(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2003 年10 月23 日 (23.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/086706 A1

(51) 国際特許分類[7]: B24B 37/04, H01L 21/304

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04894

(22) 国際出願日: 2003 年4 月17 日 (17.04.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-116721 2002 年4 月18 日 (18.04.2002) JP

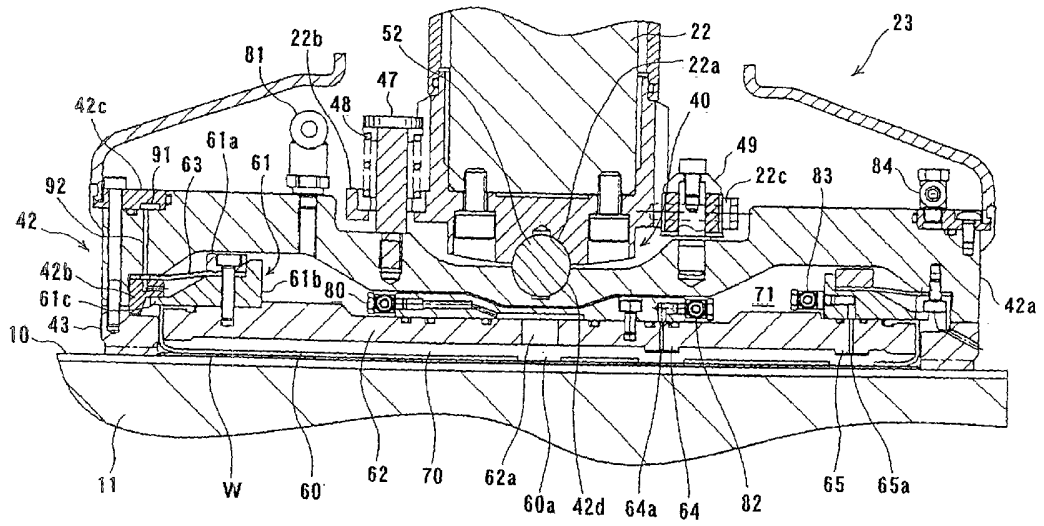
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 戸川 哲二 (TOGAWA,Tetsuji) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 福島 誠 (FUKUSHIMA,Makoto) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 桜井 邦彦 (SAKURAI,Kunihiko) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 吉田 博 (YOSHIDA,Hiroshi) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 鍋谷 治 (NABEYA,Osamu) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 市村 照彦 (ICHIMURA,Teruhiko) [JP/JP]; 〒259-1133 神奈川県 伊勢原市 東大竹１１６２－４ Kanagawa (JP).

[続葉有]

(54) Title: POLISHING METHOD

(54) 発明の名称: ポリッシング方法



(57) Abstract: A polishing method where a semiconductor wafer (W) is held by a top ring (23), pressed against a polishing surface (10) and polished. An elastic diaphragm (60) is installed on the lower face of an vertical moving member (62) so as to define a pressure chamber (70) in the top ring (23). A pressurized fluid is supplied to the pressure chamber (70) in order that the semiconductor wafer (W) is pressed against the polishing surface (10) by the fluid pressure of the fluid and polished. The pressurized fluid is jetted from an opening (62a) formed at the center of the vertical moving member (62) in order to separate the polished semiconductor wafer (W) from the top ring (23).

(57) 要約: 本発明は、トップリング（２３）により半導体ウェハ（W）を保持して該半導体ウェハ（W）を研磨面（１０）に押圧して研磨するポリッシング方法において、上下動可能な上下動部材（６２）の下面に弾性膜（６０）を取り付けることによりトップリング（２３）内に圧力室（７０）を形成し、圧力室（７０）に加圧流体を供給することにより半導体ウェハ（W）を該流体の流体圧により研磨面（１０）に押圧して研磨し、上下動部材（６２）の中央部に形成された開口（６２ａ）から加圧流体を噴射することにより研磨後の半導体ウェハ（W）をトップリング（２３）から離脱させる。

WO 03/086706 A1

(74) 代理人: 渡邉 勇，外(WATANABE,Isamu et al.); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿７丁目５番８号 ＧＯＷＡ 西新宿４階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明　細　書

ポリッシング方法

技術分野

本発明は、ポリッシング方法に係り、特に表面に薄膜が形成された半導体ウェハ等の研磨対象物を平坦かつ鏡面状に研磨するポリッシング方法に関するものである。

背景技術

近年、半導体デバイスがますます微細化され素子構造が複雑になり、またロジック系の多層配線の層数が増えるに伴い、半導体デバイスの表面の凹凸はますます増え、段差が大きくなる傾向にある。半導体デバイスの製造では薄膜を形成し、パターンニングや開孔を行う微細加工の後、次の薄膜を形成するという工程を何回も繰り返すためである。

半導体デバイスの表面の凹凸が増えると、薄膜形成時に段差部での膜厚が薄くなったり、配線の断線によるオープンや配線層間の絶縁不良によるショートが起こったりするため、良品が取れなかったり、歩留まりが低下したりする傾向がある。また、初期的に正常動作をするものであっても、長時間の使用に対しては信頼性の問題が生じる。更に、リソグラフィ工程における露光時に、照射表面に凹凸があると露光系のレンズ焦点が部分的に合わなくなるため、半導体デバイスの表面の凹凸が増えると微細パターンの形成そのものが難しくなるという問題が生ずる。

従って、半導体デバイスの製造工程においては、半導体デバイス表面の平坦化技術がますます重要になっている。この平坦化技術のうち、最

も重要な技術は、化学的機械的研磨（ＣＭＰ（Chemical Mechanical Polishing））である。この化学的機械的研磨は、ポリッシング装置を用いて、シリカ（SiO_2）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッド等の研磨面上に供給しつつ半導体ウェハなどの基板を研磨面に摺接させて研磨を行うものである。

この種のポリッシング装置は、研磨パッドからなる研磨面を有する研磨テーブルと、半導体ウェハを保持するためのトップリング又はキャリアヘッド等を備えている。このようなポリッシング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。

このようなポリッシング装置において、研磨中の半導体ウェハと研磨パッドの研磨面との間の相対的な押圧力が半導体ウェハの全面に亘って均一でない場合には、半導体ウェハの各部分に印加される押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。そのため、トップリングの半導体ウェハの保持面をゴム等の弾性材からなる弾性膜で形成し、弾性膜の裏面に空気圧等の流体圧を加え、半導体ウェハに印加する押圧力を全面に亘って均一化することも行われている。

また、上記研磨パッドは弾性を有するため、研磨中の半導体ウェハの外周縁部に加わる押圧力が不均一になり、半導体ウェハの外周縁部のみが多く研磨される、いわゆる「縁だれ」を起こしてしまう場合がある。このような縁だれを防止するため、半導体ウェハの外周縁をガイドリング又はリテーナリングによって保持すると共に、ガイドリング又はリテ

ーナリングによって半導体ウェハの外周縁側に位置する研磨面を押圧する構造を備えたトップリングも用いられている。

このようなトップリングを用いて研磨を行う際には、搬送されてきた半導体ウェハをトップリングに吸着して保持する必要がある。また、研磨終了後には、半導体ウェハを再度トップリングに吸着した後、搬送位置で半導体ウェハをトップリングから離脱させる必要がある。しかしながら、上述した弾性膜を用いたトップリングにおいては、弾性膜の存在により半導体ウェハの吸着及び離脱がうまくできない場合があった。

発明の開示

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、弾性膜を介して研磨対象物を保持して研磨を行う場合においても、研磨対象物を確実に吸着及び離脱することができるポリッシング方法を提供することを目的とする。

このような従来技術における問題点を解決するために、本発明の第１の態様は、トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより上記トップリング内に圧力室を形成し、上記圧力室に加圧流体を供給することにより上記研磨対象物を上記流体の流体圧により上記研磨面に押圧して研磨し、上記上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することにより研磨後の研磨対象物を上記トップリングから離脱させることを特徴とするポリッシング方法である。

このように、上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することにより、弾性膜と研磨対象物とが密着している部分にも加圧

流体が送り込まれるので、確実に研磨対象物を離脱することができる。

本発明の好ましい一態様は、上記圧力室を形成する弾性膜の研磨対象物と当接する面に孔を形成し、上記上下動部材の中央部に形成された開口に加え、上記弾性膜の孔からも加圧流体を噴射することにより研磨後の研磨対象物を上記トップリングから離脱させることを特徴としている。このように、上下動部材の中央部に形成された開口だけでなく、弾性膜の孔からも加圧流体を噴射して、より確実に研磨対象物を離脱することができる。

本発明の好ましい一態様は、上記弾性膜の孔から加圧流体を噴射した後、上記上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することを特徴としている。このようにすることで、弾性膜と研磨対象物との密着性を解消してより確実に研磨対象物を離脱することが可能となる。

本発明の第２の態様は、トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより上記トップリング内に圧力室を形成し、上記圧力室に加圧流体を供給することにより上記研磨対象物を上記流体の流体圧により上記研磨面に押圧して研磨し、研磨終了時に、上記上下動部材を下方に移動させて上記研磨対象物を上記上下動部材に設けられた吸着部に当接させ、該吸着部により上記研磨対象物を上記トップリングに吸着保持することを特徴とするポリッシング方法である。

研磨終了時には、研磨対象物と上下動部材が離れている場合があり、そのまま吸着部により研磨対象物を吸着させようとしても吸着できない場合がある。本発明によれば、研磨終了時に上下動部材を下方に移動させて研磨対象物を吸着部に当接させてから研磨対象物を吸着保持するの

で、研磨対象物を確実に吸着させることが可能となる。

本発明の第３の態様は、トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより上記トップリング内に圧力室を形成し、上記上下動部材を上記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングに対して上方に位置させた状態で上記研磨対象物を上記トップリングに導き、上記トップリングに導かれた研磨対象物を上記上下動部材に設けられた吸着部により上記トップリングに吸着保持し、上記トップリングに保持された研磨対象物を上記研磨面上に移動させ、上記圧力室に加圧流体を供給することにより上記研磨対象物を上記流体の流体圧により上記研磨面に押圧して研磨することを特徴とするポリッシング方法である。

研磨対象物をトップリングに受け渡す際に、上下動部材がリテーナリングよりも下方に突出していると、研磨対象物がずれた位置で吸着された場合に、その後の上下動部材の上昇によって研磨対象物がリテーナリングに引っ掛かり研磨対象物の脱落や破損の原因となるおそれがある。本発明によれば、予め上下動部材をリテーナリングに対して上方に位置させているので、研磨対象物はその外周部がリテーナリングにガイドされながら受け渡しされることとなる。従って、研磨対象物が上下動部材の上昇によってリテーナリングに引っ掛かることがなくなり、研磨対象物の脱落や破損を防止することができる。

図面の簡単な説明

図１は本発明の第１の実施形態におけるポリッシング装置を模式的に示す平面図である。

図２は図１に示すポリッシング装置の研磨部の要部を示す縦断面図である。

図３は図２に示す研磨部のトップリングユニットを流路構成と共に示す概略図である。

図４は図３に示すトップリングユニットのトップリングを示す縦断面図である。

図５は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図６は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図７は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図８は図４に示すトップリングの研磨終了後の状態を示す縦断面図である。

図９は図４に示すトップリングの研磨終了後の状態を示す縦断面図である。

図１０は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１１は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１２は図４に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１３は本発明の第２の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。

図１４Ａ乃至図１４Ｇは図１３に示すトップリングのリングチューブ

の弾性膜に形成される孔の形状を示す概略図である。

図１５は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１６は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１７は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図１８は図１３に示すトップリングの研磨終了後の状態を示す縦断面図である。

図１９は図１３に示すトップリングの研磨終了後の状態を示す縦断面図である。

図２０は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図２１は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

図２２は図１３に示すトップリングとプッシャとの関係を示す縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係るポリッシング方法の第１の実施形態について図１乃至図１２を参照して詳細に説明する。図１は、本発明の第１の実施形態におけるポリッシング装置を模式的に示す平面図である。図１に示すように、ポリッシング装置には、全体が長方形をなす床上のスペースの一端側に一対の研磨部１ａ，１ｂが対向して配置され、他端側にそれぞれ半導体ウェハ収納用カセット２ａ，２ｂを載置する一対のロード・ア

ンロードユニットが配置されている。研磨部１ａ，１ｂとロード・アンロードユニットとを結ぶ線上には、半導体ウェハを搬送する搬送ロボット４ａ，４ｂが２台配置されて搬送ラインが形成されている。この搬送ラインの両側には、それぞれ１台の反転機５，６と、この反転機５，６を挟んで２台の洗浄機７ａ，７ｂ，８ａ，８ｂとが配置されている。

２つの研磨部１ａ，１ｂは、基本的に同一の仕様の装置が搬送ラインに対称に配置されており、それぞれ、上面に研磨パッドを貼付した研磨テーブル１１と、研磨対象物である半導体ウェハを真空吸着により保持し、これを研磨テーブル１１上の研磨パッドに押圧して研磨するトップリングユニット１２と、研磨テーブル１１上の研磨パッドの目立て（ドレッシング）を行うドレッシングユニット１３とを備えている。また、研磨部１ａ，１ｂには、それぞれの搬送ライン側に、半導体ウェハをトップリングユニット１２との間で授受するプッシャ１４が設けられている。

搬送ロボット４ａ，４ｂは、水平面内で屈折自在な関節アームを有しており、それぞれ上下に２つの把持部をドライフィンガーとウェットフィンガーとして使い分けている。本実施形態では２台のロボットが使用されるので、基本的に第１搬送ロボット４ａは反転機５，６よりカセット２ａ，２ｂ側の領域を、第２搬送ロボット４ｂは反転機５，６より研磨部１ａ，１ｂ側の領域を受け持つ。

反転機５，６は半導体ウェハの上下を反転させるもので、搬送ロボット４ａ，４ｂのハンドが到達可能な位置に配置されている。本実施形態では、２つの反転機５，６をドライ基板を扱うものと、ウエット基板を扱うものとに使い分けている。

各洗浄機７ａ，７ｂ，８ａ，８ｂの形式は任意であるが、例えば、研

磨部１ａ，１ｂ側はスポンジ付きのローラで半導体ウェハの表裏両面を拭う形式の洗浄機７ａ，７ｂであり、カセット２ａ，２ｂ側は半導体ウェハのエッジを把持して水平面内で回転させながら洗浄液を供給する形式の洗浄機８ａ，８ｂである。後者は、遠心脱水して乾燥させる乾燥機としての機能をも備える。洗浄機７ａ，７ｂにおいて半導体ウェハの１次洗浄を行うことができ、洗浄機８ａ，８ｂにおいて１次洗浄後の半導体ウェハの２次洗浄を行うことができる。

次に、上述した研磨部の詳細を説明する。図２は、図１に示す研磨部１ａの要部を示す縦断面図である。なお、以下では、研磨部１ａについてのみ説明するが、研磨部１ｂについても研磨部１ａと同様に考えることができる。

図２に示すように、研磨部１ａは、上面に研磨パッド１０を貼付した研磨テーブル１１と、研磨対象物である半導体ウェハＷを真空吸着により保持し、これを研磨テーブル１１に押圧して研磨するトップリングユニット１２と、研磨テーブル１１上の研磨パッド１０の目立て（ドレッシング）を行うドレッシングユニット１３とを備えている。研磨テーブル１１は、テーブル軸１１ａ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、研磨テーブル１１は、図２の矢印Ｃで示すようにそのテーブル軸１１ａ周りに回転可能になっている。研磨テーブル１１の研磨パッド１０の表面は研磨対象物である半導体ウェハＷと摺接する研磨面を構成している。

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。ＳＵＢＡ

８００、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又は孔を有している。

研磨テーブル１１の上方には研磨液供給ノズル１５及び水供給ノズル１６が配置されており、研磨液供給ノズル１５からは純水や薬液などの研磨液が、水供給ノズル１６からはドレッシングに使用するドレッシング液（例えば、水）が、それぞれ研磨テーブル１１上の研磨面１０上に供給される。また、これら研磨液と水を回収する枠体１７が研磨テーブル１１の周囲に設けられており、この枠体の下部に樋１７ａが形成されている。

