

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6008700号
(P6008700)

(45) 発行日 平成28年10月19日 (2016. 10. 19)

(24) 登録日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006. 01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

請求項の数 8 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2012-246449 (P2012-246449)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成24年11月8日 (2012. 11. 8)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2014-94089 (P2014-94089A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成26年5月22日 (2014. 5. 22)	(74) 代理人	100075281
審査請求日	平成27年4月15日 (2015. 4. 15)		弁理士 小林 和憲
		(72) 発明者	森本 美範
			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	出島 工
			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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の手術により切り離された臓器間を縫合する縫合部材と、
前記縫合部材で縫合された縫合部位を撮像する撮像手段と、
前記撮像手段で得られた画像情報に基づいて、前記縫合部位の酸素飽和度を画像化した
酸素飽和度画像を作成する酸素飽和度画像作成手段と、
前記酸素飽和度画像のうち、酸素飽和度が予め定めた一定範囲内にある低酸素領域の面
積を検出し、検出した前記低酸素領域の面積に基づいて、前記縫合部位の縫合状態の判定
を行う判定部と、

前記酸素飽和度画像の表示と、前記判定の結果の表示とを行う表示手段とを備えること
を特徴とする内視鏡システム。

【請求項2】

前記酸素飽和度画像は、前記縫合部位における複数層の酸素飽和度を画像化した複数層
の酸素飽和度画像からなり、

前記判定部は、前記複数層の酸素飽和度画像のうち、前記低酸素領域の面積が一定値以
上の酸素飽和度画像の数から前記判定を行うことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡シ
ステム。

【請求項3】

前記複数層の酸素飽和度画像は、前記縫合部位の表層組織の酸素飽和度を画像化した表
層酸素飽和度画像と、前記縫合部位の中層組織の酸素飽和度を画像化した中層酸素飽和度

10

20

画像と、前記縫合部位の深層組織の酸素飽和度を画像化した深層酸素飽和度画像とからなり、

前記判定部は、前記表層酸素飽和度画像、前記中層酸素飽和度画像、及び前記深層酸素飽和度画像のうち、前記低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が2以上ある場合に縫合不全の可能性があると判定し、前記低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が1又は0である場合に縫合不全は無いと判定することを特徴とする請求項2に記載の内視鏡システム。

【請求項4】

前記表示手段は、前記表層酸素飽和度画像、前記中層酸素飽和度画像、前記深層酸素飽和度画像を並列表示することを特徴とする請求項3記載の内視鏡システム。

10

【請求項5】

前記酸素飽和度画像は、前記低酸素領域を、疑似カラー領域として、通常画像に重畳した画像であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の内視鏡システム。

【請求項6】

前記酸素飽和度画像作成手段は、
前記画像情報に基づいて、前記酸素飽和度を算出する酸素飽和度算出部と、
前記酸素飽和度に基づいて、前記酸素飽和度画像を作成する酸素飽和度画像作成部とを有することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の内視鏡システム。

【請求項7】

半導体光源の光及びこの半導体光源の光を波長変換した蛍光とを含む照明光を、前記縫合部位に向けて照射する照明手段を有し、

20

前記撮像手段は、前記縫合部位をカラーの撮像素子で撮像することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の内視鏡システム。

【請求項8】

前記撮像手段は、波長域が異なる複数の照明光が順次照明される縫合部位を、モノクロの撮像素子で撮像することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、癌などの腫瘍部の切除手術中又はその手術後処理に用いられる内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、腹腔鏡を用いて手術を行う腹腔鏡手術が注目されている（特許文献1参照）。例えば、腹腔鏡を用いた大腸ガン切除術の場合であれば、患者の腹に刺しこまれたトラカールを介して、腹腔鏡及び手術用処置具を腹腔内に挿入する。そして、二酸化炭素からなる気腹ガスで腹腔内を膨らませ、腹腔内の画像をモニタに表示する。そして、術者は、モニタに表示された腹腔内の画像を観察しながら、大腸のうち原発巣が生じた部分を切除する。そして、この原発巣の切除により切り離された大腸は、自動縫合器などによって縫合される。

40

【0003】

手術後は、通常であれば、縫合後の正常な創癒合の過程において、縫合してから2～3日の後に組織中の繊維芽細胞の活性化が起こり、およそ7日前後で癒合が完成する。しかしながら、この組織間の癒合中に幾つかの因子によって癒合が阻害されると、組織間が十分な癒合を起こさず、縫合部位の一部もしくは全体が解離してしまう縫合不全が起こり得る。縫合不全が起きた場合は、大幅なQOL（Quality Of Life）の低下を生じるため、早期に縫合不全を検出、それに対する対応を取ることが重要とされている（非特許文献1参照）。

【0004】

50

なお、縫合不全の検出に関しては、「発熱の持続の有無」、「血液低下の有無」、「出血による循環血液量の低下によるショックの有無」、「便などの排泄の色、性状、量、におい」、「腹部膨満感と腹部膨隆」など、医者による視覚的診断及び接触診断を行うことにより、間接的に縫合不全を検出することが行われている。そして、縫合不全の発生の可能性がある場合には、「C T (Computed Tomography)」を使って、縫合不全の状態を詳細に検査している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-139947号公報

10

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】辻仲 真康 他2名、“直腸癌術後縫合不全の予防と対策”、[online]、[平成24年10月10日検索]、インターネット<URL:1352350875709_0>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のような、医者による視覚的診断及び接触診断の場合には、大腸から便などが漏れ出している状態になったときに、初めて、縫合不全の兆候があることが分かる。このような場合には、縫合不全を直すだけでなく、開腹して、漏れ出した便などを除去する必要がある。したがって、縫合不全の発生を早期に検出することで、便などが漏れ出す前に、適切な対応を取ることが求められている。

20

【0008】

本発明は、縫合不全の発生を早期に検出することができる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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の内視鏡システムは、所定の手術により切り離された臓器間を縫合する縫合部材と、縫合部材で縫合された縫合部位を撮像する撮像手段と、撮像手段で得られた画像情報に基づいて、縫合部位の酸素飽和度を画像化した酸素飽和度画像を作成する酸素飽和度画像作成手段と、酸素飽和度画像のうち、酸素飽和度が予め定めた一定範囲内にある低酸素領域の面積を検出し、検出した低酸素領域の面積に基づいて、縫合部位の縫合状態の判定を行う判定部と、酸素飽和度画像の表示と、判定の結果の表示とを行う表示手段とを備えることを特徴とする。

30

【0010】

酸素飽和度画像は、縫合部位における複数層の酸素飽和度を画像化した複数層の酸素飽和度画像からなり、判定部は、複数層の酸素飽和度画像のうち、低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像の数から前記判定を行うことが好ましい。複数層の酸素飽和度画像は、縫合部位の表層組織の酸素飽和度を画像化した表層酸素飽和度画像と、縫合部位の中層組織の酸素飽和度を画像化した中層酸素飽和度画像と、縫合部位の深層組織の酸素飽和度を画像化した深層酸素飽和度画像とからなり、判定部は、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、及び深層酸素飽和度画像のうち、低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が2以上ある場合に縫合不全の可能性があると判定し、低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が1又は0である場合に縫合不全は無いと判定することが好ましい。表示手段は、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像を並列表示することが好ましい。酸素飽和度画像は、低酸素領域を、疑似カラー領域として、通常画像に重畳した画像であることが好ましい。

40

【0011】

酸素飽和度画像作成手段は、画像情報に基づいて、酸素飽和度を算出する酸素飽和度算出部と、酸素飽和度に基づいて、酸素飽和度画像を作成する酸素飽和度画像作成部とを有

50

することが好ましい。半導体光源の光及びこの半導体光源の光を波長変換した蛍光とを含む照明光を、縫合部位に向けて照射する照明手段を有し、撮像手段は、縫合部位をカラーの撮像素子で撮像することが好ましい。撮像手段は、波長域が異なる複数の照明光が順次照明される縫合部位を、モノクロの撮像素子で撮像することが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、前記縫合部位の酸素飽和度を画像化した酸素飽和度画像を作成し、その酸素飽和度画像を表示している。もし、縫合不全の場合には酸素飽和度画像上に低酸素領域が表示されるため、縫合不全の発生を早期に検出することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】医療装置システムの外観図である。

【図2】腹腔用内視鏡システムの外観図である。

【図3】管腔用内視鏡システムのブロック図である。

【図4A】通常モード時の発光パターンを示す説明図である。

【図4B】酸素飽和度モード時の発光パターンを示す説明図である。

【図4C】癒合確認モード時の発光パターンを示す説明図である。

【図5A】カラーの撮像素子のB画素、G画素、R画素を示す平面図である。

【図5B】B色のカラーフィルタ、G色のカラーフィルタ、R色のカラーフィルタの分光透過率を示すグラフである。

20

【図6A】第1実施形態における通常モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図6B】第1実施形態における酸素飽和度モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図6C】第1実施形態における癒合確認モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図7】管腔用プロセッサ装置内の画像処理部を示すブロック図である。

【図8】強度比 $B1/G2$ 、 $R2/G2$ と酸素飽和度との相関関係を示すグラフである。

【図9】酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数を示すグラフである。

30

【図10】図8の相関関係から酸素飽和度を算出する方法を説明するための説明図である。

【図11】酸素飽和度画像を示す画像図である。

【図12】癒合判断用画像を示す画像図である。

【図13A】「組織間が癒合している」場合の癒合判断用画像を示す画像図である。

【図13B】「組織間が癒合していない」場合の癒合判断用画像を示す画像図である。

【図14】腹腔用内視鏡システムのブロック図である。

【図15】腹腔用プロセッサ装置内の画像処理部を示すブロック図である。

【図16】モニタリング画像を示す画像図である。

【図17】浸潤測定用画像の画像図である。

40

【図18A】腫瘍部が粘膜まで浸潤している場合の浸潤測定用画像の画像図である。

【図18B】腫瘍部が固有筋層まで浸潤している場合の浸潤測定用画像の画像図である。

【図18C】腫瘍部がしょう膜まで浸潤している場合の浸潤測定用画像の画像図である。

【図19A】リンパ節の転移が「N0」の場合の酸素飽和度画像の画像図である。

【図19B】リンパ節の転移が「N1」の場合の酸素飽和度画像の画像図である。

【図19C】リンパ節の転移が「N2」の場合の酸素飽和度画像の画像図である。

【図20】腫瘍部特定フロー、手術フロー、癒合確認フローを示すフローチャートである。

【図21】クリップが取り付けられた大腸の断面図である。

【図22】スコープ用の孔及び処置具用の孔が開けられた患者の腹を示す平面図である。

50

【図 2 3】腹腔側から光が照明された大腸の平面図及びその照明部分の大腸の酸素飽和度画像を表す画像図である。

【図 2 4】腫瘍部 C N 及びクリップで低酸素状態になった虚血部分を示す大腸の断面図である。

【図 2 5】腸鉗子でしょう膜が伸ばされた状態の大腸の平面図である。

【図 2 6】腸鉗子でしょう膜が伸ばされた状態の大腸の断面図である。

【図 2 7 A】腫瘍部 C N 周辺のリンパ節のみ癌が転移している場合の酸素飽和度画像の画像図である。

【図 2 7 B】腫瘍部 C N 周辺のリンパ節及びそれ以外の正常部位周辺のリンパ節に癌が転移している場合の酸素飽和度画像の画像図である。

10

【図 2 8 A】腫瘍部の浸潤が「T 1」の場合の粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像を示す画像図である。

【図 2 8 B】腫瘍部の浸潤が「T 4」の場合の粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像を示す画像図である。

【図 2 9】止血処理を説明するための説明図である。

【図 3 0】止血した動脈血管 V a の周辺組織の酸素状態を表した酸素飽和度画像を示す画像図である。

【図 3 1】遮断鉗子で血液の流れが遮断された動脈血管 V a、V b が表示された酸素飽和度画像の画像図である。

【図 3 2】動脈血管 V a、V b の周辺組織の酸素状態を表示する酸素飽和度画像の画像図である。

20

【図 3 3】動脈血管 V b に設定された複数の関心領域の酸素状態をモニタリングするモニタリング画像の画像図である。

【図 3 4】縫合部材により縫合された大腸の平面図である。

【図 3 5】縫合部材により縫合された管腔側の大腸の酸素状態を示す酸素飽和度画像の画像図である。

【図 3 6 A】再度の縫合が必要である無い場合の表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像の画像図である。

【図 3 6 B】再度の縫合が必要である有る場合の表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像の画像図である。

30

【図 3 7】第 2 実施形態の管腔用内視鏡システムのブロック図である。

【図 3 8】回転フィルタの平面図である。

【図 3 9】回転フィルタの各フィルタ部の分光透過率を示すグラフである。

【図 4 0 A】第 2 実施形態における通常モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図 4 0 B】第 2 実施形態における酸素飽和度モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図 4 0 C】第 2 実施形態における癒合確認モード時の撮像制御を説明するための説明図である。

【図 4 1】腹腔側から癒合状態を確認するための酸素飽和度画像を示す画像図である。

40

【図 4 2】止血状態の判定を自動的に行うことを説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 1 に示すように、第 1 実施形態の医療装置システム 2 は、管腔用内視鏡システム 3 と、腹腔用内視鏡システム 4 とからなり、大腸に生じた腫瘍部の切除を行うために用いられる。まず、腫瘍部の切除前に、管腔用内視鏡システム 3 を用いて、大腸内の腫瘍部を検出し、この腫瘍部を含む一定の範囲（切除範囲）に目印を付けておく。次に、腹腔用内視鏡システム 4 を用いて、大腸のうち目印を付けた切除範囲を切除するとともに、この腫瘍部の切除により切り離された大腸を縫合する。最後に、管腔用内視鏡システム 3 を用いて、縫合した部分が組織的に癒合しているかどうかを確認する。

