

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6016445号  
(P6016445)

(45) 発行日 平成28年10月26日(2016.10.26)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 3/16 (2006.01)  
A 6 1 B 3/103 (2006.01)A 6 1 B 3/16  
A 6 1 B 3/10

M

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2012-104885 (P2012-104885)  
 (22) 出願日 平成24年5月1日 (2012.5.1)  
 (65) 公開番号 特開2013-230303 (P2013-230303A)  
 (43) 公開日 平成25年11月14日 (2013.11.14)  
 審査請求日 平成27年4月23日 (2015.4.23)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検眼の複数の眼特性を検査することが可能な眼科装置であって、  
 被検眼の第一の眼特性を検査するための第一光学系を有する第一検眼部と、前記第一の  
 眼特性とは異なる第二の眼特性を検査するための第二光学系を有する第二検眼部と、前記  
 第一検眼部および前記第二検眼部で共通に使用される光学素子を含み前記被検眼に対する  
 前記光学素子の向きの変更により前記第一検眼部または前記第二検眼部への光路の切替が  
 可能な切替部と、を有する検眼ユニット

を備えることを特徴とする眼科装置。

## 【請求項 2】

前記被検眼に対する前記光学素子の向きを変更するために前記切替部を回転させる駆動  
 部を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 3】

前記切替部と前記第一光学系とにより構成される前記第一検眼部の作動距離 (W D 1 )  
 と前記駆動部の回転中心から前記第一検眼部の端部までの距離 (A) との和 (W D 1 + A )  
 は、前記切替部と前記第二光学系とにより構成される前記第二検眼部の作動距離 (W D  
 2 ) と前記駆動部の回転中心から前記第二検眼部の端部までの距離 (B) との和 (W D 2  
 + B ) に等しいことを特徴とする請求項 2 に記載の眼科装置。

## 【請求項 4】

前記被検眼を検査するための位置に前記検眼ユニットを位置決めする検眼ユニット移動

10

20

部を更に備え、

前記検眼ユニット移動部による位置決めの完了後に前記検眼ユニットは、前記被検眼の検査を行ない、

前記検眼ユニットの前記第一検眼部による検査が完了した後、前記駆動部は、前記検眼ユニット移動部により位置決めされた位置で前記切替部を回転させて、前記第一検眼部による検査から前記第二検眼部による検査に切替え、

前記検眼ユニットの前記第二検眼部による検査が完了した後、前記駆動部は、前記検眼ユニット移動部により位置決めされた位置で前記切替部を回転させて、前記第二検眼部による検査から前記第一検眼部による検査に切替えることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の眼科装置。

10

【請求項 5】

前記検眼ユニットで検査された前記被検眼の画像を表示するための表示部を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記第一検眼部は、前記被検眼の眼屈折力を検査するための光学系を有する検眼部であり、

前記第二検眼部は、前記被検眼の眼圧を検査するための光学系を有する検眼部であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 7】

前記光学素子は、前記第一光学系の光路と前記第二光学系の光路とを分岐するダイクロイックミラーであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

20

【請求項 8】

被検眼の複数の眼特性を検査することが可能な眼科装置であって、

被検眼の第一の眼特性を検査するための第一光学系を有する第一検眼部と、前記第一の眼特性とは異なる第二の眼特性を検査するための第二光学系を有する第二検眼部と、を有する検眼ユニットと、

前記被検眼に対する前記検眼ユニットの向きを変更する変更部と、

を備えることを特徴とする眼科装置。

【請求項 9】

前記被検眼を検査するための位置に前記検眼ユニットを位置決めする検眼ユニット移動部を更に備え、

30

前記検眼ユニット移動部による位置決めの完了後に前記検眼ユニットは、前記被検眼の検査を行ない、

前記第一検眼部または前記第二検眼部による検査が完了した後、前記変更部は、前記検眼ユニット移動部により位置決めされた位置で前記検眼ユニットの向きを変更することを特徴とする請求項 8 に記載の眼科装置。

【請求項 10】

前記被検眼に対する前記検眼ユニットの向きを変更するために前記変更部を回転させる駆動部を更に備えることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の眼科装置。

【請求項 11】

前記第一検眼部による検査と前記第二検眼部による検査との切替の指示に応じて前記変更部を回転させるように、前記駆動部を制御する制御部を更に備えることを特徴とする請求項 10 に記載の眼科装置。

40

【請求項 12】

前記第一検眼部による検査と前記第二検眼部による検査との切替の指示に応じて前記切替部を回転させるように、前記駆動部を制御する制御部を更に備えることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の眼科装置。

【請求項 13】

前記第一検眼部による検査と前記第二検眼部による検査との切替の指示に応じて被検者の耳側から鼻側に向かって前記変更部を回転させるように、前記駆動部を制御する制御部

50

を更に備えることを特徴とする請求項 10 に記載の眼科装置。

【請求項 14】

前記第一検眼部により被検者の左右眼の一方を検眼し、前記検眼ユニットを前記左右眼の他方に移動した後に前記第一検眼部により前記他方を検眼し、前記他方を検眼した後に前記第二検眼部により前記他方が検眼可能になるように、前記駆動部を制御する制御部を更に備えることを特徴とする請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 10 のうちいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 15】

装置固定部に対して前記検眼ユニットを固定する部材と、  
前記部材を駆動する駆動部と、

10

前記被検眼に対する前記検眼ユニットの向きが変更された後に前記検眼ユニットが前記装置固定部に固定されるように、前記駆動部を制御する制御部と、

を更に備えることを特徴とする請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 10 のうちいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 16】

前記制御部は、前記部材が前記装置固定部の溝部に挿入されるように、前記駆動部を制御することを特徴とする請求項 15 に記載の眼科装置。

【請求項 17】

前記第一検眼部の光路の一部と前記第二検眼部の光路の一部とが共通する光路に設けられた前記被検眼を撮像する撮像手段を更に有し、

20

前記光学素子は、前記共通する光路に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 7 および 請求項 12 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 18】

前記第一検眼部の対物光学部材と前記第二検眼部の対物光学部材とが、前記共通する光路とは異なる光路に設けられ、

前記切替部による光路の切り替えにより、前記第一検眼部および前記第二検眼部の対物光学部材が切り替わることを特徴とする請求項 17 に記載の眼科装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、眼科装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

被検眼の複数の眼特性の検査を行う眼科装置として、眼圧を非接触にて測定する眼圧測定部と、眼屈折力を測定する眼屈折力測定部とを有し、それらを切り替えて測定を行うものが知られている（特許文献 1、2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-289663 号公報

40

【特許文献 2】特開 2010-148589 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1、2 の構成は、いずれも眼圧測定部と眼屈折力測定部を上下方向に積層配置して構成している。また眼圧測定時の作動距離は、眼屈折力測定時と比較して短い。つまり、眼圧測定では測定部がより被検眼に近い状態で測定が行われる。よって上記構成の場合、測定の切替時には、眼圧測定部と眼屈折力測定部とを切り替えるための上下方向の移動に加えて、前後方向（作動距離を変更する方向）の移動が必要であり、切替時間が長くなる。

50

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本発明は上記の課題を鑑みてなされたものであり、検眼切替時間、検眼時間の短縮化が可能な眼科装置を提供することを目的とする。

**【0006】**

上記の目的を達成する本発明の一つの側面に係る眼科装置は、被検眼の複数の眼特性を検査することが可能な眼科装置であって、被検眼の第一の眼特性を検査するための第一光学系を有する第一検眼部と、前記第一の眼特性とは異なる第二の眼特性を検査するための第二光学系を有する第二検眼部と、前記第一検眼部および前記第二検眼部で共通に使用される光学素子を含み前記被検眼に対する前記光学素子の向きの変更により前記第一検眼部または前記第二検眼部への光路の切替が可能な切替部と、を有する検眼ユニットを備えることを特徴とする。

