

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-18503

(P2017-18503A)

(43) 公開日 平成29年1月26日(2017.1.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 A	
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-140807 (P2015-140807)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成27年7月14日 (2015.7.14)		富士フイルム株式会社
			東京都港区西麻布2丁目26番30号
		(74) 代理人	110001988
			特許業務法人小林国際特許事務所
		(72) 発明者	大谷 健一
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		Fターム (参考)	4C161 AA01 AA02 AA04 BB02 CC06
			DD03 HH51 NN01 NN05 QQ09
			RR02 RR03 RR04 RR14 RR18
			RR22 SS21 WW15

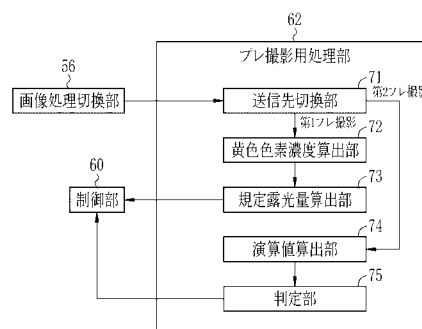
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム及び内視鏡システムの作動方法

(57) 【要約】

【課題】観察対象に黄色色素などが有る状況においても、酸素飽和度を高精度に算出することができる内視鏡システム及び内視鏡システムの作動方法を提供する。

【解決手段】制御部60は、波長帯域 450 ± 10 nmの第1青色光B Sで観察対象を照明して撮像する第1プレ撮影を行う。黄色色素濃度算出部72は、第1プレ撮影を行って得られた画像信号に基づいて、黄色色素の濃度を算出する。規定露光量算出部73は、算出された黄色色素の濃度に基づいて、第2プレ撮影用の波長帯域 470 ± 10 nmの第2青色光B Lの規定露光量を算出する。制御部60は、第2プレ撮影用の第2青色光B Lの規定露光量に基づき、第2青色光B Lで観察対象を照明して撮像する第2プレ撮影を行う。演算値算出部74は、第2プレ撮影を行って得られた画像信号に基づき演算値を算出する。判定部75は、演算値が最適値に近づいたか否かを判定する。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

観察対象に含まれる黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第 1 波長帯域の第 1 光と、前記第 1 波長帯域よりも長波長であり、且つ前記観察対象に含まれるヘモグロビンの酸素飽和度に応じて吸光量が変化し、且つ前記黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第 2 波長帯域の第 2 光とを発する光源と、

前記観察対象を撮像する撮像センサと、

前記光源と前記撮像センサとの少なくともいずれかを制御して、第 1 プレ撮影用の前記第 1 光で照明された前記観察対象を撮像する第 1 プレ撮影と、第 2 プレ撮影用の前記第 2 光で照明された前記観察対象を撮像する第 2 プレ撮影とを行う制御部と、

前記第 1 プレ撮影を行って得られた第 1 画像信号に基づいて、前記黄色色素の濃度を算出する黄色色素濃度算出部と、

算出された前記黄色色素の濃度に基づいて、前記第 2 プレ撮影における前記第 2 光の規定露光量を算出する規定露光量算出部と、

前記第 2 光の前記規定露光量をもとに前記第 2 プレ撮影を行って得られた第 2 画像信号に基づいて、特定の演算を行うことによって演算値を算出する演算値算出部と、

前記演算値が予め定められた最適値に近づいたか否かを判定する判定部とを備える内視鏡システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記演算値が前記最適値に近づいたと判定された場合の前記第 2 光の前記規定露光量に基づき、本撮影用の前記第 2 光で照明された前記観察対象を撮像する本撮影を行い、

前記本撮影を行って得られた第 3 画像信号に基づいて、酸素飽和度算出部により前記酸素飽和度が算出され、

前記酸素飽和度算出部により算出された前記酸素飽和度と、前記第 3 画像信号とに基づいて、画像生成部により前記酸素飽和度が表された酸素飽和度画像が生成される請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

前記酸素飽和度を算出して前記酸素飽和度画像を生成する酸素飽和度モードに切り替えるためのモード切替部を有し、

前記制御部は、前記酸素飽和度モードに切り替えられた場合に、前記第 1 プレ撮影と前記第 2 プレ撮影とを行う請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記酸素飽和度画像を静止画として取得するための静止画取得指示を出力する静止画取得指示部を有し、

前記制御部は、前記静止画取得指示が出力された場合に、前記第 1 プレ撮影と前記第 2 プレ撮影とを行う請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 5】

前記制御部は、前記酸素飽和度画像に基づいた前記観察対象の動画の表示中に、前記第 1 プレ撮影と前記第 2 プレ撮影とを行う請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記制御部は、前記第 1 プレ撮影と前記第 2 プレ撮影とで前記観察対象を照明する照明時間を、前記本撮影で前記観察対象を照明する照明時間よりも短時間とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

前記撮像センサは、前記第 1 波長帯域と前記第 2 波長帯域との少なくともいずれかに対して感度を有する特定画素を含む複数の画素を有し、

前記制御部は、前記第 1 プレ撮影と前記第 2 プレ撮影とを行う場合に、前記複数の画素のうち、前記特定画素以外の画素からは信号読出しを行わずに、前記特定画素から信号読出しを行う請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記制御部は、前記第 2 光の前記規定露光量をもとに、前記第 2 プレ撮影における前記第 2 光の発光量と、前記第 2 プレ撮影における前記撮像センサの露光時間との少なくともいずれかを制御する請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記規定露光量算出部は、前記黄色色素濃度算出部で算出された前記黄色色素の濃度が高いほど、前記第 2 プレ撮影における前記第 2 光の前記規定露光量を大きくする請求項 8 に記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記最適値は、前記観察対象に前記黄色色素が無い場合に得られる値である請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

10

【請求項 11】

前記光源は、前記第 1 波長帯域及び前記第 2 波長帯域よりも長波長であり、且つ血液量に応じて吸光量が変化する第 3 波長帯域の第 3 光を発し、

前記制御部は、前記第 1 プレ撮影では、第 1 プレ撮影用の前記第 1 光及び前記第 3 光で照明された前記観察対象を撮像し、前記第 2 プレ撮影では、第 2 プレ撮影用の前記第 2 光及び前記第 3 光で照明された前記観察対象を撮像し、

前記規定露光量算出部は、前記第 2 プレ撮影における前記第 2 光と前記第 3 光との少なくともいずれかの前記規定露光量を算出し、

前記演算値算出部は、前記第 2 光と前記第 3 光との少なくともいずれかの前記規定露光量をもとに前記第 2 プレ撮影を行って得られた前記第 2 画像信号に基づいて、前記演算値を算出する請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

20

【請求項 12】

前記特定の演算は、前記第 2 プレ撮影を行って得られた前記第 2 画像信号のうち、前記第 3 光で照明された前記観察対象を撮像して得られた画像信号に対する、前記第 2 光で照明された前記観察対象を撮像して得られた画像信号の比である信号比を算出することである請求項 11 に記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記制御部は、前記第 1 プレ撮影を行う場合に、前記第 1 光と前記第 3 光とを順次発光させ、前記第 2 プレ撮影を行う場合に、前記第 2 光と前記第 3 光とを順次発光させる請求項 11 または 12 に記載の内視鏡システム。

30

【請求項 14】

前記制御部は、前記第 1 プレ撮影を行う場合に、前記第 1 光と前記第 3 光とを同時発光させ、前記第 2 プレ撮影を行う場合に、前記第 2 光と前記第 3 光とを同時発光させる請求項 11 または 12 に記載の内視鏡システム。

【請求項 15】

前記第 3 光は、狭帯域光である請求項 11 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 16】

前記第 3 光は、広帯域光を帯域制限して生成される請求項 15 に記載の内視鏡システム。

40

【請求項 17】

前記規定露光量算出部は、前記黄色色素濃度算出部で算出された前記黄色色素の濃度が高いほど、前記第 2 プレ撮影における前記第 3 光の前記規定露光量を小さくする請求項 11 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 18】

前記第 1 波長帯域は、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数が同じ等吸収波長である請求項 11 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 19】

前記第 1 波長帯域は $450 \pm 10 \text{ nm}$ であり、前記第 2 波長帯域は $470 \pm 10 \text{ nm}$ で

50

あり、前記第 3 波長帯域は $540 \pm 20 \text{ nm}$ である請求項 18 に記載の内視鏡システム。

【請求項 20】

光源が、観察対象に含まれる黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第 1 波長帯域の第 1 光と、前記第 1 波長帯域よりも長波長であり、且つ前記観察対象に含まれるヘモグロビンの酸素飽和度に応じて吸光量が変化し、且つ前記黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第 2 波長帯域の第 2 光とを発するステップと、

撮像センサが、前記観察対象を撮像するステップと、

制御部が、前記光源と前記撮像センサとの少なくともいずれかを制御して、第 1 プレ撮影用の前記第 1 光で照明された前記観察対象を撮像する第 1 プレ撮影と、第 2 プレ撮影用の前記第 2 光で照明された前記観察対象を撮像する第 2 プレ撮影とを行うステップと、

黄色色素濃度算出部が、前記第 1 プレ撮影を行って得られた第 1 画像信号に基づいて、前記黄色色素の濃度を算出するステップと、

規定露光量算出部が、算出された前記黄色色素の濃度に基づいて、前記第 2 プレ撮影における前記第 2 光の規定露光量を算出するステップと、

演算値算出部が、前記第 2 光の前記規定露光量をもとに前記第 2 プレ撮影を行って得られた第 2 画像信号に基づいて、特定の演算を行うことによって演算値を算出するステップと、

判定部が、前記演算値が予め定められた最適値に近づいたか否かを判定するステップとを有する内視鏡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、観察対象の酸素飽和度を算出する内視鏡システム及び内視鏡システムの作動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、光源装置、内視鏡、及びプロセッサ装置を備える内視鏡システムを用いて診断することが一般的になっている。特に、単に観察対象を撮像するだけでなく、観察対象を照明する照明光の波長を工夫したり、観察対象を撮像して得た画像信号に分光推定処理等の信号処理を施したりすることによって、血管や腺管構造等の特定の組織や構造を強調した観察画像を得る内視鏡システムが普及している。

【0003】

また、近年においては、病変部の診断を行うために、観察対象を撮像して得られる画像信号に基づいて生体機能情報を得る内視鏡システムもある。生体機能情報としては、例えば、特許文献 1 に示すように、血中ヘモグロビンの酸素飽和度が用いられる。酸素飽和度を取得する方法として、特許文献 1 には、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数が異なる波長を有する光を酸素飽和度の測定光として用い、測定光の照明中に得られる画像信号を少なくとも含む複数の画像信号と酸素飽和度との相関関係を用いて、酸素飽和度を算出することが記載されている。

【0004】

上記のような複数の画像信号と酸素飽和度との相関関係については、食道、胃、大腸などの各種部位や、性別、年齢など患者の違いによって異なる場合がある。これに対しては、特許文献 1 では、酸素飽和度による体内の観察を実際に行う前に、観察対象の中でも正常部を撮像して得られた画像信号に基づいて酸素飽和度のプレ測定を行い、このプレ測定で得られた酸素飽和度と、基準となる正常部の酸素飽和度とに基づいて相関関係を補正している。このような相関関係の補正を行うことで、部位や患者の影響を受けることなく酸素飽和度を算出することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２０１３－２２３４１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

酸素飽和度の算出精度は、上記のように部位や患者が異なる場合に低下する他、観察対象にビリルビンやステルコビリン等の黄色（あるいは黄褐色）色素が有る場合にも低下することがある。このため、酸素飽和度の算出を行う前に黄色色素等の粘液等を除去するために観察対象の洗浄が行われるが、黄色色素等の粘液等を完全に除去することは困難であり、また、観察中に新たに分泌されることもある。したがって、観察対象に黄色色素が有る状況で特許文献１に示すようなプレ測定が行われた場合には、黄色色素等に影響された画像信号に基づいて相関関係の補正が行われるので、酸素飽和度を高精度に算出することは困難である。

