

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、前記照明光の分光スペクトルを調節可能な光源装置と、

青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、前記観察対象による前記照明光の反射光によって前記観察対象を撮像するイメージセンサと、

前記イメージセンサが撮像する前記観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、

前記撮像距離に応じて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御部と、

を備える内視鏡システム。

【請求項 2】

前記光源制御部は、前記撮像距離が長いほど前記照明光に含む前記緑色波長帯域の成分を増大させる請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

前記光源制御部は、前記撮像距離が短いほど前記照明光に含む前記青色波長帯域の成分を増大させる請求項 1 または 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記光源制御部は、前記撮像距離が短いほど前記照明光に含む前記緑色波長帯域の成分を減少させる請求項 3 に記載の内視鏡システム。

【請求項 5】

前記光源制御部は、前記撮像距離が短いほど前記照明光に含む前記赤色波長帯域の成分を減少させる請求項 3 または 4 に記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記撮像距離を予め定められた閾値と比較し、前記撮像距離が前記閾値以下の場合に前記撮像距離が短いと判定し、前記撮像距離が前記閾値よりも大きい場合に前記撮像距離が長いと判定する判定部を備え、

前記光源制御部は、前記判定部から入力される判定結果に基づいて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

前記イメージセンサが出力する画像信号に基づいて、前記観察対象を撮像する際の露光量を制御するための露光量指定値を算出する露光量指定値算出部を備え、

前記撮像距離算出部は、前記露光量指定値に基づいて前記撮像距離を算出する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

前記イメージセンサが画像信号を出力する際のゲインを制御するゲイン制御部を備え、

前記撮像距離算出部は、前記ゲインに基づいて前記撮像距離を算出する請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

撮像倍率が可変な撮像光学系を備え、

前記撮像距離算出部は、前記撮像倍率に基づいて前記撮像距離を算出する請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記特定画素を前記緑色画素として行う第 1 デモザイク処理と、前記特定画素を前記青色画素として行う第 2 デモザイク処理とのいずれかを、前記イメージセンサが出力する画像信号に施すデモザイク処理部を備える請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の内視鏡システム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、前記照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、前記観察対象による前記照明光の反射光によって前記観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムの作動方法において、

撮像距離算出部が、前記イメージセンサが撮像する前記観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出ステップと、

光源制御部が、前記撮像距離に応じて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御ステップと、

を備える内視鏡システムの作動方法。

10

【請求項 1 2】

観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、前記照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、前記観察対象による前記照明光の反射光によって前記観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムに用いるプロセッサ装置において、

前記イメージセンサが撮像する前記観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、

前記光源ユニットを制御し、前記撮像距離に応じて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御部と、

を備えるプロセッサ装置。

20

【請求項 1 3】

観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、前記照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、前記観察対象による前記照明光の反射光によって前記観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムに用いるプロセッサ装置の作動方法において、

撮像距離算出部が、前記イメージセンサが撮像する前記観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出ステップと、

光源制御部が、前記撮像距離に応じて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御ステップと、

を備えるプロセッサ装置の作動方法。

30

【請求項 1 4】

青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有するイメージセンサと、前記イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、を有する内視鏡システムに用いる光源装置において、

観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、前記照明光の分光スペクトルを調節可能な光源ユニットと、

前記光源ユニットを制御し、前記撮像距離に応じて前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御部と、

を備える光源装置。

40

【請求項 1 5】

青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも前記青色波長帯域及び前記緑色波長帯

50

域の光を受光する特定画素とを有するイメージセンサと、前記イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、を有する内視鏡システムに用いる光源装置の作動方法において、

光源制御部が、観察対象に照射する照明光を発生させる光源ユニットを制御し、前記撮像距離に応じて、前記照明光に含まれる前記青色波長帯域または前記緑色波長帯域の成分を増大させる光源制御ステップを備える光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体内の観察対象を撮像する内視鏡システム、内視鏡システムに用いるプロセッサ装置、光源装置、及びこれらの作動方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、内視鏡システムを用いて被検体内の観察対象（消化管の粘膜等）を撮像して得られる画像を観察して診断をすることが一般的になっている。内視鏡システムは、観察対象に照射するための照明光を発生する光源装置と、被検体内に挿入される挿入部を有し、挿入部の先端に設けられたイメージセンサで観察対象を撮像する内視鏡と、イメージセンサが出力する画像信号に基づいて観察対象の画像を生成し、モニタに表示させるプロセッサ装置と、を備える。

【0003】

20

観察対象を撮像するためのイメージセンサとしては、例えば、青色波長帯域の光を受光する青色画素（以下、B画素という）と、緑色波長帯域の光を受光するための緑色画素（以下、G画素という）と、赤色波長帯域の光を受光するための赤色画素（以下、R画素という）とを有するカラーイメージセンサが用いられる。近年では、B画素、G画素、R画素の三原色の画素に加えて、これらと分光特性が異なる4種類目の画素を有するカラーイメージセンサを用いる内視鏡システムも知られている。例えば、BGR各画素に加えて、B画素よりも狭帯域な青色波長帯域の光を受光するための画素を有し、全4種類の画素を有するカラーイメージセンサを搭載した内視鏡システムや、G画素よりも狭帯域な緑色波長帯域の光を受光するための画素をさらに有し、全5種類の画素を有するカラーイメージセンサを搭載した内視鏡システムが知られている（特許文献1）。また、BGR各画素に加えて、近赤外光を受光するための画素を有するイメージセンサを搭載した内視鏡システムも知られている（特許文献2）。

30

【0004】

また、BGR各画素に加えて、青色波長帯域、緑色波長帯域、及び赤色波長帯域の各光を全て受光する白色画素（以下、W画素という）を有するカラーイメージセンサも知られている（特許文献3）。このW画素を有するカラーイメージセンサは、人物や風景等を撮像するためのデジタルカメラ等に用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献1】特開2012-125462号公報

【特許文献2】特開2013-163027号公報

【特許文献3】特許5141757号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、内視鏡システムによって観察対象を撮像する場合、イメージセンサが搭載された挿入部の先端と観察対象との距離、すなわちイメージセンサが撮像する観察対象までの距離（以下、撮像距離という）は、内視鏡システムを使用する医師が観察対象をどのように観察しようとしているかによって変化する。

50

【0007】

例えば、観察対象の表面（あるいは表面近傍）にある血管の走行パターンや、ピットパターン等の微細構造を観察しようとしている場合、挿入部の先端は観察対象に近づけられ、血管の走行パターンやピットパターン等を大きく観察しようとする。このように挿入部の先端が観察対象に近づけられ、撮像距離が短い場合、内視鏡システムには、観察しようとしている血管の走行パターンやピットパターン等が観察しやすい画像を提示することが求められる。

【0008】

一方、病変と思しき箇所を探索しようとしているケースでは、遠隔から消化管を全体的に観察しようとするので、挿入部の先端は観察対象から離される。このように挿入部の先端が観察対象から遠ざけられ、撮像距離が長い場合、内視鏡システムには、遠景で病変等を発見しやすいように画像を提示することが求められる。

10

【0009】

本発明は、上記のような撮像距離に応じて医師が観察を所望する構造等が観察しやすい画像を取得することができる内視鏡システム、プロセッサ装置、光源装置、内視鏡システムの作動方法、プロセッサ装置の作動方法、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】

【0010】

本発明の内視鏡システムは、光源装置と、イメージセンサと、撮像距離算出部と、光源制御部と、を備える。光源装置は、観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、照明光の分光スペクトルを調節可能である。イメージセンサは、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、観察対象による照明光の反射光によって観察対象を撮像する。撮像距離算出部は、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する。光源制御部は、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

20

【0011】

光源制御部は、撮像距離が長いほど照明光に含む緑色波長帯域の成分を増大させることが好ましい。

30

【0012】

光源制御部は、撮像距離が短いほど照明光に含む青色波長帯域の成分を増大させることが好ましい。光源制御部は、撮像距離が短いほど照明光に含む青色波長帯域の成分を増大、かつ、緑色波長帯域の成分を減少させることがさらに好ましい。さらに、光源制御部は、撮像距離が短いほど照明光に含む赤色波長帯域の成分を減少させることが好ましい。

【0013】

撮像距離を予め定められた閾値と比較し、撮像距離が閾値以下の場合に撮像距離が短いと判定し、撮像距離が閾値よりも大きい場合に撮像距離が長いと判定する判定部を備え、光源制御部は、判定部から入力される判定結果に基づいて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させることが好ましい。

40

【0014】

イメージセンサが出力する画像信号に基づいて、観察対象を撮像する際の露光量を制御するための露光量指定値を算出する露光量指定値算出部を備え、撮像距離算出部は、露光量指定値に基づいて撮像距離を算出することが好ましい。

