

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5426960号
(P5426960)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 3/12 (2006.01)	A 6 1 B 3/12 E
G 0 1 N 21/17 (2006.01)	G 0 1 N 21/17 6 3 O
A 6 1 B 10/00 (2006.01)	A 6 1 B 10/00 E
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 R

請求項の数 27 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-181607 (P2009-181607)
(22) 出願日	平成21年8月4日 (2009.8.4)
(65) 公開番号	特開2011-30887 (P2011-30887A)
(43) 公開日	平成23年2月17日 (2011.2.17)
審査請求日	平成24年6月13日 (2012.6.13)

(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	100094112 弁理士 岡部 譲
(74) 代理人	100064447 弁理士 岡部 正夫
(74) 代理人	100096943 弁理士 白井 伸一
(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司

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】

光干渉断層法を用いて被検眼の断層画像を取得する撮像装置であって、
互いに交差する複数の面の各位置の変更を独立に指示する手段と、
前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する手段と、
前記断層画像を画像表示する手段と、
前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する手段が、前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像の各々を所定の取得時間に順次取得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】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像のうちのいずれかの表示された断層画像上で、前記交差位置の変更指示操作が可能な手段と、

前記変更指示操作に基づいた交差位置に対応する断層画像に前記表示された断層画像を変更する手段と、
を有す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】

10

20

前記交差位置の変更指示操作時に、撮像系の焦点位置も変更する手段を有していることを特徴とする、請求項 3に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する手段が、トランスバーススキヤン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする、請求項 1～4のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する手段と、
前記複数の面における断層画像を画像表示する手段と、
前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する手段と、
を有し、

前記互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する手段が、トランスバーススキヤン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

表示手段を制御して、被検眼の第1の断層画像を表示画面の第1の領域に表示させ、前記第1の断層画像の面と交差する面の第2の断層画像を前記表示画面の第2の領域に表示させる画像表示制御手段と、

前記表示手段を制御して、前記第1の断層画像の面と前記第2の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第1及び第2の領域のそれぞれに表示させる位置表示制御手段と、

前記第1及び第2の領域に表示された前記情報が示す位置の変更を独立に指示する位置変更指示手段と、

前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する面の新たな第2の断層画像を取得する手段と、を有し、

前記画像表示制御手段が、前記表示手段を制御して、前記第2の領域における前記新たな第2の断層画像を表示させることを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】

前記画像表示制御手段が、前記表示手段を制御して、前記第1の断層画像の面と前記第2の断層画像の面にそれぞれ交差する面の第3の断層画像を、前記表示画面の第3の領域に表示させ、

前記位置表示制御手段が、前記表示手段を制御して、前記第1の断層画像の面と前記第3の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第1の領域と前記第3の領域のそれぞれに表示させ、

前記位置変更指示手段が、前記第3の領域に表示された前記情報によって示された位置を変更する変更指示を行い、

前記画像表示制御手段が、前記表示手段を制御して、前記第1の領域における変更位置に対応する面の新たな第1の断層画像を表示させることを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記新たな第2の断層画像の面と前記第1の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を変更するとともに、前記第3の領域に表示された、前記第1の断層画像の面と交差する位置の情報を示す情報を変更する位置情報変更手段を有することを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

【請求項 10】

光を照射した被検眼からの戻り光に基づいて該被検眼の画像を撮る撮像装置であって、前記被検眼の画像に基づいて互いに交差する複数の面の位置の変更を独立に指示する指示手段と、

前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する前記被検眼の領域の

10

20

30

40

50

画像を取得する手段と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 1】

表示手段を制御して、所定時間内に連続して取得した画像を表示させる表示制御手段を有することを特徴とする請求項 1 0 に記載の撮像装置。

【請求項 1 2】

前記画像が、前記被検眼の眼軸方向の光干渉断層画像及び該被検眼の該眼軸方向に略垂直な方向の光干渉断層画像であることを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の撮像装置。

【請求項 1 3】

前記指示手段の指示に基づき焦点位置を移動する手段と、
前記指示手段の指示に基づきコヒーレンスゲートの位置を移動する手段と、
を有することを特徴とする請求項 1 0 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 1 4】

光干渉断層法を用いて被検眼の断層画像を取得する撮像方法であって、
互いに交差する複数の面の各位置の変更を独立に指示する工程と、
前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する工程と、
前記断層画像を画像表示装置に表示する工程と、
前記互いに交差する複数の面の交差位置を各々の表示画像上あるいは近傍に表示する工程と、
を有することを特徴とする撮像方法。

【請求項 1 5】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する工程において、
前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像の各々を所定の取得時間に順次取得することを特徴とする、請求項 1 4 に記載の撮像方法。

【請求項 1 6】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像のうちのいずれかの表示された断層画像上で、前記交差位置の変更指示を操作する工程と、
前記変更指示操作に基づいた交差位置に対応する断層画像に前記表示された断層画像を変更する工程と、
を有することを特徴とする、請求項 1 4 または 1 5 に記載の撮像方法。

【請求項 1 7】

前記交差位置の変更指示を操作する工程において、撮像系の焦点位置も変更する工程を有していることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の撮像方法。

【請求項 1 8】

前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する工程において、
トランスバーススキャン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする、請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の撮像方法。

【請求項 1 9】

互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する工程と、
前記複数の面における断層画像を画像表示する工程と、
前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する工程と、
を有し、
前記互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する工程において、トランスバーススキャン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする撮像方法。

【請求項 2 0】

光を照射した被検眼からの戻り光に基づいて該被検眼の画像を撮る撮像方法であって、
前記被検眼の画像に基づいて互いに交差する複数の面の位置の変更を独立に指示する工

10

20

30

40

50

程と、

前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する前記被検眼の領域の画像を取得する工程と、

を有することを特徴とする撮像方法。

【請求項 2 1】

表示手段を制御して、所定時間内に連続して取得した画像を表示させる工程を有することとを特徴とする請求項 2 0 に記載の撮像方法。

【請求項 2 2】

前記画像が、前記被検眼の眼軸方向の光干渉断層画像及び該被検眼の該眼軸方向に略垂直な方向の光干渉断層画像であることを特徴とする請求項 2 0 または 2 1 に記載の撮像方法。

