

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6736270号
(P6736270)

(45) 発行日 令和2年8月5日(2020.8.5)

(24) 登録日 令和2年7月17日(2020.7.17)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/10 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/10 100

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-140052 (P2015-140052)
 (22) 出願日 平成27年7月13日 (2015.7.13)
 (65) 公開番号 特開2017-18435 (P2017-18435A)
 (43) 公開日 平成29年1月26日 (2017.1.26)
 審査請求日 平成30年7月10日 (2018.7.10)

(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
 (72) 発明者 坂川 幸雄
 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】 画像処理装置及び画像処理装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光干渉を用いて被検眼の眼底を断層撮影して得た前記眼底の断層画像における少なくとも1つの層境界を検出する検出手段と、

前記検出された少なくとも1つの層境界に基づいて、前記断層画像における前記被検眼の網膜が含まれる領域を判断する判断手段と、

前記網膜が含まれる領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で、前記網膜が含まれる領域とは異なる領域の強度分布を変換する処理手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記処理手段は、前記網膜が含まれる領域の強度分布を広げるように変換する変換量よりも大きい変換量で、前記異なる領域の強度分布を広げるように変換することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記処理手段は、前記網膜が含まれる領域の強度分布を階調変換する階調変換特性の傾きよりも大きい階調変換特性の傾きで、前記異なる領域の強度分布を階調変換することを特徴とする請求項1または2に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記検出手段は、前記網膜と前記被検眼の硝子体との層境界を検出し、

前記判断手段は、前記検出された少なくとも1つの層境界に基づいて、前記断層画像の

前記硝子体が含まれる領域を、前記異なる領域として判断することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記断層画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、

前記表示された断層画像上の位置を指定するポインティングデバイスと、を更に有し、前記処理手段は、前記ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、前記表示された断層画像上の前記ポインティングデバイスが指定する位置を含む領域の強度分布を、前記断層画像の他の領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】

10

前記処理手段は、前記ポインティングデバイスの指定する位置が前記表示手段に表示された断層画像上の前記被検眼の硝子体が含まれる領域にある場合に、前記操作信号を検知すると、前記硝子体が含まれる領域の強度分布を、前記網膜が含まれる領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換することを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記処理手段は、前記ポインティングデバイスの指定する位置が前記表示手段に表示された断層画像上の前記被検眼の脈絡膜が含まれる領域にある場合に、前記操作信号を検知すると、前記脈絡膜が含まれる領域の強度分布を、前記網膜が含まれる領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換することを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

20

【請求項8】

前記断層画像を少なくとも硝子体を含む領域と他の領域とに分割する領域分割手段を更に有し、

前記処理手段は、前記他の領域の強度分布よりも低い強度分布を持つ前記少なくとも硝子体を含む領域をエンハンス処理するように、前記少なくとも硝子体を含む領域の強度分布を変換することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記処理手段は、表示手段に表示可能なビット数よりも大きいビット数の前記被検眼の断層画像データの強度分布を変換し、前記強度分布を変換して得た断層画像データを前記表示可能なビット数の断層画像データに変換することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の画像処理装置。

30

【請求項10】

前記表示手段に表示可能なビット数よりも大きいビット数の前記被検眼の断層画像データは、前記検出された干渉光の強度情報を所定の変換処理を行うことにより生成された8ビットよりも大きいビット数の断層画像データであり、

前記強度分布を変換して得た断層画像データは、8ビット形式の断層画像データであることを特徴とする請求項9に記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記処理手段は、前記強度分布を変換して得た画像を表示手段に表示可能なビット数に変換することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載の画像処理装置。

40

【請求項12】

前記断層画像の縦分解能が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるように構成されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項13】

前記断層画像の縦分解能が $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるように構成されることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項14】

光干渉を用いて前記被検眼の眼底を断層撮影する光干渉断層撮影装置と、

前記光干渉断層撮影装置と通信可能に接続され、前記光干渉断層撮影装置により前記被

50

検眼の眼底を断層撮影して得た前記眼底の断層画像を取得する断層画像取得手段を更に有する請求項1乃至13のいずれか1項に記載の画像処理装置と、
を有することを特徴とするシステム。

【請求項15】

光干渉を用いて被検眼の眼底を断層撮影して得た前記眼底の断層画像を処理する画像処理装置の作動方法であって、

前記断層画像における少なくとも1つの層境界を検出する工程と、

前記画像処理装置が、前記検出された少なくとも1つの層境界に基づいて、前記断層画像における前記被検眼の網膜が含まれる領域を判断する判断する工程と、

前記網膜が含まれる領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で、前記網膜が含まれる領域とは異なる領域の強度分布を変換する工程と、

を有することを特徴とする画像処理装置の作動方法。

【請求項16】

請求項15に記載の画像処理装置の作動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】

【0001】

本発明は、光干渉を用いて被検眼の眼底を断層撮影して得た眼底の断層画像を処理する画像処理装置及び画像処理装置の作動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、多波長光干渉を利用した光コヒーレンストモグラフィ(OCT:Optical Coherence Tomography)による光干渉断層撮影装置が、例えば内視鏡での内蔵情報や、眼科装置での網膜の情報を得るために人体に対する適用分野を広げつつある。眼に適用した光干渉断層撮影装置は眼科用機器として網膜の専門外来では必要不可欠な装置になりつつある。このような光干渉断層撮影装置とは、低コヒーレント光である測定光を、サンプルに照射し、そのサンプルからの後方散乱光を、干渉系を用いることで測定することを可能にした装置である。そして、眼に適用した場合には、測定光を被検眼上で走査することにより被検眼の断層画像を高解像度に撮像することが可能であることから、網膜の眼科診断等において広く利用されている。

【0003】

しかしながら、光干渉断層撮影装置を用いて眼底の断層画像を取得する場合、一回の測定光の走査による断層画像の取得では、感度やノイズ等の課題により良好な画質の断層画像を得ることが難しい。そのため、特許文献1に示すように、被検眼の同一部位を複数回走査し、その結果得られた複数の断層画像同士の位置合わせを行った後に加算平均することで、断層画像の画質を向上させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-91552号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光干渉断層撮影装置は、断層画像を生成する際にセンサを用いて干渉光の強度を測定し、測定された干渉光の強度情報をフーリエ変換及び対数変換することにより、断層画像の元データを生成している。一般に、フーリエ変換及び対数変換後の断層画像の元データは32ビット程度の浮動小数点形式又は10ビット以上の整数形式のデータであり、そのまま通常のディスプレイに表示することはできない。そのため、断層画像の元データを通常のディスプレイに表示可能な8ビット整数形式のデータに変換する必要がある。