50

【0015】

管腔用内視鏡システム3は、管腔内を照明する光を発生する管腔用光源装置11と、管腔用光源装置11からの光を管腔内に照射し、その反射像を撮像する管腔用内視鏡装置12と、管腔用内視鏡装置12での撮像により得られた画像信号を画像処理する管腔用プロセッサ装置13とを備えている。管腔用プロセッサ装置13は、画像処理によって得られた内視鏡画像等を表示する表示装置14と、キーボード等で構成される入力装置15に接続されている。

【0016】

管腔用内視鏡装置12は軟性内視鏡であり、操作部16と、可撓性の挿入部17と、その挿入部の先端に設けられ、光を管腔内に向けて照射するとともに、管腔内の反射像を撮像するスコープ先端部19を備えている。また、この管腔用内視鏡装置12には、止血用プローブなどの処置具を挿入するための鉗子チャンネル20が設けられている。処置具は、操作部に設けられた鉗子入口20aから鉗子チャンネル20に挿入し、その鉗子チャンネル20に挿入された処置具は、先端部の鉗子出口20bから突出する（図3参照）。

10

【0017】

管腔用内視鏡システム3は、波長範囲が青色から赤色に及ぶ可視光の被検体像からなる通常画像を表示装置14に表示する通常モードと、血中ヘモグロビンの酸素飽和度を画像化した酸素飽和度画像を表示装置14に表示する酸素飽和度モードと、酸素飽和度画像から、縫合により繋ぎ合わされた組織の癒合の程度を確認するための癒合確認モードとを備えている。これら3つのモードは、管腔用内視鏡装置に設けられた切り替えスイッチ21によって、切り替え可能である。なお、この管腔用内視鏡システム3には、癒合の程度を管腔用プロセッサ装置13で自動判別する自動判別モードが設けられている。この自動判別モードのオン・オフは、入力装置15によって切り替え可能である。

20

【0018】

腹腔用内視鏡システム4は、腹腔内を照明する光を発生する腹腔用光源装置100と、腹腔用光源装置100からの光を腹腔内に照射し、その反射像を撮像する腹腔用内視鏡装置101と、腹腔用内視鏡装置101での撮像により得られた画像信号を画像処理する腹腔用プロセッサ装置102とを備えている。腹腔用プロセッサ装置102は、表示装置14及び入力装置15に接続されている。腹腔用内視鏡装置101は硬性内視鏡であり、硬性な挿入部104と、その挿入部の先端に設けられ、光を腹腔内に向けて照射するとともに、腹腔内の反射像を撮像する先端部105を備えている。

30

【0019】

また、腹腔用内視鏡システム4は、管腔用内視鏡システム3と同様の通常モードと酸素飽和度モードに加えて、腫瘍部の浸潤の程度を確認するための浸潤確認モードを備えている。これら3つのモードは、腹腔用プロセッサ装置102に接続されたフットスイッチ106によって、切り替え可能である。なお、この管腔用内視鏡システム3には、浸潤の程度又はリンパ節転移を腹腔用プロセッサ装置102で自動判別する自動判別モードが設けられている。この自動判別モードのオン・オフは、入力装置15によって切り替え可能である。

【0020】

40

また、図2に示すように、腹腔用内視鏡システム4においては、腹腔内の観察及び腫瘍部摘出手術を行うために、腹腔用光源装置100、腹腔用内視鏡装置101、腹腔用プロセッサ102装置の他、気腹装置107、処置具108、トラカール109、110が用いられる。この腹腔用内視鏡システム4では、まず、気腹装置からCO₂を腹腔内に供給して、腹腔を気腹させる。これにより、腹腔内の視野・術野を確保することができる。

【0021】

次に、各処置具108を、トラカール109を介して、腹腔内に挿入するとともに、腹腔用内視鏡装置101を、トラカール110を介して、腹腔内に挿入される。これらトラカール109、110は金属製の中空管と術者把持部を備えており、術者が術者把持管を把持した状態で、中空管の先鋭状先端を腹部に刺し込むことにより、中空管が体腔内に挿

50

入される。このように中空管が腹腔内に挿入されたトラカール109, 110に対して、処置具108、腹腔鏡装置101が挿入される。

【0022】

図3に示すように、管腔用光源装置11は、4種のレーザ光源LD1, LD2, LD3, LD4と、光源制御部21とを備えている。レーザ光源LD1は、中心波長が473nmの第1レーザ光を発する。この第1レーザ光は、内視鏡装置12のスコープ先端部19に配置された蛍光体50（波長変換部材）で、緑色から赤色に波長範囲を有する蛍光に波長変換される。レーザ光源LD2は、中心波長が445nmの第2レーザ光を発する。この第2レーザ光も、蛍光体50によって、蛍光に波長変換される。レーザ光源LD3は、中心波長が650nmの第3レーザ光を発する。この第3レーザ光は、蛍光体50に吸収されず、そのまま蛍光体50を透過する。レーザ光源LD4は、中心波長が840nmの第4レーザ光を発する。この第4レーザ光も、蛍光体50に吸収されず、そのまま蛍光体50を透過する。

10

【0023】

各レーザ光源LD1～LD4から発せられる第1～第4レーザ光は、集光レンズ（図示省略）を介してそれぞれ光ファイバ22～25に入射する。なお、第1レーザ光の波長範囲は460～480nmにすることが好ましく、第2レーザ光の波長範囲は440～460nmにすることが好ましく、第3レーザ光の波長範囲は640～660nmにすることが好ましく、第4レーザ光の波長範囲は830～850nmにすることが好ましい。また、レーザ光源LD1～LD4は、ブロードエリア型のInGaN系レーザダイオードが使用でき、また、InGaAs系レーザダイオードやGaAs系レーザダイオード等を用いることもできる。

20

【0024】

光源制御部21は、レーザ光源LD1～LD4の駆動を制御する。カプラ26は、光ファイバ22～25からの第1～第4レーザ光を2系統の光に分波し、その2系統の光をライトガイド28, 29に入射させる。ライトガイド28, 29は多数の光ファイバを束ねたバンドルファイバなどから構成される。

【0025】

管腔用内視鏡装置12は電子内視鏡から構成され、ライトガイド28, 29で導光された2系統（2灯）の光を被観察領域に向けて照射する照明部33と、被観察領域を撮像する撮像部34と、管腔用内視鏡装置12と管腔用光源装置11及び管腔用プロセッサ装置13とを着脱自在に接続するコネクタ部36を備えている。

30

【0026】

照明部33は、撮像部34の両脇に設けられた2つの照明窓43, 44を備えており、各照明窓43, 44は、蛍光体50を透過した光を被観察領域に向けて照射する。撮像部34は、スコープ先端部19の略中心位置に、被観察領域からの反射光を受光する1つの観察窓42を備えている。

【0027】

照明窓43, 44の奥には、それぞれ投光ユニット47, 54が収納されている。各投光ユニット47, 54は、ライトガイド28, 29からの光を蛍光体50に入射させる。蛍光体50に入射した光のうち、第1及び第2レーザ光は蛍光体50で蛍光に波長変換される一方で、第3及び第4レーザ光は蛍光体50に吸収されず、そのまま透過する。蛍光体50から出射した光は、レンズ51を介して被観察領域に向けて照射される。

40

【0028】

蛍光体50は、第1及び第2レーザ光の一部を吸収して緑色～赤色に励起発光する複数種の蛍光物質（例えばYAG系蛍光物質、或いはBAM（BaMgAl₁₀O₁₇）等の蛍光物質）を含んで構成される。第1及び第2レーザ光が蛍光体50に照射されると、蛍光体50から発せられる緑色～赤色の励起発光光（蛍光）と、蛍光体50により吸収されず透過した第1及び第2レーザ光の励起光とが合わされて、疑似白色光が生成される。

【0029】

50

なお、蛍光体 50 は略直方体形状を有していることが好ましい。この場合、蛍光体 50 は、蛍光体物質をバインダで略直方体状に固めて形成してもよく、また、無機ガラスなどの樹脂に蛍光体物質を混合したものを略直方体状に形成してもよい。この蛍光体 50 は、商品名としてマイクロホワイト（登録商標）（Micro White (MW)）とも呼ばれている。

【0030】

観察窓 42 の奥には、被検体の被観察領域の像光を取り込むための対物レンズユニット 61 が設けられており、さらにその対物レンズユニット 61 の奥には、被観察領域の像光を受光して被観察領域を撮像する CCD (Charge Coupled Device) などの撮像素子 60 が設けられている。なお、撮像素子 60 として、IT (インターライントランスファー) 型の CCD を使用するが、そのほか、グローバルシャッターを有する CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) を使用してもよい。

10

【0031】

撮像素子 60 は、対物レンズユニット 61 からの光を受光面（撮像面）で受光し、受光した光を光電変換して撮像信号（アナログ信号）を出力する。この撮像素子 60 の撮像制御は、撮像制御部 70 により行われる。撮像素子 60 から出力される撮像信号（アナログ信号）は、スコープケーブル 67 を通じて A/D 変換器 68 に入力される。A/D 変換器 68 は、撮像信号（アナログ信号）をその電圧レベルに対応する画像データ（デジタル信号）に変換する。変換後の画像データは、コネクタ部 36 を介して、管腔用プロセッサ装置 13 に入力される。

20

【0032】

管腔用プロセッサ装置 13 は、制御部 71 と、画像処理部 72 と、記憶部 74 とを備えており、制御部 72 には表示装置 14 及び入力装置 15 が接続されている。制御部 72 は管腔用プロセッサ装置 13 内の各部を制御するとともに、管腔用内視鏡装置 12 の切り替えスイッチ 21 や入力装置 15 から入力される入力情報に基づいて、管腔用光源装置 11 の光源制御部 21、管腔用内視鏡装置 12 の撮像制御部 70、及び表示装置 14 の動作を制御する。

【0033】

管腔用光源装置 11 の光源制御部 21 は、モード毎に異なる駆動制御を行う。通常モードのときには、図 4A に示すように、レーザ光源 LD2 をオンにし、レーザ光源 LD1、LD3、LD4 をオフにする。これにより、レーザ光源 LD2 の第 2 レーザ光と蛍光とを含む通常光が検体内に照射される。また、酸素飽和度モードのときには、図 4B に示すように、レーザ光源 LD3、4 をオフにした状態で、レーザ光源 LD1 とレーザ光源 LD2 のオンとオフを交互に繰り返す発光制御が行われる。これにより、レーザ光源 LD1 の第 1 レーザ光とこの第 1 レーザ光により蛍光体 50 で励起発光する蛍光とを含む第 1 酸素飽和度測定光と、通常光とが交互に検体内に照射される。

30

【0034】

また、癒合確認モードのときには、図 4C に示すように、レーザ光源 LD2 をオフにした状態で、レーザ光源 LD1、LD3、LD4 を順にオンにする発光制御が行われる。これにより、第 1 酸素飽和度測定光と、第 3 レーザ光からなる第 2 酸素飽和度測定光と、第 4 レーザ光からなる第 3 酸素飽和度測定光が、順次検体内に照射される。

40

【0035】

管腔用内視鏡装置 12 に設けられた撮像素子 60 はカラー CCD であり、図 5A に示すように、その受光面には、B 色のカラーフィルタが設けられた B 画素 60b、G 色のカラーフィルタが設けられた G 画素 60g、R 色のカラーフィルタが設けられた R 画素 60r を 1 組とする画素群が、マトリックス状に配列されている。B 色、G 色、R 色のカラーフィルタは、図 5B の曲線 63、64、65 に示すように、それぞれ青色帯域、緑色帯域、赤色帯域及び近赤外帯域に分光透過率を有している。

【0036】

上記のように、モード毎に異なる光源制御が行われることに伴い、撮像制御部 70 につ

50

いても、モード毎に異なる撮像制御を行う。通常モード時には、図 6A に示すように、1 フレーム期間内で、通常光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 の B 画素、G 画素、R 画素から青色信号 B_c、緑色信号 G_c、赤色信号 R_cを読み出すステップが行われる。これは通常モードに設定されている間、繰り返し行われる。なお、青色信号 B_c、緑色信号 G_c、赤色信号 R_cは、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B_c、緑色画像データ G_c、赤色画像データ R_cに変換される。

【0037】

酸素飽和度モード時には、図 6B に示すように、まず、最初の 1 フレーム目において、酸素飽和度測定光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 の B 画素、G 画素、R 画素から青色信号 B₁、緑色信号 G₁、赤色信号 R₁を読み出すステップが行われる。そして、次の 2 フレーム目において、通常光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 の B 画素、G 画素、R 画素から青色信号 B₂、緑色信号 G₂、赤色信号 R₂を読み出すステップが行われる。この合計 2 フレームの撮像制御は、酸素飽和度モードに設定されている間、繰り返し行われる。

【0038】

なお、青色信号 B₁、緑色信号 G₁、赤色信号 R₁は、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B₁、緑色画像データ G₁、赤色画像データ R₁に変換され、青色信号 B₂、緑色信号 G₂、赤色信号 R₂は、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B₂、緑色画像データ G₂、赤色画像データ R₂に変換される。

【0039】

癒合確認モード時には、図 6C に示すように、まず、最初の 1 フレーム目において、第 1 酸素飽和度測定光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 から青色信号 B_s、緑色信号 G_s、赤色信号 R_sを読み出すステップが行われる。そして、次の 2 フレーム目において、第 2 酸素飽和度測定光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 から青色信号 B_t、緑色信号 G_t、赤色信号 R_tを読み出すステップが行われる。そして、次の 3 フレーム目において、第 3 酸素飽和度測定光を撮像素子 60 で光電変換して電荷を蓄積するステップと、撮像素子 60 から青色信号 B_u、緑色信号 G_u、赤色信号 R_uを読み出すステップが行われる。この合計 3 フレームの撮像制御は、癒合確認モードに設定されている間、繰り返し行われる。

【0040】

なお、青色信号 B_s、緑色信号 G_s、赤色信号 R_sは、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B_s、緑色画像データ G_s、赤色画像データ R_sに変換され、青色信号 B_t、緑色信号 G_t、赤色信号 R_tは、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B_t、緑色画像データ G_t、赤色画像データ R_tに変換され、青色信号 B_u、緑色信号 G_u、赤色信号 R_uは、A/D 変換器 68 により、青色画像データ B_u、緑色画像データ G_u、赤色画像データ R_uに変換される。