【0015】

イメージセンサが画像信号を出力する際のゲインを制御するゲイン制御部を備え、撮像距離算出部は、ゲインに基づいて撮像距離を算出することが好ましい。

【0016】

撮像倍率が可変な撮像光学系を備え、撮像距離算出部は、撮像倍率に基づいて撮像距離を算出することが好ましい。

50

【0017】

特定画素を緑色画素として行う第1デモザイク処理と、特定画素を青色画素として行う第2デモザイク処理とのいずれかを、イメージセンサが出力する画像信号に施すデモザイク処理部を備えることが好ましい。

【0018】

本発明の内視鏡システムの作動方法は、観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、観察対象による照明光の反射光によって観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムの作動方法であり、撮像距離算出ステップと、光源制御ステップと、を備える。撮像距離算出ステップでは、撮像距離算出部が、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する。光源制御ステップでは、光源制御部が、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

10

【0019】

本発明のプロセッサ装置は、観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、観察対象による照明光の反射光によって観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムに用いるプロセッサ装置であり、撮像距離算出部と、光源制御部と、を備える。撮像距離算出部は、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する。光源制御部は、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

20

【0020】

本発明のプロセッサ装置の作動方法は、観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、照明光のスペクトルを調節可能な光源装置と、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有し、観察対象による照明光の反射光によって観察対象を撮像するイメージセンサと、を有する内視鏡システムに用いるプロセッサ装置の作動方法であり、撮像距離算出ステップと、光源制御ステップと、を備える。撮像距離算出ステップでは、撮像距離算出部が、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する。光源制御ステップでは、光源制御部が、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

30

【0021】

本発明の光源装置は、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有するイメージセンサと、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、を有する内視鏡システムに用いる光源装置であり、光源ユニットと、光源制御部と、を備える。光源ユニットは、観察対象に照射する照明光を発生し、かつ、照明光の分光スペクトルを調節可能である。光源制御部は、光源ユニットを制御し、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

40

【0022】

本発明の光源装置の作動方法は、青色波長帯域の光を受光する青色画素と、緑色波長帯域の光を受光する緑色画素と、赤色波長帯域の光を受光する赤色画素と、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する特定画素とを有するイメージセンサと、イメージセンサが撮像する観察対象までの距離である撮像距離を算出する撮像距離算出部と、を有する内視鏡システムに用いる光源装置の作動方法であり、光源制御ステップを備える。光源制御ステップでは、光源制御部が、観察対象に照射する照明光を発生させる光源ユニ

50

ットを制御し、撮像距離に応じて、照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させる。

【発明の効果】

【0023】

本発明の内視鏡システム、プロセッサ装置、光源装置、内視鏡システムの作動方法、プロセッサ装置の作動方法、光源装置の作動方法は、青色画素，緑色画素，赤色画素に加えて、少なくとも青色波長帯域及び緑色波長帯域の光を受光する画素を有するカラーイメージセンサで観察対象を撮像し、かつ、撮像距離に応じて照明光に含まれる青色波長帯域または緑色波長帯域の成分を増大させるので、撮像距離に応じて医師が観察を所望する構造等が観察しやすい画像を取得することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】内視鏡システムの外觀図である。

【図2】内視鏡システムのブロック図である。

【図3】照明光（基準白色光）の分光スペクトルを示すグラフである。

【図4】青色光の成分を増大させた照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図5】緑色光の成分を増大させた照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図6】イメージセンサの画素配列を示す説明図である。

【図7】カラーフィルタの分光透過率を示すグラフである。

【図8】第1デモザイク処理によるB画素位置のG画像信号の求め方を示す説明図である。

20

【図9】第1デモザイク処理によるR画素位置のG画像信号の求め方を示す説明図である。

【図10】第1デモザイク処理によるG画素位置のB画像信号及びR画像信号の求め方を示す説明図である。

【図11】第1デモザイク処理によるW画素位置のB画像信号及びR画像信号の求め方を示す説明図である。

【図12】第1デモザイク処理によるB画素位置のR画像信号の求め方を示す説明図である。

【図13】第1デモザイク処理によるR画素位置のB画像信号の求め方を示す説明図である。

30

【図14】第2デモザイク処理によるB画素位置のG画像信号の求め方を示す説明図である。

【図15】第2デモザイク処理によるR画素位置のG画像信号の求め方を示す説明図である。

【図16】第2デモザイク処理によるW画素位置のG画像信号の求め方を示す説明図である。

【図17】内視鏡システムの作用を示すフローチャートである。

【図18】基準白色光に対して青色光を増大かつ緑色光を減少させた照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

40

【図19】基準白色光に対して青色光を増大かつ赤色光を減少させた照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図20】基準白色光に対して青色光を増大、緑色光及び赤色光を減少させた照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図21】R - L E Dを消灯した場合の照明光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図22】広帯域光源と回転フィルタを用いて照明光を発生させる内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図23】カプセル型内視鏡システムの構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

50

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 20 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 21 と、挿入部 21 の基端部分に設けられた操作部 22 と、挿入部 21 の先端側に設けられた湾曲部 23 及び先端部 24 を有している。操作部 22 は、アングルノブ 22 a を操作することにより、湾曲部 23 が湾曲動作する。この湾曲動作にともなって、先端部 24 を所望の方向に向けることができる。また、操作部 22 には、アングルノブ 22 a の他、ズーム操作部 22 b や静止画を保存するためのフリーズボタン 22 c 等が設けられている。

【0026】

光源装置 14 は、観察対象に照射するための照明光を発生する装置であり、ユニバーサルコード 17 によって、内視鏡 12 と光学的に接続される。光源装置 14 が発生させた照明光は、ユニバーサルコード 17 及び内視鏡 12 内に設けられたライトガイド 41 (図 2 参照) によって導光され、先端部 24 から観察対象に向けて照射される。また、光源装置 14 は、照明光を発生するための光源として、複数の半導体光源を有しており、これらの点灯、消灯、あるいは光量をそれぞれ調節することによって、照明光の波長毎の強度分布 (いわゆる分光スペクトル) を調節可能である。光源装置 14 は、プロセッサ装置 16 とは電氣的に接続され、プロセッサ装置 16 からの制御信号に基づいて照明光の光量や分光スペクトルを調節する。

【0027】

プロセッサ装置 16 は、ユニバーサルコード 17 によって内視鏡 12 と電氣的に接続され、先端部 24 に設けられたイメージセンサ 48 (図 2 参照) から画像信号を取得して、観察対象の画像 (以下、観察画像という) を生成し、モニタ 18 に出力する。モニタ 18 は、観察画像や観察画像に関する情報 (以下、観察画像等という) を表示する。コンソール 20 は、機能設定等の入力操作を受け付ける UI (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、観察画像等を記憶する記憶部 (図示しない) が接続される。

【0028】

図 2 に示すように、光源装置 14 は、LED (Light Emitting Diode) 光源ユニット 31 と光源制御部 32 を備える。LED 光源ユニット 31 は、照明光を発生するための半導体光源として、B-LED 33 と、G-LED 34 と、R-LED 35 を備える。図 3 に示すように、B-LED 33 は 445 ~ 460 nm を中心波長とする青色波長帯域の光 (以下、単に青色光という) を発光し、G-LED 34 は正規分布で表される約 500 ~ 600 nm の緑色波長帯域の光 (以下、単に緑色光) を発光する。また、R-LED 35 は、約 600 ~ 650 nm の赤色波長帯域の光 (以下、単に赤色光という) を発光する。この赤色光の中心波長は約 620 ~ 630 nm である。光源装置 14 が発生する照明光は、これらの各 LED 33, 34, 35 が発生する光の重ね合わせた分光スペクトルを有する。各 LED 33, 34, 35 を予め定められた発光量の比率で発光させた場合に、照明光は、図 3 に示す分光スペクトルの白色光になる。この図 3 に示す分光スペクトルを有する白色光を、以下では基準白色光という。各 LED 33, 34, 35 を用いて発生させ得る様々な分光スペクトルを有する照明光のうち、観察対象を自然な色合いで撮像するのに最も適した分光スペクトルを有する白色光が、この基準白色光である。基準白色光の分光スペクトルは、実験等により予め定められる。

【0029】

光源制御部 32 は、LED 光源ユニット 31 の各 LED 33, 34, 35 の点灯 / 消灯及び各発光量を制御する。照明光の光量や分光スペクトルは、この光源制御部 32 による LED 33, 34, 35 の制御によって調節される。具体的には、光源制御部 32 は、露光量指定値算出部 63 で算出される露光量指定値に基づいて、各 LED 33, 34, 35 の発光量の比率を保ったまま、各 LED 33, 34, 35 の発光量を調節することによって、照明光の光量を観察対象の撮像に適した光量に自動的に調節する。

