

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7318394号

(P7318394)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類

A 6 1 B 3/028(2006.01)

F I

A 6 1 B 3/028

請求項の数 4 (全26頁)

(21)出願番号 特願2019-139239(P2019-139239)
(22)出願日 令和1年7月29日(2019.7.29)
(65)公開番号 特開2021-19956(P2021-19956A)
(43)公開日 令和3年2月18日(2021.2.18)
審査請求日 令和4年6月29日(2022.6.29)

(73)特許権者 000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4 番地 1 4
(72)発明者 立花 献
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 高 木 尚哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自覚式検眼装置

(57)【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、

前記被検眼に第1視標を呈示する第1視標呈示部を有し、前記被検眼に向けて前記第1視標呈示部から出射された第1視標光束を投光することで、前記第1視標を第1呈示距離にて呈示する第1投光光学系と、

前記被検眼に第2視標を呈示する第2視標呈示部であって、前記第1視標呈示部とは異なる第2視標呈示部を有し、前記被検眼に向けて前記第2視標呈示部から出射された第2視標光束を投光することで、前記第2視標を前記第1呈示距離とは異なる第2呈示距離にて呈示する第2投光光学系と、

前記第1視標呈示部と、前記第2視標呈示部と、の少なくともいずれかを制御し、前記第1視標と前記第2視標とを呈示させる制御手段であって、前記被検眼に前記第1視標と前記第2視標とを同時に呈示させる制御手段と、

を備え、

前記第1投光光学系の第1光路は前記第2投光光学系の第2光路に含まれ、前記第2光路上にて、前記第1視標呈示部が、前記第2視標呈示部が配置された位置よりも被検眼側に近い位置に配置され、

前記第1視標呈示部は、前記第1視標を呈示する呈示領域の一部に、前記第2視標光束を透過させる透過領域を有し、

前記第2投光光学系は、前記被検眼に向けて、前記第2視標呈示部から出射され、前記透

過領域を透過した前記第 2 視標光束を投光す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、

前記第 1 視標呈示部を移動させる第 1 移動手段と、

前記第 2 視標呈示部を移動させる第 2 移動手段と、

を備え、

前記第 1 移動手段は、前記第 1 投光光学系における前記第 1 光路の光軸方向へ前記第 1 視標呈示部を移動させることで、前記第 1 呈示距離を変更し、

前記第 2 移動手段は、前記第 2 投光光学系の前記第 2 光路の光軸方向へ前記第 2 視標呈示部を移動させることで、前記第 2 呈示距離を変更することを特徴とする自覚式検眼装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 の自覚式検眼装置において、

前記第 1 視標呈示部を挿抜させる挿抜手段を備え、

前記挿抜手段が、前記第 1 投光光学系における前記第 1 光路から前記第 1 視標呈示部を抜くことによって、前記第 2 投光光学系は、前記第 1 視標呈示部を介することなく、前記第 2 視標光束を前記被検眼に投光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、

前記第 1 投光光学系の光路中に配置され、前記第 1 視標光束の光学特性を変化させる第 1 矯正光学系と、

20

前記第 2 投光光学系の光路中に配置され、前記第 2 視標光束の光学特性を変化させる第 2 矯正光学系と、

を備え、

前記第 1 投光光学系は、前記被検眼に向けて、前記第 1 視標呈示部から出射され、前記第 1 矯正光学系を介して矯正された前記第 1 視標光束を投光し、

前記第 2 投光光学系は、前記被検眼に向けて、前記第 2 視標呈示部から出射され、前記第 2 矯正光学系を介して矯正された前記第 2 視標光束を投光し、

前記制御手段は、前記第 1 矯正光学系及び前記第 2 矯正光学系によって矯正された状態の前記被検眼に、前記第 1 視標と前記第 2 視標とを同時に呈示させることを特徴とする自覚式検眼装置。

30

【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に関する。

【背景技術】

【0002】

被検眼に向けて視標光束を投光し、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、自覚式検眼装置には、被検眼に対する視標の呈示距離を変更して、遠用検査時の光学特性と、近用検査時の光学特性と、を測定できるものが知られている（特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019 - 346 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、被検眼が自然視の場合、被検眼の視界には様々な距離にある物体が複合された状態が見えている。しかし、被検眼の検査時は、被検眼に対し、遠用呈示距離に配置された物体（視標）と、近用呈示距離に配置された物体（視標）と、を各々に確認させてい

50

る。被検眼の検査時においても、自然視に近い状態で、これらの視標を確認させることが好ましいとされている。

【 0 0 0 5 】

本開示は、上記従来技術に鑑み、被検眼が自然視に近い状態で検査を行うことができる自覚式検眼装置を提供することを技術課題とする。

【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、本発明は以下の構成を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本開示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、前記被検眼に第 1 視標を呈示する第 1 視標呈示部を有し、前記被検眼に向けて前記第 1 視標呈示部から出射された第 1 視標光束を投光することで、前記第 1 視標を第 1 呈示距離にて呈示する第 1 投光光学系と、前記被検眼に第 2 視標を呈示する第 2 視標呈示部であって、前記第 1 視標呈示部とは異なる第 2 視標呈示部を有し、前記被検眼に向けて前記第 2 視標呈示部から出射された第 2 視標光束を投光することで、前記第 2 視標を前記第 1 呈示距離とは異なる第 2 呈示距離にて呈示する第 2 投光光学系と、前記第 1 視標呈示部と、前記第 2 視標呈示部と、の少なくともいずれかを制御し、前記第 1 視標と前記第 2 視標とを呈示させる制御手段であって、前記被検眼に前記第 1 視標と前記第 2 視標とを同時に呈示させる制御手段と、を備え、前記第 1 投光光学系の第 1 光路は前記第 2 投光光学系の第 2 光路に含まれ、前記第 2 光路上にて、前記第 1 視標呈示部が、前記第 2 視標呈示部が配置された位置よりも被検眼側に近い位置に配置され、前記第 1 視標呈示部は、前記第 1 視標を呈示する呈示領域の一部に、前記第 2 視標光束を透過させる透過領域を有し、前記第 2 投光光学系は、前記被検眼に向けて、前記第 2 視標呈示部から出射され、前記透過領域を透過した前記第 2 視標光束を投光することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】検眼装置の外観図である。

【図 2】測定部の構成を示す図である。

【図 3】第 1 投光光学系と第 2 投光光学系を説明する図である。

【図 4】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 5】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 6】検眼装置の内部を上方向から見た概略構成図である。

【図 7】検眼装置の制御系を示す図である。

【図 8】被検眼に調節力がある場合の第 1 視標光束及び第 2 視標光束と、被検眼に視認される観察像を示す図である。

【図 9】被検眼に調節力ない場合の第 1 視標光束及び第 2 視標光束と、被検眼に視認される観察像を示す図である。

【図 10】視標板とディスプレイとを異なる光路上に配置する構成の一例である。

【図 11】第 2 投光光学系をリレー光学系とする場合を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

< 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。なお、本実施形態において、「同一」は「略同一」を含む。また、「同軸」は「略同軸」を含む。また、「同時」は「略同時」を含む。また、「一致」は「略一致」を含む。また、「共役」は「略共役」を含む。

【 0 0 1 0 】

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。被検眼の光学特性は、眼屈折力（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が挙げられる。

【 0 0 1 1 】

< 自覚式測定光学系 >

自覚式検眼装置は、自覚式測定光学系（例えば、自覚式測定光学系 2 5）を備える。自覚式測定光学系は、第 1 投光光学系（例えば、第 1 投光光学系 3 0）を備えてもよい。第 1 投光光学系は、被検眼に向けて第 1 視標光束を投光する。また、自覚式測定光学系は、第 2 投光光学系（例えば、第 2 投光光学系 4 0）を備えてもよい。第 2 投光光学系は、被検眼に向けて第 2 視標光束を投光する。また、自覚式測定光学系は、第 1 矯正光学系（例えば、矯正光学系 6 0）を備えてもよい。第 1 矯正光学系は、第 1 投光光学系の光路中に配置され、第 1 視標光束の光学特性を変化させる。また、自覚式測定光学系は、第 2 矯正光学系（例えば、矯正光学系 6 0）を備えてもよい。第 2 矯正光学系は、第 2 投光光学系の光路中に配置され、第 2 視標光束の光学特性を変化させる。

10

【 0 0 1 2 】

< 投光光学系 >

第 1 投光光学系は、第 1 視標呈示部（例えば、視標板 3 1）を有していてもよい。第 1 視標呈示部は、被検眼に第 1 視標（例えば、第 1 視標 1 0 0）を呈示する。この場合、第 1 投光光学系は、被検眼に向けて第 1 視標呈示部から出射された第 1 視標光束を投光することで、第 1 視標を第 1 呈示距離にて呈示する。なお、第 1 投光光学系は、被検眼に向けて、第 1 視標呈示部から出射され、後述の第 1 矯正光学系を介して矯正された第 1 視標光束を投光することで、第 1 視標を第 1 呈示距離にて呈示してもよい。

【 0 0 1 3 】

第 2 投光光学系は、第 2 視標呈示部（例えば、ディスプレイ 4 1）を有していてもよい。第 2 視標呈示部は、被検眼に第 2 視標（例えば、第 2 視標 2 0 0）を呈示する視標呈示部であって、第 1 視標呈示部とは異なる視標呈示部である。この場合、第 2 投光光学系は、被検眼に向けて第 2 視標呈示部から出射された第 2 視標光束を投光することで、第 2 視標を第 1 呈示距離とは異なる第 2 呈示距離にて呈示する。なお、第 2 投光光学系は、被検眼に向けて、第 2 視標呈示部から出射され、後述の第 2 矯正光学系を介して矯正された第 2 視標光束を投光することで、第 2 視標を第 2 呈示距離にて呈示してもよい。

20

【 0 0 1 4 】

例えば、第 1 投光光学系と第 2 投光光学系をそれぞれ備えることで、第 1 呈示距離に配置される第 1 視標と、第 1 呈示距離とは異なる第 2 呈示距離に配置される第 2 視標と、は同時に呈示される。例えば、第 1 呈示距離及び第 2 呈示距離は、被検眼の遠用呈示距離、中用呈示距離、近用呈示距離、等のいずれかであってもよい。

