(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6568006号
(P6568006)

(45)発行日　令和1年8月28日(2019.8.28)　(24)登録日　令和1年8月9日(2019.8.9)

(51)Int.Cl.		F I		
B24B 47/26	(2006.01)	B24B	47/26	
B24B 21/06	(2006.01)	B24B	21/06	
B24B 7/04	(2006.01)	B24B	7/04	Z
H01L 21/304	(2006.01)	H01L	21/304	621E

請求項の数 7　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2016-78491(P2016-78491)
(22)出願日　平成28年4月8日(2016.4.8)
(65)公開番号　特開2017-185612(P2017-185612A)
(43)公開日　平成29年10月12日(2017.10.12)
審査請求日　平成30年9月25日(2018.9.25)

(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　渡邉　勇
(74)代理人　100118500
弁理士　廣澤　哲也
(72)発明者　柏木　誠
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　山下　道義
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

審査官　亀田　貴志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】研磨装置および研磨方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

基板を保持する回転可能な基板保持部と、
研磨具を前記基板に押し付ける押圧部材と、
前記押圧部材の押圧力を制御するアクチュエータと、
前記押圧部材と一体に移動可能な位置決め部材と、
前記押圧部材および前記位置決め部材の移動を制限するストッパーと、
前記ストッパーを所定の方向に移動させるストッパー移動機構と、
前記押圧部材に加えられた研磨荷重により変化する荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部と、
前記荷重フィードバック値が設定範囲内に収まるように、前記ストッパーの移動速度を決定するストッパー速度決定部とを備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項２】

前記研磨荷重検出部は、前記位置決め部材と前記ストッパーとの間に配置された荷重測定器を有し、前記荷重測定器は前記位置決め部材から前記ストッパーに伝達される荷重を測定することを特徴とする請求項１に記載の研磨装置。

【請求項３】

前記研磨荷重検出部は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値を、前記アクチュエータが発生した力の値から減算することにより前記荷重フィードバック値を決定する研磨荷重算出器をさらに備えることを特徴とする請求項２に記載の研磨装置。

【請求項４】
前記荷重フィードバック値は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値であることを特徴とする請求項２に記載の研磨装置。
【請求項５】
前記研磨荷重検出部は、前記位置決め部材と前記押圧部材との間に配置された荷重測定器を有し、前記荷重フィードバック値は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値であることを特徴とする請求項１に記載の研磨装置。
【請求項６】
基板を回転させ、
研磨具を押圧部材で前記基板に押し付け、
前記押圧部材に連結された位置決め部材の移動をストッパーで制限しながら、前記ストッパーを所定の方向に移動させ、
前記押圧部材に加えられた研磨荷重により変化する荷重フィードバック値を取得し、
前記荷重フィードバック値が設定範囲内に収まるように、前記ストッパーの移動速度を決定し、
前記ストッパーを前記決定された移動速度で前記所定の方向に移動させることを特徴とする研磨方法。
【請求項７】
前記基板は硬さの異なる複数の層を有しており、
前記ストッパーの移動速度は、前記複数の層の硬さに従って変化することを特徴とする請求項６に記載の研磨方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ウェハなどの基板を研磨する研磨装置および研磨方法に関するものであり、特に基板のエッジ部を研磨具で研磨して該エッジ部に階段状の窪みを形成する研磨装置および研磨方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体デバイスの製造における歩留まり向上の観点から、ウェハの表面状態の管理が近年注目されている。半導体デバイスの製造工程では、種々の材料がシリコンウェハ上に成膜される。このため、ウェハの周縁部には不要な膜や表面荒れが形成される。近年では、ウェハの周縁部のみをアームで保持してウェハを搬送する方法が一般的になってきている。このような背景のもとでは、周縁部に残存した不要な膜が種々の工程を経ていく間に剥離してウェハに形成されたデバイスに付着し、歩留まりを低下させてしまう。そこで、ウェハの周縁部に形成された不要な膜を除去するために、研磨装置を用いてウェハの周縁部が研磨される。
【０００３】
図１５は、従来の研磨装置を示す模式図である。研磨されるウェハＷは、露出した表面を形成する第１シリコン層２０１と、該第１シリコン層２０１の下にあるパターン層２０２と、該パターン層２０２の下にある第２シリコン層２０３を備える。ウェハＷを研磨するための研磨テープ２０５は、押圧部材２０８によってウェハＷのエッジ部に押し付けられる。押圧部材２０８はエアシリンダ２０９に連結されており、研磨テープ２０５をウェハＷに押し付ける力はエアシリンダ２０９から押圧部材２０８に付与される。エアシリンダ２０９のロッドには位置決め部材２１１が固定されおり、この位置決め部材２１１と押圧部材２０８はエアシリンダ２０９によって一体に移動される。位置決め部材２１１の下面にはストッパー２１２が接触している。したがって、押圧部材２０８および研磨テープ２０５の移動はストッパー２１２によって制限される。ストッパー２１２はボールねじ機構２１５に連結されている。ボールねじ機構２１５は、ストッパー２１２を設定速度で上下に移動させることが可能に構成されている。

