

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7528640号  
(P7528640)

(45)発行日 令和6年8月6日(2024.8.6)

(24)登録日 令和6年7月29日(2024.7.29)

(51)国際特許分類

F I

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

A 6 1 B 3/08 (2006.01) A 6 1 B 3/08

請求項の数 6 (全24頁)

(21)出願番号	特願2020-143679(P2020-143679)	(73)特許権者	000135184
(22)出願日	令和2年8月27日(2020.8.27)		株式会社ニデック
(65)公開番号	特開2022-38942(P2022-38942A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4 番地1 4
(43)公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)	(72)発明者	立花 献
審査請求日	令和5年7月19日(2023.7.19)		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
		(72)発明者	滝井 通浩
			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
		審査官	佐々木 創太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 検眼装置及び検眼装置の制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検眼の視機能を検査する検眼装置において、  
左右の被検眼に視標を呈示するための左右一対の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段と、  
被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段と、  
左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段と、出力制御手段と、を備え、  
前記出力制御手段は、前記視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示し、前記プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を少なくとも2つの異なる状態に変化させ、  
プリズム量が変化された各状態における被検眼の眼屈折力を前記眼屈折力測定手段によって取得し、取得した眼屈折力を被検眼に付与した各プリズム量に対応させて出力する、  
ことを特徴とする検眼装置。

【請求項2】

請求項1の検眼装置において、  
前記眼屈折力測定手段によって眼屈折力を測定したときに被検眼に付与されたプリズム量の変化の各状態における被検眼の特性情報を取得する眼特性取得手段を備え、  
前記出力制御手段は、前記眼特性取得手段によって取得された前記特性情報を被検眼に付与した各プリズム量と対応させて出力することを特徴とする検眼装置。

【請求項3】

請求項 2 の検眼装置において、

前記眼屈折力測定手段によって被検眼の眼屈折力の経時変化を取得する眼屈折力変化取得手段を有し、

前記眼特性取得手段は、前記眼屈折力変化取得手段によって取得された眼屈折力の経時変化に基づき、眼屈折力の経時変化の特性情報を取得する手段であり、

前記出力制御手段は、前記眼特性取得手段によって取得された眼屈折力の経時変化の特性情報を被検眼に付与した各プリズム量と対応させて出力することを特徴とする検眼装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 の検眼装置において、

被検眼の前眼部を撮像する前眼部撮像手段を備え、

前記眼特性取得手段は、前記前眼部撮像手段によって撮像された被検眼の前眼部像に基づき、被検眼の眼球運動の経時的な微小変位の情報を取得する微小変位取得手段を有し、

前記出力制御手段は、前記微小変位取得手段によって取得された微小変位の情報を被検眼に付与した各プリズム量と対応させて出力することを特徴とする検眼装置。

【請求項 5】

請求項 1 の検眼装置において、

前記出力制御手段は、前記プリズム量変更手段を制御して被検眼に付与するプリズム量を連続的に変更させながら前記眼屈折力測定手段による測定を連続的に実行させ、被検眼に付与したプリズム量に対応する眼屈折力を連続的に取得することを特徴とする検眼装置。

【請求項 6】

左右の被検眼に視標を呈示するための左右一対の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段と、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段と、左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段と、を備える検眼装置において用いられる検眼装置の制御プログラムであって、

前記視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示する視標呈示ステップと、

前記プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を少なくとも 2 つの異なる状態に変化させ、プリズム量が変化された各状態における被検眼の眼屈折力を前記眼屈折力測定手段によって取得する眼屈折力取得ステップと、

取得した眼屈折力を被検眼に付与した各プリズム量に対応させて出力する出力ステップと、を検眼装置の制御部に実行させることを特徴とする検眼装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、被検眼の視機能を検査する検眼装置及び検眼装置の制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、被検眼（被検者の眼）の視機能を検査するための種々の検眼装置が知られている。例えば、被検眼の眼屈折力（球面度数、乱視度数、乱視軸角度、等）の他、被検眼の斜位の視機能を検査する検眼装置が知られている（特許文献 1、2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2005 - 192757 号公報

【文献】特開 2018 - 171139 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来技術では、斜位を持つ被検者に関し、プリズム量を付与した状態での眼屈折力を検査するに過ぎなかった。斜位を有する被検者の中には、プリズム処方を行わなかった場合でも、自身の眼の輻輳力で遠方または近方の視標を融像できる者もいる。しかし

10

20

30

40

50

ながら、眼を輻輳するということは生理的に調節を伴うことになり、眼の屈折状態に負荷をかけていることになる。このため、従来の検眼装置においては、被検者の矯正レンズの処方を適切に行うための情報を提示できていたとは言えなかった。

【 0 0 0 5 】

本開示は、斜位を有する被検者の矯正レンズの処方をより適切に行うための検眼情報を提供できる検眼装置及び検眼装置の制御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】

【 0 0 0 6 】

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

【 0 0 0 7 】

( 1 ) 本開示に係る検眼装置は、被検眼の視機能を検査する検眼装置において、左右の被検眼に視標を呈示するための左右一対の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段と、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段と、左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段と、出力制御手段と、を備え、前記出力制御手段は、前記視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示し、前記プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を少なくとも2つの異なる状態に変化させ、プリズム量が変化された各状態における被検眼の眼屈折力を前記眼屈折力測定手段によって取得し、取得した眼屈折力を被検眼に付与した各プリズム量に対応させて出力する、ことを特徴とする。

( 2 ) 本開示に係る検眼装置の制御プログラムは、左右の被検眼に視標を呈示するための左右一対の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段と、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段と、左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段と、を備える検眼装置において用いられる検眼装置の制御プログラムであって、前記視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示する視標呈示ステップと、前記プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を少なくとも2つの異なる状態に変化させ、プリズム量が変化された各状態における被検眼の眼屈折力を前記眼屈折力測定手段によって取得する眼屈折力取得ステップと、取得した眼屈折力を被検眼に付与した各プリズム量に対応させて出力する出力ステップと、を検眼装置の制御部に実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本開示によれば、斜位を有する被検者の矯正レンズの処方をより適切に行うための検眼情報を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】 検眼装置の外観の概略構成を示す図である。

【図 2】 測定部に配置される光学系を示す図である。

【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】 撮像素子によって取得された被検眼の前眼部画像の一例である。

【図 8】 プリズム量が付与された被検眼に関し、経時的な眼屈折力測定の結果を模式的に示した例である。

【図 9】 左眼に付与したプリズム量と対応させて出力される眼屈折力の測定結果及び特性情報の例である。

【図 10】 眼位の微小変位の測定結果を模式的に示した例である。

【図 11】 左眼に付与したプリズム量と対応させて出力される眼位（眼球）の微小変位の測定結果としての特性情報の例である。

【図 12】 眼位の変位の特性情報に関し、眼に付与したプリズム量に対する眼位の変位を

10

20

30

40

50

周波数分析し、それをグラフ化して出力した例である。

【図 1 3】プリズム量を連続的に変化させたときの眼屈折力の測定結果の出力例である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

[ 概要 ]

以下、本開示に係る実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 ~ 6 は、実施形態に係る検眼装置の構成について説明する図である。

【 0 0 1 1 】

例えば、被検眼の視機能を検査する検眼装置は、左右の被検眼に視標を呈示するための視標呈示手段であって、左右一对の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段（例えば、視標呈示光学系 3 0）を備える。例えば、検眼装置は、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段（例えば、他覚式測定光学系 1 0）を備える。例えば、検眼装置は、左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段（例えば、偏向ミラー 8 1、駆動機構 8 2、制御部 7 0）を備える。例えば、検眼装置は、出力制御手段（例えば、制御部 7 0、モニタ 6 a）を備える。例えば、出力制御手段は、視標呈示手段、プリズム量変更手段及び眼屈折力測定手段を制御し、視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示し、プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を変化させた少なくとも 2 つの状態における被検眼の眼屈折力を眼屈折力測定手段によって取得し、取得した眼屈折力を被検眼に付与したプリズム量と対応させて出力する。例えば、出力制御手段は、視標呈示手段、プリズム量変更手段及びプリズム量変更手段を制御する。

【 0 0 1 2 】

例えば、プリズム量変更手段は、眼屈折力測定手段が持つ光学系と被検眼との間に配置された光偏向部材（例えば、偏向ミラー 8 1）を備え、光偏向部材が駆動される構成である。これにより、被検眼に向かう視標光束（例えば、視標呈示手段による光束）、眼屈折力測定手段による測定光束の向きが変えられ、被検眼に任意のプリズム量を付与することができる。例えば、プリズム量変更手段は、被検眼の眼前に実際にプリズムを配置する構成であってもよい。また、例えば、プリズム量変更手段は、視標呈示手段によって視標を呈示する位置を左右方向又は上下方向にシフトする構成であってもよい。

【 0 0 1 3 】

例えば、検眼装置は、眼屈折力測定手段によって眼屈折力を測定したときに眼に付与されたプリズム量の変化の各状態における被検眼の特性情報を取得する眼特性取得手段（例えば、制御部 7 0）を備える。例えば、出力制御手段は、眼特性取得手段によって取得された特性情報を被検眼に付与したプリズム量に対応させて出力する。

