

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5586930号
(P5586930)

(45) 発行日 平成26年9月10日(2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日(2014.8.1)

(51) Int.Cl.

G01B 5/20 (2006.01)
G02C 13/00 (2006.01)

F 1

G01B 5/20
G02C 13/00

D

請求項の数 3 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-279943 (P2009-279943)
(22) 出願日	平成21年12月9日 (2009.12.9)
(65) 公開番号	特開2011-122899 (P2011-122899A)
(43) 公開日	平成23年6月23日 (2011.6.23)
審査請求日	平成24年11月30日 (2012.11.30)

(73) 特許権者	000135184 株式会社ニデック 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14
(72) 発明者	松山 善則 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会社ニデック拾石工場内

審査官 目黒 大地

(56) 参考文献	特開2009-068926 (JP, A) 特開2000-314617 (JP, A)
-----------	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼鏡枠形状測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

眼鏡フレームを所期する状態に保持する眼鏡フレーム保持ユニットと、眼鏡フレームのレンズ枠の溝に挿入されて押し当てられる針状の先端形状を持つ測定子と、を備え、前記測定子の移動位置を検知して前記眼鏡フレーム保持ユニットに保持されたレンズ枠の動径方向(XY方向)及び動径方向に垂直な方向(Z方向)の三次元形状を測定する眼鏡枠形状測定装置において、

前記測定子が上部に取り付けられた測定子軸を持つ測定子保持ユニットであって、前記測定子軸のZ方向の位置を自由に移動可能に保持すると共に、前記測定子の先端方向に前記測定子軸を移動可能に保持し、且つ前記測定子の先端をレンズ枠の溝に押し当てる測定圧を付与する測定圧付与機構と、動径方向における前記測定子の先端の向きを変えるために、前記測定子軸をZ方向に設定された軸を中心に回転する回転手段と、が設けられた測定子保持ユニットと、

前記測定子保持ユニットを動径方向に2次元的に移動させる動径方向移動手段と、前記測定子の動径方向の位置を検知する動径検知手段であって、前記測定子保持ユニットの動径方向の位置を検知する第1動径検知手段と、前記測定子保持ユニットに対する前記測定子の動径方向の位置を検知する第2動径検知手段と、を持つ動径検知手段と、測定開始後に得られた前記動径検知手段の検知結果に基づいて次の測定位置における前記回転手段の回転角及び前記測定子保持ユニットの動径位置を得て、得られた結果に基づいて前記回転手段及び動径方向移動手段の動作を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする眼鏡枠形状測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 の眼鏡枠形状測定装置において、前記制御手段は、前記測定子の先端の向きを、レンズ枠の測定済みの動径情報に基づいてレンズ枠の未測定部分の動径変化を予測し、予測した動径変化の略法線方向の第 1 方向か、レンズ枠内に設定されている所定位置に対する測定位置の動径方向の第 2 方向か、前記第 1 方向と第 2 方向の間の第 3 方向か、の何れかに決定して前記回転手段の駆動を制御することを特徴とする眼鏡枠形状測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 の眼鏡枠形状測定装置において、前記測定子保持ユニットは、前記測定子軸を Z 方向に移動可能に保持する Z 方向保持ユニットと、前記 Z 方向保持ユニットを Z 方向に移動させる Z 移動手段と、前記測定子の Z 方向の位置を検知する Z 位置検知手段であって、前記 Z 方向保持ユニットの Z 方向の位置を検知する第 1 Z 位置検知手段と、前記 Z 方向保持ユニットに対する前記測定子の Z 方向の移動位置を検知する第 2 Z 位置検知手段と、を備え、前記制御手段は、測定開始後に得られた Z 位置検知手段の検知結果に基づいて次の測定位置における前記 Z 方向保持ユニットの位置を得て、得られた結果に基づいて前記 Z 移動手段の駆動を制御することを特徴とする眼鏡枠形状測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼鏡フレームのレンズ枠（リム）の三次元形状を測定する眼鏡枠形状測定装置に関する。 20

【背景技術】

【0002】

眼鏡フレーム保持機構に保持された眼鏡フレームのレンズ枠の溝に測定子を押し当てて挿入し、レンズ枠の変化に追従して移動する測定子の移動位置を検知してレンズ枠の動径方向（X Y 方向）及び動径方向に垂直な方向（Z 方向）の三次元形状を得る眼鏡枠形状測定装置が種々ある（例えば、特許文献 1、2、3、4 等を参照）。

【0003】

この種の装置の測定機構は、図 14 に示されるように、レンズ枠 FW に対して回転される回転ベース RB と、測定子 ST が上端に取り付けられた測定子軸 SA を上下方向（Z 方向）に移動可能に保持し、回転ベース RB の回転中心 CO を通る径方向に移動可能に回転ベース RB に設けられた移動ベース VB と、測定子 ST をレンズ枠 FW の溝に押し当てる測定圧を発生するために、移動ベース VB をレンズ枠 FW 側に付勢する付勢機構と、により構成されている。回転ベース RB の回転により測定子 ST がレンズ枠の変化に追従して移動され、このときの測定子 ST の移動を検知することにより、レンズ枠の三次元形状が測定される。

30

【0004】

また、近年ではレンズ枠の反りの大きな眼鏡フレームが多くなってきているため、測定子は針状の先端を有するものが採用されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2000 - 314617 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 174252 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 350264 号公報

【特許文献 4】特開 2007 - 14517 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

レンズ枠の形状を精度良く測定するためには、測定子によりレンズ枠に掛かる力が過剰

50

にならず、レンズ枠の変化に対して測定子ができるだけ滑らかに追従されることが好ましい。しかし、従来の測定機構においては、直線部分が長いレンズ枠を測定する場合にレンズ枠に掛かる力が過大となり、レンズ枠を変形させやすい問題があった。すなわち、図14に示されるように、測定子STの先端には付勢機構による測定圧PSの他、回転ベースRBの回転力が与えられている。回転ベースRBの回転力は比較的大きく、レンズ枠FWに対して測定子STの先端が斜めに当る状態では、レンズ枠FWが変化する方向に対して大きく外れた外側方向に力PCが働くため、レンズ枠FWを変形させてしまうことになる。この場合には、レンズ枠FWの測定精度が低下する。

【0007】

また、針状の先端を有する測定子STにおいては、測定子STの先端がレンズ枠FWに対して鋭角な角度で当ると、レンズ枠FWの繋ぎ目の段差に測定子STの先端が引っかかりやすく、制度良くレンズ枠の形状を測定できなくなってしまう。

10

【0008】

また、レンズ枠FWは眼鏡フレーム保持機構が持つクランプピンCPによりクランプされるが、クランプピンCP付近でレンズ枠FWの反り(Z方向の変化)が大きく、レンズ枠FWに対して測定子STの先端が鋭角な角度で当っていると、測定子STがクランプピンCPと干渉してしまい、精度良くレンズ枠の形状を測定できなくなってしまう。

【0009】

さらにまた、近年ではフレームデザインの多様化により左右方向に長く伸びた形状のレンズ枠や窪み形状のレンズ枠が出現してきているが、レンズ枠FWに対する測定子STの先端の角度が鋭角になり過ぎると、測定子軸SAがレンズ枠と干渉し、精度良く測定できなくなってしまう。

20

【0010】

また、レンズ枠の反りの大きな高カーブフレームをも精度良く測定する上では、レンズ枠の動径方向に垂直な方向(Z方向)の変化に対して測定子が滑らかに追従されることが好ましい。レンズ枠が変化するZ方向の全範囲に亘って測定子を追従させる機構では、追従機構も大きくなり、重量も増すため、測定子の滑らかな動きに支障をきたし、測定精度が劣るようになる。また、測定子がレンズ枠の溝から外れやすくなる問題もある。

【0011】

本発明は、上記従来装置の問題点に鑑み、精度良くレンズ枠の形状を測定できる眼鏡枠形状測定装置を提供することを技術課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

(1) 眼鏡フレームを所期する状態に保持する眼鏡フレーム保持ユニットと、眼鏡フレームのレンズ枠の溝に挿入されて押し当てられる針状の先端形状を持つ測定子と、を備え、前記測定子の移動位置を検知して前記眼鏡フレーム保持ユニットに保持されたレンズ枠の動径方向(XY方向)及び動径方向に垂直な方向(Z方向)の三次元形状を測定する眼鏡枠形状測定装置において、前記測定子が上部に取り付けられた測定子軸を持つ測定子保持ユニットであって、前記測定子軸のZ方向の位置を自由に移動可能に保持すると共に、前記測定子の先端方向に前記測定子軸を移動可能に保持し、且つ前記測定子の先端をレンズ枠の溝に押し当てる測定圧を付与する測定圧付与機構と、動径方向における前記測定子の先端の向きを変えるために、前記測定子軸をZ方向に設定された軸を中心に回転する回転手段と、が設けられた測定子保持ユニットと、前記測定子保持ユニットを動径方向に2次元的に移動させる動径方向移動手段と、前記測定子の動径方向の位置を検知する動径検知手段であって、前記測定子保持ユニットの動径方向の位置を検知する第1動径検知手段と、前記測定子保持ユニットに対する前記測定子の動径方向の位置を検知する第2動径検知手段と、を持つ動径検知手段と、測定開始後に得られた前記動径検知手段の検知結果に基づいて次の測定位置における前記回転手段の回転角及び前記測定子保持ユニットの動径位置を得て、得られた結果に基づいて前記回転手段及び動径方向移動手段の動作を制御す

40

50

る制御手段と、を備えることを特徴とする。

(2) (1)の眼鏡枠形状測定装置において、前記制御手段は、前記測定子の先端の向きを、レンズ枠の測定済みの動径情報に基づいてレンズ枠の未測定部分の動径変化を予測し、予測した動径変化の略法線方向の第1方向か、レンズ枠内に設定されている所定位置に対する測定位置の動径方向の第2方向か、前記第1方向と第2方向の間の第3方向か、の何れかに決定して前記回転手段の駆動を制御することを特徴とする。

(3) (1)の眼鏡枠形状測定装置において、前記測定子保持ユニットは、前記測定子軸をZ方向に移動可能に保持するZ方向保持ユニットと、前記Z方向保持ユニットをZ方向に移動させるZ移動手段と、前記測定子のZ方向の位置を検知するZ位置検知手段であつて、前記Z方向保持ユニットのZ方向の位置を検知する第1Z位置検知手段と、前記Z方向保持ユニットに対する前記測定子のZ方向の移動位置を検知する第2Z位置検知手段と、を備え、前記制御手段は、測定開始後に得られたZ位置検知手段の検知結果に基づいて次の測定位置における前記Z方向保持ユニットの位置を得て、得られた結果に基づいて前記Z移動手段の駆動を制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、精度良くレンズ枠の形状を測定できる。また、レンズ枠の変形の可能性を低減でき、多様化するレンズ枠のデザインにも柔軟に対応した測定を行える。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、眼鏡枠形状測定装置の外観略図である。眼鏡枠形状測定装置1は、眼鏡フレームFを所期する状態に保持するフレーム保持ユニット100と、フレーム保持ユニット100に保持された眼鏡フレームのレンズ枠の溝に測定子を挿入し、測定子の移動を検出することによりレンズ枠(玉型)の三次元形状を測定する測定ユニット200と、を備える。測定ユニット200はフレーム保持ユニット100の下に配置されている。また、型板TP(又は眼鏡フレームに取り付けられていたデモレンズの場合も含む)を測定する際に使用される型板ホルダ310を着脱自在に取り付けるための取り付け部300が、装置1の左右中央の後方に配置されている。なお、型板ホルダ310は、特開2000-317795号公報等に記載された周知のものを使用することができる。

