(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3693459号
(P3693459)
(45)発行日　平成17年9月7日(2005.9.7)　(24)登録日　平成17年7月1日(2005.7.1)

(51)Int.Cl.[7]	F I
B24B 37/04	B24B 37/04 E
H01L 21/304	H01L 21/304 622K

請求項の数 6　(全 10 頁)

(21)出願番号	特願平9-105252
(22)出願日	平成9年4月8日(1997.4.8)
(65)公開番号	特開平10-286768
(43)公開日	平成10年10月27日(1998.10.27)
審査請求日	平成15年2月7日(2003.2.7)

(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　100092406
弁理士　堀田　信太郎
(74)代理人　100102967
弁理士　大畑　進
(72)発明者　木村　憲雄
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
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ポリッシング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブルとトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の力で押圧することによって該ポリッシング対象物を研磨し、平坦且つ鏡面化するポリッシング装置において、

前記ポリッシング対象物を収容する凹部を有したトップリングの周囲に押圧リングを上下動自在に配置し、前記押圧リングを研磨布に対して可変の押圧力で押圧する押圧手段を設け、前記トップリングと前記押圧リングとを相対回転可能に構成し、

前記トップリングは、自身の軸線に対して回転可能に構成され、前記押圧リングは、自身の軸線に対して非回転に構成されていることを特徴とするポリッシング装置。

【請求項２】

前記押圧リングは、前記研磨布と接触する押圧面を有する部位がセラミック等の耐摩耗性材料からなることを特徴とする請求項１記載のポリッシング装置。

【請求項３】

前記トップリングは、ポリッシング対象物の上面を保持するトップリング本体と、このトップリング本体の外周部に着脱可能に配置されポリッシング対象物の外周部を保持するリテーナリングとからなり、前記ポリッシング対象物を収容する凹部は前記トップリング本体の下面と前記リテーナリングの内周面とにより形成されていることを特徴とする請求項１記載のポリッシング装置。

【請求項４】

前記リテーナリングの少なくとも下部は、樹脂コーティングが施されていることを特徴とする請求項３記載のポリッシング装置。

【請求項５】

前記押圧リングの前記研磨布と接触する押圧面を有する部位は炭化ケイ素からなることを特徴とする請求項３記載のポリッシング装置。

【請求項６】

上面に研磨布を貼ったターンテーブルと、

ポリッシング対象物を保持し、前記ターンテーブルに対してポリッシング対象物を所定の力で押圧するトップリングとを有するポリッシング装置であって、

前記トップリングは、前記ポリッシング対象物を保持するトップリング本体と、該トップリング本体の周囲に上下動自在に配置された押圧リングと、前記押圧リングを研磨布に対して可変の押圧力で押圧する押圧手段とを設け、前記トップリング本体は、自身の軸線に対して回転可能に構成され、前記押圧リングは、自身の軸線に対して非回転に構成されていることを特徴とするポリッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体ウエハ等のポリッシング対象物を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシング装置に係り、特にポリッシング対象物の周縁部の研磨量を制御する機構を具備したポリッシング装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

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０．５μｍ以下の光リソグラフィの場合、許容される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。そこで、半導体ウエハの表面を平坦化することが必要となるが、この平坦化法の１手段としてポリッシング装置により研磨することが行われている。

【０００３】

従来、この種のポリッシング装置は、ターンテーブルとトップリングとを有し、トップリングが一定の圧力をターンテーブルに与え、ターンテーブルとトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて、砥液を供給しつつ該ポリッシング対象物の表面を平坦且つ鏡面に研磨している。

【０００４】

上述したポリッシング装置において、研磨中のポリッシング対象物と研磨布との間の相対的な押圧力がポリッシング対象物の全面に亘って均一でないと、各部分の押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。よって、従来のポリッシング装置においては、上記の押圧力の不均一を避けるための手段として、

▲１▼　トップリングの半導体ウエハ保持面に、弾性を有する例えばポリウレタン等の弾性マットを貼ること、

▲２▼　ポリッシング対象物の保持部、即ちトップリングを、研磨布の表面に対して傾動可能にすること、

▲３▼　研磨布の研磨部の周囲の部分を、トップリング及びポリッシング対象物とは独立して押圧することにより、研磨布の研磨領域とその周囲の段差を防ぐこと、等が行われている。

