

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4597634号
(P4597634)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/304 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 G
B 2 4 B 37/04 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 R
	B 2 4 B 37/04 Q

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-318581 (P2004-318581)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成16年11月1日(2004.11.1)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2006-128582 (P2006-128582A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成18年5月18日(2006.5.18)	(74) 代理人	100091498
審査請求日	平成19年9月18日(2007.9.18)		弁理士 渡邊 勇
		(74) 代理人	100092406
			弁理士 堀田 信太郎
		(74) 代理人	100093942
			弁理士 小杉 良二
		(74) 代理人	100109896
			弁理士 森 友宏
		(74) 代理人	100118500
			弁理士 廣澤 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トップリング、基板の研磨装置及び研磨方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を保持しながら研磨テーブルの研磨面に押圧させて該基板を研磨する研磨装置に用いられるトップリングであって、

基板の研磨時に基板の外周縁を保持するリテーナリングを備え、

前記リテーナリングは、

保持部材を介して上部を固定され、内部に形成された室に供給される流体によって上下方向に伸縮しうる、上下方向に変形自在な屈曲した部分を下部に有するローリングダイヤフラムからなる弾性膜と、

下面を前記研磨面に接触するリング部材と、

上部を前記弾性膜の下端部に、下部を前記リング部材の上端部にそれぞれ連結され、前記弾性膜の上下方向の伸縮に伴って前記リング部材と一体に上下動するピストンと、
を備えたことを特徴とするトップリング。

【請求項2】

前記保持部材は、前記弾性膜の内部に設けられていることを特徴とする請求項1記載のトップリング。

【請求項3】

前記弾性膜は、前記室の内部圧力の変化により前記屈曲した部分が転動することにより前記室の空間を広げることができるように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載のトップリング。

10

20

【請求項 4】

前記弾性膜は、強度及び耐久性に優れたゴム材によって形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のトップリング。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のトップリングを備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のトップリングによって基板を保持し、研磨テーブルの研磨面に基板を押圧しながら基板と研磨面とを相対運動させて該基板を研磨する基板の研磨方法であって、

前記リテーナリングに設けられた前記弾性膜の内部に形成された前記室に圧力を調整した流体を供給して前記弾性膜を上下方向に伸縮させ、該弾性膜の上下方向の伸縮に伴って前記リング部材を上記ピストンと一体に上下動させて該リング部材の前記研磨面への押圧力を調整することを特徴とする基板の研磨方法。

【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研磨対象物（基板）を研磨して平坦化する基板の研磨装置及び研磨方法、並びに該研磨装置に用いられるトップリングに関するものである。

【背景技術】

【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。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。

【0004】

このような研磨装置において、樹脂製の研磨パッドを用いて研磨を行った場合、ドレッシングやパッド交換などにより研磨パッドが摩耗する。この場合において、トップリングに保持された半導体ウェハの面圧分布が変化しないようにするためには、研磨時のトップリングの半導体ウェハを保持する面と研磨パッドとの距離を一定に保つ必要がある。また、半導体ウェハの外周部を把持するリテーナリングが設けられる場合においても、このリテーナリングが研磨の進行に伴い摩耗することがある。このように、リテーナリングが摩耗した場合においても、研磨時のトップリングの半導体ウェハを保持する面と研磨パッドとの距離を一定に保つ必要がある。

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 154874 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2004 / 0121704 号明細書

【特許文献 3】特開 2003 - 173995 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、基板の外周部を保持するリテーナリングが研磨により摩耗しても、基板と研磨面との距離を一定にして基板の研磨を行うことができる基板の研磨装置及び研磨方法、並びに該研磨装置に用いられるトップリング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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の第1の態様によれば、基板を保持しながら研磨テーブルの研磨面に押圧させて該基板を研磨する研磨装置に用いられるトップリングが提供される。このトップリングは、基板の研磨時に基板の外周縁を保持するリテーナリングを備え、上記リテーナリングは、保持部材を介して上部を固定され、内部に形成された室に供給される流体によって上下方向に伸縮しうる、上下方向に変形自在な屈曲した部分を下部に有するローリングダイヤフラムからなる弾性膜と、上下方向に変形自在な屈曲した部分を下部に有し、保持部材を介して上部を固定され、内部に形成された室に供給される流体によって上下方向に伸縮しうるローリングダイヤフラムからなる弾性膜と、下面を上記研磨面に接触するリング部材と、上部を上記弾性膜の下端部に、下部を上記リング部材の上端部にそれぞれ連結され、上記弾性膜の上下方向の伸縮に伴って上記リング部材と一体に上下動するピストンとを備えている。

10

【0017】

このような構成により、リテーナリングのリング部材が摩耗しても、リテーナリングだけを下降させることができる。したがって、リテーナリングのリング部材が摩耗しても、トップリングと研磨面との距離を一定に維持することが可能となる。また、研磨面に接触するリング部材は上下方向に変形自在なローリングダイヤフラムで連結されているため、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、リテーナリングによる面圧を均一にすることができ、研磨面に対する追従性も向上する。