10

【０００７】

本発明は、観察対象に黄色色素などが有る状況においても、酸素飽和度を高精度に算出することができる内視鏡システム及び内視鏡システムの作動方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明の内視鏡システムは、観察対象に含まれる黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第１波長帯域の第１光と、第１波長帯域よりも長波長であり、且つ観察対象に含まれるヘモグロビンの酸素飽和度に応じて吸光量が変化し、且つ黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化する第２波長帯域の第２光とを発する光源と、観察対象を撮像する撮像センサと、光源と撮像センサとの少なくともいずれかを制御して、第１プレ撮影用の第１光で照明された観察対象を撮像する第１プレ撮影と、第２プレ撮影用の第２光で照明された観察対象を撮像する第２プレ撮影とを行う制御部と、第１プレ撮影を行って得られた第１画像信号に基づいて、黄色色素の濃度を算出する黄色色素濃度算出部と、算出された黄色色素の濃度に基づいて、第２プレ撮影における第２光の規定露光量を算出する規定露光量算出部と、第２光の規定露光量をもとに第２プレ撮影を行って得られた第２画像信号に基づいて、特定の演算を行うことによって演算値を算出する演算値算出部と、演算値が予め定められた最適値に近づいたか否かを判定する判定部とを備える。

20

30

【０００９】

制御部は、演算値が最適値に近づいたと判定された場合の第２光の規定露光量に基づき、本撮影用の第２光で照明された観察対象を撮像する本撮影を行い、本撮影を行って得られた第３画像信号に基づいて、酸素飽和度算出部により酸素飽和度が算出され、酸素飽和度算出部により算出された酸素飽和度と、第３画像信号とに基づいて、画像生成部により酸素飽和度が表された酸素飽和度画像が生成されることが好ましい。

【００１０】

酸素飽和度を算出して酸素飽和度画像を生成する酸素飽和度モードに切り替えるためのモード切替部を有し、制御部は、酸素飽和度モードに切り替えられた場合に、第１プレ撮影と第２プレ撮影とを行うことが好ましい。

40

【００１１】

酸素飽和度画像を静止画として取得するための静止画取得指示を出力する静止画取得指示部を有し、制御部は、静止画取得指示が出力された場合に、第１プレ撮影と第２プレ撮影とを行うことが好ましい。

【００１２】

制御部は、酸素飽和度画像に基づいた観察対象の動画の表示中に、第１プレ撮影と第２プレ撮影とを行うことが好ましい。

【００１３】

制御部は、第１プレ撮影と第２プレ撮影とで観察対象を照明する照明時間を、本撮影で観察対象を照明する照明時間よりも短時間とすることが好ましい。

50

【0014】

撮像センサは、第1波長帯域と第2波長帯域との少なくともいずれかに対して感度を有する特定画素を含む複数の画素を有し、制御部は、第1プレ撮影と第2プレ撮影とを行う場合に、複数の画素のうち、特定画素以外の画素からは信号読出しを行わずに、特定画素から信号読出しを行うことが好ましい。

【0015】

制御部は、第2光の規定露光量をもとに、第2プレ撮影における第2光の発光量と、第2プレ撮影における撮像センサの露光時間との少なくともいずれかを制御することが好ましい。

【0016】

規定露光量算出部は、黄色色素濃度算出部で算出された黄色色素の濃度が高いほど、第2プレ撮影における第2光の規定露光量を大きくすることが好ましい。

【0017】

最適値は、観察対象に黄色色素が無い場合に得られる値であることが好ましい。

【0018】

光源は、第1波長帯域及び第2波長帯域よりも長波長であり、且つ血液量に応じて吸光量に変化する第3波長帯域の第3光を発し、制御部は、第1プレ撮影では、第1プレ撮影用の第1光及び第3光で照明された観察対象を撮像し、第2プレ撮影では、第2プレ撮影用の第2光及び第3光で照明された観察対象を撮像し、規定露光量算出部は、第2プレ撮影における第2光と第3光との少なくともいずれかの規定露光量を算出し、演算値算出部は、第2光と第3光との少なくともいずれかの規定露光量をもとに第2プレ撮影を行って得られた第2画像信号に基づいて、演算値を算出することが好ましい。

【0019】

特定の演算は、第2プレ撮影を行って得られた第2画像信号のうち、第3光で照明された観察対象を撮像して得られた画像信号に対する、第2光で照明された観察対象を撮像して得られた画像信号の比である信号比を算出することが好ましい。

【0020】

制御部は、第1プレ撮影を行う場合に、第1光と第3光とを順次発光させ、第2プレ撮影を行う場合に、第2光と第3光とを順次発光させることが好ましい。

【0021】

制御部は、第1プレ撮影を行う場合に、第1光と第3光とを同時発光させ、第2プレ撮影を行う場合に、第2光と第3光とを同時発光させることが好ましい。

【0022】

第3光は、狭帯域光であることが好ましい。また、第3光は、広帯域光を帯域制限して生成されることが好ましい。

【0023】

規定露光量算出部は、黄色色素濃度算出部で算出された黄色色素の濃度が高いほど、第2プレ撮影における第3光の規定露光量を小さくすることが好ましい。

【0024】

第1波長帯域は、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数が同じ等吸収波長であることが好ましい。

【0025】

第1波長帯域は $450 \pm 10 \text{ nm}$ であり、第2波長帯域は $470 \pm 10 \text{ nm}$ であり、第3波長帯域は $540 \pm 20 \text{ nm}$ であることが好ましい。

【0026】

本発明の内視鏡システムの作動方法は、光源が、観察対象に含まれる黄色色素の濃度に応じて吸光量に変化する第1波長帯域の第1光と、第1波長帯域よりも長波長であり、且つ観察対象に含まれるヘモグロビンの酸素飽和度に応じて吸光量に変化し、且つ黄色色素の濃度に応じて吸光量に変化する第2波長帯域の第2光とを発するステップと、撮像センサが、観察対象を撮像するステップと、制御部が、光源と撮像センサとの少なくともい

10

20

30

40

50

れかを制御して、第 1 プレ撮影用の第 1 光で照明された観察対象を撮像する第 1 プレ撮影と、第 2 プレ撮影用の第 2 光で照明された観察対象を撮像する第 2 プレ撮影とを行うステップと、黄色色素濃度算出部が、第 1 プレ撮影を行って得られた第 1 画像信号に基づいて、黄色色素の濃度を算出するステップと、規定露光量算出部が、算出された黄色色素の濃度に基づいて、第 2 プレ撮影における第 2 光の規定露光量を算出するステップと、演算値算出部が、第 2 光の規定露光量をもとに第 2 プレ撮影を行って得られた第 2 画像信号に基づいて、特定の演算を行うことによって演算値を算出するステップと、判定部が、演算値が予め定められた最適値に近づいたか否かを判定するステップとを有する。

【発明の効果】

【0027】

10

本発明によれば、観察対象に黄色色素などが有る状況においても、酸素飽和度を高精度に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】内視鏡システムの外觀図である。

【図 2】第 1 実施形態の内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

【図 3】撮像センサの画素配列を示す図である。

【図 4】カラーフィルタの分光特性を示すグラフである。

【図 5】通常モードの照明光及び観察対象の撮像を説明するための説明図である。

【図 6】酸素飽和度モードの第 1 プレ撮影及び第 2 プレ撮影における照明光及び観察対象の撮像を説明するための説明図である。

20

【図 7】酸素飽和度モードの本撮影における照明光及び観察対象の撮像を説明するための説明図である。

【図 8】プレ撮影用処理部の機能を示すブロック図である。

【図 9】黄色色素の吸光係数を示すグラフである。

【図 10】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。

【図 11】本撮影を行うか否かを決定する流れを示すフローチャートである。

【図 12】酸素飽和度画像生成部の機能を示すブロック図である。

【図 13】信号比と酸素飽和度との相関関係を説明するための説明図である。

【図 14】第 1 実施形態の内視鏡システムの作用を示すフローチャートである。

30

【図 15】酸素飽和度モードにおいて、第 2 青色光の規定露光量に基づいた発光制御と撮像制御を説明するための説明図である。

【図 16】動画表示中の第 1 プレ撮影、第 2 プレ撮影、及び本撮影を説明するための説明図である。

【図 17】間引き読み出し方式による信号読み出しを説明するための説明図である。

【図 18】第 1 プレ撮影及び第 2 プレ撮影における順次発光を説明するための説明図である。

【図 19】酸素飽和度モードにおいて、緑色狭帯域光の規定露光量に基づいた発光制御と撮像制御を説明するための説明図である。

【図 20】第 2 実施形態の内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

40

【図 21】回転フィルタの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

[第 1 実施形態]

図 1 において、内視鏡システム 10 は、内視鏡 12 と、光源装置 14 と、プロセッサ装置 16 と、モニタ 18 と、コンソール 19 とを有する。内視鏡 12 は、光源装置 14 と光学的に接続されるとともに、プロセッサ装置 16 と電氣的に接続される。内視鏡 12 は、観察対象の体内に挿入される挿入部 12a と、挿入部 12a の基端部分に設けられた操作部 12b と、挿入部 12a の先端側に設けられた湾曲部 12c 及び先端部 12d とを有している。操作部 12b は、湾曲部 12c を湾曲動作させるための操作に用いるアングルノ

50

ブ 1 2 e を有する。湾曲部 1 2 c は、アングルノブ 1 2 e の操作に基づいて湾曲動作することによって、先端部 1 2 d を所望の方向に向けさせる。先端部 1 2 d には、観察対象に向けて洗浄液を噴射する噴射口（図示しない）が設けられている。

【 0 0 3 0 】

また、操作部 1 2 b には、アングルノブ 1 2 e の他、観察モードの切り替え操作に用いるモード切替部 1 2 f と、観察対象の静止画を取得するための静止画取得指示を出力する静止画取得指示部 1 2 g とが設けられている。

【 0 0 3 1 】

内視鏡システム 1 0 は、通常モードと酸素飽和度モードの 2 つの観察モードを有している。通常モードでは、照明光に白色光を用いて観察対象を撮像して得た自然な色合いの画像（以下、通常画像という）がモニタ 1 8 に表示される。酸素飽和度モードでは、観察対象の酸素飽和度を測定し、この酸素飽和度を擬似カラーなどで画像化した画像（以下、酸素飽和度画像という）がモニタ 1 8 に表示される。

10

【 0 0 3 2 】

また、酸素飽和度モードでは、通常モードから酸素飽和度モードに切り替えられた場合にプレ撮影モードが行われ、プレ撮影モードの完了後に本撮影モードが行われる。プレ撮影モードとは、本撮影モードの前に、観察対象の撮影を行って得られる画像信号に基づいて、本撮影モードで使用する規定露光量を決定する撮影モードである。本撮影モードとは、プレ撮影モードで決定された規定露光量をもとに観察対象の撮影を行って得られる画像信号と酸素飽和度との相関関係を用いて、観察対象の酸素飽和度を算出し、その酸素飽和度の酸素飽和度画像を表示する撮影モードである。

20

【 0 0 3 3 】

プロセッサ装置 1 6 は、モニタ 1 8 及びコンソール 1 9 と電気的に接続される。モニタ 1 8 は、観察対象の画像や、観察対象の画像に付帯する画像情報などを表示する。コンソール 1 9 は、機能設定などの入力操作を受け付けるユーザーインターフェースとして機能する。なお、プロセッサ装置 1 6 には、画像や画像情報などを記録する外付けの記録部（図示省略）を接続してもよい。

【 0 0 3 4 】

図 2 において、光源装置 1 4 は、光源 2 0 と、緑色狭帯域フィルタ 2 1 と、フィルタ挿抜部 2 2 と、光源制御部 2 3 と、光路結合部 2 4 とを備えている。光源 2 0 は、例えば、複数の半導体光源を有し、これらをそれぞれ点灯または消灯する。光源 2 0 が点灯することによって、観察対象を照明する照明光が発せられる。本実施形態では、光源 2 0 は、B S - L E D（Blue Short-wavelength Light Emitting Diode）2 0 a、B L - L E D（Blue Long-wavelength Light Emitting Diode）2 0 b、G - L E D（Green Light Emitting Diode）2 0 c、及び R - L E D（Red Light Emitting Diode）2 0 d の 4 色の L E D を有する。