【０００５】

図４は従来のポリッシング装置の一例の主要部を示す図である。ポリッシング装置は、上面に研磨布４２を貼った回転するターンテーブル４１と、回転および押圧可能にポリッシング対象物である半導体ウエハ４３を保持するトップリング４５と、研磨布４２に砥液Ｑを供給する砥液供給ノズル４８を備えている。トップリング４５はトップリングシャフト４９に連結されており、またトップリング４５はその下面にポリウレタン等の弾性マット

４７を備えており、弾性マット４７に接触させて半導体ウエハ４３を保持する。さらにトップリング４５は、研磨中に半導体ウエハ４３がトップリング４５の下面から外れないようにするため、円筒状のガイドリング４６Ａを外周縁部に備えている。ここで、ガイドリング４６Ａはトップリング４５に対して固定されており、その下端面はトップリング４５の保持面から突出するように形成され、ポリッシング対象物である半導体ウエハ４３が保持面内に保持され、研磨中に研磨布４２との摩擦力によってトップリング外へ飛び出さないようになっている。

【０００６】

半導体ウエハ４３をトップリング４５の下面の弾性マット４７の下部に保持し、ターンテーブル４１上の研磨布４２に半導体ウエハ４３をトップリング４５によって押圧するとともに、ターンテーブル４１およびトップリング４５を回転させて研磨布４２と半導体ウエハ４３を相対運動させて研磨する。このとき、砥液供給ノズル４８から研磨布４２上に砥液Ｑを供給する。砥液は、例えばアルカリ溶液に微粒子からなる砥粒を懸濁したものを用い、アリカリによる化学的研磨作用と、砥粒による機械的研磨作用との複合作用によって半導体ウエハを研磨する。

【０００７】

図５は、図４に示すポリッシング装置による研磨時の半導体ウエハと研磨布と弾性マットの状態を示す拡大断面図である。図５に示すように、ポリッシング対象物のみが研磨布を押圧する構造になっている場合には、ポリッシング対象物である半導体ウエハ４３の周縁は、研磨布４２との接触／非接触の境界であると同時に、弾性マット４７との接触／非接触との境界になっている。このため、これらの境界であるポリッシング対象物の周縁において、ポリッシング対象物に加わる研磨圧力が不均一になり、ポリッシング対象物の周縁のみが多く研磨され、いわゆる「縁だれ」を起こしてしまうという欠点があった。

【０００８】

上述した半導体ウエハの縁だれを防止するため、本件出願人は、先に特願平７－２８７９７６号にて半導体ウエハの外周側に位置する研磨布を押圧する構造を有したポリッシング装置を提案している。

【０００９】

図６は、特願平７－２８７９７６号にて提案したポリッシング装置の例の主要部を示す図である。トップリング４５はボール６５を介してトップリングシャフト６６に連結されている。ガイドリング４６はキー５８を介してトップリング４５に連結されており、ガイドリング４６はトップリング４５に対して上下動自在であるとともにトップリング４５と一体に回転可能になっている。そして、ガイドリング４６はベアリング５９を保持したベアリング押さえ６０及びシャフト６１を介してガイドリング用エアシリンダ６２に連結されている。ガイドリング用エアシリンダ６２はトップリングヘッド５９に固定されている。ガイドリング用エアシリンダ６２は円周上に複数個（例えば３個）配設されている。トップリング用エアシリンダ６０及びガイドリング用エアシリンダ６２は、それぞれレギュレータＲ１，Ｒ２を介して圧縮空気源６４に接続されている。

【００１０】

前記レギュレータＲ１によってトップリング用エアシリンダ６０へ供給する空気圧を調整することによりトップリング４５が半導体ウエハ４３をターンテーブル４１上の研磨布４２に押圧する押圧力を調整することができ、レギュレータＲ２によってガイドリング用エアシリンダ６２へ供給する空気圧を調整することによりガイドリング４６が研磨布４２を押圧する押圧力を調整することができる。このトップリングの押圧力に対するガイドリングの押圧力を適宜調整することにより、半導体ウエハの中心部から周縁部、さらには半導体ウエハの外側にあるガイドリング４６の外周部までの研磨圧力の分布が連続かつ均一になる。そのため、半導体ウエハ４３の外周部における研磨量の過不足を防止することができる。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】

