

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5329593号
(P5329593)

(45) 発行日 平成25年10月30日 (2013. 10. 30)

(24) 登録日 平成25年8月2日 (2013. 8. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

A 6 1 B 5/1455 (2006. 01)

A 6 1 B 5/14 3 2 2

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-81755 (P2011-81755)
 (22) 出願日 平成23年4月1日 (2011. 4. 1)
 (65) 公開番号 特開2012-213551 (P2012-213551A)
 (43) 公開日 平成24年11月8日 (2012. 11. 8)
 審査請求日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(73) 特許権者 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 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (72) 発明者 山口 博司
 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
 (72) 発明者 齋藤 孝明
 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

審査官 渡▲辺▼ 純也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体情報取得システムおよび生体情報取得システムの作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の被観察部位に光を照射する照射手段と、
 前記照射手段から発せられた光の被観察部位からの反射光を撮像して撮像信号を出力する撮像手段と、

前記照射手段で被観察部位に照射する光、または前記撮像手段で撮像する被観察部位からの反射光を波長帯域が制限された狭帯域光とする狭帯域光化手段と、

前記撮像手段から出力された撮像信号に基づき、生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度を算出する吸光成分濃度算出手段と、

波長帯域が近く被観察部位への深達度が略同等な複数の狭帯域光の組み合わせからなる波長セットを自動的に切り替え、設定された実行回数で各波長セットの狭帯域光が一通り照射されるよう、前記狭帯域光化手段の駆動を制御する波長セット切替手段と、

被観察部位の被検体内位置を検出する位置検出手段とを備え、

実行回数は、前記位置検出手段の位置検出結果に応じて設定変更されることを特徴とする生体情報取得システム。

【請求項 2】

前記吸光成分濃度算出手段は血管中のヘモグロビンの酸素飽和度を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の生体情報取得システム。

【請求項 3】

中心波長 4 0 0 n m 台の青色波長帯域の狭帯域光を含む表層波長セットを有し、その実

10

20

行回数は複数回に設定されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の生体情報取得システム。

【請求項 4】

前記位置検出手段は、画像認識により検出を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

【請求項 5】

中心波長 400 nm 台の青色波長帯域の狭帯域光を含む表層波長セット、および中心波長 500 nm 台の緑色波長帯域の狭帯域光を含む中層波長セットを有し、

前記位置検出手段で被観察部位が食道、または大腸と検出されたときは表層波長セット、胃と検出されたときは中層波長セットの実行回数が複数回に設定されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

10

【請求項 6】

実行回数を設定変更するための操作入力手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

【請求項 7】

前記照射手段は、ブロードな波長帯域の白色光を照射し、

前記狭帯域光化手段は、前記照射手段または前記撮像手段に配された、透過光の波長帯域が可変する波長可変素子であり、前記照射手段から発せられた白色光、またはその被観察部位からの反射光を狭帯域光化することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

20

【請求項 8】

前記吸光成分濃度算出手段による吸光成分濃度の算出結果を表示する表示手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

【請求項 9】

前記表示手段は、複数の波長セットを切り替えて得られた波長セット毎の吸光成分濃度の算出結果を単独表示、または並列表示することを特徴とする請求項 8 に記載の生体情報取得システム。

【請求項 10】

中心波長 600 nm 台の赤色波長帯域の狭帯域光を含む深層波長セットを有することを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

30

【請求項 11】

被観察部位にブロードな波長帯域の白色光を照射して得た撮像信号から肉眼で観察したときと略同等の画像を生成して表示手段に表示する通常観察モードと、

吸光成分濃度を算出してその算出結果を前記表示手段に表示する吸光成分濃度算出モードとを備え、各モードを切替可能に構成したことを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の生体情報取得システム。

【請求項 12】

照射手段と、撮像手段と、狭帯域光化手段と、吸光成分濃度算出手段と、波長セット切替手段と、位置検出手段とを備える生体情報取得システムの作動方法において、

前記照射手段により、被検体の被観察部位に照射する光を発する光発生ステップと、

40

前記光発生ステップで発せられた光の被観察部位からの反射光を、前記撮像手段で撮像して撮像信号を出力する撮像ステップと、

前記光発生ステップで発せられた被観察部位に照射する光、または前記撮像ステップで撮像する被観察部位からの反射光を、前記狭帯域光化手段で波長帯域が制限された狭帯域光とする狭帯域光化ステップと、

前記撮像ステップで出力された撮像信号に基づき、前記吸光成分濃度算出手段により生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度を算出する吸光成分濃度算出ステップと、

前記波長セット切替手段により、波長帯域が近く被観察部位への深達度が略同等な複数の狭帯域光の組み合わせからなる波長セットを自動的に切り替え、設定された実行回数で各波長セットの狭帯域光を一通り照射させる波長セット切替ステップと、

50

前記位置検出手段により、被観察部位の被検体内位置を検出する位置検出ステップとを備え、

前記波長セット切替ステップにおける実行回数は、前記位置検出ステップの位置検出結果に応じて設定変更されることを特徴とする生体情報取得システムの作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度の情報を取得する生体情報取得システムおよび生体情報取得システムの作動方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

医療分野において様々な生体情報の取得が行われている。その代表例として内視鏡を利用した検査が挙げられる。周知の如く、内視鏡は被検体内に挿入する挿入部の先端から被検体の被観察部位に照明光を照射し、被観察部位の像を取り込む。

【0003】

従来、照明光の光源にはキセノンランプやメタルハライドランプ等の白色光源が用いられていたが、病変の発見を容易にするために狭い波長帯域の光（狭帯域光）を被観察部位に照射し、その反射光を画像化して観察する手法が脚光を浴びている（特許文献1参照）。

【0004】

20

狭帯域光を照射して得られた撮像信号に基づき、血管中のヘモグロビンの酸素飽和度といった吸光成分濃度の情報を取得する方法も鋭意研究されている（特許文献2参照）。特許文献2では、300～400nm、400nm付近、400～500nm、500～600nm、450～850nm等の各波長帯域で複数の波長セットの狭帯域光を照射している。波長セットはヘモグロビンの酸素飽和度により吸光度が変化する波長と変化が少ない波長の組み合わせである。被観察部位や観察目的に応じて最適な波長帯域を選択して、異なる波長帯域における酸素飽和度の変化を観察することができる。また、波長帯域によって光の深達度が異なることから、粘膜表層から深層までの粘膜の厚さ方向に関する酸素飽和度の変化を得ることができる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3583731号

【特許文献2】特開平06-315477号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献2では、波長セットを具体的にどういったタイミングで切り替えるのかが明示されていない。波長セットを手動で切り替えているとすれば、術者に煩雑な操作を強いることになるし、波長セットの切替に時間が掛かって被観察部位が動いてずれてしまうことも起こり得る。