10

20

30

40

50

【0030】

また、光源制御部32は、撮像距離算出部65で算出される撮像距離に基づいて、各LED33, 34, 35の発光量のバランスを調節することによって照明光の分光スペクトルを調節する。より具体的には、光源制御部32は、撮像距離を予め定められた閾値と比較した判定結果を判定部66から受け、この判定結果に基づいて分光スペクトルを調節することにより、撮像距離に応じて分光スペクトルの調節をする。例えば、判定部66から入力される判定結果が、撮像距離が閾値以下であり、撮像距離が短いことを示すものである場合には、図4に示すように、二点鎖線で示す基準白色光に対して、少なくとも青色光の光量を増大させる。すなわち、光源制御部32は、撮像距離が短いほど照明光に含む青色光の成分を増大させる。これにより、撮像距離が短い場合には、青色光の成分が多い白色光が照明光として観察対象に照射される。一方、判定部66から入力される判定結果が、撮像距離が閾値よりも大きく、撮像距離が長いことを示すものである場合には、図5に示すように、二点鎖線で示す基準白色光に対して、少なくとも緑色光の光量を増大させる。すなわち、光源制御部32は、撮像距離が長いほど照明光に含む緑色光の成分を増大させる。これにより、撮像距離が長い場合には、緑色光の成分が多い白色光が照明光として観察対象に照射される。

10

【0031】

LED光源ユニット31から出射される青色光, 緑色光, 赤色光は、集光レンズ、光ファイバ、合波器等の光学部材(いずれも図示せず)を介してライトガイド(LG)41に入射する。ライトガイド41は、ユニバーサルコード17(図1参照)と内視鏡12に内蔵されており、照明光を出射するライトガイド41の先端は先端部24に位置する。

20

【0032】

内視鏡12の先端部24は、照明光学系24aと撮像光学系24bとを有している。照明光学系24aには照明レンズ45等が設けられており、ライトガイド41から出射される照明光は照明レンズ45等を介して観察対象に向けて照射する。

【0033】

撮像光学系24bは、対物レンズ46、可動レンズ47、イメージセンサ48を備える。観察対象からの照明光の反射光は、対物レンズ46及び可動レンズ47を介してイメージセンサ48に入射する。これにより、イメージセンサ48には観察対象の像が結像される。可動レンズ47は、イメージセンサ48に結像する観察対象の像を拡大または縮小するためのレンズであり、ズーム操作部22bを操作することで光軸に沿って移動される。すなわち、撮像光学系24bの撮像倍率は可変である。

30

【0034】

イメージセンサ48は、照明光の反射光で観察対象を撮像し、画像信号を出力する。イメージセンサ48としては、例えばCCD(Charge Coupled Device)イメージセンサやCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)イメージセンサを用いることができる。図6に示すように、イメージセンサ48は、撮像面に正方配列された複数の画素49を有するカラーイメージセンサであり、各画素49には、Bフィルタ、Gフィルタ、Rフィルタ、Wフィルタのうちのいずれかのカラーフィルタが設けられている。図7に示すように、Bフィルタは380~560nmの分光透過率を有しており、Gフィルタは450~630nmの分光透過率を有しており、Rフィルタは580~760nmの分光透過率を有している。そして、Wフィルタは、本実施形態では少なくとも380~760nmの分光透過率を有する。したがって、Bフィルタが設けられたB画素(青色画素)は、観察対象からの照明光の反射光に含まれる各色の波長帯域の光のうち青色光を受光し、B画像信号を出力する。同様に、Gフィルタが設けられたG画素(緑色画素)は緑色光を受光してG画像信号を出力し、Rフィルタが設けられたR画素(赤色画素)は赤色光を受光してR画像信号を出力する。Wフィルタが設けられたW画素(特定画素)は、青色光, 緑色光, 赤色光を受光してW画像信号を出力する。

40

【0035】

なお、B画素, G画素, R画素, 及びW画素の配列は、G画素とB画素とが上下に隣接

50

させ、R画素とW画素とが上下に隣接するように、G画素とR画素が交互に配置された行と、B画素とW画素が交互に配置された行とを交互に並べた配列となっている(図6参照)。すなわち、イメージセンサ48の画素配列は、W画素をG画素に置き換えればいわゆるベイヤー配列になる配列である。

【0036】

イメージセンサ48から出力される各色の画像信号は、CDS(correlated double sampling)/AGC(automatic gain control)回路51に送信される(図2参照)。CDS/AGC回路51は、イメージセンサ48から出力されるアナログの画像信号に相関二重サンプリング(CDS)や自動利得制御(AGC)を行う。すなわち、CDS/AGC回路51は、イメージセンサ48が画像信号を出力する際のゲインを制御するゲイン制御部として機能する。CDS/AGC回路51を経た画像信号は、A/D変換器52によってデジタル画像信号に変換される。こうしてデジタル化された画像信号はプロセッサ装置16に入力される。撮像制御部53は、プロセッサ装置16から入力される制御信号に基づいてイメージセンサ48の撮像制御を行う。

10

【0037】

プロセッサ装置16は、画像信号取得処理部61と、画像処理部62と、露光量指定値算出部63と、撮像距離算出部65と、判定部66と、を備える。

【0038】

画像信号取得処理部61は、イメージセンサ48から各色の画像信号を取得する。画像信号取得処理部61は、補正処理部71、デモザイク処理部76、YC変換処理部77、ノイズ除去部78、信号変換部79を備える。これら各部のうち、補正処理部71、デモザイク処理部76、YC変換処理部77は、いわゆるDSP(Digital Signal Processor)によって実現される。

20

【0039】

補正処理部71は、欠陥補正処理部、オフセット処理部、ゲイン補正処理部、リニアマトリクス処理部、ガンマ変換処理部を備える。欠陥補正処理部は、受信した各色の画像信号に対して、イメージセンサ48の欠陥画素に対応する画素の信号値を補正する欠陥補正処理を施す。オフセット処理部は、欠陥補正処理が施された画像信号から暗電流成分を除き、正確な零レベルを設定する。ゲイン補正処理部は、オフセット処理後の各色の画像信号に特定のゲインを乗じることにより各画像信号の信号レベルを整える。リニアマトリクス処理部は、ゲイン補正処理後の各色の画像信号に、色再現性を高めるためのリニアマトリクス処理を施す。ガンマ変換処理部は、リニアマトリクス処理後の画像信号に対して、明るさや彩度を整えるガンマ変換処理を施す。

30

【0040】

デモザイク処理部76は、ガンマ変換処理後の画像信号に対して、デモザイク処理(東家処理, 同時化処理とも言う)を施すことにより、各画素の不足した色の信号を補間により生成する。このデモザイク処理によって、全画素がRGBの信号を有するようになる。また、デモザイク処理は、撮像距離算出部65が算出する撮像距離に応じて異なる。例えば、撮像距離が長く、基準白色光に対して緑色光の成分が多い白色光が照明光のもとで得られた画像信号に対しては、第1デモザイク処理を施す。一方、撮像距離が短く、基準白色光に対して青色光が増大された照明光のもとで得られた画像信号に対しては、第2デモザイク処理を施す。

40

【0041】

第1デモザイク処理は、W画素をG画素とみなして行うデモザイク処理である。図8に示すように、第1デモザイク処理では、B画素の上下に隣接するG画素位置のG画像信号(G画素の信号値)g1, g2と、B画素の左右に隣接するW画素位置のW画像信号(W画素の信号値)w1, w2との平均値を、イメージセンサ48のB画素位置のG画像信号とする。すなわち、第1デモザイク処理では、B画素位置のG画像信号は「 $(g1 + g2 + w1 + w2) / 4$ 」になる。同様に、図9に示すように、第1デモザイク処理では、R画素の左右に隣接するG画素位置のG画像信号(G画素の信号値)g3, g4と、R画素

50

の上下に隣接するW画素位置のW画像信号（W画素の信号値） w_3 ， w_4 との平均値を、イメージセンサ48のR画素位置のG画像信号とする。すなわち、第1デモザイク処理では、R画素位置のG画像信号は「 $(g_3 + g_4 + w_3 + w_4) / 4$ 」になる。

【0042】

また、図10に示すように、第1デモザイク処理では、G画素位置のG画像信号（G画素の信号値） g_0 と、G画素の上下に隣接するB画素位置のB画像信号（B画素の信号値） b_1 ， b_2 と、及び上記のように算出したB画素位置のG画像信号 g_5 ， g_6 と、を用いて、G画素位置のB画像信号を算出する。具体的には、「 $g_0 + (b_1 - g_5 + b_2 - g_6) / 2$ 」をG画素位置のB画像信号とする。同様に、G画素位置G画像信号 g_0 と、G画素の左右に隣接するR画素位置のR画像信号（R画素の信号値） r_1 ， r_2 と、前述のように算出したR画素位置のG画像信号 g_7 ， g_8 と、を用いて、G画素位置のR画像信号を算出する。すなわち、「 $g_0 + (r_1 - g_7 + r_2 - g_8) / 2$ 」の値を、G画素位置のR画像信号とする。

