

研磨装置

発明の背景

発明の技術分野

- 5 本発明は、ウェハなどの基板を研磨する研磨装置に関し、特に基板の周囲を囲むリテーナリングを備えた研磨装置に関する。

関連技術の記載

- 近年、半導体デバイスの高集積化・高密度化に伴い、回路の配線がますます微細化し、多層配線の層数も増加している。回路の微細化を図りながら多層配線を実現しようとする
10 と、下側の層の表面凹凸を踏襲しながら段差がより大きくなるので、配線層数が増加するに従って、薄膜形成における段差形状に対する膜被覆性（ステップカバレッジ）が悪くなる。したがって、多層配線するためには、このステップカバレッジを改善し、然るべき過程で平坦化处理しなければならない。また光リソグラフィの微細化とともに焦点深度が浅くなるため、半導体デバイスの表面の凹凸段差が焦点深度以下に収まるように半導体デバ
15 イス表面を平坦化处理する必要がある。

- したがって、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がますます重要になっている。この表面の平坦化において最も重要な技術は、化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）である。この化学機械研磨は、シリカ（ SiO_2 ）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッドの研磨面上に供給しつつウェハを研磨面に摺接
20 させて研磨を行うものである。

- 図22は、CMPを行うための研磨装置を示す模式図である。研磨装置は、研磨パッド202を支持する研磨テーブル203と、ウェハWを保持するための研磨ヘッド201と、研磨液（スラリー）を研磨パッド202上に供給する研磨液供給ノズル205とを備えている。研磨パッド202は研磨テーブル203とともに回転され、研磨液は、回転する研
25 磨パッド202上に供給される。研磨ヘッド201はウェハWを保持しつつ、このウェハWを研磨パッド202の研磨面202aに対して所定の圧力で押圧する。ウェハWの表面は、研磨液に含まれる砥粒による機械的作用と、研磨液に含まれる化学成分による化学的作用とにより研磨される。

研磨中のウェハWと研磨パッド202の研磨面202aとの間の相対的な押圧力がウェハWの全面に亘って均一でない場合には、ウェハWの各部分に与えられる押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。そこで、ウェハWに対する押圧力を均一化するために、研磨ヘッド201の下部に弾性膜から形成される圧力室を設け、この圧力室に空気などの流体を供給することで弾性膜を介して流体圧によりウェハWを押圧することが行われている。

上記研磨パッド202は弾性を有するため、研磨中のウェハWのエッジ部（周縁部）に加わる押圧力が不均一になり、ウェハWのエッジ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、ウェハWのエッジ部を保持するリテーナリング220をヘッド本体に対して上下動可能に設け、ウェハWの外周縁側に位置する研磨パッド202の研磨面202aをリテーナリング220で押圧するようにしている。

リテーナリング220は、ウェハWの周囲で研磨パッド202を押し付けるため、リテーナリング220の荷重はウェハWのエッジ部のプロファイルに影響する。ウェハWのエッジ部のプロファイルを積極的に制御するために、リテーナリング220の一部に局所荷重を与えることもある。そこで、図22に示す研磨装置は、リテーナリング220の一部に局所荷重を与える局所荷重付与装置230を備えている。この局所荷重付与装置230は、ヘッドアーム216に固定されている。

図23は、局所荷重付与装置230と、研磨ヘッド201とを示す斜視図である。図23に示すように、リテーナリング220上には静止リング235が配置されている。局所荷重付与装置230は、下向きの局所荷重をリテーナリング220に伝える押圧ロッド231を有しており、押圧ロッド231の下端は静止リング235に固定されている。ウェハWの研磨中リテーナリング220は回転するが、静止リング235および局所荷重付与装置230は回転しない。静止リング235は後述するローラーを備えており、このローラーがリテーナリング220の上面に転がり接触するようになっている。局所荷重付与装置230は、下向きの局所荷重を押圧ロッド231から静止リング235を介してリテーナリング220に伝達する。

図24は、リテーナリング220の一部に局所荷重を与える機構をリテーナリング22

0の上から見た図である。図24に示すように、リテーナリング220の上面には円環レール221が固定されており、円環レール221上には3つのローラー225が配置されている。円環レール221の上面には環状溝221aが形成されており、ローラー225はこの環状溝221a内に置かれている。

- 5 図25は、円環レール221とその上に配置されたローラー225を示す斜視図である。図25ではリテーナリング220の図示は省略されている。3つのローラー225のうちの1つのローラー225は局所荷重付与装置230に連結されており、このローラー225には図25に示すように下向きの局所荷重が与えられる。ウェハの研磨中、円環レール221はリテーナリング220と一体に回転するが、3つのローラー225の位置は固定
10 である。したがって、これらローラー225は、回転する円環レール221に転がり接触する。

- 円環レール221がリテーナリング220と共に回転しているとき、円環レール221はその全体が環状であるので、各ローラー225の内側部分と外側部分との間の速度差に起因してローラー225は僅かに滑る。また、円環レール221が回転しているとき、各
15 ローラー225の側面は円環レール221の環状溝221aに接触する。このようなローラー225の滑りや接触により、ローラー225が摩耗し、摩耗粉が発生する。更に摩耗が進むとローラー225は破損する。摩耗粉が研磨パッド上に落下すると、ウェハの研磨中にウェハの表面を傷つけてしまい、ウェハ欠陥の原因となる。

- 回転するリテーナリング220は、加工精度や研磨パッド202の表面凹凸に起因して
20 傾くことがある。押圧ロッド231は静止リング235に固定されているため、リテーナリング220が傾斜すると、押圧ロッド231も傾斜する。押圧ロッド231が傾くと、押圧ロッド231を支持するリニアガイド（図示せず）に過大な摩擦抵抗が発生し、意図する局所荷重をリテーナリング220に加えることができないことがある。このような場合、所望の研磨結果が得られず、特にウェハWの周縁部において膜厚のばらつきを生じさ
25 せる原因となる。

