

(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 I

B 2 4 B 9/14 (2006. 01)

B 2 4 B 9/14 A

B 2 4 B 17/10 (2006. 01)

B 2 4 B 17/10 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 3 4 番地 1 4
 (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 齊藤 彬

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、 0.1 mm 未満になるか、又は 2 mm 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。

【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。

【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具により粗加工された後、仕上げ加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)。

【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。

【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。

10

20

30

40

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、 0.1 mm 未満になるか、又は 2 mm 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。

10

(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。

20

(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、 0.1 mm 未満になるか、又は 2 mm 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。

30

【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。

40

【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 L E は、チャック中心 L O 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 G W により周縁が鏡面加工される。鏡面砥石 G W 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 D C を中心に回転される。鏡面砥石 G W が 1 回転されたとき、鏡面砥石 G W 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 D C に対する鏡面砥石 G W の中心 T C の偏心に起因している。鏡面砥石 G W の中心には砥石スピンドルが通される穴 G W a が形成され、鏡面砥石 G W が砥石スピンドルに固定される。しかし、鏡面砥石 G W に対する穴 G W a の中心位

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GWの加工面の高さ変動は、鏡面砥石GW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振動の要因も考えられる。

【0010】

このような鏡面砥石GW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LE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LEFは周期的な波を打つように加工される。図2は、レンズLEの被加工面LEFに現れる周期的な変動の説明図である。図2において、GSは半径Rを持つ鏡面砥石GWの加工面として示されている。

【0011】

図2において、レンズLEの回転角(1、2、3、...)の変化に伴って鏡面砥石GWの中心TC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TC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LEの被加工面LEFは、近似的に直線的に加工されるように、レンズLEのY軸方向の位置が制御されているものとする。

【0012】

ここで、砥石GWの中心TC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GSの最上端も徐々に下がるため、レンズLEの被加工面LEFは徐々に下がるように加工される。そして、砥石GWの中心TCが最下点に位置する回転角5で、レンズLEの被加工面LEFも最も低くなる。次に、砥石GWの中心TC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LEの被加工面LEFも再び徐々に上がるように加工される。砥石GWの中心TC及び加工面GSの最上端は正弦波状に変化するが、レンズLEの被加工面LEFは、半径Rを持つ加工面GSが合成された結果となり、回転角5の位置で尖った山形状に加工される。

【0013】

回転角1～9で砥石GWが1回転されるため、この周期でレンズのコバ面に山形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】

被加工面LEF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LEの外径形状を直径40mm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V1を15秒/1回転とし、鏡面砥石GWの回転速度Vwを2000rpm(2000回転/分)とした。また、仕上げ加工後の鏡面加工代を0.1mmとし、レンズLEを4回転させて鏡面加工代の0.1mm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0.3mm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、目立つように観察される。

【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GWの回転速度との関係で、レンズ1回転当りの鏡面砥石GW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V1(秒/1回転)とし、鏡面砥石の回転速度をVw(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】

$$N = V1 \times Vw \quad \cdots (式1)$$

10

20

30

40

50

なお、砥石回転速度の単位が rpm (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_L が 15 秒 / 1 回転であり、鏡面砥石 GW の回転速度 V_w が 2000 rpm (33.3 回転/秒) である場合、個数 N は 500 個となる。レンズ LE 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ないように、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 LE 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 126 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_L を 15 秒 / 1 回転とした場合、砥石回転速度 V_w は 10080 rpm (回転数/分) となる。砥石回転速度 V_w を 6000 rpm (回転数/分) とした場合、レンズ回転速度 V_L は 25.2 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_L を 15 秒 / 1 回転とした場合、砥石回転速度 V_w は 50400 rpm (回転数/分) となる。砥石回転速度 V_w を 6000 rpm (回転数/分) とした場合、レンズ回転速度 V_L は 126 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_L 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_L 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に、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_L 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 500 rpm 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

10

20

30

40

50

隔は約 3 . 8 mm となる。

【 0 0 2 3 】

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 ~ 1 mm の場合には、縦縞模様が目立つが、間隔が 2 mm 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 3 mm 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になっていた。したがって、少なくとも間隔が 2 mm 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 3 mm 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。

