

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6843602号
(P6843602)

(45) 発行日 令和3年3月17日 (2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年2月26日 (2021.2.26)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 3/10 (2006.01)

A 6 1 B 3/10 1 0 0

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-236005 (P2016-236005)
 (22) 出願日 平成28年12月5日 (2016.12.5)
 (65) 公開番号 特開2018-89160 (P2018-89160A)
 (43) 公開日 平成30年6月14日 (2018.6.14)
 審査請求日 令和1年11月29日 (2019.11.29)

(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 内田 弘樹
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置、画像表示方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

深度範囲が関連付けられた複数の名称を記憶する記憶手段と、

名称を入力するための名称入力部と2つの境界を指示するための境界指示部を含む、深さ範囲を定義するための定義画面を表示手段に表示する制御手段と、

前記名称入力部に入力された新たな名称に関連付けて、前記境界指示部で指示した前記2つの境界を前記記憶手段に記憶する記憶制御手段と、

前記新たな名称を含む、前記記憶手段に記憶された複数の名称から1つの名称を選択する選択手段と、

被検眼の複数の断層像を取得する取得手段と、

前記複数の断層像又は前記複数の断層像に基づいて生成された複数のモーションコントラストデータを、前記選択された名称に関連付けられた前記2つの境界により定義された深度範囲で投影した投影像を生成する生成手段と、

前記生成された投影像を前記表示手段に表示する表示制御手段とを有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記断層像を解析して複数の層境界線形状を検出する解析手段を更に有し、

前記2つの境界のそれぞれは、前記解析手段により検出される層境界線形状を指定することを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

10

20

前記深度範囲は、更に前記解析手段により検出される層境界線形状に対するオフセットである深度位置に基づいて定義されることを特徴とする請求項2に記載の画像表示装置。

【請求項4】

前記深度範囲は、2つの前記層境界線形状と、それぞれの層境界線形状に対する前記深度位置、又は、1つの前記層境界線形状と、該層境界線形状に対する2つの前記深度位置との何れかに基づいて定義されることを特徴とする請求項3に記載の画像表示装置。

【請求項5】

前記名称は、網膜浅層、網膜深層、網膜外層、放射状乳頭周囲毛細血管、脈絡膜毛細血管のいずれかを含み、

前記境界線形状は、網膜層構造に基づいたILM（内境界膜）、NFL（神経線維層）/GCL（神経節細胞層）、GCL/IPL（内網状層）、IPL/INL（内顆粒層）、INL/OPL（外網状層）、OPL/ONL（外顆粒層）、IS（視細胞内節）/OS（視細胞外節）、OS/RPE（網膜色素上皮）、RPE/Choroid（脈絡膜）、BM（ブルッフ膜）、及び、水平の直線形状であるLineのいずれかを含む複数の境界線形状の中から選択されることを特徴とする請求項2乃至4の何れか1項に記載の画像表示装置。

10

【請求項6】

前記生成手段は、前記選択された一つの深度範囲に基づき、異なる撮影でそれぞれ得られた複数の断層像から複数の投影像を生成し、

前記表示制御手段は、前記生成された複数の投影像を前記表示手段の同一画面に表示することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の画像表示装置。

20

【請求項7】

前記表示制御手段は、疾病や診断目的別に実施される各検査セットと、前記定義された深度範囲を示す前記名称に関連付けるための設定画面を前記表示手段に表示することを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の画像表示装置。

【請求項8】

前記投影像は、OCTA画像であることを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の画像表示装置。

【請求項9】

名称を入力するための名称入力部と2つの境界を指示するための境界指示部を含む、深さ範囲を定義するための定義画面を表示手段に表示し、

30

前記名称入力部に入力された新たな名称に関連付けて前記境界指示部で指示した前記2つの境界を記憶手段に記憶し、

前記新たな名称を含む、前記記憶手段に記憶された深度範囲が関連付けられた複数の名称から1つの名称を選択し、

被検眼の複数の断層像を取得し、

前記複数の断層像に基づいて生成された複数のモーションコントラストデータを、前記選択された名称に関連付けられた前記2つの境界により定義された深度範囲で投影した投影像を生成し、

前記生成された投影像を前記表示手段に表示することを特徴とする画像表示方法。

40

【請求項10】

請求項1乃至8の何れか1項に記載の画像表示装置の各手段を、コンピュータで実現するためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示装置、画像表示方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

生体などの測定対象の断層像を非破壊、非侵襲で取得する方法として、光干渉断層撮像

50

法を利用した装置 (Optical Coherence Tomography、以下 OCT という) が実用化されている。OCT は、特に眼科診断のための画像を取得する眼科装置として広く利用されている。

【0003】

OCT は、測定対象から反射した光と参照鏡から反射した光を干渉させ、その干渉光強度を解析することにより測定対象の断層画像を得ている。このような OCT として、参照鏡の位置を順次変えることで測定対象の深さ情報を得るタイムドメイン OCT、低コヒーレンス光を用いて干渉させた干渉光を分光し、深さ情報を周波数情報に置き換えて取得するスペクトルドメイン OCT (SD-OCT: Spectral Domain Optical Coherence Tomography)、波長掃引光源を用い先に波長を分光して出力する波長掃引 OCT (SS-OCT: Swept Source Optical Coherence Tomography) が知られている。なお、SD-OCT と SS-OCT は総称して FD-OCT (Fourier Domain Optical Coherence Tomography) と呼ばれる。

10

【0004】

近年、これらの OCT を用いて造影剤を用いない血管造影法が提案されている。この血管造影法は OCT アンギオグラフィー (以下 OCTA という) と呼ばれる。OCTA では、取得される三次元のモーションコントラストデータを深度方向に統合し、二次元平面上に投影することで平面血管画像 (以下 OCTA 画像とも呼ぶ) を生成する。ここでモーションコントラストデータとは同一断面を繰り返し撮影し、その撮影間における被写体の時間的な変化を検出したデータである。このデータは、例えば、複素 OCT 信号の位相差やベクトル差分、或いは強度の時間的な変化を計算することによって得られる。(特許文献 1)。

