

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3976925号
(P3976925)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int.C1.

F 1

G01B 11/00 (2006.01)
A61B 3/11 (2006.01)G01B 11/00
A61B 3/10H
A

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-43965
 (22) 出願日 平成11年2月22日(1999.2.22)
 (65) 公開番号 特開2000-241118(P2000-241118A)
 (43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)
 審査請求日 平成15年8月18日(2003.8.18)

(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 細井 良晋
 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 山下 雅人

(56) 参考文献 特許第2567642 (JP, B2)
 特開平11-019039 (JP, A)
 特開平09-276222 (JP, A)

(58) 調査した分野(Int.C1., DB名)
 G01B 11/00-11/30
 A61B 3/11

(54) 【発明の名称】眼位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者眼の遠用及び近用のアイポジションを測定する眼位置測定装置において、被検者眼に注視させるための注視目標を持ち、該注視目標の呈示距離を遠用距離から所期する近用距離まで光学的に変化させる注視目標呈示光学系と、被検者眼と前記注視目標との距離を検出する距離センサと、眼鏡フレームをかけた被検者の両眼を含む前眼部を撮像するための撮像手段を持ち、該撮像手段による撮影距離を光学的に変化させ、前記注視目標と光学的に略同一位置から撮像する撮像光学系と、前記撮像手段により撮像された画像に基づいて瞳孔の中心位置を得て被検者の眼位置を測定する測定手段と、を備えることを特徴とする眼位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検者の眼の瞳孔中心間距離、被検者が装用した眼鏡フレームに対する眼の位置(アイポジション)等の眼位置を測定する眼位置測定装置に関する。

【0002】

【従来技術】

眼鏡調整においては、眼鏡フレームに枠入れされるレンズの光学中心と被検者の眼の位置を合せることが重要である。このための測定としては、両眼の瞳孔中心間距離(以下、P Dという)を得るために、特開平1-158933号公報等にあるような瞳孔間距離計を

用いていた。あるいは、自動的に眼の屈折力を測定する眼屈折力測定装置によっても P D を測定することも行われている。

【0003】

また、眼鏡フレームを装用した状態の被検者の顔を固定位置に置かれたテレビカメラで撮影し、その撮影画像から眼鏡フレームに対する眼の位置（アイポジション）を求めるようにしたものも提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の瞳孔間距離計や眼屈折力測定装置で得られる P D は、眼鏡フレームとの位置を調べることなく眼鏡調整に利用されることになるので、眼鏡作成後に瞳孔中心とレンズの光学中心とのずれが発生しやすい。また、瞳孔間距離計は鼻当て部材で被検者の顔に装置を固定するが、被検者によって鼻の形状は様々であり、当て方による誤差が生じやすい。

10

【0005】

一方、テレビカメラで撮影した画像を利用する方法は、眼鏡フレームに対する眼の位置情報を知り得る。しかし、従来は固定位置に置かれたテレビカメラで撮影していたので、被検者が注視する使用目的距離の違いによって測定される眼の位置は不正確になる。

【0006】

また、最近では高齢化の進行に伴い、累進多焦点レンズを購入する被検者が増加する傾向にあるので、累進多焦点レンズは単焦点レンズに比べて眼との位置合わせが特に重要な。すなわち、累進多焦点レンズでは遠用及び近用のアイポジションを装用者の使用環境に応じてより正確に測定することが必要とされている。

20

【0007】

本発明は、上記従来技術に鑑み、適切な眼鏡調整ができるように、被検者の使用環境に応じた状態で被検者の眼の位置を正確に測定できる眼位置測定装置を提供することを技術課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

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】

30

（1）被検者眼の遠用及び近用のアイポジションを測定する眼位置測定装置において、被検者眼に注視させるための注視目標を持ち、該注視目標の呈示距離を遠用距離から所期する近用距離まで光学的に変化させる注視目標呈示光学系と、被検者眼と前記注視目標との距離を検出する距離センサと、眼鏡フレームをかけた被検者の両眼を含む前眼部を撮像するための撮像手段を持ち、該撮像手段による撮影距離を光学的に変化させ、前記注視目標と光学的に略同一位置から撮像する撮像光学系と、前記撮像手段により撮像された画像に基づいて瞳孔の中心位置を得て被検者の眼位置を測定する測定手段と、を備えることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

40

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は本形態の装置の外観を示した図である。図 2 は装置内部に配置される光学系の概略構成を示す図である。

【0018】

1 は装置本体であり、被検者に対向する側には測定窓 2 が配置されている。3 は画像表示部であり、テレビカメラ 10 で撮影される画像や測定情報をディスプレイ 3a に表示する。ディスプレイ 3a には LCD 等の一般的なものが使用される。また、ディスプレイ 3a は矢印 A 方向に倒すことが可能であり、携帯し易いようになっている。画像表示部 3 は図 1 (b) に示すように取り外して使用することができる。画像表示部 3 と本体 1 とは接続ケーブル 3b によって接続されている。4 はポインティングデバイスとして使用されるマウスであり、画像表示部 3 に接続して使用する。

