

(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 1

B24B 37/32 (2012.01)
H01L 21/304 (2006.01)B24B 37/04
H01L 21/304 622G

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)
 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11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11番1号 株式会社 茛原製作所内
 (72) 発明者 鍋谷 治
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 茂原製作所内

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つて、
 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つて上下動し、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

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 μm 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 : C M P) 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ナー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ナーリングの正常な動作を阻害してしまう。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【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ナーリングとを備え、前記リテナーリングは、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ドラと、前記シリンドラ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ドラ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

【0008】

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】

【0009】

【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に示すリテナー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10】トップリングの他の構成例を示す部分断面図である。

【図11】図10に示す構成例における下部材の平面図である。

【図12】リテナーリング摩耗検知器が組み込まれたブッシュを示す図である。

【図13】ブッシュの動作を説明するための図である。

【図14】ブッシュの動作を説明するための図である。

20

【図15】ブッシュの動作を説明するための図である。

【図16】ブッシュ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】

【0010】

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16を参照して詳細に説明する。なお、図1から図16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。

【0011】

図1は、本発明の第1の実施形態における研磨装置10を示す模式図である。図1に示すように、研磨装置10は、研磨テーブル12と、支軸14の上端に連結されたトップリングヘッド16と、トップリングヘッド16の自由端に取り付けられたトップリングシャフト18と、トップリングシャフト18の下端に連結された略円盤状のトップリング20とを備えている。

30

【0012】

研磨テーブル12は、テーブル軸12a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12a周りに回転可能になっている。この研磨テーブル12の上面には研磨パッド22が貼付されており、研磨パッド22の表面22aが半導体ウェハWを研磨する研磨面を構成している。

【0013】

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SUBA800、IC-1000、IC-1000/SUBA400(二層クロス)、フジミインコーポレイテッド社製のSurfin xxx-5、Surfin 000等がある。SUBA800、Surfin xxx-5、Surfin 000は繊維をウレタン樹脂で固めた不織布であり、IC-1000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

【0014】

トップリングシャフト18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18の回転により、トップリング20がトップリングシャフト18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18は、上下動

50

機構 2 4 によりトップリングヘッド 1 6 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 1 8 の上下動によりトップリング 2 0 がトップリングヘッド 1 6 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 1 8 の上端にはロータリーポイント 2 5 が取り付けられている。

【 0 0 1 5 】

トップリング 2 0 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 1 6 は支軸 1 4 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 2 0 は、トップリングヘッド 1 6 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 1 2 の上方に移動される。そして、トップリング 2 0 を下降させて半導体ウェハ W を研磨パッド 2 2 の表面（研磨面） 2 2 a に押圧する。このとき、トップリング 2 0 および研磨テーブル 1 2 をそれぞれ回転させ、研磨テーブル 1 2 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 2 2 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 2 2 の研磨面 2 2 a に摺接させて半導体ウェハ W の表面を研磨する。

【 0 0 1 6 】

トップリングシャフト 1 8 およびトップリング 2 0 を上下動させる上下動機構 2 4 は、軸受 2 6 を介してトップリングシャフト 1 8 を回転可能に支持するブリッジ 2 8 と、ブリッジ 2 8 に取り付けられたボールねじ 3 2 と、支柱 3 0 により支持された支持台 2 9 と、支持台 2 9 上に設けられた AC サーボモータ 3 8 とを備えている。サーボモータ 3 8 を支持する支持台 2 9 は、支柱 3 0 を介してトップリングヘッド 1 6 に固定されている。

【 0 0 1 7 】

ボールねじ 3 2 は、サーボモータ 3 8 に連結されたねじ軸 3 2 a と、このねじ軸 3 2 a が螺合するナット 3 2 b とを備えている。トップリングシャフト 1 8 は、ブリッジ 2 8 と一緒に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 3 8 を駆動すると、ボールねじ 3 2 を介してブリッジ 2 8 が上下動し、これによりトップリングシャフト 1 8 およびトップリング 2 0 が上下動する。研磨装置 1 0 は、サーボモータ 3 8 をはじめとする装置内の各機器を制御する制御部 4 7 を備えている。

【 0 0 1 8 】

この研磨装置 1 0 は、研磨テーブル 1 2 の研磨面 2 2 a をドレッシングするドレッシングユニット 4 0 を備えている。このドレッシングユニット 4 0 は、研磨面 2 2 a に摺接されるドレッサ 5 0 と、ドレッサ 5 0 が連結されるドレッサシャフト 5 1 と、ドレッサシャフト 5 1 の上端に設けられたエアシリンダ 5 3 と、ドレッサシャフト 5 1 を回転自在に支持する揺動アーム 5 5 とを備えている。ドレッサ 5 0 の下部はドレッシング部材 5 0 a により構成され、このドレッシング部材 5 0 a 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 5 3 は、支柱 5 6 により支持された支持台 5 7 上に配置されており、これらの支柱 5 6 は揺動アーム 5 5 に固定されている。

