

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5275880号
(P5275880)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 3/10 (2006. 01)

A 6 1 B 3/10 R

G 0 1 N 21/17 (2006. 01)

G 0 1 N 21/17 6 2 0

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-90915 (P2009-90915)
(22) 出願日 平成21年4月3日 (2009. 4. 3)
(65) 公開番号 特開2010-243280 (P2010-243280A)
(43) 公開日 平成22年10月28日 (2010. 10. 28)
審査請求日 平成24年3月23日 (2012. 3. 23)

(73) 特許権者 000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号
(74) 代理人 110000866
特許業務法人三澤特許事務所
(72) 発明者 岡村 一幸
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社
トプコン内
(72) 発明者 石倉 靖久
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社
トプコン内

審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光画像計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー光を発生する光源と、
前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する光量調整手段と、
ガルバノミラーの向きを変更して被測定物体に対する前記レーザー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レーザー光を走査する走査手段と、
前記被測定物体により反射された前記レーザー光を検出する検出手段と、
前記検出手段によって得られた検出結果に基づいて前記被測定物体の画像を形成する画像形成手段と、
前記被測定物体に照射される前記レーザー光の光路の外に配置され、光量を測定可能な光量測定手段と、
前記被測定物体の画像を形成する画像形成モード、及び、前記レーザー光の光量を測定する光量測定モードの2つの動作モードを択一的に切り替えるモード切替手段と、
を備え、
前記モード切替手段により前記光量測定モードに切り替えられたときに、
前記走査手段は、前記ガルバノミラーの向きを変更して前記レーザー光を前記光量測定手段に入力し、
前記光量測定手段は、前記入力されたレーザー光の光量を測定し、
前記光量調整手段は、光量の所定範囲を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定される光量が前記所定範囲に含まれるように、前記光源により発生されるレーザー光の

10

20

光量を調整する、

ことを特徴とする光画像計測装置。

【請求項 2】

前記光量調整手段は、前記所定範囲として光量の上限値及び下限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値及び前記下限値のそれぞれとを比較し、前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに前記光源により発生されるレーザー光の光量を下げ、前記測定された光量が前記下限値を下回っているときに前記光源により発生されるレーザー光の光量を上げる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】

前記光量調整手段は、前記所定範囲として前記レーザー光の光量の上限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値とを比較し、

前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに、警告を報知する警告手段をさらに備える、

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 4】

前記光量調整手段は、前記所定範囲として前記レーザー光の光量の上限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値とを比較し、

前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに、前記レーザー光の前記被測定物体への照射を禁止する照射禁止手段をさらに備える、

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 5】

前記画像形成手段により形成された画像の最大輝度を取得する最大輝度取得手段をさらに備え、

前記光量調整手段は、前記所定範囲として画像の最大輝度の下限の最大輝度閾値をさらに予め記憶しており、前記最大輝度取得手段により取得された最大輝度と前記最大輝度閾値とを比較し、前記最大輝度が前記最大輝度閾値を下回っているときに、前記光源により発生されるレーザー光の光量を、前記所定範囲に含まれるように調整することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の光画像計測装置。

【請求項 6】

前記被測定物体への前記レーザー光の照射を開始させるための操作手段をさらに備え、

前記モード切替手段は、前記操作手段が操作されたことに対応して前記光量測定モードに切り替えて前記光量測定手段に前記レーザー光の光量を測定させ、その後、前記光量測定手段により最初に測定された光量が前記所定範囲に含まれる場合、又は前記光量調整手段により前記レーザー光の光量が調整された場合に、前記画像形成モードに切り替えて前記被測定物体の画像の形成を開始させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の光画像計測装置。

【請求項 7】

レーザー光を発生する光源と、

前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する光量調整手段と、

前記レーザー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、前記被測定物体により反射された前記信号光と参照光路を經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って得られた検出結果に基づいて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、

前記被測定物体に照射される前記信号光の光路の外に配置され、光量を測定可能な光量測定手段と、

前記被測定物体の画像を形成する画像形成モード、及び、前記信号光の光量を測定する光量測定モードの 2 つの動作モードを択一的に切り替えるモード切替手段と、

10

20

30

40

50

を備え、
前記モード切替手段により前記光量測定モードに切り替えられたときに、
前記干渉光検出手段は、前記ガルバノミラーの向きを変更して前記信号光を前記光量測定手段に入力し、
前記光量測定手段は、前記入力された信号光の光量を測定し、
前記光量調整手段は、光量の所定範囲を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定される光量が前記所定範囲に含まれるように、前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する、
ことを特徴とする光画像計測装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、被測定物体をレーザー光で走査し、その反射光を用いて被測定物体の画像を形成する光画像計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、レーザー光源等からの光ビームで被測定物体を走査し、その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。

20

【0003】

このような光画像計測装置の例として、OCT (Optical Coherence Tomography) 装置や、眼科で使用される走査型レーザー検眼鏡 (SLO: Scanning Laser Ophthalmoscope) などがある。走査型レーザー検眼鏡とは、レーザー光を高速走査して眼球内に投影し、眼底からの反射光を高感度な光検出素子で検出して、画像を形成する装置である。以下では光画像計測装置として特にOCT装置を例に説明を行う。

【0004】

特許文献1には、光画像計測技術の一例が開示されている。この装置は、測定腕が回転式轉向鏡 (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。

30

【0005】

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。

【0006】

40

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するようになっている。この装置においては、z方向に直交する1方向 (x方向) にのみ光ビームを走査するように構成されているので、この装置により形成される画像は、光ビームの走査方向 (x方向) に沿った深度方向 (z方向) の2次元断層像となる。

【0007】

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

50

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。

【0008】

特許文献3には、他のタイプの光画像計測装置の一例として、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。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【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

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、上述したように、光画像計測装置は、様々な精密光学デバイス及び光ファイバを含む光学部品により構成されているため、使用環境、特に温度環境の影響を受けやすく、その現象として被測定物体に照射される光量が低下する。また、時間経過による光源の劣化（経時劣化）によっても被測定物体に照射される光量が低下する。この様な被測定物体に照射される光量の低下が発生すると、形成される各断層画像を形成する信号が低くなり、不明瞭な画像になってしまうおそれがある。

20

【0011】

また、SLDなどの光源に故障が発生し被測定物体に照射されるレーザー光の光量が必要以上に高くなると、被測定物体に対し強いレーザー光が照射されることになる。この様に強いレーザー光が照射されると、眼を被測定物体としている場合（被測定物体としての眼を以下では「被検眼」という。）には、その被検眼を傷めてしまうという危険性もある。

