

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5242492号
(P5242492)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 3/10 (2006. 01) A 6 1 B 3/10 R
A 6 1 B 10/00 (2006. 01) A 6 1 B 10/00 E

請求項の数 5 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-108585 (P2009-108585) (22) 出願日 平成21年4月28日 (2009. 4. 28) (65) 公開番号 特開2010-253131 (P2010-253131A) (43) 公開日 平成22年11月11日 (2010. 11. 11) 審査請求日 平成24年3月19日 (2012. 3. 19)</p>	<p>(73) 特許権者 501299406 株式会社トーマコーポレーション 愛知県名古屋市西区則武新町二丁目11番 33号 (72) 発明者 岡本 圭一郎 愛知県名古屋市西区則武新町二丁目11番 33号 株式会社トーマコーポレーショ ン内 (72) 発明者 陳 金姫 愛知県名古屋市西区則武新町二丁目11番 33号 株式会社トーマコーポレーショ ン内 審査官 宮川 哲伸</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光干渉断層法により複数の位置における被検眼の深さ方向の断層画像を撮影することで3次元画像を取得する3次元画像取得手段と、該取得された前記3次元画像を表示する表示手段と、前記3次元画像を解析する画像解析手段とを備えた3次元画像処理装置において、

前記画像解析手段は、前記3次元画像からC-スキャン画像を抽出するC-スキャン画像抽出手段と、該抽出された前記C-スキャン画像における計測部位を指定する指定手段と、該指定された前記計測部位の領域を特定する計測部位領域特定手段と、該特定された前記計測部位領域の面積を計測する面積計測手段とを備え、前記計測部位の体積計測を行うことを特徴とする3次元画像処理装置。

【請求項2】

前記C-スキャン画像抽出手段は、前記C-スキャン画像の前記計測部位を囲む局所画像を抽出する局所画像抽出手段を含む、ことを特徴とする請求項1に記載の3次元画像処理装置。

【請求項3】

前記C-スキャン画像抽出手段及び前記指定手段は、前記表示手段に表示される少なくとも1枚の前記C-スキャン画像に対して、検者が手動で抽出ならびに指定を行う操作手段を含む、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の3次元画像処理装置。

【請求項4】

前記C - スキャン画像抽出手段は、該抽出された前記C - スキャン画像のコントラストを調整するコントラスト調整手段を含む、ことを特徴とする請求項1乃至3に記載の3次元画像処理装置。

【請求項5】

前記コントラスト調整手段は、コントラスト調整を行う前記C - スキャン画像に隣接する前記C - スキャン画像の輝度情報に基づいてコントラスト調整する、ことを特徴とする請求項4に記載の3次元画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、前眼部や眼底の3次元画像を処理する3次元画像処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、緑内障における眼圧降下手段として最も広く行われている手術法は、強膜に房水の出口を人工的に作成し、房水排出路として結膜下にブレブ(bleb・濾過胞)と呼ばれる空間を形成する線維柱帯切除術である。しかし、手術後、組織の癒着等によりブレブが消失し、眼圧低下の効果が失われてしまい再び眼圧が上昇することがある。そのため、術後のブレブの観察や評価は不可欠で重要である。

【0003】

さらに、近年では、深層強膜切除(deep sclerectomy)により強膜内にレイク(lake)と呼ばれる空間を形成するviscocanalostomyという手術法も登場してきており、形成したレイクの体積計測を行う等し、眼圧降下への寄与の研究調査が行われている。

【0004】

そこで、特許文献1に示されるような光干渉断層撮影装置(OCT装置)により取得される眼球内部の2次元断層画像を解析することで、ブレブやレイクの評価が行われており、特に、体積の定量評価が求められている。

【0005】

ところで、光干渉断層撮影装置において前眼部を撮影する場合、結膜や強膜など眼球内部の各組織において測定光が散乱してしまうことから、深さ方向への感度が減衰する。特に、フーリエドメイン方式を用いた光干渉断層撮影装置の場合、眼の各組織における反射光のスペクトル信号をフーリエ変換することで、眼の深さ方向の形態を画像化することから、深さ方向への感度の減衰が非常に顕著に現れることになる。なお、図1に、フーリエドメイン方式を用いた前眼部光干渉断層撮影装置にてレイクを撮影した2次元断層画像を示す。

