

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2024-143437  
(P2024-143437A)

(43)公開日 令和6年10月11日(2024.10.11)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

A 6 1 B 3/032(2006.01) A 6 1 B 3/032 4 C 3 1 6

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

| 審査請求     |                           | 未請求 | 請求項の数      | 6                     | O L                 | (全26頁) |
|----------|---------------------------|-----|------------|-----------------------|---------------------|--------|
| (21)出願番号 | 特願2023-56116(P2023-56116) |     | (71)出願人    | 000135184             |                     |        |
| (22)出願日  | 令和5年3月30日(2023.3.30)      |     |            | 株式会社ニデック              |                     |        |
|          |                           |     |            | 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4 番地 1 4 |                     |        |
|          |                           |     | (72)発明者    | 柴田 一徳                 |                     |        |
|          |                           |     |            | 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4 番地 1 4 |                     |        |
|          |                           |     |            | 株式会社ニデック拾石工場内         |                     |        |
|          |                           |     | F ターム (参考) | 4C316                 | AA13 AA16 AB16 FA03 | FZ01   |

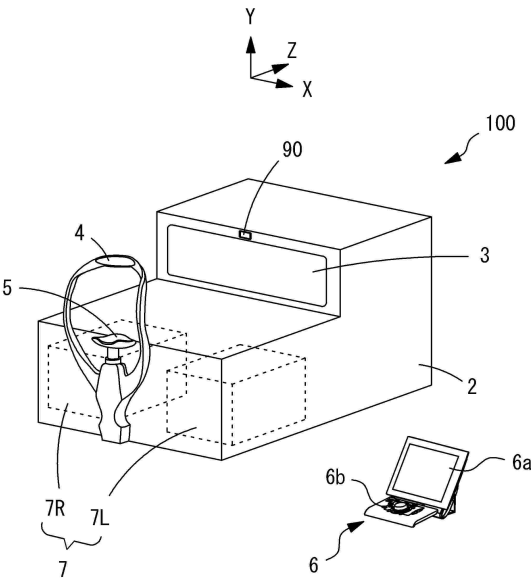
(54)【発明の名称】 自覚式検眼装置および自覚式検眼プログラム

(57)【要約】

【課題】 被検眼の調節情報を容易に取得することができる自覚式検眼装置および自覚式検眼プログラムを提供する。

【解決手段】 被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に呈示距離を設定する呈示距離設定手段と、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、被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定手段と、呈示距離設定手段が呈示距離を設定した状態において、矯正手段を制御し、マイナス側に屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス側に屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を被検眼に対して交互に設定する矯正制御手段と、矯正制御手段が第1矯正度数と第2矯正度数の設定を繰り返した際における他覚式測定手段の測定結果に基づいて、被検眼の調節情報を取得する調節情報取得手段と、調節情報取得手段が取得した調節情報を出力する出力手段と、を備える。

【選択図】 図1



10

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

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、

前記被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、前記被検眼に対する前記視標の呈示距離を、前記被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定する呈示距離設定手段と、

前記視標呈示手段から出射する視標光束の光学特性を変化させる矯正手段を有し、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束を投影し、前記眼底により反射された前記測定光束の反射光束を受光することによって、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、

前記呈示距離設定手段が前記呈示距離を設定した状態において、前記矯正手段を制御し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 1 矯正度数と、プラス側に前記所定度数だけ屈折力を変化させるための第 2 矯正度数と、を前記被検眼に対して交互に設定する矯正制御手段と、

前記矯正制御手段が前記第 1 矯正度数と前記第 2 矯正度数の設定を繰り返した際における前記他覚式測定手段の測定結果に基づいて、前記被検眼の調節情報を取得する調節情報取得手段と、

前記調節情報取得手段が取得した前記調節情報を出力する出力手段と、

を備えることを特徴とする自覚式検眼装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 の自覚式検眼装置において、

前記被検眼の前記他覚式測定手段による前記測定結果に基づいて、前記被検眼が前記視標を認識したか否かを判定する判定手段を備え、

前記矯正制御手段は、前記判定手段によって前記被検眼が前記視標を認識したと判定された場合に、前記第 1 矯正度数と前記第 2 矯正度数の一方から他方へと反転させることを特徴とする自覚式検眼装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 の自覚式検眼装置において、

前記判定手段は、前記被検眼の前記他覚式測定手段による前記測定結果が、前記被検眼が前記視標を認識していることを示す許容範囲内にあるか否かを判定することによって、前記被検眼が前記視標を認識したか否かを判定することを特徴とする自覚式検眼装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかの自覚式検眼装置において、

前記調節情報取得手段は、前記調節情報として、前記第 1 矯正度数と前記第 2 矯正度数の反転が所定時間内に実施された反転回数を取得することを特徴とする自覚式検眼装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかの自覚式検眼装置において、

前記自覚式測定手段と前記他覚式測定手段を有する測定手段であって、左右一对の左眼用測定手段と右眼用測定手段を有する測定手段を備え、

前記矯正制御手段は、左眼と右眼の双方に対して前記第 1 矯正度数と前記第 2 矯正度数を交互に設定することを特徴とする自覚式検眼装置。

## 【請求項 6】

視標呈示手段から出射する視標光束の光学特性を変化させる矯正手段を有し、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束を投影し、前記眼底により反射された前記測定光束の反射光束を受光することによって、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て用い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実行されることによって、

前記被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、前記被検眼に対する前記視標の呈示距離を、前記被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定する呈

10

20

30

40

50

示距離設定ステップと、

前記呈示距離設定ステップにて前記呈示距離を設定した状態において、前記矯正手段を制御し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス側に前記所定度数だけ屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を前記被検眼に対して交互に設定する矯正制御ステップと、

前記矯正制御ステップにて前記第1矯正度数と前記第2矯正度数の設定を繰り返した際における前記他覚式測定手段の測定結果に基づいて、前記被検眼の調節情報を取得する調節情報取得ステップと、

前記調節情報取得ステップにて取得した前記調節情報を出力する出力ステップと、  
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および自覚式検眼プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置が知られている。例えば、自覚式検眼装置は、被検眼に向けて視標光束を投光し、被検眼を矯正する矯正度数を切り換えることによって、被検眼の光学特性を自覚的に測定する（特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-086652号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、自覚式検眼では、被検眼の調節情報を取得する場合がある。例えば、被検眼の調節情報を取得する1つの方法として、急激な調節刺激の変化に対し、被検眼の調節反応がスムーズに行われているか否かを測定するフリッパーテストが知られている。例えば、フリッパーテストは、被検者の眼前にフリッパーレンズを配置した状態で視標を呈示し、被検者が視標を認識した回答に基づいて、検者がフリッパーレンズを反転させることによって行われる。しかしながら、検者は、フリッパーレンズの反転に加えて、フリッパーレンズの反転から回答を得るまでの時間の計測、結果の記録、等の多くの作業を行っており、手間であった。

30

【0005】

本開示は、上記の問題点を鑑み、被検眼の調節情報を容易に取得することができる自覚式検眼装置および自覚式検眼プログラムを提供することを技術課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

40

(1) 本開示の第1態様に係る自覚式検眼装置は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する自覚式検眼装置であって、前記被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、前記被検眼に対する前記視標の呈示距離を、前記被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定する呈示距離設定手段と、前記視標呈示手段から出射する視標光束の光学特性を変化させる矯正手段を有し、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束を投影し、前記眼底により反射された前記測定光束の反射光束を受光することによって、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、前記呈示距離設定手段が前記呈示距離を設定した状態において、前記矯正手段を制御し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス

50

側に前記所定度数だけ屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を前記被検眼に対して交互に設定する矯正制御手段と、前記矯正制御手段が前記第1矯正度数と前記第2矯正度数の設定を繰り返した際における前記他覚式測定手段の測定結果に基づいて、前記被検眼の調節情報を取得する調節情報取得手段と、前記調節情報取得手段が取得した前記調節情報を出力する出力手段と、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、視標呈示手段から出射する視標光束の光学特性を変化させる矯正手段を有し、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束を投影し、前記眼底により反射された前記測定光束の反射光束を受光することによって、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て用い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実行されることによって、前記被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、前記被検眼に対する前記視標の呈示距離を、前記被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定する呈示距離設定ステップと、前記呈示距離設定ステップにて前記呈示距離を設定した状態において、前記矯正手段を制御し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス側に前記所定度数だけ屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を前記被検眼に対して交互に設定する矯正制御ステップと、前記矯正制御ステップにて前記第1矯正度数と前記第2矯正度数の設定を繰り返した際における前記他覚式測定手段の測定結果に基づいて、前記被検眼の調節情報を取得する調節情報取得ステップと、前記調節情報取得ステップにて取得した前記調節情報を出力する出力ステップと、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

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】 検眼装置の外観図である。

【図2】 左眼用測定部を示す図である。

【図3】 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】 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】 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】 検眼装置の制御系を示す図である。

【図7】 検眼装置を用いた調節情報を取得する流れを示すフローチャート図である。

30

【図8】 視標の呈示距離の変化に対する被検眼の調節状態を説明する図である。

【図9】 被検眼の調節状態を説明する図である。

【図10】 操作画面の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

<概要>

本開示の実施形態に係る自覚式検眼装置の概要について説明する。以下の<>にて分類された項目は、独立または関連して利用されうる。

【0009】

本実施形態における自覚式検眼装置は、被検眼の光学特性を自覚的に測定する。例えば、被検眼の光学特性は、被検眼の眼屈折力（例えば、球面度数、円柱度数、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）、等の少なくともいずれかであってもよい。

40

【0010】

本実施形態における自覚式検眼装置は、被検眼の調節情報を取得する。例えば、被検眼の調節情報は、被検眼の調節反応を測定するための、いわゆるフリッパーテストを行うことによって、取得されてもよい。例えば、フリッパーテストは、急激な調節刺激の変化に対して調節反応がスムーズに行われるか否かを測定するテストである。

【0011】

例えば、従来、フリッパーテストでは、検者がフリッパーレンズを用いて、被検眼の眼

50

前に符号が異なる同じ度数のプラスレンズとマイナスレンズを交互に配置することで、調節刺激が与えられている。例えば、このとき、被検者が視標を認識したか否かを自覚的に判断した回答に応じて、検者がプラスレンズとマイナスレンズを切り換えている。一方、例えば、本実施形態の自覚式検眼装置では、被検眼に対して符号が異なる同じ度数を交互に設定し、被検眼に矯正度数を付加することによって、調節刺激を与えてもよい。例えば、これによって、検者によるプラスレンズとマイナスレンズの切り換えに相当する矯正度数の付加を自動的に行うことができる。

#### 【0012】

しかし、自覚式検眼装置がこのような構成である場合、被検者が視標を認識したか否かの回答を得なければ、検者が被検眼に調節刺激を与えるタイミングを判断することができなかつた。このため、本実施形態の自覚式検眼装置では、被検者の自覚的な回答に代えて、被検者の他覚的な回答を取得することによって、被検眼に付加する矯正度数を切り換えて調節刺激を与えるタイミングを自動的に設定してもよい。より詳細には、例えば、被検眼の光学特性を後述の他覚式測定手段を用いて測定した測定結果に基づいて、被検者が視標を認識したか否かを他覚的に判定することによって、調節刺激を与えるタイミングを適宜設定してもよい。なお、この場合には、被検眼の測定精度を一定に保つことができるとともに、検者の負担を軽減することができる。

