

(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2015-159957
(P2015-159957A)

(43) 公開日 平成27年9月7日(2015.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 372	2H040
A61B 1/06 (2006.01)	A61B 1/06 A	4C161
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 B	5C054
G02B 23/24 (2006.01)	G02B 23/24 B	5C065
H04N 9/04 (2006.01)	H04N 9/04 B	5C066

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-36856 (P2014-36856)
(22) 出願日 平成26年2月27日 (2014.2.27)

(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100075281
弁理士 小林 和憲
(72) 発明者 蔵本 昌之
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 2H040 BA09 CA04 CA06 CA11 CA12
CA22 DA12 DA14 DA21 GA02
GA06
4C161 CC06 GG01 LL02 MM02 NN01
SS07 SS21 TT04
5C054 CC07 EE06 EE08 FB03 HA12

最終頁に続く

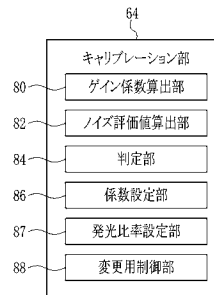
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム及びその作動方法

(57) 【要約】

【課題】色分離性が悪いカラーの撮像センサを用いる場合であっても、ノイズを最小限に抑制することができる内視鏡システム及びその作動方法を提供する。

【解決手段】光源部が、複数色の光を発光する。複数色の光は、第1発光比率で発光するように、それぞれの光量が制御される。カラーの撮像センサが、被写体を撮像して複数色の画像信号を出力する。この複数色の画像信号に基づいて、ゲイン係数算出部80により、暫定ゲイン係数を算出する。暫定ゲイン係数と設定色補正係数に基づいて、ノイズ評価値算出部82により、ノイズ評価値を算出する。判定部84は、ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定する。係数設定部86は、許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出に用いた暫定ゲイン係数を、設定ゲイン係数に設定する。発光比率設定部87は、許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第1発光比率を、設定発光比率に設定する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

特定の観察モード時に複数色の光を設定発光比率で発光する光源部と、設定色補正係数を用いて色補正マトリックス処理を行う色補正マトリックス処理部とを備える内視鏡システムにおいて、

少なくとも前記設定色補正係数に基づいて算出されるノイズ評価値が、許容値以下となるように、前記設定発光比率を設定する設定部を有する内視鏡システム。

【請求項 2】

設定ゲイン係数を用いてホワイトバランス処理を行うホワイトバランス処理部を備え、前記設定部は、前記ノイズ評価値が前記許容値以下となるように、前記設定ゲイン係数を設定する請求項 1 記載の内視鏡システム。

10

【請求項 3】

前記複数色の光を第 1 発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御する光源制御部と、

被写体を撮像して複数色の画像信号を出力するカラーの撮像センサを有する内視鏡と、前記複数色の光が前記第 1 発光比率で照明された基準被写体を、前記カラーの撮像センサで撮像して得られた第 1 の複数色の画像信号を記憶する画像信号記憶部とを備え、

前記設定部は、

前記第 1 の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数を算出するゲイン係数算出部と、

20

前記暫定ゲイン係数と前記設定色補正係数に基づいて、ノイズ評価値を算出するノイズ評価値算出部と、

前記ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定する判定部と、

前記判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出に用いた暫定ゲイン係数を、前記設定ゲイン係数に設定する係数設定部と、

前記判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第 1 発光比率を、前記設定発光比率に設定する発光比率設定部とを備える請求項 2 記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記判定部で前記ノイズ評価値が許容値を超えると判定された場合には、前記複数色の光の第 1 発光比率を変更し、且つ、変更後の第 1 発光比率に基づいて得られた第 1 の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数の算出とノイズ評価値の算出を行うように、前記光源制御部、前記ゲイン係数算出部、前記ノイズ評価値算出部を制御する変更用制御部を有する請求項 3 記載の内視鏡システム。

30

【請求項 5】

前記ノイズ評価値は、前記暫定ゲイン係数又は前記設定色補正係数が大きくなる程、大きくなる請求項 3 または 4 記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記複数色の光は赤色光、緑色光、青色光を含み、前記複数色の画像信号は RGB 画像信号である請求項 3 ないし 5 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

40

【請求項 7】

前記複数色の光は、紫色帯域又は青色帯域の第 1 狭帯域光と緑色帯域の第 2 狭帯域光を含み、前記複数色の画像信号は RGB 画像信号である請求項 3 ないし 5 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

前記 G 画像信号が、前記複数色の光のうち緑色帯域以外の光に関する情報を持つ請求項 6 または 7 記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記光源制御部が、前記複数色の光を第 2 発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御する請求項 3 ないし 8 いずれか 1 項記載の内視鏡システムにおいて、

50

前記複数色の光が第2発光比率で照明された基準被写体を、前記カラーの撮像センサで撮像して得られた第2の複数色の画像信号に基づいて、前記設定色補正係数を算出する色補正係数算出部を備えることを特徴とする内視鏡システム。

【請求項10】

光源部が特定の観察モード時に複数色の光を設定発光比率で発光し、色補正マトリックス処理部が設定色補正係数を用いて色補正マトリックス処理を行う内視鏡システムの作動方法において、

設定部が、少なくとも前記設定色補正係数に基づいて算出されるノイズ評価値が、許容値以下となるように、前記設定発光比率を設定する内視鏡システムの作動方法。

【請求項11】

前記設定部は、前記ノイズ評価値が前記許容値以下となるように、ホワイトバランス処理で用いる設定ゲイン係数を設定する請求項10記載の内視鏡システムの作動方法。

【請求項12】

光源制御部が、前記複数色の光を第1発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御するステップと、

画像信号記憶部が、前記複数色の光が前記第1発光比率で照明された基準被写体を、カラーの撮像センサで撮像して得られた第1の複数色の画像信号を記憶するステップと、

ゲイン係数算出部が、前記第1の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数を算出するステップと、

ノイズ評価値算出部が、前記暫定ゲイン係数と前記設定色補正係数に基づいて、ノイズ評価値を算出するステップと、

判定部が、前記ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定するステップと、

係数設定部が、前記判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出に用いた暫定ゲイン係数を、前記設定ゲイン係数に設定するステップと、

発光比率設定部が、前記判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第1発光比率を、前記設定発光比率に設定するステップとを有する請求項11記載の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、LEDなど複数の半導体光源を用いて被検体内を照明する内視鏡システム及びそ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、プロセッサ装置を備える内視鏡システムを用いた診断が広く行われている。内視鏡は、観察対象を撮像して、複数色の画像信号を出力するカラーの撮像センサを備えていることが一般的である。この撮像センサについては、個体差によって内視鏡毎に分光感度が異なっていることが多いため、この分光感度のバラツキが原因で、内視鏡画像に色バラツキが生じることが知られている。

【0003】

このような内視鏡画像の色バラツキを無くす方法としては、内視鏡を交換する毎に、白色の基準被写体をカラーの撮像センサで撮像して複数色の画像信号を取得するとともに、それら複数色の画像信号が所定バランスとなるように、各色の画像信号にゲイン係数を乗算するゲイン処理を行うことによって、内視鏡画像のホワイトバランスを調整する方法がある。また、光源装置が、赤色光、緑色光、青色光の3色の光をそれぞれ光量独立制御できる複数の半導体光源を備えている場合には、特許文献1に示すように、白色の基準被写体をカラーの撮像センサで撮像して得られる複数色の画像信号が、所定のバランスとなるように、各色の光の光量をそれぞれ制御することによって、内視鏡画像のホワイトバランスを調整する方法もある。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-122794号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、撮像センサがRGBのカラーセンサであり、ある色の画素に他の色の光が混じりにくい色分離性の良いもの（例えば、G画素において青色光や赤色光が混入しにくいセンサ）であれば、ゲイン処理においてゲイン係数を上げなくとも、各色の光の光量を独立に制御するだけで、ホワイトバランスを調整することができる。このようにゲイン係数を上げないことで、ノイズを最小限に抑えることができる。

