

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6328577号
(P6328577)

(45) 発行日 平成30年5月23日(2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日(2018.4.27)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

G O 1 L 5/00 (2006.01)

G O 1 L 25/00 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 4 C

H O 1 L 21/304 6 4 8 G

H O 1 L 21/304 6 4 4 G

G O 1 L 5/00 C

G O 1 L 25/00 B

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-33910 (P2015-33910)
 (22) 出願日 平成27年2月24日(2015.2.24)
 (65) 公開番号 特開2016-157778 (P2016-157778A)
 (43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)
 審査請求日 平成29年11月8日(2017.11.8)

早期審査対象出願

(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 1 1 番 1 号
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (72) 発明者 田中 英明
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会
 社 荏原製作所内

審査官 堀江 義隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷重測定装置および荷重測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板洗浄装置のロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定するための荷重測定装置であって、

前記基板洗浄装置の前記ロール洗浄具から荷重が加えられる前記基板の直径と同じ長さの長方形の荷重測定面を有する防水型ロードセルと、

前記防水型ロードセルが配置された凹部を有する基台プレートとを備え、

前記凹部は前記基台プレートの中央部に形成されており、

前記基板の洗浄に使用される前記基板洗浄装置の前記ロール洗浄具に洗浄液を供給しながら、前記ロール洗浄具を前記長方形の荷重測定面に直接押し付けることで、前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定するように構成されていることを特徴とする荷重測定装置。

【請求項 2】

前記荷重測定面は、平坦な面であることを特徴とする請求項 1 に記載の荷重測定装置。

【請求項 3】

前記基台プレートの縁部には、複数の円弧状の切り欠き部が形成されており、前記基台プレートの中心点から前記円弧状の切り欠き部までの距離は、前記基板の半径に等しいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の荷重測定装置。

【請求項 4】

前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられた荷重を表示する荷重表示器を

さらに備え、前記荷重表示器はケーブルを介して前記防水型ロードセルに接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷重測定装置。

【請求項 5】

前記基板洗浄装置は、前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定するために前記ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付けているときの前記ロール洗浄具の変形量を測定する変位センサを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷重測定装置。

【請求項 6】

前記基台プレートは金属から構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷重測定装置。

10

【請求項 7】

前記基台プレートには肉抜き穴が形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の荷重測定装置。

【請求項 8】

前記ケーブルは前記基台プレートに固定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の荷重測定装置。

【請求項 9】

ロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定するための荷重測定装置であって、
前記基板の直径と同じ長さの荷重測定面を有する防水型ロードセルと、
前記防水型ロードセルを支持する基台プレートとを備え、
前記基台プレートの縁部には、複数の円弧状の切り欠き部が形成されており、前記基台プレートの中心点から前記円弧状の切り欠き部までの距離は、前記基板の半径に等しいことを特徴とする荷重測定装置。

20

【請求項 10】

ロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定する荷重測定方法であって、
前記基板の直径と同じ長さの荷重測定面を有する防水型ロードセルを備えた荷重測定装置を基板保持機構で保持し、
前記ロール洗浄具をその軸心まわりに回転させながら、該ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付け、
回転する前記ロール洗浄具に洗浄液を供給しながら、該ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定することを特徴とする荷重測定方法。

30

【請求項 11】

回転する前記ロール洗浄具が前記防水型ロードセルに押し付けられているときの該ロール洗浄具の潰れ量を測定する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の荷重測定方法。

【請求項 12】

前記ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付ける力を変えながら、前記荷重の測定と前記ロール洗浄具の潰れ量の測定を繰り返して、前記荷重の複数の測定値と前記潰れ量の複数の測定値を取得し、

前記荷重の複数の測定値と前記潰れ量の複数の測定値から、前記荷重と前記ロール洗浄具の潰れ量との関係を導き出すことを特徴とする請求項 11 に記載の荷重測定方法。

40

【請求項 13】

前記ロール洗浄具の回転速度を変えながら、前記荷重の測定を繰り返して、前記荷重の複数の測定値を取得し、

前記荷重の複数の測定値と前記ロール洗浄具の対応する回転速度から、前記荷重と前記ロール洗浄具の回転速度との関係を導き出すことを特徴とする請求項 11 に記載の荷重測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、ロール洗浄具をウェハなどの基板に擦り付けて該基板を洗浄する基板洗浄装置に使用される荷重測定装置および荷重測定方法に関し、特にロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定するための荷重測定装置および荷重測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの製造では、研磨されたウェハを洗浄するために基板洗浄装置が使用される。この基板洗浄装置は、洗浄液をウェハに供給しながら、ロールスポンジやロールブラシなどの円筒形のロール洗浄具をウェハの平面に擦り付けてウェハを洗浄する。このウェハ洗浄では、ロール洗浄具のウェハへの荷重を正確にコントロールすることが求められる。しかしながら、実際にロール洗浄具でウェハを洗浄しているときの荷重をその場で測定することは難しい。そこで、基板洗浄装置の立ち上げ時に、荷重の設定値とウェハに加えられる荷重との相関関係を定める荷重調整（荷重キャリブレーションともいう）が行われる。

