

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5700947号
(P5700947)

(45) 発行日 平成27年4月15日 (2015. 4. 15)

(24) 登録日 平成27年2月27日 (2015. 2. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 3/12 (2006. 01)

A 6 1 B 3/12 E

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 3 0

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-82802 (P2010-82802)
 (22) 出願日 平成22年3月31日 (2010. 3. 31)
 (65) 公開番号 特開2011-212202 (P2011-212202A)
 (43) 公開日 平成23年10月27日 (2011. 10. 27)
 審査請求日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 下山 朋彦
 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
 (72) 発明者 北村 健史
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及び撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼に照射される第1及び第2の測定光を走査する走査手段と、
 前記被検眼における第1及び第2の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向
 に並んでいる前記第1及び第2の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域ある
 いは互いに近接する近接領域に照射される第1及び第2の測定光が、前記交差する方向に
 おける前記第1及び第2の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主
 走査され且つ前記被検眼が所定の距離以下で固視微動する時間内に走査されるように、前
 記走査手段を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第1及び第2の測定光が、前記第1及び第2の走査領域の上側領
 域及び下側領域から略中心に向かうように、あるいは該略中心から該上側領域及び該下
 側領域に向かうように、前記走査手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の撮像装
 置。

【請求項 3】

副走査の後の主走査方向と、副走査の前の主走査方向とが逆であることを特徴とする請
 求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項 4】

被検査物に照射される第1及び第2の測定光を走査する走査手段と、

20

前記被検査物における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光が、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査されるように、前記走査手段を制御する制御手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

被検査物に照射される第 1 及び第 2 の測定光を走査する走査手段と、
前記被検査物における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光が、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とのうちいずれか一方の領域で主走査された後に他方の領域で主走査されるように、前記走査手段を制御する制御手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 6】

被検査物に照射される第 1 の測定光を走査する第 1 の走査手段と、
前記被検査物に照射される第 2 の測定光を走査する第 2 の走査手段と、
前記第 1 の測定光の副走査方向と前記第 2 の測定光の副走査方向とが異なる方向になるように、前記第 1 及び第 2 の走査手段を制御する制御手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の測定光が照射される第 1 及び第 2 の走査領域が、主走査方向に対して交差する方向に並んでいることを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

被検眼に照射される第 1 及び第 2 の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検眼を撮像する撮像方法であって、
前記被検眼における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光を、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査され且つ前記被検眼が所定の距離以下で固視微動する時間内に走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含むことを特徴とする撮像方法。

30

【請求項 9】

被検査物に照射される第 1 及び第 2 の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、
前記被検査物における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光が、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含むことを特徴とする撮像方法。

40

【請求項 10】

被検査物に照射される第 1 及び第 2 の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、
前記被検査物における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光が、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とのうちいずれか一方の領域で主走査された後に他方の領域で主走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含むことを特徴とする撮像方法。

50

【請求項 1 1】

被検査物に照射される第 1 の測定光を走査する第 1 の走査手段と前記被検査物に照射される第 2 の測定光を走査する第 2 の走査手段とを用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、

前記第 1 の測定光の副走査方向と前記第 2 の測定光の副走査方向とが異なる方向になるように、前記第 1 及び第 2 の走査手段を制御する工程を含むことを特徴とする撮像方法。

【請求項 1 2】

請求項 8 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の撮像方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及び撮像方法に関し、特に、複数の測定光を用いて被検査物を撮像する撮像装置及び撮像方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、眼科装置として、共焦点レーザー走査検眼鏡 (Scanning Laser Ophthalmoscope、以下 SLO と呼ぶ。) や、光干渉断層法 (Optical Coherence Tomography、以下 OCT と呼ぶ。) を用いて被検眼 (瞳や眼底) の断層画像を高解像度に得る装置が知られている。OCT 装置は、特に眼底における黄斑の変性といった網膜の病変を診断するのに有効である。

20

【0003】

ここで、眼の界面の三次元構造を迅速に取得するために、複数の低コヒーレンス光を瞳の複数箇所に照射される OCT 装置が、特許文献 1 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2008 - 508068 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

しかしながら、特許文献 1 には、被検眼における複数の測定光の走査領域についての開示はない。

【0006】

ところで、被検眼を撮像しているとき、一般的に被検眼の固視微動や瞬きにより、取得した画像に歪みが生じる場合がある。

【0007】

ここで、複数の測定光により撮像した 3 次元画像どうしをつなぎ合わせて、単一の 3 次元画像を取得する場合を考える。このとき、つなぎ合わせる画像それぞれが、固視微動や瞬きの前後で取得された画像である場合、つなぎ合わせる画像どうしの類似度は低くなる。これにより、上記つなぎ合わせの処理に時間がかかる、あるいは上記つなぎ合わせの精度が悪くなる、といった問題が生じることがある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る撮像装置は、

