

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4428987号
(P4428987)

(45) 発行日 平成22年3月10日 (2010. 3. 10)

(24) 登録日 平成21年12月25日 (2009. 12. 25)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 3/10 (2006.01)
 A 6 1 B 3/10 W
 A 6 1 B 3/10 M

請求項の数 1 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-386995 (P2003-386995) (22) 出願日 平成15年11月17日 (2003. 11. 17) (65) 公開番号 特開2005-143903 (P2005-143903A) (43) 公開日 平成17年6月9日 (2005. 6. 9) 審査請求日 平成18年11月14日 (2006. 11. 14)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 (74) 代理人 100075948 弁理士 日比谷 征彦 (72) 発明者 前田 康雄 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内 審査官 後藤 順也</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の服屈折力を測定するための測定手段と、
被検眼と前記測定手段との間の上下、左右、前後方向の距離を検出するアライメント検出手段と、

被検眼に対し前記測定手段を上下、左右、前後方向に駆動する駆動手段と、
前記アライメント検出手段の検出結果に基づいて前記測定手段を前記駆動手段により上下、左右、前後方向に移動させてアライメントを行うオートアライメントモードと、

前後方向のアライメントには前記アライメント検出手段で検出された前後方向の距離に基づいて前記測定手段を監視又は前記測定手段を前記駆動手段により移動し、上下左右方向のアライメントには手動により前記駆動手段を手動で操作するマニュアル連続測定モードと、

前記オートアライメントモードの完了後に前記測定手段による眼屈折力測定エラーが生じた場合に、前記オートアライメントモードから前記マニュアル連続測定モードに自動的に移行させる移行手段と、

を備えたことを特徴とする眼科装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科医院等において、被検眼の屈折力などを測定するための眼科装置に関する

るものである。

【背景技術】

【0002】

被検眼に位置合せ用の指標光束を投影して位置合せの基準指標を作成し、この基準指標を用いて、装置の検眼光学部を被検眼に対して左右上下及び前後方向に対して電動で駆動する所謂オートアライメントにより被検眼と装置の位置合せを行う眼屈折力測定装置が特許文献1に開示されている。

【0003】

【特許文献1】特開2002-186585号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このようなオートアライメントによる測定を行う眼科装置では、常に被検眼の同じ部位で測定を行うようになっている。例えば、白内障の混濁が水晶体の中心部にある被検眼の場合に、測定を何度試みてもオートアライメントによって混濁のある中心部での測定を繰り返すので、測定光束が混濁によって遮ぎられ、測定光束が検出できない。その結果、測定エラーが続いて、測定が完了しないという問題点がある。

【0005】

また、このようなオートアライメント機能を有する眼科装置では、オートアライメントによる位置合せの測定の他に、従来の検眼装置のような操作者が検眼部の左右上下及び前後方向に駆動操作を行って、所望の位置に検眼部を移動させて、その位置で測定を行うマニュアル測定機能を有している。

20

【0006】

しかし、マニュアル測定で測定を行った場合に、左右上下の位置合せの他に前後方向の位置合せつまりピント合せにも、操作者は注意を払って操作しなくてはならないので、オートアライメント機能を有した装置の利便性が損われているのが現状である。

【0007】

本発明の目的は、上述の課題を解消し、操作が容易で安全性に富む眼科装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

上記目的を達成するための本発明に係る眼科装置は、被検眼の眼屈折力を測定するための測定手段と、被検眼と前記測定手段との間の上下、左右、前後方向の距離を検出するアライメント検出手段と、被検眼に対し前記測定手段を上下、左右、前後方向に駆動する駆動手段と、前記アライメント検出手段の検出結果に基づいて前記測定手段を前記駆動手段により上下、左右、前後方向に移動させてアライメントを行うオートアライメントモードと、前後方向のアライメントには前記アライメント検出手段で検出された前後方向の距離に基づいて前記測定手段を監視又は前記測定手段を前記駆動手段により移動し、上下左右方向のアライメントには手動により前記駆動手段を手動で操作するマニュアル連続測定モードと、前記オートアライメントモードの完了後に前記測定手段による眼屈折力測定エラーが生じた場合に、前記オートアライメントモードから前記マニュアル連続測定モードに自動的に移行させる移行手段と、を備えたことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る眼科装置によれば、オートアライメントモードからマニュアル連続測定モードに移行した場合においても、前後方向の位置ずれに注意を払うことなく、被検眼の測定可能部位を探す操作が容易にできる。

【0013】

通常ではオートアライメントのモードでアライメント及び測定を行い、エラーが発生したときのみ、マニュアルアライメントに切換えるようにすれば、どのような被検眼にでも

50

対応できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は実施例の被検眼の眼屈折力を測定する眼屈折力装置の外観図であり、前面は操作者が操作する操作面となっている。この操作面には、測定によって得られた測定値や被検眼像を表示するためのCRTモニタや液晶モニタから成る表示部1、スイッチパネル2が配置されている。また、装置の上部には可動の測定部3、側面には測定結果などを印字出力するためのプリンタ4が配置され、操作面の反対側には被検者のための顎受部5が設けられている。

