

(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2014-18333  
(P2014-18333A)

(43) 公開日 平成26年2月3日(2014. 2. 3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
A 6 1 B 1/04 (2006.01) A 6 1 B 1/04 3 7 0 4 C 1 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-158249 (P2012-158249)	(71) 出願人	000113263 H O Y A 株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成24年7月17日 (2012. 7. 17)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100078880 弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100169856 弁理士 尾山 栄啓
		(72) 発明者	池本 洋祐 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内

最終頁に続く

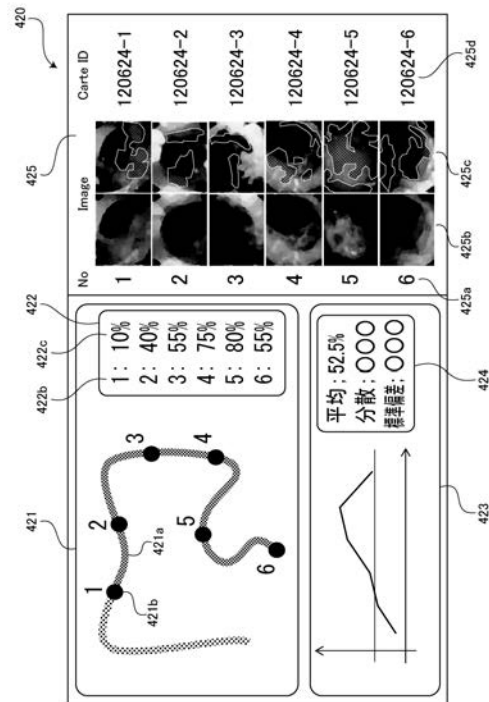
(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】 正確かつ客観性のある診断を支援する画像処理装置及び内視鏡装置を提供する。

【解決手段】 カラー内視鏡画像データを取得する画像取得手段と、カラー内視鏡画像データの色空間を、色相、彩度及び輝度を基底とする H S I 色空間、又は、色相、彩度及び明度を基底とする H S V 色空間に変換する色空間変換手段と、カラー内視鏡画像を構成する各画素について、色相と彩度に基づいて病変部の画素であるか否かを判定する病変画素判定手段と、病変部の画素と判定された画素の数である病変画素数を計数する病変画素計数手段と、病変画素数に基づいて病変指数を計算する病変指数計算手段と、病変指数を表示する病変指数表示手段と、を備える。

【選択図】 図 1 3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

カラー内視鏡画像データを取得する画像取得手段と、  
 前記カラー内視鏡画像データの色空間を、色相、彩度及び輝度を基底とする H S I 色空間、又は、色相、彩度及び明度を基底とする H S V 色空間に変換する色空間変換手段と、  
 前記カラー内視鏡画像を構成する各画素について、色相と彩度に基づいて病変部の画素であるか否かを判定する病変画素判定手段と、  
 病変部の画素と判定された画素の数である病変画素数を計数する病変画素計数手段と、  
 前記病変画素数に基づいて病変指数を計算する病変指数計算手段と、  
 前記病変指数を表示する病変指数表示手段と、  
 を備えた画像処理装置。

10

## 【請求項 2】

前記カラー内視鏡画像を構成する各画素について、画素値が所定の範囲内にあるか否かにより、該画素が有効か否かを判定する有効画素判定手段と、  
 前記有効画素判定手段により有効と判定された画素の数である有効画素数を計数する有効画素計数手段と、  
 を更に備え、  
 前記病変画素判定手段が、前記有効と判定された画素について、病変部の画素であるか否かを判定し、  
 前記病変指数表示手段が、前記有効画素数に対する前記病変画素数の比率として前記病変指数を計算する、  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 3】

前記病変画素判定手段が、前記カラー内視鏡画像を構成する各画素が病変部の画素であるか否かを、複数種類の病変についてそれぞれ判定し、  
 前記病変画素計数手段が、前記複数種類の病変のそれぞれについて前記病変画素数を計数し、  
 前記病変指数計算手段が、前記複数種類の病変のそれぞれについて前記病変指数を計算し、  
 前記病変指数表示手段が、前記複数種類の病変の少なくとも一つの病変指数を表示する、  
 ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像処理装置。

30

## 【請求項 4】

前記複数種類の病変の病変指数の合計である総病変指数を計算する総病変指数計算手段を更に備え、  
 前記病変指数表示手段が前記総病変指数を表示する、  
 ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記病変画素計数手段が、前記複数種類の病変のいずれかの病変部の画素であると判定された画素の数を前記病変画素数として計数する、  
 ことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の画像処理装置。

40

## 【請求項 6】

前記画素が病変部と判定される前記画素値の領域の境界近傍のダイナミックレンジが広がるように、非線形な利得を前記画素値に与えるトーン強調処理を行うトーン強調手段を更に備え、  
 前記病変画素判定手段が、前記トーン強調処理後の画素値に基づいて判定を行う、  
 ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 7】

前記カラー内視鏡画像データが、R G B 色空間において前記トーン強調処理を受けた後、前記 H S I 色空間又は前記 H S V 色空間に変換される、

50

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記トーン強調手段が、各原色の輝度値 R、G、B に対して異なる利得曲線を適用して前記トーン強調処理を行う、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記病変画素判定手段が病変部と判定した画素の色を変更するオーバーレイ処理を行うオーバーレイ手段と、

前記カラー内視鏡画像に前記オーバーレイ処理を施したオーバーレイ画像を表示するオーバーレイ画像表示手段と、

を更に備える、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記オーバーレイ画像表示手段が、前記カラー内視鏡画像と前記オーバーレイ画像とを同時に表示する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記オーバーレイ手段が、前記病変部の画素と判定された画素の画素値に、該病変の種類に応じた所定値を加算する、ことを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記カラー内視鏡画像を撮像した位置の情報を取得する撮像位置取得手段と、

前記カラー内視鏡画像を撮像した複数の位置と、該位置において撮像した前記カラー内視鏡画像の病変指数との関係を、表、グラフ及び模式図の少なくとも一つを用いて表示するレポート表示手段と、を更に備える、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記レポート表示手段が印刷表示を行う、ことを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

前記病変が、炎症性腸疾患における炎症及び潰瘍を含む、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

請求項 1 から請求項 14 のいずれか一項に記載の画像処理装置と、

前記カラー内視鏡画像データを生成して、前記画像処理装置に出力する内視鏡と、を備えた内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡診断用の画像処理装置及び該画像処理装置を備えた医療用の内視鏡装置に関連し、特にカラー内視鏡画像の色情報に基づいて病変部に関する情報を取得して表示する機能を備えた装置に関する。

【背景技術】

【0002】

病変部は、一般に正常な粘膜組織とは異なる色を呈する。カラー内視鏡装置の性能向上により、正常組織とわずかに色の異なる病変部の識別も可能になってきている。しかしながら、術者が内視鏡画像上のわずかな色の相違により正常組織から病変部を正確に識別できるようにするには、熟練者の指導下で長期間のトレーニングを受ける必要があった。また、熟練した術者であっても、わずかな色の違いから病変部を識別することは容易ではなく、慎重な作業が要求された。そこで、血管や病変部の識別を容易にするために、白色光

10

20

30

40

50

を使用して撮像した内視鏡画像データに対して、色の違いを強調する色変換処理を行う機能を備えた電子内視鏡装置が提案されている（特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００９－１０６４２４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１の電子内視鏡装置が生成する画像は、通常の内視鏡画像に比べれば病変部等を識別し易いものの、正常な粘膜組織と病変部等との境界における色の変化は連続的であり、また疾患の種類によっては正常な粘膜組織との色の違いが僅かであるため、やはり経験の浅い術者には病変部等の識別が難しい場合もあった。また、特許文献１の電子内視鏡装置を使用した場合でも、病変部かどうかの判断は、最終的には術者の経験や知識に依存する読像技能に委ねられており、客観的かつ再現性のある（術者のスキルに依存しない）検査結果を得ることができなかつた。

10

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の実施形態によれば、カラー内視鏡画像データを取得する画像取得手段と、カラー内視鏡画像データの色空間を、色相、彩度及び輝度を基底とするHSI色空間、又は、色相、彩度及び明度を基底とするHSV色空間に変換する色空間変換手段と、カラー内視鏡画像を構成する各画素について、色相と彩度に基づいて病変部の画素であるか否かを判定する病変画素判定手段と、病変部の画素と判定された画素の数である病変画素数を計数する病変画素計数手段と、病変画素数に基づいて病変指数を計算する病変指数計算手段と、病変指数を表示する病変指数表示手段と、を備えた画像処理装置が提供される。

20

【０００６】

この構成によれば、病変部と正常部の相違が明瞭に現れるHSV色空間において病変部の判定が行われるため、病変部と正常部との正確な判別が可能になる。また、病変指数の表示により、内視鏡画像に写された病変部に関する客観的かつ定量的な情報（例えば、炎症性腸疾患等の非局在型の疾患の重症度や、ポリープ等の局在型の疾患の病変部に近づいているかどうか）を得ることができ、より正確かつ再現性の高い診断が可能になる。

30

【０００７】

上記の画像処理装置において、カラー内視鏡画像を構成する各画素について、画素値が所定の範囲内にあるか否かにより、画素が有効か否かを判定する有効画素判定手段と、有効画素判定手段により有効と判定された画素の数である有効画素数を計数する有効画素計数手段と、を更に備え、病変画素判定手段が、有効と判定された画素について、病変部の画素であるか否かを判定し、病変指数表示手段が、有効画素数に対する病変画素数の比率として病変指数を計算する構成としてもよい。

【０００８】

この構成によれば、有効でない画素（例えば、画素値が極度に高い場合や、極端に低い場合など、画素値の精度が低い画素）を判定の対象から外すことにより、より正確な病変部の識別が可能になる。

40

【０００９】

上記の画像処理装置において、病変画素判定手段が、カラー内視鏡画像を構成する各画素が病変部の画素であるか否かを、複数種類の病変についてそれぞれ判定し、病変画素計数手段が、複数種類の病変のそれぞれについて病変画素数を計数し、病変指数計算手段が、複数種類の病変のそれぞれについて病変指数を計算し、病変指数表示手段が、複数種類の病変の少なくとも一つの病変指数を表示する構成としてもよい。