10

【0006】

一方、撮像センサが、ある色の画素に他の色の光が混じり易い色分離性が悪い色分離性が悪いもの（例えば、G画素において青色光や赤色光が混入しやすいセンサ）の場合には、各色の光の光量の制御だけでホワイトバランスを調整しようとする、各色の光の光量のバランスが崩れてしまう。例えば、G画素が青色光や赤色光にも十分な感度がある場合（図5参照）には、各色の光の光量制御だけでホワイトバランスを行おうとすると、図10の実線に示すように、緑色光の光量は、青色光や赤色光の光量よりも低くなってしまふ。なお、図10において、実線は、光量制御によるホワイトバランス後の青色光、緑色光、赤色光の相対放射強度を示しており、点線は、青色光、緑色光、赤色光のデフォルトの相対放射強度を示している。

20

【0007】

以上のように、緑色光の光量が青色光や緑色光の光量よりも低くなった場合には、画像上で色を正確に表示することができないことがある。そこで、色補正マトリックス処理で、画像上で色を正確に表示しようとする、色補正マトリックス係数で用いる色補正係数（特に、緑色成分を補正するための色補正係数）が高くなってしまふことがある。色補正係数が高くなることで、ノイズが増加するといった問題が生じることになる。

【0008】

本発明は、色分離性が悪いカラーの撮像センサを用いる場合であっても、ノイズを抑制することができる内視鏡システム及びその作動方法を提供することを目的とする。

30

【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、本発明は、特定の観察モード時に複数色の光を設定発光比率で発光する光源部と、設定色補正係数を用いて色補正マトリックス処理を行う色補正マトリックス処理部とを備える内視鏡システムにおいて、少なくとも設定色補正係数に基づいて算出されるノイズ評価値が、許容値以下となるように、設定発光比率を設定する設定部を有する。設定ゲイン係数を用いてホワイトバランス処理を行うホワイトバランス処理部を備え、設定部は、ノイズ評価値が許容値以下となるように、設定ゲイン係数を設定することが好ましい。

【0010】

複数色の光を第1発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御する光源制御部と、被写体を撮像して複数色の画像信号を出力するカラーの撮像センサを有する内視鏡と、複数色の光が第1発光比率で照明された基準被写体を、カラーの撮像センサで撮像して得られた第1の複数色の画像信号を記憶する画像信号記憶部とを備え、設定部は、第1の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数を算出するゲイン係数算出部と、暫定ゲイン係数と設定色補正係数に基づいて、ノイズ評価値を算出するノイズ評価値算出部と、ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定する判定部と、判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出に用いた暫定ゲイン係数を、設定ゲイン係数に設定する係数設定部と、判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第1発光比率を、設定発光比率に設定する発光比率設定部とを備えることが好ましい。

40

50

【0011】

判定部でノイズ評価値が許容値を超えると判定された場合には、複数色の光の第1発光比率を変更し、且つ、変更後の第1発光比率に基づいて得られた第1の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数の算出とノイズ評価値の算出を行うように、光源制御部、ゲイン係数算出部、ノイズ評価値算出部を制御する変更用制御部を有することが好ましい。

【0012】

ノイズ評価値は、暫定ゲイン係数又は設定色補正係数が大きくなる程、大きくなることが好ましい。複数色の光は赤色光、緑色光、青色光を含み、複数色の画像信号はRGB画像信号であることが好ましい。複数色の光は、紫色帯域又は青色帯域の第1狭帯域光と緑色帯域の第2狭帯域光を含み、複数色の画像信号はRGB画像信号であることが好ましい。G画像信号が、複数色の光のうち緑色帯域以外の光に関する情報を持つことが好ましい。

10

【0013】

光源制御部が、複数色の光を第2発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御する上記記載の本発明の内視鏡システムにおいて、複数色の光が第2発光比率で照明された基準被写体を、カラーの撮像センサで撮像して得られた第2の複数色の画像信号に基づいて、設定色補正係数を算出する色補正係数算出部を備えることが好ましい。

【0014】

本発明は、光源部が特定の観察モード時に複数色の光を設定発光比率で発光し、色補正マトリクス処理部が設定色補正係数を用いて色補正マトリクス処理を行う内視鏡システムの作動方法において、設定部が、少なくとも設定色補正係数に基づいて算出されるノイズ評価値が、許容値以下となるように、設定発光比率を設定する。設定部は、ノイズ評価値が許容値以下となるように、ホワイトバランス処理で用いる設定ゲイン係数を設定することが好ましい。

20

【0015】

光源制御部が、複数色の光を第1発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御するステップと、画像信号記憶部が、複数色の光が第1発光比率で照明された基準被写体を、カラーの撮像センサで撮像して得られた第1の複数色の画像信号を記憶するステップと、ゲイン係数算出部が、第1の複数色の画像信号に基づいて、暫定ゲイン係数を算出するステップと、ノイズ評価値算出部が、暫定ゲイン係数と設定色補正係数に基づいて、ノイズ評価値を算出するステップと、判定部が、ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定するステップと、係数設定部が、判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出に用いた暫定ゲイン係数を、設定ゲイン係数に設定するステップと、発光比率設定部が、判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第1発光比率を、設定発光比率に設定するステップとを有することが好ましい。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、色分離性が悪いカラーの撮像センサを用いる場合であっても、ノイズを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

40

【図1】内視鏡システムの外観図である。

【図2】内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

【図3】通常光の発光スペクトルを示すグラフである。

【図4】紫色光V、緑色狭帯域光G_nの発光スペクトルを示すグラフである。

【図5】撮像センサにおけるB画素、G画素、R画素の分光感度を示すグラフである。

【図6】第1実施形態のキャリアレーション部を示すブロック図である。

【図7】本発明の一連の流れを示すフローチャートである。

【図8】第2実施形態のキャリアレーション部を示すブロック図である。

【図9】図3とは異なる通常光の発光スペクトルを示すグラフである。

【図10】光量制御によるホワイトバランス後の青色光、緑色光、赤色光の相対放射強度

50

とデフォルト（初期設定）の青色光、緑色光、赤色光の相対放射強度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

[第1実施形態]

図1に示すように、第1実施形態の内視鏡システム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、被検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る湾曲部12c及び先端部12dを有している。操作部12bのアングルノブ12eを操作することにより、湾曲部12cは湾曲動作する。この湾曲動作に伴って、先端部12dが所望の方向に向けられる。

10

【0019】

また、操作部12bには、アングルノブ12eの他、モード切替SW13が設けられている。モード切替SW13は、通常観察モードと、特殊観察モードと、第1キャリブレーションモードとの3種類のモード間の切り替え操作に用いられる。通常観察モード（特定の観察モード）は、白色光を用いて通常光画像をモニタ18上に表示するモードである。特殊観察モード（特定の観察モード）は、表層血管などの特定構造を粘膜とのコントラスト差を付けて強調表示することができる特定波長の光を用いて、モニタ18上に特殊光画像を表示するモードである。第1キャリブレーションモードは、通常観察モード及び特殊観察モードで用いる複数色の光の設定発光比率を設定するとともに、通常観察モード及び特殊観察モード時に行うホワイトバランス処理に用いる設定ゲイン係数を設定するモードである。

20

【0020】

光源装置14及びプロセッサ装置16に対しては、内視鏡12とは異なる他の内視鏡100を装着することができる。内視鏡12と内視鏡100とは同様の構成を有しているが、内視鏡12内の撮像センサ48と内視鏡100内の撮像センサ102とは分光特性が異なっている。そのため、内視鏡12、100を装着したときには、モード切替SW13で第1キャリブレーションモードに切り替えて、ホワイトバランスをキャリブレーションする必要がある。なお、内視鏡を交換したときには、自動的に第1キャリブレーションモードに切り替えて、設定発光比率の決定及び設定ゲイン係数の設定を自動的に行うようにしてもよい。

30

【0021】

プロセッサ装置16は、モニタ18及びコンソール19と電氣的に接続される。モニタ18は、画像情報等を出力表示する。コンソール19は、機能設定等の入力操作を受け付けるUI（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16には、画像情報等を記録する外付けの記録部（図示省略）を接続してもよい。

【0022】

図2に示すように、光源装置14は、V-LED（Violet Light Emitting Diode）20a、B-LED（Blue Light Emitting Diode）20b、G-LED（Green Light Emitting Diode）20c、R-LED（Red Light Emitting Diode）20d、これら4色のLED20a~20d（光源部）の駆動を制御する光源制御部21、G-LEDの光路上に挿脱される緑色狭帯域フィルタ22と、4色のLED20a~20dから発せられる光の光路を結合する光路結合部23とを備えている。光路結合部23で結合された光は、挿入部12a内に挿通されたライトガイド41及び照明レンズ45を介して、被検体内に照射される。なお、LEDの代わりに、LD（Laser Diode）を用いてもよい。また、緑色狭帯域フィルタ22はフィルタ挿脱部22aにより挿脱される。