10

20

30

40

50

【0006】

断層画像の元データは非常に低強度な情報から高強度な情報まで含む高ダイナミックレンジのデータである。一方、通常のディスプレイに表示可能な8ビット整数形式のデータは相対的に低ダイナミックレンジのデータである。従って、この高ダイナミックレンジな元データをそのまま8ビット整数形式のデータに変換した場合、眼底部の診断に重要な網膜部のコントラストが大幅に低下してしまう。そのため、一般的な光干渉断層撮影装置では元データを8ビット整数形式のデータに変換する際に、低強度側のデータをある程度捨てることで、網膜部の良好なコントラストを得ている。

【0007】

しかしながら、低強度側の情報を捨てることにより、断層画像の元データに含まれていた硝子体部や脈絡膜部の情報が失われてしまい、硝子体や脈絡膜の内部構造を詳細に観察することが難くなるという課題があった。

【0008】

一方、近年では硝子体部の内部構造をより詳細に観察したいというニーズもある。しかしながら、硝子体部のコントラストを確保するように断層画像の元データを8ビット整数形式のデータに変換すると、網膜部のコントラストが低下し、網膜の内部構造を詳細に観察することが難しくなるという課題もあった。

【0009】

以上、本発明の目的の一つは、上記課題に鑑み、眼の断層画像における複数の領域（例えば、網膜と硝子体）の内部構造を詳細に観察可能に構成することである。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明に係る画像処理装置の一つは、

光干渉を用いて被検眼の眼底を断層撮影して得た前記眼底の断層画像における少なくとも1つの層境界を検出する検出手段と、

前記検出された少なくとも1つの層境界に基づいて、前記断層画像における前記被検眼の網膜が含まれる領域を判断する判断手段と、

前記網膜が含まれる領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で、前記網膜が含まれる領域とは異なる領域の強度分布を変換する処理手段と、を有する。

【0011】

また、本発明に係る画像処理装置の一つは、

光干渉を用いて被検眼の眼底を断層撮影して得た前記眼底の断層画像を少なくとも硝子体を含む領域と他の領域とに分割する領域分割手段と、

前記他の領域の強度分布よりも低い強度分布を持つ前記少なくとも硝子体を含む領域をエンハンス処理するように、前記少なくとも硝子体を含む領域の強度分布を変換する処理手段と、を有する。

【発明の効果】**【0012】**

本発明によれば、眼の断層画像における複数の領域（例えば、網膜と硝子体）の内部構造を詳細に観察可能に構成することができる。

【図面の簡単な説明】**【0013】**

【図1】本実施形態に係る光干渉断層撮影装置の一例を示す図である。

【図2】本実施形態に係る画像処理装置の一例を示す図である。

【図3】本実施形態に係る眼底の断層画像を複数の領域に分割してエンハンス処理を行う動作の一例を表すフローチャートである。

【図4】本実施形態に係る網膜と硝子体、脈絡膜の境界を示す説明図である。

【図5】本実施形態に係る網膜の領域、硝子体及び脈絡膜の領域におけるヒストグラムの一例を示す図である。

【図6】本実施形態に係る網膜の領域、硝子体及び脈絡膜の領域におけるエンハンス処理

10

20

30

40

50

、エンハンス処理後の網膜の断層画像の一例を示す図である。

【図7】本実施形態に係る操作者の指示により指定領域のエンハンス処理を行う方法の一例を示す図である。

【図8】本実施形態に係る前眼部の断層画像を複数の領域に分割してエンハンス処理を行う動作の一例を表すフローチャートである。

【図9】本実施形態に係るポインティングデバイスの操作により指定領域のエンハンス処理を行う方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の好適な実施形態について説明する。

10

【0015】

(光干渉断層撮影装置の構成)

図1は、本実施形態に係る光干渉断層撮影装置を示す図である。100は光干渉部であり、近赤外光を発光する低コヒーレンス光源である光源101を有する。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。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、逆の光路を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。

20

【0016】

ここで、光源101は、例えば、代表的な低コヒーレント光源であるS L D (S u p e r L uminescent D i o d e)であり、中心波長は855nm、波長バンド幅は約100nmである。ここで、波長バンド幅は、得られる断層画像の光軸方向の分解能である縦分解能に影響するため、重要なパラメータである。また、光源の種類は、ここではS L Dを選択したが、低コヒーレント光を出射できればよく、A S E (A m p l i f i e d S p o n t a n e o u s E m i s s i o n)等も用いることができる。中心波長は、被検眼を測定することを鑑みると、近赤外光が適しており、本実施形態では中心波長を855nmとしている。ここで、視細胞内節外節接合部(I S / O S : j u n c t i o n b e t w e e n p h o t o r e c e p t o r i n n e r a n d o u t e r s e g m e n t)や外境界膜(E L M : e x t e r n a l l i m i t i n g m e m b r a n e)等の層よりも薄い膜を良く観察できることが、診断上、好ましい。このためには、O C T断層画像の縦分解能は5μm以下を達成する必要があり、より好ましくは3μm以下を達成する必要がある。このとき、縦分解能は、O C T光源の波長バンド幅に依存しており、3μm以下を達成するためには、O C T光源の波長バンド幅が約100nm以上である必要がある。

30

【0017】

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ている。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

40

50

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上を移動する。この照明スポット位置における反射光が逆光路をたどり光ファイバ102bに入射して、光分岐部103まで戻ることになる。

【0018】

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から反射された測定光は戻り光として光分岐部103に戻され光干渉を発生させる。相互に干渉した光は光ファイバ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は画像処理装置300に接続されている。10

【0019】

(画像処理装置の構成)