10

【請求項 2 3】

前記指示する工程の指示に基づき焦点位置を移動する工程と、

前記指示する工程の指示に基づきコヒーレンスゲートの位置を移動する工程と、
を有することを特徴とする請求項 2 0 ~ 2 2 のいずれか一項に記載の撮像方法。

【請求項 2 4】

表示画面の第 1 の領域に被検眼の第 1 の断層画像を表示する工程と、

前記第 1 の断層画像と交差する面の第 2 の断層画像を前記表示画面の第 2 の領域に表示する工程と、

前記第 1 の断層画像の面と前記第 2 の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第 1 及び第 2 の領域のそれぞれに表示する工程と、

20

前記第 1 及び第 2 の領域に表示された前記情報が示す位置の変更を独立に指示する工程と、

前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する面の新たな第 2 の断層画像を取得する工程と、

前記第 2 の領域における前記新たな第 2 の断層画像を表示する工程と、
を有することを特徴とする撮像方法。

【請求項 2 5】

前記第 1 の断層画像の面と前記第 2 の断層画像の面にそれぞれ交差する面の第 3 の断層画像を、前記表示画面の第 3 の領域に表示させる工程と、

30

前記第 1 の断層画像の面と前記第 3 の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第 1 の領域と前記第 3 の領域のそれぞれに表示させる工程と、

前記第 3 の領域に表示された前記情報によって示された位置を変更する変更指示を行いう工程と、

前記第 1 の領域における変更位置に対応する面の新たな第 1 の断層画像を表示させる工程と、

を有することを特徴とする請求項 2 4 に記載の撮像方法。

【請求項 2 6】

前記新たな第 2 の断層画像の面と前記第 1 の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を変更するとともに、前記第 3 の領域に表示された、前記第 1 の断層画像の面と交差する位置の情報を示す情報を変更する工程を有することを特徴とする請求項 2 5 に記載の撮像方法。

40

【請求項 2 7】

請求項 1 4 ~ 2 6 のいずれか一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】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、眼科診療等に用いられる撮像装置及び撮像方法に関する。

【背景技術】

50

【0002】

現在、眼科用機器として、様々な光学機器が使用されている。中でも、眼を観察する光学機器として、前眼部撮影機、眼底カメラ、共焦点レーザー走査検眼鏡(Scanning Laser Ophthalmoscope: S L O)、光干渉断層法(Optical Coherence Tomography: OCT)を用いる撮像装置(以下OCT装置と記す。)等様々な機器が使用されている。中でも、OCT装置は眼底の断層画像を高解像度に得る装置である。

【0003】

OCT装置は低コヒーレント光を、網膜に代表されるサンプルに照射し、そのサンプルからの反射光を干渉計を用いることで、高感度に測定する装置である。また、OCT装置は該低コヒーレント光を、該サンプル上にスキャンしその反射戻り光を参照光路を通った同一光源の参照光と干渉させることで、断層画像を得ることができる。特に、網膜の断層画像は眼科診断に広く利用されている。10

【0004】

OCT装置は、断層を取得する装置であるため、単一の干渉計構成では、あるタイミングでは、ある1断面の画像を取得することしかできない。そのため、疾病部位を的確に通る断面での断層画像取得は、困難であった。これを解決するために特許文献1では、OCT断層画像(Bスキャン像)と共に焦点レーザー走査検眼鏡像(SLO像)とを同一画面上に表示し、適切なBスキャン断層位置を示す例が示されている。しかしながら、かならずしもSLO像上に疾病を示す画像が示されるケースがすべてではないこと、および複数のOCTの断面にて、疾病部位の断層を取得したいとのニーズには応えられてはいない。20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2008-029467

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

上記背景技術に説明したとおり、OCT装置を用いて、疾病眼を撮影する場合、疾病部位の断層を的確に取得する必要がある。また、いわゆるBスキャン像と言われる、眼軸と水平な面での断層像の取得に加えて、眼軸と垂直な面、いわゆるCスキャン像をそれぞれ取得することが望まれている。疾病部位を上述したような異なる複数断面にて的確に取得することが本発明の解決する課題である。30

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明の光干渉断層法を用いて被検眼の断層画像を取得する撮像装置は、互いに交差する複数の面の各位置の変更を独立に指示する手段と、前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する手段と、前記断層画像を画像表示する手段と、前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する手段と、を有することを特徴とする。

また、本発明の撮像装置は、互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する手段と、前記複数の面における断層画像を画像表示する手段と、前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する手段と、を有し、前記互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する手段が、トランスバーススキャン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする。40

また、本発明の撮像装置は、表示手段を制御して、被検眼の第1の断層画像を表示画面の第1の領域に表示させ、前記第1の断層画像の面と交差する面の第2の断層画像を前記表示画面の第2の領域に表示させる画像表示制御手段と、前記表示手段を制御して、前記第1の断層画像の面と前記第2の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第1及び第2の領域のそれぞれに表示させる位置表示制御手段と、前記第1及び第2の領域に50

表示された前記情報が示す位置の変更を独立に指示する位置変更指示手段と、前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する面の新たな第2の断層画像を取得する手段と、を有し、前記画像表示制御手段が、前記表示手段を制御して、前記第2の領域における前記新たな第2の断層画像を表示させることを特徴とする。

また、本発明の撮像装置は、光を照射した被検眼からの戻り光に基づいて該被検眼の画像を撮る撮像装置であって、前記被検眼の画像に基づいて互いに交差する複数の面の位置の変更を独立に指示する指示手段と、前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する前記被検眼の領域の画像を取得する手段と、を有することを特徴とする。

更に、本発明の光干渉断層法を用いて被検眼の断層画像を取得する撮像方法は、互いに交差する複数の面の各位置の変更を独立に指示する工程と、前記各位置に対応する前記被検眼の領域の断層画像を時分割で取得する工程と、前記断層画像を画像表示装置に表示する工程と、前記互いに交差する複数の面の交差位置を各々の表示画像上あるいは近傍に表示する工程と、を有することを特徴とする。10

更に、本発明の撮像方法は、互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する工程と、前記複数の面における断層画像を画像表示する工程と、前記互いに交差する複数の面の交差位置を表示された各々の断層画像上あるいは前記断層画像の近傍に表示する工程と、を有し、前記互いに交差する複数の面における断層画像を時分割で取得する工程において、トランスバーススキャン方式とフーリエドメイン方式とを時分割で切り替えていることを特徴とする。

更に、本発明の光を照射した被検眼からの戻り光に基づいて該被検眼の画像を撮る撮像方法では、前記被検眼の画像に基づいて互いに交差する複数の面の位置の変更を独立に指示する工程と、前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する前記被検眼の領域の画像を取得する工程と、を有することを特徴とする。20

