

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7238319号
(P7238319)

(45)発行日 令和5年3月14日(2023.3.14)

(24)登録日 令和5年3月6日(2023.3.6)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 3/10 (2006.01)

A 6 1 B 3/10 3 0 0

G 0 6 T 7/62 (2017.01)

A 6 1 B 3/10 Z D M

G 0 6 T 7/62

請求項の数 11 (全32頁)

(21)出願番号	特願2018-192118(P2018-192118)	(73)特許権者	000004112
(22)出願日	平成30年10月10日(2018.10.10)		株式会社ニコン
(65)公開番号	特開2020-58627(P2020-58627A)		東京都港区港南二丁目15番3号
(43)公開日	令和2年4月16日(2020.4.16)	(74)代理人	110001519
審査請求日	令和3年7月6日(2021.7.6)		弁理士法人太陽国際特許事務所
		(72)発明者	廣川 真梨子
			東京都港区港南2丁目15番3号 株式
			会社ニコン内
		審査官	鷲崎 亮

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理方法、画像処理装置、画像処理プログラム、及び血管径算出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

脈絡膜血管画像を取得する工程と、
前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定し、
前記特定された複数の血管中心点の各々について血管径を算出する工程と、
前記特定された複数の血管中心点と各血管中心点について前記算出された血管径とを記憶媒体に記憶する工程と、
前記記憶媒体に記憶された前記各血管中心点について算出された血管径を前記脈絡膜血管画像に重畳表示する工程と、
を有する画像処理方法。

【請求項2】

前記脈絡膜血管画像と、前記脈絡膜血管画像上の脈絡膜血管における指定された個所の血管径の数値とを表示する工程を有する、
請求項1に記載の画像処理方法。

【請求項3】

前記脈絡膜血管画像は、眼底画像を画像処理することにより前記脈絡膜血管を可視化した画像であることを特徴とする、
請求項1または請求項2に記載の画像処理方法。

【請求項4】

前記血管径を算出する工程は、球面上に投影した前記脈絡膜血管画像から前記血管径を算出する工程を含む

請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか一項に記載の画像処理方法。

【請求項 5】

脈絡膜血管画像を取得する工程と、

前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する工程と、

前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する工程と、

前記脈絡膜血管画像の各画素に対して、少なくとも一つの前記血管中心点を対応付ける工程と、

前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記対応付けられた血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応付けて記憶媒体に記憶する工程と、
を有する画像処理方法。

【請求項 6】

脈絡膜血管画像を取得する工程と、

前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する工程と、

前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出し、

前記脈絡膜血管画像の各画素について、前記複数の血管中心点の中から最も近い血管中心点を特定する工程と、

前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記特定された血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応付けて記憶媒体に記憶する工程と、
を有する画像処理方法。

【請求項 7】

脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜血管画像取得部と、

前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する特定部と、

前記特定された複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、

前記特定された複数の血管中心点と各血管中心点について前記算出された血管径とを記憶媒体に記憶する記憶部と、

前記記憶媒体に記憶された前記各血管中心点について算出された血管径を前記脈絡膜血管画像に重畳表示する表示部と、

を備える画像処理装置。

【請求項 8】

脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜画像取得部と、

前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する特定部と、

前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、

前記脈絡膜血管画像の各画素に対して、少なくとも一つの前記血管中心点を対応付ける対応付け部と、

前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記対応付けられた血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応付けて記憶媒体に記憶する記憶部と、
を備える画像処理装置。

【請求項 9】

脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜血管画像取得部と、

前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する第 1 の特定部と、

前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、

前記脈絡膜血管画像の各画素について、前記複数の血管中心点の中から最も近い血管中心点を特定する第 2 の特定部と、

10

20

30

40

50

前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記特定された血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応付けて記憶媒体に記憶する記憶処理部と、を備える画像処理装置。

【請求項 10】

コンピュータに、請求項 1～請求項 6 の何れか 1 項に記載の画像処理方法を実行させる画像処理プログラム。

【請求項 11】

記憶媒体に対応付けて記憶された、脈絡膜血管画像の各画素のデータと、前記脈絡膜血管画像中の脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、前記各血管中心点の血管径のデータとに基づいて、表示部に表示された前記脈絡膜血管画像において指示された箇所の脈絡膜血管の血管径を算出する制御部を備えるデータ処理装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理方法、画像処理装置、画像処理プログラム、及び血管径算出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、脈絡膜血管網を可視化することが開示されている。従来から、脈絡膜血管径を得ることが望まれている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第 2016 / 0135683 号明細書

【発明の概要】

【0004】

本開示の技術の第 1 の態様の画像処理方法は、脈絡膜血管画像を取得し、前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定し、前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する。

【0005】

30

本開示の技術の第 2 の態様の画像処理方法は、脈絡膜血管画像を取得し、前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定し、前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出し、前記脈絡膜血管画像の各画素について、前記複数の血管中心点の中から最も近い血管中心点を特定し、前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記特定された血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応して記憶媒体に記憶する。

【0006】

本開示の技術の第 3 の態様の画像処理装置は、脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜血管画像取得部と、前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する特定部と、前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、を備える。

40

【0007】

本開示の技術の第 4 の態様の画像処理装置は、脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜血管画像取得部と、脈絡膜血管画像から複数の脈絡膜血管の各々の走行方向に沿って前記複数の脈絡膜血管の各々の複数の血管中心点を特定する特定部と、前記複数の脈絡膜血管の各々毎に、前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、前記複数の脈絡膜血管の各々毎に、前記特定された複数の血管中心点と各血管中心点について前記算出された血管径とを記憶媒体に記憶する記憶処理部と、を備える。

【0008】

本開示の技術の第 5 の態様の画像処理装置は、脈絡膜血管画像を取得する脈絡膜血管画

50

像取得部と、前記脈絡膜血管画像から脈絡膜血管の走行方向に沿って前記脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定する第1の特定部と、前記特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出する算出部と、前記脈絡膜血管画像の各画素について、前記複数の血管中心点の中から最も近い血管中心点を特定する第2の特定部と、前記脈絡膜血管画像の各画素と、当該画素に対して前記特定された血管中心点と、各血管中心点について前記算出された血管径とを対応して記憶媒体に記憶する記憶処理部と、を備える。

【0009】

本開示の技術の第6の態様の画像処理プログラムは、コンピュータに、第1の態様又は第2の態様の画像処理方法を実行させる。

【0010】

本開示の技術の第7の態様の血管径算出装置は、脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を対応して記憶する記憶媒体と、前記記憶媒体に記憶された前記脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、前記各血管中心点の血管径のデータとに基づいて、脈絡膜血管の血管径を算出する制御部と、を備える。

【0011】

本開示の技術の第8の態様の血管径算出装置は、複数の脈絡膜血管の各々に対応して、各脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を記憶する記憶媒体と、前記記憶媒体に複数の脈絡膜血管の各々に対応して記憶された前記各脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、前記各血管中心点の血管径のデータとに基づいて、複数の脈絡膜血管の各々の血管径を算出する制御部と、を備える。

【0012】

本開示の技術の第9の態様の血管径算出装置は、脈絡膜血管画像の各画素のデータと、前記脈絡膜血管画像中の脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を対応して記憶する記憶媒体と、前記記憶媒体に対応して記憶された前記脈絡膜血管画像の各画素のデータと、前記脈絡膜血管画像中の脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、前記各血管中心点の血管径のデータとに基づいて、表示部に表示された前記脈絡膜血管画像において指示された箇所の脈絡膜血管の血管径を算出する制御部と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】眼科システム100のブロック図である。

【図2】眼科装置110の全体構成を示す概略構成図である。

【図3】管理サーバ140の電気系の構成のブロック図である。

【図4】画像ビューワ150の電気系の構成のブロック図である。

【図5】管理サーバ140のCPU262の機能のブロック図である。

【図6】画像処理プログラムのフローチャートである。

【図7】図6のステップ308の血管径の算出処理のフローチャートである。

【図8】図7のステップ322の処理のフローチャートである。

【図9A】図7のステップ324の処理のフローチャートである。

【図9B】図9Aのステップ1340の血管中心点の探索のサブルーチンのフローチャートである。

【図10】図7のステップ326の処理のフローチャートである。

【図11】図6のステップ309の脈絡膜血管径のデータベース作成処理のフローチャートである。

【図12】眼科装置110により得られる各種のUWF-SLO画像を示す図である。

【図13】脈絡膜血管画像CLAを示す図である。

【図14】脈絡膜血管画像CLAに対して眼底領域を切り出す（瞼などを除去）処理が行われた脈絡膜血管画像CLEを示す図である。

【図15】血管スケルトン画像VSを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 6】血管スケルトンマップ V S M を示す図である。

【図 1 7】血管ネットワーク V N を示す図である。

【図 1 8】血管ネットワーク V N の一部を示す図である。

【図 1 9】血管スケルトン画像を示す図である。

【図 2 0】模擬眼球面に投影された脈絡膜血管二値化画像の脈絡膜血管の血管中心点における血管径を示す図である。

【図 2 1】大円を示す図である。

【図 2 2】脈絡膜血管二値化画像の脈絡膜血管の各血管中心点における血管径を示す図である。

【図 2 3】血管中心点に対応する位置 P 1、P 2、・・・と、脈絡膜血管二値化画像の画素との関係を示す図である。

10

【図 2 4】脈絡膜血管二値化画像の画素 G 1 ~ G 6 に、血管中心点に対応する位置 P 1 の番号および血管径が対応付けられた様子を示す図である。

【図 2 5】脈絡膜血管二値化画像の画素 G 7 ~ G 1 2 に、血管中心点に対応する位置 P 2 の番号および血管径が対応付けられた様子を示す図である。

【図 2 6】脈絡膜血管径のデータベースを示す図である。

【図 2 7】脈絡膜血管径の別のデータベースを示す図である。

【図 2 8】表示画面 8 0 0 を示す図である。

【図 2 9】アイコン 8 4 4 H が操作されて、血管径が 6 0 0 μ m 以上の脈絡膜血管が、血管画像表示欄 8 3 4 に表示された様子を示す図である。

20

【図 3 0】カーソルで示された脈絡膜血管の血管径を表示する様子を示す図である。

【図 3 1】指定された脈絡膜血管の血管径の様子をグラフ 8 3 8 で表示する様子を示す図である。

【図 3 2】第 2 の表示画面 8 0 0 A を示す図である。

【図 3 3】第 2 の実施の形態における図 6 のステップ 3 0 8 の血管径の算出処理のフローチャートを示す図である。

【図 3 4】脈絡膜血管 9 1 2 の血管領域の画素の範囲と血管スケルトン画像 9 1 0 とを示す図である。

【図 3 5】脈絡膜血管 9 1 2 を分割した複数の分割領域を示す図である。

【図 3 6】脈絡膜血管 9 1 2 を分割した別の複数の分割領域を示す図である。

30

【図 3 7】脈絡膜血管 9 1 2 の分割領域の各画素の模擬眼球面上の面積を求めることを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 4】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0 0 1 5】

[第 1 の実施の形態]

【0 0 1 6】

以下、本発明の第 1 の実施形態に係る模擬眼について図面を参照して説明する。

【0 0 1 7】

40

図 1 を参照して、眼科システム 1 0 0 の構成を説明する。図 1 に示すように、眼科システム 1 0 0 は、眼科装置 1 1 0 と、眼軸長測定器 1 2 0 と、管理サーバ装置（以下、「管理サーバ」という）1 4 0 と、画像表示装置（以下、「画像ビューワ」という）1 5 0 と、を備えている。眼科装置 1 1 0 は、眼底画像を取得する。眼軸長測定器 1 2 0 は、患者の眼軸長を測定する。管理サーバ 1 4 0 は、眼科装置 1 1 0 によって複数の患者の眼底が撮影されることにより得られた複数の眼底画像、眼軸長、および断層画像を、患者の I D に対応して記憶する。画像ビューワ 1 5 0 は、管理サーバ 1 4 0 から取得した眼底画像を表示する。

管理サーバ 1 4 0 は、本開示の技術の「画像処理装置」および「血管径算出装置」の一例である。

50

【 0 0 1 8 】

眼科装置 1 1 0、眼軸長測定器 1 2 0、管理サーバ 1 4 0、および画像ビューワ 1 5 0 は、ネットワーク 1 3 0 を介して、相互に接続されている。

【 0 0 1 9 】

眼軸長測定器 1 2 0 は、被検眼 1 2 の眼軸方向の長さである眼軸長を測定する第 1 のモードと第 2 のモードとの 2 つのモードを有する。第 1 のモードは、図示しない光源からの光を被検眼 1 2 に導光した後、眼底からの反射光と角膜からの反射光との干渉光を受光し、受光した干渉光を示す干渉信号に基づいて眼軸長を測定する。第 2 のモードは、図示しない超音波を用いて眼軸長を測定するモードである。

【 0 0 2 0 】

眼軸長測定器 1 2 0 は、第 1 のモード又は第 2 のモードにより測定された眼軸長を管理サーバ 1 4 0 に送信する。第 1 のモードおよび第 2 のモードにより眼軸長を測定してもよく、この場合には、双方のモードで測定された眼軸長の平均を眼軸長として管理サーバ 1 4 0 に送信する。

【 0 0 2 1 】

次に、図 2 を参照して、眼科装置 1 1 0 の構成を説明する。

【 0 0 2 2 】

説明の便宜上、走査型レーザ検眼鏡 (Scanning Laser Ophthalmoscope) を「 S L O 」と称する。また、光干渉断層計 (Optical Coherence Tomography) を「 O C T 」と称する。

