

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-60682

(P2017-60682A)

(43) 公開日 平成29年3月30日 (2017. 3. 30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 2 0 B	4 C 1 6 1
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	
	G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 23 頁)		

(21) 出願番号 特願2015-188970 (P2015-188970)
 (22) 出願日 平成27年9月25日 (2015. 9. 25)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 110001988
 特許業務法人小林国際特許事務所
 (72) 発明者 今井 睦朗
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム (参考) 2H040 CA02 CA11 CA22 DA14 DA21
 GA02 GA11
 4C161 CC06 DD03 DD07 HH51 LL02
 MM05 NN05 QQ02 TT15 WW01
 WW08 WW19

最終頁に続く

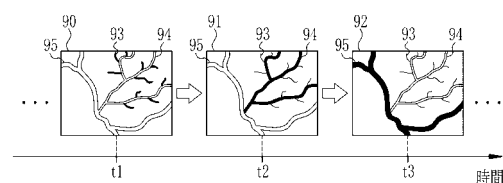
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、及び画像処理装置の作動方法、並びに内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】複数の血管に関する情報を容易かつ正確に取得できる画像処理装置、及び画像処理装置の作動方法、並びに内視鏡システムを提供する。

【解決手段】画像処理装置66は、画像取得部70と、血管抽出部72と、表示制御部78とを備える。画像取得部70は、内視鏡12で撮影した内視鏡画像を取得する。血管抽出部72は、内視鏡画像から、第1血管及び第1血管と少なくとも一部が異なる第2血管を含む観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る。血管情報算出部74は、血管抽出部72が抽出した血管を分類する血管情報を算出する。表示制御部78は、表示部84を制御して、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像を表示する表示部と接続可能な画像処理装置において、
内視鏡によって観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得する画像取得部と、
前記内視鏡画像から、第 1 血管及び前記第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む前記観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る血管抽出部と、
前記表示部を制御して、前記第 1 血管の強調表示と前記第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う表示制御部とを備える画像処理装置。

【請求項 2】

前記第 1 血管及び前記第 2 血管は、前記観察対象の血管に含まれる複数の血管情報のうち、同じ種類の血管情報をそれぞれ有しており、前記第 1 血管の血管情報の値は、前記第 2 血管の血管情報の値と異なっている請求項 1 記載の画像処理装置。

10

【請求項 3】

前記第 1 血管は、前記観察対象の血管に含まれる複数の血管情報のうちの第 1 血管情報を有し、前記第 2 血管は、前記第 1 血管情報と種類が異なる第 2 血管情報を有する請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記血管強調表示切替制御は、前記血管抽出画像に対して前記第 1 血管を強調した第 1 血管強調画像と、前記血管抽出画像に対して前記第 2 血管を強調した第 2 血管強調画像とを順に切り替えて前記表示部に表示する請求項 1 ないし 3 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 血管強調画像は、前記第 1 血管を強調処理して得た画像、又は前記観察対象の血管のうち前記第 1 血管以外の血管を抑制処理して得た画像であり、

前記第 2 血管強調画像は、前記第 2 血管を強調処理して得た画像、又は前記観察対象の血管のうち前記第 2 血管以外の血管を抑制処理して得た画像である請求項 4 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記強調処理又は前記抑制処理は、前記第 1 血管又は前記第 2 血管の明度、色相、又は彩度を変更して行う請求項 5 記載の画像処理装置。

30

【請求項 7】

前記血管強調表示切替制御は、前記第 1 血管強調画像又は前記第 2 血管強調画像を得る毎に、前記第 1 血管強調画像と前記第 2 血管強調画像とを順に切り替えて前記表示部に表示する請求項 4 ないし 6 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記血管強調表示切替制御は、前記第 1 血管強調画像及び前記第 2 血管強調画像の両方を得る毎に、前記第 1 血管強調画像と前記第 2 血管強調画像とを順に切り替えて前記表示部に表示する請求項 4 ないし 6 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記観察対象の血管に含まれる複数の血管情報を用いて血管パラメータを算出する血管パラメータ算出部と、

40

前記血管パラメータを用いて前記観察対象の粘膜の状態を判定し、前記判定の結果に応じて、前記表示制御部で前記血管強調表示切替制御を行うか否かを定める判定部とを有する請求項 1 ないし 8 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記表示制御部は、前記判定部による判定結果を用いて、前記血管強調表示切替制御を行う範囲を設定する請求項 9 記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記血管情報は、血管の本数、血管の分岐数、血管の分岐角度、分岐点間距離、血管の交差数、血管の太さ、血管の太さの変化、血管の太さの変化の複雑度、血管の長さ、血管

50

の間隔、血管の深さ、血管の高低差、血管の傾き、血管の面積、血管の密度、血管のコントラスト、血管の色、血管の色の变化、血管の蛇行度、血管の血液濃度、血管の酸素飽和度、動脈の割合、静脈の割合、投与した色素の濃度、血管の走行パターン、及び血管の血流量のうちのいずれかである請求項 2、3、9、10 のうちいずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 12】

画像を表示する表示部と接続可能な画像処理装置の作動方法において、

画像取得部が、内視鏡によって観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得するステップと、

血管抽出部が、前記内視鏡画像から、第 1 血管及び前記第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む前記観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得るステップと、

血管情報算出部が、前記血管抽出部が抽出した血管を分類する血管情報を算出するステップと、

表示制御部が、前記表示部を制御して、前記第 1 血管の強調表示と前記第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行うステップと、

を備える画像処理装置の作動方法。

【請求項 13】

画像を表示する表示部と接続可能な内視鏡システムにおいて、

観察対象を撮像する内視鏡と、

前記内視鏡によって前記観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得する画像取得部と、前記内視鏡画像から、第 1 血管及び前記第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む前記観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る血管抽出部と、前記表示部を制御して、前記第 1 血管の強調表示と前記第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う表示制御部とを有するプロセッサ装置と、

を備える内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観察対象を内視鏡で撮影して得た内視鏡画像を画像処理する画像処理装置、及び画像処理装置の作動方法、並びに内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、光源装置、内視鏡、及びプロセッサ装置を備える内視鏡システムを用いた診断が広く行われている。内視鏡システムは、光源装置が発する照明光を、内視鏡を介して観察対象に照射し、その照明光で照明中の観察対象を撮像して得た画像信号に基づいて、プロセッサ装置が観察対象の画像を生成する。この画像をモニタに表示することにより、医師は、モニタ上の画像を見ながら診断を行うことができる。

【0003】

また、内視鏡システムを用いた診断では、白色の照明光を用いて観察対象を観察する通常観察の他、例えば、特許文献 1 に示すような、観察対象が発する蛍光を観察する蛍光観察や、観察対象の血管の深さや太さ、密度等の血管に関する情報（以下、血管情報という）を用いて観察対象の状態を把握する生体情報観察も行われている。

【0004】

上記特許文献 1 では、蛍光画像を通常観察画像に合成して合成画像を生成し、モニタに表示している。この合成画像を生成する際に、蛍光画像に写っている特定の深さにある血管の輝度をフレーム毎に変更している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011-087906

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

上記のような血管情報は、医師が診断を行う際の有用な情報である。しかし、医師は、複数の血管の各血管情報を総合的に考慮して診断をすることが多い。これに対して、上記特許文献1は、モニタ上の合成画像に写った特定の深さの血管のみを点滅表示するので、他の血管に関する血管情報を得ることは難しい。また、複数の血管に関する血管情報ごとに画像を生成し、各画像をモニタに並べて表示することも考えられるが、この場合には、各画像の大きさが小さくなるので血管自体が見えにくくなり、また、医師は画像間で視線を移動しなければならないので、血管情報の一覧性が低下することがあり、血管情報を容易かつ正確に得ることが困難である。

10

【0007】

本発明は、複数の血管に関する情報を容易かつ正確に取得できる画像処理装置、及び画像処理装置の作動方法、並びに内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の画像処理装置は、画像を表示する表示部と接続可能な画像処理装置において、内視鏡によって観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得する画像取得部と、内視鏡画像から、第1血管及び第1血管と少なくとも一部が異なる第2血管を含む観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る血管抽出部と、表示部を制御して、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う表示制御部とを備える。

20

【0009】

第1血管及び第2血管は、観察対象の血管に含まれる複数の血管情報のうち、同じ種類の血管情報をそれぞれ有しており、第1血管の血管情報の値は、第2血管の血管情報の値と異なっていることが好ましい。

【0010】

第1血管は、観察対象の血管に含まれる複数の血管情報のうちの第1血管情報を有し、第2血管は、第1血管情報と種類が異なる第2血管情報を有することが好ましい。

【0011】

血管強調表示切替制御は、血管抽出画像に対して第1血管を強調した第1血管強調画像と、血管抽出画像に対して第2血管を強調した第2血管強調画像とを順に切り替えて表示部に表示することが好ましい。

30

【0012】

第1血管強調画像は、第1血管を強調処理して得た画像、又は観察対象の血管のうち第1血管以外の血管を抑制処理して得た画像であり、第2血管強調画像は、第2血管を強調処理して得た画像、又は観察対象の血管のうち第2血管以外の血管を抑制処理して得た画像であることが好ましい。

【0013】

強調処理又は抑制処理は、第1血管又は第2血管の明度、色相、又は彩度を変更して行うことが好ましい。

40

【0014】

血管強調表示切替制御は、第1血管強調画像又は第2血管強調画像を得る毎に、第1血管強調画像と第2血管強調画像とを順に切り替えて表示部に表示することが好ましい。

【0015】

血管強調表示切替制御は、第1血管強調画像及び第2血管強調画像の両方を得る毎に、第1血管強調画像と第2血管強調画像とを順に切り替えて表示部に表示することが好ましい。

【0016】

観察対象の血管に含まれる複数の血管情報を用いて血管パラメータを算出する血管パラメータ算出部と、血管パラメータを用いて観察対象の粘膜の状態を判定し、判定の結果に

50

応じて、表示制御部で血管強調表示切替制御を行うか否かを定める判定部とを有することが好ましい。

【 0 0 1 7 】

表示制御部は、判定部による判定結果を用いて、血管強調表示切替制御を行う範囲を設定することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