30

【 0 0 1 5 】

本実施形態では、第 1 投光光学系の第 1 光路と、第 2 投光光学系の第 2 光路と、を異なる光路とし、各々の光路上に、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部とを配置してもよい。この場合、第 1 光路の一部と第 2 光路の一部とを共通光学部材（例えば、ダイクロイックミラー 3 5）で共通光路としてもよい。つまり、第 1 光路と第 2 光路とで共通光学部材を兼用し、第 1 光路の一部と第 2 光路の一部とを同一光路としてもよい。共通光学部材としては、ハーフミラー、ダイクロイックミラー、ビームスプリッター、等の少なくともいずれかを用いてもよい。例えば、このような構成であれば、被検眼に向けて、第 1 視標呈示部からの第 1 視標光束と、第 2 視標呈示部からの第 2 視標光束と、の一方を共通光学部材で反射させて導光するとともに、他方は共通光学部材を通過させて導光することができる。このため、被検眼には、第 1 呈示距離の第 1 視標と、第 1 呈示距離とは異なる第 2 呈示距離の第 2 視標とが、同時に呈示される。

40

【 0 0 1 6 】

また、本実施形態では、第 1 投光光学系の第 1 光路が第 2 投光光学系の第 2 光路に含まれ、第 2 光路上にて、第 1 視標呈示部を、第 2 視標呈示部が配置された位置よりも被検眼側に近い位置に配置してもよい。例えば、このような構成であれば、被検眼に向けて、第 1 視標呈示部からの第 1 視標光束と、第 2 視標呈示部からの第 2 視標光束と、をともに導光することができる。このため、被検眼には、第 1 呈示距離の第 1 視標と、第 1 呈示距離

50

とは異なる第 2 呈示距離の第 2 視標とが、同時に呈示される。

【 0 0 1 7 】

例えば、第 1 光路が第 2 光路に含まれる場合は、第 1 光路の一部と第 2 光路の一部とを共通光学部材を用いて共通光路とする場合に比べ、構成を容易にすることができる。一例としては、共通光学部材を配置しないことにより、共通光学部材による光量の減衰を考慮しなくてもよく、また、装置を省スペース化することができる。

【 0 0 1 8 】

また、例えば、第 1 光路が第 2 光路に含まれる場合は、少なくとも第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部を含む複数の視標呈示部を、容易に配置することができる。このため、被検眼に対して、少なくとも第 1 呈示距離の第 1 視標と第 2 呈示距離の第 2 視標とを含む、各々に呈示距離が設定された複数の視標を同時に呈示することができる。つまり、被検眼は、より多くの呈示距離に配置された複数の視標を、同時に視認することができる。

10

【 0 0 1 9 】

なお、上記のような、第 1 光路と第 2 光路とを異なる光路とする構成、あるいは、第 1 光路が第 2 光路に含まれる構成では、第 1 視標の第 1 呈示距離と、第 2 視標の第 2 呈示距離と、に応じて、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部の大きさを、予め所定の関係に設定しておいてもよい。一例として、第 1 呈示距離を第 2 呈示距離よりも長い呈示距離に設定する際は、第 1 視標呈示部を、第 2 視標呈示部よりも大きくしてもよい。これによって、被検眼には、第 1 視標呈示部の一部に第 2 視標呈示部が重なった状態で（すなわち、第 1 視標呈示部の一部が第 2 視標呈示部に遮られた状態で）、第 1 視標と第 2 視標とが同時に呈示される。また、一例として、第 1 呈示距離を第 2 呈示距離よりも短い呈示距離に設定する際は、第 1 視標呈示部を第 2 視標呈示部よりも小さくしてもよい。これによって、被検眼には、第 2 視標呈示部の一部に第 1 視標呈示部が重なった状態で（すなわち、第 2 視標呈示部の一部が第 1 視標呈示部に遮られた状態で）、第 1 視標と第 2 視標とが同時に呈示される。

20

【 0 0 2 0 】

また、上記のような、第 1 光路と第 2 光路とを異なる光路とする構成、あるいは、第 1 光路が第 2 光路に含まれる構成では、第 1 視標の第 1 呈示距離と、第 2 視標の第 2 呈示距離と、に応じて、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部の光軸に対する垂直な平面上での位置を、予め所定の関係に設定しておいてもよい。一例として、第 1 呈示距離を第 2 呈示距離よりも長い呈示距離に設定する際は、第 1 視標呈示部を、光軸に対する垂直な平面の上方に、第 2 視標呈示部を、光軸に対する垂直な平面の下方に、それぞれ配置してもよい。これによって、被検眼には、第 1 視標呈示部の一部に第 2 視標呈示部が重なった状態で、第 1 視標と第 2 視標とが同時に呈示される。また、一例として、第 1 呈示距離を第 2 呈示距離よりも短い呈示距離に設定する際は、第 1 視標呈示部を、光軸に対する垂直な平面の下方に、第 2 視標呈示部を、光軸に対する垂直な平面の上方に、それぞれ配置してもよい。これによって、被検眼には、第 2 視標呈示部の一部に第 1 視標呈示部が重なった状態で、第 1 視標と第 2 視標とが同時に呈示される。

30

【 0 0 2 1 】

本実施形態において、第 1 投光光学系の第 1 光路が第 2 投光光学系の第 2 光路に含まれる場合、第 1 視標呈示部には、第 1 視標を呈示する呈示領域の一部に、第 2 視標光束を透過させる透過領域を設けてもよい。これによって、第 2 投光光学系は、第 2 視標呈示部から出射され、第 1 視標呈示部の透過領域を透過した第 2 視標光束を、被検眼に向けて投光することができる。

40

【 0 0 2 2 】

例えば、第 1 視標呈示部が有する透過領域は、第 2 視標光束を透過させることができる領域であればよい。一例として、第 1 視標呈示部に紙を用い、紙の一部の領域を切り取ることで、透過領域を設けてもよい。この場合、第 2 投光光学系は、第 2 視標呈示部から出射され、紙の切り取られた領域を素通りした第 2 視標光束を、被検眼に向けて投光する。また、一例として、第 1 視標呈示部にガラス板を用い、ガラス板の所定の領域を透過領域

50

としてもよい。この場合、第2投光光学系は、第2視標呈示部から出射され、ガラス板の所定の領域を透過した第2視標光束を、被検眼に向けて投光する。また、一例として、第1視標呈示部に透過型ディスプレイを用い、透過型ディスプレイにおける表示のない領域を透過領域としてもよい。この場合、第2投光光学系は、第2視標呈示部から出射され、透過型ディスプレイを透過した第2視標光束を、被検眼に向けて投光する。

【0023】

例えば、第1視標呈示部に透過領域を設けることで、被検眼に第1視標と第2視標とをより自然に近い状態で同時に呈示させることができる。例えば、被検眼は第1視標呈示部の透過領域から第2視標呈示部を観察するが、その際に、第1視標呈示部と第2視標呈示部の境目（つまり、第1視標と第2視標の境目）がなく、違和感が少ない状態で、各々の視標を同時に視認することができる。なお、第1視標呈示部が透過型ディスプレイであれば、透過型ディスプレイの表示内容を変更することで、第1視標を自由に表現することができる。つまり、透過型ディスプレイの表示内容を変更することで、第1視標を任意の視標に切り換えることができる。これにより、様々な検査に対応することができる。

10

【0024】

< 矯正光学系 >

第1矯正光学系は、第1視標光束の光学特性を変更可能な構成であればよい。

【0025】

例えば、第1矯正光学系は、光学素子を制御することで、第1視標光束の球面度数、円柱度数、及び乱視軸角度、等の少なくともいずれか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。

20

【0026】

また、例えば、第1矯正光学系は、被検眼に対する視標の呈示距離（呈示位置）を光学的に変化させることで、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、第1視標呈示部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。

【0027】

なお、第1矯正光学系は、光学素子を制御する構成と、第1視標呈示部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。

30

【0028】

本実施形態において、第1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（フォロプタ）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、被検眼に向けた第1視標光束は、眼屈折力測定ユニットを介して投影される。

40

【0029】

また、本実施形態において、第1矯正光学系は、第1視標呈示部と、第1投光光学系から第1視標光束を被検眼に向けて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、第1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、第1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、例えば、第1矯正光学系によって矯正された第1視標光束は、光学部材を介して被検眼に導光される。

50

【 0 0 3 0 】

第 2 矯正光学系は、第 2 視標光束の光学特性を変更可能な構成であればよい。

【 0 0 3 1 】

例えば、第 1 矯正光学系と同様に、第 2 矯正光学系は、光学素子を制御する構成と、第 2 視標呈示部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、のいずれかの構成であってもよいし、これらの構成を組み合わせた構成であってもよい。また、例えば、第 1 矯正光学系と同様に、第 2 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）であってもよいし、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。

【 0 0 3 2 】

なお、本実施形態において、第 1 矯正光学系と、第 2 矯正光学系と、は別々に設けられてもよい。また、本実施形態において、第 1 矯正光学系と、第 2 矯正光学系と、は兼用されてもよい。この場合、第 1 矯正光学系（第 2 矯正光学系）は、第 1 投光光学系の光路中及び第 2 投光光学系の光路中に配置され、第 1 視標光束及び第 2 視標光束の光学特性を変化させることができる。

【 0 0 3 3 】

< 制御手段 >

自覚式検眼装置は、制御手段（例えば、制御部 70）を備える。制御手段は、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部と、の少なくともいずれかを制御し、第 1 視標と第 2 視標とを同時に呈示させる。なお、制御手段は、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部と、の少なくともいずれかを制御し、第 1 矯正光学系及び第 2 矯正光学系によって矯正された状態の被検眼に、第 1 視標と第 2 視標とを同時に呈示させてもよい。

【 0 0 3 4 】

例えば、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部と、の少なくともいずれかが、前述の紙やガラス板により構成されていた場合、制御手段は、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部とを照明するための光源の点灯及び消灯を制御してもよい。また、例えば、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部と、の少なくともいずれかが、前述のディスプレイ（透過型ディスプレイあるいは非透過型ディスプレイ）により構成されていた場合、制御手段は、第 1 視標呈示部と、第 2 視標呈示部と、の表示を制御してもよい。

【 0 0 3 5 】

本実施形態において、制御手段は、第 1 視標と第 2 視標とを同時に呈示することで、被検眼に第 1 視標と第 2 視標とを同時に視認させることができる構成であればよい。一例として、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部がともにディスプレイである場合、制御手段は、第 1 視標または第 2 視標を各々のディスプレイにて点灯表示させてもよい。これによって、第 1 視標と第 2 視標とが同時に表示されるので、被検眼は第 1 視標と第 2 視標とを同時に視認することができる。また、一例として、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部がともにディスプレイである場合、制御手段は、第 1 視標または第 2 視標を各々のディスプレイにて高速に点滅表示させてもよい。これによって、第 1 視標と第 2 視標とが実質的に同時に表示されるので、被検眼は第 1 視標と第 2 視標とを同時に視認することができる。つまり、被検眼は、第 1 視標と第 2 視標とを、見かけ上はどちらも点灯表示されているように視認できる。

