

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/034318 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 1/46 (2006.01) **H01L 21/3065** (2006.01)
C23C 16/505 (2006.01) **H05H 1/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069610
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 19 日(19.07.2013)
- (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 2012-192847 2012 年 9 月 3 日(03.09.2012) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 花輪 健一(HANAWA Kenichi); 〒4078511 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1-1 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 高山 宏志(TAKAYAMA Hiroshi); 〒2130002 神奈川県川崎市高津区二子五丁目 8 番 1 号 第 3 井上ビル 3 階 Kanagawa (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PLASMA EMISSION DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ発生装置および基板処理装置

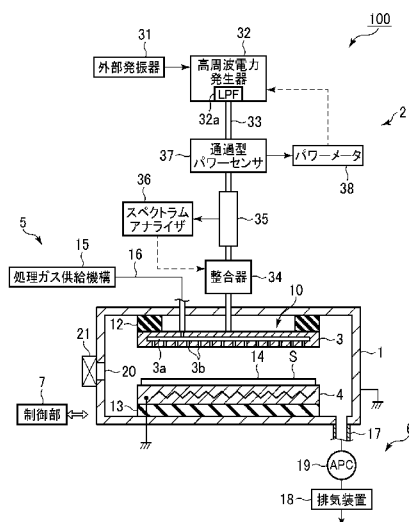


FIG. 1:
7 Control unit
15 Process gas supply mechanism
18 Exhaust device
31 External oscillator
32 RF electricity emitter
34 Matcher
36 Spectrum analyzer
37 Tunneling power sensor
38 Power meter

(57) Abstract: A plasma emission device (2) which emits plasma by supplying RF electricity to a plasma generation electrode (3) comprises: an RF oscillator (31) which is capable of changing an oscillating RF frequency; an RF electricity emitter (32) which amplifies the frequency RF which is oscillated from the RF oscillator (31) and emits RF electricity; a transmission path (33) which transmits the RF electricity from the RF electricity emitter (32) to the plasma generation electrode (3); a matcher (34) which is disposed upon the transmission path (33) for impedance matching; a directional coupler (35) which is disposed upon the transmission path (33); and a detector (36) which detects a spectrum of a reflected wave which is guided via the directional coupler (35), and sends feedback of a reflected component of a base frequency within the spectrum to the matcher (34).

(57) 要約: 高周波電力をプラズマ生成電極 (3) に供給することによりプラズマを発生させるプラズマ発生装置 (2) は、発振する高周波の周波数を変更可能な高周波発振器 (31) と、高周波発振器 (31) から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する高周波電力発生器 (32) と、高周波電力発生器 (32) からプラズマ生成電極 (3) に高周波電力を送送する伝送線路 (33) と、伝送線路 (33) に設けられたインピーダンス整合のための整合器 (34) と、伝送線路 (33) に設けられた方向性結合器 (35) と、方向性結合器 (35) を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、その中の基本周波数の反射成分を整合器 (34) にフィードバックする検出器 (36) とを具備する。

明 細 書

発明の名称： プラズマ発生装置および基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ発生装置およびそれを用いた基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、平行平板型のプラズマ処理装置は、チャンバ内にアノード・カソード電極を設け、チャンバ外に設けられた高周波電力発生器（高周波電源）から整合器（マッチャー）を経た後カソード電極に高周波電力を供給するものが知られている（例えば特許文献1）。

[0003] このような平行平板型のプラズマ処理装置を、例えば太陽電池パネルやフラットパネル等に用いるガラス基板の成膜処理やエッチング処理等のプラズマ処理に適用する場合には、高周波（RF）の周波数（RF周波数）を例えば13.56MHzなど1種類に固定し、処理ガスの種類、流量、圧力、電極間距離、高周波パワー等をプロセスパラメータとしてプラズマ処理を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭61-119686号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、平行平板型のプラズマ処理装置を、例えば太陽電池パネルのCVD（Chemical Vapor Deposition）装置に用いる場合には、プラズマ密度のコントロールや結晶化率の向上などのために、周波数は有効なプロセスパラメータとなり得ることが知られており、プロセス毎に周波数を変更することが望まれている。

[0006] しかし、平行平板型のプラズマ処理装置において、現状では、高周波電力発生器や整合器（マッチャー）は周波数毎に専用のものを用いる必要がある

、周波数を変更しようとする、その周波数毎に高周波発生器、場合によってはRF同軸ケーブルなどを交換する必要があるため、RF周波数を変更することは量産レベルでは採用されていない。

[0007] したがって、本発明の目的は、高周波電力発生器や整合器を交換することなくRF周波数を変更することができるプラズマ発生装置およびそれを用いた基板処理装置を提供することにある。

[0008] すなわち、本発明の第1の観点によれば、高周波電力をプラズマ生成電極に供給することによりプラズマを発生させるプラズマ発生装置であって、発振する高周波の周波数を変更可能な高周波発振器と、前記高周波発振器から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する高周波電力発生器と、前記高周波電力発生器から前記プラズマ生成電極に高周波電力を伝送する伝送線路と、前記伝送線路に設けられた、発生したプラズマ負荷のインピーダンスを前記高周波電力発生器側の前記伝送線路のインピーダンスに整合させる整合器と、前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた方向性結合器と、前記方向性結合器を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、その中の基本周波数の反射成分を前記整合器にフィードバックする検出器とを具備するプラズマ発生装置を提供される。

[0009] 上記第1の観点のプラズマ発生装置において、前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた通過型パワーセンサと、前記通過型パワーセンサからの信号を計測し、前記高周波電力発生器へフィードバックするパワーメータとをさらに具備する構成とすることができる。

[0010] また、前記検出器としてスペクトラムアナライザを用いることができる。また、前記検出器として、入力信号をデジタル信号に変換し、高速フーリエ変換を行って、周波数のスペクトルを得るフーリエ変換機能を有するものを用いることができる。

[0011] 本発明の第2の観点によれば、高周波電力により発生させた処理ガスのプラズマによって基板を処理する基板処理装置であって、基板を収容し、真空下に保持可能なチャンバと、前記チャンバ内に設けられ、高周波電力が供給

されてプラズマを生成するプラズマ生成電極と、前記プラズマ生成電極に高周波電力を供給してプラズマを発生させるプラズマ発生装置と、前記チャンバに処理ガスを供給する処理ガス供給機構とを具備し、前記プラズマ発生装置は、発振する高周波の周波数を変更可能な高周波発振器と、前記高周波発振器から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する高周波電力発生器と、前記高周波電力発生器から前記プラズマ生成電極に高周波電力を伝送する伝送線路と、前記伝送線路に設けられた、発生したプラズマ負荷のインピーダンスを前記高周波電力発生器側の前記伝送線路のインピーダンスに整合させる整合器と、前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた方向性結合器と、前記方向性結合器を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、その中の基本周波数の反射成分を前記整合器にフィードバックする検出器とを有する、基板処理装置が提供される。