血管情報は、血管の本数、血管の分岐数、血管の分岐角度、分岐点間距離、血管の交差数、血管の太さ、血管の太さの変化、血管の太さの変化の複雑度、血管の長さ、血管の間隔、血管の深さ、血管の高低差、血管の傾き、血管の面積、血管の密度、血管のコントラスト、血管の色、血管の色の变化、血管の蛇行度、血管の血液濃度、血管の酸素飽和度、動脈の割合、静脈の割合、投与した色素の濃度、血管の走行パターン、及び血管の血流量のうちのいずれかであることが好ましい。

10

【 0 0 1 9 】

本発明の画像処理装置の作動方法は、画像を表示する表示部と接続可能な画像処理装置の作動方法において、画像取得部が、内視鏡によって観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得するステップと、血管抽出部が、内視鏡画像から、第 1 血管及び第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得るステップと、血管情報算出部が、血管抽出部が抽出した血管を分類する血管情報を算出するステップと、表示制御部が、表示部を制御して、第 1 血管の強調表示と第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行うステップと、を備える。

20

【 0 0 2 0 】

本発明の内視鏡システムは、画像を表示する表示部と接続可能な内視鏡システムにおいて、観察対象を撮像する内視鏡と、内視鏡によって観察対象を撮像して得た内視鏡画像を取得する画像取得部と、内視鏡画像から、第 1 血管及び第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る血管抽出部と、表示部を制御して、第 1 血管の強調表示と第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う表示制御部とを有するプロセッサ装置と、を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

本発明の画像処理装置、及び画像処理装置の作動方法、並びに内視鏡システムは、複数の血管に関する情報を容易かつ正確に取得できる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の内視鏡システムの外観図である。

【 図 2 】 内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態の画像処理装置の機能を示すブロック図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態の画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 5 】 血管強調表示切替制御を説明する説明図である。

【 図 6 】 第 2 実施形態の画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 7 】 血管情報の種類が異なる血管の強調表示切替制御を説明する説明図である。

40

【 図 8 】 第 3 実施形態の画像処理装置の機能を示すブロック図である。

【 図 9 】 血管を強調する範囲の設定方法を説明する説明図である。

【 図 1 0 】 血管の抑制処理を説明する説明図である。

【 図 1 1 】 第 4 実施形態の内視鏡システムのブロック図である。

【 図 1 2 】 第 5 実施形態のカプセル内視鏡の概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

[第 1 実施形態]

図 1 に示すように、内視鏡システム 1 0 は、内視鏡 1 2 と、光源装置 1 4 と、プロセッサ装置 1 6 と、モニタ 1 8 と、コンソール 1 9 とを有する。内視鏡 1 2 は、光源装置 1 4

50

と光学的に接続し、かつ、プロセッサ装置 16 と電氣的に接続する。内視鏡 12 は、被検体内に挿入する挿入部 12 a と、挿入部 12 a の基端部分に設けた操作部 12 b と、挿入部 12 a の先端側に設けた湾曲部 12 c 及び先端部 12 d を有している。操作部 12 b のアングルノブ 12 e を操作することにより、湾曲部 12 c は湾曲動作する。この湾曲動作によって、先端部 12 d を所望の方向に向ける。

【0024】

また、操作部 12 b には、アングルノブ 12 e の他、静止画像取得指示部 13 a、ズーム操作部 13 b を設けている。静止画像取得指示部 13 a は、静止画像の取得指示を内視鏡システム 10 に入力する。静止画像の取得指示には、モニタ 18 に観察対象の静止画像を表示するフリーズ指示と、静止画像をストレージに保存するリリース指示がある。ズーム操作部 13 b は、撮像倍率を変更する撮像倍率変更指示を入力する。

10

【0025】

プロセッサ装置 16 は、モニタ 18 及びコンソール 19 と電氣的に接続する。モニタ 18 は、観察対象の画像や、画像に付帯する情報等を出力表示する。コンソール 19 は、機能設定等の入力操作を受け付けるユーザインタフェースとして機能する。

【0026】

図 2 に示すように、光源装置 14 は、観察対象の照明に用いる照明光を発する光源 20 と、光源 20 を制御する光源制御部 22 とを備えている。光源 20 は、例えば、複数色の LED (Light Emitting Diode) 等の半導体光源、レーザーダイオードと蛍光体の組み合わせ、又はキセノンランプ等である。また、光源 20 には、LED 等が発光した光の波長帯域を調整する光学フィルタ等が含まれる。光源制御部 22 は、LED 等のオン/オフや、LED 等の駆動電流や駆動電圧の調整によって、照明光の光量を制御する。また、光源制御部 22 は、光学フィルタの変更等によって、照明光の波長帯域を制御する。

20

【0027】

内視鏡システム 10 は、通常観察モードと、第 1 特殊観察モードと、第 2 特殊観察モードとを有している。通常観察モードでは、白色光を照明光として用いて、観察対象を撮像して得た自然な色合いの画像 (以下、通常観察画像という) をモニタ 18 に表示する。第 1 特殊観察モードでは、白色光よりも狭い特定の波長帯域を有する光 (以下、狭帯域光という) を照明光として用いて、観察対象の血管を強調した血管強調画像をモニタ 18 に表示する。第 2 特殊観察モードでは、狭帯域光を用いて、観察対象の血管を色の違いで表した特殊観察画像をモニタ 18 に表示する。観察モードは、操作部 12 b に設けたモード切り替えスイッチ (図示しない) によって切り替える。

30

【0028】

光源 20 が発した照明光は、挿入部 12 a 内に挿通したライトガイド 24 に入射する。ライトガイド 24 は、内視鏡 12 及びユニバーサルコードに内蔵しており、照明光を内視鏡 12 の先端部 12 d まで伝搬する。ユニバーサルコードは、内視鏡 12 と光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 とを接続するコードである。なお、ライトガイド 24 としては、マルチモードファイバを使用することができる。一例として、ライトガイド 24 には、コア径 $105\ \mu\text{m}$ 、クラッド径 $125\ \mu\text{m}$ 、外皮となる保護層を含めた径が $\phi 0.3 \sim 0.5\ \text{mm}$ の細径なファイバケーブルを使用することができる。

40

【0029】

内視鏡 12 の先端部 12 d には、照明光学系 30 a と撮像光学系 30 b とを設けている。照明光学系 30 a は、照明レンズ 32 を有している。この照明レンズ 32 を介して、ライトガイド 24 によって伝搬した照明光により観察対象を照明する。撮像光学系 30 b は、対物レンズ 34 と、ズームレンズ 36 と、撮像センサ 38 とを有している。これら対物レンズ 34 及びズームレンズ 36 を介して、観察対象からの反射光、散乱光、及び蛍光等の各種の光が撮像センサ 38 に入射する。これにより、撮像センサ 38 に観察対象の像が結像する。ズームレンズ 36 は、ズーム操作部 13 b を操作することでテレ端とワイド端の間で自在に移動し、撮像センサ 38 に結像する観察対象を拡大又は縮小する。

【0030】

50

撮像センサ 38 は、画素毎に R (赤)、G (緑)、又は B (青) の原色のカラーフィルタのいずれかを設けたカラー撮像センサであり、観察対象を撮像して R G B 各色の画像信号を出力する。撮像センサ 38 は、出力した画像信号を、C D S / A G C 回路 40 に送信する。撮像センサ 38 としては、C C D (Charge Coupled Device) 撮像センサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 撮像センサを利用可能である。また、原色のカラーフィルタを設けた撮像センサ 38 の代わりに、C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー) 及び G (緑) の補色フィルタを備えた補色撮像センサを用いても良い。補色撮像センサを用いる場合には、C M Y G の 4 色の画像信号を出力する。このため、補色 - 原色色変換によって、C M Y G の 4 色の画像信号を R G B の 3 色の画像信号に変換することにより、撮像センサ 38 と同様の R G B 各色の画像信号を得ることができる。また、撮像センサ 38 の代わりに、カラーフィルタを設けていないモノクロセンサを用いても良い。

10

【0031】

C D S / A G C 回路 40 は、撮像センサ 38 から受信したアナログの画像信号に、相関二重サンプリング (C D S : Correlated Double Sampling) や自動利得制御 (A G C : Automatic Gain Control) を行う。A / D (Analog to Digital) 変換回路 42 は、C D S / A G C 回路 40 を経たアナログ画像信号を、デジタルの画像信号に変換する。A / D 変換回路 42 は、A / D 変換後のデジタル画像信号を、プロセッサ装置 16 に入力する。

【0032】

プロセッサ装置 16 は、画像信号取得部 50 と、D S P (Digital Signal Processor) 52 と、ノイズ低減部 54 と、メモリ 56 と、信号処理部 58 と、映像信号生成部 60 と、を備えている。

20

【0033】

画像信号取得部 50 は、内視鏡 12 からデジタル画像信号を取得する。D S P 52 は、画像信号取得部 50 が取得した画像信号に対して、欠陥補正処理、オフセット処理、ゲイン補正処理、リニアマトリクス処理、ガンマ変換処理、及びデモザイク処理等の各種信号処理を施す。欠陥補正処理は、撮像センサ 38 の欠陥画素の信号を補正する。オフセット処理は、欠陥補正処理した画像信号から暗電流成分を除き、正確なゼロレベルを設定する。ゲイン補正処理は、オフセット処理した画像信号に特定のゲインを乗じることにより信号レベルを整える。

30

【0034】

リニアマトリクス処理は、ゲイン補正処理した画像信号の色再現性を高める。ガンマ変換処理は、リニアマトリクス処理した画像信号の明るさや彩度を整える。ガンマ変換処理した画像信号には、デモザイク処理 (等方化処理、又は同時化処理とも言う) を施し、各画素で不足した色の信号を補間によって生成する。このデモザイク処理によって、全画素が R G B 各色の信号を有するようになる。ノイズ低減部 54 は、D S P 52 でデモザイク処理等を施した画像信号に対して、例えば、移動平均法やメディアンフィルタ法等によるノイズ低減処理を施し、ノイズを低減する。ノイズを低減した画像信号は、メモリ 56 に記憶する。

