

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5554512号
(P5554512)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014.6.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B 9/14 (2006.01)
B24B 17/10 (2006.01)B 2 4 B 9/14
B 2 4 B 17/10A
P

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-133722 (P2009-133722)
(22) 出願日	平成21年6月3日 (2009.6.3)
(65) 公開番号	特開2010-280018 (P2010-280018A)
(43) 公開日	平成22年12月16日 (2010.12.16)
審査請求日	平成24年5月28日 (2012.5.28)

(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	武市 敦児 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 齊藤 彰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法及び眼鏡レンズ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼鏡レンズをレンズチャック軸に保持して回転するレンズ回転手段と、砥石回転軸に取り付けられた鏡面砥石を回転する鏡面砥石回転手段と、前記レンズチャック軸と砥石回転軸との軸間距離を変動させる軸間距離変動手段とを備え、入力された玉型に基づいて仕上げ加工後のレンズの周縁を鏡面加工する眼鏡レンズ加工装置において、

鏡面砥石が1回転するときの回転中心に対する鏡面砥石の加工面の高さの変動によって、鏡面加工時に所期する玉型のレンズの被加工面の1周に生じる周期的な縞模様の平均的な間隔が、0.1mm未満になるか、又は2mmより大きくなるか、どちらかを満たす条件下で設定されたレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を記憶する記憶手段と、

仕上げ加工されたレンズ周縁を鏡面砥石によって所定の鏡面加工代分を加工するように、玉型に基づいて前記レンズ回転手段、鏡面砥石回転手段及び軸間距離変動手段を制御する制御手段であって、少なくともレンズの最終回転で前記記憶手段に記憶された鏡面仕上げ条件のレンズ回転速度及び鏡面砥石回転速度に基づいて前記レンズ回転手段及び鏡面砥石回転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】

請求項1の眼鏡レンズ加工装置において、(a)前記制御手段は、鏡面加工時にレンズを複数回回転して所定の鏡面加工代分をほぼ研削する第1段階と最終のレンズ回転を含む第2段階との少なくとも2段階でレンズ回転速度及び砥石回転速度の条件を変えて前記レン

10

20

ズ回転手段及び鏡面砥石回転手段を制御する手段であり、前記記憶手段は第1段階の条件として鏡面加工代分をほぼ研削すると共にレンズ周縁の焼けを防止するために設定されたレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を記憶し、第2段階の条件として前記鏡面仕上げ条件を記憶しているか、又は(b)前記制御手段は、鏡面加工時にレンズの1回転での回転速度が前記記憶手段に記憶された鏡面仕上げ条件のレンズの回転速度を満たし、且つ鏡面砥石と接触するレンズの接触点の移動速度を略一定にするように、玉型データ及び鏡面砥石の径に基づいてレンズの回転角毎の速度データを求め、該求めた速度データに基づいて前記レンズ回転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3】

眼鏡レンズの周縁を鏡面砥石により鏡面加工する際のレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度の条件を設定する眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法において、
鏡面砥石が1回転するときの回転中心に対する鏡面砥石の加工面の高さの変動によって、鏡面加工時に所期する玉型のレンズの被加工面の1周に生じる周期的な縞模様の平均的な間隔が、0.1mm未満になるか、又は2mmより大きくなるか、どちらかを満たす条件にてレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を設定することを特徴とする眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鏡面加工時の眼鏡レンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度の条件を設定する眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法及び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。

20

【背景技術】

【0002】

眼鏡枠に保持される眼鏡レンズの周縁は、眼鏡レンズ加工装置が持つ粗加工工具により粗加工された後、仕上げ加工工具により仕上げ加工される。近年では、眼鏡フレームの軽量化及びデザイン性の向上により、細いワイヤーによってレンズが保持されるタイプのフレーム及びリムレスタイプのフレームが普及し、レンズのコバ面の外観が重視されるようになっている。この対応として、仕上げ加工された白い摺り面のコバ面を、さらに鏡面砥石により鏡面加工し、透明化する加工が行われている(例えば、特許文献1参照)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-90805号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

鏡面加工では、仕上げ砥石より粒度の細かな鏡面砥石が使用される。このため、従来は、加工時の熱の上がり過ぎによる被加工面の焼けを防止することを主にして鏡面砥石の回転速度等の条件が設定されていた。しかしながら、鏡面加工された被加工面での光の反射によって、コインのコバ面に形成された縦縞模様のように、レンズコバの厚み方向に細かな間隔の縦縞模様が現れていた。このため、鏡面加工に際して、見栄えの点でさらに改善の必要があった。

40

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、鏡面加工後に現れるレンズコバ面の縦縞模様を目立たなくし、見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法及び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】

【0006】

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。

50

(1) 眼鏡レンズをレンズチャック軸に保持して回転するレンズ回転手段と、砥石回転軸に取り付けられた鏡面砥石を回転する鏡面砥石回転手段と、前記レンズチャック軸と砥石回転軸との軸間距離を変動させる軸間距離変動手段とを備え、入力された玉型に基づいて仕上げ加工後のレンズの周縁を鏡面加工する眼鏡レンズ加工装置において、鏡面砥石が1回転するときの回転中心に対する鏡面砥石の加工面の高さの変動によって、鏡面加工時に所期する玉型のレンズの被加工面の1周に生じる周期的な縞模様の平均的な間隔が、0.1mm未満になるか、又は2mmより大きくなるか、どちらかを満たす条件にて設定されたレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を記憶する記憶手段と、仕上げ加工されたレンズ周縁を鏡面砥石によって所定の鏡面加工代分を加工するように、玉型に基づいて前記レンズ回転手段、鏡面砥石回転手段及び軸間距離変動手段を制御する制御手段であって、少なくともレンズの最終回転で前記記憶手段に記憶された鏡面仕上げ条件のレンズ回転速度及び鏡面砥石回転速度に基づいて前記レンズ回転手段及び鏡面砥石回転手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

(2) (1)の眼鏡レンズ加工装置において、(a)前記制御手段は、鏡面加工時にレンズを複数回回転して所定の鏡面加工代分をほぼ研削する第1段階と最終のレンズ回転を含む第2段階との少なくとも2段階でレンズ回転速度及び砥石回転速度の条件を変えて前記レンズ回転手段及び鏡面砥石回転手段を制御する手段であり、前記記憶手段は第1段階の条件として鏡面加工代分をほぼ研削すると共にレンズ周縁の焼けを防止するために設定されたレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を記憶し、第2段階の条件として前記鏡面仕上げ条件を記憶しているか、又は(b)前記制御手段は、鏡面加工時にレンズの1回転での回転速度が前記記憶手段に記憶された鏡面仕上げ条件のレンズの回転速度を満たし、且つ鏡面砥石と接触するレンズの接触点の移動速度を略一定にするように、玉型データ及び鏡面砥石の径に基づいてレンズの回転角毎の速度データを求め、該求めた速度データに基づいて前記レンズ回転手段を制御することを特徴とする。