10

**【発明の効果】****【0007】**

本発明によれば、検眼切替時間、検眼時間の短縮化が可能になる。

**【図面の簡単な説明】****【0008】**

【図1】実施形態に係る眼科装置の概略構成図。

【図2】実施形態に係る眼科装置の検眼ユニットの光学系の構成図。

【図3】実施形態に係る眼科装置のアライメント用プリズム絞りの斜視図。

20

【図4】実施形態に係る眼科装置の検眼ユニットの平面図。

【図5】実施形態に係る眼科装置の制御系の構成を示すブロック図。

【図6】実施形態に係る眼科装置により撮像される前眼部像の説明図。

【図7】実施形態に係る眼科装置の検眼時の動作を説明する図。

【図8】実施形態に係る眼科装置の検眼時の検眼ユニットの動作説明図。

【図9】第2実施形態に係る眼科装置の検眼時の検眼ユニットの動作説明図。

【図10】第3実施形態にかかる眼科装置の概略構成図。

【図11】第3実施形態に係る眼科装置の検眼ユニットの光学系の構成図。

【図12】回転ユニット側面図。

【図13】検眼ユニット上の回転ユニットと被検眼との相対的な位置関係を示す平面図。

30

**【発明を実施するための形態】****【0009】****(第1実施形態)**

本発明の実施形態に係る眼科装置を添付の図面に基づいて詳細に説明する。図1は実施形態に係る眼科装置の概略構成図である。眼科装置は、ベース100(装置固定部)と、被検者の顔を支持する顔受け部112とを有する。顔受け部112はベース100(装置固定部)上に設けられている。また、眼科装置は、ベース100上に設けられた駆動部120、操作部材であるジョイスティック101と、表示部109と、駆動部120に取り付けられた検眼ユニット110(測定部)とを有する。駆動部120は検眼ユニット110をX、Y、Z、方向に移動させるため、それぞれの軸に応じた駆動機構を有している。

40

**【0010】****(X軸方向の移動)**

フレーム102はベース100に対して左右方向(以下、X軸方向)に移動可能である。X軸方向の駆動機構はベース100上に固定されたX軸駆動モータ103と、モータ出力軸に連結された送りねじ(不図示)と、送りねじ上をX軸方向に移動可能でフレーム102に固定されたナット(不図示)で構成されている。X軸駆動モータ103の回転により、送りねじ、ナットを介してフレーム102がX軸方向に移動する。

**【0011】****(Y軸方向の移動)**

50

フレーム 106 はフレーム 102 に対して上下方向（以下、Y 軸方向）に移動可能である。Y 軸方向の駆動機構は、フレーム 102 上に固定された Y 軸駆動モータ 104 と、モータ出力軸に連結された送りねじ 105 と、送りねじ上を Y 軸方向に移動可能でフレーム 106 に固定されたナット 114 で構成されている。Y 軸駆動モータ 104 の回転により、送りねじ、ナットを介してフレーム 106 が Y 軸方向に移動する。

【0012】

（Z 軸方向の移動）

フレーム 107 はフレーム 106 に対して前後方向（以下、Z 軸方向）に移動可能である。Z 軸方向の駆動機構は、フレーム 107 上に固定された Z 軸駆動モータ 108 と、モータ出力軸に連結された送りねじ 109 と、送りねじ上を Z 軸方向に移動可能でフレーム 106 に固定されたナット 115 で構成されている。Z 軸駆動モータ 108 の回転により、送りねじ、ナットを介してフレーム 107 が Z 軸方向に移動する。

10

【0013】

（軸方向の回転）

フレーム 107 に対して検眼ユニット 110 は回転方向（以下、軸方向）に移動可能である。軸方向の駆動機構は、フレーム 107 上に固定された 軸駆動モータ 116 と、モータ出力軸に連結されたブーリ 117 とを有する。また、軸方向の駆動機構は、検眼ユニット 110 に連結されたブーリ 118 と、ブーリ 117 とブーリ 118 とに連結されたベルト 119 と、を有している。軸駆動モータ 116 の回転により、ブーリ 117 、ベルト 119 、ブーリ 118 を介して検眼ユニット 110 がベース 100 に対する回転軸回り（軸方向）に回転移動する。

20

【0014】

（位置決めストッパー）

フレーム 107 上には検眼ユニット位置決め用のストッパー 125（位置決め部材）が固定されている。ストッパー 125 は、先端がくさび形状になっており、上下方向に駆動して、検眼ユニット 110 下部に設けられた位置決め用溝部に挿入される。軸駆動モータ 116 の駆動により検眼ユニット 110 が 軸方向に回転移動した後、ストッパー 125 の挿入により、検眼ユニット 110 が所定位置で位置決め固定される。

【0015】

（LCD モニタ）

30

フレーム 107 の検者側端部には、検眼ユニット 110 の検査対象となる被検眼 E を観察するための表示部 109 として LCD モニタが設けられている。

【0016】

（顎受け）

検眼を行う際に、被検者は顎受け 112 上に顎を乗せ、かつベース 100 に固定されている顔支持ユニット（不図示）の顎受け部分に顎を押し当てることで被検眼の位置を固定させることができる。顎受け 112 の位置は顎受駆動モータ 113 の駆動により移動可能である。顎受駆動モータ 113 の駆動により顎受け 112 は上昇または降下して位置の調整が可能である。

40

【0017】

（ジョイスティック）

ベース 100 には、検査対象となる被検眼 E に対して検眼ユニット 110 を位置合わせするための操作部材としてジョイスティック 101 及び検眼切替鉗 122 が設けられている。検者はジョイスティック 101 を傾倒操作することにより、駆動部 120 の駆動方向、駆動量、駆動速度を指示する。検査対象となる検眼ユニット 110 を被検眼に対して位置合わせ（アライメント）した後、ジョイスティック 101 上に設けられた測定開始鉗 121 を押して測定を実施する。

【0018】

（光学系）

検眼ユニット 110 は検査対象となる被検眼の測定、観察等を行うための光学系を備え

50

ている。図2は本実施形態に係る眼科装置における検眼ユニット110内の光学系の構成図を示している。検眼ユニット110内の光学系は、第一の眼特性を検査するための第一光学系200(第一検眼部)と被検眼の第一の眼特性とは異なる第二の眼特性を検査するための第二光学系300(第二検眼部)とから構成されている。軸方向の駆動機構(変更部)は第一検眼部または第二検眼部による検査を切り替えるために、被検眼に対する検眼ユニット110の向きを変更する。

【0019】

第一光学系200は、被検眼の眼屈折力を検査するための光学系である。波長880nmの光を照射する眼屈折力測定用光源201から被検眼Eに至る光路01上には、投影レンズ202、被検眼Eの瞳孔Epとほぼ共役な絞り203、孔あきミラー204、レンズ205が配置されている。また、被検眼E側から波長880nm以下の赤外および可視光を全反射し波長880nm以上の光束を一部反射するダイクロイックミラー206が順次に配置されている。10

【0020】

孔あきミラー204の反射方向の光路02上には、瞳孔Epとほぼ共役で円環状のスリットを備えた絞り207、光束分光プリズム208、レンズ209、撮像素子210が順次に配列されている。

【0021】

上述した光学系は眼屈折力測定用であり、眼屈折力測定用光源201から発せられた光束は、絞り203で光束が絞られる。そして、投影レンズ202によりレンズ205の手前で1次結像され、レンズ205、ダイクロイックミラー206を透過して被検眼Eの瞳中心に投光される。20

