

明 細 書

発明の名称： 光画像計測装置及びその制御方法

技術分野

[0001] この発明は、被測定物体を光ビームで走査し、その反射光の干渉を用いて被測定物体の画像を形成する光画像計測装置及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、レーザー光源等からの光ビームを用いて被測定物体の表面形態や内部形態を表す画像を形成する光画像計測技術が注目を集めている。この光画像計測技術は、X線CT装置のような人体に対する侵襲性を持たないことから、特に医用分野における応用の展開が期待されている。

[0003] 特許文献1には、光画像計測技術を適用した装置が開示されている。この装置は、測定腕が回転式転向鏡（ガルバノミラー）により物体を走査し、参照腕に参照ミラーが設置されており、さらにその出口では、計測腕及び参照腕からの光束の干渉によって現れる光の強度が分光器で分析されるという干渉器が利用されていて、参照腕には参照光光束位相を不連続な値で段階的に変える装置が設けられた構成である。

[0004] 特許文献1の光画像計測装置は、いわゆる「フーリエドメインOCT（Fourier Domain Optical Coherence Tomography）」の手法を用いるものである。すなわち、被測定物体に対して低コヒーレンス光のビームを照射し、その反射光と参照光との干渉光のスペクトル強度分布を求め、それをフーリエ変換することにより、被測定物体の深度方向（z方向）の形態を画像化するものである。

[0005] 更に、特許文献1に記載の光画像計測装置は、光ビーム（信号光）を走査するガルバノミラーを備え、それにより被測定物体の所望の測定対象領域の画像を形成できるようになっている。なお、この光画像計測装置においては、深度方向（z方向）に直交する1方向（x方向）のみ光ビームを走査するようになっているので、形成される画像は、光ビームの走査方向（x方向）

に沿った深度方向の2次元断層画像となる。

[0006] 特許文献2には、信号光を走査方向（x方向）及び垂直方向（y方向：x方向及びz方向に直交する方向）に走査することにより走査方向（x方向）の2次元断層画像を複数形成し、これら複数の断層画像に基づいて測定範囲の3次元の断層情報を取得して画像化する技術が開示されている。この3次元画像化としては、例えば、複数の断層画像を垂直方向（y方向）に並べて表示させる方法や（スタックデータなどと呼ばれる）、複数の断層画像にレンダリング処理を施して3次元画像を形成する方法などが考えられる。

[0007] 特許文献3、4には、他のタイプの光画像計測装置が開示されている。特許文献3には、被測定物体に照射される光の波長を走査し、各波長の光の反射光と照射光とを重ね合わせて得られる干渉光に基づいてスペクトル強度分布を取得し、それに対してフーリエ変換を施すことにより被測定物体の形態を画像化する光画像計測装置が記載されている。このような光画像計測装置は、スウェプトソース（Swept Source）タイプなどと呼ばれる。

[0008] また、特許文献4には、所定のビーム径を有する光を被測定物体に照射し、その反射光と参照光とを重ね合わせて得られる干渉光の成分を解析することにより、光の進行方向に直交する断面における形態を表す画像を形成する光画像計測装置が記載されている。このような光画像計測装置は、フルフィールド（full-field）タイプ、或いはエンフェイス（en-face）タイプなどと呼ばれる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平11-325849号公報

特許文献2：特開2002-139421号公報

特許文献3：特開2007-24677号公報

特許文献4：特開2006-153838号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかし、特許文献 1 乃至特許文献 4 に記載されているような従来の光画像計測装置では、3 次元画像を作成するために、必要とされる全てのフレーム数分の干渉光の検出を行った後〔例えば、B スキャンの干渉スペクトルを全て（128 フレームであれば 128 フレーム分の干渉スペクトル）撮り込んだ後〕、その検出結果に対しフーリエ変換などの画像処理を行うことで画像形成を行っていた。このように、必要とされるフレーム数分の干渉光の検出及び画像形成を逐次的に行っていたため、前の処理段階（干渉光の検出）が終了するまで次の処理段階（画像形成）を実施することができなかった。したがって、従来では、3 次元画像を生成するのに長い処理時間が掛っていた。また、各段階を逐次的に行うため、装置のリソースの有効活用が困難であった。

[0011] また従来は、全てのフレームにおける干渉光の検出を行ってから、全てのフレームに対応する断層画像を形成し、その後で異常検出を行っていた。このため、断層画像に異常が発生した場合には、最初から被測定物体の測定をやり直さなければならなかった。

[0012] この発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、全フレーム分に相当する干渉光の検出の完了を待たずに画像形成を行うことにより、3D 画像の形成処理時間の短縮を図ることが可能な光画像計測装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の光画像計測装置は、低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による 1 フレーム分の走査において得られた検出結果から前記被測

定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、前記形成された断層画像の画像状態を基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段と、を備え、前記断層画像形成手段は、前記干渉光検出手段による１フレーム分の前記干渉光の検出結果が得られる毎に順次断層画像を形成し、前記異常検出手段は、所定フレーム分の前記断層画像が得られる度毎に前記異常検出を行い、前記異常が検出されたときに、前記干渉光検出手段は、前記ガルバノミラーの向きの変更を停止し、前記停止した前記向きから前記干渉光の検出を再度開始する、ことを特徴とするものである。

[0014] 請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の光画像計測装置であって、前記異常検出手段は、前記断層画像に描出されている前記被測定物体の位置を基に異常検出を行うことを特徴とするものである。

[0015] 請求項３に記載の光画像計測装置は、低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による１フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、を備えた光画像計測装置であって、前記干渉光検出手段は、順次前記ガルバノミラーの向きを変更させながら前記干渉光の検出を行い、前記断層画像形成手段は、前記干渉光検出手段による前記干渉光の検出と並行して、１フレーム分の検出結果が得られる度毎に断層画像の形成を行う、ことを特徴とするものである。

[0016] 請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の光画像計測装置であって、前記形成された断層画像の画像状態を基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段、をさらに備え、前記干渉光検出手段は、前記異常が検出されたときに、前記干渉光の検出を停止する、ことを特徴とするものである。

[0017] 請求項５に記載の発明は、請求項４に記載の光画像計測装置であって、前

記異常検出手段は、前記断層画像に描出されている前記被検眼の位置を基に異常検出を行うことを特徴とするものである。

[0018] 請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 に記載の光画像計測装置であって、前記異常検出手段は、所定フレーム数毎に前記異常検出を行うことを特徴とするものである。

[0019] 請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の光画像計測装置であって、前記異常検出手段は、前記異常が検出されたフレームの前及び後のそれぞれの前記所定枚数のフレームそれぞれについて前記異常検出を行い、前記干渉光検出手段は、前記異常が検出された前記フレームが少なくとも前記所定枚数連続しているときに、前記干渉光の検出を停止する、ことを特徴とするものである。

[0020] 請求項 8 に記載の発明は、請求項 4 に記載の光画像計測装置であって、前記異常が検出された前記断層画像に対応する前記走査を行ったときの前記ガルバノミラーの向きを求める取得手段をさらに備え、前記異常が検出されたときに、前記干渉光検出手段は、前記求められた向きに前記ガルバノミラーの向きを変更し、前記ガルバノミラーの向きから前記干渉光の検出を再度開始する、ことを特徴とするものである。

[0021] 請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の光画像計測装置であって、前記取得手段は、前記異常が検出された前記断層画像から前記異常が検出された時点における前記断層画像までのフレーム数を取得し、前記異常が検出された時点におけるフレームから前記取得されたフレーム数前の前記断層画像における前記ガルバノミラーの向きを求める、ことを特徴とするものである。

[0022] 請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 に記載の光画像計測装置であって、前記被測定物体は眼底であり、眼底画像を前記干渉光検出手段による干渉光の検出中に所定のフレームレートで取得している撮像手段をさらに備え、前記取得手段は、前記異常が検出された前記断層画像の干渉光の検出を行った時点での前記眼底画像を基に、前記異常が検出された断層画像の前記眼底画

像における位置を取得し、現在の前記眼底画像における前記取得された位置に対応する位置を特定し、前記特定された位置の走査を行うように前記ガルバノミラーの向きを求める、ことを特徴とするものである。

[0023] 請求項 1 1 に記載の光画像計測装置の制御方法は、低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による 1 フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、前記形成された断層画像の画像状態を基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段と、を備えた光画像計測装置の制御方法であって、前記干渉光の検出を行う検出段階と、前記フレーム単位で前記断層画像の形成を行う断層画像形成段階と、所定フレーム分の前記断層画像が得られる度毎に前記異常の検出を行う異常検出段階と、前記異常が検出された場合、前記ガルバノミラーの駆動を停止するガルバノミラー停止段階と、停止した前記ガルバノミラーの前記向きから前記検出段階を再開する段階と、を有することを特徴とするものである。

[0024] 請求項 1 2 に記載の光画像計測装置の制御方法は、低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による 1 フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、を備えた光画像計測装置の制御方法であって、順次前記ガルバノミラーの向きを変更させながら前記干渉光の検出を行う干渉光検出段階と、前記干渉光検出段階において 1 フレーム分の検出結

果が得られる毎に前記断層画像の形成を行う断層画像形成段階と、を有し、前記干渉光検出段階は連続して前記検出を行い、前記画像形成段階は前記干渉光検出段階と並行して実施される、ことを特徴とするものである。

発明の効果

[0025] この発明によれば、干渉光の検出中に画像の異常を検出することができる。これにより、被測定物体の走査と平行して異常画像の発生を検出することが可能となる。したがって、異常画像の発生を迅速に把握することができ、3次元画像の形成処理の処理時間を短縮することが可能となる。また、装置のリソースの有効活用が可能となる。

[0026] また、この発明によれば、干渉光の検出と断層画像の形成とを並行して行うことができる。これにより、被検眼の全フレームの走査の完了を待たずに、断層画像を形成することが可能となり、装置のリソースの有効活用及び3次元画像の形成処理に掛る時間の短縮が可能となる。したがって、被測定物体の検査の時間短縮に寄与することが可能となる。

[0027] また、この発明によれば、干渉光の検出と断層画像の形成とを並行して行うとともに、断層画像の異常を検出した場合に、異常画像が発生した場所に戻って、その場所から再度被測定物体の走査を再開することができる。これにより、装置のリソースの有効活用及び3次元画像の形成処理に掛る時間の短縮が可能になる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1] この発明に係る光画像計測装置の実施形態の全体構成の一例を表す概略構成図である。

[図2] この発明に係る光画像計測装置の実施形態におけるOCTユニットの構成の一例を表す概略構成図である。

[図3] この発明に係る光画像計測装置の実施形態の制御系の構成の一例を表す概略ブロック図である。

[図4A] この発明に係る光画像計測装置の実施形態による信号光の走査態様の一例を表す概略図であり、被検眼に対する信号光の入射側から眼底を見たと

きの信号光の走査態様の一例を表している。

[図4B] この発明に係る光画像計測装置の実施形態による信号光の走査態様の一例を表す概略図であり、各走査線上の走査点の配列態様の一例を表している。

[図5] この発明に係る光画像計測装置の実施形態の使用形態の一例を表すフローチャートである。

[図6] この発明に係る光画像計測装置の時間経過に対応した各機能部のオン／オフ状態の一例を表すシーケンス図である。

[図7] 各機能部のオン／オフ状態における動作の一例を表すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0029] 〔第 1 の実施形態〕

以下、この発明の第 1 の実施形態に係る光画像計測装置について説明する。以下の実施形態では、フーリエドメインタイプの手法を適用する構成について詳しく説明する。なお、他の構成を適用する場合においても、この実施形態と同様の構成を適用することにより同様の作用及び効果が得られる。たとえば、スウェプトソースタイプのように信号光を走査（スキャン）する任意のタイプの OCT 技術に対して、この実施形態に係る構成を適用することが可能である。また、フルフィールドタイプのように信号光を横方向にスキャンしないタイプの OCT 技術に対して、この実施形態に係る構成を適用することも可能である。

[0030] 〔装置構成〕

光画像計測装置 1 は、図 1 に示すように、眼底カメラユニット 1 A、OCT ユニット 1 5 0 及び演算制御装置 2 0 0 を含んで構成される。これら各部は、複数の筐体内に分散して設けられていてもよいし、単一の筐体内にまとめて設けられていてもよい。眼底カメラユニット 1 A は、従来の眼底カメラとほぼ同様の光学系を有する。眼底カメラは、眼底を撮影する装置である。また、眼底カメラは、眼底血管の形態の撮影に利用される。OCT ユニット

