

明 細 書

発明の名称： トップリング、および、基板研磨装置

技術分野

[0001] 本願は、トップリング、および、基板研磨装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造に、基板の表面を平坦化するために化学機械研磨（CMP）装置が使用されている。半導体デバイスの製造に使用される基板は、多くの場合、円板形状である。また、半導体デバイスに限らず、CCL基板（Copper Clad Laminate基板）やPCB（Printed Circuit Board）基板、フォトリソマスク基板、ディスプレイパネルなどの四角形の基板の表面を平坦化する場合の平坦度の要求も高まっている。また、PCB基板などの電子デバイスが配置されたパッケージ基板の表面を平坦化することへの要求も高まっている。

[0003] 基板研磨装置は、基板を保持するためのトップリングを含む。例えば特許文献1に記載されているように、トップリングは、回転軸と、回転軸に連結されたフランジと、フランジの下面に形成された開口に嵌合された吸着板と、吸着板の上面に張り付けられた遮蔽板とを含む。このトップリングは、真空吸引によって吸着板を介して基板を吸着し、かつ、遮蔽板に圧力を加えることによって基板を研磨パッドに押圧するように構成される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2023-57047号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記したトップリングでは、基板の中央側と基板の外縁側とで研磨処理後の基板の膜厚に差が生じる場合が見られた。特に、角形基板を研磨するときには、基板角部の研磨量が基板中央部の研磨量に対して小さくなる場合があ

る。これは、トップリングが遮蔽板を介して基板を押圧すると基板角部に反り上がる方向の力が生じ、基板角部の押圧が基板中央部の押圧に比べて低くなることに起因していると考えられる。また、図10に示すように、基板研磨装置1000では、研磨テーブル350に形成された通路353（開口部355）からトップリング302に保持された角形基板WFの中央に研磨スラリーPSが供給され、この研磨スラリーPSが基板WFの板面に沿って外縁側に拡散することで基板WFの外縁側に研磨スラリーPSが供給される場合がある（一点鎖線矢印参照）。この処理において研磨スラリーPSの供給量が基板の中央側よりも基板角部で少なくなり、基板角部の研磨量が基板中央部の研磨量に対して低くなっている可能性もある。また、研磨環境によっては、角形基板の外縁側の研磨量が、基板の中央側の研磨量よりも大きくなる場合もある。

[0006] 以上の実情に鑑みて、本願は、角形基板の中央側と基板の外縁側とで研磨プロファイルをより均一化することができるトップリングまたは基板研磨装置を提供することを目的の1つとしている。

課題を解決するための手段

[0007] 一実施形態によれば、多角形基板を保持するためのトップリングが提案され、前記トップリングは、回転シャフトに連結されたベース部材と、基板を吸着するための基板吸着面を有して減圧モジュールと連通する基板吸着体、前記基板吸着体の前記基板吸着面とは反対側の面を遮蔽するように構成された遮蔽部材、および、前記ベース部材の少なくとも一部の周囲を囲むように前記遮蔽部材に接続された枠部材、を含む基板吸着部材と、前記ベース部材に接触する第1端部、および、前記枠部材に接触する第2端部を有し、前記ベース部材と前記枠部材とを近づける方向または離す方向に付勢力を付与する付勢機構と、を備える。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態による基板研磨装置の全体構成を示す平面図である。

[図2]一実施形態による研磨ユニットの構成を概略的に示す斜視図である。

[図3]一実施形態のトップリングを概略的に示す断面図である。

[図4]一実施形態のトップリングを概略的に示す断面斜視図である。

[図5]一実施形態の基板吸着部材を概略的に示す斜視図である。

[図6]図5におけるA A領域を拡大した図である。

[図7]変形例における付勢機構の接触場所を示す図である。

[図8]変形例にトップリングを概略的に示す断面図である。

[図9]枠部材におけるピストンまたは弾性体が接触する部位の一例を示す図である。

[図10]参考例における基板研磨装置の一例を示す図である。

[0009] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。以下で説明する図面において、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。

[0010] 図1は、一実施形態による基板研磨装置1000の全体構成を示す平面図である。図1に示される基板研磨装置1000は、ロードユニット100、搬送ユニット200、研磨ユニット300、乾燥ユニット500、およびアンロードユニット600を有する。図示の実施形態において、搬送ユニット200は、2つの搬送ユニット200A、200Bを有し、研磨ユニット300は、2つの研磨ユニット300A、300Bを有する。なお、搬送ユニット200および研磨ユニット300は、1つ又は3つ以上が設けられてもよい。一実施形態において、これらの各ユニットは、独立に形成することができる。これらのユニットを独立して形成することで、各ユニットの数を任意に組み合わせることで異なる構成の基板研磨装置1000を簡易に形成することができる。また、基板研磨装置1000は、コントローラ900を備え、基板研磨装置1000の各構成要素はコントローラ900により制御される。一実施形態において、コントローラ900は、入出力装置、演算装置、記憶装置（記憶媒体）900aなどを備える一般的なコンピュータから構成することができる。コントローラ900は、基板研磨装置1000を制御する動作の主体として機能する。コントローラ900は、記憶装置900a

等に記憶されたプログラムを読み込んで実行することにより各種処理を行う。プログラムは、DVD-ROM等の記録媒体に記録されたものを取得するか、またはネットワークを介して取得されてもよい。