被検眼に照射される第 1 及び第 2 の測定光を走査する走査手段と、

前記被検眼における第 1 及び第 2 の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第 1 及び第 2 の測定光が、前記交差する方向における前記第 1 及び第 2 の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に

50

主走査され且つ前記被検眼が所定の距離以下で固視微動する時間内に走査されるように、前記走査手段を制御する制御手段と、を有する。

また、別の本発明に係る撮像装置は、

被検査物に照射される第１及び第２の測定光を走査する走査手段と、

前記被検査物における第１及び第２の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第１及び第２の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第１及び第２の測定光が、前記交差する方向における前記第１及び第２の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査されるように、前記走査手段を制御する制御手段と、を有する。

また、別の本発明に係る撮像装置は、

被検査物に照射される第１及び第２の測定光を走査する走査手段と、

前記被検査物における第１及び第２の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第１及び第２の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第１及び第２の測定光が、前記交差する方向における前記第１及び第２の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とのうちいずれか一方の領域で主走査された後に他方の領域で主走査されるように、前記走査手段を制御する制御手段と、を有する。

【 ０ ０ ０ ９ 】

また、別の本発明に係る撮像装置は、

被検査物に照射される第１の測定光を走査する第１の走査手段と、

前記被検査物に照射される第２の測定光を走査する第２の走査手段と、

前記第１の測定光の副走査方向と前記第２の測定光の副走査方向とが異なる方向になるように、前記第１及び第２の走査手段を制御する制御手段と、を有する。

【 ０ ０ １ ０ 】

また、本発明に係る撮像方法は、

被検眼に照射される第１及び第２の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検眼を撮像する撮像方法であって、

前記被検眼における第１及び第２の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第１及び第２の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第１及び第２の測定光を、前記交差する方向における前記第１及び第２の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査され且つ前記被検眼が所定の距離以下で固視微動する時間内に走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含む。

また、別の本発明に係る撮像方法は、

被検査物に照射される第１及び第２の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、

前記被検査物における第１及び第２の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第１及び第２の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第１及び第２の測定光が、前記交差する方向における前記第１及び第２の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とにおいて略交互に主走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含む。

また、別の本発明に係る撮像方法は、

被検査物に照射される第１及び第２の測定光を走査する走査手段を用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、

前記被検査物における第１及び第２の走査領域であって、主走査方向に対して交差する方向に並んでいる前記第１及び第２の走査領域それぞれの一部の領域が重複する重複領域あるいは互いに近接する近接領域に照射される第１及び第２の測定光が、前記交差する方向における前記第１及び第２の走査領域それぞれの上側領域と下側領域とのうちいずれか一方の領域で主走査された後に他方の領域で主走査されるように、前記走査手段を制御する工程を含む。

10

20

30

40

50

また、別の本発明に係る撮像方法は、
被検査物に照射される第１の測定光を走査する第１の走査手段と前記被検査物に照射される第２の測定光を走査する第２の走査手段とを用いて前記被検査物を撮像する撮像方法であって、

前記第１の測定光の副走査方向と前記第２の測定光の副走査方向とが異なる方向になるように、前記第１及び第２の走査手段を制御する工程を含む。

【発明の効果】

【００１１】

上述したように、本発明に係る撮像装置は、被検眼における複数の測定光の走査領域のうち、互いに重複あるいは近接している領域に対して、該複数の測定光を所定の時間内で照射するように構成されることを特徴とする。

10

【００１２】

これにより、複数の測定光で取得した画像における重複あるいは近接箇所は、固視微動や瞬きの影響による位置ずれの小さい画像なので、高い類似性を持っている。そのため、これらの画像どうしを短時間あるいは高精度につなぎ合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】第１の実施形態のＯＣＴ装置を説明するための図。

【図２】第１の実施形態の走査について説明するための図。

【図３】第２の実施形態の走査について説明するための図。

20

【図４】第３の実施形態の走査について説明するための図。

【図５】第４の実施形態の走査について説明するための図。

【図６】断層画像どうしの類似度の高い場合と低い場合のマッチングの検索範囲について説明するための図。

【図７】第１の実施形態のＯＣＴ装置の撮像領域について説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【００１５】

