

(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2017-113458

(P2017-113458A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

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

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-254814 (P2015-254814)	(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
(22) 出願日	平成27年12月25日(2015.12.25)	(74) 代理人	110001988 特許業務法人小林国際特許事務所
		(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	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	杉▲崎▼ 誠 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

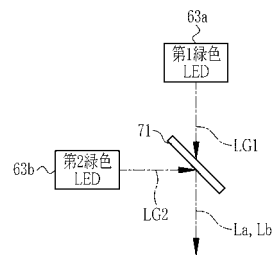
(54) 【発明の名称】 内視鏡用光源装置及びその作動方法、並びに内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】ダイクロイックミラーを挿抜させることなく、広帯域光と狭帯域光とを生成することを可能とする内視鏡用光源装置及びその作動方法、並びに内視鏡システムを提供する。

【解決手段】第1光源は、第1光を発する第1発光素子を有する。第2光源は、第1光と同じ波長帯域の第2光を発する第2発光素子を有する。第1DMIは、第1光及び第2光の波長帯域内に第1閾値及び第2閾値を有し、第1閾値及び第2閾値の間の第1波長帯域を有する第1波長帯域光を第1光から生成し、第1波長帯域外の第2波長帯域を有する第2波長帯域光を第2光から生成する。第1DMIは、第1波長帯域光の光路と第2波長帯域光の光路とを統合する。光源制御部は、第1発光素子と第2発光素子とを駆動させて第1波長帯域光及び第2波長帯域光を含む広帯域光を生成させ、かつ第1発光素子及び第2発光素子のうち第1発光素子を駆動して第1波長帯域光を含む狭帯域光を生成させる。

【選択図】 図6B



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 光を発する第 1 発光素子を有する第 1 光源と、  
前記第 1 光と同じ波長帯域を有する第 2 光を発する第 2 発光素子を有する第 2 光源と、  
前記第 1 光及び前記第 2 光の波長帯域内に第 1 閾値及び第 2 閾値を有する第 1 ダイクロ  
イックミラーであって、前記第 1 閾値及び前記第 2 閾値の間の第 1 波長帯域を有する第 1  
波長帯域光を前記第 1 光から生成し、前記第 1 波長帯域外の第 2 波長帯域を有する第 2  
波長帯域光を前記第 2 光から生成し、前記第 1 波長帯域光の光路と前記第 2 波長帯域光の光  
路とを統合する第 1 ダイクロイックミラーと、

前記第 1 発光素子及び前記第 2 発光素子を駆動させて、前記第 1 波長帯域光及び前記第  
2 波長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、前記第 1 発光素子及び前記第 2 発光素  
子のうち、前記第 1 発光素子を駆動させて、前記第 1 波長帯域光を含む狭帯域光を生成さ  
せる制御とを行う光源制御部と、

を備える内視鏡用光源装置。

**【請求項 2】**

前記光源制御部は、前記第 1 発光素子に対して印加する駆動電流と、前記第 2 発光素子  
に対して印加する駆動電流とを制御することにより、前記第 1 光と前記第 2 光を同じ発光  
強度で発光させる請求項 1 に記載の内視鏡用光源装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 光及び前記第 2 光の波長帯域よりも中心波長が短波長側にある第 3 光を発する  
第 3 発光素子を有する第 3 光源と、

前記第 3 光と同じ波長帯域を有する第 4 光を発する第 4 発光素子を有する第 4 光源と、  
前記第 3 光及び前記第 4 光の波長帯域内に第 3 閾値を有し、前記第 3 閾値以下の第 3 波  
長帯域を有する第 3 波長帯域光を前記第 3 光から生成し、前記第 3 閾値より大きい第 4 波  
長帯域を有する第 4 波長帯域光を前記第 4 光から生成し、前記第 3 波長帯域光の光路と前  
記第 4 波長帯域光の光路とを統合させる第 2 ダイクロイックミラーと、

を備える請求項 2 に記載の内視鏡用光源装置。

**【請求項 4】**

前記光源制御部は、前記第 3 発光素子に対して印加する駆動電流と、前記第 4 発光素子  
に対して印加する駆動電流とを制御することにより、前記第 3 光と前記第 4 光を同じ発光  
強度で発光させる請求項 3 に記載の内視鏡用光源装置。

**【請求項 5】**

前記第 1 ダイクロイックミラーにより統合された光路と、前記第 2 ダイクロイックミラ  
ーにより統合された光路とを統合する第 3 ダイクロイックミラーを備え、

前記光源制御部は、前記第 1 ~ 第 4 発光素子をそれぞれ駆動させて、前記第 1 ~ 第 4 波  
長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、前記第 1 ~ 第 4 発光素子のうち、前記第 1  
発光素子及び前記第 3 発光素子を駆動させて、前記第 1 波長帯域光及び前記第 3 波長帯域  
光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行う請求項 3 または 4 に記載の内視鏡用光源装置  
。

**【請求項 6】**

前記第 2 光源は、前記第 1 光及び前記第 2 光の波長帯域よりも中心波長が長波長側にあ  
る第 5 光を発する第 5 発光素子をさらに備え、

前記光源制御部は、前記第 1 ~ 第 5 発光素子をそれぞれ駆動させて、前記第 1 ~ 第 4 波  
長帯域光及び前記第 5 光を含む広帯域光を生成させる制御を行う請求項 5 に記載の内視鏡  
用光源装置。

**【請求項 7】**

前記第 3 光源は、前記第 3 光及び前記第 4 光の波長帯域よりも中心波長が短波長側にあ  
る第 6 光を発する第 6 発光素子をさらに備え、

前記光源制御部は、前記第 1 ~ 第 6 発光素子をそれぞれ駆動させて、前記第 1 ~ 第 4 波  
長帯域光、前記第 5 光、及び前記第 6 光を含む広帯域光を生成させる制御と、前記第 1 ~

10

20

30

40

50

第 6 発光素子のうち、前記第 1 発光素子、前記第 3 発光素子、及び前記第 6 発光素子を駆動させて、前記第 1 波長帯域光、前記第 3 波長帯域光、及び前記第 6 光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行う請求項 6 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 8】

前記第 1 光及び前記第 2 光は緑色光であり、前記第 3 光及び前記第 4 光は青色光であり、前記第 5 光は赤色光であり、前記第 6 光は紫色光である請求項 7 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 9】

第 1 光を発する第 1 発光素子を有する第 1 光源と、  
前記第 1 光と同じ波長帯域を有する第 2 光を発する第 2 発光素子を有する第 2 光源と、  
前記第 1 光及び前記第 2 光の波長帯域内に第 1 閾値及び第 2 閾値を有する第 1 ダイクロイックミラーであって、前記第 1 閾値及び前記第 2 閾値の間の第 1 波長帯域を有する第 1 波長帯域光を前記第 1 光から生成し、前記第 1 波長帯域外の第 2 波長帯域を有する第 2 波長帯域光を前記第 2 光から生成し、前記第 1 波長帯域光の光路と前記第 2 波長帯域光の光路とを統合する第 1 ダイクロイックミラーと、

を備える内視鏡用光源装置の作動方法において、  
光源制御部が、前記第 1 発光素子と前記第 2 発光素子とを駆動させて前記第 1 波長帯域光及び前記第 2 波長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、前記第 1 発光素子及び前記第 2 発光素子のうち前記第 1 発光素子を駆動させて前記第 1 波長帯域光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行う内視鏡用光源装置の作動方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 8 のうちのいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置と、  
観察対象を撮像して画像信号を出力する撮像素子を有する内視鏡と、  
前記広帯域光により照明された観察対象を前記撮像素子が撮像して得た前記画像信号に基づいて第 1 観察画像を生成し、かつ前記狭帯域光により照明された観察対象を前記撮像素子が撮像して得た前記画像信号に基づいて第 2 観察画像を生成する画像処理部と、  
を備える内視鏡システム。

【請求項 11】

前記撮像素子に 1 フレーム周期ごとに撮像動作を行わせる撮像駆動部を備え、  
前記光源制御部は、前記 1 フレーム周期ごとに、前記第 1 発光素子と前記第 2 発光素子とを制御して、前記広帯域光と前記狭帯域光とを交互に生成させる請求項 10 に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広帯域光と狭帯域光とを照明可能な内視鏡用光源装置及びその作動方法、並びに内視鏡システムに関する。

【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）、及び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。光源装置には、従来、照明光として白色光を発するキセノンランプやハロゲンランプ等のランプ光源が使用されていたが、最近では、ランプ光源に代えて、特定の色の光を発するレーザダイオード（LD：Laser diode）や発光ダイオード（LED：Light emitting diode）等の半導体光源が用いられつつある。

【0003】

また、近年では、演色性の高い通常観察画像を得るために広帯域の通常光を用いる通常光観察モードと、血管コントラストが高い特殊観察画像を得るために狭帯域光等の特殊光を用いる特殊光観察モードとを備えた内視鏡システムが普及している。

【0004】

10

20

30

40

50

例えば、特許文献1の内視鏡システムは、白色の広帯域光を通常光として用いる通常光観察モードと、広帯域光の波長帯域から一部を切り出した狭帯域光を特殊光として用いる特殊光観察モードとを備えている。そのために、特許文献1では、広帯域光の波長帯域から切り出す部分の波長帯域のみを透過させる可動式のダイクロイックミラーを用いている。ダイクロイックミラーは、特殊光観察モード時には光源の光路中に挿入され、通常光観察モード時には光源の光路中から退避される。このダイクロイックミラーの挿抜は、ユーザが切り替えスイッチ等を操作して観察モードを選択することにより実行される。以上の構成から、通常観察画像と特殊観察画像を取得するためには、ユーザが観察モードを切り替える必要である。

【0005】

一方、通常光と特殊光を用いて観察する内視鏡システムには、ユーザが観察モードを切り替えることなく通常観察画像と特殊観察画像を取得可能にしたものが知られている。例えば、特許文献2の内視鏡システムでは、白色光を通常光として用い、白色光よりも短波長側の光を白色光に加算したものを血管強調用の特殊光として用いている。具体的には、蛍光体を励起させて白色光を生成するための第1LDと、白色光よりも短波長側の光を発する第2LDとを備え、第1フレーム周期では第1LDのみを点灯させて、第2フレーム周期では第1LD及び第2LDを点灯させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2012/101904号

【特許文献2】特開2013-188364号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の内視鏡システムにおいても、ユーザが観察モードを切り替えることなく通常観察画像と特殊観察画像を取得したいという要望が考えられるが、特許文献2の特許文献1に適用することはできない。具体的には、特許文献2では白色光よりも短波長側の光を白色光に加算することで特殊光を生成するので、上記のようにLDの点灯制御をすることにより白色光と血管強調用の特殊光とをフレーム周期に合わせて切り替えることができるが、特許文献1のように広帯域光の波長帯域から一部を切り出した狭帯域光を特殊光として用いる場合には、上記ダイクロイックミラーを挿抜させることが必要となるのが現状であり、広帯域光と狭帯域光とをフレーム周期に合わせて瞬時に切り替えることは困難である。

