

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6187743号
(P6187743)

(45) 発行日 平成29年8月30日 (2017. 8. 30)

(24) 登録日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 4 B 9/14 (2006. 01)
G 0 2 C 13/00 (2006. 01)B 2 4 B 9/14 F
G 0 2 C 13/00

請求項の数 2 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2013-74334 (P2013-74334)
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013. 3. 29)
 (65) 公開番号 特開2014-198360 (P2014-198360A)
 (43) 公開日 平成26年10月23日 (2014. 10. 23)
 審査請求日 平成28年3月25日 (2016. 3. 25)

(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 山本 忠正
 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 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 大林 裕旦
 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 須中 栄治

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ためのレンズチャックユニットと、前記レンズチャックユニットによって保持された前記眼鏡レンズを加工するための加工作業を有する加工ユニットと、前記眼鏡レンズと前記加工作業との相対距離を調整する調整手段と、玉型データに基づいて前記調整手段を動作させる制御手段と、を備え、前記眼鏡レンズの周縁を加工するための眼鏡レンズ加工装置であって、

前記制御手段は、前記レンズチャックユニットの中心軸から、前記レンズチャックユニットによって保持された加工前の前記眼鏡レンズのコバまでの距離である第 1 距離を取得するための第 1 距離取得手段の取得結果に基づいて、前記相対距離を接近させる際の相対速度を制御し、

前記第 1 距離取得手段は、前記レンズチャック軸の軸方向に関して、前記玉型データに対応した前記眼鏡レンズの前面位置情報又は後面位置情報の少なくとも一方を前記眼鏡レンズの全周に亘って測定する第 1 の測定と、

加工前の前記眼鏡レンズのコバ位置と、玉型データから算出される加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置との間の動径角の方向における距離を測定する第 2 の測定と、

を測定可能であって、

第 2 の測定によって測定された距離に、第 2 の測定が行われた動径角に関する前記玉型データが示す前記中心軸と加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置の間の距離を加えることによって前記第 1 距離を取得することを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

10

20

【請求項 2】

前記制御手段は、前記中心軸と前記加工具との距離が、前記第 1 距離に到達するまでの間、前記加工ユニットによって前記眼鏡レンズを加工する際の相対速度よりも、前記相対距離を接近させる際の相対速度を速くする請求項 1 の眼鏡レンズ加工装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本件発明は、眼鏡レンズの周縁を加工する眼鏡レンズ加工装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

加工具を備え、眼鏡レンズを加工する眼鏡レンズ加工装置が知られている。

【0003】

例えば、砥石によって眼鏡レンズを研削加工する眼鏡レンズ加工装置（特許文献 1 参照）や複数の切削工具を用いて眼鏡レンズを切削加工する眼鏡レンズ加工装置などがある。（特許文献 2 参照）。そして、眼鏡レンズと加工具が相対的に移動されることによって、眼鏡レンズが加工される。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2010 - 280018 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 218487 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、従来において、眼鏡レンズへの必要以上の負荷や加工具が破損することを防ぐため、仕様上において加工できる最大のレンズ径（最大レンズ径）を仮定して加工が行われていた。具体的には、最大レンズ径に相当する位置に達するまでは、眼鏡レンズと加工具との間の距離が高速で変更され、その後は、加工を想定した速度で、眼鏡レンズと加工具との間の距離が変更されていた。

【0006】

しかしながら、実際の眼鏡レンズの外径と、最大レンズ径とは異なる場合がある。この場合、最大レンズ径に相当する位置から、実際の眼鏡レンズの外径に相当する位置に達するまでは、加工を想定した速度で近づくため、加工時間が長くなることがあった。

【0007】

本件発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、効率よく眼鏡レンズの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。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

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。

【0009】

眼鏡レンズを保持するためのレンズチャックユニットと、前記レンズチャックユニットによって保持された前記眼鏡レンズを加工するための加工具を有する加工ユニットと、前記眼鏡レンズと前記加工具との相対距離を調整する調整手段と、玉型データに基づいて前記調節手段を動作させる制御手段と、を備え、前記眼鏡レンズの周縁を加工するための眼鏡レンズ加工装置であって、前記制御手段は、前記レンズチャックユニットの中心軸から、前記レンズチャックユニットによって保持された加工前の前記眼鏡レンズのコバまでの距離である第 1 距離を取得するための第 1 距離取得手段の取得結果に基づいて、前記相対距離を接近させる際の相対速度を制御し、前記第 1 距離取得手段は、前記レンズチャック軸の軸方向に関して、前記玉型データに対応した前記眼鏡レンズの前面位置情報又は後面位置情報の少なくとも一方を前記眼鏡レンズの全周に亘って測定する第 1 の測定と、加工

10

20

30

40

50

前の前記眼鏡レンズのコバ位置と、玉型データから算出される加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置との間の動径角の方向における距離を測定する第2の測定と、を測定可能であって、第2の測定によって測定された距離に、第2の測定が行われた動径角に関する前記玉型データが示す前記中心軸と加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置の間の距離を加えることによって前記第1距離を取得することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、効率よく眼鏡レンズの加工を行うことができる眼鏡レンズ加工装置を提供できる。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

<概要>

以下、本実施形態の概要を説明する。本装置は、眼鏡レンズを保持するためのレンズチャックユニットと、レンズチャックユニットによって保持された眼鏡レンズを加工するための加工具を有する加工ユニットと、眼鏡レンズと加工具との相対距離を調整する調整部と、を備える。本装置は、例えば、加工ユニットを動作させると共に、加工データに基づいて調整部を動作させることにより前記眼鏡レンズを加工する。なお、本装置は、玉型データに基づいて調節部を動作させる制御部を備えても良い。

20

【0012】

なお、眼鏡レンズと加工具との相対距離を調整する構成としては、眼鏡レンズに対して加工具を移動させる構成であってもよいし、加工具に対して眼鏡レンズを移動させる構成であってもよい。つまり、眼鏡レンズと加工具との相対的な位置関係が調整されればよい。

【0013】

加工装置は、たとえば、加工ユニットを動作させることにより眼鏡レンズの周縁を加工可能な眼鏡レンズ加工装置である。もちろん、眼鏡レンズを加工する装置であればよい。例えば、加工装置は、眼鏡レンズに穴を空ける加工装置であってもよい。

【0014】

<検査ユニット>

30

本装置は、例えば、レンズチャックユニットによって眼鏡レンズが保持された状態において、眼鏡レンズが適正に加工されたか否かを検査するための検査ユニットを備える。

【0015】

検査ユニットとしては、例えば、レンズチャックユニットによって保持された眼鏡レンズの形状を測定するレンズ形状検知ユニットが用いられる。もちろんこれに限定されず、加工されたレンズカスを検査するレンズカス検査ユニットであってもよい（詳しくは後述する）。

【0016】

本装置は、例えば、検査ユニットからの検査結果に基づいて加工ユニットに不具合があるか否かを判定する判定ユニット（例えば、制御部70）を備えてもよい。これにより、検者又は装置は、加工ユニットの不具合を容易に確認できる。検査ユニットからの検査結果は、操作者に報知されてもよい。

40

【0017】

眼鏡レンズの周縁を加工可能な眼鏡レンズ加工装置の場合、検査ユニットは、例えば、眼鏡レンズの周縁を加工する際に用いる加工軌跡よりも、レンズチャックユニットのチャック軸から離れた領域において、前記眼鏡レンズの未加工部分の有無を検査するようにしてもよい。判定ユニットは、未加工部分があるという検査結果が得られた場合、加工ユニットに不具合があると判定する。

【0018】

眼鏡レンズの未加工部分の有無を検査する場合、検査ユニットは、一つの動径角に限定

50

してもよい。これにより、時間が短縮される。検査ユニットは、複数の動径角に関して、未加工部分の有無を検査してもよい。

【 0 0 1 9 】

また、検査ユニットは、加工データに基づいて、動径角に関する眼鏡レンズの検査位置を演算するようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

例えば、加工装置が、加工具及び眼鏡レンズの少なくとも一方を加工軌跡に沿って相対的に移動させて眼鏡レンズの周縁の全周を加工する装置の場合、検査ユニットは、加工軌跡における加工開始又は加工終了の動径角に基づいて少なくとも1つの検査位置を決定し、決定された検査位置について未加工部分の有無を検査してもよい。

10

【 0 0 2 1 】

例えば、加工装置が、レンズチャックユニットの回転及び加工具の移動の少なくともいずれかによって360度全周に亘って前記眼鏡レンズの周縁を加工可能な眼鏡レンズ加工装置の場合、検査ユニットは、半周以降に加工された動径角の少なくとも一つを加工データに基づいて取得してもよい。そして、検査ユニットは、特定された動径角を検査位置として前記眼鏡レンズの未加工部分の有無を検査してもよい。

【 0 0 2 2 】

例えば、加工装置が、前記加工具及び眼鏡レンズの少なくとも一方を加工軌跡に沿って相対的に移動させて眼鏡レンズの周縁の全周を加工する装置の場合、検査ユニットは、加工軌跡における加工開始から加工終了まで後半の半周以降で検査位置を決定するようにしてもよい。

20

【 0 0 2 3 】

また、検査ユニットは、加工具の径と玉型の動径長に基づいて、周方向に関する眼鏡レンズの検査位置を演算するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

< レンズ形状測定ユニットの利用 >

本装置は、玉型データに対応した眼鏡レンズの前面位置情報及び後面位置情報の少なくとも一方を測定する位置情報測定ユニットを有してもよい。

【 0 0 2 5 】

そこで、検査ユニットは、位置情報測定ユニットを兼用し、眼鏡レンズの前面位置又は後面位置の少なくとも一方に関する測定結果に基づいて、眼鏡レンズが適正に加工されたか否かを検査してもよい。

30

【 0 0 2 6 】

また、検査ユニットは、玉型データに対応した眼鏡レンズの前面位置情報又は後面位置情報の少なくとも一方を測定した後、続けて眼鏡レンズが適正に加工されたか否かを検査するようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、検査ユニットは、レンズチャックユニットのチャック軸方向における玉型に対応した眼鏡レンズの前面位置情報又は後面位置情報の少なくとも一方の測定が360度全周に亘って完了した後、少なくともその測定完了位置において前記眼鏡レンズが適正に加工されたか否かを検査してもよい。

40

【 0 0 2 8 】

本装置は、眼鏡の玉型データを取得するための玉型取得部と、レンズチャックユニットによって保持された眼鏡レンズの径である動径長を測定する動径長測定部と、をさらに備える構成であってもよい。

【 0 0 2 9 】

検査ユニットは、動径長測定部を兼用し、動径長測定部によって測定された加工後の眼鏡レンズ動径長が、玉型データに基づいて予測される動径長と異なるときに、眼鏡レンズが適正に加工されていないと判定するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

50

< 相対速度の制御 >

制御部は、例えば、玉型データに基づいて調節部を動作させる。制御部は、第1距離を測定するための測定ユニットからの測定結果に基づいて、相対距離を接近させる際の相対速度を制御するしてもよい。第1距離は、レンズチャックユニットの中心軸から、加工前の眼鏡レンズのコバまでの距離である。

【0031】

< 測定ユニット >

測定ユニットは、例えば、レンズチャックユニットによって保持された眼鏡レンズの形状を測定するレンズ形状検知ユニットであってよい（詳しくは後述する）。レンズ形状検知ユニットが本装置に配置された構成であってもよい。また、これに限定されず、測定ユニットは、光学的手段によって眼鏡レンズの輪郭を検出可能なカップ取り付け装置（いわゆるインテリジェントブロッカー）であってもよい。この場合、カップ取り付け装置は、例えば、眼鏡レンズの輪郭情報に基づいて光心又は稜心に対するレンズの外径を計測する。

