

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7080076号
(P7080076)

(45)発行日 令和4年6月3日(2022.6.3)

(24)登録日 令和4年5月26日(2022.5.26)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 3/10 (2006.01) A 6 1 B 3/10

請求項の数 15 (全28頁)

(21)出願番号	特願2018-49844(P2018-49844)	(73)特許権者	000220343 株式会社トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22)出願日	平成30年3月16日(2018.3.16)	(74)代理人	100124626 弁理士 榎並 智和
(65)公開番号	特開2019-155003(P2019-155003 A)	(72)発明者	中村 俊輔 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会 社トブコン内
(43)公開日	令和1年9月19日(2019.9.19)	審査官	佐藤 秀樹
審査請求日	令和3年2月19日(2021.2.19)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 眼科装置、及びその制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検眼の眼底のデータを光学的に取得するデータ取得部と、
前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する移動機構と、
前記眼底の画像を取得する画像取得部と、
前記画像におけるフレア領域と前記画像における基準位置とに基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する解析部と、
前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する制御部と、
を含み、

前記解析部は、前記移動機構による相対移動後において前記フレア領域と前記基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、前記相対移動の前後における前記フレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定し、

前記制御部は、前記相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ前記被検眼に対して前記データ取得部を相対移動するように前記移動機構を制御した後、前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づいて前記移動機構を制御する、眼科装置。

【請求項2】

前記解析部は、前記フレア領域の変化に基づいて前記相対移動後の前記フレア領域が除去されるように前記新たな相対移動量を特定す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】

前記解析部は、前記新たな相対移動方向と逆方向に前記フレア領域が増大しないように前記新たな相対移動量を特定する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の眼科装置。

【請求項 4】

前記解析部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量の特定と、前記制御部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づく前記移動機構の制御とを所定回数繰り返す

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 5】

前記フレア領域のサイズが閾値以下になるまで、前記解析部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量の特定と、前記制御部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づく前記移動機構の制御とを繰り返す

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記解析部は、前記基準位置を中心とする前記フレア領域の径方向の長さと同基準位置とに基づいて前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方を特定する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 7】

前記基準位置は、前記画像の中心位置であり、

前記解析部は、前記中心位置から前記フレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて前記相対移動方向を特定する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 8】

前記代表位置は、前記フレア領域の重心位置である

ことを特徴とする請求項 7 に記載の眼科装置。

【請求項 9】

前記データ取得部は、前記眼底のデータを取得するための光学系を含み、

前記移動機構は、前記光学系の光軸に交差する方向に前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記被検眼の特徴部位に基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部のアライメントを実行後に、前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか一項に記載の眼科装置。

【請求項 11】

被検眼の眼底のデータを光学的に取得するデータ取得部と、前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する移動機構と、前記移動機構を制御する制御部とを含む眼科装置の制御方法であって、

前記眼底の画像を取得する取得ステップと、

前記画像におけるフレア領域と前記画像における基準位置とに基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する解析ステップと、

前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する制御ステップと、

を含み、

前記解析ステップは、前記移動機構による相対移動後において前記フレア領域と前記基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、前記相対移動の前後における前記フレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定し、

10

20

30

40

50

前記制御ステップは、前記相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ前記被検眼に対して前記データ取得部を相対移動するように前記移動機構を制御した後、前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づいて前記移動機構を制御する、眼科装置の制御方法。

【請求項 1 2】

前記基準位置は、前記画像の中心位置であり、
前記解析ステップは、前記中心位置から前記フレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて前記相対移動方向を特定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 1 3】

前記代表位置は、前記フレア領域の重心位置であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 1 4】

前記データ取得部は、前記眼底のデータを取得するための光学系を含み、
前記移動機構は、前記光学系の光軸に交差する方向に前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更することを特徴とする請求項 1 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか一項に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 1 5】

前記被検眼の特徴部位に基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部のアライメントを実行する位置合わせステップを含み、
前記制御ステップは、前記位置合わせステップ後に実行されることを特徴とする請求項 1 1 ~ 請求項 1 4 のいずれか一項に記載の眼科装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、眼科装置、及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

眼科装置には、被検眼の画像を得るための眼科撮影装置と、被検眼の特性を測定するための眼科測定装置と、被検眼を治療するための眼科治療装置とが含まれる。

【0003】

眼科撮影装置の例として、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）を利用して断層像を得る光干渉断層計や、眼底を撮影する眼底カメラや、共焦点光学系を用いたレーザ走査により眼底の画像を得る走査型レーザ検眼鏡（SLO）、スリットランプ顕微鏡、手術用顕微鏡などがある。

【0004】

眼科測定装置の例として、被検眼の屈折特性を測定する眼屈折検査装置（レフラクトメータ、ケラトメータ）や、眼圧計や、角膜の特性（角膜厚、細胞分布等）を得るスペキュラーマイクロスコプや、ハルトマン - シャックセンサを用いて被検眼の収差情報を得るウェーブフロントアナライザや、視野状態を測定する視野計・マイクロペリメータなどがある。

【0005】

眼科治療装置の例として、疾患部等の治療対象部位にレーザ光を投射するレーザ治療装置や、特定の目的（白内障手術、角膜屈折矯正手術等）のための手術装置、手術用顕微鏡などがある。

【0006】

多くの眼科装置では、被検眼と検査光学系とのアライメントが完了した後、眼底等の部位に対して検査光学系を合焦させて撮影等が行われる。この撮影により得られた画像には被検眼の状態等に起因したフレアが出現し、画像の劣化を招く場合があることが知られている。例えば、斜位等のために被検眼が斜めを向いている場合、角膜等の疾患のために角膜

10

20

30

40

50

が歪んでいる場合、又は被検眼が小瞳孔である場合などに、このような画像の劣化を招く。そこで、このようなフレアに起因した画像の劣化を防止する眼科装置がいくつか提案されている（例えば、特許文献1～特許文献3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2006-325936号公報

特開2012-196324号公報

特開2014-023768号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の技術では、アライメント誤差や光学素子の配置等に起因して被検眼の画像に描出されるフレア領域を除去することができない場合がある。

【0009】

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、被検眼の画像に描出されたフレア領域を除去するための新たな技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

いくつかの実施形態の第1態様は、被検眼の眼底のデータを光学的に取得するデータ取得部と、前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する移動機構と、前記眼底の画像を取得する画像取得部と、前記画像におけるフレア領域と前記画像における基準位置とに基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する解析部と、前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する制御部と、を含む眼科装置である。

【0011】

いくつかの実施形態の第2態様は、第1態様において、前記解析部は、前記移動機構による相対移動後において前記フレア領域と前記基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、前記相対移動の前後における前記フレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定し、前記制御部は、前記相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ前記被検眼に対して前記データ取得部を相対移動するように前記移動機構を制御した後、前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づいて前記移動機構を制御する。

【0012】

いくつかの実施形態の第3態様は、第2態様において、前記解析部は、前記フレア領域の変化に基づいて前記相対移動後の前記フレア領域が除去されるように前記新たな相対移動量を特定する。

【0013】

いくつかの実施形態の第4態様は、第2態様又は第3態様において、前記解析部は、前記新たな相対移動方向と逆方向に前記フレア領域が増大しないように前記新たな相対移動量を特定する。

【0014】

いくつかの実施形態の第5態様は、第2態様～第4態様のいずれかにおいて、前記解析部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量の特定と、前記制御部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づく前記移動機構の制御とを所定回数繰り返す。

【0015】

いくつかの実施形態の第6態様は、第2態様～第4態様のいずれかにおいて、前記フレア領域のサイズが閾値以下になるまで、前記解析部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量の特定と、前記制御部による前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づく前記移動機構の制御とを繰り返す。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態の第 7 態様は、第 1 態様～第 6 態様のいずれかにおいて、前記解析部は、前記基準位置を中心とする前記フレア領域の径方向の長さと同基準位置とに基づいて前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方を特定する。

【 0 0 1 7 】

いくつかの実施形態の第 8 態様は、第 1 態様～第 7 態様のいずれかにおいて、前記基準位置は、前記画像の中心位置であり、前記解析部は、前記中心位置から前記フレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて前記相対移動方向を特定する。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態の第 9 態様は、第 8 態様において、前記代表位置は、前記フレア領域の重心位置である。 10

【 0 0 1 9 】

いくつかの実施形態の第 10 態様は、第 1 態様～第 9 態様のいずれかにおいて、前記データ取得部は、前記眼底のデータを取得するための光学系を含み、前記移動機構は、前記光学系の光軸に交差する方向に前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態の第 11 態様は、第 1 態様～第 10 態様のいずれかにおいて、前記制御部は、前記被検眼の特徴部位に基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部のアライメントを実行後に、前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する。 20

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施形態の第 12 態様は、被検眼の眼底のデータを光学的に取得するデータ取得部と、前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する移動機構と、前記移動機構を制御する制御部とを含む眼科装置の制御方法であって、前記眼底の画像を取得する取得ステップと、前記画像におけるフレア領域と前記画像における基準位置とに基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する解析ステップと、前記相対移動方向及び前記相対移動量の少なくとも一方に基づいて前記移動機構を制御する制御ステップと、を含む。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態の第 13 態様は、第 12 態様において、前記解析ステップは、前記移動機構による相対移動後において前記フレア領域と前記基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、前記相対移動の前後における前記フレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定し、前記制御ステップは、前記相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ前記被検眼に対して前記データ取得部を相対移動するように前記移動機構を制御した後、前記新たな相対移動方向及び前記新たな相対移動量に基づいて前記移動機構を制御する。 30

【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態の第 14 態様は、第 12 態様又は第 13 態様において、前記基準位置は、前記画像の中心位置であり、前記解析ステップは、前記中心位置から前記フレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて前記相対移動方向を特定する。 40

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態の第 15 態様は、第 14 態様において、前記代表位置は、前記フレア領域の重心位置である。

【 0 0 2 5 】

いくつかの実施形態の第 16 態様は、第 12 態様～第 15 態様のいずれかにおいて、前記データ取得部は、前記眼底のデータを取得するための光学系を含み、前記移動機構は、前記光学系の光軸に交差する方向に前記被検眼と前記データ取得部との相対位置を変更する。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態の第 17 態様は、第 12 態様～第 16 態様のいずれかにおいて、前記被検眼の特徴部位に基づいて前記被検眼に対する前記データ取得部のアライメントを実行 50

する位置合わせステップを含み、前記制御ステップは、前記位置合わせステップ後に実行される。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、被検眼の画像に描出されるフレア領域を除去するための新たな技術を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】実施形態に係る眼科装置の構成の例を表す概略図。