【0015】

測定装置1の筐体の前側には測定開始用のスイッチ等を持つスイッチ部4が配置されている。測定装置1の筐体の後側には、タッチパネル式のディスプレイを持つパネル部3が配置されている。レンズの周縁加工に際し、パネル部3により玉型データに対するレンズのレイアウトデータ、レンズの加工条件等が入力される。測定装置1で得られたレンズ枠の三次元形状データ及びパネル部3で入力されたデータは、眼鏡レンズ周縁加工装置に送信される。なお、測定装置1は、特開2000-314617号公報等と同じく、眼鏡レンズ周縁加工装置に組み込まれる構成としてもよい。

【0016】

図2は、眼鏡フレームFが保持された状態のフレーム保持ユニット100の上面図である。フレーム保持ユニット100の下側には、測定ユニット200が備えられている。保持部ベース101上には眼鏡フレームFを略水平に保持するための前スライダー102と後スライダー103が載置されている。前スライダー102と後スライダー103は、その中心線FLを中心にして2つのレール111上を対向して摺動可能に配置されていると共に、バネ113により常に両者の中心線FLに向かう方向に引っ張られている。

【0017】

前スライダー102には、眼鏡フレームFのレンズ枠をその厚み方向からクランプするためのクランプピン130a, 130bがそれぞれ2箇所に配置されている。同様に後スライダー103には眼鏡フレームFのレンズ枠をその厚み方向からクランプするためのクランプピン131a, 131bがそれぞれ2箇所に配置されている。また、型板TPを測

10

20

30

40

50

定するときは、前スライダー 102 及び後スライダー 103 が開放され、周知の型板保持治具が所定の取付け位置 140 に配置されて使用される。このフレーム保持ユニット 100 の構成は、例えば、特開 2000-314617 号公報等に記載された周知のものが使用できる。

【0018】

眼鏡フレーム F は、図示されるように、眼鏡装用時のレンズ枠の下方向が前スライダー 102 側に位置され、レンズ枠の上方向が後スライダー 103 側に位置される。左右のレンズ枠のそれぞれの下方向及び上方向に位置するクランプピンにより、フレーム F は所定の測定状態に保持される。

【0019】

測定ユニット 200 の構成例を、図 3 ~ 図 8 に基づいて説明する。測定ユニット 200 は、レンズ枠の溝に挿入される測定子 281 を保持するセンサユニット（測定子保持ユニット）250 と、センサユニット 250 を X Y Z 方向に移動させる移動ユニット 210 と、を備える。X Y 方向はフレーム保持ユニット 100 により保持されるフレーム F の測定平面（レンズ枠の動径方向）と平行であり、Z 方向は測定平面（レンズ枠の動径方向）に垂直な方向である。センサユニット 250 は、測定子 281 が上部に取り付けられた測定子軸 282 を備え、レンズ枠の Z 方向の変化に追従して測定子 281 が移動するように測定子軸 282 を Z 方向に移動可能に保持すると共に、測定子 281 の先端方向に測定子軸 282 を移動可能に保持し、且つ測定子 281 の先端をレンズ枠の溝に押し当てる測定圧を付与する測定圧付与機構が設けられている。

10

【0020】

図 3 ~ 5 は、移動ユニット 210 の構成を説明する図である。図 3 は、移動ユニット 210 の上方からの斜視図であり、図 4 は、移動ユニット 210 の下方からの斜視図である。図 5 は、Z 移動ユニット 220 と Y 移動ユニット 230 の上面斜視図（X 移動ユニット 240 とベース部 211 を取り外した状態の斜視図）である。

20

【0021】

移動ユニット 210 は、大別して、センサユニット 250 を Z 方向に移動させる Z 移動ユニット 220 と、センサユニット 250 及び Z 移動ユニット 220 を保持し Y 方向へ移動させる Y 移動ユニット 230 と、センサユニット 250 を Z 移動ユニット 220 及び Y 移動ユニット 230 と共に X 方向に移動させる X 移動ユニット 240 と、を備える。

30

【0022】

X 移動ユニット 240 は、概略的に次のように構成されている。水平方向（X Y 方向）に伸展した方形形状の枠を持つベース部 211 の下方に、X 方向に延びるガイドレール 241 が取り付けられている。ガイドレール 241 に沿って、Y 移動ユニット 230 の Y ベース 230a が X 方向に移動可能に取り付けられている。また、ベース部 211 には、パルスモータ 245 が取り付けられている。モータ 245 の回転軸には、X 方向に延びる送りネジ 242 が取り付けられている。そして、Y ベース 230a に固定されたナット部 246 が送りネジ 242 に螺合されている。これにより、モータ 245 が回転されると、Y ベース 230a が X 方向に移動される。

【0023】

40

なお、X 移動ユニット 240 の X 方向の移動範囲は、眼鏡フレームの左右のレンズ枠を測定可能にするために、センサユニット 250 が搭載される Y ベース 230a を眼鏡フレームの左右幅以上に移動可能な長さを持つ。

【0024】

また、Y 移動ユニット 230 は、概略的に次のように構成されている。Y ベース 230a に Y 方向に延びるガイドレール 231 が取り付けられ、このガイドレール 231 に沿って Z ベース 220a が Y 方向に移動可能に取り付けられている。Y ベース 230a には Y 移動用のパルスモータ 235 と Y 方向に延びる送りネジ 232 が回転可能に取り付けられている。モータ 235 の回転は、ギヤ等の回転伝達機構を介して送りネジ 232 に伝達される。送りネジ 232 には、Z ベース 220a に取り付けられたナット 227 が螺合され

50

ている。これらの構成により、モータ235が回転されると、Zベース220aがY方向に移動される。

【0025】

X移動ユニット240及びY移動ユニット230によりXY移動ユニットが構成される。センサユニット250をXY方向に移動させる範囲は、測定可能なレンズ枠の動径よりも大きくされている。これにより、センサユニット250により動径方向に移動可能に保持された測定子軸282の移動範囲を小さくできる。また、センサユニット250のXY方向の移動位置は、後述する制御部50によりモータ245及び235が駆動されるパルス数によって検知され、センサユニット250のXY方向の位置を検知する第1のXY位置検知ユニットがモータ245, 235及び制御部50により構成される。センサユニット250のXY位置検知ユニットとしては、モータ245及び235のパルス制御で検知する他、モータ245及び235のそれぞれの回転軸に取り付けられたエンコーダ等のセンサを使用する構成でも良い。10

【0026】

Z移動ユニット220は、概略的に次のように構成されている。Zベース220aにはZ方向に延びるガイドレール221が形成され、このガイドレール221に沿ってセンサユニット250が取り付けられた移動ベース250aがZ方向に移動可能に保持されている。また、Zベース220aにZ移動用のパルスモータ225が取り付けられていると共に、Z方向に延びる送りネジ(図示を略す)が回転可能に取り付けられている。そして、センサユニット250のベース250aに取り付けられたナットに螺合されている。モータ225の回転はギヤ等の回転伝達機構を介して送りネジ222に伝達され、送りネジ222の回転によりセンサユニット250がZ方向に移動される。センサユニット250のZ方向の移動位置は、後述する制御部50によってモータ225が駆動されるパルス数により検知され、センサユニット250のZ方向の位置を検知する第1のZ位置検知ユニットがモータ225及び制御部50により構成される。センサユニット250のZ位置検知ユニットとしては、モータ225のパルス制御で検知する他、モータ225の回転軸に取り付けられたエンコーダ等のセンサを使用する構成でも良い。20

【0027】

以上のようなX方向、Y方向及びZ方向の各移動機構は、実施形態に限られず、周知の機構が採用できる。例えば、XY移動ユニットは、図10に示すように、モータ403により回転中心CO(Z方向の軸)を中心に回転される回転ベース401と、回転ベース401に設けられたガイドレール411であって、中心COを中心にして径線方向に平行に設けられたガイドレール411と、モータ等の駆動機構421によってガイドレール411に沿って移動される水平移動ユニット420と、により構成することができる。センサユニット250及びZ移動ユニット220は水平移動ユニット420に搭載される。また、特開2006-350264号公報に記載されているように、測定子281を持つセンサユニット250を直線移動させる代わりに、回転ベースの中心に対して円弧起動で移動させる構成としても良い。この他、ロボットアームによるXY移動ユニットを構成することもできる。また、Z移動ユニットについても、回転可能なアームを持つ回転機構を組み合わせた構成とすることもできる。30

【0028】

次に、センサユニット250の構成を、図6～9により説明する。センサユニット250は、測定子281が上端に取り付けられた測定子軸282を備え、測定子軸282をZ方向に移動可能に保持すると共に、測定子281の先端が向く方向に測定子軸282を移動可能に保持する保持ユニット(以下、VHユニットと呼ぶ)280を備える。VHユニット280は、好ましくは、測定子軸282を水平方向に移動可能にするために、測定子軸282を測定子281の先端が向く方向に傾倒可能に保持する。また、センサユニット250は、好ましくは、測定子281の先端が向くXY方向を変えるために、VHユニット280をZ方向に延びる中心軸LOを中心に回転させる回転ユニット260を備える。40

【0029】

50

図6(a)は、センサユニット250の上方斜視図であり、図6(b)は回転ユニット260の説明図である。図7はVHユニット280の斜視図である。図8はVHユニット280の構成図である。図9はVHユニット280の側面図である。

【0030】

回転ユニット260の構成を説明する。図8に示されるVHユニット280は、図6(b)に示される回転ベース261に取り付けられている。回転ベース261は、図6(a)に示される筒形状を持つ保持カバー251の内部で、Z方向に延びる中心軸LOを中心にして回転可能に保持されている。保持カバー251は、Z移動ユニット220によりZ方向に移動される移動ベース250aに取り付けられている。図6(b)に示されるように、回転ベース261の下部の外周には、大径ギア262が形成されている。一方、図6(a)に示されるように、保持カバー251に取り付けられた取り付け板252にDCモータ265が取り付けられている。モータ265の回転軸にピニオンギア266が固定され、ピニオンギア266の回転は、取り付け板252に回転可能に設けられたギア263を介して、大径ギア262に伝達される。したがって、モータ265の回転により、回転ベース261が中心軸LOの軸回りに回転される。モータ265の回転は、モータ265に一体的に取り付けられたエンコーダ(センサ)265aにより検出され、エンコーダ265aの出力から回転ベース261(すなわち、VHユニット280)の回転角が検知される。回転ベース261の回転の原点位置は、図示を略す原点位置センサにより検知される。

【0031】

次に、VHユニット280の構成を説明する。VHユニット280は、測定子281が上部に取り付けられ測定子軸282を備える。測定子軸282は、測定子281の先端が向く方向(測定子281の先端と測定子軸282の軸中心を結ぶ方向のH方向)に傾倒可能に保持される。