20

【0018】

上記保持部材は、前記弾性膜の内部に設けられていてもよい。

上記弾性膜は、前記室の内部圧力の変化により前記屈曲した部分が転動することにより前記室の空間を広げることができるように構成されていてもよい。

前記弾性膜は、強度及び耐久性に優れたゴム材によって形成されていることが好ましい。

30

【0019】

本発明の第2の態様によれば、上記トップリングを備えた研磨装置が提供される。

【0020】

本発明の第3の態様によれば、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のトップリングによって基板を保持し、研磨テーブルの研磨面に基板を押圧しながら基板と研磨面とを相対運動させて該基板を研磨する基板の研磨方法が提供される。この研磨方法は、上記リテーナリングに設けられた上記弾性膜の内部に形成された上記室に圧力を調整した流体を供給して上記弾性膜を上下方向に伸縮させ、該弾性膜の上下方向の伸縮に伴って上記リング部材を上記ピストンと一体に上下動させて該リング部材の上記研磨面への押圧力を調整する。

40

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、基板の外周部を保持するリテーナリングが研磨により摩耗しても、基板と研磨面との距離を一定にして基板の研磨を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図1から図13を参照して詳細に説明する。なお、図1から図13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。

【0026】

50

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。

【００２７】

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の表面が半導体ウェハＷを研磨する研磨面を構成している。

10

【００２８】

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。

【００２９】

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いる。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。

20

【００３０】

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１０の表面（研磨面）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１０の研磨面に摺接させて半導体ウェハＷの表面を研磨する。

30

【００３１】

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第１フレーム２８と、第１フレーム２８に取り付けられたナット３０に螺合されるボールねじ３２と、軸受３４を介してボールねじ３２を回転可能に支持する第２フレーム３６と、第２フレーム３６上に設けられたＡＣサーボモータ３８と、第２フレーム３６を支持するエアシリンダ４０とを備えている。

40

【００３２】

ボールねじ３２は、ベルト４２を介して第２フレーム３６上のサーボモータ３８に連結されている。また、トップリングシャフト１８は、第１フレーム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を介して第１フレーム２８が第２フレーム３６に対して上下動し、トップリングシャフト１８およびトップリング２０が第２フレーム３６に対して上下動するようになっている。

【００３３】

50

エアシリンダ４０は、トップリングヘッド１６の上部に配置されており、上下動するロッド４０ａの上端により第２フレーム３６を支持している。また、ボールねじ３２は、第２フレーム３６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、エアシリンダ４０のロッド４０ａを上下動させると、第２フレーム３６がトップリングヘッド１６に対して上下動し、さらにボールねじ３２および第１フレーム２８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。

【００３４】

また、トップリングヘッド１６には、上方に伸びるガイドシャフト４４が設けられており、このガイドシャフト４４は第２フレーム３６に挿通されている。したがって、第２フレーム３６は、ガイドシャフト４４にガイドされつつ上下動する。なお、ガイドシャフト４４の上端にはストッパ４４ａが設けられており、このストッパ４４ａに第２フレーム３６の上面が係止することで、第２フレーム３６の上方への移動が規制されるようになっている。

【００３５】

図１に示すように、研磨装置１０は、第１フレーム２８の下面までの距離、すなわち第１フレーム２８の位置を検出する位置検出部としての測距センサ４６を備えている。この測距センサ４６により第１フレーム２８の位置を検出することで、トップリング２０の位置を検出することができるようになっている。また、研磨装置１０は、測距センサ４６、サーボモータ３８、およびシリンダ４０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。

【００３６】

このような研磨装置１０を用いて半導体ウェハＷの研磨を行う場合、ドレッシングやパッド交換などにより研磨パッド２２が摩耗し、研磨パッド２２の厚さが常に変化する。この場合において、研磨の進行に伴い半導体ウェハＷの面圧分布が変化しないようにするためには、研磨時のトップリング２０と研磨パッド２２の表面（研磨面）との距離を一定に維持する必要がある。このように、トップリング２０と研磨パッド２２の表面との距離を一定にするためには、例えば、半導体ウェハ１ロット（例えば２５枚）ごとに、研磨パッド２２の表面の高さ（位置）を検知してトップリング２０の下降位置を調整する必要がある。以下、この研磨パッド２２の表面の高さ（位置）を検知する工程をパッドサーチという。

【００３７】

本実施形態では、トップリング２０の下面を研磨パッド２２の表面（研磨面）に接触させたときのトップリング２０の位置を記憶し、この位置から研磨パッド２２の表面の高さを検知する。すなわち、パッドサーチ時には、図２に示すように、エアシリンダ４０のロッド４０ａを下げ、第２フレーム３６、ボールねじ３２、第１フレーム２８、トップリングシャフト１８、およびトップリング２０を自重により下降させ、トップリング２０の下面を研磨パッド２２の表面に接触させて停止させる。このとき、測距センサ４６により第１フレーム２８の位置を検出し、検出された位置から研磨パッド２２の表面の高さを得る。制御部４７の演算部（位置算出部）は、この研磨パッド２２の表面の高さ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。

【００３８】

半導体ウェハの研磨時には、図１に示す状態からサーボモータ３８を駆動して、図３に示すように第１フレーム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を停止する。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。なお、この場合において、測距センサ４６により第１フレーム２８の位置を検出・確認しながら、第１フレーム２８およびトップリング２０を下降させてもよい。なお、測距センサ４６は、レーザ式センサ、超音波センサ、過電流式センサ、もしくはリニアスケール式セン

10

20

30

40

50

サであってもよい。

【0039】

このように、本実施形態では、サーボモータ38とボールねじ32とを有するボールねじ機構を用いることにより、パッドサーチにより求められた最適な位置までトップリング20を正確に移動させることができ、トップリング20と研磨パッド22との距離を一定にして半導体ウェハWの研磨を行うことができる。