10

【0043】

そして、図11に示すように、第1デモザイク処理では、W画素はG画素とみなすので、W画素の信号値 w_0 をW画素位置のG画像信号とする。W画素位置のB画像信号及びR画像信号の求め方は、G画素位置のB画像信号及びR画像信号の各信号値の求め方（図10参照）と同様である。すなわち、W画素位置のG画像信号 w_0 と、W画素の左右に隣接するB画素位置のB画像信号（B画素の信号値） b_3 ， b_4 と、前述のように算出したB画素位置のG画像信号 g_7 ， g_8 と、を用いて算出する「 $w_0 + (b_3 - g_7 + b_4 - g_8) / 2$ 」の値を、W画素位置のB画像信号とする。また、W画素位置のG画像信号 w_0 と、W画素の上下に隣接するR画素位置のR画像信号（R画素の信号値） r_3 ， r_4 と、前述のように算出したR画素位置のG画像信号 g_9 ， g_{10} と、を用いて算出する「 $w_0 + (r_3 - g_9 + r_4 - g_{10}) / 2$ 」の値を、W画素位置のR画像信号とする。

20

【0044】

B画素位置のR画像信号は、上記のように算出したG画素位置のR画像信号と、W画素位置のR画像信号を用いて算出される。具体的には、図12示すように、第1デモザイク処理では、B画素の上下に隣接するG画素位置のR画像信号 r_5 ， r_6 と、B画素の左右に隣接するW画素位置のR画像信号 r_7 ， r_8 との平均値「 $(r_5 + r_6 + r_7 + r_8) / 4$ 」を、B画素位置のR画像信号とする。同様に、R画素位置のB画像信号は、上記のように算出したG画素位置のB画像信号と、W画素位置のR画像信号とを用いて算出される。具体的には、図13に示すように、第1デモザイク処理では、R画素の左右に隣接するG画素位置のB画像信号 b_5 ， b_6 と、R画素の上下に隣接するW画素位置のB画像信号 b_7 ， b_8 との平均値「 $(b_5 + b_6 + b_7 + b_8) / 4$ 」をR画素位置のB画像信号とする。

30

【0045】

一方、第2デモザイク処理は、W画素をB画素とみなして行うデモザイク処理である。図14に示すように、第2デモザイク処理では、B画素位置のG画像信号を、B画素の上下に隣接するG画素位置のG画像信号（G画素の信号値）に基づいて算出する。具体的には、B画像の上下に隣接するG画素位置のG画像信号 g_{11} ， g_{12} の平均値「 $(g_{11} + g_{12}) / 2$ 」をB画素位置のG画像信号とする。同様に、R画素位置のG画像信号を、R画素の左右に隣接するG画素位置のG画像信号（G画素の信号値）に基づいて算出する。具体的には、図15に示すように、R画素の左右に隣接するG画素位置のG画像信号 g_{13} ， g_{14} の平均値「 $(g_{13} + g_{14}) / 2$ 」を、R画素位置のG画像信号とする。

40

【0046】

そして、第2デモザイク処理では、B画素とみなすW画素のG画像信号を、上記のように算出したB画素位置のG画像信号とR画素位置のG画像信号を用いて算出する。具体的には、図16に示すように、W画素の左右に隣接するB画素位置のG画像信号 g_{15} ， g_{16} と、W画素の上下に隣接するR画素位置のG画像信号 g_{17} ， g_{18} との平均値「 $($

50

$(g_{15} + g_{16} + g_{17} + g_{18}) / 4$ 」をW画素位置のG画像信号とする。

【0047】

第2デモザイク処理によるG画素位置のB画像信号及びR画像信号の算出方法は、第1デモザイク処理と同じである(図10参照)。第2デモザイク処理では、W画素をB画素とみなすので、W画素の信号値をW画素位置のB画像信号とする。W画素位置のR画像信号は、上記のように算出したW画素位置のG画像信号と、W画素の上下に隣接するR画素のG画像信号及びR画像信号とを用いて、第1デモザイク処理におけるB画素位置のR画像信号と同様にして算出する(図11参照)。また、第2デモザイク処理によるB画素位置のR画像信号の算出方法、及びR画素位置のB画像信号の算出方法は、第1デモザイク処理と同様である(図12, 図13参照)。

10

【0048】

上記のように、第1, 第2デモザイク処理はそれぞれ処理方法が異なるが、どちらのデモザイク処理を画像信号に施す場合でも、結果として全画素がRGBの信号を有するようになる。

【0049】

YC変換処理部77は、デモザイク処理が施された画像信号にYC変換処理を施し、輝度信号Yと色差信号Cb, Crを生成する。YC変換処理部77が生成した輝度信号Yと色差信号Cb, Crは、ノイズ除去部78に入力される。

【0050】

ノイズ除去部78は、入力された信号に例えば移動平均法やメディアンフィルタ法等によるノイズ除去処理を施す。ノイズが除去された各信号は、信号変換部79に入力され、RGBの画像信号に再変換された後、画像処理部62及び露光量指定値算出部63に入力される。

20

【0051】

画像処理部62は、色変換部81と、色彩強調部82と、構造強調部83と、表示用画像信号生成部84とを有する。色変換部81は、入力された1フレーム分のBGR各色の画像信号を、それぞれR画素、G画素、B画素に割り当てたRGB画像データを生成する。そして、RGB画像データに対して、さらに3×3のマトリックス処理、階調変換処理、3次元LUT処理等の色変換処理を施す。

【0052】

色彩強調部82は、色変換処理済みのRGB画像データに対して、各種色彩強調処理を施す。構造強調部83は、色彩強調処理済みのRGB画像データに対して、空間周波数強調等の構造強調処理を施す。構造強調部83で構造強調処理が施されたRGB画像データは、観察画像として表示用画像信号生成部84に入力される。表示用画像信号生成部84は、観察画像を表示用形式の信号(表示用画像信号。例えば、輝度信号Yと色差信号Cb, Cr)に変換し、モニタ18に入力する。これにより、モニタ18には観察画像が表示される。

30

【0053】

露光量指定値算出部63は、信号変換部79から入力される画像信号に基づいて露光量指定値を算出する。露光量指定値は、観察対象を撮像する露光量を指定するための制御パラメータである。本実施形態では、照明光の光量によって露光量を制御するので、露光量指定値は、照明光の光量を指定する制御パラメータである。露光量指定値算出部63は、露光量指定値の算出のために、入力された画像信号を用いて例えば各画素の輝度の平均値(以下、平均輝度という)を算出する。そして、平均輝度が、設定等により定められた輝度(以下、設定輝度という)よりも大きい場合、平均輝度が設定輝度に近い値になるように露光量を下げ、露光量指定値を算出する。逆に、平均輝度が設定輝度よりも小さい場合は、露光量を上げ、平均輝度を設定輝度に近づける露光量指定値を算出する。平均輝度が設定輝度とほぼ等しい場合は、その平均輝度を維持する露光量を指定する露光量指定値を算出する。こうして算出された露光量指定値は、光源制御部32に入力され、照明光の光量の決定に利用される。また、露光量指定値は、撮像距離算出部65に入力され、撮像距

40

50

離の算出に用いられる。

【0054】

撮像距離算出部65は、露光量指定値算出部63から入力される露光量指定値に基づいて、撮像距離を算出する。露光量指定値は、上記のように照明光の光量を指定するための制御パラメータであるが、撮像距離とも相関がある。例えば、撮像距離が短くなると、観察対象からの照明光の反射光量が大きくなるので、露光量指定値は小さくなり、逆に撮像距離が長くなると、観察対象からの照明光の反射光量が小さくなるので、露光量指定値は大きくなる。撮像距離算出部65は、この露光量指定値と撮像距離とを対応付けるテーブル(図示しない)を有しており、このテーブルを参照することによって、露光量指定値から撮像距離を算出する。露光量指定値と撮像距離とを対応付けるテーブルは、実験等により予め求められる。撮像距離算出部65が算出した撮像距離は、判定部66に入力され、撮像距離の長短の判定に用いられる。

10

【0055】

判定部66は、撮像距離算出部65が算出した撮像距離を、予め定められた閾値と比較する。そして、撮像距離が閾値以下の場合、撮像距離が短いと判定し、その結果を光源制御部32に入力する。一方、撮像距離が閾値よりも大きい場合、判定部66は撮像距離が長いと判定し、その結果を光源制御部32に入力する。光源制御部32では、判定部66が入力する判定結果に応じて、すなわち撮像距離の長短に応じて、照明光の分光スペクトルを決定する。なお、判定部66は光源装置14に設けてもよく、判定部66が行う撮像距離の判定を光源制御部32に行わせても良い。

20

【0056】

次に、本実施形態の内視鏡システム10の作用を図17に示すフローチャートに沿って説明する。内視鏡システム10を用いて観察を開始すると、光源装置14は照明光として例えば基準白色光を発生させ、イメージセンサ48は基準白色光のもとで観察対象を撮像して、画像信号を出力する。イメージセンサ48が画像信号を出力すると、露光量指定値算出部63が露光量指定値を算出し(S10:露光量指定値算出ステップ)、さらに露光量指定値に基づいて撮像距離算出部65が撮像距離を算出する(S11:撮像距離算出ステップ)。

