

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7537869号
(P7537869)

(45)発行日 令和6年8月21日(2024.8.21)

(24)登録日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 3/15 (2006.01)

A 6 1 B 3/15

請求項の数 8 (全25頁)

(21)出願番号	特願2019-196011(P2019-196011)	(73)特許権者	000220343
(22)出願日	令和1年10月29日(2019.10.29)		株式会社トブコン
(65)公開番号	特開2021-69415(P2021-69415A)		東京都板橋区蓮沼町7 5 番 1 号
(43)公開日	令和3年5月6日(2021.5.6)	(74)代理人	100083116
審査請求日	令和4年10月14日(2022.10.14)		弁理士 松浦 恵三
		(74)代理人	100170069
			弁理士 大原 一樹
		(74)代理人	100128635
			弁理士 松村 潔
		(74)代理人	100140992
			弁理士 松浦 恵政
		(72)発明者	白鳥 貴朗
			東京都板橋区蓮沼町7 5 番 1 号 株式会
			社トブコン内
		(72)発明者	大木 拓也
			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】

被検者の顔を支持する顔支持部と、
前記顔支持部により支持されている前記顔の被検眼の前眼部像を繰り返し取得する前眼部像取得部と、
前記前眼部像取得部により繰り返し取得された前記前眼部像に基づき、前記前眼部像ごとに前記被検眼の瞳孔像を検出する瞳孔像検出部と、
前記瞳孔像検出部による前記前眼部像ごとの前記瞳孔像の検出結果に基づき、前記顔支持部により前記顔が適正に支持されているか否かを判定する判定部と、
を備え、
前記前眼部像取得部が、前記被検眼を互いに異なる方向から撮影する複数のカメラから前記前眼部像を繰り返し取得し、
前記瞳孔像検出部が、
前記複数のカメラの中の第1カメラにより撮影された前記前眼部像から前記瞳孔像を検出する第1検出部と、
前記第1検出部の検出結果に基づき、前記複数のカメラの中の前記第1カメラとは異なる第2カメラにより撮影される前記前眼部像に含まれる前記瞳孔像であって且つ前記被検眼の固視微動に応じて移動する前記瞳孔像の存在範囲を推定する推定部と、
前記推定部の推定結果に基づき、前記第2カメラにより撮影された前記前眼部像の前記存在範囲内からの前記瞳孔像の検出を行う第2検出部と、

前記前眼部像取得部が前記前眼部像を取得するごとに、前記第 1 検出部、前記推定部、及び前記第 2 検出部を繰り返し作動させる繰り返し制御部と、

を備え、

前記判定部が、前記第 2 検出部による繰り返しの検出結果に基づき、前記顔支持部により前記顔が適正に支持されているか否かを判定する眼科装置。

【請求項 2】

被検者の顔を支持する顔支持部と、

前記顔支持部により支持されている前記顔の被検眼の前眼部像を繰り返し取得する前眼部像取得部と、

前記前眼部像取得部により繰り返し取得された前記前眼部像に基づき、前記前眼部像ごとに前記被検眼の瞳孔像を検出する瞳孔像検出部と、

前記瞳孔像検出部による前記前眼部像ごとの前記瞳孔像の検出結果に基づき、前記顔支持部により前記顔が適正に支持されているか否かを判定する判定部と、

を備え、

前記前眼部像取得部が、前記被検眼を互いに異なる方向から撮影する第 1 カメラ及び第 2 カメラから前記前眼部像を取得する 1 回目の画像取得処理と、前記第 2 カメラから前記前眼部像を繰り返し取得する 2 回目以降の画像取得処理と、を実行し、

前記瞳孔像検出部が、

前記 1 回目の画像取得処理で前記前眼部像取得部が前記第 1 カメラより取得した前記前眼部像から前記瞳孔像を検出する第 1 検出部と、

前記第 1 検出部の検出結果に基づき、前記前眼部像取得部が前記第 2 カメラより取得した前記前眼部像に含まれる前記瞳孔像であって且つ前記被検眼の固視微動に応じて移動する前記瞳孔像の存在範囲を推定する推定部と、

前記推定部の推定結果に基づき、前記前眼部像取得部が前記第 2 カメラより取得した前記前眼部像の前記存在範囲内からの前記瞳孔像の検出を行う第 2 検出部と、

前記前眼部像取得部が前記 2 回目以降の画像取得処理で前記第 2 カメラより前記前眼部像を取得するごとに、前記第 2 検出部を繰り返し作動させる繰り返し制御部と、

を備え、

前記判定部が、前記第 2 検出部による繰り返しの検出結果に基づき、前記顔支持部により前記顔が適正に支持されているか否かを判定する眼科装置。

【請求項 3】

前記判定部が、前記第 2 検出部による繰り返しの検出結果に基づき、前記存在範囲内での前記瞳孔像の検出が予め定めた一定時間以上継続する場合には前記顔支持部により前記顔が適正に支持されていると判定し、前記存在範囲内での前記瞳孔像の検出が前記一定時間以上継続しない場合には前記顔支持部により前記顔が適正に支持されていないと判定する請求項 1 又は 2 に記載の眼科装置。

【請求項 4】

前記推定部が、前記第 1 検出部の検出結果に基づき、前記第 1 カメラにより撮影された前記前眼部像から前記瞳孔像の前記存在範囲及び形状を示すテンプレートを作成し、

前記第 2 検出部が、前記推定部が作成した前記テンプレートに基づき、テンプレートマッチングによって、前記第 2 カメラにより撮影された前記前眼部像の前記存在範囲内から前記瞳孔像を検出する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 5】

対物レンズを通して前記被検眼の眼特性を取得する眼特性取得部と、

前記眼特性取得部を収容する眼科装置本体と、

前記被検眼に対して前記眼科装置本体を相対移動させる相対移動機構と、

前記前眼部像取得部が取得した前記前眼部像に基づき、前記眼科装置本体に対する前記被検眼の相対位置を検出する相対位置検出部と、

前記相対位置検出部の検出結果に基づき、前記相対移動機構を駆動して、前記被検眼に対して前記眼科装置本体のアライメントを実行するアライメント制御部と、

10

20

30

40

50

を備える請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記判定部が前記顔支持部により前記顔が適正に支持されていないと判定した場合に、前記判定部の判定結果を報知する報知部を備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 7】

前記顔支持部による前記顔の支持位置を変更する支持位置変更機構を有し、前記報知部が、前記支持位置変更機構を駆動して前記支持位置を変更させる請求項 6 に記載の眼科装置。

【請求項 8】

前記顔支持部による前記顔の支持位置を変更する支持位置変更機構と、前記顔支持部により前記顔が適正に支持されていないと前記判定部が判定した場合に、前記支持位置変更機構を駆動して、前記顔の支持位置を変更する支持位置変更制御部と、前記支持位置変更機構により前記顔の支持位置が変更された場合に、前記前眼部像取得部、前記瞳孔像検出部、及び前記判定部を繰り返し作動させる再判定制御部と、を備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検者の顔を支持する顔支持部を備える眼科装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

眼科では、被検眼の眼底撮影像、眼底断層像、眼屈折力、眼圧、角膜内皮細胞の数、及び角膜形状などの各種の眼特性の取得（測定、撮影、及び観察等）を眼科装置により行う。この場合には、取得する眼特性の精度、確度及び画質等の観点から、被検眼に対する眼科装置の測定ヘッド（光学系）の位置合わせ、すなわちアライメントが極めて重要となる。このため、眼科装置では、被検者の顔を顎受け等の顔支持部により支持している状態で測定ヘッドに対する被検眼の相対位置を検出し、この検出結果に基づき被検眼に対して光学系を相対移動させることにより、アライメントを自動で行う所謂フルオートアライメント（以下、単にオートアライメントという）を行うことが通常である。

【0003】

例えば特許文献 1 及び特許文献 2 には、顔支持部により支持された顔に対向する位置に配置されたステレオカメラを用いて被検眼の前眼部を互いに異なる方向から同時撮影する眼科装置が開示されている。この眼科装置では、ステレオカメラの撮影画像を解析して得られた被検眼の 3 次元位置に基づき、被検眼に対する測定ヘッドのオートアライメントを行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2013 - 248376 号公報

【文献】特開 2014 - 200678 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、顎受け等の顔支持部により被検者の顔が適正に支持されていない場合、例えば顎受けから被検者の顔が浮いているような場合には、被検眼の眼特性の取得中に顔（被検眼）が動いてしまうことがある。その結果、取得する眼特性の精度が低くなったり或いは眼特性の取得に失敗したりするおそれがある。例えば被検眼の眼底撮影を行う場合において、この撮影中に顔が動くと眼底撮影像にボケ及びフレアが発生したり、或いは撮影に失敗したりしてしまう。このような問題は、オートアライメントの精度をどれだけ高くし

10

20

30

40

50

たとしても解決することができない。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、被検眼の眼特性の取得を精度良く且つ確実に行うことができる眼科装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的を達成するための眼科装置は、被検者の顔を支持する顔支持部と、顔支持部により支持されている顔の被検眼の前眼部像を繰り返し取得する前眼部像取得部と、前眼部像取得部により繰り返し取得された前眼部像に基づき、前眼部像ごとに被検眼の瞳孔像を検出する瞳孔像検出部と、瞳孔像検出部による前眼部像ごとの瞳孔像の検出結果に基づき、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定する判定部と、を備える。

10

【 0 0 0 8 】

この眼科装置によれば、顔支持部により被検者の顔が適正に支持されている状態で被検眼の眼特性の取得を実行することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、前眼部像取得部が、被検眼を互いに異なる方向から撮影する複数のカメラから前眼部像を繰り返し取得し、瞳孔像検出部が、複数のカメラの中の第1カメラにより撮影された前眼部像から瞳孔像を検出する第1検出部と、第1検出部の検出結果に基づき、複数のカメラの中の第1カメラとは異なる第2カメラにより撮影される前眼部像に含まれる瞳孔像であって且つ被検眼の固視微動に応じて移動する瞳孔像の存在範囲を推定する推定部と、推定部の推定結果に基づき、第2カメラにより撮影された前眼部像の存在範囲内からの瞳孔像の検出を行う第2検出部と、前眼部像取得部が前眼部像を取得するごとに、第1検出部、推定部、及び第2検出部を繰り返し作動させる繰り返し制御部と、を備え、判定部が、第2検出部による繰り返しの検出結果に基づき、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定する。これにより、顔支持部により被検者の顔が適正に支持されている状態で被検眼の眼特性の取得を実行することができる。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、前眼部像取得部が、被検眼を互いに異なる方向から撮影する第1カメラ及び第2カメラから前眼部像を取得する1回目の画像取得処理と、第2カメラから前眼部像を繰り返し取得する2回目以降の画像取得処理と、を実行し、瞳孔像検出部が、1回目の画像取得処理で前眼部像取得部が第1カメラより取得した前眼部像から瞳孔像を検出する第1検出部と、第1検出部の検出結果に基づき、前眼部像取得部が第2カメラより取得した前眼部像に含まれる瞳孔像であって且つ被検眼の固視微動に応じて移動する瞳孔像の存在範囲を推定する推定部と、推定部の推定結果に基づき、前眼部像取得部が第2カメラより取得した前眼部像の存在範囲内からの瞳孔像の検出を行う第2検出部と、前眼部像取得部が2回目以降の画像取得処理で第2カメラより前眼部像を取得するごとに、第2検出部を繰り返し作動させる繰り返し制御部と、を備え、判定部が、第2検出部による繰り返しの検出結果に基づき、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定する。これにより、判定部の判定が完了するまでに要する時間を短縮させることができる。