本件出願人が先に特願平７－２８７９７６号において提案したポリッシング装置では、トップリング４５とガイドリング４６とは一体に回転するようになっている。そのため、トップリング４５の下端面に保持された半導体ウエハ４３とガイドリング４６との間での相対回転はなく、半導体ウエハ４３の周縁部とガイドリング４６の内周部とは常に同一部位同士が対面した状態で研磨が行われていた。

【００１２】

しかしながら、ガイドリングの押圧面は、微視的には平坦とは言い難く、わずかながらうねりが存在する。この押圧面のうねりのために、研磨布の変形量に微小な差異が生じ、半導体ウエハの周縁部近傍の研磨布が均一に変形されず、これが半導体ウエハの周縁部の研磨量に影響し、半導体ウエハの周縁部全周が均一に研磨されないという問題点があった。またガイドリングの上下方向の板厚が全周に亘って均一でないことも、半導体ウエハの周縁部全周が均一に研磨されない要因となっていた。

【００１３】

本発明は上述の事情に鑑みなされたもので、半導体ウエハ等のポリッシング対象物の周縁部における研磨量を全周に亘って均一にすることができるポリッシング装置を提供することを目的とする。

【００１４】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するため本発明のポリッシング装置は、上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブルとトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の力で押圧することによって該ポリッシング対象物を研磨し、平坦且つ鏡面化するポリッシング装置において、前記ポリッシング対象物を収容する凹部を有したトップリングの周囲に押圧リングを上下動自在に配置し、前記押圧リングを研磨布に対して可変の押圧力で押圧する押圧手段を設け、前記トップリングと前記押圧リングとを相対回転可能に構成し、前記トップリングは、自身の軸線に対して回転可能に構成され、前記押圧リングは、自身の軸線に対して非回転に構成されていることを特徴とするものである。

【００１５】

本発明によれば、トップリングと押圧リングとが相対回転可能に構成されているため、研磨中にトップリングの下端面に保持されたポリッシング対象物と押圧リングとの間で相対移動を生ずる。そのため、ポリッシング対象物の周縁部と押圧リングの内周部とは常に異なった部位同士が対面した状態で研磨が行われている。したがって、押圧リングの押圧面にうねりがあったり、また押圧リングの上下方向の板厚が全周に亘って均一でないことに起因してポリッシング対象物の周縁部近傍の研磨布が均一に変形されなかったとしても、ポリッシング対象物の押圧リングに対する回転によってポリッシング対象物の周縁部の研磨量が平準化され、ポリッシング対象物の周縁部全周が均一に研磨される。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るポリッシング装置の一実施例を図１乃至図３を参照して説明する。図１はポリッシング装置の全体構成を示す断面図であり、図２はトップリング及び押圧リングの部分を示す拡大断面図であり、図３は図２の要部拡大断面図である。

【００１７】

図１および図２において、符号１はトップリングであり、トップリング１は、トップリング本体１Ａと、トップリング本体１Ａの外周部にボルト３１によって着脱可能に固定されたリテーナリング１Ｂとからなり、半導体ウエハ４を収容する凹部１ａはトップリング本体１Ａの下面とリテーナリング１Ｂによって形成されている。そして、トップリング本体１Ａの下面によって半導体ウエハ４の上面を保持し、リテーナリング１Ｂによって半導体ウエハ４の外周部を保持するようになっている。前記トップリング本体１Ａおよびリテーナリング１Ｂの周囲には押圧リング３が上下動可能に設けられている。また押圧リング３とトップリング１との間には、トップリング１の過度な傾動を抑制するための略Ｕ字状の

断面を有する板バネ１７が介装されている。

【００１８】

前記トップリング１の下面には弾性マット２が貼着されている。またトップリング１の下方には、上面に研磨布６を貼ったターンテーブル５が設置されている。またトップリング本体１Ａには凹球面３２ａを有した取付フランジ３２が固定されている。トップリング１の上方にはトップリングシャフト８が配置されている。トップリングシャフト８の下端には、凹球面３４ａを有した駆動軸フランジ３４が固定されている。そして、前記両凹球面３２ａ，３４ａ間には、球ベアリング７が介装されている。また、トップリング本体１Ａと取付フランジ３２との間には空間３３が形成され、この空間３３に真空、加圧空気、水等の液体が供給できるようになっている。トップリング本体１Ａは空間３３と連通して下面に開口する多数の連通孔３５を有している。弾性マット２も同様に前記連通孔３５に対向した位置に開口を有している。これによって、半導体ウエハ４（図１参照）の上面を真空によって吸着可能であり、又、半導体ウエハ４の上面に液体又は加圧空気を供給できるようになっている。