50

【0019】

5は撮影部であり、図2に示すテレビカメラ10、距離センサ16、傾斜センサ15をその筐体内部に持つ。撮影部5は装置本体1の両側面に配置された回転ノブ5aの操作により、回転させることができる。近用距離での測定時には、図1(b)に示すように、この回転操作によりカメラ10を後述する撮影光学系から分離させて、装置本体1の上面側にカメラ10の撮影口10aが向くようにしておく。これにより装置本体1内の撮影光学系を使用せず、カメラ10単独で撮影できるようにすることが可能になる。

【0020】

また、装置本体1の底面側に撮影口10aが向くように撮影部5を回転させておくこともできる。底面側に撮影口10aが向くように回転させた場合、ディスプレイ3aを倒すことにより、装置本体1を垂直に立てた状態にて撮影が可能となる。さらに、回転操作で分離するのではなく、撮影部5を装置本体1の筐体から切り離す構成としてもよい。撮影口10aの両側にはミラー6が設けられており、このミラー6は被検者が視線とカメラ10の撮影光軸とを合せるときに使用される。9は距離センサ16の入射窓である。7は撮影スイッチである。

10

【0021】

図2において、11は視標照明用ランプ、12はスポット開口を持つ視標板であり、ランプ11は注視目標となる視標板12を背後から照明する。13はハーフミラーである。14は凸レンズであり、被検者が両眼で視標板12を注視できる大きさを持つ。また、凸レンズ14はノブ8によりその光軸方向(B方向)に移動可能であり、測定窓2と視標板12との光学距離を300mmから無限遠に変化させることができる。このランプ11~凸レンズ14により、被検者眼を注視させるための注視目標を呈示する注視目標呈示光学系が構成される。

20

【0022】

ハーフミラー13の後方には、撮像手段としてのテレビカメラ10が設けられている。カメラ10は凸レンズ14の光軸上に配置されるとともに、視標板12と光学的に略同一位置に置かれ、凸レンズ14とカメラ10とにより被検者の顔を撮像する撮影光学系が構成される。被検者には両眼により測定窓2を介して視標板12を注視させる。凸レンズ14を移動することにより、その注視距離を被検者の所望する距離に光学的に変化させるが、このとき同時にテレビカメラ10の位置も視標板12と光学的に同一位置となる。すなわち、この構成によりテレビカメラ10は注視距離と同じ距離で被検眼の視線方向から被検眼前眼部を撮像することができる。

30

【0023】

また、撮影部5内のカメラ10の両側には2つの距離センサ16が設けられており、被検者眼(被検者が装用する眼鏡フレーム)からのカメラ10の距離、すなわち注視距離が検出される。測定時には、図3に示すスケール補助具20(詳細は後述する)を眼鏡フレームに取り付ける。スケール補助具20は赤外光を発するLED23を持ち、LED23からの光は測定窓2、凸レンズ14を介して距離センサ16に入射する。距離センサ16は集光レンズ、位置検出素子を持ち、カメラ10の距離変化(凸レンズ14の移動により光学的に変化する距離)に応じて位置検出素子への光の入射位置も変化する。この位置変化からカメラ10が位置する距離(注視距離)が検出される。撮影部5を回転して使用するときは、LED23からの光が距離センサ16に直接入射してカメラ10が位置する距離が検出される。

40

【0024】

なお、カメラ10はその内部に配置されるレンズによって、被写体像に自動的に焦点を合わせるオートフォーカス機構、被写体像がディスプレイ3aに一定の大きさで映し出されるように自動的にズームする機構を持っている。この自動ズーム機構は、距離センサ16の距離情報に基づいて、後述する演算制御部30がズーム機構を制御する。また、光学的ズームの限界を超えた場合は画像処理によるデジタルズームを行なう。

【0025】

50

15はカメラ10の撮影光軸の傾斜角度を検出する傾斜センサである。傾斜センサにて得られた角度情報はディスプレイ3aに表示される。この角度情報は装置本体1の角度調節や、近用アイポジション時における眼球の下方回旋角度や顔の傾斜角度の算出等に使用される。

【0026】

図3はアイポジションの位置や距離の検出に使用するスケール補助具20を示した図であり、(a)は正面、(b)は側面からの外観概略図である。

【0027】

スケール補助具20は、被検者が選択した眼鏡フレームFのブリッジ上部に、取付け金具21を介して取り付けることができるようになっている。22はコの字形状のスケール板であり、正面側及び両側面に延びる板上に目視にて実長さが判るように目盛りが付している。24は測定距離の基準とするための基準点であり、スケール板22上の正面と左右の側面にそれぞれ2点ずつの計6点が付されている。正面側の2点の距離50、側面側の2点間の距離51は、例えば100mm、20mmというように予め既知の距離に決定されている。基準点24間の距離50、51は、画像データに取り込んだ眼鏡フレーム等の大きさを検出するための基準距離として使用される。23は赤外光を発するLEDであり、前述したように注視点と被検眼Eとの間の距離を求めるのに使用する。