【 0 0 1 9 】

揺動アーム 5 5 は図示しないモータに駆動されて、支軸 5 8 を中心として旋回するよう構成されている。ドレッサシャフト 5 1 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 5 1 の回転により、ドレッサ 5 0 がドレッサシャフト 5 1 周りに回転するようになっている。エアシリンダ 5 3 は、ドレッサシャフト 5 1 を介してドレッサ 5 0 を上下動させ、ドレッサ 5 0 を所定の押圧力で研磨パッド 2 2 の研磨面 2 2 a に押圧する。

【 0 0 2 0 】

研磨パッド 2 2 の研磨面 2 2 a のドレッシングは次のようにして行われる。ドレッサ 5 0 はエアシリンダ 5 3 により研磨面 2 2 a 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 2 2 a に供給される。この状態で、ドレッサ 5 0 がドレッサシャフト 5 1 周りに回転し、ドレッシング部材 5 0 a の下面（ダイヤモンド粒子）を研磨面 2 2 a に摺接させる。このようにして、ドレッサ 5 0 により研磨パッド 2 2 が削り取られ、研磨面 2 2 a がドレッシングされる。

10

20

30

40

50

【0021】

本実施形態の研磨装置10では、このドレッサ50を利用して研磨パッド22の摩耗量を測定する。すなわち、ドレッシングユニット40はドレッサ50の変位を測定する変位センサ(研磨パッド摩耗検知器)60を備えている。この変位センサ60は、揺動アーム55の上面に設けられている。ドレッサシャフト51にはターゲットプレート61が固定されており、ドレッサ50の上下動にともなって、ターゲットプレート61が上下動するようになっている。変位センサ60はこのターゲットプレート61を挿通するように配置されており、ターゲットプレート61の変位を測定することによりドレッサ50の変位を測定する。なお、変位センサ60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

【0022】

本実施形態では、次のようにして研磨パッド22の摩耗量が測定される。まず、エアシリンダ53を駆動させてドレッサ50を、未使用の研磨パッド22の研磨面22aに当接させる。この状態で、変位センサ60はドレッサ50の初期位置を測定し、その初期位置を制御部(演算部)47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50を研磨面22aに当接させ、この状態でドレッサ50の位置を測定する。ドレッサ50の位置は研磨パッド22の摩耗量に応じて下方に変位するため、制御部47は、上記初期位置と研磨後のドレッサ50の位置との差を求ることで、研磨パッド22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50の位置に基づいて研磨パッド22の摩耗量が求められる。

20

【0023】

制御部47では、研磨パッド22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22の総摩耗量が設定値に達した場合には、研磨パッド22の交換を促す信号が制御部47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22の摩耗量(削れ量)は制御部47に保存され、摩耗量の変化が制御部47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22の摩耗量を一定にするために、制御部47によりドレッサ50の操作レシピ(ドレッシング時間、ドレッサ50の回転速度、ドレッサ50の研磨パッド22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。

【0024】

30

制御部47は、研磨パッド22の摩耗量に基づいて、トップリング20と研磨パッド22の研磨面22aとの距離が一定となるようにサーボモータ38を制御する。すなわち、制御部47は、この研磨パッド22の摩耗量(研磨面22aの変位)から研磨時のトップリング20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38を駆動して、ブリッジ28および半導体ウェハWを保持したトップリング20を下降させる。このとき、制御部47によりサーボモータ38を制御して、トップリング20が上述した最適な位置に達したところでサーボモータ38を停止させる。この位置でトップリング20の下面に保持された半導体ウェハWが研磨パッド22に押圧され研磨される。

【0025】

40

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20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20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。

【0026】

図2から図5に示すように、トップリング20は、半導体ウェハWを研磨面22aに対して押圧するトップリング本体200と、研磨面22aを直接押圧するリテナーリング302とから基本的に構成されている。トップリング本体200は、円盤状の上部材300と、上部材300の下面に取り付けられた中間部材304と、中間部材304の下面に取り付けられた下部材306とを備えている。リテナーリング302は、上部材300の外周部に取り付けられている。上部材300は、ボルト308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ティック(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ップルホルダ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)、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。10

【0028】

エッジホルダ316はリップルホルダ318により保持され、リップルホルダ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。リップルホルダ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。リップルホルダ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。リップルホルダ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を通ってセンター室360に供給されるようになっている。20