【0035】

信号処理部 58 は、メモリ 56 からノイズ低減後の画像信号を取得する。そして、取得した画像信号に対して、必要に応じて、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理等の信号処理を施し、観察対象が写ったカラーの内視鏡画像を生成する。色変換処理は、画像信号に対して 3×3 のマトリクス処理、階調変換処理、及び 3 次元 L U T (ルックアップテーブル) 処理等により色の変換を行う処理である。色彩強調処理は、色変換処理した画像信号に対して行う。構造強調処理は、例えば、血管やピットパターン等の観察対象に含まれる特定の組織や構造を強調する処理であり、色彩強調処理後の画像信号に対して行う。

40

【0036】

信号処理部 58 が行う色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理の内容は、観察モ

50

ードによって異なる。通常観察モードの場合、信号処理部 58 は、上記各種信号処理を行うことによって、自然な色合いの観察対象が写った通常観察画像を内視鏡画像として生成する。第 1、第 2 特殊観察モードの場合、信号処理部 58 は、通常観察モードとは異なる各種信号処理を行うことによって、観察対象の血管を色の違いで表した特殊観察画像を内視鏡画像として生成する。特殊観察画像では、粘膜の表面を基準として観察対象内の比較的浅い位置にある血管（いわゆる表層血管）は、マゼンタ系の色（例えば茶褐色）であり、粘膜の表面を基準とし観察対象内の比較的深い位置にある血管（いわゆる中深層血管）は、シアン系の色（例えば緑色）であり、粘膜はピンク系の色である。信号処理部 58 は、生成した内視鏡画像を映像信号生成部 60 に入力する。

【0037】

映像信号生成部 60 は、内視鏡画像を、モニタ 18 で出力表示が可能な映像信号に変換する。また、静止画像取得指示部 13a の操作により、リリース指示を入力すると、信号処理部 58 は、生成した内視鏡画像をストレージ 64 に保存する。ストレージ 64 は、プロセッサ装置 16 に LAN (Local Area Network) 等で接続した外部記憶装置である。ストレージ 64 は、例えば、PACS (Picture Archiving and Communication System) 等の内視鏡画像をファイリングするシステムのファイルサーバや、NAS (Network Attached Storage) 等である。ストレージ 64 に保存した内視鏡画像は、画像処理装置 66 で使用する。

【0038】

図 3 に示すように、画像処理装置 66 は、画像取得部 70 と、血管抽出部 72 と、血管情報算出部 74 と、強調画像生成部 76 と、表示制御部 78 とを備える。また、画像処理装置 66 は、関心領域 (ROI: Region Of Interest) の指定等に用いるポインティングデバイスやキーボード等を含む入力デバイス 82 や、画像や血管に関する情報等を表示する表示部 84 と接続している。

【0039】

画像取得部 70 は、ストレージ 64 から、内視鏡 12 が撮影した内視鏡画像を取得する。本実施形態では、第 1 特殊観察モードの場合について、以下説明をする。したがって、画像取得部 70 は、特殊観察画像をストレージ 64 から取得する。

【0040】

血管抽出部 72 は、画像取得部 70 が取得した内視鏡画像から、観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る。具体的には、血管抽出部 72 は、第 1 血管及び第 1 血管と少なくとも一部が異なる第 2 血管を含む観察対象の血管を抽出する。例えば、血管抽出部 72 は、光源装置 14 によって異なる波長帯域の照明光で観察対象を照明した場合には、各照明光で照明中の観察対象を撮影して得た各画像の間で差分をとることによって第 1 血管及び第 2 血管を抽出する。なお、入力デバイス 82 により関心領域を指定した場合は、血管抽出部 72 は、関心領域内でだけ、血管を抽出しても良い。血管の抽出方法は任意であり、上記した例の他、周波数フィルタ等によって内視鏡画像から血管を抽出しても良い。血管抽出部 72 は、観察対象の血管を抽出して得た血管抽出画像を血管情報算出部 74 と強調画像生成部 76 に送信する。

【0041】

血管情報算出部 74 は、血管抽出画像を用いて、血管抽出部 72 で抽出した血管を分類する血管情報を算出する。血管情報とは、血管の性質を表す情報であり、例えば、血管の本数、血管の分岐数、血管の分岐角度、分岐点間距離、血管の交差数、血管の太さ、血管の太さの変化、血管の太さの変化の複雑度、血管の長さ、血管の間隔、血管の深さ、血管の高低差、血管の傾き、血管の面積、血管の密度、血管のコントラスト、血管の色、血管の色の变化、血管の蛇行度、血管の血液濃度、血管の酸素飽和度、動脈の割合、静脈の割合、投与した色素の濃度、血管の走行パターン、及び血管の血流量等である。血管情報算出部 74 は、これらの血管情報のうちのいずれかを算出する。なお、血管情報は、血管の性質を表す情報であれば良いので、その種類は上記した例のみに限定されない。

【0042】

10

20

30

40

50

血管の本数とは、内視鏡画像全体又は関心領域内で抽出した血管の数である。血管の本数は、例えば、抽出した血管の分岐点の個数（分岐数）や他の血管との交差点の個数（交差数）等を用いて算出する。血管の分岐角度は、2本の血管が分岐点においてなす角度である。分岐点間距離は、任意の分岐点とその隣の分岐点の直線距離、又は、任意の分岐点とその隣の分岐点までの血管に沿った長さである。

【0043】

血管の交差数とは、粘膜下の深さが異なる血管が内視鏡画像上で交差する交差点の個数である。より具体的には、血管の交差数とは、相対的に粘膜下の浅い位置にある血管が、深い位置にある血管を横切る数である。

【0044】

血管の太さ（血管径）とは、血管と粘膜の境界線間の距離である。血管の太さは、例えば、抽出した血管のエッジから血管の中を通過して血管の短手方向に沿って画素数を計数して得る。したがって、血管の太さは画素数であるが、内視鏡画像を撮影した際の撮影距離やズーム倍率等が既知の場合には、必要に応じて「 μm 」等の長さの単位に換算可能である。

【0045】

血管の太さの変化とは、血管の太さのばらつきに関する血管情報であり、口径不同度ともいう。血管の太さの変化は、例えば、血管径の変化率（拡張度ともいう）である。血管径の変化率は、血管の最も細い部分の太さ（最小径）と血管の最も太い部分の太さ（最大径）を用いて、「血管径の変化率（％）＝最小径／最大径×100」で求める。

【0046】

なお、過去の検査で観察対象を撮影して得た内視鏡画像と、その後の新たな検査で同じ観察対象を撮影して得た内視鏡画像と、を用いる場合、過去の検査で得た内視鏡画像から抽出した血管の太さに対して、その後の新たな検査で得た内視鏡画像から抽出した同じ血管の太さの時間的な変化を、血管の太さの変化としてもよい。

【0047】

また、血管の太さの変化として、細径部の割合、又は太径部の割合を算出しても良い。細径部とは、太さが閾値以下の部分である。太径部とは、太さが閾値よりも太い部分である。細径部の割合は、「細径部の割合（％）＝細径部の長さ／血管の長さ×100」で求める。同様に、太径部の割合は、「太径部の割合（％）＝太径部の長さ／血管の長さ×100」で求める。

【0048】

血管の太さの変化の複雑度（以下、「太さ変化の複雑度」という）とは、血管の太さが変化している場合に、その変化がどの程度複雑であるかを表す血管情報であり、血管の太さの変化を表す血管情報（すなわち、血管径の変化率、細径部の割合、又は太径部の割合）を複数組み合わせることで算出する血管情報である。太さ変化の複雑度は、例えば、血管径の変化率と細径部の割合の積で求めることができる。

【0049】

血管の長さとは、抽出した血管を長手方向に沿って計数した画素数である。

【0050】

血管の間隔とは、抽出した血管のエッジ間にある粘膜を表す画素の画素数である。抽出した血管が1本の場合、血管の間隔は値を持たない。

【0051】

血管の深さは、粘膜（より具体的には粘膜の表面）を基準として測る。この粘膜を基準とした血管の深さは、例えば、血管の色に基づいて算出することができる。特殊観察画像の場合、例えば、粘膜の表面に近い位置（粘膜下の浅い位置）にある表層血管をマゼンタ系の色で表しており、粘膜の表面から遠い位置（粘膜下の深い位置）にある中深層血管をシアン系の色で表しているため、血管情報算出部74は、血管として抽出した画素のR，G，B各色の信号のバランスに基づいて、粘膜を基準とした血管の深さを画素毎に算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

血管の高低差とは、血管の深さの差の大きさである。例えば、注目する 1 本の血管の高低差は、この血管の最も深い箇所の深さ（最大深さ）と、最も浅い箇所の深さ（最小深さ）の差で求める。深さが一定の場合、高低差は零である。

【 0 0 5 3 】

血管の傾きとは、血管の深さの変化率であり、血管の長さ（血管の長さ）と血管の深さを用いて算出する。すなわち、血管の傾きは、「血管の傾き = 血管の深さ / 血管の長さ」で求める。なお、血管を複数の区間に区切り、各区間で血管の傾きを算出してもよい。

【 0 0 5 4 】

血管の面積は、血管として抽出した画素の画素数、又は、血管として抽出した画素の画素数に比例する値である。血管の面積は、関心領域内、関心領域外、又は、内視鏡画像全体について算出する。

10

【 0 0 5 5 】

血管の密度は、単位面積中にある血管の割合である。血管の密度を算出する画素を概ね中心に含む特定の大きさの領域（例えば、単位面積の領域）を切り出し、この領域内の全画素に占める血管の割合を算出する。これを関心領域又は内視鏡画像全体の全画素に対して行うことで、各画素の血管の密度を算出することができる。

【 0 0 5 6 】

血管のコントラストとは、観察対象の粘膜に対する血管の相対的なコントラストである。血管のコントラストは、血管の輝度 Y_V と、粘膜の輝度 Y_M と、を用いて、例えば「 Y_V / Y_M 」又は「 $(Y_V - Y_M) / (Y_V + Y_M)$ 」で算出する。