【 0 0 1 4 】

例えば、検眼装置は、眼屈折力測定手段によって被検眼の眼屈折力の経時変化を取得する眼屈折力変化取得手段（例えば、他覚式測定光学系 1 0、制御部 7 0）を備えていてもよい。例えば、眼特性取得手段は、眼屈折力変化取得手段によって取得された眼屈折力の経時変化に基づき、眼屈折力の経時変化の特性情報を取得する手段であり、出力制御手段は、眼特性取得手段によって取得された眼屈折力の経時変化の特性情報を被検眼に付与したプリズム量と対応させて出力する。例えば、眼屈折力の経時変化の特性情報は、眼屈折力の経時変化の周期、振幅、分散及び高周波成分の出現頻度（H F C）の少なくとも一つを含む。

【 0 0 1 5 】

例えば、検眼装置は、被検眼の前眼部を撮像する前眼部撮像手段（例えば、観察光学系 5 0、撮像素子 5 2）を備える。例えば、眼特性取得手段は、前眼部撮像手段によって撮像された被検眼の前眼部像に基づき、被検眼の眼球運動の経時的な微小変位の情報を取得する微小変位取得手段（例えば、制御部 7 0）を有する。例えば、眼球運動の微小変位とは、眼位の変位である。例えば、微小変位取得手段は、被検眼の前眼部像の瞳孔の位置（例えば、瞳孔中心の位置）と、被検眼の角膜頂点の位置と、の少なくとも一つに基づき、

その位置の時間的な変化を検出することで検眼の眼球運動の微小変位の情報を取得する。例えば、瞳孔の位置は、前眼部像が前眼部撮像手段によって撮像され、撮像された前眼部像が解析処理されることにより検出される。例えば、被検眼の角膜頂点の位置は、角膜に投影された指標により形成されるブルキンエ像を含む前眼部像が前眼部撮像手段によって撮像され、撮像された前眼部像が解析処理されてブルキンエ像が特定されることで検出される。

【 0 0 1 6 】

例えば、出力制御手段は、微小変位取得手段によって取得された微小変位の情報を被検眼に付与したプリズム量と対応させて出力する。例えば、微小変位の情報は、眼球運動の微小変位の周期、振幅、分散及び高周波成分の出現頻度の少なくとも一つを含む。

10

【 0 0 1 7 】

例えば、出力制御手段は、眼特性取得手段（例えば、眼屈折力変化取得手段及び微小変位取得手段の少なくとも一つ）によって取得された特性情報を、被検眼に付与したプリズム量と対応させて出力する際に、前記特性情報に基づき、プリズム量の付与が変化された各状態における特性情報の高低（特性情報の度合いの高低）を判定し、その判定結果を合わせて出力する。例えば、判定結果は、表示手段（例えば、モニタ 6 a）に表示されるように出力される。例えば、判定結果は、特性情報の高低の度合いを示す識別情報（例えば、マーク 2 1 1、マーク 2 1 2）が添付される。例えば、識別情報は、特性情報の高低の度合いの最低値に付される。例えば、識別情報は、特性情報の高低の度合いの最高値に付される。例えば、識別情報は、特性情報の高低の度合いを少なくとも 2 段階に分けて色分けされた情報であってもよい。例えば、識別情報は、特性情報の高低の度合いを少なくとも 2 段階に分け、分けられた段階をレベル（例えば、レベル 1、レベル 2、等）で区分した情報であってもよい。

20

【 0 0 1 8 】

例えば、検眼装置は、被検眼の眼位を取得する眼位取得手段（例えば、制御部 7 0）を備える。例えば、眼位取得手段は、被検眼が融像除去眼位（両眼固視している状態で融像を取り除いたときの眼位）の状態における被検眼の眼位を取得する。例えば、検眼装置は、眼位取得手段によって取得された眼位に基づき、眼屈折力測定手段によって被検眼の眼屈折力を測定するときの少なくとも 2 つの状態のプリズム量を決定するプリズム量決定手段（例えば、制御部 7 0）を備える。例えば、眼位取得手段は、被検眼の前眼部を撮像する前眼部撮像手段を備え、視標呈示手段によって片方の眼に対しては視標を呈示し、もう片方の眼に対する視標の呈示状態と非呈示状態を切換え、前眼部撮像手段によって撮像された被検眼の前眼部像の瞳孔の位置（例えば、瞳孔中心の位置）と、被検眼の角膜頂点の位置と、の少なくとも一つに基づき、被検眼の眼位を取得する。なお、眼位取得手段は、別途測定された眼位が入力手段（例えば、スイッチ部 6 b）によって入力されることで、被検眼の眼位を取得してもよい。

30

【 0 0 1 9 】

例えば、検眼装置は、眼屈折力測定手段によって被検眼の眼屈折力を測定するときの少なくとも 2 つの状態のプリズム量を、検者又は被検者が任意に設定するためのプリズム量設定手段（例えば、コントローラ 6）を備えていてもよい。

40

【 0 0 2 0 】

例えば、出力制御手段は、プリズム量変更手段を制御して被検眼に付与するプリズム量を連続的に変更させながら眼屈折力測定手段による測定を連続的に実行させ、被検眼に付与したプリズム量に対応する眼屈折力を連続的に取得する。この場合、短い測定時間で、被検眼に付与したプリズム量に対応する眼屈折力の測定結果を詳細に得ることができる。これにより、斜位を有する被検者の矯正レンズの処方を適切に行うための検眼情報を、より詳細に提供できる。

【 0 0 2 1 】

例えば、被検眼に付与するプリズム量を変化させた少なくとも 2 つの状態の一つは、ゼロのプリズム量を含む。ゼロのプリズム量の付与状態は、被検眼にプリズム量を付与して

50

いない状態である。例えば、出力制御手段は、各プリズム状態で取得した眼屈折力に基づき、ゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対して所定の度数ステップ以上（例えば、0.25ディオプタ以上）に変化した眼屈折力に対応するプリズム量を求め、求めたプリズム量を出力する。例えば、出力制御手段は、各プリズム状態で取得した眼屈折力に基づき、被検眼に付与されたプリズム量と眼屈折力との対応関係を求め、この対応関係を基にゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対して所定の度数ステップ以上に变化した眼屈折力に対応するプリズム量を求める。例えば、プリズム量と眼屈折力との対応関係は関数式、あるいは、対応関係のテーブル又はグラフとして求められる。これにより、眼屈折力の変化として有利となるプリズム処方情報を提供できる。また、逆に、眼屈折力の変化が所定の度数ステップ未満のプリズム量においては、眼屈折力の有意差が少ないため、プリズム処方が有効でないことの情報を提供できる。

10

#### 【0022】

例えば、検眼装置は、眼屈折力測定手段によって眼屈折力の測定が実行されていないプリズム量に対する眼屈折力の関係を眼屈折力の測定を実行済みの結果から補間する補間手段（制御部70）を備えていてもよい。この場合、出力制御手段は、補間手段による補間結果に基づき、所定の度数ステップ以上に变化した眼屈折力に対応するプリズム量を求めて出力する。これにより、眼屈折力の経時変化の特性情報を求める場合等において、被検眼に付与するプリズム量を変化させた状態を多くしなくても、プリズム処方に有益となる情報を提供できる。

#### 【0023】

20

例えば、検眼装置は、被検眼が両眼視状態で眼屈折力測定手段によって測定を行うか、被検眼が片眼視状態で眼屈折力測定手段によって測定を行うかを、を選択するための選択手段（例えば、制御部70、コントローラ6）を備えていてもよい。

#### 【0024】

なお、本開示においては、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制御プログラム（ソフトウェア）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部（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。

#### 【0025】

例えば、左右の被検眼に視標を呈示するための左右一対の右眼用視標呈示手段と左眼用視標呈示手段とを有する視標呈示手段と、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する眼屈折力測定手段と、左右の被検眼の少なくとも一方に付与するプリズム量を変更するプリズム量変更手段と、を備える検眼装置において用いられる検眼装置の制御プログラムは、視標呈示手段によって被検眼に視標を呈示する視標呈示ステップと、プリズム量変更手段によって被検眼に付与するプリズム量を変化させた少なくとも2つの状態で、眼屈折力測定手段によって測定された被検眼の眼屈折力を取得する眼屈折力取得ステップと、取得した眼屈折力を被検眼に付与したプリズム量に対応させて出力する出力ステップと、を検眼装置の制御部に実行させる。

30

#### 【0026】

#### 〔実施例〕

40

本実施形態に係る検眼装置の一実施例について説明する。図1は、検眼装置1の外観の概略構成を示す図である。本実施例においては、検眼装置1は、被検眼の光学特性（例えば、眼屈折力）を他覚的に測定する他覚式測定部と、被検眼Eの光学特性（例えば、眼屈折力）を自覚的に測定する自覚式測定部と、を備えている装置を例にして説明する。なお、図1において、被検者側から見て左右方向（水平方向）をX方向、上下方向（鉛直方向）をY方向、前後方向をZ方向として説明する。

#### 【0027】

例えば、検眼装置1は、筐体2、呈示窓3、額当て4、顎台5、コントローラ6、測定部7、撮像部90、前眼部照明部95、等を備える。

#### 【0028】

50

呈示窓 3 は、被検眼 E に視標を呈示するために用いる。被検者の顔を当てる額当て 4 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。被検者の顎を載せる顎台 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。なお、顎台 5 は、必ずしも設けられていなくてもよい。

#### 【0029】

コントローラ 6 は、モニタ 6 a、スイッチ部 6 b、等を備える。モニタ 6 a は、各種の情報（例えば、被検眼 E の測定結果、等）を表示する。モニタ 6 a は、タッチパネルであり、モニタ 6 a がスイッチ部 6 b の機能を兼ねている。スイッチ部 6 b 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、ケーブル等を介した有線通信と、赤外線等を介した無線通信と、の少なくとも