また、局所荷重付与装置230をヘッドアーム216に組み付けたときに、局所荷重付与装置230がリテーナリング220に対して僅かに傾いていることがある。局所荷重付与装置230自身がリテーナリング220に対して傾いていると、押圧ロッド231には

鉛直方向以外の方向にストレスが加わり、上述したリニアガイド（図示せず）に過大な摩擦抵抗が発生してしまう。この場合も、所望の研磨結果が得られず、特にウェハWの周縁部において膜厚のばらつきを生じさせる原因となる。

さらには、研磨テーブル203が回転しているとき、研磨テーブル203の表面も上下に変動することがある。この研磨テーブル203の上下の変動は、リテーナリング220全体を上下に振動させる原因となる。局所荷重付与装置230は慣性が大きく、摩擦抵抗もあるため、この振動を吸収することができず、リテーナリング220への局所荷重が変動してしまう。

10 発明の要旨

本発明は、リテーナリングに荷重を伝えるローラーの摩耗を抑制することができる研磨装置を提供することを第1の目的とする。

本発明は、局所荷重付与装置とリテーナリングとが相対的に傾いた場合でも、意図した局所荷重を局所荷重付与装置からリテーナリングに加えることができる研磨装置を提供することを第2の目的とする。

本発明の一態様は、基板を回転させながら研磨面に押し付けるヘッド本体と、前記基板を囲むように配置され、前記ヘッド本体と共に回転しながら前記研磨面を押し付けるリテーナリングと、前記リテーナリングに固定され、前記リテーナリングと共に回転する回転リングと、前記回転リング上に配置された静止リングと、前記回転リングおよび前記静止リングを介して前記リテーナリングの一部に局所荷重を加える局所荷重付与装置とを備え、前記回転リングは、前記静止リングに接触する複数のローラーを有することを特徴とする研磨装置である。

本発明の好ましい態様は、前記複数のローラーのそれぞれは、軸受と、前記軸受の外輪に取り付けられたホイールとを備え、前記ホイールは樹脂またはゴムから構成されている。

本発明の好ましい態様は、前記回転リングは、前記複数のローラーが収容される環状凹部が形成されたローラーハウジングを備えている。

本発明の好ましい態様は、前記静止リングに接続された吸引ラインをさらに備え、前記吸引ラインは、前記環状凹部によって形成される空間に連通していることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記回転リングと前記静止リングとの間に配置されたシールをさらに備えている。

本発明の好ましい態様は、前記シールは、ラビリンスシールである。

5 本発明の好ましい態様は、前記シールは、前記回転リングと前記静止リングとの隙間を塞ぐ接触式シールである。

本発明の好ましい態様は、前記静止リングは、前記複数のローラーに接触する円環レールを備えている。

10 本発明によれば、複数のローラーがリテーナリングと共に回転しながら、リテーナリングの一部に荷重を伝達する。各ローラーは、荷重の作用点を通過するときのみ荷重を受ける。したがって、各ローラーが荷重を受ける時間が短くなり、ローラーの摩耗が抑制される。さらに、摩耗粉の発生も抑制され、ローラーの寿命が長くなる。

15 本発明の一態様は、基板を回転させながら研磨面に押し付けるヘッド本体と、前記基板を囲むように配置され、前記ヘッド本体と共に回転しながら前記研磨面を押し付けるリテーナリングと、前記リテーナリングの上方に配置された静止リングと、前記静止リングを介して前記リテーナリングの一部に局所荷重を加える局所荷重付与装置とを備え、前記局所荷重付与装置は、前記静止リングに連結された荷重伝達部を有し、前記荷重伝達部は、前記局所荷重付与装置と前記リテーナリングとの相対的な傾きを許容する機構を備えていることを特徴とする研磨装置である。

本発明の好ましい態様は、前記機構は、傾動自在継手であることを特徴とする。

20 本発明の好ましい態様は、前記傾動自在継手は、前記荷重伝達部が前記静止リングに連結された箇所において、前記リテーナリングの接線方向にのみ傾くことが可能であることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記荷重伝達部は、前記静止リングに連結された押圧部材と、前記押圧部材に固定された前記傾動自在継手とを備えることを特徴とする。

25 本発明の好ましい態様は、前記傾動自在継手は、多方向に傾くことができることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記荷重伝達部は、前記局所荷重を伝達するための2つの押圧ロッドと、前記2つの押圧ロッドをそれぞれ傾動自在に支持する2つの球面軸受とを備

え、前記傾動自在継手は前記２つの球面軸受から構成されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記２つの球面軸受は、２つの軸受ハウジングと、前記２つの軸受ハウジングにそれぞれ点接触する２つの突起部とを備えたことを特徴とする。

5 本発明の好ましい態様は、前記荷重伝達部は、振動吸収部材をさらに備えていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記振動吸収部材は、ばねであることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記振動吸収部材は、ゴムであることを特徴とする。

10 研磨パッドの表面凹凸などに起因して局所荷重付与装置とリテーナリングとが相対的に傾いた場合であっても、この傾きが吸収される。よって、不要な力が局所荷重付与装置とリテーナリングには発生せず、局所荷重付与装置は目標の局所荷重をリテーナリングに伝えることができる。

図面の簡単な説明

- 図１は、本発明の一実施形態における研磨装置を示す模式図である。
- 15 図２は、局所荷重付与装置を示す斜視図である。
- 図３は、研磨ヘッドの断面図である。
- 図４は、回転リングおよび静止リングの断面図である。
- 図５は、ローラーと円環レールとを示す斜視図である。
- 図６は、図５に示すローラーと円環レールを下から見た図である。
- 20 図７は、接触式シールを示す断面図である。
- 図８は、研磨ヘッドから摩耗粉を吸引するための吸引システムを示す図である。
- 図９は、吸引ライン、静止リング、および回転リングの拡大断面図である。
- 図１０は、本発明の一実施形態における研磨装置を示す模式図である。
- 図１１は、局所荷重付与装置を示す斜視図である。
- 25 図１２は、研磨ヘッドの断面図である。
- 図１３は、押圧ロッド、静止リング、およびローラーを示す側面図である。
- 図１４は、図１３に示す球面軸受の拡大図である。
- 図１５は、傾動自在継手の他の実施形態を示す図である。