[0012] 上記第2の観点の基板処理装置において、複数の基板に対応して複数のプラズマ生成電極を有し、前記プラズマ発生装置から前記各プラズマ生成電極へ高周波電力が供給されて生成されたプラズマにより、複数の基板を処理するようにすることができる。

[0013] 本発明では、方向性結合器により整合器を経た反射波を検出器に導き、検出器により反射波のスペクトルを検出し、検出器がその中の基本周波数の反射成分を整合器にフィードバックする。これにより、基本周波数の反射成分と高調波成分とを精度良く分離することができ、実質的にその基本周波数の反射成分のみが整合器にフィードバックされる。このため、周波数を可変にした場合においても、整合器において、高精度のチューニングを行うことができる。このように高精度のチューニングを行うことができるため、高周波電力発生器や整合器を交換することなくRF周波数を変更することができ、実用的に周波数を変化させたプロセスを行うことができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置を示す断面図である。

[図2]整合器の回路構成を示す図である。

[図3]高調波成分がローパスフィルタで十分減衰されない結果、基本周波数成分に比較して高すぎる二次高調波成分が出力された際の周波数スペクトルを示す図である。

[図4]図3の際の出力波形を示す図である。

[図5]適切な出力波形を示す図である。

[図6]本発明の第2の実施形態に係る基板処理装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

<第1の実施形態>

まず、第1の実施形態について説明する。図1は本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置を示す断面図である。

基板処理装置100は、平行平板型のプラズマ処理装置として構成されている。基板処理装置100は、基板Sを收容し、プラズマ処理を行うチャンバ1と、プラズマ発生装置2と、チャンバ1内に設けられた平行平板電極を構成するカソード電極3およびアノード電極4と、チャンバ1内に処理ガスを供給する処理ガス供給部5と、チャンバ1内を排気する排気部6と、基板処理装置100の各構成部を制御する制御部7とを有している。

[0016] カソード電極3は上部電極として構成され、高周波電力が供給されるプラズマ生成電極として機能する。また、カソード電極3は、内部にガス拡散空間3aと、このガス拡散空間3aからチャンバ1内に貫通して設けられたガス吐出孔3bとを有しており、ガス供給部5の一部をなすシャワーヘッド10を構成している。カソード電極3は絶縁部材12を介してチャンバ1の天壁に支持されている。

[0017] 一方、アノード電極4は下部電極として構成され、基板Sを載置する載置台として機能する。また、アノード電極4内にはヒーター14が埋設されており、図示しない電源からヒーター14に給電されることによりヒーター14が発熱し、アノード電極4上の基板Sが所定温度に加熱されるようになっている。アノード電極4は絶縁部材13を介してチャンバ1の底壁に支持さ

れている。アノード電極４は接地されている。なお、カソード電極３とアノード電極４との間の距離を調節可能としてもよい。

[0018] 処理ガス供給部５は、処理ガスを供給する処理ガス供給機構１５と、上記シャワーヘッド１０と処理ガス供給機構１５からシャワーヘッド１０へ処理ガスを導く処理ガス供給路１６とを有する。

[0019] 排気部６は、チャンバ１の底部に接続された排気配管１７と、排気配管１７に接続された真空ポンプからなる排気装置１８と、排気配管１７の途中に設けられたチャンバ１内の圧力を制御するための自動圧力制御バルブ（ＡＰＣ）１９とを有している。

[0020] チャンバ１の側壁には基板Ｓの搬入出を行うための搬入出口２０が設けられており、搬入出口２０はゲートバルブ２１により開閉可能となっている。

[0021] プラズマ発生装置２は、外部発振器（高周波発振器）３１と、高周波電力発生器３２と、伝送線路３３と、整合器３４と、方向性結合器３５と、スペクトラムアナライザ（検出器）３６と、通過型パワーセンサ３７と、パワーメータ３８とを有する。

[0022] 外部発振器（高周波発振器）３１は、高周波を発振するとともに、発振する高周波の周波数を変更可能である。高周波電力発生器３２は、外部発振器３１から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する。伝送線路３３は、高周波電力発生器３２からカソード電極３へ高周波電力を伝送する。整合器３４は、伝送線路３３に設けられ、チャンバ１内に生成されるプラズマ負荷のインピーダンスを高周波電力発生器３２側の伝送線路３３のインピーダンスに整合させる。方向性結合器３５は、伝送線路３３の高周波電力発生器３２と整合器３４との間に設けられている。スペクトラムアナライザ３６は、方向性結合器３５を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、基本周波数の反射成分を整合器３４にフィードバックする。通過型パワーセンサ３７は、伝送線路３３の高周波電力発生器３２と整合器３４との間に設けられており、パワーメータ３８は、通過型パワーセンサ３７からの信号を計測し、高周波発生器３２へフィードバックする。

- [0023] 外部発振器 3 1 は、外部インターフェースを有しており、リモート制御により周波数を可変とする。また、高周波電力発生器 3 2 は、C 級や A B 級アナログアンプにより外部発振器 3 1 で発振された高周波を増幅する。高周波電力発生器 3 2 には高調波を減衰させるためのローパスフィルタ (L P F) 3 2 a が設けられている。
- [0024] 外部発振器 3 1 は、高周波電力発生器 3 2 と一体として同一筐体に収めてもよい。また、高周波電力発生器 3 2 に外部発振器 3 1 の周波数可変機能を持たせてもよい。高周波電力発生器 3 2 に設けられているローパスフィルタ (L P F) 3 2 a の回路定数は固定であるため、このように周波数を可変にした場合には、カットオフ周波数が出力周波数と適合しなくなり、ローパスフィルタ (L P F) 3 2 a で減衰できない高調波成分が高周波電力発生器 3 2 から発生する。
- [0025] 伝送線路 3 3 は、同軸ケーブルで構成されている。また、整合器 3 4 は、図 2 に示すように、伝送線路 3 3 の入力側と出力側とを繋ぐ伝送ライン 4 1 と、伝送ライン 4 1 の分岐点 4 2 から分岐して設けられた第 1 の可変コンデンサ 4 3 と、伝送ライン 4 1 の分岐点 4 2 の出力側に設けられた第 2 の可変コンデンサ 4 4 と、分岐点 4 2 の入力側に設けられたコイル (インダクタ) 4 5 とを有している。そして、内蔵された R F センサ (図示せず) の検出値に基づいて、第 1 の可変コンデンサ 4 3 と第 2 の可変コンデンサ 4 4 のポジション (容量) を自動的に調整して、自動的に伝送線路 3 3 のインピーダンス (50 Ω) とプラズマ負荷のインピーダンスとの整合をとるようになっている。整合器 3 4 の出側の伝送線路 3 3 は、カソード電極 3 の上面中央に接続されている。
- [0026] 方向性結合器 3 5 は、伝送線路 3 3 に挿入され、伝送線路 3 3 を伝播する反射波を別ポートに取り出すものであり、その別ポートにスペクトラムアナライザ 3 6 が接続される。
- [0027] スペクトラムアナライザ 3 6 は、プラズマで反射して整合器 3 4 を経た後に方向性結合器 3 5 を介して得られた高調波を含む信号のスペクトルを求め