20

【0005】

更に、OCTA では三次元のモーションコントラストデータのうち、一部の深度範囲のモーションコントラストデータのみを二次元平面上に投影することによって、任意の深度範囲の OCTA 画像を得ることができる。そのため、OCTA では複数の異なる深度範囲における複数の異なる血管画像を生成し、表示することができる。例えば、網膜内の血管の分布に従い、網膜浅層 (Superficial Capillary Plexus)、網膜深層 (Deep Capillary Plexus)、網膜外層 (Outer Retina)、放射状乳頭周囲毛細血管 (Radial Peripapillary Capillaries)、脈絡膜毛細血管板 (Choriocapillaris) など、多くの種類の深度範囲が OCTA 画像を生成する際に用いられる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2015-131107 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

40

以上の様に、OCTA では多くの種類の深度範囲が OCTA 画像を生成する際に用いられるが、一方で深度範囲を指定するためには「二つの境界線形状」と「それら二つの境界線の深度位置」を指定する必要がある、その操作が煩雑であるという課題があった。

【0008】

例えば、網膜浅層の OCTA 画像を得る場合、まず深度範囲のベースとなる境界線形状として「内境界膜 (ILM)」及び「神経節細胞層と内網状層の境界 (GCL/IPL)」の 2 つの境界線形状を指定する必要がある。次に、深度位置として「0 μm 」と「+50 μm 」を指定することで、ようやく網膜浅層の OCTA 画像を得るための深度範囲の指定が完了する。そして、次に脈絡膜毛細血管板の OCTA 画像を得たい場合は、異なる「二つの境界線形状」と「それら二つの境界線の深度位置」を同様に指定する必要がある。

50

【 0 0 0 9 】

この様に、異なる複数の深度範囲を指定するためには異なる複数の深度範囲の定義を正確に記憶し、適切に指定しなければならないという課題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記課題に鑑み、OCTA画像を生成する際に抽出する血管の深度範囲を容易に指定可能とする画像表示装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明に係る画像表示装置は、深度範囲が関連付けられた複数の名称を記憶する記憶手段と、名称を入力するための名称入力部と2つの境界を指示するための境界指示部を含む、深さ範囲を定義するための定義画面を表示手段に表示する制御手段と、前記名称入力部に入力された新たな名称に関連付けて、前記境界指示部で指示した前記2つの境界を前記記憶手段に記憶する記憶制御手段と、前記新たな名称を含む、前記記憶手段に記憶された複数の名称から1つの名称を選択する選択手段と、被検眼の複数の断層像を取得する取得手段と、前記複数の断層像又は前記複数の断層像に基づいて生成された複数のモーションコントラストデータを、前記選択された名称に関連付けられた前記2つの境界により定義された深度範囲で投影した投影像を生成する生成手段と、前記生成された投影像を前記表示手段に表示する表示制御手段とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、OCTA画像を生成する際に抽出する血管の深度範囲を容易に指定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図1】本発明の一実施形態に係る画像表示装置の概略構成を示す図である。

【図2】本実施形態における画像処理装置の概略構成を説明するための構成図である。

【図3】本実施形態における深度範囲定義画面の一例を示す図である。

【図4】本実施形態における検査セット設定画面の一例を示す図である。

【図5】本実施形態における撮影画面の一例を示す図である。

【図6】本実施形態における糖尿病網膜症向けのOCTAレポート画面の一例を示す図である。

【図7】本実施形態における深度範囲の定義を選択した後のレポート画面の一例を示す図である。

【図8】本実施形態における緑内障向けのOCTAレポート画面の一例を示す図である。

【図9】本実施形態における複数のOCTA検査を比較するレポート画面の一例を示す図である。

【図10】本実施形態における検査セットに関連づけられた深度範囲に従ってOCTA画像を生成、表示する手順を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態におけるOCTA画像を生成、表示する手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

本発明の好適な実施形態について説明する。

【 0 0 1 5 】

図1は本実施形態に係る画像表示装置の概略構成を示す図である。

【 0 0 1 6 】

図1において、100は光干渉部であり、以下に説明する各構成を含む。101は、近赤外光を発光する低コヒーレンス光源である。光源101から発光した光は、光ファイバ102aを伝搬し、光分岐部103で測定光と参照光に分岐される。光分岐部103により分岐された測定光は、光ファイバ102bに入射され、走査光学系200に導かれる。

一方、光分岐部 103 により分岐された参照光は、光ファイバ 102c に入射され、反射ミラー 113 へ導かれる。

【0017】

光ファイバ 102c に入射した参照光はファイバ端から射出され、コリメート光学系 111 を介して、分散補償光学系 112 に入射し、反射ミラー 113 へと導かれる。反射ミラー 113 で反射した参照光は、光路を逆にたどり再び光ファイバ 102c に入射する。分散補償光学系 112 は、走査光学系 200 及び被測定物体である被検眼 E における光学系の分散を補正するものである。反射ミラー 113 は、図示しない光路長制御部 114 によって光軸方向に駆動可能なように構成されており、参照光の光路長を、測定光の光路長に対して相対的に変化させることができる。一方、光ファイバ 102b に入射した測定光はファイバ端より射出される。これらの光源 101、光路長制御部 114 は図示しない制御部 130 の制御下で制御される。

10

【0018】

次に走査光学系 200 について説明する。走査光学系 200 は被検眼 E に対して相対的に移動可能なように構成された光学系である。走査光学系の図示しない駆動制御部 205 は、被検眼 E の眼軸に対して前後上下左右方向に走査光学系 200 を駆動可能なように構成され、被検眼 E に対して走査光学系 200 をアライメントすることができる。

