

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6423660号  
(P6423660)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月26日(2018.10.26)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO 1 L</b>	<b>21/66</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/66	B
<b>GO 1 R</b>	<b>31/28</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 R</b>	31/28	K

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-182897 (P2014-182897)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成26年9月9日(2014.9.9)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-58506 (P2016-58506A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成28年4月21日(2016.4.21)	(74) 代理人	110000785
審査請求日	平成29年7月14日(2017.7.14)		誠真 I P 特許業務法人
		(74) 代理人	100086564
			弁理士 佐々木 聖孝
		(72) 発明者	山田 浩史
			東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
		審査官	鈴木 和樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハ検査装置における検査用圧力設定値決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

検査対象のウエハの表面に形成されている複数の電極にそれぞれ接触するための複数の接触端子を有する固定されたプローブカードと、前記プローブカードの周囲に配置され、前記プローブカードに対向させて前記ウエハを載置する昇降移動可能なチャックトップと、前記プローブカードと前記ウエハとの間で所定加圧力の加圧接触状態を形成または維持するために、前記チャックトップおよび前記プローブカードで囲まれる密閉可能な囲繞空間の圧力を所定の負の検査用圧力設定値に制御するパキューム機構とを備えるウエハ検査装置において、前記検査用圧力設定値を決定するための方法であって、

前記パキューム機構により前記囲繞空間を真空引きして、前記チャックトップを浮上状態にする前記囲繞空間の最も高い負圧の値を基準圧力値として測定する第1の工程と、

前記基準圧力値に対応する前記チャックトップの高さ位置を基準高さ位置として求める第2の工程と、

前記プローブカードと前記ウエハとの間の加圧接触状態における所与のオーバードライブ量に対して、前記囲繞空間内の圧力を前記基準圧力値よりも下げていき、前記チャックトップが前記基準高さ位置に前記オーバードライブ量を加えた目標高さ位置に達したときの前記囲繞空間内の圧力の値を測定し、この圧力測定値を前記検査用圧力設定値とする第3の工程と、

を有するウエハ検査装置における検査用圧力設定値決定方法。

【請求項2】

10

20

前記第 1 の工程は、

前記チャックトップを前記プローブカードから離間した直下の第 1 の高さ位置に配置する第 4 の工程と、

前記バキューム機構により前記囲繞空間を真空引きして、前記囲繞空間の圧力を次第に下げていき、前記チャックトップが前記第 1 の高さ位置から浮上するときの前記囲繞空間の圧力の値を測定し、その圧力測定値を前記基準圧力値とする第 5 の工程とを含む、請求項 1 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項 3】

前記第 5 の工程は、前記囲繞空間の圧力を一定の変化幅で段階的に下げて、その度毎に前記囲繞空間の圧力を測定するとともに前記チャックトップが前記第 1 の高さ位置から浮上したか否かを検査し、前記チャックトップが浮上したことが初めて確認されたときの圧力測定値を前記基準圧力値とする、請求項 2 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

10

【請求項 4】

前記第 5 の工程において、前記チャックトップが前記第 1 の高さ位置から浮上したか否かの検査は、前記チャックトップから離間してその直下に配置される非接触式または接触式の第 1 のセンサの出力信号に基づいて決定する、請求項 3 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項 5】

前記第 1 のセンサは、前記チャックトップを下から支えて上げ下げするための昇降機構に搭載される、請求項 4 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

20

【請求項 6】

前記第 5 の工程において、前記チャックトップが前記第 1 の高さ位置から浮上したか否かの検査は、前記プローブカードを支持する支持部材に取り付けられる非接触式または接触式の第 1 のセンサの出力信号に基づいて決定する、請求項 3 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項 7】

前記第 1 の工程は、前記チャックトップ上にウエハを載せない状態で行われる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項 8】

前記第 2 の工程は、

前記基準圧力値よりも低い負圧の領域において前記囲繞空間の圧力の測定値とそれに対応する前記チャックトップの高さ位置の測定値とを複数組取得する第 6 の工程と、

前記複数組の圧力測定値および高さ位置測定値に基づいて、前記基準圧力値に対応する前記チャックトップの高さ位置を演算で求め、その求めた高さ位置を前記基準高さ位置とする第 7 の工程と

を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の検査用圧力設定値決定方法。

30

【請求項 9】

前記第 6 の工程は、

前記囲繞空間を大気に開放した状態で、前記チャックトップを前記プローブカードから離間した第 2 の高さ位置から前記プローブカードと前記ウエハとの間に適当な加圧接触状態が得られる第 3 の高さ位置まで下から押し上げる第 8 の工程と、

前記バキューム機構による前記囲繞空間の真空引きを開始する第 9 の工程と、

前記囲繞空間内の圧力が前記基準圧力値よりも低くなってから、前記チャックトップに対する押圧力を解除する第 10 の工程と、

前記基準圧力値よりも低い負圧の領域において前記囲繞空間の圧力を任意に変化させ、複数の測定ポイントで前記チャックトップの高さ位置および前記囲繞空間の圧力を測定する第 11 の工程と

を含む、請求項 8 に記載の検査用圧力設定値決定方法。

40

【請求項 10】

前記第 8 の工程において、前記第 3 の高さ位置は前記基準高さ位置よりも高い、請求項

50

9に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項11】

前記第7の工程により前記囲繞空間の圧力の測定値および前記チャックトップの高さ位置の測定値を新たに取得する度毎に、前記第7の工程により前記基準高さ位置の演算値を更新する、請求項9または請求項10に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項12】

前記第6の工程において、前記チャックトップの高さ位置の測定は、前記チャックトップから離間してその直下に配置される非接触式または接触式の第2のセンサを用いて行われる、請求項8に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項13】

前記第2のセンサは、前記チャックトップを下から支えて上げ下げするための昇降機構に搭載される、請求項12に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【請求項14】

前記第6の工程において、前記チャックトップの高さ位置の測定は、前記プローブカードを支持する支持部材に取り付けられる非接触式または接触式の第2のセンサを用いて行われる、請求項8に記載の検査用圧力設定値決定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プローブカードとウエハとを加圧接触させて行うウエハ検査において真空吸引力により所望の加圧力を得るための負圧の検査用圧力設定値を決定する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、半導体デバイスの製造工場では、ウエハレベルの全てのプロセスが終了した段階で、ウエハ上に形成されているデバイス（集積回路）の電気的特性が検査され、チップの良否判定が行われる。この種のウエハ検査には、検査治具として、多数の針状の接触子を有するプローブカードが用いられる。

【0003】

検査時には、プローブカードとウエハとの間で、各接触子とウエハ表面の各対応する電極とを対向させる位置合わせが行われたうえで、相対的な加圧接触が行われる。この場合、各接触子の先端がウエハの表面に接触してから所定のストロークつまりオーバードライブ量だけ相対的に押し込まれることで、接触子の先端が弾性的に変形しながらウエハ表面の保護膜や汚染膜を破って各対応する電極パッドに加圧接触するようになっている。

【0004】

最近では、検査室内に複数のプローブカードを配置し、それら複数のプローブカードの中の一つに対して共用の搬送ロボットないし移動ステージがウエハの搬送、押し付けまたは引き離しを行っている間に、他のプローブカードで別のウエハに対する検査を行えるようにしたウエハ検査装置が開発されている。このようなウエハ検査装置においては、複数のプローブカードに対して一台の移動ステージが共用されるので、プローバの構成、特にウエハ支持体またはチャックトップ回りの構成が簡易になるとともに、プローバの集約化およびスペース効率が大幅に向上する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-22768号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように複数のプローブカードに対して一台の移動ステージを共用するウエハ検査装置は、各プローブカードにチャックトップ上のウエハを加圧接触させる際にプローブカ

10

20

30

40

50

ードとチャックトップとの間に真空吸引力を作用させるための密閉可能な囲繞空間を形成する。

【 0 0 0 7 】

通常、この囲繞空間を形成するために、プローブカードの周囲には縦方向で伸縮自在な筒状部材たとえばベローズが設けられる。そして、プローブカードとウエハとの位置合わせが済んでから、移動ステージによるチャックトップの押し上げに連動または追従して該囲繞空間の真空引きが行われる。この真空引きによって、チャックトップには囲繞空間の圧力（負圧）と周囲の圧力（大気圧）との差圧に応じた垂直上向きの真空吸引力が作用する。この真空吸引力により、プローブカードの各接触子がウエハ表面の各対応する電極パッドに所定の圧力で安定に加圧接触することができる。

10

【 0 0 0 8 】

かかる方式においては、真空吸引力によりプローブカードとウエハとの間に加える負圧の圧力が、先に移動ステージのチャックトップ押し上げによりプローブカードとウエハとの間に加えた圧力に精確に一致していなければならない。さもないと、移動ステージによるチャックトップの押し上げにより所望のオーバードライブ量で確立されたプローブカードとウエハとの間の加圧接触状態が、真空吸引力の保持に移行した時に破られてしまい、正常なウエハ検査が出来なくなったり、治具またはワークにダメージが生じたりする。すなわち、真空吸引力の圧力がチャックトップ押し上げの圧力よりも低いときは、オーバードライブ量が所期の値から減少し、ウエハ検査が不良になることがある。逆に、真空吸引力の圧力がチャックトップ押し上げの圧力よりも高いときは、オーバードライブ量が所期の値から増加し、接触子あるいは電極パッドがダメージを受けることがある。

