

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6080002号
(P6080002)

(45) 発行日 平成29年2月15日 (2017. 2. 15)

(24) 登録日 平成29年1月27日 (2017. 1. 27)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 4 B 17/02 (2006. 01)
 B 2 4 B 49/04 (2006. 01)
 B 2 4 B 13/04 (2006. 01)
 G O 2 C 7/02 (2006. 01)
 G O 2 C 13/00 (2006. 01)

B 2 4 B 17/02 A
 B 2 4 B 49/04 Z
 B 2 4 B 13/04 A
 G O 2 C 7/02
 G O 2 C 13/00

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2013-36692 (P2013-36692)
 (22) 出願日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)
 (65) 公開番号 特開2014-4678 (P2014-4678A)
 (43) 公開日 平成26年1月16日 (2014. 1. 16)
 審査請求日 平成28年2月25日 (2016. 2. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-53362 (P2012-53362)
 (32) 優先日 平成24年3月9日 (2012. 3. 9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-125528 (P2012-125528)
 (32) 優先日 平成24年5月31日 (2012. 5. 31)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 3 4 番地 1 4
 (72) 発明者 田中 基司
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内
 (72) 発明者 夏目 勝弘
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内
 (72) 発明者 武市 教児
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内

審査官 亀田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼鏡レンズ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼鏡レンズを保持するレンズチャック軸を回転するレンズ回転手段と、前記レンズチャック軸の軸方向である第 1 軸方向に前記レンズチャック軸を移動させるチャック軸移動手段と、を有し、入力された玉型に基づいてレンズの周縁を加工具によって加工する眼鏡レンズ加工装置であって、

前記レンズチャック軸に保持されたレンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段であって、レンズの屈折面に接触する測定子と、該測定子を前記第 1 軸方向に移動可能に保持する保持手段と、前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置を検知する検知手段と、を有するレンズ形状測定手段と、

前記レンズチャック軸と前記測定子との距離を変動する方向にレンズを相対的に移動するレンズ移動手段と、

玉型に基づいて前記レンズ回転手段及びレンズ移動手段を制御すると共に、レンズ形状測定中に前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置が所定範囲に入るように前記チャック軸移動手段を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【請求項 2】

眼鏡レンズを保持するレンズチャック軸を回転するレンズ回転手段と、前記レンズチャック軸の軸方向である第 1 軸方向に前記レンズチャック軸を移動させるチャック軸移動手段と、を有し、入力された玉型に基づいてレンズの周縁を加工具によって加工する眼鏡レン

ズ加工装置であって、

前記レンズチャック軸に保持されたレンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段であって、レンズの屈折面に接触する測定子と、該測定子を前記第 1 軸方向に移動可能に保持する保持手段と、前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置を検知する検知手段と、を有するレンズ形状測定手段と、

前記レンズチャック軸と前記測定子との距離を変動する方向にレンズを相対的に移動するレンズ移動手段と、

玉型に基づいて前記レンズ回転手段及びレンズ移動手段を制御すると共に、測定開始前に得られたレンズ屈折面のカーブ、前記検知手段によって得られた測定開始後の検知結果、及び玉型の少なくとも 1 つに基づいてレンズ形状測定中に前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置が所定範囲に入るように前記チャック軸移動手段を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の眼鏡レンズ加工装置において、

前記制御手段は、レンズ形状の測定開始前に取得されたレンズ屈折面のカーブ及び玉型に基づいてレンズの回転角毎に前記レンズチャック軸の前記第 1 軸方向の移動位置を求めるか、又は測定開始後に前記検知手段によって検知された検知結果に基づいて次のレンズの回転角における前記レンズチャック軸の前記第 1 軸方向の移動位置を求め、求めた移動位置に基づいて前記チャック軸移動手段を制御することを特徴とする眼鏡レンズ加工装置

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 の眼鏡レンズ加工装置において、

前記制御手段は、レンズ形状の測定開始前に取得されたレンズ屈折面のカーブ及び玉型に基づいてレンズの回転角毎に前記レンズチャック軸の前記第 1 軸方向の移動位置を求めた後、測定開始後に前記検知手段によって検知された検知結果に基づいて次のレンズの回転角におけるレンズ屈折面のカーブを補正し、補正したカーブと玉型に基づいてレンズの回転角毎に前記第 1 軸方向の移動位置を求めることを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の何れかの眼鏡レンズ加工装置において、

前記保持手段は前記第 1 軸方向に対して直交する第 2 軸を中心に前記第 1 軸方向に傾斜可能な保持ユニットを有し、

前記検知手段は前記保持ユニットの前記第 1 軸方向の傾斜を検知することを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は眼鏡レンズの周縁加工をする眼鏡レンズ加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

眼鏡レンズ加工装置では、レンズ周縁にヤゲン加工やレンズのコバに面取り加工等を実施するとき、加工前に玉型の動径に従ったレンズ屈折面形状（レンズの前面及び後面のコバ位置）を得ることが必要となる。このため眼鏡レンズ加工装置には、レンズの前面及び後面に接触させる測定子を持つレンズ形状測定機構（レンズコバ位置測定機構）が設けられている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

また、眼鏡レンズ加工装置では、レンズのコバに面取り加工又はレンズの周縁に溝掘り加工を行う加工工具を、加工位置と退避位置との間で移動するための加工工具退避機構が設けられている。粗加工工具及び仕上げ加工工具によってレンズの周縁を粗加工及び仕上げ加工を行うとき、あるいは、レンズ形状測定機構によってレンズの屈折面を測定する場合には、面取り加工又は溝掘り加工の加工工具は、加工位置から退避位置へ加工工具退避機構によって

10

20

30

40

50

移動されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2000 317796 号公報

【特許文献 2】特開 2001 18155 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来装置においては、レンズ屈折面形状の測定中、レンズチャック軸の軸方向におけるレンズチャック軸の位置は一定位置であり、測定子がレンズ屈折面の変化に追従してレンズチャック軸の軸方向に移動可能に構成されていた。このため、測定子の移動範囲を大きく確保する必要があった。この場合、レンズ形状測定機構が大型化する。また、測定子を測定時に所定の測定位置に移動させるための駆動機構が必要となり、装置構成が複雑になっていた。

10

【0006】

また、特許文献 1 のレンズ形状測定機構では、レンズチャック軸の軸方向に測定子が直線的に移動される直動機構である。この直動機構は直線的に延びるガイドレール及びラック等を備え、レンズチャック軸の軸方向における測定子の移動位置は、ラック及びピニオンを介してセンサによって検知される。このような直動機構は、ガイドレール及びラック等の機構に埃が入りやすく、測定子の滑らかな移動に移動に支障を来し易い。測定子が滑らかに移動にされないと、測定精度が低下する。

20

【0007】

また、面取り加工又は溝掘り加工の加工工具が加工工具退避機構によって移動される構成においては、加工工具の「ぶれ（振動）」等が生じることがあり、加工精度の低下につながっていた。

【0008】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、従来装置を改良することを技術課題とする。また、より簡単な構成で、レンズ屈折面形状を測定可能な眼鏡レンズ加工装置を提供することを技術課題とする。また、高精度でレンズ加工を行うことができる眼鏡レンズ加工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】

【0009】

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。

【0010】

（１） 本開示の第 1 態様に係る眼鏡レンズ加工装置は、眼鏡レンズを保持するレンズチャック軸を回転するレンズ回転手段と、前記レンズチャック軸の軸方向である第 1 軸方向に前記レンズチャック軸を移動させるチャック軸移動手段と、を有し、入力された玉型に基づいてレンズの周縁を加工工具によって加工する眼鏡レンズ加工装置であって、前記レンズチャック軸に保持されたレンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段であって、レンズの屈折面に接触する測定子と、該測定子を前記第 1 軸方向に移動可能に保持する保持手段と、前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置を検知する検知手段と、を有するレンズ形状測定手段と、前記レンズチャック軸と前記測定子との距離を変動する方向にレンズを相対的に移動するレンズ移動手段と、玉型に基づいて前記レンズ回転手段及びレンズ移動手段を制御すると共に、レンズ形状測定中に前記測定子の前記第 1 軸方向の移動位置が所定範囲に入るように前記チャック軸移動手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

40

（２） 本開示の第 2 態様に係る眼鏡レンズ加工装置は、眼鏡レンズを保持するレンズチャック軸を回転するレンズ回転手段と、前記レンズチャック軸の軸方向である第 1 軸方向に前記レンズチャック軸を移動させるチャック軸移動手段と、を有し、入力された玉型に

50

に基づいてレンズの周縁を加工具によって加工する眼鏡レンズ加工装置であって、前記レンズチャック軸に保持されたレンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段であって、レンズの屈折面に接触する測定子と、該測定子を前記第1軸方向に移動可能に保持する保持手段と、前記測定子の前記第1軸方向の移動位置を検知する検知手段と、を有するレンズ形状測定手段と、前記レンズチャック軸と前記測定子との距離を変動する方向にレンズを相対的に移動するレンズ移動手段と、玉型に基づいて前記レンズ回転手段及びレンズ移動手段を制御すると共に、測定開始前に得られたレンズ屈折面のカーブ、前記検知手段によって得られた測定開始後の検知結果、及び玉型の少なくとも1つに基づいてレンズ形状測定中に前記測定子の前記第1軸方向の移動位置が所定範囲に入るように前記チャック軸移動手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、より簡単な構成で、レンズ屈折面形状の測定が高精度で可能になり、低価格の装置を提供できる。また、高精度でレンズ加工を行うことができる。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。図1は眼鏡レンズ加工装置の加工機構部の概略構成図である。

【0013】

20

加工装置本体1は、被加工レンズLEを保持するレンズチャック軸を有するレンズ保持部100と、レンズの屈折面形状（レンズの前面及び後面）を測定するためにレンズ屈折面に接触する測定子260を備えるレンズ形状測定ユニット200と、レンズの周縁を加工するための第1レンズ加工具168が取り付けられた加工具回転軸（砥石スピンドル）161aを回転する第1加工具回転ユニット300と、レンズの周縁を加工するための第2レンズ加工具400が取り付けられた加工具回転軸（砥石スピンドル）400aを回転する第2加工具回転ユニット420と、を備える。