【0008】

本発明は、ダイクロイックミラーを挿抜させることなく、広帯域光と狭帯域光とを生成することを可能とする内視鏡用光源装置及びその作動方法、並びに内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の内視鏡用光源装置は、第1光を発する第1発光素子を有する第1光源と、第1光と同じ波長帯域を有する第2光を発する第2発光素子を有する第2光源と、第1光及び第2光の波長帯域内に第1閾値及び第2閾値を有する第1ダイクロイックミラーであって、第1閾値及び第2閾値の間の第1波長帯域を有する第1波長帯域光を第1光から生成し、第1波長帯域外の第2波長帯域を有する第2波長帯域光を第2光から生成し、第1波長帯域光の光路と第2波長帯域光の光路とを統合する第1ダイクロイックミラーと、第1発光素子と第2発光素子とを駆動させて第1波長帯域光及び第2波長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、かつ第1発光素子及び第2発光素子のうち第1発光素子を駆動させて第1波長帯域光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行う光源制御部と、を備える。

【0010】

10

20

30

40

50

本発明の内視鏡用光源装置の作動方法は、第1光を発する第1発光素子を有する第1光源と、第1光と同じ波長帯域を有する第2光を発する第2発光素子を有する第2光源と、第1光及び第2光の波長帯域内に第1閾値及び第2閾値を有し、第1閾値及び第2閾値の間の第1波長帯域を有する第1波長帯域光を第1光から生成し、第1波長帯域外の第2波長帯域を有する第2波長帯域光を第2光から生成し、第1波長帯域光の光路と第2波長帯域光の光路とを統合する第1ダイクロイックミラーと、を備える内視鏡用光源装置の作動方法において、光源制御部が、第1発光素子と第2発光素子とを駆動させて第1波長帯域光及び第2波長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、かつ第1発光素子及び第2発光素子のうち第1発光素子を駆動させて第1波長帯域光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行う。

10

**【0011】**

本発明の内視鏡システムは、上記の内視鏡用光源装置と、観察対象を撮像して画像信号を出力する撮像素子を有する内視鏡と、広帯域光により照明された観察対象を撮像素子が撮像して得た画像信号に基づいて第1観察画像を生成し、かつ狭帯域光により照明された観察対象を撮像素子が撮像して得た画像信号に基づいて第2観察画像を生成する画像処理部と、を備える。

**【0012】**

光源制御部は、第1発光素子に対して印加する駆動電流と、第2発光素子に対して印加する駆動電流とを制御することにより、第1光と第2光を同じ発光強度で発光させることが好ましい。

20

**【0013】**

第1光及び第2光の波長帯域よりも中心波長が短波長側にある第3光を発する第3発光素子を有する第3光源と、第3光と同じ波長帯域を有する第4光を発する第4発光素子を有する第4光源と、第3光及び第4光の波長帯域内に第3閾値を有し、第3閾値以下の第3波長帯域を有する第3波長帯域光を第3光から生成し、第3閾値より大きい第4波長帯域を有する第4波長帯域光を第4光から生成し、第3波長帯域光の光路と第4波長帯域光の光路とを統合させる第2ダイクロイックミラーと、を備えることが好ましい。

**【0014】**

光源制御部は、第3発光素子に対して印加する駆動電流と、第4発光素子に対して印加する駆動電流とを制御することにより、第3光と第4光を同じ発光強度で発光させることが好ましい。

30

**【0015】**

第1ダイクロイックミラーにより統合された光路と、第2ダイクロイックミラーにより統合された光路とを統合する第3ダイクロイックミラーを備え、光源制御部は、第1～第4発光素子をそれぞれ駆動させて、第1～第4波長帯域光を含む広帯域光を生成させる制御と、かつ第1～第4発光素子のうち、第1発光素子及び第3発光素子を駆動させて、第1波長帯域光及び第3波長帯域光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行うことが好ましい。

**【0016】**

第2光源は、第1光及び第2光の波長帯域よりも中心波長が長波長側にある第5光を発する第5発光素子をさらに備え、光源制御部は、第1～第5発光素子をそれぞれ駆動させて、第1～第4波長帯域光及び第5光を含む広帯域光を生成させる制御を行うことが好ましい。

40

**【0017】**

第3光源は、第3光及び第4光の波長帯域よりも中心波長が短波長側にある第6光を発する第6発光素子をさらに備え、光源制御部は、第1～第6発光素子をそれぞれ駆動させて、第1～第4波長帯域光、第5光、及び第6光を含む広帯域光を生成させる制御と、かつ第1～第6発光素子のうち、第1発光素子、第3発光素子、及び第6発光素子を駆動させて、第1波長帯域光、第3波長帯域光、及び第6光を含む狭帯域光を生成させる制御とを行うことが好ましい。

50

## 【 0 0 1 8 】

第 1 光及び第 2 光は緑色光であり、第 3 光及び第 4 光は青色光であり、第 5 光は赤色光であり、第 6 光は紫色光であることが好ましい。

## 【 0 0 1 9 】

撮像素子に 1 フレーム周期ごとに撮像動作を行わせる撮像駆動部を備え、光源制御部は、1 フレーム周期ごとに、第 1 発光素子と第 2 発光素子とを制御して、広帯域光と狭帯域光とを交互に生成させることが好ましい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 0 】

本発明の内視鏡用光源装置及びその作動方法、並びに内視鏡システムは、広帯域光と狭帯域光とを瞬時に切り替えることができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 1 】

【 図 1 】内視鏡システムの外觀図である。

【 図 2 】内視鏡の先端部の正面図である。

【 図 3 】内視鏡システムの電氣的構成を示すブロック図である。

【 図 4 】撮像素子の構成を示す図である。

【 図 5 】カラーフィルタの光透過率を示すグラフである。

【 図 6 A 】光源部の構成を示す図である。

【 図 6 B 】第 1 緑色 L E D と第 2 緑色 L E D と第 1 ダイクロイックミラーとからなる基本構成を示す図である。

20

【 図 7 】第 1 ダイクロイックミラーの光学特性と、第 1 緑色光、第 2 緑色光、及び赤色光の光強度スペクトルとを示す図である。

【 図 8 A 】第 1 緑色光の波長帯域のうち、第 1 ダイクロイックミラーの第 1 閾値と第 2 閾値との間の第 1 波長帯域を有する第 1 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 8 B 】第 2 緑色光の波長帯域のうち、第 1 波長帯域以外の第 2 波長帯域を有する第 2 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 9 A 】広帯域光に含まれる第 1 波長帯域光と第 2 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

30

【 図 9 B 】狭帯域光に含まれる第 1 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 1 0 A 】マルチチップ構成の第 2 光源の電氣的構成を示す図である。

【 図 1 0 B 】マルチチップ構成の第 3 光源の電氣的構成を示す図である。

【 図 1 1 】第 2 ダイクロイックミラーの光学特性と、紫色光、第 1 青色光、及び第 2 青色光の光強度スペクトルとを示す図である。

【 図 1 2 A 】第 1 青色光の波長帯域のうち、第 2 ダイクロイックミラーの第 3 閾値以下の第 3 波長帯域を有する第 3 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 1 2 B 】第 2 青色光の波長帯域のうち、第 3 波長帯域以外の第 4 波長帯域を有する第 4 波長帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 1 3 】第 3 ダイクロイックミラーの光学特性を示す図である。

40

【 図 1 4 A 】広帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 1 4 B 】狭帯域光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【 図 1 5 】照明光の発光及び撮像タイミングを示す図である。

【 図 1 6 】内視鏡システムの作用を説明するフローチャートである。

【 図 1 7 】比較例における光源部の構成を示す図である。

【 図 1 8 】比較例における照明光の発光及び撮像タイミングを示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 2 】

図 1 において、内視鏡システム 1 0 は、被検体として生体内の観察部位を撮像する電子内視鏡（以下、単に内視鏡という）1 1 と、撮像により得られた撮像信号に基づいて観察

50

部位の表示画像を生成するプロセッサ装置 1 2 と、観察部位を照射する照明光を内視鏡 1 1 に供給する内視鏡用光源装置（以下、単に光源装置という）1 3 と、表示画像を表示する表示部としてのモニタ 1 4 とを備えている。プロセッサ装置 1 2 には、キーボードやマウス等の操作入力部 1 5 が接続されている。

【0023】

内視鏡 1 1 は、生体の消化管内に挿入される挿入部 1 6 と、挿入部 1 6 の基端部分に設けられた操作部 1 7 と、内視鏡 1 1 をプロセッサ装置 1 2 及び光源装置 1 3 に接続するためのユニバーサルコード 1 8 とを備えている。挿入部 1 6 は、先端部 1 9 と、湾曲部 2 0 と、可撓管部 2 1 とで構成されており、先端側からこの順番に連結されている。

【0024】

先端部 1 9 の先端面には、図 2 に示すように、観察部位に照明光を照射する 2 つの照明窓 2 2 と、観察部位の像を取り込むための観察窓 2 3 と、観察窓 2 3 を洗浄するために送気・送水を行う送気・送水ノズル 2 4 と、鉗子や電気メス等の処置具を突出させて各種処置を行うための鉗子出口 2 5 とが設けられている。観察窓 2 3 の奥には、撮像素子 3 5（図 3 参照）が内蔵されている。

【0025】

湾曲部 2 0 は、連結された複数の湾曲駒で構成されており、操作部 1 7 のアングルノブ 1 7 a の操作に応じて、上下左右方向に湾曲する。湾曲部 2 0 を湾曲させることにより、先端部 1 9 が所望の方向に向けられる。可撓管部 2 1 は、可撓性を有しており、食道や腸等の曲がりくねった管道に挿入可能である。挿入部 1 6 には、撮像素子 3 5 を駆動するための駆動信号や、撮像素子 3 5 が出力する撮像信号を伝達する通信ケーブルや、光源装置 1 3 から供給される照明光を照明窓 2 2 に導光するライトガイド 3 2（図 3 参照）が挿通されている。

【0026】

操作部 1 7 には、アングルノブ 1 7 a の他、鉗子口 1 7 b と、送気・送水ボタン 1 7 c と、静止画像取得操作部としてのフリーズボタン 1 7 d とが設けられている。鉗子口 1 7 b は、処置具を挿入するための挿入口である。送気・送水ボタン 1 7 c は、送気・送水ノズル 2 4 から送気・送水を行う際に操作される。フリーズボタン 1 7 d は、静止画像を取得する際に操作される。取得した静止画像は、後述するコントローラ 4 0 により、モニタ 1 4 に表示される。また、静止画像は、ストレージ（図示せず）に記録させることも可能とされている。

【0027】

ユニバーサルコード 1 8 には、挿入部 1 6 から延設される通信ケーブルやライトガイド 3 2 が挿通されており、プロセッサ装置 1 2 及び光源装置 1 3 側の一端には、コネクタ 2 9 が取り付けられている。コネクタ 2 9 は、通信用コネクタ 2 9 a と光源用コネクタ 2 9 b からなる複合タイプのコネクタである。通信用コネクタ 2 9 a はプロセッサ装置 1 2 と着脱自在に接続される。通信用コネクタ 2 9 a には通信ケーブルの一端が配置されている。光源用コネクタ 2 9 b は光源装置 1 3 と着脱自在に接続される。光源用コネクタ 2 9 b にはライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a（図 3 参照）が配置されている。

