

(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
2022年5月27日(27.05.2022)



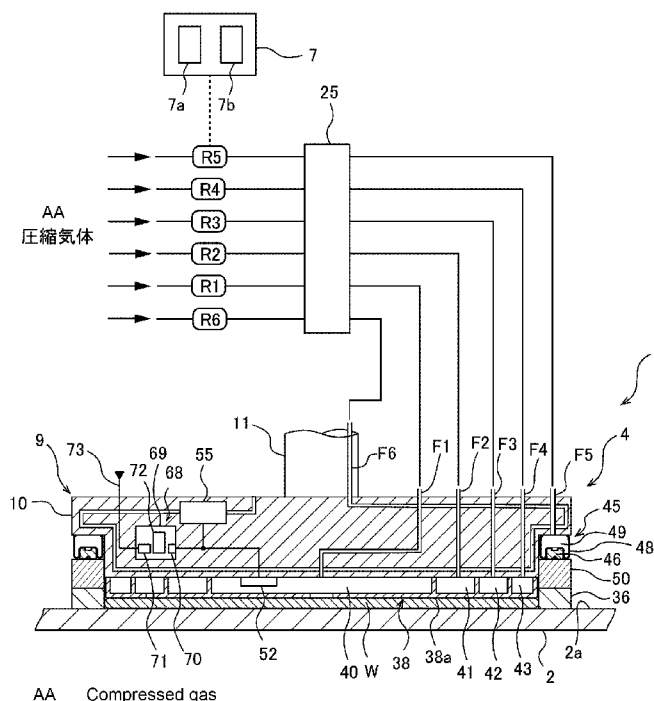
(10) 国際公開番号

WO 2022/107553 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 37/30 (2012.01) B24B 49/14 (2006.01)
B24B 49/08 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
B24B 49/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/039279
- (22) 国際出願日: 2021年10月25日(25.10.2021)
- (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 2020-191381 2020年11月18日(18.11.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鍋谷 治 (NABEYA, Osamu); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 廣澤 哲也, 外 (HIROSAWA, Tetsuya et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 8 号 GOWA 西新宿 4 階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: SUBSTRATE HOLDING DEVICE

(54) 発明の名称: 基板保持装置



(57) Abstract: The present invention pertains to a substrate holding device which holds a substrate such as a wafer, and particularly, to a substrate holding device used for a polishing device. This substrate holding device (1) comprises: a polishing head (9) which presses a substrate (W) against a polishing surface; a polishing head shaft (11) connected to the polishing head (9); and a power generation device (55) which generates power inside a rotary system (4) including at least the polishing head (9) and the polishing head shaft (11).

[続葉有]

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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))

(57) 要約: 本発明は、ウェハなどの基板を保持する基板保持装置に関し、特に研磨装置に使用される基板保持装置に関するものである。基板保持装置(1)は、基板(W)を研磨面に押し付ける研磨ヘッド(9)と、研磨ヘッド(9)に連結された研磨ヘッドシャフト(11)と、研磨ヘッド(9)および研磨ヘッドシャフト(11)を少なくとも含む回転系(4)内で電力を発生させる発電装置(55)と、を備えている。

明 細 書

発明の名称： 基板保持装置

技術分野

[0001] 本発明は、ウェハなどの基板を保持する基板保持装置に関し、特に研磨装置に使用される基板保持装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造工程では、ウェハの表面を研磨するために研磨装置が広く使用されている。この種の研磨装置は、研磨面を有する研磨パッドを支える研磨テーブルと、ウェハを保持するための研磨ヘッドを少なくとも含む基板保持装置と、研磨液を研磨面に供給する研磨液供給ノズルとを備えている。

[0003] 研磨装置は次のようにしてウェハを研磨する。研磨パッドとともに研磨テーブルを回転させながら、研磨液供給ノズルから研磨液を研磨面に供給する。基板保持装置によりウェハを保持し、さらにウェハをその軸心を中心として回転させる。この状態で、研磨ヘッドは回転しながらウェハの表面を研磨パッドの研磨面に押し付け、研磨液の存在下でウェハの表面を研磨面に摺接させる。ウェハの表面は、研磨液に含まれる砥粒の機械的作用と、研磨液の化学的作用により研磨される。このような研磨装置はCMP（化学機械研磨）装置とも呼ばれる。

[0004] 研磨状態はパッドの状態（個体差、使用履歴、ドレッシング状態）、研磨液（スラリー）の状態（個体差、濃度、温度）、被研磨物であるウェハ膜の状態によって変化する。研磨状態の変化に対して研磨条件を細かく制御することが研磨性能の向上に不可欠であるが、その判断には研磨状態を精度よく把握することが必要である。研磨状態を精度よく把握するために、研磨状態を間接的に測定するセンサを、研磨ヘッドに固定するなど、研磨ヘッドと一体に回転するように設ける場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2019-532825号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 研磨状態を間接的に測定するセンサなどの電力を必要とする部品を研磨ヘッドと一体に回転するように設ける場合、上記部品は二次電池（バッテリー）を搭載するか、ロータリーコネクタを介して電力を供給される必要があった。

[0007] 研磨ヘッドは、ウェハを囲むように配置されたりテーナリングやウェハを押圧する押圧面を有する弾性膜を備えており、リテーナリングや弾性膜は定期的に交換される必要がある。ロータリーコネクタを介して電力を必要とする部品に電力を供給する場合、リテーナリング等の交換時の電力線の脱着時のロータリーコネクタの接触不良や、ロータリーコネクタの故障や、ロータリーコネクタの故障による漏電が発生する可能性がある。また、研磨ヘッドは回転と上下の機械的な運動と、研磨液（スラリー）、洗浄液、純水に対する防水性、耐薬品性が求められている。そのため、ロータリーコネクタを介して研磨ヘッドと一体に回転する部品に電力を供給することは困難であった。

[0008] また、制御性向上のために弾性膜は、多くの加圧エリア（圧力室）を形成する。各エリアを個別に加圧するために、多くのロータリージョイントの系統数（例えば12個）が必要となり、電力を供給するロータリーコネクタを追加することが困難である。

[0009] 本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたもので、研磨ヘッドと一体に回転する部品に容易に電力を供給することができる基板保持装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 一態様では、基板を研磨する研磨装置に使用される基板保持装置であって

、前記基板を研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、前記ヘッドに連結された研磨ヘッドシャフトと、前記研磨ヘッドおよび前記研磨ヘッドシャフトを少なくとも含む回転系内で電力を発生させる発電装置と、を備えている、基板保持装置が提供される。

[0011] 一態様では、前記基板保持装置は、前記研磨ヘッドの内部を延びる気体移送ラインをさらに備え、前記発電装置は、前記気体移送ラインに接続されており、前記発電装置は、前記気体移送ラインを流れる圧縮気体を利用して電力を発生させる風力発電装置である。

一態様では、前記発電装置は、前記回転系の一部を構成する回転系側コイルと、前記回転側コイルの外側に配置され、かつ前記回転系側コイルとの間に磁界を形成する固定子を備え、前記発電装置は、前記固定子が形成する磁界と、前記回転系側コイルの回転とによって発生する電磁誘導を利用して電力を発生させる発電装置である。

一態様では、前記発電装置の少なくとも一部は、前記回転系の一部を構成し、前記発電装置は、振動エネルギー、熱エネルギー、または光エネルギーのいずれかを利用した発電装置である。

一態様では、前記基板保持装置は、前記発電装置が発生させた電力を蓄える蓄電器をさらに備えている。

一態様では、前記蓄電器は、ニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池、またはキャパシタのいずれかである。

一態様では、前記基板保持装置は、前記回転系の一部を構成する研磨状態測定センサをさらに備え、前記発電装置は、前記研磨状態測定センサに電力を供給するように構成されている。

一態様では、前記研磨状態測定センサは、研磨ヘッドの温度および／または研磨ヘッドの周囲温度を測定する温度センサ、研磨中の音圧を測定する音センサ、前記研磨ヘッドの振動を測定する振動センサ、前記研磨ヘッドに形成された圧力室に供給される圧縮気体の圧力を測定する圧力センサ、前記圧縮気体の流量を測定する流量センサ、または前記研磨ヘッドの歪を測定する

歪センサのいずれかである。

一態様では、前記基板保持装置は、前記研磨ヘッドに形成された圧力室に供給される圧縮気体の流路を開閉する開閉弁をさらに備え、前記発電装置は、前記開閉弁に電力を供給するように構成されており、前記開閉弁は、前記回転系の一部を構成している。

一態様では、前記基板保持装置は、前記研磨状態測定センサが測定した物理量の測定値を、前記研磨装置の動作制御部に送信する無線ユニットをさらに備え、前記無線ユニットは、前記回転系の一部を構成している。

発明の効果

[0012] 発電装置は、研磨ヘッドと一体に回転する部品に供給する電力を、回転系内で発生させる。したがって、研磨ヘッドと一体に回転する部品に容易に電力を供給することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態に係る基板保持装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式図である。

[図2]基板保持装置の模式図である。

[図3]発電装置の模式図である。

[図4]基板保持装置の他の実施形態を示す模式図である。

[図5]基板保持装置の他の実施形態を示す模式図である。

[図6]基板保持装置の他の実施形態を示す模式図である。

[図7]基板保持装置の他の実施形態を示す模式図である。

[図8]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図9]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図10]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図11]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図12]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図13]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図14]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図15]基板保持装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る基板保持装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式図である。図1に示すように、研磨装置は、基板の一例であるウェハWを保持して回転させる基板保持装置1と、研磨パッド2を支持する研磨テーブル3と、研磨パッド2に研磨液（スラリー）を供給する研磨液供給ノズル5と、研磨装置の各構成要素の動作を制御する動作制御部7とを備えている。研磨テーブル3の上面には研磨パッド2が貼付されており、研磨パッド2の上面は、ウェハWを研磨する研磨面2aを構成している。研磨パッド2は、研磨テーブル3と一体に回転するように構成されている。
- [0015] 基板保持装置1は、ウェハWを研磨面2aに押し付ける研磨ヘッド9と、研磨ヘッド9に連結された研磨ヘッドシャフト11を備えている。研磨ヘッド9は、その下面に真空吸着によりウェハWを保持できるように構成されている。
- [0016] 研磨テーブル3は、テーブル軸3aを介してその下方に配置されるテーブル回転モータ13に連結されており、そのテーブル軸3a周りに回転可能になっている。テーブル回転モータ13により研磨テーブル3を回転させることにより、研磨面2aは研磨ヘッド9に対して相対的に回転する。したがって、テーブル回転モータ13は、研磨面2aを水平方向に移動させる研磨面移動機構を構成する。
- [0017] 研磨ヘッドシャフト11は、上下動機構27により研磨ヘッド揺動アーム16に対して上下動するようになっている。この研磨ヘッドシャフト11の上下動により、研磨ヘッド揺動アーム16に対して研磨ヘッド9の全体を昇降させ位置決めするようになっている。研磨ヘッドシャフト11の上端にはロータリージョイント25が取り付けられている。
- [0018] 研磨ヘッドシャフト11および研磨ヘッド9を上下動させる上下動機構27は、軸受26を介して研磨ヘッドシャフト11を回転可能に支持するブリ

ッジ２８と、ブリッジ２８に取り付けられたボールねじ３２と、支柱３０により支持された支持台２９と、支持台２９上に設けられたサーボモータ３４とを備えている。サーボモータ３４を支持する支持台２９は、支柱３０を介して研磨ヘッド揺動アーム１６に固定されている。

[0019] ボールねじ３２は、サーボモータ３４に連結されたねじ軸３２ａと、このねじ軸３２ａが螺合するナット３２ｂとを備えている。研磨ヘッドシャフト１１は、ブリッジ２８と一体となって上下動するようになっている。したがって、サーボモータ３４を駆動すると、ボールねじ３２を介してブリッジ２８が上下動し、これにより研磨ヘッドシャフト１１および研磨ヘッド９が上下動する。