20

【 0 0 5 7 】

血管の色とは、血管を表す画素の R G B の各値である。そして、血管の色の変化とは、血管を表す画素の R G B 各値の各々の最大値と最小値の差又は比である。例えば、血管を表す画素の B 値の最大値と最小値の比、G 値の最大値と最小値の比、又は R 値の最大値と最小値の比は、血管の色の変化を表す。もちろん、補色に変換して、シアン、マゼンタ、イエロー、グリーン等の各値について血管の色及び血管の色の変化を算出しても良い。

【 0 0 5 8 】

血管の蛇行度とは、血管が蛇行して走行する範囲の広さを表す血管情報である。血管の蛇行度は、例えば、蛇行度を算出する血管を含む最小の長方形の面積（画素数）である。また、血管の始点と終点の直線距離に対する血管の長さの比を血管の蛇行度としても良い。

30

【 0 0 5 9 】

血管の血液濃度とは、血管が含むヘモグロビンの量に比例する血管情報である。血管を表す画素の R 値に対する G 値の比（ G / R ）はヘモグロビンの量に比例するので、 G / R の値を算出することで、画素ごとに血液濃度を算出することができる。

【 0 0 6 0 】

血管の酸素飽和度とは、ヘモグロビンの総量（酸化ヘモグロビン及び還元ヘモグロビンの総量）に対する酸化ヘモグロビンの量である。酸素飽和度は、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数の違いが大きい特定の波長帯域の光（例えば、波長 470 ± 10 nm 程度の青色光）で観察対象を照明した際に得た内視鏡画像を用いて算出することができる。波長 470 ± 10 nm 程度の青色光を用いる場合、血管を表す画素の B 値は酸素飽和度と相関があるので、B 値を酸素飽和度に対応付けるテーブル等を用いることで、血管を表す各画素の酸素飽和度を算出することができる。

40

【 0 0 6 1 】

動脈の割合とは、全血管の画素数に対する動脈の画素数の割合である。同様に、静脈の割合とは、全血管の画素数に対する静脈の画素数の割合である。動脈と静脈は、酸素飽和度によって区別することができる。例えば、酸素飽和度が 70 % 以上の血管を動脈とし、酸素飽和度が 70 % 未満の血管を静脈とすれば、抽出した血管を動脈と静脈に区別できるので、上記動脈の割合及び静脈の割合を算出することができる。

50

【 0 0 6 2 】

投与した色素の濃度とは、観察対象に対して散布した色素、又は静脈注射により血管に注入した色素の濃度である。投与した色素の濃度は、例えば、色素色以外の画素の画素値に対する色素色の画素値の割合で算出する。例えば、青色に着色する色素を投与した場合は、 B/G や B/R 等が、観察対象に定着（あるいは一時的に付着）した色素の濃度を表す。

【 0 0 6 3 】

血管の走行パターンとは、血管の走行方向に関する血管情報である。血管の走行パターンは、例えば、任意に設定する基準線に対する血管の平均角度（走行方向）や、任意に設定する基準線に対して血管がなす角度の分散（走行方向のばらつき）等である。

10

【 0 0 6 4 】

血管の血流量（血流速度ともいう）は、単位時間あたりに赤血球が通り抜ける数である。超音波プローブを内視鏡 1 2 の鉗子チャネル等を介して併用する場合等に、内視鏡画像の血管を表す各画素のドップラーシフト周波数を、超音波プローブで得る信号を用いて算出することによって、血管の血流量を求めるができる。

【 0 0 6 5 】

血管情報算出部 7 4 は、入力デバイス 8 2 の操作によって内視鏡画像の一部に関心領域に指定した場合には、指定した関心領域内で血管情報を算出する。関心領域を指定していない場合や、内視鏡画像の全部に関心領域に指定している場合には、血管情報算出部 7 4 は、内視鏡画像の全体に対して血管情報を算出する。本実施形態では、血管情報算出部 7 4 は、内視鏡画像の全体に対して血管情報を算出する。

20

【 0 0 6 6 】

また、上記血管情報のうち一部の血管情報については、内視鏡画像内の位置によって異なる。このため、血管情報算出部 7 4 は、内視鏡画像内の位置によって値が異なる血管情報を算出する場合、その最大値、最小値、平均値、又は中央値等の統計量を血管情報の値とする。例えば、予め定めた範囲（例えば任意画素を中心とする 99×99 画素の範囲）の統計量を、任意画素における血管情報の値とすることによって、画素毎には算出し難い血管情報も画素毎に求めることができる。

【 0 0 6 7 】

強調画像生成部 7 6 は、血管抽出画像に対して第 1 血管を強調処理した第 1 血管強調画像と、血管抽出画像に対して第 2 血管を強調処理した第 2 血管強調画像とを少なくとも生成する。すなわち、強調画像生成部 7 6 は、第 n 血管を強調処理した第 n 血管強調画像を、 $n = 1$ 、 $n = 2$ 、 $n = 3$ 、 $\dots$ というように n を 1 ずつ加算しながら血管強調画像を順に生成する。強調処理は、第 1 血管又は第 2 血管の明度、色相、又は彩度を変更して行う。

30

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、強調画像生成部 7 6 は、上記第 1、第 2 血管強調画像に加え、血管抽出画像に対し、第 3 血管を強調処理して第 3 血管強調画像を生成する。このため、強調画像生成部 7 6 は、まず、 $n = 1$ として、第 1 血管を強調した第 1 血管強調画像を生成する。次に、強調画像生成部 7 6 は、 $n = n + 1$ 、すなわち $n = 2$ として、第 1 血管を強調した第 1 血管強調画像を生成する。そして、強調画像生成部 7 6 は、 $n = n + 1$ 、すなわち $n = 3$ として、第 3 血管を強調した第 3 血管強調画像を生成する。第 3 血管は、第 1 血管及び第 2 血管とは異なる血管である。なお、第 3 血管は、第 1 血管及び第 2 血管と少なくとも一部が異なっており、第 1 血管及び第 2 血管と同様に、血管抽出部 7 2 によって抽出する。

40

【 0 0 6 9 】

第 1 ~ 第 3 血管は、観察対象の血管に含まれる複数の血管情報のうち、血管情報の種類又は血管情報の値のいずれかが異なっている。本実施形態では、第 1 ~ 第 3 血管は、同じ種類の血管情報をそれぞれ有しており、その血管情報の値が互いに異なっている場合について、以下説明をする。例えば、血管情報が血管の太さ（血管径）である場合には、第 1

50

血管は、血管の太さの値が小さい血管とする。また、第2血管は、血管の太さの値が中程度の血管とする。第3血管は、血管の太さの値が大きい血管とする。

【0070】

第1血管強調画像では、血管抽出画像に対して第1血管の彩度を上げることによって、第1血管を、第1血管以外の血管よりも強調している。第2血管強調画像では、血管抽出画像に対して第2血管の彩度を上げることによって、第2血管を、第2血管以外の血管よりも強調している。第3血管強調画像では、血管抽出画像に対して第3血管の彩度を上げることによって、第3血管を、第3血管以外の血管よりも強調している。

【0071】

表示制御部78は、表示部84を制御して、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う。具体的には、表示制御部78は、第n血管強調画像を、 $n = 1$ 、 $n = 2$ 、 $n = 3$ 、・・・というように1ずつ加算しながら順に切り替えて表示部84に表示することによって、第n血管の強調表示を順に切り替える。

10

【0072】

本実施形態では、強調画像生成部76が第1～第3血管強調画像を生成するので、表示制御部78は、第1～第3血管強調画像を順に切り替えて表示することによって、第1～第3血管の強調表示を順に切り替えて表示する。このため、表示制御部78は、 $n = 3$ を満たすか否かの判定を行い、 $n = 3$ を満たすと判定した場合に、強調画像生成部76を制御して、再び、第1～第3血管強調画像の生成を順に行わせる。

【0073】

20

なお、表示制御部78は、各画像を切り替える場合に、画像間で、血管の表示位置を同じとする。また、表示制御部78により画像を切り替えるタイミングは任意である。例えば、各画像を切り替える時間間隔を入力デバイス82により入力し、入力した時間間隔に従って画像を切り替える。この場合は、画像毎に異なる時間間隔を入力しても良い。この他にも、マウス等のポインティングデバイスや操作パネルのボタン等の入力操作により、ユーザが画像を切り替えるタイミングを逐次指示できるようにしても良い。

【0074】

次に、第1特殊観察モードの場合の画像処理装置66の動作の流れを図4のフローチャートに沿って説明する。

【0075】

30

画像処理装置66は、モード切り替えスイッチの操作に従って第1特殊観察モードに設定されると(S11)、画像取得部70がストレージ64から内視鏡画像を取得する(S12)。本実施形態では、画像取得部70は、観察対象の血管を色の違いで表した特殊観察画像をストレージ64から取得する。

【0076】

血管抽出部72は、画像取得部70が取得した内視鏡画像から、第1血管及び第2血管を含む観察対象の血管を抽出して血管抽出画像を得る(S13)。血管情報算出部74は、血管抽出画像を用いて、観察対象の血管の血管情報を算出する(S14)。例えば、血管情報算出部74は、血管情報として、血管の太さ(血管径)を算出する。

【0077】

40

次に、強調画像生成部76が第n血管を強調した第n血管強調画像を生成する毎に、表示制御部78が第n血管強調画像を表示部84に表示する。本実施形態では、強調画像生成部76は、まず、 $n = 1$ (S15)とし、第1血管を強調した第1血管強調画像を生成する(S16)。表示制御部78は、強調画像生成部76が生成した第1血管強調画像を表示部84に表示し(S17)、 $n = 3$ を満たすか否か(S18)を判定する。表示制御部78が $n = 3$ を満たさないと判定した場合(S18でNO)、強調画像生成部76は、この判定結果を受け、 $n = n + 1$ (S19)とする。これにより、強調画像生成部76が第2血管を強調した第2血管強調画像を生成し(S16)、表示制御部78が第2血管強調画像を表示部84に表示する(S17)。