【0028】

図 3 において、光源装置 1 3 は、光源部 3 0 と、光源制御部 3 1 とを有している。光源部 3 0 は、光源制御部 3 1 の制御に基づき、照明光として、広帯域光と狭帯域光とのいずれか一方を出力する。光源部 3 0 から出力された照明光は、内視鏡 1 1 のライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a に入射する。

【0029】

内視鏡 1 1 は、ライトガイド 3 2 と、照射レンズ 3 3 と、対物光学系 3 4 と、撮像素子 3 5 と、撮像駆動部 3 6 とを有している。

【0030】

ライトガイド 3 2 は、複数本の光ファイバが束ねられたファイババンドルである。ライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a は、光源用コネクタ 2 9 b が光源装置 1 3 に接続された場合

10

20

30

40

50

に、光源部 30 の出射端に対向する。ライトガイド 32 の出射端は、2 本に分岐しており、先端部 19 の 2 つの照明窓 22 にそれぞれ光を導光させる。

【0031】

照射レンズ 33 は、照明窓 22 の奥に配置されている。光源装置 13 から供給された照明光は、ライトガイド 32 により照射レンズ 33 に導光されて照明窓 22 から観察部位に向けて照射される。照射レンズ 33 は、凹レンズであり、ライトガイド 32 から射出した照明光を、観察部位の広い範囲に照射する。

【0032】

対物光学系 34 は、観察窓 23 の奥に配置されている。照明光で照明された観察部位の光像（戻り光）は、観察窓 23 を通して対物光学系 34 に入射する。対物光学系 34 は、戻り光を撮像素子 35 の撮像面 35a に入射させる。

10

【0033】

撮像素子 35 は、カラー撮像素子であり、観察対象の光像を撮像して画像信号を出力する。図 4 に示すように、撮像素子 35 の撮像面 35a には、光電変換により画素信号を生成する複数の画素 38 が形成されている。画素 38 は、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。

【0034】

撮像素子 35 の光入射側には、カラーフィルタアレイ 39 が設けられている。カラーフィルタアレイ 39 は、青色（B）フィルタ 39a と、緑色（G）フィルタ 39b と、赤色（R）フィルタ 39c とを有している。これらのフィルタのうちいずれか 1 つが各画素 38 上に配置されている。カラーフィルタアレイ 39 の色配列は、ベイヤー配列であり、G フィルタ 39b が市松状に 1 画素おきに配置され、残りの画素上に、B フィルタ 39a と R フィルタ 39c とがそれぞれ正方格子状となるように配置されている。

20

【0035】

以下、B フィルタ 39a が配置された画素 38 を B 画素と称し、G フィルタ 39b が配置された画素 38 を G 画素と称し、R フィルタ 39c が配置された画素 38 を R 画素と称する。偶数（0, 2, 4, …, N-1）の各画素行には、B 画素と G 画素とが交互に配置されている。奇数（1, 3, 5, …, N）の各画素行には、G 画素と R 画素とが交互に配置されている。ここで、画素行とは、行方向に並んだ 1 行分の画素 38 を指している。画素列とは、列方向に並んだ 1 列分の画素 38 を指している。

30

【0036】

カラーフィルタアレイ 39 は、図 5 に示す分光特性を有する。B フィルタ 39a は、例えば 380 nm ~ 560 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。G フィルタ 39b は、例えば 450 nm ~ 630 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。R フィルタ 39c は、例えば 580 nm ~ 760 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。

【0037】

撮像素子 35 は、撮像駆動部 36 により駆動され、照明光により照明された観察対象からの戻り光を、カラーフィルタアレイ 39 を介して複数の画素 38 により受光して画像信号を出力する。撮像素子 35 は、画像信号として、B 画素信号、G 画素信号、及び R 画素信号からなる BGR 画像信号を出力する。

40

【0038】

本実施形態では、撮像素子 35 として、CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）イメージセンサを用いる。CMOS イメージセンサは、一般に、ローリングシャッター方式で撮像動作を行う。ローリングシャッター方式では、撮像素子 35 は、「順次読み出し方式」により信号読み出しが実行される。順次読み出し方式では、全画素 38 について、先頭画素行「0」から最終画素行「N」まで、1 画素行ずつ順に信号読み出しが行われる。

【0039】

撮像素子 35 は、リセット方式として、「順次リセット方式」及び「一括リセット方式

50

」が実行可能である。順次リセット方式では、先頭画素行「0」から最終画素行「N」まで、1画素行ずつ順にリセットが行われる。一括リセット方式では、全画素行が一括して同時にリセットされる。本実施形態では、順次リセット方式によりリセットが行われる。

【0040】

なお、撮像素子35には、相関二重サンプリング(CDS; Correlated Double Sampling)回路、自動利得制御(AGC; Automatic Gain Control)回路、アナログ/デジタル(A/D)変換器(いずれも図示せず)なども適宜設けられる。CDS回路は、画素38から出力される画素信号に相関二重サンプリング処理を施してノイズを除去する。AGC回路は、相関二重サンプリング処理が行われた画素信号に対してゲイン調整を行う。A/D変換器は、AGC回路によりゲイン調整された画素信号を、所定ビット数のデジタル信号に変換してプロセッサ装置12に入力する。

10

【0041】

なお、本実施形態では、撮像素子35として、ローリングシャッタ方式のCMOSイメージセンサを用いているが、これに限られず、グローバルシャッタ方式のCMOSイメージセンサを用いても良い。さらに、撮像素子35として、CMOSイメージセンサに代えて、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサを用いても良い。

【0042】

プロセッサ装置12は、制御部としてのコントローラ40と、DSP(Digital Signal Processor)41と、フレームメモリ42と、画像処理部43と、表示制御部44とを有している。

20

【0043】

コントローラ40は、CPU(Central processing unit)、制御プログラムや制御に必要な設定データを記憶するROM(Read only memory)や、制御プログラムをロードする作業メモリとしてのRAM(Random access memory)等を有し、CPUが制御プログラムを実行することにより、プロセッサ装置12の各部と、光源制御部31と、撮像駆動部36とを制御する。

【0044】

コントローラ40は、撮像駆動部36を周期的に(1フレーム周期ごとに)駆動させるとともに、光源制御部31を制御して、信号読み出し期間及びリセット期間に照明光を消灯させ、その他の期間内に照明光を点灯させる。ローリングシャッタ方式の撮像素子35では露光タイミングが1画素行ずつ順にずれるが、上記の点灯及び消灯制御により、いわゆる同時性が確保される。

30

【0045】

DSP41は、通信用コネクタ29aを介して、撮像素子35から入力された画像信号に対して、画素補間処理、ガンマ補正、ホワイトバランス補正等の信号処理を施す。画素補間処理は、B画素信号、G画素信号、及びR画素信号の各信号について画素補間処理を行う。DSP41は、信号処理を施した画像信号を、1フレーム周期毎に画像データとして、フレームメモリ42に記憶させる。

【0046】

画像処理部43は、フレームメモリ42から画像データを読み出して、所定の画像処理を施し、観察画像を生成する。表示制御部44は、画像処理部43により生成された画像を、コンポジット信号やコンポーネント信号等のビデオ信号に変換してモニタ14に出力する。

40

【0047】

図6Aにおいて、光源部30は、第1光源51、第2光源52、第3光源53、及び第4光源54と、LED(Light Emitting Diode)駆動部55と、集光光学系56とを有している。第1~第4光源51~54光源は、それぞれ、紫色LED61と、第1青色LED62aと、第2青色LED62bと、第1緑色LED63aと、第2緑色LED63bと、赤色LED64とのうち、少なくともいずれかを有している。紫色LED61は、紫色光LVを発光する。第1青色LED62aは、第1青色光LB1を発光する。第2青色

50

LED 6 2 b は、第 2 青色光 LB 2 を発光する。第 1 緑色 LED 6 3 a は、第 1 緑色光 LG 1 を発光する。第 2 緑色 LED 6 3 b は、第 2 緑色光 LG 2 を発光する。赤色 LED 6 4 は、赤色光 LR を発光する。

【0048】

集光光学系 5 6 は、第 1 ~ 第 4 コリメータレンズ 6 6 ~ 6 9 と、集光レンズ 7 0 と、第 1 ~ 第 3 ダイクロイックミラー (DM) 7 1 ~ 7 3 とを有している。

【0049】

まず、光源部 3 0 が備える基本構成について説明する。光源部 3 0 の基本構成は、図 6 B に示すように、第 1 緑色 LED 6 3 a と、第 2 緑色 LED 6 3 b と、第 1 DM 7 1 とで構成される。第 1 緑色 LED 6 3 a が発する第 1 緑色光 LG 1 の光路と、第 2 緑色 LED 6 3 b が発する第 2 緑色光 LG 2 の光路とは直交しており、この交点に第 1 DM 7 1 が配置されている。第 1 DM 7 1 の一方の面に第 1 緑色光 LG 1 が 45° の角度で入射し、他方の面に第 2 緑色光 LG 2 が 45° の角度で入射する。

10

【0050】

図 7 に示すように、第 1 DM 7 1 は、第 1 及び第 2 緑色光 LG 1, LG 2 の波長帯域内に第 1 閾値  $a_1$  と第 2 閾値  $a_2$  との 2 つの閾値を有する。第 1 及び第 2 緑色光 LG 1, LG 2 は、広い発光波長帯域を有する。例えば、第 1 緑色光 LG 1 の発光波長帯域は、480 nm ~ 600 nm である。同様に、第 2 緑色光 LG 2 の発光波長帯域は、480 nm ~ 600 nm である。第 1 閾値  $a_1$  は、例えば 530 nm である。第 2 閾値  $a_2$  は、例えば 550 nm である。第 1 DM 7 1 は、第 1 閾値  $a_1$  と第 2 閾値  $a_2$  との間の第 1 波長帯域を有する光を透過させ、第 1 波長帯域外の第 2 波長帯域を有する光を反射させる。

20

【0051】

第 1 DM 7 1 は、上記の特性により、第 1 緑色光 LG 1 を透過させることで、図 8 A に示すように、第 1 波長帯域を有する第 1 波長帯域光 La を第 1 緑色光 LG 1 から生成する。また、第 1 DM 7 1 は、第 2 緑色光 LG 2 を反射させることで、図 8 B に示すように、第 2 波長帯域を有する第 2 波長帯域光 Lb を第 2 緑色光 LG 2 から生成する。第 1 DM 7 1 は、第 1 波長帯域光 La の光路と、第 2 波長帯域光 Lb の光路とを統合する。

【0052】

以上の構成により、後述する広帯域光の発光時には、光源部 3 0 により第 1 緑色 LED 6 3 a と第 2 緑色 LED 6 3 b とが ON とされて、図 9 A に示すように、第 1 波長帯域光 La と第 2 波長帯域光 Lb とが第 1 DM 7 1 から射出される。図 8 B に示す第 2 波長帯域光 Lb からは、第 1 波長帯域の光が欠損されるが、この欠損部分は、図 8 A に示す第 1 波長帯域光 La が合波されることにより補われる。第 1 波長帯域光 La と第 2 波長帯域光 Lb とが第 1 DM 7 1 により合波されることにより、第 1 及び第 2 緑色光 LG 1, LG 2 と同様のスペクトルが得られる。

