

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6242474号
(P6242474)

(45) 発行日 平成29年12月6日 (2017. 12. 6)

(24) 登録日 平成29年11月17日 (2017. 11. 17)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 5 1 3
A 6 1 B 1/045 (2006. 01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0
G 0 2 B 23/24 (2006. 01)	G 0 2 B 23/24 B

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-252247 (P2016-252247)	(73) 特許権者	000113263
(22) 出願日	平成28年12月27日 (2016. 12. 27)		H O Y A 株式会社
(62) 分割の表示	特願2012-269825 (P2012-269825) の分割		東京都新宿区西新宿六丁目10番1号
原出願日	平成24年12月10日 (2012. 12. 10)	(74) 代理人	100078880
(65) 公開番号	特開2017-94124 (P2017-94124A)		弁理士 松岡 修平
(43) 公開日	平成29年6月1日 (2017. 6. 1)	(74) 代理人	100183760
審査請求日	平成29年1月17日 (2017. 1. 17)		弁理士 山鹿 宗貴
		(72) 発明者	阿部 紳聡
			東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 H O Y A 株式会社内
		審査官	▲高▼ 芳徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用プロセッサ及び電子内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可視光領域で連続的な分光特性を有する広帯域光によって照射された基準チャートを撮像することによって得られる基準撮像信号に対して第1のマトリクス演算を行う第1マトリクス演算手段と、

前記第1のマトリクス演算を行うことによって得られた第1の画像信号に基づいて、前記広帯域光に適する第1のホワイトバランス補正値を算出する第1ホワイトバランス補正値算出手段と、

前記基準撮像信号に対して第2のマトリクス演算を行う第2マトリクス演算手段と、

前記第2のマトリクス演算を行うことによって得られた第2の画像信号に基づいて、可視光領域で離散的な分光特性を有する狭帯域光に適する第2のホワイトバランス補正値を算出する第2ホワイトバランス補正値算出手段と、
を備え、

前記第2のマトリクス演算で用いられるマトリクス係数値は、
前記第2の画像信号を構成する各色信号の出力分光特性における重複領域が、前記第1の画像信号を構成する各色信号の出力分光特性における重複領域よりも少なくなる値に設定されている、

内視鏡用プロセッサ。

【請求項2】

前記狭帯域光によって照射された被写体の撮像信号に対して第3のマトリックス演算を行う第3マトリックス演算手段
を更に備え、

前記第2ホワイトバランス補正值算出手段は、

前記第2の画像信号と前記第3の画像信号との相関関係に基づいて前記第2のホワイトバランス補正值を算出する、
請求項1に記載の内視鏡用プロセッサ。

【請求項3】

前記第2の画像信号を構成する各色信号の出力が、前記第3の画像信号を構成する各色信号の出力にそれぞれ比例する、
請求項2に記載の内視鏡用プロセッサ。

10

【請求項4】

前記第2の画像信号を構成する各色信号の基準出力に対する変化量が、前記第3の画像信号を構成する各色信号の基準出力に対する変化量と略等しい、
請求項3に記載の内視鏡用プロセッサ。

【請求項5】

前記マトリックス係数値は、

前記第2の画像信号が前記第1の画像信号よりも離散的な出力分光特性を有する信号となる値に設定されている、
請求項1から請求項4の何れか一項に記載の内視鏡用プロセッサ。

20

【請求項6】

前記第2の画像信号に含まれるB信号の出力分光特性は、450nm以上の波長帯域における積分値が略ゼロとなるように設定されている、
請求項5に記載の内視鏡用プロセッサ。

【請求項7】

前記第2ホワイトバランス補正值算出手段は、

予め測定又はシミュレーションによって求められた前記第2のホワイトバランス補正值を算出するためのパラメータを記憶する第1の記憶手段を備える、
請求項1から請求項6の何れか一項に記載の内視鏡用プロセッサ。

【請求項8】

前記第1のホワイトバランス補正值及び前記第2のホワイトバランス補正值を記憶する第2の記憶手段を備える、
請求項1から請求項7の何れか一項に記載の内視鏡用プロセッサ。

30

【請求項9】

請求項2を引用する、請求項3から請求項8の何れか一項に記載の内視鏡用プロセッサと、

前記広帯域光と前記狭帯域光の一方を被写体に向けて選択的に照射する光源装置と、
前記被写体を撮像して撮像信号を出力する撮像手段と、
を備え、

前記内視鏡用プロセッサは、

前記広帯域光照射時には、前記第1の画像信号に前記第1のホワイトバランス補正值を乗算すると共に、前記狭帯域光照射時には、前記第3のマトリックス演算を行うことによって得られた第3の画像信号に前記第2のホワイトバランス補正值を乗算するホワイトバランス調整手段

40

を更に備える、

電子内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定の広帯域光又は狭帯域光を体腔内に照射し、これによる戻り光を画像化

50

して観察する電子内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、医療分野において、電子内視鏡システムを利用した検査が広く普及している。電子内視鏡システムでは、キセノンランプ等の白色光源を有する光源装置からの照明光（以下、「通常光」又は「白色光」という。）を、ライトガイド等を用いて体腔内に導光し、その戻り光により被写体を撮像する撮像手段を有する電子内視鏡が用いられ、内視鏡用プロセッサによって電子内視鏡からの撮像信号を信号処理することにより、観察モニタに内視鏡画像（以下、「通常画像」という。）を表示している。

【0003】

また、近年、病変の発見を容易にするために、特定の狭帯域光（以下、「狭帯域光」又は「特殊光」という。）を体腔内に照射し、これによる戻り光を画像化（以下、このようにして得られた画像を「特殊画像」という。）して観察する電子内視鏡システムも活用されている。特殊光による観察によれば、粘膜下層部の血管を強調した画像や、胃壁、腸等の臓器の表層組織を強調表示することが可能である。そして、この種の電子内視鏡システムにおいては、通常光による通常画像（通常光モード）と、特殊光による特殊画像（狭帯域光モード）とを切り替えて表示することができるように構成されている（例えば、特許文献1、2）。

【0004】

このような構成の電子内視鏡システムにおいては、色再現性のよい通常画像及び特殊画像を得るために、通常画像及び特殊画像のそれぞれについてホワイトバランスが取られている。例えば、特許文献1に記載の電子内視鏡システムの場合、電子内視鏡の先端に内側を白くした筒状のホワイトキャップを装着して通常光でのホワイトバランスを取得すると共に、ホワイトキャップを装着して特殊光でのホワイトバランスを取得している。また、短時間でホワイトバランス処理を行うことができるように、通常光でのホワイトバランスにより得られた通常光用補正值に基づいて狭帯域光用（特殊光用）補正值を算出する構成も提案されている（特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-68113号公報

【特許文献2】特開2006-68321号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献2に記載の構成においては、通常光でのホワイトバランスは、通常画像の色再現性の観点から、図13に示すような、各波長域がオーバーラップした分光特性を有するR1、G1、B1フィルタ介してR1、G1、B1信号を取得し、取得したR1、G1、B1信号の平均値の比 $G1/R1$ 、 $G1/B1$ からR1及びB1の補正值（通常光用補正值）を算出することによって行われる。そして、観察モードが狭帯域光モードの場合には、図14に示すような、各波長域がオーバーラップしていない離散的な分光特性を有するR2、G2、B2フィルタ介してR2、G2、B2信号を取得し、取得したR2、G2、B2信号に、通常光用補正值とルックアップテーブル（又は通常光用補正值と補正值係数）から求まる狭帯域光用補正值を乗算して、ホワイトバランスの補正された特殊画像を得ている。このような構成によれば、特殊光でのホワイトバランス処理が不要となり、短時間でホワイトバランス処理を行うことができる点で有効である。しかし、このように、通常光用補正值に基づいて狭帯域光用補正值を求める構成とした場合、通常光補正值のベースとなるG1信号がB1及びR1信号の一部を含んでいるため（図13）、正確な狭帯域光用補正值を求めることはできず、ホワイトバランスが完全に調整された特殊画像を得ることは難しい。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、通常光のホワイトバランス処理及び特殊光のホワイトバランス処理を精確かつ短時間に行うことが可能な電子内視鏡システムを提供することを目的としている。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記の目的を達成するため、本発明の電子内視鏡システムは、可視光領域で連続的な分光特性を有する広帯域光を供給する広帯域光供給手段と、可視光領域で離散的な分光特性を有する狭帯域光を供給する狭帯域光供給手段と、ユーザ操作に応じて広帯域光と狭帯域光のいずれか一方を選択し選択された光を被写体に向けて照射する光照射手段と、被写体を撮像し撮像信号を出力する撮像手段と、撮像信号に対して選択された光に応じたホワイトバランス処理を行うホワイトバランス調整手段と、を備え、ホワイトバランス調整手段は、広帯域光が照射しているときに、撮像信号を第1のRGB原色信号に変換する第1のマトリクス演算手段と、狭帯域光が照射しているときに、撮像信号を第2のRGB原色信号に変換する第2のマトリクス演算手段と、広帯域光によって基準のチャートを照射したときに、第1のRGB原色信号に基づいて広帯域光に対する第1のホワイトバランス補正値を算出する第1のホワイトバランス補正値算出手段と、広帯域光によって基準のチャートを照射したときに、撮像信号を第3のRGB原色信号に変換する第3のマトリクス演算手段を有し、第3のRGB原色信号に基づいて、狭帯域光に対する第2のホワイトバランス補正値を算出する第2のホワイトバランス補正値算出手段と、広帯域光が照射しているときに、第1のRGB原色信号に第1のホワイトバランス補正値を乗算して出力する第1のゲイン調整手段と、狭帯域光が照射しているときに、第2のRGB原色信号に第2のホワイトバランス補正値を乗算して出力する第2のゲイン調整手段と、を有する。