30

【 0 0 3 5 】

B S - L E D 2 0 a は、波長帯域 $450 \pm 10 \text{ nm}$ （本発明の「第 1 波長帯域」に対応する）の第 1 青色光 B S（本発明の「第 1 光」に対応する）を発する。B L - L E D 2 0 b は、第 1 青色光 B S よりも長波長である波長帯域 $470 \pm 10 \text{ nm}$ （本発明の「第 2 波長帯域」に対応する）の第 2 青色光 B L（本発明の「第 2 光」に対応する）を発する。G - L E D 2 0 c は、波長帯域 $500 \text{ nm} \sim 600 \text{ nm}$ に及ぶ緑色光 G を発する。R - L E D 2 0 d は、波長帯域 $640 \pm 20 \text{ nm}$ の赤色光 R を発する。なお、各色の光は、それぞれの中心波長とピーク波長とが同じであっても良いし、異なっても良い。

40

【 0 0 3 6 】

緑色狭帯域フィルタ 2 1 は、G - L E D 2 0 c と光路結合部 2 4 との間に配置されている。緑色狭帯域フィルタ 2 1 は、G - L E D 2 0 c から発せられる緑色光 G を、波長帯域 $540 \pm 20 \text{ nm}$ （本発明の「第 3 波長帯域」に対応する）に波長制限することによって、緑色狭帯域光 G n（本発明の「第 3 光」に対応する）を生成する。フィルタ挿抜部 2 2 は、光源制御部 2 3 によって制御され、通常モードの場合に緑色狭帯域フィルタ 2 1 を緑

50

色光 G の光路上から抜き去り、酸素飽和度モードの場合に緑色狭帯域フィルタ 2 1 を緑色光 G の光路上に挿入する。

【 0 0 3 7 】

光源制御部 2 3 は、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d に対して独立に制御信号を入力することによって、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d の点灯や消灯、点灯時の発光量などを独立に制御する。光源制御部 2 3 における点灯及び消灯の制御は、観察モードごとに異なっている。通常モードの場合、光源制御部 2 3 は、B S - L E D 2 0 a、G - L E D 2 0 c、R - L E D 2 0 d を同時に点灯することによって、第 1 青色光 B S、緑色光 G、赤色光 R を同時に発光させる。

【 0 0 3 8 】

一方、酸素飽和度モードの場合、光源制御部 2 3 は、プレ撮影モードと本撮影モードとで発光制御を異ならせている。例えば、光源制御部 2 3 は、プレ撮影モードでは、第 1 青色光 B S を少なくとも発光させる第 1 プレ発光と、第 2 青色光 B L を少なくとも発光させる第 2 プレ発光とを行う。また、光源制御部 2 3 は、本撮影モードでは、第 2 青色光 B L を発光させる第 1 本発光と、第 1 青色光 B S、緑色狭帯域光 G n、及び赤色光 R を発光させる第 2 本発光とを、交互に行う。

【 0 0 3 9 】

具体的には、プレ撮影モードにおいて第 1 プレ発光を行う場合、光源制御部 2 3 は、B S - L E D 2 0 a と G - L E D 2 0 c を同時に点灯させることによって、第 1 青色光 B S と緑色狭帯域光 G n を同時発光させる。また、第 2 プレ発光を行う場合、光源制御部 2 3

10

20

【 0 0 4 0 】

本撮影モードにおいて第 1 本発光を行う場合、光源制御部 2 3 は、B L - L E D 2 0 b を点灯させることによって、第 2 青色光 B L を発光させる。第 2 本発光を行う場合、光源制御部 2 3 は、B S - L E D 2 0 a、G - L E D 2 0 c、及び R - L E D 2 0 d を同時に点灯させることによって、第 1 青色光 B S、緑色狭帯域光 G n、及び赤色光 R を同時発光させる。なお、本実施形態では、光源制御部 2 3 は、本撮影モードにおける第 1 本発光と第 2 本発光とのそれぞれの照明時間よりも、プレ撮影モードにおける第 1 プレ発光と第 2 プレ発光とのそれぞれの照明時間を短時間とする。

30

【 0 0 4 1 】

光路結合部 2 4 は、ミラーやレンズなどで構成されており、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d から発せられる各光をライトガイド 2 6 に入射させる。ライトガイド 2 6 は、内視鏡 1 2 及びユニバーサルコードに内蔵されている。ユニバーサルコードは、内視鏡 1 2 と、光源装置 1 4 及びプロセッサ装置 1 6 を接続するコードである。ライトガイド 2 6 は、光路結合部 2 4 からの光を、内視鏡 1 2 の先端部 1 2 d まで伝搬する。

【 0 0 4 2 】

内視鏡 1 2 の先端部 1 2 d には、照明光学系 3 0 a と撮像光学系 3 0 b が設けられている。照明光学系 3 0 a は、照明レンズ 3 2 を有している。この照明レンズ 3 2 を介して、ライトガイド 2 6 からの照明光が観察対象に照射される。撮像光学系 3 0 b は、対物レン

40

【 0 0 4 3 】

撮像センサ 3 6 は、照明光で照明された観察対象を撮像して画像信号を出力するカラーの撮像センサである。図 3 に示すように、撮像センサ 3 6 の撮像面上には、複数の画素 3 7 が行方向 (X 方向) 及び列方向 (Y 方向) にマトリクス状に 2 次元配列されている。1 つの画素 3 7 には、B (青色) カラーフィルタ 3 8、G (緑色) カラーフィルタ 3 9、及び R (赤色) カラーフィルタ 4 0 のいずれかが設けられている。各カラーフィルタ 3 8 ~ 4 0 の配列は、ベイヤー配列であり、G カラーフィルタ 3 9 が市松状に 1 画素おきに配置

50

され、Bカラーフィルタ38とRカラーフィルタ40とが、残りの画素上に、それぞれ正
方格子状に配置されている。

【0044】

以下では、Bカラーフィルタ38が設けられた画素37をB画素（青色画素）（本発明
の「特定画素」に対応する）と称し、Gカラーフィルタ39が設けられた画素37をG画
素（緑色画素）と称し、Rカラーフィルタ40が設けられた画素37をR画素（赤色画素
）と称する。B画素とG画素とは、偶数（0, 2, 4...N-1）の各画素行に、交互
に配置されている。R画素とG画素とは、奇数（1, 3, 5...N）の各画素行に、交
互に配置されている。なお、画素行とは、行方向に並んだ1行分の画素37を示している
。

10

【0045】

図4に示すように、Bカラーフィルタ38は、波長帯域が380nm~560nmの光
を透過させる。Gカラーフィルタ39は、波長帯域が450nm~630nmの光を透過
させる。Rカラーフィルタ40は、波長帯域が580nm~760nmの光を透過させる
。このため、B画素は、第1青色光BSの波長帯域 450 ± 10 nmと第2青色光BLの
波長帯域 470 ± 10 nmとに対して感度を有する。G画素は、緑色光Gの波長帯域50
0nm~600nm及び緑色狭帯域光Gnの波長帯域 540 ± 20 nmに対して感度を有
する。R画素は、赤色光Rの波長帯域 640 ± 20 nmに対して感度を有する。

【0046】

撮像センサ36としては、CCD（Charge Coupled Device）撮像センサやCMOS（C
omplementary Metal-Oxide Semiconductor）撮像センサを利用可能である。撮像センサ3
6は、撮像制御部42によって画像信号の読出しが制御される。撮像制御部42は、信号
読出し方式として、全画素読出し方式と間引き読出し方式とが実行可能である。

20

【0047】

全画素読出し方式では、全ての画素37について（図3参照）、先頭の画素行「0」か
ら最後尾の画素行「N」まで、1画素行ずつ順に信号読出しが行われる。間引き読出し方
式では、BGRの各画素のうち特定の1色の画素から信号読出しを行うことを可能とする
。本実施形態では、撮像制御部42は、全画素読出し方式で信号読出しを行うことによ
って、BGRの各画素から画像信号をそれぞれ出力させる。

【0048】

なお、原色の撮像センサ36の代わりに、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロ
ー）及びG（グリーン）の補色フィルタを備えた補色撮像センサを用いても良い。補色撮
像センサを用いる場合には、CMYGの4色の画像信号が出力されるので、補色-原色色
変換によって、CMYGの4色の画像信号をRGBの3色の画像信号に変換することによ
り、撮像センサ36と同様のRGB各色の画像信号を得ることができる。

30

【0049】

撮像制御部42は、光源制御部23と互いに電氣的に接続されており、光源制御部23
の発光制御に応じて撮像制御を行う。図5に示すように、通常モードの場合、撮像制御部
42は、光源制御部23の制御に基づいて発光される第1青色光BS、緑色光G、及び赤
色光Rで照明中の観察対象を1フレーム毎に撮像するように、撮像センサ36を制御する
。これにより、撮像センサ36のB画素からBc画像信号が出力され、G画素からGc画
像信号が出力され、R画素からRc画像信号が出力される。なお、撮像制御部42は、撮
像センサ36による露光時間を、照明光の照明時間と同期させている。

40

【0050】

酸素飽和度モードの場合、撮像制御部42は、プレ撮影モードと本撮影モードとで撮像
制御を異ならせている。具体的には、プレ撮影モードの場合、図6に示すように、撮像制
御部42は、第1プレ発光時に同時発光される第1青色光BSと緑色狭帯域光Gnで照明
中の観察対象を1フレーム分撮像する第1プレ撮像を実行する。これにより、第1プレ撮
像時には、撮像センサ36のB画素からBp画像信号が出力され、G画素からGp画像信
号が出力され、R画素からRp画像信号が出力される。なお、Bp画像信号、Gp画像信

50

号、及び R p 画像信号は、本発明の「第 1 画像信号」に対応する。

【 0 0 5 1 】

また、第 2 プレ発光時に同時発光される第 2 青色光 B L と緑色狭帯域光 G n で照明中の観察対象を 1 フレーム分撮像する第 2 プレ撮像を実行する。これにより、第 2 プレ撮像時には、撮像センサ 3 6 の B 画素から B q 画像信号が出力され、G 画素から G q 画像信号が出力され、R 画素から R q 画像信号が出力される。なお、B q 画像信号、G q 画像信号、及び R q 画像信号は、本発明の「第 2 画像信号」に対応する。

【 0 0 5 2 】

これに対し、本撮影モードの場合、図 7 に示すように、撮像制御部 4 2 は、第 1 本発光時に発光される第 2 青色光 B L で照明中の観察対象を 1 フレーム分撮像する第 1 本撮像と、第 2 本発光時に同時発光される第 1 青色光 B S、緑色狭帯域光 G n、及び赤色光 R で照明中の観察対象を 1 フレーム分撮像する第 2 本撮像とを実行する。

10

【 0 0 5 3 】

これにより、第 1 本撮像時には、撮像センサ 3 6 の B 画素から B 1 画像信号が出力され、G 画素から G 1 画像信号が出力され、R 画素から R 1 画像信号が出力される。また、第 2 本撮像時には、撮像センサ 3 6 の B 画素から B 2 画像信号が出力され、G 画素から G 2 画像信号が出力され、R 画素から R 2 画像信号が出力される。なお、B 1、G 1、R 1 画像信号、及び B 2、G 2、R 2 画像信号は、本発明の「第 3 画像信号」に対応する。

【 0 0 5 4 】

図 2 に示すように、C D S / A G C (Correlated Double Sampling / Automatic Gain Control) 回路 4 6 は、撮像センサ 3 6 から得られるアナログの画像信号に相関二重サンプリング (C D S) や自動利得制御 (A G C) を行う。C D S / A G C 回路 4 6 を経た画像信号は、A / D (Analog / Digital) コンバータ 4 8 により、デジタルの画像信号に変換される。A / D 変換後のデジタル画像信号がプロセッサ装置 1 6 に入力される。

20

【 0 0 5 5 】

プロセッサ装置 1 6 は、画像信号取得部 5 0 と、D S P (Digital Signal Processor) 5 2 と、ノイズ低減部 5 4 と、画像処理切替部 5 6 と、通常画像生成部 5 8 と、制御部 6 0 と、プレ撮影用処理部 6 2 と、酸素飽和度画像生成部 6 4 と、映像信号生成部 6 6 とを備えている。画像信号取得部 5 0 は、内視鏡 1 2 から入力される画像信号を受信し、受信した画像信号を D S P 5 2 に送信する。