【 0 0 3 6 】

< 移動手段 >

自覚式検眼装置は、第 1 移動手段（例えば、制御部 70）を備える。第 1 移動手段は、第 1 視標呈示部を移動させる。第 1 移動手段は、駆動手段を駆動させて、第 1 視標呈示部を移動させてもよい。例えば、第 1 移動手段は、第 1 投光光学系における第 1 光路の光軸方向へ第 1 視標呈示部を移動させることで、第 1 呈示距離を変更してもよい。また、自覚式検眼装置は、第 2 移動手段（例えば、制御部 70）を備える。第 2 移動手段は、第 2 視標呈示部を移動させる。第 2 移動手段は、駆動手段を駆動させて、第 2 視標呈示部を移動させてもよい。例えば、第 2 移動手段は、第 2 投光光学系における第 2 光路の光軸方向へ

10

20

30

40

50

第 2 視標呈示部を移動させることで、第 2 呈示距離を変更してもよい。

【 0 0 3 7 】

本実施形態では、第 1 移動手段により移動される第 1 視標呈示部の移動距離と、第 2 移動手段により移動される第 2 視標呈示部の移動距離と、が異なる距離とされてもよい。各々の移動距離を異なる距離とすることで、第 1 視標と第 2 視標とを異なる呈示距離にて呈示するようにしてもよい。例えば、第 1 移動手段により移動される第 1 視標呈示部の移動距離が、第 2 移動手段により移動される第 2 視標呈示部の移動距離よりも短い距離とすることで、第 1 視標を第 2 視標よりも短い呈示距離で呈示してもよい。

【 0 0 3 8 】

なお、第 1 移動手段と第 2 移動手段とは兼用されてもよい。すなわち、第 1 移動手段（第 2 移動手段）が、第 1 投光光学系における第 1 光路の光軸方向へ第 1 視標呈示部を移動させることで、第 1 呈示距離を変更するとともに、第 2 投光光学系における第 2 光路の光軸方向へ第 2 視標呈示部を移動させることで、第 2 呈示距離を変更してもよい。この場合、第 1 移動手段（第 2 移動手段）は、第 1 視標呈示部と第 2 視標呈示部とを、一体的に移動させてもよい。

【 0 0 3 9 】

< 挿抜手段 >

自覚式検眼装置は、挿抜手段（例えば、制御部 7 0）を備える。挿抜手段は、第 1 視標呈示部を挿抜させる。挿抜手段は、駆動手段を駆動させて、第 1 視標呈示部を挿抜させてもよい。例えば、挿抜手段が、第 1 投光光学系における第 1 光路に第 1 視標呈示部を挿し込むことによって、第 1 投光光学系の第 1 視標光束と、第 2 投光光学系の第 2 視標光束とあって、第 1 視標呈示部を介した第 2 視標光束と、がどちらも被検眼に向けて投光されるようになる。すなわち、挿抜手段が、第 1 投光光学系における第 1 光路に第 1 視標呈示部を挿し込むことによって、被検眼には、第 1 視標と第 2 視標が呈示されるようになる。また、例えば、挿抜手段が、第 1 投光光学系における第 1 光路から第 1 視標呈示部を挿し抜くことによって、第 2 投光光学系の第 2 視標光束は、第 1 視標呈示部を介することなく、被検眼に向けて投光されるようになる。すなわち、挿抜手段が、第 1 投光光学系における第 1 光路から第 1 視標呈示部を挿し抜くことによって、被検眼には、第 2 視標のみが呈示されるようになる。このため、例えば、挿抜手段によって、被検眼に対して第 1 視標と第 2 視標を同時に呈示する場合と、被検眼に対して第 2 視標のみを呈示する場合と、を切り換えることができる。

【 0 0 4 0 】

< 実施例 >

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。

【 0 0 4 1 】

図 1 は、検眼装置の外観図である。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、前眼部撮像光学系 9 0、等を備える。

【 0 0 4 2 】

筐体 2 は、その内部に、後述の測定部 7、偏向ミラー 8 1、反射ミラー 8 4、凹面ミラー 8 5、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 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。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。

【 0 0 4 3 】

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、図示なきケーブルを介した有線通信により、制御部 7 0 へ出力される。なお、コントローラ 6 からの操作指示に応じた信号は、赤外線等を介した無線通信により、制御部 7 0 へ出力されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

前眼部撮像光学系 9 0 は、被検者の顔を撮像するために用いる。前眼部撮像光学系 9 0 は、図示なき撮像素子とレンズで構成される。前眼部撮像光学系 9 0 は、左眼 E L 及び右眼 E R の少なくとも一方を撮像して、その前眼部画像を取得する。前眼部撮像光学系 9 0 による前眼部の撮像は、後述の制御部 7 0 に制御される。また、前眼部撮像光学系 9 0 により取得された前眼部画像は、後述の制御部 7 0 に解析される。

【 0 0 4 5 】

< 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、左右一対の後述する自覚式測定部と、左右一対の後述する他覚式測定部と、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。

【 0 0 4 6 】

図 2 は、測定部 7 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、他覚式測定光学系 1 0、自覚式測定光学系 2 5、第 1 指標投影光学系 4 5、第 2 指標投影光学系 4 6、観察光学系 5 0、等を備える。

【 0 0 4 7 】

< 他覚式測定光学系 >

他覚式測定光学系 1 0 は、被検眼の光学特性を他覚的に測定する他覚式測定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。なお、被検眼 E の光学特性は、眼屈折力その他、眼軸長、角膜形状、等であってもよい。例えば、他覚式測定光学系 1 0 は、投影光学系 1 0 a と、受光光学系 1 0 b と、で構成される。

【 0 0 4 8 】

投影光学系 1 0 a は、被検眼 E の瞳孔中心部を介して、被検眼 E の眼底にスポット状の測定指標を投影する。例えば、投影光学系 1 0 a は、光源 1 1、リレーレンズ 1 2、ホールミラー 1 3、プリズム 1 5、対物レンズ 1 0 2、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。

【 0 0 4 9 】

受光光学系 1 0 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 1 0 b は、ダイクロイックミラー 2 9、ダイクロイックミラー 3 5、対物レンズ 1 0 2、プリズム 1 5、ホールミラー 1 3、リレーレンズ 1 6、ミラー 1 7、受光絞り 1 8、コリメータレンズ 1 9、リングレンズ 2 0、撮像素子 2 2、等を備える。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施例では、投影光学系 1 0 a と受光光学系 1 0 b との説明を省略する。これらの詳細については、例えば、特開 2 0 1 8 - 4 7 0 4 9 号公報を参考されたい。

【 0 0 5 1 】

< 自覚式測定光学系 >

自覚式測定光学系 2 5 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。例えば、自覚式測定光学系 2 5 は、第 1 投光光学系 3 0 と、第 2 投光光学系 4 0 と、矯正光学系 6 0 と、で構成される。

【 0 0 5 2 】

< 第 1 投光光学系と第 2 投光光学系 >

第 1 投光光学系 3 0 は、被検眼に向けて第 1 視標光束を投光する。例えば、第 1 投光光学系 3 0 は、視標板 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

10

20

30

40

50

ズ 1 0 1、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。第 2 投光光学系 4 0 は、被検眼に向けて第 2 視標光束を投光する。例えば、第 2 投光光学系 4 0 は、ディスプレイ 4 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 1 0 1、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。

【 0 0 5 3 】

なお、本実施例においては、第 1 投光光学系 3 0 の光軸 L 2 a が、第 2 投光光学系 4 0 の光軸 L 2 b の一部と同軸となる。すなわち、第 1 投光光学系 3 0 の第 1 光路 K a が第 2 投光光学系 4 0 の第 2 光路 K b に含まれ、第 1 投光光学系 3 0 の第 1 光路 K a が第 2 投光光学系 4 0 の第 2 光路 K b の一部と共通光路となる。

【 0 0 5 4 】

第 1 投光光学系 3 0 と第 2 投光光学系 4 0 について、詳細に説明する。図 3 は、第 1 投光光学系 3 0 と第 2 投光光学系 4 0 を説明する図である。図 3 (a) は、各々の光学系における第 1 視標光束及び第 2 視標光束を示している。図 3 (b) は、各々の光学系にて呈示される第 1 視標及び第 2 視標を示している。図 3 (c) は、被検眼 E が視認する第 1 視標及び第 2 視標を示している。なお、図 3 では、便宜上、投光レンズ 3 3、投光レンズ 3 4、及び対物レンズ 1 0 1 を 1 枚のレンズ M で表し、その他の各部材は省略する。

【 0 0 5 5 】

第 1 投光光学系 3 0 が備える視標板 3 1 は、その被検眼に対する呈示面 3 2 (言い換えると、視標を呈示する呈示領域 3 2) に、第 1 視標 1 0 0 が描かれたガラス板である。視標板 3 1 は、第 1 視標 1 0 0 が描かれた非透過領域 3 1 a と、第 1 視標 1 0 0 が描かれていない透過領域 3 1 b と、からなる。非透過領域 3 1 a は、後述の第 2 視標光束を透過させない領域である。透過領域 3 1 b は、後述の第 2 視標光束を透過させる領域である。例えば、第 1 視標 1 0 0 としては、検査視標 (ランドルト環視標、風景視標、等) が描かれていてもよい。第 2 投光光学系 4 0 が備えるディスプレイ 4 1 は、その表示面 4 2 に第 2 視標 2 0 0 が表示される。例えば、第 2 視標 2 0 0 としては、固視標 (例えば、点像視標、風景視標、等)、検査視標 (ランドルト環視標、風景視標、等) が表示されてもよい。

【 0 0 5 6 】

本実施例では、被検眼 E に対し、視標板 3 1 が近い位置に、ディスプレイ 4 1 が遠い位置に、それぞれ配置される。すなわち、視標板 3 1 は、ディスプレイ 4 1 が配置された位置よりも、被検眼側に近い位置に配置される。これによって、被検眼 E から視標板 3 1 の呈示面 3 2 までの光学的な距離であり、被検眼 E に第 1 視標 1 0 0 を呈示する際の光学的な距離である第 1 呈示距離 D 1 が、被検眼 E からディスプレイ 4 1 の表示面 4 2 までの光学的な距離であり、被検眼 E に第 2 視標 2 0 0 を呈示する際の光学的な距離である第 2 呈示距離 D 2 よりも、短い距離となる。