40

【0007】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度の粘膜の厚さ方向に関する情報を、手間を掛けずに取得することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明の生体情報取得システムは、被検体の被観察部位に光を照射する照射手段と、前記照射手段から発せられた光の被観察部位からの反射光を撮像して撮像信号を出力する撮像手段と、前記照射手段で被観察部位に照射する光、または

50

前記撮像手段で撮像する被観察部位からの反射光を波長帯域が制限された狭帯域光とする狭帯域光化手段と、前記撮像手段から出力された撮像信号に基づき、生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度を算出する吸光成分濃度算出手段と、波長帯域が近く被観察部位への深達度が略同等な複数の狭帯域光の組み合わせからなる波長セットを自動的に切り替え、設定された実行回数で各波長セットの狭帯域光が一通り照射されるよう、前記狭帯域光化手段の駆動を制御する波長セット切替手段と、被観察部位の被検体内位置を検出する位置検出手段とを備え、実行回数は、前記位置検出手段の位置検出結果に応じて設定変更されることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

前記吸光成分濃度算出手段は血管中のヘモグロビンの酸素飽和度を算出する。

10

【 0 0 1 0 】

中心波長 4 0 0 n m 台の青色波長帯域の狭帯域光を含む表層波長セットを有し、その実行回数は複数回に設定されている。

【 0 0 1 1 】

被観察部位の被検体内位置を検出する位置検出手段を備えることが好ましい。実行回数は、前記位置検出手段の位置検出結果に応じて設定変更される。前記位置検出手段は、画像認識により検出を行う。

【 0 0 1 2 】

中心波長 4 0 0 n m 台の青色波長帯域の狭帯域光を含む表層波長セット、および中心波長 5 0 0 n m 台の緑色波長帯域の狭帯域光を含む中層波長セットを有し、前記位置検出手段で被観察部位が食道、または大腸と検出されたときは表層波長セット、胃と検出されたときは中層波長セットの実行回数が複数回に設定される。

20

【 0 0 1 3 】

実行回数を設定変更するための操作入力手段を備えることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

前記照射手段は、ブロードな波長帯域の白色光を照射する。前記狭帯域光化手段は、前記照射手段または前記撮像手段に配された、透過光の波長帯域が可変する波長可変素子であり、前記照射手段から発せられた白色光、またはその被観察部位からの反射光を狭帯域光化する。波長可変素子は例えばエタロンや液晶チューナブルフィルタである。

【 0 0 1 5 】

前記吸光成分濃度算出手段による吸光成分濃度の算出結果を表示する表示手段を備えることが好ましい。前記表示手段は、複数の波長セットを切り替えて得られた波長セット毎の吸光成分濃度の算出結果を単独表示、または並列表示する。これらの表示形態を自動または手動で切り替えてもよい。

30

【 0 0 1 6 】

中心波長 6 0 0 n m 台の赤色波長帯域の狭帯域光を含む深層波長セットを有する。

【 0 0 1 7 】

被観察部位にブロードな波長帯域の白色光を照射して得た撮像信号から肉眼で観察したときと略同等の画像を生成して表示手段に表示する通常観察モードと、吸光成分濃度を算出してその算出結果を前記表示手段に表示する吸光成分濃度算出モードとを備え、各モードを切替可能に構成することが好ましい。

40

【 0 0 1 8 】

また、本発明の生体情報取得システムの作動方法は、照射手段と、撮像手段と、狭帯域光化手段と、吸光成分濃度算出手段と、波長セット切替手段と、位置検出手段とを備える生体情報取得システムの作動方法において、前記照射手段により、被検体の被観察部位に照射する光を発する光発生ステップと、前記光発生ステップで発せられた光の被観察部位からの反射光を、前記撮像手段で撮像して撮像信号を出力する撮像ステップと、前記光発生ステップで発せられた被観察部位に照射する光、または前記撮像ステップで撮像する被観察部位からの反射光を、前記狭帯域光化手段で波長帯域が制限された狭帯域光とする狭帯域光化ステップと、前記撮像ステップで出力された撮像信号に基づき、前記吸光成分濃

50

度算出手段により生体組織に存在する血管中の物質の吸光成分濃度を算出する吸光成分濃度算出ステップと、前記波長セット切替手段により、波長帯域が近く被観察部位への深達度が略同等な複数の狭帯域光の組み合わせからなる波長セットを自動的に切り替え、設定された実行回数で各波長セットの狭帯域光を一通り照射させる波長セット切替ステップと、前記位置検出手段により、被観察部位の被検体内位置を検出する位置検出ステップとを備え、前記波長セット切替ステップにおける実行回数は、前記位置検出ステップの位置検出結果に応じて設定変更されることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、波長帯域が近く被観察部位への深達度が略同等な複数の狭帯域光の組み合わせからなる波長セットを自動的に切り替え、設定された実行回数で各波長セットの狭帯域光が一通り照射されるようにするので、吸光成分濃度の粘膜の厚さ方向に関する情報を、手間を掛けずに取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】電子内視鏡システムの構成を示す外観図である。

【図 2】電子内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図 3】ベイヤー配列のカラーフィルタを示す図である。

【図 4】C C D の R G B 各画素の分光感度特性を示すグラフである。

【図 5】画像処理部の構成を示す図である。

【図 6】酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光特性を示すグラフである。

【図 7】算出参照情報の例を示すグラフである。

【図 8】プロセッサ装置の C P U の構成を示す図である。

【図 9】波長セットテーブルの例を示す図である。

【図 10】各波長セットの深達度を示す図である。

【図 11】波長セットの切替の様子を示すタイミングチャートである。

【図 12】(A) 早期の癌と (B) 進行した癌の各波長セットによる酸素飽和度画像を示す図である。

【図 13】酸素飽和度算出モードの処理手順を示すフローチャートである。

【図 14】被観察部位の体内位置を検出する位置検出部を設けた態様を示す図である。

【図 15】設定変更ウィンドウを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

図 1 において、生体情報取得システムである電子内視鏡システム 2 は、電子内視鏡 10、プロセッサ装置 11、および光源装置 12 からなる。電子内視鏡 10 は、周知の如く、被検体（患者）内に挿入される可撓性の挿入部 13 と、挿入部 13 の基端部分に連設された操作部 14 と、プロセッサ装置 11 および光源装置 12 に接続されるコネクタ 15 と、操作部 14、コネクタ 15 間を繋ぐユニバーサルコード 16 とを有する。

【 0 0 2 2 】

操作部 14 には、挿入部 13 の先端 17 を上下左右方向に湾曲させるためのアングルノブや、送気・送水ノズルからエアー、水を噴出させるための送気・送水ボタンの他、観察画像を静止画記録するためのリリースボタンといった操作部材が設けられている。

【 0 0 2 3 】

また、操作部 14 の先端側には、電気メス等の処置具が挿通される鉗子口が設けられている。鉗子口は、挿入部 13 内の鉗子チャンネルを通して、先端 17 に設けられた鉗子出口に連通している。