、そのスペクトルの中から基本周波数の反射成分のみをとりだして、その信号を整合器 34 にフィードバックする。これにより整合器 34 において、基本周波数のみを検出したチューニングが可能となる。整合器 34 に存在している RF センサでは周波数を可変にすると、基本周波数の反射成分と高調波成分とを精度良く分離できない場合が生じるが、このように方向性結合器 35 とスペクトラムアナライザ 36 とを用いることにより基本周波数のみを精度よく検出することができ、整合器 34 において高精度のチューニングを行うことができる。

[0028] スペクトラムアナライザ 36 としては、高速フーリエ変換 (FFT) 機能を有する FFT 方式のものが好ましい。FFT 方式は、入力信号をデジタル信号に変換し、CPU で高速フーリエ変換を行って、周波数のスペクトル、すなわち周波数と振幅のデータを得るものである。

[0029] 通過型パワーセンサ 37 は、伝送線路 33 における高周波電力 (パワー) を検出するものである。一般的に、通過型パワーセンサは、高周波電力発生器に内蔵されているパワーセンサよりも高精度である。このため、通過型パワーセンサ 37 では、高調波が重畳した高周波電力 (パワー) も、高周波電力発生器 32 と比較すると、より正しく認識することができる。このため、伝送線路 33 に通過型パワーセンサ 37 を設け、その信号をパワーメータ 38 を経て高周波電力発生器 32 にフィードバックし、パワー制御および反射波制御に使用することで、周波数を可変にした場合のパワー精度を向上させることができる。

[0030] 制御部 7 は、基板処理装置 100 の各構成部を制御するものであり、マイクロプロセッサを備えたコントローラと、オペレータが基板処理装置 100 を管理するためのコマンドの入力操作等を行うキーボードや、基板処理装置 100 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザーインターフェースと、基板処理装置 100 で実行される各種処理をコントローラの制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて基板処理装置 100 に所定の処理を実行させるための処理レシピが格納された記憶部

とを有している。処理レシピ等は記憶媒体に記憶されており、記憶部において記憶媒体から読み出して実行される。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよいし、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。レシピ等は、必要に応じてユーザーインターフェースからの指示等にて記憶部から読み出し、コントローラに実行させることで、コントローラの制御下で、基板処理装置100での所望の処理が行われる。

[0031] 次に、このように構成される基板処理装置100の処理動作について説明する。

最初に、ゲートバルブ21を開けて、搬入出口20から搬送装置（図示せず）により基板Sをチャンバ1内に搬入し、載置台として機能するアノード電極4の上に載置する。搬送装置をチャンバ1から退避させ、ゲートバルブ21を閉じた後、排気装置18によりチャンバ1内を排気してその中を所定の真空雰囲気とする。このとき、アノード電極4上の基板Sは、ヒーター14により所定温度に加熱される。

[0032] そして、処理ガス供給機構15から処理ガス供給路16およびシャワーヘッド10を経てチャンバ1内に処理ガスをシャワー状に吐出させるとともに、高周波電力発生器32からカソード電極3に高周波電力を供給する。

[0033] これにより、互いに対向するカソード電極3とアノード電極4との間に高周波電界が生じ、この高周波電界により生成された処理ガスのプラズマにより、ヒーター14で加熱された基板S上で所定のプラズマ処理、例えばプラズマCVDが行われる。

[0034] 本実施形態においては、高周波電力発生器32は、外部発振器31により出力する高周波電力の周波数が可変である。例えば、高周波電力発生器32の基準となる周波数が13.56MHzの場合、±3MHz程度周波数を変化させることができる。高周波電力発生器32には、基準となる周波数の基本周波数に対する高調波（例えば基本周波数を10MHzとすると20MHz、30MHz等）を減衰させるためのローパスフィルタ32aが設けられ

ているが、定数固定であるため、周波数を基準となる周波数から変化させた場合には、ローパスフィルタ（L P F） 3 2 a で減衰しきれなかった高調波が発生してくる。

[0035] 例えば、図 3 のスペクトルに示すように、高調波成分がローパスフィルタ（L P F） 3 2 a で十分減衰されない結果、高周波電力発生器 3 2 からは、基本周波数成分に比較して高すぎる二次高調波成分が出力される。このときの出力波形は図 4 に示すようになり、高調波成分が十分に減衰されてほぼサインカーブである図 5 に示す適切な出力波形に比較して歪んだものとなる。

[0036] このように高周波電力発生器 3 2 からは、ローパスフィルタ（L P F） 3 2 a で減衰しきれなかった高調波成分が発生し、それに加えプラズマ負荷からも高調波が発生してきて、伝送線路 3 3 ではこれらが合成され、整合器 3 4 によるチューニングの際に問題が生じる。すなわち、チューニングは基本周波数（周波数を変化させた場合には、変化させた後の周波数）で行うのが最善であり、整合器 3 4 では R F センサにより基本周波数のみをセンシングしてチューニングを行うが、一般的に整合器の R F センサは周波数特性がよくない（Q が低い）ため、このように周波数可変にした際に発生する高調波成分を含む場合には、高調波成分を除去できない。このため、その高調波成分が整合器 3 4 の検出器に反応してチューニングに問題が生じ、整合をとることが困難となる。

[0037] そこで、本実施形態では、方向性結合器 3 5 により、整合器 3 4 を経た反射波をスペクトラムアナライザ 3 6 へ導き、反射波のスペクトルを検出し、基本周波数の反射成分を整合器 3 4 にフィードバックする。スペクトラムアナライザ 3 6 は、基本周波数の反射成分と高調波成分とを精度良く分離することができ、実質的にその基本周波数の反射成分のみが整合器 3 4 にフィードバックされるので、周波数を可変にした場合においても、整合器 3 4 において、高精度のチューニングを行うことができる。

[0038] このように高精度のチューニングを行うことができるため、高周波電力発生器や整合器を交換することなく R F 周波数を変更することができ、実用的

に周波数を変化させたプロセスを行うことができる。

[0039] 例えば、プラズマ密度を上げたい場合、特に、CVD成膜において成膜速度を向上させたい場合等は、RF周波数を上げて製品処理することが好ましく、また、例えば太陽電池パネルのCVD処理において、結晶化率を上げたい場合等は、RF周波数を下げて製品処理することが好ましい。