図2は、画像処理装置300について説明する図である。図2に示すように、画像処理装置300は、断層画像の元データを生成する手段としての再構成部301を備えている。本実施形態は、フーリエドメイン方式を用いた光干渉断層撮影装置であり、ラインセンサ125の出力データを再構成部301で波数変換、フーリエ変換及び対数変換することで被検眼の断層画像の元データを生成する。なお、本実施形態では、フーリエドメイン方式の光干渉断層撮影装置としたが、タイムドメイン方式の光干渉断層撮影装置であってもよい。なお、再構成部301は、本実施形態に係る断層画像取得手段の一例である。例えば、再構成部301は、ラインセンサ125が干渉光を検出して得た干渉信号を受信し、受信した干渉信号から断層画像を再構成することにより、断層画像を取得しても良い。また、再構成部301は、光干渉断層撮影装置で生成された断層画像のデータを受信することにより、断層画像を取得しても良い。20

【0020】

また、画像処理装置300は、生成された断層画像の元データを解析する画像解析部302を備えている。画像解析部302は、被検眼の断層画像の元データを解析し、断層画像の元データに含まれる被検眼の構造物を解析することができる。領域分割部303は、被検眼の断層画像の元データを複数の領域に分割するための処理部である。そして、エンハンス処理部305は、分割された複数の領域について断層画像の元データに対してコントラスト及び強度調整を行う。また、エンハンス処理部305は、表示手段としての表示部310に接続されており、エンハンス処理された断層画像の表示が可能なように構成されている。さらに、画像処理装置300にはポインティングデバイス320が接続されている。このポインティングデバイス320は回転式ホイールとボタンを備えたマウスであり、表示部301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、スタイルスペン等の任意のポインティングデバイスを用いることもできる。30

【0021】

このように、光干渉断層撮影装置は、光干渉部100、走査光学系200、画像処理装置300で構成される。なお、画像処理装置300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CPU330(図示しない)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。本実施形態では、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。40

【0022】

CPU330は、RAM3302(図示しない)やROM3303(図示しない)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。RAM3302は、記50

憶媒体ドライブ 3308 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、CPU 2330 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。ROM 3303 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。また、画像処理装置 300 は、画像処理ボードで電気回路として構成することもできる。また、光干渉断層撮影装置と画像処理装置 300 とは別体に設けられ、互いに有線あるいは無線で通信可能に接続される構成でも良いし、画像処理装置 300 が光干渉断層撮影装置の内部に設けられて一体として構成されても良い。

【0023】

(光干渉断層撮影装置の制御方法)

また、本実施形態に係る光干渉断層撮影装置において、被検眼の断層画像を撮影するための制御方法について述べる。まず、検者は、本実施形態に係る光干渉断層撮影装置の前に患者を着座させ、OCT撮影を開始する。光源 101 から射出した光は、光ファイバ 102a を通過し光分岐手段 103 にて被検眼に向かう測定光と参照ミラー 113 に向かう参照光に分けられる。被検眼に向かう測定光は、光ファイバ 102b を通過しファイバ端から射出され、光学系 202 により略平行化され、走査手段 203 へ入射する。走査手段 203 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 204 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逆の経路をたどって光分岐部 103 へと戻される。一方、参照ミラーに向かう参照光は光ファイバ 102c を通過しファイバ端から射出され、コリメート光学系 111 及び分散補償光学系 112 を通して参照ミラー 113 に到達する。参照ミラー 113 で反射された参照光は逆の経路をたどって光分岐部 103 へと戻される。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、被検眼上的一点における干渉信号を得ることができる。

【0024】

また、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) 及び対数変換処理を行い、被検眼上的一点における深さ方向の断層画像の元データを生成する。なお、再構成部 301 で生成される断層画像の元データは 32 ビットの浮動小数点形式のデータである。ここで、一般的に、干渉信号に対して FFT を行うことにより、小数を含む浮動小数点形式のデータが生成される。このため、干渉信号に対して FFT を行うことにより、12 ビットの整数形式のデータよりも多いビット数のデータが生成されることになる。なお、干渉信号に対して FFT を行うことにより得たデータのビット数は、32 ビットである必要はなく、干渉信号のビット数よりも多いビット数であれば良く、例えば 16 ビットや 64 ビットであっても良い。

【0025】

また、被検眼上的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、被検眼上の別の一点の干渉光を発生させる。該別の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、被検眼上の別の一点における深さ方向の断層画像の元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画像の元データを生成することができる。また、被検眼の同一箇所を複数回走査して断層画像の元データを取得する第一のモードと、同一箇所を複数回走査して複数の断層画像の元データを取得する第二のモードがある。第一のモードでは、再構成部 301 は取得された一枚の断層画像の元データを生成する。第二のモードでは、再構成部 301 は取得された複数の断層画像の元データ同士の位置合わせを行い、さらにそれらを重ね合わせる(平均化する)ことで最終的に一枚の断層画像の元データを生成する。

【0026】

(眼底の断層画像の複数の領域の少なくとも一つの領域の強度分布を、他の領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換する処理を行うための手順)

10

20

30

40

50

次に、本実施形態に係る光干渉断層撮影装置において、眼底の断層画像を複数の領域に分割し、個々の領域に対して強度とコントラストの調整を行う手順について、図3を用いて説明する。ここで、図3は、本実施形態に係る眼底の断層画像を複数の領域に分割してエンハンス処理を行う動作の一例を表すフローチャートである。

【0027】

まず、再構成部301は、ステップS101にて網膜の断層画像の元データを生成した後、生成された断層画像の元データを画像解析部302へと出力する。画像解析部302は入力された断層画像の元データを解析し、図4に示すように断層画像上における硝子体と網膜の境界、網膜と脈絡膜の境界を検出する(ステップS102)。検出された境界情報は領域分割部303へと出力され、領域分割部303は入力された境界情報に基づき、断層画像を硝子体の領域Vi、網膜の領域Re、脈絡膜の領域Coの3つの領域に分割する(ステップS103)。

10

【0028】

また、領域分割部303は、分割された3つの領域が、網膜の領域か、網膜以外の領域かを判断する(ステップS104)。ここでは網膜の領域Reが網膜の領域であると判断され、硝子体の領域Vi及び脈絡膜の領域Coは網膜以外の領域として判断される。そして、領域分割部303によって網膜であると判断された領域は、ステップS105から始まるフローで処理される。領域分割部303によって網膜以外であると判断された領域は、ステップS108から始まるフローで処理される。

