

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6471403号
(P6471403)

(45) 発行日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(24) 登録日 平成31年2月1日(2019.2.1)

(51) Int.Cl.	F 1		
A 6 1 B 3/032 (2006.01)	A 6 1 B	3/02	C
A 6 1 B 3/06 (2006.01)	A 6 1 B	3/06	A
	A 6 1 B	3/06	Z

請求項の数 1 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-16315 (P2013-16315)</p> <p>(22) 出願日 平成25年1月31日 (2013.1.31)</p> <p>(65) 公開番号 特開2014-147427 (P2014-147427A)</p> <p>(43) 公開日 平成26年8月21日 (2014.8.21)</p> <p>審査請求日 平成28年1月29日 (2016.1.29)</p>	<p>(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 3 4 番地 1 4</p> <p>(72) 発明者 中村 健二 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株 株式会社ニデック拾石工場内</p> <p>審査官 山口 裕之</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検眼装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定する視力に応じた複数の視標を持ち、複数の視標のうち一部を被検眼へ呈示する視標呈示手段と、

視力測定モードを、通常モードと、前記視標が前記通常モードよりも低コントラストな状態で被検眼へ呈示され、前記被検眼の視力を測定する低コントラストモードと、の間で切り換える測定モード切換手段と、

前記測定モード切換手段が、前記視力測定モードを前記通常モードから前記低コントラストモードに切り換える場合において、色の濃さが均一である前記視標へ照射される照明光の光量を、前記通常モードであるときよりも、前記低コントラストモードであるときに低下させることにより、前記通常モードよりも低コントラストな状態で前記視標を呈示させる照明切換手段と、

前記測定モード切換手段が、前記視力測定モードを前記通常モードから前記低コントラストモードに切り換える場合において、視標板に設けられた視力値毎に一組ずつの視標の範囲で、前記被検眼へ呈示される前記視標を、前記通常モードで最終的に配置された視標よりも視力値の低いものへと切り換える視標切換手段と、を備え、

前記測定モード切換手段は、前記視力測定モードを、グレア光源からのグレア光が被検眼に対して出射された状態で前記視標が呈示されるグレアモードに切り換え可能であり、

前記視標切換手段は、前記測定モード切換手段が前記測定モードを低コントラストモー

ドから前記グレアモードに切り換える場合において、前記被検眼へ呈示される前記視標を、前記低コントラストモードで最終的に配置された視標よりも視力値の低いものへと切り換えることを特徴とする検眼装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検眼に視標を呈示して視力測定（検眼）を行う検眼装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、複数の視標を用いて、被検眼の視力測定を行うための検眼装置が知られている。例えば、特許文献1記載の検眼装置には、眼屈折力を他覚的に測定するオートレフラクトメータに、視力値を測定するための複数の視標を持つ視力チャート（本実施形態の視標板に相当）と、その視力チャートの視標を被検眼に呈示するための光学系とが設けられている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-296541号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

ところで、一台の装置で、通常の視力測定（いわゆる高コントラスト視力の測定）の他に、いわゆる低コントラスト視力の測定や、グレア点灯状態での視力測定等の複数の視力検査を、行いたい場合がある。そこで、本発明者は、互いに異なる2種類の以上の視力検査で、検査用の視標を共用する構成を想到した。そのうえで、各々の検査を好適に行うための手法について検討した。

本発明は、上記検討の結果なされたものであり、複数種類の視力検査を好適に行うことができる検眼装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

上記課題を解決するために、本開示の検眼装置は、測定する視力に応じた複数の視標を持ち、複数の視標のうち一部を被検眼へ呈示する視標呈示手段と、視力測定モードを、通常モードと、前記視標が前記通常モードよりも低コントラストな状態で被検眼へ呈示され、前記被検眼の視力を測定する低コントラストモードと、の間で切り換える測定モード切換手段と、前記測定モード切換手段が、前記視力測定モードを前記通常モードから前記低コントラストモードに切り換える場合において、色の濃さが均一である前記視標へ照射される照明光の光量を、前記通常モードであるときよりも、前記低コントラストモードであるときに低下させることにより、前記通常モードよりも低コントラストな状態で前記視標を呈示させる照明切換手段と、前記測定モード切換手段が、前記視力測定モードを前記通常モードから前記低コントラストモードに切り換える場合において、視標板に設けられた視力値毎に一組ずつの視標の範囲で、前記被検眼へ呈示される前記視標を、前記通常モードで最終的に配置された視標よりも視力値の低いものへと切り換える視標切換手段と、を備え、前記測定モード切換手段は、前記視力測定モードを、グレア光源からのグレア光が被検眼に対して出射された状態で前記視標が呈示されるグレアモードに切り換える可能であり、前記視標切換手段は、前記測定モード切換手段が前記測定モードを低コントラストモードから前記グレアモードに切り換える場合において、前記被検眼へ呈示される前記視標を、前記低コントラストモードで最終的に配置された視標よりも視力値の低いものへと切り換えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

50

【0006】

本発明によれば、複数種類の視力検査を好適に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の検眼装置の光学系及び制御系の概略構成図である。