(3) 眼鏡レンズの周縁を鏡面砥石により鏡面加工する際のレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度の条件を設定する眼鏡レンズの鏡面加工条件設定方法において、鏡面砥石が1回転するときの回転中心に対する鏡面砥石の加工面の高さの変動によって、鏡面加工時に所期する玉型のレンズの被加工面の1周に生じる周期的な縞模様の平均的な間隔が、0.1mm未満になるか、又は2mmより大きくなるか、どちらかを満たす条件にてレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度を設定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、鏡面加工後に現れるレンズコバ面の縦縞模様を目立たなくでき、見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本発明が適用される眼鏡レンズ加工装置の実施形態の説明に先立ち、鏡面砥石による鏡面加工後にレンズコバの厚み方向に現れる周期的な縦縞模様の発生理由を説明する。

【0009】

図1は、鏡面砥石の1回転により生じる加工面の高さ変動を説明する図である。図1において、仕上げ加工されたレンズLEは、チャック中心LOを中心に回転されると共にY軸方向に移動され、鏡面砥石GWにより周縁が鏡面加工される。鏡面砥石GWは、砥石スピンドル(砥石回転軸)が取り付けられ、砥石スピンドルの回転中心DCを中心に回転される。鏡面砥石GWが1回転されたとき、鏡面砥石GWの加工面の高さ(図1上のY軸方向の位置)は一定でなく、少なくともミクロンオーダではhで上下に変動される。これは、主に砥石スピンドルの回転中心DCに対する鏡面砥石GWの中心TCの偏心に起因している。鏡面砥石GWの中心には砥石スピンドルが通される穴GWAが形成され、鏡面砥石GWが砥石スピンドルに固定される。しかし、鏡面砥石GWに対する穴GWAの中心位

10

20

30

40

50

置精度を厳密に確保することは極めて難しく、少なくともミクロンオーダでは偏心されている。また、鏡面砥石 G W の加工面の高さ変動は、鏡面砥石 G W の外径が真円から偏っている要因、砥石スピンドルが回転されるときの振動の要因も考えられる。

【0010】

このような鏡面砥石 G W の加工面の高さ変動があると、コバ面を一定の高さで鏡面加工するように、レンズ L E の高さ（Y 軸方向の位置）が制御されたとしても、図 2 のように、レンズの被加工面 L E F は周期的な波を打つように加工される。図 2 は、レンズ L E の被加工面 L E F に現れる周期的な変動の説明図である。図 2 において、G S は半径 R を持つ鏡面砥石 G W の加工面として示されている。

【0011】

図 2 において、レンズ L E の回転角（1、2、3、…）の変化に伴って鏡面砥石 G W の中心 T C が相対的に図 2 上の右方向に移動するものとし、砥石 165 が 1 回転されたときに、その中心 T C の高さ（Y 軸方向の位置）が正弦波状に変化するものとする。なお、レンズ L E の被加工面 L E F は、近似的に直線的に加工されるように、レンズ L E の Y 軸方向の位置が制御されているものとする。

10

【0012】

ここで、砥石 G W の中心 T C の高さが回転角 1 に対して回転角 2、3、4、5 で順次下がっている場合、加工面 G S の最上端も徐々に下がるため、レンズ L E の被加工面 L E F は徐々に下がるように加工される。そして、砥石 G W の中心 T C が最下点に位置する回転角 5 で、レンズ L E の被加工面 L E F も最も低くなる。次に、砥石 G W の中心 T C の高さが回転角 6、7、8、9 で順次上がっている場合には、レンズ L E の被加工面 L E F も再び徐々に上がるよう加工される。砥石 G W の中心 T C 及び加工面 G S の最上端は正弦波状に変化するが、レンズ L E の被加工面 L E F は、半径 R を持つ加工面 G S が合成された結果となり、回転角 5 の位置で尖った山型状に加工される。

20

【0013】

回転角 1 ~ 9 で砥石 G W が 1 回転されるため、この周期でレンズのコバ面に山型状の被加工面が出現することになる。そして、被加工面の周期的な変化に伴い、被加工面での光の反射方向も周期的に変化されるため、鏡面加工後のコバ面にはコバの厚み方向に現れる周期的な縦縞模様として観察される。

【0014】

30

被加工面 L E F の高さ変動について、従来の鏡面加工条件で確認した。レンズ L E の外径形状を直径 40 mm の円形とし、仕上げ加工後の鏡面加工の加工条件は、レンズ回転速度 V 1 を 15 秒 / 1 回転とし、鏡面砥石 G W の回転速度 V w を 2000 rpm (2000 回転 / 分) とした。また、仕上げ加工後の鏡面加工代を 0.1 mm とし、レンズ L E を 4 回転させて鏡面加工代の 0.1 mm が研削されるものとした。この条件は粒度が 4000 番の鏡面砥石で、レンズの被加工面に焼け及び摺り残しを生じさせずに、加工効率が高くなるように設定され、また、鏡面加工の加工時間を長引かせないように設定されたものである。この条件で鏡面加工された被加工面の山型形状の高さ及び間隔を顕微鏡で確認した結果、高低差は数ミクロンであり、縦縞模様の周期的な間隔は平均的に 0.3 mm 程度であった。このような間隔の縦縞模様は、コバでの反射光が強くなる方向から見ると、目立つよう観察される。

40

【0015】

次に、周期的な縦縞模様を目立たなくする加工条件の設定方法を説明する。前述のような周期的な縦縞模様の発生原因の究明により、レンズの回転速度と鏡面砥石 G W の回転速度との関係で、レンズ 1 回転当りの鏡面砥石 G W の回転数によって、レンズの 1 周に出現する縦縞模様の個数 N が決定されることが分った。すなわち、レンズの 1 回転当りのレンズ回転速度を V 1 (秒 / 1 回転) とし、鏡面砥石の回転速度を V w (回転数 / 秒) としたとき、縦縞模様の個数 N は、以下の関係式で表される。

【0016】

$$N = V_1 \times V_w \quad \dots \quad (\text{式 } 1)$$

50

なお、砥石回転速度の単位が $r\text{pm}$ (回転数 / 分) で扱われる場合は、上記の関係式を 60 秒で割り算することにより個数 N が求められる。また、個数 N は、レンズの 1 回転当たりの鏡面砥石 GW の回転数でもある。