【0015】

図2はスイッチパネル2の平面図であり、このスイッチパネル2には、測定部3を被検眼に対して上下左右に移動させるためのトラックボール6、測定部3を被検眼に対して前後に移動させるためのロータリエンコーダに接続されたローラ7、被検眼のオートアライメントや測定を開始するために用いられる測定開始スイッチ8、被検眼の眼屈折力測定を自動(オートアライメント・モード)で行うか、トラックボール6、ローラ7による手動位置合せのマニュアルモードで行うかの選択のための測定モード選択スイッチ9、眼屈折力測定における角膜頂間距離、乱視度数の符号や表示単位など装置の種々の設定を行うための設定スイッチ10、測定結果のプリンタ4への印字を行うための印字スイッチ11が配置されている。更に、顎受部5を顎受部上下動モータにより上昇させるためのスイッチ12、下降させるためのスイッチ13もスイッチパネル2上に配置されている。

【0016】

図3は測定部3の測定光軸を被検眼Eと位置合せを行うために、測定部3を被検眼Eに対して前後・左右・上下に駆動させる機構の説明図である。測定部3は上下方向に移動させるための上下駆動部21と接合されており、測定部3を約30mm上下方向に移動できるようになっている。

【0017】

測定部3は上下支柱22に支えられており、直動型のボールベアリングと昇降用の送りねじが内蔵された上下駆動支柱23に接合され、その上下駆動支柱23は上下駆動基台24に固定されている。測定部3の上下支柱22の中心軸回りの回転規制のために、回り止め支柱25が測定部3から下方に突起されており、上下駆動基台24に固定され直動軸受け26に嵌合されている。

【0018】

上下駆動支柱23と直動軸受け26の間には、上下方向駆動用の上下動モータ27が配置されており、上下駆動基台24の裏面にベルトを介して、上下駆動支柱23の送りねじを回転でき、上下動モータ27の正逆回転によって測定部3を昇降できるようにされている。

【0019】

なお図示は省略しているが、上下方向30mmのストロークの両端は、リミットスイッチにより移動限界位置が検知できるようになっている。また、上下動モータ27の出力軸には、パルスカウンタによるエンコーダが同軸状に配置され、上下駆動基台24の裏面にはそれを検知するフォトカプラが設けられている。

【0020】

前後駆動部28によって駆動される上下駆動基台24の裏面には雌ねじナット29が固定され、その雌ねじ部には前後駆動基台30に支持された送りねじ31が螺合され、送りねじ31は前後動モータ32とカップリングを介して結合されている。また、上下駆動基台24の左右両側面には、直動ガイドレール33a、33bが配置され、可動側が上下駆動基台24に、固定側が前後駆動基台30に接合されている。

【0021】

従って、前後動モータ32の正逆転によって、上下駆動部21を合む測定部3を前後方向に移動させることができる。前後方向40mmのストロークの両端は、図示を省略して

10

20

30

40

50

いるが、上下駆動部と同様にリミットスイッチにより移動限界位置を検知できるようになっている。また、前後動モータ32の軸上には、パルスカウントによるエンコーダが同軸状に配置され、前後駆動基台30の上面にはそれを検知するフォトカブラが配置されている。

【0022】

前後駆動基台30を左右方向に駆動させる左右駆動部34においては、前後駆動部28と同様に前後駆動基台30の裏面に図示しない雌ねじナットが固定され、その雌ねじ部には左右駆動基台35に支持された送りねじ36と螺合されている。送りねじは左右動モータ37にベルト38を介して結合されている。また、前後駆動基台30の前後両側面には、直動ガイドレール39a、39bが配置され、可動側が前後駆動基台30に、固定側が左右駆動基台35に接合されている。

10

【0023】

従って、左右動モータ37の正逆回転駆動によって、上下駆動部21及び前後駆動部28を含む測定部3を左右方向に移動させることができる。図示は省略しているが、前後駆動部28と同様に左右方向90mmのストロークの両端は、リミットスイッチにより移動限界位置が検知できるようになっている。また、左右動モータ37の軸上には、パルスカウントができるエンコーダが同軸状に配置され、左右駆動基台35の上面には、それを検知するフォトカブラが配置されている。

【0024】

このようにして、測定部3は上下駆動部21、前後駆動部28、左右駆動部34によって、被検眼Eに対して三次元方向に移動でき、子供から大人までの被検者の顎を顎受部5に載せて電動駆動により位置合わせすることができる。

20

【0025】

図4は測定部3の内部の光学系の配置図である。被検眼Eの視軸に位置合わせする測定部3の中心軸O上には、被検眼E側から可視光を全反射し波長880nmの光束を一部反射するダイクロイックミラー41、対物レンズ42、拡散板モータ43により駆動される拡散板44、孔あきミラー45、絞り46、投影レンズ47、投影絞り48、880nmの光を出射する測定光源49が順次に配列されている。孔あきミラー45の反射方向には、6分割絞り50、6分割プリズム51、受光レンズ52、二次元撮像素子53が順次に配置されている。6分割絞り50と6分割プリズム51は図5に示す形状になっており、実際にはこれらは密着されている。

30

【0026】

上述した光学系は眼屈折測定用であり、測定光源49から発せられた光束は、投影絞り48で光束が絞られ、投影レンズ47により対物レンズ42の手前で1次結像するようにされ、対物レンズ42、ダイクロイックミラー41を透過して被検眼Eの瞳中心に投光される。その光束は眼底で結像され、その反射光は瞳周辺を通過して再び対物レンズ42に入射される。入射された光束は対物レンズ42を透過後に、孔あきミラー45の周辺部で反射される。