図16は、傾動自在継手が傾いた状態を示す図である。

図17は、図15に示す傾動自在継手が組み込まれた局所荷重付与装置および研磨ヘッドを示す斜視図である。

図18は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。

5 図19は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。

図20は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。

図21は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。

図22は、CMPを行うための研磨装置を示す模式図である。

図23は、従来の局所荷重付与装置と、研磨ヘッドとを示す斜視図である。

10 図24は、リテーナリングの一部に局所荷重を与える機構をリテーナリングの上から見た図である。

図25は、円環レールとその上に配置されたローラーを示す斜視図である。

実施形態の説明

15 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、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。

図1は、本発明の一実施形態における研磨装置を示す模式図である。図1に示すように、研磨装置は、基板の一例であるウェハを保持し回転させる研磨ヘッド（基板保持装置）1と、研磨パッド2を支持する研磨テーブル3と、研磨パッド2に研磨液（スラリー）を供給する研磨液供給ノズル5とを備えている。研磨パッド2の上面は、ウェハを研磨する研磨面2aを構成する。

25 研磨ヘッド1は研磨ヘッドシャフト11の下端に連結されている。この研磨ヘッドシャフト11はヘッドアーム16により回転自在に保持されている。ヘッドアーム16内には、研磨ヘッドシャフト11を回転させる回転装置（図示せず）と、研磨ヘッドシャフト11を上昇および下降させる昇降装置（図示せず）が配置されている。研磨ヘッド1は回転装置により研磨ヘッドシャフト11を介して回転し、昇降機構により研磨ヘッド1が研磨ヘッドシャフト11を介して上昇および下降されるようになっている。ヘッドアーム16は旋回軸15に固定されており、旋回軸15の回転により研磨ヘッド1を研磨テーブル3の

外側に移動させることが可能となっている。

研磨ヘッド1は、その下面に真空吸引によりウェハを保持できるように構成されている。研磨ヘッド1および研磨テーブル3は、矢印で示すように同じ方向に回転し、この状態で研磨ヘッド1は、ウェハを研磨パッド2の研磨面2aに押し付ける。研磨液供給ノズル5
5 からは研磨液が研磨パッド2上に供給され、ウェハは、研磨液の存在下で研磨パッド2との摺接により研磨される。

研磨ヘッド1は、ウェハを研磨パッド2に対して押圧するヘッド本体10と、ウェハを囲むように配置されたリテーナリング20とを備えている。ヘッド本体10およびリテーナリング20は、研磨ヘッドシャフト11と一体に回転するように構成されている。リテーナリング20は、ヘッド本体10とは独立して上下動可能に構成されている。リテーナ
10 リング20は、ヘッド本体10から半径方向外側に張り出している。このリテーナリング20の上方には、リテーナリング20の一部に局所荷重を加える局所荷重付与装置30が配置されている。

局所荷重付与装置30は、ヘッドアーム16に固定されている。研磨中のリテーナリン
15 グ20はその軸心回りに回転するが、局所荷重付与装置30はリテーナリング20とは一体に回転せず、その位置は固定である。リテーナリング20の上面には、内部に複数のローラー（後述する）が配置された回転リング51が固定されている。さらに回転リング51の上には静止リング91が置かれている。静止リング91は局所荷重付与装置30に連結されている。

20 回転リング51はリテーナリング20と共に回転するが、静止リング91は回転せず、その位置は固定されている。局所荷重付与装置30は、静止リング91および回転リング51を介してリテーナリング20の一部に下向きの局所荷重を与える。下向きの局所荷重は、静止リング91および回転リング51を通じてリテーナリング20に伝達され、リテーナ
25 グ20の一部に下向きの局所荷重を与える理由は、ウェハの周縁部（エッジ部）のプロファイルを積極的に制御するためである。

図2は局所荷重付与装置30を示す斜視図である。図2に示すように、局所荷重付与装置30は、2つの押圧ロッド31、ブリッジ32、複数のエアシリンダ（荷重発生装置）

33, 34, 35、複数のリニアガイド38、複数のガイドロッド39、およびユニットベース40から主に構成されている。

ユニットベース40はヘッドアーム16に固定されている。ユニットベース40には複数の（図示の例では3つの）エアシリンダ33, 34, 35および複数の（図示の例では4つの）リニアガイド38が取り付けられている。エアシリンダ33, 34, 35のピストンロッド33a, 34a, 35aおよび複数のガイドロッド39は、共通のブリッジ32に接続されている。複数のガイドロッド39はリニアガイド38により低摩擦で上下動自在に支持されている。これらのリニアガイド38により、ブリッジ32は傾くことなく滑らかに上下動可能となっている。

10 エアシリンダ33, 34, 35はそれぞれ独立の圧力調整装置（図示せず）および大気開放機構（図示せず）に接続されており、互いに独立して荷重を発生できるように構成されている。それぞれのエアシリンダ33, 34, 35が発生した荷重は共通のブリッジ32に伝えられる。ブリッジ32は押圧ロッド（押圧部材）31により静止リング91に接続されており、押圧ロッド31はブリッジ32に加えられたエアシリンダ33, 34, 35の荷重を静止リング91に伝達する。エアシリンダが3つある理由は、局所荷重がヘッドアーム16の下に位置し、その真上にエアシリンダを配置することができない為、3つのエアシリンダで出力割合を変えることで、荷重重心を局所荷重の位置に合わせる為である。また、本実施例ではエアシリンダは3つであるが、リニアガイド機構を強化することで、1つのエアシリンダのみを設けてもよいし、ヘッドアーム16の下にエアシリンダを
15 配置してもよい。
20

