

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5291746号
(P5291746)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 4 B 37/32 (2012.01)
H O 1 L 21/304 (2006.01)B 2 4 B 37/04 P
H O 1 L 21/304 6 2 2 G

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-62864 (P2011-62864)
 (22) 出願日 平成23年3月22日(2011.3.22)
 (62) 分割の表示 特願2005-79166 (P2005-79166)
 の分割
 原出願日 平成17年3月18日(2005.3.18)
 (65) 公開番号 特開2011-143537 (P2011-143537A)
 (43) 公開日 平成23年7月28日(2011.7.28)
 審査請求日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(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 1 1 番 1 号
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100093942
 弁理士 小杉 良二
 (74) 代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (72) 発明者 戸川 哲二
 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
 (72) 発明者 鍋谷 治
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を研磨面に押圧して該基板を研磨する研磨装置であって、
 基板を押圧するトップリング本体と、
 前記トップリング本体の外周部に設けられ、前記研磨面を押圧するリテーナリングとを
 備え、
 前記リテーナリングは、
 内部に形成される室に供給される流体により上下方向に伸縮するローリングダイヤフラ
 ムと、
 前記ローリングダイヤフラムの動きに伴って上下動し、前記研磨面に接触するリング部
 材と、
 前記ローリングダイヤフラムを収容するシリンダと、
前記シリンダと前記リング部材との間の隙間を覆うように前記シリンダと前記リング部
材との間を接続する上下方向に伸縮自在な接続シートとを備え、
前記接続シートは、ゴム材から形成されていることを特徴とする研磨装置。

【請求項 2】

前記接続シートは、上下方向に伸縮自在なベローズ形状を有していることを特徴とする
 請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3】

前記トップリング本体の回転を前記リテーナリングに伝達する伝達部材をさらに備えた

10

20

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の研磨装置。

【請求項 4】

前記伝達部材は、前記リング部材に係合しており、前記リング部材に対して相対的に上下方向にスライド自在であることを特徴とする請求項 3 に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、研磨装置に係り、特に半導体ウェハなどの基板を研磨して平坦化する研磨装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。特に線幅が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の光リソグラフィの場合、焦点深度が浅くなるためステッパーの結像面の平坦度を必要とする。このような半導体ウェハの表面を平坦化する一手段として、化学機械研磨 (Chemical Mechanical Polishing: CMP) を行う研磨装置が知られている。

【0003】

この種の研磨装置は、研磨パッドからなる研磨面を有する研磨テーブルと、研磨対象物としての半導体ウェハを保持するためのトップリングとを備えている。一般に、半導体ウェハの外周縁側には、研磨面を押圧するリテーナリングが設けられる。このような研磨装置を用いて半導体ウェハの研磨を行う場合には、トップリングにより半導体ウェハを保持しつつ、この半導体ウェハを研磨テーブルに対して所定の圧力で押圧する。このとき、研磨面に研磨液を供給しつつ、研磨テーブルとトップリングとを相対運動させることにより、研磨液の存在下で半導体ウェハが研磨面に摺接し、半導体ウェハの表面が平坦かつ鏡面に研磨される。

20

【0004】

このような研磨装置において、研磨液がトップリング内に浸入してしまうと、トップリングを構成するトップリング本体やリテーナリングの正常な動作を阻害してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 173995 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、研磨液のトップリングへの浸入を防止することができ、トップリングを正常に動作させることができる研磨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】

【0007】

40

上述した目的を達成するために、本発明の一態様は、基板を研磨面に押圧して該基板を研磨する研磨装置であって、基板を押圧するトップリング本体と、前記トップリング本体の外周部に設けられ、前記研磨面を押圧するリテーナリングとを備え、前記リテーナリングは、内部に形成される室に供給される流体により上下方向に伸縮するローリングダイヤフラムと、前記ローリングダイヤフラムの動きに伴って上下動し、前記研磨面に接触するリング部材と、前記ローリングダイヤフラムを収容するシリンダと、前記シリンダと前記リング部材との間の隙間を覆うように前記シリンダと前記リング部材との間を接続する上下方向に伸縮自在な接続シートとを備え、前記接続シートは、ゴム材から形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、接続シートによって研磨液のトップリングへの浸入を防止することができ、これによりトップリングを正常に動作させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における研磨装置を示す模式図である。

【図 2】図 1 に示すトップリングの構成例を示す断面図である。

【図 3】図 1 に示すトップリングの構成例を示す断面図である。

【図 4】図 1 に示すトップリングの構成例を示す断面図である。

【図 5】図 1 に示すトップリングの構成例を示す断面図である。

10

【図 6】図 2 乃至図 5 に示す下部材の平面図である。

【図 7】図 2 に示すリテーナリングの拡大図である。

【図 8】図 7 に示すクランプの平面図である。

【図 9】図 9 (a) はクランプの他の構成例を示す斜視図であり、図 9 (b) はこの構成例で用いられる接続シートの平面図である。

【図 1 0】トップリングの他の構成例を示す部分断面図である。

【図 1 1】図 1 0 に示す構成例における下部材の平面図である。

【図 1 2】リテーナリング摩耗検知器が組み込まれたプッシャを示す図である。

【図 1 3】プッシャの動作を説明するための図である。

20

【図 1 4】プッシャの動作を説明するための図である。

【図 1 5】プッシャの動作を説明するための図である。

【図 1 6】プッシャの動作を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明に係る研磨装置の実施形態について図 1 から図 1 6 を参照して詳細に説明する。なお、図 1 から図 1 6 において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態における研磨装置 1 0 を示す模式図である。図 1 に示すように、研磨装置 1 0 は、研磨テーブル 1 2 と、支軸 1 4 の上端に連結されたトップリングヘッド 1 6 と、トップリングヘッド 1 6 の自由端に取り付けられたトップリングシャフト 1 8 と、トップリングシャフト 1 8 の下端に連結された略円盤状のトップリング 2 0 とを備えている。

30

【 0 0 1 2 】

研磨テーブル 1 2 は、テーブル軸 1 2 a を介してその下方に配置されるモータ（図示せず）に連結されており、そのテーブル軸 1 2 a 周りに回転可能になっている。この研磨テーブル 1 2 の上面には研磨パッド 2 2 が貼付されており、研磨パッド 2 2 の表面 2 2 a が半導体ウェハ W を研磨する研磨面を構成している。

【 0 0 1 3 】

なお、市場で入手できる研磨パッドとしては種々のものがあり、例えば、ロデール社製の S U B A 8 0 0、I C - 1 0 0 0、I C - 1 0 0 0 / S U B A 4 0 0（二層クロス）、フジインコーポレイテッド社製の S u r f i n x x x - 5、S u r f i n 0 0 0 等がある。S U B A 8 0 0、S u r f i n x x x - 5、S u r f i n 0 0 0 は繊維をウレタン樹脂で固めた不織布であり、I C - 1 0 0 0 は硬質の発泡ポリウレタン（単層）である。発泡ポリウレタンは、ポーラス（多孔質状）になっており、その表面に多数の微細なへこみまたは孔を有している。

40

【 0 0 1 4 】

トップリングシャフト 1 8 は、図示しないモータの駆動により回転するようになっている。このトップリングシャフト 1 8 の回転により、トップリング 2 0 がトップリングシャフト 1 8 周りに回転するようになっている。また、トップリングシャフト 1 8 は、上下動

50

機構 24 によりトップリングヘッド 16 に対して上下動するようになっており、このトップリングシャフト 18 の上下動によりトップリング 20 がトップリングヘッド 16 に対して上下動するようになっている。なお、トップリングシャフト 18 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。

【0015】

トップリング 20 は、その下面に半導体ウェハ W などの基板を保持できるようになっている。トップリングヘッド 16 は支軸 14 を中心として旋回可能に構成されており、下面に半導体ウェハ W を保持したトップリング 20 は、トップリングヘッド 16 の旋回により半導体ウェハ W の受取位置から研磨テーブル 12 の上方に移動される。そして、トップリング 20 を下降させて半導体ウェハ W を研磨パッド 22 の表面（研磨面）22a に押圧する。このとき、トップリング 20 および研磨テーブル 12 をそれぞれ回転させ、研磨テーブル 12 の上方に設けられた研磨液供給ノズル（図示せず）から研磨パッド 22 上に研磨液を供給する。このように、半導体ウェハ W を研磨パッド 22 の研磨面 22a に摺接させて半導体ウェハ W の表面を研磨する。

