

(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2016-32494

(P2016-32494A)

(43) 公開日 平成28年3月10日(2016.3.10)

(51) Int.Cl.	F 1	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	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 A	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	5 C 0 6 5
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 B	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 29 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-155586 (P2014-155586)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成26年7月30日 (2014.7.30)		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	小澤 聡
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	森本 美範
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	大橋 永治
			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 BA10 CA04 CA06 GA02 GA05
			最終頁に続く

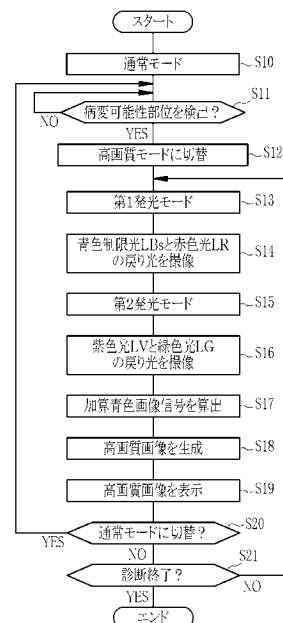
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム、内視鏡システムの作動方法、光源装置、光源装置の作動方法

(57) 【要約】

【課題】複数色の光が同時照射された被検体内をカラー撮像素子で撮像する場合に、混色の発生を防止することができる内視鏡システム、内視鏡システムの作動方法、光源装置、光源装置の作動方法を提供する

【解決手段】内視鏡システム10は、通常モードと高画質モードとを有している。発光素子制御部22は、高画質モードでは、青色制限光LBsと赤色光LRを照射する第1発光モードと、紫色光LVと緑色光LGを照射する第2発光モードとを切り替える制御を行う。撮像素子36は、第1発光モードで照明中の観察対象24を撮像して、第1青色画像信号及び第1赤色画像信号を出力し、第2発光モードで照明中の観察対象24を撮像して、第2青色画像信号及び第2緑色画像信号を出力する。高画質画像生成部56は、第1青色画像信号、第1赤色画像信号、第2青色画像信号、及び第2緑色画像信号から、高画質画像を生成する。

【選択図】図12



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

青色光を発する青色発光素子と、
赤色光を発する赤色発光素子と、
広帯域の緑色光を発する緑色発光素子と、

前記青色光及び前記赤色光を発光させる第 1 発光モードと、前記緑色光を発光させる第 2 発光モードとで前記青色発光素子と前記赤色発光素子と前記緑色発光素子とを制御し、
前記第 1 発光モードと前記第 2 発光モードとを切り替える制御を行う発光素子制御部と、
前記青色光に感度を有する青色画素と、前記赤色光に感度を有する赤色画素と、前記緑色光に感度を有し、更に前記青色光及び前記赤色光のうち少なくともいずれかの光に感度を有する緑色画素とが設けられたカラー撮像素子と、

10

前記第 1 発光モードで照明中の被検体を撮像し、且つ前記第 2 発光モードで照明中の被検体を撮像して画像信号を出力する撮像制御部と、

前記画像信号から特定画像を生成する画像処理部とを備えることを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2】

紫色光を発する紫色発光素子を更に有し、

前記青色画素は、前記青色光と前記紫色光に感度を有することを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

20

前記発光素子制御部は、前記第 2 発光モードにおいて、前記紫色光と前記緑色光とを発光させるように、前記紫色発光素子と前記緑色発光素子とを制御することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記撮像制御部は、前記各色画素に対応した画像信号を出力し、

前記画像処理部は、前記第 1 発光モードで前記青色画素から出力された第 1 青色画像信号と、前記第 2 発光モードで前記青色画素から出力された第 2 青色画像信号とを重み付けして加算した加算青色画像信号を求める信号加算部と、

前記加算青色画像信号と、前記第 1 発光モードで前記赤色画素から出力された第 1 赤色画像信号と、前記第 2 発光モードで前記緑色画素から出力された第 2 緑色画像信号とから前記特定画像を生成する画像生成部とを備えることを特徴とする請求項 3 記載の内視鏡システム。

30

【請求項 5】

前記信号加算部は、前記第 2 青色画像信号の重み付けを、前記第 1 青色画像信号の重み付けよりも大きくすることを特徴とする請求項 4 記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記発光素子制御部は、前記第 1 発光モードにおいて、前記紫色光と前記青色光と前記赤色光とを発光させるように、前記紫色発光素子と前記青色発光素子と前記赤色発光素子とを制御することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

40

前記撮像制御部は、前記各色画素に対応した画像信号を出力し、

前記画像処理部は、前記第 1 発光モードで前記青色画素から出力された第 1 青色画像信号と、前記第 1 発光モードで前記赤色画素から出力された第 1 赤色画像信号と、前記第 2 発光モードで前記緑色画素から出力された第 2 緑色画像信号とから、前記特定画像を生成する画像生成部を備えることを特徴とする請求項 6 記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

前記発光素子制御部は、前記第 1 発光モードにおいて、前記紫色光を光量 P V 1 で発光させ、前記青色光を光量 P B 1 で発光させ、前記緑色光を光量 P G 1 で発光させ、前記赤色光を光量 P R 1 で発光させ、且つ前記第 2 発光モードにおいて、前記紫色光を光量 P V 2 で発光させ、前記青色光を光量 P B 2 で発光させ、前記緑色光を光量 P G 2 で発光させ

50

、前記赤色光を光量 $P R 2$ で発光させ、

前記第 1 発光モードの場合、前記光量 $P B 1$ を前記光量 $P B 2$ よりも大きくし、前記光量 $P R 1$ を前記光量 $P R 2$ よりも大きくし、前記光量 $P V 1$ を前記光量 $P V 2$ よりも小さくし、前記光量 $P G 1$ を前記光量 $P G 2$ よりも小さくし、

前記第 2 発光モードの場合、前記光量 $P V 2$ を前記光量 $P V 1$ よりも大きくし、前記光量 $P G 2$ を前記光量 $P G 1$ よりも大きくし、前記光量 $P B 2$ を前記光量 $P B 1$ よりも小さくし、前記光量 $P R 2$ を前記光量 $P R 1$ よりも小さくするように、前記紫色発光素子と前記青色発光素子と前記緑色発光素子と前記赤色発光素子とを制御することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記発光素子制御部は、前記第 1 発光モードにおいて、前記紫色光を光量 $P V 1$ で発光させ、前記青色光を光量 $P B 1$ で発光させ、前記緑色光を光量 $P G 1$ で発光させ、前記赤色光を光量 $P R 1$ で発光させ、且つ前記第 2 発光モードにおいて、前記紫色光を光量 $P V 2$ で発光させ、前記青色光を光量 $P B 2$ で発光させ、前記緑色光を光量 $P G 2$ で発光させ、前記赤色光を光量 $P R 2$ で発光させ、

前記第 1 発光モードの場合、前記光量 $P V 1$ を前記光量 $P V 2$ よりも大きくし、前記光量 $P B 1$ を前記光量 $P B 2$ よりも大きくし、前記光量 $P R 1$ を前記光量 $P R 2$ よりも大きくし、前記光量 $P G 1$ を前記光量 $P G 2$ よりも小さくし、

前記第 2 発光モードの場合、前記光量 $P G 2$ を前記光量 $P G 1$ よりも大きくし、前記光量 $P V 2$ を前記光量 $P V 1$ よりも小さくし、前記光量 $P B 2$ を前記光量 $P B 1$ よりも小さくし、前記光量 $P R 2$ を前記光量 $P R 1$ よりも小さくするように、前記紫色発光素子と前記青色発光素子と前記緑色発光素子と前記赤色発光素子とを制御することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記第 1 発光モードで出力された画像信号と前記第 2 発光モードで出力された画像信号とのうち、同じ色の光で照明された被検体を撮像して出力された画像信号間の位置ずれ量を算出する位置ずれ量算出部と、

前記位置ずれ量に基づいて、前記第 1 発光モードで出力された画像信号と前記第 2 発光モードで出力された画像信号との間の位置合わせを行う位置合わせ部とを備えることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の内視鏡システム。

【請求項 11】

前記青色発光素子の光路上に、 $460\text{nm} \sim 500\text{nm}$ の範囲内の特定波長の光を減衰する減衰フィルタを有することを特徴とする請求項 1 ないし 10 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

【請求項 12】

前記発光素子制御部は、前記第 1 発光モード、前記第 2 発光モード内において、前記各色発光素子から光を順次に発光させることを特徴とする請求項 1 ないし 11 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記発光素子制御部は、前記各色発光素子から光を同時に発光させることを特徴とする請求項 1 ないし 11 いずれか 1 項記載の内視鏡システム。

【請求項 14】

青色発光素子が、青色光を発するステップと、

赤色発光素子が、赤色光を発するステップと、

緑色発光素子が、広帯域の緑色光を発するステップと、

発光素子制御部が、前記青色光及び前記赤色光を発光させる第 1 発光モードと、前記緑色光を発光させる第 2 発光モードとで前記青色発光素子と前記赤色発光素子と前記緑色発光素子とを制御し、前記第 1 発光モードと前記第 2 発光モードとを切り替えるステップと、

撮像制御部が、前記青色光に感度を有する青色画素と、前記赤色光に感度を有する赤色

10

20

30

40

50

画素と、前記緑色光に感度を有し、更に前記青色光及び前記赤色光のうち少なくともいずれかの光に感度を有する緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を制御することで、前記第１発光モードで照明中の被検体を撮像し、且つ前記第２発光モードで照明中の被検体を撮像して画像信号を出力するステップと、

画像処理部が、前記画像信号から特定画像を生成するステップとを備えることを特徴とする内視鏡システムの作動方法。

【請求項１５】

青色画素と赤色画素と緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を有する内視鏡に対して、光を供給する内視鏡用の光源装置において、

前記青色画素に対して感度を有する青色光を発する青色発光素子と、

10

前記赤色画素に対して感度を有する赤色光を発する赤色発光素子と、

前記緑色画素に対して感度を有し、更に前記青色画素及び前記赤色画素のうち少なくともいずれかの画素に対して感度を有する広帯域の緑色光を発する緑色発光素子と、

前記青色光及び前記赤色光を発光させる第１発光モードと、前記緑色光を発光させる第２発光モードとで前記青色発光素子と前記赤色発光素子と前記緑色発光素子とを制御し、前記第１発光モードと前記第２発光モードとを切り替える制御を行う発光素子制御部とを備えることを特徴とする光源装置。

【請求項１６】

青色画素と赤色画素と緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を有する内視鏡に対して、光を供給する内視鏡用の光源装置の作動方法において、

20

青色発光素子が、前記青色画素に対して感度を有する青色光を発するステップと、

赤色発光素子が、前記赤色画素に対して感度を有する赤色光を発するステップと、

緑色発光素子が、前記緑色画素に対して感度を有し、更に前記青色画素及び前記赤色画素のうち少なくともいずれかの画素に対して感度を有する広帯域の緑色光を発するステップと、

発光素子制御部が、前記青色光及び前記赤色光を発光させる第１発光モードと、前記緑色光を発光させる第２発光モードとで前記青色発光素子と前記赤色発光素子と前記緑色発光素子とを制御し、前記第１発光モードと前記第２発光モードとを切り替えるステップとを備えることを特徴とする光源装置の作動方法。

30

【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、カラーの撮像素子における混色の防止を可能とする内視鏡システム、内視鏡システムの作動方法、光源装置、光源装置の作動方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年の医療においては、内視鏡用光源装置（以下、光源装置という）、電子内視鏡（以下、内視鏡という）、プロセッサ装置を備える内視鏡システムを用いた診断等が広く行われている。光源装置は、被検体内を照明するための照明光を発生する。内視鏡は、撮像素子を備え、照明光で照明された被検体内を撮像して画像信号を生成する。プロセッサ装置は、内視鏡から送信された画像信号に画像処理を施してモニタに表示するための画像を生成する。

40

【０００３】

光源装置は、従来では、キセノンランプや白色ＬＥＤ（Light Emitting Diode）等の白色光源（特許文献１参照）の他、ＬＤ（Laser Diode）と、このＬＤが発する光により励起されて蛍光を発する蛍光体とを組み合わせた白色光源（特許文献２参照）が用いられている。一方、近年では、青色光を発する青色ＬＥＤ、緑色光を発する緑色ＬＥＤ、及び赤色光を発する赤色ＬＥＤ等の発光素子を独立に制御することにより、各色の光を自由に組み合わせで発光する半導体光源（特許文献３参照）が用いられつつある。半導体光源は、