【0017】

例えば、前述と同じく、レンズ回転速度 V_1 が 1.5 秒 / 1 回転であり、鏡面砥石 GW の回転速度 V_w が 2000rpm (33.3 回転 / 秒) である場合、個数 N は 500 個となる。レンズ L E の外径形状 (玉型) が直径 40 mm の円形である場合、レンズ 1 周分の長さ約 126 mm を $N = 500$ で分割すれば、縦縞模様の間隔は約 0.25 mm として計算される。これは、前述の確認結果とほぼ同様な値である。

【0018】

レンズの 1 周に出現する縦縞模様を目立たなくするために、次の 2 つの方法で解決できる。第 1 方法は、レンズ周縁に現れる縦縞模様の間隔 (図 2 上の距離 I) を人眼の分解能よりも密にするように、縦縞模様の個数 N を増加させる方法である。第 2 方法は、逆に、レンズ周縁に現れる縦縞模様の間隔を粗くし、細かな間隔として気にならぬように、縦縞模様の個数 N を減らす方法である。言い換えると、鏡面加工されるレンズのある玉型サイズを想定し (所期する径を持つレンズを想定し)、そのレンズの全周の周長を式 1 の数 N で分割したときの間隔が、人眼の分解能より小さくなるか、又は視覚的に粗くて目立ち難いものとして想定した距離以上となるか、何れかを満たすようにレンズの回転速度及び鏡面砥石の回転速度の条件を設定する。

【0019】

第 1 方法の条件設定を説明する。0.1 ~ 1.0 mm の間隔は、通常の分解能を持つ眼により十分に認識される間隔である。人の眼の分解能 (近接した 2 点を識別する能力) は、正常な眼の場合で、明視距離 250 mm において 0.06 mm (視角 50 秒) と言われている。したがって、縦縞模様の間隔が 0.06 mm よりも小さく、0.05 mm 以下であれば縞模様として認識しづらくなり、0.01 mm 以下になれば、もはや眼では認識できなくなる。

【0020】

例えば、鏡面加工されるレンズ L E の玉型として、平均的な直径 40 mm (回転中心からの半径が 20 mm) の円形を想定した場合、レンズの全周の周長は約 1126 mm であり、周期的な縦縞模様の間隔を 0.05 mm とする場合の個数 N は 2520 個である。個数 N が 2520 個となる条件として、レンズ回転速度 V_1 を 1.5 秒 / 1 回転とした場合、砥石回転速度 V_w は 10080rpm (回転数 / 分) となる。砥石回転速度 V_w を 6000rpm (回転数 / 分) とした場合、レンズ回転速度 V_1 は 2.5.2 秒 / 1 回転となる。

【0021】

また、レンズの玉型が上記と同一で、より好ましく、周期的な縦縞模様の間隔を 0.01 mm としたときの個数 N は 12600 個である。個数 N が 12600 個となる条件として、レンズ回転速度 V_1 を 1.5 秒 / 1 回転とした場合、砥石回転速度 V_w は 50400rpm (回転数 / 分) となる。砥石回転速度 V_w を 6000rpm (回転数 / 分) とした場合、レンズ回転速度 V_1 は 1.26 秒 / 1 回転となる。

【0022】

第 2 の方法の条件設定を説明する。第 2 の方法では、できるだけ縦縞模様の間隔 (図 5 上の距離 I) を広くするために、レンズの回転速度 V_1 を速め、砥石回転速度 V_w を遅くする。ただし、レンズの回転速度 V_1 を速くし過ぎると、回転中心からの動径長が急激に変化している場合 (例えば、玉型が方形である場合) に、Y 軸方向のレンズの移動が追いつかず、レンズの加工形状の精度が確保できなくなる恐れがある。また、砥石回転速度 V_w を遅くし過ぎると、鏡面砥石の安定した回転が確保できなくなる可能性がある。このため、加工条件として、例えば、レンズの加工形状の精度を安定して確保可能なレンズ回転速度 V_1 を 4 秒 / 1 回転とし、また、鏡面砥石の安定した回転を確保可能な砥石回転速度 V_w を 500rpm とした場合、個数 N は約 33 個である。玉型サイズとして直径 40 mm を想定した場合、レンズの周長は約 126 mm であり、 $N = 33$ により分割される間

隔は約3.8mmとなる。

【0023】

本発明者の実験によれば、周期的な縦縞模様の間隔が0.1~1mmの場合には、縦縞模様が目立つが、間隔が2mmであれば縦縞模様として認識し難くなることが分った。間隔が3mm以上の場合には、光の反射によって現れる縦縞模様は観察できないくらいなっていた。したがって、少なくとも間隔が2mmより大きくなれば、縦縞模様として目立たなくなり、従来よりも見栄えの良い鏡面が得られる。より好ましくは間隔が3mm以上であれば、極めて見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる。

【0024】

例えは、玉型サイズが直径40mmで、間隔が2mmとなる個数Nは63個であり、間隔が3mmとなる個数Nは約42個である。個数Nが42個となる条件として、砥石回転速度Vwを500rpmとした場合、レンズの回転速度V1は約5秒/1回転となり、加工精度を確保できる。また、個数Nが42個となる条件として、レンズの回転速度V1を4秒/1回転として場合、砥石回転速度Vwを630rpmとなり、安定した回転を確保できる。

10

【0025】

なお、第1方法の条件設定で縦縞模様の間隔を0.05mmとする場合であっても、レンズ回転速度V1を従来と同じ15秒/1回転とするためには、砥石回転速度Vwとして10080rpm(回転数/分)が必要となる。このためには、砥石回転用のモータとして回転能力の高いもの(又は回転速度を速める回転伝達機構)が必要となり、これは高価であり、装置が大型化する不利がある。6000rpmの回転速度が上限であるモータを使用する場合には、レンズ回転速度V1は25.2秒/1回転となり、従来よりも加工時間を長く必要とする。これに対して、第2方法の条件を適用する場合には、モータの回転能力として大きなものを使用せず、且つ鏡面加工時間を長引かせることなく、鏡面加工を行える。

20

【0026】

図3は、従来の加工条件、第1方法の加工条件及び第2方法の加工条件で、被加工面LEFの高さ変動をシミュレーションした結果の模式図である。図3(a)は、従来の加工条件によるものであり、図2と同じく、被加工面LEFには高さH1で尖った部分を持つ山型状の変動が現れている。図3(b)は、第1方法の条件で周期的な縦縞模様の間隔(距離I)を密にした場合である。この場合、被加工面LEFの変動の高さH2は、図3(a)のh1よりも低くなっている。したがって、図3(a)の場合よりも、縦縞模様が目立ちにくくなると考えられる。図3(c)は、第2方法の条件で周期的な縦縞模様の間隔(距離I)を粗くした場合である。この場合、被加工面LEFの変動の高さh3は図3(a)のj1よりも高くなっているが、周期が長くなっている分、尖った山型状の変動は緩和され、緩やかな変動になっている。このため、図3(a)の場合よりも、縦縞模様が目立ちにくくなると考えられる。

