

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7638815号
(P7638815)

(45)発行日 令和7年3月4日(2025.3.4)

(24)登録日 令和7年2月21日(2025.2.21)

(51)国際特許分類

B 2 4 B	37/30 (2012.01)	B 2 4 B	37/30	Z
B 2 4 B	49/08 (2006.01)	B 2 4 B	37/30	E
B 2 4 B	49/12 (2006.01)	B 2 4 B	37/30	C
B 2 4 B	49/10 (2006.01)	B 2 4 B	49/08	
H 0 1 L	21/304(2006.01)	B 2 4 B	49/12	

請求項の数 14 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-120861(P2021-120861)
 (22)出願日 令和3年7月21日(2021.7.21)
 (65)公開番号 特開2023-16507(P2023-16507A)
 (43)公開日 令和5年2月2日(2023.2.2)
 審査請求日 令和6年3月6日(2024.3.6)

(73)特許権者 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町11番1号
 (74)代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (74)代理人 渡邊 勇
 100174089
 弁理士 郷戸 学
 100186749
 弁理士 金沢 充博
 鍋谷 治
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式
 会社荏原製作所内
 (72)発明者 赤澤 賢一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ブレークイン処理装置、およびブレークイン処理方法

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

キャリアと該キャリアに取り付けられる弾性膜を少なくとも含む弾性膜アッセンブリが載置されるステージと、

前記ステージに載置された前記弾性膜アッセンブリの前記弾性膜の最外周部に対向するブレークイン判定モジュールと、

前記弾性膜の最外周部と前記キャリアとの間に形成された圧力室に、所定の圧力を有する加圧流体を供給する流体供給装置と、

前記ブレークイン判定モジュールと前記流体供給装置の動作を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記圧力室に供給された前記加圧流体によって膨らんだ前記弾性膜によって前記ブレークイン判定モジュールに加えられる荷重に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する、ブレークイン処理装置。

【請求項2】

前記ブレークイン判定モジュールは、

前記弾性膜の最外周部に対向する荷重分配リングと、

前記荷重分配リングを介して前記弾性膜から加えられた荷重を測定するロードセルと、を備えている、請求項1に記載のブレークイン処理装置。

【請求項3】

前記ブレークイン判定モジュールは、前記弾性膜から加えられた荷重の、前記弾性膜の

半径方向における分布を測定する感圧センサを備えている、請求項 1 に記載のブレークイン処理装置。

【請求項 4】

前記ブレークイン判定モジュールは、大気開放された前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定可能な形状測定器をさらに備え、

前記制御装置は、前記ブレークイン判定モジュールに加えられる荷重だけでなく、前記形状測定器によって測定された前記弾性膜の最外周部の下面の形状に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を確認する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のブレークイン処理装置。

【請求項 5】

前記形状測定器は、レーザー光を前記弾性膜の最外周部の下面に照射することで、該弾性膜の最外周部の下面の形状を取得する二次元変位センサである、請求項 4 に記載のブレークイン処理装置。

【請求項 6】

前記流体供給装置は、

前記弾性膜と前記キャリアとの間に形成された圧力室に連通する流体供給ラインと、

前記流体供給ラインに配置された流量計および／または圧力計と、を有し、

前記制御装置は、

前記圧力室内に所定の圧力を有する前記加圧流体を供給し、

前記加圧流体の流量、および／または圧力を測定し、

前記加圧流体の流量、および／または圧力の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否かを決定する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のブレークイン処理装置。

【請求項 7】

前記制御装置は、

前記圧力室内に前記加圧流体を供給している間、圧力レギュレータで前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を調節しながら、前記加圧流体の流量を測定し、

前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を測定し、

前記加圧流体の圧力の変動が許容変動幅内にあるときに測定された前記加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定し、

前記流量が前記基準範囲外にある場合にリーク検出信号を生成する、請求項 6 に記載のブレークイン処理装置。

【請求項 8】

キャリアに取り付けられる弾性膜のブレークイン処理方法であって、

前記キャリアと、前記弾性膜を少なくとも含む弾性膜アッセンブリをステージに載置し、

前記弾性膜の最外周部と前記キャリアとの間に形成された圧力室に、所定の圧力を有する加圧流体を供給し、

前記ステージに載置された前記弾性膜アッセンブリの前記弾性膜の最外周部に対向するブレークイン判定モジュールに加えられる荷重に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する、ブレークイン処理方法。

【請求項 9】

前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する工程は、前記弾性膜の最外周部に対向する荷重分配リングを介して前記弾性膜から加えられた荷重を測定するロードセルの測定結果に基づいて判断される、請求項 8 に記載のブレークイン処理方法。

【請求項 10】

前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する工程は、前記弾性膜から加えられた荷重の、前記弾性膜の半径方向における分布を測定する感圧センサの測定結果に基づいて判断される、請求項 8 に記載のブレークイン処理方法。

【請求項 11】

前記圧力室を大気開放し、

形状測定器によって前記大気開放された前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定し、

10

20

30

40

50

前記測定された前記弾性膜の最外周部の下面の形状に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を確認する、請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載のブレークイン処理方法。

【請求項 12】

前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定する工程は、レーザー光を前記弾性膜の最外周部の下面に照射することで、該弾性膜の最外周部の下面の形状を取得する二次元変位センサを用いて行われる、請求項 11 に記載のブレークイン処理方法。

【請求項 13】

前記ブレークイン処理の前に前記弾性膜のリーク検査を行う工程を含み、
前記リーク検査は、

前記弾性膜を前記ステージに密着させた状態で、前記弾性膜と前記キャリアとの間に形成された圧力室内に加圧流体を供給し、

前記加圧流体の流量、および／または圧力を測定し、

前記加圧流体の流量、および／または圧力の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否かを決定する、請求項 8 乃至 12 のいずれか一項に記載のブレークイン処理方法。

【請求項 14】

前記リーク検査は、

前記圧力室内に前記加圧流体を供給している間、圧力レギュレータで前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を調節しながら、前記加圧流体の流量を測定し、

前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を測定し、

前記加圧流体の圧力の変動が許容変動幅内にあるときに測定された前記加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定し、

前記流量が前記基準範囲外にある場合にリーク検出信号を生成する、請求項 13 に記載のブレークイン処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウエハなどの基板を保持するための基板保持装置に用いられる弾性膜のブレークイン処理を実行する装置、および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

CMP (Chemical Mechanical Polishing) を行うための研磨装置では、トップリングまたは研磨ヘッド等と称される基板保持装置にウエハなどの基板を保持させ、この基板を研磨テーブルに保持された研磨パッドの研磨面に所定の圧力で押圧する。このとき、研磨テーブルと基板保持装置とを相対運動させることにより基板を研磨パッドの研磨面に摺接させて、基板の表面を研磨する。

【0003】

研磨中の基板と研磨パッドの研磨面との間の相対的な押圧力が基板の全面に亘って均一でない場合には、基板の各部分に与えられる押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。そこで、基板に対する押圧力を均一化するために、基板保持装置の下部に柔軟な弾性膜（メンブレン）から形成される圧力室を設け、この圧力室に空気などの流体を供給することで弾性膜を介して流体圧により基板を押圧することが行われている。

【0004】

研磨装置で基板の研磨処理を繰り返すと、弾性膜が劣化する。劣化した弾性膜は新たな弾性膜に交換する必要がある。交換された新たな弾性膜は、十分な伸縮性（柔軟性）を有していないため、所定の圧力を有する流体を圧力室に供給しても、所望の押圧力で基板を研磨パッドの研磨面に押圧することができない。そこで、弾性膜の圧力室へ所定の圧力を有する流体（例えば、空気）を供給し、この状態で所定時間放置した後、該圧力室の大気開放を行って、交換された新たな弾性膜の伸縮性を向上させている（例えば、特許文献 1

参照）。本明細書では、この弾性膜を交換した直後の弾性膜の伸縮処理（ストレッチ処理とも称される）を、「ブレークイン処理」と称する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2019-77028号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来のブレークイン処理は、新たな弾性膜を研磨装置の基板保持装置に取り付けて行っている。この場合、ブレークイン処理を行っている間は、研磨装置を稼働させることができないため、研磨装置の稼働率が低下してしまう。

10

【0007】

さらに、ブレークイン処理が適切に行われたか否かの確認は、新しい弾性膜を用いて研磨されたモニタ用ウエハの研磨プロファイルから行っている。ブレークイン処理が不十分である場合は、再度ブレークイン処理を実行する必要があるため、研磨装置の稼働率がさらに低下してしまう。

【0008】

そこで、本発明は、研磨装置の稼働率を低下させることなく、弾性膜のブレークイン処理を確実に行うことができるブレークイン処理装置およびブレークイン処理方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

一態様では、キャリアと該キャリアに取り付けられる弾性膜を少なくとも含む弾性膜アッセンブリが載置されるステージと、前記ステージに載置された前記弾性膜アッセンブリの前記弾性膜の最外周部に対向するブレークイン判定モジュールと、前記弾性膜の最外周部と前記キャリアとの間に形成された圧力室に、所定の圧力を有する加圧流体を供給する流体供給装置と、前記ブレークイン判定モジュールと前記流体供給装置の動作を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記圧力室に供給された前記加圧流体によって膨らんだ前記弾性膜によって前記ブレークイン判定モジュールに加えられる荷重に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する、ブレークイン処理装置が提供される。

30

【0010】

一態様では、前記ブレークイン判定モジュールは、前記弾性膜の最外周部に対向する荷重分配リングと、前記荷重分配リングを介して前記弾性膜から加えられた荷重を測定するロードセルと、を備えている。

一態様では、前記ブレークイン判定モジュールは、前記弾性膜から加えられた荷重の、前記弾性膜の半径方向における分布を測定する感圧センサを備えている。

一態様では、前記ブレークイン判定モジュールは、大気開放された前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定可能な形状測定器をさらに備え、前記制御装置は、前記ブレークイン判定モジュールに加えられる荷重だけでなく、前記形状測定器によって測定された前記弾性膜の最外周部の下面の形状に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を確認する。

40

【0011】

一態様では、前記形状測定器は、レーザー光を前記弾性膜の最外周部の下面に照射することで、該弾性膜の最外周部の下面の形状を取得する二次元変位センサである。

一態様では、前記流体供給装置は、前記弾性膜と前記キャリアとの間に形成された圧力室に連通する流体供給ラインと、前記流体供給ラインに配置された流量計および／または圧力計と、を有し、前記制御装置は、前記圧力室内に所定の圧力を有する前記加圧流体を供給し、前記加圧流体の流量、および／または圧力を測定し、前記加圧流体の流量、および／または圧力の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否かを決定する。