【 0 0 2 3 】

なお、眼科装置 1 1 0 が水平面に設置された場合の水平方向を「 X 方向」、水平面に対する垂直方向を「 Y 方向」とし、被検眼 1 2 の前眼部の瞳孔の中心と眼球の中心とを結ぶ方向を「 Z 方向」とする。従って、X 方向、Y 方向、および Z 方向は互いに垂直である。

【 0 0 2 4 】

眼科装置 1 1 0 は、撮影装置 1 4 および制御装置 1 6 を含む。撮影装置 1 4 は、S L O ユニット 1 8 および O C T ユニット 2 0 を備えており、被検眼 1 2 の眼底の眼底画像を取得する。以下、S L O ユニット 1 8 により取得された二次元眼底画像を S L O 画像と称する。また、O C T ユニット 2 0 により取得された O C T データに基づいて作成された網膜の断層画像や正面画像 (e n - f a c e 画像) などを O C T 画像と称する。

【 0 0 2 5 】

制御装置 1 6 は、C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t (中央処理装置)) 1 6 A、R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) 1 6 B、R O M (R e a d - O n l y m e m o r y) 1 6 C、および入出力 (I / O) ポート 1 6 D を有するコンピュータを備えている。

【 0 0 2 6 】

制御装置 1 6 は、I / O ポート 1 6 D を介して C P U 1 6 A に接続された入力 / 表示装置 1 6 E を備えている。入力 / 表示装置 1 6 E は、被検眼 1 2 の画像を表示したり、ユーザから各種指示を受け付けたりするグラフィックユーザインターフェースを有する。グラフィックユーザインターフェースとしては、タッチパネル・ディスプレイが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

また、制御装置 1 6 は、I / O ポート 1 6 D に接続された画像処理装置 1 7 を備えている。画像処理装置 1 7 は、撮影装置 1 4 によって得られたデータに基づき被検眼 1 2 の画像を生成する。なお、制御装置 1 6 は、図示しない通信インターフェースを介してネットワーク 1 3 0 に接続される。

【 0 0 2 8 】

上記のように、図 2 では、眼科装置 1 1 0 の制御装置 1 6 が入力 / 表示装置 1 6 E を備えているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、眼科装置 1 1 0 の制御装置 1 6 は入力 / 表示装置 1 6 E を備えず、眼科装置 1 1 0 とは物理的に独立した別個の入力 / 表示装置を備えるようにしてもよい。この場合、当該表示装置は、制御装置 1 6 の C P U

10

20

30

40

50

16Aの表示制御部204の制御下で動作する画像処理プロセッサユニットを備える。画像処理プロセッサユニットが、表示制御部204が出力指示した画像信号に基づいて、SLO画像等を表示するようにしてもよい。

【0029】

撮影装置14は、制御装置16の撮影制御部202の制御下で作動する。撮影装置14は、SLOユニット18、撮影光学系19、およびOCTユニット20を含む。撮影光学系19は、第1光学スキャナ22、第2光学スキャナ24、および広角光学系30を含む。

【0030】

第1光学スキャナ22は、SLOユニット18から射出された光をX方向、およびY方向に2次元走査する。第2光学スキャナ24は、OCTユニット20から射出された光をX方向、およびY方向に2次元走査する。第1光学スキャナ22および第2光学スキャナ24は、光束を偏向できる光学素子であればよく、例えば、ポリゴンミラーや、ガルバノミラー等を用いることができる。また、それらの組み合わせであってもよい。

【0031】

広角光学系30は、共通光学系28を有する対物光学系（図2では不図示）、およびSLOユニット18からの光とOCTユニット20からの光を合成する合成部26を含む。

【0032】

なお、共通光学系28の対物光学系は、楕円鏡などの凹面ミラーを用いた反射光学系や、広角レンズなどを用いた屈折光学系、あるいは、凹面ミラーやレンズを組み合わせた反射屈折光学系でもよい。楕円鏡や広角レンズなどを用いた広角光学系を用いることにより、眼底中心部だけでなく眼底周辺部の網膜を撮影することが可能となる。

【0033】

楕円鏡を含むシステムを用いる場合には、国際公開WO2016/103484あるいは国際公開WO2016/103489に記載された楕円鏡を用いたシステムを用いる構成でもよい。国際公開WO2016/103484の開示および国際公開WO2016/103489の開示の各々は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

【0034】

広角光学系30によって、眼底において広い視野（FOV：Field of View）12Aでの観察が実現される。FOV12Aは、撮影装置14によって撮影可能な範囲を示している。FOV12Aは、視野角として表現され得る。視野角は、本実施の形態において、内部照射角と外部照射角とで規定され得る。外部照射角とは、眼科装置110から被検眼12へ照射される光束の照射角を、瞳孔27を基準として規定した照射角である。また、内部照射角とは、眼底Fへ照射される光束の照射角を、眼球中心Oを基準として規定した照射角である。外部照射角と内部照射角とは、対応関係にある。例えば、外部照射角が120度の場合、内部照射角は約160度に相当する。本実施の形態では、内部照射角は200度としている。

【0035】

ここで、内部照射角で160度以上の撮影画角で撮影されて得られたSLO眼底画像をUWF-SLO眼底画像と称する。なお、UWFとは、UltraWide Field（超広角）の略称を指す。

【0036】

SLOシステムは、図2に示す制御装置16、SLOユニット18、および撮影光学系19によって実現される。SLOシステムは、広角光学系30を備えるため、広いFOV12Aでの眼底撮影を可能とする。

【0037】

SLOユニット18は、B（青色光）の光源40、G光（緑色光）の光源42、R光（赤色光）の光源44、およびIR光（赤外線（例えば、近赤外光））の光源46と、光源40、42、44、46からの光を、反射又は透過して1つの光路に導く光学系48、50、52、54、56とを備えている。光学系48、50、56は、ミラーであり、光学系52、54は、ビームスプリッタである。B光は、光学系48で反射し、光学系50

10

20

30

40

50

を透過し、光学系 5 4 で反射し、G 光は、光学系 5 0、5 4 で反射し、R 光は、光学系 5 2、5 4 を透過し、I R 光は、光学系 5 2、5 6 で反射して、それぞれ 1 つの光路に導かれる。

【0038】

S L O ユニット 1 8 は、R 光および G 光を発するモードと、赤外線を発するモードなど、波長の異なるレーザ光を発する光源あるいは発光させる光源の組合せを切り替え可能に構成されている。図 2 に示す例では、G 光の光源 4 2、R 光の光源 4 4、および I R 光の光源 4 6 の 3 つの光源を備えるが、本開示の技術は、これに限定されない。例えば、S L O ユニット 1 8 は、更に、B 光（青色光）の光源や白色光の光源を更に備え、G 光、R 光、および B 光を発するモードや、白色光のみを発するモード等の種々のモードで光を発する

10

【0039】

S L O ユニット 1 8 から撮影光学系 1 9 に入射された光は、第 1 光学スキャナ 2 2 によって X 方向および Y 方向に走査される。走査光は広角光学系 3 0 および瞳孔 2 7 を経由して、眼底に照射される。眼底により反射された反射光は、広角光学系 3 0 および第 1 光学スキャナ 2 2 を経由して S L O ユニット 1 8 へ入射される。

【0040】

S L O ユニット 1 8 は、被検眼 1 2 の後眼部（眼底）からの光の内、B 光を反射し且つ B 光以外を透過するビームスプリッタ 6 4、ビームスプリッタ 6 4 を透過した光の内、G 光を反射し且つ G 光以外を透過するビームスプリッタ 5 8 を備えている。S L O ユニット 1 8 は、ビームスプリッタ 5 8 を透過した光の内、R 光を反射し且つ R 光以外を透過するビームスプリッタ 6 0 を備えている。S L O ユニット 1 8 は、ビームスプリッタ 6 0 を透過した光の内、I R 光を反射するビームスプリッタ 6 2 を備えている。S L O ユニット 1 8 は、ビームスプリッタ 6 4 により反射した B 光を検出する B 光検出素子 7 0、ビームスプリッタ 5 8 により反射した G 光を検出する G 光検出素子 7 2、ビームスプリッタ 6 0 により反射した R 光を検出する R 光検出素子 7 4、およびビームスプリッタ 6 2 により反射した I R 光を検出する I R 光検出素子 7 6 を備えている。

20

【0041】

広角光学系 3 0 および第 1 光学スキャナ 2 2 を経由して S L O ユニット 1 8 へ入射された光（眼底により反射された反射光）は、B 光の場合、ビームスプリッタ 6 4 で反射して B 光検出素子 7 0 により受光され、G 光の場合、ビームスプリッタ 5 8 で反射して G 光検出素子 7 2 により受光される。上記入射された光は、R 光の場合、ビームスプリッタ 5 8 を透過し、ビームスプリッタ 6 0 で反射して R 光検出素子 7 4 により受光される。上記入射された光は、I R 光の場合、ビームスプリッタ 5 8、6 0 を透過し、ビームスプリッタ 6 2 で反射して I R 光検出素子 7 6 により受光される。C P U 1 6 A の制御下で動作する画像処理装置 1 7 は、B 光検出素子 7 0、G 光検出素子 7 2、R 光検出素子 7 4、および I R 光検出素子 7 6 で検出された信号を用いて U W F - S L O 画像を生成する。

30

【0042】

U W F - S L O 画像には、図 1 2 に示すように、眼底が G 色で撮影されて得られた U W F - S L O 画像（G 色眼底画像）5 0 2 G G と、眼底が R 色で撮影されて得られた U W F - S L O 画像（R 色眼底画像）5 0 4 R G とがある。U W F - S L O 画像には、眼底が B 色で撮影されて得られた U W F - S L O 画像（B 色眼底画像）5 0 6 B G と、眼底が I R で撮影されて得られた U W F - S L O 画像（I R 眼底画像）5 0 8 I R G とがある。

40

【0043】

また、制御装置 1 6 が、同時に発光するように光源 4 0、4 2、4 4 を制御する。B 光、G 光および R 光で同時に被検眼 1 2 の眼底が撮影されることにより、各位置が互いに対応する G 色眼底画像 5 0 2 G G、R 色眼底画像 5 0 4 R G、および B 色眼底画像 5 0 6 B G が得られる。G 色眼底画像 5 0 2 G G、R 色眼底画像 5 0 4 R G、および B 色眼底画像 5 0 6 B G から R G B カラー眼底画像が得られる。制御装置 1 6 が、同時に発光するように光源 4 2、4 4 を制御し、G 光および R 光で同時に被検眼 1 2 の眼底が撮影されること

50

により、各位置が互いに対応するG色眼底画像502GGおよびR色眼底画像504RGが得られる。G色眼底画像502GGおよびR色眼底画像504RGからRGカラー眼底画像が得られる。

【0044】

UWF-SLO画像には、ICG蛍光撮影されたUWF-SLO画像(動画)510ICGGもある。インドシアニン・グリーン(ICG)が血管に注入されると、眼底に到達し、最初は網膜に到達し、次に、脈絡膜に到達し、脈絡膜を通過する。UWF-SLO画像(動画)510ICGGは、インドシアニン・グリーン(ICG)が血管に注入され網膜に到達した時から、脈絡膜を通過した後までの動画像である。

【0045】

B色眼底画像506BG、G色眼底画像502GG、R色眼底画像504RG、IR眼底画像508IRG、RGBカラー眼底画像、RGカラー眼底画像、およびUWF-SLO画像510ICGGの各画像データは、図示しない通信IFを介して眼科装置110から管理サーバ140へ送付される。

【0046】

OCTシステムは、図2に示す制御装置16、OCTユニット20、および撮影光学系19によって実現される。OCTシステムは、広角光学系30を備えるため、上述したSLO眼底画像の撮影と同様に、広いFOV12Aでの眼底撮影を可能とする。OCTユニット20は、光源20A、センサ(検出素子)20B、第1の光カプラ20C、参照光学系20D、コリメートレンズ20E、および第2の光カプラ20Fを含む。

【0047】

光源20Aから射出された光は、第1の光カプラ20Cで分岐される。分岐された一方の光は、測定光として、コリメートレンズ20Eで平行光にされた後、撮影光学系19に入射される。測定光は、第2光学スキャナ24によってX方向およびY方向に走査される。走査光は広角光学系30および瞳孔27を経由して、眼底に照射される。眼底により反射された測定光は、広角光学系30および第2光学スキャナ24を経由してOCTユニット20へ入射され、コリメートレンズ20Eおよび第1の光カプラ20Cを介して、第2の光カプラ20Fに入射する。

【0048】

光源20Aから射出され、第1の光カプラ20Cで分岐された他方の光は、参照光として、参照光学系20Dへ入射され、参照光学系20Dを経由して、第2の光カプラ20Fに入射する。

【0049】

第2の光カプラ20Fに入射されたこれらの光、即ち、眼底で反射された測定光と、参照光とは、第2の光カプラ20Fで干渉されて干渉光を生成する。干渉光はセンサ20Bで受光される。画像処理制御部206の制御下で動作する画像処理装置17は、センサ20Bで検出されたOCTデータに基づいて断層画像やen-face画像などのOCT画像を生成する。