【 0 0 2 4 】

プロセッサ装置 11 は、光源装置 12 と電氣的に接続され、電子内視鏡システム 2 の動作を統括的に制御する。プロセッサ装置 11 は、ユニバーサルコード 16 や挿入部 13 内に挿通された伝送ケーブルを介して電子内視鏡 10 に給電を行い、先端 17 に搭載された

10

20

30

40

50

ＣＣＤ３３（図２参照）の駆動を制御する。また、プロセッサ装置１１は、伝送ケーブルを介してＣＣＤ３３から出力された撮像信号を受信し、受信した撮像信号に各種処理を施して画像データを生成する。プロセッサ装置１１で生成された画像データは、プロセッサ装置１１にケーブル接続されたモニタ１８に観察画像として表示される。

【００２５】

電子内視鏡システム２には、被検体の被観察部位に白色光を照射して観察する通常観察モードと、被観察部位に狭帯域光を照射して、生体組織の血管中のヘモグロビンの酸素飽和度を算出する酸素飽和度算出モードとが用意されている。各モードの切替は操作部１４のモード切替スイッチ１９を操作することにより行われる。電子内視鏡システム２の電源投入直後は通常観察モードが自動的に選択される。

10

【００２６】

図２において、先端１７には、観察窓３０、照明窓３１等が設けられている。観察窓３０の奥には、レンズ群およびプリズムからなる対物光学系３２を介して、被検体内撮影用のＣＣＤ３３が配されている。照明窓３１は、ユニバーサルコード１６や挿入部１３に配設されたライトガイド３４、および照明レンズ３５で導光される光源装置１２からの照明光を被観察部位に照射する。

【００２７】

ＣＣＤ３３は、観察窓３０、対物光学系３２を経由した被検体内の被観察部位の像が撮像面に入射するように配置されている。撮像面には複数の色セグメントからなるカラーフィルタ、例えば、図３に示すベイヤー配列（Ｒ－赤、Ｇ－緑、Ｂ－青）の原色カラーフィルタ３６が形成されている。原色カラーフィルタ３６の分光透過率、および画素自体の分光感度によって、ＣＣＤ３３のＲＧＢ各画素の分光感度特性は図４に示すようになる。Ｒ画素は６００ｎｍ近傍、Ｇ画素は５５０ｎｍ近傍、Ｂ画素は４５０ｎｍ近傍の波長の光にそれぞれ感度を有する。Ｒ画素は約１０００ｎｍ付近の赤外領域の波長の光にも感度を有する。

20

【００２８】

図２に戻って、アナログ信号処理回路（以下、ＡＦＥと略す）３７は、相関二重サンプリング回路（以下、ＣＤＳと略す）、自動ゲイン制御回路（以下、ＡＧＣと略す）、およびアナログ／デジタル変換器（以下、Ａ／Ｄと略す）から構成されている。ＣＤＳは、ＣＣＤ３３から出力される撮像信号に対して相関二重サンプリング処理を施し、ＣＣＤ３３で生じるリセット雑音およびアンプ雑音の除去を行う。ＡＧＣは、ＣＤＳによりノイズ除去が行われた撮像信号を、プロセッサ装置１１から指定されるゲイン（増幅率）で増幅する。Ａ／Ｄは、ＡＧＣにより増幅された撮像信号を所定のビット数のデジタル信号に変換する。Ａ／Ｄでデジタル化された撮像信号は、伝送ケーブルを介してプロセッサ装置１１の画像処理回路４９に入力される。

30

【００２９】

ＣＣＤ駆動回路３８は、ＣＣＤ３３の駆動パルス（垂直／水平走査パルス、電子シャッタパルス、読み出しパルス、リセットパルス等）とＡＦＥ３７用の同期パルスとを発生する。ＣＣＤ３３は、ＣＣＤ駆動回路３８からの駆動パルスに応じて撮像動作を行い、撮像信号を出力する。ＡＦＥ３７の各部は、ＣＣＤ駆動回路３８からの同期パルスに基づいて動作する。

40

【００３０】

ＣＰＵ３９は、電子内視鏡１０とプロセッサ装置１１とが接続された後、プロセッサ装置１１のＣＰＵ４５からの動作開始指示に基づいて、ＣＣＤ駆動回路３８を駆動させるとともに、ＣＣＤ駆動回路３８を介してＡＦＥ３７のＡＧＣのゲインを調整する。

【００３１】

ＣＰＵ４５は、プロセッサ装置１１全体の動作を統括的に制御する。ＣＰＵ４５は、図示しないデータバスやアドレスバス、制御線を介して各部と接続している。ＲＯＭ４６には、プロセッサ装置１１の動作を制御するための各種プログラム（ＯＳ、アプリケーションプログラム等）やデータ（グラフィックデータ等）が記憶されている。ＣＰＵ４５は、

50

R O M 4 6 から必要なプログラムやデータを読み出して、作業用メモリである R A M 4 7 に展開し、読み出したプログラムを逐次処理する。また、C P U 4 5 は、検査日時、患者や術者の情報等の文字情報といった検査毎に変わる情報を、プロセッサ装置 1 1 の操作パネルや L A N (Local Area Network)等のネットワークより得て、R A M 4 7 に記憶する。

【 0 0 3 2 】

操作部 4 8 は、プロセッサ装置 1 1 の筐体に設けられる操作パネル、あるいは、マウスやキーボード等の周知の入力デバイスである。C P U 4 5 は、操作部 4 8、および電子内視鏡 1 0 の操作部 1 4 にあるリリースボタンやモード切替スイッチ 1 9 等からの操作信号に応じて、各部を動作させる。

【 0 0 3 3 】

画像処理回路 4 9 は、電子内視鏡 1 0 から入力された撮像信号に対して、色補間、ホワイトバランス調整、ガンマ補正、画像強調、画像用ノイズリダクション、色変換等の各種画像処理を施す他、後述する酸素飽和度の算出を行う。

【 0 0 3 4 】

表示制御回路 5 0 は、C P U 4 5 から R O M 4 6 および R A M 4 7 のグラフィックデータを受け取る。グラフィックデータには、観察画像の無効画素領域を隠して有効画素領域のみを表示させる表示用マスク、検査日時、あるいは患者や術者、現在選択されている観察モード等の文字情報、グラフィカルユーザインターフェース (G U I ; Graphical User Interface) 等がある。表示制御回路 5 0 は、画像処理回路 4 9 からの画像に対して、表示用マスク、文字情報、G U I の重畳処理、モニタ 1 8 の表示画面への描画処理等の各種表示制御処理を施す。

【 0 0 3 5 】

表示制御回路 5 0 は、画像処理回路 4 9 からの画像を一時的に格納するフレームメモリを有する。表示制御回路 5 0 は、フレームメモリから画像を読み出し、読み出した画像をモニタ 1 8 の表示形式に応じたビデオ信号 (コンポーネント信号、コンポジット信号等) に変換する。これにより、モニタ 1 8 に観察画像が表示される。