研磨ヘッド1は自身の軸心を中心として回転するが、局所荷重付与装置30はヘッドアーム16に固定されるため研磨ヘッド1と共に回転しない。すなわち、ウェハの研磨中、研磨ヘッド1およびウェハは回転している一方、局所荷重付与装置30は所定の位置に静止している。同様に、ウェハの研磨中、回転リング51は研磨ヘッド1と共に回転している一方、静止リング91は所定の位置に静止している。
25

次に、基板保持装置としての研磨ヘッド1について説明する。図3は、研磨ヘッド1の断面図である。研磨ヘッド1は、ヘッド本体10とリテーナリング20とを備えている。ヘッド本体10は、研磨ヘッドシャフト11（図1参照）に連結されたキャリア43と、

キャリア 4 3 の下面に取り付けられた弾性膜（メンブレン） 4 5 と、キャリア 4 3 に対するリテーナリング 2 0 の傾動および上下移動を許容しつつリテーナリング 2 0 を支持する球面軸受 4 7 とを備えている。リテーナリング 2 0 は連結部材 7 5 を介して球面軸受 4 7 に連結され、支持されている。連結部材 7 5 はキャリア 4 3 内で上下動可能に配置されて

5 いる。

弾性膜 4 5 の下面は円形の基板接触面を構成しており、この基板接触面はウェハ W の上面（被研磨面の反対側の面）に接触している。弾性膜 4 5 の基板接触面には複数の通孔（図示せず）が形成されている。キャリア 4 3 と弾性膜 4 5 との間には圧力室 4 6 が形成されている。この圧力室 4 6 は圧力調整装置（図示せず）に接続されている。圧力室 4 6 に加

10 圧流体（例えば、加圧空気）が供給されると、圧力室 4 6 内の流体圧力を受けた弾性膜 4 5 は、ウェハ W を研磨パッド 2 の研磨面 2 a に対して押し付ける。圧力室 4 6 内に負圧が形成されると、ウェハ W は弾性膜 4 5 の下面に真空吸引により保持される。

リテーナリング 2 0 は、ウェハ W および弾性膜 4 5 を囲むように配置されている。このリテーナリング 2 0 は、研磨パッド 2 に接触するリング部材 2 0 a と、このリング部材 2 0 a の上部に固定されたドライブリング 2 0 b とを有している。リング部材 2 0 a は、図

15 示しない複数のボルトによってドライブリング 2 0 b に結合されている。リング部材 2 0 a は、ウェハ W の外周縁を囲むように配置されている。

連結部材 7 5 は、ヘッド本体 1 0 の中心部に配置された軸部 7 6 と、この軸部 7 6 から放射状に延びる複数のスポーク 7 8 とを備えている。軸部 7 6 はヘッド本体 1 0 の中

20 央部に配置された球面軸受 4 7 内を縦方向に延びている。軸部 7 6 は、球面軸受 4 7 に縦方向に移動自在に支持されている。ドライブリング 2 0 b はスポーク 7 8 に接続されている。このような構成により、連結部材 7 5 およびこれに接続されたリテーナリング 2 0 は、ヘッド本体 1 0 に対して縦方向に移動可能となっている。

球面軸受 4 7 は、内輪 4 8 と、内輪 4 8 の外周面を摺動自在に支持する外輪 4 9 とを備

25 えている。内輪 4 8 は、連結部材 7 5 を介してリテーナリング 2 0 に連結されている。外輪 4 9 はキャリア 4 3 に固定されている。連結部材 7 5 の軸部 7 6 は、内輪 4 8 に上下動自在に支持されている。リテーナリング 2 0 は、連結部材 7 5 を介して球面軸受 4 7 により傾動可能に支持されている。

球面軸受 47 は、リテーナリング 20 の上下移動および傾動を許容する一方で、リテーナリング 20 の横方向の移動（水平方向の移動）を制限する。ウェハ W の研磨中は、リテーナリング 20 はウェハ W と研磨パッド 2 との摩擦に起因した横方向の力（ウェハ W の半径方向外側に向かう力）をウェハ W から受ける。この横方向の力は球面軸受 47 によって
5 受けられる。このように、球面軸受 47 は、ウェハ W の研磨中に、ウェハ W と研磨パッド 2 との摩擦に起因してリテーナリング 20 がウェハ W から受ける横方向の力（ウェハ W の半径方向外側に向かう力）を受けつつ、リテーナリング 20 の横方向の移動を制限する（すなわちリテーナリング 20 の水平方向の位置を固定する）支持機構として機能する。

キャリア 43 には、複数対の駆動カラー 80 が固定されている。各対の駆動カラー 80
10 は各スポーク 78 の両側に配置されており、キャリア 43 の回転は、駆動カラー 80 を介してリテーナリング 20 に伝達され、これによりヘッド本体 10 とリテーナリング 20 とは一体に回転する。駆動カラー 80 はスポーク 78 に接触しているだけであり、連結部材 75 およびリテーナリング 20 の上下動および傾動を妨げない。

リテーナリング 20 の上部は、環状のリテーナリング押圧機構 60 に連結されている。
15 このリテーナリング押圧機構 60 は、リテーナリング 20 の上面（より具体的には、ドライブリング 20 b の上面）の全体に均一な下向きの荷重を与え、リテーナリング 20 の下面（すなわち、リング部材 20 a の下面）を研磨パッド 2 の研磨面 2 a に対して押圧する。

