

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6853495号
(P6853495)

(45) 発行日 令和3年3月31日(2021.3.31)

(24) 登録日 令和3年3月16日(2021.3.16)

(51) Int.CI.

F 1

A 6 1 B 3/028 (2006.01)
A 6 1 B 3/103 (2006.01)A 6 1 B 3/028
A 6 1 B 3/103

請求項の数 2 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2016-173090 (P2016-173090)
 (22) 出願日 平成28年9月5日 (2016.9.5)
 (65) 公開番号 特開2018-38481 (P2018-38481A)
 (43) 公開日 平成30年3月15日 (2018.3.15)
 審査請求日 令和1年7月29日 (2019.7.29)

(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 滝井 通浩
 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
 (72) 発明者 河合 規二
 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
 (72) 発明者 羽根渕 昌明
 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 相川 俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】自覚式検眼装置及び自覚式検眼プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

視標光束を被検眼に向けて投影する投光光学系の光路中であって、前記視標光束の光学特性を変化する矯正光学系と、を有し、前記被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定手段を備え、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置であって、

被検眼の眼底に測定光を出射し、その反射光を受光する測定光学系を有し、前記被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段と、

前記自覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、前記自覚的な測定をしている間であって、前記矯正光学系による前記被検眼の矯正前に、前記他覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性を他覚的に測定して前記被検眼の光学特性を取得する制御手段と、

前記制御手段によって他覚的に測定された前記被検眼の光学特性を、前記自覚式測定手段によって実施されている前記自覚的な測定に用いられる前記矯正光学系の初期値として設定する初期値設定手段と、

を備えることを特徴とする自覚式検眼装置。

【請求項 2】

視標光束を被検眼に向けて投影する投光光学系の光路中であって、前記視標光束の光学特性を変化する矯正光学系と、を有し、前記被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定手段と、被検眼の眼底に測定光を出射し、その反射光を受光する測定光学系を有し、前記被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段と、を備え、被検眼の光学特性

を自覚的に測定する自覚式検眼装置において用いられる自覚式検眼プログラムであって、前記自覚式検眼装置のプロセッサによって実行されることで、

前記自覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、前記自覚的な測定をしている間であって、前記矯正光学系による前記被検眼の矯正前に、前記他覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性を他覚的に測定して前記被検眼の光学特性を取得する制御ステップと、

前記制御ステップによって取得された他覚的に測定された前記被検眼の光学特性を、前記自覚式測定手段によって実施されている前記自覚的な測定に用いられる前記矯正光学系の初期値として設定する初期値設定ステップと、

を前記自覚式検眼装置に実行させることを特徴とする自覚式検眼プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置及び自覚式検眼プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自覚式検眼装置としては、例えば、屈折度の矯正が可能な矯正光学系を被検者の眼前に個別に配置し、矯正光学系を介して検査視標を被検眼の眼底へ投光するものが知られている（特許文献1参照）。検者は、被検者の応答を受けその視標が被検者に適正に見えるまで矯正光学系の調節を行って矯正值を求め、この矯正值に基づいて被検眼の屈折力を測定する。また、例えば、自覚式検眼装置としては、矯正光学系を介した検査視標が像を被検者の眼前に形成し、矯正光学系を眼前に配置することなく、被検眼の屈折力を測定するものが知られている（特許文献2）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平5-176893号公報

【特許文献2】米国特許第3874774号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、被検眼の光学特性を測定するための検査としては、被検眼の光学特性を他覚的に測定した後に、その測定結果を考慮して、自覚式検査装置によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している。しかしながら、このような順序で検査を行う場合には、他覚的な測定が完了するまで、自覚式検査装置による自覚的な測定を行うことができず、時間がかかっている。

【0005】

本開示は、上記問題点を鑑み、被検眼の光学特性を迅速に測定することができる自覚式検眼装置を提供することを技術課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0007】

（1） 本開示の第1態様に係る自覚式検眼装置は、視標光束を被検眼に向けて投影する投光光学系の光路中であって、前記視標光束の光学特性を変化する矯正光学系と、を有し、前記被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定手段を備え、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置であって、被検眼の眼底に測定光を射出し、その反射光を受光する測定光学系を有し、前記被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段と、前記自覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後で

50

あって、前記矯正光学系による前記被検眼の矯正前に、前記自覚的な測定をしている間に、前記他覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性を他覚的に測定して前記被検眼の光学特性を取得する制御手段と、前記制御手段によって他覚的に測定された前記被検眼の光学特性を、前記自覚式測定手段によって実施されている前記自覚的な測定に用いられる前記矯正光学系の初期値として設定する初期値設定手段と、を備えることを特徴とする。

(2) 本開示の第2態様に係る自覚式検眼プログラムは、視標光束を被検眼に向けて投影する投光光学系の光路中であって、前記視標光束の光学特性を変化する矯正光学系と、を有し、前記被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定手段と、被検眼の眼底に測定光を出射し、その反射光を受光する測定光学系を有し、前記被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段と、を備え、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置において用いられる自覚式検眼プログラムであって、前記自覚式検眼装置のプロセッサによって実行されることで、前記自覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後であって、前記矯正光学系による前記被検眼の矯正前に、前記自覚的な測定をしている間に、前記他覚式測定手段によって前記被検眼の光学特性を他覚的に測定して前記被検眼の光学特性を取得する制御ステップと、前記制御ステップによって取得された他覚的に測定された前記被検眼の光学特性を、前記自覚式測定手段によって実施されている前記自覚的な測定に用いられる前記矯正光学系の初期値として設定する初期値設定ステップと、を前記自覚式検眼装置に実行させることを特徴とする。

10

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】自覚式検眼装置の外観図である。

【図2】測定手段の構成について説明する図である。

【図3】自覚式検眼装置の内部を正面方向から見た概略構成図である。

【図4】自覚式検眼装置の内部を側面方向から見た概略構成図である。

【図5】自覚式検眼装置の内部を上面方向から見た概略構成図である。

【図6】制御動作の流れについて説明するフローチャートである。

【図7】初期値設定の制御動作の流れについて説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

30

以下、典型的な実施形態の1つについて、図面を参照して説明する。図1～図7は本実施形態に係る自覚式検眼装置及び自覚式検眼プログラムについて説明するための図である。なお、以下の説明においては、自覚式検眼装置を例に挙げて説明する。なお、以下の<>にて分類された項目は、独立又は関連して利用されうる。

【0010】

なお、本開示においては、本実施形態に記載した装置に限定されない。例えば、下記実施形態の機能を行う端末制御ソフトウェア（プログラム）をネットワーク又は各種記憶媒体等を介して、システムあるいは装置に供給する。そして、システムあるいは装置の制御装置（例えば、CPU等）がプログラムを読み出し、実行することも可能である。

【0011】

40

なお、以下の説明においては、自覚式検眼装置の奥行き方向（被検者の測定の際の被検者の前後方向）をZ方向、奥行き方向に垂直（被検者の測定の際の被検者の左右方向）な平面上の水平方向をX方向、鉛直方向（被検者の測定の際の被検者の上下方向）をY方向として説明する。なお、以下符号に付されるR、Lはそれぞれ右眼用、左眼用を示すものとする。

【0012】

<概要>

例えば、本実施形態における自覚式検眼装置（例えば、自覚式検眼装置1）は、自覚式測定手段を備える。また、例えば、自覚式検眼装置は他覚式測定手段を備える。また、例えば、制御手段（例えば、制御部70）を備える。

50

【0013】

<自覚式測定手段>

例えば、自覚式測定手段は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する。例えば、自覚的に測定される被検眼の光学特性としては、眼屈折力（例えば、球面度数、乱視度数、乱視軸角度等）、コントラスト感度、両眼視機能（例えば、斜位量、立体視機能等）等が挙げられる。

【0014】

例えば、自覚式測定手段は、投光光学系（例えば、投光光学系30）を備える。また、例えば、投光光学系は、視標光束を被検眼に向けて投影する。また、例えば、自覚式測定手段は、矯正光学系（例えば、矯正光学系60、自覚式測定光学系25）を備える。例えば、矯正光学系は、投光光学系の光路中に配置され、視標光束の光学特性を変化させる。なお、投光光学系については、自覚式測定手段において、一体的に設けられている必要は無く、別途、投光光学系を備える装置が設けられる構成であってもよい。すなわち、本実施形態における自覚式測定手段としては、少なくとも矯正光学系を備える構成であってもよい。

10

【0015】

<投光光学系>

例えば、投光光学系は、視標光束を投影する光源を有する。また、例えば、投光光学系は、視標光束を投影する光源から投影された視標光束を被検眼に向けて導光する少なくとも1つ以上の光学部材等を有してもよい。

20

【0016】

例えば、視標光束を投影する光源としては、ディスプレイ（例えば、ディスプレイ31）を用いる構成であってもよい。例えば、ディスプレイとしては、LCD（Liquid Crystal Display）や有機EL（Electro Luminescence）等が用いられる。例えば、ディスプレイには、ランドルト環視標等の検査視標等が表示される。

【0017】

例えば、視標光束を投影する光源としては、DMD（Digital Micromirror Device）を用いてもよい。一般的にDMDは反射率が高く、明るい。そのため、偏光を用いる液晶ディスプレイを用いた場合と比べ、視標光束の光量を維持できる。

30

【0018】

例えば、視標光束を投影する光源としては、視標呈示用可視光源と、視標板と、を有する構成であってもよい。この場合、例えば、視標板は、回転可能なディスク板であり、複数の視標を持つ。複数の視標は、例えば、自覚測定時に使用される視力検査用視標、等を含んでいる。例えば、視力検査用視標は、視力値毎の視標（視力値0.1、0.3、・・・、1.5）が用意されている。例えば、視標板はモータ等によって回転され、視標は、被検眼に視標光束が導光される光路上で切換え配置される。もちろん、視標光束を投影する光源としては、上記構成以外の光源を用いてもよい。

【0019】

<矯正光学系>

例えば、矯正光学系は、視標光束の光学特性（例えば、球面度数、円柱度数、円柱軸、偏光特性、及び収差量、等の少なくともいずれか）を変更する構成であればよい。例えば、視標光束の光学特性を変更する構成として、光学素子を制御する構成であってもよい。例えば、光学素子としては、球面レンズ、円柱レンズ、クロスシリンドレンズ、ロータリープリズム、波面変調素子等の少なくともいずれかを用いる構成であってもよい。もちろん、例えば、光学素子としては、上記記載の光学素子とは異なる光学素子を用いるようにしてもよい。

40

【0020】

例えば、矯正光学系は、被検者眼に対する視標の呈示位置（呈示距離）が光学的に変えられることにより、被検眼の球面度数が矯正される構成であってもよい。この場合、例えば、視標の呈示位置（呈示距離）が光学的に変更する構成としては、光源（例えば、ディ

50

スプレイ)を光軸方向に移動させる構成であってもよい。また、この場合、例えば、光路中に配置された光学素子(例えば、球面レンズ)を光軸方向に移動させる構成であってもよい。もちろん、矯正光学系は、光学素子を制御する構成と光路中に配置された光学素子を光軸方向に移動させる構成と組み合わせた構成であってもよい。

【0021】

例えば、矯正光学系としては、被検眼の眼前に配置される光学素子を切り換えて配置する検眼ユニット(フォロープタ)であってもよい。例えば、検眼ユニットは、複数の光学素子が同一円周上に配置されたレンズディスクと、レンズディスクを回転させるための駆動手段と、を有し、駆動手段(例えば、モータ)の駆動により光学素子を電気的に切り換える構成であってもよい。

10

【0022】

例えば、矯正光学系としては、投光光学系から視標光束を被検眼に向けて導光するための光学部材と、視標呈示手段と、間に光学素子を配置して、光学素子を制御することによって、視標光束の光学特性を変更する構成であってもよい。すなわち、矯正手段としては、ファントムレンズ屈折計(ファントム矯正光学系)の構成であってもよい。この場合、例えば、矯正光学系によって矯正された視標光束が光学部材を介して被検眼に導光される。

【0023】

<他覚式測定手段>

例えば、本実施形態における自覚式検眼装置は、他覚式測定手段を備える。例えば、他覚式測定手段は、被検眼の光学特性を他覚的に測定する。例えば、他覚的に測定される被検眼の光学特性としては、眼屈折力(例えば、球面度数、乱視度数、乱視軸角度等)、偏光特性、水晶体の厚み情報等が挙げられる。なお、本実施形態においては、被検眼の眼屈折力を測定する他覚式測定手段を例に挙げて説明する。なお、例えば、他覚式測定手段は、被検眼の眼底に測定光を出射し、その反射光を受光する測定光学系(例えば、他覚式測定光学系10)を備える。例えば、他覚的に測定される被検眼の光学特性としては、他覚式測定手段によって撮像された撮像結果(撮像画像)及び撮像結果を解析処理することによって取得されるパラメータの少なくともいずれかであってもよい。すなわち、他覚的に測定される被検眼の光学特性としては、他覚式測定手段によって撮像される撮像結果に基づくものであればよい

20

【0024】

例えば、他覚式測定手段は、左右一対に設けられた右被検眼用測定光学系と左被検眼用測定光学系を有するようにしてもよい。この場合、例えば、右被検眼用測定光学系と左被検眼用測定光学系左右の測定を略同時に実行するようにしてもよい。また、この場合、例えば、右被検眼用測定光学系と左被検眼用測定光学系左右の測定を異なるタイミングで実施するようにしてもよい。例えば、異なるタイミングは、右被検眼用測定光学系と左被検眼用測定光学系の一方の測定光学系の測定が完了したタイミングであってもよい。また、例えば、異なるタイミングは、右被検眼用測定光学系と左被検眼用測定光学系の一方の測定光学系の測定を実施している間であってもよい。