10

【0003】

上記荷重調整は、荷重測定治具を用いて行われる。図9は、従来の荷重測定治具を示す平面図であり、図10は図9に示す荷重測定治具の正面図である。荷重測定治具は、ウェハWの直径と同じ直径を有した円形の基台プレート101と、基台プレート101に取り付けられたロードセル105と、ケーブル106を介してロードセル105に接続された荷重表示器110とを備えている。ロードセル105は基台プレート101と同心上に配置され、ロードセル105の長さは、ウェハWの直径の約半分である。

20

【0004】

基台プレート101の中央部には凹部101aが形成されており、ロードセル105はこの凹部101a内に配置されている。基台プレート101の外周部には、ウェハWの厚さと概ね等しい厚さを有した4つの薄肉部112が形成されている。この薄肉部112の上面は、ロードセル105の上面と同じ高さである。

【0005】

図11は、基板洗浄装置にセットされた荷重測定治具を示す平面図である。図11に示すように、荷重測定治具は、ウェハWと同じように、基板洗浄装置の基板保持機構（ウェハホルダ）に保持される。この基板保持機構は、4つの保持ローラー121, 122, 123, 124を有しており、荷重測定治具（およびウェハW）の外周部は、この4つの保持ローラー121, 122, 123, 124によって保持される。

30

【0006】

図12は、基板洗浄装置にセットされた荷重測定治具が荷重を測定している様子を示す正面図であり、図13は、図12に示す荷重測定治具を示す側面図である。荷重の測定には、ロール洗浄具は使用されず、代わりに荷重測定専用のダミーロール115が使用される。このダミーロール115は、洗浄液を含んだときのロール洗浄具と同じ形状、同じ大きさ、および同じ重さを有している。このようなダミーロール115を使用する理由は、洗浄液を含んだロール洗浄具を用いて荷重の測定を行うと、洗浄液がロードセル105に浸入してロードセル105が故障してしまうからである。

40

【0007】

ダミーロール115は、ロール洗浄具よりも硬い材料から構成される。例えば、ロール洗浄具がポリビニルアルコール（PVA）から構成されている場合に、ダミーロール115はポリ塩化ビニル（PVC）から構成される。図13に示すように、ダミーロール115は、基板洗浄装置のロール軸130に取り付けられる。ロール軸130、ダミーロール115、およびロール回転機構133は、ばね132によって支持されている。

【0008】

ロール回転機構133には荷重発生装置としてのエアシリンダ135が接続されている。このエアシリンダ135はばね132の反発力に抗してダミーロール115を下方に移動させる。ダミーロール115の荷重測定が行われるとき、ダミーロール115は、回転させずにロードセル105に押し付けられる。ロードセル105はダミーロール115か

50

ら加えられる荷重を測定し、荷重表示器 110 (図 9 参照) は荷重の測定値を表示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2014 - 103387 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 38983 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ダミーロール 115 をロードセル 105 に対して押し付けるエアシリンダ 135 は、気体によって動作する。エアシリンダ 135 が発生する力は気体の圧力に依存し、ロードセル 105 によって測定される荷重は気体の圧力に従って変化する。荷重調整 (荷重キャリブレーション) では、気体の圧力を段階的に変えながら、ロードセル 105 によってダミーロール 115 の荷重が測定され、気体の圧力と、対応する荷重との相関関係が定められる。ウェハ W の洗浄中にロール洗浄具からウェハ W に加えられる荷重は、エアシリンダ 135 に供給される気体の圧力から推定することができる。

10

【0011】

荷重調整 (荷重キャリブレーション) が終了すると、ダミーロール 115 がロール軸 130 から取り外され、ロール洗浄具がロール軸 130 に取り付けられて、ウェハ W の洗浄が行われる。図 14 は、ウェハ W に押し付けられたときのロール洗浄具を示している。ロール洗浄具 140 は、ポリビニルアルコール (PVA) などの柔らかい材料から構成されているので、ロール洗浄具 140 がウェハ W に押し付けられたときに、ロール洗浄具 140 の下部が潰れる。