50

一態様では、前記制御装置は、前記圧力室内に前記加圧流体を供給している間、圧力レギュレータで前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を調節しながら、前記加圧流体の流量を測定し、前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を測定し、前記加圧流体の圧力の変動が許容変動幅内にあるときに測定された前記加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定し、前記流量が前記基準範囲外にある場合にリーク検出信号を生成する。

【0012】

一態様では、キャリアに取り付けられる弾性膜のブレークイン処理方法であって、前記キャリアと、前記弾性膜を少なくとも含む弾性膜アッセンブリをステージに載置し、前記弾性膜の最外周部と前記キャリアとの間に形成された圧力室に、所定の圧力を有する加圧流体を供給し、前記ステージに載置された前記弾性膜アッセンブリの前記弾性膜の最外周部に対向するブレークイン判定モジュールに加えられる荷重に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する、ブレークイン処理方法が提供される。10

【0013】

一態様では、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する工程は、前記弾性膜の最外周部に対向する荷重分配リングを介して前記弾性膜から加えられた荷重を測定するロードセルの測定結果に基づいて判断される。

一態様では、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を判断する工程は、前記弾性膜から加えられた荷重の、前記弾性膜の半径方向における分布を測定する感圧センサの測定結果に基づいて判断される。

一態様では、前記圧力室を大気開放し、前記大気開放された前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定し、前記形状測定器によって測定された前記弾性膜の最外周部の下面の形状に基づいて、前記弾性膜のブレークイン処理の完了を確認する。20

【0014】

一態様では、前記弾性膜の最外周部の下面の形状を測定する工程は、レーザー光を前記弾性膜の最外周部の下面に照射することで、該弾性膜の最外周部の下面の形状を取得する二次元変位センサを用いて行われる。

一態様では、前記ブレークイン処理の前に前記弾性膜のリーク検査を行う工程を含み、前記リーク検査は、前記弾性膜を前記ステージに密着させた状態で、前記弾性膜と前記キャリアとの間に形成された圧力室内に加圧流体を供給し、前記加圧流体の流量、および／または圧力を測定し、前記加圧流体の流量、および／または圧力の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否かを決定する。30

一態様では、前記リーク検査は、前記圧力室内に前記加圧流体を供給している間、圧力レギュレータで前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を調節しながら、前記加圧流体の流量を測定し、前記圧力室内の前記加圧流体の圧力を測定し、前記加圧流体の圧力の変動が許容変動幅内にあるときに測定された前記加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定し、前記流量が前記基準範囲外にある場合にリーク検出信号を生成する。

【発明の効果】

【0015】

弾性膜のブレークイン処理を、弾性膜アッセンブリを研磨装置に取り付ける前に、確実に完了させておくことができる。したがって、弾性膜アッセンブリを研磨装置に取り付けた後で、弾性膜のブレークイン処理を行う必要がないし、弾性膜が十分な伸縮性を獲得していることを確認する必要もない。その結果、研磨装置の稼働率の低下を防止することができる。40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、研磨装置の一例を示す図である。

【図2】図2は、研磨ヘッドを模式的に示す断面図である。

【図3】図3は、図2に示す研磨ヘッドから弾性膜アッセンブリを取り外した状態を示す模式図である。

【図4】図4は、一実施形態に係るブレークイン処理装置の側面図である。50

【図 5】図 5 は、図 4 に示す流体供給装置の一例を示す模式図である。

【図 6】図 6 (a) は、一実施形態に係るブレークイン判定モジュールを模式的に示す上面図であり、図 6 (b) は、図 6 (a) の A - A 線断面図である。

【図 7】図 7 は、ブレークイン処理の一例を示すフローチャートである。

【図 8】図 8 は、エッジ圧力室に加圧流体を供給して、弾性膜の最外周部が膨らんだ状態を示す模式図である。

【図 9】図 9 (a) は、弾性膜の最外周部が押圧している荷重の、弾性膜の半径方向の基準分布と、該基準分布に対して設定された許容範囲の一例を示すグラフであり、図 9 (b) は、感圧センサによる測定結果が図 9 (a) に示す許容範囲に収まっている状態を示すグラフであり、図 9 (c) は、感圧センサによる測定結果が図 9 (a) に示す許容範囲を逸脱している状態を示すグラフである。
10

【図 10】図 10 (a) は、他の実施形態にかかるブレークイン判定モジュールの上面図であり、図 10 (b) は、図 10 (a) の B - B 線断面図である。

【図 11】図 11 (a) は、二次元変位センサで未使用の弾性膜の最外周部の下面を測定した測定結果を示すグラフであり、図 11 (b) は、二次元変位センサでブレークイン処理が完了した弾性膜の最外周部の下面を測定した測定結果を示すグラフである。

【図 12】図 12 は、弾性膜のブレークイン処理が完了したことを確認する確認方法のフローチャートである。

【図 13】図 13 (a) は、制御装置に予め記憶された目標位置を示すグラフであり、図 13 (b) は、形状測定器の測定結果が目標位置に到達している例を示すグラフであり、図 13 (c) は、形状測定器の測定結果が目標位置に到達していない例を示すグラフである。
20

【図 14】図 14 は、加圧流体の漏れがないときの圧力室内の加圧流体の圧力の変化、および圧力室に連通する流体移送ラインを流れる加圧流体の流量の変化の一例を示すグラフである。

【図 15】図 15 は、加圧流体の漏れがあるときの圧力室内の加圧流体の圧力の変化、および圧力室に連通する流体移送ラインを流れる加圧流体の流量の変化の一例を示すグラフである。

【図 16】図 16 は、一実施形態に係るリーク検査方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

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、研磨装置の一例を示す図である。図 1 に示すように、研磨装置は、研磨パッド 19 を支持する研磨テーブル 18 と、基板の一例としてのウエハ W を保持して研磨テーブル 18 上の研磨パッド 19 に押圧する研磨ヘッド (基板保持装置) 1 を備えている。図 1 に示すような研磨装置で、後述するブレークイン処理が実行される弾性膜が研磨ヘッド 1 に取り付けられている。
30

【0018】

研磨テーブル 18 は、テーブル軸 18 a を介してその下方に配置されるテーブルモータ 29 に連結されており、そのテーブル軸 18 a 周りに回転可能になっている。研磨パッド 19 は研磨テーブル 18 の上面に貼付されており、研磨パッド 19 の表面 19 a がウエハ W を研磨する研磨面を構成している。研磨パッド 19 は研磨テーブル 18 に支持されている。
40

【0019】

研磨テーブル 18 の上方には処理液供給ノズル 25 が設置されており、この処理液供給ノズル 25 によって研磨テーブル 18 上の研磨パッド 19 上に研磨液または洗浄液 (例えば、純水) または他の液体からなる処理液が供給されるようになっている。

【0020】

研磨ヘッド 1 は、ウエハ W を研磨面 19 a に対して押圧するヘッド本体 2 と、ウエハ W を保持してウエハ W が研磨ヘッド 1 から飛び出さないようにするリテナリング 3 とを備
50

えている。研磨ヘッド1は、ヘッドシャフト27に接続されており、このヘッドシャフト27は、上下動装置81によりヘッドアーム64に対して上下動するようになっている。このヘッドシャフト27の上下動により、ヘッドアーム64に対して研磨ヘッド1の全体を昇降させ位置決めするようになっている。ヘッドシャフト27の上端にはロータリーヨイント82が取り付けられている。

【0021】

ヘッドシャフト27および研磨ヘッド1を上下動させる上下動装置81は、軸受83を介してヘッドシャフト27を回転可能に支持するブリッジ84と、ブリッジ84に取り付けられたボールねじ88と、支柱86により支持された支持台85と、支持台85上に設けられたサーボモータ90とを備えている。サーボモータ90を支持する支持台85は、支柱86を介してヘッドアーム64に固定されている。10

【0022】

ボールねじ88は、サーボモータ90に連結されたねじ軸88aと、このねじ軸88aが螺合するナット88bとを備えている。ヘッドシャフト27は、ブリッジ84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90を駆動すると、ボールねじ88を介してブリッジ84が上下動し、これによりヘッドシャフト27および研磨ヘッド1が上下動する。

【0023】

ヘッドシャフト27はキー(図示せず)を介して回転筒66に連結されている。この回転筒66はその外周部にタイミングブーリ67を備えている。ヘッドアーム64にはヘッドモータ68が固定されており、上記タイミングブーリ67は、タイミングベルト69を介してヘッドモータ68に設けられたタイミングブーリ70に接続されている。したがって、ヘッドモータ68を回転駆動することによってタイミングブーリ70、タイミングベルト69、およびタイミングブーリ67を介して回転筒66およびヘッドシャフト27が一体に回転し、研磨ヘッド1が回転する。ヘッドアーム64は、フレーム(図示せず)に回転可能に支持されたアームシャフト80によって支持されている。研磨装置は、ヘッドモータ68、サーボモータ90、および上下動装置81を含む装置内の各機器を制御する制御装置40を備えている。20

【0024】

研磨ヘッド1は、その下面にウエハWを保持できるように構成されている。ヘッドアーム64は、アームシャフト80を介してその下方に配置されるアームモータ89に連結されており、アームシャフト80周りに回転可能になっている。制御装置40は、アームモータ89に電気的に接続されており、研磨ヘッド1を旋回させる旋回装置としてのアームモータ89を制御するように構成されている。30

【0025】

ヘッドアーム64はアームシャフト80を中心として旋回可能に構成されており、下面にウエハWを保持した研磨ヘッド1は、ヘッドアーム64の旋回によりウエハWの受取位置(待機位置)から研磨パッド19の上方に移動される。

【0026】

ウエハWの研磨は次のようにして行われる。研磨ヘッド1および研磨テーブル18をそれぞれ回転させ、研磨テーブル18の上方に設けられた処理液供給ノズル25から研磨パッド19上に研磨液を供給する。この状態で、研磨ヘッド1を所定の位置(所定の高さ)まで下降させ、この所定の位置でウエハWを研磨パッド19の研磨面19aに押圧する。ウエハWは研磨パッド19の研磨面19aに摺接され、これによりウエハWの表面が研磨される。40

【0027】

次に、図1に示す研磨装置に備えられている研磨ヘッド(基板保持装置)1について、図2を参照して詳細に説明する。図2は、研磨ヘッド1を模式的に示す断面図である。図2に示すように、研磨ヘッド1は、ヘッドシャフト27の下端に固定されたヘッドベース5と、ヘッドベース5の下端に取り付けられた弾性膜アッセンブリ7と、を備える。弾性

膜アッセンブリ 7 は、図示しない連結機構を介してヘッドベース 5 に取り付けられている。

【 0 0 2 8 】

弾性膜アッセンブリ 7 は、研磨面 19 a を直接押圧するリテナーリング 3 と、ウエハ W を研磨面 19 a に対して押圧する弾性膜（メンブレン）10 と、弾性膜 10 が取り付けられるキャリア 8 から基本的に構成される。リテナーリング 3 はウエハ W および弾性膜 10 を囲むように配置されており、キャリア 8 に連結されている。弾性膜 10 は、キャリア 8 の下面を覆うようにキャリア 8 に取り付けられている。

