

(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2017-94124
(P2017-94124A)

(43) 公開日 平成29年6月1日(2017.6.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 A	4 C 1 6 1
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-252247 (P2016-252247)	(71) 出願人	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	(74) 代理人	100078880
原出願日	平成24年12月10日 (2012.12.10)		弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100169856
			弁理士 尾山 栄啓
		(74) 代理人	100183760
			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
		Fターム(参考)	2H040 BA09 CA09 CA11 CA12 CA23 GA02 GA05 GA11 4C161 CC06 GG01 LL02 MM02 NN01 QQ02 RR04 SS21 TT04

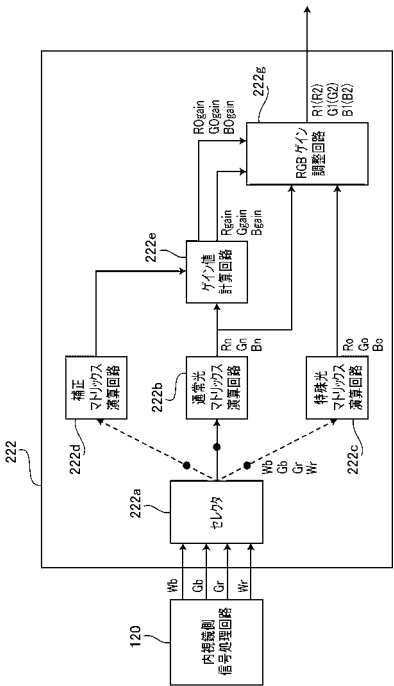
(54) 【発明の名称】 内視鏡用プロセッサ及び電子内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】広帯域光と狭帯域光のいずれか一方を選択的に照射可能な光照射手段と、撮像手段からの撮像信号に対して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た電子内視鏡システムにおいて、ホワイトバランス調整手段が、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1のRGB原色信号に変換し、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を備える。

【選択図】 図4



【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前記広帯域光と前記狭帯域光のいずれか一方を選択し、該選択された光を被写体に向けて照射する光照射手段と、
前記被写体を撮像し撮像信号を出力する撮像手段と、
前記撮像信号に対して、前記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、

10

前記ホワイトバランス調整手段は、

前記広帯域光が照射しているときに、前記撮像信号を第 1 の R G B 原色信号に変換する第 1 のマトリックス演算手段と、

前記狭帯域光が照射しているときに、前記撮像信号を第 2 の R G B 原色信号に変換する第 2 のマトリックス演算手段と、

前記広帯域光によって基準のチャートを照射したときに、前記第 1 の R G B 原色信号に基づいて前記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、

前記広帯域光によって前記基準のチャートを照射したときに、前記撮像信号を第 3 の R G B 原色信号に変換する第 3 のマトリックス演算手段を有し、該第 3 の R G B 原色信号に基づいて、前記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、

20

前記広帯域光が照射しているときに、前記第 1 の R G B 原色信号に前記第 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、

前記狭帯域光が照射しているときに、前記第 2 の R G B 原色信号に前記第 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、
を有することを特徴とする電子内視鏡システム。

【請求項 2】

前記第 2 のホワイトバランス補正値算出手段は、前記第 3 の R G B 原色信号と前記第 2 の R G B 原色信号の相関関係に基づいて、前記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ことを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡システム。

30

【請求項 3】

前記第 3 の R G B 原色信号の各 R、G、B 信号の出力が、前記第 2 の R G B 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を特徴とする請求項 2 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 4】

前記第 3 の R G B 原色信号の各 R、G、B 信号の基準出力に対する変化量が、前記第 2 の R G B 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いことを特徴とする請求項 3 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 5】

前記第 3 の R G B 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、前記第 1 の R G B 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いことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電子内視鏡システム。

40

【請求項 6】

前記第 3 の R G B 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積分値が略ゼロとなるように設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 7】

前記第 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前記第 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

50

第 1 の記憶手段を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 8】

前記ホワイトバランス調整手段が、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ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の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して観察する電子内視鏡システムに関する。

10

【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】

20

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）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【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

50

、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

【0007】

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】

【0008】

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 のマトリックス演算手段と、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 のマトリックス演算手段と、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值を算出する第 1 のホワイトバランス補正值算出手段と、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 のマトリッ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值を算出する第 2 のホワイトバランス補正值算出手段と、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值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值を乗算して出力する第 2 のゲイン調整手段と、を有する。