10

【0016】

トップリングシャフト 18 およびトップリング 20 を上下動させる上下動機構 24 は、軸受 26 を介してトップリングシャフト 18 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 AC サーボモータ 38 とを備えている。サーボモータ 38 を支持する支持台 29 は、支柱 30 を介してトップリングヘッド 16 に固定されている。

20

【0017】

ボールねじ 32 は、サーボモータ 38 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。トップリングシャフト 18 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 38 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、これによりトップリングシャフト 18 およびトップリング 20 が上下動する。研磨装置 10 は、サーボモータ 38 をはじめとする装置内の各機器を制御する制御部 47 を備えている。

【0018】

この研磨装置 10 は、研磨テーブル 12 の研磨面 22a をドレッシングするドレッシングユニット 40 を備えている。このドレッシングユニット 40 は、研磨面 22a に摺接されるドレッサ 50 と、ドレッサ 50 が連結されるドレッサシャフト 51 と、ドレッサシャフト 51 の上端に設けられたエアシリンダ 53 と、ドレッサシャフト 51 を回転自在に支持する揺動アーム 55 とを備えている。ドレッサ 50 の下部はドレッシング部材 50a により構成され、このドレッシング部材 50a の下面には針状のダイヤモンド粒子が付着している。エアシリンダ 53 は、支柱 56 により支持された支持台 57 上に配置されており、これらの支柱 56 は揺動アーム 55 に固定されている。

30

【0019】

揺動アーム 55 は図示しないモータに駆動されて、支軸 58 を中心として旋回するように構成されている。ドレッサシャフト 51 は、図示しないモータの駆動により回転し、このドレッサシャフト 51 の回転により、ドレッサ 50 がドレッサシャフト 51 周りに回転するようにになっている。エアシリンダ 53 は、ドレッサシャフト 51 を介してドレッサ 50 を上下動させ、ドレッサ 50 を所定の押圧力で研磨パッド 22 の研磨面 22a に押圧する。

40

【0020】

研磨パッド 22 の研磨面 22a のドレッシングは次のようにして行われる。ドレッサ 50 はエアシリンダ 53 により研磨面 22a に押圧され、これと同時に図示しない純水供給ノズルから純水が研磨面 22a に供給される。この状態で、ドレッサ 50 がドレッサシャフト 51 周りに回転し、ドレッシング部材 50a の下面（ダイヤモンド粒子）を研磨面 22a に摺接させる。このようにして、ドレッサ 50 により研磨パッド 22 が削り取られ、研磨面 22a がドレッシングされる。

50

【 0 0 2 1 】

本実施形態の研磨装置 1 0 では、このドレッサ 5 0 を利用して研磨パッド 2 2 の摩耗量を測定する。すなわち、ドレッシングユニット 4 0 はドレッサ 5 0 の変位を測定する変位センサ（研磨パッド摩耗検知器）6 0 を備えている。この変位センサ 6 0 は、揺動アーム 5 5 の上面に設けられている。ドレッサシャフト 5 1 にはターゲットプレート 6 1 が固定されており、ドレッサ 5 0 の上下動にともなって、ターゲットプレート 6 1 が上下動するようになっている。変位センサ 6 0 はこのターゲットプレート 6 1 を挿通するように配置されており、ターゲットプレート 6 1 の変位を測定することによりドレッサ 5 0 の変位を測定する。なお、変位センサ 6 0 としては、リニアスケール、レーザ式センサ、超音波センサ、もしくは渦電流式センサなどのあらゆるタイプのセンサが用いられる。

10

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、次のようにして研磨パッド 2 2 の摩耗量が測定される。まず、エアシリンドラ 5 3 を駆動させてドレッサ 5 0 を、未使用の研磨パッド 2 2 の研磨面 2 2 a に当接させる。この状態で、変位センサ 6 0 はドレッサ 5 0 の初期位置を測定し、その初期位置を制御部（演算部）4 7 に保存する。そして、1つの、または複数の半導体ウェハ W の研磨処理が終了した後、再びドレッサ 5 0 を研磨面 2 2 a に当接させ、この状態でドレッサ 5 0 の位置を測定する。ドレッサ 5 0 の位置は研磨パッド 2 2 の摩耗量に応じて下方に変位するため、制御部 4 7 は、上記初期位置と研磨後のドレッサ 5 0 の位置との差を求めることで、研磨パッド 2 2 の摩耗量を求めることができる。このようにして、ドレッサ 5 0 の位置に基づいて研磨パッド 2 2 の摩耗量が求められる。

20

【 0 0 2 3 】

制御部 4 7 では、研磨パッド 2 2 の総摩耗量と所定の設定値とが比較される。そして、研磨パッド 2 2 の総摩耗量が設定値に達した場合には、研磨パッド 2 2 の交換を促す信号が制御部 4 7 から発せられる。なお、1回（または複数回）の研磨工程当たりの研磨パッド 2 2 の摩耗量（削れ量）は制御部 4 7 に保存され、摩耗量の変化が制御部 4 7 により監視されるようになっている。この場合、研磨工程ごとの研磨パッド 2 2 の摩耗量を一定にするために、制御部 4 7 によりドレッサ 5 0 の操作レシピ（ドレッシング時間、ドレッサ 5 0 の回転速度、ドレッサ 5 0 の研磨パッド 2 2 に対する押圧力などのドレッシング条件）を変更するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

制御部 4 7 は、研磨パッド 2 2 の摩耗量に基づいて、トップリング 2 0 と研磨パッド 2 2 の研磨面 2 2 a との距離が一定となるようにサーボモータ 3 8 を制御する。すなわち、制御部 4 7 は、この研磨パッド 2 2 の摩耗量（研磨面 2 2 a の変位）から研磨時のトップリング 2 0 の最適な位置を算出し、この位置を記憶装置（図示せず）内に記憶する。そして、半導体ウェハ W の研磨時には、図 1 に示す状態からサーボモータ 3 8 を駆動して、ブリッジ 2 8 および半導体ウェハ W を保持したトップリング 2 0 を下降させる。このとき、制御部 4 7 によりサーボモータ 3 8 を制御して、トップリング 2 0 が上述した最適な位置に達したところでサーボモータ 3 8 を停止させる。この位置でトップリング 2 0 の下面に保持された半導体ウェハ W が研磨パッド 2 2 に押圧され研磨される。

30

【 0 0 2 5 】

次に、上述した実施形態において好適に使用できるトップリング 2 0 についてより詳細に説明する。図 2 から図 5 は、このようなトップリング 2 0 の断面図であり、複数の半径方向に沿って切断した図である。図 6 は図 2 乃至図 5 に示す下部材の平面図である。

40

【 0 0 2 6 】

図 2 から図 5 に示すように、トップリング 2 0 は、半導体ウェハ W を研磨面 2 2 a に対して押圧するトップリング本体 2 0 0 と、研磨面 2 2 a を直接押圧するリテーナリング 3 0 2 とから基本的に構成されている。トップリング本体 2 0 0 は、円盤状の上部材 3 0 0 と、上部材 3 0 0 の下面に取り付けられた中間部材 3 0 4 と、中間部材 3 0 4 の下面に取り付けられた下部材 3 0 6 とを備えている。リテーナリング 3 0 2 は、上部材 3 0 0 の外周部に取り付けられている。上部材 3 0 0 は、ボルト 3 0 8 によりトップリングシャフト

50

18に連結されている。また、中間部材304は、ボルト（図示せず）を介して上部材300に固定されており、下部材306はボルト（図示せず）を介して上部材300に固定されている。上部材300、中間部材304、および下部材306から構成される本体部は、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】