【 0 0 2 9 】

弾性膜 10 は、同心状に配置された複数（図示では 8 つ）の環状の周壁 10 a , 10 b , 10 c , 10 d , 10 e , 10 f , 10 g , 10 h を有している。周壁 10 h は、弾性膜 10 の最外周部に位置する側壁に対応する。これら複数の周壁 10 a ~ 10 h によって、弾性膜 10 の上面とキャリア 8 の下面との間に、中央に位置する円形状の中央圧力室 12 、最外周に位置する環状のエッジ圧力室 14 a , 14 b 、および中央圧力室 12 とエッジ圧力室 14 a , 14 b との間に位置する環状の 5 つの中間圧力室（第 1 ~ 第 5 中間圧力室）16 a , 16 b , 16 c , 16 d , 16 e が形成されている。本実施形態では、弾性膜 10 に形成される圧力室の数は 8 であるが、圧力室の数は本実施形態には限定されない。圧力室の数は弾性膜 10 の構造に応じて増減されてもよい。

10

【 0 0 3 0 】

キャリア 8 内には、中央圧力室 12 に連通する流路 20 、エッジ圧力室 14 a に連通する流路 22 、エッジ圧力室 14 b に連通する流路 24 f 、および中間圧力室 16 a , 16 b , 16 c , 16 d , 16 e にそれぞれ連通する流路 24 a , 24 b , 24 c , 24 d , 24 e がそれぞれ形成されている。そして、流路 20 , 22 , 24 a , 24 b , 24 c , 24 d , 24 e , 24 f は、それぞれ流体ライン 26 , 28 , 30 a , 30 b , 30 c , 30 d , 30 e , 30 f に接続され、これら流体ラインはロータリージョイント 82 を介して圧力調整装置 65 に接続されている。圧力調整装置 65 は制御装置 40 に電気的に接続されており、制御装置 40 は圧力調整装置 65 の動作を制御することができる。

20

【 0 0 3 1 】

リテナーリング 3 の直上にはリテナ室 34 が形成されており、リテナ室 34 は、キャリア 8 内に形成された流路 36 および流体ライン 38 を介して圧力調整装置 65 に接続されている。

30

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように構成された研磨ヘッド 1 によれば、ウエハ W を研磨ヘッド 1 で保持した状態で、各圧力室 12 , 14 a , 14 b , 16 a ~ 16 e に供給される圧力流体の圧力をそれぞれ制御することで、ウエハ W の半径方向に沿った弾性膜 10 上の複数のエリア毎に異なった圧力でウエハ W を押圧することができる。このように、研磨ヘッド 1 においては、キャリア 8 と弾性膜 10 との間に形成される各圧力室 12 , 14 a , 14 b , 16 a ~ 16 e に供給する流体の圧力を調整することにより、ウエハ W に加えられる押圧力をウエハ W の領域毎に調整できる。同時に、リテナ室 34 に供給する圧力流体の圧力を制御することで、リテナーリング 3 が研磨パッド 19 を押圧する押圧力を調整できる。

40

【 0 0 3 3 】

キャリア 8 は、例えばエンジニアリングプラスティック（例えば、P E E K ）などの樹脂により形成され、弾性膜 10 は、例えばエチレンプロピレンゴム（E P D M ）、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。

【 0 0 3 4 】

メンテナンスなどの必要に応じて弾性膜 10 を交換した場合、交換された新たな弾性膜 10 は十分な伸縮性（柔軟性）を有していない。そのため、所定の圧力を有する流体を各圧力室 12 , 14 a , 14 b , 16 a ~ 16 e に供給しても、所望の押圧力をウエハ W を研磨パッド 19 の研磨面 19 a に押圧することができない。そこで、弾性膜 10 の各圧力室 12 , 14 a , 14 b , 16 a ~ 16 e への加圧流体の供給および該圧力室の大気開放を行って、弾性膜 10 の伸縮性を向上させるブレークイン処理を行う必要がある。このブ

50

レークイン処理を行うことにより、弾性膜 10 の伸縮性（柔軟性）を向上させることができるので、所望の押圧力でウエハ W を研磨パッド 19 の研磨面 19a に押し付けることができる。結果として、ウエハ W の表面を安定的に研磨することができる。

【0035】

弾性膜 10 を交換する場合、すなわち、ブレークイン処理を実行する場合は、研磨ヘッド 1 から弾性膜アッセンブリ 7 を取り外す。図 3 は、図 2 に示す研磨ヘッド 1 から弾性膜アッセンブリ 7 を取り外した状態を示す模式図である。次いで、取り外された弾性膜アッセンブリ 7 のキャリア 8 から弾性膜 10 を取り外し、新しい弾性膜 10 を弾性膜アッセンブリ 7 のキャリア 8 に取り付ける。

【0036】

次に、新しい弾性膜 10 が取り付けられた弾性膜アッセンブリ 7 を、後述するブレークイン処理装置に取り付けて、新しい弾性膜 10 のブレークイン処理を実行する。

【0037】

図 4 は、一実施形態に係るブレークイン処理装置の側面図である。図 4 に示すブレークイン処理装置 50 は、弾性膜アッセンブリ 7 が載置されるステージ 54 と、ステージ 54 に載置された弾性膜アッセンブリ 7 の弾性膜 10 に加圧流体（例えば、圧縮空気）を供給する流体供給装置 60 と、弾性膜 10 のブレークイン処理が完了したことを判定するブレークイン判定モジュール 57 と、少なくとも流体供給装置 60 およびブレークイン判定モジュール 57 の動作を制御する制御装置 52 と、を有する。

【0038】

さらに、図 4 に示すブレークイン処理装置 50 は、弾性膜 10 のブレークイン処理を実行するための処理室 51 と、流体供給装置 60 および制御装置 52 を収容する制御ボックス 53 と、流体供給装置 60 を弾性膜アッセンブリ 7 に連結するための連結ヘッド 55 と、ブレークイン処理のレシピおよびブレークイン処理の結果を表示可能なディスプレイ 56 と、を備えている。ディスプレイ 56 は、制御装置 52 に接続されており、作業者は、制御装置 52 に予め格納されたブレークイン処理のレシピをディスプレイ 56 で確認することができる。さらに、作業者は、ディスプレイ 56 に表示されたブレークイン処理のレシピを、図示しない入力装置（例えば、キーボードおよびマウス）を用いて変更することができるし、新たなブレークイン処理のレシピを作成することもできる。

【0039】

本実施形態では、ステージ 54 は、メインステージ 54a、弾性膜ステージ 54b、およびリテナリングステージ 54c を備えている。弾性膜ステージ 54b およびリテナリングステージ 54c は、メインステージ 54a の上面に固定されている。弾性膜ステージ 54b は、円盤形状をしており、弾性膜 10 の外径よりも小さな直径を有している。リテナリングステージ 54c は、リング形状を有しており、その上面がリテナリング 3 の下面を支持するように構成されている。弾性膜ステージ 54b とリテナリングステージ 54c とは同心状に配置されている。

【0040】

リテナリングステージ 54c にリテナリング 3 を載置すると、弾性膜 10 の中心は、弾性膜ステージ 54b の中心を通って鉛直方向に延びる直線上に位置し、弾性膜 10 の下面是、弾性膜ステージ 54b の上面と接触するか、わずかな隙間を開けて対向する。したがって、弾性膜アッセンブリ 7 をステージ 54 に載置させたときに、弾性膜ステージ 54b とリテナリングステージ 54c との間に形成された環状の隙間の上方に弾性膜 10 の外周部が位置する。

【0041】

図示はしないが、ブレークイン処理装置 50 は、ステージ 54 を処理室 51 の内部と外部（図 4 の点線参照）との間で移動させるスライド機構を有していてよい。スライド機構によってステージ 54 を処理室 51 の外部に引き出すことにより、作業者は、弾性膜アッセンブリ 7 をステージに容易に載置することができる。スライド機構は、例えば、メインステージ 54a に連結されるレールと、ステージ 54 をレールに沿って移動させる移動

10

20

30

40

50

機構とから構成される。移動機構の例としては、ピストンシリンダ機構、およびボールネジ機構があげられる。一実施形態では、移動機構を省略してもよい。この場合、ステージ54は手動で移動される。

【0042】

ブレークイン判定モジュール57は、弾性膜ステージ54bとリテナリングステージ54cとの間に形成された環状の隙間に配置されている。通常、ブレークイン処理が特に求められるのは弾性膜10の最外周部である。弾性膜10の最外周部では、弾性膜10の側壁である周壁10hとその内側の周壁10gによって、弾性膜10とキャリア8との間の隙間が封止される。周壁10hの外側は大気圧であるため、周壁10g, 10hによって区画されるエッジ圧力室14aに加圧流体が供給されると、周壁10hは外側へ膨らもうとする。周壁10hが外側へ膨らむと、エッジ圧力室14aがウエハWを研磨パッド19の研磨面19aに押し付ける下向きの押圧力が減少するため、弾性膜10の最外周部における伸縮性がウエハWの研磨に最も影響する。10

【0043】

一方で、弾性膜10の最外周部以外の各圧力室は、周壁10a～10gのうちの隣接する周壁で区画されており、これら周壁の外側にも加圧流体の圧力が作用する。そのため、弾性膜10の最外周部以外の弾性膜10の伸縮性は、ウエハWの研磨にほとんど影響を与えない。したがって、弾性膜10の最外周部の伸縮性を判定することで、弾性膜10のブレークイン処理の完了を決定することができる。本実施形態では、ブレークイン判定モジュール57を用いて弾性膜10の最外周部の伸縮性を測定し、制御装置52は、ブレークイン判定モジュール57の測定結果に基づいて、弾性膜10のブレークイン処理の完了を決定する。20

【0044】

連結ヘッド55は、処理室51内に配置されており、上下動機構（図示せず）によって鉛直方向に移動可能である。ブレークイン処理を実行するときは、連結ヘッド55は、後述する流体供給装置60からの加圧流体が弾性膜10の圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eに独立して供給可能なように、ステージ54に載置された弾性膜アッセンブリ7に連結される。

【0045】

図5は、図4に示す流体供給装置60の一例を示す模式図である。図5に示す流体供給装置60は、圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eに対応して設けられた流体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8を有しており、流体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8の一端は、流体供給源に連結されている。流体供給源は、例えば、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加圧流体供給源である。流体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8の他端は、処理室1に配置された連結ヘッド55に連結される。30