トップリングユニット１２は、回転可能な支軸２０と、支軸２０の上端に連結されるトップリングヘッド２１と、トップリングヘッド２１の自由端から垂下するトップリングシャフト２２と、トップリングシャフト２２の下端に連結される略円盤状のトップリング２３とから構成されている。トップリング２３は、支軸２０の回転によるトップリングヘッド２１の揺動と共に水平方向に移動し、図１の矢印Ａで示すように、プッシャ１４と研磨面１０上の研磨位置との間での往復運動が可能となっている。また、トップリング２３は、トップリングシャフト２２を介してトップリングヘッド２１の内部に設けられた図示しないモータ及び昇降シリンダに連結されており、これにより、図２の矢印Ｄ，Ｅに示すように昇降可能かつトップリングシャフト２２周りに回転可能となっている。また、研磨対象である半導体ウェハＷは、トップリング２３の下端面に真空等によって吸着、保持されている。これらの機構により、トップリング２３は自転しながら、その下面に保持した半導体ウェハＷを研

磨面１０に対して任意の圧力で押圧することができる。

ドレッシングユニット１３は、研磨を行って劣化した研磨面１０の表面を再生するもので、研磨テーブル１１の中心に対してトップリングユニット１２とは反対側に配置されている。ドレッシングユニット１３は、上記トップリングユニット１２と同様に、回転可能な支軸３０と、支軸３０の上端に連結されるドレッサヘッド３１と、ドレッサヘッド３１の自由端から垂下するドレッサーシャフト３２と、ドレッサーシャフト３２の下端に連結されるドレッサ３３と、ドレッサ３３の下面に取り付けられたドレッシング部材３４とから構成されている。ドレッサ３３は、支軸３０の回転によるドレッサヘッド３１の揺動と共に水平方向に移動し、図１の矢印Ｂで示すように、研磨面１０上のドレッシング位置と研磨テーブル１１の外側の待機位置との間で往復運動が可能となっている。

図３は図２に示す研磨部のトップリングユニット１２を流路構成と共に示す概略図、図４は図３に示すトップリングユニット１２のトップリング２３を示す縦断面図である。図３及び図４に示すように、トップリング２３は、自在継手部４０を介してトップリングシャフト２２に接続されており、トップリングシャフト２２はトップリングヘッド２１に固定されたトップリング用エアシリンダ１１１に連結されている。トップリング２３は、トップリングシャフト２２の下端に連結される略円盤状のトップリング本体４２と、トップリング本体４２の外周部に配置されたリテーナリング４３とを備えている。トップリング本体４２は金属やセラミックス等の強度及び剛性が高い材料から形成されている。また、リテーナリング４３は、剛性の高い樹脂材又はセラミックス等から形成されている。

トップリング用エアシリンダ１１１はレギュレータＲ１を介して圧力

調整部１２０に接続されている。この圧力調整部１２０は、圧縮空気源から加圧空気等の加圧流体を供給することによって、あるいはポンプ等により真空引きすることによって圧力の調整を行うものである。この圧力調整部１２０によってトップリング用エアシリンダ１１１に供給される加圧空気の空気圧等をレギュレータＲ１を介して調整することができる。このトップリング用エアシリンダ１１１によってトップリングシャフト２２は上下動し、トップリング２３の全体を昇降させると共にトップリング本体４２に取り付けられたリテーナリング４３を所定の押圧力で研磨テーブル１１に押圧できるようになっている。

また、トップリングシャフト２２はキー（図示せず）を介して回転筒１１２に連結されている。この回転筒１１２はその外周部にタイミングプーリ１１３を備えている。トップリングヘッド２１にはトップリング用モータ１１４が固定されており、上記タイミングプーリ１１３は、タイミングベルト１１５を介してトップリング用モータ１１４に設けられたタイミングプーリ１１６に接続されている。従って、トップリング用モータ１１４を回転駆動することによってタイミングプーリ１１６、タイミングベルト１１５、及びタイミングプーリ１１３を介して回転筒１１２及びトップリングシャフト２２が一体に回転し、トップリング２３が回転する。なお、トップリングヘッド２１は、フレーム（図示せず）に回転可能に支持された支軸２０によって支持されている。

図４に示すように、トップリング本体４２は、円筒容器状のハウジング部４２ａと、ハウジング部４２ａの円筒部の内側に嵌合される環状の加圧シート支持部４２ｂと、ハウジング部４２ａの上面の外周縁部に嵌合された環状のシール部４２ｃとを備えている。トップリング本体４２のハウジング部４２ａの下端にはリテーナリング４３が固定されている。

このリテーナリング４３の下部は内方に突出している。

トップリング本体４２のハウジング部４２ａの中央部の上方には、上述したトップリングシャフト２２が配設されており、トップリング本体４２とトップリングシャフト２２とは自在継手部４０により連結されている。この自在継手部４０は、トップリング本体４２及びトップリングシャフト２２を互いに傾動可能とする球面軸受機構と、トップリングシャフト２２の回転をトップリング本体４２に伝達する回転伝達機構とを備えており、トップリングシャフト２２からトップリング本体４２に対して互いの傾動を許容しつつ押圧力及び回転力を伝達する。

球面軸受機構は、トップリングシャフト２２の下面の中央に形成された球面状凹部２２ａと、トップリング本体４２の上面の中央部に形成された球面状凹部４２ｄと、両凹部２２ａ，４２ｄ間に介装されたセラミックスのような高硬度材料からなるベアリングボール５２とから構成されている。図４に示すように、トップリング本体４２のトップリングシャフト２２の近傍には接続ボルト４７が取り付けられており、この接続ボルト４７とトップリングシャフト２２に設けられたばね受け２２ｂとの間にはコイルばね４８が介装されている。このような構造によって、トップリング本体４２はトップリングシャフト２２に対して傾動可能に保持されるようになっている。

一方、回転伝達機構は、トップリング本体４２のトップリングシャフト２２の近傍に固定された係合ピン４９と、トップリングシャフト２２に形成された係合孔２２ｃとから構成される。トップリング本体４２が傾いても係合ピン４９は係合孔２２ｃ内を上下方向に移動可能であるため、係合ピン４９は係合孔２２ｃと接触点をずらして係合し、回転伝達機構がトップリングシャフト２２の回転トルクをトップリング本体４２

に確実に伝達するようになっている。

トップリング本体４２及びリテーナリング４３の内部に画成された空間内には、トップリング２３によって保持される半導体ウェハWに当接する弾性パッド６０と、環状のホルダーリング６１と、トップリング本体４２内部の収容空間内で上下動可能な概略円盤状のチャッキングプレート（上下動部材）６２とが収容されている。弾性パッド６０は、その外周部がホルダーリング６１とホルダーリング６１の下端に固定されたチャッキングプレート６２との間に挟み込まれており、チャッキングプレート６２の下面を覆っている。これにより弾性パッド６０とチャッキングプレート６２との間には圧力室７０が形成されている。弾性パッド６０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、ネオプレンゴム等の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。

チャッキングプレート６２の中央部には開口６２ａが形成されている。この開口６２ａはチューブ、コネクタ等からなる流体路８０に連通しており、流体路８０上に配置されたレギュレータＲ２を介して圧力調整部１２０に接続されている。すなわち、弾性パッド６０とチャッキングプレート６２との間の圧力室７０は、流体路８０上に配置されたレギュレータＲ２を介して圧力調整部１２０に接続されている。また、弾性パッド６０には、開口６２ａに対応する位置に大径（例えば直径１２ｍｍ）の中央孔６０ａが形成されている。

ホルダーリング６１とトップリング本体４２との間には弾性膜からなる加圧シート６３が張設されている。この加圧シート６３の一端は、トップリング本体４２の下面に取り付けられた加圧シート支持部４２ｂによって挟持され、他端はホルダーリング６１の上端部６１ａとストッパ

部６１ｂとの間に挟持されている。トップリング本体４２、チャッキングプレート６２、ホルダーリング６１、及び加圧シート６３によってトップリング本体４２の内部に圧力室７１が形成されている。図４に示すように、圧力室７１にはチューブ、コネクタ等からなる流体路８１が連通されており、圧力室７１は流体路８１上に配置されたレギュレータＲ３を介して圧力調整部１２０に接続されている。なお、加圧シート６３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、ネオプレンゴム等の強度及び耐久性に優れたゴム材もしくはファイバーを含み強化されたゴムや非常に薄いステンレス（例えば厚さ０．２ｍｍ）等によって形成されている。

ここで、弾性パッド６０の外周面とリテーナリング４３との間には、わずかな間隙があるので、ホルダーリング６１とチャッキングプレート６２等の部材は、トップリング本体４２及びリテーナリング４３に対して上下方向に移動可能で、フローティングする構造となっている。ホルダーリング６１のストッパ部６１ｂには、その外周縁部から外方に突出する突起６１ｃが複数箇所に設けられており、この突起６１ｃがリテーナリング４３の内方に突出している部分の上面に係合することにより、上記ホルダーリング６１等の部材の下方への移動が所定の位置までに制限される。

加圧シート６３がゴムなどの弾性体である場合に、加圧シート６３をリテーナリング４３とトップリング本体４２との間に挟み込んで固定した場合には、弾性体としての加圧シート６３の弾性変形によってリテーナリング４３の下面において好ましい平面が得られなくなってしまう。従って、これを防止するため、本実施形態では、別部材として加圧シート支持部４２ｂを設けて、これをトップリング本体４２のハウジング部

４２ａと加圧シート支持部４２ｂとの間に挟み込んで固定している。なお、リテーナリング４３をトップリング本体４２に対して上下動可能としたり、リテーナリング４３をトップリング本体４２とは独立に押圧可能な構造としたりすることもでき、このような場合には、必ずしも上述した加圧シート６３の固定方法が用いられるとは限らない。

上述したチャッキングプレート６２と弾性パッド６０との間の圧力室７０及びチャッキングプレート６２の上方の圧力室７１には、それぞれの圧力室７０，７１に連通される流体路８０，８１を介して加圧空気等の加圧流体を供給する、あるいは大気圧や真空にすることができるようになっている。すなわち、図３に示すように、圧力室７０，７１の流体路８０，８１上に配置されたレギュレータＲ２，Ｒ３によってそれぞれの圧力室に供給される加圧流体の圧力を調整することができる。これにより各圧力室７０，７１の内部の圧力を各々独立に制御する又は大気圧や真空にすることができるようになっている。

また、チャッキングプレート６２には、下方に突出する内側吸着部６４及び外側吸着部６５が開口６２ａの外側に設けられている。内側吸着部６４には、チューブ、コネクタ等からなる流体路８２に連通する連通孔６４ａが形成されており、内側吸着部６４はこの流体路８２上に配置されたレギュレータＲ４を介して圧力調整部１２０に接続されている。同様に、外側吸着部６５には、チューブ、コネクタ等からなる流体路８３に連通する連通孔６５ａが形成されており、外側吸着部６５はこの流体路８３上に配置されたレギュレータＲ５を介して圧力調整部１２０に接続されている。圧力調整部１２０により吸着部６４，６５の連通孔６４ａ，６５ａの開口端に負圧を形成し、吸着部６４，６５に半導体ウェハＷを吸着することができる。なお、吸着部６４，６５の下端面には薄

いゴムシートやバッキングフィルム等からなる弾性シートが貼着されており、吸着部６４，６５は半導体ウェハＷを柔軟に吸着保持するようになっている。

トップリング本体４２のシール部４２ｃの下面には環状の溝からなる洗浄液路９１が形成されている。この洗浄液路９１は流体路８４に連通されている。また、シール部４２ｃの洗浄液路９１から延びハウジング部４２ａ、加圧シート支持部４２ｂを貫通する連通孔９２が複数箇所形成されており、この連通孔９２は弾性パッド６０の外周面とリテーナリング４３との間のわずかな間隙に連通されている。この洗浄液路９１を介して洗浄液（純水）が間隙に供給されるようになっている。

次に、このような構成のポリッシング装置の動作を説明する。まず、第１搬送ロボット４ａで半導体ウェハＷをカセット２ａ又は２ｂから取り出し、反転機５又は６で反転させた後、第２搬送ロボット４ｂでプッシャ１４上に搬送して載置する。この状態で、トップリングユニット１２のトップリングヘッド２１を揺動させてトップリング２３をプッシャ１４の上方に移動させる。

図５は、このときの状態を示す縦断面図である。図５に示すように、プッシャ１４は、エアシリンダ等により上下動可能なガイドステージ１４１と、この外周部に設けられたウェハガイド１４２と、ガイドステージ１４１の上方に配置され、ガイドステージ１４１とは独立に上下動可能なプッシュステージ１４３とを備えている。ウェハガイド１４２は、上段部１４４と下段部１４５とを有する２段の階段構造となっている。ウェハガイド１４２の上段部１４４はトップリング２３のリテーナリング４３の下面とのアクセス部であり、下段部１４５は半導体ウェハＷの求芯用及び保持用である。上段部１４４の上方にはリテーナリング４３

を導くためのテーパ１４６が形成されており、下段部１４５の上方には半導体ウェハWを導くためのテーパ１４７が形成されている。半導体ウェハWは、ウェハガイド１４２のテーパ１４７によって求芯された状態で、ウェハガイド１４２の下段部１４５に載置される。

ここで、図５に示す状態においては、トップリング２３内の圧力室７１を流路８１を介して圧力調整部１２０に接続し、圧力室７１を負圧にしておく。これにより、チャッキングプレート６２は、図５に示すように、リテーナリング４３に対して上方に位置することとなる。このようにすることで、後述するように半導体ウェハWの吸着を確実に行うことが可能となる。

次に、図６に示すように、プッシャ１４のガイドステージ１４１を上昇させ、ウェハガイド１４２のテーパ１４６によってリテーナリング４３をウェハガイド１４２の上段部１４４に導く。ウェハガイド１４２の上段部１４４がリテーナリング４３の下面と接触することでガイドステージ１４１の上昇が終了する。

この状態で、図７に示すように、プッシャ１４のプッシュステージ１４３が上昇して、ウェハガイド１４２の下段部１４５に載置された半導体ウェハWのパターン面を保持して、半導体ウェハWをトップリング２３の弾性パッド６０に当接させる。そして、吸着部６４，６５の連通孔６４ａ，６５ａを流体路８２，８３を介して圧力調整部１２０に接続し、この連通孔６４ａ，６５ａの吸引作用により吸着部６４，６５の下端面に半導体ウェハWを真空吸着する。

この半導体ウェハWの受け渡しの際に、チャッキングプレート６２がリテーナリング４３よりも下方に突出していると、半導体ウェハWがずれた位置で吸着された場合に、その後のチャッキングプレート６２の上

昇によって半導体ウェハWがリテーナリング４３に引っ掛かりウェハの脱落や破損の原因となるおそれがある。本実施形態では、上述したように、トップリング２３内の圧力室７１を負圧にして予めチャッキングプレート６２をリテーナリング４３に対して上方に位置させているので、半導体ウェハWはその外周部がリテーナリング４３にガイドされながら受け渡しされることとなる。従って、半導体ウェハWがチャッキングプレート６２の上昇によってリテーナリング４３に引っ掛かることがなくなり、ウェハの脱落や破損を防止することができる。

半導体ウェハWの吸着が完了すると、プッシャ１４を下降させ、トップリングヘッド２１を水平に揺動させて半導体ウェハWを吸着させた状態で研磨面１０の上方にトップリングヘッド２１を移動させる。なお、半導体ウェハWの外周縁はリテーナリング４３によって保持され、半導体ウェハWがトップリング２３から飛び出さないようになっている。そして、トップリング２３を回転させながら下降させ、回転している研磨テーブル１１上の研磨面１０に向けて半導体ウェハWを押圧する。すなわち、研磨時には、吸着部６４，６５による半導体ウェハWの吸着を解除し、トップリング２３の下面に半導体ウェハWを保持させると共に、トップリングシャフト２２に連結されたトップリング用エアシリンダ１１１を作動させてトップリング２３の下端に固定されたリテーナリング４３を所定の押圧力で研磨テーブル１１の研磨面１０に押圧する。この状態で、圧力室７０に所定圧力の加圧流体を供給し、半導体ウェハWを研磨テーブル１１の研磨面に押圧する。このとき、研磨液供給ノズル１５から研磨液を供給しながら半導体ウェハWの研磨される面（下面）と研磨面１０との間に研磨液が存在した状態で半導体ウェハWの研磨が行われる。図４はこの研磨時の状態を示している。

上述のようにして、トップリング用エアシリンダ１１１によってリテーナリング４３が研磨面１０に押圧される力と、圧力室７０に供給する加圧空気によって半導体ウェハWが研磨面１０に押圧される力とを適宜調整して半導体ウェハWの研磨が行われる。なお、圧力室７０に加圧流体を供給すると、チャッキングプレート６２は上方向の力を受けるので、本実施形態では、圧力室７１に流体路８１を介して圧力流体を供給し、圧力室７０からの力によりチャッキングプレート６２が上方に持ち上げられるのを防止している。