20

【 0 0 0 9 】

一般に、プローブカードにおいては、荷重に対する接触子の変形量の特性が仕様の一つになっている。したがって、所与のオーバードライブ量に対して、つまり接触子の変形量に対して、プローブカードに加えるべき荷重（プローブ荷重）の設定値が仕様から求められる。したがって、ウエハ検査装置においては、プローブ荷重の設定値と上記囲繞空間の形状や面積等から、上記囲繞空間に与えるべき負圧の圧力設定値を理論計算で求めることができる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、実際には、プローブカードに設計上または製作上の誤差または個体差（ばらつき）があり、仕様通りにいかないことが多い。このため、真空吸引力によりプローブカードとウエハとの間に加えるべき負圧の圧力設定値（理論計算値）が所与のオーバードライブ量を保証できないことが課題となっている。

30

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記のような従来技術の課題を解決するものであり、プローブカードとウエハとを加圧接触させて行うウエハ検査において真空吸引力により所望のオーバードライブ量を保証する最適な負圧の圧力設定値を決定することができる検査用圧力設定値決定方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明の検査用圧力設定値決定方法は、検査対象のウエハの表面に形成されている複数の電極にそれぞれ接触するための複数の接触端子を有する固定されたプローブカードと、前記プローブカードの周囲に配置され、前記プローブカードに対向させて前記ウエハを載置する昇降移動可能なチャックトップと、前記プローブカードと前記ウエハとの間で所定加圧力の加圧接触状態を形成または維持するために、前記チャックトップおよび前記プローブカードで囲まれる密閉可能な囲繞空間内の圧力を所定の負の検査用圧力設定値に制御するバキューム機構とを備えるウエハ検査装置において、前記検査用圧力設定値を決定するための方法であって、前記バキューム機構により前記囲繞空間を真空引きして、前記チャックトップを浮上状態にする前記囲繞空間の最も高い負圧の値を基準圧力値として測定する第1の工程と、前記基準圧力値に対応する前記チャックトップの高さ位置を基準高さ

40

50

位置として求める第2の工程と、前記プローブカードと前記ウエハとの間の加圧接触状態における所与のオーバードライブ量に対して、前記囲繞空間内の圧力を前記基準圧力値よりも下げていき、前記チャックトップが前記基準高さ位置に前記オーバードライブ量を加えた目標高さ位置に達したときの前記囲繞空間内の圧力の値を測定し、この圧力測定値を前記検査用圧力設定値とする第3の工程とを有する。

#### 【0013】

上記構成の検査用圧力設定値決定方法においては、ウエハ検査用の圧力設定値、つまりウエハ検査装置に形成される密閉可能な囲繞空間内でプローブカードとウエハとの間に設定値のオーバードライブ量での加圧接触状態を得るための真空圧力の設定値つまり検査用圧力設定値を、上記第1の工程による実測と上記第2の工程による計算と上記第3の工程による実測とを組み合わせる。実際のウエハ検査では、チャックトップをプローブカードとウエハとが基準高さ位置に設定オーバードライブ量を加えた目標高さ位置まで下から押し上げてプローブカードとウエハとの間に設定オーバードライブ量での加圧接触状態を確立した後に、上記バキューム機構により囲繞空間内の圧力を検査用圧力設定値に減圧すればよい。これにより、プローブカードとウエハとの間に一定の加圧接触状態を形成または保持するための加圧手段がチャックトップの押し上げから真空吸引力に移行しても、オーバードライブ量の変動することなく設定値に保持されるので、当該ウエハに対するウエハ検査が正常に行われる。また、プローブカードのコンタクトプローブあるいはウエハ表面の電極が設定値のオーバードライブ量を超える過大な加圧力を受けて損傷するようなこともない。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明のウエハ検査装置における検査用圧力設定値決定方法によれば、上記のような構成および作用により、プローブカードとウエハとを加圧接触させて行うウエハ検査において真空吸引力により所望のオーバードライブ量を保証する最適な負圧の圧力設定値を決定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図1】本発明の一実施形態におけるウエハ検査装置の全体構成を概略的に示す平面図である。

【図2】上記ウエハ検査装置の全体構成を概略的に示す側面図である。

【図3】実施形態におけるプローバの主要な構成を示す断面図である。

【図4】1回のウエハ検査が行われるときのコントローラの主な制御手順を示すフロー図である。

【図5A】上記プローバにおいて1回のウエハ検査が行われるときの可動部の動作の一段階を示す図である。

【図5B】ウエハ検査が行われるときの可動部の動作の一段階を示す図である。

【図5C】ウエハ検査が行われるときの可動部の動作の一段階を示す図である。

【図5D】ウエハ検査が行われるときの可動部の動作の一段階を示す図である。

【図6】オーバードライブ保持用のバキューム機構の構成を示すブロック図である。

【図7】実施形態における基準圧力実測処理の主要な手順（特にコントローラの制御手順）を示すフロー図である。

【図8A】基準圧力実測処理の一段階（チャックトップ浮上前）における各部の状態を示す図である。

【図8B】基準圧力実測処理の一段階（チャックトップ浮上時）における各部の状態を示す図である。

【図9】基準圧力実測処理における囲繞空間の圧力 - チャックトップ高さ位置の相関関係（特性）を示すグラフ図である。

【図10】実施形態の一実施例における基準高さ位置算出処理の主要な手順（特にコントローラの制御手順）を示すフロー図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】基準高さ位置算出処理における要部の状態を示す図である。

【図 1 2】基準高さ位置算出処理において基準高さ位置を求めるための一手法を説明するためのグラフ図である。

【図 1 3】別の実施例における基準高さ位置算出処理の主要な手順（特にコントローラの制御手順）を示すフロー図である。

【図 1 4】基準高さ位置算出処理において基準高さ位置を求めるための別の手法を説明するためのグラフ図である。

【図 1 5】実施形態における検査用圧力設定値実測処理の主要な手順（特にコントローラの制御手順）を示すフロー図である。

【図 1 6 A】検査用圧力設定値実測処理において検査用圧力設定値を実測によって決定する手法の一例を示すグラフ図である。

10

【図 1 6 B】検査用圧力設定値実測処理において検査用圧力設定値を実測によって決定する手法の別の例を示すグラフ図である。

【図 1 7 A】ハイトセンサの取付場所に関する一変形を示す図である。

【図 1 7 B】ハイトセンサの取付場所に関する一変形例を示す図である。

【図 1 7 C】ハイトセンサの構成および取付場所に関する一変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の好適な実施形態を説明する。先ず、図 1～図 5 を参照して、本発明の検査用圧力設定値決定方法を適用できるウエハ検査装置の構成および作用を説明する。

20

[システム全体のレイアウト]

【0017】

図 1 および図 2 に、このウエハ検査装置の全体構成を概略的に示す。図示のウエハ検査装置 10 は、プローブカードが装着されている多数のプローバを立体的に収容するウエハ検査室 12 を備えている。このウエハ検査室 12 の内部は、図 1 の平面視で示すように、検査対象のウエハ上に形成されている多数の半導体デバイスについてウエハレベルでの電気的特性の検査が行われる検査領域 14 と、ウエハおよびプローブカードの搬入/搬出や制御系のマン・マシン・インタフェースが行われる搬出入領域 16 と、検査領域 14 および搬出入領域 16 の間に設けられた搬送領域 18 とに区画されている。

30

【0018】

検査領域 14 には、図 2 の側面視で示すように、ウエハ検査用のインタフェースないし試験装置であるテスト組み込み型のプローバ 20 が複数階たとえば 3 つの階の各々で水平一列に多数配置されている。そして、各階毎に、水平一列に並ぶ複数台（たとえば 6 台）のプローバ 20 に対して、配列方向（水平方向）に移動可能な 1 台の移動ステージ 22 が下方に設けられるとともに、同方向に移動可能な 1 台のカメラ 24 が搬送領域 18 寄りの前方または側方に設けられる。移動ステージ 22 は、水平移動して各プローバ 20 の真下にアクセス可能であり、各プローバ 20 に装着されているプローブカードに対して、検査対象のウエハの位置決め、押し付けまたは引き取り等を行えるように、ウエハを載置するチャクトップを水平面内および鉛直方向で移動させる多軸の移動機構を備えている。カメラ 24 は、各プローバ 20 におけるウエハ位置合わせ等に用いられる。

40

【0019】

搬出入領域 16 は、複数の収容空間 26 に区画されている。これらの収容空間 26 には、一定数のウエハを収容する容器たとえば F O U P を受け入れるキャリアポート 26 a、ウエハ搬送上の位置合わせを行うアライナー 26 b、このウエハ検査装置 10 で使用される予定または使用済みのプローブカードの搬入/搬出が行われるプローブカードロード 26 c、このウエハ検査装置 10 内の各部を統括的に制御するシステムコントローラ 26 d 等が設置される。

【0020】

搬送領域 18 には、この搬送領域 18 内を移動するだけでなく、検査領域 14 や搬出入

50

領域 16 にも自由自在にアクセスできる 3 次元方向で移動可能な搬送ロボット 28 が配置されている。この搬送ロボット 28 は、キャリアポート 26 a と検査領域 14 内の任意のプロバ 20 との間で検査前または検査済のウエハの搬送を行うとともに、プローブカード 26 c と検査領域 14 内の任意の各プロバ 20 との間で部品交換される新旧プローブカードの搬送を行う。ウエハ搬送に関しては、搬送ロボット 28 は、一对の搬送アーム 29 を有しており、ピック・アンド・プレース方式で、先に相手側からウエハを一方の搬送アーム 29 に受け取り、その後他方の搬送アーム 29 で自ら搬送してきた別のウエハを相手側に渡すようになっている。

#### 【0021】

このように、このウエハ検査装置 10 においては、ウエハ検査室 12 内にプローブカードが装着されているプロバ 20 が複数階にわたって立体的に多数配置されている。そして、各階毎に水平一列に並んでいる複数のプロバ 20 に対して 1 台の移動ステージ 22 が共通に使用され、この移動ステージ 22 が一つのプロバ 20 のプローブカードに対してウエハの押し付けまたは引き取りを行っている間に、他のプロバ 20 で別のウエハに対する検査が行われる。プロバ 20 の装置構成、特にチャックトップ回りの装置構成が簡易であり、プロバ 20 の立体的な集約配置により検査室 12 のスペース効率（特にフットプリント）に優れている。