[0020] また、研磨ヘッドシャフト１１はキー（図示せず）を介して回転筒１２に連結されている。この回転筒１２はその外周部にタイミングプーリ１４を備えている。研磨ヘッド揺動アーム１６には研磨ヘッド用モータ１８が固定されており、上記タイミングプーリ１４は、タイミングベルト１９を介して研磨ヘッド用モータ１８に設けられたタイミングプーリ２０に接続されている。したがって、研磨ヘッド用モータ１８を回転駆動することによってタイミングプーリ２０、タイミングベルト１９、およびタイミングプーリ１４を介して回転筒１２および研磨ヘッドシャフト１１が一体に回転し、研磨ヘッド９がその軸心を中心として回転する。研磨ヘッド用モータ１８、タイミングプーリ２０、タイミングベルト１９、およびタイミングプーリ１４は、研磨ヘッド９をその軸心を中心として回転させる回転機構を構成する。研磨ヘッド揺動アーム１６は、フレーム（図示せず）に回転可能に支持された支軸２１によって支持されている。基板保持装置１は、研磨ヘッド９の下面にウェハＷなどの基板を保持できるようになっている。研磨ヘッド揺動アーム１６は支軸２１を中心として旋回可能に構成されている。

[0021] 研磨ヘッド用モータ１８には、研磨ヘッド用モータ１８の回転速度（回転数）、すなわち、研磨ヘッド９の回転速度を検出する回転速度検出器２３が連結されている。回転速度検出器２３の一例として、ロータリーエンコーダ

が挙げられる。

[0022] 研磨液供給ノズル 5、テーブル回転モータ 13、上下動機構 27、回転速度検出器 23、および研磨ヘッド用モータ 18は、動作制御部 7に電氣的に接続されている。研磨液供給ノズル 5、テーブル回転モータ 13、上下動機構 27、回転速度検出器 23、および研磨ヘッド用モータ 18の動作は、動作制御部 7によって制御される。

[0023] 動作制御部 7は、プログラムが格納された記憶装置 7aと、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する処理装置 7bを備えている。処理装置 7bは、記憶装置 7aに格納されているプログラムに含まれる命令に従って演算を行うCPU（中央処理装置）またはGPU（グラフィックプロセッシングユニット）などを含む。記憶装置 7aは、処理装置 7bがアクセス可能な主記憶装置（例えばランダムアクセスメモリ）と、データおよびプログラムを格納する補助記憶装置（例えば、ハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ）を備えている。動作制御部 7は、少なくとも 1 台のコンピュータから構成されている。

[0024] ウェハWの研磨は次のようにして行われる。研磨ヘッド 9および研磨テーブル 3をそれぞれ回転させ、研磨テーブル 3の上方に設けられた研磨液供給ノズル 5から研磨パッド 2上に研磨液を供給する。下面にウェハWを保持した研磨ヘッド 9は、研磨ヘッド揺動アーム 16の旋回によりウェハWの受取位置から研磨テーブル 3の上方に移動される。そして、研磨ヘッド 9を下降させてウェハWを研磨パッド 2の研磨面 2aに押し付ける。ウェハWは、研磨液の存在下で研磨面 2aに摺接され、ウェハWの表面は、研磨液に含まれる砥粒の機械的作用と、研磨液の化学的作用により研磨される。研磨ヘッド 9および研磨テーブル 3は、同じ方向に回転する。

[0025] 次に基板保持装置 1について説明する。図 2は、基板保持装置 1の模式図である。図 2では、研磨ヘッド 9は断面図として図示されている。研磨ヘッド 9は、ウェハWを研磨パッド 2の研磨面 2aに対して押し付けるための弾性膜（メンブレン） 38と、弾性膜 38を保持する研磨ヘッド本体 10と、

環状のドライブリング５０と、環状のリテーナリング３６とを備えている。

[0026] 弾性膜３８は、研磨ヘッド本体１０の下部に取り付けられており、弾性膜３８の下面は、ウェハＷを研磨面２ａに押圧する押圧面３８ａを構成している。研磨ヘッド本体１０は、研磨ヘッドシャフト１１の端部に固定されており、研磨ヘッド本体１０、弾性膜３８、ドライブリング５０、およびリテーナリング３６は、研磨ヘッドシャフト１１の回転により一体に回転するように構成されている。リテーナリング３６およびドライブリング５０は、研磨ヘッド本体１０に対して相対的に上下動可能に構成されている。研磨ヘッド本体１０は、エンジニアリングプラスチック（例えば、ＰＥＥＫ）などの樹脂により形成されている。

[0027] 弾性膜３８と研磨ヘッド本体１０との間には、４つの圧力室４０，４１，４２，４３が設けられている。圧力室４０，４１，４２，４３は弾性膜３８と研磨ヘッド本体１０によって形成されている。中央の圧力室４０は円形であり、他の圧力室４１，４２，４３は環状である。これらの圧力室４０，４１，４２，４３は、同心上に配列されている。

[0028] 圧力室４０，４１，４２，４３にはそれぞれ気体移送ラインＦ１，Ｆ２，Ｆ３，Ｆ４が接続されている。気体移送ラインＦ１，Ｆ２，Ｆ３，Ｆ４の一端は、研磨装置が設置されている工場に設けられたユーティリティとしての圧縮気体供給源（図示せず）に接続されている。気体移送ラインＦ１，Ｆ２，Ｆ３，Ｆ４の内部には圧縮気体の流路が形成されている。気体移送ラインＦ１，Ｆ２，Ｆ３，Ｆ４の一部は研磨ヘッド９の内部（具体的には、研磨ヘッド本体１０の内部）を延びており、圧縮空気等の圧縮気体は、気体移送ラインＦ１，Ｆ２，Ｆ３，Ｆ４を通じて圧力室４０，４１，４２，４３に供給されるようになっている。

[0029] 圧力室４２に連通する気体移送ラインＦ３は、図示しない真空ラインに接続されており、圧力室４２内に真空を形成することが可能となっている。圧力室４２を構成する、弾性膜３８の部位には開口が形成されており、圧力室４２に真空を形成することによりウェハＷが研磨ヘッド９に吸着保持される

。また、この圧力室42に圧縮気体を供給することにより、ウェハWが研磨ヘッド9からリリースされる。弾性膜38は、エチレンプロピレンゴム（EPDM）、ポリウレタンゴム、シリコンゴム等の強度および耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

[0030] リテーナリング36は、弾性膜38の周囲に配置されており、研磨パッド2の研磨面2aに接触する環状の部材である。リテーナリング36は、押圧面38aおよびウェハWの外周縁を囲むように配置されており、ウェハWの研磨中にウェハWが研磨ヘッド9から飛び出してしまうことを防止する。

[0031] ドライブリング50は、リテーナリング36の上面に固定されており、ドライブリング50の上部は、環状のリテーナリング押圧機構45に連結されている。リテーナリング押圧機構45は、ドライブリング50を介してリテーナリング36の上面全体に下向きの荷重を与え、これによりリテーナリング36の下面を研磨パッド2の研磨面2aに対して押圧する。

[0032] リテーナリング押圧機構45は、ドライブリング50の上部に固定された環状のピストン46と、ピストン46の上面に接続された環状のローリングダイヤフラム48とを備えている。ローリングダイヤフラム48の内部には圧力室（リテーナリング圧力室）49が形成されている。圧力室49は、気体移送ラインF5を介して上記圧縮気体供給源に連結されている。圧縮気体は、気体移送ラインF5を通じて圧力室49内に供給される。

[0033] 上記圧縮気体供給源から圧力室49に圧縮気体を供給すると、ローリングダイヤフラム48がピストン46を下方に押し下げ、ピストン46はドライブリング50を押し下げ、さらにドライブリング50はリテーナリング36の全体を下方に押し下げる。このようにして、リテーナリング押圧機構45は、リテーナリング36の下面を研磨パッド2の研磨面2aに対して押圧する。

[0034] 気体移送ラインF1、F2、F3、F4、F5は、研磨ヘッドシャフト11に取り付けられたロータリージョイント25を経由して延びている。圧力室40、41、42、43、49に連通する気体移送ラインF1、F2、F

3, F 4, F 5 には、それぞれ圧力レギュレータ R 1, R 2, R 3, R 4, R 5 が設けられている。圧縮気体供給源からの圧縮気体は、圧力レギュレータ R 1 ~ R 5 を通って圧力室 4 0 ~ 4 3、および圧力室 4 9 内にそれぞれ独立に供給される。圧力レギュレータ R 1 ~ R 5 は、圧力室 4 0 ~ 4 3、および圧力室 4 9 内の圧縮気体の圧力を調節するように構成されている。圧力レギュレータ R 1 ~ R 5 は、動作制御部 7 に電氣的に接続されており、圧力レギュレータ R 1 ~ R 5 の動作は、動作制御部 7 によって制御される。

[0035] 圧力レギュレータ R 1 ~ R 5 は、圧力室 4 0 ~ 4 3、および圧力室 4 9 の内部圧力を互いに独立して変化させることが可能であり、これにより、ウェハ W の対応する 4 つの領域、すなわち、中央部、内側中間部、外側中間部、およびエッジ部に対する研磨圧力、およびリテーナリング 3 6 の研磨パッド 2 への押圧力を独立に調節することができる。気体移送ライン F 1, F 2, F 3, F 4, F 5 は大気開放弁（図示せず）にもそれぞれ接続されており、圧力室 4 0 ~ 4 3、および圧力室 4 9 を大気開放することも可能である。本実施形態では、弾性膜 3 8 は、4 つの圧力室 4 0 ~ 4 3 を形成するが、一実施形態では、弾性膜 3 8 は 4 つよりも少ない、または 4 つよりも多い圧力室を形成してもよい。

[0036] 図 2 に示すように、基板保持装置 1 は、電力を発生させる発電装置 5 5 と、ウェハ W の研磨状態を間接的に表す物理量を測定する研磨状態測定センサ 5 2 と、研磨状態測定センサ 5 2 が測定した物理量の測定値を送信する無線ユニット 6 8 を、さらに備えている。発電装置 5 5 は、研磨ヘッド 9 および研磨ヘッドシャフト 1 1 を含む回転系 4 内で電力を発生させるように構成されている。回転系 4 は、研磨ヘッド 9 および研磨ヘッド 9 と一体に、研磨ヘッド 9 の軸心を中心に回転可能に構成された構成要素の集合体である。回転系 4 は、研磨ヘッド 9 および研磨ヘッドシャフト 1 1 を少なくとも含む。本実施形態では、発電装置 5 5、研磨状態測定センサ 5 2、および無線ユニット 6 8 は、回転系 4 の一部を構成している。

[0037] ウェハ W の研磨状態を間接的に表す物理量の例として、研磨ヘッド 9 の温

度、研磨ヘッド9の周囲温度、上記圧縮気体の圧力および流量、研磨中の音圧、研磨ヘッド9の振動、研磨ヘッド9の歪などが挙げられる。研磨状態測定センサ52の例として、温度センサ、圧力センサ、流量センサ、音センサ、振動センサ、歪センサなどが挙げられる。

[0038] 本実施形態では、発電装置55は、運動エネルギーを電気エネルギーに変換して電力を発生させる装置であり、風力を利用して電力を発生させる風力発電装置である。基板保持装置1は、気体移送ラインF6をさらに備えている。気体移送ラインF6の一端は、研磨装置が設置されている工場に設けられたユーティリティとしての圧縮気体供給源（図示せず）に接続されており、他端は、大気開放されている。気体移送ラインF6の少なくとも一部は、研磨ヘッドシャフト11内および研磨ヘッド9の内部（具体的には、研磨ヘッド本体10の内部）を延びており、気体移送ラインF6は、研磨ヘッドシャフト11に取り付けられたロータリージョイント25を経由して延びている。言い換えれば、気体移送ラインF6は、非回転系からロータリージョイント25を経由して回転系4に向かって延びている。

[0039] 発電装置55は気体移送ラインF6に接続されており、気体移送ラインF6には圧力レギュレータR6が設けられている。気体移送ラインF6の内部には圧縮気体の流路が形成されており、圧縮気体供給源からの圧縮気体は、圧力レギュレータR6および発電装置55を通して大気に放出される。圧力レギュレータR6は、気体移送ラインF6内の圧縮気体の圧力を調節するように構成されている。圧力レギュレータR6は、動作制御部7に電氣的に接続されており、圧力レギュレータR6の動作は、動作制御部7によって制御される。本実施形態では、発電装置55は、研磨ヘッド9に設けられている。具体的には、発電装置55は、研磨ヘッド本体10の内部に配置されている。