10

【0032】

例えば、制御部は、中心軸と前記加工具との距離が、測定ユニットによって測定された第1距離に到達するまでの間、加工ユニットによって眼鏡レンズを加工する際の相対速度よりも、相対距離を接近させる際の相対速度を速くしてもよい。この場合、例えば、第1距離に到達するまで高速で接近させる構成に限定されない（詳しくは後述する）。

【0033】

測定ユニットは、例えば、加工装置に設けられ、前記レンズチャック軸の軸方向における、玉型データに対応した眼鏡レンズの前面位置情報及び後面位置情報の少なくとも一方を測定する位置情報測定部を兼用してもよい。

20

【0034】

測定ユニットは、例えば、第1の測定と第2の測定を測定可能である。第1の測定は、レンズチャック軸の軸方向に関して、玉型データに対応した眼鏡レンズの前面位置情報又は後面位置情報の少なくとも一方を前記眼鏡レンズの全周に亘って測定する。第2の測定は、加工前の前記眼鏡レンズのコバ位置と、玉型データから算出される加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置との間の動径角の方向における距離を測定する。

【0035】

そこで、測定ユニットは、第2の測定によって測定された距離に、第2の測定が行われた動径角に関する玉型データが示す中心軸と加工後の前記眼鏡レンズのコバ位置の間の距離を加えることによって前記加工距離を測定するようにしてもよい。

30

【0036】

測定ユニットは、例えば、第1の測定完了後、少なくとも一つの動径角に関して、第2の測定を行うようにしてもよい。また、測定ユニットは、第1の測定完了後、少なくともその測定完了位置において第2の測定を行うようにしてもよい。

【0037】

また、制御部は、第2の測定が行われた動径角に対応するコバ位置であって加工前の眼鏡レンズのコバ位置を、眼鏡レンズの加工開始位置として加工を開始してもよい。そして、制御部は、第2の測定が行われた動径角に関する加工を行った後、他の動径角に関する加工を行うようにしてもよい。

40

【0038】

< 加工距離取得 >

本装置は、レンズチャックユニットによって保持された加工前の眼鏡レンズの中心からコバまでの距離である距離であって、加工開始時に調整部によって相対距離を調整するときの眼鏡レンズの動径角での第2距離を取得する加工距離取得部を有してもよい。そこで、制御部は、取得された第距離に基づいて、加工開始時に前記相対距離を調整する際の相対速度を変化させるように調整部を制御する。加工距離取得部は、装置本体に設けられた構成であってもよい。加工距離取得部は、外部装置からデータを取得する構成であっても

50

よい。

【 0 0 3 9 】

< 実施形態の具体例 >

本発明の実施形態の具体例を図面に基づいて説明する。図 1 は、本件発明が適用される眼鏡レンズ加工装置の装置本体の概略構成図である。図 1 (a) は眼鏡レンズ加工装置 1 を正面からみた概略構成図であり、図 1 (b) は側面から見た概略構成図である。眼鏡レンズ加工装置 1 の上部には、レンズの加工を行うためのレンズ加工部 1 0 が設けられている。また、眼鏡レンズ加工装置 1 の側面には加工条件等のデータ入力用のタッチパネル機能を持つディスプレイ 5、加工スタートスイッチ等が設けられたスイッチ部 7 が備わる。なお、ディスプレイ 5 とスイッチ部 7 は側面に備わっていてもよく、正面に備わっていてもよい。またディスプレイ 5 とスイッチ部 7 は互いに離れた位置に設けられてもよく、近傍に設けられてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

図 2 は、レンズ加工部 1 0 の概略構成図を示している。以下、レンズ加工部 1 0 の構成について説明する。レンズ加工部 1 0 には、レンズチャックユニット 2 0、スピンドル保持ユニット 3 0 が備えられている。なお、本実施形態においては、図 2 において、紙面に対して奥行き方向（直交する方向）を X 方向、水平方向（左右方向）を Z 方向、鉛直方向（上下方向）を Y 方向として説明する。

【 0 0 4 1 】

< レンズチャックユニット >

レンズチャックユニット 2 0 は、眼鏡レンズ L E を保持し、スピンドル保持ユニット 3 0 に対して、眼鏡レンズ L E を移動させるためのものである。レンズチャックユニット 2 0 には、キャリッジ 2 1、ベース 2 4 が備えられている。キャリッジ 2 1 は、眼鏡レンズ L E を挟持するための一対のレンズチャック軸 2 2 (2 2 F、2 2 R) を備える。

20

【 0 0 4 2 】

< レンズチャック軸回転機構 >

図 3 は、レンズチャックユニット 2 0 の概略構成図である。キャリッジ 2 1 の表側には、レンズチャック軸 2 2 F を回転可能に保持する保持アーム 2 9 F が固定されている。キャリッジ 2 1 の裏面には、図示無き左右に延びる 2 本のガイドレール上を移動可能なチャックテーブル 2 3 が設けられている。チャックテーブル 2 3 には、レンズチャック軸 2 2 R を回転可能に保持する保持アーム 2 9 R が固定されている。また、チャックテーブル 2 3 には、チャックテーブル 2 3 をレンズチャック軸 2 2 に対して、平行移動するための図示無き圧力駆動源が設けられている。圧力駆動源は、エアポンプ、バルブ、ピストン等で構成される。エアポンプは、空気を圧送するために用いられる。ピストンは、チャックテーブル 2 3 に固定されている。バルブは、ピストンが配置された密閉空間に設けられている。そして、密閉空間への空気の導入がバルブの開閉によって調整される。圧力駆動源は、密閉空間において空気の導入を調整することによって、レンズチャック軸に対して、ピストンを平行移動させる。これにより、チャックテーブル 2 3 とともに、保持アーム 2 9 R 及びレンズチャック軸 2 2 R がキャリッジ 2 1 に設けられたレンズチャック軸 2 2 F 側へ平行移動される。そして、レンズチャック軸 2 2 F とレンズチャック軸 2 2 R とで眼鏡レンズ L E が挟持される。なお、レンズチャック軸 2 2 F とレンズチャック軸 2 2 R とは、同軸の関係に配置されている。

30

40

【 0 0 4 3 】

レンズチャックユニット 2 0 には、駆動源（例えば、モータ）1 1 0 が設けられている。モータ 1 1 0 は、レンズチャック軸 2 2 R をその軸を中心に回転させるために、用いられる。モータ 1 1 0 の回転駆動によって、タイミングベルト、プーリー等の回転伝達機構を介してレンズチャック軸 2 2 R が回転される。

【 0 0 4 4 】

また、レンズチャックユニット 2 0 には、駆動源（例えば、モータ）1 2 0 が設けられている。モータ 1 2 0 は、レンズチャック軸 2 2 F をその軸（チャック中心軸）を中心に

50

回転させるために、用いられる。モータ１２０の回転駆動によって、タイミングベルト、プーリー等の回転伝達機構を介してレンズチャック軸２２Ｆがモータ１２０によって回転される。モータ１１０、１２０の回転軸には、レンズチャック軸２２Ｆ、２２Ｒの回転角を検知するエンコーダが取り付けられている。なお、モータ１１０、１２０は、同期して駆動される。すなわち、レンズチャック軸２２Ｆ及び２２Ｒは、同期して回転駆動をする。これらによりレンズ回転ユニットが構成される。

【００４５】

< キャリッジ回転駆動機構 >

レンズチャックユニット２０には、軸角度変更機構（軸角度変更手段）２５が設けられている。軸角度変更機構２５は、加工具の切り換えや眼鏡レンズ加工の際の眼鏡レンズと加工具との相対位置の調整に用いられる（詳細は後述する）。軸角度変更機構２５は、駆動源（例えば、モータ等）２６、プーリー２７、タイミングベルト２８、エンコーダ７９で構成されている。プーリー２７は、キャリッジ２１に固定されている。モータ２６にはエンコーダ７９が取り付けられ、エンコーダ７９によってモータ２６の回転が検知される。モータ２６が回転駆動されると、モータ２６の回転がタイミングベルト２８を介して、プーリー２７へ伝達される。キャリッジ２１は、プーリー２７が回転されることによって、ベース２４に対して、キャリッジ２１の中心軸（Ａ軸）を回転中心に回転駆動する。これによって、キャリッジ２１の回転駆動とともに、レンズチャック軸２２の軸角度がＡ軸を中心に変更（回転）される。

【００４６】

< X軸及びZ軸駆動機構 >

図４は、レンズチャックユニット２０のX軸方向及Z軸方向の駆動機構について説明する図である。レンズチャックユニット２０には、レンズチャックユニット２０をスピンドル保持ユニット３０に対して、X方向及びZ方向にそれぞれ移動させる各駆動機構（X軸駆動機構８０、Z軸駆動機構８５）が設けられている。

【００４７】

X軸駆動機構８０は、駆動源（モータ）８１を備える。モータ８１には、X軸方向に向かって延びるシャフト８２が直結されている。また、モータ８１の回転軸には、レンズチャックユニット２０のX軸方向の移動位置を検知するエンコーダ８３が取り付けられている。シャフト８２の外周には、ネジ溝が形成されている。シャフト８２の先には、軸受けとして図示無き移動部材（例えば、ナット）が嵌まりあっている。移動部材には、レンズチャックユニット２０が固定されている。モータ８１が回転駆動されると、レンズチャックユニット２０がX軸方向に延びるシャフト８２に沿って移動する。これによって、キャリッジ２１とともに、レンズチャック軸２２Ｆ、２２ＲがX軸方向に直線移動される。

【００４８】

Z軸駆動機構８５は、駆動源（モータ）８６を備える。モータ８６には、Z軸方向に向かって延びる図示無きシャフトが直結されている。また、モータ８６の回転軸には、レンズチャックユニット２０のZ軸方向の移動位置を検知するエンコーダ８７が取り付けられている。シャフトの外周には、ネジ溝が形成されている。シャフトの先には、軸受けとして図示無き移動部材（例えば、ナット）が嵌まりあっている。移動部材には、レンズチャックユニット２０が固定されている。モータ８６が回転駆動されると、レンズチャックユニット２０がZ軸方向に延びるシャフトに沿って移動する。これによって、キャリッジ２１とともに、レンズチャック軸２２Ｆ、２２ＲがZ軸方向に直線移動される。

【００４９】

< スピンドル保持ユニット >

図２において、スピンドル保持ユニット３０には、移動支基３１、第１加工ユニット４０、第２加工ユニット４５、レンズ形状検知ユニット３００Ｆ、３００Ｒが備えられている。移動支基３１の左右側面には、第１加工ユニット４０及び第２加工ユニット４５が配置される。レンズ形状検知ユニット３００Ｆ、３００Ｒはレンズの形状を測定するレンズ形状測定ユニットとして機能する。

【 0 0 5 0 】

< 加工ユニット >

図 2 に示されるように、第 1 加工ユニット 4 0 は、移動支基 3 1 の左側面に配置されており、3 つのスピンドル 4 0 a、4 0 b、4 0 c が備えられている。また、第 2 加工ユニット 4 5 は、移動支基 3 1 の右側面に配置されており、3 つのスピンドル 4 5 a、4 5 b、4 5 c が備えられている。第 1 加工ユニット 4 0 のスピンドル 4 0 a、4 0 b、4 0 c はそれぞれ回転軸 4 0 a 1、4 0 b 1、4 0 c 1 を有し、その各回転軸と同軸に各加工工具（ツール）6 0 a、6 0 b、6 0 c が取り付けられる。また、第 2 加工ユニット 4 5 のスピンドル 4 5 a、4 5 b、4 5 c はそれぞれ回転軸 4 5 a 1、4 5 b 1、4 5 c 1 を有し、その各回転軸と同軸に各加工工具 6 5 a、6 5 b、6 5 c が取り付けられる。各加工工具は、眼鏡レンズを加工するための加工工具として用いられる。各スピンドルの回転軸は、各スピンドルの内部に配置された回転伝達機構を介し、各スピンドルの後方にそれぞれ配置された駆動源（例えば、モータ）により回転される。