【0019】

そして、光ファイバ 102b のファイバ端より射出した光は、光学系 202 により略平行化され、走査部 203 へ入射する。走査部 203 は、ミラー面を回転可能なガルバノミラーを 2 つ有し、一方は水平方向に光を偏向し、他方は垂直方向に光を偏向し、駆動制御部 205 の制御下で入射した光を偏向する。これにより、走査部 203 は、紙面内の主走査方向と紙面垂直方向の副走査方向の 2 方向に、被検眼 E の眼底 E_r 上で測定光を走査することができる。走査部 203 により走査された光は、レンズ 204 を経由して被検眼 E の眼底 E_r 上に、照明スポットを形成する。走査部 203 により面内偏向をうけると各照明スポットは被検眼 E の眼底 E_r 上を移動（走査）する。この照明スポット位置における反射光が光路を逆にたどり光ファイバ 102b に入射して、光分岐部 103 まで戻ることになる。

20

【0020】

以上の様に、反射ミラー 113 で反射された参照光、及び被検眼 E の眼底 E_r で反射された測定光は戻り光として光分岐部 103 に戻され干渉して干渉光を発生させる。干渉光は光ファイバ 102d を通過し、レンズ 122 に射出された干渉光は、略平行化され、回折格子 123 に入射する。回折格子 123 には周期構造があり、入力した干渉光を分光する。分光された干渉光は、合焦状態を変更可能な結像レンズ 124 によりラインセンサ 125 に結像される。ラインセンサ 125 は、各センサ部に照射される光の強度に応じた信号を出力するために画像処理装置 300 に接続されている。

30

【0021】

図 2 は画像処理装置 300 の概略について説明するための構成図である。

【0022】

図 2 に示すように、画像処理装置 300 は、再構成部 301、モーションコントラスト生成部 302、画像解析部 303、画像生成部 304、記憶部 305、制御部 306 を備えている。本実施形態では、SD 方式を用いた光干渉部 100 を備えており、光干渉部 100 のラインセンサ 125 の出力データを再構成部 301 で波数変換、フーリエ変換することで被検眼の断層像データを生成する。なお、本実施形態は SD 方式の光干渉部 100 を備えた画像表示装置としたが、TD 方式や SS 方式の光干渉部を備えた装置であってもよい。

40

【0023】

モーションコントラスト生成部 302 は、複数の断層像データからモーションコントラストデータを生成する。画像解析部 303 は、生成された被検眼の断層像データを解析し、断層像データに含まれる被検眼の構造物を解析する。

50

【 0 0 2 4 】

そして、画像生成部 3 0 4 は、生成された断層像データやモーションコントラストデータから表示用の画像を生成し、制御部 3 0 6 は生成された表示用の画像をモニタ 3 1 0 へ出力する。記憶部 3 0 5 は、生成された断層像データ、モーションコントラストデータを記憶し、さらに、複数の深度範囲の定義、デフォルトで適用される定義等を記憶しており、画像生成部 3 0 4 は記憶部 3 0 5 から取得した深度範囲に従って O C T A 画像を生成する。

【 0 0 2 5 】

さらに、画像処理装置 3 0 0 にはポインティングデバイス 3 2 0 とキーボード 3 2 1 が接続されている。このポインティングデバイス 3 2 0 は回転式ホイールとボタンを備えたマウスであり、モニタ 3 1 0 上の任意の位置を指定することができる。なお、本実施形態ではポインティングデバイスとしてマウスを使用しているが、ジョイスティック、タッチパッド、トラックボール、タッチパネル、スタイラスペン等の任意のポインティングデバイスを用いてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

このように、本実施形態による画像表示装置は、光干渉部 1 0 0、走査光学系 2 0 0、画像処理装置 3 0 0 で構成される。

【 0 0 2 7 】

また、画像処理装置 3 0 0 の各部の少なくとも一部は、独立した装置として実現してもよい。または、夫々 1 つもしくは複数のコンピュータにインストールし、コンピュータの C P U により実行することで、その機能を実現するソフトウェアとして実現してもよい。本実施例では、各部は、それぞれソフトウェアにより実現され、同一のコンピュータにインストールされているものとする。

20

【 0 0 2 8 】

C P U は、R A M や R O M に格納されたプログラムやデータを用いてコンピュータ全体の制御を行う。また、各部の夫々におけるソフトウェアの実行を制御して、各部の機能を実現する。

【 0 0 2 9 】

R A M は、記憶媒体ドライブからロードされたプログラムやデータを一時的に記憶するエリアを備えると共に、C P U が各種の処理を行うために必要とするワークエリアを備える。

30

【 0 0 3 0 】

R O M は、一般にコンピュータのプログラムや設定データなどが格納されている。

【 0 0 3 1 】

また、画像処理装置 3 0 0 は画像処理ボードで電気回路として構成してもよい。

【 0 0 3 2 】

次に本装置を用いて、被検眼の断層像を撮影するための制御方法について述べる。

【 0 0 3 3 】

まず、検者は走査光学系 2 0 0 の前に被検者である患者を着座させ、アライメントや患者情報等を入力した後に O C T 撮影を開始する。光源 1 0 1 から射出した光は、光ファイバ 1 0 2 a を通過し光分岐部 1 0 3 にて被検眼に向かう測定光と参照ミラー 1 1 3 に向かう参照光に分けられる。

40

【 0 0 3 4 】

被検眼に向かう測定光は光ファイバ 1 0 2 b を通過しファイバ端から射出され、光学系 2 0 2 により略平行化され、走査部 2 0 3 へ入射する。走査部 2 0 3 はガルバノミラーを有し、該ミラーにより偏向された測定光は光学系 2 0 4 を経由して被検眼を照射する。そして被検眼で反射した反射光は経路を逆にたどって光分岐部 1 0 3 へと戻される。