【0027】

反射された光束は被検眼瞳孔と略共役な6分割絞り50で瞳分離され、6分割プリズム51で二次元撮像素子53の受光面に6点のスポット像として投影される。被検眼Eが正視眼であれば、この6点のスポット像の重心を結ぶ近似曲線は所定の円になり、近視眼や遠視眼では近似曲線の円の曲率が大きくなったり小さくなったりする。被検眼Eに乱視がある場合は近似曲線は楕円になり、水平軸と楕円の長軸でなす角度が乱視軸角度となる。この楕円の近似曲線の係数を基に屈折値を求める。

40

【0028】

一方、ダイクロイックミラー41の反射方向には、固視標投影光学系と、被検眼の前眼部観察とアライメント検出が共用されるアライメント受光光学系が配置されている。アライメント受光光学系は、ダイクロイックミラー41側からレンズ54、ダイクロイックミラー55、アライメントプリズム絞り56、結像レンズ57、二次元撮像素子58が配置

50

されている。

【0029】

図6はアライメントプリズム絞り56の形状を示し、円盤状の絞り板に3つの開口部56a、56b、56cが設けられていて、両側の開口部56a、56bのダイクロイックミラー55側には波長880nm付近のみの光束を透過するアライメントプリズム59a、59bが貼付されている。

【0030】

また、被検眼Eの前眼部の斜め前方には、780nm程度の波長を有する前眼部照明光源60a、60bが配置されている。この前眼部照明光源60a、60bによって照明された被検眼Eの前眼部像の光束は、対物レンズ42、ダイクロイックミラー41、レンズ54、ダイクロイックミラー55、アライメントプリズム絞り56の中央開口部56c、結像レンズ57を介して二次元撮像素子58の受光センサ面に結像する。アライメント検出のための光源は、眼屈折測定用の測定光源49と兼用されている。アライメント時には、拡散板モータ43により半透明の拡散板44が光路に挿入される。

10

【0031】

拡散板44が挿入される位置は、前述の測定光源49の投影レンズ47による一次結像位置であり、かつ対物レンズ42の焦点位置に挿入される。これにより、測定光源49の像が拡散板44上に一旦結像して、それが二次光源となり対物レンズ42から被検眼Eに向かって太い光束の平行光束として投影される。

【0032】

20

この平行光束が被検眼角膜Cで反射されて輝点像を形成し、その光束は再び測定部3の対物レンズ42を透過、ダイクロイックミラー41でその一部が反射され、レンズ54を介してダイクロイックミラー55で反射し、アライメントプリズム絞り56の開口部56c及びアライメントプリズム59a、59bを透過して、結像レンズ57により収斂されて二次元撮像素子58の撮像面上に像を結ぶ。

【0033】

アライメントプリズム絞り56の中心の開口部56cは、前眼部照明光源60a、60bの波長780nm以上の光束が通るようになっていて、前眼部照明光源60a、60bにより照明された前眼部像の反射光束は、角膜Cの反射光束の経路と同様に観察光学系を辿り、アライメントプリズム絞り56の開口部56cを介して、結像レンズ57で二次元撮像素子58に結像される。また、アライメントプリズム59aを透過した光束は下方向に屈折され、アライメントプリズム59bを透過した光束は上方向に屈折される。

30

【0034】

ダイクロイックミラー55の透過側には固視投影光学系が配置されており、反射ミラー61、固視誘導レンズ62、固視チャート63、固視投影光源64が順次に配列されている。固視誘導時に、点灯された固視投影光源64の投影光束は、固視チャート63を裏側から照明し、固視誘導レンズ62、レンズ54を介して被検眼Eの眼底に投影される。なお、固視誘導レンズ62は被検眼Eの視度誘導を行い雲霧状態を実現するために、固視誘導モータ65により光軸方向に移動できるようになっている。

【0035】

40

図7はブロック回路構成図である。測定スイッチ、プリント開始スイッチ等が配置されたスイッチパネル2、プリンタ4がCPU70のポートに接続されている。

【0036】

二次元撮像素子53で撮影された眼底像の映像信号は、A/D変換器71によりデジタルデータに変換され、画像メモリ72に格納される。CPU70は画像メモリ72に格納された画像を基に、眼屈折力の演算を行う。また、二次元撮像素子58で撮影された前眼部像の映像信号は、A/D変換器73によりデジタルデータに変換され画像メモリ74に格納される。CPU70は画像メモリ74に格納された画像を基に、アライメント輝点を検出してアライメント状態の検出判断を行ったり、被検眼角膜の曲率半径の演算を行う。

【0037】

50

また、二次元撮像素子 5 8 で撮影された前眼部像の映像信号は、キャラクタ発生装置 7 5 からの信号と合成され、表示部 1 上に前眼部像や測定値等が表示される。測定光源 4 9、前眼部照明光源 6 0 a、6 0 b、固視投影光源 6 4 は図示しないドライバを介して D/A 変換器 7 6 に接続されており、CPU 7 0 からの指令により光量を変化させることができる。

【0038】

上下動モータ 2 7、前後動モータ 3 2、左右動モータ 3 7、拡散板モータ 4 3、固視誘導モータ 6 5 は、それぞれのモータドライバ 7 7、7 8、7 9、8 0、8 1 を介して CPU 7 0 からの指令により駆動される。また、顎受部 5 を駆動する駆動モータ 8 2 がモータドライバ 8 3 を介して CPU 7 0 に接続されており、スイッチパネル 2 の顎受部上下動スイッチ 1 2、1 3 の入力により、CPU 7 0 からの指令により駆動される。