【図2】グレア点灯状態での視力測定において、被検眼に呈示される像を説明するための説明図である。

【図3】視力測定モードにおける検査の流れの一例を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0008】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態である検眼装置1の光学系及び制御系の概略構成図である。検眼装置1は、通常の視力測定（高コントラスト視力の測定）と、低コントラスト視力の測定と、グレア点灯状態での視力測定とを行うための検眼装置である。ここで、通常の視力測定とは、本実施形態では、JIS規格で規定される標準視力検査装置の使用条件に準じた条件で行われる視力測定を指すものとする。また、本実施形態において、検眼装置1は、他覚的な眼屈折力測定を行う機能を併せ持つものとして説明する。検眼装置1の光学系および制御系は、図示無き筐体内に内蔵されている。また、その筐体は、周知のアライメント用移動機構により、被検眼Eに対して三次元的に移動されてもよい。また、手持ちタイプ（ハンディタイプ）であっても

20

【0009】

初めに、検眼装置1の光学系について説明する。検眼装置1は、主な光学系として、視標呈示光学系10と、グレアテスト光学系40と、リング指標投影光学系55および作動距離指標投影光学系56と、観察光学系（撮像光学系）60と、測定光学系70と、を有している。

【0010】

視標呈示光学系10は、被検眼Eに視標を呈示するための光学系である。視標呈示光学系10は、可視光源11と、視標板12と、投光レンズ13と、ハーフミラー16と、ダイクロミックミラー17と、対物レンズ18と、を含む。視標板12は、黒色で画かれた複数の視標12aを白色の本体に持つディスク板である。各視標12aは、視標板12の周方向に並べて配置されている。視標板12は、モータ18に接続されている。視標板12が、モータ18によって回転されることで、被検眼Eに呈示する視標12aが切り換えられる。なお、視標板12として、ディスク板以外の構成を採用することができる。例えば、複数の視標が一方方向に並べられた板材の視標板であってもよい。かかる場合は、例えば、モータ18に代えて、視標と光路L1とが対向するように光路L1に対して視標板をスライドさせる駆動機構を設ければよい。

30

【0011】

本実施形態において、視標12aには、自覚測定時（視力測定時）に使用される視力検査用視標（例えば、ランドルト環）と、他覚測定時に被検眼Eに雲霧を行うための固視標とを少なくとも含む。視力検査用視標は、被検眼Eへ同時に呈示される5個で一組の視標12aが、視力値毎に（本実施形態においては、視力値0.1、0.3、0.5、・・・、1.5の各視力値で一組ずつ）用意されている。本実施形態において、視力検査用視標の色の濃さは、各視標12aで均一である。

40

【0012】

なお、本実施形態において視標板12が持つ視力検査用視標は、視力値毎に5個ずつ用意されているものとして説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、視力値毎に1以上あればよい。また、本実施形態において視標板12が持つ視力検査用視標は、ランドルト環に限られるものではない。例えば、視力検査用視標として、文字、数字、記号、図形等を用いることができる。

50

【0013】

可視光源 11 は、視標板 12 に照明光を出射する光源であり、被検眼 E を視標板 12 へ固視させるための固視光源として用いられる。可視光源 11 によって視標 12 a が照明されると、視標 12 a の視標光束は、投光レンズ 13 からダイクロイックミラー 17 までの光学部材を介して被検眼 E に向かう。これにより、光軸 L1 に配置された視標 12 a が被検眼 E に呈示される。視標板 12 は、モータ 18 によって回転され、視標呈示光学系 10 の光軸 L1 上に配置する視標 12 a が切り替え配置される。これにより、被検眼 E に呈示される視標 12 a が切り替えられる。なお、被検眼 E に呈示される視標 12 a の切り替えは、視標板 12 の駆動によって行うものに限られるものではない。例えば、視標板 12 に代えて、視力値毎の視標を一覧可能な視力チャートを、予め光路 L1 上に配置させ、所望の視力値以外の視標 12 a に対する可視光源 41 からの照明光をフィルタによって遮光する等、照明光の照射位置を切り換えるような構成にしてもよい。

10

【0014】

また、可視光源 11 は、出射する光量を、第 1 光量と、その第 1 光量より減光された第 2 光量との少なくとも 2 段階に切り換え可能に構成されている。可視光源 11 から第 2 光量の照明光が出射されている場合は、第 1 光量の照明光が出射されている場合と比べて、被検眼 E に呈示される視標 12 a の背景の輝度が低下する。一方、可視光源 11 から出射される照明光が第 1 光量から第 2 光量に切り換わった場合における視標 12 a の輝度変化は、背景の輝度変化に比べて少ない。このため、可視光源 11 から第 2 光量の照明光を出射させることで、被検眼 E に呈示される視標 12 a と、その視標 12 a の背景とのコントラスト比を、第 1 光量の照明光が出射されている場合よりも低減することができる。よって、視標板 12 が色の濃さの異なる視標 12 a を持たなくても、可視光源 11 から出射される照明光の光量を切り換えることで、被検眼 E に呈示される視力検査用の各視標 12 a と各視標 12 a の背景とのコントラスト比が高い状態と、低い状態とに切り換えることができる。よって、本実施形態の検眼装置 1 によれば、色の濃さの異なる視標を持たない視標板 12 を用いて、高コントラスト視力の測定と、低コントラスト視力の測定とを行うことができる。