【0050】

ここで、内部照射角で160度以上の撮影画角で撮影されて得られたOCT眼底画像をUWF-OCT画像と称する。

【0051】

UWF-OCT画像の画像データは、図示しない通信IFを介して眼科装置110から管理サーバ140へ送付され、記憶装置254に記憶される。

【0052】

なお、本実施の形態では、光源20Aが波長掃引タイプのSS-OCT(Swept-Source OCT)を例示するが、SD-OCT(Spectral-Domain OCT)、TD-OCT(Time-Domain OCT)など、様々な方式のOCTシステムであってもよい。

【0053】

10

20

30

40

50

図1の眼軸長測定器120は、被検眼12の眼軸方向（Z方向）の長さである眼軸長を測定する第1のモードと第2のモードとの2つのモードを有する。第1のモードは、図示しない光源からの光を被検眼12に導光した後、眼底からの反射光と角膜からの反射光との干渉光を受光し、受光した干渉光を示す干渉信号に基づいて眼軸長を測定する。第2のモードは、図示しない超音波を用いて眼軸長を測定するモードである。眼軸長測定器120は、第1のモード又は第2のモードにより測定された眼軸長を管理サーバ140に送信する。第1のモードおよび第2のモードにより眼軸長を測定してもよく、この場合には、双方のモードで測定された眼軸長の平均を眼軸長として管理サーバ140に送信する。眼軸長は被検者のデータのの一つとして管理サーバ140に患者情報として保存されるとともに、眼底画像解析にも利用される。

10

【0054】

次に、図3を参照して、管理サーバ140の電気系の構成を説明する。図4に示すように、管理サーバ140は、コンピュータ本体252を備えている。コンピュータ本体252は、CPU262、RAM266、ROM264、入出力（I/O）ポート268を有する。入出力（I/O）ポート268には、記憶装置254、ディスプレイ256、マウス255M、キーボード255K、および通信インターフェース（I/F）258が接続されている。記憶装置254は、例えば、不揮発メモリで構成される。入出力（I/O）ポート268は、通信インターフェース（I/F）258を介して、ネットワーク130に接続されている。従って、管理サーバ140は、眼科装置110、眼軸長測定器120、および画像ビューワ150と通信することができる。記憶装置254には、後述する画像処理プログラムが記憶されている。なお、画像処理プログラムを、ROM264に記憶してもよい。

20

記憶装置254及びROM264は、本開示の技術の「記憶媒体」の一例である。

【0055】

管理サーバ140は、眼科装置110および眼軸長測定器120から受信した各データを、記憶装置254に記憶する。

【0056】

次に、図4を参照して、画像ビューワ150の電気系の構成を説明する。図4に示すように、画像ビューワ150は、コンピュータ本体152を備えている。コンピュータ本体152は、CPU162、RAM166、ROM164、入出力（I/O）ポート168を有する。入出力（I/O）ポート168には、記憶装置154、ディスプレイ156、マウス155M、キーボード155K、および通信インターフェース（I/F）158が接続されている。記憶装置154は、例えば、不揮発メモリで構成される。入出力（I/O）ポート168は、通信インターフェース（I/F）158を介して、ネットワーク130に接続されている。従って、画像ビューワ150は、眼科装置110および管理サーバ140と通信することができる。

30

【0057】

次に、図5を参照して、管理サーバ140のCPU262が画像処理プログラムを実行することで実現される各種機能について説明する。画像処理プログラムは、表示制御機能、画像処理制御機能、および処理機能を備えている。CPU262がこの各機能を有する画像処理プログラムを実行することで、CPU262は、図6に示すように、表示制御部204、画像処理制御部206、および処理部208として機能する。

40

画像処理制御部206は、「脈絡膜血管画像取得部」、「特定部」、「算出部」、「記憶処理部」、「第1の特定部」、「第2の特定部」、及び「制御部」の一例である。

【0058】

次に、図6を用いて、管理サーバ140による画像処理を詳細に説明する。管理サーバ140のCPU262が画像処理プログラムを実行することで、図6のフローチャートに示された画像処理（画像処理方法）が実現される。

【0059】

50

ステップ 302 で、画像処理制御部 206 は、UWF - SLO 画像を、記憶装置 254 から取得する。ステップ 304 で、画像処理制御部 206 は、取得した UWF - SLO 画像から、次のように脈絡膜血管画像を作成する。

【0060】

まず、R 色眼底画像と G 色眼底画像とに含まれる情報を説明する。

【0061】

眼の構造は、硝子体を、構造が異なる複数の層が覆うようになっている。複数の層には、硝子体側の最も内側から外側に、網膜、脈絡膜、強膜が含まれる。R 光は波長が長いいため、網膜を通過して脈絡膜まで到達する。よって、R 色眼底画像 504 RG には、網膜に存在する血管（網膜血管）の情報と脈絡膜に存在する血管（脈絡膜血管）の情報とが含まれる。これに対し、G 光は R 光より波長が短いため、網膜までしか到達しない。よって、G 色眼底画像 502 GG には、網膜に存在する血管（網膜血管）の情報のみが含まれる。よって、G 色眼底画像 502 GG から網膜血管を抽出し、R 色眼底画像 504 RG から網膜血管を除去することにより脈絡膜血管画像 CLA（図 13 を参照）を得ることができる。具体的に、脈絡膜血管画像 CLA は以下のようにして生成される。

【0062】

画像処理制御部 206 は、ブラックハットフィルタ処理を G 色眼底画像 502 GG に施すことにより、G 色眼底画像 502 GG から網膜血管を抽出する。次に、画像処理制御部 206 は、R 色眼底画像 504 RG から、インペインティング処理により、網膜血管を除去する。つまり、G 色眼底画像 502 GG から抽出された網膜血管の位置情報を用いて R 色眼底画像 504 RG の網膜血管構造を周囲の画素と同じ値に塗りつぶす処理を行う。そして、画像処理制御部 206 は、網膜血管が除去された R 色眼底画像 504 RG の画像データに対し、適応ヒストグラム均等化処理（Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization）を施すことにより、R 色眼底画像 504 RG において、脈絡膜血管を強調する。これにより、図 13 に示す脈絡膜血管画像 CLA が作成される。作成された脈絡膜血管画像 CLA は記憶装置 254 に記憶される。

【0063】

また、上記例では、R 色眼底画像 504 RG と G 色眼底画像 502 GG とから脈絡膜血管画像を生成している。しかし、画像処理制御部 206 は、G 色眼底画像 502 GG と UWF - SLO 画像 508 IRG とから脈絡膜血管画像 CLA を生成してもよい。画像処理制御部 206 は、B 色眼底画像 502 BG と、R 色眼底画像 504 RG および UWF - SLO 画像 508 IRG の一方とから、脈絡膜血管画像 CLA を生成してもよい。

【0064】

更に、UWF - SLO 画像（動画）510 から、脈絡膜血管画像 CLA を生成してもよい。上記のように、UWF - SLO 画像（動画）510 は、インドシアニン・グリーン（ICG）が血管に注入され網膜に到達した時から、脈絡膜を通過した後までの動画像である。インドシアニン・グリーン（ICG）が網膜を通過した時から脈絡膜を通過している期間の動画像から、脈絡膜血管画像 CLA を生成してもよい。

【0065】

ところで、脈絡膜血管の径は、一般的に網膜中の血管径より大きい。具体的には、所定の閾値より大きい血管径は脈絡膜血管である。そこで、UWF - SLO 画像（動画）510 で、インドシアニン・グリーン（ICG）が網膜および脈絡膜の血管を通過中の画像から血管を抽出し、所定の閾値より小さい血管径を消すことにより、脈絡膜血管画像 CLA を生成してもよい。

【0066】

脈絡膜血管画像には瞼などが含まれていることもあり、ステップ 306 で、画像処理制御部 206 は、脈絡膜血管画像 CLA に対して眼底領域を切り出す（瞼などを除去）処理が行われた脈絡膜血管画像 CLE（図 14 を参照）を生成する。脈絡膜血管画像 CLA や脈絡膜血管画像 CLE は眼底画像を画像処理することにより得られた脈絡膜血管が可視化

10

20

30

40

50

された画像である。

【 0 0 6 7 】

ステップ 3 0 8 で、画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管画像 C L E 中の各脈絡膜血管の血管径を、血管走行方向に沿って求めた複数の血管中心点の各々を用いて、算出する。血管径の詳細な算出処理については後述する。

【 0 0 6 8 】

ステップ 3 0 9 で、画像処理制御部 2 0 6 は、ステップ 3 0 8 で算出された血管中心点における、少なくとも脈絡膜血管径と画素座標を含んだ脈絡膜血管径のデータベースを作成する。この脈絡膜血管径のデータベースは、解析対象となった U W F - S L O 眼底画像と関連付けられて、R A M 2 6 6 あるいは記憶装置 2 5 4 に記憶される。データベース構造の詳細については後述する。

10

【 0 0 6 9 】

ステップ 3 1 0 で、表示制御部 2 0 4 は、ステップ 3 0 8 で算出された血管径データを用いた解析の結果を示した表示画面 8 0 0 (図 2 8 も参照) の表示画像を作成する。表示画面のレイアウトについても後述する。

【 0 0 7 0 】

ステップ 3 1 2 で、処理部 2 0 8 は、表示画像の表示画像データを、通信 I / F 2 5 8 を介して、画像ビューワ 1 5 0 に送信する。

【 0 0 7 1 】

次に、図 7、8、9、10 に記載されたフローチャートを用いて脈絡膜血管径の算出処理について説明する。

20

【 0 0 7 2 】

図 7 は、脈絡膜血管径のメインフローチャートである。ステップ 3 2 2 で、画像処理制御部 2 0 6 は、詳細には後述する血管スケルトン画像 V S (図 1 5 に記載) および血管ネットワーク V N (図 1 7 に記載) を作成する。画像処理制御部 2 0 6 は、ステップ 3 2 4 で、血管走行方向に沿って求めた複数の血管中心点を設定し、ステップ 3 2 6 で、血管中心点ごとの血管径を算出し、最終的には、脈絡膜血管画像 C L E のすべての脈絡膜血管の血管径を算出する。

【 0 0 7 3 】

図 8 には、図 7 のステップ 3 2 2 の処理のフローチャートが示されている。

30

【 0 0 7 4 】

ステップ 3 3 2 で、画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管画像 C L E を、各画素の画素値を所定の閾値を基準に二値化することにより、図示せぬ脈絡膜血管二値化画像を作成する。この脈絡膜血管二値化画像は脈絡膜血管が可視化された (脈絡膜血管に相当する領域の画素が白色、脈絡膜血管以外の領域の画素が黒色となる) 画像である。

【 0 0 7 5 】

ステップ 3 3 4 で、画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管二値化画像を細線化することにより、脈絡膜血管二値化画像において各脈絡膜血管径の中心線を求める。この中心線は幅 1 ピクセルの線である。つまり、二値画像を幅 1 ピクセルの線画像に変換する細線化処理を行うことにより血管スケルトン画像 V S を生成する。

40

図 1 5 には、脈絡膜血管画像 C L E 内の 1 つの脈絡膜血管の血管スケルトン画像 V S が示されている。図 1 5 に示すように、血管スケルトン画像 V S は、脈絡膜の中心線を示す複数の画素 4 0 2、4 0 4、4 0 6、4 0 8 ... で表されている。

【 0 0 7 6 】

ステップ 3 3 4 では、画像処理制御部 2 0 6 は、図 1 6 に示すように、脈絡膜血管を表す複数の画素 4 0 2、4 0 4、4 0 6、4 0 8 ... に画素番号を付し、画素位置 (あるいは画素の座標) と画素番号を対応させた血管スケルトンマップ V S M を作成する。例えば、図 1 5 に示す血管スケルトン画像 V S の画素 4 0 2 に対応する血管スケルトンマップの画素 4 0 2 には、画素番号 1 が画素番号 4 0 2 A 1 として付与されている。また、血管スケルトン画像 V S の画素 4 0 4 に対応する血管スケルトンマップ V S M の画素 4 0 4 には、

50

画素番号 4 が画素番号 4 0 4 A として付与されている。図 1 6 の示した血管スケルトンマップ V S M は、図 1 5 の領域 A の血管スケルトンマップ V S M を表示したものである。血管スケルトンマップ V S M は血管スケルトン画像 V S 全体に対して作成されることは言うまでもない。

【 0 0 7 7 】

次に、ステップ 3 3 8 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管ネットワーク V N を、血管スケルトンマップ V S M から作成する。ここで、血管ネットワーク V N は、血管スケルトンマップ V S M の画素番号をノードとし、画素番号同士の接続関係をエッジで示したノード（点）とエッジ（線）からなるグラフである。

【 0 0 7 8 】

画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトンマップ V S M の画素 4 0 2 の画素番号 1 を、血管ネットワーク V N が作成されるメモリ空間内の所定の位置（ 4 0 2 B 参照）にノード（ 1 ）として形成する。

【 0 0 7 9 】

次に、画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトンマップ V S M の画素 4 0 2 の近傍に画素番号が付与された画素を探索する。具体的には、まず、4 近傍画素（縦横の 4 個の画素、つまり、画素 4 0 2 の上下左右の 4 画素）の中に、画素番号が付与された画素を探す。図 1 6 では、画素 4 0 2 A の 4 近傍画素には、番号が付与された画素がない。そこで、次に、画像処理制御部 2 0 6 は、8 近傍画素（縦横斜め隣の 8 画素、つまり、画素 4 0 2 の上下左右の 4 画素に左斜め右斜めの 4 画素を加えた 8 画素）に、画素番号が付与された画素を探す。図 1 6 では、画素 4 0 2 の右斜め上の画素 4 0 4 には画素番号 4 が付与されている。そこで、画像処理制御部 2 0 6 は、画素 4 0 2 に付与された画素番号 1（図 1 7 の 4 0 2 B 参照）に、画素 4 0 4 に付与された画素番号 4 を新たなノード（ 4 ）とする。そして、ノード（ 1 ）とノード（ 4 ）をエッジで接続する（図 1 8 を参照）。血管分岐を考慮し、画素番号が付与された画素が発見されない時点で処理を終了する。このような処理を血管スケルトンマップ V S M 全体に対して行うことにより、血管ネットワーク V N を作成する。