[0011] <ロードユニット>

ロードユニット100は、研磨および洗浄などの処理が行われる前の基板WFを基板研磨装置1000内へ導入するためのユニットである。一実施形態において、ロードユニット100は、SMEMA (Surface Mount Equipment Manufacturers Association) の機械装置インタフェー規格 (IPC-SMEMA-9851) に準拠するように構成される。

[0012] 図示の実施形態において、ロードユニット100の搬送機構は、複数の搬送ローラ202と、搬送ローラ202が取り付けられる複数のローラシャフト204とを有する。図1に示される実施形態においては、各ローラシャフト204には3つの搬送ローラ202が取り付けられている。基板WFは、搬送ローラ202上に配置され、搬送ローラ202が回転することで基板WFが搬送される。ローラシャフト204上の搬送ローラ202の取り付け位置は、基板WFを安定的に搬送することができる位置であれば任意とすることができる。ただし、搬送ローラ202は基板WFに接触するので、処理対象である基板WFに接触しても問題の無い領域に搬送ローラ202が接触するように配置することが好ましい。一実施形態において、ロードユニット100の搬送ローラ202は、導電性ポリマーから構成することができる。一実施形態において、搬送ローラ202は、ローラシャフト204などを介して電氣的に接地される。これは、基板WFが帯電して基板WFを損傷することを防止するためである。また、一実施形態において、ロードユニット100に、基板WFの帯電を防止するためにイオナイザー (図示せず) を設けてもよい。

[0013] <搬送ユニット>

図1に示される基板研磨装置1000は、2つの搬送ユニット200A、200Bを備えている。2つの搬送ユニット200A、200Bは同一の構

成とすることができるので、以下において、一括して搬送ユニット２００として説明する。

[0014] 図示の搬送ユニット２００は、基板ＷＦを搬送するための複数の搬送ローラ２０２を備えている。搬送ローラ２０２を回転させることで、搬送ローラ２０２上の基板ＷＦを所定の方向に搬送することができる。搬送ユニット２００の搬送ローラ２０２は、導電性ポリマーから形成されても、導電性のないポリマーから形成されてもよい。

[0015] 一実施形態において、搬送ユニット２００は、洗浄ノズル２８４を有する。洗浄ノズル２８４は、図示しない洗浄液の供給源に接続される。洗浄ノズル２８４は、搬送ローラ２０２によって搬送される基板ＷＦに洗浄液を供給するように構成される。

[0016] <研磨ユニット>

図２は、一実施形態による研磨ユニット３００の構成を概略的に示す斜視図である。図１に示される基板研磨装置１０００は、２つの研磨ユニット３００Ａ、３００Ｂを備えている。２つの研磨ユニット３００Ａ、３００Ｂは同一の構成とすることができるので、以下において、一括して研磨ユニット３００として説明する。

[0017] 図２に示すように、研磨ユニット３００は、研磨テーブル３５０と、研磨対象物である基板を保持して研磨テーブル３５０上の研磨面に押圧する研磨ヘッドを構成するトップリング３０２とを備えている。研磨テーブル３５０は、テーブル軸３５１を介してその下方に配置される研磨テーブル回転モータ（図示せず）に連結されており、そのテーブル軸３５１周りに回転可能になっている。研磨テーブル３５０の上面には研磨パッド３５２が貼付されており、研磨パッド３５２の表面３５２ａが基板を研磨する研磨面を構成している。

[0018] 研磨テーブル３５０の上方には研磨液供給ノズル３５４が設置されており、この研磨液供給ノズル３５４によって研磨テーブル３５０上の研磨パッド３５２上に研磨液が供給されるようになっている。また、図２に示されるよ

うに、研磨テーブル３５０およびテーブル軸３５１には、研磨液を供給するための通路３５３が設けられている。通路３５３は、研磨テーブル３５０の表面の開口部３５５に連通している。研磨テーブル３５０の開口部３５５に対応する位置において研磨パッド３５２は貫通孔３５７が形成されており、通路３５３を通る研磨液は、研磨テーブル３５０の開口部３５５および研磨パッド３５２の貫通孔３５７から研磨パッド３５２の表面に供給される。なお、研磨テーブル３５０の開口部３５５および研磨パッド３５２の貫通孔３５７は、１つまたは複数でもよいし、設けられなくてもよい。また、研磨テーブル３５０の開口部３５５および研磨パッド３５２の貫通孔３５７の位置は任意であるが、一実施形態においては研磨テーブル３５０の中心付近に配置される。なお、一実施形態では、基板の研磨中に、トップリング３０２に保持された基板ＷＦは、研磨テーブル３５０の中心付近を通過するように（貫通孔３５７を覆うように）動かされる（図１０参照）。

[0019] 図２には示されていないが、一実施形態において、研磨ユニット３００は、液体、または、液体と気体との混合流体を研磨パッド３５２に向けて噴射するためのアトマイザ３５８を備える（図１参照）。アトマイザ３５８から噴射される液体は、例えば、純水であり、気体は、例えば、窒素ガスである。

[0020] トップリング３０２は、トップリングシャフト１８に接続されており、このトップリングシャフト１８は、上下動機構３１９により揺動アーム３６０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、揺動アーム３６０に対してトップリング３０２の全体を上下動させ位置決めするようになっている。トップリングシャフト１８は、図示しないトップリング回転モータの駆動により回転するようになっている。トップリングシャフト１８の回転により、トップリング３０２がトップリングシャフト１８を中心にして回転するようになっている。

