

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-183144

(P2007-183144A)

(43) 公開日 平成19年7月19日(2007.7.19)

(51) Int. Cl.

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

F I

G 0 1 B 11/24

A

テーマコード (参考)

2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-1097 (P2006-1097)
 (22) 出願日 平成18年1月6日(2006.1.6)

(71) 出願人 000003458
 東芝機械株式会社
 東京都中央区銀座4丁目2番11号
 (74) 代理人 100088487
 弁理士 松山 允之
 (74) 代理人 100099450
 弁理士 河西 祐一
 (74) 代理人 100119035
 弁理士 池上 徹真
 (72) 発明者 秋山 重隆
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械
 株式会社内
 (72) 発明者 秋山 貴信
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械
 株式会社内

最終頁に続く

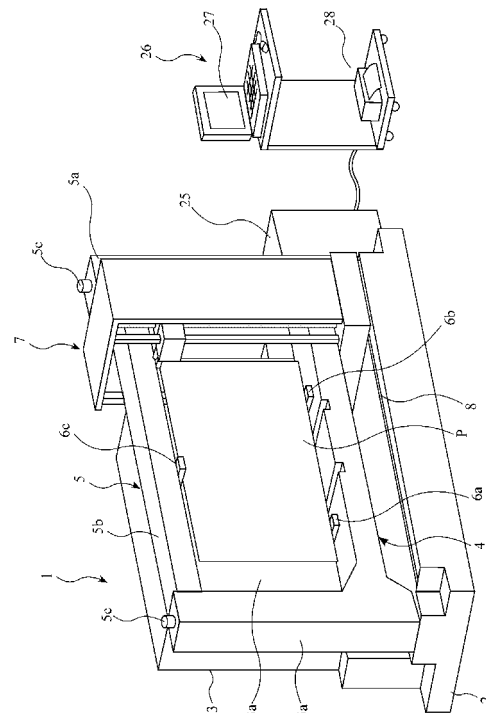
(54) 【発明の名称】 基板の両面形状測定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 表面および裏面の両面形状を同時に高精度に測定する基板の両面形状測定方法及び基板の両面形状測定装置を提供する。

【解決手段】 測定装置本体1は、ベッド2上に垂直状態に配置した縦型定盤3の基準面3aと、それにほぼ平行に被測定基板Pを保持する基板保持機構4と、X軸移動機構の変位計走査コラム7を有する。X軸移動機構は、第1(第2)の変位計を搭載する第1のY軸移動機構、第3の変位計を搭載する第2のY軸移動機構を備え一対のV溝8に沿って水平軸方向に移動する。Y軸移動機構は垂直軸方向に移動する。第1(第2)の変位計の走査により基板Pの第1の被検面の形状を測定し、第3の変位計の走査により第2の被検面の形状を測定する。また、第1(第3)の変位計により基準面3aと第3の変位計の走査の2次元の真直誤差を測定し上記形状を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

垂直状態に配置した定盤の基準面にほぼ平行になるように第 1 の被検面と第 2 の被検面を有する被測定基板を支持し、

前記基準面に対向した少なくとも 3 個の変位センサを有する第 1 の変位計および前記第 1 の被検面に対向した変位センサを有する第 2 の変位計を、前記基準面と前記第 1 の被検面との間のほぼ垂直面内において一体に走査し、

前記第 2 の被検面に対向した少なくとも 3 個の変位センサを有する第 3 の変位計を前記第 2 の被検面に沿って走査し、

前記第 1 の変位計および第 2 の変位計の走査により前記第 1 の被検面の前記基準面からの距離を計測すると共に、前記第 3 の変位計の走査により前記第 2 の被検面の前記基準面からの距離を計測して前記被測定基板の第 1 の被検面と第 2 の被検面の両面の形状を測定することを特徴とする基板の両面形状測定方法。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の基板の両面形状測定方法において、

前記第 1 の変位計の前記 3 個の変位センサによる前記距離の計測から逐次 2 点法により前記基準面の 2 次元の真直誤差を測定し、

前記第 3 の変位計の前記 3 個の変位センサによる前記距離の計測から逐次 2 点法により前記第 3 の変位計の走査の 2 次元の真直誤差を測定することを特徴とする基板の両面形状測定方法。 20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の基板の両面形状測定方法により前記基準面の 2 次元の真直誤差および前記第 3 の変位計の走査の 2 次元の真直誤差を測定した後、前記基準面にほぼ平行になるように第 1 の被検面と第 2 の被検面を有する被測定基板を支持し、

前記基準面に対向する第 1 の変位計および前記第 1 の被検面に対向する第 2 の変位計を、前記基準面と前記第 1 の被検面との間のほぼ垂直面内において一体に走査し、

前記第 2 の被検面に対向する第 3 の変位計を前記第 2 の被検面に沿って走査し、

前記第 1 の変位計および第 2 の変位計の走査により前記第 1 の被検面の前記基準面からの距離を計測すると共に、前記第 3 の変位計の走査により前記第 2 の被検面の前記基準面からの距離を計測し、 30

前記基準面の 2 次元の真直誤差および前記第 3 の変位計の走査の 2 次元の真直誤差に基づき前記計測した距離を補正することを特徴とする基板の両面形状測定方法。

【請求項 4】

前記第 1 の変位計および第 2 の変位計と前記第 3 の変位計とを同期して走査することを特徴とする請求項 1, 2 又は 3 に記載の基板の両面形状測定方法。

【請求項 5】

前記第 1 の被検面の前記基準面からの距離と前記第 2 の被検面の前記基準面からの距離とにより、前記被測定基板の板厚を算出することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の基板の両面形状測定方法。

【請求項 6】 40

定盤の基準面が垂直状態となるように配置された定盤と、

被測定基板の第 1 の被検面と第 2 の被検面が前記基準面にほぼ平行になるように被測定基板を保持する保持機構と、

前記基準面と前記第 1 の被検面との間に配置され、ほぼ垂直面内において走査可能であり該走査と共に前記基準面との距離を計測する少なくとも 3 個の変位センサを有する第 1 の変位計と前記第 1 の被検面との距離を計測する変位センサを有する第 2 の変位計と、

前記第 2 の被検面に対向して配置され、ほぼ垂直面内において走査可能であり該走査と共に前記第 2 の被検面との距離を計測する少なくとも 3 個の変位センサを有する第 3 の変位計と、