【００１０】

この構成によれば、病変の種類毎の病変指数が表示されるため、術者は疾患の状態に関

50

する詳細な情報が得られ、より正確な診断が可能になる。

【0011】

上記の画像処理装置において、複数種類の病変の病変指数の合計である総病変指数を計算する総病変指数計算手段を更に備え、病変指数表示手段が総病変指数を表示する構成としてもよい。

【0012】

この構成によれば、診断が難しい多様な病変を呈する疾患について、術者は客観的かつ総合的な情報を得ることができるため、的確な診断を容易に行うことが可能になる。

【0013】

上記の画像処理装置において、病変画素計数手段が、複数種類の病変のいずれかの病変部の画素であると判定された画素の数を病変画素数として計数する構成としてもよい。

10

【0014】

この構成によれば、画像解析による識別の難しい複数種類の病変を伴う疾患についても、疾患の状態に関する正確な情報を術者に提供することが可能になる。

【0015】

上記の画像処理装置において、画素が病変部と判定される画素値の領域の境界近傍のダイナミックレンジが広がるように、非線形な利得を画素値に与えるトーン強調処理を行うトーン強調手段を更に備え、病変画素判定手段が、トーン強調処理後の画素値に基づいて判定を行う構成としてもよい。

【0016】

この構成によれば、病変部の判定の境界（閾値）近傍におけるダイナミックレンジが広げられるため、より精密な判定が病変部の判定が可能になる。

20

【0017】

上記の画像処理装置において、カラー内視鏡画像データが、RGB色空間においてトーン強調処理を受けた後、HSI色空間又はHSV色空間に変換される構成としてもよい。

【0018】

上記の画像処理装置において、トーン強調手段が、各原色の輝度値R、G、Bに対して異なる利得曲線を適用してトーン強調処理を行う構成としてもよい。

【0019】

この構成によれば、自由度の高いトーン強調処理により、より正確な病変部の判定が可能になる。

30

【0020】

上記の画像処理装置において、病変画素判定手段が病変部と判定した画素の色を変更するオーバーレイ処理を行うオーバーレイ手段と、カラー内視鏡画像にオーバーレイ処理を施したオーバーレイ画像を表示するオーバーレイ画像表示手段と、を更に備える構成としてもよい。

【0021】

この構成によれば、オーバーレイ画像上で病変部と判定された部位が明示されるため、病変部の見落としを防止し、より正確な診断を可能にする。

【0022】

上記の画像処理装置において、オーバーレイ画像表示手段が、カラー内視鏡画像とオーバーレイ画像とを同時に表示する構成としてもよい。

40

【0023】

この構成によれば、オーバーレイ画像と対比することにより、カラー内視鏡画像に写された病変部の識別が容易になる。

【0024】

上記の画像処理装置において、オーバーレイ手段が、病変部の画素と判定された画素の画素値に、病変の種類に応じた所定値を加算する構成としてもよい。

【0025】

この構成によれば、種類の異なる病変部が色別表示され、より詳細な疾患の状態に関する

50

る情報を、直感的かつ正確に把握することが可能になる。

【0026】

上記の画像処理装置において、カラー内視鏡画像を撮像した位置の情報を取得する撮像位置取得手段と、カラー内視鏡画像を撮像した複数の位置と、位置において撮像したカラー内視鏡画像の病変指数との関係を、表、グラフ及び模式図の少なくとも一つを用いて表示するレポート表示手段と、を更に備える構成としてもよい。

【0027】

この構成によれば、疾患の正確な全体像を容易に把握することが可能になる。

【0028】

上記の画像処理装置において、レポート表示手段が印刷表示を行う構成としてもよい。

10

【0029】

上記の画像処理装置において、病変が、炎症性腸疾患における炎症及び潰瘍を含む構成としてもよい。

【0030】

この構成によれば、病変指数が炎症性腸疾患の重症度の良好な指標となるため、炎症性腸疾患の重症度のより適確な診断を可能にする。

【0031】

また、本発明の実施形態によれば、上記の画像処理装置と、カラー内視鏡画像データを生成して、画像処理装置に出力する内視鏡と、を備えた内視鏡装置が提供される。

【発明の効果】

20

【0032】

以上のように、本発明の実施形態の構成によれば、病変部と正常部との正確な判別を容易に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施形態に係る電子内視鏡装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態に係る画像処理ユニットの概略構成を示すブロック図である。

【図3】画像メモリ224の記憶領域の概略構成を示す図である。

【図4】メモリ226の記憶領域の概略構成を示す図である。

【図5】画像処理ユニットが行う処理の手順を示すフローチャートである。

30

【図6】TE処理に使用されるゲイン曲線の一例である。

【図7】有効画素判定処理の手順を示すフローチャートである。

【図8】病変判定処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】生体組織像の画素値をHS座標にプロットした散布図である。

【図10】オーバーレイ処理の手順を示すフローチャートである。

【図11】病変指数計算処理の手順を示すフローチャートである。

【図12】画面表示処理によって生成される表示画面の一例である。

【図13】レポート出力処理において印刷されるレポート画面である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

40

【0035】

図1は、本発明の実施形態に係る電子内視鏡装置1の概略構成を示すブロック図である。図1に示すように、本実施形態の電子内視鏡装置1は、電子スコープ100、電子内視鏡用プロセッサ200、モニタ300及びプリンタ400を備えている。

【0036】

電子内視鏡用プロセッサ200は、システムコントローラ202やタイミングコントローラ206を備えている。システムコントローラ202は、メモリ204に記憶された各種プログラムを実行し、電子内視鏡装置1の全体を統合的に制御する。また、システムコントローラ202は、操作パネル208に入力されるユーザ（術者又は補助者）からの指

50

示に応じて、電子内視鏡装置 1 の各種設定を変更する。タイミングコントローラ 206 は、各部の動作のタイミングを調整するクロックパルスを電子内視鏡装置 1 内の各種回路に出力する。

【0037】

また、電子内視鏡用プロセッサ 200 は、電子スコープ 100 の LCB (Light Carrying Bundle) 102 に白色光束である照明光を供給する光源装置 230 を備えている。光源装置 230 は、ランプ 232、ランプ電源 234、集光レンズ 236 及び調光装置 240 を備えている。ランプ 232 は、ランプ電源 234 から駆動電力の供給を受けて照明光を放射する高輝度ランプであり、例えば、キセノンランプ、メタルハライドランプ、水銀ランプ又はハロゲンランプが使用される。ランプ 232 が放射した照明光は、集光レンズ 236 により集光された後、調光装置 240 を介して LCB 102 に導入される。

10

【0038】

調光装置 240 は、システムコントローラ 202 の制御に基づいて LCB 102 に導入する照明光の光量を調整する装置であり、絞り 242、モータ 243 及びドライバ 244 を備えている。ドライバ 244 は、モータ 243 を駆動するための駆動電流を生成して、モータ 243 に供給する。絞り 242 は、モータ 243 によって駆動され、照明光が通過する開口を変化させて、開口を通過する照明光の光量を調整する。

【0039】

入射端から LCB 102 に導入された照明光は、LCB 102 内を伝播し、電子スコープ 100 の先端に配置された LCB 102 の出射端から出射して、配光レンズ 104 を介して被写体に照射される。被写体からの反射光は、対物レンズ 106 を介して固体撮像素子 108 の受光面上で光学像を結ぶ。

20

【0040】

固体撮像素子 108 は、IR (Infra Red) カットフィルタ 108a、ベイヤ配列カラーフィルタ 108b の各種フィルタが受光面に配置された単板式カラー CCD (Charge-Coupled Device) イメージセンサであり、受光面上で結像した光学像に応じた 3 原色 R、G、B 各色の撮像信号を生成する。生成された撮像信号は、電子スコープ 100 の接続部に設けられたドライバ信号処理回路 112 において、増幅、された後、輝度信号 Y 及び色差信号 Cb, Cr からなる画像信号に変換され、更にデジタル信号に変換された後、電子内視鏡用プロセッサ 200 の画像処理ユニット 220 に送られる。また、ドライバ信号処理回路 112 は、メモリ 114 にアクセスして電子スコープ 100 の固有情報を読み出す。メモリ 114 に記録される電子スコープ 100 の固有情報には、例えば固体撮像素子 108 の画素数や感度、動作可能なフレームレート等が含まれる。ドライバ信号処理回路 112 は、メモリ 114 から読み出した固有情報をシステムコントローラ 202 に出力する。

30

【0041】

システムコントローラ 202 は、電子スコープ 100 の固有情報に基づいて各種演算を行い、制御信号を生成する。システムコントローラ 202 は、生成した制御信号を用いて、電子内視鏡用プロセッサ 200 に接続された電子スコープ 100 に適した処理がなされるように、電子内視鏡用プロセッサ 200 内の各種回路の動作やタイミングを制御する。

40

【0042】

タイミングコントローラ 206 は、システムコントローラ 202 によるタイミング制御に従って、ドライバ信号処理回路 112 及び画像処理ユニット 220 にクロックパルスを供給する。ドライバ信号処理回路 112 は、タイミングコントローラ 206 から供給されるクロックパルスに従って、固体撮像素子 108 を電子内視鏡用プロセッサ 200 側で処理される映像のフレームレートに同期したタイミングで駆動制御する。

【0043】

電子内視鏡用プロセッサ 200 の画像処理ユニット 220 は、システムコントローラ 202 による制御の下、電子スコープ 100 のドライバ信号処理回路 112 から送られてくる画像信号に基づいて内視鏡画像等をモニタ表示するためのビデオ信号を生成し、モニタ

50

300に出力する。術者は、モニタ300に表示された内視鏡画像を確認しながら例えば消化管内の観察や治療を行う。また、画像処理ユニット220は、画像信号に基づいて後述するレポート画面を印刷出力するためのレポート出力信号（印刷信号）を生成して、プリンタ400に出力する。