【0032】

測定子281は、レンズ枠の反りが大きく、Z方向に大きく(45度以上に)傾斜したレンズ枠の溝にも挿入可能な厚みと幅を持つ針状に形成されている。この例では、測定子281の強度を持たすために、測定子281は先端に向かって徐々に径が細くなる形状に形成されている。また、測定子281の先端部281aは丸くされ、好ましくは球状に形成されている。先端部281aの球状形状の半径は、通常のレンズ枠の溝に挿入可能なサイズであり、好ましくは、0.3~0.5mmである。球状形状の半径が0.3mmよりも小さいと、レンズ枠の繋ぎ目で生じる段差を乗り越え難くなる。球状形状の半径が0.5mmよりも大きすぎると、レンズ枠の溝の幅が狭いときに、先端部281aが入り難くなり、Z方向の変化の大きなレンズ枠の測定時に測定子281が外れやすくなる。

【0033】

図7及び図8において、揺動ベース285は、回転ベース261に支持された軸(支点)S1を中心にして軸受け283aを介して、測定子281の先端方向(H方向)に傾倒可能に保持されている。揺動ベース285は、図8上で測定子281の先端方向に延びたアーム部285aを持つ。また、図8上でZ方向に延びる測定子軸282は、軸(支点)S2を中心にして軸受け283bを介して測定子281の先端方向に傾倒可能にアーム部285aに保持されている。この構成により、測定子軸282はその傾倒角度を維持したまま、軸S1の位置(すなわち、回転ベース261)に対してZ方向に移動可能とされる。

【0034】

なお、測定子軸282の動きをより軽くするために、センサユニット250上の測定子281の動径方向の移動範囲は、XY移動ユニットの移動可能範囲よりも小さくされ、また、測定子281のZ方向の移動範囲は、Z移動ユニットの移動可能範囲よりも小さくされていることが好ましい。これにより、レンズ枠の変化に対する測定子281の追従機構が小型化及び軽量化され、測定子281の滑らかな動きが実現される。

【0035】

10

20

30

40

50

軸 S 2 の下方に伸びた測定子軸 2 8 2 の下部には、軸 S 2 を支点とした測定子軸 2 8 2 の回転角の検知に使用されるギヤ板 2 8 4 が取り付けられている。また、揺動ベース 2 8 5 の下方には第 1 エンコーダ（センサ）2 8 6 が取り付けられている。そして、エンコーダ 2 8 6 の回転軸に取り付けられたピニオン 2 8 6 a が、ギヤ板 2 8 4 に形成されたギヤ 2 8 4 a に噛み合わされている。このため、エンコーダ 2 8 6 により、軸 S 2 を中心とした測定子軸 2 8 2 の傾倒方向（H 方向）の回転角が検知される。

【0036】

また、揺動ベース 2 8 5 には、軸 S 2 より下方の位置で、軸 S 2 を支点とした回転角の検知に使用されるギヤ板 2 8 7 が固定されている。一方、回転ベース 2 6 1 の下方に固定ブロック 2 9 0 が取り付けられている。固定ブロック 2 9 0 には第 2 エンコーダ（センサ）2 8 8 が取り付けられている。そして、エンコーダ 2 8 8 の回転軸に取り付けられたピニオン 2 8 8 a が、ギヤ板 2 8 7 に形成されたギヤ 2 8 7 a に噛み合わされている。この構成により、軸 S 1 を中心とした揺動ベース 2 8 5 の回転角がエンコーダ 2 8 8 によって検知される。図 8 上において、回転ベース 2 6 1 の回転の中心軸 LO は、本実施形態では、軸 S 1 と軸 S 2 が同じ高さ位置する状態で、軸 S 1 と軸 S 2 の中央を通るように設定されているが、これは軸 S 1 と軸 S 2 の中央でなくても良い。

【0037】

なお、V H ユニット 2 8 0 の構成においては、2 つのエンコーダ 2 8 6 , 2 8 8 により、センサユニット 2 5 0 に設定されている所定の基準点（中心軸 LO ）に対する測定子 2 8 1（先端部 2 8 1 a ）の X Y 位置を検知する第 2 の X Y 位置検知ユニットが構成される。また、2 つのエンコーダ 2 8 6 , 2 8 8 により、Z 方向の基準点（支点 S 1 の高さ）に対する測定子 2 8 1 の Z 方向の位置を検知する第 3 の Z 位置検知ユニットが構成される。エンコーダ 2 8 6 , 2 8 8 の代わりに、2 次元 C C D 又は2 つのラインセンサの組合せ等による周知の光学的なセンサを使用することもできる。

【0038】

また、V H ユニット 2 8 0 には、測定子 2 8 1 の先端をレンズ枠の溝に押し当てる測定圧を与える測定圧付与機構が設けられている。図 8 の例では、固定ブロック 2 9 0 と測定子軸 2 8 2 との間に、測定圧発生の付勢部材としての引っ張りバネ 2 9 1 が架け渡されている。バネ 2 9 1 の付勢により、軸 S 2 を中心にして測定子 2 8 1 の先端方向に測定子軸 2 8 2 が傾くように測定圧が常時掛けられる。測定圧付与機構は、バネ 2 9 1 の付勢部材を使用する他、モータ等の駆動源を使用することもできる。

【0039】

図 8 において、測定子軸 2 8 2 の下方に位置するギヤ板 2 8 4 には、図 8 の紙面に垂直な方向に突出したピン 2 8 4 b が固定されている。ピン 2 8 4 b は、測定子 2 8 1 の先端方向に測定子軸 2 8 2 が一定角度以上に傾倒されることを制限するために使用される。図 9 には、図 8 の V H ユニット 2 8 0 の側面図が示される。回転ベース 2 6 1 の下方に制限板 2 9 2 が取り付けられている。制限板 2 9 2 には、ピン 2 8 4 b が接触する接触部 2 9 2 a が形成されている。測定子軸 2 8 2 はバネ 2 9 1 により、軸 S 2 を支点として図 8 及び図 9 上の右側方向に傾倒するよう付勢されているが、ピン 2 8 4 b が制限板 2 9 2 の接触部 2 9 2 a に接触することにより、測定子軸 2 8 2 の傾倒が制限される。その制限位置は、測定子軸 2 8 2 が Z 方向に略平行になる位置までに設定されている。

【0040】

また、V H ユニット 2 8 0 は、軸 S 1 を支点とした揺動ベース 2 8 5 の重力による回転の平衡を取る付勢部材であるバネ 2 9 3 が設けられている。バネ 2 9 3 の一端は回転ベース 2 6 1 に固定され、もう一端は揺動ベース 2 8 5 の下方位置に固定されている。これにより、レンズ枠の溝に沿って追従される測定子 2 8 1（測定子軸 2 8 2 ）の上下方向（Z 方向）の移動が重力の影響を受けずに滑らかにされる。

【0041】

なお、V H ユニット 2 8 0 における測定子軸 2 8 2 及び測定子 2 8 1 を Z 方向に移動可能に保持する機構は、レール等からなる直動機構とすることもできる。しかし、直動機構

10

20

30

40

50

は長期間に渡っての使用においては、埃が進入し易い問題がある。このため、上記のように、軸 S 2 を支点とした測定子軸 2 8 2 の傾倒（回転）及び軸 S 1 を支点とした揺動ベース 2 8 5 の回転機構により、レンズ枠に対する測定子 2 8 1 の先端方向及び Z 方向の移動を構成することが好ましい。これにより、従来の直動機構に比べて埃の問題が少なく、長期間に渡って測定子 2 8 1 の滑らかな移動が維持される。

【0042】

また、図 1 に示される型板ホルダ 3 1 0 を使用した型板 T P (又はデモレンズ) の測定に際して、測定子軸 2 8 2 は、型板 T P の周縁に接触される測定軸として兼用される。測定子軸 2 8 2 は、回転ベース 2 6 1 より上に伸びた部分の側面が、その軸中心 (S o) を中心にした円柱形状の側面が型板 T P の周縁に接触される。測定子軸 2 8 2 の側面の内、測定子 2 8 1 の先端方向に対して直交する方向の側面が主に型板 T P に接触される。型板測定時に測定圧を発生する測定圧付与機構は、V H ユニット 2 8 0 を回転させる回転ユニット 2 6 0 が兼用される。測定子軸 2 8 2 が垂直方向 (Z 方向) に立てられた状態で、DC モータ 2 6 5 により回転ベース 2 6 1 が回転されると、その側面が型板 T P の周縁に接触される。このとき、モータ 2 6 5 に一定の電圧が与えられることにより、測定子軸 2 8 2 に測定圧が付与される。すなわち、型板 T P に測定子軸 2 8 2 が接触され、センサユニット 2 5 0 が X Y 方向に移動されると、回転ベース 2 6 1 にモータ 2 6 5 による回転力が加えられていることにより、型板 T P の周縁の変化に追従して測定子軸 2 8 2 が移動される。回転ベース 2 6 1 の回転角はエンコーダ 2 6 5 a により検出され、回転ベース 2 6 1 の回転中心に対する測定子軸 2 8 2 の中心 (S o) 位置が検知される。なお、型板測定時の測定圧付与機構としては、バネ等の付勢部材を使用することもできる。

【0043】

図 1 1 は、本装置 1 の制御系ブロック図である。制御部 5 0 に、パネル部 3 、スイッチ部 4 、X 移動ユニット 2 4 0 のモータ 2 4 5 、Y 移動ユニット 2 3 0 のモータ 2 3 5 、Z 移動ユニット 2 2 0 のモータ 2 2 5 、モータ 2 6 5 、エンコーダ 2 6 5 a , 2 8 6 、2 8 8 等が接続されている。また、制御部 5 0 にはフレーム保持ユニット 1 0 0 のクランプ機構の駆動源が接続されている。

【0044】

次に、レンズ枠の変化に追従して移動される測定子 2 8 1 の先端の位置検出について説明する。図 1 2 は、測定子 2 8 1 の先端位置検出を説明する図である。

【0045】

図 1 2 において、点 A を揺動ベース 2 8 5 の回転中心の支点 (S 1) とし、点 B を測定子軸 2 8 2 の傾倒の支点 (S 2) とし、点 D を測定子 2 8 1 の先端とし、点 C を測定子軸 2 8 2 の軸上で点 D からの垂線が交わる点とする。点 O は、センサユニット 2 5 0 に設定された基準点であり、点 A から測定子 2 8 1 の先端方向上で、回転ベース 2 6 1 の中心軸 L O が通る点とする。また、点 A と点 B の距離を a 、点 B と点 C の距離を b 、点 C と点 D の距離を c 、点 B と点 D の距離を d とする。また、この例では、点 O に対する点 A の距離を $a / 2$ とする。また、Z 方向に対する線分 B C (測定子軸 2 8 2) の角度を θ 、点 A と点 O を結ぶ方向 (H 方向) に対する線分 A B の角度を ϕ 、線分 A B と線分 B C の成す角度を ψ 、Z 方向に対する線分 B D の角度を α 、線分 B D と線分 B C のなす角度を β とする。なお、角度 α はエンコーダ 2 8 8 により検知される。角度 β はエンコーダ 2 8 6 により検知される。

【0046】

ここで、点 O に対する点 D の H 方向 (測定子 2 8 1 の先端が向く方向) の位置 D h 及び Z 方向の位置 D z は、以下の式で求められる。図 1 2 において、点 O に対して右側を H 方向のプラス、左側を H 方向のマイナス側とし、点 O に対して上側を Z 方向のプラス、下側を Z 方向のマイナス側とする。

【0047】

【数1】

$$D(Dh, Dz) = (-a/2 + a \cdot \cos \beta - d \cdot \sin \phi, -a \cdot \sin \beta + d \cdot \cos \phi) \quad (\text{式1})$$