#### 【0013】

##### <視標呈示手段>

本実施形態における自覚式検眼装置は、視標呈示手段を備えてもよい。視標呈示手段は、被検眼に視標を呈示するために、被検眼に向けて視標光束を出射する。例えば、視標呈示手段は、ディスプレイ（例えば、ディスプレイ31）であってもよい。また、例えば、視標呈示手段は、光源およびDMD（Digital Micromirror Device）であってもよい。また、例えば、視標呈示手段は、光源および視標板であってもよい。

#### 【0014】

例えば、視標呈示手段からの視標光束は、被検眼に向けて直接的に出射されてもよい。また、例えば、視標呈示手段からの視標光束は、投光光学系（例えば、投光光学系30）を介し、被検眼に向けて間接的に導光されてもよい。例えば、投光光学系は、視標呈示手段から出射された視標光束を経由させるための光学部材を、少なくとも1つ有してもよい。一例として、レンズ、ミラー、等の少なくともいずれかを有してもよい。

#### 【0015】

##### <呈示距離設定手段>

本実施形態における自覚式検眼装置は、呈示距離設定手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。呈示距離設定手段は、被検眼に視標を呈示する視標呈示手段の駆動を制御し、被検眼に対する視標の呈示距離を、被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定する。例えば、被検眼の近用距離とは、被検者が近用作業（一例として、読書やデスクワーク等）の際にピントを合わせる距離であってもよい。例えば、近用距離は、30cm～1mの距離であってもよい。例えば、被検眼の中間距離とは、被検者が中間作業（一例として、テレビ鑑賞）の際にピントを合わせる距離であってもよい。例えば、中間距離は、1m～3mの距離であってもよい。

#### 【0016】

##### <自覚式測定手段>

本実施例における自覚式検眼装置は、自覚式測定手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。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、自覚式測定手段は、自覚式測定手段の構成の一部として、矯正手段を有してもよい。

#### 【0017】

##### <矯正手段>

矯正手段は、視標呈示手段から出射する視標光束の光学特性を変化させる。例えば、矯正手段は、矯正手段の構成の一部として、矯正光学系（例えば、投光光学系30、矯正光学系60）を備えてもよい。例えば、矯正光学系は、投光光学系の光路中に配置され、視

10

20

30

40

50

標光束の光学特性を変化させる。例えば、視標光束の光学特性は、視標光束の球面度数、円柱度数、乱視軸角度、等の少なくともいずれかであってもよい。

【0018】

例えば、矯正光学系は、視標光束の光学特性を変更可能な構成であればよい。例えば、矯正光学系は、光学素子を制御することで、視標光束の光学特性を変更可能としてもよい。光学素子は、球面レンズ、円柱レンズ、クロスシリンダレンズ、ロータリプリズム、波面変調素子、可変焦点レンズ、等の少なくともいずれかであってもよい。もちろん、これらの光学素子とは異なる光学素子であってもよい。

【0019】

また、例えば、矯正光学系は、被検眼に対する視標の呈示距離を光学的に変更することで、被検眼の球面度数を矯正してもよい。この場合、視標の呈示距離を光学的に変更するために、視標呈示手段を光軸方向に移動させる構成としてもよい。また、この場合、視標の呈示距離を光学的に変更するために、光路中に配置された光学素子（例えば、球面レンズ等）を光軸方向に移動させる構成としてもよい。

【0020】

なお、矯正光学系は、光学素子を制御する構成と、視標呈示手段を光軸方向に移動させる構成と、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、を組み合わせた構成であってもよい。

【0021】

本実施形態において、矯正光学系は、被検眼の眼前に光学素子を配置する眼屈折力測定ユニット（フォロブタ）であってもよい。例えば、眼屈折力測定ユニットは、可変焦点レンズを有し、可変焦点レンズの屈折力を変化させる構成であってもよい。また、例えば、眼屈折力測定ユニットは、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（例えば、モータ）と、を有し、駆動手段の駆動によって、光学素子を電氣的に切り換える構成であってもよい。もちろん、眼屈折力測定ユニットは、可変焦点レンズと、レンズディスク及び駆動手段と、を有する構成であってもよい。これらの構成を備える場合、被検眼に向けた視標光束は、眼屈折力測定ユニットを介して投影される。

【0022】

また、本実施形態において、矯正光学系は、投光光学系が備える視標呈示手段と、被検眼に視標呈示手段から出射した視標光束を導光するための光学部材と、の間に光学素子を配置して、光学素子を制御することで、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、矯正光学系は、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、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>

本実施例における自覚式検眼装置は、他覚式測定手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。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。一例としては、被検眼の眼屈折力（例えば、球面度数、円柱度数、乱視軸角度、等）を他覚的に測定してもよい。例えば、他覚式測定手段は、他覚式測定手段の構成の一部として、他覚式測定光学系（例えば、他覚式測定光学系10）を有してもよい。他覚式測定光学系は、被検眼の眼底に測定光束を投影し、眼底により反射された測定光束の反射光束を受光する。例えば、他覚式測定光学系は、眼底からの反射光束を受光することによって、眼底反射光束像（一例として、リング像）を取得してもよい。

【0024】

本実施形態における自覚式検眼装置は、上記の自覚式測定手段と他覚式測定手段を有する測定手段であって、左右一対の左眼用測定手段と右眼用測定手段を有する測定手段を備えてもよい。つまり、左眼用の自覚式測定光学系と他覚式測定光学系を含む左眼用測定手段と、右眼用の自覚式測定光学系と他覚式測定光学系を含む右眼用測定手段と、を備えて

10

20

30

40

50

もよい。なお、自覚式検眼装置は、左右一对の左眼用測定手段と右眼用測定手段を有することで、左眼へ左眼用測定手段からの視標光束を投光し、右眼へ右眼用測定手段からの視標光束を投光することができる。これによって、左眼と右眼による両眼融像が可能となる。

#### 【0025】

##### <矯正制御手段>

本実施形態における自覚式検眼装置は、矯正制御手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。矯正制御手段は、呈示距離設定手段が呈示距離を設定した状態において、矯正手段を制御し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を被検眼に対して交互に設定する。

10

#### 【0026】

例えば、矯正制御手段は、被検眼が裸眼の状態において、第1矯正度数と第2矯正度数とを交互に設定してもよい。また、例えば、矯正制御手段は、被検眼を所定の矯正度数にて矯正した状態において、さらに、第1矯正度数と第2矯正度数とを交互に設定してもよい。例えば、被検眼の所定の矯正度数は、被検眼を自覚的に測定することによって得られる光学特性（自覚値）であってもよいし、被検眼を他覚的に測定することによって得られる光学特性（他覚値）であってもよい。

#### 【0027】

例えば、矯正制御手段は、被検眼の左眼と右眼のいずれか一方に対して、第1矯正度数と第2矯正度数を交互に設定してもよい。また、例えば、矯正制御手段は、被検眼の左眼と右眼の双方に対して、第1矯正度数と第2矯正度数を交互に設定してもよい。

20

#### 【0028】

例えば、第1矯正度数は、被検眼に対する急激な度数の変化によって、マイナス側の調節刺激の変化を与えるための矯正度数であってもよい。一例としては、 $-2.00\text{D}$ 、 $-1.50\text{D}$ 、 $-1.00\text{D}$ 、等の少なくともいずれかであってもよい。例えば、第2矯正度数は、被検眼に対する急激な度数の変化によって、プラス側の調節刺激の変化を与えるための矯正度数であってもよい。一例としては、 $+2.00\text{D}$ 、 $+1.50\text{D}$ 、 $+1.00\text{D}$ 、等の少なくともいずれかであってもよい。例えば、第1矯正度数と第2矯正度数は、符号が異なる同じ度数である。例えば、これによって、第1矯正度数と第2矯正度数を交互に設定した際に、第1矯正度数から第2矯正度数までの調節変化（一例として、 $-2.00\text{D}$ から $+2.00\text{D}$ までの調節変化）を与えることができる。なお、例えば、この場合、第1矯正度数と第2矯正度数は、実験やシミュレーションに基づいて予め設定された固定値であってもよいし、検者によって設定される任意の値であってもよい。

30

#### 【0029】

例えば、矯正制御手段は、後述の判定手段によって被検眼が視標を認識したと判定された場合に、第1矯正度数と第2矯正度数を一方から他方へと反転させてもよい。より詳細には、例えば、矯正制御手段は、被検眼に第1矯正度数を付加した後に、被検眼の他覚式測定手段による測定結果に基づいて、第1矯正度数を第2矯正度数へ反転させるとともに、被検眼に第2矯正度数を付加した後に、被検眼の他覚式測定手段による測定結果に基づいて、第2矯正度数を第1矯正度数へ反転させもよい。

40

#### 【0030】

##### <判定手段>

本実施形態の自覚式検眼装置は、判定手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。判定手段は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果に基づいて、被検眼が視標を認識したか否かを判定する。例えば、これによって、被検眼の調節情報を精度よく取得することができる。一例としては、被検眼に対するフリッパーテストの測定精度を維持することができる。

#### 【0031】

例えば、判定手段は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果として、他覚式測定光学

50

系によって受光される眼底反射光束像を利用してもよい。例えば、この場合、判定手段は、眼底反射光束像が、所定の基準サイズと同一（略同一）の大きさである場合に、被検眼が視標を認識したと判定してもよい。また、例えば、判定手段は、眼底反射光束像が、所定の基準サイズとは異なる大きさである場合に、被検眼が視標を認識していないと判定してもよい。

#### 【0032】

例えば、判定手段は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果として、前述の眼底反射光束像を解析することによって得られる他覚値を利用してもよい。例えば、この場合、判定手段は、他覚値が所定の基準値と同一（略同一）の値である場合に、被検眼が視標を認識したと判定してもよい。また、例えば、判定手段は、他覚値が所定の基準値とは異なる

10

#### 【0033】

例えば、判定手段は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果が、被検眼が視標を認識していることを示す許容範囲内にあるか否かを判定することによって、被検眼が視標を認識したか否かを判定してもよい。例えば、このような許容範囲は、眼底反射光束像における所定の基準サイズ、あるいは、他覚値における所定の基準値に対して設けられてもよい。また、例えば、このような許容範囲は、実験やシミュレーションに基づいて予め設定された固定の値であってもよいし、検者によって設定される任意の値であってもよい。例えば、被検眼の視標の認識を示す許容範囲を適切に設けることにより、被検眼の調節情報を得るための測定をよりスムーズに進行させることができる。

20

#### 【0034】

##### <調節情報取得手段>

本実施形態の自覚式検眼装置は、調節情報取得手段（例えば、制御部70）を備えてもよい。調節情報取得手段は、矯正制御手段が第1矯正度数と第2矯正度数の設定を繰り返した際における他覚式測定手段の測定結果に基づいて、被検眼の調節情報を取得する。例えば、これによって、被検眼の調節情報を容易に取得できる。一例としては、従来のような、検者がフリッパーレンズを反転させ、被検眼に符号が異なる同一の矯正度数を付加する作業等が軽減される。

#### 【0035】

例えば、調節情報取得手段は、被検眼の調節情報として、被検眼の調節機能に関する情報を取得してもよい。一例として、調節機能は、調節効率、調節反応の速度、調節を強くする場合と弱くする場合の差、調節介入の程度、等の少なくともいずれかであってもよい。もちろん、これらとは異なるものを含んでもよい。