【0014】

レンズ保持部100は、一对のレンズチャック軸102L、102Rを回転させるレンズ回転ユニット100a、レンズチャック軸102L、102Rを第1軸の方向（これをX方向とする）に移動させるX方向移動ユニット（チャック軸移動ユニット）100b、加工具回転軸161a又は加工具回転軸400aに対してレンズチャック軸102L、102Rを接近又は離間させる方向（Y方向）に移動させるY方向移動ユニット（軸間距離変動ユニット）100cと、を備える。Y方向移動ユニット100cは、レンズチャック軸102L、102Rと測定子260との距離を変動する方向にレンズLEを相対的に移動するレンズ移動ユニットと兼用される。レンズチャック軸102L、102Rは、レンズLEの形状測定時及びレンズLEの周縁の加工時に前後左右方向（XY方向）に移動される。

30

【0015】

以下、加工装置本体1の具体例を詳細に説明する。加工装置本体1のベース170上にはレンズ保持部100が搭載されている。レンズ保持部100のキャリッジ101の左腕101Lにレンズチャック軸102L、右腕101Rにレンズチャック軸102Rがそれぞれ回転可能に同軸に保持されている。レンズチャック軸102Rは、右腕101Rに取り付けられたモータ110によりレンズチャック軸102L側に移動され、レンズLEが2つのレンズチャック軸102Rにより保持される。また、2つのレンズチャック軸102R、102Lは、右腕101Rに取り付けられたモータ120により、ギヤ等の回転伝達機構を介して同期して回転される。これらによりレンズ回転ユニット100aが構成される。

40

【0016】

キャリッジ101は、レンズチャック軸102R、102L及び加工具回転軸161a

50

と平行に延びるシャフト 103, 104 に沿って移動可能な X 軸移動支基 140 に搭載されている。支基 140 の後部には、シャフト 103 と平行に延びる図示なきボールネジが取り付けられており、ボールネジは X 軸移動用モータ 145 の回転軸に取り付けられている。モータ 145 の回転により、支基 140 と共にキャリッジ 101 が X 方向（レンズチャック軸の軸方向）に直線移動される。これにより X 方向移動ユニット 100b が構成される。モータ 145 の回転軸にはキャリッジ 101 の X 方向の移動を検出する検出器であるエンコーダ 146 が設けられている。

【0017】

また、本実施例では検知器としてのエンコーダ 146 で検知されるレンズチャック軸 102R, 102L の X 方向の移動位置は、レンズの前面及び後面の屈折面形状を得る際に使用される。

10

【0018】

支基 140 には、レンズチャック軸 102R, 102L と砥石回転軸 161a とを結ぶ方向に延びるシャフト 156 が固定されている。シャフト 103 を中心にしてレンズチャック軸 102R, 102L と砥石回転軸 161a との軸間距離が変動される方向（Y 方向）へと移動される Y 方向移動ユニット 100c が構成されている（図 6 参照）。本装置の Y 方向移動ユニットは、レンズチャック軸 102R, 102L がシャフト 103 を中心に回旋される構成であるが、レンズチャック軸 102R, 102L と砥石回転軸 161a との距離は直線的に変化される構成であっても良い。

【0019】

20

支基 140 には Y 軸移動用モータ 150 が固定されている。モータ 150 の回転は Y 方向に延びるボールネジ 155 に伝達され、ボールネジ 155 の回転によりキャリッジ 101 は Y 方向に移動される。これにより、Y 方向移動ユニット 100c が構成される。モータ 150 の回転軸には、キャリッジ 101 の Y 方向の移動を検出する検出器であるエンコーダ 158 が備えられている。

【0020】

図 1 において、キャリッジ 101 の上方であって、キャリッジ 101 を介して第 1 レンズ加工具 168 と反対方向の位置には、レンズ形状測定ユニット 200、第 2 レンズ加工具 400 が設けられている。レンズ形状測定ユニット 200 は、レンズ前後面の屈折面形状を測定する測定子 260（260a, 260b）を備える。

30

【0021】

< レンズ形状測定ユニット >

図 2 にレンズ形状測定ユニット 200 の斜視図、図 3 にレンズ形状測定ユニット 200 の正面図、図 4 にレンズ測定ユニット 200 の側面図を示す。

【0022】

レンズ形状測定ユニット 200 は、レンズ LE の屈折面（レンズ前面又は後面の少なくとも一方）に接触する 260 が取付けられた保持ユニットであって、レンズチャック軸 102R, 102L（第 1 軸：X 方向）に対して直交する軸 S2 を中心に第 1 軸の方向に傾斜可能な保持ユニット（250c）と、保持ユニットの傾斜を検知するセンサ（257）と、を有する。また、保持ユニット（250c）は、好ましくは、レンズチャック軸 102R, 102L と平行な軸 S1 を中心にレンズチャック軸 102R, 102L と接近及び離れる第 2 方向に傾斜可能に構成されている。レンズ形状測定ユニット 200 は、保持ユニットの第 2 方向（H 方向）への傾斜を検知するセンサ（258）を備える。以下、レンズ形状測定ユニット 200 の例を説明する。

40

【0023】

レンズ形状測定ユニット 200 は、加工装置本体 1 のベース 170 に固定される固定ユニット 200a と、固定ユニット 200a に対して前後左右方向（X 方向及び Y 方向）に揺動（傾斜）される可動ユニット 250 から構成される。更に可動ユニット 250 は、固定ユニット 200a に対して測定子 260 を前後方向（H 方向：チャック軸 120L、102R に対して接近及び離れる方向）に傾斜される第 1 可動部 250a と、固定ユニット

50

200aに対して測定子260を左右方向(X方向)に傾斜させる第2可動部250bと、の組み合わせで構成される。

【0024】

固定ユニット200aは、レンズチャック軸102R, 102Lに対して平行(X方向)に伸びるシャフト201と、可動ユニット200aの前方(レンズチャック軸に近づく方向)への移動を制限するピン202、後方(レンズチャック軸から離れる方向)への移動を制限するピン203を備える(図4参照)。

【0025】

第1可動部250aは、シャフト201に挿通される軸受け251と、レンズチャック軸102R, 102Lに対して垂直な前後方向に伸びるシャフト252と、第2可動部250bのX方向の傾斜を制限するためのピン253a、253bと、第2可動部250bのX方向の初期位置を保持すると共に、レンズ形状測定時にレンズに対して測定圧を加えるためのバネ254a、254bとを備える(図3参照)。

10

【0026】

第2可動部250bは、シャフト252が挿通される軸受け261と、被加工レンズLEの屈折面(前後面)に当接される測定子260と、先端に測定子260を備えるアーム262と、アーム262を支持するための支持軸263を備え、アーム262と支持軸263で保持ユニット250cが構成される。また測定子260の後方であってアーム262の軸上には、レンズ形状測定ユニット200を装置本体に取り付けたときに、加工室内に流入される加工水がレンズ形状測定ユニット200側に侵入することを防ぐための防水板270が取り付けられている。

20

【0027】

支持軸263は、レンズ形状測定ユニット200がベース170に固定された状態で、上下方向(Z方向)に伸びる柱状の部材であり、中心の柱部263aと、柱部263aを中心に左右に設けられた板部263bから構成されている。板部263bは柱部263aよりも薄く形成されており、板部263bの左右端がピン253a、253bに当接されることで、可動ユニット250を構成する保持ユニット250cの左右方向(X方向)の傾斜角度の最大値が決定され、板部263bの前後がピン202、203に当接されることで保持ユニット250cの前後左右の傾斜角度の最大値が決定されるようになっている。例えば、本実施例の保持ユニット250c(支持軸263)のX方向の傾斜角度は±3度程度であり、測定子260の移動範囲として左右方向に±8mmの距離が移動可能となっている。この場合、レンズ形状測定時には、測定子260は、左側へ8mm(レンズ前面測定時の移動範囲)、右側へ8mm(レンズ後面測定時の移動範囲)にされている。これは、高カーブレレンズの屈折面の変化量よりも短い距離である。また、前後方向(H方向)の傾斜角度は4度程度であり、測定子260の移動距離としては±10mmほどである。

30

【0028】

保持ユニット250cは、支持軸263の上端の位置でアーム262をレンズチャック軸102R, 102Lに向かってに伸びるように取り付けることでL字型に形成されている。

40

【0029】

アーム262の先端に取り付けられた測定子260は、図3に示すように正面から見たときに、アーム262の軸に対して垂直方向(左右方向)に伸びる楕円形状に形成された接触面260cを有し、接触面260cの長軸の両端には、レンズLEの前面に接触される測定子としての先端260aと、レンズLEの後面に接触される測定子としての先端260bと、が形成されている。レンズLEに接触される先端260a、260bは丸みを有しており、レンズの測定面に凹凸が有る場合であっても、引っ掛かりなどを生じにくくしている。

【0030】

なお、接触面260cはレンズLEの周面に接触される部分であり、その表面形状が曲

50

面に形成されており、後述する測定子 260 を用いたコバ位置測定の際に接触面 260c とレンズ LE のコバとの接触面積が小さくなるようにしている。

【0031】

なお、測定子 260 は形状測定時に破損等の不具合が発生しない強度を備える肉厚に形成されており、先端 260a、260b は測定時にレンズ LE と保持ユニット 250c との干渉を避けるため徐々に厚さが薄くなる先細形状になっている。

【0032】

更に、本実施例ではレンズ前面に比べて後面のカーブの方がきつくなる傾向にあることを考慮して、レンズ LE 前面に接触される先端 260a に比べて、レンズ後面に接触される先端 260b を軸方向に突出させている。これによりレンズ LE 前後面の測定時に保持

10

【0033】

以上のような構成の保持ユニット 250c は、測定子 260 (先端 260a、260b) がレンズチャック軸 102R、102L の Y 方向の移動軌跡 L 上に位置されるように支持軸 263 の高さでアーム 262 の長さ (チャック軸 102R、120L に対する傾斜角度) が決定されている (図 6 参照)。測定子 260 がレンズチャック軸 102R、102L の移動軌跡 L 上に置かれることで、レンズ保持部 100 によるレンズ LE の移動を利用してレンズ前後面の形状測定が行われるようになる。

【0034】

防水板 270 は、保持ユニット 250c が左右に傾斜されたときに、測定子 260 が移動される範囲を網羅できる大きさに形成されていればよい。本実施例では主にレンズ LE 側を移動させて形状測定を行うため測定子 260 の移動距離 (傾斜角度) は出来るだけ狭くなるため、防水板 270 を小さくでき、装置の構成をより簡単にできる。また測定子 260 の移動範囲が狭いことで水滴が加工室から外部へと漏れにくくなる。更に、本実施例では測定子 260 が取り付けられたアーム 262 が、基端から先端 (測定子 260) 側に向けて前垂れとなるように傾斜されており、測定子 260 及びレンズ保持ユニットに付着された水滴は加工室内へと導かれ、より水滴が加工室外へと漏れにくい構成となっている。