【0057】

露光量指定値及び撮像距離が算出されると、光源制御部32は、これらに基づいて照明光の光量及び分光スペクトルを制御する。具体的には、撮像距離が閾値よりも大きい場合(S12:YES)には、光源制御部32は、基準白色光を照明光とする場合のB-LED33、G-LED34、R-LED35の発光量のバランス(発光量比)に対して、G-LED34の発光量を増大させた上で、照明光の光量を露光量指定値に基づいた光量に制御する(S13:光源制御ステップ)。これにより、基準白色光よりも緑色光成分が多い分光スペクトルを有する白色光が照明光として観察対象に照射される。

30

【0058】

このように、緑色光成分が多い照明光のもとで観察対象を撮像すると、イメージセンサ48のW画素は、基準白色光のもとで観察対象を撮像する場合よりも緑色光の受光量が多くなるので、いわゆる白色画素というよりも、G画素の信号値に近くなる。照明光に含まれる青色光の成分や赤色光の成分に対して、圧倒的に緑色光の成分が多い場合は、W画素の信号値はG画素の信号値とほぼ同じである。したがって、デモザイク処理部76は、W画素をG画素とみなす第1デモザイク処理により、各画素の不足した色の信号を生成する(S14)。その後、第1デモザイク処理が施された画像信号に基づいた表示用画像信号が生成され(S15)、観察画像がモニタ18に表示される(S16)。

40

【0059】

上記のように、撮像距離が長い場合に、照明光の緑色光成分を増大させ、W画素をG画素とみなす第1デモザイク処理を施して観察画像を生成及び表示すると、イメージセンサ48のW画素がはじめからG画素であった場合と同様な作用が得られる。すなわち、G画素がB画素やR画素の2倍あるイメージセンサで観察対象を撮像するのと同様であり、人

50

間の目が最も敏感な緑色の解像度が向上する。また、観察画像の明るさ（表示時の輝度）に最も寄与するG画素が実質的に倍増することにより、ノイズが少ない状態で明るい観察画像が生成及び表示される。したがって、内視鏡システム10は、医師が病変等を探索するために、先端部24を観察対象から離しても、病変等を発見しやすい観察画像を提示することができる。

【0060】

一方、撮像距離が閾値以下の場合（S12：NO）、光源制御部32は、基準白色光を照明光とする場合のB-LED33、G-LED34、R-LED35の発光量のバランス（発光量比）に対して、B-LED33の発光量を増大させた上で、照明光の光量を露光量指定値に基づいた光量に制御する（S17：光源制御ステップ）。これにより、基準白色光よりも青色光成分が多い分光スペクトルを有する白色光が照明光として観察対象に照射される。

10

【0061】

このように、青色光成分が多い照明光のもとで観察対象を撮像すると、イメージセンサ48のW画素は、基準白色光のもとで観察対象を撮像する場合よりも青色光の受光量が多くなるので、B画素の信号値に近くなる。したがって、デモザイク処理部76は、W画素をB画素とみなす第2デモザイク処理により、各画素の不足した色の信号を生成する（S18）。その後、第2デモザイク処理が施された画像信号に基づいた表示用画像信号が生成され（S15）、観察画像がモニタ18に表示される（S16）。

20

【0062】

上記のように、撮像距離が短い場合に、照明光の青色光成分を増大させ、W画素をB画素とみなす第2デモザイク処理を施して観察画像を生成及び表示すると、イメージセンサ48のW画素がはじめからB画素であった場合と同様な作用が得られる。すなわち、B画素がG画素やR画素の2倍あるイメージセンサで観察対象を撮像するのと同様であり、青色の見かけ上の解像度が向上する。青色波長帯域は、ヘモグロビンによる吸光が特に多い波長帯域であり、ヘモグロビンの有無や濃度がコントラストとして明瞭に表れるので、青色の解像度が向上した観察画像では、観察対象の血管の走行パターンやピットパターン等の構造が観察しやすい。したがって、内視鏡システム10は、医師が血管の走行パターン等を詳細に観察しようとして先端部24を観察対象に近づけ、撮像距離が短くなると、医師が観察を所望する構造が明瞭に表れた観察画像を自動的に提示することができる。

30

【0063】

なお、上記のように、撮像距離に応じて照明光の緑色光または青色光を増大させて撮像する観察プロセスは、内視鏡システム10による観察を終了するまで繰り返し行われる（S19）。

【0064】

上記実施形態では、撮像距離が短い場合に、基準白色光に対して青色光が多い照明光を観察対象に照射するが、図18に示すように、青色光を増大させ、かつ、緑色光を減少させた照明光を用いることが特に好ましい。こうすると、W画素の信号値がさらにB画素の信号値に近づくので、血管の走行パターン等の解像度がさらに向上するからである。

40

【0065】

また、図19に示すように、撮像距離が短く、照明光の青色光を増大させる場合、さらに赤色光を基準白色光よりも減少させることが好ましい。これは、赤色光の反射光には血管の走行パターン等の情報はほぼ含まれていないからである。このように青色光を増大させ、かつ、赤色光を減少させた照明光を用いると、W画素の信号値がさらにB画素の信号値に近づくので、血管の走行パターン等の解像度がさらに向上する。

【0066】

もちろん、図20に示すように、撮像距離が短い場合、照明光の青色光を増大させる場合、さらに緑色光を基準白色光よりも低減し、かつ、赤色光を基準白色光よりも低減した照明光を用いることがさらに好ましい。また、図21に示すように、R-LED35を消灯することにより、撮像距離が短い場合には、赤色光を含まない照明光を用いても良い。

50

図 2 1 では、基準白色光に対して、青色光を増大させ、緑色光を低減させた上で、さらに赤色光を含まない照明光の分光スペクトルを示しているが、緑色光を基準白色光と同程度に含む場合でも、R - L E D 3 5 を消灯すれば血管の走行パターン等の解像度は向上する。

【 0 0 6 7 】

なお、上記実施形態では、撮像距離算出部 6 5 は露光量指定値に基づいて撮像距離を算出しているが、撮像距離算出部 6 5 はイメージセンサ 4 8 から画像信号を取得する際のゲインに基づいて撮像距離を算出してもよい。この場合、撮像距離算出部 6 5 は、例えば、C D S / A G C 回路 5 1 から自動利得制御のゲインを取得する。C D S / A G C 回路 5 1 で行う自動利得制御では、イメージセンサ 4 8 が出力する画像信号の信号値が小さい場合にゲインが大きく、画像信号の信号値が大きい場合にはゲインが小さくなる。このため、撮像距離が短くなり、イメージセンサ 4 8 に入射する照明光の反射光が多くなると、C D S / A G C 回路 5 1 のゲインは小さくなり、撮像距離が長くなって、イメージセンサ 4 8 に入射する照明光の反射光が少なくなると C D S / A G C 回路 5 1 のゲインは大きくなる。

10

【 0 0 6 8 】

このため、撮像距離算出部 6 5 は、例えば C D S / A G C 回路 5 1 のゲインと撮像距離とを対応付けるテーブルを備えておくことにより、C D S / A G C 回路 5 1 のゲインから撮像距離を算出することができる。C D S / A G C 回路 5 1 のゲインと撮像距離とを対応付けるテーブルの内容は、実験等に基づいて、予め決めておけばよい。このように、C D S / A G C 回路 5 1 のゲインに基づいて撮像距離を算出すると、照明光の光量が L E D 光源ユニット 3 1 で実現し得る最大光量になってしまっている場合でも、撮像距離を正確に求めることができる。もちろん、露光量指定値と C D S / A G C 回路 5 1 のゲインを両方取得し、これらに基づいてより正確な撮像距離を算出するようにしてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

また、上記実施形態では、撮像距離算出部 6 5 は露光量指定値に基づいて撮像距離を算出しているが、撮像光学系 2 4 b による撮像倍率に基づいて撮像距離を算出してもよい。この場合、撮像距離算出部 6 5 は、例えば撮像光学系 2 4 b から可動レンズ 4 7 の位置を示す制御信号を取得し、可動レンズ 4 7 の位置、すなわちイメージセンサ 4 8 に結像される観察対象の像の撮像倍率に基づいて撮像距離を算出する。このように、撮像光学系 2 4 b の撮像倍率に基づいて撮像距離を算出すると、先端部 2 4 と観察対象との距離を変えずに、ズーム操作をした場合でも、実質的な撮像距離を正確に算出することができる。なお、この変形例では撮像光学系 2 4 b から可動レンズ 4 7 の位置を示す制御信号を取得しているが、ズーム操作部 2 2 b から可動レンズ 4 7 の位置制御をするための制御信号を取得して撮像距離を算出してもよい。また、露光量指定値と撮像倍率とに基づいて撮像距離を算出しても良く、さらに露光量指定値と撮像倍率と C D S / A G C 回路 5 1 のゲインとに基づいて撮像距離を算出してもよい。