10

【0039】

図 8 はスイッチパネル 2 の設定スイッチ 1 0 を押した後に、装置の設定を行うために表示部 1 の画面に表示される内容の一部を示している。角膜頂間距離 VD は 0、1 2 . 0、1 3 . 5 から選択できるようになっており、乱視度数の符号 CYL は -、+、+ / - から選択できるようにされ、表示単位 INC は 0 . 1 2、0 . 2 5 から選択できるようになっている。

【0040】

オートアライメントで測定を行う際に、1 回の測定で測定される回数「Auto Measure」は 1、3、5 から選択できるようになっている。オートアライメントで被検者の左右両眼を連続して測定する「R&L Measure」は、連続で測定するか (ON)、片眼の測定で停止するか (OFF) を選択できるようになっている。測定の終了後に、プリンタ 4 から自動で測定結果を印字するかの設定「Auto Print」は、ON、OFF から選択できるようになっている。

20

【0041】

図 8 において、各項目の下線が引かれている項目が現在の設定を示している。この設定は最下部のグラフィックで示されているように、トラックボール 6、ローラ 7 及び各スイッチ 8 ~ 1 1、顎受部上下動スイッチ 1 2、1 3 の操作により指示し変更を実行できる。

【0042】

被検眼 E の測定に際しては、被検者は顎受部 5 に顎を載せ、額を額当てに突き当てることにより顔を固定される。被検眼 E に対して測定部 3 を光軸 O を合わせるため、操作者はトラックボール 6 とローラ 7 を操作する。トラックボール 6 の操作は測定部 3 を被検眼 E に対し左右及び上下方向に移動させ、ローラ 7 は測定部 3 を前後方向に移動させて位置合わせができる。

30

【0043】

この操作において、装置側ではトラックボール 6 及びローラ 7 に接続されているそれぞれのパルスカウンタやロタリエンコーダからの出力信号を CPU 7 0 で受けて、操作量及び速度が検知できるようになっている。更に、その操作量及び速度から各モータドライバ 7 7、7 8、7 9 を介して、上下動モータ 2 7、前後動モータ 3 2、左右動モータ 3 7 を駆動させる。

40

【0044】

操作者は上述した操作により、被検眼 E の前眼部を表示部 1 で確認しながら測定部 3 を移動し、被検眼 E の瞳孔が確認できると、スイッチパネル 2 の測定開始スイッチ 8 を押す。これにより、装置は先ず被検眼 E に対して測定部 3 を自動的に位置合わせする次のオートアライメントを開始する。

【0045】

・オートアライメント

図 9 は上記のトラックボール 6 及びローラ 7 を検者が操作後に、測定を開始した時点における二次元撮像素子 5 8 に撮像された被検眼 E の前眼部像である。CPU 7 0 はこの画像を画像メモリ 7 4 に一旦取り込み、画像の中の暗い部分の面積中心 Dc を算出する。本

50

実施例では、例えばメモリの1画素の分解能を8ビット(256段階)とした場合に、スレッシュホールドレベルを80として、それよりも暗い部分を被検眼の瞳孔部分として検出し、その暗い部分の面積中心 D_c を算出する。

【0046】

図9に示すように、被検眼Eの瞳孔の一部しか撮像されていないときは、面積中心 D_c は瞳孔中心と一致しないが、後述のように測定部3をオートアライメント機能によって中心に移動させることによって、被検眼Eの瞳孔が全て撮像されるようになるので、オートアライメントを開始した時点で瞳孔中心と面積中心 D_c が一致していなくとも問題はない。

【0047】

算出された瞳孔像の面積中心 D_c が、二次元撮像素子58の中心58cに一致或いはアライメント許容範囲 M_a 内に入るように、CPU70は上下動モータ27、左右動モータ37を作動し、測定部3を上下左右に移動させる。図9の場合には、被検眼Eの瞳孔像の面積中心 D_c は、中心58cよりも左斜め上に位置しているため、CPU70は被検眼Eから見て上方向及び右方向に測定部3を移動させるようにモータ27、37を駆動する。

【0048】

なお、半径 r_a は最終アライメント許容範囲 M_a 、半径 r_b は粗アライメントでの目標アライメント許容範囲 M_b である。CPU70は上述の瞳孔の面積中心 D_c の計算、中心58cとの変位方向・変位量の算出を行い、変位量が所定の粗アライメント許容範囲の半径 r_b 以下になるまで測定部3の駆動を行って、測定部3の中心軸Oと被検眼Eの粗アライメント動作を継続する。

【0049】

瞳孔の面積中心 D_c が粗アライメントの許容範囲 M_b 内に入り、面積中心 D_c と中心58cとの距離が半径 r_b 以下になると、CPU70は拡散板44を光路内に挿入して測定光源49を点灯する。図10はそのときの前眼部像である。

【0050】

前述したように、測定光源49の光束は拡散板44上に測定光源49の像を一旦結像して、その像からの拡散光束が被検眼Eの角膜Cに平行光束を投影する。この平行光束は角膜Cで反射され、よく知られているように角膜Cの曲率半径の1/2の位置に輝点として像を結像する。

【0051】

測定部3内に設けられたアライメントプリズム絞り56の開口部56a、56b、56c及びプリズム59a、59bにより、二次元撮像素子58上には3つの角膜輝点像、つまり輝点 T_a 、 T_b 、 T_c が投影される。なお、両側の輝点 P_r 、 P_l は前眼部照明光源60a、60bの角膜反射による角膜反射輝点である。CPU70は画像メモリ74に図10の前眼部像を取り込み、3つの輝点 T_a 、 T_b 、 T_c の検出を行う。