[0040] 図3は、発電装置55の模式図である。発電装置55は、モータ57と、圧縮気体を受けるファン60と、モータ57およびファン60を内部に収容するケーシング63を備えている。ファン60およびモータ57は、複数の

固定部材 6 2 を介してケーシング 6 3 の内面に固定されている。

[0041] ファン 6 0 は、モータ 5 7 の回転軸 5 8 に固定されており、回転軸 5 8 と同心状に配置されている。ケーシング 6 3 には、吸気口 6 5 a および排気口 6 5 b が形成されており、圧縮気体供給源からの圧縮気体は、吸気口 6 5 a からケーシング 6 3 の内部に流入し、排気口 6 5 b から排気される。排気口 6 5 b から排気された圧縮気体は、気体移送ライン F 6（図 2 参照）を通過して大気に放出される。

[0042] モータ 5 7 の回転軸 5 8 は、圧縮気体の流れ方向に延びている。ファン 6 0 が、ケーシング 6 3 の内部に流入した圧縮気体を受けるとファン 6 0 および回転軸 5 8 が回転する。回転軸 5 8 が回転することにより、モータ 5 7 は電力を発生する。すなわち、発電装置 5 5 は、気体移送ライン F 6 を流れる圧縮気体を利用して電力を発生させるように構成されている。

[0043] 発電装置 5 5 に供給される圧縮気体は、研磨ヘッドの冷却も兼ねている。研磨時の摩擦熱や化学反応に伴う発熱で研磨ヘッド 9 は温度が上昇し、研磨ヘッド 9 の一部の部品は熱膨張し、変形する。特にリテーナリング 3 6 に関しては研磨パッド 2 への当たり方でウェハ W の外周部の研磨レートが変化するため、温度を一定に保つことは重要である。具体的には、気体移送ライン F 6 は、研磨ヘッド本体 1 0 内でリテーナリング 3 6 等の冷却に必要な部品（冷却が必要な部品のいくつかは図示せず）に接触しながら、または冷却の必要な部品の近傍を延びながら発電装置 5 5 に接続される。

[0044] 一実施形態では、発電装置 5 5 は、排気される圧縮気体を通過させるフィルタを備えていてもよい。発電装置 5 5 を通過した圧縮気体には、モータ 5 7 のブラシ（図示せず）などで発生するパーティクルが混入する場合があります、パーティクルを含んだ圧縮気体が大気に放出されると、パーティクルが研磨パッド 2 に落下するおそれがある。圧縮気体をフィルタを介して排気することにより、研磨パッド 2 へのパーティクルの落下を防止することができる。

[0045] 図 2 に示すように、研磨状態測定センサ 5 2 は、研磨ヘッド 9 に設けられ

ている。具体的には、研磨状態測定センサ52は、圧力室40内に配置されており、研磨ヘッド本体10の下部に固定されている。本実施形態では、研磨状態測定センサ52は、研磨ヘッド9の温度および／または研磨ヘッド9の周囲温度を測定する温度センサである。一実施形態では、研磨状態測定センサ52は、研磨中の音圧を測定する音センサでもよく、研磨中に発生する研磨ヘッド9の振動を測定する振動センサであってもよい。音センサの例として、AE (Acoustic Emission) センサや、音響センサが挙げられる。振動センサの例として加速度センサが挙げられる。このようなセンサは市場で入手可能である。

[0046] 研磨状態測定センサ52が回転系4の一部を構成する限りにおいて研磨状態測定センサ52の位置は、本実施形態に限定されない。一実施形態では、研磨状態測定センサ52は、研磨ヘッド9の外周面に固定されていてもよい。ウェハWの研磨中は、ウェハWと研磨パッド2との摩擦などによる摩擦熱や、ウェハWと研磨液（スラリー）との化学反応による化学反応熱が発生するため、研磨状態測定センサ52が温度センサの場合、研磨状態測定センサ52は、ウェハWの近傍に配置されることが好ましい。

[0047] さらに一実施形態では、研磨状態測定センサ52は、図4に示すように、圧力室40、41、42、43、49のいずれかに供給される圧縮気体の圧力を測定する圧力センサであってもよく、圧力室40、41、42、43、49のいずれかに供給される圧縮気体の流量を測定する流量センサであってもよい。本実施形態では、基板保持装置1は複数の研磨状態測定センサ52を備えており、複数の研磨状態測定センサ52は、気体移送ラインF1、F2、F3、F4、F5にそれぞれ接続されている。具体的には、各研磨状態測定センサ52は、圧縮気体の流れ方向に関してロータリージョイント25の下流側に配置されている。

[0048] 以下、本明細書では、気体移送ラインF1、F2、F3、F4、F5に接続される複数の研磨状態測定センサ52をそれぞれ、センサS1、S2、S3、S4、S5と呼ぶことがある。一実施形態では、基板保持装置1は、セ

ンサS 1, S 2, S 3, S 4, S 5のうちの少なくとも1つを備えていてもよい。さらに一実施形態では、基板保持装置1は、圧力センサとしての研磨状態測定センサ52と流量センサとしての研磨状態測定センサ52の両方を備えていてもよい。

[0049] さらに一実施形態では、研磨状態測定センサ52は、図5に示すように研磨ヘッド9の歪を測定する歪センサであってもよい。本実施形態の一例では、研磨状態測定センサ52は、リテーナリング36の外周に取り付けられている。研磨中、ウェハWは、リテーナリング36の下流側に接触する。これにより、研磨中にウェハWと研磨パッド2との間で発生する摩擦力がリテーナリング36に作用し、リテーナリング36が歪む。本実施形態の一例では、研磨状態測定センサ52は、このリテーナリング36の歪を測定する。一実施形態では、研磨状態測定センサ52は、研磨中の研磨ヘッド9の温度上昇に伴う研磨ヘッド9の一部の部品の熱膨張による研磨ヘッド9の一部の歪を測定してもよい。この場合、歪センサとしての研磨状態測定センサ52は、研磨ヘッド9の熱膨張の影響を受けやすい箇所に接触して、または研磨ヘッド9の熱膨張の影響を受けやすい箇所に近接して配置される。このような歪センサは、歪を感知することができる圧電素子や金属抵抗体などの素子を備えている。

[0050] 図2に示すように、無線ユニット68は、無線ユニット本体69と、アンテナ73を備えている。無線ユニット68は、研磨ヘッド9に設けられている。具体的には、無線ユニット本体69は、研磨ヘッド本体10の内部に配置されているが、無線ユニット68が回転系4の一部を構成する限りにおいて無線ユニット68の位置は、本実施形態に限定されない。一実施形態では、無線ユニット68は、研磨ヘッド9の外周面に固定されていてもよい。

[0051] 発電装置55は、研磨状態測定センサ52および無線ユニット68に接続されており、発電装置55は、研磨状態測定センサ52および無線ユニット68に電力を供給する。言い換えれば、発電装置55が発生させた電力は、研磨状態測定センサ52および無線ユニット68の駆動に使用される。

[0052] 研磨状態測定センサ52は、物理量の測定値を無線ユニット68に送信する。無線ユニット68は、無線信号の送受信機能を有し、動作制御部7との間で無線通信によって研磨状態測定センサ52から出力された物理量の測定値を動作制御部7に送信する。無線ユニット本体69は、研磨状態測定センサ52からのアナログ信号をデジタル信号に変換するADコンバータ70と、研磨状態測定センサ52から出力された物理量の測定値を含む測定データを圧縮するCPU（中央処理装置）72と、無線信号の送受信を行う送受信機71を備えている。アンテナ73は、送受信機71に接続されており、上記物理量の測定値は、アンテナ73を介して動作制御部7に送信される。

[0053] 動作制御部7は、研磨状態測定センサ52が測定した物理量の測定値に基づいて、研磨状態の判定や、研磨終点の決定を行う。例えば、研磨中のウェハWと研磨パッド2との摩擦によって発生する音や、研磨ヘッド9の振動は、研磨状態（例えば、研磨面2aの状態や、ウェハWの膜の状態）によって変化する。したがって、一実施形態では、動作制御部7は研磨状態測定センサ52によって測定された音圧の変化や振動の変化に基づいて研磨終点を決定してもよい。一実施形態では、動作制御部7は、研磨状態測定センサ52で測定された物理量（温度、振動、音圧、振動、歪）を予め定められたしきい値と比較し、上記物理量が予め定められたしきい値よりも大きいときに、研磨状態が異常であると判定してもよい。

[0054] さらに一実施形態では、動作制御部7は、センサS1, S2, S3, S4, S5の圧力の測定値に基づいて、圧力レギュレータR1, R2, R3, R4, R5に指令を発し、圧力室40, 41, 42, 43, 49内の圧縮気体の圧力を調整させてもよい。さらに一実施形態では、動作制御部7は、センサS1, S2, S3, S4, S5の流量の測定値に基づいて、気体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5のそれぞれに接続された流量制御弁（図示せず）に指令を発し、圧力室40, 41, 42, 43, 49に供給される圧縮気体の流量を制御させてもよい。これにより、研磨ヘッド9は、安定してウェハWを研磨面2aに押し付けることができる。

- [0055] リテーナリング 36 に作用する摩擦力は、研磨状態（例えば、研磨面 2 a の状態や、ウェハ W の膜の状態）によって変化する。したがって、一実施形態では、動作制御部 7 は研磨状態測定センサ 52 によって測定された歪の変化に基づいて研磨終点を決定してもよい。さらに一実施形態では、動作制御部 7 は、歪の周期的な変化に基づいてウェハ W の位相を決定してもよい。
- [0056] 無線ユニット 68 は、また動作制御部 7 からの指令を含む信号を受信するようにも構成されている。このような指令の一例として、研磨状態測定センサ 52 の動作を停止する指令が挙げられる。一実施形態では、研磨状態測定センサ 52 が物理量の測定値を送信する機能を有している場合、無線ユニット 68 を省略してもよい。
- [0057] 図 6 は、基板保持装置 1 の他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 1 乃至図 3 を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。図 6 に示すように、本実施形態の基板保持装置 1 は、発電装置 55 が発生させた電力を蓄える蓄電器 75 をさらに備えている。蓄電器 75 は、発電装置 55 に接続されており、発電装置 55 は、電力を発生させて、蓄電器 75 を充電する。
- [0058] 蓄電器 75 は、研磨ヘッド 9 に設けられており、蓄電器 75 は、回転系 4 の一部を構成する。具体的には、蓄電器 75 は、研磨ヘッド本体 10 の内部に配置されているが、蓄電器 75 が回転系 4 の一部を構成する限りにおいて蓄電器 75 の位置は、本実施形態に限定されない。
- [0059] 蓄電器 75 は、研磨状態測定センサ 52 および無線ユニット 68 に接続されており、蓄電器 75 に蓄えられた電力を研磨状態測定センサ 52 および無線ユニット 68 に供給可能に構成されている。したがって、研磨装置の運転開始時のように発電装置 55 が十分な電力を発生させていないときでも安定して研磨状態測定センサ 52 および無線ユニット 68 に電力を供給することができる。蓄電器 75 の例として、ニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池、およびキャパシタが挙げられる。本実施形態の構成は、図 4 および図 5 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