30

#### 【0036】

なお、調節効率は、調節刺激の変化に対して調節がスムーズに反応できる比率であり、一定時間内において第1矯正度数と第2矯正度数を反転させる毎に視標を認識できた回数に基づいて求められてもよい。また、例えば、調節反応の速度は、被検眼が第1矯正度数および第2矯正度数の反転に対応して視標を認識するまでに必要となった経過時間等で表されてもよい。

#### 【0037】

例えば、調節情報取得手段は、被検眼の調節情報として、被検眼に対する第1矯正度数と第2矯正度数の反転が所定時間内に実施された反転回数を取得してもよい。例えば、第1矯正度数と第2矯正度数の反転における所定時間は、調節機能の傾向が現れるまでの時間、あるいは、調節機能を取得できる時間であればよい。一例として、所定の時間は、通常のフリッパーテストにおいて用いられる時間（一例として、60秒間）であってもよいし、検者が任意の時間を設定することができてもよい。

40

#### 【0038】

##### <出力手段>

本実施形態の自覚式検眼装置は、出力手段（例えば、制御部70）を備える。出力手段は、調節情報取得手段が取得した調節情報を出力する。例えば、出力手段は、表示手段を

50

制御し、表示手段に調節情報を表示させてもよい。また、例えば、出力手段は、音声発生手段（一例として、スピーカ）を制御し、音声発生手段に調節情報を音声として発生させてもよい。また、例えば、出力手段は、報知手段（一例として、ランプ）を制御し、報知手段の点灯や点滅により調節情報を表してもよい。また、例えば、出力手段は、印刷手段（一例として、プリンタ）を制御し、印刷手段に調節情報を印刷させてもよい。また、例えば、出力手段は、外部の記憶手段（一例として、メモリ、サーバ）を制御し、外部の記憶手段に調節情報を送信してもよい。もちろん、例えば、出力手段は、これらを組み合わせた制御を実行してもよいし、これらとは異なる制御を実行してもよい。

#### 【0039】

なお、本開示は、本実施形態に記載する装置に限定されない。例えば、上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、ネットワークまたは各種の記憶媒体等を介して装置あるいはシステムに供給し、装置あるいはシステムの制御装置（例えば、CPU等）がプログラムを読み出して実行することも可能である。

#### 【0040】

##### <実施例>

本実施形態に係る自覚式検眼装置（以下、検眼装置）の一実施例について説明する。

#### 【0041】

図1は、検眼装置100の外観図である。例えば、検眼装置100は、筐体2、呈示窓3、額当て4、顎台5、コントローラ6、撮像部90、等を備える。筐体2は、その内部に、測定部7、偏向ミラー81、反射ミラー84、凹面ミラー85、等を有する。呈示窓3は、被検眼Eに視標を呈示するために用いる。額当て4及び顎台5は、被検眼Eと検眼装置1との距離を一定に保つために用いる。コントローラ6は、モニタ6a、スイッチ部6b、等を有する。モニタ6aは、各種の情報（例えば、被検眼の測定結果、等）を表示する。モニタ6aは、スイッチ部6bの機能を兼ねたタッチパネルでもよい。スイッチ部6bは、各種の設定（例えば、開始信号の入力、等）を行うために用いる。コントローラ6からの操作指示に応じた信号は、有線通信または無線通信により、制御部70へと出力される。

#### 【0042】

撮像部90は、被検者の顔を撮影し、被検眼のY方向の位置を調整するために用いる。撮像部90は、図示なき撮像光学系を備える。例えば、撮像光学系は、撮像素子とレンズで構成されてもよい。

#### 【0043】

##### <測定部>

測定部7は、左眼用測定部7Lと右眼用測定部7Rを備える。左眼用測定部7Lと、右眼用測定部7Rと、は同一の部材で構成される。もちろん、左眼用測定部7Lと、右眼用測定部7Rと、はその少なくとも一部が異なる部材で構成されてもよい。測定部7は、左右一対の自覚測定部と、左右一対の他覚式測定部と、を有する（詳細は後述）。被検眼Eには、測定部7からの視標光束及び測定光束が、呈示窓3を介して導光される。

#### 【0044】

図2は、左眼用測定部7Lを示す図である。右眼用測定部7Rは、左眼用測定部7Lと同様の構成であるため、省略する。例えば、左眼用測定部7Lは、他覚式測定光学系10、自覚測定光学系25、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、等を備える。

#### 【0045】

##### <他覚式測定光学系>

他覚式測定光学系10は、被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定部の構成の一部として用いられる。本実施例では、被検眼Eの光学特性として、被検眼Eの眼屈折力が測定される。例えば、他覚式測定光学系10は、投影光学系10aと、受光光学系10bと、で構成される。

#### 【0046】

投影光学系 10 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視標を投影する。例えば、投影光学系 10 a は、光源 11、リレーレンズ 12、ホールミラー 13、プリズム 15、対物レンズ 93、ダイクロイックミラー 35、ダイクロイックミラー 29、等を備える。光源 11 は、測定光束を出射する。光源 11 は、被検眼 E の眼底と共役な関係となっている。ホールミラー 13 のホール部は、被検眼 E の瞳孔と共役な関係となっている。プリズム 15 は、光束偏向部材である。プリズム 15 は、被検眼 E の瞳孔と共役な位置から外れた位置に配置され、プリズム 15 を通過する測定光束を光軸 L1 に対して偏心させる。プリズム 15 は、光軸 L1 を中心として、駆動部（モータ）23 により回転駆動される。ダイクロイックミラー 35 は、他覚式測定光学系 10 の光路と、自覚式測定光学系 25 の光路と、を共通光路にする。つまり、他覚式測定光学系 10 の光軸 L1 と、自覚式測定光学系 25 の光軸 L2 と、を同軸にする。ダイクロイックミラー 29 は、光路分岐部材である。ダイクロイックミラー 29 は、投影光学系 10 a による測定光束と、投光光学系 30（後述）による視標光束と、を反射して被検眼 E に導く。

10

【0047】

受光光学系 10 b は、被検眼 E の眼底で反射された眼底反射光束を、被検眼 E の瞳孔周辺部を介してリング状に取り出す。例えば、受光光学系 10 b は、ダイクロイックミラー 29、ダイクロイックミラー 35、対物レンズ 93、プリズム 15、ホールミラー 13、リレーレンズ 16、ミラー 17、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、等を備える。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、から構成される。リングレンズ 20 は、被検眼 E の瞳孔と光学的に共役な位置関係となっている。受光絞り 18 と撮像素子 22 は、被検眼 E の眼底と共役な関係となっている。撮像素子 22 からの出力は、制御部 70 に入力される。

20

【0048】

なお、本実施例において、プリズム 15 は、投影光学系 10 a と受光光学系 10 b の共通光軸に配置されている。例えば、投影光学系 10 a からの測定光束はプリズム 15 を通過して被検眼 E に入射し、被検眼 E の眼底で反射した眼底反射光束は同じプリズム 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・眼底反射光束（受光光束）の偏心がなかったかのように逆走査される。

【0049】

30

<自覚式測定光学系>

自覚式測定光学系 25 は、被検眼 E の光学特性を自覚的に測定する自覚式測定部の構成の一部として用いられる。本実施例では、被検眼 E の光学特性として、被検眼 E の眼屈折力が測定される。例えば、自覚式測定光学系 25 は、投光光学系 30 と、矯正光学系 60 と、で構成される。

【0050】

<投光光学系>

投光光学系 30 は、被検眼 E に向けて視標光束を投光する。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、対物レンズ 92、ダイクロイックミラー 35、ダイクロイックミラー 29、等を備える。ディスプレイ 31 には、視標（固視標、検査視標、等）が表示される。

40

【0051】

<矯正光学系>

矯正光学系 60 は、投光光学系 30 の光路内に配置される。また、矯正光学系 60 は、ディスプレイ 31 から出射した視標光束の光学特性を変化させる。例えば、矯正光学系 60 は、乱視矯正光学系 63、駆動機構 39、等を備える。乱視矯正光学系 63 は、被検眼 E の円柱度数や乱視軸角度を矯正するために用いる。乱視矯正光学系 63 は、投光レンズ 33 と投光レンズ 34 との間に配置される。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 61 a と円柱レンズ 61 b で構成される。円柱レンズ 61 a と円柱レンズ 61 b は、回転機構 62 a と回転機構 62 b の駆動によって、光軸 L2 を中心とし

50

て、各々が独立に回転する。

【0052】

なお、本実施例では、乱視矯正光学系63として、円柱レンズ61aと円柱レンズ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、乱視軸角度、等を矯正できる構成であればよい。一例としては、投光光学系30の光路に、矯正レンズを出し入れしてもよい。

【0053】

投影光学系10aが備える光源11及びリレーレンズ12と、受光光学系10bが備える受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、及び撮像素子22と、投光光学系30が備えるディスプレイ31と、は駆動機構39によって光軸方向へ一体的に移動可能となっている。つまり、ディスプレイ31、光源11、リレーレンズ12、受光絞り18、コリメータレンズ19、リングレンズ20、及び撮像素子22、が駆動ユニット95として同期し、駆動機構39によって、これらが一体的に移動される。駆動機構39は、モータ及びスライド機構からなる。

【0054】

駆動機構39は、駆動ユニット95を光軸方向へ移動させることで、ディスプレイ31を光軸L2方向へ移動させる。これによって、他覚測定では、被検眼Eに雲霧をかけることができる。自覚測定では、被検眼Eに対する視標の呈示距離を光学的に変更し、被検眼Eの球面度数を矯正することができる。すなわち、ディスプレイ31を光軸L2方向へ移動させる構成が、被検眼Eの球面度数を矯正する球面矯正光学系として用いられ、ディスプレイ31の位置を変更することによって、被検眼Eの球面度数が矯正される。なお、球面矯正光学系の構成は、本実施例とは異なってもよい。例えば、多数の光学素子を光路内に配置することで、球面度数を矯正してもよい。また、例えば、レンズを光路内に配置し、レンズを光軸方向に移動させることで、球面度数を矯正してもよい。

【0055】

また、駆動機構39は、駆動ユニット95を光軸方向へ移動させることで、光源11とリレーレンズ12、及び、受光絞り18から撮像素子22、を光軸L1方向へ移動させる。これによって、被検眼Eの眼底に対し、光源11、受光絞り18、及び撮像素子22が光学的に共役となるように配置される。なお、駆動ユニット95の移動にかかわらず、ホールミラー13とリングレンズ20は、被検眼Eの瞳と一定の倍率で共役になるように配置されている。このため、投影光学系10aの測定光束が反射された眼底反射光束は、常に平行光束として受光光学系10bのリングレンズ20に入射し、被検眼Eの眼屈折力に関わらず、リングレンズ20と同一の大きさのリング状光束が、ピントの合った状態で、撮像素子22に撮像される。

【0056】

<第1指標投影光学系及び第2指標投影光学系>

第1指標投影光学系45及び第2指標投影光学系46は、ダイクロイックミラー29と、偏向ミラー81（後述）と、の間に配置される。第1指標投影光学系45は、被検眼Eの角膜に無限遠の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、被検眼の角膜に有限遠の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から出射される近赤外光（アライメント光）は、観察光学系50によって被検眼の前眼部を撮影するための前眼部撮影光としても用いられる。