150は、被検眼のOCT画像を取得するための光学系を格納している。演算制御装置200は、各種の演算処理や制御処理等を実行するコンピュータを具備している。

[0031] OCTユニット150には、接続線152の一端が取り付けられている。接続線152の他端には、接続線152を眼底カメラユニット1Aに接続するコネクタ部151が取り付けられている。接続線152の内部には光ファイバ152aが導通されている（図2を参照）。OCTユニット150と眼底カメラユニット1Aは、接続線152を介して光学的に接続されている。演算制御装置200は、眼底カメラユニット1A及びOCTユニット150のそれぞれと、電気信号を伝達する通信線を介して接続されている。

[0032] 〔眼底カメラユニット〕

眼底カメラユニット1Aは、眼底表面の形態を表す2次元画像を形成するための光学系を有する。ここで、眼底表面の2次元画像には、眼底表面を撮影したカラー画像やモノクロ画像、更には蛍光画像（フルオレセイン蛍光画像、インドシアニンググリーン蛍光画像等）などが含まれる。

[0033] 眼底カメラユニット1Aには、従来の眼底カメラと同様に、各種のユーザインターフェイスが設けられている。このユーザインターフェイスの例として、操作パネル、コントロールレバー（ジョイスティック）、撮影スイッチ、合焦ハンドル、ディスプレイなどがある。操作パネルには、各種のスイッチやボタンが設けられている。コントロールレバーは、操作パネル等が設けられた架台や、光学系が内蔵された装置本体を、装置ベースに対して3次的に移動させるために操作される。コントロールレバーは、特に、手動でのアライメント操作時に使用される。撮影スイッチは、コントロールレバーの上端に設けられ、眼底像やOCT画像の取得を指示するために使用される。また、撮影スイッチは、他の機能を実行する際にも使用される。操作パネルやコントロールレバーは、眼底カメラユニット1Aの検者側の位置（後面）に設けられている。合焦ハンドルは、たとえば装置本体の側面に設けられ、フォーカス調整（ピント合わせ）を行うために使用される。なお、合焦ハン

ドルを操作すると、後述の合焦レンズが移動されてフォーカス状態が変更される。ディスプレイは、眼底カメラユニット 1 A の検者側の位置に設けられ、光画像計測装置 1 により取得された断層画像、患者情報、撮影条件等の各種情報を表示する。眼底カメラユニット 1 A の被検者側の位置（前面）には、被検者の顔を保持するための顎受けや額当てが設けられている。

[0034] 眼底カメラユニット 1 A には、従来の眼底カメラと同様に、照明光学系 1 0 0 と撮影光学系 1 2 0 が設けられている。照明光学系 1 0 0 は眼底 E f に照明光を照射する。撮影光学系 1 2 0 は、この照明光の眼底反射光を撮像装置 1 0、1 2 に導く。また、撮影光学系 1 2 0 は、OCT ユニット 1 5 0 からの信号光を眼底 E f に導くとともに、眼底 E f を経由した信号光を OCT ユニット 1 5 0 に導く。

[0035] 照明光学系 1 0 0 は、従来の眼底カメラと同様に、観察光源 1 0 1、コンデンサレンズ 1 0 2、撮影光源 1 0 3、コンデンサレンズ 1 0 4、エキサイタフィルタ 1 0 5 及び 1 0 6、リング透光板 1 0 7、ミラー 1 0 8、LCD（Liquid Crystal Display）1 0 9、照明絞り 1 1 0、リレーレンズ 1 1 1、孔開きミラー 1 1 2、対物レンズ 1 1 3 を含んで構成される。

[0036] 観察光源 1 0 1 は、たとえば約 7 0 0 nm ~ 8 0 0 nm の範囲の近赤外領域の波長を含む照明光を出力する。この近赤外光は、OCT ユニット 1 5 0 で使用する光の波長よりも短く設定されている（後述）。撮影光源 1 0 3 は、たとえば約 4 0 0 nm ~ 7 0 0 nm の範囲の可視領域の波長を含む照明光を出力する。

[0037] 観察光源 1 0 1 から出力された照明光は、コンデンサレンズ 1 0 2、1 0 4、（エキサイタフィルタ 1 0 5 又は 1 0 6、）リング透光板 1 0 7、ミラー 1 0 8、照明絞り 1 1 0、リレーレンズ 1 1 1 を介して孔開きミラー 1 1 2 に到達する。更に、この照明光は、孔開きミラー 1 1 2 により反射され、対物レンズ 1 1 3 を介して被検眼 E に入射して眼底 E f を照明する。一方、撮影光源 1 0 3 から出力された照明光は、同様にコンデンサレンズ 1 0 4 か

ら対物レンズ 113 までを経由して被検眼 E に入射して眼底 E f を照明する。

[0038] 撮影光学系 120 は、対物レンズ 113、孔開きミラー 112（の孔部 112a）、撮影絞り 121、バリアフィルタ 122 及び 123、合焦レンズ 124、リレーレンズ 125、撮影レンズ 126、ダイクロイックミラー 134、フィールドレンズ（視野レンズ） 128、ハーフミラー 135、リレーレンズ 131、ダイクロイックミラー 136、撮影レンズ 133、撮像装置 10、反射ミラー 137、撮影レンズ 138、撮像装置 12、レンズ 139 及び LCD 140 を含んで構成される。撮影光学系 120 は、従来の眼底カメラとほぼ同様の構成を有する。合焦レンズ 124 は、撮影光学系 120 の光軸方向に移動可能とされている。

[0039] ダイクロイックミラー 134 は、照明光学系 100 からの照明光の眼底反射光（約 400 nm ~ 800 nm の範囲に含まれる波長を有する）を反射する。また、ダイクロイックミラー 134 は、OCT ユニット 150 からの信号光 LS（たとえば約 800 nm ~ 900 nm の範囲に含まれる波長を有する；図 2 を参照）を透過させる。

[0040] ダイクロイックミラー 136 は、観察光源 101 からの照明光の眼底反射光を反射し、撮影光源 103 からの照明光の眼底反射光を透過させる。

[0041] LCD 140 は、被検眼 E を固視させるための固視標（内部固視標）を表示する。LCD 140 からの光は、レンズ 139 により集光され、ハーフミラー 135 により反射され、フィールドレンズ 128 を経由してダイクロイックミラー 136 に反射される。更に、この光は、撮影レンズ 126、リレーレンズ 125、合焦レンズ 124、孔開きミラー 112（の孔部 112a）、対物レンズ 113 等を経由して被検眼 E に入射する。それにより、眼底 E f に内部固視標が投影される。

[0042] LCD 140 による内部固視標の表示位置を変更することにより、被検眼 E の固視方向を変更することができる。被検眼 E の固視方向としては、たとえば従来の眼底カメラと同様に、眼底 E f の黄斑部を中心とする断層画像を

取得するための固視方向や、視神経乳頭を中心とする断層画像を取得するための固視方向や、黄斑部と視神経乳頭との間の眼底中心を中心とする断層画像を取得するための固視方向などがある。固視位置の変更は、たとえば操作パネルを操作することで行う。

[0043] 撮像装置 10 には、撮像素子 10a が内蔵されている。撮像装置 10 は、特に近赤外領域の波長の光を検出可能である。つまり、撮像装置 10 は、近赤外光を検出する赤外線テレビカメラとして機能する。撮像装置 10 は、近赤外光を検出して映像信号を出力する。撮像素子 10a は、たとえば、CCD (Charge Coupled Devices) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の任意の撮像素子 (エリアセンサ) である。

[0044] 撮像装置 12 には、撮像素子 12a が内蔵されている。撮像装置 12 は、特に可視領域の波長の光を検出可能である。つまり、撮像装置 12 は、可視光を検出するテレビカメラとして機能する。撮像装置 12 は、可視光を検出して映像信号を出力する。撮像素子 12a は、撮像素子 10a と同様に、任意の撮像素子 (エリアセンサ) により構成される。

[0045] タッチパネルモニタ 11 は、各撮像素子 10a、12a からの映像信号に基づいて眼底像 $E f'$ を表示する。また、この映像信号は演算制御装置 200 に送られる。このタッチパネルモニタ 11 は、前述のディスプレイの一例である。

[0046] 眼底カメラユニット 1A には、走査ユニット 141 とレンズ 142 とが設けられている。走査ユニット 141 は、OCT ユニット 150 から出力される信号光 $L S$ の眼底 $E f$ に対する照射位置を走査する。

[0047] 走査ユニット 141 は、図 1 に示す $x y$ 平面上において信号光 $L S$ を走査する。そのために、走査ユニット 141 には、たとえば、 x 方向への走査用のガルバノミラー 141A と、 y 方向への走査用のガルバノミラー 141B とが設けられている (図 3 参照)。

[0048] [OCT ユニットの構成]

次に、OCTユニット150の構成について図2を参照しつつ説明する。OCTユニット150は、従来のフーリエドメインタイプの光画像計測装置と同様の光学系を備えている。すなわち、OCTユニット150は、低コヒーレンス光を参照光と信号光に分割し、被検眼の眼底を経由した信号光と参照物体を経由した参照光とを干渉させて干渉光を生成し、この干渉光を検出して検出信号を生成する光学系を備えている。この検出信号は演算制御装置200に送られる。

[0049] 低コヒーレンス光源160は、広帯域の低コヒーレンス光L0を出力する広帯域光源である。この広帯域光源としては、たとえば、スーパーluminescentダイオード（Super Luminescent Diode：SLD）や、発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED）などを用いることができる。

[0050] 低コヒーレンス光L0は、たとえば、近赤外領域の波長の光を含み、かつ、数十マイクロメートル程度の時間的コヒーレンス長を有する。低コヒーレンス光L0は、眼底カメラユニット1Aの照明光（波長約400nm～800nm）よりも長い波長、たとえば約800nm～900nmの範囲の波長を含んでいる。

[0051] 低コヒーレンス光源160から出力された低コヒーレンス光L0は、光ファイバ161を通じて光カプラ162に導かれる。光ファイバ161は、たとえばシングルモードファイバやPMファイバ（Polarization maintaining fiber；偏波面保持ファイバ）等により構成される。光カプラ162は、低コヒーレンス光L0を参照光LRと信号光LSとに分割する。

[0052] なお、光カプラ162は、光を分割する手段（スプリッタ；splitter）、及び、光を重畳する手段（カプラ；coupler）の双方の作用を有するが、ここでは慣用的に「光カプラ」と称する。

[0053] 光カプラ162により生成された参照光LRは、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ163により導光されてそのファイバ端面から出射さ

れる。更に、参照光 L R は、コリメータレンズ 171 により平行光束とされ、ガラスブロック 172、及び濃度フィルタ 173 を経由し、参照ミラー 174 により反射される。

[0054] 参照ミラー 174 により反射された参照光 L R は、再び濃度フィルタ 173、及びガラスブロック 172 を経由し、コリメータレンズ 171 によって光ファイバ 163 のファイバ端面に集光され、光ファイバ 163 を通じて光カプラ 162 に導かれる。

[0055] なお、ガラスブロック 172 と濃度フィルタ 173 は、参照光 L R と信号光 L S の光路長（光学距離）を合わせるための遅延手段として作用する。また、ガラスブロック 172 と濃度フィルタ 173 は、参照光 L R と信号光 L S の分散特性を合わせるための分散補償手段として作用する。

[0056] 濃度フィルタ 173 は、参照光 L R の光量を減少させる減光フィルタとして作用する。濃度フィルタ 173 は、たとえば、回転型の ND (Neutral Density) フィルタにより構成される。濃度フィルタ 173 は、図示しない駆動機構によって回転駆動されて、干渉光 L C の生成に寄与する参照光 L R の光量を変更する。

[0057] 参照ミラー 174 は、所定の駆動機構により、参照光 L R の進行方向（図 2 に示す両側矢印方向）に移動される。それにより、被検眼 E の眼軸長やワーキングディスタンス（対物レンズ 113 と被検眼 E との間の距離）などに応じて、参照光 L R の光路長を確保できる。

[0058] 他方、光カプラ 162 により生成された信号光 L S は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 164 により接続線 152 の端部まで導光される。ここで、光ファイバ 164 と光ファイバ 152 a は、単一の光ファイバから形成されていてもよいし、各々の端面同士を接合するなどして一体的に形成されていてもよい。

[0059] 信号光 L S は、光ファイバ 152 a により導光されて眼底カメラユニット 1A に案内される。更に、信号光 L S は、レンズ 142、走査ユニット 141、ダイクロイックミラー 134、撮影レンズ 126、リレーレンズ 125

、ハーフミラー 190、合焦レンズ 124、撮影絞り 121、孔開きミラー 112の孔部 112a、対物レンズ 113を経由して被検眼 E に照射されて眼底 E f に照射される。なお、信号光 L S を眼底 E f に照射させるときには、バリアフィルタ 122、123は事前に光路から退避される。