[0021] トップリング３０２は、その下面に角形基板を保持できるようになっている。なお、本実施形態では、「角形基板」は、三角形、四角形、または５辺

以上の多角形の板面を有する基板を意味する。揺動アーム３６０は、支軸３６２を中心として旋回可能に構成されている。トップリング３０２は、揺動アーム３６０の旋回により、上述の搬送ユニット２００の基板受け渡し位置と研磨テーブル３５０の上方との間で移動可能である。トップリングシャフト１８を下降させることで、トップリング３０２を下降させて基板を研磨パッド３５２の表面（研磨面）３５２ａに押圧することができる。このとき、トップリング３０２および研磨テーブル３５０をそれぞれ回転させ、研磨テーブル３５０の上方に設けられた研磨液供給ノズル３５４から、および／または、研磨テーブル３５０に設けられた開口部３５５から研磨パッド３５２上に研磨液を供給する。このように、基板を研磨パッド３５２の研磨面３５２ａに押圧して基板の表面を研磨することができる。上記したように、基板WFの研磨中に、トップリング３０２が研磨パッド３５２の中心を通過するように（研磨パッド３５２の貫通孔３５７を覆うように）、アーム３６０を固定あるいは揺動させてもよい（図１０参照）。

[0022] トップリングシャフト１８およびトップリング３０２を上下動させる上下動機構３１９は、軸受３２１を介してトップリングシャフト１８を回転可能に支持するブリッジ２８と、ブリッジ２８に取り付けられたボールねじ３２と、支柱１３０により支持された支持台２９と、支持台２９上に設けられたＡＣサーボモータ３８とを備えている。サーボモータ３８を支持する支持台２９は、支柱１３０を介して揺動アーム３６０に固定されている。

[0023] ボールねじ３２は、サーボモータ３８に連結されたねじ軸３２ａと、このねじ軸３２ａが螺合するナット３２ｂとを備えている。トップリングシャフト１８は、ブリッジ２８と一体となって上下動するようになっている。したがって、サーボモータ３８を駆動すると、ボールねじ３２を介してブリッジ２８が上下動し、これによりトップリングシャフト１８およびトップリング３０２が上下動する。

[0024] 一実施形態による研磨ユニット３００は、研磨パッド３５２の研磨面３５２ａをドレッシングするドレッシングユニット３５６を備えている。このド

レッシングユニット356は、研磨面352aに摺接されるドレッサ50と、ドレッサ50が連結されるドレッサシャフト51と、ドレッサシャフト51の上端に設けられたエアシリンダ53と、ドレッサシャフト51を回転自在に支持する揺動アーム55とを備えている。ドレッサ50の下部はドレッシング部材50aにより構成され、このドレッシング部材50aの下面には針状のダイヤモンド粒子が付着している。エアシリンダ53は、支柱56により支持された支持台57上に配置されており、これらの支柱56は揺動アーム55に固定されている。

[0025] 揺動アーム55は図示しないモータに駆動されて、支軸58を中心として旋回するように構成されている。ドレッサシャフト51は、図示しないモータの駆動により回転し、このドレッサシャフト51の回転により、ドレッサ50がドレッサシャフト51周りに回転するようになっている。エアシリンダ53は、ドレッサシャフト51を介してドレッサ50を上下動させ、ドレッサ50を所定の押圧力で研磨パッド352の研磨面352aに押圧する。

[0026] 研磨パッド352の研磨面352aのドレッシングは次のようにして行われる。ドレッサ50はエアシリンダ53により研磨面352a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352aに供給される。この状態で、ドレッサ50がドレッサシャフト51周りに回転すると共に揺動アーム55が研磨面352a上で揺動し、ドレッシング部材50aの下面（ダイヤモンド粒子）を回転する研磨面352aに摺接させる。このようにして、ドレッサ50により研磨パッド352が削り取られ、研磨面352aがドレッシングされる。

[0027] <乾燥ユニット>

乾燥ユニットは、基板WFを乾燥させるための装置である。図1に示される基板研磨装置1000においては、乾燥ユニット500は、研磨ユニット300で研磨された後に、搬送ユニット200の洗浄部で洗浄された基板WFを乾燥させる。図1に示されるように、乾燥ユニット500は、搬送ユニット200の下流に配置される。乾燥ユニット500は、搬送ローラ202

上を搬送される基板WFに向けて気体を噴射するためのノズル530を有する。気体は、たとえば圧縮された空気または窒素とすることができる。搬送される基板WF上の水滴を乾燥ユニット500によって吹き飛ばすことで、基板WFを乾燥させることができる。

[0028] <アンロードユニット>

アンロードユニット600は、研磨および洗浄などの処理が行われた後の基板WFを基板研磨装置1000の外へ搬出するためのユニットである。図1に示される基板研磨装置1000においては、アンロードユニット600は、乾燥ユニット500で乾燥された後の基板を受け入れる。図1に示されるように、アンロードユニット600は、乾燥ユニット500の下流に配置される。一実施形態において、アンロードユニット600は、SMEMA (Surface Mount Equipment Manufacturers Association) の機械装置インタフェー規格 (IPC-SMEMA-9851) に準拠するように構成される。