前記第 1 の変位計により測定した前記基準面の 2 次元の真直誤差および前記第 3 の変位 50

計により測定した該第 3 の変位計の走査の 2 次元の真直誤差に基づいて前記被測定基板の第 1 の被検面と第 2 の被検面の形状を補正する形状補正手段と、

を有することを特徴とする基板の両面形状測定装置。

【請求項 7】

前記基準面における水平軸方向に移動可能な X 軸移動機構と、該 X 軸移動機構に一体に取り付けられ前記水平軸方向に移動可能であると共に前記基準面における垂直軸方向に移動可能な第 1 の Y 軸移動機構および第 2 の Y 軸移動機構と、を有し、

前記第 1 の Y 軸移動機構に前記第 1 の変位計と前記第 2 の変位計とが互いに固定して搭載され、前記第 2 の Y 軸移動機構に前記第 3 の変位計が搭載されていることを特徴とする請求項 6 に記載の基板の両面形状測定装置。

10

【請求項 8】

前記 X 軸移動機構が V-V ころがり案内あるいは V-V すべり案内により構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の基板の両面形状測定装置。

【請求項 9】

前記第 1 の Y 軸移動機構および前記第 2 の Y 軸移動機構がエアスライドにより構成されていることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の基板の両面形状測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、基板の両面形状が重要な要素となる被測定基板、例えば大型重量化した石英ガラス製フォトマスク等の基板の表面と裏面の両面形状を高精度に測定する逐次 2 点法を用いた基板の両面形状測定方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば液晶表示装置のアクティブマトリクス基板に使用されるマザーガラス基板、あるいは石英ガラス基板から成る液晶用フォトマスクは、益々大型化し重量化している。ここで、フォトマスクは、上記アクティブマトリクス基板の薄膜トランジスタ等の回路形成に必須なフォトリソグラフィにおけるパターン転写に使用される。そして、現在ではこれ等のガラス基板は、幅 2000mm (W) × 高さ 1600mm (H) の寸法を超え、その基板の板厚は～20mm (D) 程度になってきている。

30

【0003】

上記大型重量化するガラス基板では、基板全面にわたる表面の平坦度が重要な要素になる。そして、ガラス基板の個々においてその表面の平坦度を測定し、規格範囲内のものを選択する厳重な品質管理が必須となる。そこで、上記大型重量のガラス基板の表面の平坦度を測定する装置として、これまで種々のものが提案されている（例えば、特許文献 1，2 を参照）。そして、その一部は既に実用に供され、上記ガラス基板、あるいは大口径化した半導体基板のような被測定基板の平坦度の管理に用いられている。

【特許文献 1】特開 2000-055641 号公報

40

【特許文献 1】特開 2000-088551 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、上述したような液晶表示装置における高精細化あるいはそのドライバー用 IC の混載に伴い、上述したフォトマスクにおける転写パターンの微細化あるいは高精度化が必須になってきている。そして、それに伴い上記ガラス基板の表面と共に裏面を含む両面の凹凸、平坦度、その板厚の面内分布等（以下、基板の両面形状と総称する）の測定とその厳重な品質管理が強く要求されるようになってきた。このような基板の両面形状の測定および管理の要求は、ガラス基板の他にも半導体装置の製造に使用される半導体ウェーハ等

50

においても同様になってきている。

【0005】

しかしながら、上述したような大型重量化したガラス基板の両面形状を簡便にしかも高精度に測定する方法、あるいは、その両面形状測定装置は未だ開発されていない。

【0006】

本発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、上記液晶用フォトマスクに限らず基板の両面形状が重要な要素となる被測定基板において、その表面および裏面の両面形状を簡便にしかも高精度に測定することができる逐次2点法を用いた基板の両面形状測定方法及び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】

10

【0007】

上記目的を達成するために、基板の両面形状測定方法にかかる第1の発明は、垂直状態に配置した定盤の基準面にほぼ平行になるように第1の被検面と第2の被検面を有する被測定基板を支持し、前記基準面に対向した少なくとも3個の変位センサを有する第1の変位計および前記第1の被検面に対向した変位センサを有する第2の変位計を、前記基準面と前記第1の被検面との間のほぼ垂直面内において一体に走査し、前記第2の被検面に対向した少なくとも3個の変位センサを有する第3の変位計を前記第2の被検面に沿って走査し、前記第1の変位計および第2の変位計の走査により前記第1の被検面の前記基準面からの距離を計測すると共に、前記第3の変位計の走査により前記第2の被検面の前記基準面からの距離を計測して前記被測定基板の第1の被検面と第2の被検面の両面の形状を測定する、という構成になっている。

20

【0008】

そして、基板の両面形状測定方法にかかる第2の発明は、前記第1の変位計の前記3個の変位センサによる前記距離の計測から逐次2点法により前記基準面の2次元の真直誤差を測定し、前記第3の変位計の前記3個の変位センサによる前記距離の計測から逐次2点法により前記第3の変位計の走査の2次元の真直誤差を測定する、という構成になっている。

【0009】

そして、基板の両面形状測定方法にかかる第3の発明は、前記基準面の2次元の真直誤差および前記第3の変位計の2次元の真直誤差を測定した後、前記基準面にほぼ平行になるように第1の被検面と第2の被検面を有する被測定基板を支持し、前記基準面に対向する第1の変位計および前記第1の被検面に対向する第2の変位計を、前記基準面と前記第1の被検面との間のほぼ垂直面内において一体に走査し、前記第2の被検面に対向する第3の変位計を前記第2の被検面に沿って走査し、前記第1の変位計および第2の変位計の走査により前記第1の被検面の前記基準面からの距離を計測すると共に、前記第3の変位計の走査により前記第2の被検面の前記基準面からの距離を計測し、前記基準面の2次元の真直誤差および前記第3の変位計の2次元の真直誤差に基づき前記計測した距離を補正する、という構成になっている。

30

【0010】

そして、基板の両面形状測定装置にかかる発明は、定盤の基準面が垂直状態となるように配置された定盤と、被測定基板の第1の被検面と第2の被検面が前記基準面にほぼ平行になるように被測定基板を保持する保持機構と、前記基準面と前記第1の被検面との間に配置され、ほぼ垂直面内において走査可能であり該走査と共に前記基準面との距離を計測する少なくとも3個の変位センサを有する第1の変位計と前記第1の被検面との距離を計測する変位センサを有する第2の変位計と、前記第2の被検面に対向して配置され、ほぼ垂直面内において走査可能であり該走査と共に前記第2の被検面との距離を計測する少なくとも3個の変位センサを有する第3の変位計と、前記第1の変位計により測定した前記基準面の2次元の真直誤差および前記第3の変位計により測定した該第3の変位計の走査の2次元の真直誤差に基づいて前記被測定基板の第1の被検面と第2の被検面の形状を補正する形状補正手段と、を有する構成になっている。