30

【0025】

また、例えば、他覚式測定手段は、1つの測定光学系によって、左右被検眼の測定が行われるようにもよい。この場合、例えば、一方の被検眼の眼底に測定光を出射して被検眼の測定を行うとともに、一方の眼の測定が完了した場合に、他方の被検眼の眼底に測定光が出射できるように調整を行い、他方の被検眼の測定を行う構成としてもよい。

40

【0026】

<測定光学系>

例えば、測定光学系は、被検者眼眼底に向けて光源から測定光を投光する投光光学系と、測定光の眼底での反射によって取得される反射光を撮像素子で撮像する撮像光学系と、を有する。例えば、測定光学系は、被検眼の眼屈折力を測定する光学系であってもよい。この場合、例えば、測定光学系としては、被検眼の瞳孔中心部を介して被検眼の眼底にス

50

ポット状の測定指標を投影し、眼底から反射された眼底反射光を瞳孔周辺部を介させてリング状に取り出し、撮像素子にリング状の眼底反射像を撮像させる構成が挙げられる。また、この場合、例えば、測定光学系としては、瞳孔周辺部から眼底にリング状の測定指標を投影し、瞳孔中心部から眼底反射光を取り出し、撮像素子にリング状の眼底反射像を撮像させる構成が挙げられる。また、この場合、例えば、測定光学系は、シャックハルトマンセンサーを備えた構成であってもよい。また、この場合、例えば、測定光学系は、被検眼にスリットを投影する位相差方式を有する構成であってもよい。

【0027】

＜自覚的測定の間における他覚的測定結果の取得＞

本実施形態において、例えば、制御手段は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する。なお、例えば、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する際には、自覚式測定手段による被検眼の光学特性の自覚的な測定を続けてもよい。また、例えば、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する際には、自覚式測定手段による被検眼の光学特性の自覚的な測定を一時的に停止させるようにしてもよい。この場合、他覚式測定手段によって他覚測定が完了した場合に、自覚式測定手段による被検眼の光学特性の自覚的な測定を再開するようにしてもよい。

10

【0028】

例えば、本実施形態において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する構成を備えることによって、他覚的な測定結果から自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化を捉えることができる。これによって、検者は、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化を考慮した自覚的な測定を行うことができる。このため、検者は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を精度よく測定することができる。

20

【0029】

例えば、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する場合としては、制御手段は、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定してもよい。

30

【0030】

例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査とは、1つの自覚検査を実施している場合、複数の自覚検査を実施している場合、を含む。なお、例えば、1つの自覚検査は、被検眼の少なくとも1つの光学特性を自覚的に測定する検査であってもよい。

【0031】

例えば、1つの自覚検査を実施している場合、制御手段が、自覚式測定手段によって1つの自覚検査を実施している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定するようにしてもよい。

【0032】

例えば、複数の自覚検査を実施している場合、制御手段は、自覚式測定手段によって複数の自覚検査の内の1つの自覚検査を実施している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定するようにしてもよい。また、例えば、複数の自覚検査を実施している場合、制御手段は、自覚式測定手段によって第1の自覚検査と、第2の自覚検査との検査間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定するようにしてもよい。この場合、例えば、第1自覚検査と第2自覚検査が同一の光学特性を測定するための自覚検査であってもよいし、第1自覚検査と第2自覚検査が異なる光学特性を測定するための自覚検査であってもよい。

40

【0033】

例えば、自覚式検眼装置は、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始するための他覚測定開始トリガ信号を送信する送信手段と、他覚測定開始トリガ信号を受信する受信手段

50

を備えてもよい。例えば、送信手段によって、他覚測定開始トリガ信号が送信され、受信手段によって、他覚測定開始トリガ信号が受信されると、制御手段は、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する。例えば、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始は、手動によって実施されてもよいし、自動によって実施されてもよい。

【0034】

例えば、他覚的な測定の開始を手動で実施する構成の場合、他覚的な測定を開始するための他覚測定開始トリガ信号を自覚式検眼装置に送信する送信手段として開始スイッチを設ける。例えば、検者によって開始スイッチが選択されることによって、他覚測定開始トリガ信号が送信される。例えば、受信手段によって他覚測定開始トリガ信号が受信されると、制御手段が他覚式測定手段による測定を開始するようにしてもよい。例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する構成としては、少なくとも1回の他覚的な測定が実施されるようにすればよい。すなわち、例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する構成としては、最少の測定回数として、1回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよいし、最大の測定回数として、常時（リアルタイムに）の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。

10

【0035】

例えば、他覚的な測定を1回実施したい場合には、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを1回選択することで、他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。

20

【0036】

また、例えば、他覚的な測定を複数回実施したい場合には、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを複数回選択することで、複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。また、例えば、他覚的な測定を複数回実施したい場合には、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを1回選択することで、複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。

【0037】

なお、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを1回選択することで、予め設定された回数の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。また、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを1回選択することで、予め設定されたタイミングで他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。また、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、検者が開始スイッチを1回選択することで、常時測定を実施して、リアルタイムに他覚的な測定を実施していくようにしてもよい。

30

【0038】

例えば、他覚的な測定の開始を自動で実施する構成の場合、自覚検査が開始された後、制御手段が送信手段を制御して、予め設定されたタイミングで他覚測定開始トリガ信号を送信する。例えば、受信手段によって、他覚測定開始トリガ信号が受信されると、制御手段が他覚式測定手段による測定が開始するようにしてもよい。なお、本実施形態においては、送信手段の制御は、制御手段によって実施されているがこれに限定されない。例えば、制御手段とは異なる制御手段が別途設けられることによって実施されてもよい。

40

【0039】

例えば、予め設定されたタイミングとしては、自覚的な測定の開始時（例えば、視標光束の投影する開始した状態、検査プログラムを開始した状態、自覚式検査装置の操作部の操作を開始した状態、矯正光学系の駆動を開始した状態等）、予め設定された時間の経過時（例えば、自覚的な測定の開始から所定時間経過時等）、検査視標の切り換え時、自覚

50

検査と自覚検査との間（複数の自覚検査を行う場合）、被検者が自覚検査における回答をした時（検者が被検者回答に基づく操作を行った時）等の少なくともいずれかであってもよい。もちろん、上記記載以外のタイミングで、他覚測定開始トリガ信号が出力されるようにもよい。

【0040】

例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する構成としては、少なくとも1回の他覚的な測定が実施されるようにすればよい。すなわち、例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する構成としては、最少の測定回数として、1回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよいし、最大の測定回数として、常時（リアルタイムに）の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。

10

【0041】

例えば、他覚的な測定を1回実施したい場合には、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、予め設定されたタイミングで他覚測定開始トリガが出力されるようにし、他覚式測定手段による測定が開始されるようにしてもよい。

【0042】

また、例えば、他覚的な測定を複数回実施したい場合には、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、予め設定されたタイミングで他覚測定開始トリガが出力されるようにし、複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。この場合、例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、複数回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。この場合、例えば、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。

20

【0043】

なお、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、1回の他覚測定開始トリガが出力されることで、予め設定された回数の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。また、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、少なくとも1つ以上の自覚検査をしている間に、1回の他覚測定開始トリガが出力されることで、予め設定されたタイミングで複数回の他覚的な測定が実施されるようにしてもよい。また、例えば、1回の他覚測定開始トリガ信号が出力されることで複数回の他覚的な測定が実施される場合、常時測定を実施して、リアルタイムに他覚的な測定を実施していくようにしてもよい。

30

【0044】

<調節情報取得>

例えば、本実施形態において、制御手段は、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第1光学特性を取得するとともに、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第2光学特性を取得する。

【0045】

40

例えば、本実施形態において、自覚的検眼装置は、取得手段を備えてよい。例えば、本実施例において、自覚的検眼装置は、出力手段を備えてよい。例えば、取得手段は、第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得する。例えば、出力手段は、調節情報を出力する。例えば、本実施形態において、他覚的に測定して第1光学特性を取得するとともに、被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚的に測定した第2光学特性を取得する。取得した第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得し、調節情報を出力する。このような構成によって、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化が被検眼の第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報から容易に取得することができる。このため、検者は、調節情報を用いることで、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を容易に精度よく測定できる。

50

【0046】

なお、例えば、調節情報を取得する際の第1光学特性及び第2光学特性としては、被検眼の調節状態の変化による影響がより生じやすい眼屈折力を用いることで、より光学特性の変化を捉えやすい。さらに、眼屈折力を用いる場合には、少なくとも球面度数を用いると、より光学特性の変化を捉えやすい。もちろん、調節情報を取得する際に、眼屈折力を用いる場合には、球面度数、乱視度数、及び乱視軸角度の少なくともいずれかが用いられる構成であってもよい。

【0047】

例えば、第1光学特性を取得するタイミングとしては、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に取得するようにしてもよい。この場合、例えば、制御手段は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定し、第1光学特性を取得するようにしてもよい。例えば、本実施形態において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定している。これによって、自覚式測定手段による自覚式の測定の前に、他覚式の測定が行われるため、自覚式測定手段を使用していることによって生じる光学特性の変化を抑制した状態で、他覚式の測定による光学特性を取得できる。このため、光学特性の変化が抑制された他覚式の測定による光学特性を取得することができ、より良好な調節情報を取得することができる。

【0048】

また、例えば、第1光学特性を取得するタイミングとしては、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に取得するようにしてもよい。この場合、例えば、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に第1光学特性を取得するとともに、第1光学特性を取得した後に第2光学特性を取得するようにしてもよい。

【0049】

例えば、調節情報は、第1光学特性及び第2光学特性が比較可能な情報であればよい。例えば、調節情報としては、第1光学特性と、第2光学特性と、を差分処理することによって取得された情報であってもよい。例えば、差分処理することで取得される調節情報は、第1光学特性と第2光学特性とのパラメータの差分結果、及び撮像画像の差分画像等の少なくともいずれかであってもよい。なお、例えば、上記のパラメータとしては、球面度数値、乱視度数値、乱視軸角度値等の少なくともいずれかの数値であってもよい。

【0050】

例えば、差分画像としては、撮像画像間の画素毎の輝度値を差分処理した画像であってもよい。この場合、例えば、第1光学特性と第2光学特性で変化がない場合には、差分画像における各画素の輝度値が0となる（同一の撮像画像となるため、その差分が0となる）。また、この場合、例えば、第1光学特性と第2光学特性で変化がある場合には、差分画像には、各撮像画像の輝度値が0とならないため画像上に像が現れる。

【0051】

なお、例えば、差分処理を行う場合には、差分処理を行うための基準の光学特性（基準データ）としては、任意の光学特性を設定できるようにしてもよい。例えば、差分結果としては、基準データに対して、各光学特性が差分処理されることによって、取得されるようにしてもよい。

【0052】

例えば、第1光学特性及び第2光学特性のみを取得した場合には、第1光学特性及び第2光学特性の少なくとも一方を基準データとしてもよい。例えば、第1光学特性及び第2光学特性の他にさらに光学特性を取得した場合には、取得された光学特性の中から任意の光学特性を基準データとして設定すればよい。なお、例えば、光学特性を基準データとして設定する場合に、複数の光学特性の中から検者によって基準データを選択してもよい。また、例えば、光学特性を基準データとして設定する場合に、取得手段によって、自動的

10

20

30

40

50

に基準データが設定されるようにしてもよい。この場合、例えば、取得手段は、複数の光学特性の中から光学特性が最小（最も遠点側（眼の調節が入っていない側））のものを基準データとして設定してもよい。また、例えば、取得手段は、複数の光学特性の中から光学特性が新たに取得された基準データの直前に取得された光学特性を基準データとして設定してもよい。また、例えば、取得手段は、複数の自覚検査が実施されている場合に、複数の自覚検査の中で他覚式測定によって取得された光学特性から任意の光学特性を基準データとして設定してもよい。

【0053】

なお、差分結果として、数値、グラフ等で表示するようにしてもよい。例えば、リアルタイムに他覚式測定又は複数回の他覚式測定を行う場合に、それらの差分結果が連続的に表示されるようにしてもよい。このような構成とすれば、光学特性の変動状態を確認することができる。

10

【0054】

なお、例えば、差分結果、及び差分画像の少なくともいずれかに基づいて、光学特性の変化の良否を判定するようにしてもよい。この場合、例えば、判定手段が設けられ、判定手段が差分結果、及び撮像画像の形状変化結果等の少なくともいずれかの結果が予め設定された基準を満たすか否かを判定し、判定結果を出力するようにしてもよい。

【0055】

例えば、本実施形態において、調節情報が比較処理によって取得されることによって、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化が、比較処理された調節情報から、より容易に取得できる。このため、検者は、調節情報を用いることで、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性をより容易に精度よく測定できる。

20

【0056】

例えば、調節情報としては、第1光学特性及び第2光学特性であってもよい。この場合、例えば、調節情報としては、第1光学特性及び第2光学特性が並べられた情報（例えば、第1光学特性が配置された第1領域、第1領域とは異なる第2領域に第2光学特性が配置された情報）であってもよい。また、この場合、調節情報としては、第1光学特性と第2光学特性を切り換える表示可能な情報であってもよい。また、この場合、例えば、調節情報としては、第1光学特性と第2光学特性とが重畠された情報であってもよい。なお、重畠された情報とは、第1光学特性と、第2光学特性と、の内少なくとも一部が重畠されている情報であってもよい。なお、例えば、調節情報としては、上記情報が併用して実施される構成としてもよい。