【0046】

連結ヘッド55は、弾性膜アッセンブリ7が連結ヘッド55に取り付けられる際に、流体移送ラインF1～F8をキャリア8内の流路20, 22, 24a～24fにそれぞれ連結する内部流路（図示せず）を有している。圧縮空気などの加圧流体は、流体供給装置60の流体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8、並びに連結ヘッド55の内部流路を通じて圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eにそれぞれ供給されるようになっている。40

【0047】

流体移送ラインF1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8には、それぞれ圧力レギュレータR1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8が設けられている。加圧流体供給源からの加圧流体は、圧力レギュレータR1～R8を通って圧力室12, 14a, 14b, 16a～16e内にそれぞれ独立に供給される。圧力レギュレータR1～R8は、圧力室12, 14a, 14b, 16a～16e内の加圧流体の圧力を独立して調節するように構成されている。50

【 0 0 4 8 】

流体移送ライン F 1 , F 2 , F 3 , F 4 , F 5 , F 6 , F 7 , F 8 には、圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e の内部を大気開放するための大気開放ライン F 1 1 , F 1 2 , F 1 3 , F 1 4 , F 1 5 , F 1 6 , F 1 7 , F 1 8 がそれぞれ接続されている。大気開放ライン F 1 1 , F 1 2 , F 1 3 , F 1 4 , F 1 5 , F 1 6 , F 1 7 , F 1 8 には、大気開放弁 V 1 1 , V 1 2 , V 1 3 , V 1 4 , V 1 5 , V 1 6 , V 1 7 , V 1 8 が取り付けられている。

【 0 0 4 9 】

流体移送ライン F 1 , F 2 , F 3 , F 4 , F 5 , F 6 , F 7 , F 8 には、開閉弁 V 1 , V 2 , V 3 , V 4 , V 5 , V 6 , V 7 , V 8 がそれぞれ取り付けられており、大気開放ライン F 1 1 , F 1 2 , F 1 3 , F 1 4 , F 1 5 , F 1 6 , F 1 7 , F 1 8 は、開閉弁 V 1 , V 2 , V 3 , V 4 , V 5 , V 6 , V 7 , V 8 の下流側で、流体移送ライン F 1 , F 2 , F 3 , F 4 , F 5 , F 6 , F 7 , F 8 にそれぞれ接続されている。開閉弁 V 1 , V 2 , V 3 , V 4 , V 5 , V 6 , V 7 , V 8 、および大気開放弁 V 1 1 , V 1 2 , V 1 3 , V 1 4 , V 1 5 , V 1 6 , V 1 7 , V 1 8 は、制御装置 5 2 に接続されており、制御装置 5 2 は、各開閉弁 V 1 ~ V 8 の開閉動作、および各大気開放弁 V 1 1 ~ V 1 8 の開閉動作を独立して制御可能である。

【 0 0 5 0 】

開閉弁 V 1 ~ V 8 、および大気開放弁 V 1 1 ~ V 1 8 は、通常は閉じられている。制御装置 5 2 が開閉弁 V 1 ~ V 8 を開くと、加圧流体が加圧流体供給源から圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e に供給され、弾性膜 1 0 を伸張させる（膨張させる）ことができる。この状態で、制御装置 5 2 が開閉弁 V 1 ~ V 8 を閉じて、大気開放弁 V 1 1 ~ V 1 8 を開くと、圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e が大気開放されて、弾性膜 1 0 が縮小する。このように弾性膜 1 0 を伸縮させることで、弾性膜 1 0 のブレークイン処理が実行される。

【 0 0 5 1 】

図 6 (a) は、一実施形態に係るブレークイン判定モジュール 5 7 を模式的に示す上面図であり、図 6 (b) は、図 6 (a) の A - A 線断面図である。図 6 (a) および図 6 (b) に示すブレークイン判定モジュール 5 7 は、弾性膜 1 0 の最外周部に対向する荷重分配リング 6 1 と、少なくとも 1 つの荷重測定器 6 2 とを備えている。

【 0 0 5 2 】

荷重分配リング 6 1 は、流体供給装置 6 0 から弾性膜 1 0 のエッジ圧力室 1 4 a に加圧流体を供給したときに、弾性膜 1 0 の最外周部の下面と接触して、少なくとも 1 つの荷重測定器 6 2 に均等に荷重が加わるようにするための治具である。なお、荷重分配リング 6 1 が対向する弾性膜 1 0 の最外周部は、エッジ圧力室 1 4 a の領域を含みさらにその内側のエッジ圧力室 1 4 b の領域にまで至っていてもよく、あるいはエッジ圧力室 1 4 a の領域の一部であってもよい。

【 0 0 5 3 】

弾性膜 1 0 から荷重分配リング 6 1 に加わる荷重を正確に測定するために、複数の荷重測定器 6 2 を、荷重分配リング 6 1 の周方向に沿って等間隔に配置するのが好ましい。図 6 (a) および図 6 (b) に示すブレークイン判定モジュール 5 7 では、ロードセルである 3 つの荷重測定器 6 2 が、荷重分配リング 6 1 の周方向に沿って等間隔に配置されている。

【 0 0 5 4 】

一実施形態では、荷重測定器 6 2 は、弾性膜 1 0 の最外周部が押圧している荷重の、弾性膜 1 0 の半径方向の分布を測定可能な感圧センサであってもよい。荷重測定器 6 2 が感圧センサである場合、荷重分配リング 6 1 は省略される。このような感圧センサの例としては、ニッタ株式会社製のタクタイルセンサ、P P S 社製の触覚圧力センサがあげられる。ブレークイン判定モジュール 5 7 の荷重測定器 6 2 が感圧センサである場合、ブレークイン判定モジュール 5 7 は、弾性膜 1 0 の周方向に沿って配置された複数の感圧センサを

10

20

30

40

50

有していてもよいし、1つのみの感圧センサを有していてもよい。ブレークイン判定モジュール57が荷重測定器62として1つの感圧センサを有する場合は、水平方向における感圧センサの形状は、弾性膜10の最外周部の水平方向の形状と同一であるのが好ましい。

【0055】

一実施形態では、ブレークイン処理装置50の制御装置52は、エッジ圧力室14aに供給された加圧流体の圧力と、荷重測定器62である感圧センサが取得した荷重（圧力）分布に基づいて、研磨装置で行われる研磨処理の研磨レシピを補正する補正係数および／または補正式を算出してもよい。より具体的には、ブレークイン処理装置50の制御装置52は、感圧センサが取得した荷重分布が後述する基準分布に近づくように、研磨装置の制御装置40に予め記憶されている研磨レシピの研磨荷重を補正するための補正係数および／または補正式を算出する。この場合、ブレークイン処理装置50の制御装置52によって算出された補正係数および／または補正式は、研磨装置の制御装置40に入力され、研磨装置の制御装置40は、入力された補正係数および／または補正式に基づいて研磨レシピの研磨荷重を補正する。この動作によって、交換前後の弾性膜10の個体差（例えば、若干の寸法の差、材料の若干の硬度差など）を考慮したウエハWの最適な研磨を実行できる。

10

【0056】

リテーナリング3をリテーナリングステージ54cに載置すると、弾性膜10の最外周部の下面（本実施形態では、エッジ圧力室14aを形成する弾性膜10の下面）が、荷重分配リング61（または、感圧センサ）に対向する。弾性膜10と荷重分配リング61（または、感圧センサ）との間には、わずかな隙間が形成されている。ブレークイン処理を行う際には、少なくともエッジ圧力室14aに加圧流体源から加圧流体を供給する。より具体的には、制御装置42は、少なくとも開閉弁V8（図5参照）を開き、圧力レギュレータR8によって所定の圧力に調整された加圧流体をエッジ圧力室14aに供給する。

20

【0057】

一実施形態では、全ての圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eに加圧流体を供給してもよいし、圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eのうちの、エッジ圧力室14aを含むいくつかの圧力室に加圧流体を供給してもよい。近年、研磨後のウエハWの膜圧プロファイルの制御性を向上させるために、弾性膜10の圧力室の数が増える傾向にある。この場合、各圧力室を区画する隔壁の形状的な伸びやすさが設計上十分に確保できないことがある。このような場合には、最外周のエリア以外でも、弾性膜10を伸縮させることにより、弾性膜10の伸縮性を向上させる。制御装置52は、対応する圧力室に連通する流体移送ラインに配置された開閉弁を開くことで、所望の圧力室に、所定の圧力を有する加圧流体を供給することができる。

30

【0058】

次に、上述した実施形態に係るブレークイン処理装置50を用いてブレークイン処理を実行する方法を説明する。

【0059】

図7は、ブレークイン処理の一例を示すフローチャートである。図7に示すように、まず、新たな弾性膜10が取り付けられた弾性膜アッセンブリ7をブレークイン処理装置50に取り付ける（S101）。より具体的には、弾性膜アッセンブリ7をステージ54に載置させ、この状態で、弾性膜アッセンブリ7に連結ヘッド55を取り付ける。この動作により、弾性膜アッセンブリ7の最外周部がブレークイン判定モジュール57に対向し、弾性膜10の各圧力室12, 14a, 14b, 16a～16eに所定の圧力を有する加圧流体が供給可能となる。

40

【0060】

次に、エッジ圧力室14aに、圧力レギュレータR8によって調整された所定の圧力を有する加圧流体を供給する（S102）。このとき、エッジ圧力室14a以外の圧力室12, 14b, 16a～16eのいずれか、または全てに所定の圧力を有する加圧流体を供給してもよい。一実施形態では、エッジ圧力室14a、およびエッジ圧力室14a以外の

50

圧力室 12, 14 b, 16 a ~ 16 e のいずれか、または全てに対して加圧流体の供給と大気開放（脱圧）を繰り返し、その後、エッジ圧力室 14 a、およびエッジ圧力室 14 a 以外の圧力室 12, 14 b, 16 a ~ 16 e のいずれか、または全てに加圧流体を供給してもよい。次いで、制御装置 52 は、所定時間が経過したか否かを確認する（S103）。所定時間経過後、ブレークイン判定モジュール 57 の荷重測定器 62 を用いて、弾性膜 10 の最外周部が荷重分配リング 61 を押圧している荷重（または、弾性膜 10 の半径方向の荷重分布）を測定する（S104）。

【0061】

図 8 は、エッジ圧力室 14 a に加圧流体を供給して、弾性膜 10 の最外周部が膨らんだ状態を示す模式図である。加圧流体によって膨らんだ弾性膜 10 の最外周部は、荷重分配リング 61 を介してロードセルである荷重測定器 62 を押圧する。荷重測定器 62 が感圧センサの場合は、加圧流体によって膨らんだ弾性膜 10 の最外周部は、感圧センサである荷重測定器 62 を直接押圧する。荷重測定器 62 は、弾性膜 10 の最外周部が荷重分配リング 61 を押圧している荷重（または、弾性膜 10 の半径方向の荷重分布）を測定し、その測定結果を制御装置 52 に送信する。

