

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量を N 段階 (N は 2 以上の整数) の明るさステップ n (n は 1 ~ N のいずれかの整数) で変える制御を行うように、前記光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムに対するキャリブレーション方法において、

前記複数の半導体光源を制御して、前記明るさ指示信号 n に対して、前記複数の照明光の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光する光量リニア光発光ステップと、

前記光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

前記明るさ指示信号 n と前記光量リニア光発光時画像信号に基づいて、前記明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成ステップと、

前記光量リニア光発光時画像信号と前記輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付けステップとを有することを特徴とするキャリブレーション方法。

【請求項 2】

前記複数の半導体光源は、赤色光を発する R-LED、緑色光を発する G-LED、青色光を発する B-LED を有することを特徴とする請求項 1 記載のキャリブレーション方法。

【請求項 3】

前記複数の半導体光源は、前記赤色光、緑色光、青色光と少なくとも一部が異なる第 1 波長帯域を有する第 1 特殊光を発する第 1 特殊光用 LED と、前記赤色光、緑色光、青色光、第 1 特殊光と少なくとも一部が異なる第 2 波長帯域を有する第 2 特殊光を発する第 2 特殊光用 LED とを少なくとも含む複数の特殊光用 LED を有することを特徴とする請求項 2 記載のキャリブレーション方法。

【請求項 4】

前記内視鏡システムは、前記 R-LED、G-LED、B-LED を少なくとも点灯させて白色光を発光する通常観察モードと、前記第 1 及び第 2 特殊光用 LED を少なくとも点灯させて特殊光を発光する特殊観察モードを有し、

観察モード毎に、前記輝度リニアテーブルを作成することを特徴とする請求項 3 記載のキャリブレーション方法。

【請求項 5】

互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量を N 段階 (N は 2 以上の整数) の明るさステップ n (n は 1 ~ N のいずれかの整数) で変える制御を行うように、前記光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムにおいて、

前記明るさ指示信号 n に対して、前記複数の照明光の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光させるために、前記複数の半導体光源を制御する光量リニア光用制御部と、

前記光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得部と、

明るさ指示信号 n と前記光量リニア光発光時画像信号に基づいて、明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成部と、

前記光量リニア光発光時画像信号と前記輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付け部とを有することを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 6】

前記輝度リニアテーブルを用いて、観察対象を前記撮像センサで撮像して得られる画像信号を、前記輝度リニア画像信号に変換することを特徴とする請求項 5 記載の内視鏡シス

10

20

30

40

50

テム。

【請求項 7】

前記輝度リニアテーブルと内視鏡のスコープ ID とを対応付けて記憶する記憶部と、
前記内視鏡のスコープ ID を読み出す ID 読み出し部とを有することを特徴とする請求
項 5 または 6 記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡画像の色を目標色に合わせるために行うキャリブレーション方法及び
内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野では、光源装置、内視鏡、プロセッサ装置を備える内視鏡システムが広く用い
られている。内視鏡については、観察対象を撮像して、画像信号を出力する撮像センサを
備える電子内視鏡が一般的である。この撮像センサについては、個体差があり、内視鏡毎
に分光感度が異なっている。また、光源装置から内視鏡に照明光を導光するために用いら
れるライトガイドに関しても、個体差があり、内視鏡毎に透過特性が異なっている。この
ような撮像センサの分光感度のバラツキなど内視鏡の個体差が原因で、内視鏡画像の色が
、ユーザーが予め設定した目標色にならないことがある。

【0003】

内視鏡画像の色を目標色に合わせるためには、内視鏡毎に観察対象の読み取り特性を測
定し、その測定結果に基づいて、内視鏡画像の色を目標色に合わせるための色補正処理の
条件を設定した上で、色補正処理を行う必要がある。色補正処理の条件を設定する方法と
しては、例えば、特許文献 1 に示すように、測色データとの関係が予め定められているカ
ラーチャートを用いる方法が考えられる。この方法によれば、カラーチャートを撮影する
とともに、この撮影で得られる読取画像と、測色データとの関係が目標通りになるよう
に、色補正処理の条件を設定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許 2 7 7 3 4 9 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

内視鏡画像の色を目標色に正確に合わせるためには、より多くのカラーチャートが必要
になり、また、それぞれのカラーチャートに応じて、距離、角度、明るさなどの撮影条件
を厳密に定めた上で、色補正処理の条件設定を行う必要がある。したがって、カラーチャ
ートを用いて色補正処理の条件を設定する方法は、色補正処理の精度を上げようとすれば
するほど、手間がかかってしまう。

【0006】

一方、色全体ではなく白色だけを調整することを目的としたホワイトバランス調整が広
く行われている。カラーチャートを用いて色再現を補正する場合と比較すると精度は劣る
ものの、認知されやすい白色のずれを補正することで、色再現のずれがかなり許容でき
ることになること、また、白色だけを測定すればよいので準備・作業が簡略化できること
がメリットである。したがって、ホワイトバランス調整のように、簡便な準備・作業で色補
正処理の条件を設定することができ、且つ複数のカラーチャートを用いた場合と同じ精度
で色補正することが求められている。

【0007】

本発明は、複数の照明光の光量を N 段階の明るさステップで変えるための明るさ指示信
号に応じて、RGB 画像信号の信号値をリニアに変化させるためのキャリブレーション方

10

20

30

40

50

法及び内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量を N 段階（ N は2以上の整数）の明るさステップ n （ n は1～ N のいずれかの整数）で変える制御を行うように、光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムに対するキャリブレーション方法において、複数の半導体光源を制御して、明るさ指示信号 n に対して、複数の照明光の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光する光量リニア光発光ステップと、光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得ステップと、明るさ指示信号 n と光量リニア光発光時画像信号に基づいて、明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成ステップと、光量リニア光発光時画像信号と輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付けステップとを有する。

10

【0009】

複数の半導体光源は、赤色光を発するR-LED、緑色光を発するG-LED、青色光を発するB-LEDを有することが好ましい。複数の半導体光源は、赤色光、緑色光、青色光と少なくとも一部が異なる第1波長帯域を有する第1特殊光を発する第1特殊光用LEDと、赤色光、緑色光、青色光、第1特殊光と少なくとも一部が異なる第2波長帯域を有する第2特殊光を発する第2特殊光用LEDとを少なくとも含む複数の特殊光用LEDを有することが好ましい。内視鏡システムは、R-LED、G-LED、B-LEDを少なくとも点灯させて白色光を発光する通常観察モードと、第1及び第2特殊光用LEDを少なくとも点灯させて特殊光を発光する特殊観察モードを有し、観察モード毎に、輝度リニアテーブルを作成することが好ましい。

20

【0010】

本発明は、互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量を N 段階（ N は2以上の整数）の明るさステップ n （ n は1～ N のいずれかの整数）で変える制御を行うように、光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムにおいて、明るさ指示信号 n に対して、複数の照明光の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光させるために、複数の半導体光源を制御する光量リニア光用制御部と、光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得部と、明るさ指示信号 n と光量リニア光発光時画像信号に基づいて、明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成部と、光量リニア光発光時画像信号と輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付け部とを有する。

30

【0011】

前記輝度リニアテーブルを用いて、観察対象を撮像センサで撮像して得られる画像信号を、輝度リニア画像信号に変換することが好ましい。輝度リニアテーブルと内視鏡のスコープIDとを対応付けて記憶する記憶部と、内視鏡のスコープIDを読み出すID読み出し部とを有することが好ましい。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、複数の照明光の光量を N 段階の明るさステップで変えるための明るさ指示信号に応じて、RGB画像信号の信号値をリニアに変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】内視鏡システムの外觀図である。

【図2】内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

【図3】青色光B、緑色光G、赤色光Rの発光スペクトルを示すグラフである。

50

【図 4】各観察モード時における各 LED の発光条件を示す表である。

【図 5】各観察モード時の設定信号比を示す表である。

【図 6】光源制御部の機能を示すブロック図である。

【図 7】光源制御部内のメモリの記憶内容を示すブロック図である。

【図 8】光源制御信号と光量リニア用の光源制御信号との関係を示すグラフである。

【図 9】通常観察モード時に用いる明るさステップ n 用光源制御信号の設定方法を示す説明図である。

【図 10】第 1 特殊光観察モード時に用いる明るさステップ n 用光源制御信号の設定方法を示す説明図である。

【図 11】第 2 特殊光観察モード時に用いる明るさステップ n 用光源制御信号の設定方法を示す説明図である。

【図 12】第 3 特殊光観察モード時に用いる明るさステップ n 用光源制御信号の設定方法を示す説明図である。

【図 13】積分球 ST の内部構造を示す断面図である。

【図 14】カラーチャートを示す平面図である。

【図 15】通常画像処理部の機能を示すブロック図である。

【図 16】本発明のキャリブレーション方法を示すフローチャートである。

【図 17】通常観察モード用の調光テーブル、結合テーブル、輝度リニアテーブルの作成方法及びマトリックス係数の設定方法を示すフローチャートである。

【図 18】本発明のキャリブレーション方法により得られる結合テーブル等を用いて観察対象内の観察を行うフローを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 1 に示すように、内視鏡システム 10 は、内視鏡 12 と、光源装置 14 と、プロセッサ装置 16 と、モニタ 18 と、コンソール 19 とを有する。内視鏡 12 は、ユニバーサルコード 15 を介して、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、観察対象内に挿入される挿入部 12a と、挿入部 12a の基端部分に設けられた操作部 12b と、挿入部 12a の先端側に設けられる湾曲部 12c 及び先端部 12d を有している。操作部 12b のアングルノブ 12e を操作することにより、湾曲部 12c は湾曲動作する。この湾曲動作に伴って、先端部 12d が所望の方向に向けられる。

【0015】

また、操作部 12b には、アングルノブ 12e の他、モード切替 SW 13a と、ズーム操作部 13b が設けられている。モード切替 SW 13a は、通常観察モードと、特殊観察モードと、キャリブレーションモードと間の切り替え操作に用いられる。通常観察モードは、白色光などの通常光を用いて観察対象を画像化した通常画像をモニタ 18 上に表示するモードであり、特殊観察モードは、特定波長の光を用いて観察対象を画像化した特殊画像をモニタ 18 上に表示するモードであり、キャリブレーションモードは、内視鏡を光源装置 14 又はプロセッサ装置 16 に装着したときに、光源制御や信号処理等の内容を校正するためのモードである。特殊観察モードには、第 1 特殊光観察モード、第 2 特殊光観察モード、第 3 特殊光観察モードがある。ズーム操作部 13b は、ズームレンズ 51b (図 2 参照) の駆動操作に用いられ、ズームレンズ 51b をテレ側に移動させることにより、観察対象を拡大する。

【0016】

プロセッサ装置 16 は、モニタ 18 及びコンソール 19 と電氣的に接続される。モニタ 18 は、画像情報等を出力表示する。コンソール 19 は、機能設定等の入力操作を受け付ける UI (ユーザーインターフェース) として機能する。なお、プロセッサ装置 16 には、画像情報等を記録する外付けの記録部 (図示省略) を接続してもよい。

【0017】

光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 には、内視鏡 12 と異なる内視鏡 100 を装着す

10

20

30

40

50

ることが可能である。この内視鏡 100 は、内視鏡 12 の撮像センサ 51 c (図 2 参照) と分光感度が異なる撮像センサを有している。それ以外については、内視鏡 12 とほぼ同様の構成を有している。