30

【0057】

例えば、本実施形態において、自覚的検眼装置は、出力手段を備えてよい。例えば、出力手段は、調節情報を出力する。例えば、出力手段は、調節情報をディスプレイに表示する構成であってもよい。また、例えば、出力手段は、調節情報を印刷する構成であってもよい。例えば、出力手段は、調節情報を他の装置（他の制御手段）に向けて送信する構成であってもよい。この場合、例えば、他の装置は、調節情報を受信し、受信した調節情報を基づいて各種制御が行われるようにもよい。

【0058】

40

なお、本実施形態において、制御手段と、取得手段（取得制御手段）と、出力手段（出力制御手段）と、が兼用された構成であってもよい。また、例えば、制御手段と、取得手段と、出力手段と、が別途それぞれ設けられている構成であってもよい。もちろん、上記各制御手段は、複数の制御手段によって構成されてもよい。

【0059】

なお、本実施形態においては、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する自覚式検眼装置を例に挙げて説明しているがこれに限定されない。自覚式検眼装置が調節情報を取得できる構成であってもよい。この場合、例えば、制御手段は、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第1光学特性を取得するとともに、第1光学特性を

50

取得したタイミングとは異なるタイミングにて、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第2光学特性を取得するようにしてもよい。例えば、取得手段は、第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得するようにしてもよい。例えば、出力手段は、調節情報を出力するようにしてもよい。例えば、本実施形態において、被検眼の光学特性を他覚的に測定して第1光学特性を取得するとともに、第1光学特性を取得したタイミングとは異なるタイミングにて、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第2光学特性を取得する。取得した第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得し、調節情報を出力する。このような構成によって、検者は、自覚式検眼装置を用いる場合に、被検眼の光学特性の変化状態を取得できる。これによって、自覚式検眼装置を用いて被検眼の測定を行う際に、被検眼を精度よく測定できる。

10

【0060】

<調節情報に基づく補正処理>

例えば、本実施形態において、自覚式検眼装置は設定手段（例えば、制御部70）を備えてよい。例えば、本実施形態において、自覚式検眼装置は第1補正手段（例えば、制御部70、矯正光学系60）を備えてよい。例えば、設定手段は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に生じる被検眼の調節状態変化を補正するための補正量を調節情報に基づいて設定してもよい。なお、補正量としては、発生した被検眼の調節状態変化をキャンセルできる補正量に設定されることが好ましいが、自覚検査に支障が現れない程度であれば、これに限定されない。例えば、第1補正手段は、設定手段によって設定された補正量に基づいて、自覚式測定手段にて生じる被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行ってよい。例えば、本実施形態において、被検眼の調節状態変化を補正するための補正量を調節情報に基づいて設定し、補正量に基づいて、自覚式測定手段にて生じる被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行っている。これによって、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、被検眼の光学特性の変化が生じた場合であっても、光学特性の変化をキャンセルした状態で測定を行うことができる。これによって、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を容易に精度よく測定できる。

20

【0061】

例えば、補正量は、調節情報のパラメータ毎に予め設定されたテーブルが作成されてもよく、作成されたテーブルは、メモリ（例えば、メモリ72）に記憶されてもよい。この場合、例えば、設定手段は、調節状態に対応する補正量をメモリより呼び出し、設定するようにしてもよい。また、例えば、補正量は、調節情報のパラメータ毎の補正量を導出するための演算式がメモリに記憶され、演算式を用いて補正量を求めてよい。

30

【0062】

例えば、第1補正手段としては、矯正光学系が第1補正手段を兼用する構成であってよい。例えば、本実施形態において、矯正光学系が第1補正手段を兼用することで、複雑な制御や、別途、調節状態変化をキャンセルするための補正手段を必要としないため、簡易的な構成で光学収差を補正することができる。例えば、第1補正手段としては、別途、専用の補正手段を設けるようにしてもよい。この場合、例えば、第1補正手段としては、例えば、第1補正手段として、球面レンズ、円柱レンズ、クロスシリンダレンズ、ロータリープリズム、波面変調素子等の少なくともいずれかを用いる構成であってもよい。もちろん、例えば、第1補正手段としては、上記記載の部材とは異なる部材を用いるようにしてもよい。

40

【0063】

なお、本実施形態において、制御手段と、設定手段（設定制御手段）と、第1補正手段の制御手段と、が兼用された構成であってもよい。また、例えば、制御手段と、設定手段と、第1補正手段の制御手段と、が別途それぞれ設けられている構成であってもよい。もちろん、上記各制御手段は、複数の制御手段によって構成されてもよい。

【0064】

<矯正光学系の矯正情報に基づく他覚測定結果の補正>

50

なお、本実施形態において、例えば、自覚式検眼装置としては、矯正光学系が測定光学系の光路中に配置されているように構成されていてもよい。もちろん、自覚式検眼装置としては、矯正光学系が測定光学系の光路中に配置されていない構成であってもよい。

【0065】

例えば、矯正光学系が測定光学系の光路中に配置されている場合、自覚式検眼装置は、第2補正手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。例えば、第2補正手段は、矯正光学系による矯正情報に基づいて、他覚式測定手段によって被検眼を他覚的に測定して得られた測定結果を補正するようにしてよい。例えば、第2補正手段は、矯正光学系による矯正情報に基づいて、矯正光学系による矯正状態をキャンセルするように、他覚式測定手段によって被検眼を他覚的に測定して得られた測定結果を補正するようにしてよい。例えば、本実施形態において、他覚測定手段の光路中に矯正光学系が存在する場合に、他覚を測定する測定光束が矯正光学系を経由することによって生じる光学特性のずれを補正することができる。これによって、矯正光学系によって矯正が行われている場合に他覚的な測定を行った場合であっても、光学特性が精度よく取得できる。例えば、特に、他覚的な測定によって取得された少なくとも2つの光学特性に基づく調節情報を取得する際には、光学特性間でずれが生じることで比較することが困難となることがあるため、本技術がより効果的である。

【0066】

例えば、第2補正手段は、測定結果として、光学特性を補正するようにしてよい。なお、光学特性として、第1光学特性と第2光学特性が取得されている場合には、第1光学特性及び第2光学特性の少なくとも一方を補正するようにすればよい。また、例えば、第2補正手段は、測定結果として、調節情報を補正するようにしてよい。

【0067】

なお、本実施形態において、制御手段と、第2補正手段（第2補正制御手段）と、が兼用された構成であってもよい。また、例えば、制御手段と、第2補正手段と、が別途それぞれ設けられている構成であってもよい。もちろん、上記各制御手段は、複数の制御手段によって構成されてもよい。

【0068】

<自覚検査の初期値設定>

本実施形態において、例えば、自覚式検眼装置は、初期値設定手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。この場合、例えば、制御手段は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して被検眼の光学特性を取得するようにしてよい。例えば、初期値設定手段は、制御手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、自覚測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する際の矯正光学系の初期値として設定するようにしてよい。なお、例えば、初期値として設定される光学特性としては、球面度数、円柱度数、円柱軸、偏光特性、及び収差量、等の少なくともいずれかが挙げられる。もちろん、上記以外の光学特性が初期値として設定される構成としてもよい。例えば、本実施形態において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して被検眼の光学特性を取得する。他覚的に測定された被検眼の光学特性が、自覚測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する際の矯正光学系の初期値として設定される。このような構成によって、他覚的な測定が完了するまで、自覚式検査装置による自覚的な測定の実施を待機する必要がなく、被検眼の光学特性を迅速に測定することができる。

【0069】

例えば、自覚的な測定の開始とは、自覚的な測定の制御が開始されている状態であればよい。より詳細には、例えば、自覚的な測定の開始とは、視標光束の投影を開始した状態、検査プログラムを開始した状態、自覚式検査装置の操作部の操作を開始した状態、矯正光学系の駆動を開始した状態等の少なくともいずれかであってもよい。

【0070】

10

20

30

40

50

例えば、初期値設定手段は、初期値として設定する自覚検査として、他覚的な測定を開始した際に実施されていた自覚検査において、他覚的に測定された被検眼の光学特性を初期値として設定する構成としてもよい。この場合、例えば、初期値設定手段は、他覚式測定手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始する前に自覚式測定手段によって実施されていた被検眼の光学特性の自覚的な測定における矯正光学系の初期値として設定する。例えば、本実施形態において、他覚式測定手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始する前に、自覚式測定手段によって実施されていた被検眼の光学特性の自覚的な測定における矯正光学系の初期値として設定する。このような構成によって、自覚式検査装置による自覚的な測定を迅速に行うことができる。

10

【0071】

また、例えば、初期値設定手段は、初期値として設定する自覚検査として、他覚的な測定を開始した際に実施されていた自覚検査（第1自覚検査）とは異なる自覚検査（第2自覚検査）において、他覚的に測定された被検眼の光学特性を初期値として設定する構成としてもよい。この場合、例えば、制御手段は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第1自覚式測定を実行した後、再度、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第2自覚式測定を実行するようにしてもよい。例えば、制御手段は、第1自覚式測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定するようにしてもよい。例えば、初期値設定手段は、他覚式測定手段によって他覚的に測定された前記被検眼の光学特性を、前記第2自覚式測定の初期値として設定するようにしてもよい。例えば、本実施形態において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第1自覚式測定を実行した後、再度、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第2自覚式測定を実行する。第1自覚式測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定し、他覚的に測定された被検眼の光学特性を、第2自覚式測定の初期値として設定する。このような構成によって、再度、自覚測定を行う場合であっても、異なる自覚測定時において既に初期値が取得されているため、迅速に測定を行うことができる。

20

【0072】

例えば、第1自覚検査は、第2自覚検査によって測定される光学特性と同一の光学特性を測定する自覚検査であってもよい。また、例えば、第1自覚検査は、第2自覚検査によって測定される光学特性と異なる光学特性を測定する自覚検査であってもよい。この場合、例えば、第1自覚検査としては、被検眼の裸眼時における光学特性を自覚的に測定する自覚検査（裸眼検査）であってもよい。また、例えば、第1自覚検査としては、被検眼が眼鏡を装用している状態時における光学特性を自覚的に測定する自覚検査（前眼鏡検査）であってもよい。これらの場合、例えば、第1自覚式測定は、矯正光学系によって、視標光束の光学特性を変化させない無矯正状態にて、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定であって、第2自覚式測定は、矯正光学系によって視標光束の光学特性を変化させて被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定であってもよい。

30

【0073】

なお、本実施形態において、自覚式検眼装置は、投光光学系による視標光束を、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する際に、被検眼が固視するための固視標として用いる構成としてもよい。例えば、本実施形態において、自覚検出手段における投光光学系による視標光束を他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する際に、被検眼が固視するための固視標とする。このような構成によって、部材を少なくでき、簡易的な構成で装置を構成することができる。また、余分なスペースを少なくすることができ、装置を小型化することができる。

40

【0074】

なお、本実施形態において、制御手段と、初期値設定手段（初期値設定制御手段）と、が兼用された構成であってもよい。また、例えば、制御手段と、初期値設定手段と、が別途それぞれ設けられている構成であってもよい。もちろん、上記各制御手段は、複数の制

50

御手段によって構成されてもよい。

【0075】

<実施例>

以下、本実施例の自覚式検眼装置について説明する。例えば、図1は、本実施例に係る自覚式検眼装置1の外観図である。例えば、本実施例における自覚式検眼装置1は、筐体2、呈示窓3、操作部(モニタ)4、顎台5、基台6、撮像光学系100等を備える。例えば、筐体2は、内部に部材を収納する。例えば、筐体2の内部には、測定手段(図1の点線部)7を備える(詳細は後述する)。例えば、測定手段7は、右眼用測定手段(右眼用測定手段)7Rと左眼用測定手段(左眼用測定手段)7Lを備える。本実施形態においては、右眼用測定手段7Rと左眼用測定手段7Lは、同一の部材を備えている。すなわち、自覚式検眼装置1は、左右一対の自覚式測定手段と、左右一対の他覚式測定手段と、有する。もちろん、右眼用測定手段7Rと左眼用測定手段7Lは、部材の少なくとも一部が異なる構成であってもよい。

【0076】

例えば、呈示窓3は、被検者に視標を呈示するために用いられる。例えば、右目用測定手段7Rと左目用測定手段7Lからの視標光束が呈示窓3を介して被検眼Eに投影される。

【0077】

例えば、モニタ(ディスプレイ)4は、タッチパネルである。すなわち、本実施形態において、モニタ4が操作部(コントローラ)として機能する。モニタ4は、入力された操作指示に応じた信号を後述する制御部70に出力する。もちろん、モニタ4と操作部が別に設けられた構成であってもよい。例えば、操作部には、マウス、ジョイスティック、キーボード等の操作手段の少なくともいはずれかを用いる構成が挙げられる。

【0078】

例えば、モニタ4は、自覚式検眼装置1の本体に搭載されたディスプレイであってもよいし、自覚式検眼装置1の本体に接続されたディスプレイであってもよい。もちろん、タッチパネル式でなくともよい。例えば、パーソナルコンピュータ(以下、「PC」という。)のディスプレイを用いてもよい。また、例えば、複数のディスプレイが併用されてもよい。例えば、モニタ4には、測定結果が表示される。

