

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5179894号
(P5179894)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 W
A 6 1 B 3/16 (2006.01)	A 6 1 B 3/16
	A 6 1 B 3/10 H
	A 6 1 B 3/10 M

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-34542 (P2008-34542)	(73) 特許権者	000220343 株式会社トプコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22) 出願日	平成20年2月15日(2008.2.15)	(74) 代理人	110000866 特許業務法人三澤特許事務所
(65) 公開番号	特開2009-189624 (P2009-189624A)	(74) 代理人	100081411 弁理士 三澤 正義
(43) 公開日	平成21年8月27日(2009.8.27)	(72) 発明者	伊藤 亮輔 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
審査請求日	平成23年2月10日(2011.2.10)	(72) 発明者	中村 武 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
		審査官	安田 明央

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】

被検眼に対して第1の作動距離で第1の検査を行う第1の検査手段と、
前記被検眼に対して前記第1の作動距離よりも短い第2の作動距離で第2の検査を行う第2の検査手段と、

前記第1の検査手段及び前記第2の検査手段を移動させる駆動手段と、
を有し、前記第1の検査を実施した後に前記第2の検査を実施する眼科装置であって、
前記第1の作動距離と、前記第2の作動距離と、被検眼に対して最も近接可能な安全距離とを予め記憶する記憶手段と、

前記第1の検査を実施したときの前記第1の検査手段の位置情報を取得し、前記第1の検査手段の位置情報と、前記第1の作動距離と、前記第2の作動距離とに基づいて、前記第2の検査手段の検査位置を設定するとともに、前記第1の検査手段の位置情報及び前記安全距離に基づいて、前記第2の作動距離の方向における前記第2の検査手段の可動範囲を設定する設定手段と、

前記駆動手段を制御し、前記第2の検査手段を前記設定された検査位置まで移動させ、更に、前記設定された可動範囲で前記第2の検査手段のアライメントを実行させる制御手段と、

を備えることを特徴とする眼科装置。

【請求項2】

被検者の顔の移動を検知する検知手段を更に備え、

10

20

前記検知手段により顔の移動が検知されたときに、顔の移動があったことを報知するとともに、前記設定手段により設定された可動範囲を破棄する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

【請求項 3】

前記記憶手段は、前記第 2 の検査において前記駆動手段により前記第 2 の検査手段を移動させるときの前記被検眼に対する最短距離を予め記憶する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

【請求項 4】

前記設定手段は、前記位置情報と前記第 1 の作動距離との和から前記最短距離を減算した値を算出し、前記算出された値に基づいて前記可動範囲を設定する、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の眼科装置。

10

【請求項 5】

前記制御手段は、前記第 1 の検査が実施された後に、前記位置情報、前記第 1 の作動距離及び前記第 2 の作動距離に基づいて、前記駆動手段を制御し、前記被検眼から前記第 2 の作動距離だけ離れた位置に前記第 2 の検査手段を移動させる、
ことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記第 2 の検査手段は、前記第 2 の検査として前記被検眼の眼圧測定を行う、
ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 7】

前記第 1 の検査手段は、前記第 1 の検査として前記被検眼の眼屈折力測定及び / 又は角膜形状測定を行う、
ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の眼科装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、被検眼に対して複数の検査を行う眼科装置に関する。

【背景技術】

【0002】

被検眼に対して複数の検査を行う眼科装置としては、たとえば特許文献 1 に開示されたものが知られている。この眼科装置には、第 1 測定部（眼屈折力・角膜形状測定部）と、第 2 測定部（眼圧測定部）とが設けられている。これら測定部は上下に並べて配置されている。

30

【0003】

一般に、眼圧測定における作動距離（ワーキングディスタンス）は、眼屈折力測定や角膜形状測定における作動距離よりも短い。たとえば、前者の作動距離は 11 mm 程度に設定され、後者の作動距離は 35 mm 程度に設定される。

【0004】

このように、特に作動距離が短い眼圧測定においては、空気を噴出するノズルが、被検者に接触するおそれがある。特許文献 1 に記載の眼科装置は、眼屈折力等の測定から眼圧測定への切り換えを行うときに、眼圧測定部を作動距離方向（被検眼に対して前後方向）に移動させることにより、被検者への接触を回避するようになっている。

40

【0005】

従来の眼圧計においても、被検者に対する接触を防止するための様々な工夫がなされている。たとえば特許文献 2 には、被検者に対する近接を検知して測定ヘッドを移動させる機能を有する眼圧計が開示されている。

【0006】

また、非特許文献 1 に開示された眼圧計は、角膜と装置とが近づきすぎたときに装置の移動を自動停止させる機能や、角膜と装置とが近づきすぎた旨を報知（表示、警告音）する機能を有している。

50

【 0 0 0 7 】

なお、眼屈折力や角膜形状の測定においては、作動距離が比較的長いことから、特にこのような安全対策は施されないのが一般的である。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 8 2 6 7 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 1 8 7 0 2 4 号公報

【非特許文献 1】株式会社トプコン、ノンコンタクトタイプトノメーター CT-90A カタログ、[online]、[平成 20 年 2 月 6 日検索]、インターネット URL: http://www.topcon.co.jp/eyecare/pdf/ct_90a.pdf

【 発明の開示 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

複数の検査を実施可能な眼科装置においては、上記の従来技術を加味したとしても次のような問題が生じてしまう。

【 0 0 1 0 】

まず、特許文献 1 の眼科装置は、眼屈折力等の測定から眼圧測定に移行する際に（つまり、測定ヘッドを上下方向に移動させる際に）、眼圧測定部を自動的に被検眼方向に移動させる。それにより、眼圧測定部は、眼屈折力・角膜形状測定部よりも 2 4 m m (3 5 m m - 1 1 m m) だけ被検眼寄りに配置される。

【 0 0 1 1 】

20

眼圧測定の実施前には、眼圧測定部を被検眼に対してアライメントする必要がある。アライメントでは、測定ヘッド（眼圧測定部）を前後方向に移動させることがある。このとき、特許文献 1 の眼科装置のように前後方向への可動範囲を設定できない場合、被検眼にノズルが接触する可能性がある。すなわち、特許文献 1 の眼科装置では、測定ヘッドを上下方向に移動させるときの被検眼への接触を防止することはできるが、アライメント時における被検眼への接触を効果的に防止することはできない。

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 2 や非特許文献 1 の技術を適用した場合であっても、測定ヘッドの可動範囲を手作業で設定しなければならず、検査効率の低下や操作の煩雑化が問題となる。特に、左右眼を検査する場合には、各眼について可動範囲の設定を行わなければならない。また、可動範囲の設定を忘れてたり、検査効率を優先して可動範囲の設定を省略してしまうことも想定される。

30

【 0 0 1 3 】

この発明は、以上のような問題を解決するためになされたものであり、測定ヘッドの可動範囲を自動的に設定することにより、被検眼に対する安全性の向上を図ることが可能な眼科装置を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、被検眼に対して第 1 の作動距離で第 1 の検査を行う第 1 の検査手段と、前記被検眼に対して前記第 1 の作動距離よりも短い第 2 の作動距離で第 2 の検査を行う第 2 の検査手段と、前記第 1 の検査手段及び前記第 2 の検査手段を移動させる駆動手段と、を有し、前記第 1 の検査を実施した後に前記第 2 の検査を実施する眼科装置であって、前記第 1 の作動距離と、前記第 2 の作動距離と、被検眼に対して最も近接可能な安全距離とを予め記憶する記憶手段と、前記第 1 の検査を実施したときの前記第 1 の検査手段の位置情報を取得し、前記第 1 の検査手段の位置情報と、前記第 1 の作動距離と、前記第 2 の作動距離とに基づいて、前記第 2 の検査手段の検査位置を設定するとともに、前記第 1 の検査手段の位置情報及び前記安全距離に基づいて、前記第 2 の作動距離の方向における前記第 2 の検査手段の可動範囲を設定する設定手段と、前記駆動手段を制御し、前記第 2 の検査手段を前記設定された検査位置まで移動させ、更に、前記設定された可動範囲で前記第 2 の検査手段のアライメントを実行させる制御手

40

50

段と、を備えることを特徴とする。

【0015】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、被検者の顔の移動を検知する検知手段を更に備え、前記検知手段により顔の移動が検知されたときに、顔の移動があったことを報知するとともに、前記設定手段により設定された可動範囲を破棄する、ことを特徴とする。

【0016】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記記憶手段は、前記第2の検査において前記駆動手段により前記第2の検査手段を移動させるときの前記被検眼に対する最短距離を予め記憶する、ことを特徴とする。

10

【0017】

また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の眼科装置であって、前記設定手段は、前記位置情報と前記第1の作動距離との和から前記最短距離を減算した値を算出し、前記算出された値に基づいて前記可動範囲を設定する、ことを特徴とする。

【0018】

また、請求項5に記載の発明は、請求項3又は請求項4に記載の眼科装置であって、前記制御手段は、前記第1の検査が実施された後に、前記位置情報、前記第1の作動距離及び前記第2の作動距離に基づいて、前記駆動手段を制御し、前記被検眼から前記第2の作動距離だけ離れた位置に前記第2の検査手段を移動させる、ことを特徴とする。

【0019】

20

また、請求項6に記載の発明は、請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の眼科装置であって、前記第2の検査手段は、前記第2の検査として前記被検眼の眼圧測定を行う、ことを特徴とする。