更に、本発明の撮像方法は、表示画面の第1の領域に被検眼の第1の断層画像を表示する工程と、前記第1の断層画像と交差する面の第2の断層画像を前記表示画面の第2の領域に表示する工程と、前記第1の断層画像の面と前記第2の断層画像の面とが交差する位置を示す情報を、前記第1及び第2の領域のそれぞれに表示する工程と、前記第1及び第2の領域に表示された前記情報が示す位置の変更を独立に指示する工程と、前記被検眼上を光で走査する走査手段を用いて変更位置に対応する面の新たな第2の断層画像を取得する工程と、前記第2の領域における前記新たな第2の断層画像を表示する工程と、を有することを特徴とする。30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、面内の断層位置を表示することによって、それぞれの断層同士の交差位置の関係を正しく示すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明第1実施形態の画面表示である。

【図2】本発明第1実施形態の装置概要図(a)及び制御ブロック図(b)である。

【図3】本発明第1実施形態の制御波形図である。

【図4】本発明第2実施形態の画面表示である。

【図5】本発明第2実施形態の装置概要図(a)及び制御ブロック図(b)である。

【図6】本発明第2実施形態の制御波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明を実施するための最良の形態について図を用いて説明する。

【0011】

<光干渉断層法を用いる撮像装置の表示部>

本実施形態に係る眼底を撮像するための光干渉断層法を用いる撮影装置の表示部について、図1を用いて説明する。前記撮影装置の表示画面101では2断面の表示を行うことが50

できる。ここには、眼軸と平行な、断面での断層像であるいわゆるBスキャン画像102と、眼軸と直交な、断面での断層像であるいわゆるCスキャン画像105を表示している。このように、二つの取得断層画像（第1、第2の断層画像）を同一画面の2つの領域（第1、第2の領域）に画像表示することができる。たとえば、Bスキャン画像102に対するCスキャン画像102の交差する位置は、103である。同様に、Cスキャン画像105に対するBスキャン画像102の交差位置は106である。表示画像上で交差位置103を変更する変更指示操作を行うため、言い換えると、Cスキャン画像105の断層取得位置を変更する変更指示操作を行うための位置変更コントロール104（位置変更指示手段）が用意されている。表示画像上で交差位置106を変更するため、同様に言い換えると、Bスキャン画像102の断層取得位置を変更するための位置変更コントロール107（位置変更指示手段）が用意されている。

ここで、表示画面101は、いわゆるG U I（グラフィカルユーザインターフェース）の形態にて示しているが、その限りではない。また、表示位置103、106を示す位置表示手段も、本図面では、画像上に線を表示しているが、画像横に矢印等の表示でも構わないし、同様に線を表示する場合にも、画像の情報を十分に検者に示すために、点滅表示としても構わない。さらに、位置変更コントロール104、107についても、本図面のように、G U Iに基づいたスライダのような形態でも構わないし、明確に図示せずに、たとえば、画像選択の上で、マウスホイールでの操作、キーボードのカーソルによる操作でも構わない。さらに、本図面では2断面での表示イメージであったが、3以上の断面の表示を行う形態でももちろん構わない。

10

20

【0012】

<光干渉断層法を用いる撮像装置>

本実施形態に係る眼底を撮像するための光干渉断層法を用いる撮影装置について、図2(a)を用いて説明する。低コヒーレント光光源201は、S L D光源(Super Luminescent Diode)や、A S E光源(Amplified Spontaneous Emission)が好適に用いることができる。

【0013】

使用波長は、眼底診断に好適な、850nm近傍の波長帯や、1050nm近傍の波長帯が望ましい。

S S光源(Swept Source)も用いることができるが、その場合、本図面の構成とは異なり、当然ながらSS-OCT光源の形態とする必要がある。光ファイバ202によりファイバコリメータ203に光が導かれ、平行光として干渉計に導く役割をしている。ビームスプリッタ204により参照光およびサンプル光に分割する。サンプル光の光路205は、後述するA O Mに対応した分散補償ガラス206、207、ビームスプリッタ208、X軸(水平方向)走査用のガルバノスキャナ209、レンズ210、211、Y軸(鉛直方向)走査用のガルバノスキャナ212を通る。さらに、レンズ213、214を介して被検眼215の眼底を矢印216のように走査させる。ここで、レンズ214はフォーカシングレンズを兼ねているため、図面矢印にあるように移動可能となっており、被検眼215の屈折状態(近視や遠視)に合わせて撮像系の焦点位置を変更することができる。撮像系の焦点位置の変更は、前記スキャン画像の交差位置の変更指示操作時に行うことができる。参照光の光路217は、A O M(光音響変調器)218、219を通る。A O M218、219は、それぞれ異なる周波数で変調を掛け、結果的に、周波数の差で変調されている状態で用いている。参照光の光路217は、参照光の光路長を可変にするためのステージ220上のミラー221、222により光路長が可変となる。ここでは、ステージ220としては、リニアモータステージ、ボイルコイルモータステージ、超音波モータステージが利用可能である。さらに参照光の光路217は、ミラー223、分散補償ガラス224を通り、サンプル光と参照光を合波させるためのビームスプリッタ225に至る。分散補償ガラス224は、サンプル光の光路中のレンズおよび、眼球内の水の影響を取るものである。

30

40

ファイバコリメータ226、227により取得したそれぞれの光がファイバで、後述す

50

るバランスドディテクタを含む処理部 228 に導かれ、干渉信号の検出と画像化、画像表示などが行われる。

【0014】

以上で、干渉計の構成を説明したが、この構成で、トランスバーススキャン（面内スキャン）可能なタイムドメイン式のOCT装置となっている。すなわち、Bスキャン像の取得およびCスキャン像の取得が時分割で可能な装置構成となっている。なお、本発明で記載しているトランスバーススキャン方式のOCTとは、主走査方向が、眼軸と垂直方向であるタイムドメイン方式のOCTのことを探している。ただし、本発明を構成する、低コヒーレント光断層撮像装置は、時分割で異なる互いに交差する断面の断層が取得できればよいため、必ずしもトランスバーススキャン可能なタイムドメイン式OCTでなくても構わない。すなわち、フーリエドメインOCTである、スペクトラルドメインOCT（SD-OCT）、波長走査型（Swept Source）OCT（SS-OCT）はもちろん、タイムドメイン形式OCTである、トランスバーススキャンOCT（TS-OCT）のいずれも使用可能である。さらに、それぞれを時分割で切替可能なOCTでも構わない。もちろん、本図面に示したようなマッハツェンダー式の干渉計構成でもよいし、マイケルソン式の干渉計構成でも構わない。