20

【0012】

図 14 に示すように、ダミーロール 115 はロール洗浄具 140 よりも硬いため、エアシリンダ 135 が発生する力が同じであっても、ロードセル 105 に押し付けられたときのダミーロール 115 の高さ ウェハ W に押し付けられたときのロール洗浄具 140 の高さには差 d がある。この高さの差 d は、ばね 132 の反発力に差を生じさせ、結果的に、ダミーロール 115 を用いて測定した荷重と、ロール洗浄具 140 を用いてウェハ W を洗浄したときの荷重との間に差が生じてしまう。

30

【0013】

本発明は上述した問題点を解決するためになされたもので、ウェハなどの基板に加わるロール洗浄具の荷重を正確に測定することができる荷重測定装置および荷重測定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】

【0014】

上述した目的を達成するために、本発明の一態様は、基板洗浄装置のロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定するための荷重測定装置であって、前記基板洗浄装置の前記ロール洗浄具から荷重が加えられる前記基板の直径と同じ長さの長方形の荷重測定面を有する防水型ロードセルと、前記防水型ロードセルが配置された凹部を有する基台プレートとを備え、前記凹部は前記基台プレートの中央部に形成されており、前記基板の洗浄に使用される前記基板洗浄装置の前記ロール洗浄具に洗浄液を供給しながら、前記ロール洗浄具を前記長方形の荷重測定面に直接押し付けることで、前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定するように構成されていることを特徴とする。

40

【0015】

本発明の好ましい態様は、前記荷重測定面は、平坦な面であることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記基台プレートの縁部には、複数の円弧状の切り欠き部が形成されており、前記基台プレートの中心点から前記円弧状の切り欠き部までの距離は、前記基板の半径に等しいことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられた荷

50

重を表示する荷重表示器をさらに備え、前記荷重表示器はケーブルを介して前記防水型ロードセルに接続されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記基板洗浄装置は、前記ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定するために前記ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付けているときの前記ロール洗浄具の変形量を測定する変位センサを備えていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記基台プレートは金属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、前記基台プレートには肉抜き穴が形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、前記ケーブルは前記基台プレートに固定されていることを特徴とする。

本発明の一態様は、ロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定するための荷重測定装置であって、前記基板の直径と同じ長さの荷重測定面を有する防水型ロードセルと、前記防水型ロードセルを支持する基台プレートとを備え、前記基台プレートの縁部には、複数の円弧状の切り欠き部が形成されており、前記基台プレートの中心点から前記円弧状の切り欠き部までの距離は、前記基板の半径に等しいことを特徴とする。

【0016】

本発明の他の態様は、ロール洗浄具から基板に加えられる荷重を測定する荷重測定方法であって、前記基板の直径と同じ長さの荷重測定面を有する防水型ロードセルを備えた荷重測定装置を基板保持機構で保持し、前記ロール洗浄具をその軸心まわりに回転させながら、該ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付け、回転する前記ロール洗浄具に洗浄液を供給しながら、該ロール洗浄具から前記防水型ロードセルに加えられる荷重を測定することを特徴とする。

【0017】

本発明の好ましい態様は、回転する前記ロール洗浄具が前記防水型ロードセルに押し付けられているときの該ロール洗浄具の潰れ量を測定する工程をさらに含むことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記ロール洗浄具を前記防水型ロードセルに押し付ける力を変えながら、前記荷重の測定と前記ロール洗浄具の潰れ量の測定を繰り返して、前記荷重の複数の測定値と前記潰れ量の複数の測定値を取得し、前記荷重の複数の測定値と前記潰れ量の複数の測定値から、前記荷重と前記ロール洗浄具の潰れ量との関係を導き出すことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記ロール洗浄具の回転速度を変えながら、前記荷重の測定を繰り返して、前記荷重の複数の測定値を取得し、前記荷重の複数の測定値と前記ロール洗浄具の対応する回転速度から、前記荷重と前記ロール洗浄具の回転速度との関係を導き出すことを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

上述した荷重測定装置および荷重測定方法によれば、基板の洗浄に実際に使用されるロール洗浄具を用いてロール洗浄具の荷重を測定することができる。特に、荷重の測定中に、ロール洗浄具を回転させ、かつ洗浄液をロール洗浄具に供給することができるので、防水型ロードセルは基板洗浄と同じ条件下でロール洗浄具の荷重を測定することができる。さらに、防水型ロードセルの荷重測定面は、基板の直径と同じ長さを有するので、荷重測定時のロール洗浄具の潰れ量は、基板洗浄時のロール洗浄具の潰れ量と同じである。したがって、実際に基板を洗浄しているときのロール洗浄具の荷重と、防水型ロードセルによって測定される荷重との差をなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】基板洗浄装置を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 2】ロールスポンジの荷重を測定するための荷重測定装置を示す斜視図である。