【 0 0 8 0 】

画像処理制御部 2 0 6 は、血管ネットワーク V N 作成のステップ 3 3 8 が終了後、図 8 のサブルーチンを終了し、図 7 のメインフローチャートに戻る。

【 0 0 8 1 】

図 9 A、図 9 B には、図 7 のステップ 3 2 4 の処理のフローチャートが示されている。図 9 A は血管中心点の設定フローチャートであり、図 9 B は血管中心点の探索のサブルーチンである。

【 0 0 8 2 】

ステップ 1 3 0 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトン画像 V S を、模擬眼球面に投影する。模擬眼球面は被検者の眼軸長や年齢などに基づいて画像処理制御部 2 0 6 により R A M 2 6 6 のメモリ空間内に再現された眼球に相当する球面である。この模擬眼球面に血管スケルトン画像 V S を逆ステレオ変換して投影する。これは、U W F - S L O 画像自体が眼球を二次元平面にステレオ投影された画像であるためである。U W F - S O 画像や血管スケルトン画像 V S の周辺部はステレオ変換による歪が生じているが、逆ステレオ変換して模擬眼球面に投影することにより歪の影響を取り除くことができる。歪が除去された状態で血管径を算出するので、実際の血管径に近い値を得ることができる。

そして、ステップ 1 3 2 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトン画像 V S の任意の端点を現在探索点として設定する。ステップ 1 3 2 0 で現在探索点の意味することは血管スケルトン画像 N V における探索開始点であり、血管中心点を探索するためのスタートポイントである。図 1 9 に示したスケルトン画像を用いて説明すると、血管スケルトン画像上のアスタリスク（*）で示した 4 6 0 N 1 が現在探索点として設定される。

【 0 0 8 3 】

ステップ 1 3 4 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、図 9 B の血管中心点の探索のサブルー

10

20

30

40

50

チンの処理を開始する。図 9 B のサブルーチンは、図 A のステップ 1 3 4 0 と図 9 B のステップ 1 5 0 0 で再帰的に呼び出されるサブルーチンである。

【 0 0 8 4 】

ステップ 1 4 0 0 にて、画像処理制御部 2 0 6 は、現在探索点 4 6 0 N 1 を血管中心点として設定する。

【 0 0 8 5 】

ステップ 1 4 2 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管中心点から一定距離（例えば、 $20\text{ }\mu\text{m}$ ）離れているにある血管スケルトン画像 V S 上の点を血管中心点候補とする。ここで、「血管中心点候補」の数は、血管中心点から一定距離以内に血管分岐がなく 1 本として連続ければ 1 つであり、血管分岐（血管が二股に分かれている）があれば分岐しているそれぞれの血管に対して 2 つ設定される。血管そのものが存在しない場合、血管中心点候補は設定されない。図 1 8 は血管ネットワーク N V、血管中心点及び血管中心点候補との関係を模式的に示した図である。4 0 2 B、4 0 4 B、4 0 6 B 及び 4 0 8 B はそれぞれ血管ネットワーク V N のノード（1）、ノード（2）、ノード（3）、ノード（5）に対応している。血管中心点 4 5 2 がノード（1）とノード（4）の間に既に設定されている。血管はノード（4）で 2 つに分岐しており、次の血管中心点候補は、ノード（4）とノード（5）の間に位置する血管中心点候補 1 である 4 5 4 と、ノード（4）とノード（3）との間にある血管中心点候補 2 である 4 5 6 が設定されることになる。

10

ステップ 1 4 4 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管中心点と血管中心点候補との間の血管走行方向を決定する。さらに、血管中心点の模擬眼球球面上での球面座標データ、血管走行方向、及び、固有な血管中心点番号を付与し、R A M 2 6 6 へ記憶する。

20

【 0 0 8 6 】

次に、ステップ 1 4 6 0 からステップ 1 5 0 0 のループ処理に進む。このループ処理は、ステップ 1 4 2 0 で設定された血管中心点候補の数によって、実行される回数が異なる。つまり、血管分岐がなく 1 本として連続ければ 1 回実行され、血管分岐（血管が二股に分かれている）があれば 2 回実行される。図 1 9 では、点 4 6 0 N 2 が血管中心点候補となる。

【 0 0 8 7 】

ステップ 1 4 6 0 にて、画像処理制御部 2 0 6 は、血管中心点候補が存在しない場合は、ループ処理は実行されず図 9 B のサブルーチンを終了し、図 9 A のステップ 1 3 6 0 へ移行する。ステップ 1 3 6 0 で、画像処理制御部 2 0 6 は、設定されたすべての血管中心点のデータ（少なくとも、血管中心点の模擬眼球球面上での球面座標データ、血管走行方向、及び、固有な血管中心点番号を含むデータ）を R A M 2 6 6 あるいは記憶装置 2 5 4 に記憶保持する。血管の終点に位置する血管中心点には、血管走行方向が算出できないので、直前の血管中心点の血管走行方向を設定するようにしてもよい。

30

【 0 0 8 8 】

血管中心点候補が存在する場合はステップ 1 4 8 0 へ進む。血管中心点候補が存在する場合は、画像処理制御部 2 0 6 は、ステップ 1 4 8 0 で、血管中心点候補を現在探索点として設定する。

【 0 0 8 9 】

40

そして、ステップ 1 5 0 0 へ進み、画像処理制御部 2 0 6 は、図 9 B のサブルーチンを再帰的に実行する。ステップ 1 5 0 0 にて、分岐している血管の血管中心点の探索処理が終了すると、ステップ 1 5 2 0 にて分岐している血管のループ処理を終了し、ステップ 1 4 6 0 へ戻り、もう一つの分岐している血管中心点探索の処理を繰り返す。このように、血管ネットワーク N V により血管分岐の有無を判断し、ループ処理を繰り返すことにより、血管スケルトン画像 V S 内のすべての血管に対して血管中心点を設定することができる。

【 0 0 9 0 】

次に、図 7 のステップ 3 2 6 の血管中心点ごとの血管径の算出について説明する。図 1 0 には、図 7 のステップ 3 2 6 の処理のフローチャートが示されている。図 1 0 の処理は、図 9 A、図 9 B に示す処理で設定された血管中心点のデータを用いて、血管中心点ごと

50

に、模擬眼球面に投影された脈絡膜血管二値化画像（図 1 4）における脈絡膜血管の血管径を算出する。

【 0 0 9 1 】

具体的には、ステップ 3 7 2 で、画像処理制御部 2 0 6 は、図 9 A のステップ 1 3 6 0 で記憶された血管中心点に関するデータを読み出す。そして血管中心点を 1 つ選択し、選択された血管中心点の模擬眼球球面上での球面座標データと血管走行方向とを特定する。

【 0 0 9 2 】

ステップ 3 7 4 で、画像処理制御部 2 0 6 は、選択された血管中心点の血管走行方向に直交する大円を算出する。具体的には、画像処理制御部 2 0 6 は、図 2 0 および図 2 1 に示すように、上記模擬眼球面に投影された脈絡膜血管二値化画像において、特定された血管中心点 4 6 0 N n において、血管走行方向 4 6 0 N D に直交する大円 4 7 4（図 2 1）を算出する。ここで大円の中心は模擬眼球の中心と同一である。

10

【 0 0 9 3 】

ステップ 3 7 6 で、画像処理制御部 2 0 6 は、大円 4 7 4 と血管縁の交点を算出する。具体的には、上記のように、上記模擬眼球面に投影された脈絡膜血管二値化画像に、血管中心点 4 6 0 N n を基準に大円 4 7 4 が位置しており。画像処理制御部 2 0 6 は、位置させた大円 4 7 4 と、上記模擬眼球面上の脈絡膜血管二値化画像における当該脈絡膜血管の血管縁との交点 4 7 6 A、4 7 6 B を算出する。

【 0 0 9 4 】

ステップ 3 7 8 で、交点 4 7 6 A と交点 4 7 6 B との間の距離 r を算出し、血管スケルトン画像の血管中心点に対応させて記憶する。この距離 r は大円 4 7 4 の一部であり血管中心点 4 6 0 N n を通過する模擬眼球面上での最短距離となる。よって、眼球形状に近い血管径を得ることができる。

20

【 0 0 9 5 】

上記のように、図 1 0 の処理は、各血管スケルトン画像 V S 内のすべての血管中心点に対して行われる。よって、図 2 2 に示すように、模擬眼球面上の脈絡膜血管二値化画像における各血管中心点での血管径が算出される。なお、各血管中心点での血管径は血管中心点番号と対応付けられて、R A M 2 6 6 あるいは記憶装置 2 5 4 に記憶保持される。

【 0 0 9 6 】

図 1 1 には、図 6 のステップ 3 0 9 の脈絡膜血管径のデータベース作成処理のフローチャートが示されている。ステップ 3 8 2 で、画像処理制御部 2 0 6 は、保持されている血管中心点番号、模擬眼球球面上での球面座標データ、血管走行方向、血管径のデータを読み出す。

30

【 0 0 9 7 】

ステップ 3 8 5 で、画像処理制御部 2 0 6 は、血管を示す各画素に、当該画素に最も距離が近い血管中心点の番号および方向をラベリングする。具体的には、画像処理制御部 2 0 6 は、図 2 3 に示すように、血管中心点に対応する位置 P 1、P 2、・・・を、脈絡膜血管二値化画像（図 1 4）において特定する（つまり、模擬眼球球面上での血管中心点を示す球面座標データを、上での二次元画像上での血管中心点を示す二次元座標データ変換をする）。画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管二値化画像における血管を示す各画素について、最も距離が近い血管中心点を特定する。当該各画素に、特定した血管中心点の番号と血管径を対応付ける（ラベリング）。より具体的には、図 2 4 に示すように、表示制御部 2 0 4 は、脈絡膜血管二値化画像における血管を示す画素 G 1 ~ G 6 に、各画素に最も距離が近い血管中心点 P 1 の番号（ $\# = 1$ ）および血管径（ $r \# 1$ ）を対応付ける。同様に、図 2 5 に示すように、表示制御部 2 0 4 は、脈絡膜血管二値化画像における血管を示す画素 G 7 ~ G 1 2 に、各画素に最も距離が近い血管中心点 P 2 の番号（ $\# = 4$ ）および血管径（ $r \# 4$ ）を対応付ける。

40

【 0 0 9 8 】

ステップ 3 8 6 で、画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管径のデータベースを作成する。図 2 6 には、脈絡膜血管径のデータベースが示されている。図 2 6 に示すように、脈絡

50

膜血管径のデータベースは、脈絡膜血管画像のデータ番号を記憶する記憶領域 5 0 2 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、各脈絡膜血管画像を識別するデータ番号 M 1、M 2、・・・を、記憶領域 5 0 2 に記憶する。

【 0 0 9 9 】

脈絡膜血管径のデータベースは、脈絡膜血管画像のデータ番号により識別される脈絡膜血管画像の各血管スケルトン画像内の血管に固有のスケルトン番号を記憶する記憶領域 5 0 4 を備えている。例えば、画像処理制御部 2 0 6 は、脈絡膜血管画像のデータ番号 M 1 により識別される脈絡膜血管画像の各血管スケルトン画像内の血管のスケルトン番号 S 1、S 2、・・・を、データ番号 M 1 に対応させて記憶領域 5 0 4 に記憶する。また、血管ネットワーク N V を解析することにより血管を識別し、スケルトン番号を付与するようにしてもよい。

10

【 0 1 0 0 】

脈絡膜血管径のデータベースは、各血管の血管長を記憶する記憶領域 5 0 6 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、図 9 A のステップ 1 3 0 0 の処理を行うとともに模擬眼球面に血管スケルトン画像を張り付けた際に血管毎に、模擬眼球面上での血管長を計算し保持しておく。そして、計算された血管長をスケルトン番号に対応させて記憶領域 5 0 6 に記憶する。

【 0 1 0 1 】

脈絡膜血管径のデータベースは、血管毎に血管中心点総数を記憶する記憶領域 5 0 8 を備えている。表示制御部 2 0 4 は、各血管スケルトン画像（図 1 9 ）（又は血管ネットワーク（図 1 7 ））に設定された血管中心点をカウントし、総数を、血管長に対応させて記憶領域 5 0 8 に記憶する。

20

【 0 1 0 2 】

血管径のデータベースは、血管スケルトン画像の各血管中心点を識別する番号を記憶する記憶領域 5 1 0 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、各血管内の存在する各血管中心点の番号をカウントし、血管中心点の血管内の総数を記憶領域 5 1 0 に記憶する。

【 0 1 0 3 】

脈絡膜血管径のデータベースは、各血管中心点の S L O 画像（脈絡膜血管画像（図 1 3 ））上の座標を記憶する記憶領域 5 1 2 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトン画像の各血管中心点を、S L O 画像（脈絡膜血管画像（図 1 3 ））上で特定し、特定した各中心点の座標を、血管中心点に対応させて記憶領域 5 1 2 に記憶する。なお、各血管中心点の U W F - S L O 画像上の座標を記憶するだけでなく、脈絡膜血管二値化画像上の座標を記憶するようにしてもよい。