#### 【0044】

電子内視鏡用プロセッサ200は、ネットワークインタフェース210及びネットワーク500を介してサーバ600に接続されている。電子内視鏡用プロセッサ200は、内視鏡検査に関する情報（例えば、患者の電子カルテ情報や術者の情報）をサーバ600から取得してモニタ300や操作パネル208に表示し、内視鏡検査結果（内視鏡画像データ、検査条件、後述の画像解析結果、術者所見等）をサーバ600に送信して、蓄積する。

10

#### 【0045】

また、電子内視鏡装置1は、複数の内視鏡画像の静止画を撮像箇所（すなわち、撮像時の電子スコープ100の先端部の位置（挿入長））の情報と関連付けて記録する機能を備えている。電子スコープ100の挿入部130の外周には、複数の光センサ132が長さ方向に等間隔（例えば5cm間隔）で設けられている。光センサ132は、フォトダイオード等の受光素子であり、外光（内視鏡検査が行われる部屋の室内照明）を検出する。挿入部130の消化管内に挿入された部分に設けられた光センサ132は外光を検出せず、消化管内に挿入されていない部分に設けられた光センサ132は外光を検出する。そのため、光を検出していない光センサの分布長を消化管内に挿入された挿入部130の長さで判定することで、電子スコープ100先端部の位置（挿入長）の情報を取得することができる。光センサ132は、ドライバ信号処理回路112に接続されており、検出した光量を示すセンサ信号をドライバ信号処理回路112に送信する。ドライバ信号処理回路112は、光センサ132からのセンサ信号に基づいて、電子スコープ100の先端部の位置（挿入長）Posを計算する。

20

#### 【0046】

また、電子スコープ100の操作部120に対して静止画取得を指示するユーザ操作が行われると、操作部120からドライバ信号処理回路112に操作信号が送信される。システムコントローラ202は、操作部120から静止画取得の操作信号を取得すると、現在の電子スコープ100先端部の位置情報（挿入長）Posと共に静止画取得の指令を画像処理ユニット220に送信する。これにより、画像処理ユニット220において、撮像時の電子スコープ100の位置情報Posと関連付けられて内視鏡観察画像の静止画が記録される。画像処理ユニット220が静止画を記録する処理の詳細は後述する。

30

#### 【0047】

図2は、画像処理ユニット220の概略構成を示すブロック図である。画像処理ユニット220は、第1画像処理回路222、画像メモリ224、メモリ226及び第2画像処理回路228を備えている。第1画像処理回路222は、ドライバ信号処理回路112からの画像信号に対して種々の画像処理を施して、画像メモリ224に出力する。

#### 【0048】

図2に示すように、第1画像処理回路222は、RGB変換部222a、TE処理部222b、有効画素判定部222c、色空間変換部222d、病変判定部（閾値処理部）222e及びオーバーレイ処理部222fを備えている。また、第2画像処理回路228は、病変指数計算部228a、表示画面生成部228b及びレポート生成部228cを備えている。第1画像処理回路222及び第2画像処理回路228の各部が行う具体的な処理については後述する。

40

#### 【0049】

図3は、画像メモリ224が備える記憶領域の概略構成を示す図である。本実施形態の画像メモリ224には、7つの記憶領域群Pk（k=0~6）が設けられている。各記憶領域群Pkは、通常観察画像データNの3原色信号R、G、Bをそれぞれ記憶する通常画像メモリ領域knR、knG、knB（k=0~6）と、後述するTE処理S3により生成

50

されるトーン強調画像データEの原色信号 $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ をそれぞれ記憶するトーン強調画像メモリ領域 $k e R$ 、 $k e G$ 、 $k e B$  ( $k = 0 \sim 6$ )と、後述するオーバーレイ処理S7により生成されるオーバーレイ画像データSの3原色信号 $R''$ 、 $G''$ 、 $B''$ をそれぞれ記憶するオーバーレイ画像メモリ領域 $k s R$ 、 $k s G$ 、 $k s B$  ( $k = 0 \sim 6$ )を備えている。すなわち、画像メモリ224は、通常観察画像データNとトーン強調画像データEとオーバーレイ画像データSのデータセットを最大7セット記憶することができる。画像メモリ224は、第1画像処理回路222から出力された画像データ(通常観察画像データN、トーン強調画像データE又はオーバーレイ画像データS)を、システムコントローラ202の制御に従い、記憶領域群P0~P6のいずれかに記憶させるように構成されている。なお、記憶領域P0には、第1画像処理回路222から順次出力される画像データが上書きされ、常にリアルタイムの動画を構成する画像データが保持される。一方、記憶領域群P1~P6には、システムコントローラ202から指令があった時にのみ、第1画像処理回路222から出力された画像データが書き込まれる。すなわち、画像メモリ224には最大6枚の静止画を記録することができる。

10

#### 【0050】

図4は、メモリ226が備える記憶領域の概略構成を示す図である。メモリ226は、RGBマトリクス記憶領域226a、フラグ記憶領域226b、設定情報記憶領域226c及び病変指数記憶領域群226dを備えている。RGBマトリクス記憶領域226aには後述するRGB変換処理S1において使用されるRGB変換マトリクス係数Mが格納され、フラグ記憶領域226bには第1画像処理回路222での処理に使用されるフラグテーブルFが格納される。なお、フラグテーブルFは、画像データを構成する各画素( $x$ 、 $y$ )に関する解析結果を示すフラグ $f(x, y)$ から構成された数値テーブルである。設定記憶領域226cには、画像処理ユニット220での処理に使用される各種設定値が記録されている。また、病変指数記憶領域群226dには、画像メモリ224の記憶領域群Pk ( $k = 0 \sim 6$ )に対応する7つの記憶領域群Qk ( $k = 0 \sim 6$ )が設けられている。各記憶領域群Qkには、対応する記憶領域群Pkに記憶された画像の解析結果である病変指数 $I d \times R$ 、 $I d \times W$ 、 $I d \times T$ が記録される。

20

#### 【0051】

なお、記憶領域群Pk及びQk ( $k = 1 \sim 6$ )は、それぞれ電子スコープの先端部の位置情報(挿入長)Posの値と関連付けられている。具体的には、記憶領域群P1及びQ1は検査範囲の最奥部(例えば横行結腸の右結腸曲付近)に相当する挿入長Posの範囲に対応し、k値が大きくなるほど対応する挿入長Posが短くなり、記憶領域群P6及びQ6が直腸付近に相当する挿入長Posの範囲に対応する。すなわち、検査範囲の最奥部から電子スコープ100の挿入部130を引き抜きながら静止画を取得していくと、取得した順に $k = 1 \sim 6$ の記憶領域に静止画が記録される。位置情報Posと記憶領域群Pk、Qk ( $k = 1 \sim 6$ )との対応関係を規定する設定情報は、設定情報記憶領域226cに記録されている。画像データが記録される記憶領域群Pk、Qkは、画像データの位置情報Pos(撮像時の電子スコープ100先端部の位置)に応じて決定される。

30

#### 【0052】

第2画像処理回路228は、画像メモリ224に記憶された画像信号を使用してモニタ表示用のビデオ信号を生成し、モニタ300に出力する。また、第2画像処理回路228は、画像メモリ224に記憶された画像信号やメモリ226に記憶される病変指数(後述)を使用して、後述するレポート出力信号(印刷信号)を生成してプリンタ400に出力する。

40

#### 【0053】

次に、画像処理ユニット220が行う処理の詳細を説明する。図5は、画像処理ユニット220が行う処理の手順を示すフローチャートである。画像処理ユニット220の処理が開始すると、まず、第1画像処理回路222のRGB変換部222aによりRGB変換処理S1が行われる。RGB変換処理S1では、RGB変換部222aが、ドライバ信号処理回路112から送られてくる輝度信号Y及び色差信号Cb、Crをそれぞれ増幅した

50

後、3原色信号  $R, G, B$  に変換する。RGB変換処理  $S_1$  は、メモリ 226 の RGBマトリクス記憶領域 226a に格納された RGB変換マトリクス係数  $M$  を使用して行われる。RGB変換マトリクス係数  $M$  は、撮像に用いる照明光のスペクトル特性に応じて予め設定されており、 $Y, C_b, C_r$  信号から  $R, G, B$  信号への信号形式の変換と同時に、照明光のスペクトル特性の補正が行われる。また、RGB変換処理  $S_1$  が完了すると、生成された通常観察画像データ  $N$  の3原色信号  $R, G, B$  は画像メモリ 224 に出力され、それぞれ通常画像メモリ領域  $0_n R, 0_n G, 0_n B$  に記憶される。

【0054】

次に、画像解析モードに設定されているか否かが判断される ( $S_2$ )。本発明の実施形態に係る画像解析モードは、画像データの各画素について色情報 (特に色相及び彩度) を解析し、色情報の解析結果から所定の判定基準に基づいて病変部の画素であるか否かを判定し、病変部の画素を識別表示する動作モードである。判定する病変の種類は、検査内容に応じて選択することができる。以下に説明する例は、炎症性腸疾患 (IBD) の病変である潰瘍 (白苔や膿様粘液を含む白色病変) 及び炎症 (浮腫や易出血性を含む赤変病変) の観察像にそれぞれ特有の色域にある画素を抽出して、識別表示するものである。

10

【0055】

なお、本実施形態の電子内視鏡装置 1 は、画像解析モードと通常観察モードの2つの動作モードで動作するように構成されている。動作モードは、電子スコープ 100 の操作部 120 や電子内視鏡用プロセッサ 200 の操作パネル 208 に対するユーザ操作によって切り換えられる。通常観察モードに設定されている場合は ( $S_2: No$ )、処理は  $S_9$  に進む。

20

【0056】

画像解析モードが選択されている場合は ( $S_2: Yes$ )、次にトーン強調 (TE) 処理部 222b による TE 処理  $S_3$  が行われる。TE 処理  $S_3$  は、病変の判定精度を上げるために、各原色信号  $R, G, B$  に対して非線形なゲイン (利得) を与えるゲイン調整を行い、判定する病変に特有の色域 (特に境界部) 付近におけるダイナミックレンジを実質的に広げて、色表現の実効的な分解能を高める処理である。具体的には、TE 処理  $S_3$  では、各原色信号  $R, G, B$  に対して、図 6 に示すような単調増加の非線形のゲインを与えて原色信号  $R', G', B'$  (トーン強調画像データ  $E$ ) を取得する処理が行われる。例えば、潰瘍に特有な色域の境界の  $R$  空間への写像を境界領域  $R_A$  とし、炎症に特有な色域の境界の  $R$  空間への写像を境界領域  $R_B$  とすると、境界領域  $R_A$  及び  $R_B$  の付近においてゲイン曲線の傾きが最も急峻になっている。このようなゲイン曲線に従ってゲインを与えることにより、境界領域  $R_A$  及び  $R_B$  の付近における原色信号  $R'$  (原色信号  $R$  に対して TE 処理  $S_3$  を施した信号) の実質的なダイナミックレンジを広げることができ、より精密な閾値判定が可能になる。