【0079】

例えば、顎台5は、被検眼Eと自覚式検眼装置1との距離を一定に保つため、又は顔の大きいプレを抑えるため、に用いられる。例えば、基台6には、顎台5と、筐体2が固定されている。なお、本実施形態においては、被検眼Eと自覚式検眼装置1との距離を一定に保つために顎台5を用いているがこれに限定されない。被検眼Eと自覚式検眼装置1との距離を一定に保つための構成であればよい。例えば、被検眼Eと自覚式検眼装置1との距離を一定に保つための構成としては、額当て、顔当て等を用いる構成が挙げられる。

【0080】

例えば、撮像光学系100は、図示無き撮像素子とレンズによって構成される。例えば、撮像光学系は、被検眼の顔を撮影するために用いられる。

【0081】

<測定手段>

図2は、測定手段7の構成について説明する図である。本実施形態においては、左眼用測定手段7Lを例に挙げて説明する。本実施形態において、右眼用測定手段7Rは、左眼用測定手段7Lと同様の構成であるため、説明は省略する。例えば、左眼用測定手段7Lは、自覚式測定光学系25と、他覚式測定光学系10と、第1指標投影光学系45、第2指標投影光学系46、観察光学系50を備える。

【0082】

<自覚式光学系>

例えば、自覚測定光学系25は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定手段の構成の一部として用いられる(詳細は後述する)。例えば、被検眼の光学特性としては

10

20

30

40

50

、眼屈折力、コントラスト感度、両眼視機能（例えば、斜位量、立体視機能等）等が挙げられる。なお、本実施形態においては、被検眼の眼屈折力を測定する自覚式測定手段を例に挙げて説明する。例えば、自覚式測定光学系 25 は、投光光学系（視標投光系）30 と、矯正光学系 60、補正光学系 90、で構成される。

【0083】

例えば、投光光学系 30 は、視標光束を被検眼 E に向けて投影する。例えば、投光光学系 30 は、ディスプレイ 31、投光レンズ 33、投光レンズ 34、反射ミラー 36、ダイクロイックミラー 35、ダイクロイックミラー 29、対物レンズ 14、を備える。例えば、ディスプレイ 31 から投影された視標光束は、投光レンズ 33、投光レンズ 34、反射ミラー 36、ダイクロイックミラー 35、ダイクロイックミラー 29、対物レンズ 14 の順で光学部材を経由して被検眼 E に投影される。

10

【0084】

例えば、ディスプレイ 31 には、ランドルト環視標等の検査視標、被検眼 E を固視させるための固視標（後述する他覚測定時等に用いられる）等が表示される。例えば、ディスプレイ 31 からの視標光束が被検眼 E に向けて投影される。本実施例においては、ディスプレイ 31 として、LCD を用いた場合を例に挙げて、以下の説明を行う。

【0085】

例えば、矯正光学系 60 は、乱視矯正光学系 63、駆動機構 39 を備える。

【0086】

例えば、乱視矯正光学系 63 は、投光レンズ 34 と投光レンズ 33 との間に配置されている。例えば、乱視矯正光学系 63 は、被検眼の円柱度数、円柱軸等を矯正するために用いられる。例えば、乱視矯正光学系 63 は、焦点距離の等しい、2枚の正の円柱レンズ 61a, 61b から構成される。円柱レンズ 61a, 61b は、それぞれ回転機構 62a、62b の駆動により、光軸 L2 を中心に各々独立して回転される。なお、本実施形態においては、乱視矯正光学系 63 は、2枚の正の円柱レンズ 61a, 61b を用いる構成を例に挙げて説明したがこれに限定されない。乱視矯正光学系 63 は、円柱度数、円柱軸等を矯正できる構成であればよい。例えば、矯正レンズを投光光学系 30 の光路に出し入れする構成でも良い。

20

【0087】

例えば、ディスプレイ 31 は、モータ及びスライド機構からなる駆動機構 39 により光軸 L2 の方向に一体的に移動される。例えば、自覚測定時において、ディスプレイ 31 が移動されることにより、被検者眼に対する視標の呈示位置（呈示距離）が光学的に変えられることにより、被検眼の球面屈折力が矯正される。すなわち、ディスプレイ 31 の移動により、球面度数の矯正光学系が構成される。また、例えば、他覚測定時において、ディスプレイ 31 が移動されることにより、被験者眼 E に雲霧が掛けられる。なお、球面度数の矯正光学系としては、これに限定されない。例えば、球面度数の矯正光学系は、多数の光学素子を有し、光路中に光学素子が配置されることによって矯正を行う構成であってもよい。また、例えば、光路中に配置されたレンズを光軸方向に移動させる構成であってもよい。

30

【0088】

なお、本実施形態においては、球面度数、円柱度数、円柱軸を矯正する矯正光学系を例に挙げて説明しているがこれに限定されない。例えば、プリズム値が矯正される矯正光学系を設けてもよい。プリズム値の矯正光学系を設けることによって、被検者が斜位眼であっても、視標光束が被検眼に投影されるように、矯正することができる。

40

【0089】

なお、本実施形態においては、円柱度数及び円柱軸の乱視矯正光学系 63 と、球面度数の矯正光学系（例えば、駆動手段 39）と、が別途設けられている構成を例に挙げて説明したがこれに限定されない。例えば、矯正光学系として、球面度数、円柱度、円柱軸とが矯正される矯正光学系を備える構成であればよい。例えば、矯正光学系が波面を変調させる光学系であってもよい。また、例えば、矯正光学系が、球面度数、円柱度数、円柱軸等

50

を矯正する光学系であってもよい。この場合、例えば、矯正光学系は、多数の光学素子（球面レンズ、円柱レンズ、分散プリズム、等）が同一円周上に配置されているレンズディスクを備える構成が挙げられる。レンズディスクが駆動部（アクチュエータ等）によって回転制御されることにより、検者が所望する光学素子が光軸 L 2 に配置される。

【 0 0 9 0 】

また、光軸 L 2 に配置された光学素子（例えば、円柱レンズ、クロスシリンダレンズ、ロータリプリズム等）が駆動部によって回転制御されることにより、検者が所望する回転角度にて光学素子が光軸 L 2 に配置される。光軸 L 2 に配置される光学素子の切換え等は、モニタ 4 などの入力手段（操作手段）の操作によって行われてもよい。

【 0 0 9 1 】

レンズディスクは、1つのレンズディスク、又は複数のレンズディスクからなる。複数のレンズディスクが配置された場合、各レンズディスクに対応する駆動部がそれぞれ設けられる。例えば、レンズディスク群として、各レンズディスクが開口（又は 0 D のレンズ）及び複数の光学素子を備える。各レンズディスクの種類としては、度数の異なる複数の球面レンズを有する球面レンズディスク、度数の異なる複数の円柱レンズを有する円柱レンズディスク、複数種類の補助レンズを有する補助レンズディスクが代表的である。補助レンズディスクには、赤フィルタ / 緑フィルタ、プリズム、クロスシリンダレンズ、偏光板、マドックスレンズ、オートクロスシリンダレンズの少なくともいずれかが配置される。また、円柱レンズは、駆動部により光軸 L 2 を中心に回転可能に配置され、ロータリプリズム及びクロスシリンダレンズは、駆動部により各光軸を中心に回転可能に配置されてもよい。

【 0 0 9 2 】

例えば、補正光学系 9 0 は、対物レンズ 1 4 と後述する偏向ミラー 8 1 の間に配置される。例えば、補正光学系 9 0 は、自覚式測定手段にて生じる光学収差を補正するために用いられる。例えば、補正光学系 9 0 は、光学収差における非点収差を補正するために用いられる。例えば、補正光学系 9 0 は、焦点距離の等しい、2枚の正の円柱レンズ 9 1 a, 9 1 b から構成される。例えば、補正光学系 9 0 は、円柱度数と、円柱軸を調整することによって、非点収差を補正する。円柱レンズ 9 1 a, 9 1 b は、それぞれ回転機構 9 2 a, 9 2 b の駆動により、光軸 L 3 を中心に各々独立して回転される。なお、本実施形態においては、補正光学系 9 0 は、2枚の正の円柱レンズ 9 1 a, 9 1 b を用いる構成を例に挙げて説明したがこれに限定されない。補正光学系 9 0 は、非点収差を矯正できる構成であればよい。例えば、補正レンズを光軸 L 3 に出し入れする構成でも良い。なお、本実施形態においては、別途、補正光学系 9 0 を配置する構成を例に挙げているがこれに限定されない。矯正光学系 6 0 が補正光学系 9 0 を兼用する構成であってもよい。この場合、被検眼の円柱度数、円柱軸を、非点収差量に応じて、補正する。すなわち、非点収差量を考慮した（補正した）円柱度数、円柱軸を矯正するように、矯正光学系 6 0 を駆動させる。このように、矯正光学系 6 0 が補正光学系 9 0 を兼用することで、例えば、複雑な制御や、別途、光学収差用の補正光学系を必要としないため、簡易的な構成で光学収差を補正することができる。

【 0 0 9 3 】

<他覚式光学系>

例えば、他覚式測定光学系 1 0 は、被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段の構成の一部として用いられる（詳細は後述する）。例えば、被検眼の光学特性としては、眼屈折力、眼軸長、角膜形状等が挙げられる。なお、本実施形態においては、被検眼の眼屈折力を測定する他覚式測定手段を例に挙げて説明する。

【 0 0 9 4 】

例えば、他覚式測定光学系 1 0 は、投影光学系 1 0 a、受光光学系 1 0 b、補正光学系 9 0、で構成される。例えば、投影光学系（投光光学系）1 0 a は、被検眼 E の瞳孔中心部を介して被検眼 E の眼底にスポット状の測定指標を投影する。例えば、受光光学系 1 0 b は、眼底から反射された眼底反射光を瞳孔周辺部を介してリング状に取り出し、二次元

10

20

30

40

50

撮像素子にリング状の眼底反射像を撮像させる。

【0095】

例えば、投影光学系10aは、他覚式測定光学系10の光軸L1上に配置された、測定光源11、リレーレンズ12、ホールミラー13、プリズム15、駆動部（モータ）23、ダイクロイックミラー35、ダイクロイックミラー29、及び対物レンズ14を含む。例えば、プリズム15は、光束偏向部材である。例えば、駆動部23は、プリズム15を光軸L1を中心に回転駆動させる回転手段である。例えば、光源11は被検眼眼底と共に役な関係となっており、ホールミラー13のホール部は瞳孔と共に役な関係となっている。例えば、プリズム15は被検眼Eの瞳孔と共に役な位置から外れた位置に配置されており、通過する光束を光軸L1に対して偏心させる。なお、プリズム15に代えて光束偏向部材として平行平面板を光軸L1上に斜めに配置する構成でも良い。10

【0096】

例えば、ダイクロイックミラー35は、自覚式測定光学系25の光路と、他覚式測定光学系10の光路と、共通にする。すなわち、例えば、ダイクロイックミラー35は、自覚式測定光学系25の光軸L2と、他覚式測定光学系10の光軸L1と、を同軸にする。例えば、光路分岐部材であるビームスプリッタ29は、自覚測定光学系25による光束及び投影光学系10aによる測定光を反射し、被検眼に導く。

【0097】

例えば、受光光学系10bは、投影光学系10aの対物レンズ14、ダイクロイックミラー29、ダイクロイックミラー35、プリズム15及びホールミラー13を共用し、ホールミラー13の反射方向の光路に配置されたリレーレンズ16、ミラー17、ミラー17の反射方向の光路に配置された受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、CCD等の二次元撮像素子22（以下、撮像素子22と記載する）を備える。例えば、受光絞り18及び撮像素子22は、被検眼眼底と共に役な関係となっている。例えば、リングレンズ20は、リング状に形成されたレンズ部と、レンズ部以外の領域に遮光用のコーティングを施した遮光部と、から構成され、被検眼の瞳孔と光学的に役な位置関係となっている。例えば、撮像素子22からの出力は、演算制御部70（以下、制御部70）に入力される。20

【0098】

例えば、ダイクロイックミラー29は、被検眼眼底による投影光学系10aからの測定光の反射光を受光光学系10に向けて反射する。また、例えば、ダイクロイックミラー29は、前眼部観察光及びアライメント光を透過し、観察光学系50に導く。また、例えば、ダイクロイックミラー35は、被検眼眼底による投影光学系10aからの測定光の反射光を受光光学系10に向けて反射する。30

【0099】

なお、他覚式測定光学系10は上記のものに限らず、瞳孔周辺部から眼底にリング状の測定指標を投影し、瞳孔中心部から眼底反射光を取り出し、二次元撮像素子にリング状の眼底反射像を受光させる構成等、周知のものが使用できる。

【0100】

なお、他覚式測定光学系10は上記のものに限らず、被検者眼眼底に向けて測定光を投光する投光光学系と、測定光の眼底での反射によって取得される反射光を受光素子によって受光する受光光学系と、を有する測定光学系であればよい。例えば、眼屈折力測定光学系は、シャックハルトマンセンサーを備えた構成であってもよい。もちろん、他の測定方式の装置が利用されてもよい（例えば、スリットを投影する位相差方式の装置）。40

【0101】

例えば、投影光学系10aの光源11と、受光光学系10bの受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、撮像素子22は、光軸方向に一体的に移動可能となっている。本実施形態において、例えば、投影光学系10aの光源11と、受光光学系10bの受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、撮像素子22は、ディスプレイ31を駆動させる駆動機構39により光軸L1の方向に一体的に移動される。すな50

わち、ディスプレイ31、投影光学系10aの光源11と、受光光学系10bの受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、撮像素子22は、駆動ユニット95として同期して一体的移動する。もちろん、別途、それぞれが駆動される構成としてもよい。