【図2】実施形態に係る眼科装置の構成の例を表す概略図。

10

【図3】実施形態に係る眼科装置の構成の例を表す概略図。

【図4】実施形態に係る眼科装置の構成の例を表す概略図。

【図5A】実施形態に係る眼科装置の動作を説明するための概略図。

【図5B】実施形態に係る眼科装置の動作を説明するための概略図。

【図6A】実施形態に係る眼科装置の動作を説明するための概略図。

【図6B】実施形態に係る眼科装置の動作を説明するための概略図。

【図6C】実施形態に係る眼科装置の動作を説明するための概略図。

【図7】実施形態に係る眼科装置の動作の例を表す概略図。

【図8】実施形態に係る眼科装置の動作の例を表す概略図。

【発明を実施するための形態】

20

【0029】

この発明のいくつかの実施形態に係る眼科装置、及びその制御方法の例について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、この明細書で引用する文献に記載された事項や任意の公知技術を実施形態に援用することができる。

【0030】

いくつかの実施形態に係る眼科装置は、眼科撮影装置を含む。いくつかの実施形態の眼科装置に含まれる眼科撮影装置は、例えば、眼底カメラ、走査型レーザ検眼鏡、スリットランプ検眼鏡、手術用顕微鏡等のうちのいずれか1つ以上である。いくつかの実施形態に係る眼科装置は、眼科撮影装置に加えて、眼科測定装置及び眼科治療装置のうちのいずれか1つ以上を含む。いくつかの実施形態の眼科装置に含まれる眼科測定装置は、例えば、眼屈折検査装置、眼圧計、スペキュラーマイクロスコープ、ウェーブフロントアナライザ、視野計、マイクロペリメータ等のうちのいずれか1つ以上である。いくつかの実施形態の眼科装置に含まれる眼科治療装置は、例えば、レーザ治療装置、手術装置、手術用顕微鏡等のうちのいずれか1つ以上である。

30

【0031】

以下の実施形態に係る眼科装置は、光干渉断層計と眼底カメラとを含む。この光干渉断層計にはスウェプトソースOCTが適用されているが、OCTのタイプはこれに限定されず、他のタイプのOCT(スペクトラルドメインOCT、タイムドメインOCT、アンファスOCT等)が適用されてもよい。

【0032】

40

以下、x方向は、対物レンズの光軸方向に直交する方向(左右方向)であり、y方向は、対物レンズの光軸方向に直交する方向(上下方向)であるものとする。z方向は、対物レンズの光軸方向であるものとする。

【0033】

<構成>

〔光学系〕

図1に示すように、眼科装置1は、眼底カメラユニット2、OCTユニット100及び演算制御ユニット200を含む。眼底カメラユニット2には、被検眼Eの正面画像を取得するための光学系や機構が設けられている。OCTユニット100には、OCTを実行するための光学系や機構の一部が設けられている。OCTを実行するための光学系や機構の他

50

の一部は、眼底カメラユニット 2 に設けられている。演算制御ユニット 200 は、各種の演算や制御を実行する 1 以上のプロセッサを含む。これらに加え、被検者の顔を支持するための部材（顎受け、額当て等）や、OCT の対象部位を切り替えるためのレンズユニット（例えば、前眼部 OCT 用アタッチメント）等の任意の要素やユニットが眼科装置 1 に設けられてもよい。更に、眼科装置 1 は、一对の前眼部カメラ 5 A 及び 5 B を備える。

【0034】

本明細書において「プロセッサ」は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、プログラマブル論理デバイス（例えば、SPLD (Simple Programmable Logic Device)、CPLD (Complex Programmable Logic Device)、FPGA (Field Programmable Gate Array)）等の回路を意味する。プロセッサは、例えば、記憶回路や記憶装置に格納されているプログラムを読み出し実行することで、実施形態に係る機能を実現する。

【0035】

[眼底カメラユニット 2]

眼底カメラユニット 2 には、被検眼 E の眼底 E f を撮影するための光学系が設けられている。取得される眼底 E f の画像（眼底像、眼底写真等と呼ばれる）は、観察画像、撮影画像等の正面画像である。観察画像は、近赤外光を用いた動画撮影により得られる。撮影画像は、フラッシュ光を用いた静止画像である。更に、眼底カメラユニット 2 は、被検眼 E の前眼部 E a を撮影して正面画像（前眼部像）を取得することができる。

【0036】

眼底カメラユニット 2 は、照明光学系 10 と撮影光学系 30 とを含む。照明光学系 10 は被検眼 E に照明光を照射する。撮影光学系 30 は、被検眼 E からの照明光の戻り光を検出する。OCT ユニット 100 からの測定光は、眼底カメラユニット 2 内の光路を通じて被検眼 E に導かれ、その戻り光は、同じ光路を通じて OCT ユニット 100 に導かれる。

【0037】

照明光学系 10 の観察光源 11 から出力された光（観察照明光）は、曲面状の反射面を有する反射ミラー 12 により反射され、集光レンズ 13 を経由し、可視カットフィルタ 14 を透過して近赤外光となる。更に、観察照明光は、撮影光源 15 の近傍にて一旦集束し、ミラー 16 により反射され、リレーレンズ 17、18、絞り 19 及びリレーレンズ 20 を経由する。そして、観察照明光は、孔開きミラー 21 の周辺部（孔部の周囲の領域）にて反射され、ダイクロイックミラー 46 を透過し、対物レンズ 22 により屈折されて被検眼 E（眼底 E f 又は前眼部 E a）を照明する。被検眼 E からの観察照明光の戻り光は、対物レンズ 22 により屈折され、ダイクロイックミラー 46 を透過し、孔開きミラー 21 の中心領域に形成された孔部を通過し、ダイクロイックミラー 55 を透過する。ダイクロイックミラー 55 を透過した戻り光は、撮影合焦レンズ 31 を経由し、ミラー 32 により反射される。更に、この戻り光は、ハーフミラー 33 A を透過し、ダイクロイックミラー 33 により反射され、集光レンズ 34 によりイメージセンサ 35 の受光面に結像される。イメージセンサ 35 は、所定のフレームレートで戻り光を検出する。なお、撮影光学系 30 のフォーカスは、眼底 E f 又は前眼部 E a に合致するように調整される。

【0038】

撮影光源 15 から出力された光（撮影照明光）は、観察照明光と同様の経路を通過して眼底 E f に照射される。被検眼 E からの撮影照明光の戻り光は、観察照明光の戻り光と同じ経路を通過してダイクロイックミラー 33 まで導かれ、ダイクロイックミラー 33 を透過し、ミラー 36 により反射され、集光レンズ 37 によりイメージセンサ 38 の受光面に結像される。

【0039】

表示装置 3 には、イメージセンサ 35 により検出された眼底反射光に基づく画像（観察画

10

20

30

40

50

像)が表示される。なお、撮影光学系30のピントが前眼部に合わせられている場合、被検眼Eの前眼部の観察画像が表示される。また、表示装置3には、イメージセンサ38により検出された眼底反射光に基づく画像(撮影画像)が表示される。なお、観察画像を表示する表示装置3と撮影画像を表示する表示装置3は、同一のものであってもよいし、異なるものであってもよい。被検眼Eを赤外光で照明して同様の撮影を行う場合には、赤外の撮影画像が表示される。

【0040】

LCD(Liquid Crystal Display)39は固視標や視力測定用視標を表示する。LCD39から出力された光束は、その一部がハーフミラー33Aにて反射され、ミラー32に反射され、撮影合焦レンズ31及びダイクロイックミラー55を経由し、孔開きミラー21の孔部を通過する。孔開きミラー21の孔部を通過した光束は、ダイクロイックミラー46を透過し、対物レンズ22により屈折されて眼底Efに投射される。

10

【0041】

LCD39の画面上における固視標の表示位置を変更することにより、被検眼Eの固視位置を変更できる。固視位置の例として、黄斑を中心とする画像を取得するための固視位置や、視神経乳頭を中心とする画像を取得するための固視位置や、黄斑と視神経乳頭との間の眼底中心を中心とする画像を取得するための固視位置や、黄斑から大きく離れた部位(眼底周辺部)の画像を取得するための固視位置などがある。いくつかの実施形態に係る眼科装置1は、このような固視位置の少なくとも1つを指定するためのGUI(Graphical User Interface)等を含む。いくつかの実施形態に係る眼科装置1は、固視位置(固視標の表示位置)をマニュアルで移動するためのGUI等を含む。

20

【0042】

移動可能な固視標を被検眼Eに提示するための構成はLCD等の表示装置には限定されない。例えば、光源アレイ(発光ダイオード(LED)アレイ等)における複数の光源を選択的に点灯させることにより、移動可能な固視標を生成することができる。また、移動可能な1以上の光源により、移動可能な固視標を生成することができる。

【0043】

アライメント光学系50は、被検眼Eに対する光学系のアライメントに用いられるアライメント指標を生成する。LED51から出力されたアライメント光は、絞り52及び53並びにリレーレンズ54を経由し、ダイクロイックミラー55により反射され、孔開きミラー21の孔部を通過する。孔開きミラー21の孔部を通過した光は、ダイクロイックミラー46を透過し、対物レンズ22により被検眼Eに投射される。アライメント光の角膜反射光は、観察照明光の戻り光と同じ経路を通過してイメージセンサ35に導かれる。その受光像(アライメント指標像)に基づいてマニュアルアライメントやオートアライメントを実行できる。

30

【0044】

フォーカス光学系60は、被検眼Eに対するフォーカス調整に用いられるスプリット指標を生成する。フォーカス光学系60は、撮影光学系30の光路(撮影光路)に沿った撮影合焦レンズ31の移動に連動して、照明光学系10の光路(照明光路)に沿って移動される。反射棒67は、照明光路に対して挿脱可能である。フォーカス調整を行う際には、反射棒67の反射面が照明光路に傾斜配置される。LED61から出力されたフォーカス光は、リレーレンズ62を通過し、スプリット指標板63により2つの光束に分離され、二孔絞り64を通過し、ミラー65により反射され、集光レンズ66により反射棒67の反射面に一旦結像されて反射される。更に、フォーカス光は、リレーレンズ20を経由し、孔開きミラー21に反射され、ダイクロイックミラー46を透過し、対物レンズ22により屈折されて眼底Efに投射される。フォーカス光の眼底反射光は、アライメント光の角膜反射光と同じ経路を通過してイメージセンサ35に導かれる。その受光像(スプリット指標像)に基づいてマニュアルフォーカスやオートフォーカスを実行できる。

40

【0045】

50

ダイクロイックミラー４６は、眼底撮影用光路とＯＣＴ用光路とを合成する。ダイクロイックミラー４６は、ＯＣＴ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。ＯＣＴ用光路（測定光の光路）には、ＯＣＴユニット１００側からダイクロイックミラー４６側に向かって順に、コリメータレンズユニット４０、光路長変更部４１、光スキャナ４２、ＯＣＴ合焦レンズ４３、ミラー４４、及びリレーレンズ４５が設けられている。