20

【0035】

以上のような構成を備えるレンズ形状測定ユニット 200 は、固定ユニット 200a のシャフト 201 に対し、第 1 可動部 250a の軸受け 251 が取り付けられ、第 1 可動部 250a のシャフト 252 に対して、第 2 可動部 250b の軸受け 261 が取り付けられて一体化される。これにより保持ユニット 250c はシャフト 201 の軸 S1 (第 1 支点) を中心として前後方向 (H 方向) に傾斜可能となり、測定子 260 が前後方向に移動される。また保持ユニット 250c はシャフト 252 の軸 S2 (第 2 支点) を中心として X 方向に傾斜可能となり、測定子 260 が左右方向 (X 方向) に移動される。

30

【0036】

また固定ユニット 200a に可動ユニット 250 が取り付けられたとき、可動ユニット 250 の支持軸 263 の両側 (X 方向) にバネ 254a、254b が位置される。これによりバネの反発力で保持ユニット 250c の X 方向の初期位置が保たれると共に、測定時にはバネ 254a、254b から加えられる付勢力によって、回転しているレンズ LE に対して測定子 260 が好適に押し付けられるようになる。

40

【0037】

バネ 254a、254b の下方であって、支持軸 263 の左右位置にはピン 253a、253b が固定される。ピン 253a、253b は支持軸 263 と干渉され、測定子 260 (保持ユニット 250c) が軸 S2 を中心として X 方向に一定角度以上傾倒することを規制する。

【0038】

また、図 4 に示されるように、固定ユニット 200a の一端 (上端) と可動ユニット 250 の一端 (下端) は引っ張りバネ 204 で接続され、バネ 204 の引っ張り力で可動ユ

50

ニット250（保持ユニット250c）の前後方向（H方向）の初期位置が保たれている。測定子260が後方に傾斜されると、バネ204が伸ばされて測定子260が初期位置に戻る方向に反発力が生じる。

【0039】

なお、支持軸263を挟んで前後方向の位置には、測定子260が軸S1を中心としてH方向に一定角度以上傾倒されることを規制するピン202、203固定される。なお初期状態で前側のピン202は支持軸263に近接した位置に固定されており、保持ユニット250cの前方への傾斜を規制する。一方、後側のピン203は支持軸263から所定距離離れた後方に固定されており、保持ユニット250cの後方への傾斜を規制する。つまり保持ユニット250cは前方よりも後方へより傾斜されるようになっている。

10

【0040】

保持ユニット250cの前後左右の傾斜角度（移動位置）の変化は、X方向の傾斜角度（移動位置）を検知する第1検知部であるセンサー257と、前後方向（H方向）の傾斜角度（移動位置）を検知する第2検知部であるセンサー258で検知される。例えば、センサー257、258には周知のリニアエンコーダ等が用いられる。この場合、センサー257の検知部257aを第2可動部250aに取り付け、対向する第2可動部250b側に位置検出用の目盛257bを設ける。これにより検知部257aが持つ光源から照射された光束にて照明された目盛257bの読取り結果の変化によって保持ユニット250cのX方向の移動量が求められる。

【0041】

20

同様に、センサー258の検知部258aを第2可動部250b側に取り付け、対向する固定ユニット200a側に目盛258bを設ける。これにより検知部258aによる目盛258bの読取り結果の変化によって保持ユニット250cのH方向の移動量が求められる。

【0042】

なお、上記では光反射式のセンサーを用いる例を示したが、これ以外にも保持ユニット250cの前後左右方向の位置検知には様々な種類のセンサーを用いることができる。例えば、目盛257bに変えてスリットを用いる透過型のセンサーが用いられても良い。更にセンサー257、258にロータリーエンコーダ等の回転式のセンサーが用いられても良く、この場合、例えば、センサー257、258は、それぞれ第2支点であるシャフト261、第1支点であるシャフト201に取り付けられる。

30

【0043】

<第1レンズ加工具>

ベース部170上において、キャリッジ101を挟んでレンズ形状測定ユニット200の対向する側（反対側）には、レンズ加工具の一つである第1レンズ加工具168が設置されている。第1レンズ加工具168は、ガラス用粗砥石162、レンズにヤゲンを形成するV溝（ヤゲン溝）VG及び平坦加工面を持つ仕上げ用砥石164、平鏡面仕上げ用砥石165、プラスチック用粗砥石166などから構成されており、モータ160で回転される砥石スピンドル（砥石回転軸）161aに同軸に取り付けられている。キャリッジ101が持つレンズチャック軸（レンズ回転軸）102L、102Rに挟持された被加工レンズLEは第1レンズ加工具168に圧接されてその周縁加工がされる。第1レンズ加工具168は、レンズの周縁の粗加工及び仕上げ加工を効率よく行うために、その直径は60～100mmほどの大径に構成されている。

40

【0044】

<第2レンズ加工具>

ベース部170上において、キャリッジ101を挟んで第1レンズ加工具168の対向する側（反対側）には、レンズ加工具の一つである第2レンズ加工具400が設置されている。第2レンズ加工具400は、レンズチャック軸の軸方向であるX軸方向において、レンズ形状測定ユニット200の測定子260の移動範囲外に、レンズ形状測定ユニット200（測定子260）と並列して固定配置される。また、第2レンズ加工具400とレ

50

レンズ形状測定ユニット200の測定子260は、レンズチャック軸の移動軌跡上に配置されている（詳細は後述する）。

【0045】

図5は、第2レンズ加工具400の側面図を示す。また、図5において、点線部で囲まれた領域（砥石部分）430の拡大図が示されている。例えば、第2レンズ加工具400は、仕上げ加工されたレンズの周縁に溝堀り又は面取りの少なくとも一方の加工を行う加工具として用意されている。本実施例において、第2レンズ加工具400は、面取り用砥石431、溝堀り用砥石432等で構成される。第2レンズ加工具400は、モータ421で回転されるスピンドル（加工具回転軸）400aに同軸に取り付けられている。キャリアッジ101が持つレンズチャック軸（レンズ回転軸）102L、102Rに挟持された被加工レンズLEは第2レンズ加工具400に圧接されてその周縁加工がされる。

10

【0046】

支基ブロック401は、ベース部170に固定されている。また、支基ブロック401には、保持部材423が固定されている。保持部材423は、砥石回転軸400aを回転可能に保持する。モータ421の回転軸には、保持部材423の内部で、砥石回転軸400aと連結されている。モータ421に駆動によって、モータ421の回転軸の回転とともに、砥石回転軸425が回転する。

【0047】

砥石回転軸400aの右端には、面取砥石431、溝堀り砥石432が取り付けられている。面取砥石431は、レンズ後面用の面取砥石431aと、レンズ前面用の面取砥石431bと、が備えられている。両面取砥石431a、431bの間には、溝堀り砥石432設けられている。すなわち、両面取砥石431a、431b、溝堀り砥石432は、一体的に構成されている。溝堀り砥石432及び両面取砥石431a、431bの直径は、第1レンズ加工具168より小径であり、約30mm程である。両端の面取砥石431a、431bは、溝掘り用砥石432を中心に外側に向かって径が小さくなる加工斜面を持つ。

20

【0048】

砥石回転軸400aは、レンズチャック軸102L、102Rの軸線方向に対して、8度傾いて配置されており、溝掘り用砥石432により、溝堀り形成がレンズカーブに沿いやすいように、なっている。また、レンズ後面用の面取砥石431aの傾斜面、及びレンズ前面用の面取砥石431bの傾斜面は、レンズチャック軸102L、102Rに挟持されるレンズLEのコバ角部の面取角度がそれぞれ55度と40度になるように設計されている。そして、キャリアッジ101が持つレンズチャック軸（レンズ回転軸）102L、102Rに挟持されたレンズLEは第2レンズ加工具400に圧接されてその周縁加工がされる。

30

【0049】

図6Aに眼鏡レンズ加工装置の側面図を示す。以上のような構成の眼鏡レンズ加工装置1は、第1レンズ加工具168の回転軸161a、レンズ保持部100のレンズチャック軸102R、102L、第2レンズ加工具400の砥石部分430及びレンズ形状測定ユニット200の測定子260が、シャフト103の軸S1を中心とした円弧状の同一軌跡L上に配置されている。すなわち、加工具回転軸161aと、加工具回転軸400aと、測定子260（測定子の先端260a、260b）と、がレンズチャック軸102R、102Lの軸間距離を変動する方向であるY方向の移動軌跡Lと同一軌跡上に配置されている。しかし、測定子260は、レンズチャック軸102R、102LのY方向の移動軌跡L上に、必ずしも配置されている必要は無い。移動軌跡Lに対して測定子260が既知の関係に配置されていれば良い。

40

【0050】

これにより、レンズ保持部100のY方向移動ユニット100cの駆動によって、レンズ保持部100（レンズチャック軸102R、102L）が前後方向（Y方向）に移動されることで、測定子260によるレンズ形状測定と第1レンズ加工具168によるレンズ

50

周縁加工、第2レンズ加工具400による面取り加工及び溝掘り加工、の各部材への位置合わせが行われる。

【0051】

図6Bは、眼鏡レンズ加工装置の各部材の配置について説明する図である。第2レンズ加工具400とレンズ形状測定ユニット200の配置は、第2レンズ加工具400のY方向における最もレンズチャック軸102L、102R側の第1位置と測定子260のY方向における最もレンズチャック軸102L、102R側の第2位置とが所定距離内になるように配置される。例えば、本実施例において、第2レンズ加工具400の第1位置Y1（砥石部分430）から測定子260の第2位置Y2（先端面260c）までの距離Dが所定距離内になるように配置される。例えば、所定距離は、レンズチャック軸102L、102Rに保持されたレンズの周縁の加工可能な最小加工径D1と、レンズチャック軸102L、102Rの外径D2又はレンズチャック軸102L、102Rに取り付けられた保持部材（レンズチャック軸102Lに取り付けられた加工治具130L、レンズチャック軸102Rに取り付けられたレンズ押さえ部材130R）の外径D3と、の差の距離Dである。最小加工径D1は、加工治具130Lの最大径に所定のマージンを加味して設定された値である。

10

【0052】

このような構成により、レンズ形状測定時には、第2レンズ加工具400の砥石部分430がレンズチャック軸102L又は保持部材（130R、130L）に干渉することなく、レンズLEの最小加工径に対するレンズ形状の測定を行える。また、砥石部分430によるレンズLEの溝掘り及び面取りの加工時、測定子260がレンズチャック軸102R又は保持部材（130R、130L）に干渉することなく、レンズLEの最小加工径まで加工を行える。