（第１の実施形態）

30

本実施形態のＯＣＴ装置（光干渉断層法を用いて被検眼を撮像するための撮像装置とも呼ぶ。）は、複数の測定光の被検眼における走査領域のうち、互いに重複あるいは近接している領域に対して、該複数の測定光を所定の時間内で照射するように構成される。なお、所定の時間内とは、被検眼が所定の距離以下で固視微動している時間内であることが好ましい。これにより、複数の測定光で取得した画像における重複あるいは近接箇所は、固視微動や瞬きの影響による位置ずれのない画像なので、高い類似性を持っている。そのため、これらの画像どうしを短時間あるいは高精度につなぎ合わせることができる。また、本実施形態のＯＣＴ装置は、第１及び第２の測定光の被検査物における第１及び第２の走査領域をそれぞれ設定する走査領域設定手段を有することが好ましい。

【００１６】

40

なお、本発明はＯＣＴ装置に限定されるものではなく、ＳＬＯ装置やＯＣＴとＳＬＯの機能を両方備えた装置など、被検眼を撮像する眼科装置であれば適用可能である。

【００１７】

本実施形態のＯＣＴ装置の全体構成について図１を用いて説明する。図１（ａ）は、本実施形態に係るＯＣＴ装置の構成について説明するための図である。なお、図１（ａ）は、マイケルソン干渉計で構成されているが、マッハツェンダー干渉計で構成しても本実施形態に適用可能である。ここで、マイケルソン干渉計とは、光源からの光を測定光と参照光とに分割する分割部と、被検眼からの戻り光と参照光とを合成する合成部とが共用されている干渉計のことである。また、マッハツェンダー干渉計とは、分割部と合成部とが別々に設けられている干渉計のことである。マッハツェンダー干渉計は、マイケルソン干渉

50

計に比べて、ビームスプリッターやカプラーなどの部品点数を多く設ける必要があるが、光の損失を少なく構成することができる。

【0018】

まず、光源101（低コヒーレンス光源とも呼ぶ。）から出射された光は、ファイバビームスプリッタ102により、複数の光に分割される。なお、光源101には、SLD（Super Luminescent Diode）を適用することができる。また、光源101には、ASE（Amplified Spontaneous Emission）も適用することができる。また、光源101には、チタンサファイアレーザなどの超短パルスレーザも適用することができる。このように、光源101は、低コヒーレンス光を発生させることの出来るものなら何でも良い。さらに、光源101から発生される光の波長は、特に制限されるものではないが、400nmから2μmの範囲である。なお、波長の帯域は広いほど縦分解能がよくなる。一般的に中心波長が850nmの場合、空気中において、50nmの帯域では、6μmの分解能、100nmの帯域では、3μmの分解能である。

10

【0019】

次に、複数の分割された光はそれぞれ、ファイバカプラ103（分割部）により、測定光と参照光とに分割される。また、複数の測定光（第1及び第2の光とも呼ぶ。）はそれぞれ、特定の間隔で配置されたファイバコリメータ104と走査部105（走査光学部とも呼ぶ。）と対物レンズ106（照射光学部とも呼ぶ。）を通過して被検眼120に導かれる。また、走査部105を制御するための制御部112を備えていても良い。

20

【0020】

ここで、走査部105は、被検眼120に照射する複数の測定光を、それぞれ被検眼120における複数の走査領域（第1及び第2の走査領域とも呼ぶ。）で走査する。このとき、走査部105は、複数の走査領域が互いに重複あるいは近接するように走査する。そして、測定光路は、上記重複あるいは近接している領域に対して、複数の測定光を所定の時間内で照射するように構成される。

【0021】

また、複数の参照光は、ファイバコリメータ107より出射され、参照ミラー109に導かれる。なお、参照光ごとの波長分散量を補償するための分散補償用ガラス108を、参照光路に設けても良い。また、図1では、参照ミラー109を一つのミラーとしているが、参照光ごとにミラーを設けても良い。

30

【0022】

また、複数の測定光は、被検眼120によって反射あるいは散乱された戻り光として、走査部105などを通り、ファイバカプラ103に戻される。また、複数の参照光は、参照ミラー109によって反射されて、ファイバカプラ103に戻される。

【0023】

また、複数の戻り光と複数の参照光とはそれぞれ、ファイバカプラ103により合成される。そして、この合成された光である複数の合成光（干渉光とも呼ぶ。）はそれぞれ、検出部110によって検出される。

【0024】

ここで、FD-OCT（Fourier Domain OCT：フーリエドメイン法。）の一つであるSD-OCT（Spectral Domain OCT：スペクトルドメイン法、後分光。）の場合、検出部110（分光器）は、前記合成光を分光するための分光素子を有する。このとき、分光素子には、回折格子やプリズムなどを適用することができる。また、検出部110は、分光素子により分光された光を検出するためのセンサを有する。センサには、ラインセンサーや2次元センサなどを適用することができる。