【0048】

また、角度 α 、 β は、以下により求められる。

【0049】

【数2】

$$\alpha = 90 - \beta - \gamma \quad (\text{式2})$$

10

【0050】

【数3】

$$\varphi = \alpha - \tan^{-1}(c/b) = (90 - \beta - \gamma) - \tan^{-1}(c/b) \quad (\text{式3})$$

【0051】

図13は、測定子281の先端方向(H 方向)を X Y 座標系で考えた場合の説明図である。測定ユニット200の X Y 座標系で点Oを中心とした回転ベース261の回転を考え、Y 方向に対する測定子281の先端方向(H 方向)の角度を (図13 上で反時計回りの方向の角度) とすると、点Oを基準とした点Dの位置(x , y , z)は、以下の式で表される。

20

【0052】

【数4】

$$D(x, y, z) = (Dh \cdot \sin \theta, Dh \cdot \cos \theta, Dz) \quad (\text{式4})$$

【0053】

すなわち、センサユニット250に設定された基準位置(点O)に対する測定子281の先端位置は、上記の式4で求められる。センサユニット250に回転ユニット260が設けられた構成においては、角度 θ はエンコーダ265aにより検知される。図10で示されたように、X Y 移動ユニットが回転ベース401と水平移動ユニット420により構成され、センサユニット250が回転ユニット260を持たない場合、測定子281の先端方向は、回転ベース401の回転方向とされる。この場合、測定子281の先端方向を変える回転機構として、X Y 移動ユニットの一部を構成する回転ベース401及びモータ403が使用される。したがって、上記式4の角度 θ は回転ベース401の回転角により決定される。回転ベース401の回転角は、モータ403の回転駆動の制御データから得られる。

30

【0054】

そして、X Y 移動ユニット及びZ 移動ユニット220により移動されるセンサユニット250の基準位置(点O)は、測定ユニット200に設定されている原点に対する位置(X , Y , Z)として制御される。したがって、測定子281の先端位置は、測定ユニット200の原点に対して、センサユニット250の基準点O(X , Y , Z)と、基準点Oに対する点Dの位置(x , y , z)との合成により求められる。

40

【0055】

次に、測定ユニット200によるレンズ枠の測定動作を説明する。以下では、測定ユニット200の制御方法を理解しやすくするために、レンズ枠の動径方向(X Y 方向)の測定動作とZ 方向の測定動作とに分けて説明する。

【0056】

レンズ枠の動径方向の測定時、制御部50は、測定済みのレンズ枠の動径情報に基づいてセンサユニット250を移動させるX Y 位置を決定し、決定したX Y 位置に従ってX Y

50

移動ユニットの駆動を制御する。好ましくは、制御部 50 は、測定済みのレンズ枠の動径情報に基づいてレンズ枠の未測定部分の動径変化を予測し、未測定部分の動径変化に沿って測定子 281 の先端が移動するようにセンサユニット 250 を移動させる X Y 位置を決定する。例えば、レンズ枠の接線方向に測定子 281 の先端が移動するように制御する。また、制御部 50 は、測定済みの動径情報から求められる未測定部分の動径情報に応じて回転ユニット 260 の回転角を決定し、決定した回転角に従って回転ユニット 260 の回転を制御する。例えば、制御部 50 は、測定子 281 の先端方向がレンズ枠の略法線方向になるように回転ユニット 260 の回転角を決定する。

【 0 0 5 7 】

図 15 は、測定子 281 の移動状態を示す模式図である。図 16 は、センサユニット 250 の基準点 O の移動制御及び測定子 281 の回転方向の制御を説明する図である。なお、動径方向の特徴的な測定動作を説明するために、レンズ枠は Z 方向への変化が無いものとする。

【 0 0 5 8 】

図 15において、点 CO は、レンズ枠内に設定された所定点であり、レンズ枠測定時の X Y の原点位置とする。点 CO は、フレーム保持ユニット 100 により保持されるレンズ枠の Y 方向の略中心であり、測定開始側のクランプピン 130a、130b が位置する Y 方向上の位置に設定されている。これは、X Y 移動ユニットが図 10 に示す回転ベース 401 の回転中心に相等する位置である。

【 0 0 5 9 】

図 16において、P1、P2、P3、P4、・・・は、点 CO を基準に動径角を微小角度毎に変化させたときのレンズ枠 FW の測定点を示す。測定点を点 CO に対して角度毎に変化する点とすることにより、従来と同じく、測定点の総数を一定として得ることができる。例えば、角度を 0.36 度とすれば、レンズ枠の動径サイズに拘わりなく、1000 点の測定点が得られる。点 P1 は測定開始点である。

【 0 0 6 0 】

測定開始時、制御部 50 は、退避位置（点 CO）に置かれていた測定子 281 の先端方向（測定子 281 の先端が向く方向）が Y 方向（1a）となるように回転ユニット 260 のベース 261 を回転させ、また、測定子 281 の先端が測定開始点 P1 の所定高さ（クランプピン 131a、131b のクランプ位置の高さ）に位置させるように、センサユニット 250 を Z 方向に移動させる。次に、制御部 50 は、X Y 移動ユニットを駆動し、測定子 281 の先端をレンズ枠の溝に挿入させる。測定子 281 の先端がレンズ枠の溝に接触し、その状態からさらにセンサユニット 250 がレンズ枠側に移動されることにより、垂直状態にあった測定子軸 282 が支点 S2 を中心にして傾けられる。測定子軸 282 が傾けられたことがエンコーダ 286 の出力変化から検出されるため、測定子 281 の先端がレンズ枠の溝に接触したことが制御部 50 により検知される。測定開始点 P1 では、測定子軸 282 が図 8 上の左側に所定角度 1（例えば、5 度）だけ傾けられる位置まで、センサユニット 250（VH ユニット 280 の基準点 O）をレンズ枠側に移動させる。このときの測定子 281 の先端位置は、X Y 移動ユニットにより移動されるセンサユニット 250 の X Y 位置情報と、エンコーダ 286、288 の検知情報と、に基づいて得られる。

【 0 0 6 1 】

なお、測定子 281 の先端がレンズ枠の溝に接触した後、さらに測定子軸 282 が角度 1 まで傾けられる状態までセンサユニット 250 を移動させるのは、その後の測定点の測定に際して、基準点 O からの距離が長くなる方向に対しても測定を可能にするためである。本実施形態においては、測定子 281 は、レンズ枠の溝に挿入された後に支点 S2 を中心に図 8 上の左側に傾けられ、バネ 291 により測定圧が掛けられた状態とされる。この測定圧の発生により、測定子軸 282 が垂直になるまで、測定子 282 の先端はレンズ枠の溝位置の変化に追従することができる。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

次の測定点 P 2 の測定時、測定済みの動径情報は測定点 P 1 の情報のみであるため、制御部 50 は、X 方向と同じ方向 Q 1 (測定点 P 1 の接線方向) と、に方向 1 a に対して微小角度 を変化させた方向 2 a と、の交点 P 2 a に次の測定点 P 2 があるものと予測する。そして、制御部 50 は、方向 Q 1 に対して点 P 2 a での略法線方向となる角度 2 b を求め、測定子 281 の先端方向を方向 2 b になるように回転ユニット 250 を回転する (図 16 の例では、方向 2 a は測定開始点 P 1 の方向 1 a と同じ角度のままである) と共に、測定子 281 の先端が点 P 2 a まで移動するように、XY 移動ユニットの駆動を制御し、センサユニット 250 の基準点 O を位置 P O 1 から位置 P O 2 に移動させる。位置 P O 2 の位置は、点 P 2 a の位置、方向 2 b 及び距離 S (基準点 O から測定子 282 の先端までを一定距離とするための距離) によって求められる。

10

【0063】

センサユニット 250 の基準点 O が位置 P O 2 に移動されると、測定子 281 にはバネ 291 により所定の測定圧が掛けられているので、測定子 281 の先端はレンズ枠の実際の位置変化に追従して移動される。測定点 P 2 の位置は、センサユニット 250 の基準点 O を移動させた位置 P O 2 の XY 位置情報と、エンコーダ 286, 288 により得られる測定子 281 の先端位置 D (x, y) の情報 (前述の式 4) と、に基づいて求められる。

【0064】

次に、制御部 50 は、さらに角度 だけ変化した方向 3 a に対する測定点 P 3 の位置を、測定済みの点 P 1, P 2 の位置情報に基づいて予測する。例えば、測定点 P 3 が近似的に測定済みの点 P 1, P 2 を通る直線の延長方向 Q 2 と方向 3 a の方向との交点 P 3 a に位置するものと予測する。また、制御部 50 は、方向 Q 2 に対して点 P 3 a での略法線方向となる角度 3 b を求める。そして、制御部 50 は、測定子 281 の先端方向を方向 3 b になるように回転ユニット 250 を回転すると共に、測定子 281 の先端が点 P 3 a まで移動するように、センサユニット 250 の基準点 O を位置 P O 3 に移動させる。位置 P O 3 の位置は、点 P 3 a の位置、方向 3 b 及び距離 S によって求められる。実際の測定点 P 3 の位置は、位置 P O 3 の位置情報と、エンコーダ 286, 288 による検知結果と、に基づいて求められる。

20

【0065】

同様に、制御部 50 は、測定済みの測定点 P 2, P 3 を通る直線の延長方向 Q 3 と、点 P 3 a に対してさらに角度 分だけ変化した方向 4 a と、に基づいて測定点 P 4 の予測点 P 4 a を求める。次に、方向 4 a に対して測定子 281 の先端方向が直交する方向 4 b になるように回転ユニット 250 の回転ベース 261 の回転角を制御すると共に、点 P 4 a の位置、方向 4 b 及び距離 S に基づいてセンサユニット 250 の基準点 O を移動させる位置 P O 4 を決定し、位置 P O 4 に基準点 O が移動するように XY 移動ユニットの駆動を制御することにより、実際の測定点 P 4 の位置を測定する。以後、同様な制御が行われることにより、レンズ枠の全周の動径情報が得られる。

30

【0066】

図 15において、レンズ枠 FW の内部に示される点線 F d は、センサユニット 250 の基準点 O の移動軌跡であり、レンズ枠 FW の動径形状に略沿った形となっている。このようなセンサユニット 250 の移動制御により、測定子 281 の先端を移動させる力 P C が働く方向は、レンズ枠 FW の動径形状に略沿った方向であるため、レンズ枠 FW に対して過大な力が掛らず、レンズ枠 FW を変形させずに、測定子 281 が滑らかに移動されるようになる。

40

【0067】

また、測定子 281 の先端方向が未測定分のレンズ枠に対して略法線方向となるように接触するため、測定子 281 の先端がレンズ枠 FW に対して鋭角な角度で接触する場合に比べて、レンズ枠の動径形状を精度良く測定できる。また、レンズ枠の繋ぎ目に段差が生じている場合でも、測定子 281 の先端が段差を乗り越えやすくなり、レンズ枠の測定不能の不具合を軽減できる。さらに、レンズ枠の反りが大きい場合でも、クランプピンに対して鋭角な角度で測定子 281 が交わらないため、クランプピンとの干渉を避けた測定が