20

【0029】

まず、エンハンス処理部305は、断層画像の元データの網膜の領域Reにおけるヒストグラムを取得する(ステップS105)。ここで取得される網膜の領域Reのヒストグラムは図5(a)に示すように幅Waが狭く、中心位置Paも低い位置にある。ここで、断層画像の元データは32ビット浮動小数点形式のデータである。このデータを、ヒストグラム形状を保ったまま、表示部310で表示可能な8ビット整数形式のデータに変換した場合、図6(a)に示すように網膜の領域Reのコントラストが非常に低い画像となってしまう。そのため、エンハンス処理部305はヒストグラムの幅Wrが所望の幅Wrを持ち、ヒストグラムの中心位置Prが所望の位置Prとなるように、コントラスト変換量Ec及び強度変換量Ebを決定する(ステップS106)。

30

【0030】

【数1】

$$Ec = \frac{Wr}{Wa} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$Eb = Pr - Pa \quad \cdots \text{式 (2)}$$

また、エンハンス処理部305は、領域分割部303にて網膜の領域であると判断された網膜の領域Reにおいて元の強度値Irに対して式(3)によって表わされるエンハンス処理を施す(ステップS107)。

$$Ie = Ir \times Ec + Eb \quad \cdots \text{式 (3)}$$

40

ここで、Ieはエンハンス処理後の強度値であり、8ビット整数形式のデータである。この処理により、図6(b)に示すように断層画像上の網膜の領域Reはコントラストの高い画像となるため、網膜の内部構造を詳細に観察することが可能となる。なお、32ビットのデータに対するエンハンス処理として、上述したように、コントラスト変換等の強度分布を変換する処理と8ビットのデータに変換する処理とを一度の処理で行うことが好ましいが、これに限らない。例えば、32ビットのデータに対するエンハンス処理として、強度分布を変換する処理を行い、この処理の後に、8ビットのデータに変換する処理を行っても良い。

【0031】

また、エンハンス処理部305は、ステップS108において断層画像の元データの網

50

膜以外の領域のヒストグラムを取得する。ここで取得される網膜以外の領域のヒストグラムは図5(b)に示すように、網膜の領域と比べてもさらに幅W_bが狭く、中心位置P_bも低い位置にある。このデータを、ヒストグラムを保ったまま、表示部310で表示可能な8ビット整数形式のデータに変換した場合、図6(c)に示すように硝子体の領域V_i及び脈絡膜の領域C_oがほぼ黒に近い画像となってしまう。そのため、エンハンス処理部305はヒストグラムの幅W_bが所望の幅W_vを持ち、ヒストグラムの中心位置P_bが所望の位置P_vとなるように、コントラスト変換量E_c及び強度変換量E_bを決定する(ステップS109)。図5(b)に示したように、硝子体や脈絡膜における強度値は網膜と比べて暗い。そのため、一般的に網膜以外の領域に対するコントラスト変換量E_c及び強度変換量E_bは網膜の領域に対する変換量よりも大きくなる。

10

【0032】

【数2】

$$Ec = \frac{Wv}{Wb} \quad \cdots \text{式 (4)}$$

$$Eb = Pv - Pb \quad \cdots \text{式 (5)}$$

また、エンハンス処理部305は、領域分割部303にて網膜以外の領域であると判断された硝子体の領域V_i及び脈絡膜の領域C_oにおいて元の強度値I_vに対して式(6)によって表わされるエンハンス処理を施す(ステップS110)。

20

$$Ie = Iv \times Ec + Eb \quad \cdots \text{式 (6)}$$

ここで、I_eはエンハンス処理後の強度値であり、8ビット整数形式のデータである。この処理により、図6(d)に示すように断層画像上の硝子体の領域V_i及び脈絡膜の領域C_oもコントラストの高い画像となるため、硝子体及び脈絡膜の内部構造を詳細に観察することが可能となる。なお、32ビットのデータに対するエンハンス処理として、上述したように、コントラスト変換等の強度分布を変換する処理と8ビットのデータに変換する処理とを一度の処理で行なうことが好ましいが、これに限らない。例えば、32ビットのデータに対するエンハンス処理として、強度分布を変換する処理を行い、この処理の後に、8ビットのデータに変換する処理を行っても良い。

また、エンハンス処理部305は、ステップS107でエンハンス処理された網膜の領域R_eの画像とステップS110でエンハンスされた硝子体の領域V_i及び脈絡膜の領域C_oの画像とを合成し、一枚の8ビット整数形式の断層画像を生成する(ステップS111)。ステップS111で生成される断層画像は図6(e)に示すように、網膜の領域R_eだけでなく硝子体の領域V_i及び脈絡膜の領域C_oにおけるコントラストも高く、網膜、硝子体、脈絡膜の内部構造を詳細に観察することができる。そして、エンハンス処理部305は生成した断層画像を表示制御部304へと出力し、表示制御部304は、エンハンス処理された断層画像を表示部310に表示させる(ステップS112)。

30

【0033】

なお、ここでは画像解析部302が、断層画像の元データにおける網膜と硝子体、脈絡膜の境界を検出しているが、この検出を行わずに領域毎に異なるエンハンス処理を行うこともできる。例えば領域分割部303は、予め断層画像の元データを所定の複数の領域に分割しておき、それぞれの領域に網膜、硝子体又は脈絡膜が含まれるかどうかを判断することができる。この判断により、それぞれの領域毎が網膜の領域か網膜以外の領域かを判断し、それぞれの領域毎に異なるエンハンス処理を行うことができる。

40

【0034】

また、本実施形態では、断層画像の元データを網膜の領域と網膜以外の領域の2つに分けてエンハンス処理を行っているが、網膜、硝子体、脈絡膜の3つの領域に分けてそれぞれ異なるエンハンス処理を行うようにしても良い。さらに、網膜上で特に明るい色素上皮や特に暗い強膜領域を特定し、それら特定された領域で異なるエンハンス処理を施すこともできる。さらに、本実施形態では、エンハンス処理において元の強度値に対するリニア

50

変換処理を行っているが、これはリニア変換処理に限るものではない。元の強度値に対してガンマカーブやS字カーブに代表される任意のカーブ形状を持つ変換式を適用することができる。

【0035】

また、本実施形態では、網膜の領域と網膜以外の領域で各々のヒストグラムを取得し、各々のコントラスト変換量及び強度変換量を求めていている。しかし、断層画像の元データから一つのヒストグラムを取得し、その一つのヒストグラムに基づいて各々の領域のコントラスト変換量及び強度変換量を決定することもできる。例えば、画像の全体領域からヒストグラムを取得し、そのヒストグラムから網膜の領域におけるコントラスト変換量及び強度変換量を決定する。次に、決定された網膜の領域のコントラスト変換量及び強度変換量を任意の式で増加させた後、それらの変換量を網膜以外の領域に適用することもできる。この様な処理とすることでヒストグラムの計算処理を一度で済ませることができる。10