【0040】

図4は、本発明の第2の実施形態における研磨装置110を示す模式図である。図4に示すように、本実施形態における研磨装置110においては、上下動機構124によりトップリングシャフト18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。この上下動機構124は、軸受126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第1フレーム128と、第1フレーム128に取り付けられたナット130に螺合されるボールねじ132と、トップリングヘッド16に固定された第2フレーム136と、第2フレーム136上に設けられボールねじ132を回転させるACサーボモータ138とを備えている。制御部47は、サーボモータ138に流れる電流を検出する電流検出器を含んでいる。

【0041】

トップリングシャフト18は、第1フレーム128と一体となって上下動するようになっているため、サーボモータ138を駆動すると、ボールねじ132を介して第1フレーム128がトップリングヘッド16に対して上下動し、トップリングシャフト18およびトップリング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。

【0042】

本実施形態のパッドサーチは、第1の実施形態と同様に、トップリング20の下面を研磨パッド22の表面（研磨面）に接触させたときのトップリング20の位置を検知することにより行われるが、本実施形態のパッドサーチは測距センサを用いずに行われる。すなわち、パッドサーチ時には、サーボモータ138を駆動して、エンコーダにより回転数を積算しながらトップリング20を下降させる。図5に示すように、トップリング20の下面が研磨パッド22の表面に接触すると、サーボモータ138に対する負荷が増し、サーボモータ138に流れる電流が大きくなる。したがって、制御部47の電流検出器によりサーボモータ138に流れる電流を検出し、電流が大きくなったときに、トップリング20の下面が研磨パッド22の表面に接触したと判断する。トップリング20の下面が研磨パッド22の表面に接触したと判断されると、制御部47は、サーボモータ138のエンコーダの積算値からトップリング20の下降距離（位置）を算出し、この下降距離を記憶装置に記憶する。このトップリング20の下降距離から研磨パッド22の表面の高さを得て、制御部47の演算部（位置算出部）は、この研磨パッド22の表面の高さから研磨時のトップリング20の最適な位置を算出する。

【0043】

半導体ウェハWの研磨時には、図4に示す状態からサーボモータ138を駆動して第1フレーム128およびトップリング20を下降させる。このとき、制御部47によりサーボモータ138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138を停止する。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。

【0044】

なお、本実施形態においては、パッドサーチ時にトップリング20が半導体ウェハWを保持している例を説明したが、第1の実施形態においても、トップリング20が半導体ウェハWを保持した状態でパッドサーチを行ってもよい。この場合において、パッドサーチ時に使用する半導体ウェハWとしては、製品ウェハではなく、パッドサーチ用のダミーウェハを用いることが好ましい。ダミーウェハを用いれば、トップリング20の下面が露出しないので、トップリング20の下面に取り付けられた部材を研磨パッド22に直接接触させることがなくなり、これらの部材へのスラリー（研磨液）の付着を防止することがで

きる。

【0045】

また、サーボモータ138としては、モータの最大電流が可変なものを使用することが好ましい。このようなサーボモータを用いることで、例えば、パッドサーチ時にモータの最大電流値を5%程度に設定しておくことにより、トップリング20の下面または半導体ウェハ(ダミーウェハ)Wの表面が研磨パッド22に接触したときに、半導体ウェハ(ダミーウェハ)W、トップリング20、研磨パッド22などに極端に大きな負荷がかかることを防止することができる。また、この場合において、トップリング20の下降時間や下降距離から、トップリング20が研磨パッド22に接触するときを予測できる場合には、トップリング20が研磨パッド22に接触する前にサーボモータ138の最大電流値を下

10

【0046】

図6は、本発明の第3の実施形態における研磨装置210を示す模式図である。図6に示すように、本実施形態における研磨装置210は、研磨パッド22の高さを検出するレーザ測距センサ246と、研磨パッド22の表面に向けて窒素ガスまたは空気を噴射して研磨パッド22上のスラリ(研磨液)250を吹き飛ばす噴射ノズル252とを備えている。測距センサ246は、超音波測距センサであってもよい。

【0047】

このような構成により、窒素ガスまたは空気の噴射によりスラリ250が除去された研磨パッド22上に、レーザ測距センサ246からのレーザを照射することができるので、レーザが研磨パッド22上のスラリや水によって反射することなく、研磨パッド22の表面までの距離を正確に測定することができる。したがって、測定された研磨パッド22の表面までの距離に基づいて、半導体ウェハWと研磨パッド22との距離を一定に保持することができる。

20

【0048】

上述した各実施形態では、半導体ウェハ1ロットごとに、トップリング20の高さ(位置)を検知することによりパッドサーチを行う例を説明したが、パッドサーチはこれに限られるものではない。例えば、パッドサーチのために製品ウェハを用いたくない場合やダミーウェハを用意できない場合には、パッドサーチの一部を、研磨面の目立て(ドレッシング)を行うドレッサによって行うこともできる。図7は、第4の実施形態における研磨装置の一部を示す模式図であり、パッドサーチを行う機能を有するドレッサ50を示すものである。なお、ドレッサ50のドレッサヘッド52には、シリンダ53が取り付けられており、このシリンダ53の駆動によりドレッサ50が研磨パッド22に押圧されるようになっている。