例えば、駆動ユニット95は、外側のリング光束が各経線方向に関して撮像素子22上に入射されるように他覚式測定光学系10の一部を光軸方向に移動させる。すなわち、他覚式測定光学系10の一部を被検眼の球面屈折誤差（球面屈折力）に応じて光軸L1方向に移動させることで、球面屈折誤差を補正し、被検眼眼底に対して光源11、受光絞り18及び撮像素子22が光学的に共役になるようする。駆動機構39の移動位置は、図示無きポテンショメータにより検出される。なお、ホールミラー13とリングレンズ20は、可動ユニット25の移動量に拘わらず、被検眼の瞳と一定の倍率で共役になるように配置されている。10

【0102】

上記構成において、光源11から出射された測定光は、リレーレンズ12、ホールミラー13、プリズム15、ダイクロイックミラー35、ビームスプリッタ29、対物レンズ14、を経て、被検眼の眼底上にスポット状の点光源像を形成する。このとき、光軸周りに回転するプリズム15により、ホールミラー13のホール部の瞳投影像（瞳上での投影光束）は、高速に偏心回転される。眼底に投影された点光源像は反射・散乱されて被検眼を射出し、対物レンズ14によって集光され、ビームスプリッタ29、ダイクロイックミラー35、高速回転するプリズム15、ホールミラー13、リレーレンズ16、ミラー17を介して受光絞り18の位置に再び集光され、コリメータレンズ19とリングレンズ20とによって撮像素子22にリング状の像が結像する。20

【0103】

例えば、プリズム15は、投影光学系10aと受光光学系10bと共に光路に配置されている。このため、眼底からの反射光束は、投影光学系10aと同じプリズム15を通過するため、それ以降の光学系ではあたかも瞳孔上における投影光束・反射光束（受光光束）の偏心が無かったかのように逆走査される。

【0104】

例えば、補正光学系90は、自覚式測定光学系25と兼用される。もちろん、別途、他覚式測定光学系10で用いる補正光学系を設ける構成としてもよい。30

【0105】

＜第1指標投影光学系及び第2指標投影光学系＞

本実施形態において、第1指標投影光学系45及び第2指標投影光学系46は、補正光学系90と、偏向ミラー81との間に配置される。もちろん、第1指標投影光学系45及び第2指標投影光学系46の配置位置は、これに限定されない。

【0106】

第1指標投影光学系45は、光軸L3を中心として同心円上に45度間隔で赤外光源が複数個配置されており、光軸L3を通る垂直平面を挟んで左右対称に配置されている。第1指標投影光学系45は、被検眼の角膜にアライメント指標を投影するための近赤外光を発する。第2指標投影光学系46は、第1指標投影光学系45とは異なる位置に配置され6つの赤外光源を備える。この場合、第1指標投影光学系45は、被検者眼Eの角膜に無限遠の指標を左右方向から投影し、第2指標投影光学系46は被検者眼Eの角膜に有限遠の指標を上下方向もしくは斜め方向から投影する構成となっている。なお、図2の本図には、便宜上、第1指標投影光学系45と、第2指標投影光学系46の一部のみが図示されている。なお、第2指標投影光学系46は、被検眼の前眼部を照明する前眼部照明としても用いられる。また、角膜形状測定用の指標としても利用できる。また、第1指標投影光学系45及び第2指標投影光学系46は、点状光源に限定されない。例えば、リング状光源、ライン状の光源、であってもよい。40

【0107】

＜観察光学系＞

10

20

30

40

50

観察光学系（撮像光学系）50は、自覚式測定光学系25及び他覚式測定光学系10における、対物レンズ14、ダイクロイックミラー29が共用され、撮像レンズ51、及び二次元撮像素子52を備える。例えば、撮像素子52は、被検眼前眼部と略共役な位置に配置された撮像面を持つ。例えば、撮像素子52からの出力は、制御部70に入力される。これにより、被検眼の前眼部像は二次元撮像素子52により撮像され、モニタ4上に表示される。なお、この観察光学系50は、第1指標投影光学系45及び第2指標投影光学系46によって、被検眼の角膜に形成されるアライメント指標像を検出する光学系を兼ね、制御部70によりアライメント指標像の位置が検出される。

【0108】

＜自覚式検眼装置内部構成＞

10

以下、自覚式検眼装置1の内部構成について説明する。図3は、本実施例に係る自覚式検眼装置1の内部を正面方向（図1のA方向）から見た概略構成図である。図4は、本実施例に係る自覚式検眼装置1の内部を側面方向（図1のB方向）から見た概略構成図である。図5は、本実施例に係る自覚式検眼装置1の内部を上面方向（図1のC方向）から見た概略構成図である。なお、図3では、説明の便宜上、ハーフミラー84の反射を示す光軸について省略している。なお、図4では、説明の便宜上、左眼用測定手段7Lの光軸のみを示している。なお、図5では、説明の便宜上、左眼用測定手段7Lの光軸のみを示している。

【0109】

例えば、自覚式検眼装置1は、自覚式測定手段と、他覚式測定手段と、を備える。例えば、自覚式測定手段は、測定手段7、偏向ミラー81、駆動手段83、駆動手段82、ハーフミラー84、凹面ミラー85、で構成される。もちろん、自覚式測定手段は、この構成に限定されない。例えば、他覚式測定手段は、測定手段7、偏向ミラー81、ハーフミラー84、凹面ミラー85、で構成される。もちろん、他覚式測定手段は、この構成に限定されない。

20

【0110】

なお、自覚式検眼装置1は、右眼用駆動手段9R、左眼用駆動手段9Lを有し、右眼用測定手段7R及び左眼用測定手段7LをそれぞれX方向に移動できる。例えば、右眼用測定手段7R及び左眼用測定手段7Lが移動されることによって、偏向ミラー81と測定手段7との間の距離が変更され、Z方向における視標光束の呈示位置が変更される。これによって、矯正光学系60によって矯正された視標光束を被検眼に導光し、矯正光学系60によって矯正された視標光束の像が被検眼の眼底に形成されるようにZ方向における調整することができる。

30

【0111】

例えば、偏向ミラー81は、左右一対にそれぞれ設けられた右眼用の偏向ミラー81R、左眼用の偏向ミラー81Lを有する。例えば、偏向ミラー81は、矯正光学系60と、被検眼と間に配置される。すなわち、矯正光学系60は、左右一対に設けられた右眼用矯正光学系と左眼用矯正光学系を有しており、右眼用の偏向ミラー81Rは、右眼用矯正光学系と右眼ERの間に配置され、左眼用の偏向ミラー81Lは、左眼用矯正光学系と左眼ERの間に配置される。例えば、偏向ミラー81は、瞳共役位置に配置されることが好ましい。

40

【0112】

例えば、右眼用の偏向ミラー81Rは、右眼用測定手段7Rから投影される光束を反射し、右眼ERに導光する。また、例えば、右眼ERで反射された反射光を反射し、右眼用測定手段7Rに導光する。例えば、左眼用の偏向ミラー81Lは、左眼用測定手段7Lから投影される光束を反射し、左眼ELに導光する。また、例えば、左眼ELで反射された反射光を反射し、左眼用測定手段7Lに導光する。なお、本実施形態においては、測定手段7から投影される光束を反射し、被検眼Eに導光する偏向部材として、偏向ミラー81を用いる構成を例に挙げて説明しているがこれに限定されない。測定手段7から投影される光束を反射し、被検眼Eに導光する偏向部材であればよい。例えば、偏向部材としては

50

、プリズム、レンズ等が挙げられる。

【0113】

例えば、駆動手段83は、モータ(駆動部)等からなる。例えば、駆動手段83は、右眼用の偏向ミラー81Rを駆動するための駆動手段83R、左眼用の偏向ミラー81Lを駆動するための駆動手段83Lを有する。例えば、駆動手段83の駆動によって、偏向ミラー81は、X方向に移動できる。例えば、右眼用の偏向ミラー81R及び左眼用の偏向ミラー81Lが移動されることによって、右眼用の偏向ミラー81R及び左眼用の偏向ミラー81Lとの間の距離が変更され、被検眼の瞳孔間距離にあわせて右眼用光路と左眼用光路との間のX方向における距離を変更することができる。

【0114】

例えば、駆動手段82は、モータ(駆動部)等からなる。例えば、駆動手段82は、右眼用の偏向ミラー81Rを駆動するための駆動手段82R、左眼用の偏向ミラー81Lを駆動するための駆動手段82Lを有する。例えば、駆動手段82の駆動によって、偏向ミラー81は、回転移動する。例えば、駆動手段82は、水平方向(X方向)の回転軸、及び鉛直方向(Y方向)の回転軸に対して偏向ミラー81を回転させる。すなわち、駆動手段82は偏向ミラー81をXY方向に回転させる。なお、偏向ミラー81の回転は、水平方向又は鉛直方向の一方であってもよい。なお、右眼用光路と左眼用光路とでそれぞれ、偏向ミラーが複数設けられた構成であってもよい。例えば、右眼用光路と左眼用光路とで、2つの偏向ミラーがそれぞれ設けられる(例えば、右眼用光路で2つの偏向ミラー等)構成が挙げられる。この場合、一方の偏向ミラーがX方向に回転され、他方の偏向ミラーがY方向に回転されてもよい。例えば、偏向ミラー81が回転移動されることによって、矯正光学系60の像を被検眼の眼前に形成されるためのみかけの光束を偏向させることにより像の形成位置を光学的に補正することができる。

【0115】

例えば、凹面ミラー85は、右眼用測定手段7Rと左眼用測定手段7Lとで共有される。例えば、凹面ミラー85は、右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、で共有される。すなわち、凹面ミラー85は、右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、共に通過する位置に配置されている。もちろん、凹面ミラー85は、共有される構成でなくてもよい。右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、でそれぞれ凹面ミラーが設けられる構成であってもよい。例えば、凹面ミラー85は、矯正光学系を通過した視標光束を被検眼に導光し、矯正光学系を通過した視標光束の像を被検眼の眼前に形成する。なお、本実施形態においては、凹面ミラー85を用いる構成を例に挙げているがこれに限定されない。種々の光学部材を用いることができる。例えば、光学部材としては、レンズ、平面ミラー等を用いることができる。

【0116】

例えば、凹面ミラー85は、自覚式測定手段と、他覚式測定手段と、で兼用される。例えば、自覚測定光学系25から投影された視標光束は、凹面ミラー85を介して、被検眼に投影される。また、例えば、他覚測定光学系10から投影された測定光は、凹面ミラー85を介して、被検眼に投影される。また、例えば、他覚測定光学系10から投影された測定光の反射光は、凹面ミラー85を介して、他覚測定光学系10の受光光学系10bに導光される。なお、本実施形態においては、他覚測定光学系10による測定光の反射光は、凹面ミラー85を介して、他覚測定光学系10の受光光学系10bに導光される構成を例に挙げているがこれに限定されない。他覚測定光学系10による測定光の反射光は、凹面ミラー85を介さない構成であってもよい。

【0117】

より詳細には、例えば、本実施形態において、自覚式測定手段における、凹面ミラー85から被検眼Eまでの間の光軸と、他覚式測定手段における、凹面ミラー85から被検眼Eまでの間の光軸と、が少なくとも同軸で構成されている。なお、本実施形態においては、ダイクロイックミラー35によって、自覚式測定光学系25の光軸L2と他覚式測定光

10

20

30

40

50

学系 10 の光軸 L 1 とが合成され、同軸となっている。

【0118】

以下、自覚測定手段の光路について説明する。例えば、自覚測定手段は、矯正光学系 60 を通過した視標光束を凹面ミラー 85 によって、被検眼方向に反射することで被検眼に視標光束を導光し、矯正光学系 60 を通過した視標光束の像を光学的に所定の検査距離となるように被検眼の眼前に形成する。すなわち、凹面ミラー 85 は、視標光束を略平行光束にするように反射する。このため、被検者から見た視標像は、被検眼 E からディスプレイ 31 までの実際の距離よりも遠方にあるように見える。すなわち、凹面ミラー 85 を用いることで、所定の検査距離の位置に視標光束の像が見えるように、被検者に視標像を呈示することができる。

10

【0119】

より詳細に説明する。なお、以下の説明においては、左眼用光路を例に挙げて説明する。右眼用光路においても、左眼用光路と同様の構成となっている。例えば、左眼用の自覚測定手段において、左眼用測定手段 7L のディスプレイ 13 から投影された視標光束は、投光レンズ 33 を介して、乱視矯正光学系 63 に入射する。乱視矯正光学系 63 を通過した視標光束は、反射ミラー 36、ダイクロイックミラー 35、ダイクロイックミラー 29、対物レンズ 14 を経由して、補正光学系 90 に入射される。補正光学系 90 を通過した視標光束は、左眼用測定手段 7L から左眼用の偏向ミラー 81L に向けて投影される。左眼用測定手段 7L から出射されて左眼用の偏向ミラー 81 で反射された視標光束は、ハーフミラー 84 によって凹面ミラー 85 に向けて反射される。凹面ミラー 85 によって反射された視標光束は、ハーフミラー 84 を透過して、左眼 EL に到達する。