【0018】

図 2 に示すように、光源装置 14 は、B-LED (Blue Light Emitting Diode) 20、G-LED (Green Light Emitting Diode) 21、R-LED (Red Light Emitting Diode) 22、第 1 特殊光用 LED 23、第 2 特殊光用 LED 24、第 3 特殊光用 LED 25、これら 6 個の LED 20 ~ 25 の駆動を制御する光源制御部 27、これら 6 個の LED 20 ~ 25 から発せられる光の光路を結合する光路結合部 28 を備えている。光路結合部 28 で結合された光は、挿入部 12 a 内に挿通されたライトガイド 49 及び照明レンズ 50 a を介して、観察対象に照射される。なお、LED の代わりに、LD (Laser Diode) を用いてもよい。

10

【0019】

ライトガイド 49 は内視鏡 12 及びユニバーサルコード 15 内に内蔵されており、光路結合部 28 で結合された光を内視鏡 12 の先端部 12 d まで伝搬する。なお、ライトガイド 49 としては、マルチモードファイバを使用することができる。一例として、コア径 105 μm 、クラッド径 125 μm 、外皮となる保護層を含めた径が $\phi 0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ の細径なファイバケーブルを使用することができる。

【0020】

B-LED 20 は、青色帯域において所定の波長帯域を有する青色光 B を発生する。G-LED 21 は、緑色帯域において所定の波長帯域を有する緑色光 G を発生する。R-LED 22 は、赤色帯域において所定の波長帯域を有する赤色光 R を発生する。第 1 特殊光用 LED 23 は、第 1 及び第 2 特殊光観察モード時に用いられる第 1 波長帯域の第 1 特殊光 SA を発生する。第 2 特殊光用 LED 24 は、第 1 ~ 第 3 特殊光観察モードのときに用いられる第 2 波長帯域 (第 1 波長帯域と異なる波長帯域) の第 2 特殊光 SB を発生する。第 3 特殊光用 LED 25 は、第 3 特殊光観察モード時に用いられる第 3 波長帯域 (第 1、第 2 波長帯域と異なる波長帯域) を有する第 3 特殊光 SC を発生する。

20

【0021】

なお、以上の 6 種類の光のうち、図 3 に示すように、青色光 B は中心波長 430 ~ 480 nm でやや短波長側に波長範囲を有することが好ましい。また、緑色光 G は、波長範囲が 480 ~ 600 nm に及ぶ光であって、且つ正規分布に近い光であることが好ましい。赤色光 R は、中心波長 620 ~ 630 nm、波長範囲が 600 ~ 650 nm に及ぶ光であることが好ましい。

30

【0022】

各 LED 20 ~ 25 と光源制御部 27 との間には、D/A 20 a ~ 25 a が設けられており、各 D/A 20 a ~ 25 a は、光源制御部 27 からのデジタルの光源制御信号をアナログの光源制御信号に変換する。この変換されたアナログの光源制御信号に基づいて、各 LED 20 ~ 25 の発光条件が制御される。なお、発光条件としては、各 LED 20 ~ 25 の発光強度、照射時間が含まれる。

【0023】

光源制御部 27 は、各 LED 20 ~ 25 に光源制御信号を送信して各 LED 20 ~ 25 の発光を制御するとともに、プロセッサ装置の明るさ指示信号生成部 59 からの明るさ指示信号を受信して、各 LED 20 ~ 25 の光量が N 段階の明るさステップ n で変わるように、各 LED 20 ~ 25 の発光を制御する。ここで、光源制御信号 m は M ビットのデジタル信号で構成され、明るさ指示信号 n は N ビットのデジタル信号で構成される。なお、M は 2 以上、且つ N 以上の整数で、m は 1 ~ M のいずれかの整数である。また、N は 2 以上の整数で、n は 1 ~ N のいずれかの整数である。

40

【0024】

光源制御部 27 は、図 4 に示すように、観察モード毎に異なる発光条件で、各 LED 20 ~ 25 の制御を行う。また、図 5 に示すように、観察モード毎に定めた発光条件で各 LED 20 ~ 25 を駆動して積分球 ST 内の白色被写体部 WST (図 13 参照) を照明し、その白色

50

被写体部WST（同図参照）を撮像センサ51cで撮像したときに得られるRGB画像信号間の信号比は、予め設定信号比として定められている。

【0025】

通常観察モード時には、B-LED20、G-LED21、R-LED22、第1特殊光用LED23、第2特殊光用LED24を点灯する。これら4つのLED21～24を駆動して発せられる光を積分球ST内の白色被写体部WSTに照射し、その白色被写体部WSTを撮像して得られるRGB画像信号間の信号比については設定信号比 $r_1 : g_1 : b_1$ に設定される。

【0026】

第1特殊光観察モード時には、G-LED21、第1特殊光用LED23、第2特殊光用LED24を点灯する。これら3つのLED21、23、24を駆動して発せられる光を積分球ST内の白色被写体部WSTに照射し、その白色被写体部WSTを撮像して得られるG画像信号、B画像信号間の信号比については設定信号比 $g_2 : b_2$ に設定される。

10

【0027】

第2特殊光観察モード時には、G-LED21、R-LED22、第1特殊光用LED23、第2特殊光用LED24を点灯する。これら4つのLED21～24を駆動して発せられる光を積分球ST内の白色被写体部WSTに照射し、その白色被写体部WSTを撮像して得られるRGB画像信号間の信号比については設定信号比 $r_3 : g_3 : b_3$ に設定される。

【0028】

第3特殊光観察モード時には、第2特殊光用LED24、第3特殊光用LED25を点灯する。これら2つのLED24、25を駆動して発せられる光を積分球ST内の白色被写体部WSTに照射し、その白色被写体部WSTを撮像して得られるG画像信号、B画像信号間の信号比については設定信号比 $g_4 : b_4$ に設定される。

20

【0029】

光源制御部27は、図6に示すように、通常観察モード及び特殊観察モード時に使用される観察モード用回路29と、キャリブレーションモード時に使用されるキャリブレーション用回路30と、メモリ31を備えている。観察モード用回路29は、B-LED20に接続されるB-LUT（Look Up Table）32と、G-LED21に接続されるG-LUT33と、R-LED22に接続されるR-LUT34と、第1特殊光用LED23に接続される第1特殊光用LUT35と、第2特殊光用LED24に接続される第2特殊光用LUT36と、第3特殊光用LED25に接続される第3特殊光用LUT37とを備えている。

30

【0030】

各LUT32～37は、各LED20～25の光源制御に用いる調光テーブルと、各LED20～25の波長変動（LEDの光のピーク波長が長波長側又は短波長側にずれる現象）の補正に用いる制御信号補正テーブルとの2種類のテーブルを結合した結合テーブルを格納している。この結合テーブルは、観察モード毎に、図7に示すメモリ31から順次読み出される。

【0031】

通常観察モード時には、通常観察用のB1調光テーブル32a、G1調光テーブル33a、R1調光テーブル34a、SA1調光テーブル35a、SB1調光テーブル36aと、B制御信号補正テーブル39、G制御信号補正テーブル40、R制御信号補正テーブル41、SA制御信号補正テーブル42、SB制御信号補正テーブル43を組み合わせた結合テーブルTB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1が読み出される。これら結合テーブルTB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1は、それぞれB-LUT32、G-LUT33、R-LUT34、第1特殊光用LUT35、第2特殊光用LUT36に格納される。

40

【0032】

B1調光テーブル32aは、明るさ指示信号nとこの明るさ指示信号nのときにB-LED20に加える光源制御信号との関係を記憶している。G1調光テーブル、R1調光テーブル、SA1調光テーブル、SB1調光テーブル33a～36aについても、B1調光テーブル32aと同様に、明るさ指示信号nと各LED21～24に加える光源制御信号との関係を

50

記憶している。

【 0 0 3 3 】

各調光テーブル 3 2 a ~ 3 6 a では、各 L E D 2 0 ~ 2 4 を駆動して発せられる光で積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射し、その白色被写体部 WST を撮像して得られる R G B 画像信号間の信号比が、どのような明るさ指示信号 n に対しても設定信号比 $r_1 : g_1 : b_1$ を維持するように、各 L E D 2 0 ~ 2 4 の光源制御信号と明るさ指示信号 n との関係を記憶している。したがって、これら調光テーブル 3 2 a ~ 3 6 a に基づいて各 L E D 2 0 ~ 2 4 を発光制御し、各 L E D 2 0 ~ 2 4 で発光した光に基づいて観察対象の撮像を行った場合、どのような明るさ指示信号 n であっても、観察対象の白色部分を画像中で白色で表示することができる（即ち、どのような明るさ指示信号であっても、ホワイトバランスを維持している）。なお、通常観察モードでは、R G B 画像信号をモニタの R G B 映像チャンネルに割り当てるので、観察対象の白色部分は画像中において白色で表示される。

10

【 0 0 3 4 】

B 制御信号補正テーブル 3 9、G 制御信号補正テーブル 4 0、R 制御信号補正テーブル 4 1、S A 制御信号補正テーブル 4 2、S B 制御信号補正テーブル 4 3 は、光源制御信号と、この光源制御信号に対して、各 L E D 2 0 ~ 2 4 の光量をリニアに増減させるための光量リニア用の光源制御信号とを関連付けて記憶している。B 制御信号補正テーブル 3 9 では、図 8 に示すように、光源制御信号が一定値 P^* 以下の場合の関係と、光源制御信号が一定値 P^* を超える場合の関係とが異なっている。

【 0 0 3 5 】

20

この図 8 のような関係に設定しているのは、以下の理由からである。光源制御信号が一定値 P^* 以下の場合、即ち、各 L E D 2 0 の発光強度が小さい場合には、各 L E D 2 0 に波長変動が生じないため、各 L E D 2 0 の光量はリニアに増減する。一方、光源制御信号が一定値 P^* を超える場合、即ち、各 L E D 2 0 の発光強度が大きい場合には、各 L E D 2 0 に波長変動が生じるため、各 L E D 2 0 の光量はリニアに増減しなくなる。そこで、光源制御信号が一定値 P^* を超える場合には、光源制御信号と光量リニア用の光源制御信号の関係について、光源制御信号が一定値 P^* 以下の場合と異ならせることで、各 L E D 2 0 の光量がリニアに増減するようにしている。なお、制御信号補正テーブル 4 0 ~ 4 3 についても、制御信号補正テーブル 3 9 と同様に、図 8 に示すような関係を有している。

30

【 0 0 3 6 】

そして、通常観察モード時には、各 L U T 3 2 ~ 3 6 に明るさ指示信号 n が入力されると、調光テーブル 3 2 a ~ 3 6 a を参照して、入力された明るさ指示信号 n に対応する光源制御信号 n が選択される。そして、制御信号補正テーブル 3 9 ~ 4 3 を参照して、選択された光源制御信号 n に対応する光量リニア用の光源制御信号 n が選択される。この光量リニア用の光源制御信号 n に基づいて、各 L E D 2 0 ~ 2 4 から青色光 B、緑色光 G、赤色光 R、第 1 特殊光 S A、第 2 特殊光 S B が発光される。

【 0 0 3 7 】

なお、L U T 3 2 ~ 3 6 には、調光テーブル 3 2 a ~ 3 6 a と制御信号補正テーブル 3 9 ~ 4 3 を組み合わせた結合テーブル T B 1、T G 1、T R 1、T S A 1、T S B 1 が格納されているため、実際には、明るさ指示信号 n の入力に対して光量リニア用の光源制御信号 n がダイレクトに出力される。