30

【0057】

ここで、各原色信号  $R, G, B$  に対してそれぞれ異なるゲイン調整を行ってもよい。さらにまた、各原色信号  $G, B$  は同じ非線形のゲインを与え、原色信号  $R$  にはこれらとは異なる非線形のゲインを与える処理であってもよい。また、TE 処理  $S_3$  により生成された3原色信号  $R', G', B'$  (トーン強調画像データ  $E$ ) は、画像メモリ 224 に出力され、それぞれトーン強調画像メモリ領域  $0_e R, 0_e G, 0_e B$  に記憶される。

40

【0058】

なお、TE 処理  $S_3$  により、炎症部が赤く、潰瘍部が白く、正常部が緑色に色味が変化する。そのため、TE 処理  $S_3$  により生成されたトーン強調画像データ  $E$  をモニタ 300 に表示した場合、TE 処理  $S_3$  前の通常観察画像データ  $N$  よりも病変部 (炎症部や潰瘍部) を容易に視認することができる。

【0059】

TE 処理  $S_3$  が完了すると、次にトーン強調画像データ  $E$  に対して有効画素判定部 222c による有効画素判定処理  $S_4$  が行われる。図 7 は、有効画素判定処理  $S_4$  の手順を示すフローチャートである。図 7 に示す有効画素判定処理  $S_4$  は、画像データを構成する全

50

ての画素 ( x , y ) について順次行われる。有効画素判定処理 S 4 では、まず各画素 ( x , y ) について、原色信号 R ' ( x , y ) , G ' ( x , y ) , B ' ( x , y ) から、下記の数式 1 により補正輝度 i n t ( x , y ) が計算される ( S 4 1 )。

【 0 0 6 0 】

【数 1】

$$\text{int}(x,y) = 0.3 * R'(x,y) + 0.59 * G'(x,y) + 0.11 * B'(x,y)$$

【 0 0 6 1 】

10

なお、計算した補正輝度 i n t ( x , y ) の値は、後述する適正露出判定 S 4 2 に使用される。また、数式 1 から分かるように、補正輝度 i n t ( x , y ) は、原色信号 R ' ( x , y ) , G ' ( x , y ) , B ' ( x , y ) の単純平均ではなく、ヒト ( 術者 ) の比視感度特性に基づいた加重平均として求められる。

【 0 0 6 2 】

次に、各画素について、処理 S 4 1 において計算したトーン強調画像データ E の補正輝度 i n t ( x , y ) 及び原色信号 R ' ( x , y ) , G ' ( x , y ) , B ' ( x , y ) に基づいて、露出の適否 ( 画像解析に必要な露出レベルか否か ) を判定する ( S 4 2 )。適正露出判定 S 4 2 では、次の 2 つの条件 ( 数式 2、数式 3 ) の少なくとも一方 ( 或いは両方 ) を満たす場合に、適正露出 ( S 4 2 : Y e s ) と判定する。なお、数式 2 により補正輝度 i n t ( x , y ) ( 全体の光量 ) の上限値が規定されており、数式 3 により各原色信号 R ' ( x , y ) , G ' ( x , y ) , B ' ( x , y ) の下限値が規定されている。

20

【 0 0 6 3 】

【数 2】

$$\text{int}(x,y) < 235$$

【 0 0 6 4 】

【数 3】

30

$$\text{Max}\{R'(x,y), G'(x,y), B'(x,y)\} > 20$$

【 0 0 6 5 】

画素 ( x , y ) について、数式 2 又は数式 3 を満たし、適正露出と判定されると ( S 4 2 : Y e s )、有効画素判定部 2 2 2 c は、メモリ 2 2 6 のフラグ記憶領域 2 2 6 b に格納されているフラグテーブル F の画素 ( x , y ) に対応するフラグ f ( x , y ) の値を「 1 」に書き換える ( S 4 3 )。なお、フラグ f ( x , y ) は、0 ~ 3 のいずれかのフラグ値をとる。各フラグ値の定義は以下の通りである。

40

0 : 画素データ無効

1 : 病変無し ( 正常 ) 又は病変未判定 ( 画素データ有効 )

2 : 病変 A ( 炎症 )

3 : 病変 B ( 潰瘍 )

【 0 0 6 6 】

また、適正露出判定 S 4 2 において、数式 2、数式 3 のいずれの条件も満たさず、露出不適正と判定されると ( S 4 2 : N o )、有効画素判定部 2 2 2 c は、フラグテーブル F のフラグ f ( x , y ) の値を「 0 」に書き換える ( S 4 4 )。

【 0 0 6 7 】

次に、処理 S 4 5 では、全ての画素 ( x , y ) について処理が完了したかどうか判定

50

される。全ての画素 ( x , y ) の処理が完了するまで、上記の処理 S 4 1 ~ S 4 5 が繰り返される。

#### 【 0 0 6 8 】

有効画素判定処理 S 4 が完了すると、次に色空間変換部 2 2 2 d により色空間変換処理 S 5 が行われる。色空間変換処理 S 5 は、R G B 3 原色で定義される R G B 空間のトーン強調された画素データを、色相 (Hew) ・彩度 (Saturation) ・輝度 (Intensity) の 3 要素で定義される H S I (Heu-Saturation-Intensity) 空間の画素データに変換する処理である。具体的には、色空間変換処理 S 5 において、トーン強調画像データ E の各画素 ( x , y ) の原色信号 R ' ( x , y ) , G ' ( x , y ) , B ' ( x , y ) が、色相 H ( x , y ) , 彩度 S ( x , y ) , 輝度 I ( x , y ) に変換される。なお、本実施形態では、以降の処理において輝度 I ( x , y ) が使用されないため、輝度 I ( x , y ) の計算は行わず、色相 H ( x , y ) 及び彩度 S ( x , y ) のみを計算して処理効率を高めている。

10

#### 【 0 0 6 9 】

また、露出が不足又は過剰な画素のデータは精度が低く、解析結果の信頼度を下げしてしまう。そのため、色空間変換処理 S 5 は、フラグ f ( x , y ) の値が「 1 」に設定された (すなわち、上述の有効画素判定処理 S 4 において適正露出と判定された) 画素 ( x , y ) についてのみ行われる。

#### 【 0 0 7 0 】

色空間変換処理 S 5 が完了すると、次に病変判定部 2 2 2 e により病変判定処理 S 6 が行われる。本発明の実施形態に係る病変判定処理 S 6 は、内視鏡画像の各画素 ( x , y ) について、後述する図 9 の領域 I ~ III のいずれにプロットされるかによって、その画素に対応する部位に推測される状態 (正常、炎症、潰瘍) を判定する処理である。

20

#### 【 0 0 7 1 】

図 8 は、病変判定処理 S 6 の手順を示すフローチャートである。図 8 に示す病変判定処理 S 6 は、画像データを構成する全ての画素 ( x , y ) について順次行われる。病変判定処理 S 6 では、まず、フラグテーブル F を参照して、各画素 ( x , y ) のデータが有効か否かを判断する ( S 6 1 ) 。フラグ f ( x , y ) の値が「 1 」 (画素データ有効) であれば、次に炎症判定処理 S 6 2 を行う。また、フラグ f ( x , y ) の値が「 0 」 (画素データ無効) であれば、炎症判定処理 S 6 2 を行わずに、処理 S 6 6 へ進む。

#### 【 0 0 7 2 】

ここで、炎症判定処理 S 6 2 及び後述する潰瘍判定処理 S 6 4 について説明する。図 9 は、複数の炎症性腸疾患患者の内視鏡画像データから抽出した生体組織像の画素データ (色相 H ( x , y ) と彩度 S ( x , y ) からなるデータ対) をプロットした散布図である。図 9 の散布図は、左側の破線で囲まれた領域 III、右側下方の一点鎖線で囲まれた領域 II、及びそれ以外の領域 I に区分される。本発明者の研究により、炎症性腸疾患の内視鏡診断に熟練した医師によって潰瘍と判断された部位の画素の大半が図 9 の領域 III にプロットされ、炎症と判断された部位の画素の大半が図 9 の領域 II にプロットされ、正常と判断された部位の画素の大半が領域 I にプロットされることが判明した。このことは、生体組織を撮像した内視鏡観察像の色相 (色合い) と彩度 (鮮やかさ) の 2 つの情報により、生体組織の状態 (潰瘍や炎症) を高い精度で判別できることを意味している。

30

40

#### 【 0 0 7 3 】

炎症判定処理 S 6 2 においては、各画素値 ( H ( x , y ) , S ( x , y ) ) が、図 9 の領域 II にプロットされるか否かが判定される。具体的には、画素値 ( H ( x , y ) , S ( x , y ) ) が、以下の数式 4 及び数式 5 を満たす場合に、領域 II にプロットされる (すなわち炎症部の画素である) と判定される。なお、 $H_1$ 、 $S_1$  及び  $S_2$  は、術者によって設定可能な補正值であり、これらの補正值の設定によって判定の厳しさ (感度) 等を適宜調整することができる。

#### 【 0 0 7 4 】

【数 4】

$$130 + \delta_{H1} \leq H(x, y)$$

【0075】

【数 5】

$$60 + \delta_{S1} \leq S(x, y) \leq 100 + \delta_{S2}$$

10

【0076】

画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が領域 II にプロットされる場合は (S62: Yes)、画素  $(x, y)$  に対応するフラグ  $f(x, y)$  の値が「2」(炎症)に書き換えられ (S63)、処理 S66 に進む。また、画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が領域 II にプロットされない場合は (S62: No)、続いて潰瘍判定処理 S64 が行われる。