10

#### 【0030】

撮像部 9 0 は、図示なき撮像光学系を備える。例えば、撮像光学系は、被検者の顔を撮像するために用いられる。例えば、撮像光学系は、撮像素子とレンズにより構成されてもよい。前眼部照明部 9 5 は、内部に赤外照明光源（図示を略す）が配置され、後述する観察光学系 5 0 によって被検眼 E の前眼部を撮像するための照明光を左右の被検眼 E に向けて発する。

#### 【0031】

##### <測定部>

測定部 7 は、左眼用測定部 7 L と右眼用測定部 7 R を備える。本実施例において、左眼用測定部 7 L と、右眼用測定部 7 R と、は同一の部材で構成される。もちろん、左眼用測定部 7 L と、右眼用測定部 7 R 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、後述する左右一对の視標呈示光学系と、後述する左右一对の自覚式測定部と、後述する左右一对の他覚式測定部と、を有する。測定部 7 からの視標光束及び測定光束は、呈示窓 3 を介して被検眼 E に導光される。

20

#### 【0032】

図 2 は、測定部 7 に配置される光学系を示す図である。図 2 では、測定部 7 として、左眼用測定部 7 L を例に挙げる。右眼用測定部 7 R は、左眼用測定部 7 L と同様の構成であるため省略する。例えば、左眼用測定部 7 L は、視標呈示光学系 3 0、他覚式測定光学系 1 0、自覚式測定光学系 2 5、第 1 アライメント指標光学系 5 5、第 2 アライメント指標光学系 4 0、観察光学系 5 0、等を備える。

30

#### 【0033】

##### <視標呈示光学系>

視標呈示光学系 3 0 は、被検眼 E に向けて視標光束を投光する。例えば、視標呈示光学系 3 0 は、ディスプレイ 3 1、投光レンズ 3 3、投光レンズ 3 4、反射ミラー 3 6、対物レンズ 3 7、ダイクロイックミラー 3 5、ダイクロイックミラー 2 9、等を備える。

#### 【0034】

ディスプレイ 3 1 には、視標（固視標、検査視標、等）が表示される。ディスプレイ 3 1 から出射した視標光束は、投光レンズ 3 3 からダイクロイックミラー 2 9 までの光学部材を順に經由して、被検眼 E に投影される。ダイクロイックミラー 3 5 は、他覚式測定光学系 1 0 の光路と、自覚式測定光学系 2 5 の光路と、を共通光路にする。すなわち、ダイクロイックミラー 3 5 は、他覚式測定光学系 1 0 の光軸 L 1 と、自覚式測定光学系 2 5 の光軸 L 2 と、を同軸にする。ダイクロイックミラー 2 9 は、光路分岐部材である。ダイクロイックミラー 2 9 は、視標呈示光学系 3 0 による視標光束と、後述の投影光学系 1 0 a による測定光束と、を反射して被検眼 E に導く。

40

#### 【0035】

##### <他覚式測定光学系>

他覚式測定光学系 1 0 は、被検眼 E 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 の眼屈折力を測定する他覚式測定部を例に挙げて説明する。例えば、他覚式測定光学系 1 0 は、投

50

影光学系 10a と、受光光学系 10b と、で構成される。

【0036】

投影光学系 10a 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、投影光学系 10a 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 14、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。

【0037】

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。

【0038】

受光光学系 10b 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 10b 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 14、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。

【0039】

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。

【0040】

上記の構成において、光源 11 から出射された測定光束は、リレーレンズ 12、ホールミラー 13、及びプリズム 15 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して、被検眼 E 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。眼底に投影された点光源像は、反射・散乱されて被検眼 E から射出すると、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 102 によって集光し、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、及びミラー 17 を介して、受光絞り 18 に再び集光すると、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。

【0041】

なお、本実施例において、プリズム 15 は、投影光学系 10a と受光光学系 10b の共通光軸に配置されている。例えば、投影光学系 10a 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。

【0042】

なお、他覚式測定光学系 10 の例である眼屈折力測定光学系は、眼屈折力が得られる構成であれば上記に限られない。例えば、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。これらの詳細については、例えば、特開 2018 - 47049 号公報を参考されたい。

【0043】

< 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 の眼屈折力を測定する自覚式測定部を例に挙げる。なお、被検眼 E の光学特性は、眼屈折力の他、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）、等であってもよい

10

20

30

40

50

。例えば、自覚式測定光学系 25 は、前述した視標呈示光学系 30 と、矯正光学系 60 と、で構成される。

#### 【0044】

##### < 矯正光学系 >

矯正光学系 60 は、視標呈示光学系 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、後述の駆動機構 39、等を備える。

#### 【0045】

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 61a と円柱レンズ 61b で構成される。円柱レンズ 61a と円柱レンズ 61b は、回転機構 62a と回転機構 62b の駆動によって、光軸 L2 を中心として、各々が独立に回転する。

#### 【0046】

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、視標呈示光学系 30 の光路に、矯正レンズを出し入れしてもよい。

#### 【0047】

##### < 駆動機構 >

本実施例において、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、視標呈示光学系 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。駆動機構 39 が移動させた駆動ユニット 95 の移動位置は、図示なきポテンショメータによって検出される。

#### 【0048】

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、他覚式測定では、被検眼 E に雲霧をかけることができる。自覚式測定では、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。

#### 【0049】

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。

#### 【0050】

##### < 第 1 アライメント指標光学系 >

10

20

30

40

50

第 1 アライメント指標光学系 5 5 は、近赤外光を発する光源 5 6、コリメータレンズ 5 7、ハーフミラー 5 8、を備える。光源 5 6 を出射した光は、コリメータレンズ 5 7 により略平行光束とされ、ハーフミラー 5 8 で反射されることで他覚式測定光学系 1 0 の光軸 L 1 と同軸にさる。その後、光源 5 6 からの光は、ダイクロイックミラー 3 5 及びダイクロイックミラー 2 9 で反射され、被検眼 E の正面方向から被検眼 E に投光される。

【 0 0 5 1 】

< 第 2 アライメント指標光学系 >

第 2 アライメント指標光学系 4 0 は、投光光学系 4 0 a と検出光学系 4 0 b とを備える。投光光学系 4 0 a は、近赤外光を照明発する光源 4 1 及びコリメータレンズ 4 2 を備え、被検眼 E の角膜に向けて斜め方向から指標光を投光する。検出光学系 4 0 b の光軸は、観察光学系 5 0 の光軸 L 3 に関して投光光学系 4 0 a の光軸と対照的に配置されている。検出光学系 4 0 b は、レンズ 4 6、集光レンズ 4 7、位置検出素子 4 8 を備える。光源 4 1 によって投光された照明光は、被検眼 E の角膜で反射されることで光源 4 1 の虚像である指標像（角膜反射輝点）を形成する。その指標像の光は、レンズ 4 6 及び集光レンズ 4 7 を介して位置検出素子 4 8 に入射する。位置検出素子 4 8 上の指標像の位置は、Z 方向における被検眼 E の位置に応じて変化する。位置検出素子 4 8 の出力信号は制御部 7 0 に出力され、制御部 7 0 によって Z 方向における被検眼 E のアライメント状態が検出される。

【 0 0 5 2 】

< 観察光学系 >

観察光学系（撮像光学系）5 0 は、ダイクロイックミラー 2 9、対物レンズ 5 3、撮像レンズ 5 1、撮像素子 5 2、等を備える。ダイクロイックミラー 2 9 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 5 2 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 5 2 からの出力は、制御部 7 0 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 5 2 により撮像され、モニタ 6 a 上に表示される。

【 0 0 5 3 】

また、観察光学系 5 0 は、第 1 アライメント指標光学系 5 5 によって被検眼 E の角膜に形成された指標像を検出する光学系を兼ねる。すなわち、第 1 アライメント指標光学系 5 5 の光源 5 6 からの光が被検眼 E の角膜で反射されることで、光源 5 6 の虚像である指標像（角膜反射輝点）が形成され、その指標像は撮像素子 5 2 に受光される。そして、撮像素子 5 2 の出力信号に基づき、制御部 7 0 によって指標像の位置が検出されることで、被検眼 E の X Y 方向におけるアライメント状態が検出される。

【 0 0 5 4 】

< 検眼装置の内部構成 >

検眼装置 1 の内部構成について説明する。図 3 は、検眼装置 1 の内部を正面方向から見た概略構成図である。図 4 は、検眼装置 1 の内部を側面方向から見た概略構成図である。図 5 は、検眼装置 1 の内部を上面方向から見た概略構成図である。なお、図 4 及び図 5 では、説明の便宜上、左眼用測定部 7 L の光軸のみを示している。

【 0 0 5 5 】

検眼装置 1 は、測定部 7 の他、自覚式測定部及び他覚式測定部で共用される光偏向部材の例である偏向ミラー 8 1、駆動機構 8 2、駆動部 8 3、反射ミラー 8 4、凹面ミラー 8 5、等を備える。なお、自覚式測定部及び他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 8 4 を有しない構成であってもよい。この場合には、測定部 7 からの視標光束が、偏向ミラー 8 1 を介した後に凹面ミラー 8 5 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 からの視標光束を、ハーフミラーを介して凹面ミラー 8 5 の光軸 L に対して斜め方向に照射し、その反射光束を被検眼 E に導光してもよい。