10

【0062】

制御装置 52 は、荷重測定器 62 の測定結果を、基準値に対して予め設定された許容範囲と比較し、荷重測定器 62 の測定結果が許容範囲内にあるか否かを決定する（S105）。制御装置 52 は、上記基準値、および該基準値に対して設定された許容範囲を予め記憶している。

20

【0063】

弾性膜 10 が十分な伸縮性（柔軟性）を有していない場合は、弾性膜 10 は、十分に伸張することができない。そのため、荷重測定器 62 の測定値は、適切な伸縮性を有する弾性膜 10 の最外周部が荷重測定器 62 を押圧したときの測定値よりも低くなる。制御装置 52 は、荷重測定器 62 の測定結果を、基準値に対して予め設定された許容範囲と比較することで、弾性膜 10 のブレークイン処理が完了したか否かを決定する。

【0064】

ブレークイン判定モジュール 57 が複数の荷重測定器 62 を有する場合は、これら荷重測定器 62 の測定値の平均を、許容範囲と比較するための測定結果とすることができる。一実施形態では、複数の荷重測定器 62 の測定値の最大値、または最小値を、許容範囲と比較するための測定結果としてもよい。あるいは、複数の荷重測定器 62 の測定値のうち、許容範囲から逸脱する測定値が 1 つでもあれば、ブレークイン処理が完了していないと判断してもよい。

30

【0065】

さらに、複数の荷重測定器 62 の測定値の合計値を、許容範囲と比較するための測定結果としてもよい。この場合、1 つの荷重測定器 62 に対して設定された基準値に荷重測定器 62 の数を乗算して得られた値を、測定結果の比較対象となる基準値として用い、許容範囲はこの基準値に対して設定される。

【0066】

荷重測定器 62 がロードセルの場合、弾性膜 10 が十分な伸縮性を有していない場合は、荷重測定器 62 の測定結果は、基準値に対して低い値となる。そのため、この場合は、荷重測定器 62 の測定結果が許容範囲内にあることは、荷重測定器 62 の測定結果が基準値以上であることに対応する。

40

【0067】

荷重測定器 62 が上記感圧センサの場合は、基準値は、弾性膜 10 の最外周部が押圧している荷重の、弾性膜 10 の半径方向の基準分布である。

【0068】

図 9 (a) は、弾性膜 10 の最外周部が押圧している荷重の、弾性膜 10 の半径方向の基準分布と、該基準分布に対して設定された許容範囲の一例を示すグラフであり、図 9 (b) は、感圧センサによる測定結果が図 9 (a) に示す許容範囲に収まっている状態を示

50

すグラフであり、図9(c)は、感圧センサによる測定結果が図9(a)に示す許容範囲を逸脱している状態を示すグラフである。制御装置52は、図9(a)に示すようなグラフを予め記憶しており、感圧センサによって取得された荷重分布が許容範囲に収まっているか否かを決定する。

【0069】

ロードセルである荷重測定器62の測定結果が基準値以上の値である場合、または感圧センサである荷重測定器62の測定結果が図9(b)に示すような許容範囲内に収まっている場合(S105のYES)は、制御装置52は、弾性膜10が十分な伸縮性を獲得したと判断して、弾性膜のブレークイン処理を終了する。この場合は、弾性膜アッセンブリ7をブレークイン処理装置から取り外すことができる(S106)。

10

【0070】

これに対し、ロードセルである荷重測定器62の測定結果が基準値よりも低い値である場合、または感圧センサである荷重測定器62の測定結果が図9(c)に示すような許容範囲から逸脱している場合は(S105のNO)、制御装置52は、弾性膜10の伸縮性が不十分であると判断して、S102からS105に示すブレークイン動作を繰り返す。この場合、制御装置52は、圧力室12, 14a, 14b, 16a~16eのうちの、加圧流体が供給された圧力室を大気開放する(S107)。この動作により、弾性膜10は、十分な伸縮性を獲得するまで、加圧流体による伸張と大気開放による収縮とを繰り返すことができる。

【0071】

本実施形態によれば、弾性膜アッセンブリ7を研磨装置に取り付ける前に、弾性膜10のブレークイン処理を確実に完了させておくことができる。したがって、弾性膜アッセンブリ7を研磨装置に取り付けた後で、弾性膜10のブレークイン処理を行う必要がないし、弾性膜10が十分な伸縮性を獲得していることを確認する必要もない。その結果、研磨装置の稼働率の低下を防止することができる。

20

【0072】

さらに、ブレークイン処理装置50でブレークイン処理が完了していることが確認された弾性膜10が取り付けられた予備の弾性膜アッセンブリ7を準備しておいてもよい。この場合、使用中の弾性膜アッセンブリ7を予備の弾性膜アッセンブリ7と交換することで研磨装置をいち早く稼働させることができる。

30

【0073】

図10(a)は、他の実施形態にかかるブレークイン判定モジュール57の上面図であり、図10(b)は、図10(a)のB-B線断面図である。ブレークイン判定モジュール57以外の本実施形態の構成は、上述した実施形態の構成と同様であるため、その重複する説明を省略する。

【0074】

図10(a)および図10(b)に示すブレークイン判定モジュール57は、弾性膜10のブレークイン処理が完了したか否かを追加で判定する少なくとも1つの形状測定器63をさらに有している点で、上述の実施形態に係るブレークイン判定モジュール57と異なる。

40

【0075】

本実施形態では、ブレークイン判定モジュール57は、3つの形状測定器63を有しており、各形状測定器63は、レーザー光を弾性膜10の最外周部の下面に照射することで、該最外周部の下面の二次元形状を取得する二次元変位センサである。しかしながら、形状測定器63の種類は、本実施形態に限定されない。例えば、形状測定器63は、弾性膜10の最外周部下面の形状を画像データで取得する撮像装置であってもよい。

【0076】

ブレークイン処理を弾性膜10に行うと、弾性膜10の伸縮性が増大する。その結果、キャリア8に取り付けられた弾性膜10の圧力室12, 14a, 14b, 16a~16eを大気開放した状態では、ブレークイン処理後の弾性膜10の最外周部の下面是、ブレー

50

クイン処理前の弾性膜 10（すなわち、未使用的弾性膜 10）の最外周部の下面よりも自重により下方に変位する。

【0077】

図 11 (a) は、二次元変位センサで未使用的弾性膜 10 の最外周部の下面を測定した測定結果を示すグラフであり、図 11 (b) は、二次元変位センサでブレークイン処理が完了した弾性膜 10 の最外周部の下面を測定した測定結果を示すグラフである。図 11 (a) に示すように、伸縮性が不十分な弾性膜 10 の最外周部の下面は、略水平に伸びている。ブレークイン処理を行ったことで、十分な伸縮性を有する弾性膜 10 の最外周部の下面は、自重により下方に変位する。

【0078】

本実施形態では、ブレークイン処理の完了を、荷重測定器 62 に加えられる荷重に基づく判定に加えて、形状測定器 63 によって取得された弾性膜 10 の形状変化に基づく判定によって決定する。言い換えれば、荷重測定器 62 に加えられる荷重に基づいて判断されたブレークイン処理の完了を、形状測定器 63 によって取得された弾性膜 10 の形状変化に基づく判定によって確認する。

10

【0079】

以下では、図 12 を参照して、図 10 (a) および図 10 (b) に示すブレークイン判定モジュール 57 を用いたブレークイン処理方法について説明する。図 12 は、弾性膜 10 のブレークイン処理が完了したことを確認する確認方法のフローチャートである。ブレークイン処理が完了したことをロードセルなどの荷重測定器 62 で決定する工程までは、図 7 で説明したフローチャートと同一である。したがって、図 7 に示す S105 までの工程の説明は省略する。

20

【0080】

本実施形態では、荷重測定器 62 でブレークイン処理が完了したことが決定されると（すなわち、図 7 の S105 で YES）、制御装置 52 は、圧力室 12, 14a, 14b, 16a ~ 16e のうちの、加圧流体が供給された圧力室を大気開放する (S201)。次いで、制御装置 52 は、形状測定器 63 を用いて、弾性膜 10 の最外周部の下面の形状を測定し、その測定結果を取得する。制御装置 52 は、形状測定器 63 の測定結果が目標位置に到達しているか否かを判断する。制御装置 52 は、目標位置を予め記憶している。

30

【0081】

図 13 (a) は、制御装置 52 に予め記憶された目標位置を示すグラフであり、図 13 (b) は、形状測定器 63 の測定結果が目標位置に到達している例を示すグラフであり、図 13 (c) は、形状測定器 63 の測定結果が目標位置に到達していない例を示すグラフである。

【0082】

図 13 (b) に示すように、形状測定器 63 の測定結果が目標位置に到達している場合は、制御装置 52 は、ブレークイン処理が確実に完了していると判断する。この場合、弾性膜アッセンブリ 7 をブレークイン処理装置から取り外す（図 7 の S106 参照）。

40

【0083】

図 13 (c) に示すように、形状測定器 63 の測定結果が目標位置に到達していない場合は、制御装置 52 は、ブレークイン処理が完了していないと判断し、図 7 の S102 から S105 に示すブレークイン動作を繰り返す。

【0084】

このように、本実施形態では、荷重測定器 62 に加えられる荷重だけでなく、形状測定器 63 によって取得された弾性膜 10 の形状変化に基づいて、ブレークイン処理の完了を判断する。したがって、より確実にブレークイン処理が完了したことを決定することができる。

【0085】

一実施形態では、荷重測定器 62 を省略して、形状測定器 63 の測定結果のみを用いて、弾性膜 10 のブレークイン処理の完了を判断してもよい。

50

【 0 0 8 6 】

上述した実施形態に係るブレークイン処理装置 5 0 では、流体供給装置 6 0 を用いて、加圧流体供給源から各圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e に加圧流体を供給することができる。そのため、このブレークイン処理装置 5 0 を用いて、キャリア 8 に取り付けられた新たな弾性膜 1 0 のリークチェックを行うことができる。すなわち、ブレークイン処理装置 5 0 を用いて、キャリア 8 と弾性膜 1 0 との間の隙間からの流体のリークの有無を確認することができる。

【 0 0 8 7 】

図 5 に戻り、ブレークイン処理装置 5 0 で弾性膜 1 0 とキャリア 8 との間からの流体のリークを確認するためには、流体供給装置 6 0 は、流体移送ライン F 1 ~ F 8 のそれぞれに取り付けられた圧力センサ P 1 , P 2 , P 3 , P 4 , P 5 , P 6 , P 7 , P 8 を有する。圧力センサ P 1 ~ P 8 は、それぞれ、流体移送ライン F 1 ~ F 8 の内部に存在する加圧流体の圧力を測定することができる。