50

可能になる。

【0068】

またさらに、図18のように、レンズ枠FWの形状が内側に窪んでいる場合でも、測定子281の先端方向がレンズ枠FWの略法線方向になるように移動されるため、窪み部分FWdの測定が可能にされる。レンズ枠FW内に設定された中心COを基準に測定子281の先端方向が向けられる測定方法では、中心COと測定子281の先端方向とを結ぶ直線の延長線に沿うような窪み部分FWdでは、測定子281又は測定子軸282とレンズ枠FWが干渉し、測定が困難になる。上記の制御方法であれば、窪み部分FWdの測定が可能にされる。

【0069】

なお、予測点P2a, P3a, P4a・・・は、点COに対して角度毎に変化する方向にあるものとして求める代わりに、レンズ枠の動径の変動方向へ微小距離毎に前の測定点から変化した点として求めることでも良い。

【0070】

次に、測定子281の先端方向の決定に関する変容例を図17により説明する。この変容例は、測定済みの動径情報から求められる未測定部分の動径情報に応じて回転ユニット260の回転角を決定する方法であり、測定子281の先端方向を、中心COを基準とした動径方向と、レンズ枠の法線方向との間の方向に決定する方法である。

【0071】

図17において、図16と同様な要素には同一符号が付されている。制御部50は、先の例と同じく測定点P2の予測点P2aを求めた後、方向Q1に対する法線方向（直交方向）2bと点COを基準とした設定された方向2aとの中間方向2cを求め、測定子281の先端方向を方向2cになるように回転ユニット250を回転する。また、方向2c上で、点P2aから距離Sだけ離れた位置PO2にセンサユニット250の基準点Oが移動するように、XY移動ユニットの駆動を制御する。

【0072】

同様に、制御部50は、次の測定点P3の測定時には、測定済みの測定点P1とP2に通る直線の延長方向Q2と方向3aの方向との交点に位置するものとして測定点P3の予測点P3aを求める。次に、点P3aでの方向Q2に対する法線方向3bと方向3aとの角度の中間方向3cを求め、測定子281の先端方向を方向3cになるように回転ユニット250を回転する。また、方向3c上で、点P3aから距離Sだけ離れた位置PO3にセンサユニット250の基準点Oが移動するように、XY移動ユニットの駆動を制御する。以後、同様に、測定済みの動径情報に基づいて次の測定点が位置する点を予測し、その点での法線方向bと中心点COを基準に角度毎に変化する動径方向

aとの中間方向cを求め、この方向cに測定子281の先端方向が向くように回転ユニット250の回転角を制御すると共に、方向cと距離Sとに基づいてセンサユニット250の基準点Oを移動させる位置を決定し、決定した位置に基づいてXY移動ユニットを制御する。なお、上記の中間方向cは、比率5:5で分割する中間角度の他、比率6:4で分割する等、法線方向b側に近い角度であっても良い。

【0073】

この変容例の方法によれば、例えば、図19のように、レンズ枠FWの形状が直角に近く変化している部分FWeを持つ場合でも、測定が可能になる。先の例のように、常に、レンズ枠FWの形状に対して法線方向に測定子281の先端方向が向けられると、直角な変化部分FWeの測定時に測定子軸282がレンズ枠FWに干渉してしまう場合がある。これに対して、測定子281の先端方向を中間方向cに制御する方法であれば、前述の問題を軽減できる。また、図18のような窪んだ部分を持つレンズ枠の測定にも対応可能であり、レンズ枠を精度良く測定できる。

【0074】

測定子281の先端方向の決定に関しては、上記の以外にも種々変容が可能である。例えば、点COを基準とした動径方向aに測定子281の先端方向としても良い。この場

10

20

30

40

50

合でも、レンズ枠のレンズ枠の動径形状に基づいてレンズ枠の未測定部分の形状を予測し、未測定部分の形状に沿って測定子 281 の先端が移動するように（レンズ枠の接線方向に測定子 281 の先端が移動する場合を含む）、センサユニット 250 を X Y 移動させることにより、レンズ枠に対して過大な力を掛けることなく、レンズ枠の変形を軽減して精度良く測定できる。この方法では、回転ユニット 260 の回転角の決定に複雑な演算が不要であるので、測定の迅速化が可能になる。また、X Y 移動ユニットが、図 10 のように、回転ベース 401 と水平移動ユニット 420 により構成されている場合には、センサユニット 250 に回転ユニット 260 を設けることなく、レンズ枠の変形を軽減した測定が可能であり、装置構成が簡略化される。

【0075】

10

上記の説明では、レンズ枠の未測定部分の動径変化の予測について、近似的に直前の 2 点を通る直線としたが、3 点以上の測定済みの点によって求めた曲線を使用することでも良い。また、レンズ枠の未測定部分の動径変化の予測には、次の場合も含まれる。例えば、点 P2 で実際のレンズ枠の動径情報が得られたら、次の点 P3 の測定に際しては、点 P1 に対する点 P2 の動径変化分だけ測定子の先端が移動するように制御する。

【0076】

またさらに、測定点 P1 と点 P2 が得られる途中のレンズ枠の測定済みの動径情報に基づいて、測定点 P3 よりさらに次の測定点 P4 が位置する予測点を求めて X Y 移動ユニットを制御し、測定点 P2 が得られた後に、測定点 P4 の予測点の位置を補正して X Y 移動ユニットを駆動制御すると良い。2つ以上前の測定点の動径情報を利用することにより、直前の測定点の測定結果を待って次の X Y 位置を決定する場合に対して、センサユニット 250 の移動をスムーズにすることができる。

20

【0077】

なお、上記のようなレンズ枠の動径形状の測定においては、センサユニット 250 を Z 方向に移動させる Z 移動ユニット 220 の構成を必ずしも必要とせず、特開 2000-314617 号等のように、測定子軸 282 は直動機構により Z 方向の全測定範囲でレンズ枠の溝位置変化に追従して移動可能に保持されている構成でも良い。しかし、レンズ枠に追従する測定子 281 の滑らかな動きを実現し、より精度良く測定するために、Z 方向についてもセンサユニット 250 が移動される構成が好ましい。さらに、反りの大きな高カープのレンズ枠の溝から測定子 281 が外れにくくするために、レンズ枠の反りに合わせて測定子軸 282（測定子 281）が傾倒される構成が好ましい。

30

【0078】

次に、レンズ枠の Z 方向の測定動作を説明する。以下では、高カープフレームを測定する場合にも、測定子 281 がレンズ枠から外れることを低減し、その測定を精度良く行うための動作を中心に説明する。

【0079】

レンズ枠の測定時、制御部 50 は、測定済みのレンズ枠の Z 方向の位置に基づいて Z 方向移動ユニット 220 を制御してセンサユニット 250 を Z 方向に移動させる。また、制御部 50 は、レンズ枠の溝に押し当てられる測定子 281 の傾斜角がレンズ枠の傾きに沿うように、レンズ枠の測定済みの Z 位置に応じて X Y 移動ユニット（240、230）の移動を制御する。その際、測定済みのレンズ枠の高さ情報に基づいて未測定部分（次の測定点）の高さ変化を予測し、その予測した高さに応じて Z 方向の測定子 281 の傾きがレンズ枠の傾きに沿うように、センサユニット 250 の X Y 位置及び Z 位置を制御することが好ましい。

40

【0080】

図 20 は、レンズ枠を Y 方向（X Z 方向に垂直な方向）から見たときのレンズ枠 FW の反り状態と Z 方向の各測定点を示す拡大図である。図 21 は、Z 方向の各測定点の予測点におけるレンズ枠 FW の断面と、測定子 281 及び測定子軸 282 の傾斜状態を示す図である。なお、センサユニット 250（基準点 O）の X Y 方向の移動制御は、説明を簡単にするために、第 2 の方法（レンズ枠の略法線方向に測定子の先端方向を向ける制御方法）

50

とする。また、図20におけるレンズ枠FWの測定点P1-P4の動径は、X方向の変化のみであり、Y方向に変化が無いものとする。

【0081】

測定開始点P1の測定時、制御部50は、測定子281の先端方向の角度₁をY方向に一致させ、測定子281の先端を測定開始点P1の所定高さに位置させた後、測定子281の先端をレンズ枠の溝に挿入させる。その際、測定子281の先端方向への変動見込み、測定子軸282が移動限界まで達しないように、図21のように、点P1においては、測定子軸282が初期角度₁（例えば、5度）傾けられる位置までセンサユニット250（基準点O）をY方向に移動させる。

【0082】

続いて、次の測定点P2を測定するために、センサユニット250をXY移動させる。次の測定点P2については、点P1と同じ高さに予測点P2zaがあるものとし、センサユニット250のZ位置は変えず、センサユニット250をXY方向に移動させる。実際の測定点P2の位置は、センサユニット250の基準点Oの位置情報(X, Y, Z)と、エンコーダ286, 288の検知結果による検知情報(x, y, z)と、により得られる。点P1から点P2までの距離L2は、点P1と点P2のXY位置に基づいて求められる。このときの予測点P2zaと実際の測定点P2との差をz2とする。

【0083】

測定点P2のZ位置が得られたら、測定済みの点P1, P2の位置情報に基づいて次の測定点のZ位置を予測する。例えば、次の測定点P3の予測点P3zaは、距離L3(XY方向の予測点P2a, P3aから求められる)だけ離れた位置で、測定済みの点P1のZ位置と点P2のZ位置と結ぶ延長線方向Qz2上にあるものと予測する。一つ前の予測点P2zaに対する予測点P3zaのZ位置の変位量をz3aとする。L2とL3を近似的に同距離とすれば、z3aは $2 \times z2$ で求められる。また、このときのX軸に対する方向Qz2の角度を₃とする。角度₃は、距離L2と点PのZ位置(z2)により得られる($\tan \alpha = z2 / L2$)。

【0084】

制御部50は、予測点P3aのZ位置に基づいて、Z移動ユニット220のモータ235を駆動し、センサユニット250をZ方向にz3a分移動させる。また、レンズ枠の溝はZ位置の変化に応じた反りがあるので、この反りに合わせてレンズ枠の溝に挿入される測定子281の傾斜角度を変化させる。測定子281及び測定子軸282の傾斜角度は、予測点P3zaの角度₃に基づいて決定する。点P3zaの測定に際して、Z軸に対して測定子軸282を傾斜させる角度を_{3a}とする。角度_{3a}は角度₃をそのまま使用しても良いが、実際の測定点P3の上下変動を見込んで、測定点P1を測定するときと同じように、測定子軸282が移動限界まで達しない値を考慮する。例えば、角度_{3a}は角度₃に先の角度₁を加えた値とする。あるいは、角度_{3a}は角度₃にある補正係数kを乗じた値とする。

【0085】

制御部50は、予測点P3zaの位置に測定子281の先端を位置させたときに、測定子軸282が角度_{3a}だけ傾くように、センサユニット250の点A（基準点O）を測定点P2の位置に対して測定子281の先端方向に移動量h3だけ移動させる（図21参照）。移動量h3は、角度_{3a}と、図12に示した点Aと点Bの距離、点Bと点Cの距離、点Cと点Dの距離、点Bと点Dの距離を使用して演算により求められる。

【0086】

図22は、測定子軸282をZ方向に対してある角度₃だけ傾けるときの、測定子軸282の移動量の求め方を説明する図である。図22では、測定子軸282が垂直状態(Z方向にあるときと、測定子281の先端点Dの位置を変化させず、測定子軸282が垂直状態(Z方向)にあるときの点Aを測定子281の先端方向(H方向)に移動させ、測定子軸282が角度₃だけ傾斜した状態にあるとき示している。点Aと点Bの距離、点Bと点Cの距離、点Cと点Dの距離、点Bと点Dの距離は、図12と同じく、それぞれ、