30

【 0 0 5 6 】

D S P 5 2 は、受信した画像信号に対して、欠陥補正処理、オフセット処理、ゲイン補正処理、リニアマトリクス処理、ガンマ変換処理、デモザイク処理、及び Y C 変換処理等の各種信号処理を行う。欠陥補正処理では、撮像センサ 3 6 の欠陥画素の信号が補正される。オフセット処理では、欠陥補正処理した画像信号から暗電流成分が除かれ、正確な零レベルが設定される。ゲイン補正処理では、オフセット処理した各色の画像信号に特定のゲインを乗じることにより各画像信号の信号レベルが整えられる。リニアマトリクス処理では、ゲイン補正処理した各色の画像信号の色再現性が高められる。

【 0 0 5 7 】

ガンマ変換処理では、リニアマトリクス処理した各画像信号の明るさや彩度が整えられる。デモザイク処理 (等方化処理、同時化処理とも言う) では、各画素の欠落した色の信号を生成することによって、ガンマ変換処理した画像信号を補間する。このデモザイク処理によって、全画素が R G B 各色の信号を有するようになる。D S P 5 2 は、デモザイク処理した各画像信号に対して Y C 変換処理を施し、輝度信号 Y と色差信号 C b 及び色差信号 C r をノイズ低減部 5 4 に出力する。

40

【 0 0 5 8 】

ノイズ低減部 5 4 は、D S P 5 2 からの画像信号に対して、ノイズ低減処理を施す。ノイズ低減処理は、例えば、移動平均法やメディアンフィルタ法等である。ノイズ低減処理によりノイズが低減された画像信号は、画像処理切替部 5 6 に入力される。

【 0 0 5 9 】

50

画像処理切替部 5 6 は、設定されている観察モードに応じて、ノイズ低減部 5 4 からの画像信号の送信先を切り替える。具体的には、通常モードに設定されている場合、画像処理切替部 5 6 は、通常画像生成部 5 8 に画像信号を送信する。一方、酸素飽和度モードに設定されている場合、画像処理切替部 5 6 は、プレ撮影モードではプレ撮影用処理部 6 2 に画像信号を送信し、本撮影モードでは酸素飽和度画像生成部 6 4 に画像信号を送信する。

【 0 0 6 0 】

通常画像生成部 5 8 は、画像処理切替部 5 6 から受信した 1 フレーム分の R c 画像信号、G c 画像信号、及び B c 画像信号に対して、さらに 3×3 のマトリックス処理、階調変換処理、3 次元 LUT (Look Up Table) 処理等の色変換処理を施す。色変換処理した R G B 各色の画像データには、各種色彩強調処理が施される。色彩強調処理した R G B 各色の画像データには、空間周波数強調等の構造強調処理が施される。そして、構造強調処理した R G B 各色の画像データは、通常画像として映像信号生成部 6 6 に入力される。

10

【 0 0 6 1 】

制御部 6 0 は、光源制御部 2 3 と撮像制御部 4 2 とを制御することによって、プレ撮影モードと本撮影モードとを実行する。プレ撮影モードは、モード切替部 1 2 f によって酸素飽和度モードに切り替えられた場合に実行する。本撮影モードは、後述する判定部 7 5 による判定結果に基づいて本撮影を行うことを決定した場合に実行する。なお、制御部 6 0 は、画像処理切替部 5 6 と電氣的に接続されており、画像処理切替部 5 6 に対して、プレ撮影モードと本撮影モードとのいずれを実行したかの通知を行う。

20

【 0 0 6 2 】

制御部 6 0 は、プレ撮影モードでは、第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影とを行う。第 1 プレ撮影では、光源制御部 2 3 を制御することによって第 1 プレ発光を実行させ、撮像制御部 4 2 を制御することによって第 1 プレ撮像を実行させる。これにより、第 1 プレ撮影時には、第 1 青色光 B S 及び緑色狭帯域光 G n で照明された観察対象を撮像することによって、B p 画像信号と G p 画像信号と R p 画像信号とが得られる。

【 0 0 6 3 】

また、制御部 6 0 は、第 2 プレ撮影では、光源制御部 2 3 を制御することによって第 2 プレ発光を実行させ、撮像制御部 4 2 を制御することによって第 2 プレ撮像を実行させる。これにより、第 2 プレ撮影時には、第 2 青色光 B L 及び緑色狭帯域光 G n で照明された観察対象を撮像することによって、B q 画像信号と G q 画像信号と R q 画像信号とが得られる。

30

【 0 0 6 4 】

制御部 6 0 は、本撮影モードでは、光源制御部 2 3 を制御することによって第 1 本発光と第 2 本発光とを交互に実行させ、この第 1 本発光と第 2 本発光に合わせて撮像制御部 4 2 を制御することによって第 1 本撮像と第 2 本撮像とを交互に実行させる。これにより、第 1 本発光と第 1 本撮像が実行された場合には、第 2 青色光 B L で照明された観察対象を撮像することによって、B 1 画像信号と G 1 画像信号と R 1 画像信号とが得られる。また、第 2 本発光と第 2 本撮像が実行された場合には、第 1 青色光 B S、緑色狭帯域光 G n、及び赤色光 R で照明された観察対象を撮像することによって、B 2 画像信号と G 2 画像信号と R 2 画像信号とが得られる。

40

【 0 0 6 5 】

プレ撮影用処理部 6 2 は、制御部 6 0 によってプレ撮影モードが実行された場合に作動する。図 8 に示すように、プレ撮影用処理部 6 2 は、送信先切換部 7 1 と、黄色色素濃度算出部 7 2 と、規定露光量算出部 7 3 と、演算値算出部 7 4 と、判定部 7 5 とを備えている。

【 0 0 6 6 】

送信先切換部 7 1 は、制御部 6 0 によって第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影とのいずれが行われたかに応じて、画像処理切替部 5 6 から受信した画像信号の送信先を切り替える。具体的には、送信先切換部 7 1 は、第 1 プレ撮影が行われた場合、この第 1 プレ撮影時に得

50

られた B p 画像信号と G p 画像信号と R p 画像信号とを黄色色素濃度算出部 7 2 に送信する。また、第 2 プレ撮影が行われた場合、この第 2 プレ撮影時に得られた B q 画像信号と G q 画像信号と R q 画像信号とを演算値算出部 7 4 に送信する。

【 0 0 6 7 】

黄色色素濃度算出部 7 2 は、第 1 プレ撮影を行って得られた B p 画像信号と G p 画像信号と R p 画像信号とのうち、B p 画像信号と G p 画像信号とに基づいて黄色色素の濃度を算出する。黄色色素は、粘液や残渣等に含まれるビリルビンやステルコビルン等である。本実施形態では、B p 画像信号と G p 画像信号の信号比 $G p / B p$ に基づいて黄色色素の濃度を算出する。

【 0 0 6 8 】

図 9 に示すように、B p 画像信号に対応している第 1 青色光 B S の波長帯域 $450 \pm 10 \text{ nm}$ は、黄色色素の吸光係数が最も高い吸収ピーク波長を有していることから、黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化しやすい波長帯域である。また、図 10 に示すように、第 1 青色光 B S の波長帯域 $450 \pm 10 \text{ nm}$ は、ヘモグロビンの吸光係数が比較的高い青色の波長帯域に属し、且つ酸化ヘモグロビン（グラフ 7 6）と還元ヘモグロビン（グラフ 7 8）の吸光係数が同じ等吸収波長である。一方、G p 画像信号に対応している緑色狭帯域光 G n の波長帯域 $540 \pm 20 \text{ nm}$ は、黄色色素の吸光係数が比較的低く（図 9 参照）、且つヘモグロビンの吸光係数が比較的高いため（図 10 参照）、血液量に応じて吸光量が変化しやすい波長帯域である。したがって、信号比 $G p / B p$ の値は、酸素飽和度によって変化することはないが、黄色色素の濃度や血液量によって変化する。

【 0 0 6 9 】

規定露光量算出部 7 3 は、黄色色素濃度算出部 7 2 で算出された黄色色素の濃度に基づいて、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量を算出する。以下において、規定露光量について説明する。規定露光量とは、観察対象に黄色色素が有する場合であっても、観察対象に黄色色素が無いかのように見せかけることによって、酸素飽和度の測定結果に誤差を生じさせないための露光量のことである。ここで、酸素飽和度を測定する際に用いられる第 2 青色光 B L の波長帯域 $470 \pm 10 \text{ nm}$ は、酸化ヘモグロビン（グラフ 7 6）と還元ヘモグロビン（グラフ 7 8）の吸光係数の差が大きい波長帯域であり（図 10 参照）、ヘモグロビンの酸素飽和度によって吸光量が変化するので、酸素飽和度の情報を取り扱いやすい。一方で、第 2 青色光 B L の波長帯域 $470 \pm 10 \text{ nm}$ は、黄色色素の吸光係数が比較的大きく（図 9 参照）、黄色色素の濃度に応じて吸光量が変化しやすい波長帯域でもあるので、第 2 青色光 B L が黄色色素に吸光された分だけ、酸素飽和度の測定結果に誤差を生じさせることがある。したがって、酸素飽和度を測定する際には、観察対象に黄色色素が有する場合であっても、黄色色素による吸光分が補償されるように第 2 青色光 B L の規定露光量が定められる。

【 0 0 7 0 】

例えば、規定露光量算出部 7 3 は、黄色色素の濃度が高いほど、この黄色色素による第 2 青色光 B L の吸光分が補償されるように、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量を大きくする。

【 0 0 7 1 】

規定露光量算出部 7 3 で算出された第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量は、制御部 6 0 に入力される。制御部 6 0 は、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量と、第 2 プレ撮影用の撮像センサ 3 6 の規定露光時間とを求めることにより、第 2 プレ撮影での発光量と露光時間を制御する。光源制御部 2 3 では、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量と観察対象の距離情報等に基づいて第 2 プレ発光を行う。撮像制御部 4 2 では、第 2 プレ撮影用の撮像センサ 3 6 の規定露光時間に基づいて第 2 プレ撮像を行う。これにより、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量をもとに第 2 プレ撮影が行われる。なお、本実施形態では、制御部 6 0 は、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量が高いほど、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量を大きくすることによって、黄色色素による第 2

10

20

30

40

50

青色光 B L の吸光分を補償する。

【 0 0 7 2 】

演算値算出部 7 4 は、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量をもとに第 2 プレ撮影を行って得られた B q 画像信号と G q 画像信号と R q 画像信号とのうち、少なくとも B q 画像信号に基づいて、特定の演算を行うことによって演算値を算出する。本実施形態では、演算値算出部 7 4 は、B q 画像信号を G q 画像信号で除算した信号比 $B q / G q$ を演算値とする。すなわち、特定の演算とは、G q 画像信号に対する B q 画像信号の比を算出することである。信号比 $B q / G q$ の値は、黄色色素の濃度によって変化せずに、酸素飽和度及び血液量によって変化する。

【 0 0 7 3 】

判定部 7 5 は、演算値算出部 7 4 で算出された演算値が、予め定められた最適値に近づいたか否かを判定する。最適値とは、観察対象に黄色色素が無い場合に得られる値である。なお、「無い」とは、観察対象に黄色色素が全く無いことを示す他、観察対象に黄色色素が多少は有ることも含まれる。本実施形態では、判定部 7 5 は、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたか否かの判定を行う。ここで、「信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいた」とは、例えば、信号比 $B q / G q$ の値と最適値との差分値が、特定の閾値以下となることをいう。

【 0 0 7 4 】

判定部 7 5 は、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたか否かの判定を行う場合、信号比 $B q / G q$ の値と最適値との差分値を求め、この差分値と特定の閾値との比較を行う。この比較の結果、判定部 7 5 は、差分値が閾値以下である場合に、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたと判定し、差分値が閾値より大きい場合に、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいていないと判定する。信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたと判定された場合には、実際には観察対象に黄色色素が有る場合であっても、この黄色色素による第 2 青色光 B L の吸光分が補償されるため、観察対象に黄色色素が無いかのように見せかけて酸素飽和度を算出することが可能である。したがって、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたと判定された場合には、酸素飽和度の算出時に、黄色色素によって誤差が発生することが防止される。

【 0 0 7 5 】

判定部 7 5 による判定結果は、制御部 6 0 に入力される。図 1 1 に示すように、制御部 6 0 は、判定部 7 5 からの判定結果に基づいて本撮影を行うか否かを決定する。具体的には、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいていないと判定された場合（図 1 1 で N O の場合）、制御部 6 0 は、第 1 プレ撮影を再び行うことによって、黄色色素の濃度及び規定露光量の算出を再び行わせる。