【００１９】

前記トップリングシャフト８はトップリングヘッド９に固定されたトップリング用エアシリンダ１０に連結されており、このトップリング用エアシリンダ１０によってトップリングシャフト８は上下動し、トップリング１の下端面に保持された半導体ウエハ４をターンテーブル５に押圧するようになっている。

【００２０】

また、トップリングシャフト８はキー（図示せず）を介して回転筒１１に連結されており、この回転筒１１はその外周部にタイミングプーリ１２を有している。そして、タイミングプーリ１２は、タイミングベルト１３を介して、トップリングヘッド９に固定されたトップリング用モータ１４に設けられたタイミングプーリ１５に接続されている。したがって、トップリング用モータ１４を回転駆動することによってタイミングプーリ１５、タイミングベルト１３およびタイミングプーリ１２を介して回転筒１１及びトップリングシャフト８が一体に回転し、トップリング１が回転する。トップリングヘッド９は、フレーム（図示せず）に固定支持されたトップリングヘッドシャフト１６によって支持されている。

【００２１】

トップリング１の周囲に設けられた押圧リング３は、図２および図３に示すように、最下位置にあってアルミナセラミックからなる第１押圧リング部材３ａと、第１押圧リング部材３ａの上方にあるステンレス鋼からなる第２，第３押圧リング部材３ｂ，３ｃと、最上方位置にあるステンレス鋼からなる第４押圧リング部材３ｄとから構成されている。第２～第４押圧リング部材３ｂ～３ｄは、ボルト３６によって相互に接続されており、第１押圧リング部材３ａは第２押圧リング部材３ｂに接着等によって固定されている。第１押圧リング部材３ａの下端面は、内周側のみが下方に突出して段差を形成しており、内周側のみが研磨布６を押圧する押圧面になっている。押圧リング３の上端部は押圧リング用エアシリンダ２２に連結されている。押圧リング用エアシリンダ２２はトップリングヘッド９に固定されている。押圧リング用エアシリンダ２２は円周上に複数個（例えば３個）配設されている。またリテーナリング１Ｂはステンレス鋼等の金属からなり、図３の太線に示すように、その下部内外周面および下端面に樹脂コーティング１８が施されている。樹脂コーティング１８はＰＥＥＫ（ポリエーテルケトン）、ポリテトラフルオロエチレン、塩化ポリビニール等が好ましく、その膜厚は１００ミクロン以内が適当である。

【００２２】

トップリング用エアシリンダ１０及び押圧リング用エアシリンダ２２は、それぞれレギュレータＲ１，Ｒ２を介して圧縮空気源２４に接続されている。そして、レギュレータＲ１によってトップリング用エアシリンダ１０へ供給する空気圧を調整することによりトップリング１が半導体ウエハ４を研磨布６に押圧する押圧力を調整することができ、レギュレータＲ２によって押圧リング用エアシリンダ２２へ供給する空気圧を調整することにより

押圧リング３が研磨布６を押圧する押圧力を調整することができる。

【００２３】

本実施例においては、トップリング１と押圧リング３との間に、トップリング１の回転を押圧リング３に伝達するためのキー等の手段が設けられていない。従って、研磨中にトップリング１はトップリングシャフト８の軸心まわりに回転するが、押圧リング３は自身の軸線に対して非回転に構成されている。そのため、トップリング１の回転力が押圧リング３へ伝達しないので、トップリングシャフト８の回転負荷が少なくなる。また、押圧リング３をトップリングヘッド９に固定された押圧リング用エアシリンダ２２によって直接作動させることができるため、装置構造が簡易になる。

【００２４】

また、ターンテーブル５の上方には砥液供給ノズル２５が設置されており、砥液供給ノズル２５によってターンテーブル５上の研磨布６上に研磨砥液Ｑが供給されるようになっている。

【００２５】

上記構成のポリッシング装置において、トップリング１の下面に半導体ウエハ４を保持させ、トップリング用エアシリンダ１０を作動させてトップリング１をターンテーブル５に向かって押圧し、回転しているターンテーブル５の上面の研磨布６に半導体ウエハ４を押圧する。一方、砥液供給ノズル２５から研磨砥液Ｑを流すことにより、研磨布６に研磨砥液Ｑが保持されており、半導体ウエハ４の研磨される面（下面）と研磨布６の間に研磨砥液Ｑが存在した状態でポリッシングが行われる。