40

【0025】

また、FD-OCTの一つであるSS-OCT（Source Swept-OCT、先分光。）の場合、異なる波長の光を異なる時間で発生させる光源を用いるので、それぞれの光による合成光を、フォトダイオードなどのセンサにより検出することができる。こ

50

のとき、スペクトル情報を取得するために前記分光素子を用いる必要はない。また、FD-OCTとは別の方式であるTD-OCT (Time Domain OCT: タイムドメイン法) のとき、SS-OCTと同様に、検出部110をセンサにより構成することができる。

【0026】

また、処理部111により、各合成光を波数(波長の逆数)でフーリエ変換する。これにより、各走査領域に対応する被検眼120の複数の断層画像を取得することができる。そして、複数の走査領域の互いに重複あるいは近接している領域に対応する被検眼120の断層画像どうしを用いて、各断層画像をつなぎ合わせる。このとき、この互いに重複あるいは近接している領域に対して、複数の測定光を所定の時間内で照射するように構成される。

10

【0027】

なお、被検眼における撮像位置をリアルタイムにモニタするために、SLOあるいは赤外光を用いて2次元で一括して撮像する眼底カメラなども備えることが好ましい。また、固視標(あるいは固視灯とも呼ぶ。)を光軸上に配置することが好ましい。これは、被験者に固視標を凝視させることで、測定光を被験者の眼底で走査する際、診断の注目領域の一つである黄斑を走査領域の中心として走査することが出来る。以上のOCT装置において、走査光学系105を動かさずに測定を行うと、Aスキャン1本分のデータが得られる。

【0028】

20

1つのAスキャン終了ごとに、走査光学系105内をX方向に解像度分動かすことを続けると、Bスキャン画像を得る事ができる。同様にBスキャン終了ごとにY方向にスキャンを行うと網膜の3次元像を得る事ができる。そして、各測定光のスキャンにより得られたBスキャン画像は、情報処理部111において、公知のテンプレートマッチング処理等を用いることにより位置合わせを行って合成され、1つの3次元の断層画像となる。

【0029】

本実施形態のOCT装置は、複数の測定光をそれぞれの走査領域の上側領域と下側領域とから略中心に向かって走査する。また、上側領域の主走査と下側領域の主走査とを略交互に行う。ここでは、3つの測定光の走査領域が主走査方向に対して略垂直の方向に3分割されている。この3つの測定光を用いて被検査物の3次元断層画像を取得する。

30

【0030】

1つの測定光は、割り当てられた走査領域をn本のラスタスキャンを行う。図2(a)のように1本目のラスタ、n本目のラスタ、2本目のラスタ、n-1本目のラスタというように、上端と下端とから中央に向かいスキャンする。本実施形態のOCT装置は、3つの測定光をそれぞれの走査領域を同様に走査し、また同時に走査させることができる。

【0031】

ここで、複数の測定光を用いて被検査物を撮像する撮像装置において、測定光の走査する際、走査領域の上端から下端に向けて、一様にラスタスキャンすることが考えられる。このとき、測定光Aの走査領域と測定光Bの走査領域との近接領域あるいは重複領域における断層画像は、それぞれ撮像開始時と撮像終了時に取得したものである。

40

【0032】

ところで、OCT装置で被検眼を撮像する場合、固視微動などにより被検眼が撮像中に動いてしまうことがある。このため、上記近接領域あるいは重複領域で取得された断層画像は、類似性の低いものとなる可能性が高い。この類似性が低い場合、互いの断層画像をつなぎ合わせる際の処理時間が長くなる。例えば、断層画像が互いに対応する箇所を探すマッチングの場合、一方の断層画像の一部の箇所をテンプレートとして、他方の断層画像上で様々な方向に動かして類似性の高い箇所を探すことになる。

【0033】

上記近接領域あるいは重複領域の撮像時刻が近接しているため、断層画像の類似性が高い場合には、図6(a)のようになる。このとき、テンプレートの探索範囲は狭くて良い

50

ため、上記マッチングの時間を短縮することができる。一方、上記撮像時刻が離れており類似した画像が想定できない場合には、図6(b)のように、テンプレートの探索範囲が広がるため、探索に必要な計算量(探索範囲の2乗のオーダー)が増加し、探索に時間がかかる。

【0034】

また、走査領域どうしが副走査方向に近接あるいは重複する場合を考えてきたが、走査主走査方向に近接あるいは重複していたとしても、互いの撮像時刻が大きく離れてしまうと、各測定光により撮像した画像同士の位置ずれは大きくなる。そのため、これらの画像同士をつなぎ合わせる処理が難しくなってしまう。