30

【0053】

また、後述する狭帯域光の発光時には、第 1 緑色 LED 6 3 a と第 2 緑色 LED 6 3 b とのうち、光源部 3 0 により第 1 緑色 LED 6 3 a が ON とされ、かつ第 2 緑色 LED 6 3 b が OFF とされる。この場合、図 9 B に示すように、第 1 波長帯域光 La が第 1 DM 7 1 から射出される。

40

【0054】

次に、光源部 3 0 の具体的な構成について説明する。第 1 光源 5 1 は、1 つの基板 6 0 に 1 つの第 1 緑色 LED 6 3 a が実装されたシングルチップ構成の LED 光源である。第 2 光源 5 2 は、1 つの基板 6 0 に第 2 緑色 LED 6 3 b と赤色 LED 6 4 が実装されたマルチチップ構成の LED 光源である。第 3 光源 5 3 は、1 つの基板 6 0 に紫色 LED 6 1 と第 1 青色 LED 6 2 a が実装されたマルチチップ構成の LED 光源である。第 4 光源 5 4 は、1 つの基板 6 0 に 1 つの第 2 青色 LED 6 2 b が実装されたシングルチップ構成の LED 光源である。

【0055】

第 1 緑色 LED 6 3 a と第 2 緑色 LED 6 3 b は、同一の発光特性を有する緑色発光素

50

子である。第1青色LED62aと第2青色LED62bは、同一の発光特性を有する青色発光素子である。なお、「同一の発光特性」とは、波長帯域がほぼ等しいことを言う。波長帯域の差異は、例えば、スペクトル幅（例えば、半値全幅）の差異に対応する。2つの光について、同じ波長帯域とは、例えば、スペクトル幅の差異が10%以下であることを言う。

#### 【0056】

第1緑色LED63aは、特許請求の範囲の「第1発光素子」に対応する。第2緑色LED63bは、特許請求の範囲の「第2発光素子」に対応する。第1青色LED62aは、特許請求の範囲の「第3発光素子」に対応する。第2青色LED62bは、特許請求の範囲の「第4発光素子」に対応する。赤色LED64は、特許請求の範囲の「第5発光素子」に対応する。紫色LED61は、特許請求の範囲の「第6発光素子」に対応する。

10

#### 【0057】

図10Aに示すように、第2光源52は、第2緑色LED63bのカソード端子と赤色LED64のカソード端子とが接続されたカソードコモン接続により構成されている。同様に、図10Bに示すように、第3光源53は、紫色LED61のカソード端子と第1青色LED62aのカソード端子とが接続されたカソードコモン接続により構成されている。

#### 【0058】

したがって、第2光源52は、光源制御部31が、LED駆動部55を介して、第2緑色LED63bのアノード端子とカソード端子との間に与える駆動電流と、赤色LED64のアノード端子とカソード端子との間に与える駆動電流とを個別に制御することにより、第2緑色LED63b及び赤色LED64が個別にON/OFF可能とされている。同様に、第3光源53は、光源制御部31が、LED駆動部55を介して、紫色LED61のアノード端子とカソード端子との間に与える駆動電流と、第1青色LED62aのアノード端子とカソード端子との間に与える駆動電流とを個別に制御することにより、紫色LED61及び第1青色LED62aが個別にON/OFF可能とされている。

20

#### 【0059】

紫色LED61は、例えば、発光波長帯域が380nm~420nmであり、中心波長が405nmである紫色光LVを発光する。第1青色LED62aは、例えば、発光波長帯域が420nm~500nmであり、中心波長が460nmである第1青色光LB1を発光する。同様に、第2青色LED62bは、発光波長帯域が420nm~500nmであり、中心波長が460nmである第2青色光LB2を発光する。赤色LED64は、例えば、発光波長帯域が600nm~650nmであり、中心波長が620nm~630nmである赤色光LRを発光する。なお、第1緑色LED63aは、上記のように発光波長帯域が480nm~600nmである第1緑色光LG1を発光する。同様に、第2緑色LED63bは、発光波長帯域が480nm~600nmである第2緑色光LG2を発光する。

30

#### 【0060】

紫色光LVの中心波長は、第1及び第2青色光LB1, LB2の波長帯域よりも短波長側にある。第1及び第2青色光LB1, LB2の中心波長は、第1及び第2緑色光LG1, LG2の波長帯域よりも短波長側にある。赤色光LRの中心波長は、第1及び第2緑色光LG1, LG2の波長帯域よりも長波長側にある。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

#### 【0061】

なお、第1緑色LED63a及び第2緑色LED63bは、それぞれ、励起光発光素子としての励起用青色LED（図示せず）と、緑色蛍光体（図示せず）とにより構成されている。励起用青色LEDは、例えば、波長帯域が450nm~460nmの励起光を発光する。緑色蛍光体は、励起光で励起されることにより、広帯域の緑色の蛍光を発光する。

#### 【0062】

LED駆動部55は、光源制御部31により駆動制御され、紫色LED61、第1青色LED62a、第2青色LED62b、第1緑色LED63a、第2緑色LED63b、

50

及び赤色LED64に対して、それぞれ独立に駆動電流を与える。光源制御部31は、紫色LED61、第1青色LED62a、第2青色LED62b、第1緑色LED63a、第2緑色LED63b、及び赤色LED64に印加する駆動電流をそれぞれ独立に設定することが可能である。紫色LED61、第1青色LED62a、第2青色LED62b、第1緑色LED63a、第2緑色LED63b、及び赤色LED64は、光源制御部31により設定された駆動電流の設定値に対応する発光強度で発光する。

【0063】

本実施形態では、光源制御部31は、第1緑色LED63aに対して印加する駆動電流と、第2緑色LED63bに対して印加する駆動電流とを制御することにより、第1緑色光LG1と第2緑色光LG2を同じ発光強度で発光させる。また、光源制御部31は、第1青色LED62aに対して印加する駆動電流と、第2青色LED62bに対して印加する駆動電流とを制御することにより、第1青色光LB1と第2青色光LB2を同じ発光強度で発光させる。なお、「同じ発光強度」とは、LEDの個体差により生じる発光強度の差異であれば許容されることを言う。例えば、2つのLEDからそれぞれ発光される2つの光について、同じ発光強度とは、発光強度の差異が10%以下であることを言う。

10

【0064】

第1コリメータレンズ66は、第1光源51から発せられた第1光としての第1緑色光LG1を集光し、集光した第1緑色光LG1を平行光として射出する。第2コリメータレンズ67は、第2光源52から発せられた第2光としての第2緑色光LG2と、第5光としての赤色光LRとを集光し、集光した第2緑色光LG2及び赤色光LRを平行光として射出する。第3コリメータレンズ68は、第3光源53から発せられた第6光としての紫色光LVと第3光としての第1青色光LB1とを集光し、集光した紫色光LV及び第1青色光LB1を平行光として射出する。第4コリメータレンズ69は、第4光源54から発せられた第4光としての第2青色光LB2を集光し、集光した第2青色光LB2を平行光として射出する。

20

【0065】

なお、第1～第4コリメータレンズ66～69が平行化する光は、完全に平行光でなくてもよく、実質的に平行とみなせる程度であれば良い。この平行光の平行度は、第1～第4コリメータレンズ66～69の各レンズ位置から、集光レンズ70の位置までの距離が長いほど、高いことが好ましい。

30

【0066】

第1コリメータレンズ66から射出された第1緑色光LG1の光路と、第2コリメータレンズ67から射出された第2緑色光LG2及び赤色光LRの光路とは直交しており、この交点に第1DM71が配置されている。第1DM71の一方の面に第1緑色光LG1が45°の角度で入射し、他方の面に第2緑色光LG2及び赤色光LRが45°の角度で入射する。

【0067】

第1DM71は、上記のように第1閾値 $a_1$ と第2閾値 $a_2$ との2つの閾値を有しており、第1緑色光LG1を透過させることで第1波長帯域光Laを生成し、第2緑色光LG2を反射させることで第2波長帯域光Lbを生成する。また、第1DM71は、図7に示すように、第2光源52からの赤色光LRをほぼ全て反射させる。第1DM71は、第1波長帯域光Laの光路と、第2波長帯域光Lb及び赤色光LRの光路とを統合する。

40

【0068】

第3コリメータレンズ68から射出された第1青色光LB1及び紫色光LVの光路と、第4コリメータレンズ69から射出された第2青色光LB2の光路とは直交しており、この交点に第2DM72が配置されている。第2DM72の一方の面に紫色光LV及び第1青色光LB1が45°の角度で入射し、他方の面に第2青色光LB2が45°の角度で入射する。

【0069】

第2DM72は、第1及び第2青色光LB1、LB2の波長帯域内に1つの第3閾値

50

$\lambda_b$ を有する。例えば、図11に示すように、第2DM72は、460nmに第3閾値 $\lambda_b$ を有する。すなわち、第2DM72は、第3閾値 $\lambda_b$ より長い波長の光を透過させ、第3閾値 $\lambda_b$ 以下の波長の光を反射させる。

【0070】

第2DM72は、上記の特性により、第1青色光LB1を反射させることで、図12Aに示すように、第3閾値 $\lambda_b$ 以下の第3波長帯域を有する第3波長帯域光Lcを第1青色光LB1から生成する。また、第2DM72は、第2青色光LB2を透過させることで、図12Bに示すように、第3閾値 $\lambda_b$ より大きい第4波長帯域を有する第4波長帯域光Ldを第2青色光LB2から生成する。また、第2DM72は、第3光源53からの紫色光LVをそのまま反射させる。第2DM72は、紫色光LV及び第3波長帯域光Lcの光路と、第4波長帯域光Ldの光路とを統合する。

10

【0071】

第1DM71により統合された光路と、第2DM72により統合された光路とは直交しており、この交点に第3DM73が配置されている。第3DM73の一方の面に第1波長帯域光La、第2波長帯域光Lb、及び赤色光LRが45°の角度で入射し、他方の面に紫色光LV、第3波長帯域光Lc、及び第4波長帯域光Ldが45°の角度で入射する。

【0072】

第3DM73は、図13に示すように、約490nmに第4閾値 $\lambda_c$ を有する。第3DM73は、第4閾値 $\lambda_c$ より長い波長の光を透過させ、第4閾値 $\lambda_c$ 以下の波長の光を反射させる。この構成により、第3DM73は、第1DM71により統合された光路と、第2DM72により統合された光路とを統合する。

20

【0073】

光源制御部31は、第1～第4光源51～54の全てをONとすることにより広帯域光（白色光または通常光ともいう）を生成する。具体的には、第1光源51をONとすると第1波長帯域光Laが第3DM73に入射される。第2光源52をONとすると第2波長帯域光Lb及び赤色光LRが第3DM73に入射される。第3光源53をONとすると紫色光LV及び第3波長帯域光Lcが第3DM73に入射される。第4光源54をONとすると第4波長帯域光Ldが第3DM73に入射される。この結果、第1波長帯域光La、第2波長帯域光Lb、赤色光LR、紫色光LV、第3波長帯域光Lc、及び第4波長帯域光Ldが第3DM73により合波されて、図14Aに示す広帯域光が生成される。