【0077】

潰瘍判定処理 S64 では、各画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が、図 9 の領域 III にプロットされるか否かが判定される。具体的には、 $H(x, y)$ 、 $S(x, y)$  が、以下の数式 6 を満たすか、若しくは、数式 7 及び数式 8 を満たす場合に、画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が領域 III にプロットされる (すなわち潰瘍部の画素である) と判定される。なお、 $S_3$ 、 $S_4$ 、 $H_2$  及び  $H_3$  は術者によって設定可能な補正值であり、これらの補正值の設定によって判定の厳しさ (感度) 等を適宜調整することができる。

20

【0078】

【数 6】

$$S(x, y) \leq 65 + \delta_{S3}$$

30

【0079】

【数 7】

$$S(x, y) \leq 85 + \delta_{S4}$$

【0080】

【数 8】

$$120 + \delta_{H2} \leq H(x, y) \leq 200 + \delta_{H3}$$

40

【0081】

画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が領域 III にプロットされる場合は (S64: Yes)、画素  $(x, y)$  に対応するフラグ  $f(x, y)$  の値が「3」(潰瘍)に書き換えられ (S65)、処理 S66 に進む。また、画素値  $(H(x, y), S(x, y))$  が領域 III にプロットされない場合は (S64: No)、正常組織と判定され、フラグ  $f(x, y)$  の値「1」(正常)は書き換えられず、そのまま処理 S66 に進む。

【0082】

50

処理 S 6 6 では、全ての画素 ( x , y ) について処理が完了したかが判定される。全ての画素 ( x , y ) の処理が完了するまで、上記の処理 S 6 1 ~ S 6 6 が繰り返される。

【 0 0 8 3 】

病変判定処理 S 6 が完了すると、次にオーバーレイ処理部 2 2 2 f により本発明の実施形態に係るオーバーレイ処理 S 7 が行われる。オーバーレイ処理 S 7 は、病変判定処理 S 6 により炎症や潰瘍といった病変部と判定された画素について、正常 ( 病変を有しない ) と判定された画素と容易に識別できるように、その病変 ( フラグ値 ) と関連付けられた色調に色を変更する処理である。本実施形態では、炎症と判定された画素に対して赤みを強め ( 具体的には、R 成分を増加させ )、潰瘍と判定された画素に対して黄みを強める ( 具体的には、G、B 成分を増加させる ) 処理が行われる。

10

【 0 0 8 4 】

図 1 0 は、オーバーレイ処理 S 7 の手順を示すフローチャートである。図 1 0 に示すオーバーレイ処理 S 7 は、通常観察画像データ N を構成する全ての画素 ( x , y ) について順次行われる。オーバーレイ処理 S 7 では、まずフラグテーブル F を参照して、各画素 ( x , y ) に対応するフラグ f ( x , y ) の値を判断する ( S 7 1、S 7 2、S 7 4 )。フラグ f ( x , y ) の値が「 0 」 ( 画素データ無効 ) の場合は ( S 7 1 : Y e s )、直接処理 S 7 7 へ進む。フラグ f ( x , y ) の値が「 1 」 ( 正常 ) の場合は ( S 7 1 : N o、S 7 2 : Y e s )、通常観察画像データ N の原色信号 R ( x , y )、G ( x , y )、B ( x , y ) をそのまま変更せずにオーバーレイ画像データ S の原色信号 R " ( x , y )、G " ( x , y )、B " ( x , y ) の値として ( S 7 3 )、処理 S 7 7 へ進む。フラグ f ( x , y ) の値が「 2 」 ( 炎症 ) の場合は ( S 7 1 : N o、S 7 2 : N o、S 7 4 : Y e s )、通常観察画像データ N の原色信号 R ( x , y ) の値に 1 0 0 を加えたものをオーバーレイ画像データ S の原色信号 R " ( x , y ) の値とし、通常観察画像データ N の原色信号 G ( x , y ) 及び B ( x , y ) の値をそのまま変更せずにオーバーレイ画像データ S の原色信号 G " ( x , y ) 及び B " ( x , y ) の値として ( S 7 5 )、処理 S 7 7 へ進む。また、フラグ f ( x , y ) の値が「 3 」 ( 潰瘍 ) の場合は ( S 7 1 : N o、S 7 2 : N o、S 7 4 : N o )、通常観察画像データ N の原色信号 G ( x , y ) 及び B ( x , y ) の値にそれぞれ 1 0 0 を加えたものをオーバーレイ画像データ S の原色信号 G " ( x , y ) 及び B " ( x , y ) の値とし、通常観察画像データ N の原色信号 R ( x , y ) の値をそのまま変更せずにオーバーレイ画像データ S の原色信号 R " ( x , y ) の値として ( S 7 6 )、処理 S 7 7 へ進む。ここで、本実施形態のオーバーレイ処理 S 7 には通常観察画像データ N の 3 原色信号 R、G、B を用いているが、別の実施形態では、トーン強調画像データ E の原色信号 R ' ( x , y )、G ' ( x , y ) および B ' ( x , y ) を用いてもよい。

20

30

【 0 0 8 5 】

処理 S 7 7 では、全ての画素 ( x , y ) について処理が完了したかが判定される。全ての画素 ( x , y ) の処理が完了するまで、上記の処理 S 7 1 ~ S 7 7 が繰り返される。

【 0 0 8 6 】

オーバーレイ処理 S 7 が完了すると、オーバーレイ処理 S 7 により生成されたオーバーレイ画像データ S が、画像メモリ 2 2 4 に出力され、それぞれオーバーレイ画像メモリ領域 0 s R、0 s G、0 s B ( k = 0 ~ 6 ) に記憶される。

40

【 0 0 8 7 】

次に、第 2 画像処理回路 2 2 8 の病変指数計算部 2 2 8 a により本発明の実施形態に係る病変指数計算処理 S 8 が行われる。病変指数計算処理 S 8 は、内視鏡画像の有効画素数 ( 有効画素判定処理 S 4 において適正露出と判定された画素数 ) のうち、病変判定処理 S 6 において病変を有すると判定された画素数の占める割合 ( 病変指数 ) を計算する処理である。

【 0 0 8 8 】

図 1 1 は、病変指数計算処理 S 8 の手順を示すフローチャートである。病変指数計算処

50

理 S 8 では、まず各パラメータをリセットする ( S 8 1 )。なお、 Num O、 Num R 及び Num W は、それぞれ有効画素、炎症と判定された画素及び潰瘍と判定された画素を計数するカウンタである。

【 0 0 8 9 】

次に、フラグテーブル F を参照して、各画素 ( x , y ) が有効画素であるか否かが判断される ( S 8 2 )。有効画素ではない場合は ( S 8 2 : 0 )、各カウンタを変更せずに処理を S 8 7 に進める。有効画素である場合は ( S 8 2 : 1 - 3 )、有効画素カウンタ Num O をインクリメントする ( S 8 3 )。次に、フラグ f ( x , y ) の値から、各画素 ( x , y ) が正常、炎症、潰瘍のいずれに判定されているかが判断される ( S 8 4 )。正常と判定されていれば ( S 8 4 : 1 )、そのまま処理を S 8 7 に進める。また、炎症と判定されていれば ( S 8 4 : 2 )、炎症カウンタ Num R をインクリメントし ( S 8 5 )、潰瘍と判定されていれば ( S 8 4 : 3 )、潰瘍カウンタ Num W をインクリメントした後 ( S 8 6 )、処理を S 8 7 に進める。

10

【 0 0 9 0 】

次に、全ての画素 ( x , y ) について処理が完了したかが判定される ( S 8 7 )。全ての画素 ( x , y ) の処理が完了するまで、上記の処理 S 8 1 ~ S 8 7 が繰り返される。

【 0 0 9 1 】

全ての画素 ( x , y ) についてカウントが完了すると、次に、炎症の病変指数 I d x R が計算される ( S 8 8 )。炎症の病変指数 I d x R は、全有効画素数に占める炎症と判定された画素数の割合であり、  $I d x R = Num R / Num O$  により計算される。

20

【 0 0 9 2 】

次に、潰瘍の病変指数 I d x W が計算される ( S 8 9 )。潰瘍の病変指数 I d x W は、全有効画素数に占める潰瘍と判定された画素数の割合であり、  $I d x W = Num W / Num O$  により計算される。

【 0 0 9 3 】

次に、総病変指数 I d x T が計算される ( S 9 0 )。総病変指数 I d x T は、全有効画素数に占める、病変 ( 炎症又は潰瘍 ) と判定された画素数の割合であり、  $I d x T = I d x R + I d x W$  により計算される。本発明者の研究により、炎症性腸疾患の内視鏡画像の総病変指数 I d x T と炎症性腸疾患の重症度を示す Mayo スコアとの間に強い相関があり、総病変指数 I d x T が炎症性腸疾患の重症度を簡易的に判定するための良い指標となることが明らかにされている。

30

【 0 0 9 4 】

次に、メモリ 2 2 6 に各病変指数 I d x R、 I d x W、 I d x T を記録して、病変指数計算処理 S 8 が終了する。

【 0 0 9 5 】

次に、静止画保存の指令が出されているか否かの判定 S 9 ( 図 5 ) が行われる。画像処理ユニット 2 2 0 は、ドライバ信号処理回路 1 1 2 から静止画保存の指令と共に電子スコープ 1 0 0 先端部の位置情報 Pos を受け取ると ( S 9 : Y e s )、画像メモリ 2 2 4 の記憶領域群 P 0 に記憶された通常観察画像データ N、トーン強調画像データ E 及びオーバーレイ画像データ S の複製を、位置情報 Pos に対応する記憶領域群 P 1 ~ 6 のいずれかに記憶させ ( S 1 0 )、次いで画面表示処理 S 1 1 が行われる。ドライバ信号処理回路 1 1 2 から静止画保存の指令が無ければ ( S 9 : N o )、処理 S 1 0 を行わずに画面表示処理 S 1 1 に進む。