50

白色光源と比較して、各色の光の光量を独立に制御することで、様々な色合いを持つ照明光を自在に生成できるという利点がある。

【 0 0 0 4 】

内視鏡が備える撮像素子は、青色（B）フィルタが設けられた青色画素、緑色（G）フィルタが設けられた緑色画素、及び赤色（R）フィルタが設けられた赤色画素を有するカラーの撮像素子（以下、カラー撮像素子という）が一般的に用いられている（特許文献1～3参照）。青色画素は、青色光に感度を有し、青色光の戻り光を受光して青色画像信号を生成する。緑色画素は、緑色光に感度を有し、緑色光の戻り光を受光して緑色画像信号を生成する。赤色画素は、赤色光に感度を有し、赤色光の戻り光を受光して赤色画像信号を生成する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2014-050458号公報

【特許文献2】特開2012-125501号公報

【特許文献3】特許第5393446号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ここで、波長帯域が互いに隣接する複数色の光を同時に発光させた場合にカラー撮像素子で撮像を行うと、1色の画素が2色以上の光を受光し、いわゆる混色が発生してしまう。例えば、波長帯域が互いに隣接する青色光及び緑色光を同時に発光した場合、緑色画素は、青色光と緑色光との両方の光を受光し、混色が発生する。このため、緑色画素からは、青色光の情報と緑色光の情報とが混在した緑色画像信号が生成される。このような混色が発生すると、モニタに表示する画像の色の再現性が悪化することが問題である。

20

【 0 0 0 7 】

この問題に関して、特許文献1～3のうちの特許文献3には、画像信号の混色状態を補正する混色補正処理を行うことによって、画像信号の混色状態を補正することが記載されている。しかしながら、特許文献3に記載の混色補正処理は、混色が発生した状態で出力された画像信号（つまり、混色の影響を受けた画像信号）に対して演算を行うものであり、混色の発生を根本的に防止するものではない。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、複数色の光が同時照射された被検体内をカラー撮像素子で撮像する場合であっても、混色の発生を防止することができる内視鏡システム、内視鏡システムの作動方法、光源装置、光源装置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】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明の内視鏡システムは、青色光を発する青色発光素子と、赤色光を発する赤色発光素子と、広帯域の緑色光を発する緑色発光素子と、青色光及び赤色光を発光させる第1発光モードと、緑色光を発光させる第2発光モードとで青色発光素子と赤色発光素子と緑色発光素子とを制御し、第1発光モードと第2発光モードとを切り替える制御を行う発光素子制御部と、青色光に感度を有する青色画素と、赤色光に感度を有する赤色画素と、緑色光に感度を有し、更に青色光及び赤色光のうち少なくともいずれかの光に感度を有する緑色画素とが設けられたカラー撮像素子と、第1発光モードで照明中の被検体を撮像し、且つ第2発光モードで照明中の被検体を撮像して画像信号を出力する撮像制御部と、画像信号から特定画像を生成する画像処理部とを備える。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の内視鏡システムの作動方法は、青色発光素子が、青色光を発するステップと、赤色発光素子が、赤色光を発するステップと、緑色発光素子が、広帯域の緑色光を発するステップと、発光素子制御部が、青色光及び赤色光を発光させる第1発光モードと、緑色

50

光を発光させる第2発光モードとで青色発光素子と赤色発光素子と緑色発光素子とを制御し、第1発光モードと第2発光モードとを切り替えるステップと、撮像制御部が、青色光に感度を有する青色画素と、赤色光に感度を有する赤色画素と、緑色光に感度を有し、更に青色光及び赤色光のうち少なくともいずれかの光に感度を有する緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を制御することで、第1発光モードで照明中の被検体を撮像し、且つ第2発光モードで照明中の被検体を撮像して画像信号を出力するステップと、画像処理部が、画像信号から特定画像を生成するステップとを備える。

【0011】

本発明の光源装置は、青色画素と赤色画素と緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を有する内視鏡に対して、光を供給する内視鏡用の光源装置において、青色画素に対して感度を有する青色光を発する青色発光素子と、赤色画素に対して感度を有する赤色光を発する赤色発光素子と、緑色画素に対して感度を有し、更に青色画素及び赤色画素のうち少なくともいずれかの画素に対して感度を有する広帯域の緑色光を発する緑色発光素子と、青色光及び赤色光を発光させる第1発光モードと、緑色光を発光させる第2発光モードとで青色発光素子と赤色発光素子と緑色発光素子とを制御し、第1発光モードと第2発光モードとを切り替える制御を行う発光素子制御部とを備える。

【0012】

本発明の光源装置の作動方法は、青色画素と赤色画素と緑色画素とが設けられたカラー撮像素子を有する内視鏡に対して、光を供給する内視鏡用の光源装置の作動方法において、青色発光素子が、青色画素に対して感度を有する青色光を発するステップと、赤色発光素子が、赤色画素に対して感度を有する赤色光を発するステップと、緑色発光素子が、緑色画素に対して感度を有し、更に青色画素及び赤色画素のうち少なくともいずれかの画素に対して感度を有する広帯域の緑色光を発するステップと、発光素子制御部が、青色光及び赤色光を発光させる第1発光モードと、緑色光を発光させる第2発光モードとで青色発光素子と赤色発光素子と緑色発光素子とを制御し、第1発光モードと第2発光モードとを切り替えるステップとを備える。

【0013】

紫色光を発する紫色発光素子を更に有し、青色画素は、青色光と紫色光に感度を有することが好ましい。

【0014】

発光素子制御部は、第2発光モードにおいて、紫色光と緑色光とを発光させるように、紫色発光素子と緑色発光素子とを制御しても良い。

【0015】

撮像制御部は、各色画素に対応した画像信号を出力し、画像処理部は、第1発光モードで青色画素から出力された第1青色画像信号と、第2発光モードで青色画素から出力された第2青色画像信号とを重み付けして加算した加算青色画像信号を求める信号加算部と、加算青色画像信号と、第1発光モードで赤色画素から出力された第1赤色画像信号と、第2発光モードで緑色画素から出力された第2緑色画像信号とから特定画像を生成する画像生成部とを備えることが好ましい。また、信号加算部は、第2青色画像信号の重み付けを、第1青色画像信号の重み付けよりも大きくすることが好ましい。

【0016】

発光素子制御部は、第1発光モードにおいて、紫色光と青色光と赤色光とを発光させるように、紫色発光素子と青色発光素子と赤色発光素子とを制御してもよい。

【0017】

撮像制御部は、各色画素に対応した画像信号を出力し、画像処理部は、第1発光モードで青色画素から出力された第1青色画像信号と、第1発光モードで赤色画素から出力された第1赤色画像信号と、第2発光モードで緑色画素から出力された第2緑色画像信号とから、特定画像を生成する画像生成部を備えることが好ましい。

【0018】

発光素子制御部は、第1発光モードにおいて、紫色光を光量PV1で発光させ、青色光

10

20

30

40

50

を光量 P_{B1} で発光させ、緑色光を光量 P_{G1} で発光させ、赤色光を光量 P_{R1} で発光させ、且つ第2発光モードにおいて、紫色光を光量 P_{V2} で発光させ、青色光を光量 P_{B2} で発光させ、緑色光を光量 P_{G2} で発光させ、赤色光を光量 P_{R2} で発光させ、第1発光モードの場合、光量 P_{B1} を光量 P_{B2} よりも大きくし、光量 P_{R1} を光量 P_{R2} よりも大きくし、光量 P_{V1} を光量 P_{V2} よりも小さくし、光量 P_{G1} を光量 P_{G2} よりも小さくし、第2発光モードの場合、光量 P_{V2} を光量 P_{V1} よりも大きくし、光量 P_{G2} を光量 P_{G1} よりも大きくし、光量 P_{B2} を光量 P_{B1} よりも小さくし、光量 P_{R2} を光量 P_{R1} よりも小さくするように、紫色発光素子と青色発光素子と緑色発光素子と赤色発光素子とを制御しても良い。

【0019】

発光素子制御部は、第1発光モードにおいて、紫色光を光量 P_{V1} で発光させ、青色光を光量 P_{B1} で発光させ、緑色光を光量 P_{G1} で発光させ、赤色光を光量 P_{R1} で発光させ、且つ第2発光モードにおいて、紫色光を光量 P_{V2} で発光させ、青色光を光量 P_{B2} で発光させ、緑色光を光量 P_{G2} で発光させ、赤色光を光量 P_{R2} で発光させ、第1発光モードの場合、光量 P_{V1} を光量 P_{V2} よりも大きくし、光量 P_{B1} を光量 P_{B2} よりも大きくし、光量 P_{R1} を光量 P_{R2} よりも大きくし、光量 P_{G1} を光量 P_{G2} よりも小さくし、第2発光モードの場合、光量 P_{G2} を光量 P_{G1} よりも大きくし、光量 P_{V2} を光量 P_{V1} よりも小さくし、光量 P_{B2} を光量 P_{B1} よりも小さくし、光量 P_{R2} を光量 P_{R1} よりも小さくするように、紫色発光素子と青色発光素子と緑色発光素子と赤色発光素子とを制御しても良い。

【0020】

第1発光モードで出力された画像信号と第2発光モードで出力された画像信号とのうち、同じ色の光で照明された被検体を撮像して出力された画像信号間の位置ずれ量を算出する位置ずれ量算出部と、位置ずれ量に基づいて、第1発光モードで出力された画像信号と第2発光モードで出力された画像信号との間の位置合わせを行う位置合わせ部とを備えることが好ましい。

【0021】

青色発光素子の光路上に、 $460\text{nm} \sim 500\text{nm}$ の範囲内の特定波長の光を減衰する減衰フィルタを有することが好ましい。

【0022】

発光素子制御部は、第1発光モード、第2発光モード内において、各色発光素子から光を順次に発光させても良い。また、発光素子制御部は、各色発光素子から光を同時に発光させても良い。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、波長帯域が互いに離間した青色光と赤色光とを発光する第1発光モードで照明中の被検体をカラー撮像素子で撮像し、且つ緑色光を発光する第2発光モードで照明中の被検体をカラー撮像素子で撮像して画像信号を出力することにより、混色の発生を防止することができる内視鏡システム、内視鏡システムの作動方法、光源装置、光源装置の作動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【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】各色発光素子が発光する光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図4】紫色光、青色光、及び緑色光の観察対象への深達度を示す説明図である。

【図5】青色制限光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図6】通常光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図7】第1発光モードで照射される青色制限光及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】第 2 発光モードで照射される紫色光及び緑色光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図 9】カラーフィルタアレイの構成を示す図である。

【図 10】カラーフィルタの透過特性を示す図である。

【図 11】加算青色画像信号の生成について説明する説明図である。

【図 12】本発明の作用を説明するフローチャートである。

【図 13】第 2 実施形態の第 1 発光モードで照射される紫色光、青色制限光、及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図 14】第 2 実施形態の第 2 発光モードで照射される緑色光の分光スペクトルを示すグラフである。

10

【図 15】第 3 実施形態の第 1 発光モードで照射される紫色光、青色制限光、緑色光、及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図 16】第 3 実施形態の第 2 発光モードで照射される紫色光、青色制限光、緑色光、及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図 17】第 3 実施形態の高画質画像生成部の機能を示すブロック図である。

【図 18】第 3 実施形態のフレーム間の位置ずれ補正を説明する説明図である。

【図 19】第 4 実施形態の第 1 発光モードで照射される紫色光、青色制限光、緑色光、及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図 20】第 4 実施形態の第 2 発光モードで照射される紫色光、青色制限光、緑色光、及び赤色光の分光スペクトルを示すグラフである。

20

【図 21】第 4 実施形態のフレーム間の位置ずれ補正を説明する説明図である。

【図 22】第 1 発光モード、及び第 2 発光モードの撮像後に画像信号を出力する例を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

[第 1 実施形態]

図 1 に示すように、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た湾曲部 12c 及び先端部 12d とを有している。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。この湾曲動作によって、先端部 12d が所望の方向に向けられる。

30

【0026】

また、操作部 12b には、アングルノブ 12e の他、モード切り替えスイッチ（以下、モード切替 SW という）13 が設けられている。モード切替 SW 13 は、観察モードの切り替え操作に用いられる。内視鏡システム 10 は、観察モードとして通常モードと高画質モードとを有している。通常モードは、白色光の戻り光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）をモニタ 18 に表示する。高画質モードは、通常画像よりも高画質な高画質画像（特定画像）をモニタ 18 に表示する。

40

【0027】

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、各観察モードの画像や、画像に付帯する画像情報等を表示する。コンソール 19 は、機能設定等の入力操作を受け付けるユーザインタフェースとして機能する。なお、プロセッサ装置 16 には、画像や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。

【0028】

図 2 に示すように、光源装置 14 は、観察対象に照射する照明光を発生させる光源部 20 と、特定波長の光を減衰する減衰フィルタ 21 と、光源部 20 の駆動を制御する発光素子制御部 22 と、光源部 20 及び減衰フィルタ 21 によって生成される光の光路を結合す