研磨終了後は、図８に示すように、圧力室７０への加圧流体の供給を止め、大気圧に開放することにより、チャッキングプレート６２を下降させ、吸着部６４，６５の下端面を半導体ウェハWに当接させる。また、圧力室７１内の圧力を大気圧に開放するか、もしくは負圧にする。これは、圧力室７１の圧力を高いままにしておくと、半導体ウェハWの吸着部６４，６５に当接している部分のみが、研磨面に強く押圧されることになってしまうためである。そして、半導体ウェハWを吸着部６４，６５の下端面に再び真空吸着させる。このように、研磨終了時にチャッキングプレート６２を下降させることで、半導体ウェハWを吸着部６４，６５に確実に吸着することが可能となる。

そして、半導体ウェハWを吸着させた状態でトップリング２３をオーバーハング位置まで移動させ、図９に示すように、圧力室７１を流路８１を介して圧力調整部１２０に接続してトップリング２３内の圧力室７１を負圧にし、チャッキングプレート６２をリテーナリング４３に対して上方に位置させる。この状態で、トップリング２３を上昇させ、トップリングヘッド２１を水平に揺動させてトップリング２３を図１０に示すように再びプッシャ１４の上方まで移動させる。

次に、図１１に示すように、プッシャ１４のガイドステージ１４１を上昇させ、ウェハガイド１４２のテーパ１４６によってリテーナリング４３をウェハガイド１４２の上段部１４４に導く。そして、ウェハガイド１４２の上段部１４４がリテーナリング４３の下面と接触することでガイドステージ１４１の上昇が終了する。

この状態で、図１２に示すように、チャッキングプレート６２の中央部の開口６２ａ及び吸着部６４，６５をそれぞれ流体路８０，８２，８３を介して圧力調整部１２０に接続し、開口６２ａ及び吸着部６４，６５から加圧流体（例えば、圧縮空気もしくは窒素と純水を混合したもの）を例えば０．２ＭＰａの圧力で下方に噴射する（ウォータスパウト）。この流体の噴射により、弾性パッド６０の下面から半導体ウェハＷが離脱して、半導体ウェハＷはウェハガイド１４２のテーパ１４７によって求芯された状態で、ウェハガイド１４２の下段部１４５に保持されることとなる。

このように、本実施形態では、チャッキングプレート６２の中央部に形成された大径の開口６２ａ及び吸着部６４，６５から加圧流体を噴射するため、弾性パッド６０と半導体ウェハＷとが密着している部分にも加圧流体が送り込まれるので、より確実に半導体ウェハＷを離脱することができる。

このようにして、研磨後の半導体ウェハＷがトップリング２３からプッシャ１４に渡され、必要に応じて純水又は洗浄液により半導体ウェハＷ及びトップリング２３の洗浄を行う。その後、トップリング２３はプッシャ１４から新たな半導体ウェハＷを受け取って研磨テーブル１０上に移動し、新たな研磨を行う。

所定の研磨量だけ半導体ウェハＷを研磨した時点で研磨処理が終了す

るが、この研磨作業の終了時点では、研磨によって研磨面１０の特性が変化し、次に行う研磨の研磨性能が低下しているので、ドレッシングユニット１３により研磨面１０のドレッシングを行う。ドレッシングは、ドレッサ３３及び研磨テーブル１１をそれぞれ独立に自転させつつ、ドレッシング部材３４を所定の押圧力で研磨面１０に当接させる。このとき、ドレッシング部材３４が研磨面１０に接触するのと同時又は接触する前に、水供給ノズル１６から研磨面１０の上面に水を供給し、研磨面１０に残留している使用済みの研磨液を洗い流す。ドレッシング終了後のドレッサ３３は、ドレッシングヘッド３１の駆動により待機位置に戻され、この待機位置に設置されたドレッサ洗浄装置１８（図１参照）によって洗浄される。

プッシャ１４上に載置された研磨後の半導体ウェハWは、第２搬送ロボット４ｂにより、例えばロールスポンジによる両面洗浄機能を有する洗浄機７ａ又は７ｂに搬送し、この洗浄機７ａ又は７ｂで基板Wの両面を洗浄した後、第２搬送ロボット４ｂでこれを反転機５又は６に搬送して反転させる。その後、第１搬送ロボット４ａで反転機５又は６上の半導体ウェハWを取り出し、これを、例えば上面洗浄のペンスポンジとスピンドライ機能を具備する第２の洗浄機８ａ又は８ｂに搬送して洗浄・乾燥させ、第１搬送ロボット４ａでカセット２ａ，２ｂに戻す。

次に、本発明に係るポリッシング方法の第２の実施形態について図１３乃至図２２を参照して詳細に説明する。なお、上述の第１の実施形態における部材又は要素と同一の作用又は機能を有する部材又は要素には同一の符号を付し、特に説明しない部分については第１の実施形態と同様である。また、トップリング以外の構成については基本的に上述の第１の実施形態と同様である。

図１３は、本発明の第２の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。本実施形態においては、トップリング本体４２及びトップリング本体４２に一体に固定されたリテーナリング４３の内部に画成された空間内には、トップリング１２３によって保持される半導体ウェハＷの外周部に当接するアウターメンブレン１６０が収容されており、第１の実施形態における弾性パッドは設けられていない。

アウターメンブレン１６０は、その外周部がホルダーリング６１とホルダーリング６１の下端に固定されたチャッキングプレート６２との間に挟み込まれており、チャッキングプレート６２の外縁近傍の下面を覆っている。このアウターメンブレン１６０の下端面は、ポリッシング対象物である半導体ウェハＷの上面に接する。アウターメンブレン１６０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及び耐久性に優れたゴム材によって形成されている。なお、半導体ウェハＷの外縁にはノッチやオリエンテーションフラットと呼ばれる、半導体ウェハの向きを認識（特定）するための切り欠きが設けられているが、このようなノッチやオリエンテーションフラットよりもチャッキングプレート６２の内周側にまでアウターメンブレン１６０が延出していることが好ましい。

また、チャッキングプレート６２と半導体ウェハＷとの間に形成される空間の内部には、半導体ウェハＷに当接する当接部材としてのリングチューブ１７０が設けられている。本実施形態においては、図１３に示すように、リングチューブ１７０はチャッキングプレート６２の中央部の開口６２ａを取り囲むように配置されている。また、本実施形態においては、リングチューブ１７０の外側に外側吸着部６５のみが設けられており、内側吸着部は設けられていない。

リングチューブ１７０は、半導体ウェハＷの上面に当接する弾性膜１７１と、弾性膜１７１を着脱可能に保持するリングチューブホルダー１７２とから構成されており、これらの弾性膜１７１とリングチューブホルダー１７２によってリングチューブ１７０の内部に圧力室７２が形成されている。また、チャッキングプレート６２と半導体ウェハＷとの間に形成される空間は、上記リングチューブ１７０によって複数の空間に区画されており、リングチューブ１７０の内側、すなわちチャッキングプレート６２の中央部の開口６２ａの周囲には圧力室７３が、リングチューブ１７０の外側、すなわち吸着部６５の周囲には圧力室７４がそれぞれ形成されている。なお、リングチューブ１７０の弾性膜１７１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及び耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

リングチューブ１７０の弾性膜１７１には、半導体ウェハＷが当接する面に孔１７１ａが形成されている。この孔１７１ａは、例えば、図１４Ａ及び図１４Ｂに示すように、複数の楕円又は円を組み合わせた形状としてもよく、図１４Ｃに示すように楕円に三角形状の切り込みを形成したものでもよく、あるいは図１４Ｄに示すように大きな楕円形状であってもよい。また、図１４Ｅに示すように正方形やひし形であってもよく、図１４Ｆ及び図１４Ｇに示すように単なるスリットであってもよい。

リングチューブ１７０内の圧力室７２には、チューブ、コネクタ等からなる流体路８５が連通されており、圧力室７２はこの流体路８５上に配置されたレギュレータを介して圧力調整部１２０（図３参照）に接続されている。また、圧力室７３はチューブ、コネクタ等からなる流体路８６に連通しており、圧力室７３はこの流体路８６上に配置されたレギュレータを介して圧力調整部１２０に接続されている。

上述したチャッキングプレート６２の上方の圧力室７１及び上記圧力室７２，７３，７４には、各圧力室に連通される流体路８１，８５，８６，８３を介して加圧空気等の加圧流体を供給する、あるいは大気圧や真空にすることができるようになっている。すなわち、圧力室７１～７４の流体路８１，８５，８６，８３上に配置されたレギュレータによってそれぞれの圧力室に供給される加圧流体の圧力を調整することができる。これにより、各圧力室７１～７４の内部の圧力を各々独立に制御する又は大気圧や真空にすることができるようになっている。このように、レギュレータによって各圧力室７１～７４の内部の圧力を独立に可変とすることにより、半導体ウェハＷを研磨パッド１０に押圧する押圧力を半導体ウェハＷの部分ごとに調整することができる。

この場合において、各圧力室７２～７４に供給される加圧流体や大気圧の温度をそれぞれ制御することとしてもよい。このようにすれば、半導体ウェハ等の研磨対象物の被研磨面の裏側から研磨対象物の温度を直接制御することができる。特に、各圧力室の温度を独立に制御することとすれば、ＣＭＰにおける化学的研磨の化学反応速度を制御することが可能となる。

次に、本実施形態におけるポリッシング装置の動作を説明する。まず、第１搬送ロボット４ａで半導体ウェハＷをカセット２ａ又は２ｂから取り出し、反転機５又は６で反転させた後、第２搬送ロボット４ｂでプッシャ１４上に搬送して載置する。この状態で、トップリングユニット１２のトップリングヘッド２１を揺動させてトップリング１２３をプッシャ１４の上方に移動させる。

図１５は、このときの状態を示す縦断面図である。図１５に示す状態においては、トップリング１２３内の圧力室７１を流路８１を介して圧

力調整部１２０に接続し、圧力室７１を負圧にしておく。これにより、チャッキングプレート６２は、図１５に示すように、リテーナリング４３に対して上方に位置することとなる。第１の実施形態と同様に、このようにすることで半導体ウェハWの吸着を確実に行うことが可能となる。

次に、図１６に示すように、プッシャ１４のガイドステージ１４１を上昇させ、ウェハガイド１４２のテーパ１４６によってリテーナリング４３をウェハガイド１４２の上段部１４４に導く。ウェハガイド１４２の上段部１４４がリテーナリング４３の下面と接触することでガイドステージ１４１の上昇が終了する。

この状態で、図１７に示すように、プッシャ１４のプッシュステージ１４３が上昇して、ウェハガイド１４２の下段部１４５に載置された半導体ウェハWのパターン面を保持して、半導体ウェハWをトップリング１２３のアウターメンブレン１６０及びリングチューブ１７０に当接させる。そして、リングチューブ１７０内の圧力室７２、及び圧力室７３，７４に連通した流体路８５，８６，８３を圧力調整部１２０に接続し、流体路８５，８６，８３を負圧にして半導体ウェハWを真空吸着する。例えば、流体路８３の圧力を－８０ｋＰａ、流体路８５，８６の圧力を－２０ｋＰａとして半導体ウェハWを真空吸着する。

このとき、上述したように、トップリング１２３内の圧力室７１を負圧にして予めチャッキングプレート６２をリテーナリング４３に対して上方に位置させているので、半導体ウェハWはその外周部がリテーナリング４３にガイドされながら受け渡しされることとなる。従って、半導体ウェハWがチャッキングプレート６２の上昇によってリテーナリング４３に引っ掛かることがなくなり、ウェハの脱落や破損を防止することができる。

半導体ウェハWの吸着が完了すると、プッシャ１４を下降させ、トップリングヘッド２１を水平に揺動させて半導体ウェハWを吸着させた状態で研磨面１０の上方に移動させる。なお、半導体ウェハWの外周縁はリテーナリング４３によって保持され、半導体ウェハWがトップリング１２３から飛び出さないようになっている。そして、トップリング１２３を回転させながら下降させ、回転している研磨テーブル１１上の研磨面１０に向けて半導体ウェハWを押圧する。すなわち、研磨時には、半導体ウェハWの吸着を解除し、トップリング１２３の下面に半導体ウェハWを保持させると共に、トップリングシャフト２２に連結されたトップリング用エアシリンダ１１１を作動させてトップリング１２３の下端に固定されたリテーナリング４３を所定の押圧力で研磨テーブル１１の研磨面１０に押圧する。この状態で、圧力室７２，７３，７４にそれぞれ所定圧力の加圧流体を供給し、半導体ウェハWを研磨テーブル１１の研磨面に押圧する。このとき、研磨液供給ノズル１５から研磨液を供給しながら半導体ウェハWの研磨される面（下面）と研磨面１０との間に研磨液が存在した状態で半導体ウェハWの研磨が行われる。図１３はこの研磨時の状態を示している。

上述のようにして、トップリング用エアシリンダ１１１によってリテーナリング４３が研磨面１０に押圧される力と、圧力室７２～７４に供給する加圧空気によって半導体ウェハWが研磨面１０に押圧される力とを適宜調整して、半導体ウェハWの研磨が行われる。なお、圧力室７２～７４に加圧流体を供給すると、チャッキングプレート６２は上方向の力を受けるので、本実施形態では、圧力室７１に流体路８１を介して圧力流体を供給し、圧力室７２からの力によりチャッキングプレート６２が上方に持ち上げられるのを防止している。

研磨終了後は、図１８に示すように、圧力室７２～７４への加圧流体の供給を止め、大気圧に開放することにより、チャッキングプレート６２を下降させ、吸着部６５の下端面を半導体ウェハWに当接させる。また、圧力室７１内の圧力を大気圧に開放するか、もしくは負圧にする。これは、圧力室７１の圧力を高いままにしておくと、半導体ウェハWの吸着部６５に当接している部分のみが、研磨面に強く押圧されることになってしまうためである。そして、半導体ウェハWを吸着部６５の下端面に再び真空吸着させる。研磨終了時には、半導体ウェハWとチャッキングプレート６２が離れている場合があり、そのまま吸着部６５により半導体ウェハWを吸着させようとしても吸着できない場合がある。そこで、本実施形態では、上述したように、研磨終了時にチャッキングプレート６２を下降させることで、半導体ウェハWを吸着部６５に確実に吸着させている。

そして、半導体ウェハWを吸着させた状態でトップリング１２３をオーバーハング位置まで移動させ、図１９に示すように、圧力室７１を流路８１を介して圧力調整部１２０に接続してトップリング１２３内の圧力室７１を負圧にし、チャッキングプレート６２をリテーナリング４３に対して上方に位置させる。この状態で、トップリング１２３を上昇させ、トップリングヘッド２１を水平に揺動させてトップリング１２３を図２０に示すように再びプッシャ１４の上方まで移動させる。このとき、リングチューブ１７０内の圧力室７２に加圧流体を供給して加圧しておくことが好ましく、このようにすることで半導体ウェハWがアウターメンブレン１６０及びリングチューブ１７０から離脱しやすくなる。

次に、図２１に示すように、プッシャ１４のガイドステージ１４１を上昇させ、ウェハガイド１４２のテーパ１４６によってリテーナリング

４３をウェハガイド１４２の上段部１４４に導く。ウェハガイド１４２の上段部１４４がリテーナリング４３の下面と接触することでガイドステージ１４１の上昇が終了する。

この状態で、図２２に示すように、チャッキングプレート６２の中央部の開口６２ａ及び吸着部６５をそれぞれ流体路８６，８３を介して圧力調整部１２０に接続し、開口６２ａ及び吸着部６５から加圧流体（例えば、圧縮空気もしくは窒素と純水を混合したもの）を下方に噴射する（ウォータスパウト）。また、リングチューブ１７０内の圧力室７２を圧力調整部１２０に接続し、リングチューブ１７０の弾性膜１７１に形成された孔１７１ａ（図１３参照）から加圧流体（例えば、圧縮空気もしくは窒素と純水を混合したもの）を下方に噴射する（ウォータスパウト）。これらの流体の噴射により、トップリング１２３から半導体ウェハWが離脱して、半導体ウェハWはウェハガイド１４２のテーパ１４７によって求芯された状態で、ウェハガイド１４２の下段部１４５に保持されることとなる。例えば、開口６２ａからは０．０３ＭＰａ、吸着部６５からは０．２ＭＰａ、リングチューブ１７０の孔１７１ａからは０．０５ＭＰａの圧力でそれぞれ流体を噴射する。この場合において、リングチューブ１７０の弾性膜１７１と半導体ウェハWとの密着性を解消しやすくするために、まず最初にリングチューブ１７０の孔１７１ａから流体を噴射した後、開口６２ａ及び吸着部６５から流体を噴射することが好ましい。