【0078】

50

その後、画像処理装置 66 では、表示制御部 78 が $n = 3$ を満たすと判定するまで、上記 S 16 ~ S 19 を繰り返して行う。すなわち、強調画像生成部 76 によって第 1 ~ 第 3 血管強調画像のそれぞれを得る毎に、表示制御部 78 は、第 1 ~ 第 3 血管強調画像を順に切り替えて表示部 84 に表示することによって、第 1 血管の強調表示、第 2 血管の強調表示、及び第 3 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う。

【0079】

例えば、図 5 に示すように、表示制御部 78 は、時間 t_1 に第 1 血管強調画像 90 を表示部 84 に表示し、時間 t_1 よりも後の時間 t_2 に第 2 血管強調画像 91 を表示し、時間 t_2 よりも後の時間 t_3 に第 3 血管強調画像 92 を表示部 84 に表示する。第 1 血管強調画像 90 は、第 1 血管 93 を強調表示した画像である。第 2 血管強調画像 91 は、第 2 血管 94 を強調表示した画像である。第 3 血管強調画像 92 は、第 3 血管 95 を強調表示した画像である。第 1 血管 93 は、血管の太さの値が小さい血管（細い血管）である。第 2 血管 94 は、血管の太さの値が中程度（中程度の太さの血管）である。第 3 血管 95 は、血管の太さの値が大きい血管（太い血管）である。また、 t_3 以降については、上記 $t_1 \sim t_3$ と同様に、第 1 ~ 第 3 血管強調画像 90 ~ 92 の切り替え表示を繰り返して行う。これにより、表示制御部 78 は、第 1 血管 93 の強調表示と、第 2 血管 94 の強調表示と、第 3 血管 95 を強調表示とを順に切り替える。

【0080】

表示制御部 78 は、第 3 血管強調画像を表示部 84 に表示すると（S 17）、 $n = 3$ を満たすと判定する（S 18 で YES）。その後、画像処理装置 66 は、第 1 特殊観察モードが継続している間は（S 20 で NO）、上記 S 12 ~ S 19 を繰り返して行い、モード切り替えスイッチの操作に従って観察モードが切り替わった場合に第 1 特殊観察モードを終了する（S 20 で YES）。

【0081】

以上のように、本実施形態では、第 1 ~ 第 3 血管強調画像の各画像をそれぞれ得る毎に、第 1 ~ 第 3 血管強調画像を順に切り替えて表示することによって、第 1 血管の強調表示と、第 2 血管の強調表示と、第 3 血管の強調表示とを順に切り替えるので、血管情報の一貫性が向上し、視線を動かさずに複数の血管に関する血管情報を容易かつ正確に得ることができる。

【0082】

[第 2 実施形態]

上記第 1 実施形態では、表示制御部 78 は、第 1 ~ 第 3 血管強調画像の各画像をそれぞれ得る毎に、第 1 ~ 第 3 血管強調画像を順に切り替えて表示しているが、第 2 実施形態では、表示制御部 78 は、第 1 ~ 第 3 血管強調画像を全て得た後に、第 1 ~ 第 3 血管強調画像を順に切り替えて表示する。なお、第 2 実施形態における画像処理装置 66 の各部の構成は、第 1 実施形態における画像処理装置 66 と同じなので、説明を省略する。

【0083】

以下、第 2 実施形態における画像処理装置 66 の動作の流れを図 6 のフローチャートに沿って説明する。

【0084】

まず、上記第 1 実施形態と同様に、第 1 特殊観察モードに設定されると（S 11）、画像取得部 70 がストレージ 64 から内視鏡画像を取得し（S 12）、血管抽出部 72 が第 1 血管及び第 2 血管を含む血管を抽出して血管抽出画像を得て（S 13）、血管情報算出部 74 が血管情報を算出する（S 14）。

【0085】

強調画像生成部 76 は、まず、 $n = 1$ （S 15）とし、第 1 血管を強調した第 1 血管強調画像を生成する（S 16）。強調画像生成部 76 は、生成した第 1 血管強調画像をメモリ等（図示省略）に記憶する（S 31）。

【0086】

表示制御部 78 は、 $n = 3$ を満たすか否か（S 32）を判定する。表示制御部 78 が n

10

20

30

40

50

= 3を満たさないと判定した場合 (S 3 2でNO)、強調画像生成部 7 6は、この判定結果を受け、 $n = n + 1$ (S 3 3)とする。その後、画像処理装置 6 6では、表示制御部 7 8が $n = 3$ を満たすと判定するまで、第 n 血管強調画像の生成 (S 1 6)と記憶 (S 3 1)を繰り返して行う。

【0087】

メモリが第3血管強調画像を記憶すると (S 3 1)、表示制御部 7 8は、 $n = 3$ を満たすと判定する (S 3 2でYES)する。そして、表示制御部 7 8は、まず、 $n = 1$ (S 3 4)とし、メモリに記憶されている第1血管強調画像を表示部 8 4に表示する (S 3 5)。表示制御部 7 8は、 $n = 3$ を満たすか否か (S 3 6)を判定し、 $n = 3$ を満たさないと判定した場合 (S 3 6でNO)、 $n = n + 1$ (S 3 7)とする。表示制御部 7 8は、 $n = 3$ を満たすと判定するまで、上記S 3 5 ~ S 3 7を繰り返して行う。すなわち、強調画像生成部 7 6によって第1 ~ 第3血管強調画像の3つ全ての画像を得る毎に、表示制御部 7 8は、第1 ~ 第3血管強調画像を順に切り替えて表示部 8 4に表示することによって、第1血管の強調表示、第2血管の強調表示、及び第3血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う (図5参照)。

10

【0088】

表示制御部 7 8は、第3血管強調画像を表示部 8 4に表示すると (S 3 5)、 $n = 3$ を満たすと判定する (S 3 6でYES)。その後、画像処理装置 6 6は、第1特殊観察モードが継続している間は (S 2 0でNO)、上記S 1 2 ~ S 3 7を繰り返して行い、観察モードが切り替わった場合に第1特殊観察モードを終了する (S 2 0でYES)。

20

【0089】

以上のように、第2実施形態では、第1 ~ 第3血管強調画像を全て生成し、その後、第1 ~ 第3血管強調画像を順に切り替えて表示することによって、第1血管の強調表示と、第2血管の強調表示と、第3血管の強調表示とを順に切り替えるので、血管情報の一覧性が向上し、視線を動かさずに複数の血管に関する血管情報を容易かつ正確に得ることができる。

【0090】

なお、上記第1、第2実施形態では、表示制御部 7 8は、血管強調表示切替制御として、第1血管の強調表示、第2血管の強調表示、第3血管の強調表示を順に切り替えているが、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を順に切り替えても良い。

30

【0091】

例えば、表示制御部 7 8は、血管の深さの値が小さい第1血管 (表層血管)の強調表示と、血管の深さの値が大きい第2血管 (中深層血管)の強調表示とを順に切り替える血管強調表示切替制御を行う。この場合、強調画像生成部 7 6では、表層血管を強調した第1血管強調画像と、中深層血管を強調した第2血管強調画像とを生成する。そして、表示制御部 7 8が、第1血管強調画像と第2血管強調画像とを順に切り替えて表示する。なお、上記第1実施形態のように、表示制御部 7 8は、第1血管強調画像と第2血管強調画像とをそれぞれ得る毎に、各画像を順に切り替えて表示しても良い。また、上記第2実施形態のように、表示制御部 7 8は、第1血管強調画像及び第2血管強調画像の両方を得る毎に、各画像を順に切り替えて表示しても良い。更に、表示制御部 7 8は、4つ以上の血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行っても良い。

40

【0092】

なお、上記第1、第2実施形態では、第1血管及び第2血管は、同じ種類の血管情報をそれぞれ有し、且つ血管情報の値が互いに異なっているが、種類が異なる血管情報を有していても良い。

【0093】

具体的には、第1血管は、第1血管情報を有し、第2血管は、第1血管情報と種類が異なる第2血管情報を有する。例えば、第1血管は、血管の深さの値が小さい血管とし、第2血管は、血管の太さの値が中程度の血管とする。強調画像生成部 7 6は、第1血管を強調した第1血管強調画像と、第2血管を強調した第2血管強調画像を生成する。図7に示

50

すように、表示制御部 78 は、時間 t_1 に、血管の深さの値が小さい第 1 血管 96 を強調表示した第 1 血管強調画像 97 を表示し、時間 t_2 に、血管の太さの値が中程度の第 2 血管 98 を強調表示した第 2 血管強調画像 99 を表示する。時間 t_2 以降については、時間 t_1 、 t_2 と同様に、第 1 血管強調画像 97 と第 2 血管強調画像 99 との切り替え表示を繰り返して行う。これにより、表示制御部 78 は、第 1 血管 96 の強調表示と、第 2 血管 98 の強調表示とを順に切り替える。

【0094】

第 1 血管 96 のなかには、深さの値が小さく、且つ太さの値が中程度の血管が含まれている場合がある。このように、第 1 血管 96 が第 2 血管 98 の一部を含み、逆に、第 2 血管 98 が第 1 血管 96 の一部を含む場合には、第 1 血管強調画像 97 と第 2 血管強調画像 99 との両方で、深さの値が小さく、且つ太さの値が中程度の血管が強調表示することになる。このように、血管情報の種類が異なる血管の強調表示を順に切り替えることによって、複数の血管情報を総合的に考慮する診断の支援ができる。

10

【0095】

[第 3 実施形態]

上記第 1、第 2 実施形態では、第 1 特殊観察モードの場合には、一律に血管強調表示切替制御を行っているが、第 3 実施形態では、複数の血管情報を用いて血管パラメータを算出し、この血管パラメータを用いて血管強調表示切替制御を行うか否かを決定する。血管パラメータは、複数の血管情報を総合的に考慮して診断を行う医師の視点を模して、複数の血管情報を用いて算出した数値である。この血管パラメータは、互いに次元（単位）が異なる血管情報を加算等して算出するので、血管パラメータには物理的な意味は無いが、診断の指標として機能する。すなわち、血管パラメータは、物理的な意味がない値であることが血管情報との違いである。

20

【0096】

第 3 実施形態では、図 8 に示すように、画像処理装置 110 には、上記第 1、第 2 実施形態の画像処理装置 66 の各部に加え、血管パラメータ算出部 112 と、判定部 114 とを設ける。なお、血管情報算出部 74 では、可能な限り上記の全ての血管情報を算出する。