【０００４】
　ウェハＷの周縁部は次のようにして研磨される。ウェハＷのその軸心を中心に回転させながら、ウェハＷの上面に液体（例えば純水）が供給される。エアシリンダ２０９は押圧部材２０８に一定の押付力を付与し、押圧部材２０８は研磨テープ２０５をウェハＷのエッジ部に押し付ける。図１６（ａ）および図１６（ｂ）に示すように、ウェハＷの研磨中、位置決め部材２１１がストッパー２１２に接触した状態で、ストッパー２１２はボールねじ機構２１５によって一定の速度で下降する。研磨テープ２０５は、徐々に下降する押圧部材２０８によってウェハＷのエッジ部に押されて、ウェハＷのエッジ部を一定の研磨レートで研磨し、ウェハＷの周縁部に階段状の窪みを形成する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２０１４－１５０１３１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
　しかしながら、ウェハＷの研磨中に押圧部材２０８に加えられる研磨荷重は、ウェハＷの表面層の硬さに依存して変化する。例えば、第１及び第２シリコン層２０１，２０３はパターン層２０２よりも柔らかいため、第１及び第２シリコン層２０１，２０３の研磨中に位置決め部材２１１からストッパー２１２に伝わる力は、パターン層２０２の研磨中に位置決め部材２１１からストッパー２１２に伝わる力よりも大きい。したがって、パターン層２０２が研磨されているときの研磨荷重は、第１及び第２シリコン層２０１，２０３が研磨されているときの研磨荷重よりも大きくなる。結果として、研磨荷重が適正範囲を超えることもある。さらに、ウェハＷの表面層が硬すぎると、ストッパー２１２が位置決め部材２１１から離れてしまい、研磨荷重が過大となる。
【０００７】
　そこで、本発明は、研磨荷重を適正な範囲内に維持することができる研磨装置および研磨方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
　本発明の一態様は、基板を保持する回転可能な基板保持部と、研磨具を前記基板に押し付ける押圧部材と、前記押圧部材の押圧力を制御するアクチュエータと、前記押圧部材と一体に移動可能な位置決め部材と、前記押圧部材および前記位置決め部材の移動を制限するストッパーと、前記ストッパーを所定の方向に移動させるストッパー移動機構と、前記押圧部材に加えられた研磨荷重により変化する荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部と、前記荷重フィードバック値が設定範囲内に収まるように、前記ストッパーの移動速度を決定するストッパー速度決定部とを備えたことを特徴とする研磨装置である。
【０００９】
　本発明の好ましい態様は、前記研磨荷重検出部は、前記位置決め部材と前記ストッパーとの間に配置された荷重測定器を有し、前記荷重測定器は前記位置決め部材から前記ストッパーに伝達される荷重を測定することを特徴とする。
　本発明の好ましい態様は、前記研磨荷重検出部は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値を、前記アクチュエータが発生した力の値から減算することにより前記荷重フィードバック値を決定する研磨荷重算出器をさらに備えることを特徴とする。
　本発明の好ましい態様は、前記荷重フィードバック値は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値であることを特徴とする。
　本発明の好ましい態様は、前記研磨荷重検出部は、前記位置決め部材と前記押圧部材との間に配置された荷重測定器を有し、前記荷重フィードバック値は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重の値であることを特徴とする。
【００１０】

本発明の一態様は、基板を回転させ、研磨具を押圧部材で前記基板に押し付け、前記押圧部材に連結された位置決め部材の移動をストッパーで制限しながら、前記ストッパーを所定の方向に移動させ、前記押圧部材に加えられた研磨荷重により変化する荷重フィードバック値を取得し、前記荷重フィードバック値が設定範囲内に収まるように、前記ストッパーの移動速度を決定し、前記ストッパーを前記決定された移動速度で前記所定の方向に移動させることを特徴とする研磨方法である。

本発明の好ましい態様は、前記基板は硬さの異なる複数の層を有しており、前記ストッパーの移動速度は、前記複数の層の硬さに従って変化することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、基板の表面層の硬さに依存して変わり得る荷重フィードバック値に基づいてストッパーの移動速度が決定される。ストッパーは決定された移動速度で移動するので、基板の表層面の硬さにかかわらず、研磨荷重を適正な範囲内に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】図１（ａ）および図１（ｂ）は、基板の一例としてのウェハの周縁部を示す拡大断面図である。

【図２】研磨装置の一実施形態を模式的に示す平面図である。

【図３】図２に示す研磨装置を示す側面図である。

【図４】研磨ヘッドを示す図である。

【図５】ウェハを研磨しているときの研磨ヘッドを示す図である。

【図６】荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部の一実施形態を示す図である。

【図７】本実施形態の研磨装置でウェハの周縁部を研磨したときの荷重フィードバック値とストッパーの移動（下降）速度を示すグラフである。

【図８】ロードセルによって測定された荷重の値を荷重フィードバック値として用いた場合の、荷重フィードバック値とストッパーの移動（下降）速度を示すグラフである。

【図９】ウェハの研磨中にストッパーを一定の速度で移動させたときの荷重フィードバック値とストッパーの移動（下降）速度を示すグラフである。

【図１０】ウェハの研磨プロセスを説明するフローチャートである。

【図１１】研磨ヘッドの他の実施形態を示す図である。

【図１２】研磨ヘッドのさらに他の実施形態を示す図である。

【図１３】図１３（ａ）および図１３（ｂ）は、研磨始点の決定方法を説明する図である。

【図１４】研磨ヘッドのさらに他の実施形態を示す図である。

【図１５】従来の研磨装置を示す模式図である。

【図１６】図１６（ａ）および図１６（ｂ）は、ウェハを研磨している従来の研磨装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

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。以下に説明する実施形態に係る研磨装置および研磨方法は、研磨テープの研磨面を基板の周縁部に摺接させることで基板の周縁部を研磨する。ここで、本明細書では、基板の周縁部を、基板の最外周に位置するベベル部と、このベベル部の半径方向内側に位置するトップエッジ部およびボトムエッジ部とを含む領域として定義する。

【００１４】

図１（ａ）および図１（ｂ）は、基板の一例としてのウェハの周縁部を示す拡大断面図である。より詳しくは、図１（ａ）はいわゆるストレート型のウェハの断面図であり、図１（ｂ）はいわゆるラウンド型のウェハの断面図である。図１（ａ）のウェハＷにおいて、ベベル部は、上側傾斜部（上側ベベル部）Ｐ、下側傾斜部（下側ベベル部）Ｑ、および