このように、本実施形態では、チャッキングプレート６２の中央部に形成された大径の開口６２ａ及び吸着部６５、更にリングチューブ１７０の弾性膜１７１に形成された孔１７１ａからそれぞれ加圧流体を噴射するため、アウターメンブレン１６０及びリングチューブ１７０の弾性

膜１７１と半導体ウェハＷとが密着している部分にも加圧流体が送り込まれるので、より確実に半導体ウェハＷを離脱することができる。また、リングチューブ１７０の弾性膜１７１に形成する孔１７１ａの形状を図１４Ｃ又は図１４Ｄに示す形状とすれば、半導体ウェハＷの離脱時の音もなく、よりスムーズに半導体ウェハＷを離脱させることができる。

上述の実施形態では、流体路８０～８６をそれぞれ別個に設けたが、これらの流体路を統合したり、各圧力室同士を連通させたりするなど、半導体ウェハＷに加えるべき押圧力の大きさや加える位置により自由に改変することが可能である。また、上述した実施形態においては、リングチューブ１７０が直接半導体ウェハＷに接触する例を説明したが、これに限られるものではなく、例えば、リングチューブ１７０と半導体ウェハＷとの間に弾性パッドを介在させ、リングチューブ１７０が間接的に半導体ウェハＷに接触することとしてもよい。

また、上述した実施形態においては、研磨パッドにより研磨面が形成されることとしたが、これに限られるものではない。例えば、固定砥粒により研磨面を形成してもよい。固定砥粒は、砥粒をバインダ中に固定し板状に形成されたものである。固定砥粒を用いた研磨においては、固定砥粒から自生した砥粒により研磨が進行する。固定砥粒は砥粒とバインダと気孔により構成されており、例えば砥粒には平均粒径０．５μｍ以下の酸化セリウム（CeO_2）、バインダにはエポキシ樹脂を用いる。このような固定砥粒は硬質の研磨面を構成する。また、固定砥粒には、上述した板状のものの他に、薄い固定砥粒層の下に弾性を有する研磨パッドを貼付して二層構造とした固定砥粒パッドも含まれる。その他の硬質の研磨面としては、上述したＩＣ－１０００がある。

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。

上述したように、本発明によれば、上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することにより、弾性膜と研磨対象物とが密着している部分にも加圧流体が送り込まれるので、確実に研磨対象物を離脱することができる。また、上下動部材の中央部に形成された開口だけでなく、弾性膜の研磨対象物と当接する面に孔を形成し、この弾性膜の孔からも加圧流体を噴射すれば、より確実に研磨対象物を離脱することができる。

また、本発明によれば、研磨終了時に上下動部材を下方に移動させて研磨対象物を吸着部に当接させてから研磨対象物を吸着保持するので、研磨対象物を確実に吸着させることが可能となる。

産業上の利用の可能性

本発明は、表面に薄膜が形成された半導体ウェハ等の研磨対象物を平坦かつ鏡面状に研磨するポリッシング方法に用いて好適である。

請求の範囲

１．トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、

上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより前記トップリング内に圧力室を形成し、

前記圧力室に加圧流体を供給することにより前記研磨対象物を前記流体の流体圧により前記研磨面に押圧して研磨し、

前記上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することにより研磨後の研磨対象物を前記トップリングから離脱させることを特徴とするポリッシング方法。

２．前記圧力室を形成する弾性膜の研磨対象物と当接する面に孔を形成し、

前記上下動部材の中央部に形成された開口に加え、前記弾性膜の孔からも加圧流体を噴射することにより研磨後の研磨対象物を前記トップリングから離脱させることを特徴とする請求項１に記載のポリッシング方法。

３．前記弾性膜の孔から加圧流体を噴射した後、前記上下動部材の中央部に形成された開口から加圧流体を噴射することを特徴とする請求項２に記載のポリッシング方法。

４．トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、

上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより前記トップリング内に圧力室を形成し、

前記圧力室に加圧流体を供給することにより前記研磨対象物を前記流体の流体圧により前記研磨面に押圧して研磨し、

研磨終了時に、前記上下動部材を下方に移動させて前記研磨対象物を前記上下動部材に設けられた吸着部に当接させ、該吸着部により前記研磨対象物を前記トップリングに吸着保持することを特徴とするポリッシング方法。

５．トップリングにより研磨対象物を保持して該研磨対象物を研磨面に押圧して研磨するポリッシング方法において、

上下動可能な上下動部材の下面に弾性膜を取り付けることにより前記トップリング内に圧力室を形成し、

前記上下動部材を前記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングに対して上方に位置させた状態で前記研磨対象物を前記トップリングに導き、

前記トップリングに導かれた研磨対象物を前記上下動部材に設けられた吸着部により前記トップリングに吸着保持し、

前記トップリングに保持された研磨対象物を前記研磨面上に移動させ、

前記圧力室に加圧流体を供給することにより前記研磨対象物を前記流体の流体圧により前記研磨面に押圧して研磨することを特徴とするポリッシング方法。

FIG. 1

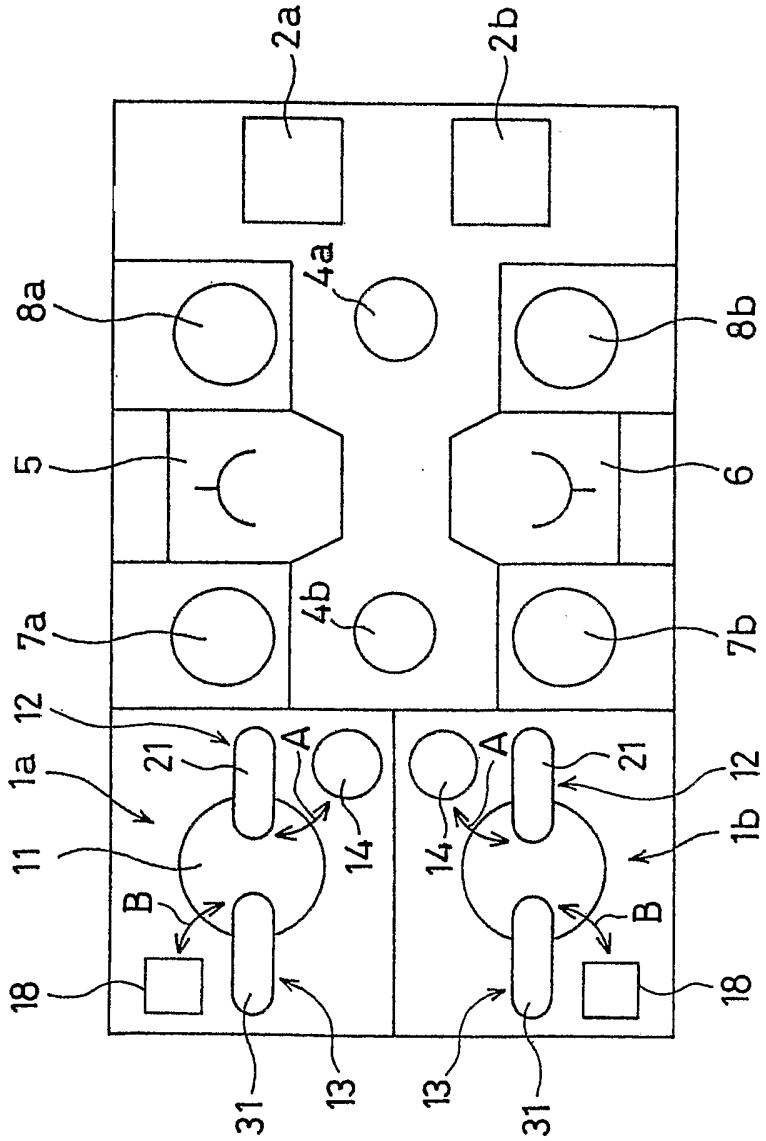


FIG. 2

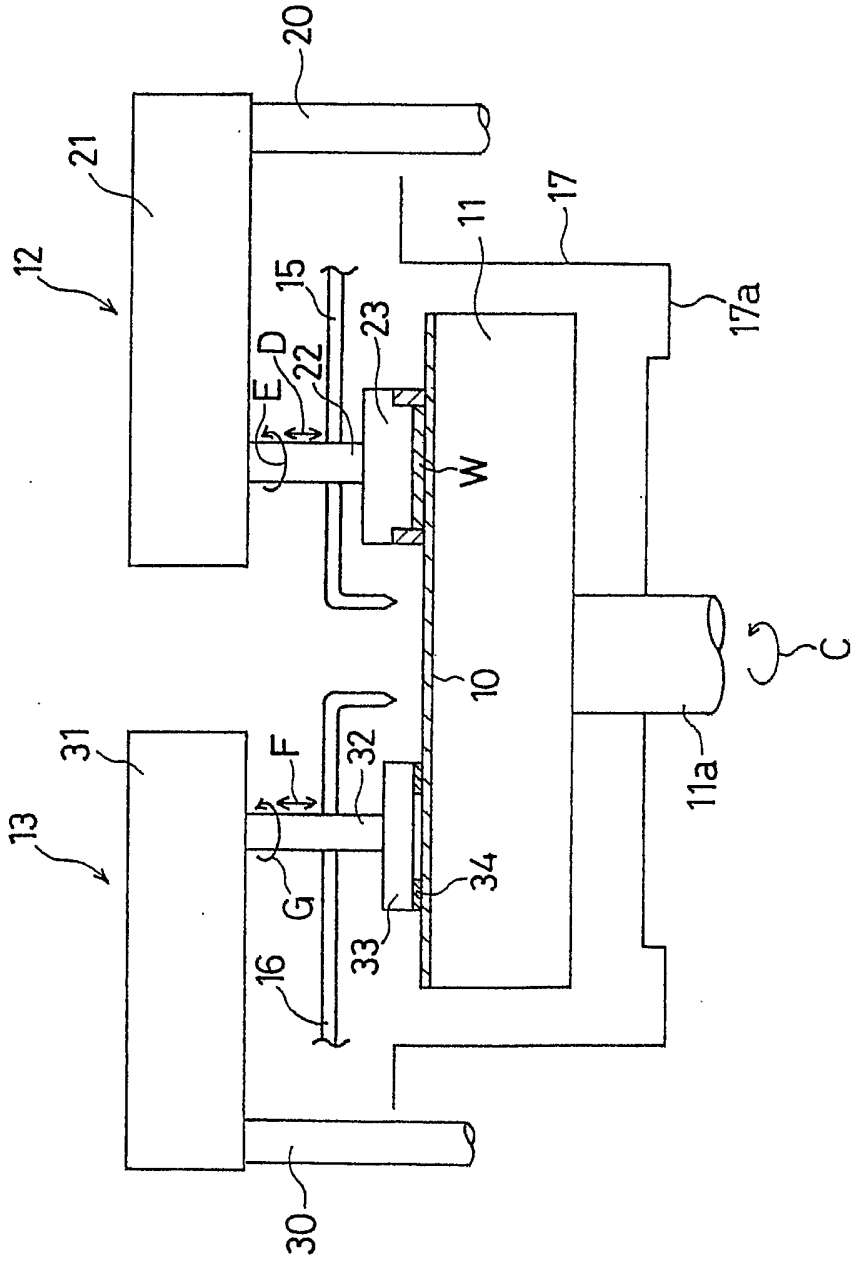


FIG. 3

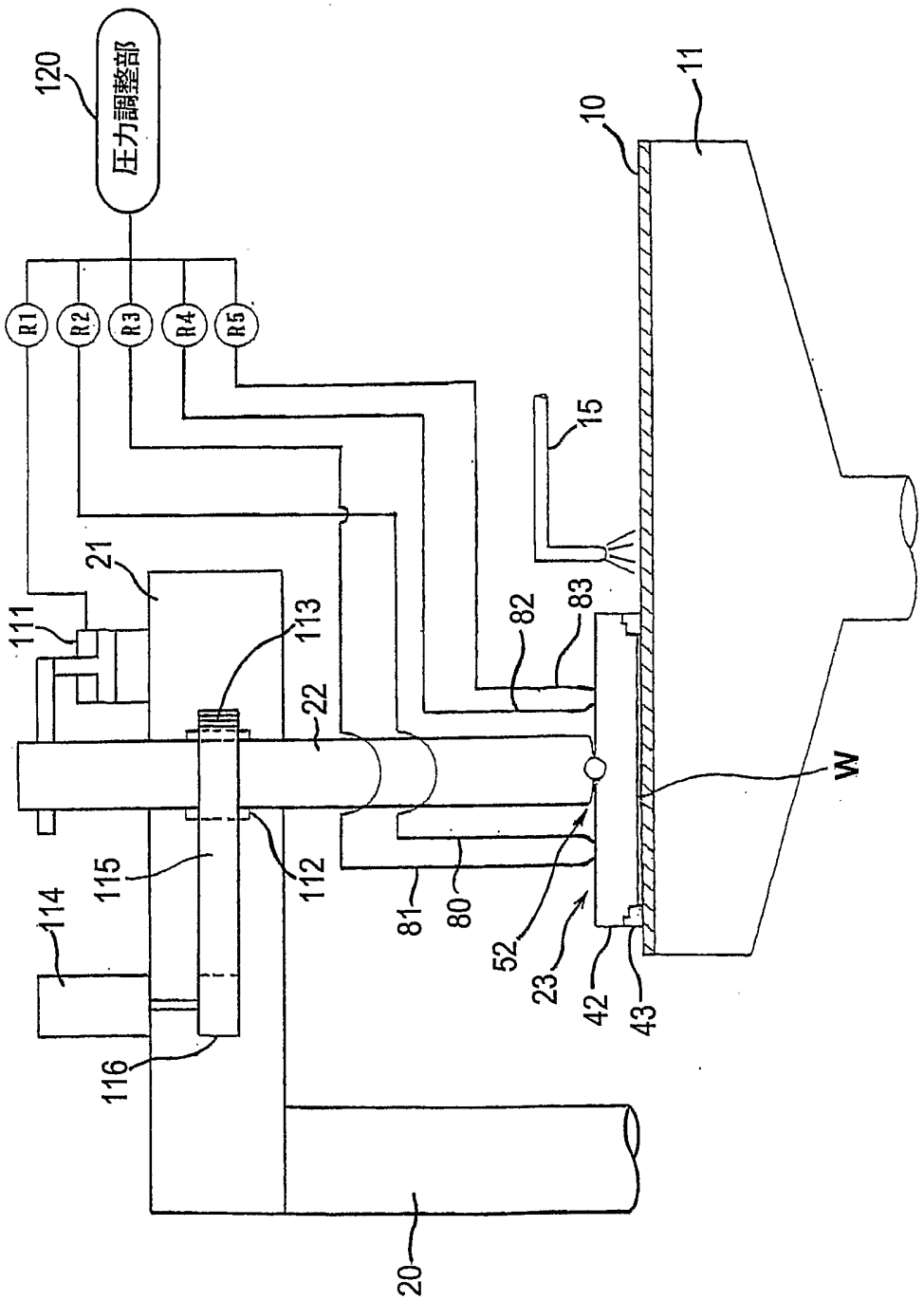

120
圧力調整部
R1
R2
R3
R4
R5
10
11
15
21
111
113
22
82
83
W
112
115
114
116
81
80
52
23
42
43
20