【0035】

本実施形態は、近接あるいは重複した領域をそれぞれ別の測定光により所定の時間内(固視微動が所定の距離内で生じる時間内)に主走査する。これにより、各測定光により撮像した画像同士は、位置ずれのほとんど生じていない画像であるため、つなぎ合わせを容易に行うことができる。

【0036】

次に本実施例における走査部(走査光学系)105の制御について、図1(b)と図1(c)を用いて説明する。図1(b)のように、走査部105は、眼底において測定光をX方向に走査するためのX軸ミラー115と、Y方向に走査するためのY軸ミラー116を持つ。複数の測定光は、眼底において一つの走査光学系105により走査されるが、本発明は、測定光ごとに別々の走査部で構成しても良い。複数の測定光は、眼底において副走査方向に分割された別々の領域を走査する。このとき、図1(b)のように、各走査領域の一部が重複するように走査部105が制御されていても良い。重複領域を走査する測定光同士が、近接する時間内に主走査されることにより、各測定光により撮像された画像同士のつなぎ合わせの際に、位置合わせを容易に行うことができる。

【0037】

X軸ミラー115とY軸ミラー116は、制御部112により制御される。制御部112は計算部を備え、X軸ミラー115、Y軸ミラー116を制御する制御プログラムにより走査部を制御する。

【0038】

制御部112の制御プログラムのフローチャートについて、図2(b)を用いて説明する。図中nは、一つの測定光あたりのラスタ数を示しているが、ここでは説明を簡単にするためnは偶数であるとする。

【0039】

まず、制御部112が、変数kを1に初期化するように指令を送る(S100)。次に、制御部112が、走査領域における上端からk番目の主走査を実行するように走査部105に指令を送る(S101)。これは走査領域の上端から中央に向けて順番に主走査することに相当する。また、(n-k+1)番目の主走査を実行するように走査部105に指令を送る(S102)。これは領域の下端から中央に向けて順次スキャンして行くことに相当する。また、kを1増やす(S103)。また、kが(n/2)より大きいかどうか判断し、もし大きければ終了する。もし小さいか等しければS101に戻りスキャンを続ける(S104)。以上の手順により、各領域を各測定光で上下から中央に向けて順次スキャンすることができる。本実施形態は3ビームによるOCT装置であるが、これは本発明を制限するものではなく、任意の本数の測定光を用いたOCT装置に適用することができる。また、本実施形態では各測定光がスキャンする各領域に重複部分を設けたが、これは本発明を制限するものではなく、各領域は重なりを持たず近接していても良い。各測定光がこのようにスキャンを行うことにより、各測定光のスキャン領域の境界部分を各測定光が近接した時間にスキャンすることが可能となる。その結果、各測定光によりスキャンした3次元画像のつなぎ合わせが容易になる。また、本実施形態では、重ね合わせを容易にするために、各測定光がスキャンする各領域に重複部分を設けた。本発明により重ね合わせが容易になるため、従来よりも各領域の重複部分を減少させることが可能である。

10

20

30

40

50

その結果、スキャン時間を短縮することができる。

【 0 0 4 0 】

(第 2 の実施形態)

本実施形態の O C T 装置は、複数の測定光をそれぞれ走査領域の略中心から上側領域と下側領域に向かって走査する。また、上側領域の主走査と下側領域の主走査とを略交互に行う。なお、ここでは、第 1 の実施形態と異なる部分である制御部 1 1 2 の制御プログラムについて説明する。

【 0 0 4 1 】

1 つの測定光はその測定光に割り当てられた領域を、 n 本のラスタに分けてラスタスキャンする。図 3 (a) のように、 $(n/2)$ 本目のラスタ、 $(n/2 + 1)$ 本目のラスタ、 $(n/2 - 1)$ 本目のラスタ、 $(n/2 + 2)$ 本目のラスタ、というように、中央から上下に向かい走査する。

10

【 0 0 4 2 】

本実施形態の制御部 1 1 2 の制御プログラムのフロー部を図 3 (b) に示す。図中 n は、一つの測定光あたりのラスタ数を示しているが、ここでは説明を簡単にするため n は偶数であるとする。