40

50

【発明の効果】

【0011】

本発明により、基板の両面形状が重要な要素となる被測定基板において、測定装置の真直誤差の影響を受けることなく、その表面および裏面の両面形状を高精度に測定することができる。そして、基板の両面の平坦度および基板の厚さ分布を簡便にしかも短時間に測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明の好適な実施形態について図1ないし図7を参照して説明する。はじめに、基板の両面形状測定装置の構成について説明する。図1は、基板の両面形状測定装置の全体構成図であり、図2は、上記装置において被測定基板の両面形状を測定する変位計の走査部を示す斜視図である。以下の図において同一または類似の部分には共通の符号を付している。 10

【0013】

測定装置本体1は、金属製のベッド2上の一端部に縦型定盤3が配置されている。この縦型定盤3の一面は、すり合わせ加工あるいはラップ加工されその表面が例えばニッケルメッキまたはステンレス溶射されて、例えば2500mm(W)×2500mm(H)程度の平面寸法の基準面3aが形成されている。この基準面3aは、その平面度が5μm以下の平面形状になる。ここで、上記縦型定盤3としては、鋳物、金属、セラミックスあるいは石定盤といわれる例えばグラナイト等、高精度な平坦加工が可能な材質を用いること 20

【0014】

上記ベッド2上における縦型定盤3の手前には、縦横が例えば1650mm(H)×1850mm(W)程度であって、板厚が20mm程度の大型液晶用石英ガラス製フォトマスクなどの被測定基板Pを保持する基板保持機構4が配置されている。この基板保持機構4は金属製あるいはセラミックス製の保持部材5を有している。この保持部材5の一对の側柱5aの間には、上下に昇降可能に横架された横桁5bが備えられ、2つのモータ5cによって駆動する。この横桁5bの上下動によって、被測定基板Pのサイズに合わせた支持調整ができる。

【0015】

そして、被測定基板Pは、保持部材5の下部の長手方向に離間して配置された一对の基板下部支持台6a、6bと、保持部材5の上部の横桁5bの長手方向のほぼ中央部に配置された基板上部支持台6cから成る基板支持台6により垂直状態に支持される。ここで、これ等の基板支持台6はサーボモータによって駆動され、サーボモータを駆動することによって上記基板支持台の位置制御がなされ、被測定基板Pの第1の被検面および第2の被検面から成る板面を精度よく垂直状態に配置することができる。また、上記一对の基板下部支持部台6a、6bの離間距離は、被測定基板Pのサイズに合わせて自動あるいは手動で調整できるようになっている。 30

【0016】

そして、図1及び図2に示すように、ベッド2上において、縦型定盤3の基準面3aにおけるX軸方向（水平軸方向）に平行移動する構造の変位計走査コラム7（X軸移動機構）が配置されている。この変位計走査コラム7は、ベッド2の上面に設けた一对のV溝8に沿って直線運動するV-Vころがり案内により、X軸方向に高精度に移動できる。ここで、変位計走査コラム7は、ベッド2内部に収納されX軸駆動機構を構成するモータ、水平ボールネジおよびボールネジ受け部材（不図示）を通して駆動されるようになっている。 40

【0017】

図2に示すように、上記変位計走査コラム7は、大きな重量となる例えば金属製のテーブル9、該テーブル9上に設けられた第1のエアスライド10（第1のY軸移動機構）と第2のエアスライド11（第2のY軸移動機構）を有する。ここで、第1のエアスライド 50

10は、テーブル9上にほぼ垂直に取り付けられた第1の案内レール12と、第1の垂直ボールネジ13により垂直移動する第1のスライダ14とを有する。同様に、第2のエアスライド11は、テーブル9上にほぼ垂直に取り付けられた第2の案内レール15と、第2の垂直ボールネジ16により垂直移動する第2のスライダ17とを有する。

【0018】

そして、第1の案内レール12および第2の案内レール15の下端はテーブル9に固定して取り付けられ、それらの上端が例えばアルミ製の固定板18により支持されている。また、第1の垂直ボールネジ13および第2の垂直ボールネジ16は、テーブル9に設けられた孔を貫通し、しかもそれらの上端が固定板18で回転自在に支持されている。あるいは、例えばアルミ製あるいはセラミックス製の一对の補強支柱19が上記テーブル9と固定板18との間に垂直に取り付けられている。この一对の補強支柱19は、変位計走査コラム7を補強するものでありその変形を防止する機能を有する。このようにして、X軸移動機構である変位計走査コラム7は、第1のY軸移動機構および第2のY軸移動機構と一体構造に構成される。

10

【0019】

ここで、上記第1のスライダ14および第2のスライダ17は、それぞれボールネジ受け部材20、21を介して第1の垂直ボールネジ13および第2の垂直ボールネジ16と結合している。そして、第1のスライダ14は、テーブル9に内蔵されたモータにより回転駆動する第1の垂直ボールネジ13により、第1の案内レール12に沿って上記基準面3aにおけるY軸方向（垂直軸方向）に高精度に移動する。同様に、第2のスライダ17は、テーブル9に内蔵のモータ駆動の第2の垂直ボールネジ16により、第2の案内レール15に沿い上記基準面3aにおけるY軸方向に高精度に移動する。これ等の第1の案内レール12および第2の案内レール15、第1のスライダ14および第2のスライダ17の材質としては、軽量で剛性率の高い例えばアルミニウムあるいはセラミックスが好適である。

20

【0020】

そして、上記第1の垂直ボールネジ13、ボールネジ受け部材20、およびモータ等が第1のY軸駆動機構を構成する。同様に、上記第2の垂直ボールネジ16、ボールネジ受け部材21、およびモータ等が第2のY軸駆動機構を構成する。

【0021】

上記変位走査コラム7において、第1のスライダ14は、それに固定して取り付けられた少なくとも3個の変位センサから成る第1の変位計22、少なくとも1個の変位センサから成る第2の変位計23を備えている。同様に、第2のスライダ17は、それに固定して取り付けられた少なくとも3個の変位センサから成る第3の変位計24を備えている。

30

【0022】

ここで、上記第1の変位計22は、例えばその正面図を図3に示すように、X軸方向に並行して配置される第1変位センサ22aと第2変位センサ22b、および上記第1変位センサ22aにY軸方向に並行して配置される第3変位センサ22cの3個の変位センサから構成される。同様に、上記第3の変位計24は、図3に示したように、X軸方向に並行して配置される第1変位センサ24aと第2変位センサ24b、および上記第1変位センサ24aにY軸方向に並行して配置される3変位センサ24cから構成される。上述した変位センサは、レーザダイオードを備えた非接触レーザセンサにより構成されると好適である。