[0060] 被検眼 E に入射した信号光 L S は、眼底 E f 上にて結像し反射される。このとき、信号光 L S は、眼底 E f の表面で反射されるだけでなく、眼底 E f の深部領域にも到達して屈折率境界において散乱される。したがって、眼底 E f を経由した信号光 L S は、眼底 E f の表面形態を反映する情報と、眼底 E f の深層組織の屈折率境界における後方散乱の状態を反映する情報とを含んでいる。この光を単に「信号光 L S の眼底反射光」と呼ぶことがある。

[0061] 信号光 L S の眼底反射光は、被検眼 E に向かう信号光 L S と同じ経路を逆方向に案内されて光ファイバ 152a の端面に集光される。更に、信号光 L S の眼底反射光は、光ファイバ 152a を通じて OCT ユニット 150 に入射し、光ファイバ 164 を通じて光カプラ 162 に戻ってくる。

[0062] 光カプラ 162 は、眼底 E f を経由して戻ってきた信号光 L S と、参照ミラー 174 にて反射された参照光 L R とを重ね合わせて干渉光 L C を生成する。干渉光 L C は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 165 を通じてスペクトロメータ 180 に導かれる。

[0063] スペクトロメータ（分光計）180は、干渉光 L C のスペクトル成分を検出する。スペクトロメータ 180 は、コリメータレンズ 181、回折格子 182、結像レンズ 183、CCD 184 を含んで構成される。回折格子 182 は、透過型でも反射型でもよい。また、CCD 184 に代えて、CMOS 等の他の光検出素子（ラインセンサ又はエリアセンサ）を用いることも可能である。

[0064] スペクトロメータ 180 に入射した干渉光 L C は、コリメータレンズ 181 により平行光束とされ、回折格子 182 によって分光（スペクトル分解）される。分光された干渉光 L C は、結像レンズ 183 によって CCD 184 の撮像面上に結像される。CCD 184 は、分光された干渉光 L C の各スペ

クトル成分を検出して電荷に変換する。CCD 184は、この電荷を蓄積して検出信号を生成する。更に、CCD 184は、この検出信号を演算制御装置200に送る。

[0065] なお、この発明に係る「干渉光検出手段」は、たとえば、走査ユニット141と、光カプラ162と、信号光LSの光路上の光学部材（つまり光カプラ162と眼底Efとの間に配置された光学部材）と、参照光LRの光路上の光学部材（つまり光カプラ162と参照ミラー174との間に配置された光学部材）とを含んで構成され、特に、走査ユニット141、光カプラ162、光ファイバ163、164及び参照ミラー174を具備する干渉計を含み、さらにCCD 184を有するものである。

[0066] なお、この実施形態ではマイケルソン型の干渉計を採用しているが、たとえばマッハツェンダー型など任意のタイプの干渉計を適宜に採用することが可能である。

[0067] 〔演算制御装置〕

演算制御装置200の構成について説明する。演算制御装置200は、CCD 184から入力される検出信号を解析して眼底EfのOCT画像を形成する。そのための演算処理は、従来のフーリエドメインタイプの光画像計測装置と同様である。

[0068] また、演算制御装置200は、眼底カメラユニット1A及びOCTユニット150の各部を制御する。

[0069] 眼底カメラユニット1Aの制御として、演算制御装置200は、観察光源101や撮影光源103による照明光の出力制御、エキサイタフィルタ105、106やバリアフィルタ122、123の光路上への挿入／退避動作の制御、LCD 140等の表示装置の動作制御、照明絞り110の移動制御（絞り値の制御）、撮影絞り121の絞り値の制御、合焦レンズ124の移動制御（フォーカス調整、倍率調整）の制御などを行う。また、演算制御装置200は、ガルバノミラー141A、141B（図3参照）の動作制御を行い、走査ユニット141を制御して信号光LSを走査させる。

[0070] また、OCTユニット150の制御として、演算制御装置200は、低コヒーレンス光源160による低コヒーレンス光L0の出力制御、参照ミラー174の移動制御、濃度フィルタ173の回転動作（参照光LRの光量の減少量の変更動作）の制御、CCD184による電荷蓄積時間や電荷蓄積タイミングや信号送信タイミングの制御などを行う。

[0071] 演算制御装置200は、従来のコンピュータと同様に、マイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、キーボード、マウス、ディスプレイ、通信インターフェイスなどを含んで構成される。ハードディスクドライブには、光画像計測装置1を制御するためのコンピュータプログラムが記憶されている。また、演算制御装置200は、CCD184からの検出信号に基づいてOCT画像を形成する専用の回路基板を備えていてもよい。

[0072] 〔制御系〕

光画像計測装置1の制御系の構成について図3を参照しつつ説明する。なお、図3において、撮像装置10、12は眼底カメラユニット1Aと別途に記載され、CCD184はOCTユニット150と別途に記載されているが、上記の説明のように、撮像装置10、12は眼底カメラユニット1Aに搭載され、CCD184はOCTユニット150に搭載されている。

[0073] （制御部）

光画像計測装置1の制御系は、演算制御装置200の制御部210を中心に構成される。制御部210は、たとえば、前述のマイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、通信インターフェイス等を含んで構成される。

[0074] 制御部210には、主制御部211と記憶部212が設けられている。主制御部211は、眼底カメラユニット1A、OCTユニット150及び演算制御装置200の各部を制御する。

[0075] （主制御部）

主制御部211は、ミラー駆動機構241、242を制御してガルバノミラー141A、141Bの向き（角度）を制御する。それにより、眼底Ef

に対する信号光 L S の照射位置が走査される。また、主制御部 2 1 1 は、LCD 1 4 0 を制御して内部固視標を表示させる。特に、主制御部 2 1 1 は、ミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 と LCD 1 4 0 とを同時に制御して、被検眼 E に内部固視標を呈示させるとともに信号光 L S を走査させる。

[0076] (記憶部)

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、たとえば、OCT 画像の画像データ、眼底像 E f' の画像データ、被検眼情報などがある。被検眼情報は、たとえば、患者 ID や氏名などの被検者に関する情報や、左眼／右眼の識別情報や、被検眼の診断結果・検査結果など、被検眼に関する各種の情報を含む。主制御部 2 1 1 は、記憶部 2 1 2 にデータを書き込む処理や、記憶部 2 1 2 からデータを読み出す処理を行う。

[0077] 更に、記憶部 2 1 2 には、後述の動作（フローチャート）を実行するためのコンピュータプログラムが記憶される。主制御部 2 1 1 は、当該コンピュータプログラムに基づいて動作する。

[0078] (画像形成部)

画像形成部 2 2 0 は、CCD 1 8 4 からの検出信号に基づいて眼底 E f の断層画像の画像データを形成する。この画像データ形成処理には、従来のフーリエドメインタイプの OCT 技術と同様に、ノイズ除去（ノイズ低減）、フィルタ処理、FFT (Fast Fourier Transform) などの処理が含まれている。

[0079] 画像形成部 2 2 0 は、たとえば、前述の回路基板や通信インターフェイス等を含んで構成される。なお、この明細書では、「画像データ」と、それに基づいて表示される「画像」とを同一視することがある。

[0080] (画像処理部)

画像処理部 2 3 0 は、眼底カメラユニット 1 A により取得された眼底像（眼底表面の撮影画像）や、画像形成部 2 2 0 により形成された断層画像に対して、各種の画像処理や解析処理を施す。たとえば、画像処理部 2 3 0 は、

断層画像の輝度補正や分散補正等の各種補正処理などを実行する。

[0081] また、画像処理部 230 は、画像形成部 220 により形成された断層画像の間の画素を補間する補間処理等を実行することにより、眼底 E f の 3 次元画像の画像データを形成する。

[0082] なお、3 次元画像の画像データとは、3 次元座標系により画素の位置が定義された画像データを意味する。3 次元画像の画像データとしては、3 次的に配列されたボクセルからなる画像データがある。この画像データは、ボリュームデータ或いはボクセルデータなどと呼ばれる。ボリュームデータに基づく画像を表示させる場合、画像処理部 230 は、このボリュームデータに対してレンダリング処理（ボリュームレンダリングや MIP（Maximum Intensity Projection：最大値投影）など）を施して、特定の視線方向から見たときの擬似的な 3 次元画像の画像データを形成する。表示部 240 A 等の表示デバイスには、この擬似的な 3 次元画像が表示される。

[0083] また、3 次元画像の画像データとして、複数の断層画像のスタックデータを形成することも可能である。スタックデータは、複数の走査線に沿って得られた複数の断層画像を、走査線の位置関係に基づいて 3 次的に配列させることで得られる画像データである。すなわち、スタックデータは、元々個別の 2 次元座標系により定義されていた複数の断層画像を、一つの 3 次元座標系により表現する（つまり一つの 3 次元空間に埋め込む）ことにより得られる画像データである。画像処理部 230 は、3 次元画像に対して各種の画像処理や解析処理を行うことも可能である。

[0084] 以上のような構成を有する画像処理部 230 は、たとえば、マイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ等を含んで構成される。また、所定の画像処理や解析処理を専門に行う回路基板などを含んでいてもよい。

[0085] なお、画像形成部 220（及び画像処理部 230）は、この発明に係る「断層画像形成手段」の一例として機能するものである。

[0086] (異常検出部)

異常検出部 250 は、画像形成部 220 により形成された断層画像の画像データに対してその断層画像に異常が発生しているか否かを検出する。本実施形態において断層画像の異常とは、たとえば、検査対象である被検眼 E の動きにより、撮像したい部分（具体的には、眼底 E f）が断層画像の中央付近から動いてしまい、断層画像の上端もしくは下端の方に撮像されてしまうことを指す。ここで、断層画像の上端とは、深さ方向（z 方向）における浅い位置を指す。また、断層画像の下端とは、深さ方向（z 方向）における深い位置を指す。断層画像の上端もしくは下端では解像度が低下するなどの不都合がある。よって、撮像したい部分が端に位置してしまうと、正確な診断を行うことができなくなるおそれがある。例えば、異常検出部 250 は、断層画像に含まれる各ピクセルの輝度値などにに基づき、検査対象となっている画像の位置を把握する。更に、異常検出部 250 は、当該画像の中央からのずれを求め、このずれと予め決まっている閾値とを比較する。このずれが閾値より大きいと判断された場合、異常検出部 250 は、当該断層画像には異常が発生しているものとする。ただし、この画像の位置の求め方は特に制限はなく、他の方法を用いてもよい。また、本実施形態では画像の位置によって異常を検出したが、他の画像状態を基に異常を検出してもよい。例えばノイズによる画像の乱れを基に異常を検出することができる。異常検出部 250 が本発明における「異常検出手段」にあたる。

[0087] (表示部、操作部)

ユーザインターフェイス 240 は、表示部 240 A 及び操作部 240 B で構成される。表示部 240 A は、タッチパネルモニタ 11 を含んで構成される。更に、演算制御装置 200 のディスプレイなどが表示部 240 A に含まれていてもよい。操作部 240 B は、たとえばキーボードやマウスのような、入力デバイスや操作デバイスを含んで構成される。また、操作部 240 B には、光画像計測装置 1 の筐体表面や外部に設けられた各種の入力デバイスや操作デバイスが含まれている。

[0088] なお、表示部240Aと操作部240Bは、それぞれ個別のデバイスとして構成される必要はない。たとえばタッチパネル方式のLCDのように、表示部240Aと操作部240Bとが一体化されたデバイスを用いることも可能である。

[0089] [信号光の走査及びOCT画像について]

ここで、信号光LSの走査、OCT画像、及び異常検出について説明しておく。

[0090] 図4A、Bは、眼底Efの断層画像を形成するための信号光LSの走査態様の一例を表している。図4Aは、信号光LSが被検眼Eに入射する方向から眼底Efを見た（つまり図1の $-z$ 方向から $+z$ 方向を見た）ときの、信号光LSの走査態様の一例を表す。また、図4Bは、眼底Ef上の各走査線における走査点（画像計測を行う位置）の配列態様の一例を表す。

[0091] 図4Aに示すように、信号光LSは、あらかじめ設定された矩形の走査領域R内を走査される。走査領域R内には、 x 方向に延びる複数（ m 本）の走査線 $R_1 \sim R_m$ が設定されている。各走査線 R_i （ $i = 1 \sim m$ ）に沿って信号光LSが走査されるときに、干渉光LCの検出信号が生成されるようになっている。

[0092] 各走査線 R_i の方向を「主走査方向」と呼び、それに直交する方向を「副走査方向」と呼ぶ。したがって、信号光LSの主走査方向への走査は、ガルバノミラー141Aの反射面の向きを変更することにより実行される。この各走査線 R_i に対応する断面が1つのフレームにあたる。また、副走査方向への走査は、ガルバノミラー141Bの反射面の向きを変更することによって実行される。