側部（アペックス）Ｒから構成されるウェハＷの最外周面（符号Ｂで示す）である。図１（ｂ）のウェハＷにおいては、ベベル部は、ウェハＷの最外周面を構成する、湾曲した断面を有する部分（符号Ｂで示す）である。トップエッジ部は、ベベル部Ｂよりも半径方向内側に位置する平坦部Ｅ１である。ボトムエッジ部は、トップエッジ部とは反対側に位置し、ベベル部Ｂよりも半径方向内側に位置する平坦部Ｅ２である。トップエッジ部は、デバイスが形成された領域を含むこともある。以下の説明では、トップエッジ部を単にエッジ部という。

【００１５】

図２は、研磨装置の一実施形態を模式的に示す平面図であり、図３は図２に示す研磨装置を示す側面図である。研磨装置は、基板の一例であるウェハＷを保持し、回転させるウェハ保持部（基板保持部）１を備えている。このウェハ保持部１は、ウェハＷを保持することができるウェハステージ（基板ステージ）２と、ウェハステージ２をその軸心を中心に回転させるステージモータ３とを有する。研磨されるウェハＷは、ウェハステージ２の上面に真空吸引などにより保持され、ウェハステージ２とともにステージモータ３によって回転される。

【００１６】

研磨装置は、研磨テープ７をウェハＷのエッジ部に押し付ける押圧部材１１を備えた研磨ヘッド１０を有している。押圧部材１１は、ウェハステージ２の上方に配置される。研磨テープ７は、ウェハＷを研磨するための研磨具である。研磨テープ７の一端は巻き出しリール１４に固定され、研磨テープ７の他端は巻き取りリール１５に固定されている。研磨テープ７の大部分は巻き出しリール１４と巻き取りリール１５の両方に巻かれており、研磨テープ７の一部は巻き出しリール１４と巻き取りリール１５との間を延びている。巻き出しリール１４および巻き取りリール１５は、それぞれリールモータ１７，１８によって反対方向のトルクが加えられており、これにより研磨テープ７にはテンションが付与される。

【００１７】

巻き出しリール１４と巻き取りリール１５との間には、テープ送り装置２０が配置されている。研磨テープ７は、テープ送り装置２０によって一定の速度で巻き出しリール１４から巻き取りリール１５に送られる。巻き出しリール１４と巻き取りリール１５との間を延びる研磨テープ７は２つのガイドローラ２１，２２によって支持されている。これら２つのガイドローラ２１，２２は巻き出しリール１４と巻き取りリール１５との間に配置されている。ガイドローラ２１，２２の間を延びる研磨テープ７の下面は、ウェハＷを研磨する研磨面を構成する。研磨具として、研磨テープ７に代えて固定砥粒を用いてもよい。

【００１８】

研磨ヘッド１０は、研磨テープ７をウェハＷのエッジ部に押し付ける押圧部材１１を備えている。この押圧部材１１は２つのガイドローラ２１，２２の間に位置している。ウェハＷのエッジ部と研磨テープ７との接触点において、ガイドローラ２１，２２間の研磨テープ７がウェハＷの接線方向に延びるようにガイドローラ２１，２２が配置されている。

【００１９】

ウェハＷの研磨は次のようにして行われる。ウェハＷは、その表面に形成されている膜（例えば、デバイス層）が上を向くようにウェハステージ２に保持され、さらにウェハＷはウェハステージ２とともにその軸心を中心に回転される。回転するウェハＷの中心には、図示しない液体供給ノズルから研磨液（例えば、純水）が供給される。この状態で、研磨ヘッド１０の押圧部材１１は研磨テープ７をウェハＷのエッジ部に押し付ける。回転するウェハＷと、研磨テープ７との摺接により、ウェハＷが研磨される。ウェハＷを研磨しているときの研磨テープ７は、図２に示すように、ウェハＷと研磨テープ７との接触点においてウェハＷの接線方向に延びている。

【００２０】

図４は、研磨ヘッド１０を示す図である。図４に示すように、研磨ヘッド１０は、研磨テープ７をウェハＷに押し付ける上記押圧部材１１と、押圧部材１１の押圧力を制御する

エアシリンダ２５と、押圧部材１１とエアシリンダ２５とを連結する荷重伝達部材２７とを備えている。エアシリンダ２５は、ウェハ保持部１上のウェハＷに向かう所定の方向に押圧部材１１を付勢するアクチュエータである。本実施形態では、エアシリンダ２５は、押圧部材１１をウェハＷのエッジ部に向かって下方に付勢するように構成されている。本実施形態では、エアシリンダ２５によって付勢される押圧部材１１の方向は、ウェハ保持部１の軸心と平行な方向、すなわち鉛直方向である。荷重伝達部材２７の下部は、押圧部材１１を着脱可能に保持する押圧部材ホルダー２７ａとして構成されている。エアシリンダ２５によって発生した力は、荷重伝達部材２７を介して押圧部材１１に伝達される。

【００２１】

押圧部材１１はその内部に形成された貫通孔１１ａを有している。貫通孔１１ａの一端は押圧部材１１の下面で開口しており、貫通孔１１ａの他端は真空ライン３０に接続されている。真空ライン３０には、図示しない弁が設けられており、弁を開くことにより押圧部材１１の貫通孔１１ａ内に真空が形成される。押圧部材１１が研磨テープ７の上面に接触した状態で貫通孔１１ａに真空が形成されると、研磨テープ７の上面は押圧部材１１の下面に保持される。

【００２２】

押圧部材１１は荷重伝達部材２７に固定されている。さらに、荷重伝達部材２７には、位置決め部材３１が固定されている。押圧部材１１、荷重伝達部材２７、および位置決め部材３１は、一体的な構造体を構成し、エアシリンダ２５によって一体に移動される。荷重伝達部材２７は、ウェハ保持部１の軸心に沿って延びる直動ガイド３３に移動自在に連結されている。したがって、押圧部材１１、荷重伝達部材２７、および位置決め部材３１の全体の移動方向は、ウェハ保持部１の軸心と平行な方向に制限される。本実施形態では、ウェハ保持部１の軸心は鉛直方向に延びている。