10

#### 〔プローバ回りの構成〕

#### 【0022】

図 3 に、この実施形態におけるプロバ 20 の主要な構成を示す。このプロバ 20 は、テスタ 30 を一体的に組み込んでおり、テスタ 30 のマザーボード 32 に厚板状のポゴフレーム 34 を介して着脱可能に装着されるプローブカード 36 と、このプローブカード 36 の周囲に配置される伸縮可能な筒状部材たとえばベローズ 38 と、プローブカード 36 と対向して検査対象のウエハ W を載置する厚板状のチャックトップ 40 とを備える。

20

#### 【0023】

ポゴフレーム 34 の中心部には、プローブカード 36 より一回り小さな口径を有する貫通孔またはポゴブロック装着穴 42 が形成されている。このポゴブロック装着穴 42 には、多数のポゴピン 44 を保持する略円柱状のポゴブロック 46 が着脱可能に挿嵌される。各ポゴピン 44 は、後述する第 1 のバキューム機構 64 によりプローブカード 36 およびポゴフレーム 34 に作用する真空吸引力により、その先端（下端）がプローブカード 36 の上面の各対応する電極に弾性的に加圧接触し、頂部（上端）がマザーボード 32 の各対応する電極に押し付けられる。

30

#### 【0024】

プローブカード 36 には、針状の接触子またはコンタクトプローブ 37 が所定の配置パターンで多数取り付けられている。各コンタクトプローブ 37 の先端は、プローブカード 36 の下面から突出し、チャックトップ 40 上のウエハ W の表面に設けられている各対応する電極パッドと対向するようになっている。

#### 【0025】

ポゴフレーム 34 とマザーボード 32 との間には、環状のスペーサ 48 を介して隙間 50 が形成される。この隙間 50 は、ポゴブロック取付領域の周囲に配置される環状のシール部材 52 により半径方向で分断されている。また、ポゴフレーム 34 とプローブカード 36 との間でも、ポゴブロック取付領域の周囲に配置される環状のシール部材 54 により両者間の隙間 56 が半径方向で分断されている。これによって、マザーボード 32、プローブカード 36 およびシール部材 52、54 で囲まれる密閉可能な吸引空間 58 が形成される。

40

#### 【0026】

この吸引空間 58 は、ポゴフレーム 34 の周辺部に形成されている気体流路 60 および外部配管 62 を介してプローブカード保持用の第 1 のバキューム機構 64 に接続されている。第 1 のバキューム機構 64 は、真空ポンプまたは工場真空用力等の真空源を有してお

50

り、吸引空間 5 8 を所定の負の圧力に減圧し、この減圧状態を定常的に維持する。これにより、プローブカード 3 6 とポゴフレーム 3 4 は、吸引空間 5 8 の圧力（負圧）と周囲の圧力との差圧による上向きの力を受けて、マザーボード 3 2 に定常的に固定されるようになっている。

【 0 0 2 7 】

ベローズ 3 8 は、金属製の蛇腹構造体であり、プローブカード 3 6 の板面に垂直な方向つまり上下方向に伸縮自在に構成されている。ベローズ 3 8 の上端は、ポゴフレーム 3 4 の下面に結合されている。ベローズ 3 8 の下端は、環状の下部フランジ 6 8 を介してチャックトップ 4 0 の周辺部の上面に真空吸着力で着脱可能に結合可能となっている。

【 0 0 2 8 】

より詳しくは、チャックトップ 4 0 の上面は、ウエハ W を載置する中心部またはウエハ載置面 4 0 a と、このウエハ載置面 4 0 a の半径方向外側で環状に延びる周辺部またはベローズ連結面 4 0 b とに分割されている。このベローズ連結面 4 0 b には、口径の異なる 2 つのリング 7 0 a , 7 0 b を同心円状に配置してなるシール部材 7 0 が固定されている。両リング 7 0 a , 7 0 b は、ベローズ連結面 4 0 b より一段高く突出している。両リング 7 0 a , 7 0 b に挟まれた環状の空間 7 4 は、両リング 7 0 a , 7 0 b の頂面が下部フランジ 6 8 の下面に接触している状態の下で、密閉可能な吸引空間となる。

【 0 0 2 9 】

この吸引空間 7 4 は、チャックトップ 4 0 の内部に形成されている気体流路 7 6 および外部配管 7 8 を介してベローズ連結用の第 2 のバキューム機構 8 0 に接続されている。第 2 のバキューム機構 8 0 は、真空ポンプまたは工場真空用力等の真空源を有しており、吸引空間 7 4 の容積が小さいので、密閉された吸引空間 7 4 を大気圧から所定の負の圧力まで瞬時に減圧することができる。この真空引きにより、下部フランジ 6 8 には吸引空間 7 4 の圧力（負圧）と周囲の圧力つまり大気圧との差圧に基づく下向きの力が作用し、ベローズ 3 8 の下端が下部フランジ 6 8 とシール部材 7 0 を介してチャックトップ 4 0 のベローズ連結面 4 0 b に結合されるようになっている。

【 0 0 3 0 】

上記のように、ベローズ 3 8 の下端がチャックトップ 4 0 のベローズ連結面 4 0 b に結合されている状態では、プローブカード 3 6 とベローズ 3 8 とチャックトップ 4 0 との間に密閉可能な吸引空間または囲繞空間 8 2 が形成される。この囲繞空間 8 2 は、ポゴフレーム 3 4 の内部に形成されている気体流路 8 4、8 6 および外部の配管 8 8、9 0 を介してオーバードライブ保持用の第 3 のバキューム機構 9 2 に接続されている。

【 0 0 3 1 】

この第 3 のバキューム機構 9 2 は、真空ポンプまたは工場真空用力等の真空源を有しており、囲繞空間 8 2 の容積が相当大きくても、囲繞空間 8 2 をたとえば大気圧付近の基準圧力から所望の真空吸引力が得られる負の設定圧力まで高速・短時間に減圧することができる。この真空引きにより、チャックトップ 4 0 には囲繞空間 8 2 の圧力（負圧）と周囲の圧力つまり大気圧との差圧に基づく垂直上向きの力が作用し、チャックトップ 4 0 上のウエハ W がチャックトップ 4 0 の重力およびコンタクトプローブ 3 7 の弾力的な反力等に抗してプローブカード 3 6 に押圧されるようになっている。

〔ウエハ検査における可動部の動作〕

【 0 0 3 2 】

図 4 に、この実施形態のプローバ 2 0 において 1 回のウエハ検査が行われるときのコントローラ 1 0 2（図 6）の主な制御の手順を示す。プローバ 2 0 内の各部は、コントローラ 1 0 2 の制御の下で動作する。以下、図 4 および図 5 A ~ 図 5 D を参照して、1 回のウエハ検査における可動部の主な動作を説明する。なお、第 3 のバキューム機構 9 2 が用いる検査用圧力設定値  $P_s$  は予め決定されているものとする。

【 0 0 3 3 】

図 5 A に示すように、チャックトップ 4 0 は、ウエハ検査に先立ち、ベローズ 3 8 から

10

20

30

40

50



離脱して、プローブカード36とは十分大きなスペースを開けた下方の位置で移動ステージ22に支持される。この状態で搬送ロボット28(図1)が検査対象のウエハWをチャックトップ40上に載置する(ステップS<sub>0</sub>)。チャックトップ40上に載置されたウエハWは、チャックトップ40に備わっているバキューム式またはメカニカル式のチャック機構(図示せず)により固定保持される。この時、第1のバキューム機構64はオン状態を保ち、第2および第3のバキューム機構80、92はオフ状態を保っている。

【0034】

上記のようにしてウエハWがチャックトップ40上に載置されてから、カメラ24(図2)および移動ステージ22の水平移動部22aにより、プローブカード36とウエハWとの間で水平面内の位置合わせが行われる。水平移動部22aはX軸移動部(図示せず)とY軸移動部(図示せず)とを有している。移動ステージ22は、水平移動部22aの上にZ軸移動(昇降)部22bと軸移動部(図示せず)とを多段に重ねて設けており、ステージ全体でXYZの4軸移動を可能にしている。図5に一点鎖線23で描かれている水平な線は、ベースの移動ステージ22がX方向で移動するためのたとえばリニアモータからなるX方向移動部のガイドレールを模式的に示している。移動ステージ22の水平移動部22aは、常に一定の高さ位置で移動または静止するようになっている。

【0035】

上記のような位置合わせの後、移動ステージ22は、Z軸移動部22bを作動させて、チャックトップ40を垂直上向きに押し上げる。そうすると、図5Bに示すように、チャックトップ40のベローズ連結面40bに突出して設けられているシール部材70(オリング70a、70b)が下部フランジ68の下面に接触した時またはその直後に、ベローズ連結用の第2のバキューム機構80がオンして、ベローズ38がチャックトップ40に連結される(ステップS<sub>1</sub>)。チャックトップ40にベローズ38が連結されると、プローブカード36とベローズ38とチャックトップ40との間に密閉可能な囲繞空間82が形成される。この時点で、第3のバキューム機構92は未だオフ状態を保っている。