10

20

30

40

50

a、b、c、dとする。測定子軸282が角度だけ傾斜したときの点Aの移動点をA1、点Bの移動点をB1、点Cの移動点をC1とする。また、このときの線分CDと線分BDとの角度をとし、線分CDと線分B1Dとの角度をとする。点Dを基準として点Bから点B1への回転角度はとなるので、角度、角度はそれぞれ以下により求められる。

【0087】

【数5】

$$\lambda = \tan^{-1}(c/b) \quad (\text{式5})$$

10

【0088】

【数6】

$$\omega = \lambda + \Delta\alpha \quad (\text{式6})$$

【0089】

また、点Dに対する点B1のH方向の距離をDB1h、Z方向の距離をDB1zとすると、DB1h、DB1zはそれぞれ以下の式で求められる。

【0090】

【数7】

$$DB1h = d \cdot \sin(180 - \omega) \quad (\text{式7})$$

20

【0091】

【数8】

$$DB1z = d \cdot \cos(180 - \omega) \quad (\text{式8})$$

【0092】

また、点Bに対する点B1のZ方向の距離をBB1zとすると、BB1zは以下の式で求められる。

30

【0093】

【数9】

$$BB1z = d \cdot \cos(180 - \omega) - b \quad (\text{式9})$$

【0094】

また、H方向に対する線分BB1の傾斜角をとすると、は以下の式で求められる。

【0095】

【数10】

40

$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{d \cdot \cos(180 - \omega) - b}{a} \right) \quad (\text{式10})$$

【0096】

したがって、点Aから点A1の移動量hは、図より以下の式で求められる。

【0097】

【数11】

$$\Delta h = a + c + d \cdot \sin(180 - \omega) - a \cdot \cos \beta \quad (\text{式11})$$

【0098】

この式11において、 a 、 b 、 c 、 d 、 ω について式10、式6、式5を用いて展開すれば、 h が既知の距離 a 、 b 、 c 、 d 、角度 β により表わされる。

【0099】

そして、上記の β に対する移動量 h の演算方法の考え方を基にして角度 z_3 が決まれば、移動量 h_3 も演算により求められる。

10

【0100】

図20、図21の説明に戻り、測定子軸282が角度 z_3 で傾斜されると、測定子281の先端方向も傾斜され、レンズ枠の反りに合うように測定子281の先端がレンズ枠に挿入される。これにより、高カーブフレームの測定時にも測定子281がレンズ枠の溝から外れにくくなる。また、測定を高精度で行える。

【0101】

センサユニット250が測定点P2の位置から距離 L_3 だけXY方向に移動されると、実際の測定点P3のXYZ位置が測定される。測定点P2に対する測定点P3のZ位置に変位量を z_3 とする。測定点P3のZ位置が得られたら、測定済みの点P2、P3の位置情報に基づいて次の測定点P4のZ位置を予測する。次の測定点P4の予測点P4z_aは、点P3から距離 L_4 だけ離れた位置で、点P2と点P3のZ位置を結ぶ延長線方向Qz3上にあるものと予測する。距離 L_4 は、XY方向の測定点P3と予測点P4aとから求められる。一つ前の予測点P3aに対する予測点P4zaのZ位置の変位量を z_4 とする。 L_3 と L_4 とが近似的に同一とすれば、 z_4 は、 $(2 \times z_3 - z_2)$ により求められる。

20

【0102】

また、このときのX軸に対する方向Qz3がなす角度を α_4 とする。角度 α_4 は、距離 L_3 及び z_3 により得られる($\tan \alpha_4 = z_3 / L_3$)。

【0103】

制御部50は、予測点P4zaの位置に基づいて、一つ前の測定点P3のときにZ方向に移動したときのセンサユニット250の位置に対してZ方向に z_4 分移動させる(図21参照)。測定点P1を基準にした位置からは、一つ前の測定点P3と測定点P1の差に z_3 を加えた分だけ移動させる。

30

【0104】

また、予測点P4zaの測定に際して、測定子軸282を傾斜させる角度を α_4 とする。角度 α_4 は、前述と同様に、角度 α_3 に先の角度 α_1 を加えた値又は角度 α_3 にある補正係数 k を乗じた値として決定できる。そして、測定子軸282を角度 α_4 だけ傾けるように、センサユニット250を測定子281の先端方向(H方向)に移動させるときの移動量 h_4 を、前述と同様に求める。そして、求めた移動量 h_4 に基づいてセンサユニット250を移動させる。なお、測定子軸282を角度 α_3 、 α_4 等に傾斜させるためのセンサユニット250の移動量は、演算で求める他、測定子軸282の傾斜角度を検知するエンコーダ286の出力が角度 α_3 、 α_4 等になるまで、センサユニット250をH方向に移動させる制御も可能である。

40

【0105】

以後、同様に、制御部50は、測定済みの測定点のZ位置に基づいて次の測定点のZ位置を予測し、予測点に基づいてセンサユニット250をZ方向に移動させる移動量を決定して、Z方向移動ユニット220のモータ225を制御する。また、測定済みの測定点のZ位置に基づいて、レンズ枠の反りに略合致するように測定子281の挿入角度を決定し、その角度に基づいて測定子軸282を傾斜させるべく、XY移動ユニット(240、230)の各モータを制御してセンサユニット250を測定子281の先端方向(H方向)へ移動させる。

50

に移動させる。

【0106】

なお、レンズ枠の測定済みのZ位置変化に基づく未測定部分のZ位置変化の予測は、簡易的には1つ前の測定点との差として決定しても良い。すなわち、測定点P2で実際のレンズ枠のZ位置が得られたら、次の測定点P3の測定に際しては、前の測定点との差（測定点P1とP2との差）のz2だけセンサユニット250をZ方向に移動させる。また、測定子軸282のZ方向の変動範囲に余裕を持たせている場合、未測定部分のZ位置変化の予測は、単純に測定済みの最終又は最終付近の測定点でのZ位置と同じとして決定しても良い。測定子軸282の傾斜角度は、測定開始点P1の位置から最後の測定点のZ位置変化（高さ変化）に応じて予め決められた角度に決定しても良い。

10

【0107】

以上のような制御により、高カーブフレームの場合にも、測定子281がレンズ枠の溝から外れることなく測定が行える。また、レンズ枠の溝のZ位置に応じてセンサユニット250をZ方向に移動させ、さらに、測定子281をレンズ枠の溝に挿入するときの傾斜角度もフレームの反りに合うようにセンサユニット250をXY方向に移動させるため、レンズ枠の溝位置に追従する測定子281のZ方向の変動可能範囲を小さくても良い。このため、測定子軸（測定子を持つアーム）の傾倒でZ方向の変動範囲を全てカバーする機構に対して、測定子軸281の長さを短くでき、レンズ枠の溝位置の追従機構であるVHユニット280を軽量化できる。測定子281による追従機構を軽量化できれば、測定子281のより滑らかな動きが可能になるため、測定を高精度で行える。

20

【0108】

なお、測定子281のZ方向の追従範囲は余裕を持たせており、また、測定子281をレンズ枠の溝に挿入するときの傾斜角度もフレームの反りにほぼ沿えばよい。このため、センサユニット250のZ方向の位置制御及び測定子軸282の傾斜角度の制御は、上記のようにセンサユニット250をXY方向の次の測定点に移動する毎に行わなくても、例えば、3点又は5点の測定点の間隔をおいて行うようにしても良い。

【0109】

図20、図21等においては、Z方向の測定動作を理解しやすく簡単にするために、レンズ枠の各測定点P1, P2, P3, P4はY方向の変動が無いものとしたが、実際の測定においては、レンズ枠の動径形状を測定するときのXY制御と組み合わされて制御される。すなわち、レンズ枠の測定済みの動径形状に基づいて決定されるセンサユニット250のXY位置に対して、さらに上記のように測定子軸282を傾斜させるために必要なXY位置の変化分が加えられる。

30

【0110】

測定されたレンズ枠の三次元形状のデータは、制御部50が持つメモリに記憶される。片方のレンズ枠の測定が終了すると、センサユニット250は、初期位置に後退された後、退避位置まで下降され、もう片方のレンズ枠の初期位置までX方向に移動される。その後は、同様な制御によりもう片方のレンズ枠の三次元形状が測定される。

【0111】

なお、上記で説明したレンズ枠のZ方向の形状を精度良く測定するための構成及び制御に関しては、前述したレンズ枠の動径形状の測定機構及び制御は必ずしも必要なく、レンズ枠の動径形状の測定機構及び制御は従前と同様であっても良い。

40

【0112】

次に、型板TPの測定動作を説明する。図23は、型板TPの測定時において、測定子軸282の中心S0と、センサユニット250の基準点Oの移動状態を模式的に示した図である。型板ホルダ310に取り付けられた型板TPは、取り付け部300によってXY平面に平行な状態で、ベースユニット210の中央位置に置かれる。

【0113】

制御部50は、型板TPのXY方向（動径情報）の測定に際して、測定された型板TPの動径情報に基づいてXY移動ユニットを制御してセンサユニット250をXY方向に移

50

動させる。その際、好ましくは、制御部 50 は、測定済みの型板 TP の動径情報に基づいて未測定部分の動径変化を予測し、その予測した動径変化に応じてセンサユニット 250 を XY 方向に移動させる。型板 TP の動径情報は、センサユニット 250 の XY 方向の移動情報と、型板 TP の動径変化に追従して変化する回転ベース 261 の回転角の検出情報と、に基づいて得られる。

【0114】

図 23において、制御部 50 は、型板測定開始信号が入力されると、測定開始時に型板 TP の取り付け中心 TO の Y 方向で型板 TP から離れた所定位置にセンサユニット 250 の基準点 O を位置させ、測定子軸 282 の Z 方向の中心部が型板 TP の高さに位置するよう、Z 移動ユニット 220 を制御して退避高さに置かれた測定子軸 282 を上昇させる。このとき、測定子 281 の先端方向が X 軸を平行になるように、回転ベース 261 を回転させるモータ 265 を制御する。
10

【0115】

その後、センサユニット 250 の中心 O が型板 TP の中心 TO に向かうように、センサユニット 250 を Y 方向に移動させる。測定子軸 282 が型板 TP の周縁に接触された後、さらにセンサユニット 250 が Y 方向に移動されると、測定子軸 282 は型板 TP との接触位置より Y 方向へ移動できないため、回転ベース 261 がその中心軸 LO (基準点 O) を中心にして回転される。回転ベース 261 の回転角の変化がエンコーダ 265a により検出されることにより、測定子軸 282 の型板 TP への接触が検知される。制御部 50 は、測定子軸 282 の先端方向の回転角（ここでは、回転角 は X 方向に対する角度として説明する）が、ある角度 a (例えは、5 度) となるまで、センサユニット 250 の Y 方向に移動させる。そして、制御部 50 は、このときに測定子軸 282 の中心点 So が位置する点 P1 を、測定開始時の測定点として得る。このときの点 P1 の XY 座標位置は、図 24 に示されるように、回転ベース 261 の回転中心である基準点 O の XY 移動の座標位置 (X, Y) と、基準点 O に対する測定子軸 282 の中心点 So の xy 座標 (x1, y1) から得られる。基準点 O に対する点 So の xy 座標 (x1, y1) は、点 O と中心点 Os との距離 R s (これは設計的に既知である) と、X 軸に対する回転角 1 (測定点 P1 では a) とにより三角関数の計算により求められる。
20