- [0060] 一例として、無線ユニット68の消費電力は約0.5Wであり、研磨状態測定センサ52の消費電力は約0.5Wであるので、蓄電池75への充電電力を1Wとすると、合計2Wの発電容量が必要となる。
- [0061] 一実施形態では、図7に示すように、基板保持装置1は蓄電器75の充電量（蓄電器75の電圧）を測定する電圧計76を備えていてもよい。電圧計76は、無線ユニット68に接続され、電圧計76で測定された電圧の測定値（蓄電器75の電圧、すなわち蓄電器75の充電量）は動作制御部7に送信される。
- [0062] 一実施形態では、動作制御部7は、電圧計76で測定された電圧の測定値（蓄電器75の充電量）に基づいて、研磨状態測定センサ52に指令を発してもよい。例えば、動作制御部7は、蓄電器75の充電量を予め定められたしきい値と比較し、蓄電器75の充電量が予め定められたしきい値よりも小さい場合は、消費電力を抑えるために研磨状態測定センサ52に指令を発して研磨状態測定センサ52の動作を停止させてもよい。
- [0063] 図8は、基板保持装置1のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図1および図2を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、基板保持装置1は、気体移送ラインF6と、圧力レギュレータR6を備えていない。本実施形態の発電装置55は、回転系4側に配置された回転系側コイル78と、回転系側コイル78の外側に配置された固定子（ステータ）79と、電力線82a, 82bを介して固定子79に接続された電源81を備えている。
- [0064] 本実施形態では、電源81は、研磨ヘッド揺動アーム16の内部に配置されているが、電源81の位置は本実施形態に限定されない。電源81は、動作制御部7に電氣的に接続されており、電源81の動作は動作制御部7によって制御される。
- [0065] 回転系側コイル78は、研磨ヘッドシャフト11に固定されており、研磨ヘッドシャフト11の周囲を囲んでいる。回転系側コイル78は、回転系4

の一部を構成している。回転系側コイル 78 は複数のコイルの集合体である。固定子 79 は回転系側コイル 78 を囲むように配置されており、回転系側コイル 78 と固定子 79 は互いに離間している。具体的には、固定子 79 は、研磨ヘッド揺動アーム 16 に固定されている。回転系側コイル 78 は、研磨ヘッドシャフト 11 と一体に回転するが、研磨ヘッド揺動アーム 16 は回転しない。すなわち、固定子 79 は、回転系 4 の一部を構成せず、研磨ヘッド揺動アーム 16 に対する固定子 79 の相対的な位置は変化しない。

[0066] 固定子 79 は、固定子 79 と回転系側コイル 78 との間に磁界を形成するように構成されている。具体的には、固定子 79 は、ステータコア 79a と、ステータコア 79a に巻かれた固定子側コイル 79b とを備えている。固定子側コイル 79b は複数のコイルの集合体である。固定子側コイル 79b は、電力線 82a, 82b に接続されており、電源 81 から電力線 82a, 82b を介して固定子側コイル 79b に電流を流すことにより、固定子 79 と回転系側コイル 78 との間に磁界が形成される。本実施形態の固定子 79 は、いわゆる電磁石である。固定子 79 を電磁石とすることで、固定子 79 に電力が供給されていない状態では磁界が発生しないため、メンテナンス時の工具が磁力によって固定子 79 に引き寄せられる等のリスクを回避することができる。

[0067] 固定子 79 と回転系側コイル 78 との間に磁界が形成されている状態で、研磨ヘッドシャフト 11 を回転させることにより、回転系側コイル 78 は固定子 79 が形成する磁界の中を移動する。これにより、電磁誘導が発生し、回転系側コイル 78 に電流が流れる（回転系側コイル 78 に電力が発生する）。すなわち、本実施形態の発電装置 55 は、固定子 79 が形成する磁界と、回転系側コイル 78 との回転によって発生する電磁誘導を利用して電力を発生させる発電装置である。

[0068] 上述のように、回転系側コイル 78 は、回転系 4 の一部を構成している。したがって、本実施形態においても、発電装置 55 は、回転系 4 内で電力を発生させる。一実施形態では、図 9 に示すように、固定子 79 は、永久磁石

でもよい。この場合、基板保持装置 1 は、電源 8 1 を備えなくてもよい。

[0069] さらに一実施形態では、図 10 に示すように、基板保持装置 1 は、回転系側コイル 7 8 および固定子 7 9 の下方に配置された電磁シールド 8 3 を備えていてもよい。電磁シールド 8 3 は、回転系側コイル 7 8 および固定子 7 9 の下方で研磨ヘッドシャフト 1 1 を囲むように配置されており、回転系側コイル 7 8 および固定子 7 9 の下方への電磁波を遮断するように構成されている。これにより、渦電流センサを用いてウェハ W の膜圧を測定する場合に、発電装置 5 5 の電磁波が渦電流センサに与える悪影響を防止することができる。本実施形態の構成は、図 9 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

[0070] さらに一実施形態では、動作制御部 7 は、回転速度検出器 2 3 から研磨ヘッド用モータ 1 8 の回転速度（すなわち、研磨ヘッド 9 の回転速度）の測定値を受け取り、研磨ヘッド用モータ 1 8 の回転速度に基づいて、電源 8 1 から固定子側コイル 7 9 b に供給される電流を制御してもよい。例えば、動作制御部 7 は、上記回転速度と、予め定められた下限しきい値を比較し、上記回転速度が下限しきい値よりも小さいときは、電源 8 1 に指令を発し、固定子側コイル 7 9 b に供給する電流を増加させてもよく、動作制御部 7 は、上記回転速度と、予め定められた上限しきい値を比較し、上記回転速度が上限しきい値よりも大きいときは、電源 8 1 に指令を発し、固定子側コイル 7 9 b に供給する電流を減少させてもよい。これにより、回転系 4 内で発生される電力を均一にすることが可能となり、安定した電力の供給が可能となる。

[0071] 図 8 乃至図 10 を参照して説明した実施形態の構成は、図 4 乃至図 7 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。一実施形態では、動作制御部 7 は、電圧計 7 6（図 7 参照）で測定された電圧の測定値（蓄電器 7 5 の充電量）に基づいて、電源 8 1 から固定子側コイル 7 9 b に供給される電流を制御してもよい。例えば、動作制御部 7 は、蓄電器 7 5 の充電量と、予め定められたしきい値を比較し、上記回転速度が上記しきい値よりも小さいときは、電源 8 1 に指令を発し、固定子側コイル 7 9 b に供給する電流を

増加させてもよい。

[0072] 図 1 1 は、基板保持装置 1 のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 1 および図 2 を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、基板保持装置 1 は、気体移送ライン F 6 と、圧力レギュレータ R 6 を備えていない。本実施形態では、発電装置 5 5 は、振動エネルギーを利用した発電装置である。具体的には、本実施形態の発電装置 5 5 は、研磨中の振動を利用して回転系 4 内で電力を発生させる振動発電装置である。発電装置 5 5 は、振動による圧力を電力に変換する圧電素子 8 5 を備えている。本実施形態においても、発電装置 5 5 は、回転系 4 内で電力を発生させる。

[0073] 発電装置 5 5 は、研磨ヘッド 9 に設けられている。具体的には、発電装置 5 5 は、研磨ヘッド本体 1 0 の内部に配置されている。本実施形態の発電装置 5 5 は、回転系 4 の一部を構成している。発電装置 5 5 が回転系 4 の一部を構成する限りにおいて、振動発電装置としての発電装置 5 5 の位置は本実施形態に限定されない。一実施形態では、発電装置 5 5 は、研磨ヘッド本体 1 0 の上面に固定されていてもよい。本実施形態の構成は、図 4 乃至図 7 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

[0074] 図 1 2 は、基板保持装置 1 のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 1 および図 2 を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、基板保持装置 1 は、気体移送ライン F 6 と、圧力レギュレータ R 6 を備えていない。本実施形態では、発電装置 5 5 は、熱エネルギーを利用した発電装置である。具体的には、本実施形態の発電装置 5 5 は、ウェハ W と研磨パッド 2 との摩擦などによる摩擦熱や、ウェハ W と研磨液（スラリー）との化学反応による化学反応熱などの研磨中に発生する熱を利用して回転系 4 内で電力を発生させる熱発電装置である。

[0075] 発電装置 5 5 は、ゼーベック効果によって熱エネルギーを電気エネルギーに変換するゼーベック素子 8 7 を備えている。本実施形態においても、発電

装置５５は、回転系４内で電力を発生させる。発電装置５５は、研磨ヘッド９に設けられている。具体的には、発電装置５５は、研磨ヘッド９の外側に配置されている。より具体的には、発電装置５５は、研磨ヘッド本体１０の上面に固定されている。研磨中に発生する熱により、研磨中、研磨ヘッド９の温度は上昇する。ゼーベック素子８７は、研磨中の研磨ヘッド９の温度と、大気温度との温度差を電圧に変換する。これにより、発電装置５５は電力を発生させる。

[0076] 本実施形態の発電装置５５は、回転系４の一部を構成している。熱発電装置としての発電装置５５の位置は、研磨ヘッド９の外側かつ研磨ヘッド９に接触して配置される限りにおいて、本実施形態に限定されない。本実施形態の構成は、図４乃至図７を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

[0077] 図１３は、基板保持装置１のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図１および図２を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、基板保持装置１は、気体移送ラインＦ６と、圧力レギュレータＲ６を備えていない。本実施形態では、発電装置５５は、光エネルギーを利用した発電装置（光発電装置）である。本実施形態の発電装置５５は、光電変換素子８８と、光電変換素子８８に光を照射する光源８９を備えている。

[0078] 光源８９から光電変換素子８８に光を照射することによって、光電変換素子８８は、光源８９からの光エネルギーを電気エネルギーに変換する。これにより、発電装置５５は、電力を発生させる。光電変換素子８８の一例として、太陽電池が挙げられる。

[0079] 本実施形態においても、発電装置５５は、回転系４内で電力を発生させる。光電変換素子８８は、研磨ヘッド９に設けられている。具体的には、発電装置５５は、研磨ヘッド９の外側に配置されている。より具体的には、発電装置５５は、研磨ヘッド本体１０の上面に固定されている。光電変換素子８８は、回転系４の一部を構成している。一方、光源８９は研磨ヘッド９の外

側に配置されており、その位置は固定されている。したがって、光源 89 は、回転系 4 の一部を構成しない。光源 89 は、研磨ヘッド本体 10 の上面全体を照射可能に構成されている。したがって、研磨中の光電変換素子 88 の位置に関わらず、光電変換素子 88 に光を照射することができる。本実施形態の構成は、図 4 乃至図 7 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

[0080] 図 14 は、基板保持装置 1 のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 1 乃至図 3 を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、基板保持装置 1 は、気体移送ライン F1, F2, F3, F4, F5 の内部に形成された圧縮気体の流路を開閉する開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 をさらに備えている。開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、電気駆動する（電力を必要とする）弁であり、開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 の一例として電磁弁が挙げられる。開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、気体移送ライン F1, F2, F3, F4, F5 にそれぞれ取り付けられている。

[0081] 開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、圧縮気体の流れ方向においてロータリージョイント 25 の下流側に配置されている。したがって、開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、回転系 4 の一部を構成する。開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、発電装置 55 に接続されており、発電装置 55 は、開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 に電力を供給する。言い換えれば、発電装置 55 が発生させた電力は、開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 の動作に使用される。開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 は、無線ユニット 68 に接続されている。一実施形態では、開閉弁 V1, V2, V3, V4, V5 の動作は動作制御部 7 によって制御される。本実施形態の構成は、図 4 乃至図 13 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

[0082] 図 15 は、基板保持装置 1 のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 7 を参照して説明した実施

形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態の基板保持装置 1 は、研磨ヘッド 9 に設けられた回転系側制御部 9 1 をさらに備えている。回転系側制御部 9 1 は、発電装置 5 5 に接続されており、発電装置 5 5 が発生させた電力は、回転系側制御部 9 1 の動作に使用される。

[0083] 回転系側制御部 9 1 は、回転系 4 の一部を構成している。回転系側制御部 9 1 は、研磨ヘッド本体 1 0 の内部に配置されている。回転系側制御部 9 1 は、回転系 4 の一部を構成している。回転系側制御部 9 1 が回転系 4 を構成する限りにおいて、回転系側制御部 9 1 の位置は本実施形態に限定されない。

[0084] 回転系側制御部 9 1 は、プログラムが格納された記憶装置 9 1 a と、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する処理装置 9 1 b を備えている。処理装置 9 1 b は、記憶装置 9 1 a に格納されているプログラムに含まれる命令に従って演算を行う CPU（中央処理装置）または GPU（グラフィックプロセッシングユニット）などを含む。記憶装置 9 1 a は、処理装置 9 1 b がアクセス可能な主記憶装置（例えばランダムアクセスメモリ）と、データおよびプログラムを格納する補助記憶装置（例えば、ハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ）を備えている。回転系側制御部 9 1 は、少なくとも 1 台のコンピュータから構成されている。