【 0 0 7 6 】

一方、信号比 $B q / G q$ が最適値に近づいたと判定された場合（図 1 1 で Y E S の場合）、制御部 6 0 は、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて本撮影を行うことを決定する。そして、制御部 6 0 は、この決定に伴って、プレ撮影モードを完了させて本撮影モードに切り替える。本撮影モードに切り替えた場合、制御部 6 0 は、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて、本撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量を求める。そして、制御部 6 0 は、本撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量をもとに、本撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量と、本撮影用の撮像センサ 3 6 の規定露光時間とを求めることによって、本撮影での発光量と露光時間とを制御する。光源制御部 2 3 では、本撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量と観察対象の距離情報等に基づいて第 1 本発光と第 2 本発光とを行う。撮像制御部 4 2 では、本撮影用の撮像センサ 3 6 の規定露光時間に基づいて第 1 本撮像と第 2 本撮像とを行う。

【 0 0 7 7 】

酸素飽和度画像生成部 6 4 は、本撮影モードにおいて本撮影を行って得られた画像信号のうちの B 1 画像信号、G 2 画像信号、及び R 2 画像信号と、酸素飽和度との相関関係を用いて観察対象の酸素飽和度を算出し、算出した酸素飽和度を疑似カラーなどで画像化し

10

20

30

40

50

た酸素飽和度画像を生成する。

【0078】

図12に示すように、酸素飽和度画像生成部64は、信号比算出部82と、相関関係記憶部84と、酸素飽和度算出部86と、画像生成部88とを備えている。

【0079】

信号比算出部82は、画像処理切替部56から受信した画像信号に基づいて、酸素飽和度算出部86で酸素飽和度を算出するために用いる信号比を算出する。具体的には、信号比算出部82は、B1画像信号とG2画像信号の信号比 $B1/G2$ と、R2画像信号とG2画像信号の信号比 $R2/G2$ とをそれぞれ画素毎に算出する。

【0080】

相関関係記憶部84は、信号比算出部82が算出する各信号比と、酸素飽和度との相関関係を、LUT (Look Up Table) などの記憶手段に記憶している。この相関関係は、縦軸 $\text{Log}(B1/G2)$ 、横軸 $\text{Log}(R2/G2)$ で形成される2次元空間上で表した場合、図13に示すように、2次元空間上において、酸素飽和度が同じ部分を繋ぎ合わせた等値線が、ほぼ横軸方向に沿って形成されている。また、等値線は、酸素飽和度が大きくなるほど、縦軸方向に対して、より下方側に位置する。例えば、酸素飽和度が100%の等値線90は、酸素飽和度が0%の等値線92よりも下方に位置している。なお、この2次元空間における等値線の位置及び形状は、光散乱の物理的なシミュレーションによって予め得られる。

【0081】

また、上記相関関係は、酸化ヘモグロビン(図10のグラフ76)や還元ヘモグロビン(図10のグラフ78)の吸光特性や光散乱特性と密接に関連し合っている。信号比 $B1/G2$ に関しては、酸素飽和度だけでなく、血液量にも依存度が高い。そこで、信号比 $B1/G2$ に加えて、主として血液量に依存して変化する信号比 $R2/G2$ を用いることで、血液量による影響が排除された酸素飽和度を求めることができる。

【0082】

酸素飽和度算出部86は、相関関係記憶部84に記憶した相関関係を参照し、信号比 $B1/G2$ 、信号比 $R2/G2$ に対応する酸素飽和度を画素毎に算出する。酸素飽和度算出部86では、上述のように黄色色素による第2青色光BLの吸光分が補償された信号比 $B1/G2$ が用いられるので、観察対象に黄色色素が有る場合であっても、酸素飽和度を高精度に算出することができる。

【0083】

なお、上限の等値線90より下方に分布する場合には酸素飽和度を100%とし、下限の等値線92より上方に分布する場合には酸素飽和度算出部86は酸素飽和度を0%とする。また、信号比 $B1/G2$ 、信号比 $R2/G2$ に対応する点が上限の等値線90と下限の等値線92との間に分布しない場合には、その画素における酸素飽和度の信頼度が低いことをモニタ18に表示しても良いし、酸素飽和度を算出しないようにしても良い。

【0084】

画像生成部88は、酸素飽和度算出部86で算出された酸素飽和度と、本撮影を行って得られた画像信号とに基づいて、観察対象の酸素飽和度が表された酸素飽和度画像を生成する。具体的には、画像生成部88は、B2画像信号、G2画像信号、及びR2画像信号に対して、酸素飽和度に応じて疑似カラー化するゲインを画素毎に乗じることによって、RGB画像データを生成する。生成されたRGB画像データは、映像信号生成部66に入力される。このRGB画像データが酸素飽和度画像である。酸素飽和度画像は、例えば、高酸素の領域(酸素飽和度が60%以上100%以下の領域)では、通常画像と同様の色で表され、酸素飽和度が特定値を下回る低酸素の領域(酸素飽和度が0%以上60%未満の領域)では、通常画像とは異なる色、すなわち疑似カラーで表される。

【0085】

映像信号生成部66は、通常画像生成部58からの通常画像の画像データ、または酸素飽和度画像生成部64からの酸素飽和度画像の画像データを、モニタ18上でフルカラー

10

20

30

40

50

表示を可能にする映像信号に変換する。変換済みの映像信号はモニタ 18 に入力される。これにより、モニタ 18 には通常画像または酸素飽和度画像が表示される。

【0086】

次に、本発明の内視鏡システム 10 について、図 14 のフローチャートに沿って一連の流れを説明する。通常モードにおいてモード切替部 12f が操作されると、酸素飽和度モードに切り替えられる。酸素飽和度モードに切り替えられた場合、内視鏡 12 の先端部 12d から観察対象に対して洗浄液が噴射され、制御部 60 によってプレ撮影モードが実行される。

【0087】

プレ撮影モードが実行されると、まず、第 1 プレ撮影が行われる。図 15 に示すように、第 1 プレ撮影では、制御部 60 が、光源制御部 23 を制御することによって、第 1 青色光 B S と緑色狭帯域光 G n を同時発光する第 1 プレ発光を行うとともに、撮像制御部 42 を制御することによって、第 1 青色光 B S と緑色狭帯域光 G n で照明中の観察対象を撮像する第 1 プレ撮像を行う。これにより、第 1 プレ撮影時には、B p 画像信号と G p 画像信号と R p 画像信号とが得られる。なお、第 1 青色光 B S と緑色狭帯域光 G n は、予め定められている第 1 プレ撮影用の規定露光量に基づいて、それぞれ第 1 プレ撮影用の第 1 青色光 B S の規定発光量 $L_{p1}(BS)$ 、第 1 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G n の規定発光量 $L_{p1}(Gn)$ で第 1 プレ発光が行われる。また、第 1 プレ撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{p1} で第 1 プレ撮像が行われる。

10

【0088】

黄色色素濃度算出部 72 では、第 1 プレ撮影を行って得られた画像信号のうち、B p 画像信号と G p 画像信号の信号比 Gp/Bp に基づいて、黄色色素の濃度を算出する。規定露光量算出部 73 は、算出された黄色色素の濃度に基づいて、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量を算出する。そして、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{p2}(BL)$ 、第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G n の規定発光量 $L_{p2}(Gn)$ 、及び第 2 プレ撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{p2} が求められる。なお、本実施形態では、観察対象に黄色色素が有る場合の第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{p2}(BL)$ を求めている。したがって、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{p2}(BL)$ は、観察対象に黄色色素が無い場合に求められる第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{s2}(BL)$ よりも大きくされていることによって（図 15 参照）、黄色色素による第 2 青色光 B L の吸光分を補償することができる。

20

30

【0089】

次に、第 2 プレ撮影が行われる。第 2 プレ撮影では、制御部 60 が、光源制御部 23 を制御することによって、第 2 プレ撮影用の各規定発光量 $L_{p2}(BL)$ 、 $L_{p2}(Gn)$ に基づいて第 2 青色光 B L と緑色狭帯域光 G n を同時発光する第 2 プレ発光を行うとともに、撮像制御部 42 を制御することによって、第 2 プレ撮影用の規定露光時間 T_{p2} に基づいて第 2 青色光 B L と緑色狭帯域光 G n で照明中の観察対象を撮像する第 2 プレ撮像を行う。これにより、第 2 プレ撮影時には、B q 画像信号と G q 画像信号と R q 画像信号とが得られる。

40

【0090】

演算値算出部 74 は、第 2 プレ撮影を行って得られた画像信号のうち、B q 画像信号と G q 画像信号の信号比 Bq/Gq を演算値として算出する。判定部 75 は、信号比 Bq/Gq が最適値に近づいたか否かの判定を行う。この判定の結果、信号比 Bq/Gq が最適値に近づいたと判定された場合に、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて本撮影を行うことが決定され、プレ撮影モードが完了して本撮影モードに切り替えられる。

【0091】

本撮影モードに切り替えられると、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量に基づいて、本撮影用の第 2 青色光 B L の規定露光量が求められる。そして、本撮影用の第 2

50

青色光 B L の規定露光量をもとに、第 1 本発光における本撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{r1}(BL)$ が求められ、第 1 本撮像における本撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{r1} が求められる。また、第 2 本発光における本撮影用の第 1 青色光 B S の規定発光量 $L_{r2}(BS)$ 、本撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定発光量 $L_{r2}(G_n)$ 、及び本撮影用の赤色光 R の規定発光量 $L_{r2}(R)$ が求められ、第 2 本撮像における本撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{r2} が求められる。

【0092】

本撮影では、第 1 本発光及び第 1 本撮像と、第 2 本発光及び第 2 本撮像とが交互に行われる。これにより、第 1 本発光及び第 1 本撮像が行われた場合に、B 1 画像信号と G 1 画像信号と R 1 画像信号が得られる。また、第 2 本発光及び第 2 本撮像が行われた場合に、B 2 画像信号と G 2 画像信号と R 2 画像信号が得られる。なお、本撮影では、第 1 本発光での本撮影用の第 2 青色光 B L の規定発光量 $L_{r1}(BL)$ が大きくされているため、黄色色素による第 2 青色光 B L の吸光分が補償される。

10

【0093】

信号比算出部 82 では、本撮影を行って得られる画像信号のうち、B 1 画像信号と G 2 画像信号の信号比 $B1/G2$ と、R 2 画像信号と G 2 画像信号の信号比 $R2/G2$ を算出する。酸素飽和度算出部 86 では、相関関係記憶部 84 に記憶された相関関係を参照して、信号比 $B1/G2$ 及び信号比 $R2/G2$ に対応する酸素飽和度を算出する。画像生成部 88 は、算出された酸素飽和度と、本撮影を行って得られた画像信号とに基づいて酸素飽和度画像を生成する。

20

【0094】

以上のように、本発明の内視鏡システム 10 は、第 1 プレ撮影では、第 1 青色光 B S で照明された観察対象を撮像して得られた画像信号から、黄色色素の濃度を算出し、この黄色色素の濃度に基づいて、第 2 プレ撮影における第 2 青色光 B L の規定露光量を算出する。第 2 プレ撮影では、上記規定露光量に基づいた第 2 青色光 B L で照明された観察対象を撮像して得られた画像信号から、特定の演算を行って演算値を算出し、この演算値が最適値に近づいたか否かを判定する。このように第 1 プレ撮影及び第 2 プレ撮影を行うことによって、観察対象に含まれる黄色色素に第 2 青色光 B L が吸光された場合でも、酸素飽和度を高精度に算出することができる。

30

【0095】

また、本発明の内視鏡システム 10 では、第 1、第 2 プレ撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{p1} 、 T_{p2} を、本撮影用の撮像センサ 36 の規定露光時間 T_{r1} 、 T_{r2} よりもそれぞれ短時間としている（図 15 参照）。これにより、酸素飽和度画像が取得されるまでのタイムラグが小さくなり、酸素飽和度画像を用いた診断を速やかに行うことが可能となる。