【0030】

リップルホルダ318は、弾性膜314のリップル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おり、リップルホルダ319は、弾性膜314のリップル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のリップル314aとリップル314bとの間には環状のリップル室361が形成されている。弾性膜314のリップルホルダ318とリップルホルダ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ってリップル室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なっている。40

【0032】

図4に示すように、リップルホルダ318には、弾性膜314のリップル314bおよびエッジ314cによって形成される環状のアウター室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、リップルホルダ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。このリップルホルダ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ってアウター室362に供給さ50

れるようになっている。

【0033】

図5に示すように、エッジホルダ316は、弾性膜314のエッジ314dを押さえて下部材306の下面に保持するようになっている。このエッジホルダ316には、弾性膜314のエッジ314cおよびエッジ314dによって形成される環状のエッジ室363に連通する流路334が形成されている。また、下部材306には、エッジホルダ316の流路334に連通する流路336が、中間部材304には、下部材306の流路336に連通する流路338がそれぞれ形成されている。このエッジホルダ316の流路334は、下部材306の流路336および中間部材304の流路338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ってエッジ室363に供給されるようになっている。10

【0034】

このように、本実施形態におけるトップリング20においては、弾性膜314と下部材306との間に形成される圧力室、すなわち、センター室360、リブル室361、アウター室362、およびエッジ室363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22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。

【0035】

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302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ドラ400と、シリンドラ400の上部に取り付けられた保持部材402と、保持部材402によりシリンドラ400内に保持される弾性膜404と、弾性膜404の下端部に接続されたピストン406と、ピストン406により下方に押圧されるリング部材408とを備えている。リング部材408の外周面とシリンドラ400の下端との間には上下方向に伸縮自在な接続シート420が設けられている。この接続シート420は、リング部材408とシリンドラ400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

【0036】

弾性膜314のエッジ（外周縁）314dには、弾性膜314とリテーナリング302とを接続する、上方に屈曲した形状のシール部材422が形成されている。このシール部材422は弾性膜314とリング部材408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422は、トップリング本体200とリテーナリング302との相対移動を許容しつつ、弾性膜314とリテーナリング302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422は弾性膜314のエッジ314d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

【0037】

ここで、接続シート420やシール部材422を設けない場合は、研磨液がトップリング20内に浸入してしまい、トップリング20を構成するトップリング本体200やリテーナリング302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420やシール部材422によって研磨液のトップリング20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20を正常に動作させることができる。なお、弾性膜404、接続シート420、およびシール部材422は、エチレンプロピレンゴム（EPM）、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

【0038】

リング部材408は、ピストン406に当接する上リング部材408aと、研磨面22aに接触する下リング部材408bとに分割されている。この上リング部材408aの外周面および下リング部材408b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430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 はリング部材 408 の外周面に沿ってカーブした形状を有している。

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接続シート 420 がリング部材 408 に取り付けられ、これによりクランプ 430 の位置が固定される。

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って室 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、弾性膜 404 を伸縮させてピストン 406 を上下動させ、リテナリング 302 のリング部材 408 を所望の圧力で研磨パッド 22 に押圧することができる。

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てすみ、ダイヤフラムを長寿命化することができ、また、リテナリング 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。したがって、リテナリング 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 418 が均等に複数形成されている。また、下部材 306 の外周部には、外方に突出する複数のピン 349 が設けられており、このピン 349 がリング部材 408 のV字状溝 418 に係合するようになっている。V字状溝 418 内でリング部材 408 とピン 349 が相対的に上下方向にスライド可能になるとともに、このピン 349 により上部材 300 および下部材 306 を介してトップリング本体 200 の回転がリテナリング 302 に伝達され、トップリング本体 200 とリテナリング 302 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）404 のねじれを防止し、研磨中にリング部材 408 を研磨面 22a 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。

【0045】

10

上記した構成例では、トップリング本体 200 に設けられたピン 349 がリテナリング 302 のV字状溝 418 に係合することでトップリング本体 200 の回転がリテナリング 302 に伝達される。このため、ピン 349 がV字状溝 418 に擦れてV字状溝 418 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 349 を強制的に位置決めてしまい、結果としてリテナリング 302 の動きが不安定となるおそれがある。図10及び図11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。

【0046】

図10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11はこの構成例における下部材の平面図である。図10及び図11に示すように、トップリング本体 200 の下部材 306 には、環状のシート部材 440 がピン 441 により固定されている。このシート部材 440 の外周部には複数のスライドリング 444 が等間隔に取り付けられている。リテナリング 302 の上リング部材 408a には、上下方向に延びる複数のドライブピン 442 が等間隔に設けられている。これらのドライブピン 442 はスライドリング 444 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 200 の回転は、シート部材 440 、スライドリング 444 、およびドライブピン 442 を介してリテナリング 302 に伝達され、トップリング本体 200 とリテナリング 302 とは一体となって回転する。