【 0 0 5 7 】

なお、被検眼 E に対して、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とは、第 1 呈示距離 D 1 と第 2 呈示距離 D 2 とが所定の距離 (所定のディオプタ値) となるように、配置されてもよい。一例として、本実施例では、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とが、第 1 呈示距離 D 1 と第 2 呈示距離 D 2 との差が - 3 D となるように、配置されてもよい。この場合、後述の駆動機構 3 9 により、ディスプレイ 4 1 とともに視標板 3 1 が光軸方向へ移動され、ディスプレイ 4 1 が、光学的に十分な遠方の距離 (遠用呈示距離) であり、0 D に相当する位置に配置されたとき、視標板 3 1 が、光学的に近方の距離 (近用呈示距離) であり、- 3 D (3 3 c m) に相当する位置に配置される。

【 0 0 5 8 】

ディスプレイ 4 1 は、その呈示領域 4 2 の各々の位置から、第 2 視標光束を出射する。例えば、ディスプレイ 4 1 における呈示領域 4 2 の下部から出射した第 2 視標光束 R 2 a は、視標板 3 1 の下部を後方から照明するが (つまり、非透過領域 3 1 a であって第 1 視標 1 0 0 を後方から照明するが)、非透過領域 3 1 a に遮られるため、被検眼 E に導光されない。一方、例えば、ディスプレイ 4 1 における呈示領域 4 2 の上部から出射した第 2 視標光束 R 2 b は、視標板 3 1 の上部 (つまり、透過領域 3 1 b) を後方から照明すると

10

20

30

40

50

ともに、透過領域 3 1 b を通過する。このため、第 2 視標光束 R 2 b は、投光レンズ 3 3、投光レンズ 3 4、反射ミラー 3 6、ダイクロイックミラー 3 5、対物レンズ 1 0 1、及びダイクロイックミラー 2 9、の順に光学部材を経由し、被検眼 E に導光される。

【 0 0 5 9 】

例えば、ディスプレイ 4 1 から出射した第 2 視標光束 R 2 a により照明されることで、視標板 3 1 の下部（非透過領域 3 1 a）から出射した第 1 視標光束 R 1 は、投光レンズ 3 3、投光レンズ 3 4、反射ミラー 3 6、ダイクロイックミラー 3 5、対物レンズ 1 0 1、及びダイクロイックミラー 2 9、の順に光学部材を経由し、被検眼 E に導光される。

【 0 0 6 0 】

本実施例では、このように、被検眼 E に対し、ディスプレイ 4 1 の手前側に、透過領域 3 1 b をもつ視標板 3 1 が配置される。このため、被検眼 E がディスプレイ 4 1 に注目したとき、被検眼 E は、視標板 3 1 の透過領域 3 1 b 越しにディスプレイ 4 1 を観察することができる。言い換えると、被検眼 E がディスプレイ 4 1 に表示された第 2 視標 2 0 0 に注目したとき、被検眼 E は視標板 3 1 に描かれた第 1 視標 1 0 0 越しに第 2 視標 2 0 0 を観察することができる。つまり、被検眼 E には第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが同時に呈示され、被検眼 E は第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とを同時に視認することができる。

10

【 0 0 6 1 】

例えば、図 3（a）のように、被検眼 E がディスプレイ 4 1 に注目することで、被検眼 E の眼底 E f に第 2 視標光束 R 2 b が結像し、被検眼 E の眼底 E f よりも奥側に第 1 視標光束 R 1 が結像した状態では、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 が、図 3（c）に示すような観察像 3 0 0 として、被検眼 E に同時に視認される。すなわち、焦点が合った第 2 視標 2 0 0 と、焦点が合わない第 1 視標 1 0 0 と、が被検眼 E に同時に視認される。なお、例えば、被検眼 E が視標板 3 1 に注目することで、被検眼 E の眼底 E f に第 1 視標光束 R 1 が結像し、被検眼 E の眼底 E f よりも手前側に第 2 視標光束 R 2 b が結像した状態では、焦点が合った第 1 視標 1 0 0 と、焦点が合わない第 2 視標 2 0 0 と、が被検眼 E に同時に視認される。

20

【 0 0 6 2 】

なお、視標板 3 1 には、視標板 3 1 を光軸 L 2 a（光軸 L 2 b）から挿抜させるための駆動機構 3 8 が設けられてもよい。言い換えると、視標板 3 1 には、視標板 3 1 を第 1 光路 K a（第 2 光路 K b）から挿抜させるための駆動機構 3 8 が設けられてもよい。駆動機構 3 8 は、後述の測定モードに応じて、適宜、視標板 3 1 を挿抜させる。例えば、駆動機構 3 8 は、モータ及びスライド機構等で構成される。

30

【 0 0 6 3 】

< 矯正光学系 >

矯正光学系 6 0 は、第 1 投光光学系 3 0 と第 2 投光光学系 4 0 との光路中に配置される。また、矯正光学系 6 0 は、第 1 投光光学系 3 0 における視標板 3 1 から出射した第 1 視標光束、及び、第 2 投光光学系 4 0 におけるディスプレイ 4 1 から出射した第 2 視標光束、の各々の光学特性を変化させる。例えば、矯正光学系 6 0 は、乱視矯正光学系 6 3、後述の駆動機構 3 9、等を備える。

40

【 0 0 6 4 】

乱視矯正光学系 6 3 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 6 3 は、投光レンズ 3 3 と投光レンズ 3 4 との間に配置される。乱視矯正光学系 6 3 は、焦点距離の等しい、2 枚の正の円柱レンズ 6 1 a と円柱レンズ 6 1 b で構成される。円柱レンズ 6 1 a と円柱レンズ 6 1 b は、回転機構 6 2 a と回転機構 6 2 b の駆動によって、光軸 L 2 a（光軸 L 2 b）を中心として、各々が独立に回転する。

【 0 0 6 5 】

なお、本実施例では、乱視矯正光学系 6 3 として、円柱レンズ 6 1 a と円柱レンズ 6 1 b を用いる構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。乱視矯正光学系 6 3 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、第 1 投光光学

50

系 3 0 と第 2 投光光学系 4 0 との光路に、矯正レンズを出し入れしてもよい。

【 0 0 6 6 】

本実施例では、駆動機構 3 9 によって、自覚式測定光学系 2 5 における第 1 投光光学系 3 0 の視標板 3 1、自覚式測定光学系 2 5 における第 2 投光光学系 4 0 のディスプレイ 4 1、他覚式測定光学系 1 0 における投影光学系 1 0 a の光源 1 1 とリレーレンズ 1 2、及び、他覚式測定光学系 1 0 における受光光学系 1 0 b の受光絞り 1 8 ~ 撮像素子 2 2、が光軸方向へ一体的に移動可能となっている。つまり、視標板 3 1、ディスプレイ 4 1、光源 1 1、リレーレンズ 1 2、受光絞り 1 8、コリメータレンズ 1 9、リングレンズ 2 0、及び撮像素子 2 2、が駆動ユニット 9 5 として同期し、駆動機構 3 9 によって、これらが一体的に移動される。駆動機構 3 9 は、モータ及びスライド機構からなる。駆動機構 3 9 が移動した移動位置は、図示なきポテンショメータによって検出される。

10

【 0 0 6 7 】

駆動機構 3 9 は、駆動ユニット 9 5 を光軸 L 2 a 方向（光軸 L 2 b 方向）へ移動させることで、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とを一体的に移動させる。自覚式測定では、これによって、被検眼 E に対する第 1 視標 1 0 0 の呈示位置（第 1 呈示距離 D 1）と、被検眼 E に対する第 2 視標 2 0 0 の呈示位置（第 2 呈示距離 D 2）と、が光学的に変更され、被検眼 E の球面度数が矯正される。すなわち、視標板 3 1 及びディスプレイ 4 1 を光軸 L 2 a 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、視標板 3 1 及びディスプレイ 4 1 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。

20

【 0 0 6 8 】

なお、球面矯正光学系は、本実施例の構成に限定されない。例えば、光路中に多数の光学素子を配置することで、球面度数を矯正する構成としてもよい。また、例えば、光路中にレンズを配置し、そのレンズを光軸方向へ移動させることで、球面度数を矯正する構成としてもよい。

【 0 0 6 9 】

< 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 4 5 及び第 2 指標投影光学系 4 6 は、ダイクロイックミラー 2 9 と、後述の偏向ミラー 8 1 と、の間に配置される。第 1 指標投影光学系 4 5 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 4 6 は、第 1 指標投影光学系 4 5 とは異なる位置に配置され、被検者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 4 6 から出射される近赤外光（アライメント光）は、観察光学系 5 0 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。

30

【 0 0 7 0 】

< 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 1 0 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。なお、この観察光学系 5 0 は、第 1 指標投影光学系 4 5 及び第 2 指標投影光学系 4 6 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 7 0 によってアライメント指標像の位置が検出される。

40

【 0 0 7 1 】

< 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 4 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 5 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 6 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 5 及び図 6 では、便宜上、左眼用測定部 7 L の光軸のみを図示している。

50

【 0 0 7 2 】

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 を移動させることによって、測定部 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 からの第 1 視標光束および第 2 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 6 0 で矯正された第 1 視標光束及び第 2 視標光束を導光し、被検眼 E の眼底に矯正光学系 6 0 で矯正された第 1 視標光束の像（第 1 視標 1 0 0 の像）及び第 2 視標光束の像（第 2 視標 2 0 0 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 7 3 】

検眼装置 1 が備える測定部 7 からの第 1 視標光束及び第 2 視標光束は、後述する凹面ミラー 8 5 の光軸 L から外れた光路を通過して、被検眼 E に導光される。すなわち、測定部 7 からの第 1 視標光束及び第 2 視標光束が凹面ミラー 8 5 の光軸 L に対して斜め方向から照射され、その反射光束が被検眼 E に導光される。例えば、光軸 L は、凹面ミラー 8 5 の球中心に向かう軸である。なお、本実施例では、測定部 7 からの第 1 視標光束及び第 2 視標光束が、凹面ミラー 8 5 の光軸 L から外れた光路を通過する場合を例示するが、これに限定されない。例えば、測定部 7 からの第 1 視標光束及び第 2 視標光束は、凹面ミラー 8 5 の光軸 L に一致する光路を通過するようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

例えば、自覚式測定部は、測定部 7、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、等で構成される。なお、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 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 からの第 1 視標光束及び第 2 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 からの第 1 視標光束及び第 2 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 7 5 】

例えば、偏向ミラー 8 1 は、左右一対にそれぞれ設けられた、左眼用偏向ミラー 8 1 L と、右眼用偏向ミラー 8 1 R と、を有する。例えば、偏向ミラー 8 1 は、被検眼 E と測定部 7 との間に配置される。例えば、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。