下部材306の下面には、半導体ウェハの裏面に当接する弾性膜314が取り付けられている。この弾性膜314は、外周側に配置された環状のエッジホルダ316と、エッジホルダ316の内方に配置された環状のリプルホルダ318、319とによって下部材306の下面に取り付けられている。弾性膜314は、エチレンプロピレンゴム（EPDM）

10

【0028】

エッジホルダ316はリプルホルダ318により保持され、リプルホルダ318は複数のストッパ320により下部材306の下面に取り付けられている。リプルホルダ319は複数のストッパ322により下部材306の下面に取り付けられている。図6に示すように、ストッパ320およびストッパ322はトップリング20の円周方向に均等に設けられている。

【0029】

図2に示すように、弾性膜314の中央部にはセンター室360が形成されている。リプルホルダ319には、このセンター室360に連通する流路324が形成されており、下部材306には、この流路324に連通する流路325が形成されている。リプルホルダ319の流路324および下部材306の流路325は、図示しない流体供給源に接続されており、加圧された流体が流路325および流路324を通過してセンター室360に供給されるようになっている。

20

【0030】

リプルホルダ318は、弾性膜314のリプル314bおよびエッジ314cをそれぞれ爪部318b、318cで下部材306の下面に押さえつけるようになっている。リプルホルダ319は、弾性膜314のリプル314aを爪部319aで下部材306の下面に押さえつけるようになっている。

30

【0031】

図3に示すように、弾性膜314のリプル314aとリプル314bとの間には環状のリプル室361が形成されている。弾性膜314のリプルホルダ318とリプルホルダ319との間には隙間314fが形成されており、下部材306にはこの隙間314fに連通する流路342が形成されている。また、中間部材304には、下部材306の流路342に連通する流路344が形成されている。下部材306の流路342と中間部材304の流路344との接続部分には、環状溝347が形成されている。この下部材306の流路342は、環状溝347および中間部材304の流路344を介して図示しない流体供給源に接続されており、加圧された流体がこれらの流路を通過してリプル室361に供給されるようになっている。また、この流路342は、図示しない真空ポンプにも切替可能に接続されており、真空ポンプの作動により弾性膜314の下面に半導体ウェハを吸着できるようにしている。

40

【0032】

図4に示すように、リプルホルダ318には、弾性膜314のリプル314bおよびエッジ314cによって形成される環状の OUTER 室362に連通する流路326が形成されている。また、下部材306には、リプルホルダ318の流路326にコネクタ327を介して連通する流路328が、中間部材304には、下部材306の流路328に連通する流路329がそれぞれ形成されている。このリプルホルダ318の流路326は、下部材306の流路328および中間部材304の流路329を介して図示しない流体供給源に接続されており、加圧された流体がこれらの流路を通過して OUTER 室362に供給さ

50

れるようになっている。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示すように、エッジホルダ 3 1 6 は、弾性膜 3 1 4 のエッジ 3 1 4 d を押さえて下部材 3 0 6 の下面に保持するようになっている。このエッジホルダ 3 1 6 には、弾性膜 3 1 4 のエッジ 3 1 4 c およびエッジ 3 1 4 d によって形成される環状のエッジ室 3 6 3 に連通する流路 3 3 4 が形成されている。また、下部材 3 0 6 には、エッジホルダ 3 1 6 の流路 3 3 4 に連通する流路 3 3 6 が、中間部材 3 0 4 には、下部材 3 0 6 の流路 3 3 6 に連通する流路 3 3 8 がそれぞれ形成されている。このエッジホルダ 3 1 6 の流路 3 3 4 は、下部材 3 0 6 の流路 3 3 6 および中間部材 3 0 4 の流路 3 3 8 を介して図示しない流体供給源に接続されており、加圧された流体がこれらの流路を通してエッジ室 3 6 3 に供給されるようになっている。

10

【 0 0 3 4 】

このように、本実施形態におけるトップリング 2 0 においては、弾性膜 3 1 4 と下部材 3 0 6 との間に形成される圧力室、すなわち、センター室 3 6 0、リプル室 3 6 1、アウター室 3 6 2、およびエッジ室 3 6 3 に供給する流体の圧力を調整することにより、半導体ウェハを研磨パッド 2 2 に押圧する押圧力を半導体ウェハの部分ごとに調整できるようになっている。

【 0 0 3 5 】

図 7 は図 2 に示すリテーナリングの拡大図である。リテーナリング 3 0 2 は半導体ウェハの外周縁を保持するものであり、図 7 に示すように、上部が閉塞された円筒状のシリンダ 4 0 0 と、シリンダ 4 0 0 の上部に取り付けられた保持部材 4 0 2 と、保持部材 4 0 2 によりシリンダ 4 0 0 内に保持される弾性膜 4 0 4 と、弾性膜 4 0 4 の下端部に接続されたピストン 4 0 6 と、ピストン 4 0 6 により下方に押圧されるリング部材 4 0 8 とを備えている。リング部材 4 0 8 の外周面とシリンダ 4 0 0 の下端との間には上下方向に伸縮自在な接続シート 4 2 0 が設けられている。この接続シート 4 2 0 は、リング部材 4 0 8 とシリンダ 4 0 0 との間の隙間を埋めることで研磨液（スラリー）の浸入を防止する役割を持っている。

20

【 0 0 3 6 】

弾性膜 3 1 4 のエッジ（外周縁） 3 1 4 d には、弾性膜 3 1 4 とリテーナリング 3 0 2 とを接続する、上方に屈曲した形状のシール部材 4 2 2 が形成されている。このシール部材 4 2 2 は弾性膜 3 1 4 とリング部材 4 0 8 との隙間を埋めるように配置されており、変形しやすい材料から形成されている。シール部材 4 2 2 は、トップリング本体 2 0 0 とリテーナリング 3 0 2 との相対移動を許容しつつ、弾性膜 3 1 4 とリテーナリング 3 0 2 との隙間に研磨液が浸入してしまうことを防止するために設けられている。本実施形態では、シール部材 4 2 2 は弾性膜 3 1 4 のエッジ 3 1 4 d に一体的に形成されており、断面 U 字型の形状を有している。

30

【 0 0 3 7 】

ここで、接続シート 4 2 0 やシール部材 4 2 2 を設けない場合は、研磨液がトップリング 2 0 内に浸入してしまい、トップリング 2 0 を構成するトップリング本体 2 0 0 やリテーナリング 3 0 2 の正常な動作を阻害してしまう。本実施形態によれば、接続シート 4 2 0 やシール部材 4 2 2 によって研磨液のトップリング 2 0 への浸入を防止することができ、これによりトップリング 2 0 を正常に動作させることができる。なお、弾性膜 4 0 4、接続シート 4 2 0、およびシール部材 4 2 2 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。

40

【 0 0 3 8 】

リング部材 4 0 8 は、ピストン 4 0 6 に当接する上リング部材 4 0 8 a と、研磨面 2 2 a に接触する下リング部材 4 0 8 b とに分割されている。この上リング部材 4 0 8 a の外周面および下リング部材 4 0 8 b の外周面には、周方向に延びるフランジ部がそれぞれ形成されている。これらのフランジ部はクランプ 4 3 0 により把持されており、これにより

50

上リング部材 408a と下リング部材 408b とが締結されている。図 8 は図 7 に示すクランプ 430 の平面図である。このクランプ 430 はたわみやすい材料から構成されている。クランプ 430 の初期形状はほぼ直線状であり、クランプ 430 をリング部材 408 のフランジ部に取り付けることにより、図 8 に示すような一部に切り欠きが形成された略環状となる。

【0039】

図 9 (a) はクランプ 430 の他の構成例を示す図である。この例では、硬質の材料から形成された複数のクランプ 430 が使用される (図 9 (a) では 1 つのクランプのみを示す)。上リング部材 408a および下リング部材 408b の外周面には、外側に突出する複数のフランジ部 431a, 431b がそれぞれ形成されている。クランプ 430 はリ