【0036】

ここで、エンハンス処理部305は、複数の領域の少なくとも一つの領域の強度分布を、他の領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換するように構成されれば良い。また、エンハンス処理部305は、相対的に低い強度分布を持つ少なくとも硝子体を含む領域をエンハンス処理するように、少なくとも硝子体を含む領域の強度分布を変換するように構成されていても良い。このとき、エンハンス処理としては、領域の強度分布が変換されれば良く、エンハンス処理部305は、例えば、上述したコントラスト変換と強度変換のうち、コントラスト変換だけ行うように構成されていても良い。また、エンハンス処理としては、コントラスト変換の他に、領域の階調変換でも良く、エンハンス処理部305は、複数の領域のそれぞれの階調変換特性の傾き（例えば、ガンマ）が異なるように、強度分布を変換するように構成されていても良い。上述したように、相対的に低い強度分布を持つ少なくとも硝子体を含む領域の方が、強度分布を広げる量や階調変換特性の傾き等の変換量が、他の領域の変換量よりも大きい方が好ましい。これにより、異なる強度分布を持つ複数の領域（例えば、網膜と硝子体）の内部構造を詳細に観察可能に構成することができる。20

【0037】

また、本実施形態では、網膜の領域と網膜以外の領域で異なるエンハンス処理が行われるため、網膜の領域と網膜以外の領域の境界において急激な強度の変化が生じてしまう可能性がある。この様な急激な強度の変化は眼の内部構造の詳細を観察する上で好ましくない。そのため、網膜の領域と網膜以外の領域で異なるエンハンス処理を行う際、その境界付近においてコントラスト変換量及び強度変換量が徐々に変化するようにエンハンス処理を施しても良い。30

【0038】

また、本実施形態では、エンハンス処理部305は網膜の領域と網膜以外の領域で異なるエンハンス処理を行っているが、エンハンス処理部305は全ての領域で同じエンハンス処理を行うこともできる。例えば、表示部310は、図7(a)に示すように、硝子体領域のエンハンス処理を行うための硝子体強調ボタン及び脈絡膜強調ボタンを備える。これらのボタンが押される前は断層画像領域全体に対して同じエンハンス処理を行い、表示制御部304はエンハンス処理後の画像を表示部310に表示させる。そして、硝子体強調ボタンが押された時は、図7(b)に示すように、硝子体の領域に対してより強いエンハンス処理を行い、表示制御部304はエンハンス処理後の画像を表示部310に表示させる。脈絡膜強調ボタンが押された時は、図7(c)に示すように、脈絡膜の領域に対してより強いエンハンス処理を行い、表示制御部304はエンハンス処理後の画像を表示部310に表示させる。この様な処理とすることで、医師は必要な時にのみ所望の領域を強調した画像を得ることができ、所望の部位の内部構造を詳細に観察することができる。40

【0039】

（前眼部の断層画像の複数の領域の少なくとも一つの領域の強度分布を、他の領域の強度分布を変換する変換量よりも大きい変換量で変換する処理を行うための手順）50

また、本実施形態に係る光干渉断層撮影装置において、前眼部の断層画像を複数の領域に分割し、個々の領域に対して強度とコントラストの調整を行う手順について、図8を用いて説明する。ここで、図8は、本実施形態に係る前眼部の断層画像を複数の領域に分割してエンハンス処理を行う動作の一例を表すフローチャートである。

【0040】

まず、再構成部301は、ステップS201にて前眼部の断層画像の元データを生成した後、生成された断層画像の元データを画像解析部302へと出力する。画像解析部302は入力された断層画像の元データを解析し、断層画像上における空気と角膜表面の境界と隅角部を検出する(ステップS202)。検出情報は領域分割部303へと出力され、領域分割部303は入力された検出情報に基づき、断層画像を空気中の領域Ai、眼内の領域Ey、隅角部の領域Anの3つの領域に分割する(ステップS203)。また、領域分割部303は、分割された3つの領域が、隅角部の領域か、隅角部以外の領域かを判断する(ステップS204)。ここでは隅角部の領域Anが隅角部の領域であると判断され、空気中の領域Ai及び隅角部以外の眼内の領域Eyは隅角部以外の領域として判断される。そして、領域分割部303によって隅角部であると判断された領域は、ステップS205から始まるフローで処理される。領域分割部303によって隅角部以外であると判断された領域は、ステップS208から始まるフローで処理される。

10

【0041】

まず、エンハンス処理部305は、断層画像の元データの隅角部以外の領域におけるヒストグラムを取得する(ステップS205)。ここで取得される隅角部以外の領域のヒストグラムは幅Waが狭く、中心位置Paも低い位置にある。ここで断層画像の元データは32ビット浮動小数点形式のデータである。このデータを、ヒストグラム形状を保ったまま、表示部310で表示可能な8ビット整数形式のデータに変換した場合、隅角部以外の眼内の領域Eyのコントラストが非常に低い画像となってしまう。そのため、エンハンス処理部305はヒストグラムの幅Waが所望の幅Wcを持ち、ヒストグラムの中心位置Paが所望の位置Pcとなるように、コントラスト変換量Ec及び強度変換量Ebを決定する(ステップS206)。

20

【0042】

【数3】

$$Ec = \frac{Wc}{Wa} \quad \dots \text{式 (7)}$$

30

$$Eb = P_c - Pa \quad \dots \text{式 (8)}$$

そして、エンハンス処理部305は、領域分割部303にて隅角部以外の領域であると判断された領域において元の強度値Icに対して式(9)によって表わされるエンハンス処理を施す(ステップS207)。

$$Ie = Ic \times Ec + Eb \quad \dots \text{式 (9)}$$

ここで、Ieはエンハンス処理後の強度値であり、8ビット整数形式のデータである。この処理により、断層画像上の隅角部以外の眼内の領域Eyはコントラストの高い画像となるため、角膜等の内部構造を詳細に観察することが可能となる。