30

【0049】

このドレッサ50を用いて研磨パッド22の厚さの変化を測定する。この場合においても、研磨パッドごとに厚さの違いがあるため、研磨パッドを交換した際には、上述したトップリング20によるパッドサーチを行う。このとき、トップリング20には製品ウェハやダミーウェハを装着せず、トップリング20の下面に取り付けられた部材(例えば弾性膜)を直接研磨パッド22に接触させても、研磨パッド22が未使用であるため問題がない。1枚の半導体ウェハの研磨ごと、もしくは半導体ウェハ1ロットごとの研磨パッド22の消耗に対する追従は、ドレッサ50のドレッサヘッド52に取り付けられた測距センサ54が検出した変化量を目安にする。すなわち、ドレッサ50の初期の高さ位置と、測定時の高さ位置の差を測距センサ54により検知し、研磨パッド22の減耗量を判断する。この研磨パッド22の減耗量は上述した制御部47に送られ、トップリング20による研磨パッド交換時のパッドサーチ結果と、ドレッサ50による研磨パッド22の厚さの変化量とから、研磨パッド22の減耗量を判断し、この減耗量に追従するようにトップリング20の高さ制御が行われる。このようにドレッサ50を用いて研磨パッド22の厚さの変化を測定することにより、半導体ウェハ1ロット(例えば25枚)ごとにトップリング

40

50

20でパッドサーチを行う場合に比べ、スルーブットを上げることができる。

【0050】

次に、上述した第1から第4の実施形態において用いられる本発明の実施形態のトップリング20についてより詳細に説明する。図8から図10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。

【0051】

図8から図10に示すように、トップリング20は、円盤状の上部材300と、上部材300の外周部に取り付けられたリテーナリング302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。上部材300は、ボルト308によりトップリングシャフト18に連結されて

10

【0052】

下部材306の下面には、トップリング20によって保持される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エッジホルダ316と、エッジホルダ316の内方に配置されたリプルホルダ318とによって下部材306の下面に保持されている。エッジホルダ316およびリプルホルダ318は、それぞれストッパ320およびストッパ322により下部材306の下面に保持されている。なお、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。

20

【0053】

弾性膜314の中央部には開口314aが形成されており、図8に示すように、下部材306にはこの開口314aに連通する流路324が形成されている。この下部材306の流路324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324を通過して弾性膜314の中央部（センター部）に供給されるようになっている。また、この流路324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下部材306の下面に半導体ウェハを吸着できるようになっている。

【0054】

リプルホルダ318は、弾性膜314のリプル314b、314cをそれぞれ爪部318b、318cで押さえて下部材306の下面に保持するようになっている。このリプルホルダ318には、弾性膜314のリプル314b、314cによって形成される室に連通する流路326が形成されている。また、下部材306には、図10に示すように、リプルホルダ318の流路326に連通する流路328が、中間部材304には、下部材306の流路328に連通する流路330がそれぞれ形成されている。下部材306の流路328と中間部材304の流路330との接続部分には、シール部材としてのリング332が配置されている。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330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弾性膜314のリプル部に供給されるようになっている。

30

40

【0055】

また、図10に示すように、エッジホルダ316は、弾性膜314のエッジ314d、314eをそれぞれ爪部316d、316eで押さえて下部材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314d、314eによって形成される室に連通する流路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。下部材306の流路336と中間部材304の流路338との接続部分には、シール部材としてのリング340が配置されている。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

50

ており、加圧された流体がこれらの流路を通して弾性膜 3 1 4 のエッジ部に供給されるようになっている。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示すように、弾性膜 3 1 4 のリプルホルダ 3 1 8 とエッジホルダ 3 1 6 との間には開口 3 1 4 f が形成されており、下部材 3 0 6 にはこの開口 3 1 4 f に連通する流路 3 4 2 が形成されている。また、中間部材 3 0 4 には、下部材 3 0 6 の流路 3 4 2 に連通する流路 3 4 4 が形成されている。下部材 3 0 6 の流路 3 4 2 と中間部材 3 0 4 の流路 3 4 4 との接続部分には、シール部材としてのリング 3 4 6 が配置されている。この下部材 3 0 6 の流路 3 4 2 は、中間部材 3 0 4 の流路 3 4 4 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弾性膜 3 1 4 のアウター部に供給

10

【 0 0 5 7 】

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、上述した弾性膜 3 1 4 の各部（センタ部、リプル部、アウター部、エッジ部）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 5 8 】

中間部材 3 0 4 の外周部には、洗浄液流路 3 4 8 が形成されている。この中間部材 3 0 4 の洗浄液流路 3 4 8 は、図示しない洗浄液供給源に接続されており、洗浄液が洗浄液流路 3 4 8 を通ってリテーナリング 3 0 2 と中間部材 3 0 4 との間に供給されるようになっている。

20

【 0 0 5 9 】

図 9 に示すように、エッジホルダ 3 1 6 は、その上部にフック 3 1 6 a を有している。また、エッジホルダ 3 1 6 を保持するストッパ 3 2 0 は円筒状に形成されており、その下部に係合部 3 2 0 a を有している。図 1 1 に示すように、ストッパ 3 2 0 はトップリング 2 0 の円周方向に均等に複数設けられている。図 1 2 (a) から図 1 2 (c) は、このストッパ 3 2 0 の詳細を示す図であり、図 1 2 (a) は平面図、図 1 2 (b) は縦断面図、図 1 2 (c) は底面図である。