20

【0015】

なお、被検眼 E に呈示される視力検査用の視標 12 a と背景とのコントラスト比は、可視光源 11 からの光量を調節することにより、任意の範囲で設定することができる。本実施形態においては、第 1 光量が照射された場合の視力検査用の視標 12 a と背景とのコントラスト比は、標準視力検査装置のコントラスト比に準じて、82%以上となるものとして説明する。また、第 2 光量が照射された場合の視力検査用の視標 12 a と背景とのコントラスト比は、25%未満となるものとして説明する。但し、可視光源 11 からの出射される第 1 光量と第 2 光量とを変更することで、視力検査用の視標 12 a と背景とのコントラスト比を変更しても、本発明を実施することができる。例えば、第 1 光量が照射された場合の視力検査用の視標 12 a と背景とのコントラスト比を、標準視力検査装置のコントラスト比に準じない、82%未満の値としてもよい。

30

【0016】

詳細は後述するが、高コントラスト視力の測定のほかに、他覚的に眼屈折力の測定を行う場合にも可視光源 11 を第 1 光量で点灯させる。また、低コントラスト視力の測定のほかに、グレア点灯状態での視力測定を行う場合にも、可視光源 11 を第 2 光量で点灯させる。

40

【0017】

可視光源 11 及び視標板 12 (視標 12 a) は、モータ及びスライド機構からなる駆動機構 19 によって、光軸 L1 に沿って一体的に移動される。可視光源 11 及び視標 12 a の移動により、他覚測定時には、被験者眼 E に雲霧が掛けられる。また、可視光源 11 及び視標 12 a の移動により、自覚測定時(視力測定時)には被検眼に対する視標 12 a の呈示位置(呈示距離)が光学的に変えられ、これにより被検眼の球面屈折力の誤差が矯正される。すなわち、投光レンズ 13、可視光源 11 及び視標 12 a の移動により、球面度

50

数の矯正光学系が構成される。なお、球面度数の矯正光学系は、上記に示した構成に限られるものではなく、光路中に配置したリレーレンズを、光軸方向に移動させるように構成しても良い。

【0018】

グレアテスト光学系40は、可視光源(グレア光源)41を有し、視標呈示光学系10から視標12aを呈示された被検眼Eに対してグレア光を出射するための光学系である。グレアテスト光学系40は、例えば、2つの(一对の)可視光源41、コンデンサレンズ42、を含む。2つの可視光源41は、高コントラスト視力の測定、低コントラスト視力の測定、および、他角的な眼屈折力測定においては消灯されており、グレア点灯状態での視力測定において点灯される。光源41から出射された光束は、コンデンサレンズ42、
10
ハーフミラー16を介して被検眼Eに向かう。

【0019】

ここで、図2を参照して、グレア点灯状態での視力測定について説明する。図2は、グレア点灯状態での視力測定において、被検眼Eに呈示される像を説明するための説明図である。図2に示すように、本実施形態において2つの可視光源41は、視標12aの左右に見える位置に配置される。グレア点灯状態での視力測定では、可視光源41は、視標12aの外周付近にグレア光を発光させる。このグレア光は、車のヘッドライトを模したものであり、グレア光の点灯によって、被検者が夜間に車を見た状況が視覚的に再現される。例えば、被検者が白内障を患っていると、被検眼Eに照射された水晶体の混濁によってグレア光が散乱され、視標12aが見え難くなる。このため、検者は、被検者の応答に基づいて、被検眼Eに白内障があるか否かを推測することができる。
20

【0020】

図1に戻って説明を続ける。図1に示すように、被検眼Eの前眼部の前方には、リング指標投影光学系55と、作動距離指標投影光学系56とが配置されている。リング指標投影光学系55は、被検眼Eの角膜Ecに対してリング指標を投影するための近赤外光を発する光学系である。角膜Ecに投影するリング指標は、角膜形状測定用の指標として利用できる。また、リング投影光学系55は、被検眼Eの前眼部を照明する前眼部照明としても用いることもできる。一方、作動距離指標投影光学系56は、被検眼Eの角膜Ecに無限遠指標を投影するための近赤外光を発する光学系である。角膜Ecに対する無限遠指標の位置に基づいて、被検眼Eに対する検眼装置1の位置をアライメントすることができる。
30

【0021】

測定光学系70は、投影光学系(投光光学系)70aと、受光光学系70bと、から構成される。投影光学系(投光光学系)70aは、被検眼Eの瞳孔中心部を介して被検眼Eの眼底Efにスポット状の測定指標を投影するための光学系である。また、受光光学系70bは、眼底Ef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、リング状の眼底反射像を撮像するための光学系である。