30

40

【 0 0 1 1 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、判定部が、第2検出部による繰り返しの検出結果に基づき、存在範囲内での瞳孔像の検出が予め定めた一定時間以上継続する場合には顔支持部により顔が適正に支持されていると判定し、存在範囲内での瞳孔像の検出が一定時間以上継続しない場合には顔支持部により顔が適正に支持されていないと判定する。これにより、顔支持部により被検者の顔が適正に支持されている状態で被検眼の眼特性の取得を実行することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、推定部が、第1検出部の検出結果に基づき

50

、第1カメラにより撮影された前眼部像から瞳孔像の存在範囲及び形状を示すテンプレートを作成し、第2検出部が、推定部が作成したテンプレートに基づき、テンプレートマッチングによって、第2カメラにより撮影された前眼部像の存在範囲内から瞳孔像を検出する。これにより、第2カメラにより撮影された前眼部像からの瞳孔像の検出を簡易的に行うことができる。

【0013】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、前眼部像取得部が、被検眼を互いに異なる方向から撮影する複数のカメラのいずれか1つから前眼部像を繰り返し取得する。これにより、既存の1つカメラを用いて、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定することができる。

10

【0014】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、対物レンズを通して被検眼の眼特性を取得する眼特性取得部と、対物レンズを通して被検眼の撮影を行う前眼部観察系と、を備え、前眼部像取得部が、前眼部観察系から前眼部像を繰り返し取得する。これにより、既存の前眼部観察系を用いて、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定することができる。

【0015】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、対物レンズを通して被検眼の眼特性を取得する眼特性取得部と、眼特性取得部を収容する眼科装置本体と、被検眼に対して眼科装置本体を相対移動させる相対移動機構と、前眼部像取得部が取得した前眼部像に基づき、眼科装置本体に対する被検眼の相対位置を検出する相対位置検出部と、相対位置検出部の検出結果に基づき、相対移動機構を駆動して、被検眼に対して眼科装置本体のアライメントを実行するアライメント制御部と、を備える。これにより、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かの判定の処理と、オートアライメントの処理とを並行して行うことができる。

20

【0016】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、判定部が顔支持部により顔が適正に支持されていないと判定した場合に、判定部の判定結果を報知する報知部を備える。これにより、顔支持部により顔が適正に支持されていないことを検者に報知することができる。

【0017】

30

本発明の他の態様に係る眼科装置において、顔支持部による顔の支持位置を変更する支持位置変更機構を有し、報知部が、支持位置変更機構を駆動して支持位置を変更させる。これにより、顔支持部により顔が適正に支持されていないことを被検者にも報知することができる。

【0018】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、顔支持部による顔の支持位置を変更する支持位置変更機構と、顔支持部により顔が適正に支持されていないと判定部が判定した場合に、支持位置変更機構を駆動して、顔の支持位置を変更する支持位置変更制御部と、支持位置変更機構により顔の支持位置が変更された場合に、前眼部像取得部、瞳孔像検出部、及び判定部を繰り返し作動させる再判定制御部と、を備える。これにより、検者が何らの操作或いは注意喚起を行うことなく顔支持部により顔を適正に支持させることができるので、検者の手間を減らすことができる。

40

【0019】

本発明の目的を達成するための眼科装置の制御方法は、被検者の顔を支持する顔支持部により支持されている顔の被検眼の前眼部像を繰り返し取得する前眼部像取得ステップと、前眼部像取得ステップにより繰り返し取得された前眼部像に基づき、前眼部像ごとに被検眼の瞳孔像を検出する瞳孔像検出ステップと、瞳孔像検出ステップによる前眼部像ごとの瞳孔像の検出結果に基づき、顔支持部により顔が適正に支持されているか否かを判定する判定ステップと、を有する。

【発明の効果】

50

【 0 0 2 0 】

本発明は、被検眼の眼特性の取得を精度良く且つ確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】被検者側から見た第 1 実施形態の眼科装置の正面斜視図である。

【図 2】検者側から見た眼科装置の背面斜視図である。

【図 3】レンズ収容部の正面図である。

【図 4】眼科装置の測定ヘッドの構成の一例を示す概略図である。

【図 5】第 1 実施形態の演算制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 6】第 1 検出部による瞳孔像の検出処理を説明するための説明図である。

10

【図 7】推定部によるテンプレートの作成を説明するための説明図である。

【図 8】第 2 検出部による前眼部像からの瞳孔像の検出処理を説明するための説明図である。

【図 9】モニタによる警告情報の表示の一例を示した説明図である。

【図 10】顔支持部により被検者の顔が適正に支持されていないことを被検者に対して報知する例を示した説明図である。

【図 11】第 1 実施形態の眼科装置による被検眼の眼特性の取得処理、特に顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 12】第 2 実施形態の眼科装置による被検眼の眼特性の取得処理、特に本発明の眼科装置の制御方法に係る顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。

20

【図 13】第 3 実施形態の眼科装置の演算制御ユニットの機能ブロック図である。

【図 14】第 3 実施形態の眼科装置による被検眼の眼特性の取得処理、特に本発明の眼科装置の制御方法に係る顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

[第 1 実施形態の眼科装置の全体構成]

図 1 は、被検者側から見た第 1 実施形態の眼科装置 10 の正面斜視図である。図 2 は、検者側から見た眼科装置 10 の背面斜視図である。なお、図中の X 方向は被検者を基準とした左右方向（図 4 に示す被検眼 E の眼幅方向）であり、Y 方向は上下方向であり、Z 方向は被検者に近づく前方向と被検者から遠ざかる後方向とに平行な前後方向（作動距離方向ともいう）である。

30

【 0 0 2 3 】

図 1 及び図 2 に示すように、眼科装置 10 は、眼底カメラと、光コヒーレンストモグラフィ（Optical Coherence Tomography : OCT）を用いて断層像である OCT 画像を得る光干渉断層計と、を組み合わせた複合機である。眼科装置 10 は、被検眼 E（図 4 参照）の眼特性として、眼底 E f（図 4 参照）の眼底撮影像及び OCT 画像を取得（測定、撮影、及び観察等）する。この眼科装置 10 は、ベース 11 と、顔支持部 12 と、架台 13 と、測定ヘッド 14 と、を備える。

【 0 0 2 4 】

ベース 11 上には架台 13 が設けられている。また、ベース 11 内には、後述の演算制御ユニット 22（図 4 参照）等が格納されている。

40

【 0 0 2 5 】

顔支持部 12 は、測定ヘッド 14 の Z 方向の前方向側の位置において、ベース 11 と一体に設けられている。この顔支持部 12 は、Y 方向（上下方向）に位置調整可能な顎受け 12 a 及び顎当て 12 b を有しており、被検者の顔を測定ヘッド 14（後述の対物レンズ 43）等の眼科装置本体に対向する位置に支持する。

【 0 0 2 6 】

また、顔支持部 12 には、本発明の支持位置変更機構に相当する電動昇降機構 12 c が設けられている。電動昇降機構 12 c は、モータ駆動機構等の公知のアクチュエータであり、後述の演算制御ユニット 22（図 4 参照）の制御の下、顎受け 12 a 及び顎当て 12

50

bをY方向に移動させることで、被検者の顔の支持位置を変更する。

【0027】

さらに、顔支持部12には外部固視灯15が設けられている。外部固視灯15は、固視光を出射する光源を有し、この光源の位置及び固視光の出射方向を任意に調整することができる。この外部固視灯15は外部固視に用いられる。外部固視は、外部固視灯15の光源の位置を調整することで被検眼E(図4参照)を任意の方向に回旋させたり、或いは内部固視時よりも大きく回旋させたり、或いは内部固視が行えない場合に被検眼E又は僚眼の視線を誘導することで被検眼Eの向きを調整したりする固視方式である。

【0028】

架台13は、ベース11に対してX方向及びZ方向(前後左右方向)に移動可能に設けられている。この架台13上には操作部16が設けられている。また、架台13上には測定ヘッド14がY方向に移動可能に設けられている。

【0029】

また、架台13には、本発明の相対移動機構に相当する電動駆動機構17(図4参照)が設けられている。電動駆動機構17は、モータ駆動機構等の公知のアクチュエータであり、後述の演算制御ユニット22(図4参照)の制御の下、架台13をXZ方向に移動させると共に測定ヘッド14をY方向に移動させる。これにより、被検眼Eに対して測定ヘッド14がXYZ方向に相対移動される。

【0030】

操作部16は、架台13上で且つ測定ヘッド14のZ方向の後方向側(検者側)の位置に設けられている。操作部16には、眼科装置10の各種操作を行うための操作ボタンの他、操作レバー16aが設けられている。

【0031】

操作レバー16aは、測定ヘッド14をXYZの各方向に手動で移動させるための操作部材である。例えば、操作レバー16aがZ方向(前後方向)又はX方向(左右方向)に傾倒操作されると、上述の電動駆動機構17(図4参照)により測定ヘッド14がZ方向又はX方向に移動される。また、操作レバー16aがその長手軸周りに回転操作されると、その回転操作方向に応じて、電動駆動機構17により測定ヘッド14がY方向(上下方向)に移動される。

【0032】

測定ヘッド14は、本発明の眼科装置本体を構成する。この測定ヘッド14には、後述の図4に示す眼底カメラユニット14a及びOCTユニット14bが内蔵されている。また、測定ヘッド14のZ方向の後方向側(検者側)の背面にはモニタ18が設けられている。また、測定ヘッド14のZ方向の前方向側(被検者側)の正面にはレンズ収容部19が設けられている。

【0033】

モニタ18は、例えばタッチパネル式の液晶表示装置が用いられる。このモニタ18は、被検眼E(図4参照)の各種の撮影データ、及び各種の設定操作のための入力画面などを表示する。

【0034】

図3は、レンズ収容部19の正面図である。図3に示すように、レンズ収容部19は、眼底カメラユニット14a(図4参照)の一部を構成し且つZ方向に平行な光軸OAを有する対物レンズ43を収容している。また、レンズ収容部19には、対物レンズ43を囲むように、対物レンズ43の周方向に沿って等間隔で配置された8個の固視孔19a(固視灯ともいう)が設けられている。各固視孔19aは、操作部16での操作に応じて選択的に固視光をZ方向に出射する。

【0035】

各固視孔19aは、周辺固視及び被検眼E(図4参照)の隅角(虹彩の端)の撮影等に用いられる。周辺固視は、各固視孔19aを選択的に点灯させることで所望の方向に被検眼Eを大きく回旋させる固視方式である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