【0036】

ステージ22のZ軸移動部22bの上には、チャックトップ40の下面と向き合って距離センサまたはハイトセンサ25が設けられている。このハイトセンサ25は、このセンサから直上の対象物(チャックトップ40)までの距離をたとえば光学的に測定し、距離測定値を電気信号として出力する。コントローラ102は、Z軸移動(昇降)部22bに与える制御信号を通じて、あるいはZ軸移動(昇降)部22b内の位置センサ(たとえばエンコーダ)より受け取る位置検出信号MZを通じて、ハイトセンサ25の高さ位置を常時把握している。したがって、コントローラ102は、ハイトセンサ25の出力信号(距離測定値)からチャックトップ40の高さ位置を随時測定ないしモニタすることができる。

【0037】

上記のようにしてチャックトップ40にベローズ38が連結した後も、移動ステージ22は、Z軸移動(昇降)部22bを作動させてチャックトップ40の押し上げを継続する。そして、ウエハWの表面がプローブカード36のコンタクトプローブ37の先端に接触するに至った後もコンタクトプローブ37の弾力的な反力に抗して押し上げ、チャックトップ40の高さ位置Hが検査用の所定の高さ位置H<sub>s</sub>に達したところで、つまりコンタクトプローブ37に予め設定されたオーバードライブ量ODの変位が得られたところで、押し上げ動作を停止する(ステップS<sub>2</sub>)。このオーバードライブ動作により、各コンタクトプローブ37の先端がウエハW表面の保護膜や汚染膜を破りながら擦って各対応する電極パッドに程良く加圧接触するに至る。こうして、図5Cに示すように、プローブカード36とウエハWとの間に予め設定されたオーバードライブ量ODでの加圧接触状態が確立される。

【0038】

この実施形態では、上記のようにして移動ステージ22のZ軸移動部22bによるチャックトップ40の押し上げおよびオーバードライブ動作が完了して、プローブカード36

10

20

30

40

50

とウエハWとの間に所定圧力の加圧接触状態が確立された状態の下で、オーバードライブ保持用の第3のバキューム機構92がオンする。このバキューム機構92は、囲繞空間82をそれまでの大気圧付近の圧力から予め設定された真空圧力の検査用圧力設定値 $P_5$ まで真空引きする(ステップ $S_3$ )。この真空引きにより、チャックトップ40には囲繞空間82内の真空圧力と周囲の大気圧との差圧に基づく垂直上向きの力が作用し、プローブカード36とウエハWとの間で予め設定されたオーバードライブ量ODの加圧接触状態が保持される。この直後に、図5Dに示すように、Z軸移動(昇降)部22bが下降移動して、移動ステージ22がチャックトップ40から離間する(ステップ $S_4$ )。この後、移動ステージ22は同じ階の別のプローバ20へ移動する。

【0039】

当該プローバ20においては、上記のようにして第3のバキューム機構92から囲繞空間82に供給される真空圧力または真空吸引力によりプローブカード36とウエハWとの間に一定の加圧接触状態が保たれている状態の下で、テスト30が作動する(ステップ $S_5$ )。テスト30は、マザーボード32およびプローブカード36(コンタクトプローブ37)を介してウエハWに対するウエハレベルの電気的特性検査を実施する。

【0040】

この実施形態のプローバ20においては、第3のバキューム機構92の真空引きにより囲繞空間82内でプローブカード36とウエハWとの間に加えられる真空吸引力が、それに先立つ移動ステージ22によるチャックトップ40の押し上げによりプローブカード36とウエハWとの間に加えられた押圧力に略精確に一致するようになっている。このことにより、両者(36, W)間の加圧接触状態を形成または保持するための加圧力印加手段が移動ステージ22のチャックトップ押し上げから真空吸引力に移行しても、オーバードライブ量が変動することなく設定値に保持されるので、当該ウエハWに対するウエハ検査が正常に行われる。また、プローブカード36のコンタクトプローブ37あるいはウエハW表面の電極パッドが所期のオーバードライブ量を超える過大な加圧力を受けて損傷するようなこともない。

【0041】

テスト30によるウエハレベルの電気的特性検査が終了すると、移動ステージ22がチャックトップ40の下に戻ってくる(ステップ $S_6$ )。このタイミングに合わせて、第3のバキューム機構92が真空引きを停止し、囲繞空間82をそれまでの減圧状態から大気圧付近の初期状態に切り換える動作(圧力復帰動作)を所定時間費やして行う(ステップ $S_7$ )。この圧力復帰動作により、それまでチャックトップ40上のウエハWをプローブカード36に押し付けていた真空吸引力が弱まって、チャックトップ40が降下し、ウエハWがプローブカード36から離間する。終には、チャックトップ40が移動ステージ22の上に着座する(ステップ $S_8$ )。

【0042】

この直後、第2のバキューム機構80が真空引きを停止し、吸引空間74をそれまでの減圧状態から大気圧付近の初期状態に切り換える。吸引空間74の容積が小さいのでこの切り換えは瞬時に行われ、下部フランジ68がチャックトップ40のベローズ連結面40bから分離可能となる。そして、移動ステージ22がチャックトップ40をさらに下ろすことによって、チャックトップ40が図4Aと同じ高さ位置まで移動し、搬送ロボット28(図1)が来るのを待つ。搬送ロボット28は、チャックトップ40の傍らに着くと、検査済みのウエハWをチャックトップ40から搬出し(ステップ $S_9$ )、それと入れ替わりに当該プローバ20で次に検査を受けるべき新規のウエハWをチャックトップ40上に載置する。この後は、この新規のウエハWについて上述と同じ動作(ステップ $S_1 \sim S_9$ )が繰り返される。

[ オーバードライブ保持用バキューム機構の構成 ]

【0043】

ここで、図6を参照して、オーバードライブ保持用の第3のバキューム機構92の構成

10

20

30

40

50

を説明する。

【 0 0 4 4 】

このバキューム機構 9 2 は、プローブカード 3 6 とペローズ 3 8 とチャックトップ 4 0 との間に形成される密閉可能な圍繞空間 8 2 に対して、真空吸引力を発生するための負圧を供給するだけでなく、引き離し力を発生するための正圧を供給することもできる。このために、バキューム機構 9 2 は、圧力源として、真空ポンプまたは工場真空用からなる真空源 9 4 だけでなく、コンプレッサ等の圧縮空気源 9 6 も備えている。さらに、バキューム機構 9 2 は、他の主要な構成要素として電空レギュレータ 9 8、電磁切換弁 1 0 0 を有している。ここで、電空レギュレータ 9 8 は、比例制御弁 9 8 A、圧力センサ 9 8 B およびバルブ制御部 9 8 C によって構成されている。コントローラ 1 0 2 は、バキューム機構 9 2 内の各部の動作または状態を制御する。

10

【 0 0 4 5 】

より詳細には、真空源 9 4 の出力ポートは、配管 1 0 4 を介して電空レギュレータ 9 8 の比例制御弁 9 8 A のポート a に接続されている。一方、圧縮空気源 9 6 の出力ポートは、配管 1 0 6 を介して比例制御弁 9 8 A のポート b に接続されている。

【 0 0 4 6 】

比例制御弁 9 8 A は上記ポート a , b の他にポート c を有しており、比例制御弁 9 8 A の内部でポート a , b がポート c に並列に接続されている。電空レギュレータ 9 8 は、比例制御弁 9 8 A のポート a に入力される負の圧力と、ポート b に入力される正の圧力とを任意の比で混合して、ポート c の圧力を所定レンジ内で任意の設定値に制御できるようになっている。ここで、上記レンジの下限は真空源 9 4 の出力（負圧）の値に対応し、上限は圧縮空気源 9 6 の出力（正圧）の値に対応している。比例制御弁 9 8 A のポート c は、配管 1 0 8 を介して電磁切換弁 1 0 0 のポート d に接続されている。

20

【 0 0 4 7 】

電磁切換弁 1 0 0 は上記ポート d の外にポート e , f を有しており、内部でポート e , f のいずれか一方が選択的にポート d に繋がるようになっている。そして、ポート e は、上記配管 9 0 およびポゴフレーム 3 4 の内部流路 8 6 を介して圍繞空間 8 2 に接続されている。配管 9 0 の途中には電空レギュレータ 9 8 の圧力センサ 9 8 B が設けられる。ポート f は、上記配管 8 8 およびポゴフレーム 3 4 の内部流路 8 4 を介して圍繞空間 8 2 に接続される。

30

【 0 0 4 8 】

圧力センサ 9 8 B は、上記のように電空レギュレータ 9 8 の一部を構成している。圧力センサ 9 8 B の出力信号つまり流路 9 0 内の圧力を表わす圧力測定値信号  $MP_1$  は、バルブ制御部 9 8 C に与えられる。バルブ制御部 9 8 C は、圍繞空間 8 2 の圧力について、コントローラ 1 0 2 からの圧力設定値を指示する設定圧力値信号  $SP_1$  と、圧力センサ 9 8 B からの圧力測定値信号  $MP_1$  とを比較して比較誤差を生成し、この比較誤差を零に近づけるように比例制御弁 9 8 A の内部のバルブアクチュエータを駆動制御する。

【 0 0 4 9 】

この実施形態では、バルブ制御部 9 8 C が圧力センサ 9 8 B より圧力測定値信号  $MP$  を入力するだけでなく、コントローラ 1 0 2 も同じ圧力測定値信号  $MP$  を取り込めるようになっている。コントローラ 1 0 2 は、圧力センサ 9 8 B を通じて、あるいは配管 8 8 または配管 9 0 に設けられる別の圧力センサ（図示せず）を通じて、圍繞空間 8 2 の現時の圧力を表す圧力測定値を随時取得することができる。この実施形態においては、電磁切換弁 1 0 0、配管 8 8 , 9 0 , 1 0 8 およびコントローラ 1 0 2 によって、バキューム機構 9 2 の気体流路網が形成されている。この気体流路網には、圍繞空間 8 2 を大気に解放するための大気ポートまたはリリース弁（図示せず）も設けられている。