【 0 0 7 6 】

例えば、左眼用偏向ミラー 8 1 L は、左眼用測定部 7 L から投影される第 1 視標光束及び第 2 視標光束を反射し、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 で反射された第 1 視標光束の眼底反射光束及び第 2 視標光束の眼底反射光束を反射し、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 から投影される第 1 視標光束及び第 2 視標光束を反射し、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 で反射された第 1 視標光束の眼底反射光束及び第 2 視標光束の眼底反射光束を反射し、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 から投影された第 1 視標光束及び第 2 視標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 から投影された第 1 視標光束及び第 2 視標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。

【 0 0 7 7 】

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

10

20

30

40

50

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、駆動機構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。

【００７８】

例えば、駆動部８３は、モータ等からなる。例えば、駆動部８３は、左眼用偏向ミラー８１Ｌを駆動するための駆動部８３Ｌと、右眼用偏向ミラー８１Ｒを駆動するための駆動部８３Ｒと、を有する。例えば、駆動部８３の駆動によって、偏向ミラー８１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が移動されることによって、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。

10

【００７９】

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、第１視標光束の像と第２視標光束の像と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、像の形成位置を光学的に補正することができる。

【００８０】

20

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。すなわち、凹面ミラー８５は、右眼用光路と左眼用光路とで共有され、右眼用光路と左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、右眼用光路と左眼用光路とで共有される構成でなくてもよい。すなわち、右眼用光路と、左眼用光路と、で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。凹面ミラー８５は、被検眼Ｅに第１視標光束及び第２視標光束を導光し、被検眼Ｅの眼底に第１視標光束の像及び第２視標光束の像を形成する。

【００８１】

< 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、左眼用測定部７Ｌの視標板３１から投影された第１視標光束と、ディスプレイ４１から投影された第２視標光束と、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１０１、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で反射された第１視標光束及び第２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。視標板３１とディスプレイ４１とから出射した各々の視標光束は、このように各光学部材を経由して、左眼ＥＬに到達する。

30

【００８２】

40

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、矯正光学系６０で矯正された第１視標光束の像と第２視標光束の像が、左眼ＥＬの眼底上に形成される。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第１視標光束の像と第２視標光束の像とを、視準することができる。

【００８３】

< 制御部 >

図７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、

50

不揮発性メモリ 75（以下、メモリ 75）、測定部 7 が備える光源 11、撮像素子 22、ディスプレイ 41、撮像素子 52、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。

【0084】

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。

10

【0085】

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。

【0086】

<制御動作>

検眼装置 1 の制御動作について説明する。

【0087】

本実施例では、検者によるスイッチ部 6b の操作、及び、被検眼 E に対する自覚式測定の内容、の少なくともいずれかに基づき、制御部 70 が、第 1 測定モードと、第 2 測定モードと、のいずれかの測定モードに切り換える。例えば、第 1 測定モードは、被検眼 E に対する測定部 7 のアライメント、被検眼 E の裸眼度数の算出、被検眼 E を矯正する矯正度数の算出、等で用いられるモードである。例えば、第 2 測定モードは、被検眼 E がレンズを装用した際のシミュレーション、等で用いられるモードである。

20

【0088】

<被検眼に対する測定部のアライメント>

検者は、被検者に、顎を顎台 5 に載せて、呈示窓 3 を観察するように指示する。また、検者は、スイッチ部 6b を操作し、被検眼 E を固視させるための固視標をディスプレイ 41 に表示させる。制御部 70 は、スイッチ部 6b の操作（ここでは、固視標の指定）に基づき、第 1 測定モードを設定する。また、制御部 70 は、第 1 測定モードの設定に基づき、駆動機構 38 を駆動させ、第 1 投光光学系 30 における視標板 31 を、第 1 光路 Ka（第 2 光路 Kb）の光路外に配置する。これによって、被検眼 E には、ディスプレイ 41 から出射した第 2 視標光束が、視標板 31 を介することなく入射し、固視標が呈示される。

30

【0089】

続いて、検者は、スイッチ部 6b を操作し、被検眼 E と測定部 7 との位置合わせ（アライメント）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 6b からの入力信号に応じて、被検眼 E の角膜に第 1 指標投影光学系 45 及び第 2 指標投影光学系 46 によるアライメント指標像を投影する。また、制御部 70 は、アライメント指標像を用いて、被検眼 E に対する測定部 7 の X 方向、Y 方向、及び Z 方向のずれを検出し、このずれに基づいて測定部 7 を移動させる。これによって、アライメントが完了される。

40

【0090】

<自覚式測定による光学特性の取得>

検者は、被検眼 E に対する測定部 7 のアライメントが完了すると、被検眼に対する自覚式測定を開始する。検者は、スイッチ部 6b を操作して、所望の検査視標（例えば、ランドルト環視標）をディスプレイ 41 に表示させる。これによって、被検眼 E には、ディスプレイ 41 から出射した第 2 視標光束が、視標板 31 を介することなく入射し、検査視標が呈示される。

【0091】

また、検者は、スイッチ部 6b を操作して、所望の矯正度数を設定する。検者は、被検

50

眼 E の光学特性（例えば、被検眼 E の他覚式測定における光学特性、被検眼 E の自覚式測定における光学特性、等）を予め取得しておき、これに基づいて、所望の矯正度数を設定してもよい。制御部 70 は、スイッチ部 6 b からの入力信号に応じて、第 2 投光光学系 40 と、矯正光学系 60 と、の少なくともいずれかを制御する。例えば、制御部 70 は、駆動機構 39 を駆動させ、ディスプレイ 41 を光軸 L 2 b 方向へ移動させることによって、被検眼 E の球面度数を矯正してもよい。また、例えば、制御部 70 は、回転機構 62 a と回転機構 62 b を駆動させ、円柱レンズ 61 a と円柱レンズ 61 b を光軸 L 2 b の軸周りに回転させることによって、被検眼 E の円柱度数と乱視軸角度との少なくともいずれかを矯正してもよい。これによって、被検眼 E の眼屈折度が所定のディオプタ値（例えば、0 D 等）で矯正されるとともに、被検眼 E の眼屈折度が所定のディオプタ値となる矯正度数が取得される。

10

【0092】

検者は、被検者に、検査視標の向き（ランドルト環視標のすき間の向き）を問い、被検者の回答を考慮しながら、被検眼 E を矯正する矯正度数が適切であることを確認する。なお、矯正度数が不適切であった場合等には、被検眼 E の眼屈折度を所定のディオプタ値とは異なるディオプタ値で矯正し、再度、矯正度数が適切であることを確認してもよい。制御部 70 は、検者が適切と判断した矯正度数を、被検眼 E の自覚式測定における光学特性（自覚値）として取得するとともに、メモリ 75 に記憶させる。

【0093】

＜被検眼をレンズで矯正した場合のシミュレーション＞

20

本実施例では、被検眼 E の光学特性に基づいて、被検眼 E をレンズで矯正した状態での見え方をシミュレートすることができる。より詳細には、被検者が眼鏡を装用した際に、被検眼 E に対して所定の距離に配置された物体（検査視標）がどのように見えるのかを、実際に体感させることができる。これについて、被検眼 E が正視であり、その光学特性が、球面度数 0 D、円柱度数 0 D、乱視軸角度 0 度、である場合を例に挙げて説明する。

【0094】

検者は、スイッチ部 6 b を操作し、第 2 測定モードに切り換えてもよい。制御部 70 は、制御部 70 は、スイッチ部 6 b の操作に基づき、第 2 測定モードを設定する。また、制御部 70 は、第 2 測定モードの設定に基づき、駆動機構 38 を駆動させ、第 1 投光光学系 30 における視標板 31 を、第 1 光路 K a（第 2 光路 K b）の光路内に配置する。

30

【0095】

制御部 70 は、被検眼 E の光学特性に基づき、駆動機構 39 を駆動させて、ディスプレイ 41 と視標板 31 を光軸 L 2 b 方向（光軸 L 2 a 方向）へ移動させる。本実施例では、被検眼 E の球面度数 0 D に対応する位置に、ディスプレイ 41 が配置される。すなわち、被検眼 E に対して、第 2 呈示距離 D 2 が光学的に十分な遠方の距離（遠用呈示距離）となる位置に、ディスプレイ 41 が配置される。これによって、被検眼 E の球面度数は 0 D で矯正される。

【0096】

なお、ディスプレイ 41 と視標板 31 とは、前述のように、第 1 呈示距離 D 1 と第 2 呈示距離 D 2 との光学的な距離の差が - 3 D となるように、予め設計されている。このため、被検眼 E の球面度数 0 D に対応する位置にディスプレイ 41 が配置されると、同時に、被検眼 E の球面度数 - 3 D に対応する位置に視標板 31 が配置される。つまり、被検眼 E に対する遠用呈示距離での球面度数（本実施例では、0 D）の位置であって、ディスプレイ 41 の配置位置を基準として、所定の距離に対応する球面度数（本実施例では、- 3 D）だけ近方に近付けた位置に、視標板 31 が配置される。これによって、被検眼 E に対して、第 1 呈示距離 D 1 が光学的に所定の距離（本実施例では、33 cm であり、近用呈示距離）となる位置に視標板 31 が配置される。

40

【0097】

このような状態では、被検眼 E に、近用呈示距離に配置された視標板 31 から出射した第 1 視標光束が入射し、視標板 31 に描かれた第 1 視標 100 が呈示されるようになる。

50

また、被検眼 E に、遠用呈示距離に配置されたディスプレイ 4 1 から出射した第 2 視標光束が、視標板 3 1 の透過領域 3 1 b を介して入射し、ディスプレイ 4 1 に表示された第 2 視標 2 0 0 が呈示されるようになる。

【 0 0 9 8 】

図 8 は、被検眼に調節力がある場合（被検眼の調節が働く場合）における、第 1 視標光束 R 1 及び第 2 視標光束 R 2 b と、被検眼 E に視認される観察像 3 0 0 と、を表している。図 8（a）は、被検眼 E が第 2 視標 2 0 0 に注目した状態を示す。図 8（b）は、被検眼 E が第 1 視標 1 0 0 に注目した状態を示す。

【 0 0 9 9 】

被検眼 E が第 2 視標 2 0 0 に注目すると、図 8（a）のように、被検眼 E の眼底 E f に、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が結像する。このとき、被検眼 E の眼底 E f よりも奥側に、視標板 3 1 からの第 1 視標光束 R 1 が結像する。このため、被検眼 E には、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが観察像 3 0 0 a のように見え、焦点が合わない第 1 視標 1 0 0 と、焦点が合った第 2 視標 2 0 0 と、が同時に視認される。