[0093] 各走査線 R_i 上には、図4Bに示すように、複数（ n 個）の走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ があらかじめ設定されている。

[0094] 図4A、Bに示す走査を実行するために、制御部210は、まず、ガルバノミラー141A、141Bを制御し、眼底Efに対する信号光LSの入射目標を第1の走査線 R_1 上の走査開始位置RS（走査点 R_{11} ）に設定する

。続いて、制御部 210 は、低コヒーレンス光源 160 を制御し、低コヒーレンス光 L0 をフラッシュ発光させて、走査開始位置 RS に信号光 LS を入射させる。CCD 184 は、この信号光 LS の走査開始位置 RS における眼底反射光に基づく干渉光 LC を受光し、検出信号を制御部 210 に出力する。

[0095] 次に、制御部 210 は、ガルバノミラー 141A を制御して、信号光 LS を主走査方向に走査して、その入射目標を走査点 R12 に設定し、低コヒーレンス光 L0 をフラッシュ発光させて走査点 R12 に信号光 LS を入射させる。CCD 184 は、この信号光 LS の走査点 R12 における眼底反射光に基づく干渉光 LC を受光し、検出信号を制御部 210 に出力する。

[0096] 制御部 210 は、同様にして、信号光 LS の入射目標を走査点 R13、R14、・・・、R1(n-1)、R1n と順次移動させつつ、各走査点において低コヒーレンス光 L0 をフラッシュ発光させることにより、各走査点の干渉光 LC に対応して CCD 184 から出力される検出信号を取得する。これにより、最初のフレームに対応する走査及び検出が終了する。

[0097] この様に、制御部 210 は、上述した OCT ユニット 150 の制御やガルバノミラー 141A 及び 141B の制御を行い、OCT ユニット 150 に干渉光の検出を行わせる。そして、第 1 の走査線 R1 の最後の走査点 R1n における計測が終了すると、画像形成部 220 は、走査線 R1（主走査方向）に沿った眼底 Ef の断層画像を形成する（詳細は後述）。

[0098] そして、異常検出部 250 は、画像形成部 220 が形成した断層画像に描出されている被検眼 E の位置（より詳しくは眼底 Ef の位置）を基に、この断層画像の異常を検出する。すなわち、異常検出部 250 は、眼底 Ef が断層画像の上端付近もしくは下端付近に位置しているときに、この断層画像に異常が発生していると判断する。

[0099] 異常検出部 250 が断層画像の異常を検出した場合、制御部 210 は、走査線 R1 に沿った眼底 Ef の断層画像の形成を再度行うよう、OCT ユニット 150 やガルバノミラー 141A 及び 141B を制御する。

[0100] 一方、異常検出部250が断層画像の異常を検出しなかった場合、制御部210は、次の走査線R2に沿った走査を行わせる。すなわち、制御部210は、ガルバノミラー141A、141Bを同時に制御して、信号光LSの入射目標を、第2の走査線R2の最初の走査点R21まで移動させる。そして、この第2の走査線R2の各走査点R2j ($j = 1 \sim n$) について前述の計測を行うことで、各走査点R2jに対応する検出信号をそれぞれ取得する。さらに、演算制御装置200は、走査線R2における断層画像の生成、この断層画像における異常の検出、干渉光の再検出、断層画像の再形成といった動作を、各部に行わせる。

[0101] 同様に、第3の走査線R3、・・・、第m-1の走査線R(m-1)、第mの走査線Rmのそれぞれについて計測を行って、各走査点に対応する検出信号を取得する。更に、各走査線Riにおける断層画像の生成、この断層画像における異常の検出、干渉光の再検出、断層画像の再形成といった動作を行う。この各走査線Riにおける動作が「所定フレーム分の前記断層画像が得られる度毎」にあたる。ここでは、「所定フレーム数」は「1フレーム」だが、2フレーム以上の任意の枚数（例えば「10フレーム」）でもよい。なお、走査線Rm上の符号REは、走査点Rmnに対応する走査終了位置である。

[0102] それにより、制御部210は、走査領域R内の $m \times n$ 個の走査点Rij ($i = 1 \sim m$ 、 $j = 1 \sim n$) に対応する $m \times n$ 個の検出信号を取得させるとともに、断層画像の形成、異常の検出、断層画像の再形成を行わせることができる。以下、走査点Rijに対応する検出信号をDijと表すことがある。

[0103] 制御部210は、上述のように各ガルバノミラー141A、141Bを動作させるときに、その動作内容を示す情報として走査線Riの位置や走査点Rijの位置(xy座標系における座標)を記憶するようになっている。この記憶内容(走査位置情報)は、従来と同様に画像形成処理などにおいて用いられる。

[0104] 次に、異常検出部250による断層画像の異常の検出の例を説明する。異

常検出部250は、画像形成部220によって形成された各走査線 R_i における断層画像の入力を受ける。そして、異常検出部250は、断層画像を構成している走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ のそれぞれにおける深度方向の画像のうち、9個の深度方向の画像を抽出する。異常検出部250は、これら9つの走査点の位置（すなわち、何番目の走査点を抽出するか。）を予め記憶している。断層画像の異常の発生を検出するためには、これら走査点の位置は、断層画像の中で平均的に分布していることが好ましい。例えば、25、50、75、・・・、200、225というように、 $25 \times k$ 番目（ $k=1, 2, \dots, 9$ ）の走査点、すなわち走査点 R_{i25k} を取得する。そして、異常検出部250は、これら9つの走査点における深度方向の画像に含まれる各ピクセルの輝度値を求める。更に、異常検出部250は、輝度値が高い部分が断層画像の上部や下部に存在するときに、その走査点における深度方向の画像を異常と判定する。そして、異常検出部250は、これら9つの走査点に沿った深度方向の画像のうち所定数以上において異常が検出された場合、制御部210に対し、断層画像に異常が検出された旨の通知を行う。他方、これら9つの走査点における画像のうちの所定数以上で異常が検出されなかった場合、異常検出部250は、制御部210に対し、断層画像が正常である旨の通知を行う。ここで、所定数とは1～9のうちのいずれかであればよい。断層画像の異常の発生を精度良く検出するためには、この所定数を小さく設定することが好ましい。

[0105] このように本実施形態では、断層画像の異常の検出の精度を一定にするとともに、異常検出処理の負荷の軽減及び処理速度の向上を図るために、画面上に平均的に分散した9つの走査点における深度方向の画像を用いて画像の異常を検出しているが、この処理に供される走査点の数は、異常検出の確度や処理速度などに基づいて決定されることが好ましい。例えば、より処理速度を向上させたければ、より少ない数の走査点を用いて異常検出を行えばよい。また、すべての走査点を用いて異常検出を行えば、より確度の高い異常検出を行うことができる。

[0106] [動作]

光画像計測装置 1 の動作について説明する。図 5 に示すフローチャートは、本実施形態に係る光画像計測装置 1 の使用形態の一例を表している。

[0107] まず、被検眼 E を所定の計測位置（対物レンズ 113 に対峙する位置）に配置させ、被検眼 E と装置とのアライメントを行う（S1）。アライメントが完了すると、次に、主制御部 211 は、被検眼 E に対するピント合わせを行う（S2）。

[0108] アライメント調整及びピント調整が完了すると、オペレータは、操作部 240B を操作して検査の開始を要求する（S3）。このとき、主制御部 211 は、必要に応じて LCD 140 を制御し、被検眼 E に対して内部固視標を呈示させる。

[0109] 検査開始の要求を受けた主制御部 211 は、まず $i = 1$ と設定する（S4）。

[0110] そして、主制御部 211 は、低コヒーレンス光源 160、CCD 184 等を制御するとともに、ミラー駆動機構 241 及び 242 を制御して、ガルバノミラー 141A 及び 141B の向きを走査点 R_i の向きに調整（S5）する。そして、主制御部 211 は、走査点 R_i の向きから各走査点 R_{ij} （ $j = 2 \sim m$ ）の方向に順次ガルバノミラー 141A、141B の向きを変更して、走査線 R_i に沿った走査を実行させ、干渉光 LC を検出させる（S6）。

[0111] 続いて、画像形成部 220 は、CCD 184 から出力される検出信号を収集し、この検出信号に基づいてスペクトルの強度分布を求める。更に、画像形成部 220 は、フーリエドメイン OCT の手法を用いて干渉光 LC のスペクトル強度分布をフーリエ変換することで、眼底 Ef の深度方向（z 方向）の形態を画像化し、断層画像を形成する（S7）。

[0112] 異常検出部 250 は、画像形成部 220 で形成された断層画像の画像データから、9 つの走査点における深度方向の画像を取得する。更に、異常検出部 250 は、これら 9 個の深度方向の画像に含まれるピクセルの輝度値を求

めることで、この断層画像に異常が発生しているか否かを検出する（S 8）。

[0113] 異常が検出されない場合（S 8のNoの場合）、主制御部211は、 $i = i + 1$ としてインクリメントを行って i の値を1増やす（S 9）。すなわち、走査線 R_i に沿った走査から走査線 $R(i + 1)$ に沿った走査に移る。他方、異常が検出された場合（S 8のYesの場合）、主制御部211は、 i の値をそのままに保持し、ガルバノミラー141A、141Bの駆動を停止させステップ6に戻る（S 10）。

[0114] ここで、ステップ6、7、8、及び10の繰り返しが始まりループに入った場合、図示は省略するが、操作者からの入力を受けてステップ8をスキップしてステップ9に進むことが可能である。また、このほかにも、ステップ7とステップ8との間に繰り返しの数を数えるステップを設け、繰り返しの数が所定回数に達した場合にはステップ8をスキップしてステップ9に進む構成にしてもよい。

[0115] さらに、主制御部211は、 $i > m$ （ここで、 m は全走査線の本数である。）か否かを判断する（S 11）。 $i > m$ であれば（S 11のYes）ステップ12に進む。また、 $i \leq m$ であれば（S 11のNo）、ステップ5に戻る。

[0116] ステップ12において、画像処理部230は、形成された m 枚の断層画像を基に3次元画像を生成する。そして、制御部210は、画像処理部230により生成された3次元画像を表示部240Aに表示させる（S 12）。

[0117] [作用・効果]

以上のような光画像計測装置1の作用及び効果について説明する。

[0118] 光画像計測装置1は、1つのフレームにおいて、ガルバノミラーの向きを変更しながらの被検眼Eの走査及び干渉光の検出に続いて、断層画像の形成を行い、その形成された断層画像で異常が発生しているか否かの検出を順次行う構成を有する。断層画像の異常の発生を検出すると、光画像計測装置1は、その状態でガルバノミラー141A、141Bの向きの変更を停止させ

、その断層画像に対応する走査位置から再度走査を行うことができる構成を有する。

[0119] このような光画像計測装置 1 によれば、1 フレーム毎に断層画像の異常が確認できるので、迅速に異常を検出することができる。また、光画像計測装置 1 は、異常が発生したときにガルバノミラー 141A、141B の向きの変更を停止させ、その位置から再度走査を行うように構成されている。よって、被検眼 E の走査や画像形成がすべて完了したのちに、異常が発生した場所の断層画像を再度形成するために、この異常が発生した位置を探す必要がないので、断層画像の異常に対して迅速に対処することが可能となる。

[0120] [変形例 1]

以上に説明した構成は、この発明に係る光画像計測装置を好適に実施するための一例に過ぎない。よって、この発明の要旨の範囲内における任意の変形を適宜に施すことが可能である。

[0121] 上記の実施形態では、異常が検出されたときに、その異常が発生している断層画像に対応する走査位置から自動的に再度走査を開始するようにしているが、これに代えて、オペレータが手作業で走査を開始するようにしてもよい。

[0122] 本変形例においても上記実施形態と同様に、異常検出部 250 は、断層画像の異常を検出する。その情報を制御部 210 が受けると、制御部 210 は、ミラー駆動機構 241 及び 242 を制御してガルバノミラー 141A 及び 141B の駆動を停止させる。更に、制御部 210 は、その状態で OCT ユニット 150、画像形成部 220、及び異常検出部 250 の動作を停止させることで検査を停止させる。

[0123] 更に、本変形例では、例えば、制御部 210 は、オペレータによる操作部 240B からの入力を待ち、オペレータが操作部 240B を用いて検査再開の命令を行ったことに対応して、ガルバノミラー 141A 及び 141B の当該停止位置から検査を再開するように構成することができる。