20

【0053】

なお、本実施例においては、砥石部分430と先端面260cとが一致するように、第2レンズ加工具400とレンズ形状測定ユニット200とが並列して配置される。すなわち、第2レンズ加工具400とレンズ形状測定ユニット200の配置は、 $Y=0$ となるように配置される。このように、一致配置する構成は、レンズチャック軸の移動範囲を少なくでき、装置を小型化することが可能となるため、好ましい。もちろん、砥石部分430と先端面430を一致させる構成に限定されない。第2レンズ加工具400の第1位置Y1から測定子260の第2位置Y2までの距離Yが所定距離D内になるように、X方向に並列して配置される構成であればよい。

30

【0054】

また、第2レンズ加工具400のモータ421の位置は、キャリッジ101と干渉が生じないように、保持部材423を長い形状とし、キャリッジ101のX方向の移動範囲外に配置されるようにしている。すなわち、モータ421の位置をキャリッジ101のX方向の移動範囲外とすることによって、キャリッジ101がY方向に移動し、第2レンズ加工具400に近接した際（例えば、レンズの最小加工径の加工を行う際）に、キャリッジ101とモータ421とが干渉をしない。

【0055】

40

<シールドユニット>

図7は、レンズ加工が行われる加工室60の斜視図を示す図である。加工室60には、防水カバー61、第1レンズ加工具168、レンズ形状測定ユニット200、第2レンズ加工具400、レンズチャック軸102L、102R、が配置される。防水カバー61は、加工室60内から研削水が漏れないように、第1レンズ加工具168、レンズ形状測定ユニット200、第2レンズ加工具400、レンズチャック軸102L、102Rを取り囲む加工領域に固設されている。加工室60は、防水カバー61によって、モータ等の機構部分と区画される。この加工室60には、第2レンズ加工用ノズル62及び図示無き第1レンズ加工具用のノズルが延びている。レンズLEの研削中において、研削水がそれぞれのノズルより噴射される。

50

【 0 0 5 6 】

ここで、レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R に挟持されたレンズ L E を、第 1 レンズ加工工具 1 6 8、レンズ形状測定ユニット 2 0 0、第 2 レンズ加工工具 4 0 0 上に位置させるために、防水カバー 6 1 の左カバー（レンズチャック軸 1 0 2 L 側のカバー）及び右カバー（レンズチャック軸 1 0 2 R 側のカバー）の側壁には、レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R の Y 方向の移動軌跡に沿った形状の長穴 7 5 L、7 5 R がそれぞれ形成されている。長穴 7 5 L、7 5 R は貫通した穴である。レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R は、この長穴 7 5 L、7 5 R に挿通され、Y 方向の移動軌跡に沿った所定の範囲（第 1 レンズ加工工具 1 6 8 及び第 2 レンズ加工工具 4 0 0 によるレンズの最小加工径を可能にする範囲）で移動（昇降）される。

10

【 0 0 5 7 】

この長穴 7 5 L、7 5 R が形成された防水カバー 6 1 の内側には、レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R と共に昇降するシールドユニット 7 0（7 0 L、7 0 R）がレンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R それぞれに連結される。すなわち、レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R に対して、それぞれシールドユニット 7 0 L、7 0 R が連結されている。シールドユニット 7 0 は、防水性を備えた部材で構成され、例えば、樹脂材料で形成される。

【 0 0 5 8 】

図 8 は、シールドユニット 7 0 の構成について説明する図であり、防水カバー 6 1 の左カバーに配置されるシールドユニット 7 0 が示されている。図 9 は、図 7 を A - A' の面で切断し、レンズチャック軸 1 0 2 L 側の断面の概略構成図を示している。防水カバー 6 1 の右カバーに配置されるシールドユニット 7 0 は、図 8 に対して反転したものであるの

20

【 0 0 5 9 】

シールドユニット 7 0 は、回転板（アウター部材）7 6、スライド板（インナー部材）7 7 で構成されている。回転板 7 6 は、略円形状であり、長穴 7 5 L を覆う大きさに形成されている。回転板 7 6 は、中心軸（軸部材）O の中心を回転中心として、中心軸 O によって回転可能に防水カバー 6 1 に保持されている。なお、回転板 7 6 の回転のための保持機構としては、軸部材 O を使用せずに、回転板 7 6 の外周側を保持する部材を設ける構成でも良い。

【 0 0 6 0 】

レンズチャック軸 1 0 2 L は、回転板 7 6 の長穴 7 6 b、スライド板 7 7 の穴 7 7 a、防水カバー 6 1 の長穴 7 5 L、に挿通されている。すなわち、レンズチャック軸 1 0 2 L は、加工室 6 0 の内側から外側に向かって、回転板 7 6、スライド板 7 7、防水カバー 6 1 の順に挿通している。なお、レンズチャック軸 1 0 2 L とスライド板 7 7 の穴 7 7 a との間には、僅かなスペース（隙間）が設けられている。これによって、スライド板 7 7 に対して、レンズチャック軸 1 0 2 L、1 0 2 R が回転可能に保持される。

30

【 0 0 6 1 】

回転板 7 7 の回転中心は、レンズチャック軸 1 0 2 L が Y 方向に移動可能な範囲の両端である位置 P C 1 と位置 P C 2 とを結ぶ線分の垂直 2 等分線 L A 上に配置されている（図 9 参照）。回転中心は、垂直 2 等分線 L A 上から離れた位置にあっても良いが、回転板 7 6 の外径を小さくするために、垂直 2 等分線 L A 上に位置することが好ましい。また、回転板 7 7 の半径は、シャフト 1 0 3 を中心にしたレンズチャック 1 0 2 L の Y 方向の移動軌跡の半径よりも小さく形成されている。且つ、回転板 7 7 の外径は、第 2 加工工具回転ユニット 4 2 0（加工工具回転軸 4 0 0 a）と干渉しない大きさ（回転中心から加工工具回転軸 4 0 0 a の外径までの距離よりも小さな半径）に形成されている。なお、位置 P C 1 は、レンズチャック軸 1 0 2 L が加工工具回転軸 1 6 1 a に最も接近する位置である。位置 P C 2 は、レンズチャック軸 1 0 2 L が加工工具回転軸 4 0 0 a に最も接近する位置である。

40

【 0 0 6 2 】

回転板 7 6 には、レンズチャック軸 1 0 2 L が挿通される長穴 7 6 b が形成されている。長穴 7 6 b は、レンズチャック軸 1 0 2 L が挿通される幅を持つと共に、Y 方向（軸間

50

方向)へのレンズチャック軸102Lの移動時に、回転板76の回転中心に対してレンズチャック軸102Lが最も接近する位置PC3と最も離れる位置(PC1又はPC2)とへのレンズチャック軸102Lの移動を可能にする長さを持つ(図10(a)、(b)、(c)参照)。

【0063】

また、スライド板77は、レンズチャック軸102Lに連結され、レンズチャック軸102LのY方向への移動に連動して、長穴76bの長手方向にスライド移動可能に回転板76に保持されている。この実施例では、スライド板77は、防水カバー61と回転板76との間に挟みこまれている。スライド板77は、レンズチャック軸102Lが位置PC1-PC3-PC2の間で移動されたときにも長穴76bを塞ぐ大きさで形成されている。スライド板77のスライド方向の長さは、長穴76bの長手方向の2倍を満たす長さであれば良い。

10

【0064】

回転板76には、スライド板77のスライドをガイドするための溝(ガイド)76aが形成されている。ガイド76aの深さは、スライド板77の厚みと略同様となるように形成されている。なお、ガイド76aの長手方向の形状としては、スライド板77がスライド可能である形状であればよい。例えば、直線形状や円弧形状が挙げられる。

【0065】

スライド板77は、長丸形状で中心に穴77aが形成されている。なお、スライド板の形状としては、長丸形状に限定されない。ガイド76aに沿ってスライド可能で、長穴76bを防ぐ形状のものであればよい。例えば、長方形、円弧形状、等のものが挙げられる。

20

【0066】

ここで、長穴76bの長手方向は、レンズチャック軸102Lが位置PC3に移動されたときに、中心軸Oにスライド板77が干渉しないように、位置PC3と回転中心(中心軸Oの中心)とを結ぶ方向(すなわち、線分LA)に対して傾斜する方向に配置されている(図10(b)参照)。レンズチャック軸102Lが位置PC3から位置PC2へ移動されると、レンズチャック軸102Lが長穴76bの側壁(内側の壁)を押すことによって、回転板76が回転される。レンズチャック軸102Lが位置PC2へ移動されたとき、すなわち、レンズチャック軸102Lが第2レンズ加工具400に最も接近する位置に移動されたとき、スライド板77の一部は回転板76の外径より外側に移動される。このときに、退避不能に配置された第2加工具回転ユニット420(加工具回転軸400a)に回転板76が干渉しないように、図10(c)に示されるように、長穴75Lに対して長穴76bの長手方向(すなわち、スライド板77のスライド方向)が交差して配置されている。なお、長穴76bの形状としては、長丸形状に限定されない。レンズチャック軸102L、102Rが回転板76とともに軸間距離を変更可能な構成であればよい。例えば、長方形、円弧形状、等のものが挙げられる。

30

【0067】

以上のようにシールドユニットの構成では、レンズチャック軸102LのY方向の移動に連動して移動するスライド板77の長さは、防水カバー61に形成された長穴75LのY方向の2倍の長さより遥かに短いため、装置を大型化せずに、装置の設計の自由度を増すことができる。特に、本実施例の装置では、第2レンズ加工具400をレンズチャック軸102LのY方向の移動軌跡上で、退避不能に配置できる。

40

【0068】

なお、レンズチャック軸102R側に配置されたシールドユニット70も図8-図9と同様な機構である。レンズチャック軸102Rが第1レンズ加工具168に最も接近する位置に移動されたときに、回転板76の外径の外に移動されるスライド板77の一部が第1加工具回転ユニット300に干渉しないように、長穴75Rに対して長穴76bの長手方向が交差して配置されている。

【0069】

50

なお、防止カバー 61 の側壁の一部が加工室 60 の内側に突出して底 63 が設けられており、シールドユニット 70 の上方からシールドユニット 70 と防水カバー 61 の側壁との間に、研削水がしみこまないように、シールドユニットの上方を覆っている。なお、底 63 は、スライド板 77 が回転板 76 のガイド 76b 上で移動した際に、スライド板 77 と干渉しないように構成されている。