【0022】

投光された光束の反射光は瞳中心を通って再びレンズ205に入射される。入射された光束はレンズ205を透過後に、孔あきミラー204の周辺で反射される。

【0023】

反射された光束は被検眼瞳孔Epと略共役な絞り207および光束分光プリズム208で瞳分離され、撮像素子210の受光面にリング像として投影される。被検眼Eが正視眼であれば、このリング像は所定の円になり、近視眼では正視眼に対して円が小さく、遠視眼では正視眼に対して円が大きくなり投影される。被検眼Eに乱視がある場合、リング像は橙円になり、水平軸と橙円のなす角度が乱視軸角度となる。この橙円の係数を基に屈折力を求める。30

【0024】

一方、ダイクロイックミラー206の反射方向には、固視標投影光学系と、被検眼の前眼部観察とアライメント検出が共用されるアライメント受光光学系が配置されている。

【0025】

固視標投影光学系の光路03上には、レンズ211、ダイクロイックミラー212、レンズ213、折り返しミラー214、レンズ215、固視標216、固視標照明用光源217が順次に配列されている。

【0026】

固視誘導時に、点灯された固視標照明用光源217の投影光束は、固視標216を裏側から照明する。そして、レンズ215、折り返しミラー214、レンズ213、ダイクロイックミラー212、レンズ211を介して被検眼Eの眼底Erに投影される。40

【0027】

なお、レンズ215は被検眼Eの視度誘導を行い雲霧状態を実現するために、固視標誘導モータ224により光軸方向に移動できるようになっている。

【0028】

また、ダイクロイックミラー212の反射方向の光路04上には、アライメントプリズム絞り挿抜ソレノイド411により挿抜されるアライメントプリズム絞り223、結像レンズ218、撮像素子220が順次に配列されている。50

## 【0029】

アライメントプリズム絞り223の挿抜により、アライメントプリズム絞り223が光路04上にある時にはアライメントを、光路から退避しているときは前眼部観察または徹照観察を行うことができる。

## 【0030】

ここで、図3(a)にアライメントプリズム絞り223の形状を示す。円盤状の絞り板に3つの開口部223a、223b、223cが設けられ、開口部223a、223bのダイクロイックミラー212側には波長880nm付近のみの光束を透過するアライメントプリズム231a、231bが貼付されている。

## 【0031】

また図2に戻ると、被検眼Eの前眼部の斜め前方には、780nm程度の波長を有する前眼部照明光源221a、221bが配置されている。前眼部照明光源221a、221bによって照明された被検眼Eの前眼部像の光束はダイクロイックミラー206、レンズ211、ダイクロイックミラー212、アライメントプリズム絞り中央の開口部223aを介して撮像素子220の受光センサ面に結像する。

## 【0032】

アライメント検出のための光源は、眼屈折力測定用光源201と兼用されている。アライメント時には、拡散板挿抜ソレノイド410により半透明の拡散板222が光路に挿入される。

## 【0033】

拡散板222が挿入される位置は、眼屈折力測定用光源201の投影レンズ202による略一次結像位置であり、かつレンズ205の焦点位置に挿入される。これにより、眼屈折力測定用光源201の像が拡散板222上に一旦結像して、それが二次光源となりレンズ205から被検眼Eに向かって太い光束の平行光束として投影される。

## 【0034】

この平行光束が被検眼の角膜Efで反射されて輝点像を形成し、その光束は再びダイクロイックミラー206でその一部が反射される。そして、レンズ211を介してダイクロイックミラー212で反射し、アライメントプリズム絞りの開口部223aおよびアライメントプリズム231a、231bを透過し、結像レンズ218に収斂されて撮像素子220に結像される。

## 【0035】

アライメントプリズム絞り223の中央の開口部223aは、前眼部照明光源221a、221bの波長780nm以上の光束が通るようになっている。前眼部照明光源221a、221bにより照明された前眼部像の反射光束は、角膜Efの反射光束の経路と同様に観察光学系を辿る。そして、アライメントプリズム絞り223の開口部223aを介して、結像レンズ218により撮像素子220に結像される。

## 【0036】

また、アライメントプリズム231aを透過した光束は下方向に屈折され、アライメントプリズム231bを透過した光束は上方向に屈折される。これら絞りを介した光束の位置関係により被検眼Eのアライメントを行うことができる。

## 【0037】

一方、アライメントプリズム絞り223および角膜絞りを光路04から退避させた状態では、眼屈折力測定用光源201からの眼底Erでの反射光束により、照明された瞳孔領域の光束の一部はダイクロイックミラー206で反射される。レンズ211を介してダイクロイックミラー212で反射され、結像レンズ218により撮像素子220に投影される。この光束により被検眼Eの徹照観察を行うことができる。

## 【0038】

第二光学系300は、被検眼の眼圧を検査するための光学系である。被検眼Eに対する観察光学系の受光用光路及びアライメント検出用光路06上には、平行平面ガラス301と対物レンズ302の中心軸上にノズル303が配置されている。対物レンズ302の後

10

20

30

40

50

方に空気室 323、観察窓 304、ダイクロイックミラー 305、プリズム絞り 306、結像レンズ 307、撮像素子 308 が順次に配列されている。

【0039】

平行平面ガラス 301、対物レンズ 302 は対物鏡筒 309 によって支持され、その外側には被検眼 E を照明する外眼照明光源 310a、310b が配置されている。

【0040】

角膜 E<sub>f</sub> が視軸方向に変形するときの変形検出受光光学系の光路 07 上には、ダイクロイックミラー 305 の反射方向に、リレーレンズ 311、ハーフミラー 312、アーチャ 313、受光素子 314 が配置されている。なお、アーチャ 313 は、所定変形時に後述する眼圧測定用光源 317 の角膜反射像が共役になる位置に配置されている。

10

【0041】

リレーレンズ 311 は角膜 E<sub>c</sub> が所定変形時にアーチャ 313 とほぼ同等の大きさの角膜反射像を結像するように設計されている。

【0042】

角膜 E<sub>f</sub> の変形を測定するための測定光源投影光学系の光路 05 上には、ハーフミラー 312 の入射方向に、ハーフミラー 315、投影レンズ 316 が配置されている。更に、測定及び被検眼 E に対するアライメント兼用の近赤外 LED から成る眼圧測定用光源 317 が配置されている。またハーフミラー 315 の入射方向には、被検者が固視する LED から構成される固視用光源 318 が配置されている。

20

【0043】

空気室 323 内にはその一部を構成する対物鏡筒 309 にピストン 320 が嵌合され、このピストン 320 はソレノイド 322 によって駆動されるようになっている。なお、空気室 323 内には、内圧をモニタするための圧力センサ 324 が配置されている。

【0044】

(外形寸法)

図 4 は、検眼ユニット 110 の平面図である。図 4 (a) は、第一光学系 200 による眼屈折力測定時の検眼ユニット 110 と被検眼 E との位置関係を示す。図 4 (b) は、第二光学系 300 による眼圧測定時の検眼ユニット 110 と被検眼 E との位置関係を示している。第一光学系 200 による眼屈折力測定時の作動距離、つまり被検眼 E の角膜頂点 E<sub>f</sub> から検眼ユニット 110 の第一光学系出力側端部までの距離を WD1 とし、回転中心 350 から検眼ユニット 110 の第一光学系出力側端部までの距離を A とする。また第二光学系 300 による眼圧測定時の作動距離、つまり被検眼 E の角膜頂点 E<sub>f</sub> から検眼ユニット 110 の第二光学系出力側端部までの距離を WD2 とし、回転中心 350 から検眼ユニット 110 の第二光学系出力側端部までの距離を B とする。このとき、 $WD1 + A = WD2 + B$  となるように、検眼ユニット 110 及び回転中心 350 は構成されている。また、図 4 (c) は、回転移動中の検眼ユニット 110 と被検眼 E との位置関係を表している。第一光学系及び第二光学系出力側端部以外の検眼ユニット 110 の外形寸法は、回転中心 350 からの外形寸法 C が回転移動時に被検者の突出部との接触がない距離 WD3 を保つように、構成されている。