10

【実施例】

【0015】

（実施例1） 実施例1に係る光干渉断層法を用いる撮像装置は以下の通りである。

【0016】

<表示画面>

20

まず、前記撮像装置の表示部について、図1を用いて説明する。前記撮影装置の表示画面101には、2断面の断層画像（第1、第2の断層画像）の表示を2つの領域（第1、第2の領域）に行うことができる。眼軸と平行な、断面での断層像であるいわゆるBスキャン画像102と、眼軸と直交な、断面での断層像であるいわゆるCスキャン画像105を表示している。Bスキャン画像102に対するCスキャン画像105の交差位置103を、位置表示手段として線で示している。同様に、Cスキャン画像105に対するBスキャン画像102の交差位置106を、線で示している。交差位置103を変更するため、言い換えると、Cスキャン画像105の断層位置を変更するための位置変更コントロール104（位置変更指示手段）である。107は、交差位置106を変更するため、同様に言い換えると、Bスキャン画像102の断層位置を変更するための位置変更コントロール107（位置変更指示手段）である。

30

【0017】

<装置構成>

次に、本実施例に係る眼底を撮像するための前記撮影装置について、図2(a)を用いて説明する。低コヒーレント光光源201は、840nmを中心波長とするSLD光源（Super Luminescent Diode）を用いている。光源から出た光は、シングルモード光ファイバ202、ファイバコリメータ203により導かれ、平行光として干渉計に導かれている。そして、ビームスプリッタ204により参照光およびサンプル光に分割される。サンプル光の光路205は、は後述するAOMに対応した分散補償ガラス206、207を通って、ビームスプリッタ208に至る。X軸（水平方向）走査用のガルバノスキャナ209、レンズ210、211、Y軸（鉛直方向）走査用のガルバノスキャナ212、レンズ213、214の介して被検眼215の眼底を矢印216のように走査させる。ここで、レンズ214はフォーカシングレンズを兼ねているため、不図示のステージにより図面矢印にあるように移動可能である。被検眼215の屈折状態（近視や遠視）に合わせて撮像系の焦点位置を変更することができる。参照光の光路217は、AOM（光音響変調器）218、219を通る。AOM218、219は、それぞれ、40MHz、41MHzで参照光に変調を掛け、結果的に、1MHzで変調された状態の参照光を用いている。参照光の光路長を可変にするためのステージ220上にミラー221、222が搭載されている。ここでは、ステージ220としては、リニアモータを用いている。さらに参照光は、ミラー223、サンプル光の光路中のレンズおよび、眼球内の水の影響を取るための分散補償ガラス224を

40

50

通り、サンプル光と参照光を合波させるためのビームスプリッタ 225 に至る。ファイバコリメータ 226、227 により取得したそれぞれの光がファイバで、後述するバランスディテクタを含む処理部 228 に導かれ、干渉信号の検出と画像化、画像表示などが行われる。

【0018】

<制御ブロック図および制御波形>

次に、図 2 (b) を用いて、本実施形態の処理部 228 を示すブロック図の説明を行う。全体制御を司る、中央演算装置 301、断層画像の表示を行う表示画面 302、制御プログラムの保管、結果の保存を行うための固定ディスク装置 303、制御プログラムの読み込み、取得データの処理を行うための主記憶領域 304、検者による操作を行うための、キーボード、マウスによる、操作インターフェース 305、後述するアクチュエータを制御するための波形を生成するための DA 変換器 306、X 軸のスキャナを駆動するためのスキャナドライバ 307、Y 軸のスキャナを駆動するためのスキャナドライバ 308、参照光の光路長を変更するためのステージを駆動するステージコントローラ 309、フォーカス用のレンズを駆動するためのレンズ駆動用のステージコントローラ 310 で構成される。ドライバ 307、308、コントローラ 309、310 は、DA 変換器 306 で生成された制御波形に追従するアナログサーボ機構となっている。これらを制御する波形については後述する。干渉信号を受光し電圧変換するためのバランスディテクタ 313 は、バンドパスフィルタ 312 によって、1 MHz 近傍の周波数、ここでは、500 kHz ~ 1.5 MHz の帯域のみ取り出し、AD 変換器 311 によりデジタル値に変換し、画像化する。1 画像の取り込みは、フレーム取り込みトリガー波形信号 314 によって、取り込みの同期をとっている。このフレーム取り込みトリガー波形信号 314 は、DA 変換器 306 によって生成され、各アクチュエータの制御波形と同期した形で生成されている。このフレーム取り込みトリガーの立ち上がり信号に基づいて AD コンバータ 311 は動作し、1 フレーム分のデータ長のデータを取得する。このデータの振幅をもとめ、画像化すると断層像が生成できる。

【0019】

次に、図 3 と図 1 を用いて、制御波形信号の説明と実際の制御動作について説明する。X 軸のガルバノスキャナ 209 の制御波形信号 401 は、500 Hz の正弦波で走査するための信号である。Y 軸のガルバノスキャナ 212 の制御波形信号 402、参照光の光路長調整のためのステージ制御波形信号 403、フォーカスのためのステージの制御波形信号 404 が、それぞれ対応するアクチュエータを駆動するための信号である。これらの信号が、周期的に生成される。

【0020】

各制御波形信号 402、403、404 は、後述する説明の通りに駆動する。405 は、フレーム取り込みトリガー波形信号である。各立ち上がり時が信号収録開始、立下り時が信号収録終了の信号となっている。406、407、408 はそれぞれ、1 フレーム(断層)のデータ取得時間を示している。時間 406 では、Z 軸を固定した状態で、Y 軸を等速走査しており、C スキャン画像が取得できる。このときに、参照光の光路長である Z 軸は、図 1 に図示される位置 103 に対応する位置に固定される。また、同様に Focus も Z 位置 103 に対応したフォーカス位置(眼底の Z 位置が合焦する位置)にフォーカスを固定する。時間 406 で取得された画像は、図 1 の領域 105 に表示する(表示を更新する。)。時間 407 では、Y 軸 402 を固定した状態で、Z 軸を走査しているため、B スキャン画像が取得できる。このときに、Focus 404 は、Z 方向の中間位置に固定する。