また、測定ヘッド 1 4 の正面であって且つレンズ収容部 1 9 の近傍位置には、本発明の複数のカメラに相当するステレオカメラ 2 0 が設けられている。ステレオカメラ 2 0 は、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b を有する。第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b は、測定ヘッド 1 4 の Z 方向の前方向側の面（被検眼 E に対向する面）において、対物レンズ 4 3 をその左右から挟み込むように配置されている。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、眼科装置 1 0 の測定ヘッド 1 4 の構成の一例を示す概略図である。図 4 に示すように、測定ヘッド 1 4 は、眼底カメラユニット 1 4 a、OCT ユニット 1 4 b、ステレオカメラ 2 0、及び演算制御ユニット 2 2 等を備える。

10

【 0 0 3 8 】

眼底カメラユニット 1 4 a は、従来の眼底カメラとほぼ同様の光学系を有しており、対物レンズ 4 3 を通して、被検眼 E の前眼部 E a 等の各種観察像を取得（撮影）すると共に被検眼 E の眼特性として眼底 E f の眼底撮影像を取得する。OCT ユニット 1 4 b は、対物レンズ 4 3 及び眼底カメラユニット 1 4 a の一部の光学系を通して、被検眼 E の眼特性として眼底 E f の OCT 画像を取得する。このため、眼底カメラユニット 1 4 a は本発明の眼特性取得部及び前眼部観察系として機能する。また、OCT ユニット 1 4 b は、本発明の眼特性取得部として機能する。

【 0 0 3 9 】

演算制御ユニット 2 2 は、ベース 1 1（測定ヘッド 1 4 内でも可）内に收容されており、各種の演算処理及び制御処理等を実行するパーソナルコンピュータ等の演算処理装置である。

20

【 0 0 4 0 】

〔眼底カメラユニット〕

眼底カメラユニット 1 4 a は、前眼部 E a 等の観察像、及び眼底 E f の表面形態を表す 2 次元画像である眼底撮影像を取得するための光学系として、照明光学系 3 0 及び撮像光学系 5 0 を備える。

【 0 0 4 1 】

照明光学系 3 0 は、眼底 E f に対して照明光を照射する。撮像光学系 5 0 は、眼底 E f で反射された照明光の眼底反射光を、例えば CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型又は CCD（Charge Coupled Device）型の撮像素子 5 7、6 0 に導く。また、撮像光学系 5 0 は、OCT 光学系 8 0（OCT ユニット 1 4 b）から出力された信号光を眼底 E f に導くと共に、眼底 E f を経由した信号光を OCT 光学系 8 0 に導く。

30

【 0 0 4 2 】

照明光学系 3 0 は、観察光源 3 1、反射ミラー 3 2、集光レンズ 3 3、可視カットフィルタ 3 4、撮影光源 3 5、ミラー 3 6、リレーレンズ 3 7、3 8、絞り 3 9、リレーレンズ 4 0、孔開きミラー 4 1、ダイクロイックミラー 4 2、及び対物レンズ 4 3 等を備える。

【 0 0 4 3 】

撮像光学系 5 0 は、既述の対物レンズ 4 3、ダイクロイックミラー 4 2、及び孔開きミラー 4 1 の他に、合焦レンズ 5 1、ミラー 5 2、ハーフミラー 5 3、視標表示部 5 4、ダイクロイックミラー 5 5、集光レンズ 5 6、撮像素子 5 7、ミラー 5 8、集光レンズ 5 9、及び撮像素子 6 0 等を備える。

40

【 0 0 4 4 】

観察光源 3 1 は、例えばハロゲンランプ又は LED（light emitting diode）等が用いられ、観察照明光を出射する。観察光源 3 1 から出射された観察照明光は、反射ミラー 3 2 により反射され、集光レンズ 3 3 を経由して可視カットフィルタ 3 4 を透過することにより近赤外光となる。可視カットフィルタ 3 4 を透過した観察照明光は、撮影光源 3 5 の近傍にて一旦集束し、ミラー 3 6 により反射され、リレーレンズ 3 7、3 8、絞り 3 9、及びリレーレンズ 4 0 を経由する。そして、観察照明光は、孔開きミラー 4 1 の周辺部（

50

孔部の周囲の領域)にて反射された後、ダイクロイックミラー４２を透過し、さらに対物レンズ４３により屈折されて眼底Ｅｆを照明する。

【００４５】

観察照明光の眼底反射光は、対物レンズ４３により屈折され、ダイクロイックミラー４２、孔開きミラー４１の中心領域に形成された孔部、及び合焦レンズ５１を経由した後、ミラー５２により反射される。さらに、この眼底反射光は、ハーフミラー５３を透過した後、ダイクロイックミラー５５により反射されることで、集光レンズ５６により撮像素子５７の受光面に結像される。撮像素子５７は、眼底反射光を撮像(受光)して撮像信号を後述の演算制御ユニット２２へ出力する。演算制御ユニット２２は、撮像素子５７から出力された撮像信号に基づく各種観察像をモニタ１８に表示させる。なお、撮像光学系５０のピントが被検眼Ｅの前眼部Ｅａに調整されている場合には前眼部Ｅａの観察像がモニタ１８に表示され、撮像光学系５０のピントが眼底Ｅｆに調整されている場合には眼底Ｅｆの観察像がモニタ１８に表示される。

10

【００４６】

撮影光源３５は、例えばキセノンランプ又はＬＥＤ光源等が用いられ、撮影照明光を出射する。撮影光源３５から出射された撮影照明光は、既述の観察照明光と同様の経路を通過して眼底Ｅｆに照射される。撮影照明光の眼底反射光は、観察照明光の眼底反射光と同様の経路を通過してダイクロイックミラー５５まで導かれ、このダイクロイックミラー５５を透過した後、ミラー５８により反射されることで、集光レンズ５９により撮像素子６０の受光面に結像される。

20

【００４７】

撮像素子６０は、眼底反射光を撮像(受光)して撮像信号を後述の演算制御ユニット２２へ出力する。演算制御ユニット２２は、撮像素子６０から出力された撮像信号に基づく眼底撮影像をモニタ１８に表示させる。なお、各種観察像を表示するモニタ１８と眼底撮影像を表示するモニタ１８とは、同一のものであってもよいし、互いに異なるものであってもよい。

【００４８】

視標表示部５４は、対物レンズ４３を通して被検眼Ｅに固視標(輝点像)の固視光を投射する内部固視に用いられるものであり、例えばドットマトリクス液晶ディスプレイ(ＬＣＤ:Liquid Crystal Display)及びマトリクス発光ダイオード(ＬＥＤ)などが用いられる。この視標表示部５４は固視標を表示する。また、視標表示部５４は、固視標の表示態様(形状等)及び表示位置を任意に設定可能である。

30

【００４９】

視標表示部５４に表示された固視標の固視光は、その一部がハーフミラー５３にて反射された後、ミラー５２、合焦レンズ５１、孔開きミラー４１の孔部、ダイクロイックミラー４２、及び対物レンズ４３を経て被検眼Ｅに投射される。これにより、対物レンズ４３を通して、被検眼Ｅに対して固視標及び視力測定用視標などが提示される。

【００５０】

眼底カメラユニット１４ａは、フォーカス光学系７０を備える。フォーカス光学系７０は、眼底Ｅｆに対してフォーカス(ピント)を合わせるためのスプリット指標を生成する。フォーカス光学系７０は、既述の対物レンズ４３、ダイクロイックミラー４２、及び孔開きミラー４１の他に、ＬＥＤ７１、リレーレンズ７２、スプリット指標板７３、二孔絞り７４、ミラー７５、集光レンズ７６、及び反射棒７７を備える。

40

【００５１】

反射棒７７の反射面は、フォーカス光学系７０によるフォーカス調整が行われる場合に照明光学系３０の光路上にセットされる。ＬＥＤ７１から出射されたフォーカス光は、リレーレンズ７２を通過し、スプリット指標板７３により２つの光束に分離された後、二孔絞り７４、ミラー７５、及び集光レンズ７６を経て反射棒７７の反射面に一旦結像され、この反射面にてリレーレンズ４０に向けて反射される。さらにフォーカス光は、リレーレンズ４０、孔開きミラー４１、ダイクロイックミラー４２、及び対物レンズ４３を経て眼

50

底 E f に投射される。

【 0 0 5 2 】

フォーカス光の眼底反射光は、対物レンズ 4 3、ダイクロイックミラー 4 2、及び孔開きミラー 4 1 の孔部を透過した後、合焦レンズ 5 1、ミラー 5 2、ハーフミラー 5 3、ダイクロイックミラー 5 5、及び集光レンズ 5 6 を経て撮像素子 5 7 により撮像される。撮像素子 5 7 は、フォーカス光の眼底反射光を撮像して撮像信号を出力する。これにより、モニタ 1 8 に観察画像と共にスプリット指標が表示される。後述の演算制御ユニット 2 2 は、従来と同様に、スプリット指標の位置を解析して合焦レンズ 5 1 等を移動させてピント合わせを自動で行う。また、モニタ 1 8 に表示されるスプリット指標に基づき検者が手動でピント合わせを行ってもよい。

10

【 0 0 5 3 】

ダイクロイックミラー 4 2 は、眼底撮影用の光路から OCT 光学系 8 0 の光路を分岐させている。ダイクロイックミラー 4 2 は、OCT 計測に用いられる波長帯の光を反射し、眼底撮影用の光を透過させる。この OCT 光学系 8 0 の光路には、OCT ユニット 1 4 b 側から順に、コリメータレンズユニット 8 1 と、光路長変更部 8 2 と、ガルバノスキャナ 8 3 と、合焦レンズ 8 4 と、ミラー 8 5 と、リレーレンズ 8 6 と、が設けられている。

【 0 0 5 4 】

光路長変更部 8 2 は、例えばコーナーキューブと、これを移動する機構と、を含む。光路長変更部 8 2 は、図中に示す矢印の方向に移動可能とされ、OCT 光学系 8 0 の光路長を変更する。この光路長の変更は、被検眼 E の眼軸長に応じた光路長の補正、及び干渉状態の調整などに利用される。

20

【 0 0 5 5 】

ガルバノスキャナ 8 3 は、OCT 光学系 8 0 の光路を通過する信号光の進行方向を変更する。これにより、眼底 E f を信号光で走査することができる。ガルバノスキャナ 8 3 は、たとえば、信号光を X 方向に走査するガルバノミラーと、Y 方向に走査するガルバノミラーと、これらを独立に駆動する機構とを含む。これにより、信号光を X Y 平面上の任意の方向に走査することができる。

【 0 0 5 6 】

[OCT ユニット]

OCT ユニット 1 4 b は、眼底 E f の OCT 画像の取得に用いられる干渉光学系を備える。この OCT ユニット 1 4 b は、公知の OCT 装置と同様に、低コヒーレンス光を参照光と信号光に分割し、眼底 E f を経由した信号光と参照光路を經由した参照光とを干渉させて干渉光を生成し、この干渉光のスペクトル成分を検出する。OCT ユニット 1 4 b による検出結果（検出信号）は、演算制御ユニット 2 2 へ出力される。なお、OCT ユニット 1 4 b の具体的な構成については公知技術（例えば上記特許文献 1 参照）であるので、ここでは具体的な説明は省略する。