リテーナリング押圧機構 60 は、ドライブリング 20 b の上部に固定された環状のピストン 61 と、ピストン 61 の上面に接続された環状のローリングダイヤフラム 62 とを備
20 えている。ローリングダイヤフラム 62 の内部には圧力室 63 が形成されている。この圧力室 63 は圧力調整装置（図示せず）に接続されている。圧力室 63 に加圧流体（例えば、加圧空気）が供給されると、ローリングダイヤフラム 62 がピストン 61 を下方に押し下げ、さらに、ピストン 61 はリテーナリング 20 の全体を下方に押し下げる。このようにして、リテーナリング押圧機構 60 は、リテーナリング 20 の下面を研磨パッド 2 の研磨
25 面 2 a に対して押圧する。

リテーナリング 20 の上面には、回転リング 51 が固定されている。さらに、回転リング 51 上には、静止リング 91 が配置されている。局所荷重付与装置 30 の押圧ロッド 31 の下端は、静止リング 91 に連結されている。局所荷重付与装置 30 は押圧ロッド 31

を通じて静止リング 9 1 に下向きの局所荷重を加える。ウェハの研磨中、回転リング 5 1 はリテーナリング 2 0 とともに回転するが、局所荷重付与装置 3 0 および静止リング 9 1 は回転しない。

図 4 は、回転リング 5 1 および静止リング 9 1 の断面図である。回転リング 5 1 は、複数のローラー 5 2 と、これらローラー 5 2 をそれぞれ支持するローラーシャフト 5 4 と、ローラーシャフト 5 4 が固定されるローラーハウジング 5 5 とを備えている。ローラーハウジング 5 5 は環状の形状を有しており、リテーナリング 2 0 の上面に固定されている。ローラー 5 2 は、ローラーシャフト 5 4 に取り付けられた軸受 5 7 を有しており、ローラー 5 2 はローラーシャフト 5 4 を中心として回転自在となっている。

静止リング 9 1 は、ローラー 5 2 の頂部に接触する円環レール 9 2 と、円環レール 9 2 が固定される環状のレールベース 9 4 とを備えている。円環レール 9 2 の下面には、環状溝 9 5 が形成されており、各ローラー 5 2 の頂部は環状溝 9 5 に接触している。レールベース 9 4 の上部には押圧ロッド 3 1 が連結されている。

図 5 は、ローラー 5 2 と円環レール 9 2 とを示す斜視図であり、図 6 は、図 5 に示すローラー 5 2 と円環レール 9 2 を下から見た図である。本実施形態では、24 個のローラー 5 2 が設けられている。ウェハの研磨中、これらのローラー 5 2 はリテーナリング 2 0 と一体に回転する一方で、円環レール 9 2 は静止している。したがって、各ローラー 5 2 は、円環レール 9 2 に転がり接触する。

局所荷重付与装置 3 0 の荷重は円環レール 9 2 からローラー 5 2 に伝達される。ローラー 5 2 は荷重の作用点を通過する際にのみ局所荷重付与装置 3 0 の荷重を受けるので、各ローラー 5 2 に荷重が加わる時間は、ローラーの位置が固定された図 2 4 に示す従来の構成に比べて短くなる。よって、各ローラー 5 2 の寿命をより延ばすことができる。

ローラー 5 2 の数は、ローラー 5 2 の外径と円環レール 9 2 の直径に基づいて決定される。荷重のスムーズな伝達のためには、ローラー 5 2 の数をできるだけ多くしてローラー 5 2 間の間隔が小さくなるようにした方がよい。ローラー 5 2 は滑らかな外周面を有しており、より大きな荷重を伝達できるようにするために、広い接触面積で円環レール 9 2 に接触している。円環レール 9 2 はローラー 5 2 上に置かれる。ローラー 5 2 は円環レール 9 2 に転がり接触する。円環レール 9 2 の横方向位置はローラー 5 2 の湾曲断面形状の角

部と円環レール 9 2 の湾曲断面形状の隅との接触でガイドされる。この場合、局所荷重付与装置 3 0 の荷重は主に円環レール 9 2 からローラー 5 2 の外周面に伝達される。

図 4 に示すように、ローラー 5 2 の軸受 5 7 の内輪を貫通するローラーシャフト 5 4 は、ローラーハウジング 5 5 の内側の壁と外側の壁に支持され、内側の壁に挿入されたねじ 5 8 で固定される。そのためローラーシャフト 5 4 には雌ねじが形成されており、雌ねじの反対側はねじ 5 8 の締結時に空回りしないようにマイナスドライバが嵌る溝 5 4 a が形成されている。回転リング 5 1 はリテーナリング 2 0 のドライブリング 2 0 b の上面に乗せられる。ドライブリング 2 0 b と回転リング 5 1 とは位置決めピン（図示せず）で位置決めされ、リテーナリング 2 0 に対して回転リング 5 1 が滑らない構造となっている。

10 ローラー 5 2 は、ローラーシャフト 5 4 に取り付けられた軸受 5 7 と、軸受 5 7 の外輪に固定されたホイール 5 9 とから構成されている。ホイール 5 9 は、耐摩耗性の高い樹脂、例えばポリアセタール、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PPS（ポリエチレンサルファイド）、MCナイロン（登録商標）などの材料から構成される。円環レール 9 2 の材料はステンレス鋼（SUS304）などの耐食性の高い金属が好ましい。軸受 5 7 に
15 は単列深溝玉軸受が使用され、軸受 5 7 の外輪に樹脂製のホイール 5 9 を圧入することで、ホイール 5 9 が軸受 5 7 に取り付けられる。このような構成により、ローラー 5 2 は滑らかに回転することができ、かつ円環レール 9 2 を損傷させずに荷重を伝達できる。