【0116】

次に、制御部 50 は、次の測定点を測定するために、レンズ枠の動径情報の測定時と同様に、測定済みの測定点に基づいて微小角度（中心 TO を基準にした回転角）の回転に対応する距離だけ、センサユニット 250 (基準点 O) を XY 方向に移動させる。なお、型板測定では、測定子 281 の先端方向とは逆方向である矢印 A 方向 (図 23 上) に移動させる。測定開始点 P1 に続く測定点 P2 (図 21 では、図示を省く) の測定では、X 方向と平行な方向に測定点 P2 があるものとして、X 方向に移動させる。この移動に伴って、型板 TP の動径が Y 方向に変動していれば、モータ 265 により与えられる測定圧により測定子軸 282 がその変動に追従し、基準点 O を中心に測定子軸 282 の中心点 So が回転される。なお、測定開始点 P1 以降の測定においては、回転ベース 261 は図 22 上の矢印 B 方向 (点 O を中心に反時計回りの方向) に常時測定圧が掛けられるように、モータ 265 が制御されている。
30

【0117】

図 24において、次の測定点 P2 が測定されたときの中心点 So の回転角を 2 とすると、基準点 O に対する中心点 So の座標 (x2, y2) は、距離 R s と回転角 2 とにより求められる。そして、制御部 50 は、この測定済みの点 P1, P2 に基づいて次の測定点 P3 を測定するためのセンサユニット 250 の XY 移動位置を決定する。例えば、点 P1 に対する点 P2 の XY 方向の変動量 (x2, y2) を求め、次の測定点を測定するためにセンサユニット 250 を移動する際に、変動量 (x2, y2) を補正した位置に移動させる。以後、これを繰り返すことにより、全周の測定点の位置情報が得られるが、好ましくは、レンズ枠の場合と同様に、測定済みの点 P1 と点 P2 とを結ぶ直線の延長線方向に次の測定点 P3 があるものと予測し、センサユニット 250 の基準点 O を移動さ
40

せる。基準点Oを移動させたときのセンサユニット250のXY移動情報と、中心点Soが型板TPの動径変動に追従して回転された角度(3)に基づいて、実際の測定点P3の位置が求められる。次の測定点P4の測定に際しては、測定済みの点P2、P3を基に測定点4の位置する方向を予測し(又は3個以上の測定済み点から曲線を形状として予測することができる)、予測した点に測定子軸282が移動するようにセンサユニット250の基準点Oを移動させる。以後、同様な方法により、未測定部分の測定点を予測してセンサユニット250をXY方向に移動させ、全周の測定点の情報を得る。

【0118】

なお、測定子軸282の中心点Soで得られ測定点を結んだ動径形状TPsは、型板TPの動径形状よりも測定子軸282の半径rs分だけ一回り大きな形状として得られる。実際の型板TPの動径形状は、動径形状TPsに対して半径rsの距離分だけ内側に小さい相似形として演算される。

10

【0119】

以上のような方法により、センサユニット250をXY移動させる構成を持つ測定ユニット200において、型板TPの形状測定が測定子軸282を用いて可能になる。

【0120】

測定子軸282を使用した型板測定方法としては、上記に限らず、種々の方法がある。例えば、測定子軸282の前側(図8上の右側であり、測定子281の先端側)又は後側(図8上の左側)に型板TPとの接触部を持つように構成する。型板TPの測定時には、制御部50は、測定子軸282が図8上の左側に所定角度(例えば、5度)傾けられた状態で、接触部が垂直(Z方向に平行な面)を維持して型板TPに接触するように、測定済みの型板TPの動径位置に基づき、レンズ枠の動径測定と同様な制御方法により、センサユニット250のXY位置及び回転ユニット260の回転を制御する。測定子軸282を型板TPに押し当てる測定圧は、バネ291の付勢力によって与えられる。なお、測定子軸282が傾斜されずに、測定子軸282が垂直(Z軸に平行)な状態で水平方向に移動される構成においては、型板TPとの接触部は測定子軸282の側面(測定子281の先端側又は後側)とされる。

20

【図面の簡単な説明】

【0121】

【図1】眼鏡枠形状測定装置の外観略図である。

30

【図2】フレーム保持ユニットの上面図である。

【図3】移動ユニットの上からの斜視図である。

【図4】移動ユニットの下からの斜視図である。

【図5】Z移動ユニットとY移動ユニットの上面斜視図である。

【図6】センサユニット250の上方斜視図及び回転ユニットの説明図である。

【図7】VHユニットの斜視図である。

【図8】VHユニットの構成図である。

【図9】VHユニットの側面図である。

【図10】XY移動ユニットの変容例である。

【図11】装置の制御系ブロック図である。

40

【図12】測定子の先端位置検出の説明図である。

【図13】測定子の先端方向をXY座標系で考えた場合の説明する図である。

【図14】従来装置の測定機構の説明図である。

【図15】測定子の移動状態を示す模式図である。

【図16】センサユニットの基準点の移動制御及び測定子の回転方向の制御を説明する図である。

【図17】測定子の先端方向の決定に関する変容例の説明図である。

【図18】レンズ枠の形状が内側に窪んでいる場合の測定の説明図である。

【図19】レンズ枠の形状が直角に近く変化している部分を持つ場合の測定の説明図である。

50

【図20】レンズ枠の反り状態とZ方向の各測定点を示す拡大図である。

【図21】Z方向の各測定点の予測点におけるレンズ枠の断面と、測定子及び測定子軸の傾斜状態を示す図である。

【図22】測定子軸を傾けたときの測定子軸の移動量の求め方を説明する図である。

【図23】型板の測定時における測定子軸とセンサユニットの基準点の移動状態を示す図である。

【図24】型板の測定時における測定点の求め方を説明する図である。

【符号の説明】

【0122】

1 玉型形状測定装置

10

50 制御部

100 フレーム保持ユニット

200 測定ユニット

210 移動ユニット

220 Z移動ユニット

230 Y移動ユニット

240 X移動ユニット

250 センサユニット

260 回転ユニット

280 保持ユニット

20

281 測定子

282 測定子軸

285 搖動ベース

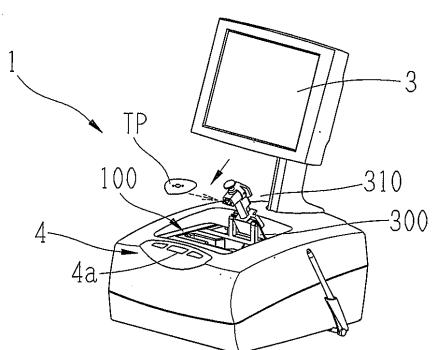
286、288 エンコーダ

291 パネ

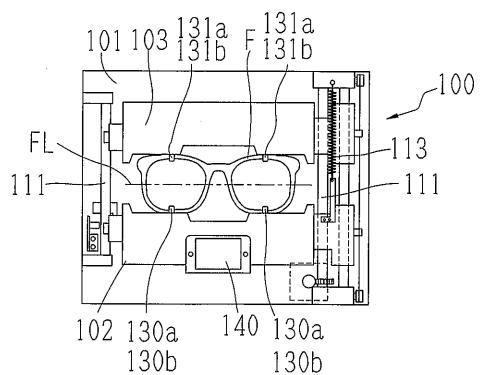
S1 軸

S2 軸

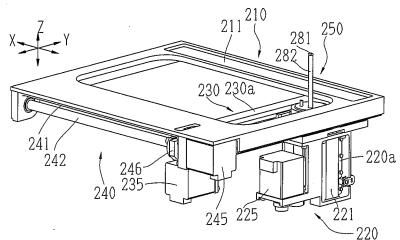
【図1】



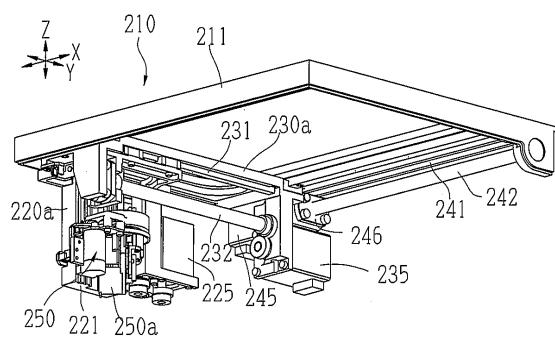
【図2】



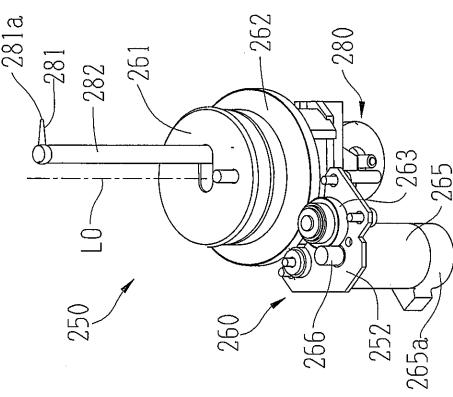
【図3】



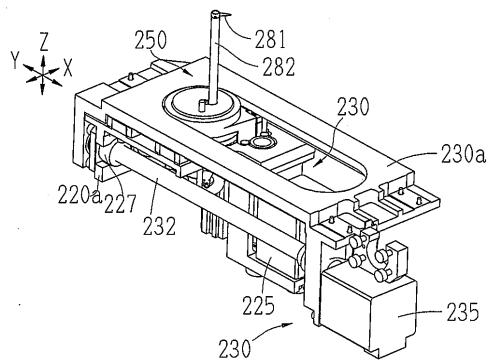
【 図 4 】



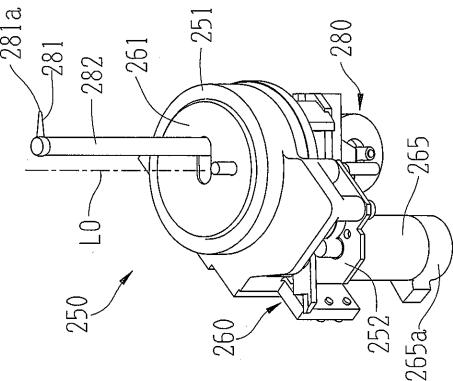
【図6】



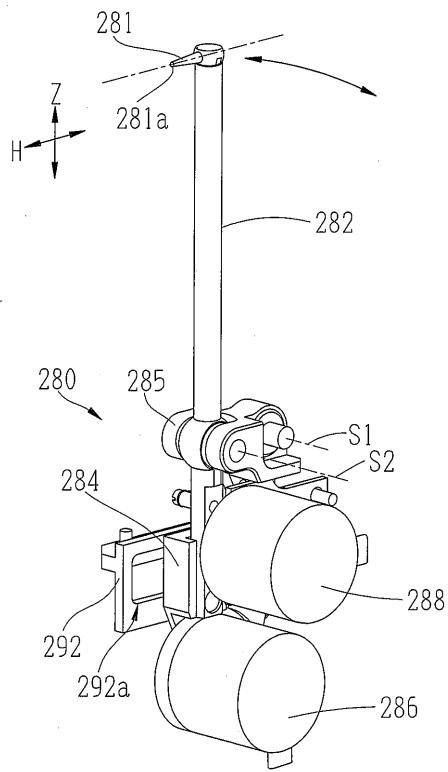
【 図 5 】



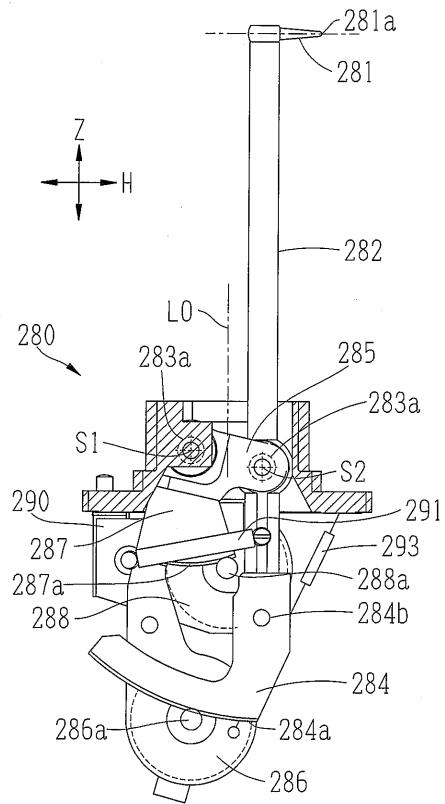
(a)