【0022】

投影光学系70aは、視標呈示光学系10のダイクロイックミラー17と、対物レンズ18とが共用され、測定光学系70の光軸L2上に配置された、測定光源71と、リレー
40
レンズ72と、ホールミラー73と、を含む。光源71は、正視眼の眼底Efと光学的に共役な位置関係となっている。また、ホールミラー73の開口は、眼Eの瞳孔と光学的に共役な位置関係となっている。

【0023】

受光光学系70bは、視標呈示光学系10のダイクロイックミラー及び対物レンズ18と、投影光学系70aのホールミラー73とが共用されている。また、受光光学系70bは、ホールミラー73の反射方向の光軸L2上に配置された、リレーレンズ76と、全反射ミラー77と、全反射ミラー77の反射方向の光軸L2上に配置された受光絞り78と、
50
コリメータレンズ79と、リングレンズ80と、エリアCCD等からなる二次元撮像素子(受光素子)82と、を含む。受光絞り78及び撮像素子82は、眼底Efと光学的に

共役な位置関係となっている。リングレンズ 80 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 E の瞳孔と光学的に共役な位置関係となっている。撮像素子 82 からの出力は、演算制御部 100 (以下、制御部 100) に入力される。

【0024】

なお、測定光学系 70 は上記のものに限らず、被検眼眼底 E f に向けて測定光を投光する投光光学系と、測定光の眼底 E f 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)。

10

【0025】

観察光学系(撮像光学系)60は、対物レンズ18と、ダイクロイックミラー17とを、視標呈示光学系10と共用しており、ハーフミラー15と、撮像レンズ61と、二次元撮像素子62と、を備える。二次元撮像素子62は、被検眼Eの前眼部と略共役な位置に配置された撮像面を持っている。二次元撮像素子62からの出力は、制御部100に入力され、その結果、二次元撮像素子62により撮像される被検眼Eの前眼部像が、モニター上に表示される。なお、この観察光学系60は、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ている。二次元撮像素子62によるアライメント指標像の撮像結果に基づいてアライメント指標像の位置が検出される。

【0026】

以上に示したように、本実施形態においては、視標呈示光学系10を利用して高コントラスト視力および低コントラスト視力の測定を行うことができる。また、視標呈示光学系10と、リング指標投影光学系55と、作動距離指標投影光学系56と、観察光学系60と、測定光学系70とを利用して他覚的な眼屈折力の測定を行うことができる。ところで、視標呈示光学系10の視標板12には、他覚的な眼屈折力測定のための固視標が1つ配置されているのに対して、視力検査用視標は、視力値毎に複数配置されている。このため、視力検査用視標の数が多いほど、検眼装置1の中で、視標呈示光学系10の配設スペースが増大してしまう。しかも、視標呈示光学系10の光路は、観察光学系60および測定光学系70とは、被検眼Eからダイクロイックミラー17までしか共用できず、リング指標投影光学系55および作動距離指標投影光学系56とは独立である。よって、視標呈示光学系10の視標板12において視力検査用視標を増やした場合、それにより視標呈示光学系10で増大した配設スペースを、他の光学系55, 56, 60, 70によって吸収することは難しい。つまり、本実施形態のような光学系を持つ従来の検眼装置では、高コントラスト視力と低コントラスト視力との両方を測定しようとする、単純に、視標の数が増える分だけ、検眼装置全体が大型化するおそれがあった。これに対し、本実施形態の検眼装置1は、上述したように、高コントラスト視力を測定する視標12aを、低コントラスト視力を測定する際にも使いまわしできる。従って、高コントラスト視力および低コントラスト視力の視力測定と、他覚的な眼屈折力の測定が可能であるにも関わらず、検眼装置1の大型化を抑制できる。

20

30

【0027】

次に、検眼装置1の制御系について説明する。検眼装置1は、主な制御系として、制御部100を有している。制御部100は、検眼装置1の各部の制御処理と、測定結果の演算処理を行う電子回路を有する処理装置である。制御部100は、可視光源11, 41と、二次元撮像素子22, 62と、モータ18と、駆動機構19と、メモリ101と、モニター7と、操作部90と、に電氣的に接続されている。

40

【0028】

メモリ101は、制御部100が検眼装置1の各種制御を行うための制御プログラムが記憶されているプログラム記憶領域と、視力や眼屈折力等の測定結果を一時的に格納する一時記憶領域とを有する記憶装置である(図示せず)。本実施形態において、メモリ101には、自覚的な測定である視力測定を様々な状態で行うために用意された視力測定モー

50

ドのための制御プログラムと、他覚的に眼屈折力を測定する他覚測定モードのための制御プログラムと、が予め記憶されている。この制御プログラムに規定される視力測定モードには、更に、高コントラスト視力の測定を行うための通常モードと、低コントラスト視力の測定を行うための低コントラストモードと、グレア点灯状態において視力測定を行うためのグレアモードとの少なくとも3種類のモードが用意されている。

【0029】

操作部90は、検者からの操作を受け付けて、操作に応じた信号を制御部100へ入力するために複数のスイッチ90a, 90b, 90c, 90d, 90e, 90f, 90g, 90fが設けられている。スイッチ90a, 90b, 90c, 90dの各スイッチは、それぞれ、制御部100のモードを、他覚測定モード、通常モード、低コントラストモード、グレアモードのそれぞれに移行させるための操作を受け付けるスイッチである。