10

【0028】

以上のような構成を備える装置において、その測定動作を図4の制御系のブロック図を参照して以下に説明する。ここでは、累進多焦点レンズを調整するときの測定について、被検眼が遠点(又は中点)を見ている時のアイポジションを測定するための遠用測定と、眼鏡フレームの前傾角等を測定するための側面測定と、近業距離でのアイポジションを測定する場合の近用測定との3つにわけて説明をする。

20

【0029】

先ず、被検者に眼鏡フレームFを装用させ、被検者の顔にフィットするように眼鏡フレームFの掛け具合を調整しておいた上で、図3に示すように、被検者が選択した眼鏡フレームFにスケール補助具20を取り付けておく。スケール補助具20の取付は、眼鏡フレームFと平行とするためにスケール補助具20の下端を眼鏡フレームFの眼鏡枠上端に当接させる。

【0030】

30

側面測定

この測定は装用した眼鏡フレームの前傾角、眼鏡フレームと角膜頂点との頂点間距離を知るために行う。

【0031】

ディスプレイ3aにて測定モードを側面測定モードにしておく。図5に示すように、モードの設定はマウス4を使用してカーソルマーク40を測定モード項目42上まで移動させておき、ボタン4aを押してモードを設定する。マウス4を使用せずタッチパネル形式やタッチペンでも項目等の選択ができるようにすることも可能である。

【0032】

側面測定モードに選択後、検者は装置本体1を手に取り、測定窓2を被検者顔の側面に向け、(又は、撮影部5を装置本体1の底面側に90度回転して直接カメラ10で撮像する)ディスプレイ3aに被検者の眼鏡フレームを掛けた顔側面が映るようにその位置を決定させる。装置本体1の位置が決定したらスイッチ7を押す。スイッチ7が押されると演算制御部30は被検者の顔側面映像を画像データとしてメモリ31に記憶する。

40

【0033】

図5はメモリ31に記憶された画像例を示す図である。側面測定モードでは次のようにして、眼鏡フレームFの前傾角、頂点間距離62の測定結果を得る。まず、画面上の基準測定用項目43をマウス4にて選択した後、カーソルマーク40を移動させてスケール板像22上の2つの基準点像24をそれぞれ指定する(カーソルマーク40を基準点像24に合わせてボタン4aを押す)。カーソルマーク40により指定されると、演算制御

50

部30は基準点像24の2点間を結ぶ直線と、ディスプレイ3a上の水平線とがなす角度（以後、基準角度とする）を算出し、これをメモリ32に記憶する。さらにスケール板22に付された基準点24の2点間の距離51は予め決定されているため、演算制御部30は距離51と距離51とを比較して補正比率を算出する。

【0034】

次に、角度検出項目44を選択して、水平視線に対する鉛直面とレンズ面とのなす角度（前傾角）を求める。検者は眼鏡フレーム像Fの前枠上にカーソルマーク40を合わせ、任意の2点60a、60bをそれぞれ指定する。演算制御部30はこの2点を結ぶ直線と、先に指定したスケール板22上の基準点が結ぶ直線とがなす角度を算出する。この算出された角度より眼鏡枠の前傾角を算出し、その値をメモリ32に記憶すると共にディスプレイ3aにその角度を表示する。

【0035】

また、角膜頂点から眼鏡フレームFの枠の内側までの距離（頂間距離）を求める場合は、距離測定項目41を選択した後、角膜頂点像とその水平方向に位置する眼鏡枠の内側とをカーソルマーク40にてそれぞれ指定し、距離62を求める。得られた距離62と先程求めておいた補正比率より、その実距離が算出される。得られた頂間距離を利用して、例えば一般的な頂間距離（12mm）になっていなかった場合には、頂間距離を12mmになるように眼鏡を再調整することができる。また、わざと頂間距離を変えて矯正効果を上げたい場合に、得られた頂間距離によりどれだけ矯正効果が変化するかの算出手段等にも使用できる。

【0036】

遠用測定

検者は予め被検者が所望する遠用での使用距離を確認しておく。検者はディスプレイ3aの測定モード項目42を遠用測定モードにした後、装置本体1を取り、測定窓2を被検者の眼前10cm程度の所に位置させる。被検者には測定窓2を介して注視目標である視標板12の光を見るように指示する。被検者の前眼部は撮像光学系のカメラ10により撮像されてディスプレイ3aに表示される。検者はディスプレイ3aを見ながら被検者の前眼部像がディスプレイ3aの中央付近に映るように装置本体1を微調整する。ディスプレイ3aには距離センサ16により検出された距離が表示されるので、この表示が被検者に予め確認した注視点距離となるようにノブ8を操作して凸レンズ14を移動調整する。また、ディスプレイ3aには傾斜センサ15により検出された傾斜角度が表示されるので、この傾斜角度を見ながら装置本体1を水平にさせる。

【0037】

ディスプレイ3aの観察により撮影位置の調整ができたら、撮影スイッチ7を使用して眼鏡フレームFを掛けている被検者の前眼部像を画像データとしてメモリ31に記憶させる。