【 0 0 5 6 】

検眼装置 1 は、左眼用駆動部 9 L と、右眼用駆動部 9 R と、を有し、左眼用測定部 7 L と、右眼用測定部 7 R と、をそれぞれ X 方向（水平方向）に移動させることができる。例えば、左眼用測定部 7 L 及び右眼用測定部 7 R を X 方向に移動させることによって、測定

10

20

30

40

50

部 7 と、後述の偏向ミラー 8 1 と、の間の距離が変化し、測定部 7 からの視標光束の Z 方向（被検者に対する前後方向）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 6 0 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 6 0 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 が Z 方向に調整される。

【 0 0 5 7 】

例えば、偏向ミラー 8 1 は、左右一對にそれぞれ設けられた右眼用偏向ミラー 8 1 R と左眼用偏向ミラー 8 1 L とを有する。例えば、偏向ミラー 8 1 は、測定部 7 と被検眼 E との間に配置される。本実施例では、偏向ミラー 8 1 R が測定部 7 R と被検眼 E R との間に配置され、偏向ミラー 8 1 L が測定部 7 L と被検眼 E L との間に配置されている。すなわち、偏向ミラー 8 1 は、測定部 7 の他覚式光学系 1 0 及び視標呈示光学系 3 0 の共用光路に配置されている。また、偏向ミラー 8 1 は、自覚式測定光学系 2 5 の光路にも配置されていることにもなる。なお、偏向ミラー 8 1 は、瞳共役位置に配置されることが好ましい。

10

【 0 0 5 8 】

例えば、左眼用偏向ミラー 8 1 L は、左眼用測定部 7 L 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 8 1 L 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 7 L に導光する。例えば、右眼用偏向ミラー 8 1 R は、右眼用測定部 7 R 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 8 1 R 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 7 R に導光する。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 8 1 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、例えば、プリズム、レンズ、等であってもよい。

20

【 0 0 5 9 】

また、偏向ミラー 8 1（左眼用偏向ミラー 8 1 L、右眼用偏向ミラー 8 1 R）は、本実施例では、被検眼 E に任意のプリズム量（プリズム度数）を付与するプリズム付与ユニットとしても機能する。すなわち、被検眼 E の眼前（自覚式測定光学系 2 5、他覚式測定光学系の光路）に実際のロータリープリズムを配置する代わりに、偏向ミラー 8 1 の駆動によって被検眼 E に向かう視標光束の向きを変えることで、被検眼 E に任意のプリズム量を付与することができる。

【 0 0 6 0 】

なお、被検眼 E に任意のプリズム量を付与するプリズム付与ユニットに関し、視標呈示光学系 3 0 が持つディスプレイ 3 1 を利用し、その画面に表示する視標の位置を X 方向にシフトする構成であってもよい。

30

【 0 0 6 1 】

例えば、駆動機構 8 2 は、モータ（駆動部）等からなる。例えば、駆動機構 8 2 は、左眼用偏向ミラー 8 1 L を駆動するための駆動機構 8 2 L と、右眼用偏向ミラー 8 1 R を駆動するための駆動機構 8 2 R と、を有する。例えば、駆動機構 8 2 の駆動によって、偏向ミラー 8 1 は回転移動する。例えば、駆動機構 8 2 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 8 1 を回転させる。すなわち、駆動機構 8 2 は偏向ミラー 8 1 を X Y 方向に回転させる。なお、偏向ミラー 8 1 の回転は、水平方向又は鉛直方向の一方であってもよい。

40

【 0 0 6 2 】

例えば、駆動部 8 3 は、モータ等からなる。例えば、駆動部 8 3 は、左眼用偏向ミラー 8 1 L を駆動するための駆動部 8 3 L と、右眼用偏向ミラー 8 1 R を駆動するための駆動部 8 3 R と、を有する。例えば、駆動部 8 3 の駆動によって、偏向ミラー 8 1 は X 方向に移動する。例えば、左眼用偏向ミラー 8 1 L 及び右眼用偏向ミラー 8 1 R が移動されることによって、左眼用偏向ミラー 8 1 L 及び右眼用偏向ミラー 8 1 R との間の距離が変更され、被検眼 E の瞳間距離にあわせて、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。

【 0 0 6 3 】

50

なお、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 E 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。

#### 【0064】

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、で共有される。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、で共有される。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、を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てもよい。例えば、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。

#### 【0065】

##### < 自覚式測定部の光路 >

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。なお、右眼用光路は、左眼用光路と同様の構成である。例えば、左眼用の自覚式測定部において、自覚式測定光学系 25 におけるディスプレイ 31 から出射した視標光束は、投光レンズ 33 を介して乱視矯正光学系 63 へと入射し、乱視矯正光学系 63 を通過すると、投光レンズ 34、反射ミラー 36、対物レンズ 37、ダイクロイックミラー 35、及びダイクロイックミラー 29、を経由して、左眼用測定部 7L から左眼用偏向ミラー 81L に向けて導光される。左眼用偏向ミラー 81L で反射された視標光束は、反射ミラー 84 により凹面ミラー 85 に向けて反射される。ディスプレイ 31 とから出射した視標光束は、このように各光学部材を経由して、左眼 EL に到達する。

#### 【0066】

これにより、左眼 EL の眼鏡装用位置（例えば、角膜頂点位置から 12mm 程度）を基準として、左眼 EL 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、球面度数の矯正光学系（本実施例では、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、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、自然な状態で、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視準することができる。

#### 【0067】

##### < 他覚式測定部の光路 >

他覚式測定部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が、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、左眼用の他覚式測定部において、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 からダイクロイックミラー 29 を経由し、左眼用測定部 7L から左眼用の偏向ミラー 81L に向けて投影される。左眼用測定部 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、反射ミラー 84 によって凹面ミラー 85 に向けて反射される。凹面ミラーによって反射された測定光は、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 によって、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。

#### 【0068】

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 により集光され、プリズム 15、ホール

10

20

30

40

50

ミラー 13、リレーレンズ 16、ミラー 17に達する。ミラー 17で反射された光は、受光絞 18の開口上で再び集光され、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 E の光学特性を測定することができる。

【0069】

<制御部>

図 6 は、検眼装置 1 の制御系を示す図である。例えば、制御部 70 には、モニタ 6a、記憶手段の例であるメモリ 75（例えば、不揮発性メモリ）、測定部 7 が備える光源 11、撮像素子 22、ディスプレイ 31、撮像素子 52、等の各種部材（図 2 に図示された電

10

氣的構成部材）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、駆動機構 39、駆動部 83、等がそれぞれ備える図示なき駆動部が電氣的に接続されている。

【0070】

例えば、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 1 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 1 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。

【0071】

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。例えば、メモリ 75 には、他覚式測定部及び自覚式測定部を制御するための制御プログラムが記憶されている。

20

【0072】

<制御動作>

以上のような構成を備える検眼装置 1 の動作を説明する。例えば、以下では、被検者が斜位を持つ眼の場合を説明する。

【0073】

被検者は額当て 4 に額を当て、呈示窓 3 を観察する。被検者の検査態勢が整ったら、検者はコントローラ 6 のスイッチ部 6b を操作し、被検眼 E を固視させるための視標（固視標）の選択信号を入力する。制御部 70 は、左眼用測定部 7L 及び右眼用測定部 7R の各々に設けられたディスプレイ 31 に、視標の選択信号に基づく同一の視標を表示させる。被検者の眼（左眼 EL と右眼 ER）にはそれぞれ視標が呈示されるが、同一の視標が呈示されることで、被検者は両眼で一つの視標として認識する。

30

【0074】

<被検眼に対する測定部のアライメント>

続いて、検者は、被検者の左眼 EL 及び右眼 ER に、左眼用測定部 7L 及び右眼用測定部 7R をそれぞれアライメントするためのスタート信号をスイッチ部 6b によって入力する。左眼 EL 及び右眼 ER にはそれぞれ第 1 アライメント指標光学系 55 による指標及び第 2 アライメント指標光学系 40 による指標が投影される。第 1 アライメント指標光学系 55 による指標は撮像素子 52 により受光され、撮像素子 52 からの出力信号に基づいて XY 方向における測定部 7 のアライメント状態が検出される。第 2 アライメント指標光学系 40 による指標は位置検出素子 48 に受光され、位置検出素子 48 の出力信号に基づいて Z 方向における測定部 7 のアライメント状態が検出される。制御部 70 は、XY 及び Z 方向のアライメント検出に基づき、駆動部 9（9L、9R）、駆動機構 82（82L、82R）、駆動部 83（83L、83R）の駆動を制御し、測定部 7（7L、7R）を XY 及び Z 方向に移動させ、被検眼 E に対するアライメントを完了させる。

40

【0075】

<被検眼の斜位（眼位）の測定>

50

例えば、被検眼 E を遮蔽状態及び非遮蔽状態とし、各々の状態における前眼部画像を得ることによって、斜位の検査が行われる。例えば、被検眼 E に対し、斜位の検査の 1 つとして、カバーアンカバーテストが実施されてもよい。カバーアンカバーテストは、片眼の視界を覆うカバーを取り外し、その際の眼の動きを確認する検査方法である。遮蔽状態にされた被検眼 E は、融像除去眼位（両眼固視している状態で融像を取り除いたときの眼位）となる。すなわち、被検眼 E は、視標（物）を見る必要がなくなるため、輻輳せずに、眼にとって楽な姿勢に移動する。