【0097】

血管パラメータ算出部 112 は、観察対象の血管に含まれる複数の血管情報を用いて血管パラメータを算出する。例えば、血管パラメータ算出部 112 は、血管情報算出部 74 が算出した複数の血管情報のそれぞれに重み付け係数をかけ、和をとることによって血管パラメータを算出する。各血管情報の重み付け係数は、重み付け係数テーブル（図示しない）に記憶する。重み付け係数テーブルに記憶した重み付け係数は、例えば、機械学習によって予め定めている。なお、血管パラメータの算出方法は任意である。例えば、上記のように複数の血管情報の重み付け和を血管パラメータとして算出するだけでなく、加減乗除が混在する演算をして血管パラメータを算出しても良いし、その他の関数を用いて血管パラメータを算出しても良い。

30

【0098】

判定部 114 は、血管パラメータ算出部 112 が算出した血管パラメータを用いて観察対象の粘膜の状態を判定し、この判定の結果に応じて、表示制御部 78 で血管強調表示切替制御を行うか否かを決める。

40

【0099】

判定部 114 は、粘膜の状態を、正常、腺腫、がんの 3 種類の状態に判定する。例えば、血管パラメータの算出に用いる重み付け係数として、粘膜の状態を判定可能に調整した係数を用いた場合には、判定部 114 は、血管パラメータの数値と閾値とを比較することによって粘膜の状態を判定する。具体的には、血管パラメータが第 1 閾値以下の場合、判定部 114 は、観察対象の粘膜が正常であると判定する。血管パラメータが第 1 閾値よりも大きく第 2 閾値以下の場合、判定部 114 は、腺腫の疑いがあると判定する。血管パラメータが第 2 閾値よりも大きい場合、判定部 114 は、がんに進行している可能性がある

50

と判定する。

【0100】

判定部114は、正常であると判定した場合には、表示制御部78で血管強調表示切替制御を非実行とすることを決定する。判定部114により血管強調表示切替制御を非実行とすることを決定した場合、表示制御部78では、例えば、第2特殊観察モードと同様に、特殊観察画像を表示する。

【0101】

一方、判定部114は、粘膜の状態の判定結果、腺腫又はがんであると判定した場合には、表示制御部78で血管強調表示切替制御を実行することを決定する。判定部114により血管強調表示切替制御を実行することを決定した場合、表示制御部78では、上記第1、第2実施形態と同様に、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を順に切り替える。この場合には、強調画像生成部76は、例えば、血管パラメータの算出に用いた血管情報を有する血管を強調して、血管強調画像を生成する。このように、血管パラメータを用いて血管強調表示切替制御を実行するか否かを決定することによって、病変の可能性がある場合にその旨を血管強調表示切替制御の実行により医師に通知することができ、且つ病変の可能性がある部位に対する重点的な診断の支援をすることができる。

【0102】

なお、表示制御部78は、判定部114の判定結果によって、血管の強調表示を切り替える時間間隔を変更しても良い。例えば、判定部114ががんであると判定した場合には、表示制御部78は、第1血管の強調表示と第2血管の強調表示を切り替える時間間隔を、判定部114が腺腫であると判定した場合の時間間隔よりも長くする。これにより、リスクが高い病変の部位に対する重点的な診断の支援をすることができる。

【0103】

なお、表示制御部78は、血管パラメータに基づいた第1血管及び第2血管の強調表示を順に切り替えても良い。例えば、第1血管及び第2血管は、同じ種類の血管情報を用いて算出した血管パラメータを有しており、且つ第1血管の血管パラメータの値は、第2血管の血管パラメータの値と異なっても良い。なお、第1血管は、第1血管パラメータを有し、第2血管は、第1血管パラメータと異なる第2血管パラメータを有していても良い。この場合、第1血管パラメータと第2血管パラメータとは、各血管パラメータの算出に用いた血管情報の種類が互いに異なる。以上のように、血管パラメータに基づいた第1血管及び第2血管の強調表示を順に切り替えることによって、医師の視点に立った総合的な診断の支援ができる。

【0104】

なお、血管パラメータは、表示部84に表示しても良い。表示部84に血管パラメータの数値を表示すれば、医師が血管パラメータの数値を見て、素早くかつ正確に観察対象の状態を判断することができる。

【0105】

また、表示部84には、血管パラメータを算出する際に用いる血管情報や、重み付け係数を表示しても良い。この場合は、血管情報算出部74が算出した血管情報と重み付け係数とを対応付けて表示することが好ましい。なお、血管情報だけ、あるいは重み付け係数だけを表示しても良い。このように、血管パラメータの算出に用いる血管情報や重み付け係数を表示することで、医師は血管パラメータの意味や判定の根拠を把握しやすくなる。

【0106】

また、判定部114による判定結果は、表示部84に表示しても良い。判定結果を表示すれば、血管パラメータの数値を表示する場合よりも、さらに直接的に診断を支援することができる。

【0107】

なお、判定部114は、粘膜の状態を、正常、腺腫、及びがんを含む3種類以上の状態に判定することが望ましい。特に、大腸の粘膜の状態を判定する場合には、正常、過形成ポリープ（HP：Hyperplastic Polyp）、SSA/P（Sessile Serrated Adenoma / Pol

10

20

30

40

50

yp)、腺腫(TSA: Traditional Serrated Adenoma)、側方発達型腫瘍(LST: Laterally Spreading Tumor)、及びがんを含むいずれかの状態に判定することが好ましい。このように、判定部114の判定結果を細分化する場合、判定部114は、血管パラメータに加えて、血管情報を用いることが好ましい。

【0108】

従来、過形成ポリープはがん化のリスクが低く、処置の必要がないと考えられていたが、近年では、過形成ポリープに似たSSA/Pががん化した例も発見されているため、特に過形成ポリープとSSA/Pを鑑別することが重要になってきている。一方、過形成ポリープあるいはSSA/Pと思しき肥厚した粘膜下を中深層血管が横断していると、SSA/Pが形成される可能性が高いことが分かっている。血管パラメータを用いれば判定部114によって過形成ポリープとSSA/Pを鑑別することができるが、血管パラメータと血管情報(血管の太さ及び長さ)を組み合わせると判定をすれば、より高い確率で過形成ポリープからSSA/Pを鑑別することができる。

10

【0109】

なお、上記第1、第2実施形態では、強調画像生成部76は、血管パラメータの算出に用いた血管情報の血管を、血管強調画像内で強調する血管としているが、第3実施形態の判定部114の判定結果を用いて、強調する血管を変更しても良い。例えば、血管パラメータ算出部112が血管の深さと面積との2つの血管情報を用いて血管パラメータを算出し、判定部114が血管パラメータを用いて過形成ポリープあるいはSSA/Pの可能性があると判定した場合に、強調画像生成部76は、血管強調画像内で強調する血管を、血管の太さに関する血管情報を有する血管と、血管の長さに関する血管情報を有する血管に変更する。

20

【0110】

また、観察対象の粘膜の状態ががんであると判定した場合、判定部114は、血管パラメータを用いて、さらに、がんのステージを判定することが好ましい。そして、表示制御部78では、判定部114が判定したがんのステージを表示部84に表示することが好ましい。このように、観察対象の粘膜の状態をがんと判定した場合にさらにステージを判定して、その結果を表示部84に表示すれば、さらに細やかに診断を支援することができる。

【0111】

なお、上記各実施形態では、表示制御部78は、画像全体について血管強調表示切替制御を行っているが、第3実施形態の判定部114の判定結果を用いて、血管強調表示切替制御を行う範囲を設定しても良い。

30

【0112】

この場合、表示制御部78は、強調画像生成部76を制御することによって、判定部114によってがんの可能性があると判定された範囲の血管のうち、第1～第3血管をそれぞれ強調した第1～第3血管強調画像を生成させる。例えば、図9に示すように、強調画像生成部76は、第1血管強調画像116を生成する場合、判定部114によってがんの可能性があると判定された範囲118内の第1血管93を強調する。なお、第2、第3血管強調画像を生成する場合についても、判定部114によってがんの可能性があると判定された範囲内の第2、第3血管をそれぞれ強調しても良い。そして、表示制御部78は、第1～第3血管強調画像を順に切り替えて表示することによって、判定部114によってがんの可能性があると判定された範囲内で血管強調表示切替制御を行う。このように、血管パラメータを用いて観察対象の粘膜の状態を判定し、その結果に基づく範囲の血管を優先して強調すれば、がん等の病変の可能性のある部位に対する重点的な診断の支援をすることができる。

40

【0113】

なお、上記各実施形態では、強調画像生成部76は、第1、第2血管強調画像を生成する場合に、第1、第2血管をそれぞれ強調処理しているが、これに代えて、抑制処理をしても良い。抑制処理は、第1血管又は第2血管の明度、色相、又は彩度を変更して行う。

50

【 0 1 1 4 】

例えば、強調画像生成部 7 6 は、第 1 血管強調画像を生成する場合は、観察対象の血管のうち第 1 血管以外の血管を抑制処理して、第 1 血管を相対的に強調する。第 2 血管強調画像を生成する場合は、観察対象の血管のうち第 2 血管以外の血管を抑制処理して、第 2 血管を相対的に強調する。第 3 血管強調画像を生成する場合は、観察対象の血管のうち第 3 血管以外の血管を抑制処理して、第 3 血管を相対的に強調する。図 1 0 に示すように、例えば、第 3 血管強調画像 1 2 0 では、第 1 血管 9 3 と第 2 血管 9 4 と第 3 血管 9 5 が写っているが、第 3 血管 9 5 以外の血管が抑制されている。このため、第 3 血管強調画像 1 2 0 では、第 3 血管 9 5 が、第 3 血管 9 5 以外の血管よりも相対的に強調されている。

【 0 1 1 5 】

なお、上記各実施形態では、内視鏡システム 1 0 は、静止画像取得指示部 1 3 a によって信号処理部 5 8 が静止画像取得指示を受けた場合に、内視鏡画像をストレージ 6 4 に保存しているが、静止画像取得指示の入力の有無に関係なく、内視鏡画像の動画をモニタ 1 8 に表示する場合に、この内視鏡画像の動画をストレージ 6 4 に保存しても良い。