【0021】

ただし、ここでの Focus 位置は、Z 位置に応じて走査させても構わない。ここで、時間 407 で取得された画像は、図 1 の領域 102 に表示する(表示を更新する。)。ここで、図 1 のコントロール 104 が操作されたとする。この際に、交差位置の変更指示操作後に C スキャン像の断層位置を変化させる必要がある。時間 408 の波形生成時に、Z

10

20

30

40

50

軸の波形 403 と Focus 軸の波形 404 を対応する位置に変更する。また、時間 408 の波形生成と同期して、図 1 の交差位置 103 の図示パターンを対応する深さに移動させる。同様に、コントロール 107 が操作された場合にも、時間 407 に相当する次の B スキャン取得タイミングの Y 軸の固定位置を変更することとなる。このようにして、位置変更の指示に基づき、変更された位置での断層画像を取得し、断層画像が交差する位置を示す位置情報を変更する。

以上の制御機能をもつことによって、検者は、被検者の撮影中に適切な位置の 2 断面の断層を収録することが可能になる。

【0022】

(実施例 2)

10

実施例 2 に係る光干渉断層法を用いる撮像装置は以下の通りである。

【0023】

<表示画面>

実施例 2 に係る光干渉断層法を用いる撮像装置の表示部について、図 4 を用いて説明する。前記撮影装置の表示画面 501 では、3 断面の断層画像（第 1、第 2、第 3 の断層画像）の表示を 3 つの領域（第 1、第 2、第 3 の領域）に行うことができる。この画面には、眼軸と平行な、断面での断層像であるいわゆる B スキャン画像 502、506 と眼軸と直交する C スキャン画像 511 を表示している。B スキャン画像 502、506 は C スキャン画像 511 の画像上の対応される位置 514、512 に交差位置が表示されている。すなわち、B スキャン画像 502 は、X 軸方向の断面（被検者が正立している際に水平面での断面）となっており、もう一つの B スキャン画像 506 は、Y 軸方向の断面（被検者が正立している際に鉛直面での断面）となっている。交差位置 503 は、B スキャン画像 506 の断面交差部位を示している。コントロール 504 は、B スキャン画像 506 の断層位置を変更するためのコントロール（位置変更指示手段）である。交差位置 505 は、C スキャン画像 511 の断面との交差位置を示している。交差位置 507 は、B スキャン画像 502 の断面との交差位置を示しており、交差位置 509 は、交差位置 505 同様に C スキャン画像 511 の断面との交差位置を示している。コントロール 508 は、交差位置 502 の断面位置を変更するためのコントロールであり、コントロール 510 は、C スキャン画像 511 の断面位置を変更するためのコントロールである。交差位置 512 は、B スキャン画像 506 の位置を示し、交差位置 514 は、B スキャン画像 502 の位置を示す。コントロール 513 は、コントロール 504 と連動しており、B スキャン画像 506 の位置変更のためのコントロールである。コントロール 515 は、B スキャン画像 502 の位置変更のためのコントロールである。なお、交差位置は全て位置表示手段として線で表されている。

20

【0024】

<装置構成>

30

本実施例に係る前記撮像装置の装置構成について、図 5 (a) を用いて説明する。本実施例は、トランスバース OCT (T S - O C T) とスペクトラルドメイン OCT (S D - O C T) を組み合わせた構成例を示している。低コヒーレント光光源 601 は、840 nm を中心波長とする S L D 光源 (Super Luminescent Diode) を用いている。ここから出た光は、シングルモード光ファイバ 602 により、ファイバコリメータ 603 に導かれ、平行光として干渉計に導いている。ビームスプリッタ 604 により参照光およびサンプル光に分割される。サンプル光の光路 605 は、後述する A O M に対応した分散補償ガラス 606、607 を通り、ビームスプリッタ 608 に至る。さらに X 軸（水平方向）走査用のガルバノスキャナ 609、レンズ 610、611、Y 軸（鉛直方向）走査用のガルバノスキャナ 612 を通り、レンズ 613、614 を介して被検眼 615 の眼底を矢印 616 に示される様に走査させる。ここで、レンズ 614 はフォーカシングレンズを兼ねているため、不図示のステージにより図面矢印にあるように移動可能である。被検眼 615 の屈折状態（近視や遠視）に合わせて撮像系の焦点位置を変更することができる。617 は、光路変更器である。光路変更器 617 の状態が 618 で示す状態である時、T S - O C T の

40

50

光路 618 に光を導き、光路変更器 617 の状態が、619 の状態である時、SD-OCT に光路を導く構成となっている。このためにミラーを回転駆動するが、駆動にはソレノイドのアクチュエータを用いている。TS-OCT 時のサンプル光の光路が 620 であり、TS-OCT 時に参照光との合波のためのビームスプリッタ 621 に光を導く。ファイバコリメータ 622、623 により集光した光を後述する処理部 624 に含まれるバランスディテクタにより TS-OCT の信号を取得する。SD-OCT の際のサンプル光の光路 625 で、ミラー 626 に光を導く、さらにファイバコリメータ 627 によりサンプル光はファイバに導かれる。

【0025】

参照光の光路 628 は、ミラー 629 に光を導く。さらに、サンプル光路のレンズ、被検眼の水（硝子体、水晶体、房水）に対応した分散補償ガラス 630 を通り、参照光の光路長を変更するためのステージ 631 に至る。ここでは、リニアモータステージを用いている。参照光は、ステージに搭載されているミラー 632、633 で折り返され、AOM（光音響変調器）634、635 に導かれる。ここでは、TS-OCT 時には、それぞれ、40MHz、41MHz で参照光に変調を掛け、結果的に、1MHz で変調している状態で用いている。SD-OCT 時には、双方ともに、40MHz の状態にして、参照光を変調しない状態で用いている。光路変更器 636 は、637 の状態で TS-OCT の光路となり、638 の状態で SD-OCT となっている。この機構は、光路変更器 617 と同様にソレノイドを用いてミラーを回転駆動している。TS-OCT 時の参照光の光路 639 になった際に、参照光は、ビームスプリッタ 621 に導かれる。SD-OCT 時の参照光の光路 640 になったときファイバコリメータ 641 に導かれる。ファイバコリメータ 627、641 により導かれた SD-OCT 時のサンプル光と参照光は、ファイバカプラー 642 により合波される。その後に、ファイバコリメータ 643 より出射され、分光器 644 にて分光され、ラインセンサカメラ 645 により受光され、処理部 624 へ送信される。