10

【 0 0 8 8 】

圧力センサ P 1 ~ P 8 は、流体移送ライン F 1 ~ F 8 を通じて圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e に連通しているので、圧力センサ P 1 ~ P 8 は圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e 内の加圧流体の圧力を測定することができる。本実施形態では、圧力センサ P 1 ~ P 5 は開閉弁 V 1 ~ V 8 の二次側（下流側）、すなわち、開閉弁 V 1 ~ V 8 と圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e との間に配置されている。圧力センサ P 1 ~ P 8 は制御装置 5 2 に接続されており、流体移送ライン F 1 ~ F 8 内に存在する加圧流体の圧力の測定値は圧力センサ P 1 ~ P 8 から制御装置 5 2 に送信される。

20

【 0 0 8 9 】

図 5 に示すように、流体供給装置 6 0 は、さらに、流体移送ライン F 1 ~ F 8 の内部を流れる加圧流体の流量を測定するための流量計 G 1 , G 2 , G 3 , G 4 , G 5 , G 6 , G 7 , G 8 を有する。流量計 G 1 ~ G 8 は、圧力レギュレータ R 1 ~ R 8 と開閉弁 V 1 ~ V 8 との間に配置されている。流量計 G 1 ~ G 8 は制御装置 5 2 に接続されており、流体移送ライン F 1 ~ F 8 を流れる加圧流体の流量の測定値は流量計 G 1 ~ G 8 から制御装置 5 2 に送信される。

【 0 0 9 0 】

制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の測定値の変化、および加圧流体の流量の測定値の変化に基づいて弾性膜アッセンブリ 7 からの流体のリークを検出するように構成されている。リーク検査は、圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e のそれぞれについて順次実行される。以下、圧力室 1 2 に関するリーク検査の一実施形態について説明する。なお、リーク検査を実行するときは、弾性膜 1 0 をステージ 5 4 の弾性膜ステージ 5 4 b に密着させて行う。弾性膜 1 0 を弾性膜ステージ 5 4 b に密着させるために、連結ヘッド 5 5 を図示しない上下動機構を用いて下降させてもよい。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 4 は、加圧流体の漏れがないときの圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力の変化、および圧力室 1 2 に連通する流体移送ライン F 1 を流れる加圧流体の流量の変化の一例を示すグラフである。図 1 5 は、加圧流体の漏れがあるときの圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力の変化、および圧力室 1 2 に連通する流体移送ライン F 1 を流れる加圧流体の流量の変化の一例を示すグラフである。加圧流体は、流体移送ライン F 1 を通じて圧力室 1 2 内に供給される。圧力レギュレータ R 1 は、圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力が予め設定された目標圧力値に維持されるように動作する。圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力は圧力センサ P 1 によって測定され、流体移送ライン F 1 を流れる加圧流体の流量は流量計 G 1 によって測定される。加圧流体の圧力および流量の測定値は制御装置 5 2 に送られる。

40

【 0 0 9 2 】

図 1 4 に示すように、加圧流体が圧力室 1 2 内に供給され始めた初期段階では、圧力のハンチングが起こるが、加圧流体の圧力は時間の経過とともに徐々に安定する。圧力が安定するに従って加圧流体の流量は徐々に低下し、やがて流量はほぼ 0 となる。しかしながら

50

ら、加圧流体の漏れが起こると、図15に示すように、加圧流体の圧力が安定しているにもかかわらず、加圧流体の流量は0に近づかない。つまり、加圧流体の漏れがある限り、漏れ量に応じた流量の加圧流体が流体移送ラインF1を流れ続けるため、流量は0にはならない。

【0093】

そこで、本実施形態では、加圧流体の圧力と流量とに基づいてリーク検査が行われる。具体的には、流量計G1は、加圧流体が圧力レギュレータR1を通じて圧力室12に供給されている間に加圧流体の流量を測定し、圧力センサP1は圧力室12内の加圧流体の圧力を測定する。制御装置52は、加圧流体の圧力が安定しているときに測定された加圧流体の流量が予め設定した基準範囲($\pm f_1$)内にあるか否かを決定するように構成される。制御装置52は、流量が基準範囲外にある場合は、漏れ検出信号を生成するように構成される。10

【0094】

制御装置52は、加圧流体の圧力が安定しているか否かを決定するための許容変動幅をその内部に予め記憶している。図14および図15に示す記号FWは許容変動幅を表している。一実施形態では、許容変動幅FWの中心は目標圧力値に一致する。制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にあるとき、すなわち加圧流体の圧力が安定しているときに測定された流量に基づいて、加圧流体の漏れを検出する。

【0095】

制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にあるときの時点t1を決定し、この時点t1から所定の時間幅の間の加圧流体の流量(すなわち、流量計G1の測定値)が予め設定した基準範囲($\pm f_1$)内にあるか否かを決定する。一実施形態では、制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある経過時間をカウントし、経過時間が設定時間を超えた時点を時点t1として決定してもよい。20

【0096】

図14および図15に示す例では、時点t1は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある経過時間が設定時間TDを超えた時点である。具体的には、制御装置52は、上記設定時間TDを予め記憶しており、加圧流体の圧力が許容変動幅FW内に入った瞬間から、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある経過時間をカウントする。制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある経過時間が設定時間TDを越えると、設定時間TDを超えた時点を時点t1として決定する。上記経過時間が設定時間TDに到達する前に、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FWを越えると、制御装置52は、経過時間のカウントを中断する。加圧流体の圧力の変動が再び許容変動幅FW内に入ると、制御装置52は上記経過時間のカウントを開始する。30

【0097】

図示はしないが、制御装置52は、加圧流体の圧力の変動を監視する最大監視時間を予め記憶していてもよい。この場合、制御装置52は、圧力室12へ加圧流体を供給するガス供給時間をカウントしている。制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある経過時間が設定時間TDに到達せずに、ガス供給時間が最大監視時間に到達すると、最大監視時間に到達した時点を時点T1として決定する。40

【0098】

このように、図14および図15に示す例では、制御装置52は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅FW内にある時点t1を決定する。さらに、制御装置52は、この時点t1を経過する前に測定され、かつ予め定められた時間幅Ta内に測定された加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定するように構成される。本実施形態では、時間幅Taは、上述した設定時間TDよりも小さいが、時間幅Taは、設定時間TDと同一であってもよい。本実施形態によれば、時点t1に到達する前に測定された流量がリーク検査に使用される。したがって、制御装置52は、時点t1に到達した直後に、流量計G1から既に取得した流量の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否か(すなわち、加圧流体の漏れが発生しているか否か)を決定することができる。50

【 0 0 9 9 】

一実施形態では、制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅 F W 内にある時点 t 1 を決定し、この時点 t 1 を経過した後に測定され、かつ予め定められた時間幅 T b 内に測定された加圧流体の流量が基準範囲内にあるか否かを決定するように構成されてもよい。図 1 3 および図 1 4 に示す例では、時間幅 T b は、上述した設定時間 T D よりも小さいが、時間幅 T b は、設定時間 T D と同一であってもよい。

【 0 1 0 0 】

次に、リーク検査方法の一実施形態について図 1 5 に示すフローチャートを参照して説明する。図 1 6 は、一実施形態に係るリーク検査方法を示すフローチャートである。S 3 0 1 では、弾性膜 1 0 を弾性膜ステージ 5 4 b に密着させる。弾性膜 1 0 を弾性膜ステージ 5 4 b に接触させる目的は、加圧流体で満たされたときの圧力室の体積を安定させるためである。S 3 0 2 では、制御装置 5 2 は、開閉弁 V 1 を開き、開閉弁 V 2 ~ V 8 を閉じることで、流体移送ライン F 1 を通じて圧力室 1 2 への加圧流体の供給を開始する。

10

【 0 1 0 1 】

S 3 0 3 では、加圧流体が流体移送ライン F 1 を通って圧力室 1 2 内に供給されている間、流量計 G 1 は流体移送ライン F 1 を流れる加圧流体の流量を測定し、圧力レギュレータ R 1 は圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力が目標圧力値に維持されるように加圧流体の圧力を調節する。流量の測定値は制御装置 5 2 に送られ、制御装置 5 2 の記憶装置内に記憶される。加圧流体が圧力室 1 2 内に供給されている間、圧力センサ P 1 は流体移送ライン F 1 内の加圧流体の圧力（すなわち圧力室 1 2 内の圧力）を測定する。圧力の測定値は制御装置 5 2 に送られ、制御装置 5 2 の記憶装置内に記憶される。加圧流体が圧力室 1 2 内に供給されている間、制御装置 5 2 は流量の測定値および圧力の測定値を監視する。

20

【 0 1 0 2 】

S 3 0 4 では、制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の変動が許容変動幅 F W 内にあるときの時点（すなわち、圧力室 1 2 内の加圧流体の圧力が安定しているときの時点）t 1 を決定する。S 3 0 5 では、制御装置 5 2 は、決定された時点 t 1 を経過する前に測定され、かつ予め定められた時間幅 T a 内に測定された流量が基準範囲（ $\pm f_1$ ）内にあるか否かを決定する。あるいは、制御装置 5 2 は、決定された時点 t 1 を経過した後に測定され、かつ予め定められた時間幅 T b 内に測定された流量が基準範囲内にあるか否かを決定してもよい。流量が前記基準範囲外にある場合は、制御装置 5 2 はリーク検出信号を生成する（S 3 0 6）。リーク検出信号は、警報を発するためのトリガー信号であってもよい。例えば、リーク検出信号は、ディスプレイ 5 6（図 4 参照）にリーク検出を表示させるため、または警報装置を作動させるための電気的な信号であってもよい。

30

【 0 1 0 3 】

リーク検出信号を生成した後、または流量が前記基準範囲内にある場合は、制御装置 5 2 は、S 3 0 7 を実行する。S 3 0 7 では、制御装置 5 2 は、全ての圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e についてリーク検査が実行されたか否かを判断する。制御装置 5 2 は、全ての圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e についてリーク検査が実行されるまで、S 3 0 2 から S 3 0 6 を繰り返す。例えば、圧力室 1 6 a についてリーク検査を実行する場合は、制御装置 5 2 は、開閉弁 V 2 を開き、開閉弁 V 1 , V 3 ~ V 8 を閉じる。S 3 0 3 から S 3 0 6 は同じようにして実行される。

40

【 0 1 0 4 】

本実施形態によれば、流体供給装置 6 0 に設けられた圧力センサ P 1 ~ P 8 および流量計 G 1 ~ G 8 を利用して、弾性膜アッセンブリ 7 に供給される加圧流体のリーク検査を実行することができる。したがって、研磨装置に弾性膜アッセンブリ 7 を取り付ける前に、自動でリーク検査を実行することができる。その結果、リーク検査を実施する作業者の負担を減少させることができ、さらに、研磨装置の稼働率の低下を防止できる。