40

【 0 0 3 8 】

第 1 特殊光観察モード時には、第 1 特殊光観察モード用の G 2 調光テーブル 3 3 b、S A 2 調光テーブル 3 5 b、S B 2 調光テーブル 3 6 b と、G 制御信号補正テーブル 4 0、S A 制御信号補正テーブル 4 2、S B 制御信号補正テーブル 4 3 とを組み合わせた結合テーブル T G 2、T S A 2、T S B 2 がメモリ 3 1 から読み出される。これら結合テーブル T G 2、T S A 2、T S B 2 は、それぞれ G - L U T 3 3、第 1 特殊光用 L U T 3 5、第 2 特殊光用 L U T 3 6 に格納される。

【 0 0 3 9 】

50

G2 調光テーブル 33b は、明るさ指示信号 n とこの明るさ指示信号 n のときに G-LED 21 に加える光源制御信号との関係を記憶している。SA2 調光テーブル 35b、SB2 調光テーブル 36b についても、G2 調光テーブル 33b と同様に、明るさ指示信号 n と各 LED 23、24 に加える光源制御信号との関係を記憶している。一方、制御信号補正テーブル 40、42、43 は、通常観察モード時に LUT 33、35、36 に格納されるテーブルと同様である。

【0040】

各調光テーブル 33b、35b、36b では、各 LED 21、23、24 を駆動して発せられる光で積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射し、その白色被写体部 WST を撮像して得られる RGB 画像信号間の信号比が、どのような明るさ指示信号 n に対しても設定信号比 $g2 : b2$ を維持するように、各 LED 21、23、24 の光源制御信号と明るさ指示信号 n との関係を記憶している。したがって、これら調光テーブル 33b、35b、36b に基づいて各 LED 21、23、24 を発光制御し、各 LED 21、23、24 で発光した光に基づいて観察対象の撮像を行った場合、どのような明るさ指示信号 n であっても、観察対象の白色部分を画像中において所定の基準色で表示することができる（即ち、どのような明るさ指示信号 n であっても、カラーバランスを維持している）。なお、第 1 特殊光観察モードでは、B 画像信号と G 画像信号に基づいて疑似カラーで画像表示するので、観察対象の白色部分は画像中で所定の基準色で表示される。

【0041】

第 2 特殊光観察モード時には、第 2 特殊光観察モード用の G3 調光テーブル 33c、R3 調光テーブル 34c、SA3 調光テーブル 35c、SB3 調光テーブル 36c と、制御 G 制御信号補正テーブル 40、R 制御信号補正テーブル 41、SA 制御信号補正テーブル 42、SB 制御信号補正テーブル 43 とを組み合わせた結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 がメモリ 31 から読み出される。これら結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 は、それぞれ G-LUT 33、R-LUT 34、第 1 特殊光用 LUT 35、第 2 特殊光用 LUT 36 に格納される。

【0042】

G3 調光テーブル 33c は、明るさ指示信号 n とこの明るさ指示信号 n のときに G-LED 21 に加える光源制御信号との関係を記憶している。R3 調光テーブル 34c、SA3 調光テーブル 35c、SB3 調光テーブル 36c についても、G3 調光テーブル 33c と同様に、明るさ指示信号 n と各 LED 22 ~ 24 に加える光源制御信号との関係を記憶している。一方、制御信号補正テーブル 40、41、42、43 は、通常観察モード時に LUT 33、34、35、36 に格納されるテーブルと同様である。

【0043】

各調光テーブル 33c ~ 36c では、各 LED 21 ~ 24 を駆動して発せられる光で積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射し、その白色被写体部 WST を撮像して得られる RGB 画像信号間の信号比が、どのような明るさ指示信号 n に対しても設定信号比 $r3 : g3 : b3$ を維持するように、各 LED 21 ~ 24 の光源制御信号と明るさ指示信号 n との関係を記憶している。したがって、これら調光テーブル 33c ~ 36c に基づいて各 LED 21 ~ 24 を発光制御し、各 LED 21 ~ 24 で発光した光に基づいて観察対象の撮像を行った場合、どのような明るさ指示信号 n であっても、観察対象の白色部分を画像中において所定の基準色で表示することができる（即ち、どのような明るさ指示信号 n であっても、カラーバランスを維持している）。なお、第 2 特殊光観察モードでは、RGB 画像信号に基づいて疑似カラーで画像表示するので、観察対象の白色部分は画像中で所定の基準色で表示される。

【0044】

第 3 特殊光観察モード時には、第 3 特殊光観察モード用の SB4 調光テーブル 36d、SC4 調光テーブル 37d と、SB 制御信号補正テーブル 43、SC 制御信号補正テーブル 44 とを組み合わせた結合テーブル TSB4、TSC4 がメモリ 31 から読み出される。これら結合テーブル TSB4、TSC4 は、それぞれ第 2 特殊光用 LUT 36、第 3 特

殊光用 L U T 3 7 に格納される。

【 0 0 4 5 】

SB 4 調光テーブル 3 6 d は、明るさ指示信号 n とこの明るさ指示信号 n のときに第 2 特殊光用 LED 2 4 に加える光源制御信号との関係を記憶している。SC 4 調光テーブル 3 7 d についても、SB 4 調光テーブル 3 6 d と同様に、明るさ指示信号 n と第 3 特殊光用 LED 2 5 に加える光源制御信号との関係を記憶している。

【 0 0 4 6 】

各調光テーブル 3 6 d、3 7 d では、各 L E D 2 4、2 5 を駆動して発せられる光で積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射し、その白色被写体部 WST を撮像して得られる R G B 画像信号間の信号比が、どのような明るさ指示信号 n に対しても設定信号比 $g_4 : b_4$ を維持するように、各 L E D 2 4、2 5 の光源制御信号と明るさ指示信号 n との関係を記憶している。したがって、これら調光テーブル 3 6 d、3 7 d に基づいて各 L E D 2 4、2 5 を発光制御し、各 L E D 2 4、2 5 で発光した光に基づいて観察対象の撮像を行った場合、どのような明るさ指示信号 n であっても、観察対象の白色部分を画像中において所定の基準色で表示することができる（即ち、どのような明るさ指示信号であっても、カラーバランスを維持している）。なお、第 3 特殊光観察モードでは、B 画像信号と G 画像信号に基づいて疑似カラーで画像表示するので、観察対象の白色部分は画像中で所定の基準色で表示される。

【 0 0 4 7 】

一方、制御信号補正テーブル 4 3 は、通常観察モード時に L U T 3 6 に格納されるテーブルと同様である。制御信号補正テーブル 4 4 についても、制御信号補正テーブル 3 9 ~ 4 3 と同様であり、光源制御信号が一定値 P^* 以下の場合における光源制御信号と光量リニア用の光源制御信号との関係と、光源制御信号が一定値 P^* を超える場合における光源制御信号と光量リニア用の光源制御信号との関係とが異なっている。

【 0 0 4 8 】

図 6 に示すように、キャリブレーション用回路 3 0 は、キャリブレーション部 4 5、調光テーブル作成部 4 6、光量リニア光用制御部 4 7、カラーチャート相当色光用制御部 4 8 を備えている。キャリブレーション部 4 5 は、キャリブレーション発光制御部 4 5 a と、特定光源制御信号設定部 4 5 b とを有している。

【 0 0 4 9 】

キャリブレーション部 4 5 は、観察モード毎に定められたキャリブレーションシーケンスに従って処理を行う。通常観察モード用のキャリブレーションシーケンスでは、キャリブレーション発光制御部 4 5 a を制御して B-LED 2 0、G-LED 2 1、R-LED 2 2、第 1 特殊光用 L E D 2 3、第 2 特殊光用 L E D 2 4 の 5 つの L E D を同時点灯させ、各 L E D から発せられる青色光、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光を積分球 S T に照射する。これら 5 色の光で照射された積分球 S T は撮像センサ 5 1 c で撮像され、この撮像により撮像センサ 5 1 c から R G B 画像信号が出力される。

【 0 0 5 0 】

そして、各 L E D 2 0 ~ 2 4 に加える光源制御信号 $V_B[m]$ 、 $V_G[m]$ 、 $V_R[m]$ 、 $V_{SA}[m]$ 、 $V_{SB}[m]$ を「 $M/2$ （最大ビット数の半分）」と「 M （最大ビット数）」との間で、ビット数を変化させて、各 L E D から発せられる青色光、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光の発光強度及び時間を変化させる。撮像センサ 5 1 c は、光源制御信号のビット数の変化毎に、積分球 S T の撮像を行って R G B 画像信号を出力する。なお、「 $M/2$ （最大ビット数の半分）」からビット数を変化させるのではなく、それ以外、例えば「0」からビット数を変化させてもよい。

【 0 0 5 1 】

特定光源制御信号設定部 4 5 b は、撮像センサ 5 1 c から出力される R G B 画像信号間の信号比が、通常観察モード用の設定信号比 $r_1 : g_1 : b_1$ に一致するか否かを判定する。設定信号比 $r_1 : g_1 : b_1$ に一致した場合には、その時に L E D 2 0 ~ 2 4 に加えた光源制御信号 V_{B1}^* 、 V_{G1}^* 、 V_{R1}^* 、 V_{SA1}^* 、 V_{SB1}^* を特定光源制御信号

10

20

30

40

50

として設定する。一方、通常観察モード用の設定信号比 $r_1 : g_1 : b_1$ に一致しない場合には、その時に $LED_{20} \sim LED_{24}$ に加えた光源制御信号を特定光源制御信号としない。

【0052】

第1特殊光観察モード用のキャリブレーションシーケンスでは、キャリブレーション発光制御部45aを制御してG-LED21、第1特殊光用LED23、第2特殊光用LED24の3つのLEDを同時点灯させ、各LEDから発せられる緑色光、第1特殊光、第2特殊光を積分球STに照射する。これら3色の光で照射された積分球STは撮像センサ51cで撮像され、この撮像により撮像センサ51cからRGB画像信号が出力される。そして、上記通常観察モード用のキャリブレーションシーケンスと同様、各LED21、23、24に加える光源制御信号 $V_{G[m]}$ 、 $V_{SA[m]}$ 、 $V_{SB[m]}$ のビット数を変化させながら、撮像センサ51cで積分球STの撮像を行う。

10

【0053】

特定光源制御信号設定部45bは、撮像センサ51cから出力されるRGB画像信号のうちB画像信号とG画像信号間の信号比が、第1特殊光観察モード用の設定信号比 $b_2 : g_2$ に一致するか否かを判定する。設定信号比 $b_2 : g_2$ に一致した場合には、その時にLED21、23、24に加えた光源制御信号 V_{G2^*} 、 V_{SA2^*} 、 V_{SB2^*} を特定光源制御信号として設定する。一方、第1特殊光観察モード用の設定信号比 $g_2 : b_2$ に一致しない場合には、その時にLED21、23、24に加えた光源制御信号を特定光源制御信号としない。

【0054】

20

第2特殊光観察モード用のキャリブレーションシーケンスでは、キャリブレーション発光制御部45aを制御してG-LED21、R-LED22、第1特殊光用LED23、第2特殊光用LED24の4つのLEDを同時点灯させ、各LEDから発せられる緑色光、赤色光、第1特殊光、第2特殊光を積分球STに照射する。これら4色の光で照射された積分球STは撮像センサ51cで撮像され、この撮像により撮像センサ51cからRGB画像信号が出力される。そして、上記通常観察モード用のキャリブレーションシーケンスと同様、各LED21~24に加える光源制御信号 $V_{G[m]}$ 、 $V_{R[m]}$ 、 $V_{SA[m]}$ 、 $V_{SB[m]}$ のビット数を変化させながら、撮像センサ51cで積分球STの撮像を行う。