【 0 0 0 9 】

このような構成によれば、広帯域光によって、広帯域光に対する第1のホワイトバランス補正値と狭帯域光に対する第2のホワイトバランス補正値が一度に求められるため（すなわち、両方のホワイトバランスが一度に調整されるため）、短時間でホワイトバランス調整処理が終了する。また、第2のホワイトバランス補正値は、第1のマトリクス演算手段とは異なる第3のマトリクス演算手段に基づいて求められるため、従来の構成と比較して、より精確な第2のホワイトバランス補正値（すなわち、狭帯域光に対するホワイトバランス）が得られる。

【 0 0 1 0 】

また、第2のホワイトバランス補正値算出手段は、第3のRGB原色信号と第2のRGB原色信号の相関関係に基づいて、狭帯域光に対する第2のホワイトバランス補正値を算出するように構成することができる。この場合、第3のRGB原色信号の各R、G、B信号の出力が、第2のRGB原色信号の各R、G、B信号の出力にそれぞれ比例することが望ましい。また、この場合、第3のRGB原色信号の各R、G、B信号の基準出力に対する変化量が、第2のRGB原色信号の各R、G、B信号の基準出力に対する変化量と略等しくなるように構成することができる。

【 0 0 1 1 】

また、第3のRGB原色信号の各R、G、B信号の出力分光特性における重複領域が、第1のRGB原色信号の各R、G、B信号の出力分光特性における重複領域よりも少なくなるように構成されることが好ましい。このような構成によれば、第2のホワイトバランス補正値の算出誤差が少なくなる。

【 0 0 1 2 】

また、第3のRGB原色信号のB信号の出力分光特性は、450nm以上の波長帯域における出力積分値が略ゼロとなるように設定されていることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、第2のホワイトバランス補正値算出手段は、予め測定又はシミュレーションによって求められた第2のホワイトバランス補正値を算出するためのパラメータを記憶する第1

10

20

30

40

50

の記憶手段を備えることができる。

【0014】

また、ホワイトバランス調整手段が、第1のホワイトバランス補正值及び第2のホワイトバランス補正值を記憶する第2の記憶手段を備えるように構成することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、通常光のホワイトバランス処理及び特殊光のホワイトバランス処理を精確かつ短時間に行うことが可能な電子内視鏡システムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電子内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る電子内視鏡システムが有するプロセッサに搭載された回転式フィルタターレットの構成を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る電子内視鏡システムが有する電子スコープから射出される通常光及び特殊光の分光特性を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る電子内視鏡システムが有するカラーバランス回路のブロック図である。

【図5】図4のカラーバランス回路のRGBゲイン調整回路から出力される通常画像の画像信号の出力分光特性を示す図である。

【図6】図4のカラーバランス回路のRGBゲイン調整回路から出力される特殊画像の画像信号の出力分光特性を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る電子内視鏡システムで実行されるホワイトバランス調整処理のフローチャートである。

【図8】図4のカラーバランス回路の補正マトリックス演算回路から出力される原色信号に基づいた画像信号の出力分光特性を示す図である。

【図9】図6に示される画像信号の出力分光特性と図8に示される画像信号の出力分光特性との関係を説明する図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る電子内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第2の実施形態に係る電子内視鏡システムが有するカラーバランス回路のブロック図である。

【図12】本発明の第2の実施形態における画像信号の関係を説明するグラフである。

【図13】従来の電子内視鏡システムに用いられる通常光用カラーフィルタの分光特性を示す図である。

【図14】従来の電子内視鏡システムに用いられる狭帯域光用カラーフィルタの分光特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る電子内視鏡システムについて説明する。

【0018】

<第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態の電子内視鏡システム1の構成を示すブロック図である。図1に示されるように、本実施形態の電子内視鏡システム1は、医療用の撮像システムであり、電子スコープ100、プロセッサ200、モニタ300を有している。電子スコープ100の基端は、プロセッサ200と接続されている。プロセッサ200は、電子スコープ100が出力する画像信号を処理して画像を生成する画像信号処理装置と、自然光の届かない体腔内を電子スコープ100を介して照明する光源装置とを一体に備えた装置である。別の実施形態では、画像信号処理装置と光源装置とを別体で構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されるように、プロセッサ 2 0 0 は、システムコントローラ 2 0 2、タイミングコントローラ 2 0 4 を有している。システムコントローラ 2 0 2 は、電子内視鏡システム 1 を構成する各要素を制御する。タイミングコントローラ 2 0 4 は、信号の処理タイミングを調整するクロックパルスを電子内視鏡システム 1 内の各回路に出力する。

【 0 0 2 0 】

ランプ 2 0 8 は、ランプ電源イグナイタ 2 0 6 による始動後、主に可視光領域から不可視である赤外領域に広がる波長域の照明光を放射する。ランプ 2 0 8 には、キセノンランプ、ハロゲンランプ、水銀ランプ、メタルハライドランプ等の高輝度ランプが適している。ランプ 2 0 8 から放射された照明光は、集光レンズ 2 1 0 によって集光されつつ、熱吸収フィルタ 2 1 1 a 及び I R カットフィルタ (赤外カットフィルタ) 2 1 1 b で構成されるフィルタ 2 1 1 を通り、絞り 2 1 2 を介して適正な光量に制限される。なお、別の実施形態としては、I R カットフィルタは必ずしも必要ではなく、例えば、後述する固体撮像素子 1 0 8 の前面に取付けられてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

絞り 2 1 2 には、図示省略されたアームやギヤ等の伝達機構を介してモータ 2 1 4 が機械的に連結している。モータ 2 1 4 は例えば D C モータであり、ドライバ 2 1 6 のドライブ制御下で駆動する。絞り 2 1 2 は、モニタ 3 0 0 の表示画面に表示される映像を適正な明るさにするため、モータ 2 1 4 によって動作して開度に変化して、ランプ 2 0 8 から放射された照明光の光量を開度に応じて制限する。適正とされる映像の明るさの基準は、術者によるフロントパネル 2 1 8 に対する輝度調節操作に応じて設定変更される。

20

【 0 0 2 2 】

フロントパネル 2 1 8 の構成には種々の形態を採用することができる。例えば、フロントパネル 2 1 8 は、プロセッサ 2 0 0 のフロント面に実装された機能毎のハードウェアキーや、タッチパネル式 G U I (Graphical User Interface)、ハードウェアキーと G U I との組合せによって構成することができる。

【 0 0 2 3 】

絞り 2 1 2 を通過した照射光は、回転式フィルタターレット 2 1 3 に入射する。図 2 は、回転式フィルタターレット 2 1 3 の構成を示す図である。図 2 に示されるように、回転式フィルタターレット 2 1 3 は、回転式フィルタターレット 2 1 3 の回転軸 A X を挟んで対称に配置された 2 枚の光学フィルタ F 1、F 2 を有しており、いずれか一方が照明光路内に配置されるようになっている。光学フィルタ F 1 は、可視光領域全域の光を透過させるフィルタであり、光学フィルタ F 1 を通過した照明光は、白色光 (すなわち、通常光 (広帯域光)) となる。また、光学フィルタ F 2 は、三つの波長域に半値幅の狭い透過ピークを持つ狭帯域光フィルタであり、光学フィルタ F 2 を通過した照明光は、狭帯域光 (すなわち、特殊光) となる。

30

【 0 0 2 4 】

モータ 2 1 5 は、例えばドライバ 2 1 6 のドライブ制御下で駆動するステップモータであり、図示省略されたアームやギヤ等の伝達機構を介して回転式フィルタターレット 2 1 3 と機械的に連結している。モータ 2 1 5 は、回転式フィルタターレット 2 1 3 を印加電圧 (パルス数) に応じた角度だけ回転させる。