10

【0040】

このクランプ 430 は次のようにしてリング部材 408 に取り付けられる。まず、フランジ部 431a, 431b の位置が一致するように上リング部材 408a と下リング部材 408b とを重ね合わせる。次に、隣接するフランジ部の間の隙間にクランプ 430 を位置させる。そして、クランプ 430 を横方向にスライドさせ、フランジ部 431a, 431b をクランプ 430 により把持させる。これにより上リング部材 408a と下リング部材 408b とがクランプ 430 により締結される。この例では、図 9 (b) に示すように、接続シート 420 の内周面に、上記フランジ部間の隙間に嵌合する複数の突起部 420a が形成されている。これらの突起部 420a がフランジ部の間の隙間に嵌合するように

20

【0041】

図 7 に示すように、保持部材 402 には、弾性膜 404 によって形成される室 410 に連通する流路 412 が形成されている。また、シリンダ 400 の上部には、保持部材 402 の流路 412 に連通する流路 414 が形成され、上部材 300 には、シリンダ 400 の流路 414 に連通する流路 416 が形成されている。この保持部材 402 の流路 412 は、シリンダ 400 の流路 414 および上部材 300 の流路 416 を介して図示しない流体供給源に接続されており、加圧された流体がこれらの流路を通して室 410 に供給されるようになっている。したがって、室 410 に供給する流体の圧力を調整することにより、

30

【0042】

図示した例では、弾性膜 404 としてローリングダイヤフラムを用いている。ローリングダイヤフラムは、屈曲した部分をもつ弾性膜からなるもので、ローリングダイヤフラムで仕切る室の内部圧力の変化等により、その屈曲部が転動することにより室の空間を広げることができるものである。室が広がる際にダイヤフラムが外側の部材と摺動せず、ほとんど伸縮しないため、摺動摩擦が極めて少なくすみ、ダイヤフラムを長寿命化することができ、また、リテーナリング 302 が研磨パッド 22 に与える押圧力を精度よく調整することができるという利点がある。

40

【0043】

このような構成により、リテーナリング 302 のリング部材 408 だけを下降させることができる。したがって、リテーナリング 302 のリング部材 408 が摩耗しても、下部材 306 と研磨パッド 22 との距離を一定に維持することが可能となる。また、研磨パッド 22 に接触するリング部材 408 とシリンダ 400 とは変形自在な弾性膜 404 で接続されているため、荷重点のオフセットによる曲げモーメントが発生しない。このため、リテーナリング 302 による面圧を均一にすることができ、研磨パッド 22 に対する追従性も向上する。

【0044】

図 6 および図 7 に示すように、上リング部材 408a の内側面には縦方向に延びる V 字

50

状溝 4 1 8 が均等に複数形成されている。また、下部材 3 0 6 の外周部には、外方に突出する複数のピン 3 4 9 が設けられており、このピン 3 4 9 がリング部材 4 0 8 の V 字状溝 4 1 8 に係合するようになっている。V 字状溝 4 1 8 内でリング部材 4 0 8 とピン 3 4 9 が相対的に上下方向にスライド可能になっているとともに、このピン 3 4 9 により上部材 3 0 0 および下部材 3 0 6 を介してトップリング本体 2 0 0 の回転がリテーナリング 3 0 2 に伝達され、トップリング本体 2 0 0 とリテーナリング 3 0 2 は一体となって回転する。このような構成により、弾性膜（ローリングダイヤフラム）4 0 4 のねじれを防止し、研磨中にリング部材 4 0 8 を研磨面 2 2 a に対して円滑に均一に押圧することができる。また弾性膜の寿命を長くすることができる。

【 0 0 4 5 】

10

上記した構成例では、トップリング本体 2 0 0 に設けられたピン 3 4 9 がリテーナリング 3 0 2 の V 字状溝 4 1 8 に係合することでトップリング本体 2 0 0 の回転がリテーナリング 3 0 2 に伝達される。このため、ピン 3 4 9 が V 字状溝 4 1 8 に擦れて V 字状溝 4 1 8 の表面に凹部が形成されてしまうことがある。このような凹部はピン 3 4 9 を強制的に位置決めしてしまい、結果としてリテーナリング 3 0 2 の動きが不安定となるおそれがある。図 1 0 及び図 1 1 はこのような不都合を防止することができるトップリングの部分断面図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 はトップリングの他の構成例を示す部分断面図であり、図 1 1 はこの構成例における下部材の平面図である。図 1 0 及び図 1 1 に示すように、トップリング本体 2 0 0 の下部材 3 0 6 には、環状のシート部材 4 4 0 がピン 4 4 1 により固定されている。このシート部材 4 4 0 の外周部には複数のスライドリング 4 4 4 が等間隔に取り付けられている。リテーナリング 3 0 2 の上リング部材 4 0 8 a には、上下方向に延びる複数のドライブピン 4 4 2 が等間隔に設けられている。これらのドライブピン 4 4 2 はスライドリング 4 4 4 にそれぞれスライド可能に嵌合されている。トップリング本体 2 0 0 の回転は、シート部材 4 4 0、スライドリング 4 4 4、およびドライブピン 4 4 2 を介してリテーナリング 3 0 2 に伝達され、トップリング本体 2 0 0 とリテーナリング 3 0 2 とは一体となって回転する。

20

【 0 0 4 7 】

この構成例では、ドライブピン 4 4 2 とスライドリング 4 4 4 との接触面積が大きいため、ドライブピン 4 4 2 およびスライドリング 4 4 4 の減耗を防止することができる。したがって、リング部材 4 0 8 は自由に上下動することができ、リテーナリング 3 0 2 の正常な動作を確保することができる。なお、シート部材 4 4 0 の材料にはゴムが好適に使用される。ゴム製のシート部材 4 4 0 を用いることにより、トップリング本体 2 0 0 とリテーナリング 3 0 2 との間で伝達される振動を減衰させることができる。

30

【 0 0 4 8 】

弾性膜 3 1 4 のセンター室 3 6 0、リプル室 3 6 1、アウター室 3 6 2、およびエッジ室 3 6 3 に供給する圧力により半導体ウェハに対する押圧力を制御するので、研磨中には下部材 3 0 6 は研磨パッド 2 2 から上方に離れた位置にする必要がある。しかしながら、リテーナリング 3 0 2 が摩耗すると、半導体ウェハと下部材 3 0 6 との間の距離が変化し、弾性膜 3 1 4 の変形の仕方も変わるため、半導体ウェハに対する面圧分布も変化することになる。このような面圧分布の変化は、プロファイルが不安定になる要因となっていた。

40

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、リテーナリング 3 0 2 を下部材 3 0 6 とは独立して上下動させることができるので、リテーナリング 3 0 2 のリング部材 4 0 8 が摩耗しても、半導体ウェハと下部材 3 0 6 との間の距離を一定に維持することができる。したがって、研磨後の半導体ウェハのプロファイルを安定化させることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、上述した例では、半導体ウェハの略全面に弾性膜 3 1 4 が配置されているが、こ

50

れに限られるものではなく、弾性膜 3 1 4 は半導体ウェハの少なくとも一部に当接するものであればよい。

【 0 0 5 1 】

研磨が行われている間、リテーナリング 3 0 2 は研磨面 2 2 a と摺接するため、リテーナリング 3 0 2 (下リング部材 4 0 8 b) が徐々に摩耗する。リテーナリング 3 0 2 の摩耗がある程度進むと、リング部材 4 0 8 を研磨面 2 2 a に対して所望の押圧力で押圧することができなくなり、結果として半導体ウェハのプロファイルが変化してしまう。そこで、本実施形態では、プッシャに設けられたリテーナリング摩耗検知器を用いてリテーナリング 3 0 2 の摩耗量を測定する。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 はリテーナリング摩耗検知器が組み込まれたプッシャを示す図である。図 1 2 に示すように、プッシャ 5 0 0 は、半導体ウェハを押し上げて該半導体ウェハをトップリング本体 2 0 0 の弾性膜 3 1 4 に保持させるプッシュステージ 5 1 0 と、トップリング 2 0 とプッシャ 5 0 0 との芯出しを行うリテーナリングガイド 5 1 5 と、プッシュステージ 5 1 0 を上下動させる第 1 のエアシリンダ 5 1 8 と、プッシュステージ 5 1 0 およびリテーナリングガイド 5 1 5 を上下動させる第 2 のエアシリンダ 5 1 9 とを備えている。