[0085] 回転系側制御部 9 1 は、電圧計 7 6 に接続されており、電圧計 7 6 は電圧の測定値（蓄電器 7 5 の充電量）を回転系側制御部 9 1 に送信する。回転系側制御部 9 1 は、蓄電器 7 5 の充電量に基づいてエネルギー管理を行う。一実施形態では、回転系側制御部 9 1 は、蓄電器 7 5 の充電量を予め定められたしきい値と比較し、蓄電器 7 5 の充電量が予め定められたしきい値よりも小さい場合は、消費電力を抑えるために研磨状態測定センサ 5 2 に指令を発して研磨状態測定センサ 5 2 の動作を停止させてもよい。

[0086] 本実施形態の構成は、図 1 乃至図 6 および図 8 乃至図 1 4 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。回転系側制御部 9 1 は、無線ユニット 6 8 に接続されている。回転系側制御部 9 1 は、本体側（基板保持装置

１の回転系４を除く部分）との無線通信により、本体側の発電に関わる制御を行ってもよい。例えば、回転系側制御部９１は、研磨ヘッド用モータ１８の回転速度を決定し、決定した回転速度を研磨ヘッド用モータ１８に送信してもよい。さらに一実施形態では、回転系側制御部９１は、蓄電器７５の充電量に基づいて電源８１から固定子側コイル７９ｂに供給される電流を制御してもよい。動作制御部７は、蓄電器７５の充電量と、予め定められたしきい値を比較し、上記回転速度が上記しきい値よりも小さいときは、電源８１（図８参照）に指令を発し、固定子側コイル７９ｂに供給する電流を増加させてもよい。

[0087] さらに一実施形態では、回転系側制御部９１は、回転速度検出器２３から研磨ヘッド用モータ１８の回転速度（すなわち、研磨ヘッド９の回転速度）の測定値を受け取り、研磨ヘッド用モータ１８の回転速度に基づいて、電源８１から固定子側コイル７９ｂに供給される電流を制御してもよい。例えば、回転系側制御部９１は、上記回転速度と、予め定められた下限しきい値を比較し、上記回転速度が下限しきい値よりも小さいときは、電源８１に指令を発し、固定子側コイル７９ｂに供給する電流を増加させてもよく、回転系側制御部９１は、上記回転速度と、予め定められた上限しきい値を比較し、上記回転速度が上限しきい値よりも大きいときは、電源８１に指令を発し、固定子側コイル７９ｂに供給する電流を減少させてもよい。

[0088] 上述したように、図１乃至図１５を参照して説明した各実施形態の発電装置５５の少なくとも一部は、回転系４の一部を構成している。図１乃至図１５を参照して説明した発電装置５５は、研磨ヘッド９と一体に回転する部品（研磨状態測定センサ５２や開閉弁Ｖ１～Ｖ５など）に供給する電力を、回転系４内で発生させる。したがって、研磨ヘッド９と一体に回転し、かつ電力を必要とする部品に容易に電力を供給することができる。また、ロータリージョイント２５を介して上記部品に電力を供給した場合の、ロータリージョイント２５のロータリーコネクタの接触不良、ロータリーコネクタの故障、漏電等のリスクを回避することができる。

[0089] 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明は、ウェハなどの基板を保持する基板保持装置に利用可能であり、特に研磨装置に使用される基板保持装置に利用可能である。

符号の説明

[0091]	1	基板保持装置
	2	研磨パッド
	2 a	研磨面
	3	研磨テーブル
	3 a	テーブル軸
	4	回転系
	5	研磨液供給ノズル
	7	動作制御部
	9	研磨ヘッド
	10	研磨ヘッド本体
	11	研磨ヘッドシャフト
	12	回転筒
	13	テーブル回転モータ
	14	タイミングプーリ
	16	研磨ヘッド揺動アーム
	18	研磨ヘッド用モータ
	19	タイミングベルト
	20	タイミングプーリ

2 1	支軸
2 3	回転速度検出器
2 5	ロータリージョイント
2 6	軸受
2 7	上下動機構
2 8	ブリッジ
2 9	支持台
3 0	支柱
3 2	ボールねじ
3 2 a	ねじ軸
3 2 b	ナット
3 4	サーボモータ
3 6	リテーナリング
3 8	弾性膜
3 8 a	押圧面
4 0～4 3	圧力室
4 5	リテーナリング押圧機構
4 6	ピストン
4 8	ローリングダイヤフラム
4 9	圧力室（リテーナリング圧力室）
5 0	ドライブリング
5 2	研磨状態測定センサ
5 5	発電装置
5 7	モータ
5 8	回転軸
6 0	ファン
6 2	固定部材
6 3	ケーシング

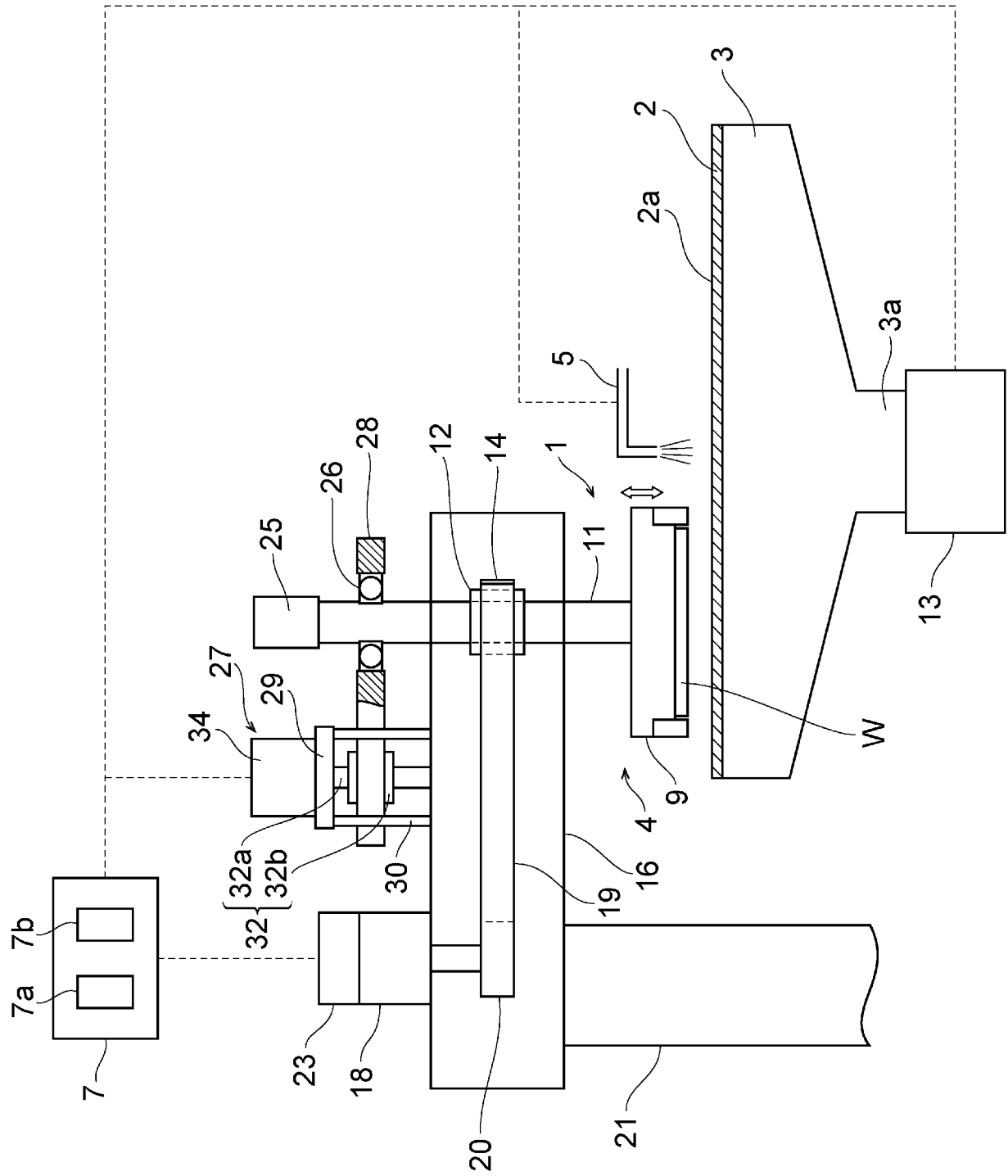
6 5 a	吸気口
6 5 b	排気口
6 8	無線ユニット
6 9	無線ユニット本体
7 0	A Dコンバータ
7 1	送受信機
7 2	C P U
7 3	アンテナ
7 5	蓄電器
7 6	電圧計
7 8	回転系側コイル
7 9	固定子
7 9 a	ステータコア
7 9 b	固定子側コイル
8 1	電源
8 2 a, 8 2 b	電力線
8 3	電磁シールド
8 5	圧電素子
8 7	ゼーベック素子
8 8	光電変換素子
8 9	光源
9 1	回転系側制御部
F 1, F 2, F 3, F 4, F 5, F 6	気体移送ライン
V 1, V 2, V 3, V 4, V 5	開閉弁

請求の範囲

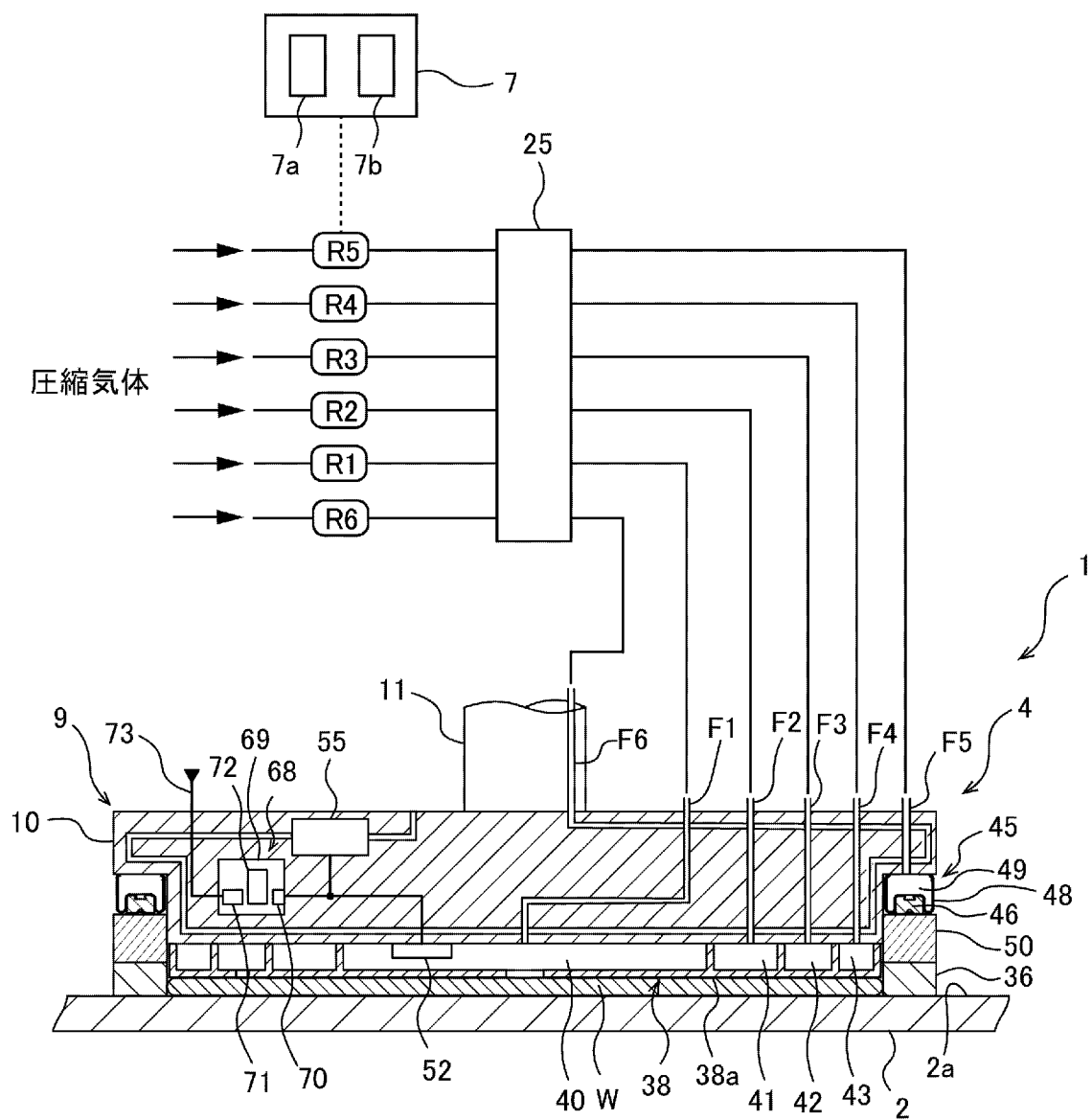
- [請求項1] 基板を研磨する研磨装置に使用される基板保持装置であって、
前記基板を研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、
前記ヘッドに連結された研磨ヘッドシャフトと、
前記研磨ヘッドおよび前記研磨ヘッドシャフトを少なくとも含む回転系内で電力を発生させる発電装置と、を備えている、基板保持装置。
- [請求項2] 前記研磨ヘッドの内部を延びる気体移送ラインをさらに備え、
前記発電装置は、前記気体移送ラインに接続されており、
前記発電装置は、前記気体移送ラインを流れる圧縮気体を利用して電力を発生させる風力発電装置である、請求項1に記載の基板保持装置。
- [請求項3] 前記発電装置は、
前記回転系の一部を構成する回転系側コイルと、
前記回転側コイルの外側に配置され、かつ前記回転系側コイルとの間に磁界を形成する固定子を備え、
前記発電装置は、前記固定子が形成する磁界と、前記回転系側コイルの回転とによって発生する電磁誘導を利用して電力を発生させる発電装置である、請求項1に記載の基板保持装置。
- [請求項4] 前記発電装置の少なくとも一部は、前記回転系の一部を構成し、
前記発電装置は、振動エネルギー、熱エネルギー、または光エネルギーのいずれかを利用した発電装置である、請求項1に記載の基板保持装置。
- [請求項5] 前記発電装置が発生させた電力を蓄える蓄電器をさらに備えている、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の基板保持装置。
- [請求項6] 前記蓄電器は、ニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池、またはキャパシタのいずれかである、請求項5に記載の基板保持装置。