【0038】

このように本発明の装置は注視目標位置と光学的に略同位置となる位置にカメラ10を配置して被検眼像を撮像するので、アイポジションを正確に求めることができる。この理由を図6に基づき説明する。被検眼Eが所望の距離に置かれた注視目標P₀を注視するとき、眼鏡フレームFを通る視線方向は実線L₀で示す方向となる。アイポジションは眼鏡フレームFを通過する視線の位置であるので、図上の点Q₀が正確な位置となる。ここで、注視目標P₀とは異なる距離の位置P₁に置いたテレビカメラKで眼鏡フレームを含む被検眼像を撮像すると、瞳孔中心位置は点線L₁で示す方向にあるものとして撮影される。したがって、眼鏡フレームFに対する瞳孔中心位置は、図に示した眼鏡フレームF上で点Q₁となってしまい、点Q₀に対してずれた結果を測定することになる。これに対して、注視目標P₀の位置にテレビカメラKを配置すれば、視線方向を示す実線L₀上に瞳孔中心があるものとして撮像でき、眼鏡フレームF上の点Q₀を正確に測定できる。

【0039】

図7(a)はディスプレイ3aに表示された画像データから遠用時のアイポジション、P

10

20

30

40

50

Dを求める方法を説明する図である。検者はディスプレイ3a上に表示されている基準測定用項目43を選択した後、2つの基準点像24にカーソルマーク40を移動してそれぞれ指定する。スケール板22の正面に付された基準点24の2点間の距離50は予め決定されているため、これと2つの基準点像24間の距離50とにより、アイポジション及びPDの実距離を求めるための撮影倍率の補正比率が算出される。また、2つの基準点像24の指定により撮影画像の左右方向に対する傾斜角度の補正が可能になる（この傾斜角度情報を基にディスプレイ3aの画像が水平になるようにすれば、後述する測定が行いやすくなる）。

【0040】

次に、距離測定項目41を選択して遠用PDを求める。マウス4を使用してカーソルマーク40を移動させ、ディスプレイ3a上に表示されている前眼部像の瞳孔中心点CRとCLとをそれぞれ指定する。これにより瞳孔中心点CRを中心とする水平基準線XR、垂直基準線YRが表示され、また、瞳孔中心点CLを中心とする水平基準線XL、垂直基準線YLが表示される。遠用PDの実距離は基準線YRと基準線YL間の距離51を補正比率により補正することにより算出される。算出された遠用PDの実距離はメモリ32に記憶されると共にディスプレイ3a上に表示される（図示は略す）。

【0041】

また、片眼PDは以下のようにして求めることができる。

【0042】

前述と同様に初めに2点の基準点像24、瞳孔中心点CRを予め指定しておく。次に、瞳孔中心点CRを指定することにより得られる水平基準線XRが左右の内枠と交差する交点72、76を指定する。これにより交点72と交点76との中点が求まり、この中点がフレームを2分する点（顔の中心）となる。したがって、瞳孔中心点CRから中点までの距離を求ることにより右眼側の片眼PDが得られることとなる。左眼側の片眼PDはPDから右眼側の片眼PDを差し引くことにより、求めることができる。

【0043】

なお、瞳孔中心は画像処理によって自動的に検出することも可能である。視標板12を注視する被検者眼には視標板12からの光が投光され、その角膜輝点が角膜頂点に形成される。角膜頂点がほぼ瞳孔中心と見なすことができるので、前眼部の画像からこの輝点を検出処理すれば瞳孔中心の位置データが得られる。

【0044】

アイポジションの測定を行うには測定項目45を選択する。各基準線と眼鏡フレームF像の左右の内枠との交点70～75の位置にカーソルマーク40を移動させ、それぞれ指定する。カーソルマーク40によって指定された交点70～75の位置データは、撮影倍率の補正比率の他、側面測定から得られた前傾角を考慮した寸法補正を行うことによって、実際の眼鏡フレームFに対する被検眼の遠用アイポジションの位置（実距離）を求めることができる（図示は略す）。

【0045】

図10は上下方向の寸法補正を説明する図である。図10（b）のように遠用測定にて得られた距離Yは、前傾角だけ傾いている眼鏡フレームFを正面から見ているため実距離Yとは異なる。このため、三角関数を使用して $Y = Y / (\cos \theta)$ にて実距離を求めることができる。

【0046】

なお、アイポジションの測定は、図11に示すように（図は右枠のみ示している）眼鏡枠形状の左端、右端、上端、下端に対する瞳孔中心の位置データとして求める方法でも良い。この場合には、水平及び垂直の各基準線XR、YLをマウスによりドラッグして眼鏡枠内の内側に対する左端80、右端81、上端82、下端83をそれぞれ指定する。これと、先に指定した瞳孔中心CRにより眼鏡枠に対する瞳孔中心位置が算出される。

【0047】

また、遠用測定において、注視点目標距離を無限遠ではなく中距離（例えば、10m等）

10

20

30

40

50

に設定する場合には、装置本体1を水平にするのではなく、目線が若干下向きになるような角度がつくように装置本体1を傾けて測定を行なえば、さらに精度よく測定を行なうことが可能である。傾斜させる角度は、被検者の眼の高さと注視点の位置、注視点までの距離より求めることができるため、傾斜センサ15によって得られる装置本体1の傾斜角度が、所望する角度になるまで装置本体1を傾ければよい。

