明　細　書

発明の名称 ： 基板洗浄装置及び基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェハ等の基板の表面に円柱状で長尺状に水平に延びるロール洗浄部材を接触させながら、基板及びロール洗浄部材を共に一方向に回転させて基板表面をスクラブ洗浄する基板洗浄装置及び該基板洗浄装置を備えた基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体ウェハ等の基板の表面をロール洗浄部材でスクラブ洗浄する基板洗浄装置にあっては、基板洗浄時に、ロール洗浄部材を所定の押付け荷重（ロール荷重）で基板に押付ける必要があるが、このロール荷重の調整は、一般に装置の立上げ時またはメンテナンス時に行われている。しかし、このように、装置の立上げ時またはメンテナンス時にロール荷重を調整しただけでは、例えばロール洗浄部材の性状のばらつきや経時変化等によって、ロール洗浄部材を基板に押付けて基板を洗浄している時に実際に基板に加えられているロール荷重を正確に把握できない。

[0003] このため、例えばロール洗浄部材を昇降させて基板にロール荷重を加えるのに使用されるエアシリンダに供給されるエアの供給圧力を測定し、その測定値を元に制御機器を制御する閉ループ制御（ＣＬＣ）系を構成して、ロール荷重をフィードバック制御することが知られている。しかし、エアの供給圧力は代替特性であり、基板洗浄時に基板に実際に加えられるロール荷重を厳密には現していない。

[0004] また、洗浄装置の内部に、ロール洗浄部材から基板に加えられるロール荷重を測定するロードセル等の圧力センサを搭載し、その測定値を元に制御機器を制御する閉ループ制御系を構成して、ロール荷重をフィードバック制御することが知られている（特許文献１～３参照）。

[0005] 更に、基板に加える接触圧力（ロール荷重）の制御精度を高め、基板の反

りによる表面（被洗浄面）の振れに洗浄部材が忠実に追従できるようにするため、荷重検出センサにより接触圧を検出し、その検出結果に基づいて、先端部に洗浄部材を取付けた取付軸の駆動機構を制御するようにしたものが提案されている（特許文献４参照）。また、圧力センサが組み込まれた洗浄ブラシによる基板の洗浄中に、圧力センサから検出されるブラシ圧を監視し、このブラシ圧を目標値に一致させるように、ブラシ圧制御機構を制御するようにしたものが提案されている（特許文献５参照）。

[0006] なお、流体加圧式キャリアの内圧安定化装置として、圧力室内の圧力値を圧力センサで検出し、その検出圧力値が希望圧力値と異なっている場合に、電空変換器の弁調整を行って、圧力室の内圧を希望圧力値に一致さえるようにしたものが知られている（特許文献６参照）。また、ポリッシング装置において、基板を保持して回転させる基板キャリアのジンバル装置（チルト機構）の直上にロードセルを配置することが提案されている（特許文献７参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第３，３９７，５２５号公報

特許文献2：特開平１１－２０４４８３号公報

特許文献3：特開２００２－５０６０２号公報

特許文献4：特開２００１－２９３４４５号公報

特許文献5：特開２００２－３１３７６５号公報

特許文献6：特開２００１－１０５２９８号公報

特許文献7：特開２０００－２７１８５６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 従来のロール洗浄部材を基板に押付けて基板を洗浄する基板洗浄装置にあっては、ロール洗浄部材とロール荷重を測定する圧力センサとの間に、一般

に機械的な摩擦力、歪、及びがた等（具体的な構造としては、ベアリング、ブッシュ、リンクロッド、梁、突起物、及び片持ち構造等）があり、このため、圧力センサで測定された圧力値（測定値）と基板洗浄時に基板に実際に加えられているロール荷重との差が大きくなって、閉ループ制御系を利用してロール荷重をフィードバック制御する以前に、圧力検知測定システムとしての信頼性が低くなる。

[0009] このため、基板洗浄時に基板に実際に加えられているロール荷重（実ロール荷重）は、予め設定された設定ロール荷重に対してばらついているか、または設定ロール荷重からシフトしている場合があり、このように、基板洗浄時に基板に実際に加えられているロール荷重（実ロール荷重）と設定ロール荷重との間に差が生じると、洗浄装置が有している本来の洗浄性能を十分に発揮できないと考えられる。

[0010] 以上のように、現状では、基板洗浄時に基板に加えられているロール荷重が厳密に精度良く制御されているとは言い難く、ロール荷重の正確な検知・測定が出来ていないため、最適なロール荷重を見つけることも一般に困難であった。