【 0 0 3 6 】

プロセッサ装置 1 1 には、上記の他にも、画像に所定の圧縮形式 (例えば J P E G 形式) で画像圧縮を施す圧縮処理回路や、圧縮された画像を C F カード、光磁気ディスク (M O)、C D - R 等のリムーバブルメディアに記録するメディア I / F、L A N 等のネットワークとの間で各種データの伝送制御を行うネットワーク I / F 等が設けられている。これらはデータバス等を介して C P U 4 5 と接続されている。

【 0 0 3 7 】

光源装置 1 2 は、第一光源 5 5 および第二光源 5 6 を有する。各光源 5 5、5 6 は同じ構成であり、例えば 4 0 0 n m 以上 1 0 0 0 n m 以下の波長帯の青色～赤色までのブロードな波長の白色光を発生するキセノンランプやハロゲンランプ、白色 L E D (発光ダイオード) 等である。あるいは、青色光または紫外光の励起光を発する半導体レーザと、これにより励起発光される蛍光体の緑色～黄色～赤色の蛍光との合波光で白色光を生成する光源を用いてもよい。

【 0 0 3 8 】

各光源 5 5、5 6 は、光源ドライバ 5 7、5 8 によってそれぞれ駆動される。集光レンズ 5 9、6 0 は、各光源 5 5、5 6 から発せられた各光を集光して、各光源 5 5、5 6 の出射端側に配された二本のライトガイド 3 4 a、3 4 b に導光する。ライトガイド 3 4 a、3 4 b はカプラー 6 1 を介して一本のライトガイド 3 4 に連結されている。集光レンズ 5 9、6 0 とライトガイド 3 4 a、3 4 b の間には、ライトガイド 3 4 a、3 4 b の入射端に入射させる光の光量を調節するための可動絞り 6 2、6 3 が設けられている。なお、カプラー 6 1 を設けるのではなく、各光源 5 5、5 6 用に二本のライトガイドを設けてもよい。

【 0 0 3 9 】

第二光源 5 6 と集光レンズ 6 0 の間には、波長可変素子 6 4 が設けられている。波長可

10

20

30

40

50

変素子 64 は、素子ドライバ 65 により駆動される。波長可変素子 64 は、入射光のうちの特定の波長帯域の光を選択的に透過させ、且つ透過させる光の波長帯域を変更可能な素子である。波長可変素子 64 には、圧電素子等のアクチュエータを駆動することにより、二枚の高反射光フィルタからなる基板の面間隔を変更し、以て透過光の波長帯域を制御するエタロン、あるいは偏光フィルタ間に複屈折フィルタとネマティック液晶セルを挟んで構成され、液晶セルへの印加電圧を変更することで透過光の波長帯域を制御する液晶チューナブルフィルタが用いられる。各波長セット用の白色光源と、白色光の光路に配置され、複数の干渉フィルタ（バンドパスフィルタ）を組み合わせたロータリーフィルタとを用いてもよい。

【0040】

10

光源装置 12 の CPU 66 は、プロセッサ装置 11 の CPU 45 と通信し、光源ドライバ 57、58 を介して各光源 55、56 の各レーザ光の点消灯制御および可動絞り 62、63 による光量制御を各光源 55、56 および各可動絞り 62、63 別に行う。また、CPU 66 は、素子ドライバ 65 を介して波長可変素子 64 の駆動を制御する。

【0041】

通常観察モードが選択された場合、CPU 45 は、CPU 66 を介して光源ドライバ 57 の駆動を制御して、第一光源 55 のみを点灯させる。被観察部位に照射される照明光は白色光のみとなる。酸素飽和度算出モードが選択された場合は、第一光源 55 を消灯させて第二光源 56 を点灯させる。被観察部位に照射される照明光は、波長可変素子 64 により透過された狭帯域光のみとなる。

20

【0042】

図 5 において、画像処理回路 49 には、酸素飽和度算出部 70 が設けられている。酸素飽和度算出部 70 の前段には血管領域特定部 71 が接続されている。血管領域特定部 71 は AFE 37 から入力される画像を解析し、例えば血管部分とそれ以外の部分の輝度値の差を参照することで血管が映し出された領域を特定する。血管領域特定部 71 は、特定した血管領域の情報を画像とともに酸素飽和度算出部 70 に出力する。酸素飽和度算出部 70 は、被観察部位に複数の波長帯域の狭帯域光を照射してその反射光を撮像した複数の画像に基づき、血管中のヘモグロビンの酸素飽和度を算出する。

【0043】

図 6 に示すように、血管中のヘモグロビンは、照明光の波長によって吸光係数 μ_a が変化する。吸光係数 μ_a は、ヘモグロビンの光の吸収の大きさ（吸光度）を表し、ヘモグロビンに照射された光の減衰状況を表す $I_0 \exp(-\mu_a \times x)$ の式の係数である。ここで、 I_0 は照明光の強度であり、 x (cm) は被観察部位表面から血管までの深さである。

30

【0044】

また、酸素と結合していない還元ヘモグロビン Hb と酸素と結合した酸化ヘモグロビン HbO は異なる吸光特性をもち、同じ吸光係数 μ_a を示す等吸収点（各ヘモグロビンの吸光係数 μ_a の交点）を除いて、吸光係数 μ_a に差が生じる。

【0045】

吸光係数 μ_a に差があると、同じ血管に対して同じ強度且つ同じ波長の光を照射しても反射光の強度が変化する。また、同じ強度で波長が異なる光を照射しても、波長によって吸光係数 μ_a が変わるため同様に強度が変化する。従って、複数の波長帯域の狭帯域光を照射して得た複数の画像を解析すれば、血管中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの割合、すなわち酸素飽和度の情報を得ることができる。

40

【0046】

酸素飽和度算出部 70 は、複数の波長帯域の狭帯域光を照射して得た複数の画像をそれぞれ一時的に記憶するフレームメモリ（図示せず）を有する。酸素飽和度算出部 70 は、フレームメモリから各画像を読み出し、各画像の血管領域特定部 71 で特定した血管領域の画素値を用いた種々の演算、例えば各画像間の画素値の比や差分をとることにより画像パラメータを算出する。一例として、第一～第三の狭帯域光を被観察部位に順に照射し、

50

これにより得られた第一～第三画像 G 1 ～ G 3 を用いて酸素飽和度を算出する場合、酸素飽和度算出部 7 0 は、G 1 / G 3、G 2 / G 3 を画像パラメータとして算出する。

【 0 0 4 7 】

算出参照情報 7 2 は、図 7 に示すような画像パラメータと酸素飽和度の関係を、波長セット毎に関数あるいはデータテーブルの形式でもつ。画像パラメータと酸素飽和度の関係は実験等で予め求められる。酸素飽和度算出部 7 0 は、算出した画像パラメータを関数に代入して演算したりデータテーブルを検索したりして、当該画像パラメータに対応する酸素飽和度を算出参照情報 7 2 から求める。そして、酸素飽和度の算出結果を酸素飽和度画像生成部 7 3 および C P U 4 5 に出力する。

