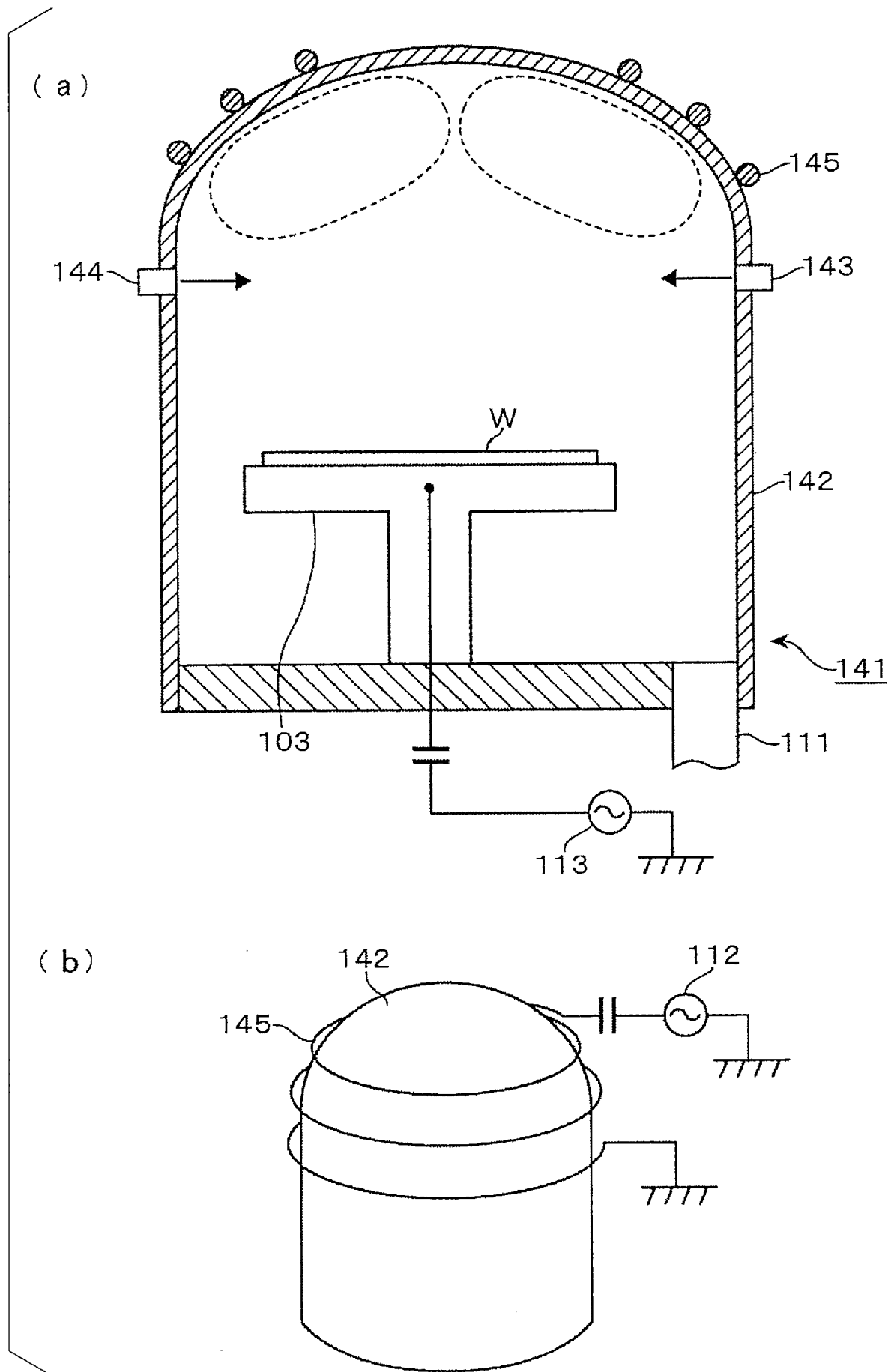
[図17]



[図18]



[図19]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/075076

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i, H05H1/46(2006.01)i

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)

H01L21/3065, H01L21/205, H05H1/46

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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         | JP 9-213684 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.),                                                                                                           | 1-2, 5-8, 13, 15-17   |
| <u>Y</u>  | 15 August, 1997 (15.08.97),<br>Par. Nos. [0019] to [0026]; Figs. 6 to 10<br>(Family: none)                                                                 | <u>3-8, 9, 12, 14</u> |
| Y         | JP 2002-348670 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>04 December, 2002 (04.12.02),<br>Par. Nos. [0011] to [0012]; Fig. 1<br>& US 2004/0129244 A1 & WO 2002/095086 A1 | 3                     |
| Y         | JP 8-031594 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.),<br>02 February, 1996 (02.02.96),<br>Par. No. [0006]; Fig. 5<br>(Family: none)                             | 4                     |

☒ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 March, 2008 (11.03.08)Date of mailing of the international search report  
25 March, 2008 (25.03.08)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/075076

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 2004-134671 A (Matsushita Electric Works, Ltd.),<br>30 April, 2004 (30.04.04),<br>Par. Nos. [0012] to [0025]; Figs. 2 to 3<br>(Family: none) | 9, 12                 |
| Y         | JP 63-234532 A (Toshiba Corp.),<br>29 September, 1988 (29.09.88),<br>Page 3, lower right column, lines 9 to 15;<br>Fig. 5<br>(Family: none)     | 14                    |
| X         | JP 2006-331740 A (Sharp Corp.),<br>07 December, 2006 (07.12.06),<br>Par. Nos. [0032] to [0047]; Fig. 1<br>(Family: none)                        | 1-2, 9, 12,<br>15-17  |
| <u>Y</u>  |                                                                                                                                                 | <u>3-8, 13-14</u>     |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01)i, H01L21/205 (2006.01)i, H05H1/46 (2006.01)i

## 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（I P C））

Int.Cl. H01L21/3065, H01L21/205, H05H1/46

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 0 8 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 0 8 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 0 8 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<br>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<br>請求の範囲の番号                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| X               | JP 9-213684 A（沖電気工業株式会社）1997.08.15,<br>段落【0019】－【0026】，第6-10図（ファミリーなし）                                        | 1-2, 5-8, 13,<br>15-17          |
| <u>Y</u>        |                                                                                                               | <u>3-8, 9, 12,</u><br><u>14</u> |
| Y               | JP 2002-348670 A（東京エレクトロン株式会社）2002.12.04,<br>段落【0011】－【0012】，第1図， & US 2004/0129244 A1<br>& WO 2002/095086 A1 | 3                               |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 3 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 3 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

長谷部 智寿

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

3 8 3 8

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                              |                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求の範囲の番号     |
| Y                     | JP 8-031594 A (住友金属工業株式会社) 1996. 02. 02,<br>段落【0006】，第5図 (ファミリーなし)           | 4                    |
| Y                     | JP 2004-134671 A (松下電工株式会社) 2004. 04. 30,<br>段落【0012】－【0025】，第2-3図 (ファミリーなし) | 9, 12                |
| Y                     | JP 63-234532 A (株式会社東芝) 1988. 09. 29,<br>第3頁右下欄第9－15行，第5図 (ファミリーなし)          | 14                   |
| X                     | JP 2006-331740 A (シャープ株式会社) 2006. 12. 07,<br>段落【0032】－【0047】，第1図 (ファミリーなし)   | 1-2, 9, 12,<br>15-17 |
| <u>Y</u>              |                                                                              | <u>3-8, 13-14</u>    |