30

【 0 0 6 0 】

図 1 2 (c) に示すように、ストッパ 3 2 0 の係合部 3 2 0 a は円周方向の一部に形成されており、円周方向に沿って係合部 3 2 0 a が厚さが次第に大きくなるようにテーパ部 T が設けられている。したがって、ストッパ 3 2 0 を回転させることにより、ストッパ 3 2 0 の係合部 3 2 0 a がエッジホルダ 3 1 6 のフック 3 1 6 a に次第に係合して、最終的にエッジホルダ 3 1 6 のフック 3 1 6 a がストッパ 3 2 0 の係合部 3 2 0 a により下部材 3 0 6 に固定されるようになっている。なお、ストッパ 3 2 0 の頂部には、回転用具を挿入するための溝 3 2 0 b が形成されており、弾性膜 3 1 4 を下部材 3 0 6 の上方からの作業で取り外すことができる。

【 0 0 6 1 】

また、同様に、リプルホルダ 3 1 8 は、その上部にフック 3 1 8 a を有している。また、リプルホルダ 3 1 8 を保持するストッパ 3 2 2 は円筒状に形成されており、その下部にフック 3 2 2 a を有している。ストッパ 3 2 2 のフック 3 2 2 a は円周方向の一部に形成されており、円周方向に沿ってフック 3 2 2 a が厚さが次第に大きくなるようにテーパ部が設けられている。したがって、ストッパ 3 2 2 を回転させることにより、ストッパ 3 2 2 のフック 3 2 2 a がリプルホルダ 3 1 8 のフック 3 1 8 a に次第に係合して、最終的にリプルホルダ 3 1 8 のフック 3 1 8 a がストッパ 3 2 2 のフック 3 2 2 a により下部材 3 0 6 に固定されるようになっている。なお、ストッパ 3 2 2 の頂部には、回転用具を挿入するための溝 3 2 2 b が形成されており、弾性膜 3 1 4 を下部材 3 0 6 の上方からの作業で取り外すことができる。

40

50

【 0 0 6 2 】

なお、ストッパ 3 2 0 , 3 2 2 にはそれぞれリング 3 5 0 , 3 5 2 が取り付けられており、これらのリング 3 5 0 , 3 5 2 により弾性膜 3 1 4 のエッジ部およびリプル部に供給される加圧流体がシールされる。

【 0 0 6 3 】

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 8 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。なお、弾性膜 4 0 4 は、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。

10

【 0 0 6 4 】

保持部材 4 0 2 には、弾性膜 4 0 4 によって形成される室 4 1 0 に連通する流路 4 1 2 が形成されている。また、シリンダ 4 0 0 の上部には、保持部材 4 0 2 の流路 4 1 2 に連通する流路 4 1 4 が形成され、上部材 3 0 0 には、シリンダ 4 0 0 の流路 4 1 4 に連通する流路 4 1 6 が形成されている。この保持部材 4 0 2 の流路 4 1 2 は、シリンダ 4 0 0 の流路 4 1 4 および上部材 3 0 0 の流路 4 1 6 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 4 1 0 に供給されるようになっている。したがって、室 4 1 0 に供給する流体の圧力を調整することにより、弾性膜 4 0 4 を伸縮させてピストン 4 0 6 を上下動させ、リテーナリング 3 0 2 のリング部材 4 0 8 を所望の圧力で研磨パッド 2 2 に押圧することができる。

20

【 0 0 6 5 】

図示した例では、弾性膜 4 0 4 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済み、ダイヤフラムを長寿命化することができるという利点がある。

【 0 0 6 6 】

このような構成により、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、リテーナリング 3 0 2 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 3 0 2 のリング部材 4 0 8 が摩耗しても、下部材 3 0 6 と研磨パッド 2 2 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 2 2 に接触するリング部材 4 0 8 とシリンダ 4 0 0 とは変形自在な弾性膜 4 0 4 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 3 0 2 による面圧を均一にすることができ、研磨パッド 2 2 に対する追従性も向上する。

30

【 0 0 6 7 】

リング部材 4 0 8 の内側面には縦方向に延びる V 字状溝 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 2 0 の回転がリング部材 4 0 8 に伝達され、トップリング 2 0 とリング部材 4 0 8 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 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。

40

【 0 0 6 8 】

弾性膜 3 1 4 のセンタ部、リプル部、アウター部、エッジ部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

50

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 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。

【0069】

本実施形態では、リテーナリング 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、リテーナリング 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。

【0070】

本実施形態においては、弾性膜 314 を交換する際に、トップリング 20 の全体をトップリングシャフト 18 から取り外す必要がなくなる。すなわち、弾性膜 314 を下部材 306 から取り外す際は、まず、ボルト 312 (図 10 参照) を取り外し、下部材 306 を上部材 300 および中間部材 304 から取り外す。そして、ストッパ 320 の頂部の溝 320b (図 9 参照) に回転用具を挿入し、ストッパ 320 を回転させる。これにより、ストッパ 320 の係合部 320a とエッジホルダ 316 のフック 316a との係合が外れ、エッジホルダ 316 を下部材 306 から取り外すことができる。同様に、ストッパ 322 の頂部の溝 322b に回転用具を挿入し、ストッパ 322 を回転させる。これにより、ストッパ 322 のフック 322a とリプルホルダ 318 のフック 318a との係合が外れ、リプルホルダ 318 を下部材 306 から取り外すことができる。

【0071】

このように、エッジホルダ 316 とリプルホルダ 318 とを下部材 306 から取り外すことで、エッジホルダ 316 とリプルホルダ 318 で保持していた弾性膜 314 を下部材 306 から簡単に取り外すことができる。また、弾性膜 314 を下部材 306 に取り付ける際は、上述した操作とは逆の操作を行うことにより、簡単に弾性膜 314 を下部材 306 に取り付けることができる。