【 0 0 5 3 】

第 1 のエアシリンダ 5 1 8 は第 1 の垂直軸 5 2 1 を介してプッシュステージ 5 1 0 に連結され、第 2 のエアシリンダ 5 1 9 は第 2 の垂直軸 5 2 2 を介して第 1 のエアシリンダ 5 1 8 に連結されている。第 1 の垂直軸 5 2 1 は、ハウジング 5 2 5 に収容されたスライドガイド 5 2 6 によりスライド可能に支持されている。リテーナリングガイド 5 1 5 はスプリング 5 3 0 を介して第 1 の垂直軸 5 2 1 に支持されている。リテーナリングガイド 5 1 5 の上端面にはリテーナリング 3 0 2 のリング部材 4 0 8 の下面と接触するくぼみ部 5 1 5 a が形成されている。第 2 のエアシリンダ 5 1 9 を駆動させてリテーナリングガイド 5 1 5 およびプッシュステージ 5 1 0 を持ち上げると、リング部材 4 0 8 の下部がくぼみ部 5 1 5 a に嵌合され、これによりトップリング 2 0 とプッシャ 5 0 0 との芯出しが行われる。このとき、スプリング 5 3 0 はリテーナリングガイド 5 1 5 により下方に押圧され、トップリング 2 0 とプッシャ 5 0 0 との接触による衝撃をスプリング 5 3 0 が吸収するようになっている。

【 0 0 5 4 】

リテーナリングガイド 5 1 5 には渦電流センサ (リテーナリング摩耗検知器) 5 4 0 が取り付けられている。また、プッシュステージ 5 1 0 には、渦電流センサ 5 4 0 に対向するように金属製のターゲットプレート 5 4 1 が取り付けられている。この渦電流センサ 5 4 0 はターゲットプレート 5 4 1 を介してプッシュステージ 5 1 0 とリテーナリングガイド 5 1 5 との距離を測定するものである。なお、リテーナリング摩耗検知器としては渦電流センサに限らず、リニアスケール、レーザ式センサ、超音波センサなどのあらゆるタイプの測距センサを用いることができる。

【 0 0 5 5 】

トップリング 2 0 とプッシャ 5 0 0 との間には、半導体ウェハ W を搬送する 2 つのリニアトランスポータ 5 5 0 , 5 6 0 と、これらのリニアトランスポータ 5 5 0 , 5 6 0 にそれぞれ保持されたウェハトレイ 5 7 0 , 5 8 0 とが配置されている。上述したプッシュステージ 5 1 0 は、これらのウェハトレイ 5 7 0 , 5 8 0 を介して半導体ウェハのロードおよびアンロードを行う。リニアトランスポータ 5 5 0 , 5 6 0 は研磨装置と図示しない搬送ロボットとの間で半導体ウェハ W を搬送するものであり、水平に移動するように構成されている。ロード用のリニアトランスポータ 5 5 0 はアンロード用のリニアトランスポータ 5 6 0 よりも上方に配置される。なお、図 1 2 では、リニアトランスポータ 5 5 0 とリニアトランスポータ 5 6 0 とが上下に整列しているが、実際には、リニアトランスポータ 5 5 0 とリニアトランスポータ 5 6 0 とは互いにすれ違うように平行に移動するようになっている。

【 0 0 5 6 】

半導体ウェハのロード時には、プッシュステージ510は、半導体ウェハWが載置されたウェハトレイ570を押し上げてトップリング20に半導体ウェハWを保持させる。また、半導体ウェハWのアンロード時には、プッシュステージ510はウェハトレイ580を押し上げ、トップリング20からリリースされる半導体ウェハWをウェハトレイ580上に載置させる。なお、プッシャ500は研磨テーブル12（図1参照）の側方に配置されており、半導体ウェハの受け渡し時には、支軸14を回転させてトップリング20をプッシャ500の上方に移動させる。

【0057】

ここで、図12から図16を参照してプッシャの動作について説明する。まず、リニアトランスポータ550を移動させて、研磨すべき半導体ウェハWが載置されたウェハトレイ570をプッシャ500の上方に移動させる（図13参照）。次に、第2のエアシリンダ519を駆動させて第1のエアシリンダ518、プッシュステージ510、およびリテーナリングガイド515を上昇させ、リテーナリングガイド515をリング部材408の下面に当接させる（図14参照）。さらに、第1のエアシリンダ518を駆動させ、プッシュステージ510を上昇させてウェハトレイ570を半導体ウェハWとともに押し上げ、半導体ウェハWをトップリング20に保持（吸着）させる（図15参照）。その後、トップリング20は研磨テーブル12の上方に移動し、半導体ウェハWの研磨を行う。

【0058】

研磨終了後、支軸14を回転させてトップリング20をプッシャ500の上方に再び移動させる。このとき、リニアトランスポータ560を移動させて、ウェハトレイ580をプッシャ500の上方に移動させる。次に、第2のエアシリンダ519を駆動させて第1のエアシリンダ518、プッシュステージ510、およびリテーナリングガイド515を上昇させ、リテーナリングガイド515をリング部材408の下面に当接させる。この状態で、研磨された半導体ウェハWをトップリング20からリリースさせ、ウェハトレイ580の上に載置させる（図16参照）。そして、第2のエアシリンダ519を駆動してプッシュステージ510およびリテーナリングガイド515を下降させる。その後、リニアトランスポータ560が移動して、研磨された半導体ウェハWを図示しない搬送ロボットに搬送する。

【0059】

リテーナリングガイド515がリング部材408の下面に当接しているとき（図14および図16参照）、スプリング530により支持されているリテーナリングガイド515の位置はリング部材408の摩耗量に応じて変化する。一方、プッシュステージ510は第1の垂直軸521に固定されているのでその位置は常に一定である。制御部47は、渦電流センサ540により測定されたリテーナリングガイド515とプッシュステージ510との距離と基準値（初期距離）とを比較することにより、リング部材408（リテーナリング302）の摩耗量を測定する。なお、リテーナリングガイド515をリテーナリング302に当接させた状態において、プッシュステージ510を昇降させたときの、渦電流センサ540の測定値の変化量（プッシュステージ510の移動距離）から、リング部材408（リテーナリング302）の摩耗量を測ることもできる。すなわち、渦電流センサ540の測定値の変化量とリング部材408の摩耗量との相関関係を示すデータを予め制御部47に入力しておき、渦電流センサ540の測定値の変化量からリング部材408の摩耗量を測ることができる。

【0060】

従来では、研磨テーブルに埋設された渦電流センサにより、リテーナリングに埋設された金属製のターゲットの位置を検知することでリテーナリングの摩耗量を測定することが行われていた。しかしながら、このような方法では、渦電流センサとターゲットとの間に研磨パッドが存在するため、研磨パッドの摩耗を考慮する必要があり、正確な摩耗量を測定することが困難であった。本実施形態によれば、渦電流センサ540の測定値が研磨パッドやその他の部材に影響されることがないので、リング部材408の摩耗量を正確に測定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

リング部材 4 0 8 の摩耗量は、半導体ウェハのロード時及び / 又はアンロード時に測定される。そして、リング部材 4 0 8 の総摩耗量が所定の値に達したときに、制御部 4 7 からリング部材 4 0 8 の交換を促す信号が発せられる。制御部 4 7 には、1 回の、または複数回の研磨工程当たりの摩耗量が記録されるようになっており、摩耗量の推移（変化）が制御部 4 7 によって監視されるようになっている。そして、制御部 4 7 は、1 回の、または複数回の研磨工程で摩耗するリング部材 4 0 8 の摩耗量が所定のしきい値を超えたときに、研磨工程が正常に行われていないと判断するようになっている。以下、この原理について説明する。