【００２６】

トップリング用エアシリンダ１０によるトップリング１の押圧力に応じて押圧リング用エアシリンダ２２による押圧リング３の研磨布６への押圧力を適宜調整して半導体ウエハ４の研磨を行う。研磨中にレギュレータＲ１によってトップリング１が半導体ウエハ４をターンテーブル５上の研磨布６に押圧する押圧力$Ｆ_1$を変更でき、レギュレータＲ２によって押圧リング３が研磨布６を押圧する押圧力$Ｆ_2$を変更できる（図１参照）。したがって、研磨中に、押圧リング３が研磨布６を押圧する押圧力$Ｆ_2$を、トップリング１が半導体ウエハ４を研磨布６に押圧する押圧力$Ｆ_1$に応じて変更することができる。この押圧力$Ｆ_1$に対する押圧力$Ｆ_2$を適宜調整することにより、半導体ウエハ４の中心部から周縁部、さらには半導体ウエハ４の外側にある押圧リング３の外周部までの研磨圧力の分布が連続かつ均一になる。そのため、半導体ウエハ４の周縁部における研磨量の過不足を防止することができる。

【００２７】

また半導体ウエハ４の周縁部で内部側より意図的に研磨量を多くし又は逆に少なくしたい場合には、押圧リングの押圧力$Ｆ_2$をトップリングの押圧力$Ｆ_1$に基づいて最適な値に選択することにより、半導体ウエハ４の周縁部の研磨量を意図的に増減できる。

【００２８】

本実施例においては、半導体ウエハ４の研磨中に、トップリング１は、トップリングシャフト８の回転によって自身の軸線に対して回転する。しかしながら、押圧リング３は、固定のトップリングヘッド９にエアシリンダ２２を介して連結されているため、自身の軸線に対して非回転に構成されている。そのため、トップリング１の下端面に保持された半導体ウエハ４と押圧リング３との間で相対回転が生ずる。よって、半導体ウエハ４の周縁部と押圧リング３の内周部とは常に異なった部位同士が対面した状態で研磨が行われる。

【００２９】

したがって、押圧リング３の押圧面に、うねりがあったり、また押圧リング３の上下方向の板厚が全周に亘って均一でないことに起因して、半導体ウエハ４の周縁部近傍の研磨布６が全周に亘って均一に変形されなかったとしても、半導体ウエハ４の押圧リング３に対する回転によって半導体ウエハ４の周縁部の研磨量が平準化され、半導体ウエハ４の周縁部全周が均一に研磨される。

【００３０】

また本実施例によれば、リテーナリング１Ｂと押圧リング３とを最適な材質のものを選択することができる。リテーナリング１Ｂは、内周面が半導体ウエハ４に接触し、下端が研磨布６に接触しないため、金属に樹脂コーティング１８を施す等の手段により比較的柔らかな表面を有する材料から選ぶことができる。硬い材料を用いると、研磨中に半導体ウエハ４が破損することがあるからである。またリテーナリング１Ｂと押圧リング３とが接触したとしても、両者は樹脂コーティング１８を介して接触するため、金属同士の接触がなく、押圧リング３とリテーナリング１Ｂの相対運動（上下運動および回転運動）が円滑に行われる。また、この樹脂コーティングを施すことにより、金属材料が磨耗することによって生じる金属汚染を防止することができる。

【００３１】

また第１押圧リング３ａは、半導体ウエハ４に接触せず、かつ研磨布６と接触するために、アルミナセラミック等の硬度が高く耐摩耗性に富み、かつ摩擦係数の低い材料から選択することができる。押圧リングは、摩耗が少なく、かつ研磨布との摩擦抵抗が小さく、又、押圧リングの摩耗粉が半導体ウエハ４上の半導体デバイスに悪影響を与えないものが望ましい。第１押圧リング３ａは、上述したように半導体ウエハ４と直接接触することがないために、この面からの制約がないので、上記要請を満たすような最適な材質であるアルミナセラミックを選択することができる。なお、押圧リングの材質としてアルミナセラミック以外に炭化ケイ素（ＳｉＣ）やジルコニア等のセラミックであってもよい。