【0072】

また、下部材 306 の流路と中間部材 304 の流路との接続部分には、シール部材としての Oリング 332, 340, 346 が介装されているため、ボルト 312 を締結することによりこれらの流路を確実にシールした状態で接続することができる。したがって、弾性膜 314 の交換の際に、特別な配管の抜き差しを行う必要がない。

【0073】

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。

【0074】

図 13 は、図 8 に示すトップリング 20 の変形例を示す拡大断面図である。図 13 に示す例では、リテーナリング 302 と下部材 306 との間に、研磨液のトップリング 20 内部への浸入やトップリング 20 内部から異物の排出を防止するリング状のシール部材 420 が設けられている。このシール部材 420 は軟質の材料で形成されており、リテーナリング 302 および下部材 306 の上下動に対応して変形するようになっている。

【0075】

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。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【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 に示す研磨装置によりパッドサーチを行うときの状態を示す模式図である。

【図 3】図 1 に示す研磨装置により半導体ウェハの研磨を行うときの状態を示す模式図で

10

20

30

40

50

ある。

【図４】本発明の第２の実施形態における研磨装置を示す模式図である。

【図５】図４に示す研磨装置によりパッドサーチを行うときの状態を示す模式図である。

【図６】本発明の第３の実施形態における研磨装置を示す模式図である。

【図７】本発明の第４の実施形態における研磨装置の一部を示す模式図である。

【図８】本発明の第１から第４の実施形態における研磨装置に用いられる本発明の実施形態のトップリングの縦断面図である。

【図９】図８に示すトップリングの縦断面図である。

【図１０】図８に示すトップリングの縦断面図である。

【図１１】図８に示すトップリングの下部材の平面図である。

【図１２】図１２（ａ）は図８に示すトップリングのストッパの平面図、図１２（ｂ）は縦断面図、図１２（ｃ）は底面図である。

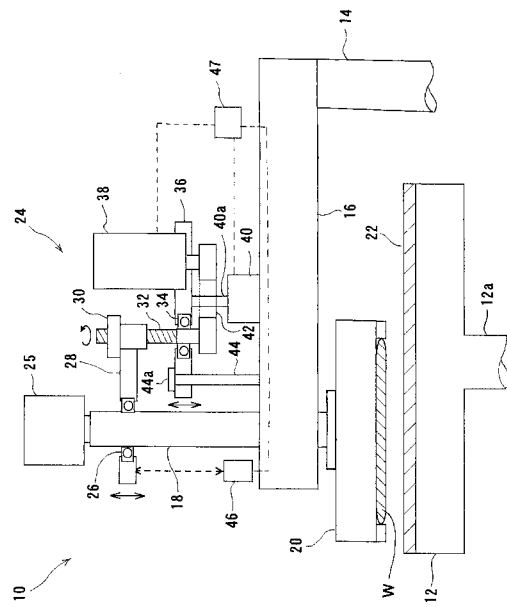
【図１３】図８に示すトップリングの変形例を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

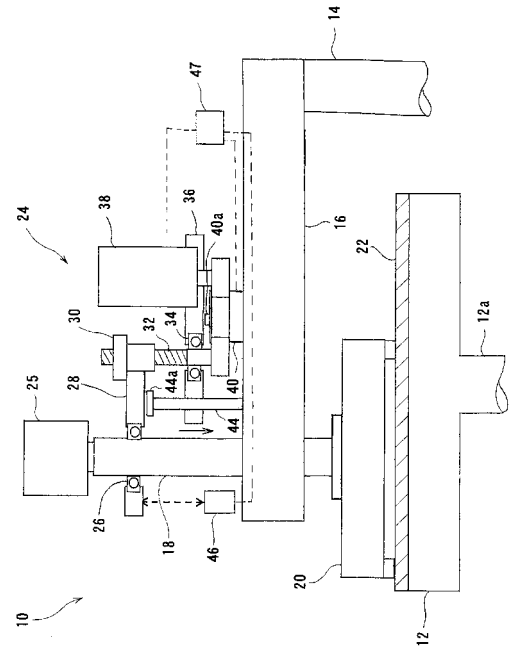
【００７７】

１０，１１０，２１０	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	
２４，１２４	上下動機構	20
２８，１２８	第１フレーム	
３０，１３０	ナット	
３２，１３２	ボールねじ	
３６，１３６	第２フレーム	
３８，１３８	ＡＣサーボモータ	
４６，５４，２４６	測距センサ	
４７	制御部	
５０	ドレッサ	
２５２	噴射ノズル	
３００	上部材	30
３０２	リテーナリング	
３０４	中間部材	
３０６	下部材	
３１０，３１２	ボルト（締結具）	
３１４，４０４	弾性膜	
３１６	エッジホルダ	
３１６ａ，３１８ａ	フック	
３１８	リプルホルダ	
３２０，３２２	ストッパ	
３２０ａ，３２２ａ	係合部	40
４００	シリンダ	
４０２	保持部材	
４０６	ピストン	
４０８	リング部材	
４２０	シール部材	
W	半導体ウェハ	