【0041】

図 7 に示すように、画像処理部 72 は、通常画像処理部 80、酸素飽和度画像処理部 81、癒合判断用画像処理部 82、縫合状態判定部 83 を備えている。通常画像生成部 80 は、通常モード時に得られる青色画像データ B_c、緑色画像データ G_c、赤色画像データ R_cを、それぞれ表示装置 14 の B チャンネル、G チャンネル、R チャンネルに割り当てる処理を行う。これにより、表示装置 14 上に、通常画像が表示される。

【0042】

酸素飽和度画像処理部 81 は、強度比算出部 84 と、相関関係記憶部 85 と、酸素飽和度算出部 86 と、酸素飽和度画像生成部 87 とを備えている。強度比算出部 84 は、酸素飽和度モード時に取得した画像データのうち、青色画像データ B₁ と緑色画像データ G₂ の強度比 B₁/G₂ と、緑色画像データ G₂ と赤色画像データ R₂ の強度比 R₂/G₂ とを求める。強度比算出部 84 では、画像データ間で同じ位置にある画素間の強度比を算出し、また、強度比は画像データの全ての画素に対して算出される。なお、強度比は画像データのうち血管部分の画素のみ求めてもよい。この場合、血管部分は、血管部分の画素の

10

20

30

40

50

画素値とそれ以外の部分の画素の画素値との差に基づいて特定される。

【0043】

相関関係記憶部85は、強度比 $B1/G2$ 及び $R2/G2$ と酸素飽和度との相関関係を記憶している。この相関関係は、図8に示すように、二次元空間上に酸素飽和度の等高線を定義した2次元テーブルで記憶されている。この等高線の位置、形は光散乱の物理的なシミュレーションで得られ、血液量に応じて変わるように定義されている。例えば、血液量の変化があると、各等高線間の間隔が広くなったり、狭くなったりする。なお、強度比 $B1/G2$ 、 $R2/G2$ はlogスケールで記憶されている。

【0044】

上記相関関係は、図9に示すような酸化ヘモグロビンや還元ヘモグロビンの吸光特性や光散乱特性と密接に関連性し合っている。ここで、曲線90は酸化ヘモグロビンの吸光係数を、曲線91は還元ヘモグロビンの吸光係数を示している。例えば、473nmのように吸光係数の差が大きい波長では、酸素飽和度の情報を取り易い。しかしながら、473nmの光に対応する信号を含む青色画像データB1は、酸素飽和度だけでなく血液量にも依存度が高い。そこで、青色画像データB1に加え、主として血液量に依存して変化する赤色画像データR2と、青色画像データB2と赤色画像データR2のリファレンス信号（規格化用信号）となる緑色画像データG2から得られる強度比 $B1/G2$ 及び $R2/G2$ を用いることで、血液量に依存することなく、酸素飽和度を正確に求めることができる。

【0045】

また、470～700nmの波長範囲の光は、粘膜組織内での散乱係数が小さく、かつ波長依存性が小さいという性質がある。このため、この波長範囲の光を照明光として用いることによって、血管の深さの影響を低減しつつ、血液量および酸素飽和度の情報を含む血液情報を得ることができる。

【0046】

なお、相関関係記憶部85には、強度比 $R2/G2$ と血液量との相関関係についても記憶させてもよい。この相関関係は、強度比 $R2/G2$ が大きくなればなるほど血液量も大きくなるように定義される1次元テーブルとして記憶されている。この強度比 $R2/G2$ と血液量の相関関係は血液量の算出時に用いられる。

【0047】

酸素飽和度算出部86は、相関関係記憶部85に記憶された相関関係と強度比算出部84で求めた強度比 $B1/G2$ 、 $R2/G2$ とを用いて、各画素における酸素飽和度を求める。なお、以下の説明においては、酸素飽和度の算出に使用する青色画像データB1、緑色画像データG2、赤色画像データR2の所定画素の輝度値を、それぞれ $B1^*$ 、 $G2^*$ 、 $R2^*$ とする。これに伴い、各画素における強度比は、 $B1^*/G2^*$ 、 $R2^*/G2^*$ となる。

【0048】

酸素飽和度算出部86は、図10に示すように、相関関係記憶部85に記憶した相関関係から、強度比 $B1^*/G2^*$ 、 $R2^*/G2^*$ に対応する対応点Pを特定する。そして、対応点Pが酸素飽和度＝0%限界の下限ライン93と酸素飽和度＝100%限界の上限ライン94との間にある場合に、その対応点Pが示すパーセント値を酸素飽和度とする。例えば、図10の場合であれば、対応点Pは60%の等高線上に位置するため、酸素飽和度は60%となる。

【0049】

一方、対応点が下限ライン93と上限ライン94との間から外れている場合、対応点が下限ライン93よりも上方に位置するときには酸素飽和度を0%とし、対応点が上限ライン94よりも下方に位置するときには酸素飽和度を100%とする。なお、対応点が下限ライン93と上限ライン94との間から外れている場合には、その画素における酸素飽和度の信頼度を下げて表示装置14上に表示しないようにしてもよい。

【0050】

酸素飽和度画像作成部87は、酸素飽和度モード時に得られた青色信号B2、緑色信号

10

20

30

40

50

G 2、赤色信号 R 2 と、酸素飽和度算出部で求めた酸素飽和度とに基づいて、酸素飽和度画像を作成する。この酸素飽和度画像作成部では、酸素飽和度が一定値（例えば 60%）を下回る場合のみ、青色信号 B 2 には、酸素飽和度に応じた「1」以上のゲイン処理を施すとともに、緑色信号 G 2 及び赤色信号 R 2 には、酸素飽和度に応じた「1」以下のゲイン処理を施す。一方、酸素飽和度が一定値以上の場合には、青色信号 B 2、緑色信号 G 2、赤色信号 R 2 に対してゲイン処理は施さない。

【0051】

そして、ゲイン処理後の青色信号 B 2、緑色信号 G 2、赤色信号 R 2 を、表示装置 14 の B、G、R チャンネルに割り当てる。これにより、図 11 に示すように、表示装置 14 に酸素飽和度画像 96 が表示される。この酸素飽和度画像 96 は、酸素飽和度が高い部分は通常画像と同じ色味で表示される一方、酸素飽和度が予め定めた一定範囲内（例えば 0%~60%）にある低酸素領域 96a は青色で表示される（即ち、酸素飽和度画像 96 は、青色など疑似カラーで表示される低酸素領域 96a が、通常画像上に重畳表示された画像となる。）。なお、図 11 の酸素飽和度画像 96 のように、低酸素領域のみ疑似カラーで表示する他、酸素飽和度画像全体を酸素飽和度に応じた疑似カラーで表示してもよい。

10

【0052】

癒合判断用画像処理部 82 は、癒合確認モード時に得られた画像データに基づいて、腫瘍部切除後の縫合により繋ぎ合わされた組織の癒合状態の判断に用いられる癒合判断用画像を作成する。図 12 に示すように、癒合判断用画像は、表層組織の酸素状態を表した表層酸素飽和度画像、中層組織の酸素状態を表した中層酸素飽和度画像、深層組織の酸素状態を表した深層酸素飽和度画像の 3 つの画像から構成される。

20

【0053】

ここで、表層酸素飽和度画像は、画像データ B s、G s、R s に基づいて、作成される。まず、表層組織の酸素飽和度に関する情報を有する青色画像データ B s の各画素の画素値を、緑色画像データ G s の各画素の画素値で除することにより、強度比 $B s / G s$ を得る。そして、この強度比 $B s / G s$ に応じたゲイン処理を、3 色の画像データ B s、G s、R s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B s、G s、R s から、表層組織の低酸素領域が疑似カラーで表示される表層酸素飽和度画像が得られる。

【0054】

中層酸素飽和度画像は、画像データ B s、G s、R s、R t に基づいて、作成される。まず、中層組織の酸素飽和度に関する情報を有する赤色画像データ R t の各画素の画素値を、緑色画像データ G s の各画素の画素値で除することにより、強度比 $R t / G s$ を得る。そして、この強度比 $R t / G s$ に応じたゲイン処理を、3 色の画像データ B s、G s、R s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B s、G s、R s から、中層組織の低酸素領域が疑似カラーで表わされる中層酸素飽和度画像が得られる。

30

【0055】

深層酸素飽和度画像は、画像データ B s、G s、R s、R u に基づいて、作成される。まず、深層組織の酸素飽和度に関する情報を有する赤色画像データ R u の各画素の画素値を、緑色画像データ G s の各画素の画素値で除することにより、強度比 $R u / G s$ を得る。そして、この強度比 $R u / G s$ に応じたゲイン処理を、3 色の画像データ B s、G s、R s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B s、G s、R s から、深層組織の低酸素領域が疑似カラーで表わされる深層酸素飽和度画像が得られる。

40

【0056】

なお、図 13A に示すように、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像のいずれにも低酸素領域が存在しない場合には、縫合により繋ぎ合わせた組織が癒合していると考えられる。この場合には、再度の縫合の必要性はない。一方、図 13B に示すように、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像のいずれかに低酸素領域 98 が存在する場合には、組織間は癒合していないと考えられる。この場合には、再度の組織間の縫合を検討する。

【0057】

50

縫合状態判定部 8 3 は自動判別モードに設定されているときに処理が行われ、酸素飽和度モード時に得られた酸素飽和度画像に基づいて、縫合により繋ぎ合わされた組織の縫合状態を判定する。この縫合状態判定部 8 3 では、酸素飽和度画像 9 6 のうち、酸素飽和度が予め定めた一定範囲内（例えば 0 % ～ 6 0 %）にある低酸素領域 9 6 a の面積を検出する。そして、この低酸素領域 9 6 a の面積が一定値以上の場合には、縫合により繋ぎ合わされた組織間は癒合していないため、縫合不全であると判定する。この場合には、「縫合不全の可能性有り」との表示を表示装置 1 4 に表示する。一方、低酸素領域 9 6 a の面積が一定値を下回る場合は、組織間は癒合しているため、縫合不全は無いと判定する。この場合には、「縫合状態は良好」との表示を表示装置 1 4 に表示する。

【0058】

10

なお、縫合状態判定部 8 3 では、癒合確認モード時に得られる表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像の 3 層の酸素飽和度画像に基づいて、縫合状態の判定を行ってもよい。この場合には、縫合状態の判定方法としては様々な方法が考えられるが、例えば、3 層の酸素飽和度画像のうち、低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が「2」以上ある場合に、「縫合不全の可能性が有る」と判定し、低酸素領域の面積が一定値以上の酸素飽和度画像が「1」又は「0」である場合には、「縫合状態は無い」と判定する。これら判定結果については、表示装置 1 4 に表示される。

【0059】

図 1 4 に示すように、腹腔用内視鏡システム 4 の内部構成は、図 3 の管腔用内視鏡システムとほぼ同様であり、異なる点は、レーザ光源 LD 1 ～ LD 4 の光源制御と、撮像素子 6 0 の撮像制御と、画像処理部 1 1 2 の内部構成である。レーザ光源 LD 1 ～ LD 4 の光源制御にのうち、通常モード及び酸素飽和度モード時の光源制御については、管腔用光源装置 1 1 の光源制御と同様である。一方、浸潤確認モード時における光源制御については、浸潤測定工程で第 1 ～ 第 3 酸素飽和度測定光をそれぞれ順次照射する光源制御が行われる（図 4 C 参照）。

20

【0060】

また、撮像素子 6 0 の撮像制御のうち、通常モード及び酸素飽和度モード時の撮像制御については、管腔用内視鏡装置 1 2 の撮像制御と同様である。一方、浸潤確認モード時における撮像制御については、第 1 酸素飽和度測定光が照明された検体の反射像、第 2 酸素飽和度測定光が照明された検体の反射像、第 3 酸素飽和度測定光が照明された検体の反射像を順次撮像する撮像制御が行われる（図 6 C 参照）。この浸潤確認モードでの検体の撮像により、画像データ Bs、Gs、Rs、Bt、Gt、Rt、Bu、Gu、Ru の 9 つの画像データが得られる。

30

【0061】

図 1 5 に示すように、画像処理部 1 1 2 は、通常画像処理部 8 0、酸素飽和度画像処理部 1 1 3、浸潤測定用画像処理部 1 1 4、浸潤測定部 1 1 5、リンパ節転移測定部 1 1 6 を備えている。通常画像処理部 8 0 は、管腔用プロセッサ装置 1 3 の通常画像処理部 8 0 と同様である。酸素飽和度画像処理部 1 1 3 は、管腔用プロセッサ装置 1 2 の酸素飽和度画像処理部 8 1 の各部 8 4 ～ 8 7 に加えて、モニタリング画像作成部 1 1 8 を備えている。

40

【0062】

モニタリング画像作成部 1 1 8 は、図 1 6 に示すように、酸素飽和度画像 1 2 0 と、この酸素飽和度画像の隣に位置し、複数の関心領域 1 2 0 a、1 2 0 b の酸素飽和度を時系列的に表すグラフ 1 2 2 a、1 2 2 b とからなるモニタリング画像を生成する。各関心領域 1 2 2 a、1 2 2 b の酸素飽和度は、酸素飽和度算出部 8 6 で算出した酸素飽和度が用いられ、酸素飽和度画像 1 2 0 が更新される毎に、算出した酸素飽和度がグラフ 1 2 2 a、1 2 2 b 上にプロットされる。なお、関心領域の設定は、入力装置 1 5 によって行われる。

【0063】

図 1 7 に示すように、浸潤測定用画像処理部 1 1 4 は、浸潤確認モード時に得られた画

50

像データに基づいて、組織内における腫瘍部の浸潤の程度を測定するために用いられる浸潤測定用画像を作成する。浸潤測定用画像は、大腸の粘膜付近の酸素状態を表した粘膜酸素飽和度画像、大腸の固有筋層付近の酸素状態を表した固有筋層酸素飽和度画像、大腸のしょう膜付近の酸素状態を表したしょう膜酸素飽和度画像の3つの画像から構成される。