【0057】

<観察光学系>

観察光学系（撮像光学系）50は、ダイクロイックミラー29、対物レンズ103、撮像レンズ51、撮像素子52、等を備える。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する。撮像素子52は、被検眼Eの前眼部と共役な位置に配置された撮像面をもつ。撮像素子52からの出力は、制御部70に入力される。これによって、被検眼Eの前眼部画像は撮像素子52により撮像され、モニタ6a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 E 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 によってアライメント指標像の位置が検出される。

【0058】

＜検眼装置の内部構成＞

検眼装置 100 の内部構成について説明する。図 3 は、検眼装置 100 の内部を正面方向から見た概略図である。図 4 は、検眼装置 100 の内部を側面方向から見た概略図である。図 5 は、検眼装置 100 の内部を上方向から見た概略図である。なお、図 4 と図 5 では、説明の便宜上、左眼用測定部 7L の光軸のみを示す。

【0059】

検眼装置 100 は、他覚式測定部を備える。例えば、他覚式測定部は、測定部 7、偏向ミラー 81、反射ミラー 84、凹面ミラー 85、等で構成される。また、検眼装置 100 は、自覚式測定部を備える。例えば、自覚式測定部は、測定部 7、偏向ミラー 81、反射ミラー 84、凹面ミラー 85、等で構成される。なお、他覚式測定部及び自覚式測定部は、この構成に限定されない。例えば、反射ミラー 84 を有さない構成であってもよい。この場合には、測定部 7 からの光束が、偏向ミラー 81 を介した後に、凹面ミラー 85 の光軸 L に対して斜め方向から照射されてもよい。また、例えば、ハーフミラーを有する構成であってもよい。この場合には、測定部 7 からの光束が、ハーフミラーを介して凹面ミラー 85 の光軸 L に対して斜め方向から照射されてもよい。

【0060】

例えば、偏向ミラー 81 は、左右一対にそれぞれ設けられた左眼用偏向ミラー 81L と右眼用偏向ミラー 81R とを有する。例えば、偏向ミラー 81 は、矯正光学系 60 と被検眼 E との間に配置される。すなわち、本実施例における矯正光学系 60 は、左右一対に設けられた左眼用矯正光学系と右眼用矯正光学系とを有しており、左眼用偏向ミラー 81L は左眼用矯正光学系と左眼 E L の間に配置され、右眼用偏向ミラー 81R は右眼用矯正光学系と右眼 E R 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。

【0061】

例えば、左眼用偏向ミラー 81L は、左眼用測定部 7L から投影される光束を反射して、左眼 E L に導光する。また、例えば、左眼用偏向ミラー 81L は、左眼 E L からの眼底反射光束を反射して、左眼用測定部 7L に導光する。例えば、右眼用偏向ミラー 81R は、右眼用測定部 7R から投影される光束を反射して、右眼 E R に導光する。また、例えば、右眼用偏向ミラー 81R は、右眼 E R からの眼底反射光束を反射して、右眼用測定部 7R に導光する。

【0062】

例えば、偏向ミラー 81 は、駆動部 82 によって回転移動される。例えば、偏向ミラー 81 の回転移動によって、被検眼の眼前に視標光束の像を形成するためのみかけの光束を偏向させ、光学的に視標光束の像の形成位置を補正することができる。例えば、駆動部 82 は、モータ等からなる。例えば、駆動部 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、駆動部 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。例えば、駆動部 82 は、左眼用偏向ミラー 81L を駆動するための駆動部 82L と、右眼用偏向ミラー 81R を駆動するための駆動部 82R と、を有する。

【0063】

なお、本実施例では、被検眼 E に測定部 7 から投影された光束を反射させて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。偏向部材は、被検眼 E に測定部 7 から投影された光束を反射して導光することができればよく、プリズム、レンズ、等であってもよい。

【0064】

10

20

30

40

50

また、例えば、偏向ミラー 81 は、左眼用光路と右眼用光路とのそれぞれにおいて複数設けられてもよい。例えば、左眼用光路と右眼用光路とのそれぞれに、2つの偏向ミラーを設ける構成（例えば、左眼用光路に2つの偏向ミラーを設ける構成、等）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、視標光束の像を被検眼の眼前に形成するためのみかけの光束を偏向させ、視標光束の像の形成位置を光学的に補正することができる。

【0065】

例えば、凹面ミラー 85 は、被検眼 E に矯正光学系 60 を通過した視標光束を導光し、被検眼 E の眼前に矯正光学系 60 を通過した視標光束の像を形成する。例えば、凹面ミラー 85 は、左眼用測定部 7L と、右眼用測定部 7R と、において共有される。例えば、凹面ミラー 85 は、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、において共有される。すなわち、凹面ミラー 85 は、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、が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、左眼用光路と右眼用光路とで共有される構成でなくともよい。すなわち、左眼用矯正光学系を含む左眼用光路と、右眼用矯正光学系を含む右眼用光路と、のそれぞれに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、被検眼 E に矯正光学系 60 を通過した視標光束を導光し、被検眼 E の眼前に矯正光学系 60 を通過した視標光束の像を形成する。

【0066】

なお、偏向ミラー 81 は、駆動部 83（例えば、モータ等）によって駆動される。例えば、駆動部 83 は、左眼用偏向ミラー 81L を駆動させるための左駆動部 83L と、右眼用偏向ミラー 81R を駆動させるための右駆動部 83R と、を有する。駆動部 83 の駆動によって、各偏向ミラーはX方向に移動する。例えば、左眼用偏向ミラー 81L 及び右眼用偏向ミラー 81R が移動されることで、左眼用偏向ミラー 81L 及び右眼用偏向ミラー 81R との間の距離が変更され、被検眼 E の瞳孔間距離にあわせて、左眼用光路と右眼用光路との間のX方向における距離を変更することができる。

【0067】

また、測定部 7 は、駆動部 9（例えば、モータ等）によって駆動される。例えば、駆動部 9 は、左眼用測定部 7L を駆動させるための左駆動部 9L と、右眼用測定部 7R を駆動させるための右駆動部 9R と、を有する。駆動部 9 の駆動によって、各測定部はX方向に移動する。例えば、左眼用測定部 7L 及び右眼用測定部 7R が移動されることで、各測定部と偏向ミラー 81 との間の距離が変化し、各測定部からの視標光束のZ方向における呈示位置が変更される。これによって、被検眼 E に、矯正光学系 60 で矯正された視標光束を導光し、被検眼 E の眼底に矯正光学系 60 で矯正された視標光束の像が形成されるように、測定部 7 をZ方向に調整することができる。

【0068】

<他覚式測定部と自覚式測定部の光路>

他覚式測定部の光路について、左眼用光路を例に挙げて説明する。右眼用光路は、左眼用光路と同様の構成である。投影光学系 10a の光源 11 から出射した測定光束は、各光学部材を経由して、左眼 E L に到達する。例えば、測定光束は、リレーレンズ 12 からダイクロイックミラー 29 までの光学部材を順に経由することによって、左眼用測定部 7L から左眼用偏向ミラー 81L へと導光される。さらに、視標光束は、左眼用偏向ミラー 81L に反射され、反射ミラー 84 と凹面ミラー 85 を介して、左眼 E L に導光される。左眼 E L の眼底上には、スポット状の点光源像が形成される。このとき、光軸周りに回転するプリズム 15 によって、ホールミラー 13 における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。

【0069】

被検眼 E の眼底において、測定光束は反射されて射出し、凹面ミラー 85、反射ミラー 84、及び偏向ミラー 81 を経由して左眼用測定部 7L に導光される。さらに、ダイクロ

イックミラー 29 とダイクロイックミラー 35 に反射され、対物レンズ 93 によって集光し、高速回転するプリズム 15 と、ホールミラー 13 からミラー 17 までの光学部材と、を介して受光絞り 18 の開口上で再び集光すると、コリメータレンズ 19 とリングレンズ 20 により、リング状の像として撮像素子 22 に結像する。撮像素子 22 が撮像したリング状の像を解析することで、被検眼 E の光学特性を他覚的に測定することができる。

【0070】

自覚式測定部の光路について、左眼用光路を例に挙げて説明する。右眼用光路は、左眼用光路と同様の構成である。自覚式測定光学系 25 のディスプレイ 31 から出射した視標光束は、各光学部材を経由して、左眼 E L に到達する。例えば、視標光束は、投光レンズ 33 からダイクロイックミラー 29 までの光学部材を順に經由することによって、左眼用測定部 7 L から左眼用偏向ミラー 81 L へと導光される。さらに、視標光束は、左眼用偏向ミラー 81 L に反射され、反射ミラー 84 と凹面ミラー 85 を介して、左眼 E L に導光される。

10

【0071】

これにより、左眼 E L の眼鏡装用位置（例えば、角膜頂点位置から 12 mm 程度）を基準として、左眼 E L の眼底上に、矯正光学系 60 で矯正された視標光束の像が形成される。従って、矯正光学系による球面度数の調整（本実施例では、駆動機構 39 の駆動）が眼前で行われたことと、乱視矯正光学系 63 があたかも眼前に配置されたことと、が等価になっている。被検者は、凹面ミラー 85 を介して光学的に所定の検査距離で眼前に形成された視標光束の像を、自然な状態で視準することができる。

20

【0072】

<制御部>

図 6 は、検眼装置 100 の制御系を示す図である。制御部 70 は、CPU（プロセッサ）、RAM、ROM、等を備える。例えば、CPU は、検眼装置 100 における各部材の制御を司る。例えば、RAM は、各種の情報を一時的に記憶する。例えば、ROM には、検眼装置 100 の動作を制御するための各種プログラム、視標、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。

【0073】

例えば、制御部 70 には、モニタ 6a、光源 11、撮像素子 22、ディスプレイ 31、撮像素子 52、不揮発性メモリ 75（以下、メモリ 75）等の各種部材が電氣的に接続されている。また、例えば、制御部 70 には、駆動部 9、駆動部 82、駆動部 83、駆動機構 39、等が電氣的に接続されている。例えば、メモリ 75 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、メモリ 75 としては、ハードディスクドライブ、フラッシュ ROM、USB メモリ、等を使用することができる。

30

【0074】

<制御動作>

以上のような構成を備える検眼装置 100 の制御動作について説明する。

【0075】

例えば、検者は、被検者に、顔を額当て 4 と顎台 5 に当接させ、被検眼 E にディスプレイ 31 に表示された固視標を固視させる。例えば、制御部 70 は、被検眼 E の角膜にアライメント指標を投影させるとともに前眼部を撮影させ、アライメント指標像を含む前眼部画像を取得する。また、制御部 70 は、被検眼 E に対する測定部 7 の X 方向、Y 方向、および Z 方向のずれ量をアライメント指標像により検出し、このずれ量に基づいて測定部 7 を移動させる。これによって、被検眼 E と測定部 7 とのアライメントが自動的に行われる。

40

【0076】

例えば、検者は、被検眼 E に対するアライメントが完了すると、被検眼 E を矯正する矯正度数の初期値を設定する。例えば、検者は、被検眼 E の遠用距離に視標を呈示し、調節休止の状態に測定した他覚眼屈折力に基づいて、球面度数、円柱度数、および乱視軸角度