40

【 0 0 9 6 】

次の画面表示処理 S 1 1 は、モニタ 3 0 0 に表示するための表示画面データを生成し、ビデオ信号に変換して出力する処理であり、第 2 画像処理回路 2 2 8 の表示画面生成部 2 2 8 b によって行われる。表示画面生成部 2 2 8 b は、システムコントローラ 2 0 2 の制御に応じて、複数種類の表示画面データを生成することができる。

【 0 0 9 7 】

50

図12は、画面表示処理S11によって生成される表示画面の一例であり、画像解析モードでの内視鏡観察中に表示される解析モード観察画面320である。解析モード観察画面320は、撮像日時が表示される日時表示領域321と、検査に関連する基本的な情報（例えば、カルテ番号、患者名、術者名）を表示する基本情報表示領域322と、病変指数計算処理S8において計算された病変指数 $I d \times R$ 、 $I d \times W$ 、 $I d \times T$ を表示する病変指数表示領域323と、通常観察画像データN（又はトーン強調画像データE）を表示する通常画像表示領域324と、オーバーレイ画像データS（オーバーレイ処理S7後の観察画像）を表示する解析画像表示領域325を備えている。

【0098】

画面表示処理S11において、表示画面生成部228bは、メモリ226の記憶領域群Q0からリアルタイムの病変指数 $I d \times R$ 、 $I d \times W$ 、 $I d \times T$ を読み取り、病変指数表示領域323に表示する。図12中の「赤：25.8%」、「白：19.8%」及び「検出面積：45.6%」は、それぞれ炎症の病変指数 $I d \times R$ 、潰瘍の病変指数 $I d \times W$ 及び総病変指数 $I d \times T$ の表示である。また、表示画面生成部228bは、画像メモリ224の記憶領域群P0からリアルタイムの通常観察画像データN（又はトーン強調画像データE）及びオーバーレイ画像データSを読み取り、それぞれ通常画像表示領域324及び解析画像表示領域325に表示する。また、日時表示領域321及び基本情報表示領域322には、システムコントローラ202から提供された情報が表示される。

10

【0099】

術者は、解析モード観察画面320を見ながら内視鏡観察を行う。具体的には、解析画像表示領域325に表示されるオーバーレイ画像データSを参照しつつ、通常画像表示領域324に表示される通常観察画像データN（又はトーン強調画像データE）を見ながら内視鏡観察を行う。オーバーレイ画像データSにおいて色付けされた部位について特に慎重に観察を行うことで、病変部を見落とすことなく、正確な診察を行うことができる。また、病変指数表示領域323に表示される病変指数 $I d \times R$ 、 $I d \times W$ 、 $I d \times T$ の客観的かつ具体的な数値を参照しながら観察することにより、通常観察画像データNやオーバーレイ画像データSから受ける主観的な印象に囚われず、より客観的かつ緻密な診断を行うことが可能になる。

20

【0100】

次に、システムコントローラ202から本発明の実施形態に係るレポート出力の実行指令を受けたか否かが判断される（S12）。電子スコープ100の操作部120や電子内視鏡用プロセッサ200の操作パネル208に対するユーザ操作によりレポート出力の実行が指示されると、システムコントローラ202は後述するレポート出力処理S13の実行指令を画像処理ユニット220に送る。システムコントローラ202からレポート出力処理S13の実行指令が出されていれば（S12：Yes）、続いてレポート出力処理S13が行われる。また、実行指令が出されていないならば（S12：No）、レポート出力処理S13を行わずに処理がS14へ進む。

30

【0101】

レポート出力処理S13は、内視鏡検査結果を整理したレポート画面420を生成し、これをレポート出力信号（印刷信号）に変換してプリンタ400に出力して、レポート画面420を印刷する処理である。図13に示すレポート画面420は、大腸モデル図421、病変指数リスト422、病変指数分布図423、統計値リスト424及びサムネイル画像リスト425を備えている。

40

【0102】

大腸モデル図421は、静止画を取得した位置（観察ポイント）を図示したものであり、大腸の模式図421a上に観察ポイント1～6を示す複数の丸印421bが配置されている。観察ポイント1～6は、上述した画像メモリ224の記憶領域群P1～P6及びメモリ226の記憶領域群Q1～6にそれぞれ対応する。病変指数リスト422は各観察ポイント1～6（422b）における総病変指数 $I d \times T$ （422c）を一覧表示したものである。また、病変指数分布図423は病変指数リスト422をグラフ表示したものであ

50

る。統計値リスト424は、総病変指数 $I d \times T$ の統計値（平均値、分散、標準偏差）を一覧表示したものである。また、サムネイル画像リスト425は、各観察ポイント1～6（425a）において取得した通常観察画像データN（又はトーン強調画像データE）の静止画サムネイル画像425b、オーバーレイ画像データSの静止画サムネイル画像425c及び各通常観察画像データNに対して割り当てられたカルテ番号425dを一覧表示したものである。

【0103】

レポート画面420を使用することにより、腸管の長さ方向における内視鏡画像及び病変指数の変化の様子を一見して把握することができ、診断のみならず、患者へ検査結果の説明も適確かつ容易に行うことが可能になる。

10

【0104】

次に、内視鏡観察を継続するか否かが判断される（S14）。電子内視鏡用プロセッサ200の操作パネル208に対して、内視鏡観察終了又は電子内視鏡装置1の運転停止を指示するユーザ操作が行われる（S14：No）まで、上記の処理S1～S14が繰り返される。

【0105】

以上が、本実施形態の説明であるが、本発明は、本実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載によって表現された技術的思想の範囲内で様々な変形が可能である。

20

【0106】

上記の実施形態では、HSI空間において病変の判定が行われるが、HSI空間の代わりに色相（hue）、彩度（saturation）及び明度（value（又はbrightness））を基底とするHSV（HSB）空間において病変の判定を行う構成としてもよい。

【0107】

また、上記の実施形態では、TE処理S3がRGB空間上で行われているが、色空間変換処理S5の後にHSI空間上でTE処理S3を行う構成としてもよい。

【0108】

また、上記の実施形態では、光センサ132を使用して電子スコープ100先端部の位置（撮像位置）の情報を取得する構成が採用されているが、本発明はこの構成に限定されず、他の手段によって撮像位置の情報を取得する構成としてもよい。例えば、光センサ132に替えて、光源と受光素子を備えた光学式近接センサを電子スコープ100の挿入部130に設けた構成としてもよい。この場合、光学式近接センサが消化管内に挿入されたときに、消化管の内壁で反射したセンサ光が受光素子で検出され、近接を検出する。そのため、上記の実施形態とは逆に、受光素子が光を検出している光学式近接センサの分布長を消化管内に挿入された挿入部130の長さで判断することで、電子スコープ100先端部の位置の情報を取得することができる。

30

【0109】

また、光センサ132に替えて、光学式マウスと同じ原理により移動量（移動の距離及び方向）を検出する移動量センサを電子スコープ100の挿入部130に設けた構成としてもよい。この場合には、移動量センサは挿入部130の先端付近に一つだけ設ければよい。

40

【0110】

なお、光学式近接センサや移動量センサの光源には、近赤外線から可視光域の範囲の任意の波長の光源（例えばLDやLED）を使用することができるが、ヘモグロビンによる吸収が少なく、生体組織表面での反射率の高い赤色領域の光源を使用することで、高い検出精度を得ることができる。

【0111】

また、内視鏡検査中に被検者の体外から磁気共鳴画像、X線画像又は超音波画像を取得して、これらの画像から内視鏡先端部の位置を決定することもできる。また、内視鏡画像の画像解析により、内視鏡先端部の消化管内での移動量を計算することで、内視鏡先端部

50

の位置を決定することもできる。

【0112】

また、上記の実施形態は炎症性腸疾患の内視鏡検査に本発明を適用した例であるが、当然ながら他の疾患の内視鏡検査にも本発明を適用することができる。なお、炎症性腸疾患では、病変部（炎症部、潰瘍部）が広範囲に及び、重症になるほど病変部の割合が高くなるため、総病変指数  $I d \times T$  が重症度の良い指標となる。他方、病変部が局在する疾患（例えばポリープ）では、電子スコープの先端部が病変部に接近するほど、病変部の画角が大きくなるため、総病変指数  $I d \times T$  が増大する。そのため、総病変指数  $I d \times T$  は、病変部に接近しているかどうかの良い指標となり、総病変指数  $I d \times T$  が増え始めたときに注意深く観察することにより、病変部の見落としを防ぐことができる。

10

【0113】

また、上記の実施形態では、図9に示すように、炎症（領域II）と潰瘍（領域III）の判定条件が重複していないため、総病変指数を炎症の病変指数と潰瘍の病変指数の和として計算している。しかしながら、各病変の判定条件が重複する場合には、いずれかの病変を有すると判定された画素の数を有効画素数で割った値を総病変指数としてもよい。

【0114】

また、上記の実施形態は、術者の手動操作によって静止画が記録される構成であるが、電子スコープ100の挿入部130が検査範囲の最奥部から引き抜かれる際に、挿入部130の先端が予め設定された静止画取得位置（観察ポイント）に達した時に、ドライバ信号処理回路112が自動的に静止画保存の指令を出して、自動的に静止画を保存する構成としてもよい。

20

【0115】

また、上記の実施形態では、固体撮像素子108としてCCDイメージセンサが用いられているが、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサ等の別の構成の固体撮像素子を用いた構成としてもよい。

【0116】

また、上記の実施形態では、R、G、Bのベイヤ配列カラーフィルタ108bを有する固体撮像素子108が使用されているが、補色系のCy（シアン）、Mg（マゼンタ）、Ye（イエロー）、G（グリーン）のフィルタを有する固体撮像素子を用いた構成としてもよい。