40

【0043】

また、エンハンス処理部305は、ステップS208において断層画像の元データの隅角部の領域のヒストグラムを取得する。ここで取得される隅角部の領域のヒストグラムは隅角部以外の領域と比べてもさらに幅Wbが狭く、中心位置Pbも低い位置にある。このデータを、ヒストグラム形状を保ったまま、表示部310で表示可能な8ビット整数形式のデータに変換した場合、隅角部の領域Anがほぼ黒に近い画像となってしまう。そのため、エンハンス処理部305はヒストグラムの幅Wbが所望の幅Wnを持ち、ヒストグラムの中心位置Pbが所望の位置Pnとなるように、コントラスト変換量Ec及び強度変換量Ebを決定する(ステップS209)。隅角部における強度値は隅角部以外と比べて暗

50

い。そのため、一般的に隅角部の領域に対するコントラスト変換量 E_c 及び強度変換量 E_b は隅角部以外の領域に対する変換量よりも大きくなる。

【0044】

【数4】

$$E_c = \frac{W_n}{W_b} \quad \cdots \text{式 (10)}$$

$$E_b = P_n - P_b \quad \cdots \text{式 (11)}$$

また、エンハンス処理部305は、領域分割部303にて隅角部の領域であると判断された隅角部の領域 A_n において元の強度値 I_n に対して式(12)によって表わされるエンハンス処理を施す(ステップS210)。10

$$I_e = I_n \times E_c + E_b \quad \cdots \text{式 (12)}$$

ここで I_e はエンハンス処理後の強度値であり、8ビット整数形式のデータである。この処理により、断層画像上の隅角部の領域 A_n もコントラストの高い画像となるため、隅角部の内部構造を詳細に観察することが可能となる。また、エンハンス処理部305はステップS207でエンハンス処理された隅角部以外の領域の画像とステップS210でエンハンスされた隅角部の領域 A_n の画像とを合成し、一枚の8ビット整数形式の断層画像を生成する(ステップS211)。ステップS211で生成される断層画像は、隅角部以外の眼内の領域 E_y だけでなく隅角部の領域 A_n におけるコントラストも高く、隅角部を含めた眼の内部構造を詳細に観察することができる。そして、エンハンス処理部305は、生成した断層画像を表示制御部304へと出力し、表示制御部304は、エンハンス処理された断層画像を表示部310に表示させる(ステップS212)。20

【0045】

なお、ここでは画像解析部302が断層画像の元データにおける空気と角膜表面の境界、及び隅角部を検出しているが、この検出を行わずに領域毎に異なるエンハンス処理を行うこともできる。例えば領域分割部303は、予め断層画像の元データを所定の複数の領域に分割しておき、それぞれの領域に空気、隅角部以外の眼内、隅角部が含まれるかどうかを判断することができる。この判断により、それぞれの領域毎が隅角部の領域か隅角部以外の領域かを判断し、それぞれの領域毎に異なるエンハンス処理を行うことができる。30

【0046】

また、本実施形態では、断層画像の元データを隅角部の領域と隅角部以外の領域の2つに分けてエンハンス処理を行っているが、空気中、隅角部以外の眼内、隅角部の3つの領域に分けてそれぞれ異なるエンハンス処理を行うようにしても良い。さらに、前眼部の断層画像上で観察できる強膜、前房部、水晶体、毛様体及び硝子体を特定し、それら特定された領域で異なるエンハンス処理を施すこともできる。特に前眼部の断層画像では眼の外側にある空気中の領域が画像内に表示されるが、この空気中の領域は診断には用いられない。そのため、空気中の領域に対するコントラスト変換量及び強度変換量を抑制する、或いはエンハンス処理を行わないようにすることもできる。

【0047】

以上のように、断層画像を複数の領域に分割し、それぞれの領域に対してエンハンス処理を行うことにより、それぞれの領域において高いコントラストを得ることができ、それら複数の部位の内部構造を詳細に観察することができる。

【0048】

次に、この光干渉断層撮影装置において、断層画像の元データを複数の領域に分割し、ポインティングデバイスの操作に基づき指定された領域の強度とコントラストの調整を行う手順について説明する。

【0049】

(網膜の指定された領域のエンハンス処理)

再構成部301は、網膜の断層画像の元データを生成した後、生成された断層画像の元50

データを画像解析部 302 へと出力する。画像解析部 302 は入力された断層画像の元データを解析し、図 4 に示すように、断層画像上における硝子体と網膜の境界、網膜と脈絡膜の境界を検出する。検出された境界情報は領域分割部 303 へと出力され、領域分割部 303 は入力された境界情報に基づき、断層画像を硝子体の領域 V_i、網膜の領域 R_e、脈絡膜の領域 C_o の 3 つの領域に分割する。エンハンス処理部 305 は断層画像の元データ全体に対してエンハンス処理を行い、処理された断層画像は表示部 310 にて表示される。表示部 310 には、図 9 (a) に示すように、断層画像だけでなく、ポインティングデバイスの指定位置を表わすカーソル Y が表示されている。ポインティングデバイスのカーソル Y が断層画像上にある時、ポインティングデバイスの図示しないボタンを押下げ移動（ドラッグ操作）すると、以下の動作を行う。

10

【0050】

まず、カーソル Y の位置が分割された 3 つの領域のうちどの領域の上にあるかを検知する。そして、カーソル Y が硝子体の領域 V_i にあると判断された場合、図 9 (c) に示すように、エンハンス処理部 305 は、ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、硝子体の領域 V_i のエンハンス処理を行う。カーソル Y が網膜の領域 R_e にあると判断された場合、図 9 (b) に示すように、エンハンス処理部 305 は、ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、網膜の領域 R_e のエンハンス処理を行う。カーソル Y が脈絡膜の領域 C_o にあると判断された場合、図 9 (d) に示すように、エンハンス処理部 305 は、ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、脈絡膜の領域 C_o のエンハンス処理を行う。

20

【0051】

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、スタイルスペン等の任意のポインティングデバイスを用いることもできる。また、ドラッグ操作ではなく、ホイールの回転操作やスライド操作など、位置指定以外の任意のポインティングデバイスの操作によって生じる操作信号に基づいて、エンハンス処理を実行することができる。

【0052】

また、本実施形態では、エンハンス対象とする領域をカーソル Y の位置に基づいて決定しているが、別の方でエンハンス対象を指定することもできる。例えば、図 9 (e) に示すように表示部 310 に領域選択ボタン Z を表示し、この領域選択ボタン Z の選択結果に応じてどの領域のエンハンス処理を行うかを決定することができる。