【 0 0 3 5 】

一方、参照ミラーに向かう参照光は光ファイバ 1 0 2 c を通過しファイバ端から射出され、コリメート光学系 1 1 1 及び分散補償光学系 1 1 2 を通して参照ミラー 1 1 3 に到達

50

する。参照ミラー 113 で反射された参照光は経路を逆にたどって光分岐部 103 へと戻される。

【0036】

光分岐部 103 に戻ってきた測定光と参照光は相互に干渉し、干渉光となって光ファイバ 102d へと入射し、光学系 122 により略平行化され回折格子 123 に入射する。回折格子 123 に入力された干渉光は結像レンズ 124 によってラインセンサ 125 に結像し、被検眼上の一点における干渉信号を得ることができる。

【0037】

ラインセンサ 125 で取得された干渉信号は、画像処理装置 300 に出力される。ラインセンサ 125 から出力される干渉信号は、12 ビットの整数形式のデータである。再構成部 301 は、この 12 ビットの整数形式のデータに対して波数変換、高速フーリエ変換 (FFT)、絶対値変換 (振幅の取得) を行い、被検眼上の一点における深さ方向の断層像データを生成する。

【0038】

被検眼上の一点における干渉信号を取得した後、走査部 203 はガルバノミラーを駆動し、被検眼上の隣接する一点の干渉光を発生させる。該隣接する一点の干渉光はラインセンサ 125 及び再構成部 301 を経由し、被検眼上の隣接する一点における深さ方向の断層像データとして生成される。この一連の制御を繰り返すことにより、被検眼の一枚の断層像データ (2 次元断層像データ) を生成することができる。

【0039】

さらに、走査部 203 はガルバノミラーを駆動し、被検眼の同一箇所 (同一の走査ライン) を複数回走査して被検眼の同一箇所における複数の断層像データ (2 次元断層像データ) を取得する。そして走査部 203 はガルバノミラーを主走査方向に直行する副走査方向に微小に駆動させ、被検眼の別の箇所 (隣接する走査ライン) における複数の断層像データ (2 次元断層像データ) を取得する。この制御を繰り返すことにより、被検眼の所定範囲における複数の断層像データ (3 次元断層像データ) を取得することができる。

【0040】

なお、上記ではラインセンサ 125 から得られた一組の干渉信号を FFT 処理することで被検眼の一点における一つの断層像データを取得している。しかし、干渉信号を複数の組に分割し、分割されたそれぞれの干渉信号に対して FFT 処理を行って、一つの干渉信号から複数の断層像データを取得するように構成することもできる。この方法によれば実際に被検眼の同一箇所を走査した回数よりも多くの断層像データを取得することができる。

【0041】

次に、本画像表示装置において、断層像データからモーションコントラストデータを生成する方法について説明する。

【0042】

再構成部 301 で生成された複素数形式のデータは、モーションコントラスト生成部 302 へ出力される。まず、モーションコントラスト生成部 302 は、被検眼の同一箇所における複数の断層像データの位置ずれを補正する。

【0043】

そして、モーションコントラスト生成部 302 は、位置ずれが補正された二つの断層像データ間で以下の式 (1) により脱相関値を求める。

【0044】

【数 1】

$$M_{xy} = 1 - 2 \times \frac{A_{xy} \times B_{xy}}{A_{xy}^2 + B_{xy}^2} \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここで、 $A \times y$ は断層像データ A の位置 (x, y) における振幅、 $B \times y$ は断層データ

Bの同一位置(x, y)における振幅を示している。結果として得られる脱相関値 $M \times y$ は0から1までの値を取り、二つの振幅値の差異が大きいほど1に近い値となる。

【0045】

そして、上記の脱相関演算を取得した断層像データの枚数分繰り返すことによって複数の脱相関値を求め、それら複数の脱相関値の平均値を求めることで最終的なモーションコントラストデータを取得する。

【0046】

なお、ここではFFT後の複素数データの振幅に基づいてモーションコントラストデータを求めたが、モーションコントラストデータの求め方は上記方法に限られるものではない。複素数データの位相情報に基づいてモーションコントラストデータを求めても良いし、振幅と位相の両方の情報に基づいてモーションコントラストを求めても良い。また、複素数データの実部や虚部に基づいてモーションコントラストを求めることもできる。

【0047】

また、上記では二つの値の脱相関値を演算することによってモーションコントラストデータを取得したが、二つの値の差分に基づいてモーションコントラストデータを求めても良いし、二つの値の比に基づいてモーションコントラストデータを求めることもできる。

【0048】

さらに、上記では取得された複数の脱相関値の平均値を求めることで最終的なモーションコントラストデータを得ているが、複数の脱相関値や差分、比の最大値を最終的なモーションコントラストデータとしても良い。

【0049】

次に、本画像表示装置において、OCTA画像を生成するための深度範囲を定義する手順について説明する。

【0050】

図3はモニタ310に表示される深度範囲定義画面400を示している。深度範囲定義画面400には定義名称入力部401、二つの境界線形状指定部402、二つの深度位置指定部403、追加ボタン404、定義名称一覧部405が備わっている。

【0051】

まず最初に、ユーザはキーボード321を操作して、定義名称入力部401に深度範囲の定義名称を入力する。深度範囲の定義名称は任意の文字列を入力することができ、ユーザは自分にとって分かりやすい名称を定義することができる。例えば、図3では網膜浅層の血管を描出するのに適した定義を追加するため「Superficial Capillary」と入力している。