ローラーハウジング 5 5 の内部には環状凹部 5 5 a が形成されており、この環状凹部 5 5 a 内に複数のローラー 5 2 が収容されている。各ローラー 5 2 の下面、両側面は、環状
20 凹部 5 5 a によって囲まれている。回転リング 5 1 のローラーハウジング 5 5 と静止リング 9 1 のレールベース 9 4 との間にはシール 1 0 0 A、1 0 0 B が配置されている。より具体的には、円環レール 9 2 の外側には外側シール 1 0 0 A が配置され、円環レール 9 2 の内側には内側シール 1 0 0 B が配置されている。環状凹部 5 5 a を構成する両側面および底面には開口は存在せず、静止リング 9 1 と回転リング 5 1 との間にはシール 1 0 0 A、
25 1 0 0 B が配置されている。したがって、ローラー 5 2 および円環レール 9 2 から発生する摩耗粉は環状凹部 5 5 a 内に閉じ込められ、研磨パッド 2 上には落下しない。

図 4 に示す実施形態では、外側シール 1 0 0 A および内側シール 1 0 0 B はラビリンスシールである。外側シール 1 0 0 A は、円環レール 9 2 の外側に配置された第 1 の周壁 1

01と、第1の周壁101の外側に配置された第2の周壁102とを備えている。第1の周壁101はローラーハウジング55から上方に延びており、ローラーハウジング55と一体に形成されている。第2の周壁102はレールベース94から下方に延びており、レールベース94と一体に形成されている。第1の周壁101と第2の周壁102との間には極めて微小な隙間が形成されている。内側シール100Bも同様に、円環レール92の内側に配置された第1の周壁101と、第1の周壁101の内側に配置された第2の周壁102とを備えている。

他の実施形態として、図7に示すように、外側シール100Aは、静止リング91と回転リング51との間の隙間を塞ぐ接触式シールであってもよい。この接触式シールは、円環レール92の外側に配置された周壁104と、周壁104の外側に配置されたリップシール105とを備えている。周壁104はローラーハウジング55から上方に延びており、ローラーハウジング55と一体に形成されている。リップシール105はレールベース94から下方に延びており、ゴム、シリコーンなどの弾性材から構成されている。リップシール105の端部は周壁104に接触している。したがって、周壁104とリップシール105の間には隙間は形成されておらず、摩耗粉が環状凹部55aの外へ出ることが完全に防がれている。外側シール100Aのみならず、内側シール100Bも接触式シールとしてもよい。

次に、研磨ヘッド1から摩耗粉を吸引するための吸引システムについて図8を参照して説明する。図8に示すように、研磨装置は、真空源（例えば真空ポンプ）Pに接続された吸引ライン108を備えている。この吸引ライン108の先端は、静止リング91に接続されている。

図9は、吸引ライン108、静止リング91、および回転リング51の拡大断面図である。図9に示すように、静止リング91を構成する環状のレールベース94および円環レール92には、縦方向に貫通する通孔109が形成されている。この通孔109は、ローラーハウジング55の環状凹部55aによって形成される空間110に連通している。複数のローラー52は環状凹部55a内に収容される。

吸引ライン108は、静止リング91に形成された上記通孔109に接続されており、したがって、吸引ライン108は、環状凹部55aによって形成される空間110に連通

している。上述したように、ローラー５２は、円環レール９２に転がり接触するため、摩耗粉が発生する。この摩耗粉は環状凹部５５ａ内に閉じ込められる。吸引ライン１０８は、環状凹部５５ａ内に存在する摩耗粉を吸引し、ローラーハウジング５５（すなわち、回転リング５１）から摩耗粉を除去する。

- ５ 円環レール９２に形成された通孔１０９は、ローラー５２の摩耗を促進する可能性がある。そのため、通孔１０９は、円環レール９２からローラー５２に加わる荷重が最も小さくなる位置に設けられることが好ましい。理想的には、図８に示すように、通孔１０９は、押圧ロッド（押圧部材）３１の反対側に位置していることが好ましい。複数の吸引ライン１０８を設けてもよい。メンテナンス作業の向上のためには、吸引ライン１０８は静止リング９１から取り外し可能であることが好ましい。この場合、吸引ライン１０８と静止リング９１との隙間を封止するためのシール（例えばＯリング）を設けることが好ましい。

以下、本発明の他の実施形態について説明する。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、上述した実施形態と同様であるので、その重複した説明を省略する。

- 図１０は、本発明の他の実施形態における研磨装置を示す模式図である。図１０に示すように、局所荷重付与装置３０は、ヘッドアーム１６に固定されている。研磨中のリテーナリング２０はその軸心回りに回転するが、局所荷重付与装置３０はリテーナリング２０とは一体に回転せず、その位置は固定である。リテーナリング２０の上方には、静止リング９１が配置されている。リテーナリング２０と静止リング９１の間には複数のローラー５３が配置されている。静止リング９１は局所荷重付与装置３０に連結されている。

- ２０ 静止リング９１は回転せず、その位置は固定されている。複数のローラー５３は静止リング９１に保持されており、ローラー５３は回転するリテーナリング２０に転がり接触する。局所荷重付与装置３０は、静止リング９１およびローラー５３を介してリテーナリング２０の一部に下向きの局所荷重を与える。下向きの局所荷重は、静止リング９１およびローラー５３を通じてリテーナリング２０に伝達され、リテーナリング２０は研磨パッド
２５ ２の研磨面２ａを押圧する。ウェハの研磨中にリテーナリング２０の一部に下向きの局所荷重を与える理由は、ウェハの周縁部（エッジ部）のプロファイルを積極的に制御するためである。

図１１は局所荷重付与装置３０を示す斜視図である。特に説明しない局所荷重付与装置

30の構成および動作は、図2に示す実施形態と同様であるので、その重複した説明を省略する。

5 研磨ヘッド1は自身の軸心を中心として回転するが、局所荷重付与装置30はヘッドアーム16に固定されるため研磨ヘッド1と共に回転しない。すなわち、ウェハの研磨中、研磨ヘッド1およびウェハは回転している一方、局所荷重付与装置30は所定の位置に静止している。同様に、ウェハの研磨中、静止リング91は所定の位置に静止している。