- [請求項7] 前記回転系の一部を構成する研磨状態測定センサをさらに備え、
前記発電装置は、前記研磨状態測定センサに電力を供給するように構成されている、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の基板保持装置。
- [請求項8] 前記研磨状態測定センサは、研磨ヘッドの温度および／または研磨ヘッドの周囲温度を測定する温度センサ、研磨中の音圧を測定する音センサ、前記研磨ヘッドの振動を測定する振動センサ、前記研磨ヘッドに形成された圧力室に供給される圧縮気体の圧力を測定する圧力センサ、前記圧縮気体の流量を測定する流量センサ、または前記研磨ヘッドの歪を測定する歪センサのいずれかである、請求項7に記載の基板保持装置。
- [請求項9] 前記研磨ヘッドに形成された圧力室に供給される圧縮気体の流路を開閉する開閉弁をさらに備え、
前記発電装置は、前記開閉弁に電力を供給するように構成されており、
前記開閉弁は、前記回転系の一部を構成している、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の基板保持装置。
- [請求項10] 前記研磨状態測定センサが測定した物理量の測定値を、前記研磨装置の動作制御部に送信する無線ユニットをさらに備え、
前記無線ユニットは、前記回転系の一部を構成している、請求項7または8に記載の基板保持装置。

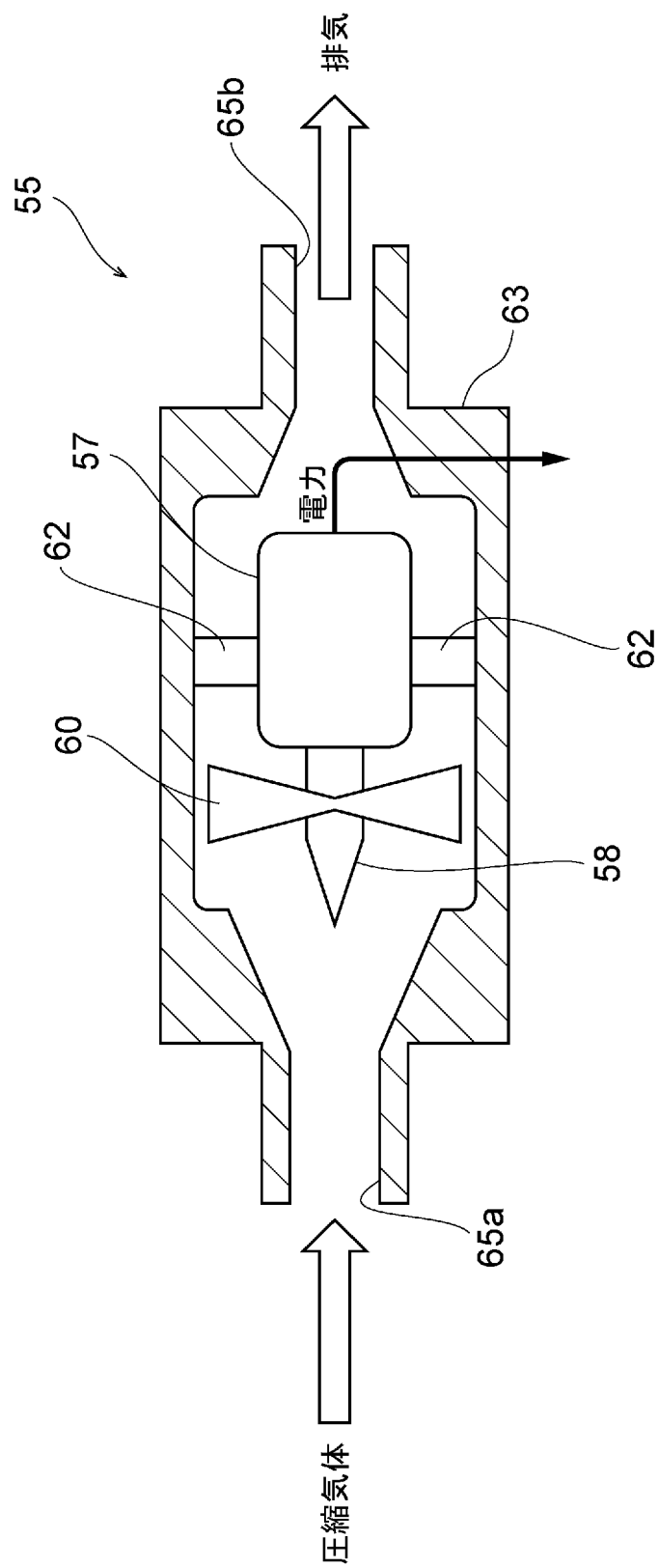
[図1]



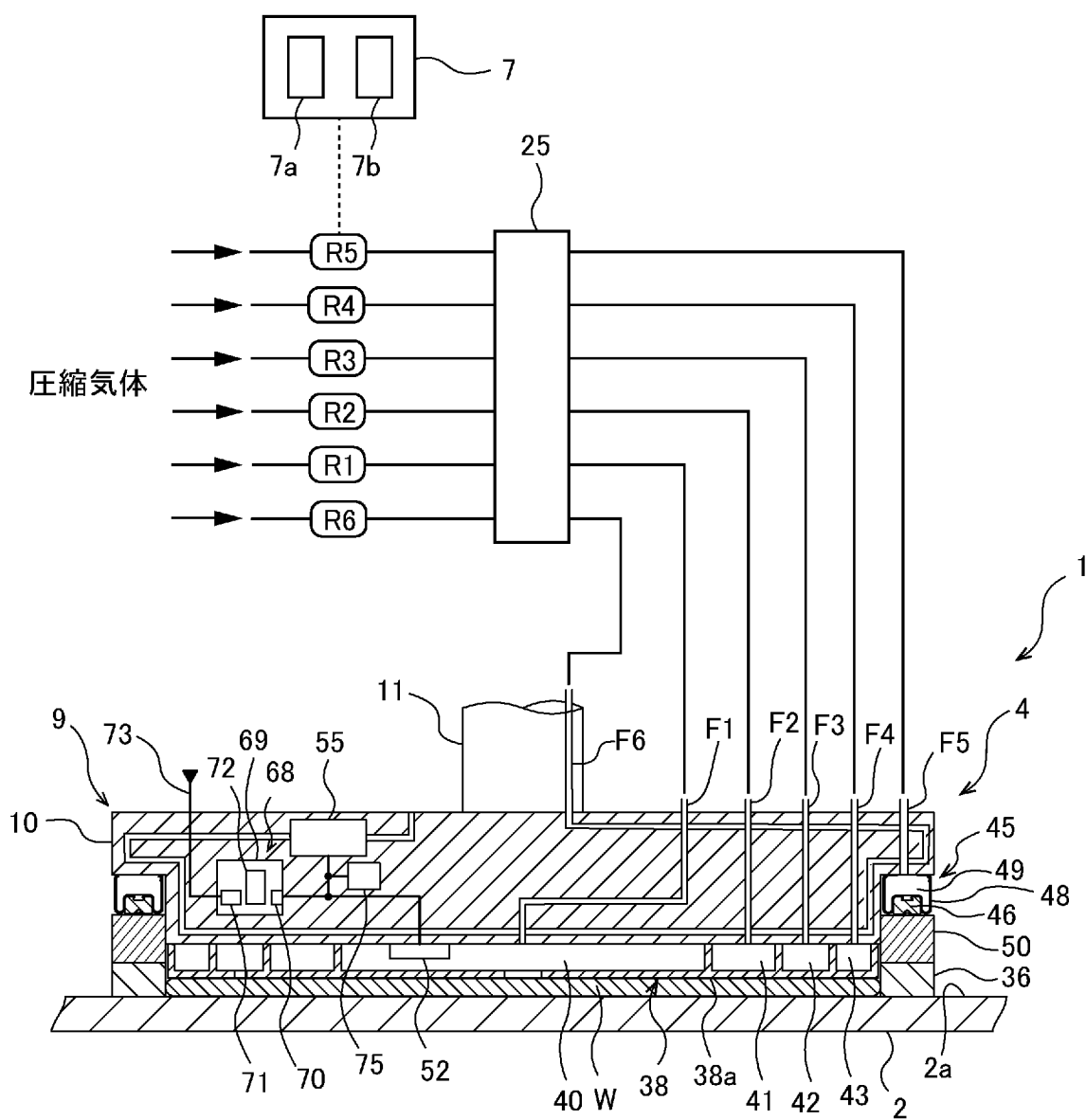
[図2]



