(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第6611593号
(P6611593)
(45)発行日 令和1年11月27日(2019.11.27)　(24)登録日 令和1年11月8日(2019.11.8)

(51)Int.Cl.　F I
A61B 3/10 (2006.01)　Ａ６１Ｂ 3/10 ３００
A61B 3/15 (2006.01)　Ａ６１Ｂ 3/15

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21)出願番号 特願2015-250026(P2015-250026)
(22)出願日 平成27年12月22日(2015.12.22)
(65)公開番号 特開2016-202880(P2016-202880A)
(43)公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)
審査請求日 平成30年11月22日(2018.11.22)
(31)優先権主張番号 特願2015-88679(P2015-88679)
(32)優先日 平成27年4月23日(2015.4.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)

(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 100090273
弁理士 國分 孝悦
(72)発明者 今村 裕之
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 冨永 昌彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】情報処理装置、情報処理方法、及び、プログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
測定光を照射された被検眼からの戻り光に基づいて撮影対象の共焦点信号および非共焦点信号を取得する取得手段と、
前記測定光の光軸方向に前記測定光の合焦位置を調整する調整手段と、
前記共焦点信号および前記非共焦点信号に基づいて、前記被検眼の合焦位置を特定する特定手段と、
を有し、
前記特定手段は、前記共焦点信号に基づいて前記測定光の概略の合焦位置を特定した後、前記非共焦点信号に基づいて前記測定光の詳細な合焦位置を特定することを特徴とする情報処理装置。
【請求項２】
前記特定手段は、前記被検眼の網膜内層における血管または前記被検眼の網膜における血管の合焦位置を特定することを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。
【請求項３】
前記特定手段は、前記被検眼の、視細胞欠損が生じている網膜外層の合焦位置を特定することを特徴とする請求項１に記載の情報処理装置。
【請求項４】
前記特定手段は、前記共焦点信号および前記被検眼に係る正常値データに基づいて前記被検眼の概略の合焦位置を特定した上で、前記非共焦点信号に基づいて前記被検眼の詳細

な合焦位置を特定することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項５】
前記特定手段によって過去に特定された合焦位置を保存する保存手段を更に有し、
前記特定手段は、前記保存手段に保存されている合焦位置に基づいて前記被検眼の概略の合焦位置を特定した上で、前記非共焦点信号に基づいて前記被検眼の詳細な合焦位置を特定することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項６】
前記特定手段によって特定された、前記被検眼の各画像取得位置における合焦位置を保存する保存手段を更に有し、
前記特定手段は、処理対象の画像取得位置における合焦位置を特定することが難しい場合に、前記保存手段によって保存されている合焦位置であって当該処理対象の画像取得位置に対して近傍に位置する画像取得位置における合焦位置に基づいて、当該処理対象の画像取得位置における合焦位置を特定することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項７】
前記特定手段は、前記取得手段が取得した信号の値もしくは撮像部位に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定し、当該判定が要の場合には詳細な合焦処理に用いる信号の種類を特定して当該特定した種類の信号に基づき前記被検眼の合焦位置を特定することを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項８】
合焦位置の特定に用いる信号の種類を指示する指示手段を更に有し、
前記特定手段は、前記指示手段が指示した種類の信号に基づいて前記被検眼の合焦位置を特定することを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項９】
前記共焦点信号および前記非共焦点信号は、略同時に取得されたものであることを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１０】
前記取得手段は、前記被検眼を撮像する撮像装置において前記被検眼からの光を受光する光センサの付近に設けられた開口部の位置および形状のうちの少なくとも一方を調節することにより得られた前記共焦点信号および前記非共焦点信号を取得することを特徴とする請求項１乃至９のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１１】
測定光を照射された被検眼からの戻り光に基づいて撮影対象の共焦点信号および非共焦点信号を取得する取得ステップと、
前記測定光の光軸方向に前記測定光の合焦位置を調整する調整ステップと、
前記共焦点信号および前記非共焦点信号に基づいて、前記被検眼の合焦位置を特定する特定ステップと、
を有し、
前記特定ステップは、前記共焦点信号に基づいて前記測定光の概略の合焦位置を特定した後、前記非共焦点信号に基づいて前記測定光の詳細な合焦位置を特定することを特徴とする情報処理方法。
【請求項１２】
コンピュータを、請求項１乃至１０のいずれか１項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、眼科診療に用いられる情報処理装置及び情報処理方法、並びに、当該情報処理装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムに関する。

【背景技術】
【０００２】
　生活習慣病や失明原因の上位を占める疾病の早期診療を目的として、眼部の検査が広く行われている。共焦点レーザー顕微鏡の原理を利用した眼科装置である走査型レーザー検眼鏡（Ｓｃａｎｎｉｎｇ　Ｌａｓｅｒ　Ｏｐｈｔｈａｌｍｏｓｃｏｐｅ：ＳＬＯ）は、測定光であるレーザーを被検眼の眼底に対してラスタースキャンし、その戻り光の強度から平面画像を高分解能かつ高速に得る装置である。この装置では、例えば開口部（ピンホール）内を通過した光のみを検出することで、特定の深度位置の戻り光のみを画像化でき、一般的な眼底カメラ等に比べてコントラストの高い平面画像を取得できる。以下、このような平面画像を撮像する装置を「ＳＬＯ装置」、当該平面画像を「ＳＬＯ画像」と記す。
【０００３】
　近年、ＳＬＯ装置において、測定光のビーム径を大きくすることにより、横分解能を向上させた網膜のＳＬＯ画像を取得することが可能になってきた。しかしながら、測定光のビーム径の大径化に伴い、網膜のＳＬＯ画像の取得において、被検眼の収差によるＳＬＯ画像のＳ／Ｎ（ＳＮ比）及び分解能の低下が問題になってきた。
【０００４】
　この問題を解決するために、被検眼の収差を波面センサでリアルタイムに測定し、被検眼において発生する測定光やその戻り光の収差を波面補正デバイスで補正する補償光学系を有するＳＬＯ装置である補償光学ＳＬＯ装置が開発された。
【０００５】
　この補償光学ＳＬＯ装置は、高横分解能なＳＬＯ画像の取得を可能にしている。また、補償光学ＳＬＯ装置は、このような高横分解能なＳＬＯ画像を動画像として取得することができ、例えば血流動態を非侵襲に観察するために、各フレームから網膜血管を抽出した上で毛細血管における血球の移動速度等を計測できる。また、視細胞を観察する場合には、合焦位置を網膜外層付近に設定してＳＬＯ画像を撮影する。
【０００６】
　また、ＳＬＯ画像を用いて被検眼の視機能との関連を評価するために、図６（ｂ）に示す視細胞Ｐを検出した上で、視細胞Ｐの密度分布や配列の計測が行われている。図６（ｂ）には、高横分解能なＳＬＯ画像の一例が示されている。この図６（ｂ）に示すＳＬＯ画像からは、視細胞Ｐや、毛細血管の位置に対応する低輝度領域Ｑ、白血球の位置に対応する高輝度領域Ｗが観察できる。視細胞Ｐを観察する場合には、合焦位置を網膜外層（図６（ａ）のＢ５）付近に設定して、図６（ｂ）のようなＳＬＯ画像を撮影する。一方、網膜内層（図６（ａ）のＢ２～Ｂ４）には、網膜血管や分岐した毛細血管が走行している。そして、合焦位置を網膜内層に設定して補償光学ＳＬＯ装置によりＳＬＯ画像を取得すると、例えば網膜血管に関する微細構造である網膜血管壁を直接観察することができる。
【０００７】
　しかしながら、ＳＬＯ画像において、網膜内層を撮影した共焦点画像では、神経線維層から反射する光の影響でノイズ信号が強く、血管壁の観察や壁境界の検出が難しい場合があった。そこで、近年では、例えば光センサの手前に設けたピンホールの径や形状、位置を変えることにより散乱光を取得して得られた非共焦点画像を観察する方法が用いられるようになってきている（例えば、下記の非特許文献１参照）。ＳＬＯ画像において、非共焦点画像ではフォーカス深度が大きいために血管のように深度方向に凹凸のある物体の観察がしやすく、また神経線維層からの反射光を直接受光し難くなるため、ノイズが低減される。
【０００８】
　また、網膜外層の視細胞を観察する場合でも、これまで共焦点画像では主に視細胞の外節が画像化されていたのに対し、非共焦点画像では視細胞の内節の凹凸が画像化されることがわかってきている（例えば、下記の非特許文献２参照）。初期障害で外節は欠損しているものの内節は生存している視細胞が存在する領域については、共焦点画像では黒く欠損する（図６（ｇ））のに対して、非共焦点画像では高輝度な粒状の物体が存在する領域

として観察できる（図６（ｈ））。

【０００９】

　これまで、補償光学ＳＬＯ装置を用いて網膜血管の非共焦点画像を取得する技術が非特許文献１に開示され、また、補償光学ＳＬＯ装置を用いて共焦点画像と非共焦点画像を同時に取得する技術が非特許文献２に開示されている。さらに、プレパラート内の検体を顕微鏡で撮影する場合に、第１の光学系よりも被写界深度が深い第２の光学系を通して得られた像をもとにして第１の光学系に含まれる対物レンズの暫定合焦位置を算出し、暫定合焦位置と第１の光学系を通して得られた像をもとにして前記対物レンズの合焦位置を探索する技術が特許文献１に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】特開２０１４－１７８４７４号公報

【非特許文献】

【００１１】

【非特許文献１】Sulai, Dubra et al.;"Visualization of retinal vascular structure and perfusion with a nonconfocal adaptive optics scanning light ophthalmoscope", J. Opt. Soc. Am. A, Vol.31, No.3, pp.569-579, 2014.

【非特許文献２】Scoles, Dubra et al.; "In vivo Imaging of Human Cone Photoreceptor Inner Segment", IOVS, Vol.55, No.7, pp.4244-4251, 2014.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

　被検眼の共焦点画像を含む複数種類の画像を取得するＳＬＯ装置においては、共焦点画像のみに基づいて被検眼の合焦位置を決定するのが一般的である。しかしながら、例えば、共焦点画像のみに基づいて網膜血管（或いは視細胞欠損が生じている網膜外層（共焦点画像では低輝度領域））に合焦しようとすると、神経線維層からの反射光によるノイズが多い（或いは視細胞層からの反射光が少ない）ため、最適な合焦位置の決定が難しいという課題があった。

【００１３】

　この点、上述した非特許文献１、非特許文献２及び特許文献１に開示されている技術は、上述した課題を解決するものではなかった。即ち、従来の技術では、被検眼の網膜血管や視細胞欠損が生じている網膜外層のように、共焦点画像（上位概念で言えば共焦点信号）では合焦が難しい撮影対象については、ロバスト且つ高精度に合焦を行うことが困難であるという問題があった。

【００１４】

　本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、被検眼の各撮影対象においてロバスト且つ高精度に合焦を行える仕組み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】

【００１５】

　本発明の情報処理装置は、測定光を照射された被検眼からの戻り光に基づいて撮影対象の共焦点信号および非共焦点信号を取得する取得手段と、前記測定光の光軸方向に前記測定光の合焦位置を調整する調整手段と、前記共焦点信号および前記非共焦点信号に基づいて、前記被検眼の合焦位置を特定する特定手段と、を有し、前記特定手段は、前記共焦点信号に基づいて前記測定光の概略の合焦位置を特定した後、前記非共焦点信号に基づいて前記測定光の詳細な合焦位置を特定する。

　また、本発明は、上述した情報処理装置による情報処理方法、及び、上述した情報処理装置の各手段としてコンピュータを機能させるためのプログラムを含む。

【発明の効果】

【００１６】

本発明によれば、被検眼の各撮影対象においてロバスト且つ高精度に合焦を行うことが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【００１７】
【図１－１】本発明の第１の実施形態に係る情報処理装置を含む情報処理システムの概略構成の一例を示す図である。
【図１－２】本発明の第３の実施形態に係る情報処理装置を含む情報処理システムの概略構成の一例を示す図である。
【図２】本発明の第１の実施形態を示し、図１－１に示す情報処理装置の機能構成の一例を示すブロック図である。
【図３－１】図１に示すＳＬＯ画像撮像装置の概略構成の一例を示す図である。
【図３－２】図３－１に示す受光部の概略構成の一例を示す図である。
【図４】本発明の実施形態を示し、図１－１に示す情報処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。
【図５－１】本発明の第１の実施形態に係る情報処理装置による情報処理方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図５－２】本発明の第２の実施形態を示し、図５－１（ａ）のステップＳ５１０における詳細な処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図６】本発明の実施形態を説明するために用いる被検眼の画像を示す図である。
【図７】本発明の第３の実施形態を示し、図１－２に示す情報処理装置の機能構成の一例を示すブロック図である。
【図８】本発明の第３の実施形態に係る情報処理装置による情報処理方法の処理手順の一例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】
【００１８】
以下、添付図面に従って、本発明に係る情報処理装置及び情報処理方法、並びに、プログラムの好ましい実施形態について説明する。
【００１９】
［第１の実施形態］
本実施形態に係る情報処理装置は、収差補正時に共焦点信号を用いて合焦した位置に所定の網膜形状に関する正常値を加算して概略の合焦位置を特定した上で、少なくとも非共焦点信号に基づいて網膜血管等に対する正確で詳細な合焦位置を特定するものである。ここで、以下の説明においては、共焦点信号とは、共焦点画像を含む、共焦点画像の上位概念に相当するものであり、共焦点画像のように２次元の情報に限らず、例えば１次元の情報であってもよい。同様に、非共焦点信号とは、非共焦点画像を含む、非共焦点画像の上位概念に相当するものであり、非共焦点画像のように２次元の情報に限らず、例えば１次元の情報であってもよい。
【００２０】
なお、網膜内層の血管に対して詳細な合焦位置を特定するのに共焦点信号でなく非共焦点信号を用いるのが望ましい理由としては、非共焦点信号の方が神経線維層からの反射光によるノイズの影響を受けにくく、最適な合焦位置を決定しやすいためである。
以下の本実施形態の説明では、被検眼の共焦点信号と非共焦点信号を略同時に得る装置を用いて被検眼の網膜血管等を撮影する場合に、収差補正時の合焦位置に視細胞と網膜血管との距離に関する正常値を加算することによって概略の合焦位置を特定し、当該概略の合焦位置と非共焦点信号によって網膜血管等に対する正確で詳細な合焦位置を特定する場合について説明する。
【００２１】
（情報処理システムの概略構成）
図１－１は、本発明の第１の実施形態に係る情報処理装置１００を含む情報処理システム１０－１の概略構成の一例を示す図である。情報処理システム１０－１は、図１－１に