40

【 0 0 2 5 】

術者は、フロントパネル 2 1 8 に対するフィルタ切替操作又は電子スコープ 1 0 0 の手元操作部に設置されたフィルタ切替ボタン 1 1 4 の操作を通じて回転式フィルタターレット 2 1 3 を回転させることができ、これにより通常光を用いた内視鏡画像の観察 (すなわち、通常光モード) と、特殊光を用いた内視鏡画像の観察 (すなわち、特殊光モード) とを切り替えることができるようになっている。なお、図 1 中、図面を簡明化するため、フィルタ切替ボタン 1 1 4 と他のブロックとの結線は省略している。

【 0 0 2 6 】

回転式フィルタターレット 2 1 3 は、フィルタ切替操作が行われる毎に 1 8 0 ° 回転し

50

、内視鏡画像の観察モードに応じた光学フィルタF 1又はF 2が照明光路に選択的に挿入、配置される。回転式フィルタターレット2 1 3の外周縁付近には、ホームポジションを検出するための位置検出用穴Hが開けられている。

【0027】

システムコントローラ202は、フォトインタラプタFIを通じた位置検出用穴Hの検出とモータ215への印加パルス数を基に、照明光路に何れの光学フィルタが配置されているかを認識する。

【0028】

照射光は、照明光路に配置されている光学フィルタF 1又はF 2を透過し、LCB (Light Carrying Bundle) 102の入射端に入射する。すなわち、光学フィルタF 1が照明光路に配置されている場合は、通常光がLCB 102の入射端に入射し、光学フィルタF 2が照明光路に配置されている場合は、特殊光がLCB 102の入射端に入射する。

【0029】

LCB 102の入射端に入射した照射光は、LCB 102内を全反射を繰り返すことによって伝播する。LCB 102内を伝播した照射光は、電子スコープ100の先端に配されたLCB 102の射出端から射出する。LCB 102の射出端から射出した照射光は、配光レンズ104を介して被写体を照射する。図3は、配光レンズ103から射出する照明光の分光特性図であり、破線は、通常光の分光特性を示し、実線は特殊光の分光特性を示している。図3に示すように、本実施形態の特殊光は、主に390~450nmの波長域の青色の光と、520~590nmの波長域の緑色の光と、630~670nmの波長域の赤色の光で構成されている。

【0030】

被写体からの反射光は、対物レンズ106を介して固体撮像素子108の受光面上の各画素で光学像を結ぶ。固体撮像素子108は、例えば補色市松型画素配置を有するインターレース方式の単板式カラーCCD (Charge Coupled Device) イメージセンサである。固体撮像素子108の受光面上には、IRカットフィルタ108a、及びイエローYe、シアンCy、グリーンG、マゼンタMgの各補色フィルタで構成されるカラーフィルタ108bが配置されている。固体撮像素子108は、受光面上の各画素で結像した光学像を光量に応じた電荷として蓄積して、イエローYe、シアンCy、グリーンG、マゼンタMgの各補色に対応する画像信号を得る。

【0031】

固体撮像素子108は、感度やフレームレートを実質的に向上させるため、垂直方向に隣接する2つの画素の画像信号を加算して混合信号Wr、Gb、Wb、Grを生成し出力する。混合信号Wr、Gb、Wb、Grは、プリアンプ110による信号増幅後、内視鏡側信号処理回路120に入力する。なお、固体撮像素子108のカラー配列は、例えばベイヤ型であってもよい。また、固体撮像素子108は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサに置き換えてもよい。

【0032】

タイミングコントローラ204は、システムコントローラ202によるタイミング制御に従って、内視鏡側信号処理回路120にクロックパルスを供給する。内視鏡側信号処理回路120は、タイミングコントローラ204から供給されるクロックパルスに従って、固体撮像素子108をプロセッサ200側で処理される映像のフレームレートに同期したタイミングで駆動制御する。

【0033】

内視鏡側信号処理回路120に入力した混合信号Wr、Gb、Wb、Grは、所定のアナログ信号処理の後、AD変換等されて、プロセッサ側信号処理回路220に出力される。また、内視鏡側信号処理回路120は、メモリ122にアクセスして電子スコープ100の識別情報を読み出す。電子スコープ100の識別情報には、例えば固体撮像素子108の画素数や感度、対応可能なレート、型番等が含まれており、この識別情報に基づいて電子スコープ100による観察対象等(上部消化管内視鏡観察と下部消化管内視鏡観察の

10

20

30

40

50

区別等)も特定することができる。内視鏡側信号処理回路120は、メモリ122から読み出した識別情報をシステムコントローラ202に出力する。

【0034】

プロセッサ側信号処理回路220は、カラーバランス回路222、画像処理回路226を有している。カラーバランス回路222は、所定のカラーマトリクス係数を用いてプロセッサ側信号処理回路220に入力された混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を原色信号 R 、 G 、 B に変換し画像処理回路226に出力する。なお、後述するように、本実施形態のカラーバランス回路222は、ホワイトバランス調整機能を有しており、ホワイトバランスの調整された原色信号が画像処理回路226に出力されるようになっている。画像処理回路226は、入力された原色信号に対して補正や輪郭強調等の所定の画像処理を行い、各色信号別にフレーム単位で R 、 G 、 B の各色対応のフレームメモリ(不図示)にバッファリングする。画像処理回路226は、バッファリングされた各色信号をタイミングコントローラ204によって制御されたタイミングでフレームメモリから掃き出して、NTSC(National Television System Committee)やPAL(Phase Alternating Line)等の所定の規格に準拠した映像信号に変換する。変換された映像信号がモニタ300に順次入力することにより、被写体の画像(すなわち、通常画像又は特殊画像)がモニタ300の表示画面に表示される。

10

【0035】

上述したように、本実施形態のカラーバランス回路222は、ホワイトバランス調整機能を有しているため、色再現性に優れた通常画像又は特殊画像がモニタ300上に表示される。カラーバランス回路222のホワイトバランス調整機能は、電子スコープ100を用いた手技に先だて行われる、後述のホワイトバランス調整処理に基づいて機能し、内視鏡画像観察時(すなわち、手技中)、カラーバランス回路222は、術者によって選択される内視鏡画像の観察モード(すなわち、通常光モード又は特殊光モード)に応じた所定の演算処理を行う。図4は、本実施形態のカラーバランス回路222のブロック図である。図4に示すように、カラーバランス回路222は、セクタ222a、通常光マトリクス演算回路222b、特殊光マトリクス演算回路222c、補正マトリクス演算回路222d、ゲイン値計算回路222e、RGBゲイン調整回路222gで構成されている。

20

【0036】

セクタ222aは、システムコントローラ202から入力される制御信号(不図示)に応じて、内視鏡側信号処理回路120から入力される混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を通常光マトリクス演算回路222b、特殊光マトリクス演算回路222c又は補正マトリクス演算回路222dに切り替えて出力する回路である。システムコントローラ202は、後述のホワイトバランス調整処理時、セクタ222aの出力を通常光マトリクス演算回路222b又は補正マトリクス演算回路222dに切り替える。また、システムコントローラ202は、内視鏡画像観察時、術者によるフィルタ切替ボタン114の操作に応じて(すなわち、観察モードに応じて)、セクタ222aの出力を通常光マトリクス演算回路222b又は特殊光マトリクス演算回路222cに切り替える。

30

【0037】

内視鏡画像観察時に通常光モードが選択されると、システムコントローラ202はセクタ222aを切り替えて、混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を通常光マトリクス演算回路222bに出力する。通常光マトリクス演算回路222b(第1のマトリクス演算手段)は、内部に通常光用のマトリクス係数 M_1 を有しており、セクタ222aから入力される混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r に対してマトリクス演算を行い、原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n (第1のRGB原色信号)に変換して出力する。なお、本実施形態においては、マトリクス係数 M_1 は、ランプ208、フィルタ211、光学フィルタ F_1 、LCB102、IRカットフィルタ108a、カラーフィルタ108b、固体撮像素子108の画素等の光学部品の光学特性を想定し、この時に得られる原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n に所定のゲイン(後述するRGBゲイン値 G_1 の基準のゲイン)を掛けたときに、理

40

50

想撮像特性に近くなるように設定された3行4列の所定のマトリックス係数である。通常光マトリックス演算回路222bは、このようなマトリックス係数M1を用いて下式に示す演算を行い、入力される混合信号Wr、Gb、Wb、Grを原色信号Rn、Gn、Bnに変換して出力する。

【数1】

$$\begin{pmatrix} Rn \\ Gn \\ Bn \end{pmatrix} = M1 \times \begin{pmatrix} Wr \\ Gb \\ Wb \\ Gr \end{pmatrix}$$

10

なお、本実施形態におけるマトリックス係数値M1の具体例は、以下の通りである。

【数2】

$$M1 = \begin{pmatrix} 1.00 & -0.93 & -0.02 & 0.36 \\ 0.15 & 0.33 & 0.18 & 0.32 \\ -0.30 & 0.23 & 1.00 & -0.65 \end{pmatrix}$$