【0048】

近用測定

測定モード項目42を近用測定モードに設定する。近用測定の場合、図8に示すように表示部3は装置本体1から取り外しておき、テーブル等に置いておく。装置本体1を被検者に持たせるとともに、撮影部5を90度回転させて撮影口10aを被検者側に向けておく。撮影部5を装置本体1の上側（画像表示部3を搭載する側）に向ける場合には、遠用測定と上下逆さまに撮影されることとなるため、演算制御部30により補正されてディスプレイ3aに表示されが、撮影部5を装置本体1の底面側に向けて使用すれば、その補正は不要となる。

【0049】

被検者には自己の近用作業状態の姿勢で、かつ所望する近用距離に撮影口10aが位置するように、被検者自身にその距離を調節させる。この場合、撮影口10aの前に文字が描かれた紙面を配置しておくと、より一層被検者が所望する近用距離に位置させやすい。位置決めができたらその紙面を取り除き、被検者には撮影口10aを注視させる。これにより、カメラ10は被検者の注視距離に置かれる。また、撮影口10aの中央に注視目標とする印を付しておいても良い。

【0050】

このようにして近用位置が定まつたら、検者は撮影部5を回転させて視線方向から撮影ができるように調節をする。この調節はディスプレイ3aに映る左右の被検眼像が中央に位置するように撮影部5を駆動させればよい。また、被検者から見てミラー6に自分自身の眼が入るように、被検者自身が撮影部5を駆動させることによって撮影方向を視線方向と同じにすることができる。なお、被検者が合せた近用距離は、距離センサ16によって検出されてディスプレイ3aに表示されるので、これにより被検者の所望した近用距離を知ることができる。

【0051】

撮影部5の位置合わせができたら、スイッチ7を押して（若しくは測定用項目46を選択して）被検眼像を撮影し、これをメモリ31に記憶させる。また、同時に角度検出センサ15により水平方向に対する視線角度が検出され、メモリ32に記憶されるとともにディスプレイ3aに視線角度が表示される。

【0052】

図7(b)は近用アイポジション、PDの求め方を示した図である。スケール板像22上の2点の基準点像24をそれぞれ指定する。演算制御部30は遠用測定時と同様に撮影倍率の補正比率、左右方向の傾斜角を求める。

【0053】

なお、視線方向から被検眼像を撮影する近用測定では、被検眼の下方回旋により眼鏡フレーム像Fの上下幅は遠用測定時のフレーム像に対して偏平となった形状として撮影される。従って上下方向のアイポジションを測定するために、次のようにその偏平分を補正する。演算制御部30は、近用画面で指定された基準点像24の位置と、遠用測定で求めた2点の基準点像24の位置とを対応させる。次に対応させた位置データを基に、画像処理によって図7(a)の交点70、71を結ぶ直線、交点73、74を結ぶ直線が図7(b)の眼鏡フレーム像F上で位置するように垂直線80R, 80Lを表示する。検者は、垂直線80R, 80Lと眼鏡フレームの内枠との交点70, 71, 73, 74をカーソルにより指定する（何れか一方の垂直線のみでも良い）。演算制御部30は、交点70, 71間の距離と、遠用測定で得た交点70, 71の距離とにより、上下幅の偏平を補正する比率を算出する。

10

20

20

30

40

50

【0054】

近用 P D は遠用測定時と同様にカーソルマーク 4 0 を移動させて左右の瞳孔中心 $N C_R$ 、 $N C_L$ をそれぞれ指定することにより算出される。また、近用アイポジションの位置データは次のようにして求めることができる。

【0055】

上記のように交点 7 0 、 7 1 、 7 3 、 7 4 を指定することにより、これらの点に対する瞳孔中心 $N C_R$ 、 $N C_L$ の位置関係が求まる。すなわち、垂直線 8 0 _R に対する右眼瞳孔中心 $N C_R$ の左右方向の位置関係（方向と距離）、交点 7 0 及び 7 1 に対する上下方向の位置関係（方向と距離）が求まる。左眼瞳孔中心 $N C_L$ の位置関係も同様に求まる。上下方向の位置関係については、上記のように上下幅の偏平の補正と、前傾角の補正を行うことにより実距離が求まる（図 1 2 参照）。したがって、これらにより遠用の瞳孔中心 C_R 、 C_L からの近用アイポジションの位置データが算出される。この位置データにより遠用アイポジションからの内よせ量が判るため、遠用の片眼 P D から内よせ量を差し引けば、近用の片眼 P D も求めることができる。

10

【0056】

また、被検眼の下方回旋角度（図 1 2 における角度 θ ）は眼鏡フレームの上下幅の偏平率により求まる。さらに、この下方回旋角度 θ と角度検出センサ 1 5 によって求められた視線角度（図 1 3 における角度 α ）とにより、近用注視時の被検者顔の傾斜角度（図 1 3 における角度 β ）が分かる。これら下方回旋角度 θ 、被検者顔の傾斜角度 β は、例えば、レンズメーカーが製作する累進多焦点レンズの設計に役立てることができる。