30

【0053】

（前眼部の指定された領域のエンハンス処理）

再構成部 301 は、前眼部の断層画像の元データを生成した後、生成された断層画像の元データを画像解析部 302 へと出力する。画像解析部 302 は入力された断層画像の元データを解析し、断層画像上における空気と角膜表面の境界と隅角部を検出する。検出情報は領域分割部 303 へと出力され、領域分割部 303 は入力された検出情報に基づき、断層画像を空気中の領域 A_i、眼内の領域 E_y、隅角部の領域 A_n の 3 つの領域に分割する。エンハンス処理部 305 は断層画像の元データ全体に対してエンハンス処理を行い、処理された断層画像は表示部 310 にて表示される。表示部 310 には、エンハンス処理された断層画像だけでなく、ポインティングデバイスの指定位置を表わすカーソル Y が表示されている。ポインティングデバイスのカーソル Y が断層画像上にある時、ポインティングデバイスの図示しないボタンを押下げ移動（ドラッグ操作）すると、以下の動作を行う。

40

【0054】

まず、カーソル Y の位置が分割された 3 つの領域のうちどの領域の上にあるかを検知する。そして、カーソル Y が眼内の領域 E_y にあると判断された場合、エンハンス処理部 305 は、ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、眼内の領域 E_y のエンハンス処理を行う。カーソル Y が隅角部の領域 A_n にあると判断された場合、エンハンス処理部 305 は、ポインティングデバイスの操作信号に基づいて、隅角部の領域 A_n のエンハンス

50

処理を行う。なお、カーソルYが空気中の領域Aiにあると判断された場合、エンハンス処理部305は空気中の領域Aiのエンハンス処理を行わない。これは、空気中には撮影対象物が存在しておらず、空気中の領域Aiは診断には用いられないためである。

【0055】

以上のように、断層画像上で指定された領域のエンハンス処理を行う事により、所望の領域のみを強調した画像を得ることができ、所望の部位の内部構造を詳細に観察することができる。

【0056】

(その他の実施形態)

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。

【0057】

なお、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。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。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。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、フロッピー（登録商標）ディスク、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、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD（DVD-ROM、DVD-R）などである。

【0058】

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。

【0059】

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するようにもできる。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。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