[0011] 本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、基板洗浄時にロール洗浄部材から基板に実際に加えられるロール荷重を精度良く測定して、ロール荷重を精度良く制御できるようにした基板洗浄装置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

[0012] 本発明の基板洗浄装置は、長尺状に水平に延びるロール洗浄部材を支持して回転させるロールホルダと、制御機器を備えたアクチュエータの駆動に伴って昇降する昇降部を有し、基板洗浄時に前記ロール洗浄部材が基板に所定のロール荷重を加えるように前記昇降部に連結された前記ロールホルダを昇降させる昇降機構と、前記昇降機構の昇降部と前記ロールホルダとの間に設置されて前記ロール荷重を測定するロードセルと、前記ロードセルの測定値を元に前記アクチュエータの制御機器を介して前記ロール荷重をフィードバック制御する制御部とを有する。

[0013] このように、昇降機構の昇降部と該昇降部に連結されたロールホルダとの間にロードセルを設置することで、ロードセルがロールホルダの自重を全て受ける構造となし、ロールホルダとロードセルとの間に、ロールホルダ昇降時にフリクション増となるベアリングやリンクロッド、荷重伝達でロスを発生させる梁構造や突起物等を介さない構造とすることができる。これによって、基板洗浄時に基板に加えられるロール荷重を正確にロードセルに伝え、ロール荷重を精度良く測定して制御することができる。

[0014] 本発明の好ましい一態様において、前記昇降機構の前記昇降部は、前記アクチュエータの駆動に伴って昇降する昇降軸または該昇降軸に基端を連結されて水平方向に延びる昇降アームからなる。

昇降機構の昇降部は、ロールホルダの重心を通る鉛直線に沿って昇降する昇降軸からなることが好ましいが、設置スペース等の関係によっては、水平方向に延びる昇降アームで昇降機構の昇降部を構成してもよい。

[0015] 本発明の好ましい一態様において、前記昇降機構の昇降部と前記ロールホルダとの間には、前記ロールホルダをチルトさせるチルト機構が設置されている。

これにより、ロールホルダで保持されたロール洗浄部材の水平姿勢を保ちながら、基板に反りや傾き、回転によるばたつき等が生じた時に、ロール洗浄部材をそのほぼ全長に亘って基板に均一に接触させつつ基板に追従させ、ロール荷重が均一に基板に加わるようにして、洗浄性能を向上させるとともに、基板からの反発力をロール洗浄部材全体で受けて、ロール荷重の測定精度を向上させることができる。

[0016] 本発明の好ましい一態様において、前記ロードセルは、ロールホルダの長さ方向に沿ったほぼ中央に配置されて、前記昇降機構の昇降部に連結されている。

これにより、ロール洗浄部材を支持して回転させるロールホルダの重心がロードセルのほぼ中心を通るようにして、ロールホルダをバランス良く昇降部に連結することができる。

[0017] 本発明の好ましい一態様において、前記制御部は、基板にロール荷重を加えた時からロール荷重のフィードバック制御を開始する。

このように、基板にロール荷重を加える前にロール荷重のフィードバック制御を行わないようにすることで、ロール荷重の初期乱れを防ぎ、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮することができる。

[0018] 本発明の好ましい一態様において、前記制御部は、基板に加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始するタイミングを設定ロール荷重毎に任意に設定する。

これによっても、ロール荷重の初期乱れを防ぎ、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮することができる。

[0019] 本発明の好ましい一態様において、前記制御機器として電空レギュレータを使用し、前記制御部は、基板に加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ操作量を設定ロール荷重毎に任意に設定する。

[0020] 例えば設定ロール荷重が２Ｎの時には、ロール荷重のフィードバック制御開始時の電空レギュレータ操作量を弁開度が２０％となるように設定し、設定ロール荷重が１０Ｎの時には、電空レギュレータ操作量を弁開度が６０％となるように設定する。これによっても、ロール荷重の初期乱れを防ぎ、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮することができる。

[0021] 本発明の基板処理装置は、上記基板洗浄装置を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明の基板洗浄装置によれば、基板洗浄中に基板に実際に加えられるロール荷重をモニタリングすることができ、しかもロール荷重を正確にロードセルに伝えてロール荷重を精度良く測定し、基板に実際に加えられるロール荷重（実ロール荷重）とロードセルで測定した測定値（測定ロール荷重）との差を減少させて、ロール荷重を精度良く制御することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図１は、本発明の実施形態に係る基板洗浄装置を備えた基板処理装置の全体構成を示す平面図である。