10

【 0 0 5 1 】

例えば、本実施例においては、加工工具 6 0 a には、粗加工工具としてのエンドミル又はカッターが配置されている。加工工具 6 0 a は、仕上げ加工前の未加工の眼鏡レンズ L E を切削するために用いられる。加工工具 6 0 b には、溝掘り加工工具（溝加工工具）としてカッターが配置される。加工工具 6 0 c には、レンズ L E の屈折面に穴を開けるための穴加工工具としてのエンドミルが配置されている。加工工具 6 5 a には、鏡面加工工具として鏡面砥石が配置される。鏡面加工工具は、水を用いて、眼鏡レンズ L E の鏡面を磨くために用いられる。加工工具 6 5 b には、仕上げ加工工具として円錐形状を持つカッターが配置される。仕上げ加工工具 6 5 b は、レンズ L E の周縁にヤゲンを形成するためのヤゲン溝（V 溝）とレンズ L E の周縁を平加工するための平加工面とが形成されており、粗加工されたレンズ周縁をヤゲン加工及び平仕上げ加工するために用いられる。また、仕上げ加工工具 6 5 b（平加工面）は面取り加工用として兼用される。加工工具 6 5 c には、ヤゲン加工されたレンズ周縁をさらに段付き加工するためのステップ加工用の加工工具が配置されている。

20

【 0 0 5 2 】

各スピンドルの近傍には、それぞれ、空気や水を送るためのホース 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 6 a、4 6 b、4 6 c が設けられている。ホース 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 6 a、4 6 b、4 6 c は、眼鏡レンズ加工後の切削片を空気によって除去するために用いられる。また、ホース 4 6 a は、眼鏡レンズを加工する際に用いる水を供給するために用いられる。もちろん、ホースは、用途に応じて、任意に交換可能である。例えば、水用のホースから空気用のホースに交換してもよい。

30

【 0 0 5 3 】

各スピンドルは、スピンドルの先端が下方（重力方向）に向かって傾斜して配置されている。本実施例においては、各スピンドルの傾斜角度が Z 軸方向（水平方向）から下方に 4 5 ° 傾斜するように配置されている。

【 0 0 5 4 】

< Y 軸駆動機構 >

図 5 は、スピンドル保持ユニット 3 0 の Y 軸方向の駆動機構について説明する図である。スピンドル保持ユニット 3 0 には、スピンドル保持ユニット 3 0 をレンズチャックユニット 2 0 に対して、Y 軸方向に移動させる各駆動機構（Y 軸駆動機構 9 0）が設けられている。

40

【 0 0 5 5 】

Y 軸駆動機構 9 0 は、駆動源（モータ）9 1 を備える。モータ 9 1 の回転軸には、Y 軸方向に向かって延びるシャフト 9 2 が直結されている。また、モータ 9 1 には、スピンドル保持ユニット 3 0 の Y 軸方向の移動位置を検知するエンコーダ 9 3 が取り付けられている。シャフト 9 2 の外周には、ネジ溝が形成されている。シャフト 9 2 の先には、軸受けとして移動部材（例えば、ナット）9 4 が嵌まりあっている。移動部材 9 4 には、移動支基 3 1 が固定されている。モータ 9 1 が回転駆動されると、移動支基 3 1 が Y 軸方向に延

50

びるシャフトに沿って移動する。これによって、スピンドル保持ユニット 30 が Y 軸方向に直線移動される。なお、移動支基 31 には、図示無きパネが掛けられており、移動支基 31 の下方への荷重をキャンセルしてその移動が容易になるようにしている。

【0056】

以上のような加工ユニットの構成において、Y 軸駆動機構 90 及び Z 軸駆動機構 85 は、加工具回転軸 (40a1, 40b1, 40c1, 45a1, 45b1, 45c1) に対するレンズチャック軸 22 の相対的な位置関係を変化させるための移動機構を構成し、さらに、その移動機構として、加工具回転軸とレンズチャック軸 22 との軸間距離を変動する機構と、レンズチャック軸 22 の軸方向にレンズチャック軸 22 を移動する機構と、を構成する。

10

【0057】

また、上記のような X 軸駆動機構 80、Z 軸駆動機構 85、Y 軸駆動機構 90 等は、眼鏡レンズと各加工具とを相対的に移動させる移動ユニットを構成する。また、X 軸駆動機構 80、Z 軸駆動機構 85、Y 軸駆動機構 90 等は、例えば、眼鏡レンズと各加工具との相対距離を調整する構成として用いられる。

【0058】

< レンズ形状検知ユニット >

図 2 において、キャリッジ 21 の上方には、レンズ形状検知ユニット (レンズコバ形状測定ユニット) 300F、300R が設けられている。レンズ形状検知ユニット 300F は、レンズ前面の位置 (玉型上のレンズ前面側の位置) 情報を検知するコバ位置測定手段である。レンズ形状検知ユニット 300R は、レンズ後面の位置 (玉型上のレンズ後面側の位置) 情報を検知するコバ位置測定手段である。

20

【0059】

図 6 はレンズ前面のコバ位置を測定するレンズ形状検知ユニット 300F の概略構成図である。レンズ形状検知ユニット 300F の構成を説明する。移動支基 31 には取付支基 301F が固定される。取付支基 301F には Z 方向に延びるレール 302F が固定される。レール 302F 上をスライダ 303F が摺動可能に取り付けられている。スライダ 303F にはスライドベース 310F が固定され、スライドベース 310F には測定子アーム 304F が固定されている。測定子アーム 304F の先端部にはハンド 305F が固定され、ハンド 305F の先端に測定子 306F が固定されている。スライダ 303F が Z 方向に摺動することによって、測定子 306F も Z 方向に移動する。

30

【0060】

スライドベース 310F の下端部にはラック 311F が固定されている。ラック 311F は取付支基 301F 側に固定されたエンコーダ 313F のピニオン 312F と噛み合っている。また、モータ 316F の回転は、ギヤ 315F、アイドルギヤ 314F、ピニオン 312F を介してラック 311F に伝えられ、スライドベース 310F が Z 軸方向に移動される。レンズコバ位置測定中、モータ 316F は常に一定の力で測定子 306F をレンズ LE に押し当てている。モータ 316F による測定子 306F のレンズ屈折面に対する押し当て力は、レンズ屈折面にキズが付かないように、軽い力で付与されている。測定子 306F のレンズ屈折面に対する押し当て力を与える手段としては、パネ等の周知の圧力付与手段とすることもできる。エンコーダ 313F はモータ 316F の回転量・あるいは回転角度等の回転情報を取得し、制御部 70 に送信する。制御部 70 はエンコーダ 316F から受信した回転情報に基づいて、スライドベース 310F の移動位置を検知することにより、測定子 306F の X 軸方向の移動位置を検知する。この移動位置の情報、レンズチャック軸 22F, 22R の回転角度の情報、Y 軸方向の移動情報により、レンズ LE の前面位置 (レンズ前面のコバ位置も含む) が測定される。

40

【0061】

レンズ LE の後面位置 (レンズ後面のコバ位置も含む) を測定する測定部 300R の構成は、測定部 300F と同様に説明できるので、図 6 に図示した測定部 300F の各構成要素に付した符号末尾の「F」を「R」に付け替え、その説明は省略する。

50

【 0 0 6 2 】

レンズコバ位置の測定をする際、まず軸角度変更機構 2 5 によってレンズチャック軸 2 2 F、2 2 R が Z 軸方向に位置される。その後、測定子 3 0 6 F がレンズ前面に接触され、測定子 3 0 6 R がレンズ後面に接触される。この状態で玉型データに基づいてスピンドル保持ユニット 3 0 が Y 軸方向に移動され、レンズ L E が回転されることにより、レンズ加工のためのレンズ前面及びレンズ後面のコバ位置（レンズチャック軸方向の位置）が同時に測定される。なお、測定子 3 0 6 F 及び測定子 3 0 6 R が一体的に Z 軸方向に移動可能に構成されてもよい。この場合、コバ位置測定手段においては、レンズ前面とレンズ後面が別々に測定される。また、上記のレンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R では、レンズチャック軸 2 2 F、2 2 R を Y 軸方向に移動するものとしたが、相対的に測定子 3 0 6 F 及び測定子 3 0 6 R を Y 軸方向に移動する機構とすることもできる。

10

【 0 0 6 3 】

< 制御手段 >

図 7 は、眼鏡レンズ加工装置の制御ブロック図である。制御部（制御手段）7 0 には、モータ 2 6、エンコーダ 7 9、モータ 8 1、エンコーダ 8 3、モータ 8 6、エンコーダ 8 7、モータ 9 1、モータ 1 1 0、モータ 1 2 0、図示無き各スピンドルの内部に配置されたモータ、図示無き圧力駆動源、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R、とが接続されている。

【 0 0 6 4 】

また、制御部 7 0 には、加工条件のデータ入力用のタッチパネル機能を持つディスプレイ 5、加工スタートスイッチ等が設けられたスイッチ部 7、メモリ 3、ホストコンピュータ 1 0 0 0 等が接続されている。ディスプレイ 5、ホストコンピュータ 1 0 0 0 は、玉型データ、玉型に対する眼鏡レンズの光学中心のレイアウトデータ、等のレンズ加工に必要な加工データを取得するための玉型形状取得手段として機能する。

20

【 0 0 6 5 】

< 制御動作 >

以下、本実施例における眼鏡レンズ加工装置 1 の制御動作について説明する。眼鏡レンズの加工は、ホストコンピュータ 1 0 0 0 またはディスプレイ 5 から入力された玉型等の加工データに応じて、種々の加工ステップが選択されることによって行われる。以下の説明においては、種々の加工ステップとして、粗加工及び仕上げ加工を例に挙げて説明する。

30

【 0 0 6 6 】

初めに、図示無き搬送装置から眼鏡レンズ加工装置 1 に眼鏡レンズ L E が搬送される。搬送される眼鏡レンズ L E には図示無きカップ取り付け装置によって図示無きカップが取り付けられている。カップ取り付け装置は眼鏡レンズの光学中心とカップの中心が合うようにカップを取り付ける。搬送装置は、眼鏡レンズ L E をレンズチャック軸 2 2 F、2 2 R に挟持させる。カップが取り付けられた眼鏡レンズ L E は光学中心に対して適正な位置にてレンズチャック軸 2 2 F、2 2 R に挟持される。眼鏡レンズ L E が挟持されると、制御部 7 0 は、予め入力された玉型等の加工データに基づいて、各加工ステップにて、眼鏡レンズの加工を開始する。なお、カップ取り付け装置はカップの中心を玉型の幾何学中心に合わせるようにカップを取り付けるようにしてもよい。カップの取り付け位置は本実形態に限定されない。

40

【 0 0 6 7 】

次に、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R によって、眼鏡レンズ前面、眼鏡レンズ後面の位置を検知し、レンズ形状データを取得する。レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R によって検知されたレンズ前面及び後面の検知情報は、メモリ 3 に記憶される。制御部 7 0 は、モータ 8 1 を駆動させ、レンズチャックユニット 2 0 を X 軸方向に後退させる。次いで、制御部 7 0 は、モータ 9 1 を駆動させ、スピンドル保持ユニット 3 0 を Y 軸方向に移動させる。また、Y 軸方向の移動時に、制御部 7 0 は、モータ 2 6 を駆動させることによって、A 軸を中心にキャリッジ 2 1 を回転させ、レンズチャック軸 2 2 の