10

20

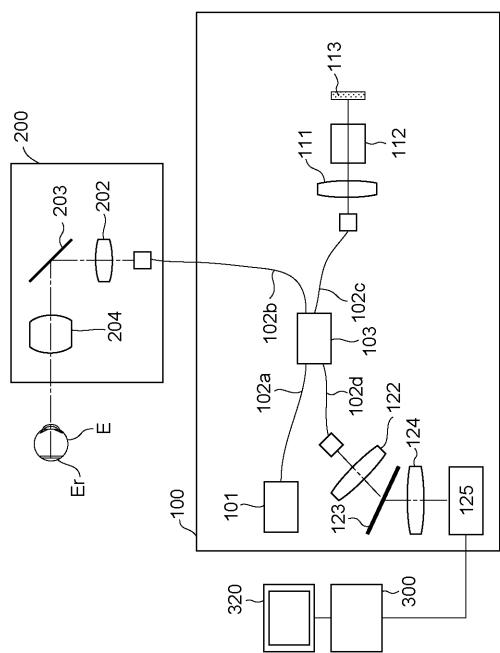
30

40

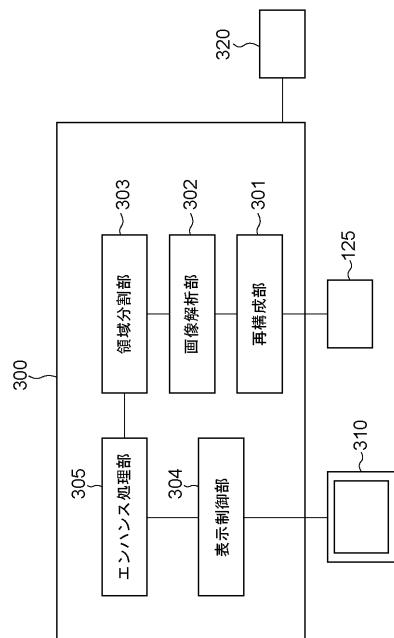
50

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。

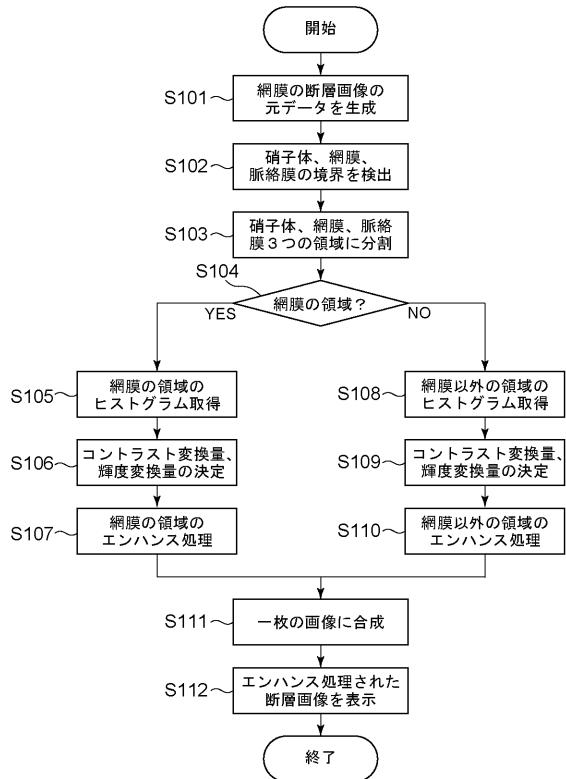
【図1】



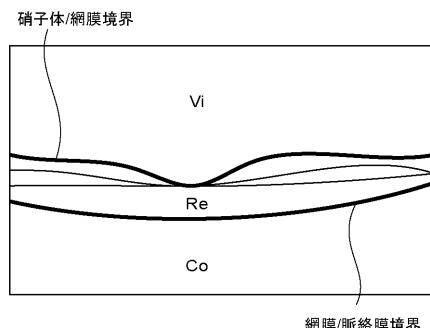
【図2】



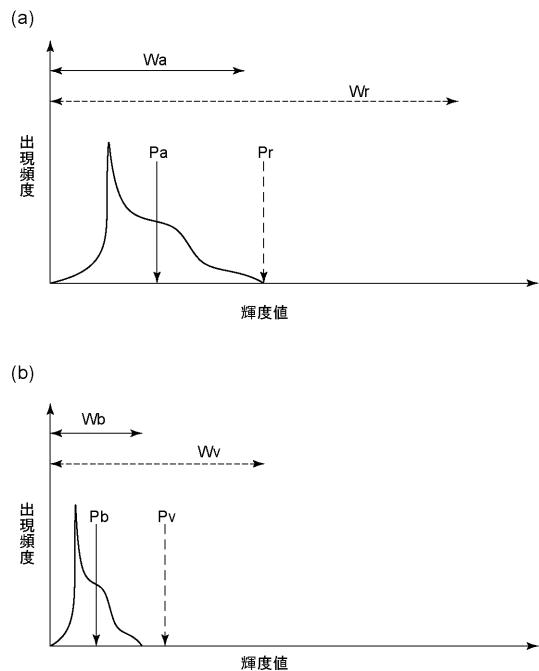
【図3】



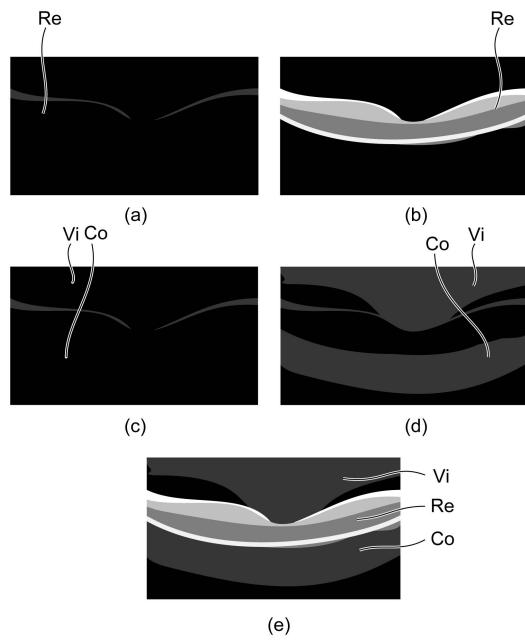
【図4】



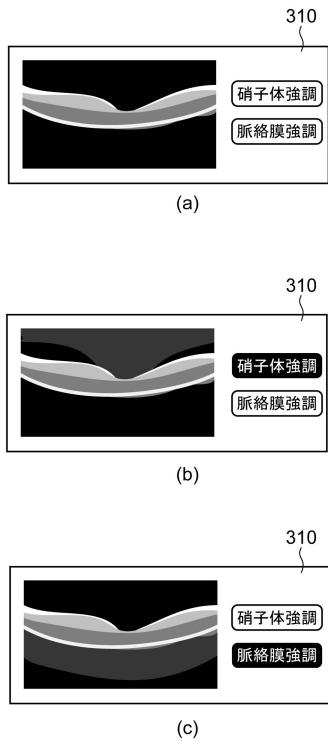
【図5】



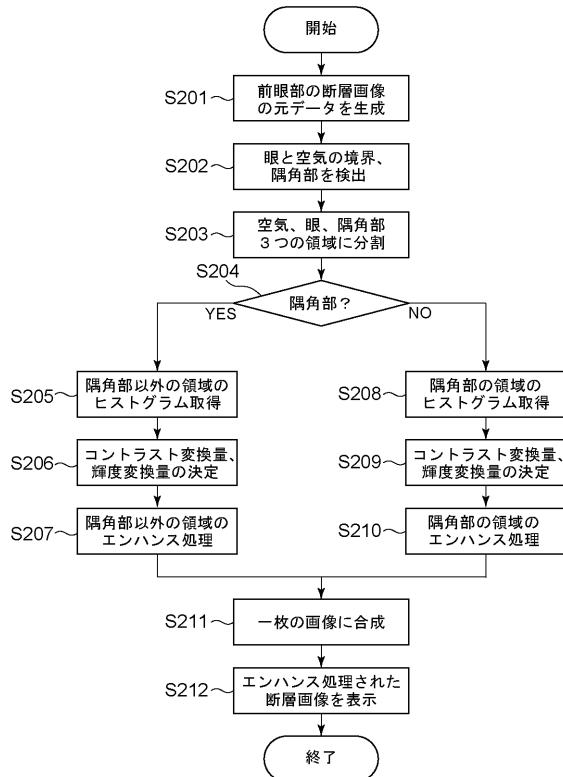
【図6】



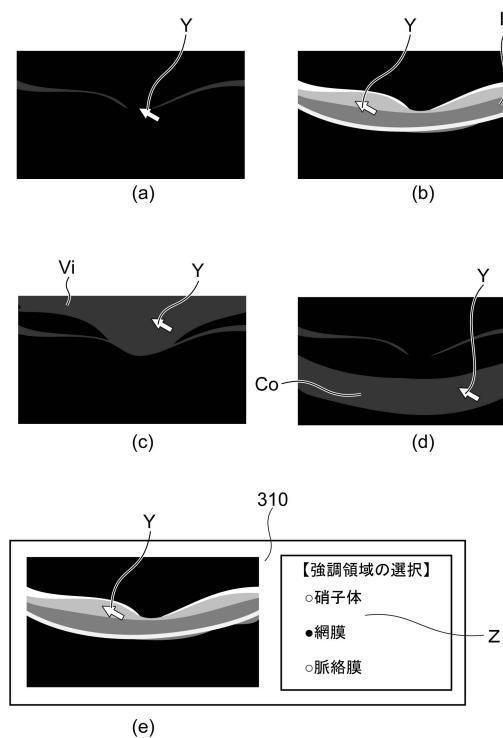
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 クシュトフ ピオトロスキ
プラク ストゼルスキ 通り 25番地ヴロツワフ 50-224ポーランド キヤノン オプタ
ルミック テクノロジーズ内

審査官 増渕 俊仁

(56)参考文献 国際公開第2014/203901(WO,A1)

特開2005-261789(JP,A)
特開2003-052639(JP,A)
特開2012-045298(JP,A)
特開2012-148003(JP,A)
特開2010-110556(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0004046(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 10 - 3 / 18