

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6499884号
(P6499884)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 3/103 (2006.01) A 6 1 B 3/10 M

請求項の数 6 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-43211 (P2015-43211) (22) 出願日 平成27年3月5日(2015.3.5) (65) 公開番号 特開2016-159071 (P2016-159071A) (43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5) 審査請求日 平成30年2月22日(2018.2.22)</p>	<p>(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 (74) 代理人 100124626 弁理士 榎並 智和 (72) 発明者 梅地 航 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 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】

被検眼の眼底にパターン光を投影する投影系と、前記投影系により投影された前記パターン光の前記眼底からの戻り光を検出する受光系と、前記受光系により検出された前記戻り光に基づく像のフォーカス状態を変更する光学部材とを含む光学系と、

前記像を表示手段に表示させる表示制御部と、

前記像のフォーカス状態を変更するための操作部と、

前記操作部に対する操作内容に基づいて前記光学部材を制御する光学部材制御部と、

前記像と前記光学部材に対する制御内容とに基づいて前記被検眼の屈折力を被検眼情報として算出する算出部と

を含み、

前記表示制御部は、既定の基準検査眼または前記被検眼に既定のフォーカス状態において投影される前記パターン光に基づく像を表す基準パターン像を前記パターン光に基づく像に重畳して前記表示手段に表示させる、眼科装置。

【請求項2】

前記パターン光は、リングパターン光である

ことを特徴とする請求項1に記載の眼科装置。

【請求項3】

前記操作部は、前記表示手段に表示された前記パターン光に基づく像に対して3以上の位置の指定するために用いられ、

前記算出部は、

前記操作部を用いて指定された前記3以上の位置に基づいて楕円近似処理を行うことにより近似楕円を特定する特定部と、

前記特定部により特定された近似楕円と前記光学部材に対する制御内容とに基づいて前記屈折力を算出する屈折力算出部と

を含むことを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

【請求項4】

前記操作部を用いた前記位置の指定が行われているとき、前記操作部を用いて2以上の位置が指定された後に新たな位置が指定されるごとに、前記特定部は前記新たな位置を含む3以上の位置に基づいて新たな近似楕円を特定し、前記新たな近似楕円に基づいて新たな屈折力を算出し、前記新たな屈折力を前記表示手段に表示させる

ことを特徴とする請求項3に記載の眼科装置。

【請求項5】

前記像をキャプチャーするキャプチャー部を含み、

前記算出部は、前記キャプチャー部によりキャプチャーされた像と前記光学部材に対する制御内容とに基づいて前記被検眼情報を算出する

ことを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項6】

前記光学部材制御部は、前記像を雲霧させるように前記光学部材を制御し、

前記キャプチャー部は、前記光学部材により前記像を雲霧させた状態で前記像をキャプチャーする

ことを特徴とする請求項5に記載の眼科装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、眼科装置に関する。

【背景技術】

【0002】

眼科分野において、被検眼の眼底に所定のパターン光を投影し、眼底からの戻り光に基づくパターン像を解析することにより屈折力等の被検眼情報を求めることが可能な装置が用いられる。

【0003】

このような眼科装置は、たとえば、ベースに対して左右方向、上下方向、および前後方向に移動可能に設けられた測定ヘッドを含んで構成される。測定ヘッドには、被検眼の眼底にパターン光を投影し、眼底からの戻り光に基づくパターン像を光学的に取得するための光学系と、被検眼に対して光学系の位置合わせを行うためのアライメント手段等とが設けられている。アライメント手段は、たとえば、被検眼の瞳孔重心位置や角膜頂点位置に光学系の位置を合わせる。眼科装置は、アライメントが行われた状態で眼底からの戻り光に基づくパターン像を光学的に取得する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-296110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、被検眼が有する疾患の種別によっては、眼底からの戻り光に基づくパターン像を解析することができず、被検眼情報を求めることができない場合がある。たとえば、被検眼が白内障である場合、水晶体の混濁状態によっては、被検眼に照射したパターン光が拡散され、十分な光量が眼底に到達しなかったり、眼底からの戻り光を十分に検

10

20

30

40

50

出ることができなかつたりする。この場合、パターン像の輪郭部分がぼやけ、パターン像の形状等を解析することができなくなる。

【0006】

この発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、その目的は、疾患を伴う被検眼であっても屈折力等の被検眼情報を求めることが可能な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】

【0007】

実施形態に係る眼科装置は、被検眼の眼底にパターン光を投影する投影系と、投影系により投影されたパターン光の眼底からの戻り光を検出する受光系と、受光系により検出された戻り光に基づく像のフォーカス状態を変更する光学部材とを含む光学系と、像を表示手段に表示させる表示制御部と、像のフォーカス状態を変更するための操作部と、操作部に対する操作内容に基づいて光学部材を制御する光学部材制御部と、像と光学部材に対する制御内容とに基づいて被検眼の屈折力を被検眼情報として算出する算出部とを含む。表示制御部は、既定の基準検査眼または被検眼に既定のフォーカス状態において投影されるパターン光に基づく像を表す基準パターン像をパターン光に基づく像に重畳して表示手段に表示させる。

10

【発明の効果】

【0008】

この発明に係る眼科装置によれば、疾患を伴う被検眼であっても屈折力等の被検眼情報を求めることが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態に係る眼科装置の構成例を示す概略図である。

【図2】実施形態に係る眼科装置の構成例を示す概略図である。

【図3】実施形態に係る眼科装置の構成例を示す概略図である。

【図4】実施形態に係る眼科装置の構成例を示す概略図である。

【図5】実施形態に係る眼科装置の動作例を示すフロー図である。

【図6】実施形態に係る眼科装置の動作例の説明図である。

【図7】実施形態に係る眼科装置の動作例の説明図である。

30

【図8】実施形態に係る眼科装置の動作例の説明図である。

【図9】実施形態に係る眼科装置の動作例の説明図である。

【図10】実施形態に係る眼科装置の動作例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施形態に係る眼科装置は、任意の自覚検査および/または任意の他覚検査を実行することが可能である。以下の実施形態に係る眼科装置は、自覚検査として、遠用検査、近用検査、コントラスト検査、グレア検査などを実行可能であり、且つ、他覚検査として、他覚屈折測定、角膜形状測定などを実行可能な検眼装置（オートレフケラトメータ）である。しかし、本発明に係る眼科装置はこれに限定されるものではなく、被検眼の眼底にパターン光を投影し、眼底からの戻り光に基づくパターン像を光学的に取得するための光学系を含んで構成された眼科装置において、パターン像のフォーカス状態を変更するための光学部材を備え、フォーカス状態が変更されたパターン像を解析することにより被検眼情報（被検眼の光学特性（値））を算出することが可能に構成されているものであればよい。

40

【0011】

本発明を適用可能な眼科装置として、以下の実施形態に係る検眼装置の他に、光コヒーレンストモグラフィ（Optical Coherence Tomography：以下、OCT）装置や、眼軸長測定装置や、眼圧計などがある。OCT装置は、眼底や前眼部などの被検眼の任意の部位に対してOCTを実行する装置である。眼軸長測定装置は、たとえば、被検眼に光を照射することにより角膜頂点位置から網膜前面までの距離を眼軸

50

長として測定する装置である。眼圧計は、たとえば、圧縮空気が吹き付けられた被検眼の前眼部を照明することにより取得された角膜からの戻り光の光量と圧縮空気の圧力等とに基づいて眼圧を測定する装置である。

【 0 0 1 2 】

[構成]

(眼科装置の外観構成)

実施形態に係る眼科装置の外観構成を図 1 に示す。眼科装置 1 は、ベース 2 と、架台 3 と、ヘッド部 4 と、顔受け部 5 と、ジョイスティック 8 と、表示部 10 とを有する。なお、眼科装置 1 は、単体の装置でもよいし、2 以上の装置の組み合わせでもよい。後者の場合、以下において説明される複数の構成要素が 2 以上の装置に分散配置される。たとえば、眼科装置 1 は、検査を行うための光学系や駆動機構や制御基板等を含む装置と、当該装置に対する制御や情報入力、当該装置からの出力情報の処理を行うための装置とを含んで構成される。

10

【 0 0 1 3 】

架台 3 は、ベース 2 に対して前後左右に移動可能とされる。ヘッド部 4 は、架台 3 と一体的に構成されている。顔受け部 5 は、ベース 2 と一体的に構成されている。

【 0 0 1 4 】

顔受け部 5 には、顎受け 6 と顎当て 7 とが設けられている。顔受け部 5 により被検者 (図示を略す) の顔が固定される。検者は、たとえば、眼科装置 1 を挟んで被検者の反対側に位置して検査を行う。ジョイスティック 8 および表示部 10 は、検者側の位置に配置されている。ジョイスティック 8 は、架台 3 上に設けられている。表示部 10 は、ヘッド部 4 の検者側の面に設けられている。表示部 10 は、たとえば、液晶ディスプレイ等のフラットパネルディスプレイである。表示部 10 は、タッチパネル式の表示画面 10 a を有する。