20

30

【0009】

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值と狭帯域光に対する第 2 のホワイトバランス補正值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值は、第 1 のマトリックス演算手段とは異なる第 3 のマトリッ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值（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。

40

【0010】

また、第 2 のホワイトバランス補正值算出手段は、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值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。

【0011】

50

また、第 3 の R G B 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 R G B 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。

【0012】

また、第 3 の R G B 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。

【0013】

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 の記憶手段を備えることができる。

10

【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値及び第 2 のホワイトバランス補正値を記憶する第 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】

20

【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出射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 R G B 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。

30

【図 6】図 4 のカラーバランス回路の R G B 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。

40

【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

50

。

【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

【0019】

図1に示されるように、プロセッサ200は、システムコントローラ202、タイミングコントローラ204を有している。システムコントローラ202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204は、信号の処理タイミングを調整するクロックパルス電子内視鏡システム1内の各回路に出力する。

【0020】

ランプ208は、ランプ電源イグナイタ206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208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208から放射された照明光は、集光レンズ210によって集光されつつ、熱吸収フィルタ211a及びIRカットフィルタ(赤外カットフィルタ)211bで構成されるフィルタ211を通り、絞り212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、IR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108の前面に取付けられてもよい。

20

【0021】

絞り212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214が機械的に連結している。モータ214は例えばDCモータであり、ドライバ216のドライブ制御下で駆動する。絞り212は、モニタ300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214によって動作して開度に変化して、ランプ208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218に対する輝度調節操作に応じて設定変更される。

30

【0022】

フロントパネル218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218は、プロセッサ200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GUI(Graphical User Interface)、ハードウェアキーとGUIとの組合せによって構成することができる。

【0023】

絞り212を通過した照射光は、回転式フィルタターレット213に入射する。図2は、回転式フィルタターレット213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213は、回転式フィルタターレット213の回転軸AXを挟んで対称に配置された2枚の光学フィルタF1、F2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F1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F1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F2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F2を通過した照明光は、狭帯域光(すなわち、特殊光)となる。

40

【0024】

モータ215は、例えばドライバ216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213と機械的に連結している。モータ215は、回転式フィルタターレット213を印加電

50

圧（パルス数）に応じた角度だけ回転させる。

【0025】

術者は、フロントパネル218に対するフィルタ切替操作又は電子スコープ100の手元操作部に設置されたフィルタ切替ボタン114の操作を通じて回転式フィルタターレット213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114と他のブロックとの結線は省略している。

【0026】

回転式フィルタターレット213は、フィルタ切替操作が行われる毎に180°回転し、内視鏡画像の観察モードに応じた光学フィルタF1又はF2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213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。

10

【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F1又はF2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F1が照明光路に配置されている場合は、通常光がLCB102の入射端に入射し、光学フィルタF2が照明光路に配置されている場合は、特殊光がLCB102の入射端に入射する。

20

【0029】

LCB102の入射端に入射した照射光は、LCB102内を全反射を繰り返すことによって伝播する。LCB102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LCB102の射出端から射出する。LCB102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。

30

【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。

40

【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

50

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 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r 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 y 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、 $N T S C$ （National Television System Committee）や $P A L$ （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。

【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って行われる、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２２２ a 、通常光マトリクス演算回路２２２ b 、特殊光マトリクス演算回路２２２ c 、補正マトリクス演算回路２２２ d 、ゲイン値計算回路２２２ e 、 $R G B$ ゲイン調整回路２２２ g で構成されている。

【００３６】

セクタ２２２ a 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２２２ b 、特殊光マトリクス演算回路２２２ c 又は補正マトリクス演算回路２２２ d 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２２２ a の出力を通常光マトリクス演算回路２２２ b 又は補正マトリクス演算回路２２２ d 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２２２ a の出力を通常光マトリクス演算回路２２２ b 又は特殊光マトリクス演算回路２２２ c に切り替える。

【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 222 a を切り替えて、混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を通常光マトリックス演算回路 222 b に出力する。通常光マトリックス演算回路 222 b (第 1 のマトリックス演算手段) は、内部に通常光用のマトリックス係数 $M1$ を有しており、セクタ 222 a から入力される混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r に対してマトリックス演算を行い、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、マトリックス係数 $M1$ 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 108 a、カラーフィルタ 108 b、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 222 b 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 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n に変換して出力する。

