

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6328582号
(P6328582)

(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

C 2 5 D 21/12 (2006. 01)

C 2 5 D 21/12 C

C 2 5 D 21/00 (2006. 01)

C 2 5 D 21/00 J

C 2 5 D 17/06 (2006. 01)

C 2 5 D 17/06 C

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-63239 (P2015-63239)
 (22) 出願日 平成27年3月25日 (2015. 3. 25)
 (65) 公開番号 特開2015-200017 (P2015-200017A)
 (43) 公開日 平成27年11月12日 (2015. 11. 12)
 審査請求日 平成29年10月27日 (2017. 10. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-73289 (P2014-73289)
 (32) 優先日 平成26年3月31日 (2014. 3. 31)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

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 南 吉夫
 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 萩原 周治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 めっき装置、および基板ホルダの電気接点の電気抵抗を決定する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を保持したときに該基板に接触する複数の電気接点と、該基板の周縁部を押圧する
 シール部とを有する基板ホルダと、

めっき液を貯留し、前記基板を保持した前記基板ホルダが該めっき液中に浸漬されるめ
 っき槽と、

前記めっき槽内に配置されたアノードと、

前記複数の電気接点と前記基板との合成抵抗を測定する抵抗測定器とを備え、

前記抵抗測定器は、

測定電源と、

前記複数の電気接点に電氣的に接続可能な複数のプローブと、

前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の正極に電氣的に
 接続された複数の第 1 のスイッチと、

前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の負極に電氣的に
 接続された複数の第 2 のスイッチと、

前記複数のプローブに接続された抵抗決定部とを備えており、

前記抵抗測定器は、

前記基板ホルダが前記基板を保持した状態で、前記複数の電気接点から選択された 2
 つの電気接点と前記基板との合成抵抗を測定し、

前記複数の電気接点の数と同じ数の複数の合成抵抗が測定されるまで、2 つの電気接

点の組み合わせを変えながら前記合成抵抗の測定を繰り返し、

前記複数の合成抵抗のそれぞれを、対応する2つの電気接点の電気抵抗を表す2つの変数に等号を用いて結合することによって複数の一次方程式を作成し、

前記複数の一次方程式を解くことによって前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とするめっき装置。

【請求項2】

前記決定された電気抵抗が所定の規定範囲内にあるか否かを決定する抵抗値点検部をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載のめっき装置。

【請求項3】

前記抵抗値点検部は、決定された電気抵抗が所定の規定範囲内にはない場合は、警報信号を発することを特徴とする請求項2に記載のめっき装置。

【請求項4】

前記抵抗測定器は、前記基板が前記めっき槽に搬送される前に、前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とする請求項1に記載のめっき装置。

【請求項5】

前記抵抗測定器は、

前記基板ホルダが前記基板を保持した状態で、前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を、前記選択された2つの電気接点のうちの1つに電気的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの一方を閉じるとともに、前記2つの電気接点のうちの他の1つに電気的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの他方を閉じることによって、測定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のめっき装置。

【請求項6】

基板のめっきに使用される基板ホルダの複数の電気接点の電気抵抗を抵抗測定器を用いて決定する方法において、

前記抵抗測定器は、

測定電源と、

前記複数の電気接点に電気的に接続可能な複数のプローブと、

前記複数のプローブのそれぞれに電気的に接続され、前記測定電源の正極に電気的に接続された複数の第1のスイッチと、

前記複数のプローブのそれぞれに電気的に接続され、前記測定電源の負極に電気的に接続された複数の第2のスイッチと、

前記複数のプローブに接続された抵抗決定部とを備えており、

前記方法は、

シール部材を有する前記基板ホルダを用意し、

前記複数の電気接点を前記基板に接触させ、かつ前記シール部材を前記基板の周縁部に押圧した状態で、前記基板を前記基板ホルダで保持し、

前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を測定し、

前記複数の電気接点の数と同じ数の複数の合成抵抗が測定されるまで、2つの電気接点の組み合わせを変えながら前記合成抵抗の測定を繰り返し、

前記複数の合成抵抗のそれぞれを、対応する2つの電気接点の電気抵抗を表す2つの変数に等号を用いて結合することによって複数の一次方程式を作成し、

前記複数の一次方程式を解くことによって前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とする方法。

【請求項7】

前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を、前記選択された2つの電気接点のうちの1つに電気的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの一方を閉じるとともに、前記2つの電気接点のうちの他の1つに電気的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの他方を閉じることによって測定することを特徴とする請求項6に記載の方法。

【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めっきするめっき装置に関するものである。また、本発明は、基板のめっきに使用される基板ホルダの複数の電気接点の電気抵抗を決定する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ウェハ等の基板を基板ホルダで保持し、基板をめっき槽内のめっき液中に浸漬させるめっき装置が知られている。図14に示すように、基板ホルダは、基板Wの周縁部に接触する複数の内部接点100と、これら内部接点100にそれぞれ接続された複数の外部接点101とを備えている。複数の内部接点100と複数の外部接点101とを接続する配線104は基板ホルダの内部に配置されている。外部接点101は、基板ホルダをめっき槽内の所定位置に配置した時に、電源102に接続された給電端子103に接触される。電流は外部接点101および内部接点100を通じて基板Wに流れ、めっき液の存在下で基板Wの表面に金属膜が形成される。

10

【0003】

ある内部接点100と基板Wとの間の電気抵抗（以下、単に内部接点100の電気抵抗という）が極端に高い、あるいは極端に低い場合、複数の内部接点100に流れる電流が不均一になり、基板面内の膜厚の均一性に問題が生じることがある。

20

【0004】

そこで、内部接点100の電気抵抗に異常があるか否かを検査するために、2つの内部接点100の電気抵抗を含む合成抵抗を測定することが行われている。基板ホルダが基板Wを保持しているとき、複数の内部接点100は基板Wの導電層（例えばシード層）を通じて電氣的に接続される。つまり、複数の外部接点101のうちの2つに抵抗測定器を接続すると、基板Wと、2つの内部接点100と、抵抗測定器とを接続する電気回路が形成される。したがって、抵抗測定器は、2つの内部接点100の電気抵抗を含む合成抵抗を測定することができる。合成抵抗が所定の許容範囲内にない場合には、内部接点100の電気抵抗に異常があると判断される。

【0005】

30

しかしながら、抵抗測定器は、2つの内部接点100の電気抵抗を含む合成抵抗を測定することはできるが、2つの内部接点100のそれぞれの電気抵抗を測定することはできない。このため、2つの内部接点100のうち、どちらか一方の内部接点100の接触状態に問題が生じているのか、あるいは両方の内部接点100の接触状態に問題が生じているのかは不明である。さらに、2つの内部接点100のうちの一方の電気抵抗が極端に低く、他方の内部接点100の電気抵抗が極端に高い場合であっても、合成抵抗が所定の許容範囲内である限り内部接点100の接触状態の問題を発見することができない。

【0006】

ある内部接点100の電気抵抗が極端に高いまたは低いと、基板Wのめっき中に不均一な電流が基板Wに流れてしまい、結果として、基板Wの表面に形成される金属膜の膜厚の均一性が損なわれる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第99/031304号パンフレット

【特許文献2】国際公開第00/003074号パンフレット

【特許文献3】国際公開第01/068952号パンフレット

【特許文献4】特開2005-146399号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 8 】

本発明は上述した問題点に鑑みてなされたもので、基板ホルダの複数の電気接点（内部接点）のうち、電気抵抗に異常のある、言い換えれば接触状態に異常のある電気接点（内部接点）を特定することによって、電気抵抗の異常を事前に検出して、確実に面内均一性の良いめっきを実現することができるめっき装置を提供することを目的とする。また、本発明は基板ホルダの複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定する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】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様は、基板を保持したときに該基板に接触する複数の電気接点と、該基板の周縁部を押圧するシール部とを有する基板ホルダと、めっき液を貯留し、前記基板を保持した前記基板ホルダが該めっき液中に浸漬されるめっき槽と、前記めっき槽内に配置されたアノードと、前記複数の電気接点と前記基板との合成抵抗を測定する抵抗測定器とを備え、前記抵抗測定器は、測定電源と、前記複数の電気接点に電氣的に接続可能な複数のプローブと、前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の正極に電氣的に接続された複数の第1のスイッチと、前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の負極に電氣的に接続された複数の第2のスイッチと、前記複数のプローブに接続された抵抗決定部とを備えており、前記抵抗測定器は、前記基板ホルダが前記基板を保持した状態で、前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を測定し、前記複数の電気接点の数と同じ数の複数の合成抵抗が測定されるまで、2つの電気接点の組み合わせを変えながら前記合成抵抗の測定を繰り返し、前記複数の合成抵抗のそれぞれを、対応する2つの電気接点の電気抵抗を表す2つの変数に等号を用いて結合することによって複数の一次方程式を作成し、前記複数の一次方程式を解くことによって前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とするめっき装置である。