【0020】

また、請求項7に記載の発明は、請求項1～請求項6のいずれか一項に記載の眼科装置であって、前記第1の検査手段は、前記第1の検査として前記被検眼の眼屈折力測定及び/又は角膜形状測定を行う、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

この発明に係る眼科装置によれば、第1の検査を実施したときの第1の検査手段の位置情報と、予め記憶された距離情報とに基づいて、第2の作動距離の方向における第2の検査手段の可動範囲を設定し、この可動範囲内においてのみ第2の検査手段を移動させることができるので、被検眼に対する安全性の向上を図ることが可能である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

この発明に係る眼科装置の実施の形態の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0026】

〔構成〕

図1～図6は、この実施形態に係る眼科装置の構成例を表している。眼科装置1の外観を図1に示す。眼科装置1は、ベース2、測定ヘッド3、ディスプレイ4、コントロールレバー5、測定スイッチ6、顎受け7、額当て8及び顎受け移動スイッチ9などを含んで構成される。

40

【0027】

被検者は、顎受け7に顎を載せるとともに、額当て8に額を当接させた状態で測定ヘッド3に対峙する。顎受け7及び/又は額当て8は、被検者の顔を保持する「保持手段」の一例である。

【0028】

オペレータ(検者)は、顎受け移動スイッチ9を操作して顎受け7を上下移動させることにより被検者の顔の位置を調整する。なお、額当て8を移動させるように構成すること

50

も可能である。

【0029】

オペレータは、ディスプレイ4やコントロールレバー5が配設されている側に位置して被検眼を検査する。また、被検者の開瞼を施す場合などには、眼科装置1の側面に位置することもある。

【0030】

なお、この明細書における上下方向、前後方向及び左右方向を次のように定義する。(1)上下方向は垂直方向とする。(2)前後方向は、上下方向に直交し、かつ、オペレータ側(ディスプレイ4側)と被検者側(顎受け7等の側)とを結ぶ方向とする。ここで、被検者側に向かう方向を前方向とし、その逆方向を後方向とする。(3)左右方向は、上下方向及び前後方向の双方に直交する方向とする。ここで、被検者の右眼側から左眼側に向かう方向を左方向とし、その逆方向を右方向とする。

10

【0031】

ベース2には、従来と同様に、演算制御回路、記憶装置、電源回路等が格納されている。測定ヘッド3は、ベース2に対して上下、前後、左右に(つまり3次元的に)移動可能とされている。測定ヘッド3の移動は、後述の駆動機構10によって実行される。

【0032】

ディスプレイ4には、被検眼の前眼部像等の画像が表示される。また、ディスプレイ4には、各種の検査情報(患者情報、検査条件、検査結果等)が表示される。なお、ディスプレイ4は、タッチパネルディスプレイであってもよい。その場合、各種のソフトウェアキーがディスプレイ4に表示され、オペレータはこれらソフトウェアキーを操作することにより眼科装置1に所望の動作を実行させることができる。

20

【0033】

コントロールレバー5は、測定ヘッド3を手作業で移動させるときなどに操作される。測定スイッチ6は、被検眼に対する測定を実行させるときなどに操作される。なお、ディスプレイ4の周囲(図1では上方及び下方)にもスイッチが配設されている。これらのスイッチは、たとえば被検眼に対するアライメント時や、ディスプレイ4の調整や、検査条件の設定などに使用される。

【0034】

[駆動機構]

図2を参照しつつ駆動機構10について説明する。駆動機構10は、測定ヘッド3を上下、前後、左右の各方向に移動させるための構成を備えている。駆動機構10はベース2内に格納されている。底板11はベース2内に固定配置されている。支持部12は底板11の上面に固着されている。支持部12は中空部を有し、この中空部には支柱13が配設されている。底板11の上面には上下駆動モータ14が固定配置されている。

30

【0035】

上下駆動モータ14は、たとえばステッピングモータ(パルスモータ)等のアクチュエータを含んで構成される。上下駆動モータ14により発生された駆動力は、図示しない駆動力伝達機構(ギア等を含む)によって伝達されて支柱13を上下方向に移動させる。支柱13の上端には上下移動ステージ15が固着されている。上下移動ステージ15は、支柱13とともに上下方向に移動する。

40

【0036】

上下移動ステージ15の上面の左右方向の端部付近には、それぞれ前後レール16が設けられている。各前後レール16は、その長手方向が前後方向に沿うように配設されている。各前後レール16上には、前後移動ステージ18が前後方向に移動可能に載置されている。

【0037】

更に、上下移動ステージ15の上面には、前後駆動モータ17が設けられている。前後駆動モータ17は、たとえばステッピングモータ等のアクチュエータを含んで構成される。前後駆動モータ17により発生された駆動力は、図示しない駆動力伝達機構によって伝

50

達され、前後移動ステージ 18 を前後レール 16 に沿って移動させる。それにより、前後移動ステージ 18 は、上下移動ステージ 15 に対して前後方向に移動される。

【0038】

前後移動ステージ 18 の上面の前後方向の端部付近には、それぞれ左右レール 19 が設けられている。各左右レール 19 は、その長手方向が左右方向に沿うように配設されている。各左右レール 19 上には、左右移動ステージ 21 が左右方向に移動可能に載置されている。

【0039】

更に、前後移動ステージ 18 の上面には、左右駆動モータ 20 が設けられている。左右駆動モータ 20 は、たとえばステッピングモータ等のアクチュエータを含んで構成される。左右駆動モータ 20 により発生された駆動力は、図示しない駆動力伝達機構によって伝達され、左右移動ステージ 21 を左右レール 19 に沿って移動させる。それにより、左右移動ステージ 21 は、前後移動ステージ 18 に対して左右方向に移動される。

【0040】

左右移動ステージ 21 上には測定ヘッド 3 が搭載されている。このような駆動機構 10 によれば、測定ヘッド 3 を上下方向、前後方向及び左右方向にそれぞれ独立に移動させることができる。

【0041】

[測定ヘッド]

測定ヘッド 3 には、被検眼に対して異なる眼科検査を実施する複数の検査手段が設けられている。この実施形態では、眼科検査として特に、眼屈折力検査及び眼圧検査を採用する。また、眼屈折力検査とともに、又は眼屈折力検査に代えて、角膜形状検査を実施可能に構成することもできる。

【0042】

この発明に係る眼科装置により実施可能な眼科検査は、これらに限定されるものではなく、たとえば次に例示するような任意の検査（測定や撮影）を含んでいてもよい：視力検査、角膜厚検査、角膜トポグラフィ検査、色覚検査、視野検査、前眼部撮影、角膜内皮撮影、眼底撮影、OCT (Optical Coherence Tomography) 検査、SLO (Scanning Laser Ophthalmoscope) 検査、超音波検査、放射線検査など。また、この発明に係る眼科装置により実行可能な眼科検査の数も 2 以上の任意の数でよい。

【0043】

測定ヘッド 3 に格納される光学系の構成を図 3 ~ 図 5 に示す。図 3 に示す眼屈折力測定系 100 は、被検眼 E の眼屈折力（球面度、乱視度、乱視軸角度等）や角膜形状を測定するための光学系である。図 4 及び図 5 に示す眼圧測定系 200 は、被検眼 E の眼圧を測定するための光学系である。眼圧測定系 200 は、被検眼 E の角膜厚の測定に用いることも可能である。各測定系 100、200 には、図示された部材（光学素子等）以外にも、各種の光学素子や駆動機構や電気回路などが設けられている。

【0044】

眼屈折力測定系 100 と眼圧測定系 200 は、たとえば、それぞれ個別のケース（図示せず）内に格納されている。眼屈折力測定系 100 と眼圧測定系 200 は、たとえば上下方向に並んで配置されている。この実施形態では、眼屈折力測定系 100 が上方に、眼圧測定系 200 が下方に配置されているものとする。

【0045】

[眼屈折力測定系]

眼屈折力測定系 100 は、図 3 に示すように、従来の眼屈折力測定装置（レフラクトメータ）と同様の構成を備えている（たとえば特許第 2937373 号明細書を参照）。更に、眼屈折力測定系 100 は、従来の角膜形状測定装置（ケラトメータ）と同様に、角膜曲率半径中間値（平均角膜屈折力）や、強主経線・弱主経線の角膜曲率半径（角膜屈折力）を測定するための構成を備えていてもよい（たとえば特開平 8 - 229007 号公報を

10

20

30

40

50

参照)。なお、この文献に記載の装置は、レフラクトメータ及びケラトメータの双方の機能を有する。

【 0 0 4 6 】

眼屈折力測定系 1 0 0 は、対物レンズ 1 0 5、投影系 1 1 0、結像系 1 2 0、固視標投影系 1 3 0 及び前眼部観察系 1 4 0 を含んで構成されている。なお、これら以外に、角膜形状測定用の光学素子が設けられていてもよい。

【 0 0 4 7 】

投影系 1 1 0 は、孔開きミラー 1 1 7 の反射光軸 1 1 1 に沿って配設された、赤外 LED (Light Emitting Diode) 1 1 2、リレーレンズ 1 1 3、円錐状プリズム 1 1 4、リング状開口絞り 1 1 5 及びリレーレンズ 1 1 6 を含んで構成される。赤外 LED 1 1 2 と孔開きミラー 1 1 7 は、リレーレンズ 1 1 3、1 1 6 に関して共役に配置されている。孔開きミラー 1 1 7 と被検眼 E の瞳 E p は、対物レンズ 1 0 5 に関して共役に配置されている。更に、円錐状プリズム 1 1 4 と眼底 E r は、リレーレンズ 1 1 6 及び対物レンズ 1 0 5 に関して共役に配置されている。