20

【0120】

これによって、左眼 EL の眼鏡装用位置（例えば、角膜頂点から 12mm 程度）を基準として矯正光学系 60 によって矯正された視標像が左眼 EL の眼底上に形成される。従つて、乱視矯正光学系 63 があたかも眼前に配置されたこと、及び、球面度数の矯正光学系（本実施形態においては、駆動機構 39 の駆動）による球面度数の調整が眼前で行われたこと、と等価になっており、被検者は凹面ミラー 85 を介して自然の状態で視標の像を視準することができる。なお、本実施形態においては、右眼用光路においても、左眼用光路と同様の構成であり、両被検眼 ER, EL の眼鏡装用位置（例えば、角膜頂点から 12mm 程度）を基準として、左右一対の矯正光学系 60 によって矯正された視標像が両被検眼の眼底上に形成されるようになっている。このようにして、被検者は自然視の状態で視標を直視しつつ検者に対する応答を行い、検査視標が適正に見えるまで矯正光学系 60 による矯正を図り、その矯正值に基づいて自覚的に被検眼の光学特性の測定を行う。

30

【0121】

次いで、他覚測定手段の光路について説明する。なお、以下の説明においては、左眼用光路を例に挙げて説明する。右眼用光路においても、左眼用光路と同様の構成となっている。例えば、左眼用の他覚測定手段において、他覚式測定光学系 10 における投影光学系 10a の光源 11 から出射された測定光は、リレーレンズ 12 から対物レンズ 14 までを介して、補正光学系 90 に入射される。補正光学系 90 を通過した測定光は、左眼用測定手段 7L から左眼用の偏向ミラー 81L に向けて投影される。左眼用測定手段 7L から出射されて左眼用の偏向ミラー 81 で反射された測定光は、ハーフミラー 84 によって凹面ミラー 85 に向けて反射される。凹面ミラー 85 によって反射された測定光は、ハーフミラー 84 を透過して、左眼 EL に到達し、左眼 EL の眼底上にスポット状の点光源像を形成する。このとき、光軸周りに回転するプリズム 15 により、ホールミラー 13 のホール部の瞳投影像（瞳上での投影光束）は、高速に偏心回転される。

40

【0122】

左眼 EL の眼底上に形成された点光源像の光は、反射・散乱されて被検眼 E を射出し、測定光が通過した光路を経由して対物レンズ 14 によって集光され、ダイクロイックミラー 29、ダイクロイックミラー 35、プリズム 15、ホールミラー 13、リレーレンズ 16、ミラー 17 までを介する。ミラー 17 までを介した反射光は、受光絞り 18 の開口上

50

で再び集光され、コリメータレンズ 19 にて略平行光束（正視眼の場合）とされ、リングレンズ 20 によってリング状光束として取り出され、リング像として撮像素子 22 に受光される。受光したリング像を解析することによって、他覚的に被検眼の光学特性を測定することができる。

【0123】

<制御部>

例えば、制御部 70 は、CPU（プロセッサ）、RAM、ROM 等を備える。例えば、制御部 70 の CPU は、自覚式検眼装置 1 の各部材の制御を司る。例えば、RAM は、各種情報を一時的に記憶する。制御部 70 の ROM には、自覚式検眼装置 1 の動作を制御するための各種プログラム、各種検査のための視標データ、初期値等が記憶されている。なお、制御部 70 は、複数の制御部（つまり、複数のプロセッサ）によって構成されてもよい。

10

【0124】

例えば、制御部 70 には、不揮発性メモリ（記憶部）72、及びモニタ（本実施形態においては、操作部を兼ねる）4、各種部材等が電気的に接続されている。不揮発性メモリ（以下、メモリと記載）72 は、電源の供給が遮断されても記憶内容を保持できる非一過性の記憶媒体である。例えば、ハードディスクドライブ、フラッシュ ROM、OCT デバイス 1、及び、自覚式検眼装置 1 に着脱可能に装着される USB メモリ等を不揮発性メモリ 72 として使用することができる。例えば、メモリ 72 には、自覚式測定手段及び他覚式測定手段を制御するための制御プログラムが記憶されている。

20

【0125】

<制御動作>

以下、自覚式検眼装置 1 の制御動作について説明する。図 6 は、本実施例における制御動作の流れについて説明するフローチャートである。検者は、顎台 5 に被検者の顎を当てさせ、呈示窓 3 を観察するように指示する。検者は、被検者にディスプレイ 31 に表示された固視標を固視するよう指示した後、被検眼に対するアライメントを行う。

【0126】

<アライメント動作（S1）>

検者によって、アライメント開始スイッチが選択されると、制御部 70 は、自動アライメント（S1）を開始する。なお、本実施例においては、遠用時における被検眼の光学特性を測定する場合を例に挙げて説明する。近用時においても遠用時と同様にして被検眼の光学特性を測定することができる。

30

【0127】

例えば、制御部 70 は、撮像光学系 100 によって撮像された顔画像から左右の被検眼の瞳孔位置を検出する。例えば、瞳孔位置が検出されると、制御部 70 は、前眼部像がモニタ 4 に表示されるように自覚式検眼装置 1 を制御する。例えば、制御部 70 は、右眼用の偏向ミラー 81R、左眼用の偏向ミラー 81L、それぞれ駆動させ、XY 方向に回転させる。また、例えば、瞳孔位置が検出されると、制御部 70 は、右眼用測定手段 7R 及び左眼用測定手段 7L をそれぞれ X 方向に移動できる。すなわち、制御部 70 は、偏向ミラー 81 を駆動させることによって XY 方向のアライメントを行い、測定手段 7 を駆動させることによって Z 方向のアライメントを行う。

40

【0128】

なお、本実施形態においては、偏向ミラー 81 と、測定手段 7 との駆動によって XYZ 方向のアライメントを調整する構成を例に挙げて説明しているがこれに限定されない。被検眼と、自覚式測定手段及び他覚式測定手段との位置関係を調整できる構成であればよい。すなわち、矯正光学系 60 によって矯正された像が被検眼の眼底上に形成されるように XYZ 方向を調整できる構成であればよい。例えば、顎台 6 に対して、自覚式検眼装置 1 を XYZ 方向に移動可能な構成を設けて、自覚式検眼装置 1 を移動させる構成であってもよい。また、例えば、偏向ミラー 81 と測定ユニットを一体的に XYZ 方向に移動可能な構成として、XYZ 方向の調整を行える構成としてもよい。また、例えば、偏向ミラ

50

— 8 1 のみによって X Y Z 方向の調整を行える構成としてもよい。この場合、例えば、偏向ミラー 8 1 は、回転駆動するとともに、測定ユニットとの間の距離が変更するよう、偏向ミラー 8 1 が Z 方向移動する構成が挙げられる。なお、例えば、アライメント制御においては、両被検眼がモニタ 4 上に表示され、同一画面上で、両被検眼のアライメント制御が行われてもよい。また、例えば、アライメント制御においては、モニタ 4 上に一方の被検眼が表示され、一方の被検眼のアライメント制御が完了した後、他方の被検眼がモニタ 4 上に表示され、他方の被検眼のアライメント制御が行われるようにしてよい。また、例えば、一方の被検眼のアライメント制御結果に基づいて、他方の被検眼のアライメント制御が行われる構成としてもよい。

【 0 1 2 9 】

10

例えば、制御部 7 0 は、被検眼に対する矯正光学系 6 0 の像の位置ずれを検出する。例えば、制御部 7 0 は、検出された検出結果に基づいて、駆動手段を制御し、矯正光学系 6 0 の像を被検眼に導光するためのみかけの光束を偏向させることにより像の形成位置を光学的に補正する。このように、本実施形態における自覚式検眼装置 1 は、被検眼と矯正光学系との位置ずれを検出し、像の形成位置を光学的に補正する構成を備える。これによって、被検眼と矯正光学系との位置ずれを補正することによって、適正な位置で装置の使用が可能となり、精度よく測定を行うことができる。

【 0 1 3 0 】

< 他覚式測定 (S 2) >

20

制御部 7 0 は、アライメント完了信号の出力に基づいて、他覚式測定 (他覚測定) (S 2) を開始するための他覚測定開始トリガ信号 (以下、トリガ信号と記載) が発する。他覚測定を開始するためのトリガ信号が発せられると、制御部 7 0 は、他覚式測定光学系 1 0 から測定光束を射出する。この場合、各測定光束は、偏向ミラー 8 1 R 、 8 1 L を介して凹面ミラー 8 5 によって反射された後、被検眼の眼底に投影される。眼底から反射された測定光は、凹面ミラー 8 5 を介して、偏向ミラー 8 1 R (8 1 L) によって反射された後、撮像素子 2 2 によって測定画像が撮像される。

【 0 1 3 1 】

30

例えば、他覚眼屈折力の測定においては、はじめに眼屈折力の予備測定が行われ、予備測定の結果に基づいてディスプレイ 3 1 が光軸 L 2 方向に移動されることにより、被検眼 E に対して雲霧がかけられてもよい。すなわち、ディスプレイ 3 1 が被検眼 E に対して、一度ピントが合う位置に移動されてもよい。その後、雲霧がかけられた被検眼に対して眼屈折力の本測定が行われてもよい。本測定では、測定画像は撮像素子 2 2 に撮像され、撮像素子 2 2 からの出力信号は、メモリ 7 2 に画像データ (測定画像) として記憶される。その後、制御部 7 0 は、メモリ 7 2 に記憶されたリング像を画像解析して各経線方向の屈折力の値を求める。制御部 7 0 は、この屈折力に所定の処理を施すことによって遠用時の被検者眼の S (球面度数) 、 C (乱視度数) 、 A (乱視軸角度) の他覚眼屈折力 (他覚値) を得る。得られた遠用時の他覚値はメモリ 7 2 に記憶される。

【 0 1 3 2 】

40

上記他覚眼屈折力の測定において、制御部 7 0 は、補正光学系 9 0 を制御し、他覚式測定光学系 1 0 の光路にて生じる光学収差を補正してもよい。この場合、他覚式測定光学系 1 0 によって測定された屈折度数に応じた補正量をメモリ 7 2 から取得し、取得された収差補正量に基づいて補正光学系 9 0 を制御する。

【 0 1 3 3 】

より具体的には、予備測定で得られた眼屈折力に応じて補正量が設定され、設定された補正量に基づいて補正光学系 9 0 が駆動される。これによって、本測定は、他覚式測定光学系 1 0 の光路にて生じる収差が補正された状態において本測定が行われるので、他覚眼屈折力を精度よく測定できる。なお、眼屈折力を連続的に測定する場合 (例えば、本測定を複数行う) 、各測定結果に基づいて補正光学系 9 0 が制御されてもよい。

【 0 1 3 4 】

なお、上記説明においては、遠用での他覚眼屈折力が測定されたが、これに限定されず

50

、近用距離にて視標が呈示された状態での眼屈折力である近用での他覚眼屈折力が測定されてもよい。なお、他覚眼屈折力測定は、左右眼同時に実行されてもよいし、左右眼別々のタイミングにて実施されてもよい。

【0135】

＜自覚式測定（S3）＞

次いで、自覚式測定（S3）が行われる。他覚屈折力測定が完了し、モニタ（本実施形態においては、操作部を兼ねる）4が操作されると、自覚の遠用視力測定モード（自覚屈折力測定）モードに切り換えられる。

【0136】

例えば、制御部70は、ディスプレイ31を制御し、光軸L2上に所要の視力値視標を表示してもよい（例えば、視力値0.8の視標）。被検眼に初期呈示視標が呈示されたら、検者は、被検者の遠用視力測定を行う。モニタ4の所定のスイッチが押されると、呈示される視力値視標が切換えられる。

【0137】

例えば、検者は、被検者の回答が正答の場合には、1段階高い視力値の視標に切換える。一方、被検者の回答が誤答の場合には1段階低い視力値の視標に切換える。つまり、制御部70は、モニタ4からの視力値変更の信号に基づいて視標を切換えてもよい。

【0138】

また、検者は、モニタ4を用いて、矯正光学系60の矯正度数を変更し、被検眼の遠用自覚値（球面度数S、乱視度数C、乱視軸角度A）を求めてよい。

【0139】

なお、矯正光学系60の矯正度数は、左右眼別々の度数に設定されてもよいし、左右眼での同一の度数に設定されてもよい。なお、自覚眼屈折力測定は、左右眼同時に実行されてもよいし、左右眼別々のタイミングにて実施されてもよい。なお、別々のタイミングの場合、非測定眼のディスプレイ31に視標を表示しないようにしてもよいし、矯正光学系60によってフォグ（例えば、他覚値に対して一定の屈折度数が付加される）が行われてもよい。

【0140】

遠用での自覚値が求められた後、自覚の近用視力測定モードに切り換えられてもよい。近用測定モードに設定されると、制御部70は、投光光学系30を制御し、偏向ミラー81による輻輳角を変更し、近用位置に視標を呈示してもよい。なお、近用検査での視標の呈示距離は、操作部4からの操作信号に基づいて任意に変更されてもよい。その結果、視標の呈示距離が遠用位置から近用位置に変更される。なお、近用検査においては、近用位置において視標の呈示距離を変更することによって、加入度・調節力を自覚的に求めるようにしてもよい。

【0141】

この場合、例えば、制御部70は、視標の呈示距離に応じた収差補正量をメモリ72から取得し、取得された収差補正量に基づいて補正光学系90を制御してもよい。また、視標の呈示距離が変更される場合、制御部70は、変更される視標呈示距離に応じて、補正光学系90による収差補正量を変更してもよい。これによって、視標呈示距離に変更があった場合であっても、収差が軽減された視標が呈示される。この場合、制御部70は、視標の呈示距離が付加された矯正度数に応じて収差補正量を変化させてもよい。