50

る光路結合部 2 3 とを備えている。

【 0 0 2 9 】

光源部 2 0 は、V - L E D (Violet Light Emitting Diode) 2 0 a、B - L E D (Blue 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。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、V - L E D 2 0 a は、中心波長 4 0 5 n m、波長帯域 3 8 0 n m ~ 4 2 0 n m の紫色光 L V を発光する紫色発光素子である。B - L E D 2 0 b は、中心波長 4 6 0 n m、波長帯域 4 2 0 n m ~ 5 0 0 n m の青色光 L B を発光する青色発光素子である。G - L E D 2 0 c は、波長帯域が 4 8 0 n m ~ 6 0 0 n m に及ぶ広帯域の緑色光 L G を発光する緑色発光素子である。R - L E D 2 0 d は、中心波長 6 2 0 n m ~ 6 3 0 n m で、波長帯域が 6 0 0 n m ~ 6 5 0 n m に及び赤色光 L R を発光する赤色発光素子である。なお、V - L E D 2 0 a と B - L E D 2 0 b の中心波長は、 ± 5 n m から $\pm 1 0$ n m 程度の幅を有する。

【 0 0 3 1 】

紫色光 L V 及び青色光 L B は、生体組織表層のヘモグロビンでの吸収が大きく、且つ血管周辺の生体組織内では殆ど拡散せずに反射される光である。緑色光 L G は、紫色光 L V 及び青色光 L B よりも生体組織内に深く拡散し、且つヘモグロビンによる吸収も大きい光である。

【 0 0 3 2 】

ここで、図 4 に示すように、光は、その色 (波長) によって観察対象 2 4 への深達度に変化し、長波長であるほど深達度が深い。深達度とは、観察対象 2 4 の粘膜から、深さ方向に光が到達する度合いを示したものである。そして、粘膜からの深さによって、表層、中層、及び深層と称し、表層のなかでも特に浅く粘膜に近い部分を極表層と称する。血管は、粘膜にも存在するが、表層 (及び極表層) 以下の深さに多く存在する。粘膜に対して深い位置に存在するほど、太い血管が観察される傾向にある。例えば、極表層 ~ 表層に分布する極表層血管 2 5 は最も径が細く、表層付近に分布する表層血管 2 6 は極表層血管 2 5 よりも径が太く、中層付近に分布する中層血管 2 7 はさらに径が太い。血管が太くなる程、血液量が多くなるため、ヘモグロビンが多く含まれる。

【 0 0 3 3 】

また、例えば、紫色光 L V、青色光 L B、及び緑色光 L G を観察対象 2 4 に照射した場合には、紫色光 L V は極表層から表層程度まで到達し、青色光 L B は表層程度まで到達し、緑色光 L G は中層程度まで到達する。したがって、紫色光 L V の戻り光には主に粘膜と極表層血管の情報が含まれ、青色光 L B の戻り光には主に粘膜、極表層血管、及び表層血管の情報が含まれ、緑色光 L G の戻り光には主に粘膜と中層血管の情報が含まれる。

【 0 0 3 4 】

図 5 に示すように、減衰フィルタ 2 1 は、B - L E D 2 0 b の光路上に設けられ、B - L E D 2 0 b が発する青色光 L B のうち、短波長側の波長帯域 (波長帯域が 4 6 0 n m 未満) の光を透過し、長波長側の波長帯域 (波長帯域が 4 6 0 n m ~ 5 0 0 n m の範囲内) の光を減衰する。すなわち、減衰フィルタ 2 1 は、青色光 L B を特定の波長に帯域制限した青色光 (以下、青色制限光という) L B s を生成する。それは、減衰フィルタ 2 1 によって青色光 L B から青色制限光 L B s を生成することで、血管のコントラストが良くなるということが分かっているからである。

【 0 0 3 5 】

また、減衰フィルタ 2 1 は、模式的に波長 4 6 0 n m で青色光 L B を減衰しているが、実際の減衰特性は波長 5 n m ~ 1 0 n m 程度の幅を持つ。このため、減衰フィルタ 2 1 は、波長 4 6 0 n m 以上の光を減衰するために、波長 4 5 0 n m 付近から透過率が減衰する特性を有する。

【 0 0 3 6 】

発光素子制御部 2 2 は、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d の点灯 / 消灯、及び点灯時の光量を独

10

20

30

40

50

立に制御することにより、各色光の発光タイミング、発光期間、光量、及び分光スペクトルを調節する。

【 0 0 3 7 】

具体的には、図 6 に示すように、通常モードでは、V - L E D 2 0 a、B - L E D 2 0 b、G - L E D 2 0 c、及び R - L E D 2 0 d を全て点灯させることにより、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R を同時に発光させる。これにより、通常モードでは、紫色光 L V と青色制限光 L B s と緑色光 L G と赤色光 L R とが光路結合部 2 3 によって結合され、観察対象 2 4 に照射される。紫色光 L V と青色制限光 L B s と緑色光 L G と赤色光 L R とからなる通常光は、それぞれ予め定められた特定の光量に制御され、ほぼ白色とされている。

10

【 0 0 3 8 】

また、キセノンランプ等の白色光源との演色性を維持するためには、観察対象 2 4 に照射する紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R の分光スペクトルに離散的な波長帯域がないことが好ましい。このため、減衰フィルタ 2 1 の減衰特性は、キセノンランプ等との演色性が維持可能な程度に波長 4 6 0 n m 以上の波長帯域の光を低減する特性を有する。

【 0 0 3 9 】

一方、発光素子制御部 2 2 は、高画質モード時に、第 1 発光モードと第 2 発光モードとを切り替える制御を行う。

【 0 0 4 0 】

第 1 発光モードでは、B - L E D 2 0 b 及び R - L E D 2 0 d を点灯させ、V - L E D 2 0 a 及び G - L E D 2 0 c を消灯させることにより、青色光 L B と赤色光 L R を同時に発光させる。青色光 L B に関しては、減衰フィルタ 2 1 によって青色制限光 L B s とされる。これにより、第 1 発光モードでは、図 7 に示すように、青色制限光 L B s と赤色光 L R とが光路結合部 2 3 によって結合され、観察対象 2 4 に照射される。

20

【 0 0 4 1 】

第 2 発光モードでは、V - L E D 2 0 a 及び G - L E D 2 0 c を点灯させ、B - L E D 2 0 b 及び R - L E D 2 0 d を消灯させることにより、紫色光 L V と緑色光 L G を同時に発光させる。これにより、第 2 発光モードでは、図 8 に示すように、紫色光 L V と緑色光 L G とが光路結合部 2 3 によって結合され、観察対象 2 4 に照射される。

30

【 0 0 4 2 】

上記のように各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d が発光する各色光は、光路結合部 2 3 を介して、挿入部 1 2 a 内に挿通されたライトガイド 2 9 に入射される。ライトガイド 2 9 は、内視鏡 1 2 及びユニバーサルコード（内視鏡 1 2、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）内に内蔵されており、光路結合部 2 3 からの各色光を内視鏡 1 2 に供給することにより、各色光を先端部 1 2 d まで伝搬する。なお、ライトガイド 2 9 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 μ m、クラッド径 1 2 5 μ m、外皮となる保護層を含めた径が ϕ 0 . 3 m m ~ 0 . 5 m m の細径なファイバケーブルを使用することができる。

【 0 0 4 3 】

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。ライトガイド 2 9 からの光は、照明レンズ 3 2 を介して、観察対象 2 4 に照射される。撮像光学系 3 0 b は、対物レンズ 3 4 及び撮像素子 3 6 を有している。観察対象 2 4 からの戻り光は、対物レンズ 3 4 に入射し、この対物レンズ 3 4 によって撮像素子 3 6 の撮像面 3 6 a に結像される。

40

【 0 0 4 4 】

撮像素子 3 6 は、単板カラー方式の C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサや C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等のカラー撮像素子であり、観察対象 2 4 からの戻り光を撮像して画像信号を出力する。撮像素子 3 6 の撮像面 3 6 a には、光電変換により画素信号を生成する複数の画素が形成されている。

50

【 0 0 4 5 】

図 9 に示すように、撮像面 3 6 a には、カラーフィルタアレイ 3 8 が設けられている。カラーフィルタアレイ 3 8 は、青色 (B) フィルタ 3 8 a と、緑色 (G) フィルタ 3 8 b と、赤色 (R) フィルタ 3 8 c とで構成されている。各色フィルタ 3 8 a , 3 8 b , 3 8 c は、1 つの画素に対応して、その光入射側 (つまり、対物レンズ 3 4 側) に配置されている。カラーフィルタアレイ 3 8 の色配列は、ベイヤー配列と呼ばれるものである。さらに、カラーフィルタアレイ 3 8 上には、各画素に対応してマイクロレンズ (図示せず) が設けられている。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 に示すように、B フィルタ 3 8 a は 3 8 0 n m ~ 5 6 0 n m の分光透過率を有しており、G フィルタ 3 8 b は 4 5 0 n m ~ 6 3 0 n m の分光透過率を有しており、R フィルタ 3 8 c は 5 8 0 n m ~ 7 6 0 n m の分光透過率を有している。B フィルタ 3 8 a が設けられた画素 (以下、青色画素という) は、青色光 L B (及び青色制限光 L B s) 及び紫色光 L V に感度を有し、青色光 L B (及び青色制限光 L B s) 及び紫色光 L V の各戻り光を受光して、青色画像信号を出力する。G フィルタ 3 8 b が設けられた画素 (以下、緑色画素という) は、緑色光 L G に感度を有し、緑色光 L G の戻り光を受光して、緑色画像信号を出力する。R フィルタ 3 8 c が設けられた画素 (以下、赤色画素という) は、赤色光 L R に感度を有し、赤色光 L R の戻り光を受光して、赤色画像信号を出力する。しかし、上記分光透過率は一例であり、赤色画素であっても青色光 L B に多少感度を有するものや、青色画素であっても赤色光 L R に多少感度を有する撮像素子も存在する。

【 0 0 4 7 】

なお、緑色画素に関しては、緑色光 L G に感度を有するだけでなく、緑色光 L G の波長帯域と隣接した波長帯域を有する青色光 L B 及び赤色光 L R のうち少なくともいずれかにも感度を有する。このため、緑色光 L G と同時に青色光 L B や赤色光 L R が照射された場合、緑色画素は、緑色光 L G の戻り光のみならず青色光 L B や赤色光 L R の各戻り光を受光してしまい、混色が発生する。

【 0 0 4 8 】

撮像素子 3 6 から出力される画像信号は、C D S (Correlated Double Sampling) / A G C (Automatic Gain Control) 回路 4 0 に送信される。C D S / A G C 回路 4 0 は、アナログ信号である画像信号に対して、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 0 を経た画像信号は、A (Analog) / D (Digital) コンバータ 4 2 により、デジタル画像信号に変換される。そして、A / D コンバータ 4 2 からのデジタル画像信号は、プロセッサ装置 1 6 に入力される。

【 0 0 4 9 】

プロセッサ装置 1 6 は、撮像制御部 4 4 と、受信部 4 6 と、D S P (Digital Signal Processor) 4 8 と、ノイズ除去部 5 0 と、画像処理切替部 5 2 と、通常画像生成部 5 4 と、高画質画像生成部 5 6 (画像処理部) と、映像信号生成部 5 8 とを備えている。

【 0 0 5 0 】

撮像制御部 4 4 は、発光素子制御部 2 2 から同期信号を受け (あるいは発光素子制御部 2 2 に同期信号を入力することにより) 、発光素子制御部 2 2 の発光タイミングと撮像素子 3 6 の撮像フレームとの同期や、撮像素子 3 6 からの画像信号の出力の制御を行う。

【 0 0 5 1 】

表 1 に示すように、通常モードの場合、観察対象 2 4 に対して通常光が照射されるため、撮像素子 3 6 は、1 フレーム毎に、通常光のうち、紫色光 L V と青色制限光 L B s の各戻り光を青色画素で受光して青色画像信号を出力し、緑色光 L G の戻り光を緑色画素で受光して緑色画像信号を出力し、赤色光 L R の戻り光を赤色画素で受光して赤色画像信号を出力する。この撮像制御は、通常モードに設定されている間、繰り返し行なわれる。

【 0 0 5 2 】

【表 1】

照明光	LV、LBs	LG	LR
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	青色画像信号	緑色画像信号	赤色画像信号

【0053】

一方、高画質モードの場合、表 2 に示すように、第 1 発光モード時には観察対象 2 4 に対して青色制限光 LBs 及び赤色光 LR が照射されるので、撮像素子 3 6 は、第 1 フレームで、青色制限光 LBs 及び赤色光 LR のうち、青色制限光 LBs の戻り光を青色画素で受光して第 1 青色画像信号を出力し、赤色光 LR の戻り光を赤色画素で受光して第 1 赤色画像信号を出力する。なお、第 1 発光モード時にも緑色画素から第 1 緑色画像信号を出力する。