【0055】

特定光源制御信号設定部45bは、撮像センサ51cから出力されるRGB画像信号間の信号比が、第2特殊光観察モード用の設定信号比 $r_3 : g_3 : b_3$ に一致するか否かを判定する。設定信号比 $r_3 : g_3 : b_3$ に一致した場合には、その時にLED21~24に加えた光源制御信号 V_{G3^*} 、 V_{R3^*} 、 V_{SA3^*} 、 V_{SB3^*} を特定光源制御信号として設定する。一方、第2特殊光観察モード用の設定信号比 $r_3 : g_3 : b_3$ に一致しない場合には、その時にLED21~24に加えた光源制御信号を特定光源制御信号としない。

30

【0056】

第3特殊光観察モード用のキャリブレーションシーケンスでは、キャリブレーション発光制御部45aを制御して第2特殊光用LED24、第3特殊光用LED25の2つのLEDを同時点灯させ、各LEDから発せられる第2特殊光、第3特殊光を積分球STに照射する。これら2色の光で照射された積分球STは撮像センサ51cで撮像され、この撮像により撮像センサ51cからRGB画像信号が出力される。そして、上記通常観察モード用のキャリブレーションシーケンスと同様、各LED24、25に加える光源制御信号 $V_{SB[m]}$ 、 $V_{SC[m]}$ のビット数を変化させながら、撮像センサ51cで積分球STの撮像を行う。

40

【0057】

特定光源制御信号設定部45bは、撮像センサ51cから出力されるRGB画像信号のうちB画像信号とG画像信号間の信号比が、第3特殊光観察モード用の設定信号比 $b_4 : g_4$ に一致するか否かを判定する。設定信号比 $b_4 : g_4$ に一致した場合には、その時にLED24、25に加えた光源制御信号 V_{SB4^*} 、 V_{SC4^*} を特定光源制御信号として

50

設定する。一方、第3特殊光観察モード用の設定信号比 $g4 : b4$ に一致しない場合には、その時に $LED24$ 、 25 に加えた光源制御信号を特定光源制御信号としない。

【0058】

調光テーブル作成部46は、基準光源制御信号設定部46aと、制御信号比算出部46bと、明るさステップn用光源制御信号設定部46cと、調光テーブル作成用対応付け部46dとを有している。調光テーブル作成部46は、観察モード毎に定められたテーブル作成シーケンスに従って処理を行う。通常観察モード用のテーブル作成シーケンスでは、まず、基準光源制御信号設定部46aで、特定光源制御信号 $VB1^*$ 、 $VG1^*$ 、 $VR1^*$ 、 $VSA1^*$ 、 $VS B1^*$ のビット数をそれぞれ比較して、一番大きいものを特定する。ここで、特定光源制御信号 $VB1^*$ が一番大きいとすると、B-LED20の光源制御信号 $VB[m]$ を基準光源制御信号として設定する。次に、制御信号比算出部46bで、特定光源制御信号 $VB1^*$ と特定光源制御信号 $VG1^*$ 、 $VR1^*$ 間の制御信号比 $VG1^*/VB1^*$ 、 $VR1^*/VB1^*$ を求める。

10

【0059】

次に、明るさステップn用光源制御信号設定部46cで、基準光源制御信号であるB-LED20の光源制御信号 $VB[m]$ の最大ビット数 VB_{max} を N 分割して、B-LED20の明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ を設定する ($VB1[n] = n \times VB_{max} / (N - 1)$)。次に、図9に示すように、明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ に、制御信号比 $VR1^*/VB1^*$ を乗算して、R-LED22の明るさステップn用光源制御信号 $VR1[n]$ を求める。また、明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ に、制御信号比 $VG1^*/VB1^*$ を乗算して、G-LED21の明るさステップn用光源制御信号 $VG1[n]$ を求める。

20

【0060】

また、明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ に $W1$ ($0 \sim 100\%$ の間の数) を乗算して、第1特殊光用LED23の明るさステップn用光源制御信号 $VSA1[n]$ を求める。また、明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ に $W2$ ($0 \sim 100\%$ の間の数) を乗算して、第2特殊光用LED24の明るさステップn用光源制御信号 $VS B1[n]$ を求める。

【0061】

調光テーブル作成用対応付け部46dは、明るさステップn用光源制御信号設定部46cで設定した明るさステップn用光源制御信号 $VB1[n]$ と、明るさ指示信号nとを対応付けて、B1調光テーブルを作成する。このB1調光テーブルと同様にして、明るさステップn用光源制御信号 $VG1[n]$ 、 $VR1[n]$ 、 $VSA1[n]$ 、 $VS B1[n]$ と、明るさ指示信号nとをそれぞれ対応付けることにより、G1調光テーブル、R1調光テーブル、SA1調光テーブル、SB1調光テーブルを作成する。これら5つの調光テーブルに基づいて各LED20～24の光量制御を行った場合には、どのような明るさ指示信号nに対しても、ホワイトバランスを最適に保つことができる。

30

【0062】

第1特殊光観察モード用のテーブル作成シーケンスは、まず、基準光源制御信号設定部46aで、特定光源制御信号 $VG2^*$ 、 $VSA2^*$ 、 $VS B2^*$ のビット数をそれぞれ比較して、一番大きいものを特定する。ここで、特定光源制御信号 $VSA2^*$ が一番大きいとすると、第1特殊光用LED23の光源制御信号 $VSA[m]$ を基準光源制御信号として設定する。次に、制御信号比算出部46bで、特定光源制御信号 $VSA2^*$ と特定光源制御信号 $VG2^*$ の制御信号比 $VG2^*/VSA2^*$ を求める。

40

【0063】

次に、明るさステップn用光源制御信号設定部46cで、基準光源制御信号である第1特殊光用LED23の光源制御信号 $VSA[m]$ の最大ビット数 VSA_{max} を N 分割して、第1特殊光用LED23の明るさステップn用光源制御信号 $VSA2[n]$ を設定する ($VSA2[n] = n \times VSA_{max} / (N - 1)$)。次に、図10に示すように、明るさステップn用光源制御信号 $VSA2[n]$ に、制御信号比 $VG2^*/VSA2^*$ を乗算して

50

、G-LED 2 1 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V G 2 [n]$ を求める。また、明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 2 [n]$ に $T 1$ ($0 \sim 100\%$ の間の数) を乗算して、第 2 特殊光用 L E D 2 4 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S B 2 [n]$ を求める。

【 0 0 6 4 】

調光テーブル作成用対応付け部 4 6 d は、明るさステップ n 用光源制御信号設定部 4 6 c で設定した明るさステップ n 用光源制御信号 $V G 2 [n]$ と、明るさ指示信号 n とを対応付けて、G 2 調光テーブルを作成する。この G 2 調光テーブルと同様に、明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 2 [n]$ 、 $V S B 2 [n]$ と、明るさ指示信号 n とをそれぞれ対応付けることにより、S A 2 調光テーブル、S B 2 調光テーブルを作成する。これら 3 つの調光テーブルに基づいて各 L E D 2 1、2 3、2 4 の光量制御を行った場合には、どのような明るさ指示信号 n に対しても、カラーバランスを最適に保つことができる。

10

【 0 0 6 5 】

第 2 特殊光観察モード用のテーブル作成シーケンスは、まず、基準光源制御信号設定部 4 6 a で、特定光源制御信号 $V G 3^*$ 、 $V R 3^*$ 、 $V S A 3^*$ 、 $V S B 3^*$ のビット数をそれぞれ比較して、一番大きいものを特定する。ここで、特定光源制御信号 $V S A 3^*$ が一番大きいとすると、第 1 特殊光用 L E D 2 3 の光源制御信号 $V S A [m]$ を基準光源制御信号として設定する。また、制御信号比算出部 4 6 b で、特定光源制御信号 $V S A 3^*$ と特定光源制御信号 $V G 3^*$ 、 $V R 3^*$ 間の制御信号比 $V G 3^* / V S A 3^*$ 、 $V R 3^* / V S A 3^*$ を求める。

【 0 0 6 6 】

20

次に、明るさステップ n 用光源制御信号設定部 4 6 c で、基準光源制御信号である第 1 特殊光用 L E D 2 3 の光源制御信号 $V S A [m]$ の最大ビット数 $V S A_{max}$ を N 分割して、第 1 特殊光用 L E D 2 3 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 3 [n]$ を設定する ($V S A 3 [n] = n \times V S A_{max} / (N - 1)$)。次に、図 1 1 に示すように、明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 3 [n]$ に、制御信号比 $V R 3^* / V S A 3^*$ を乗算して、R-LED 2 2 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V R 3 [n]$ を求める。また、明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 3 [n]$ に、制御信号比 $V G 3^* / V S A 3^*$ を乗算して、G-LED 2 1 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V G 3 [n]$ を求める。また、明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 3 [n]$ に $T 2$ ($0 \sim 100\%$ の間の数) を乗算して、第 2 特殊光用 L E D 2 4 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S B 3 [n]$ を求める。

30

【 0 0 6 7 】

調光テーブル作成用対応付け部 4 6 d は、明るさステップ n 用光源制御信号設定部 4 6 c で設定した明るさステップ n 用光源制御信号 $V G 3 [n]$ と、明るさ指示信号 n とを対応付けて、G 3 調光テーブルを作成する。この G 3 調光テーブルと同様に、明るさステップ n 用光源制御信号 $V R 3 [n]$ 、 $V S A 3 [n]$ 、 $V S B 3 [n]$ と、明るさ指示信号 n とをそれぞれ対応付けることにより、R 3 調光テーブル、S A 3 調光テーブル、S B 3 調光テーブルを作成する。これら 4 つの調光テーブルに基づいて各 L E D 2 1 ~ 2 4 の光量制御を行った場合には、どのような明るさ指示信号 n に対しても、カラーバランスを最適に保つことができる。

【 0 0 6 8 】

40

第 3 特殊光観察モード用のテーブル作成シーケンスは、まず、基準光源制御信号設定部 4 6 a で、特定光源制御信号 $V S B 4^*$ 、 $V S C 4^*$ のビット数をそれぞれ比較して、一番大きいものを特定する。ここで、特定光源制御信号 $V S C 4^*$ のほうが大きいとすると、第 3 特殊光用 L E D 2 5 の光源制御信号 $V S C [m]$ を基準光源制御信号として設定する。また、制御信号比算出部 4 6 b で、基準光源制御信号 $V S C 4^*$ と特定光源制御信号 $V S B 4^*$ 間の制御信号比 $V S B 4^* / V S C 4^*$ を求める。

【 0 0 6 9 】

次に、明るさステップ n 用光源制御信号設定部 4 6 c で、基準光源制御信号である第 3 特殊光用 L E D 2 5 の光源制御信号 $V S C [m]$ の最大ビット数 $V S C_{max}$ を N 分割して、第 3 特殊光用 L E D 2 3 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S C 4 [n]$ を設定する

50

($VSC4[n] = n \times VSCmax / (N - 1)$)。次に、図 12 に示すように、明るさステップ n 用光源制御信号 $VSA4[n]$ に、制御信号比 $VS B 4^* / VSC 4^*$ を乗算して、第 2 特殊光用 LED 24 の明るさステップ n 用光源制御信号 $VS B 4[n]$ を求める。

【0070】

調光テーブル作成用対応付け部 46d は、明るさステップ n 用光源制御信号設定部 46c で設定した明るさステップ n 用光源制御信号 $VS B 4[n]$ と、明るさ指示信号 n とを対応付けて、SB4 調光テーブルを作成する。この SB4 調光テーブルと同様にして、明るさステップ n 用光源制御信号 $VSC 4[n]$ と、明るさ指示信号 n とを対応付けることにより、SC4 調光テーブルを作成する。これら 2 つの調光テーブルに基づいて各 LED 24、25 の光量制御を行った場合には、どのような明るさ指示信号 n に対しても、カラーバランスを最適に保つことができる。