FIG. 4

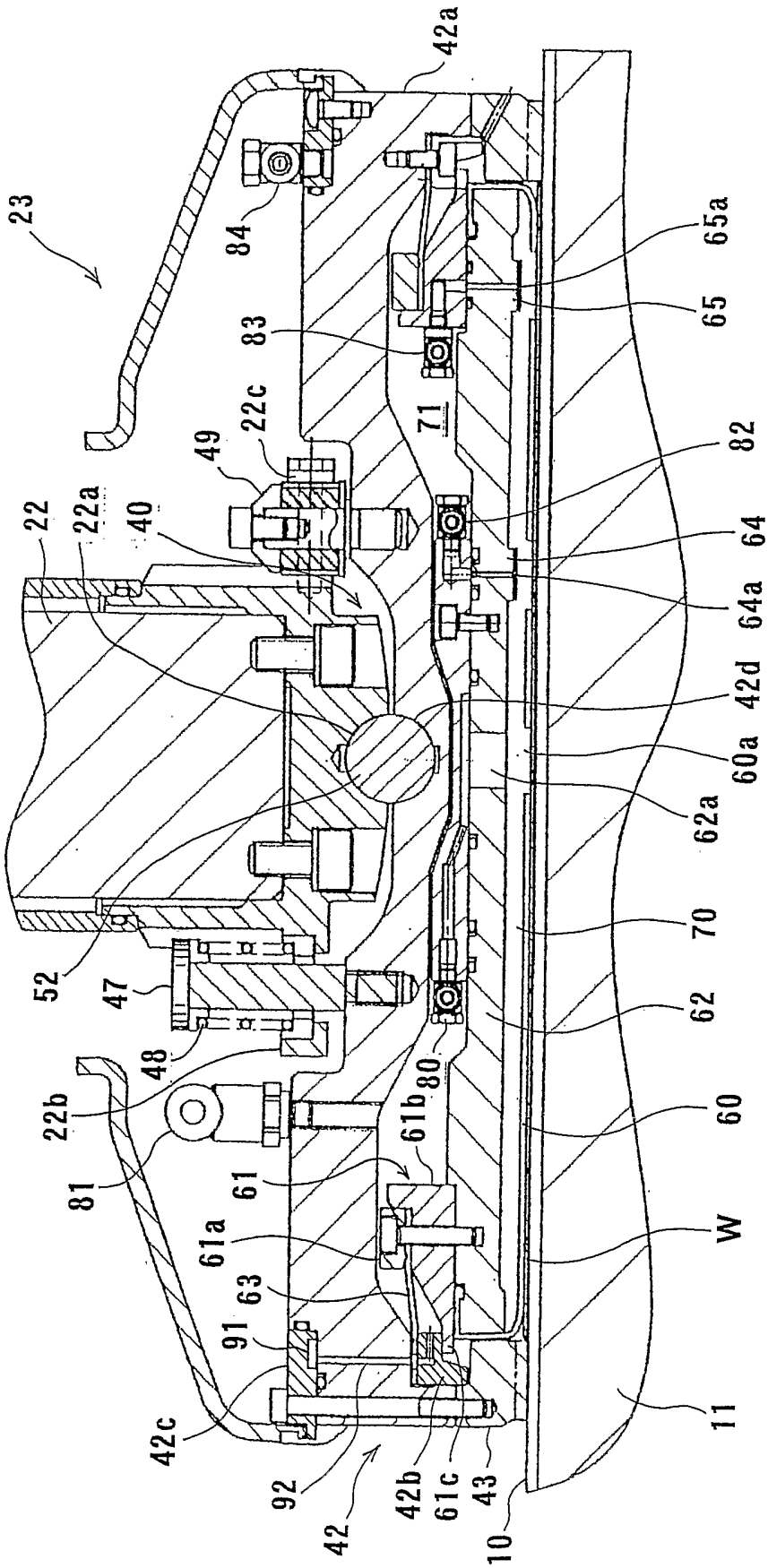

23
84
42a
65a
65
83
71
22c
49
82
22
22a
40
64
64a
42d
60a
62a
70
52
47
62
48
80
22b
61b
60
81
61
61a
W
63
91
42c
11
92
42
42b
61c
43
10