30

【 0 0 7 0 】

なお、上記実施形態では、光源装置 1 4 は、B G R 各色の L E D 3 3 , 3 4 , 3 5 によって照明光を発生させているが、L E D 以外の光源で照明光を発生させても良い。例えば、図 2 2 に示す内視鏡システム 2 0 0 のように、L E D 光源ユニット 3 1 及び光源制御部 3 2 の代わりに、白色光を発生する広帯域光源 2 0 1 (例えばハロゲンランプ、白色 L E D 等)と、広帯域光源 2 0 1 が発する白色光の波長帯域を制限して照明光にする回転フィルタ 2 0 2 とを光源装置 1 4 に備えていても良い。内視鏡システム 2 0 0 では、広帯域光源 2 0 1 と回転フィルタ 2 0 2 とが光源ユニットを構成する。

40

【 0 0 7 1 】

回転フィルタ 2 0 2 は、例えば青色光を透過する B フィルタ 2 0 3 と、緑色光を透過する G フィルタ 2 0 4 と、赤色光を透過する R フィルタ 2 0 5 を有する。そして、回転フィルタ 2 0 2 は、これらの各色のフィルタ 2 0 3 , 2 0 4 , 2 0 5 のいずれかが、広帯域光源 2 0 1 が発する白色光の光路上に位置するように回転自在に設けられる。回転フィルタ

50

202は、イメージセンサ48の撮像のタイミングと同期して回転される。このため、青色光，緑色光，赤色光のうちのいずれかが観察対象に照射される。

【0072】

光源制御部210は、露光量指定値に基づいて広帯域光源201が発する白色光の光量を回転フィルタ202の回転タイミングに同期して制御することで、青色光，緑色光，赤色光の各光量を制御する。また、光源制御部210は、撮像距離に基づいて青色光，緑色光，赤色光の光量比を調節する。この光量比の制御は、上記実施形態の照明光の分光スペクトルの制御と実質的に同じである。すなわち、本発明でいう照明光の分光スペクトルの制御には、青色光，緑色光，赤色光を観察対象に順次照射する場合の光量比の制御も含まれる。

10

【0073】

内視鏡システム200では、青色光が照射されるタイミングで観察対象を撮像すると、イメージセンサ48のW画素はB画素で撮像する場合と同じ信号値を出力し、緑色光が照射されるタイミングで観察対象を撮像すると、W画素はG画素で撮像する場合と同じ信号値を出力する。同様に、赤色光が照射されるタイミングで観察対象を撮像すると、W画素はR画素で撮像する場合と同じ信号値を出力する。すなわち、内視鏡システム200では、W画素については、BGR各色の画像信号がはじめから得られ、B画素，G画素，R画素については上記実施形態と同様のデモザイク処理により欠落した画像信号が得ることができる。

【0074】

上記実施形態及び変形例では、照明光を発生させるためにLED33，34，35を用いているが、LEDの代わりに、LD（レーザーダイオード）とLDが発するレーザー光によって蛍光を発する蛍光体とを用いることによって照明光を生成してもよい。この場合、LD、または、LDと蛍光体が、光源ユニットを構成する。

20

【0075】

また、上記実施形態及び変形例では、光源制御部32，210が光源装置14に設けられているが、光源制御部32，210はプロセッサ装置16に設けられていてもよい。

【0076】

上記実施形態では、光源制御部32が撮像距離を閾値と比較することにより、照明光の青色光と緑色光のどちらかを増大させるが、光源制御部32は第1閾値と第2閾値（第2閾値は第1閾値よりも大きい値）を予め定めておき、撮像距離が第1閾値以下の場合に照明光の青色光を増大させ、撮像距離が第2閾値以上の場合に照明光の緑色光を増大させ、撮像距離が第1閾値よりも大きく第2閾値よりも小さい場合には、例えば照明光を基準白色光にしてもよい。

30

【0077】

上記実施形態では、イメージセンサ48がB画素，G画素，R画素に加えて、青色光と緑色光と赤色光を受光するW画素を備えているが、B画素，G画素，R画素と、青色光と緑色光を受光する第4の画素を有するイメージセンサを用いてもよい。すなわち、本発明では、W画素はB画素またはG画素として扱うので、W画素は少なくとも青色光と緑色光を受光可能であればよい。このため、W画素の代わりに、青色光と緑色光を受光する画素をW画素の代わりに用いることができる。

40

【0078】

上記実施形態では、露光量指定値算出部63は、信号変換部79から入力される画像信号の平均輝度に基づいて露光量指定値を算出しているが、露光量指定値算出部63は、信号変換部79から入力される画像信号のうち、W画素の信号値に基づいて露光量指定値を算出してもよい。W画素の代わりに、青色光と緑色光を受光する画素を有するイメージセンサを用いる場合も同様である。

【0079】

上記実施形態では、LED光源ユニット31にBGRの三個のLED33，34，35を備えているが、LED光源ユニット31に備えるLEDの個数等は任意である。LED

50

光源ユニット 31 には、BGR 各色の LED 33, 34, 35 に加え、例えば、波長が 410 ~ 415 nm の青紫色の狭帯域光を発する LED (以下、V-LED という) を備えていても良い。V-LED の波長帯域は、ヘモグロビンによる吸光が特に多いので、V-LED を用いることにより、血管の走行パターンやピットパターン等の構造をさらに明瞭に観察できるようになる。このように、V-LED を備える場合に、照明光の青色光成分を増大させるときには、B-LED 33 の光量だけを増大させてもよいし、B-LED 33 の光量は変化させずに V-LED の光量を増大させてもよい。また、B-LED 33 と V-LED の両方の発光量を増大させることにより、全体として照明光の青色光成分を増やしてもよい。

【0080】

この他、観察対象の酸素飽和度を算出する内視鏡システムにも本発明は有用である。この場合、LED 光源ユニット 31 には、酸素飽和度を算出するための信号光として用いる LED (例えば 473 nm 近傍の青色狭帯域光を発する LED) を追加してもよいし、B-LED 33 が発する青色光の波長帯域を一部制限する光学フィルタを B-LED 33 と組み合わせて用いることで、酸素飽和度を算出するための信号光を生成してもよい。

【0081】

また、本発明は、被検体に飲み込まれて使用されるカプセル型内視鏡システムにも適用することができる。図 23 に示すように、カプセル型内視鏡システム 300 は、カプセルハウジング 301 の中に、撮像光学系 302 と、LED 光源ユニット 303 と、イメージセンサ 304 と、画像プロセッサ 305 と、制御モジュール 306 と、撮像した画像を外部装置に送信するための送信アンテナ 307 と、これら各部に給電するバッテリー 308 と、を備える。撮像光学系 302, LED 光源ユニット 303, イメージセンサ 304 は、内視鏡システム 10 の撮像光学系 24b, LED 光源ユニット 31, イメージセンサ 48 と同様に構成される。画像プロセッサ 305 は、内視鏡システム 10 の CDS / AGC 回路 51、A/D 変換器 52、画像信号取得処理部 61、画像処理部 62 の機能を有する。制御モジュール 306 は、内視鏡システム 10 の撮像制御部 53、露光量指定値算出部 63、撮像距離算出部 65、及び光源制御部 32 の機能を有する。

【符号の説明】

【0082】

- 10, 200 内視鏡システム
- 12 内視鏡
- 14 光源装置
- 16 プロセッサ装置
- 18 モニタ
- 31 LED 光源ユニット
- 32, 210 光源制御部
- 24a 照明光学系
- 24b 撮像光学系
- 45 照明レンズ
- 61 画像信号取得処理部
- 62 画像処理部
- 63 露光量指定値算出部
- 65 撮像距離算出部
- 66 判定部
- 76 デモザイク処理部
- 300 カプセル型内視鏡システム