40

【0023】

V-LED20aは、中心波長405nm、波長範囲380~420nmの紫色光Vを発生する。B-LED20bは、中心波長460nm、波長範囲420~500nmの青色光Bを発生する

50

G-LED 2 0 c は、波長範囲が 4 8 0 ~ 6 0 0 nm に及ぶ正規分布の緑色光 G を発生する。R-LED 2 0 d は、中心波長 6 2 0 ~ 6 3 0 nm で、波長範囲が 6 0 0 ~ 6 5 0 nm に及ぶ赤色光 R を発生する。緑色狭帯域フィルタ 2 2 は、G-LED 2 0 c から発せられる緑色光 G のうち、5 3 0 ~ 5 5 0 nm の緑色狭帯域光 Gn を透過させる。

【 0 0 2 4 】

光源制御部 2 1 は、通常観察モード時には、緑色狭帯域フィルタ 2 2 を G-LED 2 0 c の光路上から退避させた状態で、V-LED 2 0 a、B-LED 2 0 b、G-LED 2 0 c、R-LED 2 0 d を全て点灯する。これにより、図 3 に示すように、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の 4 色の光が混色することで、通常光が生成される。また、これら紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R は設定発光比率で発光される。この設定発光比率は、発光比率設定部 8 7 (図 6 参照) で設定される。なお、通常観察モード時には、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の 3 色で発光を行ってもよい。

10

【 0 0 2 5 】

一方、特殊観察モード時には、緑色狭帯域フィルタ 2 2 を G-LED 2 0 c の光路上に挿入した状態で、V-LED 2 0 a、G-LED 2 0 c を同時点灯することにより、紫色光 V (第 1 狭帯域光)、緑色狭帯域光 Gn (第 2 狭帯域光) を同時に発生する。これにより、図 4 に示すように、V-LED 2 0 a からの紫色光 V と、緑色狭帯域フィルタ 2 2 で波長制限された緑色狭帯域光 Gn とが同時に生成される。また、これら紫色光 V と緑色狭帯域光 Gn のは、設定発光比率で発光される。この設定発光比率は、発光比率設定部 8 7 (図 6 参照) で設定される。なお、特殊観察モード時には、第 1 狭帯域光として、紫色光 V に代えて、青色狭帯域光を発光してもよい。

20

【 0 0 2 6 】

また、光源制御部 2 1 は、第 1 キャリブレーションモード時には、通常観察用のキャリブレーション発光と、特殊観察用のキャリブレーション発光を行うように、各 LED 2 0 a ~ 2 0 d を制御する。通常観察用のキャリブレーション発光時には、緑色狭帯域フィルタ 2 2 を G-LED 2 0 c の光路上から退避させた状態で、V-LED 2 0 a、B-LED 2 0 b、G-LED 2 0 c、R-LED 2 0 d を全て点灯して、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の 4 色の光を発光する。また、この通常観察用のキャリブレーション発光時には、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R が通常観察用の第 1 発光比率で発光するように、制御される。

30

【 0 0 2 7 】

一方、特殊観察用のキャリブレーション発光時には、緑色狭帯域フィルタ 2 2 を G-LED 2 0 c の光路上に挿入した状態で、V-LED 2 0 a、G-LED 2 0 c を同時点灯することにより、紫色光 V、緑色狭帯域光 Gn を同時に発生する。また、この特殊観察用のキャリブレーション発光時には、紫色光 V と緑色狭帯域光 Gn が特殊観察用の第 1 発光比率で発光するように、制御される。

【 0 0 2 8 】

ライトガイド 4 1 は、内視鏡 1 2 及びユニバーサルコード (内視鏡 1 2 と光源装置 1 4 及びプロセッサ装置 1 6 とを接続するコード) 内に内蔵されており、光路結合部 2 3 で結合された光を内視鏡 1 2 の先端部 1 2 d まで伝搬する。なお、ライトガイド 4 1 としては、マルチモードファイバを使用することができる。一例として、コア径 1 0 5 μm 、クラッド径 1 2 5 μm 、外皮となる保護層を含めた径が 0 . 3 ~ 0 . 5 mm の細径なファイバケーブルを使用することができる。

40

【 0 0 2 9 】

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 4 5 を有しており、この照明レンズ 4 5 を介して、ライトガイド 4 1 からの光が観察対象に照射される。撮像光学系 3 0 b は、対物レンズ 4 6、撮像センサ 4 8 を有している。観察対象からの反射光は、対物レンズ 4 6 を介して、撮像センサ 4 8 に入射する。これにより、撮像センサ 4 8 に観察対象の反射像が結像される。なお、通常観察モード及び特殊観察モード時は、食道、胃、大腸など被検体の内部に光

50

を照射し、その反射像を撮像センサ 48 で撮像する。一方、第 1 キャリブレーションモード時は、白色の基準被写体 S T (図 1 参照) に光を照射し、その反射像を撮像センサ 48 で撮像する。

【 0 0 3 0 】

撮像センサ 48 はカラーの撮像センサであり、被検体の反射像を撮像して画像信号を出力する。この撮像センサ 48 は、C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等であることが好ましい。本発明で用いられる撮像センサ 48 は、R (赤)、G (緑) 及び B (青) の 3 色の R G B 画像信号を得るためのカラーの撮像センサ、即ち、R フィルタが設けられた R 画素、G フィルタが設けられた G 画素、B フィルタが設けられた B 画素を備えた、いわゆる R G B 撮像センサである。

10

【 0 0 3 1 】

例えば、図 5 に示すように、G 画素が、緑色帯域だけでなく、青色帯域や赤色帯域にまで感度を有する撮像センサ 48 を用いた場合、通常観察モード時には、G 画素に、緑色光 G に加えて、紫色光 V、青色光 B、赤色光 R が入射し、特殊観察モード時には、G 画素に、緑色狭帯域光 G n に加えて、紫色光 V が入射する。したがって、G 画素では色分離を確実に行うことができないため、撮像センサ 48 は色分離性の悪いセンサである。これに対して、G 画素が、青色帯域や緑色帯域にほとんど感度を有しない撮像センサ 48 を用いた場合には、G 画素には、緑色光 G や緑色狭帯域光 G n など緑色帯域の光以外がほとんど入射しないため、G 画素で色分離を確実に行うことができる。

20

【 0 0 3 2 】

なお、撮像センサ 48 の各色の画素における色分離性は、各色の画素に他の色が混じる割合を示す混色率で定義することができる。例えば、G 画素の混色率については、図 5 において G 画素が感度を有する全ての領域の面積を S 1 とし、G 画素と B 画素の感度が一致するクロス点 P 1 よりも短波長側の領域の面積を S 2 とし、G 画素と R 画素の感度が一致するクロス点 P 2 よりも長波長側の領域の面積を S 3 とした場合に、G 画素の混色率を $(S 2 + S 3) / S 1$ と表すことができる。B 画素の混色率や R 画素の混色率についても、G 画素の混色率と同様に定義することが可能である。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、撮像センサ 48 から出力される画像信号は、C D S ・ A G C 回路 50 に送信される。C D S ・ A G C 回路 50 は、アナログ信号である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 50 を経た画像信号は、A / D 変換器 (A / D コンバータ) 52 により、デジタル画像信号に変換される。A / D 変換されたデジタル画像信号は、プロセッサ装置 16 に入力される。

30

【 0 0 3 4 】

プロセッサ装置 16 は、受信部 53 と、画像信号記憶部 54 と、D S P 56 と、ノイズ除去部 58 と、画像処理切替部 60 と、通常光画像処理部 62 と、特殊光画像処理部 63 と、キャリブレーション部 (設定部) 64 と、映像信号生成部 66 とを備えている。受信部 53 は内視鏡 12 からのデジタルの R G B 画像信号を受信する。R 画像信号は撮像センサ 48 の R 画素から出力される信号に対応し、G 画像信号は撮像センサ 48 の G 画素から出力される信号に対応し、B 画像信号は撮像センサ 48 の B 画素から出力される信号に対応している。ここで、G 画素が、緑色帯域だけでなく、青色帯域や赤色帯域にまで感度を有する撮像センサ 48 を用いた場合には、G 画像信号には、緑色帯域以外の光 (青色帯域や赤色帯域の光) に関する情報が含まれることになる。これら R G B 画像信号は、D S P 56 に送信される。