30

【0027】

なお、上記の第1方法又は第2方法において、レンズ回転速度V1でレンズの微小な回転角毎の回転速度を等速とし、玉型が円形で無い場合には部分的に縦縞模様の間隔が異なる。しかし、平均的な間隔が前述のような条件を満たすことにより、全体的には従来よりも、縦縞模様を目立たなくでき、見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる。

40

【0028】

玉型が円形で無い場合には、レンズの回転角*i*(*i*=1, 2, 3, ..., N)毎の回転速度については、等速とするのではなく、次のようにすると、より仕上がり精度の高い鏡面を得ることができる。すなわち、図4のように、鏡面砥石GWと接触するレンズLEの接触点Piの移動速度(レンズの外形に沿った方向の移動速度)を略一定とするように、レンズの回転角*i*毎の回転速度データを求め、これによりレンズ回転用のモータを制御する。例えは、図4に示すように、レンズLEの玉型が略方形である場合、仮に、レンズの回転角*i*毎の回転速度が等速であるとすると、直線的な領域T1での接触点Piの移

50

動速度に対して、玉型の動径長が急激に変化する領域 T 2 での接触点 P_i の移動速度は遅くなる。この場合、接触点 P_i の移動速度に応じて、移動速度が速い領域 T 1 の部分に対して、移動速度が遅い領域 T 2 の部分では縦縞模様の間隔が密になる。これに対して、接触点 P_i の移動速度を略一定とするように、レンズの回転角 θ_i 毎の回転速度を制御すれば、縦縞模様の間隔も略一定となり、より見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

接触点 P_i の移動速度を略一定とする回転角 θ_i 毎の回転速度データは、次のように求めることができる。まず、レンズ 1 回転での回転速度が設定されたレンズ回転速度 V₁ (秒 / 1 回転) を満たすように、レンズ回転速度 V₁ (秒 / 1 回転) に基づいて、レンズの回転角 θ_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) 毎の回転速度を等速とした場合の平均速度 V_{a v} を求める。また、レンズ L E の最終形状である玉型データに基づいてレンズの全周の周長を求め、回転角 θ_i のトータル分割数に基づいて回転角 θ_i の平均移動距離 D_{a v} を求める。平均移動距離 D_{a v} に対して、回転角 θ_i 毎に隣合う接触点 P_i 間の移動距離の変化率 D を求める。なお、回転角 θ_i 毎の接触点 P_i の位置は、玉型データと鏡面砥石 G R の半径 R とに基づき、周知の方法で求めることができる。そして、求めた変化率 D に応じて、各回転角 θ_i での平均速度 V_{a v} を変化させることにより、各回転角 θ_i での回転速度を決定する。ただし、各回転角 θ_i で回転速度を急激に変化できないところでは、徐々に回転速度を変化させる。これにより、レンズ回転速度 V₁ (秒 / 1 回転) で接触点 P_i の移動速度を略一定にした加工が行える。10 20

【 0 0 3 0 】

次に、本発明に係る眼鏡レンズ加工装置の実施形態を説明する。図 5 は、眼鏡レンズ加工装置の加工機構の概略構成図である。

【 0 0 3 1 】

加工装置本体 1 のベース 170 上にはキャリッジ部 100 が搭載されている。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 L E の周縁は、砥石スピンドル (砥石回転軸) 161a に同軸に取り付けられた円柱状の砥石群 162 の各砥石に圧接されて加工される。砥石群 162 は、プラスチック用の粗砥石 163、ヤゲン形成用の溝及び平加工面を持つ仕上げ砥石 164、ヤゲン形成用の溝及び平加工面を持つ鏡面砥石 165 から構成される。砥石スピンドル 161a は、モータ 160 により回転される。これらにより、砥石回転ユニットが構成される。30

【 0 0 3 2 】

鏡面砥石 165 は仕上げ砥石 164 により仕上げ加工されたレンズコバの摺り面に対して、さらに光沢を出し、透明化するために使用される。例えば、仕上げ砥石 164 の粒度が 400 番であり、鏡面砥石 165 の粒度は 4000 番程度のものが適用される。なお、レンズのコバ面の鏡面加工工具としては砥石が好適に使用されるが、粗加工工具及び仕上げ加工工具としては、砥石に限らず、カッターが使用されても良い。

【 0 0 3 3 】

キャリッジ 101 の左腕 101L にレンズチャック軸 102L が、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 側に移動される。また、レンズチャック軸 102R, 102L は、左腕 101L 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手段 (レンズ回転ユニット) が構成される。40

【 0 0 3 4 】

キャリッジ 101 は、X 軸方向に延びるシャフト 103, 104 に沿って移動可能な支基 140 に搭載され、モータ 145 の回転により X 軸方向 (レンズチャック軸の軸方向) に直線移動される。これらにより X 軸方向移動手段が構成される。また、支基 140 には、Y 軸方向 (レンズチャック軸 102L, 102R と砥石スピンドル 161a の軸間距離が変動される方向) に延びるシャフト 156, 157 が固定されている。キャリッジ 1050

1はシャフト156, 157に沿ってY軸方向に移動可能に支基140に搭載されている。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軸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軸方向に移動される。これらにより、Y軸方向移動手段(軸間距離変動ユニット)が構成される。

【0035】

図1において、キャリッジ101の上方には、レンズコバ位置測定部(レンズコバ位置検知ユニット)200F、200Rが設けられている。レンズコバ位置測定部200Fは、レンズLEの前面に接触される測定子を持ち、レンズコバ位置測定部200RはレンズLEの後面に当接される測定子を持つ。両測定子がそれぞれレンズLEの前面及び後面に接触された状態で、玉型データに基づいてキャリッジ101がY軸方向に移動され、レンズLEが回転されることにより、レンズ周縁加工のためのレンズ前面及びレンズ後面のコバ位置が同時に測定される。レンズコバ位置測定部200F、200Rの構成は、基本的に特開2003-145328号公報に記載されたものを使用できる。10

【0036】

また、加工装置本体1の手前側に面取り機構部300が配置されている。面取り機構部300の詳細は略すが、面取り機構部300は、モータにより回転される砥石回転軸を備え、砥石回転軸にはレンズ前面及びレンズ後面用の仕上げ面取り砥石及び鏡面面取り砥石が取り付けられている。面取り機構部300の砥石回転軸は、面取り加工時に退避位置から所定の加工位置に移動される。20