50

軸角度を変更する。

【 0 0 6 8 】

図 8 は、Y Z 平面上の位置調整及びレンズチャック軸 2 2 の調整後の位置関係について説明する図である。図 8 (a) は、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R による検知時の図を示している。図 8 (b) は、加工具 6 0 a による粗加工時の図を示している。図 8 (c) は、仕上げ加工具 6 5 b による仕上げ加工時の図を示している。

【 0 0 6 9 】

制御部 7 0 は、Y Z 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸 2 2 の軸角度を調整し、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R の測定位置に眼鏡レンズ L E が来るようにする (図 8 (a) 参照)。そして、Y Z 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸 2 2 の軸角度の調整後、制御部 7 0 は、モータ 8 1 を駆動させ、レンズチャックユニット 2 0 を X 軸方向に前進させる。このようにして、制御部 7 0 は、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R の測定位置に眼鏡レンズ L E を位置させる。そして、レンズチャック軸 2 2 の回転駆動と、移動支基 3 1 の Y 軸方向の駆動を玉型に基づいて制御し、玉型に対応するレンズ前面及び後面のレンズチャック軸方向のレンズ形状データを取得する。

【 0 0 7 0 】

< レンズ形状データの取得 >

レンズ形状の取得動作を説明する。図 9 は玉型データに基づいて加工されるレンズ L E と玉型 L 1 を示した図である。図 9 (a) は挟持された眼鏡レンズ L E を側面方向から見た図であり、図 9 (b) は眼鏡レンズ L E を前面から見た図である。レンズチャック軸 2 2 F、2 2 R に挟持された眼鏡レンズ L E はキャリッジ 2 1 が回転され、転移動支基 3 1 が Y 軸方向に移動されることによって、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R の検査位置に配置される。

【 0 0 7 1 】

眼鏡レンズ L E が配置されると、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R は眼鏡レンズ L E の玉型データに対応した位置 P 4 F、P 4 R においてそれぞれ測定子 3 0 6 F、3 0 6 R を接触させる。モータ 3 1 6 F、3 1 6 R (図 6 参照) は一定の力で測定子 3 0 6 F、3 0 6 R を眼鏡レンズ L E の位置 P 4 F、P 4 R に押し当てる。この状態で、測定子 3 0 6 F、3 0 6 R が玉型 L 1 を辿るようにスピンドル保持ユニット 3 0 が Y 軸方向に移動され、眼鏡レンズ L E が M A 方向に 3 6 0 ° 回転される。測定子 3 0 6 F、3 0 6 R は位置 P 4 F、P 4 R から玉型を辿り、眼鏡レンズ L E が 3 6 0 ° 回転した時点で再び位置 P 4 F、P 4 R に戻る。モータ 3 1 6 F、3 1 6 R に取り付けられたエンコーダ 3 1 3 F、3 1 3 R は、玉型 L 1 に対応した眼鏡レンズ L E のレンズチャック軸 2 2 F、2 2 R 方向 (Z 軸方向) のレンズ位置を測定する。

【 0 0 7 2 】

玉型 L 1 に対応したレンズ位置の測定が終了すると、次に、位置 P 4 F (又は P 4 R) から、設定された加工開始位置 P 1 F (又は P 1 R) までの距離 J を測定する。加工開始位置 P 1 F (又は P 1 R) とは、眼鏡レンズ L E を加工具によって加工する際、加工具が最初に眼鏡レンズ L E に接触する位置のことである。加工開始位置 P 1 F (又は P 1 R) は、加工時間短縮のため、位置 P 4 F (又は P 4 R) からコバまでの距離が最短である位置 (動径角) に設定されるのが好ましい。

【 0 0 7 3 】

距離 J を測定するため、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R の測定子 3 0 6 F、3 0 6 R がレンズ L E に押し付けられた状態で、スピンドル保持ユニット 3 0 が Y 軸方向の上方に移動される。測定子 3 0 6 F、3 0 6 R とレンズ L E との接触点は、位置 P 4 F、P 4 R から Y 軸の上方 (玉型の外側方向) に移動される。このときも、L E の前面位置及び後面位置はエンコーダ 3 1 3 F、3 1 3 R によって測定される。

【 0 0 7 4 】

測定子 3 0 6 F、3 0 6 R がレンズ L E 前面の端部 (コバ) の加工開始位置 P 1 F、後面の端部 (コバ) の加工開始位置 P 1 R まで移動され、眼鏡レンズ L E と接触している状

10

20

30

40

50

態から外れる。このとき、モータ 316F, 316R からの付勢と釣り合っていたレンズ LE からの反力がなくなる。そのため、測定子 306F, 306R はモータ 316F, 316R からの付勢によって Z 軸方向に急激に移動される。従って、エンコーダ 313F, 313R が検出するレンズ位置情報が急激に変化する。このとき、制御部 70 はエンコーダ 93 によって得られた Y 軸方向の移動距離から距離 J を得る。そして距離 J と玉型半径（本実施形態では、チャック中心軸と加工開始位置 P4F、P4R との距離）とからチャック中心軸（レンズの回転軸）L3 と位置 P1F 及び位置 P2R との Y 軸方向の距離 W1F, W1R をそれぞれ算出することができる。

【0075】

エンコーダ 313F, 313R が検出するレンズ位置情報が急激に変化すると、制御部 70 はスピンドル保持ユニット 30 の Y 軸方向への移動を停止し、距離 W1F, W1R の測定を終了する。

10

【0076】

なお、加工前の眼鏡レンズ LE の形状によっては、位置 P1F, 位置 P1R からチャック中心軸 L3 との距離である距離 W1F と距離 W1R は等しくなるとは限らないため、区別して記載する。距離 W1F, W1R が等しくならない場合としては、例えば、眼鏡レンズ LE の前面の径と後面の径が一致しない場合があげられる。

【0077】

次いで、制御部 70 は、各加工具による眼鏡レンズ LE の種々の加工を行う。各加工具で加工を行う場合、眼鏡レンズ LE の前面側が、各加工具の基部に向くように、レンズチャック軸 22 を所定角度回転させる。以下、各加工について説明する。

20

【0078】

<粗加工>

粗加工時においては、粗加工後の他の加工を考慮して眼鏡レンズ LE の切削を行う必要がある。図 10 は、粗加工及び仕上げ加工の加工軌跡について説明する図である。眼鏡レンズは、粗加工が完了すると、加工具 65b によって仕上げ加工され、仕上げ加工の最終的な眼鏡レンズ LE の加工径は入力された玉型である仕上げ加工軌跡 L1 とされる。なお、レンズ LE の粗加工及び仕上げ加工の基礎として用いられる玉型は、レンズチャック軸 22 のチャック中心（加工中心）O を基準にした動径データ（ r_n 、 θ_n ）（ $n = 1, 2, 3, \dots, N$ ）に変換される。 r_n は動径長であり、 θ_n は動径角である。N は、例

30

【0079】

粗加工軌跡 L2 は、仕上げ加工軌跡 L1（玉型）の法線方向に対して一定量（例えば、1mm）の仕上げ代（仕上げを行うための部分）La が加えられた加工径となるように、制御部 70 によって玉型（動径データ）に基づいて演算される。粗加工軌跡 L2 の動径データを（ R_n 、 θ_n ）（ $n = 1, 2, 3, \dots, N$ ）とする。粗加工時の加工径は動径長 R_n でもあるので、以下では加工径 R_n とする。

【0080】

図 11 は、粗加工時の加工手順の一例について説明する図である。例えば、粗加工は、2 回の切削（第 1 切削部分 DA、第 2 切削部分 DB）を行うことによって、眼鏡レンズ LE を切削する。もちろん、2 回より多い複数回の加工によって切削を完了させる構成としてもよい。

40

【0081】

制御部 70 は、レンズ形状検知ユニット 300 によるレンズ LE の測定が終了すると、レンズ LE を加工具 60a に対して相対的に移動させ、加工を行う。従って、制御部 70 は、レンズ LE をレンズ形状検知ユニット 300 の測定位置（図 8（a）の位置）から、加工具 60a の加工位置（図 8 の（b）の位置）に移動させる。

【0082】

2 回の切削によって粗加工を行う場合、初めに、MA 方向の加工を行う。MA 方向の加工を行うために、制御部 70 は、加工具 60a をレンズ外周の位置 P1F（または位置 P

50

1 R) に位置させた後、位置 P 1 F (または位置 P 1 R) より眼鏡レンズ L E の切削を開始し、経路 M 1、M 2 (玉型形状部分)、M 3 の順に切削を行う。この例では、経路 M 3 はチャック中心 O に対して経路 M 1 と 180 度反対側の方向に設定されている。経路 M 1 の加工では、制御部 70 は、レンズ L E の回転を停止した状態で加工工具 60 a がチャック中心 O に向かい、粗加工軌跡 L 2 に到達するまで相対的にレンズ L E を移動させる。経路 M 2 の加工では、制御部 70 は、レンズ L E (レンズチャック軸) を回転させながら、玉型 L 1 を基にして求められた粗加工軌跡 L 2 に基づいてレンズチャック軸 22 に対する加工工具 60 a の接近距離を変化させる。経路 M 3 のチャック中心 O 側の位置 P 2 F (又は P 2 R) まで加工工具 60 a が達したら、制御部 70 は、レンズ L E の回転を停止し、加工工具 60 a が経路 M 3 に沿ってレンズ L E の外周に抜けるように相対的にレンズ L E を移動させる。

10

【0083】

これにより、レンズチャック軸 22 に保持されたレンズ L E から第 1 切削部分 D A が切り落とされる。

【0084】

第 1 切削部分 D A の加工が完了すると、第 2 切削部分 D B の加工を開始する。第 2 切削部分 D B の加工において、加工工具 60 a が経路 M 4 を通過するように加工が行われる。すなわち、制御部 70 は、加工工具 60 a を第 1 切削部分 D A の加工が終了した位置から経路 M 3 を通過させて位置 P 2 F (又は位置 P 2 R) に位置させる。その後、レンズ L E を回転させながら、粗加工軌跡 L 2 に基づいてレンズチャック軸 22 に対する加工工具 60 a の接近距離を変化させ、経路 M 4 に沿って加工工具 60 a を移動させる。これにより、レンズチャック軸 22 に保持されたレンズ L E から第 2 切削部分 D B が切り落とされる。

20

【0085】

<粗加工制御>

以下、粗加工時の具体的な加工制御について説明する。粗加工を行う場合、制御部 70 は、モータ 81 を駆動させ、レンズ L E を測定するためのレンズ形状検知ユニット 300 の測定位置 (図 8 (a) の位置) にあるレンズチャックユニット 20 を X 軸方向に後退させる。そして、制御部 70 は、レンズ形状検知ユニット 300 の測定位置から、粗加工を行うための加工工具 60 a の位置 (図 8 (b) の位置) にレンズ L E を移動させる。このとき、レンズ L E の加工開始位置 P 1 F (または位置 P 1 R) が加工工具 60 a による加工が行える位置に来るように、Y 軸駆動機構 90 及び Z 軸駆動機構 85 の駆動を制御し、Y Z 軸方向の位置を調整する。制御部 70 は、レンズ L E をレンズ形状検知ユニット 300 の測定位置から加工工具 60 a による加工が行える位置まで移動させる間、第 1 の相対速度で加工工具 60 a に対してレンズ L E を相対的に移動させる。第 1 の相対速度は、加工時の加工工具 60 a に対する眼鏡レンズ L E との相対速度 (第 2 の相対速度) より速く設定するとよい。加工開始位置 P 1 F (又は P 1 R) まで眼鏡レンズ L E を加工工具 60 a に対して第 1 の相対速度で速く移動させることによって、レンズ L E の加工に掛かる全体の時間が短縮できる。