【 0 0 4 8 】

結像光学系 1 2 0 は、光軸 1 2 1 上に沿って配設された光学素子を含んで構成される。孔開きミラー 1 1 7 の後方の光軸 1 2 1 上には、リレーレンズ 1 2 2 と CCD イメージセンサ 1 2 3 が設けられている。対物レンズ 1 0 5 に関して眼底 E r に共役な位置を A とすると、位置 A と CCD イメージセンサ 1 2 3 の受光面 1 2 4 は、リレーレンズ 1 2 2 に関して共役となっている。

【 0 0 4 9 】

固視光学系 1 3 0 は、位置 A と孔開きミラー 1 1 7 との間の光軸 1 2 1 上の位置から分岐した光軸 1 3 1 に沿って配置された、固視標呈示部 1 3 2、リレーレンズ 1 3 3 及びダイクロイックミラー 1 3 4 を含んで構成される。ダイクロイックミラー 1 3 4 は、光軸 1 2 1 上に斜設されており、赤外光を透過させ、可視光を反射させる。固視標呈示部 1 3 2 は、光軸 1 3 1 に沿って移動可能とされている。固視標呈示部 1 3 2 は、リレーレンズ 1 3 3 に関して位置 A に共役な位置に配置される。

【 0 0 5 0 】

前眼部観察系 1 4 0 は、対物レンズ 1 0 5 と位置 A との間の光軸 1 2 1 上の位置から分岐した光軸 1 4 1 に沿って配置された、ハーフミラー 1 4 2、リレーレンズ 1 4 3 及び撮像装置 1 4 4 を含んで構成される。ハーフミラー 1 4 2 は、光軸 1 2 1 上に斜設されている。撮像装置 1 4 4 は、CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサ等の固体撮像素子、又は撮像管などを含んで構成される。撮像装置 1 4 4 の受光面 1 4 5 は、対物レンズ 1 0 5 及びリレーレンズ 1 4 3 に関して前眼部 E f に共役に配置される。

【 0 0 5 1 】

眼屈折力測定系 1 0 0 は、被検眼 E に対する測定光学系のアライメント (被検眼 E の光軸に対する測定光学系の光軸の位置合わせ) を行うためのアライメント光学系を備えていてもよい。なお、測定光学系は、眼屈折力測定に実質的に関与する光学系であり、この実施形態では対物レンズ 1 0 5 の光軸と一致している。アライメント光学系としては、たとえば特開 2 0 0 4 - 2 2 2 9 5 5 号公報に記載の構成を適用できる。この文献に記載された構成によれば、アライメントを自動的に行うことができる (オートアライメント機能)

【 0 0 5 2 】

なお、このようなアライメント専用の光学系を搭載する代わりに、たとえば次のような構成によりアライメントを実施することも可能である (たとえば特開 2 0 0 6 - 2 6 3 0 8 2 号公報を参照)。前眼部観察系 1 4 0 の光軸は測定光学系の光軸 (測定光軸) に一致されており、受光面 1 4 5 の中心位置は前眼部観察系 1 4 0 の光軸に一致されている。前眼部観察系 1 4 0 により被検眼 E の前眼部像を取得し、この前眼部像を解析して被検眼 E の光軸位置を特定する。更に、フレームの中心位置 (受光面 1 4 5 の中心位置に対応している) に対する当該光軸位置の変位を求める。そして、この変位を打ち消すように眼屈折

10

20

30

40

50

力測定系 100 (測定ヘッド 3) を移動させることにより、被検眼 E の光軸と測定光学系の光軸とを一致させることができる。

【0053】

眼屈折力測定系 100 による眼屈折力の測定態様について説明する。なお、被検眼 E に対する眼屈折力測定系 100 のアライメントは完了しているものとする。測定中には前眼部観察系 140 により前眼部 E f の画像が取得される。この画像はディスプレイ 4 に表示され、前眼部 E f が適当な位置に配置されているか確認できるようになっている。また、固視標投影系 130 により眼底 E r に固視標が投影され、それにより被検眼を雲霧状態で固視させる。

【0054】

この状態で赤外 LED 112 を点灯させて、眼底 E r にリング像 R 1 を結像させる。リング像 R 1 の眼底反射光は、CCD イメージセンサ 123 の受光面 124 に投影される。CCD イメージセンサ 123 は、この投影像 (リング像 R 2) を検出する。眼科装置 1 は、従来のレフラクトメータと同様に、リング像 R 2 の形状を解析することにより被検眼 E の眼屈折力 (球面度、乱視度、乱視軸角度等) を求める。

【0055】

また、眼科装置 1 は、従来のケラトメータと同様に、リング状照明を被検眼 E に投影し、その角膜前面による反射光により得られる像 (マイヤー像) を検出して被検眼 E の角膜形状 (平均角膜屈折力、角膜屈折力等) を求める。

【0056】

〔眼圧測定系〕

眼圧測定系 200 は、図 4 及び図 5 に示すように、従来の非接触式眼圧計と同様の構成を備えている (たとえば特開 2002 - 102170 号公報を参照)。眼圧測定系 200 は、前眼部観察系 210、XY アライメント視標投影系 220、固視標投影系 230、XY アライメント検出系 240、角膜変形検出系 250、スリット投影系 260、受光系 270 及び Z アライメント視標投影系 280 を含んで構成される。

【0057】

ここで、X、Y、Z は、3次元座標系の座標軸を表し、X 方向は左右方向、Y 方向は上下方向、Z 方向は前後方向にそれぞれ対応する。

【0058】

前眼部観察系 210 は、複数個の前眼部照明光源 211、気流吹付ノズル 212、前眼部窓ガラス 213、チャンバ窓ガラス 214、ハーフミラー 215、対物レンズ 216、ハーフミラー 217、218、及び CCD イメージセンサ 219 を含んで構成される。前眼部照明光源 211 以外の部材 212 ~ 219 は、光軸 O 1 上に配置されている。気流吹付ノズル 212 は、図示しない空気圧縮機構により生成される気流 (エアパフ) を被検眼 E に向けて吹き付ける。

【0059】

複数個の前眼部照明光源 211 は、被検眼 E の左右位置に配置されて前眼部を直接に照明する。前眼部照明光源 211 から発せられた照明光は、被検眼 E の前眼部にて反射され、気流吹付ノズル 212 の内外を通過し、前眼部窓ガラス 213、チャンバ窓ガラス 214 及びハーフミラー 215 を通過し、対物レンズ 216 により集束される。この集束光は、ハーフミラー 217、218 を透過して CCD イメージセンサ 219 の受光面に投影される。CCD イメージセンサ 219 は、この投影像を検出することにより被検眼 E の前眼部像を撮影する。

【0060】

XY アライメント視標投影系 220 は、アライメント用光源 221、集光レンズ 222、開口絞り 223、ピンホール板 224、ダイクロイックミラー 225、投影レンズ 226 を含んで構成される。これらの部材 221 ~ 226 は、ハーフミラー 215 により光軸 O 1 から分岐された光軸上に配置されている。ダイクロイックミラー 225 は、赤外光を反射させ、可視光を透過させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

アライメント用光源 2 2 1 は赤外光を出力する。この赤外光は、集光レンズにより集光されつつ開口絞り 2 2 3 を通過してピンホール板 2 2 4 に導かれる。ピンホール板 2 2 4 を通過した光束は、ダイクロイックミラー 2 2 5 により反射され、ダイクロイックミラー 2 2 5 により反射され、投影レンズ 2 2 6 により平行光束にされる。この平行光束は、ハーフミラー 2 1 5 により反射され、光軸 O 1 に沿って被検眼 E に照射される。この照射光は、X Y 方向のアライメントを行うための X Y アライメント視標光として用いられる。

【 0 0 6 2 】

固視標投影系 2 3 0 は、ハーフミラー 2 1 5 により光軸 O 1 から分岐された光軸上に配置された、固視標用光源 2 3 1、ピンホール板 2 3 2 及び投影レンズ 2 2 6 を含んで構成される。

10

【 0 0 6 3 】

固視標用光源 2 3 1 から出力された可視光は、ピンホール板 2 3 2 とダイクロイックミラー 2 2 5 を通過し、投影レンズ 2 2 6 により平行光束にされる。この平行光束は、ハーフミラー 2 1 5 により反射され、光軸 O 1 に沿って被検眼 E の眼底に投射される。この投射光は固視標として用いられる。

【 0 0 6 4 】

X Y アライメント検出系 2 4 0 は、ハーフミラー 2 1 8 と光センサ 2 4 1 を含んで構成される。光センサ 2 4 1 は、たとえば PSD (P o s i t i o n S e n s i t i v e D e t e c t o r) のように位置検出が可能なセンサにより構成される。

20

【 0 0 6 5 】

X Y アライメント視標投影系 2 2 0 により被検眼 E に照射された X Y アライメント視標光は、角膜 E c (の表面) で反射される。この角膜反射光は、気流吹付ノズル 2 1 2 の内部、前眼部窓ガラス 2 1 3、チャンバ窓ガラス 2 1 4、ハーフミラー 2 1 5 を通過し、対物レンズ 2 1 6 により集束光とされる。ハーフミラー 2 1 7 を透過した当該集束光は、ハーフミラー 2 1 8 により分割される。ハーフミラー 2 1 8 により反射された成分は、光センサ 2 4 1 の受光面に輝点像 T 1 を形成する。また、ハーフミラー 2 1 8 を透過した成分は、CCD イメージセンサ 2 1 9 の受光面に輝点像 T 2 を形成する。