示すように、情報処理装置１００、ＳＬＯ画像撮像装置２００、ＬＡＮ（ローカル・エリア・ネットワーク）３００、データサーバ４００、及び、時相データ取得装置５００を有して構成されている。

【００２２】

情報処理装置１００は、図１－１に示すように、ＳＬＯ画像撮像装置２００やデータサーバ４００、時相データ取得装置５００と、ＬＡＮ３００を介して、通信可能に接続されている。なお、情報処理装置１００と、ＳＬＯ画像撮像装置２００やデータサーバ４００、時相データ取得装置５００との接続は、インターネット等の外部ネットワークを介して接続される構成であってもよいし、情報処理装置１００と直接接続される構成であってもよい。

【００２３】

ＳＬＯ画像撮像装置２００は、被検眼の広画角画像Ｄｌや、当該広画角画像よりも高倍率の画像である共焦点画像Ｄｃと非共焦点画像Ｄｎ等を撮像する装置である。ＳＬＯ画像撮像装置２００は、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃ及び非共焦点画像Ｄｎ、更には、その撮影時に用いた固視標位置Ｆｌ，Ｆｃｎの情報を、情報処理装置１００及びデータサーバ４００に送信する。

【００２４】

時相データ取得装置５００は、被検者の自律的に変化する生体信号データ（時相データ）を取得する装置であり、例えば脈波計もしくは心電計等からなる。時相データ取得装置５００は、検者による操作に応じ、上述した広画角画像Ｄｌや共焦点画像Ｄｃ、非共焦点画像Ｄｎの取得と同時に時相データＰｉを取得する。そして、時相データ取得装置５００は、取得した時相データＰｉを、情報処理装置１００及びデータサーバ４００に送信する。なお、時相データ取得装置５００は、ＳＬＯ画像撮像装置２００に直接接続される構成であってもよい。

【００２５】

なお、以下の説明では、上述した広画角画像Ｄｌや共焦点画像Ｄｃ、非共焦点画像Ｄｎの各画像を異なる撮影位置で取得する場合には、広画角画像Ｄｌｉ、共焦点画像Ｄｃｊ、非共焦点画像Ｄｎｋのように記載する。即ち、ｉ、ｊ、ｋは、各々撮影位置番号を示す変数であり、ｉ＝１，２，…，ｉｍａｘ、ｊ＝１，２，…，ｊｍａｘ、ｋ＝１，２，…，ｋｍａｘとする。また、共焦点画像Ｄｃや非共焦点画像Ｄｎを異なる倍率で取得する場合には、最も倍率の高い画像から順に、共焦点画像Ｄｃの場合にはＤｃ１ｍ，Ｄｃ２ｏ，…、非共焦点画像Ｄｎの場合にはＤｎ１ｍ，Ｄｎ２ｏ，…、のように記載する。ここで、共焦点画像Ｄｃ１ｍを高倍率共焦点画像、共焦点画像Ｄｃ２ｏ，…を中間倍率共焦点画像と記載する。同様に、非共焦点画像Ｄｎ１ｍを高倍率非共焦点画像、非共焦点画像Ｄｎ２ｏ，…を中間倍率非共焦点画像と記載する。

【００２６】

データサーバ４００は、被検眼の広画角画像Ｄｌや共焦点画像Ｄｃ、非共焦点画像Ｄｎ、及び、その撮影時に用いた固視標位置Ｆｌ，Ｆｃｎや合焦位置のような撮像条件データ、時相データＰｉ、被検眼の画像特徴に関する正常値データ等を保持する。ここで、本実施形態では、被検眼の画像特徴に関する正常値データとして、被検眼の眼底上の各位置における視細胞Ｐと網膜血管との間の距離の正常値を適用する。また、データサーバ４００は、情報処理装置１００からの要求に応じて、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃ、非共焦点画像Ｄｎ、時相データＰｉ、固視標位置Ｆｌ，Ｆｃｎや合焦位置等の撮像条件データを情報処理装置１００に送信する。

【００２７】

ＬＡＮ３００は、情報処理装置１００、ＳＬＯ画像撮像装置２００、データサーバ４００、及び、時相データ取得装置５００を、相互に通信可能に接続する。例えば、ＬＡＮ３００は、光ファイバや、ＵＳＢ、ＩＥＥＥ１３９４等で構成されている。

【００２８】

＜情報処理装置の機能構成＞

図２は、本発明の第１の実施形態を示し、図１－１に示す情報処理装置１００の機能構成の一例を示すブロック図である。ここで、図２においては、第１の実施形態に係る情報処理装置１００を「情報処理装置１００－１」として記載している。

【００２９】

情報処理装置１００－１は、図２に示すように、データ取得部１１０、記憶部１２０、制御部１３０、指示取得部１４０、及び、表示部１５０を有して構成されている。

【００３０】

データ取得部１１０は、例えば、図１－１に示すＳＬＯ画像撮像装置２００、データサーバ４００及び時相データ取得装置５００等から、各種のデータを取得する。また、データ取得部１１０は、図２に示すように、共焦点データ取得部１１１、非共焦点データ取得部１１２、収差データ取得部１１３、及び、時相データ取得部１１４を有して構成されている。このデータ取得部１１０の内部構成については、図５－１のフローチャートの説明とともに後述する。

【００３１】

記憶部１２０は、各種のデータや各種の情報等を記憶する。

【００３２】

制御部１３０は、情報処理装置１００－１における動作を統括的に制御する。また、制御部１３０は、図２に示すように、収差補正部１３１、合焦位置特定部１３２、電動ステージ駆動部１３３、演算部１３４、及び、表示制御部１３５を有して構成されている。この制御部１３０の内部構成については、図５－１のフローチャートの説明とともに後述する。

【００３３】

指示取得部１４０は、例えば検者から入力された指示を取得し、これを制御部１３０に出力する。

【００３４】

表示部１５０は、制御部１３０（具体的には表示制御部１３５）の制御に基づいて、各種の画像や各種の情報等を表示する。

【００３５】

＜ＳＬＯ画像撮像装置の概略構成＞

図３－１は、図１に示すＳＬＯ画像撮像装置２００の概略構成の一例を示す図である。図３－１において、図１に示す構成と同様の構成には同じ符号を付している。また、図３－１には、ＳＬＯ画像撮像装置２００に対する情報処理装置１００による駆動制御を司るドライバ部２８０を図示している。

【００３６】

ＳＬＯ画像撮像装置２００は、補償光学ＳＬＯ部２９５、広画角ＳＬＯ部２９６、及び、本体電動ステージ部２９７を有して構成されている。補償光学ＳＬＯ部２９５は、情報処理装置１００の制御に基づいて、被検眼Ｅの高倍率画像である共焦点画像Ｄｃ及び非共焦点画像Ｄｎを取得する。広画角ＳＬＯ部２９６は、情報処理装置１００の制御に基づいて、高倍率画像である共焦点画像Ｄｃ及び非共焦点画像Ｄｎの取得を補助する目的で広画角画像Ｄｌを取得する。本体電動ステージ部２９７は、情報処理装置１００の制御に基づいて、補償光学ＳＬＯ部２９５や広画角ＳＬＯ部２９６を被検眼Ｅに対して電動でアライメントを行う。

【００３７】

≪補償光学ＳＬＯ部≫

以下に、図３－１に示す補償光学ＳＬＯ部２９５について説明する。

【００３８】

ここでは、まず、補償光学ＳＬＯ部２９５の全体について説明する。

光源２０１－１から出射した光は、光カプラー２３１によって参照光２０５と測定光２０６－１とに分割される。測定光２０６－１は、シングルモード光ファイバ２３０－４、空間光変調器２５９、ＸＹスキャナ２１９－１、ダイクロイックミラー２７０－２等を介

して、観察対象（検査対象）である被検眼Ｅに導かれる。また、固視灯表示器２５６からの光束（不図示）は、被検眼Ｅの固視を促す役割を有する。

【００３９】

　また、被検眼Ｅに近いところに、被検眼Ｅの前眼部を観察するための赤外光を発する赤外ＬＥＤから成る前眼部照明光源２４０が配置されている。被検眼Ｅの前眼部を照射した光に基づく虹彩Ｅｉ付近の像が、ダイクロイックミラー２７０－３、レンズ２３５－１６、スプリットプリズム２４１、レンズ２３５－１５を介して、前眼部観察カメラ２４２で撮像される。

【００４０】

　また、測定光２０６－１は、被検眼Ｅによって反射或いは散乱された戻り光２０８となり、光路を逆行し、光カプラー２３１を介して、受光部２３８－１に入射される。受光部２３８－１では、戻り光２０８の光強度を電圧に変換して、その信号を用いて被検眼Ｅの平面画像が構成される。

【００４１】

　図３－１に示す例では、光学系の全体を主にレンズを用いた屈折光学系を用いて構成しているが、レンズの代わりに球面ミラーを用いた反射光学系によって構成することも、本実施形態に適用可能である。また、図３－１に示す例では、収差補正デバイスとして、反射型の空間光変調器２５９を用いたが、透過型の空間光変調器や可変形状ミラーを用いることも適用可能である。

【００４２】

　次いで、光源２０１－１の周辺について説明する。

　光源２０１－１は、例えば、代表的な低コヒーレント光源であるＳＬＤ（Ｓｕｐｅｒ　Ｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｔ　Ｄｉｏｄｅ）である。光源２０１－１から出射される光の波長は８３０ｎｍ程度でバンド幅は５０ｎｍ程度である。ここでは、光源２０１－１として、スペックルノイズの少ないＳＬＯ画像を取得するために低コヒーレント光源を選択している。また、光源２０１－１の種類としては、ここでは、ＳＬＤを選択したが、低コヒーレント光が出射できればよく、例えばＡＳＥ（Ａｍｐｌｉｆｉｅｄ　Ｓｐｏｎｔａｎｅｏｕｓ　Ｅｍｉｓｓｉｏｎ）等を用いることも可能である。また、光源２０１－１から出射された光は、被検眼Ｅを測定することを鑑みると、近赤外光が適する。さらに、光源２０１－１から出射された光の波長は、得られるＳＬＯ画像の横方向の分解能に影響するため、なるべく短波長であることが望ましく、このため、ここでは８３０ｎｍ程度としている。なお、観察対象の測定部位によっては、他の波長を選んでもよい。光源２０１－１から出射された光は、シングルモード光ファイバ２３０－１と光カプラー２３１とを介して、参照光２０５と測定光２０６－１とに、例えば９６：４の割合で分割される。また、光ファイバ２３０－１～２３０－４には、それぞれ、偏光コントローラ２５３－１～２５３－４が設けられている。

【００４３】

　次いで、参照光２０５の光路について説明する。

　光カプラー２３１によって分割された参照光２０５は、光ファイバ２３０－２を介して、光量測定器２６４に入射される。光量測定器２６４は、参照光２０５の光量を測定することで、測定光２０６－１の光量をモニターする用途に用いられる。

【００４４】

　次いで、測定光２０６－１の光路について説明する。

　光カプラー２３１によって分割された測定光２０６－１は、シングルモード光ファイバ２３０－４を介してレンズ２３５－４に導かれ、ビーム径が４ｍｍ程度の平行光になるように調節されている。測定光２０６－１は、ビームスプリッタ２５８－１を通過し、レンズ２３５－５～２３５－６を通過し、空間光変調器２５９に入射する。ここで、空間光変調器２５９は、情報処理装置１００からドライバ部２８０内の空間光変調器駆動ドライバ２８１を介して制御される。続いて、測定光２０６－１は、空間光変調器２５９において変調され、レンズ２３５－７～２３５－８を通過し、ＸＹスキャナ２１９－１のミラーに

入射される。図３－１では簡略化のため、ＸＹスキャナ２１９－１は１つのミラーとして記したが、実際にはＸスキャナとＹスキャナとの２枚のミラーが近接して配置され、眼底Ｅｒ上を光軸に垂直な方向にラスタースキャンするものである。また、測定光２０６－１の中心は、ＸＹスキャナ２１９－１のミラーの回転中心と一致するように調節されている。

【００４５】
　ＸＹスキャナ２１９－１の構成要素であるＸスキャナは、測定光２０６－１を紙面に平行な方向に走査するスキャナであり、ここでは共振型スキャナを用いている。このＸスキャナの駆動周波数は、約７．９ｋＨｚである。また、ＸＹスキャナ２１９－１の構成要素であるＹスキャナは、測定光２０６－１を紙面に垂直な方向に走査するスキャナであり、ここではガルバノスキャナを用いている。このＹスキャナの駆動波形はのこぎり波であり、駆動周波数は約６４Ｈｚ、デューティ比は８１％程度である。このＹスキャナの駆動周波数は、補償光学ＳＬＯ部２９５により撮像される、上述した高倍率画像のフレームレートを決定する重要なパラメータである。ＸＹスキャナ２１９－１は、情報処理装置１００からドライバ部２８０内の光スキャナ駆動ドライバ２８２を介して制御される。