【0096】

なお、上記実施形態では、第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影は、酸素飽和度モードに切り替えられたタイミングに行われているが、これ以外のタイミングに行われるようにしても良い。例えば、静止画取得指示部 12g の操作に基づいて静止画取得指示が出力された場合に、第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影とが行われるようにしても良い。観察対象の静止画が取得される場合は、医師によって観察対象の精査が行われる可能性が高いので、静止画として取得される酸素飽和度画像には酸素飽和度が正確に表されていることが好ましい。このため、静止画取得指示が出力された場合に第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影とを行うことによって、酸素飽和度が正確に反映された酸素飽和度画像を静止画として医師に提供することができる。

40

【0097】

また、酸素飽和度画像に基づいた観察対象の動画表示中に、第 1 プレ撮影と第 2 プレ撮影とが行われるようにしても良い。例えば、図 16 に示すように、動画表示中において、第 1 フレームで第 1 プレ撮影が行われ、第 2 フレームで第 2 プレ撮影が行われ、第 3 フレーム及び第 4 フレームで本撮影が行われ、その後の第 5 フレーム以降については、第 1 プ

50

レ撮影、第2プレ撮影、本撮影が順次に繰り返されるようにする。動画を構成する画像を取得する場合には、動画表示中の各フレームのうち、本撮影が行われるフレームで得られた画像信号を少なくとも用いる。これにより、動画表示が行われる場合においても、酸素飽和度を高精度に算出することができる。

【0098】

また、動画表示中は、第1プレ撮影、第2プレ撮影、本撮影を順次に繰り返し行う場合に限らず、例えば、第1、第2プレ撮影が行われるフレームを一定期間が経過する毎に間欠的に設けるようにしても良い。これにより、動画のフレームレートが低下することを防止できる。

【0099】

また、本撮影が行われるフレームで得られる画像に基づいて観察対象の動き量を検出し、検出した動き量が特定値以下の場合に、第1、第2プレ撮影が行われるフレームを設けるようにしても良い。動き量が特定値以下の場合、観察対象を精査するために内視鏡の動きを停止させている可能性があるため、第1、第2プレ撮影が行われるフレームを設けることによって、酸素飽和度が正確に表された酸素飽和度画像を提供することができる。一方で動き量が特定値より大きい場合、スクリーニング等で内視鏡を大きく動かしている可能性があるため、第1、第2プレ撮影が行われるフレームを設けないようにすることによって、プロセッサ装置16の処理負担を軽減できる。

【0100】

なお、上記実施形態では、酸素飽和度画像を取得する際に、本撮影を行って得られた画像信号のみを用いているが、本撮影を行って得られた画像信号に加え、第1プレ撮影及び第2プレ撮影を行って得られた画像信号を用いても良い。但し、第1、第2プレ撮影における照明時間は本撮影における照明時間よりも短時間であるため、第1、第2プレ撮影での規定露光量は本撮影での規定露光量よりも小さい。このため、第1、第2プレ撮影を行って得られた画像信号から画像を生成する場合は、輝度値を増幅するなどの信号処理を施すことによって、規定露光量の不足分を補うことが好ましい。これにより、例えば、動画表示を行う場合に、高フレームレートであり、且つ画像間のチラつきが抑えられた高画質な動画表示が可能である。

【0101】

なお、上記実施形態では、撮像制御部42は、撮像センサ36に対して全画素読出し方式で信号読出しを行っているが、間引き読出し方式で信号読出しを行っても良い。例えば、図17に示すように、第1プレ撮影と第2プレ撮影とが行われた場合において、B画素とG画素とからそれぞれ信号読出しを行うようにしても良い。この場合、撮像制御部42は、偶数(0, 2, 4...N-1)及び奇数(1, 3, 5...N)の画素行のうち、偶数の各画素行については、B画素とG画素の信号読出しが行われるように制御する。一方、奇数の各画素行については、G画素のみについて信号読出しが行われ、R画素については信号読出しが行われないように制御する。これにより、第1プレ撮影時には、黄色色素の濃度を算出する際に用いられるBp画像信号とGp画像信号とが得られる。また、第2プレ撮影時には、演算値を算出する際に用いられるBq画像信号とGq画像信号とが得られる。このように、R画素の信号読出しを行わずに、B画素及びG画素の信号読出しを行うことによって、第1プレ撮影及び第2プレ撮影において信号読出しに要する時間が短縮される。

【0102】

また、間引き読出し方式で信号読出しを行う場合には、偶数の各画素行について1画素行ずつ信号読出しを行い、奇数の各画素行については信号読出しを行わないようにしても良い。これにより、全画素のうちの半分の画素のみについて信号読出しが行われるので、信号読出しに要する時間が半分程度に短縮される。なお、第1プレ撮影と第2プレ撮影とが行われた場合には、B画素、G画素、及びR画素のうち、B画素以外(特定画素以外)の画素からは信号読出しを行わずに、B画素から信号読出しを行っても良い。

【0103】

10

20

30

40

50

なお、上記実施形態では、緑色狭帯域光 G_n は、 $G-LED20c$ からの緑色光 G を緑色狭帯域フィルタ 21 で波長制限することによって生成しているが、その他に、広帯域光源からの広帯域光（白色光）を緑色狭帯域フィルタ 21 で波長制限して生成しても良い。このように、本発明において、広帯域光には、波長帯域が $500\text{nm} \sim 600\text{nm}$ に及ぶ緑色光 G の他、白色光などが含まれる。なお、広帯域光源は、白色 LED などの半導体光源や、キセノンランプなどである。

【0104】

また、上記実施形態では、制御部 60 は、第 1 プレ撮影を行う場合に第 1 青色光 BS と緑色狭帯域光 G_n とを同時発光させ、第 2 プレ撮影を行う場合に第 2 青色光 BL と緑色狭帯域光 G_n とを同時発光させているが、これに代えて、第 1 プレ撮影を行う場合に第 1 青色光 BS と緑色狭帯域光 G_n とを順次発光させ、第 2 プレ撮影を行う場合に第 2 青色光 BL と緑色狭帯域光 G_n とを順次発光させても良い。例えば、図 18 に示すように、制御部 60 は、撮像センサ 36 により露光が行われる期間では各 LED を点灯させ、撮像センサ 36 により信号読出しが行われる期間では各 LED を消灯させる。この順次発光の場合は、同時発光の場合と比較して、各光の露光時間が半分程度とされているため、各光の発光量を 2 倍にする。これにより、同時発光させる場合と比較して、 $BS-LED20a$ 、 $BL-LED20b$ 、及び $G-LED20c$ が消灯して冷却される期間が設けられるので、光源装置 14 の発熱が抑えられる。なお、酸素飽和度画像を取得する際に第 1、第 2 プレ撮影を行って得られた画像信号を用いない場合など、第 1、第 2 プレ撮影での露光量が比較的小さくても良い場合には、各光の発光量を増大させないことによって、光源装置 14 の駆動電流の増大が抑えられて、発熱が更に抑えられる。

10

20

【0105】

上記実施形態では、規定露光量算出部 73 は、黄色色素濃度算出部 72 で算出された黄色色素の濃度に基づいて、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 BL の規定露光量を算出しているが、これに代えて、第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定露光量を算出しても良い。第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定露光量を算出する場合には、規定露光量算出部 73 は、黄色色素の濃度が高いほど、第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定露光量を小さくする。この場合、制御部 60 は、図 19 に示すように、第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定発光量 $Lp2(G_n)$ を求める。第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定発光量 $Lp2(G_n)$ は、観察対象に黄色色素が無い場合に求められる第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定発光量 $Ls2(G_n)$ よりも値が小さい。これにより、演算値算出部 74 で算出される信号比 Bq/Gq の値は、観察対象に黄色色素が有る場合と無い場合とで同じになるため、判定部 75 によって正確な判定が行われて、酸素飽和度を高精度に算出することができる。

30

【0106】

また、規定露光量算出部 73 は、黄色色素の濃度が高いほど、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 BL の規定露光量を大きくし、且つ第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定露光量を小さくしても良い。こうすることで、第 2 プレ撮影用の第 2 青色光 BL の規定露光量のみを算出する場合と比較して、第 2 青色光 BL を発する $BL-LED20b$ を駆動するための電流の値が小さくなるので、光源装置 14 の発熱が抑えられる。また、第 2 プレ撮影用の緑色狭帯域光 G_n の規定露光量のみを算出する場合と比較して、緑色狭帯域光 G_n の規定発光量が小さくされることに伴う全体的な明るさの低下が抑えられる。

40

【0107】

なお、上記実施形態では、規定露光量算出部 73 は、黄色色素濃度算出部 72 で算出された黄色色素の濃度に基づいて第 2 プレ撮影用の規定露光量を算出しているが、黄色色素の濃度に加え、画素の輝度値に基づいて規定露光量を算出しても良い。輝度値は、 $0 \sim 255$ の階調幅を有している。輝度値が飽和値（ 255 ）となっている画素は、いわゆる白とびが発生し、観察対象の視認性を低下させる。このため、黄色色素濃度算出部 72 は、例えば、第 1 プレ撮影を行って得られた画像信号に基づいて各画素の輝度値を平均した平均輝度値を求め、この平均輝度値と飽和値（ 255 ）との差分値が特定値以上となるよう

50

に、第2プレ撮影用の規定露光量を求める。このように求めた第2プレ撮影用の規定露光量に基づいて本撮影を行うことによって、白とびの発生が防止され、観察対象を視認性良く観察することができる。

【0108】

[第2実施形態]

第2実施形態では、上記第1実施形態で示した4色のLED20a~20dの代わりに、キセノンランプなどの広帯域光源と回転フィルタを用いて観察対象の照明を行う。また、カラーの撮像センサ36に代えて、モノクロの撮像センサで観察対象の撮像を行う。それ以外については、第1実施形態と同様である。

【0109】

図20に示すように、内視鏡システム100において、光源装置14は、第1実施形態の各LED20a~20dに代えて、広帯域光源102と、回転フィルタ104と、フィルタ切替部106とを備えている。また、撮像光学系30bには、カラーの撮像センサ36の代わりに、カラーフィルタが設けられていないモノクロの撮像センサ108が設けられている。

【0110】

広帯域光源102は、白色LEDやキセノンランプなどであり、波長域が青色から赤色に及ぶ白色光を発する。回転フィルタ104は、内側から外側に向けて、内側フィルタ110、中間フィルタ111、外側フィルタ112を備えている(図21参照)。

【0111】

フィルタ切替部106は、光源制御部23と電氣的に接続されており、光源制御部23により制御される各モードに応じて、回転フィルタ104を径方向に移動させる。モード切替部12fにより通常モードに設定された場合、フィルタ切替部106は、回転フィルタ104の内側フィルタ110を白色光の光路に挿入する。

【0112】

一方、酸素飽和度モードに設定された場合、フィルタ切替部106は、第1プレ撮影、第2プレ撮影、本撮影のそれぞれが行われるタイミングに合わせて、中間フィルタ111または外側フィルタ112を白色光の光路に挿入する。具体的には、フィルタ切替部106は、第1プレ撮影及び第2プレ撮影では、回転フィルタ104の中間フィルタ111を白色光の光路に挿入し、本撮影では、回転フィルタ104の外側フィルタ112を白色光の光路に挿入する。

【0113】

図21に示すように、内側フィルタ110には、周方向に沿って、白色光のうち第1青色光BSを透過させるB1フィルタ110a、白色光のうち緑色光Gを透過させるGフィルタ110b、白色光のうち赤色光Rを透過させるRフィルタ110cが設けられている。したがって、通常モード時には、回転フィルタ104が回転することで、第1青色光BS、緑色光G、赤色光Rが順次に観察対象に照射される。

【0114】

中間フィルタ111には、周方向に沿って、白色光のうち第1青色光BSを透過させるB1フィルタ111a、白色光のうち緑色狭帯域光Gnを透過させるGnフィルタ111b、白色光のうち第2青色光BLを透過させるB2フィルタ111c、Gnフィルタ111dが設けられている。したがって、酸素飽和度モード時に、中間フィルタ111が白色光の光路に挿入された状態で回転フィルタ104が回転することで、第1青色光BS、緑色狭帯域光Gn、第2青色光BL、緑色狭帯域光Gnが順次に観察対象に照射される。これにより、第1プレ撮影と第2プレ撮影が行われる。