[0124] 以上のように本変形例に係る光画像計測装置は、断層画像の異常が検出さ

れたときに、ガルバノミラーの向きの変更を停止し、そのままの状態でおペレータの指示を待つ構成である。

[0125] このような構成にすることで、オペレータの要求に応じた検査の再開及び検査再開時の走査位置の位置調整を行うことが可能となり、よりオペレータの要求に合った検査を行うことが可能となる。

[0126] [変形例 2]

また、上記の実施形態では、1 フレーム毎（すなわち、断層画像 1 枚毎）に異常検出を行っているが、複数フレーム毎、例えば 10 フレーム毎（すなわち、断層画像 10 枚毎）といった割合で異常検出を行うようにしてもよい。

[0127] この構成の一例を説明する。制御部 210 は、カウンタを有している。このカウンタは、断層画像の形成枚数をカウントしていく。制御部 210 は、カウントされた枚数が 10 枚に達した時点で、その 10 枚目の断層画像に対して異常検出を行うように、異常検出部 250 に制御命令を送信する。制御部 210 は、異常検出を行う命令を送信すると、カウンタを 0 に戻し再度 10 枚カウントする。このようにして、異常検出部 250 は、制御命令を受けて、10 枚毎の断層画像に対して異常検出を実施する。

[0128] ここで、異常検出を何フレーム毎に行うかというフレーム数は、予め決められた数であってもよいし、操作者の要求するフレーム数の入力を受けて決まった数であってもよい。

[0129] このような構成にすることで、異常検出を複数フレーム毎に行うことになり、1 フレーム毎に異常検出を行う場合に比較し、処理時間を短縮することが可能となる。

[0130] [第 2 の実施形態]

この発明に係る光画像計測装置の第 2 の実施形態について説明する。この実施形態は、被測定物体の走査及び干渉光の検出と、画像の形成とを並行して行うものである。この実施形態では、被測定物体の走査、干渉光の検出及び画像の形成の制御、並びに動作について説明する。

- [0131] 制御部210は、ミラー駆動機構241及び242を制御することでガルバノミラー141A及び141Bの向きを変更させながら、OCTユニット150に走査線 R_i ($i = 1, 2, \dots, m$) に沿った眼底 E_f の走査及び干渉光の検出を順次行わせる。これは、第1の実施形態と異なり、走査線 $R_1 \sim R_m$ に対応する各フレームにおける走査及び検出を、画像形成や異常検出と並行して行うものである。
- [0132] より詳しく説明すると、制御部210は、OCTユニット150に、走査線 $R_1 \sim R_m$ のそれぞれに沿った走査に基づく干渉光の検出を順次行わせていく。また、制御部210は、画像形成部220に、走査線 $R_1 \sim R_m$ のそれぞれに対応する検出結果に基づく断層画像の形成（スペクトルの強度分布の取得やフーリエ変換など）を順次行わせる。ここで、制御部210は、上述したOCTユニット150による干渉光の検出と画像形成部220による断層画像の形成をそれぞれ独立して実行させる。
- [0133] 以上のような構成を有する光画像計測装置1を用いて眼底 E_f を計測する動作について説明する。図6に示すシーケンス図は、本実施形態に係る光画像計測装置の各機能部について、時間経過に応じたそのオン／オフ状態（その機能部が動作しているか否かの状態）の一例を表している。図7に示すフローチャートは、各機能部のオン／オフ状態における動作の一例を表している。
- [0134] 図6は、図面に向かって上から下に時間が経過している。制御部210は、オペレータからの検査開始の入力を受けて、ガルバノミラー141A及び141Bを駆動させて順次向きを変更させながら順次走査線 R_i に沿って眼底 E_f を走査させ、OCTユニット150に干渉光を検出させる（S001）。OCTユニット150での検出結果は、制御部210を介して画像形成部220へ順次送信される。
- [0135] 画像形成部220は、OCTユニット150から順次送信される検出結果を受けて、走査線 R_i に沿った断層画像を順次に形成する。そして、画像形成部220は、順次形成される断層画像を、制御部210を介して画像処理

部 2 3 0 へ順次送信する。

[0136] 画像処理部 2 3 0 は、各走査線 R_i に沿った断層画像の画像データを受信して、これら m 個の画像データを基に 3 次元画像を生成する。

[0137] 図 6 で表わされるように、ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の調整及び OCT ユニット 1 5 0 による干渉光の検出 (S 0 0 1) と、画像形成部 2 2 0 による断層画像の形成 (S 0 0 2) は並列的に行われる。そして、すべての断層画像の形成が終わった後に 3 次元画像の生成が行われる (S 0 0 3)。ここで、本実施形態の変形例として、異常が検出されなかった断層画像を用いて部分的な 3 D 画像を順次生成する構成にしてもよい。

[0138] ここで、画像形成部 2 2 0 による断層画像の形成処理の方が、ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の調整及び OCT ユニットによる干渉光の検出よりも時間が掛かることを考慮すると、図 6 に示すように、ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の調整及び OCT ユニット 1 5 0 によるすべてのフレームに対応する干渉光の検出にかかる全体の時間は、画像形成部 2 2 0 による全てのフレームに対応する断層画像の形成にかかる全体の時間よりも短い時間となる。

[0139] 次に、図 7 を参照して S 0 0 1 と S 0 0 2 における各機能部の動作を説明する。

[0140] まず、前提として、被検眼 E を所定の計測位置 (対物レンズ 1 1 3 に対峙する位置) に配置させ、被検眼 E と装置とのアライメントを行う。アライメントが完了すると、主制御部 2 1 1 は、被検眼 E に対するピント合わせを行う。アライメント調整及びピント調整が完了した後、オペレータは操作部 2 4 0 B を操作して検査の開始を要求する。

[0141] (走査及び干渉光の検出の動作)

検査開始の要求を受けた主制御部 2 1 1 は、まず $i = 1$ と設定する (S 1 0 1)。

[0142] そして、主制御部 2 1 1 は、低コヒーレンス光源 1 6 0、CCD 1 8 4 等を制御するとともに、ミラー駆動機構 2 4 1 及び 2 4 2 を制御して、ガルバ

ノミラー 141A 及び 141B の向きを走査点 R_{i1} の位置に調整する (S102)。

[0143] OCT ユニット 150 及び眼底カメラユニット 1A は、走査点 R_{ij} ($j = 2 \sim m$) の方向に順次ガルバノミラー 141A、141B の向きを変更して干渉光を検出させる (S103)。

[0144] そして、主制御部 211 は、 $i = i + 1$ としてインクリメントを行い i の値を 1 だけ増やす (S104)。

[0145] さらに、主制御部 211 は、 $i > m$ (ここで、 m は全走査線の本数である。) か否かを判断する (S105)。 $i > m$ であれば (S105 の Yes) ガルバノミラー 141A、141B の向きの変更、及び干渉光の検出を終了する。また、 $i \leq m$ であれば、ステップ 102 に戻る (S105 の No)。これにより、すべての走査線 (フレーム) に対応する干渉光の検出が行える。

[0146] (画像形成及び表示の動作)

検査開始の要求を受けた主制御部 211 は、まず $h = 1$ と設定する (S201)。

[0147] 続いて、画像形成部 220 は、CCD 184 から出力される、走査線 R_h に対応する眼底成分の検出信号を収集し (S202)、この検出信号に対しスペクトルの強度分布を求め、フーリエドメイン OCT の手法を用いて干渉光のスペクトル強度分布をフーリエ変換することで被検眼 E の深度方向 (z 方向) の形態を画像化し、走査線 R_h に沿った断層画像を形成する (S203)。

[0148] そして、主制御部 211 は、 $h = h + 1$ としてインクリメントを行い h の値を 1 増やす (S204)。

[0149] さらに、主制御部 211 は、 $h > m$ か否かを判断する。 $h > m$ であれば (S205 の Yes) 検査を終了する。また、 $h \leq m$ であれば (S205 の No) ステップ 202 に戻る。これにより、すべての走査線 (フレーム) に対応する断層画像が取得される。

[0150] [作用・効果]

以上のような光画像計測装置の作用及び効果について説明する。

[0151] 光画像計測装置 1 は、順次ガルバノミラーの向きを変更させながら眼底 E f の走査及び干渉光の検出を行うとともに、これに並行して、1 フレーム分の検出結果が得られる毎にその検出結果に基づく画像形成を行う構成を有する光画像計測装置である。

[0152] このような光画像計測装置 1 によれば、処理能力をそれほど必要としない被検眼 E の走査及び干渉光の検出の実施と共に、高い処理能力を必要とするスペクトル解析及び画像形成を実施することができる。それにより、演算制御装置 200 の処理能力を十分に活用することができる。したがって、検査を迅速に行うことができ、検査時間を短縮することが可能となる。

[0153] [変形例 1]

以上に説明した構成は、この発明に係る光画像計測装置を好適に実施するための一例に過ぎない。よって、この発明の要旨の範囲内における任意の変形を適宜に施すことが可能である。

[0154] 上記の実施形態では、第 1 の実施形態で説明した異常の検出がなされていないが、断層画像の形成の後に異常の検出を行う構成にしてもよい。

[0155] 例えば、異常検出部 250 が、画像形成部 220 により形成された走査線 R i に沿った断層画像を順次受けて、受けた順に断層画像の異常を検出していく構成にしてもよい。

[0156] 以上で説明したように、本変形例に係る光画像計測装置 1 は、順次ガルバノミラーの向きを変更させながらの眼底 E f の走査及び干渉光の検出に並行して、1 フレーム分の検出結果が得られる毎に、その検出結果に基づく画像形成、及び異常の検出を行う構成である。

[0157] このような構成にすることで、すべての断層画像の形成を終了する前に異常の検出を行うことができるので、迅速な異常の検出が可能となる。また、異常検出がなされたときに、オペレータの判断により検査を中止し、再度検査を開始することもできる。

[0158] [変形例 2]

また、異常検出部 250 が、画像形成部 220 が形成した断層画像に対する異常の検出を所定フレーム数毎、例えば 10 枚ごとに行う構成でもよい。

[0159] この場合、制御部 210 は、予め 10 枚毎という数を記憶している。更に、制御部 210 は、画像形成部 220 が形成した断層画像に対応するフレーム数をカウントしていく。そして、10 フレームだけカウントをしたときに、制御部 210 は、異常検出部 250 を制御して、その断層画像に対して異常検出を行わせる。

[0160] 以上で説明したように、本変形例に係る光画像計測装置 1 は、順次ガルバノミラーの向きを変更させながらの眼底 E f の走査及び干渉光の検出に並行して、1 フレーム分の検出結果が得られる毎にその検出結果に基づく画像形成、及び所定フレーム毎の異常の検出を行う構成である。

[0161] このような構成にすることで、すべての断層画像に対する異常の検出を行わなくても、例えば 10 枚以上連続して断層画像に異常が発生しているケースを検出することができる。それにより、3 次元画像の形成処理が不可能となるような異常を検出でき、更に、処理の時間を短縮することが可能となる。

[0162] [変形例 3]

また、異常検出部 250 が、画像形成部 220 が形成した断層画像に対する異常の検出を数枚ごと（例えば 10 枚ごと）に行い、異常が検出された場合に、その前及び後の 10 枚の断層画像に対する異常の検出を実施する構成でもよい。

[0163] この場合、変形例 2 と同様に、制御部 210 が、画像形成部 220 が形成した断層画像の枚数をカウントしていき、10 枚カウントしたときに、異常検出部 250 にその断層画像に対して異常検出を行わせるとともに、異常が検出された場合に、その異常が検出された断層画像の前にカウントした 10 枚分の異常検出を異常検出部 250 に行わせ、さらに異常が検出された断層画像の後の 10 枚分の断層画像の異常検出を行わせる構成にすればよい。

[0164] 以上で説明したように、本変形例に係る光画像計測装置 1 は、順次ガルバノミラーの向きを変更させながらの眼底 E f の走査及び干渉光の検出に並行して、1 フレーム分の検出結果が得られる毎にその検出結果に基づく画像形成、及び所定フレーム毎の断層画像の異常の検出を行い、異常が検出された場合に、その異常が検出された断層画像の前及び後のその所定フレーム数の断層画像の異常検出を行う構成である。

[0165] このような構成にすることで、10 枚以上連続した断層画像に異常が発生していることを確実に検出することが可能となる。これにより、全てのフレームにおける干渉光の検出及び画像の形成を完了せずとも、3 次元画像の生成の障害となる異常を検出することが可能となり、検査の全体的な時間の短縮が可能となる。

[0166] [変形例 4]

また、異常が検出された場合に、その異常が検出された断層画像に対応する走査線を走査した時のガルバノミラーの向きをフレーム数によって取得し、その取得した向きに対応する実際の眼底上における位置の走査を行うように、ガルバノミラー 141A、141B を駆動させて向きを変更することにより、その位置の走査を再度行う構成にしてもよい。