【0064】

ここで、粘膜酸素飽和度画像は、画像データ B_s 、 G_s 、 R_s 、 R_u に基づいて、作成される。まず、粘膜組織の酸素飽和度に関する情報を有する赤色画像データ R_u の各画素の画素値を、緑色画像データ G_s の各画素の画素値で除することにより、強度比 R_u / G_s を得る。そして、この強度比 R_u / G_s に応じたゲイン処理を、3色の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s から、粘膜組織の低酸素領域が疑似カラーで表示される粘膜酸素飽和度画像が得られる。

10

【0065】

固有筋層酸素飽和度画像は、画像データ B_s 、 G_s 、 R_s 、 R_t に基づいて、作成される。まず、固有筋層の酸素飽和度に関する情報を有する赤色画像データ R_t の各画素の画素値を、緑色画像データ G_s の各画素の画素値で除することにより、強度比 R_t / G_s を得る。そして、この強度比 R_t / G_s に応じたゲイン処理を、3色の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s から、固有筋層の低酸素領域が疑似カラーで表わされる中層酸素飽和度画像が得られる。

【0066】

しょう膜酸素飽和度画像は、画像データ B_s 、 G_s 、 R_s に基づいて、作成される。まず、しょう膜付近の酸素飽和度に関する情報を有する青色画像データ B_s の各画素の画素値を、緑色画像データ G_s の各画素の画素値で除することにより、強度比 B_s / G_s を得る。そして、この強度比 B_s / G_s に応じたゲイン処理を、3色の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s に対して施す。このゲイン処理後の画像データ B_s 、 G_s 、 R_s から、しょう膜付近の低酸素領域が疑似カラーで表わされる深層酸素飽和度画像が得られる。

20

【0067】

なお、図18Aに示すように、粘膜酸素飽和度画像のみ低酸素領域130が表示され、固有筋層酸素飽和度画像及びしょう膜酸素飽和度画像については低酸素領域が表示されない場合には、腹腔側から粘膜まで深達する第3酸素飽和度測定光(E3)が腫瘍部CNを検出する一方で、固有筋層及びしょう膜まで深達する第1及び第2酸素飽和度測定光(E1、E2)が腫瘍部CNを検出していないことになる。この場合には、術者は、測定部114bは、腫瘍部が粘膜付近までにしか浸潤していない「T1」と判定する。ここで、粘膜酸素飽和度画像及びしょう膜酸素飽和度画像中の低酸素領域は、強度比 R_u / G_s 、 B_s / G_s が一定値を上回る領域であり、固有筋層酸素飽和度画像中の低酸素領域は、強度比 R_t / G_s が一定値を下回る領域である。

30

【0068】

また、図18Bに示すように、粘膜酸素飽和度画像及び固有筋層酸素飽和度画像に低酸素領域130が表示され、しょう膜酸素飽和度画像には低酸素領域が表示されない場合には、第2及び第3酸素飽和度測定光(E2、E3)が腫瘍部CNを検出する一方で、第1酸素飽和度測定光(E1)が腫瘍部CNを検出しないことになる。この場合には、術者は、腫瘍部が固有筋層付近にまで浸潤している「T2 or T3」と判定する。

40

【0069】

また、図18Cに示すように、粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像のいずれにも低酸素領域130が表示された場合には、第1～第3酸素飽和度測定光(E1、E2、E3)が全て腫瘍部CNを検出していることになる。この場合には、術者は、腫瘍部がしょう膜付近にまで浸潤している「T4」と判定する。

【0070】

浸潤測定部115は自動判別モードに設定されているときに処理が行われ、浸潤測定モード時に得られる粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像の3つの酸素飽和度画像に基づいて、浸潤の程度を自動的に測定する。この浸潤測定部

50

115では、まず、3つの酸素飽和度画像のそれぞれについて、低酸素領域を検出する。ここで、粘膜酸素飽和度画像及びしょう膜酸素飽和度画像中の低酸素領域は、強度比 R_u/G_s 、 B_s/G_s が一定値を上回る領域であり、固有筋層酸素飽和度画像中の低酸素領域は、強度比 R_t/G_s が一定値を下回る領域である。

【0071】

そして、浸潤測定部115は、粘膜酸素飽和度画像のみに低酸素領域が検出された場合には、「T1」と判定し、粘膜酸素飽和度画像及び固有筋層酸素飽和度画像に低酸素領域が検出された場合には、「T2 or T3」と判定し、粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像の全てに低酸素領域が検出された場合には、「T4」と判定する。この判定結果は、表示装置14に表示される。

10

【0072】

なお、腹腔用内視鏡システム4においては、酸素飽和度モード時に、動脈血管等と並走するリンパ節の転移の程度を測定することができる。例えば、図19Aに示すように、酸素飽和度画像132内での低酸素領域132aの大きさが予め定めたS1以下であれば、リンパ節の転移を「N0」と判定することができる。また、図19Bに示すように、低酸素領域132bの大きさがS1～S2（ $S1 < S2$ ）の範囲内であれば、リンパ節の転移を「N1」と判定することができる。また、図19Cに示すように、低酸素領域132cの大きさがS2よりも大きければ、リンパ節の転移を「N2」と判定することができる。

【0073】

このリンパ節の転移については、リンパ節転移測定部116により自動判別することも可能である。リンパ節転移測定部116は、自動判別モードに設定されているときに処理が行われ、酸素飽和度モード時に得られる酸素飽和度画像に基づいて、リンパ節転移の程度を自動的に測定する。このリンパ節転移測定部116では、酸素飽和度画像132のうち、酸素飽和度が予め定めた一定範囲内（例えば0%～60%）にある低酸素領域の大きさを検出する。そして、リンパ節転移測定部116は、低酸素領域の大きさがS1以下であれば（図19A参照）、「N0」と判定し、低酸素領域の大きさがS1～S2の範囲内であれば（図19B参照）、「N1」と判定し、低酸素領域の大きさがS2よりも大きければ（図19C参照）、「N2」と判定する。これら判定結果は、表示装置14に表示される。

20

【0074】

次に、管腔用内視鏡システム3及び腹腔用内視鏡システム4を用いた大腸切除術について説明する。図20に示すように、手術前に管腔用内視鏡システム3を用いて、腫瘍部の位置を特定する腫瘍部特定フロー、腹腔用内視鏡システム4を用いて、腫瘍部を切除する手術フロー、手術後に管腔用内視鏡システム4を用いて、縫合により繋ぎ合わせた組織間の癒合を確認するための癒合確認フローの3つのフローに分けられる。

30

【0075】

まず、腫瘍部特定フローでは、通常モードにセットするとともに、肛門を介して、管腔用内視鏡装置12を大腸内に挿入する。これにより、管腔側からの大腸内の通常画像が表示装置14に表示される。術者は、表示装置14に表示された管腔内の通常画像を観察しながら、腫瘍部が生じた部位を探し出す。そして、術者は、腫瘍部CNを発見したら、図21に示すように、鉗子チャンネル20を介して、クリップ装置140を挿入する。そして、クリップ装置140を操作して、腫瘍部CNの近くにある比較的太い血管をクリップ141で圧迫する。このクリップ141により圧迫された血管の周りの組織は、虚血状態となり、血中酸素飽和度が低下した低酸素領域となる。この低酸素領域は、次の手術フローで、腫瘍部の位置を特定する際の目印となる。クリップ141で目印を付けた後は、管腔用内視鏡装置12を大腸から抜き出す。

40

【0076】

手術フローでは、まず、図22に示すように、患者Pの腹のうち、腹腔用内視鏡装置101を入れる位置に、スコープ用の孔143を開けるとともに、腸鉗子、止血用プローブ電気メス、自動縫合器など各種処置具を入れる部分に、処置具用の孔144を複数開ける

50

。そして、スコープ用の孔 1 4 3 に対してトラカール 1 1 0 を刺し込むとともに、処置具用の孔 1 4 4 にトラカール 1 0 9 を刺し込む（図 2 参照）。そして、トラカール 1 1 0、1 0 9 に対して、腹腔用内視鏡装置 1 0 1 及び各種処置具を挿入する。この後に、気腹装置 1 0 7 により、腹腔内に気腹ガスを送り込む。これにより、腹腔が気腹するため、腹腔内の視野及び術野を確保することができる。

【0077】

次に、酸素飽和度モードにセットして、図 2 3 に示すように、腹腔側から第 1 酸素飽和度測定光及び通常光を交互に照射するとともに、それら光で照明された反射像 R F を撮像する。これにより、腹腔側からの酸素飽和度画像 1 4 6 が表示装置 1 4 に表示される。術者は、酸素飽和度画像 1 4 6 上を観察して、低酸素状態となった腫瘍部 C N を探し出すとともに、手術前に、腫瘍部の目印としてクリップ 1 4 1 で低酸素状態にした虚血部分 C L を探し出す。

10

【0078】

ここで、酸素飽和度画像 1 4 6 の作成に用いる第 1 酸素飽和度測定光の中心波長は短波長帯域の 4 6 0 ~ 4 8 0 nm であるため、図 2 4 に示すように、第 1 酸素飽和度測定光は腫瘍部 C N や虚血部分 C L にまで深達しないおそれがある。この場合、腫瘍部 C N や虚血部分 C L を撮像しているにもかかわらず、酸素飽和度画像 1 4 6 上では、それら腫瘍部 C N 等が低酸素領域として表示されない場合がある。

【0079】

そこで、図 2 5 に示すように、腫瘍部 C N が生じていると想定される部位については、腸鉗子を用いて、引き伸ばす。これにより、大腸のしょう膜の厚みが薄くなるため、図 2 6 に示すように、第 1 酸素飽和度測定光及び通常光は、腫瘍部 C N 及び虚血部分 C L にまで確実に深達する。したがって、酸素飽和度画像 1 4 6 上では、腫瘍部 C N や虚血部分 C N が、低酸素領域として、確実に表示される。

20

【0080】

酸素飽和度画像 1 4 6 上で腫瘍部 C N の位置を特定した後は、撮像視野を広げて、大腸の腫瘍部分及びその周辺の動脈血管や静脈血管が写し出された酸素飽和度画像を表示装置 1 4 に表示する。そして、酸素飽和度画像上で、その動脈血管や静脈血管の酸素状態を確認する。この動脈血管や静脈血管の酸素状態から、それら動脈血管と並走するリンパ節に癌の転移があるかどうかを確認することができる。即ち、術者は、動脈血管の酸素状態から、リンパ節の転移の程度（「N 0」、「N 1」、「N 2」）を判断することができる。

30

【0081】

なお、図 2 7 A に示すように、酸素飽和度画像 1 5 0 上で、腫瘍部 C N に繋がっている動脈血管 V a の周辺組織のみが低酸素領域 1 5 0 a として表示され、その腫瘍部 C N 以外に繋がっている動脈血管 V b の周辺組織については高酸素領域として表示されている場合には、術者は、腫瘍部 C N に繋がっているリンパ節のみ癌が転移し、その腫瘍部 C N 以外の部位に繋がっているリンパ節には癌は転移していないと判断する。

【0082】

一方、図 2 7 B に示すように、腫瘍部に繋がっている動脈血管 V a の周辺組織のみならず、それ以外の部位に繋がっている動脈血管 V b の周辺組織についても低酸素領域 1 5 0 b として表示される場合には、腫瘍部 C N に繋がっているリンパ節だけでなく、それ以外の部位に繋がっているリンパ節にも癌が転移していると判断する。即ち、腫瘍部 C N だけでなく他の部位にも癌が転移している可能性がある判断する。

40

【0083】

酸素飽和度画像からリンパ節転移を確認した後は、再度、腹腔用内視鏡装置 1 0 1 を操作して、撮像視野を腫瘍部及びその周辺に向ける。そして、浸潤確認モードに切り替える。このモード切替により、粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像の 3 つの画像が表示装置 1 4 上に並列表示される（図 1 7 参照）。術者は、これら 3 つの酸素飽和度画像から、癌の浸潤の程度を主観的に判断する。

【0084】

50

例えば、図 2 8 A に示すように、粘膜酸素飽和度画像にのみ低酸素領域 1 5 2 a が存在し、その他の固有筋層酸素飽和度画像及びしょう膜酸素飽和度画像については低酸素領域が存在しないと判断した場合には、腫瘍部が粘膜まで浸潤している「T 1」と判断する。一方、図 2 8 B に示すように、粘膜酸素飽和度画像、固有筋層酸素飽和度画像、しょう膜酸素飽和度画像の全てに低酸素領域 1 5 2 a ~ 1 5 2 c が存在すると判断した場合には、腫瘍部 C N がしょう膜まで達している「T 4」と判断する。

【0 0 8 5】

3 つの酸素飽和度画像から浸潤の程度を判断した後は、リンパ節転移の程度と腫瘍部の浸潤の程度とから、腫瘍部 C N のステージを判断する。この腫瘍部のステージを元にして、大腸及びその大腸に繋がっている血管、リンパ節の切除範囲を決定する。ステージは「0」、「I」、「I I」、「I I I」、「I V」からなり、数字が大きい程、腫瘍部の進行度が大きい。例えば、浸潤の程度が「T 1 ~ T 2」であり、リンパ節転移の程度が「N 0 ~ N 1」である場合には、ステージ「I」と判定される。また、浸潤の程度が「T 4」であり、リンパ節転移の程度が「N 2」である場合には、ステージ「I V」と判定される。

【0 0 8 6】

ここで、切除範囲が、腫瘍部のある大腸のみである場合には、図 2 9 に示すように、その腫瘍部の大腸に繋がっている動脈血管 V a を止血用プローブ 1 5 4 で焼き切って、止血させる。止血後は、完全に止血できているかどうかを確認する。図 3 0 に示すように、酸素飽和度画像 1 5 6 上において、止血した動脈血管 V a の周辺組織が低酸素領域 1 5 6 a として表示されている場合には、その動脈血管 V a は虚血状態になっている。このように虚血状態となっているのは、動脈血管 V a に新しい血液が供給されないためである。この場合には、完全に止血していると考えられる。これに対して、酸素飽和度画像 1 5 6 上で、動脈血管 V a の周辺組織が低酸素領域 1 5 6 a として表示されていない場合には、その動脈血管 V a に新しい血液が供給され続けていると考えられる。この場合には、止血が不十分であるため、再度、止血用プローブ 1 5 4 で止血を行う。そして、完全に止血するのを確認してから、腫瘍部 C N を自動縫合器で切除する。