【0115】

外側フィルタ112には、周方向に沿って、白色光のうち第1青色光BSを透過させるB1フィルタ112a、白色光のうち第2青色光BLを透過させるB2フィルタ112b、白色光のうち緑色狭帯域光Gnを透過させるGnフィルタ112c、白色光のうち赤色光Rを透過させるRフィルタ112dが設けられている。したがって、酸素飽和度モード

10

20

30

40

50

時に、外側フィルタ 112 が白色光の光路に挿入された状態で回転フィルタ 104 が回転することで、第 1 青色光 B S、第 2 青色光 B L、緑色狭帯域光 G n、赤色光 R が順次に観察対象に照射される。これにより、本撮影が行われる。

【0116】

内視鏡システム 100 では、通常モードの場合には、第 1 青色光 B S、緑色光 G、及び赤色光 R で観察対象が照明される毎にモノクロの撮像センサ 108 で観察対象を撮像する。これにより、B c 画像信号、G c 画像信号、R c 画像信号が得られる。そして、それら 3 色の画像信号に基づいて、上記第 1 実施形態と同様の方法で、通常画像が生成される。

【0117】

一方、酸素飽和度モードの場合には、第 1 プレ撮影時に、第 1 青色光 B S と緑色狭帯域光 G n とで順次に観察対象が照明される毎にモノクロの撮像センサ 108 で観察対象を撮像する。これにより、B p 画像信号と G p 画像信号と R p 画像信号とが得られる。これらの画像信号に基づいて、上記第 1 実施形態と同様の方法で、黄色色素の濃度の算出、及び第 2 プレ撮影用の規定露光量の算出が行われる。

10

【0118】

また、第 2 プレ撮影時に、第 2 青色光 B L と緑色狭帯域光 G n とで順次に観察対象が照明される毎に撮像センサ 108 で観察対象を撮像する。これにより、B q 画像信号と G q 画像信号と R q 画像信号とが得られる。これらの画像信号に基づいて、上記第 1 実施形態と同様の方法で、演算値の算出が行われる。

【0119】

なお、上記実施形態では、光源 20 は、B S - L E D 20 a、B L - L E D 20 b、G - L E D 20 c、及び R - L E D 20 d の 4 色の L E D を有しているが、その他の L E D を有するようにしても良い。例えば、各 L E D 20 a ~ 20 d に加え、中心波長 405 nm、波長帯域 380 nm ~ 420 nm の紫色光 V を発する V - L E D (Violet Light Emitting Diode) を有するようにしても良い。中心波長 405 nm の紫色光 V で照明された観察対象を撮像して得られた画像信号は、観察対象の粘膜からの距離が極めて小さい極表層血管の情報が多いため、ガンなどの病変部の診断に有効な情報である。したがって、紫色光 V で照明中の観察対象を撮像して得た画像信号に基づいて、極表層血管が表された酸素飽和度画像が生成されるので、ガンなどの病変部の診断に有効な情報をドクターに提供できる。

20

30

【0120】

また、上記実施形態では、B L - L E D 20 b から波長帯域 470 ± 10 nm の第 2 青色光 B L を発しているが、これに代えて、中心波長 460 nm、波長帯域 420 nm ~ 500 nm の青色光 B を発する B - L E D と、特定の波長帯域を透過させる帯域制限部とによって第 2 青色光 B L を発するようにしても良い。例えば、帯域制限部は、B - L E D の光路上に設けられ、B - L E D が発する青色光 B から、波長 460 nm を境に、短波長側の波長 460 nm 未満をカットし、長波長側の波長 460 nm 以上を透過する。このように生成された波長 460 nm 以上 500 nm 以下の光を、第 2 青色光 B L として用いても良い。

【0121】

また、帯域制限部については、上記 B - L E D が発する波長帯域 420 nm ~ 500 nm の青色光 B から、波長 460 nm 以上をカットし、波長 460 nm 未満を透過するように構成しても良い。そして、この場合に生成された波長 420 nm 以上 460 nm 未満の光を、第 1 青色光 B S として用いても良い。

40

【0122】

なお、上記実施形態では、波長帯域が 450 ± 10 nm の第 1 青色光 B S を用いているが、これに代えて、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光係数が同じ波長帯域であり、且つ、黄色色素の吸光係数が他の波長帯域と比較して大きい波長帯域の光を用いてもよい。例えば、第 1 青色光 B S の代わりに、波長帯域が 500 ± 10 nm の緑色狭帯域光を用いてもよい。

50

【 0 1 2 3 】

なお、上記実施形態では、画像生成部 8 8 は、低酸素の領域のみ疑似カラー化するゲインを乗じているが、高酸素領域でも酸素飽和度に応じたゲインを施し、酸素飽和度画像の全体を疑似カラー化しても良い。また、低酸素領域と高酸素領域を酸素飽和度 6 0 % で分けているがこの境界も任意である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 4 】

1 0 , 1 0 0 内視鏡システム

1 2 f モード切替部

1 2 g 静止画取得指示部

1 4 光源装置

2 0 光源

2 0 a B S - L E D

2 0 b B L - L E D

2 0 c G - L E D

2 0 d R - L E D

2 1 緑色狭帯域フィルタ

2 3 光源制御部

3 6 , 1 0 8 撮像センサ

4 2 撮像制御部

6 0 制御部

6 2 プレ撮影用処理部

7 2 黄色色素濃度算出部

7 3 規定露光量算出部

7 4 演算値算出部

7 5 判定部

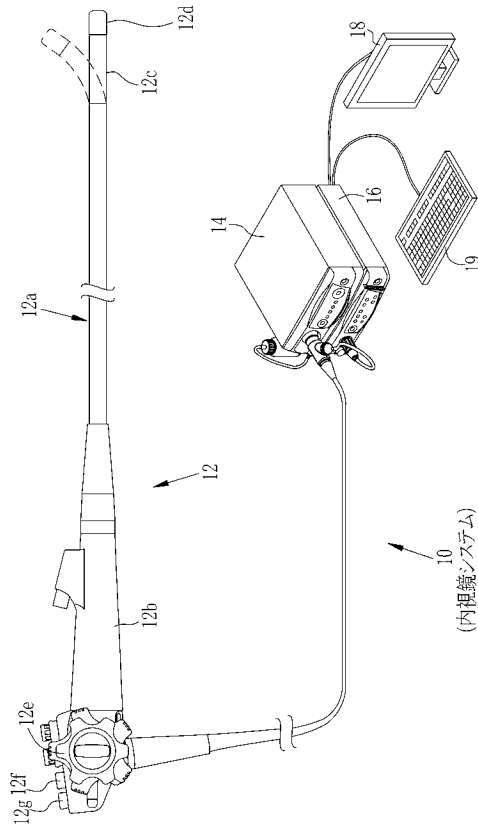
8 6 酸素飽和度算出部

8 8 画像生成部

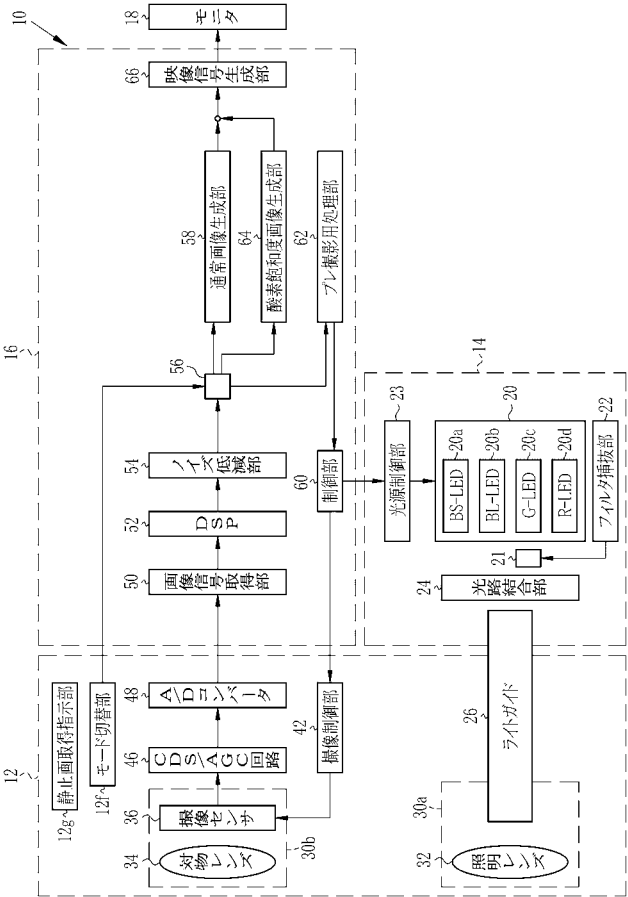
10

20

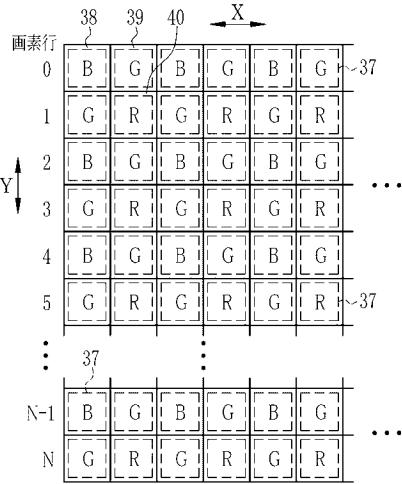
【 図 1 】



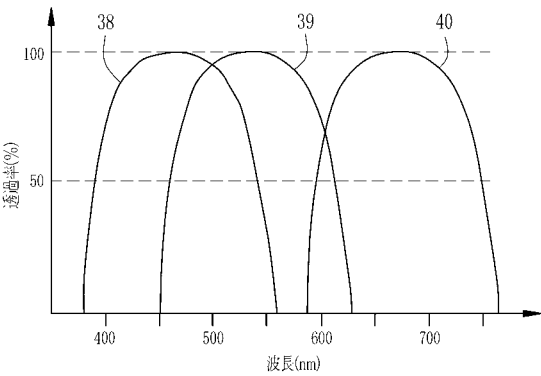
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

照明光	撮像(画像信号)
第1青色光BS 緑色光G 赤色光R	(Bc、Gc、Rc)

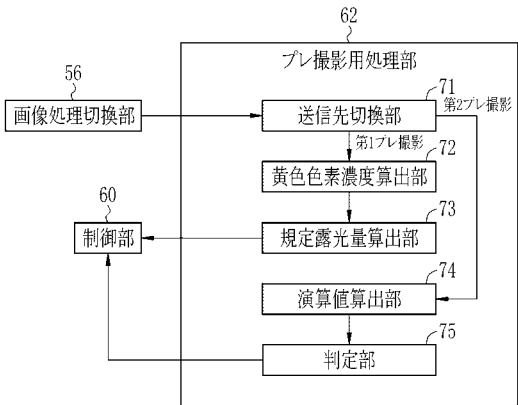
【図 6】

照明光		撮像(画像信号)	
第1プレ発光	第1青色光BS 緑色狭帯域光Gn	第1プレ撮像	(Bp、Gp、Rp)
第2プレ発光	第2青色光BL 緑色狭帯域光Gn	第2プレ撮像	(Bq、Gq、Rq)

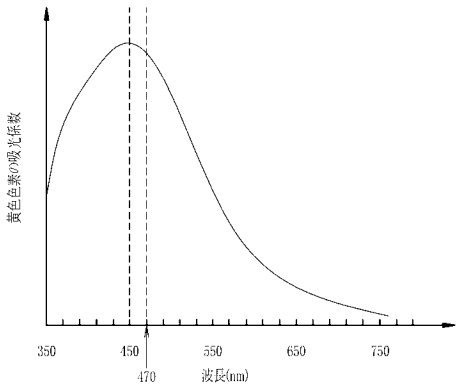
【図 7】

照明光		撮像(画像信号)	
第1本発光	第2青色光BL	第1本撮像	(B1、G1、R1)
第2本発光	第1青色光BS 緑色狭帯域光Gn 赤色光R	第2本撮像	(B2、G2、R2)