30

【0086】

制御部 70 は、各モータに取り付けられたエンコーダによってレンズチャック軸 22 F, 22 R と加工工具 60 a の角度及び位置を検知しながら、眼鏡レンズ L E の位置 P 1 F (または位置 P 1 R) を加工工具 60 a に対して相対的に近づける。

40

【0087】

また、制御部 70 は、レンズ形状測定によって取得されてメモリ 3 に記憶された眼鏡レンズの前面位置情報及び後面位置情報、及び粗加工用の動径長情報である加工径 R n に基づいて、動径角毎の軸角度を設定する。そして、設定された軸角度に基づいて軸角度変更機構 25 の駆動を制御し、レンズチャック軸 22 の軸角度を調整する。

【0088】

チャック中心軸 L 3 と加工工具 60 a との距離が距離 W 1 F (又は距離 W 1 R) に達すると、制御部 70 はスピンドル 40 a の回転軸 40 a 1 を回転させる。同時に加工工具 60 a

50

に対する眼鏡レンズ L E の相対速度を第 1 の相対速度から加工のための速度である第 2 の相対速度に切り換え、位置 P 1 F (または位置 P 1 R) にて眼鏡レンズ L E の加工を開始する。

【 0 0 8 9 】

制御部 7 0 は、粗加工軌跡に基づき、図 1 1 に示したような経路で加工工具 6 0 a が移動するように Y 軸駆動機構 9 0 及び Z 軸駆動機構 8 5 の駆動を制御する。粗加工軌跡に沿った切削加工段階 (経路 M 2、M 4) では、制御部 7 0 は、レンズ形状測定によって取得されてメモリ 3 に記憶された眼鏡レンズの前面位置情報及び後面位置情報、及び粗加工用の動径長情報である加工径 R n に基づいて、動径角毎の軸角度を設定する。そして、制御部 7 0 は、レンズ L E を設定された軸角度に基づいて軸角度変更機構 2 5 の駆動を制御し、

10

【 0 0 9 0 】

上記のように、本実施形態では、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R のレンズ形状測定結果 (距離 J) に基づいて、チャック中心軸 L 3 から眼鏡レンズ L E の加工開始位置 P 1 F (又は P 1 R) までの距離 W 1 F (又は W 1 R) を算出する。その算出結果に基づいて眼鏡レンズ L E の加工工具 6 0 a に対する相対速度を切り換える位置を制御する。これにより、眼鏡レンズ L E と加工工具 6 0 a が接触する直前の位置まで第 1 の相対速度で両者を移動させることができる。従って、両者を無駄に第 2 の相対速度 (加工速度) で移動させることがなくなり、レンズ L E を加工する全体の時間を短縮することができる。

【 0 0 9 1 】

20

また、上記のように、本実施形態の眼鏡レンズ加工装置はレンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R に基づいて眼鏡レンズと各加工工具との相対距離を接近させる際の相対速度を制御するものである。これは、眼鏡レンズを加工工具に対して相対的に移動させ、加工工具が眼鏡レンズを加工できる位置に眼鏡レンズの位置を位置決めする場合も含む。

【 0 0 9 2 】

なお、距離 W 1 F、W 1 R は必ずしも両方を測定しなくともよく、少なくとも一方を測定すればよい。好ましくは、両方あるいは距離 W 1 F、W 1 R のうち距離の大きい方を測定するとよい。距離 W 1 F、W 1 R の内、大きい方の距離に基づいて相対速度の切換制御を行うとよい。大きい方の距離に基づいて相対速度を制御すれば、加工工具 6 0 a と眼鏡レンズ L E が第 1 の相対速度で衝突することを防ぐことができる。

30

【 0 0 9 3 】

また、本実施形態では、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F、3 0 0 R によって玉型のある 1 点 (例えば、位置 P 4 F 又は P 4 R) のレンズ位置から最短距離のコバ位置 (例えば、P 1 F 又は P 1 R) までの距離 J を測定する。そして、そのコバ位置 (例えば、P 1 F 又は P 1 R) から加工を開始し、距離 J を測定した軌跡上を加工する。例えば、位置 P 1 F (又は P 1 R) から位置 P 4 F (又は P 4 R) までを直線的に加工する。言い換えると、加工工具 6 0 a の挿入方向の玉型からコバまでの距離 J を測定する。これにより、測定していないコバ位置に関して演算をする必要がなく、容易な演算で相対速度の切換制御を行うことができる。

【 0 0 9 4 】

40

なお、第 2 切削部分 D B の加工においては、加工開始位置を経路 M 1 側の位置 P 3 F (又は位置 P 3 R) より開始するようにして、経路 M 4 を粗加工工具が通るように切削を行っていく構成であってもよい。この場合も第 1 切削部分 D A を切削するのと同様に、加工工具 6 0 a と眼鏡レンズ L E とを接近させるときの相対速度を距離 W 1 F (又は距離 W 1 R) に基づいて制御してもよい。

【 0 0 9 5 】

また、第 1 切削部分 D A から切削を開始する構成ではなく、第 2 切削部分 D B から切削を開始する構成であってもよい。

【 0 0 9 6 】

また、本実施形態において、第 2 切削部分 D B の加工を開始する際も、第 1 切削部分 D

50

Aの加工と同様に、眼鏡レンズと加工具60aとを接近させる相対速度を制御してもよい。すなわち、粗加工軌跡L2上の位置P2F(P2R)から、加工前の眼鏡レンズのコバまでの距離を測定しておき、その距離に基づいて眼鏡レンズと加工具60aとを接近させる相対速度を制御してもよい。

【0097】

なお、第2切削部分DBの加工においては、加工開始位置を経路M1側の位置P3F(又は位置P3R)より開始するようにして、経路M4を粗加工具が通るように切削を行っていく構成であってもよい。また、第1切削部分DAから切削を開始する構成ではなく、第2切削部分DBから切削を開始する構成であってもよい。

【0098】

なお、距離Jの測定方法は本実施形態の方法に限らない。本実施形態において、距離Jの測定は1回だけ測定するものとしたが、これに限らない。例えば、玉型に対応する複数点のレンズ位置から、それぞれに対応するコバ位置までの距離Jを測定してもよい。この場合、測定した複数点のレンズ位置に対応するどのコバ位置を加工開始位置としてもよい。

【0099】

また、本実施形態において、距離W1F, W1Rを測定するのにレンズ形状検知ユニット300F, 300Rを用いたが、これに限らない。例えば、眼鏡レンズを撮影したレンズ画像から距離W1F, W1Rを画像解析によって求めてもよい。

【0100】

また、本実施形態では、玉型上のある位置P4F(又はP4R)からコバまでの最短距離(距離J)を測定するものとしたが、これに限らない。玉型上の位置(例えば、位置P4F, P4R)から任意のコバ位置までの距離Jを測定してもよい。この場合、距離Jの測定を開始した位置と任意のコバ位置との位置関係をメモリ3等に記憶させるとよい。

【0101】

また、玉型上のある位置(P4F又はP4R)からコバまでの距離を測定するものとしたが、これに限らない。玉型の近傍からコバ位置の近傍までの距離を測定するものとしてもよい。

【0102】

また、本実施形態においては、玉型からコバ位置までの距離Jを測定するものとしたが、これに限らない。レンズLEのコバをセンサで検知し、チャック中心軸L3からコバまでの距離(W1F, W1R)を求めてもよい。

【0103】

また、レンズ形状検知ユニット300F, 300Rによって距離Jを測定し、その測定結果とレンズLEの光学中心と玉型の幾何学中心との偏位情報に基づいて、眼鏡レンズLEの外径を測定するようにしてもよい。この場合、眼鏡レンズLEは外周の任意の位置から加工を行っても眼鏡レンズLEと加工具60aが接触する直前の位置まで第1の相対速度で両者を移動させることができる。

【0104】

また、外部通信によってレンズ径を受信し、そのデータに基づいて眼鏡レンズLEと加工具60aの相対速度を制御してもよい。

【0105】

なお、チャック中心Oと加工具60aとの距離が距離W1F(又は距離W1R)に達するより前に第2の相対速度に切り換えるようにしてもよい。例えば、チャック中心軸L3と加工具60aとの距離が距離W1F(又は距離W1R)より1mm手前まで達したところで、第1の相対速度から第2の相対速度に切り換えるようにしてもよい。

【0106】

つまり、加工距離に到達するとは、中心軸L3と加工具60aとの距離が、距離W1Fに厳密に一致することを意味するものではなく、レンズLEと加工具60aが接触しない程度に近接することを含む。

【0107】

10

20

30

40

50

このように、距離 $W1F$ （又は距離 $W1R$ ）から余裕を持たせて相対速度を切り換えてもよい。これにより、装置の制動性能によって加工具 $60a$ が眼鏡レンズ LE に第 1 の相対速度で接触してしまい、眼鏡レンズ LE や加工具 $60a$ が破損してしまう可能性を低下させることができる。

【0108】

また、上記のように、加工具 $60a$ を用いた切削加工に限らず、他の加工具であっても、本実施形態の適用は可能である。例えば、砥石による研削加工の場合にも、同様にして第 1 の相対速度と第 2 の相対速度とを切り換えることができる。この場合も、本実施形態と同様に加工全体に掛かる時間を短縮することができる。

【0109】

なお、粗加工時において、加工具 $60a$ の回転数を 50000rpm (rotation per minute) 以上として加工を行うと、切削力が向上し、加工時間が短縮されるため、より好ましい。

【0110】

<粗加工後のレンズ形状測定>

粗加工が終了すると、制御部 70 は再度レンズ形状の測定を行う。粗加工によってレンズ LE が変形する可能性があるため、仕上げ加工を行うには加工前のレンズ形状データを用いるより、加工後に測定したレンズ形状データを用いる方が好ましい。

【0111】

制御部 70 は、粗加工が終了したときの位置から、レンズ形状を測定するための位置まで、眼鏡レンズ LE をレンズ形状検知ユニット $300F$ 、 $300R$ に対して相対的に移動させる。このとき、眼鏡レンズ LE はレンズ形状検知ユニット $300F$ 、 $300R$ に対して第 1 の相対速度で移動されることが好ましい。これにより加工に掛かる全体の時間が短くなる。

【0112】

図 12 は、加工された眼鏡レンズ LE を示す概略図である。図 12 (a) は挟持された眼鏡レンズ LE を側面方向から見た図であり、図 12 (b) は眼鏡レンズ LE を前面から見た図である。制御部 70 は、眼鏡レンズ LE をレンズ形状を測定するための位置に配置する。すると、レンズ形状検知ユニット $300F$ 、 $300R$ は測定子 $306F$ 、 $306R$ を眼鏡レンズ LE の玉型 $L1$ に対応したそれぞれ位置 $P5F$ 、 $P5R$ に所定の力で押し当てる。本実施例において、位置 $P5F$ 、 $P5R$ は位置 $P3F$ 、 $P3R$ の動径上にはない。位置 $P3F$ 、 $P3R$ から加工方向 MA とは反対方向にずれた動径と玉型が交差する位置である。位置 $P5F$ 、 $P5R$ についての詳細は後述する。