【0006】

そのため、光干渉断層撮影装置により撮影された2次元断層画像を用いてレイク領域の自動解析を行うと、深さ方向への感度の減衰の影響によりレイク領域が開口していると判断され、領域の自動特定が困難となる場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-225349号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ここにおいて、本発明は上述の如き事情を背景として為されたものであって、その解決課題とするところは、C - スキャン画像を用いて対象部位の領域特定及びその対象部位の体積測定を行うことにより、計測対象部位領域の自動認識の精度の向上を図ることができ、より正確な体積測定を行うことができる3次元画像処理装置を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

以下、前述の如き課題を解決するために為された本発明の態様を記載する。なお、以下に記載の各態様において採用される構成要素は、可能な限り任意の組み合わせで採用可能である。

【0010】

すなわち、本発明の第一の態様は、光干渉断層法により複数の位置における被検眼の深さ方向の断層画像を撮影することで3次元画像を取得する3次元画像取得手段と、該取得された前記3次元画像を表示する表示手段と、前記3次元画像を解析する画像解析手段とを備えた3次元画像処理装置において、前記画像解析手段は、前記3次元画像からC-スキャン画像を抽出するC-スキャン画像抽出手段と、該抽出された前記C-スキャン画像における計測部位を指定する指定手段と、該指定された前記計測部位の領域を特定する計測部位領域特定手段と、該特定された前記計測部位領域の面積を計測する面積計測手段とを備え、前記計測部位の体積計測を行うことを特徴とする。

10

【0011】

本態様に従う構造とされた3次元画像処理装置においては、深さ方向に垂直なスライス面であるC-スキャン画像を用いて対象部位の領域特定を行うことにより、解析画像のコントラストが一様になり、計測対象部位領域の自動認識の精度の向上を図ることができる。

20

【0012】

また、本発明の第二の態様は、前記第一の態様に係る3次元画像処理装置において、前記C-スキャン画像抽出手段は、前記C-スキャン画像の前記計測部位を囲む局所画像を抽出する局所画像抽出手段を含む、ことを特徴とする。

【0013】

本態様に従う構造とされた3次元画像処理装置においては、抽出したC-スキャン画像から計測したい対象部位を見つけ、計測対象部位を囲む局所領域を局所画像として抽出することにより、対象部位の計測に必要な最小限の情報を持った画像に対してのみ解析すればよくなり、解析時間の短縮を図ることができる。

30

【0014】

また、本発明の第三の態様は、前記第一又は第二の態様に係る3次元画像処理装置において、前記C-スキャン画像抽出手段及び前記指定手段は、前記表示手段に表示される少なくとも1枚の前記C-スキャン画像に対して、検者が手動で抽出ならびに指定を行う操作手段を含むことを特徴とする。

【0015】

本態様に従う構造とされた3次元画像処理装置においては、少なくとも1枚のC-スキャン画像に対して検者が手動で抽出及び指定を行えば、その他C-スキャン画像に対しては自動で抽出及び指定が行われることから、検者の負担軽減、さらには、解析時間の短縮を図ることができる。

【0016】

また、本発明の第四の態様は、前記第一乃至第三の態様に係る3次元画像処理装置において、前記C-スキャン画像抽出手段は、該抽出された前記C-スキャン画像のコントラストを調整するコントラスト調整手段を含むことを特徴とする。

40

【0017】

本態様に従う構造とされた3次元画像処理装置においては、抽出されたC-スキャン画像のコントラスト調整を行うことにより、計測対象部位領域の特定がよりし易くなり、さらに、自動特定する場合には、自動認識の精度の向上を図ることができる。

【0018】

また、本発明の第五の態様は、前記第四の態様に係る3次元画像処理装置において、前記コントラスト調整手段は、コントラスト調整を行う前記C-スキャン画像に隣接する前

50

記C - スキャン画像の輝度情報に基づいてコントラスト調整することを特徴とする。

【0019】

本態様に従う構造とされた3次元画像処理装置においては、コントラスト調整を行うC - スキャン画像に隣接するC - スキャン画像の輝度情報に基づいてコントラスト調整を行うことにより、確実に計測対象部位領域の解像度を上げることができることから、計測対象部位領域とその他の領域とを分割することができるようになり、より自動認識の精度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は前眼部光干渉断層撮影装置にてレイクを撮影した2次元断層画像の一例を示す画像である。 10