#### 【0076】

本実施例では、一方の眼に対して視標を呈示し、他方の眼に対しては視標の呈示と非呈示とを切換えることで、斜位の検査が行われる。視標の呈示は、左眼用測定部 7 L 及び右眼用測定部 7 R のそれぞれに配置された視標呈示光学系 30 のディスプレイ 31 に所定の同一視標が表示されることで行われる。例えば、視標の呈示と非呈示の切換えは、ディスプレイ 31 に視標を表示した状態とディスプレイの表示を消した状態とを切換えることで行われる。そして、片方の眼に対する視標の呈示状態から非呈示状態に切換え、その際に眼の動きを検出することで斜位の有無が測定され、眼の動きの方向によって斜位方向が測定され、眼の動きの量によって斜位量が測定される。以下では、左眼 E L を測定眼、右眼 E R を非測定眼として説明する。

#### 【0077】

検者は、被検眼 E に対するアライメントが完了すると、スイッチ部 6 b を操作し、被検眼 E の斜位の測定を開始するためのスイッチを選択する。制御部 70 は、スイッチ部 6 b からの入力信号に応じて、第 1 アライメント指標光学系 55 の光源 56 を点灯させる。これによって、被検眼 E の角膜には、光源 56 から出射した指標光の角膜反射光によるブルキンエ像が形成されるようになる。

#### 【0078】

また、制御部 70 は、スイッチ部 6 b からの入力信号に応じて、左眼用測定部 7 L のディスプレイ 31（以下、ディスプレイ 31 L）に左眼用の視標を表示させ、右眼用測定部 7 R のディスプレイ 31 に右眼用の視標を表示させる。例えば、このとき、左眼 E L と右眼 E R との視線は、いずれも各々の光軸 L1（L2、L3）に一致する。次に、制御部 70 は、ディスプレイ 31 L の表示を消し、左眼に対する視標を非呈示状態とする。被検者の眼が斜位を持つ場合、視標の非呈示状態では被検眼は融像除去眼位となり、測定眼である左眼 E L の視線方向は光軸 L1 から外れ、斜位方向に向くようになる。このときの前眼部画像が観察光学系 50 の撮像素子 52 によって取得される。

#### 【0079】

なお、被検眼 E に対して視標の呈示状態と非呈示状態を切換える構成は、図 5 に示すように、可視光遮断部材（例えば IR フィルタ等）111 が被検眼 E の眼前で挿入・脱出される構成であっても良い。視標の呈示を非呈示状態とするときには、可視光遮断部材 111 が被検眼 E の眼前に挿入される。可視光遮断部材 111 は、撮像素子 52 で前眼部を撮像するための前眼部撮影光（本実施形態では、不可視光である近赤外光）を透過し、且つ、視標を呈示する可視光を遮断する。この場合、被検眼 E に対する視標が非呈示状態であっても、撮像素子 52 は、視標の呈示切換えの前後を通じて適切に被検眼 E の前眼部を撮影することができる。

#### 【0080】

図 7 は、撮像素子 52 によって取得された被検眼 E の前眼部画像 100 の一例である。図 7 は、左眼 E L が外斜位である場合の例を示す。例えば、前眼部画像 100 には、被検眼 E の瞳孔 P と、第 1 アライメント指標光学系 55 により形成されたブルキンエ像である指標 S と、が現れている。ブルキンエ像である指標 S は、角膜頂点の位置を示す。制御部 70 は、前眼部画像 100 を解析処理し、輝度信号のレベル（立ち上がり及び立ち下がり等）を基に瞳孔 P を検出し、さらに瞳孔 P の中心を求めることにより瞳孔中心 P c の位置座標を得る。また、制御部 70 は、前眼部画像 100 を解析処理し、指標 S の位置座標を得る。そして、制御部 70 は、瞳孔中心 P c に対して指標 S が位置する方向によって、斜

10

20

30

40

50

位の方向（外斜位、内斜位、上斜位、下斜位、及びこれらの複合）を検出する。また、制御部 70 は、瞳孔中心 P c に対する指標 S のズレ量 d に基づいて斜位量を検出する。また、斜位量は眼位のずれ量であるので、制御部 70 は、眼位のずれ量に基づいて被検眼 E に付与するプリズム量（プリズム度数）を決定する。斜位の測定結果は、モニタ 6 a に表示される。

#### 【0081】

< 経時的な眼屈折力測定による眼の特性情報の取得 >

斜位検査によって被検者が斜位を持つことが分かった場合、被検眼 E に付与するプリズム量を変化させた状態での経時的な眼屈折力（眼屈折力の時間変化）の他覚測定に移る。この測定は、被検者の左右両眼に検査視標を呈示する両眼視状態で行われる。

10

#### 【0082】

例えば、被検眼 E に付与するプリズム量は斜位検査での眼位のずれ量に基づいて設定され、プリズム量が増加された少なくとも 2 つの状態に変えられる。例えば、測定は、プリズム量が付与されない状態と融像除去眼位のプリズム量の状態とを含み、その間を等間隔のプリズム量の変化で、4 つのプリズム量の変化状態で行われる。例えば、以下では、融像除去眼位の状態が 15 プリズム量であったとし、1 回目の測定は 15 プリズム量の付与状態、2 回目は 10 プリズム量の付与状態、3 回目は 5 プリズム量の付与状態、4 回目はゼロのプリズム量の付与状態（被検眼にプリズム量を付与していない状態）で行われるものとする。

#### 【0083】

20

なお、被検眼 E の眼屈折力を測定するときの少なくとも 2 つの状態のプリズム量は、被検者又は検査者が任意に設定する構成であってもよい。例えば、モニタ 6 a には、斜位検査での眼位のずれ量に対応するプリズム量の値が表示される。被検者又は検査者は、その値を参考とし、スイッチ部 6 b の操作によって複数の段階のプリズム量を任意に設定してもよい。この場合、コントローラ 6（モニタ 6 a 及びスイッチ部 6 b）は、プリズム量設定手段の例として機能する。

#### 【0084】

検査者は、スイッチ部 6 b を操作し、経時的な眼屈折力の他覚測定を実行するための測定開始信号を入力する。例えば、制御部 70 は、斜位検査での測定眼である左眼 E L に、眼位のずれ量に基づいて偏向ミラー 81 L を移動する。例えば、制御部 70 は、1 回目の測定では、15 プリズムに相当する分だけ偏向ミラー 81 L を移動する。そして、制御部 70 は、左眼 E L に 15 プリズム量を付与した状態で、他覚式測定光学系 10 による眼屈折力測定を実行する。眼屈折力測定では、左眼 E L 及び右眼 E R には同一の視標が呈示される。また、制御部 70 は、経時的な測定のため、左眼 E L にプリズム量を付与した状態で一定時間 T（例えば、5 秒間）の間、左右両眼の眼屈折力測定を連続的に行う。経時的な眼屈折力の測定結果は、撮像素子 22 からの出力に基づいて得られ、メモリ 75 に記憶される。

30

#### 【0085】

同様に、制御部 70 は、2 回目の測定では 10 プリズム量を付与した状態で、3 回目の測定では 5 プリズム量の付与状態で、4 回目の測定ではゼロのプリズム量の付与状態で、それぞれ一定時間の間、眼屈折力測定を連続的に行う。各プリズム状態での経時的な眼屈折力の測定結果は、メモリ 75 に記憶される。

40

#### 【0086】

なお、融像除去眼位におけるプリズム量の付与に関し、上記では偏向ミラー 81 L を移動することで、左眼 E L にプリズム量を付与するものとしたが、次のようにしてもよい。例えば、前述した斜視検査のときと同様に、左眼 E L に対する視標を非呈示状態とする（ディスプレイ 31 L の表示を消す、又は可視光遮断部材 111 を眼前に配置する）。これにより、左眼 E L は融像除去眼位となり、斜位方向に眼が移動する。この状態で、第 1 アライメント指標光学系 55 及び第 2 アライメント指標光学系 40 による指標に基づいて測定部 7 L のアライメントを行い、左眼 E L の眼屈折力の測定を実行する。このような左

50

眼 E L に対する視標を非呈示とした状態の眼屈折力測定においても、被検眼にプリズム量を付与した状態と等価となり、本実施態様のプリズム量の付与に含まれる。

【 0 0 8 7 】

異なるプリズム量の状態での眼屈折力測定が終了すると、制御部 7 0 は、各プリズム量の状態における眼屈折力の分析を行い、被検眼の特性情報を取得する。

【 0 0 8 8 】

図 8 は、プリズム量が付与された左眼 E L に関し、経時的な眼屈折力測定の結果を模式的に示した例である。なお、図 8 ( a )、図 8 ( b ) において、それぞれ横軸に経過時間を取り、縦軸に眼屈折力の変化を取っている。図 8 ( a ) は、例えば、眼に 1 0 プリズムが付与されたときの例である。図 8 ( b ) は、例えば、眼にゼロのプリズム量が付与されたときの例である。斜位の被検者においては、眼に付与されたプリズム量が小さい場合、両眼視では自身の眼の輻輳力によって視標を融像できる者もいる。しかし、眼が輻輳することとは、生理的に眼の調節が伴い、眼の屈折状態に負荷を掛けていることになる。このため、眼にプリズム量を付与することにより、眼が融像除去眼位又は融像除去眼位に近い場合の例である図 8 ( a ) に対し、眼に付与されたプリズム量が小さい場合の例である図 8 ( b ) では、時間的な眼屈折力の変化の振幅が大きく、また、その周期も短い傾向にある。したがって、眼に付与するプリズム量を変化させたときの経時的な眼屈折力変化を分析することで、被検者に矯正レンズを適切に処方するための有益な情報を提供できる。例えば、斜位の被検者に現われる眼の特性情報としては、経時的な眼屈折力変化の周期、振幅、分散、及び高周波成分の出現頻度（以下、H F C）の少なくとも一つが挙げられる。