30

【 0 1 0 4 】

脈絡膜血管径のデータベースは、血管中心点の番号が付与された、脈絡膜血管二値化画像の各画素の座標を記憶する記憶領域 5 1 4 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、血管中心点の番号が付与された、脈絡膜血管二値化画像の各画素を特定し、特定した各画素の脈絡膜血管二値化画像上の座標を、血管中心点の S L O 画像上の座標に対応させて記憶領域 5 1 4 に記憶する。なお、当該各画素の座標は、S L O 画像（脈絡膜血管画像（図 1 3 ））上の座標と一致する。

40

【 0 1 0 5 】

脈絡膜血管径のデータベースは、各血管中心点の血管走行方向を記憶する記憶領域 5 1 6 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、血管ネットワーク（図 1 7 ）から、血管中心点の血管走行方向を読み出し、読み出した血管中心点の血管走行方向を、血管中心点の番号が付与された、脈絡膜血管二値化画像の各画素の座標の各々に対応させて、記憶領域 5 1 6 に記憶する。

【 0 1 0 6 】

脈絡膜血管径のデータベースは、血管中心点における血管径を記憶する記憶領域 5 1 8 を備えている。画像処理制御部 2 0 6 は、血管スケルトン画像の血管中心点に対応させて記憶された、血管中心点における血管径を読み出し、血管走行方向に対応させて記憶領域

50

5 1 8 に記憶する。

【 0 1 0 7 】

なお、脈絡膜血管径のデータベースは、図 2 7 に示すように、2 つのデータベースに分割してもよい。第 1 のデータベースは、記憶領域 5 0 2 ~ 5 1 2、および 5 1 8 を備えている。第 2 のデータベースは、記憶領域 5 1 4、5 1 6 を備えている。

【 0 1 0 8 】

そして、図 1 1 のステップ 3 8 8 で、画像処理制御部 2 0 6 は、ステップ 3 8 6 で作成された脈絡膜血管径のデータベースを、R A M 2 6 6 あるいは記憶装置 2 5 4 に、対応する S L O 画像とともに記憶保持する。

【 0 1 0 9 】

次に、図 6 のステップ 3 1 0 における表示画面データを作成する処理を説明する。

【 0 1 1 0 】

ここで、図 2 8 に示す表示画面 8 0 0 を説明する。図 2 8 は、後述する血管径アイコン 8 5 6 が操作された場合に表示される表示画面が示されている。図 2 8 に示すように、表示画面 8 0 0 は、患者の個人情報を表示する個人情報表示欄 8 0 2、画像表示欄 8 0 4、および脈絡膜解析ツール表示欄 8 0 6 を有する。

【 0 1 1 1 】

個人情報表示欄 8 0 2 は、患者 I D 表示欄 8 1 2、患者氏名表示欄 8 1 4、年齢表示欄 8 1 6、右眼 / 左眼表示欄 8 1 8、眼軸長表示欄 8 2 0、視力表示欄 8 2 2、撮影日時表示欄 8 2 4、および患者選択アイコン 3 1 4 を有する。これらの表示欄 8 1 2 ~ 8 2 4 に、各情報を表示する。なお、図示しない患者選択アイコンがクリックされると、患者一覧を画像ビューワ 1 5 0 のディスプレイ 1 7 2 に表示し、解析対象となる患者をユーザに選択させる。

【 0 1 1 2 】

画像表示欄 8 0 4 は、脈絡膜血管画像表示欄 8 3 2、血管画像表示欄 8 3 4、および血管画像表示欄 8 3 4 に表示する脈絡膜の血管の血管径の範囲を示す径範囲表示欄 8 4 0 を有する。画像表示欄 8 0 4 は、アイコン 8 4 4 L、8 4 4 M、8 4 4 H、およびアイコン 8 4 2 を有する。

【 0 1 1 3 】

アイコン 8 4 4 L は、ユーザが、血管画像表示欄 8 3 4 に、血管径が 3 0 0 μ m 未満の脈絡膜血管を、第 1 の色で表示させることを指示するためのアイコンである。アイコン 8 4 4 M は、ユーザが、血管画像表示欄 8 3 4 に、血管径が 3 0 0 μ m 以上 6 0 0 μ m 未満の脈絡膜血管を、第 1 の色とは異なる第 2 の色で表示させることを指示するアイコンである。アイコン 8 4 4 H は、ユーザが、血管画像表示欄 8 3 4 に、血管径が 6 0 0 μ m 以上の脈絡膜血管を、第 1 の色および第 2 の色とは異なる第 3 の色で表示させることを指示するためのアイコンである。

【 0 1 1 4 】

アイコン 8 4 2 は、ユーザが、血管画像表示欄 8 3 4 に、全ての脈絡膜血管を表示させることを指示するアイコンである。アイコン 8 4 2 が操作されると、全ての脈絡膜血管が各血管径に対応した色で表示される。

【 0 1 1 5 】

脈絡膜解析ツール表示欄 8 0 6 は、複数の脈絡膜解析を選択するアイコン類が表示される欄である。渦静脈位置アイコン 8 5 2、対称性アイコン 8 5 4、血管径アイコン 8 5 6、渦静脈・黄斑 / 乳頭アイコン 8 5 8、および脈絡膜解析レポートアイコン 8 6 0 を備える。渦静脈位置アイコン 8 5 2 は、渦静脈位置を表示させることを指示する。対称性アイコン 8 5 4 は、解析点の対称性を表示することを指示する。血管径アイコン 8 5 6 は、脈絡膜の径に関する解析結果を表示させることを指示する。渦静脈・黄斑 / 乳頭アイコン 8 5 8 は、渦静脈、黄斑、および視神経乳頭の間の位置を解析した解析結果を表示させることを指示する。脈絡膜解析レポートアイコン 8 6 0 は、脈絡膜解析レポートを表示することを指示する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

図 2 9 には、アイコン 8 4 4 H が操作されて、血管径が 6 0 0 μm 以上の脈絡膜血管が、血管画像表示欄 8 3 4 に表示された様子が示されている。脈絡膜血管径のデータベースの記憶領域 5 1 8 から、血管径が 6 0 0 μm 以上の画素を抽出し、抽出した画素を、第 1 の色で血管画像表示欄 8 3 4 に表示する。同様に、アイコン 8 4 4 M が操作されると、血管径が 3 0 0 μm 以上 6 0 0 μm 未満の画素が第 2 の色で表示される。アイコン 8 4 4 L が操作されると、血管径が 3 0 0 μm 未満の画素が第 3 の色で表示される。

【 0 1 1 7 】

図 3 0 には、カーソルで示された脈絡膜血管の血管径を表示する様子が示されている。ユーザが、カーソルなどを操作し血管画像表示欄 3 8 4 に表示された脈絡膜血管を指定すると、カーソルが位置する画素を特定し、特定された画素が属する血管スケルトン番号を、記憶領域 5 0 4 から特定する。血管スケルトン番号に対応する血管中心点の血管径を、記憶領域 5 1 8 から読み出し、読み出した血管径の平均値を計算し、平均値を表示部 8 3 6 に表示する。

10

【 0 1 1 8 】

また、カーソルで指定された画素に関連づけられた血管径を記憶領域 5 1 8 から読み出し、指定された血管位置の血管径として表示するようにしてもよい。なお、脈絡膜血管以外の領域にカーソルが位置した場合、カーソルが位置する画素には血管径データが存在しないため、血管径は表示されない。すなわち、カーソルが脈絡膜血管領域の画素を示したときのみ血管径が表示される。

20

【 0 1 1 9 】

図 3 1 には、指定された脈絡膜血管の血管径の様子をグラフ 8 3 8 で表示する様子が示されている。カーソルを脈絡膜血管に位置させ、更にクリックすると、血管スケルトン番号に対応する血管中心点を記憶領域 5 1 0 から読み出し、血管中心点の血管径を、記憶領域 5 1 8 から読み出す。血管中心点を x 軸に、血管径を y 軸にしたグラフ 8 3 8 に、各血管中心点に対応する血管径を表示する。このグラフ 8 3 8 により曲線や蛇行した血管の血管径をユーザが直感的に把握できる。

【 0 1 2 0 】

図 3 2 には、第 2 の表示画面 8 0 0 A が示されている。図 3 2 に示すように、表示画面 8 0 0 A の画像表示欄 8 0 4 には、脈絡膜血管画像を表示する脈絡膜血管画像表示欄 8 3 2 と、脈絡膜血管画像で指定された位置を含む所定領域の拡大画像を表示する拡大画像表示欄 8 6 2 を有する。図 3 2 に示すように、脈絡膜画像において、ユーザが、カーソルなどを操作し脈絡膜画像の所望の点にカーソル（十字マーク）を位置させると、拡大画像表示欄 8 6 2 に、カーソルの位置を中心とした所定領域を拡大した拡大画像を表示する。更に、カーソルが位置する画素を、記憶領域 5 1 4 から抽出し、抽出した画素に対応する血管径を、記憶領域 5 1 8 から読み出し、拡大画像表示欄 8 6 2 に数値で表示する。なお、脈絡膜血管以外の領域にカーソルが位置した場合、カーソルが位置する画素には血管径データが存在しないため、血管径は表示されない。すなわち、カーソルが脈絡膜血管領域の画素を示したときのみ血管径が表示される。

30

【 0 1 2 1 】

以上説明したように本実施の形態では、脈絡膜血管の複数の血管中心点を特定し、特定した複数の血管中心点の各々について血管径を算出するので、脈絡膜血管径を正確に算出することができる。また、血管径を算出するために脈絡膜血管画像を疑似眼球面に投影した画像を用いて血管径を算出しているので、実際の眼底における血管径を得ることができる。また、算出されて血管径を血管部分の画素などと対応付けた脈絡膜のデータベースを作成することにより、ユーザの診断を支援する様々な GUI（グラフィックユーザインターフェース）が可能となる。

40

【 0 1 2 2 】

[第 2 の実施の形態]

【 0 1 2 3 】

50

次に、第２の実施の形態を説明する。第２の実施の形態の構成は第１の実施の形態の構成と同様であるので、その説明を省略する。第２の実施の形態の作用は第１の実施の形態の作用と略同様であるので、異なる部分を主として説明する。

【０１２４】

図３３には、第２の実施の形態における図６のステップ３０８の血管径の算出処理のフローチャートが示されている。図３３のステップ９０２で、図７のステップ３２２と同様の処理を実行する。つまり、脈絡膜血管二値化画像（図３４）に含まれる脈絡膜血管を特定し、脈絡膜血管９１２について血管スケルトン画像ＶＳおよび血管ネットワークＶＮが作成される。図３４において、９１２は血管領域の画素の範囲を示し、点線で示された９１０はスケルトン画像を模式的に表している。また、渦静脈位置を示す渦静脈位置マーク９１４示されている。

10

【０１２５】

ステップ９０４で、画像処理制御部２０６は、図３５に示すように、血管中心点９２０Ｎ１、９２０Ｎ２、...を、脈絡膜血管９１２を複数の分割領域に分割するための血管分割点として、設定する。

【０１２６】

ステップ９０６で、画像処理制御部２０６は、脈絡膜血管二値化画像（図３４）における各脈絡膜血管の血管径を算出する。第２の実施の形態では、画像処理制御部２０６は、脈絡膜血管の血管径を、脈絡膜血管９１２を複数の分割領域の各々の血管径の平均を求めることにより、求める。画像処理制御部２０６は、脈絡膜血管９１２を複数の分割領域の各々の血管径を、各分割領域の面積を各分割領域の血管走行方向の長さで割ることにより、求める。

20

【０１２７】

具体的には、図３５に示すように、各血管中心点９２０Ｎ１、９２０Ｎ２...において、各血管中心点９２０Ｎ１、９２０Ｎ２、...の各血管走行方向に垂直な方向に分割線９２２Ｎ１、９２２Ｎ２、...を、脈絡膜血管二値化画像の各脈絡膜血管の領域において設定する。

【０１２８】

図３６に示すように、血管中心点９２０Ｎ１、９２０Ｎ２...の隣り合う組の中央に、各血管中心点９２０Ｎ１、９２０Ｎ２、...の各血管走行方向に垂直な方向に分割線９２２Ｎ１、９２２Ｎ２、...を、脈絡膜血管二値化画像の各脈絡膜血管の領域において設定してもよい。

30

【０１２９】

画像処理制御部２０６は、分割線９２２Ｎ１、９２２Ｎ２、...により区切られた各分割領域の画像部分９３０Ｉ（図３７）を抽出する。画像処理制御部２０６は、各分割領域の画像部分９３０の各画素９３２を、模擬眼球面に投影する。画像処理制御部２０６は、模擬眼球面に投影された分割領域の画像部分９３０の各画素の領域９３４の面積を求め、分割領域の全ての画素についての面積の総和を計算する。

【０１３０】

画像処理制御部２０６は、血管スケルトン画像９１０における血管中心点間の距離を模擬眼球面上で計算する。画像処理制御部２０６は、分割領域の面積を、血管中心点間の眼球上の距離で割ることにより、血管中心点間の分割領域の血管径を算出する。そして、画像処理制御部２０６は、脈絡膜血管の全ての分割領域での血管径の平均を求める。これにより、当該脈絡膜血管の血管径を算出する。