30

【0074】

ここで、第2波長帯域光Lbの欠損部分（第1波長帯域）は第1波長帯域光Laが合波されることにより補われるため、図14Aに示す広帯域光中には、第1及び第2緑色光LG1、LG2と同様のスペクトルが再現される。同様に、第4波長帯域光Ldからは、図12Bに示すように、第2DM72の第3閾値 $\lambda_b$ 以下の第3波長帯域の光が欠損されるが、この欠損部分が、図12Aに示す第3波長帯域光Lcが合波されることにより補われるため、図14Aに示す広帯域光中には、第1及び第2青色光LB1、LB2と同様のスペクトルが再現される。

【0075】

なお、本実施形態では、第1～第4光源51～54の全てをONとすることにより広帯域光を生成しているが、これに限られず、例えば、第1～第3光源51～53をそれぞれONとし、第4光源54をOFFとしても良い。

40

【0076】

また、光源制御部31は、第1光源51と第3光源53とをONとし、第2光源52と第4光源54とをOFFとすることにより狭帯域光を生成する。この結果、紫色光LV、第1青色光LB1、及び第1緑色光LG1が第3DM73により合波されて、図14Bに示す狭帯域光が生成される。

【0077】

狭帯域光のうち、紫色光LV及び第3波長帯域光Lcは、粘膜表面から浅い位置にある表層血管の観察用に最適な波長帯域の光である。一方、第1波長帯域光Laは、表層血管

50

よりも深い位置にある中深層血管の観察用に最適な波長帯域の光である。なお、第1青色光LB1のうちの長波長成分は、粘膜と血管とのコントラストを低下させてしまうので、第2DM72を透過させることで、ライトガイド32に供給されることを防止している。

【0078】

集光レンズ70は、ライトガイド32の入射端32aの近傍に配置されており、第3DM73から射出された広帯域光または狭帯域光を集光して、ライトガイド32の入射端32aに入射させる。

【0079】

内視鏡システム10は、マルチ観察モードが可能である。マルチ観察モードは、広帯域光を用いた通常観察画像と、狭帯域光を用いた血管強調観察画像とをモニタ14に同時に表示する観察モードである。

10

【0080】

通常観察画像は、演色性の高い広帯域光により撮像された画像である。血管強調観察画像は、上記のように、血中ヘモグロビンに対する吸光度が高い特定の波長帯域の光の成分を多く含む狭帯域光を用いているので、粘膜表面の血管や粘膜微細模様が強調表示された画像である。なお、通常観察画像は特許請求の範囲の「第1観察画像」に対応し、血管強調観察画像は特許請求の範囲の「第2観察画像」に対応する。

【0081】

マルチ観察モードでは、コントローラ40が光源制御部31及び撮像駆動部36を制御して、図15に示すように、広帯域光と狭帯域光とを発光させるタイミングを、撮像素子35のフレーム周期に合わせる。具体的には、コントローラ40は、撮像素子35による順次リセットの完了と信号読み出しの開始との間の期間に、広帯域光または狭帯域光を発光させる。したがって、順次リセットが完了してから信号読み出しが開始するまでの期間が露光期間である。露光期間と信号読み出し期間とリセット期間とは、1フレーム周期 $T_F$ 内に設けられている。

20

【0082】

光源制御部31は、広帯域光または狭帯域光を撮像素子35の露光期間に合わせて発光させ、その他の期間（信号読み出し期間及びリセット期間）に広帯域光及び狭帯域光を消灯させる。広帯域光または狭帯域光を発光させる期間が点灯期間 $T_A$ であり、その他の期間が消灯期間 $T_B$ である（図15参照）。すなわち、フレーム周期と同期して、点灯期間 $T_A$ と消灯期間 $T_B$ とが繰り返される。

30

【0083】

光源制御部31は、ある1フレーム周期 $T_F$ において、点灯期間 $T_A$ に第1～第4光源51～54の全てをONとし、消灯期間 $T_B$ に第1～第4光源51～54の全てをOFFとする。次の1フレーム周期 $T_F$ において、光源制御部31は、点灯期間 $T_A$ に第1光源51と第3光源53をONとしかつ第2光源52と第4光源54とをOFFのままとし、消灯期間 $T_B$ に第1～第4光源51～54の全てをOFFとする。この結果、図14Aに示す光強度スペクトルを有する広帯域光と、図14Bに示す光強度スペクトルを有する狭帯域光とが、光源部30から交互に射出され、集光レンズ70を介してライトガイド32に供給される。

40

【0084】

撮像素子35は、広帯域光の点灯期間 $T_A$ に、広帯域光により照明された観察対象からの紫色光LV、第3波長帯域光Lc、及び第4波長帯域光Ldの戻り光をB画素で受光し、その後の消灯期間 $T_B$ にB画素信号を出力する。同様に、撮像素子35は、広帯域光の点灯期間 $T_A$ に、観察対象からの第1波長帯域光La、及び第2波長帯域光Lbの戻り光をG画素で受光し、その後の消灯期間 $T_B$ にG画素信号を出力する。また、撮像素子35は、広帯域光の点灯期間 $T_A$ に、観察対象からの赤色光LRの戻り光をR画素で受光し、その後の消灯期間 $T_B$ にR画素信号を出力する。

【0085】

撮像素子35は、狭帯域光の点灯期間 $T_A$ に、狭帯域光により照明された観察対象から

50

の紫色光  $L_V$  及び第 3 波長帯域光  $L_c$  の戻り光を B 画素で受光し、その後の消灯期間  $T_B$  に B 画素信号を出力する。同様に、撮像素子 35 は、狭帯域光の点灯期間  $T_A$  に、観察対象からの第 1 波長帯域光  $L_a$  の戻り光を G 画素で受光し、その後の消灯期間  $T_B$  に G 画素信号を出力する。なお、撮像素子 35 は、R 画素信号の出力も可能であるが、R 画素信号は血管強調観察画像の生成には用いられないので、B 画素信号及び G 画素信号のみを出力しても良い。

【0086】

なお、順次読み出し方式により信号読み出しが行われる信号読み出し期間と、順次リセット方式によりリセット動作が行われるリセット期間には、上記のように第 1 ~ 第 4 光源 51 ~ 54 の全てが OFF とされる。撮像素子 35 はローリングシャッタ方式であるが、  
10  
全ての画素行が受光可能な期間内に第 1 ~ 第 4 光源 51 ~ 54 の発光が行われるので、実際に照明光の露光が行われる露光期間は、全画素行で同一である。したがって、上記の点灯及び消灯制御により、いわゆる同時性が確保される。

【0087】

画像処理部 43 は、広帯域光による観察対象の照明時に出力された B 画素信号、G 画素信号、及び R 画素信号に基づき通常観察画像を生成する。

【0088】

また、画像処理部 43 は、狭帯域光による観察対象の照明時に出力された B 画素信号及び G 画素信号に基づき血管強調観察画像を生成する。画像処理部 43 は、表層血管を強調するために、例えば、画像データ中の B 画素信号に基づいて画像内の表層血管の領域を抽出して、抽出した表層血管の領域に対して輪郭強調処理等を施す。そして、輪郭強調処理が施された B 画素信号を、BGR 画像信号を元に生成したフルカラー画像に合成する。表層血管に加えて中深層血管に対しても同様の処理を行っても良い。中深層血管を強調する場合には、中深層血管の情報が多く含まれる G 画素信号から中深層血管の領域を抽出して、抽出した中深層血管の領域に対して輪郭強調処理を施す。  
20

【0089】

表示制御部 44 は、画像処理部 43 により生成された通常観察画像と血管強調観察画像を、モニタ 14 に並べて表示させる。表示制御部 44 は、通常観察画像と血管強調観察画像がそれぞれ生成されるごとに、モニタ 14 に順次表示させる。これにより、モニタ 14 には、通常観察動画と血管強調観察動画が表示される。なお、画像処理部 43 により R 画素信号を用いずに、B 画素信号及び G 画素信号のみで血管強調観察画像を生成する場合、表示制御部 44 は、B 画素信号をモニタ 14 の B チャンネル及び G チャンネルに割り当て、G 画素信号をモニタ 14 の R チャンネルに割り当てても良い。  
30

【0090】

通常観察動画と血管強調観察動画の表示中にフリーズボタン 17d が操作されると、コントローラ 40 は、フリーズボタン 17d の操作直前の各画像をモニタ 14 に表示させることにより、画像表示をフリーズさせる。フリーズボタン 17d が再度操作されると、コントローラ 40 は、動画表示を再開させる。

【0091】

次に、図 16 に示すフローチャートに沿って、内視鏡システム 10 の作用を説明する。ドクターなどのユーザが内視鏡診断を行うために内視鏡システム 10 を起動すると、マルチ観察モードが実行され (S11)、撮像素子 35 により撮像動作が開始される。  
40

【0092】

光源制御部 31 は、ある 1 フレーム周期  $T_F$  において、第 1 ~ 第 4 光源 51 ~ 54 の全てを ON とする。これにより、観察部位には広帯域光が照射される (S12)。その後、撮像素子 35 により信号読み出し及び順次リセットが実行される (S13)。撮像素子 35 により信号読み出し及び順次リセットが行われている間は、光源制御部 31 は、第 1 ~ 第 4 光源 51 ~ 54 の全てを OFF とする。撮像素子 35 は、広帯域光により照明された観察部位を撮像することにより画像信号を出力して DSP 41 に入力する。DSP 41 は、画像信号に対して画素補間処理、ガンマ補正、ホワイトバランス補正等の信号処理を施  
50

して画像データとし、フレームメモリ42に記憶させる。

【0093】

撮像素子35による順次リセットが完了すると、光源制御部31は、次の1フレーム周期 $T_F$ において、第1光源51と第3光源53とをONとさせ、第2光源52と第4光源54とをOFFのままとする。これにより、観察部位には狭帯域光が照射される(S14)。その後、撮像素子35により信号読み出し及び順次リセットが実行される(S15)。この間は、光源制御部31は、第1～第4光源51～54の全てをOFFとさせる。撮像素子35は、狭帯域光により照明された観察部位を撮像することにより画像信号を出力してDSP41に入力する。DSP41は、上記と同様に、画像信号に対して信号処理を施して画像データとし、フレームメモリ42に記憶させる。

10

【0094】

画像処理部43により、フレームメモリ42に記憶された画像データに基づき通常観察画像と血管強調観察画像とが生成され、表示制御部44により、通常観察画像及び血管強調観察画像がモニタ14に表示される。(S16)。

【0095】

コントローラ40は、フリーズ操作状態か否かを判定する(S17)。フリーズ操作状態とは、ユーザによりフリーズボタン17dが操作されることで、上記ステップS12～S16が繰り返し実行されることによりモニタ14に表示される通常観察動画及び血管強調観察動画の画像表示をフリーズさせた状態である。フリーズボタン17dが操作されてフリーズ操作状態となると(S17でYES)、コントローラ40は、通常観察画像及び血管強調観察動画の画像表示をフリーズさせ(S18)、通常観察画像と血管強調観察画像とをモニタ14に表示させる。フリーズボタン17dが再度操作されると、フリーズ操作状態が解除され、動画表示が再開される。マルチ観察モードの上記ステップS12～S18は、診断が終了する(S19でYES)までの間、繰り返し実行される。