10

【0030】

また、スイッチ90e, 90fは、呈示視標の視力値を変更するために操作されるスイッチである。視力測定モードにおいて、スイッチ90e又はスイッチ90fからの操作信号が制御部100へ入力された場合は、制御部100は、視標板12を駆動させて、光軸L1上に配置する視標12aの組み合わせを切り換える。これにより、被検眼Eに呈示される視標12aが切り換えられる。なお、スイッチ90eが操作された場合は、視力値の一段階高い視標12aへ切り換えられ、スイッチ90fが操作された場合は、視力値の一段階低い視標12aへ切り換えられる。

20

【0031】

また、スイッチ90g, 90fは矯正レンズの球面度数を変更するためのスイッチである。スイッチ90g, 90fの操作に基づき、制御部100は、光源11及び視標板12を光軸L1方向に駆動して球面度数を変更する。

【0032】

次に、以上のような構成を備える検眼装置1の測定動作について説明する。

【0033】

<視力測定モード>

図3を参照して、視力測定モードについて説明する。図3は、視力測定モードにおける検査の流れの一例を示したフローチャートである。検眼装置1の起動後に、操作部90が有するスイッチ90b~90dのいずれかが操作されると、制御部100は、操作されたスイッチと対応する視力測定モードの制御を実行する。本検眼装置1において、通常モード、低コントラストモード、グレアモードの各モードは、いずれのモードからでも移行できるが、ここでは、説明の便宜のため、通常モード 低コントラストモード グレアモードの順で、それぞれのモードでの検査を行う場合について説明する。

30

【0034】

<通常モード>

検眼装置1の起動後に、スイッチ90bが操作されると、制御部100は、通常モードの制御を実行する。これにより、高コントラスト視力の測定、即ち、通常行われる視力測定が可能となる(S1)。通常モードでは、制御部100は、スイッチ90bからの操作信号が入力されると、第1光量で可視光源11を点灯させる。また、制御部100は、視標板12をモータ18で駆動させ、最初に被検眼Eへ呈示する視標12a(視標12aの組)を、光軸L1上に配置させる。このとき、予め他覚測定モードにて測定された眼屈折力がメモリ101に記憶されている場合は、制御部100は、その眼屈折力から推定される視力値を持つ視標12aの組を、光軸L1上に配置させる。一方、他覚測定モードにて測定された眼屈折力がメモリ101に記憶されていなければ、制御部100は、最も視力値の低い視標12aの組(即ち、視力値0.1の視標12aの組)を、光軸L1上に配置させ、被検眼Eへ呈示させる。

40

【0035】

以上の動作により、最初の視標12aが被検眼Eに呈示されたら、検者は、被検者の視力測定を行う。検者は、被検者の応答に応じて、スイッチ90e, 90fを操作し、被検

50

眼Eへ呈示する視標12aの切り換えを行う。呈示された視標12aを被検者が正しく答えられた場合には、検者は、スイッチ90eを操作して1段階高い視力値の視標に切り換える。一方、呈示された視標12aについての回答を被検者が誤った場合には、検者は、スイッチ90fを選択して1段階低い視力値の視標に切り換える。以上の手順を繰返すことで被検者が判読可能な限界の最高視力を検査する。

【0036】

最高視力値が得られたら、検者は、最高視力値が得られる最もプラスよりの球面度数を確認するため、スイッチ90g、90hの操作によって球面度数Sを変更する。スイッチ90gまたはスイッチ90hが選択されると、光源11及び視標板12が光軸L1方向に移動されて球面度数が変更される。これにより、最高視力が得られる最もプラスよりの球面度数Sが決定され、眼鏡レンズ又はコンタクトレンズ等の度数を処方する際の参考値が得られる。

10

【0037】

<低コントラストモード>

通常モードにおいてスイッチ90cの操作信号が制御部100へ入力されると、制御部100は、低コントラストモードの制御を実行する。低コントラストモードでは、まず、制御部100は、可視光源11から出射される光量を制御して、通常モードにおける第1光量よりも減光された第2光量で可視光源11を点灯させる(S2)。これにより、被検眼Eに呈示される視力検査用の各視標12aと、各視標12aの背景とのコントラスト比が25%未満まで低減される。

20

【0038】

また、制御部100は、可視光源11からの光量を第1光量から第2光量へ切り換える場合に、モータ18を駆動して、光軸L1上に配置される視標12aを切り換える(S3)。このとき、光軸L1上には、通常モードにて最終的に光軸L1上に配置された視標12aよりも視力値の一段階低い視標12aが新たに配置される。例えば、通常モードにて最終的に、視力値0.5の視標12aが配置されている場合は、それよりも一段階視力値の低い0.3の視標12aが、光軸L1上に配置される。以上の動作により、最初の視標12aが被検眼Eに呈示されたら、検者は、低コントラスト視力の測定を行う(S4)。低コントラスト視力の測定としては、例えば、本実施例においては、可視光源11から第2光量が照射される状態で、高コントラスト視力の測定と同様にして、呈示視標を視力値の異なるものへ切り換えて、被検者が判読可能な限界の最高視力を検査するものであってもよい。