【００４６】

光路長変更部４１は、図１に示す矢印の方向に移動可能とされ、ＯＣＴ用光路の長さを変更する。この光路長の変更は、眼軸長に応じた光路長補正や、干渉状態の調整などに利用される。光路長変更部４１は、コーナークューブと、これを移動する機構とを含む。

【００４７】

光スキャナ４２は、被検眼Ｅの瞳孔と光学的に共役な位置に配置される。光スキャナ４２は、ＯＣＴ用光路を通過する測定光ＬＳを偏向する。光スキャナ４２は、例えば、２次元走査が可能なガルバノスキャナである。

【００４８】

ＯＣＴ合焦レンズ４３は、ＯＣＴ用の光学系のフォーカス調整を行うために、測定光ＬＳの光路に沿って移動される。撮影合焦レンズ３１の移動、フォーカス光学系６０の移動、及びＯＣＴ合焦レンズ４３の移動を連系的に制御することができる。

【００４９】

[前眼部カメラ５Ａ及び５Ｂ]

前眼部カメラ５Ａ及び５Ｂは、特開２０１３－２４８３７６号公報に開示された発明と同様に、眼科装置１の光学系と被検眼Ｅとの間の相対位置を求めるために用いられる。前眼部カメラ５Ａ及び５Ｂは、光学系が格納された筐体（眼底カメラユニット２等）の被検眼Ｅ側の面に設けられている。眼科装置１は、前眼部カメラ５Ａ及び５Ｂにより異なる方向から実質的に同時に取得された２つの前眼部像を解析することにより、光学系と被検眼Ｅとの間の３次元的な相対位置を求める。２つの前眼部像の解析は、特開２０１３－２４８３７６号公報に開示された解析と同様であってよい。また、前眼部カメラの個数は２以上の任意の個数であってよい。

【００５０】

本例では、２以上の前眼部カメラを利用して被検眼Ｅの位置（つまり被検眼Ｅと光学系との相対位置）を求めているが、被検眼Ｅの位置を求めるための手法はこれに限定されない。例えば、被検眼Ｅの正面画像（例えば前眼部Ｅａの観察画像）を解析することにより、被検眼Ｅの位置を求めることができる。或いは、被検眼Ｅの角膜に指標を投影する手段を設け、この指標の投影位置（つまり、この指標の角膜反射光束の検出状態）に基づいて被検眼Ｅの位置を求めることができる。

【００５１】

[ＯＣＴユニット１００]

図２に例示するように、ＯＣＴユニット１００には、スウェプトソースＯＣＴを実行するための光学系が設けられている。この光学系は、干渉光学系を含む。この干渉光学系は、波長可変光源（波長掃引型光源）からの光を測定光と参照光とに分割する機能と、被検眼Ｅからの測定光の戻り光と参照光路を経由した参照光とを重ね合わせて干渉光を生成する機能と、この干渉光を検出する機能とを備える。干渉光学系により得られた干渉光の検出結果（検出信号）は、干渉光のスペクトルを示す信号であり、演算制御ユニット２００に送られる。

【００５２】

光源ユニット１０１は、例えば、出射光の波長を高速で変化させる近赤外波長可変レーザーを含む。光源ユニット１０１から出力された光Ｌ０は、光ファイバ１０２により偏波コントローラ１０３に導かれてその偏光状態が調整される。偏光状態が調整された光Ｌ０は、光ファイバ１０４によりファイバカップラ１０５に導かれて測定光ＬＳと参照光ＬＲとに分割される。

【００５３】

10

20

30

40

50

参照光 L R は、光ファイバ 1 1 0 によりコリメータ 1 1 1 に導かれて平行光束に変換され、光路長補正部材 1 1 2 及び分散補償部材 1 1 3 を経由し、コーナーキューブ 1 1 4 に導かれる。光路長補正部材 1 1 2 は、参照光 L R の光路長と測定光 L S の光路長とを合わせよう作用する。分散補償部材 1 1 3 は、参照光 L R と測定光 L S との間の分散特性を合わせよう作用する。コーナーキューブ 1 1 4 は、参照光 L R の入射方向に移動可能であり、それにより参照光 L R の光路長が変更される。

【 0 0 5 4 】

コーナーキューブ 1 1 4 を経由した参照光 L R は、分散補償部材 1 1 3 及び光路長補正部材 1 1 2 を経由し、コリメータ 1 1 6 によって平行光束から集束光束に変換され、光ファイバ 1 1 7 に入射する。光ファイバ 1 1 7 に入射した参照光 L R は、偏波コントローラ 1 1 8 に導かれてその偏光状態が調整され、光ファイバ 1 1 9 によりアッテネータ 1 2 0 に導かれて光量が調整され、光ファイバ 1 2 1 によりファイバカプラ 1 2 2 に導かれる。

10

【 0 0 5 5 】

一方、ファイバカプラ 1 0 5 により生成された測定光 L S は、光ファイバ 1 2 7 により導かれてコリメータレンズユニット 4 0 により平行光束に変換され、光路長変更部 4 1、光スキャナ 4 2、O C T 合焦レンズ 4 3、ミラー 4 4 及びリレーレンズ 4 5 を経由する。リレーレンズ 4 5 を経由した測定光 L S は、ダイクロイックミラー 4 6 により反射され、対物レンズ 2 2 により屈折されて被検眼 E に入射する。測定光 L S は、被検眼 E の様々な深さ位置において散乱・反射される。被検眼 E からの測定光 L S の戻り光は、往路と同じ経路を逆向きに進行してファイバカプラ 1 0 5 に導かれ、光ファイバ 1 2 8 を経由してファイバカプラ 1 2 2 に到達する。

20

【 0 0 5 6 】

ファイバカプラ 1 2 2 は、光ファイバ 1 2 8 を介して入射された測定光 L S と、光ファイバ 1 2 1 を介して入射された参照光 L R とを合成して（干渉させて）干渉光を生成する。ファイバカプラ 1 2 2 は、所定の分岐比（例えば 1 : 1）で干渉光を分岐することにより、一对の干渉光 L C を生成する。一对の干渉光 L C は、それぞれ光ファイバ 1 2 3 及び 1 2 4 を通じて検出器 1 2 5 に導かれる。

【 0 0 5 7 】

検出器 1 2 5 は、例えばバランスフォトダイオードである。バランスフォトダイオードは、一对の干渉光 L C をそれぞれ検出する一对のフォトディテクタを含み、これらフォトディテクタにより得られた一对の検出結果の差分を出力する。検出器 1 2 5 は、この出力（検出信号）を D A Q (D a t a A c q u i s i t i o n S y s t e m) 1 3 0 に送る。

30

【 0 0 5 8 】

D A Q 1 3 0 には、光源ユニット 1 0 1 からクロック K C が供給される。クロック K C は、光源ユニット 1 0 1 において、波長可変光源により所定の波長範囲内で掃引される各波長の出力タイミングに同期して生成される。光源ユニット 1 0 1 は、例えば、各出力波長の光 L 0 を分岐することにより得られた 2 つの分岐光の一方を光学的に遅延させた後、これらの合成光を検出した結果に基づいてクロック K C を生成する。D A Q 1 3 0 は、検出器 1 2 5 から入力される検出信号をクロック K C に基づきサンプリングする。D A Q 1 3 0 は、検出器 1 2 5 からの検出信号のサンプリング結果を演算制御ユニット 2 0 0 に送る。

40

【 0 0 5 9 】

本例では、測定光 L S の光路（測定光路、測定アーム）の長さを変更するための光路長変更部 4 1 と、参照光 L R の光路（参照光路、参照アーム）の長さを変更するためのコーナーキューブ 1 1 4 の双方が設けられている。しかしながら、光路長変更部 4 1 とコーナーキューブ 1 1 4 のいずれか一方のみが設けられもよい。また、これら以外の光学部材を用いて、測定光路長と参照光路長との差を変更することも可能である。

【 0 0 6 0 】

〔制御系〕

図 3 及び図 4 に、眼科装置 1 の制御系の構成例を示す。図 3 及び図 4 において、眼科装置

50

1に含まれる構成要素の一部が省略されている。制御部210、画像形成部220及びデータ処理部230は、例えば、演算制御ユニット200に設けられる。

【0061】

制御部210

制御部210は、各種の制御を実行する。制御部210は、主制御部211と記憶部212とを含む。

【0062】

主制御部211

主制御部211は、プロセッサ（例えば、制御プロセッサ）を含み、眼科装置1の各部（図1～図4に示された各要素を含む）を制御する。例えば、主制御部211は、撮影合焦駆動部31Aを制御することで撮影合焦レンズ31を移動する。また、主制御部211は、OCT合焦駆動部43Aを制御することでOCT合焦レンズ43を移動する。また、主制御部211は、参照駆動部114Aを制御することでコーナーキューブ114を移動する。

10

【0063】

主制御部211は、アライメント制御部211Aと、フレア除去制御部211Bとを含む。アライメント制御部211Aは、後述のように移動機構150を制御することにより、被検眼Eに対する光学系の位置合わせを行う。フレア除去制御部211Bは、後述のように被検眼Eの眼底E_fの画像を解析することにより特定された移動制御情報に基づいて移動機構150を制御することにより、眼底E_fの画像に描出されるフレア領域を除去する。

20

【0064】

移動機構150は、例えば、少なくとも眼底カメラユニット2（光学系）を3次的に移動する。典型的な例において、移動機構150は、少なくとも眼底カメラユニット2をx方向（左右方向）に移動するための機構と、y方向（上下方向）に移動するための機構と、z方向（奥行き方向、前後方向）に移動するための機構とを含む。x方向に移動するための機構は、例えば、x方向に移動可能なxステージと、xステージを移動するx移動機構とを含む。y方向に移動するための機構は、例えば、y方向に移動可能なyステージと、yステージを移動するy移動機構とを含む。z方向に移動するための機構は、例えば、z方向に移動可能なzステージと、zステージを移動するz移動機構とを含む。各移動機構は、アクチュエータとしてのパルスモータを含み、アライメント制御部211A（主制御部211）からの制御を受けて動作する。

30

【0065】

マニュアルアライメントの場合、光学系に対する被検眼Eの変位がキャンセルされるようにユーザーが後述のユーザーインターフェイス（User Interface: UI）240に対して操作することにより光学系と被検眼Eとを相対移動させる。例えば、アライメント制御部211Aは、ユーザーインターフェイス240に対する操作内容に対応した制御信号を移動機構150に出力することにより移動機構150を制御して被検眼Eに対して光学系を相対移動させる。

【0066】

オートアライメントの場合、光学系に対する被検眼Eの変位がキャンセルされるようにアライメント制御部211Aが移動機構150を制御することにより被検眼Eに対して光学系を相対移動させる。いくつかの実施形態では、アライメント制御部211Aは、光学系の光軸が被検眼Eの軸に略一致し、かつ、被検眼Eに対する光学系の距離が所定の作動距離になるように制御信号を移動機構150に出力することにより移動機構150を制御して被検眼Eに対して光学系を相対移動させる。ここで、作動距離とは、対物レンズ22のワーキングディスタンスとも呼ばれる既定値であり、光学系を用いた測定時（撮影時）における被検眼Eと光学系との間の距離に相当する。