20

【0057】

以上のように近用のアイポジションの測定も、注視目標位置にカメラを配置して視線方向から撮影するので、固定されたカメラで撮影する場合に比べて、特に正確な測定結果が得られる。また、被検者の使用環境に応じた遠用アイポジション及び近用アイポジションを正確に測定できるので、最適な累進多焦点レンズを選択できるようになる。

【0058】

最適な累進多焦点レンズの選択は、予めメモリ 3 2 に各メーカーのレンズのデータ（レンズに対する遠用ポジション、近用ポジションの位置関係、レンズ径等）を記憶させておき、遠用、近用測定にて P D 、アイポジションが決定された後、ディスプレイ 3 a 上にメモリ 3 1 に記憶させたレンズ像を順次表示させればよい。このときのレンズ像は、図 7 (b) に示す近用測定時の眼鏡フレーム像 F と同じ偏平率となるように画像処理し、眼鏡フレーム像 F 上の遠用の瞳孔中心 C_R (C_L) にレンズ像の遠用ポイントをそれぞれ重ねた状態で表示する（レンズをフレームに配置したときに観察される状態にする）。この状態で、近用の瞳孔中心 $N C_R$ ($N C_L$) とレンズ像の近用ポイントとの位置関係を観察することにより、最も適合するレンズを選択する。又、レンズ径をフレーム像 F と比較することにより、レンズ径不足も確認できる。もちろんレンズデータと測定データとから演算制御部 3 0 が自動的に最適なレンズを選択した後、これを上記のようにディスプレイ 3 a 上に表示して確認してもよい。

30

【0059】

また、レンズ像を画像処理するのではなく、眼鏡フレーム像 F を画像処理によって角度補正することにより、偏平がない状態の像としてディスプレイ 3 a に表示させ、レンズ像と比較、観察することも考えられる。

40

【0060】

得られた測定データは図示なき通信ケーブルを使用し、フレームセレクタ、レンズエッジヤー等に送信してフレームの選択、レンズの加工データに当然利用できる。

【0061】

以上の実施形態では眼鏡フレームを装用した状態で眼位置を測定したが、眼鏡フレームを装用しない状態での P D 測定のみでも良いことは言うまでもない。この場合にはスケール補助具 2 0 を被検者の頭部に装着すればよい。

【0062】

50

また、アイポジションの求めかたは上記のような方法の他に、撮影された眼鏡フレーム像や前眼部像の輝度情報から画像処理により自動的に求める方法も可能である。

【0063】

さらに、できあがった眼鏡をもう一度被検者に掛けてもらい、本実施の形態の装置を用いて眼鏡の仕上がり具合を確認することもできる。すなわち、装置の注視目標距離を測定時と同じにし、被検眼には測定窓2を介してランプ11の照明による注視目標を注視させる。被検眼と眼鏡フレームのレンズには注視目標から発せられた光束によりそれぞれ反射輝点が形成されるので、カメラ10に撮像されてディスプレイ3a映し出される両者の輝点が同心になっているか否かにより、視線に対して眼鏡レンズの光心が適切に位置しているかを確認することができる。

10

【0064】

さらにまた、注視目標の呈示距離及び撮影距離を光学的に可変にする光学系としては、図9に示すように、装置本体100の筐体内にハーフミラー101、移動可能な凹面ミラー102を配置し、凹面ミラー102の移動により各距離を可変にする構成とすることもできる。被検者は観察窓103を介して距離可変にされる視標を注視する。なお、図9において、図2の構成と共通要素には同一の符号を付してあるので、その説明は省略する。

【0065】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、眼鏡装用の使用環境に応じた近用～遠用の被検者眼の位置を正確に測定できる。したがって、適切な眼鏡調整が可能になる。

20

また、近用～遠用を注視する被検者眼を撮影し、眼位置を測定する装置を極めてコンパクトな構成でハンディタイプとしたので、設置のためのスペースが節約できると共に、使い勝手が優れた装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】装置の外観を示す図である。