20

【0047】

この構成例では、ドライブピン 442 とスライドリング 444との接触面積が大きいため、ドライブピン 442 およびスライドリング 444 の減耗を防止することができる。したがって、リング部材 408 は自由に上下動することができ、リテナリング 302 の正常な動作を確保することができる。なお、シート部材 440 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 440 を用いることにより、トップリング本体 200 とリテナリング 302 との間で伝達される振動を減衰させることができる。

30

【0048】

弾性膜 314 のセンター室 360 、リブル室 361 、アウター室 362 、およびエッジ室 363 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 306 は研磨パッド 22 から上方に離れた位置にする必要がある。しかしながら、リテナリング 302 が摩耗すると、半導体ウェハと下部材 306 との間の距離が変化し、弾性膜 314 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

【0049】

本実施形態では、リテナリング 302 を下部材 306 とは独立して上下動させることができるので、リテナリング 302 のリング部材 408 が摩耗しても、半導体ウェハと下部材 306 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。

【0050】

なお、上述した例では、半導体ウェハの略全面に弾性膜 314 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314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。

【0051】

研磨が行われている間、リテーナリング302は研磨面22aと摺接するため、リテーナリング302（下リング部材408b）が徐々に摩耗する。リテーナリング302の摩耗がある程度進むと、リング部材408を研磨面22a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、プッシュ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302の摩耗量を測定する。

【0052】

図12はリテーナリング摩耗検知器が組み込まれたプッシュを示す図である。図12に示すように、プッシュ500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200の弾性膜314に保持させるプッシュステージ510と、トップリング20とプッシュ500との芯出しを行うリテーナリングガイド515と、プッシュステージ510を上下動させる第1のエアシリンダ518と、プッシュステージ510およびリテーナリングガイド515を上下動させる第2のエアシリンダ519とを備えている。

【0053】

第1のエアシリンダ518は第1の垂直軸521を介してプッシュステージ510に連結され、第2のエアシリンダ519は第2の垂直軸522を介して第1のエアシリンダ518に連結されている。第1の垂直軸521は、ハウジング525に収容されたスライドガイド526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515はスプリング530を介して第1の垂直軸521に支持されている。リテーナリングガイド515の上端面にはリテーナリング302のリング部材408の下面と接触するくぼみ部515aが形成されている。第2のエアシリンダ519を駆動させてリテーナリングガイド515およびプッシュステージ510を持ち上げると、リング部材408の下部がくぼみ部515aに嵌合され、これによりトップリング20とプッシュ500との芯出しが行われる。このとき、スプリング530はリテーナリングガイド515により下方に押圧され、トップリング20とプッシュ500との接触による衝撃をスプリング530が吸収するようになっている。

【0054】

リテーナリングガイド515には渦電流センサ（リテーナリング摩耗検知器）540が取り付けられている。また、プッシュステージ510には、渦電流センサ540に対向するように金属製のターゲットプレート541が取り付けられている。この渦電流センサ540はターゲットプレート541を介してプッシュステージ510とリテーナリングガイド515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。

【0055】

トップリング20とプッシュ500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550, 560と、これらのリニアトランスポータ550, 560にそれぞれ保持されたウェハトレー570, 580とが配置されている。上述したプッシュステージ510は、これらのウェハトレー570, 580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550, 560は研磨装置と図示しない搬送口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550はアンロード用のリニアトランスポータ560よりも上方に配置される。なお、図12では、リニアトランスポータ550とリニアトランスポータ560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550とリニアトランスポータ560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。

【0056】

10

20

30

40

50

半導体ウェハのロード時には、ブッシュステージ510は、半導体ウェハWが載置されたウェハトレー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、ブッシュステージ510はウェハトレー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をウェハトレー580上に載置させる。なお、ブッシャ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をブッシャ500の上方に移動させる。

【0057】

ここで、図12から図16を参照してブ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ー570をブッシャ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、ブッシュステージ510、およびリテナーリングガイド515を上昇させ、リテナーリングガイド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、ブッシュステージ510を上昇させてウェハトレー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をブッシャ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、ウェハトレー580をブッシャ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、ブッシュステージ510、およびリテナーリングガイド515を上昇させ、リテナーリングガイド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、ウェハトレー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を駆動してブッシュステージ510およびリテナーリングガイド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】