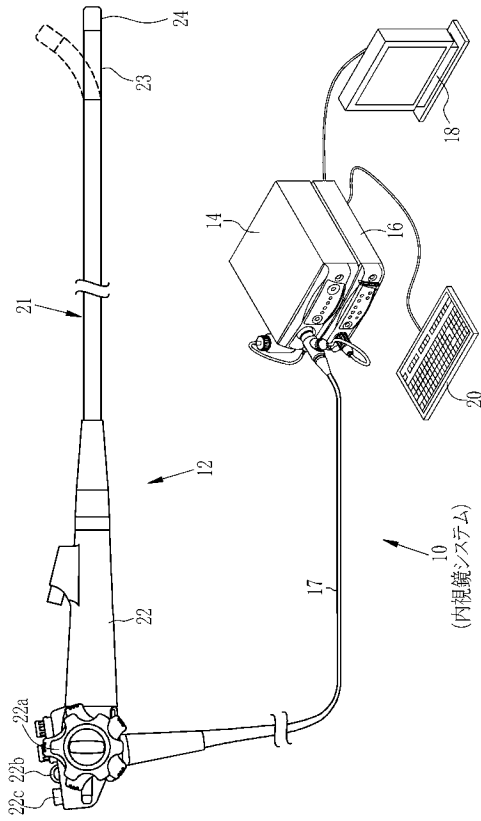
10

20

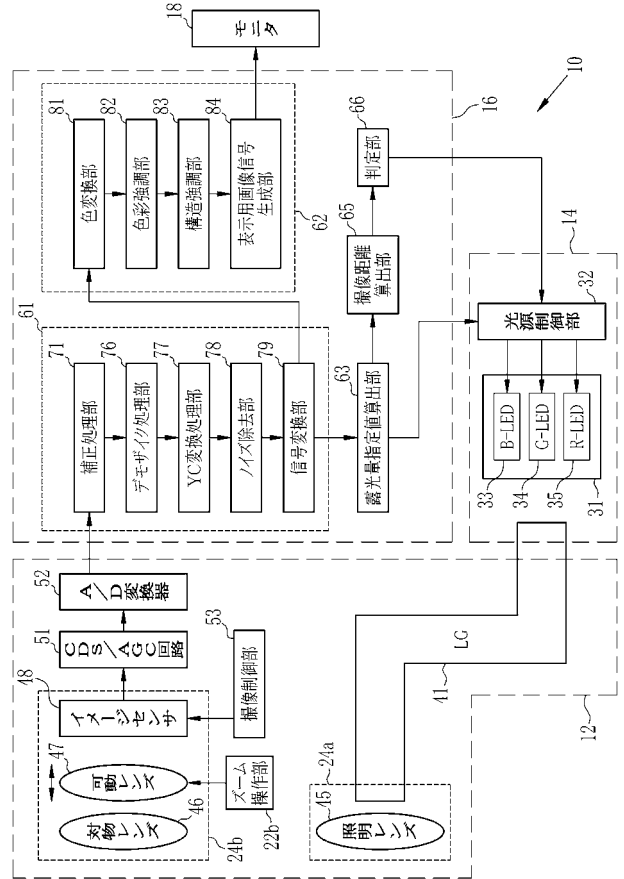
30

40

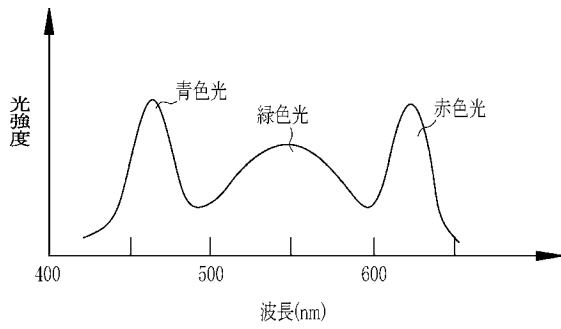
【 図 1 】



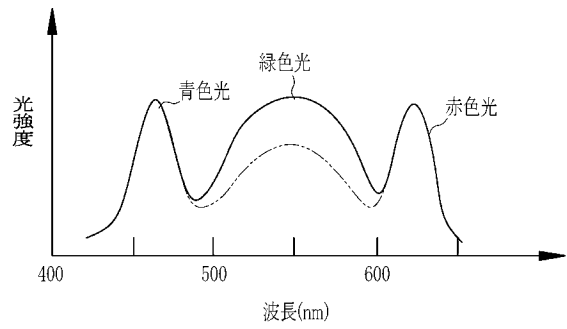
【 図 2 】



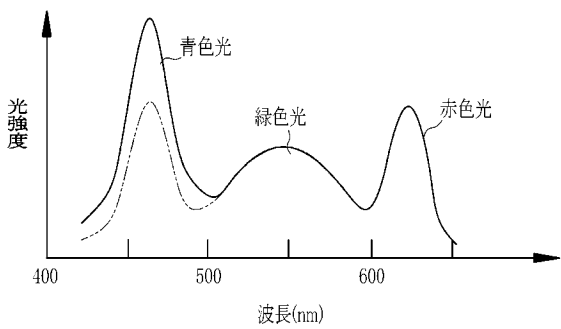
【 図 3 】



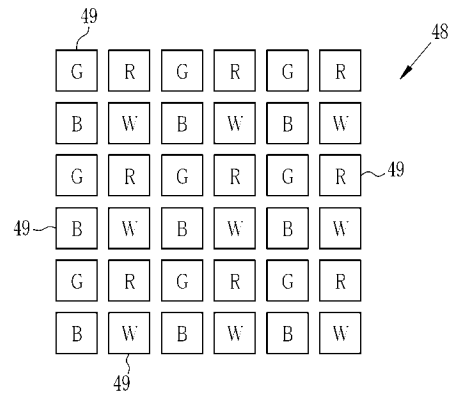
【 図 5 】



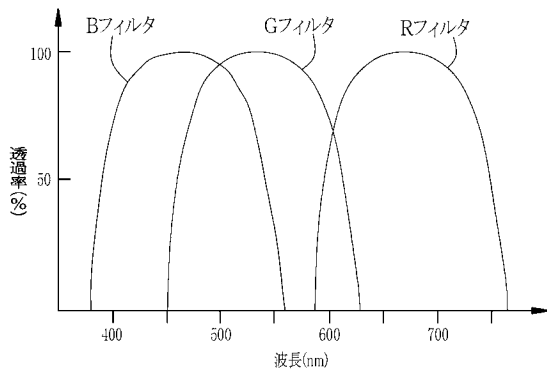
【 図 4 】



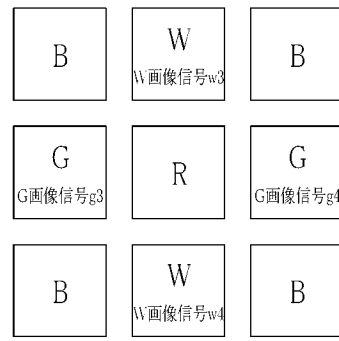
【 図 6 】



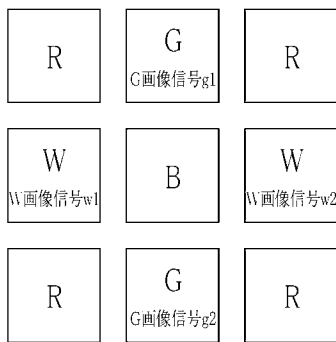
【 図 7 】



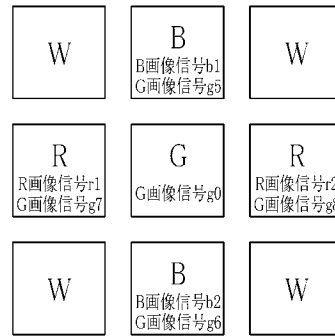
【 図 9 】



【 図 8 】



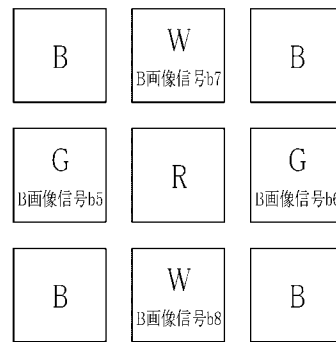
【 図 1 0 】



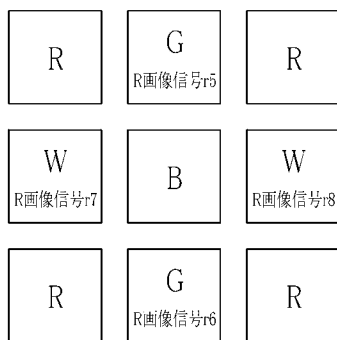
【 図 1 1 】



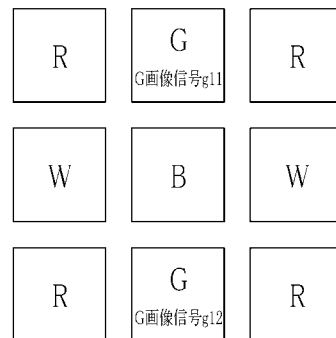
【 図 1 3 】



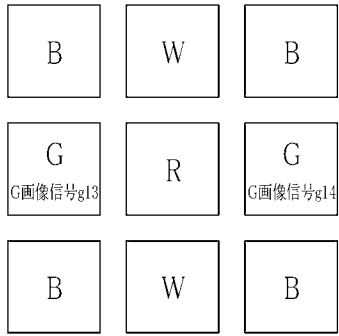
【 図 1 2 】



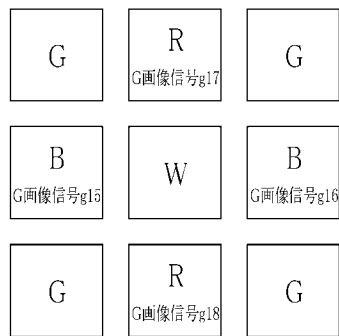
【 図 1 4 】



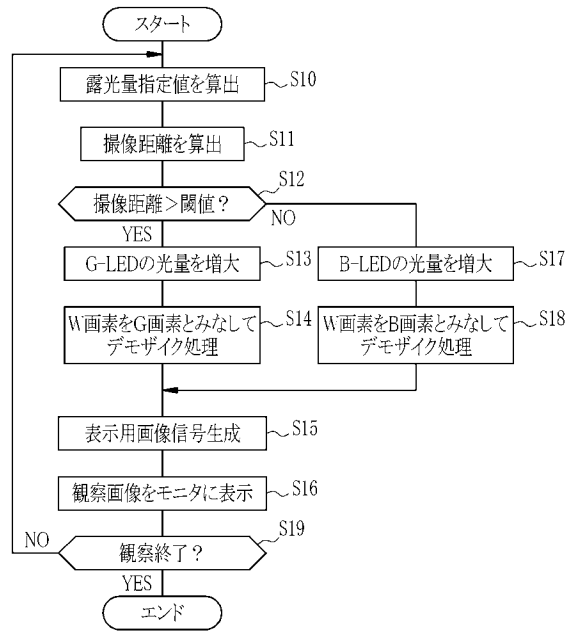
【図15】



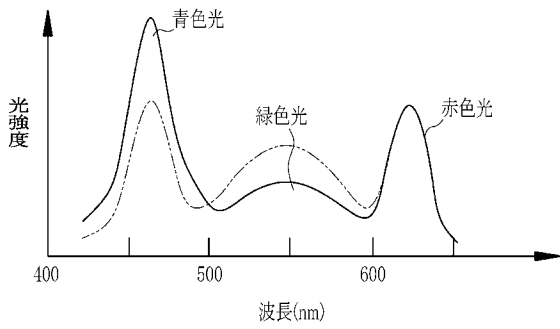
【図16】



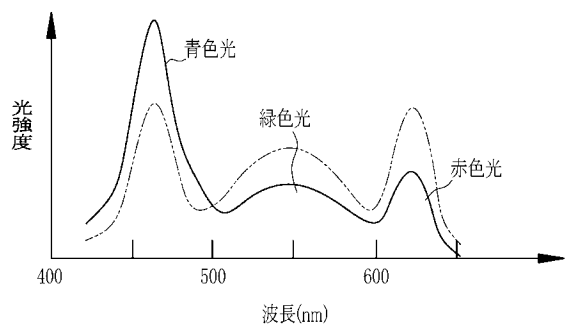
【図17】



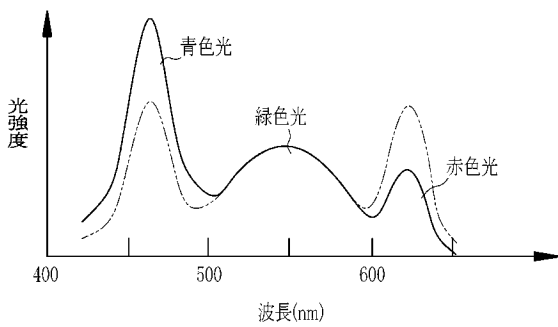
【図18】



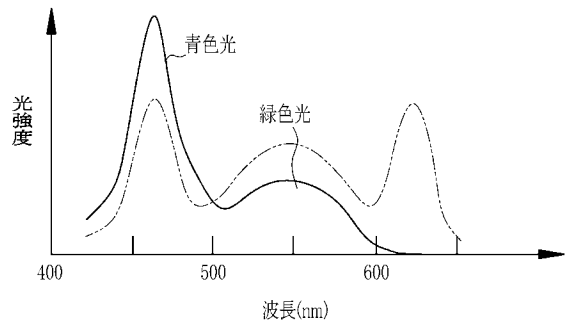
【図20】



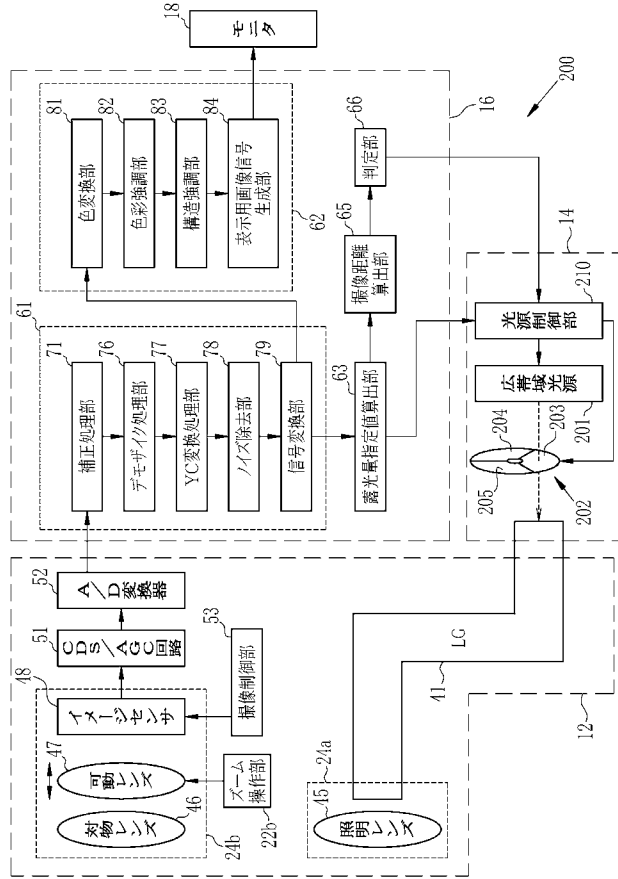
【図19】



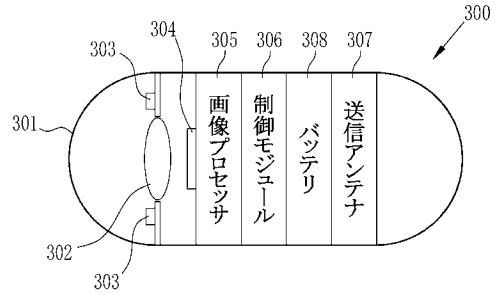
【図21】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H 0 4 N 7/18 (2006.01)

F I

H 0 4 N 7/18 M
A 6 1 B 1/00 3 0 0 E

テーマコード(参考)

专利名称(译)	内窥镜系统，处理器装置，光源装置，内窥镜系统的操作方法，处理器装置的操作方法，操作方法		
公开(公告)号	JP2015195844A	公开(公告)日	2015-11-09
申请号	JP2014074275	申请日	2014-03-31
[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	青山達也		