[図2]図２は、図１に示す基板処理装置に備えられている、本発明の実施形態の基板洗浄装置の概要を示す斜視図である。

[図3]図３は、本発明の実施形態の基板洗浄装置の全体構成の概要を示す正面図である。

[図4]図４は、上部ロールホルダ側に設けられるチルト機構の縦断正面図である。

[図5]図５は、上部ロールホルダ側に設けられるチルト機構の縦断側面図である。

[図6]図６は、下部ロールホルダ側に設けられるチルト機構の縦断正面図である。

[図7]図７は、設定ロール荷重が６Ｎの時、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータの操作量を弁開度４０％及び２０％にそれぞれ設定して、ロール荷重をフィードバック制御した時の時間とロール荷重との関係をグラフＡ及びグラフＢとして、並びに設定ロール荷重が６Ｎの時、電空レギュレータの操作量を弁開度３０％に設定（固定）して、ロール荷重をフィードバック制御しなかった時の時間とロール荷重との関係をグラフＣとして、それぞれ示すグラフである。

[図8]図８は、ロードセル及びチルト機構を内部に組み入れた他の上部ロールホルダを示す縦断正面図である。

[図9]図９は、ロードセル及びチルト機構を内部に組み入れた他の下部ロールホルダを示す縦断正面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、以下の各例において、同一または相当する要素には同一符号を付して重複した説明を省略する。

[0025] 図１は、本発明の実施形態に係る基板洗浄装置を備えた基板処理装置の全

体構成を示す平面図である。図１に示すように、基板処理装置は、略矩形状のハウジング１０と、多数の半導体ウェハ等の基板をストックする基板カセットが載置されるロードポート１２を備えている。ロードポート１２は、ハウジング１０に隣接して配置されている。ロードポート１２には、オープンカセット、ＳＭＩＦ（Standard Manufacturing Interface）ポッド、またはＦＯＵＰ（Front Opening Unified Pod）を搭載することができる。ＳＭＩＦ、ＦＯＵＰは、内部に基板カセットを収納し、隔壁で覆うことにより、外部空間とは独立した環境を保つことができる密閉容器である。

[0026] ハウジング１０の内部には、複数（この例では４つ）の研磨装置１４ａ～１４ｄと、研磨後の基板を洗浄する第１基板洗浄装置１６及び第２基板洗浄装置１８と、洗浄後の基板を乾燥させる基板乾燥装置２０が収容されている。研磨装置１４ａ～１４ｄは、基板処理装置の長手方向に沿って配列され、基板洗浄装置１６，１８及び基板乾燥装置２０も基板処理装置の長手方向に沿って配列されている。本発明の実施形態に係る基板洗浄装置は、第１基板洗浄装置１６に適用されている。

[0027] ロードポート１２、該ロードポート１２側に位置する研磨装置１４ａ及び基板乾燥装置２０に囲まれた領域には、第１基板搬送ロボット２２が配置され、また研磨装置１４ａ～１４ｄと平行に、基板搬送ユニット２４が配置されている。第１基板搬送ロボット２２は、研磨前の基板をロードポート１２から受け取って基板搬送ユニット２４に受け渡すとともに、乾燥後の基板を基板乾燥装置２０から受け取ってロードポート１２に戻す。基板搬送ユニット２４は、第１基板搬送ロボット２２から受け取った基板を搬送して、各研磨装置１４ａ～１４ｄとの間で基板の受け渡しを行う。

[0028] 第１基板洗浄装置１６と第２基板洗浄装置１８の間に位置して、第１基板洗浄装置１６と第２基板洗浄装置１８との間で基板の受け渡しを行う第２基板搬送ロボット２６が配置され、第２基板洗浄装置１８と基板乾燥装置２０との間に位置して、基板洗浄装置１８と基板乾燥装置２０との間で基板の受け渡しを行う第３基板搬送ロボット２８が配置されている。ハウジング１０

には、下記の設定ロール荷重等の設定値を入力する制御盤（操作パネル）３０が備えられている。

[0029] 図２は、図１に示す基板処理装置に備えられている、本発明の実施形態の（第１）基板洗浄装置１６の概要を示す斜視図で、図３は、本発明の実施形態の基板洗浄装置１６の全体構成の概要を示す正面図である。

[0030] 図２及び図３に示すように、基板洗浄装置１６は、表面を上にして半導体ウェハ等の基板Ｗの周縁部を支持し基板Ｗを水平回転させる、水平方向に移動自在な複数本（図では４本）のスピンドル４０と、スピンドル４０で支持して回転させる基板Ｗの上方に昇降自在に配置される上部ロールホルダ４２と、スピンドル４０で支持して回転させる基板Ｗの下方に昇降自在に配置される下部ロールホルダ４４を備えている。