20

【0096】

従来では、通常観察画像と血管強調観察画像とを取得するために、ダイクロイックミラーを挿抜させ、それにより広帯域光と狭帯域光とをフレーム周期に合わせて切り替えることができないので、広帯域光を発光して通常観察画像を取得する観察モードと、狭帯域光を発光して血管強調観察画像を取得する観察モードとが個別に設けられていた。このため、ユーザは、通常観察画像と血管強調観察画像とを比較するために、2つの観察モードを切り替える必要があり、取得時刻が異なる通常観察画像と血管強調観察画像とを観察せざるを得なかった。しかし、本実施形態では、光源の点灯制御により広帯域光と狭帯域光とを撮像素子のフレーム周期に合わせて瞬時に切り替えることができるので、ユーザは、観察モードを切り替えることなく、1つのマルチ観察モードでほぼ同時刻に取得された通常観察画像と血管強調観察画像とを観察することができる。

30

【0097】

なお、上記実施形態では、第1DM71の光反射率及び光透過率が第1閾値 $a_1$ で100%から0%に変化しているが、厳密には、第1閾値 $a_1$ で100%から0%に変化する訳ではなく、100%から0%への変化には、例えば50nm程度を要する。このため、第1DM71の光反射率と光透過率とが一致する波長、すなわち光反射率及び光透過率がほぼ50%となる波長を第1閾値 $a_1$ としても良い。なお、第2閾値 $a_2$ 、第2DM72の第3閾値 $b$ 、及び第3DM73の第4閾値 $c$ についても同様である。

40

【0098】

なお、第1～第3DM71～73の配置は、上記実施形態で示した配置に限られない。例えば、第2コリメータレンズ67と第1DM71との間に、第3DM73を設けても良い。この場合の第3DM73は、第2波長帯域光 $L_b$ 及び赤色光 $L_R$ の光路と、第2DM72により統合された光路とを統合する。このため、第3DM73は、紫色光 $L_V$ 、第3波長帯域光 $L_c$ 、第2波長帯域光 $L_b$ 、及び赤色光 $L_R$ を第1DM71に入射させる。第1DM71は、第3DM73により統合された光路と、第1波長帯域光 $L_a$ の光路とを統合する。

50

## 【0099】

なお、上記実施形態では、光源制御部31は、第1緑色LED63aと第2緑色LED63bに対して印加する各駆動電流を制御することにより、第1緑色光LG1と第2緑色光LG2を同じ発光強度で発光させているが、第1緑色光LG1の発光強度と第2緑色光LG2の発光強度とを異ならせても良い。同様に、光源制御部31は、第1青色LED62aと第2青色LED62bに対して印加する各駆動電流を制御することにより、第1青色光LB1と第2青色光LB2を同じ発光強度で発光させているが、第1青色光LB1の発光強度と第2青色光LB2の発光強度とを異ならせても良い。例えば、第1緑色光LG1の発光強度を第2緑色光LG2の発光強度よりも大きくし、かつ第1青色光LB1の発光強度を第2青色光LB2の発光強度よりも大きくすることにより、血管のコントラストをより高めることができる。

10

## 【0100】

## [比較例]

以下、比較例について説明する。比較例は、光源部の構成と、光源制御部の点灯制御が上記実施形態と異なる。

## 【0101】

図17に示すように、比較例の光源部100では、上記実施形態の光源部30に設けられている第1DM71に代えて、第1ハーフミラー(HM)101が設けられている。また、比較例の光源部100には、第1HM101と第1コリメータレンズ66との間に第1バンドパスフィルタ(BPF)102が付加されている。同様に、比較例の光源部100では、上記実施形態の第2DM72に代えて、第2HM103が設けられている。また、第2HM103と第3コリメータレンズ68との間に第2BPF104が付加されている。それ以外の構成は、上記実施形態と同様である。

20

## 【0102】

第1HM101は、反射率と透過率がほぼ50%の光学部材である。第1BPF102は、第1DM71と同様の第1閾値 $a_1$ と第2閾値 $a_2$ との2つの閾値を有し、第1閾値 $a_1$ 及び第2閾値 $a_2$ の間の波長帯域を透過させ、それ以外の波長帯域を吸収または反射させる。

## 【0103】

上記のような第1HM101と第1BPF102の特性によって、第1光源51をONした場合は、第1緑色光LG1の一部の波長帯域成分が第1BPF102を透過することによって、第1波長帯域光Laが生成される。この第1波長帯域光Laは、第1HM101を通過することによって光量が半分になって、第3DM73に入射する。

30

## 【0104】

第2光源52をONした場合は、第2緑色光LG2及び赤色光LRは、第1HM101で反射されることによって光量が半分となって、第3DM73に入射する。

## 【0105】

第2HM103は、反射率と透過率がほぼ50%の光学部材である。第2BPF104は、第2DM72と同様の1つの第3閾値 $b$ を有し、その第3閾値 $b$ 以下の波長帯域を透過させ、それ以外の波長帯域を吸収または反射させる。

40

## 【0106】

上記のような第2HM103と第2BPF104の特性によって、第3光源53をONした場合は、第1青色光LB1の一部の波長帯域成分が第2BPF104を透過することによって、第3波長帯域光Lcが生成される。この第3波長帯域光Lcは、第2HM103により反射されることによって光量が半分となって、第3DM73に入射する。また、紫色光LVは、第2BPF104を通過した後、第2HM103により反射されることによって光量が半分となって、第3DM73に入射する。

## 【0107】

第4光源54をONした場合は、第2青色光LB2は、第2HM103を透過することによって光量が半分となって、第3DM73に入射する。

50

## 【0108】

光源制御部31は、比較例では、図18に示すように、広帯域光の発光時には第2光源52と第4光源54とをONとしかつ第1光源51と第3光源53とをOFFとする。この結果、第2光源52からの第2緑色光LG2と赤色光LRと、第4光源54からの第2青色光LBとが合波された広帯域光が生成される。

## 【0109】

また、狭帯域光の発光時には、光源制御部31は、第1光源51と第3光源53とをONとしかつ第2光源52と第4光源54とをOFFとする。この結果、第1光源51からの第1緑色光LG1が第1BPF102を透過することによって生成される第1波長帯域光Laと、第4光源54からの第1青色光LB1が第2BPF104を透過することによって生成される第3波長帯域光Lcと、第4光源54からの紫色光LVとが合波された狭帯域光が生成される。その他の制御は上記実施形態と同様なので省略する。

10

## 【0110】

この比較例では、広帯域光は、ハーフミラーにより光量が半分になるものの、上記実施形態のように一部の波長帯域が切り取られないことがないので、連続性の高い波長帯域を有する。

## 【0111】

また、上記比較例では、広帯域光の発光時には、第1～第4光源51～54の全てをONとさせても良い。これにより、第2青色光LB2、第2緑色光LG2、及び赤色光LRに加え、紫色光LV、第1波長帯域光La、及び第3波長帯域光Lcが合波された広帯域光がライトガイドに供給される。このような広帯域光を用いることにより、通常観察画像の血管コントラストを高めることができる。なお、この場合に、光源制御部31の制御に基づき、第1緑色LED63aに与える駆動電流の設定値と、紫色LED61及び第1青色LED62aに与える駆動電流の設定値とを大きくすることにより、血管のコントラストをより高めることができる。

20

## 【0112】

なお、上記実施形態及び比較例では、第2光源52には、1つの基板60に第2緑色LED63bと赤色LED64とが1つずつ設けられているが、各LEDを2以上設けても良い。同様に、第3光源53には、1つの基板60に紫色LED61と第1青色LED62aとが1つずつ設けられているが、各LEDを2以上設けても良い。

30

## 【0113】

なお、上記実施形態では、第2光源52は、第2緑色LED63bのカソード端子と赤色LED64のカソード端子とが接続されているが、これに代えて、第2緑色LED63bのアノード端子と赤色LED64のアノード端子とを接続しても良い。また、第2緑色LED63bと赤色LED64のカソード端子同士を接続し、かつ第2緑色LED63bと赤色LED64のアノード端子同士を接続しても良い。同様に、第3光源53は、紫色LED61のカソード端子と第1青色LED62aのカソード端子とが接続されているが、これに代えて、紫色LED61のアノード端子と第1青色LED62aのアノード端子とを接続しても良い。また、紫色LED61と第1青色LED62aのカソード端子同士を接続し、かつ紫色LED61と第1青色LED62aのアノード端子同士を接続しても

40

## 【0114】

また、第2光源52は、マルチチップ構成とせずに、第2緑色LED63bと赤色LED64とを別々の基板に1つずつ設けたシングルチップ構成としても良い。この場合には、第2緑色LED63bが発する第2緑色光LG2の光路と、赤色LED64が発する赤色光LRの光路とを統合するダイクロイックミラーが付加される。同様に、第3光源53は、マルチチップ構成とせずに、紫色LED61と第1青色LED62aとを別々の基板に1つずつ設けたシングルチップ構成としても良い。この場合、紫色LED61が発する紫色光LVの光路と、第1青色LED62aが発する第1青色光LB1の光路とを統合するダイクロイックミラーが付加される。

50

## 【 0 1 1 5 】

なお、上記実施形態及び比較例では、光源制御部 3 1 は、点灯期間  $T_A$  を撮像素子 3 5 の露光期間に合わせているが、点灯期間  $T_A$  は露光期間内であれば適宜変更可能である。例えば、光源制御部 3 1 は、撮像素子 3 5 の露光期間内において、点灯期間  $T_A$  の開始タイミングを露光期間の開始タイミングに合わせ、かつ点灯期間  $T_A$  の終了タイミングを露光期間の終了タイミングよりも早くすることにより、点灯期間  $T_A$  を短縮させても良い。また、点灯期間  $T_A$  の開始タイミングを露光期間の開始タイミングよりも送らせ、かつ点灯期間  $T_A$  の終了タイミングを露光期間の終了タイミングに合わせることににより、点灯期間  $T_A$  を短縮させても良い。

10

## 【 0 1 1 6 】

なお、上記実施形態及び比較例では、内視鏡システム 1 0 は、マルチ観察モードを実行可能としているが、マルチ観察モードの他、通常光観察モードと、血管強調観察モードとを可能としても良い。通常光観察モードは、広帯域光を照明光として用いることにより、通常観察画像をモニタ 1 4 に表示させる観察モードである。血管強調観察モードは、狭帯域光を照明光として用いることにより、血管強調観察画像をモニタ 1 4 に表示させる観察モードである。これらの観察モードは、操作入力部 1 5 等により選択可能である。

## 【 0 1 1 7 】

なお、上記実施形態及び比較例では、撮像素子 3 5 に、原色型のカラーフィルタアレイ 3 9 を設けているが、これに代えて、補色型のカラーフィルタアレイを設けても良い。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 1 8 】