40

【0023】

そして、上記第1の変位計22、第2の変位計23および第3の変位計24は、上記X軸移動機構のX軸方向の移動と、上記第1のY軸移動機構および第2のY軸移動機構のY軸方向の移動とにより、縦型定盤3の基準面3a、被測定基板Pの表面および裏面の2つの被検面に沿って一体に走査される。ここで、上記第1の変位計22の走査が上記基準面3aに沿う第1の走査面を形成し、上記第1の変位計23の走査が上記被測定基板Pの表面に沿う第2の走査面を形成し、上記第3の変位計24の走査が上記被測定基板Pの裏面

50

に沿う第3の走査面を形成する。そして、詳細は後述するように、これ等の走査により被測定基板Pの表面および裏面の両面形状が測定される。

【0024】

また、第1の変位計22に取り付けた第1変位センサ22aおよび第2変位センサ22bは、基準面3aとX軸移動機構のX軸方向の逐次2点法を用いた真直誤差の測定に使用される。同様に、第1変位センサ22aおよび第3変位センサ22cは、基準面3aと第1のY軸移動機構のY軸方向の逐次2点法を用いた真直誤差の測定に使用される。また、第3の変位計24に取り付けた第1変位センサ24aおよび第2変位センサ24bが、X軸移動機構のX軸方向の逐次2点法を用いた真直誤差の測定に、第1変位センサ24aおよび第3変位センサ24cが、第2のY軸移動機構のY軸方向の逐次2点法を用いた真直誤差の測定に、それぞれ使用される。そして、これ等の真直誤差の測定に基づいて上記費測定基板Pの両面形状が補正される。

10

【0025】

なお、図1に示したように、基板形状測定装置1の形状測定制御部25は、上述したX軸駆動機構、上記第1のY軸駆動機構および第2のY軸駆動機構を、それぞれ所定のシーケンスにしたがって駆動し制御する。ここで、上記X軸駆動機構および上記2つのY軸駆動機構のモータは、ステッピングモータ、DCサーボモータあるいはACサーボモータ等である。

【0026】

また、形状測定制御部25は、基板保持機構4の横桁5bの上下動の制御、基板下部支持台6a、6bおよび基板上部支持台6cの位置制御、等を行い、被測定基板Pの垂直状態の調整を行う。これ等の形状測定制御部25の制御動作は、上述したようにコンピュータ26からの指令信号によってなされる。そして、後述する上記変位計の走査から得られた種々の距離データに基づいて、被測定基板Pの両面の凹凸、平坦度、基板の板厚、真直誤差等を算出し、ディスプレイ27またはプリンタ28より、その結果等を出力するように構成されている。

20

【0027】

次に、上述した基板の両面形状測定装置の主要な操作および動作について説明する。図4は、被測定基板Pの両面形状を測定する主要部を示した模式的な上面図である。図5は、逐次2点法を用いた2次元の真直誤差の測定方法を示す説明図である。

30

【0028】

図1において、被測定基板Pとして、例えば縦寸法1650mm(H)、横寸法1850mm(W)、板厚20mmの合成石英ガラス基板を基板保持機構4に装着する。ここで、被測定基板Pは、その下端縁を基板下部支持台6a、6bの所定の位置止めにのせて、その上端縁を基板上部支持台6cにおける所定の位置止めに当接させてほぼ垂直になるように立てかけられる。そして、形状測定制御部25からの制御信号に基づくサーボモータ駆動により上記横桁5bを垂直下降させ、基板支持台6の基板下部支持台6a、6bの二点と基板上部支持台6cの一点とにより、被測定基板Pは基板保持機構4に固定保持される。そして、上記基板支持台6の位置制御を行うことにより、被測定基板Pは、縦型定盤3の基準面3aと同様にほぼ垂直状態にされ、上記基準面3aとほぼ平行になるようにアライメント配置される。

40

【0029】

そして、図1および2に示すように、上述した変位計走査コラム7は、その第1のエアスライド10と第2のエアスライド11の間の上記基板保持機構4に装着された被測定基板Pを挟んだまま、一对のV溝8に沿ってX軸方向に一定速度で直線運動する。また、それと共に、第1のスライダ14および第2のスライダ17を、それぞれ第1の案内レール12および第2の案内レール15に沿ってY軸方向に一定速度で直線運動させる。ここで、上記X軸方向およびY軸方向の移動制御は、コンピュータ26により入力したプログラムに基づく形状測定制御部25からの制御信号を通し、変位計走査コラム7のX軸駆動機構、第1のY軸駆動機構および第2のY軸駆動機構を制御することによって行われる。

50

【0030】

このようにして、第1のスライダ14の第1の変位計22は基準面3aに沿って上述した第1の走査面を走査し、図4に示すように、例えば第1変位センサ22aにより縦型定盤3の基準面3aからのZ軸方向の距離 L_1 を計測する。同時に、第1のスライダ14に取り付けられた第2の変位計23の変位センサ23aにより被測定基板Pの第1の被検面S1（例えば表面）とのZ軸方向の距離 L_2 を計測する。ここで、第1の走査面と第2の走査面は互いに平行な垂直面である。また、第2のスライダ17の第3の変位計24は被測定基板Pの第2の被検面S2（例えば裏面）に沿って第3の走査面を走査し、例えば第1変位センサ24aにより第2の被検面S2とのZ軸方向の距離 L_3 を計測する。このような計測を通して、被測定基板P全面に亘り第1の被検面S1および第2の被検面S2の両面における表面形状を測定する。 10

【0031】

一方、上記基準面3a、X軸移動機構、第1のY軸移動機構および第2のY軸移動機構の真直誤差はゼロではない。そこで、上記表面形状の測定と同時に、上述したようなX軸方向およびY軸方向における逐次2点法を用いた2次元の真直誤差の測定を行う。そして、基準面3a、第1の走査面（第2の走査面）と第3の走査面の真直誤差をそれぞれ測定する。ここで、第1の走査面の真直誤差と第2の走査面の真直誤差は同一になる。

【0032】

次に、上記2次元の真直誤差の測定について詳細に説明する。図5に示すように、X軸方向の逐次2点法を用いた基準面3aおよびX軸移動機構の真直誤差は、図中の変位センサA（第1変位センサ22aまたは第1変位センサ24aに対応）と変位センサB（第2変位センサ22bまたは第2変位センサ24bに対応）のそれぞれによる距離 L_1 あるいは L_3 の計測値から次式（1）および（2）に基づいて導出される。 20