10

【0054】

【表 2】

照明光	LBs	なし	LR
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第1青色画像信号	第1緑色画像信号	第1赤色画像信号

20

【0055】

表 3 に示すように、第 2 発光モード時には観察対象 2 4 に対して紫色光 LV 及び緑色光 LG が照射されるので、撮像素子 3 6 は、第 2 フレームで、紫色光 LV 及び緑色光 LG のうち、紫色光 LV の戻り光を青色画素で受光して第 2 青色画像信号を出力し、緑色光 LG の戻り光を緑色画素で受光して第 2 緑色画像信号を出力する。なお、第 2 発光モード時にも赤色画素から第 2 赤色画像信号を出力する。

【0056】

【表 3】

照明光	LV	LG	なし
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第2青色画像信号	第2緑色画像信号	第2赤色画像信号

30

【0057】

第 1 発光モード時に照射される青色制限光 LBs と赤色光 LR とは、波長帯域が互いに離間している（図 7 参照）。これにより、青色画素は、青色制限光 LBs で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光のみ受光し、赤色光 LR で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光は受光しないため、青色制限光 LBs と赤色光 LR との混色が発生しない。このため、青色画素からは、青色制限光 LBs の戻り光を撮像した第 1 青色画像信号が出力される。このように、第 1 青色画像信号は、青色制限光 LBs と赤色光 LR との混色の影響を受けていない。

40

【0058】

また、赤色画素は、赤色光 LR で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光のみ受光し、青色制限光 LBs で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光は受光しないため、青色制限光 LBs と赤色光 LR との混色が発生しない。このため、赤色画素からは、赤色光 LR の戻り光を撮像した第 1 赤色画像信号が出力される。このように、第 1 赤色画像信号は、青色制限光 LBs と赤色光 LR との混色の影響を受けていない。

【0059】

一方、第 2 発光モード時の紫色光 LV と緑色光 LG とは、波長帯域が互いに離間している（図 8 参照）。これにより、青色画素は、紫色光 LV で観察対象 2 4 を照明した際の戻

50

り光のみ受光し、緑色光 L G で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光は受光しないため、紫色光 L V と緑色光 L G との混色が発生しない。このため、青色画素からは、紫色光 L V の戻り光を撮像した第 2 青色画像信号が出力される。このように、第 2 青色画像信号は、紫色光 L V と緑色光 L G との混色の影響を受けていない。

【 0 0 6 0 】

また、緑色画素は、緑色光 L G で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光のみ受光し、紫色光 L V で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光は受光しないため、紫色光 L V と緑色光 L G との混色が発生しない。このため、緑色画素からは、緑色光 L G の戻り光を撮像した第 2 緑色画像信号が出力される。このように、第 2 緑色画像信号は、紫色光 L V と緑色光 L G との混色の影響を受けていない。

10

【 0 0 6 1 】

このように、第 1 フレームと第 2 フレームとの 2 フレーム分の撮像制御は、高画質モードに設定されている間、繰り返し行なわれる。また、高画質モードでは、第 1 フレームで出力された第 1 青色画像信号、及び第 1 赤色画像信号と、第 2 フレームで出力された第 2 青色画像信号、及び第 2 緑色画像信号とを利用して、高画質画像の生成が行われる。上述したように第 1 青色画像信号、第 1 赤色画像信号、第 2 青色画像信号、及び第 2 緑色画像信号は、混色の影響を受けていないため、高画質モードでは、色の再現性が良い高画質画像が生成される。

【 0 0 6 2 】

また、青色制限光 L B s で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光には表層血管の情報が含まれているため、第 1 フレームで出力された第 1 青色画像信号は、表層血管の情報を有する。これに対し、紫色光 L V で観察対象 2 4 を照明した際の戻り光には極表層血管の情報が含まれているため、第 2 フレームで出力された第 2 青色画像信号は、極表層血管の情報を有する。

20

【 0 0 6 3 】

受信部 4 6 は、内視鏡 1 2 からデジタルの画像信号を受信する。DSP 4 8 は、受信した画像信号に対して、画素補間処理、ガンマ補正、色補正処理等の信号処理を施す。ノイズ除去部 5 0 は、DSP 4 8 で各種信号処理が施された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、画像信号からノイズを除去する。ノイズが除去された画像信号は、画像処理切替部 5 2 に送信される。

30

【 0 0 6 4 】

画像処理切替部 5 2 は、モード切替 SW 1 3 によって通常モードに設定されている場合には、通常モード時に得られる各色画像信号を通常画像生成部 5 4 に送信する。また、モード切替 SW 1 3 によって高画質モードに設定されている場合には、高画質モード時に得られる各色画像信号を高画質画像生成部 5 6 に送信する。

【 0 0 6 5 】

通常画像生成部 5 4 は、通常モードに設定されている場合に作動し、青色画像信号、緑色画像信号、赤色画像信号に対して、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理を行い、通常画像を生成する。色変換処理は、各色画像信号に対して、 3×3 のマトリックス処理、階調変換処理、及び 3 次元 LUT (Look Up Table) 処理などにより色変換処理を行う。色彩強調処理は、色変換処理済みの各色画像信号に対して行われる。構造強調処理は、色彩強調処理済みの各色画像信号に対して行われ、例えば、表層付近の血管やピットパターン等の観察対象 2 4 の構造を強調する。そして、構造強調処理済みの青色画像信号、緑色画像信号、赤色画像信号を用いて通常画像を生成する。生成された通常画像は、映像信号生成部 5 8 に順次送信される。

40

【 0 0 6 6 】

高画質画像生成部 5 6 は、高画質モードに設定されている場合に作動し、各色画像信号のうち、第 1 青色画像信号、第 1 赤色画像信号、第 2 青色画像信号、及び第 2 緑色画像信号を利用して、高画質画像を生成する。高画質画像生成部 5 6 は、信号加算部 6 0 と、画像生成部 6 2 とを備える。なお、高画質画像生成部 5 6 は、通常画像生成部 5 4 と同様に

50

、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理を行っても良い。

【0067】

信号加算部60は、第1青色画像信号、第1赤色画像信号、第2青色画像信号、及び第2緑色画像信号のうち、第1青色画像信号と第2青色画像信号とを画素毎に加算して、加算青色画像信号を求める。

【0068】

図11に示すように、信号加算部60は、加算青色画像信号を生成する場合、第1青色画像信号と第2青色画像信号とのそれぞれに予め設定された重み付けをして加算する。例えば、第1青色画像信号の重み付けを「a」とし、第2青色画像信号の重み付けを「b」とした場合、「 $a < b$ 」の関係を満たすようにする（すなわち、第2青色画像信号の重み付けを、第1青色画像信号の重み付けよりも大きくする）。具体的には、第1青色画像信号と第2青色画像信号とを、「1:2」の比率で重み付けをして加算する。これにより、加算青色画像信号は、表層血管の情報よりも極表層血管の情報を多く含むようになる。このような加算は、全ての画素について行われる。

【0069】

画像生成部62は、加算青色画像信号、第1赤色画像信号、及び第2緑色画像信号から、高画質画像を生成する。加算青色画像信号には極表層血管の情報が多く含まれているため、高画質画像は、通常画像のような色合いや明るさを保ちつつ極表層血管の走行パターンやピットパターン等が強調される。画像生成部62で生成された高画質画像は、映像信号生成部58に順次送信される。

【0070】

映像信号生成部58は、通常画像生成部54から受信した通常画像、または、高画質画像生成部56から受信した高画質画像を、モニタ18で表示可能な画像として表示するための映像信号に変換し、モニタ18に順次出力する。これにより、モニタ18には、通常画像が入力された場合は通常画像を表示し、高画質画像が入力された場合は高画質画像を表示する。

【0071】

次に、本発明の作用について、図12に示すフローチャートに沿って説明する。まず、通常モードにおいて、スクリーニングを行う（S10）。このスクリーニング時に、ブラウニッシュエリアや発赤など、病変の可能性がある部位（以下、病変可能性部位という）を検出したときには（S11）、モード切替SW13を操作して、観察モードを高画質モードに切り替える（S12）。

【0072】

観察モードが高画質モードに切り替えられると、発光素子制御部22は、第1発光モードで光源部20を制御し、青色制限光LBsと赤色光LRとを観察対象24に照射させる（S13）。撮像素子36は、第1フレームで、青色制限光LBsと赤色光LRの観察対象24からの各戻り光を撮像し、第1青色画像信号、第1緑色画像信号、及び第1赤色画像信号を出力する（S14）。

【0073】

その後、発光素子制御部22は、発光モードを自動的に切り替え、第2発光モードで光源部20を制御し、紫色光LVと緑色光LGとを観察対象24に照射させる（S15）。撮像素子36は、第2フレームで、紫色光LVと緑色光LGの観察対象24からの各戻り光を撮像し、第2青色画像信号、第2緑色画像信号、及び第2赤色画像信号を出力する（S16）。

【0074】

高画質画像生成部56では、信号加算部60が、第1青色画像信号と第2青色画像信号とを重み付けして加算することにより、加算青色画像信号を算出する（S17）。そして、画像生成部62が、加算青色画像信号、第1赤色画像信号、及び第2緑色画像信号から、高画質画像を生成する（S18）。上記のように生成された高画質画像は、映像信号生成部58で映像信号に変換され、モニタ18に表示される（S19）。高画質モードは、

10

20

30

40

50

通常モードに切り替えられるか（Ｓ２０）、診断終了（Ｓ２１）まで繰り返し行われる。

【００７５】

以上のように、本発明は、高画質モードにおいて、波長帯域が互いに離間した青色制限光ＬＢｓ及び赤色光ＬＲを発光する第１発光モードと、波長帯域が互いに離間した紫色光ＬＶ及び緑色光ＬＧを発光する第２発光モードとが交互に切り替えられることにより、各色画素が、それぞれに対応した色の戻り光のみ受光するため、混色の発生を防止することができる。

【００７６】

また、高画質画像を生成する際に、第２青色画像信号の重み付けを第１青色画像信号の重み付けよりも大きくした加算青色画像信号を用いることにより、表層血管よりも極表層血管が強調された高画質画像が得られる。

【００７７】

[第２実施形態]

第１実施形態では、第１発光モード時に青色制限光ＬＢｓと赤色光ＬＲとの２色の光を照射し、第２発光モード時に紫色光ＬＶと緑色光ＬＧとの２色の光を照射しているが、第２実施形態では、第１発光モード時に紫色光ＬＶと青色制限光ＬＢｓと赤色光ＬＲとの３色の光を照射し、第２発光モード時に緑色光ＬＧのみを照射する。なお、通常モードについては、第１実施形態と同様なので説明を省略し、以下では、高画質モードの場合について説明を行う。

【００７８】

紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓは、両方とも狭帯域の光である。スクリーニングのように遠景観察では、より明るい照明光が用いられることが好ましい。そこで、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓを同時に照射し、より明るい照明光とすることによって、青色画像信号の情報が確実に得られるようにする。

【００７９】

発光素子制御部２２は、第１発光モードでは、Ｖ－ＬＥＤ２０ａ、Ｂ－ＬＥＤ２０ｂ、及びＲ－ＬＥＤ２０ｄを点灯させて、Ｇ－ＬＥＤ２０ｃを消灯させることにより、紫色光ＬＶ、青色制限光ＬＢｓ、及び赤色光ＬＲを同時に発光させる。これにより、第１発光モードでは、図１３に示すように、紫色光ＬＶと青色制限光ＬＢｓと赤色光ＬＲとが光路結合部２３によって結合され、観察対象２４に照射される。

【００８０】

表４に示すように、撮像素子３６は、第１フレームで、紫色光ＬＶ、青色制限光ＬＢｓ、及び赤色光ＬＲのうち、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓで観察対象２４を照明した際の各戻り光を青色画素で受光して第１青色画像信号を出力し、赤色光ＬＲで観察対象２４を照明した際の戻り光を赤色画素で受光して第１赤色画像信号を出力する。なお、第１フレームでも緑色画素から第１緑色画像信号を出力する。

【００８１】

【表４】

照明光	LV、LBs	なし	LR
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第1青色画像信号	第1緑色画像信号	第1赤色画像信号

【００８２】

一方、第２発光モードでは、Ｇ－ＬＥＤ２０ｃのみを点灯させて、Ｖ－ＬＥＤ２０ａ、Ｂ－ＬＥＤ２０ｂ、及びＲ－ＬＥＤ２０ｄを消灯させることにより、緑色光ＬＧのみを発光させる。これにより、第２発光モードでは、図１４に示すように、緑色光ＬＧのみが光路結合部２３を介して、観察対象２４に照射される。