【 0 0 1 0 】

本発明の好ましい態様は、前記決定された電気抵抗が所定の規定範囲内にあるか否かを決定する抵抗値点検部をさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記抵抗値点検部は、決定された電気抵抗が所定の規定範囲内にはない場合は、警報信号を発することを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記抵抗測定器は、前記基板が前記めっき槽に搬送される前に、前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記抵抗測定器は、前記基板ホルダが前記基板を保持した状態で、前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を、前記選択された2つの電気接点のうちの1つに電氣的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの一方を閉じるとともに、前記2つの電気接点のうちの他の1つに電氣的に接続された前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのうちの他方を閉じることによって、測定することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の態様は、基板のめっきに使用される基板ホルダの複数の電気接点の電気抵抗を抵抗測定器を用いて決定する方法において、前記抵抗測定器は、測定電源と、前記複数の電気接点に電氣的に接続可能な複数のプローブと、前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の正極に電氣的に接続された複数の第1のスイッチと、前記複数のプローブのそれぞれに電氣的に接続され、前記測定電源の負極に電氣的に接続された複数の第2のスイッチと、前記複数のプローブに接続された抵抗決定部とを備えており、前記方法は、シール部材を有する前記基板ホルダを用意し、前記複数の電気接点を前記基板に接触させ、かつ前記シール部材を前記基板の周縁部に押圧した状態で、前記基板を前記基板ホルダで保持し、前記複数の電気接点から選択された2つの電気接点と前記基板との合成抵抗を測定し、前記複数の電気接点の数と同じ数の複数の合成抵抗が測定されるまで、2つの電気接点の組み合わせを変えながら前記合成抵抗の測定を繰り返し、前

記複数の合成抵抗のそれぞれを、対応する２つの電気接点の電気抵抗を表す２つの変数に等号を用いて結合することによって複数の一次方程式を作成し、前記複数の一次方程式を解くことによって前記複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記複数の電気接点から選択された２つの電気接点と前記基板との合成抵抗を、前記選択された２つの電気接点のうちの１つに電気的に接続された前記第１のスイッチおよび前記第２のスイッチのうちの一方を閉じるとともに、前記２つの電気接点のうちの他の１つに電気的に接続された前記第１のスイッチおよび前記第２のスイッチのうちの他方を閉じることによって測定することを特徴とする。

【発明の効果】

10

【００１２】

本発明によれば、抵抗測定器は、複数の電気接点のそれぞれの電気抵抗を決定することができる。したがって、基板のめっきを開始する前に、異常電気抵抗の原因となる基板および／または基板ホルダを特定することができる。結果として、基板めっきの不具合を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の一実施形態に係るめっき装置に示す平面図である。

【図２】めっき槽の縦断面図である。

【図３】基板ホルダの一実施形態を示す斜視図である。

20

【図４】図３に示す基板ホルダの平面図である。

【図５】図３に示す基板ホルダの右側面図である。

【図６】図５に示す記号Ａで囲まれた部分を示す拡大図である。

【図７】めっき槽の周壁に設けられたホルダ支持部を示す図である。

【図８】図８（ａ）および図８（ｂ）は外部接点と抵抗測定器を示す図である。

【図９】基板の円周方向に沿って配置された１２個の内部接点（電気接点）を示す模式図である。

【図１０】抵抗測定器の内部構成を示す模式図である。

【図１１】内部接点（番号１）に接続されたスイッチと、内部接点（番号４）に接続されたスイッチを閉じた状態を示す図である。

30

【図１２】内部接点のそれぞれの電気抵抗の値を決定する工程を示す図である。

【図１３】可変抵抗器が取り付けられた基板ホルダを示す図である。

【図１４】基板ホルダの電気路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

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。図１乃至図１３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係るめっき装置に示す平面図である。本実施形態に係るめっき装置は、めっき液に電流を流すことで基板の表面を金属でめっきする電解めっき装置である。

40

【００１５】

図１に示すように、めっき装置は、複数の基板Ｗを収納した基板カセット（基板収納容器）を搭載するロードポート２と、基板Ｗのオリエンテーションフラットまたはノッチを所定の方向に合わせるアライナ４とを備えている。さらに、めっき装置は、処理後の基板Ｗを高速回転させて乾燥させるスピン・リンス・ドライヤ（ＳＲＤ）５と、基板ホルダ６（図３乃至図６参照）が載置されるテーブル７と、テーブル７上に載置された基板ホルダ６を開閉する基板ホルダ開閉機構１１とを備えている。基板ホルダ開閉機構１１はテーブル７の上方に位置している。テーブル７の上方には、基板ホルダ６を起倒させる基板ホルダ起倒機構１２が配置されている。基板ホルダ起倒機構１２は、基板ホルダ６を鉛直姿勢から水平姿勢に転換し、基板ホルダ６をテーブル７の上に載置するように構成されている。

50

。

【 0 0 1 6 】

ロードポート 2 の配列方向に沿って走行機構 9 が敷設されており、この走行機構 9 上に基板搬送ロボット 8 が設置されている。基板搬送ロボット 8 は、走行機構 9 上を移動してロードポート 2、基板ホルダ開閉機構 1 1、およびアライナ 4 にアクセス可能に構成されている。

【 0 0 1 7 】

めっき装置は、複数の基板ホルダ 6 を保管するホルダ保管槽 1 3 と、基板ホルダ 6 に保持された基板 W を純水等の洗浄液で洗浄する前洗浄槽 1 4 と、基板ホルダ 6 に保持された基板 W を前処理液で処理する前処理槽 1 7 とを備えている。さらに、めっき装置は、基板 W をめっきするためのめっき液を貯留するめっき槽 1 5 と、めっきされた基板 W をリンス液でリンスするリンス槽 1 8、基板 W を水切りするブロー槽 1 6 とを備えている。ブロー槽 1 6 は、基板ホルダ 6 に保持された基板 W にエアを吹き付けて、基板 W の表面に残留した液滴を除去し、基板 W を乾燥させる。めっき槽 1 5 の一側方には、各めっき槽 1 5 内のめっき液を攪拌するパドル 3 7 (図 2 参照) を駆動するパドルモータユニット 2 6 が設けられている。めっき槽 1 5 の他側方には、排気ダクト 2 7 が設けられている。

10

【 0 0 1 8 】

めっき装置は、ホルダ保管槽 1 3、前洗浄槽 1 4、前処理槽 1 7、めっき槽 1 5、リンス槽 1 8、ブロー槽 1 6、および基板ホルダ開閉機構 1 1 の間で、基板 W を保持した基板ホルダ 6 を 1 つずつ搬送する搬送装置 (トランスポータ) 2 0 を備えている。

20

【 0 0 1 9 】

トランスポータ 2 0 は、めっき槽 1 5 の配列方向に沿って延びる固定ベース 2 1 と、固定ベース 2 1 上を水平方向に移動可能に構成されたリフタ 2 2 と、リフタ 2 2 に連結されたアーム 2 3 とを備えている。アーム 2 3 は基板ホルダ 6 を把持するグリッパ 2 4 を有している。アーム 2 3 とリフタ 2 2 は一体に水平方向に移動し、アーム 2 3 はリフタ 2 2 によって上昇および下降される。リフタ 2 2 およびアーム 2 3 を水平方向に移動させる駆動源としてはリニアモータまたはラック・アンド・ピニオンを採用することができる。

【 0 0 2 0 】

めっき装置は、制御部 6 9 をさらに備えている。前洗浄槽 1 4、めっき槽 1 5、ブロー槽 1 6、前処理槽 1 7、リンス槽 1 8、トランスポータ 2 0 を含む各機器の動作は、制御部 6 9 によって制御される。