【００４６】
　レンズ２３５－９～２３５－１０は、眼底Ｅｒを走査するための光学系であり、測定光２０６－１を虹彩Ｅｉの付近を支点として、眼底Ｅｒを走査する役割がある。本実施形態では、測定光２０６－１のビーム径を４ｍｍ程度としているが、より高分解能な画像を取得するためにビーム径をより大径化してもよい。また、電動ステージ２１７は、矢印で図示する方向に移動することができ、付随するレンズ２３５－１０の位置を調節することができる。電動ステージ２１７は、情報処理装置１００からドライバ部２８０内の電動ステージ駆動ドライバ２８３を介して制御される。

【００４７】
　レンズ２３５－１０の位置を調節することで、被検眼Ｅの眼底Ｅｒの所定の層に、測定光２０６－１を合焦し観察することが可能になる。また、被検眼Ｅが屈折異常を有している場合にも対応できる。

【００４８】
　続いて、測定光２０６－１が被検眼Ｅに入射すると、眼底Ｅｒからの反射や散乱により戻り光２０８となり、光カプラー２３１に導かれ、シングルモード光ファイバ２３０－３を介して、受光部２３８－１に到達する。受光部２３８－１は、例えば高速・高感度な光センサであるＡＰＤ（Ａｖａｌａｎｃｈｅ　Ｐｈｏｔｏ　Ｄｉｏｄｅ）やＰＭＴ（Ｐｈｏｔｏｍｕｌｔｉｐｌｉｅｒ　Ｔｕｂｅ）を含み構成されている。ここでは、光センサとしてＡＰＤを用いる。

【００４９】
　また、戻り光２０８は、空間光変調器２５９で再び変調される。また、ビームスプリッタ２５８－１において分割される戻り光２０８の一部は、波面センサ２５５に入射され、被検眼Ｅで発生する戻り光２０８の収差が測定される。波面センサ２５５は、情報処理装置１００に電気的に接続されている。

【００５０】
　ここで、虹彩ＥｉとＸＹスキャナ２１９－１と波面センサ２５５と空間光変調器２５９とが光学的に共役になるように、レンズ２３５－５～２３５－１０等が配置されている。そのため、波面センサ２５５は、被検眼Ｅの収差を測定することが可能になっている。また、空間光変調器２５９は、被検眼Ｅの収差を補正することが可能になっている。また、情報処理装置１００は、波面センサ２５５の測定結果により得られた収差に基づいて、空間光変調器２５９をリアルタイムに制御することで、被検眼Ｅで発生する収差を補正し、より高分解能のＳＬＯ画像の取得を可能にしている。なお、レンズ２３５－１０は、球面レンズであるが、被検眼Ｅの収差（屈折異常）によっては、球面レンズの代わりにシリンドリカルレンズを用いてもよい。また、新たなレンズを測定光２０６－１の光路に追加してもよい。また、ここでは、測定光２０６－１を用いて、波面センサ２５５を用いた収差

の測定を行っているが、収差の測定のために他の光源を用いてもよい。また、収差の測定のために他の光路を構成してもよい。例えば、レンズ２３５－１０とダイクロイックミラー２７０－３との間から、別のビームスプリッタを用いて、収差の測定のための光を入射することもできる。

【００５１】

固視灯表示器２５６は、発光型のディスプレイモジュールからなり、表示面（２７ｍｍ四方、１２８画素×１２８画素）をｙｚ平面に有する。ここでは、固視灯表示器２５６として、例えば、液晶、有機ＥＬ、ＬＥＤアレイ等を用いることができる。被検眼Ｅに固視灯表示器２５６からの光束を注視させることで、被検眼Ｅの固視が促される。固視灯表示器２５６の表示面には、任意の点灯位置に十字のパターンが点滅して表示される。固視灯表示器２５６からの光束は、レンズ２３５－１３～２３５－１４、ダイクロイックミラー２７０－２、レンズ２３５－１０等を介して、眼底Ｅｒに導かれる。また、レンズ２３５－１０、２３５－１３及び２３５－１４は、固視灯表示器２５６の表示面と眼底Ｅｒとが光学的に共役になるよう配置される。また、固視灯表示器２５６は、情報処理装置１００からドライバ部２８０内の固視灯駆動ドライバ２８４を介して制御される。

【００５２】

次いで、補償光学ＳＬＯ部２９５の測定系の構成について説明する。

補償光学ＳＬＯ部２９５は、眼底Ｅｒからの戻り光２０８の強度から構成される補償光学ＳＬＯ画像を取得できる。眼底Ｅｒにおいて反射や散乱された光である戻り光２０８は、レンズ２３５－４～２３５－１０、空間光変調器２５９、光カプラー２３１等を介して受光部２３８－１に入射され、光の強度が電圧に変換される。受光部２３８－１で得られた電圧信号は、情報処理装置１００内のＡＤボード４０５においてデジタル値に変換され、情報処理装置１００においてＸＹスキャナ２１９－１の動作や駆動周波数と同期したデータ処理が行われ、ＳＬＯ画像が形成される。ここで、ＡＤボード４０５の取り込み速度は、例えば１５ＭＨｚ程度である。また、ビームスプリッタ２５８－１において分割される戻り光２０８の一部は、波面センサ２５５に入射され、戻り光２０８の収差が測定される。波面センサ２５５は、例えばシャックハルトマン方式の波面センサであり、測定レンジは－１Ｄ～＋１Ｄとなっており、測定レンジが狭く、測定精度が高い仕様となっている。得られた収差は、例えばツェルニケ多項式を用いて表現され、これは被検眼Ｅの収差を示している。ツェルニケ多項式は、チルト（傾き）の項、デフォーカス（ｄｅｆｏｃｕｓ）の項、アスティグマ（非点収差）の項、コマの項、トリフォイルの項等からなる。

【００５３】

次いで、受光部２３８－１の概略構成について説明する。

図３－２（ａ）は、図３－１に示す受光部２３８－１の概略構成の一例を示す図である。図３－２（ａ）において、戻り光２０８は、結像面に配置された遮光部２３８－１－０に入射する。遮光部２３８－１－０に入射した戻り光２０８のうちの一部の光は、遮光部２３８－１－０で反射して光センサ２３８－１－１に入射する。

【００５４】

ここで、図３－２（ａ）に示す遮光部２３８－１－０の説明を行う。

遮光部２３８－１－０は、例えば図３－２（ｄ）に示すように、透過領域２３８－１－５及び２３８－１－６、透過領域２３８－１－５と透過領域２３８－１－６との間の遮光領域、及び、反射領域２３８－１－４を有して形成されている。また、遮光部２３８－１－０は、その中心が、戻り光２０８の光軸中心に位置するように配置される。遮光部２３８－１－０は、戻り光２０８の光軸に対して斜めに配置されたときに、光軸方向から見て円形になるような楕円形状のパターンを持っている。

【００５５】

上述したように、遮光部２３８－１－０に入射した戻り光２０８のうちの一部の光は、遮光部２３８－１－０で反射して光センサ２３８－１－１に入射する。また、遮光部２３８－１－０に入射した戻り光２０８のうち、遮光部２３８－１－０の透過領域２３８－１－５及び２３８－１－６を通過した光は、結像面に配置されたプリズム２３８－１－１１

によって分割され、図３－２（ａ）に示すように、光センサ２３８－１－２及び２３８－１－３へそれぞれ入射する。光センサ２３８－１－２及び２３８－１－３は、それぞれ、ＸＹスキャナ２１９－１の走査方向と同軸上に配置される。

【００５６】

各光センサ２３８－１－１～２３８－１－３で得られた電圧信号は、情報処理装置１００内のＡＤボード４０５においてデジタル値に変換された後に、情報処理装置１００において画像信号に変換される。光センサ２３８－１－１に入射した光に基づいて得られる被検眼Ｅの画像信号は、特定の狭い範囲に焦点を合わせた共焦点画像（上位概念で言えば、共焦点信号）となる。また、光センサ２３８－１－２及び２３８－１－３に入射した光に基づいて得られる被検眼Ｅの画像信号は、広い範囲に焦点を合わせた非共焦点画像（上位概念で言えば、非共焦点信号）となる。

【００５７】

なお、非共焦点信号を得るための光の分割法は、図３－２（ｄ）に示す遮光部を用いた形態に限定されるものではない。例えば、図３－２（ｅ）に示すように、４つの透過領域２３８－１－７、２３８－１－８、２３８－１－９及び２３８－１－１０を有する遮光部を用いて、非共焦点信号を得るための光の４つに分割する形態を適用することも可能である。

【００５８】

また、共焦点信号及び非共焦点信号の受信方法は、図３－２（ａ）に示す形態に限定されるものではない。例えば、受光部２３８－１の内部に１つの光センサを設け、その光センサの手前に開口部（ピンホール）を配置した上で、当該開口部の径や位置や形状を調節することで、光センサにおいて共焦点信号及び非共焦点信号を受信するようにしてもよい。この場合、例えば、図３－２（ｂ）に示すように開口部の径を小さく調節して光センサで共焦点信号を受信し、また、図３－２（ｃ）に示すように開口部の径を大きく調節して光センサで非共焦点信号を受信するようにしてもよい。この際、開口部の径や移動量は、任意に設定することができ、例えば、図３－２（ｂ）では開口部の径を１ＡＤＤ（Ａｉｒｙ　Ｄｉｓｃ　Ｄｉａｍｅｔｅｒ）程度、図３－２（ｃ）では開口部の径を１０ＡＤＤ程度とし、また、移動量を６ＡＤＤ程度に設定する。

【００５９】

本実施形態では、図３－２（ａ）（図３－２（ａ）の遮光部２３８－１－０の構造は図３－２（ｄ））に示す受光部２３８－１を適用するため、非共焦点信号が２種類存在することになる。したがって、一方の非共焦点信号をＲチャンネル画像の意味でＤｎｒ、他方の非共焦点信号をＬチャンネル画像の意味でＤｎｌと記載する。なお、非共焦点画像Ｄｎと記載する場合には、Ｒチャンネルの画像である非共焦点画像Ｄｎｒ及びＬチャンネルの画像である非共焦点画像Ｄｎｌの両方を指すものとする。

【００６０】

≪広画角ＳＬＯ部≫

次に、図３－１に示す広画角ＳＬＯ部２９６について説明する。

【００６１】

広画角ＳＬＯ部２９６は、補償光学系と参照光路を備えないことを除けば、基本的に補償光学ＳＬＯ部２９５と同様の構成となっている。以下の説明においては、上述した補償光学ＳＬＯ部２９５と重複する部分については説明を省略する。

【００６２】

まず、広画角ＳＬＯ部２９６の全体について説明する。

光源２０１－２から出射した光は、レンズ２３５－１１～２３５－１２、ＸＹスキャナ２１９－２、ダイクロイックミラー２７０－１等を介して、観察対象（検査対象）である被検眼Ｅに導かれる。

【００６３】

次いで、光源２０１－２の周辺について説明する。

光源２０１－２は、補償光学ＳＬＯ部２９５の光源２０１－１と同様にＳＬＤである。

光源２０１－２から出射される光の波長は９１０ｎｍ程度でバンド幅は１０ｎｍ程度である。ここでは、補償光学ＳＬＯ部２９５の光路と広画角ＳＬＯ部２９６の光路とをダイクロイックミラー２７０－１を用いて分離するために、光源２０１－１の波長と光源２０１－２の波長とを異ならせている。

【００６４】

次いで、測定光２０６－２の光路について説明する。

光源２０１－２から出射された測定光２０６－２は、レンズ２３５－２、ＸＹスキャナ２１９－２、ダイクロイックミラー２７０－１等を介して、観察対象（検査対象）である被検眼Ｅに導かれる。ここで、ＸＹスキャナ２１９－２の構成要素であるＸスキャナは、測定光２０６－２を紙面に平行な方向に走査するスキャナであり、ここでは共振型スキャナを用いている。このＸスキャナの駆動周波数は、約３．９ｋＨｚである。また、ＸＹスキャナ２１９－２の構成要素であるＹスキャナは、測定光２０６－２を紙面に垂直な方向に走査するスキャナであり、ここではガルバノスキャナを用いている。このＹスキャナの駆動波形はのこぎり波であり、駆動周波数は約３２Ｈｚ、デューティ比は８１％程度である。このＹスキャナの駆動周波数は、広画角ＳＬＯ部２９６により撮像される、上述した広画角画像のフレームレートを決定する重要なパラメータである。ＸＹスキャナ２１９－２は、情報処理装置１００からドライバ部２８０内の光スキャナ駆動ドライバ２８６を介して制御される。

【００６５】

ここで、測定光２０６－２のビーム径を１ｍｍ程度とするが、より高分解能な画像を取得するためにビーム径をより大径化してもよい。測定光２０６－２が被検眼Ｅに入射すると、眼底Ｅｒからの反射や散乱により戻り光２０８－２となり、ダイクロイックミラー２７０－１、レンズ２３５－１、ＸＹスキャナ２１９－２、ビームスプリッタ２５８－２等を介して、受光部２３８－２に到達する。

【００６６】

≪本体電動ステージ部≫

以下に、図３－１に示す本体電動ステージ部２９７について説明する。

本体電動ステージ部２９７は、それに固定された補償光学ＳＬＯ部２９５と広画角ＳＬＯ部２９６を、３個の電動モーターを用いてｘ方向、ｙ方向及びｚ方向に移動することが可能に構成されている。また、本体電動ステージ部２９７は、ドライバ部２８０内の本体電動ステージ駆動ドライバ２８５に接続されている。本体電動ステージ部２９７は、被検眼Ｅに対する位置合せ、即ちアライメントを行うために、情報処理装置１００から本体電動ステージ駆動ドライバ２８５を介して制御される。

【００６７】

＜情報処理装置のハードウェア構成＞

次に、図１－１に示す情報処理装置１００（更には、図２に示す情報処理装置１００－１）のハードウェア構成について説明する。

図４は、本発明の実施形態を示し、図１－１に示す情報処理装置１００のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【００６８】