发明人	青山 達也		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/06 A61B1/04 G02B23/24 G02B23/26 H04N7/18		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/045 A61B1/0638 A61B1/0661 G01B11/14 H04N5/2256 H04N9/045 H04N2005/2255		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/06.A A61B1/04.372 G02B23/24.B G02B23/26.B H04N7/18.M A61B1/00.300.E A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.553 A61B1/00.735 A61B1/04.531 A61B1/045.610 A61B1/05 A61B1/06.610 A61B1/07.730		
F-TERM分类号	2H040/BA03 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/DA12 2H040/DA14 2H040/DA21 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/QQ07 4C161/RR04 4C161/SS21 4C161/TT03 4C161/WW02 4C161/WW08 4C161/WW15 5C054/CA04 5C054/CC02 5C054/FC12 5C054/FE09 5C054/HA12		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP5968944B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(21) 出願番号	特願2014-74275 (P2014-74275)	(71) 出願人	306037311
	(22) 出願日	平成26年3月31日 (2014.3.31)		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
内窥镜系统，处理器设备，光源设备，内窥镜系统的操作方法，处理器设备的操作方法以及用于获得图像的光源，其中根据成像距离容易观察到医生期望观察的结构。提供了一种操作该设备的方法。内窥镜系统10包括LED光源单元31，图像传感器48，成像距离计算单元65和光源控制单元32。LED光源单元31产生照明光。图像传感器48具有蓝色像素，绿色像素，红色像素和至少接收蓝色波长带和绿色波长带的光的像素，并通过来自观察对象的照明光的反射光使观察对象成像。。成像距离计算单元65计算成像距离，该成像距离是到由图像传感器48成像的观察对象的距离。光源控制器32根据成像距离控制光源单元31以增加包括在照明光中的蓝色波长带或绿色波长带的分量。[选择图]图2	(74) 代理人	100075281	(72) 発明者	青山 達也
	弁理士 小林 和憲	神奈川県足柄上郡開成町官台79番地 富士フイルム株式会社内		
	Fターム(参考)	2H040 BA03 CA04 CA06 CA11 CA23 DA12 DA14 DA21 GA02 GA05 GA11 4C161 CC06 GG01 HH51 LL02 NN01 QQ07 RR04 SS21 TT03 WW02 WW08 WW15 5C054 CA04 CC02 FC12 FE09 HA12		