40

【０１３１】

次に、本開示の技術の種々の変形例を説明する。

【０１３２】

< 第１の変形例 >

【０１３３】

上記実施の形態では、管理サーバ１４０が、予め図６に示す画像処理プログラムを実行しているが、本開示の技術はこれに限定されない。画像ビューワ１５０が管理サーバ１４

50

0 に画像処理命令を送信し、これに応じて管理サーバ 140 が、図 6 の画像処理プログラムを実行するようにしてもよい。

【0134】

< 第 2 の変形例 >

【0135】

上記実施の形態では、眼科装置 110 により内部光照射角が 200 度程度の眼底画像を取得する例を説明した。本開示の技術はこれに限定されず、内部照射角で 100 度以下の眼科装置で撮影された眼底画像でもよいし、眼底画像を複数合成したモンタージュ画像でも本開示の技術を適用してもよい。

【0136】

< 第 3 の変形例 >

【0137】

上記実施の形態では、SLO 撮影ユニットを備えた眼科装置 110 により眼底画像を撮影しているが、脈絡膜血管を撮影できる眼底カメラによる眼底画像でもよいし、OCT アンジオグラフィーにより得られた画像でも本開示の技術を適用してもよい。

【0138】

< 第 4 の変形例 >

【0139】

上記実施の形態では、管理サーバ 140 が画像処理プログラムを実行する。本開示の技術はこれに限定されない。例えば、眼科装置 110 又は画像ビューワ 150 が画像処理プログラムを実行するようにしてもよい。

【0140】

< 第 5 の変形例 >

【0141】

上記実施の形態では、眼科装置 110、眼軸長測定器 120、管理サーバ 140、及び画像ビューワ 150 を備えた眼科システム 100 を例として説明したが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、第 1 の例として、眼軸長測定器 120 を省略し、眼科装置 110 が、眼軸長測定器 120 の機能を更に有してもよい。また、第 2 の例として、眼科装置 110 が、管理サーバ 140 及び画像ビューワ 150 の少なくとも一方の機能を更に有してもよい。例えば、眼科装置 110 が管理サーバ 140 の機能を有する場合、管理サーバ 140 を省略することができる。この場合、画像処理プログラムは、眼科装置 110 又は画像ビューワ 150 が実行する。また、眼科装置 110 が画像ビューワ 150 の機能を有する場合、画像ビューワ 150 を省略することができる。第 3 の例として、管理サーバ 140 を省略し、画像ビューワ 150 が管理サーバ 140 の機能を実行するようにしてもよい。

【0142】

< その他の変形例 >

【0143】

上記実施の形態で説明したデータ処理はあくまでも一例である。従って、主旨を逸脱しない範囲内において不要なステップを削除したり、新たなステップを追加したり、処理順序を入れ替えたりしてもよいことは言うまでもない。

【0144】

また、上記実施の形態では、コンピュータを利用したソフトウェア構成によりデータ処理が実現される場合を例示したが、本開示の技術はこれに限定されるものではない。例えば、コンピュータを利用したソフトウェア構成に代えて、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 又は ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェア構成のみによって、データ処理が実行されるようにしてもよい。データ処理のうちの一部の処理がソフトウェア構成により実行され、残りの処理がハードウェア構成によって実行されるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 5 】

< 付記 >

以上の内容から以下の付記が提案される。

< 付記 1 >

制御部及び記憶媒体を備えるコンピュータに用いられ、前記記憶媒体に記憶されるデータのデータ構造であって、

前記データは、前記制御部が、前記記憶媒体から読み出し、脈絡膜血管の血管径を算出する処理に用いられ、

前記データは、

脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、

各血管中心点の血管径のデータと、

を含む、データ構造。

10

< 付記 2 >

制御部及び記憶媒体を備えるコンピュータに用いられ、前記記憶媒体に記憶されるデータのデータ構造であって、

前記データは、前記制御部が、前記記憶媒体から読み出し、複数の脈絡膜血管の各々の血管径を算出する処理に用いられ、

前記データは、

複数の脈絡膜血管の各々に対応する各脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、

複数の脈絡膜血管の各々に対応する各血管中心点の血管径のデータと、

を含む、データ構造。

20

< 付記 3 >

表示部、制御部及び記憶媒体を備えるコンピュータに用いられ、前記記憶媒体に記憶されるデータのデータ構造であって、

前記データは、前記制御部が、前記記憶媒体から読み出し、前記表示部に、脈絡膜血管画像と、前記脈絡膜血管画像において指示された箇所の脈絡膜血管の血管径とを表示する処理に用いられ、

前記データは、

脈絡膜血管画像の各画素のデータと、

前記脈絡膜血管画像中の絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、

各血管中心点の血管径のデータと、

を含む、データ構造。

30

< 付記 4 >

脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を対応して記憶する記憶媒体。

< 付記 5 >

複数の脈絡膜血管の各々に対応して、各脈絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を記憶する記憶媒体。

< 付記 6 >

脈絡膜血管画像の各画素のデータと、前記脈絡膜血管画像中の絡膜血管の複数の血管中心点のデータと、各血管中心点の血管径のデータと、を対応して記憶する記憶媒体。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 4 6 】

1 0 0 眼科システム

1 1 0 眼科装置

1 2 0 眼軸長測定器

1 4 0 管理サーバ

1 5 0 画像ビューワ

2 0 2 撮影制御部

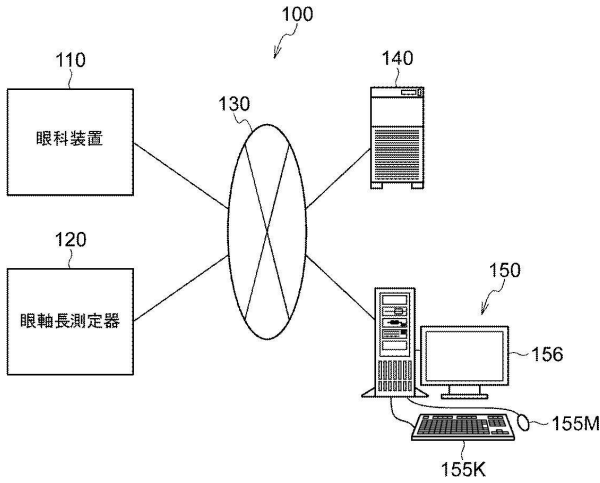
2 0 4 表示制御部

50

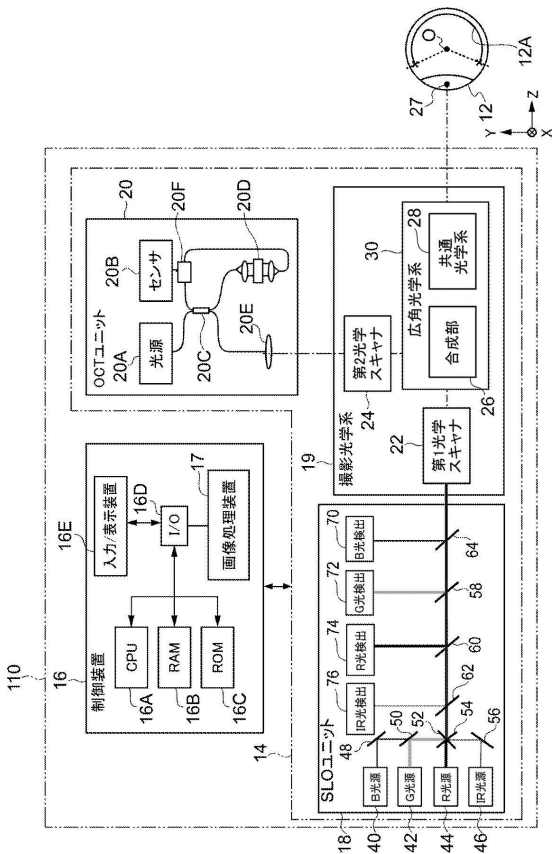
2 0 6 画像処理制御部
2 6 2 C P U
2 5 4 記憶装置

【図面】

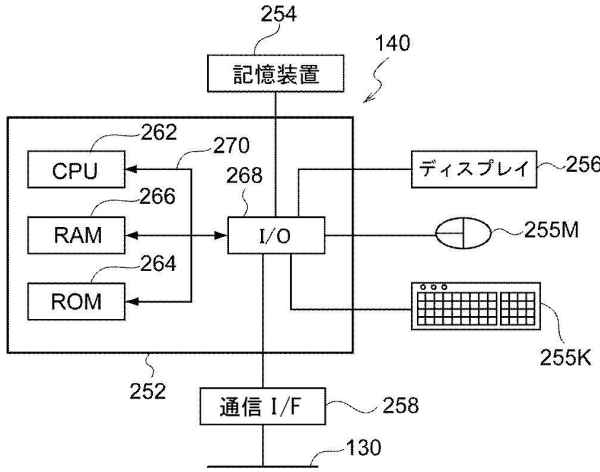
【図 1】



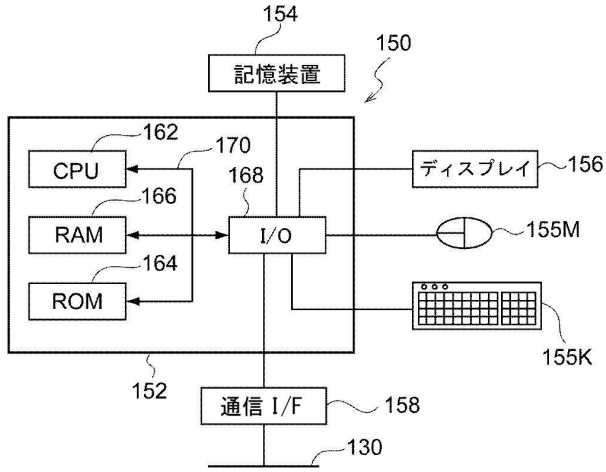
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