【0 0 8 7】

一方、切除範囲が、腫瘍部 C N だけでなく、その腫瘍部 C N に繋がっている動脈血管 V a 及びリンパ節も含む場合には、まず、図 3 1 に示すように、動脈血管 V a の上流にある上流側の動脈血管 V p に対して、遮断鉗子 1 5 8 を取り付ける。これにより、動脈血管 V a への血液の流れを遮断する。ここで、酸素飽和度画像上で、動脈血管 V a が低酸素状態になっているかどうかを確認した上で、上記と同様に、止血用プローブ 1 5 4 で動脈血管 V a の止血処理を行う。そして、腫瘍部側の動脈血管が虚血状態になっているのを確認してから、電気メスで、動脈血管 V a 及びリンパ節を切除するとともに、腫瘍部 C N を自動縫合器で切除する。

【0 0 8 8】

なお、上流側の動脈血管 V p が、腫瘍部側の動脈血管 V a へと分岐するだけでなく、腫瘍部側とは別の正常部位側の動脈血管 V b に分岐している場合には、その正常部位側の動脈血管 V b への血液の流れも遮断することになる。即ち、図 3 2 に示すように、腫瘍部側の動脈血管 V a の周辺組織だけでなく、正常部位側の動脈血管 V b の周辺組織が低酸素領域 1 5 9 となる。この場合、正常部位側の動脈血管 V b の周辺組織における低酸素状態が長時間続くと、その正常部位のダメージが大きくなる。

【0 0 8 9】

そこで、正常部位のダメージを最小限にするために、図 3 3 に示すように、正常部位側の動脈血管 V b の数か所に関心領域 1 6 0, 1 6 1 を設定し、その関心領域における酸素状態をモニタリングする。各関心領域における酸素状態は、表示装置 1 4 上において、酸素飽和度画像 1 6 2 の隣の位置に、縦軸を酸素飽和度、横軸を時間とするグラフ 1 6 3, 1 6 4 で表示される。そして、一か所でも、酸素飽和度が一定の閾値を下回った場合には、表示装置 1 4 上に警告メッセージ（図示省略）が表示される。

【0090】

腫瘍部などを切除した後は、腫瘍部CNなどを腹腔用内視鏡装置の先端部105に近づける。そして、腫瘍部CNなど及び腹腔用内視鏡装置101を、トラカール110を介して、外に出す。腫瘍部CNを外に出したら、再度、腹腔用内視鏡装置101を腹腔内に挿入する。次に、図34に示すように、腫瘍部CNの切除により切り離された大腸166a, 166b間を自動縫合器（図示省略）で縫合する。大腸間の縫合に用いる縫合部材167は、手術用縫合糸の他、チタン製のステイブルがある。大腸間を縫合した後は、腹腔用内視鏡装置101及び各種処置具を取り外し、その後に、トラカール109, 110も取り外す。

【0091】

10

癒合確認フローは、手術後の2～5日以内に行われる。一般的に、縫合部材167で繋ぎ合わされた組織間の癒合は、手術後からおよそ7日を要するため、それよりも前の2～5日の期間内に、組織間が活性化しているか否かを確認することが好ましい。仮に、その期間内に、組織間が活性化していない場合、即ち縫合した部分の組織が低酸素状態になっている場合には、縫合不全の可能性が高くなる。そこで、2～5日の期間内に、縫合した部分の組織が低酸素状態に陥っていないかどうかを、酸素飽和度画像を使って確認する。

【0092】

まず、管腔用内視鏡装置12を、肛門を介して、大腸内に挿入する。そして、管腔用内視鏡装置を、縫合した部位にまで挿入する。そして、縫合した部位に到達したときに、酸素飽和度モードに切り替える。これにより、図35に示すような酸素飽和度画像180が、表示装置14に表示される。そして、術者は、酸素飽和度画像180中に低酸素領域180aが存在するかどうかを確認する。もし、低酸素領域180a（酸素飽和度が予め定めた一定範囲内（例えば0%～60%）にある領域であり、通常画像の色と異なる疑似カラー（例えば、青色）で表示される領域）を発見した場合には、縫合不全である可能性が高いため、腹腔用内視鏡装置101を用いて再度の縫合を行う。縫合状態を確認した後は、管腔用内視鏡装置12を大腸から抜き出す。

20

【0093】

なお、癒合確認フローでは、酸素飽和度モードに切り替える代わりに、癒合確認モードに切り替えてもよい。この場合には、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像が、表示装置14に並列表示される。そして、術者は、これら3つの酸素飽和度画像に基づいて、組織間が高酸素状態になっているかどうか、即ち各層の組織間が活性化しているかどうかを判断する。

30

【0094】

例えば、図36Aに示すように、表層酸素飽和度画像、中層酸素飽和度画像、深層酸素飽和度画像のいずれにも低酸素領域が無い場合には、いずれの層の組織間も活性化していると考えられる。この場合には、数日後に組織間の癒合が完了するため、術者は、再度の縫合の必要はない。これに対して、図36Bに示すように、中層酸素飽和度画像及び深層酸素飽和度画像には低酸素領域168が無いものの、表層酸素飽和度画像に低酸素領域168が有る場合には、数日経過しても中層及び深層の組織間の癒合は完全には行われないと考えられる。即ち、縫合不全である可能性が高い。この場合には、術者は、腹腔用内視鏡装置101を用いて、再度の縫合を行う。縫合状態を確認した後は、管腔用内視鏡装置12を大腸から抜き出す。

40

【0095】

第2実施形態の医療装置システムは、半導体光源方式を採用する管腔用内視鏡システム3及び腹腔用内視鏡システム4と異なり、キセノンランプなどの広帯域光源を用いた面順次方式を採用する管腔用内視鏡システム及び腹腔用内視鏡システムからなる。以下、図37に示す第2実施形態の管腔用内視鏡システム200について、第1実施形態と共通する部分については説明を省略し、第1実施形態と異なる部分について説明を行う。なお、第2実施形態の腹腔用内視鏡システムについては、管腔用内視鏡システムと同様であるので、説明を省略する。

50

【0096】

管腔用内視鏡システム200の管腔用内視鏡装置201は、スコープ先端部の照明部33に蛍光体50が設けられていない点が管腔用内視鏡装置12と異なる。そのため、管腔用光源装置201からの光は、ライトガイド28, 29を介して、そのまま被検体内に照射される。また、撮像素子260は、撮像素子60と異なり、撮像面にカラーフィルタが設けられていないモノクロCCDで構成される。それ以外については、管腔用内視鏡装置212は、管腔用内視鏡装置12と同様の構成を備えている。

【0097】

管腔用光源装置201は、広帯域光BB(400~700nm)を発する白色光源2110と、この白色光源2110からの広帯域光BBを所定波長の光に波長分離する回転フィルタ212と、回転フィルタ212の回転軸に接続され、一定の回転速度で回転フィルタ212を回転させるモータ213と、回転フィルタ212をその半径方向にシフトさせるシフト部214を備えている。

10

【0098】

白色光源2110は、広帯域光BBを放射する光源本体2110aと、広帯域光BBの光量を調整する絞り2110bとを備えている。光源本体2110aはキセノンランプ、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどから構成される。絞り2110bの開度は、光量制御部(図示省略)によって調節される。

【0099】

図38に示すように、回転フィルタ212は、モータ213に接続された回転軸212aを回転中心として回転する。この回転フィルタ212には、回転軸212aがある回転中心から順に、半径方向に沿って、第1~第3フィルタ領域220~222が設けられている。第1フィルタ領域220は通常モード時に広帯域光BBの光路上にセットされ、第2フィルタ領域221は酸素飽和度モード時に広帯域光BBの光路上にセットされ、第3フィルタ領域212は癒合確認モード時に広帯域光BBの光路上にセットされる。各フィルタ領域220~222の切替は、シフト部214により回転フィルタ212を半径方向にシフトさせることによって、行われる。

20

【0100】

第1フィルタ領域220は、中心角が120°の扇型の領域に、それぞれBフィルタ部220a、Gフィルタ部220b、Rフィルタ部220cが設けられている。図39に示すように、Bフィルタ部220aは広帯域光BBから青色帯域(380~500nm)のB光を透過させ、Gフィルタ部220bは広帯域光BBから緑色帯域(450~630nm)のG光を透過させ、Rフィルタ部220cは広帯域光BBから赤色帯域(580~760nm)のR光を透過させる。したがって、回転フィルタ212の回転によって、B光、G光、R光が順次出射する。これらB光、G光、R光は、集光レンズ216及び光ファイバ217を通して、ライトガイド28, 29に入射する。

30

【0101】

第2フィルタ領域221は、第1測定用フィルタ部221a(図38では「第1測定用」と記載)、Bフィルタ部221b、Gフィルタ部221c、Rフィルタ部221dが設けられている。第1測定用フィルタ部221aは広帯域光BBのうち、波長範囲450~500nmの第1酸素飽和度測定光を透過させる。また、Bフィルタ部221b、Gフィルタ部221c、Rフィルタ部221dは、上記B、G、Rフィルタ部220a、220b、220cと同様、B光、G光、R光を透過させる。したがって、回転フィルタ212の回転によって、第1酸素飽和度測定光、B光、G光、R光が順次出射する。これら4種類の光は、集光レンズ216及び光ファイバ217を通して、ライトガイド28, 29に順次入射する。

40

【0102】

第3フィルタ領域222は、第1測定用フィルタ部222a(図38では「第1測定用」と記載)、Gフィルタ部222b、Rフィルタ部222c、第2測定用フィルタ部222d(図38では「第2測定用」と記載)、第3測定用フィルタ部222e(図38では

50

「第3測定用」と記載)が設けられている。第1測定用フィルタ部222aは広帯域光Bのうち、波長範囲450～500nmの第1酸素飽和度測定光を透過させる。

【0103】

また、Gフィルタ部222b、Rフィルタ部222cは、上記G、Rフィルタ部120b、120cと同様、G光、R光を透過させる。また、第2測定用フィルタ部222dは広帯域光Bのうち、波長範囲640～660nmの第2酸素飽和度測定光を透過させ、第3測定用フィルタ部222aは広帯域光Bのうち、波長範囲830～850nmの第3酸素飽和度測定光を透過させる。したがって、回転フィルタ212の回転によって、第1酸素飽和度測定光、G光、R光、第2酸素飽和度測定光、第3酸素飽和度測定光が順次射出する。これら5種類の光は、集光レンズ216及び光ファイバ217を通して、ライドガイド28、29に順次入射する。

10

【0104】

第2実施形態の管腔用内視鏡システム200では、面順次方式を採用しているため、撮像制御が第1実施形態と異なる。通常モードにおいては、図40Aに示すように、B、G、Rの三色の像光を撮像素子103で順次撮像して電荷を蓄積し、この蓄積した電荷に基づいて青色信号Bc、緑色信号Gc、赤色信号Rcを順次出力する。この一連の動作は、通常モードに設定されている間、繰り返される。そして、それら3色の信号Bc、Gc、Rcは、A/D変換器58により、青色画像データBc、緑色画像データGc、赤色画像データRcに変換される。これら画像データBc、Gc、Rcは、第1実施形態の画像データBc、Gc、Rcに略対応している。

20

【0105】

酸素飽和度モードにおいては、図40Bに示すように、第1酸素飽和度測定光、B光、G光、R光を撮像素子103で順次撮像して電荷を蓄積し、この蓄積した電荷に基づいて青色信号B1、青色信号B2、緑色信号G2、赤色信号R2を順次出力する。こうした動作は酸素飽和度モードに設定されている間、繰り返される。なお、それら4色の信号B1、B2、G2、R2は、A/D変換器58により、青色画像データB1、青色画像データB2、緑色画像データG2、赤色画像データR2に変換される。これら画像データB1、B2、G2、R2は、第1実施形態の画像データB1、B2、G2、R2に略対応している。

【0106】

癒合確認モードにおいては、図40Cに示すように、第1酸素飽和度測定光、G光、R光、第2酸素飽和度測定光、第3酸素飽和度測定光を撮像素子103で順次撮像して電荷を蓄積し、この蓄積した電荷に基づいて青色信号Bs、緑色信号Gs、赤色信号Rs、赤色信号Rt、赤色信号Ruを順次出力する。こうした動作は酸素飽和度モードに設定されている間、繰り返される。なお、それら5つの信号Bs、Gs、Rs、Rt、Ruは、A/D変換器58により、青色画像データBs、緑色画像データGs、赤色画像データRs、赤色画像データRt、赤色画像データRuに変換される。これら画像データBs、Gs、Rs、Rt、Ruは、第1実施形態の画像データBs、Gs、Rs、Rt、Ruに略対応している。

30

【0107】

なお、上記実施形態では、管腔用内視鏡装置を用いて、管腔側から、縫合により繋ぎ合わせた大腸の組織間の癒合状態を判断したが、これに代えて、腹腔用内視鏡を用いて、腹腔側から組織間の癒合状態を判断してもよい。例えば、図41(A)に示すように、縫合直後は、縫合部材280で縫合した大腸間の組織周辺は、活性化していないため、酸素飽和度画像300上では低酸素領域301として表示されるが、縫合が確実になされている場合には、数日経過後は、図41(B)に示すように、縫合部分の組織は酸素飽和度画像300上で高酸素領域302として表示される。

40

【0108】

また、上記実施形態では、腫瘍部の位置を特定する際の日印としては、腫瘍部の近くの血管をクリップで圧迫して虚血する方法を用いたが、止血用プローブによって血管を焼き切って虚血状態にする方法や、腫瘍部周辺の太い血管にカテーテルを挿入して、その太い