30

【 0 0 2 1 】

図 2 はめっき槽 1 5 の縦断面図である。図 2 に示すように、めっき装置は、内部にめっき液を保持するためのめっき槽 1 5 と、めっき槽 1 5 内に配置されたアノード 3 2 と、このアノード 3 2 を保持するアノードホルダ 3 3 と、基板 W を着脱自在に保持し、かつ基板 W をめっき槽 1 5 内のめっき液に浸漬させる基板ホルダ 6 を備えている。

【 0 0 2 2 】

めっき槽 1 5 は、基板ホルダ 6 に保持された基板 W およびアノード 3 2 が配置される内槽 3 4 と、内槽 3 4 に隣接するオーバーフロー槽 3 5 とを備えている。内槽 3 4 内のめっき液は内槽 3 4 の側壁を越流してオーバーフロー槽 3 5 内に流入するようになっている。アノード 3 2 および基板 W は、互いに対向して内槽 3 4 内に配置される。

40

【 0 0 2 3 】

さらに、めっき装置は、図 2 に示すように、基板 W 上の電位分布を調整するための開口 3 6 a を有する調整板 (レギュレーションプレート) 3 6 と、内槽 3 4 内のめっき液を攪拌するパドル 3 7 とを備えている。調整板 3 6 は、アノード 3 2 と基板 W との間に配置されている。パドル 3 7 は、内槽 3 4 内の基板ホルダ 6 に保持された基板 W の表面近傍に配置されている。パドル 3 7 は鉛直に配置されており、基板 W と平行に往復運動することでめっき液を攪拌する。基板 W のめっき中にパドル 3 7 がめっき液を攪拌することで、十分な金属イオンを基板 W の表面に均一に供給することができる。

【 0 0 2 4 】

50

アノード３２はアノードホルダ３３を介してめっき電源３８の正極に接続され、基板Ｗは基板ホルダ６を介してめっき電源３８の負極に接続される。アノード３２と基板Ｗとの間に電圧を印加すると、電流は基板Ｗに流れ、基板Ｗの表面に金属膜が形成される。

【００２５】

オーバーフロー槽３５の底部には、めっき液循環ライン３９の一端が接続され、めっき液循環ライン３９の他端は内槽３４の底部に接続されている。めっき液は、内槽３４をオーバーフローしてオーバーフロー槽３５に流入し、さらにオーバーフロー槽３５から内槽３４にめっき液循環ライン３９を通して戻される。このように、めっき液は、めっき液循環ライン３９を通じて内槽３４とオーバーフロー槽３５との間を循環する。

【００２６】

次に、基板ホルダ６について、図３乃至図６を参照して説明する。基板ホルダ６は、図３乃至図６に示すように、矩形平板状の第１保持部材４０と、この第１保持部材４０にヒンジ４１を介して開閉自在に取付けられた第２保持部材４２とを有している。他の構成例として、第２保持部材４２を第１保持部材４０に対峙した位置に配置し、この第２保持部材４２を第１保持部材４０に向けて前進させ、また第１保持部材４０から離間させることによって第２保持部材４２を開閉するようにしてもよい。

【００２７】

第１保持部材４０は例えば塩化ビニル製である。第２保持部材４２は、基部４３と、リング状のシールホルダ４４とを有している。シールホルダ４４は例えば塩化ビニル製である。シールホルダ４４の上部には環状の基板側シール部材４６（図５および図６参照）が内方に突出して取付けられている。この基板側シール部材４６は、基板ホルダ６が基板Ｗを保持した時、基板Ｗの表面外周部に圧接して第２保持部材４２と基板Ｗとの隙間をシールするように構成されている。シールホルダ４４の第１保持部材４０と対向する面には、環状のホルダ側シール部材４７（図５および図６参照）が取付けられている。このホルダ側シール部材４７は、基板ホルダ６が基板Ｗを保持した時、第１保持部材４０に圧接して第１保持部材４０と第２保持部材４２との隙間をシールするように構成されている。ホルダ側シール部材４７は、基板側シール部材４６の外側に位置している。

【００２８】

図６に示すように、基板側シール部材４６は、シールホルダ４４と第１固定リング４８ａとの間に挟持されてシールホルダ４４に取付けられている。第１固定リング４８ａは、シールホルダ４４にねじ等の締結具４９ａを介して取付けられる。ホルダ側シール部材４７は、シールホルダ４４と第２固定リング４８ｂとの間に挟持されてシールホルダ４４に取付けられている。第２固定リング４８ｂは、シールホルダ４４にねじ等の締結具４９ｂを介して取付けられる。

【００２９】

シールホルダ４４の外周部には段部が設けられており、この段部には押えリング４５がスペーサー５０を介して回転自在に装着されている。押えリング４５は、第１固定リング４８ａの外周部によって脱出不能に装着されている。この押えリング４５は、酸やアルカリに対して耐食性に優れ、十分な剛性を有する材料から構成される。例えば、押えリング４５はチタンから構成される。スペーサー５０は、押えリング４５がスムーズに回転できるように、摩擦係数の低い材料、例えばＰＴＦＥで構成されている。

【００３０】

押えリング４５の外側には、複数のクランパ５１が押えリング４５の円周方向に沿って等間隔で配置されている。これらクランパ５１は第１保持部材４０に固定されている。各クランパ５１は、内方に突出する突出部を有する逆Ｌ字状の形状を有している。押えリング４５の外周面には、外方に突出する複数の突起部４５ｂが設けられている。これら突起部４５ｂは、クランパ５１の位置に対応する位置に配置されている。クランパ５１の内方突出部の下面および押えリング４５の突起部４５ｂの上面は、押えリング４５の回転方向に沿って互いに逆方向に傾斜する傾斜面となっている。押えリング４５の円周方向に沿った複数箇所（例えば３箇所）には、上方に突出する凸部４５ａが設けられている。これに

10

20

30

40

50

より、回転ピン（図示せず）を回転させて凸部 4 5 a を横から押し回すことにより、押えリング 4 5 を回転させることができる。

【 0 0 3 1 】

第 2 保持部材 4 2 を開いた状態で、第 1 保持部材 4 0 の中央部に基板 W が挿入され、ヒンジ 4 1 を介して第 2 保持部材 4 2 が閉じられる。押えリング 4 5 を時計回りに回転させて、押えリング 4 5 の突起部 4 5 b をクランプ 5 1 の内方突出部の内部に滑り込ませることで、押えリング 4 5 とクランプ 5 1 にそれぞれ設けた傾斜面を介して、第 1 保持部材 4 0 と第 2 保持部材 4 2 とを互いに締付けて第 2 保持部材 4 2 をロックする。また、押えリング 4 5 を反時計回りに回転させて押えリング 4 5 の突起部 4 5 b をクランプ 5 1 から外すことで、第 2 保持部材 4 2 のロックを解くようになっている。

10

【 0 0 3 2 】

第 2 保持部材 4 2 をロックした時、基板側シール部材 4 6 の下方突出部は基板 W の表面外周部に圧接される。シール部材 4 6 は均一に基板 W に押圧され、これによって基板 W の表面外周部と第 2 保持部材 4 2 との隙間をシールする。同じように、第 2 保持部材 4 2 をロックした時、ホルダ側シール部材 4 7 の下方突出部は第 1 保持部材 4 0 の表面に圧接される。シール部材 4 7 は均一に第 1 保持部材 4 0 に押圧され、これによって第 1 保持部材 4 0 と第 2 保持部材 4 2 との間の隙間をシールする。

【 0 0 3 3 】

第 2 保持部材 4 2 の開閉は、図示しないエアシリンダと第 2 保持部材 4 2 の自重によって行われる。つまり、第 1 保持部材 4 0 には通孔 4 0 a が設けられ、テーブル 7 の上に基板ホルダ 6 を載置した時に通孔 4 0 a に対向する位置にエアシリンダ（図示せず）が設けられている。このエアシリンダのピストンロッドにより、通孔 4 0 a を通じて第 2 保持部材 4 2 のシールホルダ 4 4 を上方に押し上げることで第 2 保持部材 4 2 を開き、ピストンロッドを収縮させることで、第 2 保持部材 4 2 をその自重で閉じるようになっている。

20

【 0 0 3 4 】

第 1 保持部材 4 0 の表面には、基板 W の大きさにほぼ等しいリング状の突条部 5 2 が形成されている。この突条部 5 2 は、基板 W の周縁部に当接して該基板 W を支持する環状の支持面 5 3 を有している。この突条部 5 2 の円周方向に沿った所定位置に凹部 5 4 が設けられている。