【図 3】荷重測定装置の平面図である。

【図 4】荷重測定装置の正面図である。

【図 5】荷重測定装置が基板洗浄装置にセットされた状態を示す平面図である。

【図 6】基板洗浄装置にセットされた荷重測定装置がロールスポンジの荷重を測定している様子を示す正面図である。

【図 7】図 6 に示す荷重測定装置を示す側面図である。

【図 8】従来の荷重測定治具に使用されているロードセルにロールスポンジが押し付けられている状態を示す側面図である。

【図 9】従来の荷重測定治具を示す平面図である。

10

【図 10】図 9 に示す荷重測定治具の正面図である。

【図 11】洗浄装置にセットされた荷重測定治具を示す平面図である。

【図 12】洗浄装置にセットされた荷重測定治具が荷重を測定している様子を示す正面図である。

【図 13】図 12 に示す荷重測定治具を示す側面図である。

【図 14】ロードセルに押し付けられたときのダミーロールの高さとウェハに押し付けられたときのロール洗浄具の高さの差を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

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。

20

図 1 は、基板洗浄装置を示す斜視図である。図 1 に示すように、基板洗浄装置は、基板の一例であるウェハ W の周縁部を保持してウェハ W をその軸心まわりに回転させる 4 つの保持ローラー 1, 2, 3, 4 を備えた基板保持機構 5 と、ウェハ W の上下面に接触する円筒状のロールスポンジ（ロール洗浄具）7, 8 と、これらのロールスポンジ 7, 8 をその軸心まわりに回転させるロール回転機構 11, 12 と、ウェハ W の上面に純水を供給する上側純水供給ノズル 15, 16 と、ウェハ W の上面に洗浄液（薬液）を供給する上側洗浄液供給ノズル 20, 21 とを備えている。図示しないが、ウェハ W の下面に純水を供給する下側純水供給ノズルと、ウェハ W の下面に洗浄液（薬液）を供給する下側洗浄液供給ノズルが設けられている。

【0021】

30

ロールスポンジ 7, 8 の軸心は、保持ローラー 1, 2, 3, 4 に保持されたウェハ W の表面と平行に延びている。保持ローラー 1, 2, 3, 4 は図示しない駆動機構（例えばエアシリンダ）によって、ウェハ W に近接および離間する方向に移動可能となっている。さらに、保持ローラー 1, 2, 3, 4 のうちの少なくとも 2 つは、図示しないローラー回転機構に連結されている。

【0022】

上側のロールスポンジ 7 を回転させるロール回転機構 11 は、その上下方向の動きをガイドするガイドレール 25 に取り付けられている。このロール回転機構 11 は荷重発生機構 27 に支持されており、ロール回転機構 11 および上側のロールスポンジ 7 は荷重発生機構 27 により上下方向に移動されるようになっている。なお、図示しないが、下側のロールスポンジ 8 を回転させるロール回転機構 12 もガイドレールに支持されており、荷重発生機構によってロール回転機構 12 および下側のロールスポンジ 8 が上下動するようになっている。荷重発生機構としては、例えばボールねじを用いたモータ駆動機構またはエアシリンダが使用される。ウェハ W を洗浄するときには、ロールスポンジ 7, 8 は互いに近接する方向に移動してウェハ W の上下面に接触する。ロール洗浄具として、ロールスポンジに代えて、ロールブラシが使用されることもある。

40

【0023】

次に、ウェハ W を洗浄する工程について説明する。ウェハ W の周縁部が保持ローラー 1, 2, 3, 4 に保持された状態で、保持ローラー 1, 2, 3, 4 のうちの少なくとも 2 つがローラー回転機構（図示せず）によって回転され、これによりウェハ W がその軸心まわ

50

りに回転する。次いで、上側洗浄液供給ノズル 20, 21 および図示しない下側洗浄液供給ノズルからウェハ W の上面及び下面に洗浄液が供給される。この状態で、ロールスポンジ 7, 8 がその軸心まわりに回転しながらウェハ W の上下面に摺接することによって、ウェハ W の上下面を洗浄する。

【0024】

ウェハ W の洗浄後、上側純水供給ノズル 15, 16 および図示しない下側純水供給ノズルから、回転するウェハ W に純水を供給することによってウェハ W の濯ぎ（リンス）が行われる。ウェハ W のリンスは、ロールスポンジ 7, 8 をウェハ W の上下面に摺接させながら行なってもよいし、ロールスポンジ 7, 8 をウェハ W の上下面から離間させた状態で行なってもよい。

10

【0025】

図 2 は、図 1 に示すロールスポンジ 7, 8 の荷重を測定するための荷重測定装置を示す斜視図である。この荷重測定装置は、ロールスポンジ 7, 8 の荷重を測定するときに、基板洗浄装置にセットされる。図 2 に示すように、荷重測定装置は、荷重を測定するためのロードセル 30 と、ロードセル 30 が取り付けられる基台プレート 31 と、ケーブル 35 を介してロードセル 30 に接続された荷重表示器 38 とを備えている。