20

【 0 0 1 5 】

ヘッド部 4 は、ジョイスティック 8 の傾倒操作によって前後左右に移動される。また、ヘッド部 4 は、ジョイスティック 8 をその軸に対して回転させることにより上下方向に移動される。これら操作によって、顔受け部 5 に保持されている被検者の顔に対するヘッド部 4 の位置が変わる。なお、左右方向の移動は、たとえば、眼科装置 1 による検査対象を左眼から右眼にまたは右眼から左眼に切り替えるために行われる。

30

【 0 0 1 6 】

眼科装置 1 には外部装置 11 が接続されている。外部装置 11 は、任意の装置であってよく、また、眼科装置 1 と外部装置 11 との間の接続態様 (通信形態等) も任意であってよい。外部装置 11 は、たとえば、レンズの光学特性を測定するための眼鏡レンズ測定装置を含む。眼鏡レンズ測定装置は、被検者が装用する眼鏡レンズの度数等を測定し、この測定データを眼科装置 1 に入力する。また、外部装置 11 は、他の任意の眼科装置であってよい。また、外部装置 11 は、記録媒体から情報を読み取る機能を有する装置 (リーダ) や、記録媒体に情報を書き込む機能を有する装置 (ライタ) であってよい。

【 0 0 1 7 】

外部装置 11 の他の例として、当該医療機関内にて使用されるコンピュータがある。このような院内コンピュータは、たとえば、病院情報システム (H I S) サーバ、D I C O M サーバ、医師端末などを含む。外部装置 11 は、当該医療機関の外部にて使用されるコンピュータを含んでよい。このような院外コンピュータは、たとえば、モバイル端末、個人端末、眼科装置 1 のメーカー側のサーバや端末、クラウドサーバなどがある。

40

【 0 0 1 8 】

(光学系の構成)

眼科装置 1 は被検眼の検査を行うための光学系を有する。この光学系の構成例について図 2 を参照して説明する。光学系はヘッド部 4 内に設けられている。光学系は、観察系 12 と、固視標投影系 13 と、他覚式測定系 14 と、自覚式測定系 15 と、アライメント系 16 および 17 とを含む。符号 9 は、各種の処理を実行する処理部を示す。

50

【0019】

観察系12は、被検眼Eの前眼部を観察するための機能を有する。固視標投影系13は、被検眼Eに固視標を提示するための機能を有する。他覚式測定系14は、他覚検査を行うための機能を有する。本例の他覚式測定系14は、被検眼Eの眼底Efに所定の測定パターン光(パターン光)を投影する機能と、眼底Efに投影された測定パターン光の戻り光に基づく像(パターン像)を検出する機能とを有する。自覚式測定系15は、自覚検査を行うための機能を有する。本例の自覚式測定系15は、被検眼Eに視標を提示する機能を有する。アライメント系16および17は、被検眼Eに対する光学系の位置合わせ(アライメント)を行うための機能を有する。アライメント系16は、観察系12の光軸に沿う方向(前後方向)のアライメントを行うための機能を有する。アライメント系17は、観察系12の光軸に直交する方向(上下方向、左右方向)のアライメントを行うための機能を有する。

10

【0020】

(観察系12)

観察系12は、対物レンズ12aと、ダイクロイックフィルタ12bと、ハーフミラー12cと、リレーレンズ12dと、ダイクロイックフィルタ12eと、結像レンズ12fと、撮像素子(CCD)12gとを含む。撮像素子12gの出力は、処理部9に入力される。処理部9は、撮像素子12gから入力された信号に基づいて、表示部10に前眼部像E'を表示させる。

【0021】

対物レンズ12aと被検眼Eとの間には、ケラト板12hが設けられている。ケラト板12hは、角膜形状を測定するためのリング状光束を被検眼Eの角膜Kに投影するために用いられる。ケラト板12hの構成例を図3に示す。

20

【0022】

(アライメント系16および17)

ケラト板12hの後方にはアライメント系16が設けられている。前述したように、アライメント系16は、前後方向のアライメントに用いられる。アライメント系16は、アライメント光源16aと、投影レンズ16bとを有する。投影レンズ16bは、アライメント光源16aから出力された光束を平行光束に変換して角膜Kに投影する。ユーザまたは処理部9は、アライメント系16により角膜Kに投影された像(輝点像)を参照してヘッド部4を前後方向に移動させることによりアライメントを行う。

30

【0023】

アライメント系17は、ハーフミラー12cを介して観察系12から分岐した光路を形成している。前述したように、アライメント系17は、上下方向および左右方向のアライメントに用いられる。アライメント系17は、アライメント光源17aと、投影レンズ17bとを有する。投影レンズ17bは、アライメント光源17aから出力された光束を平行光束に変換する。この平行光束は、ハーフミラー12cにより反射され、観察系12の光路を通じて角膜Kに投影される。ユーザまたは処理部9は、アライメント系17により角膜Kに投影された像(輝点像)に基づいてヘッド部4を上下方向および左右方向に移動させることによりアライメントを行う。

40

【0024】

図2に示すように、表示画面10aには、前眼部像E'とともに、アライメントマークALと指標像(輝点像)Brとが表示される。前後方向のアライメントは、たとえば、アライメント光源17aによる指標像Brのピントが合うようにヘッド部4の位置を調整することにより行われる。また、アライメント光源16aによる2個の輝点像の間隔とケラトリング像の径の比率が所定範囲になるようにヘッド部4の位置を調整することによって、前後方向のアライメントを行ってもよい。

【0025】

手動でアライメントを行う場合、ユーザは、たとえば、表示画面10aに表示されている情報を参照しつつジョイスティック8を操作してヘッド部4の位置調整を行う。このと

50

き、処理部 9 は、たとえば、上記比率からアライメントのずれ量を算出し、このずれ量を表示画面 10 a に表示させてよい。処理部 9 は、アライメントが完了したことに対応して測定を開始するように制御を行うことができる。

【0026】

自動でアライメントを行う場合、処理部 9 は、たとえば、上記比率からアライメントのずれ量を算出し、このずれ量がキャンセルされるように電動の機構を制御してヘッド部 4 を移動させる。この機構は、駆動力を発生するアクチュエータと、この駆動力をヘッド部 4 に伝達する部材とを含む。処理部 9 は、アライメントが完了したことに対応して測定を開始するように制御を行うことができる。

【0027】

この実施形態において、左右方向を X 方向（第 1 方向）とすると、上下方向は左右方向に直交する Y 方向（第 2 方向）となり、前後方向は左右方向および上下方向の双方に直交する Z 方向（第 3 方向）となる。

【0028】

（固視標投影系 13、自覚式測定系 15）

固視標投影系 13（自覚式測定系 15）は、白色光を発生する LED 光源 13 a と、色補正フィルタ 13 b と、コリメータレンズ 13 b' と、チャート板 13 c と、ハーフミラー 13 d と、リレーレンズ 13 e と、反射ミラー 13 f と、合焦レンズ 13 g と、リレーレンズ 13 h と、フィールドレンズ 13 i と、バリアブルクロスシリンダレンズ（以下、VCC レンズ）13 j と、反射ミラー 13 k と、ダイクロイックフィルタ 13 m および 12 b と、対物レンズ 12 a とを含む。また、自覚式測定系 15 は、被検眼 E にグレア光を照射するグレア光源 13 n を有する。

【0029】

チャート板 13 c には、固視標と、視標チャートとが形成されている。固視標は、被検眼 E を固視させるための視標である。本例の固視標は、たとえば風景チャートである。視標チャートは、被検眼 E の視力値や矯正度数（遠用度数、近用度数等）を自覚的に測定するための視標である。本例では、複数の視標チャートがチャート板 13 c に形成されている。

【0030】

他覚検査（他覚屈折測定等）においては、風景チャートが眼底 E f に投影される。この風景チャートを被検者に凝視させつつアライメントが行われ、雲霧視状態で眼屈折力が測定される。

【0031】

（他覚式測定系 14）

他覚式測定系 14 は、リング状光束投影系 14 A と、リング状光束受光系 14 B とを含む。リング状光束投影系 14 A は、リング状の測定パターン光（リングパターン光）を眼底 E f に投影する。リング状光束受光系 14 B は、この測定パターン光の眼底 E f からの戻り光（反射光）を検出する。