【0142】

さらに、制御部70は、視標の呈示位置の変更に応じて、光偏向部材を制御し、左右の視標光束の輻輳角度を変更してもよい。この場合、例えば、制御部70は、輻輳角度に対応する光偏向部材の偏向角度に応じた収差補正量をメモリ72から取得し、取得された収差補正量に基づいて補正光学系90を制御してもよい。また、視標光束の輻輳角度が変更される場合、制御部70は、変更される輻輳角度に応じて、補正光学系90による収差補正量を変更してもよい。これによって、輻輳角度に変更があった場合であっても、収差が軽減された視標が呈示される。

10

20

30

40

50

【0143】

近用検査においては、遠用検査と同様、例えば、検者は、操作部4の所定のスイッチを用いて矯正光学系60の矯正度数を変更し、近用視標が呈示された状態での自覚的眼屈折力(近用自覚値)を測定してもよい。近用検査において、制御部70は、矯正度数の変更に応じて補正光学系90の収差補正量を変更してもよい。

【0144】

<調節情報の取得(S5)>

ここで、本実施例において、自覚式検眼装置1は、自覚式測定を実施している間に他覚式測定を行い、被検眼の光学特性の変化を捉える構成を備える。例えば、本実施例においては、自覚式測定を実施している間に他覚式測定手段によって測定された被検眼の光学特性に基づいて調節情報を取得する。例えば、調節情報は、自覚式測定を実施している間の被検眼の光学特性の変化を捉るために用いることができる。

10

【0145】

以下、調節情報の取得(S5)について説明する。例えば、本実施例において、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している(S3)間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する。

【0146】

より詳細には、例えば、本実施例において、制御部70は、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第1光学特性を取得する。例えば、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して第2光学特性を取得する。なお、他覚式測定手段によって測定された光学特性はメモリ72に記憶されてもよい。

20

【0147】

例えば、本実施例においては、第1光学特性は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定し、第1光学特性を取得する。例えば、本実施例において、自覚式測定の前に行われた他覚式測定(S2)によって取得された光学特性が第1光学特性(例えば、球面度数、乱視度数、乱視軸角度)として用いられる。もちろん、第1光学特性としては、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に、別途、他覚式測定手段によって取得される構成であってもよい。

30

【0148】

例えば、制御部70は、第2光学特性は、自覚式測定を開始した後、予め設定された時間が経過した際(例えば、自覚式測定の開始から1分後等)に、測定するようにしてもよい。なお、第2光学特性が取得されるタイミングとして設定された時間が経過した際に第2光学特性が取得される構成に限定されない。第2光学特性は、種々の構成をトリガとして、取得することができる。例えば、第2光学特性が取得されるタイミングとしては、自覚的な測定の開始時(例えば、視標光束の投影する開始した状態、検査プログラムを開始した状態、自覚式検査装置の操作部の操作を開始した状態、矯正光学系の駆動を開始した状態等)、検査視標の切り換え時、自覚検査と自覚検査との間(複数の自覚検査を行う場合)等の少なくともいずれかであってもよい。もちろん、上記記載以外のタイミングで、他覚測定開始のトリガ信号が出力されるようにしてもよい。

40

【0149】

なお、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、複数の光学特性が取得されるようにしてもよい。この場合、例えば、制御部70は、自覚式測定を開始した後、予め設定された時間が経過した際に、第2光学特性が取得され、その後、予め設定された時間が経過するたび、光学特性(例えば、第3光学特性、第4光学特性等)が取得されるようにしてもよい。

【0150】

例えば、制御部70は、第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得する。例えば、本実施例において、制御部70は、第1光学特性と、第2光学特性と、を差分処

50

理することによって、調節情報を取得する。なお、以下の説明においては、第1光学特性及び第2光学特性として、眼屈折力の球面度数を用いる場合を例に挙げて説明する。なお、本実施例においては、第1光学特性及び第2光学特性として、眼屈折力における球面度数について説明をしたがこれに限定されない。例えば、第1光学特性及び第2光学特性としては、眼屈折力に限定されない。また、例えば、眼屈折力としては、球面度数、乱視度数、及び乱視軸角度の少なくともいずれかを用いるようにしてもよい。

【0151】

より詳細には、本実施例において、例えば、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に取得された第1眼屈折力と、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に取得された第2眼屈折力との差分から調節情報を取得する。例えば、第1眼屈折力の球面度数が1.0ディオプター(D)であり、第2眼屈折力の球面度数が3.0Dであった場合、制御部70は、差分処理を行い、調節情報として球面度数2.0Dを取得する。

10

【0152】

このとき、例えば、制御部70は、矯正光学系による矯正情報に基づいて、他覚式測定手段によって被検眼を他覚的に測定して得られた測定結果を補正するようにしてもよい。例えば、自覚式検眼装置が他覚的測定手段による測定光束が自覚的測定手段の矯正光学系を経由する構成である場合に、第1光学特性を取得した際の矯正光学系60の矯正状態(光学部材の配置状態)と、第2光学特性を取得した際の矯正光学系60の矯正状態とが異なることがある。このため、第1光学特性と第2光学特性を比較する際に、矯正光学系の矯正状態を考慮することなく、比較を行った場合には、調節情報として精度のよい結果を取得することが困難となる。

20

【0153】

以下の説明においては、矯正光学系による矯正情報に基づいて、第1光学特性及び第2光学特性を補正する場合を例に挙げて説明する。なお、本実施形態において、第1光学特性及び第2光学特性を矯正情報に基づいて補正する構成を例に挙げて説明するがこれに限定されない。例えば、調節情報を矯正情報に基づいて補正するようにしてもよい。

【0154】

例えば、本実施例において、制御部70は、第1光学特性及び第2光学特性を矯正光学系による矯正情報に基づいて補正する。例えば、制御部70は、補正に用いるための矯正情報を取得する。例えば、制御部70は、第1光学特性を取得した際の矯正光学系による矯正情報(例えば、球面度数、円柱度数、円柱軸)をメモリ72より呼び出す。また、例えば、制御部70は、第2光学特性を取得した際の矯正光学系による矯正情報(例えば、球面度数、円柱度数、円柱軸)を呼び出す。なお、矯正光学系の矯正情報は、制御部70が各光学特性の取得時における矯正光学系の矯正情報を各光学特性と関連付けて、メモリ72に記憶させるようにすればよい。

30

【0155】

例えば、制御部70は、第1光学特性取得時の第1矯正情報と第2光学特性取得時の第2矯正情報をメモリ72より呼び出す。例えば、制御部70は、第1矯正情報に基づいて第1光学特性を補正し、第2矯正情報に基づいて第2光学特性を補正するようにしてもよい。例えば、第1矯正情報の球面度数が1.0D、第2矯正情報の球面度数が4.0D、第1光学特性の球面度数が1.0D、第2光学特性の球面度数が5.0Dであった場合に、矯正光学系の影響がない場合の第1光学特性の球面度数は0Dとなり、矯正光学系の影響がない場合の第2光学特性の球面度数は1.0Dとなる。このことから、矯正光学系の影響がない場合において、第1光学特性の球面度数と第2光学特性の球面度数を差分処理すると、調節情報としては、1.0Dとなる。すなわち、自覚式測定を実施の間に、1.0Dの球面度数の変化が生じたことがわかる。なお、上記構成においては、矯正情報について球面度数を例に挙げて説明をしたがこれに限定されない。例えば、矯正情報として、球面度数、乱視度数、及び乱視軸角度の少なくともいずれかを用いるようにしてもよい。

40

50

【0156】

なお、第1光学特性を取得する際に矯正光学系による駆動がされておらず（矯正がされておらず）、第2光学特性を取得する際にのみ矯正光学系による駆動が行われていた（矯正が行われていた）場合には、第2光学特性のみを第2矯正情報によって補正することで、矯正光学系を考慮した調節情報の取得が可能となる。もちろん、第2光学特性を取得する際に矯正光学系による駆動がされておらず（矯正がされておらず）、第1光学特性を取得する際にのみ矯正光学系による駆動が行われていた（矯正が行われていた）場合には、第1光学特性のみを第1矯正情報によって補正することで、矯正光学系を考慮した調節情報の取得が可能となる。

【0157】

なお、本実施形態においては、第1光学特性及び第2光学特性を矯正情報に基づいて補正する場合を例に挙げて説明したがこれに限定されない。例えば、調節情報を矯正情報に基づいて補正するようにしてもよい。この場合、例えば、制御部70は、第1矯正情報と第2矯正情報とを差分処理して補正に用いるための矯正情報を取得する。例えば、第1矯正情報の球面度数が1.0D、第2矯正情報の球面度数が4.0D、第1光学特性の球面度数が1.0D、第2光学特性の球面度数が5.0Dであった場合に、補正に用いるために取得される矯正情報としては第1矯正情報と第2矯正情報の差分から3.0Dとなる。また、例えば、調節情報としては、第1光学特性と第2光学特性の差分から4.0Dとなる。このため、調節情報を矯正情報で補正することによって、矯正光学系の影響を考慮した調節情報としては、1.0Dとなる。

10

20

【0158】

上記のように、矯正情報に基づいて、被検眼を他覚的に測定して得られた測定結果を補正することで、他覚式測定を測定するための測定光束が矯正光学系を経由することによって生じる光学特性のずれを補正することができる。これによって、矯正光学系によって矯正が行われている場合に他覚的な測定を行った場合であっても、光学特性が精度よく取得できる。例えば、特に、他覚的な測定によって取得された少なくとも2つの光学特性に基づく調節情報を取得する際には、光学特性間でずれが生じることで比較することが困難となることがあるため、本技術がより効果的である。

【0159】

<調節情報に基づく補正処理（S6）>

30

例えば、調節情報が取得されると、制御部70は、調節情報を出力する。本実施例において、例えば、制御部70は、調節状態変化を補正するための補正量を設定する設定手段に調節情報を送信する。なお、本実施形態においては、制御部70が設定手段を兼ねる。もちろん、制御部70と異なる構成として、別途、設定手段（設定制御手段）が設けられる構成であってもよい。なお、本実施例においては、調節情報を出力する構成として、設定手段に調節情報を送信する構成を例に挙げて説明するがこれに限定されない。例えば、調節情報をモニタ4に表示するようにしてもよい。また、例えば、調節情報を印刷するようにしてもよい。この場合、検者は、モニタ4又は印刷物を確認することによって、調節状態を確認できる。

【0160】

40

例えば、本実施例においては、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に生じる被検眼の調節状態変化を補正するための補正量を調節情報に基づいて、設定する。例えば、制御部70は、矯正光学系60を制御して、設定された補正量に基づいて、自覚式測定手段にて生じる被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行う（S6）。なお、自覚式測定手段にて生じる被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行うための構成としては、矯正光学系60に限定されない。別途異なる補正用の光学系が設けられる構成であってもよい。

【0161】

例えば、制御部70は、取得された調節状態に基づいて補正量を設定する。例えば、制御部70は、矯正光学系を制御する。例えば、補正量は、調節情報のパラメータ毎に予め

50

設定されたテーブルが作成されてもよく、作成されたテーブルは、メモリ（例えば、メモリ72）に記憶されてもよい。この場合、例えば、制御部70は、調節状態に対応する補正量をメモリ72より呼び出し、設定するようにしてもよい。また、例えば、補正量は、調節情報のパラメータ毎の補正量を導出するための演算式がメモリ72に記憶され、演算式を用いて補正量を求めてよい。

【0162】

例えば、制御部70は、自覚測定時における矯正光学系の矯正状態に対して、補正を行う。例えば、制御部70は、補正量を付加する補正を行う。例えば、自覚式測定時における矯正光学系の球面度数が2.0Dであり、調節情報の球面度数が1.0であった場合に、補正量を1.0Dと設定する。例えば、制御部70は、矯正光学系60の球面度数を補正量1.0Dで補正する。すなわち、制御部70は、矯正光学系60を制御することによって、矯正光学系の球面度数を1.0Dとなるように補正する。

10

【0163】

なお、本実施例においては、調節情報に基づいて、被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行う構成を例に挙げて説明したがこれに限定されない。例えば、調節情報に基づいて、調節情報の良否が判定され、判定結果がモニタ4又は印刷物に表示されるようにしてもよい。この場合、検者は、判定結果を確認し、判定結果に応じた処理を行うようにしてもよい。例えば、検者は、調節状態を改善するための動作を行ってよい。

【0164】

以上のように、例えば、本実施例において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定することによって、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化を確認することができる。これによって、検者は、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化を考慮して、自覚的な測定を行っていくことができる。このため、検者は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を精度よく測定することができる。

20

【0165】

また、例えば、本実施例において、他覚的に測定して第1光学特性を取得するとともに、被検眼の光学特性を自覚的に測定している間に、他覚的に測定した第2光学特性を取得する。取得した第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報を取得し、調節情報を出力する。このような構成によって、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化が被検眼の第1光学特性及び第2光学特性に基づく調節情報から容易に取得することができる。このため、検者は、調節情報を用いることで、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を容易に精度よく測定できる。

30

【0166】

また、例えば、本実施例において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する以前に、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定している。これによって、自覚式測定手段による自覚式の測定の前に、他覚式の測定が行われるため、自覚式測定手段を使用していることによって生じる光学特性の変化を抑制した状態で、他覚式の測定による光学特性を取得できる。このため、光学特性の変化が抑制された他覚式の測定による光学特性を取得することができ、より良好な調節情報を取得することができる。

40

【0167】

また、例えば、本実施例において、調節情報が比較処理によって取得されることによって、自覚式の測定の間における被検眼の光学特性の変化が、比較処理された調節情報から、より容易に取得できる。このため、検者は、調節情報を用いることで、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性をより容易に精度よく測定できる。