【 0 0 6 6 】

眼科装置 1 (たとえば図 6 の演算部 4 0) は、光センサ 2 4 1 による輝点像 T 1 の検出結果に基づいて、角膜 E c に対する眼圧測定系 2 0 0 の X Y 方向のズレを演算する。一方、CCD イメージセンサ 2 1 9 による輝点像 T 2 の検出結果は、被検眼 E の前眼部像とともにディスプレイ 4 に表示される。それにより、X Y 方向のアライメントの状態を目視で確認できる。

30

【 0 0 6 7 】

ハーフミラー 2 1 7 により反射された光束は、角膜変形検出系 2 5 0 に導かれ、ピンホール板 2 5 1 を介して光センサ 2 5 2 により検出される。光センサ 2 5 2 は、フォトダイオード等の光量検出が可能なセンサである。光センサ 2 5 2 は、気流吹付ノズル 2 1 2 からのエアパフにより圧平された状態の角膜 E c による反射光の光量を検出する。眼科装置 1 (眼圧演算部 4 3) は、この検出結果から角膜 E c の変形量を求めることにより被検眼 E の眼圧値を求める。

40

【 0 0 6 8 】

スリット投影系 2 6 0 は、スリット光源 2 6 1、集光レンズ 2 6 2、スリット 2 6 3、矩形開口絞り 2 6 4、ハーフミラー 2 8 5 及び投影レンズ 2 6 5 を含んで構成される。これらの部材は光軸 O 2 上に配置されている。スリット 2 6 3 は、投影レンズ 2 6 5 に関して角膜 E c の裏面に共役に配置される。

【 0 0 6 9 】

スリット光源 2 6 1 は赤外光を出力する。この赤外光は、集光レンズ 2 6 2 により集光されてスリット 2 6 3 に導かれる。スリット 2 6 3 を通過した赤外光 (スリット光束 L) は、矩形開口絞り 2 6 4、ハーフミラー 2 8 5 を通過し、投影レンズ 2 6 5 により角膜 E

50

cに投影される。角膜E cに投影されたスリット光束Lは角膜表面や角膜裏面にて反射される。

【0070】

受光光学系270は、結像レンズ271とラインセンサ272を含んで構成される。これらの部材は光軸O3上に配置されている。なお、光軸O2、O3は、光軸O1に対して左右方向の逆方向に角度を成すように設けられている。

【0071】

スリット光束Lの角膜反射光(表面反射、裏面反射)は、結像レンズ271により集光され、ラインセンサ272の受光面に結像される。眼科装置1(演算部40)は、ラインセンサ272からの出力信号に基づいて、この角膜反射光の光量分布を求め、この光量分布に基づいてZ方向のアライメントを実行する。また、眼科装置1(角膜厚演算部)は、この角膜反射光の光量分布の二つのピーク位置に基づいて角膜E cの厚さを求める。

10

【0072】

Zアライメント視標投影系280は、アライメント用光源281、集光レンズ282、開口絞り283、ピンホール板284、ハーフミラー285及び投影レンズ265を含んで構成される。ピンホール板284は、投影レンズ265の焦点位置に配置されている。開口絞り283は、投影レンズ265に関して角膜頂点Pに共役に配置されている。

【0073】

アライメント用光源281から出力された赤外光は、集光レンズ282により集光されて開口絞り283に到達する。開口絞り283を通過した赤外光の一部は、ピンホール板284を通過し、ハーフミラー285により反射され、投影レンズ265により角膜E cに投射される。この赤外光の角膜E c(の表面)での反射光は、結像レンズ271により集光されてラインセンサ272の受光面に輝点像Qを形成する。この輝点像Qの検出結果は、Z方向のアライメント(粗調整)に利用される。

20

【0074】

[制御系]

眼科装置1の制御系の構成例を図6に示す。

【0075】

[測定ヘッド]

測定ヘッド3の各部分は、制御部60により制御される。測定ヘッド3には、眼屈折力測定部31と眼圧測定部32が設けられている。

30

【0076】

眼屈折力測定部31は、図3に示す眼屈折力測定系100など、被検眼Eの眼屈折力を測定するための構成を含んでいる。眼屈折力測定部31は、角膜形状を測定するための構成を含んでいてもよい。

【0077】

眼圧測定部32は、図4、図5に示す眼圧測定系200など、被検眼Eの眼圧を測定するための構成を含んでいる。また、眼圧測定部32は、被検眼Eの角膜厚の測定も可能に構成されていてもよい。

【0078】

なお、眼屈折力測定部31による測定は、所定の作動距離D_rにて実施される。作動距離D_rは、たとえば35mmに設定される。なお、眼屈折力測定と角膜形状測定の作動距離は、従来と同様に等しいものとする。また、眼圧測定部32による測定は、所定の作動距離D_tにて実施される。作動距離D_tは、たとえば11mmに設定される。

40

【0079】

ここで、作動距離D_tは作動距離D_rよりも短く設定されている。眼屈折力測定部31は、この発明の「第1の検査手段」の一例である。また、眼圧測定部32は、この発明の「第2の検査手段」の一例である。

【0080】

一般に、作動距離は、検査種別や測定光学系の構成などに応じて各検査毎に予め設定さ

50

れる。なお、作動距離は、測定光学系の先端位置と被検眼 E との間の距離として設定することもできるし、各検査手段（測定部 3 1、3 2）自体の先端位置（筐体前面等）と被検眼 E との間の距離として設定することもできる。ただし、この実施形態では、複数の検査手段について、作動距離の定義は一貫して用いられるものとする（作動距離の差を考慮するため）。

【0081】

〔駆動機構〕

駆動機構 1 0 には、図 2 に示す上下駆動モータ 1 4、前後駆動モータ 1 7 及び左右駆動モータ 2 0 が設けられている。駆動機構 1 0 は、この発明の「駆動手段」の一例である。

【0082】

〔演算部〕

演算部 4 0 は、測定ヘッド 3 により得られたデータに基づいて所定の眼特性情報を演算する。演算部 4 0 は、たとえば、CPU 等のマイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ等を含んで構成される。

【0083】

演算部 4 0 には、眼屈折力演算部 4 1、角膜形状演算部 4 2 及び眼圧演算部 4 3 が設けられている。

【0084】

眼屈折力演算部 4 1 は、眼屈折力測定部 3 1 により得られたデータに基づいて、被検眼 E の眼屈折力（球面度、乱視度、乱視軸角度等）を演算する。

【0085】

角膜形状演算部 4 2 は、眼屈折力測定部 3 1 により得られたデータに基づいて、被検眼 E の角膜形状（平均角膜屈折力、角膜屈折力等）を演算する。

【0086】

眼圧演算部 4 3 は、眼圧測定部 3 2 により得られたデータに基づいて、被検眼 E の眼圧値を演算する。

【0087】

また、演算部 4 0 は、眼圧測定部 3 2 により得られたデータに基づいて、被検眼 E の角膜厚を演算することも可能である。演算部 4 0 による上記演算処理は、従来と同様にして実行される。

【0088】

〔ユーザインターフェイス〕

ユーザインターフェイス（UI）5 0 は、表示デバイス、操作デバイス、入力デバイス等を含んで構成される。特に、ユーザインターフェイス 5 0 には、ディスプレイ 4、コントロールレバー 5、測定スイッチ 6、顎受け移動スイッチ 9 などが含まれる。

【0089】

また、眼科装置 1 にコンピュータが接続されている場合、ユーザインターフェイス 5 0 は、このコンピュータのディスプレイ、マウス、キーボード等を含んでいてもよい。

【0090】

〔制御部〕

制御部 6 0 は、眼科装置 1 の各部の制御を行う。制御部 6 0 は、たとえば、CPU 等のマイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ等を含んで構成される。

【0091】

制御部 6 0 には、記憶部 6 1、ヘッド位置取得部 6 2、可動範囲設定部 6 3、駆動制御部 6 4 及び報知制御部 6 5 が設けられている。

【0092】

〔記憶部〕

記憶部 6 1 は、眼科装置 1 の制御に関する各種の情報を記憶する。特に、記憶部 6 1 は、たとえば距離情報 6 1 a など、駆動機構 1 0 の制御に関する情報を記憶する。記憶部 6 1 は、この発明の「記憶手段」の一例である。

10

20

30

40

50

【0093】

距離情報61aには、眼屈折力測定部31による測定の作動距離 D_r と、眼圧測定部32による測定の作動距離 D_t とが含まれている。一般に、距離情報61aには、複数の検査手段のそれぞれによる測定の作動距離が含まれている。各作動距離は事前に設定され、距離情報61aとして予め記憶部61に記憶される。

【0094】

なお、距離情報61aは、作動距離 D_r 、 D_t の代わりに、これら作動距離 D_r 、 D_t の差($D = D_r - D_t$)を含んでいてもよい。

【0095】

また、距離情報61aには、眼圧測定部32を用いた検査における安全距離 D_s が含まれている。安全距離 D_s は、眼圧測定において、眼圧測定部32(の気流吹付ノズル212)が被検眼Eに対して最も近接可能な距離、つまり、眼圧検査において眼圧測定部32を前後方向に移動させるときの被検眼Eに対する最短距離を表す。安全距離 D_s は、少なくとも被検眼Eに眼圧測定部32が接触しないような距離に設定される。たとえば、安全距離 D_s は6mmに設定される。安全距離 D_s は、予め適宜に設定される。