【0032】

リング状光束投影系 14 A は、レフ測定ユニット部 14 a と、リレーレンズ 14 b と、瞳リング 14 c と、フィールドレンズ 14 d と、穴開きプリズム 14 e と、ロータリープリズム 14 f と、ダイクロイックフィルタ 13 m および 12 b と、対物レンズ 12 a とを含む。レフ測定ユニット部 14 a は、レフ測定用の光源（LED）14 h と、コリメータレンズ 14 i と、円錐プリズム 14 j と、リング状測定パターン形成板 14 k とを含む。

【0033】

リング状光束受光系 14 B は、対物レンズ 12 a と、ダイクロイックフィルタ 12 b と、ダイクロイックフィルタ 13 m と、ロータリープリズム 14 f と、穴開きプリズム 14 e と、フィールドレンズ 14 m と、反射ミラー 14 n と、リレーレンズ 14 p と、合焦レンズ 14 q と、反射ミラー 14 r と、ダイクロイックフィルタ 12 e と、結像レンズ 12 f と、撮像素子（CCD）12 g とを含む。

10

20

30

40

50

【0034】

眼科装置1の各部は処理部9によって制御される。たとえば、処理部9は、LED光源13a、光源14h、グレア光源13n、アライメント光源16aおよび17a、ケラト板12hのケラトリング光源12h'、レフ測定ユニット部14a、合焦レンズ13gおよび14q、チャート板13c、VCCレンズ13j、表示部10などを制御する。

【0035】

(アライメント)

眼科装置1は、顔受け部5に固定された被検者の被検眼に対しヘッド部4を移動することにより、被検眼Eに対して被検眼の各種情報を取得するための上記の光学系の位置合わせ(アライメント)を行うことが可能である。

10

【0036】

アライメントを行うとき、処理部9はアライメント光源16a、17aを点灯させる。アライメント光源16aから出力された光束は、投影レンズ16b、ケラト板12hを経由して角膜Kに投影される。角膜Kに投影された光束は、ケラト板12h、対物レンズ12a、ダイクロイックフィルタ12b、ハーフミラー12c、リレーレンズ12d、ダイクロイックフィルタ12e、結像レンズ12fを経由して、撮像素子12gに導かれる。これにより、撮像素子12gに、アライメント光源16aの2つの指標像(輝点像)が結像される。表示画面10aには、前眼部像E'上に指標像(輝点像)Lr1、Lr2が表示される。処理部9は、たとえば、指標像Lr1、Lr2が所定の位置関係となるようにアクチュエータを制御することによりヘッド部4を前後方向に移動させて前後方向のアライメントを行う。

20

【0037】

アライメント光源17aから出力された光束は、投影レンズ17b、ハーフミラー12c、ダイクロイックフィルタ12b、対物レンズ12a、ケラト板12hを経由して角膜Kに投影される。アライメント光源17aにより角膜Kに投影された光束は、アライメント光源16aにより角膜Kに投影された光束と同様の経路で、撮像素子12gに導かれる。これにより、撮像素子12gに、アライメント光源17aの指標像(輝点像)が結像される。表示画面10aには、前眼部像E'上に指標像Brが表示される。処理部9は、たとえば、指標像Brの位置とアライメントマークAL内の中心位置とのずれ量がキャンセルされるようにアクチュエータを制御することによりヘッド部4を左右方向および上下方向に移動させて左右方向および上下方向のアライメントを行う。

30

【0038】

(角膜形状測定機能)

角膜形状測定モードが選択されると、処理部9はケラトリング光源12h'を点灯させる。ケラトリング光源12h'から出力された光束は、角膜形状測定用リング状光束として角膜Kに投影される。ダイクロイックフィルタ12bは、角膜Kに投影された角膜形状測定用リング状光束を透過させる。これにより、撮像素子12gが角膜形状測定用リング状光束の像(図示を略す)を検出する。

【0039】

(他覚測定機能)

他覚測定モードが選択されると、処理部9は光源14hを点灯させる。また、レフ測定ユニット部14aが光軸方向に移動され、且つ、これに対応して合焦レンズ13gが光軸方向に移動される。レフ測定ユニット部14a、合焦レンズ13g、および合焦レンズ14qは、連動してそれぞれの光軸方向を移動可能に構成されている。

40

【0040】

光源14hからの光は、コリメータレンズ14iにより平行光とされ、円錐プリズム14j、リング状測定パターン形成板14kを経由して、リング状の測定パターン光(光束)としてリレーレンズ14bに導かれる。リング状の測定パターン光は、リレーレンズ14b、瞳絞り14c、フィールドレンズ14d、穴開きプリズム14eの反射面14e'を経由してダイクロイックフィルタ13mに導かれる。ダイクロイックフィルタ13mに

50

より反射された測定パターン光は、ダイクロイックフィルタ 1 2 b を経由して対物レンズ 1 2 a に導かれ、眼底 E f に投影される。

【 0 0 4 1 】

眼底 E f に形成されたリング状の測定パターン光は、対物レンズ 1 2 a により集光され、ダイクロイックフィルタ 1 2 b および 1 3 m、ロータリープリズム 1 4 f、穴開きプリズム 1 4 e の穴部 1 4 e、フィールドレンズ 1 4 m、反射ミラー 1 4 n、リレーレンズ 1 4 p、合焦レンズ 1 4 q、反射ミラー 1 4 r、ダイクロイックフィルタ 1 2 e を経由し、結像レンズ 1 2 f によって撮像素子 1 2 g に結像される。これにより、撮像素子 1 2 g がリング状の測定パターン光の戻り光により形成された像（測定パターン像。図示を略す）を検出する。

10

【 0 0 4 2 】

（自覚測定機能）

自覚測定モードが選択されると、処理部 9 は LED 光源 1 3 a を点灯させる。LED 光源 1 3 a から出力された光束は、色補正フィルタ 1 3 b を介してチャート板 1 3 c を照明する。チャート板 1 3 c には、各種の視標（チャート）が設けられている。また、処理部 9 は、他覚測定の結果に応じた位置に合焦レンズ 1 3 g を移動させる。同様に、処理部 9 は、他覚測定で得られた被検眼 E の乱視状態（乱視度、乱視軸）に基づいて、この乱視状態が矯正されるように VCC レンズ 1 3 j を制御する。

【 0 0 4 3 】

検者または処理部 9 により視標が選択されると、処理部 9 は、選択された視標が光路に配置されるようにチャート板 1 3 c を制御する。この視標を経由した光束は、ハーフミラー 1 3 d、リレーレンズ 1 3 e、反射ミラー 1 3 f、合焦レンズ 1 3 g、リレーレンズ 1 3 h、フィールドレンズ 1 3 i、VCC レンズ 1 3 j、反射ミラー 1 3 k、ダイクロイックフィルタ 1 3 m および 1 2 b、対物レンズ 1 2 a を経由して眼底 E f に投影される。

20

【 0 0 4 4 】

被検者は、眼底 E f に投影された視標に対する応答を行う。視標の選択とそれに対する応答が、検者または処理部 9 の判断により繰り返し行われる。検者または処理部 9 は、被検者からの応答に基づいて処方値を決定する。また、グレア検査が行われる場合、処理部 9 はグレア光源 1 3 n を点灯させる。そして、この状態で自覚測定が行われる。

【 0 0 4 5 】

他覚式測定系 1 4 の構成、自覚式測定系 1 5 の構成、アライメント系 1 6 および 1 7 の構成、ケラト系の構成、眼屈折力（レフ）の測定原理、自覚測定の測定原理、角膜形状の測定原理などは公知であるので、詳細な説明は省略する。

30

【 0 0 4 6 】

（情報処理系の構成）

眼科装置 1 の情報処理系について説明する。眼科装置 1 の情報処理系の機能的構成の例を図 4 に示す。情報処理系は、制御部 1 0 0 と、検査部 1 1 0 と、表示部 1 3 0 と、操作部 1 4 0 と、通信部 1 5 0 とを含む。制御部 1 0 0 は、検査部 1 1 0、表示部 1 3 0 および通信部 1 5 0 を制御する。

【 0 0 4 7 】

（検査部 1 1 0）

検査部 1 1 0 は、複数の異なる種別の検査を行うことが可能である。図 2 に示す構成を有する眼科装置 1 においては、他覚屈折測定、自覚屈折測定（遠用検査、近用検査、コントラスト検査、グレア検査など）、角膜形状測定を含む、複数の検査を実行することができる。

40

【 0 0 4 8 】

検査部 1 1 0 は、光学系 1 1 1 と、移動機構 1 1 2 とを含んで構成される。光学系 1 1 1 は、被検眼 E の眼底 E f にリング状の測定パターン光（パターン光）を投影し、眼底 E f からの戻り光に基づく測定パターン像（パターン像）を光学的に取得する。