30

【 0 0 5 7 】

[ステレオカメラ]

ステレオカメラ 2 0 を構成する第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b は、前眼部 E a を互いに異なる方向、本実施形態では左右方向から同時（略同時を含む）且つ連続的に撮影（動画撮影）する。なお、図中の符号 O B は、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b の光軸である。

40

【 0 0 5 8 】

第 1 カメラ 2 0 a は、左右方向の一方向側から前眼部 E a を連続撮影し、この前眼部 E a の観察像である前眼部像 D 1（図 5 参照）を演算制御ユニット 2 2 に出力する。第 2 カメラ 2 0 b は、左右方向の他方向側から前眼部 E a を連続撮影し、この前眼部 E a の観察像である前眼部像 D 2（図 5 参照）を演算制御ユニット 2 2 に出力する。なお、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b の配置が逆であってもよい。これら前眼部像 D 1、D 2 は、被検者の顔が顔支持部 1 2 により適正（適切）に支持されているか否かの判定である顔支持判定（顎受け判定ともいう）と、被検眼 E に対する測定ヘッド 1 4 のオートアライメ

50

ントと、に用いられる。

【 0 0 5 9 】

[演算制御ユニット]

図 5 は、第 1 実施形態の演算制御ユニット 2 2 の機能ブロック図である。図 5 に示すように、演算制御ユニット 2 2 は、統括制御部 9 0、記憶部 9 2、画像形成部 9 4、及びデータ処理部 9 6 等を備える。また、演算制御ユニット 2 2 には、既述の電動昇降機構 1 2 c、眼底カメラユニット 1 4 a、OCT ユニット 1 4 b、外部固視灯 1 5、操作部 1 6、電動駆動機構 1 7、モニタ 1 8、固視孔 1 9 a、及びステレオカメラ 2 0 等が接続されている。

【 0 0 6 0 】

記憶部 9 2 は、統括制御部 9 0 が実行する制御プログラムの他、OCT 画像の画像データ、眼底像の画像データ、及び被検眼情報（被検者情報を含む）などを記憶する。また、記憶部 9 2 は、後述するテンプレート 1 2 0 を記憶している。

【 0 0 6 1 】

画像形成部 9 4 は、OCT ユニット 1 4 b と共に本発明の眼特性取得部を構成するものであり、OCT ユニット 1 4 b から入力される検出信号を解析して眼底 E f の OCT 画像を形成する。なお、OCT 画像の具体的な形成方法は、従来の OCT 装置と同様であるのでここでは説明は省略する。データ処理部 9 6 は、画像形成部 9 4 により形成された OCT 画像、眼底カメラユニット 1 4 a により取得された眼底撮影像及び各種観察像、及びステレオカメラ 2 0 により取得された前眼部像 D 1、D 2 等に対して画像処理等を施す。

【 0 0 6 2 】

統括制御部 9 0 は、眼科装置 1 0 の各部の動作を統括制御する。この統括制御部 9 0 は、ステレオカメラ 2 0 から入力される前眼部像 D 1、D 2 に基づき顔支持判定を実行し、顔が顔支持部 1 2 により適正に支持されていると判定した場合には前眼部像 D 1、D 2 に基づきオートアライメントを実行する。そして、統括制御部 9 0 は、オートアライメント後に眼底カメラユニット 1 4 a 及び OCT ユニット 1 4 b を制御して、眼底 E f の眼底撮影像及び OCT 画像等の取得を実行する。なお、図 5 では、顔支持判定、オートアライメント、及び被検眼 E の眼特性（眼底撮影像及び OCT 画像）の取得に係る機能のみを図示し、他の機能については公知技術であるので具体的な図示は省略している。

【 0 0 6 3 】

統括制御部 9 0 の機能は、各種のプロセッサ（Processor）を用いて実現される。各種のプロセッサには、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、及びプログラマブル論理デバイス〔例えば SPLD（Simple Programmable Logic Devices）、CPLD（Complex Programmable Logic Device）、及び FPGA（Field Programmable Gate Arrays）〕等が含まれる。なお、統括制御部 9 0 の各種機能は、1 つのプロセッサにより実現されてもよいし、同種または異種の複数のプロセッサで実現されてもよい。

【 0 0 6 4 】

統括制御部 9 0 は、被検眼 E の眼特性（眼底撮影像及び OCT 画像）の取得時に、前眼部像取得部 1 0 0、瞳孔像検出部 1 0 2、判定部 1 0 4、報知制御部 1 0 6、相対位置検出部 1 0 8、アライメント制御部 1 1 0、及び眼特性取得制御部 1 1 2 として機能する。なお、演算制御ユニット 2 2 の「～部」として説明するものは「～回路」、「～装置」、又は「～機器」であってもよい。すなわち、「～部」として説明するものは、ファームウェア、ソフトウェア、及びハードウェアまたはこれらの組み合わせのいずれで構成されていてもよい。

【 0 0 6 5 】

[顔支持判定]

前眼部像取得部 1 0 0 は、顔支持判定及びオートアライメントの双方に用いられるものであり、ステレオカメラ 2 0 の第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b にそれぞれ有線接続又は無線接続された画像入力インターフェースとして機能する。この前眼部像取得部 1

10

20

30

40

50

00は、前眼部Eaを連続撮影する第1カメラ20a及び第2カメラ20bからそれぞれ前眼部像D1、D2を繰り返し取得すると共に、取得した前眼部像D1、D2を瞳孔像検出部102と相対位置検出部108とに繰り返し出力する。

【0066】

瞳孔像検出部102は、顔支持判定に用いられる。この瞳孔像検出部102は、前眼部像取得部100から繰り返し入力される前眼部像D1、D2に基づき、前眼部像D1、D2から被検眼Eの瞳孔の像である瞳孔像116（図6参照）を検出する検出処理を、前眼部像D1、D2ごとに繰り返し実行する。なお、瞳孔像検出部102による瞳孔像116の検出処理は、後述のオートアライメント時の相対位置検出部108による瞳孔像116の検出処理とは異なり、被検眼Eの固視微動の範囲内で瞳孔像116が検出可能であればよいので、簡易的な処理となる。

10

【0067】

瞳孔像検出部102は、第1検出部102a、推定部102b、第2検出部102c、及び繰り返し制御部102dとして機能する。

【0068】

図6は、第1検出部102aによる瞳孔像116の検出処理を説明するための説明図である。図6及び既述の図5に示すように、第1検出部102aは、第1カメラ20aにより撮影された前眼部像D1から瞳孔像116の検出を行う。なお、第1カメラ20a及び第2カメラ20bは、より鮮明な前眼部Eaの像を撮影した方を「第1カメラ20a」とし、残りを「第2カメラ20b」としてもよい。

20

【0069】

第1検出部102aは、例えばフルサイズの前眼部像D1に対して公知の二値化処理、ラベリング処理、及び円形度によるフィルタ処理を施す。ラベリング処理は二値化された前眼部像D1の各画素の中で連続した白画素又は黒画素を同じラベルにする（同じ番号を割り振る）処理である。円形度によるフィルタ処理は、ラベリング処理後の前眼部像D1から円形度が予め定められた所定値以上となる領域を検出する処理である。これにより、第1検出部102aは、前眼部像D1から瞳孔像116を検出することができ、その瞳孔像116の形状及び位置を示す検出結果を推定部102bへ出力する。

【0070】

なお、第1検出部102aによる前眼部像D1からの瞳孔像116の検出方法は、上述の方法（二値化処理、ラベリング処理、及びフィルタ処理）に限定されるものではなく、公知の方法を用いてもよく、特に簡易的な検出可能な方法が好ましい。

30

【0071】

図7は、推定部102bによるテンプレート120の作成を説明するための説明図である。図7及び図5に示すように、推定部102bは、第1検出部102aによる前眼部像D1内の瞳孔像116の検出結果に基づき、後述の第2検出部102cによる前眼部像D2内からの瞳孔像116の検出（テンプレートマッチング）に用いられるテンプレート120を作成する。

【0072】

具体的に推定部102bは、第1検出部102aにより検出された前眼部像D1内での瞳孔像116の形状に基づき、前眼部像D2内での瞳孔像116の形状を推定し、この推定結果に相当する形状情報120aを作成する。

40

【0073】

また、推定部102bは、第1検出部102aにより検出された前眼部像D1内での瞳孔像116の位置に基づき、前眼部像D2内での瞳孔像116の存在範囲118を推定し、この推定結果に相当する存在範囲情報120bを作成する。この存在範囲118は、被検眼Eの固視微動に応じて前眼部像D2内で移動する瞳孔像116が存在する範囲を示す。なお、図7（後述の図8も同様）では、図面の煩雑化を防止するために、存在範囲118を実際よりも誇張して図示している。

【0074】

50

ここで存在範囲情報 1 2 0 b の生成方法については特に限定はされないが、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b の位置関係及び撮影倍率は公知である。このため、推定部 1 0 2 b は、第 1 検出部 1 0 2 a により検出された前眼部像 D 1 内の瞳孔像 1 1 6 の位置に基づき、前眼部像 D 2 内の瞳孔像 1 1 6 の位置を推定可能である。また、被検眼 E の固視微動に応じて瞳孔像 1 1 6 が前眼部像 D 2 内でどの程度変位するのかについても実験又はシミュレーション等で予め求めることができる。従って、推定部 1 0 2 b は、第 1 検出部 1 0 2 a の検出結果と、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b の位置関係及び撮影倍率と、被検眼 E の固視微動に応じた瞳孔像 1 1 6 の変位量と、に基づき、存在範囲 1 1 8 を推定して存在範囲情報 1 2 0 b を作成することができる。

【 0 0 7 5 】

10

そして、推定部 1 0 2 b は、形状情報 1 2 0 a 及び存在範囲情報 1 2 0 b を含むテンプレート 1 2 0 を作成し、このテンプレート 1 2 0 を記憶部 9 2 に記憶させる。

【 0 0 7 6 】

図 8 は、第 2 検出部 1 0 2 c による前眼部像 D 2 からの瞳孔像 1 1 6 の検出処理を説明するための説明図である。図 8 及び図 5 に示すように、第 2 検出部 1 0 2 c は、記憶部 9 2 内に記憶されているテンプレート 1 2 0 (形状情報 1 2 0 a 及び存在範囲情報 1 2 0 b) に基づき、公知のテンプレートマッチングによって、前眼部像 D 2 の存在範囲 1 1 8 内から瞳孔像 1 1 6 の検出を行う。具体的には第 2 検出部 1 0 2 c は、存在範囲情報 1 2 0 b に基づき前眼部像 D 2 内の存在範囲 1 1 8 を特定し、この存在範囲 1 1 8 内から形状情報 1 2 0 a に対応する形状を有する瞳孔像 1 1 6 の検出を行う。