【0026】

ロードセル 30 は、長方形の荷重測定面 30a を有している。上側のロールスポンジ 7 の荷重を測定するときは、荷重測定面 30a が上向きの状態で荷重測定装置が基板保持機構 5（図 1 参照）に保持され、下側のロールスポンジ 8 の荷重を測定するときは、荷重測定面 30a が下向きの状態で荷重測定装置が基板保持機構 5 に保持される。ロードセル 30 によって測定された荷重は、荷重表示器 38 に表示される。荷重測定データをデータロガーに送る場合は、荷重表示器 38 は荷重測定値をアナログ値として出力できるアナログ出力端子を備えていることが望ましい。

20

【0027】

ロードセル 30 は、液体の浸入を完全に防ぐことができる防水型ロードセルである。ロードセル 30 は、IP66 以上の防水構造を有することが好ましい。IP とは、粉塵および液体の侵入に対する保護等級を表す規格である。ロードセル 30 の荷重測定面 30a の長手方向の寸法（すなわち荷重測定面 30a の長さ）は、ウェハ W の直径と同じである。例えば、ウェハ W の直径が 300 mm であれば、荷重測定面 30a の長さは 300 mm であり、ウェハ W の直径が 450 mm であれば、荷重測定面 30a の長さは 450 mm である。この荷重測定面 30a は、凹凸のない平坦な面から構成されている。

30

【0028】

ケーブル 35 は、柔軟な防水被膜で覆われたものが使用される。ある程度の強度があれば、ケーブル 35 はできるだけ細いことが好ましい。ケーブル 35 はロードセル 30 に接続されているので、ロードセル 30 が荷重を測定しているときにケーブル 35 に外力が加わると荷重測定値が変化してしまう。そこで、これを防止するために、ケーブル 35 は基台プレート 31 に固定されている。

【0029】

図 3 は、荷重測定装置の平面図であり、図 4 は、荷重測定装置の正面図である。図 3, 図 4 では、ケーブル 35 および荷重表示器 38 の図示は省略されている。基台プレート 31 の中央部には凹部 31a が形成されており、ロードセル 30 はこの凹部 31a 内に配置されている。ロードセル 30 は基台プレート 31 と同心上に配置されている。ロールスポンジ 7 をロードセル 30 に押し付けたときに基台プレート 31 が撓まないように、基台プレート 31 は、高い剛性を有する金属から構成されることが好ましい。例えば、基台プレート 31 はステンレス鋼から構成される。高い剛性を維持しつつ、軽量化を図るために、基台プレート 31 に肉抜き孔を形成してもよい。

40

【0030】

基台プレート 31 の縁部には、ウェハ W の厚さと概ね等しい厚さを有した 4 つの薄肉部 40 が形成されており、それぞれの薄肉部 40 には円弧状の切り欠き部 41 が形成されて

50

いる。基台プレート 3 1 の中心点 O から各切り欠き部 4 1 までの距離は、ウェハ W の半径 r に等しい。4 つの薄肉部 4 0 を含む基台プレート 3 1 の上面は、ロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a と同一平面内にある。図 4 に示すように、基台プレート 3 1 の凹部 3 1 a とロードセル 3 0 との間に、ロードセル 3 0 の高さ調整部材としてのシム 4 4 を配置してもよい。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、荷重測定装置が基板洗浄装置にセットされた状態を示す平面図である。図 5 に示すように、荷重測定装置は、ウェハ W と同じように、基板洗浄装置の基板保持機構（ウェハホルダ）5 に保持される。すなわち、基台プレート 3 1 の 4 つの切り欠き部 4 1 は、基板保持機構 5 の 4 つの保持ローラー 1, 2, 3, 4 によって保持される。各切り欠き部 4 1 は円弧状を有しているため、4 つの切り欠き部 4 1 が 4 つの保持ローラー 1, 2, 3, 4 によって保持されると、ロードセル 3 0 のロールスポンジ 7 に対する相対的な位置決めが達成される。具体的には、4 つの切り欠き部 4 1 が保持ローラー 1, 2, 3, 4 に保持されると、荷重測定装置の上から見たときにロードセル 3 0 の長手方向は、ロールスポンジ 7 の軸方向と一致する。

【 0 0 3 2 】

図 6 は、基板洗浄装置にセットされた荷重測定装置がロールスポンジ 7 の荷重を測定している様子を示す正面図であり、図 7 は、図 6 に示す荷重測定装置を示す側面図である。荷重の測定は、ロールスポンジ 7 がロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a に押し付けられた状態で行われる。図 7 に示すように、ロールスポンジ 7 は、ロール軸 5 0 に取り付けられる。ロール回転機構 1 1 には、ばね 5 2 および荷重発生機構 2 7 が接続されており、ロール軸 5 0、ロールスポンジ 7、およびロール回転機構 1 1 は、ばね 5 2 によって支持されている。