40

【 0 0 3 5 】

なお、第 1 キャリブレーションモード時には、受信部 53 からの RGB 画像信号は、画像信号記憶部 54 で記憶させてから、D S P 56 に送信する。この画像信号記憶部 54 では、内視鏡のスコープ I D と R G B 画像信号とを対応付けて記憶させておく。このようにスコープ I D と第 1 キャリブレーションモード時の R G B 画像信号とを対応付けて記憶してお

50

くことで、次回、内視鏡を交換したときに、基準被写体を撮像することなく、設定発光比率の決定及び設定ゲイン係数の設定を行うことができる。

【0036】

DSP56は、RGB画像信号に対してガンマ補正、色補正処理を行う。ノイズ除去部58は、DSP56でガンマ補正等が施されたRGB画像信号に対してノイズ除去処理（例えば移動平均法やメディアンフィルタ法等）を施すことによって、RGB画像信号からノイズを除去する。ノイズが除去されたRGB画像信号は、画像処理切替部60に送信される。

【0037】

画像処理切替部60は、モード切替SW13により、通常観察モードにセットされている場合には、RGB画像信号を通常光画像処理部62に送信し、特殊観察モードにセットされている場合には、RGB画像信号を特殊光画像処理部63に送信し、第1キャリアレーションモードにセットされている場合には、RGB画像信号をキャリアレーション部64に送信する。

【0038】

通常光画像処理部62は、通常用色変換部68と、ホワイトバランス処理部70と、色補正マトリックス処理部72とを有し、被検体内を通常の生体の色調で表現した通常光画像を生成する。通常用色変換部68は、RGB画像信号に対して色変換処理を施すことにより、色変換済RGB画像信号を出力する。色変換済R画像信号は色変換処理前のR画像信号に対応しており、色変換済G画像信号は色変換処理前のG画像信号に対応しており、色変換済B画像信号は色変換処理前のB画像信号に対応している。

【0039】

ホワイトバランス処理部70は、色変換済RGB画像信号に対してホワイトバランス処理を施して、ホワイトバランス処理済みRGB画像信号を出力する。ホワイトバランス処理では、下記式(1)に示すマトリックス演算により行われ、ホワイトバランス処理済みR画像信号 R_y （「 R_y 」と表記）は、色変換済みR画像信号（「 R_x 」と表記）に通常観察用の設定ゲイン係数 $GainR$ を乗算することにより得られる。また、ホワイトバランス処理済みG画像信号 G_y （「 G_y 」と表記）は、色変換済みG画像信号（「 G_x 」と表記）に通常観察用の設定ゲイン係数 $GainG$ を乗算することにより得られる。また、ホワイトバランス処理済みB画像信号 B_y （「 B_y 」と表記）は、色変換済みB画像信号（「 B_x 」と表記）に通常観察用の設定ゲイン係数 $GainB$ を乗算することにより得られる。

【数1】

$$\begin{bmatrix} R_y \\ G_y \\ B_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} GainR & 0 & 0 \\ 0 & GainG & 0 \\ 0 & 0 & GainB \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R_x \\ G_x \\ B_x \end{bmatrix} \cdots (1)$$

【0040】

色補正マトリックス処理部72は、ホワイトバランス処理済みRGB画像信号に対して色補正マトリックス処理を施して、色補正マトリックス処理済みRGB画像信号を出力する。色補正マトリックス処理では、下記式(2)に示すマトリックス演算により行われる。色補正マトリックス処理済みRGB画像信号は、映像信号生成部66に入力される。

【数2】

$$\begin{bmatrix} R_z \\ G_z \\ B_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{00} & C_{01} & C_{02} \\ C_{10} & C_{11} & C_{12} \\ C_{20} & C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R_y \\ G_y \\ B_y \end{bmatrix} \cdots (2)$$

ここで、式(2)のうち、「 R_z 」は色補正マトリックス処理済みR画像信号を、「 G_z 」は色補正マトリックス処理済みG画像信号を、「 B_z 」は色補正マトリックス処理済み

10

20

30

40

50

B画像信号を表している。 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} 、通常観察用の設定色補正係数を表している。

【0041】

特殊光画像処理部63は、特殊用色変換部74と、ホワイトバランス処理部76と、色補正マトリックス処理部78とを有し、表層血管など特定構造を強調表示した特殊光画像を生成する。特殊用色変換部74は、3色のRGB画像信号に対して色変換処理を施すことにより、色変換済RGB画像信号を出力する。色変換済みB画像信号は色変換処理前のB画像信号に対応しており、色変換済みG画像信号は色変換処理前のG画像信号に対応しており、色変換済みR画像信号は色変換処理前のR画像信号に対応している。なお、特殊観察モード時には撮像センサ48のR画像にはほとんど光が入らないため、色変換済みR画像信号の画素値はほぼ「0」である。

10

【0042】

ホワイトバランス処理部76は、色変換済RGB画像信号に対してホワイトバランス処理を施して、ホワイトバランス処理済みRGB画像信号を出力する。ホワイトバランス処理は、特殊観察用の設定ゲイン係数GainR、GainG、GainBを用いて、ホワイトバランス処理部70でのホワイトバランス処理(式(1)によるマトリックス演算)と同様の方法で行われる。

【0043】

色補正マトリックス処理部78は、ホワイトバランス処理済みRGB画像信号に対して色補正マトリックス処理を施して、特殊観察用の設定色補正係数 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} を用いて、色補正マトリックス処理部72での色補正マトリックス処理(式(2)によるマトリックス演算)と同様の方法で行われる。

20

【0044】

映像信号生成部66は、通常光画像処理部62又は特殊光画像処理部63から入力されたRGB画像信号を、モニタ18でフルカラー表示可能画像として表示するためのRGB映像信号に変換する。通常光画像処理部62からのRGB画像信号のうち、R画像信号はR映像信号に割り当てられ、G画像信号はG映像信号に割り当てられ、B画像信号はB映像信号に割り当てられる。また、特殊光画像処理部63からのRGB画像信号のうち、B画像信号はB映像信号とG映像信号に割り当てられ、G画像信号がR画像信号に割り当てられる。そして、モニタ18は、RGB映像信号に基づいて、通常観察モード時には通常光画像を表示し、特殊光観察モード時には特殊光画像を表示する。

30

【0045】

図6に示すように、キャリブレーション部64は、ゲイン係数算出部80と、ノイズ評価値算出部82と、判定部84と、係数設定部86と、発光比率設定部87と、変更用制御部88とを有している。ゲイン係数算出部80は、通常観察用のキャリブレーション発光時に得られたRGB画像信号に基づいて、通常観察用の暫定ゲイン係数GainR、GainG、GainBを算出する。このゲイン係数算出部80では、R画像信号：G画像信号：B画像信号が1：1：1となるように、通常観察用の暫定ゲイン係数GainR、GainG、GainBを算出する。また、ゲイン係数算出部80は、特殊観察用のキャリブレーション発光時に得られたRGB画像信号に基づいて、通常観察用の暫定ゲイン係数の算出方法と同様の方法で、特殊観察用の暫定ゲイン係数GainR、GainG、GainBを算出する。

40

【0046】

ノイズ評価値算出部82は、ゲイン係数算出部80で求めた通常観察用及び特殊観察用のゲイン係数GainR、GainG、GainBと、設定色補正係数 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} とに基づいて、通常観察用及び特殊観察用のノイズ評価値を算出する。なお、第1実施形態では、設定色補正係数 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} は、工場出荷時に予め設定されている。なお、ノイズ評価値は、設定色補正係数 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} だけで算出してもよい。

50

【 0 0 4 7 】

通常観察用のノイズ評価値は、下記(3)式又は(4)式によって、算出される。式(3)式により得られる値は、輝度増幅率に換算した値に対応しており、(4)式により得られる値は、RGB増幅率の和に換算した値に対応している。したがって、ノイズ評価値が大きい程、輝度又はRGB増幅率が大きくなって、ノイズが大きくなる一方で、ノイズ評価値が小さくなる程、輝度又はRGB増幅率が小さくなって、ノイズが小さくなることが分かる。なお、式(3)、(4)に示すように、ノイズ評価値は、暫定ゲイン係数又は設定色補正係数が大きい程、大きくなることが分かる。