【0026】

<制御ブロック図および制御波形>

本実施例に係る前記撮像装置の処理部 624 のブロック図について、図 5 (b) を用いて説明する。全体制御を司る、中央演算装置 701、断層画像の表示を行う表示画面 702、制御プログラムの保管、結果の保存を行うための固定ディスク装置 703、制御プログラムの読み込み、取得データの処理を行うための主記憶領域 704、検者による操作を行うための、キーボード、マウスによる操作インターフェース 705、後述するアクチュエータを制御するための波形を生成するための DA 変換器 706、X 軸のスキャナ 609 を駆動するためのスキャナドライバ 707、Y 軸のスキャナ 612 を駆動するためのスキャナドライバ 708、参照光の光路長を変更するためのステージ 631 を駆動するステージコントローラ 709、フォーカス用のレンズ 614 を駆動するためのレンズ駆動用のステージコントローラ 710 により構成される。ドライバ 707、708、コントローラ 709、710 は、DA 変換器 706 で生成された制御波形に追従するアナログサーボ機構となっている。これらを制御する波形については後述する。さらに光音響変調器の制御器 711 により、光音響変調器 712、713 の制御を行っている。ここでは、TS-OCT 時と SD-OCT 時で、光音響変調器 712 は常に 40MHz、光音響変調器 713 は、TS-OCT 時に 41MHz、SD-OCT 時で、40MHz に切替をおこなっている。切替は、OCT 切替信号 716 に基づいて行う。光路変更器 714、715 は、図 5 (a) の光路変更器 617、636 に対応しており、OCT 切替信号 716 によって、光路を切り替える。

【0027】

干渉信号を受光し電圧変換するためのバランスディテクタ 719 により取得した信号は、バンドパスフィルタ 718 によって、1MHz 近傍の周波数、ここでは、500kHz ~ 1.5MHz の帯域のみ取り出し、AD 変換器 717 によりデジタル値に変換し、画像化する。1 画像の取り込みは、TS-OCT 取り込みトリガー信号 720 によって、取り込みの同期をとっている。このフレーム取り込みトリガー波形信号は、DA 変換器 70

10

20

30

40

50

6によって生成され、各アクチュエータの制御波形信号と同期した形で生成されている。このフレーム取り込み信号の立ち上がりに基づいてA Dコンバータ717は動作し、1フレーム分のデータ長のデータを取得する。このデータの振幅をもとめ、画像化すると断層像が生成できる。SD OCT用の分光器のラインセンサーカメラ721とSD-OCT取り込み信号722の立ち上がりに基づいて取り込みを行う。このラインセンサーカメラでは、取り込んだ複数のスペクトル信号を、フーリエ変換することによって、断層画像とすることができます。次に、図4～6を用いて、制御波形の説明と実際の制御動作について説明する。図6には、X軸のガルバノスキャナの制御波形信号801、Y軸のガルバノスキャナの制御波形信号802、参照光光路長調整のためのステージ制御波形信号803、フォーカスのためのステージの制御波形信号804を示す。

10

【0028】

各制御波形801から804は、後述する説明通りに駆動する。OCT切替信号805は、HighレベルのときにSD-OCT状態に干渉計を切り替える。より具体的には、図5(a)の光路変更器617をミラー位置619に、光路変更器636をミラー位置638に、図5(b)の制御器711によって、光音響変調器713の周波数を40MHzにそれぞれ切り替える。説明するまでもないが、この信号がLowレベルのときに、TS-OCT状態に干渉計を切り替える。より具体的には、図5(a)の光路変更器617をミラー位置618に、光路変更器636をミラー位置637に、図5(b)の制御器711によって、光音響変調器713の周波数を41MHzにそれぞれ切り替える。ここで発明の本質には関わらないが、光音響変調器713を切り替えると、若干光路の角度が変わる。この変化は、切替ミラー位置636によって調整しておく。SD-OCTのフレームトリガー波形信号806、TS-OCTのフレームトリガー波形信号807によって画像を取り込むきっかけとなる。SD-OCTの取得時間808、809であるが、X軸方向のBスキャン断層像の取得時間808を示している。信号801によるX軸の走査によって、Bスキャン断層像を取得している。Y軸方向のBスキャン断層像の取得時間809である。信号802によるY軸の走査によって、Bスキャン断層像を取得している。時間808、809の走査中に、信号803によりZ軸は、眼底に対して手前(硝子体側に相当する位置)に移動した位置に駆動しておく。すなわちSD-OCT取得時に鏡像がないような位置に駆動しておく。取得時間808に取得した断層像は、図4の領域502に表示される。取得時間809に取得した断層像は、図4の領域506に表示される。それぞれ、取得毎に最新画像に更新される。TS-OCTの取得時間810には、信号801のX軸は、500Hzの正弦波で走査されるための信号であり、信号802のY軸は、等速走査されるための信号、信号803のZ軸は一定位置で固定される信号である。信号803のZ軸の固定位置は、図4の位置505、509に相当する位置となっている。よって、時間810にてTS-OCTによってCスキャン断層像が取得されることになる。実施例1と同様なので説明するまでもないが、フォーカス804については、信号803のZ軸の位置に対応する位置に駆動することが望ましい。また、図4の各コントロール504、508、510、513、515の操作時には、次の波形生成時にそれぞれ、コントロール504は信号801(X)の時間809の位置、コントロール508は信号802(Y)の時間808の位置、コントロール510は信号803(Z)の時間810の位置、コントロール513は信号801(X)の時間809の位置、コントロール515は信号802(Y)の時間808の位置をそれぞれ変更し、画面の断面交差位置も同様に変更する。コントロールと断面交差位置の関係は、コントロール504は位置503と位置512、コントロール508は位置507と位置514、コントロール510は位置505と位置509、コントロール513は位置503と位置512、コントロール515は位置507と位置514が対応しており、それぞれ対応する表示位置を変更する。このようにして、それぞれの位置変更の指示に基づき、変更された位置での断層画像を取得し、断層画像が交差する位置を示す位置情報を変更する。