[0040] なお、方向性結合器35からの信号は、新しいプロセスの条件出しや、トラブル解析や、RF信号のモニタとして有効に利用することができる。

[0041] また、上述したように、各種高調波がプラズマで反射して高周波電力発生器32に戻ってくることによって、高周波電力発生器32のパワーセンサで正しい進行波、反射波が読めない場合がある。特に、周波数を変化させ、本来調整されている周波数以外で運用する場合にそれが顕著である。

[0042] このような問題に対しては、通過型パワーセンサ37を設けることにより解消可能である。上述したように、一般的に、通過型パワーセンサは、高周波電力発生器に内蔵されているパワーセンサよりも高精度である。このため、通過型パワーセンサ37では、高調波が重畳した高周波電力（パワー）も、高周波電力発生器32と比較すると、より正しく認識することができる。このため、通過型パワーセンサ37で検出した信号を、パワーメータ38を介して高周波電力発生器32へフィードバックし、これをパワー制御および反射波制御に使用することで、周波数を可変にした場合のパワー精度を向上させることができる。

[0043] 通過型パワーセンサ37は、周波数を変化させない場合であっても、伝送線路33を構成する同軸ケーブルの先端に取り付けているので、その検出信号を高周波電力発生器32にフィードバックすることによって、伝送線路33によるロスを補正することが可能となり、実プロセスに使用されるパワー値に、より近いパワー値に制御することができる。また、通過型パワーセンサ37の周波数レンジを適切に選択し、基本周波数（周波数を変化させた場合には、変化させた後の周波数）を通過型パワーセンサ37のレンジ内とし、高調波周波数を周波数レンジ外とすることで、より、精度を上げることが

できる。

[0044] なお、高周波電力発生器 3 2 からの周波数の変化量があまり大きくない場合には、通過型パワーセンサ 3 7 の検出信号を整合器 3 4 にフィードバックすることによっても、整合器 3 4 における高精度のチューニングを実現することができる。

[0045] <第 2 の実施形態>

次に、第 2 の実施形態について説明する。図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る基板処理装置を示す模式図である。本実施形態に係る基板処理装置 2 0 0 は、基本的に、第 1 の実施形態の基板処理装置 1 0 0 を複数の基板のプラズマ処理を行う装置（バッチ式装置）に適用したものである。したがって、図 6 において図 1 と同じ機能を有するものには同じ符号を付して説明する。

[0046] 基板処理装置 2 0 0 は、複数の基板に対してプラズマ処理を施す平行平板型のプラズマ処理装置として構成されており、複数（図 6 では 3 枚）の基板 S を收容し、プラズマ処理を行うチャンバ 1 を有している。チャンバ 1 は実施形態 1 と同様、保安接地されている。

[0047] チャンバ 1 内には、カソード電極 3 およびアノード電極 4 が上下方向に対向して配置された平行平板電極が上下方向に複数対（図 6 では 3 対）配置されている。アノード電極 4 は下部電極として構成され、基板処理装置 1 0 0 と同様、基板 S の載置台として機能し、ヒーター 1 4 が埋設され、接地されている。カソード電極 3 は、上部電極として構成され、高周波電力が供給されるプラズマ生成電極として機能するが、第 1 の実施形態と異なり、シャワーヘッドの機能を有していない。

[0048] これらカソード電極 3 およびアノード電極 4 は、支持部材 5 2 によりチャンバ 1 に支持されている。なお、昇降機構を設けて、カソード電極 3 またはアノード電極 4 を昇降させることにより、カソード電極 3 とアノード電極 4 との間の距離を調節可能としてもよい。

[0049] 本実施形態においても、処理ガス供給部 5 は、処理ガス供給機構 1 5 と、

処理ガス供給路 16 とを有しているが、処理ガス供給路 16 は、チャンバ 1 の天壁に設けられたガス導入口 10' に接続されており、シャワーヘッドは用いていない。もちろん、第 1 の実施形態と同様、各カソード電極 3 をシャワーヘッドとして機能させて各カソード電極から処理ガスをシャワー状に導入するようにしてもよい。

[0050] 排気部 6 も、基本構成は第 1 の実施形態と同じであり、排気配管 17 と、排気装置 18 と、自動圧力制御バルブ（APC）19 とを有しているが、排気配管 17 はチャンバ 1 の底部ではなく、側壁上部および下部に接続されている。

[0051] チャンバ 1 の側壁には複数の基板を一括して搬送可能な搬送口（図示せず）が設けられており、搬送口はゲートバルブ（図示せず）により開閉可能となっている。

[0052] 本実施形態の基板処理装置 200 は、第 1 の実施形態と同様のプラズマ発生装置 2 を有している。すなわち、本実施形態においてもプラズマ発生装置 2 は、外部発振器 31 と、高周波電力発生器 32 と、伝送線路 33 と、整合器 34 と、方向性結合器 35 と、スペクトラムアナライザ 36 と、伝送線路 33 の整合器 34 よりも上流側に設けられた通過型パワーセンサ 37 と、通過型パワーセンサ 37 からの信号を計測し、高周波発生器 32 へフィードバックするパワーメータ 38 とを有する。伝送線路 33 は、整合器 34 の先で伝送線路 51 に分岐し、分岐した伝送線路 51 が各カソード電極 3 の上面中央に接続されている。

[0053] 本実施形態の基板処理装置 200 においても、第 1 の実施形態と同様に構成された、制御部（コンピュータ）7 を有しており、この制御部 7 により各構成部が制御されるようになっている。

[0054] このように構成された基板処理装置 200 においては、第 1 の実施形態の基板処理装置 100 と同様にプラズマ処理、例えばプラズマ CVD 処理が行われる。すなわち、複数枚（3 枚）の基板 S を各アノード電極 4 上に載置し、チャンバ 1 内を排気してその中を所定の真空雰囲気とし、ヒーター 1

4により基板Sを所定温度に加熱しつつ、処理ガス供給機構15から処理ガス供給路16およびガス導入口10'を経てチャンバ1内に処理ガスを導入し、高周波電力発生器32から各カソード電極3に高周波電力を供給する。

[0055] これにより、各平行平板電極において対向するカソード電極3とアノード電極4との間に高周波電界が生じ、この高周波電界により生成された処理ガスのプラズマにより、ヒーター14で加熱された基板S上で所定のプラズマ処理、例えばプラズマCVDが行われる。

[0056] 本実施形態においても、方向性結合器35により、整合器34を経た反射波をスペクトラムアナライザ36へ導き、反射波のスペクトルをとり、基本周波数の反射成分のみを整合器34にフィードバックすることができるので、整合器34において、高精度のチューニングを行うことができる。