情報処理装置１００は、図４に示すように、ＣＰＵ４０１、ＲＡＭ４０２、ＲＯＭ４０３、外部記憶装置４０４、ＡＤボード４０５、モニター４０６、キーボード４０７、マウス４０８、インターフェイス４０９、及び、バス４１０を有して構成されている。

【００６９】

ＣＰＵ４０１は、例えば、ＲＯＭ４０３或いは外部記憶装置４０４に記憶されたプログラムやデータや情報を用いて、当該情報処理装置１００の動作を統括的に制御し、また、各種の処理を行う中央演算処理装置である。

【００７０】

ＲＡＭ４０２は、ＲＯＭ４０３或いは外部記憶装置４０４からロードされたプログラムやデータや情報を一時的に記憶するエリアを備えるとともに、ＣＰＵ４０１が各種の処理

を行うために必要とするワークエリアを備える。

【００７１】

ＲＯＭ４０３は、変更を必要としないプログラムや各種のデータや各種の情報等を格納している。

【００７２】

外部記憶装置４０４は、例えば、オペレーティングシステム（ＯＳ）やＣＰＵ４０１が実行するプログラム、更には、情報処理装置１００において既知としているデータや情報等を記憶している。なお、本実施形態においては、本発明の実施形態に係る処理を実行するためのプログラムは、外部記憶装置４０４に記憶されているものとするが、例えばＲＯＭ４０３に記憶されている形態であっても適用可能である。

【００７３】

ＡＤボード４０５は、図３－１に示す受光部２３８－１及び２３８－２で得られた電圧信号をデジタル値に変換する処理を行う。

【００７４】

モニター４０６は、例えばＣＰＵ４０１の制御に基づいて、各種の画像や各種の情報を表示する。

【００７５】

キーボード４０７及びマウス４０８は、当該情報処理装置１００に備え付けられた入力デバイスである。

【００７６】

インターフェイス４０９は、例えば、当該情報処理装置１００と外部装置（例えばＳＬＯ画像撮像装置２００、データサーバ４００、時相データ取得装置５００）との間で行われる各種の情報や各種の信号等の送受信を司るものである。

【００７７】

バス４１０は、ＣＰＵ４０１、ＲＡＭ４０２、ＲＯＭ４０３、外部記憶装置４０４、ＡＤボード４０５、モニター４０６、キーボード４０７、マウス４０８及びインターフェイス４０９を相互に通信可能に接続する。

【００７８】

本実施形態に係る情報処理装置１００の機能を実現するためのプログラムや当該プログラムを実行する際に用いられるデータ等は、外部記憶装置４０４に記憶されている。これらのプログラムやデータ等は、ＣＰＵ４０１による制御のもと、バス４１０を通じて適宜ＲＡＭ４０２に取り込まれ、ＣＰＵ４０１によって実行される。

【００７９】

ここで、図４に示す情報処理装置１００のハードウェア構成と、図２に示す情報処理装置１００－１の機能構成との対応関係の一例について説明する。

例えば、図４に示すＣＰＵ４０１及び外部記憶装置４０４に記憶されているプログラム、並びに、インターフェイス４０９から、図２に示すデータ取得部１１０が構成されている。また、例えば、図４に示すＲＡＭ４０２から、図２に示す記憶部１２０が構成されている。また、例えば、図４に示すＣＰＵ４０１及び外部記憶装置４０４に記憶されているプログラム、並びに、ＡＤボード４０５から、図２に示す制御部１３０が構成されている。また、例えば、図４に示すＣＰＵ４０１及び外部記憶装置４０４に記憶されているプログラム、並びに、キーボード４０７及びマウス４０８またはインターフェイス４０９から、図２に示す指示取得部１４０が構成されている。また、例えば、図４に示すモニター４０６から、図２に示す表示部１５０が構成されている。

【００８０】

（情報処理装置による情報処理方法）

図５－１は、本発明の第１の実施形態に係る情報処理装置１００による情報処理方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。図５－１に示すフローチャートの説明においては、図２に示す情報処理装置１００－１の機能構成を用いて説明を行う。

【００８１】

<ステップＳ５１０>

まず、図５－１（ａ）のステップＳ５１０において、収差データ取得部１１３は、波面センサ２５５によって検出された収差データを取得する。そして、収差補正部１３１は、ツェルニケ多項式のデフォーカス成分以外の収差を補正し、電動ステージ駆動部１３３に対してデフォーカス成分が所定値Ｔｄ未満となるように電動ステージ２１７、即ちフォーカスレンズ２３５－１０を光軸方向に移動させる。被検眼Ｅの黄斑部付近では、視細胞の内節と外節との境界（ＩＳ／ＯＳライン）の反射強度が強いため、収差補正を行った場合には、ＩＳ／ＯＳライン付近に合焦される。

【００８２】

次いで、合焦位置特定部１３２は、収差補正時に共焦点データ取得部１１１によって取得された共焦点信号を用いて合焦した位置に所定の網膜形状に関する正常値データを加算して、被検眼Ｅの網膜血管に対する概略の合焦位置を特定する。具体的に、合焦位置特定部１３２は、収差補正処理に伴って合焦された位置に、データサーバ４００（或いは記憶部１２０）から取得して視細胞層から網膜内層までの距離に関する正常値データを加算して、被検眼Ｅの網膜血管に対する概略の合焦位置を特定する。さらに、合焦位置特定部１３２は、非共焦点データ取得部１１２によって取得された非共焦点信号に基づいてコントラスト自動合焦処理を行い、被検眼Ｅの網膜血管に対する正確で詳細な合焦位置を特定する。このステップＳ５１０の詳細な処理手順については、図５－１（ｂ）を用いて後述する。

【００８３】

<ステップＳ５２０>

図５－１（ａ）のステップＳ５２０に進むと、データ取得部１１０（具体的には共焦点データ取得部１１１及び非共焦点データ取得部１１２）は、ステップＳ５１０で特定された合焦位置での共焦点画像及び非共焦点画像を取得する。このステップＳ５２０の詳細な処理手順については、図５－１（ｃ）を用いて後述する。

【００８４】

<ステップＳ５３０>

図５－１（ａ）のステップＳ５３０に進むと、演算部１３４が、ステップＳ５２０で取得された非共焦点画像間の演算処理を行った上で、表示制御部１３５は、取得された画像及び演算の結果生成された画像を表示部１５０に表示する。

本実施形態では、演算部１３４が非共焦点画像として、

ｉ）　Ｒチャンネル画像ＤｎｒとＬチャンネル画像Ｄｎｌの加算平均画像（（Ｄｎｒ＋Ｄｎｌ）／2，図６（ｅ））

ii）　スプリット・ディテクタ（Ｓｐｌｉｔ　Ｄｅｔｅｃｔｏｒ）画像（（Ｄｎｌ－Ｄｎｒ）／（Ｄｎｒ＋Ｄｎｌ），図６（ｆ））

を生成する。上述したｉ）及びii）の重ね合わせ画像を生成する際に心拍動による血管径の変化の影響を除去するため、制御部１３０は、取得・生成された各種の動画像の各フレームのうち、所定範囲の位相を持つ脈波信号に対応したフレームのみを選択してｉ）及びii）の重ね合わせ画像を生成する。制御部１３０は、ステップＳ５２０及びステップＳ５３０で取得・生成した共焦点画像及び非共焦点画像を、例えばデータサーバ４００（或いは記憶部１２０）に保存する制御を行う。

【００８５】

<ステップＳ５４０>

図５－１（ａ）のステップＳ５４０に進むと、制御部１３０は、例えば指示取得部１４０で取得された指示に基づいて、本検査における画像取得が完了したか否かを判断する。この判断の結果、本検査における画像取得が完了していない場合には（Ｓ５４０／ＮＯ）、ステップＳ５１０に戻り、ステップＳ５１０以降の処理を行う。

【００８６】

一方、ステップＳ５４０の判断の結果、本検査における画像取得が完了した場合には（Ｓ５４０／ＹＥＳ）、図５－１（ａ）に示すフローチャートの処理を終了する。

【００８７】
＜ステップＳ５１０の詳細な処理手順＞
次に、図５－１（ａ）のステップＳ５１０における詳細な処理手順について説明する。
図５－１（ｂ）は、図５－１（ａ）のステップＳ５１０における詳細な処理手順の一例を示すフローチャートである。
【００８８】
≪ステップＳ５１１≫
まず、図５－１（ｂ）のステップＳ５１１において、合焦位置特定部１３２は、収差補正時に共焦点信号を用いて合焦された位置に対し、視細胞層（図６（ｉ）のＢ５～Ｂ６）と神経線維層（図６（ｉ）のＢ１～Ｂ２）との間の距離に関する正常値データを加算することで、被検眼Ｅの網膜血管に対する概略の合焦位置を特定する。ここで、正常値データは、当該取得位置においては１５０μｍが好適であるが、被検眼Ｅの眼底Ｅｒ上の位置によって１００μｍ～２００μｍ程度の範囲で変動しうるものであり、任意の値を設定してもよい。
【００８９】
≪ステップＳ５１２≫
図５－１（ｂ）のステップＳ５１２に進むと、合焦位置特定部１３２は、まず、ステップＳ５１１で特定された網膜血管に対する概略の合焦位置を中心として光軸方向に所定の範囲で合焦位置を変えながら非共焦点画像Ｄｎを取得する。合焦位置を変える手段には、フォーカスレンズを動かす方法と収差補正部１３１に与えるデフォーカス成分のオフセット値を変える方法があるが、ここでは収差補正部１３１を用いて合焦位置を変えるものとする。次いで、合焦位置特定部１３２は、取得した非共焦点画像Ｄｎに基づいてコントラスト自動合焦処理を行い、網膜血管に対する正確で詳細な合焦位置を特定する。本実施形態では、被検眼Ｅの各深度位置で取得された非共焦点画像Ｄｎのコントラストを算出し、当該コントラスト値が最大となる深度位置を網膜血管に対する正確で詳細な合焦位置とする。
【００９０】
なお、本実施形態では、非共焦点画像ＤｎとしてＲチャンネル画像ＤｎｒとＬチャンネル画像Ｄｎｌの加算平均画像（（Ｄｎｒ＋Ｄｎｌ）／２）を用いて、当該非共焦点画像におけるコントラストを算出する。コントラストとしては任意の式を用いることができ、本実施形態では、（最大輝度値－最小輝度値）／（最小輝度値＋最大輝度値）とするが、これに限らず、例えば、（最大輝度値／最小輝度値）としてもよい。また、非共焦点画像の種類や、合焦に関する評価値はこれに限らず、任意の公知な画像や評価値を用いてもよい。例えば、非共焦点画像としてスプリット・ディテクタ画像（（Ｄｎｌ－Ｄｎｒ）／（Ｄｎｒ＋Ｄｎｌ））を生成し、当該スプリット・ディテクタ画像におけるエッジ強度が最大となる深度位置を網膜血管に対する合焦位置として特定してもよい。
【００９１】
＜ステップＳ５２０の詳細な処理手順＞
次に、図５－１（ａ）のＳ５２０における詳細な処理手順について説明する。
図５－１（ｃ）は、図５－１（ａ）のＳ５２０における詳細な処理手順の一例を示すフローチャートである。
【００９２】
≪ステップＳ５２１≫
まず、図５－１（ｃ）のステップＳ５２１において、データ取得部１１０は、ステップＳ５１０で特定された網膜血管に対する合焦位置に基づき、少なくとも、非共焦点データ取得部１１２で非共焦点画像Ｄｎｋを取得し、時相データ取得部１１４で時相データを取得する。具体的に、本実施形態では、データ取得部１１０は、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊ、非共焦点画像Ｄｎｒ及びＤｎｌ、時相データを取得する。
【００９３】
より詳細に、データ取得部１１０は、ＳＬＯ画像撮像装置２００に対して、広画角画像

Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊ、非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ、対応する固視標位置Ｆｌ及びＦｃｎの取得を要求する。ＳＬＯ画像撮像装置２００では、当該取得要求に応じて、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊや非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ、対応する固視標位置Ｆｌ及びＦｃｎを取得し、これらを情報処理装置１００に送信する。データ取得部１１０は、ＳＬＯ画像撮像装置２００からＬＡＮ３００を介して、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊ、非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ、固視標位置Ｆｌ及びＦｃｎを受信し、これらを記憶部１２０に格納する。また、時相データ取得部１１４は、時相データ取得装置５００に対して、生体信号に関する時相データＰｉの取得を要求する。本実施形態では、時相データ取得装置５００として脈波計を適用し、被検者の耳垂（耳たぶ）から脈波データを時相データＰｉとして取得する。ここで脈波データは、一方の軸に取得時刻、他方の軸に脈波計が計測した脈波信号値を持つ点列として表現される。時相データ取得装置５００は、当該取得要求に応じて、対応する時相データＰｉを取得して情報処理装置１００に送信するので、時相データ取得部１１４は、時相データ取得装置５００からＬＡＮ３００を介して当該時相データＰｉを受信する。そして、時相データ取得部１１４は、受信した時相データＰｉを記憶部１２０に格納する。

【００９４】

ここで、時相データ取得装置５００が取得する時相データＰｉのある位相に合わせて共焦点データ取得部１１１または非共焦点データ取得部１１２が画像を取得開始する場合と、画像の取得要求後直ちに時相データＰｉと画像取得を同時に開始する場合が考えられる。本実施形態では、画像取得要求後直ちに時相データＰｉと画像取得を開始するものとする。この場合、時相データ取得部１１４は、各画像の時相データＰｉを取得し、各々の時相データＰｉの極値を検出して、心拍動の周期及び心時相の相対値（ｒｅｌａｔｉｖｅ　ｃａｒｄｉａｃ　ｃｙｃｌｅ）を算出する。なお、心時相の相対値は、心拍動の周期を１とした場合に、０から１までの浮動小数点数で表わされる相対値である。