【0070】

以下、レンズチャック軸 102L、102R の移動とシールドユニット 70 の移動との関係について説明する。図 10 は、レンズチャック軸 102L とシールドユニット 70 の移動との関係について説明する図である。レンズチャック軸 102L が Y 方向に駆動されると、レンズチャック軸 102L が回転板 76 の長穴 76b の側壁を押すことによって、回転板 76 は、レンズチャック軸 102L の Y 方向に移動に連動して回転される。

10

【0071】

このとき、回転板 76 の回転に伴って、回転板 76 のガイド 76b に配置されたスライド板 77 (点線部) も回転するため、レンズチャック軸 102L の Y 方向の駆動に伴って、スライド板 77 の角度が変更される。また、レンズチャック軸 102L の位置によって、スライド板 77 が長穴 76b の長手方向の範囲内において、ガイド 76a に沿って移動する。スライド板 77 は、回転板 76 の回転に同期して、角度を変更しながら移動することによって、長穴 76b を常にふさぐ。例えば、図 10 (a) ~ (c) に示されるように、レンズチャック 102L が長穴 75L に沿って昇降した際のレンズチャック軸 102L の各位置において、スライド板 77 は角度を変更しながら移動する。これによって、回転板 76 の長穴 76b が常にふさがれた状態となっている。

20

【0072】

以上のように、シールドユニット 70 の回転板 76 が回転移動をする構成とし、長穴 76b 及びスライド板 77 を設けることによって、レンズチャック軸の Y 方向の移動軌跡上にシールドユニット 70 の構成部材が移動しなくなる。すなわち、シールドユニット 70 は、従来技術 (図 16 参照) のように、レンズチャック軸 102L、102R の円弧移動と同様の移動をせず、回転移動による移動を行うために、回転板 76 と他の部材 (例えば、第 2 レンズ加工具 400) との干渉が起こらない。このため、レンズチャック軸の Y 方向における駆動範囲を大きくした場合であっても、シールドユニット 70 が他の部材に干渉することを防ぐことができる。これによって、各部材の配置に自由度が増すとともに、各部材を省スペースで配置することが可能となる。本実施例においては、第 2 レンズ加工具 400 との干渉を防止することが可能となるため、第 2 レンズ加工具 400 の回転軸 400a が防水カバー 61 から突き出るように、固定配置 (退避不能に配置) することが可能となる。

30

【0073】

< 制御部 >

図 11 は、眼鏡レンズ周縁加工装置の制御ブロック図である。制御部 50 には、スイッチ部 7、メモリ 51、キャリアッジ部 100、レンズ形状測定ユニット 200、タッチパネル式の表示手段及び入力手段としてのディスプレイ 5 等が接続される。制御部 50 はディスプレイ 5 が持つタッチパネル機能により入力信号を受け、ディスプレイ 5 の図形及び情報の表示を制御する。また、ここでは、眼鏡レンズ周縁加工装置に眼鏡枠形状測定部 2 (特開平 4 - 93164 号公報等に記載したものを使用できる) が接続されており、眼鏡枠形状測定部 2 で取得された玉型データに基づきレンズ形状測定時の予測制御が行えるようにしている。

40

【0074】

< 制御動作 >

以上のような構成を持つ眼鏡レンズ加工装置の動作説明をする。なお、本実施例では、レンズ LE の形状測定時に、制御部 50 は、眼鏡枠形状測定部 2 等から入力された玉型に基づいてレンズ回転ユニット 100a 及び Y 方向移動ユニット 100c の駆動を制御すると共に、測定開始前に得られレンズ屈折面のカーブ、測定開始後にセンサー 257 によ

50

て得られた検知結果及び玉型の少なくとも1つに基づき、レンズ形状測定中に測定子260のレンズチャック軸方向の移動位置が所定範囲に入るようにX方向移動ユニット100bの駆動を制御する。

【0075】

まず、レンズの周縁加工に際して、眼鏡枠形状測定部2により得られた玉型データ（動径長 r_n 、動径角 θ_n ）（ $n = 1, 2, \dots, N$ ）が入力され、ディスプレイ5のキー操作で装用者の瞳孔間距離（PD値）、眼鏡枠の枠中心間距離（FPD値）、玉型の幾何中心に対する光学中心の高さ等のレイアウトデータが入力される。また、ディスプレイ5のキー操作でレンズの材質、フレームの種類、加工モード（ヤゲン加工、平加工、溝掘り加工）等の加工条件が設定される。

10

【0076】

加工に必要なデータ入力完了したら、レンズLEをレンズチャック軸102R、102Lでチャッキングし、スイッチ部7のスタートスイッチを押して動作を開始させる。

制御部50はモータ120の駆動制御でレンズLEを少なくとも1回転させて、所定角度

毎にレンズLEの屈折面形状の測定を行う。例えば、眼鏡枠形状測定部2で測定された玉型データに基づき、測定点間の角度 $\theta = 0.36$ 度として、レンズLEの1回転で1000点の測定データを得るものとする。

【0077】

制御部50は入力された玉型の動径データ及びレイアウトデータから算出された加工形状に基づき、測定子260とレンズチャック軸102R、102Lの軸間距離を変化させるようキャリッジ101を上下方向（Y方向）に移動させて、レンズLE前面の測定開始位置と測定子260（先端260a）を位置合わせする。

20

【0078】

X方向移動ユニット100bの駆動により、測定子260の先端260aにレンズLE屈折面の測定開始点P1が接触されるようにキャリッジ101をX方向に移動させる。そして測定子260とレンズLE（前面）が接触してから、更に軸S2を中心として支持軸263（保持ユニット250c）が所定の傾斜角度傾くようにレンズLEをX方向に移動させる。例えば測定開始点P1で、支持軸263は初期位置から角度 α_1 （例えば、2度）傾けられると、測定子260が4mm程度X方向に移動されるようになっている。

【0079】

30

図12にレンズLEの接触によってレンズ測定ユニット200が所定角度傾けられた状態が示されている。図12（a）に示されるように、レンズLEと測定子260が接触してから、更に支持軸263が軸S2を中心として初期位置から角度 α_1 傾斜されると、バネ254aの反発力が生じ測定子260がレンズLEの測定面に押し当てられるようになる。これによりレンズチャック軸102R、102Lから各測定点までの距離が変化しても、バネ254a（254b）の付勢によって、測定子260がレンズLE屈折面上の測定点に追従されるようになる。

【0080】

軸S2を中心として支持軸263が所定角度X方向に傾けられたことがセンサー257で検知されると、制御部50は測定開始点P1でのレンズLE前面のX方向の位置情報X1を、エンコーダ146及びセンサー257の検知結果に基づいて取得する。

40

【0081】

ここで図13にレンズ回転角毎のレンズLE測定面の位置変化についての説明図を示す。測定開始点P1での位置情報X1が得られると、制御部50はレンズ回転ユニット100aによりレンズLEを所定のステップで回転させて、次の測定点P2と測定子260を位置合わせする。なお上述したように測定子260の先端260a、260bは丸みを有しているため、レンズLE屈折面上で滑らかに移動される。

【0082】

そして次の測定点P2でも同様にレンズLE前面のX方向の位置情報X2が取得される。ところで、玉型形状に応じて、レンズチャック軸102R、102Lの軸（回転中心）

50

から測定点 P_n ($n = 1, 2, \dots, 1000$) までの距離が変化すると、レンズ $L E$ 屈折面の X 方向の位置がシフトして測定子 260 に対するレンズ $L E$ の接触状態が変化する。

【0083】

図14は回転中心から各測定点 P_n ($n = 1, 2, \dots$) までの距離変化に伴い生じるレンズ $L E$ 屈折面の位置変化の説明図であり、図14(a)にレンズ $L E$ の正面図、図14(b)にレンズ $L E$ の側面図を示している。例えば回転中心 $F C$ から距離 r_1 にある測定点 P_1 でのレンズ $L E$ の測定面の位置 X_1 に対して、回転中心からの距離 r_2 にある測定点 P_2 では、レンズ $L E$ の測定面の位置 X_2 となり、 X だけ X 方向にシフトしている。

10

【0084】

このようにレンズ $L E$ の測定面が X 方向にシフトして、測定子 260 が更にレンズ $L E$ に強く押し当てられると、測定子 260 の傾斜可能範囲を超えてレンズ $L E$ が押し当てられて測定面の損傷などに繋がるおそれがある。またレンズ $L E$ 測定面が測定子 260 から離れる方向に移動されると、レンズ $L E$ に対する押し当て力が弱くなり測定子 260 が測定面から外れてしまうおそれがある。

【0085】

そこで、本発明は測定子 260 とレンズ $L E$ との接触状態を一定範囲に保ちつつ（すなわち、測定子 260 の X 方向の移動位置が一定範囲に入るように）レンズ形状測定を行うために、制御部 50 は次の測定点 P_n (レンズの次の回転角) 毎にレンズ $L E$ の屈折面の位置を予測する予測制御を行う。

20

【0086】

例えば、制御部 50 は測定開始点 P_1 でのレンズ $L E$ 屈折面の X 方向の位置情報 X_1 と、次の測定点 P_2 での位置情報 X_2 の測定結果に基づき、次の測定点 P_3 (レンズの次の回転角) でのレンズ $L E$ の屈折面の位置を予想する。まず制御部 50 は、測定開始点 P_1 で得られた位置情報 X_1 と、次の測定点 P_2 で得られた位置情報 X_2 との差分 ΔX を求める。そして、制御部 50 は、次の測定点 P_3 では差分 ΔX に基づく所定の演算を行った結果、キャリッジ 101 を反対方向 (ΔX を相殺する方向) へと移動させて、測定子 260 に対するレンズ $L E$ の接触状態を一定に保つ制御をする。すなわち、制御部 50 は、測定開始後に得られた測定結果に基づき、レンズの各回転角で、レンズチャック軸 $102R$, $102L$ の軸方向における測定子 260 の移動位置が一定位置となるように、 X 方向移動ユニット $100b$ の駆動を制御する。このようにすると、測定子 260 の X 方向の位置変化を少なくして、レンズ $L E$ の屈折面形状の測定が好適に行われるようになる。

30

【0087】

なお、レンズの各回転角で測定子 260 の移動位置が一定となる制御が好ましいが、これに限られない。 X 方向における測定子 260 の移動位置が一定範囲であれば、レンズの各回転角では、センサ 257 の検知結果に基づき、測定子 260 の移動位置 (レンズの屈折面の測定位置) を数学的に演算することができる。