30

【0045】

(システムブロック図)

図 5 は眼科装置のシステムブロック図である。システム制御部 401 はシステム全体を制御している。システム制御部 401 は、プログラム格納部、眼圧値、眼屈折力値等を補正するためのデータが格納されたデータ格納部を有する。また、システム制御部 401 は、各種デバイスとの入出力を制御する入出力制御部、および各種デバイスから得られたデータを演算する演算処理部を有している。

40

【0046】

システム制御部 401 には、傾倒角度入力部 402、エンコーダ入力部 403、測定開始信号入力部 404 が接続されている。検眼ユニット 110 を被検眼 E に位置合わせおよび測定開始を行うためのジョイスティック 101 からの指示 (信号) は、傾倒角度入力部

50

402、エンコーダ入力部403、測定開始信号入力部404を介して、システム制御部401に入力される。傾倒角度入力部402はジョイスティック101を前後左右に傾けたときの傾倒角度を検出し、検出した傾倒角度をシステム制御部401に入力する。エンコーダ入力部403は、ジョイスティック101の操作により各種の駆動モータを回転させたときの各種の駆動モータからのエンコーダ信号を受け付け、システム制御部401に入力する。測定開始信号入力部404はジョイスティック101の測定開始釦押下時の信号を受け付け、システム制御部401に入力する。

【0047】

また、ベース100上の操作パネル405には、印字釦や顎受上下釦などが配置されており、釦入力時にシステム制御部401に信号が通知される。さらに位置検出センサ133(a)、(b)、(c)(検出部)を含めた各種の位置検出センサ406からの信号は、センサON時にシステム制御部401に通知される。

10

【0048】

撮像素子220で撮像された被検眼Eの前眼部像は、メモリ408に格納される。システム制御部401は、メモリ408に格納された画像から被検眼Eの瞳孔と角膜反射像を抽出しアライメント検出を行う。また、撮像素子220で撮像された被検眼Eの前眼部像は、文字、図形データと合成され、LCDモニタ(表示部109)上に前眼部像や測定値などが表示される。

【0049】

撮像素子210で撮影された眼屈折力算出用リング像はメモリ408に格納される。

20

【0050】

410～412の各ソレノイドは、ソレノイド駆動回路409を介して、システム制御部401からの指令により駆動制御される。

【0051】

また、X軸駆動モータ103、Y軸駆動モータ104、Z軸駆動モータ105、顎受駆動モータ113、軸駆動モータ116、顔支持駆動モータ131、固視標誘導モータ224は、モータ駆動回路414と接続している。モータ駆動回路414は、システム制御部401からの指令を受け付け、各種のモータを駆動する。

【0052】

眼屈折力測定用光源201、眼屈折力測定用の前眼部照明光源221a、221b、固視標照明用光源217、眼圧測定用光源317、固視用光源318、眼圧測定用の外眼照明光源310a、310bは光源駆動回路413と接続する。光源駆動回路413は、システム制御部401からの指令を受け付け、各種の光源の点灯、消灯、光量変更を制御する。

30

【0053】

以上のような構成を備える装置における動作を説明する。

【0054】

(眼屈折力測定)

図6(a)に示すようにアライメント時には、角膜Efによって結像した角膜輝点はアライメントプリズム絞り223の開口部223a、223b、223cおよびアライメントプリズム231a、231bにより分割される。そして、角膜輝点は、前眼部照明光源221a、221bによって照明された被検眼Eと、前眼部照明光源221a、221bの輝点像221a'、221b'とともに、撮像素子220で指標像Ta、Tb、Tcとして撮像される。

40

【0055】

アライメントは、粗い位置合わせを行うラファアライメントと、精密な位置合わせを行うファインアライメントの2段階で実施する。

【0056】

ラファアライメントには被検眼Eと前眼部照明光源221a、221bの輝点像221a'、221b'を使用する。被検眼E及び輝点像221a'、221b'が検出できると

50

、システム制御部401はモータ駆動回路414を制御する。そして、システム制御部401は、被検眼Eの瞳孔中心に対し輝点像221a'、221b'をXY方向に一致させるように検眼ユニット110を上下左右方向に駆動させる。

【0057】

次に、システム制御部401は輝点像221a'、221b'のZ座標及び面積を算出し、それらを所定の位置に合わせるようにさらに検眼ユニット110を前後方向に駆動させることによって粗い位置合わせを行う。

【0058】

ファインアライメントには指標像Ta、Tb、Tcを使用する。3つの輝点Ta、Tb、Tcが検出できると、システム制御部401はモータ駆動回路414を制御する。そして、システム制御部401は、中央の輝点Tcを被検眼Eの中心に一致させるように検眼ユニット110を上下左右方向に駆動させる。次に、システム制御部401は輝点Ta、Tbが輝点Tcに対して鉛直方向に並ぶようさらに検眼ユニット110を前後方向に駆動させ、3つの角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだ状態でアライメントを完了する。

【0059】

眼屈折力を測定するために、システム制御部401はオートアライメントのために光路01に挿入していた拡散板222を光路01から退避させる。眼屈折力測定用光源201の光量を調整し、被検眼Eの眼底Erに測定光束を投影する。

【0060】

眼底からの反射光は光路02を辿り、撮像素子210で受光される。撮像された眼底像は被検眼の屈折力により、リング絞り207により、リング状に投影される。このリング像はメモリ408に格納される。

【0061】

メモリ408に格納されたリング像の重心座標を算出し、周知の方法により橢円の方程式を求める。求められた橢円の長径と短径および長径軸の傾きを算出して、被検眼Eの眼屈折力を算出する。

【0062】

なお、求められた橢円の長径、短径に相当する眼屈折力値および撮像素子210の受光面上での橢円軸の角度と乱視軸との関係は、予め装置の製造工程において矯正されている。

【0063】

求められた眼屈折力値からその屈折力値に相当する位置まで、モータ駆動回路414を介して固視標誘導モータ224を駆動し、レンズ215を移動して、被検眼Eの屈折度に相当する屈折度で固視標216を被検眼Eに呈示する。

【0064】

その後、レンズ215を所定量だけ遠方に移動し、固視標216を雲霧させ、再び測定光源を点灯し屈折力を測定する。このように、屈折力の測定 固視標216による雲霧屈折力の測定を繰り返し、屈折力が安定する最終の測定値を得ることができる。

【0065】

(眼圧測定)

図6(b)に示すように眼圧測定のアライメント時には、角膜Efによって結像した角膜輝点は図3(b)に示したアライメントプリズム絞り306の開口部306a、306b、306cおよびプリズム232a、232bにより分割される。そして、角膜輝点は、外眼照明光源310a、310bによって照明された被検眼Eと、外眼照明光源310a、310bの輝点像310a'、310b'とともに、撮像素子308で指標像Ta、Tb、Tcとして撮像される。以下は、眼屈折力測定のアライメント時と同様である。