【0012】

30

この点、従来の光画像計測装置では、被測定物体に照射されるレーザー光の光量の測定にあたっては、光量測定用の機器を用意し被測定物体の位置にその測定機器を配置して被測定物体に照射されるレーザー光の光量を測定することが行われてきた。しかし、このような方法では、被測定物体に照射されるレーザー光の光量の測定を実施しようとする都度、光量測定用の機器を用意する必要があり、被測定物体に照射されるレーザー光の光量の測定及びその光量の調整におけるオペレータの作業を煩雑にしていた。また、被測定物体に照射されるレーザー光の光量の測定を容易に行えないことから、間違っ被測定物体に強いレーザー光を照射してしまう等の危険があった。

【0013】

この発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、光画像計測装置の内部に配置された光量測定装置を用いて、容易に被測定物体に照射されるレーザー光の光量の測定を行うことが可能な光画像計測装置を提供することに目的がある。また、特に医療分野においては安全性の高い光画像計測装置を提供することに目的がある。

40

【課題を解決するための手段】

【0014】

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、レーザー光を発生する光源と、前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する光量調整手段と、ガルバノミラーの向きを変更して被測定物体に対する前記レーザー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レーザー光を走査する走査手段と、前記被測定物体により反射された前記レーザー光を検出する検出手段と、前記検出手段によって得られた検出結

50

果に基づいて前記被測定物体の画像を形成する画像形成手段と、前記被測定物体に照射される前記レーザー光の光路の外に配置され、光量を測定可能な光量測定手段と、前記被測定物体の画像を形成する画像形成モード、及び、前記レーザー光の光量を測定する光量測定モードの2つの動作モードを択一的に切り替えるモード切替手段と、を備え、前記モード切替手段により前記光量測定モードに切り替えられたときに、前記走査手段は、前記ガルバノミラーの向きを変更して前記レーザー光を前記光量測定手段に入力し、前記光量測定手段は、前記入力されたレーザー光の光量を測定し、前記光量調整手段は、光量の所定範囲を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定される光量が前記所定範囲に含まれるように、前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する、ことを特徴とするものである。

10

【0015】

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、前記光量調整手段は、前記所定範囲として光量の上限値及び下限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値及び前記下限値のそれぞれとを比較し、前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに前記光源により発生されるレーザー光の光量を下げ、前記測定された光量が前記下限値を下回っているときに前記光源により発生されるレーザー光の光量を上げることを特徴とするものである。

【0016】

請求項3に記載の光画像計測装置は、請求項1に記載の光画像計測装置であって、前記光量調整手段は、前記所定範囲として前記レーザー光の光量の上限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値とを比較し、前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに、警告を報知する警告手段をさらに備える、ことを特徴とするものである。

20

【0017】

請求項4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、前記光量調整手段は、前記所定範囲として前記レーザー光の光量の上限値を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定された光量と前記上限値とを比較し、前記測定された光量が前記上限値を上回っているときに、前記レーザー光の前記被測定物体への照射を禁止する照射禁止手段をさらに備える、ことを特徴とするものである。

【0018】

30

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載の光画像計測装置であって、前記画像形成手段により形成された画像の最大輝度を取得する最大輝度取得手段をさらに備え、前記光量調整手段は、前記所定範囲として画像の最大輝度の下限の最大輝度閾値をさらに予め記憶しており、前記最大輝度取得手段により取得された最大輝度と前記最大輝度閾値とを比較し、前記最大輝度が前記最大輝度閾値を下回っているときに、前記光源により発生されるレーザー光の光量を、前記所定範囲に含まれるように調整することを特徴とするものである。

【0019】

請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれか一つに記載の光画像計測装置であって、前記被測定物体への前記レーザー光の照射を開始させるための操作手段をさらに備え、前記モード切替手段は、前記操作手段が操作されたことに対応して前記光量測定モードに切り替えて前記光量測定手段に前記レーザー光の光量を測定させ、その後、前記光量測定手段により最初に測定された光量が前記所定範囲に含まれる場合、又は前記光量調整手段により前記レーザー光の光量が調整された場合に、前記画像形成モードに切り替えて前記被測定物体の画像の形成を開始させることを特徴とするものである。

40

【0020】

請求項7に記載の光画像計測装置は、レーザー光を発生する光源と、前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する光量調整手段と、前記レーザー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、前記被測定物体により反射さ

50

れ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って得られた検出結果に基づいて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、前記被測定物体に照射される前記信号光の光路の外に配置され、光量を測定可能な光量測定手段と、前記被測定物体の画像を形成する画像形成モード、及び、前記信号光の光量を測定する光量測定モードの2つの動作モードを択一的に切り替えるモード切替手段と、を備え、前記モード切替手段により前記光量測定モードに切り替えられたときに、前記干渉光検出手段は、前記ガルバノミラーの向きを変更して前記信号光を前記光量測定手段に入力し、前記光量測定手段は、前記入力された信号光の光量を測定し、前記光量調整手段は、光量の所定範囲を予め記憶しており、前記光量測定手段により測定される光量が前記所定範囲に含まれるように、前記光源により発生されるレーザー光の光量を調整する、ことを特徴とするものである。

10

【発明の効果】

【0021】

この発明によれば、被測定物体に向かうレーザー光の進路をガルバノミラーで変更することで、装置内部に配置された光量測定手段により被測定物体に向かうレーザー光の光量を測定することができる。これにより、光量を測定するための光量測定機器を別に用意することなく、容易に被測定物体に向かうレーザー光の光量を測定することが可能となり、作業の煩雑さを軽減することが可能となる。

【0022】

20

また、この発明によれば、装置内部に配置された光量測定手段によって測定された光量に基づいて、被測定物体に向かうレーザー光の光量の調整を自動で行うことができる。これにより、被測定物体に向かうレーザー光の光量の調整における作業の煩雑さを軽減することが可能となり、光源の経時劣化や環境による変化などに容易に対応することができる。

【0023】

また、この発明によれば、被測定物体に向かうレーザー光の光量が調整可能な値を超えた場合に、警告を報知することができる。これにより、オペレータはレーザー光の光量の調整を行えない状態であることを容易に把握でき、装置の安全性を向上することができる。

30

【0024】

さらに、この発明によれば、被測定物体に向かうレーザー光の光量が調整可能な値を超えた場合に、被測定物体へのレーザー光の照射を禁止することができる。これにより、レーザー光の光量の調整を行えない状態での被測定物体へのレーザー光の照射が行われることがなくなり、装置の安全性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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の制御系の構成の一例を表す概略図である。

40

【図3】この発明に係る光画像計測装置の実施形態の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】

【0026】

〔第1の実施形態〕

この発明に係る光画像計測装置は、被測定物体をレーザー光で走査し、その反射光を用いて被測定物体の画像を形成する装置であり、その例としては走査型レーザー検眼鏡やOCTなどがある。