【００２３】

研磨ヘッド１０は、位置決め部材３１の下方に配置されたストッパー３５と、ストッパー３５に連結されたストッパー移動機構３７と、ストッパー３５上に配置された荷重測定器としてのロードセル４０をさらに備えている。ストッパー移動機構３７は、ストッパー３５を制御された速度で移動させるための装置である。例えば、ストッパー移動機構３７は、ストッパー３５に連結されたボールねじ機構と、ボールねじ機構を駆動するサーボモータとを備えている。本実施形態では、ウェハＷの研磨中、ストッパー移動機構３７はストッパー３５を下方に移動させる。ストッパー移動機構３７がストッパー３５を移動させる方向は、エアシリンダ２５が押圧部材１１をウェハＷのエッジ部に向かって付勢する方向と同じである。エアシリンダ２５、直動ガイド３３、およびストッパー移動機構３７は、フレーム３９に固定されている。

【００２４】

ストッパー３５は、位置決め部材３１の真下に位置している。したがって、一体的な構造体を形成する押圧部材１１、荷重伝達部材２７、および位置決め部材３１の下方への移動は、ストッパー３５によって制限される。ロードセル４０は、位置決め部材３１とストッパー３５との間に配置されている。本実施形態では、ロードセル４０はストッパー３５の上面に固定されており、位置決め部材３１の下面に接触可能となっている。エアシリンダ２５によって押圧部材１１、荷重伝達部材２７、および位置決め部材３１が下降されると、位置決め部材３１はロードセル４０に接触する。このとき、ロードセル４０は、位置決め部材３１からストッパー３５に伝達される荷重を測定することができる。

【００２５】

ウェハＷのエッジ部は次のようにして研磨される。図５に示すように、ウェハＷのその軸心を中心に回転させながら、ウェハＷの上面に純水などの研磨液（図示せず）が供給される。エアシリンダ２５は押圧部材１１をウェハＷに向かって付勢し、押圧部材１１は研磨テープ７をウェハＷのエッジ部に押し付け、該エッジ部を研磨する。ウェハＷの研磨中、エアシリンダ２５は一定の力を発生する。さらに、ウェハＷの研磨中、ストッパー３５は位置決め部材３１の下方への移動を制限しながら、ストッパー３５はストッパー移動機

構３７によって下降される。ストッパー３５の下降に伴い、押圧部材１１および位置決め部材３１は一体に下降する。言い換えれば、ウェハＷの研磨中、ストッパー３５、押圧部材１１、および位置決め部材３１の相対位置は一定（すなわち不変）である。研磨テープ７は、下降する押圧部材１１によってウェハＷのエッジ部に押され、ウェハＷの周縁部に階段状の窪みを形成する。

【００２６】

ウェハＷの研磨中、エアシリンダ２５によって発生した力の一部は、位置決め部材３１からロードセル４０を介してストッパー３５に伝達される。したがって、押圧部材１１に加えられる研磨荷重は、エアシリンダ２５によって発生した力よりも小さい。ロードセル４０は、この位置決め部材３１からストッパー３５に伝達される力（荷重）を測定し、この荷重の測定値を研磨荷重算出器４１に送るように構成されている。研磨荷重算出器４１は、ロードセル４０によって測定された荷重の値と、エアシリンダ２５によって発生された力の値とに基づいて、研磨荷重の値を算出する。より具体的には、研磨荷重算出器４１は、ロードセル４０によって測定された荷重の値を、エアシリンダ２５が発生した力の値から減算することによって、研磨荷重の値を決定する。

【００２７】

本実施形態では、研磨荷重に従って変化する荷重フィードバック値は、研磨荷重算出器４１によって算出された研磨荷重の値である。図６に示すように、荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部４２は、ロードセル４０と研磨荷重算出器４１とから構成される。一実施形態では、研磨荷重に従って変化する荷重フィードバック値は、ロードセル４０によって測定された荷重の値であってもよい。この場合は、荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部４２は、ロードセル４０から構成され、研磨荷重算出器４１は設けなくてもよい。

【００２８】

ストッパー３５の下降速度が一定であるとき、研磨荷重は、ウェハＷの表面層の硬さによって変わり得る。具体的には、ウェハＷの表面層が硬い場合には、研磨荷重は大きく、ウェハＷの表面層が柔らかい場合には、研磨荷重は小さくなる。本実施形態で研磨されるウェハＷは、図１５に示すように、硬さの異なる複数の層を有している。このため、ウェハＷの研磨が進行するにつれて、研磨荷重が変動することがある。研磨荷重の大きな変動は、研磨効率を不安定にする。例えば、研磨荷重が大きすぎると、研磨テープ７に過大な圧力が印加され、一方で、研磨荷重が小さすぎると、研磨効率が低下する。

【００２９】

そこで、本実施形態に係る研磨装置は、研磨荷重を適正な範囲内に収めることができるストッパー３５の移動速度を決定するストッパー速度決定部４３を備えている。このストッパー速度決定部４３は、研磨荷重検出部４２（本実施形態ではロードセル４０と研磨荷重算出器４１）によって取得された荷重フィードバック値に基づいてストッパー３５の移動速度を決定するように構成されている。研磨荷重算出器４１はストッパー速度決定部４３に接続されており、研磨荷重算出器４１によって得られた荷重フィードバック値はストッパー速度決定部４３に送られる。ストッパー速度決定部４３は、ストッパー移動機構３７に接続されており、決定されたストッパー３５の移動速度の値はストッパー移動機構３７に送られる。ストッパー移動機構３７は、ストッパー３５を上記決定された移動速度で移動（下降）させる。

【００３０】

ストッパー速度決定部４３には、研磨荷重の適正範囲に対応する設定範囲が予め記憶されている。この設定範囲は、適正な研磨荷重が押圧部材１１に加わるように予め定められた範囲である。ストッパー速度決定部４３には、さらに、荷重目標値が予め記憶されている。この荷重目標値は、上記設定範囲内の値である。ストッパー速度決定部４３は、荷重目標値と、研磨荷重検出部４２（本実施形態ではロードセル４０と研磨荷重算出器４１）によって取得された荷重フィードバック値との偏差を最小とすることができるストッパー３５の移動速度（下降速度）を決定するように構成されている。例えば、ストッパー速度