【0088】

なおセンサ 257 で取得される測定子 260 (先端 $260a$) の位置変化を、その測定点でのレンズ屈折面の位置情報の補正值として用いると、測定子 260 の傾斜角度の微小変化による影響を取り除き、より精度良くレンズ $L E$ の屈折面形状が得られるようになる。例えば、測定点 P_n での位置情報 X_n に対して、 $(X_n - X_{n-1})$ の補正を加えることで、測定子 260 の傾斜角度範囲内での移動誤差が相殺される。

40

【0089】

なおここではレンズ $L E$ 屈折面の現在の測定点 P_n を基準として、予め測定された2点の測定点 P_{n-1} 及び測定点 P_{n-2} の屈折面形状の測定結果に基づき、次のレンズ回転角の測定点での屈折面の位置を予測する制御方法を説明した。これ以外にも予め測定された複数点 m ($m = 2, 3, 4, \dots$) での屈折面の位置変化の加算平均 ΔX を求めて、得られた加算平均 ΔX の値に基づき、現在の測定点 P_n での屈折面の X 方向の位置を予測して、レ

50

レンズLEのX方向の位置を調節するようにしても良い。なお式(1)に加算平均Xを求めるための演算式を示す。

【0090】

【数1】

$$\Delta X = \sum_{n=1}^m \frac{1}{n} (X_n - X_{(n-1)}) \quad \cdots \text{式(1)}$$

なお、屈折面形状の測定時に、レンズLEの屈折面から測定子260が誤って外れてしまうことも想定される。この時、センサー258によるH方向の位置変化(傾斜角度の変化)から測定子260が測定面から外れたことが検知される。つまりレンズLEの測定面から測定子260が外れると、バネ204の復元力で測定子260はY方向の初期位置に戻される。又はH方向の位置に大きく変化される。測定完了前にこのような測定子260のH方向への移動(位置変化)がセンサー258で検知されると、制御部50は測定子260がレンズLEの測定面から外れたとして、レンズLEの屈折面形状の測定動作を一旦停止させ、再度測定をしない制御を行う。

【0091】

レンズLE前面側の屈折面形状測定が完了すると、モータ145によるキャリッジ101の移動でレンズLEが測定子260から離れる方向へと移動される。なおレンズLEが測定子260から離れると、測定子260はバネ203の復元力で初期位置に戻される。

【0092】

なお、レンズLE前面の屈折面形状の測定完了後、レンズLEの周縁の粗加工が行われる。このようにするとレンズLEの後面のカーブがきつい場合であっても測定子260を大型化させることなく屈折面形状測定が好適に行われるようになる。また粗加工砥石をよりコンパクトにできる。なお、本実施例においては、レンズ加工として、溝堀り加工を例に挙げて説明をする。もちろん、周縁加工として、ヤゲン加工や鏡面加工等が行われてもよい。

【0093】

制御部50は、モータ145及びモータ150の駆動でキャリッジ101をXY方向へと移動させて、レンズLEを第1レンズ加工具168上に位置させる。モータ160による砥石スピンドル161aの回転で回転された第1レンズ加工具168に対して、モータ120の駆動で回転されたレンズLEが押し当てられて、レンズLE周縁の粗加工が行われる。

【0094】

レンズLEの粗加工が完了すると、制御部50は再びキャリッジ101をレンズ形状測定ユニット200側へと移動させて、レンズLE後面の測定開始点と測定子260の先端260bとを位置合わせする。そして制御部50は、上述と同様にキャリッジ101のX方向の移動によって、図12(b)に示されるように支持軸263が軸S2を中心として所定の傾斜角度1まで傾斜されるまで、レンズLE後面に測定子260の先端260bを押し当てて、上述と同様に予測制御に基づくレンズLE後面側の形状測定を行う。なおここでは、予めレンズ周縁の粗加工が行われているので、可動ユニット250とレンズLEとはより干渉しにくくなっておりより好適に形状測定が行われる。

【0095】

レンズLE前後面の屈折面形状の測定が完了すると、測定されたレンズLE前面と後面の屈折面形状から、レンズLEのコバ厚が求められる。そして、制御部50は第1レンズ加工具168に押し当てられたレンズLEに対して、算出されたレンズコバの形状データに基づき、仕上げ加工(平加工)を行う。

【0096】

制御部50は、モータ145及びモータ150の駆動でキャリッジ101をXY方向へと移動させて、レンズLEを第1レンズ加工具168に配置された仕上げ用砥石164上

10

20

30

40

50

に位置させる。そして、モータ160による加工具回転軸161aの回転で回転された第1レンズ加工具168に対して、モータ120の駆動で回転されたレンズLEが押し当てられて、レンズLE周縁の仕上げ加工が行われる。

【0097】

仕上げ加工が完了すると、制御部50は、玉型データ及びレンズコバの形状データに基づいて溝掘り加工データ（レンズチャック軸の回転及びXY移動の制御データ）を求め、その溝掘り加工データに基づき、溝掘り加工を行う。制御部50は、モータ145及びモータ150の駆動でキャリッジ101をXY方向へと移動させて、レンズLEを第2レンズ加工具400上に位置させる。そして、モータ421による砥石回転軸425の回転で回転された第2レンズ加工具400の溝掘り砥石432に対して、モータ120の駆動で回転されたレンズLEが押し当てられて、レンズLE周縁の溝掘り加工が行われる。

10

【0098】

次いで、制御部50は、玉型データ及びレンズコバの形状データに基づいて面取り加工データ（レンズチャック軸の回転及びXY移動の制御データ）を求め、求めた加工データに基づき、面取り加工を行う。制御部50は、モータ145及びモータ150の駆動でキャリッジ101をXY方向へと移動させて、レンズLEを第2レンズ加工具400上に位置させる。そして、モータ421による砥石回転軸425の回転で回転された第2レンズ加工具400の面取砥石431に対して、モータ120の駆動で回転されたレンズLEが押し当てられて、レンズLE周縁の面取加工が行われる。

20

【0099】

なお、測定子260の位置（傾斜角度）を一定範囲内に保ちつつ、レンズLEの屈折面形状を測定するための予測制御の方法は上記に限られるものではない。

【0100】

例えば、上述の加算平均による予測制御の際に、現在の測定点Pnの直近（例えば5点分）の測定点による加算平均が補正值として用いられても良い。つまり、レンズカーブが大きい場合等、屈折面上での測定点の位置が大きく変化する（レンズチャック軸102R, 102Lに対する距離が大きく変わる）場合には、加算平均の予測値と実際のレンズLE屈折面の位置との差が大きくなり、測定子260が外れてしまうおそれがある。

【0101】

そこで上述の加算平均に、直近の測定点の加算平均値（例えば直近5点の測定値の加算平均）を補正值として反映させる。このようにすると加算平均の変化量が大きい場合にも、精度良く現在の測定点の位置を予測できるようになる。

30

【0102】

なお、このような直近の測定点の加算平均による補正は所定の閾値を基準として反映されるかどうかは制御部50で判断されるようにしても良い。例えば上述の加算平均の値が所定の閾値よりも大きくなる場合に、直近の測定点の加算平均の補正值を用いた予測制御が行われるようにしても良い。

【0103】

また、予測制御として、測定子260の移動量（傾斜角度）が用いられても良い。例えば、制御部50は、センサー257によって測定子260がX方向に所定距離XD（例えば、測定開始位置からX方向に±2mmを超えたとき）に移動したことが検知されたときに、レンズLE（レンズチャック軸102R, 102L）をX軸方向にその距離XD分移動させる制御を行うようにする。

40

【0104】

更には、予め入力された玉型データに基づきレンズカーブ値を予測し、予測されたレンズカーブ値に基づき、測定子260に対するレンズLEの位置調節が行われても良い。図15に予測制御の変用例の説明図を示す。

【0105】

まず、制御部50は、上述と同様にレンズLE屈折面の最初の第1点に測定子260の位置合わせを行った後、測定子260をレンズLE表面に接触させた状態で、屈折面上で

50

動径方向に所定距離だけ離れた第2点まで滑らせて、センサー257で検知される測定子260の傾斜量の変化からレンズカーブ値を予測する。

【0106】

例えば、制御部50は、測定子260を予め取得された玉型形状に対応するレンズ上の位置の第1点に一致させた状態から外側へと動径方向に所定距離（例えば0.5mm程度）にある第2点まで滑らせて、そのレンズ面の傾斜量の変化を求める。なお玉型形状に合わせた位置でレンズカーブ値の測定が行われると、レンズの球面状態の影響が抑えられてレンズカーブ値が精度良く予測されるようになる。なおレンズカーブ値を求めるためには、少なくとも動径方向に距離の異なる2点が測定できれば良い。また予めレンズ屈折面のレンズカーブ値がレンズの設計データ又はカーブ計による測定で得られている場合には、ディスプレイ5のスイッチによって入力される構成としても良い。更にはメモリ51に予め記憶されたレンズカーブの代表値（標準値）が用いられても良い。

10

【0107】

以上のようにレンズカーブ値が取得されると、測定点P_nでのレンズ面の測定位置X_nは式(2)に基づき求められるようになる。なお、図15に、レンズカーブの半径R、測定点P_nでの動径角θ_n及び動径長r_nの関係を示している。

【0108】

【数2】

$$X_n = R - \sqrt{R^2 - r_n^2} \dots \text{式(2)}$$

20

ここで初期測定位置P₁での測定位置X₁に対して、測定点P_nの測定位置X_nのX方向の移動距離ΔX_nは、式(3)で求められる。

【0109】

【数3】

$$\Delta X_n = X_n - X_1 \dots \text{式(3)}$$

30

制御部50は動径データ(r_n、θ_n)に従い、レンズLEを回転させながらキャリッジ101（レンズチャック軸102R、102L）を算出された移動距離ΔX_nに基づきX方向に移動させて、測定子260に対してレンズLEが一定状態で接触されるようにして、レンズ屈折面形状の測定を行う。

【0110】

この時、実際のレンズLE屈折面の測定位置と、レンズカーブ値に基づき予測されたレンズLE屈折面の位置との間に所定値以上の差がある場合には、制御部50によってレンズカーブ値を補正する制御がされても良い。例えば、センサー257による検出結果（測定子260の傾斜角度の変化）から、実際のレンズLEの測定点と予測値との間に所定の差分があることが検出されたときに、制御部50は測定済みのレンズ形状測定データを用いてレンズカーブ値を再設定する。又は、再びレンズLEの屈折面上で測定子260を動径方向に滑らせてレンズカーブ値を求め直す。そして新たに設定されたレンズカーブ値に基づき上述のような予測制御を行い、測定子260に対してレンズLEが一定状態で接触されるようにする。