【0066】

アライメントの完了後に眼圧測定を行う。システム制御部401はソレノイド322を駆動し、空気室323内の空気はソレノイド322により押し上げられるピストン320

10

20

30

40

50

によって圧縮され、パルス状の空気としてノズル 303 から被検眼 E の角膜 Ef に向けて噴出する。

【0067】

空気室 323 の圧力センサ 324 で検出された圧力信号と受光素子 314 からの受光信号はシステム制御部 401 に出力され、システム制御部 401 は受光信号のピーク値とその時の圧力信号から眼圧値を算出する。

【0068】

(自動運転を行う際の動作説明)

以上のような構成を持つ眼科装置において、検眼時の動作として自動運転を行う際の動作を図 7 のフローチャート、図 8 の動作説明図に基づいて説明する。

10

【0069】

検者 140 が電源を ON にして眼科装置を立ち上げると、眼科装置は各種デバイスの初期化を行なう。最初に被検者の右目 E (R) の眼屈折力測定を行うために、被検者 150 の右被検眼 E (R) に対して検眼ユニット 110 が眼屈折力測定を行う位置に移動して準備完了となる。この状態から、検者 140 は被検者 150 の顎を顎受け 112 に積載させ、顎受け部 (不図示) に被検者 150 の顎を当てることで、被検眼 E を固定させる。次に、検者 140 は LCD モニタ (表示部 109) 上のスイッチ (不図示) にて、全自动 (フルオート) モードを選択する。そして、検者 140 は必要に応じてジョイスティック 101 を傾倒動作させて LCD モニタ (表示部 109) の観察範囲内に被検眼 E (R) の瞳孔中心が入っている状態にする。この状態から測定開始鉗 121 を押すことにより自動測定が開始される。

20

【0070】

測定開始鉗 121 が押されると、まず眼屈折力測定のための粗い位置合わせであるラフアライメントが開始される (S100)。ラフアライメント完了 (S101) 後、より精密な位置合わせであるファインアライメントが開始される (S102)。

【0071】

ファインアライメント完了 (S103) 後、被検者の右目 E (R) の眼屈折力測定を所定回数分行う (S104 及び図 8 (a) : 右目・第一検眼)。右被検眼の眼屈折力測定後、検眼ユニット 110 を X 及び Z 方向に必要量だけ移動させ、被検者の左被検眼 E (L) の眼屈折力測定を所定回数分行う (S105 及び図 8 (b) : 左目・第一検眼)。眼屈折力測定を所定回数分行うまで S100 ~ S105 の処理が繰り返される (S106 - No)。左右眼の眼屈折力測定を所定回数分完了した後 (S106 - Yes)、眼屈折力測定から眼圧測定への検眼切替の為に、検眼ユニット 110 を Z 方向に移動させる (S107)。このとき、検眼ユニット 110 は、被検者の突出部 (例えば鼻) に接触するがないように、回転移動を行う。具体的には、被検者の左耳側から鼻側に向かって検眼ユニット 110 の眼圧測定光学系の出力側端部を回転移動させる (図 8 (c))。これにより、被検者の突出部との干渉を防止しながら、Z 軸 1 軸のみによる素早い切替動作が可能となる。また切替は Z 軸 1 軸による回転動作のみで、かつ回転中心から被検眼 E までの距離は一定なので、切替後の検眼ユニット 110 の XY 方向位置は再現され、眼圧測定に必要な Z 方向の作動距離が自動的に得られる。よって切替後のラフアライメントを行う必要はなくなり、さらなる検眼時間の短縮が可能となる。切替後は被検者の左被検眼 E (L) のファインアライメントを開始する (S108)。ファインアライメント完了後 (S109)、左被検眼 E (L) の眼圧測定を所定回数分行う (S110、図 8 (c) : 左目・第二検眼)。

30

【0072】

左被検眼 E (L) の眼圧測定完了後、検眼ユニット 110 を X 及び Z 方向に必要量だけ移動させ、右被検眼 E (R) の眼圧測定を所定回数分行う (S111、図 8 (d) : 右目・第二検眼)。眼圧測定を所定回数分行うまで S108 ~ S111 の処理が繰り返される (S112 - No)。左右眼の眼圧測定を所定回数分完了すると (S112 - Yes)、検査完了となる。

40

50

## 【0073】

## (第2実施形態)

図9は、眼屈折力測定を左被検眼から開始した場合の第2実施形態の説明図である。この場合、左被検眼E(L)、右被検眼E(R)の順番で眼屈折力測定後(図9(a)、(b))、眼屈折力測定から眼圧測定への検眼切替の為に、検眼ユニット110をX方向に移動させる。この切替動作時に、システム制御部401は、被検者の突出部(例えば鼻)に検眼ユニット110が当らないように、眼圧測定光学系の出力側端部が右耳側から鼻側に向かって移動するように検眼ユニット110を回転させる。これにより、被検者の突出部との干渉を防止しながら、軸1軸のみによる素早い切替動作が可能となる。また切替は軸1軸による回転動作のみで、かつ回転中心から被検眼Eまでの距離は一定なので、切替後の検眼ユニット110のXY方向位置は再現され、眼圧測定に必要なZ方向の作動距離が自動的に得られる。よって切替後のラファラライメントを行う必要はなくなり、さらなる検眼時間の短縮が可能となる。切替後は被検者の右被検眼E(R)のファインアライメントを開始する。ファインアライメント完了後、右被検眼E(R)の眼圧測定を所定回数分行う(図9(c))。右被検眼E(R)の眼圧測定完了後、検眼ユニット110をX及びZ方向に必要量だけ移動させ、左被検眼E(L)の眼圧測定を所定回数分行う(図9(d))。

## 【0074】

## (第3実施形態)

第3実施形態にかかる眼科装置の構成を図10を用いて説明する。本実施形態では、検眼ユニット110全体ではなく、検眼ユニット110の一部を構成する回転ユニット251(切替部)を回転させることで、検査の切替を行う構成を説明する。回転ユニット251(切替部)は、第一検眼部および第二検眼部で共通に使用する光学素子(例えば、ダイクロイックミラー252等)を含み、被検眼に対する切替光学素子部の向きを変更することで、第一検眼部または第二検眼部の切替が可能である。検眼ユニット110は、被検眼に対して接近または後退する方向(Z方向)に移動可能なフレーム107上に固定されている。回転ユニット251は、検眼ユニット110上に固定された軸駆動モータ116(駆動部)の出力軸に連結されており、検眼ユニット110に対する回転軸回り(軸方向)に回転移動することが可能な構成となっている。尚、図10の構成では、検眼ユニット110は、フレーム107上に固定されている例を示しているが、本発明の趣旨はこの例に限定されるものではない。例えば、図1に示すように検眼ユニット110がフレーム107に対して回転可能なように構成することも可能である。

## 【0075】

図11は、図10に示した検眼ユニット110内の光学系の構成図である。

## 【0076】

## (第一光学系)

図11(a)は、眼屈折力測定時の検眼ユニット110内の光学系の構成図である。波長880nmの光を照射する眼屈折力測定用光源201から被検眼Eに至る光路01上には、投影レンズ202、被検眼Eの瞳孔E<sub>p</sub>とほぼ共役な絞り203、孔あきミラー204、レンズ205が配置されている。また、被検眼E側から波長880nm以下の赤外および可視光を一部反射し波長880nm以上の光束を全反射するダイクロイックミラー252が順次に配置されている。ダイクロイックミラー252は回転ユニット251内に配置されている。孔あきミラー204の反射方向の光路02上には、瞳孔E<sub>p</sub>とほぼ共役で円環状のスリットを備えた絞り207、光束分光プリズム208、レンズ209、撮像素子210が順次に配列されている。