【 0 0 3 5 】

30

図 6 に示すように、基板ホルダ 6 は、基板 W の周縁部に接触し、基板 W に電流を流す複数の内部接点（電気接点）5 5 をさらに備えている。各内部接点 5 5 は、導電部材 5 6 と、導電部材 5 6 および基板 W の周縁部に接触する接触部材 5 7 とを備えている。図 4 に示すように、複数（図示では 1 2 個）の導電部材 5 6 は凹部 5 4 内に配置されている。導電部材 5 6 は第 1 保持部材 4 0 に取り付けられ、接触部材 5 7 は第 2 保持部材 4 2 に取り付けられている。したがって、第 2 保持部材 4 2 が開いているとき、接触部材 5 7 は導電部材 5 6 から離間している。第 1 保持部材 4 0 の支持面 5 3 上に基板 W を載置した状態で第 2 保持部材 4 2 を閉じると、図 6 に示すように、接触部材 5 7 が導電部材 5 6 の端部に弾性的に接触するようになっている。接触部材 5 7 は導電部材 5 6 と同じ数だけ（本実施形態では 1 2 個）設けられている。つまり、本実施形態では 1 2 個の内部接点（電気接点）5 5 が設けられている。

40

【 0 0 3 6 】

導電部材 5 6 に電氣的に接続される接触部材 5 7 は、ねじ等の締結具 5 8 を介して第 2 保持部材 4 2 のシールホルダ 4 4 に固着されている。この接触部材 5 7 は、板ばね形状に形成されている。接触部材 5 7 は、基板側シール部材 4 6 の外方に位置した、内方に板ばね状に突出する接点部を有している。接触部材 5 7 はこの接点部において、その弾性力によるばね性を有して容易に屈曲するようになっている。第 1 保持部材 4 0 と第 2 保持部材 4 2 で基板 W を挟んだ時に、接触部材 5 7 の接点部が、第 1 保持部材 4 0 の支持面 5 3 上に支持された基板 W の周縁部に弾性的に接触し、接触部材 5 7 の下部が導電部材 5 6 に接触する。

50

【 0 0 3 7 】

図 4 に示すように、第 1 保持部材 4 0 の端部には一対のホルダハンガ 5 9 が設けられている。2 つのホルダハンガ 5 9 うちの一方には 1 2 個の外部接点 6 0 が設けられている。これら 1 2 個の外部接点 6 0 は 1 2 本の配線 6 1 を介して 1 2 個の導電部材 5 6 にそれぞれ接続されている。配線 6 1 は基板ホルダ 6 の内部に配置されている。

【 0 0 3 8 】

基板ホルダ 6 は、そのホルダハンガ 5 9 がめっき槽 1 5 の周壁に置かれた状態で、めっき槽 1 5 の周壁から吊り下げられる。図 7 はめっき槽 1 5 の周壁に設けられたホルダ支持部 6 5 を示す図である。めっき槽 1 5 の周壁には、外部接点 6 0 が設けられたホルダハンガ 5 9 を支持するホルダ支持部 6 5 が設けられている。図 7 に示すように、ホルダ支持部 6 5 はその上面に開口部 6 5 a を有しており、外部接点 6 0 は開口部 6 5 a を通じてホルダ支持部 6 5 内にセットされる。ホルダ支持部 6 5 内にはめっき電源 3 8 に接続された給電端子 6 6 が設けられている。ホルダハンガ 5 9 がホルダ支持部 6 5 内に置かれると、外部接点 6 0 が給電端子 6 6 に接触するようになっている。

【 0 0 3 9 】

基板 W のめっき中に、パドル 3 7 の運動に起因して基板ホルダ 6 が揺れると、外部接点 6 0 と給電端子 6 6 との接続が断続的になるおそれがある。そこで、断続的な接続を防止するために、ホルダ支持部 6 5 は磁石 6 7 を備えており、基板ホルダ 6 は磁石 6 8 (図 4 参照) を備えている。これら磁石 6 7 , 6 8 間に働く磁力によって、基板ホルダ 6 はめっき槽 1 5 に強固に保持され、外部接点 6 0 と給電端子 6 6 との接触が確保される。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、めっき装置は、基板ホルダ 6 の内部接点 (電気接点) 5 5 の電気抵抗を含む合成抵抗を測定する抵抗測定器 7 0 を備えている。この抵抗測定器 7 0 は基板ホルダ開閉機構 1 1 に配置されている。抵抗測定器 7 0 は、外部接点 6 0 に接触し、外部接点 6 0 を通じて内部接点 5 5 の電気抵抗を含む合成抵抗を測定するように構成されている。

【 0 0 4 1 】

面内均一性の良いめっきを実現するには、基板ホルダ 6 の複数の内部接点 (電気接点) 5 5 に均一に電流が流れることが必要である。しかしながら、ある内部接点 5 5 と基板 W の導電層との電気抵抗が高くと、その内部接点 5 5 を流れる電流は減少し、その周囲の内部接点 5 5 を流れる電流値が上昇して、結果的にめっきが不均一になる。内部接点 5 5 の電気抵抗は、内部接点 5 5 に異物や酸化層が付着していたり、めっき液の漏れにより内部接点 5 5 にめっき液が付着していたり、内部接点 5 5 の変形や取り付け不良により、内部接点 5 5 が十分な接触面積で基板 W の導電層に接触していなかったり、内部接点 5 5 のコーティング材の剥がれによって、多くの場合、正常な状態よりも高くなる。また、そればかりでなく、基板 W の導電層 (例えばシード層) が均一に形成されていなかったり、レジスト膜などが通電箇所の一部を覆っている場合、異常な電気抵抗となる。このように、異常な電気抵抗は、内部接点 5 5 のみならず、基板 W に起因しても起こりうる。本明細書では、内部接点 5 5 の電気抵抗とは、内部接点 5 5 と基板 W との接触箇所の状態に起因して変わりうる抵抗のことを指し、内部接点 5 5 自体の損傷や基板 W 自体の問題によって生じている問題も含めて、広範な意味で内部接点 5 5 と基板 W の通電状態を表す指標として定義することができる。ある内部接点 5 5 の電気抵抗が他の内部接点 5 5 の電気抵抗と比較して高い場合だけでなく、他の内部接点 5 5 の電気抵抗よりも許容できるレベルを超えて低い場合も、同様に問題となる。

【 0 0 4 2 】

図 8 (a) および図 8 (b) は外部接点 6 0 と抵抗測定器 7 0 とを示す図である。抵抗測定器 7 0 は、複数の外部接点 6 0 にそれぞれ接触する複数のプローブ 7 1 と、外部接点 6 0 およびプローブ 7 1 を通じて内部接点 5 5 の電気抵抗を含む合成抵抗を測定し、測定された合成抵抗から内部接点 5 5 の電気抵抗を算出 (決定) する抵抗決定部 7 2 とを備えている。図 8 (a) に示すように、抵抗測定器 7 0 は複数の外部接点 6 0 に向かって移動

し、図 8 (b) に示すように、複数のプローブ 7 1 が複数の外部接点 6 0 にそれぞれ接触する。

【 0 0 4 3 】

図 9 は基板 W の円周方向に沿って配置された 1 2 個の内部接点 (電気接点) 5 5 を示す模式図である。図 1 0 は抵抗測定器 7 0 の内部構成を示す模式図である。1 2 個の内部接点 5 5 をそれぞれ個別に言及するために、1 2 個の内部接点 5 5 にはそれぞれ番号 1 ~ 番号 1 2 が付されている。以下、番号 1 ~ 番号 1 2 の内部接点 5 5 を、それぞれ第 1 内部接点 5 5 ~ 第 1 2 内部接点 5 5 という。1 2 個の内部接点 5 5 は 1 2 本の配線 6 1 を介して 1 2 個の外部接点 6 0 にそれぞれ接続されている。基板ホルダ 6 が基板 W を保持しているとき、第 1 内部接点 5 5 乃至第 1 2 内部接点 5 5 は、基板 W に形成された導電層 (例えばシード層など) を介して互いに電氣的に接続される。抵抗測定器 7 0 は、基板 W が基板ホルダ 6 に保持されている状態で、内部接点 5 5 の電気抵抗を含む合成抵抗を測定する。