図12は、研磨ヘッド1の断面図である。特に説明しない研磨ヘッド1の構成および動作は、図3に示す実施形態と同様であるので、その重複した説明を省略する。

10 局所荷重付与装置30の押圧ロッド31の下端は、静止リング91に連結されている。局所荷重付与装置30は押圧ロッド31を通じて静止リング91に下向きの局所荷重を加える。さらに、下向きの局所荷重はローラー53を通じてリテーナリング20に伝達される。

15 2本の押圧ロッド31を使うのはいくつかの理由がある。第一の理由は、押圧ロッド31が傾いて不安定になるのを防ぐためである。第二の理由は、静止リング91が押圧ロッド31を中心として回転しないようにするためである。第三の理由は2本の押圧ロッド31の荷重点は2本の押圧ロッド31の中間点に位置することから、荷重点をそれぞれの押圧ロッド31の押圧点よりも内側に位置させて、静止リング91の押圧点の反対側が浮くことのないようにするためである。

20 図13は、押圧ロッド31、静止リング91、およびローラー53を示す側面図である。図13に示すように、2つの球面軸受131は、押圧ロッド31と静止リング91との間に設けられている。2つの球面軸受131は、2本の押圧ロッド31をそれぞれ傾動自在に支持することが可能に構成されており、多方向に傾くことができる傾動自在継手として機能する。本実施形態では、荷重伝達部は、2本の押圧ロッド31および2つの球面軸受131から構成されている。

25 図14は、図13に示す球面軸受131の拡大図である。各球面軸受131は、静止リング91の頂部に一体に形成された軸受ハウジング132と、軸受ハウジング132に点接触する円筒突起部133とを備えている。軸受ハウジング132は、円筒状の窪み部132aを有している。円筒突起部133は、押圧ロッド31の下端に一体に形成されてい

る。円筒突起部133は、球面状の下端面133aを有しており、この球面状の下端面133aが、軸受ハウジング132の窪み部132aの底面に点接触する。

円筒突起部133は、窪み部132aに緩やかに嵌め込まれており、球面状の下端面133aが窪み部132aの底面に点接触した状態で、円筒突起部133は窪み部132a
5 内であらゆる方向に傾くことができるようになっている。したがって、円筒突起部133に一体に接続された押圧ロッド31は、多方向に傾くことができる。軸受ハウジング132は、静止リング91とは別体として設けられてもよい。例えば、円筒状の窪み部132aを有する軸受ハウジング132は、静止リング91の上面に固定されていてもよい。

多方向に傾くことができる傾動自在継手としての2つの球面軸受131は、局所荷重付
10 と装置30とリテーナリング20との相対的な傾きを許容（吸収）することができる。したがって、局所荷重付と装置30とリテーナリング20とが傾いた場合であっても、リニアガイド38とリニアロッド39（図11参照）との間に過大な摩擦抵抗が発生せず、また押圧ロッド31に過剰な応力が発生することもない。よって、局所荷重付と装置30は意図した局所荷重をリテーナリング20に与えることができる。

図15は、傾動自在継手の他の実施形態を示す図である。図15に示す実施形態では、
15 傾動自在継手140は、2本の押圧ロッド31に組み込まれている。より具体的には、押圧ロッド31は、上側押圧ロッド31Aと下側押圧ロッド31Bに分割されており、上側押圧ロッド31Aはブリッジ32に接続され、下側押圧ロッド31Bは静止リング91に接続されている。傾動自在継手140は、上側押圧ロッド31Aと下側押圧ロッド31B
20 との間に設けられており、上側押圧ロッド31Aと下側押圧ロッド31Bとを傾動可能に連結している。本実施形態では、荷重伝達部は、2本の押圧ロッド31および傾動自在継手140から構成されている。

傾動自在継手140は、上側継手部材141と、下側継手部材142と、上側継手部材141と下側継手部材142とを互いに回転自在に連結するピボット軸143とを備えて
25 いる。図16に示すように、上側継手部材141および下側継手部材142はピボット軸143を中心に傾くことが可能に構成されている。

図17は、図15に示す傾動自在継手140が組み込まれた局所荷重付と装置30および研磨ヘッド1を示す斜視図である。ピボット軸143の軸心は、リテーナリング20の

半径方向に延びており、傾動自在継手 140 は、ピボット軸 143 の軸心に垂直な方向にのみ傾くことが可能となっている。より具体的には、傾動自在継手 140 は、2 本の押圧ロッド 31 が静止リング 91 に連結された箇所において、リテーナリング 20 の接線方向にのみ傾くことが可能である。

- 5 傾動自在継手 140 は、局所荷重付与装置 30 とリテーナリング 20 との相対的な傾きを許容（吸収）することができる。したがって、局所荷重付与装置 30 とリテーナリング 20 とが傾いた場合であっても、リニアガイド 38 とリニアロッド 39（図 11 参照）との間に過大な摩擦抵抗が発生せず、また押圧ロッド 31 に過剰な応力が発生することもない。よって、局所荷重付与装置 30 は意図した局所荷重をリテーナリング 20 に与えること
10 ができる。

図 18 は、荷重伝達部の他の実施形態を示す図である。この実施形態では、図 15 に示す傾動自在継手 140 に、図 13 および図 14 に示す傾動自在継手（球面軸受） 131 が組み合わされている。本実施形態では、荷重伝達部は、2 本の押圧ロッド 31、傾動自在継手 140、および傾動自在継手（球面軸受） 131 から構成されている。傾動自在継手
15 140 は 2 本の押圧ロッド 31 が静止リング 91 に連結された箇所において、リテーナリング 20 の接線方向にのみ傾くことができ、傾動自在継手 131 は、360 度に亘ってあらゆる方向に自在に傾くことができる。本実施形態の他の構成は、図 15 に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略する。