【 0 0 4 8 】

酸素飽和度画像生成部 7 3 は、酸素飽和度算出部 7 0 の算出結果を擬似カラー表示するためのカラーマップに基づき、算出結果を反映させた酸素飽和度画像を生成する。酸素飽和度画像には酸素飽和度算出部 7 0 が算出参照情報 7 2 から求めた酸素飽和度の数値が文字情報として表示される。カラーマップは、例えば酸素飽和度が比較的低い場合はシアン、中程度はマゼンタ、高い場合はイエローを割り当てるよう構成されている。

【 0 0 4 9 】

図 8 に示すように、R O M 4 6 のプログラムを実行することにより、C P U 4 5 には波長セット切替部 8 0 が構築される。波長セット切替部 8 0 は、R O M 4 6 に記憶された図 9 に示す波長セットテーブル 8 1 から酸素飽和度を算出する際の狭帯域光の波長セットを選択する。波長セットテーブル 8 1 には、表層、中層、深層の各深さの血管の酸素飽和度を算出するときに最適な波長セットとその実行回数が予め登録されている。各波長セットには、その深さに十分に深達し、酸化、還元ヘモグロビンの吸光係数 μ_a に差がある波長と、差がない等吸収点の波長が一例として選ばれる。表層の場合は比較的波長が短い 4 0 5 (等吸収点の波長)、4 4 5、4 7 3 nm であり、深層の場合は近赤外光を含む 6 8 0、8 0 5 (等吸収点の波長)、9 5 0 nm、中層の場合はこれらの中間の 5 4 0、5 5 0、5 8 0 nm である。図 1 0 に示すように、表層波長セットは粘膜表面から数十 μm 程度の深さ、中層波長セットは表層波長セットよりも深い数十～数百 μm の深さ、深層波長セットは粘膜筋板から粘膜下組織層の深さまでそれぞれ達する。なお、ここでは三つの波長を一セットとしているが、二つ、または三つ以上の波長を登録してもよい。

【 0 0 5 0 】

波長セットテーブル 8 1 に登録された実行回数は、表層、中層、深層の各波長セットでの酸素飽和度の算出を一サイクルとしたとき、一サイクル中での各波長セットの実行回数を示す。本例では表層波長セットが「5」、中層、深層波長セットがそれぞれ「1」である。波長セット切替部 8 0 は、この実行回数で各波長セットの狭帯域光が照射されるよう、光源装置 1 2 の C P U 6 6 に信号を出力する。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 に示すように、モード切替スイッチ 1 9 が操作されて酸素飽和度算出モードが選択された際には、波長セット切替部 8 0 はまず表層波長セットを選択する。光源装置 1 2 の C P U 6 6 は、表層波長セットの狭帯域光が C C D 3 3 の蓄積期間単位で順次照射されるよう、波長可変素子 6 4 の駆動を制御する。そして、波長セットテーブル 8 1 に登録された実行回数に従って、これを 5 回繰り返す。表層波長セットの狭帯域光の照射を 5 回繰り返させた後、波長セット切替部 8 0 は、表層波長セットから中層波長セット、さらには中層波長セットから深層波長セットに切り替える旨の信号を C P U 6 6 に出力する。C P U 6 6 は、中層波長セットの狭帯域光、次いで深層波長セットの狭帯域光が 1 回ずつ C C D 3 3 の蓄積期間単位で順次照射されるよう、波長可変素子 6 4 の駆動を制御する。これで一サイクルが終了する。深層波長セットの狭帯域光の照射後は、再び表層波長セットの狭帯域光の照射に戻る。

【 0 0 5 2 】

中層波長セットと深層波長セットの切替順序を入れ替えてもよい。また、表層波長セットを 5 回連続で繰り返すのではなく、例えば 2 回連続で表層波長セットの狭帯域光を照射

10

20

30

40

50

し、次いで中層波長セットの狭帯域光を1回照射した後に再度2回連続で表層波長セットの狭帯域光を照射し、続いて深層波長セットの狭帯域光を1回照射して最後に1回表層波長セットの狭帯域光を照射する、というように表層波長セットの狭帯域光の照射の間に中層、深層波長セットの狭帯域光の照射を差し挟んでもよい。要は一サイクル中の実行回数が波長セットテーブル81に登録された数であればよい。表層波長セットを5回連続で繰り返すと最初の回と中層波長セット、深層波長セットの回に間が空くが、表層波長セットの狭帯域光の照射の間に中層、深層波長セットの狭帯域光の照射を差し挟めば各波長セットによる酸素飽和度の算出の同時性が確保できる。

【0053】

実行回数5回の表層波長セットによる酸素飽和度画像Gb1～Gb5、中層波長セット、深層波長セットの狭帯域光を照射してそれぞれ得られた酸素飽和度画像Gg、Grは、被観察部位の厚さ方向に関する酸素飽和度の情報を表す。表示制御回路50は、これらの酸素飽和度画像Gb1～Gb5、Gg、Grをモニタ18に単独、または並べて表示させる。これら単独表示、並列表示を、術者の操作または一定時間毎に自動的に切り替えてもよい。各画像の比較が容易になり、診断をスムーズに進めることができる。

【0054】

また、CPU45は、リリースボタンの操作に連動して、一サイクル中の酸素飽和度画像Gb1～Gb5、Gg、Grを互いに関連付けてROM46またはリムーバブルメディアに記録させる。

【0055】

よく知られているように、癌組織は、その転移および浸潤の過程（プログレッション）において、自身の酸素（血流）不足を補うため、血管新生を促進する作用を持った増殖因子（血管内皮増殖因子（Vascular Endothelial Growth Factor、VEGF）を生産し、新たに血管網（新生血管）を形成して病巣への血流を増加させることにより低酸素状態を脱しようとする。新生血管は癌組織周囲から下側に派生し、粘膜下組織層の比較的太い血管に繋がる。癌組織自体は酸素飽和度が比較的低い、その周囲の新生血管に該当する部分は酸素飽和度が比較的高くなる。

【0056】

図12（A）に示すように、癌組織が粘膜表層に止まり粘膜筋板まで達していない早期の癌では、新生血管は粘膜表層から中層にわたって癌組織の周囲を取り巻く。この癌組織とその周囲の酸素飽和度画像Gbには、大まかに、癌組織に該当する酸素飽和度が低い中央部分と、新生血管に該当する酸素飽和度が高い円環部分とが映し出される。中層波長セットによる酸素飽和度画像Gbには癌組織に該当する部分は映っておらず、新生血管に該当する円環部分のみが映し出される。深層波長セットによる酸素飽和度画像Grは、酸素飽和度の高低が目立たないものとなる。