10

【0071】

光量リニア光用制御部 47 は、各観察モード時に用いる調光テーブルと制御信号補正テーブルとを結合させた結合テーブルに基づいて、各 LED 20 ~ 25 の発光を制御して、明るさ指示信号 n に対して光量がリニアに変化する光量リニア光を発光する。この光量リニア光用制御部 47 では、明るさ指示信号 n を最少ビットの「1」から最大ビットの「N」まで 1 ビットずつ増加させるとともに、この明るさ指示信号 n のビット数を増加させる毎に、結合テーブルを参照して、明るさ指示信号 n に対応する光源制御信号で各 LED 20 ~ 25 を駆動させる。これにより、ホワイトバランス又はカラーバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する光量リニア光が発光される。なお、明るさ指示信号 n のビット数を増加して光量を変化させる毎に、撮像センサ 51c による積分球内の撮像を行うとともに、明るさ指示信号 n をプロセッサ装置内の輝度リニアテーブル作成部 61 に送信する。

20

【0072】

通常観察モード時に用いる結合テーブル TB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1 に基づいて LED 20 ~ 24 を駆動した場合には、青色光、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光が混色した第 1 光量リニア光が発光される。この第 1 光量リニア光は、明るさ指示信号 n の変化に合わせて、ホワイトバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する。第 1 特殊光観察モード時に用いる結合テーブル TG2、TSA2、TSB2 に基づいて LED 21、23、24 を駆動した場合には、緑色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光が混色した第 2 光量リニア光が発光される。この第 2 光量リニア光は、明るさ指示信号 n の変化に合わせて、カラーバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する。

30

【0073】

第 3 特殊光観察モード時に用いる結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 に基づいて LED 21 ~ 24 を駆動した場合には、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光が混色した第 3 光量リニア光が発光される。この第 3 光量リニア光は、明るさ指示信号 n の変化に合わせて、カラーバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する。第 4 特殊光観察モード時に用いる結合テーブル TSB4、TSC4 に基づいて LED 24、25 を駆動した場合には、第 2 特殊光、第 3 特殊光が混色した第 4 光量リニア光が発光される。この第 4 光量リニア光は、明るさ指示信号 n の変化に合わせて、カラーバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する。

40

【0074】

カラーチャート相当色光用制御部 48 は、青色光、緑色光、赤色光、第 1 照明光、第 2 照明光、第 3 照明光のうち各観察モードで使う照明光を所定の光量比で発光するように各 LED 20 ~ 25 を制御することにより、カラーチャートの色に相当する色の光（カラーチャート相当色光）を生成する。カラーチャート相当色光は、図 13 に示すように、積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射される。白色被写体部 WST のうちカラーチャート相当色光で照明された部分は、カラーチャートに相当する色で照明される。

【0075】

50

カラーチャート相当色光で照明された白色被写体部WSTは撮像センサ51cで撮像され、撮像により得られた画像信号と目標の画像信号に基づいて、内視鏡画像の色を目標色に合わせるための色補正処理の条件を設定する。本実施形態では、色補正処理の一つであるマトリックス演算のマトリックス係数を設定する。以上から、カラーチャートを使用しなくとも、白色被写体部WSTのような白色の基準被写体だけで、色補正処理の条件を設定（マトリックス係数の設定）することが可能となる。

【0076】

カラーチャート相当色光用制御部48では、複数のカラーチャート相当色光を発光することが可能であり、各カラーチャート相当色光と、各LED20～25の光量比の関係は、観察モード毎に、光量比テーブル48aに予め記憶されている。この各カラーチャート相当色光と、各LED20～25の光量比との関係は、以下のようにして定められる。通常観察モード用のカラーチャート相当色光の場合であれば、上記のように作成した結合テーブルTB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1に基づいて、所定の明るさステップnの光量で青色光、緑色光、赤色光、第1特殊光、第2特殊光を発光する。この発光した5色の光は、結合テーブルTB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1に基づいて生成される光であるため、ホワイトバランスが維持されている。そして、発光した5色の光を、図14に示すカラーチャートに照射し、代表的な分光感度特性（平均的な分光感度特性）を持つ撮像センサ51cを備える内視鏡12で撮像を行う。これにより、Rc画像信号、Gc画像信号、Bc画像信号を得る。

【0077】

次に、カラーチャート撮像時に得られるRc画像信号、Gc画像信号、Bc画像信号から、カラーチャート相当色光を生成するために必要なLED20～24の光量比を算出する。各LED20～24の分光放射特性と撮像センサ51cの分光感度は既知であるので、青色光、緑色光、赤色光、第1特殊光、第2特殊光を所定光量比で白色被写体部WSTを撮像したときに得られるRGB画像信号についても既知となっている。したがって、各LED20～24間の光量比と、この光量比で白色被写体部WSTを撮像したときに得られるRGB画像信号との関係を示す光量比 - 画像信号間テーブルを作成することが可能である。この光量比 - 画像信号間テーブルを参照して、カラーチャート撮像時に得られるRc画像信号、Gc画像信号、Bc画像信号に対応する光量比を求める。この求めた光量比が、カラーチャート相当色光を生成するために必要なLED20～24の光量比となる。

【0078】

なお、第1特殊光観察モード用のカラーチャート相当色光とLED21、23、24の光量比との関係、第2特殊光観察モード用のカラーチャート相当色光とLED20～24の光量比との関係、第3特殊光観察モード用のカラーチャート相当色光とLED24、25との関係についても、上記通常観察モード用のカラーチャート相当色光と同様に、定めることができる。

【0079】

図2に示すように、内視鏡12の先端部12dは照明光学系50と撮像光学系51を有している。照明光学系50は照明レンズ50aを有しており、この照明レンズ50aを介して、ライトガイド49からの光が観察対象に照射される。撮像光学系51は、撮像レンズ51a、ズームレンズ51b、撮像センサ51cを有している。観察対象からの反射光は、撮像レンズ51a及びズームレンズ51bを介して、撮像センサ51cに入射する。これにより、撮像センサ51cに観察対象の反射像が結像される。

【0080】

撮像センサ51cはカラーの撮像素子であり、観察対象の反射像を撮像して画像信号を出力する。この撮像センサ51cは、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサやCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)イメージセンサ等であることが好ましい。本発明で用いられるイメージセンサは、R(赤)、G(緑)及びB(青)の3色の画像信号を得るためのカラーイメージセンサ、即ち、撮像面にRGBフィルタを備えた、いわゆるRGBイメージセンサである。ここで、Rフィルタが設けられた画素をR画素とし、Gフィルタが設けられた画素をG画素とし、Bフィルタが設けられた画素をB画素とする

10

20

30

40

50

。

【 0 0 8 1 】

なお、撮像センサ 5 1 c としては、RGBイメージセンサの代わりに、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）及びG（緑）の色フィルタを備えた、いわゆる補色イメージセンサであっても良い。補色イメージセンサの場合には、C M Y G の 4 色の画像信号から色変換によって R G B の 3 色の画像信号を得ることができる。この場合には、C M Y G の 4 色の画像信号から R G B の 3 色の画像信号に色変換する手段を、内視鏡 1 2 又はプロセッサ装置 1 6 のいずれかに備えている必要がある。

【 0 0 8 2 】

撮像センサ 5 1 c から出力される画像信号は、C D S / A G C 回路 5 2 に送信される。C D S / A G C 回路 5 2 は、アナログ信号である画像信号に相関二重サンプリング（C D S）や自動利得制御（A G C）を行う。C D S / A G C 回路 5 2 を経た画像信号は、A / D 変換器（A / D コンバータ）5 3 により、デジタル画像信号に変換される。A / D 変換されたデジタル画像信号は、プロセッサ装置 1 6 に入力される。

10

【 0 0 8 3 】

プロセッサ装置 1 6 は、受信部 5 4 と、光量算出部 5 5 と、D S P 5 6 と、ノイズ除去部 5 8 と、明るさ指示信号生成部 5 9 と、画像処理切替部 6 0 と、通常画像処理部 6 2 と、第 1 特殊光画像処理部 6 3 と、第 2 特殊光画像処理部 6 4 と、第 3 特殊光画像処理部 6 5 と、映像信号生成部 6 6 とを備えている。受信部 5 4 は内視鏡 1 2 からのデジタルの R G B 画像信号を受信する。受信した RGB 画像信号は、光量算出部 5 5 に送信されるとともに、光源制御部 2 7 内のキャリブレーション用回路 3 0 に送られる。光量算出部 5 5 は、受信部 5 4 で受信したデジタルの画像信号に基づいて、各照明光の光量を算出する。算出された光量は、明るさ指示信号生成部 5 9 に送られる。

20

【 0 0 8 4 】

明るさ指示信号生成部は、光量算出部 5 5 で算出した光量を元にして目標光量を算出し、この算出された目標光量に基づいて、明るさ指示信号 n を生成する。明るさ指示信号は、ビット数が大きくなる程、目標光量も大きくなる。生成された明るさ指示信号 n は、光源装置の観察モード用回路 2 9 に送られる。

【 0 0 8 5 】

D S P 5 6 は、受信部 5 4 で受信した画像信号に対してガンマ補正、色補正処理を行う。ノイズ除去部 5 8 は、D S P 5 6 でガンマ補正等が施された画像信号に対してノイズ除去処理（例えば移動平均法やメディアンフィルタ法等）を施すことによって、画像信号からノイズを除去する。ノイズが除去された画像信号は、画像処理切替部 6 0 に送信される。

30

。

【 0 0 8 6 】

画像処理切替部 6 0 は、モード切替 S W 1 3 a により、通常観察モードにセットされている場合には、R G B 画像信号を通常画像処理部 6 2 に送信し、第 1 特殊光観察モードにセットされている場合には、R G B 画像信号を第 1 特殊光画像処理部 6 3 に送信し、第 2 特殊光観察モードにセットされている場合には、R G B 画像信号を第 2 特殊光画像処理部 6 4 に送信し、第 3 特殊光観察モードにセットされている場合には、R G B 画像信号を第 3 特殊光画像処理部 6 5 に送信する。また、キャリブレーションモードにセットされている場合には、R G B 画像信号を輝度リニアテーブル作成部 6 1、通常画像処理部 6 2、第 1 特殊光画像処理部 6 3、第 2 特殊光画像処理部 6 4、第 3 特殊光画像処理部 6 5 に送信される。

40

【 0 0 8 7 】

輝度リニアテーブル作成部 6 1 は、輝度リニア信号生成部 6 1 a と、輝度リニアテーブル作成用対応付け部 6 1 b とを備えている。輝度リニア信号生成部 6 1 a は、光量リニア光の発光時に得られる R G B 画像信号と、この光量リニア光の発光時に、光量リニア光用制御部 4 7 から送信される明るさ指示信号 n とに基づいて、明るさ指示信号 n に対して、R G B 画像信号の信号値がリニアに変化する輝度リニア R G B 画像信号を生成する。輝度