【 0 0 2 4 】

例えば、玉型サイズが直径 4 0 mm で、間隔が 2 mm となる個数 N は 6 3 個であり、間隔が 3 mm となる個数 N は約 4 2 個である。個数 N が 4 2 個となる条件として、砥石回転速度 V_w を 5 0 0 r p m とした場合、レンズの回転速度 V_l 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 4 2 個となる条件として、レンズの回転速度 V_l を 4 秒 / 1 回転として場合、砥石回転速度 V_w を 6 3 0 r p m となり、安定した回転を確保できる。

【 0 0 2 5 】

なお、第 1 方法の条件設定で縦縞模様の間隔を 0 . 0 5 mm とする場合であっても、レンズ回転速度 V_l を従来と同じ 1 5 秒 / 1 回転とするためには、砥石回転速度 V_w として 1 0 0 8 0 r p m (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。6 0 0 0 r p m 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 V_l は 2 5 . 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。

【 0 0 2 6 】

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 L E F 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 L E F には高さ H_1 で尖った部分を持つ山形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 L E F の変動の高さ H_2 は、図 3 (a) の h_1 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 L E F の変動の高さ h_3 は図 3 (a) の j_1 よりも高くなっているが、周期が長くなっている分、尖った山形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。

【 0 0 2 7 】

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 V_l 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。

【 0 0 2 8 】

玉型が円形で無い場合には、レンズの回転角 i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) 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 G W と接触するレンズ L E の接触点 P_i 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。例えば、図 4 に示すように、レンズ L E 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 T 1 での接触点 P_i の移

10

20

30

40

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。

【0029】

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 V 1 (秒 / 1 回転) を満たすように、レンズ回転速度 V 1 (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 ΔD 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 ΔD 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 V 1 (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。

【0030】

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。

【0031】

加工装置本体 1 のベース 1 7 0 上にはキャリッジ部 1 0 0 が搭載されている。キャリッジ 1 0 1 が持つレンズチャック軸 (レンズ回転軸) 1 0 2 L , 1 0 2 R 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) 1 6 1 a に同軸に取り付けられた円柱状の砥石群 1 6 2 の各砥石に圧接されて加工される。砥石群 1 6 2 は、プラスチック用の粗砥石 1 6 3、ヤゲン形成用の溝及び平加工面を持つ仕上げ砥石 1 6 4、ヤゲン形成用の溝及び平加工面を持つ鏡面砥石 1 6 5 から構成される。砥石スピンドル 1 6 1 a は、モータ 1 6 0 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。

【0032】

鏡面砥石 1 6 5 は仕上げ砥石 1 6 4 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 1 6 4 の粒度が 4 0 0 番であり、鏡面砥石 1 6 5 の粒度は 4 0 0 0 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具としては砥石が好適に使用されるが、粗加工具及び仕上げ加工具としては、砥石に限られず、カッターが使用されても良い。

【0033】

キャリッジ 1 0 1 の左腕 1 0 1 L にレンズチャック軸 1 0 2 L が、右腕 1 0 1 R にレンズチャック軸 1 0 2 R 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 1 0 2 R は、右腕 1 0 1 R に取り付けられたモータ 1 1 0 によりレンズチャック軸 1 0 2 L 側に移動される。また、レンズチャック軸 1 0 2 R , 1 0 2 L は、左腕 1 0 1 L に取り付けられたモータ 1 2 0 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。

【0034】

キャリッジ 1 0 1 は、X 軸方向に延びるシャフト 1 0 3 , 1 0 4 に沿って移動可能な支基 1 4 0 に搭載され、モータ 1 4 5 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 1 4 0 には、Y 軸方向 (レンズチャック軸 1 0 2 L , 1 0 2 R と砥石スピンドル 1 6 1 a の軸間距離が変動される方向) に延びるシャフト 1 5 6 , 1 5 7 が固定されている。キャリッジ 1 0

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。

【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。

【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。

【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図形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。

【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

10

20

30

40

50

、玉型に対して未加工のレンズLE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。

【0040】

レンズコバ位置測定の後、粗加工に移行される。制御部50は、X軸移動用モータ145の駆動を制御し、レンズLEを粗砥石163上に位置させる。その後、制御部50は、最終的な玉型に対して、仕上げ砥石165による仕上げ代（例えば、1.0mm）と鏡面砥石165による鏡面仕上げ代（例えば、0.1mm）を残すように演算された加工データに基づいて、レンズLEをモータ120により回転しながら、Y軸移動用モータ150の駆動を制御する。レンズLEの周縁は、レンズLE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163は、粗砥石163の加工性能を十分に活かすように、モータ160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163は6000rpmの回転速度で回転される。