【0057】

一方、癌組織が粘膜筋板から粘膜下組織層にまで達した、ある程度進行した癌の場合は、同図（B）に示すように、酸素飽和度画像Gbは癌組織に該当する酸素飽和度が低い部分が殆どを占める。酸素飽和度画像Ggには、（A）の酸素飽和度画像Gbと同様、癌組織に該当する酸素飽和度が低い中央部分と、新生血管に該当する酸素飽和度が高い円環部分とが映し出される。また、酸素飽和度Grには、新生血管に該当する円環部分のみが映し出される。

【0058】

以上のことから、酸素飽和度画像Gb、Gg、Grに映し出される酸素飽和度の高低が癌の進行具合によって異なることが分かる。従って、酸素飽和度画像Gb、Gg、Grを観察し、それらの酸素飽和度の高低のパターンを解析することで、癌の進行度（深達度）を把握することができる。

【0059】

次に、上記のように構成された電子内視鏡システム2の作用について説明する。電子内視鏡10で被検体内を観察する際、術者は、操作部48を操作して、被検体に関する情報

10

20

30

40

50

等を入力し、検査開始を指示する。検査開始を指示した後、術者は、電子内視鏡 10 の挿入部 13 を被検体内に挿入し、光源装置 12 からの照明光で被検体内を照明しながら、CCD 33 による被検体内の観察画像をモニタ 18 で観察する。

【0060】

CCD 33 から出力された撮像信号は、AFE 37 の各部で各種処理を施された後、画像処理回路 49 に入力される。画像処理回路 49 では、入力された撮像信号に対して各種画像処理が施され、画像が生成される。画像処理回路 49 で処理された画像は、表示制御回路 50 に入力される。表示制御回路 50 では、グラフィックデータに応じて各種表示制御処理が実行される。これにより、観察画像がモニタ 18 に表示される。

【0061】

電子内視鏡システム 2 で検査を行うときには、観察対象に応じて観察モードが切り替えられる。電子内視鏡 10 の挿入部 13 を被検体内に挿入する際には通常観察モードを選択して、白色光を照射して得られた画像を観察して広い視野を確保しつつ挿入作業を行う。詳細な観察が必要な病変が発見され、その病変の酸素飽和度を取得する際には、酸素飽和度算出モードを実行に移し、病変に適切な波長の狭帯域光を照明して得られた酸素飽和度画像を観察する。そして、必要に応じて電子内視鏡 10 に装備されたリリースボタンを操作して静止画像を取得したり、病変に処置が必要な場合は電子内視鏡 10 の鉗子チャンネルに各種処置具を挿通させて、病変の切除や投薬等の処置を施す。

【0062】

通常観察モードの場合は、CPU 45 の指令の下に CPU 66 により第一光源 55 が点灯されて、照明窓 31 から被観察部位に白色光が照射される。

【0063】

一方、図 13 のステップ 10 (S10) に示すように、モード切替スイッチ 19 が操作されて酸素飽和度算出モードが選択されると、波長セット切替部 80 により表層波長セットが選択される。CPU 66 により第一光源 55 が消灯されて第二光源 56 が点灯され、5 回連続で表層波長セットの狭帯域光が CCD 33 の蓄積期間単位で順次照射されるよう、波長可変素子 64 の駆動が制御される。CCD 33 では表層波長セットの狭帯域光による反射光が撮像される。続いて波長セット切替部 80 から中層波長セット、深層波長セットに順次切り替えて狭帯域光を照射する旨の信号が CPU 66 に出力される。そして、CPU 66 により中層波長セットの狭帯域光、次いで深層波長セットの狭帯域光が 1 回ずつ CCD 33 の蓄積期間単位で順次照射されるよう、波長可変素子 64 の駆動が制御される。CCD 33 では中層波長セット、深層波長セットの狭帯域光による反射光が順次撮像される (S11)。

【0064】

画像処理回路 49 では、まず血管領域特定部 71 で血管領域が特定された後、算出参照情報 72 を元に酸素飽和度算出部 70 で血管中のヘモグロビンの酸素飽和度が算出される (S12)。そして、表層、中層、深層の各波長セットによる酸素飽和度画像 Gb1 ~ Gb5、Gg、Gr が酸素飽和度画像生成部 73 で生成され、それぞれ単独で、または並べてモニタ 18 に表示される (S13)。また、リリースボタンが操作された場合は、一サイクル中の酸素飽和度画像 Gb1 ~ Gb5、Gg、Gr が関連付けられて ROM 46 やリムーバブルメディアに記録される。深層波長セットの狭帯域光の照射後は、再び表層波長セットの狭帯域光の照射に戻される。上記一連の処理は、モード切替スイッチ 19 が操作されて通常観察モードが選択される等して酸素飽和度算出モードが終了される (S14 で YES) まで続行される。

【0065】

以上説明したように、本発明は、波長セットテーブル 81 に登録された実行回数で表層、中層、深層の各波長セットの狭帯域光を自動的に切り替えて被観察部位に照射し、酸素飽和度の算出を行うので、癌の進行度を把握するのに役立つ粘膜表層から深層までの粘膜の厚さ方向に関する酸素飽和度の情報を、術者の手を煩わすことなく容易に得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

表層波長セットで観察対象となる粘膜表層付近の毛細血管は、サイズが $10\mu\text{m}$ 程度と極めて細い。このため、 $50\mu\text{m}$ 程度の中層血管、 $100\mu\text{m}$ 程度の深層血管を観察対象とする中層、深層波長セットの場合と比べて、酸素飽和度の算出結果の信頼性が劣る。本例では表層波長セットによる酸素飽和度の算出の実行回数を「5」とし、酸素飽和度画像G b 1 ~ G b 5を得るので、酸素飽和度画像G b 1 ~ G b 5を見比べることで酸素飽和度の算出結果の再現性を確認することができる。酸素飽和度画像G b 1 ~ G b 5が略全て同じ結果であれば信頼性の担保となる。なお、表層波長セットでの複数の酸素飽和度の算出結果のうち他の算出結果と所定値以上の隔たりがあるものは、信頼性がないものとして算出結果から除いてモニタ18への表示やROM46等への記録をしないとしてもよい。

10

【 0 0 6 7 】

ある患者の複数回の検査における酸素飽和度画像G b、G g、G rの変遷を見れば、癌の進行スピードも把握することができる。転移後の増殖が早い未分化型の癌であるか否かを見分ける際に役立つ。

【 0 0 6 8 】

現在、狭帯域光による癌組織の観察では、表層の毛細血管の像による診断方法が確立されつつあり、酸素飽和度の算出においても表層の毛細血管の酸素飽和度への関心が高い。従って、本例では表層波長セットの実行回数を他の波長セットよりも多くしている。被観察部位が食道、大腸である場合は、本例のように表層波長セットの実行回数を多くすることが好ましい。