【0052】

3つの輝点 T_a 、 T_b 、 T_c が検出できると、中心の輝点 T_c を中心58cの方向に一致させるように測定部3を移動する。CPU70は輝点 T_c が最終アライメント許容範囲 M_a 内に入り、輝点 T_c と中心58cとの距離が半径 r_a 以下になるまで、測定部3を図11に示すように上下・左右に移動し、その後測定部3を前後方向に移動させてピント方向の位置合せを行う。

【0053】

角膜輝点 T_a 、 T_b が輝点 T_c に対して鉛直方向に並ぶように、CPU70は測定部3を前後方向に駆動し、図12に示すように3つの角膜輝点 T_a 、 T_b 、 T_c が上下方向に1列に並んだ状態でアライメントを完了する。

【0054】

この3つの輝点 T_a 、 T_b 、 T_c の位置関係から作動距離を求める方法、つまり測定部3の前後の移動方向と角膜輝点 T_a 、 T_b の挙動については、特許文献2に記述されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

【特許文献 2】特開平 9 - 8 4 7 6 0 号公報

【 0 0 5 6 】

アライメントが完了すると測定光源 4 9 を一旦消灯して、図 1 3 に示す状態で前眼部照明光源 6 0 a、6 0 b の角膜反射輝点 P r、P l の間隔 d 0、d 1、d 2 を計測して記憶しておく。間隔 d 1 を求めるには、二次元撮像素子 5 8 の中心 5 8 c から左方向に走査して輝点の塊を検出し、その重心を算出することで求めることができる。同様に間隔 d 2 を求めるには、中心 5 8 c から右方向に走査して重心を算出することで求めることができる。また、間隔 d 0 は求めた角膜反射輝点 P r、P l の重心の水平方向の距離として算出することができる。後述するように、測定部 3 を上下・左右に動かしたときに、この間隔 d 0、d 1、d 2 が必要となる。続いて、屈折力測定の動作に移行する。

10

【 0 0 5 7 】

・屈折力測定

眼屈折力を算出するために、CPU 7 0 はオートアライメントのために光路に挿入していた拡散板 4 4 を光路から退避させる。消灯していた測定光源 4 9 を点灯し、被検眼 E の眼底に測定光束を投影する。眼底からの反射光は上述の光路を辿り、二次元撮像素子 5 3 で受光される。撮像された眼底像は被検眼の屈折力により、6 点に分離されて投影される。この 6 点の画像を A / D 変換器 7 1 によりデジタル化して、画像メモリ 7 2 に格納する。

20

【 0 0 5 8 】

画像メモリ 7 2 に格納された 6 点のそれぞれの重心座標を算出し、周知の方法によりその 6 点を通る楕円の方程式を求める。求められた楕円の長径、短径及び長径軸の傾きを算出して、被検眼 E の眼屈折力を算出する。なお、求められた楕円の長径、短径に相当する眼屈折力値及び二次元撮像素子 5 3 の受光面上での楕円軸の角度と乱視軸との関係は、予め装置の製造過程において較正されている。

【 0 0 5 9 】

このようにして、求められた眼屈折力値からその屈折力値に相当する位置まで、モータドライバ 8 1 を介して固視誘導モータ 6 5 を駆動し、固視誘導レンズ 6 2 を移動して、被検眼 E の屈折度に相当する屈折度で固視チャート 6 3 を被検眼 E に呈示する。その後、固視誘導レンズ 6 2 を所定量だけ遠方に移動し、固視チャート 6 3 を雲霧させ、再び測定光源 4 9 を点灯し屈折力を測定する。このように、屈折力の測定 固視チャート 6 3 による雲霧 屈折力の測定を繰り返し、屈折力が安定する最終の測定値を得ることができる。

30

【 0 0 6 0 】

通常では、このようにして眼屈折力の測定を終了するが、水晶体の中心部分に白内障の混濁を持った被検眼 E の場合に、上述のオートアライメントでは常に同じ位置、被検眼 E の中心にアライメントして測定を行うように装置は動作しても、測定光源 4 9 の投影光束が混濁によって眼底に届かず、二次元撮像素子 5 8 で反射光が撮像されないために、何度測定を試みてもエラーとなって測定できない。このような被検眼 E に対して、本実施例では以下に述べるマニュアル連続測定のモードに移行してマニュアルアライメントによる眼屈折力測定を行う。

40

【 0 0 6 1 】

・マニュアル連続測定

上述のオートアライメント完了後に、眼屈折力測定の段階でエラーとなった場合に、装置は自動でマニュアル連続測定のモードに移行する。マニュアル連続測定モードは、操作者が測定部 3 の位置をトラックボール 6 を用いて手で測定位置を変化させて混濁のない位置で測定を行うためのモードであり、測定光源 4 9 の点灯・二次元撮像素子 5 8 で受光・撮像された眼底画像の解析・屈折力演算を連続的に繰り返すを行う。

【 0 0 6 2 】

マニュアル連続測定モードの最中に、操作者はトラックボール 6 を操作して、被検眼 E

50

の瞳孔の領域で測定が可能な場所を探しながら測定を行う。被検眼 E の混濁がない部分に測定部 3 の中心軸 O を移動したときは、二次元撮像素子 5 8 で眼底からの反射光が受光され眼屈折力が算出できるので、表示部 1 に測定値を表示する。白内障の混濁により測定光束が遮ぎられて、測定値を演算するために十分な光束が受光できなかった場合には、表示部 1 にエラー表示を行う。