- 1 0 内視鏡システム
- 1 1 内視鏡
- 1 2 プロセッサ装置
- 1 3 光源装置
- 1 4 モニタ
- 1 5 操作入力部
- 1 6 挿入部
- 1 7 操作部
- 1 7 a アングルノブ
- 1 7 b 鉗子口
- 1 7 c 送気・送水ボタン
- 1 7 d フリーズボタン
- 1 8 ユニバーサルコード
- 1 9 先端部
- 2 0 湾曲部
- 2 1 可撓管部
- 2 2 照明窓
- 2 3 観察窓
- 2 4 送気・送水ノズル
- 2 5 鉗子出口
- 2 9 コネクタ
- 2 9 a 通信用コネクタ
- 2 9 b 光源用コネクタ
- 3 0、1 0 0 光源部
- 3 1 光源制御部
- 3 2 ライトガイド
- 3 2 a 入射端
- 3 3 照射レンズ
- 3 4 対物光学系

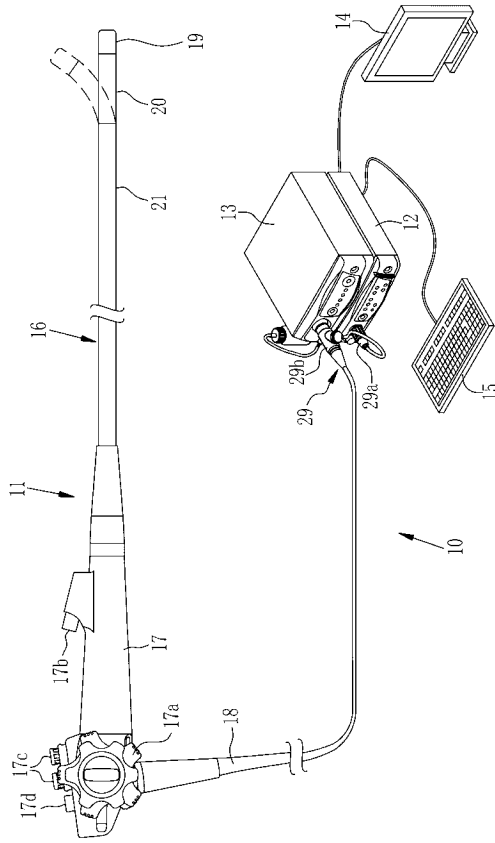
30

40

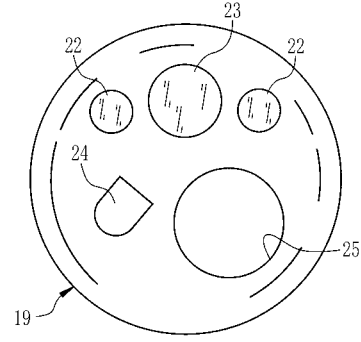
50

3 5	撮像素子	
3 5 a	撮像面	
3 6	撮像駆動部	
3 8	画素	
3 9	カラーフィルタアレイ	
3 9 a	青色フィルタ	
3 9 b	緑色フィルタ	
3 9 c	赤色フィルタ	
4 0	コントローラ	
4 1	D S P	10
4 2	フレームメモリ	
4 3	画像処理部	
4 4	表示制御部	
5 1	第 1 光源	
5 2	第 2 光源	
5 4	第 4 光源	
5 5	L E D 駆動部	
5 6	集光光学系	
6 1	紫色 L E D	
6 2 a	第 1 青色 L E D	20
6 2 b	第 2 青色 L E D	
6 3 a	第 1 緑色 L E D	
6 3 b	第 2 緑色 L E D	
6 4	赤色 L E D	
6 6	第 1 コリメータレンズ	
6 7	第 2 コリメータレンズ	
6 8	第 3 コリメータレンズ	
6 9	第 4 コリメータレンズ	
7 0	集光レンズ	
7 1	第 1 ダイクロイックミラー	30
7 2	第 2 ダイクロイックミラー	
7 3	第 3 ダイクロイックミラー	
1 0 1	第 1 ハーフミラー	
1 0 2	第 1 バンドパスフィルタ	
1 0 3	第 2 ハーフミラー	
1 0 4	第 2 バンドパスフィルタ	