リテナーリングガイド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ナーリングガイド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、ブッシュステージ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ナーリングガイド515とブッシュステージ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(リテナーリング302)の摩耗量を測定する。なお、リテナーリングガイド515をリテナーリング302に当接させた状態において、ブッシュステージ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(ブッシュステージ510の移動距離)から、リング部材408(リテナーリング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、リテナー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ナー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

【0061】

リング部材408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408の総摩耗量が所定の値に達したときに、制御部47からリング部材408の交換を促す信号が発せられる。制御部47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47によって監視されるようになっている。そして、制御部47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408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。

【0062】

リング部材408の摩耗量は、リング部材408に作用する押圧力（室410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408（リテーナリング302）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408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ことが分かる。この場合、例えば、室410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。

【0063】

さらにリング部材408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47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408の押圧力を制御部47にて制御することができる。例えばリング部材408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408の総摩耗量が大きくなつたため、今までと同じ押圧力でリング部材408を研磨パッド22に押圧しても研磨パッド22に充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47によってリング部材408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408の寿命を延ばすことができる。

【0064】

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408の押圧力と、センター室360、リップル室361、アウター室362、およびエッジ室363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。

【0065】

また、リング部材408の摩耗量のほかに、研磨パッド22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22の摩耗量はほぼ一定であるため、研磨パッド22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47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22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408の摩耗量に応じたレシピ（トップリング20の回転速度やリング部材408の押圧力などの研磨条件）を予め設定しておき、制御部47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408の寿命を延ばすことができる。

【0066】

ドレッサ50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22に摺接させることで研磨面22a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 22a の好ましい表面粗さが得られない。その結果、研磨面 22a 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。

【0067】

単位時間当たりにドレッサ 50 により削り取られる研磨パッド 22 の量（以下、カットレートという）は、ドレッサ 50 の研磨面 22a 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 50 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 60 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 22a の変位）が測定される。

10

【0068】

制御部 47 では、変位センサ 60 からの出力信号（測定値）に基づき、研磨パッド 22 のカットレート、すなわち、単位時間当たりの研磨面 22a の変位（研磨パッド 22 の摩耗量）が算出される。制御部 47 には、カットレートとドレッサ 50（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 47 は、このデータからドレッサ 50 の摩耗量を算出し、ドレッサ 50 の総摩耗量が所定の値に達したときにドレッサ 50 の交換を促す信号を発する。このように、変位センサ 60 は、ドレッサ 50 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。

【0069】

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 22a 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 302（リング部材 408）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 302 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 47 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 50 の摩耗量に応じて、制御部 47 によりドレッサ 50 の操作レシピ（ドレッシング時間、ドレッサ 50 の回転速度、ドレッサ 50 の研磨パッド 22 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。

【0070】

30

上述したように、リング部材 408、研磨パッド 22、およびドレッサ 50 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。