【 0 0 8 9 】

なお、H F C の分析は、特開 2 0 0 3 - 7 0 7 4 0 号公報に記載された技術が利用でき、例えば、以下のようにして求められる。まず、眼屈折力変化データについて高速フーリエ変換（F F T）を用いて周波数分析を行い、パワースペクトルを求める。算出されたパワースペクトルから常用対数に変換して解析する。このパワースペクトルから所定の高周波成分（例えば、1 . 0 ~ 2 . 3 H z の区間）の平均パワースペクトル（d B）を求めることで、高周波成分の出現頻度として評価する。

【 0 0 9 0 】

図 9 は、左眼 E L に付与したプリズム量と対応させて出力される眼屈折力の測定結果及び特性情報（斜位の被検者に現われる眼の特性情報）の例である。例えば、測定結果及び特性情報の出力はモニタ 6 a に表示される。出力は、プリンタでの印刷、またはその他の装置へ転送であってもよい。なお、右眼 E R の測定結果の図示は略している。

【 0 0 9 1 】

図 9 において、表示欄 2 0 1 には眼屈折力測定が行われたプリズム量が表示され、表示欄 2 0 2 には眼屈折力の測定結果が表示され、表示欄 2 0 3 には眼屈折力変化の周期が表示され、表示欄 2 0 4 には眼屈折力変化の分散が表示され、表示欄 2 0 5 には眼屈折力変化の周期が表示され、表示欄 2 0 6 には眼屈折力変化の H F C（高周波成分の出現頻度）が表示されている。なお、各プリズム量に対応した眼屈折力、振幅、分散、周期及び H F C の各値は、経時的な測定での平均値又は代表値として表示されている。

【 0 0 9 2 】

また、各プリズム量に対応した眼屈折力の測定結果及び特性情報の出力において、制御部 7 0 によって、プリズム量の付与が変化された各状態における特性情報の高低（特性情報の度合いの高低）が判定され、その判定結果が合わせて出力されてもよい。例えば、各プリズム状態における特性情報の最低値には、他の情報に対して識別するための識別情報の例である「○」マーク 2 1 1 が添付される。また、各プリズム状態における特性情報の最高値には、他の情報に対して識別するための識別情報の例である「」マーク 2 1 2 が添付される。眼屈折力の測定結果及び特性情報の出力に「○」マーク 2 1 1 が添付されることにより、検者は被検眼 E が輻輳することに伴う被検眼の負荷状態が分かりやすくなり、被検者の矯正レンズの処方に当たり、適切なプリズム量や屈折度数を決めることができ

るようになる。

【 0 0 9 3 】

なお、各プリズム状態における特性情報の高低の識別情報としては、特性情報の高低の値を少なくとも 2 段階の色分けで示してもよい。例えば、各プリズム状態における特性情報の最低値が青色で表示され、各プリズム状態における特性情報の最高値が赤色で表示され、その他は黒色で表示される。また、識別情報としては、特性情報の高低を示すレベル値（例えば、レベル 1、レベル 2、レベル 3）で分けられて示されてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、眼に付与するプリズム量の違いで（すなわち、眼位の違いで）、眼屈折力が所定の度数ステップ（例えば、0.25 ディオプタ）以上に变化したか否かが制御部 70 によって求められ、その結果が検者に認識されるように出力されてもよい。例えば、図 9 の例においては、ゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対し、所定の度数ステップである 0.25 ディオプタ以上の变化（度数が弱くなる方向への変化）がある場合に、他と識別するためのマーク 213 が添付されている。これにより、眼屈折力の変化として有利となるプリズム量の付与を分かりやすく示すことができる。また、ゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対し、眼屈折力の変化が所定の度数ステップ未満の場合には、眼にプリズム量を付与しても眼屈折力の有意差が少ないので、検者は、矯正レンズの処方に当たり、プリズム量の処方が必要か否かの判断の参考にできる。

【 0 0 9 5 】

< 眼球運動の微小変位の測定による眼の特性情報の取得 >

眼の特性情報を得るために、眼屈折力を測定したときのプリズム量を被検眼 E に付与した状態で、眼球運動の経時的な微小変位を測定してもよい。例えば、眼球運動の微小変位は、眼位の微小変位として得ることができる。例えば、眼位の微小変位は、図 7 と同様に、撮像素子 52 によって取得された被検眼 E の前眼部画像 100 を解析処理し、前眼部画像 100 における瞳孔中心 P c 又は指標 S（角膜中心）の経時的な変位を測定して得ることができる。

【 0 0 9 6 】

また、眼位の経時的な微小変位の測定は、先に説明した経時的な眼屈折力測定と平行して行うことができる。すなわち、制御部 70 は、先の例の経時的な眼屈折力測定において、左眼 E L に 15 プリズム量、10 プリズム量、5 プリズム量及びゼロのプリズム量の付与状態で、それぞれ一定時間 T の間、眼屈折力測定の測定結果の取得に平行して、撮像素子 52 によって取得された前眼部画像に基づいて瞳孔中心 P c 又は指標 S の経時的な変位情報を得る。例えば、この変位情報は斜位検査で得た斜位方向における変位として得ればよい。なお、眼位の経時的な微小変位の測定は、経時的な眼屈折力測定とは別に行ってもよい。各プリズム状態での経時的な眼位の微小変位の測定結果は、メモリ 75 に記憶される。

【 0 0 9 7 】

図 10 は、眼位の微小変位の測定結果を模式的に示した例である。図 10 ( a )、図 10 ( b ) において、それぞれ横軸に経過時間を取り、縦軸に眼位の変化を取っている。図 10 ( a ) は、輻輳に伴う被検眼 E の負荷が小さい場合（被検眼 E が融像除去眼位又は融像除去眼位に近い場合）の例であり、例えば、眼に 10 プリズムが付与されたときの例である。一方、図 10 ( b ) は、輻輳に伴う被検眼 E の負荷が大きい場合の例であり、例えば、眼にゼロのプリズム量が付与されたときの例である。図 10 ( a ) に対し、輻輳に伴う眼の負荷が大きい場合の図 10 ( b ) では、眼位（眼球）の変位の振幅が大きく、その周期も短くなる傾向にある。したがって、眼に付与するプリズム量を変化させたときの経時的な眼位（眼球）の変化を分析することで、被検者に矯正レンズを適切に処方するための有益な情報を提供できる。例えば、斜位の被検者に現われる眼の特性情報としては、経時的な眼位（眼球）の変化の周期、振幅、分散、及び H F C の少なくとも一つが挙げられる。

【 0 0 9 8 】

図 1 1 は、左眼 E L に付与したプリズム量と対応させて出力される眼位（眼球）の微小変位の測定結果としての特性情報（斜位の被検者に現われる眼の特性情報）の例である。例えば、特性情報の出力はモニタ 6 a に表示される。出力は、プリンタでの印刷、またはその他の装置へ転送であってもよい。なお、右眼 E R の測定結果の図示は略している。

【 0 0 9 9 】

図 1 1 において、表示欄 2 2 1 には眼に付与されたプリズム量が表示され、表示欄 2 2 3 には眼位の変位の振幅が表示され、表示欄 2 2 4 には眼位の変位の分散が表示され、表示欄 2 2 5 には眼位の変位の周期が表示され、表示欄 2 2 6 には眼位の変位の H F C（高周波成分の出現頻度）が表示されている。各プリズム量に対応した振幅、分散、周期及び H F C の各値は、経時的な測定での平均値又は代表値として表示される。なお、図 1 1 で

10

【 0 1 0 0 】

また、各プリズム量に対応した眼球運動の微小変位に関する特性情報の出力においても、経時的な眼屈折力の場合と同様に、制御部 7 0 によって、プリズム量の付与が変化された各状態における特性情報の高低（特性情報の度合いの高低）が判定され、その判定結果が合わせて出力されてもよい。例えば、図 9 と同様に、各プリズム状態における特性情報の最低値には、他の情報に対して識別するための識別情報の例である「○」マーク 2 1 1 が添付される。また、各プリズム状態における特性情報の最高値には、他の情報に対して識別するための識別情報の例である「」マーク 2 1 2 が添付される。

【 0 1 0 1 】

20

また、図 9 と同様に、眼屈折力の表示に関し、ゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対し、所定の度数ステップである 0 . 2 5 ディオプタ以上の変化（度数が弱くなる方向への変化）がある場合に、他と識別するためのマーク 2 1 3 が添付されている。

【 0 1 0 2 】

図 1 2 は、眼位の変位の特性情報に関し、眼に付与したプリズム量に対する眼位の変位を周波数分析し、それをグラフ化して出力した例である。1 0 プリズム量では低い周波数の頻度が多いが、ゼロのプリズム量では高い周波数の頻度が多い傾向であることが分かる。これにより、ゼロのプリズム量に対して 1 0 プリズム量の方が眼にかかる負担が小さいことが視覚的に分かる。なお、図 1 2 では 1 0 プリズム量とゼロのプリズム量の場合のグラフを例にしたが、さらに他のプリズム量のグラフを出力してもよい。