[0031] 上部ロールホルダ４２には、円柱状で長尺状に延びる、例えばＰＶＡからなる上部ロール洗浄部材（ロールスポンジ）４６が回転自在に支持されており、上部ロール洗浄部材４６は、駆動機構（図示せず）によって、図２に矢印F_1に示すように回転する。下部ロールホルダ４４には、円柱状で長尺状に延びる、例えばＰＶＡからなる下部ロール洗浄部材（ロールスポンジ）４８が回転自在に支持されており、下部ロール洗浄部材４８は、駆動機構（図示せず）によって、図２に矢印F_2に示すように回転する。

[0032] スピンドル４０で支持して回転させる基板Ｗの上方に位置して、基板Ｗの表面（上面）に洗浄液を供給する上部洗浄液供給ノズル５０が配置され、スピンドル４０で支持して回転させる基板Ｗの下方に位置して、基板Ｗの裏面（下面）に洗浄液を供給する下部洗浄液供給ノズル５２が配置されている。

[0033] 上部ロールホルダ４２の長さ方向に沿ったほぼ中央には、凹部４２ａが設けられ、この凹部４２ａ内に位置して、ロードセル５４が上部ロールホルダ４２に固定されている。この例では、鉛直方向に配置された、アクチュエータとしてのエアシリンダ５６と、このエアシリンダ（アクチュエータ）５６の駆動に伴って昇降する昇降軸５７と、この昇降軸５７の上端に基端を連結して水平方向に延びる、昇降部として昇降アーム５８とを有する昇降機構６

０が備えられ、この昇降アーム（昇降部）５８の自由端側下端に、ロードセル５４を介して、上部ロールホルダ４２が連結されている。

[0034] これによって、エアシリンダ５６の駆動に伴って、上部ロールホルダ４２は、昇降軸５７及び昇降アーム５８と一体に昇降する。エアシリンダ５６には、エアシリンダ５６の内部に供給されるエアの供給圧を制御する制御機器としての電空レギュレータ６２が備えられ、この電空レギュレータ（制御機器）６２の弁開度を調節することで、エアシリンダ５６に供給されるエアの圧力が調整される。

[0035] このように、上部ロールホルダ４２の長さ方向に沿ったほぼ中央で上部ロールホルダ４２を昇降アーム５８の自由端側下面に連結し、上部ロール洗浄部材４６を支持して回転させる上部ロールホルダ４２の重心がロードセル５４のほぼ中心を通るようにして、上部ロールホルダ４２を水平な状態でバランス良く昇降アーム５８の自由端側下面に連結することができる。

[0036] また、昇降アーム５８の自由端側下端に、ロードセル５４を介して、上部ロールホルダ４２を連結することで、上部ロールホルダ４２の自重をロス無くロードセル５４に伝えることができる。そして、基板Wの洗浄時に、上部ロールホルダ４２を下降させて、上部ロール洗浄部材４６を基板Wに接触させると、ロードセル５４に加わる引張り荷重が減少し、その減少した分が、上部ロール洗浄部材４６が基板Wに対して加えたロール荷重（押付け荷重）と限りなく一致する。

[0037] これにより、この減少した引張り荷重を介して、上部ロール洗浄部材４６が基板Wの洗浄時に基板Wに対して加えるロール荷重をロードセル５４で測定し、電空レギュレータ６２の操作量を介して弁開度を調節することで、ロール荷重を調整することができる。

[0038] そして、ロードセル５４で測定した測定値は、その表示計６４から、制御部として調節計６６にアナログ信号で送られ、調節計（制御部）６６から送られるアナログ信号は電空レギュレータ６２に入力される。これによって、閉じたループにより制御を行う閉ループ制御系が構成されている。また、調

節計６６には、制御盤（操作パネル）３０から設定ロール荷重等の設定値が入力される。

[0039] これによって、調節計６６は、ロードセル５４で測定した測定値（測定ロール荷重）と制御盤（操作パネル）３０から入力された設定ロール荷重とを比較し、その差に応じて、電空レギュレータ６２に対して開閉弁の操作量を指示する。電空レギュレータ６２は、調節計６６の指示に応じて、弁開度を自動的に調整し、この弁開度に応じて、エアシリンダ５６の推力を変化させることで、基板Wの洗浄時に基板Wに加えられるロール荷重がフィードバック制御される。