【 0 0 4 9 】

50

光学系 1 1 1 は、投影系 1 1 1 A と、受光系 1 1 1 B と、光学部材 1 1 1 C とを含んで構成される。投影系 1 1 1 A は、被検眼 E の眼底 E f にリング状の測定パターン光を投影する。受光系 1 1 1 B は、投影系 1 1 1 A により投影された測定パターン光の眼底 E f からの戻り光を検出する。光学部材 1 1 1 C は、受光系 1 1 1 B により検出された戻り光に基づく測定パターン像のフォーカス状態を変更する。図 2 において、リング状光束投影系 1 4 A は、投影系 1 1 1 A の一例である。また、リング状光束受光系 1 4 B は、受光系 1 1 1 B の一例である。また、合焦レンズ 1 3 g や合焦レンズ 1 4 q は、光学部材 1 1 1 C の一例である。

【 0 0 5 0 】

移動機構 1 1 2 は、被検眼に対して光学系 1 1 1 を相対移動する。移動機構 1 1 2 は、光学系 1 1 1 や光学系 1 1 1 を構成する光学部材を駆動する機構であり、制御部 1 0 0 により制御可能な駆動力を発生するアクチュエータと、この駆動力を光学系 1 1 1 や光学系 1 1 1 を構成する光学部材に伝達する部材とを含む。また、検査部 1 1 0 は、光学系によって取得されたデータを解析することにより検査結果を求める機能を含んでよい。その場合、検査部 1 1 0 は、図 2 に示す処理部 9 の少なくとも一部を含む。

10

【 0 0 5 1 】

(表示部 1 3 0 、 操作部 1 4 0)

表示部 1 3 0 は、制御部 1 0 0 による制御を受けて情報を表示する。表示部 1 3 0 は、図 1 に示す表示部 1 0 を含む。

【 0 0 5 2 】

操作部 1 4 0 は、眼科装置 1 を操作するために使用される。操作部 1 4 0 は、眼科装置 1 に設けられた各種のハードウェアキー（ジョイスティック 8、ボタン、スイッチ等）を含む。また、操作部 1 4 0 は、タッチパネル式の表示画面 1 0 a に表示される各種のソフトウェアキー（ボタン、アイコン、メニュー等）を含む。

20

【 0 0 5 3 】

表示部 1 3 0 および操作部 1 4 0 の少なくとも一部が一体的に構成されていてもよい。その典型例として、タッチパネル式の表示画面 1 0 a がある。

【 0 0 5 4 】

(通信部 1 5 0)

通信部 1 5 0 は、図 1 に示す外部装置 1 1 と通信するための機能を有する。通信部 1 5 0 は、たとえば処理部 9 に設けられている。通信部 1 5 0 は、外部装置 1 1 との通信の形態に応じた構成を有する。

30

【 0 0 5 5 】

(制御部 1 0 0)

情報処理系は、制御部 1 0 0 を中心に構成される。制御部 1 0 0 は、演算処理や制御処理など、各種の情報処理を実行する。制御部 1 0 0 は、図 2 に示す処理部 9 の少なくとも一部を含む。制御部 1 0 0 は、検査制御部 1 0 1 と、表示制御部 1 0 2 と、算出部 1 0 3 と、記憶部 1 0 4 と、キャプチャー部 1 0 5 とを含む。

【 0 0 5 6 】

(検査制御部 1 0 1)

検査制御部 1 0 1 は、検査部 1 1 0 を制御する。具体的には、検査制御部 1 0 1 は、LED 光源 1 3 a、光源 1 4 h、グレア光源 1 3 n、アライメント光源 1 6 a および 1 7 a、ケラト板 1 2 h のケラトリング光源 1 2 h'、レフ測定ユニット部 1 4 a、合焦レンズ 1 3 g および 1 4 q、チャート板 1 3 c、VCC レンズ 1 3 j などを制御する。

40

【 0 0 5 7 】

検査制御部 1 0 1 は、眼底 E f からの戻り光に基づく測定パターン像のフォーカス状態を調整することが可能である。自動で調整する場合、検査制御部 1 0 1 は、たとえば、コントラスト差検出方式や位相差検出方式等の公知のフォーカス調整手法にしたがって移動機構 1 1 2 を制御することにより、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q の光軸方向における位置を制御する。手動で調整する場合、たとえば、指標等の手動フォーカス用情

50

報を表示しつつ、検査制御部 101 は、当該手動フォーカス用情報を参照したユーザの操作部 140 に対する操作内容に基づいて移動機構 112 を制御することにより、合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q の光軸方向における位置を制御する。

【0058】

また、検査制御部 101 は、操作部 140 に対するユーザの操作内容に基づいて、上記の各部を制御することが可能である。たとえば、検査制御部 101 は、操作部 140 に対するユーザの操作内容に基づいて、眼底 E f からの戻り光に基づく測定パターン像のフォーカス状態を調整することが可能である。

【0059】

(表示制御部 102)

表示制御部 102 は、表示部 130 に対して各種情報を表示させる。この実施形態では、表示制御部 102 は、タッチパネル式の表示画面 10a を有する表示部 130 (表示部 10) に被検眼の画像を表示させる。被検眼の画像として、被検眼のリアルタイム画像、過去に取得された当該被検眼の画像、あらかじめ登録された被検眼の画像、被検眼を模式的に表す画像 (模式図、シェーマ) 等がある。被検眼のリアルタイム画像は、撮像素子 12g の検出結果により得られる前眼部像であってよい。表示制御部 102 は、さらに、被検眼の画像に重畳してアライメントマーク A L を表示させてもよい。表示制御部 102 は、さらに、被検眼の画像に重畳して指標像 B r、L r 1、L r 2 を表示させてもよい。

【0060】

また、表示制御部 102 は、タッチパネル式の表示画面 10a を有する表示部 130 に操作画面を表示させることが可能である。操作画面には、眼底 E f からの戻り光に基づく測定パターン像と、測定パターン像のフォーカス状態を変更するための指示入力部とが表示される。測定パターン像は、リング状の測定パターン光が投影された被検眼 E の眼底 E f からの戻り光により撮像素子 12g に結像された像である。ユーザは、指示入力部に対して合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q を光軸方向に移動させるための指示操作を行うことが可能である。

【0061】

この操作画面には、さらに、雲霧視状態に移行させるための移行指示入力部や、操作画面に表示されている測定パターン像をキャプチャーするためのキャプチャー指示入力部などが表示されてもよい。ユーザは、移行指示入力部に対して雲霧視状態に移行させるための指示操作を行うことが可能である。また、ユーザは、キャプチャー指示入力部に対して被検眼の画像や測定パターン像を静止画としてキャプチャーするための指示操作を行うことが可能である。

【0062】

また、表示制御部 102 は、前眼部像等の被検眼の画像に上記の操作画面を重畳して表示させるようにしてもよい。これにより、ユーザは、被検眼の状態を確認しながら操作画面に表示された各種の指示入力部に対して指示操作を行うことができるようになる。

【0063】

(算出部 103)

算出部 103 は、眼底 E f からの戻り光に基づく測定パターン像と、合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q に対する制御内容とに基づいて被検眼情報を算出する。測定パターン像のフォーカス状態が自動で調整される場合、合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q に対する制御内容は、公知のフォーカス調整手法にしたがって検査制御部 101 により行われた合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q に対する制御内容に対応する。測定パターン像のフォーカス状態が手動で調整される場合、合焦レンズ 13g および合焦レンズ 14q の制御内容は、操作部 140 に対するユーザの操作内容に対応する。

【0064】

算出部 103 は、被検眼 E の屈折力を被検眼情報として算出することが可能である。たとえば、算出部 103 は、操作部 140 を用いて変更された測定パターン像のフォーカス状態を加味しつつ測定パターン像の形状 (サイズを含む。以下同様) を解析することによ

10

20

30

40

50

り被検眼 E の屈折力を求める。

【 0 0 6 5 】

算出部 1 0 3 は、特定部 1 0 3 A と、屈折力算出部 1 0 3 B とを含む。記憶部 1 0 4 は、基準パターン記憶部 1 0 4 A を含む。

【 0 0 6 6 】

(特定部 1 0 3 A)

特定部 1 0 3 A は、測定パターン像の形状を特定する。特定部 1 0 3 A は、撮像素子 1 2 g に結像された測定パターン像を取得し、取得された測定パターン像に対して所定の画像処理を施すことにより当該測定パターン像の形状を特定することが可能である。たとえば、特定部 1 0 3 A は、取得された測定パターン像を複数の経線方向に走査することにより当該測定パターン像のエッジの位置（画素）を検出する。特定部 1 0 3 A は、検出された複数のエッジの位置により特定されたエッジ像に対して最小二乗法等を適用することで楕円近似を行い、この近似楕円を当該測定パターン像の形状として特定する。また、たとえば、特定部 1 0 3 A は、取得された測定パターン像に対して細線化処理を施し、細線化処理により特定されたパターン像に対して最小二乗法等を適用することで楕円近似を行い、この近似楕円を当該測定パターン像の形状として特定してもよい。