30

【 0 1 0 3 】

図 1 1、図 1 2 で例示するような出力によって、検者は各プリズム状態における被検眼 E の負荷状態が分かりやすくなり、被検者の矯正レンズの処方に当たり、適切なプリズム量を決めることができるようになる。

【 0 1 0 4 】

< プリズム量を連続的に変化させた眼屈折力の測定 >

上記では被検眼 E に付与するプリズム量を少なくとも 2 つの状態に変化させ、それぞれ経時的な眼屈折力を測定する例を説明したが、プリズム量を連続的に変化させながら眼屈折力の測定を連続的に行ってもよい。

【 0 1 0 5 】

40

検者がスイッチ部 6 b を操作し、プリズム量を連続的に変化させた眼屈折力測定を実行するための測定開始信号を入力すると、制御部 7 0 は、斜位検査でのプリズム量（又は検者によって設定されたプリズム量）に基づいてプリズム量変更手段の例である偏向ミラー 8 1 L を駆動し、例えば、左眼 E L に 1 5 プリズム量を付与する。このとき、左右の視標呈示光学系 3 0 のディスプレイ 3 1 には同一の視標が表示され、被検者の両眼に同一の視標が呈示される。そして、制御部 7 0 は、プリズム量が徐々に減少するように、左眼 E L に付与するプリズム量を連続的に変化させながら他覚式測定光学系 1 0 による眼屈折力測定を実行し、左眼 E L に付与したプリズム量に対応した眼屈折力の測定結果を連続的に得る。この測定により、短い測定時間で、被検眼 E に付与したプリズム量に対応する眼屈折力の関係を詳細に得ることができる。

50

## 【 0 1 0 6 】

図 1 3 は、上記の連続測定の結果の出力例であり、例えば、モニタ 6 a の画面上にプリズム量に対する眼屈折力（屈折度数）の図形グラフ 2 4 1 が表示される。例えば、図 1 3 において、画面上でカーソル 2 4 2 を移動してプリズム量を指定すると、そのプリズム量に対する眼屈折力が表示欄 2 4 3 に表示される。このような出力によって、検者がより適切な矯正レンズの処方を行うための情報を提供できるようになる。

## 【 0 1 0 7 】

また、図 9 の場合と同様に、眼に付与するプリズム量の違いで、眼屈折力が所定の度数ステップ（例えば、0 . 2 5 ディオプタ）以上に変化したか否かが制御部 7 0 によって求められ、その結果が検者に認識されるように出力されてもよい。例えば、図 1 3 の例では、ゼロのプリズム量での眼屈折力に対し、0 . 2 5 ディオプタ以上の変化（度数が弱くなる方向への変化）を示すプリズム量の領域にはハッチングマーク 2 4 5 が示されている。眼屈折力の変化は所定の度数ステップ未満（0 . 2 5 ディオプタ未満）の場合には、眼にプリズム量を付与しても眼屈折力の有意差が少ないため、プリズム量の処方が不要な被検者もいる。この場合には、先に説明した経時的な眼屈折力測定や眼球運動の微小変位の測定を行わずに、斜位を考慮しない通常の検査での眼鏡処方を行うことができ、検査時間を短縮できる。すなわち、プリズム量を連続的に変化させた眼屈折力の測定は、スクリーニングとして利用できる。

10

## 【 0 1 0 8 】

なお、図 1 3 の眼に付与したプリズム量と眼屈折力との関係のグラフの出力は、前述した経時的な眼屈折力測定の結果の出力においても行ってもよい。例えば、経時的な眼屈折力測定では、段階的なプリズム量の付与による測定であったが、測定を実施していないプリズム量と眼屈折力との関係は、測定済みの結果に基づいて補間すればよい。すなわち、制御部 7 0 は、眼屈折力の測定が実行されていないプリズム量に対する眼屈折力との関係を眼屈折力の測定を実行済みの結果から補間して求めることで、図 1 3 のようなグラフを出力する。そして、制御部 7 0 は、求めた補間結果に基づき、所定の度数ステップ以上に变化した眼屈折力に対応するプリズム量を求め、その結果を出力する（例えば、ハッチングマーク 2 4 5 を表示）。

20

## 【 0 1 0 9 】

また、制御部 7 0 は、補間でなく、各プリズム状態で取得した眼屈折力に基づき、被検眼に付与されたプリズム量と眼屈折力との対応関係（例えば、関数式、テーブル又はグラフ）を求めることでもよい。そして、制御部 7 0 は、求めたプリズム量と眼屈折力との対応関係を基に、ゼロのプリズム量の状態での眼屈折力に対して所定の度数ステップ以上に变化した眼屈折力に対応するプリズム量を求め、その結果を図 1 3 のように出力する。

30

## 【 0 1 1 0 】

< 両眼視状態と片眼視状態における他覚式眼屈折力測定の選択 >

上記の説明においては、斜位（眼位）の測定によって被検者が斜位を持つ場合には、両眼視状態で眼屈折力測定が行われるものとしたが、斜位（眼位）の測定結果（眼位のずれ量）に基づき、両眼視状態での眼屈折力測定と片眼視状態での眼屈折力測定を選択できるようにしてもよい。例えば、被検者が斜位を有しない場合（眼位のずれ量が所定量以下の場合）は、プリズム量の処方は不要であるので、制御部 7 0 は、自動的に片眼測定モードを選択し、片眼視状態での左右眼の眼屈折力測定をそれぞれ行う。又は、眼位のずれ量の測定結果が表示されることで、検者がコントローラ 6 によって片眼測定を行うか否かの選択信号を入力して、片眼視状態での左右の眼屈折力測定を実行する。また、例えば、両眼視状態での眼屈折力測定の結果と、片眼視状態での眼屈折力測定の結果と、を比較可能に出力（例えば、モニタ 6 a に表示）することで、プリズム処方を行うときの参考情報を提供できる。

40

## 【 0 1 1 1 】

< 被検者の見え方の確認検査 >

上記のような眼に付与するプリズム量を変化させた状態での一通りの測定が終了したら

50

、自覚式測定光学系 2 5 を用いて各プリズム量の付与 / 非付与（挿入 / 非挿入）を行い、見え方を確認する検査に移る。

【 0 1 1 2 】

検者はスイッチ部 6 b を操作し、自覚検査モードを設定する。自覚検査は片眼ごとに行ってもよい。例えば、検者は、他覚測定でのプリズム量と眼屈折力の関係の結果を基に、眼に付与するプリズム量と矯正光学系 6 0 を駆動するための矯正度数を決め、スイッチ部 6 b を操作してプリズム量と矯正度数を入力する。例えば、検者は、先の他覚式眼屈折力測定に基づき、左眼 E L に矯正度数の S 値（球面度数）をマイナス 3 . 7 5 D（ディオプタ）に設定し、矯正度数の C 値（乱視度数）及び A 値（乱視軸角度）を他覚式屈折力測定の結果の値に設定する。例えば、検者はプリズム量を融像除去眼位に近い 1 0 プリズム量に設定する。制御部 7 0 は設定情報に基づいて矯正光学系 6 0 及び偏向ミラー 8 1 を駆動する。検査視標は視力値視標（例えば、視力値 1 . 0 の視標）が視標呈示光学系 3 0 によって呈示される。

10

【 0 1 1 3 】

次に、検者はスイッチ部 6 b を操作し、プリズム量の付与と非付与を交互に切換え信号を入力する。制御部 7 0 は、この入力信号に基づき、プリズム量の付与状態が変わるように偏向ミラー 8 1 を駆動する。

【 0 1 1 4 】

被検者には、プリズム量の付与と非付与の状態で視標の見え方が変わるかを確認してもらう。例えば、プリズム量の付与が有る場合に対し、プリズム量の付与がなしの場合では、被検者は眼を輻輳させて視標を見ていることになるので、視標の見え方が劣り、矯正度数の不足が感じられる。この場合は、プリズム量の付与がなしの状態で矯正度数を 1 段階上げた場合と、プリズム量の付与が有る状態で矯正度数を変化させない場合と、で見え方に差が有るかを確認する。この確認で見え方に差が無ければ、その被検者にはプリズム量の付与を行った方が、眼に負担が少なく、弱い矯正度数でより適切に矯正できることが確認できる。

20

【 0 1 1 5 】

< 自覚検査による矯正レンズの処方 >

上記のような見え方の確認検査ができれば、これを参考に矯正レンズを処方のための自覚検査に移る。本実施例の検眼装置は、自覚式測定光学系 2 5 を備えているので、そのまま自覚検査を行うことができる。例えば、検者は、プリズム量の変化に対応した眼屈折力の測定結果をモニタ 6 a に表示させ、被検眼の処方に適すると思われるプリズム量及び他覚測定の眼屈折力をコントローラ 6 によって選択する。制御部 7 0 は、この選択信号に基づき、自覚測定での初期値のプリズム量及び矯正度数を決定し、選択されたプリズム量及び矯正度数となるように、偏向ミラー 8 1 及び矯正光学系 6 0 を駆動する。これにより、自覚測定をスムーズに行える。そして、自覚検査によって最終的な矯正レンズの処方度数を決定することができる。なお、矯正レンズを処方のための自覚検査は周知であるので、詳細な説明は省略する。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 1 6 】