20

【 0 0 7 7 】

なお、第 2 検出部 1 0 2 c が、テンプレートマッチングを行う代わりに、例えば既述の第 1 検出部 1 0 2 a と同様の瞳孔像 1 1 6 の検出処理を行うことで、前眼部像 D 2 内の存在範囲 1 1 8 からの瞳孔像 1 1 6 の検出を行ってもよい。

【 0 0 7 8 】

繰り返し制御部 1 0 2 d は、前眼部像取得部 1 0 0 が第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b から前眼部像 D 1 , D 2 を繰り返し取得するごとに、第 1 検出部 1 0 2 a 、推定部 1 0 2 b 、及び第 2 検出部 1 0 2 c を繰り返し作動させる。これにより、第 1 検出部 1 0 2 a による前眼部像 D 1 からの瞳孔像 1 1 6 の検出、推定部 1 0 2 b によるテンプレート 1 2 0 の作成、及び第 2 検出部 1 0 2 c による前眼部像 D 2 (存在範囲 1 1 8) からの瞳孔像 1 1 6 の検出が繰り返し実行される。

30

【 0 0 7 9 】

図 5 に戻って、判定部 1 0 4 は、第 2 検出部 1 0 2 c による繰り返しの検出結果に基づき顔支持判定を行う。ここで、顔支持部 1 2 により被検者の顔が適正に支持されている場合には、この顔の動きはほぼ抑えられる。このため、前眼部像 D 2 内の瞳孔像 1 1 6 は、被検眼 E の固視微動に応じて前眼部像 D 2 内で移動したとしても、存在範囲 1 1 8 内には一定時間収まる。また逆に、被検者の顔が顎受け 1 2 a から浮いている等の顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていない場合には、顔の動きが発生する。このため、前眼部像 D 2 の存在範囲 1 1 8 内に瞳孔像 1 1 6 が収まる状態は一定時間継続しない。そこで、判定部 1 0 4 は、第 2 検出部 1 0 2 c による繰り返しの検出結果に基づき、予め定めた一定時間の間において顔支持部 1 2 に支持されている顔の動きの有無を判定することで、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されているか否かの顔支持判定を行う。

40

【 0 0 8 0 】

具体的には判定部 1 0 4 は、第 2 検出部 1 0 2 c による繰り返しの検出結果に基づき、前眼部像 D 2 の存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の連続検出回数が所定回数に達したか否か、すなわち存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の検出が予め定めた一定時間以上継続 (連続) しているか否かを判定する。

【 0 0 8 1 】

そして、判定部 1 0 4 は、存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の検出が一定時間以上継続する場合には、顔支持部 1 2 に支持されている被検者の顔の動き無と判定し、顔支持

50

部 1 2 により顔が適正に支持されていると判定する。また逆に、判定部 1 0 4 は、存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の検出が一定時間以上継続しない場合には、顔支持部 1 2 に支持されている被検者の顔の動き有と判定し、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないと判定する。

【 0 0 8 2 】

判定部 1 0 4 は、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていると判定した場合には、その判定結果を相対位置検出部 1 0 8 及びアライメント制御部 1 1 0 へ出力する。また、判定部 1 0 4 は、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないと判定した場合には、その判定結果を報知制御部 1 0 6 へ出力する。

【 0 0 8 3 】

図 9 は、モニタ 1 8 による警告情報 1 2 4 の表示（報知）の一例を示した説明図である。図 9 及び図 5 に示すように、報知制御部 1 0 6 は、判定部 1 0 4 からの判定結果が入力された場合に、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないことを示す警告情報 1 2 4 をモニタ 1 8 に表示させる。これにより、警告情報 1 2 4 が検者に対して報知される。従って、この場合には、報知制御部 1 0 6 及びモニタ 1 8 が本発明の報知部として機能する。なお、モニタ 1 8 による警告情報 1 2 4 の表示に代えて或いはこの警告情報 1 2 4 の表示と共に、警告メッセージをスピーカ（不図示）から出力させてもよい。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 は、顔支持部 1 2 により被検者の顔が適正に支持されていないことを被検者に対して報知する例を示した説明図である。図 1 0 及び図 5 に示すように、報知制御部 1 0 6 は、判定部 1 0 4 からの判定結果が入力された場合に、電動昇降機構 1 2 c を駆動して、例えば顎受け 1 2 a 及び顎当て 1 2 b を Y 方向に上下動させることにより、顎受け 1 2 a 等による顔の支持位置を変更させる。これにより、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないことを被検者に対して報知することができる。従って、この場合には、報知制御部 1 0 6 及び顔支持部 1 2 が本発明の報知部として機能する。

【 0 0 8 5 】

[オートアライメント]

図 5 に戻って、相対位置検出部 1 0 8 及びアライメント制御部 1 1 0 は、オートアライメントに用いられるものであり、判定部 1 0 4 からの判定結果の入力を受けて作動する。

【 0 0 8 6 】

相対位置検出部 1 0 8 は、前眼部像取得部 1 0 0 から入力された前眼部像 D 1 , D 2 に基づき、前眼部像 D 1 , D 2 からそれぞれ瞳孔像 1 1 6（瞳孔領域、瞳孔形状）を検出して、瞳孔中心又は角膜頂点に相当する各瞳孔像 1 1 6 の特徴位置を特定する。次いで、相対位置検出部 1 0 8 は、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b の位置及び撮影倍率と、前眼部像 D 1 , D 2 ごとの特徴位置とに基づき、公知の手法（特開 2 0 1 3 - 2 4 8 3 7 6 号公報参照）で測定ヘッド 1 4 に対する被検眼 E の相対位置（三次元位置）を演算する。そして、相対位置検出部 1 0 8 は、この演算結果を被検眼 E の相対位置の検出結果としてアライメント制御部 1 1 0 へ出力する。

【 0 0 8 7 】

ここで、相対位置検出部 1 0 8 による前眼部像 D 1 , D 2 からの瞳孔像 1 1 6 の検出処理は、既述の顔支持判定時の第 1 検出部 1 0 2 a による検出処理とは異なり、既述の特徴位置を正確に特定する必要がある精密処理である。この相対位置検出部 1 0 8 は、前眼部像 D 1 , D 2 を例えば 2 値化処理し、2 値化処理後の前眼部像 D 1 , D 2 から被検眼 E の相対位置を精密に演算する。

【 0 0 8 8 】

アライメント制御部 1 1 0 は、相対位置検出部 1 0 8 による被検眼 E の相対位置の検出結果に基づき、電動駆動機構 1 7 を駆動して、被検眼 E に対する測定ヘッド 1 4 のオートアライメントを実行する。

【 0 0 8 9 】

[眼特性の取得]

眼特性取得制御部 112 は、オートアライメントの完了後に作動して、被検眼 E の眼特性（眼底 E f の眼底撮影像及び OCT 画像）の取得を実行する。具体的には眼特性取得制御部 112 は、眼底カメラユニット 14 a を駆動して眼底 E f の眼底撮影像を取得する。また、眼特性取得制御部 112 は、OCT 光学系 80、OCT ユニット 14 b、及び画像形成部 94 等を駆動して眼底 E f の OCT 画像を取得する。

【0090】

〔第 1 実施形態の眼科装置の作用〕

図 11 は、上記構成の第 1 実施形態の眼科装置 10 による被検眼 E の眼特性の取得処理、特に本発明の眼科装置 10 の制御方法に係る顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。図 11 に示すように、検者により眼科装置 10 の電源がオンされると、或いは操作部 16 にて測定開始操作（キャプチャー操作）が実行されると、被検眼 E の眼特性の取得が開始される（ステップ S1）。

10

【0091】

統括制御部 90 は、第 1 カメラ 20 a 及び第 2 カメラ 20 b による被検眼 E の前眼部 E a の連続撮影を開始させる。これにより、前眼部像取得部 100 が、第 1 カメラ 20 a 及び第 2 カメラ 20 b からそれぞれ前眼部像 D1、D2 を取得し、これら前眼部像 D1、D2 を瞳孔像検出部 102 へ出力する（ステップ S2、本発明の前眼部像取得ステップに相当）。

【0092】

前眼部像 D1、D2 が瞳孔像検出部 102 に入力されると、既述の図 6 に示したように第 1 検出部 102 a が、前眼部像 D1 に対して二値化処理、ラベリング処理、及びフィルタ処理を施すことで、前眼部像 D1 から瞳孔像 116 を検出し、その位置及び形状の検出結果を推定部 102 b へ出力する（ステップ S3）。

20

【0093】

次いで、既述の図 7 に示したように、推定部 102 b が、第 1 検出部 102 a からの検出結果に基づき前眼部像 D2 内での瞳孔像 116 の形状及び存在範囲 118 を推定することで、テンプレート 120（形状情報 120 a 及び存在範囲情報 120 b）を作成する（ステップ S4）。そして、既述の図 8 に示したように第 2 検出部 102 c が、テンプレート 120 に基づきテンプレートマッチングを実行することで、前眼部像 D2 の存在範囲 118 内からの瞳孔像 116 の検出を行う（ステップ S5）。

30

【0094】

繰り返し制御部 102 d は、前眼部像 D2 の存在範囲 118 内から瞳孔像 116 が検出された場合には、既述のステップ S3 からステップ S6 までの処理を繰り返し実行させる（ステップ S6 で YES、ステップ S7 で NO）。なお、前眼部像 D2 の存在範囲 118 内から瞳孔像 116 が検出されなかった場合には後述のステップ S12 に進む（ステップ S6 で NO）。なお、ステップ S3 からステップ S6 は、本発明の瞳孔像検出ステップに相当する。

【0095】

以下、繰り返し制御部 102 d は、ステップ S7 で YES と判定されるまで或いはステップ S6 で NO と判定されるまで、前眼部像取得部 100 が第 1 カメラ 20 a 及び第 2 カメラ 20 b から前眼部像 D1、D2 を繰り返し取得するごとに、既述のステップ S3 からステップ S6 までの処理を繰り返し実行させる。

40

【0096】

判定部 104 は、第 2 検出部 102 c による繰り返しの検出結果に基づき、前眼部像 D2 の存在範囲 118 内からの瞳孔像 116 の連続検出回数が所定回数に達した場合、すなわち瞳孔像 116 の検出が予め定めた一定時間以上継続した場合には、顔支持部 12 により顔が適正に支持されていると判定する（ステップ S7 で YES、ステップ S8）。なお、ステップ S8 は、後述のステップ S12 と共に本発明の判定ステップに相当する。そして、判定部 104 は、顔支持部 12 により顔が適正に支持されているとの判定結果を相対位置検出部 108 及びアライメント制御部 110 へ出力する。これにより、顔支持判定に

50

続いてオートアライメントが自動的に開始される。

【 0 0 9 7 】

相対位置検出部 1 0 8 は、前眼部像取得部 1 0 0 から入力された前眼部像 D 1 , D 2 に基づき、測定ヘッド 1 4 に対する被検眼 E の相対位置を検出し、その検出結果をアライメント制御部 1 1 0 へ出力する（ステップ S 9 ）。これにより、アライメント制御部 1 1 0 が、被検眼 E の相対位置の検出結果に基づき、電動駆動機構 1 7 を駆動して、被検眼 E に対する測定ヘッド 1 4 のオートアライメントを実行する（ステップ S 1 0 ）。