10

【 0 0 4 4 】

図 1 0 に示すように、抵抗測定器 7 0 は、外部接点 6 0 の数と同じ数のプローブ 7 1 を備えている。本実施形態では 1 2 個のプローブ 7 1 が設けられている。各プローブ 7 1 には、並列に配置された 2 つのスイッチ 7 3 が接続されている。この 2 つのスイッチ 7 3 のうちの一方は抵抗決定部 7 2 の測定電源 7 4 の正極に接続され、他方のスイッチ 7 3 は測定電源 7 4 の負極に接続されている。

【 0 0 4 5 】

スイッチ 7 3 を開くと抵抗決定部 7 2 とプローブ 7 1 との接続が遮断され、スイッチ 7 3 を閉じると抵抗決定部 7 2 とプローブ 7 1 とが接続される。例えば、図 1 1 に示すように、第 1 内部接点 5 5 と第 4 内部接点 5 5 の合成抵抗を測定する場合、第 1 内部接点 5 5 に接続された 2 つのスイッチ 7 3 のうちの一方を閉じるとともに、第 4 内部接点 5 5 に接続された 2 つのスイッチ 7 3 のうちの一方を閉じる。すると、図 1 1 の太線に示すように、第 1 内部接点 5 5 と第 4 内部接点 5 5 は、外部接点 6 0 およびプローブ 7 1 を通じて抵抗決定部 7 2 に電氣的に接続される。すなわち、第 1 内部接点 5 5、基板 W の導電層、第 4 内部接点 5 5、および抵抗決定部 7 2 を含む電気回路 7 9 が形成される。抵抗決定部 7 2 は、基板 W の導電層によって電氣的に接続された第 1 内部接点 5 5 の電気抵抗と第 4 内部接点 5 5 の電気抵抗を含む合成抵抗を測定する。

20

【 0 0 4 6 】

抵抗決定部 7 2 は、測定された合成抵抗から内部接点 5 5 のそれぞれの電気抵抗の値を算出 (決定) するように構成されている。以下、内部接点 5 5 の電気抵抗の値を決定する方法の一例について、図 1 2 を参照しつつ説明する。本実施形態では、1 2 個の内部接点 5 5 は 3 つのグループに分けられ、各グループに属する 4 つの内部接点 5 5 の電気抵抗の値が決定される。以下、1 つのグループに属する 4 つの内部接点 5 5 のそれぞれの電気抵抗の値を決定する例に説明する。他のグループについても同様の方法で内部接点 5 5 の電気抵抗の値を決定することができる。

30

【 0 0 4 7 】

まず、抵抗測定器 7 0 は、複数 (図 1 2 の例では 4 つ) の内部接点 5 5 から選択された 2 つの内部接点 5 5 の合成抵抗を測定する。すなわち、抵抗測定器 7 0 は、2 つの内部接点 5 5、基板 W の導電層、2 つの外部接点 6 0、2 つのプローブ 7 1、および抵抗決定部 7 2 を含む電気回路の抵抗を測定する。ここで、2 つの内部接点の電気抵抗以外の電気回路の抵抗要素は、多くの場合、変動しない、あるいは微小な抵抗に過ぎない。従って、接触状態あるいは通電状態に異常のある内部接点を特定するという本発明の目的にとっては、抵抗測定器 7 0 によって測定される電気回路 (例えば図 1 1 の電荷回路 7 9) の抵抗値は、2 つの内部接点 5 5 の電気抵抗の和であるとみなすことができる。そこで、特に断らない限り、これ以降の記述では、合成抵抗とは選択された 2 つの内部接点 5 5 の電気抵抗の和であるとみなす。

40

【 0 0 4 8 】

複数 (図 1 2 の例では 4 つ) の内部接点 5 5 の数と同じ数の複数の合成抵抗が測定され

50

るまで、2つの内部接点55の組み合わせを変えながら合成抵抗の測定が繰り返される。例えば、図12に示すように、抵抗測定器70は、4つの合成抵抗、すなわち、第1内部接点55の電気抵抗と第7内部接点55の電気抵抗との合成抵抗（例えば6[]）と、第4内部接点55の電気抵抗と第10内部接点55の電気抵抗との合成抵抗（例えば9[]）と、第1内部接点55の電気抵抗と第4内部接点55の電気抵抗との合成抵抗（例えば3[]）と、第1内部接点55の電気抵抗と第10内部接点55の電気抵抗との合成抵抗（例えば8[]）を測定する。

【0049】

抵抗決定部72は、第1内部接点55、第4内部接点55、第7内部接点55、および第10内部接点55の電気抵抗の値に、変数R1、変数R4、変数R7、および変数R10をそれぞれ割り当てる。例えば、変数R1は第1内部接点55の電気抵抗の値を示し、変数R4は第4内部接点55の電気抵抗の値を示す。上述した4つの合成抵抗は、4つの電気抵抗R1、R4、R7、R10のすべてを用いた4つの組み合わせに対応する。

【0050】

抵抗決定部72は、測定された複数の合成抵抗のそれぞれを、対応する2つの内部接点55の電気抵抗を表す2つの変数の和に等号[=]を用いて結合することによって複数の一次方程式を作成する。より具体的には、抵抗決定部72は、合成抵抗6[]を、対応する第1内部接点55と第7内部接点55の電気抵抗を表す変数R1、R7の和に等号を用いて結合し、第1の一次方程式 $R1 + R7 = 6$ []を作成する。同様にして、抵抗決定部72は、第2の一次方程式 $R4 + R10 = 9$ []、第3の一次方程式 $R1 + R4 = 3$ []、および第4の一次方程式 $R1 + R10 = 8$ []を作成する。

【0051】

4つの合成抵抗（6、9、3、8[]）は、4つの内部接点55の電気抵抗R1、R4、R7、R10のすべてを用いた4つの組み合わせ（ $R1 + R7$ 、 $R4 + R10$ 、 $R1 + R4$ 、 $R1 + R10$ ）から構成される。言い換えれば、4つの電気抵抗の値を示す4つの変数R1、R4、R7、R10のそれぞれは、4つの一次方程式のうちの少なくとも1つに含まれる。

【0052】

抵抗決定部72は、第1～第4の一次方程式を解いて内部接点55の変数R1、R4、R7、R10、つまり4つの内部接点55の4つの電気抵抗を決定する。例えば、抵抗決定部72は、第2の一次方程式および第4の一次方程式から第5の一次方程式（ $-R1 + R4 = 1$ ）を作成する。次いで、抵抗決定部72は第3の一次方程式および第5の一次方程式から変数R4の値（ $R4 = 2$ []）を決定し、変数R4の値を第2の一次方程式に代入して変数R10の値（ $R10 = 7$ []）を決定する。次いで、抵抗決定部72は変数R10の値を第4の一次方程式に代入して変数R1の値（ $R1 = 1$ []）を決定し、変数R1の値を第1の一次方程式に代入して変数R7の値（ $R7 = 5$ []）を決定する。

【0053】

抵抗決定部72は、それぞれの個々の電気抵抗を算出できるように、内部接点55の組み合わせを変えて合成抵抗を繰り返し測定する。この測定は、抵抗測定器70のスイッチ73の開閉パターンを切り替えることによりなされる。そして複数の電気抵抗の値を変数として含む複数の一次方程式から、個別の電気抵抗を求めることができる。

【0054】

このようにして、抵抗測定器70は複数の内部接点55のそれぞれの電気抵抗を決定することができる。従来では2つの内部接点55の合成抵抗しか測定できなかったため、2つの内部接点55のうち、どちらか一方の内部接点55の接触状態に問題が生じているのか、それとも両方の内部接点55の接触状態に問題が生じているのか判断することができなかった。本実施形態によれば、抵抗測定器70は内部接点55のそれぞれの電気抵抗を決定することができる。したがって、異常接触状態にある内部接点55を特定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

抵抗測定器 7 0 は、決定された各電気抵抗が所定の許容範囲内にあるか否かを決定する抵抗値点検部 8 0 に接続されている。この抵抗値点検部 8 0 は制御部 6 9 に接続されている。抵抗値点検部 8 0 は、抵抗測定器 7 0 内に配置されてもよく、または制御部 6 9 内に配置されてもよい。

【 0 0 5 6 】

抵抗値点検部 8 0 は、抵抗測定器 7 0 によって決定された各電気抵抗が許容範囲内にあるかどうかを決定する。電気抵抗が所定の許容範囲内にある場合には、抵抗値点検部 8 0 は、基板 W のめっきの実行を許容する許容信号を制御部 6 9 に発信するように構成されている。さらに、抵抗値点検部 8 0 は、電気抵抗が所定の許容範囲内でない場合には、抵抗値点検部 8 0 は警報信号を生成し、この警報信号を制御部 6 9 に送信するように構成されている。