## 【0077】

上述した光学系は眼屈折力測定用であり、眼屈折力測定用光源201から発せられた光束は、絞り203で光束が絞られる。そして、投影レンズ202によりレンズ205の手前で1次結像され、レンズ205を透過、ダイクロイックミラー252で反射して被検眼Eの瞳中心に投光される。投光された光束の反射光は瞳中心を通って再びレンズ205に

入射される。入射された光束はレンズ205を透過後に、孔あきミラー204の周辺で反射される。

【0078】

反射された光束は被検眼瞳孔E<sub>p</sub>と略共役な絞り207および光束分光プリズム208で瞳分離され、撮像素子210の受光面にリング像として投影される。一方、ダイクロイックミラー206の透過方向には、固視標投影光学系と、被検眼の前眼部観察とアライメント検出が共用されるアライメント受光光学系が配置されている。

【0079】

固視標投影光学系の光路03上には、ダイクロイックミラー214a、レンズ213、レンズ215、固視標216、固視標照明用光源217が順次に配列されている。

10

【0080】

固視誘導時に、点灯された固視標照明用光源217の投影光束は、固視標216を裏側から照明し、レンズ215、レンズ213、ダイクロイックミラー214aを介して被検眼Eの眼底E<sub>r</sub>に投影される。

【0081】

なお、レンズ215は被検眼Eの視度誘導を行い雲霧状態を実現するために、固視標誘導モータ224により光軸方向に移動できるようになっている。

【0082】

また、ダイクロイックミラー214aの透過方向の光路04上には、アライメントプリズム絞り挿抜ソレノイド411により挿抜されるアライメントプリズム絞り223、結像レンズ218、撮像素子220が順次に配列されている。アライメントプリズム絞り223の挿抜により、アライメントプリズム絞り223が光路04上にある時にはアライメントを、光路から退避しているときは前眼部観察または徹照観察を行うことができる。

20

【0083】

(第二光学系)

図11(b)は、眼圧測定時の検眼ユニット110内の光学系の構成図である。被検眼Eに対する観察光学系の受光用光路およびアライメント検出用光路04上には、平行平面ガラス301と対物レンズ302の中心軸上にノズル303が配置されている。対物レンズ302の後方に空気室323、観察窓304、ダイクロイックミラー252、ダイクロイックミラー214a、プリズム絞り223、結像レンズ218、撮像素子220が順次に配列されている。平行平面ガラス301、対物レンズ302は対物鏡筒309によって支持され、その外側には被検眼Eを照明する外眼照明光源として機能する光源(221a、221b)が配置されている。

30

【0084】

角膜E<sub>f</sub>が視軸方向に変形するときの変形検出受光光学系の光路07上には、平行平面ガラス253が配置され、またダイクロイックミラー305の反射方向に、リレーレンズ311、ハーフミラー312、アパー・チャ313、受光素子314が配置されている。なお、アパー・チャ313は、所定変形時に後述する眼圧測定用光源317の角膜反射像が共役になる位置に配置されている。リレーレンズ311は角膜E<sub>c</sub>が所定変形時にアパー・チャ313とほぼ同等の大きさの角膜反射像を結像するように設計されている。

40

【0085】

角膜E<sub>f</sub>の変形を測定するための測定光源投影光学系の光路05上には、ハーフミラー312の入射方向に、ハーフミラー315、投影レンズ316が配置されている。更に、測定及び被検眼Eに対するアライメント兼用の近赤外LEDから成る眼圧測定用光源317が配置されている。またハーフミラー315の入射方向には、被検者が固視するLEDから成る固視用光源318が配置されている。

【0086】

図12は、回転ユニット251の側面図である。空気室323内は、配管256を介して回転ユニット251上部のシリンダ255に連結されている。シリンダ255にはピストン320が嵌合され、このピストン320はソレノイド322によって駆動されるよう

50

になっている。なお、空気室323内には、内圧をモニタするための圧力センサ324(図11)が配置されている。

#### 【0087】

図13は、検眼ユニット110上の回転ユニット251と被検眼との相対的な位置関係を示す平面図である。図13(a)は、眼屈折力測定時の回転ユニット251と被検眼との位置関係を表し、図13(b)は、眼圧測定時の回転ユニット251と被検眼との位置関係を表している。回転ユニット251は検眼ユニット110に対する回転中心350回り(軸方向)に回転移動する。眼屈折力測定時の作動距離、つまり被検眼Eの角膜頂点E<sub>f</sub>から回転ユニット251の第一光学系出力側端部までの距離をWD1とし、回転中心350から回転ユニット251の第一光学系出力側端部までの距離をAとする。また、第二光学系300による眼圧測定時の作動距離、つまり被検眼Eの角膜頂点E<sub>f</sub>から回転ユニット251の第二光学系出力側端部までの距離をWD2とし、回転中心350から回転ユニット251の第二光学系出力側端部までの距離をBとする。このとき、作動距離の差WD1-WD2が、回転中心から出力側端部までの差B-Aとなるように、すなわち、WD1+A=WD2+Bの関係が満たされるように、回転ユニット251及び回転中心350は構成されている。

#### 【0088】

上記のような構成により、第1実施形態の効果に加えて、観察光学系のプリズム絞り、結像レンズ、撮像素子、外眼照明光源の共通化が可能となり、装置のコンパクト化、低コスト化が可能となる。

#### 【0089】

本発明の実施形態にかかる眼科装置は複合型眼科装置である。検眼ユニット110による検査が一の種類の検査から異なる種類の他の種類の検査に切替えられる場合、軸方向の駆動機構(検眼ユニット移動部)は検眼ユニット110をベース100(装置固定部)に対して回転方向に移動させる。上述の実施形態では説明の簡略化のために、複合される機能を眼屈折力機能と眼圧機能に限定したが、角膜曲率半径測定機能、角膜厚測定機能など、その他複数の検眼機能を追加した眼科装置にも適用可能である。また測定機能に限定されるものではなく、眼底カメラ、OCT等、被検眼に対する検査を行う眼科装置全般に適用可能である。

#### 【0090】

また本実施形態では検眼ユニット110の回転機構を、ブーリ及びベルトを使用した機構としたが、本発明の趣旨はこの構成に限定するものではない。例えば、モータの出力軸が直接検眼ユニットに連結されて回転してもよいし、チェーン駆動等、その他の機構を使用して回転機構を構成してもよい。

#### 【0091】

また、検眼の順番も眼屈折力測定→眼圧測定、右被検眼→左被検眼に限定するものではない。任意の順番で適用可能である。運転モードも全自動運転に限定するものではない。手動運転、半自動運転等のモードに適用可能である。