FIG. 5

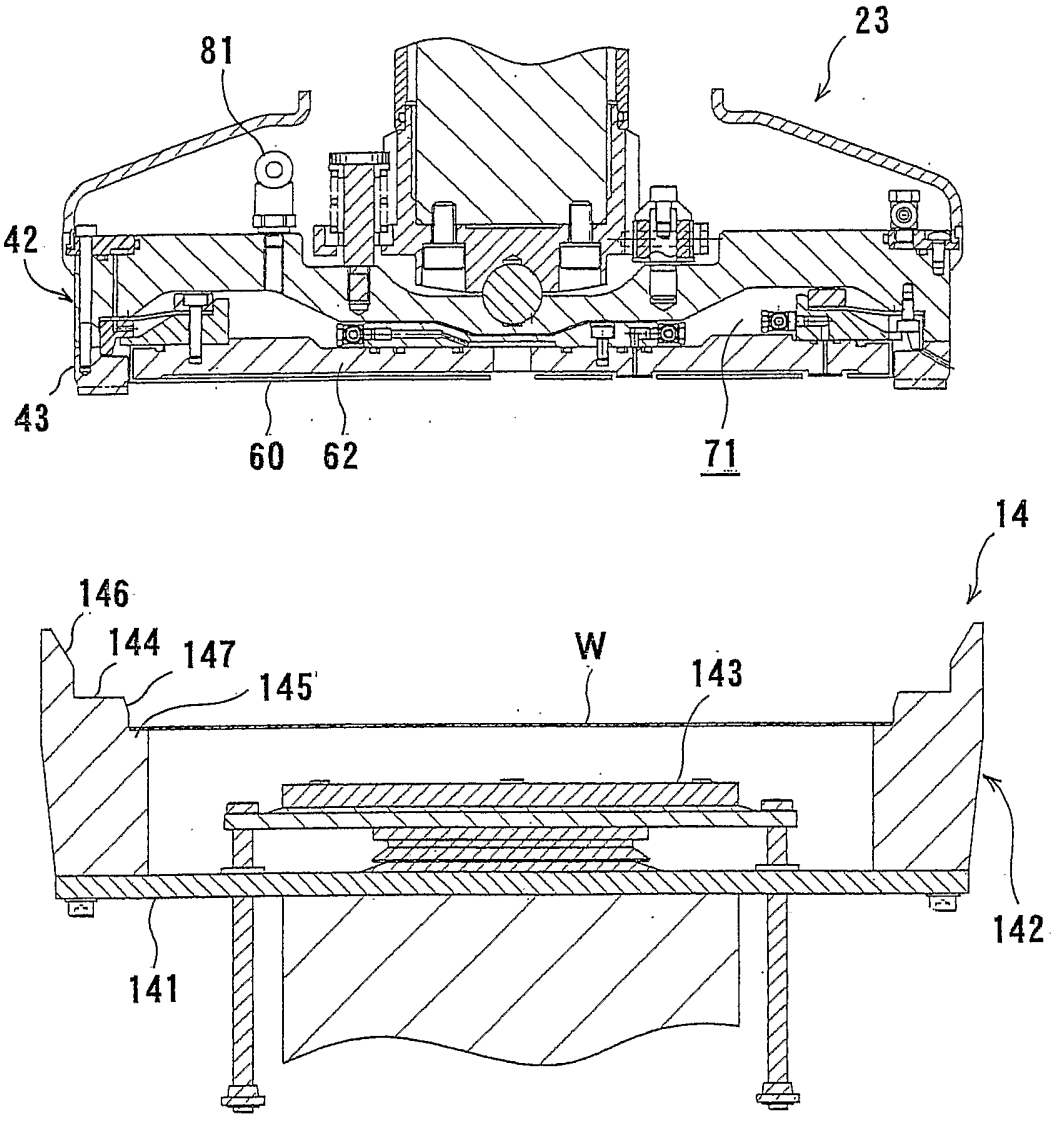


FIG. 6

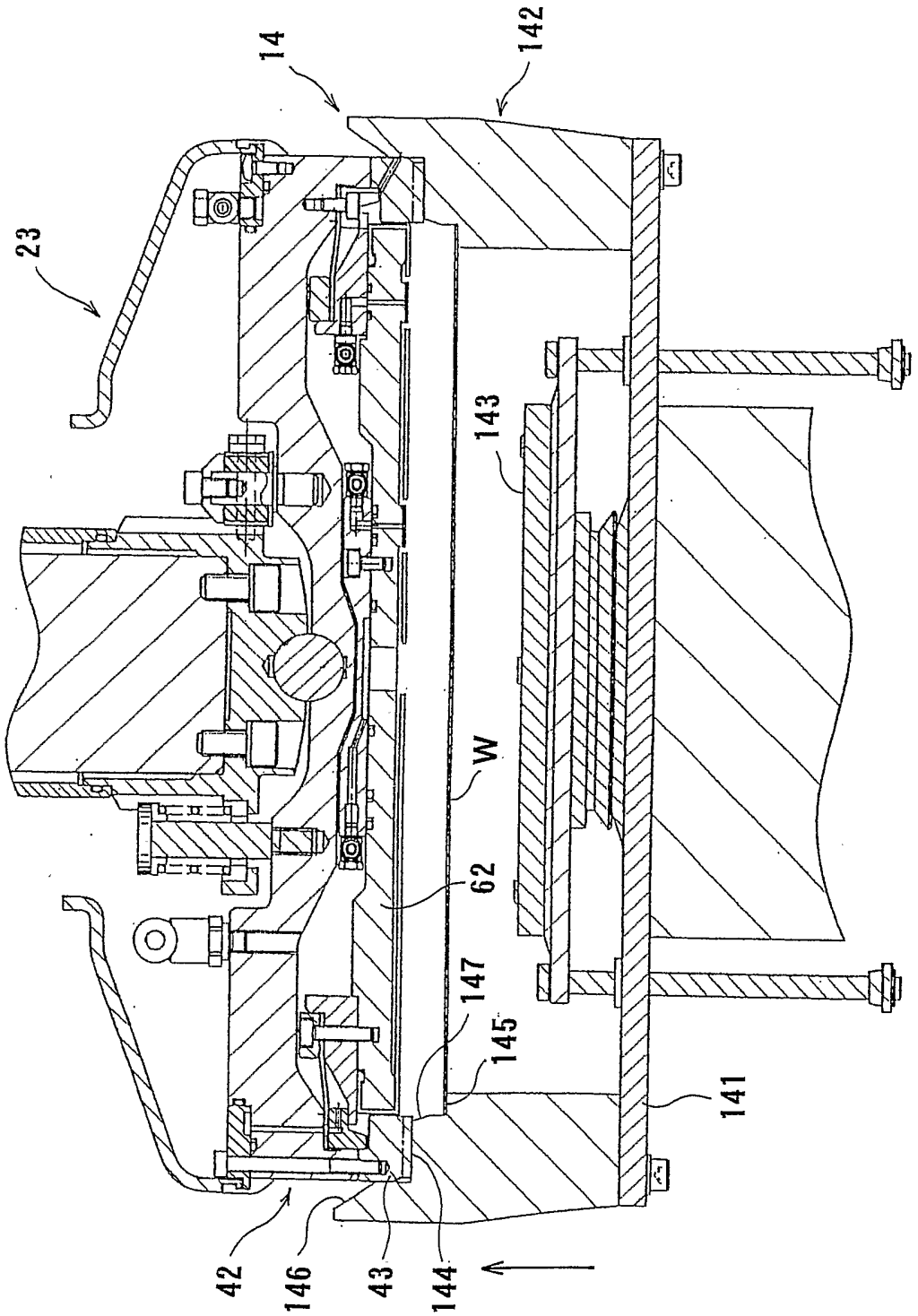


FIG. 7

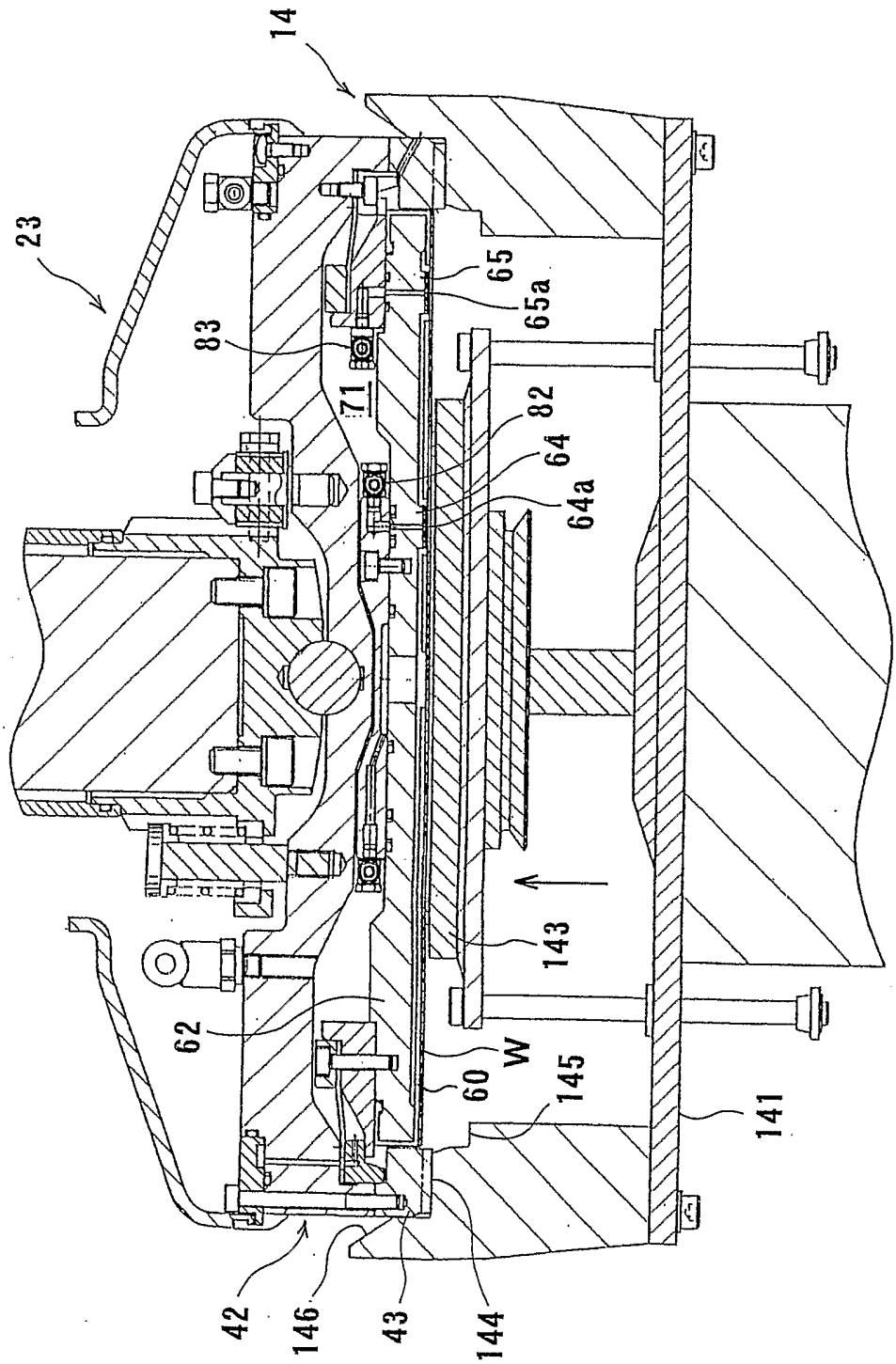


FIG. 8

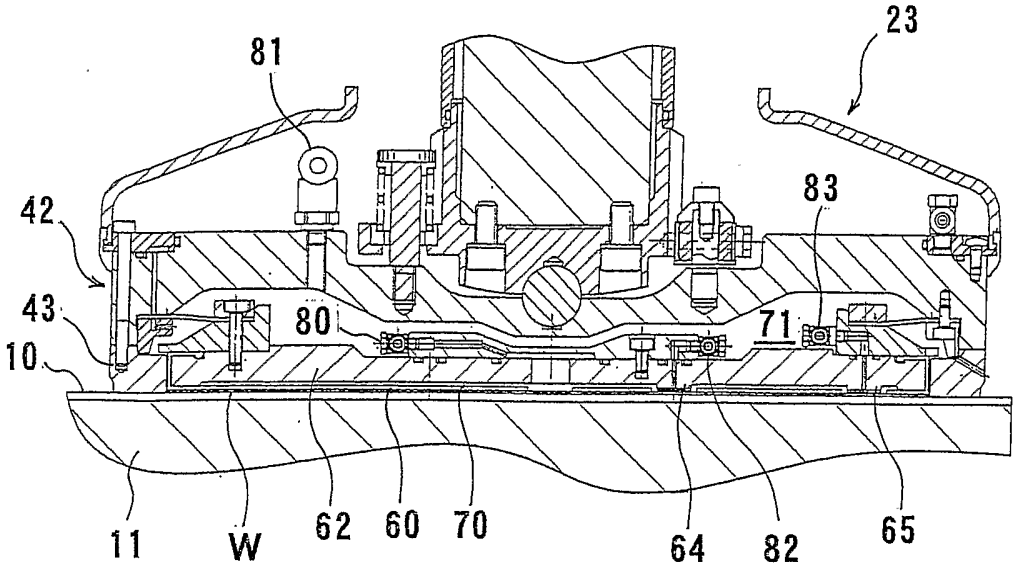

81
23
42
83
43
80
71
10
11
W
62
60
70
64
82
65

FIG. 9

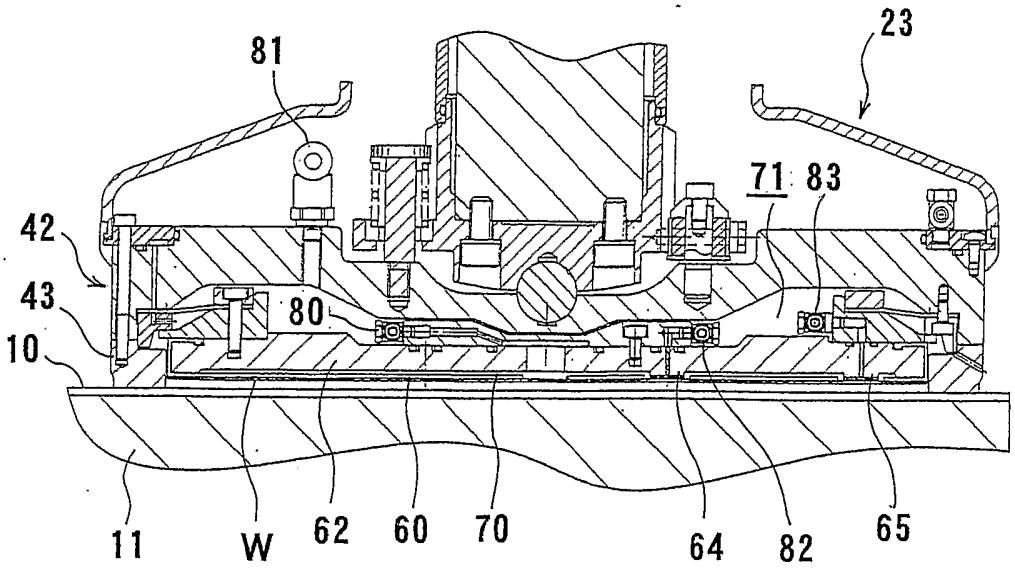

81
23
71
83
42
43
80
10
11
W
62
60
70
64
82
65

FIG. 10

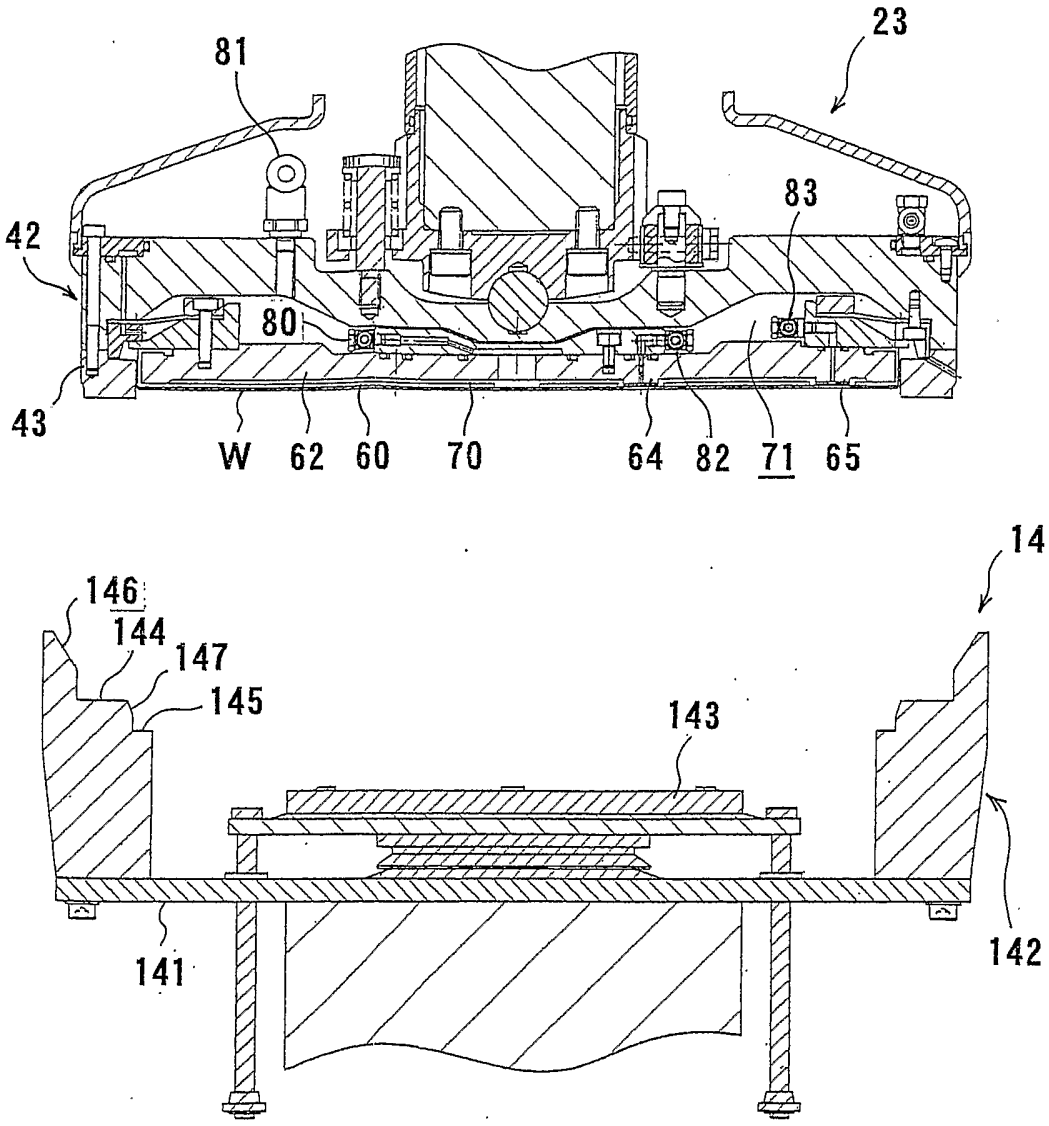

81
23
42
83
80
43
W
62
60
70
64
82
71
65
14
146
144
147
145
143
141
142

FIG. 11

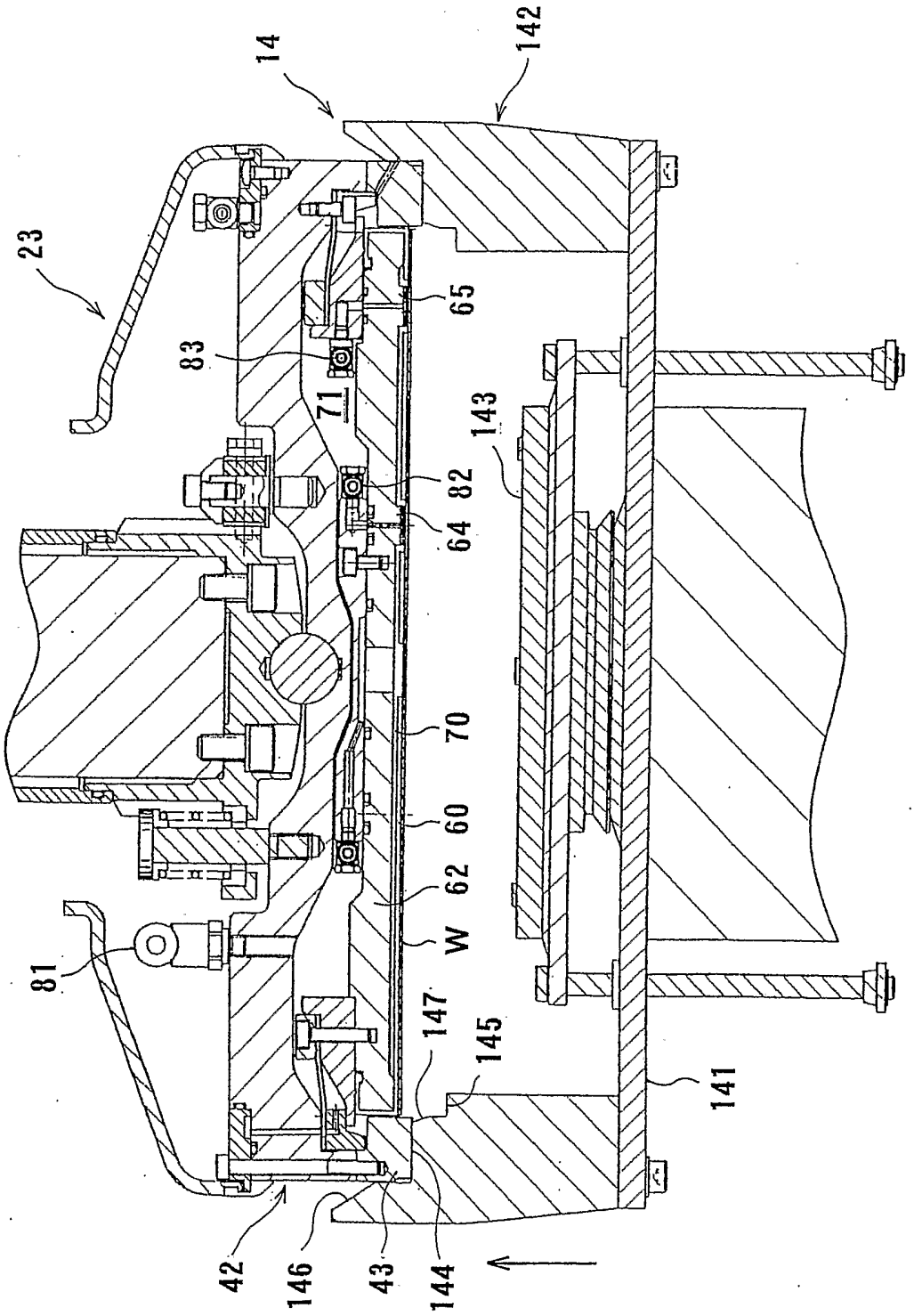


FIG. 12

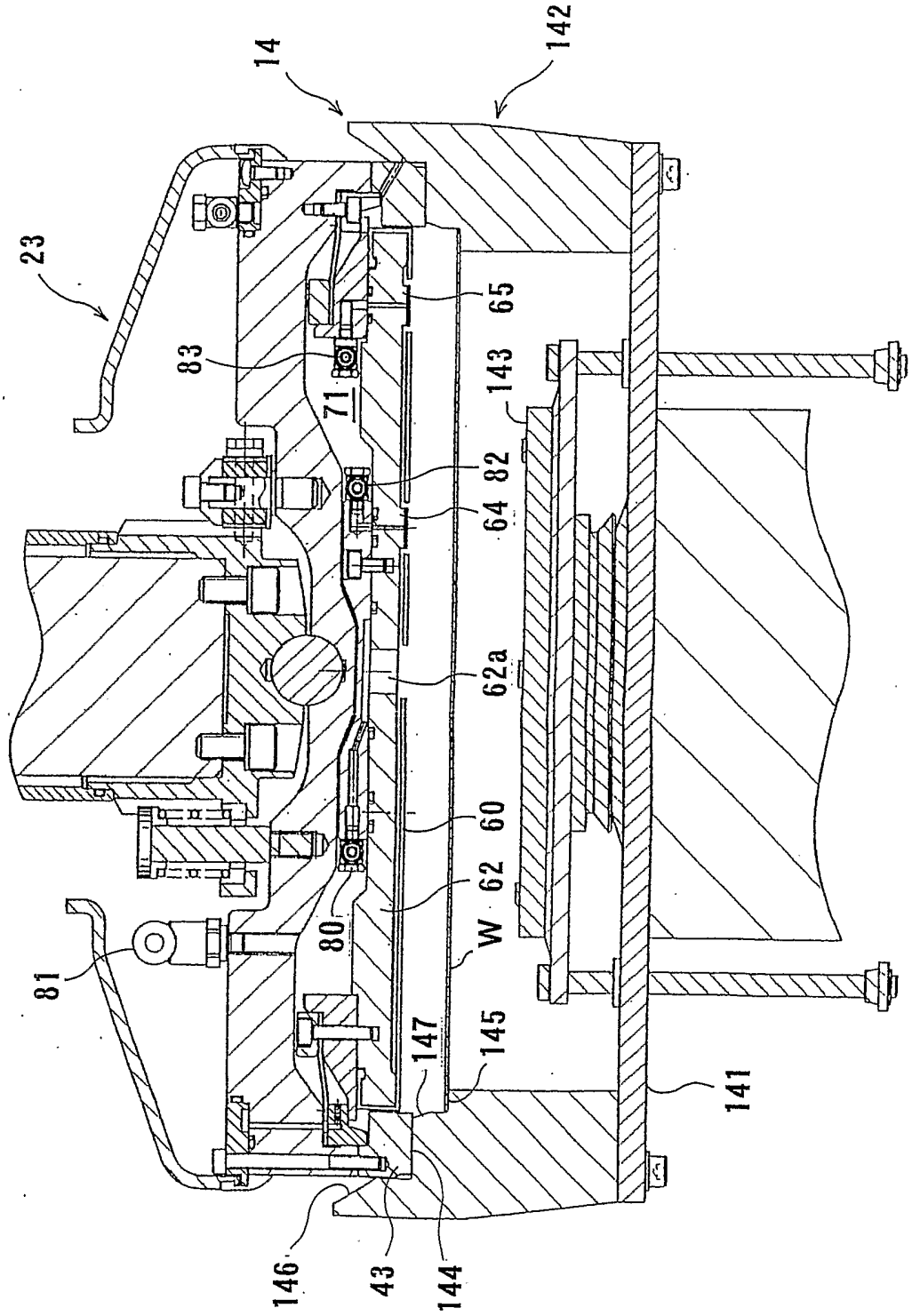


FIG. 13

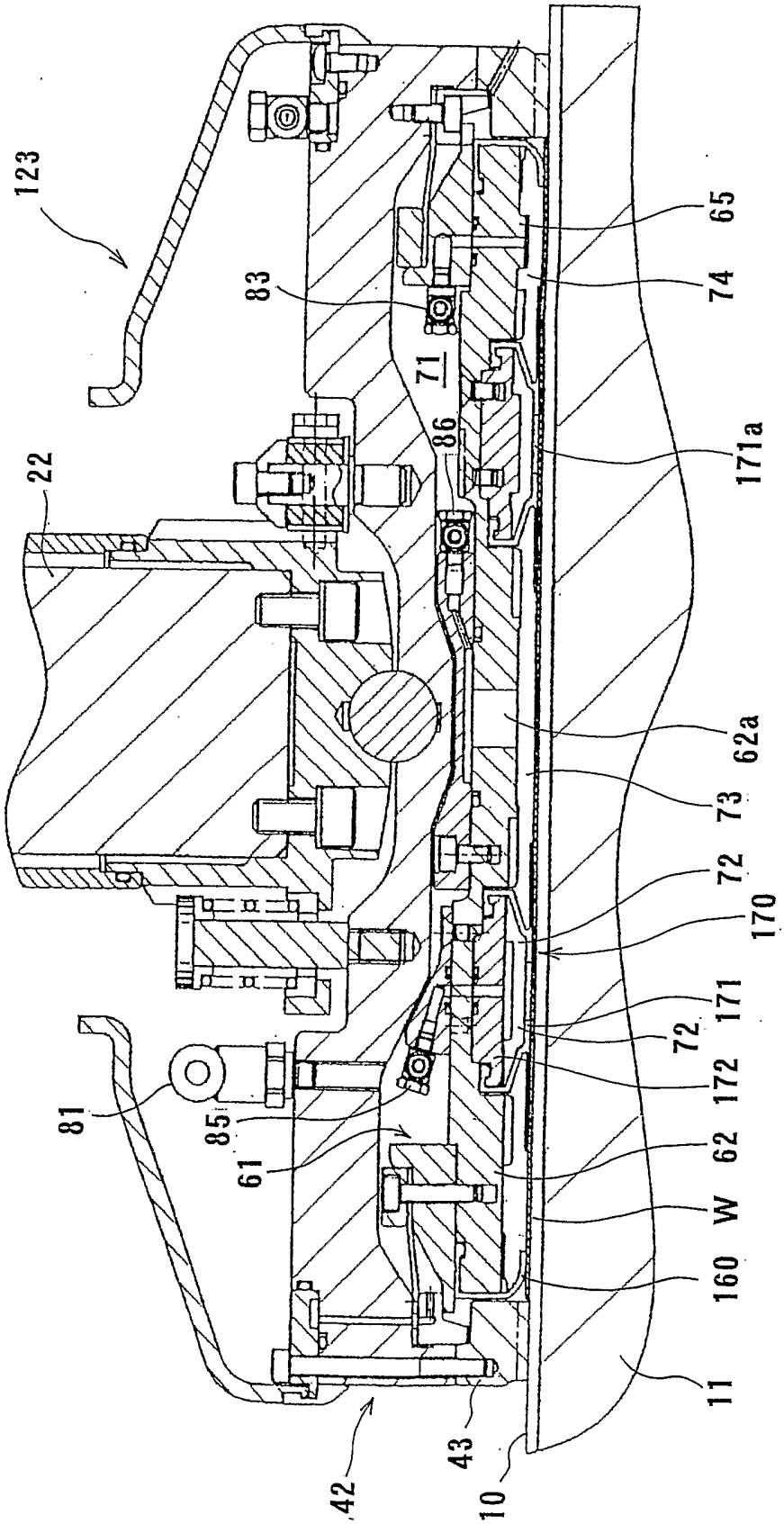

123
65
83
74
71
86
171a
22
62a
73
72
170
171
72
172
81
85
61
62
W
160
11
42
43
10