[0029] <トップリング>

次に、一実施形態による研磨ユニット300におけるトップリング302について説明する。図3および図4は、一実施形態のトップリング302を概略的に示す断面図および断面斜視図である。図3および図4に示すように、トップリング302は、トップリングシャフト (回転シャフト) 18に連結されたベース部材301を含む。具体的な一例として、ベース部材301は、トップリングシャフト18に連結されたフランジ303と、フランジ303の下面に取り付けられたスペーサ304と、スペーサ304の下面に取り付けられた上部ガイド部材305と、上部ガイド部材305の下面に設けられた下部ガイド部材306と、を含んで構成される。フランジ303と、スペーサ304と、上部ガイド部材305とは、図示しないボルトによって固定される。上部ガイド部材305と下部ガイド部材306とは、弾性部材340を挟んで図示しないボルトによって固定される。弾性部材340は、シリコンゴム、EPDM (エチレンプロピレンジエンゴム)、FKM (フッ素ゴム) などのゴム材料で形成することができるが、これに限られない。下

部ガイド部材３０６は、上部ガイド部材３０５の下面の周縁部に枠状に設けられている。

[0030] また、トップリング３０２は、被研磨面を下方に向けた状態の基板WFの裏面を吸着するための基板吸着部材３３０を含む。基板吸着部材３３０は、ベース部材３０１の下方に配置される。基板吸着部材３３０は、基板吸着体３３４を含む。基板吸着体３３４は、減圧モジュール（真空源）３１を用いた真空引きによって基板WFを真空吸着することができる部材であればよい。基板吸着体３３４は、例えばPE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、またはPVC（ポリ塩化ビニル）などの樹脂に多数の細孔が形成された樹脂ポラス材（多孔質材）で構成することができる。基板吸着体３３４は、本実施形態では板状に形成されており、その下面が、基板WFを吸着するための基板吸着面３３４aを画定する。

[0031] また、基板吸着部材３３０は、遮蔽部材３３２を含む。遮蔽部材３３２は、気体の流れを遮蔽することができる気密な部材であればよく、例えば比較的軟質なPE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、またはPVC（ポリ塩化ビニル）などの樹脂板で形成することができる。遮蔽部材３３２は、本実施形態では、基板吸着体３３４の基板吸着面３３４aとは反対側の面３３４bを遮蔽するように形成される。また、遮蔽部材３３２には、基板吸着体３３４の面３３４bまたは側面３３４cと連通するように吸引路３１２が形成されている。

[0032] 本実施形態の遮蔽部材３３２は、基板吸着体３３４の側面３３４cを覆う枠状の弾性シール部材３３６を含んでいる。弾性シール部材３３６は、例えば両面テープなどの任意の手段によって遮蔽部材３３２本体に取り付けられてもよい。弾性シール部材３３６は、弾性を有し、かつ、気体の流れを遮蔽することができる部材であればよい。例えば、弾性シール部材３３６は、耐薬性があり、伸縮性が良好で、かつ表面がスキン面である軟質部材を用いることができる。例えば、弾性シール部材３３６としては、シリコンスポン

ジ、シリコンゴム、または軟質のポリ塩化ビニル製のノルシールを採用することができる。図3および図4に示す例では、弾性シール部材336は、下端から外側に向けて延在するリップ部を有している。ただし、こうした例に限定されず、弾性シール部材336は、例えば矩形断面または円形断面を有してもよい。また、遮蔽部材332は、弾性シール部材336を有しなくてもよく、基板吸着体334の側面334cを遮蔽するように形成されてもよい。

[0033] 遮蔽部材332を設けることによって、減圧モジュール（真空源）31によって基板吸着体334を真空引きした場合に、負圧を基板吸着面334aに効率よく形成することができる。これにより、基板WFを基板吸着部材330に確実に吸着することができるので、基板WFの周囲にリテーナ部材を設けなくても、研磨中に基板WFが外側に飛び出す（スリップアウトする）のを防止することができる。また、基板WFの形状が角型である場合には、研磨中に基板WFの角部がリテーナ部材と接触して、基板WFまたはトップリングに破損が生じるおそれもある。これに対して、本実施形態によれば、基板吸着部材330によって基板WFを真空吸着しながら研磨パッド352に押圧することができるので、研磨中の基板WFのスリップアウトを防止するとともに、研磨中に基板WFまたはトップリングが破損するのを防止することができる。

[0034] 図3および図4に示すように、基板吸着部材330は、ベース部材301の少なくとも一部（具体的には、上部ガイド部材305および下部ガイド部材306）の周囲を囲むように遮蔽部材332に設けられた枠部材344を含む。枠部材344は、遮蔽部材332の上面の周縁部に枠状に設けられた下部枠部材343と、下部枠部材343の上に設けられた枠状の上部枠部材342と、を上部枠部材342の上に設けられたストッパ346とを含む。一例として、遮蔽部材332と枠部材344とは、図示しないボルトによって固定される。また、上部枠部材342と下部枠部材343とは、弾性部材340を挟んで連結されている。

[0035] 図5は、一実施形態の基板吸着部材を概略的に示す斜視図であり、図6は、図5におけるAA領域を拡大した図である。なお、図5および図6では、理解の容易のため、ベース部材301における上部ガイド部材305についても合わせて示している。図5に示すように、本実施形態においては、基板吸着部材330の4箇所吸引ポート314が設けられている。各吸引ポート314は吸引路312および吸引コネクタ311を介して図示していない減圧モジュール31に接続される。