【0113】

制御部 70 は測定子 $306F$ 、 $306R$ が玉型 $L1$ を辿るようにスピンドル保持ユニット 30 を Y 軸方向に移動し、レンズ LE を MA 方向に 360° 回転させる。測定子 $306F$ 、 $306R$ は位置 $P5F$ 、 $P5R$ から玉型を辿り、レンズ LE が 360° 回転した時点で再び位置 $P5F$ 、 $P5R$ に戻る。モータ $316F$ 、 $316R$ に取り付けられたエンコーダ $313F$ 、 $313R$ は、玉型 $L1$ に対応したレンズ LE のレンズチャック軸 $22F$ 、 $22R$ 方向 (Z 軸方向) の位置を測定する。

<未加工部分の検出>

玉型 $L1$ に対応したレンズ位置の測定が終了すると、レンズ形状検知ユニット $300F$ 、 $300R$ は続けて位置 $P5F$ 、 $P5R$ から眼鏡レンズ LE の未加工部分の検出を開始する。未加工部分とは、眼鏡レンズ LE の加工後に加工されずに残った部分ことである。

【0114】

本実施形態の制御部 70 は、未加工部分の検出のため、測定子 $306F$ 、 $306R$ がレンズ LE の位置 $P5F$ 、 $P5R$ にそれぞれ押し付けられた状態で、スピンドル保持ユニット 30 を Y 軸方向の上方に移動する。レンズ LE と測定子 $306F$ 、 $306R$ との接触点は、玉型の半径方向に移動する。エンコーダ $313F$ 、 $313R$ は、このときもレンズ位置を測定し続ける。本実施形態において、制御部 70 はレンズ LE の未加工部分の検出と

10

20

30

40

50

して、レンズ形状検知ユニット300F, 300Rによって玉型上の位置(P5F, P5R)からレンズLEのコバまでの距離W2R, W2Fを玉型の半径方向に測定する。

【0115】

眼鏡レンズが加工条件に基づいて正常に加工された場合、測定子306F, 306Rが粗加工後のレンズLEの前面にある端部(コバ)の位置P6F、後面の端部(コバ)の位置P6Rまで移動される。位置P6F, P6Rは粗加工軌跡L2上の位置である。測定子306F, 306Rが位置P6F, P6Rに移動され、眼鏡レンズLEと接触している状態から外れると、エンコーダ313F, 313Rが検出するレンズ位置情報が急激に変化する。このときのY軸方向の移動距離をエンコーダ93(図5参照)から得ることにより、位置P5Fからコバ(位置P6F)までの玉型の半径方向の距離W2F、位置点P5Rからコバ(位置P6R)までの玉型の半径方向の距離W2Rを検出することができる。

10

【0116】

エンコーダ313F, 313Rが検出するレンズ位置情報が急激に変化すると、制御部70はスピンドル保持ユニット30のY軸方向への移動を停止し、距離W2F, W2Rの測定を終了する。

【0117】

なお、距離W2F, W2Rは必ず両方を測定しなくともよく、少なくとも一方を測定するだけでもよい。

【0118】

このようにして、レンズ形状検知ユニット300F, 300Rは眼鏡レンズが適正に加工されたか否かを検査するための検査ユニットとして眼鏡レンズを検査する。

20

【0119】

<加工具の不具合検出>

制御部70は、距離W2F, W2Rの測定結果によって加工具60aの不具合を判定する。不具合としては、加工具60aの折れ、破損、欠損、変形、位置ずれ等が挙げられる。ただし、加工具の不具合はこれに限定されず、種々の原因によって加工が正常に行われない状態を示す。制御部70は、検査ユニット(例えば、レンズ形状検知ユニット300F, 300R)の測定結果に基づいて、加工具に不具合があるか否かを判定する判定手段として機能する。

図13は粗加工の途中で加工具60aが折れ、加工が正常に行われなかったときの眼鏡レンズLEの前面の様子を示している。なお、眼鏡レンズLEの前面について説明するが、後面についても同様の説明ができるため、説明を省略する。第2切削部分DBを加工する経路M4の点Qで加工具60aが折れたとすると、粗加工が終了した時点で、眼鏡レンズLEに第2切削部分DBが切除されず、残ったままになる。この場合、位置P5Fで上記の距離測定を行うと、レンズ形状検知ユニット300Fは第2切削部分のコバの位置P7Fまでの距離W2F'を測定することになる。従って、正常に加工が行われた場合の距離W2Fを距離W2Tとすると、距離W2F'は距離W2Tと異なる。

30

【0120】

加工具に不具合がなく、眼鏡レンズLEが正常に加工された場合の距離W2Tは、玉型データと設定された粗加工軌跡L2から算出することができる。制御部70は、玉型データと設定された粗加工軌跡L2から算出された距離W2Tと、測定で得られた実際の距離W2F(またはW2F')が異なっていた場合、加工具60aまたは加工ユニット40に不具合があったと判定する。また、このとき制御部70は加工具60aまたは加工ユニット40に不具合があることを報知手段によって操作者に報知する。例えば、加工具60aに不具合があることをディスプレイ5に表示することで操作者に報知してもよい。また、図示無き光源を点灯させ操作者に報知してもよい。

40

【0121】

玉型上の位置からレンズLEのコバまでの距離W2Fの測定を開始する測定開始位置P5Fについて説明する。距離W2Fの測定は、粗加工の少なくとも後半で加工具60aが通過する位置P5Fで測定を行うことが好ましい。例えば、加工の際、加工具60aが位

50

置 P 3 F を通過し、M A 方向に加工し第 1 切削部分 D A (図 1 1 参照) を切削するとする。その後、第 2 切削部分 D B を加工する途中の位置 Q で加工工具 6 0 a が折れたとする。粗加工が終了し、まず、レンズ形状検知ユニット 3 0 0 F , 3 0 0 R によって粗加工後の玉型に対応したレンズ位置を測定する。続けて距離 W 2 F の測定を行うが、測定位置をどこにするかによって検出結果が異なる。

【 0 1 2 2 】

例えば、経路 M 2 を通過する加工工具 6 0 a によって加工された部分の測定をする。例えば、玉型に対応する位置 P 8 F からコバまでの玉型の半径方向の距離 W 3 F を測定とする。この場合、第 1 切削部分 D A は切除されているため、測定した距離 W 3 F と玉型データと設定された粗加工軌跡 L 2 から算出された距離 W 3 T とが一致する。したがって、制御部 7 0 は経路 M 4 で加工工具が折れ、第 2 切削部分 D B が加工されずに残っていることを検知できないまま、仕上げ加工の工程に進んでしまう。この場合、次のレンズ L E を粗加工したときに、加工工具 6 0 a の不具合を検出することになる。

【 0 1 2 3 】

従って、玉型からコバまでの距離 (距離 W 2 F) の測定を開始する位置 P 5 F は、加工完了直前に加工工具 6 0 a によって加工される部分を測定できる位置が好ましい。例えば、図 1 1 を参照して、加工工具 6 0 a が加工開始位置 P 1 F から位置 P 3 F まで移動されたとする。この状態で切削されずに残る部分であって、位置 P 3 F から加工工具の進行方向 M A と反対方向 M B に少しずれた位置を測定するとよい。

【 0 1 2 4 】

こうすることで、加工工具 6 0 a が眼鏡レンズ L E の加工を始め、眼鏡レンズ L E がほぼ一周して加工が完了する直前までに加工工具 6 0 a に不具合が生じたことを検出することができる。したがって、できるだけ加工工程の終盤で加工される位置で玉型からコバまでの距離 (距離 W 2 F) を測定することが好ましい。

【 0 1 2 5 】

また、距離 W 2 F , W 2 R の測定開始位置 P 5 F , P 5 R は、例えば、加工工具 6 0 a の径と、加工径 R n とから演算されてもよい。図 1 4 は距離 W 2 F , W 2 R の測定開始位置の演算方法を説明するための図である。例えば、位置 P 3 F に加工工具 6 0 a が接しているとする。このとき、加工工具 6 0 a の断面形状の中心 O a から加工工具の半径 r の 2 倍 (直径 2 r) だけ M B 方向にずれた位置を測定する。直径 2 r だけずれる方向を加工径 R n と垂直方向であるとすると、動径角 θ_n は以下の式で表すことができる。

【 0 1 2 6 】

【数 1】

$$\theta_n = \tan^{-1} \left(\frac{2r}{Rn+r} \right)$$

【 0 1 2 7 】

上記の演算によって求めた動径角 θ_n によって、玉型上の測定開始位置 P 5 F , P 5 R を定めることができる。このように、玉型からコバまでの距離 W 2 F , W 2 R の測定開始位置 P 5 F , P 5 R を演算によって求めることにより、玉型の大きさや加工工具 6 0 a の径が変化しても、好ましい位置で距離 W 2 F , W 2 R の測定を開始することができる。

【 0 1 2 8 】

なお、上記の演算に限らず、距離 W 2 F , W 2 R の測定位置は加工径 R n と加工工具 6 0 a の径 (半径 r , 直径 2 r 等) を用いて様々な演算することができる。例えば、動径角 θ_n を下記の数式で演算することもできる。

【 0 1 2 9 】

【数 2】

$$\theta_n = \sin^{-1} \left(\frac{2r}{Rn+r} \right)$$

【 0 1 3 0 】

また、余剰距離 (例えば 5 mm) を δ とおくと、動径角 θ_n は下記の数式で表すことが

できる。

【 0 1 3 1 】

【 数 3 】

$$\theta n = \tan^{-1} \left(\frac{r + \alpha}{Rn + r} \right)$$

【 0 1 3 2 】

なお、上記の説明において、粗加工後のレンズ形状測定が終了すると、続けて測定終了位置（測定開始位置）から距離 $W2R$, $W2F$ の測定を行うものとしたが、これに限らない。レンズ形状測定とは別に測定を行ってもよく、レンズ形状測定の前に測定を行ってもよい。また、測定終了位置（測定開始位置）ではなく、玉型に対応する別の位置から距離 $W2F$, $W2R$ の測定を行ってもよい。

10

【 0 1 3 3 】

なお、距離 $W2F$ （又は $W2R$ ）が予め設定された仕上げ代 La より小さい場合も、制御部 70 は、加工具または加工ユニットに不具合があると判定してもよい。

【 0 1 3 4 】

なお、距離 $W2F$, $W2R$ は厳密に測定する必要はなく、測定開始位置は玉型に対応する位置でなくともよい。加工具 60a に不具合があるか否かを判定するためには粗加工軌跡 $L2$ の外側に未加工部分があるか否か検出できればよい。本実施形態のように、玉型に対応する測定位置 $P5F$, $P5R$ から測定を開始し、エンコーダ 316F , 316R に検出される位置情報が急激に変化するまで測定を行わなくてもよい。

20

【 0 1 3 5 】

本実施形態において、眼鏡レンズ LE の未加工部分の検出を行うために、玉型からコバまでの距離 $W2F$, $W2R$ を検出するものとしたが、これに限らない。例えば、玉型に対応するレンズ位置の測定が終了すると、レンズ形状検知ユニット 300F , 300R は粗加工軌跡 $L2$ の少し内側から、粗加工軌跡 $L2$ の少し（加工具 60a の半径 r ほど）外側までのレンズ形状を検出すればよい。また、例えば、レンズ形状検知ユニット 300F , 300R は粗加工軌跡 $L2$ よりも、レンズチャックユニットのチャック軸 22 から離れた領域（例えば、粗加工軌跡 $L2$ より 1 mm 程度外側）を測定し、未加工部分があるか否か検出するようにしてもよい。