【0033】

$$Z_{1,j+1} = Z_{1,j} + D_{j,B} - D_{j,A} \quad \cdots (1)$$

$$Z_{1,j+1} = Z_{1,j} + D_{j,B} - D_{j+1,A} \quad \cdots (2)$$

但し、 $Z_{1,0} = Z_{1,0} = 0$

【0034】

ここで、 $D_{j,A}$ および $D_{j,B}$ は、X軸方向のj位置におけるそれぞれ変位センサAおよび変位センサBの距離 L_1 あるいは L_3 の計測値である。そして、 $Z_{1,j}$ は、X軸方向における基準面3aの真直誤差、あるいはX軸方向における第2の被検面S2の凹凸形状（真直誤差に相当）を示す。そして、 $z_{1,j}$ は、X軸移動機構の真直誤差である。 30

【0035】

同様に、図5に示すように、Y軸方向の逐次2点法を用いた基準面3aおよびY軸移動機構の真直誤差は、図中の変位センサA（第1変位センサ22aまたは第1変位センサ24aに対応）と変位センサB（第3変位センサ22cまたは第3変位センサ24cに対応）のそれぞれによる距離 L_1 あるいは L_3 の計測値から次式（1）および（2）に基づいて導出される。

【0036】

$$Z_{2,k+1} = Z_{2,j} + D_{k,B} - D_{k,A} \quad \cdots (3)$$

$$Z_{2,k+1} = Z_{2,k} + D_{k,B} - D_{k+1,A} \quad \cdots (4)$$

但し、 $Z_{2,0} = Z_{2,0} = 0$

【0037】

ここで、 $D_{k,A}$ および $D_{k,B}$ は、Y軸方向のk位置におけるそれぞれ変位センサAおよび変位センサBの距離 L_1 あるいは L_3 の計測値である。そして、 $Z_{2,j}$ は、Y軸方向における基準面3aの真直誤差、あるいはY軸方向における第2の被検面S2の凹凸形状（真直誤差に相当）を示す。そして、 $z_{2,j}$ は、第1のY軸移動機構あるいは第2のY軸移動機構の真直誤差である。

【0038】

そして、上記逐次2点法を用いた真直誤差の測定を第1の走査面および第3の走査面に 50

おいて行うことにより、第1の走査面（第2の走査面）、第3の走査面および基準面3aの2次元の真直誤差を測定する。ここで、上記2次元の真直誤差の基準となる2次元平面である誤差基準平面は、第1の走査面の場合では、図5で説明した上記 $j=0$ 、 $k=0$ に位置する第1の変位計22における第1変位センサ22a、第2変位センサ22bおよび第3変位センサ22cにより形成される2次元平面である。第2の走査面の場合の誤差基準平面は、上記 $j=0$ 、 $k=0$ に位置する第3の変位計24における第1変位センサ24a、第2変位センサ24bおよび第3変位センサ24cにより形成される2次元平面である。そして、基準面3aの場合の誤差基準平面は、例えば、上記第1の走査面の場合の誤差基準平面を上記基準面3aに接するまで平行移動させた2次元平面である。ここで、第1変位センサ22a、第2変位センサ22bおよび第3変位センサ22cにより形成される2次元平面と、第1変位センサ24a、第2変位センサ24bおよび第3変位センサ24cにより形成される2次元平面とは互いに平行になるように形成すると好適である。 10

【0039】

図5に示した逐次2点法による2次元の真直誤差は、X軸方向およびY軸方向の位置座標（ j 、 k ）のメッシュ上における離散値となるが、この離散値をコンピュータ26を用いて拡張して連続的な真直誤差曲面として表すようにしてもよい。

【0040】

上記実施形態における基板の両面形状測定装置においては、測定装置本体1は、例えば強固な金属製のベッド2上の一端部にほぼ垂直状態に配置した縦型定盤3の基準面3aと、それにほぼ平行に被測定基板Pを保持する基板保持機構4と、変位計走査コラム7を有している。そして、X軸移動機構の変位計走査コラム7は、第1変位計22と第2の変位計23が搭載された第1のY軸移動機構である第1のエアスライド10、および第3の変位計24が搭載された第2のY軸移動機構である第2のエアスライド11を一体構造になるように備えている。この一体構造の変位計走査コラム7が、上記ベッド2上において一対のV溝8に沿って上記基準面3aにおける水平軸方向に一体移動できるようになっている。また、変位計走査コラム7上において第1のスライダ14および第2のスライダ17は上記基準面3aにおける垂直軸方向に同期して一緒に移動するようになっている。 20

【0041】

このために、変位計走査コラム7の水平軸方向の直線運動、および、第1のスライダ14と第2のスライダ17の垂直軸方向の直線運動において、その繰り返し精度が非常に高いものになる。そして、例えば $2000\text{ mm} \times 2000\text{ mm}$ の被検面に沿った走査において、第1のスライダ14と第2のスライダ17の走査の繰り返し精度は、 $+/-0.1\text{ }\mu\text{ m}$ 以下にすることができる。また、第1のスライダ14および第2のスライダ17の走査において高い位置決め精度が得られるようになり、その精度は $+/-0.1\text{ }\mu\text{ m}$ 程度になる。そして、これ等のことから、上記第1のスライダ14に搭載した第1の変位計22と第2の変位計23および第2のスライダ17に搭載した第3の変位計24は、その走査の繰り返しおよび位置決めにおいてその精度が極めて高いものになる。 30

【0042】

また、上述したように逐次2点法を用いた2次元の真直誤差を測定することにより、被測定基板Pが更に大型化した場合であっても、測定装置における上記真直誤差に影響されることがなく被測定基板Pの両面の凹凸、平坦度あるいは板厚分布を精確に測定することが可能になる。そして、これ等の表面形状の測定精度を $+/-1\text{ }\mu\text{ m}$ 以下にすることができるようになる。 40

【0043】

次に、本実施形態における基板の両面形状測定方法の一例について図4ないし図7を参照して説明する。ここで、図6は、被測定基板の両面形状測定および板厚測定を示す模式図である。図7は、真直誤差に基づく基板の両面形状の補正方法を示す説明図である。

【0044】

図4に示すように、第1のスライダ14に互いに一体に取り付けられた一対の第1の変位計22と第2の変位計23、および第2のスライダ17に取り付けられた第3の変位計 50

24により、板面がほぼ垂直状態に配置された被測定基板Pの両面の表面形状を測定する。ここで、上述したように第1の走査面および第2の走査面の走査をしながら、第1の変位計22および第2の変位計23により距離 L_1 および距離 L_2 を計測していく。同時に、上述した第3の走査面の走査をしながら、第3の変位計24により距離 L_3 を計測していく。ここで、第2の変位計22の第1変位センサ22a、第2の変位計23の変位センサ23aおよび第3の変位計24の第1変位センサ24aが同一軸上に配置してあると好適である。そして、被測定基板Pの各部における上記距離データはコンピュータ26において蓄積される。