20

以上の制御機能をもつことによって、検者は、被検者の撮影中に適切な位置の3断面の断層を的確に収録することができる。本実施例では、TS-OCTとSD-OCTと

30

40

50

の組み合わせによる例を示したが、SD-OCT単独で同様の画像収録を行ってももちろん構わない。

以上説明のように、各実施例によれば、眼底断層像を取得している検者に対して、取得する複数の断面が正しく疾病部位の断層となっているか否かを示すことができる。また、面内の断層位置を表示することによって、それぞれの断層同士の交差位置の関係を正しく示すことができる。また、断層位置変更機能を具備している場合には、疾病部位に対して、撮像位置がずれている場合に、簡易な操作にて正しい断層位置に断層位置を変更することが可能になる。

(その他の実施例)

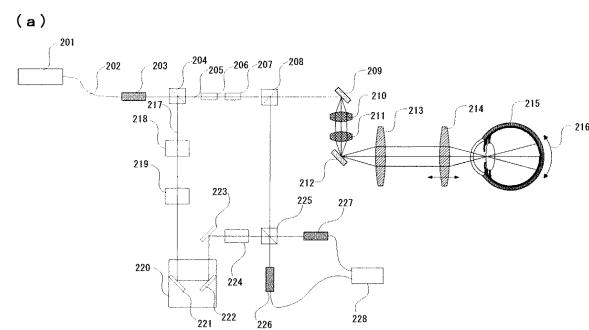
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。10

【符号の説明】

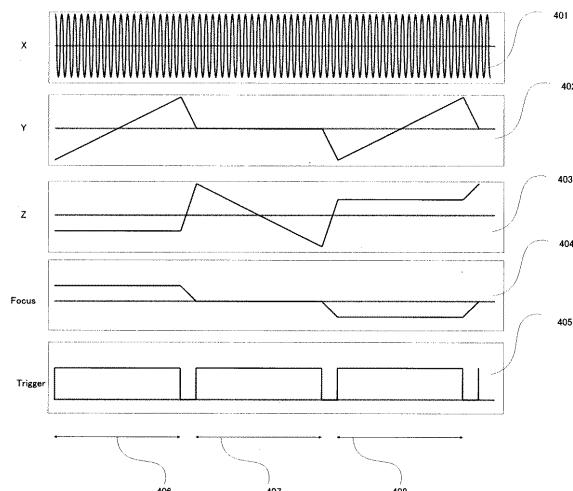
【0029】

- 101 表示画面
 - 102 第1の断面表示部
 - 103 第2の断面位置表示
 - 104 第2の断面位置変更コントロール
 - 105 第2の断面表示部
 - 106 第1の断面位置表示
 - 107 第1の断面位置変更コントロール
- 20