[0167] この場合の動作を説明する。制御部 210 は、異常が検出された時点で実行している走査のフレームからさかのぼって、異常が検出された断層画像のフレームまでのフレームの数を取得する。ここで、制御部 210 は、異常が検出された断層画像までに何枚のフレームの画像形成が終了しており、更に、走査は何フレーム終わっているか把握しているので、走査が終了しているフレーム数から異常が検出された断層画像までのフレーム数を減算することにより、目的のフレーム数を求めることができる。そして、制御部 210 は、ガルバノミラー 141A、141B の向きの変更を停止し、さらに、停止した向きから求められたフレーム数だけ前の向きにガルバノミラー 141A、141B を戻す。制御部 210 は、ガルバノミラー 141B を所定角度ずつ動かしていくことで、各走査線に直交する方向にガルバノミラーの向きを変

更し、各走査線に沿った走査を行うように向きを合わせる。そして、走査した走査線の数、すなわちフレームの数が、ガルバノミラー１４１Ｂの向きを変更した回数に相当することを考慮すると、その回数に対して前述した所定角度をかけることで、ガルバノミラー１４１Ｂが移動した角度がわかる。したがって、異常が検出された時点で走査しているフレームからさかのぼって、異常が検出された断層画像のフレームまでのフレームの数に基づいて、ガルバノミラー１４１Ｂを停止させた向きに対して当該フレーム数だけ前におけるガルバノミラー１４１Ｂの向きを求めることができる。そして、制御部２１０は、その求めた向きにガルバノミラー１４１Ｂを戻し、その向きの走査線に沿った走査から走査を再開させる。

[0168] 本変形例に係る光画像計測装置は、異常が検出された断層画像に対応する走査を行ったときのガルバノミラーの位置を求める。更に、この光画像計測装置は、ガルバノミラーの駆動を停止し、この求めた位置にガルバノミラーの向きを変更し、この変更後のガルバノミラーの向きから干渉光の検出を再開する。

[0169] このような構成にすることで、途中で異常が検出された場合に、その異常が発生した断層画像に対応する実際の眼底上の位置からすぐに検査を再開することができる。これにより、すべての断層画像の形成の完了まで待つことなく、迅速に異常に対応することが可能となり、検査効率を向上させるとともに検査の全体的な時間短縮が可能となる。

[0170] [変形例５]

また、異常が検出された場合に、その異常が検出された断層画像に対応する走査を行っている間に撮像された眼底画像に基づいて、その走査の位置を求めることができる。更に、その求めた位置を走査するように、現在の眼底画像に基づいて、ガルバノミラー１４１Ａ、１４１Ｂを駆動させて向きを変更して再度走査を行うように構成することができる。

[0171] この場合、走査を行っている最中に眼底画像をリアルタイムでモニタリング（動画観察）する眼底モニタを要する。眼底モニタは、干渉光の検出が行

われている間、撮像装置 10 から出力される観察光源 101 からの近赤外領域の波長を含む照明光に基づく眼底 E f の眼底画像をリアルタイムで所定のフレームレートで取得するものである。

[0172] このようにリアルタイムで眼底画像をモニタすることで、断層画像を形成するために被検眼を走査している間に生成される眼底画像を用いて、その生成された眼底画像に対する現在の走査の位置を取得することができる。

[0173] この場合の動作を具体的に説明する。制御部 210 は、眼底における主走査方向（x 方向）及び副走査方向（y 方向）の 2D 座標を有している。この座標は、眼底の特徴点（具体的には、中心窩、黄斑、血管の分岐点、疾患部など）を基に決定されるため、形成される眼底画像の枠内で眼底が移動しても眼底自体に対しての座標は変わらない。

[0174] 制御部 210 は、任意の走査線の位置に対応する断層画像を形成するときに、眼底 E f に対する信号光の走査位置が、その走査時に取得される眼底画像上のどの位置に相当しているかを示す座標情報を生成する。そして、制御部 210 は、断層画像の識別情報に対して、その断層画像に対応する走査を行った時点での眼底画像と座標情報とを関連づけて記憶部 212 に逐次記憶していく。

[0175] 制御部 210 は、異常検出部 250 から異常の検出の通知を受けると、その異常が発生した断層画像の識別情報を取得する。更に、制御部 210 は、取得した識別情報を基に記憶部 212 を検索して、異常が発生した断層画像の走査を行った時点で生成された眼底画像を取得する。そして、制御部 210 は、その眼底画像の座標情報に基づき、眼底上における走査位置の座標を取得する。そして、制御部 210 は、現在の眼底画像上において当該座標に相当する位置を求める。次に、制御部 210 は、その位置を基に、ガルバノミラー 141A、141B を駆動させ、現在の眼底画像における当該座標にあたる向きにガルバノミラー 141A、141B の向きを変更する。そして、そのガルバノミラー 141A、141B の向きから再度検査を開始する。

[0176] 以上で説明したように、本変形例に係る光画像計測装置 1 は、眼底 E f の

眼底画像を干渉光の検出中に所定のフレームレートでモニタし、更に、異常が検出された断層画像の干渉光の検出を行った時点での眼底画像を基に、異常が検出された断層画像の眼底画像における位置を取得し、その取得された位置に対応する現在の眼底画像における位置を特定し、その特定された位置を走査するようにガルバノミラーの向きを求める構成である。

[0177] このような構成にすることで、検査の途中で異常が検出された場合に、現在の眼底の位置におけるその異常が発生した断層画像に対応する走査位置から検査を再開することができる。これにより、より正確な３次元画像の生成を行うことが可能となる。

符号の説明

- [0178] １ 光画像計測装置
- １Ａ 眼底カメラユニット
 - １４０ ＬＣＤ
 - １４１ 走査ユニット
 - １４１Ａ、１４１Ｂ ガルバノミラー
 - １５０ ＯＣＴユニット
 - １６０ 低コヒーレンス光源
 - １６２ 光カプラ
 - １７４ 参照ミラー
 - １８０ スペクトロメータ
 - １８４ ＣＣＤ
 - ２００ 演算制御装置
 - ２１０ 制御部
 - ２２０ 画像形成部
 - ２３０ 画像処理部
 - ２４０ ユーザインターフェイス
 - ２４０Ａ 表示部
 - ２４０Ｂ 操作部

241、242 ミラー駆動機構

250 異常検出部

請求の範囲

[請求項1]

低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、

前記干渉光検出手段による1フレーム分の走査において得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、

前記形成された断層画像の画像状態を基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段と、

を備え、

前記断層画像形成手段は、前記干渉光検出手段による1フレーム分の前記干渉光の検出結果が得られる毎に順次断層画像を形成し、

前記異常検出手段は、所定フレーム分の前記断層画像が得られる度毎に前記異常検出を行い、

前記異常が検出されたときに、前記干渉光検出手段は、前記ガルバノミラーの向きの変更を停止し、前記停止した前記向きから前記干渉光の検出を再度開始する、

ことを特徴とする光画像計測装置。

[請求項2]

前記異常検出手段は、前記断層画像に描出されている前記被測定物体の位置を基に異常検出を行うことを特徴とする請求項1に記載の光画像計測装置。

[請求項3]

低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光

路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による 1 フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、を備えた光画像計測装置であって、

前記干渉光検出手段は、順次前記ガルバノミラーの向きを変更させながら前記干渉光の検出を行い、

前記断層画像形成手段は、前記干渉光検出手段による前記干渉光の検出と並行して、1 フレーム分の検出結果が得られる度毎に断層画像の形成を行う、

ことを特徴とする光画像計測装置。

[請求項4] 前記形成された断層画像の画像状態を基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段、をさらに備え、

前記干渉光検出手段は、前記異常が検出されたときに、前記干渉光の検出を停止する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光画像計測装置。

[請求項5] 前記異常検出手段は、前記断層画像に描出されている前記被検眼の位置を基に異常検出を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の光画像計測装置。

[請求項6] 前記異常検出手段は、所定フレーム数毎に前記異常検出を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の光画像計測装置。

[請求項7] 前記異常検出手段は、前記異常が検出されたフレームの前及び後のそれぞれの前記所定枚数のフレームそれぞれについて前記異常検出を行い、

前記干渉光検出手段は、前記異常が検出された前記フレームが少なくとも前記所定枚数連続しているときに、前記干渉光の検出を停止する、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の光画像計測装置。

[請求項8] 前記異常が検出された前記断層画像に対応する前記走査を行ったと

きの前記ガルバノミラーの向きを求める取得手段をさらに備え、

前記異常が検出されたときに、前記干渉光検出手段は、前記求められた向きに前記ガルバノミラーの向きを変更し、前記ガルバノミラーの向きから前記干渉光の検出を再度開始する、

ことを特徴とする請求項4に記載の光画像計測装置。

[請求項9]

前記取得手段は、前記異常が検出された前記断層画像から前記異常が検出された時点における前記断層画像までのフレーム数を取得し、前記異常が検出された時点におけるフレームから前記取得されたフレーム数前の前記断層画像における前記ガルバノミラーの向きを求める、

ことを特徴とする請求項8に記載の光画像計測装置。

[請求項10]

前記被測定物体は眼底であり、

眼底画像を前記干渉光検出手段による干渉光の検出中に所定のフレームレートで取得している撮像手段をさらに備え、

前記取得手段は、前記異常が検出された前記断層画像の干渉光の検出を行った時点での前記眼底画像を基に、前記異常が検出された断層画像の前記眼底画像における位置を取得し、現在の前記眼底画像における前記取得された位置に対応する位置を特定し、前記特定された位置の走査を行うように前記ガルバノミラーの向きを求める、

ことを特徴とする請求項8に記載の光画像計測装置。

[請求項11]

低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による1フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、前記形成された断層画像の画像状態を

基に前記断層画像の異常を検出する異常検出手段と、を備えた光画像計測装置の制御方法であって、

前記干渉光の検出を行う検出段階と、

前記フレーム単位で前記断層画像の形成を行う断層画像形成段階と

、

所定フレーム分の前記断層画像が得られる度毎に前記異常の検出を行う異常検出段階と、

前記異常が検出された場合、

前記ガルバノミラーの駆動を停止するガルバノミラー停止段階と、

停止した前記ガルバノミラーの前記向きから前記検出段階を再開する段階と、

を有することを特徴とする光画像計測装置の制御方法。

[請求項12]

低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分割し、ガルバノミラーの向きを変更し被測定物体に対する前記信号光の照射位置を変更しながら前記被測定物体に対して前記信号光を走査しつつ前記被測定物体に前記信号光を照射し、前記被測定物体で反射した前記信号光と参照光路を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成し、前記干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段による1フレーム分の走査によって得られた検出結果から前記被測定物体の断層画像を形成する断層画像形成手段と、を備えた光画像計測装置の制御方法であって、