50

血管を閉塞及び虚血状態にする方法が考えられる。

【0109】

なお、上記実施形態では、止血処理の際、術者が、酸素飽和度画像上で止血したかどうかを判断したが、この止血状態の判断を腹腔用プロセッサ装置102で自動的に行ってもよい。この場合には、図42に示すように、術者等が、酸素飽和度画像156上に表示されるポインタ310で、止血した血管Vaを指定する。この血管Vaの指定は、入力装置15により行われる。

【0110】

そして、ポインタ310で指定した血管Vaの酸素飽和度が一定値以下の場合には、その血管Vaは、新しい血液が供給されていないと考えられるため、完全に止血していると判定する。この場合には、「止血OK」の表示を表示装置14に表示する。一方、ポインタ310で指定した血管Vaの酸素飽和度が一定値を超えている場合には、その血管Vaは、新しい血液が供給されていると考えられるため、完全には止血していないと判定する。この場合には、「止血NG」の表示を表示装置14に表示する。

10

【0111】

また、上記実施形態では、スコープ先端部19に蛍光体50を設けたが、これに代えて、管腔用光源装置11又は腹腔用光源装置100内に蛍光体50を設けてもよい。この場合、LD2(445nm)と光ファイバ23の間に蛍光体50を設け、その他のレーザ光源LD1、LD3、LD4と光ファイバ22、24、25の間には蛍光体50を設けないことが好ましい。

20

【0112】

また、上記第1実施形態では、カラーの撮像素子として、加色法三原色(B、G、R)のピクセルがマトリックス状に配列されたものを用いたが、これに代えて、減色法三原色(Y、M、C)のピクセルがマトリックス状に配列されたものを用いてもよい。更に、ピクセルの種類は、4色以上としてもよい。

【0113】

また、上記実施形態では、血液量(酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの和)のうち酸化ヘモグロビンの占める割合である酸素飽和度を用いて酸素飽和度画像を生成したが、これに代えて又は加えて、「血液量×酸素飽和度(%)」から求まる酸化ヘモグロビンインデックスや、「血液量×(100-酸素飽和度)(%)」から求まる還元ヘモグロビンインデックスを用いてもよい。

30

【0114】

本発明の効果は、以下の技術的思想によっても得ることができる。

[付記項1]

所定の手術により切り離された臓器間を縫合部材で縫合する縫合工程と、
前記縫合部材で縫合した縫合部位の酸素飽和度を画像化した酸素飽和度画像を作成する画像作成工程と、

前記酸素飽和度画像を表示装置に表示する表示工程と、

前記酸素飽和度画像を観察して、縫合不全が発生していないかどうかを判断する判断工程とを有することを特徴とする縫合不全診断方法。

40

【0115】

[付記項2]

前記判断工程は、前記所定の手術から2～5日以内に行うことを特徴とする付記項1記載の縫合不全診断方法。

【0116】

[付記項3]

前記判断工程では、前記酸素飽和度画像中に低酸素領域がある場合に、前記縫合不全であると判断することを特徴とする付記項1または2記載の縫合不全診断方法。

【0117】

[付記項4]

50

前記画像作成工程では、前記縫合部位における各層の酸素飽和度を画像化した複数層の酸素飽和度画像を複数作成し、

前記判断工程では、複数層の酸素飽和度画像を観察して、前記縫合不全を判断することを特徴とする付記項 1 記載の縫合不全診断方法。

【0118】

[付記項 5]

前記画像作成工程では、管腔側から前記縫合部位を撮像して、前記酸素飽和度画像を作成することを特徴とする付記項 1 ないし 4 いずれか 1 項記載の縫合不全診断方法。

【0119】

[付記項 6]

前記画像作成工程では、管腔側から前記縫合部位を撮像して、前記酸素飽和度画像を作成することを特徴とする付記項 1 ないし 4 いずれか 1 項記載の縫合不全診断方法。

【0120】

[付記項 7]

前記画像作成工程は、

前記縫合部位を撮像する撮像工程と、

前記撮像工程で得られた画像情報に基づいて、前記酸素飽和度を算出する酸素飽和度算出工程と、

前記酸素飽和度に基づいて、前記酸素飽和度画像を作成する酸素飽和度画像作成工程とを有することを特徴とする付記項 1 ないし 6 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

【0121】

[付記項 8]