[0036] 図5および図6に示すように、上部枠部材342は、上部枠部材342の四隅にそれぞれ設けられたストッパ346を含む。ストッパ346は、上部枠部材342の異なる箇所を、枠内部を跨いでアーチ状に結ぶように構成され、本実施形態では、上部枠部材342の隅を形成する2辺をアーチ状に接続するように構成される。一方、ベース部材301における上部ガイド部材305は、上部ガイド部材305の四隅のそれぞれに設けられたパッド309を含む。パッド309は、ストッパ346に対応する位置に設けられる。パッド309は、ストッパ346とは異なる高さ位置において上部枠部材342の隅に円板状に形成される。ストッパ346とパッド309は、トップリング302を平面視したときに（基板吸着面334aに垂直な方向から見て）所定の領域において相互にオーバーラップしている。したがって、ストッパ346とパッド309との接触によって基板吸着部材330の高さ方向の動きを規制することができる。パッド309は、ストッパ346と接触することによりベース部材301に対する高さ方向の移動を制限する「接触部」の一例に当たる。

[0037] 再び図3を参照し、トップリング302は、ベース部材301と基板吸着部材330との間に基板WFを加圧するための加圧室を形成するように構成された弾性膜320を含む。本実施形態では、弾性膜320は、面積が異なり積層する複数枚の弾性膜320-1、320-2、320-3を含んでいる。弾性膜320-1、320-2、320-3はそれぞれ、遮蔽部材332の上面に接触する中央部と、中央部から延びて上部ガイド部材305の下

面の異なる位置に固定される端部と、を含む。複数の弾性膜 320-1、320-2、320-3 によって、ベース部材 301 と複数枚の弾性膜 320-1、320-2、320-3 との間に、基板 WF を加圧するための同心状の複数の加圧室が形成される。複数の加圧室はそれぞれ、加圧路 313 を介して圧力調整部（流体供給源）30 と連通している。圧力調整部 30 は、各加圧室に供給する圧力流体の圧力を調整する圧力調整機能を有している。複数の加圧室を形成することによって、基板吸着部材 330 を介して研磨パッド 352 に対する基板 WF の押圧力をエリアごとにコントロールすることができる。本実施形態によれば、減圧モジュール 31 を用いて基板吸着体 334 を負圧にすることによって基板吸着面 334a に基板 WF を吸着するとともに、圧力調整部 30 によって加圧室を加圧することによって基板吸着部材 330 を介して基板 WF を研磨パッド 352 に押圧することができる。なお、トップリング 302 は、同心状の複数の加圧室が形成されるものに限定されず、周方向に分割された複数の加圧室が形成されるものとしてもよい。また、弾性膜 320 は、複数枚が積層して構成されるものに限定されず、複数の加圧室を区分けする隔壁を有するものであってもよく、一例として、特許第 7074606 号に開示されるような金型で形成される弾性膜が用いられてもよい。また、トップリング 302 は、弾性膜 320 を有することなく単一の加圧室が形成されてもよい。

[0038] 図 3 および図 4 に示すように、トップリング 302 は、基板吸着部材 330 の枠部材 344 を上下方向に付勢するように構成された付勢機構 400 を備えている。本実施形態の付勢機構 400 は、空圧式アクチュエータによって構成されている。具体的には、付勢機構 400 は、ベース部材 301 に取り付けられたシリンダ 401 と、シリンダ 401 内に配置されるダイアフラム 408 と、枠部材 344 に接触するピストン 410 と、を備えている。シリンダ 401 は、ベース部材 301 のフランジ 303 の外周部下面に取り付けられた上部シリンダハウジング 402 と、上部シリンダハウジング 402 の下面に取り付けられた下部シリンダハウジング 404 とによって画定され

る。上部シリンダハウジング402と下部シリンダハウジング404とは、一例としてポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂から形成される。ダイヤフラム408は、一例としてゴム材から形成され、上部シリンダハウジング402と下部シリンダハウジング404とに挟まれて固定される。シリンダ401の内部空間は、ダイヤフラム408により上部空間と下部空間とに仕切られている。シリンダ401の下部空間には、ピストン410が配置されている。ピストン410の上端は、ダイヤフラム408の下面に接触し、ピストン410の下端は、下部シリンダハウジング404の下側から出て杵部材344に接触する。一実施形態において、ピストン410は、PPS樹脂などの樹脂、金属、またはセラミックから形成される。ピストン410を樹脂で形成すると、重量を小さくすることができる点で有利である。

[0039] 一実施形態において、トップリング302は、複数の付勢機構400を備える。一例として、複数の付勢機構400のそれぞれは、角形基板WFの角部近傍に設けられるとよい。ただし、付勢機構400は、角形基板WFのすべての角部近傍に設けられることに限定されず、一部の角部近傍に設けられてもよい。また、付勢機構400の一端（第2端部）は、杵部材344におけるストッパ346に接触してもよい。一例として、図6におけるハッチングを付した領域346a（ストッパ346毎に複数か所）に、ピストン410が接触するように構成されてもよい。ただし、こうした例に限定されず、付勢機構400の一端（第2端部）は、ストッパ346に代えて、または加えて、上部杵部材342に直接接触するように構成されてもよい。図7は、変形例における付勢機構400の接触場所を示す図である。図7に示すように、付勢機構400の一端（第2端部）は、一例として上部杵部材342におけるハッチングを付した領域342aに接触するように構成されてもよい。換言すれば、付勢機構400は、ストッパ346よりも角部に近い領域に接触するように構成されてもよいし、ストッパ346近傍の上部杵部材342に接触するように構成されてもよい。なお、付勢機構400におけるベース部材301に接触する端部（第1端部）と杵部材344に接触する端部（