【 0 0 4 3 】

まず、制御部 1 1 2 は、内部変数 k を 1 に初期化する (S 2 0 0)。次に、 $(n/2 - k + 1)$ ラスタ目をスキャンする (S 2 0 1)。これは領域の中央から上端に向けて順次スキャンしてゆくことに相当する。また、 $(n/2 + k)$ ラスタ目をスキャンする (S 2 0 2)。これは領域の中央から下端に向けて順次スキャンして行くことに相当する。また、 k を 1 増やす (S 2 0 3)。また、 k が $(n/2)$ より大きいかどうか判断し、もし大きければ終了する。もし小さいか等しければ S 2 0 1 に戻りスキャンを続ける (S 2 0 4)。以上の手順により、各領域を各測定光で中央から最上部、最下部に向けて順次スキャンすることができる。各測定光がこのようにスキャンを行うことにより、各測定光のスキャン領域の境界部分を各測定光が近接した時間にスキャンすることが可能となる。その結果、各測定光によりスキャンした 3 次元画像の重ねあわせが容易になり、利用者によりよい重ね合わせ画像を提供することができる。

20

【 0 0 4 4 】

(第 3 の実施形態)

本実施形態の O C T 装置は、複数の測定光をそれぞれの走査領域の上側領域と下側領域とから中心に向かってスパイラル状に走査する。なお、ここでは、第 1 の実施形態と異なる部分である制御部 1 1 2 の制御プログラムを中心に説明する。

30

【 0 0 4 5 】

1 つの測定光はその測定光に割り当てられた領域を、 n 本のラスタに分けてラスタスキャンする。図 4 (a) のように 1 本目のラスタを左から右へ、 n 本目のラスタを右から左へ、2 本目のラスタを左から右へ、 $(n - 1)$ 本目のラスタを右から左へ、というように、上端、下端から中央に向かいスパイラル状にスキャンしてゆく。スパイラル状にスキャンすることで、第 1 の実施形態と比較し、X 軸ミラーの動きを減少させることができる。そのため、X 軸ミラーの動作特性によっては、スキャン速度を向上させることが出来る。

40

【 0 0 4 6 】

本実施形態の制御部 1 1 2 の制御プログラムのフローチャートを図 4 (b) に示す。図中 n は、一つの測定光あたりのラスタ数を示しているが、ここでは説明を簡単にするため n は偶数であるとする。

【 0 0 4 7 】

まず、制御部 1 1 2 は、内部変数 k を 1 に初期化する (S 3 0 0)。次に、 k ラスタ目を左から右にスキャンする (S 3 0 1)。これは、走査領域の上端から中央に向けて順次スキャンしてゆくことに相当する。また、 $(n - k + 1)$ ラスタ目を右から左にスキャンする (S 3 0 2)。これは領域の下端から中央に向けて順次スキャンして行くことに相当する。また、 k を 1 増やす (S 3 0 3)。また、 k が $(n/2)$ より大きいかどうか判断

50

し、もし大きければ終了する。もし小さいか等しければS 3 0 1に戻りスキャンを続ける(S 3 0 4)。以上の手順により、各領域を各測定光で上端、下端から中央に向けて順次スパイラル状にスキャンすることができる。各測定光がこのようにスキャンを行うことにより、各測定光のスキャン領域の境界部分を各測定光が近接した時間にスキャンすることが可能となる。その結果、各測定光によりスキャンした3次元画像の重ねあわせが容易になり、利用者によりよい重ね合わせ画像を提供することができる。

【0048】

本実施形態では、走査領域の上側領域と下側領域とから中央に向けてスパイラル状に走査しているが、走査領域の中央から上側領域と下側領域に向けてスパイラル状にスキャンすることも可能である。

10

【0049】

(第4の実施形態)

本実施形態のOCT装置は、光学的な仕組みにより、第1の測定光(測定光A)を第1の走査領域の上側領域から下側領域に走査し、第2の測定光(測定光B)を第2の走査領域の下側領域から上側領域に走査する。なお、ここでは、第1の実施形態と異なる箇所である走査部105を中心に説明する。

【0050】

1つの測定光はその測定光に割り当てられた領域を、n本のラスタに分けてラスタスキャンする。図5(a)のように、1本目のラスタとn本目のラスタを別の測定光で同時にスキャン、2本目のラスタと(n-1)本目のラスタを別の測定光で同時にスキャン、というように、隣り合う領域で異なった方向からスキャンしてゆく。

20

【0051】

本実施形態の走査部205を、図5(b)に示す。光学部205は、第1のY軸ミラー207(第1の走査手段とも呼ぶ。)と第2のY軸ミラー208(第2の走査手段とも呼ぶ。)を有する。第1のY軸ミラー207により走査された第1の測定光の走査方向(副走査方向とも呼ぶ。)と、第2のミラー208により走査された第2の測定光の走査方向とが逆になるように第1及び第2の走査手段を制御する。

【0052】

本実施形態では、3本の測定光の場合を示したが、これは本発明を制限するものではない。奇数本目の測定光を第1のY軸ミラー207に、偶数本目の測定光を第2のY軸ミラー208で走査することで、任意の本数の測定光について本発明を適用することが出来る。