40

[ 実施形態における作用（検査用圧力設定値決定処理） ]

【 0 0 5 0 】

上記のように、この実施形態においては、第 3 のバキューム機構 9 2 の真空引きにより

50

囲繞空間 8 2 内でプローブカード 3 6 とウエハ W との間に加えられる真空吸引力の圧力が、それに先立つ移動ステージ 2 2 のチャックトップ押し上げによりプローブカード 3 6 とウエハ W との間に加えられた押圧力の圧力に略精確に一致するようになっている。これは、プローバ 2 0 で使用される個々のプローブカード 3 6 について、オーバードライブ保持用の第 3 のバキューム機構 9 2 が、コントローラ 1 0 2 の制御の下で囲繞空間 8 2 内の圧力を後述する本実施形態の検査用圧力設定値決定処理（方法）により決定された検査用圧力設定値  $P_s$  に減圧するためである。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、この実施形態において、コントローラ 1 0 2 は、バキューム機構 9 2 内の各部の動作を制御するだけでなく、プローバ 2 0 における検査用圧力設定値決定処理を実行するための一切の制御をつかさどる。コントローラ 1 0 2 は、マイクロプロセッサ（CPU）を含み、半導体メモリ、光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ等の記録媒体より読み出し可能な、あるいはネットワークを通じて他のコンピュータたとえばシステムコントローラ 2 6 d（図 1）よりダウンロード可能な所要のプログラムを実行する。また、この実施形態では、コントローラ 1 0 2 が 1 つの制御ユニットとして示されているが、複数の制御ユニットがコントローラ 1 0 2 の機能を並列的または階層的に分担する形態を採ってもよい。

#### 【 0 0 5 2 】

以下、この実施形態における検査用圧力設定値決定処理（方法）を詳細に説明する。この検査用圧力設定値決定処理は、後述する基準圧力実測処理、基準高さ位置算出処理および検査用圧力設定値実測処理の分割可能な 3 つの処理を含んでいる。通常、検査用圧力設定値決定処理は、当該プローバ 2 0 においてプローブカード 3 6 を交換した際（つまり新規のプローブカード 3 6 を装着した際）あるいはオーバードライブ量の設定値を変更した際に実施される。

#### 【 0 0 5 3 】

図 7 ~ 図 9 を参照して、基準圧力実測処理について説明する。図 7 に、基準圧力実測処理の主要な手順（特にコントローラ 1 0 2 の制御手順）を示す。

#### 【 0 0 5 4 】

先ず、基準圧力実測処理に先立ち、カメラ 2 4（図 2）を用いて、プローブカード 3 6 とチャックトップ 4 0 との間で水平面内の位置合わせが行われる。すなわち、プローブカード 3 6 とウエハ W の位置が合う X Y 座標位置に移動ステージ 2 2 の水平移動部 2 2 a を移動させる。この位置合わせの後、コントローラ 1 0 2 は、移動ステージ 2 2 の Z 軸移動（昇降）部 2 2 b を通じてチャックトップ 4 0 を鉛直に押し上げ（ステップ  $S_{10}$ ）、チャックトップ 4 0 にペローズ 3 8 を連結する（ステップ  $S_{11}$ ）。ここで、チャックトップ 4 0 の上には、ウエハ W が載置されていてもよいが、載置されていなくてもよい。チャックトップ 4 0 の重量は、ウエハ W を載置しているときと載置していないときとで殆ど変わらない。

#### 【 0 0 5 5 】

この後、コントローラ 1 0 2 は、移動ステージ 2 2 によるチャックトップ 4 0 の押し上げを行わず、代わりにオーバードライブ保持用の第 3 のバキューム機構 9 2 を作動させて、囲繞空間 8 2 の真空引きを開始する（ステップ  $S_{12}$ ）。この真空引きにより、囲繞空間 8 2 内の圧力がそれまでの大気圧よりも低い負圧または真空圧力になる。コントローラ 1 0 2 は、圧力センサ 9 8 B からの圧力検出信号  $MP_1$  を通じて囲繞空間 8 2 内の圧力の値をモニタリングしながら、第 3 のバキューム機構 9 2 を通じて囲繞空間 8 2 内の圧力を一段階（たとえば  $0.1 \text{ kPa}$ ）ずつ下げていく（ステップ  $S_{13}$   $S_{14}$   $S_{15}$   $S_{16}$   $S_{13}$   $\dots$ ）。

#### 【 0 0 5 6 】

こうして、囲繞空間 8 2 内の真空圧力の値が絶対値で  $P_1$   $P_2$   $P_3$   $\dots$  と次第に大きくなると、この負圧の圧力と外の大気圧との差圧に応じてチャックトップ 4 0 に作用する垂直上向きの力が次第に大きくなる。しかし、この真空吸引力がチャックトップ 4 0

10

20

30

40

50

に作用する垂直下向きの力（主にチャックトップ40の重量）を上回るまでは、チャックトップ40は基底の高さ位置、すなわち図8Aに示すように移動ステージ22のZ軸移動（昇降）部22bに載った高さ位置で静止状態を保つ。

【0057】

そして、第3のパキューム機構92の真空引きにより囲繞空間82に供給される真空圧力の値が或る値 $P_{i-1}$ から一段階上の値 $P_i$ に移行すると、ここでチャックトップ40に作用する垂直上向きの真空吸引力が重力等の垂直下向きの力を上回り、図8Bおよび図9に示すようにチャックトップ40が移動ステージ22のZ軸移動（昇降）部22bから離れて浮上する。この場合、チャックトップ40の浮上量は数mm以上になる。

【0058】

コントローラ102は、チャックトップ40が浮上したことをハイトセンサ25の出力信号（距離測定値信号）MHを通じて確認する（ステップ $S_{15}$ ）。ハイトセンサ25は $\mu\text{m}$ のオーダで距離測定を行う距離センサであり、チャックトップ40が浮上するときの浮上高さ（数mm以上）はハイトセンサ25の測距範囲の上限LM（図8Bの破線）を超えてしまう。コントローラ102は、ハイトセンサ25の出力信号をモニタリングし、チャックトップ40がハイトセンサ25の測距範囲を超える高さに浮上したときに、チャックトップ40が浮上したと判断する。そして、このときの囲繞空間82の圧力を圧力センサ98bを通じて測定し（ステップ $S_{17}$ ）、その圧力測定値 $P_i$ を基準圧力値 $P_A$ とする（ステップ $S_{18}$ ）。そして、基準圧力値 $P_A$ のデータをメモリに保存する（ステップ $S_{19}$ ）。

【0059】

このように基準圧力値 $P_A$ を実測により求める。この基準圧力値 $P_A$ は、上記のようにチャックトップ40が浮上するときの囲繞空間82の圧力として定義付けられる。見方を変えれば、基準圧力値 $P_A$ は、浮上状態のチャックトップ40に載置されているウエハとプローブカード36との間にオーバードライブ量（OD）=ゼロの接触状態を得るために、囲繞空間82に加えるべき負圧の中で最も高い圧力（絶対値としては最も小さい圧力）として定義付けられる。

【0060】

なお、上記のように囲繞空間82を基準圧力値 $P_A$ まで減圧すると、チャックトップ40は浮上するが、チャックトップ40が浮上して静止するときの高さ位置あるいは姿勢は厳密には不定かつ実測不能である。

【0061】

図9において、横軸は囲繞空間82内の圧力（負圧）を示し、縦軸はハイトセンサ25の出力信号に基づいて測定されるチャックトップ40の高さ位置を示す。図中、一点鎖線 $J_1$ は、チャックトップ40が浮上するときの実測不能の圧力-チャックトップ高さ位置特性を仮想的に示している。

[ 基準高さ位置算出処理 ]

【0062】

この実施形態では、浮上状態のチャックトップ40に載置されているウエハとプローブカード36との間にオーバードライブ量（OD）=ゼロの接触状態が得られるときのチャックトップ40の高さ位置（基準高さ位置） $H_A$ を、図10～図12を参照して以下に説明する基準高さ位置算出処理によって求める。

【0063】

図10に、基準高さ位置算出処理の主要な手順（特にコントローラ102の制御手順）を示す。

【0064】

基準高さ位置算出処理は、上述した基準圧力実測処理の後に続けて実施してもよく、あるいは全く別個に実施してもよい。この例では、基準圧力実測処理とは別個に基準高さ位置算出処理を実施する場合を説明する。

【0065】

10

20

30

40

50

まず、ウエハ検査のときと同様に、チャックトップ40の上にウエハWを載置し(ステップ $S_{20}$ )、プローブカード36とチャックトップ40との間で位置合わせを行う。

【0066】

次に、チャックトップ40にベローズ38を連結し(ステップ $S_{21}$ )、移動ステージ22のZ軸移動部22bにより、ウエハWとプローブカード36との間に適度な加圧接触状態が得られる一定の高さ位置までチャックトップ40を押し上げてから、バキューム機構92をオンにして囲繞空間82の真空引きを開始する(ステップ $S_{22}$ )。そして、囲繞空間82の圧力が基準圧力値 $P_A$ に到達したところで、チャックトップ40から下方に少し離れる高さ位置(ハイトセンサ25の測距範囲内)までZ軸移動部22bを下ろし、Z軸移動部22bつまりハイトセンサ25の高さ位置を固定する(ステップ $S_{23}$ )。