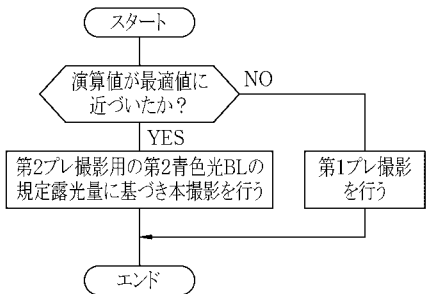
【図 8】



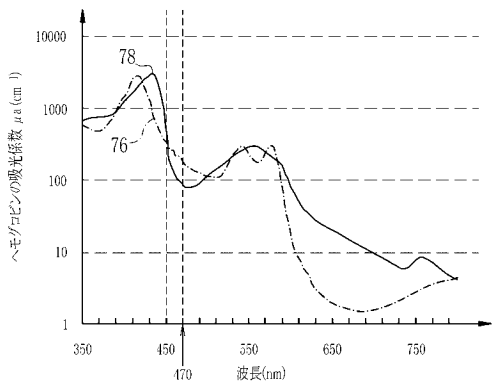
【図 9】



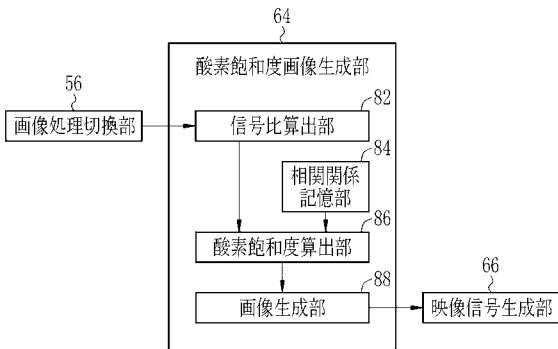
【図 1 1】



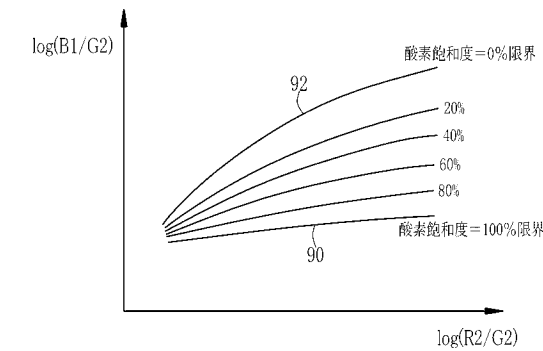
【図 1 0】



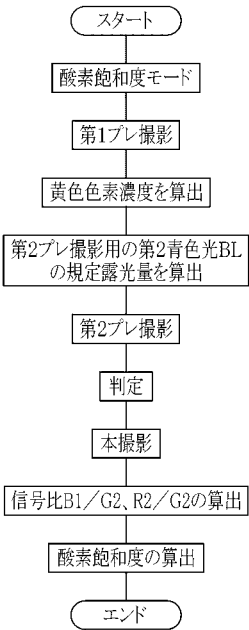
【図 1 2】



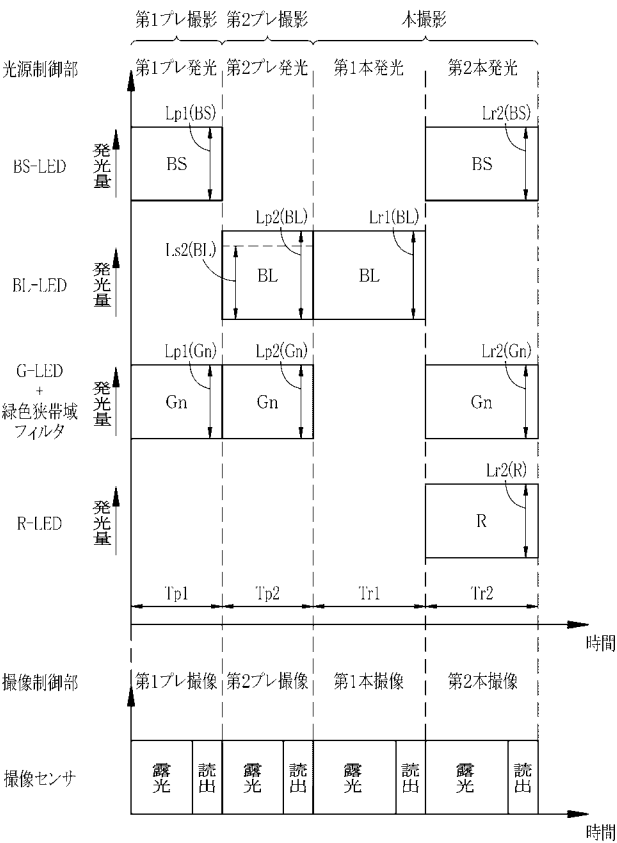
【 図 1 3 】



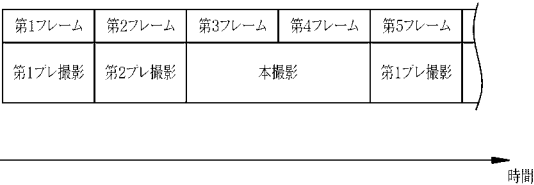
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



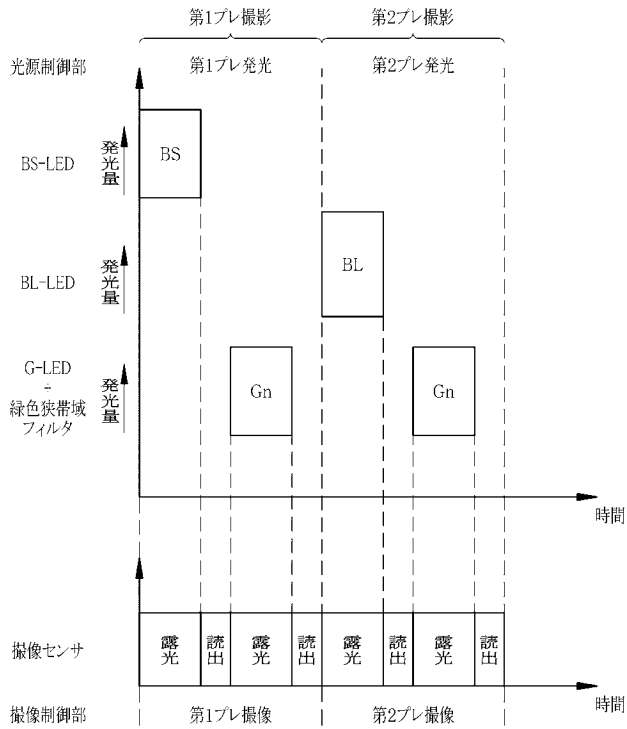
【 図 1 6 】



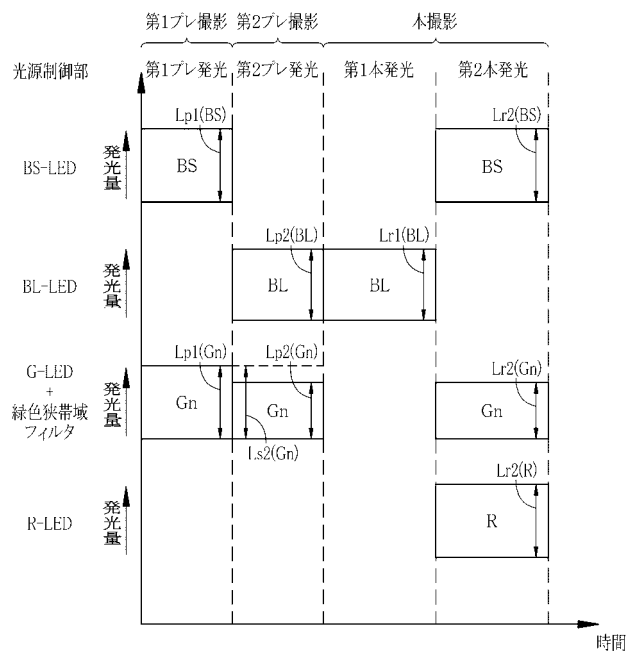
【 図 1 7 】

照明光		撮像(画像信号)	
第1プレ発光	第1青色光BS 緑色狭帯域光Gn	第1プレ撮像	(Bp, Cp)
第2プレ発光	第2青色光BL 緑色狭帯域光Gn	第2プレ撮像	(Bq, Gq)

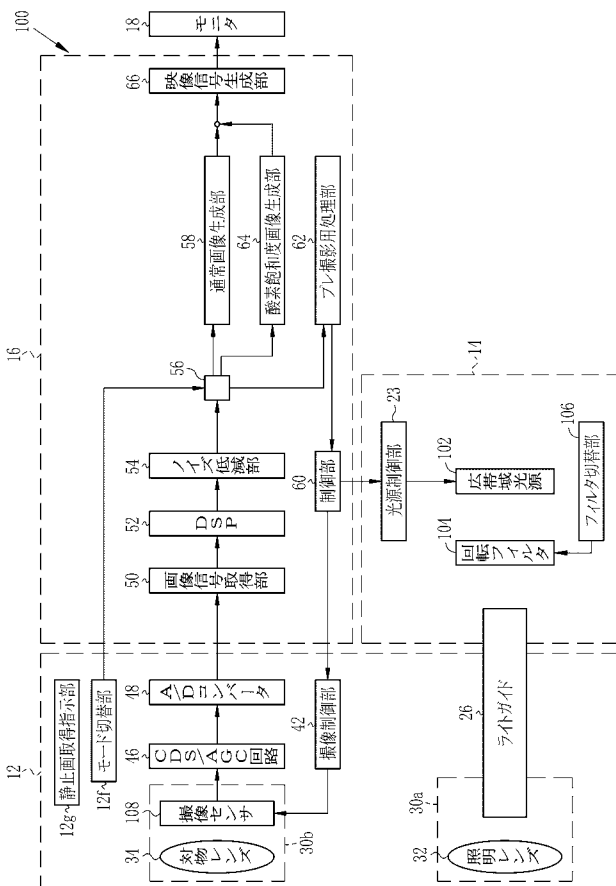
【図 18】



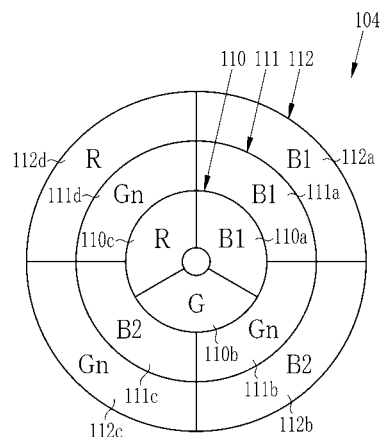
【図 19】



【図 20】



【図 21】



专利名称(译)	内窥镜系统和操作内窥镜系统的方法		
公开(公告)号	JP2017018503A	公开(公告)日	2017-01-26
申请号	JP2015140807	申请日	2015-07-14
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	大谷 健一		
发明人	大谷 健一		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/06 A61B1/04		
CPC分类号	A61B5/1459 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00045 A61B1/043 A61B1/045 A61B1/0638 A61B1/0646 A61B1/0653 A61B1/07 A61B5/14556 H04N5/2256 H04N2005/2255		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/06.A A61B1/04.370 A61B1/00.513 A61B1/00.550 A61B1/04 A61B1/045.617 A61B1/06.612 A61B1/07.730		
F-TERM分类号	4C161/AA01 4C161/AA02 4C161/AA04 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/HH51 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR03 4C161/RR04 4C161/RR14 4C161/RR18 4C161/RR22 4C161/SS21 4C161/WW15		
其他公开文献	JP6362274B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种内窥镜系统和内窥镜系统的操作方法，即使在观察目标中存在黄色色素等的情况下，该系统也能够高精度地计算氧饱和度。控制单元60执行第一预备拍摄以用具有 $450\pm 10\text{nm}$ 波长带的第一蓝光BS照射观察目标以拾取图像。黄色颜料浓度计算单元72基于通过执行第一预备拍摄获得的图像信号来计算黄色颜料的浓度。基于计算出的黄色颜料的浓度，规定曝光量计算单元73计算第二预成像的具有 $470\pm 10\text{nm}$ 波长带的第二蓝光BL的指定曝光量。控制单元60执行第二预备拍摄以用第二蓝光BL照射观察目标，并且基于第二预备拍摄第二蓝光BL的指定曝光量来拍摄图像。计算值计算单元74基于通过执行第二预备拍摄获得的图像信号来计算计算值。确定单元75确定计算值是否接近最佳值。点域8