40

【0067】

主制御部211は、LCD39を制御する。例えば、主制御部211は、手動又は自動で設定された固視位置に対応するLCD39の画面上の位置に固視標を表示する。また、主

50

制御部 2 1 1 は、LCD 3 9 に表示されている固視標の表示位置を（連続的に又は段階的に）変更することができる。それにより、固視標を移動することができる（つまり、固視位置を変更することができる）。固視標の表示位置や移動態様は、マニュアルで又は自動的に設定される。マニュアルでの設定は、例えば GUI を用いて行われる。自動的な設定は、例えば、データ処理部 2 3 0 により行われる。

【 0 0 6 8 】

主制御部 2 1 1（フレア除去制御部 2 1 1 B）は、取得された被検眼 E の画像（眼底 E f の画像）に描出されたフレア領域が除去されるように移動機構 1 5 0 を制御して、被検眼 E に対して光学系を相対移動させる。フレア領域は、例えば、反射光を受光することにより形成される画像において眼底反射光以外の反射光に基づく像が描出された領域である。フレア除去制御部 2 1 1 B は、フレア領域を解析することにより得られた相対移動方向及び相対移動量で移動機構 1 5 0 を制御する。いくつかの実施形態では、フレア除去制御部 2 1 1 B は、被検眼 E に対する光学系の相対移動前後のフレア領域の変化に基づいて特定された相対移動方向及び相対移動量で移動機構 1 5 0 を制御する。それにより、斜位等のために被検眼が斜めを向いている場合、角膜等の疾患のために角膜が歪んでいる場合、又は被検眼が小瞳孔である場合だけではなく、アライメント誤差や光学素子の配置等に起因したフレアを高精度に、且つ迅速に除去することが可能になる。

10

【 0 0 6 9 】

記憶部 2 1 2

記憶部 2 1 2 は各種のデータを記憶する。記憶部 2 1 2 に記憶されるデータとしては、OCT ユニット 1 0 0 を用いて取得された OCT データ等の被検眼のデータや OCT 画像や眼底像や前眼部像や被検眼情報などがある。被検眼情報は、患者 ID や氏名などの被検者情報や、左眼 / 右眼の識別情報や、電子カルテ情報などを含む。記憶部 2 1 2 には、各種のプロセッサ（制御プロセッサ、画像形成プロセッサ、データ処理プロセッサ）を実行させるためのプログラムが記憶されてもよい。

20

【 0 0 7 0 】

画像形成部 2 2 0

画像形成部 2 2 0 は、プロセッサ（例えば、画像形成プロセッサ）を含み、DAQ 1 3 0 からの出力（検出信号のサンプリング結果）に基づき画像を形成する。例えば、画像形成部 2 2 0 は、従来のスウェプトソース OCT と同様に、A ライン毎のサンプリング結果に基づくスペクトル分布に信号処理を施して A ライン毎の反射強度プロファイルを形成し、これら A ラインプロファイルを画像化してスキャンラインに沿って配列する。上記信号処理には、ノイズ除去（ノイズ低減）、フィルタ処理、FFT (Fast Fourier Transform) などが含まれる。

30

【 0 0 7 1 】

データ処理部 2 3 0

データ処理部 2 3 0 は、プロセッサ（例えば、データ処理プロセッサ）を含み、画像形成部 2 2 0 により形成された画像に対して画像処理や解析処理を施す。主制御部 2 1 1 に含まれるプロセッサ、データ処理部 2 3 0 に含まれるプロセッサ、及び画像形成部 2 2 0 に含まれるプロセッサの少なくとも 2 つは、単一のプロセッサにより構成されていてもよい。データ処理部 2 3 0 は、解析部 2 3 1 を含む。

40

【 0 0 7 2 】

解析部 2 3 1

解析部 2 3 1 は、被検眼 E の画像（例えば、前眼部 E a の画像）を解析して当該画像に描出された特徴部位を特定し、前眼部カメラ 5 A、5 B の位置と特定された特徴部位の位置とに基づいて被検眼 E の 3 次元位置を求める。アライメント制御部 2 1 1 A は、求められた 3 次元位置に基づいて被検眼 E に対して光学系を相対移動させることにより、被検眼 E に対する光学系の位置合わせを行う。

【 0 0 7 3 】

また、解析部 2 3 1 は、被検眼 E の眼底 E f の画像（眼底像）を解析して当該画像に描出

50

されたフレア領域を特定し、特定されたフレア領域に基づいて被検眼 E に対する光学系の相対移動方向や相対移動量を求める。被検眼 E に対する光学系の位置合わせが完了した後に、フレア除去制御部 2 1 1 B は、求められた相対移動方向や相対移動量に基づいて被検眼 E に対して光学系を相対移動させることにより、当該画像に描出されたフレア領域を除去する。

【 0 0 7 4 】

解析部 2 3 1 は、特徴部位特定部 2 3 2 と、3 次元位置算出部 2 3 3 と、フレア領域特定部 2 3 4 と、移動制御情報特定部 2 3 5 とを含む。移動制御情報特定部 2 3 5 は、移動方向特定部 2 3 5 A と、移動量特定部 2 3 5 B とを含む。

【 0 0 7 5 】

特徴部位特定部 2 3 2

特徴部位特定部 2 3 2 は、前眼部カメラ 5 A 及び 5 B により得られた各撮影画像を解析することで、前眼部 E a の特徴部位に相当する当該撮影画像中の位置（特徴位置と呼ぶ）を特定する。特徴部位としては、例えば被検眼 E の瞳孔領域、被検眼 E の瞳孔中心位置、瞳孔重心位置、角膜中心位置、角膜頂点位置、被検眼中心位置、又は虹彩が用いられる。以下、被検眼 E の瞳孔中心位置を特定する処理の具体例を説明する。

【 0 0 7 6 】

まず、特徴部位特定部 2 3 2 は、撮影画像の画素値（輝度値など）の分布に基づいて、被検眼 E の瞳孔に相当する画像領域（瞳孔領域）を特定する。一般に瞳孔は他の部位よりも低い輝度で描画されるので、低輝度の画像領域を探索することによって瞳孔領域を特定することができる。このとき、瞳孔の形状を考慮して瞳孔領域を特定するようにしてもよい。つまり、略円形かつ低輝度の画像領域を探索することによって瞳孔領域を特定するように構成することができる。

【 0 0 7 7 】

次に、特徴部位特定部 2 3 2 は、特定された瞳孔領域の中心位置を特定する。上記のように瞳孔は略円形であるので、瞳孔領域の輪郭を特定し、この輪郭（の近似円または近似楕円）の中心位置を特定し、これを瞳孔中心位置とすることができる。また、瞳孔領域の重心を求め、この重心位置を瞳孔重心位置として特定してもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、他の特徴部位に対応する特徴位置を特定する場合であっても、上記と同様に撮影画像の画素値の分布に基づいて当該特徴位置を特定することが可能である。

【 0 0 7 9 】

特徴部位特定部 2 3 2 は、前眼部カメラ 5 A 及び 5 B により逐次に得られた撮影画像に対し特徴部位に相当する特徴位置を逐次に特定することが可能である。また、特徴部位特定部 2 3 2 は、前眼部カメラ 5 A 及び 5 B により逐次に得られた撮影画像に対し 1 以上の任意の数のフレームおきに特徴位置を特定してもよい。

【 0 0 8 0 】

3 次元位置算出部 2 3 3

3 次元位置算出部 2 3 3 は、前眼部カメラ 5 A 及び 5 B の位置と、特徴部位特定部 2 3 2 により特定された特徴部位に相当する特徴位置とに基づいて特徴部位の 3 次元位置を被検眼 E の 3 次元位置として特定する。3 次元位置算出部 2 3 3 は、特開 2 0 1 3 - 2 4 8 3 7 6 号公報に開示されているように、2 つの前眼部カメラ 5 A 及び 5 B の位置（既知である）と、2 つの撮影画像において特徴部位に相当する位置とに対して、公知の三角法を適用することにより被検眼 E の 3 次元位置を算出する。3 次元位置算出部 2 3 3 により求められた 3 次元位置は、アライメント制御部 2 1 1 A に送られる。アライメント制御部 2 1 1 A は、当該 3 次元位置に基づいて、光学系の光軸の x 方向及び y 方向の位置が 3 次元位置の x 方向及び y 方向の位置と一致し、かつ、z 方向の距離が所定の作動距離になるように移動機構 1 5 0 を制御する。

【 0 0 8 1 】

フレア領域特定部 2 3 4

10

20

30

40

50

フレア領域特定部 234 は、撮影光学系 30 により得られた撮影画像を解析することで、眼底 E f の画像（眼底像）に描出されたフレア領域を特定する。例えば、フレア領域特定部 234 は、撮影画像の画素値（輝度値など）の分布に基づいて、眼底領域の周縁部に描出された画像領域をフレア領域として特定する。一般にフレア領域は輝度値が飽和した領域として描出されるので、輝度値の飽和値又は飽和値に近い閾値以上の輝度値の画像領域を探索することによってフレア領域を特定することができる。このとき、フレア領域の描出位置を考慮してフレア領域を特定するようにしてもよい。例えば、眼底領域の周縁部に描出されるフレア領域の形状は三日月状であること考慮し、三日月状、且つ輝度値の飽和値又は飽和値に近い閾値以上の輝度値の画像領域を探索することによってフレア領域を特定する。

10

【0082】

フレア領域特定部 234 は、特定されたフレア領域の代表位置を特定することが可能である。代表位置としては、例えば重心位置、中心位置、フレア領域の内心円の中心位置、フレア領域の外心円の中心位置などがある。以下、フレア領域の重心位置を特定する処理の具体例を説明する。フレア領域の代表位置として重心位置を採用することで、被検眼 E に対して光学系を単一の方向に相対移動させた場合に眼底領域の周縁部に形成された複数のフレア領域を除去することができる。

【0083】

例えば、フレア領域特定部 234 は、特定されたフレア領域に対して 2 値化処理等の前処理を施した後、当該フレア領域の画素値の分布に基づいて公知の画像モーメントを用いて重心位置を特定する。すなわち、x 方向の重心位置は、x 方向の 1 次モーメントを 0 次モーメントで正規化することにより得られる。同様に、y 方向の重心位置は、y 方向の 1 次モーメントを 0 次モーメントで正規化することにより得られる。

20

【0084】

また、例えば、フレア領域特定部 234 は、特定されたフレア領域の輪郭を求め、求められた輪郭から公知の手法により重心位置を特定してもよい。

【0085】

移動制御情報特定部 235

移動制御情報特定部 235 は、被検眼 E の眼底 E f の画像において特定されたフレア領域と当該画像における基準位置とに基づいて、被検眼 E に対する光学系の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する。画像における基準位置としては、画像の中心位置などがある。