【0052】

次に、ユーザはポインティングデバイス320を操作して、境界線形状指定部402で二つの境界線形状を選択する。境界線形状指定部402はプルダウンメニュー形式の指定部として構成されており、網膜層構造に基づいたILM(内境界膜)、NFL(神経線維層)/GCL(神経節細胞層)、GCL/IPL(内網状層)、IPL/INL(内顆粒層)、INL/OPL(外網状層)、OPL/ONL(外顆粒層)、IS(視細胞内節)/OS(視細胞外節)、OS/RPE(網膜色素上皮)、RPE/Choroid(脈絡膜)、BM(ブルッフ膜)と、水平の直線形状であるLineの11種類の境界線形状の中から選択することができる。ここでは網膜浅層の血管描出に適した境界線形状として「ILM」と「GCL/IPL」の二つを選択する。

【0053】

そして、ユーザはキーボード321を操作して、深度位置指定部403に二つの境界線形状の深度位置を入力する。深度位置はそれぞれの境界線の本来の深度位置に対するオフセット値として、ミクロン(μm)単位で指定する。境界線の本来の位置にセットする場合0 μm を、本来の位置よりも深い位置にセットさせる場合はプラスのオフセット値を、本来の位置よりも浅い位置にセットさせる場合はマイナスのオフセット値を指定する。ここでは網膜浅層の血管を描出するため、「ILM」形状に対する深度位置は「0」 μm を

10

20

30

40

50

、「GCL/IPL」形状に対する深度位置は「+50」μmを指定する。なお、二つの境界線形状を選択において同一の境界線形状を指定し、異なる深度位置を指定、例えば、「ILM」形状に対する深度位置は「0」μmと「ILM」形状に対する深度位置は「+100」μmを指定することもできる。

【0054】

最後に、ユーザはポインティングデバイス320を用いて追加ボタン404を押す。これにより、網膜浅層の血管描出のための深度範囲の定義を「Superficial Capillary」という分かりやすい名称で登録することができる。登録された定義名称は記憶部305に記憶され、定義名称一覧部405に表示される。

【0055】

また、上記の操作を繰り返すことで、複数の多用される深度範囲を事前に登録しておくことができる。図3の例では、定義名称一覧部405に網膜浅層(Superficial Capillary)、網膜深層(Deep Capillary)、網膜外層(Outer Retina)、放射状乳頭周囲毛細血管(RPC:Radial Peripapillary Capillaries)、脈絡膜毛細血管板(Choriocapillaris)、強膜篩状板(Lamina Cribrosa)の6つの深度範囲の定義が登録されている。

【0056】

なお、上記説明では境界線形状指定部402において網膜層構造に基づいた10種類の境界線形状と水平の直線形状を選択可能としたが、他の種類の境界線形状を選択可能とすることもできる。例えば、角膜の層構造に基づいた境界線形状を指定可能とすることもできるし、脈絡膜や強膜、篩状板の構造に基づいた境界線形状を指定することもできる。さらに、角度を持った直線形状や、任意形状の曲線形状などを指定可能とすることもできる。

【0057】

次に、OCTA画像を生成するための撮影(OCTAスキャンモード)を実行した後に、最初に表示されるOCTA画像の深度範囲を設定する手順について説明する。

【0058】

図4はモニタ310に表示される検査セット設定画面410を示している。検査セットとはプロトコルや動作モードとも呼ばれるもので、疾病や診断目的別に実施すべきスキャンモードを指定するものである。また、各スキャンモードで取得したOCT画像やOCTA画像のデフォルト表示状態を設定することもできる。そのため、OCTAスキャンモードにおいては撮影後、最初にOCTA画像が表示される際に、どの深度範囲のOCTA画像を表示すべきかを疾病別、あるいは診断目的別に設定することができる。

【0059】

検査セット設定画面410には検査セット名称入力部411、スキャンモード指定部412、二つの定義名称指定部413、追加ボタン414、および検査セット一覧部415が備わっている。

【0060】

まず、ユーザはキーボード321を操作して、検査セット名称入力部411に検査セットの名称を入力する。検査セットの名称は任意の文字列を入力することができ、ユーザは自分にとって分かりやすい名称を定義することができる。例えば、図4では糖尿病網膜症の患者に適した検査セットを定義するため「Diabetic Retinopathy」と入力している。

【0061】

次に、ユーザはポインティングデバイス320を操作して、スキャンモード指定部412で検査セットに追加するスキャンモードを選択する。スキャンモード指定部412はプルダウンメニュー形式の指定部として構成されており、OCTAスキャンモードを含む複数のスキャンモードの中から選択することができる。ここでは「OCTA」スキャンモードを選択する。

10

20

30

40

50

【0062】

追加するスキャンモードとしてOCTAスキャンモードを選択した場合、二つの定義名称指定部413が有効となり、OCTA画像の深度範囲を定義名称で指定することが可能になる。ユーザはポインティングデバイス320を操作して、定義名称指定部413で深度範囲の定義名称を選択する。定義名称指定部413はプルダウンメニュー形式の指定部として構成されており、深度範囲定義画面400で事前登録された定義名称の中から選択することができる。ここでは糖尿病網膜症の診断に適した「Superficial Capillary」と「Outer Retina」の二つを選択する。これは糖尿病網膜症では網膜の血管閉塞や新生血管の発生を確認することが重要なためである。

【0063】

最後に、ユーザはポインティングデバイス320を用いて追加ボタン414を押す。これにより、糖尿病向けの表示設定がなされたOCTAスキャンモードを含む検査セットが「Diabetic Retinopathy」という名前で登録される。登録された検査セットは記憶部305に記憶され、検査セット一覧部415に表示される。

【0064】

また、上記の操作を繰り返すことで、異なる疾病や目的のための検査セットを複数登録することができる。例えば、図4ではDiabetic RetinopathyとAMD、Glaucomaの三つの検査セットが登録されている。ここでは図示しないが、Glaucoma検査セットにはOCTAモードが含まれ、「RPC」及び「Lamina Cribrosa」の二つの深度範囲の定義が登録されている。これは緑内障では視神経乳頭部周囲の毛細血管の閉塞や、篩状板における血管閉塞を確認することが重要なためである。