【００３２】

【発明の効果】

以上説明したように本発明のポリッシング装置によれば、押圧リングの押圧面にうねりがあったり、また押圧リングの上下方向の板厚が全周に亘って均一でないことに起因して、ポリッシング対象物の周縁部近傍の研磨布が均一に変形されなかったとしても、ポリッシング対象物の押圧リングに対する回転によってポリッシング対象物の周縁部の研磨量が平準化され、ポリッシング対象物の周縁部全周が均一に研磨される。

【００３３】

また本発明によれば、押圧リングは、研磨布と接触する押圧面を有する部位がセラミック等の耐摩耗性に富みかつ低摩擦係数の材料で構成されている。したがって、押圧リングが研磨布を押圧して摺動する際の摩耗を抑制することができるとともに摺動時の発熱を抑制することができる。

【００３４】

さらに本発明によれば、リテーナリングの少なくとも下部は樹脂コーティングが施されているため、ポリッシング対象物の外周部を柔らかな材料（樹脂コーティング）で支持することができる。また押圧リングがリテーナリングに接触したとしても、両者が樹脂コーティングを介して接触するため、金属同士の接触がなく、押圧リングとリテーナリングの相対運動が円滑に行われる。更に、樹脂コーティングにより、ポリッシング対象物の金属汚染を防止することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るポリッシング装置の一実施例の全体構成を示す断面図である。

【図２】本発明に係るポリッシング装置の一実施例の要部構成を示す断面図である。

【図３】図２の要部拡大断面図である。

【図４】従来のポリッシング装置の概略構造を示す断面図である。

【図５】従来のポリッシング装置における半導体ウエハと研磨布と弾性マットとの状態を示す拡大断面図である。

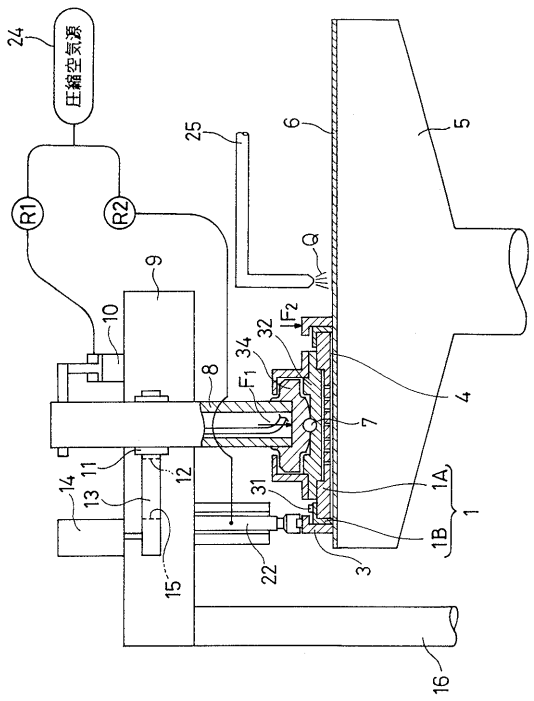
【図６】本件出願人が先に提案したポリッシング装置の例の主要部を示す図である。

【符号の説明】

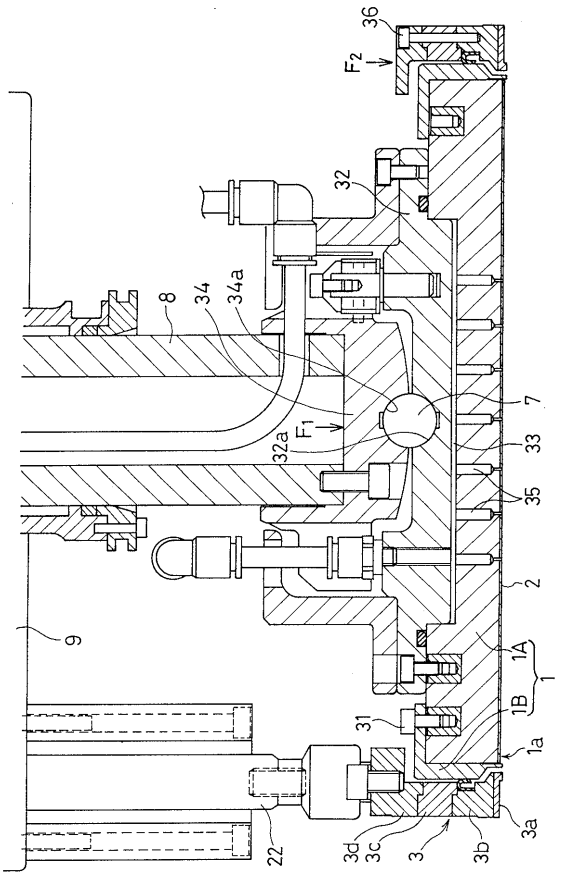
１　　トップリング
１Ａ　トップリング本体
１Ｂ　リテーナリング
２　　弾性マット