10

【数 1】

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

20

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】

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

30

【0038】

図 4 に示すように、通常光マトリックス演算回路 222 b から出力される原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n は、ゲイン値計算回路 222 e と RGB ゲイン調整回路 222 g に出力される。ゲイン値計算回路 222 e (第 1 のホワイトバランス補正值算出手段) は、原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n 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 R_n 、 G_n 、 B_n のホワイトバランス補正值は、RGB ゲイン値 G_1 (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}) 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 G_n を基準として R_n のゲイン値 R_{gain} 及び B_n のゲイン値 B_{gain} を求めるように構成されており、ゲイン値計算回路 222 e は、入力される原色信号 R_n 、 G_n 、 B_n の平均値の比 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 222 g に出力する。なお、 G_n のゲイン値 G_{gain} については、平均値の比が固定 (すなわち、 $G_n / G_n = 1$) となるため、RGB ゲイン調整回路 222 g に出力するデータから省略することも可能である。

40

【0039】

RGB ゲイン調整回路 222 g (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 222 e から入力される RGB ゲイン値 G_1 (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})

50

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 R_n 、 G_n 、 B_n を、 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} 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 R_n 、 G_n 、 B_n 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 R_1 、 G_1 、 B_1 が出力される。

【数3】

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ G_1 \\ B_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_n \\ G_n \\ B_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R_{gain} \\ G_{gain} \\ B_{gain} \end{pmatrix}$$

10

【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 R_1 、 G_1 、 B_1 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、 $R_1 : G_1 : B_1 = 1 : 1 : 1$ 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 G_1 （基準のゲイン）は、例えば、以下の通りである。

20

【数4】

$$G_1 = \begin{pmatrix} R_{gain} \\ G_{gain} \\ B_{gain} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4.40 \\ 1.00 \\ 1.95 \end{pmatrix}$$

【0041】

図5に示すように、通常画像の画像信号 R_1 、 G_1 、 B_1 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 R_1 、 G_1 、 B_1 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 B_1 には画像信号 G_1 の一部が入り込み、画像信号 G_1 には画像信号 B_1 の一部と画像信号 R_1 の一部が入り込み、画像信号 R_1 には画像信号 G_1 の一部が入り込んで出力される。

30

【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はセレクタ222aを切り替えて、混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r 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 M_2 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 に対してマトリックス演算を行い、原色信号 R_o 、 G_o 、 B_o （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 M_2 は、マトリックス係数 M_1 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 R_o 、 G_o 、 B_o に所定のゲイン（後述するRGBゲイン値 G_2 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 M_2 を用いて下式に示す演算を行い、混合信号 W_r 、 G_b 、 W_b 、 G_r を原色信号 R_o 、 G_o 、 B_o に変換して出力する。

40

50

【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 M 2 の具体例は、以下の通りである。

【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 R o、G o、B o 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、R o のゲイン値 R O g a i n、G o のゲイン値 G O g a i n、及び B o のゲイン値 B O g a i n）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 R o、G o、B o を R o のゲイン値 R O g a i n、G o のゲイン値 G O g a i n 及び B o のゲイン値 B O g a i n 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 R o、G o、B o 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 R 2、G 2、B 2 が出力される。

【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、R o のゲイン値 R O g a i n 及び B o のゲイン値 B O g a i n は、原色信号 G o の信号を基準にしたゲイン値であり、それぞれ G o / R o 及び G o / B o で表すことができ、また、G O g a i n = G o / G o = 1 となる。

【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 R 2、G 2、B 2 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 F 2、LCB 102、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、R 2 : G 2 : B 2 = 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ΣWr、
ΣGb、ΣWb、ΣGr（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ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGr
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ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGr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】

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

【0051】

10

ゲイン値計算回路222eは、入力される原色信号Rn、Gn、Bnの比Gn/Rn、Gn/Gn、Gn/Bn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。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、Rnのゲイン値Rgain、Gnのゲイン値Ggain及びBnのゲイン値Bgain）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Rn、Gn、Bn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ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGr（つまり、混合信号Wr、Gb、Wb、Gr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、セクタ222aから入力される混合信号ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGrに対してマトリクス演算を行い、原色信号Rc、Gc、Bc（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ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGr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）を精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Rc、Gc、Bc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Rc、Gc、Bc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ΣWr、ΣGb、ΣWb、ΣGrを原色信号Rc、Gc、Bcに変換してゲイン値計算回路222eに出力する。