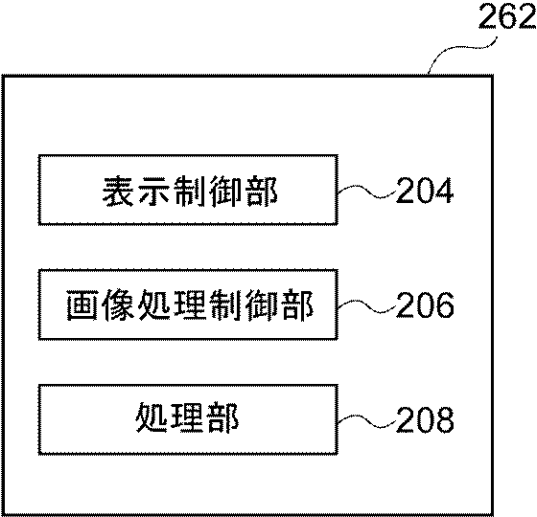
20

30

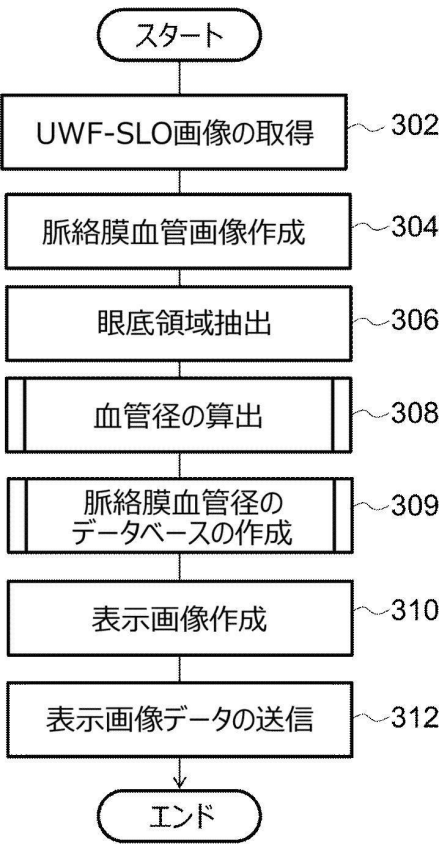
40

50

【図 5】



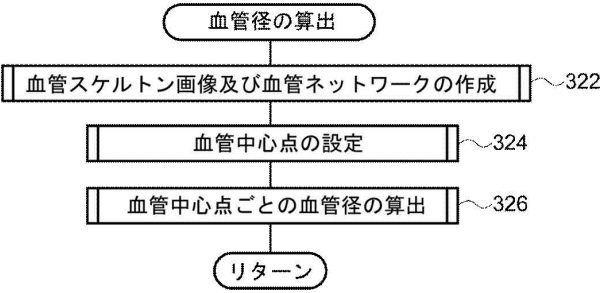
【図 6】



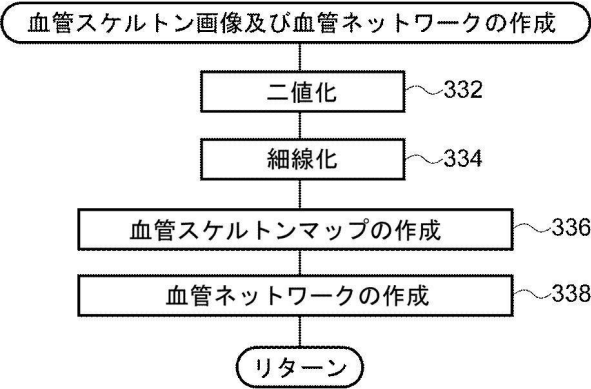
10

20

【図 7】



【図 8】

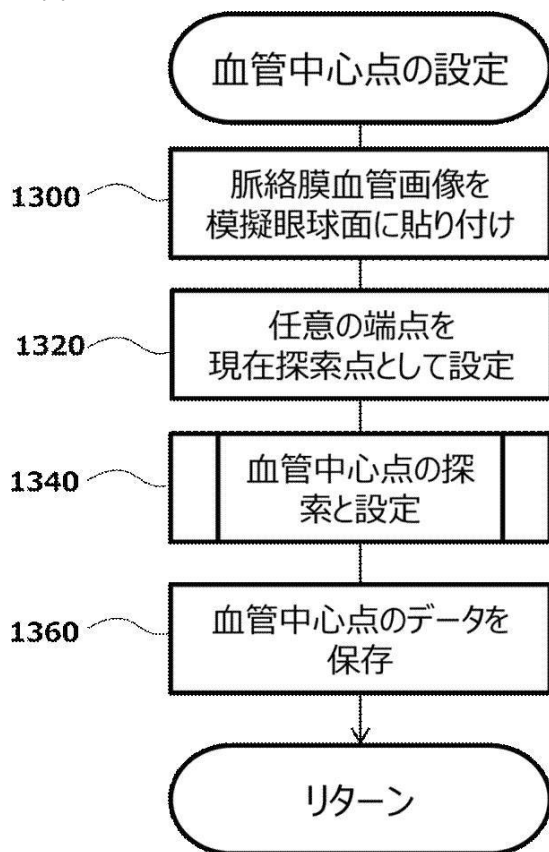


30

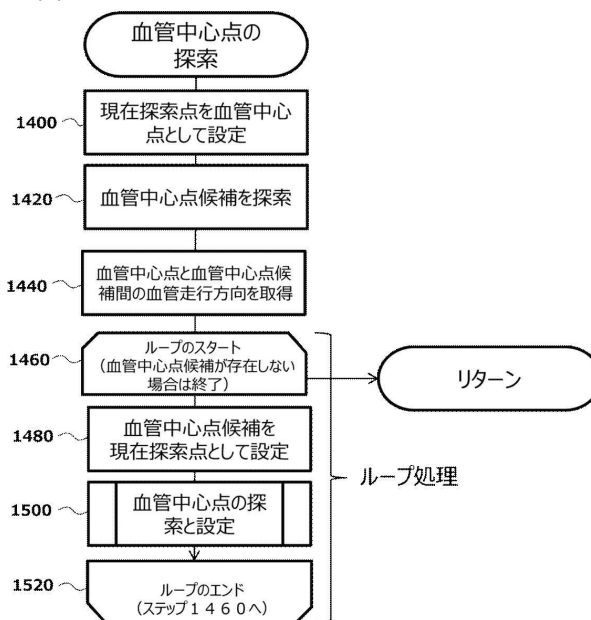
40

50

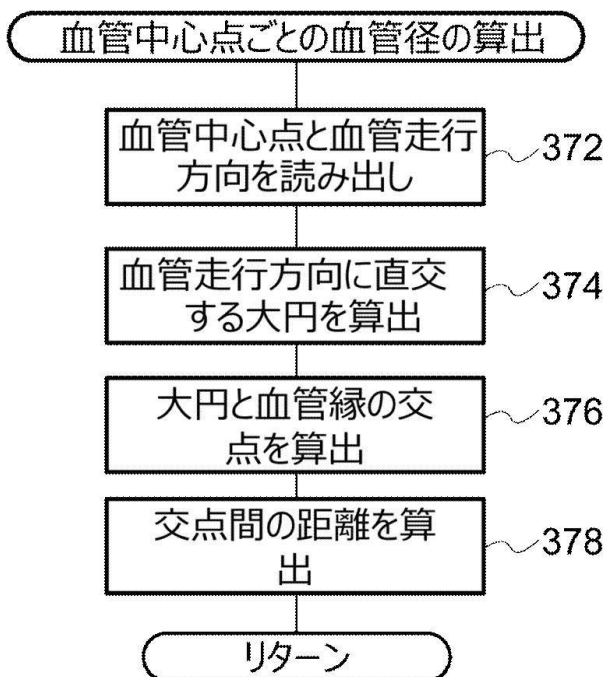
【図 9 A】



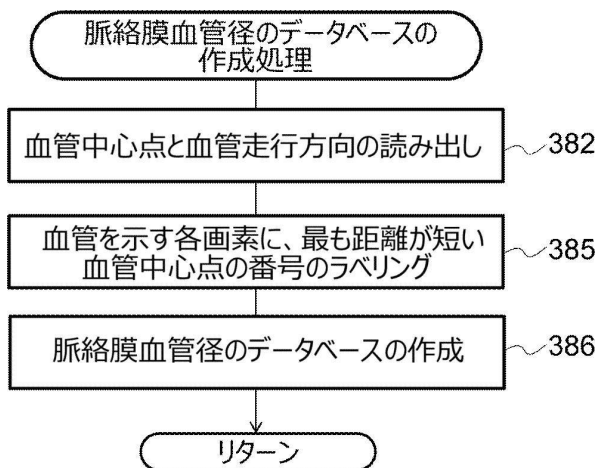
【図 9 B】



【図 10】



【図 11】



10

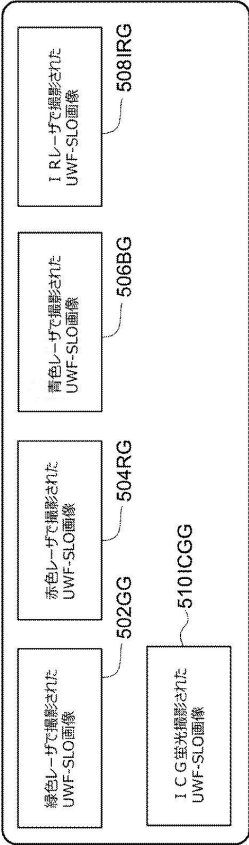
20

30

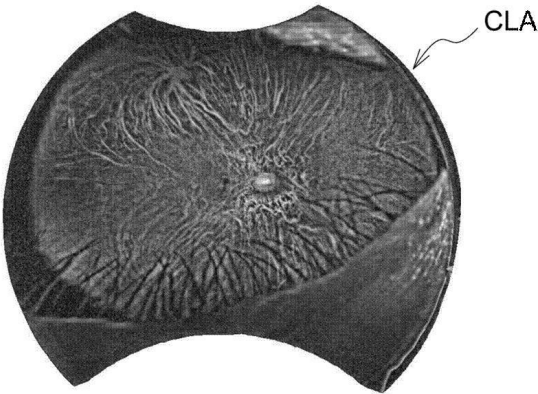
40

50

【図 1 2】



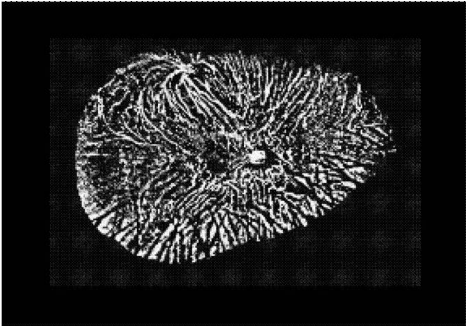
【図 1 3】



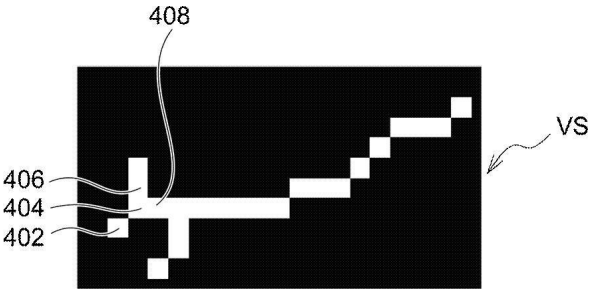
10

20

【図 1 4】



【図 1 5】

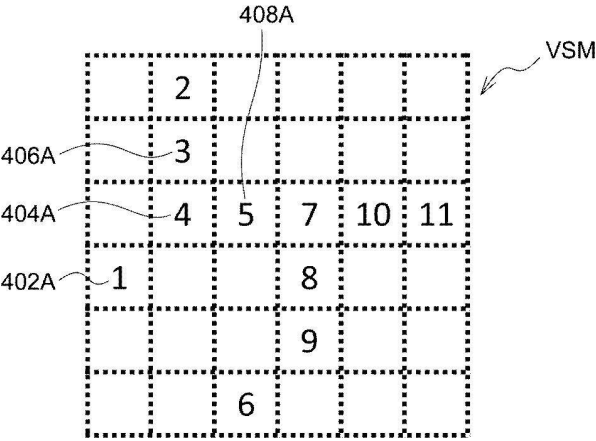


30

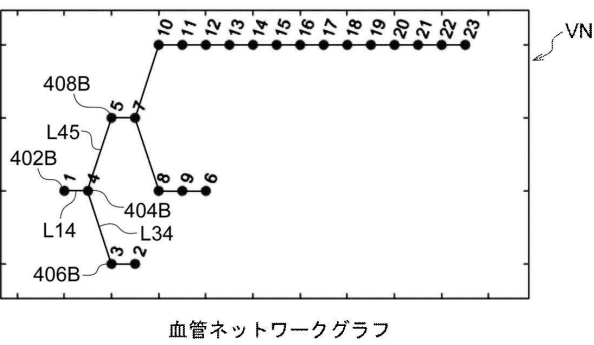
40

50

【図 1 6】

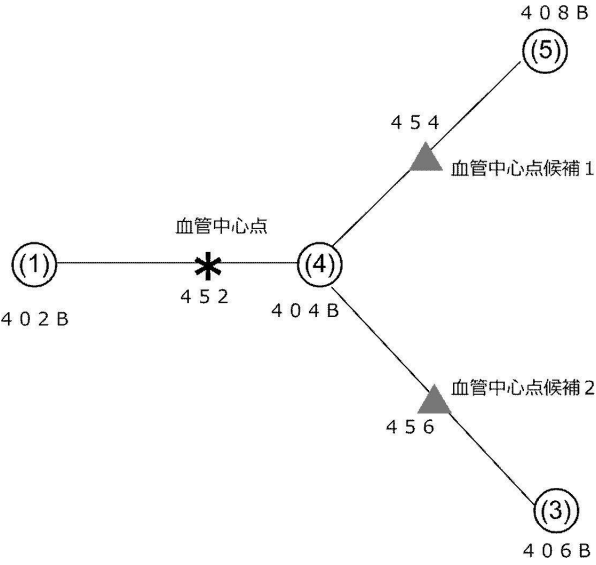


【図 1 7】

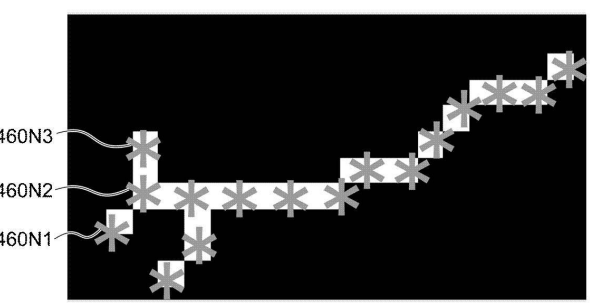


10

【図 1 8】



【図 1 9】



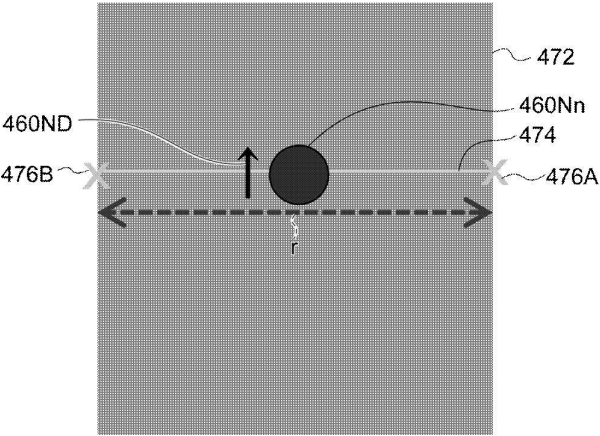
20

30

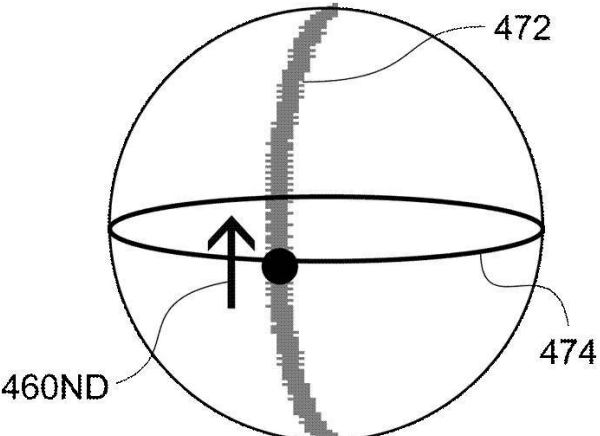
40

50

【図 2 0】

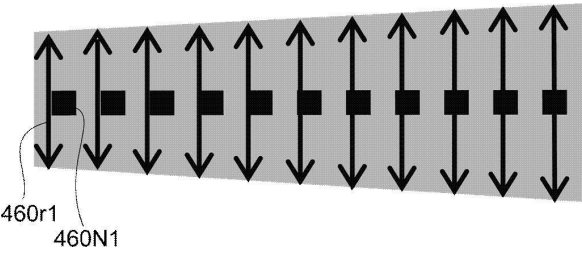


【図 2 1】



10

【図 2 2】



【図 2 3】

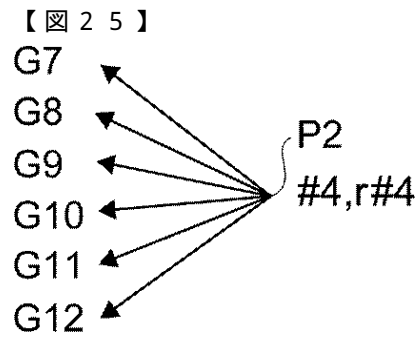
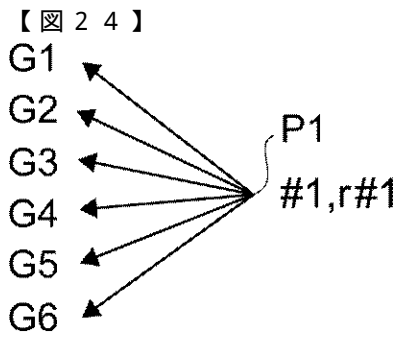
G1	G2	G3	P1 (#1,r#1)
	*		
G4	G5	G6	P2 (#4,r#4)
G7	G8	G9	
	*		
G10	G11	G12	