決定部４３は、ＰＩＤ制御などのフィードバック制御を実行して、上記偏差を最小とすることができるストッパー３５の移動速度を決定する。このようなフィードバック制御により、押圧部材１１に加えられる研磨荷重は、ウェハＷの研磨中に、適正な範囲内に維持される。

【００３１】

本実施形態によれば、ストッパー３５の移動速度は、ウェハＷの研磨中、ウェハＷの表面層（被研磨層）の硬さに従って変化する。したがって、ウェハＷの表層面の硬さにかかわらず、押圧部材１１に加えられる研磨荷重は、適正な範囲内に維持される。

【００３２】

図７は、本実施形態の研磨装置でウェハの周縁部を研磨したときの荷重フィードバック値とストッパー３５の移動（下降）速度を示すグラフである。この実験では、図１５に示すウェハが研磨された。ウェハの研磨は時間ｔ１で開始され、時間ｔ２で終了された。本実験における荷重フィードバック値は、研磨荷重算出器４１によって算出された研磨荷重の値である。符号Ｓ１はウェハの第１シリコン層２０１（図１５参照）が研磨された区間を表し、符号Ｓ２はウェハのパターン層２０２（図１５参照）が研磨された区間を表し、符号Ｓ３はウェハの第２シリコン層２０３（図１５参照）が研磨された区間を表す。さらに、符号ＴＬは、荷重目標値を表す。図７に示すように、ウェハの研磨中、研磨される層の硬さによってストッパー３５の移動速度が変化し、その一方で荷重フィードバック値はＬ１からＬ２までの設定範囲内に収まった。

【００３３】

研磨荷重に従って変化する荷重フィードバック値として、ロードセル４０によって測定された荷重の値を用いてもよい。この場合は、研磨荷重検出部４２はロードセル４０から構成される。図８は、ロードセル４０によって測定された荷重の値を荷重フィードバック値として用いた場合の、荷重フィードバック値とストッパー３５の移動（下降）速度を示すグラフである。この実施形態でも、荷重フィードバック値はＬ１からＬ２までの設定範囲内に収まった。図８に示す設定範囲Ｌ１～Ｌ２は、図７に示す設定範囲Ｌ１～Ｌ２とは異なる範囲でもよい。

【００３４】

ウェハＷがウェハ保持部１から外れた場合やロードセル４０が故障した場合などの種々の原因により、荷重フィードバック値および／または決定されたストッパー３５の移動速度の値が過度に上昇または低下することがある。そこで、ウェハＷの研磨中に、荷重フィードバック値が設定範囲（Ｌ１からＬ２まで）から外れた場合、および／または、決定されたストッパー３５の移動速度の値が所定範囲（Ｍ１からＭ２まで）から外れた場合には、ストッパー速度決定部４３は警報信号を発するようにしてもよい。

【００３５】

図９は、ウェハの研磨中にストッパー３５を一定の速度で移動させたときの荷重フィードバック値とストッパー３５の速度を示すグラフである。この実験でも同様に、図１５に示すウェハが研磨された。本実験における荷重フィードバック値は、研磨荷重算出器４１によって算出された研磨荷重の値である。図９に示すように、この実験では、荷重フィードバック値は設定範囲を超えて増加した。図７のグラフと図９のグラフとの対比から分かるように、本実施形態の研磨装置および研磨方法は、ウェハの研磨中にストッパー３５の移動速度、すなわち押圧部材１１の移動速度を変えることによって、荷重フィードバック値、すなわち研磨荷重を適正な範囲内に収めることができる。

【００３６】

次に、ウェハＷの研磨プロセスについて、図１０を参照して説明する。まず、研磨テープ７がウェハＷのエッジ部から十分に離れた状態で、位置決め部材３１がストッパー３５上のロードセル４０に接触するまで、押圧部材１１がエアシリンダ２５によって下降される（ステップ１）。ストッパー移動機構３７は、位置決め部材３１がロードセル４０に接触した状態で、ストッパー３５を初期設定速度で下降させる（ステップ２）。ストッパー３５の下降に伴い、位置決め部材３１、押圧部材１１、および研磨テープ７は、同じ速度

で一体に下降する。研磨テープ７がウェハＷのエッジ部に接触した時点で、ウェハＷの研磨が開始される（ステップ３）。研磨テープ７は、下降する押圧部材１１によってウェハＷのエッジ部に押し付けられ、ウェハＷを研磨する。ウェハＷの研磨中、ロードセル４０は、位置決め部材３１からストッパー３５に伝達される荷重を測定し、研磨荷重算出器４１は、ロードセル４０から送られた測定値とエアシリンダ２５が発生した力とに基づいて、研磨荷重の値を算出する（ステップ４）。

【００３７】

ストッパー速度決定部４３は、研磨荷重目標値と、研磨荷重の算出値（荷重フィードバック値）との偏差を最小とすることができるストッパー３５の移動速度（下降速度）を決定する（ステップ５）。決定されたストッパー３５の移動速度の値はストッパー移動機構３７に送られる。ストッパー移動機構３７は、ストッパー３５を上記決定された移動速度で移動（下降）させる（ステップ６）。ウェハＷの研磨は、予め設定された目標研磨量に到達したときに終了される（ステップ７）。ウェハＷの研磨が終了すると、ストッパー３５が、位置決め部材３５および押圧部材１１とともに上昇する（ステップ８）。