[0057] また、通過型パワーセンサ37を設けることにより、そこで検出した信号をパワーメータ38を介して高周波電力発生器32へフィードバックし、これをパワー制御および反射波制御に使用することができ、周波数を可変にした場合のパワー精度を向上させることができる。

[0058] <変形例等>

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、伝送線路33において、通過型パワーセンサ37を方向性結合器35よりも高周波電力発生器32側に設けたが、これらの位置は逆でもよい。

[0059] また、上記実施形態では、高調波を含む反射波信号のスペクトルを求めるための検出器としてスペクトラムアナライザ36を用いたが、精度よくスペクトルを求めることができればこれに限るものではない。また、このような検出器としてFFT方式のものを好ましい例として例示したが、これに限らず、スーパーヘテロダイン方式等、他の方式であってもよい。

[0060] さらに、基板処理装置におけるプラズマ処理としてプラズマCVDを例示したが、本発明では原理上、これに限定されるものではないことはいうまでもなく、プラズマエッチング等、他のプラズマ処理に適用することができる。

。さらに、上記実施形態では平行平板電極の上部電極に高周波電力を導入し下部電極を接地したが、上部電極を接地し下部電極に高周波電力を導入してもよいし、上部電極および下部電極の両方に高周波電力を導入してもよい。さらにまた、本発明をバッチ式装置に適用する場合、一度に処理する基板の数は3枚に限るものではない。さらにまた、本発明に適用される基板は特に限定されるものではなく、太陽電池用基板やフラットパネルディスプレイ（FPD）用ガラス基板等、種々の基板に適用可能である。

符号の説明

[0061] 1；チャンバ、2；プラズマ発生装置、3；カソード電極（上部電極）、4；アノード電極（下部電極）、5；処理ガス供給部、6；排気部、7；制御部、10；シャワーヘッド、14；ヒーター、15；処理ガス供給機構、18；排気装置、31；外部発振器、32；高周波電力発生器、33；伝送線路、34；整合器、35；方向性結合器、36；スペクトラムアナライザ、37；通過型パワーセンサ、38；パワーメータ、100，200；基板処理装置、S；基板

請求の範囲

- [請求項1] 高周波電力をプラズマ生成電極に供給することによりプラズマを発生させるプラズマ発生装置であって、
- 発振する高周波の周波数を変更可能な高周波発振器と、
- 前記高周波発振器から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する高周波電力発生器と、
- 前記高周波電力発生器から前記プラズマ生成電極に高周波電力を伝送する伝送線路と、
- 前記伝送線路に設けられた、発生したプラズマ負荷のインピーダンスを前記高周波電力発生器側の前記伝送線路のインピーダンスに整合させる整合器と、
- 前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた方向性結合器と、
- 前記方向性結合器を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、その中の基本周波数の反射成分を前記整合器にフィードバックする検出器と
- を具備する、プラズマ発生装置。
- [請求項2] 前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた通過型パワーセンサと、
- 前記通過型パワーセンサからの信号を計測し、前記高周波発生器へフィードバックするパワーメータとをさらに具備する、請求項1に記載のプラズマ発生装置。
- [請求項3] 前記検出器は、スペクトラムアナライザである、請求項1に記載のプラズマ発生装置。
- [請求項4] 前記検出器は、入力信号をデジタル信号に変換し、高速フーリエ変換を行って、周波数のスペクトルを得るフーリエ変換機能を有する、請求項1に記載のプラズマ発生装置。
- [請求項5] 高周波電力により発生させた処理ガスのプラズマによって基板を処

理する基板処理装置であって、

基板を収容し、真空下に保持可能なチャンバと、

前記チャンバ内に設けられ、高周波電力が供給されてプラズマを生成するプラズマ生成電極と、

前記プラズマ生成電極に高周波電力を供給してプラズマを発生させるプラズマ発生装置と、

前記チャンバに処理ガスを供給する処理ガス供給機構とを具備し、

前記プラズマ発生装置は、

発振する高周波の周波数を変更可能な高周波発振器と、

前記高周波発振器から発振された周波数の高周波を増幅して高周波電力を発生する高周波電力発生器と、

前記高周波電力発生器から前記プラズマ生成電極に高周波電力を伝送する伝送線路と、

前記伝送線路に設けられた、発生したプラズマ負荷のインピーダンスを前記高周波電力発生器側の前記伝送線路のインピーダンスに整合させる整合器と、

前記伝送線路の前記高周波電力発生器と前記整合器との間に設けられた方向性結合器と、

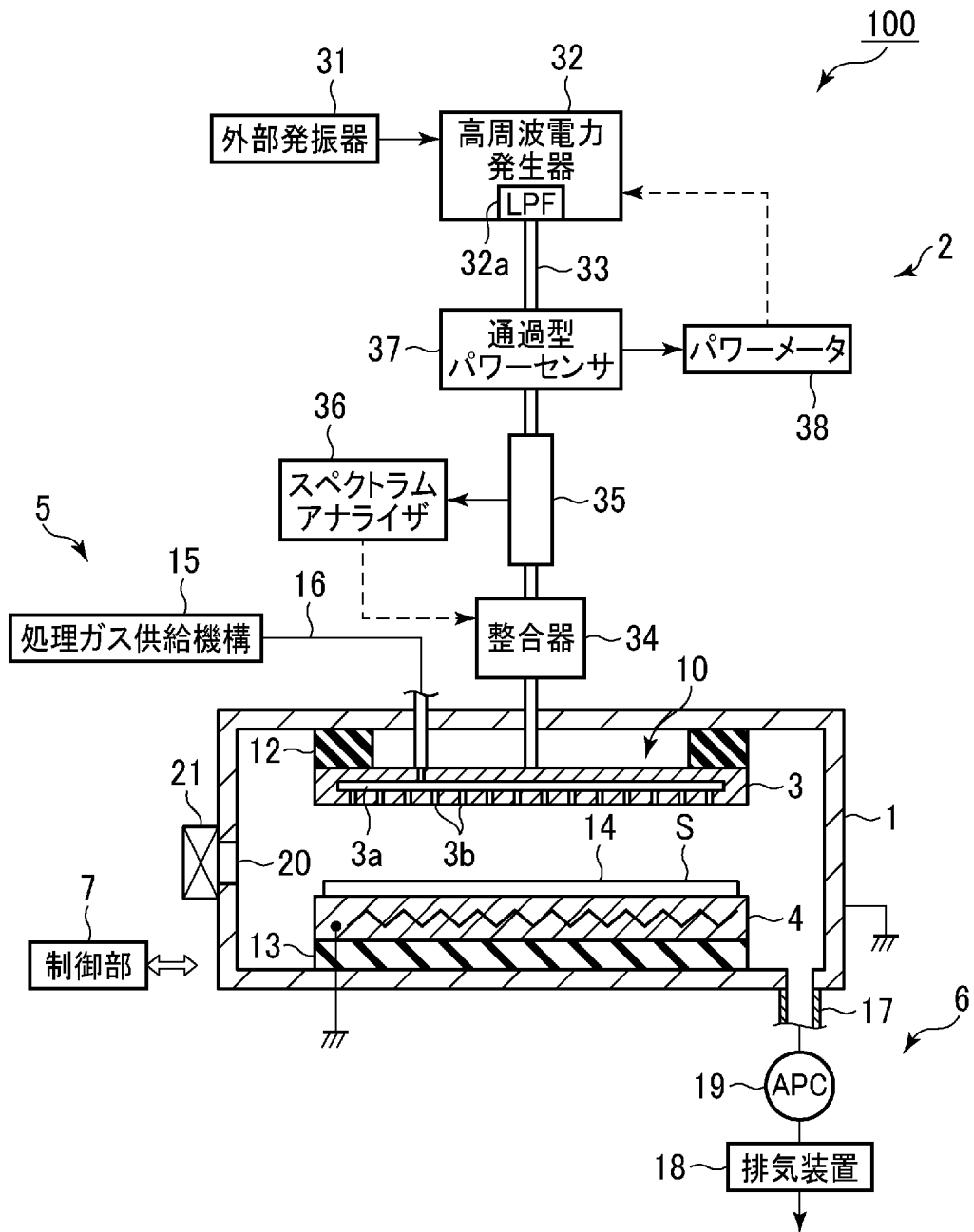
前記方向性結合器を介して導かれた反射波のスペクトルを検出し、その中の基本周波数の反射成分を前記整合器にフィードバックする検出器と