【0027】

50

以下の説明では、この発明に係る光画像計測装置の実施形態の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。この実施形態では、眼科分野において使用され、生体眼の OCT 画像を取得する装置について説明する。なお、生体眼以外の被測定物体の OCT 画像を取得する場合においても、同様の構成により同様の作用及び効果を得ることが可能である。また、走査型レーザー検眼鏡などの他の光画像計測装置においても、同様の構成により同様の作用及び効果を得ることが可能である。

【0028】

この実施形態では、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

10

【0029】

[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 100、OCT ユニット 200 及び演算制御装置 300 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 100 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 200 は、眼底 E f の OCT 画像を取得するための光学系を格納している。

20

演算制御装置 300 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。

【0030】

眼底カメラユニット 100 と OCT ユニット 200 とは、ファイバーケーブルを介して光学的に接続されている。演算制御装置 300 は、眼底カメラユニット 100 及び OCT ユニット 200 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。さらに、光画像計測装置 1 は、光量調整モードと画像形成モードという 2 つの動作モードを有している。ここで、光量調整モードとは、光源から出力されるレーザー光の光量を測定するモードである。また、画像形成モードとは、被測定物体の断層画像を形成するモードである。

30

【0031】

[眼底カメラユニット]

眼底カメラユニット 100 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。

【0032】

眼底カメラユニット 100 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。眼底カメラユニット 100 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顎当てが設けられている。

40

【0033】

眼底カメラユニット 100 には、従来の眼底カメラと同様に、照明光学系及び撮影光学系を含む観察・撮影光学系 110 が設けられている。この観察・撮影光学系 110 の構造は従来の眼底カメラユニットにおける構造と同様の構造を有する。具体的には、観察・撮影光学系 110 は、例えば約 400 nm ~ 800 nm の波長の照明光を照射する光源や、撮像装置（いずれも不図示）を有する。

【0034】

光源から出力された照明光は、観察・撮影光学系 110 に含まれる各種光学素子を通過

50

してダイクロイックミラー 103 に到達する。更に、この照明光はダイクロイックミラー 103 で反射され、集光レンズ系 102 を通過することで集光される。集光された照明光は、対物レンズ 101 を介して被検眼 E に入射して眼底 E f を照明する。

【0035】

ダイクロイックミラー 103 は、観察・撮影光学系 110 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 103 は、OCT ユニット 200 からの信号光 L S（たとえば約 800 nm ~ 900 nm の範囲に含まれる波長を有する）を透過させる。

【0036】

眼底カメラユニット 100 に含まれる撮像装置は、照明光の眼底反射光を受光して映像信号を出力する。

10

【0037】

また、眼底カメラユニット 100 には、フォトダイオード 105 が設けられている。フォトダイオード 105 は、光を検出して光電変換し、その電気信号の電流又は電圧を基に検出された光の光量を測定する。このフォトダイオード 105 が本発明における「光量測定手段」にあたる。ただし、この光量測定手段はフォトダイオードに限らず、光量を測定する他の機構を用いてもよい。

【0038】

そして、フォトダイオード 105 は、被検眼 E に向かう信号光 L S の光路から外れた位置に配置される。逆にいうと、フォトダイオード 105 は、光路上、眼底 E f と共役な位置に配置された絞り 111 の光を通す絞り孔の外側に配置され、フォトダイオード 105 に向かった光がその絞り孔に光が照射されない位置に配置されればよい。さらに、絞り 111 と共役な位置に配置すれば、別途光量測定用の光学系を追加することもなく、より簡素に光量測定系を構成できる。

20

【0039】

また、眼底カメラユニット 100 には、走査ユニット 107 が設けられている。走査ユニット 107 は、OCT ユニット 200 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。

【0040】

走査ユニット 107 は、画像形成モードの場合に、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 107 には、たとえば、x 方向への走査用のガルバノミラー 107 A と、y 方向への走査用のガルバノミラー 107 B とが設けられている。ガルバノミラー 107 A 及び 107 B は、電圧をかけることによって向きが変更される。そして、ガルバノミラー 107 A 及び 107 B は、電圧が 0 V のときに予め設定された基準位置に配置される。この基準位置は例えば絞りの中心を通過する光路になるように設定されている。被検眼 E の走査はおおよそ Y 方向に ± 6.5 mm 程度のスキャンを行えばよい。被検眼 E の走査を行うにあたっては、本実施形態ではガルバノミラー 107 B の向き（Y 方向の向き）はおおよそ 3.5 度変更される。絞り 111 は、このガルバノミラー 107 B が基準位置から向きを 3.5 度変更した状態の光路を通る光が通過できる大きさの絞り孔を有する。さらに、本実施形態ではガルバノミラー 107 B の最大の可動角度は 20 度程度である。

30

40

【0041】

さらに、走査ユニット 107 は、光量測定モードの場合に、ガルバノミラー 107 B の向きを変更してフォトダイオード 105 に信号光 L S を照射させる。このフォトダイオード 105 へ向かう信号光 L S の光路が図 1 の点線で表わされる光路 L である。このとき、ガルバノミラー 107 A は基準の位置に向けておく。本実施形態では、ガルバノミラー 107 B の向きを基準位置から 5.5 度変更することで、光路 L を通ってフォトダイオード 105 に信号光 L S が照射される。ここで、上述したように、絞り 111 は、ガルバノミラー 107 B の向きが基準位置から 3.5 度変更された状態での信号光 L S を通せばよいように構成されているので、ガルバノミラー 107 B の向きが 5.5 度変更された状態で

50

の信号光 L S の光路 L は絞り 1 1 1 を通過しない。したがって、信号光 L S がフォトダイオード 1 0 5 に照射する光路 L を通過する場合には、信号光 L S は被検眼 E に照射されない。

【 0 0 4 2 】

ここで、本実施形態では、ガルバノミラー 1 0 7 B の向きを変更することで Y 方向に光路を動かしてフォトダイオード 1 0 5 に光を照射させたが、実際には、フォトダイオード 1 0 5 の位置は、これに照射される信号光 L S が被検眼 E に照射されない位置であればどこでもよい。たとえば、フォトダイオード 1 0 5 に信号光 L S を照射するために、ガルバノミラー 1 0 7 A の向きを変更したときに信号光 L S が向かう位置にフォトダイオード 1 0 5 を配置する構成でもよく、さらには、ガルバノミラー 1 0 7 A 及び 1 0 7 B の両方の向きを変えたときに信号光 L S が向かう位置にフォトダイオード 1 0 5 を配置する構成でもよい。

10

【 0 0 4 3 】

〔 O C T ユニットの構成 〕

次に、OCT ユニット 2 0 0 の構成について説明する。OCT ユニット 2 0 0 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 2 0 0 は、低コヒーレンス光を参照光と信号光に分割し、被検眼 E の眼底 E f で反射され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、この干渉光のスペクトル成分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 3 0 0 に送られる。