20

30

40

50



【図 2 6】

502	504	506	508	510	512	514	516	518
データ#	スケルトン#	血管長	血管中心点の総数	血管中心点#	血管中心点の SLO画像上の座標	血管中心点#が付与された画像の座標	血管走行方向	血管径
脈絡膜血管画像 1	S1	LS1	NS1	#1	(x1, y1)	G11(x1, y1) G12(x2, y12) G13(x3, y13) ⋮	θ #1	r #1
				#2 ⋮	(x2, y2)	G21(x21, y21) G22(x22, y22) G23(x23, y23) ⋮	θ #2	r #2
	S2 ⋮	LS2 ⋮	NS2 ⋮					
脈絡膜血管画像 2								

【図 2 7】

502	504	506	508	510	512	514	516
データ#	スケルトン#	血管長	血管中心点の総数	血管中心点#	血管中心点の SLO画像上の座標	血管中心点#が付与された画像の座標	血管走行方向

10

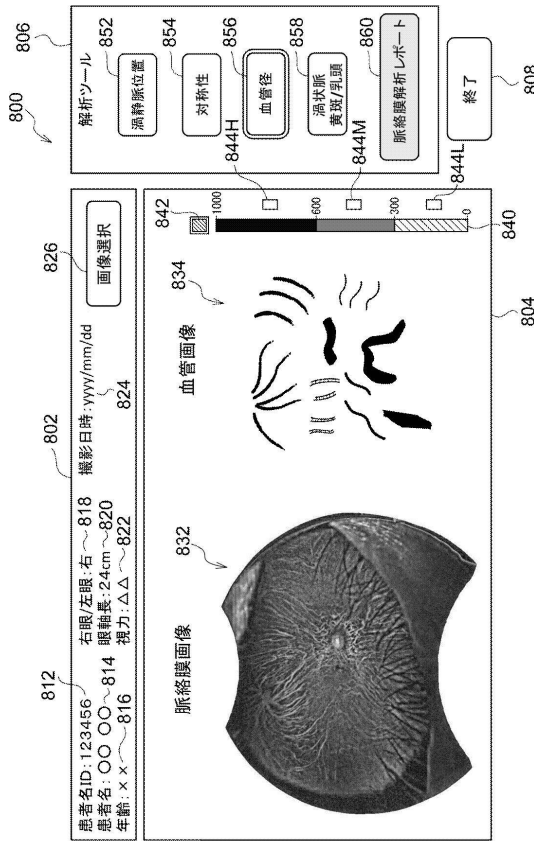
20

30

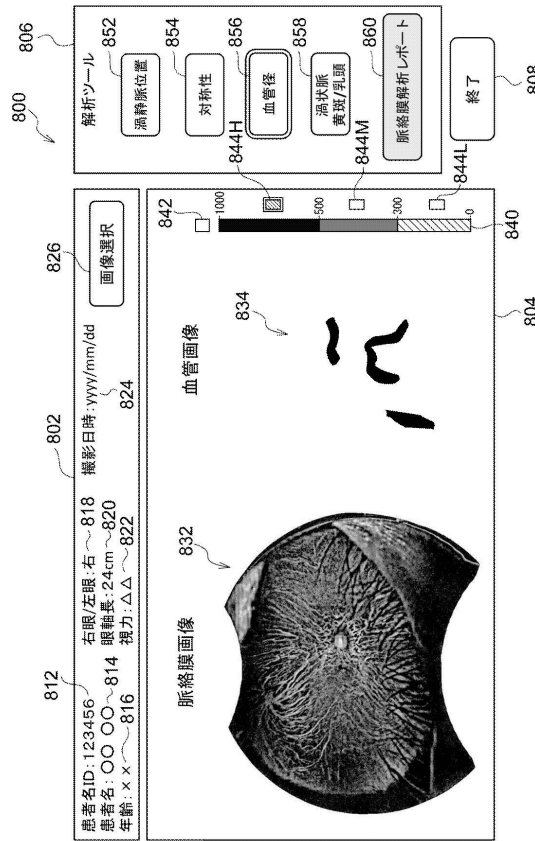
40

50

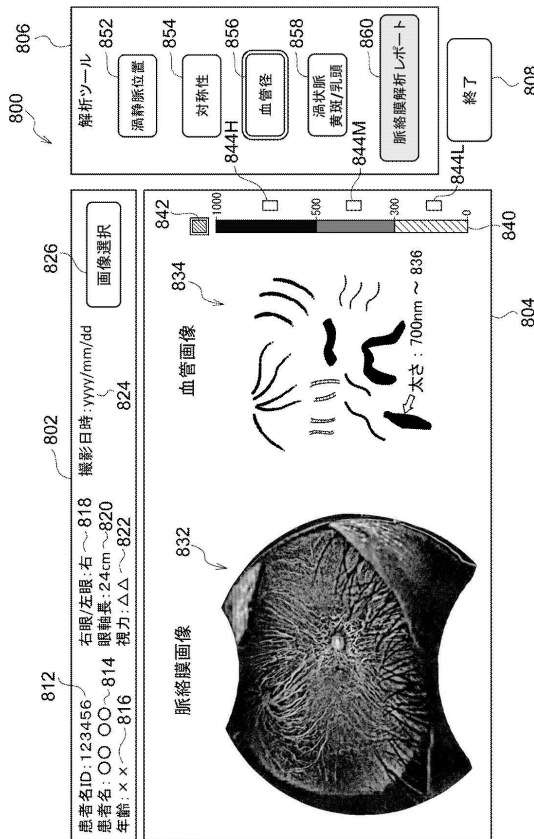
【図 28】



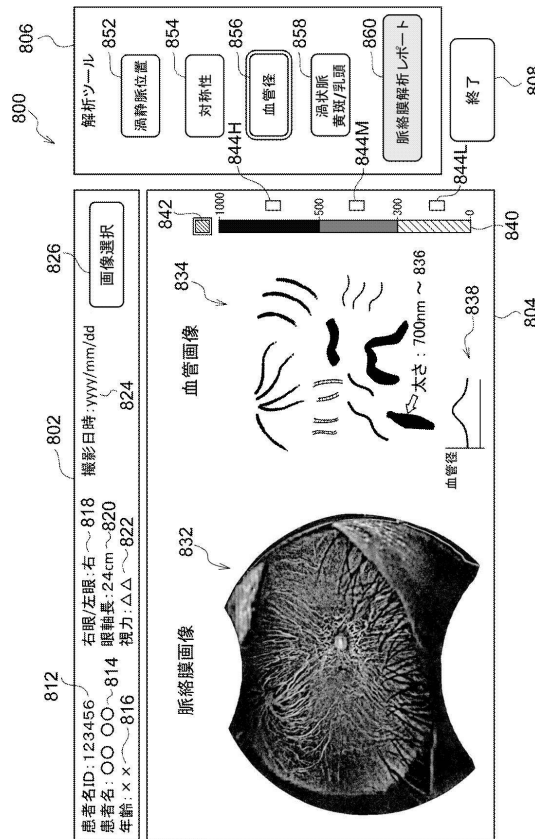
【図 29】



【図 30】



【図 31】



10

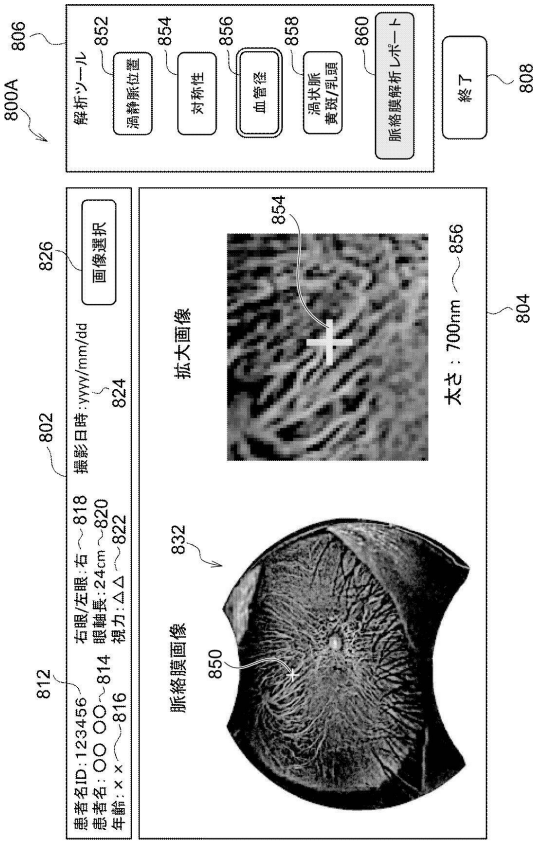
20

30

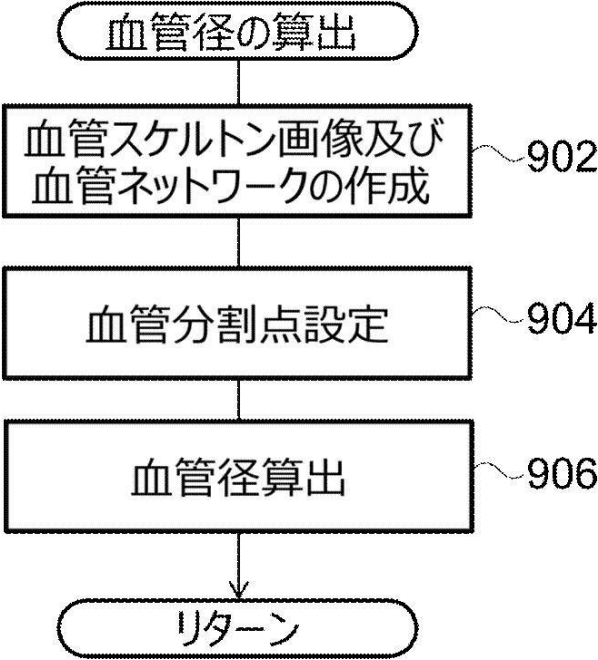
40

50

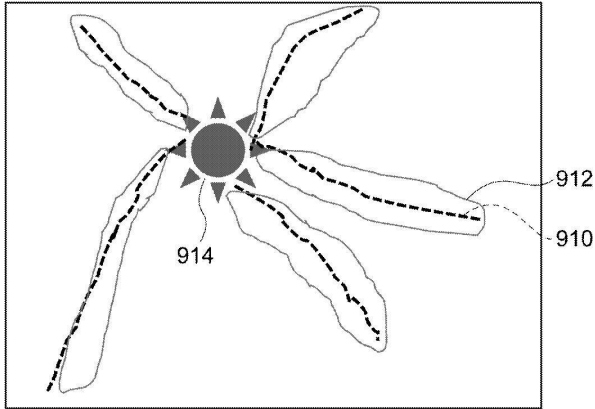
【図 3 2】



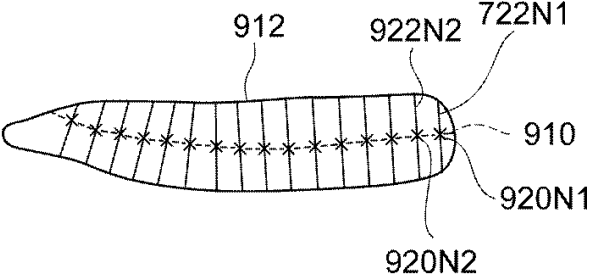
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 5】



10

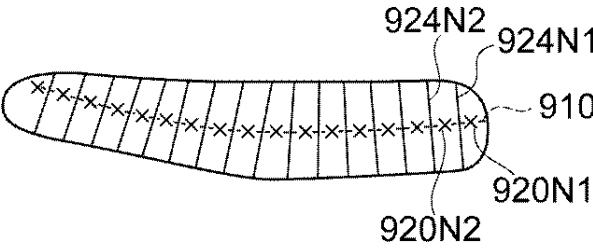
20

30

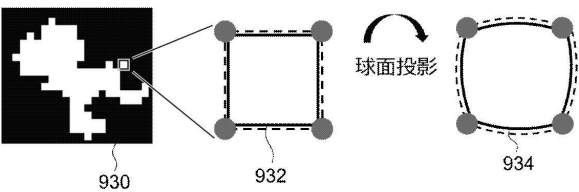
40

50

【図 3 6】



【図 3 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 0 9 7 7 4 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 0 4 3 1 5 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 0 0 0 1 3 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 8 9 5 8 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8
 G 0 6 T 7 / 6 2