30

【符号の説明】

【0117】

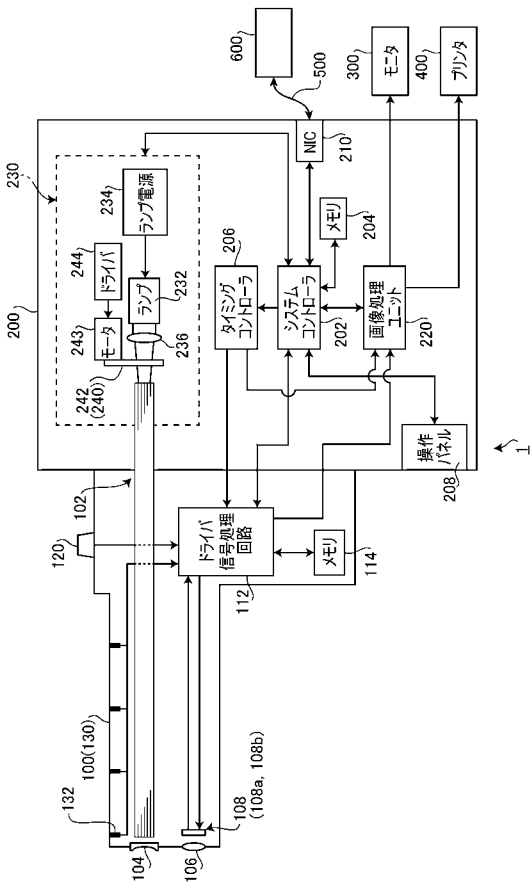
- 1 電子内視鏡装置
- 100 電子スコープ
- 132 移動量センサ
- 200 電子内視鏡用プロセッサ
- 202 システムコントローラ
- 220 画像処理ユニット
- 222 第1画像処理回路
- 222 a RGB変換部
- 222 b TE処理部
- 222 c 有効画素判定部
- 222 d 色空間変換部
- 222 e 病変判定部（閾値処理部）
- 222 f オーバーレイ処理部
- 224 画像メモリ
- 226 メモリ
- 228 第2画像処理回路
- 228 a 病変指数計算部
- 228 b 表示画面生成部