【 0 1 3 6 】

30

このように、加工軌跡の外側に未加工部分があるか否かを検出する方法であれば、仕上げ代 La を残す粗加工だけでなく、仕上げ代 La を残さないその他の加工方法においても加工具又は加工ユニットの不具合を検出することができる。

【 0 1 3 7 】

なお、本実施形態において、レンズ形状検知ユニット 300F , 300R によって玉型上の位置 $P5F$, $P5R$ からレンズ LE のコバまでの距離 $W2R$, $W2F$ を玉型の半径方向に測定するものとしたが、これに限らない。例えば、玉型からコバまでの最短距離を測定してもよい。この場合、測定子 306F , 306R をレンズ LE に対して玉型の法線方向に移動させる。

【 0 1 3 8 】

40

また、本実施形態において、未加工部分の検出は、粗加工が完了してから測定するものとしたが、これに限らない。例えば、第 1 切削部分 DA の加工が終了し、第 2 切削部分 DB の加工を行っている途中で、第 1 切削部分 DA を加工した位置において未加工部分の検出を行ってもよい。

【 0 1 3 9 】

なお、粗加工後のレンズ形状を測定する測定位置 $P5F$, $P5R$ は玉型上でなくともよい。玉型からコバに向かう方向に多少ずれた位置を測定するようにしてもよい。

【 0 1 4 0 】

なお、玉型からコバまでの距離 $W2F$, $W2R$ は複数個所で測定してもよい。複数個所で測定することによって、誤判定が少なくなる。

50

【 0 1 4 1 】

また、玉型からコバまでの距離 $W2F$, $W2R$ の測定を行い、距離 $W2F$ (又は $W2R$) が玉型データと設定された粗加工軌跡 $L2$ から算出された距離 $W2T$ より大きく検出された場合、どこまで粗加工が行われているか検出することができる。例えば、レンズ形状検知ユニット $300F$, $300R$ によって、直径 $2r$ の加工具 $60a$ が通過する経路を加工方向と反対方向 (MB 方向) に辿って検出する。つまり、経路 $M4$ と経路 $M2$ を MB 方向に検出する。

【 0 1 4 2 】

MB 方向に経路 $M4$ と経路 $M2$ を辿って検査すれば、加工具 $60a$ が折れる前に加工された部分で測定子 $306F$, $306R$ が眼鏡レンズ LE から外れ、加工具 $60a$ が折れる前に加工されていた部分でエンコーダ $306F$, $306R$ が検出する位置情報が急激に変化する。回転角をエンコーダ 79 によって検出することによって、加工具 $60a$ が折れる前に加工していた位置 Q (図 13 参照) が検出される。

10

【 0 1 4 3 】

これにより、加工具 $60a$ を交換して再度粗加工を開始するとき、眼鏡レンズ LE を加工具 $60a$ に対して第 1 の相対速度で位置 Q まで移動させることができる。

【 0 1 4 4 】

また、制御部 70 は、図示無き動径長取得手段によって加工後の眼鏡レンズ LE の動径長を取得し、その取得結果と粗加工軌跡 $L2$ から求まる動径長と比較することによって、加工具又は加工具ユニットに不具合が生じているか否かを判定してもよい。動径長取得手段とは、例えば、眼鏡レンズ LE のコバにセンサを当て、レンズの外周に沿って 360° センサを移動させることによって、レンズの径を取得する。

20

【 0 1 4 5 】

なお、本実施形態においては、眼鏡レンズ LE の未加工部分を検出することによって、加工具および加工ユニットの不具合があること、または不具合がないこと検出するものとしたが、これに限らない。

【 0 1 4 6 】

例えば、眼鏡レンズの加工部分 (または加工領域) の検出を行い、その検出結果から加工具および加工ユニットの不具合の有無を判定してもよい。加工部分とは、眼鏡レンズ LE の加工によって切除 (切削または研削) された部分のことである。

30

【 0 1 4 7 】

この場合、例えば、図示無き重量計によって、切除されて落ちた眼鏡レンズ LE の重量を計る。玉型データと設定された加工軌跡と眼鏡レンズの素材などから加工部分の重量を算出し、重量計によって測られた加工部分の重量と算出結果が異なるとき、加工具の不具合によって眼鏡レンズ LE の加工が正常に行われていないと判定するようにしてもよい。

【 0 1 4 8 】

また、例えば、図示無きセンサによって加工領域にある眼鏡レンズ LE を検出し、何も検出されなかったときに、加工具に不具合がないと判定してもよい。

【 0 1 4 9 】

< 仕上げ加工 >

40

仕上げ代測定が終了すると、制御部 70 は、仕上げ加工を行う。制御部 70 は、モータ 81 を駆動させ、レンズチャックユニット 20 を X 軸方向に後退させる。制御部 70 は、上記記載と同様にして、 YZ 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸 22 の軸角度を調整し、仕上げ加工を行うための加工具 $65b$ の位置に眼鏡レンズ LE が来るようにする (図 $9(c)$ 参照)。

【 0 1 5 0 】

制御部 70 は、加工具 $65b$ の円錐の加工面に対して、レンズチャック軸 22 を平行にする。又は、制御部 70 は、レンズコバをテーパ (先細り形状) に持たせる場合には、そのテーパ角度に応じて、円錐の加工面に対して角度傾斜するように、レンズチャック軸 22 を傾斜させる。そして、仕上げ加工を行う。

50

【 0 1 5 1 】

例えば、ヤゲン仕上げ加工では、制御部 7 0 は、ヤゲン軌跡（レンズのコバ厚に基づき、所定の演算により求められる）に基づいて、粗加工後のレンズコバの所定位置が加工具 6 5 b のヤゲン溝に位置するように、Y 軸方向及び Z 軸方向の駆動を制御する。また、制御部 7 0 は、所定角度傾斜又は眼鏡レンズ L E 前面カーブに垂直な角度となるように、A 軸を回転中心として、レンズチャック軸 2 2 の軸角度を変更させ、レンズチャック軸 2 2 の軸角度の回転駆動を制御する。

【 0 1 5 2 】

また、平仕上げ加工では、制御部 7 0 は、粗加工後のレンズコバが加工具の平仕上げ加工面に位置するように、玉型に基づいて Y 軸方向及び Z 軸方向の駆動を制御する。また、制御部 7 0 は、円錐の平加工面に対して所定角度傾斜又は眼鏡レンズ L E 前面カーブに垂直な角度となるように、A 軸を回転中心として、レンズチャック軸 2 2 の軸角度を変更させ、レンズチャック軸 2 2 の軸角度の回転駆動を制御する。

【 0 1 5 3 】

制御部 7 0 は、加工具 6 5 b の位置に眼鏡レンズ L E が位置されると、図示無き駆動源を駆動させ、スピンドル 4 5 b を回転駆動させ、その同軸に各加工具を回転させる。そして、制御部 7 0 は、玉型に基づいて Y 軸方向、Z 軸方向、レンズチャック軸 2 2 の軸角度の駆動を制御し、仕上げ加工を行う。

【 0 1 5 4 】

なお、本実施例においては、加工具 6 5 b を面取り用の加工具として兼用する。この場合、平仕上げ加工面が、面取り加工面として兼用される。制御部 7 0 は、面取りの角度に基づいてレンズチャック軸 2 2 の傾斜角度を制御する。すなわち、制御部 7 0 は、面取り軌跡（レンズの前面（前面コバ）位置、後面（後面コバ）位置に基づき、所定の演算により求められる）に基づいて Y 軸方向及び Z 軸方向の制御を行うことによって、面取り加工を行う。この場合、制御部 7 0 は、レンズチャック軸 2 2 の軸角度を a 方向又は b 方向に 1 8 0 ° 回転させ、加工具 6 5 b にて加工を行う眼鏡レンズの前面と後面との切り換えを行う。以上のように、レンズチャック軸 2 2 の軸角度を変更することによって、1 つの加工具にて、眼鏡レンズの前面と後面の面取り加工を行うことができる。

【 0 1 5 5 】

< 鏡面加工 >

鏡面加工が設定されている場合、制御部 7 0 は、鏡面加工を行う。制御部 7 0 は、モータ 8 1 を駆動させ、レンズチャックユニット 2 0 を X 軸方向に後退させる。制御部 7 0 は、上記粗加工及び仕上げ加工時と同様にして、Y Z 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸 2 2 の軸角度を調整し、鏡面加工を行うための加工具 6 5 a の位置に眼鏡レンズ L E が来るようにする。

【 0 1 5 6 】

鏡面加工は、上記記載の通常の仕上げ加工と同様な制御にて行われる。制御部 7 0 は、加工具 6 5 b の位置に眼鏡レンズ L E が位置されると、図示無き駆動源を駆動させ、スピンドル 4 5 b を回転駆動させ、その同軸に各加工具を回転させる。そして、制御部 7 0 は、玉型に基づいて Y 軸方向、Z 軸方向、レンズチャック軸 2 2 の軸角度の駆動を制御し、鏡面加工を行う。なお、鏡面加工時には、水が使用される。

【 0 1 5 7 】

< その他の加工 >

なお、その他の加工においても、上記記載と同様にして、各加工具の位置に眼鏡レンズ L E が来るように、Y Z 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸 2 2 の軸角度を調整する。

【 0 1 5 8 】

例えば、溝掘り加工において、制御部 7 0 は、加工具 6 0 b を用いて、平仕上げ加工後、溝掘り軌跡（レンズのコバ厚に基づき、所定の演算により求められる）に基づいて Y 軸方向及び Z 軸方向の駆動を制御し、加工を行う。

【 0 1 5 9 】

例えば、穴加工において、制御部 7 0 は、レンズ前面を加工具 6 0 c の先端方向に向ける。制御部 7 0 は、入力された穴位置データと、穴位置でのレンズ前面形状（レンズ形状測定により得られる）に基づき、穴位置での法線方向に穴加工具の軸が向くように、レンズチャック軸を傾斜させ、Y 軸方向及び Z 軸方向の駆動を制御し、加工を行う。

【 0 1 6 0 】

例えば、ステップ加工において、制御部 7 0 は、加工具 6 5 c の傾斜に基づき、レンズチャック軸 2 2 を傾斜させる。そして、制御部 7 0 は、ヤゲン軌跡、入力されたステップ加工軌跡（L 字上の角部の位置の軌跡）に基づき、Y 軸方向及び Z 軸方向の駆動を制御し、加工を行う。

10

【 0 1 6 1 】

なお、眼鏡レンズ L E を測定または加工する場合、例えば、眼鏡レンズ L E を加工具 6 0 a に対して相対的に移動させてもよいし、加工具 6 0 a を眼鏡レンズ L E に対して相対的に移動させてもよい。本実施形態の加工装置は、加工データに基づいて、眼鏡レンズと各加工具との相対距離を調整する構成を備えればよい。

【 0 1 6 2 】

また、本実施形態では、玉型に対応するレンズ位置の測定するとき、眼鏡レンズを 3 6 0 ° 回転させるものとしたが、これに限らない。一回転以上レンズ L E を回転させ、複数回レンズ形状を測定するようにしてもよい。この場合、眼鏡レンズ L E 上の異なる位置を測定するようにしてもよい。

20

【 0 1 6 3 】

なお、本実施形態において、制御部 7 0 は種々の演算を行う演算手段として機能する。また、制御部 7 0 は、加工具に対する眼鏡レンズ L E の相対速度を、第 1 の相対速度と第 2 の相対速度とを切り換える速度切換手段としても機能する。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 4 】