20

【0038】

図4に示すように、通常光マトリックス演算回路222bから出力される原色信号Rn、Gn、Bnは、ゲイン値計算回路222eとRGBゲイン調整回路222gに出力される。ゲイン値計算回路222e（第1のホワイトバランス補正值算出手段）は、原色信号Rn、Gn、Bnをバランスさせるために必要なホワイトバランス補正值（第1のホワイトバランス補正值）を求める。原色信号Rn、Gn、Bnのホワイトバランス補正值は、RGBゲイン値G₁（すなわち、Rnのゲイン値Rgain、Gnのゲイン値Ggain及びBnのゲイン値Bgain）を求めることにより求められる。本実施形態においては、原色信号Gnを基準としてRnのゲイン値Rgain及びBnのゲイン値Bgainを求め、それぞれRnのゲイン値Rgain、Gnのゲイン値Ggain、Bnのゲイン値BgainとしてRGBゲイン調整回路222gに出力する。なお、Gnのゲイン値Ggainについては、平均値の比が固定（すなわち、Gn/Gn=1）となるため、RGBゲイン調整回路222gに出力するデータから省略することも可能である。

30

【0039】

RGBゲイン調整回路222g（第1のゲイン調整手段）は、後述のホワイトバランス調整処理時にゲイン値計算回路222eから入力されるRGBゲイン値G₁（すなわち、Rnのゲイン値Rgain、Gnのゲイン値Ggain及びBnのゲイン値Bgain）を内部に記憶する。そして、内視鏡画像観察時に通常光モードが選択されると、下式で示す演算を行い、通常光マトリックス演算回路222bから入力される原色信号Rn、Gn、Bnを、Rnのゲイン値Rgain、Gnのゲイン値Ggain及びBnのゲイン値Bgainで補正し（乗算し）出力する。従って、RGBゲイン調整回路222gからは、原色信号Rn、Gn、Bnの出力バランスが調整された（すなわち、ホワイトバランスが調整された）通常画像の画像信号R1、G1、B1が出力される。

40

【数3】

$$\begin{pmatrix} R1 \\ G1 \\ B1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Rn \\ Gn \\ Bn \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Rgain \\ Ggain \\ Bgain \end{pmatrix}$$

【0040】

図5は、本実施形態のRGBゲイン調整回路222gから出力される通常画像の画像信号R1、G1、B1の出力分光特性である。なお、図5は、ランプ208、フィルタ211、光学フィルタF1、LCB102、IRカットフィルタ108a、カラーフィルタ108b、固体撮像素子108の画素等の光学部品の光学特性を想定したときの理想的な特性（すなわち、R1：G1：B1=1：1：1となる基準の出力特性）を示しており、このときのRGBゲイン値G₁（基準のゲイン）は、例えば、以下の通りである。

10

【数4】

$$G_1 = \begin{pmatrix} Rgain \\ Ggain \\ Bgain \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4.40 \\ 1.00 \\ 1.95 \end{pmatrix}$$

20

【0041】

図5に示すように、通常画像の画像信号R1、G1、B1の出力分光特性は、白色光が照射されたときの被写体の色再現性を考慮して、各画像信号R1、G1、B1の出力分光特性が一部重複するように設定されている。このため、本実施形態の画像信号B1には画像信号G1の一部が入り込み、画像信号G1には画像信号B1の一部と画像信号R1の一部が入り込み、画像信号R1には画像信号G1の一部が入り込んで出力される。

【0042】

内視鏡画像観察時に特殊光モードが選択されると、システムコントローラ202はセレクトタ222aを切り替えて、混合信号Wr、Gb、Wb、Grを特殊光マトリックス演算回路222cに出力する。特殊光マトリックス演算回路222c（第2のマトリックス演算手段）は、内部に特殊光用のマトリックス係数M2を有しており、セレクトタ222aから入力される混合信号Wr、Gb、Wb、Grに対してマトリックス演算を行い、原色信号Ro、Go、Bo（第2のRGB原色信号）に変換して出力する。マトリックス係数M2は、マトリックス係数M1と同様、ランプ208、フィルタ211、光学フィルタF2、LCB102、IRカットフィルタ108a、カラーフィルタ108b、固体撮像素子108の画素等の光学部品の光学特性を想定し、この時に得られる原色信号Ro、Go、Boに所定のゲイン（後述するRGBゲイン値G2の基準のゲイン）を掛けたときに、所定の特殊画像のカラーバランスに近くなるように設定された3行4列の所定のマトリックス係数である。特殊光マトリックス演算回路222cは、このようなマトリックス係数値M2を用いて下式に示す演算を行い、混合信号Wr、Gb、Wb、Grを原色信号Ro、Go、Boに変換して出力する。

30

40

【数5】

$$\begin{pmatrix} Ro \\ Go \\ Bo \end{pmatrix} = M2 \times \begin{pmatrix} Wr \\ Gb \\ Wb \\ Gr \end{pmatrix}$$

なお、本実施形態におけるマトリックス係数値M2の具体例は、以下の通りである。

10

【数6】

$$M2 = \begin{pmatrix} 1.00 & -1.00 & 0.00 & 0.35 \\ 0.85 & 0.60 & -0.80 & 0.90 \\ 0.00 & -0.20 & 1.00 & -0.40 \end{pmatrix}$$

【0043】

図4に示すように、特殊光マトリックス演算回路222cから出力される原色信号Ro、Go、Boは、RGBゲイン調整回路222gに出力される。RGBゲイン調整回路222gは、後述のホワイトバランス調整処理時に、補正マトリックス演算回路222dとゲイン値計算回路222eによって求められる、RGBゲイン値G₂（すなわち、Roのゲイン値ROgain、Goのゲイン値GOgain、及びBoのゲイン値BOgain）を内部に記憶している。そして、内視鏡画像観察時に特殊光モードが選択されると、RGBゲイン調整回路222gは、下式で示す演算を行い、特殊光マトリックス演算回路222cから入力される原色信号Ro、Go、BoをRoのゲイン値ROgain、Goのゲイン値GOgain及びBoのゲイン値BOgainで補正し（乗算し）出力する（第2のゲイン調整手段）。従って、RGBゲイン調整回路222gからは、原色信号Ro、Go、Boの出力バランスが調整された（すなわち、ホワイトバランスが調整された）特殊画像の画像信号R2、G2、B2が出力される。

20

30

【数7】

$$\begin{pmatrix} R2 \\ G2 \\ B2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ro \\ Go \\ Bo \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} ROgain \\ GOgain \\ BOgain \end{pmatrix}$$

なお、本実施形態においては、Roのゲイン値ROgain及びBoのゲイン値BOgainは、原色信号Goの信号を基準にしたゲイン値であり、それぞれGo/Ro及びGo/Boで表すことができ、また、GOgain = Go/Go = 1となる。

40

【0044】

図6は、RGBゲイン調整回路222gから出力される特殊画像の画像信号R2、G2、B2の出力分光特性である。なお、図6は、ランプ208、フィルタ211、光学フィルタF2、LCB102、IRカットフィルタ108a、カラーフィルタ108b、固体撮像素子108の画素等の光学部品の光学特性を想定したときの理想的な特性（すなわち、R2 : G2 : B2 = 1 : 1 : 1となる基準の出力特性）を示しており、このときのRGBゲイン値G₂（基準のゲイン）は、例えば、以下の通りである。

【数 8】

$$G_2 = \begin{pmatrix} ROgain \\ GOgain \\ BOgain \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10.87 \\ 3.312 \\ 5.980 \end{pmatrix}$$

【0045】

以上説明したように、本実施形態においては、内視鏡画像観察時（すなわち、手技中）
、カラーバランス回路222が、術者によって選択される内視鏡画像の観察モード（すな
わち、通常光モード又は特殊光モード）に応じた所定の演算処理を行うことにより、観察
モードに応じてホワイトバランスが調整された通常画像又は特殊画像が得られる。

10

【0046】

（ホワイトバランス調整処理）

次に、電子スコープ100を用いた手技に先だって行われるホワイトバランス調整処理
について、さらに図1、図4、図7を用いて詳述する。図7は、本実施形態のホワイトバ
ランス調整の処理フローを説明するフローチャートである。

【0047】

ホワイトバランス調整処理は、電子スコープ100の先端に、内側を白くした筒状のホ
ワイトキャップ（基準のチャート）を装着し、フロントパネル218に対して所定の入力
がなされたことを契機に開始される。ホワイトバランス調整処理が開始されると、処理は
S1に進む。なお、説明の便宜上、本明細書中の説明並びに図面において、処理ステップ
は「S」と省略して記す。

20

【0048】

<図7のS1（通常光モードのホワイトバランス調整処理）>

S1では、システムコントローラ202は、ドライバ216、モータ215を介して回
転式フィルタターレット213を回転させ、光学フィルタF1を照明光路に配置する。こ
れにより、電子スコープ100の先端からは白色光（通常光）が出射され、固体撮像素子
108の受光面上には、ホワイトキャップの内側で反射した通常光が入射する。上述した
ように、固体撮像素子108の受光面上には、IRカットフィルタ108a、及びカラー
フィルタ108bが配置されており、ホワイトキャップの内側で反射した通常光はこれら
のフィルタを通して固体撮像素子108の受光面に入射する。そして、固体撮像素子10
8からは、混合信号Wr、Gb、Wb、Grが出力される。