【 0 0 9 8 】

オートアライメントが完了すると、眼特性取得制御部 1 1 2 は、眼底カメラユニット 1 4 a を駆動して眼底 E f の眼底撮影像を取得したり、OCT 光学系 8 0、OCT ユニット 1 4 b、及び画像形成部 9 4 等を駆動して眼底 E f の OCT 画像を取得したりする。これにより、被検眼 E の眼特性の取得が完了する（ステップ S 1 1 ）。

【 0 0 9 9 】

一方、第 2 検出部 1 0 2 c によって前眼部像 D 2 の存在範囲 1 1 8 内から瞳孔像 1 1 6 が検出されなかった場合には（ステップ S 6 で N O ）、判定部 1 0 4 は、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないと判定する（ステップ S 1 2 ）。そして、判定部 1 0 4 は、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないとの判定結果を報知制御部 1 0 6 へ出力する。

【 0 1 0 0 】

報知制御部 1 0 6 は、判定部 1 0 4 からの判定結果の入力を受けて、既述の図 9 及び図 1 0 に示したように、警告情報 1 2 4 をモニタ 1 8 に表示させたり或いは電動昇降機構 1 2 c を駆動して顎受け 1 2 a 等を Y 方向に上下動させたりする。これにより、顔支持部 1 2 により被検者の顔が適正に支持されていないことが検者及び被検者に対して報知される（ステップ S 1 3 ）。そして、検者は、被検者の顔が顔支持部 1 2 に適正に支持されるように被検者に注意喚起したり或いは顎受け 1 2 a 等の位置を調整したりする。以下、ステップ S 1 以降の処理が繰り返し実行される。

【 0 1 0 1 】

〔 本実施形態の効果 〕

以上のように本実施形態では、ステレオカメラ 2 0 により撮影された前眼部像 D 1 , D 2 に基づき、顔支持部 1 2 により被検者の顔が適正に支持されているか否かを判定することができるので、顔支持部 1 2 により被検者の顔が適正に支持されている状態で被検眼 E の眼特性の取得を実行することができる。これにより、被検眼 E の眼特性の取得中に顔が動くことが防止されるため、取得する眼特性の精度が低くなったり或いは眼特性の取得に失敗したりすることが防止される。また、既存のステレオカメラ 2 0 を用いることができるので、ソフトウェアの改修だけで顔支持判定を行うことができる。その結果、被検眼 E の眼特性の取得を精度良く且つ確実に行うことができる。

【 0 1 0 2 】

また、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b により撮影された前眼部像 D 1 , D 2 を用いて顔支持判定とオートアライメントを行うことができるので、顔支持判定の処理と、オートアライメントの処理（被検眼 E の相対位置の検出）とを並行して行うことができる。

【 0 1 0 3 】

〔 第 2 実施形態 〕

次に、本発明の第 2 実施形態の眼科装置 1 0 について説明を行う。上記第 1 実施形態の瞳孔像検出部 1 0 2 の繰り返し制御部 1 0 2 d は、前眼部像取得部 1 0 0 が第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b から前眼部像 D 1 , D 2 を繰り返し取得するごとに、第 1 検出部 1 0 2 a、推定部 1 0 2 b、及び第 2 検出部 1 0 2 c を繰り返し作動させている。これにより、第 1 検出部 1 0 2 a による前眼部像 D 1 からの瞳孔像 1 1 6 の検出、推定部 1 0 2 b によるテンプレート 1 2 0 の作成、及び第 2 検出部 1 0 2 c による前眼部像 D 2 からの瞳孔像 1 1 6 の検出（テンプレートマッチング）が繰り返し実行される。

【 0 1 0 4 】

10

20

30

40

50

これに対して第2実施形態では、初回の前眼部像D1に基づき生成されたテンプレート120を用いて（流用して）、第2検出部102cによる2回目以降の前眼部像D2からの瞳孔像116の検出（テンプレートマッチング）を繰り返し実行させる。なお、第2実施形態の眼科装置10は、前眼部像取得部100及び繰り返し制御部102dの機能が異なる点を除けば上記第1実施形態の眼科装置10と基本的に同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能又は構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0105】

第2実施形態の前眼部像取得部100は、顔支持判定処理においては、第1カメラ20a及び第2カメラ20bから前眼部像D1、D2を取得する1回目の画像取得処理と、第2カメラ20bから前眼部像D2を繰り返し取得する2回目以降の画像取得処理と、を実行する。

10

【0106】

第2実施形態の繰り返し制御部102dは、判定部104による判定がなされるまで、第2検出部102cにより前眼部像D2の存在範囲118内から瞳孔像116が検出されるごとに、第2検出部102cを繰り返し作動させる。

【0107】

図12は、第2実施形態の眼科装置10による被検眼Eの眼特性の取得処理、特に本発明の眼科装置10の制御方法に係る顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。なお、ステップS1からステップS7までの処理、及びステップS8以降の処理は、図11に示した第1実施形態と基本的に同じであるので説明は省略する。

20

【0108】

ステップS7でNOと判定された場合には、前眼部像取得部100が第2カメラ20bから前眼部像D2を取得してこの前眼部像D2を第2検出部102cへ出力する（ステップS7A）。なお、この場合には第1カメラ20aの作動を停止させてもよいし或いは停止させなくともよい。

【0109】

次いで、第2実施形態の繰り返し制御部102dが、第2検出部102cを繰り返し作動させる。これにより、第2検出部102cが、1回目の画像取得処理後に推定部102bにより生成されたテンプレート120に基づきテンプレートマッチングを実行して、2回目の画像取得処理で取得された前眼部像D2から瞳孔像116を検出する（ステップS5、S6）。

30

【0110】

以下、ステップS7でYESと判定されるまで或いはステップS6でNOと判定されるまで、前眼部像取得部100によるステップS7Aの処理と、第2検出部102cによるステップS5、S6の処理と、が繰り返し実行される。

【0111】

このように第2実施形態では、1回目の画像取得処理後に推定部102bが生成したテンプレート120に基づき2回目以降の画像取得処理で取得された前眼部像D2からの瞳孔像116の検出を実行することができる。これにより、2回目以降の顔支持判定処理において、前眼部像D1の取得、前眼部像D1からの瞳孔像116の検出、及びテンプレート120の生成を省略することができる。その結果、2回目以降の顔支持判定処理に要する時間が短縮される。

40

【0112】

[第3実施形態]

図13は、第3実施形態の眼科装置10の演算制御ユニット22の機能ブロック図である。上記各実施形態では判定部104により被検者の顔が顔支持部12により適正に支持されていないと判定された場合に、報知制御部106によりその判定結果の報知を実行している。これに対して、第3実施形態の眼科装置10では、判定部104により被検者の顔が顔支持部12により適正に支持されていないと判定された場合に、顎受け12a等に

50

よる顔の支持位置を変更させた後、顔支持判定処理を再度実行する。

【 0 1 1 3 】

図 1 3 に示すように、第 3 実施形態の眼科装置 1 0 は、統括制御部 9 0 がさらに支持位置変更制御部 1 3 0 及び再判定制御部 1 3 2 として機能する点を除けば、上記各実施形態の眼科装置 1 0 と基本的に同じ構成である。このため、上記各実施形態と機能又は構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 1 1 4 】

図 1 4 は、第 3 実施形態の眼科装置 1 0 による被検眼 E の眼特性の取得処理、特に本発明の眼科装置 1 0 の制御方法に係る顔支持判定処理の流れを示すフローチャートである。なお、ステップ S 1 からステップ S 1 2 までの処理は、既述の図 1 2 に示した第 2 実施形態の各処理と基本的に同じであるので具体的な説明は省略する。

10

【 0 1 1 5 】

図 1 3 及び図 1 4 に示すように、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないと判定部 1 0 4 が判定すると（ステップ S 1 2 ）、支持位置変更制御部 1 3 0 が作動する。この支持位置変更制御部 1 3 0 は、電動昇降機構 1 2 c を駆動して顔支持部 1 2 による被検者の顔の支持位置を変更、例えば顔の支持位置を Y 方向の上方側に変更する（ステップ S 1 4 ）。

【 0 1 1 6 】

例えば、支持位置変更制御部 1 3 0 は、電動昇降機構 1 2 c を駆動して顔支持部 1 2 による顔の支持位置を 5 mm 程度上げる。或いは支持位置変更制御部 1 3 0 は、前眼部像取得部 1 0 0 が取得した前眼部像 D 1 , D 2 の少なくとも一方内での瞳孔像 1 1 6 の位置を監視（検出）し、この瞳孔像 1 1 6 の位置が変化するまで、電動昇降機構 1 2 c を駆動して顔支持部 1 2 による顔の支持位置を Y 方向の上方側へ低速度で変更させる。なお、被検者の顔の支持位置を Y 方向の上方側に変更する代わりに下方側に変更してもよい。

20

【 0 1 1 7 】

このように顔支持部 1 2 による被検者の顔の支持位置を変更、特に Y 方向の上方側に変更することで、顔支持部 1 2 による被検者の顔の支持を不適正な状態から適正な状態に変えたり、或いは顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていないことを被検者に注意喚起したりすることができる。

【 0 1 1 8 】

30

再判定制御部 1 3 2 は、顔支持部 1 2 による顔の支持位置が変更された場合に、統括制御部 9 0 の各部（前眼部像取得部 1 0 0、瞳孔像検出部 1 0 2、及び判定部 1 0 4）を制御して、既述のステップ S 1 からステップ S 7 A までの処理を繰り返し実行させる。これにより、上記第 2 実施形態で説明した顔支持判定処理が繰り返し実行される。なお、既述の図 1 1 に示した第 1 実施形態と同様に、既述のステップ S 1 からステップ S 7 までの処理を繰り返し実行させてもよい。

【 0 1 1 9 】

以下、顔支持部 1 2 により顔が適正に支持されていると判定部 1 0 4 が判定するまで、ステップ S 1 4、ステップ S 1 からステップ S 7 A（ステップ S 7）までの処理が繰り返し実行される。

40

【 0 1 2 0 】

このように第 3 実施形態では、被検者の顔が顔支持部 1 2 に適正に支持されていない場合に、顔支持部 1 2 による顔の支持位置を変更した上で顔支持判定処理を繰り返し実行することで、検者が何らの操作を行うことなく眼科装置 1 0 を次以降の処理（ステップ S 9 ~ S 1 1）に自動的に移行させることができる。これにより、検者の手間を減らすことができる。

【 0 1 2 1 】

[その他]

上記各実施形態では、ステレオカメラ 2 0（第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b）を例に挙げて説明したが、3 以上の複数のカメラで被検眼 E の撮影を行ってもよい。この