【 0 0 6 2 】

リング部材 4 0 8 の摩耗量は、リング部材 4 0 8 に作用する押圧力（室 4 1 0 の内部圧力）、研磨液に含まれる主成分の濃度、研磨液中の砥粒の濃度、研磨液の流量など各種要素に依存する。これらの要素が変わらない限り、1 回の研磨工程ごとにリング部材 4 0 8（リテーナリング 3 0 2）が摩耗する量はほぼ一定である。したがって、研磨工程当たりのリング部材 4 0 8 の摩耗量が所定のしきい値以上に変化した場合には、正しい研磨工程が行われていないということが分かる。この場合、例えば、室 4 1 0 の内部圧力、研磨液の流量が所定の値に維持されているのであれば、研磨液の成分または砥粒の濃度が正しくないと推測することができる。このように、複数のセンサを用いることで研磨工程が正しく行われていないことの原因を特定することも可能である。

【 0 0 6 3 】

さらにリング部材 4 0 8 の摩耗量と半導体ウェハの研磨プロファイルとの相関を研磨特性データ（相関データ）として予め制御部 4 7 にて保有することで、この相関データに基づいて、研磨中にリング部材 4 0 8 の押圧力を制御部 4 7 にて制御することができる。例えばリング部材 4 0 8 の研磨工程ごとの削れ量が少なくなってきた場合、リング部材 4 0 8 の総摩耗量が大きくなったため、今までと同じ押圧力でリング部材 4 0 8 を研磨パッド 2 2 に押圧しても研磨パッド 2 2 に十分な圧力が加えられないと考えられる。このような場合は、制御部 4 7 によってリング部材 4 0 8 の押圧力を上記相関データを基にして計算した値に調整することが好ましい。これにより、リング部材 4 0 8 の寿命を延ばすことができる。

【 0 0 6 4 】

また、研磨工程が開始される前に研磨シミュレーションを予め行うようにしてもよい。この場合は、研磨シミュレーションの結果と目標とする研磨プロファイルのデータに基づいて、リング部材 4 0 8 の押圧力と、センター室 3 6 0、リプル室 3 6 1、アウター室 3 6 2、およびエッジ室 3 6 3 のそれぞれの内部圧力を調整することで、好適な研磨プロファイルを得ることができる。

【 0 0 6 5 】

また、リング部材 4 0 8 の摩耗量のほかに、研磨パッド 2 2 の摩耗量の変化を監視することによっても、研磨工程が正常に行われているか否かを判断することができる。すなわち、研磨液の流量などの研磨条件が変わらない限り、1 回の研磨工程当たりの研磨パッド 2 2 の摩耗量はほぼ一定であるため、研磨パッド 2 2 の摩耗量の変化を捉えることにより研磨条件の変化を検知することができる。この場合も、制御部 4 7 は、1 回の、または複数回の研磨工程で摩耗する研磨パッド 2 2 の摩耗量が所定のしきい値（例えば、予め設定された第 1 のしきい値）以上となったときに、研磨工程が正常に行われていないと判断する。また、リング部材 4 0 8 の摩耗量に応じたレシピ（トップリング 2 0 の回転速度やリング部材 4 0 8 の押圧力などの研磨条件）を予め設定しておき、制御部 4 7 からの指令によりレシピを変更してもよい。こうすることによりリング部材 4 0 8 の寿命を延ばすことができる。

【 0 0 6 6 】

ドレッサ 5 0 は、その下面に付着された針状のダイヤモンド粒子を研磨パッド 2 2 に摺接させることで研磨面 2 2 a を削り取るため、経時的にダイヤモンド粒子が摩耗する。ダ

10

20

30

40

50

イヤモンド粒子がある程度摩耗すると、研磨面 2 2 a の好ましい表面粗さが得られない。その結果、研磨面 2 2 a に保持される砥粒の量が少なくなり、正常な研磨工程を行うことができなくなる。そこで、本実施形態では、次のような方法でダイヤモンド粒子の摩耗量を測定する。

【 0 0 6 7 】

単位時間あたりにドレッサ 5 0 により削り取られる研磨パッド 2 2 の量（以下、カットレートという）は、ドレッサ 5 0 の研磨面 2 2 a に対する押圧力、およびダイヤモンド粒子の形状に依存する。したがって、ドレッサ 5 0 の押圧力が一定の条件下では、ダイヤモンド粒子が摩耗するにしたがって、カットレートが少なくなる。本実施形態では、上述した変位センサ 6 0 を用いて、カットレート（すなわち、単位時間当たりの研磨面 2 2 a の変位）が測定される。

10

【 0 0 6 8 】

制御部 4 7 では、変位センサ 6 0 からの出力信号（測定値）に基づき、研磨パッド 2 2 のカットレート、すなわち、単位時間当たりの研磨面 2 2 a の変位（研磨パッド 2 2 の摩耗量）が算出される。制御部 4 7 には、カットレートとドレッサ 5 0（すなわちダイヤモンド粒子）の摩耗量との相関関係を示すデータが予め入力されている。そして、制御部 4 7 は、このデータからドレッサ 5 0 の摩耗量を算出し、ドレッサ 5 0 の総摩耗量が所定の値に達したときにドレッサ 5 0 の交換を促す信号を発する。このように、変位センサ 6 0 は、ドレッサ 5 0 の摩耗を検知するドレッサ摩耗検知器としても機能する。

【 0 0 6 9 】

20

上述したように、ダイヤモンド粒子が摩耗すると、研磨面 2 2 a に保持される砥粒の量が少なくなり、研磨工程ごとのリテーナリング 3 0 2（リング部材 4 0 8）の摩耗量（削れ量）が少なくなると予想される。したがって、一回の、または複数回の研磨工程当たりのリテーナリング 3 0 2 の摩耗量が所定のしきい値（例えば、予め設定された第 2 のしきい値）以下である場合は、制御部 4 7 により研磨工程が正常に行われていないと判断することができる。なお、ドレッサ 5 0 の摩耗量に応じて、制御部 4 7 によりドレッサ 5 0 の操作レシピ（ドレッシング時間、ドレッサ 5 0 の回転速度、ドレッサ 5 0 の研磨パッド 2 2 に対する押圧力などのドレッシング条件）を変更するようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

上述したように、リング部材 4 0 8、研磨パッド 2 2、およびドレッサ 5 0 などの摩耗部材の摩耗量を検出しつつ、摩耗量の時間的变化を検知することによって次に列挙する効果を得ることができる。

30

- 1）各摩耗部材の寿命の検知、交換時期の予測、交換時期の検出、摩耗部材の長寿命化。
- 2）各摩耗部材の摩耗量と研磨プロファイルとの相関関係を示す相関データを蓄積することによって、研磨条件（摩耗部材の押圧条件、トップリングの各圧力室の内部圧力、研磨液の条件（温度、pH など）、トップリングの回転速度、研磨テーブルの回転速度、基板と研磨パッドとの相対速度）を好適に制御する。
- 3）研磨異常やプロセス異常の検知。