【 0 0 6 3 】

マニュアル連続測定モードでは、このような測定動作の繰り返しを測定値が合計 1 0 個採取できるまで継続して行い、1 0 個の測定値が採取されたときに、停止するようになっている。また、採取できた測定値が 1 0 個に満たない場合でも、所定回数、例えば 4 0 回、測定光源 4 9 の点灯・眼底画像の解析・演算の動作を行った時点で停止するようになっている。

10

【 0 0 6 4 】

停止する条件はその他に、マニュアル連続測定モードに入ってから経過時間、例えば 4 5 秒を限度に、4 5 秒が経過した状態で採取された測定値が 1 0 個に満たない場合に、停止するようにしてもよい。

【 0 0 6 5 】

この間に、操作者は測定できる被検眼 E の部位を探すことに注意が注がれるので、本実施例の眼屈折力計ではトラックボール 6 の操作のみを操作者が行い、以下に述べるように前後方向の位置合せ、つまりピント合せは前述の角膜反射輝点 P r、P l の間隔を用いて、装置が監視・位置合せを行うようになっている。

20

【 0 0 6 6 】

C P U 7 0 に記憶されている角膜反射輝点 P r、P l の間隔 d は、よく知られているように、被検眼 E と装置の距離が離れると d 0 よりも短く、被検眼 E と装置の距離が近くなると d 0 よりも長くなる。

【 0 0 6 7 】

操作者がトラックボール 6 を操作して、オートアライメント完了時点から左に x、上方向に y だけ測定部 3 を移動させたとき、図 1 4 に示すように角膜反射輝点 P r、P l を検出する領域は、二次元撮像素子 5 8 のセンサの中心 5 8 c から右に x、上方向に y ずれた位置を中心として、左右に d 1、d 2 だけ離れた位置の走査領域 S r、S l の範囲を走査して角膜反射輝点 P r、P l の間隔 d を求める。

30

【 0 0 6 8 】

もし、 $d > d 0$ ならば被検眼 E が装置に近付いているので、測定部 3 を被検眼 E から遠去ける方向に前後動モータ 3 2 を駆動する。また、 $d < d 0$ ならば被検眼 E が装置から遠去かっているため、測定部 3 を被検眼 E に近付ける方向に前後動モータ 3 2 を駆動する。

【 0 0 6 9 】

C P U 7 0 は角膜反射輝点 P r、P l の間隔 d が d 0 に等しくなるように、或いは前後方向の許容誤差範囲を考慮して、間隔 d が d 0 に概略等しくなるように前後動モータ 3 2 を駆動制御することにより、前後方向のアライメント状態を保つことができるようになっている。

【 0 0 7 0 】

上述のように、トラックボール 6 の操作量から角膜反射輝点 P r、P l の走査領域を決定して間隔 d を算出し、前後方向のアライメント状態の監視・維持動作は、マニュアル連続測定モードにおいて操作者がトラックボール 6 を操作して、測定部位を探しながら測定を行っている間は継続して行われている。

40

【 0 0 7 1 】

このように、トラックボール 6 の操作量から角膜反射輝点 P r、P l を検出する範囲を容易に限定できるので、前後方向の位置ずれの検出及び位置合せ処理の負荷が少なく、連続的に測定を行っていても、各回の測定処理、つまり測定光源の点灯、眼底画像の取り込み、測定値の演算の合い間に、前後方向の位置検出及び位置合せが可能である。

【 0 0 7 2 】

50

本実施例では、上記のようにマニュアル連続測定を行っている間は、装置が前後方向のアライメント状態を監視しているため、操作者が不用意にローラ7に触れて、前後方向の位置が大きく動いてしまう危険性を回避するために、マニュアル連続測定モードに移行したときは、ローラ7での操作指令は無効にして、操作者によって前後方向に測定部3を移動させることを禁止するようになっている。この操作者による測定部3の前後方向の駆動操作が可能になるのは、マニュアル連続測定モードを終了して通常測定の待機状態に移行するか、モードスイッチ9を押してマニュアル測定モードに移行すればよい。

【0073】

図15は上述した本実施例のマニュアル連続測定時の動作フローチャート図である。マニュアル連続測定モードに移行すると、取得できた測定値の数を初期化し(ステップS1)、屈折力測定動作を1回行う(ステップS2)。この工程は測定光源49を点灯し、眼底画像用の二次元撮像素子53から得られた画像を解析して測定値を算出する過程を含んでいる。

10

【0074】

測定値が得られたかエラーになったかの判定を行い(ステップS3)、測定値が得られた場合は(ステップS4)、取得できた測定値の数Nを1個増加し、合計10個の測定値が得られたかどうかチェックする(ステップS5)。得られた測定値の数Nが所定の回数である10個に達すると測定を終了し(ステップS6)、10個未満の場合はステップS2に戻って測定動作を繰り返す。

【0075】

20

ステップS3で測定値が得られずエラーになった場合や、得られた測定回数Nが10個未満の場合は、前眼部照明光源60a、60bの輝点Pr、Plの間隔dを求めて(ステップS7)、間隔dが初期値のd0よりも大きい場合は(ステップS8)、測定部3を被検眼Eから遠去ける方向に駆動制御を行い(ステップS9)、間隔dが初期値のd0よりも小さい場合は(ステップS10)、測定部3を被検眼Eに近付ける方向に駆動制御を行い(ステップS11)、前後方向のアライメント動作を行う。

【0076】

上述したトラックボール6とローラ7の操作量から、輝点Pr、Plの間隔d0を求める動作はステップS7に含まれている。前後方向のアライメント動作を上記のように行いながら、ステップS2～S5の測定・測定値のチェックを繰り返し、連続測定を行う。