前記画像情報は 2 次元の画像情報であることを特徴とする付記項 7 記載の内視鏡システム。

【符号の説明】

【0122】

3 管腔用内視鏡システム

4 腹腔用内視鏡システム

14 表示装置

87 酸素飽和度画像作成部

167 縫合部材

180 酸素飽和度画像

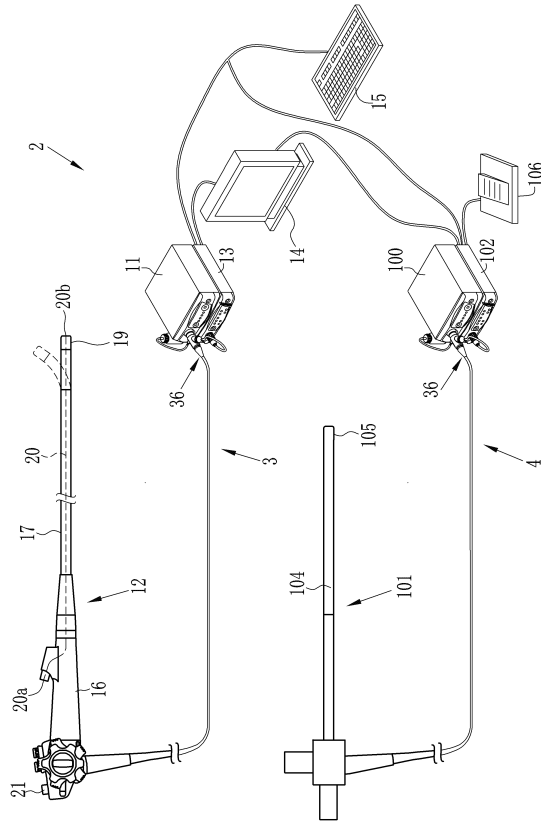
180a 低酸素領域

10

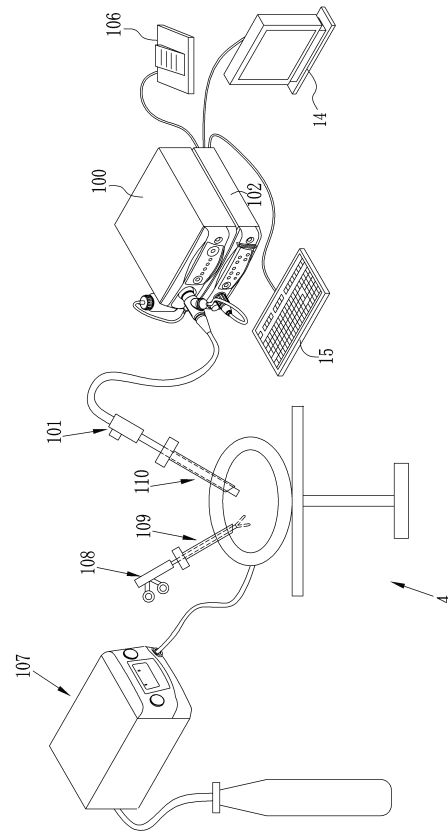
20

30

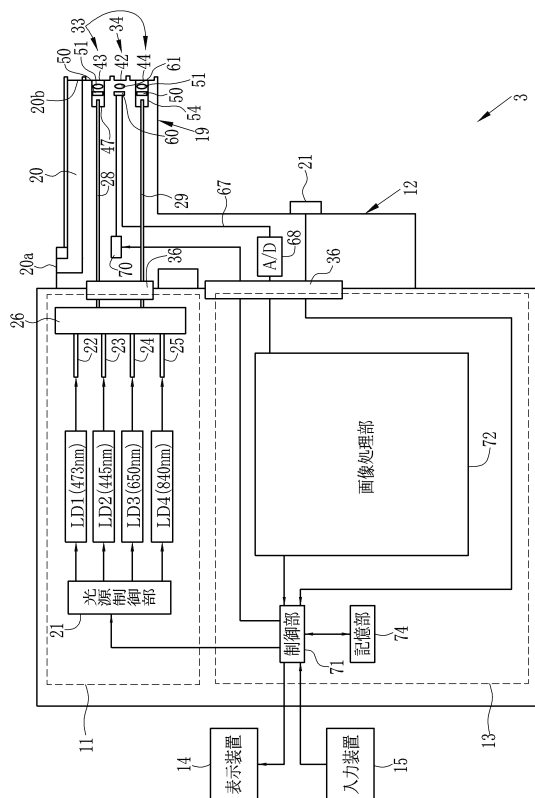
【図 1】



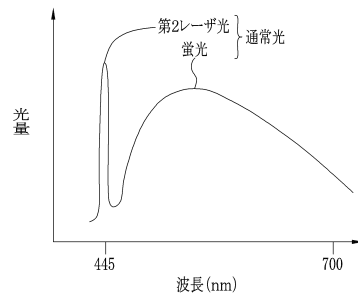
【図 2】



【図 3】

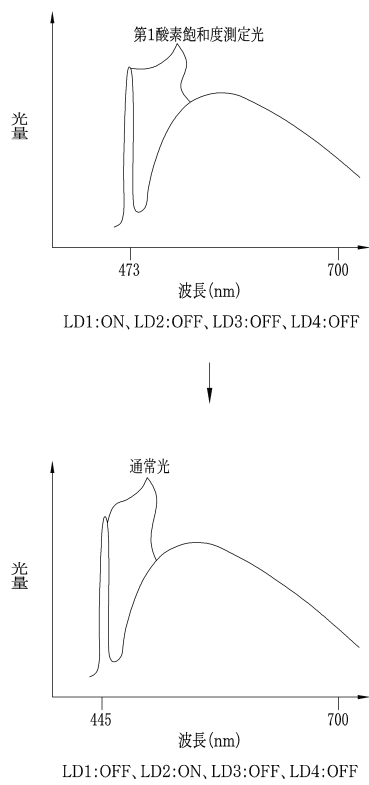


【図 4 A】

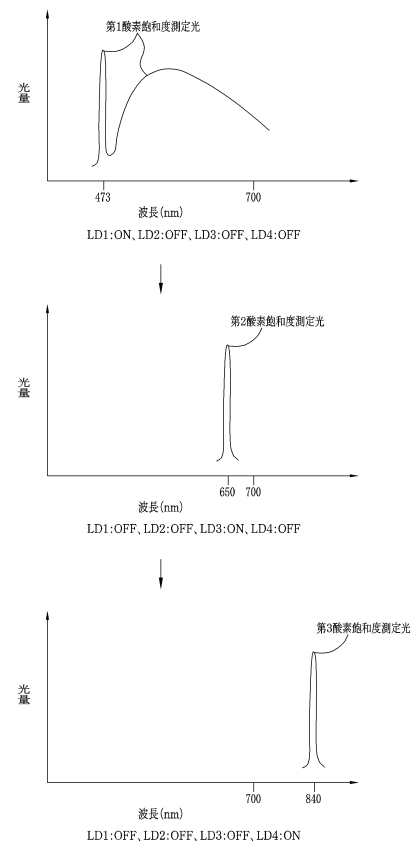


LD1:OFF, LD2:ON, LD3:OFF, LD4:OFF

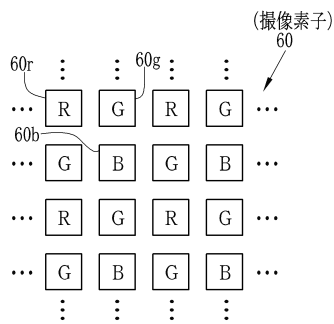
【図 4 B】



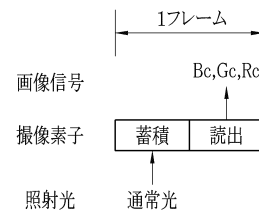
【図 4 C】



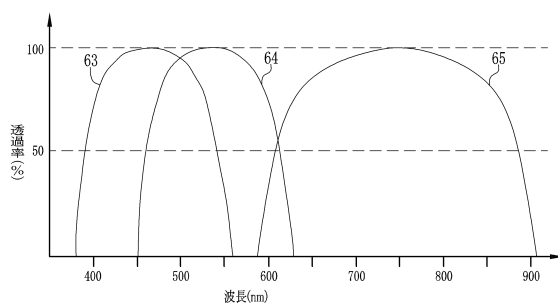
【図 5 A】



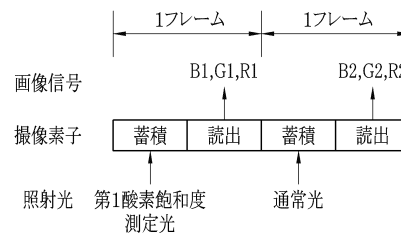
【図 6 A】



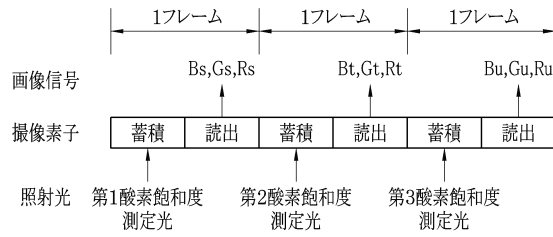
【図 5 B】



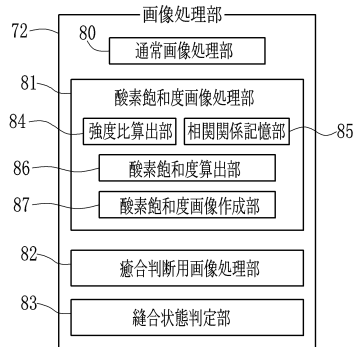
【図 6 B】



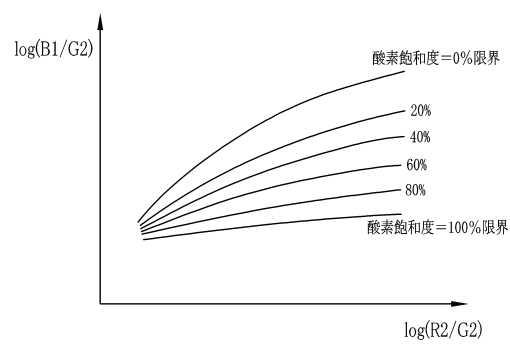
【図 6 C】



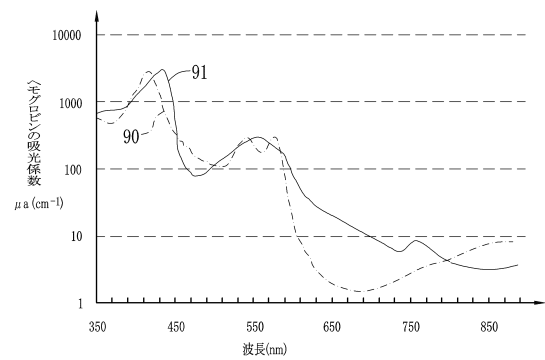
【図 7】



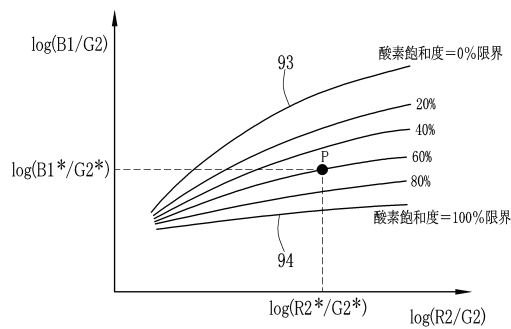
【図 8】



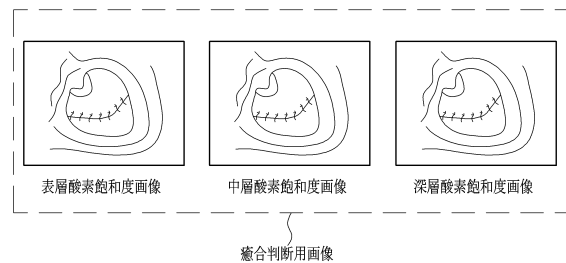
【図 9】



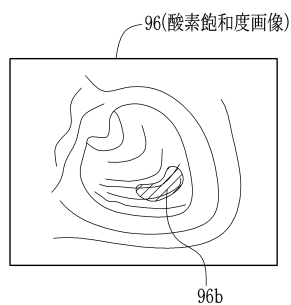
【図 10】



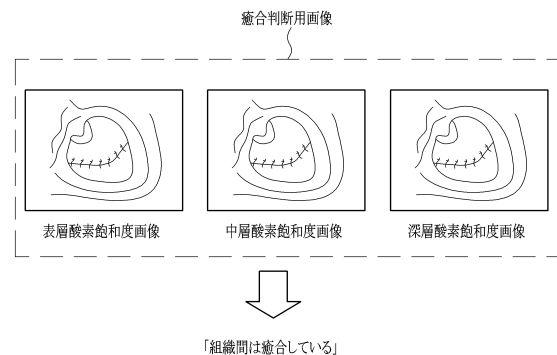
【図 12】



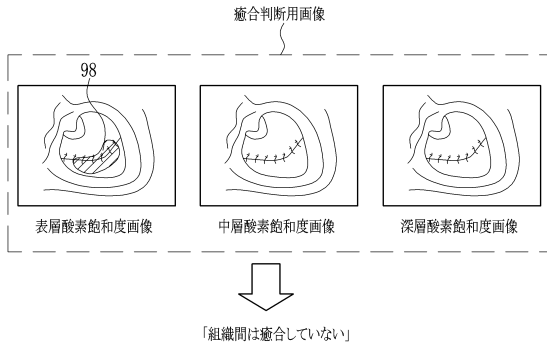
【図 11】



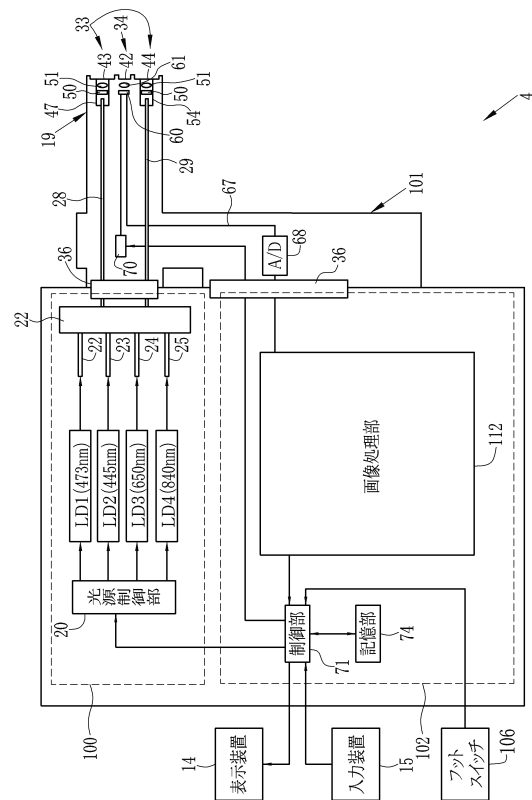
【図 13 A】



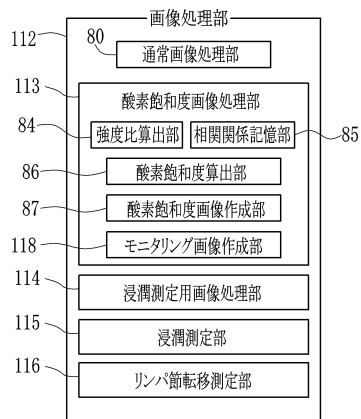
【図 13B】



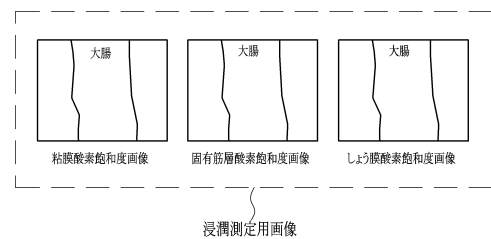
【図 14】



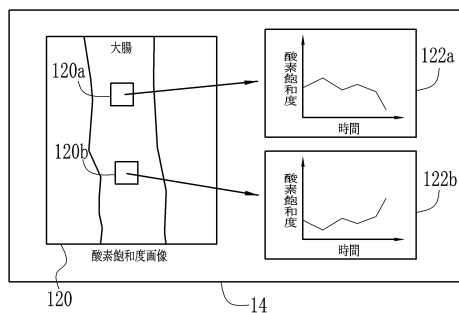
【図 15】



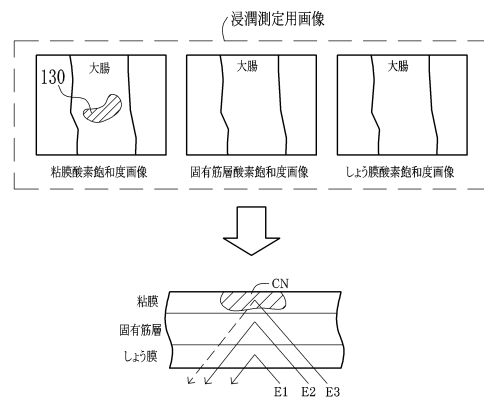
【図 17】



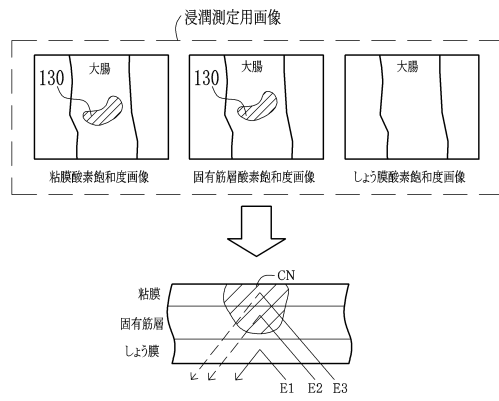
【図 16】



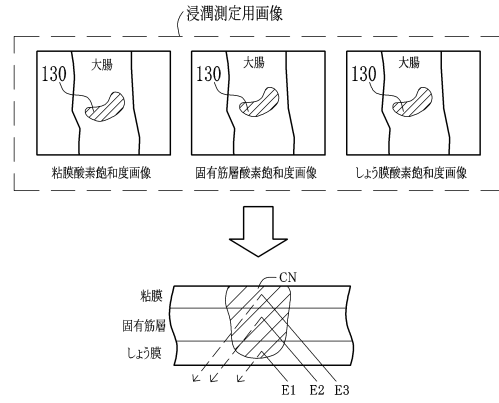
【図 18A】



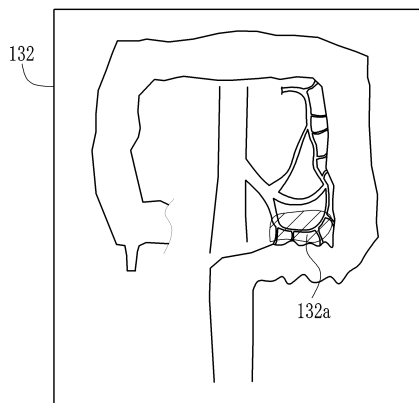
【図 18 B】



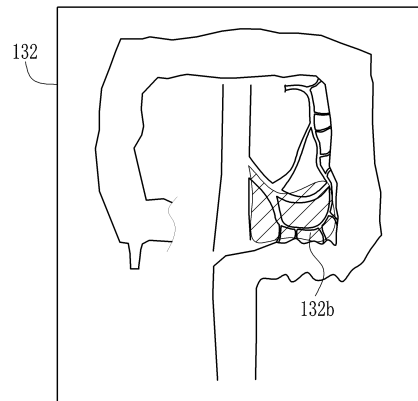
【図 18 C】



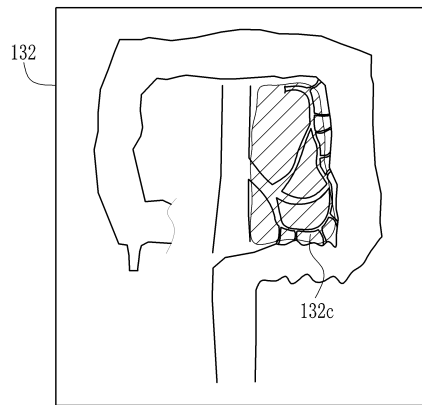
【図 19 A】



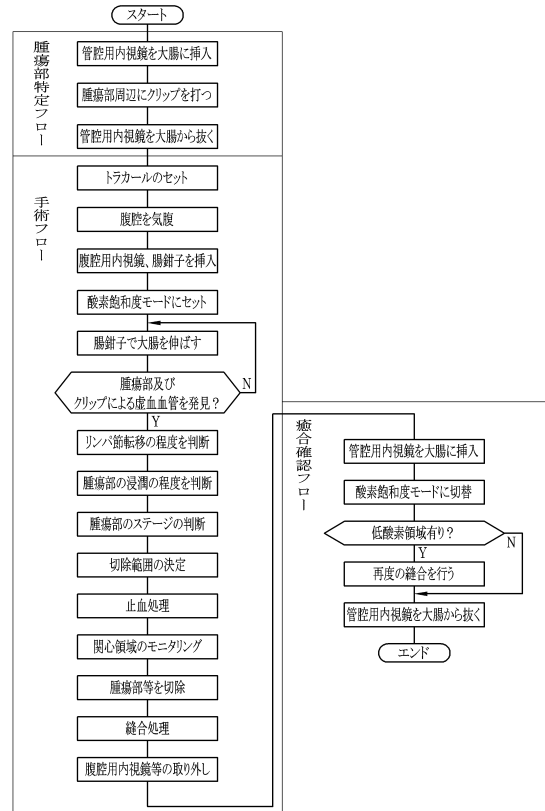
【図 19 B】



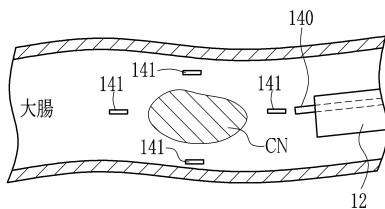
【図 19C】



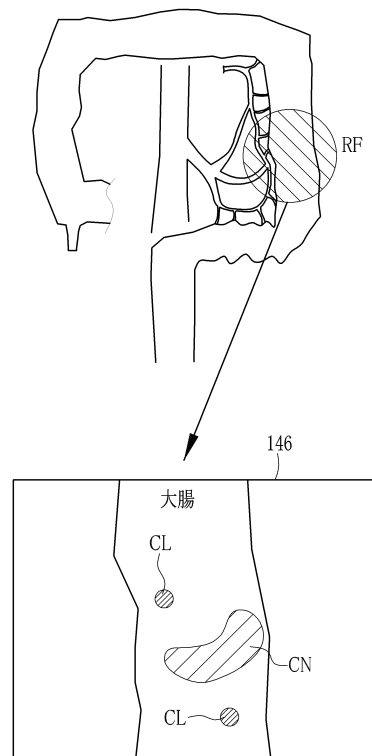
【図 20】



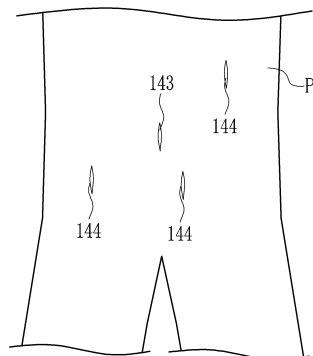
【図 21】



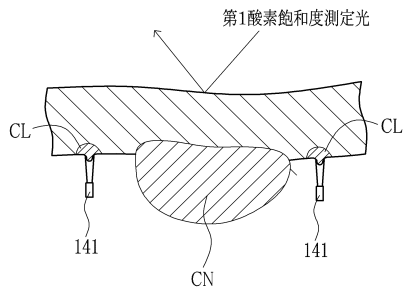
【図 23】



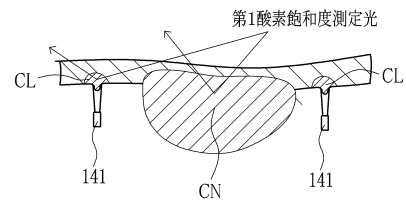
【図 22】



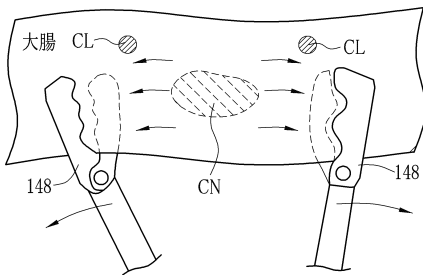
【図 2 4】



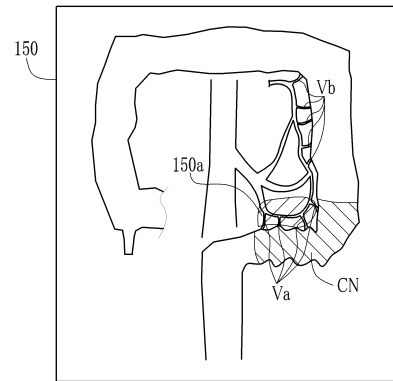
【図 2 6】



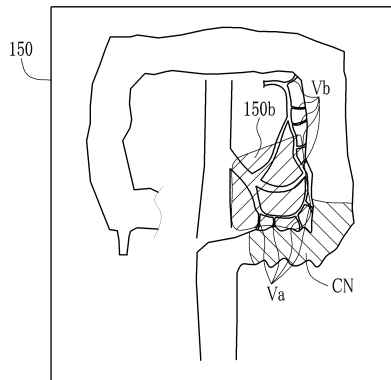
【図 2 5】



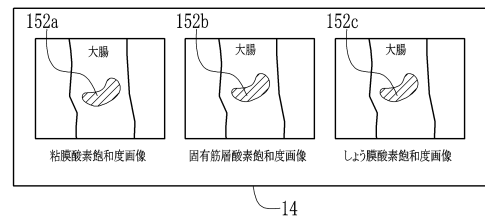
【図 2 7 A】



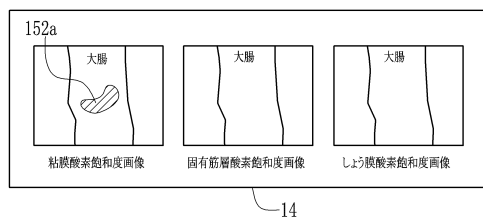
【図 2 7 B】



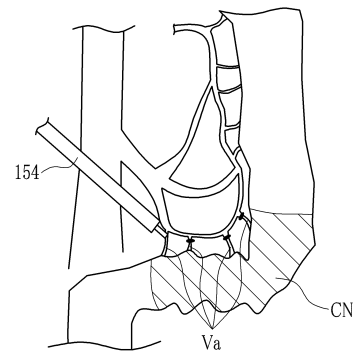
【図 2 8 B】



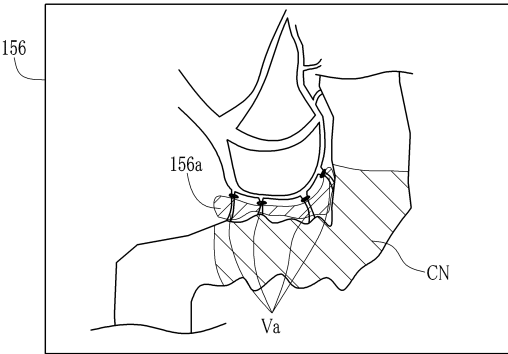
【図 2 8 A】