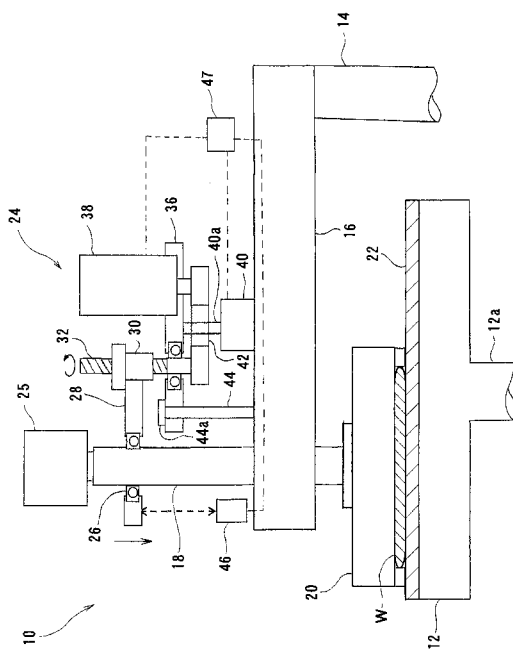
【図 1】



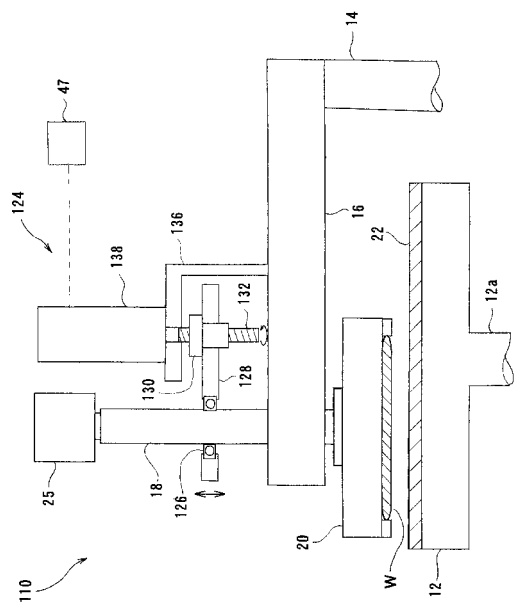
【図 2】



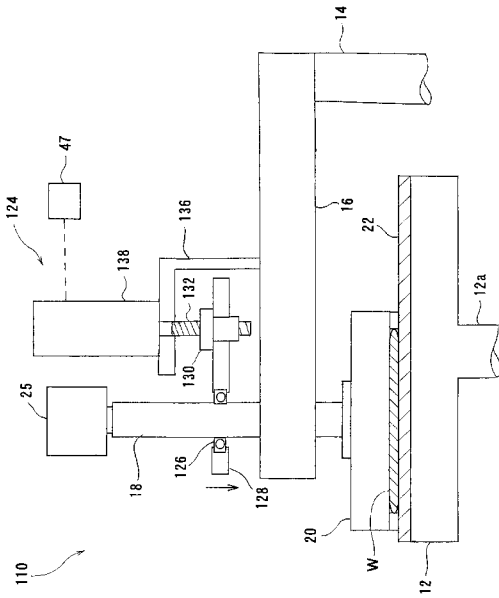
【図 3】



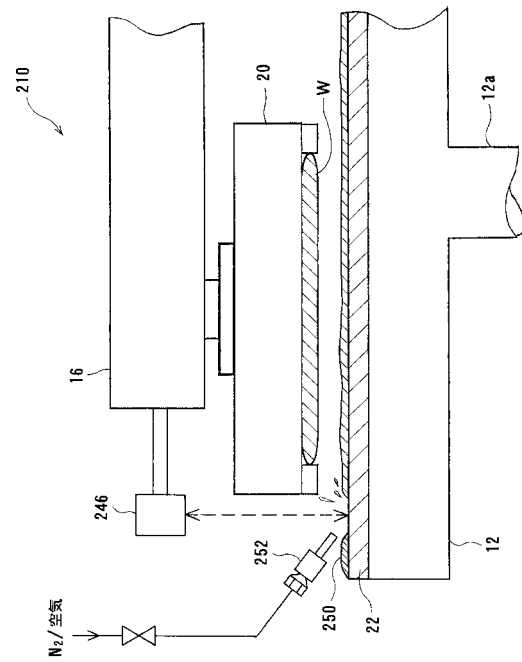
【図 4】



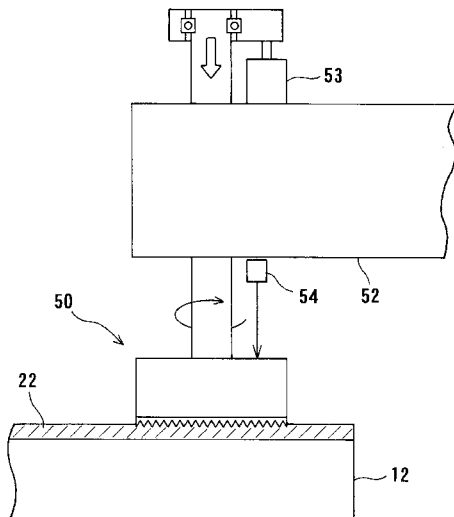
【図 5】



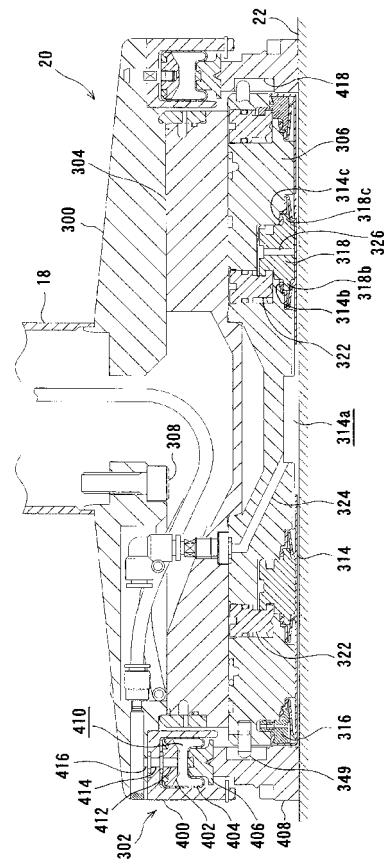
【図 6】



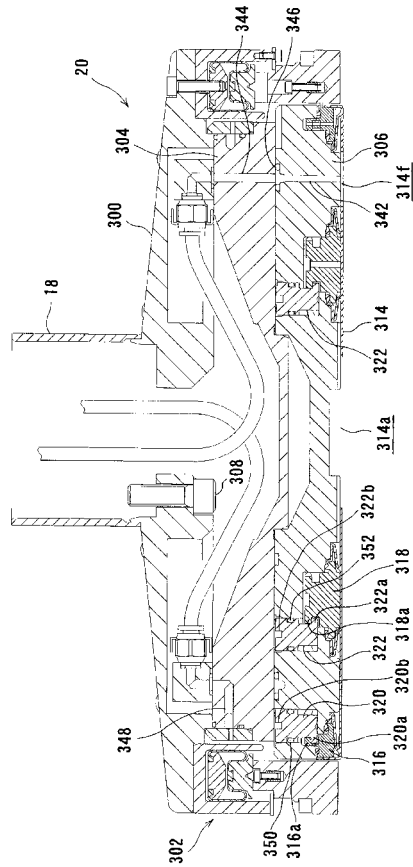
【図 7】



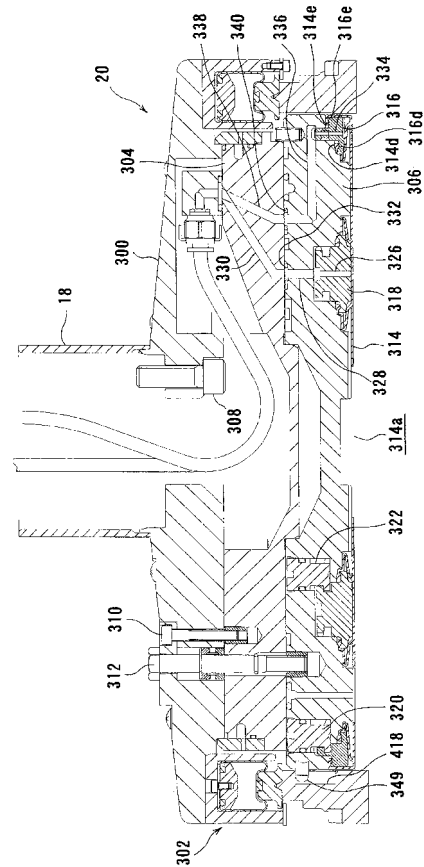
【図 8】



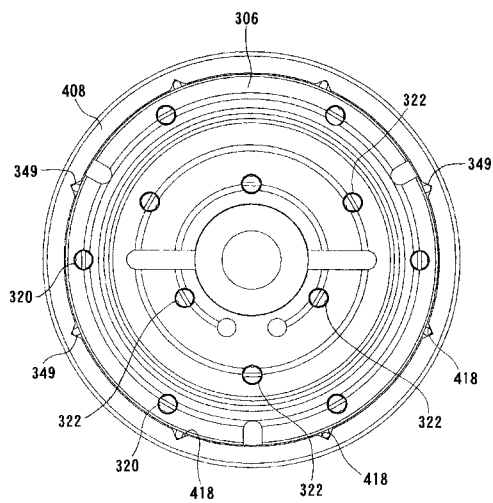
【図 9】



【図 10】

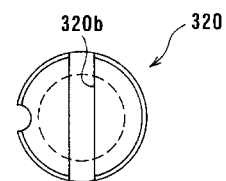