30

【0039】

このように、本実施形態では、可視光源11からの光量を第1光量から第2光量へ切り換える場合に、制御部100が、視標呈示光学系10から被検眼Eに呈示される視標12aを切り換える。このため、高コントラスト視力の測定と低コントラスト視力の測定とを続けて行っても、高コントラスト視力の測定にて最終的に呈示された視標12aを見た被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ低コントラスト視力を測定できる。

【0040】

また、本実施形態によれば、視標板12に設けられた視力値毎に一組ずつの視標12aの範囲で視標12aの切り換えが行われる。このため、例えば、視標板12を複数有するような検眼装置においては、視標板12を切り換えなくても、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ2種類の視力測定を続けて行うことができる。また、本実施形態のように、視標板12が1つあれば(視力値毎に一組ずつの視標12aがあれば)、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ2種類の視力測定を続けて行うことができるので、本実施形態のように、視標呈示光学系10の構成を単純化することができる。

40

【0041】

しかも、本実施形態では、可視光源11からの光量を第1光量から第2光量へ切り換える場合に被検眼Eへ呈示される視標12aは、通常モードにて最終的に呈示された視標1

50

2 a に比べて、視力値の一段階低い視標 1 2 a に切り換えられる。ここで、一般に、背景とのコントラスト比が小さい視標を用いて行われる低コントラスト視力の測定では、背景とのコントラスト比が大きな視標を用いる高コントラスト視力を測定した場合と比べて、検査結果（最高視力値）が低い視力値となる傾向があることが知られている。このため、可視光源 1 1 からの光量を第 1 光量から第 2 光量へ切り換える場合に、一段階だけ視力値の低い視標 1 2 a に切り換えることで、検者が視標 1 2 a の切り替えを行う頻度が少なくなる。従って、高コントラスト視力の測定から続けて行われた低コントラスト視力の測定における測定効率を、高めることができる。

【 0 0 4 2 】

< グレアモード >

低コントラストモードにおいてスイッチ 9 0 c の操作信号が制御部 1 0 0 へ入力されると、制御部 1 0 0 は、グレアモードの制御を実行する。グレアモードでは、まず、制御部 1 0 0 は、グレア光学系 4 0 の 2 つの可視光源 4 1 を点灯させる（ S 5 ）。これにより、被検眼 E に呈示される視標 1 2 a の外周付近で、スポット的に可視光源 4 1 からのグレア光が発光する（図 2 参照）。なお、グレア光の発光についてはこれに限らず、視標 1 2 a の周囲を取り囲むようにしてグレア光を発光させてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、制御部 1 0 0 は、グレア光学系 4 0 の可視光源 4 1 を点灯させる場合に、視標呈示光学系 1 0 のモータ 1 8 を駆動して、光軸 L 1 上に配置される視標 1 2 a を切り換える（ S 8 ）。このとき、光軸 L 1 上には、低コントラストモードで最終的に光軸 L 1 上に配置された視標 1 2 a よりも視力値の一段階低い視標に切り換える（ S 6 ）。

【 0 0 4 4 】

以上の動作により、最初の視標 1 2 a が被検眼 E に呈示されたら、検者は、グレア状態における被検者の視力測定を行う（ S 7 ）。例えば、本実施例においては、通常モードでの視力測定と同様にして、グレア光の発光下で、視力値の呈示視標の切り換えを行い、被検者が判読可能な限界の最高視力を検査する。

【 0 0 4 5 】

このように、本実施形態では、グレア光学系 4 0 の可視光源 4 1 を点灯させる場合に、制御部 1 0 0 が、視標呈示光学系 1 0 から被検眼 E に呈示される視標 1 2 a を切り換える。このため、低コントラスト視力の測定とグレア点灯状態における視力測定とを続けて行っても、低コントラスト視力の測定において最終的に呈示された視標 1 2 a を見た被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつグレア点灯状態における視力を測定できる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態によれば、視標板 1 2 に設けられた視力値毎に一組ずつの視標 1 2 a の範囲で視標 1 2 a の切り換えが行われる。このため、例えば、視標板 1 2 を複数有するような検眼装置においては、視標板 1 2 を切り換えなくても、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ 2 種類の視力測定を続けて行うことができる。また、本実施形態のように、視標板 1 2 が 1 つあれば（視力値毎に一組ずつの視標 1 2 a があれば）、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ 2 種類の視力測定を続けて行うことができるので、視標呈示光学系 1 0 の構成を単純化することができる。

【 0 0 4 7 】

しかも、本実施形態では、グレア光学系 4 0 の可視光源 4 1 を点灯させる場合に被検眼 E へ呈示される視標 1 2 a は、点灯前の視標 1 2 a に比べて、視力値の一段階低い視標 1 2 a に切り換えられる。ここで、一般に、グレア光が点灯している場合に視力測定を行うと、グレア光が消灯している場合の視力測定で得られる視力値と比べて低くなる傾向があることが知られている。よって、可視光源 1 1 を点灯させる場合に、一段階だけ視力値の低い視標に切り換えることで、検者が視標 1 2 a の切り替えを行う頻度が少なくなる。従って、低コントラスト視力の測定から続けて行われたグレア点灯状態における視力測定の測定効率を、高めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態においては、2つのグレア光源を用いたが、これに限らず、1つの光源であってもよい。また、グレア光が視標12aを取り囲むように、3つ以上のグレア光源を用いる構成も可能である。すなわち、グレア光の影響を判断できるような構成であればかまわない。