10

【 0 1 0 0 】

一方、被検眼 E が第 1 視標 1 0 0 に注目すると、図 8（b）のように、被検眼 E の眼底 E f に、視標板 3 1 からの第 1 視標光束 R 1 が結像する。このとき、被検眼 E の眼底 E f よりも手前側に、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が結像する。このため、被検眼 E には、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが観察像 3 0 0 b のように見え、焦点が合った第 1 視標 1 0 0 と、焦点が合わない第 2 視標 2 0 0 と、が同時に視認される。

20

【 0 1 0 1 】

図 9 は、被検眼に調節力ない場合（被検眼の調節が働かない場合）における、第 1 視標光束 R 1 及び第 2 視標光束 R 2 b と、被検眼 E に視認される観察像 3 0 0 と、を表している。図 9（a）は、被検眼 E が第 2 視標 2 0 0 に注目した状態を示す。図 9（b）は、被検眼 E が第 1 視標 1 0 0 に注目した状態を示す。

【 0 1 0 2 】

被検眼 E が第 2 視標 2 0 0 に注目すると、図 9（a）のように、被検眼 E の眼底 E f に、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が結像する。このとき、被検眼 E の眼底 E f よりも奥側に、視標板 3 1 からの第 1 視標光束 R 1 が結像する。このため、被検眼 E には、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが観察像 3 0 0 c のように見え、焦点が合わない第 1 視標 1 0 0 と、焦点が合った第 2 視標 2 0 0 と、が同時に視認される。

30

【 0 1 0 3 】

ここで、被検眼 E は調節力が低下し、近用呈示距離に焦点を合わせることができないため、被検眼 E が第 1 視標 1 0 0 に注目しても、図 9（b）のように、被検眼 E の眼底 E f にはディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が結像した状態が維持される。また、被検眼 E の眼底 E f よりも奥側に、視標板 3 1 からの第 1 視標光束 R 1 が結像した状態が維持される。このため、被検眼 E には、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが観察像 3 0 0 d のように見え、焦点が合った第 1 視標 1 0 0 と、焦点が合わない第 2 視標 2 0 0 と、が同時に視認される。

【 0 1 0 4 】

40

上記では、説明の便宜上、被検眼 E の球面度数が 0 D である場合を例に挙げたが、被検眼 E の球面度数が 0 D とは異なる度数（例えば、球面度数 - 5 D、等）であっても、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 を適切な位置に配置することで、被検眼をレンズで矯正した状態での見え方を被検者に体感させることができる。

【 0 1 0 5 】

一例として、被検眼 E が球面度数 - 5 D である場合、制御部 7 0 は、ディスプレイ 4 1 を球面度数 - 5 D に対応する位置に配置する。例えば、制御部 7 0 は、駆動機構 3 9 を駆動させ、ディスプレイ 4 1 を、被検眼 E（球面度数 - 5 D）にとっての遠用呈示距離であり、第 2 呈示距離 D 2 が光学的に 2 0 c m となる位置に配置する。これにより、被検眼 E は、その球面度数が 0 D となるように矯正された状態となる。

50

【0106】

本実施例では、ディスプレイ41の光学的な第1呈示距離D1と、視標板31の光学的な第2呈示距離D2と、の差が-3Dとされているため、被検眼Eの球面度数が0Dで矯正されるようにディスプレイ41が配置されると、同時に、視標板31が-3Dに相当する位置に配置される。例えば、視標板31は、被検眼E（球面度数-5D）にとっての近用呈示距離であり、第1呈示距離D1が光学的に12.5cmとなる位置に配置される。

【0107】

例えば、被検眼E（球面度数-5D）に対しては、このように視標板31とディスプレイ41を配置して、第1視標100と第2視標200との各々に注目させることで、被検眼Eをレンズで矯正した状態での見え方をシミュレートさせることができる。

10

【0108】

また、上記では、説明の便宜上、被検眼Eの円柱度数が0Dである場合を例に挙げたが、被検眼Eの円柱度数が0Dとは異なる度数（例えば、円柱度数-1D、等）である場合には、被検眼Eの円柱度数を0Dに矯正した状態で、その見え方をシミュレートさせてもよい。例えば、本実施例では、制御部70が、回転機構62aと回転機構62bを駆動させ、円柱レンズ61aと円柱レンズ61bを独立に回転させることで、被検眼Eの円柱度数を0Dに矯正することができる。同様に、被検眼Eの円柱度数が0度とは異なる度数（例えば、乱視軸角度45度、等）である場合、円柱レンズ61aと円柱レンズ61bを回転させ、被検眼Eの乱視軸角度を矯正した状態で、その見え方をシミュレートさせてもよい。

20

【0109】

以上説明したように、例えば、本実施例における自覚式検眼装置は、被検眼に第1視標を呈示する第1視標呈示部を有した第1投光光学系と、被検眼に第2視標を呈示する第2視標呈示部を有した第2投光光学系と、を備え、第1視標呈示部と第2視標呈示部との少なくともいずれかを制御することによって、被検眼に第1視標と第2視標とを同時に呈示させる。このため、被検眼は、2つの呈示距離（例えば、遠用呈示距離と近用呈示距離、等）に置かれた各々の視標を同時に視認することができ、被検眼が手前に配置された物体（視標）と、奥に配置された物体（視標）と、を自然に観察した状態での見え方を再現することができる。

【0110】

30

また、例えば、本実施例における自覚式検眼装置では、第1投光光学系の第1光路が第2投光光学系の第2光路に含まれており、第2光路上にて、第1視標呈示部が、第2視標呈示部が配置された位置よりも被検眼側に近い位置に配置される。これによって、容易な構成で、被検眼に第1視標と第2視標とを異なる呈示距離で同時に呈示させることができる。一例としては、第1投光光学系の第1光路と第2投光光学系の第2光路との一部を、光学部材を用いて共通光路とする構成（後述）に比べ、その光学部材による光量の減衰を抑えること、装置の省スペース化を図ること、等が容易である。

【0111】

また、例えば、本実施例における自覚式検眼装置において、第1視標呈示部は呈示領域の一部に第2視標光束を透過させる透過領域を有しており、第2視標呈示部から出射され、第1視標呈示部の透過領域を透過した第2視標光束が、被検眼に向けて投光される。これによって、被検眼に第1視標と第2視標とをより自然に近い状態で同時に呈示させることができる。例えば、被検眼は第1視標呈示部の透過領域から第2視標呈示部を観察するが、その際に、第1視標呈示部と第2視標呈示部の境目（つまり、第1視標と第2視標の境目）がなく、違和感が少ない状態で、各々の視標を同時に視認することができる。

40

【0112】

また、例えば、本実施例における自覚式検眼装置は、第1投光光学系における第1光路から第1視標呈示部を抜くことによって、第1視標呈示部を介することなく、第2視標光束が被検眼に向けて投光される。このため、例えば、自覚式検眼装置を、被検眼に対して通常の自覚式測定を実施する場合と、被検眼に対して2つの視標を同時に呈示して実際の見

50

え方をシミュレートさせる場合と、において切り換えて用いることができる。特に、第1投光光学系の第1光路が第2投光光学系の第2光路に含まれる構成とした際には、第1視標呈示部の挿抜機構を効果的に用いることができる。

【0113】

また、例えば、本実施例における自覚式検眼装置は、被検眼に、第1矯正光学系を介して矯正された第1視標と、第2矯正光学系を介して矯正された第2視標と、を同時に呈示させる。これによって、被検眼は、眼鏡を装用して、手前に配置された物体（視標）と、奥に配置された物体（視標）と、を自然に観察した状態での見え方を、眼鏡を作製する前に、予め確認することができる。

【0114】

<変容例>

なお、本実施例では、第1投光光学系30の第1光路Kaが第2投光光学系40の第2光路Kbに含まれ、視標板31とディスプレイ41とを同一光路上に配置する構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、視標板31とディスプレイ41とを異なる光路上に配置することもできる。

【0115】

図10は、視標板31とディスプレイ41とを異なる光路上に配置する構成の一例である。この場合、第1投光光学系30の光軸L2a（第1光路Ka）の一部と、第2投光光学系40の光軸L2b（第2光路Kb）の一部と、を同一光路とするための共通光学部材400を配置してもよい。共通光学部材400には、ハーフミラー、ダイクロイックミラー、ビームスプリッター、等の少なくともいずれかをを用いてもよい。例えば、第1投光光学系30の視標板31から出射した第1視標光束R1は、共通光学部材400に反射されて、被検眼Eに導光される。また、例えば、第2投光光学系40のディスプレイ41から出射した第2視標光束R2bは、共通光学部材400を通過して、被検眼Eに導光される。このため、被検眼Eには第1視標100と第2視標200とが同時に呈示され、被検眼Eは第1視標100と第2視標200とを観察像300eとして同時に視認することができる。

【0116】

なお、視標板31とディスプレイ41とを異なる光路上に配置する構成であれば、共通光学部材400から視標板31までの光学的な距離と、共通光学部材400からディスプレイ41までの光学的な距離と、をそれぞれ調整することによって、被検眼Eに対する第1視標100の光学的な第1呈示距離D1と、被検眼Eに対する第2視標200の光学的な第2呈示距離D2と、を変更することができる。

【0117】

また、視標板31とディスプレイ41とを異なる光路上に配置する構成では、視標板31に必ずしも透過領域31bを設けなくてもよい。一例として、この場合には、視標板31としてディスプレイを用い、第1視標100を表示する領域を点灯させ、第1視標100を表示しない領域を消灯するように、その表示面の表示を制御してもよい。すなわち、視標板31（ディスプレイ）において、第1視標100を表示しない領域を消灯することで、視標板31（ディスプレイ）に透過領域31bを形成してもよい。あるいは、視標板31としてディスプレイを用い、第1視標100を表示する領域と、黒地の背景視標を表示する領域と、を表示するように制御してもよい。すなわち、視標板31（ディスプレイ）において、黒地の背景視標を表示することで、視標板31（ディスプレイ）に透過領域31bを形成してもよい。

【0118】

なお、本実施例では、視標板31とディスプレイ41との間の光学的な距離を一定とする構成（すなわち、視標板31とディスプレイ41とを所定の距離に対応する球面度数に固定配置する構成）を例に挙げて説明したが、これに限定されない。視標板31とディスプレイ41との間の光学的な距離は、変更可能な構成であってもよい。例えば、この場合、視標板31に、視標板31を光軸L2a方向（光軸L2b方向）へ移動させるための移