【数 1 0】

$$\begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} = M3 \times \begin{pmatrix} \Sigma W_r \\ \Sigma G_b \\ \Sigma W_b \\ \Sigma G_r \end{pmatrix}$$

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。

【数 1 1】

$$M3 = \begin{pmatrix} 0.09 & -0.03 & -0.04 & 0.04 \\ 0.08 & 0.05 & 0.03 & 0.16 \\ 0.93 & -0.85 & 0.81 & -0.78 \end{pmatrix}$$

【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 R G B ゲイン値 G₃（すなわち、R c のゲイン値 R C g a i n、G c のゲイン値 G C g a i n、及び B c のゲイン値 B C g a i n）を掛け、ランプ 2 0 8、フィルタ 2 1 1、光学フィルタ F 1、L C B 1 0 2、I R 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。

【数 1 2】

$$\begin{pmatrix} R3 \\ G3 \\ B3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} RCgain \\ GCgain \\ BCgain \end{pmatrix}$$

なお、本実施形態においては、R c のゲイン値 R C g a i n 及び B c のゲイン値 B C g a i n 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、G C g a i n = G c / G c = 1 となる。なお、このときの R G B ゲイン値 G₃ の具体例は、以下の通りである。

【数 1 3】

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

【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（R G B）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

10

20

30

40

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、R₀のゲイン値R O g a i n、G₀のゲイン値G O g a i n、及びB₀のゲイン値B O g a i n）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R 3'、G 3'、B 3'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R 2'、G 2'、B 2'とする。

20

【0061】

図9は、本実施形態の画像信号R 3'とR 2'の対応関係、及び画像信号B 3'とB 2'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R 3'又はB 3'の値を示し、縦軸は、画像信号R 2'又はB 2'の値を示している。なお、画像信号R 3'、G 3'、B 3'がバランスしているときの画像信号R 3'、B 3'と、画像信号R 2'、G 2'、B 2'がバランスしているときの画像信号R 2'、B 2'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R₀のゲイン値R O' g a i n及びB₀のゲイン値B O' g a i n（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R₀のゲイン値R O' g a i n、B₀のゲイン値B O' g a i n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' g a i n及びB C' g a i nは、画像信号R 3'、G 3'、B 3'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 R_c' 、 B_c' が得られれば、数14の関係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 $BO'gain$ 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 R_c 、 G_c 、 B_c を、数14における原色信号 R_c' 、 G_c' ($=1$)、 B_c' として入力し、このときの画像信号 R_3' 、 G_3' 、 B_3' 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、 R_o のゲイン値 $RO'gain$ 及び B_o のゲイン値 $BO'gain$ に変換し、これをRGBゲイン値 G_2 の R_o のゲイン値 $ROgain$ 及び B_o のゲイン値 $BOgain$ として、 G_o 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、 R_o のゲイン値 $ROgain$ 、 G_o のゲイン値 $GOgain$ 及び B_o 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 R_c 、 G_c 、 B_c 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 R_c 、 G_c 、 B_c に基づいて演算されるものであるが、原色信号 R_c 、 G_c 、 B_c を得るためのマトリックス係数値 M_3 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、 $R_o = G_o = B_o = 1$ 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、 $G_o = 1$ としたときに、 R_o 及び B_o 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 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。

【 0 0 7 1 】

< 第 2 の実施形態 >

図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係る電子内視鏡システム 1 M の構成を示すブロック図である。図 1 1 は、本発明の第 2 の実施形態のカラーバランス回路 2 2 2 M のブロック図である。図 1 2 は、本発明の第 2 の実施形態の画像信号 R 3 ' と R 2 ' の関係、及び画像信号 B 3 ' と B 2 ' との関係を示すグラフである。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、本実施形態の電子内視鏡システム 1 M は、メモリ 2 2 4 を備えたプロセッサ側信号処理回路 2 2 0 M と、補正值計算回路 2 2 2 f を備えたカラーバランス回路 2 2 2 M を有する点で、第 1 の実施形態と異なる。また、原色信号 R c、G c、B c をバランスさせるために必要な R G B ゲイン値 G_3 (すなわち、R c のゲイン値 R C g a i n、G c のゲイン値 G C g a i n、及び B c のゲイン値 B C g a i n) が、以下のように設定されており、図 1 2 に示すように、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 1 5 】