【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態においては、グレアテスト用光源41を視標呈示光学系10の光路とは別の光路に設けたが、これに限らず、共通の光路に設けてもよい。例えば、視標板12の外側やリング指標投影光学系55又は作動距離指標投影光学系56の外側に設ける構成でもよい。また、視標板12の前方に設ける構成でもよく、被検者がグレア光を見ることが

10

【 0 0 5 0 】

以上、低コントラストモードからグレア点灯モードへ移行する場合について説明したが、通常モードからグレア点灯モードへ移行することもできる。かかる場合に制御部100は、通常モードの視力測定で最終的に呈示された視標12aと比べて視力値の一段階低い視標12aを光軸L1上に配置させる。よって、かかる場合にも、低コントラストモードからグレア点灯モードへ移行する場合と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 5 1 】

また、通常モード、低コントラストモード、およびグレアモードのいずれかのモードから、他のモードに移行する場合に、視標呈示光学系10の光軸L1に配置されている視標の視力値を、移行前のモードで行われた検査結果として、メモリ101へ記憶するようにしてもよい。そのうえで、メモリ101に記憶された視力値を、各モードで再検査を行う場合に参照し、各モードの再検査が行われる場合には、光軸L1上に、前回の検査結果を示す指標12aを配置するようにしても良い。このようにした場合、再検査を、前回の検査の続きから始めることができるので、検査効率を高めることができる。

20

【 0 0 5 2 】

なお、上記の説明では、通常モード、低コントラストモード、グレアモードの3種類の視力検査が連続して行われる場合について説明したが、例えば、通常モードと低コントラストモードだけを行うなど、任意の2つのモードを任意の順で行うこともできる。また、任意の1つのモードで視力測定を行うこともできる。

30

【 0 0 5 3 】

< 他覚測定モード >

検眼装置1が起動された場合（例えば、検眼装置1の電源が投入された場合）、又は、いずれかの視力測定モードにおいてスイッチ90aが操作された場合に、制御部100は、他覚測定モードの制御を行う。他覚測定モードでは、まず、制御部100は、モータ18の駆動を制御することにより、被検眼Eに雲霧を行うための他覚測定用の視標12a（固視標）を光路にセットする。

【 0 0 5 4 】

まず、検者は、被検者の顔を図示なき顔支持ユニットに固定させ、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。制御部100は、測定開始信号の入力に基づき光源71を点灯させる。光源71から出射された測定光は、リレーレンズ72から対物レンズ18までを介して眼底Efに投影され、眼底Ef上で回転するスポット状の点光源像を形成する。

40

【 0 0 5 5 】

眼底Ef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、対物レンズ18によって集光される。対物レンズ18に集光された光は、ダイクロイックミラー17から全反射ミラー77までを介して受光絞り78の開口上で再び集光され、コリメータレンズ79にて略平行光束（正視眼の場合）とされる。この略並行光束は、リングレンズ80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82に受光される。

50

【0056】

このとき、制御部100では、はじめに眼屈折力の予備測定が行われる。次に、予備測定の結果に基づいて光源71及び視標板72が光軸L1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る。その後、雲霧がかけられた被検眼Eに対して眼屈折力の測定が行われる。

【0057】

撮像素子82からの出力信号は、制御部100によって、メモリ101に画像データ(測定画像)として記憶される。その後、制御部100は、メモリ101に記憶された測定画像に基づいて各経線方向にリング像の位置を特定(検出)する。この場合、制御部100は、エッジ検出によりリング像の位置を特定する。なお、リング像の位置の特定は、輝度信号の波形を所定の閾値にて切断し、その切断位置での波形の中間点や、輝度信号の波形のピーク、輝度信号の重心位置などによって特定してもよい。次に、制御部100は、特定されたリング像の像位置に基づいて、最小二乗法等を用いてリング像を楕円に近似する。そして、制御部100は、近似した楕円の形状から各経線方向の屈折誤差を求め、屈折誤差に基づいて被検眼の眼屈折値、S(球面度数)、C(柱面度数)、A(乱視軸角度)の各値を演算し、測定結果をメモリ101に記憶すると共にモニター7に表示する。

【0058】

前述したように、視力測定モードの通常モードでは、他覚測定モードによる測定結果が予めメモリ101に格納されている場合は、その測定結果に基づいて推定される視力値に近い視力値の視標12aが、被検眼Eにはじめに呈示される。よって、かかる場合は、被検眼Eの視力値に近い視標12aを呈示した段階から視力測定をはじめることができるので、検者が視標12aを切り換える頻度が少なくなる。従って、本実施形態の検眼装置1においては、他覚測定モードにおいて眼屈折力を測定した後に、通常モードに移行させて視力測定を行うことが好ましい。