50

場合にも、前眼部像取得部 1 0 0 が、複数のカメラの中の第 1 カメラ 2 0 a により撮影された前眼部像 D 1 と、複数のカメラの中の 1 以上の第 2 カメラ 2 0 b により撮影された前眼部像 D 2 と、を繰り返し取得する。また、第 1 検出部 1 0 2 a が第 1 カメラ 2 0 a により撮影された前眼部像 D 1 ごとに瞳孔像 1 1 6 を検出する。さらに、推定部 1 0 2 b が 1 以上の第 2 カメラ 2 0 b により撮影された前眼部像 D 2 ごとに存在範囲 1 1 8 を推定（テンプレート 1 2 0 を作成）する。さらにまた、第 2 検出部 1 0 2 c が 1 以上の前眼部像 D 2 ごとに存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の検出を行う。そして、判定部 1 0 4 は、1 以上の前眼部像 D 2 ごとに存在範囲 1 1 8 内からの瞳孔像 1 1 6 の連続検出回数が所定回数に達したか否かを判定する。

【 0 1 2 2 】

10

上記各実施形態では、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b により連続撮影された前眼部像 D 1 , D 2 に基づき、瞳孔像検出部 1 0 2 による前眼部像 D 1 , D 2 ごとの瞳孔像 1 1 6 の検出と判定部 1 0 4 による顔支持判定と、を実行しているが、顔支持判定に用いるカメラは 1 つであってもよい。

【 0 1 2 3 】

この場合には、前眼部像取得部 1 0 0 が、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b のいずれか一方により連続撮影された前眼部像 D 1 又は前眼部像 D 2（以下、単一前眼部像という）を繰り返し取得する。また、瞳孔像検出部 1 0 2 が、単一前眼部像ごとに瞳孔像 1 1 6 を繰り返し検出する。そして、判定部 1 0 4 は、単一前眼部像内での瞳孔像 1 1 6 の位置が被検眼 E の固視微動に応じた範囲（既述の存在範囲 1 1 8 に相当）に収まる状態が一定時間継続するか否かに基づき顔支持判定を行う。これにより、1 つのカメラを用いて顔支持判定を行うことができる。

20

【 0 1 2 4 】

またこの場合には、前眼部像取得部 1 0 0 が、対物レンズ 4 3 を通して前眼部 E a を連続撮影可能な撮像光学系 5 0（本発明の前眼部観察系に相当）から前眼部 E a の観察像を繰り返し取得してもよい。この場合にも、第 1 カメラ 2 0 a 及び第 2 カメラ 2 0 b のいずれか一方を用いた場合と同様の手法で顔支持判定を行うことができる。

【 0 1 2 5 】

上記各実施形態では、演算制御ユニット 2 2 が測定ヘッド 1 4 に内蔵されているが、ベース 1 1 及び測定ヘッド 1 4 等の外部に設けられていてもよい。すなわち本発明の眼科装置 1 0 は遠隔診療に対応する装置にも適用される。

30

【 0 1 2 6 】

上記各実施形態では、被検眼 E の眼特性の取得として眼底 E f の眼底撮影像及び OCT 画像の取得を例に挙げて説明を行ったが、被検眼 E の眼屈折力、眼圧、角膜内皮細胞の数、及び角膜形状などの各種の眼特性の取得を行う眼科装置 1 0 にも本発明を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 7 】

1 0 ... 眼科装置

1 2 ... 顔支持部

40

1 2 a ... 顎受け

1 2 b ... 額当て

1 2 c ... 電動昇降機構

1 4 ... 測定ヘッド

1 4 a ... 眼底カメラユニット

1 4 b ... OCT ユニット

1 6 ... 操作部

1 7 ... 電動駆動機構

1 8 ... モニタ

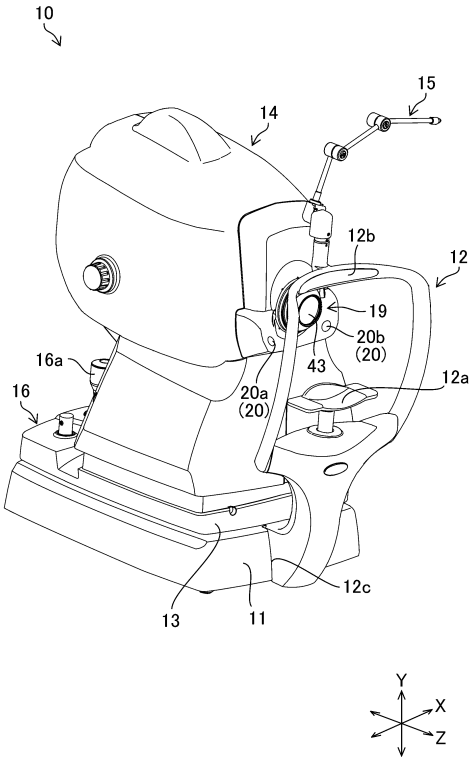
2 0 ... ステレオカメラ

50

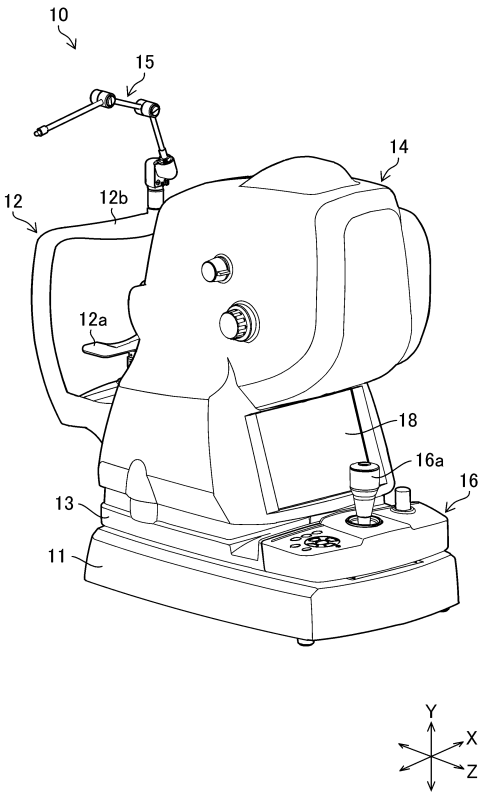
2 0 a ...第 1 カメラ	
2 0 b ...第 2 カメラ	
2 2 ...演算制御ユニット	
3 0 ...照明光学系	
4 3 ...対物レンズ	
5 0 ...撮像光学系	
7 0 ...フォーカス光学系	
8 0 ...O C T 光学系	
9 0 ...統括制御部	
1 0 0 ...前眼部像取得部	10
1 0 2 ...瞳孔像検出部	
1 0 2 a ...第 1 検出部	
1 0 2 b ...推定部	
1 0 2 c ...第 2 検出部	
1 0 2 d ...繰り返し制御部	
1 0 4 ...判定部	
1 0 6 ...報知制御部	
1 0 8 ...相対位置検出部	
1 1 0 ...アライメント制御部	
1 1 2 ...眼特性取得制御部	20
1 1 6 ...瞳孔像	
1 1 8 ...存在範囲	
1 2 0 ...テンプレート	
1 2 0 a ...形状情報	
1 2 0 b ...存在範囲情報	
1 2 4 ...警告情報	
D 1、D 2 ...前眼部像	
E ...被検眼	
E a ...前眼部	
E f ...眼底	30

【図面】

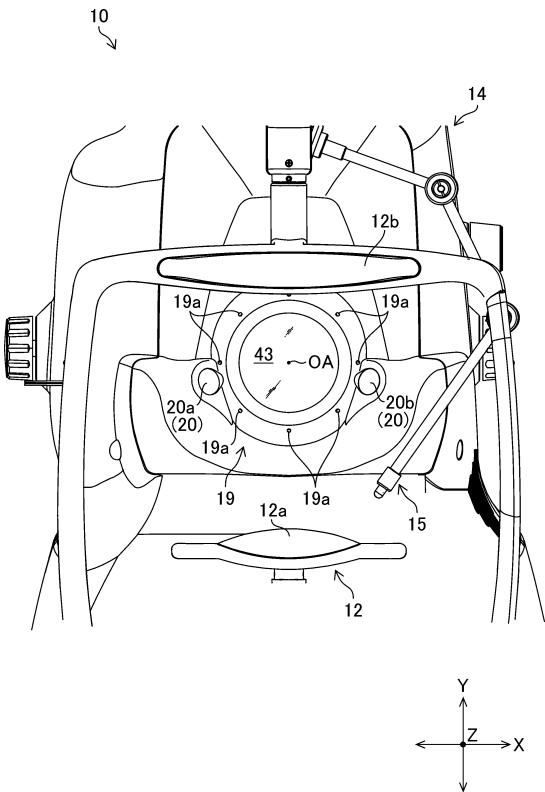
【図 1】



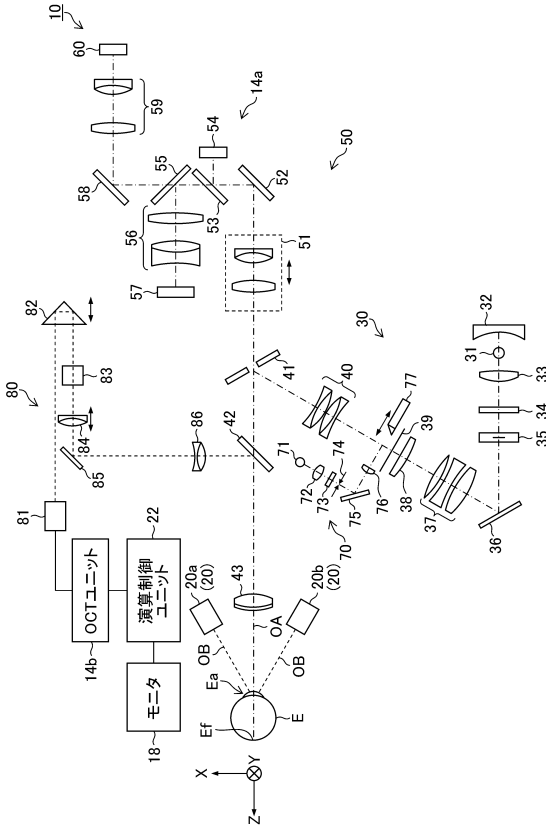
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