【図2】装置内部に配置される光学系の概略構成を示す図である。

【図3】スケール補助具20を示した図である。

【図4】制御系を示すプロック図である。

【図5】メモリ31に記憶された画像例を示す図である。

【図6】撮像位置によりアイポジションが変化する理由を示した図である。

30

【図7】ディスプレイ3aに表示された画像データからアイポジション、PDを求める方法を説明する図である。

【図8】近用測定時の装置本体1の使用例を示した図である。

【図9】注視目標の呈示距離及び撮影距離を光学的に可変にする光学系の1例を示す図である。

【図10】寸法補正を説明する図である。

【図11】ボクシングシステムを説明する図である。

【図12】下方回旋角度の求め方を示す図である。

【図13】被検者の顔の傾斜角度の求め方を示す図である。

【符号の説明】

40

1 装置本体

2 測定窓

3 画像表示部

3a ディスプレイ

3b 接続ケーブル

4 マウス

5 撮像部

5a 回転ノブ

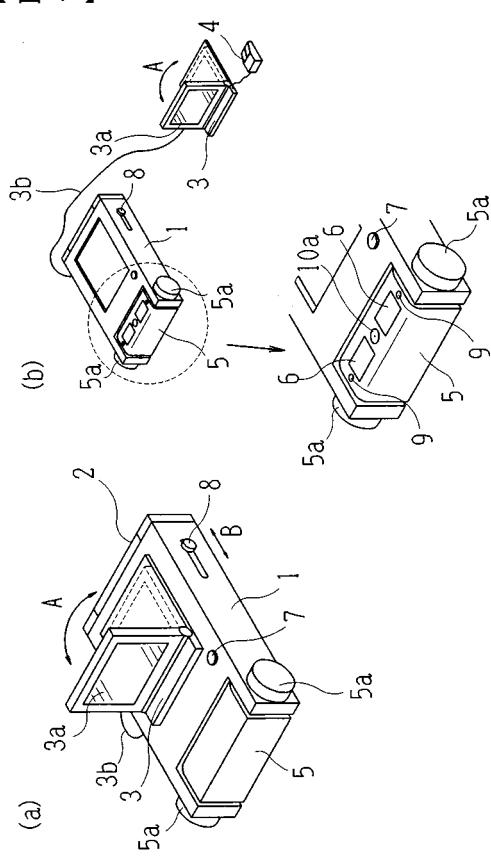
6 ミラー

7 撮影スイッチ

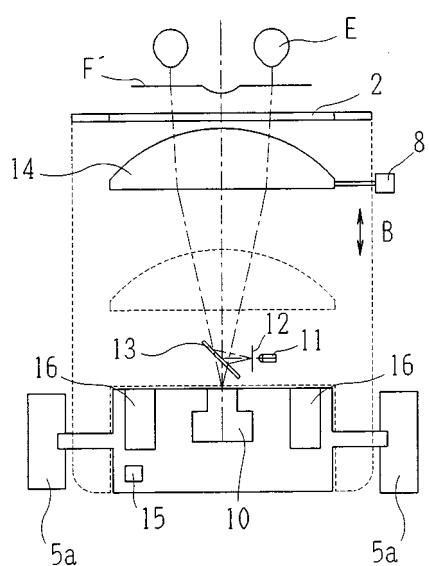
50

- 8 ノブ
 9 入射窓
 10 カメラ
 10a 撮影口

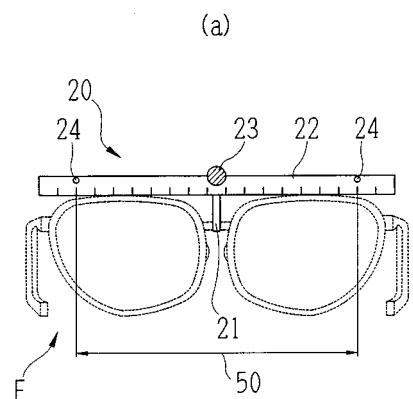
【図1】



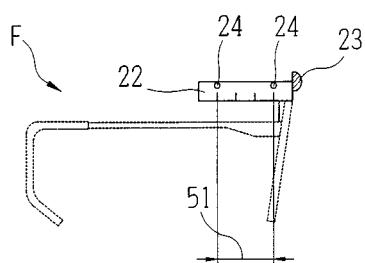
【図2】



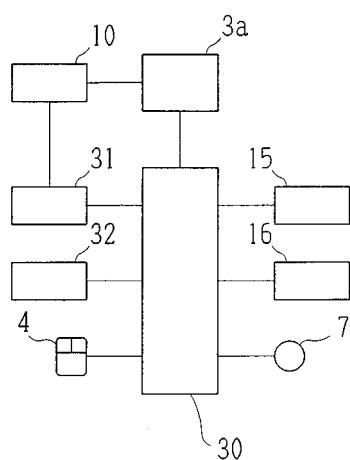
【図3】



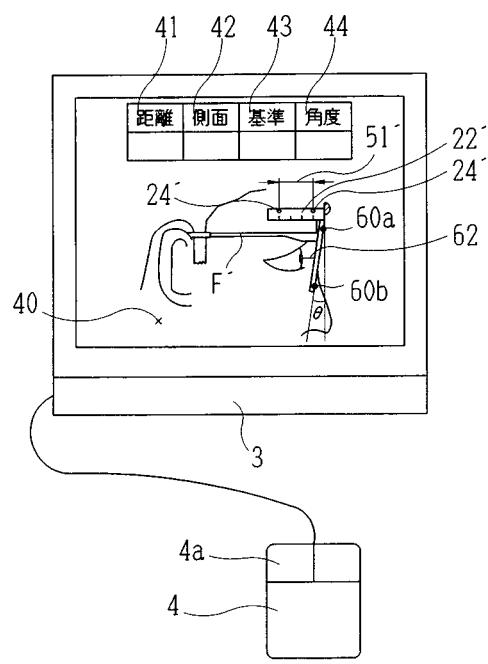
(b)