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

【 0 0 7 3 】

本実施形態の補正值計算回路 2 2 2 f は、第 1 の実施形態のゲイン値計算回路 2 2 2 e に相当する機能を有した回路であり、図 7 の S 2 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 R 3、G 3、B 3 と画像信号 R 2、G 2、B 2 の相関関係を利用した演算を行うことにより、R G B ゲイン値 G_2 (すなわち、R o のゲイン値 R O g a i n、G o のゲイン値 G O g a i n、及び B o のゲイン値 B O g a i n) 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 2 2 4 は、補正值計算回路 2 2 2 f が必要とする各種パラメータを記憶するメモリである。

【 0 0 7 4 】

第 1 の実施形態と同様、本実施形態においても、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 が設定されている。従って、白色光を照射し、マトリックス係数 M 3 によるマトリックス演算を行ったときの原色信号 R c、G c、B c は、数 1 0 に示す通りである。この原色信号 R c、G c、B c をバランスさせるために必要な R c のゲイン値 R C g a i n 及び B c のゲイン値 B C g a i n は、 $G_c = 1$ とすると、以下のように表すことができる。

【 数 1 6 】

$$RCgain = 1 / R_c$$

$$BCgain = 1 / B_c$$

【 0 0 7 5 】

また、特殊光を照射し、マトリックス係数 M 2 によるマトリックス演算を行ったときの原色信号 R o、G o、B o は、数 5 に示すとおりである。この原色信号 R o、G o、B o

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 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' とすると、数 7 及び数 12 より、そのときの画像信号 R_3' 、 B_3' 及び画像信号 R_2' 、 B_2' は、以下のように表せる。

10

【数 18】

$$R_3' = R_c' \times RCgain$$

$$B_3' = B_c' \times BCgain$$

【数 19】

20

$$R_2' = R_o' \times ROgain$$

$$B_2' = B_o' \times BOgain$$

【0077】

上述したように、本実施形態においては、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、 R_3' 及び B_3' が求まれば、図 12 に示すグラフの関係から、 R_2' 及び B_2' をそれぞれ容易に求めることができる。

30

【0078】

ここで、 R_3' に対する R_2' の変化量（すなわち、 R の傾き）を TR 、 B_3' に対する B_2' 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】

$$R_2' = 1 + TR \times (R_3' - 1)$$

$$B_2' = 1 + TB \times (B_3' - 1)$$

【0079】

また、 TR 、 TB は、次式で示すことができる。

40

【数 21】

$$TR = (R_2' - 1) / (R_3' - 1)$$

$$TB = (B_2' - 1) / (B_3' - 1)$$

【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 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 $RO'gain$ 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。

20

【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 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。

40

【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。

【 0 0 8 6 】

なお、本実施形態においては、R O g a i n、B O g a i n、R C g a i n、B C g a i n、T R、T B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 1 0 0 に内蔵されるメモリ 1 2 2 に記憶されてもよい。