30

【0053】

(その他の実施例)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

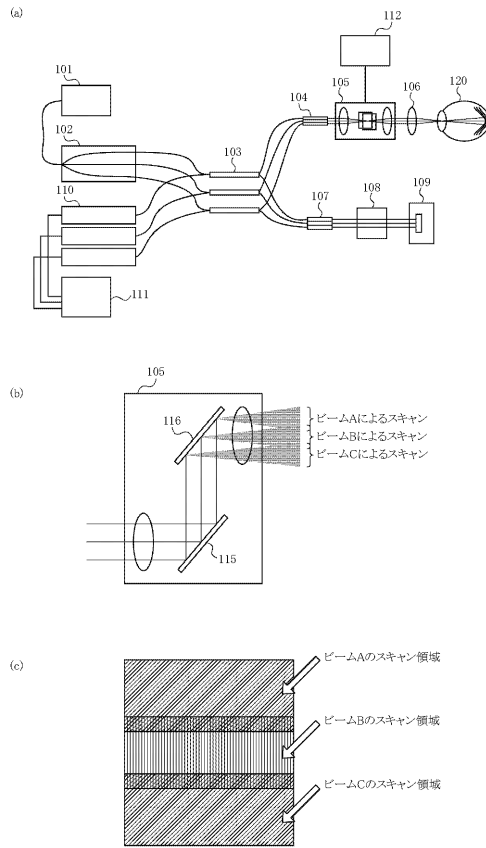
【符号の説明】

【0054】

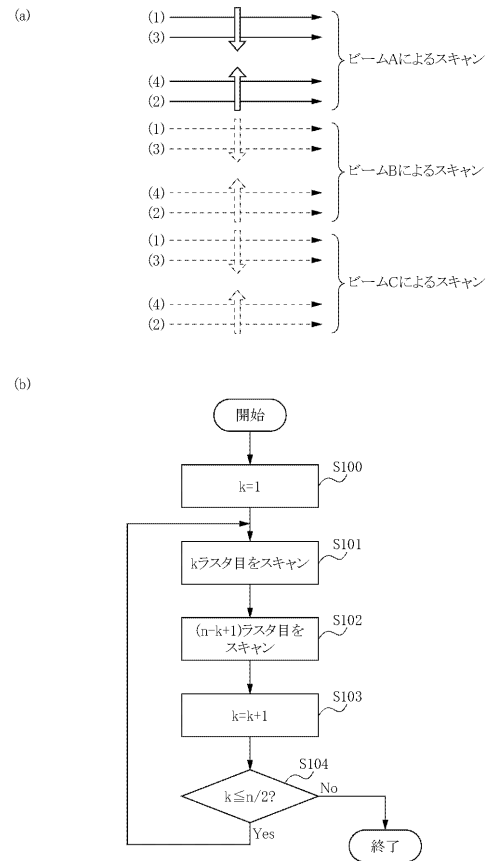
40

- 101 光源
- 105 走査部
- 110 検出部
- 112 走査部
- 120 被検査物

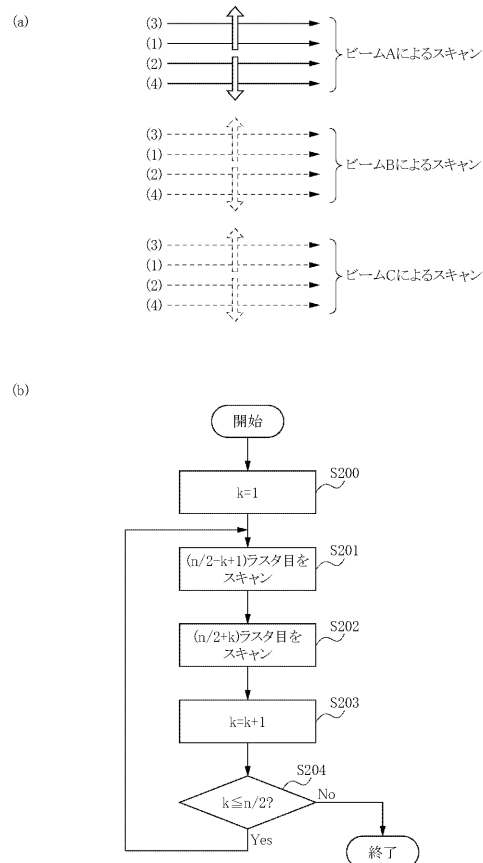
【図 1】



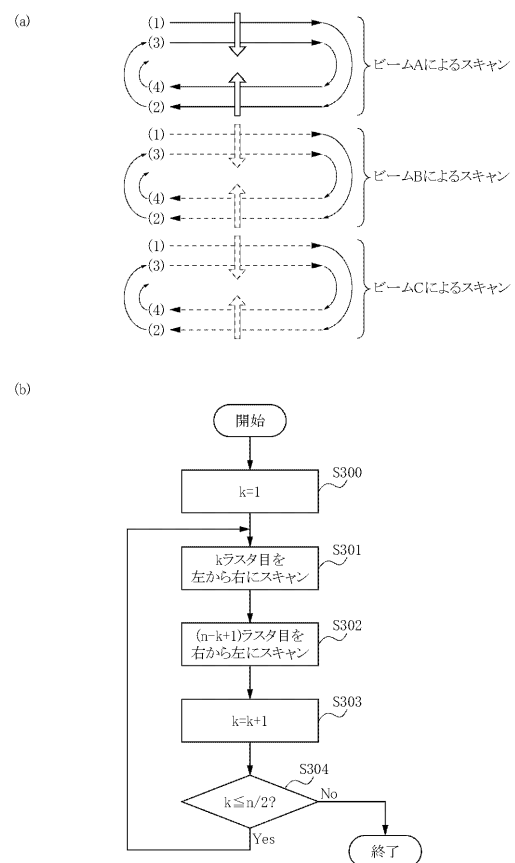
【図 2】



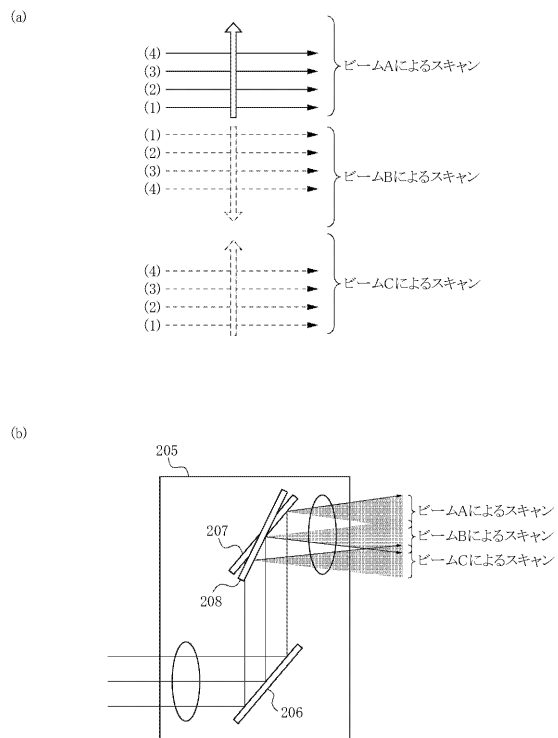
【図 3】