【 数 3 】

$$\begin{aligned} \text{ノイズ評価値} &= 0.299 \times \sqrt{(C_{00} \times \text{GainR})^2 + (C_{01} \times \text{GainG})^2 + (C_{02} \times \text{GainB})^2} \\ &+ 0.587 \times \sqrt{(C_{10} \times \text{GainR})^2 + (C_{11} \times \text{GainG})^2 + (C_{12} \times \text{GainB})^2} \\ &+ 0.114 \times \sqrt{(C_{20} \times \text{GainR})^2 + (C_{21} \times \text{GainG})^2 + (C_{22} \times \text{GainB})^2} \cdots (3) \end{aligned}$$

10

【 数 4 】

$$\begin{aligned} \text{ノイズ評価値} &= \sqrt{(C_{00} \times \text{GainR})^2 + (C_{01} \times \text{GainG})^2 + (C_{02} \times \text{GainB})^2} \\ &+ \sqrt{(C_{10} \times \text{GainR})^2 + (C_{11} \times \text{GainG})^2 + (C_{12} \times \text{GainB})^2} \\ &+ \sqrt{(C_{20} \times \text{GainR})^2 + (C_{21} \times \text{GainG})^2 + (C_{22} \times \text{GainB})^2} \cdots (4) \end{aligned}$$

20

【 0 0 4 8 】

一方、特殊観察用のノイズ評価値は、下記(5)式によって、算出される。式(5)式により得られる値は、輝度増幅率に換算した値に対応している。したがって、ノイズ評価値が大きい程、輝度増幅率が大きくなって、ノイズが大きくなる一方で、ノイズ評価値が小さくなる程、輝度増幅率が小さくなって、ノイズが小さくなることが分かる。なお、式(5)に示すように、ノイズ評価値は、暫定ゲイン係数又は設定色補正係数が大きい程、大きくなることが分かる。また、

【 数 5 】

$$\begin{aligned} \text{ノイズ評価値} &= 0.299 \times \sqrt{(C_{10} \times \text{GainR})^2 + (C_{11} \times \text{GainG})^2 + (C_{12} \times \text{GainB})^2} \\ &+ (0.587 + 0.114) \times \sqrt{(C_{20} \times \text{GainR})^2 + (C_{21} \times \text{GainG})^2 + (C_{22} \times \text{GainB})^2} \cdots (5) \end{aligned}$$

30

【 0 0 4 9 】

判定部84は、通常観察用及び特殊観察用のノイズ評価値が、予め定めた許容値以下か否かを判定する。通常観察用のノイズ評価値が許容値以下と判定された場合には、係数設定部86が、そのノイズ評価値の算出に用いた通常観察用の暫定ゲイン係数GainR、GainG、GainBを通常観察用の設定ゲイン係数GainR、GainG、GainBに設定する。この設定された通常観察用の設定ゲイン係数GainR、GainG、GainBは、ホワイトバランス処理部70に送信されてホワイトバランス処理に用いられる。また、発光比率設定部87が、許容値以下となるノイズ評価値の算出時に発光した紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rの第1発光比率を、通常観察モード時の設定発光比率として設定する。

40

【 0 0 5 0 】

一方、特殊観察用のノイズ評価値が許容値以下と判定された場合についても、通常観察用のノイズ評価値の場合と同様に行う。これにより、通常観察用の設定ゲイン係数GainR、GainG、GainBが設定されるとともに、特殊観察モード時の設定発光比率が設定される。なお、判定部84では、ノイズ評価値が許容値以下か否かで判定を行うが、これに代えて、複数回、ノイズ評価値の算出を行い、それら算出したノイズ評価値のうち、最も小さいノイズ評価値の算出に用いた暫定ノイズ係数を設定ノイズ係数に設定してもよい。

【 0 0 5 1 】

これに対して、判定部84が通常観察用のノイズ評価値が許容値を超えると判定した場

50

合には、変更用制御部 88 が、まず、光源制御部 21 を制御して、4 色の LED 20a ~ 20d の光量を増加又は減少させることによって、第 1 発光比率を変更する。例えば、変更前の第 1 発光比率が「紫色光 V : 青色光 B : 緑色光 G : 赤色光 R = V1 : B1 : G1 : R1」であり、緑色光 G の光量を増加させた場合には、第 1 発光比率は「V1 : B1 : G2 : R1 (G2 は G1 よりも大きい)」に変更される。そして、変更後の第 1 発光比率に基づく通常観察用キャリブレーション発光で照明された基準被写体を撮像して RGB 画像信号を再取得する。

【0052】

次に、変更用制御部 88 は、ゲイン係数算出部 80 及びノイズ評価値算出部 82 を制御して、再取得した RGB 画像信号に基づいて、再度、暫定ゲイン係数の算出、ノイズ評価値の算出を行う。そして、判定部 84 が、再度算出したノイズ評価値に基づいて判定を行う。このノイズ評価値の再算出等は、ノイズ評価値が許容値以下となるまで繰り返し行われる。一方、判定部 84 が特殊観察用のノイズ評価値が許容値を超えると判定した場合についても、通常観察用のノイズ評価値が許容値を超えると判定した場合と同様の処理を行う。

10

【0053】

次に、本発明の作用について、図 7 に示すフローチャートを参照しながら説明する。まず、内視鏡 12 を光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 に装着するとともに、内視鏡 12 の先端部 12d を基準被写体 ST に向ける。次に、モード切替 SW 13 を操作して、第 1 キャリブレーションモードにセットする。まず、通常観察用のキャリブレーション発光が行われ、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R が第 1 発光比率で基準被写体 ST に向けて照射される。

20

【0054】

そして、基準被写体 ST を撮像センサ 48 で撮像することにより、RGB 画像信号を得る。この RGB 画像信号に基づいて、ゲイン係数算出部 80 により、通常観察用の暫定ゲイン係数 GainR、GainG、GainB を算出する。次に、算出した暫定ゲイン係数 GainR、GainG、GainB と、設定色補正係数 C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} に基づいて、ノイズ評価値算出部 82 により、ノイズ評価値を算出する。

【0055】

そして、判定部 84 が、ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定する。ノイズ評価値が許容値以下の場合には、そのノイズ評価値の算出に用いた通常観察用の暫定ゲイン係数を通常観察用の設定ゲイン係数に設定するとともに、そのノイズ評価値の算出時に発光した紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の第 1 発光比率を通常観察モード時の設定発光比率に設定する。一方、ノイズ評価値が許容値以下の場合には、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の第 1 発光比率を変更し、再度、暫定ゲイン係数の算出及びノイズ評価値の算出を行う。これは、ノイズ評価値が許容値以下となるまで繰り返し行われる。

30

【0056】

通常観察モード時の設定発光比率が設定され、通常観察用の設定ゲイン係数 GainR、GainG、GainB が設定された後は、特殊観察用のキャリブレーション発光を行い、上記と同様の方法で、ノイズ評価値の算出及び判定を行う。これにより、特殊観察モード時の紫色光 V と緑色狭帯域光 Gn の設定発光比率が設定され、特殊観察用の設定ゲイン係数 GainR、GainG、GainB が設定される。以上により、第 1 キャリブレーションモードは完了し、内視鏡診断を正常に行うことができる状態となる。

40

【0057】

上記示したように、ノイズ評価値が許容値以下となるように、通常観察モード又は特殊観察モード時の設定発光比率を設定するとともに、通常観察用又は特殊観察用の設定ゲイン係数 GainR、GainG、GainB を設定することで、色分離性が悪いカラーの撮像センサを用いる場合であっても、ノイズを最小限に抑制することができる。

【0058】

[第 2 実施形態]

50

上記第1実施形態では、設定色補正係数 (C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22}) については、工場出荷時に予め設定しておいたが、第2実施形態では、キャリブレーション時に、設定色補正係数の設定を行う。第2実施形態の内視鏡システムは、通常観察モード、特殊観察モード、第1キャリブレーションモードに加えて、色補正マトリックス処理に用いる色補正係数の設定を行う第2キャリブレーションモードを備えている。