30

【0049】

ホワイトバランス調整処理においては、RGBゲイン値G₁及びG₂を精確に求めるた
めに、固体撮像素子108から出力される各混合信号Wr、Gb、Wb、Grが、内視鏡
側信号処理回路120内の積分回路（不図示）で積分され、各混合信号Wr、Gb、Wb
、Grの平均値が得られるように構成されている。従って、積分された混合信号Wr、
Gb、Wb、Gr（つまり、混合信号Wr、Gb、Wb、Grの平均値）が内視鏡
側信号処理回路120からセクタ222aに出力される。

40

【0050】

S1においては、システムコントローラ202は、セクタ222aを通常光マトリッ
クス演算回路222bに切り替え、積分された混合信号Wr、Gb、Wb、Gr
を通常光マトリックス演算回路222bに出力する。通常光マトリックス演算回路222
bは、入力される積分された混合信号Wr、Gb、Wb、Grに対して下式に示
すマトリックス演算を行い、原色信号Rn、Gn、Bnに変換し、ゲイン値計算回路22
2eとRGBゲイン調整回路222gに出力する。

【数9】

$$\begin{pmatrix} R_n \\ G_n \\ B_n \end{pmatrix} = M1 \times \begin{pmatrix} \Sigma W_r \\ \Sigma G_b \\ \Sigma W_b \\ \Sigma G_r \end{pmatrix}$$

【0051】

10

ゲイン値計算回路222eは、入力される原色信号R_n、G_n、B_nの比G_n/R_n、G_n/G_n、G_n/B_nを求め、それぞれR_nのゲイン値R_{gain}、G_nのゲイン値G_{gain}、B_nのゲイン値B_{gain}としてRGBゲイン調整回路222gに出力する。そして、RGBゲイン調整回路222gに出力されたRGBゲイン値G₁（すなわち、R_nのゲイン値R_{gain}、G_nのゲイン値G_{gain}及びB_nのゲイン値B_{gain}）は、RGBゲイン調整回路222gの内部に記憶される。

【0052】

このように、S1では、ホワイトキャップを装着した状態で白色光（通常光）を照射し、マトリクス演算して得られる原色信号R_n、G_n、B_nの最適なRGBゲイン値G₁（すなわち、ホワイトバランス補正值）を求めることで、通常光に対するホワイトバランス調整処理が行われる。S1が終了すると、処理は、S2に進む。

20

【0053】

<図7のS2（特殊光モードのホワイトバランス調整処理）>

S2では、通常光（すなわち、白色光）を用いて特殊光のホワイトバランス調整処理が行われる。つまり、本実施形態のホワイトバランス調整処理は、通常光（すなわち、白色光）のみを用いて、通常画像及び特殊画像（すなわち、通常光モード及び特殊光モード）の両方のホワイトバランスを一度に調整するように構成されている。

【0054】

S2においては、システムコントローラ202は、セレクタ222aを補正マトリクス演算回路222dに切り替え、積分された混合信号W_r、G_b、W_b、G_r（つまり、混合信号W_r、G_b、W_b、G_rの平均値）を補正マトリクス演算回路222dに出力する。

30

【0055】

補正マトリクス演算回路222d（第3のマトリクス演算手段）は、補正用マトリクス係数M3を有しており、セレクタ222aから入力される混合信号W_r、G_b、W_b、G_rに対してマトリクス演算を行い、原色信号R_c、G_c、B_c（第3のRGB原色信号）に変換して出力する。本実施形態の補正用マトリクスM3は、白色光によって得られる混合信号W_r、G_b、W_b、G_rから、特殊光モードのホワイトバランス（すなわち、RGBゲイン値G₂）を正確に求めることができるように最適化されている。具体的には、補正用マトリクスM3は、ランプ208、フィルタ211、光学フィルタF1、F2、LCB102、IRカットフィルタ108a、カラーフィルタ108b、固体撮像素子108の画素等の光学部品の光学特性を想定し、この時に得られる各原色信号R_c、G_c、B_c中に、可能な限り他の原色信号の情報が入り込まないように（すなわち、各原色信号R_c、G_c、B_cが離散的な情報を有する信号となるように）設定された所定のマトリクス係数である。

40

【0056】

補正マトリクス演算回路222dは、このようなマトリクス係数M3を用いて下式に示す演算を行い、白色光によって得られる混合信号W_r、G_b、W_b、G_rを原色信号R_c、G_c、B_cに変換してゲイン値計算回路222eに出力する。

【数 1 0】

$$\begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} = M_3 \times \begin{pmatrix} \Sigma W_r \\ \Sigma G_b \\ \Sigma W_b \\ \Sigma G_r \end{pmatrix}$$

なお、本実施形態におけるマトリックス係数値 M_3 の具体例は、以下の通りである。

10

【数 1 1】

$$M_3 = \begin{pmatrix} 0.09 & -0.03 & -0.04 & 0.04 \\ 0.08 & 0.05 & 0.03 & 0.16 \\ 0.93 & -0.85 & 0.81 & -0.78 \end{pmatrix}$$

【0 0 5 7】

図 8 は、下式で示すように、補正マトリックス演算回路 2 2 2 d から出力される原色信号 R_c 、 G_c 、 B_c に対して基準のゲインを掛けて得られる画像信号 R_3 、 G_3 、 B_3 の出力分光特性である。すなわち、図 8 は、原色信号 R_c 、 G_c 、 B_c に対して原色信号 R_c 、 G_c 、 B_c をバランスさせるために必要な RGB ゲイン値 G_3 (すなわち、 R_c のゲイン値 $RCgain$ 、 G_c のゲイン値 $GCgain$ 、及び B_c のゲイン値 $BCgain$) を掛け、ランプ 2 0 8、フィルタ 2 1 1、光学フィルタ F_1 、LCB 1 0 2、IR カットフィルタ 1 0 8 a、カラーフィルタ 1 0 8 b、固体撮像素子 1 0 8 の画素等の光学部品の光学特性を想定したときの理想的な出力特性 (すなわち、 $R_3 : G_3 : B_3 = 1 : 1 : 1$ となる基準の出力特性) を示している。

20

【数 1 2】

$$\begin{pmatrix} R_3 \\ G_3 \\ B_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} RCgain \\ GCgain \\ BCgain \end{pmatrix}$$

30

なお、本実施形態においては、 R_c のゲイン値 $RCgain$ 及び B_c のゲイン値 $BCgain$ は、原色信号 G_c の信号を基準にしたゲイン値であり、それぞれ G_c / R_c 、及び G_c / B_c で表すことができ、また、 $GCgain = G_c / G_c = 1$ となる。なお、このときの RGB ゲイン値 G_3 の具体例は、以下の通りである。

【数 1 3】

$$G_3 = \begin{pmatrix} RCgain \\ GCgain \\ BCgain \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10.87 \\ 3.312 \\ 5.980 \end{pmatrix}$$

40

【0 0 5 8】

ここで、図 8 と図 5 とを比較すると、両者は共に白色光によって得られる混合信号 (W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r) を原色信号 (RGB) に変換し、各原色信号をバランスさせたときの出力分光特性を示すものであるが、 R_1 が青色の波長帯域 (480 nm 付近) に負の感度を有するのに対し、 R_3 はほぼ感度を有さないのが判る。また、 B_3 の特性について

50

は、B 1と比較してうねりの大きなものとなっているが、分光感度のばらつきの大きい450nmよりも波長の短い波長帯域（短波長側）と、分光感度のばらつきの小さい450nm以上の波長帯域（長波長側）とに分け、短波長側においては、B 3の感度をB 1の感度よりも高く設定し、長波長側では波長軸における積分値が略ゼロとなるように設定されている。そして、画像信号R 3、G 3、B 3の出力分光特性（図8）は、各画像信号R 3、G 3、B 3のピーク波長がセパレートされた（すなわち、各画像信号R 3、G 3、B 3の出力分光特性の重複部分が少ない）離散的な特性を示し、図5に示される通常画像の画像信号R 1、G 1、B 1の出力分光特性よりも、図6に示される特殊画像の画像信号R 2、G 2、B 2の出力分光特性に比較的近い特性になっているといえる。

【0059】

10

このように、本実施形態においては、画像信号R 3、G 3、B 3が画像信号R 1、G 1、B 1よりも離散的な出力分光特性を有するようにマトリックス係数値M 3を設定している。そして、ゲイン値計算回路222eは、画像信号R 3、G 3、B 3と画像信号R 2、G 2、B 2との相関関係に基づいてRGBゲイン値G₂（すなわち、R_oのゲイン値R_Ogain、G_oのゲイン値G_Ogain、及びB_oのゲイン値B_Ogain）を求め、RGBゲイン調整回路222gに出力する（後述）。