20

【 0 0 4 4 】

低コヒーレンス光源 2 0 1 は、広帯域の低コヒーレンス光 L 0 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。この低コヒーレンス光が本発明における「レーザー光」にあたり、低コヒーレンス光源 2 0 1 が本発明における「光源」にあたる。低コヒーレンス光源 2 0 1 から出力される低コヒーレンス光 L 0 の光量を増減することで、それに応じて信号光 L S の光量も増減する。すなわち、信号光 L S の光量が増えると、被検眼 E に照射される光の強度が増すことになる。そして被検眼 E へ照射される信号光 L S の光量は 7 0 0 μ W を超えると危険である。すなわち、被検眼 E へ照射される信号光 L S の光量は 7 0 0 μ W 以下であることが好ましい。ここで、通常は光量とは所定時間あたりに照射される光の量を指すが、慣用的に光量を光の強度を指す意味で使用するから、ここでも光量を光の強度を指す意味で用いる。

30

【 0 0 4 5 】

低コヒーレンス光 L 0 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 L 0 は、眼底カメラユニット 1 A の照明光 (波長約 4 0 0 nm ~ 8 0 0 nm) よりも長い波長、たとえば約 8 0 0 nm ~ 9 0 0 nm の範囲の波長を含んでいる。

【 0 0 4 6 】

低コヒーレンス光源 2 0 1 から出力された低コヒーレンス光 L 0 は、光ファイバを通じてアイソレータ 2 0 2 に導かれる。

40

【 0 0 4 7 】

アイソレータ 2 0 2 は、低コヒーレンス光 L 0 を低コヒーレンス光源 2 0 1 に戻さない役目を果たし、低コヒーレンス光源 2 0 1 の保護を図っている。

【 0 0 4 8 】

アイソレータ 2 0 2 から出力された低コヒーレンス光 L 0 は、光ファイバを通じて光カプラ 2 0 3 に導かれる。光カプラ 2 0 3 は、低コヒーレンス光 L 0 を参照光 L R と信号光 L S とに分割する。

【 0 0 4 9 】

なお、光カプラ 2 0 3 は、光を分割する手段 (スプリッタ ; splitter)、及び

50

、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。

【0050】

光カプラ203により生成された参照光LRは、光ファイバ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LRは、集光レンズ系207により集光され、参照ミラー208により反射される。

【0051】

参照ミラー208により反射された参照光LRは、再び集光レンズ系207を経由し、さらに、光ファイバを通じて光カプラ203に導かれる。

【0052】

参照ミラー208及び集光レンズ系207は、所定の駆動機構により、参照光LRの進行方向に移動される。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101と被検眼Eとの間の距離）などに応じて、参照光LRの光路長を確保できる。

【0053】

他方、光カプラ203により生成された信号光LSは、光ファイバにより導光されて眼底カメラユニット100に案内される。更に、光画像計測装置1が画像形成モードの場合、信号光LSは、集光レンズ系109、偏向ミラー108、走査ユニット107、集光レンズ系106、偏向ミラー104、絞り111、ダイクロイックミラー103、集光レンズ系102、対物レンズ101を経由して眼底Efに照射される。また、光画像計測装置1が光量測定モードの場合、信号光LSは、集光レンズ系109、偏向ミラー108、走査ユニット107、集光レンズ系106、偏向ミラー104を経由してフォトダイオード105に照射される。

【0054】

被検眼Eに入射した信号光LSは、眼底Ef上にて結像し反射される。このとき、信号光LSは、眼底Efの表面で反射されるだけでなく、眼底Ef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Efを経由した信号光LSは、眼底Efの表面形態を反映する情報と、眼底Ef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LSの眼底反射光」と呼ぶことがある。

【0055】

信号光LSの眼底反射光は、被検眼Eに向かう信号光LSと同じ経路を逆方向に案内されてOCTユニット200に入射し、光カプラ203に戻ってくる。

【0056】

光カプラ203は、眼底Efを経由して戻ってきた信号光LSと、参照ミラー208にて反射された参照光LRとを重ね合わせて干渉光LCを生成する。

【0057】

干渉光LCは、光ファイバを通じて回折格子204に導かれる。回折格子204は、透過型でも反射型でもよい。干渉光LCは、回折格子204によって分光（スペクトル分解）される。

【0058】

分光された干渉光LCは、集光レンズ系205によってラインCCD206（以下では、単に「CCD206」という。）の撮像面上に結像される。CCD206は、分光された干渉光LCの各スペクトル成分を検出して電荷に変換する。CCD206は、この電荷を蓄積して検出信号を生成する。更に、CCD206は、この検出信号を演算制御装置300に送る。また、CCD206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。

【0059】

この発明に係る「走査手段」は、走査ユニット107を含んで構成されるものである。

【0060】

また、この発明に係る「検出手段」は、たとえば、光カプラ203と、干渉光LCの光

10

20

30

40

50

路上の光学部材（つまり光カプラ 203 と CCD 206 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 203 と参照ミラー 208 との間に配置された光学部材）とを含んで構成され、特に、光カプラ 203、光ファイバ及び参照ミラー 208 を具備する干渉計を含み、さらに CCD 206 を有するものである。

【0061】

また、この「走査手段」に当たる部分と、「検出手段」にあたる部分を合わせたものが本発明における「干渉光検出手段」にあたる。

【0062】

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。

10

【0063】

〔演算制御装置〕

演算制御装置 300 の構成について説明する。演算制御装置 300 は、CCD 206 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。

【0064】

また、演算制御装置 300 は、眼底カメラユニット 100 及び OCT ユニット 200 の各部を制御する。

【0065】

眼底カメラユニット 100 の制御として、演算制御装置 300 は、照明光の出力制御、絞り 111 の絞り値の制御などを行う。また、演算制御装置 300 は、ガルバノミラー 107A、107B の動作制御を行い信号光 LS を走査させる。

20

【0066】

また、OCT ユニット 200 の制御として、演算制御装置 300 は、低コヒーレンス光源 201 による低コヒーレンス光 L0 の出力制御、参照ミラー 208 の移動制御、CCD 206 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。

【0067】

演算制御装置 300 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 300 は、CCD 206 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。

30

【0068】

〔制御系〕

光画像計測装置 1 の制御系の構成について図 2 を参照しつつ説明する。なお、図 2 において、CCD 206 は OCT ユニット 200 と別途に記載されているが、実際には上述したように、CCD 206 は OCT ユニット 200 に搭載されている。

【0069】

（制御部）

光画像計測装置 1 の制御系は、演算制御装置 300 の制御部 310 を中心に構成される。制御部 310 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。

40

【0070】

制御部 310 には、主制御部 311 と記憶部 312 が設けられている。主制御部 311 は、眼底カメラユニット 100、OCT ユニット 200 及び演算制御装置 300 の各部を制御する。