50

リニアテーブル作成用対応付け部 6 1 b は、R G B 画像信号と、輝度リニア R G B 画像信号とを対応付けて、輝度リニアテーブルを作成する。

【 0 0 8 8 】

輝度リニアテーブルとしては、通常観察モード用輝度リニアテーブル L N T 1、第 1 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 2、第 2 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 3、第 3 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 4 の 4 つがある。通常観察モード用輝度リニアテーブル L N T 1 は、第 1 光量リニア光発光時に得られる R G B 画像信号と、この発光時に輝度リニア信号生成部 6 1 a で得られる輝度リニア R G B 画像信号とを関連付けて記憶している。第 1 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 2 は、第 2 光量リニア光発光時に得られる R G B 画像信号と、この発光時に輝度リニア信号生成部 6 1 a で得られる輝度リニア R G B 画像信号とを関連付けて記憶している。

10

【 0 0 8 9 】

第 2 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 3 は、第 3 光量リニア光発光時に得られる R G B 画像信号と、この発光時に輝度リニア信号生成部 6 1 a で得られる輝度リニア R G B 画像信号とを関連付けて記憶している。第 3 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル L N T 4 は、第 4 光量リニア光発光時に得られる R G B 画像信号と、この発光時に輝度リニア信号生成部 6 1 a で得られる輝度リニア R G B 画像信号とを関連付けて記憶している。これら輝度リニアテーブルは、通常画像処理部 6 2、第 1 特殊光画像処理部 6 3、第 2 特殊光画像処理部 6 4、第 3 特殊光画像処理部 6 5 内の輝度リニア変換部に格納される。

20

【 0 0 9 0 】

通常画像処理部 6 2 は観察対象を通常の生体の色調で表現した通常画像を生成する。通常画像処理部 6 2 は、図 1 5 に示すように、R G B 画像信号を、明るさ指示信号 n に対して信号値がリニアに変化する信号に変換する輝度リニア変換部 6 2 a と、輝度リニア変換後の R G B 画像信号に対して色補正処理を施す色補正処理部 6 2 b と、色補正済画像信号に対して階調変換処理を行う階調変換処理部 6 2 c と、階調変換済画像信号に対して、各種色彩強調処理を施す色彩強調処理部 6 2 d と、色彩強調処理済画像信号に対して、シャープネスや輪郭強調等の構造強調処理を行う構造強調部 6 2 e とを備える。

【 0 0 9 1 】

輝度リニア変換部 6 2 a は、通常観察用輝度リニアテーブル L N T 1 を備えている。輝度リニア変換部 6 2 a では、通常観察用輝度リニアテーブル L N T 1 を参照して、R G B 画像信号に対応する輝度リニア R G B 画像信号を特定する。この輝度リニア R G B 画像信号は、色補正処理部 6 2 b に送られる。

30

【 0 0 9 2 】

色補正処理部 6 2 b は、マトリックス演算部 6 7 と、マトリックス係数設定部 6 8 とを備えている。マトリックス演算部 6 7 は、輝度リニア R G B 画像信号を、下記式 (1) に示すマトリックス演算によって、色補正する。これにより、色補正済みの R G B 画像信号が得られる。

【 0 0 9 3 】

【 数 1 】

40

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdots (1)$$

式 (1) において「 R、G、B 」は R G B 画像信号を示しており、「 R'、G'、B' 」

50

」は色補正済みのRGB画像信号を示しており、「 $k_{11} \sim k_{33}$ 」はマトリックス係数を示している。この色補正済みのRGB画像信号に基づいて画像表示を行うことにより、ユーザーが予め設定した色である目標色を画像上で表示することが可能となる。

【0094】

マトリックス係数設定部68は、キャリブレーションモード時に、マトリックス係数 $k_{11} \sim k_{33}$ を設定する。このマトリックス係数設定部68は、カラーチャート相当色光が発光されたときに得られる画像信号(RGB画像信号)が、目標の画像信号(RGB画像信号)となるように、マトリックス係数 $k_{11} \sim k_{33}$ を設定する。このように、キャリブレーションモード時にマトリックス係数を設定することで、内視鏡12を交換して内視鏡12の撮像センサ51cの分光感度が変わったとしても、その交換後の内視鏡12に適したマトリックス係数に設定することができる。これにより、内視鏡12を交換したとしても、画像上の色を目標色に合わせることができる。

10

【0095】

なお、カラーチャート相当色光と、目標のRGB画像信号と関係については、マトリックス係数設定部68内のテーブル(図示省略)に予め記憶されている。なお、目標のRGB画像信号については、プロセッサ装置16内の目標信号生成部(図示省略)で予め生成される。目標信号生成部では、コンソール19を介してユーザが入力した目標色のデータに基づいて、目標のRGB画像信号を生成する。

【0096】

第1特殊光画像処理部63は、観察対象上の血管などを強調した第1特殊光画像を生成する。第2特殊光画像処理部64は、観察対象上の血管などを強調するとともに、通常画像時と同等の明るさを確保した第2特殊光画像を生成する。第3特殊光画像処理部65は、観察対象の血中ヘモグロビンの酸素飽和度を疑似カラー画像化した第3特殊光画像を生成する。これら画像処理部62~65で生成された画像は、映像信号生成部66に送られる。

20

【0097】

なお、図示は省略するが、第1特殊光画像処理部63、第2特殊光画像処理部64、第3特殊光画像処理部65には、通常画像処理部62と同様に、それぞれ、輝度リニア変換部と、色補正処理部と、階調変換処理部と、色彩強調処理部と、構造強調部を備えている。各輝度リニア変換部には、輝度リニア変換部62aと同様、輝度リニア信号生成部と、対応付け部とを備えており、色補正処理部は、色補正処理部62bと同様に、マトリックス演算部と、マトリックス係数設定部とを備えている。

30

【0098】

映像信号生成部66は、各画像処理部62~65から入力された画像を、モニタ18で表示可能画像として表示するための映像信号に変換する。この変換後の映像信号に基づいて、モニタ18は、通常観察モード時には通常画像を表示し、第1特殊光観察モード時には第1特殊光画像を表示し、第2特殊光観察モード時には第2特殊光画像を表示し、第3特殊光観察モード時には第3特殊光画像を表示する。

【0099】

次に、本発明のキャリブレーション方法について、図16のフローチャートに従って説明する。まず、光源装置14及びプロセッサ装置16の電源をONにする。そして、内視鏡12を光源装置14及びプロセッサ装置16に装着する。そして、内視鏡12の先端部12dを基準被写体である積分球STに挿入する。モード切替SW13aを操作して、キャリブレーションモードにセットする。また、コンソール19を操作して、内視鏡12の撮像センサ51cのRGBゲインをデフォルトにセットする。

40

【0100】

次に、図17に示すフローに従って、通常観察モード用の調光テーブル、輝度リニアテーブルを作成するとともに、通常観察モード用のマトリックス係数を設定する。まず、通常観察モード用の調光テーブルを作成するために、通常観察モード用のキャリブレーションシーケンスを行う。このキャリブレーションシーケンスでは、B-LED20、G-LED21、

50

R-LED 2 2、第 1 特殊光用 L E D 2 3、第 2 特殊光用 L E D 2 4 を点灯させるとともに、各 L E D 2 0 ~ 2 4 に加える光源制御信号 $V B [m]$ 、 $V G [m]$ 、 $V R [m]$ 、 $V S A [m]$ 、 $V S B [m]$ のビット数を徐々に変化させることにより、青色光、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光の発光強度及び時間を変化させる。そして、ビット数を変化させる毎に、撮像センサ 5 1 c で積分球 S T 内の撮像を行って、撮像センサ 5 1 c から R G B 画像信号を出力する。

【 0 1 0 1 】

そして、撮像センサ 5 1 c から出力される R G B 画像信号間の信号比が、通常観察モード用の設定信号比 $r 1 : g 1 : b 1$ に一致するか否かを判定する。設定信号比 $r 1 : g 1 : b 1$ に一致した場合には、その時に L E D 2 0 ~ 2 4 に加えた光源制御信号 $V B 1^*$ 、 $V G 1^*$ 、 $V R 1^*$ 、 $V S A 1^*$ 、 $V S B 1^*$ を特定光源制御信号として設定する。一方、設定信号比 $r 1 : g 1 : b 1$ に一致しない場合には、その時に L E D 2 0 ~ 2 4 に加えた光源制御信号を特定光源制御信号としない。

10

【 0 1 0 2 】

次に、通常観察モード用のテーブル作成シーケンスを行う。まず、特定光源制御信号 $V B 1^*$ 、 $V G 1^*$ 、 $V R 1^*$ 、 $V S A 1^*$ 、 $V S B 1^*$ のビット数をそれぞれ比較して、一番大きいものを特定する。ここで、特定光源制御信号 $V B 1^*$ が一番大きいとすると、B-LED 2 0 の光源制御信号 $V B [m]$ を基準光源制御信号として設定する。次に、制御信号比算出部 4 6 b で、特定光源制御信号 $V B 1^*$ と特定光源制御信号 $V G 1^*$ 、 $V R 1^*$ 間の制御信号比 $V G 1^* / V B 1^*$ 、 $V R 1^* / V B 1^*$ を求める。

20

【 0 1 0 3 】

そして、基準光源制御信号である B-LED 2 0 の光源制御信号 $V B [m]$ に基づいて、B-LED 2 0 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V B 1 [n]$ を設定する。この明るさステップ n 用光源制御信号 $V B 1 [m]$ と制御信号比 $V G 1^* / V B 1^*$ 、 $V R 1^* / V B 1^*$ に基づいて、R-LED 2 2 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V R 1 [n]$ と G-LED 2 1 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V G 1 [n]$ とを求める。また、明るさステップ n 用光源制御信号 $V B 1 [m]$ と比率 $W 1$ 、 $W 2$ に基づいて、第 1 特殊光用 L E D 2 3 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S A 1 [n]$ と、第 2 特殊光用 L E D 2 4 の明るさステップ n 用光源制御信号 $V S B 1 [n]$ とを求める。

30

【 0 1 0 4 】

次に、明るさステップ n 用光源制御信号 $V B [m]$ と、この明るさステップ n に対応する明るさ指示信号 n とを対応付けて、B 1 調光テーブルを作成する。この B 1 テーブルと同様の手順で、G 1 調光テーブル、R 1 調光テーブル、S A 1 調光テーブル、S B 1 調光テーブルを作成する。これら作成された 5 つの調光テーブルは、それぞれ、B 制御信号補正テーブル 3 9、G 制御信号補正テーブル 4 0、R 制御信号補正テーブル 4 1、S A 制御信号補正テーブル 4 2、S B 制御信号補正テーブル 4 3 と組み合わせて、結合テーブル T B 1、T G 1、T R 1、T S A 1、T S B 1 として光源制御部内のメモリ 3 1 に格納される。

【 0 1 0 5 】

次に、通常観察モード用の輝度リニアテーブルを作成する。まず、明るさ指示信号 n を最少ビットの「1」から最大ビットの「N」まで 1 ビットずつ増加させるとともに、この明るさ指示信号 n のビット数を増加させる毎に、結合テーブル T B 1、T G 1、T R 1、T S A 1、T S B 1 を参照して、明るさ指示信号 n に対応する光源制御信号で各 LED 2 0 ~ 2 4 を駆動させる。これにより、ホワイトバランスを維持した状態で、光量がリニアに変化する第 1 光量リニア光が発光される。そして、明るさ指示信号 n のビット数を増加して光量を変化させる毎に、撮像センサ 5 1 c による積分球 S T 内の撮像を行うとともに、明るさ指示信号 n をプロセッサ装置内の輝度リニアテーブル作成部 6 1 に送信する。

40

【 0 1 0 6 】

そして、第 1 光量リニア光の発光時に得られる R G B 画像信号と、この光量リニア光の発光時に、光量リニア光用制御部 4 7 から送信される明るさ指示信号 n とに基づいて、明