【図2】図2は前眼部3次元画像撮影装置の実施形態の外観の一例を示す概略図である。

【図3】図3はスキャン及び増加・減少方向の定義を説明するための説明図である。

【図4】図4は前眼部3次元画像撮影装置の実施形態の構成の一例を示す概略ブロック図である。

【図5】図5は前眼部3次元画像処理装置における対象部位の体積測定の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図6】図6はコントラスト調整前とコントラスト調整後(中心輝度TH = 90)の局所画像の一例を示す画像である。

【発明を実施するための形態】 20

【0021】

以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

【0022】

この実施形態では、前眼部3次元画像処理装置を具備した前眼部3次元画像撮影装置について説明する。図2は、この実施形態に係る前眼部3次元画像撮影装置の外観の一例を示す。この前眼部3次元画像撮影装置100は、コンピュータ102と前眼部光干渉断層撮影装置104を備えている。コンピュータ102と前眼部光干渉断層撮影装置104は、ケーブル106で接続されている。 30

【0023】

前眼部光干渉断層撮影装置104は、光干渉断層法により前眼部の断層画像を撮影する装置で、測定光を被検眼に対して一次元走査することで2次元断層画像を取得し(B - スキャン)、2次元断層画像に垂直方向に位置をずらしながら複数の2次元断層画像を取得することで3次元画像を得る(C - スキャン)。詳細については、本出願人による特願2007 - 319563号等を参照されたい。なお、本明細書において、B - スキャン画像とは、前眼部の垂直方向の断層像(2次元断層画像; X - Y面, 又は, Y - Z面)であり、C - スキャン画像とは、前眼部の平面画像(X - Y面)である。(図3参照)前眼部光干渉断層撮影装置104は、撮影した前眼部の3次元画像のデジタルデータをケーブル106を通じてコンピュータ102に送信する。 40

【0024】

コンピュータ102は、前眼部光干渉断層撮影装置104から送信されたデジタルデータを受信する。この受信したデジタルデータに対して後述の処理を適用することにより、前眼部解析に最適な画像へと補正し、前眼部解析を行う。なお、コンピュータ102は、この発明の「前眼部3次元画像処理装置」の一例である。

【0025】

コンピュータ102は、従来のコンピュータと同様に、マイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、表示デバイス、操作デバイス等を含んで構成される。ハードディスクドライブには、コンピュータプログラムが予め格納されている。マイクロプロセッサは、コンピュータプログラムをRAMに展開することにより、後述の処理をコンピュータに実行させる。 50

【 0 0 2 6 】

次に、図 4 は、この実施形態に係る前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 の構成の概略ブロック図を表している。この前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 は、制御部 1 0、記憶部 1 2、表示部 1 4、操作部 1 6、画像解析部 1 8 及び 3 次元画像撮影部 2 0 から構成される。なお、コンピュータ 1 0 2 は、制御部 1 0、記憶部 1 2、表示部 1 4、操作部 1 6 及び画像解析部 1 8 から構成され、前眼部光干渉断層装置 1 0 4 は、3 次元画像撮影部 2 0 の一例として機能する。

【 0 0 2 7 】

制御部 1 0 は、前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 の各部を制御する。特に、制御部 1 0 は、前眼部の 3 次元画像を表示部 1 4 に表示させたり、操作部 1 6 を用いて操作がなされたときに、その操作内容に応じた処理を前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 に実行させる。また、記憶部 1 2 に記憶された情報を読み出す処理や、記憶部 1 2 に情報を記憶させる処理を行う。制御部 1 0 は、コンピュータ 1 0 2 のマイクロプロセッサを含んで構成される。

10

【 0 0 2 8 】

記憶部 1 2 は、前述のコンピュータプログラムや 3 次元画像を含む各種の情報を記憶する。記憶部 1 2 は、ハードディスクドライブを含んで構成され、RAM や ROM を含んでいてもよい。