３　　押圧リング
４　　半導体ウエハ
５　　ターンテーブル
６　　研磨布
７　　球ベアリング
８　　トップリングシャフト
９　　トップリングヘッド
１０　　トップリング用エアシリンダ
１８　　樹脂コーティング
２２　　押圧リング用エアシリンダ
２４　　圧縮空気源
２５　　砥液供給ノズル
３２　　取付フランジ
３４　　駆動軸フランジ

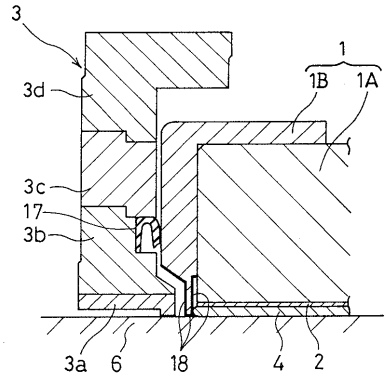
【図１】



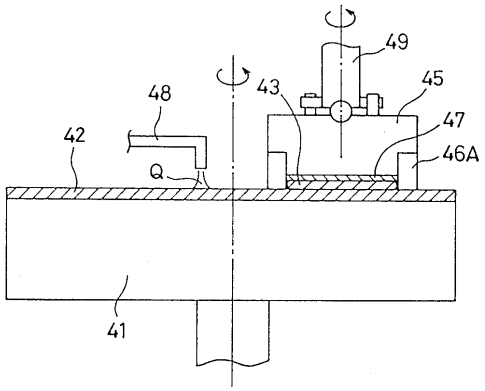
【図２】



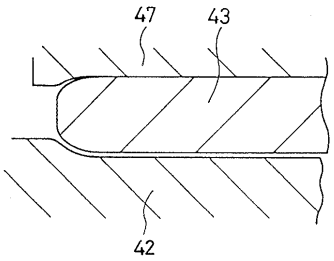
【図３】


3
3d
1
1B
1A
3c
17
3b
3a
6
18
4
2

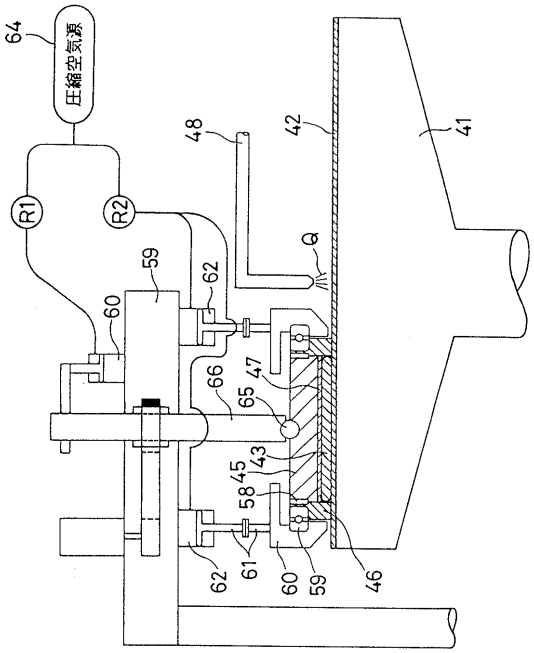
【図４】


49
48
43
45
42
47
46A
Q
41

【図５】


47
43
42

【図６】


64
圧縮空気源
48
42
41
R1
R2
Q
59
62
60
66
47
65
45
43
58
61
46

フロントページの続き

審査官　横溝　顕範

(56)参考文献　特開平０６－３４２７７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１８７６５７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５３－１３６７９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２２９８０８（ＪＰ，Ａ）
実開昭４８－０２５３８６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B24B 37/00-04
H01L 21/304　622