- 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。

【0071】

40

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。

【符号の説明】

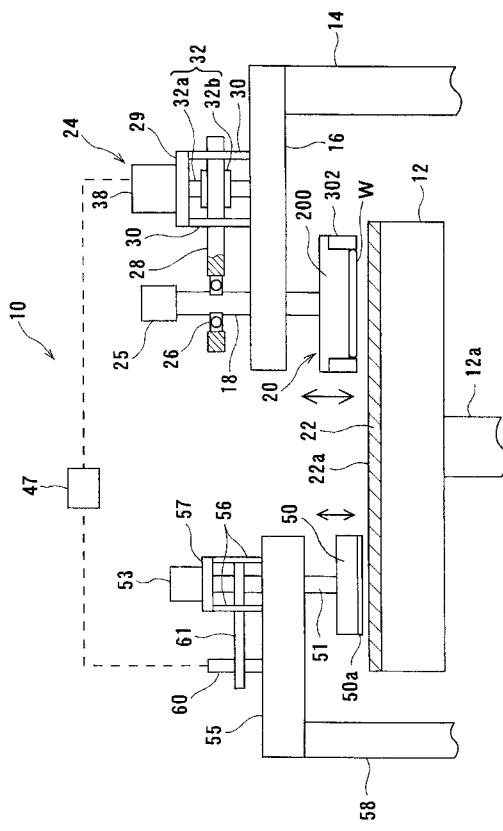
【0072】

- 10 研磨装置
- 18 トップリングシャフト
- 20 トップリング
- 22 研磨パッド
- 22a 研磨面
- 24 上下動機構

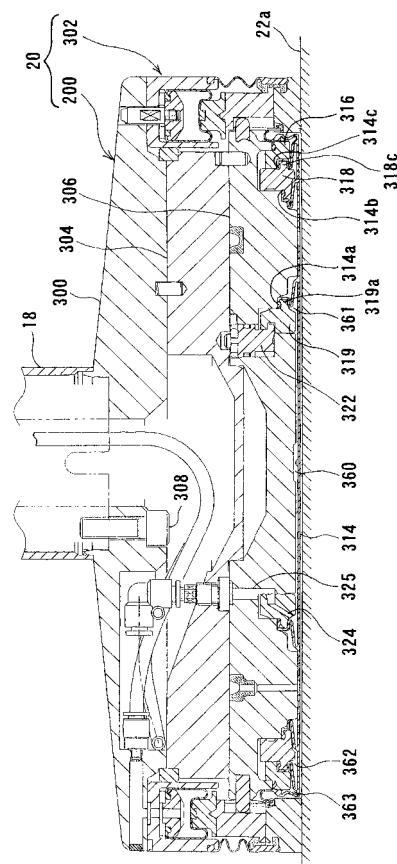
50

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	弹性膜	
3 1 6	エッジホルダ	
3 1 8 , 3 1 9	リブルホルダ	
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	ブッシャ	
5 1 0	ブッシュステージ	
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	