【 0 0 6 7 】

この実施形態では、上記のような画像処理を用いて測定パターン像の形状を特定することができない場合、操作部 1 4 0 は、表示部 1 3 0 に表示された測定パターン像に対してユーザが 3 以上の特徴点の位置を指定するために用いられる。たとえば、ユーザは、タッチパネル式の表示画面 1 0 a に表示された測定パターン像が描出されたフレームにおいて、タッチ操作により当該測定パターン像上の 3 以上の特徴点の位置を指定する。特定部 1 0 3 A は、操作により指定された当該測定パターン像の特徴点の位置に基づいて楕円近似処理を行うことにより近似楕円を特定する。

【 0 0 6 8 】

(屈折力算出部 1 0 3 B)

屈折力算出部 1 0 3 B は、特定部 1 0 3 A により特定された楕円形状と、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q に対する制御内容（光学部材 1 1 1 C に対する制御内容）とに基づいて被検眼 E の屈折力を算出する。たとえば、屈折力算出部 1 0 3 B は、特定部 1 0 3 A により特定された楕円形状と、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q に対するフォーカス調整分のディオプターとに基づいて、被検眼 E の屈折力として球面度数 S、乱視度数 C、および乱視軸角度 A を求める。

【 0 0 6 9 】

特定された楕円形状の長径の長さを M 1 とし、短径の長さを M 2 とし、0 ディオプター時の測定パターン像の半径を d 1 とし、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q に対するフォーカス調整分のディオプターを D P とすると、屈折力算出部 1 0 3 B は、たとえば、 $S = ((M 1 + M 2) / 2 - d 1) + D P$ を計算することにより球面度数 S を求めることができる。0 ディオプター時の測定パターン像は、0 ディオプターに調整されたときの合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q の合焦位置において、当該被検眼または基準検査眼（たとえば、模型眼など）の眼底に投影されたリング状の測定パターン光の戻り光に基づいて形成される像である。また、屈折力算出部 1 0 3 B は、公知の式（ $C = M 1 - M 2$ ）により乱視度数 C を求めることができる。同様に、屈折力算出部 1 0 3 B は、長径の長さ M 1 と短径の長さ M 2 とを用いた公知の式にしたがって乱視軸角度 A を求めることができる。

【 0 0 7 0 】

(記憶部 1 0 4)

記憶部 1 0 4 は、各種のコンピュータプログラムやデータを記憶する。コンピュータプログラムには、各種の検査を眼科装置 1 に実行させるための演算プログラムや制御プログラムが含まれる。データには、各種の検査において使用されるデータが含まれる。このようなデータの例として、基準パターンがある。

【 0 0 7 1 】

(基準パターン)

基準パターンは、基準パターン像の形状を表す。基準パターン像は、既定の基準検査眼または被検眼に既定のフォーカス状態において投影される測定パターン光に基づいて形成される測定パターン像である。この実施形態では、基準パターンは、フォーカス状態が 0 ディオプター (0 D) に調整されている状態で模型眼の眼底部分に投影されたリング状の測定パターン光の戻り光に基づいて形成されるリング状の測定パターン像の形状を表す。基準パターンは、事前に生成され、制御部 1 0 0 によって基準パターン記憶部 1 0 4 A に記憶される。

【 0 0 7 2 】

表示制御部 1 0 2 は、基準パターン記憶部 1 0 4 A に記憶された基準パターンを読み出し、当該基準パターンに対応した基準パターン像を測定パターン像に重畳して表示部 1 3 0 に表示させることが可能である。これにより、ユーザは、たとえば、基準パターン像を参照しながら基準パターン像の形状と一致するように操作部 1 4 0 を用いて測定パターン像のフォーカス状態を変更することが可能になる。

【 0 0 7 3 】

(キャプチャー部 1 0 5)

キャプチャー部 1 0 5 は、測定パターン像を静止画像としてキャプチャーする。キャプチャー部 1 0 5 によりキャプチャーされた測定パターン像は、記憶部 1 0 4 に保存される。算出部 1 0 3 (屈折力算出部 1 0 3 B) は、キャプチャー部 1 0 5 によりキャプチャーされた測定パターン像と合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q に対する制御内容とに基づいて、上記の式を用いて屈折力を算出する。

【 0 0 7 4 】

[動作例]

眼科装置 1 の動作について説明する。

【 0 0 7 5 】

図 5 に、眼科装置 1 の動作例のフロー図を示す。図 5 は、白内障眼である被検眼に対してレフ測定を行う場合の動作例を表している。

【 0 0 7 6 】

(S 1)

まず、ユーザが眼科装置 1 の電源をオンにし、顔受け部 5 に被検者の顔を載せ、操作部 1 4 0 を用いて測定開始を指示すると、検査制御部 1 0 1 は、アライメントを開始し、ヘッド部 4 を被検眼 E の検査位置に移動させる。検査位置は、被検眼 E の検査を行うことが可能な位置である。ヘッド部 4 の移動は、ユーザによる操作若しくは指示または検査制御部 1 0 1 による指示にしたがって実行される。

【 0 0 7 7 】

(S 2)

次に、検査制御部 1 0 1 は、光源 1 4 h を点灯させる。光源 1 4 h からの光は、上記のようにリング状光束投影系 1 4 A によりリング状の測定パターン光として被検眼 E の眼底 E f に投影される。眼底 E f からの測定パターン光の戻り光は、上記のようにリング状光束受光系 1 4 B により撮像素子 1 2 g の撮像面にリング状の測定パターン像として結像され、処理部 9 の図示しないフレームメモリ (記憶部 1 0 4) に記憶される。表示制御部 1 0 2 は、図 6 に示すような操作画面 O G 1 を表示部 1 3 0 (タッチパネル式の表示画面 1 0 a) に表示させる。

【 0 0 7 8 】

操作画面 O G 1 には、測定パターン像 R P と、測定パターン像 R P のフォーカス状態を変更するための指示入力部 S L 1 とが表示される。指示入力部 S L 1 は、0 ディオプター (0 D) を中心に - 2 0 ディオプター (- 2 0 D) ~ + 2 0 ディオプター (+ 2 0 D) の範囲でつまみ部 T M 1 がドラッグ操作により直線 (トラック) 上を移動可能に構成されたスライダーを含む。つまみ部 T M 1 の位置は、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q

10

20

30

40

50

のそれぞれの光軸上の位置に対応付けられている。ユーザがドラッグ操作によりつまみ部 T M 1 の位置を移動させると、検査制御部 1 0 1 は、移動機構 1 1 2 を制御することによりつまみ部 T M 1 の位置に対応した各光軸上の位置に合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q のそれぞれを移動させる。

【 0 0 7 9 】

なお、算出部 1 0 3 は、測定パターン像 R P に対して楕円近似処理を施し、楕円近似処理により得られた近似楕円の長径 $r d 1$ と短径 $r d 2$ とを特定してもよい。表示制御部 1 0 2 は、算出部 1 0 3 により特定された楕円の長径 $r d 1$ と短径 $r d 2$ とを暫定的に測定パターン像 R P に重畳して表示させてもよい（図 6 参照）。

【 0 0 8 0 】

(S 3)

次に、表示制御部 1 0 2 は、図 7 に示すように、基準パターン記憶部 1 0 4 A に記憶された基準パターンに基づく基準パターン像 B P を操作画面 O G 1 内の測定パターン像 R P に重畳して表示させる。

【 0 0 8 1 】

(S 4)

測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うとき (S 4 : Y)、眼科装置 1 の動作は S 5 に移行する。測定パターン像 R P のフォーカス調整を行わないとき (S 4 : N)、眼科装置 1 の動作は S 6 に移行する。

【 0 0 8 2 】

眼科装置 1 は、S 2 において表示部 1 3 0 に表示された測定パターン像 R P を解析することにより測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うか否かを判定することが可能である。たとえば、検査制御部 1 0 1 は、測定パターン像 R P の輪郭近傍のコントラスト差が所定の第 1 閾値以上の部分を測定パターン像 R P の輪郭部として特定する。検査制御部 1 0 1 は、特定された輪郭部の幅が所定の第 2 閾値以上の部分を含むときに測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うと判定し、特定された輪郭部の幅が第 2 閾値以上の部分を含まないときに測定パターン像 R P のフォーカス調整を行わないと判定する。

【 0 0 8 3 】

また、検査制御部 1 0 1 は、測定パターン像 R P と基準パターン像 B P とに基づいて、測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うか否かを判定することが可能である。たとえば、検査制御部 1 0 1 は、基準パターン像 B P に対する所定の第 1 解析処理の結果（輪郭部分のコントラスト差等）と測定パターン像 R P に対する第 1 解析処理の結果とを比較することにより、測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うか否かを判定する。