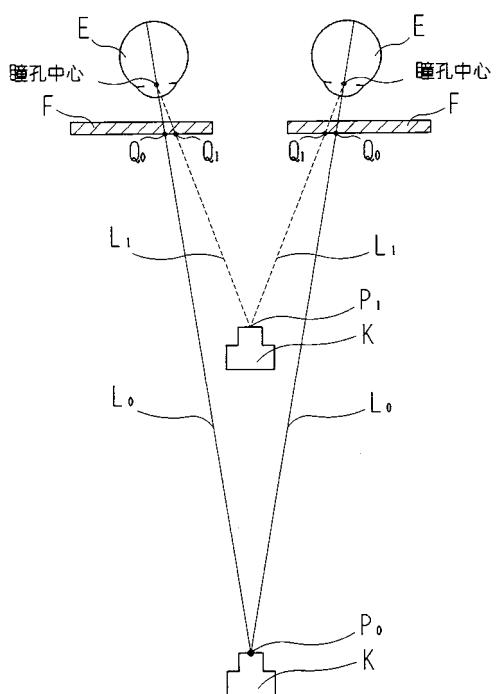
【図4】



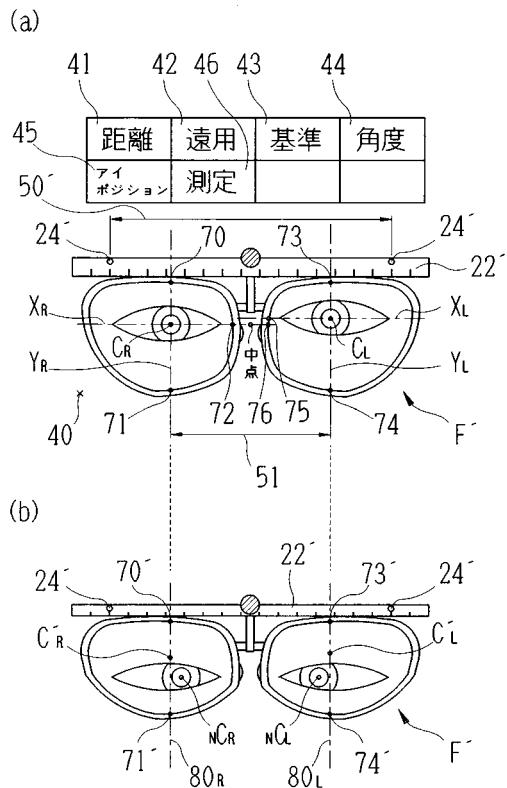
【図5】



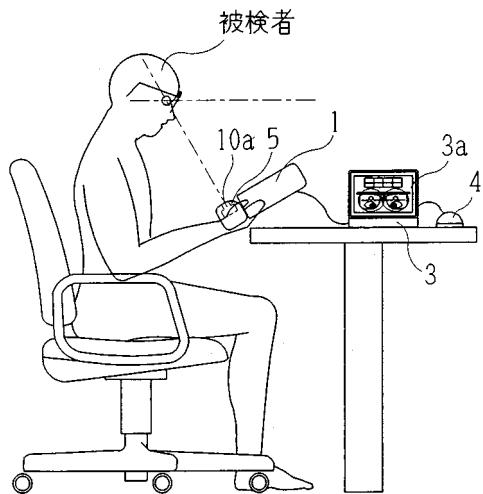
【図6】



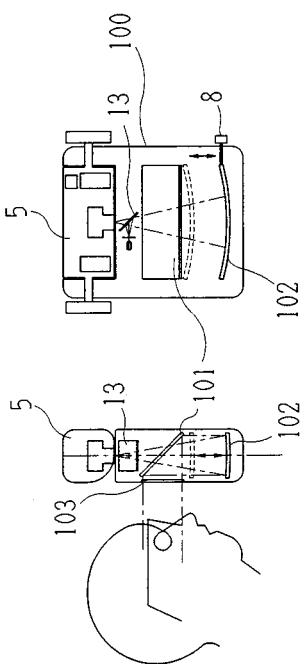
【図7】



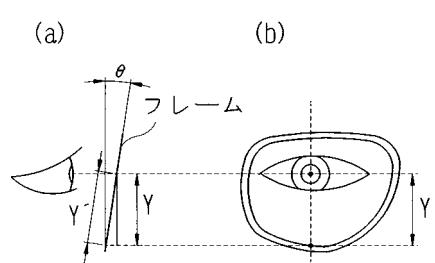
【 図 8 】



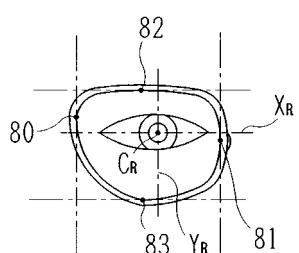
【図9】



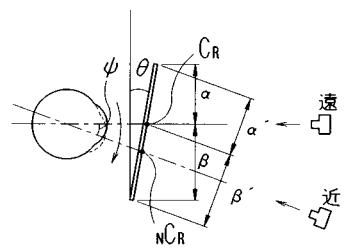
【図10】



【 図 1 1 】



【図12】



【図13】