【0045】

図4において、第1および第2の変位計22, 23は共に第1のスライダ14に一体に搭載されており、したがって上記変位計間の距離 L_0 は上記走査において一定となる。このために、図4に示す状態において、縦型定盤3の基準面3aと、被測定基板Pの第1の被検面S1の各部との距離を R_1 とすると、距離 R_1 は、 $R_1 = L_0 + L_1 + L_2$ により求めることができる。但し、距離 L_1 は例えば第1変位センサ22aの計測値を用いる。このようにして、図6に示すように、縦型定盤3の基準面3aを基準にして距離 R_1 の分布を計測／算出し、この距離 R_1 データはコンピュータ26に蓄積する。

【0046】

また、図4において、縦型定盤3の基準面3aから第3の変位計24までの距離 A_0 は基板の両面形状測定装置の機械的構造により決まる。そこで、図5において説明した $j = 0$ 、 $k = 0$ に位置する第3の変位計24における第1変位センサ24a、第2変位センサ24bおよび第3変位センサ24cにより形成される2次元平面を仮想基準面SPとする。このようにすると、上記距離 A_0 は基準面3aと仮想基準面SPの離間距離となる。

【0047】

そして、上記距離 A_0 および距離 L_3 データから、図6に示すように、 $R_2 = A_0 - L_3$ として、縦型定盤3の基準面3aを基準面にした距離 R_2 の分布を計測／算出し、この距離 R_2 データをコンピュータ26に蓄積する。

【0048】

更に、図6において、被測定基板Pの板厚 t は、 $t = A_0 - L_3 - R_1 = R_2 - R_1$ の計算により求めることができる。そして、被測定基板Pにおける板厚 t の分布を算出し、板厚 t のデータはコンピュータ26に蓄積する。

【0049】

次に、上記測定した被測定基板Pの両面形状の補正を行う。この補正方法について図7を参照して説明する。図6では、基準面3aおよび仮想基準面SPが2次元平面になるように示している。しかし、実際は上述したようにこれ等の2次元の真直誤差はゼロではなく、上述したような誤差基準平面からのズレを有している。また、上述した第1の走査面（第2の走査面）も誤差基準平面からのズレを有する。なお、上記真直誤差を有する仮想基準面SPは上述した第3の走査面と同じになる。

【0050】

ここで、第1の走査面（第2の走査面）の2次元の真直誤差は、図4又は図6で説明した距離 $R_1 = L_0 + L_1 + L_2$ の値には全く影響を与えない。しかし、図7に示すように、上記距離 R_1 は、2次元の真直誤差を有する基準面3aと被測定基板Pの第1の被検面S1との相対距離であり、基準面3aの上記真直誤差が上記距離 R_1 に加算される。同様に、上記距離 L_3 は、2次元の真直誤差を有する仮想基準面SPと被測定基板Pの第2の被検面S2との相対距離であり、仮想基準面SPの上記真直誤差が上記距離 L_3 に減算される。

【0051】

そこで、図4および図5に示すZ軸方向を真直誤差あるいは凹凸形状が正に増加する方向とすると、上記第1の被検面S1の真の表面形状は、コンピュータ26において蓄積された上記距離 R_1 に、図5の逐次2点法を用いて測定した基準面3aの2次元の真直誤差を相加することにより得られる。同様に、上記第2の被検面S2の真の表面形状は、コン

コンピュータ 26 において蓄積された上記距離 R_2 に、図 5 の逐次 2 点法を用いて測定した仮想基準面 SP (第 3 の走査面) の 2 次元の真直誤差を相加することにより得られる。そして、真の板厚 t は、上記補正した距離 R_1 および補正した距離 R_1 を用い $t = R_2 - R_1$ の計算により求められる。ここで、上記補正は、2 次元面の逐次 2 点法を用いて計測する第 1 の変位計 22、第 3 の変位計 24 あるいはコンピュータ 26 等により構成される形状補正手段によって行われる。

【0052】

次に、本実施形態の基板の両面形状測定方法の変形例について説明する。上述した基板の両面形状測定方法は、第 1 の変位計 22、第 2 の変位計 23 および第 3 の変位計 24 による上記距離 L_1 、 L_2 、 L_3 、 R_1 および R_2 の計測と共に、縦型定盤 3 の基準面 3a 10、第 1 の走査面 (第 2 の走査面) および第 3 の走査面の真直誤差の測定を行う。そして、上記計測と共に測定した真直誤差により距離 R_1 および距離 R_2 を補正するものであった。これに対して、この変形例においては、初めに上記第 1 の変位計 22 および第 3 の変位計 24 による基準面 3a、第 1 の走査面 (第 2 の走査面) および第 3 の走査面の 2 次元の真直誤差の測定を行う。そして、その後は、この初めに測定した真直誤差に基づき、第 1 の変位計 22 第 2 の変位計 23 および第 3 の変位計 24 による上記距離 R_1 および距離 R_2 の計測値を補正するものである。この変形例の場合には、上記真直誤差の測定後は、第 1 の変位計 22 および第 3 の変位計 24 の変位センサは各 1 個にして、上述した距離 L_1 、 L_2 、 L_3 、 R_1 および R_2 を計測するようにしてもよい。

【0053】

図 1 および図 2 で説明したように、本実施形態の基板の両面形状測定装置では、X 軸移動機構である変位計走査コラム 7 が Y 軸移動機構の第 1 のスライダ 14 と第 2 のスライダ 17 を一体構造に備える。このため、X 軸移動機構の基準面 3a に対する水平軸方向の直線運動、および、Y 軸移動機構の基準面 3a に対する垂直軸方向の直線運動において、その走査の繰り返し精度が非常に高いものになっている。この走査の繰り返し精度が高いことから、一度、逐次 2 点法を用いた上記 2 次元の真直誤差の測定を行うと、この真直誤差の値はほとんど変化しない。このため、一度測定した真直誤差は、その後に計測する距離 R_1 および距離 R_2 の補正に充分に使用できることになる。

【0054】

次に、被測定基板 P の平坦度の評価の一例について説明する。その簡便な第 1 の方法は 30、図 7 に示した板厚 t の被測定基板 P 内での分布データから最大値と最小値を抽出し、その差を平坦度とするものである。そして、予め決めた所定の差を基準平坦度にして、被測定基板 P の平坦度の評価を行う。また、このような平坦度は、例えば各被測定基板 P の測定直後に、上記ディスプレイ 27 およびまたはプリンタ 28 より出力される。この第 1 の方法では、被処理基板 P の垂直状態あるいは縦型定盤 3 の基準面 3a との配置関係に影響されにくい平坦度が簡便に得られる。