【 0 1 1 6 】

[第 4 実施形態]

なお、上記各実施形態では、画像処理装置 6 6 が、内視鏡画像から第 1 血管と第 2 血管とを含む観察対象の血管を抽出し、第 1 血管の強調表示と第 2 血管の強調表示とを順に切り替える血管強調表示切替制御を行っているが、第 4 実施形態では、これに代えて、プロセッサ装置 1 6 が、上記血管強調表示切替制御を行う。この場合、図 1 1 に示す内視鏡システム 2 0 0 のように、プロセッサ装置 1 6 に、画像取得部 7 0 と、血管抽出部 7 2 と、血管情報算出部 7 4 と、強調画像生成部 7 6 と、表示制御部 7 8 とを設ける。内視鏡 1 2 や光源装置 1 4 の構成は、第 1 実施形態又は第 2 実施形態の内視鏡システム 1 0 と同様である。

【 0 1 1 7 】

このように、プロセッサ装置 1 6 に画像処理装置 6 6 の各部を設ける場合、画像取得部 7 0 は、信号処理部 5 8 から内視鏡画像を直接取得する。血管抽出部 7 2 は、画像取得部 7 0 が取得した内視鏡画像から血管を抽出して血管抽出画像を得る。血管情報算出部 7 4 は、血管抽出部 7 2 が抽出した血管に関する血管情報を算出する。

【 0 1 1 8 】

強調画像生成部 7 6 は、血管抽出画像に対して第 1 血管を強調した第 1 血管強調画像と、血管抽出画像に対して第 2 血管を強調した第 2 血管強調画像とを少なくとも生成する。表示制御部 7 8 は、表示部 8 4 を制御して、第 1 血管の強調表示と第 2 血管の強調表示を順に切り替える血管強調表示切替制御を行う。この場合には、モニタ 1 8 は、本発明の「表示部」に対応する。

【 0 1 1 9 】

上記のように、プロセッサ装置 1 6 に、画像処理装置 6 6 を構成する画像取得部 7 0 と、血管抽出部 7 2 と、血管情報算出部 7 4 と、強調画像生成部 7 6 と、表示制御部 7 8 とを設ければ、プロセッサ装置 1 6 が、上記第 1、第 2 実施形態の画像処理装置 6 6 として機能する。このため、内視鏡システム 2 0 0 では、観察対象の観察しながら内視鏡画像に画像処理を施して、強調する血管を切り替えるので、リアルタイムに診断を支援することができる。

【 0 1 2 0 】

なお、内視鏡 1 2 は、例えば、時間 t_1 、 t_2 、 $t_3 \cdots$ の各撮像タイミングに観察対象を撮像して内視鏡画像を得ている。強調画像生成部 7 6 は、時間 t_1 に得た 1 つの内視鏡画像を基に第 1、第 2 血管強調画像を生成し、時間 t_2 以降についても、1 つの内視鏡画像を基に第 1、第 2 血管強調画像を生成する。この場合、表示制御部 7 8 が血管強調表示切替制御を行う場合に、第 1 血管強調画像は、基となっている内視鏡画像を得た時間 t_1 に表示するが、第 2 血管強調画像は、基となっている内視鏡画像を得た時間よりも後の時間に表示することになる。このように画像を表示する際の時間的なずれは、時間の経

10

20

30

40

50

過によって大きくなるため、第 1 特殊観察モードでは、内視鏡 1 2 の移動を停止した状態で観察をすることが好ましい。第 1 特殊観察モード中に内視鏡 1 2 が移動した場合には、例えば、モニタ 1 8 に警告表示等を表示しても良い。

【 0 1 2 1 】

なお、強調画像生成部 7 6 は、あるタイミングに内視鏡 1 2 が得た 1 つの内視鏡画像を基に、第 1、第 2 血管強調画像のうちの一方の血管強調画像を生成し、次のタイミングに内視鏡 1 2 が得た 1 つの内視鏡画像を基に、他方の血管強調画像を生成しても良い。具体的には、強調画像生成部 7 6 は、内視鏡 1 2 が時間 t_1 に得た内視鏡画像を基に第 1 血管強調画像を生成し、内視鏡 1 2 が時間 t_1 の後の時間 t_2 に得た内視鏡画像を基に第 2 血管強調画像を生成する。この場合、表示制御部 7 8 は、第 1 血管強調画像を時間 t_1 に表示し、第 2 血管強調画像を時間 t_2 に表示する。これにより、2 つの血管強調画像を切り替えて表示することによる時間的なずれを低減することができる。

【 0 1 2 2 】

[第 5 実施形態]

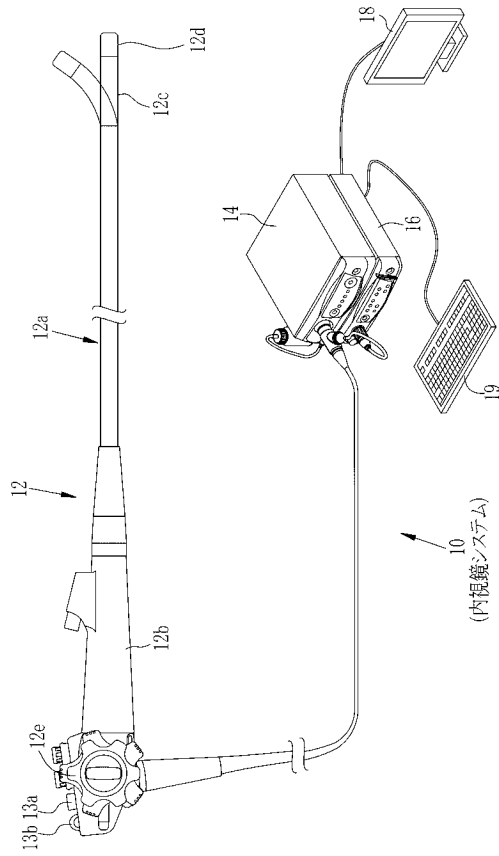
上記各実施形態では、撮像センサ 3 8 が設けられた内視鏡 1 2 を被検体内に挿入して観察を行う内視鏡システム 1 0、2 0 0 によって本発明を実施しているが、第 5 実施形態では、カプセル内視鏡システムにおいて本発明を実施する。カプセル内視鏡システムは、例えば、図 1 2 に示すカプセル内視鏡 3 0 0 と、プロセッサ装置（図示しない）とを少なくとも有する。カプセル内視鏡 3 0 0 は、光源 3 0 2 と、光源制御部 3 0 3 と、撮像センサ 3 0 4 と、画像信号取得処理部 3 0 6 と、送受信アンテナ 3 0 8 とを備えている。光源 3 0 2 は、内視鏡システム 1 0 の光源 2 0 と同様に構成され、光源制御部 3 0 3 の制御によって、照明光を発光する。画像信号取得処理部 3 0 6 は、画像信号取得部 5 0、DSP 5 2、ノイズ低減部 5 4、信号処理部 5 8 として機能する。カプセル内視鏡システムのプロセッサ装置は、内視鏡システム 2 0 0 のプロセッサ装置 1 6 と同様に構成され、画像処理装置 6 6 としても機能する。画像信号取得処理部 3 0 6 が生成する内視鏡画像は、送受信アンテナ 3 0 8 を介してプロセッサ装置に送信される。そして、プロセッサ装置では、受信した内視鏡画像に対して、上記各実施形態と同様に画像処理を施して、強調する血管を切り替える。

【 符号の説明 】

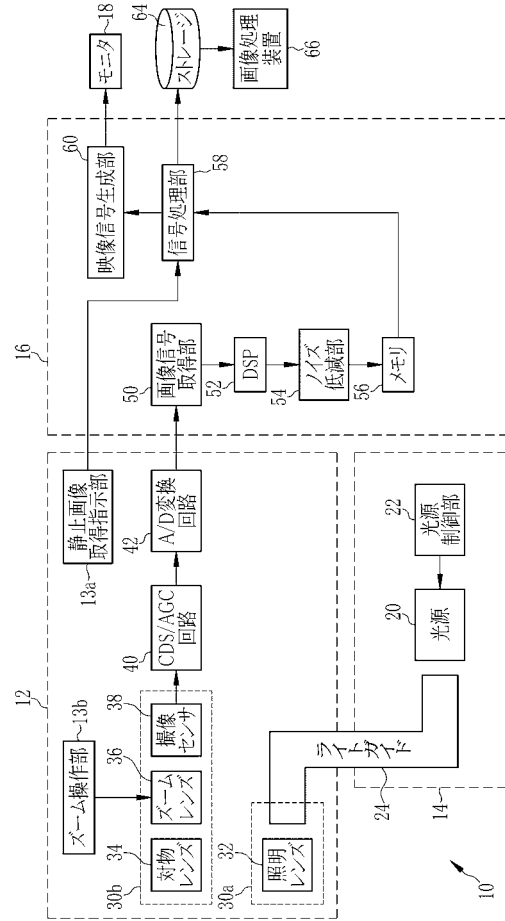
【 0 1 2 3 】

- 1 0、2 0 0 内視鏡システム
- 1 2 内視鏡
- 1 4 光源装置
- 1 6 プロセッサ装置
- 6 6、1 1 0 画像処理装置
- 7 0 画像取得部
- 7 2 血管抽出部
- 7 4 血管情報算出部
- 7 6 強調画像生成部
- 7 8 表示制御部
- 1 1 2 血管パラメータ算出部
- 1 1 4 判定部