50

の初期値をスイッチ部 6 b の操作によって入力する。

【0077】

制御部 70 は、スイッチ部 6 b からの入力信号に応じて、投光光学系 30 と矯正光学系 60 の少なくともいずれかを制御する。例えば、制御部 70 は、ディスプレイ 31 を光軸方向へ移動させることで、球面度数を発生させる。また、例えば、制御部 70 は、円柱レンズ 61 a と円柱レンズ 61 b を光軸周りに回転させることで、円柱度数と乱視軸角度の少なくともいずれかを発生させる。これによって、被検眼 E は正視（球面度数 0.00 D、円柱度数 0.00 D、乱視軸角度 0 度）となる。

【0078】

本実施例では、被検眼の調節情報を取得するための 1 つの方法として、被検眼 E が正視の状態、被検眼 E に対するフリッパーテストを行う場合を例示する。例えば、フリッパーテストは、被検眼 E に対する急激な調節刺激の変化（言い換えると、球面度数の変化）によって、調節反応がスムーズに行われているか否かを測定するテストである。例えば、前述の急激な調節刺激は、被検眼 E に対して符号が異なる同じ球面度数を交互に付加することによって与えることができる。

【0079】

なお、被検眼の調節情報を取得する一つの方法である、従来のフリッパーテストでは、被検眼 E の眼前に、符号が異なる同じ球面度数のプラスレンズとマイナスレンズからなるフリッパーレンズを配置し、プラスレンズとマイナスレンズを交互に手で反転させることによって、急激に球面度数を変化させている。一方、本実施例のフリッパーテストでは、被検眼 E の眼前にフリッパーレンズを配置する代わりに、所定の球面度数を付加するために被検眼 E に呈示する視標の呈示距離を変更することによって、急激に球面度数を変化させる。より詳細には、被検眼 E に対し、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 1 矯正度数と、プラス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 2 矯正度数と、を交互に付加するために、ディスプレイ 31 を光軸方向へ交互に自動で移動させる。例えば、これによって、被検眼 E の調節情報（後述）を取得することができる。

【0080】

以下、検眼装置 100 を用いた調節情報を取得する流れについて、図 7 のフローチャートに沿って詳細に説明する。例えば、検者は、スイッチ部 6 b を操作し、被検眼 E の被検眼 E の調節情報の取得を開始するためのスイッチを選択する。例えば、制御部 70 は、スイッチ部 6 b からの入力信号に応じて、後述する各々の制御を開始する。

【0081】

＜視標を近方に配置：S1＞

ステップ S1 では、被検眼に呈示する視標が遠用距離から近用距離に配置される。例えば、制御部 70 は、駆動ユニット 95 を制御し、ディスプレイ 31 を遠用距離（一例として、5 m）から近用距離（一例として、40 cm）へと移動させる。例えば、被検眼に呈示する視標を近用距離に配置すると、被検眼は調節して視標を認識しようとする。

【0082】

図 8 は、視標の呈示距離の変化に対する被検眼の調節状態を模式的に説明する図である。図 8（a）は、被検眼 E が遠用距離に配置された視標を調節休止状態で認識している状態を示す。つまり、図 8（a）は、被検眼を初期値で矯正した状態と同様である。図 8（b）と図 8（c）は、被検眼が近用距離に配置された視標を認識している状態を示す。

【0083】

例えば、図 8（a）の状態では、被検眼は正視となり、被検眼 E の水晶体が所定の厚みとなっており、ディスプレイ 31 からの視標光束が眼底位置 t1 に結像する。この場合、被検眼は視標をはっきりと認識することができる。ステップ S1 により視標が近用距離に配置された直後は、図 8（a）から図 8（b）の状態となる。この場合、ディスプレイ 31 からの視標光束は眼底位置 t1 よりも奥の位置 t2 に結像する。被検眼は視標をぼやけて認識する。さらに、ステップ S1 により視標が近用距離に配置されてから時間が経過すると、図 8（b）から図 8（c）の状態となる。この場合、被検眼は調節し、水晶体の厚

10

20

30

40

50

みを変化させて網膜上にピントを合わせるため、ディスプレイ 31 からの視標光束が再び眼底位置 11 に結像する。被検眼は視標をはっきりと認識する。

【0084】

＜他覚測定結果の取得：S2＞

上記のステップ S1 で被検眼 E に呈示する視標が近用距離に配置されると、ステップ S2 において被検眼 E に対する他覚測定が開始され、その測定結果（他覚値）が取得される。例えば、制御部 70 は、ディスプレイ 31 を近用距離へ移動させると略同時（あるいは、移動させた後）に、他覚式測定光学系 10 を制御し、他覚測定を開始する。例えば、制御部 70 は、被検眼 E に対して所定のタイミング毎に他覚測定を行い、被検眼 E の他覚値を取得してメモリ 75 に記憶させる。なお、他覚測定が行われる所定のタイミングは、所定の

10

【0085】

例えば、制御部 70 は、被検眼 E の眼底に向けて、光源 11 から測定光束を照射させる。また、例えば、制御部 70 は、眼底にて反射された測定光束の反射光束が撮像素子 22 によって撮像されたリング像を取得する。さらに、例えば、制御部 70 は、リング像を解析処理して各経線方向の眼屈折力を求め、この眼屈折力に対して所定の処理を行うことで、被検眼 E の他覚値を測定結果として取得する。

【0086】

＜視標を認識したか否かの判定：S3＞

ステップ S3 では、被検眼 E が近用距離に配置された視標をはっきりと認識したか否かが、ステップ S2 にて得られた他覚値に基づいて判定される。言い換えると、被検眼 E が調節し、網膜上にピントを合わせているかどうか、他覚値に基づいて判定される。例えば、このような判定処理は、他覚値が得られる度に、逐次、実行される。

20

【0087】

例えば、図 8 (a) の状態では、被検眼が正視の状態であり、被検眼に対する他覚測定を行うことによって、所定の大きさのリング像が取得される。例えば、制御部 70 は、所定の大きさのリング像を解析することによって、球面度数 0.00 D、円柱度数 0.00 D、乱視軸角度 0 度を他覚値として取得することができる。

【0088】

例えば、図 8 (b) の状態では、視標が近用距離に配置されることで、球面度数が発生する。一例として、視標が 40 cm に配置される場合、-2.50 D の球面度数が発生する。このとき、被検眼は、視標にピントが合っていないため、被検眼に対する他覚測定を行った場合、図 8 (a) と同様に所定の大きさのリング像が取得される。例えば、制御部 70 は、このようなリング像を解析することによって、球面度数 0.00 D、円柱度数 0.00 D、乱視軸角度 0 度を他覚値として取得することができる。

30

【0089】

例えば、図 8 (c) の状態では、視標が近用距離に配置された後、被検眼 E が徐々に調節する（水晶体を厚くする）ことによって水晶体の屈折率が変化する。このとき、被検眼は、視標にピントを合わせるために、-2.50 D の球面度数に相当する調節力を働かせる。従って、前述した所定のリング像のサイズが変化し、所定のリング像よりも小さい

40

【0090】

例えば、制御部 70 は、被検眼 E が視標を認識したか否かを、被検眼 E の球面度数を検出することによって判定してもよい。より詳細には、制御部 70 は、被検眼の他覚値を逐次取得し、所定の球面度数（ここでは、-2.50 D）とは異なる度数であることを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識していないと判定してもよい（ステップ S3：NO）。また、制御部 70 は、被検眼の他覚値を逐次取得し、所定の球面度数になったことを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識したと判定してもよい（

50

ステップ S 3 : Y E S ) 。もちろん、例えば、被検眼の他覚値のゆらぎ等を考慮して、所定の球面度数の状態が所定時間（一例として、3 秒間等）で継続された場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識したと判定してもよい。

【 0 0 9 1 】

なお、被検眼 E が近用距離に配置された視標をはっきりと認識した状態は、被検眼 E が調節し、一定の調節力を使っている状態であり、フリッパーテストにおける基準状態である。このため、被検眼 E は、基準の状態から調節を弱めること、および、基準状態から調節を強くすることの双方を行うことができる。

【 0 0 9 2 】

＜ループ処理の開始：S 4＞

ステップ S 4 は、ループ処理の開始を示し、以下のステップ S 5 からステップ S 1 0 までの工程が、所定時間において繰り返し行われる。例えば、ループ処理の所定時間は、6 0 秒間である。もちろん、ループ処理の所定時間は、6 0 秒間とは異なってもよい。

【 0 0 9 3 】

図 9 は、ステップ S 5 からステップ S 1 0 の工程における被検眼の調節状態を模式的に説明する図である。図 9 ( a ) は、被検眼に対するフリッパーテストの基準状態を示す。言い換えると、被検眼が近用距離に配置された視標をはっきりと視認した状態であって、視標光束が眼底位置  $t_1$  に結像した状態である。例えば、このとき、ディスプレイ 3 1 は所定の基準位置 3 0 1 （ここでは、4 0 c m の位置）に配置されている。図 9 ( b ) と図 9 ( c ) は、視標光束の光学特性を変化させるために、ディスプレイ 3 1 を基準位置 3 0 1 から移動させた状態を示す。

【 0 0 9 4 】

例えば、ステップ S 5 からステップ S 1 0 までの工程において、被検眼 E には、フリッパーテストの基準の状態（図 9 ( a ) 参照）から、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 1 矯正度数、または、プラス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 2 矯正度数、のいずれかの矯正度数が、交互に付加される。言い換えると、被検眼が近用距離に配置された視標をはっきりと視認した状態であって、視標光束が眼底位置  $t_1$  に結像した状態から、視標光束を眼底位置  $t_1$  よりも奥の位置  $t_2$  に結像させるための第 1 矯正度数、または、視標光束を眼底位置  $t_1$  よりも手前の位置  $t_3$  に結像させるための第 2 矯正度数が、交互に付加される。例えば、本実施例では、ディスプレイ 3 1 を移動させることによって、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数を付加することができる。なお、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数は、符号が異なる同じ球面度数であってもよい。

【 0 0 9 5 】

＜第 1 矯正度数の設定：S 5＞

ステップ S 5 では、被検眼 E に対して、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 1 矯正度数が設定される。例えば、第 1 矯正度数としては、球面度数  $-2.00$  D が設定されてもよい。例えば、制御部 7 0 は、ステップ S 3 において被検眼 E が視標を認識したことを判定すると、駆動ユニット 9 5 を制御し、ディスプレイ 3 1 を第 1 矯正度数に対応する第 1 移動位置 3 0 2 へと移動させる。例えば、ディスプレイ 3 1 は既に近用距離である基準位置 3 0 1 （球面度数  $-2.50$  D に相当）に配置されているが、基準位置 3 0 1 に対して第 1 矯正度数（球面度数  $-2.00$  D）を発生させるために、 $-4.50$  D に相当する第 1 移動位置 3 0 2 に配置される。これによって、例えば、被検眼は図 9 ( a ) の状態から図 9 ( b ) の状態となる。

【 0 0 9 6 】

例えば、図 9 ( b ) の状態では、被検眼にディスプレイ 3 1 が近づくことによって、視標光束が眼底よりの奥の位置  $t_2$  に結像する。しかし、被検眼 E が徐々に調節を強くする（より水晶体を厚くする）ため、水晶体の屈折率が変化して、球面度数  $-4.50$  D に相当する調節力が働く。これによって、視標光束は眼底位置  $t_1$  に再び結像するようになる。