FIG. 14A

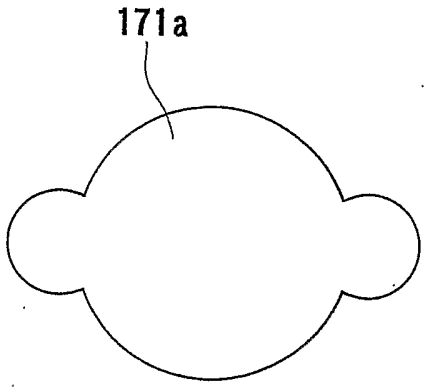


FIG. 14C

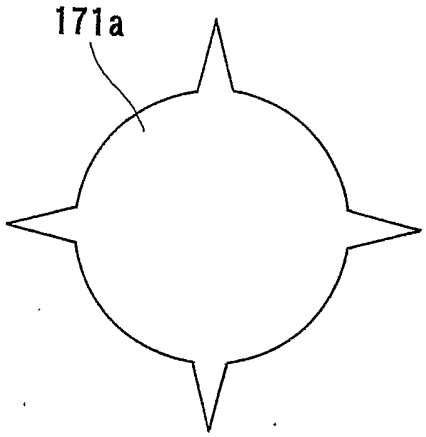


FIG. 14B

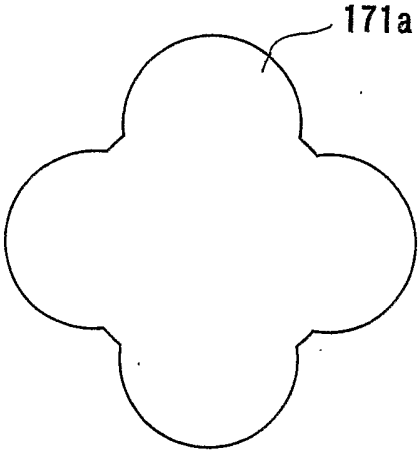


FIG. 14D

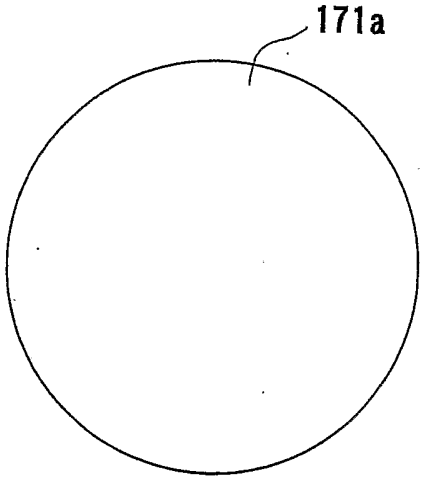


FIG. 14E

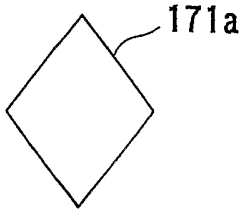


FIG. 14F

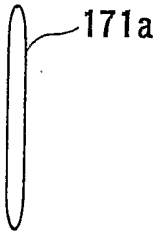


FIG. 14G

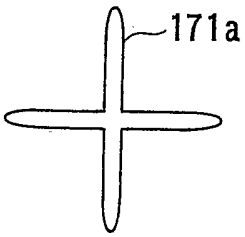


FIG. 15

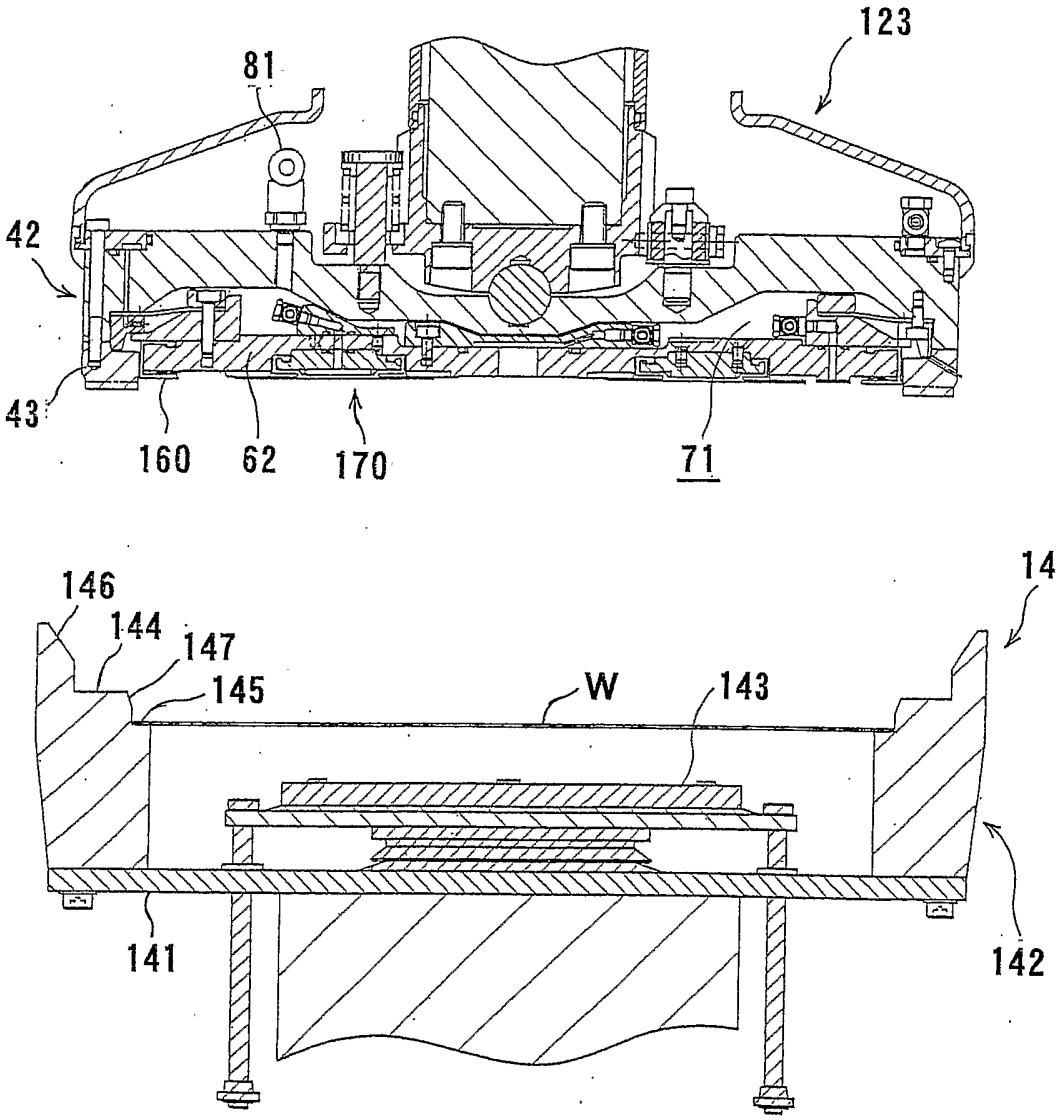


FIG. 16

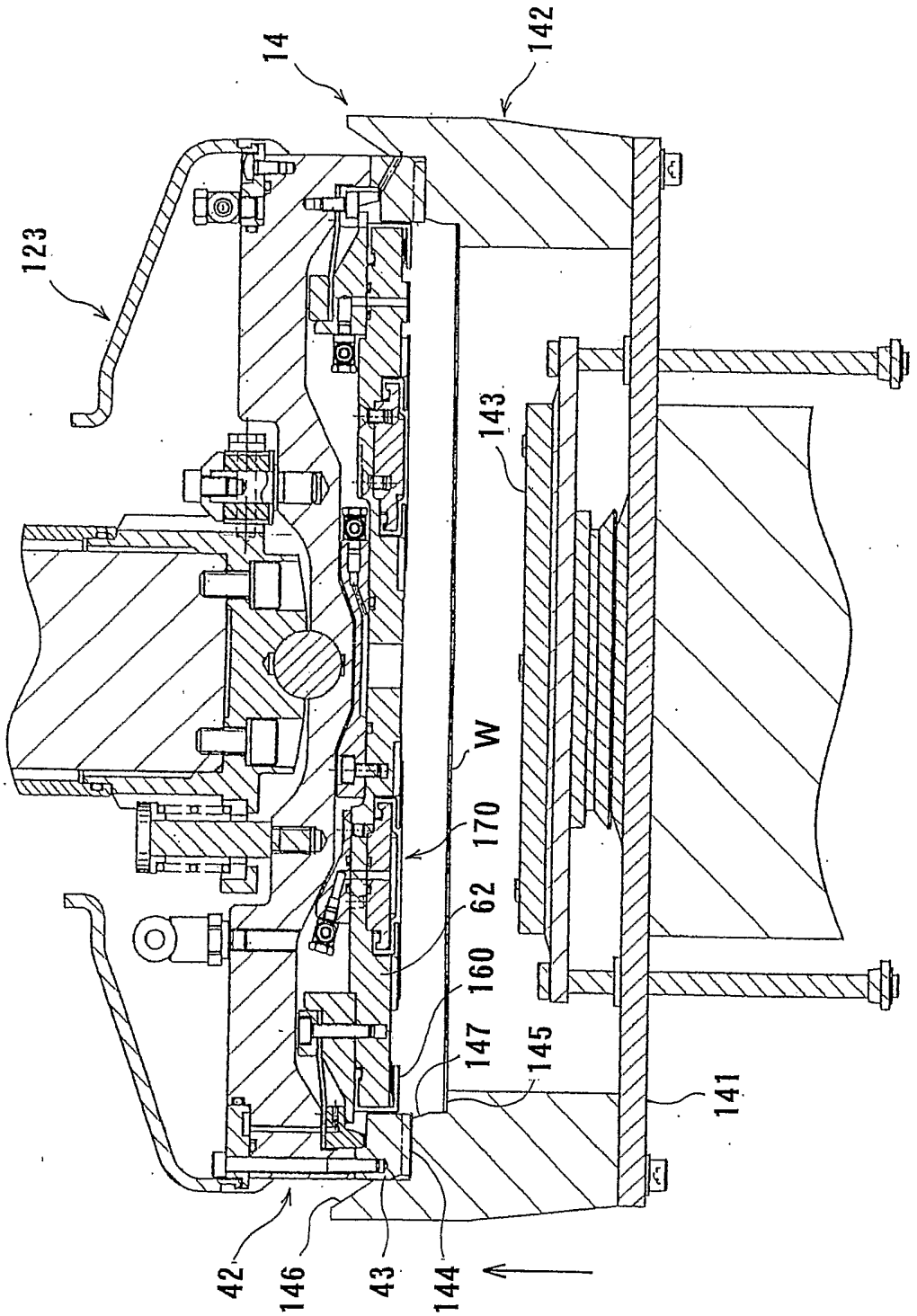


FIG. 17

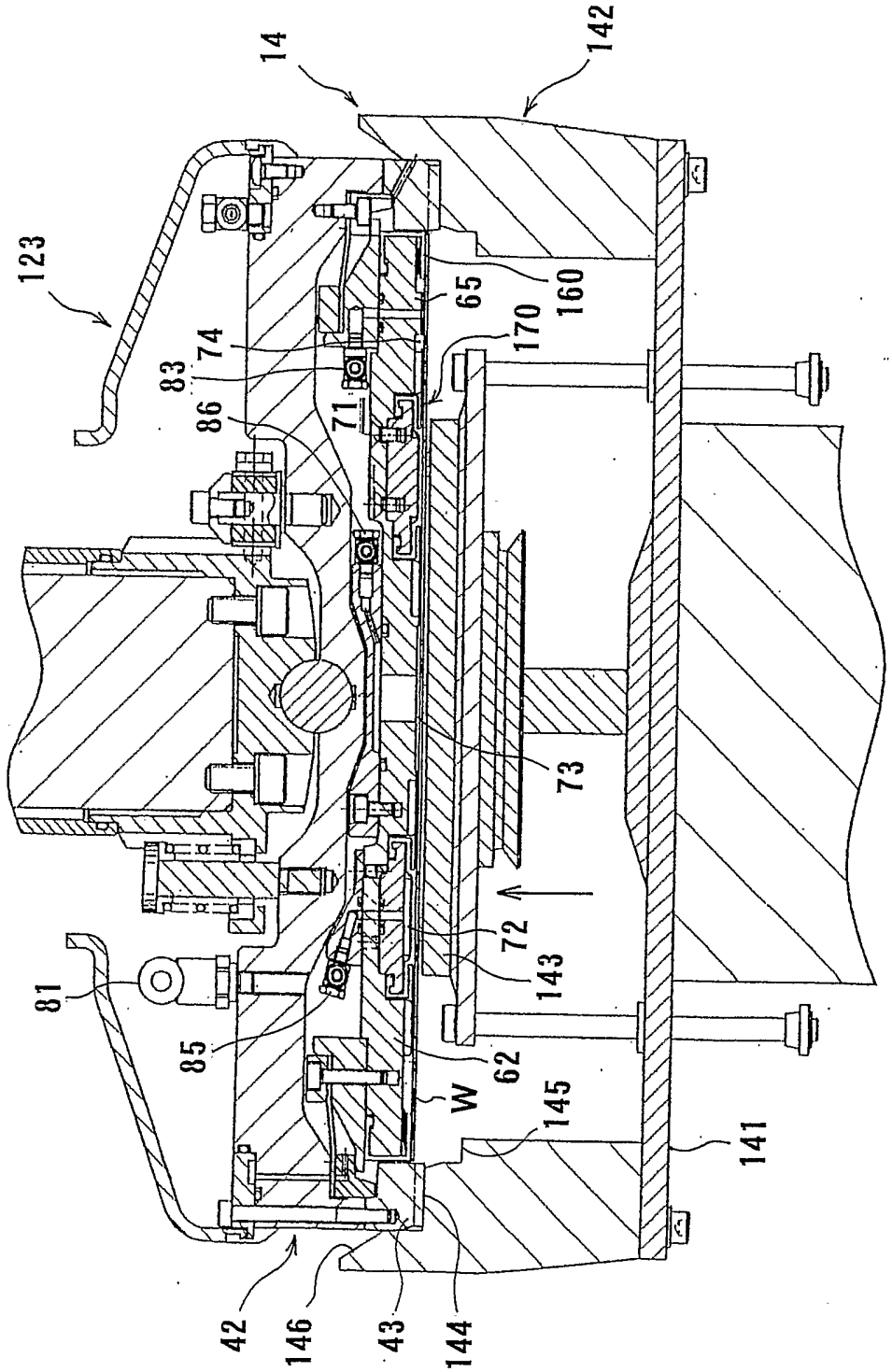

14
142
123
65
160
170
74
83
86
71
73
72
143
81
85
62
W
145
141
42
146
43
144

FIG. 18

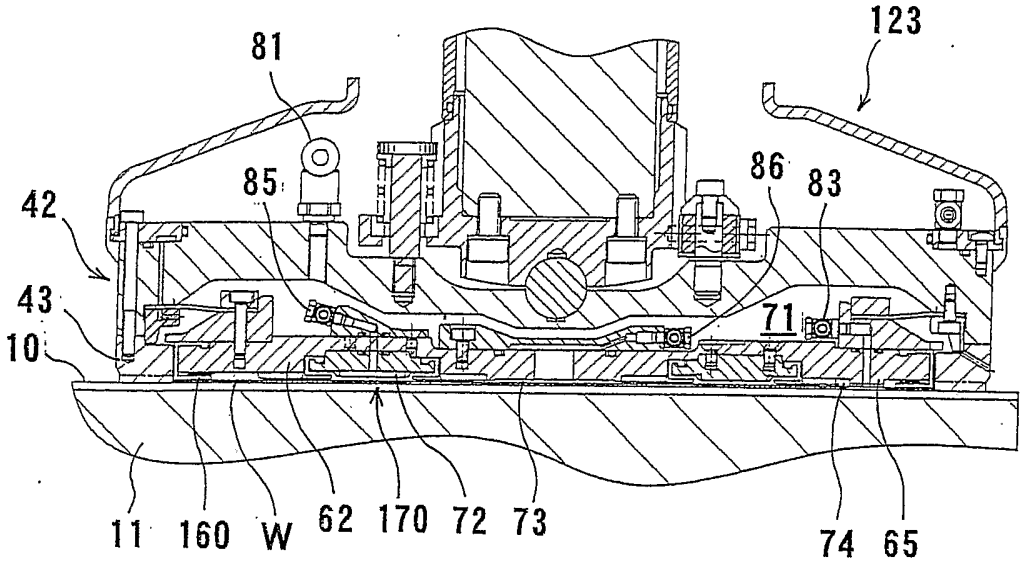

123
81
85
86
83
42
43
10
71
11
160
W
62
170
72
73
74
65

FIG. 19

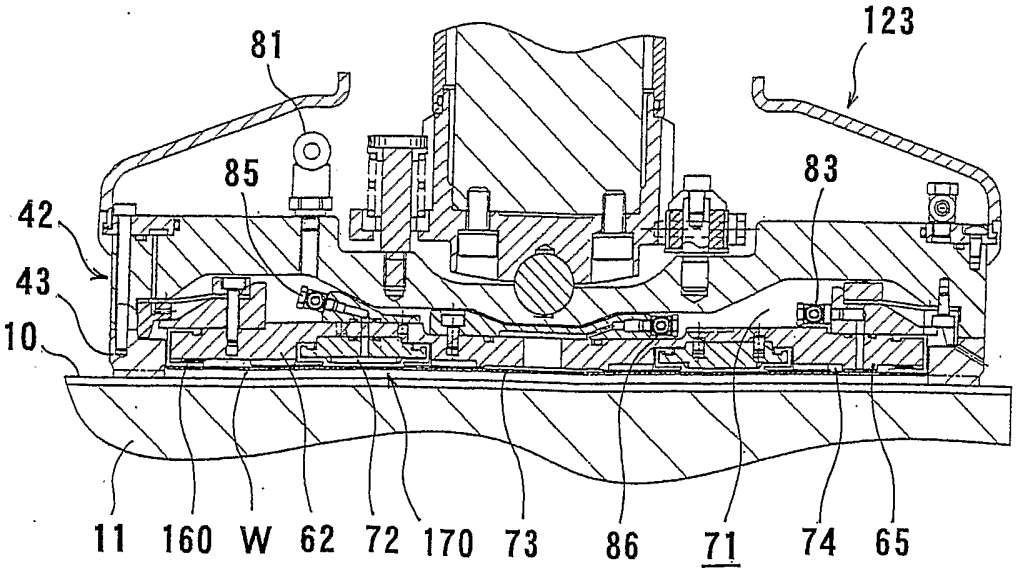

123
81
85
83
42
43
10
11
160
W
62
72
170
73
86
71
74
65

FIG. 20

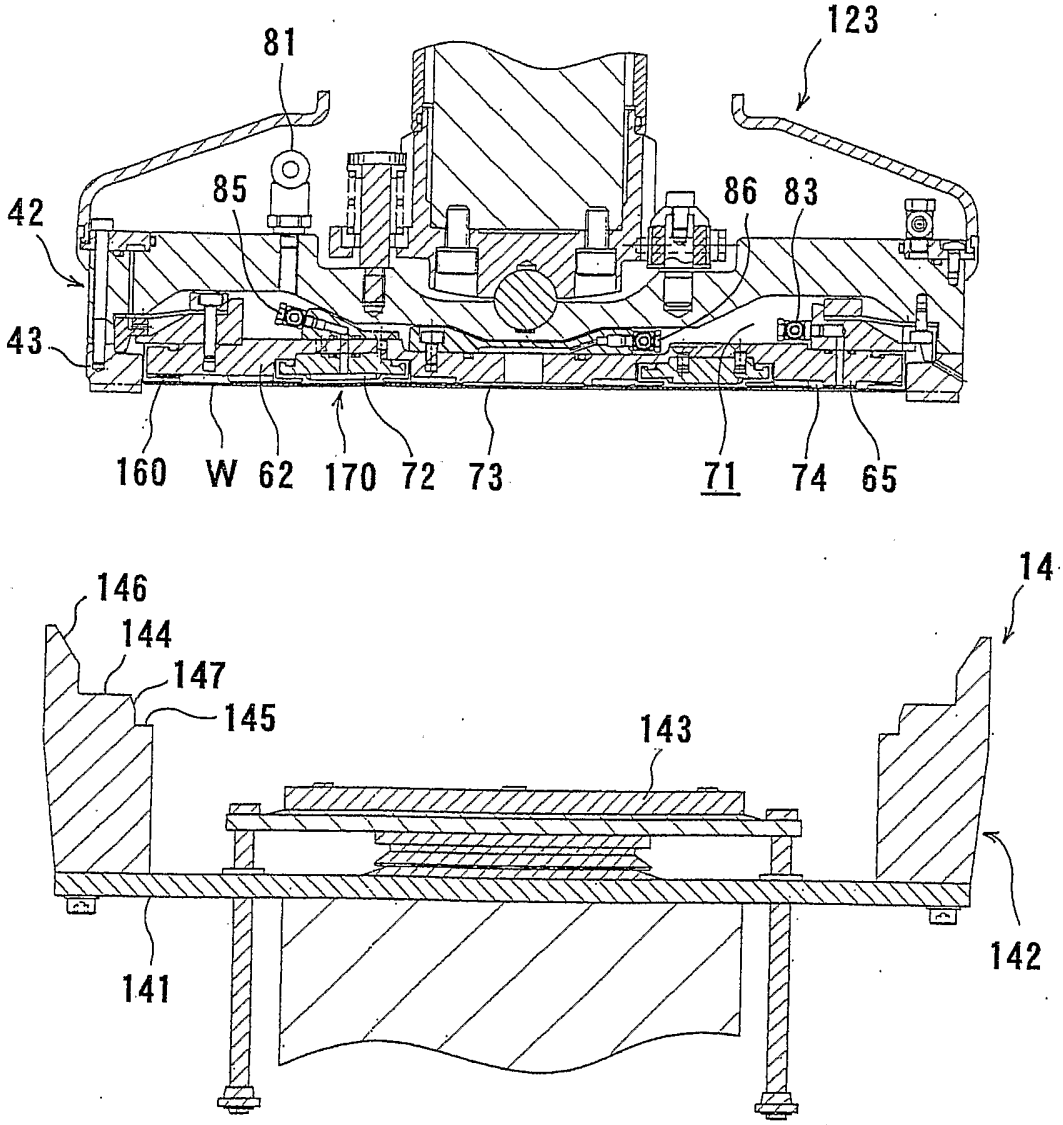

81
123
85
86
83
42
43
160
W
62
170
72
73
71
74
65
146
144
147
145
143
14
141
142

FIG. 21

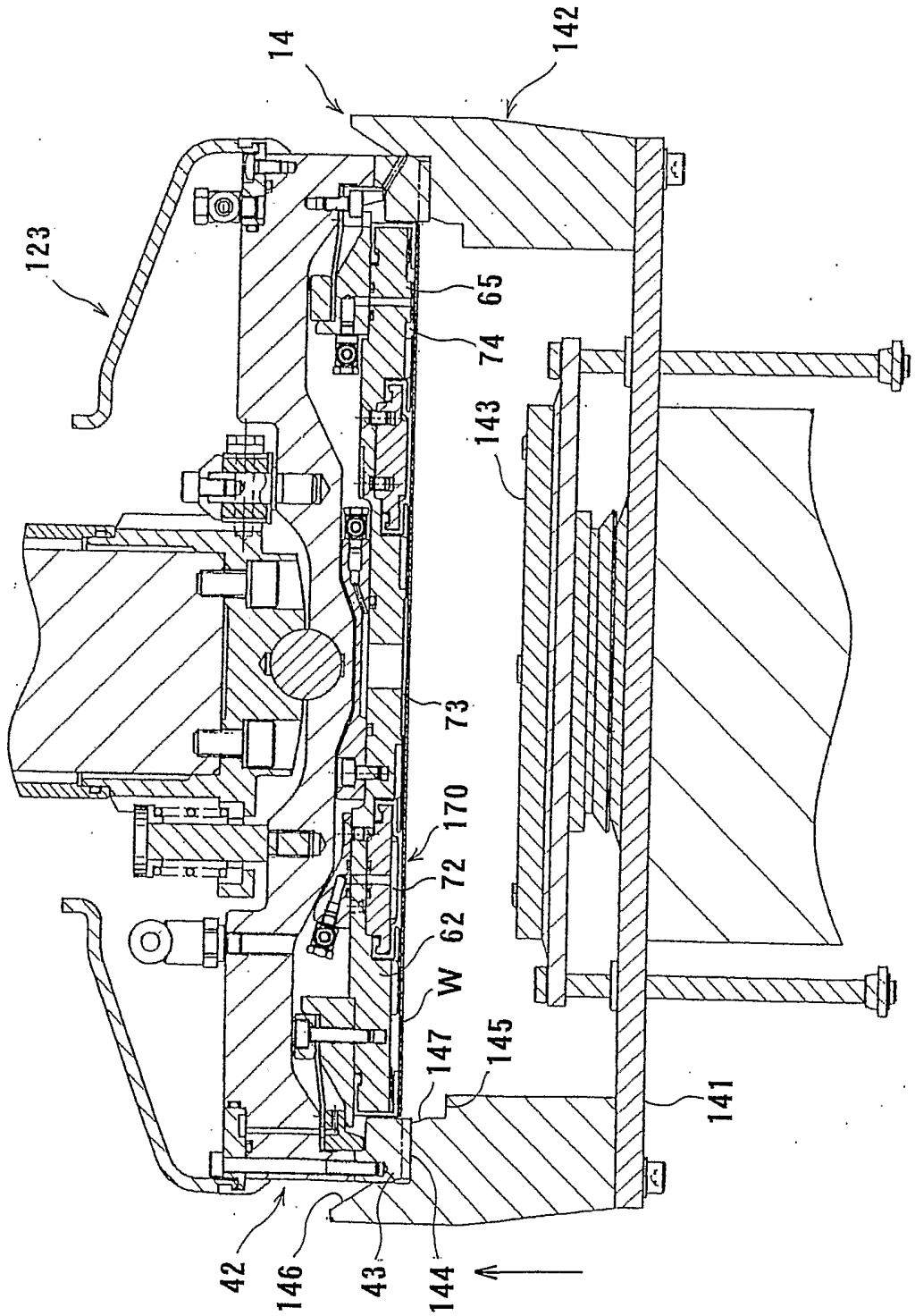
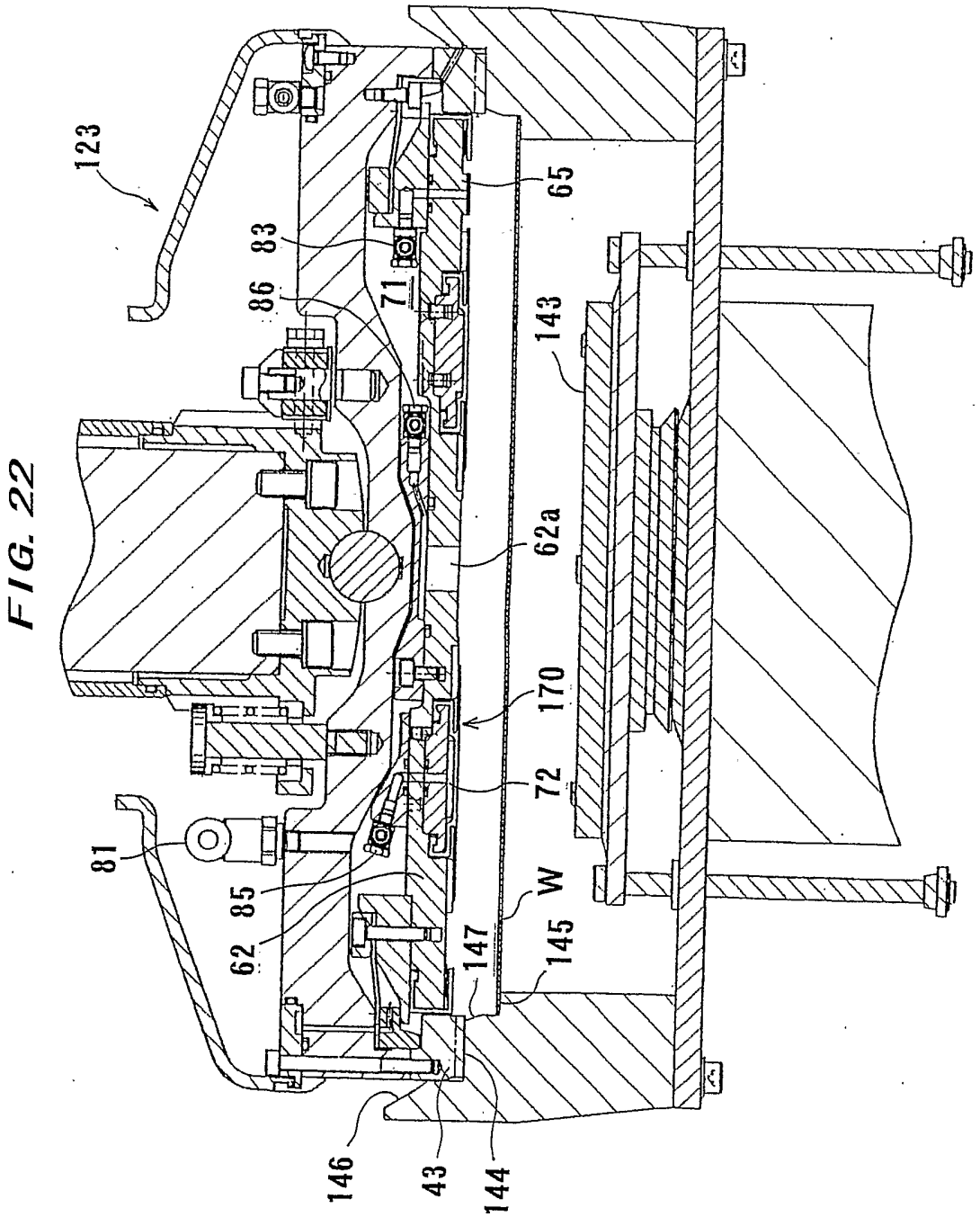


FIG. 22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04894

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] B24B37/04, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] B24B37/04, H01L21/304

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E,X	JP 2002-198337 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Par. Nos. [0023] to [0025] (Family: none)	1-5
X Y A	JP 2000-354960 A (Applied Materials, Inc.), 26 December, 2000 (26.12.00), Par. Nos. [0039] to [0042] & US 6159079 A1	1 2,3,5 4
Y	JP 2000-127026 A (SpeedFam-IPEC Inc.), 09 May, 2000 (09.05.00), Par. Nos. [0029] to [0034] (Family: none)	2,3

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [ ] See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 15 July, 2003 (15.07.03)	Date of mailing of the international search report 29 July, 2003 (29.07.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04894

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-299734 A (Dowa Mining Co., Ltd.), 14 November, 1995 (14.11.95), Par. Nos. [0012] to [0013] (Family: none)	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04894