10

【0041】

粗加工が完了すると、仕上げ加工に移行される。制御部50は、X軸移動用モータ145の駆動を制御し、レンズLEを仕上げ砥石164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（0.1mm）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150を制御し、仕上げ砥石164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164の回転速度は、粗加工時と同様に、モータ160が安定して回転可能な最も速い速度である6000rpm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LEの回転速度及び各砥石の回転速度の条件は、メモリ51に予め記憶されている。

20

【0042】

仕上げ加工が完了すると、鏡面加工に移行される。制御部50は、X軸移動用モータ145の駆動を制御し、レンズLEを鏡面砥石165の平加工面上に位置させる。その後、鏡面加工の仕上げ代（0.1mm）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150を制御し、レンズLEの周縁を鏡面砥石165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165の半径Rとに基づき、レンズLEを微小な回転角 θ_i （ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）毎に回転させ、各回転角 θ_i で玉型が鏡面砥石165の加工面に接するときのレンズチャック軸102R, 102Lの中心LOと砥石スピンドル（砥石回転軸）161aの中心DCとの軸間距離YDiを求めることにより演算され、（YDi, θ_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XD θ_i （ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）が加えられ、（YDi, XD θ_i , θ_i ）（ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）として得られる。

30

【0043】

この鏡面加工時、仕上げ加工後の鏡面加工代（0.1mm）がレンズLE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51に記憶されたレンズ回転速度V1及び砥石回転速度Vwに基づいて各モータ120及び160の駆動が制御される。さらに、好ましくは、鏡面砥石165とレンズLEとの接触点Piの移動速度を略一定とするように、玉型データ、鏡面砥石165の半径R及びレンズ回転速度V1に基づいて回転角 θ_i 毎のレンズ回転速度が求められ、モータ120の駆動が制御される。

40

【0044】

レンズLEの複数回の回転で鏡面加工代（0.1mm）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LEの複数回の回転で鏡面加工代（0.1mm）が研削されるときに、レンズの回転速度と鏡面砥石165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（ 0.1 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（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Vl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（ 0.1 mm ）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Vl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Vl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Vl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 0.01 mm 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 0.1 mm 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Vlが25.2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Vl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Vl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】

また、タッチキー 5 1 0 によりポリカーボネイトレンズが選択され、タッチキー 5 1 2 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 1 6 3 により粗加工され、仕上げ砥石 1 6 5 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 5 2 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 1 6 5 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。

【 0 0 5 1 】

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 1 2 0 及び 1 6 0 の駆動が制御される。例えば、砥石回転速度 V_w が 2 0 0 0 r p m であり、レンズ回転速度 V_l が 1 5 秒 / 1 回転である。

【 0 0 5 2 】

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_l によってモータ 3 2 1 及びモータ 1 2 0 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に加工される。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_l 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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【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。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