【0055】

そして、第 2 の方法は以下のようなものである。上記コンピュータ 26 は、上記補正した距離 R_1 および距離 R_2 により、被測定基板 P の平坦度を求める次のような演算処理をする。すなわち、例えば各部の補正した距離 R_1 (あるいは距離 R_2) のうち、被測定基 40 板 P の対角 2 点測定値を基準として、この時の最大値と最小値の差を第 1 の被検面 S1 (あるいは第 2 の被検面 S2) の平坦度とする。通常、被測定基板 P は基板保持機構 4 によってほぼ垂直状態に保持されるものの、その板面は縦型定盤 3 の基準面 3a とは必ずしも平行状態にはならない場合が多い。この第 2 の方法では、このような状況において好適な平坦度が得られる。

【0056】

上述した基板の両面形状測定方法は、第 1 の変位計 22 および第 2 の変位計 23 と第 3 の変位計 24 の走査を同期させるものであった。この両面形状測定は、第 3 の変位計 24 の走査を第 1 の変位計 22 および第 2 の変位計 23 の走査と非同期に行ってもよい。この場合、第 1 の変位計 22 および第 2 の変位計 23 の走査と距離計測により、図 6 に示した 50

ように被測定基板 P の第 1 の被検面 S 1 の縦型定盤 3 の基準面 3 a からの距離 R_1 の分布を求める。同様にして、第 3 の変位計 2 4 の走査と距離計測により、図 6 に示したように被測定基板 P の第 2 の被検面 S 2 の縦型定盤 3 の基準面 3 a からの距離 R_2 の分布を求める。そして、これ等に上述したような補正を加える。

【0057】

この非同期の測定方法は、第 2 の変位計 2 3 からのレーザ光あるいは第 3 の変位計 2 4 からのレーザ光が被測定基板 P を透過し光干渉することによる距離測定の精度の低下を簡便に防止できる。

【0058】

上記基板の両面形状測定方法により、基板の両面形状測定装置における上記定盤 3 の基準面 3 a、X 軸移動機構あるいは 2 つの Y 軸移動機構の真直度が被測定基板の大きさに比し高精度でない場合であっても、例えば大型液晶用フォトマスクのような大型の被測定基板の両面形状を簡便にしかも高精度に測定することが可能になる。そして、上記被測定基板の板厚の面内分布および平坦度を短時間に高精度に求めることができるようになる。

【0059】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、上述した実施形態は本発明を限定するものではない。当業者にあつては、具体的な実施形態において本発明に技術思想および技術範囲から逸脱せずに種々の変形・変更を加えることが可能である。例えば、ベッド 2 上において、縦型定盤 3 の基準面 3 a における水平軸方向に平行移動する構造の変位計走査コラム 7 は、V-V すべり案内により平行移動できる構成になっていてもよい。

【0060】

また、テーブル 9 上に設けられる第 1 のエアスライド 1 0 と第 2 のエアスライド 1 1 はリニアモータにより垂直軸方向に移動できる構成になっていてもよい。

【0061】

そして、本発明は、被処理基板 P として上記液晶用石英ガラス製フォトマスク以外にも、基板の両面形状が重要な要素となる被測定基板には同様に適用できるものである。例えば、被処理基板として半導体ウェーハの両面形状測定においても効果的に適用できる。

【0062】

また、上記センサとしては、他にエアスケール型センサ、渦電流型センサあるいは静電容量型センサ等も知られており、これらは被測定基板を構成する物質に応じて適宜選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】 本発明にかかる基板の両面形状測定装置の全体構成を示す正面斜視図。