【００３８】

図４に示すように、ロードセル４０は位置決め部材３１とストッパー３５との間に配置されている。本実施形態ではロードセル４０はストッパー３５の上面に固定されているが、図１１に示すようにロードセル４０は位置決め部材３１の下面に固定されてもよい。さらに、一実施形態では、ロードセル４０は、位置決め部材３１と押圧部材１１との間に配置されてもよい。例えば、図１２に示すように、ロードセル４０は、荷重伝達部材２７に組み込まれてもよい。

【００３９】

図１２に示す実施形態では、ロードセル４０は、位置決め部材３１と押圧部材１１との間に配置されており、研磨荷重を直接測定することができる。この実施形態では、研磨荷重に従って変化する荷重フィードバック値を取得する研磨荷重検出部４２は、荷重測定器であるロードセル４０から構成される。本実施形態では、荷重フィードバック値は、ロードセル４０によって測定された荷重の値である。なお、ロードセル４０をエアシリンダ２５と位置決め部材３１との間に配置することはできない。その理由は、その位置に配置されたロードセル４０は、エアシリンダ２５が発生した力そのものを測定することはできるが、押圧部材１１に加えられる研磨荷重は測定できないからである。

【００４０】

ウェハＷの研磨は、目標研磨量に達した時点で終了される。ウェハＷを目標研磨量だけ正確に研磨するためには、研磨始点を決定する必要がある。そこで、研磨始点の決定方法について図１３（ａ）および図１３（ｂ）を参照しつつ説明する。まず、ストッパー移動機構３７によりストッパー３５を上昇させ、またはエアシリンダ２５により位置決め部材３１を下降させて、位置決め部材３１とロードセル４０とを互いに接触させる（図１３（ａ）参照）。

【００４１】

次に、位置決め部材３１とロードセル４０との接触を保ちながら、エアシリンダ２５およびストッパー移動機構３７により位置決め部材３１およびストッパー３５を下降させ、研磨テープ７および押圧部材１１をウェハＷのエッジ部に向かって移動させる。この移動中、研磨テープ７、押圧部材１１、位置決め部材３１、ロードセル４０、およびストッパー３５は一体に移動する。研磨テープ７がウェハＷのエッジ部に接触した瞬間に、ロードセル４０は位置決め部材３１から離間する（図１３（ｂ）参照）。この瞬間のストッパー３５の位置はストッパー３５の初期位置であり、この初期位置が研磨始点に決定される。ロードセル４０が位置決め部材３１から離間した時点は、ロードセル４０の出力信号の変化から決定することができる。

【００４２】

位置決め部材３１には、距離センサ５０が固定されている。この距離センサ５０は、位置決め部材３１に対するストッパー３５の距離を測定することができる。ロードセル４０

が位置決め部材３１から離間した時点は、距離センサ５０の出力信号の変化から決定してもよい。ロードセル４０の故障などに起因して、ウェハWの研磨中に、ストッパー３５が位置決め部材３１から大きく離れたときに、警報信号を発信してもよい。具体的には、ストッパー３５と位置決め部材３１との距離がしきい値を超えたときに、警報信号を発信してもよい。

【００４３】

研磨量は、研磨テープ７によってウェハWの周縁部に形成された窪みの深さに対応する。したがって、目標研磨量は、上記初期位置から移動したストッパー３５の距離（以下、ストッパー３５の移動距離という）で表すことができる。目標研磨量に相当するストッパー３５の移動距離に到達した時点で、ウェハWの研磨が終了される。ストッパー３５の移動距離は、ストッパー移動機構３７を構成するサーボモータに内蔵されたロータリエンコーダによって測定することができる。あるいは、図１４に示す距離センサ５１によって測定された押圧部材１１の移動距離が、目標研磨量に相当する距離に達した時点で、ウェハWの研磨を終了してもよい。この距離センサ５１は、フレーム３９に固定されており、押圧部材１１の移動距離を測定することが可能に構成されている。距離センサ５１、エアシリンダ２５、およびストッパー移動機構３７の相対位置は固定である。

【００４４】

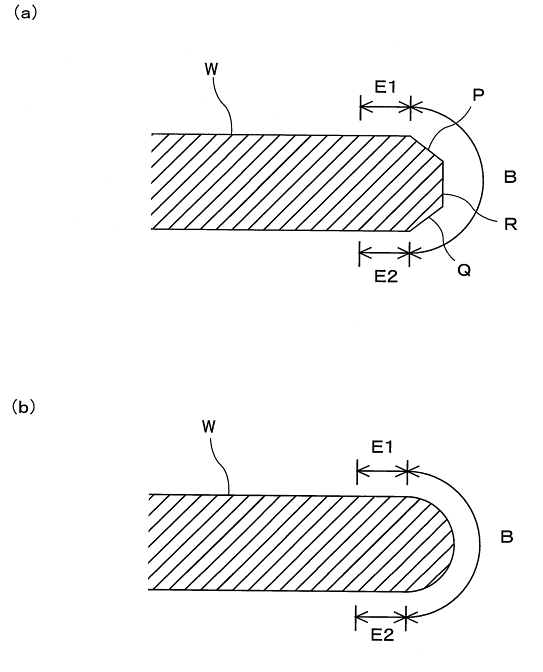
上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

【符号の説明】

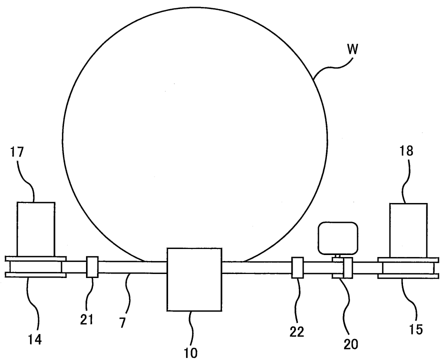
【００４５】

１　ウェハ保持部（基板保持部）
２　ウェハステージ（基板ステージ）
３　ステージモータ
７　研磨テープ
１０　研磨ヘッド
１１　押圧部材
１４　巻き出しリール
１５　巻き取りリール
１７，１８　リールモータ
２０　テープ送り装置
２１，２２　ガイドローラ
２５　エアシリンダ
２７　荷重伝達部材
２７ａ　押圧部材ホルダー
３０　真空ライン
３１　位置決め部材
３３　直動ガイド
３５　ストッパー
３７　ストッパー移動機構
３９　フレーム
４０　ロードセル（荷重測定器）
４１　研磨荷重算出器
４２　研磨荷重検出部
４３　ストッパー速度決定部
５０，５１　距離センサ