30

【0086】

移動方向特定部 235 A

移動方向特定部 235 A は、移動機構 150 による被検眼 E に対する光学系の相対移動方向を特定する。相対移動方向は、移動機構 150 による光学系の駆動方向に相当する。移動方向特定部 235 A は、被検眼 E に対する光学系の初回の相対移動用に、眼底 E f の画像の中心位置とフレア領域特定部 234 により特定されたフレア領域の重心位置とに基づいて相対移動方向を特定する。

【0087】

図 5 A 及び図 5 B に、実施形態に係る移動方向特定部 235 A の動作説明図を示す。図 5 A は、撮影光学系 30 を用いて取得された眼底像 IMG 1 の一例を表す。眼底像 IMG 1 には、眼底領域 EA 1 の周縁部にフレア領域 FA 1 が描出されている。眼底像 IMG 1 の中心位置は、眼底領域 EA 1 の中心位置と略一致するものとする。図 5 B は、眼底像 IMG 1 の中心位置 P とフレア領域 FA 1 の重心位置 G とにより特定される相対移動方向を模式的に表す。

40

【0088】

眼底像 IMG 1 の中心位置 P の座標を (X_c, Y_c) とし、フレア領域 FA 1 の重心位置 G の座標を (X_g, Y_g) とし、中心位置 P と重心位置 G とを結ぶ直線が x 軸となす角度を θ とする。移動方向特定部 235 A は、中心位置 P から重心位置 G に向かう方向を被検

50

眼 E に対する光学系の相対移動方向として特定する。具体的には、移動方向特定部 2 3 5 A は、式 (1) のように相対移動方向を表す角度 θ を求める。

$$\theta = \text{atan} ((Y_g - Y_c) / (X_g - X_c)) \quad \dots (1)$$

【 0 0 8 9 】

すなわち、フレア除去制御部 2 1 1 B は、x 方向に対して角度 θ をなし、中心位置 P から重心位置 G に向かう方向に被検眼 E に対して光学系を相対移動させる。

【 0 0 9 0 】

移動量特定部 2 3 5 B

移動量特定部 2 3 5 B は、移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動量を特定する。相対移動量は、移動機構 1 5 0 による光学系の駆動量に相当する。

10

【 0 0 9 1 】

移動量特定部 2 3 5 B は、被検眼 E に対する光学系の初回の相対移動用に既定の移動量 (既定量) を出力する。初回の相対移動によりフレア領域が除去されないと判断された場合、移動量特定部 2 3 5 B は、2 回目以降の相対移動用に移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動前後のフレア領域の変化 (変化方向、変化量) に対応した相対移動量を出力する。

【 0 0 9 2 】

いくつかの実施形態では、初回の相対移動用に出力される相対移動量は、オートアライメント (又はマニュアルアライメント) のアライメント誤差量である。オートアライメントのアライメント誤差量が e_0 (μm) であり、パルスモータにより駆動される移動機構 1 5 0 の移動量が d_0 ($\mu\text{m} / \text{パルス}$) であるとき、移動量特定部 2 3 5 B は、(e_0 / d_0) (パルス) を既定の相対移動量 M として特定する。 e_0 及び d_0 は既知である。

20

【 0 0 9 3 】

具体的には、移動量特定部 2 3 5 B は、式 (2) 及び式 (3) に示すように初回の相対移動用の x 方向の相対移動量 M_x と y 方向の相対移動量 M_y とを求め、x 方向の相対移動量として $[M_x]$ (パルス) 又は $[M_x] + 1$ (パルス) を出力し、y 方向の相対移動量として $[M_y]$ (パルス) 又は $[M_y] + 1$ (パルス) を出力する。ここで、 $[d]$ は実数 d を超えない最大の整数を意味する。

$$M_x = M \times \cos \theta \quad \dots (2)$$

$$M_y = M \times \sin \theta \quad \dots (3)$$

30

【 0 0 9 4 】

いくつかの実施形態では、フレア領域のサイズの変化量 (減少量) が被検眼 E に対する光学系の相対移動量に比例することを前提に、2 回目以降の相対移動用に出力される相対移動量は、移動前後のフレア領域の変化に対応した相対移動量である。相対移動後のフレア領域のサイズから当該フレア領域が除去されるまでの相対移動量を理論的に特定することが可能である。移動量特定部 2 3 5 B は、相対移動後のフレア領域のサイズと既定の相対移動量 M とに基づいて、直前の相対移動後のフレア領域を除去するための相対移動量を特定する。いくつかの実施形態では、フレア領域のサイズ (フレア量) は、眼底像の基準位置 (中心位置) を中心とする径方向に最も長い部分 (フレア領域の厚さを表す部分) の長さに対応する。いくつかの実施形態では、移動量特定部 2 3 5 B は、2 回目以降の相対移動において、相対移動方向と逆方向にフレア領域が増大しないように相対移動量を特定する。

40

【 0 0 9 5 】

図 6 A ~ 図 6 C に、実施形態に係る移動量特定部 2 3 5 B の動作説明図を示す。図 6 A は、初回の相対移動前の眼底像に描出されたフレア領域の一例の拡大図を表す。図 6 B は、初回の相対移動後の眼底像に描出されたフレア領域の一例の拡大図を表す。図 6 C は、初回の相対移動後に、相対移動方向と逆方向にフレア領域が増大する場合のフレア領域を模式的に表す。

【 0 0 9 6 】

初回の相対移動前に取得された眼底像 I M G 2 には、図 6 A に示すように眼底領域 E A 1

50

の周縁部にフレア領域 F A 2 が描出されている。フレア領域 F A 2 の重心位置は G 2 である。眼底像 I M G 2 の中心位置を中心とするフレア領域 F A 2 の径方向に最も長い部分の長さは D b とする。

【 0 0 9 7 】

初回の相対移動後に取得された眼底像 I M G 3 (I M G 4) には、図 6 B (図 6 C) に示すように眼底領域 E A 1 の周縁部にフレア領域 F A 3 (F A 4) が描出されている。フレア領域 F A 3 (F A 4) の重心位置は G 3 (G 4) である。眼底像 I M G 3 (I M G 4) の中心位置を中心とするフレア領域 F A 3 (F A 4) の径方向に最も長い部分の長さは D a とする。

【 0 0 9 8 】

フレア領域 F A 2 の径方向に最も長い部分の始点座標を (X 1 s , Y 1 s) とし、終点座標を (X 1 e , Y 1 e) とすると、図 6 A に示す径方向の長さ D b (μ m) は、式 (4) のように表される。

【 0 0 9 9 】

【 数 1 】

$$D_b = \sqrt{(X_{1e} - X_{1s})^2 + (Y_{1e} - Y_{1s})^2} \quad \dots (4)$$

【 0 1 0 0 】

同様に、フレア領域 F A 3 の径方向に最も長い部分の始点座標を (X 2 s , Y 2 s) とし、終点座標を (X 2 e , Y 2 e) とすると、図 6 B に示す径方向の長さ D a (μ m) は、式 (5) のように表される。

【 0 1 0 1 】

【 数 2 】

$$D_a = \sqrt{(X_{2e} - X_{2s})^2 + (Y_{2e} - Y_{2s})^2} \quad \dots (5)$$

【 0 1 0 2 】

ここで、図 6 C に示すように相対移動方向と逆方向にフレア領域が増大する (発生する) 方向の検出フラグ v が、式 (6) 及び式 (7) の双方を満足するときに「 - 1 」になり、式 (6) 又は式 (7) を満足しないときに「 + 1 」になるものとする。

$$(X_{1g} - X_c) \times (X_{2g} - X_c) < 0 \quad \dots (6)$$

$$(Y_{1g} - Y_c) \times (Y_{2g} - Y_c) < 0 \quad \dots (7)$$

【 0 1 0 3 】

移動機構 1 5 0 に含まれるパルスモータが 1 パルスで除去可能なフレア量 D ' (μ m / パルス) は、式 (8) のように表される。

$$D' = (D_b - (v \times D_a)) / M \quad \dots (8)$$

【 0 1 0 4 】

従って、相対移動後の残りのフレア領域を除去するために必要な相対移動量 M 1 は、(D a / D ') から求められる。

【 0 1 0 5 】

具体的には、移動量特定部 2 3 5 B は、式 (9) 及び式 (1 0) に示すように 2 回目以降の相対移動用の x 方向の相対移動量 M 1 x と y 方向の相対移動量 M 1 y とを求め、x 方向の相対移動量として [M 1 x] (パルス) 又は [M 1 x] + 1 (パルス) を出力し、y 方向の相対移動量として [M 1 y] (パルス) 又は [M 1 y] + 1 (パルス) を出力する。

$$M_{1x} = M_{1x} \cos \quad \dots (9)$$

$$M_{1y} = M_{1x} \sin \quad \dots (10)$$

【 0 1 0 6 】

ユーザーインターフェイス 2 4 0

ユーザーインターフェイス 2 4 0 は表示部 2 4 0 A と操作部 2 4 0 B とを含む。表示部 2

10

20

30

40

50

40Aは表示装置3を含む。操作部240Bは各種の操作デバイスや入力デバイスを含む。

【0107】

ユーザーインターフェイス240は、例えばタッチパネルのような表示機能と操作機能とが一体となったデバイスを含んでいてもよい。他の実施形態において、ユーザーインターフェイスの少なくとも一部が眼科装置に含まれていなくてよい。例えば、表示デバイスは、眼科装置に接続された外部装置であってよい。

【0108】

例えば、撮影光学系30、OCTユニット100から対物レンズ22までの光学系、又は眼底カメラユニット2に搭載される光学系は、実施形態に係る「データ取得部」の一例である。例えば、撮影光学系30、又はOCTユニット100から対物レンズ22までの光学系は、実施形態に係る「画像取得部」の一例である。

10

【0109】

動作

眼科装置1の動作例について説明する。

【0110】

図7に、実施形態に係る眼科装置1の動作例を示す。図7は、オートアライメント及びオートフォーカスが完了した後にフレア除去処理を行い、その後OCT計測を開始する場合の動作例のフローを表す。

【0111】

(S1:粗アライメント)

まず、眼科装置1は、粗アライメントを実行する。具体的には、主制御部211(アライメント制御部211A)は、前眼部カメラ5A及び5Bを制御して、実質的に同時に被検眼Eの前眼部Eaを撮影する。特徴部位特定部232は、前眼部カメラ5A及び5Bにより実質的に同時に取得された一对の前眼部像を解析して特徴部位として被検眼Eの瞳孔中心位置を特定する。3次元位置算出部233は、被検眼Eの3次元位置を求める。この処理は、例えば、特開2013-248376号公報に記載のように、一对の前眼部カメラ5A及び5Bと被検眼Eとの位置関係に基づく三角法を利用した演算処理を含む。