#### 【0092】

##### (その他の実施例)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

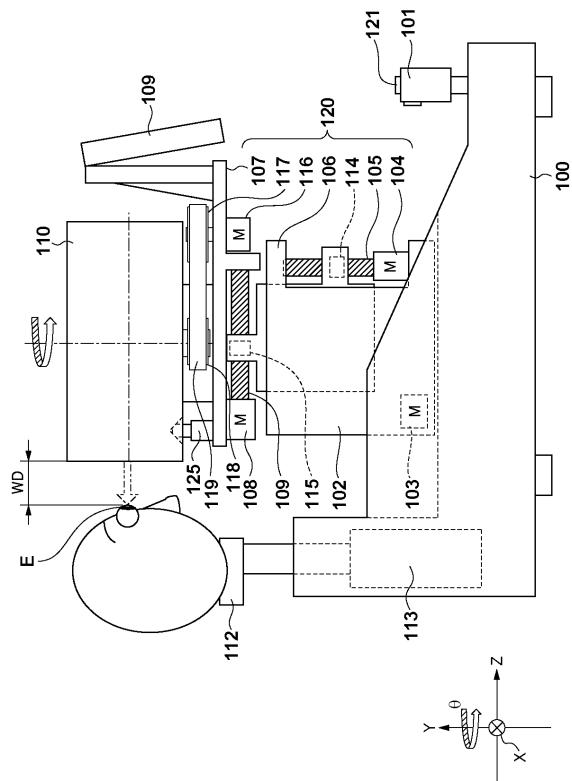
10

20

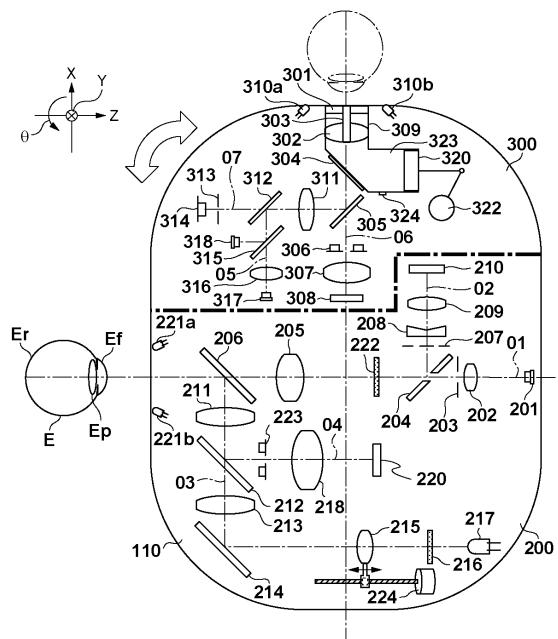
30

40

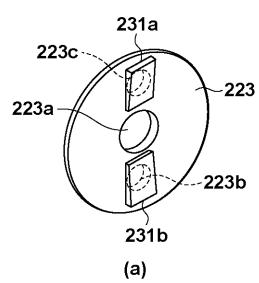
【 义 1 】



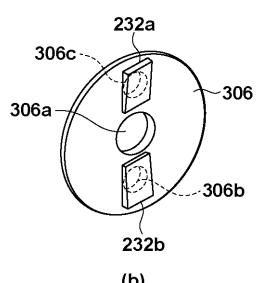
【 図 2 】



【 四 3 】

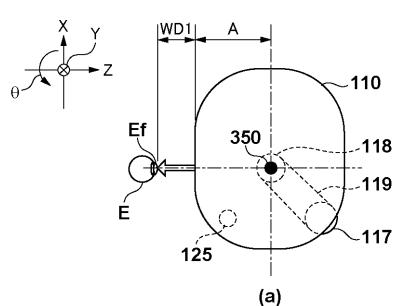


(a)

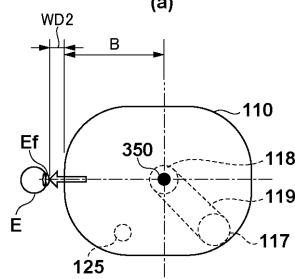


(b)

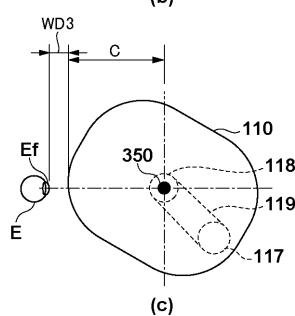
【図4】



12

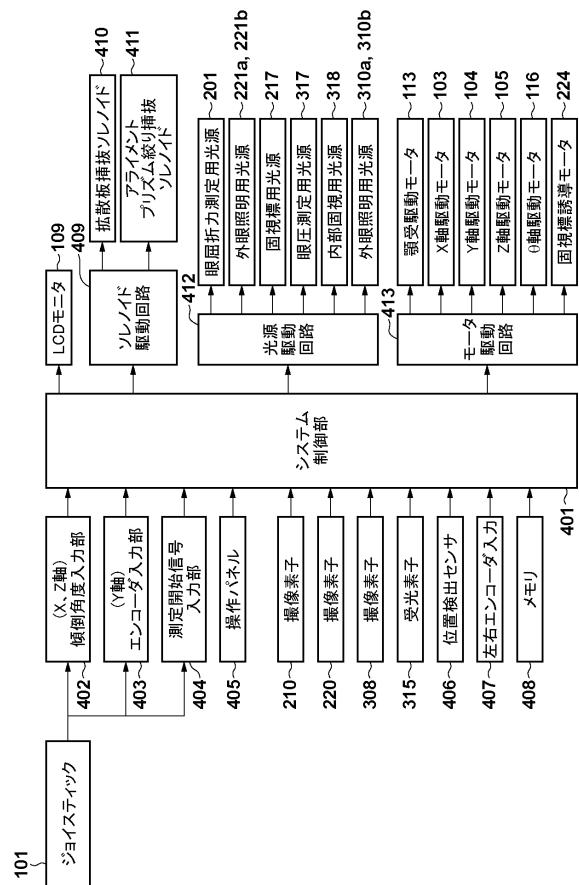


(b)

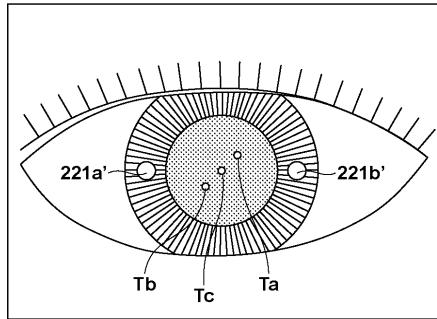


(c)

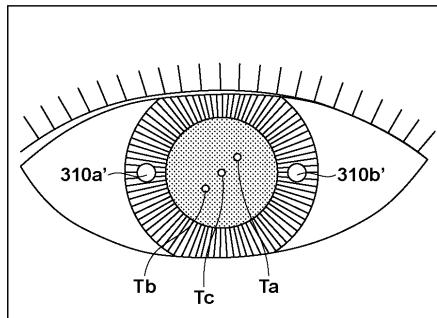
【図5】



【図6】

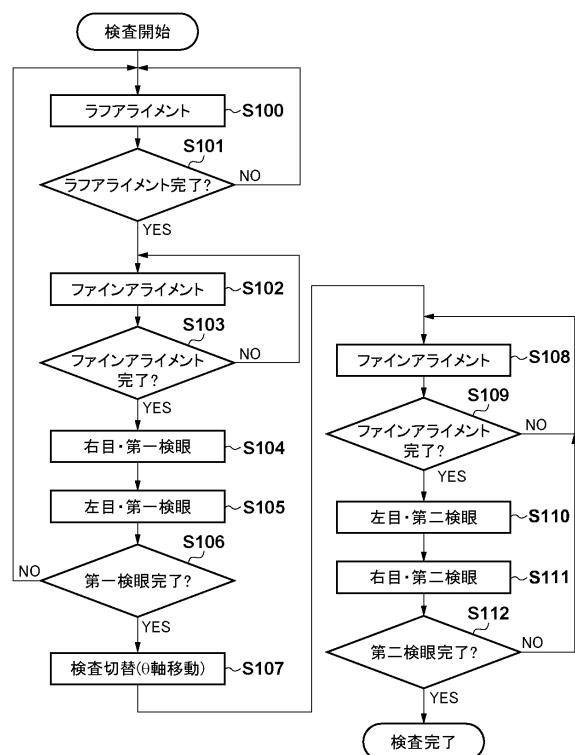


(a)