【0065】

次に、登録された深度範囲の定義および検査セットの設定に基づいてOCTA撮影を行い、OCTA画像を生成、表示する手順について、図5、図6、図8に示す表示例、図10のフローチャートを用いて説明する。

【0066】

図5はモニタ310に表示される撮影画面420を示している。糖尿病患者の撮影を行う場合、ユーザは検査セット選択部421を操作して「Diabetic Retinopathy」検査セットを選択（ステップS101）する。そして、スキャンモード選択部422を操作して、Diabetic Retinopathy検査セットに含まれる「OCTA」スキャンモードを選択（ステップS102）する。

【0067】

次にユーザは糖尿病患者のOCTA撮影（ステップS103）を行う。撮影後、再構成部301は断層像データを生成（ステップS104）し、モーションコントラスト生成部302はモーションコントラストデータを生成（ステップS105）する。

【0068】

次に、画像解析部303は断層像データを解析し、網膜の層構造に基づく層境界線形状を検出（ステップS106）する。画像解析部303が検出する層境界線形状は、ILM、NFL/GCL、GCL/IPL、IPL/INL、INL/OPL、OPL/ONL、IS/OS、OS/RPE、RPE/Choroid、BMの10種類である。

【0069】

画像生成部304は選択された検査セットに基づき、当該検査セットに含まれるOCTAスキャンモードに関連付けられた深度範囲の定義名称、及びその定義名称で示される深度範囲の設定内容を記憶部305から取得（ステップS107及びステップS108）する。そして画像生成部304は取得した深度範囲に基づき、モーションコントラストデータの所定深度範囲を二次元平面上に投影し、投影像であるOCTA画像を生成（ステップS109）する。ここで、所定深度範囲とは指定された深度位置にオフセットされた二つの境界線形状の間として規定される深度範囲のことである。

【0070】

例えば「Diabetic Retinopathy」検査セットに含まれるOCTA スキャンモードに関連付けられた深度範囲の定義名称は「Superficial Capillary」と「Outer Retina」の二つである。そのため、画像生成部304は「ILM+0 μ m~GCL/IPL+50 μ m」の深度範囲と「OPL/ONL+0 μ m~RPE/Choroid+0 μ m」の深度範囲における二つのOCTA画像を生成する。

【0071】

また、画像生成部304は、断層像データを対数変換し、輝度調整を行って表示用の断層像を生成し、さらに断層像データを二つのOCTA画像と同じ深度範囲で二次元平面上に投影することで二つのEnFace画像も生成（ステップS110）する。

10

【0072】

そして制御部306は生成された投影像を表示（ステップS111）する。図6はモニタ310に表示されるレポート画面430を示している。レポート画面430には、二つのOCTA画像431、二つのEnFace画像432、及び断層像433、二つの定義名称指定部434、四つの境界線形状指定部435、四つの深度位置指定部436が表示される。なお、四つの境界線形状指定部435で指定されたそれぞれの境界線形状を示す色と、それぞれの断層像433上に、解析結果に基づいて境界線形状に対応するそれぞれの色の線を重畳表示してもよい。更に、四つの深度位置指定部436に0以外の値が指定された場合は、上述の重畳表示された線を、指定された値に応じて断層像433上で上又は下方向にシフトさせて重畳表示してもよい。

20

【0073】

ここではDiabetic Retinopathy検査セットのOCTAスキャンモードで撮影した検査を表示しているため、二つの定義名称指定部434では「Superficial Capillary」と「Outer Retina」が予め選択されている。四つの境界線形状指定部435及び四つの深度位置指定部436では、それぞれの深度範囲の定義に関連付けられた内容が表示されている。

【0074】

なお、上記では糖尿病患者のOCTA撮影を例に説明したが、緑内障患者のOCTA撮影を行う場合も同様である。撮影画面420の検査セット選択部421で「Glaucoma」検査セットを選択してOCTA撮影を行った場合、図8に示すレポート画面430が表示される。

30

【0075】

Glaucoma検査セットでは、「RPC」と「Lamina Cribrosa」の二つの深度範囲の定義がOCTAスキャンモードに関連付けられている。そのため、レポート画面430では、それら二つの深度範囲の定義内容が、二つの境界線形状指定部435及び二つの深度位置指定部436に表示される。そして、それらの深度範囲に応じたOCTA画像431、EnFace画像432、及び断層像433が表示される。

【0076】

この様に、検査セットを選択してOCTA撮影を行うと、その検査セットのOCTAスキャンモードに関連付けられた深度範囲が自動的に選択される。そのため、操作が簡便になるだけでなく、深度範囲の指定漏れや指定ミスにより意図しないOCTA画像やEnFace画像が表示されてしまう、というリスクを減らすことができる。

40

【0077】

次に、表示されているOCTA画像を、他の異なる深度範囲のOCTA画像に切り替える手順について図7に示す表示例、図11のフローチャートを用いて説明する。

【0078】

まず、ユーザはポインティングデバイス320を用いて定義名称指定部434を操作し、新たに表示させたいOCTA画像のための深度範囲の定義名称を選択（ステップS201）する。定義名称指定部434はプルダウンメニュー形式の指定部として構成されており、深度範囲定義画面400で事前登録された定義名称の中から選択することができる。

50

図7ではOCTA画像431aに対応した深度範囲の定義をDeep Capillaryに変更するため、定義名称指定部434aで「Deep Capillary」を選択している。

【0079】

画像生成部304は定義名称指定部434aで定義名称の選択状態が変更されると、選択された定義名称で示される深度範囲の設定内容を記憶部305から取得(ステップS202)する。そして画像生成部304は、取得した深度範囲に従って、新たにOCTA画像とEnFace画像を生成(ステップS203)する。そして制御部306は、図7に示すように新たに生成されたOCTA画像431aとEnFace画像432aを表示(ステップS204)し、境界線形状指定部435a及び深度位置指定部436aには新たに選択された定義の内容を表示する。