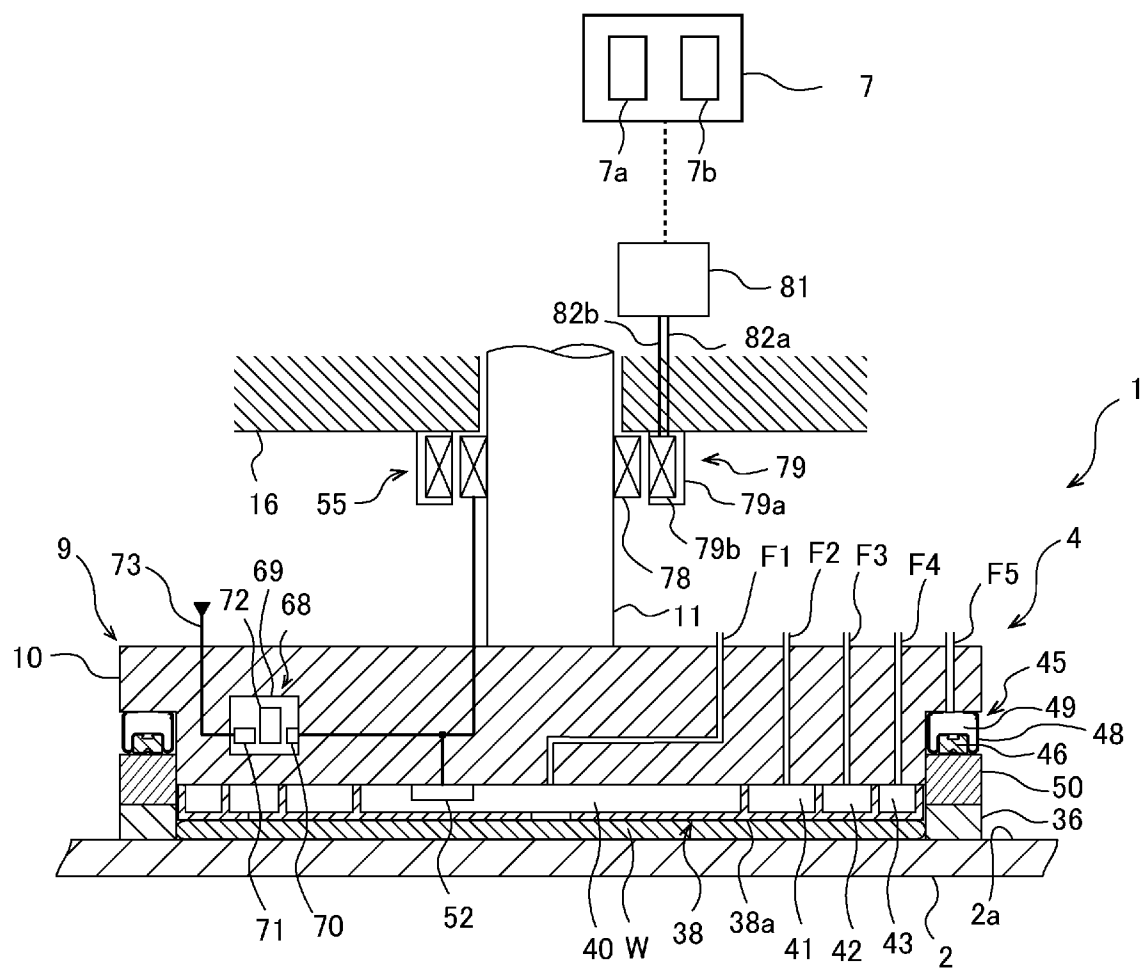
[図3]



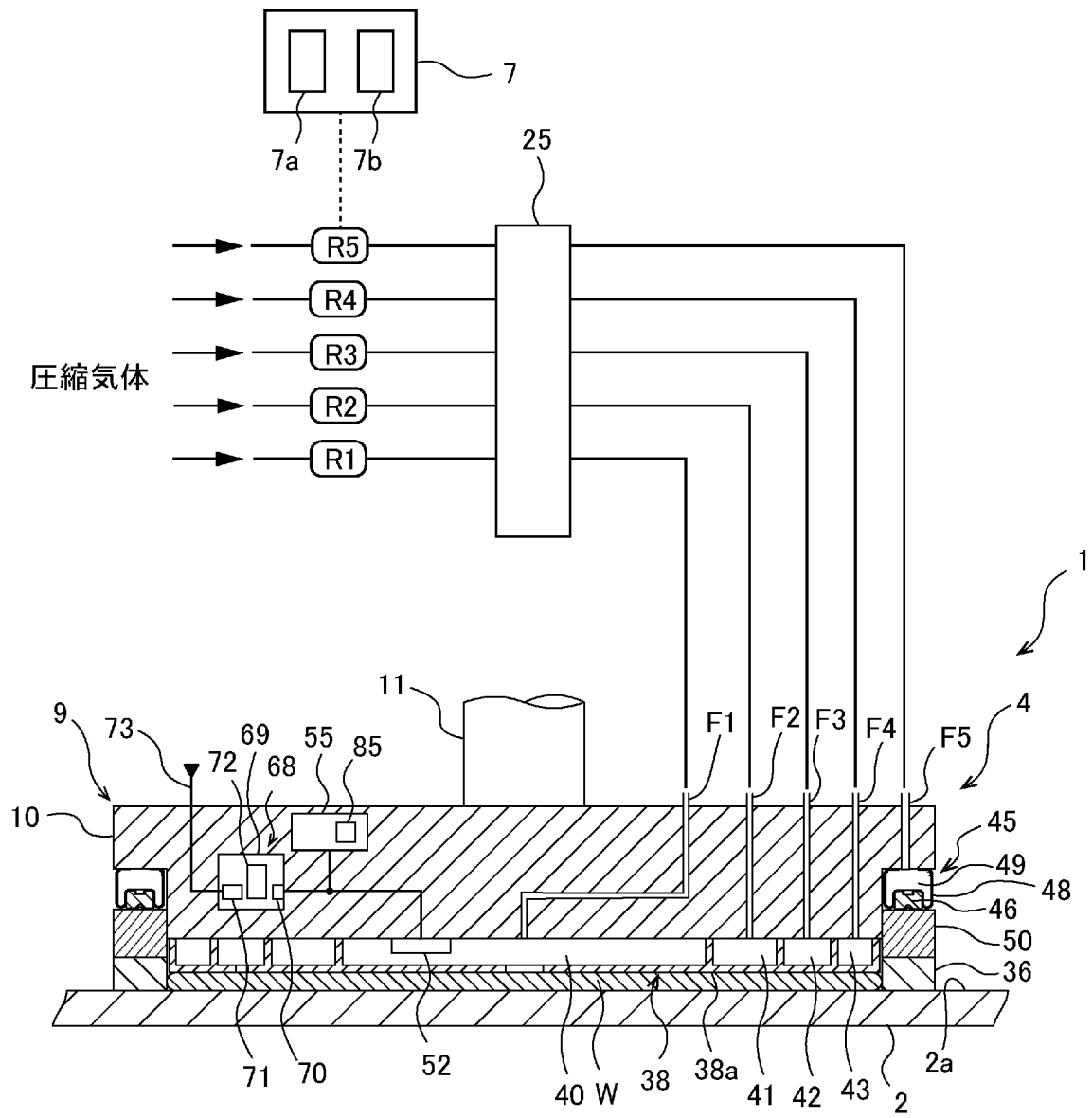
[図6]



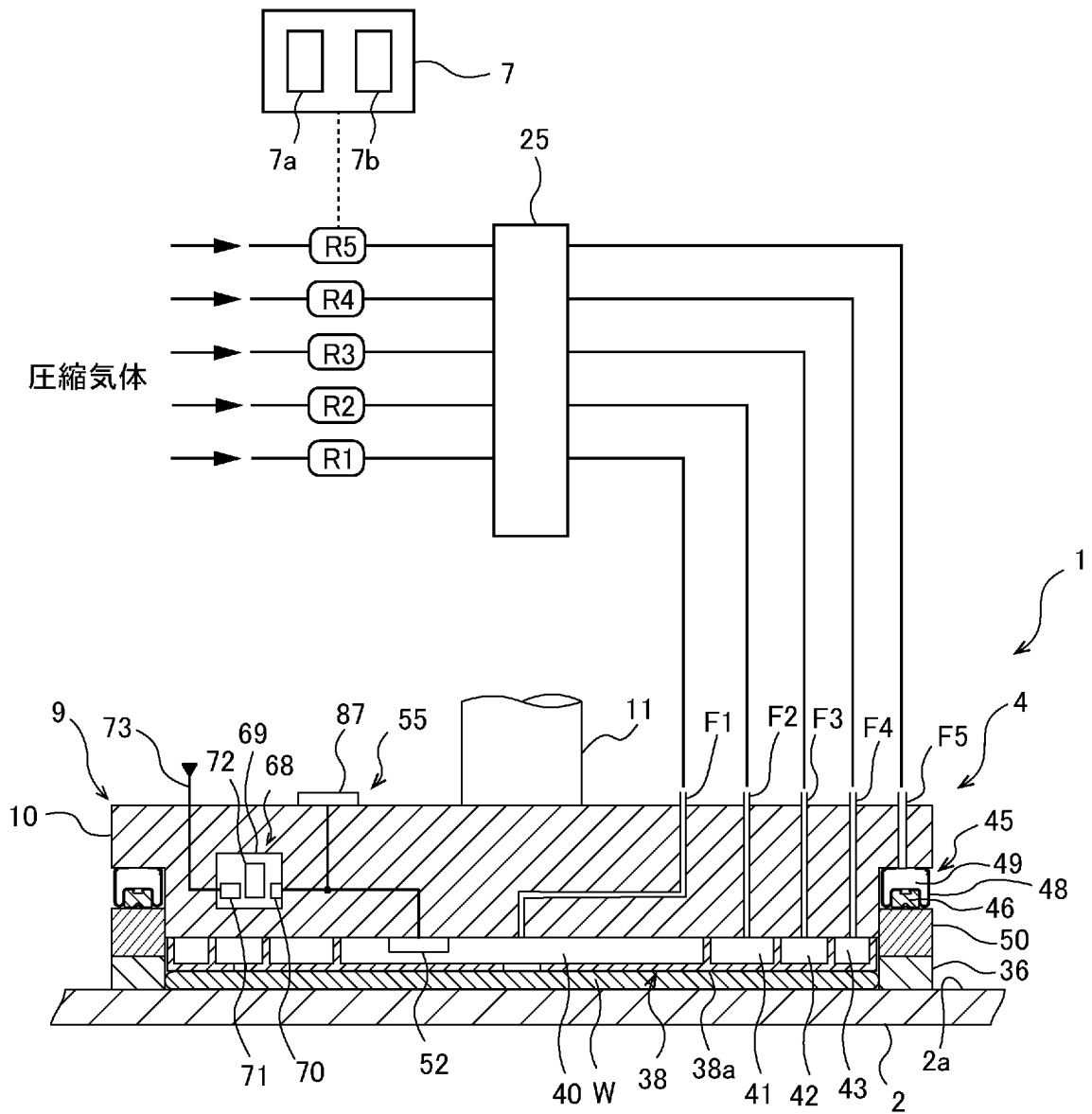
[図8]



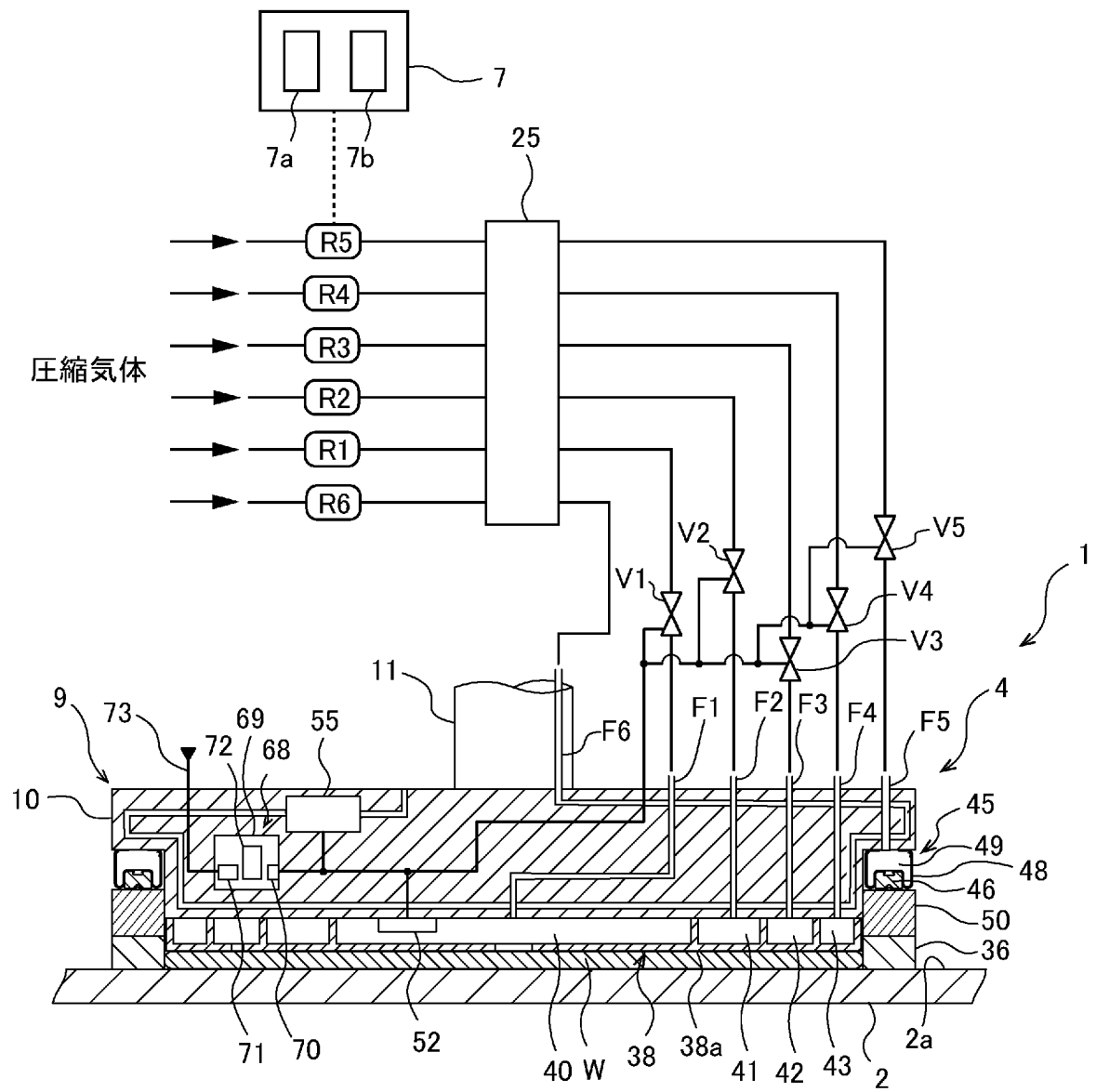
[図11]