【００９５】

また、図６（ｃ）に網膜血管を撮影した場合の共焦点画像Ｄｃの一例を示し、図６（ｄ）に網膜血管を撮影した場合の非共焦点画像Ｄｎｒの一例を示す。図６（ｃ）に示す共焦点画像Ｄｃでは背景の神経線維層の反射が強く、背景部分のノイズにより位置合わせが難しくなりやすい。また、Ｒチャンネル画像である非共焦点画像Ｄｎｒでは、右側の血管壁のコントラストが高くなる。一方、Ｌチャンネル画像である非共焦点画像Ｄｎｌでは、左側の血管壁のコントラストが高くなる。

【００９６】

≪ステップＳ５２２≫

図５－１（ｃ）のステップＳ５２２に進むと、制御部１３０は、取得された画像のフレーム間位置合わせを行う。次いで、制御部１３０は、各フレームの輝度値やノイズ、基準フレームとの間の変位量に基づいて例外フレームを判定する。

【００９７】

具体的に、まず、広画角画像Ｄｌ及び非共焦点画像Ｄｎｒにおけるフレーム間位置合わせを行い、当該フレーム間位置合わせのパラメータ値を各々非共焦点画像Ｄｎｌ及び共焦点画像Ｄｃｊに対しても適用する。なお、異なる画像種間でのフレーム間位置合わせパラメータ値の適用順序はこれに限定されない。例えば非共焦点画像Ｄｎｌに対して算出したフレーム間位置合わせパラメータ値を非共焦点画像Ｄｎｒ及び共焦点画像Ｄｃｊに適用する場合や、共焦点画像Ｄｃｊに対して算出したフレーム間位置合わせパラメータ値を非共焦点画像Ｄｎｒ及びＤｎｌに適用してもよい。

具体的なフレーム間位置合わせ法として、

ｉ）　制御部１３０は、位置合わせの基準となる基準フレームを設定する。本実施形態では、最もフレーム番号の小さいフレームを基準フレームとする。なお、基準フレームの設定方法はこれに限定されるものではなく、任意の設定方法を用いてもよい。

ii）　制御部１３０は、フレーム間の大まかな位置の対応付け（粗位置合わせ）を行う。ここでは任意の位置合わせ手法を利用できるが、本実施形態では、画像間類似度評価関数

として相関係数、座標変換手法としてＡｆｆｉｎｅ変換を用いて粗位置合わせを行う。
ｉｉｉ）　制御部１３０は、フレーム間の大まかな位置の対応関係のデータに基づいて精密位置合わせを行う。
本実施形態では、上述したｉｉ）で得られた粗位置合わせ済み動画像に対して、非剛体位置合わせ手法の一種であるＦＦＤ（Ｆｒｅｅ　Ｆｏｒｍ　Ｄｅｆｏｒｍａｔｉｏｎ）法を用いてフレーム間の精密位置合わせを行う。なお、精密位置合わせの手法は、これに限らず、任意の位置合わせ手法を用いてもよい。
【００９８】
次いで、制御部１３０は、広画角画像Ｄｌと高倍率共焦点画像Ｄｃｊとの位置合わせを行い、広画角画像Ｄｌ上の高倍率共焦点画像Ｄｃｊの相対位置を求める。また、制御部１３０は、記憶部１２０から高倍率共焦点画像Ｄｃｊの撮影時に用いた固視標位置Ｆｃｎを取得し、広画角画像Ｄｌと高倍率共焦点画像Ｄｃｊとの位置合わせにおける位置合わせパラメータの探索初期点とする。そして、制御部１３０は、当該パラメータ値の組み合わせを変化させながら、広画角画像Ｄｌと高倍率共焦点画像Ｄｃｊとの位置合わせを行う。また、制御部１３０は、広画角画像Ｄｌと高倍率共焦点画像Ｄｃｊとの類似度が最も高い位置合わせパラメータ値の組み合わせを、広画角画像Ｄｌに対する高倍率共焦点画像Ｄｃｊの相対位置として決定する。位置合わせ手法はこれに限らず、任意の位置合わせ手法を用いてもよい。
【００９９】
また、ステップＳ５２１において中間倍率の画像が取得されている場合には、より低倍率な画像から順に位置合わせを行う。例えば、高倍率共焦点画像Ｄｃ１ｍと中間倍率共焦点画像Ｄｃ２ｏが取得されている場合には、まず、広画角画像Ｄｌと中間倍率共焦点画像Ｄｃ２ｏとの間で位置合わせを行い、次いで、中間倍率共焦点画像Ｄｃ２ｏと高倍率共焦点画像Ｄｃ１ｍとの間で位置合わせを行う。
【０１００】
さらに、広画角画像Ｄｌと高倍率共焦点画像Ｄｃｊに対して決定された画像貼り合わせパラメータ値を、非共焦点画像（Ｄｎｒｋ，Ｄｎｌｋ）の貼り合わせに対しても適用する。これにより、広画角画像Ｄｌ上の高倍率非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋの相対位置が各々決定される。
【０１０１】
≪ステップＳ５２３≫
図５－１（ｃ）のステップＳ５２３に進むと、制御部１３０は、画像の再取得が必要か否かを判断する。
まず、制御部１３０は、取得された動画像の各フレームに対して、
ａ）　動画像の基準フレームに対する並進移動量が閾値Ｔｔｒ以上の場合
ｂ）　各フレームの平均輝度値が閾値Ｔｆｉ未満の場合
ｃ）　各フレームのＳ／Ｎ（ＳＮ比）が閾値Ｔｓｎ未満の場合
のいずれか１つを満たす場合に、当該フレームを例外フレームと判定する。
【０１０２】
動画像として観察する場合には、例外フレームが途中に入らずにできるだけ長く連続して観察できる方が望ましく、また重ね合わせ画像を生成する場合には、重ね合わせ可能な画像が一定枚数以上必要である。そこで、本実施形態では、各動画像における例外フレームの発生間隔の最大値が閾値Ｔｅ未満の場合や、正常フレームの総数が閾値Ｔｓ未満の場合に、制御部１３０が当該画像の再取得が必要であると判断する。なお、画像の再取得の要否の判断手法はこれに限定されるものではなく、任意の公知の判断方法を用いてもよい。
【０１０３】
そして、ステップＳ５２３の判断の結果、画像の再取得が必要である場合には（Ｓ５２３／ＹＥＳ）、制御部１３０はデータ取得部１１０に対して画像の再取得を要求し、ステップＳ５２１に戻る。

【０１０４】
一方、ステップＳ５２３の判断の結果、画像の再取得が不要である場合には（Ｓ５２３／ＮＯ）、図５－１（ａ）のステップＳ５２０の処理を終了して、図５－１（ａ）のステップＳ５３０に進む。
【０１０５】
なお、本実施形態においては、撮影対象として、被検眼Ｅの網膜血管（具体的には被検眼Ｅの網膜内層における血管）を適用した例を想定しているが、本発明においてはこれに限定されるものではない。例えば、撮影対象として、被検眼Ｅの網膜における毛細血管等を適用した形態も、本発明に含まれる。
【０１０６】
本実施形態に係る情報処理装置１００では、収差補正時に共焦点信号を用いて合焦した位置に所定の網膜形状に関する正常値を加算して概略の合焦位置を特定した上で、非共焦点信号に基づいて被検眼Ｅの網膜血管等に対する正確で詳細な合焦位置を特定している。
かかる構成によれば、被検眼の網膜血管等に対してロバスト且つ高精度に合焦を行うことが可能となる。
【０１０７】
［第２の実施形態］
本実施形態に係る情報処理装置は、被検眼の共焦点信号と非共焦点信号を同時に得る装置を用いて以下の処理を行う。即ち、本実施形態に係る情報処理装置は、合焦位置を変えながら取得した共焦点信号のピーク位置に基づいて概略の合焦位置を特定した上で、少なくとも非共焦点信号に基づいてコントラスト自動合焦処理を行って正確で詳細な合焦位置を特定する。
【０１０８】
具体的には、図３－１に示すような、共焦点画像Ｄｃｊと非共焦点画像Ｄｎｋを同時に取得するＳＬＯ画像撮像装置２００で被検眼Ｅの網膜の深さ方向に合焦位置を網膜の外層から内層まで一定間隔で変えながら共焦点画像を取得する。そして、取得した共焦点画像の平均値（平均輝度値）を算出する。そして、各深度位置において算出した当該平均輝度値のうちの値の大きい順に所定の数の極大値を選択し、最も網膜内層側にある極大値に対応する深度位置を網膜血管等に対する概略の合焦位置として特定する。さらに、当該概略の合焦位置を中心として所定の範囲の深度位置において取得した非共焦点画像のコントラスト自動合焦処理により、網膜血管等に対する合焦位置を特定する場合について説明する。
【０１０９】
第２の実施形態に係る情報処理システムの概略構成は、図１－１に示す第１の実施形態に係る情報処理システム１０－１の概略構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第２の実施形態に係る情報処理装置の機能構成は、図２に示す第１の実施形態に係る情報処理装置１００－１の機能構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第２の実施形態に係るＳＬＯ画像撮像装置の概略構成は、図３－１に示す第１の実施形態に係るＳＬＯ画像撮像装置２００の概略構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第２の実施形態に係る図３－１の受光部２３８－１の概略構成は、図３－２に示す第１の実施形態に係る受光部２３８－１の概略構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第２の実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成は、図４に示す情報処理装置１００のハードウェア構成と同様であるため、その説明は省略する。以下、上述した第１の実施形態と異なる部分について説明を行う。
【０１１０】
（情報処理装置による情報処理方法）
第２の実施形態に係る情報処理装置１００による情報処理方法の処理手順は、図５－１（ａ）に示す第１の実施形態に係る情報処理装置１００による情報処理方法の処理手順と基本的には同じであるが、ステップＳ５１０の詳細な処理手順が異なっている。以下、第２の実施形態に係る情報処理装置１００による、図５－１（ａ）のステップＳ５１０の処

理について説明を行う。

【０１１１】

＜ステップＳ５１０＞

まず、合焦位置特定部１３２は、合焦位置を深度方向に移動させながら共焦点画像を取得するよう指示し、共焦点データ取得部１１１が当該共焦点画像を取得する。次いで、合焦位置特定部１３２は、各共焦点画像（フレーム）の平均輝度値を各深度位置で算出して当該平均輝度値の極大値を値が大きい順に所定の数だけ取得し、最も網膜内層側の極大値に対応する深度位置を網膜血管に対する概略の合焦位置として特定する。さらに、合焦位置特定部１３２は、当該概略の合焦位置を中心として所定の深度範囲で取得した非共焦点信号によりコントラスト自動合焦処理を行い、網膜血管に対する詳細な合焦位置を特定する。以下、第２の実施形態における、図５－１（ａ）のＳ５１０における詳細な処理手順について説明する。

【０１１２】

＜ステップＳ５１０の詳細な処理手順＞

図５－２は、本発明の第２の実施形態を示し、図５－１（ａ）のステップＳ５１０における詳細な処理手順の一例を示すフローチャートである。

【０１１３】

≪ステップＳ５１３≫

まず、図５－２のステップＳ５１３において、合焦位置特定部１３２は、共焦点データ取得部１１１に対して合焦位置を光軸方向（深度方向）に移動させながら共焦点画像を取得するように指示する。これを受けて、共焦点データ取得部１１１は、ＳＬＯ画像撮像装置２００に対して、当該深度方向に異なる位置での共焦点画像の取得を要求する。そして、ＳＬＯ画像撮像装置２００は、当該取得要求に応じた共焦点画像を取得して共焦点データ取得部１１１に送信し、共焦点データ取得部１１１は、受信した共焦点画像を記憶部１２０に保存する。この際、共焦点データ取得部１１１は、当該取得要求に基づいて深度方向の各位置における共焦点画像を取得して輝度平均値を算出する。なお、ここで取得する共焦点画像は、必ずしも撮影対象の画像と同一撮像条件である必要はない。

【０１１４】

本実施形態では、合焦位置特定用に取得する共焦点画像は、撮影中心が取得対象画像と同一位置で、画角が半分の共焦点画像とする。なお、これに限らず、各深度位置で任意の公知の走査法を実施して共焦点信号を取得してよい。例えば、より高速に概略の合焦位置を特定するために各深度位置で共焦点信号をエリアスキャンではなくラインスキャンにより取得してもよい。

【０１１５】

≪ステップＳ５１４≫

図５－２のステップＳ５１４に進むと、合焦位置特定部１３２は、光軸方向、即ち網膜の深度方向の各位置で取得した共焦点画像（共焦点信号）の輝度プロファイルに基づいて概略の合焦位置を特定する。

【０１１６】

具体的に、合焦位置特定部１３２は、各共焦点画像の輝度値に関する統計値、例えば共焦点画像の平均輝度値を算出して、当該平均輝度値を一方の軸に、深度方向の位置を他方の軸にとったグラフを生成する（図６（ｉ）右側）。そして、合焦位置特定部１３２は、生成したグラフ上のピーク位置をピーク値の大きい順に所定数（本実施形態では図６（ｉ）のＺ１とＺ２の２点）取得して網膜内層側のピーク位置Ｚ１に相当する深度位置を網膜神経線維層に対応する深度位置とみなす。そして、合焦位置特定部１３２は、この深度位置を網膜血管に対する概略の合焦位置として特定する。

【０１１７】

なお、本実施形態では、異なる深度位置で取得した共焦点信号のピーク位置で概略の合焦位置を特定したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、合焦位置特定部１３２が異なる深度位置で非共焦点信号を取得するよう指示し、取得された非共焦点信号