10

【0080】

同様に、定義名称指定部434bで定義の選択状態を変更した場合、選択された定義に従ってOCTA画像431bとEnFace画像432bが新たに生成され、表示される。

【0081】

この様に、ユーザは予め定義された名称を選択することで、容易に表示されるOCTA画像とEnFace画像を同時に変更することができる。本実施形態の画像表示装置では、OCTA画像の種類を変更する際に複数の境界線形状選択や深度位置の設定を行う必要がないため、操作が簡便になる。また、深度範囲の指定ミスにより意図しないOCTA画像やEnFace画像が表示されてしまう、というリスクを減らすこともできる。

20

【0082】

また、上記では一回のOCTA撮影で得られた画像を表示するレポート画面上で深度範囲の定義名称を変更する方法を説明したが、この方法は複数回のOCTA撮影で得られた複数の画像を表示するレポート画面にも適用できる。

【0083】

図9は異なる撮影日時に実施された複数のOCTA撮影によって得られる、複数のOCTA画像と複数のEnFace画像を同一画面に表示する比較レポート画面440の例である。異なる撮影日時に実施された複数のOCTA検査を比較する場合、比較対象となる全てのOCTA画像及びEnFace画像に対して同じ深度範囲を適用しなければ適切な比較を行うことができない。そのため、本実施形態の画像表示装置では比較対象となる全てのOCTA画像、及びEnFace画像に対して一組の定義名称指定部441、境界線形状指定部442、深度位置指定部443が表示される。

30

【0084】

ユーザが定義名称指定部441を操作して定義の選択状態を変更した場合、選択された定義の深度範囲に従って、比較対象となる全てのOCTA画像とEnFace画像が更新される。

【0085】

この様に、本実施形態の画像表示装置では、複数のOCTA画像やEnFace画像の境界線形状選択や深度位置を個々に設定する必要がないため、操作が簡便になる。また、深度範囲の指定漏れや指定ミスによって比較に適さない画像同士を比較してしまうというリスクを減らすこともできる。

40

【0086】

(その他の実施例)

以上、実施形態を詳述したが、本発明は、例えば、システム、装置、方法、プログラムもしくは記憶媒体等としての実施態様をとることが可能である。具体的には、複数の機器から構成されるシステムに適用してもよいし、また、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【0087】

尚、本発明は、ソフトウェアのプログラムをシステム或いは装置に直接或いは遠隔から

50

供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによって前述した実施形態の機能が達成される場合を含む。この場合、供給されるプログラムは実施形態で図に示したフローチャートに対応したコンピュータプログラムである。

【 0 0 8 8 】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【 0 0 8 9 】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等の形態であってもよい。

【 0 0 9 0 】

コンピュータプログラムを供給するためのコンピュータ読み取り可能な記憶媒体としては以下が挙げられる。例えば、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM、DVD(DVD-ROM、DVD-R)などである。

【 0 0 9 1 】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることが挙げられる。この場合、ダウンロードされるプログラムは、圧縮され自動インストール機能を含むファイルであってもよい。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

【 0 0 9 2 】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布するという形態をとることもできる。この場合、所定の条件をクリアしたユーザに、インターネットを介してホームページから暗号を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用して暗号化されたプログラムを実行し、プログラムをコンピュータにインストールさせるようにもできる。

【 0 0 9 3 】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどとの協働で実施形態の機能が実現されてもよい。この場合、OSなどが、実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される。

【 0 0 9 4 】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれて前述の実施形態の機能の一部或いは全てが実現されてもよい。この場合、機能拡張ボードや機能拡張ユニットにプログラムが書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行う。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

- 1 0 0 光干渉部
- 1 0 1 光源
- 2 0 0 走査光学系

10

20

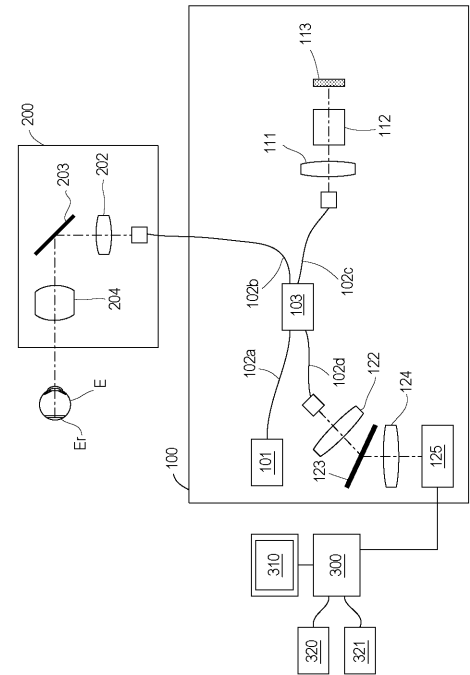
30

40

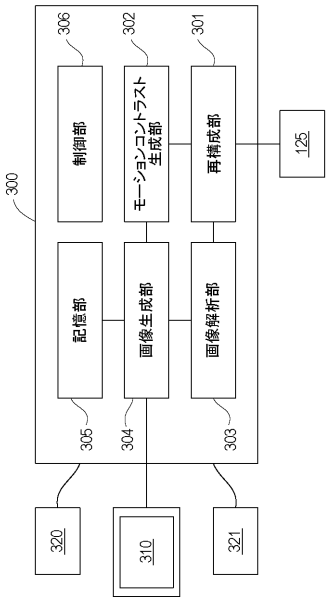
50

- 3 0 0 画像処理装置
- 3 0 1 再構成部
- 3 0 2 モーションコントラスト生成部
- 3 0 3 画像解析部
- 3 0 4 画像生成部
- 3 0 5 記憶部
- 3 1 0 モニタ
- 3 2 0 ポインティングデバイス
- 3 2 1 キーボード