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

なお、ステップ S 5 において、制御部 7 0 は、ディスプレイ 3 1 を第 1 移動位置 3 0 2 へと移動させると、その移動完了信号に基づいて、第 1 矯正度数を設定した回数を加算する。

【0098】

＜他覚測定結果の取得：S 6＞

ステップ S 5 で被検眼 E に対し第 1 矯正度数が設定されると、ステップ S 6 において被検眼 E の他覚測定が開始される。例えば、制御部 7 0 は、ディスプレイ 3 1 を第 1 移動位置 3 0 2 へと移動させると略同時に、他覚式測定光学系 1 0 を制御して、他覚測定を開始する。例えば、制御部 7 0 は、ステップ S 2 と同様に、所定のタイミング毎にリング像を取得するとともに、逐次、リング像を解析して他覚値を取得する。

10

【0099】

＜視標を認識したか否かの判定：S 7＞

ステップ S 7 では、被検眼 E が第 1 移動位置 3 0 2 に配置された視標をはっきりと認識したか否かが、ステップ S 6 にて得られた他覚値に基づいて判定される。例えば、制御部 7 0 は、ステップ S 3 と同様に、被検眼の球面度数が  $-4.50\text{D}$  とは異なる度数であることを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識していないと判定してもよい（ステップ S 7：NO）。また、例えば、制御部 7 0 は、被検眼の球面度数が  $-4.50\text{D}$  になったことを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識したと判定してもよい（ステップ S 7：YES）。

【0100】

＜第 2 矯正度数の設定：S 8＞

ステップ S 8 では、被検眼 E に対して、プラス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第 2 矯正度数が設定される。例えば、第 2 矯正度数としては、球面度数  $+2.00\text{D}$  が設定されてもよい。例えば、制御部 7 0 は、ステップ S 7 において被検眼 E が視標を認識したことを判定すると、駆動ユニット 9 5 を制御し、ディスプレイ 3 1 を第 2 矯正度数に対応する第 2 移動位置 3 0 3 へと移動させる。例えば、ディスプレイ 3 1 は第 1 移動位置 3 0 2（球面度数  $-4.50\text{D}$  に相当）に配置されているが、基準位置 3 0 1 に対して第 2 球面度数（球面度数  $+2.00\text{D}$ ）を発生させるために、 $-0.50\text{D}$  に相当する第 2 移動位置 3 0 3 に配置される。これによって、例えば、被検眼は図 9（b）の状態から図 9（c）の状態となる。

20

30

【0101】

例えば、図 9（c）の状態では、被検眼からディスプレイ 3 1 が離れることによって、視標光束が眼底よりの手前の位置  $t_3$  に結像する。しかし、被検眼 E が徐々に調節を弱くする（より水晶体を薄くする）ため、水晶体の屈折率が変化して、球面度数  $-0.50\text{D}$  に相当する調節力が働く。これによって、視標光束は眼底位置  $t_1$  に再び結像するようになる。

【0102】

なお、ステップ S 8 において、制御部 7 0 は、ディスプレイ 3 1 を第 2 移動位置 3 0 3 へと移動させると、その移動完了信号に基づいて、第 2 矯正度数を設定した回数を加算する。

40

【0103】

＜他覚測定結果の取得：S 9＞

ステップ S 8 で被検眼 E に対し第 2 矯正度数が設定されると、ステップ S 9 において被検眼 E の他覚測定が開始される。例えば、制御部 7 0 は、ディスプレイ 3 1 を第 2 移動位置 3 0 3 へと移動させると略同時に、他覚式測定光学系 1 0 を制御して、他覚測定を開始する。例えば、制御部 7 0 は、ステップ S 2 およびステップ S 6 と同様に、所定のタイミング毎にリング像を取得するとともに、逐次、リング像を解析して他覚値を取得する。

【0104】

＜視標を認識したか否かの判定：S 10＞

ステップ S 10 では、被検眼 E が第 2 移動位置 3 0 3 に配置された視標をはっきりと認

50

識したか否かが、ステップ S 9 にて得られた他覚値に基づいて判定される。例えば、制御部 70 は、ステップ S 3 およびステップ S 7 と同様に、被検眼の球面度数が  $-0.50D$  とは異なる度数であることを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識していないと判定してもよい（ステップ S 10：NO）。また、例えば、制御部 70 は、被検眼の球面度数が  $-0.50D$  になったことを検出した場合に、被検眼 E が視標をはっきりと認識したと判定してもよい（ステップ S 10：YES）。

#### 【0105】

上記のステップ S 5 からステップ S 10 のように、制御部 70 は、被検眼 E に対して第 1 矯正度数または第 2 矯正度数を設定した状態で、被検眼 E が視標をはっきりと認識したことを判定すると、これによって出力される判定信号に基づいて、ディスプレイ 31 を移動させる。つまり、制御部 70 は、被検眼 E に対して、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数を交互に設定するとともに、被検眼による視標の認識を示す判定信号に基づいて、ディスプレイ 31 を第 1 移動位置 302 または第 2 移動位置 303 のいずれかに移動させる。例えば、制御部 70 は、ステップ S 5 からステップ S 10 までを順に進行させると、ステップ S 5 に戻って、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数の交互の反転を繰り返す。また、例えば、制御部 70 は、随時、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数を設定した回数をそれぞれに加算し、メモリ 75 に記憶させる。

#### 【0106】

##### ＜ループ処理の終了：S 11＞

ステップ S 11 は、ループ処理の終了を示す。例えば、制御部 70 は、図示無き計時機構による時間の計測が 60 秒を経過すると、ステップ S 5 からステップ S 10 の工程の繰り返しの制御を終了する。例えば、制御部 70 は、いずれのステップの工程を進行させていても、その状況に関わらず繰り返しの制御を終了し、ステップ 12 の工程へと移行させる。

#### 【0107】

##### ＜調節情報の取得：S 12＞

ステップ S 12 では、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数の設定を繰り返した際における他覚測定の結果に基づいた、被検眼 E の調節情報が取得される。例えば、制御部 70 は、被検眼の調節情報として、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数を設定した回数（つまり、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数に反転した回数）を取得してもよい。また、例えば、制御部 70 は、被検眼の調節情報として、被検眼が視標をはっきりと認識した回数を基にしたサイクル数を取得してもよい。

#### 【0108】

例えば、制御部 70 は、60 秒の計測の完了信号に応じて、前述の繰り返しの制御によって蓄積された種々のデータを処理する。例えば、制御部 70 は、第 1 矯正度数を設定した回数の合計を取得する。また、例えば、制御部 70 は、第 2 矯正度数を設定した回数の合計を取得する。また、例えば、制御部 70 は、第 1 矯正度数を設定した回数の合計と、第 2 矯正度数を設定した回数の合計と、足し合わせて 2 で除算し、被検眼が第 1 矯正度数（マイナス度数）と第 2 矯正度数（プラス度数）を往復した往復回数を、サイクル数として取得する。

#### 【0109】

##### ＜調節情報の出力：S 13＞

ステップ S 13 では、被検眼の調節情報が出力される。例えば、制御部 70 は、被検眼の調節情報をモニタ 6a に表示させる。

#### 【0110】

図 10 は、モニタ 6a における操作画面 200 の一例である。例えば、操作画面 200 は、モード図 201、第 1 矯正度数を設定した回数の合計 202、第 2 矯正度数を設定した回数の合計 203、サイクル数 204、等を表示することができる。例えば、モード図 201 は、被検眼 E に対する第 1 矯正度数と第 2 矯正度数の付加を模式的に示した図である。例えば、モード図 201 は、眼を表す図と、第 1 矯正度数に対応するマイナスレンズを表す

10

20

30

40

50

図と、第2矯正度数に対応するプラスレンズを表す図と、を含んでもよい。また、例えば、模式図201は、第1矯正度数と第2矯正度数の反転を表す矢印や番号等を含んでもよい。

#### 【0111】

例えば、検者は、操作画面200を確認することによって、被検眼Eの調節情報を容易に取得することができる。また、例えば、検者は、被検眼Eの調節情報に基づいて、被検眼の調節機能を容易に把握することができる。一例としては、大人や子供の平均的なサイクル数に対し、被検眼のサイクル数204が同程度であるか等を判断することができる。さらに、例えば、検者は、被検眼の調節情報を、被検眼の調節異常等のスクリーニングに用いることができる。

10

#### 【0112】

以上説明したように、例えば、本実施例の自覚式検眼装置は、被検眼に対する視標の呈示距離を、被検眼の近用距離から中間距離までのいずれかの距離に設定した状態において、マイナス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第1矯正度数と、プラス側に所定度数だけ屈折力を変化させるための第2矯正度数と、を被検眼に対して交互に設定し、第1矯正度数と第2矯正度数の設定を繰り返した際における他覚式測定の結果に基づいて、被検眼の調節情報を取得し、これを出力する。これによって、検者は、被検眼の調節情報を容易に取得することができる。例えば、被検眼の調節情報を取得するための1つの方法であるフリッパーテストに対しては、検者が被検者の回答に基づいてフリッパーレンズを反転させ、被検眼に符号が異なる同一の矯正度数を付加する作業等が軽減されるため、調節情報を容易に取得することができる。なお、例えば、検者は調節情報を用いることで、被検眼の調節機能を把握したり、被検眼の調節異常のスクリーニングを行ったりすることができる。

20

#### 【0113】

また、例えば、本実施例の自覚式検眼装置は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果に基づいて、被検眼が視標を認識したか否かを判定し、被検眼が視標を認識したと判定された場合に、第1矯正度数と第2矯正度数の一方から他方へと反転させる。これによって、被検眼による視標の認識が容易に把握され、被検眼の調節情報を精度よく取得することができる。例えば、被検眼の調節情報を取得するためのフリッパーテストでは、被検者が調節することによって視標を認識したか否かを自覚的に判断するため、正しく測定結果が得られない可能性があり、測定精度がばらつく場合があった。しかしながら、被検眼が視標を認識したか否かを他覚式測定の結果に基づいて判定することで、一定の測定精度を維持することができる。さらに、例えば、このような判定結果に基づいて第1矯正度数と第2矯正度数を反転させるため、被検眼の調節情報をより正確に取得することができる。

30

#### 【0114】

また、例えば、本実施例の自覚式検眼装置は、調節情報として、第1矯正度数と第2矯正度数の反転が所定時間内に実施された反転回数を取得する。例えば、操作者は、被検眼の調節機能を、このような反転回数に基づいて、容易に把握することができる。一例としては、被検眼の調節変化の速さを把握することができる。

40

#### 【0115】

##### <変容例>

本実施例の検眼装置では、被検眼の他覚測定で所定の球面度数になった際に、被検眼が視標を認識したと判定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、被検眼が視標を認識したと判定するための基準となる所定の球面度数には、許容範囲が設けられていてもよい。一例としては、 $\pm 0.25\text{D}$ の許容範囲が設けられていてもよい。例えば、この場合、制御部70は、被検眼の他覚測定で球面度数が許容範囲内に収まった際に、被検眼Eが視標をはっきりと認識したと判定してもよい。なお、例えば、基準の球面度数に対するこのような許容範囲は、予め設定された固定の値であってもよいし、検者が任意に値を変更できてもよい。