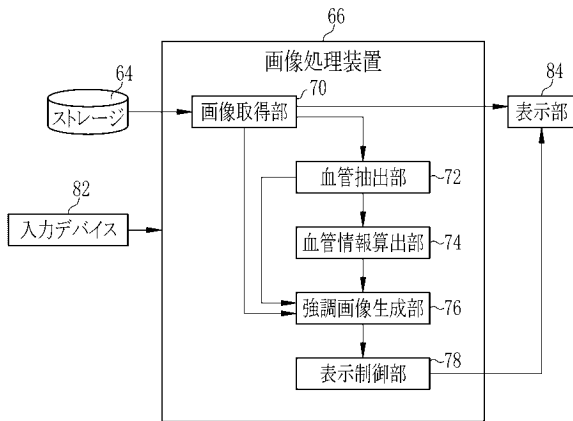
【図 1】



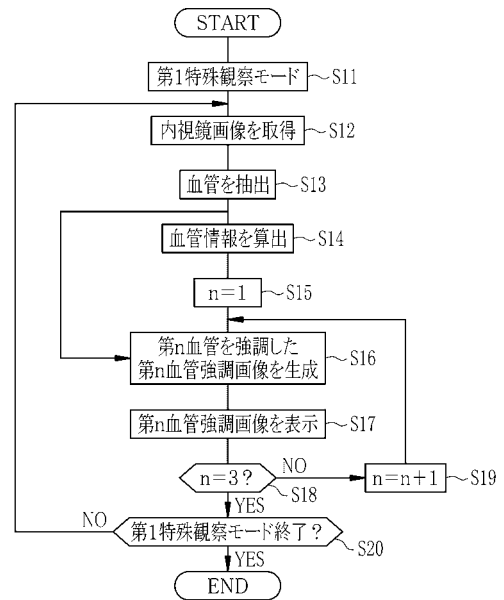
【図 2】



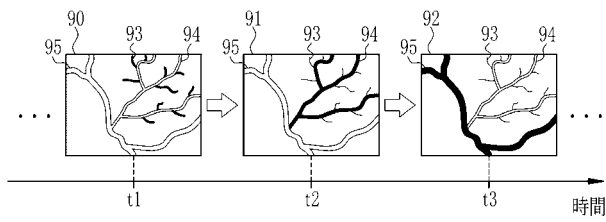
【図 3】



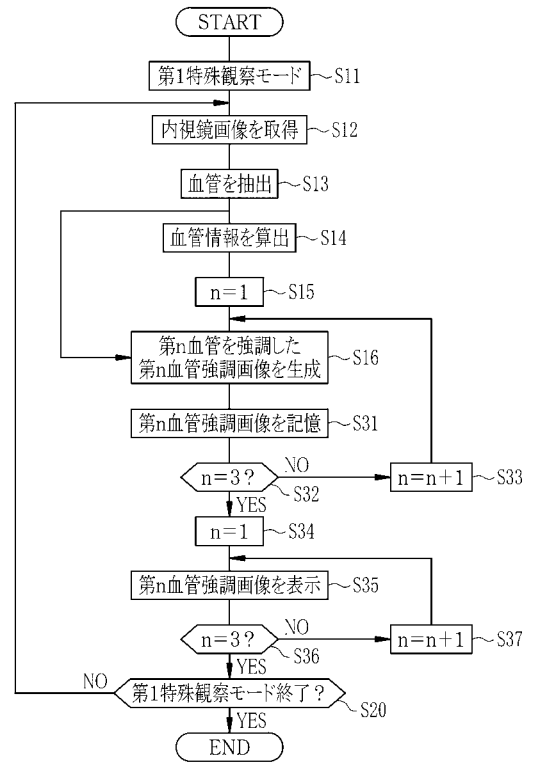
【図 4】



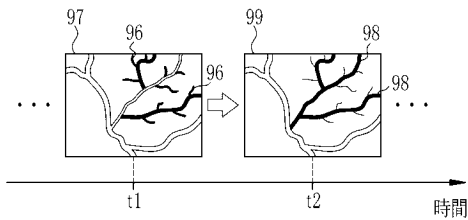
【図 5】



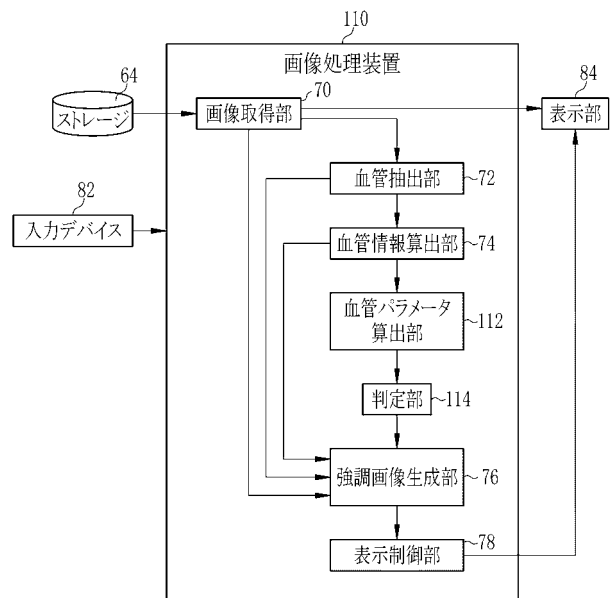
【図 6】



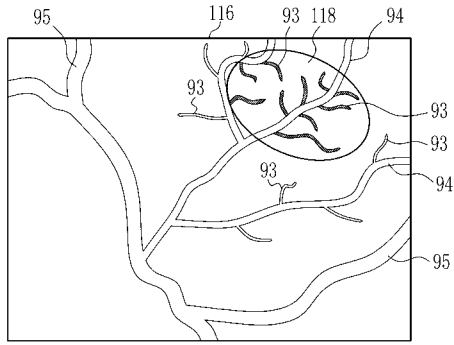
【図 7】



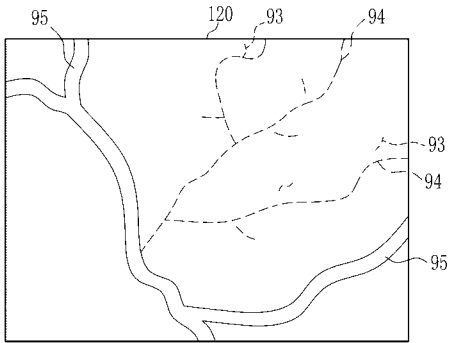
【図 8】



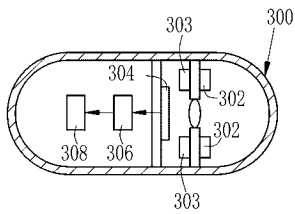
【図 9】



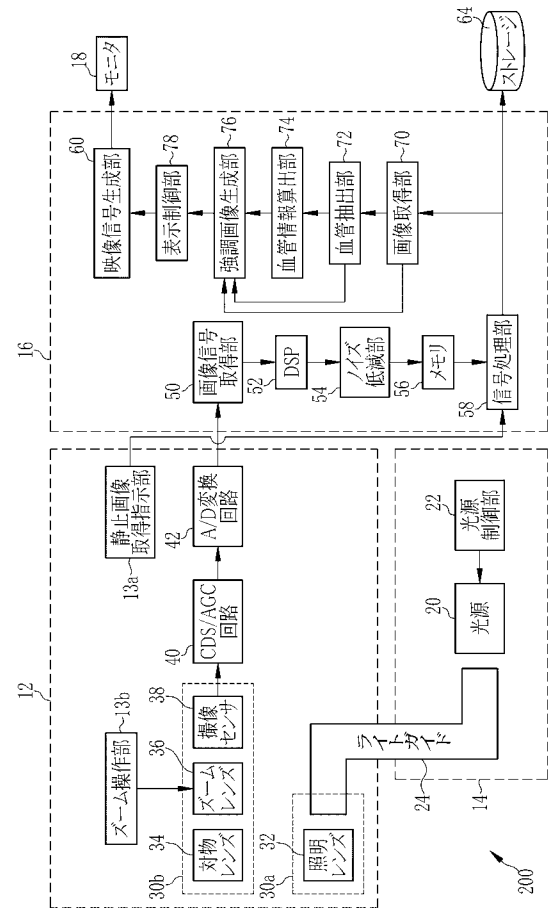
【図 10】



【図 12】



【図 11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 AA07 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE03
CE05 CE06 CE11 CE17 CH07 DA08 DA16 DC03 DC05 DC07
DC08 DC09 DC22 DC25

专利名称(译)	图像处理设备，图像处理设备的操作方法		
公开(公告)号	JP2017060682A	公开(公告)日	2017-03-30
申请号	JP2015188970	申请日	2015-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	今井睦朗		
发明人	今井 睦朗		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 G06T1/00		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/00.320.B A61B1/04.370 G02B23/24.B G06T1/00.290.Z A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.610 A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/045.618 A61B1/045.622 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	2H040/CA02 2H040/CA11 2H040/CA22 2H040/DA14 2H040/DA21 2H040/GA02 2H040/GA11 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/DD07 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/MM05 4C161/NN05 4C161/QQ02 4C161/TT15 4C161/WW01 4C161/WW08 4C161/WW19 5B057/AA07 5B057/CA01 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB01 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CE03 5B057/CE05 5B057/CE06 5B057/CE11 5B057/CE17 5B057/CH07 5B057/DA08 5B057/DA16 5B057/DC03 5B057/DC05 5B057/DC07 5B057/DC08 5B057/DC09 5B057/DC22 5B057/DC25 5L096/AA02 5L096/BA13 5L096/CA02 5L096/CA14 5L096/CA17 5L096/DA01 5L096/DA02 5L096/EA05 5L096/FA15 5L096/FA32 5L096/FA33 5L096/FA39 5L096/FA52 5L096/FA54 5L096/FA59 5L096/FA64 5L096/FA66 5L096/FA67 5L096/FA70 5L096/GA53 5L096/GA55		
其他公开文献	JP6461760B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种能够容易且准确地获取关于多个血管的信息的图像处理设备，该图像处理设备的操作方法和内窥镜系统。图像处理装置包括图像获取单元，血管提取单元和显示控制单元。图像获取单元70获取由内窥镜12拍摄的内窥镜图像。血管提取单元72通过提取包括与第一血管至少部分不同的第一血管和第二血管的待观察的血管，从内窥镜图像提取待观察的血管，以获得血管提取图像。血管信息计算单元74计算用于对由血管提取单元72提取的血管进行分类的血管信息。显示控制单元78控制显示单元84以执行血管强调显示切换控制，以顺序地切换第一血管的强调显示和第二血管的强调显示。点域5