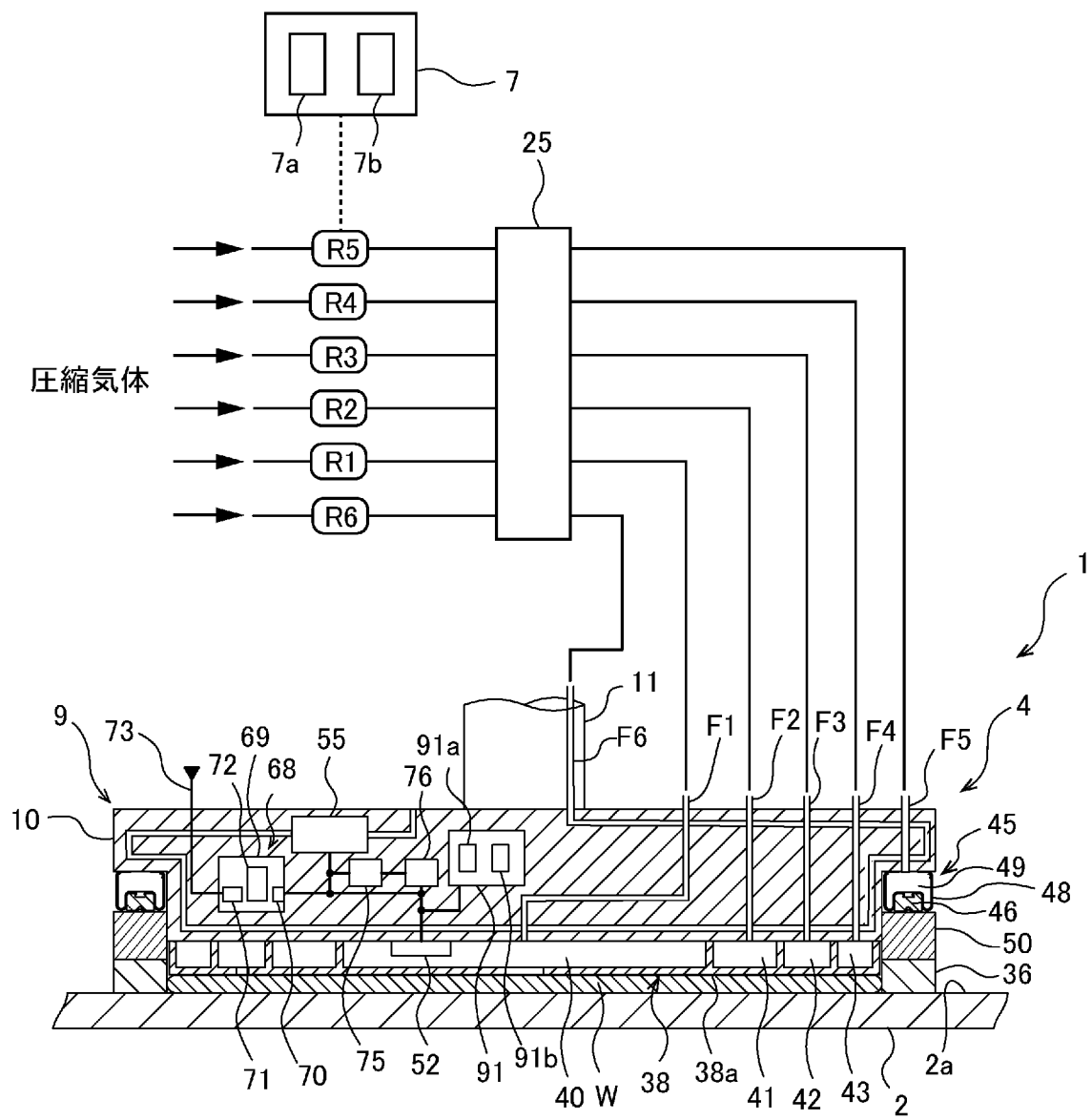
[図12]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/039279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 37/30(2012.01)i; **B24B 49/08**(2006.01)i; **B24B 49/10**(2006.01)i; **B24B 49/14**(2006.01)i; **H01L 21/304**(2006.01)i
 FI: B24B37/30 Z; B24B37/30 E; B24B49/08; B24B49/10; B24B49/14; H01L21/304 621B; H01L21/304 622Z

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)

B24B3/00-3/60; B24B21/00-51/00; H01L21/304; H01L21/463

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 10-337654 A (EBARA CORP.) 22 December 1998 (1998-12-22) paragraphs [0012], [0014], [0016], [0019]-[0020], fig. 3-4	1, 4, 7-8
Y		2-3, 5-6, 8-10
Y	JP 2018-186148 A (EBARA CORP.) 22 November 2018 (2018-11-22) paragraphs [0023]-[0024], [0081]-[0083], fig. 3, 6, 10	2, 5-6, 9
Y	JP 2017-528904 A (APPLIED MATERIALS, INC.) 28 September 2017 (2017-09-28) paragraphs [0012]-[0013], [0018]-[0020], fig. 2-3	2, 8-10
Y	US 2006/0258263 A1 (NIKON CORPORATION) 16 November 2006 (2006-11-16) paragraph [0056], fig. 6	3, 9
Y	KR 10-2016-0145305 A (KC TECH CO., LTD.) 20 December 2016 (2016-12-20) paragraphs [0047]-[0054], fig. 3	3, 5-6, 9
Y	JP 2018-174230 A (EBARA CORP.) 08 November 2018 (2018-11-08) paragraphs [0038]-[0039], [0042], [0071], fig. 4-5	8, 10

☒ 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

16 December 2021

Date of mailing of the international search report

28 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/039279**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-100911 A (EBARA CORP.) 04 June 2015 (2015-06-04) paragraphs [0038]-[0040], fig. 7	8-10
A	JP 2000-94312 A (EBARA CORP.) 04 April 2000 (2000-04-04) entire text, all drawings	1-10
A	KR 10-2012-0086077 A (OH, Chan Kwon) 02 August 2012 (2012-08-02) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2014-166678 A (EBARA CORP.) 11 September 2014 (2014-09-11) entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/039279

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	10-337654	A	22 December 1998	US 6042454 A column 2, lines 46-53, column 3, lines 10-13, column 4, lines 33-48, fig. 3-4 EP 882550 A2	
JP	2018-186148	A	22 November 2018	WO 2018/198707 A1 TW 201842541 A	
JP	2017-528904	A	28 September 2017	US 2015/0360343 A1 paragraphs [0029]-[0032], [0041]-[0043], fig. 2-3 WO 2015/195284 A1 CN 106463381 A KR 10-2017-0020462 A	
US	2006/0258263	A1	16 November 2006	(Family: none)	
KR	10-2016-0145305	A	20 December 2016	(Family: none)	
JP	2018-174230	A	08 November 2018	US 2020/0023487 A1 paragraphs [0053]-[0054], [0057], [0086], fig. 4-5 WO 2018/179685 A1 CN 110476226 A KR 10-2019-0134665 A	
JP	2015-100911	A	04 June 2015	US 2015/0151400 A1 paragraphs [0071]-[0073], fig. 7 KR 10-2015-0062128 A	
JP	2000-94312	A	04 April 2000	(Family: none)	
KR	10-2012-0086077	A	02 August 2012	WO 2012/102541 A2	
JP	2014-166678	A	11 September 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B24B 37/30(2012.01)i; B24B 49/08(2006.01)i; B24B 49/10(2006.01)i; B24B 49/14(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i FI: B24B37/30 Z; B24B37/30 E; B24B49/08; B24B49/10; B24B49/14; H01L21/304 621B; H01L21/304 622Z		
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）） B24B3/00-3/60; B24B21/00-51/00; H01L21/304; H01L21/463		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X	JP 10-337654 A (株式会社荏原製作所) 22.12.1998 (1998-12-22) 段落[0012], [0014], [0016], [0019]-[0020], 図3-4	1, 4, 7-8
Y		2-3, 5-6, 8-10
Y	JP 2018-186148 A (株式会社荏原製作所) 22.11.2018 (2018-11-22) 段落[0023]-[0024], [0081]-[0083], 図3, 6, 10	2, 5-6, 9
Y	JP 2017-528904 A (アブライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 28.09.2017 (2017-09-28) 段落[0012]-[0013], [0018]-[0020], 図2-3	2, 8-10
Y	US 2006/0258263 A1 (NIKON CORPORATION) 16.11.2006 (2006-11-16) 段落[0056], 図6	3, 9
Y	KR 10-2016-0145305 A (KC TECH CO LTD) 20.12.2016 (2016-12-20) 段落[0047]-[0054], 図3	3, 5-6, 9
Y	JP 2018-174230 A (株式会社荏原製作所) 08.11.2018 (2018-11-08) 段落[0038]-[0039], [0042], [0071], 図4-5	8, 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、一般的な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抵触するものではなく、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 16.12.2021		国際調査報告の発送日 28.12.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 須中 栄治 3C 3714 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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
Y	JP 2015-100911 A (株式会社荏原製作所) 04.06.2015 (2015 - 06 - 04) 段落[0038]-[0040], 図7	8-10
A	JP 2000-94312 A (株式会社荏原製作所) 04.04.2000 (2000 - 04 - 04) 全文, 全図	1-10
A	KR 10-2012-0086077 A (OH, Chan Kwon) 02.08.2012 (2012 - 08 - 02) 全文, 全図	1-10
A	JP 2014-166678 A (株式会社荏原製作所) 11.09.2014 (2014 - 09 - 11) 全文, 全図	1-10

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/039279

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-337654	A	22.12.1998	US 6042454 A 第2欄第46-53行, 第3欄第10-13行, 第4欄第33-48行, 図3-4 EP 882550 A2	
JP	2018-186148	A	22.11.2018	WO 2018/198707 A1 TW 201842541 A	
JP	2017-528904	A	28.09.2017	US 2015/0360343 A1 段落[0029]-[0032], [0041]-[0043], 図2-3 WO 2015/195284 A1 CN 106463381 A KR 10-2017-0020462 A	
US	2006/0258263	A1	16.11.2006	(ファミリーなし)	
KR	10-2016-0145305	A	20.12.2016	(ファミリーなし)	
JP	2018-174230	A	08.11.2018	US 2020/0023487 A1 段落[0053]-[0054], [0057], [0086], 図4-5 WO 2018/179685 A1 CN 110476226 A KR 10-2019-0134665 A	
JP	2015-100911	A	04.06.2015	US 2015/0151400 A1 段落[0071]-[0073], 図7 KR 10-2015-0062128 A	
JP	2000-94312	A	04.04.2000	(ファミリーなし)	
KR	10-2012-0086077	A	02.08.2012	WO 2012/102541 A2	
JP	2014-166678	A	11.09.2014	(ファミリーなし)	