[0040] この例によれば、昇降機構６０の昇降アーム５８と該昇降アーム５８に連結された上部ロールホルダ４２との間にロードセル５４を設置し、ロードセル５４が上部ロールホルダ４２の自重を受ける構造とし、上部ロールホルダ４２とロードセル５４との間に、上部ロールホルダ４２の昇降時にフリクション増となるベアリングやリンクロッド、荷重伝達でロスを発生させる梁構造や突起物等を介さない構造とすることで、基板洗浄時に基板Wに加えられるロール荷重を正確にロードセル５４に伝え、ロール荷重を精度良く測定して制御することができる。

[0041] ロードセル５４と昇降アーム５８の自由端側下面との間に、上部ロールホルダ４２をチルトさせるチルト機構７０が設置されている。つまり、図４及び図５に示すように、ロードセル５４には、ブラケット７２が固定され、昇降アーム５８の自由端側下面には、枢軸７４を回転自在に支承する一対の軸受７６を取付けた軸受ケーシング７８が固定されている。そして、軸受７６で支承された枢軸７４がブラケット７２に設けた貫通孔内を貫通してブラケット７２に固定されている。これによって、ロードセル５４を固定した上部ロールホルダ４２を、枢軸７４を中心に、図４に示すY_1方向にチルトさせるチルト機構７０が構成されている。

[0042] このようにチルト機構７０を備えることにより、上部ロールホルダ４２で保持された上部ロール洗浄部材４６の水平姿勢を保ちながら、基板Wに反り

や傾き、回転によるばたつき等が生じた時に、上部ロール洗浄部材４６をそのほぼ全長に亘って基板Ｗに均一に接触させつつ基板Ｗに追従させ、ロール荷重が均一に基板Ｗに加わるようにして、洗浄性能を向上させるとともに、基板Ｗからの反発力を上部ロール洗浄部材４６の全体で受けて、ロール荷重の測定精度を向上させることができる。

[0043] 下部ロールホルダ４４の長さ方向に沿ったほぼ中央には、凹部４４ａが設けられている。そして、この下部ロールホルダ４４にあっては、鉛直方向に配置された、アクチュエータとしてのエアシリンダ５６ａと、このエアシリンダ（アクチュエータ）５６ａの駆動に伴って鉛直方向に昇降する、昇降部としての昇降軸５９を有する昇降機構６０ａが備えられ、この昇降軸（昇降部）５９の上端面に、ロードセル５４ａを介して、下部ロールホルダ４４が連結されている。これによって、エアシリンダ５６ａの駆動に伴って、下部ロールホルダ４４は昇降軸５９と一体に昇降する。エアシリンダ５６ａには、前述と同様に、制御機器としての電空レギュレータ６２ａが備えられている。

[0044] このように、下部ロールホルダ４４の長さ方向に沿ったほぼ中央で下部ロールホルダ４４を昇降軸５９の上端面に連結し、下部ロール洗浄部材４８を支持して回転させる下部ロールホルダ４４の重心がロードセル５４ａのほぼ中心を通るようにして、下部ロールホルダ４４を水平な状態でバランス良く昇降軸５９に連結することができる。

[0045] また、昇降軸５９の上端面に、ロードセル５４ａを介して、下部ロールホルダ４４を連結することで、下部ロールホルダ４４の自重をロス無くロードセル５４ａに伝えることができる。そして、下部ロールホルダ４４を上昇させて、下部ロール洗浄部材４８を基板Ｗに接触させると、ロードセル５４に加わる圧縮荷重が増加し、その増加した分が、下部ロール洗浄部材４８が基板Ｗに対して加えたロール荷重（押付け荷重）と限りなく一致する。

[0046] これにより、この増加した圧縮荷重を介して、下部ロール洗浄部材４８が基板Ｗの洗浄時に基板Ｗに対して加えるロール荷重をロードセル５４ａで測

定し、電空レギュレータ（制御機器）６２ａの操作量を介して弁開度を調節することで、ロール荷重を調整することができる。

[0047] そして、ロードセル５４ａで測定した測定値は、その表示計６４ａから調節計６６にアナログ信号で送られ、調節計６６から送られるアナログ信号は電空レギュレータ６２ａに入力される。これによって、閉じたループにより制御を行う閉ループ制御系が構成されている。また、調節計６６には、制御盤（操作パネル）３０から設定ロール荷重等の設定値が入力される。

[0048] これによって、調節計６６は、ロードセル５４ａで測定した測定値（測定ロール荷重）と制御盤（操作パネル）３０から入力された設定ロール荷重とを比較し、その差に応じて、電空レギュレータ６２ａに対して開閉弁の操作量を指示する。電空レギュレータ６２ａは、調節計６６の指示に応じて、弁開度を自動的に調整し、この弁開度に応じて、エアシリンダ５６ａの推力を変化させることで、基板Wの洗浄時に基板Wに加えられるロール荷重がフィードバック制御される。