10

【0096】

(ヘッド位置取得部)

ヘッド位置取得部62は、現時点における測定ヘッド3の位置情報を取得する。なお、眼屈折力測定部31と眼圧測定部32が各々独立に移動可能に構成されている場合、ヘッド位置取得部62は、各測定部31、32の現時点における位置情報を取得する。特に、ヘッド位置取得部62は、測定ヘッド3の前後方向における位置情報を取得するようになっている。

20

【0097】

測定ヘッド3の位置情報の取得方法の例を説明する。第1の例として、駆動制御部64による駆動機構10の制御内容に基づいて測定ヘッド3の位置情報を取得する方法がある。駆動機構10は、駆動制御部64からの制御信号を受けて動作する。すなわち、各駆動モータ14、17、20(ステッピングモータを含む)は、駆動制御部64からパルス信号を受け、そのパルス数に応じた距離だけ測定ヘッド3を移動させる。なお、1パルスに対応する移動距離は予め設定されている。

【0098】

また、検査開始時などに測定ヘッド3を所定の初期位置に配置される場合、測定ヘッド3が初期位置に配置された状態から現時点までの間に駆動制御部64が送信した制御信号の履歴を参照することにより、現時点における測定ヘッド3の3次元的位置情報を取得することが可能である。

30

【0099】

なお、測定ヘッド3の初期位置は、適宜に設定することができる。たとえば、ユーザが手動操作で初期位置を設定することができる。また、瞳孔間距離を指定(入力、選択等)し、この瞳孔間距離の半分の値に対応する位置を初期位置として設定することもできる。

【0100】

第2の例として、測定ヘッド3の位置を実際に検出する方法がある。すなわち、測定ヘッド3の位置を検出するセンサ(ポテンシオメータ等)を設けることにより、測定ヘッド3の位置情報を取得する方法である。

40

【0101】

上記のような方法により、ヘッド位置取得部62は、特に、眼屈折力測定(角膜形状測定)が実施されたときの眼屈折力測定部31(測定ヘッド3)の位置情報を取得する。ヘッド位置取得部62は、取得された位置情報を可動範囲設定部63に送る。

【0102】

(可動範囲設定部)

可動範囲設定部63は、ヘッド位置取得部62から位置情報を受け付けるとともに、記憶部61から距離情報61aを読み出す。そして、可動範囲設定部63は、この位置情報

50

及び作動距離 D_r 、 D_t (又は作動距離 D_r 、 D_t の差 D) に基づいて、作動距離 D_t の方向における眼圧測定部 32 (測定ヘッド 3) の可動範囲を設定する。なお、この実施形態において、作動距離 D_t の方向は前後方向である。

【0103】

可動範囲とは、前後方向において眼圧測定部 32 (測定ヘッド 3) の移動が許容される範囲を意味する。可動範囲は、少なくとも前方向 (被検眼 E 側) への限界位置を含む。

【0104】

可動範囲を設定する処理の例を図 7 を参照して説明する。眼屈折力測定部 31 は、被検眼 E から作動距離 D_r だけ離れた位置において眼屈折力測定を実施する。また、眼圧測定部 32 は、被検眼 E から作動距離 D_t だけ離れた位置において眼圧測定を実施する。符号 D_s は、前述のように、眼圧測定における安全距離である。

10

【0105】

可動範囲設定部 63 は、眼屈折力測定を実施したときの眼屈折力測定部 31 の Z 座標値 Z_1 と、距離情報 61a に記録された情報とに基づいて、眼圧測定における安全距離 D_s に対応する Z 座標値 Z_3 を演算する。

【0106】

この演算処理について以下に説明する。なお、作動距離 D_r は、眼屈折力測定における被検眼 E の Z 座標値 Z_0 と眼屈折力測定部 31 の Z 座標値 Z_1 との差に相当する ($D_r = Z_0 - Z_1$)。また、作動距離 D_t は、眼圧測定における被検眼 E の Z 座標値 Z_0 と眼圧測定部 32 の Z 座標値 Z_2 との差に相当する ($D_t = Z_0 - Z_2$)。

20

【0107】

ここで、被検眼 E の Z 座標値 Z_0 は、ヘッド位置取得部 62 により眼屈折力測定時における位置情報が取得されるまでは未知である。また、眼屈折力測定時における被検眼 E の位置と、眼圧測定時における被検眼 E の位置とが等しいものと仮定している。眼屈折力測定後かつ眼圧測定前に被検眼 E が移動した場合については後述する。

【0108】

さて、可動範囲設定部 63 は、まず、Z 座標値 Z_1 と作動距離 D_r 、 D_t とに基づいて、眼圧測定部 32 による検査の作動距離 D_t に対応する Z 座標値 Z_2 を演算する。Z 座標値 Z_2 は、図 7 から分かるように、演算式「 $Z_2 = Z_1 + D_r - D_t$ 」によって算出できる。更に、可動範囲設定部 63 は、演算式「 $Z_3 = Z_2 + D_t - D_s$ 」により、目的の Z 座標値 Z_3 を算出する。

30

【0109】

なお、上記演算例では、Z 座標値 Z_2 、 Z_3 を段階的に求めているが、他の演算方法を適用することも可能である。たとえば、上記 2 つの演算式をまとめると演算式「 $Z_3 = Z_1 + D_r - D_s$ 」が得られる。すなわち、眼圧測定における作動距離 D_t を参照しなくても、安全距離に対応する Z 座標値 Z_3 を求めることが可能である。

【0110】

この演算方法を採用する場合、距離情報 61a は作動距離 D_t を含んでいる必要はない。ただし、眼屈折力測定から眼圧測定に移行させるときの測定ヘッド 3 の前後方向の初期位置を決定するためにも、距離情報 61a は作動距離 D_t を含んでいることが望ましいと

40

【0111】

上記のような処理により、可動範囲のうち、被検眼 E に対する最短距離、つまり被検眼 E への最接近距離 (最前進距離) が設定される。一方、被検眼 E に対して最も遠い距離 (最後退距離) を設定することも可能である。たとえば、眼圧測定部 32 の Z 方向への調整幅を考慮して、作動距離 D_t に対応する位置に対して被検眼 E と反対側に $D_t - D_s$ だけ離れた位置を最後退距離に設定できる。また、開瞼を施すことを考慮して最後退距離を設定することも可能である (たとえば数 cm から 10 cm 程度)。また、駆動機構 10 による眼圧測定部 32 の最後退位置に対応する最後退距離を設定してもよい。なお、最後退距離の設定は行わずに最前進距離のみを設定するようにしてもよい。

50

【 0 1 1 2 】

可動範囲設定部 6 3 は、ヘッド位置取得部 6 2 とともに、この発明の「設定手段」の一例を構成している。なお、可動範囲の設定方法は、上記の例に限定されるものではない。

【 0 1 1 3 】

(駆動制御部)

駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 のモータ 1 4、1 7、2 0 を個別に制御することにより、測定ヘッド 3 を上下方向、前後方向及び左右方向にそれぞれ独立に移動させる。

【 0 1 1 4 】

特に、駆動制御部 6 4 は、可動範囲設定部 6 3 により設定された可動範囲内においてのみ、眼圧測定部 3 2 (測定ヘッド 3) を移動させる。そのために、駆動制御部 6 4 は、ヘッド位置取得部 6 2 の説明にあったように、駆動機構 1 0 に対する制御内容に基づいて眼圧測定部 3 2 の位置情報 (特に前後方向 (Z 方向) の位置) を取得し、この位置情報を参照しつつ可動範囲外への移動を禁止する。

10

【 0 1 1 5 】

また、眼圧測定部 3 2 の位置情報を適宜のタイミングで取得して駆動制御部 6 4 に送るようにヘッド位置取得部 6 2 を構成することにより、可動範囲外への眼圧測定部 3 2 の移動を禁止するように制御することも可能である。

【 0 1 1 6 】

(報知制御部)

報知制御部 6 5 は、被検眼 E に対する眼屈折力測定の実施後かつ眼圧測定の実施前に、顎受け 7 や額当て 8 により保持された被検者の顔が移動したときに、所定の報知情報を出力させる。

20

【 0 1 1 7 】

被検者の顔の移動は、顔移動検知部 7 0 により検知される。顔移動検知部 7 0 は、たとえば、顎受け 7 や額当て 8 から顔が離れたことを検知するように機能する。また、顔移動検知部 7 0 は、顎受け 7 や額当て 8 に接触した状態で顔の位置が移動したことを検知するものであってもよい。

【 0 1 1 8 】

顔移動検知部 7 0 の構成例を説明する。第 1 の例として、顎受け 7 や額当て 8 の被検者の顔に接触する位置にマイクロセンサやスイッチ等の ON / OFF タイプのセンサを設けることにより、顔の移動を検知するように構成できる。第 2 の例として、被検者の前眼部を撮影し、フレーム中における撮影画像の位置に基づいて顔の移動を検知するように構成できる。第 3 の例として、被検者の顔の両側に赤外線発振器と赤外線受信器を対向配置することにより顔の移動を検知するように構成できる。なお、顔移動検知部 7 0 の構成は、これらに限定されるものではなく、顎受け 7 や額当て 8 により保持された顔の移動を検知可能な任意の構成を適用することが可能である。