【0071】

（主制御部）

50

主制御部 311 は、ミラー駆動機構 141、142 を制御してガルバノミラー 107A、107B の向き（角度）を制御し、それにより、眼底 Ef に対する信号光 LS の照射位置を走査させる。

【0072】

（記憶部）

記憶部 312 は、各種のデータを記憶する。記憶部 312 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 311 は、記憶部 312 にデータを書き込む処理や、記憶部 312 からデータを読み出す処理を行う。

10

【0073】

更に、記憶部 312 は、信号光 LS をフォトダイオード 105 へ入射させるためのガルバノミラー 107A 及び 107B の角度を記憶している。また、記憶部 312 には、光量の所定範囲として、光量の上限の閾値及び下限の閾値を記憶している。本実施形態では、記憶部 312 は、上限の閾値として $700\ \mu\text{W}$ 、下限の閾値として $400\ \mu\text{W}$ を記憶している。ただし、この値は他の値を設定してもよく、運用に合わせて値を設定することが好ましい。たとえば、被検眼 E の安全性をより高めるためには、上限の閾値を $600\ \mu\text{W}$ というようなより低い値を設定してもよく、画質をより向上させるためには、下限の値を $500\ \mu\text{W}$ というようなより高い値を設定してもよい。この上限の閾値が本発明における「上限値」にあたり、下限の閾値が本発明における「下限値」にあたる。

20

【0074】

また、記憶部 312 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 311 は、当該コンピュータプログラムに基づいて動作する。

【0075】

（画像形成部）

画像形成部 320 は、CCD 206 からの検出信号に基づいて眼底 Ef 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。

30

【0076】

画像形成部 320 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。

【0077】

（画像処理部）

画像処理部 330 は、眼底カメラユニット 100 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 320 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 330 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。

40

【0078】

また、画像処理部 330 は、画像形成部 320 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 Ef の 3 次元画像の画像データを形成する。

【0079】

以上のような構成を有する画像処理部 330 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。

【0080】

50

以上の画像形成部 320 及び画像処理部 330 で形成される断層画像は、被検眼 E に照射される信号光 L S の光量が $400\ \mu\text{W}$ を下回ると画質が低下し、診断に用いることが困難な画像となってしまふ。したがって、被検眼 E に照射される信号光 L S の光量は $400\ \mu\text{W}$ 以上であることが好ましい。

【0081】

以上で説明した断層画像の形成は、光画像計測装置 1 が画像形成モードの場合に実施される。

【0082】

なお、画像形成部 320 (及び画像処理部 330) 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。

【0083】

(光量調整部)

光画像計測装置 1 が光量測定モードの場合に、光量調整部 351 は以下の動作を行う。光量調整部 351 は、フォトダイオード 105 で測定された信号光 L S の光量の測定結果の入力を受ける。そして、光量調整部 351 は、記憶部 312 に記憶されている上限の閾値 ($700\ \mu\text{W}$) 及び下限の閾値 ($400\ \mu\text{W}$) と、測定された信号光 L S の光量の測定結果を比較する。そして、測定された信号光 L S の光量が上限の閾値を上回っていれば、光量調整部 351 は、低コヒーレンス光源 201 の出力する低コヒーレンス光 L 0 の光量を減らすよう制御する。また、測定された信号光 L S の光量が上限の閾値を下回っていれば、光量調整部 351 は、低コヒーレンス光源 201 の出力する低コヒーレンス光 L 0 の光量を増やすよう制御する。この光量調整部 351 と記憶部 312 とを合わせたものが本発明における「光量調整手段」にあたる。

【0084】

(モード切替部)

モード切替部 352 は、操作部 340 B から新しい検査を行う旨の入力を受けると、眼底カメラユニット 100 の動作モードを光量測定モードに切り替える。そして、フォトダイオード 105 で測定された信号光 L S の光量が上限の閾値以下かつ下限の閾値以上と光量調整部 351 で判断された場合には、モード切替部 352 は、光画像計測装置 1 の動作モードを画像形成モードに切り替える。また、フォトダイオード 105 で測定された信号光 L S の光量が上限の閾値を上回っている又は下限の閾値を下回っていると光量調整部 351 で判断された場合には、光量調整部 351 による光量の調整が行われ、フォトダイオード 105 で測定された信号光 L S の光量が上限の閾値以下かつ下限の閾値以上になったと光量調整部 351 で判断された後に、モード切替部 352 は、光画像計測装置 1 の動作モードを画像形成モードに切り替える。

【0085】

ここで、本実施形態では安全性や断層画像の画質の向上のため新しい検査毎に光画像計測装置 1 を光量測定モードで動作させ、被検眼 E に向かう信号光 L S の光量の測定及び調整を行っているが、この光量測定モードでの動作のタイミングは各光画像計測装置 1 に対し要求される安全性や断層画像の画質を考慮して実施することが好ましい。たとえば、光画像計測装置 1 の電源投入時に、光画像計測装置 1 を光量測定モードで動作させる構成にしてよい。

【0086】

また、光量測定モードへのモード切り替えのタイミングの他の例として、モード切替部 352 が、内部にタイマーを有し、さらに予め所定時間 (例えば、3 時間) を記憶しておき、その内部のタイマーで光画像計測装置 1 の使用時間を計測し、その計測した時間が記憶している所定時間を経過する毎に、光画像計測装置 1 の動作モードを光量測定モードに切り替え、自動的に光量測定を行う構成にしてもよい。ここで、所定時間を経過したタイミングに実際の検査が行われている場合 (画像形成モードで動作している場合) には、その検査が終了した後に、光量測定モードに切り替え光量測定を実行する。

【0087】

また、ここではモード切替部 3 5 2 の内部にタイマーを持たせたが、これは光画像計測装置 1 の使用時間を計測するための時間計測手段を別に設け、その時間計測手段が所定時間を記憶している構成にしてもよい。そのように時間計測手段を別に設けた場合には、モード切替部 3 5 2 は、時間計測手段から使用時間が所定時間を経過した旨の通知を受けたときに、光画像計測装置 1 の動作モードを光量測定モードに切り替える構成にすればよい。

【 0 0 8 8 】

(表示部、操作部)

ユーザインターフェイス 3 4 0 は、表示部 3 4 0 A 及び操作部 3 4 0 B で構成される。操作部 3 4 0 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 3 4 0 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。

10

【 0 0 8 9 】

なお、表示部 3 4 0 A と操作部 3 4 0 B 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 L C D のように、表示部 3 4 0 A と操作部 3 4 0 B とが一体化されたデバイスを用いることも可能である。

【 0 0 9 0 】

[動作]

光画像計測装置 1 の動作について説明する。図 3 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。

20

【 0 0 9 1 】

図 3 の S 1 ~ S 7 までは、準備段階であり、S 8 ~ S 1 2 までは実際の検査を行う段階である。この図 3 では説明の都合上、準備段階と実際の検査を行う段階とをつなげて記載しているが、準備段階と実際の検査を行う段階との間に時間があいてもよい。