30

【産業上の利用可能性】

【0077】

実施例では、オートアライメント完了後に眼屈折力測定でエラーが発生した場合に、自動的にマニュアル連続測定モードに移行する例を説明したが、図16に示すように測定エラーが発生したときに、表示部1に操作者に対するマニュアル連続測定モードへの移行を促す表示を行い、例えばモード選択スイッチ9を数秒間押し続けることによって、通常のマニュアル測定モードではないマニュアル連続測定モードに移行するようなシステムとすることもできる。

【0078】

また、実施例では左右上下方向の操作手段としてトラックボール6、前後方向の操作手段としてローラ7を使用する場合について説明してきたが、例えばジョイスティックの操作を検出し、その検出量から測定部3を電動で上下左右及び前後方向に駆動するような構造を有する眼科装置について適用してもよい。即ち、マニュアル連続モードに移行して、連続測定を行っている最中に前後方向のジョイスティックによる駆動指示を禁止して、前後方向をオートアライメントするようにしても同様の効果が得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】実施例に係る眼屈折力計の外観図である。

【図2】操作パネルの平面図である。

【図3】測定部の駆動機構の説明図である。

50

- 【図4】測定部の光学的構成図である。
- 【図5】6分割絞り、6分割プリズムの斜視図である。
- 【図6】アライメントプリズム絞りの斜視図である。
- 【図7】ブロック回路構成図である。
- 【図8】設定モード画面の説明図である。
- 【図9】前眼部画像の説明図である。
- 【図10】前眼部画像の説明図である。
- 【図11】前眼部画像の説明図である。
- 【図12】前眼部画像の説明図である。
- 【図13】前眼部画像の説明図である。
- 【図14】前眼部画像の説明図である。
- 【図15】マニュアル連続測定時の動作フローチャート図である。
- 【図16】モニタ画面のエラー表示の説明図である。

10

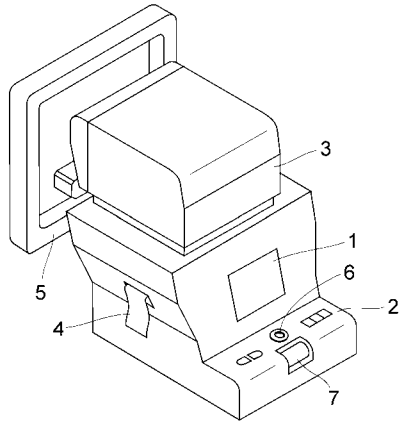
【符号の説明】

【0080】

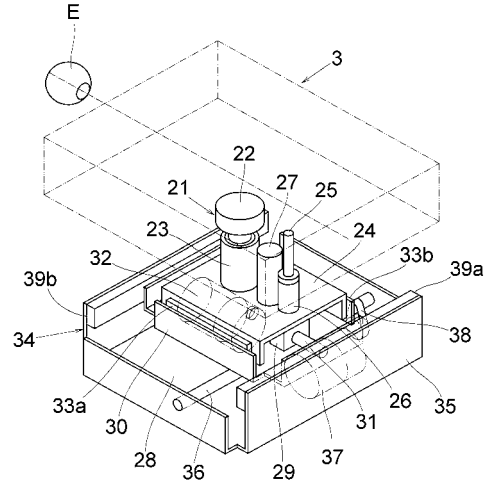
- 1 表示部
- 2 スイッチパネル
- 3 測定部
 - 2 1 上下駆動部
 - 2 8 前後駆動部
 - 3 4 左右駆動部
 - 4 9 測定光源
 - 5 3、5 8 二次元撮像素子
 - 6 0 a、6 0 b 前眼部照明光源
- 6 3 固視チャート
- 6 4 固視投影光源