30

【 0 1 1 9 】

報知情報は、視覚的な情報や聴覚的な情報など、オペレータにより認識可能な形態で出力される。視覚的な情報の例としては、ディスプレイ 4 に表示されるメッセージ情報などがある。このメッセージ情報は、文字列情報であってもよいし、画像情報であってもよい。文字列情報としては、たとえば「被検者の顔が動きました」や「測定ヘッドの位置を調整して下さい」等の情報が出力される。また、画像情報としては、エクスクラメーションマークなどの情報が出力される。一方、聴覚的な情報の例としては、警告音や音声メッセージなどがある。なお、報知情報は、一般に、被検者の顔が移動した旨や、測定ヘッド 3 の位置調整を促す旨の情報を含んでいることが望ましい。

40

【 0 1 2 0 】

[動作]

この実施形態に係る眼科装置 1 の動作について説明する。図 8 に示すフローチャートは、眼科装置 1 の動作の一例を表している。なお、図 8 に示す動作では、被検者の顔の移動を検知する処理を省略している。この処理を実施する場合については別途後述する。

50

【 0 1 2 1 】

眼科装置 1 を用いた眼科検査においては、所定の検査フローにしたがって複数の検査を左右眼に対して実施する。検査フローの一例として、次の順序で検査を実施する：(1) 右眼の眼屈折力測定及び角膜形状測定；(2) 左眼の眼屈折力測定及び角膜形状測定；(3) 左眼の眼圧測定（及び角膜厚測定）；(4) 右眼の眼圧測定（及び角膜厚測定）。

【 0 1 2 2 】

ここで、眼屈折力測定を眼圧測定の前に実施するのは、次のような理由による。すなわち、眼屈折力測定の前に眼圧測定を実施した場合、エアパフにより角膜が変形（圧平）された後に眼屈折力測定を行うこととなり測定結果に誤差が生じるおそれがあるからである。

10

【 0 1 2 3 】

なお、眼科装置 1 による検査フローは、上記のものに限定されるものではない。ただし、被検眼 E（左右両眼でも片眼でもよい）に対して眼屈折力測定を行った後に眼圧測定を行うことが望ましい。

【 0 1 2 4 】

さて、最初に、被検者の顔を顎受け 7 及び額当て 8 により保持させるとともに、オペレータが検査開始を指示する（S 1）。

【 0 1 2 5 】

この指示は、たとえば眼科装置 1 の電源を投入する動作であってもよいし、被検者を指定（患者 ID の入力等）する動作であってもよい。また、ユーザインターフェイス 5 0 に設けられた検査開始を指示するための操作部（ハードウェアキーやソフトウェアキー）を操作することにより検査開始を指示してもよい。

20

【 0 1 2 6 】

検査開始の指示を受けて、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、眼屈折力測定部 3 1 を被検者の右眼の検査位置まで移動させる（S 2）。なお、検査位置とは、被検眼 E に対してアライメントがなされた状態における眼屈折力測定部 3 1（或いは眼圧測定部 3 2）の位置を意味する。この状態において、眼屈折力測定部 3 1（或いは眼圧測定部 3 2）は、被検眼 E から作動距離 D_r （或いは作動距離 D_t ）だけ離れた位置に配置される。

【 0 1 2 7 】

ステップ 2 の処理は、たとえば次のようにして行う。まず、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御して測定ヘッド 3 を上下方向に移動させ、眼屈折力測定部 3 1 を所定の高さ位置まで移動させる。この高さ位置は、たとえば、眼屈折力測定を実施する際の標準的な高さに相当するもので、予め設定されている。

30

【 0 1 2 8 】

次に、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御して測定ヘッド 3 を左右方向に移動させ、測定ヘッド 3 を所定の初期位置に配置させる。この初期位置は、たとえば、予め設定された X、Y の各方向の原点位置とされる。この原点は、たとえば、X、Y の各方向への測定ヘッド 3 の移動範囲の中心位置に設定される。

【 0 1 2 9 】

次に、駆動制御部 6 4 は、被検者の右眼の眼屈折力測定の検査位置まで測定ヘッド 3（眼屈折力測定部 3 1）を移動させる。このとき、距離情報 6 1 a に含まれる作動距離 D_r が参照される。この処理は、たとえば次のように全自動又は半自動で行うことができる。

40

【 0 1 3 0 】

全自動の例として、駆動制御部 6 4 の制御により測定ヘッド 3 を右眼方向に所定距離（たとえば瞳孔間距離の半分の距離）だけ移動させ、従来と同様のアライメントを実行して眼屈折力測定部 3 1 を右眼の検査位置に配置させるものである。ここで、瞳孔間距離は、当該被検者について事前に取得されたものであってもよいし、標準的な値を適用してもよい。なお、被検者の画像を撮影しつつ右眼を検出するまで測定ヘッド 3 を移動させるように構成することも可能である。

【 0 1 3 1 】

50

半自動の例として、オペレータがコントロールレバー 5 を操作することにより右眼の対向位置まで測定ヘッド 3 を移動させ、更に、従来と同様のアライメントを実行して眼屈折力測定部 3 1 を右眼の検査位置に配置させることができる。

【 0 1 3 2 】

続いて、右眼の眼屈折力測定及び角膜形状測定を実施する (S 3)。この処理は、従来と同様に、眼屈折力測定部 3 1 が右眼のデータを取得し、このデータに基づいて、眼屈折力演算部 4 1 が右眼の眼屈折力を演算し、角膜形状演算部 4 2 が右眼の角膜形状を演算することにより実行される。なお、アライメントの完了に対応して自動的に検査を開始するように構成してもよいし、オペレータが測定スイッチ 6 を操作するなどして手作業で検査を開始するようにしてもよい。眼屈折力や角膜形状の測定結果は、記憶部 6 1 に記憶される。

10

【 0 1 3 3 】

ヘッド位置取得部 6 2 は、右眼の眼屈折力測定等の実施時における眼屈折力測定部 3 1 (測定ヘッド 3) の位置情報を取得する (S 4)。可動範囲設定部 6 3 は、この位置情報を受け付けるとともに、記憶部 6 1 から距離情報 6 1 a を読み出す。そして、可動範囲設定部 6 3 は、この位置情報及び距離情報 6 1 a に基づいて、右眼の眼圧測定における眼圧測定部 3 2 の可動範囲を演算する (S 5)。可動範囲設定部 6 3 は、この可動範囲の演算結果を記憶部 6 1 に記憶させる。

【 0 1 3 4 】

次に、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、測定ヘッド 3 を移動して眼屈折力測定部 3 1 を左眼の検査位置に配置させる (S 6)。このとき、被検者の鼻等への接触することを避けるために、測定ヘッド 3 を被検者から退避させつつ左眼側に移動させることが望ましい。なお、ステップ 6 の処理は、たとえばステップ 2 と同様にして実行できる。

20

【 0 1 3 5 】

続いて、左眼の眼屈折力測定及び角膜形状測定を実施する (S 7)。眼屈折力や角膜形状の測定結果は、記憶部 6 1 に記憶される。

【 0 1 3 6 】

ヘッド位置取得部 6 2 は、左眼の眼屈折力測定等の実施時における眼屈折力測定部 3 1 (測定ヘッド 3) の位置情報を取得する (S 8)。可動範囲設定部 6 3 は、この位置情報及び距離情報 6 1 a に基づいて、左眼の眼圧測定における眼圧測定部 3 2 の可動範囲を演算する (S 9)。

30

【 0 1 3 7 】

次に、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、眼圧測定部 3 2 を被検者の左眼の検査位置まで移動させる (S 1 0)。この処理は、たとえば、上下駆動モータ 1 4 を制御して測定ヘッド 3 を上下方向 (この実施形態では上方向) に移動させて眼圧測定部 3 2 を左眼の眼前に配置させ、更に、従来と同様のアライメントを実行して眼圧測定部 3 2 を左眼の検査位置に配置させることにより行う。

【 0 1 3 8 】

このアライメントにおいて、駆動機構 1 0 は、ステップ 9 で得られた可動範囲内においてのみ眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させる。また、オペレータがコントロールレバー 5 を用いて眼圧測定部 3 2 を移動させる場合においても、駆動機構 1 0 は、ステップ 9 で得られた可動範囲内においてのみ眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させる。すなわち、駆動機構 1 0 は、可動範囲外への移動の指示が入力されても、この指示を無視するように作用する。なお、被検眼 E から退避する方向 (後方向) への移動については、可動範囲の制限を解除できるように構成することも可能である。

40

【 0 1 3 9 】

アライメントが完了したら、眼圧測定部 3 2 は、左眼の眼圧測定を実施する (S 1 1)。この処理は、眼圧測定部 3 2 が左眼のデータを取得し、眼圧演算部 4 3 がこのデータを解析して左眼の眼圧を演算することにより実行される。なお、眼圧測定とともに角膜厚測定を実施してもよい。また、眼圧測定は、アライメントの完了に対応して自動的に開始す