【 符号の説明 】

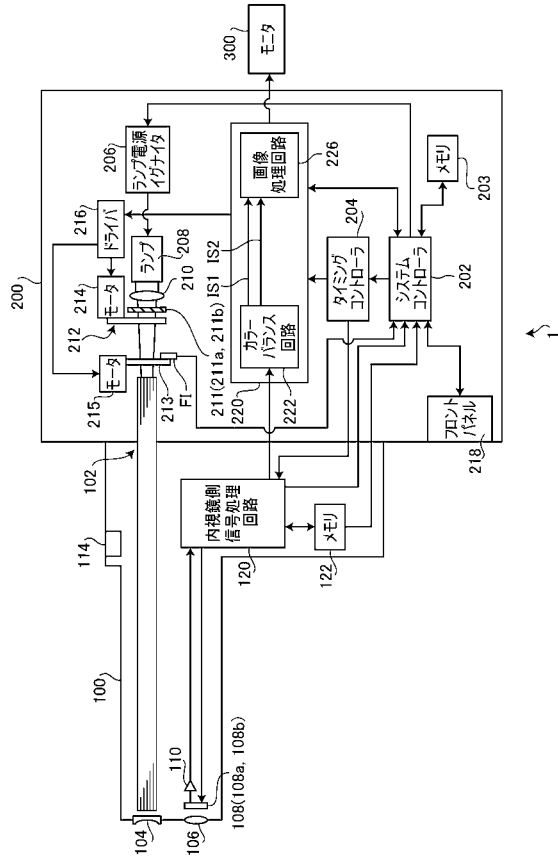
10

【 0 0 8 7 】

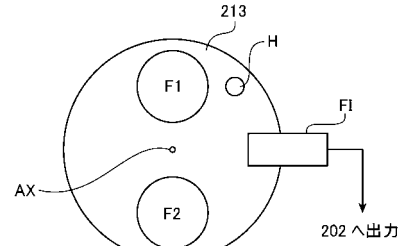
- 1、1 M 電子内視鏡システム
- 1 0 0 電子スコープ
- 1 2 0 内視鏡側信号処理回路
- 2 0 0 プロセッサ
- 2 0 2 システムコントローラ
- 2 2 0、2 2 0 M プロセッサ側信号処理回路
- 2 2 2、2 2 2 M カラーバランス回路
- 2 2 2 a セレクタ
- 2 2 2 b 通常光マトリックス演算回路
- 2 2 2 c 特殊光マトリックス演算回路
- 2 2 2 d 補正マトリックス演算回路
- 2 2 2 e ゲイン値計算回路
- 2 2 2 f 補正值計算回路
- 2 2 2 g R G B ゲイン調整回路
- 2 2 4 メモリ
- 2 2 6 画像処理回路
- 3 0 0 モニタ