40

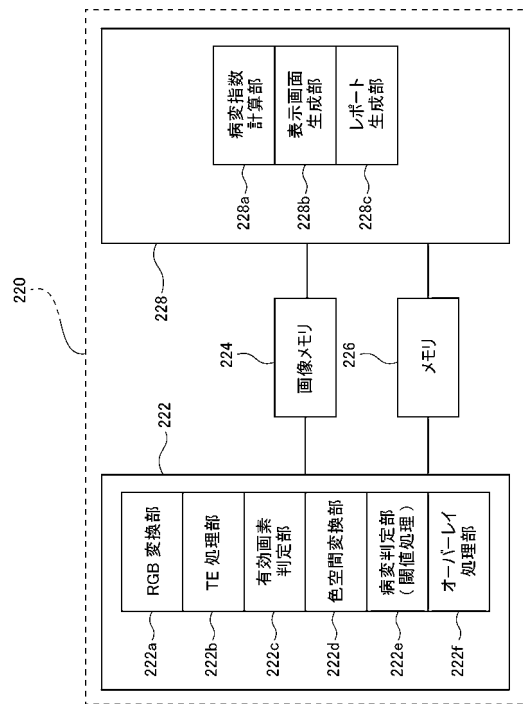
50

- 228c レポート生成部
- 300 モニタ
- 400 プリンタ
- 600 サーバ

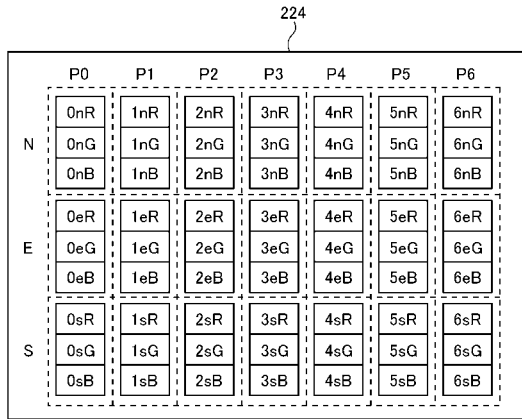
【図1】



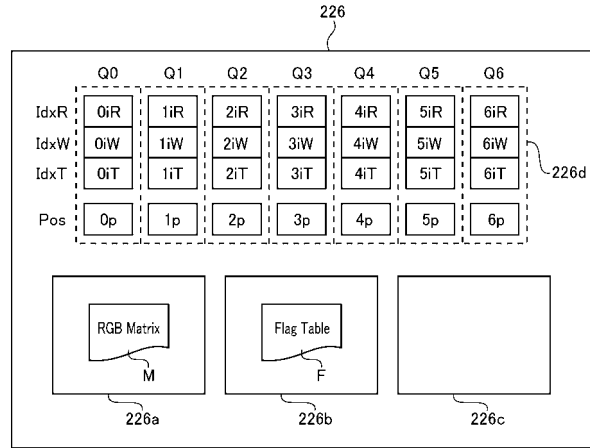
【図2】



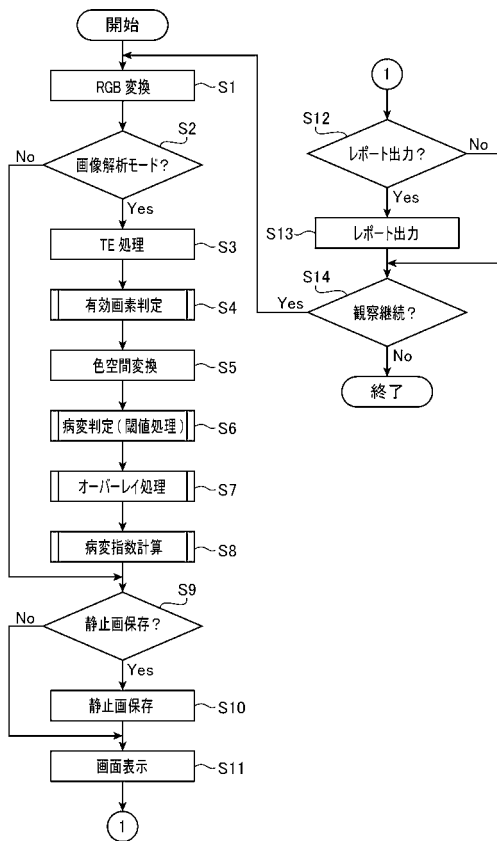
【 図 3 】



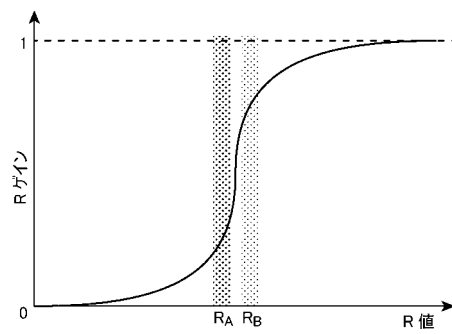
【 図 4 】



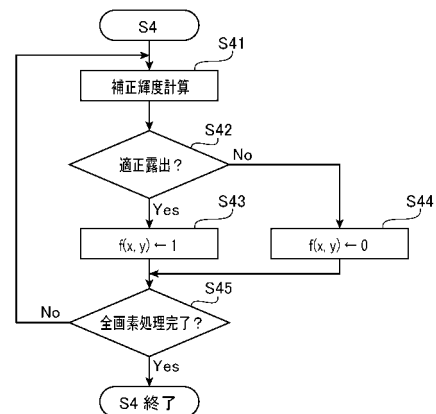
【 図 5 】



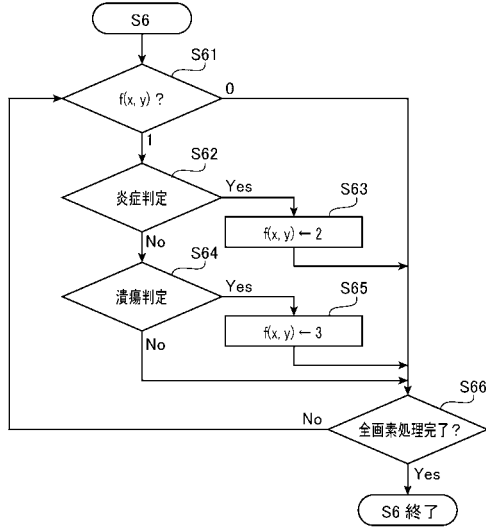
【 図 6 】



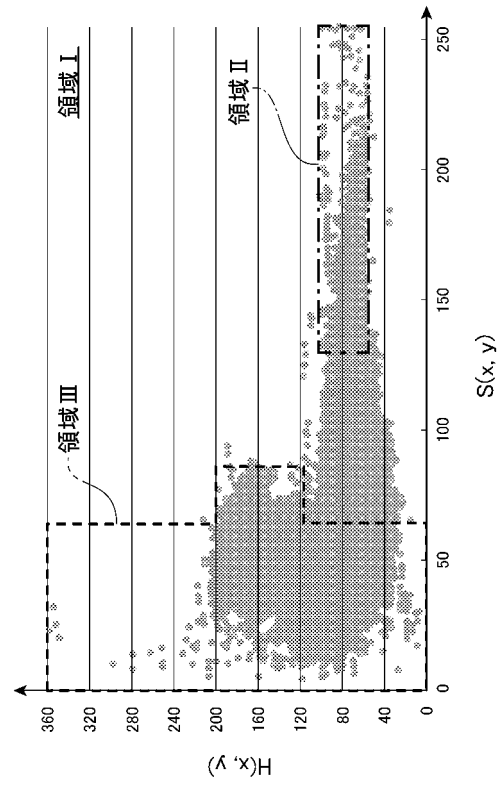
【 図 7 】



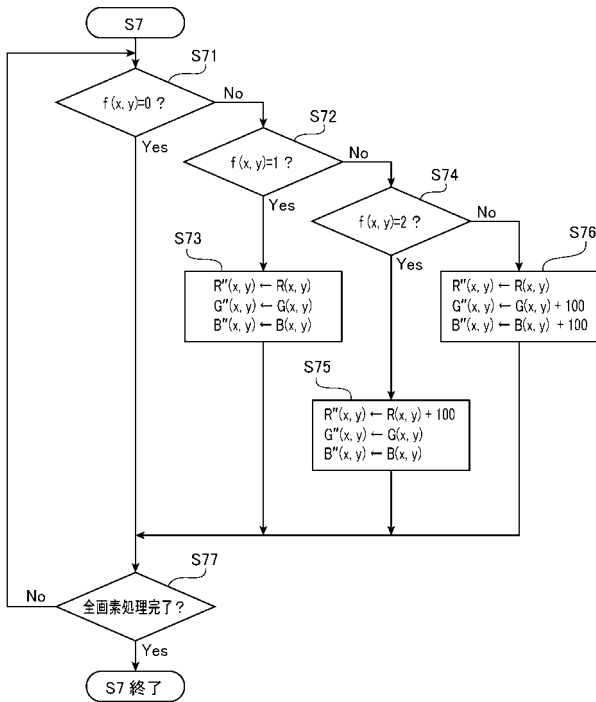
【 図 8 】



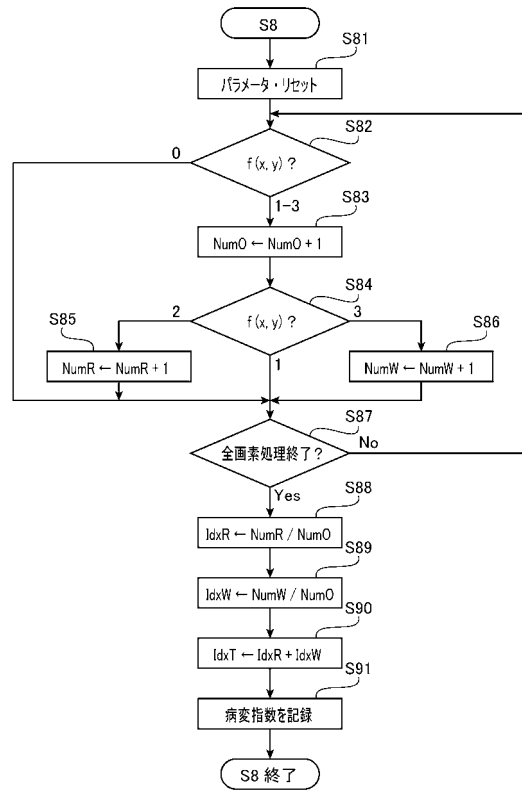
【 図 9 】



【 図 10 】

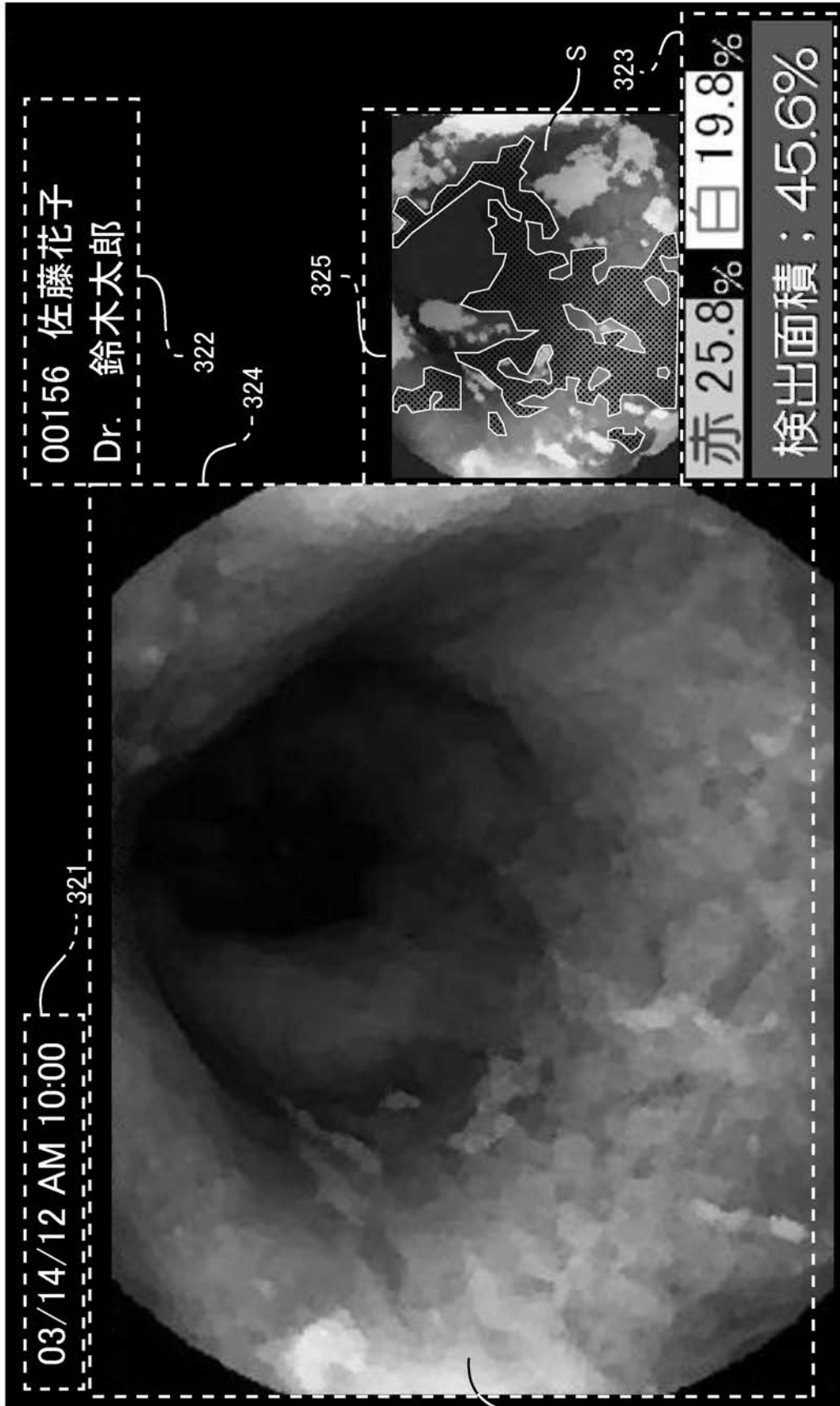


【 図 11 】

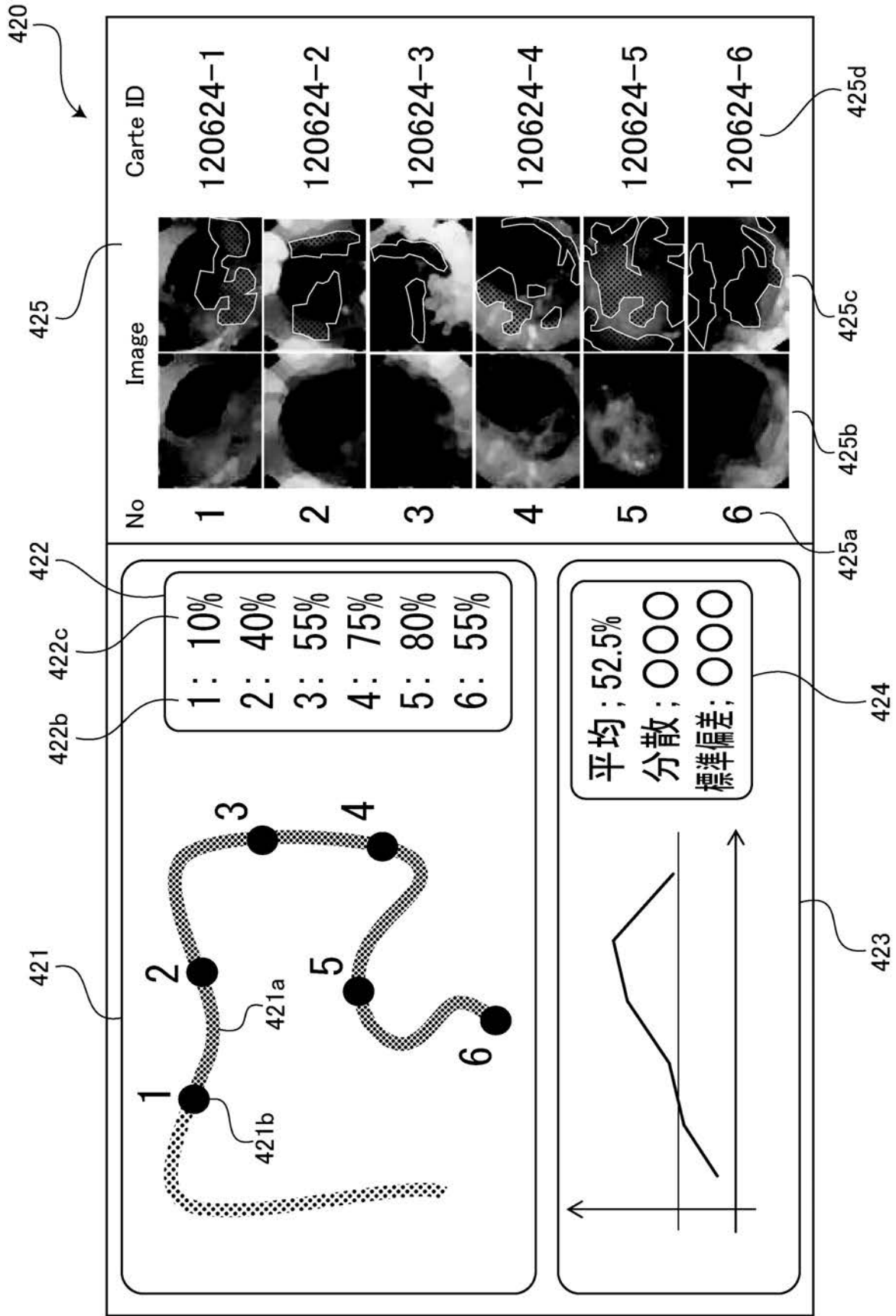


【 図 1 2 】

320



【図 13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 仲瀬 裕志  
京都府京都市左京区聖護院川原町5-4 国立大学法人京都大学医学部附属病院内
- (72)発明者 松浦 稔  
京都府京都市左京区聖護院川原町5-4 国立大学法人京都大学医学部附属病院内
- (72)発明者 吉野 琢哉  
京都府京都市左京区聖護院川原町5-4 国立大学法人京都大学医学部附属病院内
- (72)発明者 樋口 浩和  
京都府京都市左京区聖護院川原町5-4 国立大学法人京都大学医学部附属病院内
- Fターム(参考) 4C161 AA04 CC06 LL01 MM05 QQ02 SS21 WW01 WW08 WW10 WW18