50

るさ指示信号 n に対して、RGB 画像信号の信号値がリニアに変化する輝度リニア RGB 画像信号を求める。そして、RGB 画像信号と、輝度リニア RGB 画像信号とを対応付けて、通常観察モード用輝度リニアテーブル LNT1 を作成する。作成された輝度リニアテーブル LNT1 は、通常画像処理部 62 の輝度リニア変換部 62a に格納される。

【0107】

次に、色補正処理部 62b で使用するマトリックス係数 $k_{11} \sim k_{33}$ を設定する。まず、青色光、緑色光、赤色光、第 1 特殊光、第 2 特殊光を所定の光量比で発光するように LED20 ~ 24 を制御して、カラーチャート相当色光を生成する。このカラーチャート相当色光を積分球 ST 内の白色被写体部 WST に照射して、その白色被写体部 WST を撮像センサ 51c で撮像する。そして、撮像センサ 51c から出力される画像信号 (RGB 画像信号) が、目標の画像信号 (RGB 画像信号) となるように、マトリックス係数 $k_{11} \sim k_{33}$ を設定する。以上により、通常観察モード用の調光テーブル、輝度リニアテーブルの作成、及び通常観察モード用のマトリックス係数を設定が完了する。

10

【0108】

次に、上記と同様の手順で、第 1 特殊光観察モード用の調光テーブル、輝度リニアテーブルを作成するとともに、第 1 特殊光観察モード用のマトリックス係数を設定する。なお、第 1 特殊光用の G2 調光テーブル、SA2 調光テーブル、SB2 調光テーブルは、それぞれ G 制御信号補正テーブル、SA 制御信号補正テーブル、SB 制御信号補正テーブルと組み合わせて、結合テーブル TG2、TSA2、TSB2 として光源制御部内のメモリ 31 に格納される。また、第 1 特殊光観察モード用の輝度リニアテーブル LNT2 は、第 1 特殊光画像処理部 63 の輝度リニア変換部に格納される。

20

【0109】

次に、上記と同様の手順で、第 2 特殊光観察モード用の調光テーブル、輝度リニアテーブルを作成するとともに、第 2 特殊光観察モード用のマトリックス係数を設定する。なお、第 2 特殊光用の G3 調光テーブル、R3 調光テーブル、SA3 調光テーブル、SB3 調光テーブルは、それぞれ G 制御信号補正テーブル、R 制御信号補正テーブル、SA 制御信号補正テーブル、SB 制御信号補正テーブルと組み合わせて、結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 として光源制御部内のメモリ 31 に格納される。また、第 2 特殊光観察モード用の輝度リニアテーブル LNT3 は、第 2 特殊光画像処理部 64 の輝度リニア変換部に格納される。

30

【0110】

次に、上記と同様の手順で、第 3 特殊光観察モード用の調光テーブル、輝度リニアテーブルを作成するとともに、第 3 特殊光観察モード用のマトリックス係数を設定する。なお、第 3 特殊光用の SB4 調光テーブル、SC4 調光テーブルは、それぞれ SB 制御信号補正テーブル、SC 制御信号補正テーブルと組み合わせて、結合テーブル TSB4、TSC4 として光源制御部内のメモリ 31 に格納される。また、第 3 特殊光観察モード用の輝度リニアテーブル LNT4 は、第 3 特殊光画像処理部 65 の輝度リニア変換部に格納される。以上により、キャリブレーションモードが完了する。

【0111】

次に、本発明のキャリブレーション方法により得られた調光テーブル等を用いて観察を行うフローを、図 18 に示すフローチャートに従って説明する。まず、光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 の電源を ON にする。そして、キャリブレーション済みの内視鏡 12 の先端部 12d を観察対象内に挿入する。そして、モード切替 SW13a を操作して、所望の観察モードに設定する。なお、観察対象の観察が終了したら、内視鏡 12 を観察対象から取り外して、光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 の電源を OFF にする。

40

【0112】

通常観察モードにセットされた場合には、光源装置 14 のメモリ 31 から、結合テーブル TB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1 が読み出される。これら結合テーブル TB1、TG1、TR1、TSA1、TSB1 は、B-LUT32、G-LUT33、R-LUT34、第 1 特殊光用 LUT35、第 2 特殊光用 LUT36 に格納される。

50

【 0 1 1 3 】

そして、光源制御部 27 は、各 LUT 32 ~ 36 に基づいて、B-LED 20、G-LED 21、R-LED 22、第 1 特殊光用 LED 23、第 2 特殊光用 LED 24 の発光を制御する。これにより、青色光 B、緑色光 G、赤色光 R、第 1 特殊光 SA、第 2 特殊光 SB が発せられる。このように LUT 32 ~ 36 に基づいて発光制御することで、光源制御部 27 にどのような明るさ指示信号 n が入力されたとしても、ホワイトバランスを維持することができる（即ち、明るさ指示信号 n の変化により色変化が生ずることがない）。

【 0 1 1 4 】

また、プロセッサ装置 16 の通常画像処理部 62 内の輝度リニア変換部 62a では、通常観察モード用輝度リニアテーブル LNT1 に基づいて、RGB 画像信号が輝度リニア RGB 画像信号に変換される。この輝度リニア RGB 画像信号は、明るさ指示信号 n に対して、それぞれの画像信号の信号値がリニアに変化する。また、プロセッサ装置 16 の色補正処理部 62b では、通常観察モード用のマトリックス係数 k11 ~ k33 に基づくマトリックス演算により、内視鏡画像の色を目標色で表示可能にするための RGB 画像信号を生成する。そして、マトリックス演算等が施された RGB 画像信号に基づいて、通常画像がモニタ 18 に表示される。

10

【 0 1 1 5 】

第 1 特殊光観察モードにセットされた場合には、光源装置 14 のメモリ 31 から、結合テーブル TG2、TSA2、TSB2 が読み出される。これら結合テーブル TG2、TSA2、TSB2 は、G-LUT33、第 1 特殊光用 LUT35、第 2 特殊光用 LUT36

20

【 0 1 1 6 】

そして、光源制御部 27 は、各 LUT 33、35、36 に基づいて、G-LED 21、第 1 特殊光用 LED 23、第 2 特殊光用 LED 24 の発光を制御する。これにより、緑色光 G、第 1 特殊光 SA、第 2 特殊光 SB が発せられる。このように LUT 33、35、36 に基づいて発光制御することで、光源制御部 27 にどのような明るさ指示信号 n が入力されたとしても、カラーバランスを維持することができる（即ち、明るさ指示信号 n の変化により色変化が生ずることがない）。

【 0 1 1 7 】

また、プロセッサ装置 16 の第 1 特殊光画像処理部内の輝度リニア変換部では、第 1 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル LNT2 に基づいて、RGB 画像信号が輝度リニア RGB 画像信号に変換される。この輝度リニア RGB 画像信号は、明るさ指示信号 n に対して、それぞれの画像信号の信号値がリニアに変化する。また、プロセッサ装置 16 の色補正処理部では、第 1 特殊光観察モード用のマトリックス係数に基づくマトリックス演算により、内視鏡画像の色を目標色で表示可能にするための RGB 画像信号を生成する。そして、マトリックス演算等が施された RGB 画像信号に基づいて、第 1 特殊光画像がモニタ 18 に表示される。

30

【 0 1 1 8 】

第 2 特殊光観察モードにセットされた場合には、光源装置 14 のメモリ 31 から、結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 が読み出される。これら結合テーブル TG3、TR3、TSA3、TSB3 は、G-LUT33、R-LUT34、第 1 特殊光用 LUT35、第 2 特殊光用 LUT36 に格納される。

40

【 0 1 1 9 】

そして、光源制御部 27 は、各 LUT 33 ~ 36 に基づいて、G-LED 21、R-LED 22、第 1 特殊光用 LED 23、第 2 特殊光用 LED 24 の発光を制御する。これにより、緑色光 G、赤色光 R、第 1 特殊光 SA、第 2 特殊光 SB が発せられる。このように LUT 33 ~ 36 に基づいて発光制御することで、光源制御部 27 にどのような明るさ指示信号 n が入力されたとしても、カラーバランスを維持することができる（即ち、明るさ指示信号 n の変化により色変化が生ずることがない）。

【 0 1 2 0 】

50

また、プロセッサ装置 16 の第 2 特殊光画像処理部内の輝度リニア変換部では、第 2 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル LNT3 に基づいて、RGB 画像信号が輝度リニア RGB 画像信号に変換される。この輝度リニア RGB 画像信号は、明るさ指示信号 n に対して、それぞれの画像信号の信号値がリニアに変化する。また、プロセッサ装置 16 の色補正処理部では、第 2 特殊光観察モード用のマトリックス係数に基づくマトリックス演算により、内視鏡画像の色を目標色で表示可能にするための RGB 画像信号を生成する。そして、マトリックス演算等が施された RGB 画像信号に基づいて、第 2 特殊光画像がモニタ 18 に表示される。

【0121】

第 3 特殊光観察モードにセットされた場合には、光源装置 14 のメモリ 31 から、結合テーブル TSB4、TSC4 が読み出される。これら結合テーブル TSB4、TSC4 は、第 2 特殊光用 LUT36、第 3 特殊光用 LUT37 に格納される。

【0122】

そして、光源制御部 27 は、各 LUT36、37 に基づいて、第 2 特殊光用 LED24、第 3 特殊光用 LED25 の発光を制御する。これにより、第 2 特殊光 SB、第 3 特殊光 SC が発せられる。このように LUT36、37 に基づいて発光制御することで、光源制御部 27 にどのような明るさ指示信号 n が入力されたとしても、カラーバランスを維持することができる（即ち、明るさ指示信号 n の変化により色変化が生ずることがない）。

【0123】

また、プロセッサ装置 16 の第 3 特殊光画像処理部内の輝度リニア変換部では、第 3 特殊光観察モード用輝度リニアテーブル LNT4 に基づいて、RGB 画像信号が輝度リニア RGB 画像信号に変換される。この輝度リニア RGB 画像信号は、明るさ指示信号 n に対して、それぞれの画像信号の信号値がリニアに変化する。また、プロセッサ装置 16 の色補正処理部では、第 3 特殊光観察モード用のマトリックス係数に基づくマトリックス演算により、内視鏡画像の色を目標色で表示可能にするための RGB 画像信号を生成する。そして、マトリックス演算等が施された RGB 画像信号に基づいて、第 3 特殊光画像がモニタ 18 に表示される。

【0124】

なお、上記実施形態においては、キャリブレーションモード時に得た各観察モード用の結合テーブル、輝度リニアテーブル、マトリックス係数を、内視鏡 12、100 のスコープ ID（図 1 では「ID」と表記）と対応付けて光源装置 14 内のメモリ 31 に記憶しておくことが好ましい。そして、キャリブレーション済みの内視鏡 12、100 を光源装置 14 及びプロセッサ装置 16 に装着する場合には、内視鏡 12、100 のスコープ ID を ID 読み出し部（図 1 では「RD」と表記）で読み出し、この読み出したスコープ ID に対応する各観察モード用の結合テーブル、輝度リニアテーブル、マトリックス係数をメモリ 31 から読み出して使用することが好ましい。

【0125】

なお、上記実施形態では、カラーの撮像センサを有する内視鏡に対して、本発明のキャリブレーションを行っているが、これに加えて、モノクロ面順次の内視鏡に対して、本発明のキャリブレーションを行ってもよい。

【0126】

なお、上記実施形態には、輝度リニア変換に関する以下の技術的思想が含まれている。

【0127】

[付記項 1]