【 0 0 7 1 】

これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

40

【 符号の説明 】

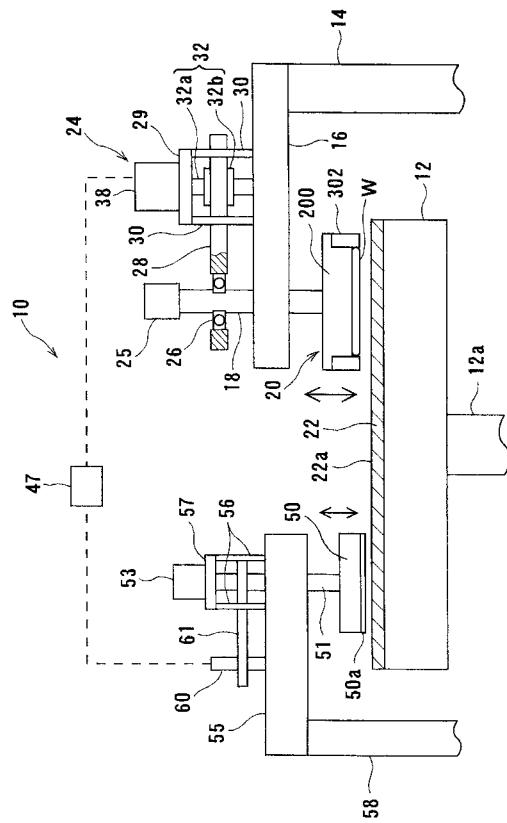
【 0 0 7 2 】

- 1 0 研磨装置
- 1 8 トップリングシャフト
- 2 0 トップリング
- 2 2 研磨パッド
- 2 2 a 研磨面
- 2 4 上下動機構

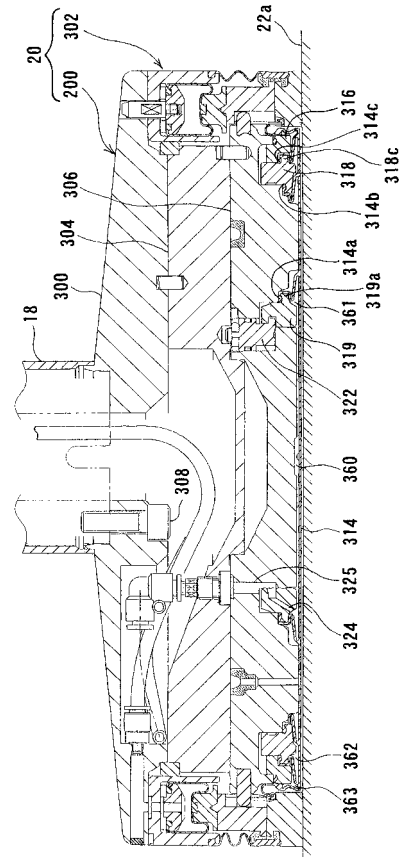
50

| | | |
|---------------|-------------|----|
| 2 8 | ブリッジ | |
| 3 2 | ボールねじ | |
| 3 8 | A C サーボモータ | |
| 4 7 | 制御部 (演算部) | |
| 5 0 | ドレッサ | |
| 6 0 | 変位センサ | |
| 2 0 0 | トップリング本体 | |
| 3 0 0 | 上部材 | |
| 3 0 2 | リテーナリング | |
| 3 0 4 | 中間部材 | 10 |
| 3 0 6 | 下部材 | |
| 3 1 4 , 4 0 4 | 弾性膜 | |
| 3 1 6 | エッジホルダ | |
| 3 1 8 , 3 1 9 | リプルホルダ | |
| 3 2 0 , 3 2 2 | ストッパ | |
| 4 0 0 | シリンダ | |
| 4 0 2 | 保持部材 | |
| 4 0 6 | ピストン | |
| 4 0 8 | リング部材 | |
| 4 2 0 | 接続シート | 20 |
| 4 2 2 | シール部材 | |
| 5 0 0 | プッシャ | |
| 5 1 0 | プッシュステージ | |
| 5 1 5 | リテーナリングガイド | |
| 5 4 0 | 渦電流センサ | |
| W | 半導体ウェハ | |