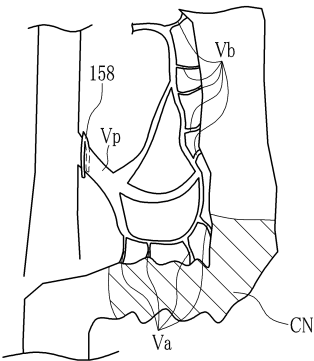
【図 2 9】



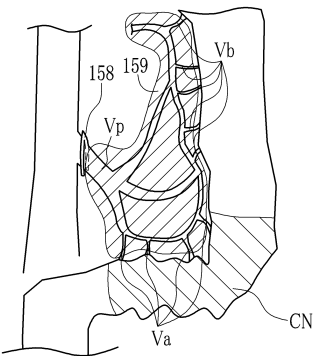
【図 3 0】



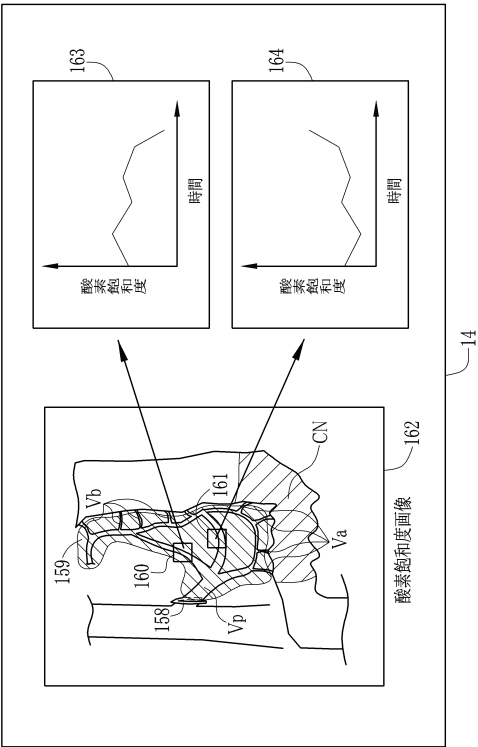
【図 3 1】



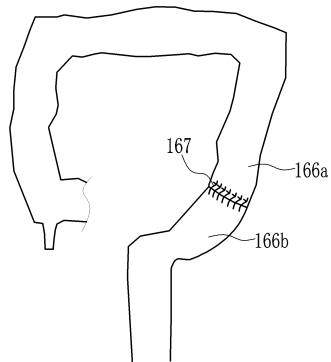
【図 3 2】



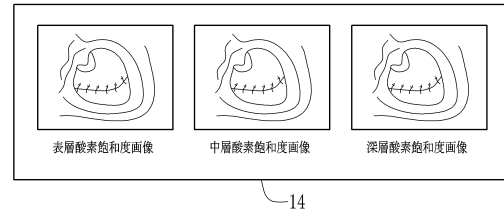
【図 3 3】



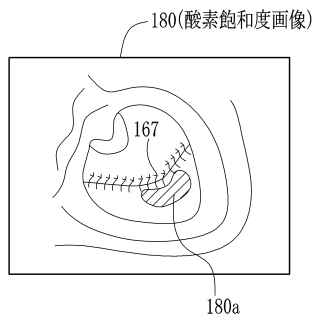
【図 3 4】



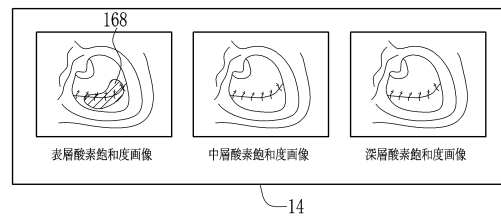
【図 3 6 A】



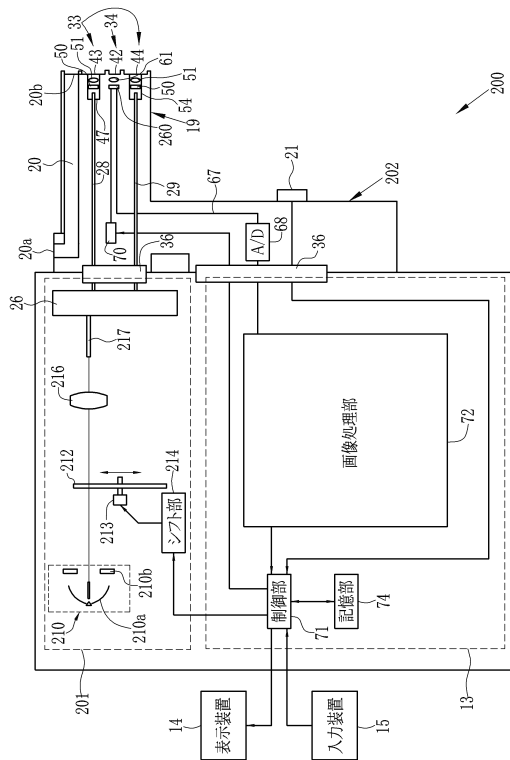
【図 3 5】



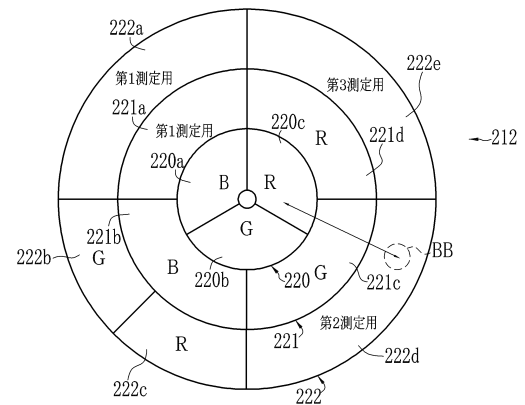
【図 3 6 B】



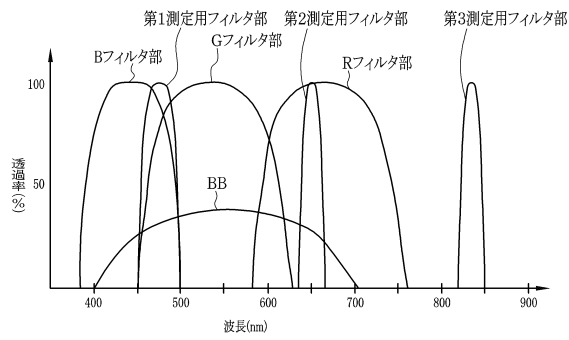
【図 3 7】



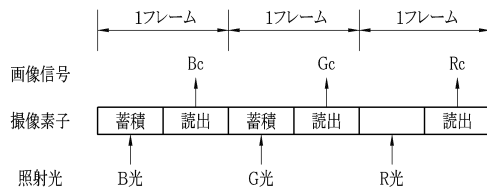
【図 3 8】



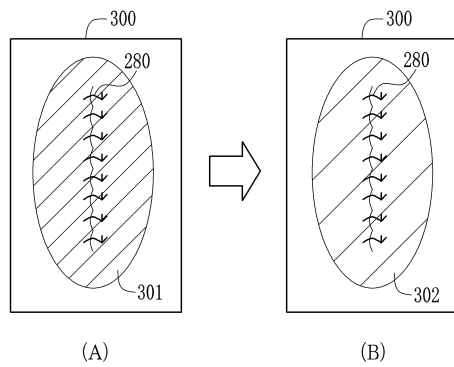
【図 3 9】



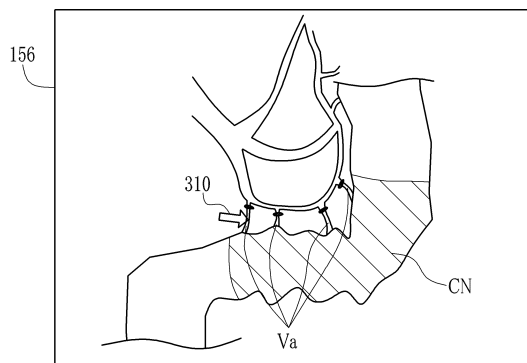
【図 4 0 A】



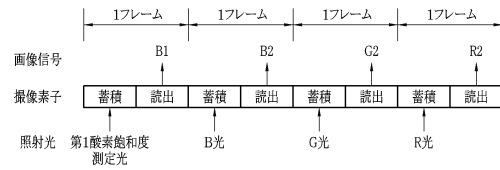
【図 4 1】



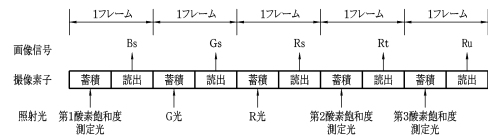
【図 4 2】



【図 4 0 B】



【図 4 0 C】



フロントページの続き

審査官 安田 明央

(56)参考文献 特開 2000-139947 (JP, A)

特開 2012-152460 (JP, A)

原貴生, 外2名, 肝肺症候群による高度低酸素血症を伴う上行結腸癌患者の手術経験, 日本消化器外科学会学術集会抄録集, 日本, 日本消化器外科学会, 2012年 7月, , [2013年12月24日検索], インターネット<URL :http://www.myschedule.jp/jsgs-toyama67/detail.php?kouen_id=351&sess_id=1389&strong=1>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00-1/32

G02B 23/24-23/26

专利名称(译)	内窥镜系统		
公开(公告)号	JP6008700B2	公开(公告)日	2016-10-19
申请号	JP2012246449	申请日	2012-11-08
[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		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	森本美範 出島工 山口博司		
发明人	森本 美範 出島 工 山口 博司		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00087 A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/045 A61B1/0638 A61B1/0646 A61B1/0653 A61B1/3132 A61B5/1455 A61B5/14551 A61B5/14552 A61B5/1459 A61B5/4848 A61B5/7278 A61B5/7425 A61B17/0469 A61B17/12 A61B2017/00057 A61B2017/00296 A61B2017/12004 A61B2090/3937 A61B2090/3991 A61B2505/05 A61B2562/0242		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/00.550 A61B1/04.530 A61B1/045.617 A61B1/045.622 A61B1/06.611 A61B1/07.736		
F-TERM分类号	4C161/AA24 4C161/DD03 4C161/FF43 4C161/HH54 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/MM05 4C161/QQ07 4C161/WW02 4C161/WW04 4C161/WW08 4C161/WW13		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP2014094089A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：尽早发现吻合口漏的发生。解决方案：将已切割以切除肿瘤部分的大肠与缝合线构件167一起缝合。捕获缝合部分的图像。基于通过捕获获得的图像信息，创建氧饱和度图像180，其中缝合部分的氧饱和度被制成图像。产生的氧饱和度图像180显示在显示装置14上。在吻合口泄漏的情况下，在饱和度图像中显示低饱和度区域180a。

【 図 1 】