5 0 制御部

5 1 メモリ

1 0 0 キャリッジ部

1 0 2 L , 1 0 2 R レンズチャック軸

1 2 0 モータ

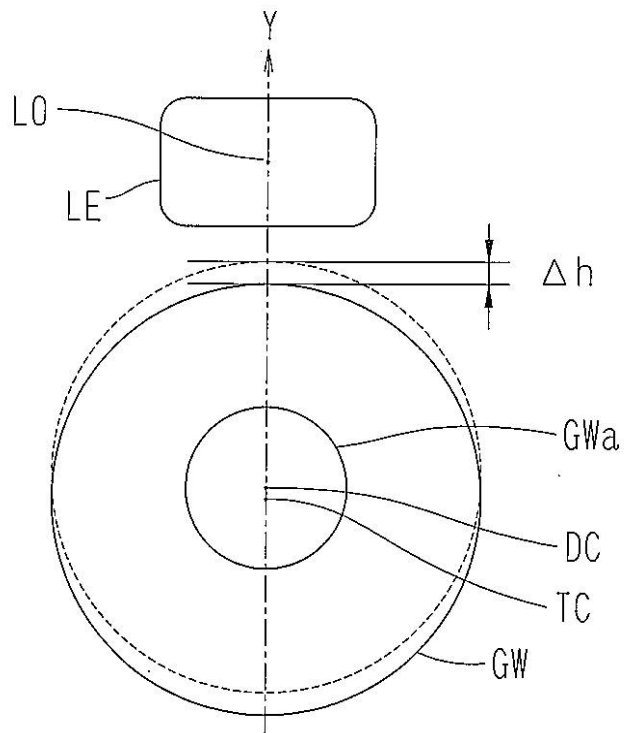
1 6 1 a 砥石スピンドル

G W、1 6 5 鏡面砥石

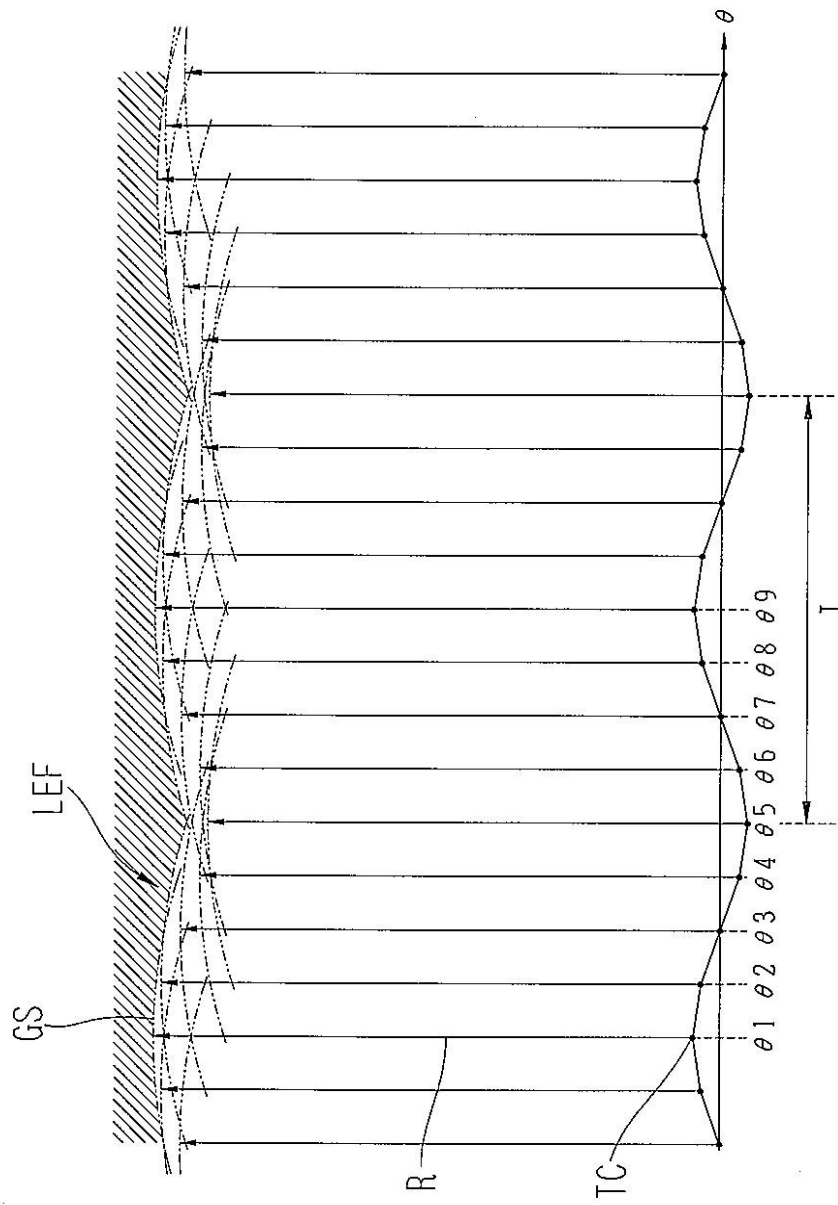
1 6 0 モータ

1 4 5 モータ