【 0 0 3 3 】

荷重発生機構 2 7 は、ばね 5 2 の反発力に抗してロールスポンジ 7 を下降させることによってロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a にロールスポンジ 7 を押し付ける。本実施形態では、荷重発生機構 2 7 としてエアシリンダが使用されている。ロール回転機構 1 1 の上方には変位センサ 5 5 が配置されている。この変位センサ 5 5 は、ロールスポンジ 7 の下方への変位を測定する装置である。変位センサ 5 5 として、非接触型の光学式変位センサを用いてもよいし、接触型の距離計を用いてもよい。

【 0 0 3 4 】

ロールスポンジ 7 は、ポリビニルアルコール（PVA）などの比較的柔らかい材料から構成されている。したがって、ロールスポンジ 7 がロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a に押し付けられると、図 6 に示すように、ロールスポンジ 7 の下部が潰れる（変形する）。ロールスポンジ 7 の荷重測定およびウェハの洗浄は、このようにロールスポンジ 7 の下部が潰れた状態で行われる。ロールスポンジ 7 の潰れ量（変形量）は、変位センサ 5 5 によって測定することができる。

【 0 0 3 5 】

ロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a は、ウェハ W の直径と同じ寸法を有するので、荷重測定時のロールスポンジ 7 の潰れ量は、ウェハ洗浄時のロールスポンジ 7 の潰れ量と同じである。図 9 に示す従来の荷重測定治具に使用されているロードセル 1 0 5 は、ウェハ W の直径の約半分の長さである。このような短いロードセル 1 0 5 を用いて荷重を測定すると、図 8 に示すように、ロールスポンジ 7 はウェハ洗浄時よりも大きく潰れてしまう。この潰れ量の差は、ばね 5 2 の反発力に差を生じさせ、結果的に、ロールスポンジ 7 を用いて測定した荷重と、ロールスポンジ 7 を用いてウェハを洗浄したときの荷重との間に差が生じてしまう。

【 0 0 3 6 】

本実施形態によれば、ロードセル 3 0 の荷重測定面 3 0 a は、ウェハ W の直径と同じ寸法を有しているため、荷重測定時のロールスポンジ 7 の潰れ量は、ウェハ W の洗浄時のロールスポンジ 7 の潰れ量と同じである。したがって、実際にウェハ W を洗浄しているとき

のロールスポンジ 7 の荷重と、ロードセル 30 によって測定される荷重との差をなくすることができる。

【 0 0 3 7 】

ロールスポンジ 7 の荷重測定は次のようにして行われる。荷重測定装置を基板洗浄装置に搬入し、基板保持機構 5 の保持ローラー 1, 2, 3, 4 で荷重測定装置を保持する。ロードセル 30 のロールスポンジ 7 に対する位置決めは、保持ローラー 1, 2, 3, 4 で荷重測定装置の切り欠き部 41 を保持したときに完了する。ウェハ洗浄とは異なり、荷重測定中に荷重測定装置は回転されない。

【 0 0 3 8 】

次に、ロールスポンジ 7 をその軸心まわりに回転させながら、荷重発生機構 27 によりロールスポンジ 7 をロードセル 30 に押し付ける。さらに、回転するロールスポンジ 7 に上側洗浄液供給ノズル 20, 21 から洗浄液を供給しながら、ロールスポンジ 7 からロードセル 30 に加えられる荷重を測定する。

【 0 0 3 9 】

本実施形態によれば、ウェハ W の洗浄に実際に使用されるロールスポンジ 7 を用いてロールスポンジ 7 の荷重を測定することができる。特に、ロードセル 30 は洗浄液の浸入を完全に防止できる防水型ロードセルであるので、荷重の測定中に、ウェハ W の洗浄時と同じように、洗浄液をロールスポンジ 7 に供給することができる。

【 0 0 4 0 】

ウェハ W の洗浄が行われているとき、ロールスポンジ 7 は洗浄液を含んだ状態で回転する。このため、ウェハ W に加わる荷重は、遠心力の作用によりロールスポンジ 7 の回転速度に依存して変化する。より具体的には、ロールスポンジ 7 の回転速度（遠心力）が増加すると、ロールスポンジ 7 の変形が回転速度に追従できなくなる。結果として、ロールスポンジ 7 の潰れ量が小さくなり、ばね 52 の反発力が大きくなる。このため、荷重発生機構 27 がロールスポンジ 7 をウェハ W に押し付ける力が同じであっても、ウェハ W に加わる荷重はロールスポンジ 7 の回転速度に依存して変わりうる。本実施形態では、ロードセル 30 の荷重測定面 30a は、ウェハ表面と同じような平坦な面であるので、ウェハ W の洗浄時と同じように、荷重測定時にロールスポンジ 7 を回転させることができる。したがって、ウェハ W の洗浄時と同じ条件下で、ロードセル 30 はロールスポンジ 7 の荷重を測定することができる。