20

【0112】

主制御部211は、光学系(例えば眼底カメラユニット2)と被検眼Eとが所定の位置関係となるように、3次元位置算出部233により求められた被検眼Eの3次元位置に基づき移動機構150を制御する。ここで、所定の位置関係は、光学系を用いて被検眼Eの撮影や検査を実行可能な位置関係である。典型例として、3次元位置算出部233により被検眼Eの3次元位置(x座標、y座標、z座標)が得られた場合、対物レンズ22の光軸のx座標及びy座標が被検眼Eのx座標及びy座標にそれぞれ一致し、且つ、対物レンズ22(前側レンズ面)のz座標と被検眼E(角膜表面)のz座標との差が所定距離(ワーキングディスタンス)に等しくなる位置が、光学系の移動先として設定される。

30

【0113】

(S2:オートアライメント)

次に、眼科装置1は、オートアライメントを開始する。オートアライメントは、一对の前眼部カメラ5A及び5B又はアライメント指標を利用することにより、従来と同じ要領で実行される。

40

【0114】

(S3:オートフォーカス)

続いて、眼科装置1は、オートフォーカスを開始する。例えば、主制御部211は、フォーカス光学系60を制御して被検眼Eにスプリット指標を投影させる。解析部231は、スプリット指標が投影されている眼底Efの観察画像を解析することにより、一对のスプリット指標像を抽出し、一对のスプリット指標の相対的なずれを算出する。主制御部211は、算出されたずれ(ずれ方向、ずれ量)に基づいて撮影合焦駆動部31AやOCT合焦駆動部43Aを制御する。

【0115】

50

(S 4 : フレア領域除去)

オートフォーカスが完了すると、眼科装置 1 はフレア領域除去処理を実行する。フレア領域除去処理の詳細は後述する。

【 0 1 1 6 】

いくつかの実施形態では、オートフォーカスが完了した後に O C T 計測開始 (撮影開始) までのカウントダウン (例えば 5 秒) が開始される。ステップ S 4 は、O C T 計測開始の直前までに実行される。例えば、カウントダウン開始後の時刻 T 0 から O C T 計測開始前の時刻 T 0 + T までの間にフレア領域除去が実行される。なお、カウントダウン開始後のあらかじめ指定された時間経過後にステップ S 4 が実行されてもよい。

【 0 1 1 7 】

(S 5 : O C T 計測)

次に、主制御部 2 1 1 は、O C T 計測が開始されるように、光スキャナ 4 2 及び O C T ユニット 1 0 0 を制御する。O C T 計測が開始されると、O C T ユニット 1 0 0 は、各スキャンで収集されたデータを画像形成部 2 2 0 に送る。画像形成部 2 2 0 は、各スキャンにて収集されたデータから複数の B スキャン像を形成し、制御部 2 1 0 に送る。制御部 2 1 0 は、各スキャンに対応する複数の B スキャン像をデータ処理部 2 3 0 に送る。例えば、データ処理部 2 3 0 は、各スキャンに対応する複数の B スキャン像から 3 次元画像を形成する。以上で、眼科装置 1 の動作は終了である (エンド) 。

【 0 1 1 8 】

図 8 に、図 7 のステップ S 4 の動作例のフロー図を表す。

【 0 1 1 9 】

(S 4 1 : 眼底像を取得)

まず、主制御部 2 1 1 (フレア除去制御部 2 1 1 B) は、撮影光学系 3 0 を制御することにより被検眼 E の眼底 E f の画像 (眼底像) を取得させる。ステップ S 4 1 では、相対移動前の眼底像が取得される。

【 0 1 2 0 】

(S 4 2 : フレア領域を特定)

次に、主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 1 において取得された眼底像における眼底領域の周縁部等に描出されたフレア領域をフレア領域特定部 2 3 4 に特定させる。フレア領域特定部 2 3 4 は、上記のように眼底像の輝度値に基づいてフレア領域を特定するための処理を実行する。

【 0 1 2 1 】

(S 4 3 : 特定成功 ?)

主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 2 においてフレア領域が特定されたか否かを判定する。主制御部 2 1 1 は、フレア領域特定部 2 3 4 によるフレア領域特定結果に基づいて、フレア領域が特定されたか否かを判定することができる。

【 0 1 2 2 】

フレア領域が特定されたと判定されたとき (S 4 3 : Y)、眼科装置 1 の動作はステップ S 4 4 に移行する。フレア領域が特定されなかったと判定されたとき (S 4 3 : N)、フレア領域除去処理は終了である (エンド) 。

【 0 1 2 3 】

(S 4 4 : 相対移動方向を特定)

ステップ S 4 3 においてフレア領域が特定されたと判定されたとき (S 4 3 : Y)、主制御部 2 1 1 は、移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動方向を移動方向特定部 2 3 5 A に特定させる。移動方向特定部 2 3 5 A は、図 5 A 及び図 5 B に示すように、ステップ S 4 1 において取得された眼底像の中心位置とステップ S 4 2 において特定されたフレア領域の重心位置とに基づいて、式 (1) に示すように初回の相対移動用の相対移動方向を特定する。

【 0 1 2 4 】

(S 4 5 : 既定量だけ相対移動)

10

20

30

40

50

続いて、主制御部 2 1 1 は、移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動量を移動量特定部 2 3 5 B に特定させる。移動量特定部 2 3 5 B は、上記のように初回の相対移動用の既定の相対移動量 $M (= e_0 / d_0)$ を特定し、式 (2) 及び式 (3) に示すように x 方向の相対移動量 $[M_x]$ (又は $[M_x] + 1$) と、y 方向の相対移動量 $[M_y]$ (又は $[M_y] + 1$) とに対応した移動制御情報を出力する。主制御部 2 1 1 は、移動制御情報に基づいて移動機構 1 5 0 を制御することにより、被検眼 E に対して光学系を相対移動する。

【 0 1 2 5 】

(S 4 6 : 眼底像を取得)

再び、主制御部 2 1 1 は、撮影光学系 3 0 を制御することにより被検眼 E の眼底 E f の画像 (眼底像) を取得させる。ステップ S 4 6 では、相対移動後の眼底像が取得される。

10

【 0 1 2 6 】

(S 4 7 : フレア領域を特定)

続いて、主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 6 において取得された眼底像における眼底領域の周縁部等に描出されたフレア領域をフレア領域特定部 2 3 4 に特定させる。フレア領域特定部 2 3 4 は、ステップ S 4 2 と同様にフレア領域を特定するための処理を実行する。

【 0 1 2 7 】

(S 4 8 : 特定成功 ?)

主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 7 においてフレア領域が特定されたか否かを判定する。主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 3 と同様に、フレア領域が特定されたか否かを判定することができる。

20

【 0 1 2 8 】

フレア領域が特定されたと判定されたとき (S 4 8 : Y)、眼科装置 1 の動作はステップ S 3 9 に移行する。フレア領域が特定されなかったと判定されたとき (S 4 8 : N)、フレア領域除去処理は終了である (エンド) 。

【 0 1 2 9 】

(S 4 9 : フレア領域を解析)

ステップ S 4 8 においてフレア領域が特定されたと判定されたとき (S 4 8 : Y)、主制御部 2 1 1 は、ステップ S 4 8 において特定されたフレア領域を解析部 2 3 1 に解析させる。解析部 2 3 1 (フレア領域特定部 2 3 4) は、相対移動の前後のフレア領域のサイズの変化 (変化量、変化方向) を特定する。解析部 2 3 1 は、上記のようにフレア領域において眼底像の中心位置を中心とする径方向に最も長い部分の長さに基づいて、フレア領域のサイズの変化を特定する。

30

【 0 1 3 0 】

(S 5 0 : フレア領域除去完了 ?)

主制御部 2 1 1 は、相対移動後のフレア領域の除去が完了したか否かを判定する。主制御部 2 1 1 は、解析部 2 3 1 による解析結果により得られたフレア領域のサイズに基づいて、フレア領域の除去が完了したか否かを判定することができる。例えば、主制御部 2 1 1 は、フレア領域のサイズが所定の閾値以下になったときフレア領域の除去が完了したと判定し、フレア領域のサイズが所定の閾値を超えるとフレア領域の除去が完了していないと判定する。

40

【 0 1 3 1 】

フレア領域の除去が完了したと判定されたとき (S 5 0 : Y)、フレア領域除去処理は終了である (エンド)。フレア領域の除去が完了していないと判定されたとき (S 5 0 : N)、眼科装置 1 の動作はステップ S 5 1 に移行する。

【 0 1 3 2 】

(S 4 1 : 相対移動方向を特定)

フレア領域除去が完了していないと判定されたとき (S 5 0 : N)、主制御部 2 1 1 は、移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動方向を移動方向特定部 2 3 5 A に特定させる。移動方向特定部 2 3 5 A は、図 5 A 及び図 5 B に示すように、ステップ S

50

4 6 において取得された眼底像の中心位置とステップ S 4 7 において特定されたフレア領域の重心位置とに基づいて、式 (1) に示すように 2 回目以降の相対移動用の相対移動方向を特定する。

【 0 1 3 3 】

(S 5 2 : 相対移動量を特定)

続いて、主制御部 2 1 1 は、移動機構 1 5 0 による被検眼 E に対する光学系の相対移動量を移動量特定部 2 3 5 B に特定させる。移動量特定部 2 3 5 B は、上記のように 2 回目以降の相対移動用の相対移動量 $M 1$ (= $D a / D \prime$) を特定し、式 (9) 及び式 (1 0) に示すように x 方向の相対移動量 [$M 1 x$] (又は [$M 1 x$] + 1) と、y 方向の相対移動量 [$M 1 y$] (又は [$M 1 y$] + 1) とに対応した移動制御情報を出力する。

10

【 0 1 3 4 】

(S 5 3 : 相対移動)

主制御部 2 1 1 は、ステップ S 5 2 において出力された移動制御情報に基づいて移動機構 1 5 0 を制御することにより、被検眼 E に対して光学系を相対移動する。眼科装置 1 の動作はステップ S 4 6 に移行する。

【 0 1 3 5 】

上記の実施形態では、OCT 計測を開始する前にフレア領域除去処理を行う場合について説明したが、実施形態に係る構成はこれに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、カラーの眼底撮影や周辺撮影の前に実施形態に係るフレア領域除去処理を行う。

【 0 1 3 6 】

上記の実施形態では、フレア領域が除去されたと判定されるまで図 8 のステップ S 5 1 ~ ステップ S 5 3 が繰り返し実行される場合について説明したが、実施形態に係る構成はこれに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、事前に設定された指定回数 (所定回数) だけ図 8 のステップ S 5 1 ~ ステップ S 5 3 が繰り返し実行される。