50

## 【0116】

このように、例えば、本実施例の自覚式検眼装置は、被検眼の他覚式測定手段による測定結果が、被検眼が視標を認識していることを示す許容範囲内にあるか否かを判定することによって、被検眼が視標を認識したか否かを判定する。例えば、被検眼が調節して視標を認識するとき、被検眼は視標がはっきりとみえていなくても、ある程度みえたと判断して調節をやめてしまう場合がある。このため、例えば、他覚式測定の測定結果に対する判定基準をシビアに設定すると、被検眼の調節情報を取得するための測定がスムーズに進行しない可能性がある。そこで、本実施例のように、他覚式測定の測定結果に対して視標の認識を示す許容範囲を適切に設けることにより、被検眼の調節情報を取得するための測定をスムーズに進行させることができる。

10

## 【0117】

本実施例の検眼装置では、被検眼に対して第1矯正度数と第2矯正度数を $\pm 2.00D$ に設定し、これらの度数を交互に反転させ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、第1矯正度数と第2矯正度数は、符号が異なる同一の度数であれば、必ずしも $\pm 2.00D$ でなくてもよい。一例として、第1矯正度数と第2矯正度数は、 $\pm 1.50D$ 、 $\pm 1.00D$ 、等であってもよい。なお、例えば、第1矯正度数と第2矯正度数は、予め設定された固定の値であってもよいし、検者が任意の値を設定できてもよい。

## 【0118】

本実施例の検眼装置では、被検眼の調節情報として、被検眼の調節情報として、第1矯正度数と第2矯正度数を設定した回数を取得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、被検眼の調節情報として、第1矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間（言い換えると、第1矯正度数を設定してから第2矯正度数を設定するまでに要した時間）、および、第2矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間（言い換えると、第2矯正度数を設定してから第1矯正度数を設定するまでに要した時間）を取得してもよい。例えば、この場合、制御部70は、図示なき時計機構によって計測しているループ処理の経過時間に対して、第1矯正度数および第2矯正度数を設定したタイミングを対応付けて、メモリ75に記憶させてもよい。

20

## 【0119】

例えば、制御部70は、被検眼に対して第1矯正度数を設定したタイミングと、被検眼に対して第2矯正度数を設定したタイミングと、の差分を求めることによって、被検眼Eが視標を認識するまでに要した時間を取得することができる。一例として、制御部70は、第1矯正度数から第2矯正度数に変化させた際に、視標の認識に要した時間を取得してもよい。同様に、制御部70は、第2矯正度数から第1矯正度数に変化させた際に、視標の認識に要した時間を取得してもよい。なお、例えば、制御部70は、このような視標の認識に要した時間を平均化して、操作画面200に表示させてもよい。

30

## 【0120】

本実施例の検眼装置では、被検眼の調節情報を、第1矯正度数および第2矯正度数を設定した回数の合計、第1矯正度数と第2矯正度数を往復したサイクル数、視標の認識に要した時間、等の値として出力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、被検眼の調節情報は、グラフとして操作画面200に出力されてもよい。

40

## 【0121】

本実施例では、被検眼Eが視標の認識に要した時間をグラフ205（図10参照）で表す場合を例示する。例えば、グラフ205の縦軸は第1矯正度数と第2矯正度数の値を示し、横軸はステップS5からステップS10のループ処理の経過時間を示す。例えば、制御部70は、第1矯正度数および第2矯正度数の設定が変更される毎に、グラフ205をリアルタイムに描画してもよいし、ステップS12においてグラフ205を作成してもよい。例えば、このようなグラフ205では、第1矯正度数および第2矯正度数にプロットされる折れ線の長さが、すなわち視標を認識するまでに要した時間として表される。例えば、検者は、グラフ205を確認することによって、被検眼の調節機能を視覚的に判断することができる。一例として、第1矯正度数にプロットされる折れ線が、第2矯正度数に

50

プロットされる折れ線よりも長い傾向がみられる場合、被検眼 E が調節を強めるための反応は、調節を弱めるための反応よりもスムーズでない等の情報を得ることができる。

【0122】

なお、例えば、グラフ 205 の縦軸は、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数の値とは異なる値としてもよい。一例としては、被検眼 E に対する他覚測定にて取得される他覚値であってもよい。また、例えば、グラフ 205 の縦軸は、第 1 の縦軸として第 1 矯正度数と第 2 矯正度数の値を示し、第 2 の縦軸として他覚値を示すものであってもよい。

【0123】

なお、制御部 70 は、被検眼の調節情報に加えて、被検眼の調節機能に異常があること（あるいは、調節機能に異常の疑いがあること）を報知する報知情報を出力してもよい。例えば、このような報知情報は、ダイアログボックス等のメッセージであってもよい。また、例えば、このような報知情報は、第 1 矯正度数および第 2 矯正度数を設定した回数の合計、第 1 矯正度数と第 2 矯正度数を往復したサイクル数、視標の認識に要した時間、等の少なくともいずれかの強調表示（一例として、太字、下線、文字色の変更、等）であってもよい。さらに、例えば、このような報知情報は、モニタ 6a への表示によるものに限定されず、ランプの点灯や点滅、音声アナウンスの発生、等の少なくともいずれかによって出力されてもよい。

【0124】

本実施例の検眼装置では、ステップ S5 からステップ S10 の繰り返しの制御を 60 秒間と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、ステップ S5 からステップ S10 の繰り返しの制御は、60 秒間以上、もしくは、60 秒間以下であってもよい。なお、例えば、繰り返しの制御を実行する時間は、予め設定された固定の時間でもよいし、検者が任意の時間を設定できるようにしてもよい。

【0125】

また、例えば、ステップ S5 からステップ S10 の繰り返しの制御は、60 秒間に満たなくても、ステップ S12 へ移行することも可能である。この場合、制御部 70 は、被検眼 E に対して第 1 矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間、および、被検眼 E に対して第 2 矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間に、それぞれ同一の傾向がみられた時点で、ステップ S12 へ移行させてもよい。一例としては、被検眼 E に対して第 1 矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間が所定の回数（例えば、3 回等）において略同一の秒数であった場合、および、被検眼 E に対して第 2 矯正度数を設定してから視標を認識するまでの経過時間が所定の回数において略同一の秒数であった場合に、60 秒間の繰り返しを待たずステップ S12 へ移行させてもよい。これによって、例えば、被検眼に対する測定時間を短縮しつつ、被検眼の調節機能を把握することができる。

【0126】

本実施例の検眼装置では、被検眼に対して所定の検査日に調節情報を取得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、被検眼に対して日付の異なる複数の検査日に調節情報を取得することも可能である。例えば、この場合、被検者情報（ID 等）と日付に対応付けて、複数の調節情報がメモリ 75 に記憶されてもよい。例えば、制御部 70 は、被検眼の調節情報をメモリ 75 から呼び出すことによって、調節情報の経時的な変化を出力してもよい。例えば、被検眼の調節機能に異常があると、被検眼の調節力を回復させるためのトレーニング等が行われる場合がある。このため、一例として、被検眼に対するフリッパーテストの経時的な変化を確認できるようにすることで、トレーニングの効果が現れているか等を容易に把握することができる。

【0127】

本実施例の検眼装置では、被検者の片眼に対して調節情報を取得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、被検者の両眼に対して調節情報を取得してもよい。例えば、この場合、制御部 70 は、左眼と右眼のそれぞれに対して、第 1 矯正度数および第 2 矯正度数を設定し、両眼による視標の認識を判定する。例えば、制御部 70 は

、左眼と右眼に対して第1矯正度数（第2矯正度数）を設定した後、左眼と右眼のそれぞれが所定の球面度数となった場合に、被検眼Eが両眼で視標をはっきりと認識したと判定してもよい。また、例えば、制御部70は、左眼と右眼に対して第1矯正度数と第2矯正度数の設定を繰り返した際その他覚値に基づき、両眼に対する調節情報を出力してもよい。

【0128】

例えば、被検者が両眼で視標を認識する場合、左眼と右眼が調節する際には、輻輳または開散をとまなうようになる。このため、例えば、被検眼の調節情報としては、被検眼の調節機能に加えて、輻輳機能や開散機能を取得することができる。

【0129】

このように、例えば、本実施例の自覚式検眼装置は、左右一对の左眼用測定手段と右眼用測定手段を有する測定手段を備え、左眼と右眼の双方に対して第1矯正度数と第2矯正度数を交互に設定する。これによって、検者は、被検者の片眼のみならず、両眼の調節情報を同時に取得することができる。例えば、検者は、両眼の調節情報を用いることによって、片眼のみの調節異常に加えて、両眼特有の調節異常（例えば、調節と輻輳の相互関係に関する調節異常、等）を容易に把握することができる。

【0130】

本実施例では、検眼装置として、被検眼Eの眼前に光学部材等を配置せず、被検眼の眼前を開放した状態で、第1矯正度数および第2矯正度数を設定できるような装置を例に挙げて説明したがこれに限定されない。例えば、検眼装置は、被検眼の眼前に配置され、矯正光学系を内部に有する眼屈折力測定ユニットと、被検眼Eの光学特性を他覚的に測定するための他覚式光学系と、を備えるような装置でもよい。この場合、検眼装置は、眼屈折力測定ユニットを制御することによって、第1矯正度数および第2矯正度数を交互に設定し、他覚式光学系を制御することによって、各々の矯正度数を設定した際その他覚値を得ることができる。

【0131】

さらに、例えば、検眼装置は、特開2006-187483号公報に記載のような被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定装置であってもよい。例えば、この場合は被検眼Eを固視させるための固視標を光軸方向へ移動させることによって、被検眼に対して第1矯正度数および第2矯正度数を交互に設定してもよい。

【0132】

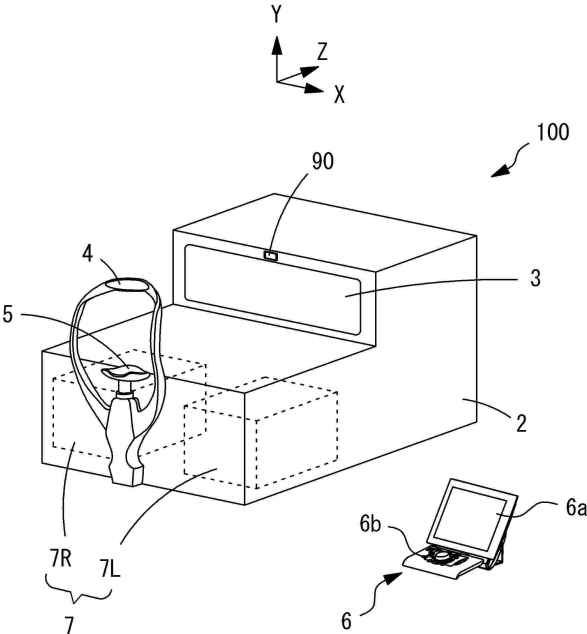
本実施例の検眼装置では、被検眼に呈示する視標を近用距離に配置することによって、被検眼を調節状態とし、フリッパーテストを行う場合を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、被検眼に呈示する視標を遠用距離に配置したまま、被検眼を調節状態とすることによって、フリッパーテストを行ってもよい。例えば、この場合には、視標を遠用距離に配置し、さらに、被検眼を所定の矯正度数にて矯正することによって、被検眼のピントが視標に合っていない状態をつくってもよい。その後、被検眼が調節力を働かせて視標にピントを合わせることで、被検眼が調節状態となる。例えば、フリッパーテストにおける基準状態をこのような状態とすることで、視標を遠用距離に配置した状態であっても、基準状態から調節を弱めたり強めたりすることができる。