【 0 0 4 1 】

荷重発生機構 27 がロールスポンジ 7 をロードセル 30 に押し付ける力、すなわち荷重発生機構 27 を構成するエアシリンダに供給される気体の圧力は、圧力レギュレータ 67（図 7 参照）によって調整される。圧力レギュレータ 67 およびロール回転機構 11 は、動作コントローラ 66 に接続されており、荷重発生機構 27 およびロール回転機構 11 の動作は動作コントローラ 66 によって制御される。荷重発生機構 27 が発生する力およびロールスポンジ 7 の回転速度は動作コントローラ 66 によって制御される。

【 0 0 4 2 】

ロールスポンジ 7 の荷重の測定は、荷重発生機構 27 に供給される気体の圧力を段階的に変えながら、複数回行われる。ロールスポンジ 7 の荷重と気体の圧力との関係は、ロードセル 30 によって得られた荷重の複数の測定値と、対応する気体の圧力から導き出すことができる。

【 0 0 4 3 】

変位センサ 55 も動作コントローラ 66 に接続されており、変位センサ 55 によって取得されたロールスポンジ 7 の潰れ量（変形量）の測定値は動作コントローラ 66 に送られる。ロールスポンジ 7 の潰れ量の測定は、ロールスポンジ 7 の荷重測定とともに、複数回行われる。すなわち、荷重発生機構 27 に供給される気体の圧力を段階的に変えながら、ロールスポンジ 7 の荷重の測定およびロールスポンジ 7 の潰れ量の測定が繰り返し行われ、荷重の複数の測定値と、対応する潰れ量の複数の測定値が取得される。ロールスポンジ 7 の荷重の測定およびロールスポンジ 7 の潰れ量の測定は、上述したように、ロールスポン

10

20

30

40

50

ンジ 7 をその軸心まわりに回転させながら、かつ回転するロールスポンジ 7 に洗浄液を供給しながら行われる。

【 0 0 4 4 】

ロールスポンジ 7 の荷重とロールスポンジ 7 の潰れ量との関係は、荷重の複数の測定値と、潰れ量の複数の測定値とから導き出すことができる。ユーザーは、ウェハの洗浄に最適なロールスポンジ 7 の荷重とロールスポンジ 7 の潰れ量の組み合わせを選択することができ、さらに、同じ構造を有する後続のウェハの洗浄に、その選択された最適な組み合わせを適用することができる。

【 0 0 4 5 】

さらに、ロールスポンジ 7 の回転速度を変えながら、ロールスポンジ 7 の荷重の測定を繰り返して、荷重の複数の測定値を取得し、荷重の複数の測定値とロールスポンジ 7 の対応する回転速度から、ロールスポンジ 7 の荷重とロールスポンジ 7 の回転速度との関係を導き出すこともできる。この場合は、荷重発生機構 2 7 が発生する力は一定に保たれる。

【 0 0 4 6 】

ロールスポンジ 7 の荷重と気体の圧力との関係、ロールスポンジ 7 の荷重とロールスポンジ 7 の潰れ量との関係、およびロールスポンジ 7 の荷重とロールスポンジ 7 の回転速度との関係は、動作コントローラ 6 6 または外部のコンピュータなどの計算機を使用して導き出すことができる。

【 0 0 4 7 】

下側のロールスポンジ 8 のウェハに対する荷重の測定は、荷重測定面 3 0 a が下向きの状態で行われる。つまり、荷重測定面 3 0 a が下向きの状態で、荷重測定装置が基板保持機構 5 に保持される。その他の動作は、上述した上側のロールスポンジ 7 の荷重測定と同様である。

【 0 0 4 8 】

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 】

【 0 0 4 9 】

- 1 , 2 , 3 , 4 保持ローラー
- 5 基板保持機構
- 7 , 8 ロールスポンジ (ロール洗浄具)
- 1 1 , 1 2 ロール回転機構
- 1 5 , 1 6 上側純水供給ノズル
- 2 0 , 2 1 上側洗浄液供給ノズル
- 2 7 荷重発生機構
- 3 0 ロードセル
- 3 0 a 荷重測定面
- 3 1 基台プレート
- 3 5 ケーブル
- 3 8 荷重表示器
- 4 0 薄肉部
- 4 1 切り欠き部
- 5 0 ロール軸
- 5 2 ばね
- 5 5 変位センサ
- 6 6 動作コントローラ
- 6 7 圧力レギュレータ