10

【0067】

こうしてハイトセンサ25の高さ位置を固定した状態で、バキューム機構92の真空引きにより囲繞空間82の圧力を基準圧力値 $P_A$ より一定の変化幅で段階的に下げていき、各段階において圧力センサ98Bを通じて囲繞空間82の圧力を測定するとともにハイトセンサ25を通じてチャックトップ40の高さ位置を測定する(ステップ $S_{24}$   $S_{25}$   $S_{26}$   $S_{27}$   $S_{24}$ ...)。これにより、基準圧力値 $P_A$ よりも低い負圧の領域において、囲繞空間82の圧力とそれに対応するチャックトップ40の高さ位置とについて、複数組の測定値 $K_m(P_m, H_m)$ ,  $K_n(P_n, H_n)$ を取得する(ステップ $S_{26}$ )。そして、それら複数組の囲繞空間圧力測定値およびチャックトップ高さ位置測定値 $K_m(P_m, H_m)$ ,  $K_n(P_n, H_n)$ と基準圧力値 $P_A$ とに基づいて、演算により基準高さ位置 $H_A$ を求める(ステップ $S_{28}$ )。

20

【0068】

図12の例では、複数組の囲繞空間圧力測定値およびチャックトップ高さ位置測定値 $K_m(P_m, H_m)$ ,  $K_n(P_n, H_n)$ に基づいて最小二乗法により求められる線形近似曲線Fと、基準圧力値 $P_A$ から垂直に延びる法線Yとが交差する点を $E_A$ とすると、この交差点 $E_A$ の高さ位置を基準高さ位置 $H_A$ とする。

【0069】

なお、囲繞空間圧力およびチャックトップ高さ位置の測定点 $K_m, K_n, \dots$ が多いほど、概して線形近似曲線Fの傾きの精度ないし基準高さ位置 $H_A$ の精度は高くなる。しかし、チャックトップ40の高さ位置が高くなりすぎると、つまりオーバードライブ量(OD)が大きすぎると、コンタクトプローブ37の弾性変形がフックの法則に従わなくなり、直線近似または最小二乗法が当てはまらなくなる。したがって、コンタクトプローブ37の弾性変形がフックの法則に従う線形領域内で取得される複数組の測定点 $K_m, K_n, \dots$ を基準高さ位置 $H_A$ の算出に用いるのが望ましい。コントローラ102は、上記のようにして演算により求めた基準高さ位置 $H_A$ の値(データ)をメモリに保存する(ステップ $S_{29}$ )。

30

【0070】

別の例として、図13および図14に示すように、基準圧力値 $P_A$ より低い負圧の領域内で測定点Kを追加する度毎に線形近似曲線Fの算出および基準高さ位置 $H_A$ の算出を繰り返し行って基準高さ位置 $H_A$ の演算値を更新する手法(ステップ $S_{30} \sim S_{41}$ )も可能である。この手法は、基準圧力 $P_A$ に近い測定点 $K_1$ から遠い測定点 $K_n$ に向かって段階的に測定点Kの数を増やす場合に好適であり、基準高さ位置 $H_A$ の更新変化量が所定範囲内に収まったところで、基準高さ位置 $H_A$ の演算値を確定する(ステップ $S_{35} \sim S_{40}$ )。

40

[ 検査用圧力設定値実測処理 ]

【0071】

次に、図15~図16を参照して、検査用圧力設定値実測処理について説明する。図15に、検査用圧力設定値実測処理の主要な手順(特にコントローラ102の制御手順)を示す。

【0072】

50

検査用圧力設定値実測処理（図15）は、上述した基準高さ位置算出処理の後に続けて実施してもよく、あるいは個別に実施することも可能である。以下の説明では、基準高さ位置算出処理（図10または図13）の「終了」に続けて実施するものとする。

【0073】

コントローラ102は、上記のようにして基準高さ位置算出処理により求めた基準高さ位置 $H_A$ にオーバードライブ量 $OD$ の設定値を加算して、チャックトップ40の高さ位置について目標高さ位置 $H_S$ （ $H_S = H_A + OD$ ）を決定し（ステップ $S_{51}$ ）、この目標高さ位置 $H_S$ のデータをメモリに保存する（ステップ $S_{52}$ ）。この目標高さ位置 $H_S$ は、ウエハ検査におけるチャックトップ40の検査用高さ位置に対応する。

【0074】

次に、コントローラ102は、チャックトップ40の高さ位置 $H$ が目標高さ位置 $H_S$ に一致するまで、囲繞空間82の圧力を下げる、つまりチャックトップ40を上げる制御を行う（ステップ $S_{53}$   $S_{54}$   $S_{55}$   $S_{56}$   $S_{53}$ ・・・）。より詳しくは、コントローラ102は、ハイトセンサ25を通じてチャックトップ40の高さ位置 $H$ をモニタリングしながら、バキューム機構92を通じて囲繞空間82の圧力を下げていき、チャックトップ高さ位置 $H$ が目標高さ位置 $H_S$ に一致したところで囲繞空間82の圧力を固定（保持）し、圧力センサ98bを通じてその時の囲繞空間82の圧力を測定する（ステップ $S_{57}$ ）。そして、この圧力測定値を検査用圧力設定値 $P_S$ として確定し（ステップ $S_{58}$ ）、その値（データ）をメモリに保存する（ステップ $S_{59}$ ）。

【0075】

なお、囲繞空間82の圧力を下げていく過程でチャックトップ40の高さ位置 $H$ が目標高さ位置 $H_S$ を超えてしまった場合は、囲繞空間82の圧力を上げる制御に切り替えて、最終的にチャックトップ40の高さ位置が目標高さ位置 $H_S$ に一致するまで囲繞空間82の圧力を調整する。

【0076】

この検査用圧力設定値実測処理によれば、チャックトップ40を上げる目標高さ位置 $H_S$ が、図16Aに示すように基準高さ位置 $H_A$ の算出に用いられた線形近似曲線 $F$ の延長上にある場合はもちろん、図16Bに示すように線形近似曲線 $F$ から大きく外れていても、浮上状態のチャックトップ40を目標高さ位置つまり検査用の高さ位置 $H_S$ で保持するのに必要な囲繞空間82の圧力について正確な設定値 $P_S$ を求めることができる。

【0077】

通常、オーバードライブ量（ $OD$ ）が或る値を超えると、ウエハ $W$ との加圧接触によって生じるコンタクトプローブ37の弾性変形がフックの法則に従わなくなり、図16Bに示すように囲繞空間82の圧力に対してチャックトップの高さ位置が破線 $G$ で示すように指数関数的に増大する。この場合、線形近似曲線 $F$ 上で目標高さ位置 $H_S$ に対応する検査用設定値 $P_S$ を演算または推定によって求め、その検査用設定値 $P_S$ を実際のウエハ検査に用いたならば、必ず不都合が生じる。すなわち、移動ステージ22のZ軸移動部22bがチャックトップ40を検査用の高さ位置 $H_S$ まで押し上げた後（つまり予設定のオーバードライブ量を確立した後）、バキューム機構92が作動して囲繞空間82を検査用設定値 $P_S$ まで減圧すると、チャックトップ40の高さ位置 $H$ が検査用の高さ位置 $H_S$ から上昇する方向に変化し、オーバードライブ量が設定量から増大する方向に変化する。その結果、予設定のオーバードライブ量でのウエハ検査が出来なくなるばかりか、ウエハ $W$ の電極パッドやコンタクトプローブ37が過大な接触加圧力によってダメージを受けるおそれがある。

【0078】

この点、この実施形態では、上述したような検査用圧力設定値実測処理により、浮上状態のチャックトップ40を目標高さ位置つまり検査用の高さ位置 $H_S$ に保持するのに必要な囲繞空間82の圧力の値（つまり検査用圧力設定値） $P_S$ を実測により決定する。これにより、オーバードライブ量（ $OD$ ）の設定値を任意の値（特に比較的大きな値）に選んでも、あるいはプローブカード36に設計上または製作上の誤差または個体差（ばらつき

10

20

30

40

50

)があっても、ウエハ検査時にはチャックトップ40を浮上状態にしつつプローブカード36とウエハWとの間に安定確実に設定通りのオーバードライブ量で一定の加圧接触状態を得ることができる。

【0079】

上記のように、この実施形態においては、ウエハ検査用の圧力設定値、つまりプローバ20の囲繞空間82内でプローブカード36とウエハWとの間に予設定のオーバードライブ量で加圧接触状態を得るための真空圧力の設定値(検査用圧力設定値) $P_S$ を、基準圧力実測処理(図7)と基準高さ位置算出処理(図10または図13)と検査用圧力設定値実測処理(図15)とを組み合わせることで決定する。

【0080】

そして、実際のウエハ検査では、移動ステージ22がチャックトップ40をプローブカード36とウエハWとが実質的にゼロのオーバードライブ量で接触するときの基準高さ位置 $H_A$ に設定オーバードライブ量ODを加えた目標高さ位置 $H_S$ ( $H_S = H_A + OD$ )まで押し上げて、プローブカード36とウエハWとの間に予設定のオーバードライブ量ODでの加圧接触状態を確立した後に、オーバードライブ保持用の第3のパキューム機構92が囲繞空間82内の圧力を検査用圧力設定値 $P_S$ に減圧する。これにより、プローブカード36とウエハWとの間に一定の加圧接触状態を形成または保持するための加圧手段が移動ステージ22のチャックトップ押し上げから真空吸引力に移行しても、オーバードライブ量の変動することなく設定値ODに保持されるので、当該ウエハWに対するウエハ検査が正常に行われる。また、プローブカード36のコンタクトプローブ37あるいはウエハW表面の電極パッドが所期のオーバードライブ量ODを超える過大な加圧力を受けて損傷するようなこともない。

【0081】

この実施形態の検査用圧力設定値決定処理によれば、プローブカード36に設計上または製作上の誤差または個体差(ばらつき)があっても、ウエハ検査の信頼性や治具ないしワークの安全性に支障が生じることはない。

[他の実施形態または変形例]