【 0 0 5 7 】

内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲を超えて高い場合、その内部接点 5 5 に流れる電流は小さくなる。その結果、その内部接点 5 5 の周辺では金属があまり析出せず、金属膜の厚さが不均一になる。内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲よりも低い場合、電流はこの内部接点 5 5 に集中し、大きな電流がこの内部接点 5 5 を流れる。その結果、内部接点 5 5 の周辺で多くの金属が析出し、金属膜の厚さが不均一になる。また、内部接点 5 5 に流れる電流が大きくなると、内部接点 5 5 が発熱し、基板ホルダ 6 の他の構成部材にダメージを与えることがある。このような不均一なめっきや基板ホルダ 6 のダメージを避けるために、基板 W がめっきされる前に、抵抗測定器 7 0 は内部接点 5 5 のそれぞれの電気抵抗を決定し、抵抗値点検部 8 0 は電気抵抗が許容範囲内にあるか否かを決定する。

【 0 0 5 8 】

ある内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲を超えて高い場合、その内部接点 5 5 を新たな内部接点に交換してもよい。その結果、すべての内部接点 5 5 の電気抵抗を概ね均一にすることができる。ある内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲よりも低い場合、すべての内部接点 5 5 を新たな内部接点に交換してもよい。

【 0 0 5 9 】

図 1 3 に示すように、複数の外部接点 6 0 に複数の可変抵抗器（デジタルポテンシオメータ）7 5 を取り付けてもよい。本実施形態では、1 2 個の可変抵抗器 7 5 が 1 2 個の外部接点 6 0 にそれぞれ取り付けられている。可変抵抗器 7 5 は、複数の内部接点 5 5 をそれぞれ含む複数の電流路の電気抵抗を、最も高い電気抵抗に揃えることができる。したがって、それぞれの内部接点（電気接点）5 5 から均一な電流を基板 W に流すことができる。

【 0 0 6 0 】

内部接点 5 5 の電気抵抗は、基板 W のめっき前に、基板 W を基板ホルダ 6 に保持した状態で測定される。その理由は以下の通りである。第 1 の理由は、基板 W の欠陥を発見することである。例えば、基板 W の表面に導電層が均一に形成されていない場合および / または基板 W の表面に異常がある場合は、内部接点 5 5 の電気抵抗が大きく変化する。基板 W の表面の異常とは、例えば、レジストを基板 W の表面に塗布する際に生じる不要物が基板 W 上に残っている場合や、基板 W の表面が酸化している場合などである。

【 0 0 6 1 】

第 2 の理由は基板ホルダ 6 の欠陥を発見することである。例えば、内部接点 5 5 が変形または欠損している場合、内部接点 5 5 の電気抵抗が大きく変化する。内部接点 5 5 の電気抵抗に影響を与える他の原因としては、レジストの内部接点 5 5 への付着、内部接点 5 5 の損傷（例えば、内部接点 5 5 にめっきされた金属の剥離）、外部接点 6 0 の変形または欠け、異物の外部接点 6 0 への付着などが挙げられる。抵抗値点検部 8 0 は、決定された電気抵抗の値からこのような基板 W および / または基板ホルダ 6 の欠陥を検出することができる。

【 0 0 6 2 】

これまで、2つの内部接点55、基板Wの導電層、2つの外部接点60、2つのプローブ71および抵抗決定部72を含む電気回路の合成抵抗のうち、2つの内部接点55の電気抵抗以外の抵抗要素を考慮せずに、内部接点55の電気抵抗を求める手法を説明した。しかしながら、例えば、外部接点60の表面が酸化していたり、異物が付着していた場合も、実際のめっきの面内均一性の悪化要因になる。そして、実際に上記電気回路において、外部接点60とプローブ71の接触において電気抵抗が上がる問題が生じていれば、電気回路の合成抵抗は高く測定される。つまり、これまで説明した、2つの内部接点を含む電気回路の合成抵抗を複数の組み合わせで測定して問題のある内部接点を特定する手法は、複数の内部接点を通る通電経路のうち、異常な抵抗を有する通電経路を特定する手法と

10

【 0 0 6 3 】

次に、めっき装置による基板Wの処理を説明する。まず、トランスポータ20のアーム23により、ホルダ保管槽13から鉛直姿勢の基板ホルダ6を取り出す。基板ホルダ6を把持したアーム23は、水平方向に移動して、基板ホルダ起倒機構12に基板ホルダ6を渡す。基板ホルダ起倒機構12は、基板ホルダ6を鉛直姿勢から水平姿勢に転換し、テーブル7の上に載置する。そして、基板ホルダ開閉機構11によりテーブル7に載置された基板ホルダ6を開く。

【 0 0 6 4 】

基板搬送ロボット8は、ロードポート2に搭載された基板カセットから基板Wを1枚取り出し、アライナ4に載せる。アライナ4はオリエンテーションフラットまたはノッチの位置を所定の方向に合わせる。基板搬送ロボット8は、基板Wをアライナ4から取り出し、テーブル7上に載置された基板ホルダ6に挿入する。この状態で、基板ホルダ開閉機構11により基板ホルダ6を閉じ、基板ホルダ6をロックする。

20

【 0 0 6 5 】

次に、抵抗測定器70が基板Wを保持した基板ホルダ6の外部接点60に接近し、プローブ71が外部接点60に接触する。抵抗測定器70は、上述したように、複数の内部接点（電気接点）55の電気抵抗を含む合成抵抗を測定し、得られた合成抵抗から内部接点55のそれぞれの電気抵抗を決定する。内部接点55の電気抵抗の値は抵抗値点検部80に送られ、抵抗値点検部80は、各内部接点55の各電気抵抗の値が所定の許容範囲内にあるかどうかを判断する。内部接点55の各電気抵抗の値が所定の許容範囲内であれば、抵抗値点検部80は基板Wのめっきの実行を許容する許容信号を制御部69に送る。この許容信号を受けて、制御部69はめっき装置の各機器が基板Wの処理を続けることを許容する。

30

【 0 0 6 6 】

電気抵抗のいずれかの値が所定の許容範囲内にない場合、抵抗値点検部80は警報信号を制御部69に送る。この警報信号を受けて、制御部69はめっき装置を次のように動作させる。一旦プローブ71を外側接点60から離間させ、再度プローブ71を外側接点60に接触させる。そして、抵抗測定器70は、合成抵抗の測定および電気抵抗の決定を再度行う。または、一旦プローブ71を外側接点60から離間させ、基板ホルダ6にセットされた基板Wを基板ホルダ6から一旦取り外し、再度基板Wを基板ホルダ6にセットする。そして、再度プローブ71を外側接点60に接触させて、抵抗測定器70は、合成抵抗の測定および電気抵抗の決定を再度行う。

40

【 0 0 6 7 】

合成抵抗の測定および電気抵抗の決定を所定回数行っても内部接点55の電気抵抗が所定の許容範囲内にない場合、基板搬送ロボット8は基板Wを基板ホルダ6から取り出し、基板Wを基板カセットに戻す。トランスポータ20は基板ホルダ6をホルダ保管槽13に戻す。基板カセットに戻された基板Wおよびホルダ保管槽13に戻された基板ホルダ6は、その使用が禁止される。

【 0 0 6 8 】

50

内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内でない場合、基板 W だけを交換してもよい。この場合、別の基板が基板カセットから取り出され、基板ホルダ 6 にセットされる。その後、抵抗測定器 7 0 は内部接点 5 5 の電気抵抗を決定し、抵抗値点検部 8 0 は各内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内にあるかどうかを判断する。依然として内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内でない場合は、基板ホルダ 6 は不良であると判断され、その基板ホルダ 6 の使用が禁止される。

【 0 0 6 9 】

内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内でない場合、基板ホルダ 6 だけを交換してもよい。トランスポータ 2 0 は、この基板ホルダ 6 をホルダ保管槽 1 3 に戻し別の基板ホルダ 6 をテーブル 7 上に載置する。別の基板ホルダ 6 を使用しても内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内でない場合、基板 W は不良であると判断され、その基板 W の使用が禁止される。基板ホルダ 6 はそのまま使用され、別の基板 W がセットされる。