【 0 0 8 4 】

また、眼科装置 1 は、操作部 1 4 0 に対するユーザの操作内容に基づいて、測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うようにしてもよい。たとえば、操作部 1 4 0 に対するユーザの指示があったときに眼科装置 1 の動作は S 5 に移行し、当該指示がなかったとき（またはフォーカス調整を行わない旨の指示があったとき）眼科装置 1 の動作は S 6 に移行する。

【 0 0 8 5 】

(S 5)

測定パターン像 R P のフォーカス調整を行うとき (S 4 : Y)、検査制御部 1 0 1 は、たとえば、公知のフォーカス調整手法にしたがって移動機構 1 1 2 を制御することにより、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を合焦位置に移動させる。また、検査制御部 1 0 1 は、S 3 において表示された基準パターン像 B P の径が測定パターン像 R P の長径または短径と略一致するように移動機構 1 1 2 を制御することにより、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を合焦位置に移動させてもよい。

【 0 0 8 6 】

また、検査制御部 1 0 1 は、操作部 1 4 0 に対するユーザの操作内容に基づいて移動機構 1 1 2 を制御することにより、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を合焦位置に

10

20

30

40

50

移動させることが可能である。このとき、ユーザは、S 3において表示された基準パターン像 B P の径が測定パターン像 R P の長径または短径と略一致するように指示入力部 S L 1 のつまみ部 T M 1 をタッチ操作により移動させて移動機構 1 1 2 を制御することにより、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を合焦位置に移動させる。合焦位置よりマイナス側にあるとき、測定パターン像 R P は基準パターン像 B P より大きく表示され、合焦位置よりプラス側にあるとき、測定パターン像 R P は基準パターン像 B P より小さく表示される。従って、ユーザは基準パターン像 B P の径を指針として測定パターン像 R P の長径または短径が所望の径となるようにつまみ部 T M 1 を移動させることで、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を合焦位置に移動させることができる。

【 0 0 8 7 】

以上のようなフォーカス調整が終了すると、眼科装置 1 の動作は S 6 に移行する。

【 0 0 8 8 】

(S 6)

表示制御部 1 0 2 は、図 8 に示すように、雲霧視状態に移行させるための移行指示入力部 C B 1 や、測定パターン像 R P をキャプチャーするためのキャプチャー指示入力部 C B 2 を操作画面 O G 1 に表示させる。操作画面 O G 1 内の移行指示入力部 C B 1 がユーザのタッチ操作により指定されず雲霧視状態に移行しないとき (S 6 : N)、眼科装置 1 の動作は S 8 に移行する。移行指示入力部 C B 1 がユーザのタッチ操作により指定され雲霧視状態に移行するとき (S 6 : Y)、眼科装置 1 の動作は S 7 に移行する。

【 0 0 8 9 】

(S 7)

移行指示入力部 C B 1 がユーザのタッチ操作により指定されたとき (S 6 : Y)、検査制御部 1 0 1 は、測定パターン像 R P を雲霧させるように合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q を移動させる。

【 0 0 9 0 】

(S 8)

次に、検査制御部 1 0 1 は、タッチパネル式の表示画面 1 0 a に表示された操作画面 O G 1 内のキャプチャー指示入力部 C B 2 がユーザのタッチ操作により指定されるまで待機する (S 8 : N)。キャプチャー指示入力部 C B 2 がユーザのタッチ操作により指定されたとき (S 8 : Y)、眼科装置 1 の動作は S 9 に移行する。

【 0 0 9 1 】

(S 9)

キャプチャー指示入力部 C B 2 がユーザのタッチ操作により指定されたとき (S 8 : Y)、キャプチャー部 1 0 5 は、測定パターン像 R P を静止画像としてキャプチャーする。すなわち、キャプチャー部 1 0 5 は、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q により測定パターン像 R P を雲霧させた状態で当該測定パターン像 R P をキャプチャーする。キャプチャー部 1 0 5 によりキャプチャーされた測定パターン像は、記憶部 1 0 4 に保存される。表示制御部 1 0 2 は、たとえば、キャプチャー前の測定パターン像 R P を記憶部 1 0 4 に保存された測定パターン像 R P ' に切り替えて表示画面 1 0 a の操作画面 O G 1 に表示させる。

【 0 0 9 2 】

なお、測定パターン像 R P が被検眼の画像 (前眼部像等) に重畳して表示されている場合、S 9 において、キャプチャー部 1 0 5 は、測定パターン像 R P とともに被検眼の画像もキャプチャーすることが可能である。これにより、ユーザは、被検眼の状態を確認しながら、キャプチャーされた測定パターン像 R P が被検眼情報の算出に適しているか否かを判断することができる。

【 0 0 9 3 】

(S 1 0)

次に、特定部 1 0 3 A は、S 9 においてキャプチャーされた測定パターン像 R P ' に対して楕円近似を行い、近似された楕円形状を測定パターン像 R P ' の形状として特定し、

10

20

30

40

50

特定された測定パターン像 R P ' の 3 以上の特徴点 (図 8 では特徴点 P 1 ~ P 4) の位置を指定する。

【 0 0 9 4 】

なお、S 1 0 において、操作部 1 4 0 が、測定パターン像 R P ' に対してユーザによる 3 以上の特徴点の位置の指定を受けるようにしてもよい。この場合、特定部 1 0 3 A は、操作部 1 4 0 に対するユーザの操作により指定された特徴点 P 1 ~ P 4 を指定する。これにより、被検眼 E が白内障等の疾患を伴う場合であっても、ユーザが目視で測定パターン像 R P ' 上の特徴点を指定することにより、測定パターン像 R P ' の形状を特定することが可能になる。

【 0 0 9 5 】

また、S 1 0 において、操作部 1 4 0 を用いて 2 以上の特徴点の位置が指定された後に新たな特徴点の位置が指定されるごとに、特定部 1 0 3 A は新たな特徴点位置を含む 3 以上の特徴点位置に基づいて新たな近似楕円を特定してもよい。このとき、表示制御部 1 0 2 は、特定された新たな近似楕円が識別可能となるように当該近似楕円を点線等で表示させてもよい。また、屈折力算出部 1 0 3 B は特定部 1 0 3 A により特定された新たな近似楕円に基づいて新たな屈折力を算出し、表示制御部 1 0 2 は屈折力算出部 1 0 3 B により算出された新たな屈折力を表示画面 1 0 a に暫定的に表示させることが可能である。これにより、ユーザにより指定された特徴点の位置に基づいて算出された新たな屈折力が適正であるか否かを容易に判断することができるようになる。

【 0 0 9 6 】

(S 1 1)

特定部 1 0 3 A は、図 9 に示すように、上記のようにユーザにより指定された 3 以上の特徴点の位置に基づいて楕円近似処理を行うことにより測定パターン像 R P " で表される近似楕円を特定する。屈折力算出部 1 0 3 B は、特定部 1 0 3 A により特定された近似楕円 (測定パターン像 R P " において表される長径 $r d 1 "$ 、短径 $r d 2 "$) と、合焦レンズ 1 3 g および合焦レンズ 1 4 q に対する制御内容 (光学部材 1 1 1 C に対する制御内容) とに基づいて、上記のように被検眼 E の屈折力 (球面度数 S、乱視度数 C、および乱視軸角度 A) を算出する。以上で、眼科装置 1 の動作は終了する (エンド) 。

【 0 0 9 7 】

なお、表示制御部 1 0 2 は、図 6 ~ 図 9 に示すような操作画面 O G 1 を被検眼の画像 (たとえば、前眼部像 E ') に重畳して表示させるようにしてもよい。たとえば、表示制御部 1 0 2 は、図 1 0 に示すように、アライメントマーク A L やアライメント光源 1 7 a による指標像 B r が重畳表示された前眼部像 E ' (角膜像 K '、瞳孔像 P ') に操作画面 O G 1 を重畳して表示させることが可能である。

【 0 0 9 8 】

[作用・効果]

実施形態に係る眼科装置の作用および効果について説明する。

【 0 0 9 9 】

実施形態に係る眼科装置 (たとえば、眼科装置 1) は、光学系 (たとえば、光学系 1 1 1) と、表示制御部 (たとえば、表示制御部 1 0 2) と、操作部 (たとえば、操作部 1 4 0) と、光学部材制御部 (たとえば、検査制御部 1 0 1) と、算出部 (たとえば、算出部 1 0 3) とを含む。光学系は、投影系 (たとえば、投影系 1 1 1 A) と、受光系 (たとえば、受光系 1 1 1 B) と、光学部材 (たとえば、光学部材 1 1 1 C) とを含む。投影系は、被検眼 (たとえば、被検眼 E) の眼底 (たとえば、眼底 E f) に光 (たとえば、測定パターン光) を投影する。受光系は、投影系により投影された光の眼底からの戻り光を検出する。光学部材は、受光系により検出された戻り光に基づく像 (たとえば、測定パターン像) のフォーカス状態を変更する。表示制御部は、像を表示手段 (たとえば、表示部 1 3 0) に表示させる。操作部は、像のフォーカス状態を変更するために用いられる。光学部材制御部は、操作部に対する操作内容に基づいて光学部材を制御する。算出部は、像と光学部材に対する制御内容とに基づいて被検眼情報を算出する。