【図 11】

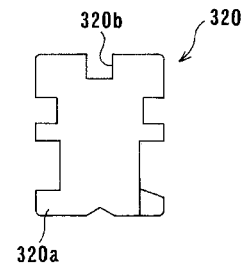


【図 12】

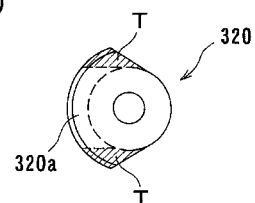
(a)



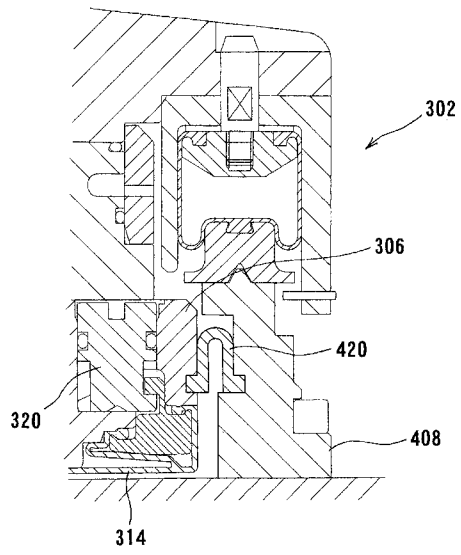
(b)



(c)



【図 13】



フロントページの続き

- (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
- (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 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

審査官 太田 良隆

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

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