40

【0111】

特に、玉型の幾何中心をレンズチャック軸で保持してレンズ加工を行う場合、レンズLEの回転角度の変化によってレンズLEが傾き易くなっている。そこでこの場合に上記のようなレンズカーブ値の補正処理がされることで、レンズ形状測定が好適に継続されるようになる。

【0112】

50

以上のように、レンズLE屈折面上の測定点の位置(X方向の位置)を予測しながら、レンズLEの形状測定を行うことで、測定子260からレンズLEが外れてしまうことを予見できるようになり、測定子260の可動範囲が狭い場合であっても、レンズLEの屈折面形状が好適に測定されるようになる。

【0113】

また、回避手段としての加工具退避機構を設けなくても、第2レンズ加工具400がレンズ形状測定ユニット200又は第1レンズ加工具168と干渉することを防ぐことができる。例えば、第2レンズ加工具400がキャリッジ101を挟んで第1レンズ加工具168と対向して配置されることによって、第1レンズ加工具168によるレンズ加工を行う際、レンズLEと第2レンズ加工具400が干渉しないように、第2レンズ加工具400を回避させなくてもよくなる。すなわち、第2レンズ加工具400を回避させるための回避手段を設ける必要がなくなる。また、測定子260の可動範囲を狭くすることによって、レンズ形状測定ユニット200によるレンズ形状測定を行う際、レンズLEと第2レンズ加工具400が干渉しないように、第2レンズ加工具400を回避させるための回避手段が必要なくなる。このように、第2レンズ加工具400を固定して配置することができるため、加工時における第2レンズ加工具400のぶれ等を防ぐことが可能となり、加工の精度の向上につながる。

10

【0114】

さらに、並列して配置された第2レンズ加工具400とレンズ形状測定ユニット200との間のX方向におけるスペースが小さくてすむため、装置の小型化につながる。

20

【0115】

なお、本実施例において、レンズ形状測定ユニット200を第2レンズ加工具400による加工を行う際に、回避させるための回避手段を備えていない。このように、レンズ形状測定ユニット200が固定配置されているため、レンズ形状測定時における測定子260のぶれ等を防ぐことが可能となり、測定の精度の向上につながる。

【0116】

なお、上記の構成を用いることで、レンズLEの外形形状の測定を行うこともできる。この場合、制御部50はキャリッジ101の駆動によりレンズLEのコバに対して測定子260の先端面260cが当接されるようにする。なお先端面260cはレンズLEのコバが容易に外れない程度の幅で形成されることが好ましい。

30

【0117】

そして、制御部50は、先端面260cにレンズLEのコバが当接された状態で、予め入力された玉型データに基づき、キャリッジ101を前後左右方向に移動させて、先端面260aに対して一定圧でレンズLEのコバが接触されるようにする。この時、上述と同様の予測制御によって、次の測定点でのコバ位置が予測されることが好ましい。このようにすると、測定子260からレンズLEが外れることを回避でき、レンズLEのコバ位置測定が好適に行われるようになる。

【0118】

なお、上記ではレンズチャック軸102R, 102Lに対して伸びる方向に設けられたアーム262の先端に測定子260が取り付けられている例が示されている。これ以外にもレンズチャック軸102R, 102Lに対して平行方向に伸びるアームの先端に測定子260が設けられていても良い。これ以外にも、1つの測定子260を用いてレンズ前後面の両面を測定できる位置に測定子260が設けられていれば良い。また、特開2000317796号公報と同じく、先端260aと先端260bとが対向して向かい合った構成であっても良い。

40

【0119】

図17は、その構成例である。図17の例では、支持軸263の上に取り付けられたアーム262の先端方向(レンズチャック102R, 102Lが位置する方向)は、さらにU字状の形状のアーム(第1前アーム262A、第2前アーム262B)に形成されている。レンズLEの前屈折面に接触する測定子260は、レンズLEの前屈折面に接触する

50

測定子 260Aa と、レンズ LE の後屈折面に接触する測定子 260Bb と、を有する。測定子 260Aa は、第 1 前アーム 262A に設けられている。測定子 260Bb は第 2 前アーム 262B に取り付けられている。測定子 260Aa の先端と測定子先端 260Bb の先端とは、対向して向かい合っている。測定時には、測定子 260Aa と測定子 260Bb との間に、レンズ LE が配置される。また、測定子 260Bb の側面 260Bc は、レンズ LE の周面に接触される部分として使用される。測定子 260 が取り付けられたアーム 262 以外の構成は、図 2 と同様であるので、図示及び説明は省略する。

【0120】

更に、上記では測定子 260 とレンズ LE との位置関係は、測定子 260 とレンズ LE が接触されたときに生じる保持ユニット 250c の傾斜角度の変化をセンサー 257、258 で検出することで取得している。これ以外にも測定子 260 とレンズ LE との位置関係は非接触で検知されても良い。例えば測定子 260 の周辺に光式距離センサーの発光部を設け、レンズ LE 側に光式距離センサーの受光部を設ける。これにより照射信号を受光信号との位相差を受光部で受光することにより、検出結果に基づき測定子 260 とレンズ LE との位置関係が非接触で取得されるようになる。

【0121】

また上記ではレンズ LE の前面の形状測定後、粗加工を行った後にレンズ LE の後面側の形状測定を行っているが、粗砥石の形状を十分に大きく出来る場合や、レンズ形状測定ユニット 200 の先端 260a、260b の長さを確保できる場合、あるいは図 17 のレンズ形状測定ユニット 200 の場合には、最初にレンズ LE 前面の形状測定を行った後に粗加工が開始されるようにしても良い。

【0122】

以上のように、X 方向（レンズチャック軸 102R、102L の軸方向）における測定子 260 の移動機構は、軸 S2 を中心にした回転機構（シャフト 252、軸受け 261）によって構成されているため、従来装置のように直動機構（直線的に延びるガイドレール等の機構）に比べて埃が入り難く、測定子 260 の滑らかな動きを長期に実現できる。また、移動機構の構成も直動機構に比べて簡素化されている。

【0123】

また、レンズの屈折面形状の測定時に、レンズチャック軸 102R、102L の X 方向の移動機構を利用しているので、X 方向における測定子 260 の移動可能範囲を小さくでき、装置を小型化しつつ、回転機構でありながら、精度の良い測定を実現できる。

【0124】

また、このような構成によって、装置を大型化することなく、面取り加工又は溝掘り加工の加工具をレンズ形状測定機構の測定子 260 に並列して固定配置できる。このため、加工具退避機構を設けずに済み、レンズの加工時における加工具の「ぶれ」による加工精度の低下を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0125】

【図 1】眼鏡レンズ加工装置の加工機構部の概略構成図である。

【図 2】レンズ形状測定ユニット斜視図である。

【図 3】レンズ形状測定ユニット正面図である。

【図 4】レンズ形状測定ユニット側面図である。

【図 5】第 2 レンズ加工具の側面図を示す。

【図 6A】眼鏡レンズ加工装置の側面図である。

【図 6B】眼鏡レンズ加工装置の各部材の配置について説明する図である。

【図 7】レンズ加工が行われる加工室の斜視図を示す図である。

【図 8】シールドユニットの構成について説明する図である。

【図 9】レンズチャック軸 102L 側の断面の概略構成図を示している。

【図 10】シールドユニットの移動について説明する図である。

【図 11】眼鏡レンズ周縁加工装置の制御ブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】レンズと測定子の接触状態の説明図である。

【図 1 3】レンズ回転角毎のレンズ測定面の位置変化についての説明図である。

【図 1 4】回転中心から各測定点までの距離変化に伴うレンズ屈折面の位置変化の説明図である。

【図 1 5】予測制御の変用例の説明図である。

【図 1 6】従来のシールドユニットの説明図である。

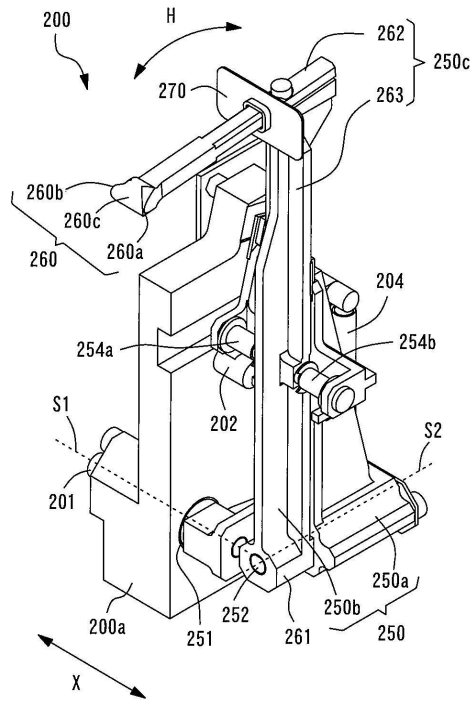
【図 1 7】レンズ形状測定ユニットの変容例の略図である。

【符号の説明】

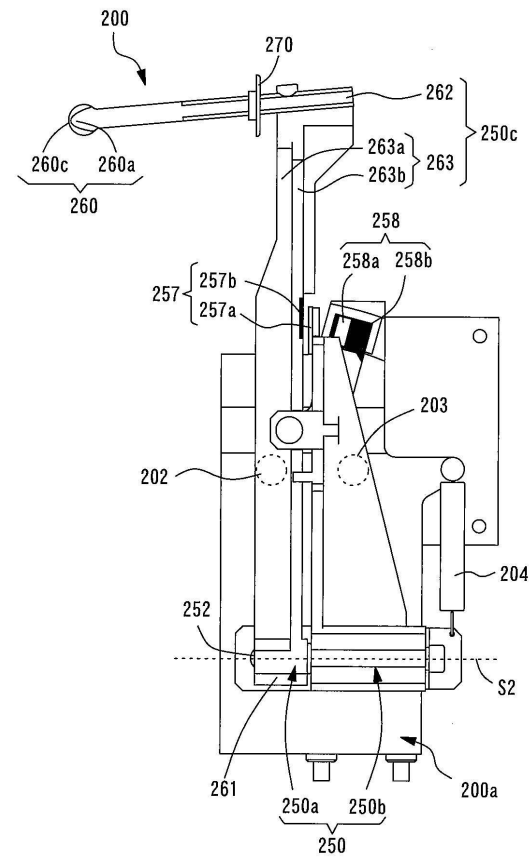
【 0 1 2 6 】

5 0	制御部	10
6 0	加工室	
6 1	防水カバー	
7 0	シールドユニット	
7 5 L , 7 5 R	長穴	
7 6	回転板	
7 6 a	ガイド	
7 6 b	長穴	
7 7	スライド板	
7 7 a	穴	
1 0 0	レンズ保持部	20
1 0 0 a	レンズ回転ユニット	
1 0 0 b	X 方向移動ユニット	
1 0 0 c	Y 方向移動ユニット	
1 0 2 R , 1 0 2 L	レンズチャック軸	
1 5 0	Y 軸移動用モータ	
1 6 1 a	加工具回転軸	
1 6 8	第 1 レンズ加工具	
2 0 0	レンズ形状測定ユニット	
2 5 0 c	保持ユニット	
2 5 7、2 5 8	センサー	30
2 6 0	測定子	
2 6 0 a、2 6 0 b	先端	
3 0 0	加工具回転ユニット	
4 0 0	第 2 レンズ加工具	
4 0 0 a	加工具回転軸	