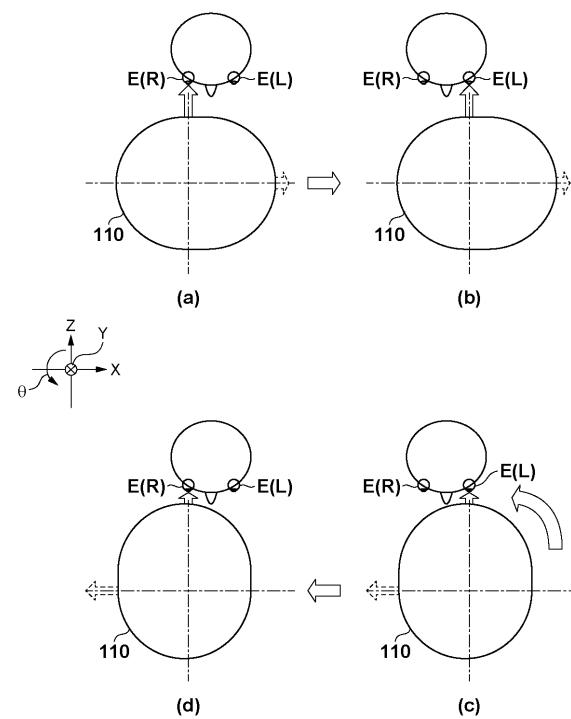


(b)

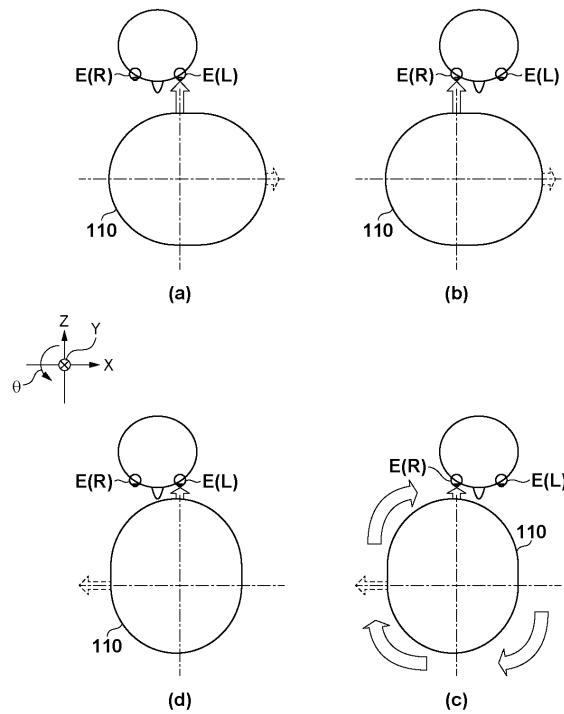
【図7】



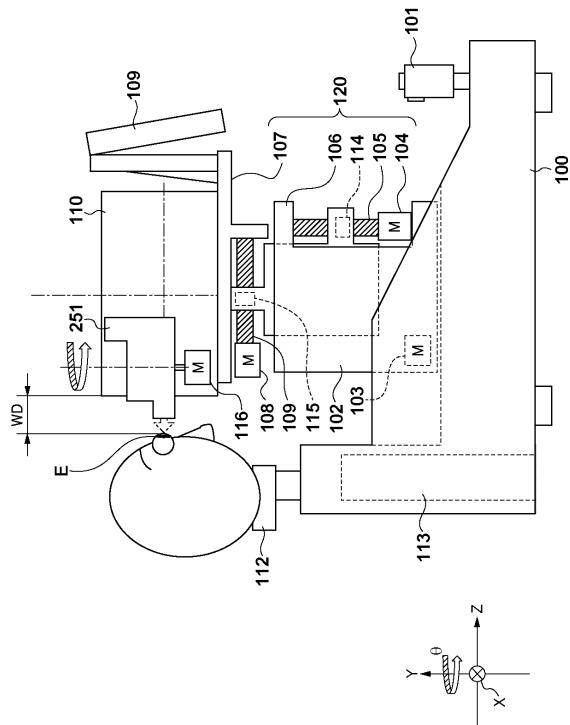
【図8】



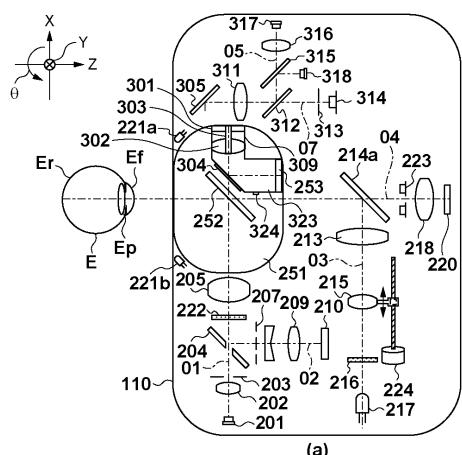
【図9】



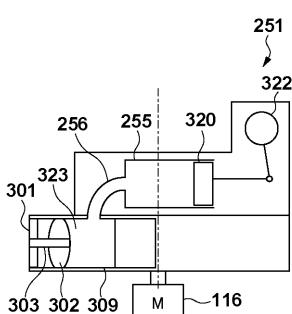
【 図 1 0 】



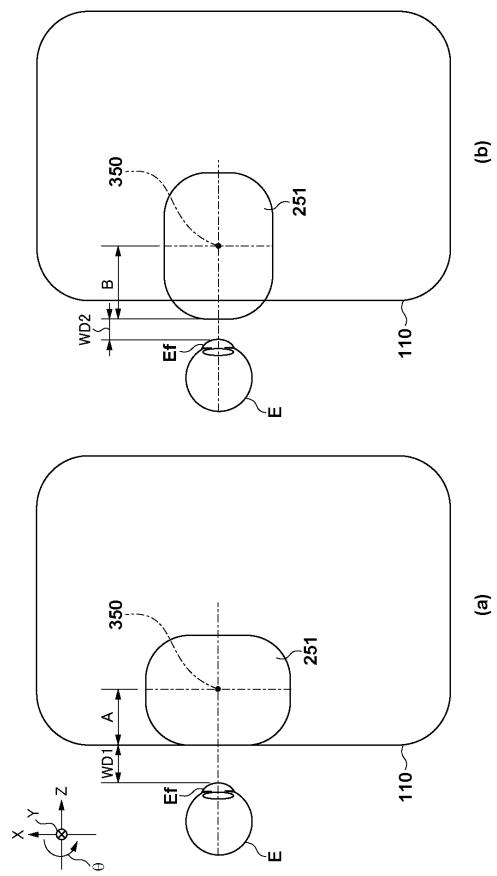
### 【図 1 1】



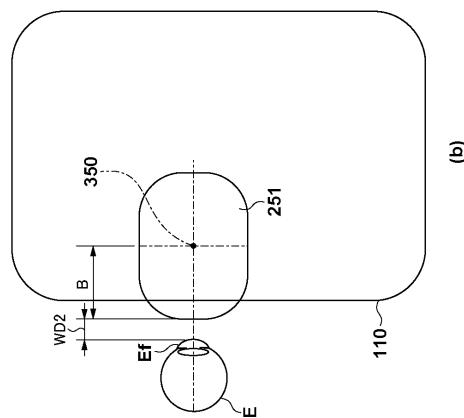
### 【 図 1 2 】



【図 1 3】



(a)



(b)

---

フロントページの続き

(72)発明者 秋葉 伸太郎  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2006-055200 (JP, A)  
特開2010-148589 (JP, A)  
特開2007-282671 (JP, A)  
特開2009-189624 (JP, A)  
特開2007-144128 (JP, A)  
特開平08-182651 (JP, A)  
特開2003-245252 (JP, A)  
米国特許出願公開第2011/0202017 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18