【0059】

第2実施形態では、第2キャリブレーションモード時に、以下のように、光源制御部21を制御して各LED20a~20dを第2発光比率(紫色光V:青色光B:緑色光G:赤色光R)で発光するとともに、その発光に基づいて撮像センサ48で撮像を行う。まず、基準被写体STに向けて、紫色光V(第2発光比率は1:0:0:0)、青色光B(第2発光比率は0:1:0:0)、緑色光G(第2発光比率は0:0:1:0)、赤色光R(第2発光比率は0:0:0:1)の4種類の単色光をそれぞれ照射し、照射毎に、撮像センサ48から3色分のR画像信号、G画像信号、B画像信号を出力する。これにより、単色光照射時には、合計で12の画像信号(4種類の光の照射×3色の画像信号)が得られる。

10

【0060】

次に、紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rの中からそれぞれ2色の光を組み合わせた2色混色光(例えば、紫色光Vと青色光Bを発光する場合は、第2発光比率を1:1:0:0とする)、即ち、6種類の混色光をそれぞれ照射し、照射毎に、撮像センサ48から3色分のR画像信号、G画像信号、B画像信号を出力する。これにより、2色混色光照射時には、合計で18の画像信号(6種類の光の照射×3色の画像信号)が得られる。また、紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rの中からそれぞれ3色の光を組み合わせた3色混色光(例えば、紫色光Vと青色光Bと緑色光Gを発光する場合は、第2発光比率を1:1:1:0とする)、即ち、3種類の混色光をそれぞれ照射し、照射毎に、撮像センサ48から3色分のR画像信号、G画像信号、B画像信号を出力する。これにより、3色混色光照射時には、合計で9の画像信号(3種類の光の照射×3色の画像信号)が得られる。

20

【0061】

最後に、各色LEDを全て点灯して通常光を照射して撮像を行うとともに、各色LEDを全て消灯して撮像を行うことによって、撮像センサ48から3色分のR画像信号、G画像信号、B画像信号を出力する。これにより、合計で6の画像信号(各色LED全点灯時に得られる3色の画像信号+各色LED全消灯時に得られる3色の画像信号)が得られる。以上のように、全てを合計すると45の画像信号が得られる。

30

【0062】

図8に示すように、キャリブレーション部64に設けられた色補正係数算出部90は、上記のようにして得られた45の画像信号と、目標とする45の画像信号とに基づいて、設定色補正係数 (C_{00} 、 C_{01} 、 C_{02} 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22}) を算出する。なお、画像信号を45個用いて設定色補正係数の算出を行ったが、45個以下又は45個以上の画像信号を用いて、設定色補正係数の算出を行ってもよい。

40

【0063】

以下の実施例及び比較例により、本発明を更に具体的に説明する。

【0064】

[実施例1]

V-LED20a、B-LED20b、G-LED20c、R-LED20dから、紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rを基準被写体STに照射し、撮像を行った。基準被写体STの撮像は、G画素が緑色光以外の青色光Bや赤色光Rに感度を持つカラーの撮像センサ48で行った(図5に示す分光特性を持つ撮像センサ)。キャリブレーション部64において、ノイズ評価値が許容値以下となるように、紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rの設定発光比率、設定ゲイン係数を設定した。また、色補正係数算出部90において、設定色補正係数を算出した。

50

【 0 0 6 5 】

そして、下記式(6)、(7)により、設定色補正係数に起因するR画像信号中のノイズ増幅量を示すRcノイズと、設定ゲイン係数及び設定色補正係数に起因するR画像信号中のノイズ増幅量を示すRtノイズを算出した。

【数6】

$$Rcノイズ = \sqrt{(C_{00})^2 + (C_{01})^2 + (C_{02})^2} \dots (6)$$

【数7】

$$Rtノイズ = \sqrt{(C_{00} \times GainR)^2 + (C_{01} \times GainG)^2 + (C_{02} \times GainB)^2} \dots (7)$$

10

【 0 0 6 6 】

同様にして、式(8)、(9)により、設定色補正係数によって生ずるG画像信号中のノイズ増幅量を示すGcノイズと、設定ゲイン係数及び設定色補正係数に起因するG画像信号中のノイズ増幅量を示すGtノイズを算出するとともに、式(10)、(11)により、設定色補正係数に起因するB画像信号中のノイズ増幅量を示すBcノイズと、設定ゲイン係数及び設定色補正係数に起因するB画像信号中のノイズ増幅量を示すBtノイズを算出した。

【数8】

$$Gcノイズ = \sqrt{(C_{10})^2 + (C_{11})^2 + (C_{12})^2} \dots (8)$$

20

【数9】

$$Gtノイズ = \sqrt{(C_{10} \times GainR)^2 + (C_{11} \times GainG)^2 + (C_{12} \times GainB)^2} \dots (9)$$

【数10】

$$Bcノイズ = \sqrt{(C_{20})^2 + (C_{21})^2 + (C_{22})^2} \dots (10)$$

30

【数11】

$$Btノイズ = \sqrt{(C_{20} \times GainR)^2 + (C_{21} \times GainG)^2 + (C_{22} \times GainB)^2} \dots (11)$$

【 0 0 6 7 】

さらに、設定色補正係数によって生ずるRGB画像信号中のノイズ増幅量を示す輝度ノイズLcと、設定ゲイン係数及び設定色補正係数によって生ずる輝度ノイズLtを算出した。なお、輝度ノイズLcは、輝度増幅率に換算した値に対応しているので、上記(3)式により算出することができ、輝度ノイズLtは、RGB増幅率の和に換算した値に対応しているため、上記(4)式により算出することができる。

【 0 0 6 8 】

実施例1における実施結果は表1のようになる。

40

【表 1】

GainR	GainG	GainB		1.25	1.00	1.24
C_{00}	C_{01}	C_{02}		1.18	0.00	-0.29
C_{10}	C_{11}	C_{12}		-0.32	1.68	-0.37
C_{20}	C_{21}	C_{22}		-0.13	0.00	1.08
$C_{00} * \text{GainR}$	$C_{01} * \text{GainG}$	$C_{02} * \text{GainB}$		1.46	0.00	-0.36
$C_{10} * \text{GainR}$	$C_{11} * \text{GainG}$	$C_{12} * \text{GainB}$		-0.40	1.68	-0.46
$C_{20} * \text{GainR}$	$C_{21} * \text{GainG}$	$C_{22} * \text{GainB}$		-0.16	0.00	1.33
Rc	Rt			1.21	1.51	
Gc	Gt			1.75	1.78	
Bc	Bt			1.09	1.34	
Lc	Lt			1.52	1.66	

10

20

なお、表 1 において、「Rc」は「Rcノイズ」を、「Rt」は「Rtノイズ」を示している。また、「Gc」は「Gcノイズ」を、「Gt」は「Gtノイズ」を示している。また、「Bc」は「Bcノイズ」を、「Bt」は「Btノイズ」を示している。また、「Lc」は「輝度ノイズLc」を、「Lt」は「輝度ノイズLt」を示している。これら表記は、以下の表 2 ~ 4 においても同様である。

30

【0069】

[比較例 1]

V-LED 20a、B-LED 20b、G-LED 20c、R-LED 20d から、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R を基準被写体 ST に照射し、撮像を行った。基準被写体 ST の撮像は、G 画素が緑色光以外の青色光 B や赤色光 R に感度を持つカラーの撮像センサ 48 で行った（図 5 に示す分光特性を持つ撮像センサ）。ゲイン係数 GainR、GainG、GainB が全て 1 に

セットした状態で、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R の発光比率を調整して、R 画像信号：G 画像信号：B 画像信号が 1：1：1 になるようにした。また、色補正係数算出部 90 での処理と同じ方法で、設定色補正係数を算出した。また、実施例 1 と同様に、Rc ノイズ、Rt ノイズ、Gc ノイズ、Gt ノイズ、Bc ノイズ、Bt ノイズ、輝度ノイズ Lc、輝度ノイズ Lt を算出した。

40

【0070】

比較例 1 における実施結果は表 2 のようになる。

【表 2】

GainR	GainG	GainB	1.00	1.00	1.00
C_{00}	C_{01}	C_{02}	0.94	0.31	-0.37
C_{10}	C_{11}	C_{12}	-0.69	2.31	-0.64
C_{20}	C_{21}	C_{22}	-0.21	0.23	0.93
$C_{00} * \text{GainR}$	$C_{01} * \text{GainG}$	$C_{02} * \text{GainB}$	0.94	0.31	-0.37
$C_{10} * \text{GainR}$	$C_{11} * \text{GainG}$	$C_{12} * \text{GainB}$	-0.69	2.31	-0.64
$C_{20} * \text{GainR}$	$C_{21} * \text{GainG}$	$C_{22} * \text{GainB}$	-0.21	0.23	0.93
Rc	Rt		1.06	1.06	
Gc	Gt		2.49	2.50	
Bc	Bt		0.98	0.98	
Lc	Lt		1.91	1.91	