順次前記ガルバノミラーの向きを変更させながら前記干渉光の検出を行う干渉光検出段階と、

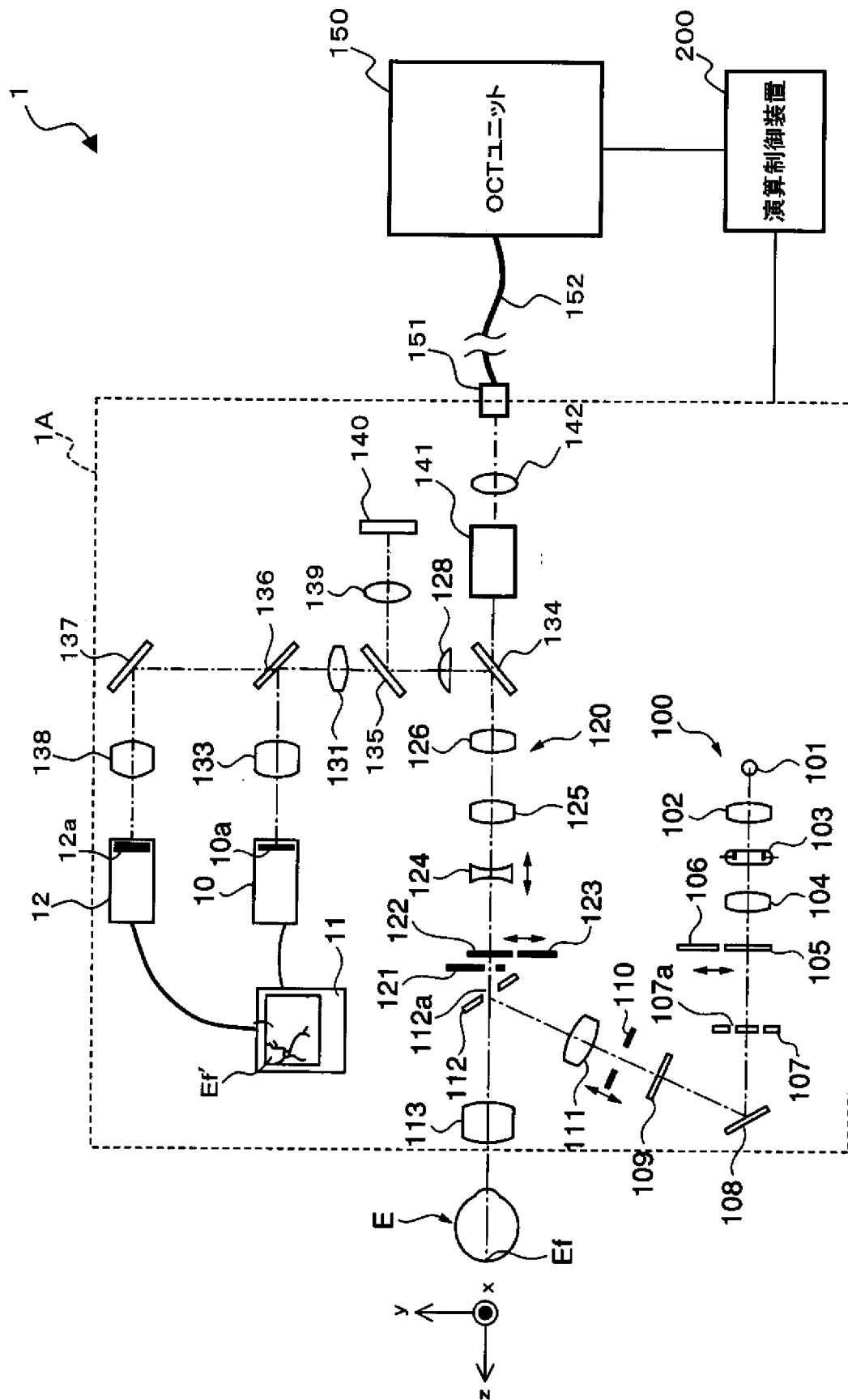
前記干渉光検出段階において1フレーム分の検出結果が得られる毎に前記断層画像の形成を行う断層画像形成段階と、を有し、

前記干渉光検出段階は連続して前記検出を行い、

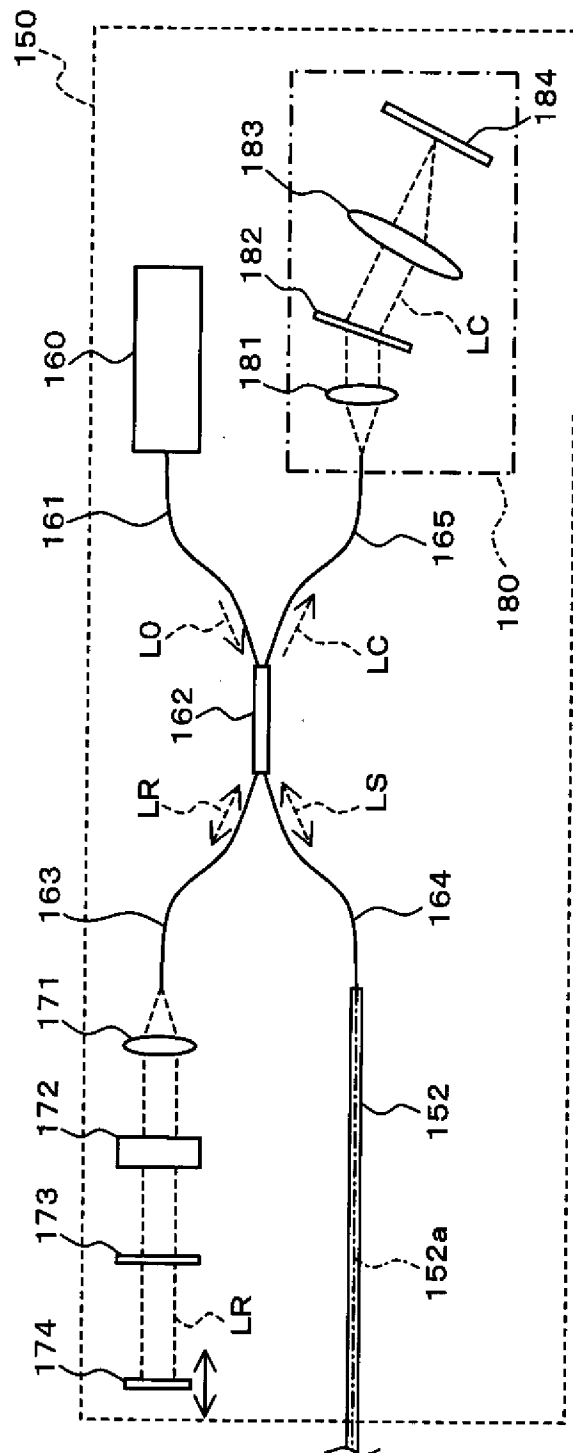
前記画像形成段階は前記干渉光検出段階と並行して実施される、

ことを特徴とする光画像計測装置の制御方法。

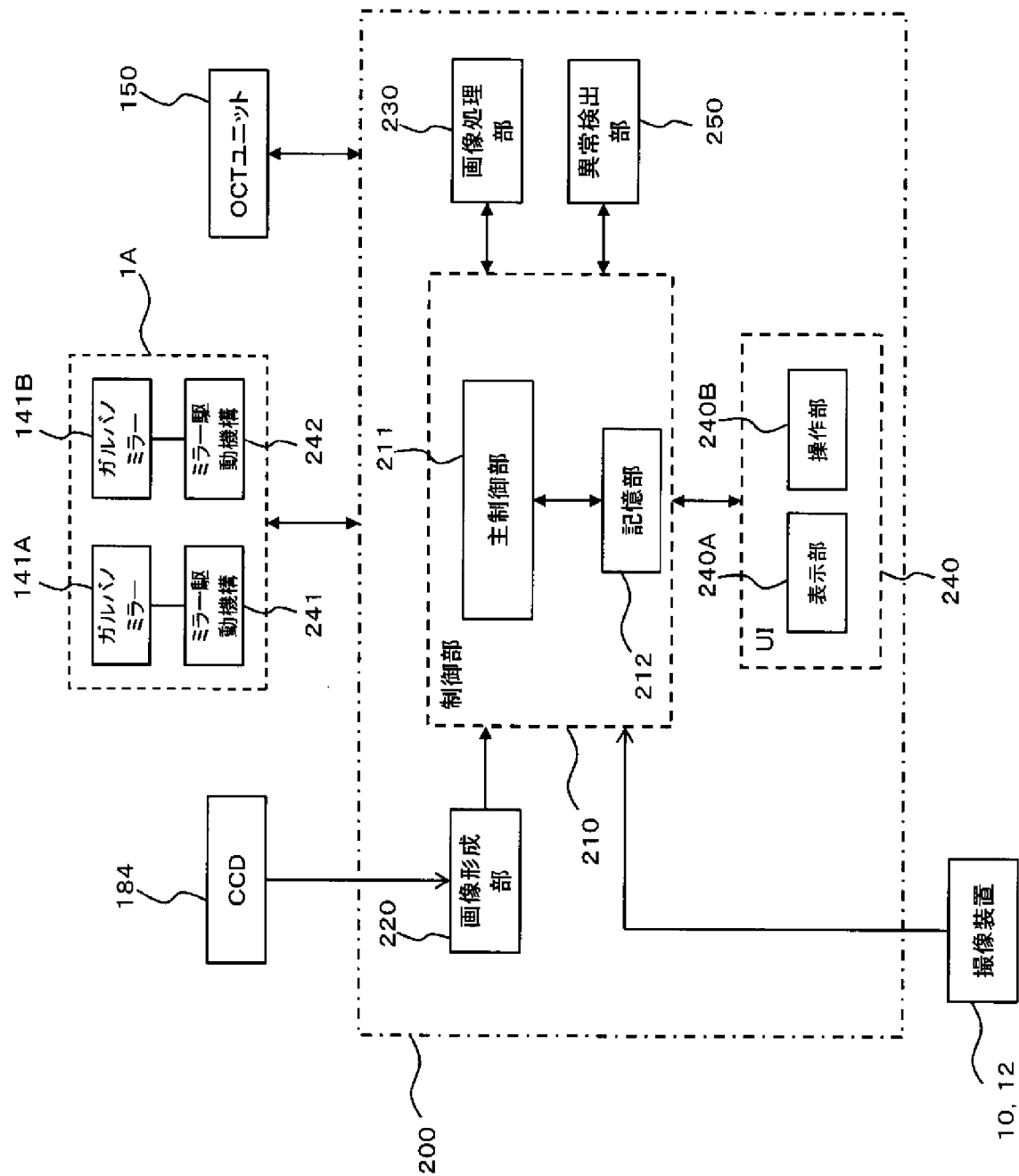
[図1]



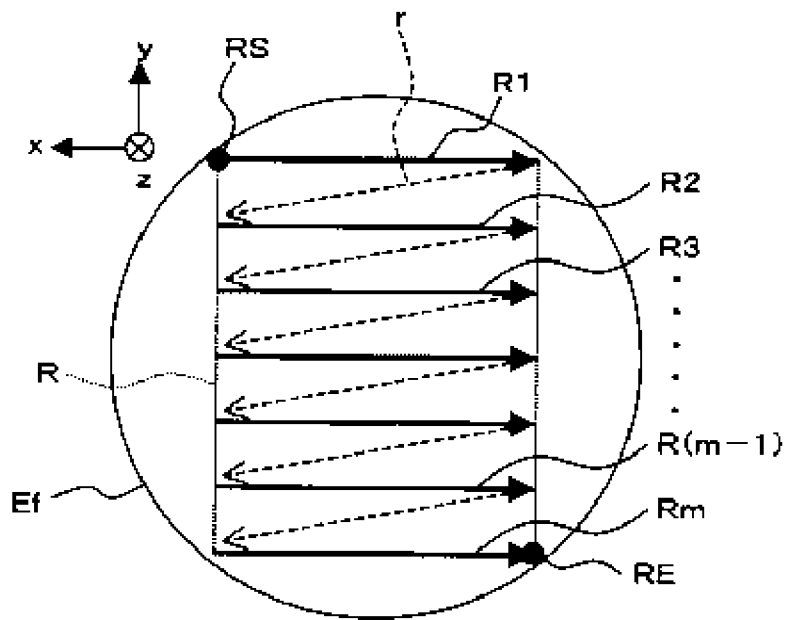
[図2]



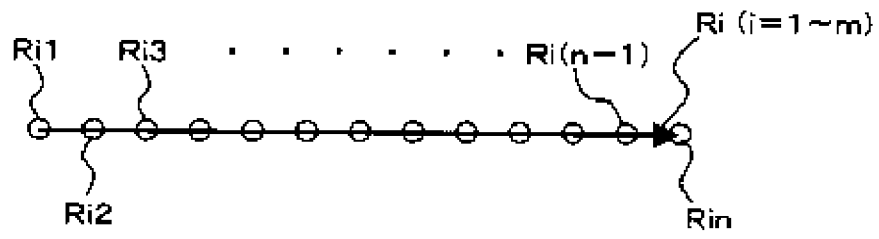
[図3]