【 0 0 2 9 】

表示部 1 4 は、制御部 1 0 により制御された情報を表示する表示デバイスである。表示部 1 4 は、例えば、液晶ディスプレイ等により構成される。

20

【 0 0 3 0 】

操作部 1 6 は、前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 を操作するときや、前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 に情報を入力するときなどに検者により操作される。操作部 1 6 は、検者による操作に応じた信号を制御部 1 0 に入力する。制御部 1 0 は、この信号に基づいて前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 を動作させる。操作部 1 6 は、例えば、キーボード、マウスなどを含んで構成される。

【 0 0 3 1 】

なお、表示部 1 4 と操作部 1 6 は、それぞれ個別のデバイスから構成されている必要はない。例えば、表示デバイスと操作デバイスとを一体化したタッチパネルを用いることも可能である。

30

【 0 0 3 2 】

画像解析部 1 8 は、3 次元画像における対象部位の体積測定を行う。画像処理部は、マイクロプロセッサを含んで構成される。

【 0 0 3 3 】

以上のような構成を有する前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 において、画像解析部 1 8 が実行する対象部位の体積測定の処理手順の概略を図 5 に示し、以降、順に説明する。

【 0 0 3 4 】

S 1 において、検者は、前眼部 3 次元画像からコントラストのよい i 番目の C - スキャン画像を 1 枚選択し、抽出する。

40

【 0 0 3 5 】

S 2 において、制御部 1 0 は、抽出した C - スキャン画像 (i 番目) を表示部 1 4 に表示させる。

【 0 0 3 6 】

S 3 において、検者は、表示部 1 4 に表示された C - スキャン画像 (i 番目) に対して、操作部 1 6 を操作して計測部位を囲む局所画像の指定を行う。つまり、検者が表示部 1 4 に表示された C - スキャン画像 (i 番目) を観察して計測したい部位、例えば、レイクに相当する部分を見つけ、その部位を囲む局所領域をマウスのドラッグ動作等により入力する。そして、制御部 1 0 は、入力された領域を i 番目の局所画像として取得する。

【 0 0 3 7 】

50

S 4において、制御部 10 は、取得した局所画像 (i 番目) を表示部 14 に表示させ、検者は表示部 14 に表示された局所画像 (i 番目) に対して、操作部 16 を操作して計測部位の指定を行う。つまり、検者が表示部 14 に表示された局所画像 (i 番目) のレイク内の 1 点 P をマウスのクリック動作等により入力する。このとき、入力する 1 点 P は、レイクの略中心であることが好ましい。

【 0038 】

S 5において、制御部 10 は、S 3 (S 15) にて取得された局所画像の輝度のクラスタリングのパターン数 N の初期値を設定する。本実施例では、 $N = 3$ と初期値を設定する。これは、 $N = 3$ より大きくなると、計測部位領域を抽出するためにクラス間を融合したりする等の処理が必要となることから、検知精度が悪くなる恐れがあり、さらに、画像処理時間も長くなる。逆に、 $N = 3$ より小さいと計測部位領域が開口してしまう恐れがある。そのため、初期値としては、 $N = 3$ がより好適に採用される。

10

【 0039 】

S 6において、制御部 10 は、クラスタリングのアルゴリズムを用いて局所画像を N 値化する。

【 0040 】

S 7において、制御部 10 は、クラスタリングされた局所画像において、S 4 (S 14) にて指定した点 P のある領域をレイク領域として特定する。

【 0041 】

S 8において、制御部 10 は、特定されたレイク領域が開口しているかどうかを判定する。レイク領域が開口していると判定された場合には、S 9 の処理を行う。レイク領域が開口していないと判定された場合には、良好な画像であると評価され、S 10 以降の処理が行われる。

20

【 0042 】

S 9において、制御部 10 は、クラスタリングのパターン数 : N に 1 を加算する。そして、S 6 以降の処理を再び実行する。

【 0043 】

S 10において、制御部 10 は、レイクの領域が特定されると、レイク領域の面積 S、重心 G を算出する。

【 0044 】

S 11において、制御部 10 は、算出された面積 S が予め設定された面積閾値 $M_{in} S$ よりも小さいかどうかを判定する。そして、面積 S \geq 面積閾値 $M_{in} S$ の場合、レイク領域は存在すると評価され、S 12 の処理を行う。面積 S < 面積閾値 $M_{in} S$ の場合、レイク領域は存在しないと評価され、S 16 以降の処理が行われる。