20

【 0 0 6 9 】

但し、実行回数を多くする波長セットは表層波長セットに限らず、中層波長セットの実行回数を多くしてもよい。表層波長セットでは粘膜表層に存在する低酸素領域（癌組織）を検知することはできるが、病変の表面が正常組織に覆われていたり、病変内に飛び石のように正常組織が残っていることがあるスキルス胃癌を見付けることが難しい。中層波長セットは粘膜中層の比較的太い血管中のヘモグロビンの酸素飽和度の算出に適しているため、中層波長セットの実行回数を多くした場合は、低酸素領域が粘膜表層に顕在化していないスキルス胃癌を確実に見付けることができる。

【 0 0 7 0 】

実行回数を多くする波長セットを一つの波長セットに固定するのではなく、被観察部位毎に切り替えてもよい。例えば電子内視鏡10が上部消化管用である場合、食道の観察時は表層波長セット、胃の観察時はスキルス胃癌を見付けたときの信頼性を確保するために中層波長セットの実行回数を多くする。こうした実行回数を多くする波長セットの設定切替方法としては、電子内視鏡10の操作部14等に専用の操作部材を設けて術者が手動で切り替えてもよいし、図14に示すように画像処理回路49に位置検出部90を設け、位置検出部90で周知の画像認識技術等により被観察部位が食道か胃かを認識し、認識結果に応じて自動的に切り替えてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

画像認識には、例えば食道と胃のつなぎ目で、特異な形状を有する噴門を位置検出部90でパターン認識する、あるいは画像に映し出される暗部の面積が食道から噴門は小、胃に入ったときに大となることを利用して、暗部の面積と閾値とを比較するといった方法が挙げられる。検査中の被検体をCT撮影して電子内視鏡10の先端17の体内位置を検出したり、先端17にpHセンサを設けてpHの違いによって部位を認識する等、被観察部位が分かる方法であれば画像認識以外のものも採用してよい。

40

【 0 0 7 2 】

中層波長セットの実行回数を多くする場合は、例えば上記実施形態の表層波長セットの実行回数を1回とする代わりに中層波長セットの実行回数を5回にする。あるいは表層波長セットの実行回数は5回のままで、中層波長セットの実行回数も5回にする。

【 0 0 7 3 】

酸素飽和度の算出結果の信頼性確保の観点からは実行回数は多ければ多い程よいが、実

50

行回数が多すぎると一サイクル終わるのに時間が掛かり、酸素飽和度画像 G b、G g、G r の取得時間がずれて同時性が失われてしまう。このため、実行回数は酸素飽和度の算出結果の信頼性と同時性の兼ね合いを考慮した値とすることが好ましい。

【 0 0 7 4 】

なお、図 1 5 に示す設定変更ウィンドウ 9 5 をモニタ 1 8 に表示する等して、操作部 4 8 を操作することで各波長セットの実行回数を術者が変更可能に構成してもよい。設定変更ウィンドウ 9 5 は各波長セットの実行回数を入力するためのテキストボックス 9 6 を有し、テキストボックス 9 6 を選択して数値を入力し、OK ボタンを選択すると実行回数を設定変更することができる。変更前のデフォルトの状態に戻すための操作ボタンを設けてもよい。術者の意向に沿った実行回数で酸素飽和度の算出を行うことが可能となる。

10

【 0 0 7 5 】

電子内視鏡 1 0 がズーム機能を備えていた場合に非拡大で観察する際や、被観察部位と先端 1 7 との距離を離して観察する際等は、細い毛細血管の像の解像度が不足して酸素飽和度の算出結果の信頼度が低下することがある。この問題を解決するため、ズーム操作で非拡大を選択したときや被観察部位と先端 1 7 とが所定距離離れたとき等に表層波長セットの実行回数を複数回に設定し、酸素飽和度の算出結果の信頼度を上げてよい。

【 0 0 7 6 】

図 9 の波長セットテーブル 8 1 で示した各波長セットは一例であり、これらに加えて、あるいは代えて、他の波長の組み合わせの波長セットを用いてもよい。例えば粘膜表層をさらに表層、中層、深層に細分化した波長セットがあってもよい。

20

【 0 0 7 7 】

各波長セットの実行回数は 1 回ずつでもよい。また、サイクルを何度も繰り返すのではなく、サイクルを 1 回実行するだけでもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、本発明に係る内視鏡システムは、上記実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない限り種々の構成を採り得ることはもちろんである。例えば、撮像素子として C C D 3 3 の代わりに C M O S イメージセンサを用いてもよい。

【 0 0 7 9 】

酸素飽和度算出モードの他に、中心波長 4 5 0 n m、5 5 0 n m、7 8 0 n m 等の一種の狭帯域光を照射して、表層、中層、深層の各血管画像（血管走行の可視像）を得るモードや、生体組織に蛍光物質を注入して励起光を照射し、被観察部位からの蛍光を観察するモード、あるいは生体組織の自家蛍光を観察するモード等を設けてもよい。

30

【 0 0 8 0 】

第二光源 5 6 とライトガイド 3 4 b の間に波長可変素子 6 4 を設けているが、ライトガイド 3 4 の出射端側に設けてもよい。また、照明光学系ではなく、被観察部位の像を取り込む対物光学系、例えば観察窓 3 0 の背後や C C D 3 3 の撮像面上に波長可変素子を配置してもよい。さらには、波長可変素子を設ける代わりに、複数種の波長帯域の狭帯域光を発する複数の光源を設けてもよい。

【 0 0 8 1 】

算出する吸光成分濃度はヘモグロビンの酸素飽和度に限らず、血流量等でもよい。また、酸素飽和度を算出する領域の大きさは、上記実施形態の C C D の撮像範囲に限らず、微小なスポットであってもよい。

40

【 0 0 8 2 】

上記実施形態では電子内視鏡を例示したが、本発明はこれに限らず、イメージガイドを用いたファイバスコープや、撮像素子と超音波トランスデューサが先端に内蔵された超音波内視鏡等、他の形態の内視鏡にも適用することができる。また、内視鏡を用いたシステムに限らず、体表に狭帯域光を照射して酸素飽和度等の情報を得るシステムにも適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