【0060】

ここで、例えば、短波長側の分光特性が変化したときに（つまり、画像信号のバランスが崩れたときに）、特殊光モードでホワイトバランスをとることを考える。説明の便宜のため、画像信号のバランスが崩れたときに、白色光を照射して補正マトリックス演算回路222dから得られる出力を原色信号R_c'、G_c'（=1）、B_c'とし、特殊光を照射して特殊光マトリックス演算回路222dから得られる出力を原色信号R_o'、G_o'（=1）、B_o'とする。また、原色信号R_c'、G_c'（=1）、B_c'に対してRGBゲイン値G₃（基準のゲイン）を掛けて得られる出力を画像信号R₃'、G₃'、B₃'とし、原色信号R_o'、G_o'（=1）、B_o'に対してRGBゲイン値G₂（基準のゲイン）を掛けて得られる出力を画像信号R₂'、G₂'、B₂'とする。

20

【0061】

図9は、本実施形態の画像信号R₃'とR₂'の対応関係、及び画像信号B₃'とB₂'との対応関係を示すグラフである。図9の横軸は、画像信号R₃'又はB₃'の値を示し、縦軸は、画像信号R₂'又はB₂'の値を示している。なお、画像信号R₃'、G₃'、B₃'がバランスしているときの画像信号R₃'、B₃'と、画像信号R₂'、G₂'、B₂'がバランスしているときの画像信号R₂'、B₂'を、図9中、「1」で示し、基準出力としている。すなわち、本実施形態においては、画像信号R 3、G 3、B 3の出力分光特性（図8）が、略離散的な特性を示し、画像信号R 2、G 2、B 2の出力分光特性に近い特性になっており、画像信号R 3、G 3、B 3の基準出力からの変化量が、画像信号R 2、G 2、B 2の基準出力からの変化量に略一致するように構成されている。

30

【0062】

そして、特殊光モードでホワイトバランスをとるということは、原色信号R_o'、B_o'が入力されたときに出力を「1」とするR_oのゲイン値R_O'gain及びB_oのゲイン値B_O'gain（つまり、図9における変化量）を求めることに他ならないから、実際に設定すべきR_oのゲイン値R_O'gain、B_oのゲイン値B_O'gainは、図9のグラフの関係から、次式で示すことができる。

40

【数14】

$$RO'gain = RC'gain$$

$$BO'gain = BC'gain$$

【0063】

ここで、R_C'gain及びB_C'gainは、画像信号R₃'、G₃'、B₃'をバランスさせたときのR_cのゲイン値及びB_cのゲイン値を表している。

50

【0064】

従って、補正マトリックス演算回路222dから原色信号 Rc' 、 Bc' が得られれば、数14の関係から実際に設定すべき Ro のゲイン値 $RO'gain$ 、 Bo のゲイン値 $BO'gain$ を求めることができる。

【0065】

本実施形態においては、ゲイン値計算回路222eによって、数14に相当する演算、すなわち、 $RC'gain$ 及び $BC'gain$ から、 $RO'gain$ 及び $BO'gain$ への変換処理が行われる。つまり、ゲイン値計算回路222eは、補正マトリックス演算回路222dから出力される原色信号 Rc 、 Gc 、 Bc を、数14における原色信号 Rc' 、 Gc' ($=1$)、 Bc' として入力し、このときの画像信号 $R3'$ 、 $G3'$ 、 $B3'$ をバランスさせる $RC'gain$ 及び $BC'gain$ を求める。そして、 $RC'gain$ 及び $BC'gain$ を、 Ro のゲイン値 $RO'gain$ 及び Bo のゲイン値 $BO'gain$ に変換し、これを RGB ゲイン値 G_2 の Ro のゲイン値 $ROgain$ 及び Bo のゲイン値 $BOgain$ として、 Go のゲイン値 $GOgain$ ($=1$)と共に RGB ゲイン調整回路222gに出力する。そして、ゲイン値計算回路222eから RGB ゲイン調整回路222gに出力された RGB ゲイン値 G_2 (すなわち、 Ro のゲイン値 $ROgain$ 、 Go のゲイン値 $GOgain$ 及び Bo のゲイン値 $BOgain$)は、 RGB ゲイン調整回路222gの内部に記憶される。

【0066】

このように、 $S2$ では、ホワイトキャップを装着した状態で白色光 (通常光) を照射し、マトリックス演算して得られる原色信号 Rc 、 Gc 、 Bc からゲイン値計算回路222eによって、最適な RGB ゲイン値 G_2 (第2のホワイトバランス補正值) を求めることで、特殊光に対するホワイトバランス調整処理が行われる。 $S2$ が終了すると、本ホワイトバランス調整処理は終了する。

【0067】

以上説明したように、本実施形態のホワイトバランス調整処理においては、通常光 (すなわち、白色光) のみを用いて、通常光モード (通常画像) 及び特殊光モード (特殊画像) の両方のホワイトバランスを一度に調整するように構成されている。従って、通常光と特殊光とを切り替えて各モードのホワイトバランスをとる必要がないため、短時間でホワイトバランス調整処理が終了する。また、本実施形態においては、特殊光モードのホワイトバランス (すなわち、 RGB ゲイン値 G_2) は、白色光によって得られた原色信号 Rc 、 Gc 、 Bc に基づいて演算されるものであるが、原色信号 Rc 、 Gc 、 Bc を得るためのマトリックス係数値 $M3$ を離散的な出力分光特性を有するように設定することで、極めて誤差が少なく、精確な特殊光モードのホワイトバランス (すなわち、 RGB ゲイン値 G_2) を得ている。

【0068】

以上が本発明の実施形態の説明である。本発明は、上記の構成に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば、本実施形態においては、通常光マトリックス演算回路222b、特殊光マトリックス演算回路222c、補正マトリックス演算回路222d、ゲイン値計算回路222e、 RGB ゲイン調整回路222gをハードウェアで構成したが、これらの一部又は全部をソフトウェアで構成することも可能である。

【0069】

また、本実施形態においては、 $Ro = Go = Bo = 1$ となるように特殊光モードのホワイトバランスをとる構成としたが、この構成に限定されるものではなく、例えば、 $Go = 1$ としたときに、 Ro 及び Bo がそれぞれに適した比率となるように (つまり、所定の値となるように) カラーバランスをとる構成としてもよい。

【0070】

また、本実施形態においては、画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ の基準出力からの変化量が、画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ の基準出力からの変化量に略一致するように構成したが (図9

10

20

30

40

50

)、このような構成に限定されるものではなく、画像信号 R 3、G 3、B 3 の基準出力からの変化量と画像信号 R 2、G 2、B 2 の基準出力からの変化量とが異なる場合にも本発明を適用することが可能である。

【0071】

<第2の実施形態>

図10は、本発明の第2の実施形態に係る電子内視鏡システム1Mの構成を示すブロック図である。図11は、本発明の第2の実施形態のカラーバランス回路222Mのブロック図である。図12は、本発明の第2の実施形態の画像信号R3'とR2'の関係、及び画像信号B3'とB2'との関係を示すグラフである。

【0072】

図10及び図11に示すように、本実施形態の電子内視鏡システム1Mは、メモリ224を備えたプロセッサ側信号処理回路220Mと、補正值計算回路222fを備えたカラーバランス回路222Mを有する点で、第1の実施形態と異なる。また、原色信号Rc、Gc、Bcをバランスさせるために必要なRGBゲイン値G₃(すなわち、Rcのゲイン値RCgain、Gcのゲイン値GCgain、及びBcのゲイン値BCgain)が、以下のように設定されており、図12に示すように、画像信号R3、G3、B3の基準出力からの変化量が、画像信号R2、G2、B2の基準出力からの変化量に略比例する関係となっている点で、第1の実施形態とは異なる。以下、第1の実施形態と異なる構成について詳述する。

【数15】

$$G_3 = \begin{pmatrix} RCgain \\ GCgain \\ BCgain \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.072 \\ 1.000 \\ 5.544 \end{pmatrix}$$

【0073】

本実施形態の補正值計算回路222fは、第1の実施形態のゲイン値計算回路222eに相当する機能を有した回路であり、図7のS2に示す特殊光モードのホワイトバランス調整処理において、画像信号R3、G3、B3と画像信号R2、G2、B2の相関関係を利用した演算を行うことにより、RGBゲイン値G₂(すなわち、Roのゲイン値ROgain、Goのゲイン値GOgain、及びBoのゲイン値BOgain)を求める演算回路(第2のホワイトバランス補正值算出手段)である。また、メモリ224は、補正值計算回路222fが必要とする各種パラメータを記憶するメモリである。