【 0 0 9 2 】

まず、オペレータは、操作部 3 4 0 B を操作して新しい検査を行う旨の入力を行う (S 1) 。

【 0 0 9 3 】

モード切替部 3 5 2 は、オペレータからの新しい検査を行う旨の入力を受けて、光画像計測装置 1 の動作モードを光量測定モードに切り替える (S 2) 。

30

【 0 0 9 4 】

制御部 3 1 0 は、ガルバノミラー 1 0 7 A を基準位置に配置させるとともに、ガルバノミラー 1 0 7 B の向きを変え、信号光 L S の光路がフォトダイオード 1 0 5 に向かうように調整する (S 3) 。ここで、電源投入時のようにガルバノミラー 1 0 7 A が基準位置に配置されている場合には、ガルバノミラー 1 0 7 A の向きを変更する必要はない。

【 0 0 9 5 】

続いて、低コヒーレンス光源 2 0 1 から低コヒーレンス光 L 0 を出力し、フォトダイオード 1 0 5 に信号光 L S を照射する。フォトダイオード 1 0 5 は、照射された信号光 L S の光量を測定する (S 4) 。

【 0 0 9 6 】

40

光量調整部 3 5 1 は、フォトダイオード 1 0 5 から信号光 L S の光量の測定結果の入力を受けて、その入力された測定結果と、記憶部 3 1 2 に記憶されている上限の閾値及び下限の閾値とを比較する (S 5) 。そして、光量調整部 3 5 1 が、入力された測定結果が上限の閾値を上回っている又は下限の閾値を下回っていると判断した場合 (S 5 で N o) には、ステップ 7 に進む。光量調整部 3 5 1 が、入力された測定結果が上限の閾値以上且つ下限の閾値以下 (つまり所定範囲内) と判断した場合 (S 5 で Y e s) には、ステップ 6 に進む。

【 0 0 9 7 】

モード切替部 3 5 2 は、光量調整部 3 5 1 から信号光 L S の光量が所定範囲内に含まれる旨の通知を受けたとき (S 5 で Y e s) には、光画像計測装置 1 の動作モードを画像形

50

成モードに切り替える（Ｓ６）。

【００９８】

Ｓ５でＮｏのとき、光量調整部３５１は、低コヒーレンス光源２０１から出力される低コヒーレンス光Ｌ０の光量を調整する（Ｓ７）。光量の調整後にステップ４に戻り、再度信号光ＬＳの測定及び測定結果と閾値との比較を行う。

【００９９】

被検眼Ｅを所定の計測位置（対物レンズ１０１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（Ｓ８）。アライメントが完了すると、次に、主制御部３１１は、被検眼Ｅに対するピント合わせを行う（Ｓ９）。

【０１００】

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３４０Ｂを操作して検査の開始を要求する（Ｓ１０）。

【０１０１】

そして、主制御部３１１は、低コヒーレンス光源２０１、ＣＣＤ２０６等を制御するとともに、ミラー駆動機構１４１及び１４２を制御して、ガルバノミラー１０７Ａ及び１０７Ｂの向きを変更しつつ眼底Ｅｆの走査を行う（Ｓ１１）。

【０１０２】

続いて、画像形成部３２０は、ＣＣＤ２０６から出力される眼底成分の検出信号を収集し、この検出信号に基づいてスペクトルの強度分布を求め、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（Ｓ１２）。

【０１０３】

〔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。

【０１０４】

光画像計測装置１は、ガルバノミラー１７０Ｂの向きを変更することで、被測定物体（被検眼Ｅ）に照射される信号光ＬＳの光路の外に配置されたフォトダイオード１０５にレーザー光（信号光ＬＳ）が照射され、そのフォトダイオード１０５により照射されたレーザー光の光量が測定でき、さらに、そのレーザー光の光量が所定範囲内に収まるように光源の出力を自動的に調整する構成である。

【０１０５】

このような光画像計測装置１によれば、被測定物体に向かうレーザー光の光量を測定する場合に、他の光量測定用の工具を用意せずとも容易に信号光の光量を測定することができ、光量測定における作業の煩雑さを軽減することが可能となる。また、光量の調整においても他の光量測定用の工具を用いる必要がなく、被測定物体に向かう信号光の光量の調整における作業の煩雑さも軽減することが可能となり、光源の経時劣化や環境による変化などに容易に対応することができる。

【０１０６】

また、このような光画像計測装置によれば、自動でレーザー光の光量を調整することにより、上限の閾値を用いることで被検眼の安全性が確保することができ、さらに下限の閾値を用いることで低画質の断層画像が得られてしまっても再検査といった不都合を軽減できる。

【０１０７】

〔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。

【０１０８】

上記の実施形態では、フォトダイオードで測定されるレーザー光の光量が所定範囲に収まるように光量を自動的に調整する構成としているが、この光量の調整を行わない構成に

10

20

30

40

50

してもよい。この場合には、測定したレーザー光の光量を表示させ、オペレータに被測定物体に向かうレーザー光の光量を把握させることができる。

【0109】

本変形例においても上記実施形態と同様に、所定のタイミングで光画像計測装置1を光量測定モードで動作させる。制御部310は、ガルバノミラー107A及び107Bの向きを、信号光LSが光路Lを通過してフォトダイオード105に照射されるように変更する。そして、フォトダイオード105は照射された信号光LSの光量を測定し、その測定結果を主制御部311が表示部340Aに表示させる。

【0110】

以上のように本変形例に係る光画像計測装置は、測定された信号光LSの光量をオペレータが把握できる構成である。これにより、オペレータは被検眼Eに向かう信号光LSの光量を把握することができ、その測定結果を基に光源の出力を手動で調整することができる。

10

【0111】

以上で説明したように、本変形例に係る光画像計測装置は、ガルバノミラーの向きを変更することで、被測定物体（被検眼）に照射されるレーザー光の光路の外に配置されたフォトダイオードにレーザー光（信号光）を照射させ、そのフォトダイオードによりレーザー光の光量が測定でき、その測定結果を表示部に表示させる構成である。

【0112】

このような構成であっても、光量の上述した実施形態と同様に他の光量測定用の工具を用意しなくても、オペレータは被測定物体に向かうレーザー光の光量を把握することができ、光量測定を容易に行え、光量測定における作業の煩雑さを軽減することが可能となる。

20

【0113】

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、第1の実施形態に係る光画像計測装置に加えて所定の上限値を超えていた場合に、警告を報知するとともに、被測定物体へのレーザー光の照射を禁止する構成である。

【0114】

本実施形態に係る光画像計測装置1は、第1の実施形態に係る光量測定装置に図2の一点鎖線で示す警告部353及び照射禁止部354を加えた構成である。また、記憶部312は、所定の上限値を記憶している。ここで、所定の上限値とは、第1の実施形態における上限値と同じものでもよく、また光量調整部351が調整可能な光量の限界値（光量の上限の閾値を上回る値）でもよい。