10

20

30

40

50

【0100】

このような構成によれば、眼底からの戻り光に基づく像のフォーカス状態を変更することにより当該像を特定し、特定された当該像と、フォーカス状態を変更するための操作部の操作内容とに基づいて被検眼情報を算出することが可能になる。これにより、被検眼が伴う疾患により眼底からの戻り光を十分に検出することができず、戻り光に基づく像を特定することができない場合であっても、当該被検眼の被検眼情報を求めることができるようになる。

【0101】

また、投影系は、眼底にパターン光を投影し、受光系は、パターン光の眼底からの戻り光を検出し、算出部は、パターン光に基づく像と光学部材に対する制御内容とに基づいて被検眼の屈折力を被検眼情報として算出してもよい。

10

【0102】

このような構成によれば、疾患を伴う被検眼であっても、パターン光を眼底に投影することにより当該被検眼の屈折力を求めることができるようになる。

【0103】

また、表示制御部は、既定の基準検査眼または被検眼に既定のフォーカス状態において投影されるパターン光に基づく像を表す基準パターン像をパターン光に基づく像（測定パターン像）に重畳して表示手段に表示させてもよい。

【0104】

このような構成によれば、表示手段に表示された基準パターン像を参照しながら、眼底からの戻り光に基づく像のフォーカス状態を変更することができるので、ユーザは、戻り光に基づく像が不鮮明な状態であっても適正な合焦位置を決定することができる。これにより、疾患を伴う被検眼であっても、当該被検眼の屈折力をより高い精度で求めることができるようになる。

20

【0105】

また、パターン光は、リングパターン光であってもよい。

【0106】

このような構成によれば、リングパターン光に基づいて被検眼情報を求めることができるので、疾患を伴う被検眼であっても、公知の手法で被検眼情報を求めることができるようになる。

30

【0107】

また、操作部は、表示手段に表示されたパターン光に基づく像に対して3以上の位置の指定するために用いられ、算出部は、操作部を用いて指定された3以上の位置に基づいて楕円近似処理を行うことにより近似楕円を特定する特定部（たとえば、特定部103A）と、特定部により特定された近似楕円と光学部材に対する制御内容とに基づいて屈折力を算出する屈折力算出部（たとえば、屈折力算出部103B）とを含んでもよい。

【0108】

このような構成によれば、表示手段に表示されたパターン光に基づく像に対し、操作部により指定された3以上の位置に基づいて楕円近似処理を行うことによりパターン光に基づく像の近似楕円を特定するようにしたので、公知の手法で被検眼情報を求めることができるようになる。

40

【0109】

また、操作部を用いた位置の指定が行われているとき、操作部を用いて2以上の位置が指定された後に新たな位置が指定されるごとに、特定部は新たな位置を含む3以上の位置に基づいて新たな近似楕円を特定し、新たな近似楕円に基づいて新たな屈折力を算出し、新たな屈折力を表示手段に表示させてもよい。

【0110】

このような構成によれば、ユーザにより指定された位置に基づいて算出された新たな屈折力が適正であるか否かを容易に判断することができるようになる。

【0111】

50

また、像をキャプチャーするキャプチャー部（たとえば、キャプチャー部105）を含み、算出部は、キャプチャー部によりキャプチャーされた像と光学部材に対する制御内容とに基づいて被検眼情報を算出してもよい。

【0112】

このような構成によれば、キャプチャーされた像を用いて被検眼情報を算出するようにしたので、高い再現性で高精度な被検眼情報を算出することが可能になる。

【0113】

また、光学部材制御部は、像を雲霧させるように光学部材を制御し、キャプチャー部は、光学部材により像を雲霧させた状態で像をキャプチャーしてもよい。

【0114】

このような構成によれば、雲霧させた状態でキャプチャーされた像を用いて被検眼情報を算出するようにしたので、より高い精度で被検眼情報を算出することが可能になる。

【0115】

（変形例）

以上に示された実施形態は、この発明を実施するための一例に過ぎない。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いて任意の変形、省略、追加等を施すことが可能である。

【0116】

上記の実施形態では、少なくとも他覚屈折測定（および角膜形状測定）が可能であり、さらに自覚屈折測定が可能な眼科装置について説明した。しかし、この発明を適用可能な眼科装置はこれらに限定されるものではない。たとえば、眼軸長測定機能、眼圧測定機能、眼底撮影機能、前眼部撮影機能、光干渉断層撮影（OCT）機能、超音波検査機能など、眼科分野において使用可能な任意の機能を有する装置は、本発明の機能を具備することが可能である。なお、眼軸長測定機能は光干渉断層計等により実現される。また、眼軸長測定機能は、被検眼に光を投影し、当該被検眼に対する光学系のZ方向（前後方向）の位置を調整しつつ眼底からの戻り光を検出することにより、当該被検眼の眼軸長を測定するようにしてもよい。眼圧測定機能は眼圧計等により実現される。眼底撮影機能は眼底カメラや走査型検眼鏡（SLO）等により実現される。前眼部撮影機能はスリットランプ等により実現される。OCT機能は光干渉断層計等により実現される。超音波検査機能は超音波診断装置等により実現される。また、このような機能のうち2つ以上を具備した装置（複合機）に対してこの発明を適用することも可能である。従って、実施形態に係る被検眼情報として、眼軸長、眼圧、眼底に関する情報、前眼部に関する情報、OCTにより取得されたOCT情報、超音波により取得された超音波情報等であってもよい。