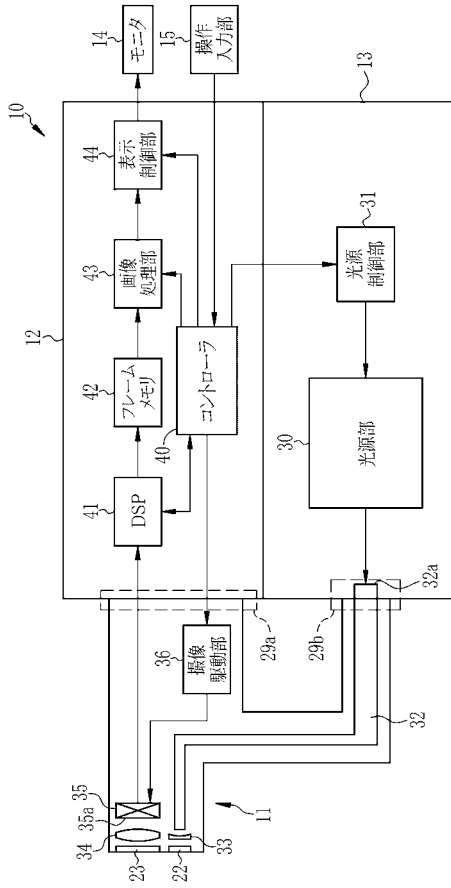
【 図 1 】



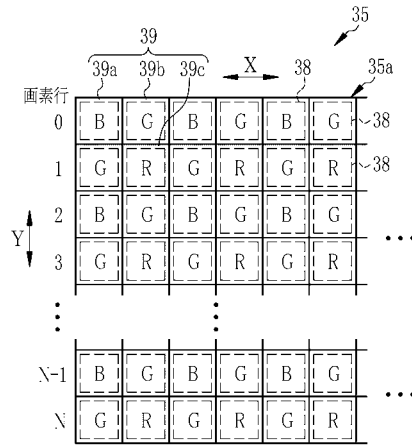
【 図 2 】



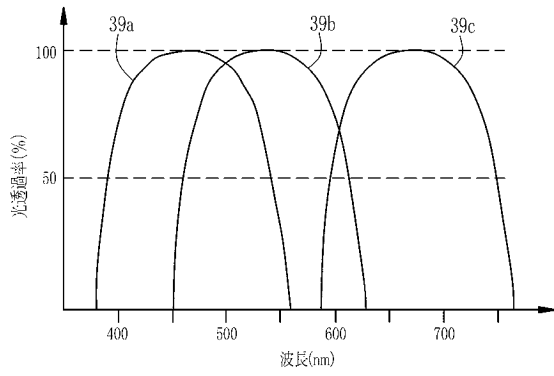
【 図 3 】



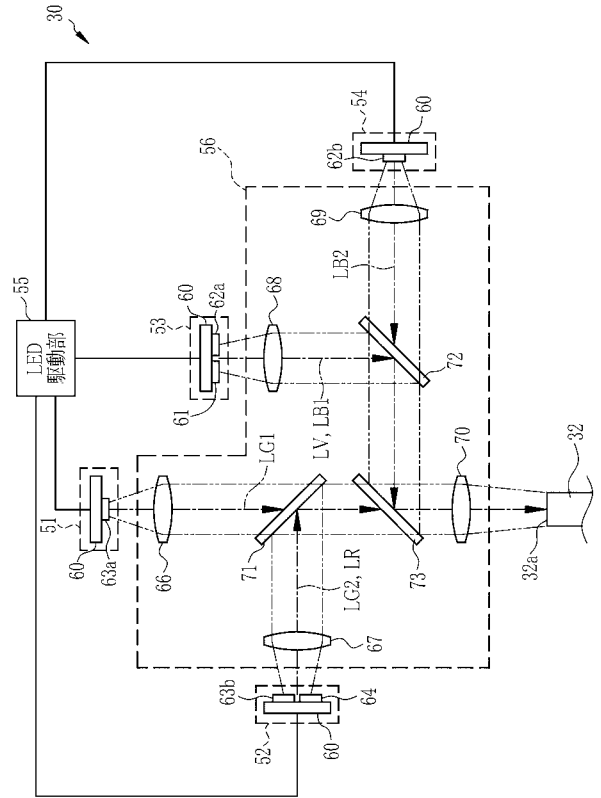
【 図 4 】



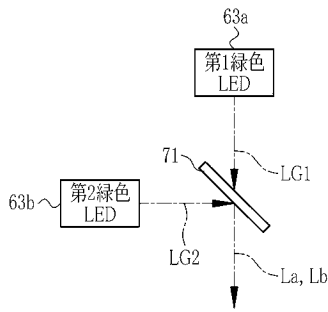
【 図 5 】



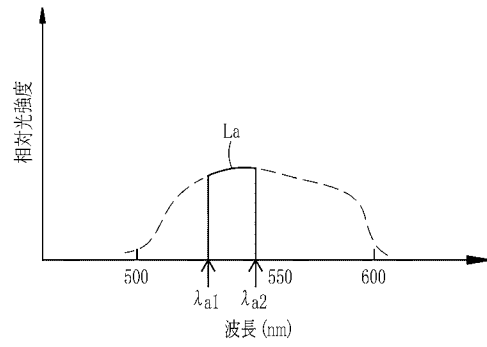
【 図 6 A 】



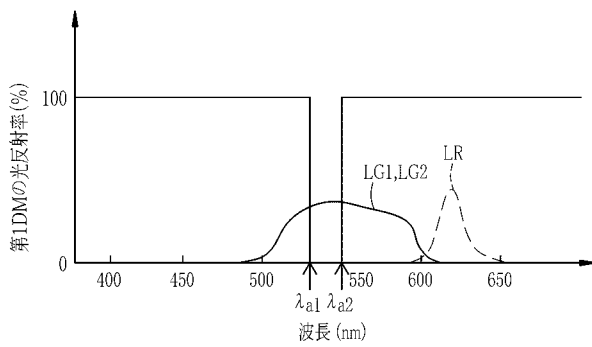
【 図 6 B 】



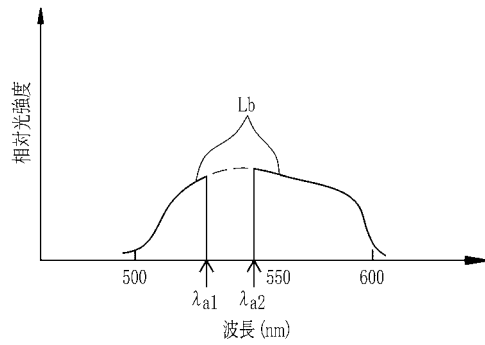
【 図 8 A 】



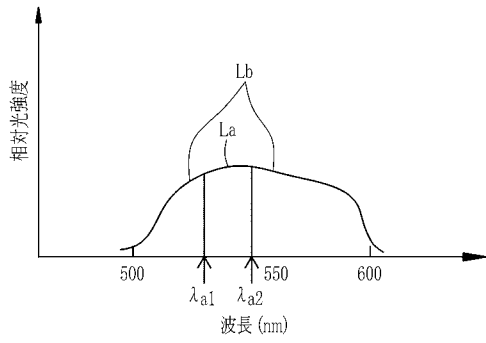
【 図 7 】



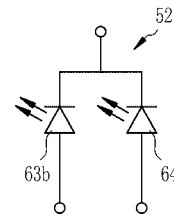
【 図 8 B 】



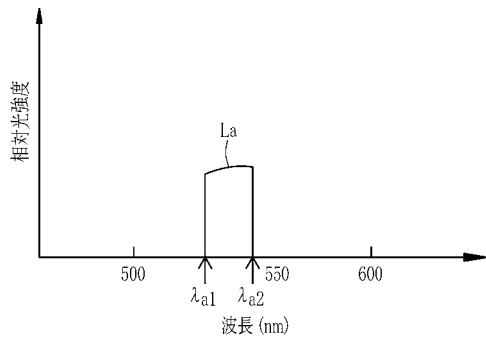
【図9A】



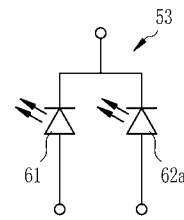
【図10A】



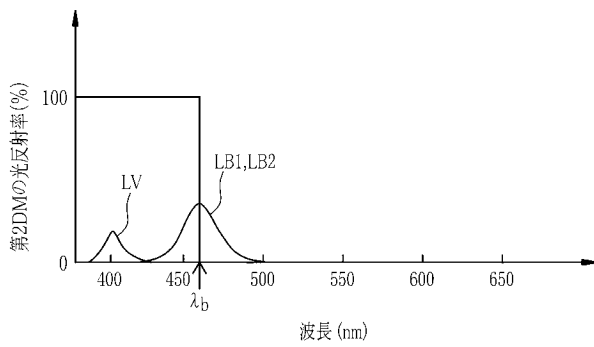
【図9B】



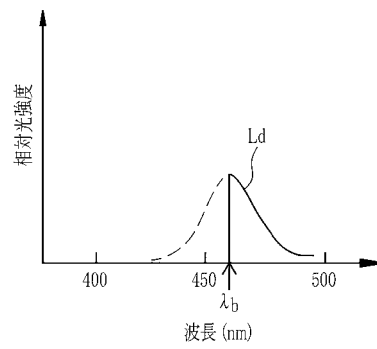
【図10B】



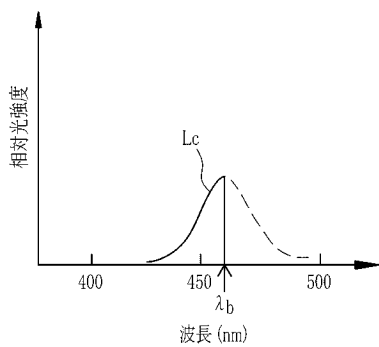
【図11】



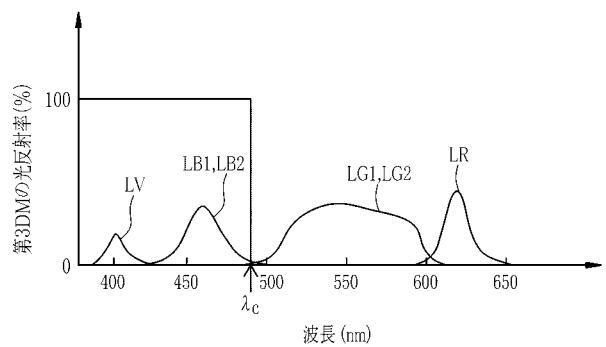
【図12B】



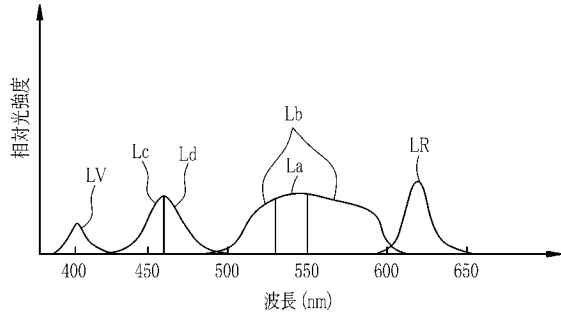
【図12A】



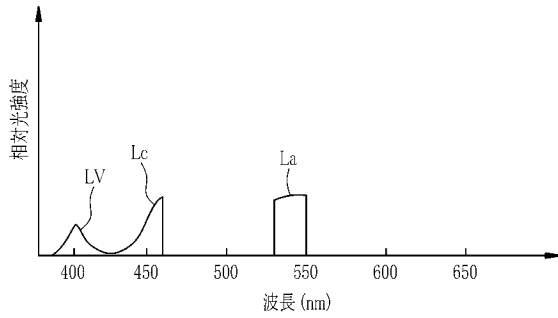
【図13】



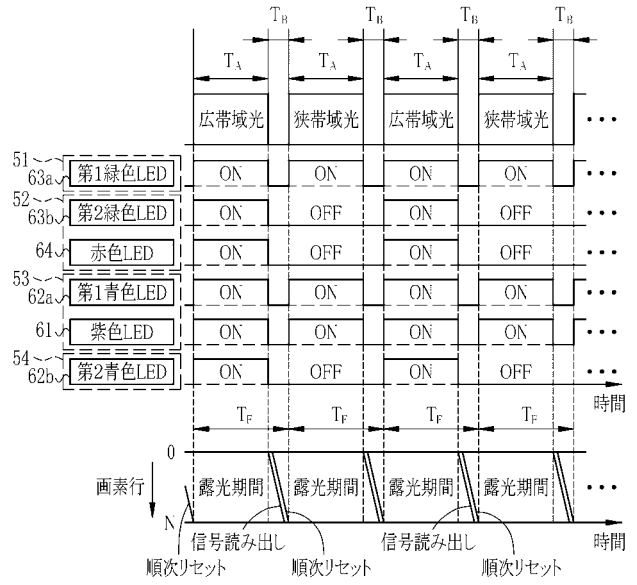
【 図 1 4 A 】



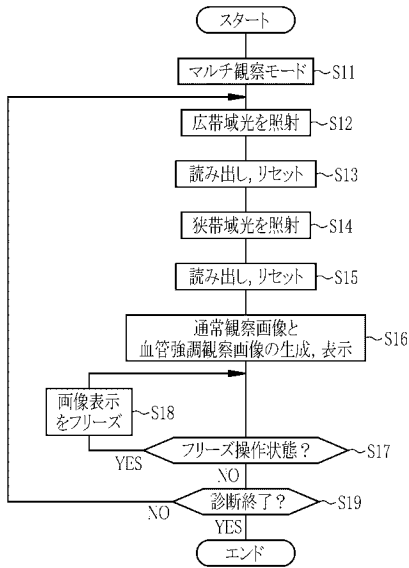
【 図 1 4 B 】



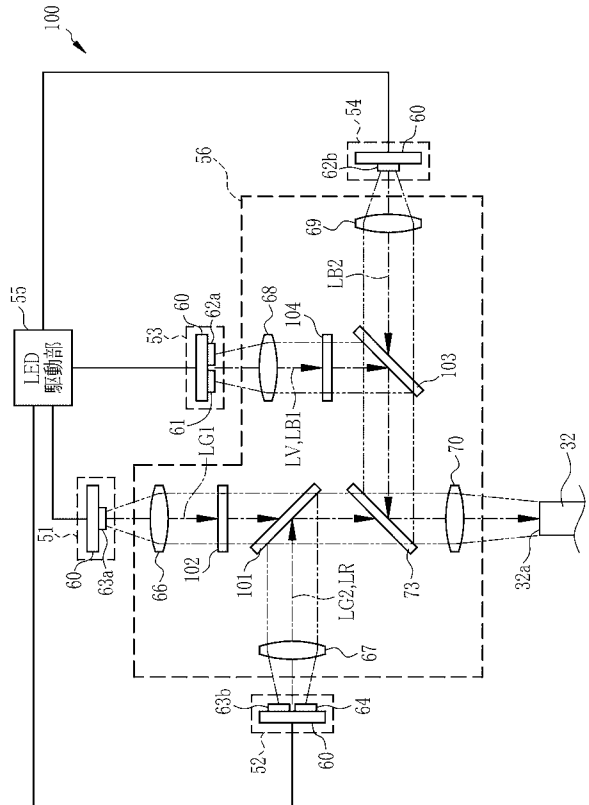
【 図 1 5 】



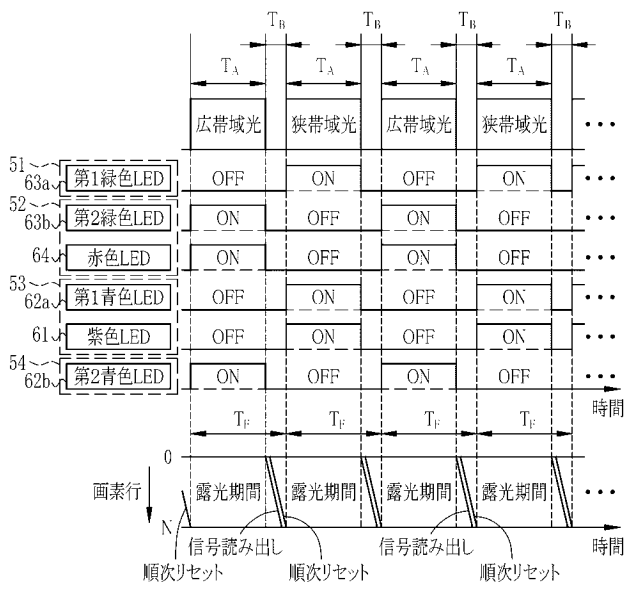
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4C161 BB02 BB08 CC06 GG01 HH51 JJ17 NN01 QQ01 QQ02 QQ07  
QQ09 RR02 RR03 RR26 WW07 WW08 WW10 WW15

专利名称(译)	内窥镜用光源装置及其操作方法和内窥镜系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP2017113458A</a>	公开(公告)日	2017-06-29
申请号	JP2015254814	申请日	2015-12-25
[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	森本美範 小澤聡 杉崎誠		
发明人	森本 美範 小澤 聡 杉▲崎▼ 誠		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/00		
FI分类号	A61B1/06.B A61B1/00.300.D A61B1/00.513 A61B1/00.550 A61B1/06.510 A61B1/06.610 A61B1/07.735		
F-TERM分类号	4C161/BB02 4C161/BB08 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/HH51 4C161/JJ17 4C161/NN01 4C161/QQ01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR03 4C161/RR26 4C161/WW07 4C161/WW08 4C161/WW10 4C161/WW15		
其他公开文献	JP6533157B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本发明提供一种能够在不插入和取出二向色镜的情况下产生宽带光和窄带光的内窥镜光源装置，其操作方法和内窥镜系统。第一光源包括发射第一光的第一发光元件。第二光源包括第二发光元件，其发射与第一光相同波长带的第二光。第一DM在第一光和第二光的波长带中具有第一阈值和第二阈值，并且具有第一波长带光，其具有在第一阈值和第二阈值之间的第一波长带。从第二光产生第二波长带光，第二波长带光从第一光产生并且具有在第一波长带之外的第二波长带。第一DM对第一波段光的光路和第二波段光的光路进行积分。光源控制单元驱动第一发光元件和第二发光元件以产生包括第一波段光和第二波段光的宽带光，以及第一发光元件和第二发光元件中的宽带光驱动第一发光元件以产生包括第一波长带光的窄带光。 [选定图]图6B