【0082】

上記の実施形態では、検査用圧力設定値 $P_S$ を常に実測により求めた。しかし、基準高さ位置算出処理の中で得られた線形近似曲線Fが当てはまる線形領域内に目標高さ位置 $H_S$ が存在することが明らかである場合は、線形近似曲線F上で目標高さ位置 $H_S$ に対応する検査用設定値 $P_S$ を演算または推定によって求めることも可能である。

【0083】

上記実施形態では、チャックトップ40の高さ位置Hを測定するためのハイトセンサ25をチャックトップ40の底面に接近可能なステージ22のZ軸移動部22bの上部に取り付けた。しかし、ハイトセンサ25の構成または配置場所は、限定されず、種々の変形が可能である。

【0084】

たとえば、図17Aに示すように、ハイトセンサ25をチャックトップ40に取り付けて、ハイトセンサ25によりチャックトップ40とポゴフレーム34との距離間隔を測定し、その距離測定値からチャックトップ40の高さ位置を測定することも可能である。図示省略するが、ハイトセンサ25をポゴフレーム34側に取り付けることも可能である。また、ハイトセンサ25の光学的な測距範囲が非常に大きい場合は、図17Bに示すように、移動ステージ22の水平移動部22aの上面にハイトセンサ25を配置することも可能である。あるいは、測距機能を有する位置合わせ用のカメラをハイトセンサ25に代用することも可能である。また、図17Cに示すように、ハイトセンサ25を接触式の距離センサにより構成することも可能である。図示の例は、たとえばダイヤルゲージを利用したものであり、チャックトップ40の上面の周縁部に取り付けられた押圧部110が接触式ハイトセンサ25の可動部112に下から当接することで、チャックトップ40の高さ

10

20

30

40

50



位置を測定するようにしている。

【符号の説明】

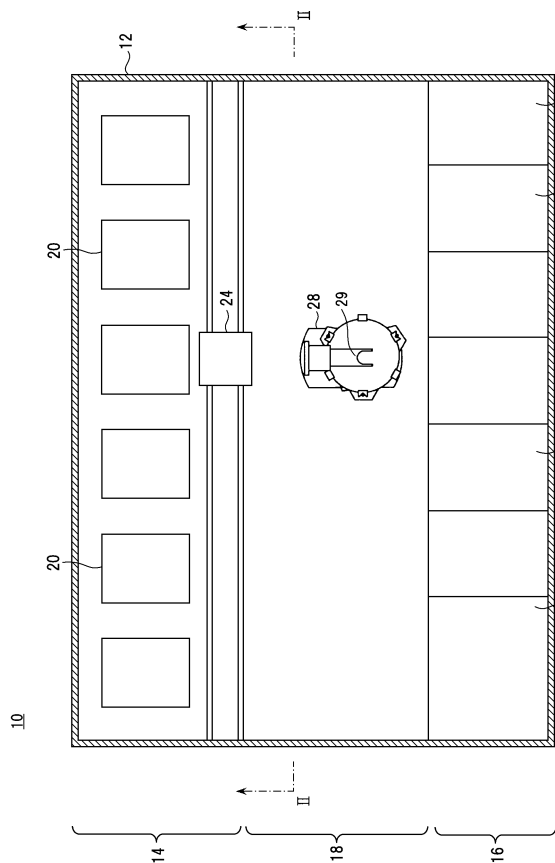
【0085】

- 10 ウエハ検査装置
- 20 ブローバ
- 22 移動ステージ
- 22 a 水平移動部 ( X 軸移動部、 Y 軸移動部 )
- 22 b Z 軸移動 ( 昇降 ) 部
- 25 ハイトセンサ ( 距離センサ )
- 28 搬送ロボット
- 34 ポゴフレーム
- 36 プローブカード
- 37 コンタクトプローブ ( 接触子 )
- 38 ベローズ ( 変形可能な筒状部材 )
- 40 チャックトップ
- 64 ( プローブカード保持用の ) 第 1 のバキューム機構
- 80 ( ベローズ連結用の ) 第 2 のバキューム機構
- 92 ( オーバードライブ保持用の ) 第 3 のバキューム機構
- 94 真空源
- 98 B 圧力センサ
- 102 コントローラ