20

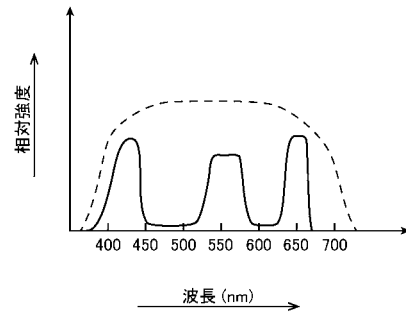
【図 1】



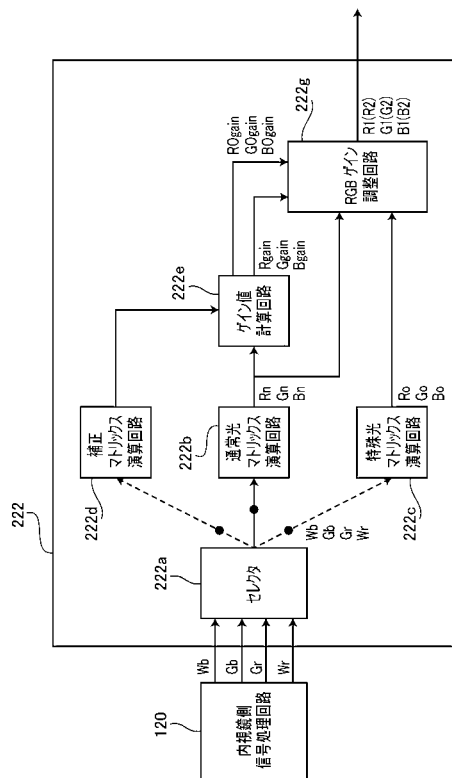
【図 2】



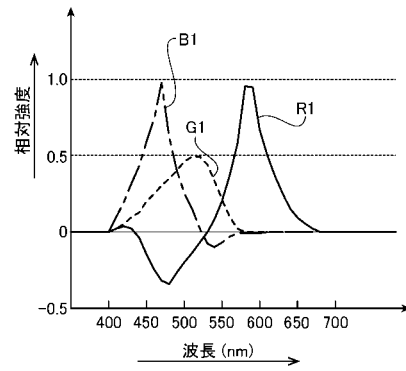
【図 3】



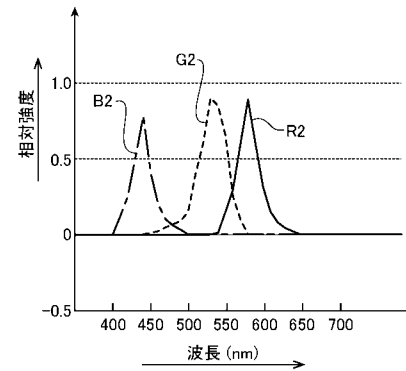
【図 4】



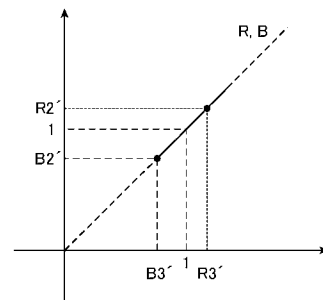
【図 5】



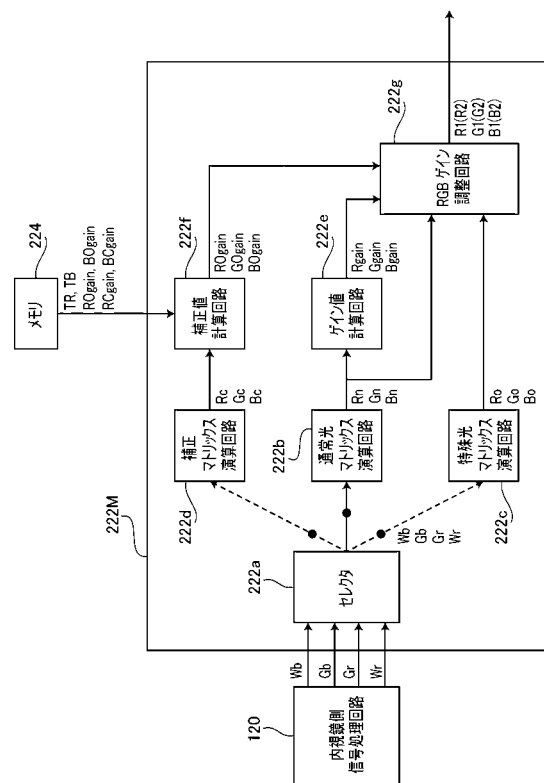
【図 6】



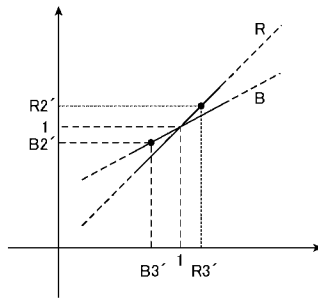
【 図 9 】



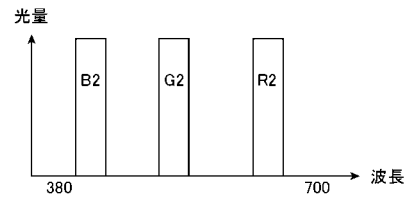
【 ㄗ 1 1 】



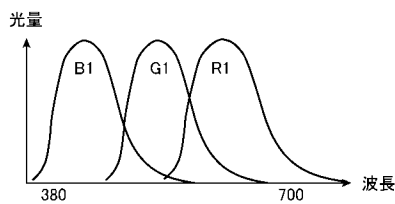
【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 3】



【手続補正書】

【提出日】平成29年1月17日(2017.1.17)

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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のマトリックス演算を行う第1マトリックス演算手段と、

前記第1のマトリッ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のマトリックス演算を行う第2マトリックス演算手段と

前記第2のマトリッ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のマトリックス演算で用いられるマトリックス係数値は、

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。

【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。

【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。

【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

を更に備える、

電子内視鏡システム。

一种电子内窥镜系统，能够以简短且准确的方式执行特殊光的正常光和白平衡处理的白平衡处理。一种电子装置，包括：发光装置，能够选择性地发射宽带光或窄带光；以及白平衡调节装置，用于对来自成像装置的成像信号进行白平衡处理。在内窥镜系统中，当用宽带光照射参考图表时，白平衡调节装置将成像信号转换为第一RGB原色信号，并且第一RGB原色信号用于产生第一宽带初级光信号。第一白平衡校正值计算装置，用于计算图像数据的白平衡校正值，当用宽带光照射标准图表时，成像信号被转换成第三RGB原色信号；并且第二白平衡校正值计算装置用于基于该计算用于窄带光的第二白平衡校正值。点域4