20

【 0 1 3 7 】

いくつかの実施形態では、OCT 計測を開始する前に自動でフレア領域除去処理を行う場合について説明したが、実施形態に係る構成はこれに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、フレア領域除去処理を自動で実行する第 1 動作モードや、フレア領域除去処理を手動で実行する第 2 動作モードを事前に設定可能である。第 1 動作モードでは、上記の実施形態のように OCT 計測を開始する前にフレア領域除去処理が自動で実行される。第 2 動作モードでは、ユーザーインターフェイス 2 4 0 に対する操作を受けてフレア領域除去処理が実行される。

30

【 0 1 3 8 】

いくつかの実施形態では、第 1 動作モード又は第 2 動作モードを切り替えるための操作ボタンが操作部 2 4 0 B に設けられる。それにより、オート撮影時に第 1 動作モードと第 2 動作モードとの切り替えが可能になる。

【 0 1 3 9 】

いくつかの実施形態では、フレア領域除去処理の実行を指示するための操作ボタンが操作部 2 4 0 B に設けられる。それにより、マニュアル撮影時に当該操作ボタンに対して操作を行うことによりユーザーが所望のタイミングでフレア領域除去処理を実行することができる。

40

【 0 1 4 0 】

上記の実施形態では、フレア領域を除去するために、移動機構 1 5 0 が被検眼 E に対して光学系を移動させる場合について説明したが、実施形態に係る構成はこれに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、移動機構 1 5 0 は、顎受け等の被検者の顔を支持する部材を移動する。

【 0 1 4 1 】

上記の実施形態では、撮影光学系 3 0 を用いて被検眼 E の眼底像を取得する場合について説明したが、実施形態に係る構成はこれに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、眼底 E f の画像は、OCT ユニット 1 0 0 を用いた OCT スキャンにより取得され

50

たデータに基づいて形成された眼底 E f の正面画像である。眼底 E f の正面画像には、C スキャン画像、シャドウグラム、又はプロジェクション画像などがある。また、眼科装置 1 が S L O 光学系を備えている場合、眼底 E f の画像は、S L O 光学系を用いて取得された眼底の正面画像であってよい。

【 0 1 4 2 】

いくつかの実施形態では、図 7 のステップ S 1 における粗アライメント実行後に、ステップ S 4 のフレア領域除去処理が実行される。

【 0 1 4 3 】

作用・効果

実施形態に係る眼科装置の作用及び効果について説明する。

10

【 0 1 4 4 】

いくつかの実施形態に係る眼科装置 (1) は、データ取得部 (撮影光学系 3 0 、 O C T ユニット 1 0 0 から対物レンズ 2 2 までの光学系、又は眼底カメラユニット 2 に搭載される光学系) と、移動機構 (1 5 0) と、画像取得部 (撮影光学系 3 0 、又は O C T ユニット 1 0 0 から対物レンズ 2 2 までの光学系) と、解析部 (2 3 1) と、制御部 (2 1 0 、主制御部 2 1 1) とを含む。データ取得部は、被検眼 (E) の眼底 (E f) のデータを光学的に取得する。移動機構は、被検眼とデータ取得部との相対位置を変更する。画像取得部は、眼底の画像を取得する。解析部は、画像におけるフレア領域と当該画像における基準位置とに基づいて被検眼に対するデータ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する。制御部は、相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方に基づいて移動機構を制御する。

20

【 0 1 4 5 】

このような構成では、被検眼の眼底の画像におけるフレア領域と当該画像における基準位置とに基づいて相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方が特定され、移動機構を制御することにより被検眼に対するデータ取得部の相対位置が変更される。それにより、斜位等のために被検眼が斜めを向いている場合、角膜等の疾患のために角膜が歪んでいる場合、又は被検眼が小瞳孔である場合だけではなく、アライメント誤差や光学素子の配置等に起因したフレアを高精度に、且つ迅速に除去することが可能になる。なお、データ処理部は、画像取得部を含んでもよい。

【 0 1 4 6 】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、解析部は、移動機構による相対移動後においてフレア領域と基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、相対移動の前後におけるフレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定する。制御部は、相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ被検眼に対してデータ取得部を相対移動するように移動機構を制御した後、新たな相対移動方向及び新たな相対移動量に基づいて移動機構を制御する。

30

【 0 1 4 7 】

このような構成によれば、相対移動の前後におけるフレア領域の変化に基づいて相対移動方向及び相対移動量を特定するようにしたので、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、フレアを確実に除去することができる。

40

【 0 1 4 8 】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、解析部は、フレア領域の変化に基づいて相対移動後のフレア領域が除去されるように新たな相対移動量を特定する。

【 0 1 4 9 】

このような構成によれば、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、フレアを迅速に、且つ確実に除去することができる。

【 0 1 5 0 】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、解析部は、新たな相対移動方向と逆方向にフレア領域が増大しないように新たな相対移動量を特定する。

【 0 1 5 1 】

50

このような構成によれば、相対移動により、移動方向と逆方向に現れるフレア領域の増大を抑えつつ、フレアを除去することができるようになる。

【0152】

いくつかの実施形態に係る眼科装置は、解析部による新たな相対移動方向及び新たな相対移動量の特定と、制御部による新たな相対移動方向及び新たな相対移動量に基づく移動機構の制御とを所定回数繰り返す。

【0153】

このような構成によれば、相対移動方向及び相対移動量の特定と、相対移動とを所定回数だけ繰り返すようにしたので、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、フレアを迅速に、且つ確実に低減することができる。

10

【0154】

いくつかの実施形態に係る眼科装置は、フレア領域のサイズが閾値以下になるまで、解析部による新たな相対移動方向及び新たな相対移動量の特定と、制御部による新たな相対移動方向及び新たな相対移動量に基づく移動機構の制御とを繰り返す。

【0155】

このような構成によれば、相対移動方向及び相対移動量の特定と、相対移動とを、フレア領域のサイズが閾値以下になるまで繰り返すようにしたので、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、フレアを確実に低減することができる。

【0156】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、解析部は、基準位置を中心とするフレア領域の径方向の長さや基準位置とに基づいて相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する。

20

【0157】

このような構成によれば、眼底の画像の基準位置を中心とするフレア領域の径方向の長さを用いてフレア領域のサイズを評価するようにしたので、簡素な処理でフレア領域を除去することができるようになる。

【0158】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、基準位置は、画像の中心位置であり、解析部は、中心位置からフレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて相対移動方向を特定する。

【0159】

このような構成によれば、簡素な処理で相対移動方向を特定することができるようになる。

30

【0160】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、代表位置は、フレア領域の重心位置である。

【0161】

このような構成によれば、簡素な処理で相対移動方向を特定することができるようになる。

【0162】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、データ取得部は、眼底のデータを取得するための光学系を含み、移動機構は、光学系の光軸に交差する方向（x方向、y方向）に被検眼とデータ取得部との相対位置を変更する。

【0163】

このような構成によれば、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、眼底の画像の周縁部に描出されるフレア領域を除去することができる。

40

【0164】

いくつかの実施形態に係る眼科装置では、制御部は、被検眼の特徴部位（瞳孔中心位置）に基づいて被検眼に対するデータ取得部のアライメントを実行後に、相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方に基づいて移動機構を制御する。

【0165】

このような構成によれば、アライメントを実行後にフレア領域除去を行うようにしたので、迅速にフレア領域を除去して被検眼の高精度なデータ取得を行うことが可能になる。

【0166】

50

いくつかの実施形態は、被検眼（E）の眼底（Ef）のデータを光学的に取得するデータ取得部（撮影光学系30、OCTユニット100から対物レンズ22までの光学系、又は眼底カメラユニット2に搭載される光学系）と、被検眼とデータ取得部との相対位置を変更する移動機構（150）と、移動機構を制御する制御部（210、主制御部211）とを含む眼科装置（1）の制御方法である。眼科装置の制御方法は、取得ステップと、解析ステップと、制御ステップとを含む。取得ステップは、眼底の画像を取得する。解析ステップは、画像におけるフレア領域と画像における基準位置とに基づいて被検眼に対するデータ取得部の相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方を特定する。制御ステップは、相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方に基づいて移動機構を制御する。

【0167】

このような構成では、被検眼の眼底の画像におけるフレア領域と当該画像における基準位置とに基づいて相対移動方向及び相対移動量の少なくとも一方が特定され、移動機構を制御することにより被検眼に対するデータ取得部の相対位置が変更される。それにより、斜位等のために被検眼が斜めを向いている場合、角膜等の疾患のために角膜が歪んでいる場合、又は被検眼が小瞳孔である場合だけではなく、アライメント誤差や光学素子の配置等に起因したフレアを高精度に、且つ迅速に除去することが可能になる。

【0168】

いくつかの実施形態に係る眼科装置の制御方法では、解析ステップは、移動機構による相対移動後においてフレア領域と基準位置とに基づいて新たな相対移動方向を特定し、相対移動の前後におけるフレア領域の変化に対応した新たな相対移動量を特定する。制御ステップは、相対移動前に特定された相対移動方向に既定量だけ被検眼に対してデータ取得部を相対移動するように移動機構を制御した後、新たな相対移動方向及び新たな相対移動量に基づいて移動機構を制御する。

【0169】

このような構成によれば、相対移動の前後におけるフレア領域の変化に基づいて相対移動方向及び相対移動量を特定するようにしたので、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、フレアを確実に除去することができる。

【0170】

いくつかの実施形態に係る眼科装置の制御方法では、基準位置は、画像の中心位置であり、解析ステップは、中心位置からフレア領域の代表位置に向かう方向に基づいて相対移動方向を特定する。

【0171】

このような構成によれば、簡素な処理で相対移動方向を特定することができるようになる。

【0172】

いくつかの実施形態に係る眼科装置の制御方法では、代表位置は、フレア領域の重心位置である。

【0173】

このような構成によれば、簡素な処理で相対移動方向を特定することができるようになる。

【0174】

いくつかの実施形態に係る眼科装置の制御方法では、データ取得部は、眼底のデータを取得するための光学系を含み、移動機構は、光学系の光軸に交差する方向（x方向、y方向）に被検眼とデータ取得部との相対位置を変更する。

【0175】

このような構成によれば、被検眼の状態や装置光学系の状態にかかわらず、眼底の画像の周縁部に描出されるフレア領域を除去することができる。

【0176】

いくつかの実施形態に係る眼科装置の制御方法では、被検眼の特徴部位に基づいて被検眼に対するデータ取得部のアライメントを実行する位置合わせステップを含み、制御ステップは、位置合わせステップ後に実行される。

【0177】

10

20

30

40

50

このような構成によれば、アライメントを実行後にフレア領域除去を行うようにしたので、迅速にフレア領域を除去して被検眼の高精度なデータ取得を行うことが可能になる。

【0178】

以上に説明した実施形態はこの発明の一例に過ぎない。この発明を実施しようとする者は、この発明の要旨の範囲内における変形（省略、置換、付加等）を任意に施すことが可能である。