の主要ピーク位置のうち網膜内層側にあるピーク位置に対応する深度位置を網膜血管に対する概略の合焦位置として特定する場合も本発明に含まれる。

【０１１８】

≪ステップＳ５１５≫

図５－２のステップＳ５１５に進むと、合焦位置特定部１３２は、取得した非共焦点信号に基づいてコントラスト自動合焦処理を行い、網膜血管に対する正確で詳細な合焦位置を特定する。具体的なコントラスト自動合焦処理の内容については、上述した第１の実施形態におけるステップＳ５１２の処理と同様であるため、その説明は省略する。

【０１１９】

なお、本実施形態においては、撮影対象として、被検眼Ｅの網膜血管（具体的には被検眼Ｅの網膜内層における血管）を適用した例を想定しているが、本発明においてはこれに限定されるものではない。例えば、撮影対象として、被検眼Ｅの網膜における毛細血管等を適用した形態も、本発明に含まれる。

【０１２０】

本実施形態に係る情報処理装置１００では、合焦位置を変えながら取得した共焦点信号のピーク位置に基づいて網膜血管等に対する概略の合焦位置を特定した上で、非共焦点信号に基づいてコントラスト自動合焦処理を行って正確で詳細な合焦位置を特定している。

かかる構成によれば、被検眼の網膜血管等に対してロバスト且つ高精度に合焦を行うことが可能となる。

【０１２１】

［第３の実施形態］

本実施形態に係る情報処理装置は、平面方向の異なる複数の位置で共焦点画像及び非共焦点画像を取得する場合に各画像取得位置で特定した合焦位置を保存する。また、概略の合焦時に取得した信号値に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定し、必要と判定した場合には詳細な合焦処理時に用いる信号の種類を特定した上で、当該特定した種類の信号を用いて詳細な合焦位置を特定する。

【０１２２】

具体的には、黄斑部内の複数の撮影位置で共焦点画像を取得し、当該共焦点画像に占める低輝度領域の面積の大小に基づいて制御部１３０が詳細な合焦処理の要否を判定する。さらに、必要と判定された場合には、詳細な合焦処理に用いる信号の種類を非共焦点画像の１種であるスプリット・ディテクタ画像に特定した上で、当該特定した種類の信号に基づいて詳細な合焦位置を特定する。ここで、共焦点画像の低輝度領域としては、視細胞欠損が生じている網膜外層が挙げられる。視細胞欠損が広範囲に生じている領域に対して共焦点画像を取得する場合には、詳細な合焦位置を特定するのが難しい。一方で、視細胞欠損が広範囲に生じている場合でも、非共焦点画像上では視細胞が観察可能な場合があることから、視細胞欠損が広範囲に生じている場合には非共焦点画像に基づいて詳細な合焦位置を特定することが望ましい。さらに、非共焦点画像を用いても合焦位置を特定することが難しい画像取得位置については、保存されている合焦位置であって当該画像取得位置に対して近傍に位置する画像取得位置における合焦位置を内挿（もしくは外挿）することにより合焦位置を特定する。

以下、この例について説明を行う。

【０１２３】

（情報処理システムの概略構成）

図１－２は、本発明の第３の実施形態に係る情報処理装置１００を含む情報処理システム１０－３の概略構成の一例を示す図である。情報処理システム１０－３は、図１－２に示すように、情報処理装置１００、ＳＬＯ画像撮像装置２００、ＬＡＮ３００、及び、データサーバ４００を有して構成されている。即ち、第３の実施形態に係る情報処理システム１０－３は、図１－１に示す第１の実施形態に係る情報処理システム１０－１に対して、時相データ取得装置５００が構成されていない点で異なっている。

【０１２４】

情報処理装置１００は、図１－２に示すように、ＳＬＯ画像撮像装置２００やデータサーバ４００と、ＬＡＮ３００を介して、通信可能に接続されている。

【０１２５】

ＳＬＯ画像撮像装置２００は、被検眼の広画角画像Ｄｌや、当該広画角画像よりも高倍率の画像である共焦点画像Ｄｃｊと非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ等を撮像する装置である。ＳＬＯ画像撮像装置２００は、広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊ並びに非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ、更には、その撮影時に用いた固視標位置Ｆｌ，Ｆｃｎの情報等を、情報処理装置１００及びデータサーバ４００に送信する。

【０１２６】

データサーバ４００は、被検眼の広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃｊ並びに非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋ、並びに、その撮影時に用いた固視標位置Ｆｌ，Ｆｃｎの情報のような画像取得条件データ以外に、被検眼の画像特徴情報も保持する。ここで、被検眼の画像特徴情報としては、任意の情報を保存することができるが、本実施形態では、視細胞欠損が生じている領域情報を扱う。情報処理装置１００が出力する被検眼の画像特徴情報は、このデータサーバ４００に保存される。また、データサーバ４００は、情報処理装置１００からの要求に応じて、被検眼の画像特徴情報を情報処理装置１００に送信する。

【０１２７】

ＬＡＮ３００は、情報処理装置１００、ＳＬＯ画像撮像装置２００、及び、データサーバ４００を、相互に通信可能に接続する。

【０１２８】

＜情報処理装置の機能構成＞

図７は、本発明の第３の実施形態を示し、図１－２に示す情報処理装置１００の機能構成の一例を示すブロック図である。ここで、図７においては、第３の実施形態に係る情報処理装置１００を「情報処理装置１００－３」として記載している。ここで、図７において、図２に示す構成と同様の構成については同じ符号を付している。

【０１２９】

情報処理装置１００－３は、図７に示すように、データ取得部１１０、記憶部１２０、制御部１３０、指示取得部１４０、及び、表示部１５０を有して構成されている。

【０１３０】

データ取得部１１０は、例えば、図１－２に示すＳＬＯ画像撮像装置２００及びデータサーバ４００等から、各種のデータを取得する。また、データ取得部１１０は、図７に示すように、共焦点データ取得部１１１、非共焦点データ取得部１１２、収差データ取得部１１３、及び、撮像条件データ取得部１１５を有して構成されている。このデータ取得部１１０の内部構成については、図８のフローチャートの説明とともに後述する。

【０１３１】

記憶部１２０は、各種のデータや各種の情報等を記憶する。

【０１３２】

制御部１３０は、情報処理装置１００－３における動作を統括的に制御する。また、制御部１３０は、図７に示すように、収差補正部１３１、合焦位置特定部１３２、電動ステージ駆動部１３３、演算部１３４、表示制御部１３５、及び、保存部１３６を有して構成されている。この制御部１３０の内部構成については、図８のフローチャートの説明とともに後述する。

【０１３３】

指示取得部１４０は、例えば検者から入力された指示を取得し、これを制御部１３０に出力する。

【０１３４】

表示部１５０は、制御部１３０（具体的には表示制御部１３５）の制御に基づいて、各種の画像や各種の情報等を表示する。

【０１３５】

第３の実施形態の情報処理装置１００－３は、図２に示す第１の実施形態の情報処理装

置１００－１に対して、データ取得部１１０内に時相データ取得部１１４に替えて撮像条件データ取得部１１５を構成し、制御部１３０内に保存部１３６を追加した点が異なる。
【０１３６】
また、第３の実施形態に係るＳＬＯ画像撮像装置の概略構成は、図３－１に示す第１の実施形態に係るＳＬＯ画像撮像装置２００の概略構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第３の実施形態に係る図３－１の受光部２３８－１の概略構成は、図３－２に示す第１の実施形態に係る受光部２３８－１の概略構成と同様であるため、その説明は省略する。また、第３の実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成は、図４に示す情報処理装置１００のハードウェア構成と同様であるため、その説明は省略する。
【０１３７】
（情報処理装置による情報処理方法）
図８は、本発明の第３の実施形態に係る情報処理装置１００による情報処理方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。図８に示すフローチャートの説明においては、図７に示す情報処理装置１００－３の機能構成を用いて説明を行う。
【０１３８】
＜ステップＳ８１０＞
まず、図８（ａ）のステップＳ８１０において、収差データ取得部１１３は、波面センサ２５５によって検出された収差データを取得する。そして、収差補正部１３１は、ツェルニケ多項式のデフォーカス成分以外の収差を補正し、制御部１３０は、当該デフォーカス成分が略０になるように電動ステージ駆動部１３３に対して光軸方向への移動を指示する。これを受けて、電動ステージ駆動部１３３は、フォーカスレンズ２３５－１０の位置を制御部１３０から指示された距離だけ光軸方向に移動させて、当該デフォーカス成分を略０にする。被検眼Ｅの黄斑部においては、視細胞の内節と外節との境界からの反射が最も強いことから、合焦位置特定部１３２は、本ステップでの処理によって設定されたフォーカスレンズ２３５－１０の位置に基づいて視細胞層に対する概略の合焦位置を特定することになる。
【０１３９】
＜ステップＳ８２０＞
図８（ａ）のステップＳ８２０に進むと、まず、制御部１３０は、共焦点データ取得部１１１に対して、当該（面内方向の）画像取得位置における共焦点画像を取得するように要求する。これを受けて、共焦点データ取得部１１１は、ＳＬＯ画像撮像装置２００から当該共焦点画像を取得する。
【０１４０】
一般に、視細胞は外節から欠損し始め、次に内節も欠損して最終的に死滅するとされている。この点、上述した非特許文献２によると、共焦点画像Ｄｃは視細胞の外節の有無、非共焦点画像Ｄｎｋは視細胞の内節及び外節の有無を観察できる。したがって、外節のみ欠損していて内節が健全な視細胞を撮像した場合には、共焦点画像上では低輝度な領域として観察される（図６（ｇ））ものの、非共焦点画像の差分画像であるスプリット・ディテクタ画像上では視細胞が観察できる（図６（ｈ））。
【０１４１】
そして、制御部１３０は、当該（面内方向の）画像取得位置における共焦点画像上での輝度値を参照して、平均輝度値がＴｉ未満の領域の面積がＴａ未満である場合には、視細胞層に対する合焦位置を特定したとみなす。即ち、この場合、制御部１３０は、当該共焦点画像に対する詳細な合焦処理は不要と判断して（Ｓ８２０／ＮＯ）、ステップＳ８４０に進む。
【０１４２】
一方、制御部１３０は、当該（面内方向の）画像取得位置における共焦点画像上での輝度値を参照して、平均輝度値がＴｉ未満の領域の面積がＴａ以上ある場合には、非共焦点信号の１種であるスプリット・ディテクタ信号を用いた詳細な合焦位置の探索が必要であると判断して（Ｓ８２０／ＹＥＳ）、ステップＳ８３０に進む。ここで、本実施形態では

、図６（ｊ）の９箇所ある画像取得位置Ｄｃ１～Ｄｃ９のうち、画像取得位置Ｄｃ５のみがスプリット・ディテクタ信号を用いた合焦位置の探索が必要であると判断されるものとする。
【０１４３】
＜ステップＳ８３０＞
図８（ａ）のステップＳ８３０に進むと、合焦位置特定部１３２は、ステップＳ８１０で取得された概略の合焦位置を中心に所定の深度範囲で非共焦点画像によるコントラスト自動合焦処理を行って、視細胞層に対する正確で詳細な合焦位置を特定する。具体的な非共焦点画像によるコントラスト自動合焦処理は、第１の実施形態における図５－１（ｂ）のステップＳ５１２の場合と同様であるため、その説明は省略する。
【０１４４】
＜ステップＳ８４０＞
図８（ａ）のステップＳ８４０に進むと、合焦位置特定部１３２は、Ｓ８２０で不要と判断された場合にはＳ８１０で得られた合焦位置、Ｓ８２０で必要と判断された場合にはＳ８３０で得られた合焦位置での共焦点画像及び非共焦点画像の合焦度を算出する。ここで、本実施形態では、合焦度として画像のコントラストを算出する。また、コントラストとしては任意の式を用いて算出することができるが、本実施形態では、（最大輝度値－最小輝度値）／（最小輝度値＋最大輝度値）の式を用いて算出するものとする。なお、この形態に限らず、例えば、（最大輝度値／最小輝度値）の式を用いて算出してもよい。また、合焦度としては、画像のコントラストに限らず、任意の公知の評価値、例えばエッジ強度を合焦度として設定してよい。
【０１４５】
そして、合焦位置特定部１３２は、共焦点画像の合焦度がＴｃ以上であるか、または、非共焦点画像の合焦度がＴｎ以上である場合には、合焦位置が特定できたと判断する。即ち、この場合、合焦位置特定部１３２は、合焦位置が特定できたと判断し（Ｓ８４０／ＹＥＳ）、保存部１３６が当該面内位置及び特定された合焦位置の情報を記憶部１２０等に保存し、ステップＳ８５０に進む。
【０１４６】
一方、合焦位置特定部１３２は、共焦点画像の合焦度がＴｃ未満かつ非共焦点画像の合焦度がＴｎ未満である場合には、合焦位置が特定できなかったと判断する。即ち、この場合、合焦位置特定部１３２は、合焦位置が特定できなかったと判断し（Ｓ８４０／ＮＯ）、ステップＳ８６０に進む。
【０１４７】
なお、合焦位置の特定における可否判断方法は、上述した方法に限らず、任意の方法を用いてもよい。
【０１４８】
＜ステップＳ８５０＞
図８（ａ）のステップＳ８５０に進むと、制御部１３０は、合焦位置特定部１３２で特定された合焦位置で共焦点画像Ｄｃｊ及び非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋを取得する制御を行う。このステップＳ８５０の詳細な処理手順については、図８（ｂ）を用いて後述する。
【０１４９】
＜ステップＳ８６０＞
図８（ａ）のステップＳ８６０に進むと、制御部１３０は、当該検査において予定している全画像取得位置での合焦位置の特定処理及び画像取得処理が完了したか否かを判断する。この判断の結果、当該検査において予定している全画像取得位置での合焦位置の特定処理及び画像取得処理が完了していない場合には（Ｓ８６０／ＮＯ）、ステップＳ８１０に戻り、未だ処理が完了していない画像取得位置について、ステップＳ８１０以降の処理を行う。一方、ステップＳ８６０の判断の結果、当該検査において予定している全画像取得位置での合焦位置の特定処理及び画像取得処理が完了している場合には（Ｓ８６０／Ｙ