第2端部)とは、トップリング302を平面視したときに(基板吸着面334aに垂直な方向から見て)弾性膜320によって形成される加圧室および/または基板吸着体334から離間していることが好ましい。

[0040] 図3および図4に示すように、上部シリンダハウジング402は、加圧路413を介して圧力調整部30と連通している。このように付勢機構400における駆動源として、基板WFを加圧するための圧力調整部30を用いることにより、トップリング302の部品点数を少なくすることができる。ただし、トップリング302は、基板WFを加圧するための圧力調整部30とは別に、駆動源としての圧力供給源を有してもよい。圧力調整部30からシリンダ401の上部空間内に作動流体(例えば空気、窒素)が供給されると、ダイヤフラム408が下方に膨らんでピストン410を下方方向に移動させる。ピストン410が下方方向に移動することで、枠部材344を下方方向に付勢することができる。

[0041] 一実施形態において、図3に示すように、トップリング302は、ベース部材301の外側側面と枠部材344の外側側面とを接続するバンド345をさらに含む。図3に示す例では、バンド345は、具体的には上部シリンダハウジング402の外側側面から上部枠部材342の外側側面に渡って取り付けられている。バンド345は、基板吸着部材330のベース部材301に対する変位を許容するとともに、基板吸着部材330とベース部材301との間の空間に研磨液などが浸入するのを防止する。

[0042] こうしたトップリング302は、減圧モジュール(真空源)31によって基板吸着体334を真空引きし、基板吸着面334aに基板WFを吸着することができる。そして、圧力調整部30によって加圧室を加圧することによって基板吸着部材330を介して基板WFを研磨パッド352に押圧することができる。このとき、コントローラ900は、基板WFの膜厚分布が目標分布になるように、加圧室への圧力供給を制御するとよい。一例として、コントローラ900は、基板WFの特性などに基づいて予め定めたレシピに基づいて、圧力調整部30を制御してもよい。また、基板研磨装置1000に

基板WFの膜厚を測定するためのセンサを設け、コントローラ900は、基板研磨中にセンサからの情報を取得して、取得した情報に基づいて圧力調整部30を制御してもよい。なお、基板WFの膜厚を測定するためのセンサとしては、渦電流センサ、光学式センサ、またはマイクロ波センサを採用することができる。さらに、コントローラ900は、研磨後の基板WFの研磨プロファイルに基づいて、以降の圧力調整部30の制御を修正してもよい。

[0043] また、本実施形態のトップリング302は、弾性膜320による基板吸着体334の押圧とは別に、付勢機構400によって基板吸着部材330の枠部材344を付勢することにより基板WFを研磨パッド352に押圧することができる。これにより、基板WF中央部に比べて研磨量に差が生じやすい基板WF外縁部の研磨量を調整することができ、角形基板の中央側と外縁側とで研磨プロファイルの均一化を図ることができる。具体的には、コントローラ900は、基板WFの膜厚分布が目標分布になるように予め定められたレシピに基づいて付勢機構400による付勢力を制御してもよい。また、基板研磨装置1000に基板WFの膜厚を測定するためのセンサを設け、コントローラ900は、基板研磨中にセンサからの情報を取得して、取得した情報に基づいて付勢機構400を制御してもよい。さらに、コントローラ900は、研磨後の基板WFの研磨プロファイルに基づいて、以降の付勢機構400の制御を修正してもよい。

[0044] <変形例1>

図8は、変形例にトップリングを概略的に示す断面図である。変形例のトップリング302Aは、付勢機構400と異なる付勢機構400Aを備える点を除いて上記したトップリング302と概ね同一であり、重複する説明を省略する。変形例の付勢機構400Aは、弾性体410Aにより構成されている。弾性体410Aとしては、コイルばねなど、公知の種々の弾性体を採用することができる。変形例のトップリング302Aは、ベース部材301のフランジ303の下面に下部フランジ404Aが取り付けられている。また、ベース部材301の下部フランジ404Aと枠部材344とはカラー

406A, 408Aが固定されている。そして、弾性体410Aの一端（第1端部）はカラー406Aに取り付けられ、弾性体410Aの他端（第2端部）はカラー408Aに取り付けられる。こうした変形例のトップリング302Aでは、圧縮変形された弾性体410Aを下部フランジ404A（カラー406A）と上部枠部材342（カラー408A）との間に挿入することでベース部材301と枠部材344とが付勢される。弾性体410Aを用いた付勢機構400Aによる付勢力は、ベース部材301の下部フランジ404A（カラー406A）と上部枠部材342（カラー408A）との相対的距離によって定まる。そして、予め実験またはシミュレーションなどにより弾性体410Aを選択または弾性体410Aの圧縮変形量を調整することにより、枠部材344を研磨テーブル350に向けて付勢する付勢力を調整することができる。これにより、変形例のトップリング302Aは、実施形態のトップリング302と同様に、基板WF外縁部の研磨テーブル350への押圧力を調整して基板WF外縁部の研磨量を調整することができ、角形基板の中央側と外縁側とで研磨プロファイルの均一化を図ることができる。付勢機構400Aは、一例として、弾性体410Aを所望の弾性率を有する弾性体に変更可能に構成されてもよい。また、付勢機構400Aは、スペーサなどを使用してカラー406A, 408Aの高さ方向の位置が調整できるように構成されてもよい。なお、図8に示す例では、弾性体410Aは、ベース部材301の下部フランジ404Aと枠部材344の上部枠部材342とに取り付けられているが、こうした例に限定されない。一例として、弾性体410Aは、ベース部材301のフランジ303に取り付けられてもよいし、枠部材344のストッパ346に取り付けられてもよい。