10

20

30

40

50

動機構を設けてもよい。また、例えば、この場合、ディスプレイ 4 1 に、ディスプレイ 4 1 を光軸 L 2 b 方向（光軸 L 2 a 方向）へ移動させるための移動機構を設けてもよい。もちろん、視標板 3 1 と、ディスプレイ 4 1 と、の各々に、これらの移動機構を設けてもよい。制御部 7 0 は、視標板 3 1 の移動機構と、ディスプレイ 4 1 の移動機構と、の少なくともいずれかの駆動を制御することで、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 との間の光学的な距離を相対的に変更し、任意の距離（任意の距離に対応する球面度数）としてもよい。これによって、被検眼 E に対し、様々な状態での見え方を容易に再現することができる。一例として、被検眼 E からディスプレイ 4 1 までの光学的な距離を、遠用呈示距離である 5 m に設定した状態において、被検眼 E から視標板 3 1 までの光学的な距離を、近用呈示距離である 33 cm と 20 cm とに設定した状態での見え方をシミュレートすることができる。

10

【0119】

なお、本実施例では、視標板 3 1 として、透過領域 3 1 b を有するガラス板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。視標板 3 1 は、被検眼 E に第 1 視標 1 0 0 を呈示するとともに、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b を透過させることができるものであればよい。例えば、視標板 3 1 は紙視標であって、その呈示領域に第 1 視標 1 0 0 が印刷され、第 1 視標 1 0 0 とは異なる領域の一部に穴が設けられたものであってもよい。この場合、被検眼 E に、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が、紙視標の穴を通過して入射する。また、被検眼 E に、ディスプレイ 4 1 で照明された紙視標からの第 1 視標光束 R 1 が入射する。視標板 3 1 を紙視標とする場合、紙視標をディスプレイ 4 1 で照明するのではなく、別途配置した光源で照明してもよい。例えば、紙視標の前方、側方、及び後方の少なくともいずれかに光源を配置し、紙視標を照明してもよい。

20

【0120】

また、例えば、視標板 3 1 は透過型ディスプレイであって、その呈示領域の一部に第 1 視標 1 0 0 が表示されてもよい（つまり、非透過領域が設けられてもよい）。この場合、被検眼 E に、ディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束 R 2 b が、透過型ディスプレイの第 1 視標 1 0 0 が表示されていない領域（透過領域）を透過して入射する。また、被検眼 E に、ディスプレイ 4 1 で照明された透過型ディスプレイからの第 1 視標光束 R 1 が入射する。視標板 3 1 を透過型ディスプレイとする場合も、透過型ディスプレイをディスプレイ 4 1 で照明するのではなく、別途配置した光源で照明してもよい。例えば、透過型ディスプレイの前方、側方、及び後方の少なくともいずれかに光源を配置し、透過型ディスプレイを照明してもよい。

30

【0121】

例えば、視標板 3 1 として紙視標やガラス板を用いると、第 1 視標 1 0 0 を自由に表現することは難しい。しかし、視標板 3 1 として透過型ディスプレイを用いれば、透過型ディスプレイの表示内容を変更して、第 1 視標 1 0 0 を自由に表現することができる。

【0122】

なお、本実施例では、被検眼 E の片眼に対して、被検眼 E をレンズで矯正した状態での見え方をシミュレートする構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。被検眼の両眼に対して、被検眼 E をレンズで矯正した状態での見え方をシミュレートする構成としてもよい。例えば、この場合には、少なくともディスプレイ 4 1 に表示する第 2 視標 2 0 0 に視差を設定することで、現実により近い見え方をシミュレートしてもよい。つまり、被検眼 E が視標板 3 1 越しにディスプレイ 4 1 を両眼視した際に、第 2 視標 2 0 0 が浮き上がる、もしくは沈み込むようにして立体感をもたせることで、現実により近い見え方をシミュレートしてもよい。

40

【0123】

より詳細には、制御部 7 0 が、左眼用のディスプレイ 4 1 と、右眼用のディスプレイ 4 1 と、を遠用呈示距離へ配置するとともに、左眼用の第 2 視標 2 0 0 と右眼用の第 2 視標 2 0 0 を所定の表示位置に表示してもよい。このとき、左眼用の第 2 視標 2 0 0 と右眼用の第 2 視標 2 0 0 には、所定の角度をもたせてもよいし、所定の角度をもたせなくてもよ

50

い。例えば、所定の角度は、被検眼 E の瞳孔中心間距離、輻輳角度、等に基づいて予め決定されていてもよく、角度をもたせておくことで、より立体感を表現することができる。

【 0 1 2 4 】

もちろん、視標板 3 1 に描かれた第 1 視標 1 0 0 に視差を設定することで、現実により近い見え方をシミュレートしてもよい。つまり、被検眼 E が視標板 3 1 越しにディスプレイ 4 1 を両眼視した際に、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが浮き上がる（沈み込む）ようにして立体感をもたせてもよい。あるいは、被検眼 E が視標板 3 1 を両眼視した際に、第 1 視標 1 0 0 と第 2 視標 2 0 0 とが浮き上がる（沈み込む）ようにして立体感をもたせてもよい。この場合、左眼用の視標板 3 1 と、右眼用の視標板 3 1 と、を光軸 L 2 a（光軸 L 2 b）に対する垂直な平面上で移動させるための移動機構を設けてもよい。左眼用の視標板 3 1 と、右眼用の視標板 3 1 と、近用呈示距離へ配置するとともに、これらの視標板 3 1 を移動させることで、左眼用の第 1 視標 1 0 0 と右眼用の第 1 視標 1 0 0 との呈示位置を変更してもよい。

10

【 0 1 2 5 】

なお、視標板 3 1 として、ガラス板ではなく透過型ディスプレイを用いる際には、ディスプレイ 4 1 と同様に、左眼用の第 1 視標 1 0 0 と右眼用の第 1 視標 1 0 0 との表示位置を制御することで、これらの視標に視差をもたせることができる。もちろん、視標板 3 1 が透過型ディスプレイであれば、左眼用の第 1 視標 1 0 0 と右眼用の第 1 視標 1 0 0 に所定の角度をもたせ、立体感を表現することもできる。

【 0 1 2 6 】

なお、本実施例では、第 2 投光光学系 4 0 がディスプレイ 4 1 の中間結像を形成しない構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。第 2 投光光学系 4 0 にディスプレイ 4 1 の中間結像を形成させる構成とすることもできる。すなわち、第 2 投光光学系 4 0 は、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 との間の光路に、ディスプレイ 4 1 の中間結像をリレーして被検眼の眼底へ結像させるためのリレー光学系としてもよい。

20

【 0 1 2 7 】

図 1 1 は、第 2 投光光学系 4 0 をリレー光学系とする場合を示す図である。図 1 1（a）は、被検眼 E の近用呈示距離にディスプレイ 4 1 の中間結像位置 P を配置する場合を示す。図 1 1（b）は、被検眼 E の遠用呈示距離にディスプレイ 4 1 の中間結像位置 P を配置する場合を示す。なお、第 2 投光光学系 4 0 をリレー光学系とする際には、ディスプレイ 4 1 と、ディスプレイ 4 1 の中間結像位置 P と、の間にレンズ（ここでは、レンズ B 1 及びレンズ B 2）を配置してもよい。

30

【 0 1 2 8 】

例えば、図 1 1（a）においては、被検眼 E に対し、視標板 3 1 が近い位置に、ディスプレイ 4 1 が遠い位置に、それぞれ配置されている。すなわち、視標板 3 1 は、ディスプレイ 4 1 が配置された位置よりも、被検眼側に近い位置に配置されている。しかし、第 2 投光光学系 4 0 がリレー光学系であり、投光レンズ 3 3 から視標板 3 1 までの間における所定の位置をディスプレイ 4 1 の中間結像位置 P とした場合は、視標板 3 1 よりも手前側（被検眼 E 側）に、ディスプレイ 4 1 の中間結像 4 3 が形成される。つまり、被検眼 E に対して、視標板 3 1 が光学的に遠方の距離に配置され、ディスプレイ 4 1（ディスプレイ 4 1 の共役位置であり、中間結像位置 P に位置する中間結像 4 3）が光学的に近方の距離に配置された状態となる。従って、被検眼 E に視標板 3 1 の第 1 視標 1 0 0 を呈示する際の光学的な第 1 呈示距離 D 1 が、被検眼 E に第 2 視標 2 0 0 を呈示する際の光学的な第 2 呈示距離 D 2 よりも、長い距離となる。

40

【 0 1 2 9 】

このように、被検眼 E の近用呈示距離に中間結像位置 P を配置して、ディスプレイ 4 1 の中間結像 4 3 を形成させる構成では、被検眼に対する近用呈示距離に、ディスプレイ 4 1 に表示した第 2 視標 2 0 0 の像を呈示することができる。このため、ディスプレイ 4 1 に表示させる第 2 視標 2 0 0 を変更することで、被検眼 E の近用呈示距離にて、第 2 視標 2 0 0 の像を自由に変更することができる。一例として、被検眼 E の近用呈示距離に、ラ

50

ンドルト環視標を表示させたり、風景視標（例えば、新聞を模した視標、等）を表示させたりすることができる。

【 0 1 3 0 】

また、例えば、図 1 1 (b) のように、被検眼 E の遠用呈示距離に中間結像位置 P を配置して、ディスプレイ 4 1 の中間結像 4 3 を形成させる構成とすることもできる。つまり、被検眼 E に対して、視標板 3 1 を光学的に近方の距離に配置し、ディスプレイ 4 1 (ディ스플레이 4 1 の中間結像 4 3) を光学的に遠方の距離に配置した状態としてもよい。この場合は、被検眼 E に視標板 3 1 の第 1 視標 1 0 0 を呈示する際の光学的な第 1 呈示距離 D 1 が、被検眼 E に第 2 視標 2 0 0 を呈示する際の光学的な第 2 呈示距離 D 2 よりも、短い距離となる。

10

【 0 1 3 1 】

なお、本実施例では、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とを、1つの筐体 2 内に設ける構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とのそれぞれを、別の筐体に設ける構成としてもよい。この場合、一方の筐体に設けられたディスプレイ 4 1 からの第 2 視標光束が通過する第 2 光路の一部が、他方の筐体に設けられた視標板 3 1 からの第 1 視標光束が通過する第 1 光路に一致するように、視標板 3 1 とディスプレイ 4 1 とが構成されてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 3 2 】

- 1 自覚式検眼装置
- 7 測定部
- 2 5 自覚式測定光学系
- 7 0 制御部
- 7 5 メモリ
- 8 1 偏向ミラー
- 8 4 反射ミラー
- 8 5 凹面ミラー
- 9 0 前眼部撮像光学系