【００８３】

表５に示すように、撮像素子３６は、第２フレームで、緑色光ＬＧで観察対象２４を照

10

20

30

40

50

明した際の戻り光を緑色画素で受光して第２緑色画像信号を出力する。なお、第２フレームでも青色画素から第２青色画像信号を出力し、赤色画素から第２赤色画像信号を出力する。

【００８４】

【表５】

照明光	なし	LG	なし
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第２青色画像信号	第２緑色画像信号	第２赤色画像信号

10

【００８５】

第１発光モード時に照射される光のうち、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓの波長帯域と、赤色光ＬＲの波長帯域とは互いに離間している。これにより、青色画素は、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓで観察対象２４を照明した際の各戻り光を受光し、赤色光ＬＲで観察対象２４を照明した際の戻り光は受光しないため、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓと、赤色光ＬＲとの間で混色が発生しない。このため、青色画素からは、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓの各戻り光を撮像した第１青色画像信号が出力される。このように、第１青色画像信号は、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓと、赤色光ＬＲとの混色の影響を受けていない。

【００８６】

20

また、赤色画素は、赤色光ＬＲで観察対象２４を照明した際の戻り光のみ受光し、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓで観察対象２４を照明した際の各戻り光は受光しないため、赤色光ＬＲと、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓとの間で混色が発生しない。このため、赤色画素からは、赤色光ＬＲの戻り光を撮像した第１赤色画像信号が出力される。このように、第１赤色画像信号は、赤色光ＬＲと、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓとの混色の影響を受けていない。

【００８７】

一方、第２発光モード時には緑色光ＬＧのみが照射される。これにより、緑色画素は、緑色光ＬＧで観察対象２４を照明した際の戻り光のみ受光するため、混色が発生しない。このため、緑色画素からは、緑色光ＬＧの戻り光を撮像した第２緑色画像信号が出力される。このように、第２緑色画像信号は、混色の影響を受けていない。

30

【００８８】

なお、第２実施形態では、高画質画像の生成を行う際に、第１青色画像信号と第２青色画像信号との加算が行われない。このため、高画質画像生成部５６には、信号加算部６０が設けられていない。そして、画像生成部６２では、第１青色画像信号、第１赤色画像信号、及び第２緑色画像信号から、色の再現性が良い高画質画像が生成される。

【００８９】

以上のように、第２実施形態では、高画質モードにおいて、紫色光ＬＶ、青色制限光ＬＢｓ及び赤色光ＬＲを発光する第１発光モードと、緑色光ＬＧのみを発光する第２発光モードとが交互に切り替えられることにより、紫色光ＬＶ及び青色制限光ＬＢｓと、赤色光ＬＲと、緑色光ＬＧとの間で混色の発生を防止することができる。また、第１青色画像信号には極表層血管と表層血管との両方の情報が含まれているため、高画質画像は、極表層血管と表層血管との両方が強調される。

40

【００９０】

[第３実施形態]

第１、第２実施形態では、高画質モードにおいて、一部のＬＥＤを点灯させ、その他のＬＥＤを消灯させているが、第３実施形態では、全てのＬＥＤを点灯させ、且つ第１発光モードと第２発光モードとの間で各ＬＥＤから発光させる光の光量を異ならせる。

【００９１】

発光素子制御部２２は、第１、第２発光モード時に、Ｖ－ＬＥＤ２０ａ、Ｂ－ＬＥＤ２

50

0 b、G - L E D 2 0 c、及び R - L E D 2 0 d の全てを点灯させることにより、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G 及び赤色光 L R の 4 色の光を発光させる。

【 0 0 9 2 】

また、発光素子制御部 2 2 は、第 1 発光モードに切り替えられた場合、図 1 5 に示すように、紫色光 L V の光量を光量 P V 1 に設定し、青色制限光 L B s の光量を光量 P B s 1 に設定し、緑色光 L G の光量を光量 P G 1 に設定し、赤色光 L R の光量を光量 P R 1 に設定する。なお、青色制限光 L B s の光量 P B s 1 は、青色光 L B の光量を光量 P B 1 に制御することによって設定される。

【 0 0 9 3 】

一方、第 2 発光モードに切り替えられた場合、図 1 6 に示すように、紫色光 L V の光量を光量 P V 2 に設定し、青色制限光 L B s の光量を光量 P B s 2 に設定し、緑色光 L G の光量を光量 P G 2 に設定し、赤色光 L R の光量を光量 P R 2 に設定する。なお、青色制限光 L B s の光量 P B s 2 は、青色光 L B の光量を光量 P B 2 に制御することによって設定される。

【 0 0 9 4 】

発光素子制御部 2 2 は、第 1 発光モードと第 2 発光モードとの間で、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R の各光量を異ならせるように、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d を制御する。

【 0 0 9 5 】

具体的には、紫色光 L V の光量に関しては、光量 P V 1 と光量 P V 2 とが $P V 1 < P V 2$ の関係を満たすように、第 1 発光モードと第 2 発光モードとで V - L E D 2 0 a を制御する。例えば、光量 P V 1 は、光量 P V 2 の $1 / 10$ の光量とする。

【 0 0 9 6 】

青色制限光 L B s の光量に関しては、光量 P B s 1 と光量 P B s 2 とが $P B s 1 > P B s 2$ の関係を満たすように、第 1 発光モードと第 2 発光モードとで B - L E D 2 0 b を制御する。例えば、光量 P B s 2 は、光量 P B s 1 の $1 / 10$ の光量とする。

【 0 0 9 7 】

緑色光 L G の光量に関しては、光量 P G 1 と光量 P G 2 とが $P G 1 < P G 2$ の関係を満たすように、第 1 発光モードと第 2 発光モードとで G - L E D 2 0 c を制御する。例えば、光量 P G 1 は、光量 P G 2 の $1 / 10$ の光量とする。

【 0 0 9 8 】

赤色光 L R の光量に関しては、光量 P R 1 と光量 P R 2 とが $P R 1 > P R 2$ の関係を満たすように、第 1 発光モードと第 2 発光モードとで R - L E D 2 0 d を制御する。例えば、光量 P R 2 は、光量 P R 1 の $1 / 10$ の光量とする。

【 0 0 9 9 】

これにより、第 1 発光モードでは、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R が同時に発光するが、青色制限光 L B s の光量 P B s 1 と赤色光 L R の光量 P R 1 については、第 2 発光モード時の青色制限光 L B s の光量 P B s 2 と赤色光 L R の光量 P R 2 よりもそれぞれ大きくされた分光スペクトルとなる。これに対して、紫色光 L V の光量 P V 1 と緑色光 L G の光量 P G 1 については、第 2 発光モード時の紫色光 L V の光量 P V 2 と緑色光 L G の光量 P G 2 よりもそれぞれ小さくされた分光スペクトルとなる。

【 0 1 0 0 】

一方、第 2 発光モードでは、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R が同時に発光するが、紫色光 L V の光量 P V 2 と緑色光 L G の光量 P G 2 については、第 1 発光モード時の紫色光 L V の光量 P V 1 と緑色光 L G の光量 P G 1 よりもそれぞれ大きくされた分光スペクトルとなる。これに対して、青色制限光 L B s の光量 P B s 2 と赤色光 L R の光量 P R 2 については、第 1 発光モード時の青色制限光 L B s の光量 P B s 1 と赤色光 L R の光量 P R 1 よりもそれぞれ小さくされた分光スペクトルとなる。

【 0 1 0 1 】

表 6 に示すように、第 1 発光モードでは、撮像素子 3 6 は、第 1 フレームで、紫色光 L

10

20

30

40

50

V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R のうち、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の各戻り光を青色画素で受光して第 1 青色画像信号を出力し、緑色光 L G の戻り光を緑色画素で受光して第 1 緑色画像信号を出力し、赤色光 L R の戻り光を赤色画素で受光して第 1 赤色画像信号を出力する。

【 0 1 0 2 】

【表 6】

照明光	LV、LBs	LG	LR
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第1青色画像信号	第1緑色画像信号	第1赤色画像信号

10

【 0 1 0 3 】

表 7 に示すように、第 2 発光モードでは、撮像素子 3 6 は、第 2 フレームで、紫色光 L V、青色制限光 L B s、緑色光 L G、及び赤色光 L R のうち、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の各戻り光を青色画素で受光して第 2 青色画像信号を出力し、緑色光 L G の戻り光を緑色画素で受光して第 2 緑色画像信号を出力し、赤色光 L R の戻り光を赤色画素で受光して第 2 赤色画像信号を出力する。

【 0 1 0 4 】

【表 7】

照明光	LV、LBs	LG	LR
受光画素	青色画素	緑色画素	赤色画素
出力画像信号	第2青色画像信号	第2緑色画像信号	第2赤色画像信号

20

【 0 1 0 5 】

第 1 発光モード時に照射される光のうち、青色制限光 L B s の波長帯域と、紫色光 L V の波長帯域及び緑色光 L G の波長帯域とは互いに隣接しているものの、紫色光 L V の光量 P V 1 及び緑色光 L G の光量 P G 1 は、青色制限光 L B s の光量 P B s 1 よりも小さく設定されている。これにより、青色画素は、紫色光 L V 及び緑色光 L G の各戻り光よりも青色制限光 L B s の戻り光を多く受光するので、青色制限光 L B s と、紫色光 L V 及び緑色光 L G との間で混色の発生が抑制される。なお、青色制限光 L B s と赤色光 L R とは、波長帯域が互いに離間しているため、混色が発生しない。このため、青色画素からは、青色制限光 L B s の戻り光を多く撮像した第 1 青色画像信号が出力される。このように、第 1 青色画像信号は、青色制限光 L B s と、紫色光 L V 及び緑色光 L G との混色の影響が抑制されている。

30

【 0 1 0 6 】

また、第 1 発光モード時に照射される光のうち、赤色光 L R の波長帯域と、緑色光 L G の波長帯域とは互いに隣接しているものの、緑色光 L G の光量 P G 1 は、赤色光 L R の光量 P R 1 よりも小さく設定されている。これにより、赤色画素は、緑色光 L G の戻り光よりも赤色光 L R の戻り光を多く受光するので、赤色光 L R と緑色光 L G との間で混色の発生が抑制される。このため、赤色画素からは、赤色光 L R の戻り光を多く撮像した第 1 赤色画像信号が出力される。このように、第 1 赤色画像信号は、赤色光 L R と緑色光 L G との混色の影響が抑制されている。

40

【 0 1 0 7 】

一方、第 2 発光モード時に照射される光のうち、紫色光 L V の波長帯域と青色制限光 L B s の波長帯域とは互いに隣接しているものの、青色制限光 L B s の光量 P B s 2 は、紫色光 L V の光量 P V 2 よりも小さく設定されている。これにより、青色画素は、青色制限光 L B s の戻り光よりも紫色光 L V の戻り光を多く受光するので、紫色光 L V と青色制限光 L B s との間で混色の発生が抑制される。なお、紫色光 L V は、緑色光 L G 及び赤色光 L R とは、波長帯域が互いに離間しているため、混色が発生しない。このため、青色画素

50

からは、紫色光 L V の戻り光を多く撮像した第 2 青色画像信号が出力される。このように、第 2 青色画像信号は、紫色光 L V と青色制限光 L B s との混色の影響が抑制されている。

【 0 1 0 8 】

また、第 2 発光モード時に照射される光のうち、緑色光 L G の波長帯域と、青色制限光 L B s の波長帯域及び赤色光 L R の波長帯域とは互いに隣接しているものの、青色制限光 L B s の光量 P B s 2 及び赤色光 L R の光量 P R 2 は、緑色光 L G の光量 P G 2 よりも小さく設定されている。これにより、緑色画素は、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R の各戻り光よりも緑色光 L G の戻り光を多く受光するので、緑色光 L G と、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R との間で混色の発生が抑制される。このため、緑色画素からは、緑色光 L G の戻り光を多く撮像した第 2 緑色画像信号が出力される。このように、第 2 緑色画像信号は、緑色光 L G と、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R との混色の影響が抑制されている。

10

【 0 1 0 9 】

また、第 3 実施形態では、第 1、第 2 実施形態の高画質画像生成部 5 6 に代えて、図 1 7 に示すように、高画質画像生成部 7 0 が設けられている。高画質画像生成部 7 0 には、位置ずれ補正部 7 2 が設けられている。位置ずれ補正部 7 2 は、第 1 フレームで出力された画像信号と、第 2 フレームで出力された画像信号との 2 フレーム間の位置合わせを行う。