を有する、基板処理装置。

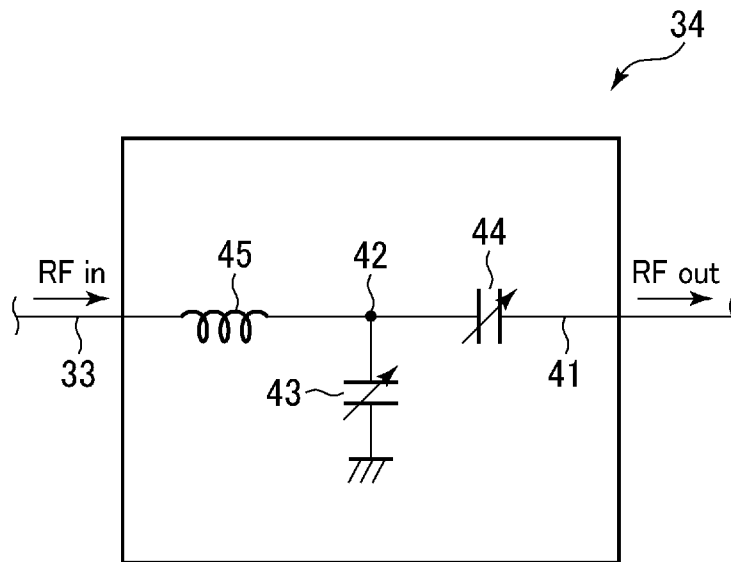
[請求項6]

複数の基板に対応して複数のプラズマ生成電極を有し、前記プラズマ発生装置から前記各プラズマ生成電極へ高周波電力が供給されて生成されたプラズマにより、複数の基板を処理する、請求項5に記載の基板処理装置。

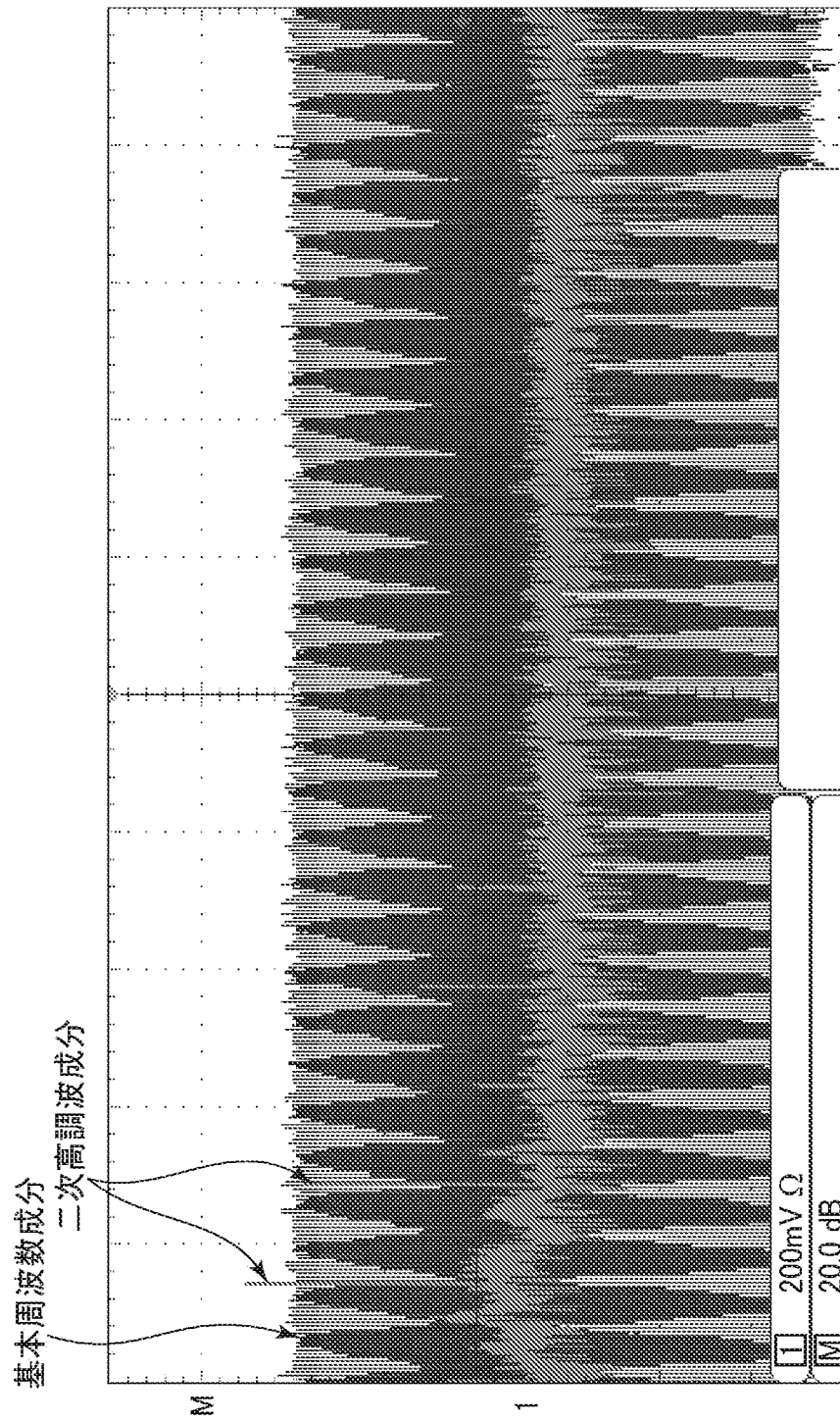
[図1]