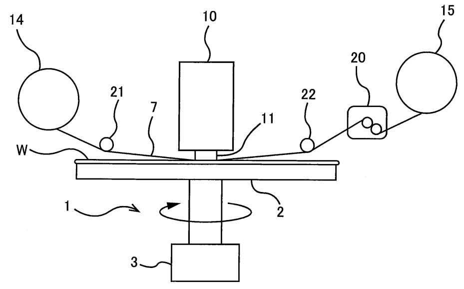
【図１】



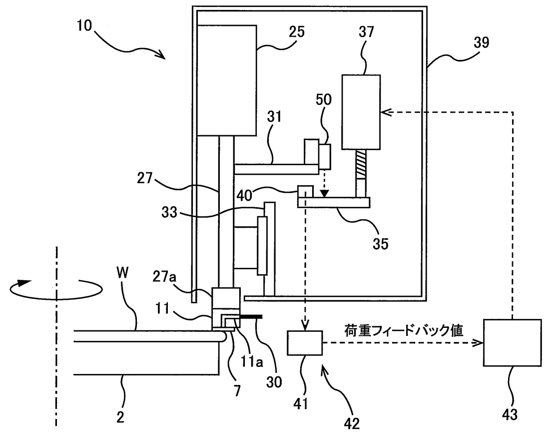
【図２】



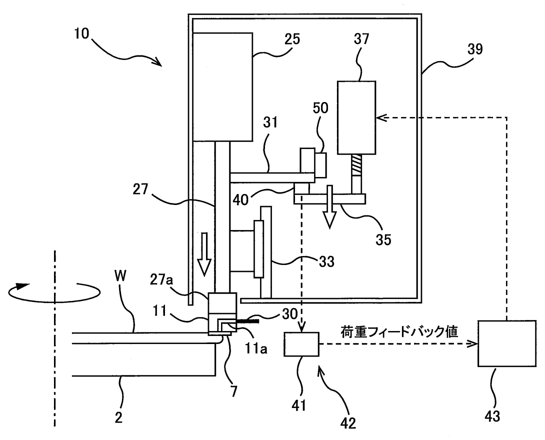
【図３】



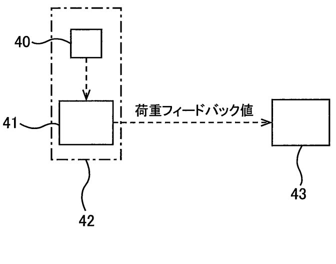
【図４】



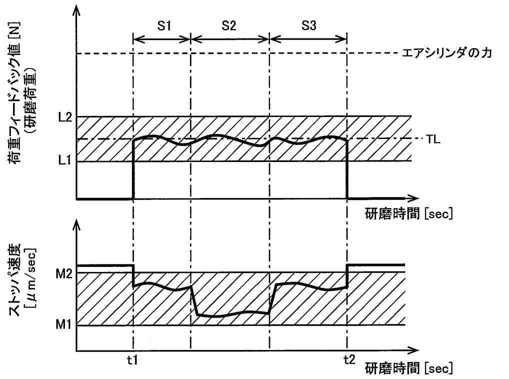
【図５】



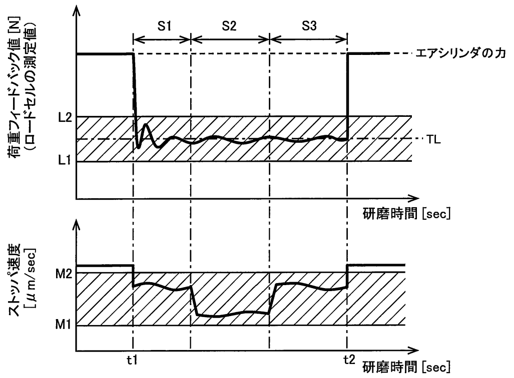
【図６】



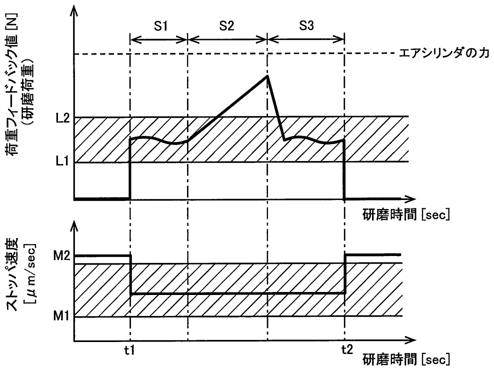
【図７】



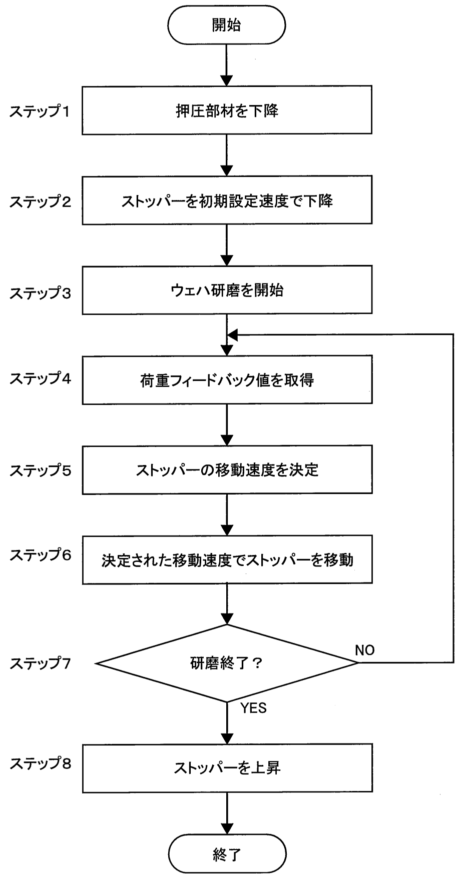
【図８】



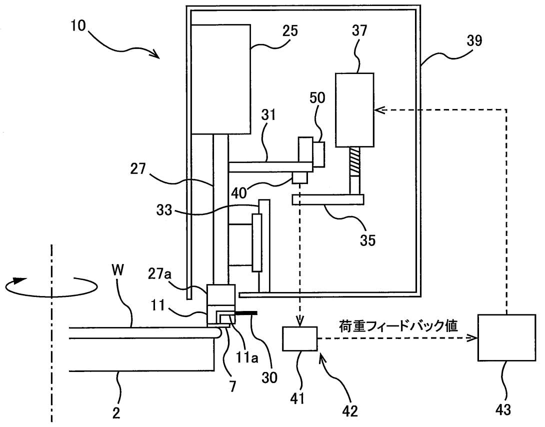
【図９】



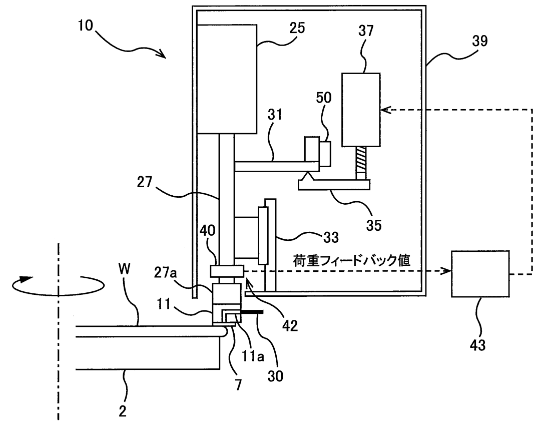
【図１０】



【図１１】

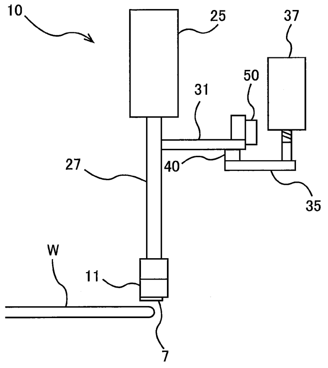


【図１２】

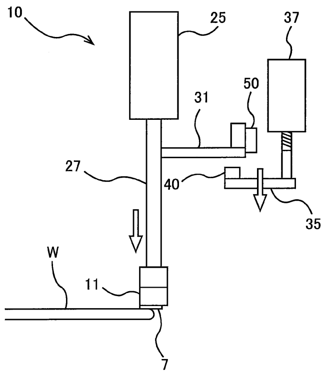


【図１３】