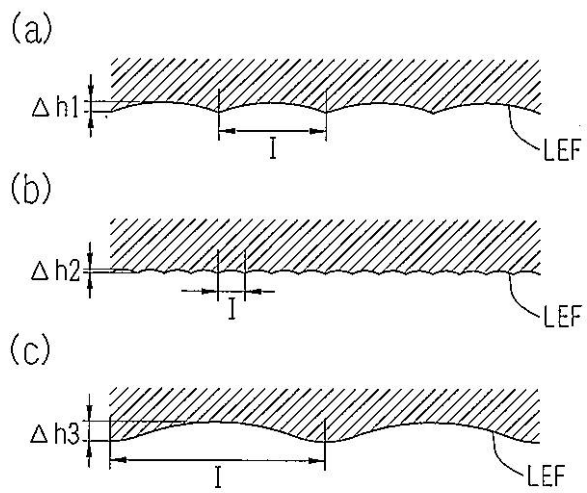
【図 1】



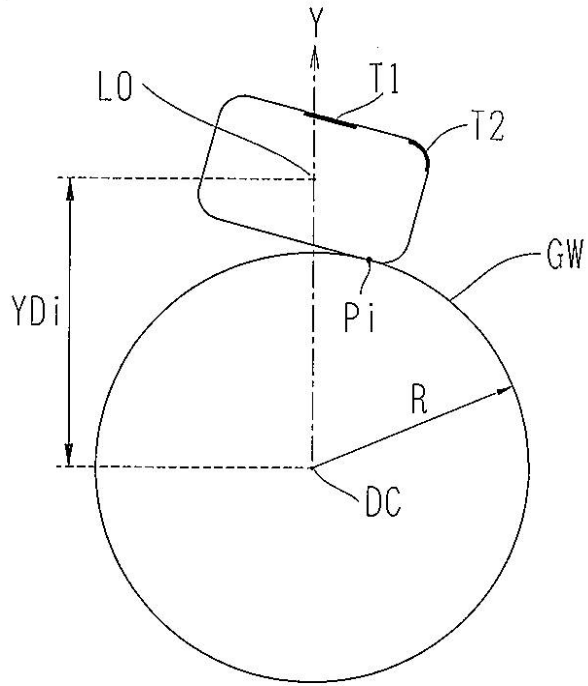
【図 2】



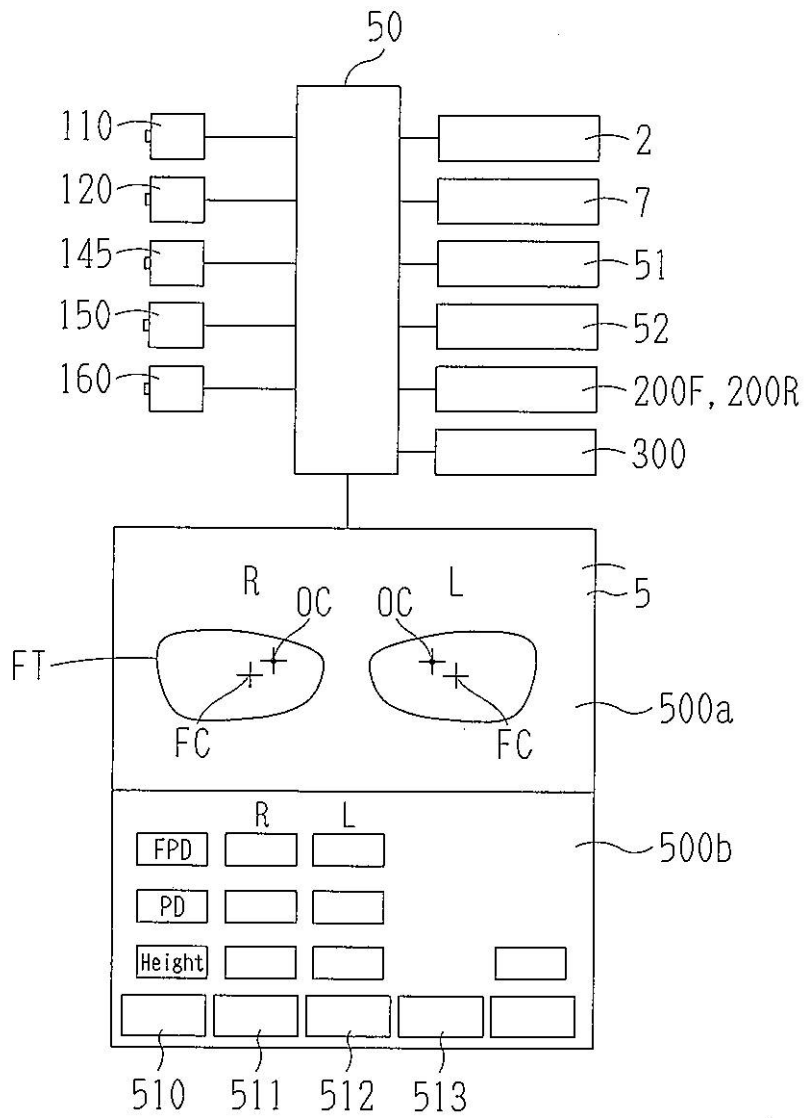
【図 3】



【図4】



【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