30

【0115】

制御部310は、ガルバノミラー107Aを基準位置に戻し、ガルバノミラー107Bの向きを変更することで、信号光LSが光路Lを通過してフォトダイオード105に照射されるように調整する。

【0116】

フォトダイオード105は、照射された信号光LSの光量を測定する。そして、フォトダイオード105は、測定結果を光量調整部351、警告部353、及び照射禁止部354へ出力する。

40

【0117】

光量調整部351は、記憶部312に記憶されている上限値とフォトダイオード105から入力された測定結果とを比較する。光量調整部351は、フォトダイオード105から入力された測定結果が記憶部312に記憶されている上限値を超えていると判断した場合には、警告部353及び照射禁止部354に測定結果が上限値を超えている旨の通知を行う。そして、光量調整部351は、フォトダイオード105から入力された測定結果が上限値を超えていると判断した場合には、光量の調整が不可能なため光量の調整の動作を実施しない。

50

【 0 1 1 8 】

警告部 3 5 3 は、光量調整部 3 5 1 から測定結果が上限値を超えている旨の通知を受けると、表示部 3 4 0 A に警告を表示させオペレータに警告を報知する。この警告部 3 5 3 が本発明における「警告手段」にあたる。

【 0 1 1 9 】

照射禁止部 3 5 4 は、光量調整部 3 5 1 から測定結果が上限値を超えている旨の通知を受けると、被検眼 E (被測定物体) への信号光 L S の照射を禁止するように眼底カメラユニット 1 0 0 及び O C T ユニット 2 0 0 のいずれか一方もしくは双方を制御する。ここで、被検眼 E への信号光 L S の照射の禁止の方法は、被検眼 E に信号光 L S が入射されないようにすればどのような方法でもよく、例えば、低コヒーレンス光源 2 0 1 の出力を停止させたり、ガルバノミラー 1 0 7 B の向きを信号光 L S がフォトダイオード 1 0 5 に向かう光路 L を通過するように固定したり、信号光 L S の光路に遮蔽物を挿入したりする構成などがある。この照射禁止部 3 5 4 が本発明における「照射禁止手段」にあたる。

【 0 1 2 0 】

以上で説明したように、本実施形態に係る光画像計測装置 1 は、信号光 L S の光量が上限値を超えた場合に、オペレータに警告を報知するとともに、被検眼 E への信号光 L S の照射を禁止する構成である。それにより、被測定物体の保護を確実にすることで安全性を向上することが可能となる。

【 0 1 2 1 】

また、このような光画像計測装置 1 によれば、上限値を超えた場合に、警告の報知を受けたオペレータはその旨を把握でき、安全性を担保するための対応を図ることができる。

【 0 1 2 2 】

以上の実施形態では警告部 3 5 3 及び照射禁止部 3 5 4 を何れも有する構成の光画像計測装置 1 として説明したが、光画像計測装置 1 は、警告部 3 5 3 及び照射禁止部 3 5 4 のいずれか一方を有する構成でも動作可能である。そして、いずれか一方を有する構成の場合でも、安全性を向上する効果を有する。

【 0 1 2 3 】

以上の説明では、上限値を超えた場合に、警告部 3 5 3 による警告の報知や照射禁止部 3 5 4 による被検眼 E への信号光 L S の照射の禁止が行われる構成として説明したが、これは、光量調整部 3 5 1 が所定の下限値を記憶しておき、信号光 L S の光量がその下限値を下回った場合に警告の放置や信号光 L S の照射の禁止が行われる構成にしてもよい。

【 0 1 2 4 】

第 3 の実施形態

この発明に係る光画像計測装置の第 3 の実施形態について説明する。この実施形態は、画像形成モードにおいて、形成した断層画像の最大輝度 (断層画像における画素値の最大値) を用いて、信号光 L S の光量を調整する構成である。そこで、この実施形態では、画像形成モードにおける、断層画像の最大輝度を用いた光量の調整について説明する。以下の説明の前提として光画像計測装置 1 は、モード切替部 3 5 2 によって画像形成モードに動作モードが切り替えられているものとする。

【 0 1 2 5 】

本実施形態に係る光画像計測装置 1 は、第 1 の実施形態に係る光量測定装置に図 2 の一点鎖線で示す最大輝度取得部 3 5 5 を加えた構成である。

【 0 1 2 6 】

記憶部 3 1 2 は、断層画像の最大輝度の下限の閾値 (最大輝度閾値) を記憶している。

【 0 1 2 7 】

最大輝度取得部 3 5 5 は、画像形成部 3 2 0 により形成された断層画像の各画素における画素値を求め、その求めた画素値の中で最大の値をその断層画像の最大輝度とする。そして、最大輝度取得部 3 5 5 は、求めた断層画像の最大輝度を光量調整部 3 5 1 に出力する。

【 0 1 2 8 】

光量調整部 3 5 1 は、最大輝度取得部 3 5 5 から入力された断層画像の最大輝度と、記憶部 3 1 2 に記憶されている最大輝度閾値とを比較する。そして、光量調整部 3 5 1 は、この最大輝度が最大輝度閾値を下回っている場合には、低コヒーレンス光源 2 0 1 の光量を増加させる。

【 0 1 2 9 】

さらに、警告部 3 5 3 を設けて、光量調整部 3 5 1 によって最大輝度が最大輝度閾値を下回っていると判断された場合に、警告部 3 5 3 が警告を報知するような構成にしてもよい。

【 0 1 3 0 】

以上で説明したように、本実施形態に係る光画像計測装置 1 は、断層画像の最大輝度が、予め決められた下限の閾値（最大輝度閾値）を下回った場合に、低コヒーレンス光源 2 0 1 から出力されるレーザー光の光量を増加させる構成である。

【 0 1 3 1 】

このような光画像計測装置によれば、断層画像の画質が低下することを防止するためのレーザー光の光量の調整を容易に行うことが可能となる。

【 0 1 3 2 】

また、本実施形態では、一つの被検眼における断層画像の最大輝度を基に、光量の調整や警告の報知を行う構成で説明したが、被検眼の個体差を考慮して、複数の被検眼の検査における断層画像の最大輝度（この検査における断層画像の最大輝度とは、各被検眼の検査で取得した断層画像の何れか一枚の最大輝度でもよいし、各被検眼の検査における所定枚数の断層画像の平均値を求めてもよい。）を記憶部 3 1 2 に記憶しておき、光量調整部 3 5 1 は、記憶部 3 1 2 に記憶されている最新の検査における断層画像の最大輝度値から所定数前の検査における断層画像の最大輝度までの平均値を算出し、その平均値と最大輝度閾値とを比較し、その平均値が最大輝度閾値を下回ったと判断した場合に、光量調整部 3 5 1 が光量の調整を行ったり、警告部 3 5 3 が警告の報知を行ったりする構成にしてもよい。この様な構成にすることで、被検眼の個体差の影響を軽減でき、より適切に断層画像の画質の低下を回避することが可能となる。