【0037】

図6は装置の制御系ブロック図である。制御部50には、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)、スイッチ部7、メモリ51、レンズコバ位置測定部200F、200R、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、レンズLEの周縁加工時にノズルを介してレンズLEの加工面に研削水を供給する研削水供給ユニット52、等が接続されている。メモリ51には、粗加工、仕上げ加工及び鏡面加工の各加工段階におけるレンズ回転速度及び砥石回転速度の条件が記憶されている。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、制御部50には、各モータ110, 145, 160, 120, 150及び面取り機構部300が接続されている30。

【0038】

次に、鏡面加工を中心とした本装置の動作を説明する。眼鏡枠形状測定部2の測定により得られたレンズ枠の玉型データ(r_n, n)($n = 1, 2, 3, \dots, N$)は、スイッチ部7が持つスイッチが押されることにより入力され、メモリ51に記憶される。 n は動径角であり、 r_n は動径長である。ディスプレイ5の画面500aには、入力された玉型データに基づく玉型图形FTが表示される。装用者の瞳孔間距離(PD値)、眼鏡フレームFの枠中心間距離(FPD値)、玉型の幾何中心FCに対する光学中心OCの高さ等のレイアウトデータが入力可能な状態とされる。レイアウトデータは、画面500bに表示される所定のタッチキーを操作することにより入力される。また、タッチキー510, 511, 512, 513等により、レンズの材質、フレームの種類、加工モード(ヤゲン加工、平仕上げ加工等の加工条件が設定される。レンズの材質は、タッチキー510により、プラスチックレンズ及びポリカーボネイトレンズ等が選択できる。また、タッチキー512により、レンズの周縁の仕上げを、鏡面仕上げにするか否かが選択できる。以下では、レンズの材質としてプラスチックレンズが選択され、加工モードとして平仕上げ加工が選択され、さらに鏡面仕上げが選択された場合を説明する。40

【0039】

レンズチャック軸にレンズLEが保持された後、スイッチ7のスタートスイッチが押されると、制御部50によりレンズコバ位置測定部200F、200Rが作動され、玉型データに基づくレンズ前面及び後面のコバ位置が測定される。レンズのコバ位置測定により50

、玉型に対して未加工のレンズ L E の径が不足しているか否かが確認される。ヤゲン加工が設定されている場合、レンズ前面及び後面のコバ位置データに基づいて、コバに形成するヤゲン軌跡が演算される。

【 0 0 4 0 】

レンズコバ位置測定の完了後、粗加工に移行される。制御部 5 0 は、X 軸移動用モータ 1 4 5 の駆動を制御し、レンズ L E を粗砥石 1 6 3 上に位置させる。その後、制御部 5 0 は、最終的な玉型に対して、仕上げ砥石 1 6 5 による仕上げ代（例えば、1 . 0 mm）と鏡面砥石 1 6 5 による鏡面仕上げ代（例えば、0 . 1 mm）を残すように演算された加工データに基づいて、レンズ L E をモータ 1 2 0 により回転しながら、Y 軸移動用モータ 1 5 0 の駆動を制御する。10 レンズ L E の周縁は、レンズ L E の複数回の回転により粗加工される。粗加工時のレンズの回転速度は、例えば、8 秒 / 1 回転にて設定されている。また、粗加工時の粗砥石 1 6 3 は、粗砥石 1 6 3 の加工性能を充分に活かすように、モータ 1 6 0 が安定して回転可能な最も速い速度に設定されている。本装置では、粗砥石 1 6 3 は 6 0 0 0 r p m の回転速度で回転される。

【 0 0 4 1 】

粗加工が完了すると、仕上げ加工に移行される。制御部 5 0 は、X 軸移動用モータ 1 4 5 の駆動を制御し、レンズ L E を仕上げ砥石 1 6 4 の平加工面上に位置させる。その後、鏡面加工の所定の仕上げ代（0 . 1 mm）を残すように演算された仕上げ加工データに基づき、Y 軸移動用モータ 1 5 0 を制御し、仕上げ砥石 1 6 4 により仕上げ加工を行う。仕上げ加工時も、レンズの回転速度は 8 秒 / 1 回転にて設定されている。また、仕上げ砥石 1 6 4 の回転速度は、粗加工時と同様に、モータ 1 6 0 が安定して回転可能な最も速い速度である 6 0 0 0 r p m に設定されている。なお、粗加工時及び仕上げ加工時のレンズ L E の回転速度及び各砥石の回転速度の条件は、メモリ 5 1 に予め記憶されている。20

【 0 0 4 2 】

仕上げ加工が完了すると、鏡面加工に移行される。制御部 5 0 は、X 軸移動用モータ 1 4 5 の駆動を制御し、レンズ L E を鏡面砥石 1 6 5 の平加工面上に位置させる。その後、鏡面加工の仕上げ代（0 . 1 mm）を研削するように演算された鏡面加工データに基づき、Y 軸移動用モータ 1 5 0 を制御し、レンズ L E の周縁を鏡面砥石 1 6 5 により鏡面加工する。なお、鏡面加工データは、最終形状の玉型データと鏡面砥石 1 6 5 の半径 R に基づき、レンズ L E を微小な回転角 i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) 毎に回転させ、各回転角 i で玉型が鏡面砥石 1 6 5 の加工面に接するときのレンズチャック軸 1 0 2 R , 1 0 2 L の中心 LO と砥石スピンドル（砥石回転軸）1 6 1 a の中心 DC との軸間距離 Y D i を求めることにより演算され、(Y D i , i) ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) として得られる（図 4 参照）。ここでは、平仕上げ加工を例にしているが、ヤゲン加工が設定されているとの鏡面加工データは、さらにヤゲン軌跡データに基づいて X 軸方向成分の移動データ X D i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) が加えられ、(Y D i , X D i , i) ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) として得られる。30

【 0 0 4 3 】

この鏡面加工時、仕上げ加工後の鏡面加工代（0 . 1 mm）がレンズ L E の複数回の回転で研削されが、少なくとも最終のレンズ回転段階では、前述のように、周期的な縦縞模様の発生を抑える条件にて設定され、メモリ 5 1 に記憶されたレンズ回転速度 V 1 及び砥石回転速度 V w に基づいて各モータ 1 2 0 及び 1 6 0 の駆動が制御される。さらに、好ましくは、鏡面砥石 1 6 5 とレンズ L E との接触点 P i の移動速度を略一定とするように、玉型データ、鏡面砥石 1 6 5 の半径 R 及びレンズ回転速度 V 1 に基づいて回転角 i 每のレンズ回転速度が求められ、モータ 1 2 0 の駆動が制御される。40