40

1 検眼装置

6 コントローラ

6 a モニタ

7 測定部

1 0 他覚式測定光学系

3 0 視標呈示光学系

5 0 観察光学系

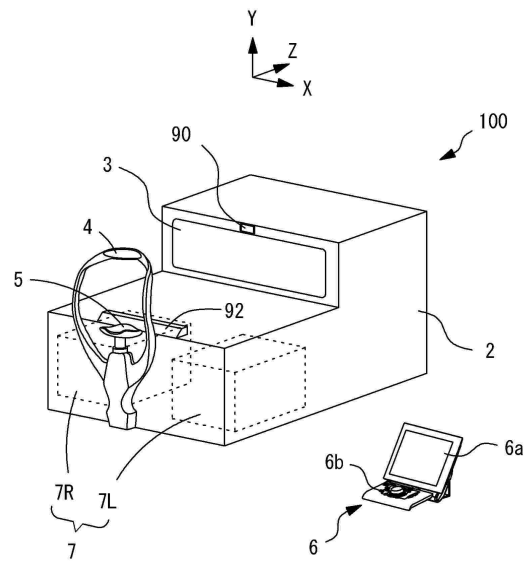
5 2 撮像素子

7 0 制御部

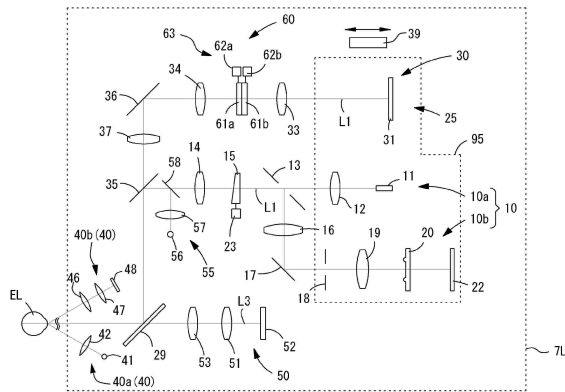
8 1 偏向ミラー

50

【図面】  
【図 1】



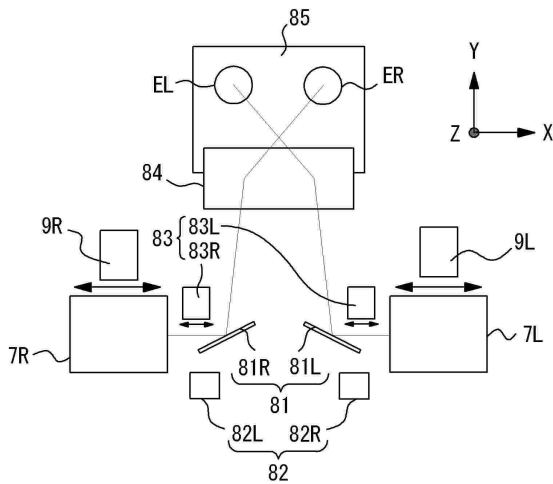
【図 2】



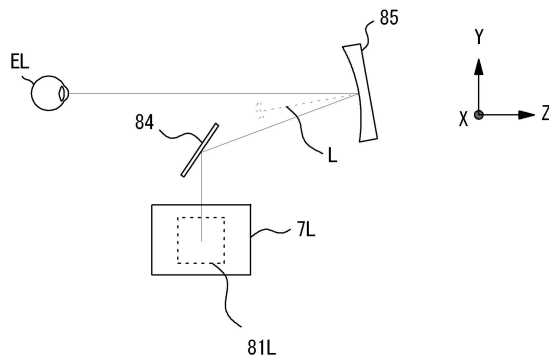
10

20

【図 3】



【図 4】

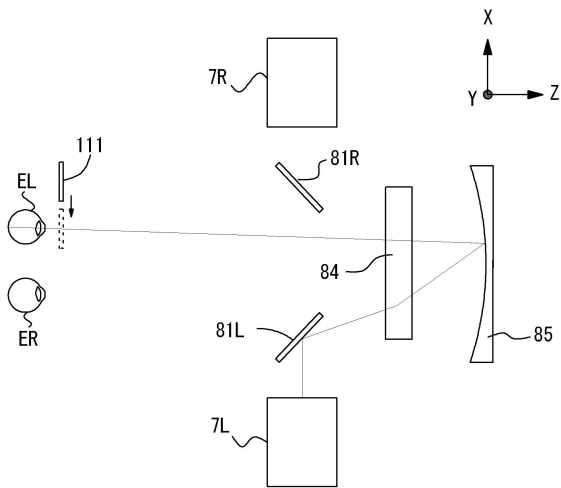


30

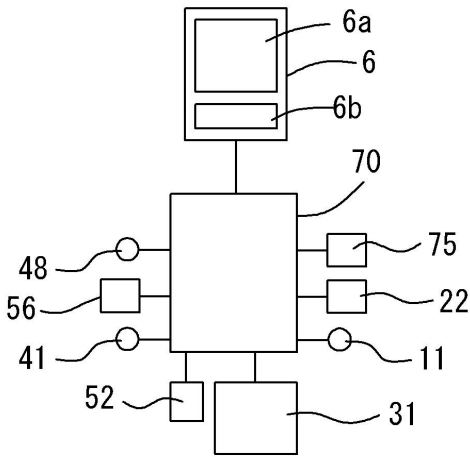
40

50

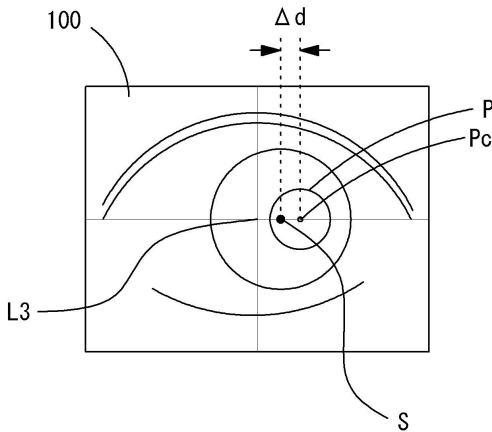
【図 5】



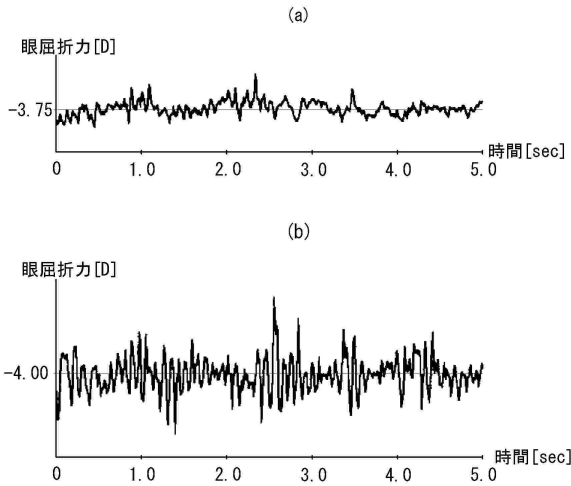
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

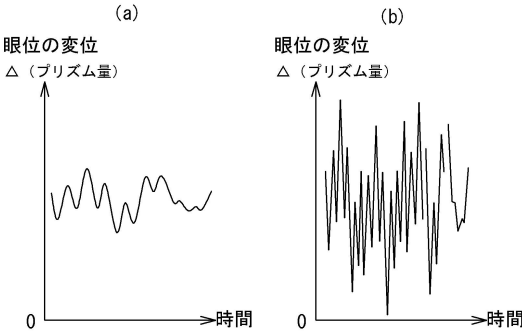
40

50

【図 9】

プリズム量	屈折力	振幅	分散	周期	HFC
0△	-4.00D □	0.68D □	0.34D □	3.8Hz □	68.0 □
5△	-3.92D	0.54D	0.28D	0.6Hz ○	62.5
10△ ★	-3.75D	0.16D ○	0.08D ○	1.8Hz	52.1 ○
15△ ★	-3.50D ○	0.50D	0.25D	2.1Hz	56.5

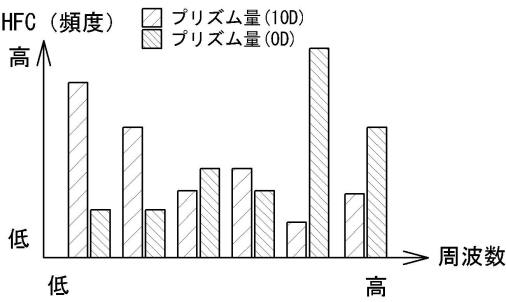
【図 1 0】



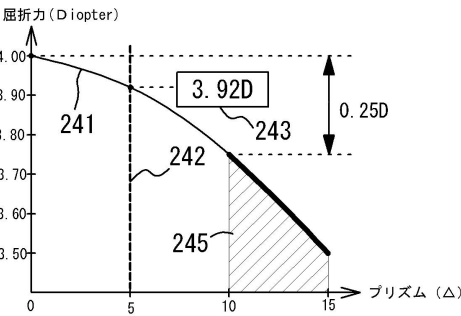
【図 1 1】

プリズム量	屈折力	振幅	分散	周期	HFC
0△	-4.00D □	**** □	**** □	**** □	**** □
5△	-3.92D	****	****	**** ○	****
10△ ★	-3.75D	**** ○	**** ○	****	**** ○
15△ ★	-3.50D ○	****	****	****	****

【図 1 2】



【図 1 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献      国際公開第 2 0 1 8 / 2 1 6 5 5 1 ( W O , A 1 )  
                    特開 2 0 2 0 - 0 3 9 8 5 0 ( J P , A )  
                    特開 2 0 0 6 - 0 6 8 4 1 7 ( J P , A )  
                    米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 7 7 7 0 4 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
                    A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8