30

【 0045 】

S 12において、制御部 10 は、S 10 にて算出された面積 S を累積する。

【 0046 】

S 13において、制御部 10 は、i 番目の C - スキャン画像の解析が終わると、隣接する C - スキャン画像の解析を行う。隣接する C - スキャン画像の解析は、i 番目の C - スキャン画像を基準として増加方向と減少方向において行われる。(図 3 参照) 増加方向解析の場合には $i = i + 1$ 番目、減少方向解析の場合には、 $i = i - 1$ 番目の C - スキャン画像の抽出が行われる。

40

【 0047 】

S 14において、制御部 10 は、抽出された C - スキャン画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) において、S 10 にて算出されたレイク領域の重心 G、形状や位置を用いて、C - スキャン画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) のレイク領域の自動指定を行い、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) の取得が行われる。さらに、制御部 10 は、S 10 にて算出された重心 G を、C - スキャン画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) における計測するレイク対象 (点 P) として自動指定する。

【 0048 】

50

S 1 5において、制御部 1 0 は、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) のコントラスト調整を行う。本実施例では、まず、コントラスト調整を行いたい局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) に隣接する局所画像 (i 番目) の輝度情報を用いて、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) の輝度調整を行う。具体的には、S 6 にて算出された局所画像 (i 番目) のレイク領域でない領域の中心輝度 TH を、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) の最大輝度値として変換する。つまり、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) の輝度情報を解析し、中心輝度 TH より高い輝度が存在した場合、全て中心輝度 TH に変換させる。そして、制御部 1 0 は、局所画像 ($i = i + 1$ 番目または $i = i - 1$ 番目) のコントラストを $0 \sim TH$ から $0 \sim 255$ に強調する。本実施例では、レイク領域でない領域を、レイク領域よりも 2 クラス輝度が高い領域とする。なお、図 6 に、コントラスト調整前とコントラスト調整後 (中心輝度 $TH = 90$) の局所画像を示す。

10

【 0 0 4 9 】

S 1 6において、制御部 1 0 は、S 1 2 により累積した面積に C - スキャン画像間距離を乗算することにより、レイクの体積を算出する。

【 0 0 5 0 】

以上、本発明の一実施形態について詳述してきたが、かかる実施形態における具体的な記載によって、本発明は、何等限定されるものでなく、当業者の知識に基づいて種々なる変更、修正、改良等を加えた態様で実施可能であり、また、そのような実施態様が、本発明の趣旨を逸脱しない限り、何れも、本発明の範囲内に含まれるものであることは、言うまでもない。

20

【 0 0 5 1 】

例えば、本実施例では、前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 として前眼部光干渉断層撮影装置 1 0 4 を用いているが、これに限定されず、3 次元画像のデジタルデータを取得可能な装置であればよく、例えば、超音波前眼部観察装置でもよい。そして、この前眼部 3 次元画像撮影装置 1 0 0 であるコンピュータ 1 0 2 と前眼部光干渉断層撮影装置 1 0 4 とをケーブル 1 0 6 で接続しているが、通信回線上のサーバに前眼部光干渉断層撮影装置で撮影した前眼部の 3 次元画像を保存し、前眼部 3 次元画像処理装置が撮影画像を読み出す構成であってもよい。また、前眼部 3 次元画像処理装置を具備した前眼部 3 次元画像処理装置としたが、前眼部 3 次元画像撮影装置のみから構成されていてもよい。つまり、前眼部 3 次元画像処理装置を前眼部 3 次元画像撮影装置に搭載してもよい。

30

【 0 0 5 2 】

また、本実施例では、前眼部を対象としてレイクの体積測定を行っているが、プレブの体積測定を行ってもよい。また、眼底を対象として黄斑浮腫における嚢胞や加齢黄斑変性の前駆病変であるドルーゼンの体積測定も可能である。つまり、閉じた空間を形成する対象部位の体積測定であれば適用可能である。

【 0 0 5 3 】

また、本実施例の画像処理部 1 8 が実行する対象部位の体積測定の処理の S 5 では、 $N = 3$ と初期値を設定しているが、これに限定されず、 $N = 2$ と設定してもよい。なお、この場合には、画像処理部 1 8 が実行する対象部位の体積測定の処理の S 1 5 において、レイク領域でない領域は、レイク領域よりも 1 クラス輝度が高い領域となり、その領域の輝度情報に基づいて輝度調整が行われる。