【 0 1 0 5 】

一実施形態では、流体供給装置 6 0 に設けられた圧力センサ P 1 ~ P 8 、または流量計 G 1 ~ G 8 を利用して、弾性膜アッセンブリ 7 に供給される加圧流体のリーク検査を実行

50

してもよい。例えば、圧力センサ P 1 ~ P 8 を利用した加圧流体のリーク検査を実行する場合は、制御装置 5 2 は、圧力室 1 2 に所定の圧力を有する加圧流体を供給し、開閉弁 V 1 を閉じる。流量計 G 1 ~ G 8 を利用した加圧流体のリーク検査を実行する場合は、制御装置 5 2 は、圧力室 1 2 に所定の圧力を有する加圧流体を供給し、開閉弁 V 1 を開いたままに維持する。制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力、または加圧流体の流量を測定（監視）しつつ、この状態を所定の検査時間が経過するまで維持する。流量計 G 1 ~ G 8 を利用した加圧流体のリーク検査を実行する場合は、加圧流体の圧力室 1 2 への供給の開始から所定の時間が経過した後に流量の測定を開始するようにしてもよい。

【 0 1 0 6 】

次いで、制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の測定値、または加圧流体の流量の測定値に基づいて、リーク検出信号を生成するか否かを決定する。より具体的には、圧力センサ P 1 ~ P 8 を利用した加圧流体のリーク検査を実行する場合は、制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の測定値の変動幅が基準値以上である場合に、リーク検出信号を生成する。流量計 G 1 ~ G 8 を利用した加圧流体のリーク検査を実行する場合は、制御装置 5 2 は、加圧流体の流量の測定値と基準範囲（例えば、図 1 6 を参照して説明された $\pm f$ ）を比較する。制御装置 5 2 は、加圧流体の流量の測定値が基準範囲外である場合に、リーク検出信号を生成する。制御装置 5 2 は、加圧流体の圧力の測定値の変動幅に対して設けられる基準値、または加圧流体の流量の測定値に対して設けられる基準範囲を予め記憶している。

10

【 0 1 0 7 】

弾性膜 1 0 にリークが発生していると、圧力計 P 1 の測定値が徐々に低下していく。したがって、圧力計 P 1 の測定値の変動幅が基準値以上である場合に、制御装置 5 2 は、弾性膜 1 0 にリークが発生していると決定して、リーク検出信号を生成する。また、弾性膜 1 0 にリークが発生していると、流量計 G 1 が加圧流体の流量を検出する。したがって、流量検出器 G 1 の測定値が基準範囲外である場合に、制御装置 5 2 は、弾性膜 1 0 にリークが発生していると決定して、リーク検出信号を生成する。制御装置 5 2 は、全ての圧力室 1 2 , 1 4 a , 1 4 b , 1 6 a ~ 1 6 e についてリーク検査が実行されるまで、同様のリーク検査を繰り返す。

20

【 0 1 0 8 】

このようなリーク検査は、上述したブレークイン動作を実行する前に行われるのが好ましい。より具体的には、リーク検査は、図 7 の S 1 0 1 と S 1 0 2 との間で行われるのが好ましい。

30

【 0 1 0 9 】

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らうことであり、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。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

- 1 研磨ヘッド（基板保持装置）
- 3 リテーナリング
- 5 ヘッドベース
- 7 弾性膜アッセンブリ
- 8 キャリア
- 1 0 弾性膜（メンブレン）
- 1 0 a ~ 1 0 h 周壁
- 1 2 中央圧力室
- 1 4 a , 1 4 b エッジ圧力室
- 1 6 a ~ 1 6 e 中間圧力室
- 1 8 研磨テーブル

40

50

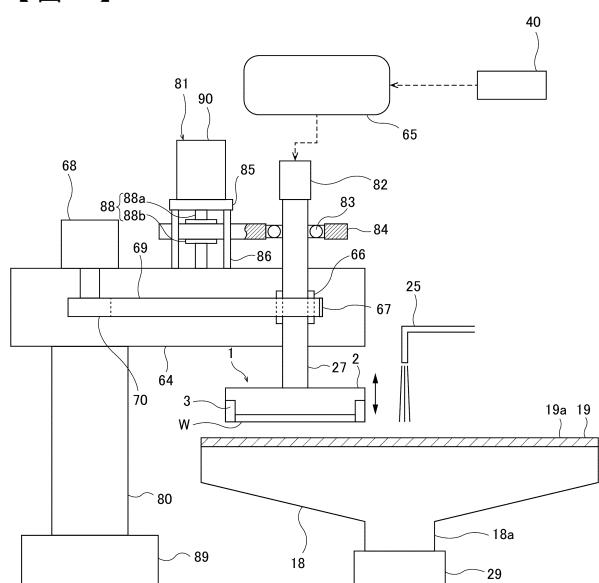
- 1 9 研磨パッド
 5 0 ブレークイン処理装置
 5 1 処理室
 5 2 制御装置
 5 3 制御ボックス
 5 4 ステージ
 5 5 連結ヘッド
 5 6 ディスプレイ
 5 7 ブレークイン判定モジュール
 6 0 流体供給装置
 6 1 荷重分配リング
 6 2 荷重測定器
 6 3 形状測定器
 F 1 ~ F 8 流体移送ライン
 F 11 ~ F 18 大気開放ライン
 G 1 ~ G 8 流量計
 P 1 ~ P 8 圧力計
 R 1 ~ R 8 圧力レギュレータ
 V 1 ~ V 8 開閉バルブ
 V 11 ~ V 18 大気開放バルブ

10

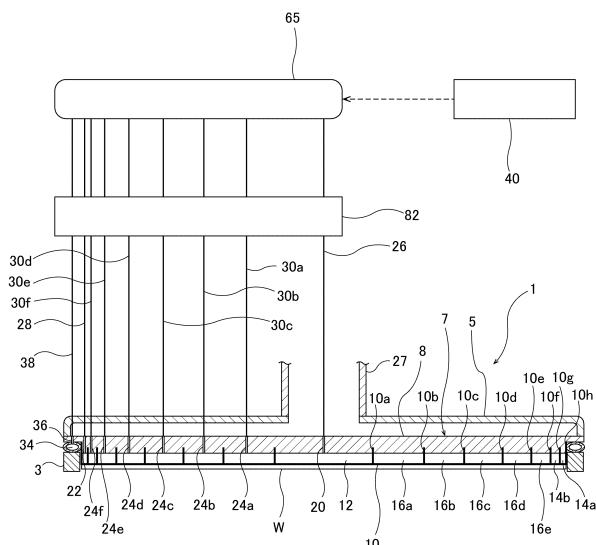
20

【図面】

【図1】



【図2】

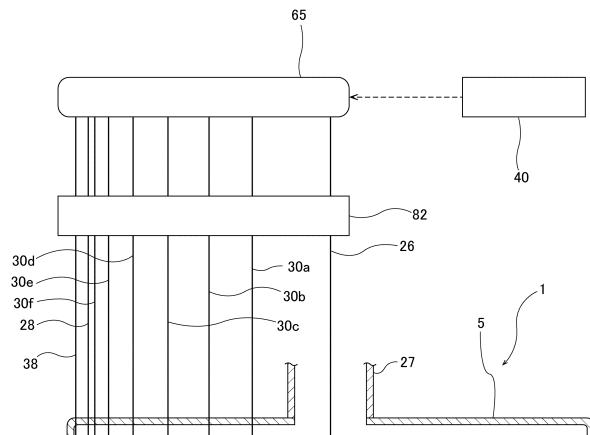


30

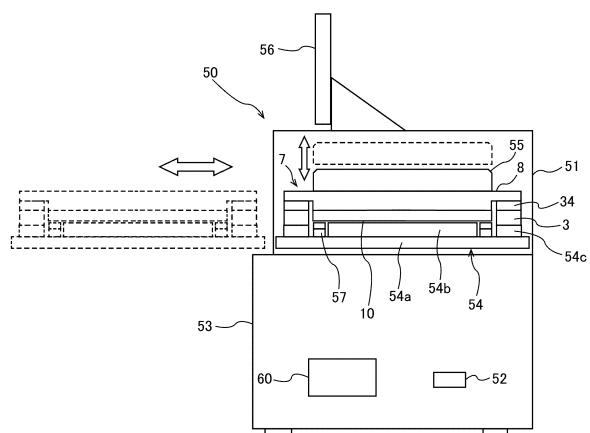
40

50

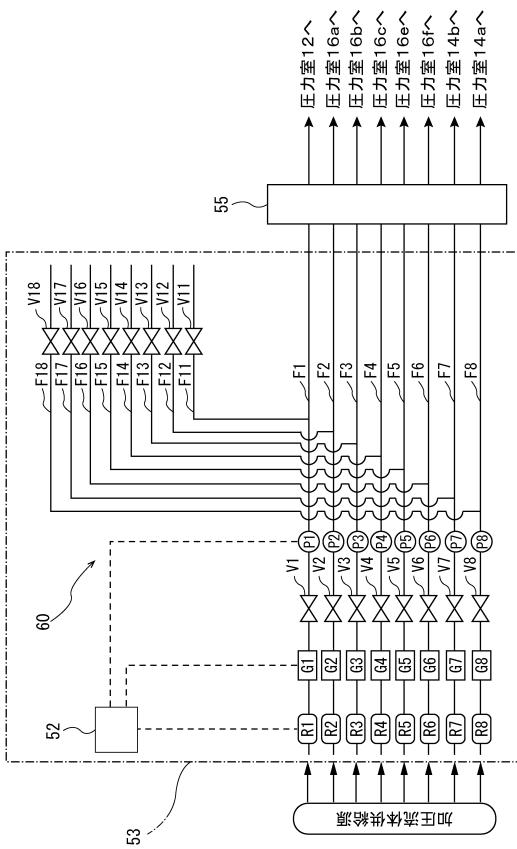
【図3】



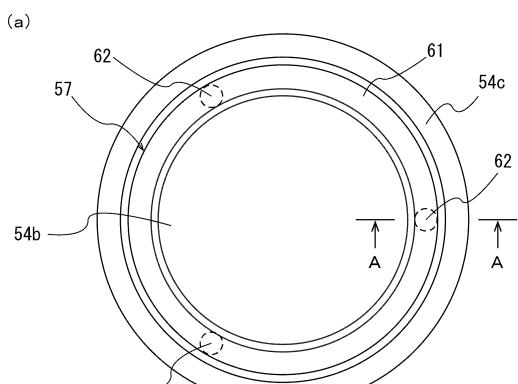
【図4】



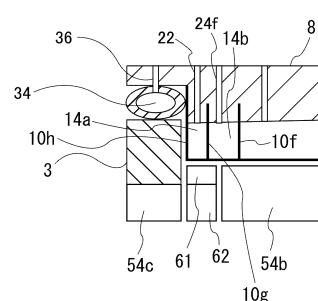
【図5】



【図6】



(b)