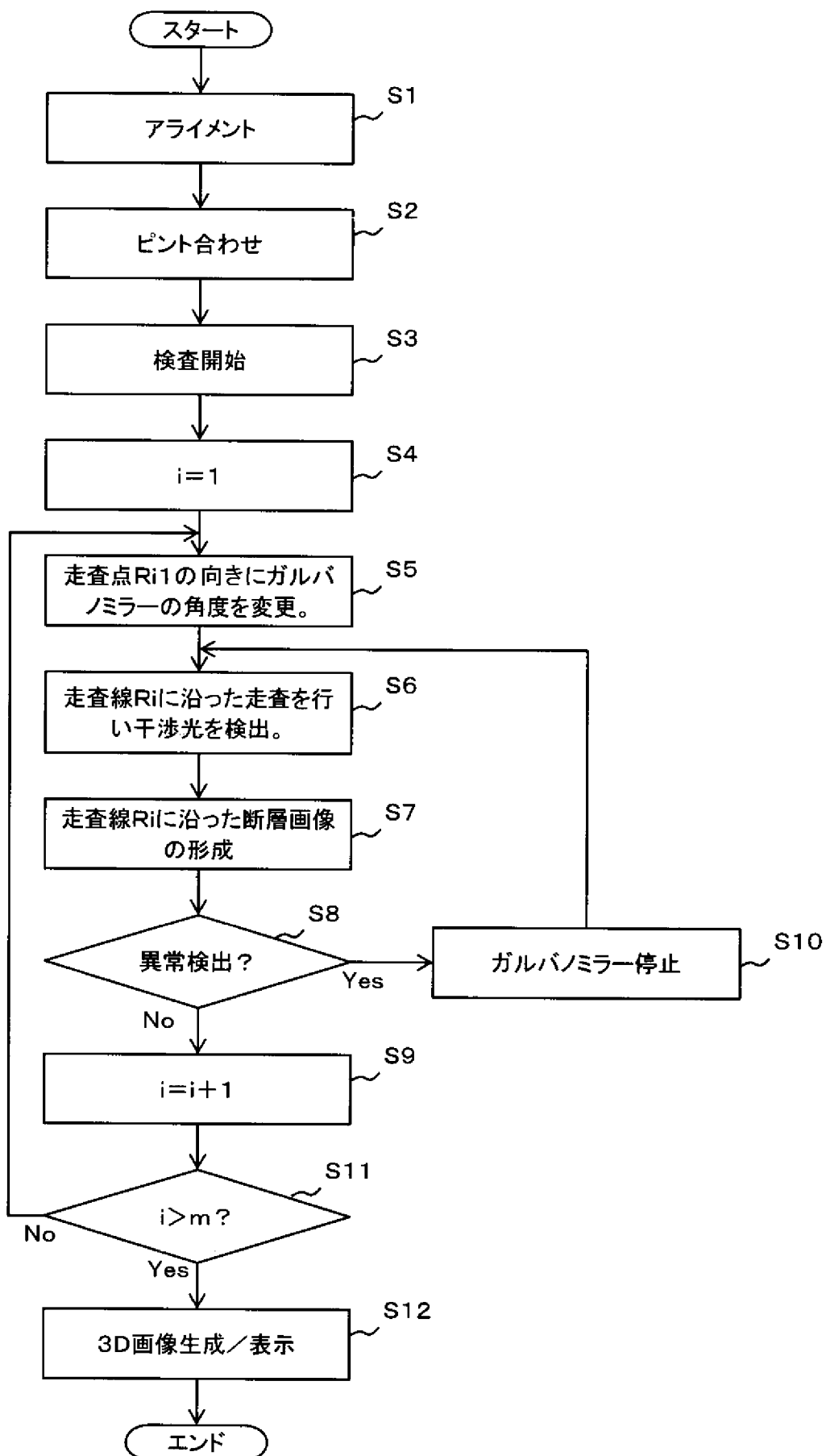
[図4A]



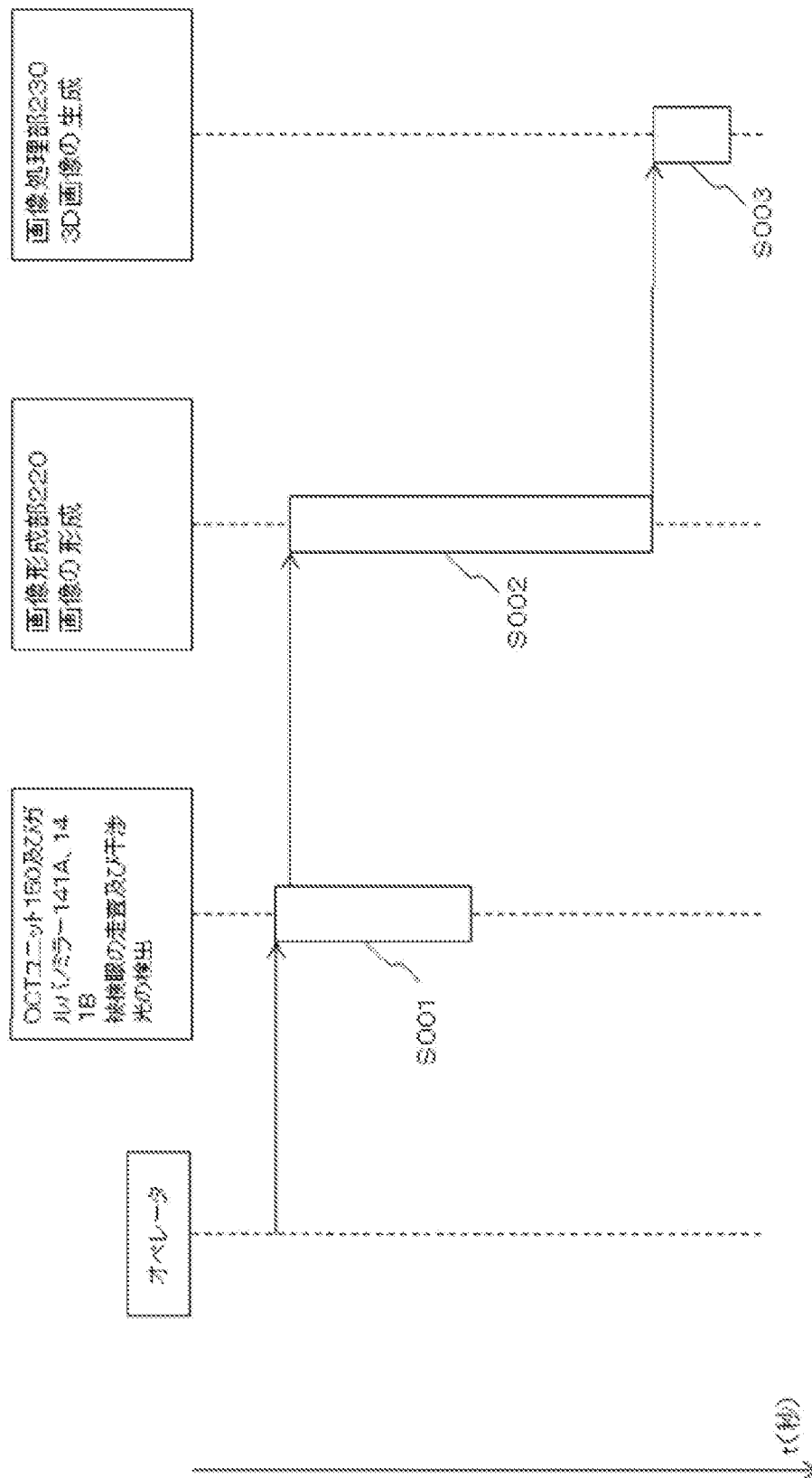
[図4B]



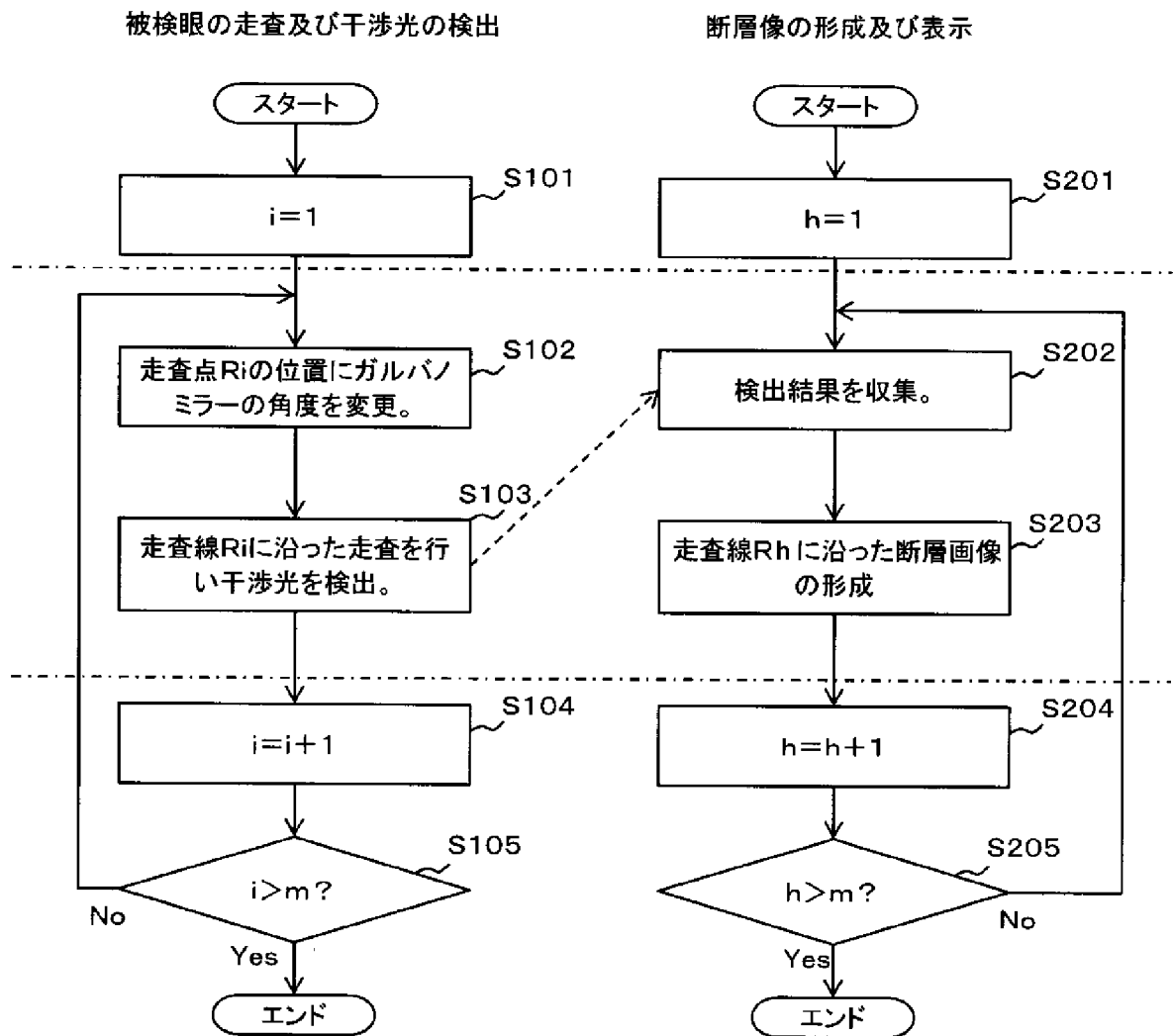
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/17(2006.01) i, A61B3/14(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/00-21/61, A61B3/00-3/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2008-154939 A (Topcon Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraphs [0029] to [0072], [0075] to [0088], [0147] to [0160], [0216] to [0248]; fig. 1, 3, 8 to 16 & US 2008/0151256 A1 & EP 1939580 A2 & CN 101234015 A	1-6, 11, 12 7-10
A	JP 2008-267891 A (Topcon Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings & US 2010/0110375 A & EP 2138825 A1 & WO 2008/129862 A1	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June, 2010 (28.06.10)

Date of mailing of the international search report

06 July, 2010 (06.07.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002427

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-203246 A (Topcon Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), entire text; all drawings & US 2009/0027685 A1 & EP 1950526 A1 & DE 602008000765 D & AT 460641 T & CN 101229053 A	1-12
A	JP 9-140671 A (Canon Inc.), 03 June 1997 (03.06.1997), entire text; all drawings & US 5844658 A	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002427

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: JP 2008-154939 A (Topcon Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008)

The invention in claims 1 - 3 is same as the invention described in the document, and therefore, the invention in claims 1 - 3 does not have a special technical feature.

As a result of judging special technical features with respect to claims dependent on claim 3, two or more inventions including claim 7 and claims 11 and 12 in addition to claims 1 - 6 as a main invention are involved in this international application.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/17(2006.01)i, A61B3/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/00-21/61, A61B3/00-3/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-154939 A (株式会社トプコン) 2008.07.10, 段落0029-0072、段落0075-0088、段落0147-0160、	1-6, 11, 12
A	段落0216-0248、図1、図3、図8-図16 & US 2008/0151256 A1 & EP 1939580 A2 & CN 101234015 A	7-10
A	JP 2008-267891 A (株式会社トプコン) 2008.11.06, 全文、全図 & US 2010/0110375 A & EP 2138825 A1 & WO 2008/129862 A1	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

横尾 雅一

2W

3716

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-203246 A (株式会社トプコン) 2008.09.04, 全文、全図 & US 2009/0027685 A1 & EP 1950526 A1 & DE 602008000765 D & AT 460641 T & CN 101229053 A	1-12
A	JP 9-140671 A (キヤノン株式会社) 1997.06.03, 全文、全図 & US 5844658 A	1-12

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2008-154939 A（株式会社トプコン）2008.07.10

請求項1－3に係る発明は、文献1に記載された発明と同一であるから、特別な技術的特徴を有しない。

そこで請求項3の従属請求項について特別な技術的特徴を判断すると、この国際出願には、請求項1－6に、請求項7、請求項11及び12を加えた一群の発明を主発明とする、二以上の発明が含まれる。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。