[0045] <変形例2>

上記した変形例1では、付勢機構400Aは、枠部材344をベース部材301から離す方向に、つまり基板WFを押圧する方向に、枠部材344とベース部材301とを付勢するものとした。しかしながら、基板WFの外縁部の研磨量が中央部の研磨量よりも大きいような場合には、付勢機構400

Aは、枠部材344をベース部材301に近づける方向に付勢力を付与するように構成されてもよい。

[0046] <変形例3>

図9は、枠部材344におけるピストン410または弾性体410Aが接触する部位の一例を示す図である。上記した実施形態および変形例では、複数の付勢機構400、400Aのピストン410または弾性体410Aは、角形基板WFの角部近傍、つまり枠部材344の角部を含む領域である角部領域ACに接触するように設けられるものとした。しかしながら、こうした例に限定されず、付勢機構400、400Aは、枠部材344の角部領域ACに代えてまたは加えて、枠部材344の辺部領域（例えば辺部中央を含み角部を含まない領域）ASに設けられてもよい。こうした例においても、実施形態のトップリング302と同様に、基板WF外縁部の研磨量を調整することができ、角形基板の中央側と外縁側とで研磨プロファイルの均一化を図ることができる。

[0047] 本発明は、以下の形態としても記載することができる。

〔形態1〕形態1によれば、多角形基板を保持するためのトップリングが提案され、前記トップリングは、回転シャフトに連結されたベース部材と、基板を吸着するための基板吸着面を有して減圧モジュールに連通する基板吸着体、前記基板吸着体の前記基板吸着面とは反対側の面を遮蔽するように構成された遮蔽部材、および、前記ベース部材の少なくとも一部の周囲を囲むように前記遮蔽部材に接続された枠部材、を含む基板吸着部材と、前記ベース部材に接触する第1端部、および、前記枠部材に接触する第2端部を有し、前記ベース部材と前記枠部材とを近づける方向または離す方向に付勢力を付与する付勢機構と、を備える。

形態1によれば、角形基板の中央側と基板の外縁側とで研磨プロファイルをより均一化することができる。

[0048] 〔形態2〕形態2によれば、形態1において、前記付勢機構は、前記第1端部と前記第2端部とを有する空圧式アクチュエータを含む。

形態 2 によれば、空圧式アクチュエータを用いて、形基板の中央側と基板の外縁側とで研磨プロファイルをより均一化することができる。

[0049] 〔形態 3〕形態 3 によれば、形態 2 において、前記空圧式アクチュエータは、前記ベース部材に取り付けられ、内部に作動流体を受け入れ可能なシリンダと、前記シリンダ内に配置されるダイヤフラムと、前記杵部材に接触し、前記ダイヤフラムの動きに応じて変位可能なピストンと、を有する。

[0050] 〔形態 4〕形態 4 によれば、形態 2 または 3 において、前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に加圧室を形成するように構成された弾性膜と、前記加圧室に作動流体を供給する流体供給源と、を備え、前記空圧式アクチュエータは、前記流体供給源からの作動流体により作動する。

形態 4 によれば、加圧室に作動流体を供給する流体供給源を利用して付勢機構を構成することができ、部品点数を少なくすることができる。

[0051] 〔形態 5〕形態 5 によれば、形態 1 において、前記付勢機構は、前記第 1 端部と前記第 2 端部とを有する弾性体である。

形態 2 によれば、弾性体を用いて、形基板の中央側と基板の外縁側とで研磨プロファイルをより均一化することができる。

[0052] 〔形態 6〕形態 6 によれば、形態 1 から 5 において、前記杵部材は、当該杵部材の異なる箇所を、杵内部を跨いでアーチ状に結ぶストッパを含み、前記ベース部材は、前記ストッパと接触することにより当該ベース部材に対する前記基板吸着部材の高さ方向の移動を制限する接触部を有し、前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記ストッパに接触する。

形態 6 によれば、基板吸着部材の高さ方向の移動を制限するためのストッパを用いて付勢機構を構成することができる。

[0053] 〔形態 7〕形態 7 によれば、形態 1 から 6 において、前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て、前記杵部材の角部領域に接触する。

[0054] 〔形態 8〕形態 8 によれば、形態 1 から 7 において、前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て、前記杵部材の辺部領域

に接触する。

[0055] 〔形態 9〕形態 9 によれば、形態 1 から 8 において、前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に加圧室を形成するように構成された弾性膜を備える。

形態 9 によれば、加圧室を加圧してトップリングに保持された基板を押圧することができる。

[0056] 〔形態 10〕形態 10 によれば、形態 9 において、前記弾性膜は、前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に同心状に複数の加圧室を形成するように構成される。

形態 10 によれば、同心状の複数の加圧室を加圧してトップリングに保持された基板を押圧することができる。

[0057] 〔形態 11〕形態 11 によれば、形態 1 から 10 において、前記第 1 端部および前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て前記基板吸着体から離間している。

[0058] 〔形態 12〕形態 12 によれば、形態 1 から 11 において、前記基板吸着体は、多孔質材で形成されている。

[0059] 〔形態 13〕形態 13 によれば、形態 1 から 12 において、前記ベース部材の前記枠部材に囲まれていない部分の外側側面と前記枠部材の外側側面とを接続するバンドを備える。