【0168】

また、例えば、本実施例において、被検眼の調節状態変化を補正するための補正量を調節情報に基づいて設定し、補正量に基づいて、自覚式測定手段にて生じる被検眼の調節状態変化をキャンセルする補正を行っている。これによって、自覚式測定手段によって被検

50

眼の光学特性を自覚的に測定している間に、被検眼の光学特性の変化が生じた場合であっても、光学特性の変化をキャンセルした状態で測定を行うことができる。これによって、被検眼の光学特性を自覚的に測定する際に、被検眼の光学特性を容易に精度よく測定できる。

【0169】

<初期値設定>

例えば、本実施例において、自覚式検眼装置1は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後に、他覚的な測定を行い、取得された測定結果を、自覚測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する際の矯正光学系60の初期値として設定するようにしてよい。

10

【0170】

図7は、本実施例における初期値設定の制御動作の流れについて説明するフローチャートである。以下、初期値設定について説明する。例えば、制御部70は、自覚式測定(S11)を開始する。例えば、検者によってモニタ(本実施形態においては、操作部を兼ねる)4が操作されると、例えば、制御部70は、ディスプレイ31を制御し、光軸L2上に所要の視力値視標を表示する。

【0171】

例えば、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して被検眼の光学特性を取得する(S12)。例えば、本実施例において、制御部70は、ディスプレイ31に初期呈示視標が呈示されたら、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して被検眼の光学特性を取得する。すなわち、本実施例において、自覚的な測定の開始のタイミングとして、初期呈示視標が呈示されたタイミングを用いている。もちろん、自覚的な測定開始のタイミングとしては、初期呈示視標が呈示されたタイミングに限定されない。

20

【0172】

例えば、自覚的な測定の開始のタイミングとしては、自覚的な測定の制御が開始されている状態であればよい。例えば、自覚的な測定の開始のタイミングとしては、検査プログラムを開始したタイミング、自覚式検査装置1のモニタ(本実施形態においては、操作部を兼ねる)4、矯正光学系60の駆動を開始したタイミング等の少なくともいずれかであってよい。

30

【0173】

例えば、制御部70は、他覚的に測定された被検眼の光学特性を、自覚測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する際の矯正光学系60の初期値として設定する(S13)。例えば、本実施例において、初期値設定に用いられる光学特性として、眼屈折力(例えば、球面度数、乱視度数、乱視軸角度)を例に挙げて説明する。なお、本実施例においては、初期値設定に用いられる光学特性として、眼屈折力を例に挙げて説明するがこれに限定されない。例えば、初期値設定に用いられる光学特性としては、異なる光学特性であってよい。また、例えば、初期値設定に用いられる眼屈折力としては、球面度数、乱視度数、及び乱視軸角度の少なくともいずれかを用いるようにしてよい。

40

【0174】

例えば、本実施例において、制御部70は、他覚式測定手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始する前に自覚式測定手段によって実施されていた被検眼の光学特性の自覚的な測定(S11)における矯正光学系の初期値として設定する。なお、他覚測定手段によって、被検眼の光学特性を取得している間、自覚式測定が継続して実施されていてよい。また、他覚測定手段によって、被検眼の光学特性を取得している間、自覚式測定が一時的に停止されてもよい。この場合、初期値が設定されるとともに、制御部70は、自覚式測定を再開するようにしてよい。また、この場合、初期値が設定された後、検者によって、自覚式測定を開始するスイッチが選択されることで、自覚式測定が再開されるようにしてよい。

50

【0175】

例えば、制御部70は、他覚測定手段によって、被検眼の眼屈折力を取得する。例えば、制御部70は、被検眼の眼屈折力を取得すると、眼屈折力に基づいて矯正光学系60を駆動し、自覚式検査の初期値として設定する。例えば、他覚測定手段によって、被検眼の眼屈折力に基づいて、被検眼の屈折誤差を矯正するように矯正光学系60が制御される。

【0176】

例えば、矯正光学系60が制御され、初期値の設定が完了すると、検者は、初期値の設定が完了した状態からモニタ4を用いて、矯正光学系60の矯正度数を変更し、被検眼の自覚的な光学特性を求めていく(S15)。すなわち、初期値の設定が完了した状態から自覚式測定が行われる。

10

【0177】

例えば、本実施例において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性の自覚的な測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定して被検眼の光学特性を取得する。他覚的に測定された被検眼の光学特性が、自覚測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する際の矯正光学系の初期値として設定される。このような構成によって、他覚的な測定が完了するまで、自覚式検査装置による自覚的な測定の実施を待機する必要がなく、被検眼の光学特性を迅速に測定することができる。

【0178】

また、例えば、本実施例において、他覚式測定手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始する前に自覚式測定手段によって実施されていた被検眼の光学特性の自覚的な測定における矯正光学系の初期値として設定する。このような構成によって、自覚式検査装置による自覚的な測定を迅速に行うことができる。

20

【0179】

なお、本実施例においては、他覚的に測定された被検眼の光学特性を、他覚式測定手段による他覚的な測定を開始する前に、自覚式測定手段によって実施されていた被検眼の光学特性の自覚的な測定における矯正光学系の初期値として設定する構成を例に挙げて説明したがこれに限定されない。例えば、制御部70は、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第1自覚式測定を実行した後、再度、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第2自覚式測定を実行する。制御部70は、第1自覚式測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定する。制御部70は、他覚式測定手段によって他覚的に測定された被検眼の光学特性を、第2自覚式測定の初期値として設定する。なお、例えば、第1自覚式測定は、第2自覚式測定によって取得される光学特性とは異なる光学特性を取得する測定である。この場合、例えば、第1自覚式測定は、矯正光学系によって視標光束の光学特性を変化させない無矯正状態にて、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定であってもよい。すなわち、第1自覚式測定は、裸眼検査であってもよい。例えば、第2自覚式測定は、前記矯正光学系によって前記視標光束の光学特性を変化させて被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定であってもよい。

30

【0180】

例えば、本実施例において、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第1自覚式測定を実行した後、再度、自覚式測定手段によって被検眼の光学特性を自覚的に測定する第2自覚式測定を実行する。第1自覚式測定を開始した後、他覚式測定手段によって被検眼の光学特性を他覚的に測定し、他覚的に測定された被検眼の光学特性を、第2自覚式測定の初期値として設定する。このような構成によって、再度、自覚測定を行う場合であっても、異なる自覚測定時において既に初期値が取得されているため、迅速に測定を行うことができる。

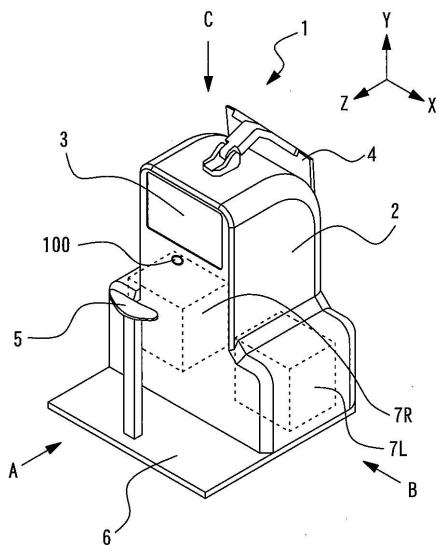
40

【符号の説明】

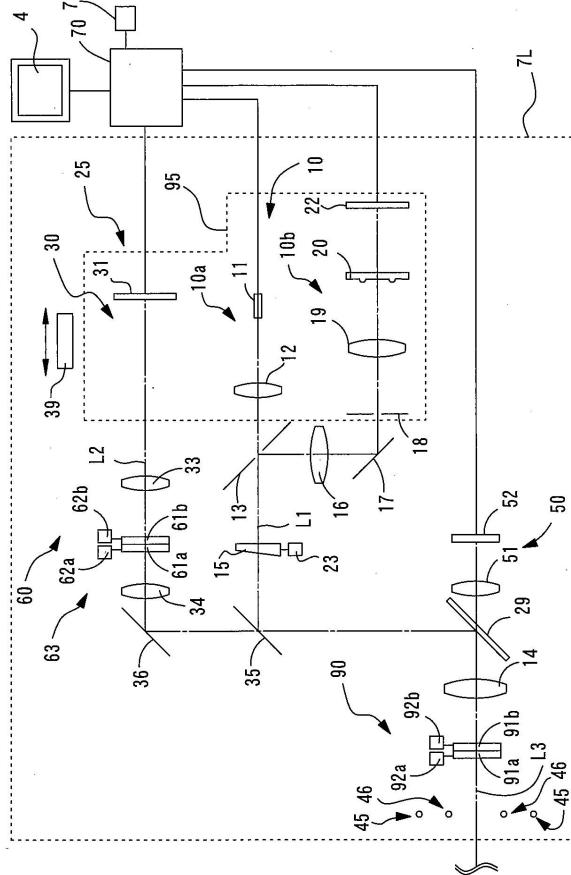
【0181】

- 2 筐体
 3 呈示窓
 4 モニタ
 5 頸台
 6 基台
 7 測定手段
 10 他覚式測定光学系
 25 自覚式測定光学系
 30 投光光学系
 45 第1指標投影光学系 10
 46 第2指標投影光学系
 50 観察光学系
 60 矯正光学系
 70 制御部
 72 メモリ
 81 偏向ミラー
 84 ハーフミラー
 85 凹面ミラー
 90 補正光学系
 100 撮像光学系 20

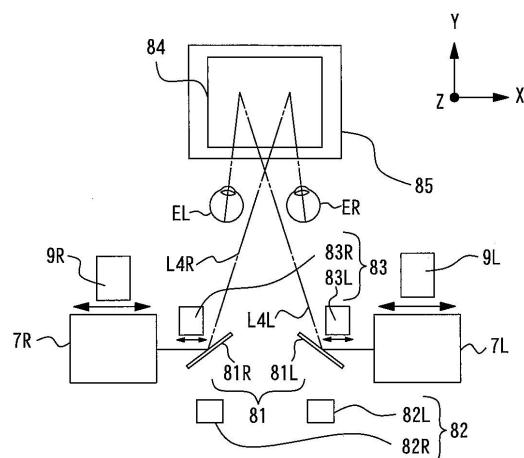
【図1】



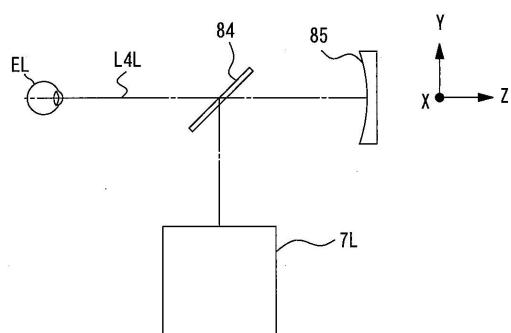
【図2】



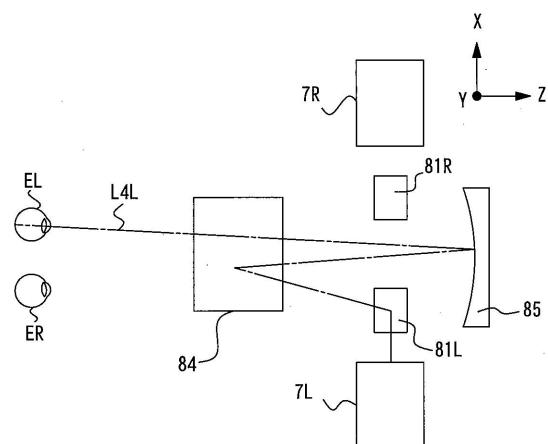
【図3】



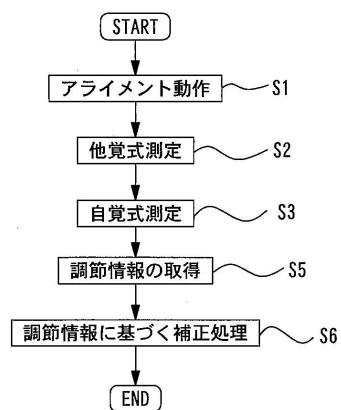
【図4】



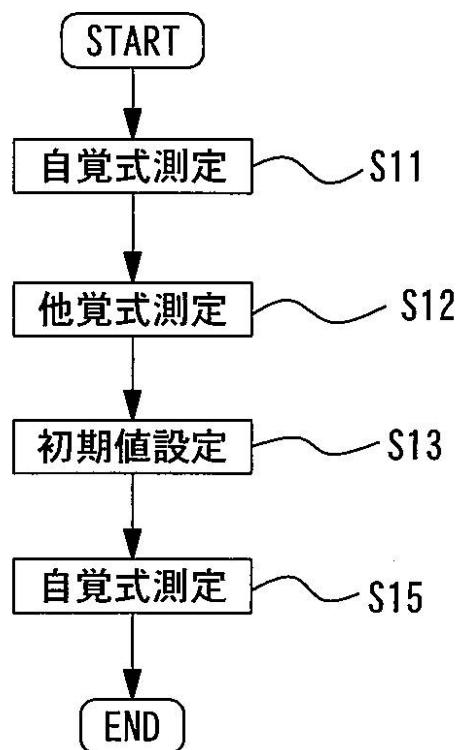
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-165758(JP, A)
特開平07-194542(JP, A)
特開平11-113848(JP, A)
国際公開第2003/041571(WO, A1)
特開2015-223518(JP, A)
特開2002-083156(JP, A)
特開2012-135528(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18