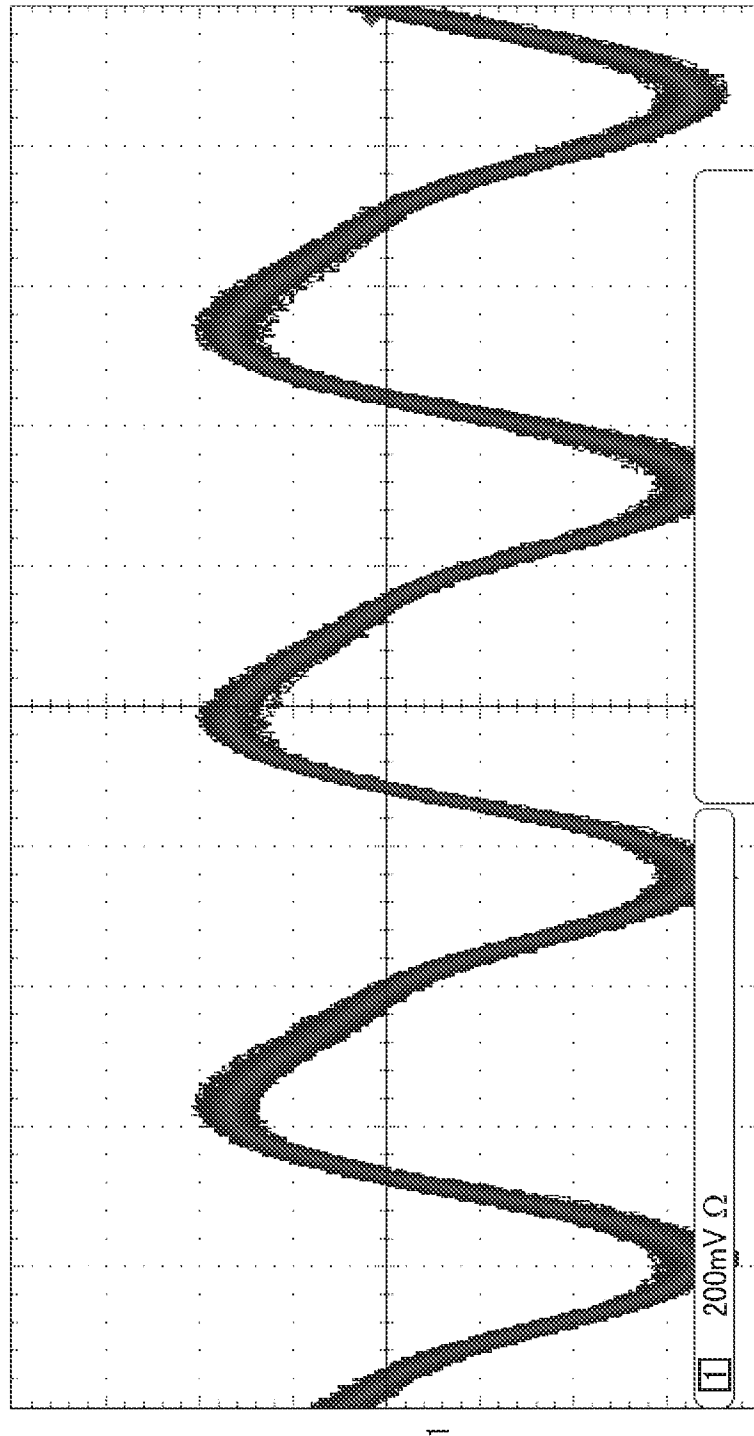
[図2]



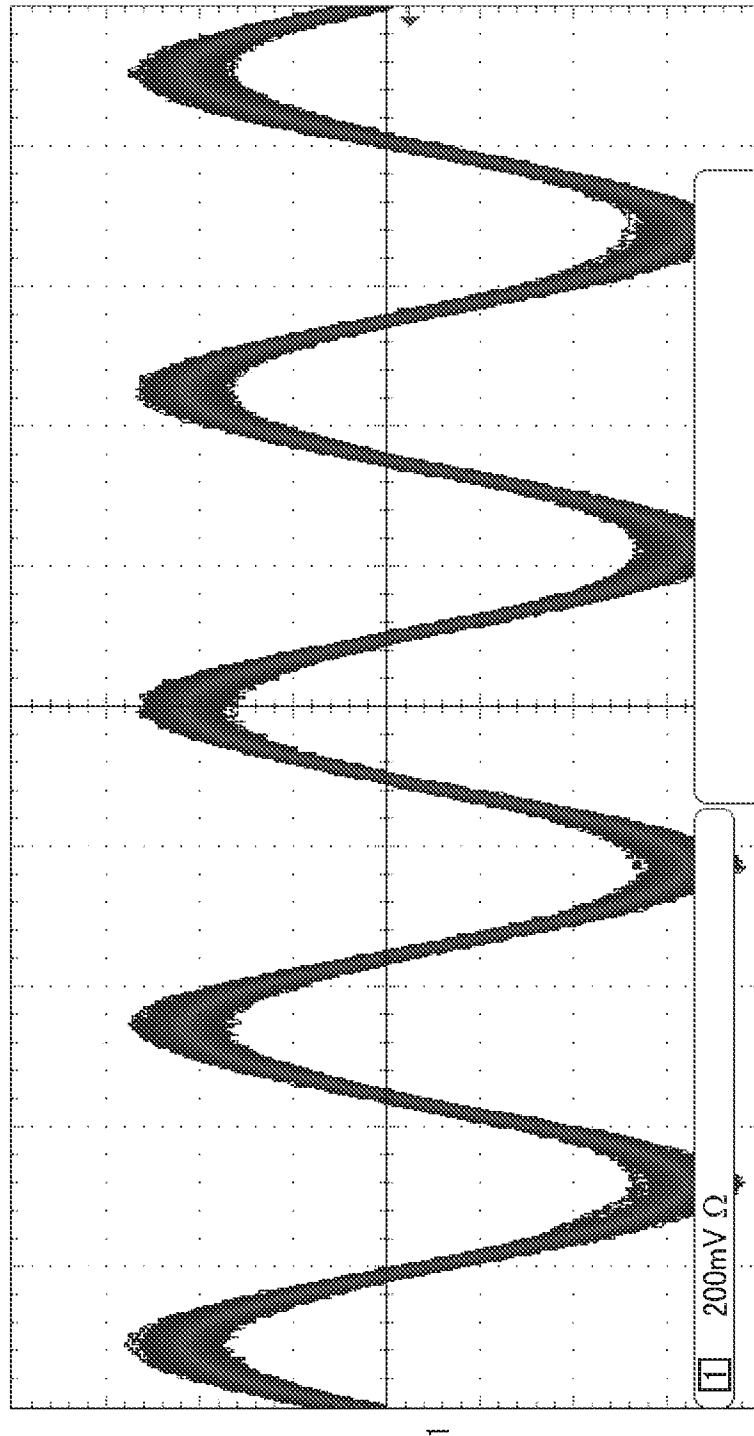
[図3]