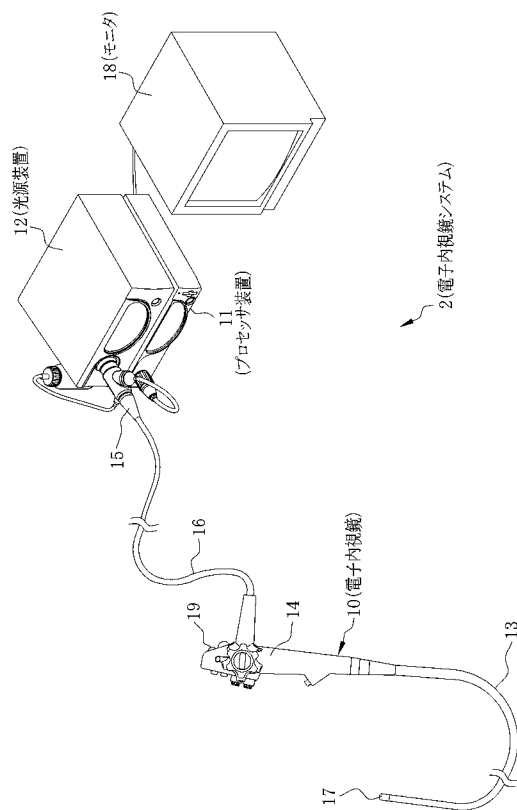
50

- 2 電子内視鏡システム
 10 電子内視鏡
 11 プロセッサ装置
 12 光源装置
 18 モニタ
 19 モード切替スイッチ
 33 C C D
 34 ライトガイド
 39、45、66 C P U
 46 R O M
 49 画像処理回路
 50 表示制御回路
 55、56 第一、第二光源
 64 波長可変素子
 70 酸素飽和度算出部
 73 酸素飽和度画像生成部
 80 波長セット切替部
 81 波長セットテーブル
 90 位置検出部
 95 設定変更ウィンドウ

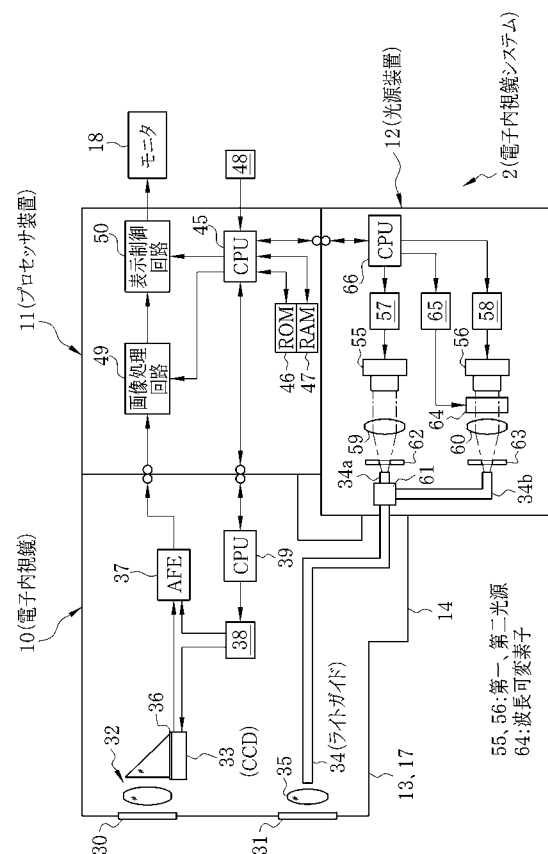
10

20

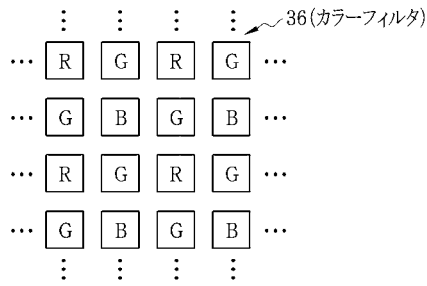
【図1】



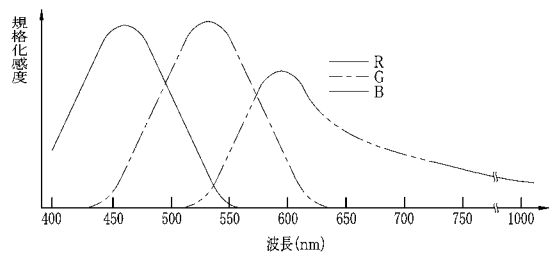
【図2】



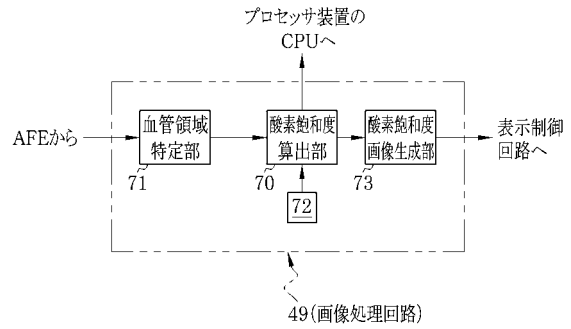
【図 3】



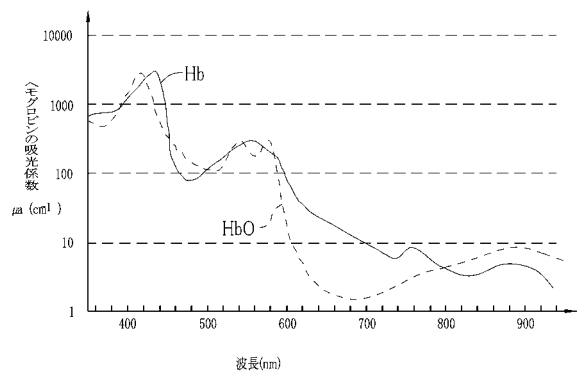
【図 4】



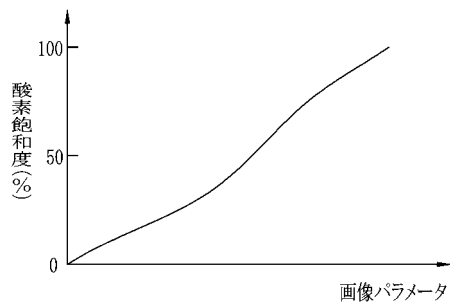
【図 5】



【図 6】



【図 7】

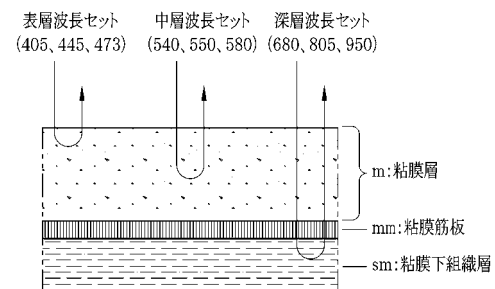


【図 9】

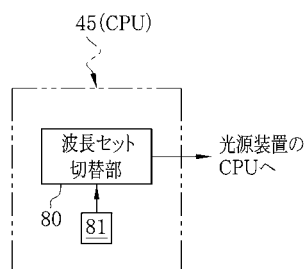
81 (波長セットテーブル)

深さ	波長セット (nm)	一サイクル中の実行回数
表層	405, 445, 473	5
中層	540, 550, 580	1
深層	680, 805, 950	1

【図 10】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平01-308531(JP,A)
特開2006-255323(JP,A)
特開2000-262459(JP,A)
特開平04-017076(JP,A)
特開2008-278964(JP,A)
特許第3583731(JP,B2)
特開平06-315477(JP,A)
米国特許第05001556(US,A)
欧州特許出願公開第01774897(EP,A2)
米国特許第04998973(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 ~ 1/32
A61B 5/1455
G02B 23/24 ~ 23/26

【 图 2 】