ＥＳ）、ステップＳ８７０に進む。
【０１５０】
＜ステップＳ８７０＞
図８（ａ）のステップＳ８７０に進むと、合焦位置特定部１３２は、当該検査において予定している画像取得位置において合焦位置が未特定の位置があるか否かを判断する。この判断の結果、当該検査において予定している画像取得位置において合焦位置が未特定の位置がない場合には（Ｓ８７０／ＮＯ）、図８（ａ）に示すフローチャートの処理を終了する。一方、ステップＳ８７０の判断の結果、当該検査において予定している画像取得位置において合焦位置が未特定の位置がある場合には（Ｓ８７０／ＹＥＳ）、ステップＳ８８０に進む。
【０１５１】
＜ステップＳ８８０＞
図８（ａ）のステップＳ８８０に進むと、制御部１３０は、ステップＳ８７０で合焦位置が未特定と判定された面内位置に対して、記憶部１２０から当該面内位置における近傍の画像取得位置において特定された合焦位置の情報を取得する。
【０１５２】
なお、取得済みの合焦位置の情報の取得方法についてはこれに限らない。例えば、撮像条件データ取得部１１５が、データサーバ４００に対して同一被検者の過去検査での取得済画像に関する合焦位置の有無を問い合わせ、合焦位置が存在した場合に、データサーバ４００から最も検査日時が近い検査における取得済画像の合焦位置の情報を取得して記憶部１２０に保存してもよい。
【０１５３】
次いで、合焦位置特定部１３２は、取得した近傍位置での合焦位置を内挿（或いは、合焦位置未特定の面内位置から見て片側の位置における合焦位置しか保存していない場合には外挿）して、合焦位置未特定の面内位置における合焦位置を特定する。
【０１５４】
本実施形態では、上述したように、図６（ｊ）の画像取得位置Ｄｃ５において合焦位置が未特定であるので、画像取得位置Ｄｃ４と画像取得位置Ｄｃ６（或いは、Ｄｃ２とＤｃ８、Ｄｃ１とＤｃ９、Ｄｃ３とＤｃ７）の合焦位置を線形補間することにより特定する。
【０１５５】
ここで、合焦位置の特定方法はこれに限らず、近傍の面内位置における合焦位置を用いて特定する方法であれば、任意の方法を用いて特定してもよい。例えば、画像取得位置Ｄｃ１、Ｄｃ２、Ｄｃ３、Ｄｃ４、Ｄｃ６、Ｄｃ７、Ｄｃ８及びＤｃ９（或いは、Ｄｃ２、Ｄｃ４、Ｄｃ６及びＤｃ８）の合焦位置の平均値により特定してもよい。さらには、過去検査における略同一位置での合焦位置を取得している場合には、当該過去検査における略同一位置での合焦位置を当該位置での合焦位置として特定してもよい。この場合、例えば、過去に特定された合焦位置を保存しておき、合焦位置特定部１３２は、当該保存されている合焦位置に基づいて被検眼Ｅの概略の合焦位置を特定した上で、非共焦点信号に基づいて被検眼Ｅの詳細な合焦位置を特定する形態も、本発明に含まれる。
【０１５６】
＜ステップＳ８９０＞
図８（ａ）のステップＳ８９０に進むと、制御部１３０は、ステップＳ８７０で合焦位置が未特定とされた面内位置において、ステップＳ８８０で特定された合焦位置を用いて、共焦点画像Ｄｃｊ並びに非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋを取得する。このステップＳ８９０の詳細な処理手順については、図８（ｂ）を用いて後述する。そして、ステップＳ８９０の処理が終了すると、図８（ａ）に示すフローチャートの処理を終了する。
【０１５７】
＜ステップＳ８５０及びステップＳ８９０の詳細な処理手順＞
次に、図８（ａ）のステップＳ８５０及びステップＳ８９０における詳細な処理手順について説明する。

図８（ｂ）は、図８（ａ）のステップＳ８５０及びステップＳ８９０における詳細な処理手順の一例を示すフローチャートである。

【０１５８】

≪ステップＳ８５１≫

まず、図８（ｂ）のステップＳ８５１において、データ取得部１１０は、ステップＳ８１０もしくはステップＳ８３０、または、ステップＳ８８０で特定された合焦位置に基づき、少なくとも、共焦点画像Ｄｃｊ及び非焦点画像Ｄｎｋを取得する。具体的に、本実施形態では、データ取得部１１０は、広画角画像Ｄｌと共焦点画像Ｄｃｊ、非共焦点画像Ｄｎｒｋ及びＤｎｌｋを取得する。

【０１５９】

≪ステップＳ８５２≫

図８（ｂ）のステップＳ８５２に進むと、制御部１３０は、取得された画像のフレーム間位置合わせを行う。次いで、制御部１３０は、各フレームの輝度値やＳ／Ｎ（ＳＮ比）、基準フレームとの間の変位量に基づいて例外フレームを判定する。次いで、制御部１３０は、広画角画像Ｄｌと共焦点画像Ｄｃｊとの位置合わせを行い、広画角画像Ｄｌ上の共焦点画像Ｄｃｊの相対位置を求める。ここで、具体的なフレーム間位置合わせや画像貼り合わせ処理の内容については、上述した第１及び第２の実施形態の場合と同様であるため、説明は省略する。

【０１６０】

≪ステップＳ８５３≫

図８（ｂ）のステップＳ８５３に進むと、制御部１３０は、画像の再取得が必要か否かを判断する。ここで、具体的な画像の再取得要否判断の内容については、第１の実施形態における図５－１（ｃ）のステップＳ５２３と同様であるため、説明は省略する。

【０１６１】

そして、ステップＳ８５３の判断の結果、画像の再取得が必要である場合には（Ｓ８５３／ＹＥＳ）、制御部１３０はデータ取得部１１０に対して画像の再取得を要求し、ステップＳ８５１に戻る。

【０１６２】

一方、ステップＳ８５３の判断の結果、画像の再取得が不要である場合には（Ｓ８５３／ＮＯ）、ステップＳ８５４に進む。

【０１６３】

≪ステップＳ８５４≫

図８（ｂ）のステップＳ８５４に進むと、保存部１３６は、検査日時や被検眼Ｅを同定する情報と、ステップＳ８５１で取得された画像やステップＳ８５２で生成した画像（広画角画像Ｄｌ、共焦点画像Ｄｃ、非共焦点画像Ｄｎｒ及びＤｎｌ）とを関連付けて保存する処理を行う。具体的に、保存部１３６は、これらの情報等を関連付けて保存するために、これらの情報等をデータサーバ４００に送信する処理を行う。さらに、保存部１３６は、各画像の取得時に特定された合焦位置の情報を記憶部１２０に保存する処理を行うとともに、当該特定された合焦位置の情報をデータサーバ４００に送信する処理を行う。

【０１６４】

なお、本実施形態では、制御部１３０が収差補正時に特定した合焦位置で取得した共焦点画像における低輝度領域の面積に基づいて、非共焦点信号の１種であるスプリット・ディテクタ信号に基づくコントラスト自動合焦処理が必要と判断して当該スプリット・ディテクタ信号に基づいて詳細な合焦位置を特定する場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、収差補正時に特定した合焦位置で共焦点画像及び非共焦点画像を取得し、両画像に対して算出した合焦度の線形和の値Ｌが、

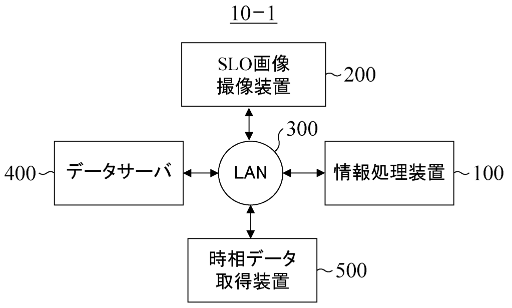
ｉ）　Ｌ≧Ｔ２の場合には、制御部１３０は詳細な合焦処理は不要と判断してステップＳ８４０に進み、収差補正時に特定した合焦位置で合焦位置を特定したと判断し、ステップＳ８５０に進む

ｉｉ）　Ｔ１≦Ｌ＜Ｔ２の場合には、制御部１３０は詳細な合焦処理が必要と判断してステ

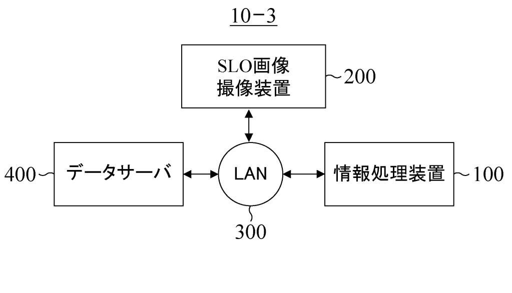
ップＳ８３０に進み、非共焦点信号を用いた合焦位置の探索を行う
ｉｉｉ）　Ｌ＜Ｔ１の場合には、制御部１３０は詳細な合焦処理は不要と判断してステップＳ８４０に進み、合焦位置の特定が難しいと判断した後、ステップＳ８６０に進む（当該面内位置では、近傍の取得位置における合焦位置の内挿によって合焦位置を特定する）
ように構成してもよい。
【０１６５】
　また、本実施形態では、概略の合焦位置を画像取得位置における共焦点信号もしくは非共焦点信号に基づいて特定するよう構成したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、処理対象の画像取得位置の（面内方向に関して）近傍の画像取得位置における合焦位置が記憶部１２０に保存されている場合に、当該近傍の画像取得位置における合焦位置を当該画像取得位置における概略の合焦位置として特定する場合も本発明に含まれる。
　また、本実施形態では、概略の合焦時に取得した信号値に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定する場合の基準として共焦点画像内の低輝度領域の面積を用いたが、信号値に基づく基準であれば任意の公知の基準を用いてよい。例えば、画像の輝度統計値（平均値、中央値、最低値等）を用いてもよいし、画像全体の面積に対する低輝度領域の面積の割合を用いてもよい。
【０１６６】
　本実施形態に係る情報処理装置１００では、平面方向の異なる複数の位置で共焦点画像及び非共焦点画像を取得する場合に各画像取得位置で特定した合焦位置を保存しておく。そして、共焦点画像の低輝度領域の面積に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定し、必要と判定した場合には合焦処理に用いる信号の種類を非共焦点画像と特定した上で、当該種類の非共焦点画像を用いて詳細な合焦位置を特定している。ここで、共焦点画像の低輝度領域としては、視細胞欠損が生じている網膜外層が挙げられる。仮に非共焦点画像を用いても合焦位置を特定することが難しい画像取得位置については、保存されている合焦位置であって当該画像取得位置に対して近傍に位置する画像取得位置における合焦位置を内挿（もしくは外挿）することにより合焦位置を特定している。
　かかる構成によれば、共焦点画像上で低輝度な視細胞欠損が生じている網膜外層等に対してロバスト且つ高精度に合焦を行うことが可能となる。
【０１６７】
［その他の実施形態］
　なお、上述した本発明の各実施形態では、共焦点画像と非共焦点画像を略同時に取得する装置を用いて合焦位置を特定する構成としたが、本発明はこれに限定されない。例えば、受光部２３８－１の内部の光センサにおける手前の開口部（ピンホール）の径や位置が可変なＳＬＯ画像撮像装置を用いて共焦点画像Ｄｃを撮影したり、大きな径のピンホールを網膜血管走行に対して右側または左側に移動して非共焦点画像Ｄｎを撮影したりすることで合焦位置を特定する場合も、本発明に含まれる。
　また、上述した本発明の実施形態では、データ取得部１１０が取得した信号の値に基づいて合焦に用いる信号の種類を特定していたが、本発明はこれに限定されない。例えば、データ取得部１１０が取得した信号の撮像部位（眼底の面内方向の位置）に基づいて合焦に用いる信号の種類を特定してもよい。即ち、視神経乳頭部近傍では収差補正部１３１が収差補正した直後は網膜内層に合焦位置が設定されるため、詳細な合焦位置特定処理では非共焦点画像を用いる。一方、黄斑部では収差補正部１３１による収差補正直後は網膜外層に合焦されるため、詳細な合焦位置特定処理では共焦点画像を用いる、というようにして合焦に用いる信号の種類を特定する場合も本発明に含まれる。さらに、指示取得部１４０を通じて取得した合焦に用いる信号の種類に関するデータに基づいて合焦に用いる信号の種類を特定する場合も本発明に含まれる。さらに、上述した本発明の実施形態では、データ取得部１１０が取得した信号の値に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定したが、本発明はこれに限定されない。例えば、上述した撮像部位に基づいて詳細な合焦処理の要否を判定する形態も、本発明に含まれる。

【０１６８】
本発明は、上述の実施形態の１以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサーがプログラムを読出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。
このプログラム及び当該プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、本発明に含まれる。
【０１６９】
また、上述した本発明の実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。即ち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。
【０１７０】
以上説明した本発明の各実施形態によれば、被検眼Ｅの各撮影対象においてロバスト且つ高精度に合焦を行うことが可能となる。
【符号の説明】
【０１７１】
１００－１　情報処理装置、１１０　データ取得部、１１１　共焦点データ取得部、１１２　非共焦点データ取得部、１１３　収差データ取得部、１１４　時相データ取得部、１２０　記憶部、１３０　制御部、１３１　収差補正部、１３２　合焦位置特定部、１３３　電動ステージ駆動部、１３４　演算部、１３５　表示制御部、１４０　指示取得部、１５０　表示部