【0074】

第1の実施形態と同様、本実施形態においても、画像信号R3、G3、B3が画像信号R1、G1、B1よりも離散的な出力分光特性を有するようにマトリクス係数値M3が設定されている。従って、白色光を照射し、マトリクス係数M3によるマトリクス演算を行ったときの原色信号Rc、Gc、Bcは、数10に示す通りである。この原色信号Rc、Gc、Bcをバランスさせるために必要なRcのゲイン値RCgain及びBcのゲイン値BCgainは、Gc=1とすると、以下のように表すことができる。

【数16】

$$RCgain = 1/Rc$$

$$BCgain = 1/Bc$$

【0075】

また、特殊光を照射し、マトリクス係数M2によるマトリクス演算を行ったときの原色信号Ro、Go、Boは、数5に示すとおりである。この原色信号Ro、Go、Bo

10

20

30

40

50

をバランスさせるために必要な R_o のゲイン値 $ROgain$ 及び B_o のゲイン値 $BOgain$ は、 $G_o = 1$ とすると、以下のように表すことができる。

【数 17】

$$ROgain = 1/R_o$$

$$BOgain = 1/B_o$$

【0076】

次に、例えば、短波長側の分光特性が変化したときに（画像信号のバランスが崩れたときに）、白色光を照射して補正マトリックス演算回路 222d から得られる出力を原色信号 Rc' 、 Gc' （= 1）、 Bc' とし、特殊光を照射して特殊光マトリックス演算回路 222d から得られる出力を原色信号 Ro' 、 Go' （= 1）、 Bo' とすると、数 7 及び数 12 より、そのときの画像信号 $R3'$ 、 $B3'$ 及び画像信号 $R2'$ 、 $B2'$ は、以下のように表せる。

10

【数 18】

$$R3' = Rc' \times RCgain$$

$$B3' = Bc' \times BCgain$$

【数 19】

$$R2' = Ro' \times ROgain$$

$$B2' = Bo' \times BOgain$$

20

【0077】

上述したように、本実施形態においては、画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ の基準出力からの変化量が、画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ の基準出力からの変化量に略比例する関係にある（図 12）。従って、画像信号 R 、 G 、 B の各信号に応じて傾きはそれぞれ異なるものの、 $R3'$ 及び $B3'$ が求まれば、図 12 に示すグラフの関係から、 $R2'$ 及び $B2'$ をそれぞれ容易に求めることができる。

30

【0078】

ここで、 $R3'$ に対する $R2'$ の変化量（すなわち、 R の傾き）を TR 、 $B3'$ に対する $B2'$ の変化量（すなわち、 B の傾き）を TB とすると、次式が得られる。

【数 20】

$$R2' = 1 + TR \times (R3' - 1)$$

$$B2' = 1 + TB \times (B3' - 1)$$

【0079】

また、 TR 、 TB は、次式で示すことができる。

40

【数 21】

$$TR = (R2' - 1) / (R3' - 1)$$

$$TB = (B2' - 1) / (B3' - 1)$$

【0080】

ここで、特殊光モードでホワイトバランスをとるということは、原色信号 Ro' 、 Bo' が入力されたときに出力を「1」とする R_o のゲイン値 $RO'gain$ 及び B_o のゲイン値 $BO'gain$ を求めることに他ならないから、実際に設定すべき R_o のゲイン値 $RO'gain$ 、 B_o のゲイン値 $BO'gain$ は、次式で示すことができる。

50

【数 2 2】

$$RO'gain = 1 / Ro'$$

$$BO'gain = 1 / Bo'$$

【0081】

そして、数 2 2 に数 1 8 ~ 数 2 0 を代入すると、次式を得る。

【数 2 3】

$$RO'gain = \frac{ROgain}{1 + TR \times (Rc' \times RCgain - 1)}$$

10

$$BO'gain = \frac{BOgain}{1 + TB \times (Bc' \times BCgain - 1)}$$

【0082】

ここで、数 2 3 における ROgain 及び BOgain は、画像信号 R2'、G2'、B2' がバランスしているときにおける（すなわち、基準出力時における）Ro のゲイン値及び Bo のゲイン値を表しているから、事前に測定又はシミュレーションを行うこと
20
によって求まる定数である。また同様に、数 2 3 における RCgain 及び BCgain は、画像信号 R3'、G3'、B3' がバランスしているときにおける（すなわち、基準出力時における）Rc のゲイン値及び Bc のゲイン値を表しているから、事前に測定又はシミュレーションを行うことによって求まる定数である。また、TR 及び TB についても、画像信号 R3' と R2' の関係、及び画像信号 B3' と B2' との関係（図 1 2）を事前に測定又はシミュレーションを行うことによって求めることができる定数である。従って、補正マトリックス演算回路 2 2 2 d から原色信号 Rc'、Bc' が得られれば、数 2 3 によって実際に設定すべき Ro のゲイン値 RO'gain、Bo のゲイン値 BO'gain が求められる。

【0083】

30

本実施形態においては、数 2 3 における ROgain、BOgain、RCgain、BCgain、TR、TB の各パラメータが予め測定又はシミュレーションによって求められており、メモリ 2 2 4 に記憶されている。従って、補正值計算回路 2 2 2 f は、メモリ 2 2 4 にアクセスし、これらのパラメータを読み込み、上記の数 2 3 に基づいて演算を行っている。すなわち、補正值計算回路 2 2 2 f は、補正マトリックス演算回路 2 2 2 d から出力される原色信号 Rc、Gc、Bc を、数 2 3 における原色信号 Rc'、Gc'（= 1）、Bc' として入力し、Ro のゲイン値 RO'gain 及び Bo のゲイン値 BO'gain を求め、これを RGB ゲイン値 G₂ の Ro のゲイン値 ROgain 及び Bo のゲイン値 BOgain として、Go のゲイン値 GOgain (= 1) と共に RGB ゲイン調整回路 2 2 2 g に出力する。そして、RGB ゲイン調整回路 2 2 2 g に出力された RGB
40
ゲイン値 G₂（すなわち、Ro のゲイン値 ROgain、Go のゲイン値 GOgain 及び Bo のゲイン値 BOgain）は、RGB ゲイン調整回路 2 2 2 g の内部に記憶される。

【0084】

このように、本実施形態においては、ホワイトキャップを装着した状態で白色光（通常光）を照射し、マトリックス演算して得られる原色信号 Rc、Gc、Bc を数 2 3 を用いて演算し、最適な RGB ゲイン値 G₂（第 2 のホワイトバランス補正值）を求めることで、特殊光に対するホワイトバランス調整処理が行われる。

【0085】

以上説明したように、本実施形態のホワイトバランス調整処理においても、第 1 の実施

50

形態と同様、通常光（すなわち、白色光）のみを用いて、通常光モード（通常画像）及び特殊光モード（特殊画像）の両方のホワイトバランスを一度に調整するように構成されている。従って、通常光と特殊光とを切り替えて各モードのホワイトバランスをとる必要がないため、短時間でホワイトバランス調整処理が終了する。

【0086】

なお、本実施形態においては、ROgain、BOgain、RCgain、BCgain、TR、TBの各パラメータが予め測定又はシミュレーションによって求められており、メモリ224に記憶されているものとして説明したが、これらのパラメータは、電子スコープ100に内蔵されるメモリ122に記憶されてもよい。

【符号の説明】

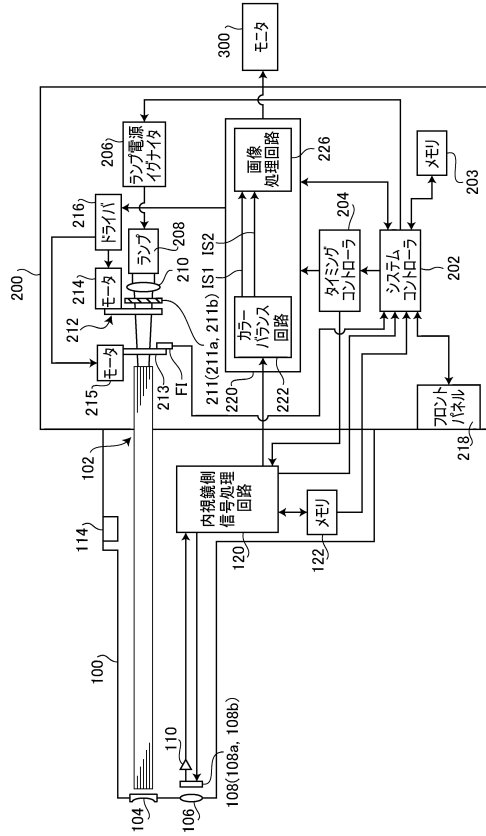
10

【0087】

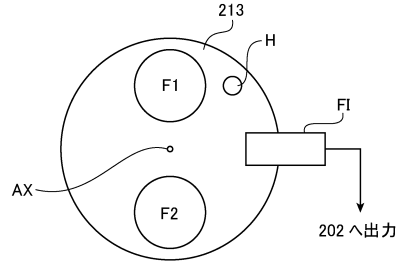
- 1、1M 電子内視鏡システム
- 100 電子スコープ
- 120 内視鏡側信号処理回路
- 200 プロセッサ
- 202 システムコントローラ
- 220、220M プロセッサ側信号処理回路
- 222、222M カラーバランス回路
- 222a セレクタ
- 222b 通常光マトリックス演算回路
- 222c 特殊光マトリックス演算回路
- 222d 補正マトリックス演算回路
- 222e ゲイン値計算回路
- 222f 補正值計算回路
- 222g RGBゲイン調整回路
- 224 メモリ
- 226 画像処理回路
- 300 モニタ