【 0 0 4 4 】

レンズ L E の複数回の回転で鏡面加工代（0 . 1 mm）を加工する際には、次の 2 つの制御方法がある。鏡面加工時の第 1 の制御例を説明する。第 1 の制御例は、レンズ L E の複数回の回転で鏡面加工代（0 . 1 mm）が研削されるときに、レンズの回転速度と鏡面砥石 1 6 5 の回転速度が変えられた 2 段階で行われる例である。始めの第 1 段階では、主50

に、鏡面加工代（0.1mm）の大部分を効率的に研削するように設定されたレンズ回転速度と砥石回転速度により各モータ120及び160の駆動が制御される（この条件もメモリ51に記憶されている）。最終的なレンズの回転を含む第2段階は、前述の第1方法又は第2方法で設定されたレンズ回転速度と砥石回転速度により各モータ120及び160の駆動が制御される。

【0045】

第1段階の加工条件は、粒度が4000番の鏡面砥石165で、レンズLEの被加工面に焼けを生じさせずに、加工効率が高くなるように設定された条件である。例えば、砥石回転速度Vwが2000rpmであり、レンズ回転速度V1が15秒/1回転である。この第1段階の加工条件にて、レンズLEが2回転されることにより、鏡面加工代（0.1mm）の大部分が研削される。次の第2段階では、摺り残しを無くすと共に、周期的な縦縞模様の発生を抑えるために、前述の第1方法又は第2方法で設定された条件にレンズ回転速度と砥石回転速度が変えられ、レンズが2回転されて鏡面加工が行われる。本装置では、モータ160の大型化及び高コスト化を避けるため、回転能力が6000rpmのモータが使用されている。また、鏡面加工時の加工時間を長引かせないため、周期的な縦縞模様の発生を抑える方法として、第2の方法で設定された条件のレンズ回転速度V1及び砥石回転速度Vwがメモリ51に記憶されている。例えば、レンズ回転速度V1が4秒/1回転であり、砥石回転速度Vwを500rpmである。この条件にてレンズが2回転されることにより、周期的な縦縞模様が目立たない鏡面加工面が得られ、鏡面仕上がりの品質が向上される。

【0046】

なお、第1段階から第2段階のレンズ回転速度V1及び砥石回転速度Vwに変更される際、急激な変更が難しい場合には、レンズの1/2又は1/4回転では、速度が徐々に変えられる変遷領域として設けておけば良い。第2段階でのレンズの回転数は少なくとも1回転あれば良いが、摺り残しをできるだけ排除するためには、レンズが2回転行われるように設定されていることが好ましい。

【0047】

第2の制御例を説明する。第2の制御例は、周期的な縦縞模様の発生を抑えるように前述の第1方法又は第2方法で設定された条件にて、鏡面加工の初期段階から行う制御方法である。この場合、レンズ1回転当たりの鏡面加工代が多すぎると、レンズの被加工面に焼けが発生する可能性が高まるため、制御部50はレンズ1回転毎に微小な鏡面加工代が研削されるように演算された鏡面加工データに基づいてY軸方向移動手段のモータ150の駆動を制御し、微小な加工代分が全体の鏡面加工代となるまでレンズを回転させる。例えば、レンズ1回転毎の微小な加工代を0.01mmとし、レンズが10回転されることにより、全体の鏡面加工代0.1mmが加工される。

【0048】

なお、第2の制御例において、周期的な縦縞模様を密にする第1の方法により設定された条件であっても、周期的な縦縞模様が目立たない鏡面加工面を得ることができる。しかし、例えば、砥石回転速度Vwが6000rpmに設定され、レンズ回転速度V1が2.5秒/1回転に設定されている場合に、レンズが10回転される加工では加工時間が長くなる。このため、第2の制御例においては、周期的な縦縞模様を粗くする第2の方法により設定された条件を適用することが好ましい。例えば、砥石回転速度Vwが500rpmに設定され、レンズ回転速度V1が5秒/1回転で設定されている場合には、レンズの10回転でも50秒の加工時間で行え、従来に対して加工時間を長引かせずに済む。

【0049】

以上の第1の制御又は第2の制御により、レンズLEの周縁の鏡面加工が精度良く行われる。面取り加工が設定されている場合も、面取りの鏡面加工時には上述と同様な条件にて設定されたレンズ回転速度V1及び砥石回転速度Vwにて鏡面面取り砥石を回転させるモータが制御される。

【0050】

10

20

30

40

50

また、タッチキー 510 によりポリカーボネイトレンズが選択され、タッチキー 512 により鏡面加工が選択されている場合、レンズの周縁が粗砥石 163 により粗加工され、仕上げ砥石 165 に仕上げ加工される。ポリカーボネイトレンズの粗加工及び仕上げ加工の段階では、研削水供給ユニット 52 による研削水の供給は停止される。仕上げ加工終了後、鏡面砥石 165 による鏡面加工に移行される。ポリカーボネイトレンズの鏡面加工では、研削水の供給が行われずに加工される第 1 段階と、研削水の供給が行われながら加工される第 2 段階と、により加工が制御される。鏡面加工代はプラスチックの場合と同様に、例えば、0.1 mm に設定されている。

【0051】

鏡面加工の第 1 段階では、前述の第 1 の制御例が適用される。すなわち、鏡面加工代 (0.1 mm) の大部分を効率的に研削するように設定されたレンズ回転速度と砥石回転速度により各モータ 120 及び 160 の駆動が制御される。例えば、砥石回転速度 V_w が 2000 rpm であり、レンズ回転速度 V_1 が 15 秒 / 1 回転である。

10

【0052】

鏡面加工の第 2 段階では、研削水の供給が行われると共に、周期的な縦縞模様を目立たなくするように設定された条件の砥石回転速度 V_w 及びレンズ回転速度 V_1 によってモータ 321 及びモータ 120 の駆動が制御される。ポリカーボネイトレンズの鏡面加工では、研削水が供給されることにより、被加工面の熱が下げられ、被加工面が艶を持つよう加工される。このとき、前述の条件の砥石回転速度 V_w 及びレンズ回転速度 V_1 が適用されることにより、周期的な縦縞模様が目立たなくなり、見栄えの良い鏡面仕上がり面を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】鏡面砥石の 1 回転により生じる加工面の高さ変動の説明図である。