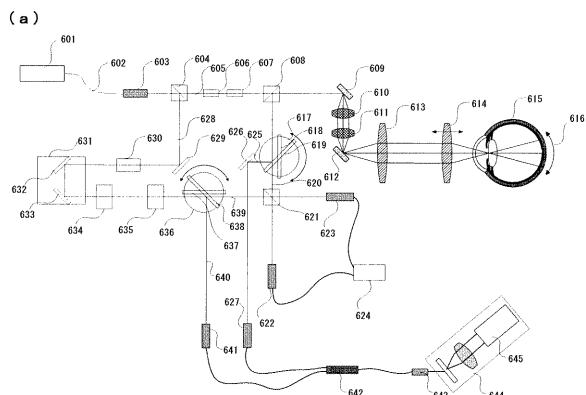
【図2】



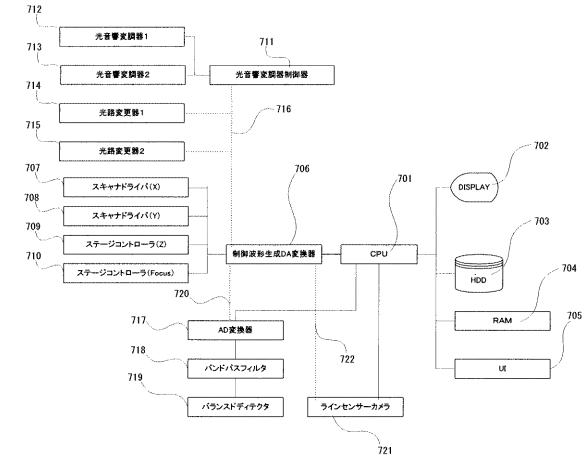
【図3】



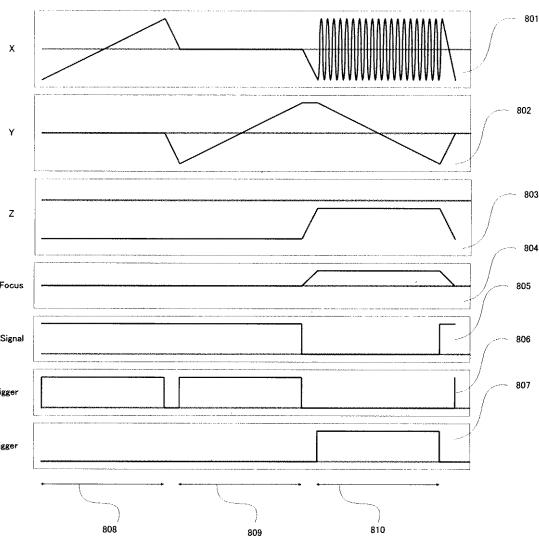
【図5】



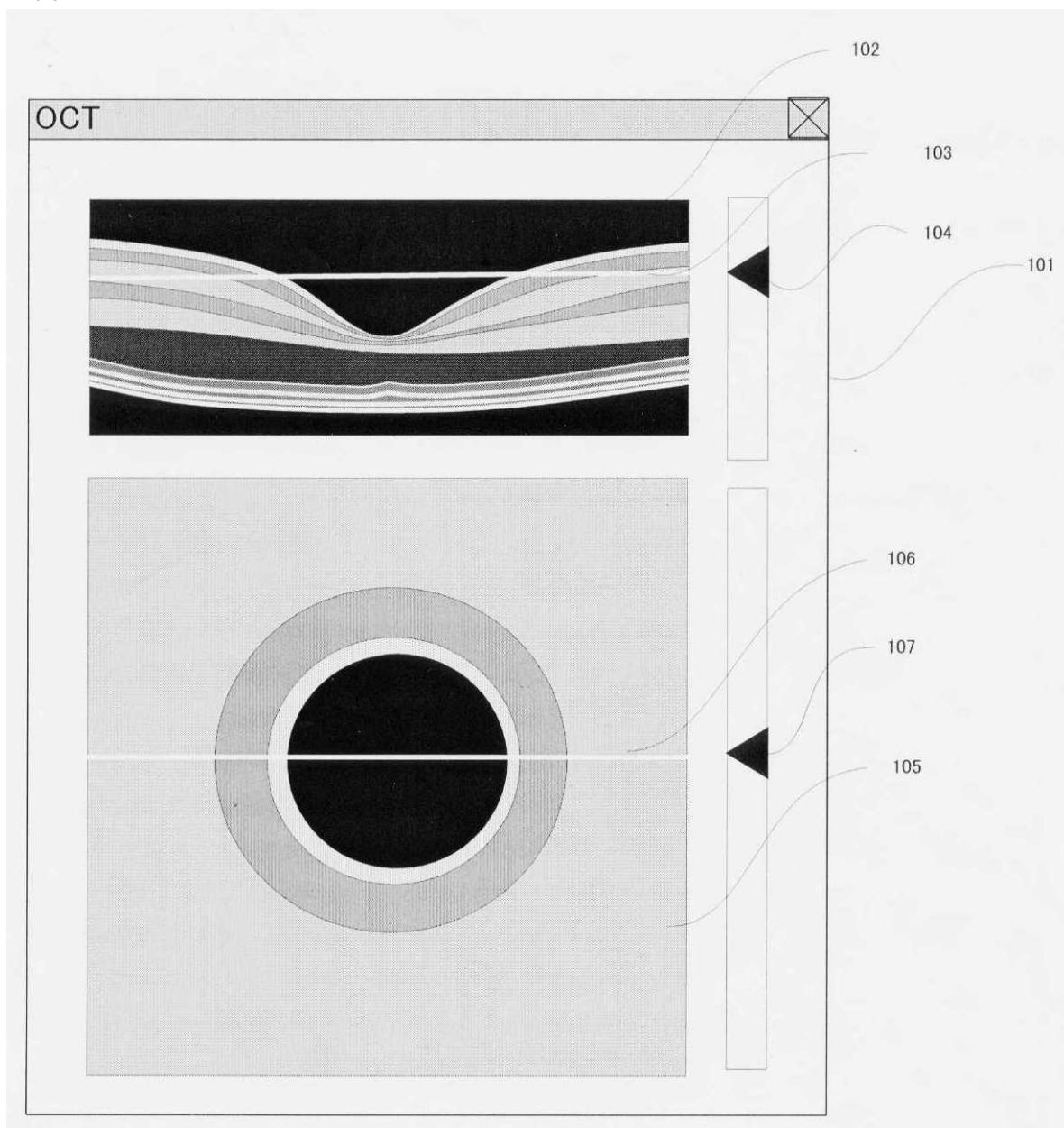
【図5】



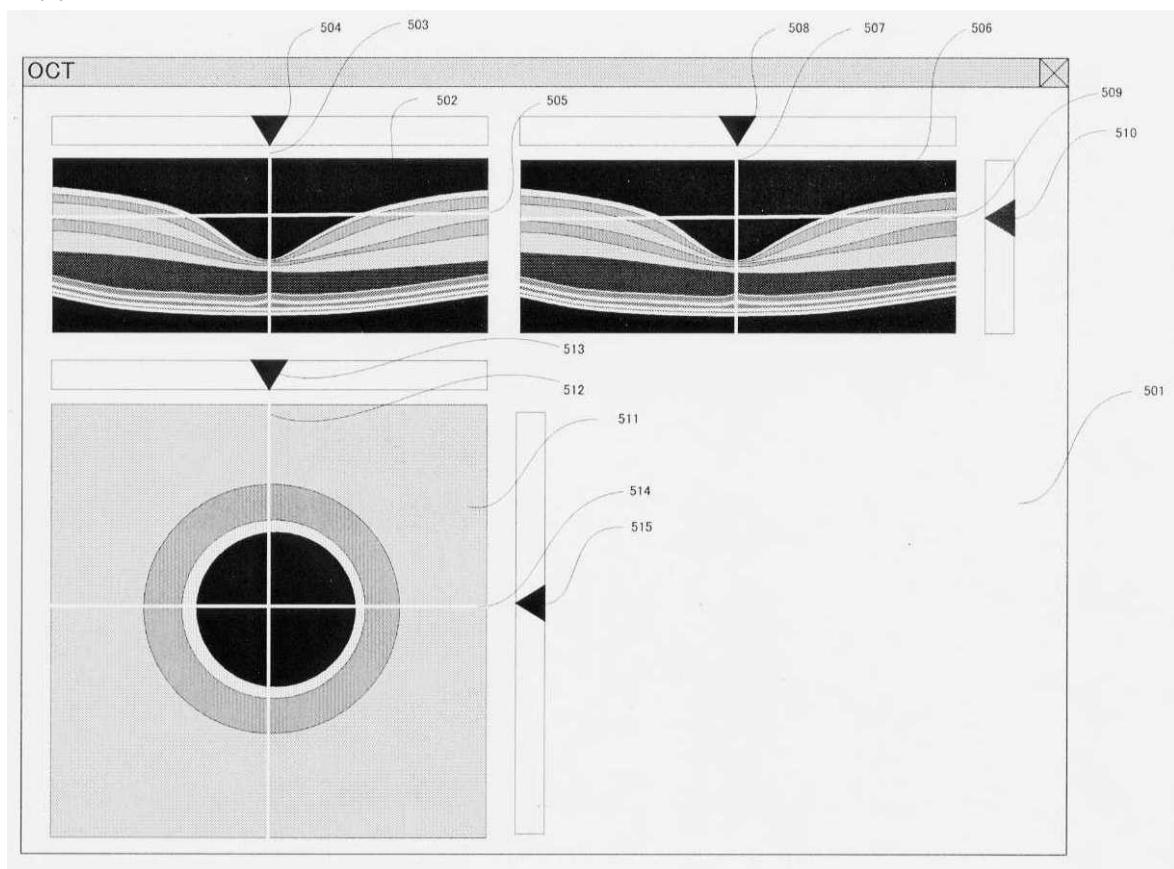
【図6】



【図1】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100128668

弁理士 斎藤 正巳

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 宇都宮 紀彦

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

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開2008-86670(JP,A)

特開2009-160190(JP,A)

特開2008-298767(JP,A)

特開2008-209166(JP,A)

特開2007-202952(JP,A)

特開2008-289579(JP,A)

特開2008-154704(JP,A)

特開2007-117714(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18

A 61 B 10 / 00

G 01 N 21 / 17