10

20

【0071】

[比較例 2]

30

V-LED 20 a、B-LED 20 b、G-LED 20 c、R-LED 20 d から、紫色光 V、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R を所定の発光比率で基準被写体 S T に照射し、撮像を行った。基準被写体 S T の撮像は、G 画素が緑色光以外の青色光 B や赤色光 R に感度を持つカラーの撮像センサ 48 で行った（図 5 に示す分光特性を持つ撮像センサ）。ゲイン係数 GainR、GainG、GainB を調整して、R 画像信号：G 画像信号：B 画像信号が 1：1：1 になるようにした。また、色補正係数算出部 90 での処理と同じ方法で、設定色補正係数を算出した。また、実施例 1 と同様に、Rc ノイズ、Rt ノイズ、Gc ノイズ、Gt ノイズ、Bc ノイズ、Bt ノイズ、輝度ノイズ Lc、輝度ノイズ Lt を算出した。

【0072】

比較例 2 における実施結果は表 3 のようになる。

40

【表 3】

GainR	GainG	GainB		1.68	1.00	1.64
C_{00}	C_{01}	C_{02}		1.59	-0.48	-0.23
C_{10}	C_{11}	C_{12}		-0.05	1.23	-0.19
C_{20}	C_{21}	C_{22}		-0.07	-0.29	1.31
$C_{00} * \text{GainR}$	$C_{01} * \text{GainG}$	$C_{02} * \text{GainB}$		2.67	-0.48	-0.37
$C_{10} * \text{GainR}$	$C_{11} * \text{GainG}$	$C_{12} * \text{GainB}$		-0.08	1.23	-0.31
$C_{20} * \text{GainR}$	$C_{21} * \text{GainG}$	$C_{22} * \text{GainB}$		-0.12	-0.29	2.16
Rc	Rt			1.68	2.74	
Gc	Gt			1.24	1.27	
Bc	Bt			1.35	2.18	
Lc	Lt			1.38	1.80	

10

20

【0073】

[比較例 3]

キセノンランプから白色光（400～700nmの可視光を少なくとも含む光）を基準被写体STに照射し、撮像を行った。基準被写体STの撮像は、G画素が緑色光以外の青色光Bや赤色光Rに感度を持つカラーの撮像センサ48で行った（図5に示す分光特性を持つ撮像センサ）。ゲイン係数GainR、GainG、GainBを調整して、R画像信号：G画像信号：B画像信号が1：1：1になるようにした。また、色補正係数算出部90での処理と同じ方法で、設定色補正係数を算出した。また、実施例1と同様に、Rcノイズ、Rtノイズ、Gcノイズ、Gtノイズ、Bcノイズ、Btノイズ、輝度ノイズLc、輝度ノイズLtを算出した。

30

【0074】

比較例3における実施結果は表4のようになる。

40

【表 4】

GainR	GainG	GainB		1.40	1.00	1.57
C_{00}	C_{01}	C_{02}		1.25	-0.08	-0.29
C_{10}	C_{11}	C_{12}		-0.26	1.59	-0.34
C_{20}	C_{21}	C_{22}		-0.07	-0.35	1.37
$C_{00} * \text{GainR}$	$C_{01} * \text{GainG}$	$C_{02} * \text{GainB}$		1.74	-0.08	-0.45
$C_{10} * \text{GainR}$	$C_{11} * \text{GainG}$	$C_{12} * \text{GainB}$		-0.36	1.59	-0.54
$C_{20} * \text{GainR}$	$C_{21} * \text{GainG}$	$C_{22} * \text{GainB}$		-0.10	-0.35	2.15
Rc	Rt			1.28	1.80	
Gc	Gt			1.64	1.71	
Bc	Bt			1.42	2.18	
Lc	Lt			1.51	1.79	

10

20

【0075】

実施例 1 に関しては、比較例 1 と比べると、設定ゲイン係数が若干高くなっているものの、設定色補正係数は全体的に低く抑えられている。そのため、実施例 1 では、ノイズの中でも、輝度ノイズ Lt は、比較例 1 ~ 3 よりも小さくなっている。これに対して、比較例 1 に関しては、実施例 1 と比べると、設定ゲイン係数は小さいものの、G 画像信号に関わる設定色補正係数が特に高くなっている。そのため、比較例 1 は、Gc ノイズ、Gt ノイズが、実施例 1 及び比較例 2、3 と比較して高くなっている。また、比較例 2、3 に関しては、設定ゲイン係数 GainR、GainB が、実施例 1 及び比較例 1 と比較すると高くなっている。そのため、比較例 2、3 は、Rc ノイズ、Rt ノイズ、Bc ノイズ、Bt ノイズが、実施例 1 及び比較例 1 と比較して高くなっている。

30

【0076】

なお、撮像センサ 48 としては、RGB のカラーの撮像センサの代わりに、C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー) 及び G (緑) の補色フィルタを備えた、いわゆる補色イメージセンサであっても良い。補色イメージ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ため、以下の式 (12) に基づく補色 - 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必要がある。そして、補色 - 原色色変換で変換した 3 色の RGB 画像信号に基づいて、上記実施形態と同様の方法で、設定発光比率の設定や設定ゲイン係数の設定などを行う。

40

【数 1 2】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Cy \\ Mg \\ G \\ Ye \end{bmatrix} \dots(12)$$

【 0 0 7 7】

なお、式(12)の「 k_{11} 、 k_{12} 、 k_{13} 、 k_{14} 、 k_{21} 、 k_{22} 、 k_{23} 、 k_{24} 、 k_{31} 、 k_{32} 、 k_{33} 、 k_{34} 」は、CMYGの画像信号をRGB画像信号に変換するための変換係数を示している。また、式(12)に示すように、例えば、G画像信号には、補色のイメージセンサのG画素から出力された信号に変換係数 k_{23} が乗算された信号が含まれる他、補色のイメージセンサのCy画素、Mg画素、Ye画素から出力された信号にそれぞれ変換係数 k_{21} 、 k_{22} 、 k_{24} が乗算された3つの信号が含まれている。したがって、変換後のG画像信号には、緑色帯域の光以外の光に関する情報が含まれている。

10

【 0 0 7 8】

なお、上記実施形態では、図3に示すような発光スペクトルを有する4色の光を用いたが、発光スペクトルはこれに限られない。例えば、図9に示すように、緑色光G及び赤色光Rについては、図3と同様のスペクトルを有する一方で、紫色光 V^* については、中心波長410~420nmで、図3の紫色光Vよりもやや長波長側に波長範囲を有する光にしてもよい。また、青色光 B^* については、中心波長445~460nmで、図3の青色光Bよりもやや短波長側に波長範囲を有する光にしてもよい。

20

【 0 0 7 9】

[付記項1]

特定の観察モード時に複数色の光を設定発光比率で発光する光源部と、設定色補正係数を用いて色補正マトリックス処理を行う色補正マトリックス処理部とを備える内視鏡システムにおいて、

前記複数色の光を第1発光比率で発光するように、各色の光の光量をそれぞれ制御する光源制御部と、

少なくとも前記設定色補正係数に基づいて算出されるノイズ評価値算出部と、

30

前記ノイズ評価値が許容値以下か否かを判定する判定部と、

前記判定部で許容値以下と判定されたノイズ評価値の算出時に発光した複数色の光の第1発光比率を、前記設定発光比率に設定する発光比率設定部とを有する内視鏡システム。

【符号の説明】

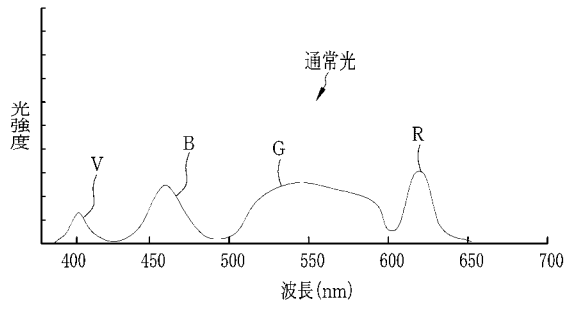
【 0 0 8 0】

- 1 0 内視鏡システム
- 1 2 , 1 0 0 内視鏡
- 2 0 a V-LED
- 2 0 b B-LED
- 2 0 c G-LED
- 2 0 d R-LED
- 2 1 光源制御部
- 4 8 , 1 0 2 撮像センサ
- 5 4 画像信号記憶部
- 7 0 , 7 6 ホワイトバランス処理部
- 7 2 , 7 8 色補正マトリックス処理部
- 8 0 ゲイン係数算出部
- 8 2 ノイズ評価値算出部
- 8 4 判定部
- 8 6 変更用制御部