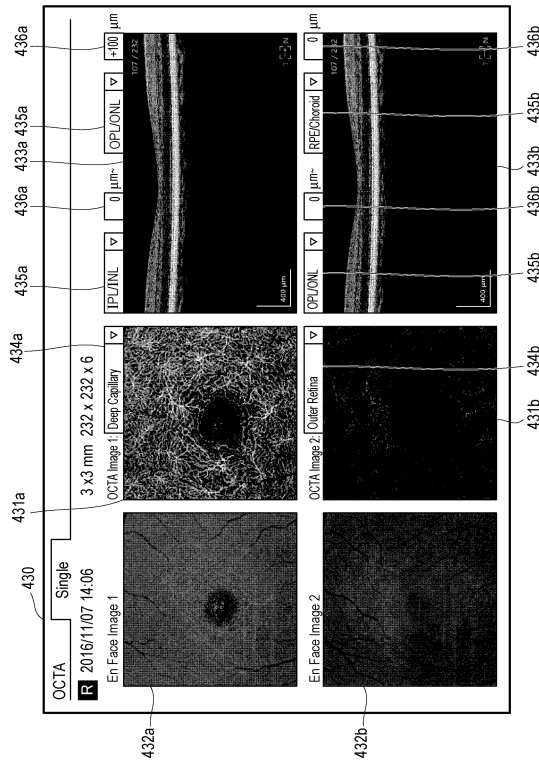
【 図 1 】



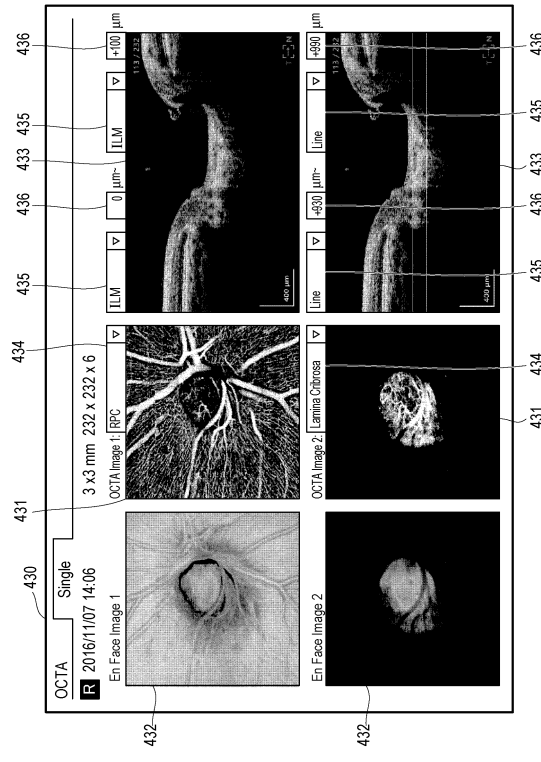
【 図 2 】



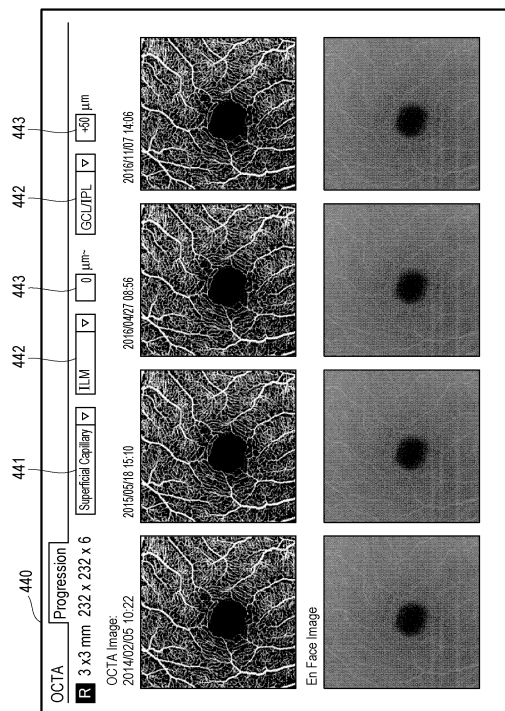
【図 7】



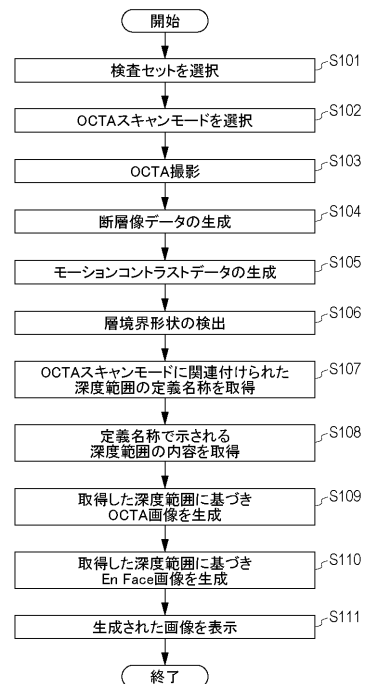
【図 8】



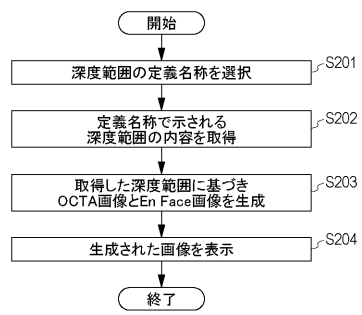
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2017 - 104309 (JP, A)
特開 2017 - 006179 (JP, A)
国際公開第 2016 / 167001 (WO, A1)
特開 2012 - 110373 (JP, A)
特開 2009 - 022502 (JP, A)
特開 2016 - 022062 (JP, A)
特開 2016 - 032608 (JP, A)
特開 2016 - 198447 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 3/00 - 3/18
G01N 21/17