【0059】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能であることは勿論である。上記の実施形態では、検眼装置1は、視力測定モードが通常モードから低コントラストモードに移行する場合(視標呈示光学系10の可視光源11から出射される光量を、第1光量から第2光量へ切り換える場合)と、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合(グレアテスト光学系40の可視光源11を点灯させる場合)とのそれぞれの場合で、被検眼Eに呈示する指標を、1段階視力値の低い視標12aに切り換える場合について説明したが、2段階以上視力値の低い視標12aに切り換えるようにしてもよい。

【0060】

また、通常モードから低コントラストモードへ移行する場合と、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合とは、視標12aの視力値を下げる段階を一致させなくてもよい。例えば、通常モードから低コントラストモードへ移行する場合は、呈示視標12aを1段階視力値の低い視標12aに切り換え、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合は、呈示視標12aを2段階視力値の低い視標12aに切り換えるようにしてもよい。

【0061】

また、視力測定モードが通常モードから低コントラストモードに移行する場合、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合とのそれぞれの場合において、被検眼Eに呈示する視標12aを、視力値の高い視標12aに切り換えるようにしてもよい。かかる場合であっても、視力測定モードが切り替わる場合に、被検眼Eに呈示される視標12aが視力の高いものへと切り替わることで、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ2種類の視力測定を続けて行うことができる。

【0062】

また、上記実施形態では、視力測定のために、被検眼Eに対して同時に呈示される視標Eを、視力値毎に1組ずつ設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限られるもの

10

20

30

40

50

ではなく、2組以上の視標12aを、視力値毎に設けるようにしても良い。例えば、同一の視力値に対応する2以上の視標12aの組を、視標板12に持たせる。かかる場合は、視力測定モードが通常モードから低コントラストモードに移行する場合、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合とのそれぞれの場合において、被検眼Eに呈示する視標12aを、視力値の低いものと高いものと同じものとのいずれにも切り換えることができる。いずれに切り換えた場合であっても、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ2種類の視力測定を続けて行うことができる。また、視力値毎に互いの視標が異なる2以上の視標板を設け、視力測定モードが、通常モードから低コントラストモードに移行する場合、低コントラストモードからグレアモードへ移行する場合の各場合に、光路L1上に視標を配置させる視標板を切り換えるようにしてもよい。

10

【0063】

また、上記の実施形態においては、視標呈示光学系10には、視標板12に照射される照明光の光量を切り換えるために、スイッチ90cの操作に基づいて出射する光量を切り換え可能な可視光源11を設ける場合について説明したが、必ずしも上記の構成に限られるものではない。例えば、出射される光量の異なる2以上の照明を設け、スイッチ90cの操作に基づいて、点灯する照明を切り換えるようにしても良い。また、視標板12に照射される光量を切り換えるために、光源と視標板12との間に、スイッチ90cの操作に基づいて光源からの照射光の一部を遮断するように配置されるフィルターを設けてもよい。

【0064】

20

また、上記の実施形態においては、検眼装置1は、他覚的な眼屈折力測定を行う構成を併せ持つものとして説明したが、本発明を実施するうえで、他覚的な眼屈折力測定を行うための構成（例えば、リング指標投影光学系55と、作動距離指標投影光学系56と、観察光学系60と、測定光学系70）は、必ずしも設けなくても良い。また、本発明を、他覚的な眼屈折力測定を行うための検眼装置以外の検眼装置に適用することもできる。例えば、自動視力計に適用することができる。

【0065】

また、上記の実施形態においては、検眼装置1は、グレア光学系40を用いて、グレア点灯時における視力測定を行えるものとして説明したが、本発明を実施するうえで、グレア光学系40は、必ずしも設けなくても良い。このような構成であっても、視力測定モードが通常モードから低コントラストモードへと切り替わる場合に、被検眼Eに呈示される視標12aが視力値の一段階低いものへ切り替わる。その結果、被検者の記憶の影響、および残像効果の影響を避けつつ2種類の視力測定を続けて行うことができる。また、低コントラスト視力を測定するために検者が視標12aを切り換える頻度を少なくすることができる。

30

【0066】

また、上記の実施形態において、制御部100が、視力測定モードをグレアモードに移行させている場合は、可視光源11から第2光量の照明光を照射させた状態にして、視力測定を行わせる場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、制御部100が、視力測定モードをグレアモードに移行させている場合は、可視光源11から第1光量の照明光を照射させた状態にして、視力測定を行わせてもよい。

40

【符号の説明】

【0067】

10	視標呈示光学系
11	可視光源
12a	視標
18	モータ
40	グレアテスト光学系
100	制御部

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-200041(JP,A)
特開2004-167230(JP,A)
特開2000-201893(JP,A)
特開平08-322791(JP,A)
特開平11-128168(JP,A)
特開平07-194544(JP,A)
特開2000-350698(JP,A)
特開2001-017391(JP,A)
特開2002-191558(JP,A)
特開2012-135528(JP,A)
特開2010-259492(JP,A)
特開2012-152302(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/032
A61B 3/06