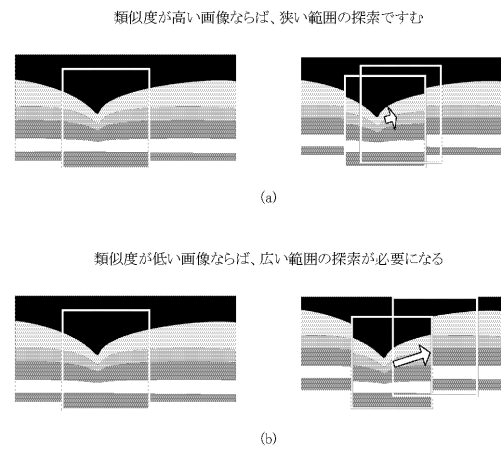
【図 4】



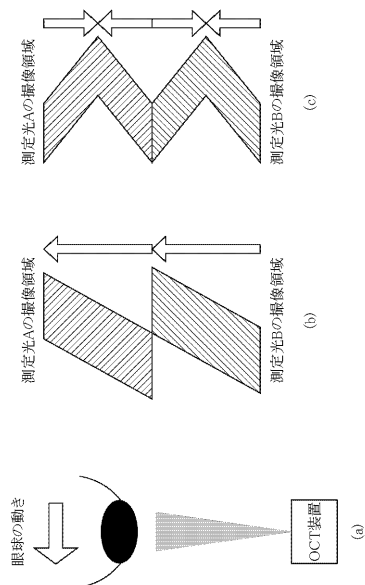
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 武藤 健二
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 増淵 俊仁

(56)参考文献 特表2008-508068(JP,A)
特開2005-111053(JP,A)
特開平10-267830(JP,A)
特開2007-130403(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 3/00 - 3/18
A61B 8/00 - 8/15