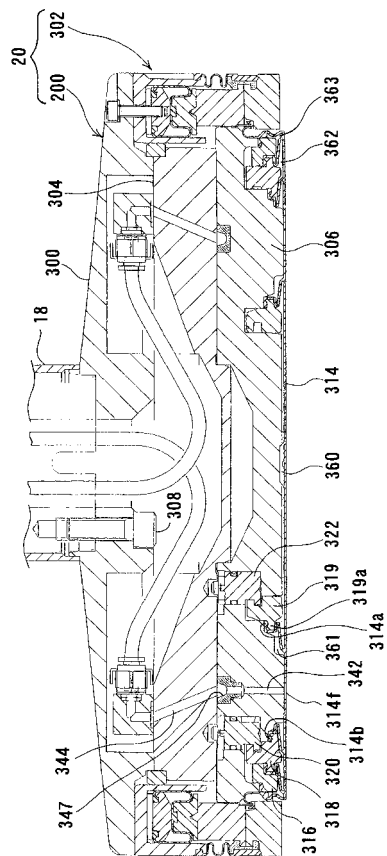
【 図 1 】



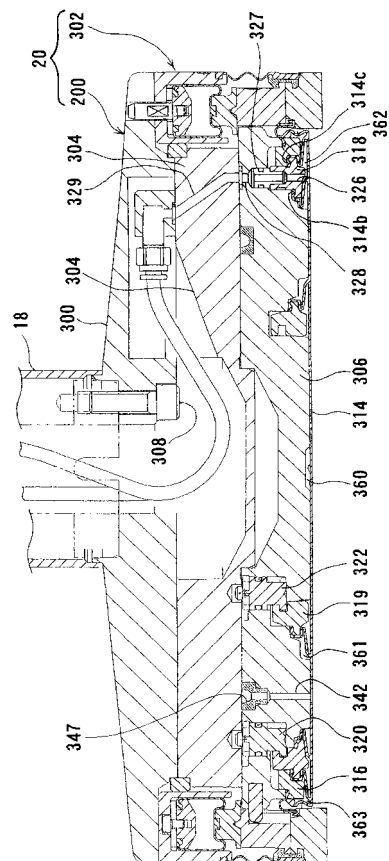
【圖 2】



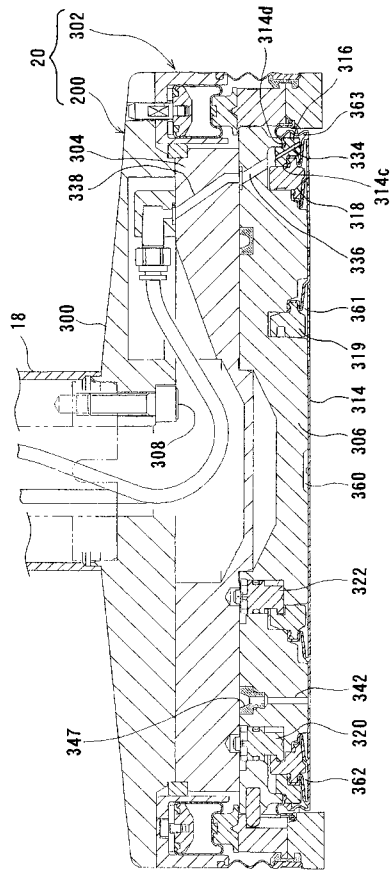
【 図 3 】



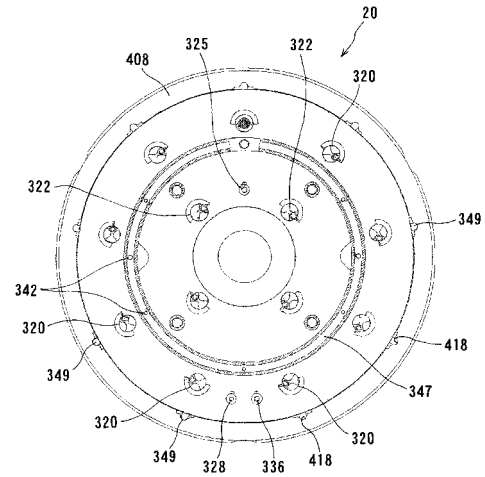
【 図 4 】



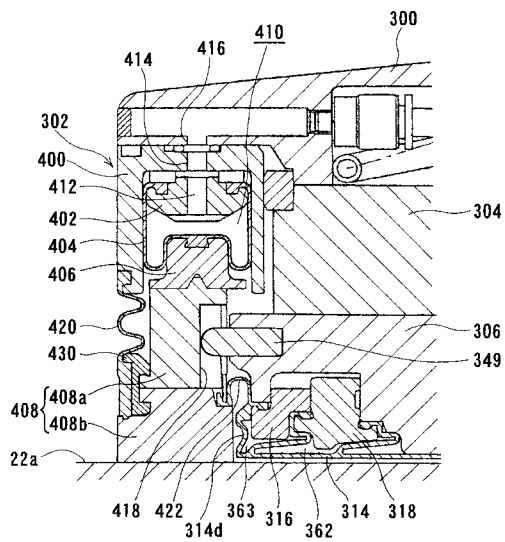
【図 5】



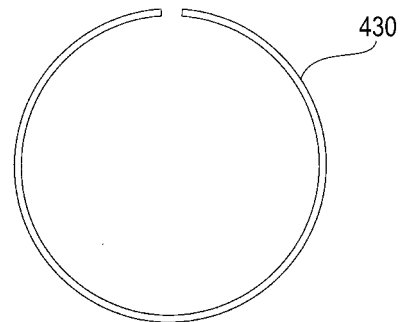
【図 6】



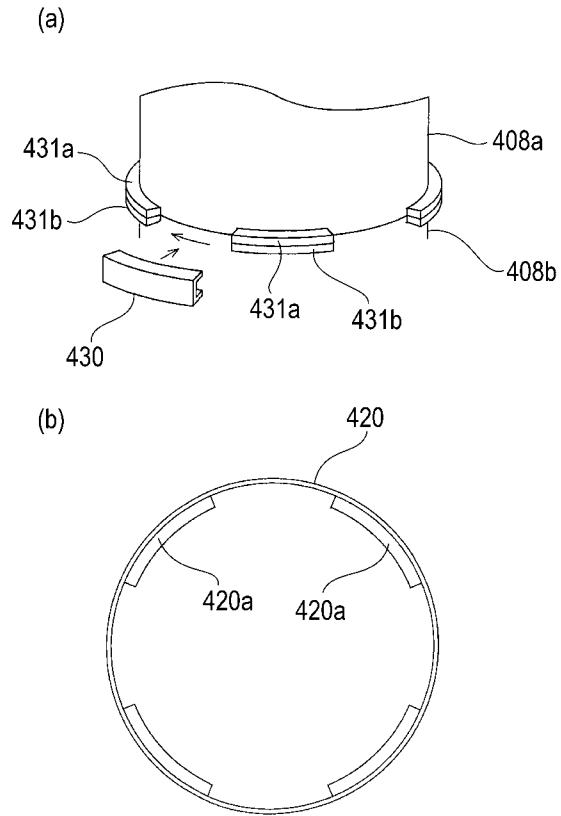
【図 7】



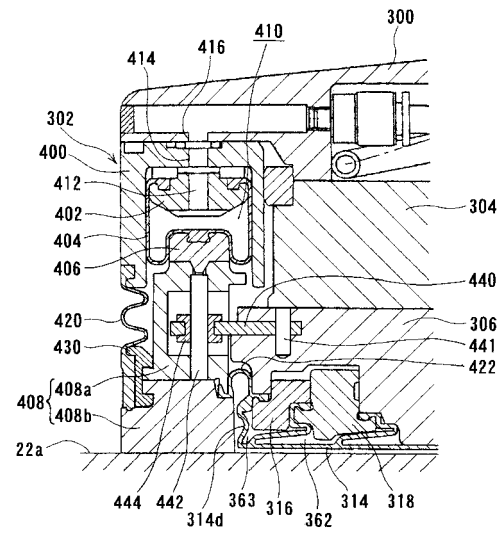
【図 8】



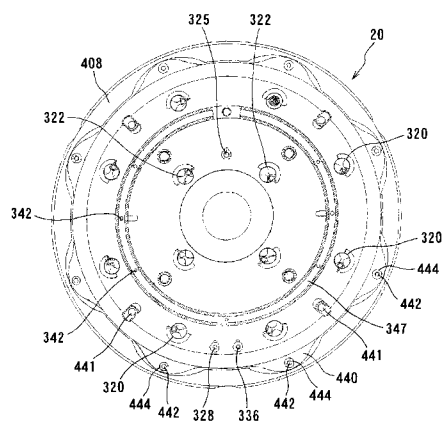
【図 9】



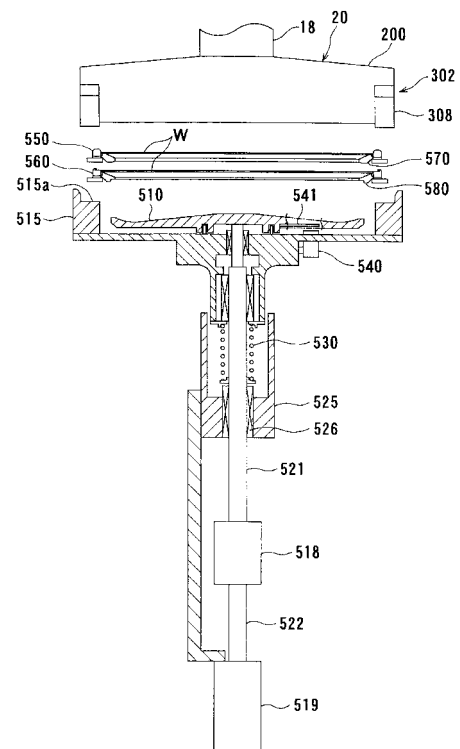
【図 10】



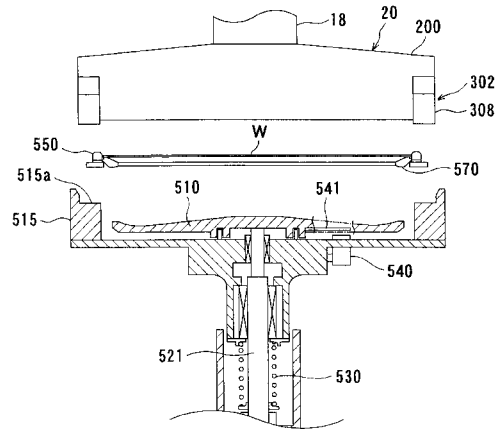
【図 11】



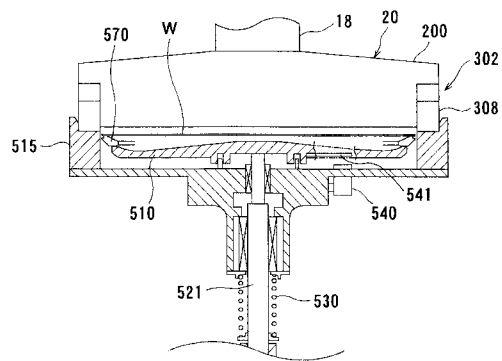
【図 12】



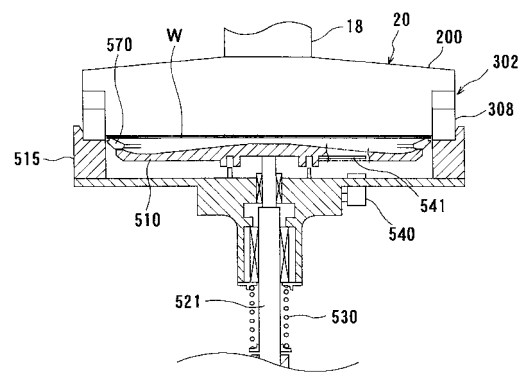
【図 13】



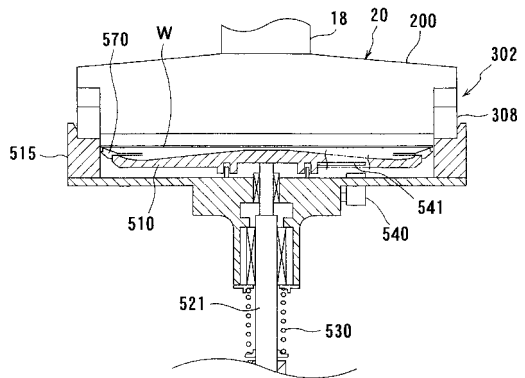
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

- (72)発明者 福島 誠
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
- (72)発明者 安田 穂積
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

審査官 橋本 卓行

- (56)参考文献 特開平 0 9 - 0 1 9 8 6 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 8 7 0 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 7 0 7 9 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 7 7 0 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 9 8 3 2 9 (J P , A)
特表 2 0 0 4 - 5 0 7 0 9 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------------------|
| B 2 4 B | 3 7 / 0 0 - 3 7 / 3 4 |
| H 0 1 L | 2 1 / 3 0 4 |