[0049] この例によれば、昇降機構６０ａの昇降軸５９と該昇降軸５９に連結される下部ロールホルダ４４との間にロードセル５４ａを設置し、ロードセル５４ａが下部ロールホルダ４４の自重を受ける構造となし、下部ロールホルダ４４とロードセル５４ａとの間に、下部ロールホルダ４４の昇降時にフリクション増となるベアリングやリンクロッド、荷重伝達でロスを発生させる梁構造や突起物等を介さない構造とすることで、基板洗浄時に基板Wに加えられるロール荷重を正確にロードセル５４ａに伝え、ロール荷重を精度良く測定して制御することができる。

[0050] 昇降軸５９の上端面に固定したロードセル５４ａと下部ロールホルダ４４との間に、下部ロールホルダ４４をチルトさせるチルト機構７０ａが設置されている。つまり、図６に示すように、昇降軸５９の上端面に固定したロードセル５４ａには、ブラケット７２ａが固定され、下部ロールホルダ４４には、枢軸７４ａを回転自在に支承する一対の軸受を取付けた軸受ケーシング７８ａが固定されている。そして、軸受で支承された枢軸７４ａがブラケッ

ト７２ａに設けた貫通孔を貫通してブラケット７２ａに固定されている。これによって、下部ロールホルダ４４を、枢軸７４ａを中心に、図６に示すY_2方向にチルトさせるチルト機構７０ａが構成されている。

[0051] このようにチルト機構７０ａを備えることで、下部ロールホルダ４４で保持された下部ロール洗浄部材４８の水平姿勢を保ちながら、基板に反りや傾き、回転によるばたつき等が生じた時に、下部ロール洗浄部材４８をそのほぼ全長に亘って基板Wに均一に接触させつつ基板に追従させ、ロール荷重が均一に基板に加わるようにして、洗浄性能を向上させるとともに、基板からの反発力を下部ロール洗浄部材４８の全体で受けて、ロール荷重の測定精度を向上させることができる。しかも、チルト機構７０ａには、上下方向の圧縮荷重及び引張り荷重に対して機械的なガタや摩擦が殆ど存在しない。更に、チルト機構７０ａは下部ロールホルダ４４とロードセル５４ａ以外には何も接触しない。このため、下部ロールホルダ４４の自重がロス無くロードセル５４ａに伝わる。

[0052] 上記構成のスクラブ洗浄装置において、図２に示すように、スピンドル４０の上部に設けたコマ８０の外周側面に形成した嵌合溝８０ａ内に基板Wの周縁部を位置させ内方に押付けてコマ８０を回転（自転）させることにより、基板Wを図２に矢印Ｅで示すように水平に回転させる。この例では、４個のうち２個のコマ８０が基板Wに回転力を与え、他の２個のコマ８０は、基板Wの回転を受けるベアリングの働きをしている。なお、全てのコマ８０を駆動機構に連結して、基板Wに回転力を付与するようにしてもよい。

[0053] このように基板Wを水平に回転させた状態で、上部洗浄液供給ノズル５０から基板Wの表面（上面）に洗浄液（薬液）を供給しつつ、上部ロール洗浄部材４６を回転させながら下降させて回転中の基板Wの表面に所定のロール荷重で接触させ、これによって、洗浄液の存在下で、基板Wの表面を上部ロール洗浄部材４６でスクラブ洗浄する。上部ロール洗浄部材４６の長さは、基板Wの直径より僅かに長く設定されており、これによって、基板Wの全表面が同時に洗浄される。

[0054] この基板Wの表面の上部ロール洗浄部材４６によるスクラブ洗浄時に、上部ロール洗浄部材４６から基板Wに加えられるロール荷重をロードセル５４で測定し、この測定値（測定ロール荷重）と、予め制御盤３０から入力された設定ロール荷重とを調節計６６で比較し、調節計６６は、その差に応じて、電空レギュレータ６２に対して開閉弁の操作量を指示する。電空レギュレータ６２は、調節計６６の指示に応じて、弁開度を自動的に調整し、この弁開度に応じて、エアシリンダ５６の推力を変化させる。これによって、基板Wの洗浄時に基板Wに加えられるロール荷重が設定ロール荷重となるようにロール荷重をフィードバック制御する。

[0055] 上部ロール洗浄部材４６が基板Wにロール荷重を加える前にロール荷重のフィードバック制御を開始すると、上部ロールホルダ４２の昇降動作等によってロードセル５４の測定値が乱れ、この測定値の乱れを拾って、電空レギュレータ６２が制御不能な状態になる可能性が高くなる。このため、ロール荷重のフィードバック制御は、上部ロール洗浄部材４６が基板Wの表面に接触してロール荷重を加えた時から開始することが好ましく、これによって、ロール荷重の初期の乱れを防ぎ、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮することができる。

[0056] また、基板Wに加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ６２の操作量を設定ロール荷重毎に任意に設定することが好ましい。つまり、設定ロール荷重が６Ｎの時、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ６２の操作量を弁開度４０％及び２０％にそれぞれ設定して、ロール荷重をフィードバック制御した時の時間とロール荷重との関係を図７にグラフＡ及びグラフＢとして示す。設定ロール荷重が６Ｎの時、電空レギュレータ６２の操作量を弁開度３０％に設定（固定）して、ロール荷重をフィードバック制御しなかった時の時間とロール荷重との関係を図７にグラフＣとして示す。

[0057] 図７のグラフＡとグラフＣから、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ６２の操作量を弁開度４０％に設定することによ

り、電空レギュレータ６２の操作量を弁開度３０％に設定して、ロール荷重をフィードバック制御しなかった場合に比べて、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮できることが判る。また、図７のグラフＡとグラフＢから、設定ロール荷重が同一の時、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ６２の操作量を変化させることによって、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を変化させることができる。なお、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ６２の操作量を変化させることによって、ロール洗浄部材が基板に接触する時の衝撃（オーバーシュート量）を変化できることが確かめられている。

[0058] 更に、基板に加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始するタイミングを設定ロール荷重毎に任意に設定することが好ましく、これによっても、ロール荷重の初期の乱れを防ぎ、ロール荷重が設定ロール荷重に到達するのに要する時間を短縮することができる。

[0059] なお、このような設定ロール荷重、ロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ操作量、及びロール荷重のフィードバック制御を開始する時期等は、制御盤３０から調節計６４に予め入力され、電空レギュレータ６２は、調節計６４からの指示によって、弁開度の調整および閉ループ制御系のＯＮ／ＯＦＦの変更を行う。

[0060] 同時に、下部洗浄液供給ノズル５２から基板Ｗの裏面（下面）に洗浄液を供給しつつ、下部ロール洗浄部材４８を回転させながら上昇させて回転中の基板Ｗの裏面に所定のロール荷重で接触させ、これによって、洗浄液の存在下で、基板Ｗの裏面を下部ロール洗浄部材４８でスクラブ洗浄する。下部ロール洗浄部材４８の長さは、基板Ｗの直径より僅かに長く設定されていて、前述の基板Ｗの表面とほぼ同様に、基板Ｗの全裏面が同時に洗浄される。

[0061] この基板Ｗの表面の下部ロール洗浄部材４８によるスクラブ洗浄時に、前述の上部ロール洗浄部材４６の場合と同様に、基板Ｗの洗浄時に基板Ｗに加えられるロール荷重が設定ロール荷重となるようにロール荷重をフィードバ

ック制御する。

[0062] 図１に示す基板処理装置にあっては、ロードポート１２内の基板カセットから取り出した基板の表面を、研磨装置１４ａ～１４ｄのいずれかに搬送して研磨する。そして、研磨後の基板表面を第１基板洗浄装置１６で洗浄（一次洗浄）した後、第２基板洗浄装置１８で更に洗浄（仕上げ洗浄）する。そして、洗浄後の基板を第２基板洗浄装置１８から取り出し、基板乾燥装置２０に搬入してスピン乾燥させ、しかる後、乾燥後の基板をロードポート１２の基板カセット内に戻す。

[0063] なお、上記の例では、基板の洗浄の際に、上部ロール洗浄部材４６から基板の表面（上面）に加えられるロール荷重、及び下部ロール洗浄部材４８から基板の裏面（下面）に加えられるロール荷重の双方を、閉ループ制御系を利用してフィードバック制御するようにしているが、使用条件（プロセス、基板の性状、荷重など）によって、どちらか一方のみをフィードバック制御するようにしてもよい。

[0064] 図８は、ロードセル５４及びチルト機構７０を内部に組み入れた他の上部ロールホルダ４２を示す縦断正面図である。この例の上部ロールホルダ４２が上記上部ロールホルダと異なる点は以下の通りである。