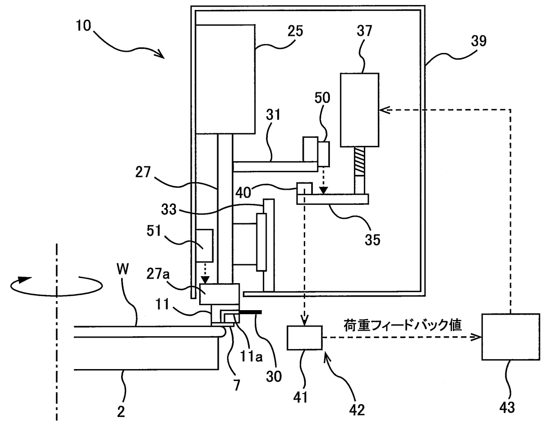
(a)



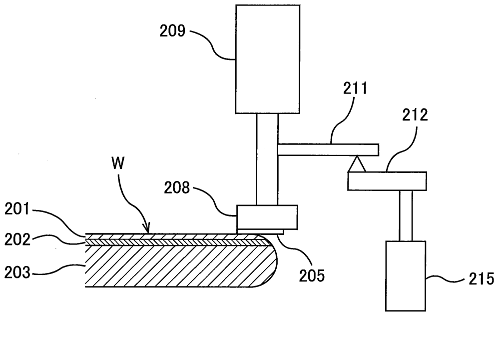
(b)



【図１４】

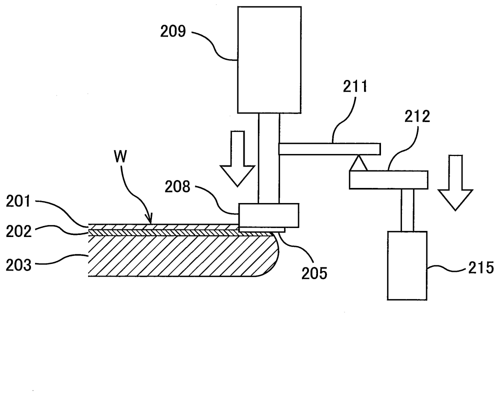


【図１５】

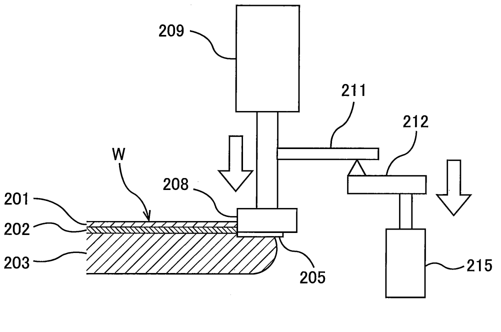


【図１６】

(a)



(b)



フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１４－１５０１３１（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－９６８５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１０３３１８（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０３８９７８（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００７／０２７００８１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２４Ｂ　４７／２６
Ｂ２４Ｂ　７／０４
Ｂ２４Ｂ　９／００
Ｂ２４Ｂ　２１／０６
Ｈ０１Ｌ　２１／３０４