【 0 0 7 0 】

このように、本実施形態によれば、基板 W と内部接点 5 5、あるいは外部接点 6 0 の電気抵抗に異常があること、すなわち接触状態に異常があることを、基板 W を基板ホルダ 6 に保持させた時点、言い換えれば基板 W をめっき槽に搬送する前に発見することができる。これにより、実際にめっきを行う前に通電状態を確認できるので、通電状態が悪いままめっき液に浸漬させたり、実際にめっきを行うことを防ぐことができる。このことは、めっきを行う対象基板、すなわち半導体などの電子デバイス製品の生産性向上につながる。

【 0 0 7 1 】

内部接点 5 5 のチェックが終了し、基板 W および基板ホルダ 6 に欠陥がないことが確認された後、基板ホルダ起倒機構 1 2 は、基板ホルダ 6 を水平姿勢から鉛直姿勢に転換する。アーム 2 3 のグリッパ 2 4 は、この起立した状態の基板ホルダ 6 を把持し、この状態でアーム 2 3 は前洗浄槽 1 4 の上方位置まで基板ホルダ 6 を水平方向に移動させる。さらに、トランスポータ 2 0 のリフタ 2 2 は、アーム 2 3 を基板ホルダ 6 とともに下降させて、前洗浄槽 1 4 内の所定の位置に基板ホルダ 6 をセットする。この状態で、基板 W の前洗浄が行われる。基板の前洗浄が終了した後、アーム 2 3 のグリッパ 2 4 は基板ホルダ 6 を把持し、リフタ 2 2 がアーム 2 3 を上昇させることで基板ホルダ 6 を前洗浄槽 1 4 から引き上げる。

【 0 0 7 2 】

アーム 2 3 は、前処理槽 1 7 の上方位置まで水平方向に基板ホルダ 6 を移動させる。リフタ 2 2 はアーム 2 3 を基板ホルダ 6 とともに下降させて、基板ホルダ 6 を前処理槽 1 7 内の所定位置に基板ホルダ 6 をセットする。基板 W を前処理槽 1 7 内の前処理液に浸漬させ、基板 W の前処理を行う。基板 W の前処理が終了した後、グリッパ 2 4 は基板ホルダ 6 を把持し、リフタ 2 2 がアーム 2 3 を上昇させて基板ホルダ 6 を前処理槽 1 7 から引き上げる。

【 0 0 7 3 】

アーム 2 3 は、めっき槽 1 5 の上方位置まで水平方向に基板ホルダ 6 を移動させる。さらに、トランスポータ 2 0 のリフタ 2 2 は、アーム 2 3 を基板ホルダ 6 とともに下降させて、めっき槽 1 5 の内槽 3 4 内の所定の位置に基板ホルダ 6 をセットする。基板 W がめっき液に浸漬された状態で、基板 W のめっきが行われる。めっきが終了した後、アーム 2 3 のグリッパ 2 4 は基板ホルダ 6 を把持し、リフタ 2 2 がアーム 2 3 を上昇させることで基板ホルダ 6 を内槽 3 5 から引き上げる。

【 0 0 7 4 】

アーム 2 3 は、リンス槽 1 8 の上方位置まで水平方向に基板ホルダ 6 を移動させる。さらに、トランスポータ 2 0 のリフタ 2 2 は、アーム 2 3 を基板ホルダ 6 とともに下降させて、リンス槽 1 8 内の所定の位置に基板ホルダ 6 をセットする。この状態で、基板 W のめっき後のリンスが行われる。リンスが終了した後、アーム 2 3 のグリッパ 2 4 は基板ホルダ 6 を把持し、リフタ 2 2 がアーム 2 3 を上昇させることで基板ホルダ 6 をリンス槽 1 8 から引き上げる。

【 0 0 7 5 】

アーム 2 3 は、ブロー槽 1 6 の上方位置まで水平方向に基板ホルダ 6 を移動させる。さらに、トランスポータ 2 0 のリフタ 2 2 は、アーム 2 3 を基板ホルダ 6 とともに下降させて、ブロー槽 1 6 内の所定の位置に基板ホルダ 6 をセットする。ブロー槽 1 6 は、エアの吹き付けによって、基板ホルダ 6 で保持した基板 W の表面に付着した液滴を除去し乾燥させる。ブロー処理が終了した後、アーム 2 3 のグリッパ 2 4 は基板ホルダ 6 を把持し、リフタ 2 2 がアーム 2 3 を上昇させることで基板ホルダ 6 をブロー槽 1 6 から引き上げる。

【 0 0 7 6 】

アーム 2 3 は、水平方向に移動して、基板ホルダ 6 を基板ホルダ起倒機構 1 2 に渡す。基板ホルダ起倒機構 1 2 は、前述と同様にして、基板ホルダ 6 をテーブル 7 の上に水平に載置し、基板ホルダ開閉機構 1 1 により基板ホルダ 6 を開く。基板搬送ロボット 8 は、基板ホルダ 6 から処理後の基板 W を取り出し、この基板 W をスピン・リンス・ドライヤ 5 に搬送する。スピン・リンス・ドライヤ 5 は基板 W を洗浄液でリンスし、その後高速で回転させることで基板 W を乾燥させる。基板搬送ロボット 8 は、乾燥された基板 W をスピン・リンス・ドライヤ 5 から取り出し、ロードポート 2 の基板カセットに戻す。これによって、基板 W の処理が終了する。

【 0 0 7 7 】

上述した本実施形態によれば、基板 W のめっきを開始する前に、内部接点 5 5 の電気抵抗に基づいて、基板 W および / または基板ホルダ 6 の欠陥を発見することができる。したがって、正常な基板 W および基板ホルダ 6 のみを使用して基板 W をめっきすることができる。結果として、基板 W に均一な電流を流すことができ、基板 W の表面に均一な厚さの金属膜を形成することができる。

【 0 0 7 8 】

めっき装置の運転中に基板ホルダ 6 の欠陥が発見されると、めっき装置の運転を中止しなければならず、めっき装置のスループットが低下する。そこで、基板 W の処理を開始する前に、ダミー基板を使用して次のように基板ホルダ 6 をチェックすることが好ましい。シード層などの導電層（導電性のブランケット膜）が形成されたダミー基板が基板ホルダ 6 にセットされ、上述のようにすべての内部接点 5 5 の電気抵抗が決定される。同じようにして、使用されるすべての基板ホルダ 6 にダミー基板が順次セットされてそれぞれの基板ホルダ 6 について、すべての内部接点 5 5 の電気抵抗が決定される。欠陥を有する基板ホルダ 6 が見つかった場合は、その基板ホルダ 6 の使用は禁止される。

【 0 0 7 9 】

なお、これまで説明した実施形態では、ある内部接点 5 5 の電気抵抗が所定の許容範囲内にない場合は、基板に異常があると判断するか、または基板ホルダ 6 に欠陥があると判断する。しかしながら、ある測定パターンで測定された内部接点 5 5 の電気抵抗が異常であっても、実際のめっきに影響がない範囲で、そのままめっきを続けてもよい。従来の測定方法では、それぞれの内部接点 5 5 の個別の電気抵抗は分からなかったため、めっき膜厚の均一性に関するデータと内部接点 5 5 の電気抵抗との関連性を調べることができなかった。

【 0 0 8 0 】

本実施形態によれば、膜厚均一性に関するデータと内部接点 5 5 の電気抵抗の分布データとを照合することで、どのような測定パターンで内部接点 5 5 の電気抵抗が許容範囲を超えた場合にめっきを中止しなければならないかを判断することができる。逆に言えば、どのような測定パターンで内部接点 5 5 の電気抵抗が許容範囲を超えた場合にめっきの実行を許容できるかを判断することができる。

【 0 0 8 1 】

具体例について、図 9 を参照して説明する。例えば内部接点 5 5 の 1 つ（例えば、第 1 内部接点 5 5 ）の電気抵抗が許容範囲を超えていても、蓄積された過去の膜厚均一性に関するデータに基づいて膜厚の均一性に影響しないことが確かめられている場合、めっきの実行を許容することができる。

【 0 0 8 2 】

また、内部接点 5 5 の 1 つ（例えば第 1 内部接点 5 5）の電気抵抗とその対角線上の第 7 内部接点 5 5 の電気抵抗、または第 1 内部接点 5 5 の電気抵抗と第 7 内部接点 5 5 の隣の内部接点 5 5（第 6 内部接点 5 5 または第 8 内部接点 5 5）の電気抵抗が許容範囲を超えていても、めっきの実行を許容できる場合がある。このようにして、過去の膜厚均一性に関するデータと内部接点 5 5 の電気抵抗の分布データとを解析し、めっきの実行を許容する NG 測定パターン（すなわち、電気抵抗が許容範囲を超える測定パターン）を増やしていく。その結果、必要以上にめっき装置の運転が中断されることがなくなるため、めっき装置の生産性が下がることを防止できる。