【0179】

いくつかの実施形態では、眼科装置の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムが記憶部212に保存される。このようなプログラムを、コンピュータによって読み取り可能な任意の記録媒体に記憶させてもよい。記録媒体は、磁気、光、光磁気、半導体などを利用した電子媒体であってよい。典型的には、記録媒体は、磁気テープ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリ、ソリッドステートドライブなどである。

10

【符号の説明】

【0180】

- 1 眼科装置
- 2 眼底カメラユニット
- 30 撮影光学系
- 100 OCTユニット
- 150 移動機構
- 210 制御部
- 211 主制御部
- 211B フレア除去制御部
- 230 データ処理部
- 231 解析部
- 234 フレア領域特定部
- 235 移動制御情報特定部
- 235A 移動方向特定部
- 235B 移動量特定部
- 240 ユーザーインターフェイス

20

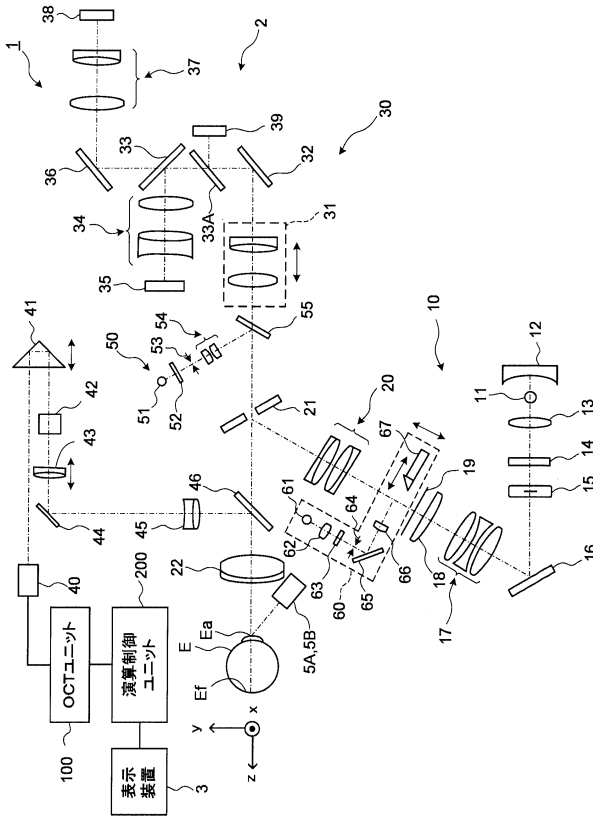
30

40

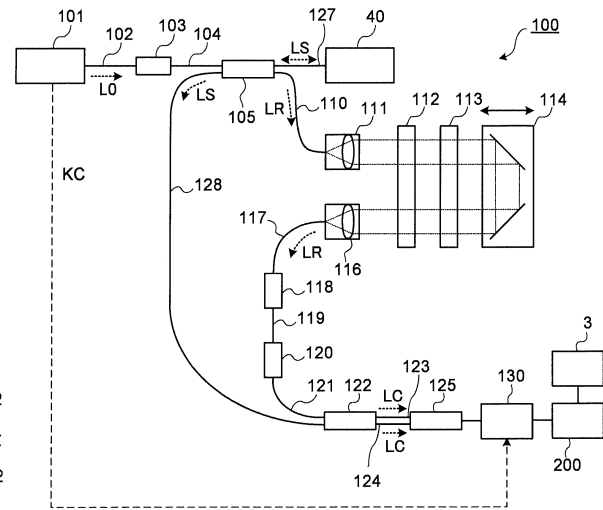
50

【図面】

【図 1】



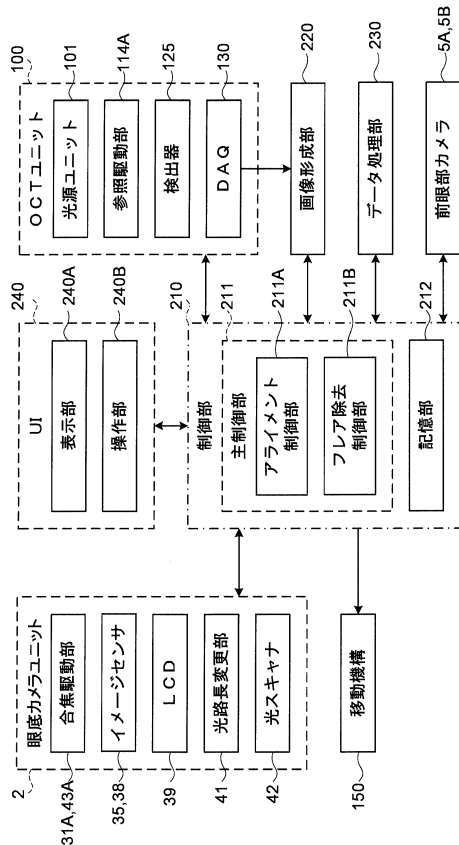
【図 2】



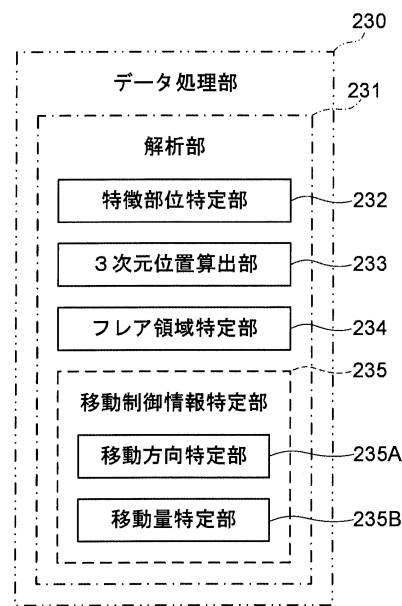
10

20

【図 3】



【図 4】

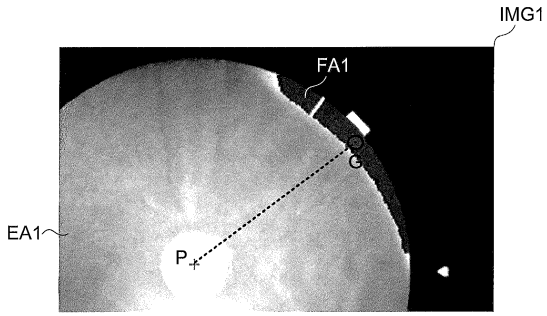


30

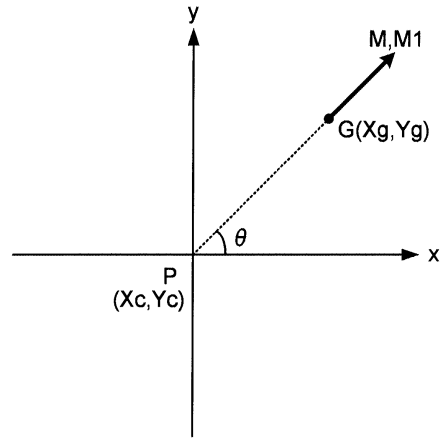
40

50

【 図 5 A 】

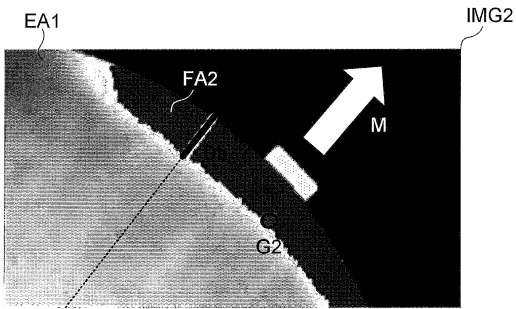


【 図 5 B 】

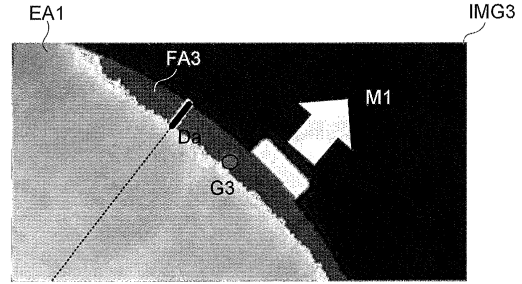


10

【 図 6 A 】



【 図 6 B 】



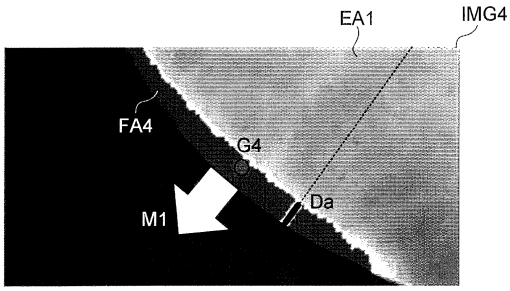
20

30

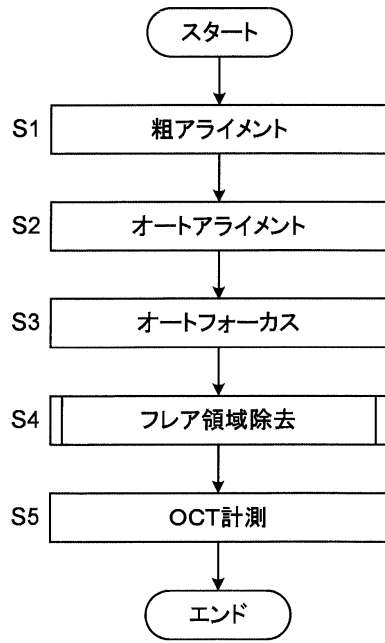
40

50

【 図 6 C 】



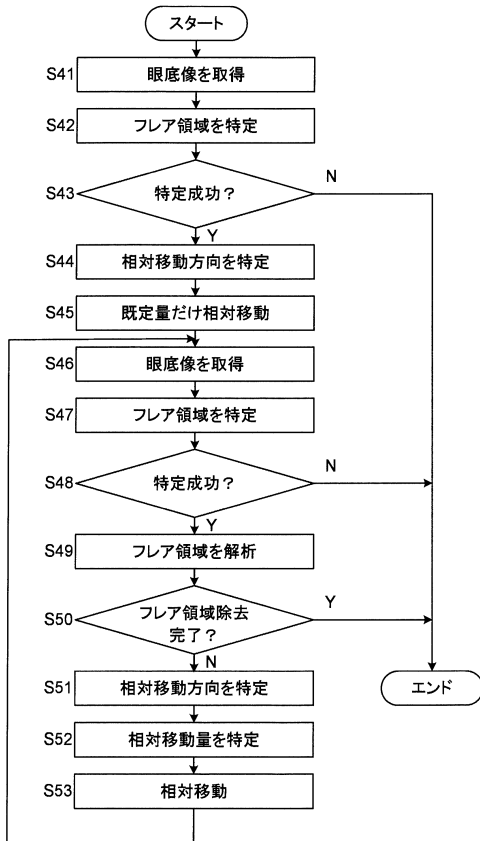
【 図 7 】



10

20

【 図 8 】



30

40

50

フロントページの続き

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