【符号の説明】

【0117】

1 眼科装置

100 制御部

101 検査制御部

102 表示制御部

103 算出部

103A 特定部

103B 屈折力算出部

104 記憶部

104A 基準パターン記憶部

105 キャプチャー部

110 検査部

111 光学系

111A 投影系

111B 受光系

111C 光学部材

10

20

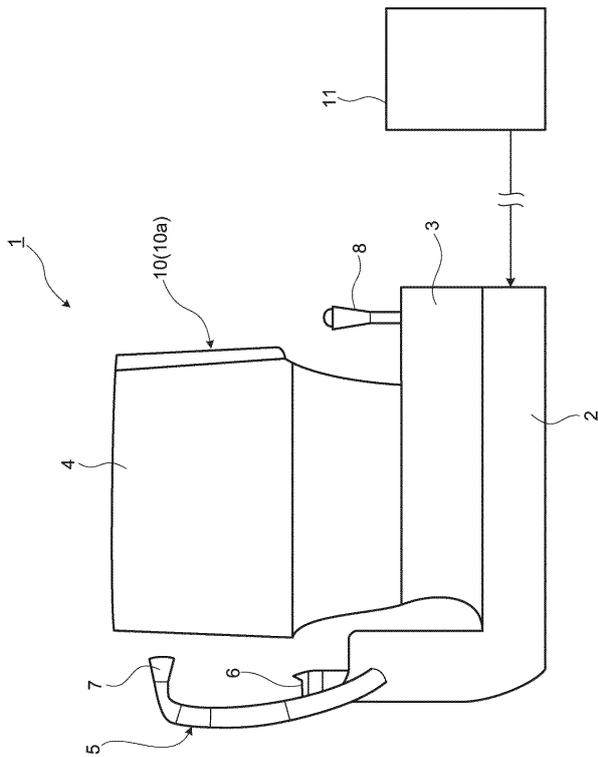
30

40

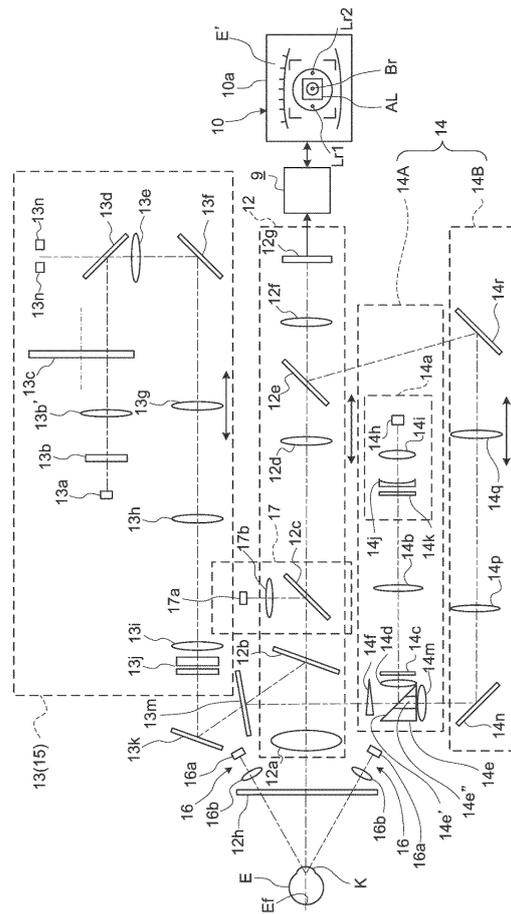
50

- 1 1 2 移動機構
- 1 3 0 表示部
- 1 4 0 操作部
- 1 5 0 通信部

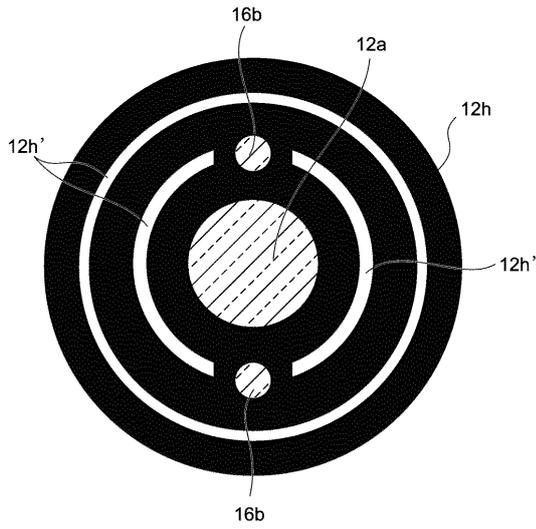
【図1】



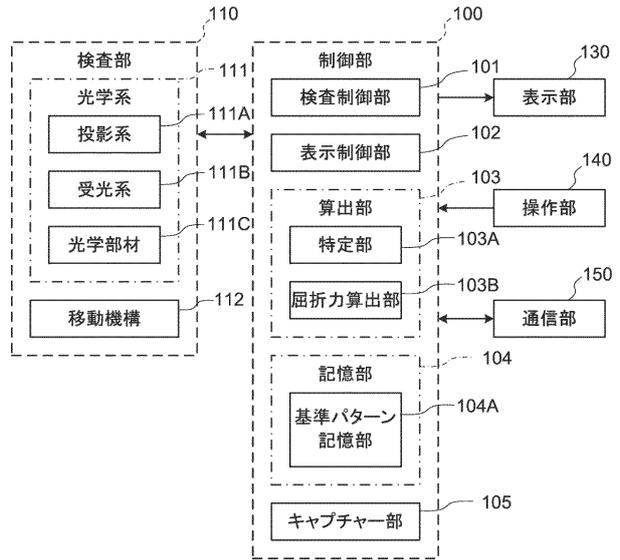
【図2】



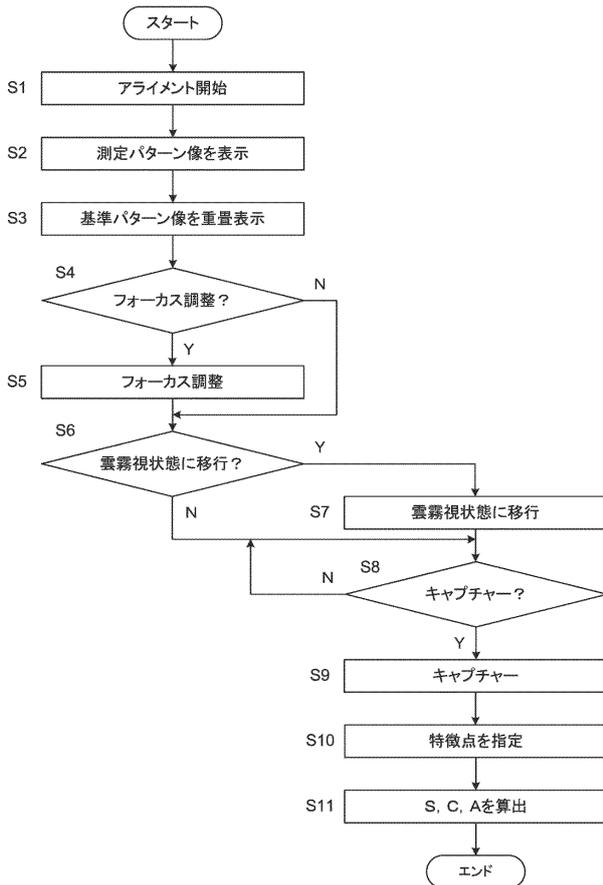
【図3】



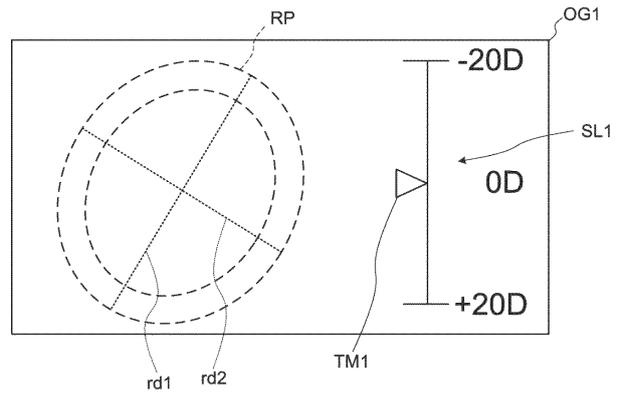
【図4】



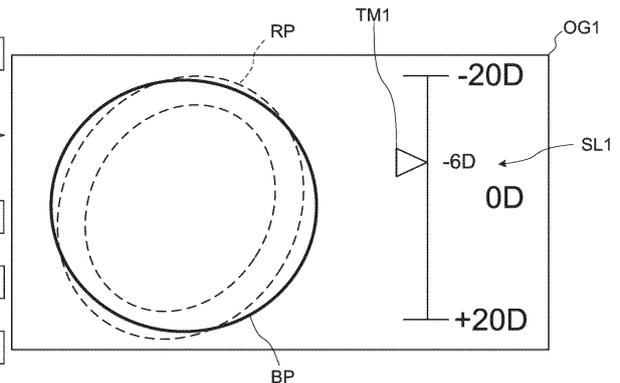
【図5】



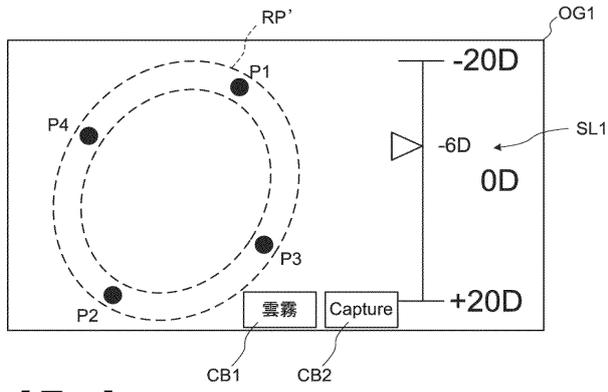
【図6】



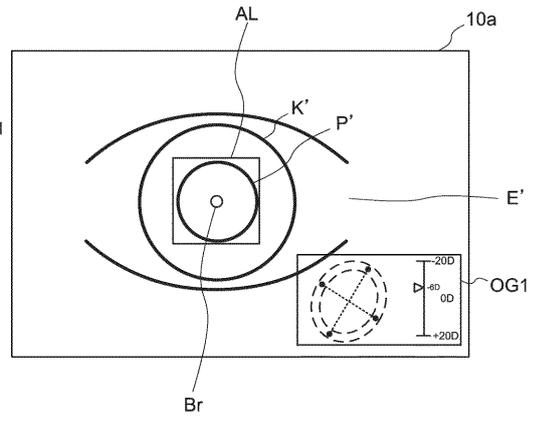
【図7】



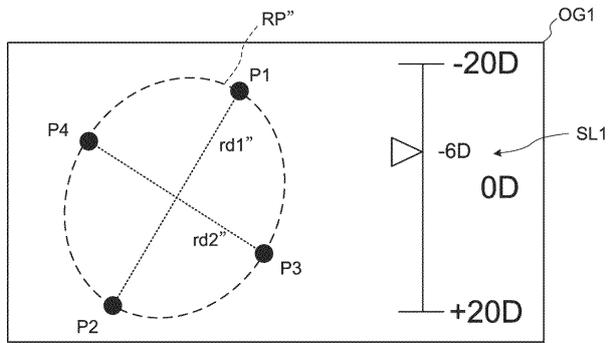
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-112965(JP,A)
特開昭61-293426(JP,A)
特開昭61-168330(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 3/00-3/18