【図 2】 図 1 に示した基板の両面形状測定装置の変位計走査部を示す背面斜視図。

【図 3】 上記変位計における変位センサの配置を示す正面図。

【図 4】 被測定基板の両面形状を測定する主要部を示す模式的な上面図。

【図 5】 逐次 2 点法を用いた真直誤差の測定方法を示す説明図。

【図 6】 被測定基板の両面形状測定および板厚測定を示す模式図。

【図 7】 図 5 の真直誤差に基づく基板の両面形状の補正方法を示す説明図。

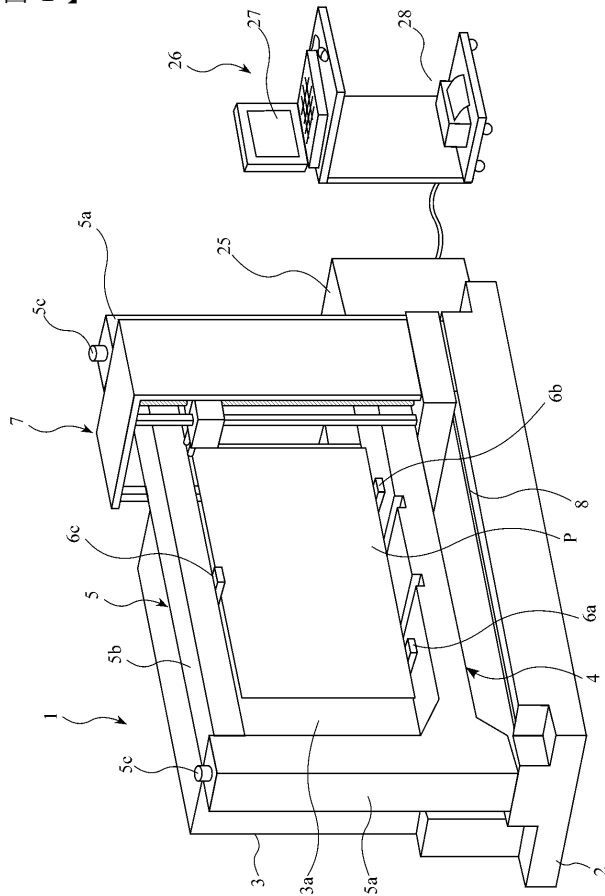
【符号の説明】

【0064】

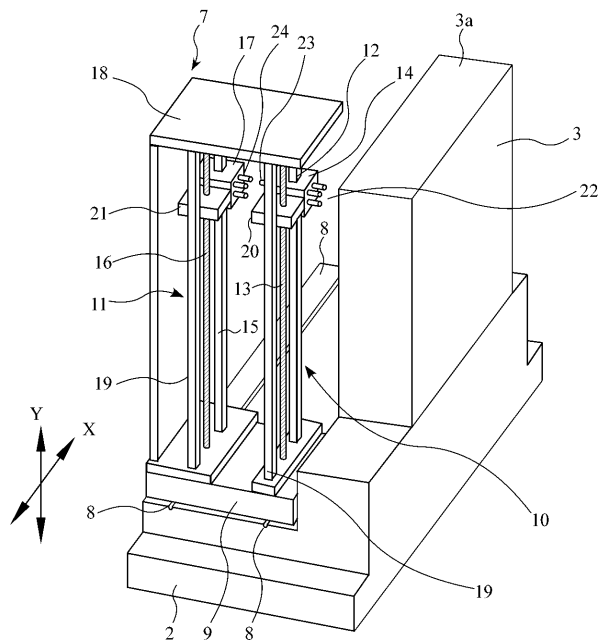
1 … 測定装置本体、2 … ベッド、3 … 縦型定盤、3 a … 基準面、4 … 基板保持機構、5 … 保持部材、5 a … 側柱、5 b … 横桁、6 … 基板支持台、6 a, 6 b … 基板下部支持台、6 c … 基板上部支持台、7 … 変位計走査コラム、8 … V 溝、9 … テーブル、1 0 … 第 1 のエアスライド、1 1 … 第 2 のエアスライド、1 2 … 第 1 の案内レール、1 3 … 第 1 の垂直ボールネジ、1 4 … 第 1 のスライダ、1 5 … 第 2 の案内レール、1 6 … 第 2 の垂直ボールネジ、1 7 … 第 2 のスライダ、1 8 … 固定板、1 9 … 補強支柱、2 0, 2 1 … ボールネジ受け部材、2 2 … 第 1 の変位計、2 2 a, 2 4 a … 第 1 変位センサ、2 2 b, 2 4 b … 第 2 変位センサ、2 2 c, 2 4 c … 第 3 変位センサ、2 3 … 第 2 の変位計、2 3 a … 変位セ

ンサ、24…第3の変位計、25…形状測定制御部、26…コンピュータ、27…ディスプレイ、28…プリンタ、P…被測定基板、S1…第1の被検面、S2…第2の被検面、S P…仮想基準面

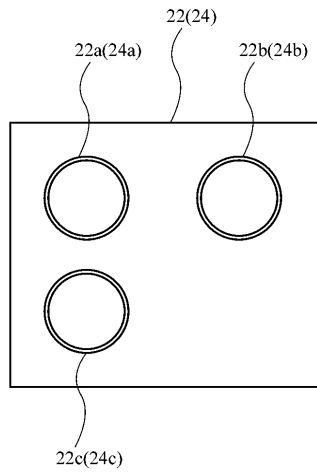
【図1】



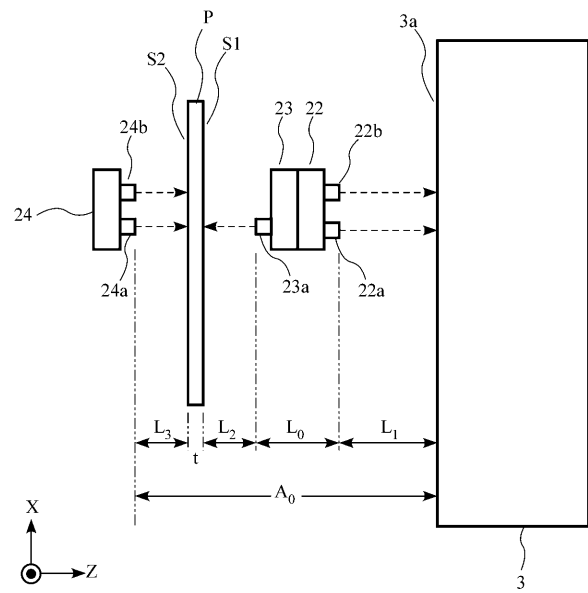
【図2】



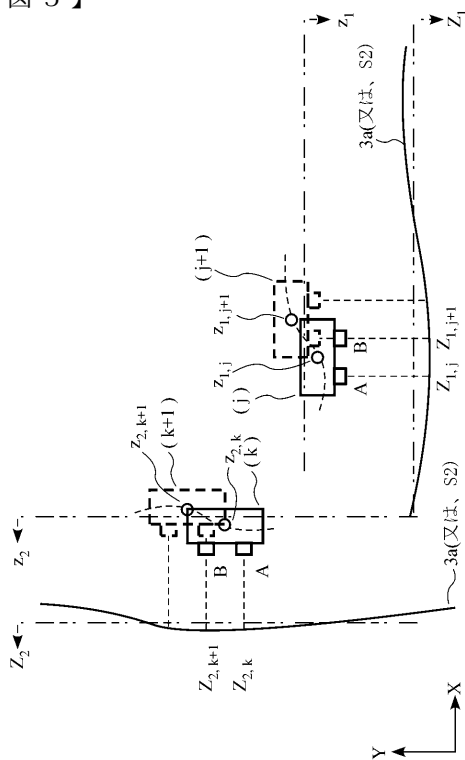
【図 3】



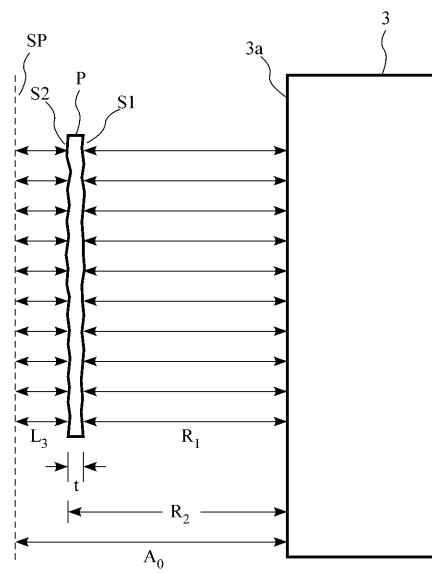
【図 4】



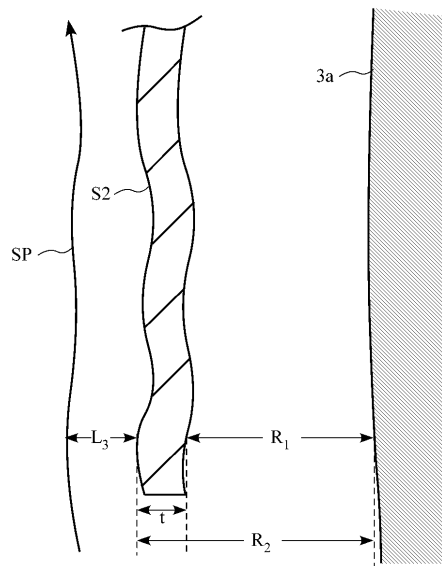
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 辰一

静岡県沼津市大岡 2 0 6 8 の 3 東芝機械株式会社内

(72)発明者 柿島 浩之

静岡県沼津市大岡 2 0 6 8 の 3 東芝機械株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA30 AA47 AA48 AA51 BB01 CC18 FF67 GG06 GG13

JJ05 MM06 PP03 PP11 PP22 QQ17