【 0 0 8 3 】

10

これまで本発明の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、その技術思想の範囲内において、種々の異なる形態で実施されてよいことは勿論である。

【 符号の説明 】

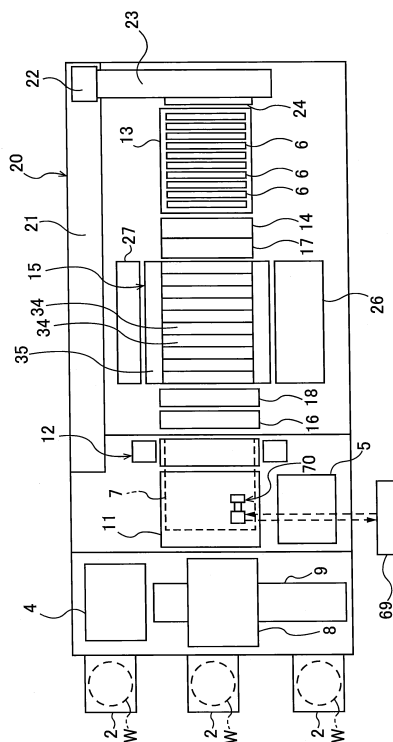
【 0 0 8 4 】

2	ロードポート	
4	アライナ	
5	スピン・リンス・ドライヤ（SRD）	
6	基板ホルダ	
7	テーブル	20
8	基板搬送ロボット	
9	走行機構	
11	基板ホルダ開閉機構	
12	基板ホルダ起倒機構	
13	ホルダ保管槽	
14	前洗浄槽	
15	めっき槽	
16	ブロー槽	
17	前処理槽	
18	リンス槽	30
20	トランスポート	
21	固定ベース	
22	リフタ	
23	アーム	
24	グリッパ	
26	パドルモータユニット	
27	排気ダクト	
32	アノード	
33	アノードホルダ	
34	内槽	40
35	オーバーフロー槽	
36	調整板	
37	パドル	
38	めっき電源	
39	めっき液循環ライン	
40	第 1 保持部材	
42	第 2 保持部材	
46	基板側シール部材	
47	ホルダ側シール部材	
50	スペーサー	50

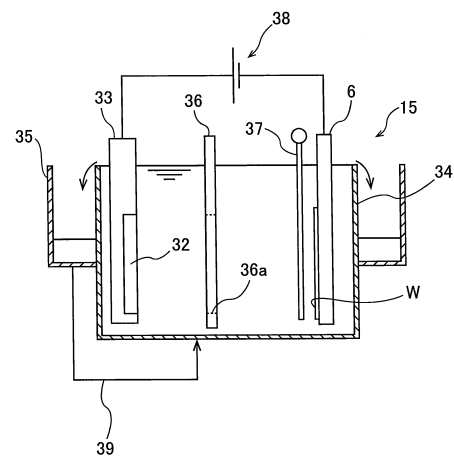
- 5 1 クランパ
- 5 5 内部接点（電気接点）
- 5 6 導電部材
- 5 7 接触部材
- 5 9 ホルダハンガ
- 6 0 外部接点
- 6 1 配線
- 6 5 ホルダ支持部
- 6 6 給電端子
- 6 9 制御部
- 7 0 抵抗測定器
- 7 1 プローブ
- 7 2 抵抗決定部
- 7 3 スイッチ
- 7 4 測定電源
- 7 5 可変抵抗器

10

【図 1】

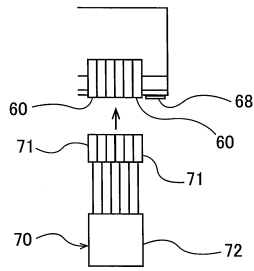


【図 2】

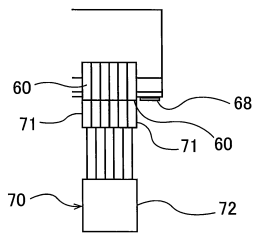


【図 8】

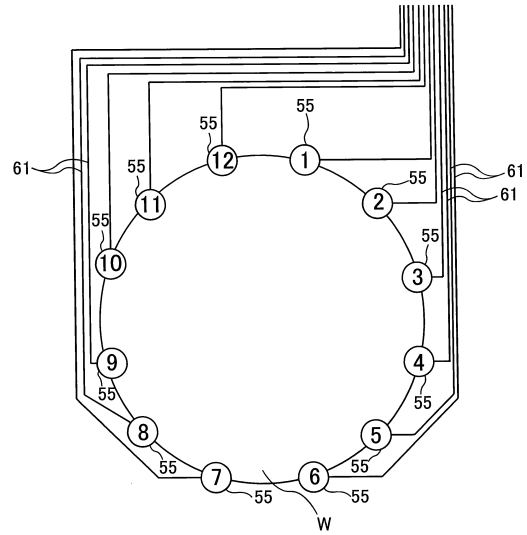
(a)



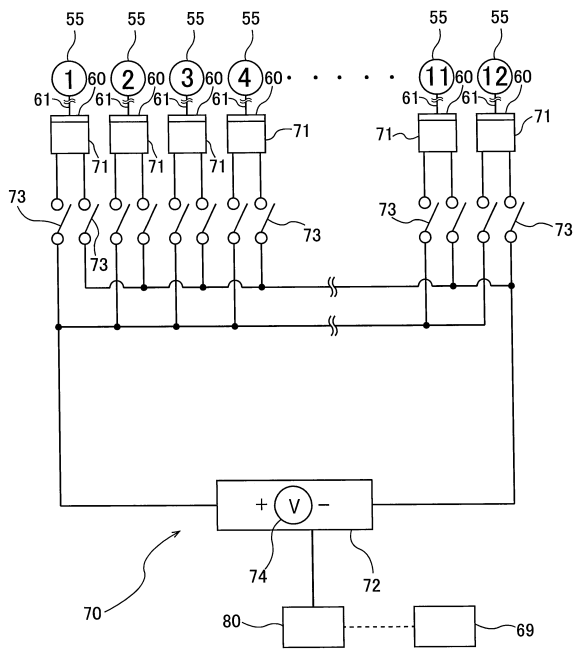
(b)



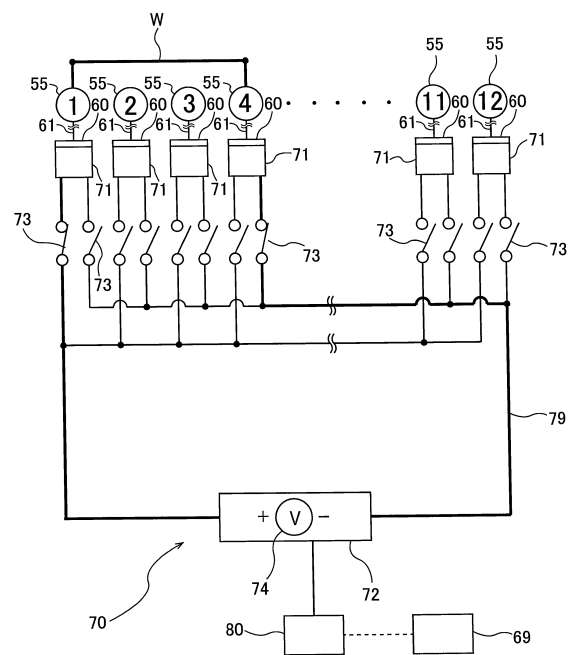
【図 9】



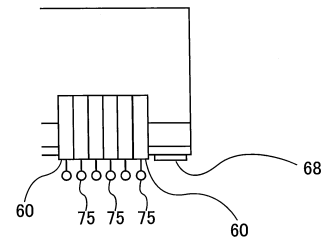
【図 10】



【図 11】



【 図 1 3 】



【圖 14】

↓ 未知電気抵抗の算出

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-152396(JP,A)
特表2004-515918(JP,A)
米国特許第04109196(US,A)
特開2013-007692(JP,A)
国際公開第1999/031304(WO,A1)
特開2005-146399(JP,A)
特開2000-319799(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0367265(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C25D 17/00 - 21/22