【 0 1 3 3 】

ここで、以上の各実施形態及び変形例における説明では説明の都合上、図 2 において、光量調整部 3 5 1、モード切替部 3 5 2、警告部 3 5 3、及び照射禁止部 3 5 4 がそれぞれ別個に、且つ制御部 3 1 0 と分けて記載しているが、実際には、光量調整部 3 5 1、モード切替部 3 5 2、警告部 3 5 3、及び照射禁止部 3 5 4 は制御部 3 1 0 に含まれるように構成される。また、最大輝度取得部 3 5 5 も説明の都合上、画像処理部 3 3 0 と分けて記載しているが、実際には最大輝度取得部 3 5 5 は画像処理部 3 3 0 に含まれるように構成される。

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

- 1 光画像計測装置
- 1 0 0 眼底カメラユニット
- 1 0 1 対物レンズ
- 1 0 2 集光レンズ系
- 1 0 3 ダイクロイックミラー
- 1 0 4 偏向ミラー
- 1 0 5 フォトダイオード
- 1 0 6 集光レンズ系
- 1 0 7 走査ユニット
- 1 0 7 A、1 0 7 B ガルバノミラー
- 1 0 8 偏向ミラー
- 1 0 9 集光レンズ系
- 1 1 0 観察・撮影光学系

10

20

30

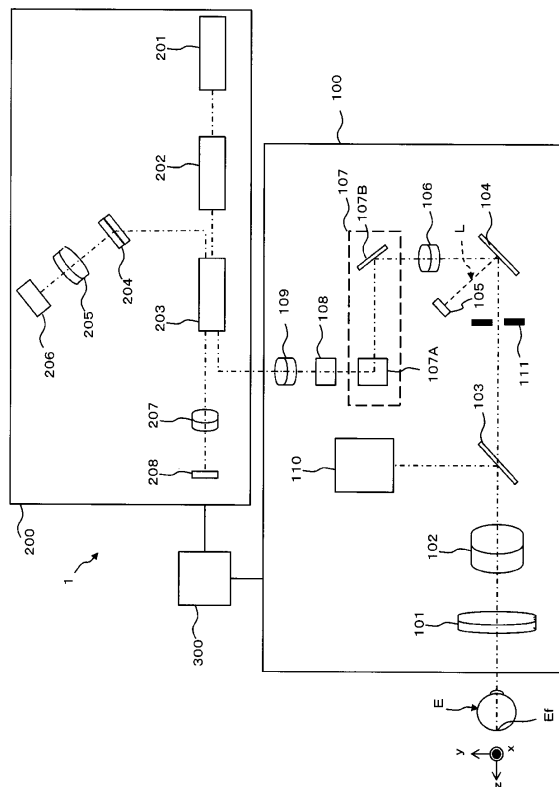
40

50

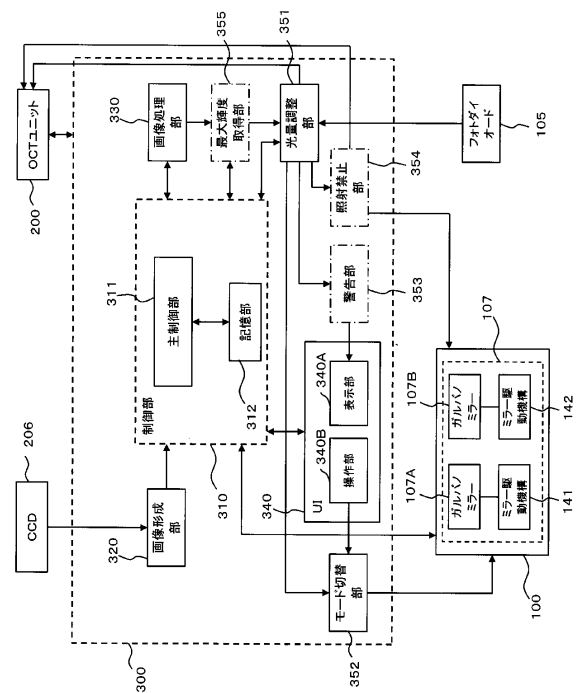
- | | |
|-------|-------------|
| 2 0 0 | ＯＣＴユニット |
| 2 0 1 | 低コヒーレンス光源 |
| 2 0 2 | アイソレータ |
| 2 0 3 | 光カプラ |
| 2 0 4 | 回折格子 |
| 2 0 5 | 集光レンズ系 |
| 2 0 6 | ラインＣＣＤ（ＣＣＤ） |
| 2 0 7 | 集光レンズ系 |
| 2 0 8 | 参照ミラー |
| 3 0 0 | 演算制御装置 |
| 3 1 0 | 制御部 |
| 3 1 2 | 記憶部 |
| 3 5 1 | 光量調整部 |
| 3 5 2 | モード切替部 |
| 3 5 3 | 警告部 |
| 3 5 4 | 照射禁止部 |
| 3 5 5 | 最大輝度取得部 |
| E | 被検眼 |
| E f | 眼底 |

10

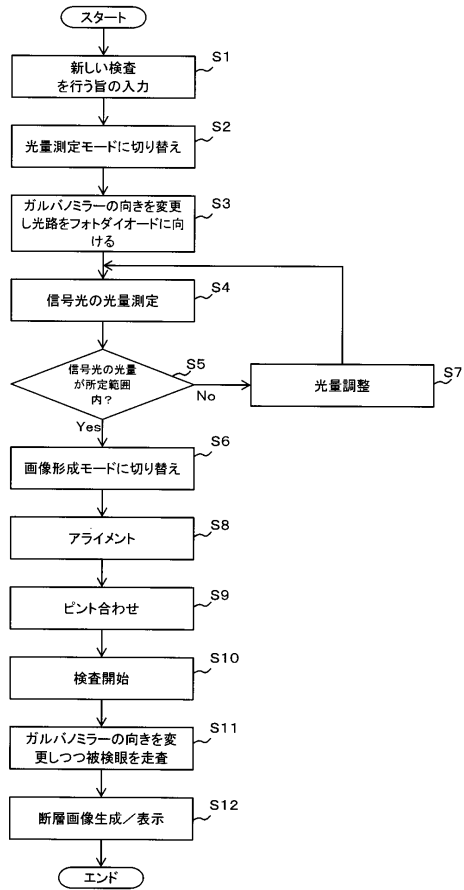
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-237724(JP,A)
特開2008-203246(JP,A)
特開2010-038910(JP,A)
特開2009-294205(JP,A)
特開平03-057426(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18