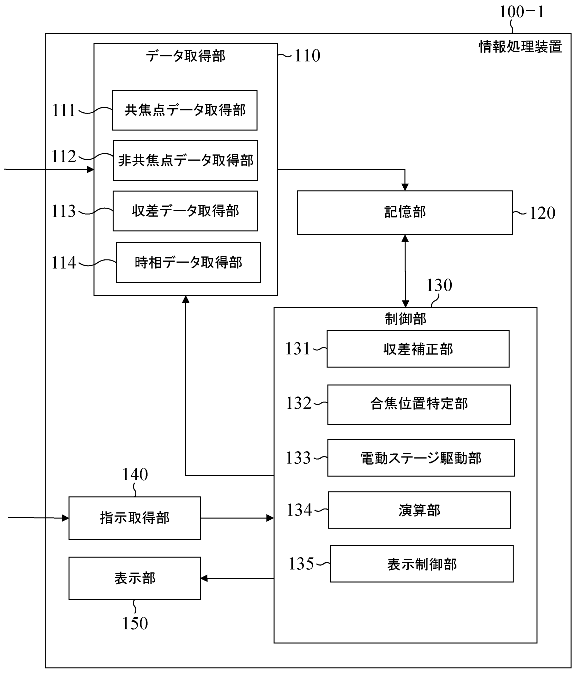
【図１－１】



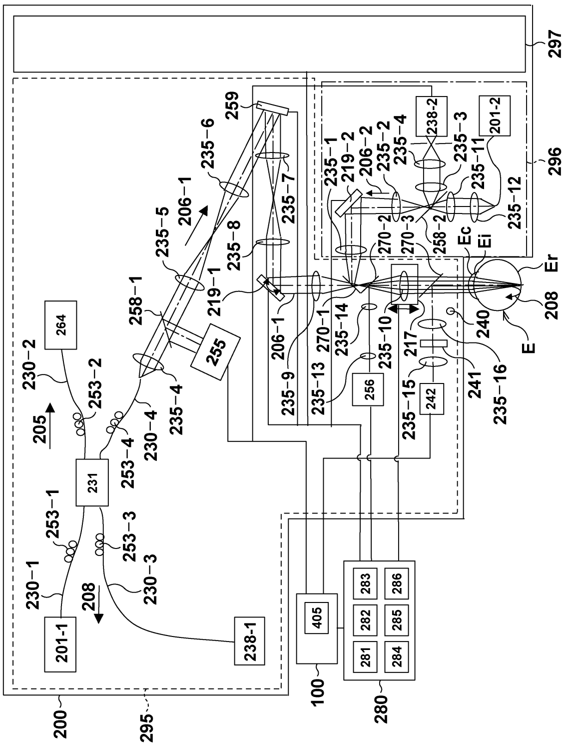
【図１－２】



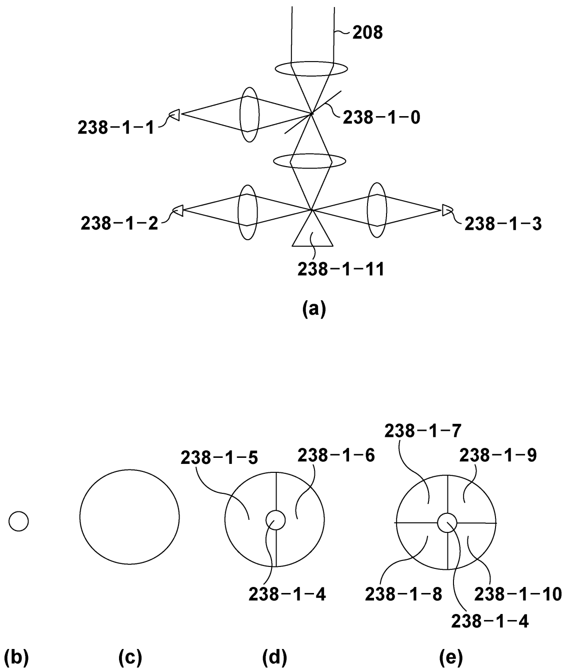
【図２】



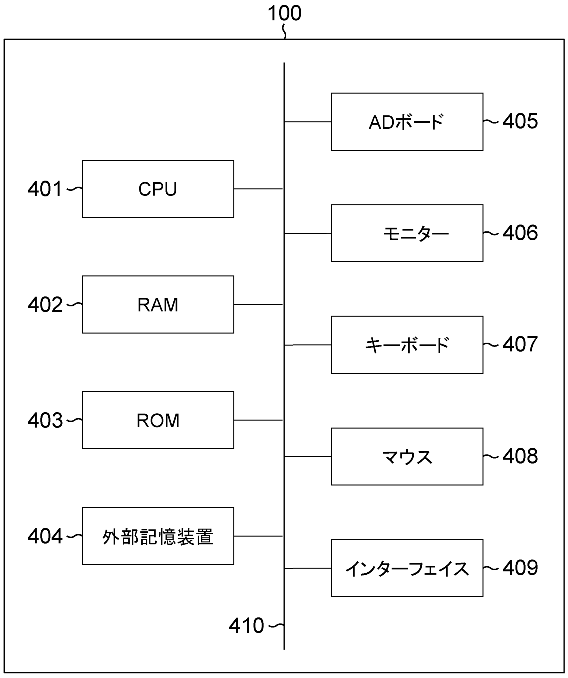
【図３－１】



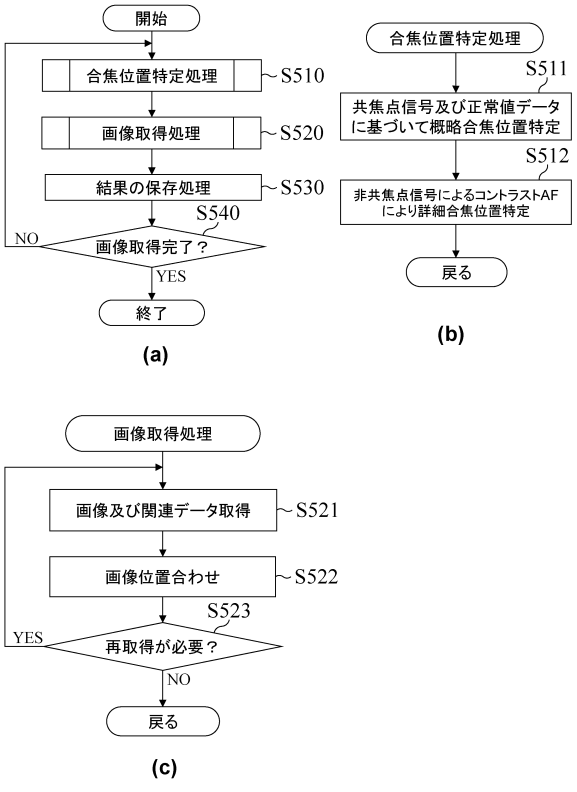
【図３－２】



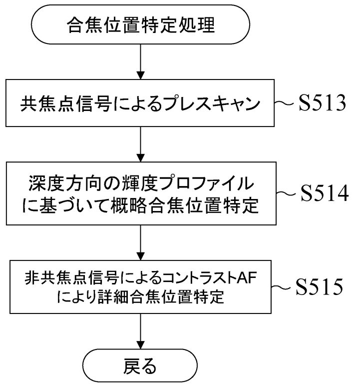
【図４】



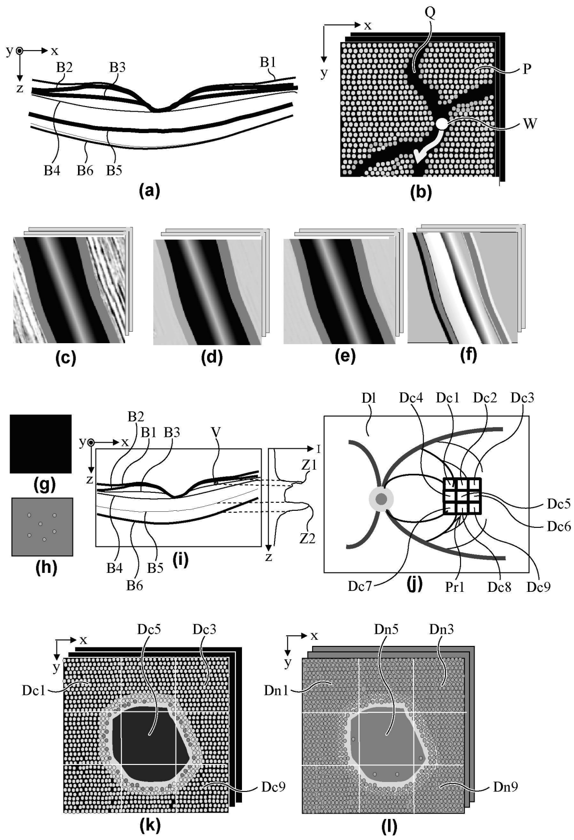
【図５－１】



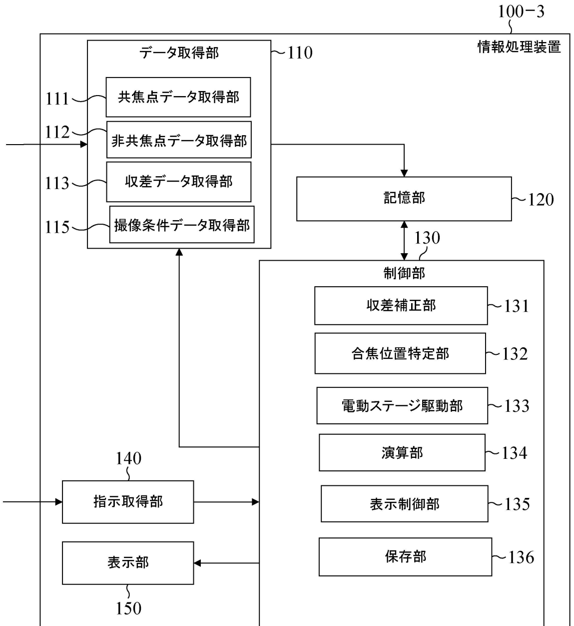
【図５－２】


合焦位置特定処理
共焦点信号によるプレスキャン
S513
深度方向の輝度プロファイルに基づいて概略合焦位置特定
S514
非共焦点信号によるコントラストAFにより詳細合焦位置特定
S515
戻る

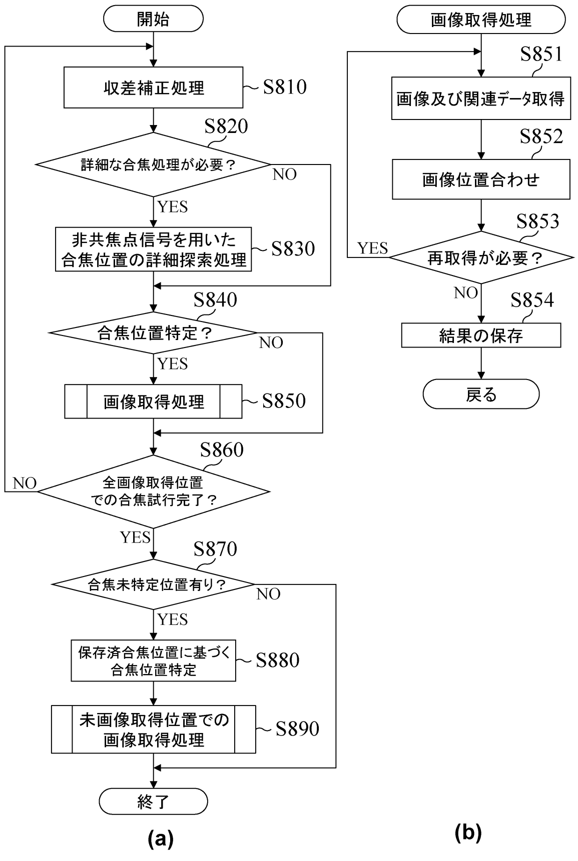
【図６】


y
x
z
B2
B3
B1
B4
B6
B5
(a)
x
y
Q
P
W
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)
B2
B1
B3
V
I
Z1
Z2
B4
B5
B6
(i)
Dl
Dc4
Dc1
Dc2
Dc3
Dc5
Dc6
Dc7
Pr1
Dc8
Dc9
(j)
x
y
Dc5
Dc3
Dc1
Dc9
(k)
x
y
Dn5
Dn3
Dn1
Dn9
(l)

【図７】


100−3
情報処理装置
データ取得部
110
111
共焦点データ取得部
112
非共焦点データ取得部
113
収差データ取得部
115
撮像条件データ取得部
記憶部
120
130
制御部
収差補正部
131
合焦位置特定部
132
電動ステージ駆動部
133
演算部
134
表示制御部
135
保存部
136
140
指示取得部
表示部
150

【図８】


開始
収差補正処理
S810
S820
詳細な合焦処理が必要？
NO
YES
非共焦点信号を用いた合焦位置の詳細探索処理
S830
S840
合焦位置特定？
NO
YES
画像取得処理
S850
S860
NO
全画像取得位置での合焦試行完了？
YES
S870
合焦未特定位置有り？
NO
YES
保存済合焦位置に基づく合焦位置特定
S880
未画像取得位置での画像取得処理
S890
終了
(a)
画像取得処理
S851
画像及び関連データ取得
S852
画像位置合わせ
S853
YES
再取得が必要？
NO
S854
結果の保存
戻る
(b)

フロントページの続き

(56)参考文献　特開平１０－１０４５２２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１７６０９３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１２／０２１８５１６（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１３－１４６４４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２９１２５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０９５６３２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００９／００８６１６４（ＵＳ，Ａ１）
Yusufu N. Sulai et al., Visualization of retinal vascular structure and perfusion with a nonconfocal adaptive optics scanning light ophthalmoscope, J. Opt. Soc. Am. A, 米国, Optical Society of America, ２０１４年　3月, Vol. 31, No. 3, 569-579
Drew Scoles et al., In Vivo Imaging of Human Cone Photoreceptor Inner Segments, The Association for Research in Vision and Ophthalmology, 米国, The Association for Research in Vision and Ophthalmology, Inc., ２０１４年　7月, Vol.55, 4244 - 4251

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　　　３／００　－　３／１８