【 0 1 1 0 】

図 1 8 に示すように、位置ずれ補正部 7 2 は、位置ずれ量算出部 7 4 と、位置合わせ部 7 6 とを備えている。位置ずれ量算出部 7 4 は、第 1 フレームと第 2 フレームとで出力された各色画像信号のうち、同じ色の光で照明された観察対象 2 4 からの戻り光を撮像して出力された画像信号間の位置ずれ量を算出する。例えば、緑色光 L G で照明された観察対象 2 4 からの戻り光を撮像して出力された第 1、第 2 緑色画像信号の全画素について、第 1、第 2 緑色画像信号の比較演算を行うことにより、X 方向の位置ずれ量と Y 方向の位置ずれ量を求める。これら X 方向及び Y 方向の位置ずれ量が、第 1 フレームと第 2 フレームとの 2 フレーム間の位置ずれ量に相当する。

20

【 0 1 1 1 】

なお、位置ずれ量を算出するために第 1、第 2 緑色画像信号を用いる理由は、第 1、第 2 青色画像信号、又は第 1、第 2 赤色画像信号を用いる場合と比較して、位置ずれ量を正確に求められるからである。位置ずれ量を正確に求めるためには、第 1 フレームで出力される画像信号と第 2 フレームで出力される画像信号とのそれぞれから得られる画像に、同じ構造が写っていることが好ましい。ここで、第 1、第 2 青色画像信号の生成に必要な紫色光 L V と青色制限光 L B s とは、第 1 フレームと第 2 フレームとで分光スペクトルが大きく異なっているため（図 1 5、図 1 6 参照）、第 1、第 2 青色画像信号のそれぞれから得られる画像に写っている構造が異なっている。具体的には、第 1 青色画像信号から得られる画像には極表層血管の構造よりも表層血管の構造が多く写っており、第 2 青色画像信号から得られる画像には表層血管の構造よりも極表層血管の構造が多く写っている。また、第 1、第 2 赤色画像信号の生成に必要な赤色光 L R は、観察対象で吸収することなく大部分が反射することから、第 1、第 2 赤色画像信号には血管などの構造がほとんど写っていない。

30

40

【 0 1 1 2 】

これに対して、第 1、第 2 緑色画像信号の生成に必要な緑色光 L G は、第 1 フレームと第 2 フレームとで分光スペクトルがそれほど大きく変わらないため（図 1 5、図 1 6 参照）、第 1、第 2 緑色画像信号のそれぞれから得られる画像に写っている構造はほぼ同じである。そのため、第 1、第 2 緑色画像信号からは、位置ずれ量を正確に求めることができる。

【 0 1 1 3 】

位置合わせ部 7 6 は、位置ずれ量算出部 7 4 で求めた位置ずれ量を用いて、第 1 フレームで出力された画像信号と、第 2 フレームで出力された画像信号との間の位置合わせを行

50

う。具体的には、高画質画像を生成する際に利用する第1青色画像信号及び第1赤色画像信号と、第2青色画像信号及び第2緑色画像信号との間で位置合わせを行う。位置合わせを行う際は、第1フレームで出力された画像信号を、位置ずれ量の分だけフレーム間の位置ずれを打ち消す方向に移動させる。これにより、第1フレームで出力された画像信号の位置が、第2フレームで出力された画像信号の位置に合わせられ、これら2フレーム間の位置ずれが解消される。なお、これとは反対に、第2フレームで出力された画像信号を移動させて第1フレームで出力された画像信号に合わせてもよい。また、高画質画像を生成する際に利用する画像信号だけでなく、第1フレームで出力された全画像信号と、第2フレームで出力された全画像信号との間で位置合わせを行っても良い。

【0114】

高画質画像生成部70では、位置合わせが行われた第1青色画像信号、第1赤色画像信号、第2青色画像信号、及び第2緑色画像信号に対して、上記第1実施形態と同様に、加算青色画像信号の算出等の各種処理が施された後、高画質画像が生成される。

【0115】

以上のように、第3実施形態では、高画質モードにおいて高画質画像を生成する際に、混色の影響が抑制された第1青色画像信号、第1赤色画像信号、第2青色画像信号、及び第2緑色画像信号が用いられるため、通常画像よりも色の再現性が良い高画質画像が得られる。また、同じ色の光から得られる2フレーム間の画像信号を用いて位置ずれが補正されるため、より鮮明な高画質画像となる。

【0116】

さらに、各LED20a~20dが常時点灯されているため、第1発光モードと第2発光モードとを切り替えるたびに各LED20a~20dの点灯/消灯を繰り返す場合と比較して、各色光の光量が予め設定された特定の光量になるまでの時間(いわゆる、立ち上がり時間)が短縮される。このような立ち上がり時間の短縮により、予め設定された特定の光量で撮像が行われる時間が長く得られるため、高画質画像の明るさを向上させることができる。

【0117】

[第4実施形態]

第4実施形態では、第3実施形態と同様に、高画質モードにおいて、全てのLEDを点灯させ、第1発光モードと第2発光モードとの間で各LEDから発光させる光の光量を異ならせるが、各LEDから発光させる光の光量のパターンが第3実施形態とは異なっている。

【0118】

図19に示すように、発光素子制御部22は、第1発光モードでは、紫色光LVの光量を光量PV1に設定し、青色制限光LBSの光量を光量PBS1に設定し、緑色光LGの光量を光量PG1に設定し、赤色光LRの光量を光量PR1に設定する。

【0119】

図20に示すように、第2発光モードでは、紫色光LVの光量を光量PV2に設定し、青色制限光LBSの光量を光量PBS2に設定し、緑色光LGの光量を光量PG2に設定し、赤色光LRの光量を光量PR2に設定する。

【0120】

このように、高画質モードの場合、紫色光LV、青色制限光LBS、赤色光LR、及び緑色光LGが同時に発光するが、第1発光モードでは、紫色光LVの光量PV1、青色制限光LBSの光量PBS1、及び赤色光LRの光量PR1については、第2発光モード時の紫色光LVの光量PV2、青色制限光LBSの光量PBS2、及び赤色光LRの光量PR2よりもそれぞれ大きくされた分光スペクトルとなる。これに対して、緑色光LGの光量PG1については、第2発光モード時の緑色光LGの光量PG2よりも小さくされた分光スペクトルとなる。

【0121】

一方、第2発光モードでは、緑色光LGの光量PG2については、第1発光モード時の

10

20

30

40

50

緑色光 L G の光量 P G 1 よりも大きくされた分光スペクトルとなる。これに対して、紫色光 L V の光量 P V 2、青色制限光 L B s の光量 P B s 2、及び赤色光 L R の光量 P R 2 については、第 1 発光モード時の紫色光 L V の光量 P V 1、青色制限光 L B s の光量 P B s 1、及び赤色光 L R の光量 P R 1 よりもそれぞれ小さくされた分光スペクトルとなる。

【 0 1 2 2 】

第 1 発光モード時に照射される光のうち、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の波長帯域と、緑色光 L G の波長帯域とは互いに隣接しているものの、緑色光 L G の光量 P G 1 は、紫色光 L V の光量 P V 1 及び青色制限光 L B s の光量 P B s 1 よりも小さく設定されている。これにより、青色画素は、緑色光 L G の戻り光よりも紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の各戻り光を多く受光するので、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s と、緑色光 L G との間で混色の発生が抑制される。なお、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s と、赤色光 L R とは、波長帯域が互いに離間しているため、混色が発生しない。このため、青色画素からは、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の各戻り光を多く撮像した第 1 青色画像信号が出力される。このように、第 1 青色画像信号は、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s と、緑色光 L G との混色の影響が抑制されている。

10

【 0 1 2 3 】

また、第 1 発光モード時に照射される光のうち、赤色光 L R の波長帯域と、緑色光 L G の波長帯域とは互いに隣接しているものの、緑色光 L G の光量 P G 1 は、赤色光 L R の光量 P R 1 よりも小さく設定されている。これにより、赤色画素は、緑色光 L G の戻り光よりも赤色光 L R の戻り光を多く受光するので、赤色光 L R と緑色光 L G との間で混色の発生が抑制される。このため、赤色画素からは、赤色光 L R の戻り光を多く撮像した第 1 赤色画像信号が出力される。このように、第 1 赤色画像信号は、赤色光 L R と緑色光 L G との混色の影響が抑制されている。

20

【 0 1 2 4 】

一方、第 2 発光モード時に照射される光のうち、緑色光 L G の波長帯域と、青色制限光 L B s の波長帯域及び赤色光 L R の波長帯域とは互いに隣接しているものの、青色制限光 L B s の光量 P B s 2 及び赤色光 L R の光量 P R 2 は、緑色光 L G の光量 P G 2 よりも小さく設定されている。これにより、緑色画素は、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R の各戻り光よりも緑色光 L G の戻り光を多く受光するので、緑色光 L G と、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R との間で混色の発生が抑制される。なお、緑色光 L G と紫色光 L V とは、波長帯域が互いに離間しているため、混色が発生しない。このため、緑色画素からは、緑色光 L G の戻り光を多く撮像した第 2 緑色画像信号が出力される。このように、第 2 緑色画像信号は、緑色光 L G と、青色制限光 L B s 及び赤色光 L R との混色の影響が抑制されている。

30

【 0 1 2 5 】

第 4 実施形態の位置合わせ部 7 6 は、図 2 1 に示すように、位置ずれ量算出部 7 4 で求めたフレーム間の位置ずれ量を用いて、高画質画像の生成に利用される第 1 青色画像信号及び第 1 赤色画像信号と、第 2 緑色画像信号との間の位置合わせを行う。この 2 フレーム間の位置合わせについては、第 3 実施形態と同様である。

【 0 1 2 6 】

高画質画像生成部 7 0 では、位置合わせが行われた第 1 青色画像信号、第 1 赤色画像信号、及び第 2 緑色画像信号に対して、上記第 2 実施形態と同様に、各種画像処理が施され、高画質画像が生成される。

40

【 0 1 2 7 】

以上のように、第 4 実施形態では、高画質モードにおいて高画質画像を生成する際に、混色の影響が抑制された第 1 青色画像信号、第 1 赤色画像信号、及び第 2 緑色画像信号が用いられるため、通常画像よりも色の再現性が高い高画質画像が得られる。また、同じ色の光から得られる 2 フレーム間の画像信号を用いて位置ずれが補正されるため、より鮮明な高画質画像となる。

【 0 1 2 8 】

50

さらに、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d が常時点灯されているため、第 3 実施形態と同様に、各 L E D 2 0 a ~ 2 0 d の立ち上がり時間の短縮により、所定の光量で撮像が行われる時間が長く得られ、高画質画像の明るさを向上させることができる。

【 0 1 2 9 】

なお、発光素子制御部 2 2 は、第 2 実施形態の第 1 発光モードと、第 1 実施形態の第 2 発光モードとを切り替える制御を行うことができる。つまり、発光素子制御部 2 2 は、第 1 発光モード時に紫色光 L V と青色制限光 L B s と赤色光 L R との 3 色の光を照射させ (図 1 3 参照) 、第 2 発光モード時に紫色光 L V と緑色光 L G との 2 色の光を照射させる (図 8 参照) 。

【 0 1 3 0 】

この場合、撮像素子 3 6 は、第 1 発光モードにおいて、第 1 フレームで、紫色光 L V 及び青色制限光 L B s の各戻り光を青色画素で受光して第 1 青色画像信号を出力し、赤色光 L R の戻り光を赤色画素で受光して第 1 赤色画像信号を出力する。一方、第 2 発光モードにおいて、第 2 フレームで、紫色光 L V の戻り光を青色画素で受光して第 2 青色画像信号を出力し、緑色光 L G の戻り光を緑色画素で受光して第 2 緑色画像信号を出力する。

【 0 1 3 1 】

また、第 1 発光モードと第 2 発光モードとの両方で紫色光 L V が照射されるため、位置ずれ補正部 7 2 により、第 1 青色画像信号と第 2 青色画像信号とを用いて位置合わせを行っても良い。さらに、信号加算部 6 0 により、第 1 青色画像信号と第 2 青色画像信号とを加算して、加算青色画像信号を算出しても良い。

【 0 1 3 2 】

なお、第 1 ~ 第 4 実施形態では、第 1 発光モード時に発光させる複数色の光を第 1 フレームの期間内で同時に発光させているが、これら複数色の光を第 1 フレームの期間内で順次に発光させても良い。同様に、第 2 発光モード時に発光させる複数色の光を第 2 フレームの期間内で順次に発光させても良い。このように、第 1 発光モード、及び第 2 発光モード内で複数色の光を順次に発光させた場合でも、上記第 1 ~ 第 4 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 1 3 3 】

第 1 ~ 第 4 実施形態では、通常モードの場合、V - L E D 2 0 a を点灯させることにより、紫色光 L V 、青色制限光 L B s 、緑色光 L G 、及び赤色光 L R の 4 色の光を観察対象 2 4 に照射させているが、V - L E D 2 0 a を消灯させ、青色制限光 L B s 、緑色光 L G 、及び赤色光 L R の 3 色の光を観察対象 2 4 に照射させても良い。