10

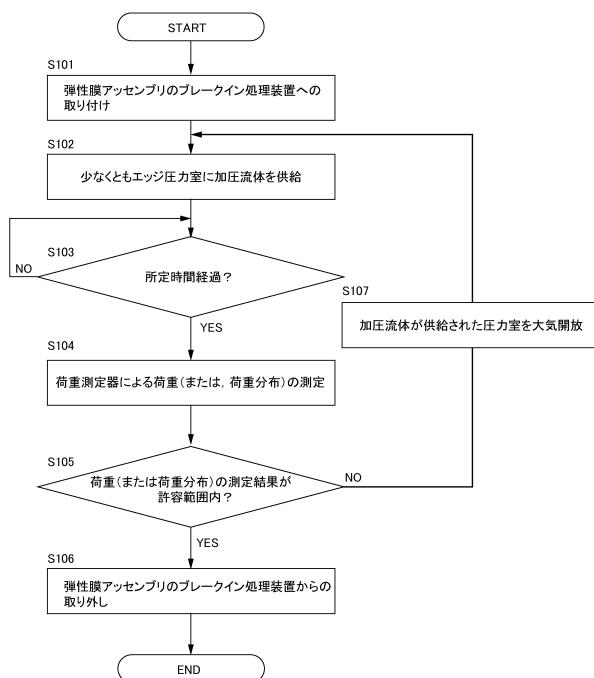
20

30

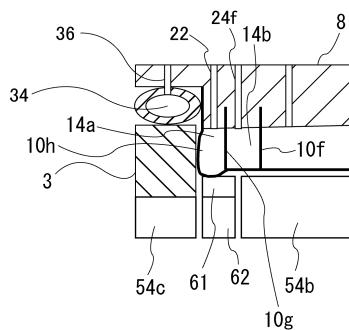
40

50

【図 7】



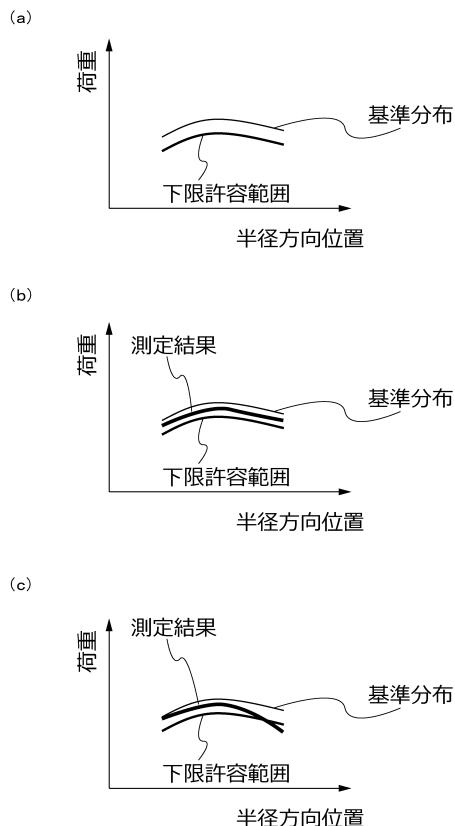
【図 8】



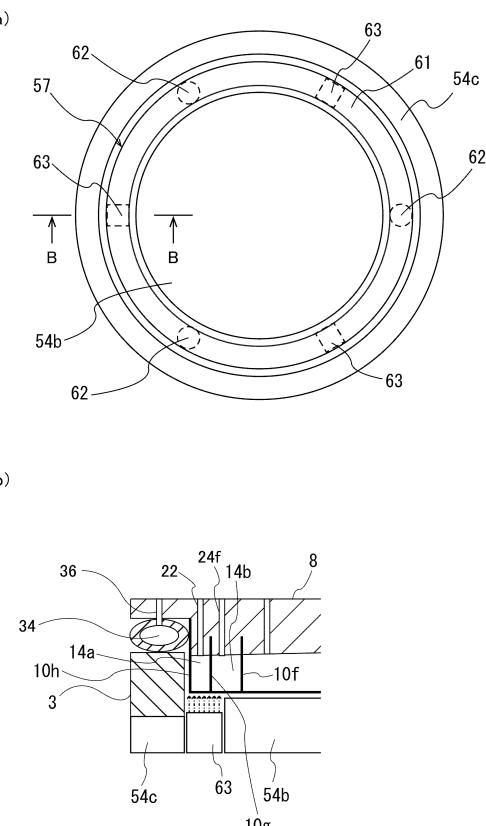
10

20

【図 9】



【図 10】



30

40

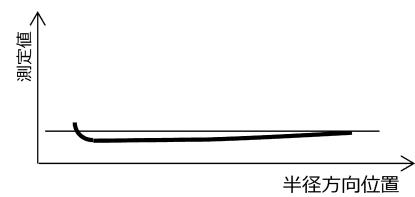
50

【図 1 1】

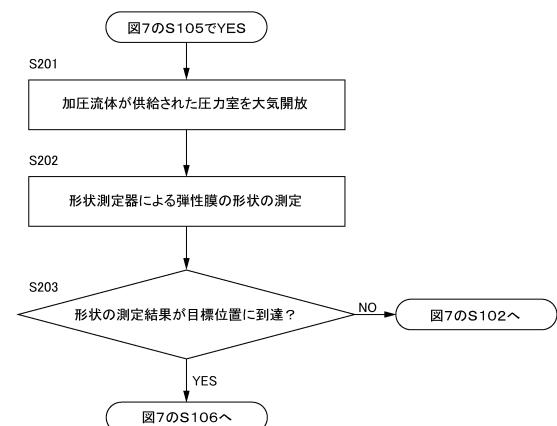
(a)



(b)



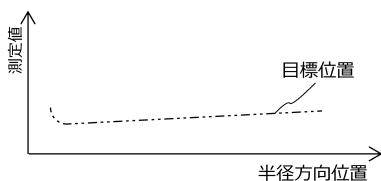
【図 1 2】



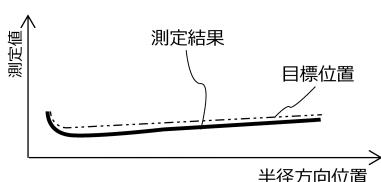
10

【図 1 3】

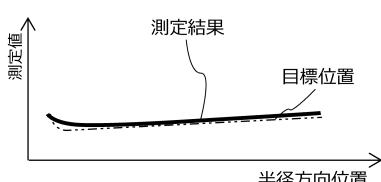
(a)



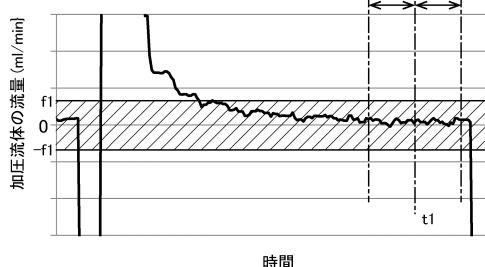
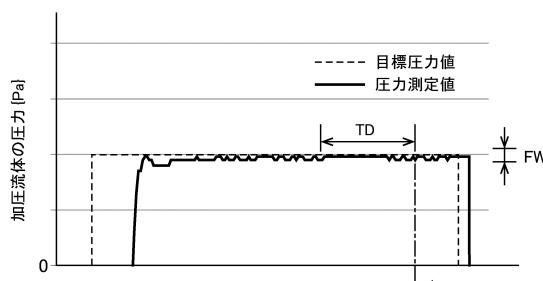
(b)



(c)



【図 1 4】



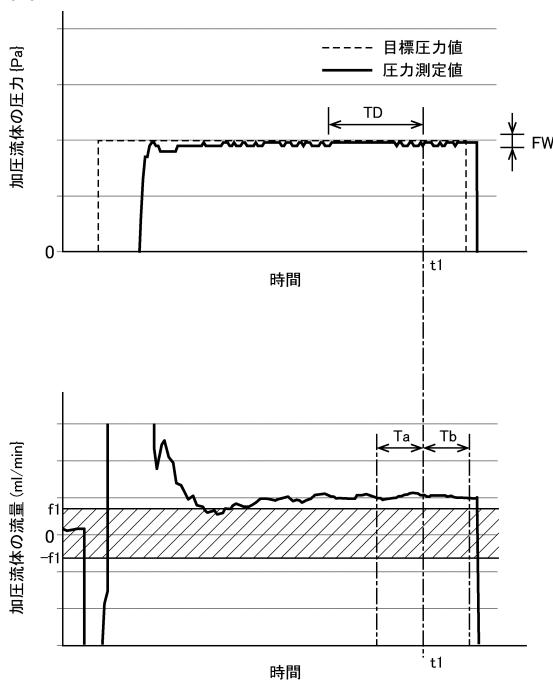
20

30

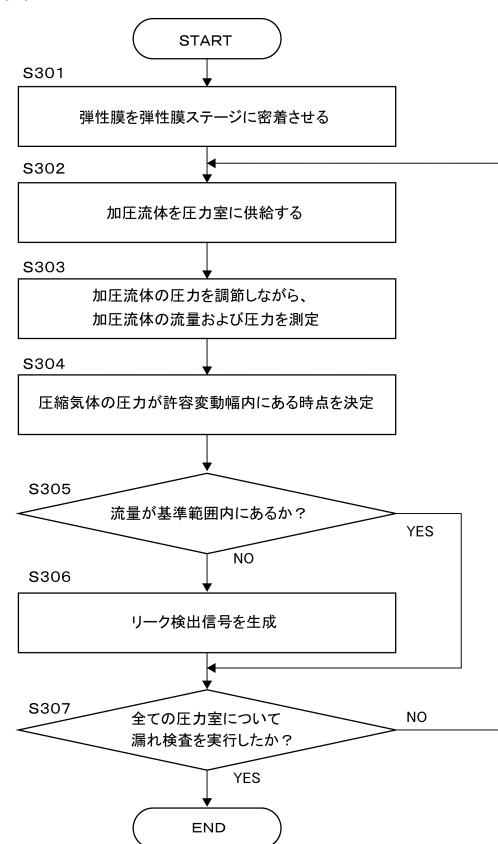
40

50

【図 1 5】



【図 1 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 4 B 49/10
H 0 1 L 21/304 6 2 2 G

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

審査官 マキロイ 寛済

(56)参考文献 特開2019-077028 (JP, A)

特開2002-134446 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 2 4 B 3 7 / 3 0
B 2 4 B 4 9 / 0 8
B 2 4 B 4 9 / 1 2
B 2 4 B 4 9 / 1 0
H 0 1 L 2 1 / 3 0 4