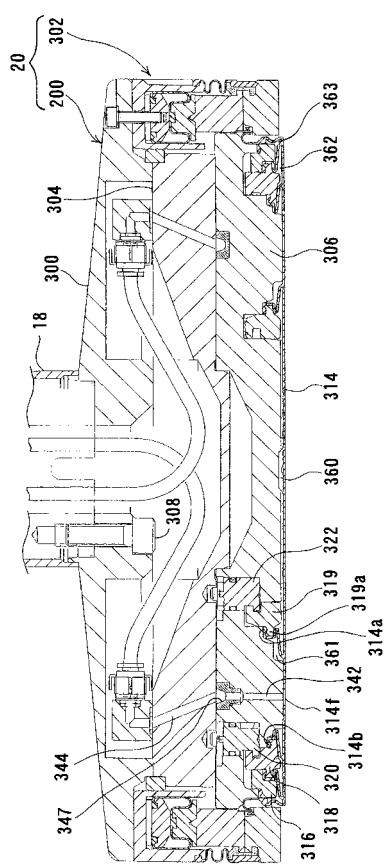
【 四 1 】



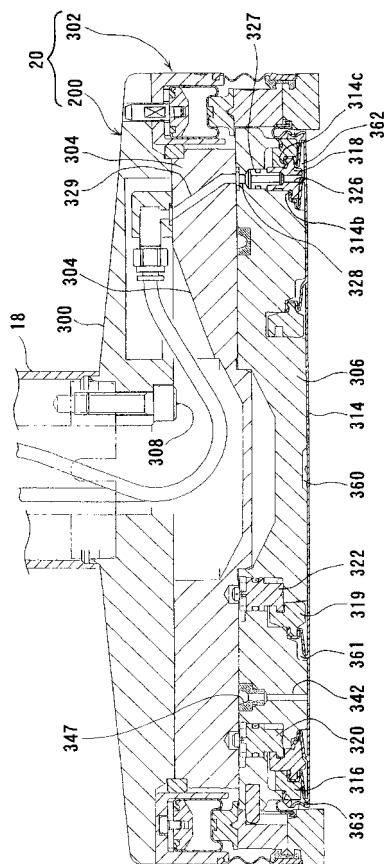
【 図 2 】



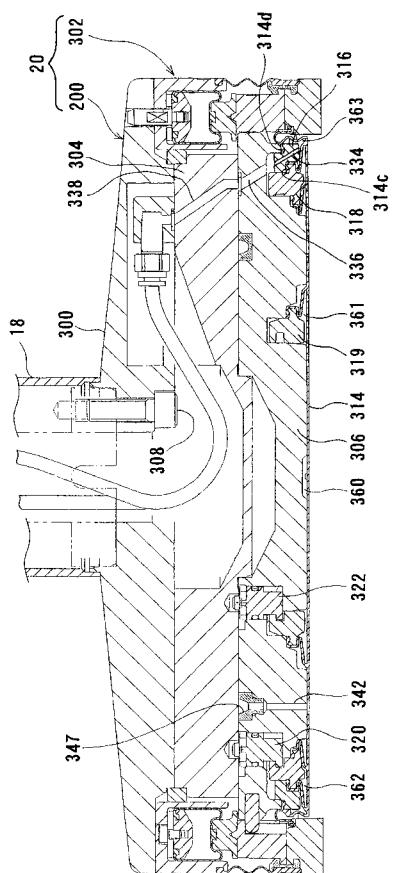
【 四 3 】



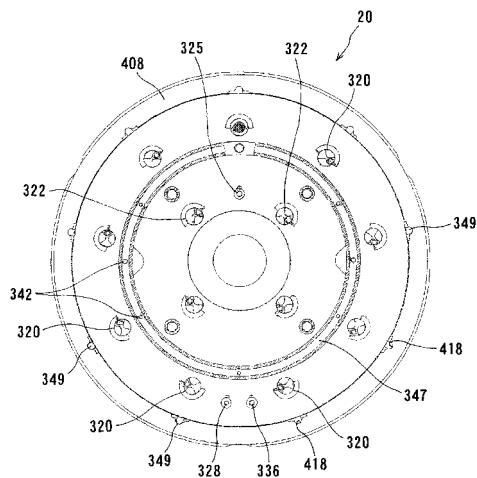
【図4】



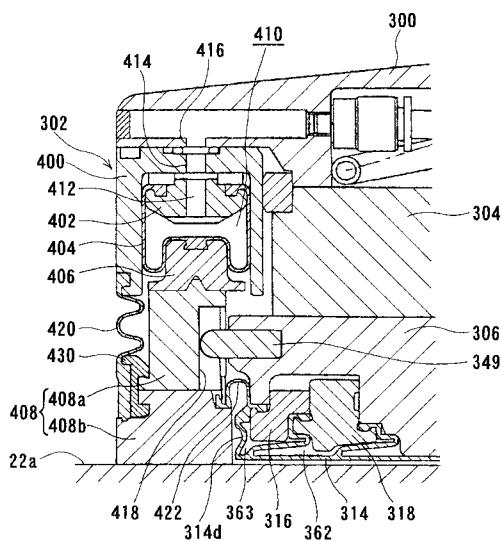
【 义 5 】



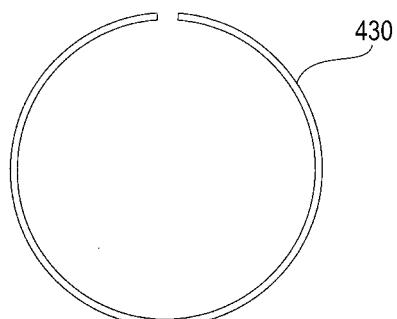
【 図 6 】



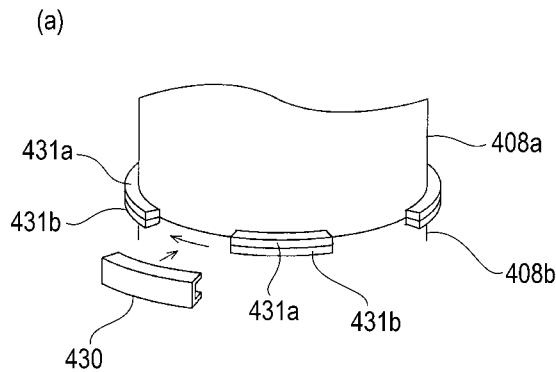
【図7】



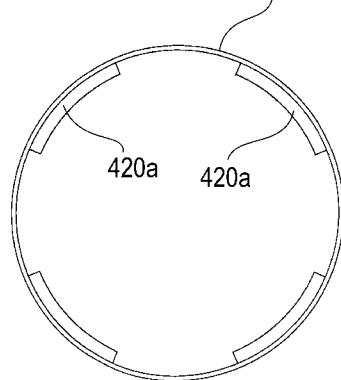
【 四 8 】



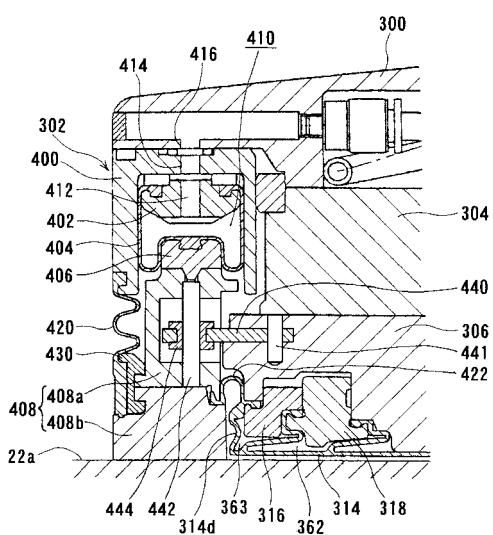
【 図 9 】



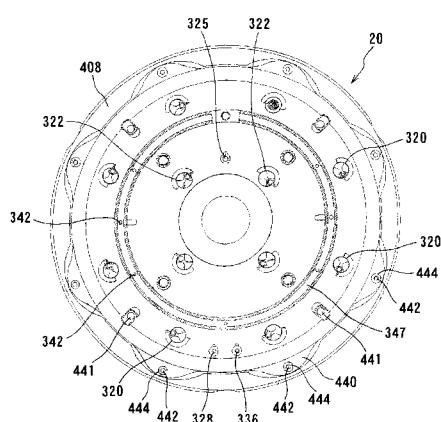
(b) 420



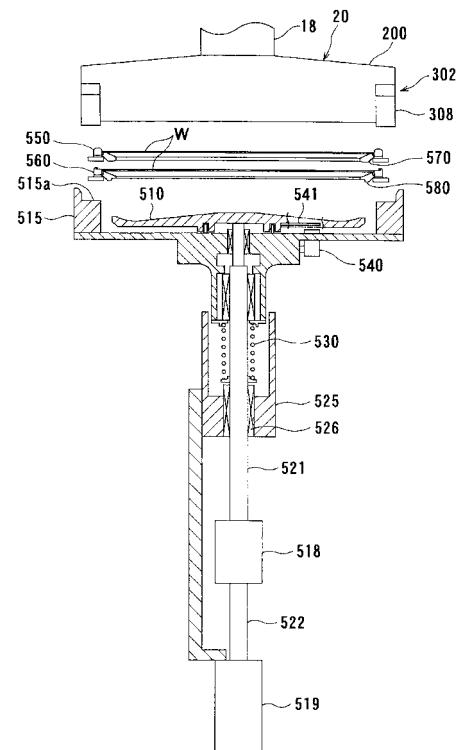
【図10】