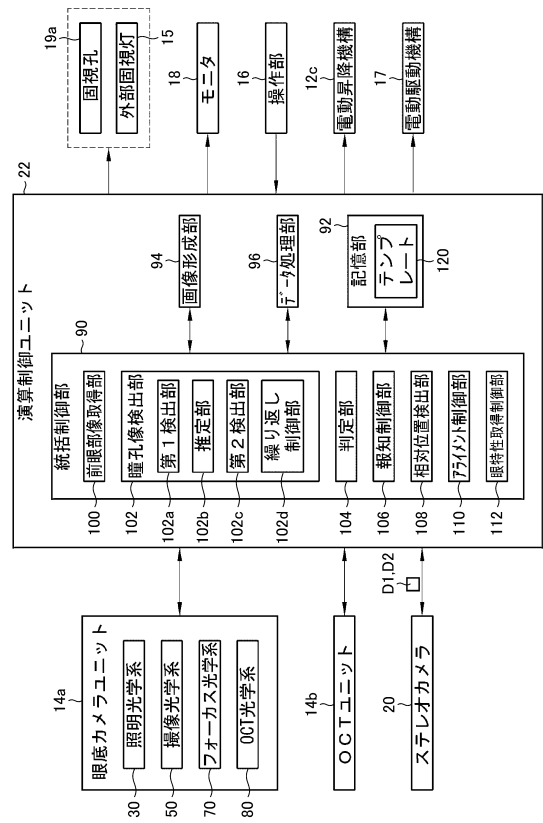
20

30

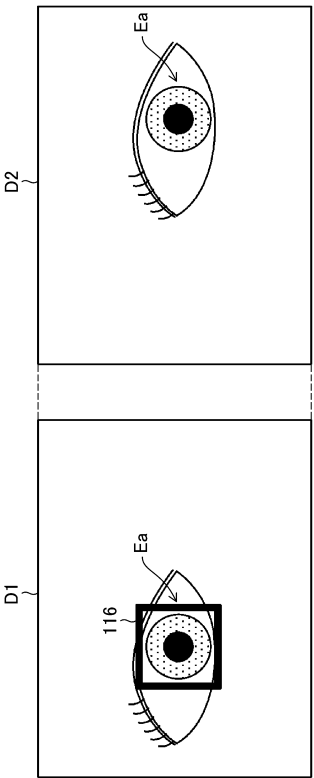
40

50

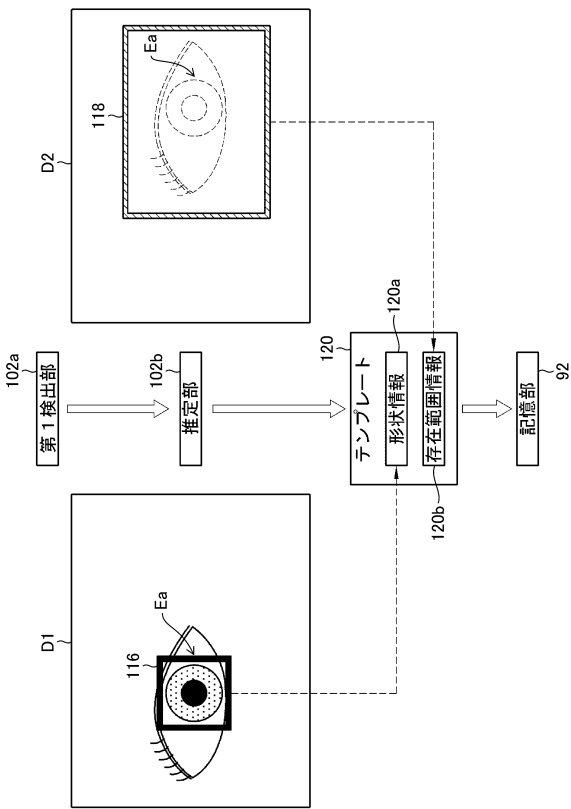
【図 5】



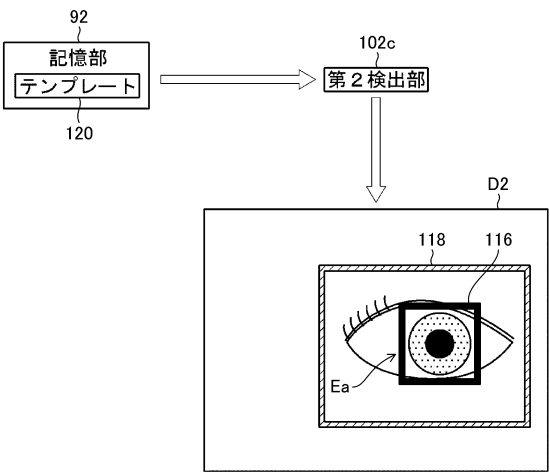
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

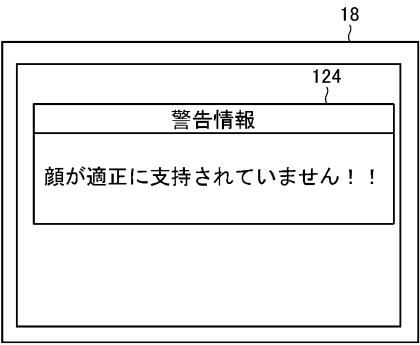
20

30

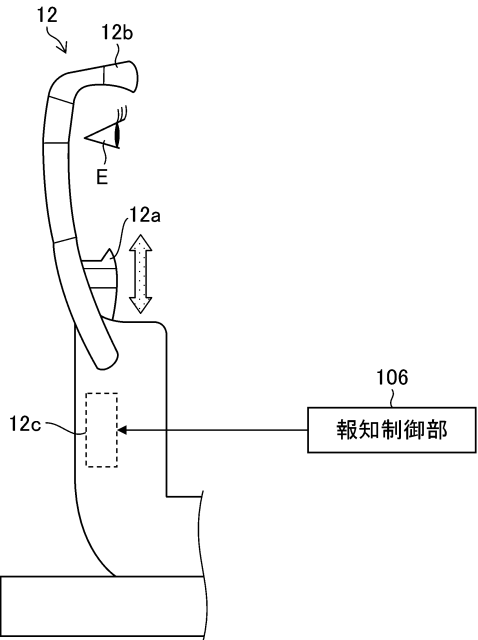
40

50

【図 9】



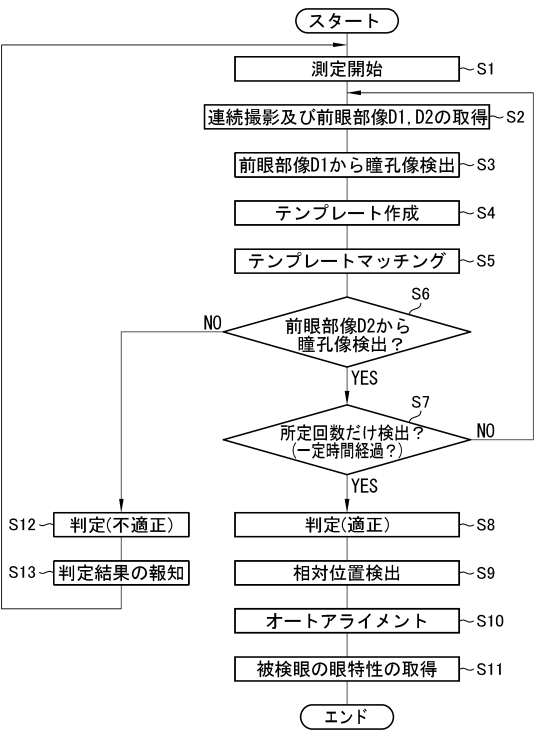
【図 10】



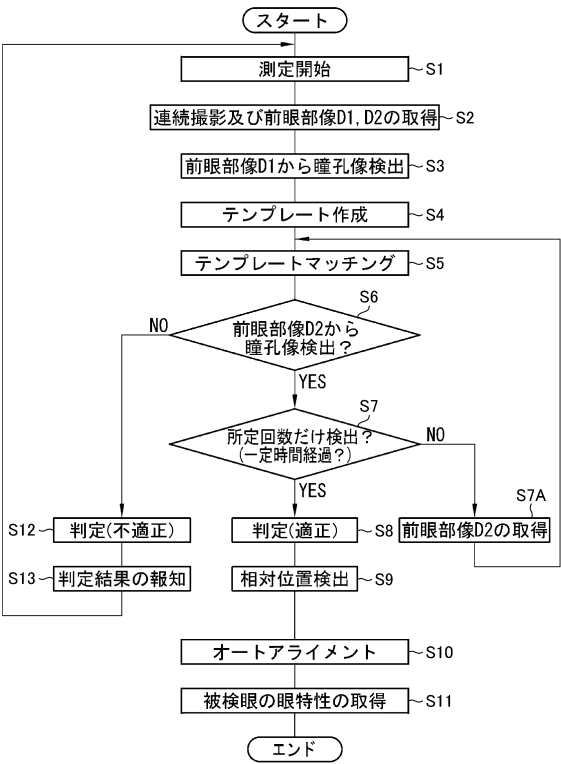
10

20

【図 11】



【図 12】

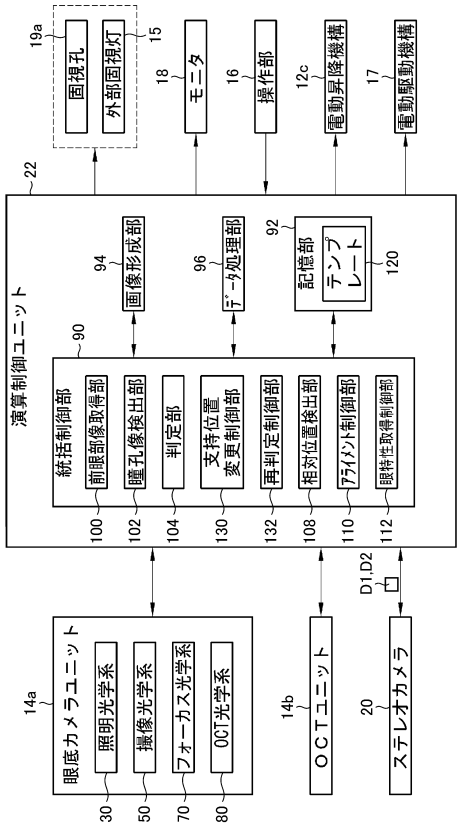


30

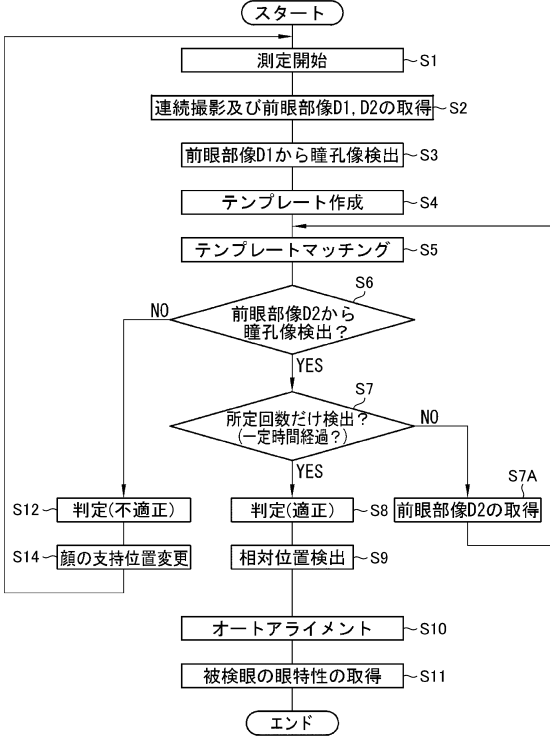
40

50

【図 13】



【図 14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
(72)発明者 青木 弘幸
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
(72)発明者 小野 佑介
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
審査官 渡戸 正義
(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 1 6 5 9 9 1 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 4 2 1 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 5 0 6 9 6 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 4 8 3 7 6 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 6 1 6 5 2 (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