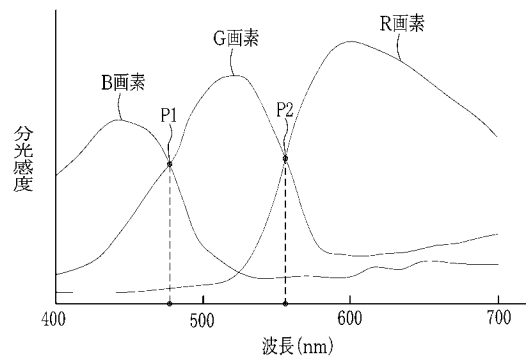
40

50

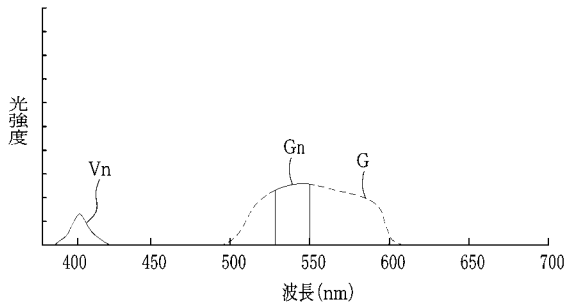
【 図 3 】



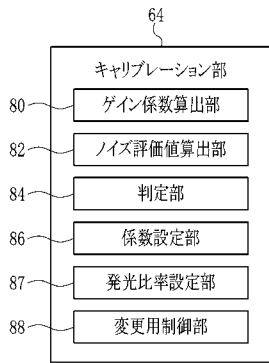
【 図 5 】



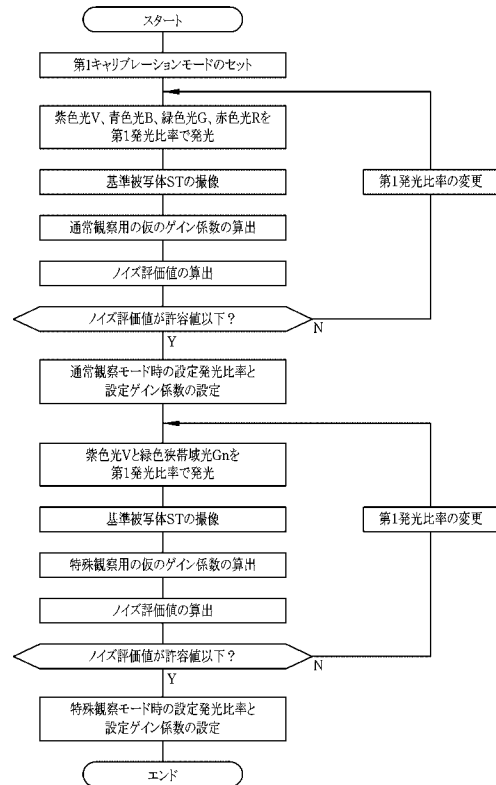
【 図 4 】



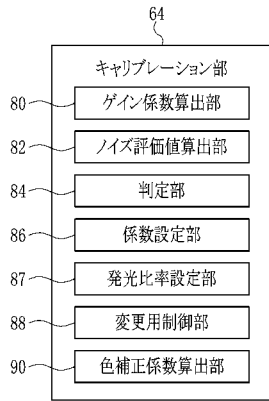
【 図 6 】



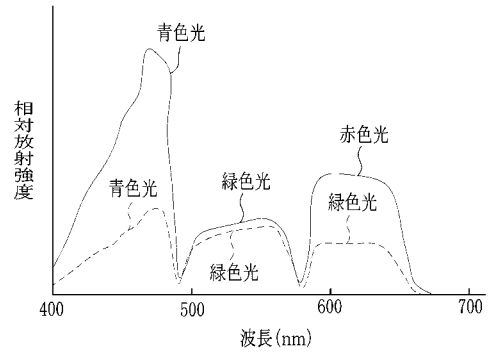
【 図 7 】



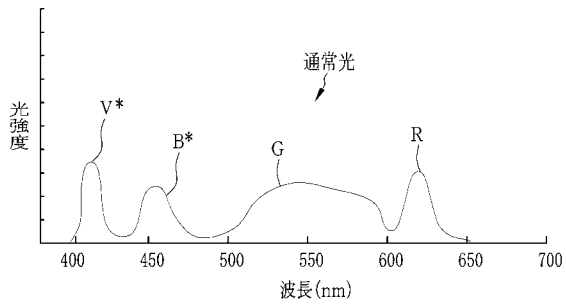
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)		
<i>H 0 4 N 7/18 (2006.01)</i>	H 0 4 N	7/18	M			
<i>H 0 4 N 9/64 (2006.01)</i>	H 0 4 N	9/64	E			
<i>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</i>	A 6 1 B	1/00	3 0 0 D			

Fターム(参考) 5C065 AA04 BB01 BB22 CC01 DD01 FF05 GG21 GG22 GG23
5C066 AA01 EA14 EC12 EE01 GA01

专利名称(译)	内窥镜系统及其操作方法		
公开(公告)号	JP2015159957A	公开(公告)日	2015-09-07
申请号	JP2014036856	申请日	2014-02-27
[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	藏本昌之		
发明人	藏本 昌之		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/06 G02B23/26 G02B23/24 H04N9/04 H04N7/18 H04N9/64 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/0638 A61B1/0684 G02B23/2461 H04N9/646 H04N9/735 H05B45/20		
FI分类号	A61B1/04.372 A61B1/06.A G02B23/26.B G02B23/24.B H04N9/04.B H04N7/18.M H04N9/64.E A61B1/00.300.D A61B1/00.513 A61B1/00.550 A61B1/045.611 A61B1/05 A61B1/06.610 A61B1/07.730		
F-TERM分类号	2H040/BA09 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA22 2H040/DA12 2H040/DA14 2H040/DA21 2H040/GA02 2H040/GA06 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/SS07 4C161/SS21 4C161/TT04 5C054/CC07 5C054/EE06 5C054/EE08 5C054/FB03 5C054/HA12 5C065/AA04 5C065/BB01 5C065/BB22 5C065/CC01 5C065/DD01 5C065/FF05 5C065/GG21 5C065/GG22 5C065/GG23 5C066/AA01 5C066/EA14 5C066/EC12 5C066/EE01 5C066/GA01		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP6013382B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译) 解决的问题：提供一种内窥镜系统及其操作方法，即使使用颜色分离性差的颜色的图像传感器，也能够将噪声抑制到最小。光源单元发出多种颜色的光。控制多种颜色的每个光的光量，以便以第一发光率发光。彩色成像传感器对被摄体成像并输出多种颜色的图像信号。基于多种颜色的图像信号，增益系数计算单元80计算临时增益系数。噪声评估值计算单元82基于临时增益系数和设置的颜色校正系数来计算噪声评估值。确定单元84确定噪声评估值是否等于或小于允许值。系数设置单元86将用于计算被确定为允许值或更小的噪声评估值的临时增益系数设置为设置增益系数。发光率设定单元87将在计算被确定为允许值或更小的噪声评估值时发射的多种颜色的光的第一发光率设定为设定的发光率。[选择图]图6	(21) 出願番号	特願2014-36856 (P2014-36856)	(71) 出願人	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2番30号
	(22) 出願日	平成26年2月27日 (2014.2.27)	(74) 代理人	100075281 弁理士 小林 和典
			(72) 発明者	藏本 昌之 神奈川県足柄上郡開成町百台798番地 富士フイルム株式会社内
			Fターム(参考)	2H040 BA09 CA04 CA06 CA11 CA12 CA22 DA12 DA14 DA21 GA02 GA06 4C161 CC06 GG01 LL02 MM02 NN01 SS07 SS21 TT04 5C054 CC07 EE06 EE08 FB03 HA12
				最終頁に続く