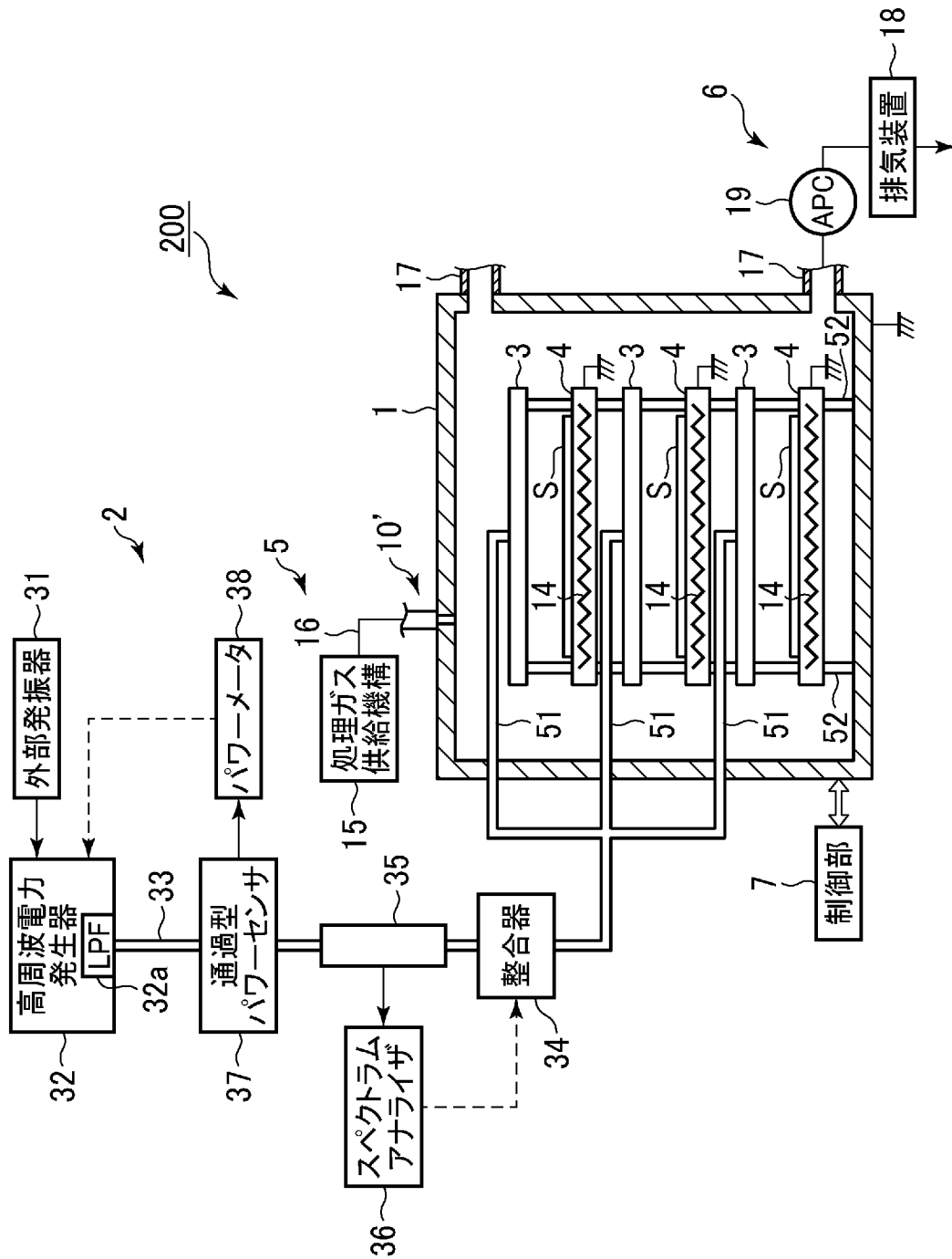
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H1/46(2006.01)i, C23C16/505(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H05H1/00(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)

H05H1/46, C23C16/505, H01L21/3065, H05H1/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2000-31073 A (Canon Inc.), 28 January 2000 (28.01.2000), paragraphs [0025] to [0074]; fig. 1 to 9 & US 6313430 B1	1-6
A	JP 2011-217482 A (Daihen Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0044] to [0133]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-6
A	JP 2003-179030 A (Tokyo Electron Ltd.), 27 June 2003 (27.06.2003), entire text; all drawings & US 2004/0222184 A1 & WO 2003/055286 A1 & CN 1602651 A & AU 2002354459 A	1-6

☒ 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

"I" 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
02 October, 2013 (02.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069610

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-151429 A (Axcelis Technologies, Inc.), 24 May 2002 (24.05.2002), entire text; all drawings & US 6305316 B1 & EP 1174901 A2 & TW 494711 B & KR 10-2002-0011075 A & SG 108263 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05H1/46(2006.01)i, C23C16/505(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H05H1/00(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. H05H1/46, C23C16/505, H01L21/3065, H05H1/00

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 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 請求項の番号
A	JP 2000-31073 A（キヤノン株式会社） 2000.01.28, 第【0025】－【0074】段落および第1－9図 & US 6313430 B1	1－6
A	JP 2011-217482 A（株式会社ダイヘン） 2011.10.27, 第【0044】－【0133】段落および第1－11図 (ファミリーなし)	1－6

☒ 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

0 2 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

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）

藤本 加代子

2 I

4 4 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

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 請求項の番号
A	JP 2003-179030 A (東京エレクトロン株式会社) 2003.06.27, 全文および全図 & US 2004/0222184 A1 & WO 2003/055286 A1 & CN 1602651 A & AU 2002354459 A	1 - 6
A	JP 2002-151429 A (アクセリス テクノロジーズ インコーポレー テッド) 2002.05.24, 全文および全図 & US 6305316 B1 & EP 1174901 A2 & TW 494711 B & KR 10-2002-0011075 A & SG 108263 A	1 - 6