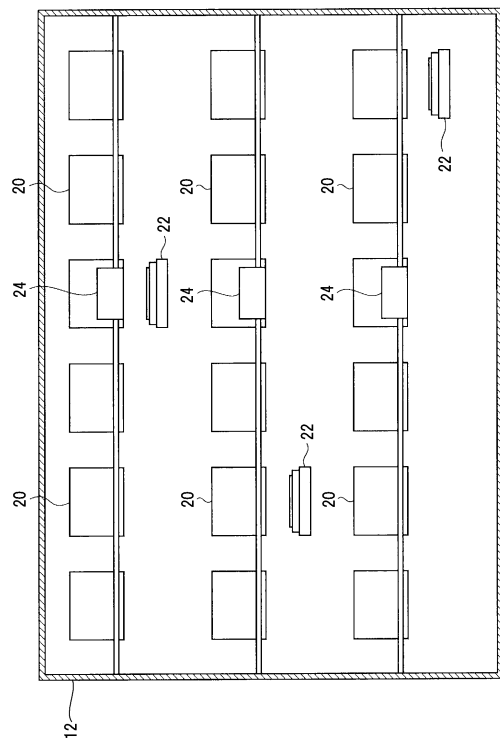
10

20

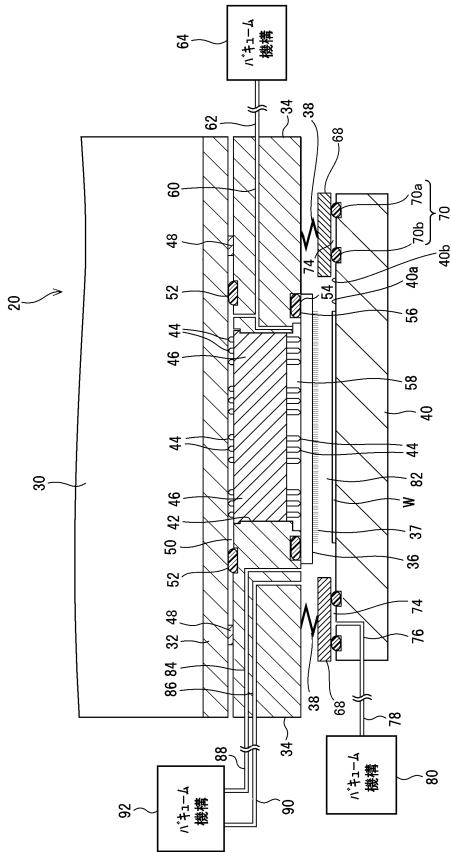
【図 1】



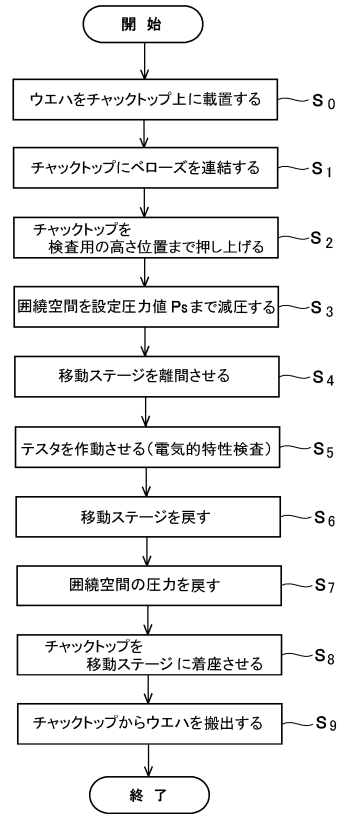
【図 2】



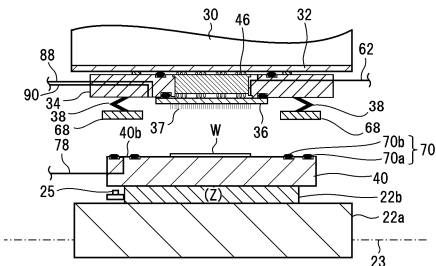
【図3】



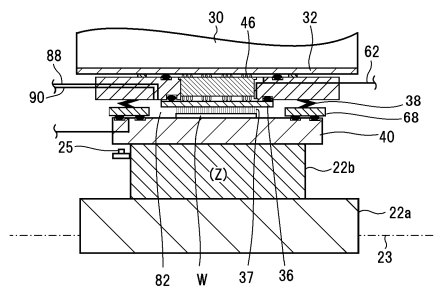
【図4】



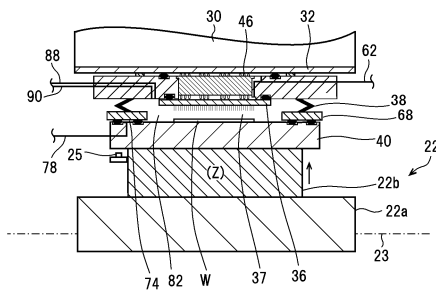
【図5A】



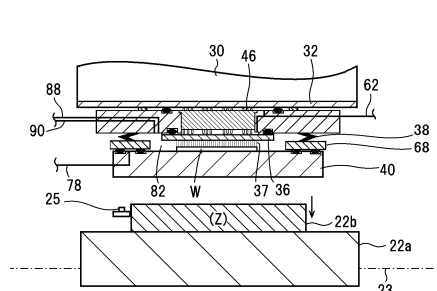
【図5C】



【図5B】

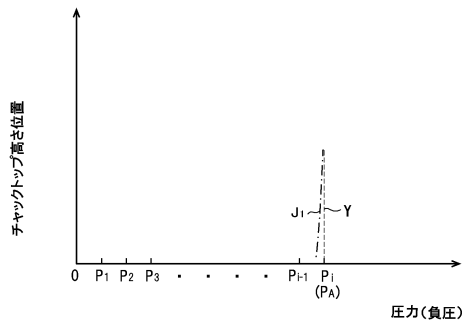


【図5D】

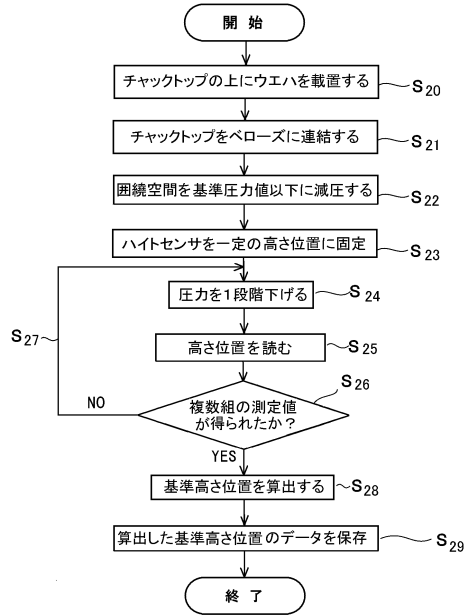




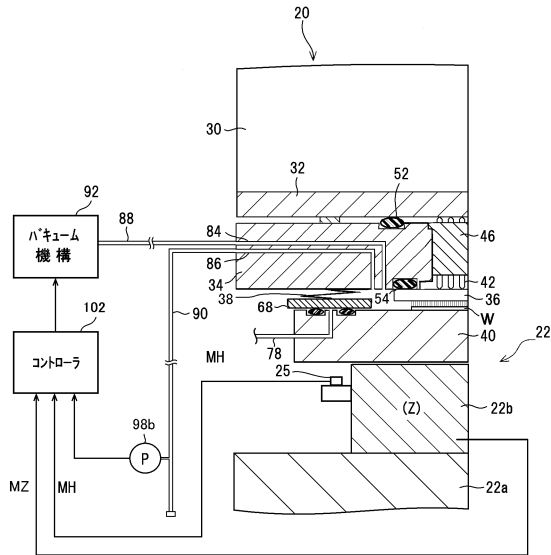
【図9】



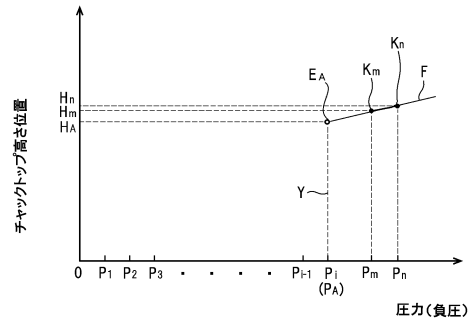
【図10】



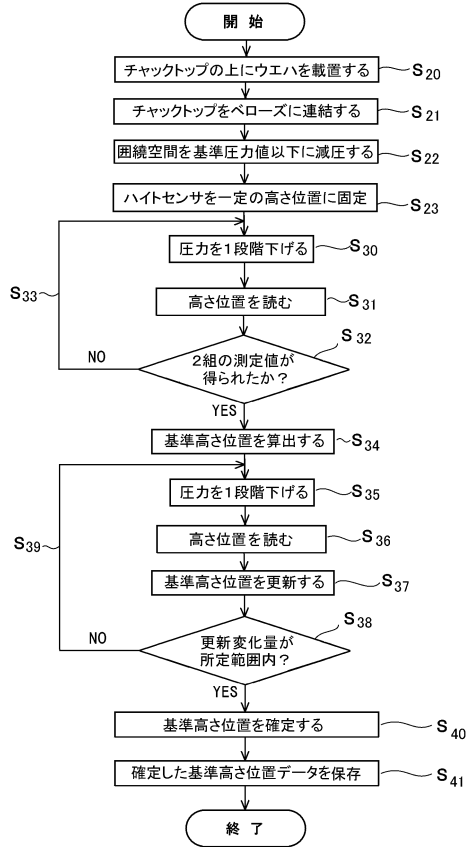
【図11】



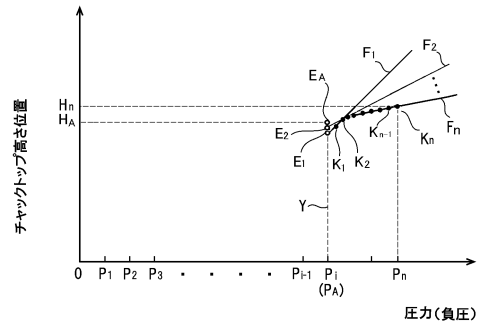
【図12】



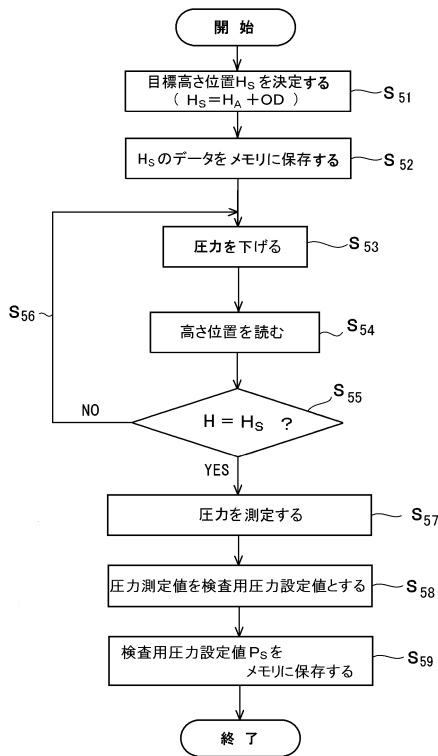
【図13】



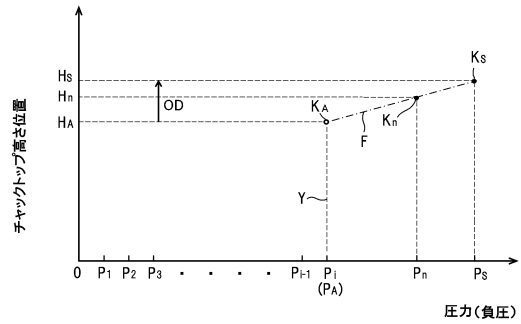
【図14】



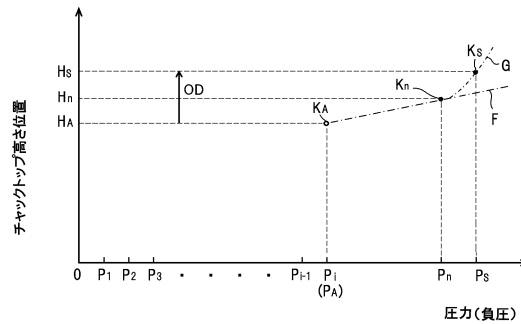
【図15】



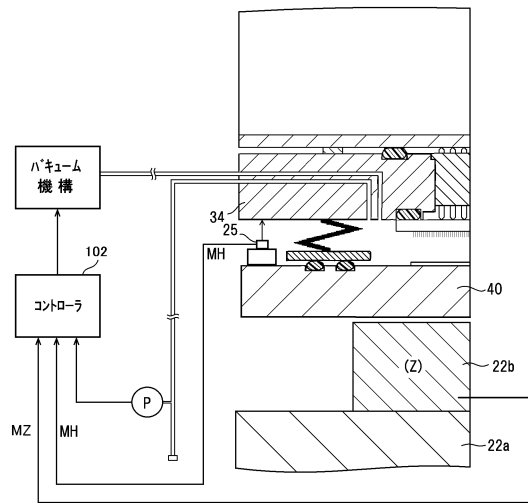
【図16A】



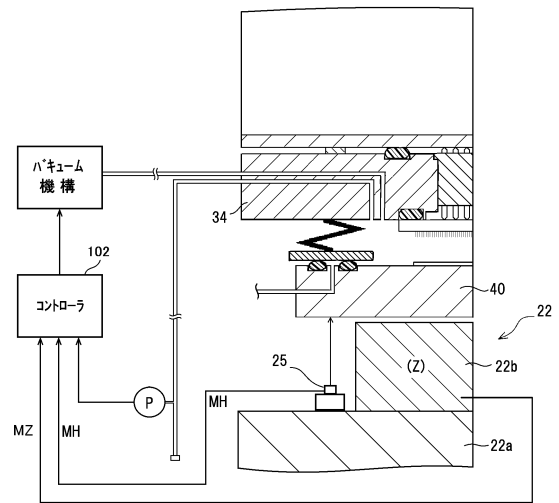
【図16B】



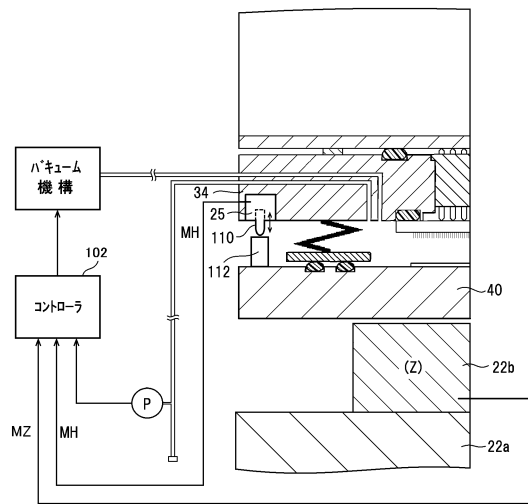
【図17A】



【図17B】



【図17C】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-254812(JP,A)  
特開2014-029917(JP,A)  
特開2014-075420(JP,A)  
特開2001-203244(JP,A)  
特開2008-243861(JP,A)  
特開2013-140924(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66  
G01R 31/28