20

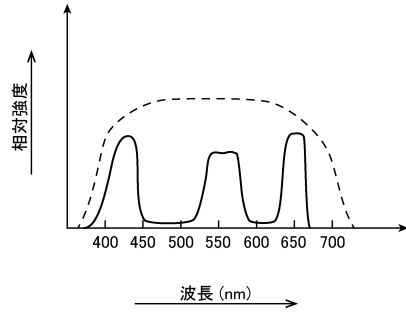
【図1】



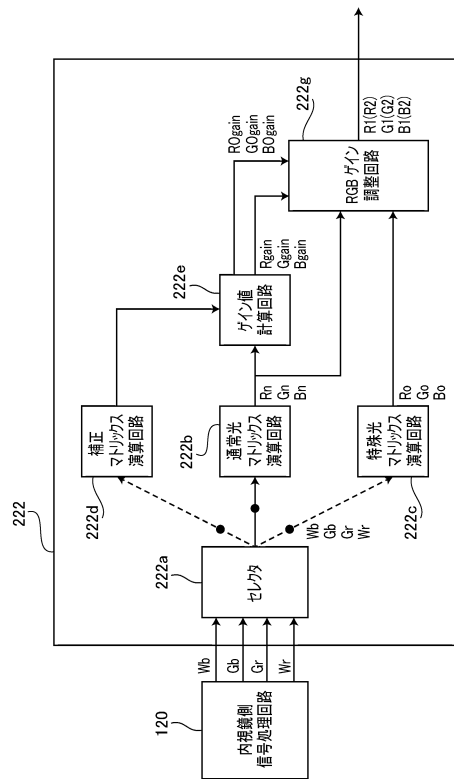
【図2】



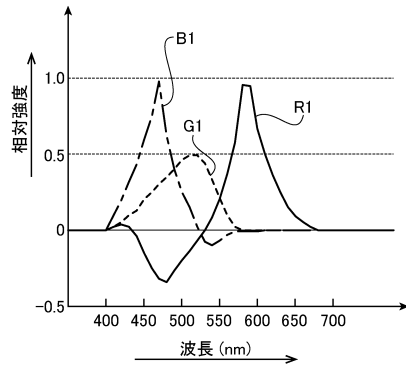
【図3】



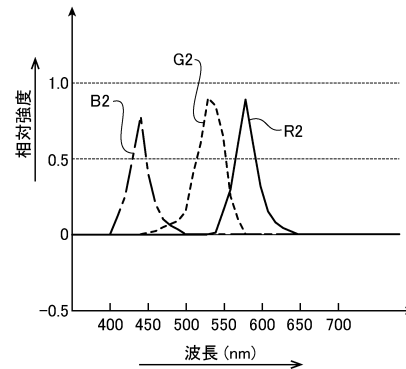
【図4】



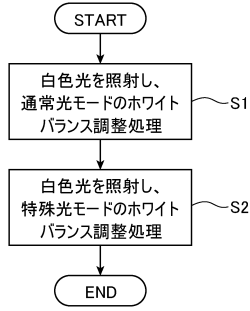
【図5】



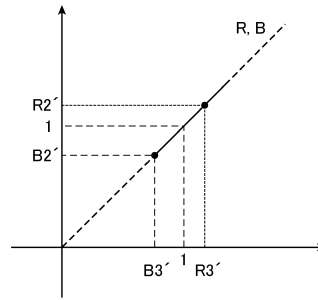
【図6】



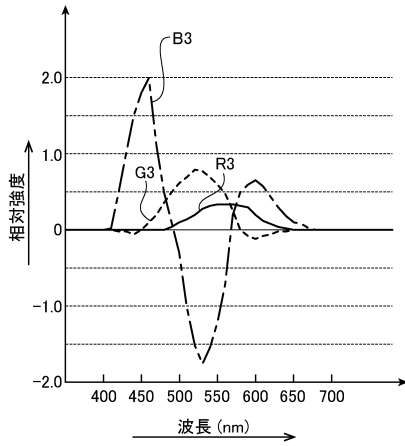
【図7】



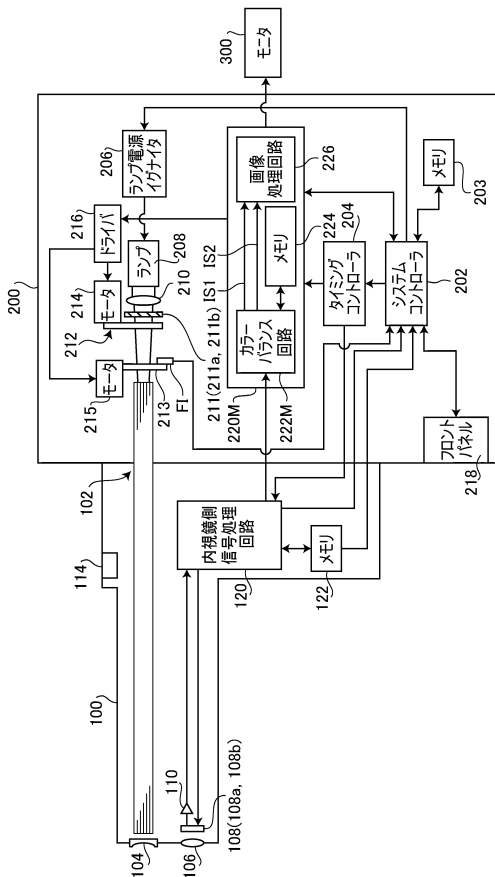
【図9】



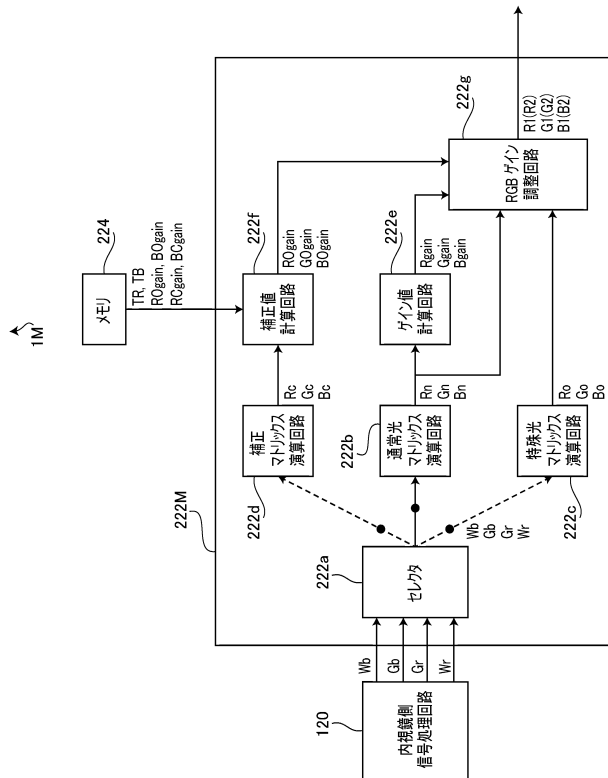
【図8】



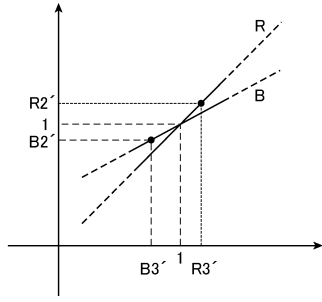
【図10】



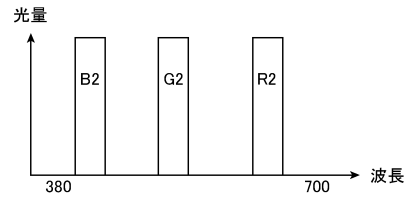
【図11】



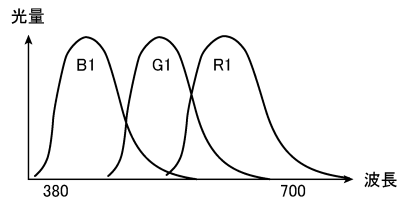
【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-68113(JP,A)
特開2006-68321(JP,A)
国際公開第2006/025334(WO,A1)
特開2006-346010(JP,A)
特開2008-110004(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32
G02B 23/24 - 23/26