50

るようにしてもよいし、オペレータが測定スイッチ 6 を操作するなどして手作業で開始するようにしてもよい。眼圧の測定結果は記憶部 6 1 に記憶される。

【 0 1 4 0 】

続いて、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、測定ヘッド 3 を移動して眼圧測定部 3 2 を右眼の検査位置に配置させる (S 1 2)。この処理は、たとえばステップ 6 と同様にして実行できる。また、この処理においては、従来と同様のアライメントも実行される。その際、駆動機構 1 0 は、ステップ 5 で得られた可動範囲内においてのみ眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させる。

【 0 1 4 1 】

アライメントが完了したら、眼圧測定部 3 2 は、右眼の眼圧測定を実施する (S 1 3)。眼圧の測定結果は記憶部 6 1 に記憶される。以上で、図 8 に示す動作の説明を終了する。

10

【 0 1 4 2 】

次に、被検者の顔の移動の検知を実施する場合の眼科装置 1 の動作について、図 9 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、以下においては、一つの被検眼 E を検査する場合について説明するが、図 8 のように左右両眼を検査する場合についても同様の処理が実行される。

【 0 1 4 3 】

まず、被検者の顔を顎受け 7 及び顎当て 8 により保持させるとともに、オペレータが検査開始を指示する (S 2 1)。

20

【 0 1 4 4 】

検査開始の指示を受けて、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、眼屈折力測定部 3 1 を被検眼 E の検査位置まで移動させる (S 2 2)。続いて、被検眼 E の眼屈折力測定及び角膜形状測定を実施する (S 2 3)。この測定結果は記憶部 6 1 に記憶される。

【 0 1 4 5 】

眼屈折力等の測定が完了したら、制御部 6 0 は、顔移動検知部 7 0 を制御し、被検者の顔の移動の検知を開始させる (S 2 4)。なお、この検知動作の開始は、ステップ 2 3 の測定前に開始してもよい。

【 0 1 4 6 】

次に、ヘッド位置取得部 6 2 は、被検眼 E の眼屈折力測定等の実施時における眼屈折力測定部 3 1 (測定ヘッド 3) の位置情報を取得する (S 2 5)。可動範囲設定部 6 3 は、この位置情報及び距離情報 6 1 a に基づいて、被検眼 E の眼圧測定における眼圧測定部 3 2 の可動範囲を演算する (S 2 6)。

30

【 0 1 4 7 】

次に、駆動制御部 6 4 は、駆動機構 1 0 を制御し、測定ヘッド 3 を移動して眼圧測定部 3 2 を被検眼 E の検査位置に配置させる (S 2 7)。この処理においては、従来と同様のアライメントが実行される。その際、駆動機構 1 0 は、ステップ 2 6 で得られた可動範囲内においてのみ眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させる。

【 0 1 4 8 】

ステップ 2 4 からこの段階までの間に、顔移動検知部 7 0 により被検者の顔の移動が検知されなかった場合 (S 2 8 : N o)、眼圧測定部 3 2 は、被検眼 E の眼圧測定を実施する (S 2 9)。眼圧の測定結果は記憶部 6 1 に記憶される。この場合の動作はこれで終了となる。

40

【 0 1 4 9 】

一方、ステップ 2 4 からこの段階までの間に顔の移動が検知された場合 (S 2 8 : Y e s)、報知制御部 6 5 は報知情報を出力する (S 3 0)。このとき、駆動制御部 6 4 は、ステップ 2 6 で得られた可動範囲を破棄する。すなわち、駆動制御部 6 4 は、当該可動範囲による眼圧測定部 3 2 の移動範囲の規制を解除する。

【 0 1 5 0 】

オペレータは、出力された報知情報により被検者の顔が移動したことを認識し、被検眼

50

E に対する眼圧測定部 3 2 の位置を適宜に調整する (S 3 1)。なお、被検眼 E に対する再度のアライメントを自動的に行うようにしてもよい。位置調整の終了後、眼圧測定部 3 2 は、たとえばオペレータの指示に応じて被検眼 E の眼圧測定を実施する (S 2 9)。眼圧の測定結果は記憶部 6 1 に記憶される。以上で、図 9 に示す動作の説明を終了する。

【 0 1 5 1 】

[作用・効果]

この実施形態に係る眼科装置 1 の作用及び効果について説明する。

【 0 1 5 2 】

眼科装置 1 は、眼屈折力測定 (及び角膜形状測定) と眼圧測定の双方を実施可能な装置である。ここで、眼圧測定における作動距離は、眼屈折力測定における作動距離よりも短く設定されている。また、眼科装置 1 は、眼屈折力測定部 3 1 と眼圧測定部 3 2 を有する測定ヘッド 3 を移動させる駆動機構 1 0 を具備し、被検眼 E に対する測定ヘッド 3 の位置を変えることにより、眼屈折力測定を実施した後に眼圧測定を実施するように構成されている。

10

【 0 1 5 3 】

更に、眼科装置 1 は、距離情報 6 1 a を予め記憶している。距離情報 6 1 a は、眼屈折力測定や眼圧測定における被検眼 E と検査手段との間の距離を含んでいる。特に、距離情報 6 1 a には、眼屈折力測定における作動距離 D_r と、眼圧検査において眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させるときの被検眼 E に対する安全距離 D_s とが含まれている。なお、距離情報 6 1 a は、眼圧測定における作動距離 D_t を更に含んでいてもよい。

20

【 0 1 5 4 】

眼科装置 1 は、被検眼 E の眼屈折力測定を実施したときの眼屈折力測定部 3 1 の位置情報を取得し、この位置情報及び距離情報 6 1 a に基づいて、眼圧測定における作動距離 D_t の方向 (前後方向、Z 方向) における眼圧測定部 3 2 の可動範囲を設定する。そして、眼科装置 1 は、眼圧測定において、この可動範囲内においてのみ眼圧測定部 3 2 を前後方向に移動させる。

【 0 1 5 5 】

このような眼科装置 1 によれば、測定ヘッド 3 の可動範囲を自動的に設定することにより安全性の向上を図ることが可能である。より具体的には、眼科装置 1 によれば、眼圧測定において、被検眼 E への気流吹付ノズル 2 1 2 の接触を防止できる。また、眼科装置 1 によれば、測定ヘッド 3 の可動範囲を手作業で設定する必要がないので、検査効率の低下や操作の煩雑化といった問題を解決できる。特に、左右両眼を検査する場合に便利である。また、可動範囲の設定を忘れていたり、検査効率を優先して可動範囲の設定を省略してしまうような事態も回避できる。すなわち、眼科装置 1 によれば、被検者に対する安全性向上を効果的に図ることが可能である。

30

【 0 1 5 6 】

また、眼科装置 1 によれば、図 8 を参照して説明したように、左右両眼の眼屈折力測定と眼圧測定を自動的に実施する場合において、被検眼に対する安全性を向上させることが可能である。

【 0 1 5 7 】

また、眼科装置 1 は、図 9 を参照して説明したように、眼屈折力測定から眼圧測定までの間に被検者の顔が移動したことを検知したときに、報知情報を出力するように構成されている。眼屈折力測定から眼圧測定までの間に被検者の顔が移動すると、可動範囲内において眼圧測定部 3 2 を移動させていても被検者に接触してしまうおそれがある。眼科装置 1 によれば、このようなおそれがあることを報知することができるので、更なる安全性向上を図ることが可能である。

40

【 0 1 5 8 】

以上に詳述した構成は、この発明に係る眼科装置を実施するための一具体例に過ぎない。この発明を実施しようとする者は、この発明の要旨の範囲内における任意の変形を適宜に施すことが可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0159】

【図1】この発明に係る眼科装置の実施の形態の外観構成の一例を表す概略斜視図である。

【図2】この発明に係る眼科装置の実施の形態の駆動機構の構成の一例を表す概略斜視図である。

【図3】この発明に係る眼科装置の実施の形態の光学系の構成の一例を表す概略図である。

【図4】この発明に係る眼科装置の実施の形態の光学系の構成の一例を表す概略図である。

【図5】この発明に係る眼科装置の実施の形態の光学系の構成の一例を表す概略図である。

【図6】この発明に係る眼科装置の実施の形態の制御系の構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図7】この発明に係る眼科装置の実施の形態が実行する処理を説明するための概略説明図である。

【図8】この発明に係る眼科装置の実施の形態の動作の一例を表すフローチャートである。

【図9】この発明に係る眼科装置の実施の形態の動作の一例を表すフローチャートである。

【符号の説明】

【0160】

1 眼科装置

3 測定ヘッド

10 駆動機構

31 眼屈折力測定部

32 眼圧測定部

40 演算部

41 眼屈折力演算部

42 角膜形状演算部

43 眼圧演算部

50 ユーザーインターフェイス (UI)