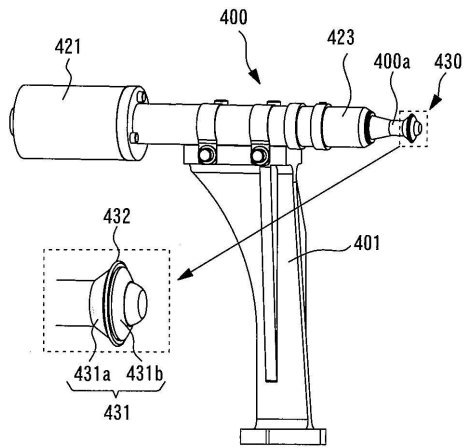
【 図 2 】



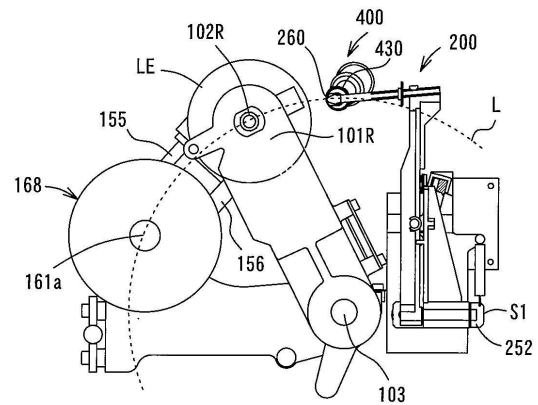
【 図 4 】



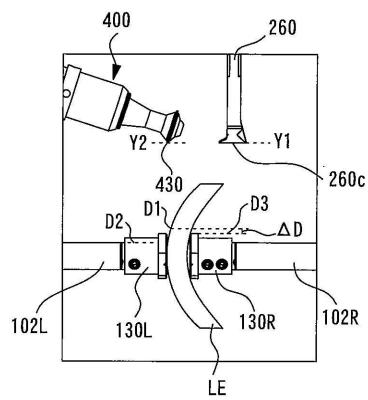
【図 5】



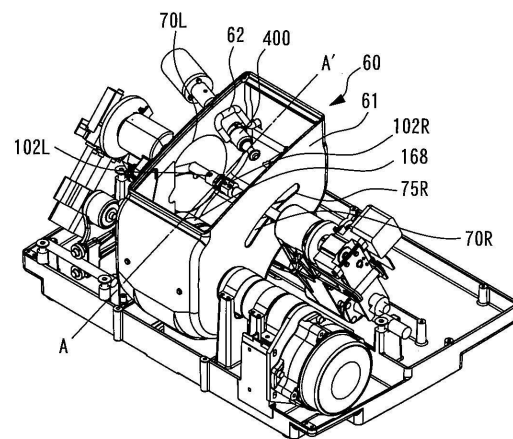
【図 6 A】



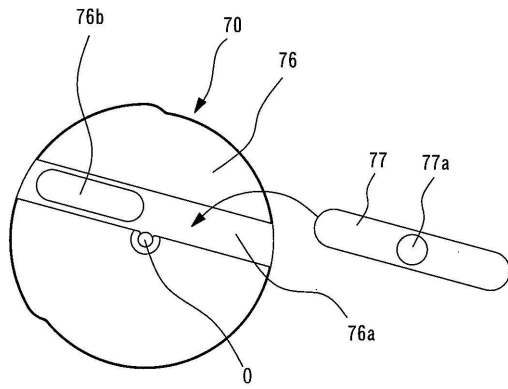
【図 6 B】



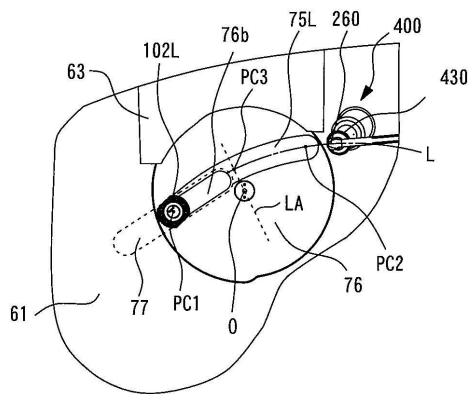
【図 7】



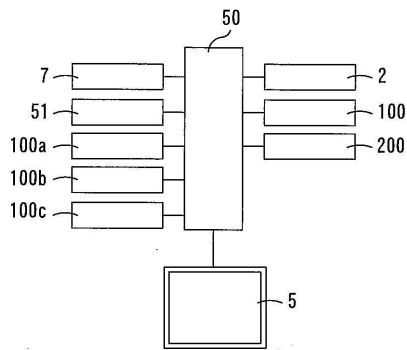
【図 8】



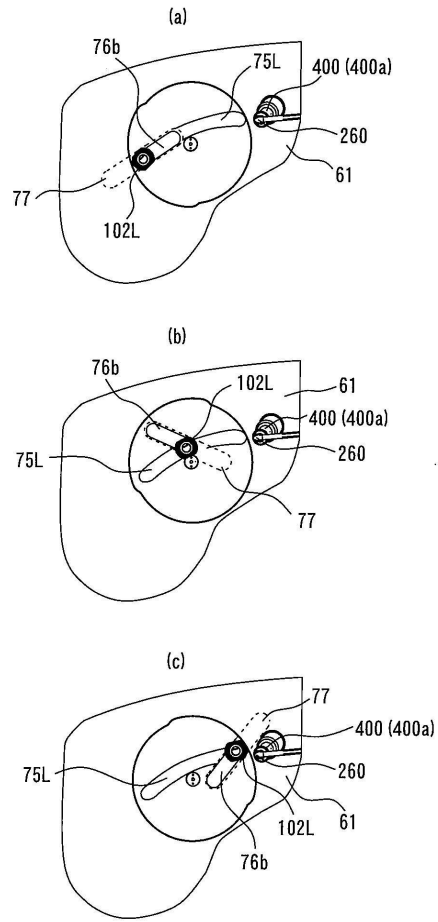
【図 9】



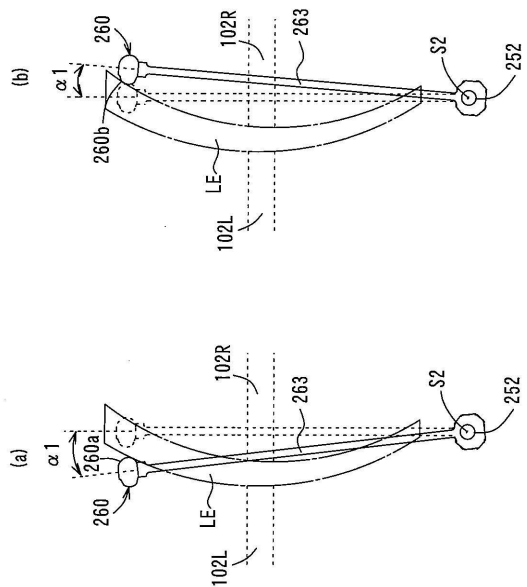
【図 11】



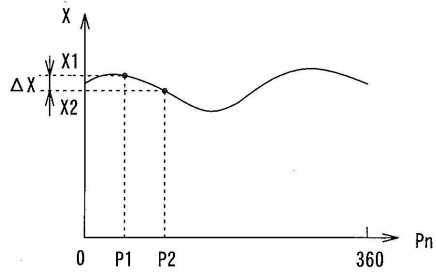
【図 10】



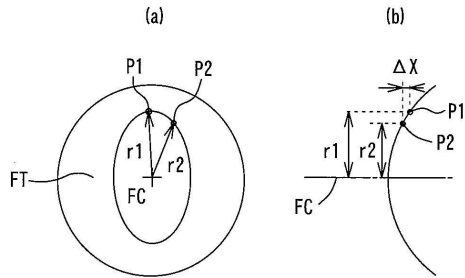
【図 12】



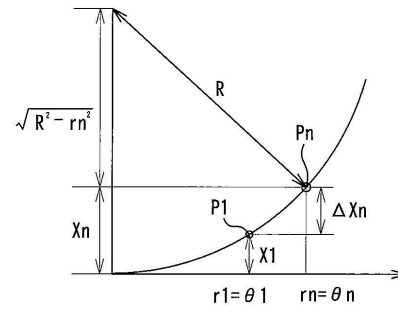
【図 13】



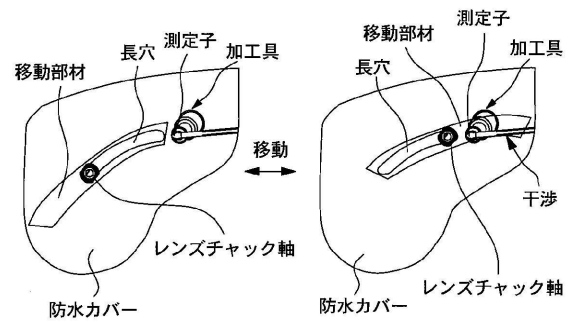
【図 14】



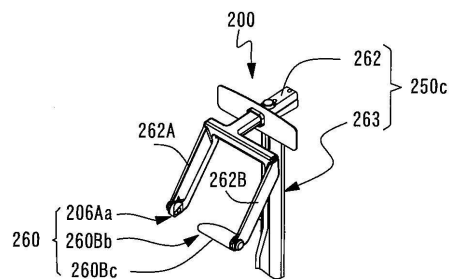
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-018155(JP,A)
特開2010-179397(JP,A)
特開2000-317796(JP,A)
特開2011-093082(JP,A)
特開2000-304530(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 17/02
B24B 13/00 - 13/04
B24B 49/04
B24B 9/14
G02C 7/02
G02C 13/00
DWPI(Thomson Innovation)