10

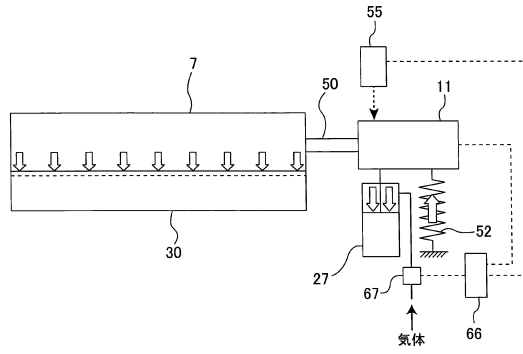
20

30

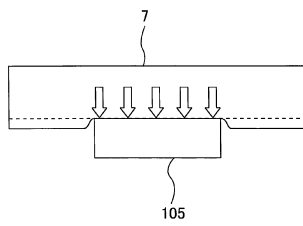
40

50

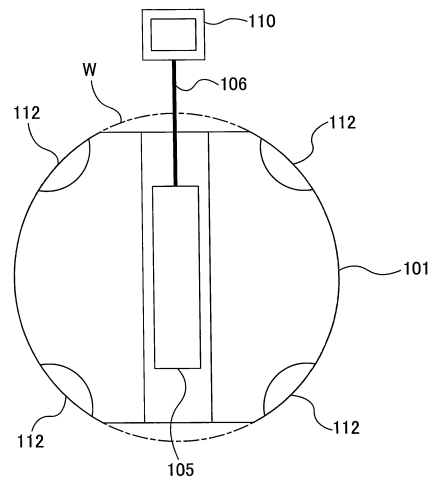
【図 7】



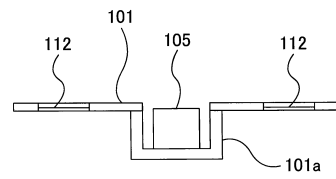
【図 8】



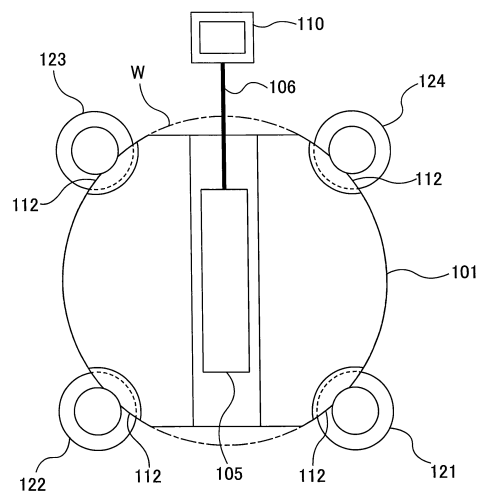
【図 9】



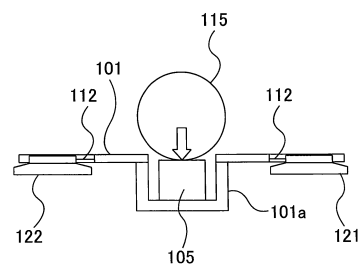
【図 10】



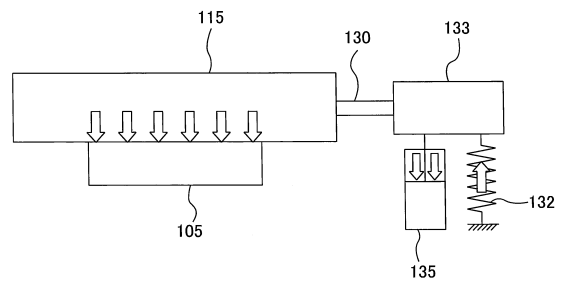
【図 11】



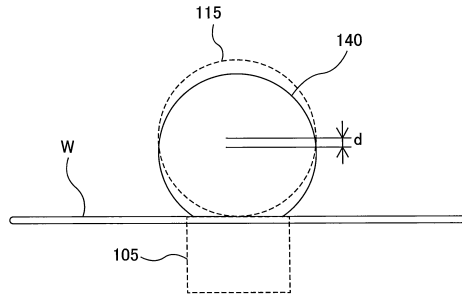
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-038983(JP,A)
特開平10-135167(JP,A)
特開2000-228382(JP,A)
特開平08-267023(JP,A)
特開平10-189512(JP,A)
米国特許第06579797(US,B1)
米国特許出願公開第2013/0199580(US,A1)
特開平10-106995(JP,A)
特開昭61-278724(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
G01L 5/00
G01L 25/00