40

【 0 0 5 4 】

また、本実施例の画像処理部 1 8 が実行する対象部位の体積測定の処理の S 1 5 では、レイク領域でない領域を、レイク領域よりも 2 クラス輝度が高い領域としているが、これに限定されず、レイク領域よりも 3 クラス輝度が高い領域でもよい。なお、この場合には、クラスタリングのパターン数 N を 4 に設定する必要がある。

【 符号の説明 】

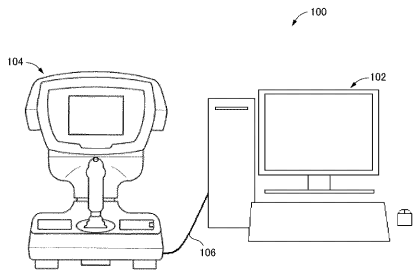
【 0 0 5 5 】

1 0 制御部

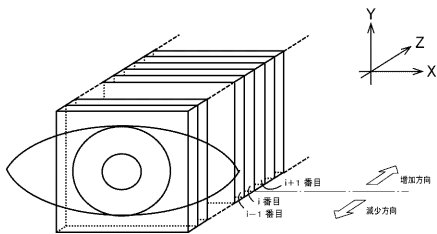
50

- 1 2 記憶部
- 1 4 表示部
- 1 6 操作部
- 1 8 画像解析部
- 2 0 3次元画像撮影部

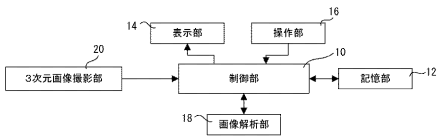
【図2】



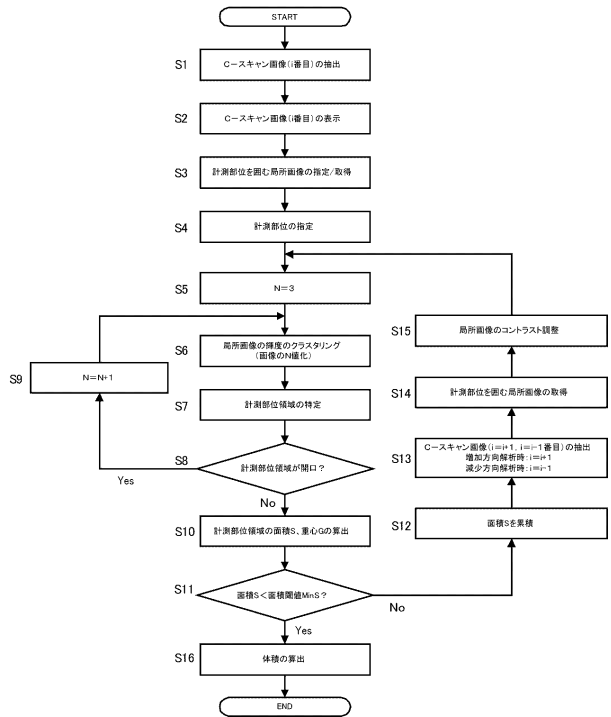
【図3】



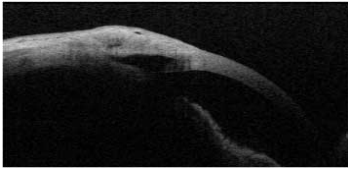
【図4】



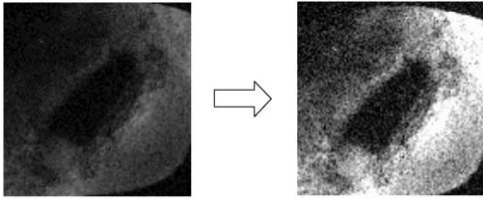
【図5】



【図 1】



【図 6】



コントラスト調整前

コントラスト調整後

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 334702 (JP, A)
特開2002 - 224116 (JP, A)
特開2009 - 082463 (JP, A)
特開2008 - 175698 (JP, A)
特開2007 - 325831 (JP, A)
特開2006 - 239005 (JP, A)
特開2006 - 288495 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18
A61B 10/00