【 0 1 3 4 】

また、信号加算部 6 0 によって加算青色画像信号を生成する場合、第 2 青色画像信号の重み付けを、第 1 青色画像信号の重み付けよりも大きくしているが、第 1 青色画像信号の重み付けを、第 2 青色画像信号の重み付けよりも大きくしても良い。このようにした場合、加算青色画像信号は、極表層血管の情報よりも表層血管の情報を多く含むようになる。このように、第 1 青色画像信号と第 2 青色画像信号との重み付けは適宜設定可能である。

【 0 1 3 5 】

本発明において、第 1 発光モードで照明中の観察対象 2 4 を撮像して画像信号を出力し、第 2 発光モードで照明中の観察対象 2 4 を撮像して画像信号を出力するようにしているが、それに留まらず、図 2 2 に示すように、第 1 発光モードで照明中の観察対象 2 4 を撮像し、第 2 発光モードで照明中の観察対象 2 4 を撮像して、画像信号を出力してもよい。その場合、撮像素子 3 6 は、画素単位で蓄積時間を制御することが好ましい。蓄積時間は、発光素子の発光期間と同期していることが好ましい。

【 0 1 3 6 】

具体例として、第 1 発光モードで青色制限光 L B s 及び赤色光 L R が照射され、第 2 発光モードで緑色光 L G が照射される場合について説明を行う。発光素子制御部 2 2 は、B - L E D 2 0 b 、 G - L E D 2 0 c 、及び R - L E D 2 0 d を制御して、青色制限光 L B s 、赤色光 L R 、及び緑色光 L G のうち、青色制限光 L B s の光量 P B s 1 を最も大きく

10

20

30

40

50

設定し（図 22 では、「光量：大」と表記）、赤色光 L R の光量 P R 1 を最も小さく設定する（図 22 では、「光量：小」と表記）。緑色光 L G の光量 P G 2 は、光量 P B s 1 よりも小さく、且つ光量 P R 1 よりも大きく設定する（図 22 では、「光量：中」と表記）。

【0137】

また、発光素子制御部 22 は、各色光を発光させる発光期間を制御する。青色制限光 L B s の発光期間は、発光モードが第 1 発光モードに切り替えられてから時間 T 1 が経過するまでとし、赤色光 L R の発光期間は、発光モードが第 1 発光モードに切り替えられてから時間 T 2 が経過するまでとし、緑色光 L G の発光期間は、発光モードが第 2 発光モードに切り替えられてから時間 T 3 が経過するまでとする。これら時間 T 1、T 2、及び T 3 は、 $T_3 > T_1$ 、 T_2 の関係を満たす。このため、赤色光 L R の発光期間は長くされ（図 22 では、「期間：長」と表記）、青色制限光 L B s の発光期間及び緑色光 L G の発光期間は、赤色光 L R の発光期間よりも短くされている（図 22 では、「期間：短」と表記）。このように、光量の大きさと発光期間の長さを制御することにより、高画質画像の明るさや色合いが制御される。特に、上記のような光量及び発光期間に設定することによって、各色光の総光量が一定に保持され、白色光のような色合いや明るさが保たれる。

【0138】

撮像制御部 44 は、各色光の発光期間に同期して撮像素子 36 の蓄積時間を制御する蓄積制御を行う。蓄積時間は、画素が受光した戻り光を、その光量に応じた信号電荷に変換して蓄積する時間である。第 1 発光モードでは第 1 蓄積制御が行われ、第 2 発光モードでは第 2 蓄積制御が行われる。第 1 蓄積制御では、青色画素は、青色制限光 L B s の発光期間に、青色制限光 L B s が発光する時間 T 1 と同じ時間だけ青色制限光 L B s の戻り光を信号電荷として蓄積する。また、赤色画素は、赤色光 L R の発光期間に、赤色光 L R が発光する時間 T 2 と同じ時間だけ赤色光 L R の戻り光を信号電荷として蓄積する。一方、第 2 蓄積制御では、緑色画素は、緑色光 L G の発光期間に、緑色光 L G が発光する時間 T 3 と同じ時間だけ緑色光 L G の戻り光を信号電荷として蓄積する。

【0139】

また、撮像素子 36 は、第 1 蓄積制御と第 2 蓄積制御が行われた際に、各色画素から信号電荷の読出しが行われ、この信号電荷を画像信号に変換して出力する。具体的には、青色画素から信号電荷の読出しを行い、この信号電荷を第 1 青色画像信号及び第 2 青色画像信号に変換して出力する。同様に、緑色画素から信号電荷の読出しを行い、この信号電荷を第 1 緑色画像信号及び第 2 緑色画像信号に変換して出力する。赤色画素から信号電荷の読出しを行い、この信号電荷を第 1 赤色画像信号及び第 2 赤色画像信号に変換して出力する。

【0140】

また、本発明は、後述する付記項に示す構成要素を有する内視鏡システムとして構成した場合でも、本発明の課題を解決することができる。

【0141】

[付記項 1]

青色光を発する青色発光素子と、
赤色光を発する赤色発光素子と、
広帯域の緑色光を発する緑色発光素子と、
紫色光を発する紫色発光素子と、

前記青色光と前記赤色光と前記紫色光とを発光させ、且つ前記青色光の光量と前記紫色光の光量とが特定の光量比にされた第 1 発光モードと、前記緑色光を発光させる第 2 発光モードとで前記青色発光素子と前記赤色発光素子と前記緑色発光素子と前記紫色発光素子とを制御し、前記第 1 発光モードと前記第 2 発光モードとを切り替える制御を行う発光素子制御部と、

前記青色光と前記紫色光に感度を有する青色画素と、前記赤色光に感度を有する赤色画素と、前記緑色光に感度を有し、更に前記青色光と前記紫色光と前記赤色光とのうち少な

10

20

30

40

50

くともいずれかの光に感度を有する緑色画素とが設けられたカラー撮像素子と、

前記第 1 発光モードで照明中の被検体を撮像し、且つ前記第 2 発光モードで照明中の被検体を撮像して画像信号を出力する撮像制御部と、

前記画像信号から特定画像を生成する画像処理部とを備えることを特徴とする内視鏡システム。

【 0 1 4 2 】

[付記項 2]

前記発光素子制御部は、前記紫色光の光量を、前記青色光の光量よりも大きくすることを特徴とする付記項 1 に記載の内視鏡システム。

【 0 1 4 3 】

付記項 2 に係る内視鏡システムによれば、極表層血管の情報が多く含まれた紫色光の光量を、表層血管の情報が多く含まれた青色光の光量よりも大きくすることにより、表層血管よりも極表層血管が強調された特定画像が生成される。

【 0 1 4 4 】

[付記項 3]

前記発光素子制御部は、前記青色光の光量を、前記紫色光の光量よりも大きくすることを特徴とする付記項 1 に記載の内視鏡システム。

【 0 1 4 5 】

付記項 3 に係る内視鏡システムによれば、表層血管の情報が多く含まれた青色光の光量を、極表層血管の情報が多く含まれた紫色光の光量よりも大きくすることにより、極表層血管よりも表層血管が強調された特定画像が生成される。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 6 】