【図 1】眼鏡レンズ加工装置の装置本体の概略構成図である。

【図 2】レンズ加工部の概略構成図を示している。

【図 3】レンズチャックユニットの概略構成図である。

【図 4】レンズチャックユニットの X 軸方向及び Z 軸方向の駆動機構について説明する図である。

30

【図 5】スピンドル保持ユニットの Y 軸方向の駆動機構について説明する図である。

【図 6】レンズ前面のコバ位置を測定するレンズ形状検知ユニットの概略構成図である。

【図 7】眼鏡レンズ加工装置の制御ブロック図である。

【図 8】Y Z 軸方向の位置調整及びレンズチャック軸の調整後の位置関係について説明する図である。

【図 9】眼鏡レンズと玉型を示した図である。

【図 10】粗加工及び仕上げ加工の加工軌跡について説明する図である。

【図 11】粗加工時の加工手順の一例について説明する図である。

【図 12】加工された眼鏡レンズを示す概略図である。

40

【図 13】加工が正常に行われたかときの眼鏡レンズの前面の様子を示した図である。

【図 14】測定開始位置の演算方法を説明するための図である。

【符号の説明】

【 0 1 6 5 】

3 メモリ

5 ディスプレイ

7 スイッチ部

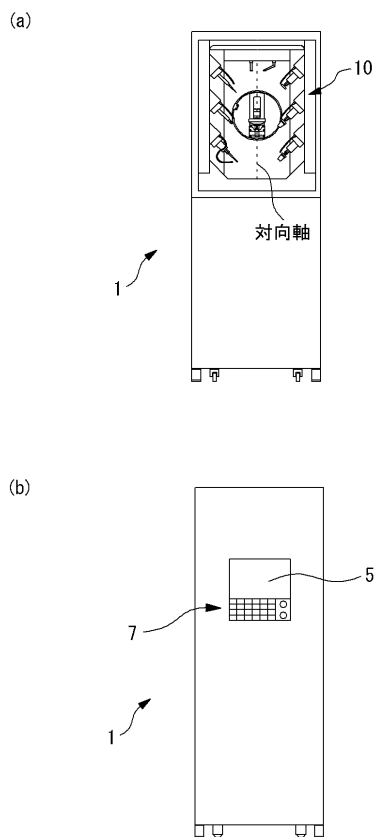
2 1 回転ベース（キャリッジ）

2 2 F、2 2 R レンズチャック軸

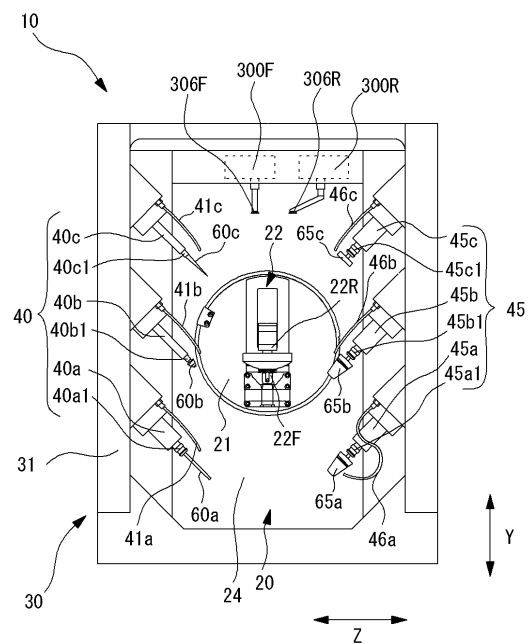
50

- 2 5 軸角度変更手段
- 4 0 第 1 加工ユニット
- 4 0 a スピンドル部
- 4 0 a 1 加工具回転軸
- 4 5 第 2 加工ユニット
- 3 0 0 F、3 0 0 R レンズ形状検知ユニット
- 6 0 a 粗加工具
- 7 0 制御部
- 8 0 X 軸駆動機構
- 8 5 Z 軸駆動機構
- 9 0 Y 軸駆動機構

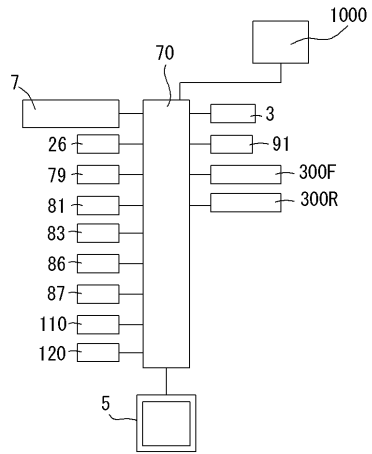
【図 1】



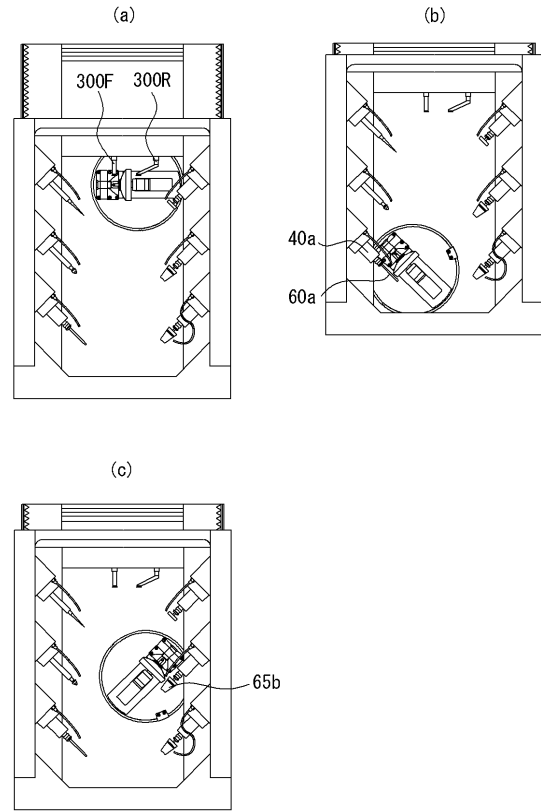
【図 2】



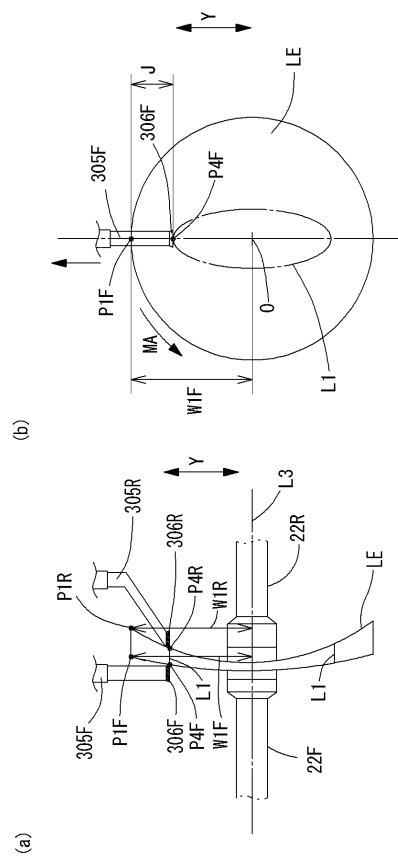
【図 7】



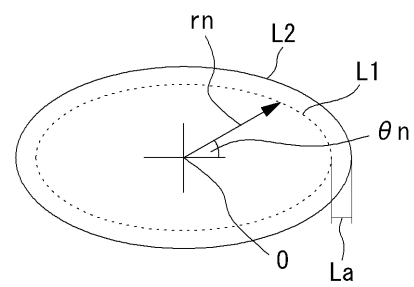
【図 8】



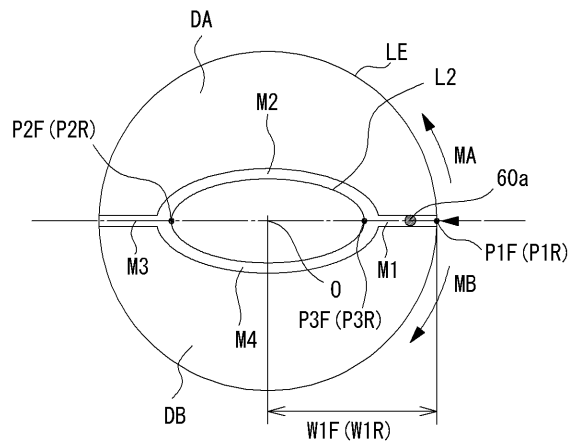
【図 9】



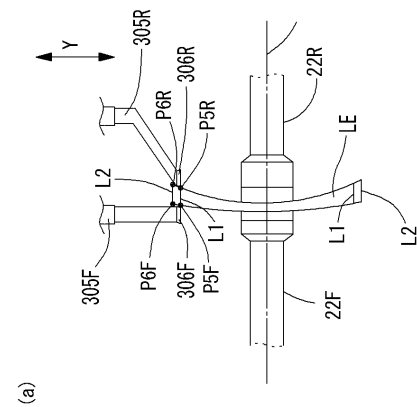
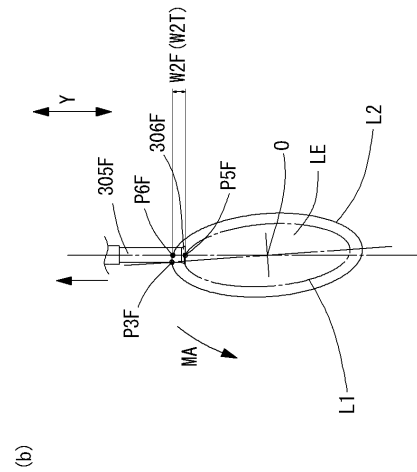
【図 10】



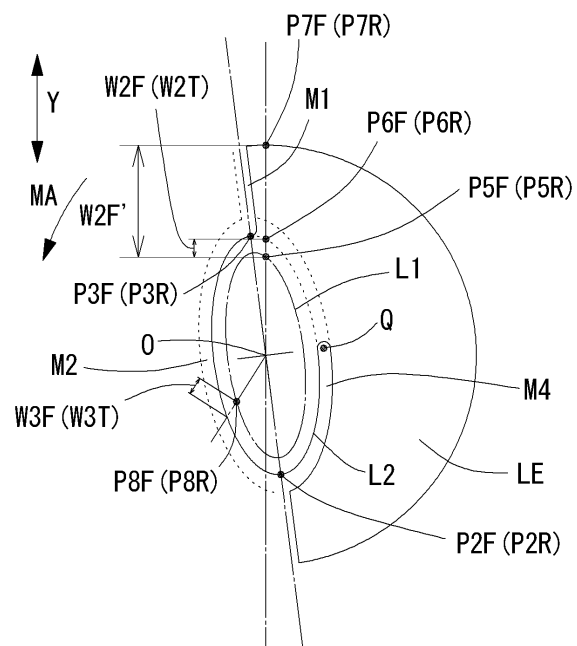
【図 1 1】



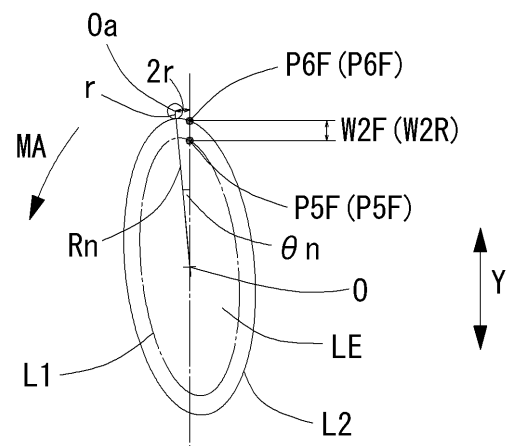
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-173206(JP,A)
国際公開第2008/120790(WO,A1)
特開2009-125918(JP,A)
特開平10-230443(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0155787(US,A1)
特開2010-280018(JP,A)
特開2000-218487(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B24B9/14