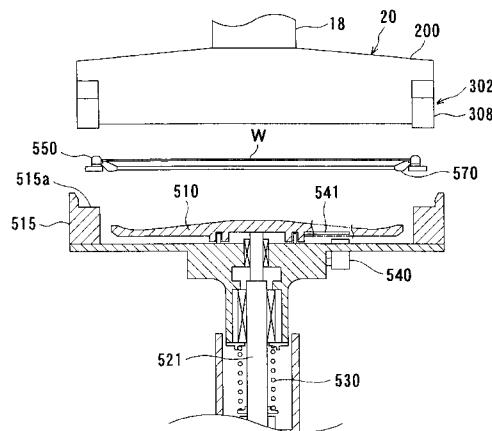
【図 1 1 】



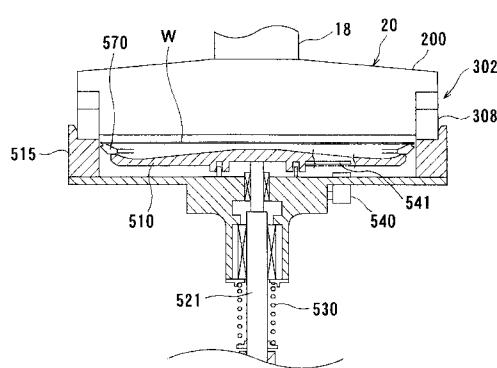
【図12】



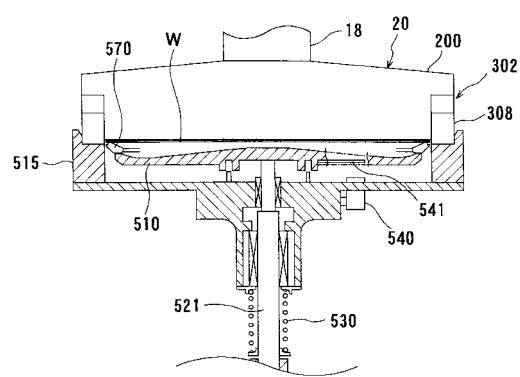
【図13】



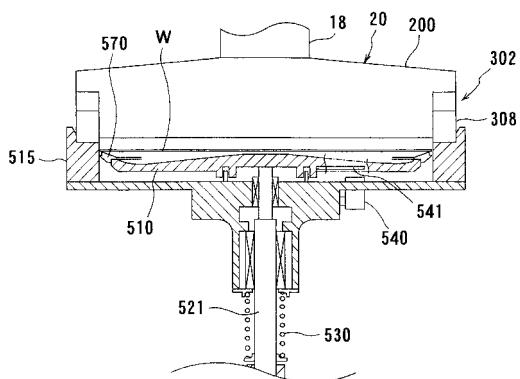
【図14】



【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11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11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09-019863(JP, A)

特開2002-187061(JP, A)

特開2002-170794(JP, A)

特開2001-277098(JP, A)

特開2002-198329(JP, A)

特表2004-507098(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00 - 37/34

H01L 21/304