図 19 は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。この実施形態では、押圧
20 部材として、2 本の押圧ロッド 31 に代えて 1 つの押圧ブロック 150 が使用されている。傾動自在継手 140 は、押圧ブロック 150 に組み込まれている。より具体的には、押圧ブロック 150 は、上側押圧ブロック 150A と下側押圧ブロック 150B に分割されており、上側押圧ブロック 150A はブリッジ 32 に接続され、下側押圧ブロック 150B は静止リング 91 に接続されている。傾動自在継手 140 は、上側押圧ブロック 150A
25 と下側押圧ブロック 150B との間に設けられており、上側押圧ブロック 150A と下側押圧ブロック 150B とを傾動可能に連結している。本実施形態の他の構成は、図 15 に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略する。

図 20 は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。この実施形態では、2 本

の押圧ロッド31には、振動吸収部材としてのばね155がそれぞれ組み込まれている。
本実施形態の他の構成は、図15に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略する。

ばね155は、下側押圧ロッド31Bに組み込まれており、研磨パッド2の表面凹凸な
5 どに起因したリテーナリング20の上下方向の振動を吸収するように構成されている。な
お、ばね155は上側押圧ロッド31Aに組み込まれてもよい。本実施形態によれば、傾
動自在継手140が、局所荷重付与装置30とリテーナリング20との相対的な傾きを許
容（吸収）し、振動吸収部材としてのばね155がリテーナリング20の上下方向の振動
を吸収することができる。したがって、局所荷重付与装置30は意図した局所荷重をリテ
10 ーナリング20に与えることができる。

図21は、荷重伝達部のさらに他の実施形態を示す図である。この実施形態では、図1
5 に示す傾動自在継手140と、図13および図14に示す傾動自在継手（球面軸受）1
31と、図20に示すばね155とが組み合わされている。本実施形態の他の構成は、図
15に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略する。

15 図20および図21に示す実施形態において、ばね155に変えて、ゴムを振動吸収部
材として使用してもよい。

上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明
を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、
当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用
20 しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求
の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

特許請求の範囲

1. 基板を回転させながら研磨面に押し付けるヘッド本体と、
前記基板を囲むように配置され、前記ヘッド本体と共に回転しながら前記研磨面を押し
5 付けるリテーナリングと、
前記リテーナリングに固定され、前記リテーナリングと共に回転する回転リングと、
前記回転リング上に配置された静止リングと、
前記回転リングおよび前記静止リングを介して前記リテーナリングの一部に局所荷重を
加える局所荷重付与装置とを備え、
10 前記回転リングは、前記静止リングに接触する複数のローラーを有することを特徴とする
研磨装置。
2. 前記複数のローラーのそれぞれは、軸受と、前記軸受の外輪に取り付けられたホイ
ールとを備え、前記ホイールは樹脂またはゴムから構成されていることを特徴とする請求
15 項 1 に記載の研磨装置。
3. 前記回転リングは、前記複数のローラーが収容される環状凹部が形成されたローラ
ーハウジングを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。
- 20 4. 前記静止リングに接続された吸引ラインをさらに備え、
前記吸引ラインは、前記環状凹部によって形成される空間に連通していることを特徴と
する請求項 3 に記載の研磨装置。
- 25 5. 前記回転リングと前記静止リングとの間に配置されたシールをさらに備えたことを
特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。
6. 前記シールは、ラビリンスシールであることを特徴とする請求項 5 に記載の研磨装
置。

7. 前記シールは、前記回転リングと前記静止リングとの隙間を塞ぐ接触式シールであることを特徴とする請求項5に記載の研磨装置。

5 8. 前記静止リングは、前記複数のローラーに接触する円環レールを備えていることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

9. 基板を回転させながら研磨面に押し付けるヘッド本体と、
前記基板を囲むように配置され、前記ヘッド本体と共に回転しながら前記研磨面を押し
10 付けるリテーナリングと、
前記リテーナリングの上方に配置された静止リングと、
前記静止リングを介して前記リテーナリングの一部に局所荷重を加える局所荷重付与装置とを備え、
前記局所荷重付与装置は、前記静止リングに連結された荷重伝達部を有し、
15 前記荷重伝達部は、前記局所荷重付与装置と前記リテーナリングとの相対的な傾きを許容する機構を備えていることを特徴とする研磨装置。

10. 前記機構は、傾動自在継手であることを特徴とする請求項9に記載の研磨装置。

20 11. 前記傾動自在継手は、前記荷重伝達部が前記静止リングに連結された箇所において、前記リテーナリングの接線方向にのみ傾くことが可能であることを特徴とする請求項10に記載の研磨装置。

12. 前記荷重伝達部は、
25 前記静止リングに連結された押圧部材と、
前記押圧部材に固定された前記傾動自在継手とを備えることを特徴とする請求項11に記載の研磨装置。

13. 前記傾動自在継手は、多方向に傾くことができることを特徴とする請求項10に記載の研磨装置。

14. 前記荷重伝達部は、

5 前記局所荷重を伝達するための2つの押圧ロッドと、

前記2つの押圧ロッドをそれぞれ傾動自在に支持する2つの球面軸受とを備え、

前記傾動自在継手は前記2つの球面軸受から構成されていることを特徴とする請求項13に記載の研磨装置。

10 15. 前記2つの球面軸受は、

2つの軸受ハウジングと、

前記2つの軸受ハウジングにそれぞれ点接触する2つの突起部とを備えたことを特徴とする請求項14に記載の研磨装置。

15 16. 前記荷重伝達部は、振動吸収部材をさらに備えていることを特徴とする請求項10に記載の研磨装置。

17. 前記振動吸収部材は、ばねであることを特徴とする請求項16に記載の研磨装置。

20 18. 前記振動吸収部材は、ゴムであることを特徴とする請求項16に記載の研磨装置。