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
The technical feature of the invention of Claims 1-3 is a method for separating an object to be polished from a top ring.
The technical feature of the invention of Claims 4 and 5 is a method for vacuum-clamping an object to be polished.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０４８９４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Int.Cl⁷　B24B37/04, H01L21/304

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））
Int.Cl⁷　B24B37/04, H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報　１９２６－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２００３年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２００３年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２００３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）.

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
ＥＸ	ＪＰ　２００２－１９８３３７　Ａ（三星電子株式会社）２００２．０７．１２，段落【００２３】－【００２５】（ファミリーなし）	１－５
Ｘ Ｙ Ａ	ＪＰ　２０００－３５４９６０　Ａ（アプライド　マテリアルズ　インコーポレイテッド）２０００．１２．２６，段落【００３９】－【００４２】　＆　ＵＳ　６１５９０７９　Ａ１	１ ２，３，５ ４

☒ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１５．０７．０３	29.07.03

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	和田　雄二	３Ｃ	８６１２
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４		

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９８年７月）

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　２０００－１２７０２６　Ａ（スピードファム　アイペック株式会社）２０００．０５．０９，段落【００２９】－【００３４】（ファミリーなし）	２，３
Ｙ	ＪＰ　７－２９９７３４　Ａ（同和鉱業株式会社）１９９５．１１．１４，段落【００１２】－【００１３】（ファミリーなし）	５

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０４８９４

第Ⅰ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第８条第３項（ＰＣＴ１７条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1．☐ 請求の範囲 _____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

2．☐ 請求の範囲 _____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3．☐ 請求の範囲 _____は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第３文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲１－３に記載の発明の特別な技術的特徴は、トップリングからの研磨対象物の離脱方法である。
請求の範囲４，５に記載の発明の特別な技術的特徴は、研磨対象物の吸着保持方法である。

1．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

2．☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

4．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。