【図 2】レンズの被加工面に現れる周期的な変動の説明図である。

【図 3】従来の加工条件、第 1 方法の加工条件及び第 2 方法の加工条件で、被加工面の高さ変動をシミュレーションした結果の模式図である。

【図 4】鏡面加工時に鏡面砥石と接触するレンズの接触点を示す図である。

【図 5】眼鏡レンズ加工装置の加工機構の概略構成図である。

【図 6】装置の制御系ブロック図である。

30

【符号の説明】

【0054】

50 制御部

51 メモリ

100 キャリッジ部

102L, 102R レンズチャック軸

120 モータ

161a 砥石スピンドル

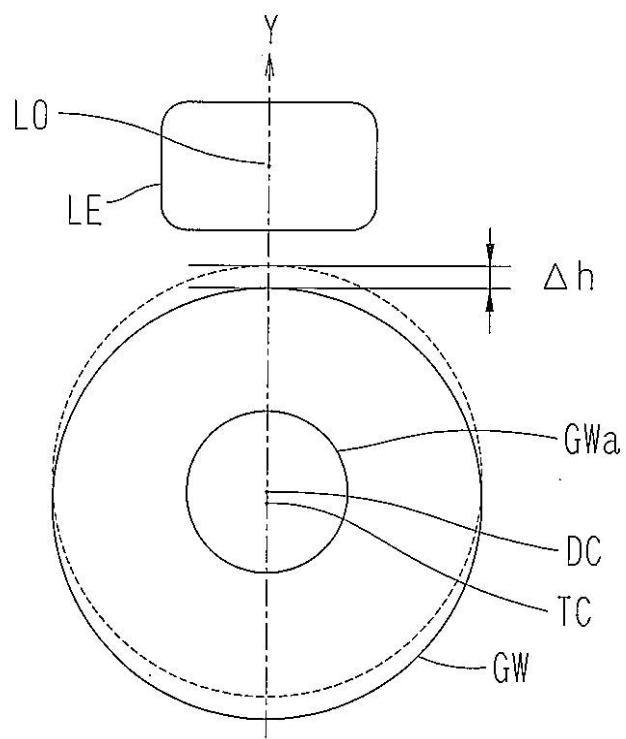
GW, 165 鏡面砥石

160 モータ

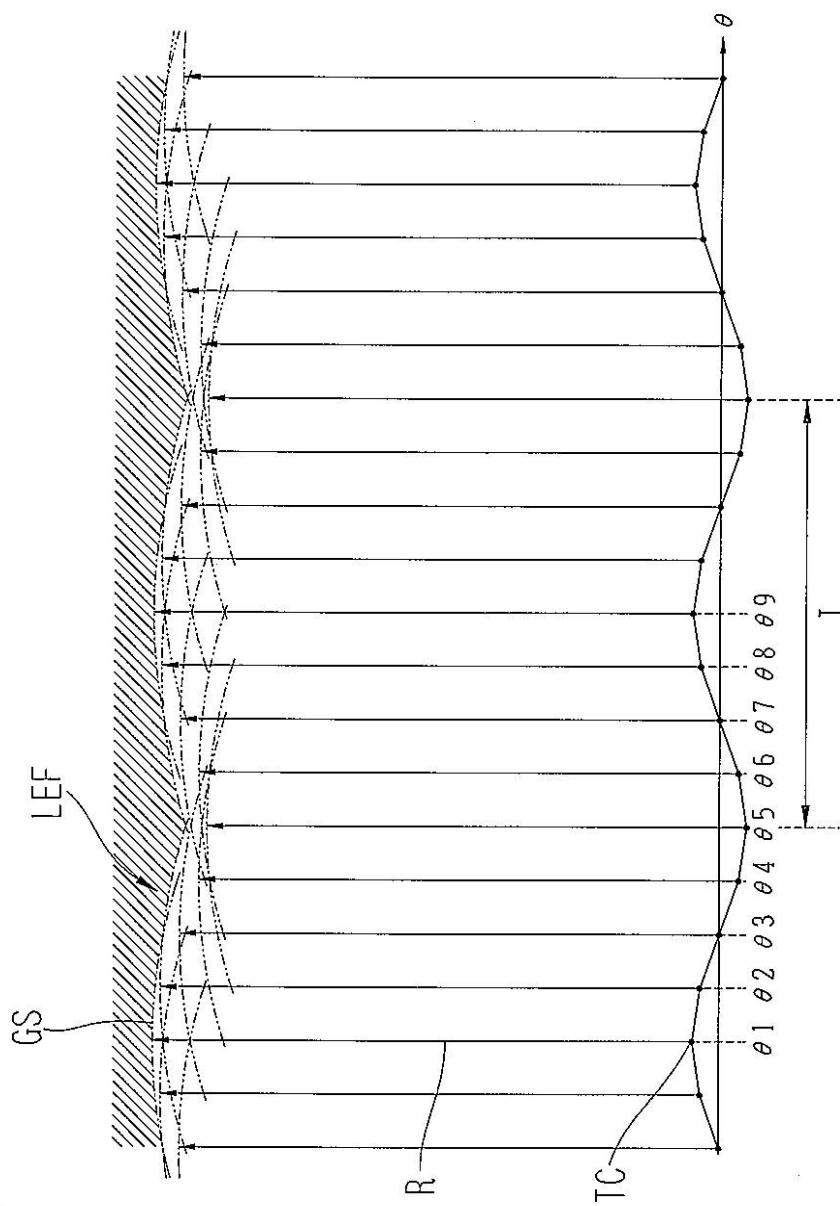