20

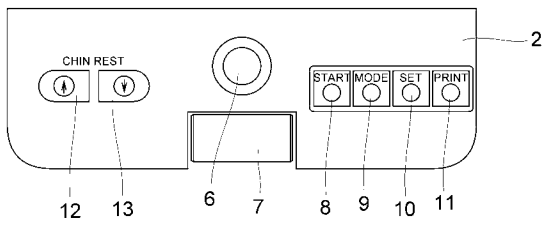
【 図 1 】



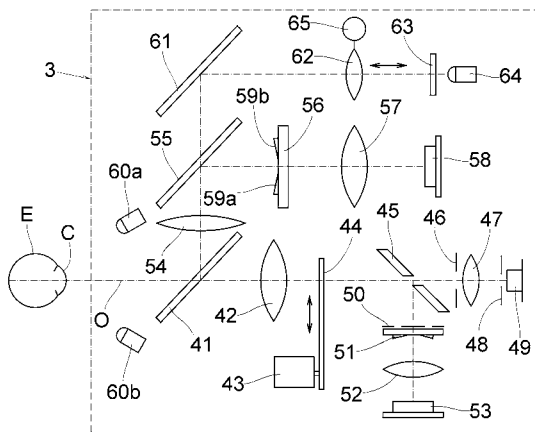
【 図 3 】



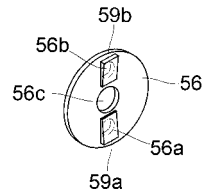
【 図 2 】



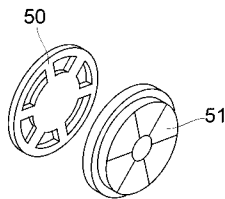
【 図 4 】



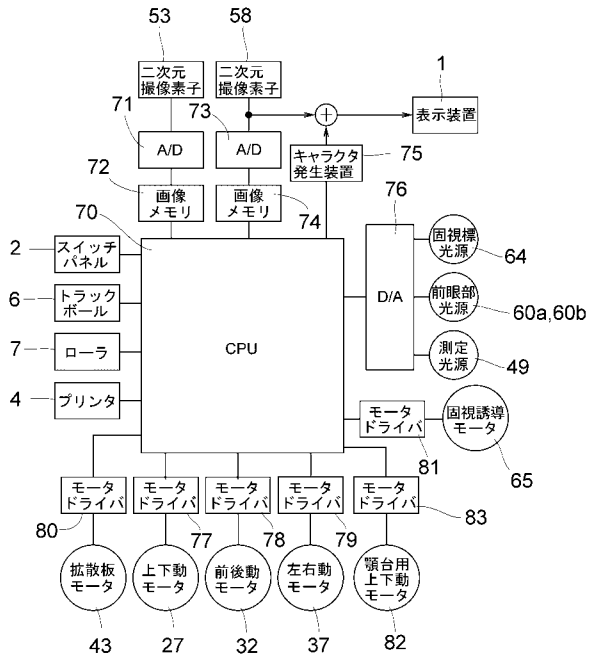
【 図 6 】



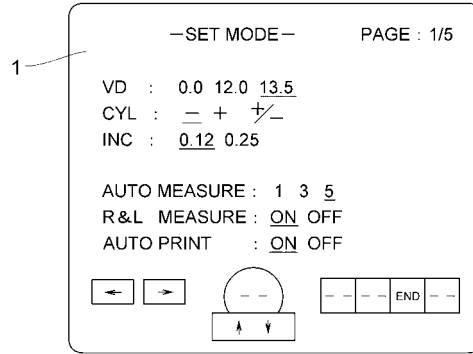
【 図 5 】



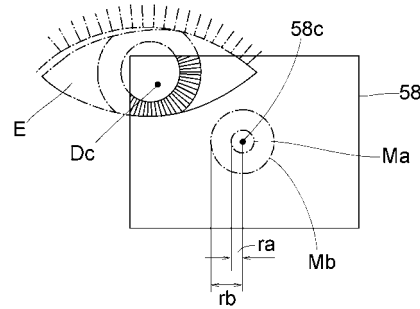
【図7】



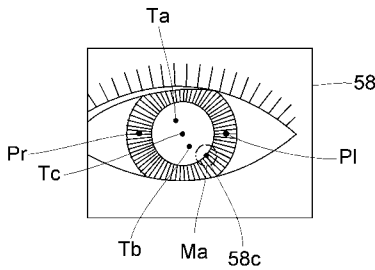
【図8】



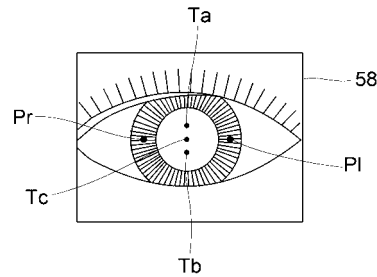
【図9】



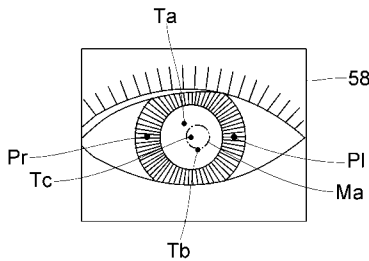
【図10】



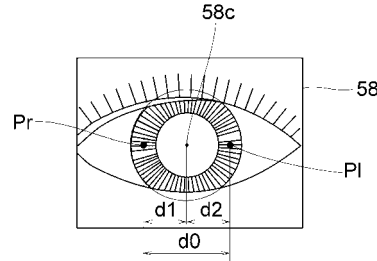
【図12】



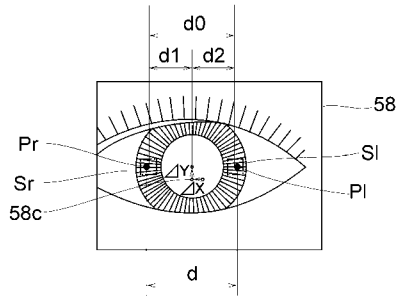
【図11】



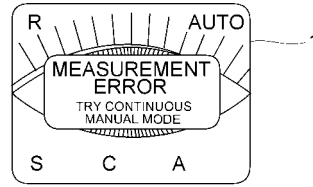
【図13】



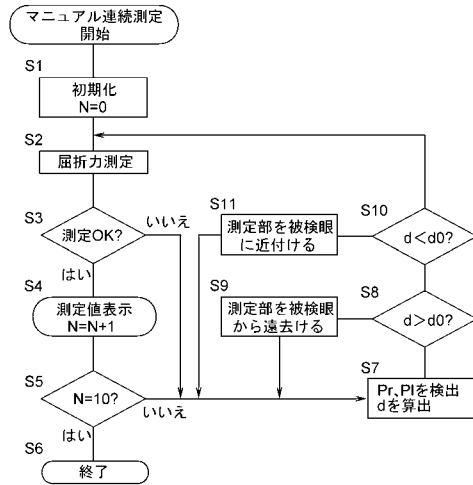
【図14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-238852(JP,A)
特開2000-245698(JP,A)
特開2001-029316(JP,A)
特開2001-275973(JP,A)
特表平10-508229(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/10