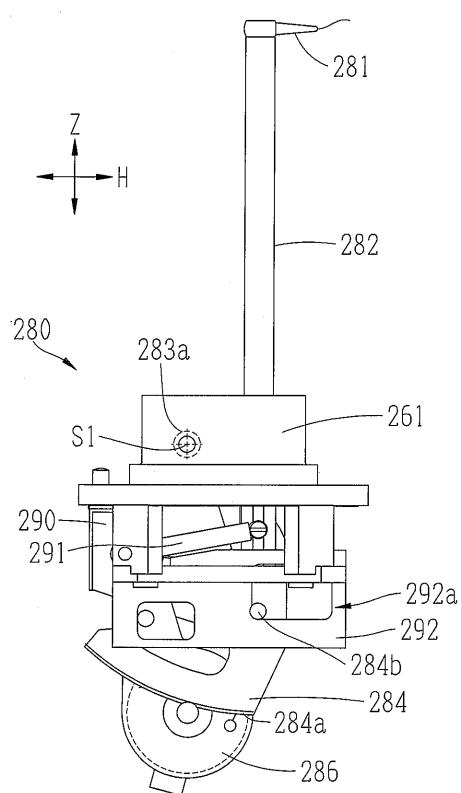
【図7】



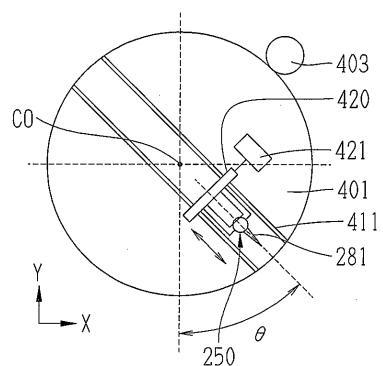
【図8】



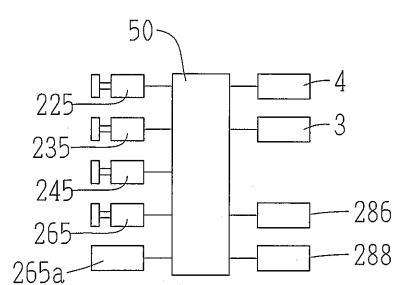
【図9】



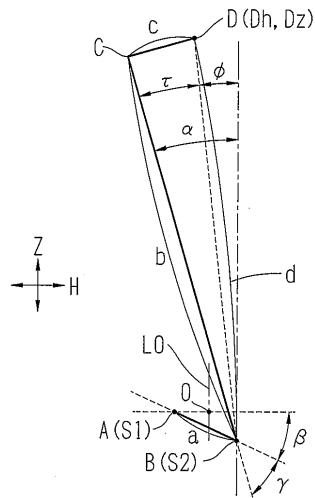
【図10】



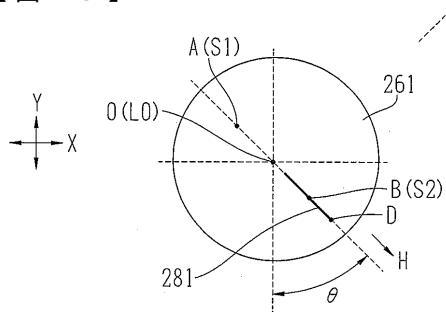
【図11】



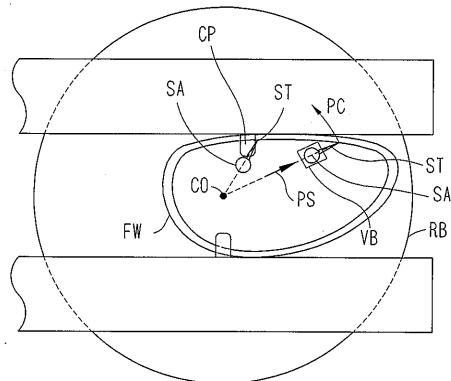
【図12】



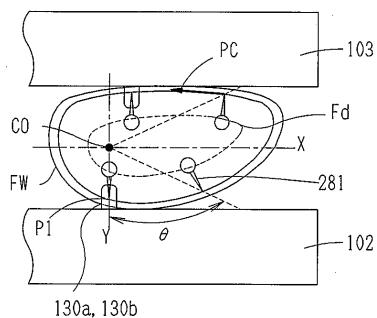
【図13】



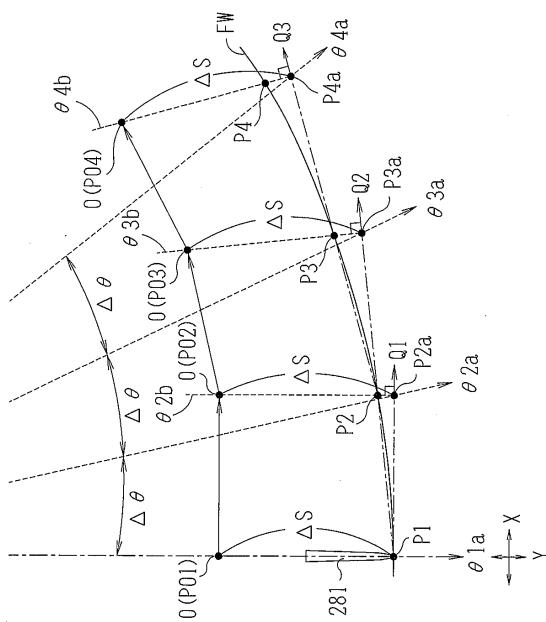
【図14】



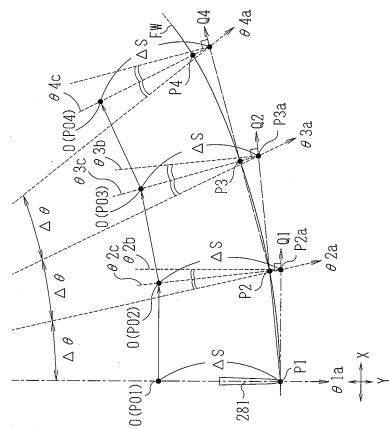
【図15】



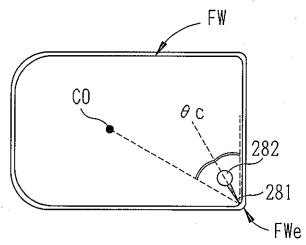
【図16】



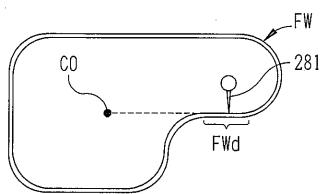
【図17】



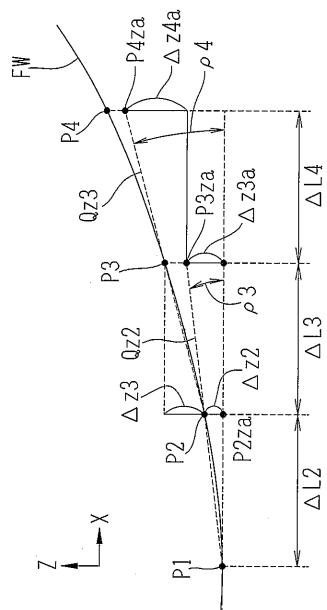
【図19】



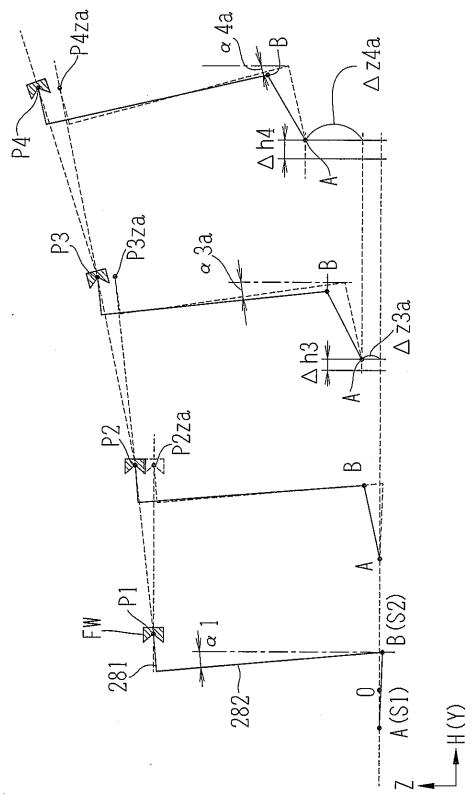
【図18】



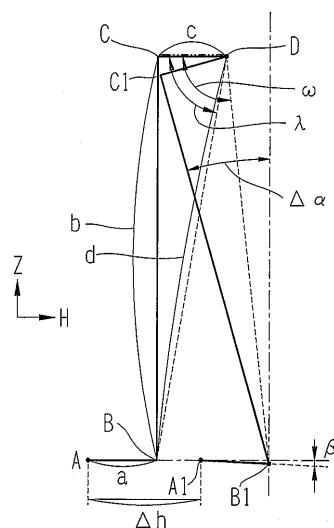
【図20】



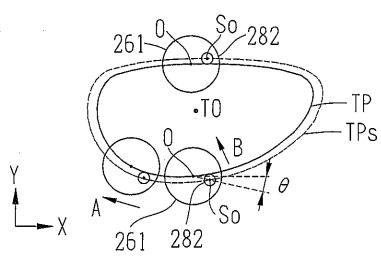
【図21】



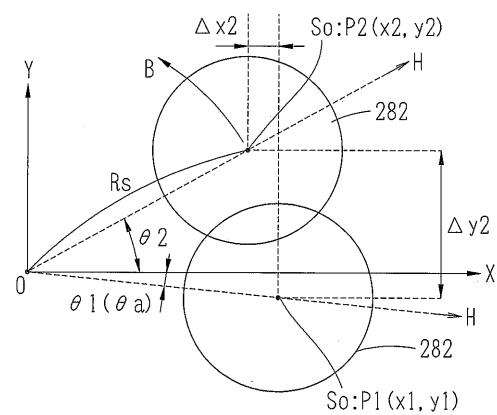
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01B 5 / 00 - 5 / 30
G 01B 21 / 00 - 21 / 32
G 02C 1 / 00 - 13 / 00
G 01B 7 / 00 - 7 / 34