[0065] すなわち、上部ロールホルダ４２の内部には、上部を塞板９０で閉塞した収納室９２が形成され、この収納室９２に内部にロードセル５４が上部ロールホルダ４２に固定されて収納されている。そして、チルト機構７０のブラケット７２は、ロードセル５４の上面に固定されて塞板９０の上方に突出し、チルト機構７０の軸受ハウジング７８は、水平方向に延びる昇降アーム（昇降部）５８の自由端側下面に固定されている。更に、軸受ハウジング７８の周囲には、下端を塞板９０に固定した円筒体９４が配置され、更に、この円筒体９４の周囲に、下端を塞板９０に、上端を昇降アーム５８の自由端側下面にそれぞれ連結した蛇腹状の屈曲自在な防水シート９６が配置されている。これにより、洗浄処理の際に、洗浄に使用される洗浄液でチルト機構７０やロードセル５４が濡れないようになっている。

[0066] 図９は、ロードセル５４ａ及びチルト機構７０ａを内部に組み入れた他の下部ロールホルダ４４を示す縦断正面図である。この例の下部ロールホルダ４４が上記下部ロールホルダと異なる点は以下の通りである。

[0067] すなわち、下部ロールホルダ４４に固定されたチルト機構７０ａ及び該チルト機構７０ａに連結されたロードセル５４ａは、下部ロールホルダ４４の内部に形成された、下方に開口する収納部１００内に収納されている。そして、上端面にロードセル５４ａを固定した昇降軸（昇降部）５９の上部は、下方に垂下する円筒状の防水カバー１０２で包囲されている。これにより、洗浄処理の際に、洗浄に使用される洗浄液でチルト機構７０ａやロードセル５４ａが濡れないようになっている。

[0068] 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いうまでもない。

産業上の利用可能性

[0069] 本発明は、半導体ウェハ等の基板の表面に円柱状で長尺状に水平に延びるロール洗浄部材を接触させながら、基板及びロール洗浄部材を共に一方向に回転させて基板表面をスクラブ洗浄する基板洗浄装置及び該基板洗浄装置を備えた基板処理装置に利用可能である。

符号の説明

[0070] １４ａ～１４ｄ　研磨装置
１６，１８　基板洗浄装置
２０　基板乾燥装置
２４　基板搬送ユニット
３０　制御盤（タッチパネル）
４０　スピンドル
４２，４４　ロールホルダ
４６，４８　ロール洗浄部材
５４，５４ａ　ロードセル

５６，５６ａ　エアシリンダ（アクチュエータ）

６０，６０ａ　昇降機構

６２，６２ａ　電空レギュレータ（制御機器）

６４，６４ａ　表示計

６６　調節計（制御部）

７０，７０ａ　チルト機構

７２，７２ａ　ブラケット

７４，７４ａ　枢軸

７６，７６ａ　軸受

７８，７８ａ　軸受ハウジング

請求の範囲

[請求項1] 長尺状に水平に延びるロール洗浄部材を支持して回転させるロールホルダと、

制御機器を備えたアクチュエータの駆動に伴って昇降する昇降部を有し、基板洗浄時に前記ロール洗浄部材が基板に所定のロール荷重を加えるように前記昇降部に連結された前記ロールホルダを昇降させる昇降機構と、

前記昇降機構の昇降部と前記ロールホルダとの間に設置されて前記ロール荷重を測定するロードセルと、

前記ロードセルの測定値を元に前記アクチュエータの制御機器を介して前記ロール荷重をフィードバック制御する制御部とを有することを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項2] 前記昇降機構の前記昇降部は、前記アクチュエータの駆動に伴って昇降する昇降軸または該昇降軸に基端を連結されて水平方向に延びる昇降アームからなることを特徴とする請求項１に記載の基板洗浄装置。

[請求項3] 前記昇降機構の昇降部と前記ロールホルダとの間に、前記ロールホルダをチルトさせるチルト機構を設置したことを特徴とする請求項１に記載の基板洗浄装置。

[請求項4] 前記ロードセルは、ロールホルダの長さ方向に沿ったほぼ中央に配置されて、前記昇降機構の昇降部に連結されていることを特徴とする請求項１に記載の基板洗浄装置。

[請求項5] 前記制御部は、基板にロール荷重を加えた時からロール荷重のフィードバック制御を開始することを特徴とする請求項１に記載の基板洗浄装置。

[請求項6] 前記制御部は、基板に加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始するタイミングを設定ロール荷重毎に任意に設定することを特徴とする請求項１に記載の基板洗浄装置。

[請求項7] 前記制御機器として電空レギュレータを使用し、前記制御部は、基板に加えられるロール荷重のフィードバック制御を開始する前の電空レギュレータ操作量を設定ロール荷重毎に任意に設定することを特徴とする請求項５に記載の基板洗浄装置。

[請求項8] 請求項１乃至７のいずれか一項に記載の基板洗浄装置を備えたことを特徴とする基板処理装置。