[0060] 〔形態 14〕形態 14 によれば、形態 1 から 13 のいずれかに記載のトップリングと、研磨パッドを保持するように構成されたテーブルと、を備える基板研磨装置が提案される。

形態 14 によれば、上記した形態と同様の効果を奏することができる。

[0061] 〔形態 15〕形態 15 によれば、形態 9 または 10 に記載のトップリングと、研磨パッドを保持するように構成されたテーブルと、基板の膜厚分布が目標膜厚分布になるように、前記加圧室への作動流体の供給と前記付勢機構による付勢力とを制御するコントローラと、を備える基板研磨装置が提案される。

形態 15 によれば、コントローラにより加圧室への作動流体の供給と付勢

力による付勢力とを制御して、角形基板の中央側と基板の外縁側とで研磨プロファイルをより均一化することができる。

[0062] 以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、実施形態および変形例の任意の組み合わせが可能であり、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

[0063] 本願は、2023年11月30日出願の日本特許出願番号第2023-202452号に基づく優先権を主張する。日本特許出願番号第2023-202452号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に援用される。特開2023-57047号公報（特許文献1）の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示は、参照により全体として本願に援用される。

符号の説明

[0064] 18…トップリングシャフト（回転シャフト）
30…圧力調整部
31…減圧モジュール
300…研磨ユニット
301…ベース部材
302…トップリング
309…パッド
320…弾性膜
330…基板吸着部材
332…遮蔽部材
334…基板吸着体

3 3 4 a …基板吸着面
3 3 6 …弾性シール部材
3 4 0 …弾性部材
3 4 2 …上部枠部材
3 4 3 …下部枠部材
3 4 4 …枠部材
3 4 5 …バンド
3 4 6 …ストッパ
3 5 0 …研磨テーブル
3 5 2 …研磨パッド
4 0 0, 4 0 0 A …付勢機構
4 0 1 …シリンダ
4 0 2 …上部シリンダハウジング
4 0 4 …下部シリンダハウジング
4 0 6 A, 4 0 8 A …カラー
4 0 8 …ダイアフラム
4 1 0 …ピストン
4 1 0 A …弾性体
9 0 0 …コントローラ
9 0 0 a …記憶装置
1 0 0 0 …基板研磨装置
W F …基板

請求の範囲

- [請求項1] 多角形基板を保持するためのトップリングであって、
回転シャフトに連結されたベース部材と、
基板を吸着するための基板吸着面を有して減圧モジュールに連通する基板吸着体、前記基板吸着体の前記基板吸着面とは反対側の面を遮蔽するように構成された遮蔽部材、および、前記ベース部材の少なくとも一部の周囲を囲むように前記遮蔽部材に接続された枠部材、を含む基板吸着部材と、
前記ベース部材に接触する第1端部、および、前記枠部材に接触する第2端部を有し、前記ベース部材と前記枠部材とを近づける方向または離す方向に付勢力を付与する付勢機構と、
を備えるトップリング。
- [請求項2] 前記付勢機構は、前記第1端部と前記第2端部とを有する空圧式アクチュエータを含む、請求項1に記載のトップリング。
- [請求項3] 前記空圧式アクチュエータは、
前記ベース部材に取り付けられ、内部に作動流体を受け入れ可能なシリンダと、
前記シリンダ内に配置されるダイヤフラムと、
前記枠部材に接触し、前記ダイヤフラムの動きに応じて変位可能なピストンと、
を有する、請求項2に記載のトップリング。
- [請求項4] 前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に加圧室を形成するように構成された弾性膜と、
前記加圧室に作動流体を供給する流体供給源と、を備え、
前記空圧式アクチュエータは、前記流体供給源からの作動流体により作動する、
請求項2に記載のトップリング。
- [請求項5] 前記付勢機構は、前記第1端部と前記第2端部とを有する弾性体で

ある、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項6] 前記枠部材は、当該枠部材の異なる箇所を、枠内部を跨いでアーチ状に結ぶストッパを含み、

前記ベース部材は、前記ストッパと接触することにより当該ベース部材に対する前記基板吸着部材の高さ方向の移動を制限する接触部を有し、

前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記ストッパに接触する、
請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項7] 前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て、前記枠部材の角部領域に接触する、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項8] 前記付勢機構の前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て、前記枠部材の辺部領域に接触する、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項9] 前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に加圧室を形成するように構成された弾性膜を備える、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項10] 前記弾性膜は、前記ベース部材と前記遮蔽部材との間に同心状に複数の加圧室を形成するように構成される、請求項 9 に記載のトップリング。

[請求項11] 前記第 1 端部および前記第 2 端部は、前記基板吸着面に垂直な方向から見て前記基板吸着体から離間している、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項12] 前記基板吸着体は、多孔質材で形成されている、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項13] 前記ベース部材の前記枠部材に囲まれていない部分の外側側面と前記枠部材の外側側面とを接続するバンドを備える、請求項 1 に記載のトップリング。

[請求項14] 請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載のトップリングと、

研磨パッドを保持するように構成されたテーブルと、
を備える基板研磨装置。

[請求項15]

請求項9または10に記載のトップリングと、
研磨パッドを保持するように構成されたテーブルと、
基板の膜厚分布が目標膜厚分布になるように、前記加圧室への作動
流体の供給と前記付勢機構による付勢力とを制御するコントローラと
、
を備える基板研磨装置。