145 モータ

40

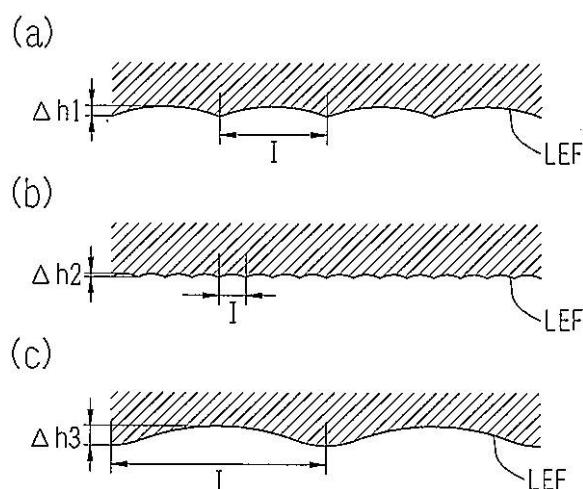
【図1】



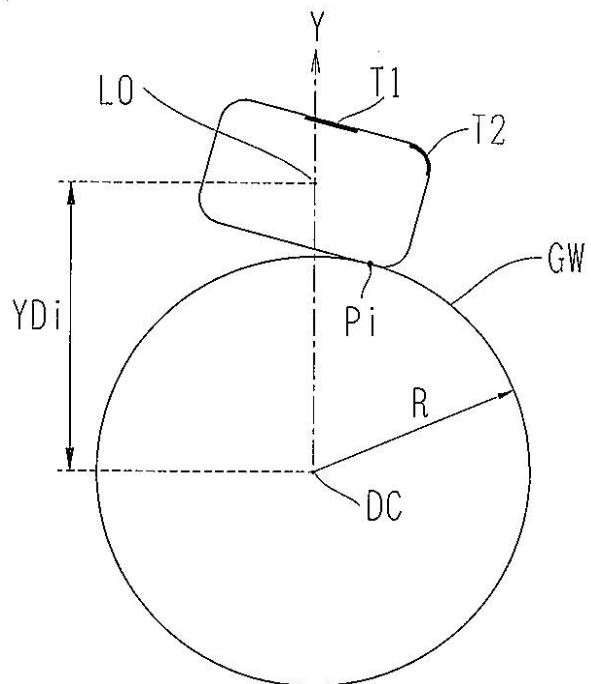
【図2】



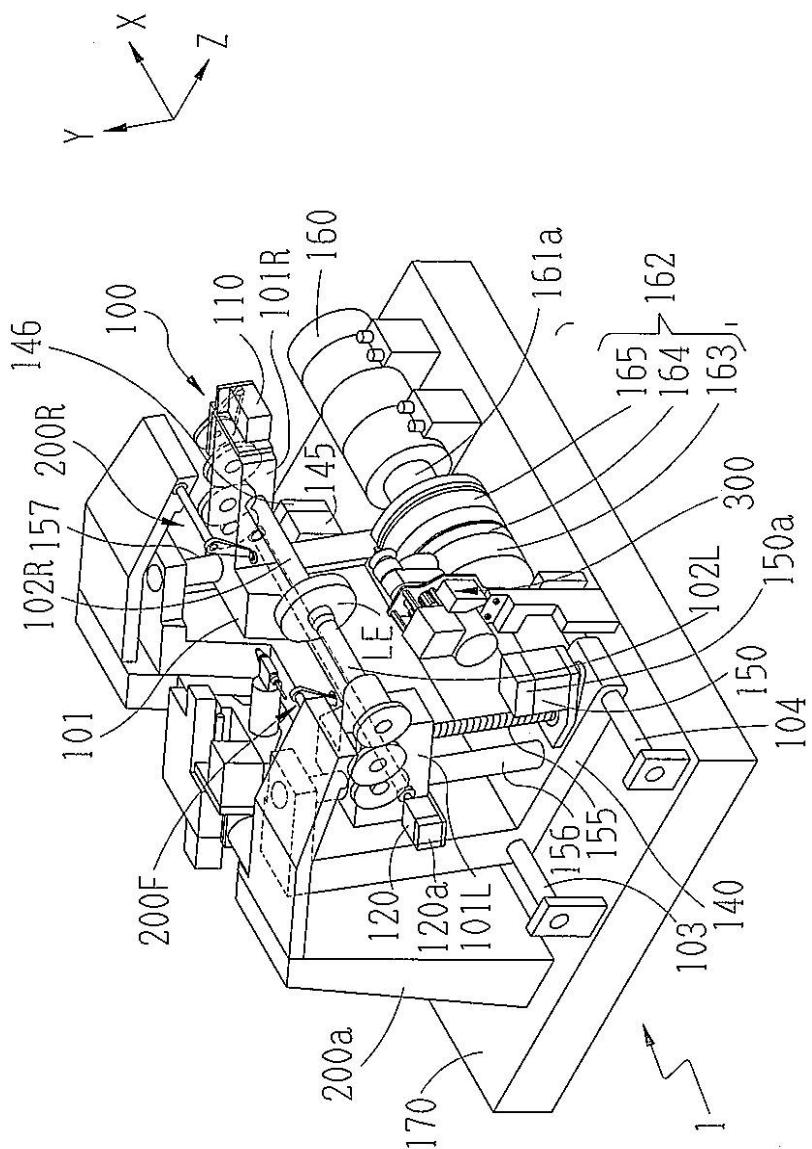
【図3】



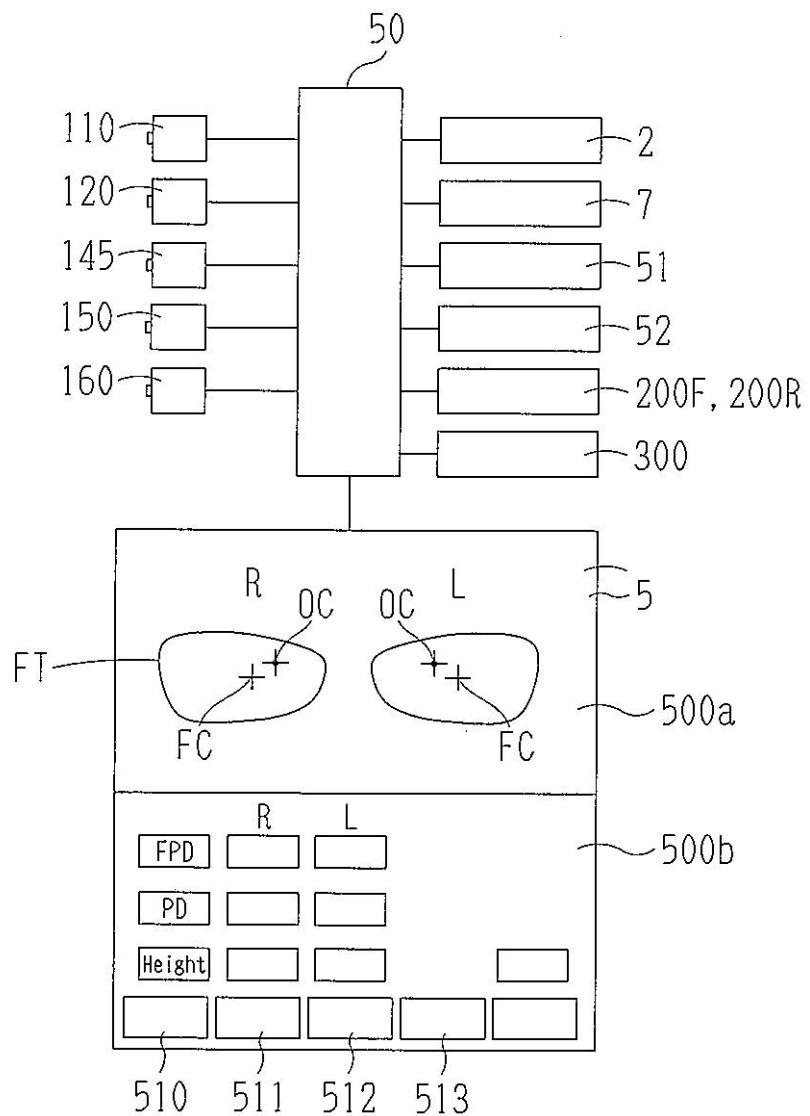
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-018155(JP,A)
特開平11-090805(JP,A)
特開平07-164025(JP,A)
米国特許第5410843(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 9 / 14