20

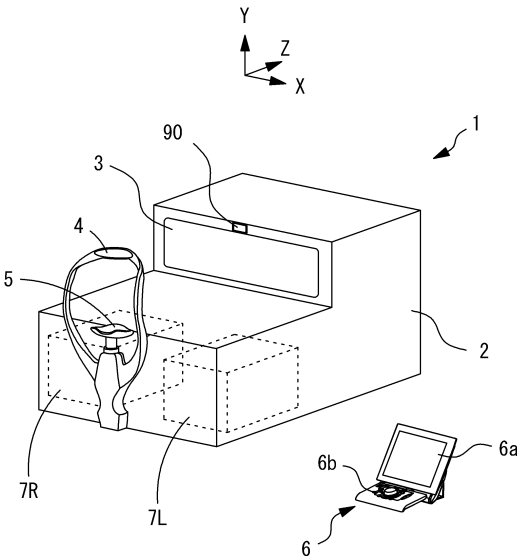
30

40

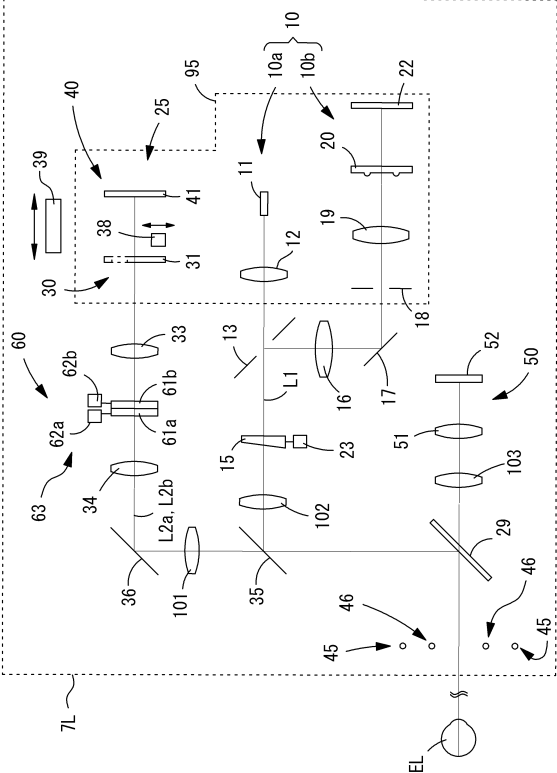
50

【図面】

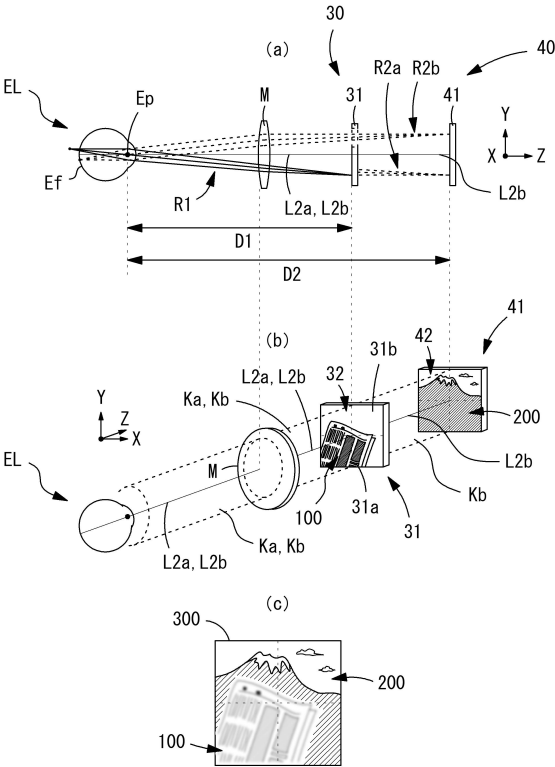
【図 1】



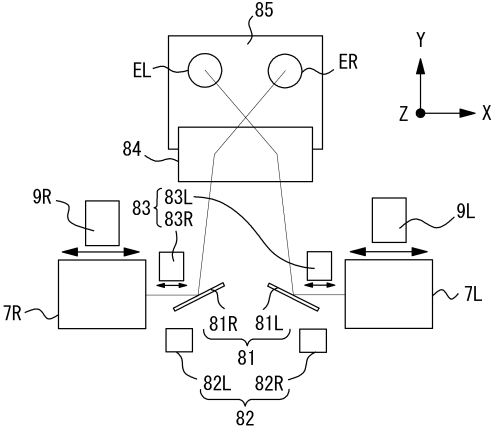
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

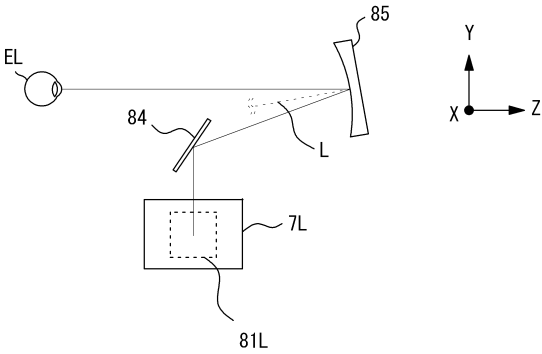
20

30

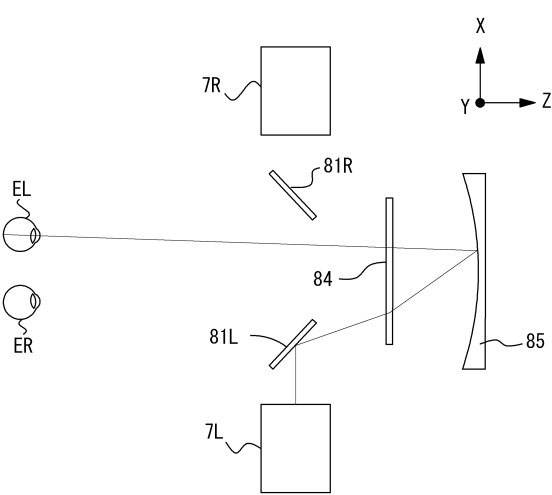
40

50

【図 5】



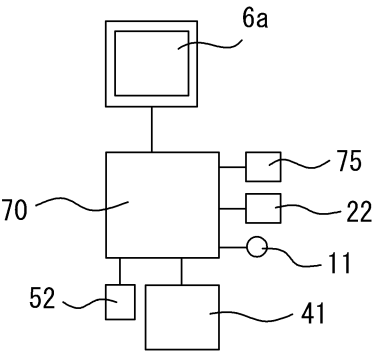
【図 6】



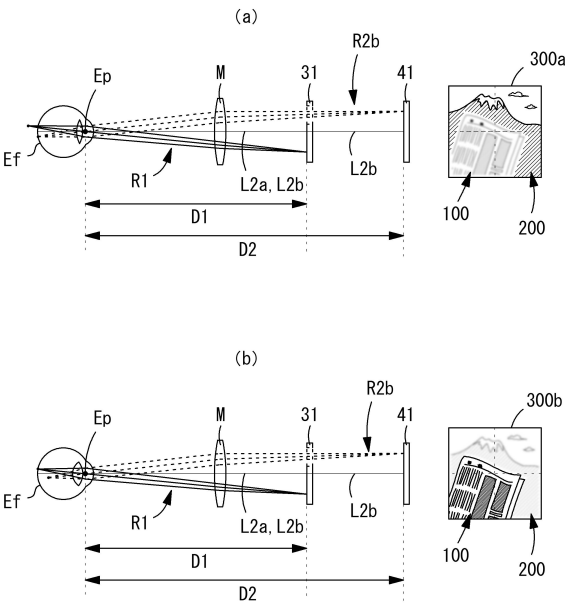
10

20

【図 7】



【図 8】

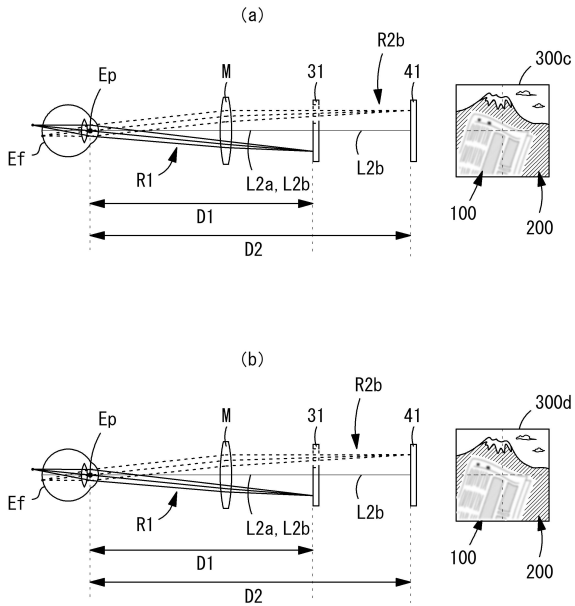


30

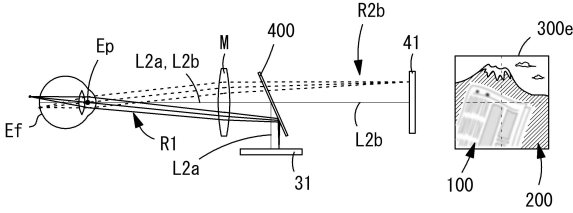
40

50

【 図 9 】

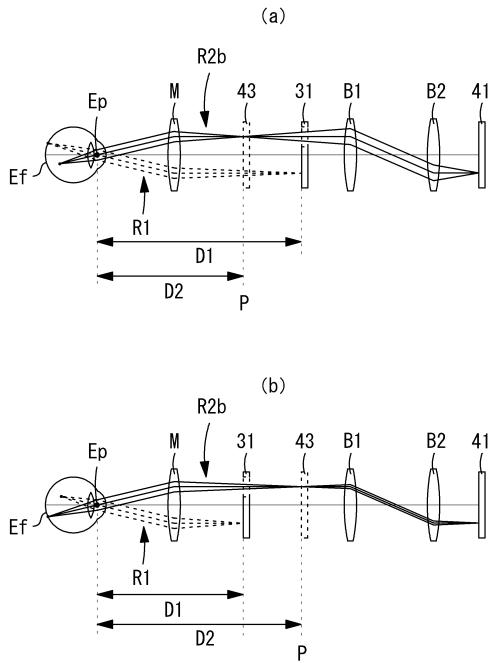


【 図 1 0 】



10

【 図 1 1 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 1 1 8 5 0 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 5 4 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 3 3 5 0 2 (J P , A)
特開昭 6 3 - 2 2 2 7 3 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8