1 0 内視鏡システム

1 2 内視鏡

1 4 光源装置

1 6 プロセッサ装置

2 0 光源部

2 0 a V - L E D

2 0 b B - L E D

2 0 c G - L E D

2 0 d R - L E D

2 1 減衰フィルタ

2 2 発光素子制御部

3 6 撮像素子

3 8 カラーフィルタアレイ

3 8 a 青色 (B) フィルタ

3 8 b 緑色 (G) フィルタ

3 8 c 赤色 (R) フィルタ

4 4 撮像制御部

5 4 通常画像生成部

5 6 、 7 0 高画質画像生成部

6 0 信号加算部

6 2 画像生成部

7 2 位置ずれ補正部

7 4 位置ずれ量算出部

7 6 位置合わせ部

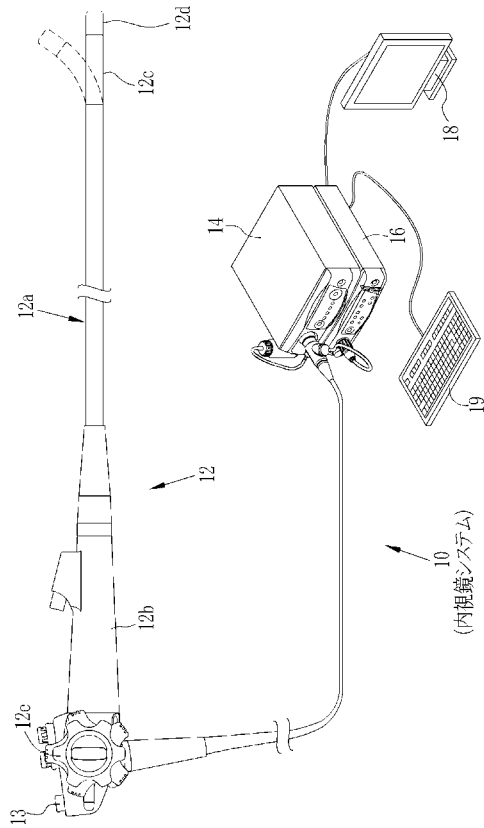
10

20

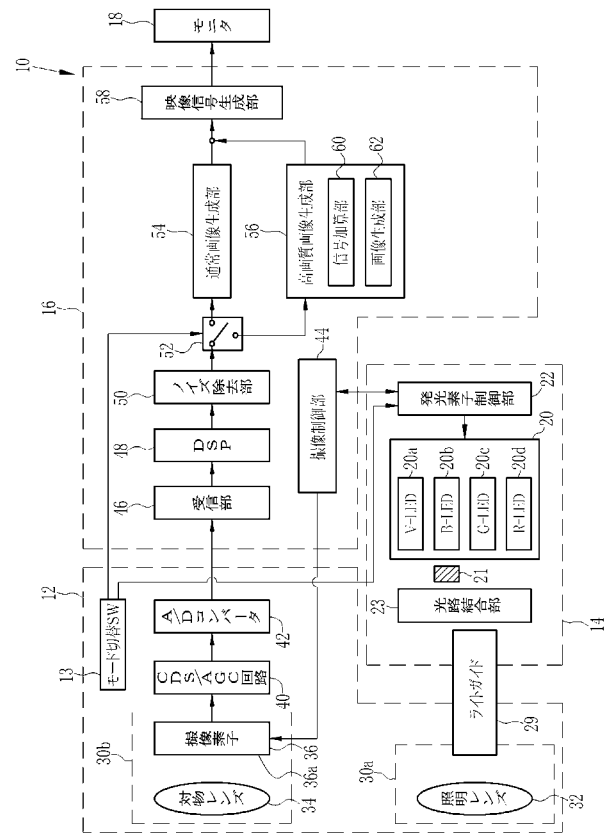
30

40

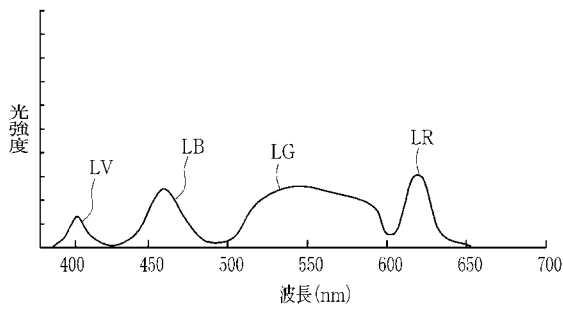
【図 1】



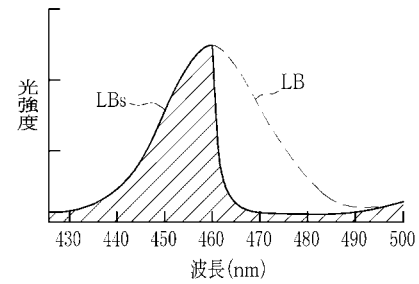
【図 2】



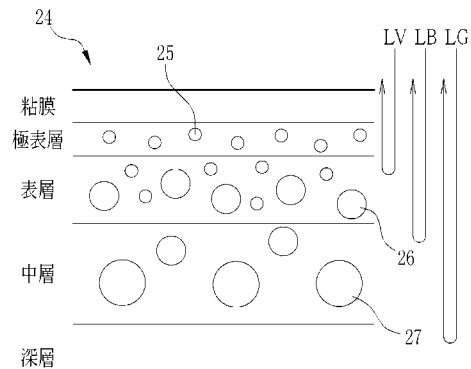
【図 3】



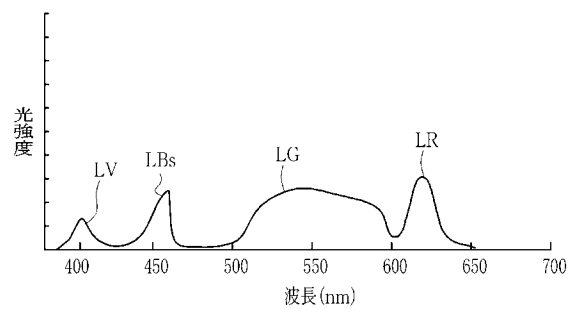
【図 5】



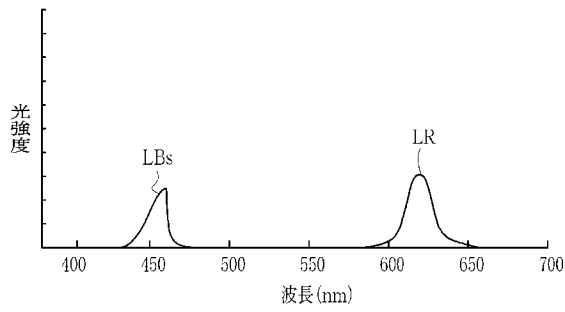
【図 4】



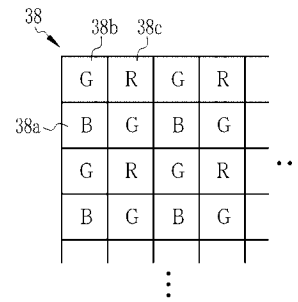
【図 6】



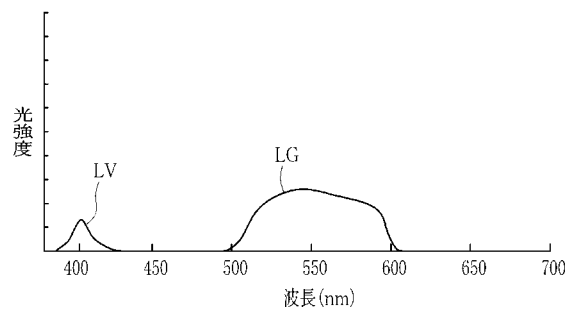
【図 7】



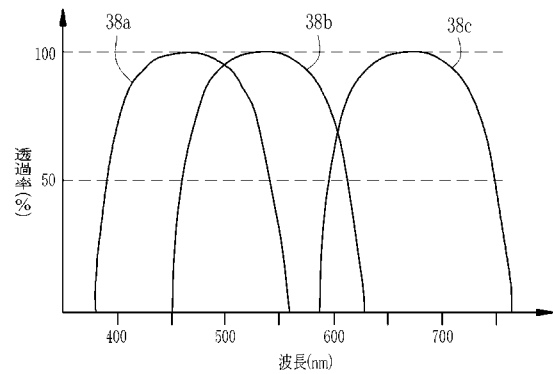
【図 9】



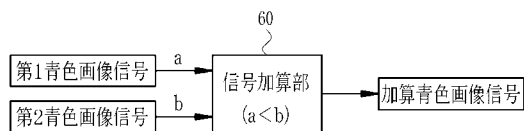
【図 8】



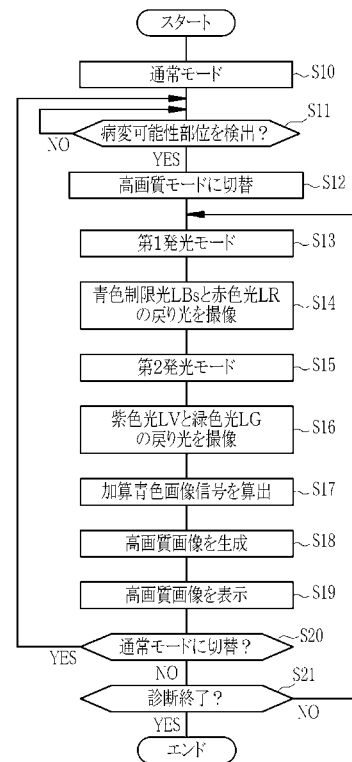
【図 10】



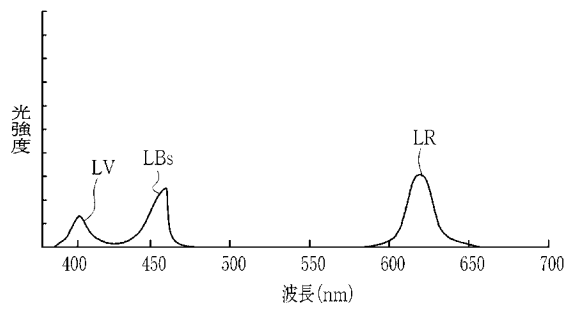
【図 11】



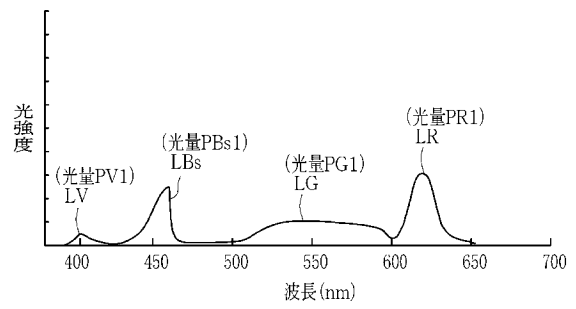
【図 12】



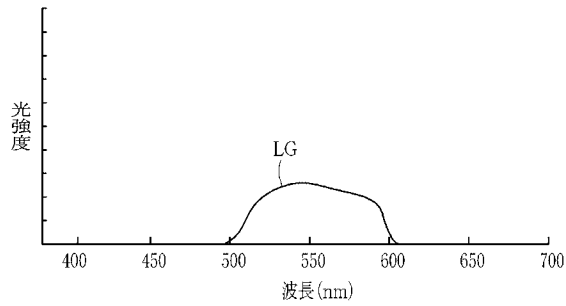
【図 13】



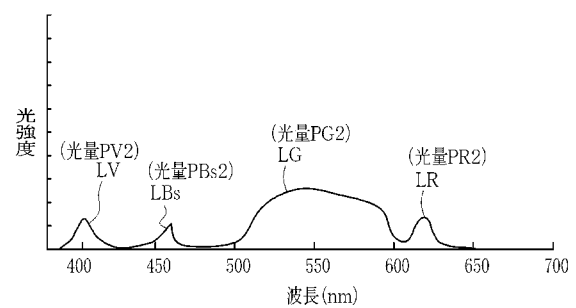
【図 15】



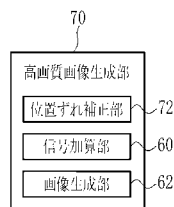
【図 14】



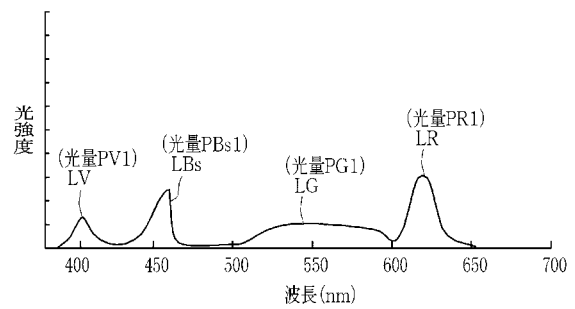
【図 16】



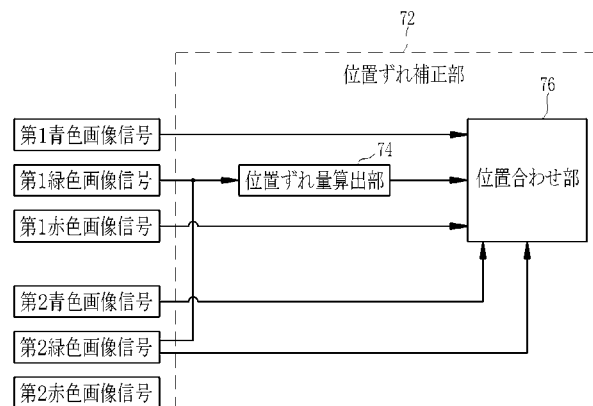
【図 17】



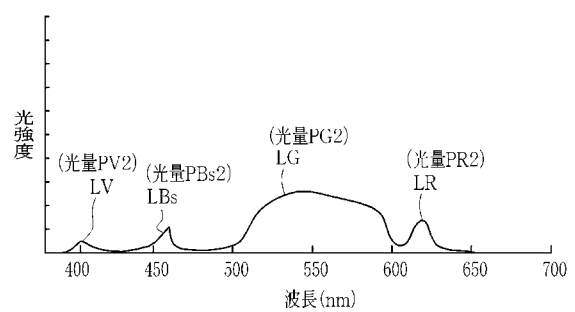
【図 19】



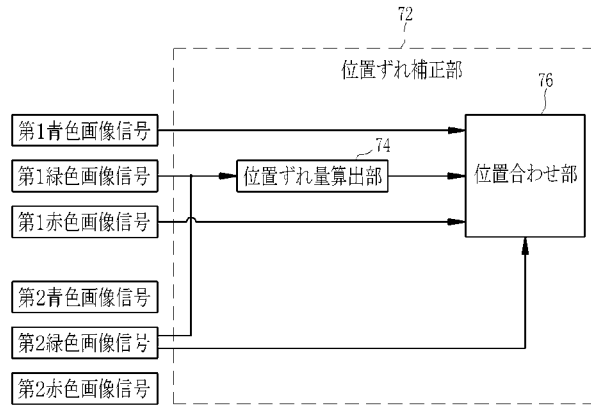
【図 18】



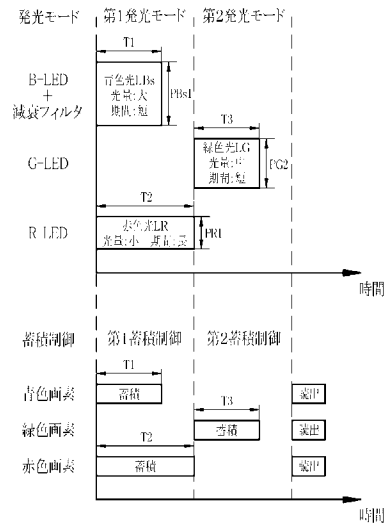
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 4 N 9/07 (2006.01) H 0 4 N 9/07 D

F ターム (参考) 4C161 BB02 CC06 DD04 HH51 LL02 MM05 NN01 QQ02 QQ07 QQ09
RR03 RR26 SS23
5C065 AA04 BB01 BB19 CC01 DD02 DD15 EE08

专利名称(译)	内窥镜系统，内窥镜系统的操作方法，光源装置，光源装置的操作方法		
公开(公告)号	JP2016032494A	公开(公告)日	2016-03-10
申请号	JP2014155586	申请日	2014-07-30
[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	小澤 聡 森本 美範 大橋 永治		
发明人	小澤 聡 森本 美範 大橋 永治		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/06 A61B1/00 G02B23/24 G02B23/26 H04N9/07		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/06.A A61B1/00.300.D G02B23/24.B G02B23/26.B H04N9/07.D A61B1/00.513 A61B1/00.550 A61B1/04 A61B1/04.531 A61B1/045.610 A61B1/045.622 A61B1/045.631 A61B1/06.611 A61B1/07.730 A61B1/07.731 A61B1/07.735		
F-TERM分类号	2H040/BA10 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/GA02 2H040/GA05 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD04 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR03 4C161/RR26 4C161/SS23 5C065/AA04 5C065/BB01 5C065/BB19 5C065/CC01 5C065/DD02 5C065/DD15 5C065/EE08		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP6247610B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜系统，内窥镜系统的操作方法，光源装置，当通过彩色图像传感器捕获被多种颜色的光照射的被检体内的图像时，能够防止混色的发生。提供一种操作光源装置的方法 内窥镜系统 (10) 具有普通模式和高图像质量模式。在高图像质量模式下，发光元件控制单元22进行控制以在用于发出蓝色限制光LBs和红色光LR的第一发光模式与用于发出紫色光LV和绿色光LG的第二发光模式之间进行切换。成像装置36对在第一发光模式下被照明的观察目标24成像，输出第一蓝色图像信号和第一红色图像信号，并且对在第二发光模式下被照明的观察目标24成像。然后，输出第二蓝色图像信号和第二绿色图像信号。高质量图像生成单元56从第一蓝色图像信号，第一红色图像信号，第二蓝色图像信号和第二绿色图像信号生成高质量图像。 [选择图]图12

(21) 出願番号	特願2014-155586 (P2014-155586)	(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7月30日 (2014. 7. 30)	(74) 代理人	100075281 弁理士 小林 和憲
		(72) 発明者	小澤 聡 神奈川県足柄上郡開成町官台798番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	森本 美範 神奈川県足柄上郡開成町官台798番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	大橋 永治 神奈川県足柄上郡開成町官台798番地 富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 2H040 BA10 CA04 CA06 GA02 GA05		最終頁に続く	