【符号の説明】

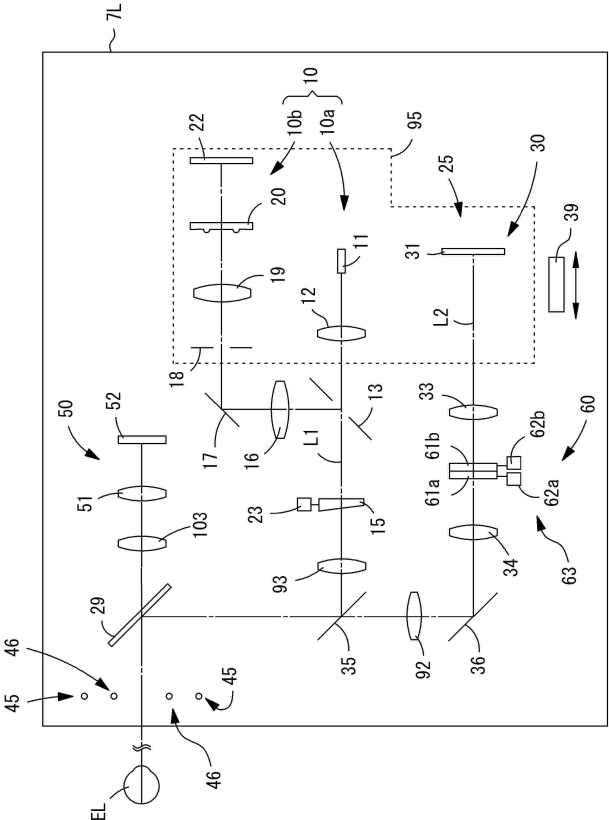
【0133】

- 2 筐体
- 6 コントローラ
- 7 測定部
- 10 他覚式測定光学系
- 25 自覚式測定光学系
- 30 投光光学系
- 40 アライメント光学系
- 50 観察光学系
- 60 矯正光学系

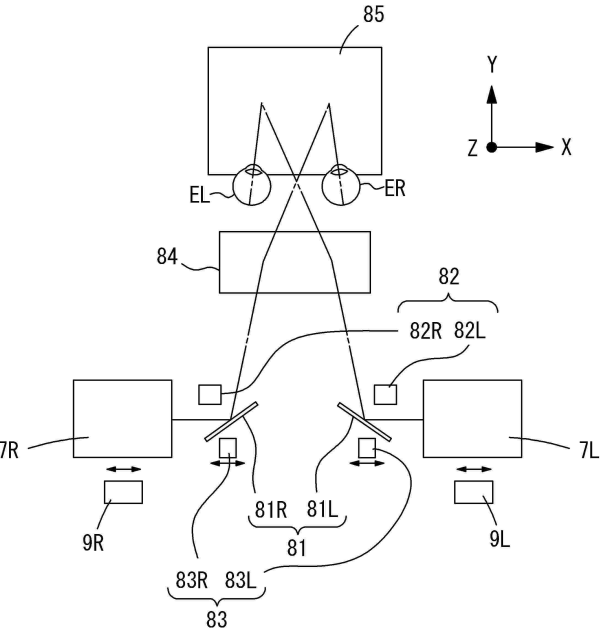
7 0 制御部  
7 5 メモリ  
9 0 撮像部  
1 0 0 検眼装置  
【図面】  
【図 1】



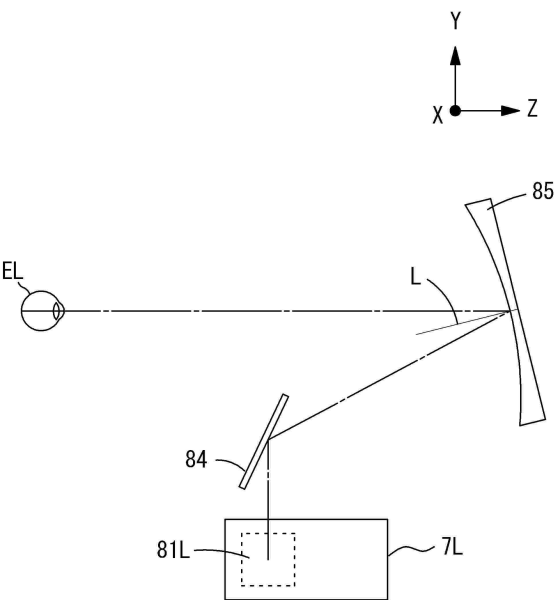
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

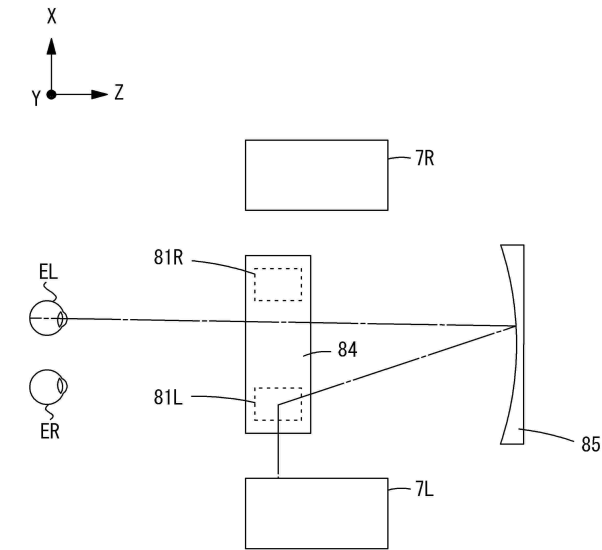
20

30

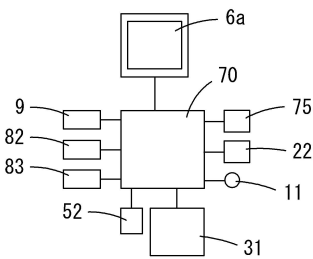
40

50

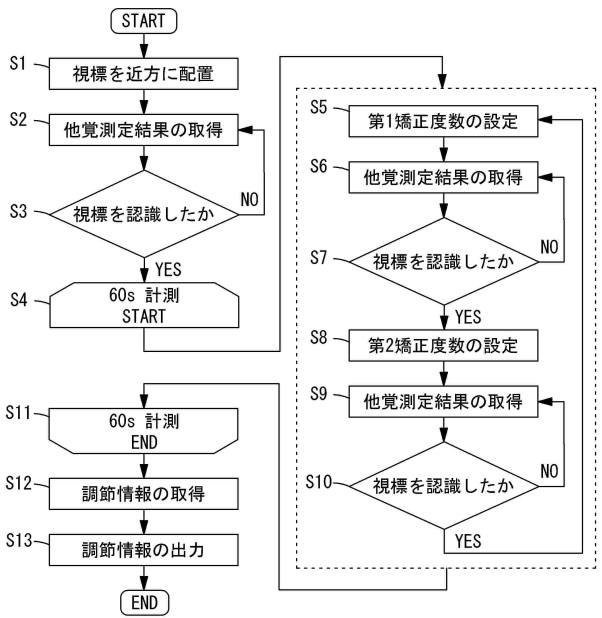
【図 5】



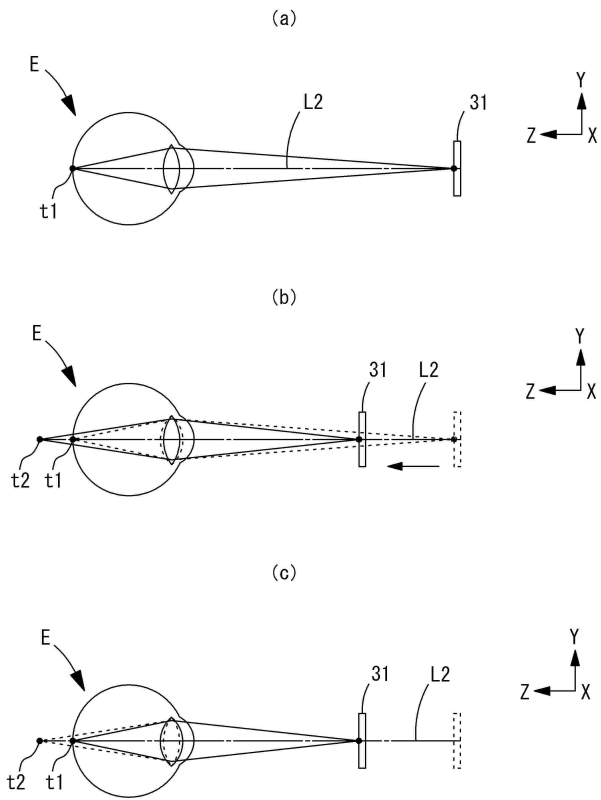
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

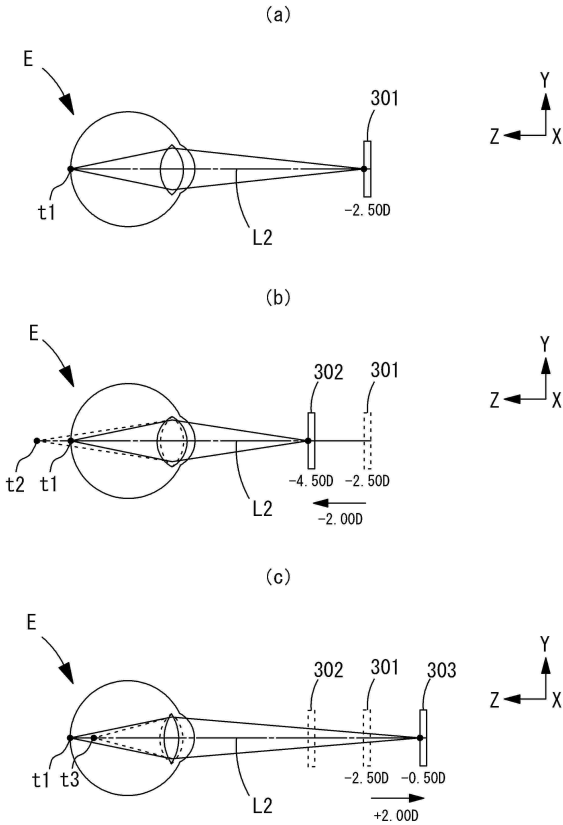
20

30

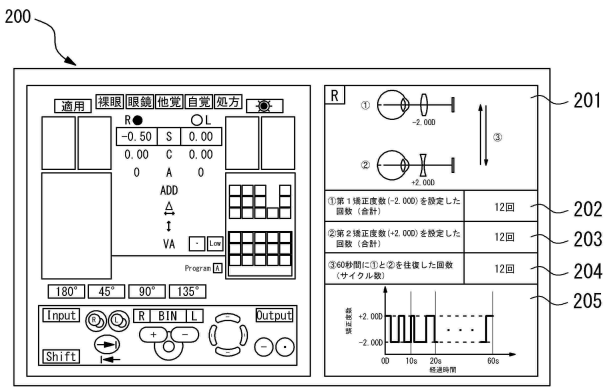
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50