60 制御部

61 記憶部

61a 距離情報

62 ヘッド位置取得部

63 可動範囲設定部

64 駆動制御部

65 報知制御部

70 顔移動検知部

E 被検眼

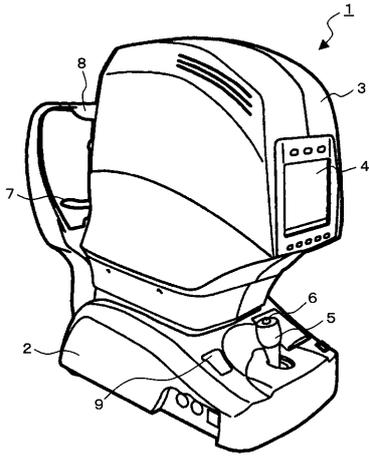
10

20

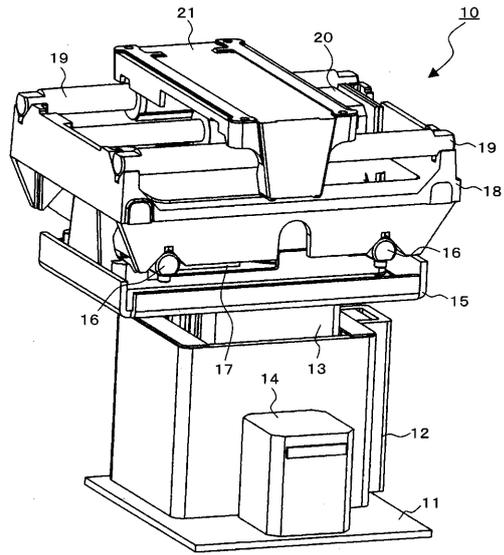
30

40

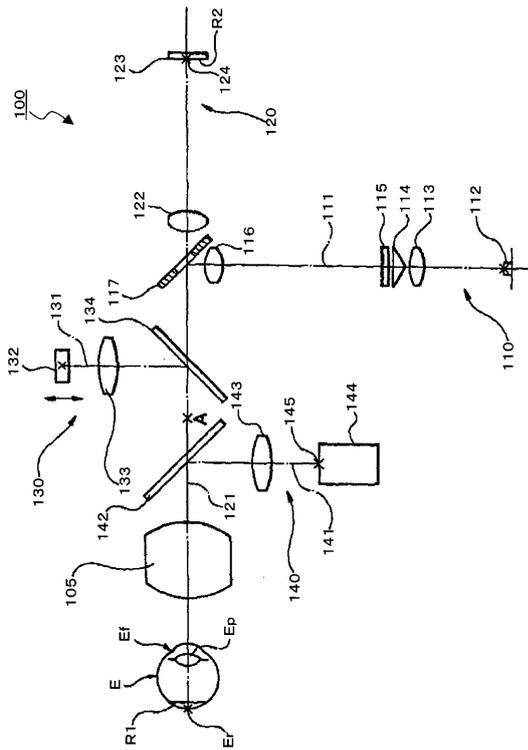
【図 1】



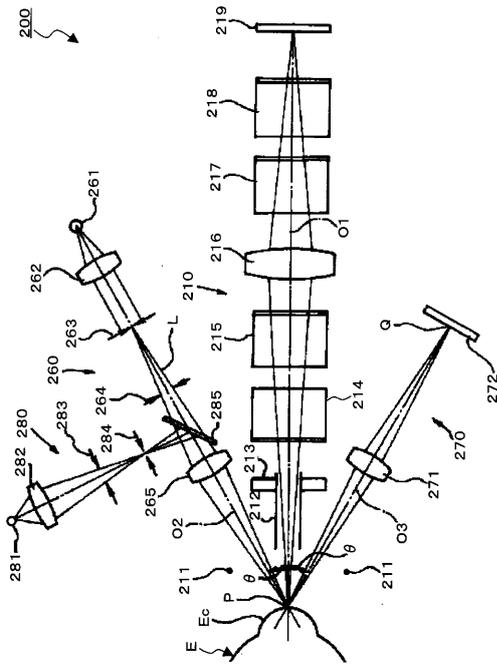
【図 2】



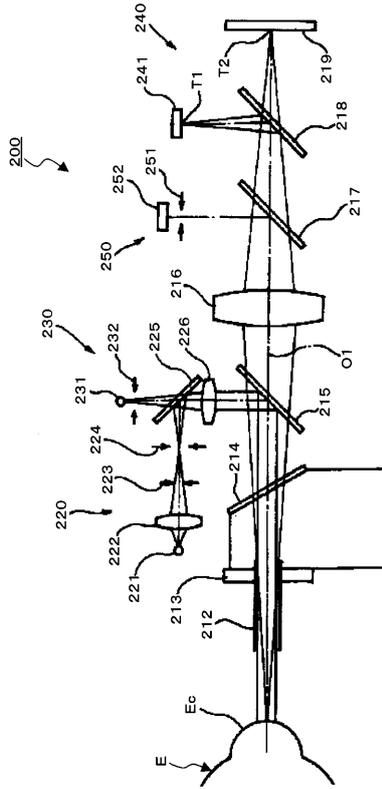
【図 3】



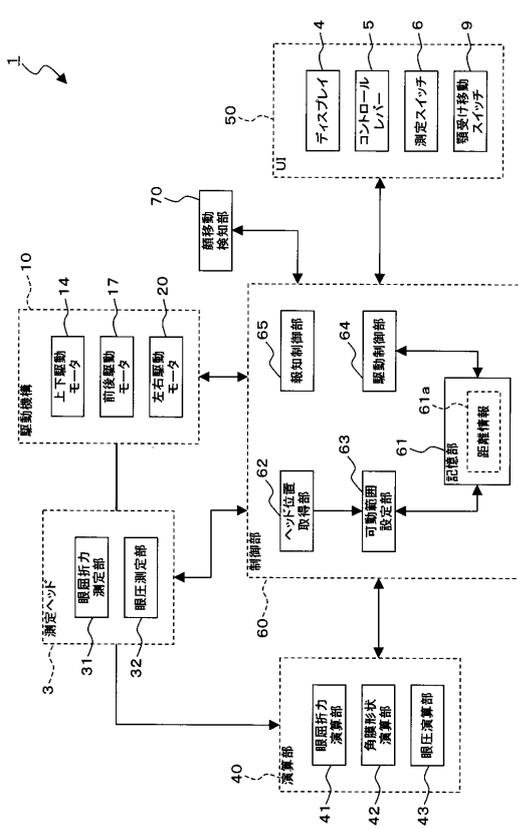
【図 4】



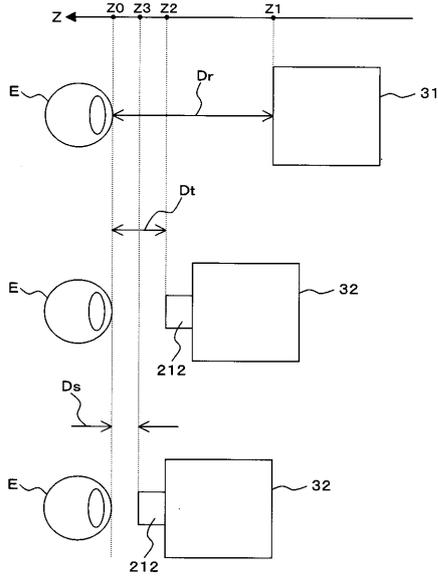
【図5】



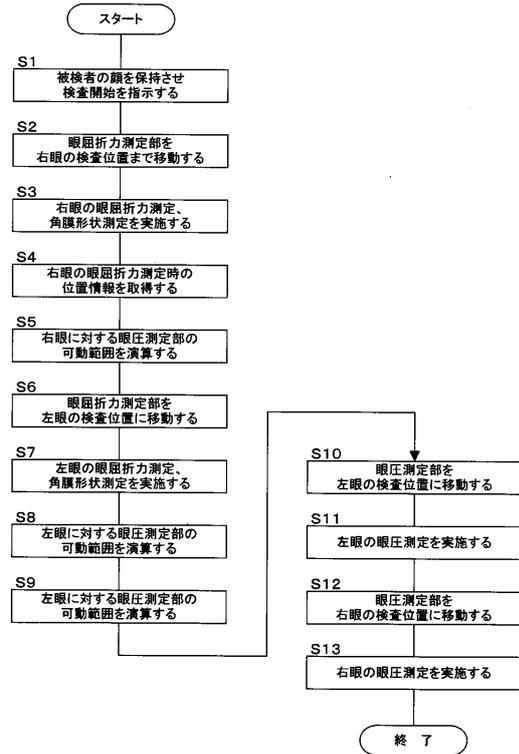
【図6】



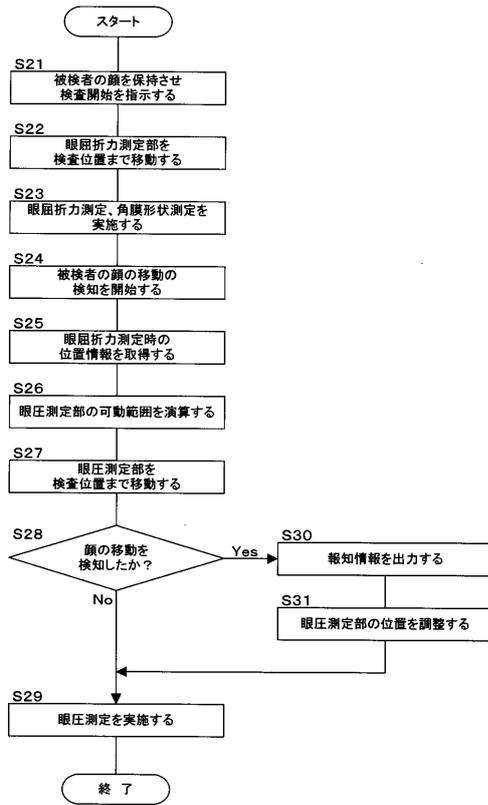
【図7】



【図8】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-282672(JP,A)
特開2007-282671(JP,A)
特開2001-187024(JP,A)
特許第2937373(JP,B2)
特開平08-229007(JP,A)
特開2004-222955(JP,A)
特開2006-263082(JP,A)
特開2002-102170(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00-3/16