互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量を N 段階（N は 2 以上の整数）の明るさステップ n（n は 1 ～ N のいずれかの整数）で変える制御を行うように、前記光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムに対するキャリブレーション方法において、

前記複数の半導体光源を制御して、前記明るさ指示信号 n に対して、前記複数の照明光

10

20

30

40

50

の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光する光量リニア光発光ステップと、

前記光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

前記明るさ指示信号 n と光量リニア光発光時画像信号に基づいて、前記明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成ステップと、

前記光量リニア光発光時画像信号と前記輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付けステップとを有することを特徴とするキャリブレーション方法。

【0128】

10

[付記項2]

前記複数の半導体光源は、赤色光を発するR-LED、緑色光を発するG-LED、青色光を発するB-LEDを有することを特徴とする付記項1記載のキャリブレーション方法。

【0129】

[付記項3]

前記複数の半導体光源は、前記赤色光、緑色光、青色光と少なくとも一部が異なる第1波長帯域を有する第1特殊光を発する第1特殊光用LEDと、前記赤色光、緑色光、青色光、第1特殊光と少なくとも一部が異なる第2波長帯域を有する第2特殊光を発する第2特殊光用LEDとを少なくとも含む複数の特殊光用LEDを更に有することを特徴とする付記項2記載のキャリブレーション方法。

20

【0130】

[付記項4]

前記内視鏡システムは、前記R-LED、G-LED、B-LEDを少なくとも点灯させて白色光を発光する通常観察モードと、前記第1及び第2特殊光用LEDを少なくとも点灯させて特殊光を発光する特殊観察モードを有し、

観察モード毎に、前記輝度リニアテーブルを作成することを特徴とする付記項3記載のキャリブレーション方法。

【0131】

[付記項5]

付記項1ないし4いずれか1項記載のキャリブレーション方法で得られた輝度リニアテーブルを用いて、観察対象を前記撮像センサで撮像して得られる画像信号を、前記輝度リニア画像信号に変換することを特徴とする内視鏡システム。

30

【0132】

[付記項6]

前記輝度リニアテーブルと内視鏡のスコープIDとを対応付けて記憶する記憶部と、

前記内視鏡のスコープIDを読み出すID読み出し部とを有することを特徴とする付記項5記載の内視鏡システム。

【0133】

[付記項7]

互いに異なる波長域の複数の照明光を発する複数の半導体光源と、各半導体光源を光源制御信号で制御する光源制御部と、各照明光の光量をN段階(Nは2以上の整数)の明るさステップ n (n は1~Nのいずれかの整数)で変える制御を行うように、前記光源制御部に指示するための明るさ指示信号 n を生成する明るさ指示信号生成部を有する内視鏡システムにおいて、

40

前記明るさ指示信号 n に対して、前記複数の照明光の光量がリニアに変化する光量リニア光を発光させるために、前記複数の半導体光源を制御する光量リニア光用制御部と、

前記光量リニア光で照明された基準被写体を撮像センサで撮像して、光量リニア光発光時画像信号を取得する画像信号取得部と、

明るさ指示信号 n と光量リニア光発光時画像信号に基づいて、明るさ指示信号 n に対して、信号値がリニアに変化する輝度リニア画像信号を生成する輝度リニア信号生成部と、

50

前記光量リニア光発光時画像信号と前記輝度リニア画像信号とを対応付けて輝度リニアテーブルを作成する対応付け部とを有することを特徴とする内視鏡システム。

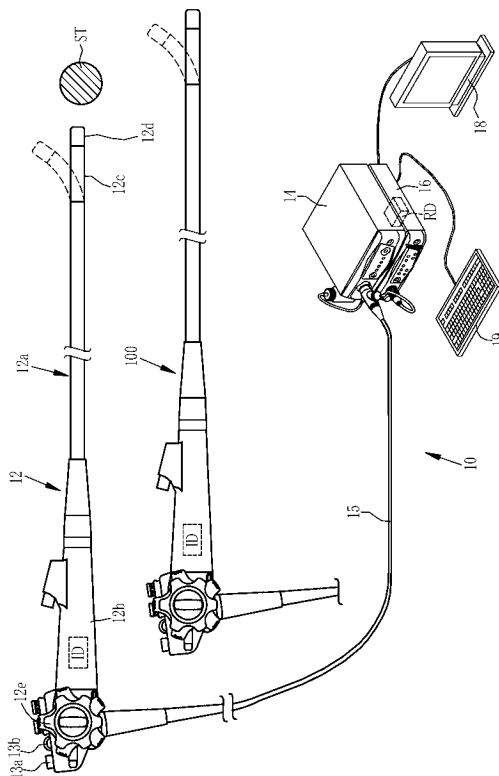
【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

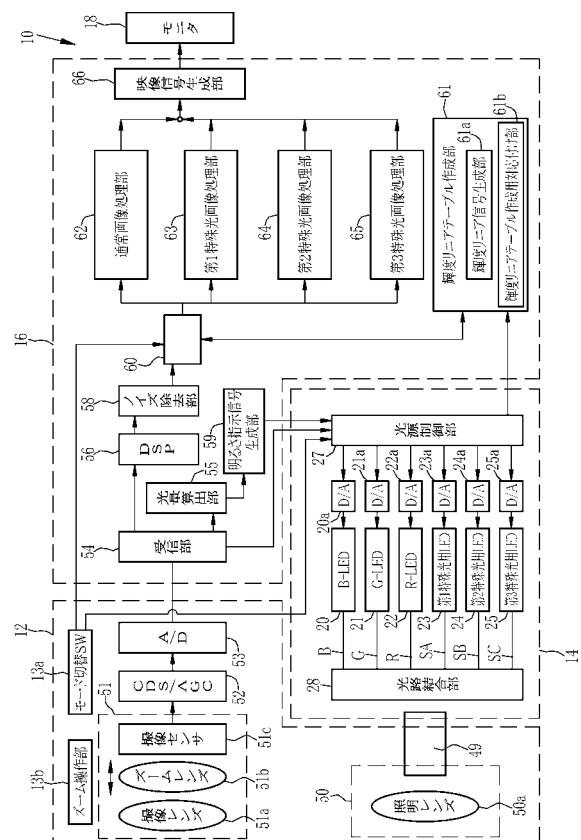
- | | |
|-------------|--------------------------|
| 1 0 | 内視鏡システム |
| 1 2 , 1 0 0 | 内視鏡 |
| 2 0 | B-LED |
| 2 1 | G-LED |
| 2 2 | R-LED |
| 2 3 | 第1特殊光用LED |
| 2 4 | 第2特殊光用LED |
| 2 5 | 第3特殊光用LED |
| 4 7 | 光量リニア光用制御部 |
| 5 9 | 明るさ指示信号生成部 |
| 6 1 a | 輝度リニア信号生成部 |
| 6 1 b | 輝度リニアテーブル作成用対応付け部（対応付け部） |

10

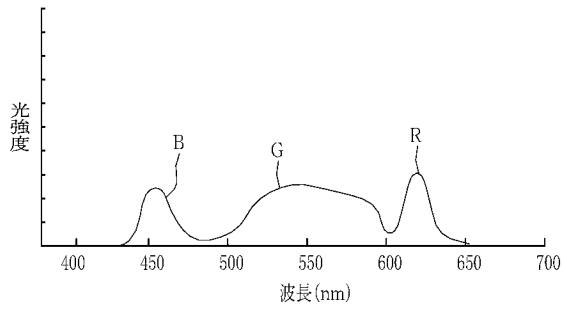
【 圖 1 】



【 図 2 】



【図 3】



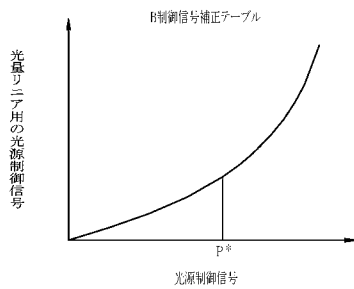
【図 4】

	B-LED	G-LED	R-LED	第1特殊光用LED	第2特殊光用LED	第3特殊光用LED
通常駆動モード	点灯	点灯	点灯	点灯	点灯	点灯
第1特殊光駆動モード	消灯	点灯	消灯	点灯	点灯	消灯
第2特殊光駆動モード	消灯	点灯	点灯	点灯	点灯	消灯
第3特殊光駆動モード	消灯	消灯	消灯	消灯	点灯	点灯

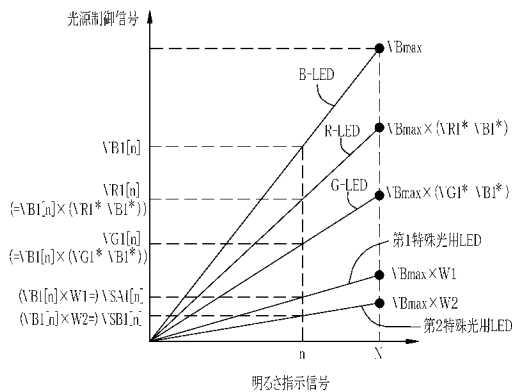
【図 5】

	設定値表		
	R面像信号	G面像信号	B面像信号
通常駆動モード	r1	g1	b1
第1特殊光駆動モード	r2	g2	b2
第2特殊光駆動モード	r3	g3	b3
第3特殊光駆動モード	r4	g4	b4

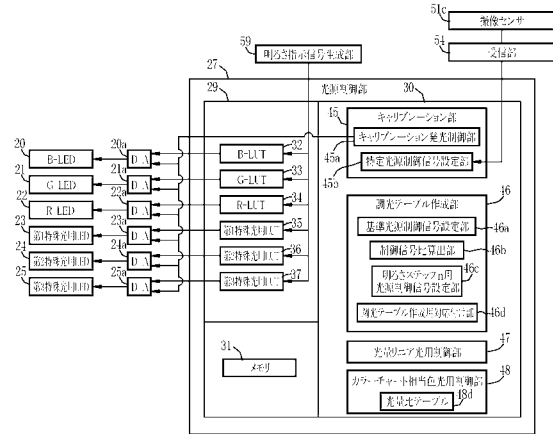
【図 8】



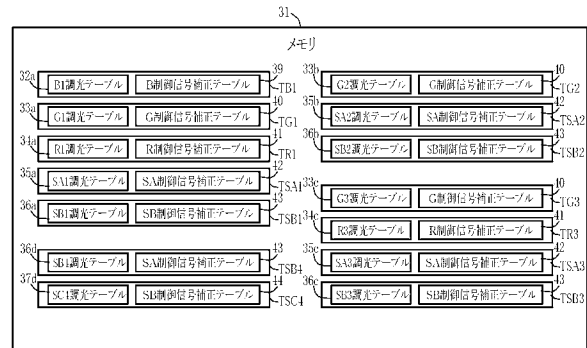
【図 9】



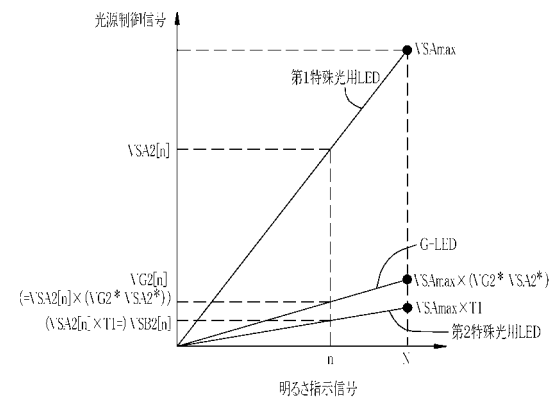
【図 6】



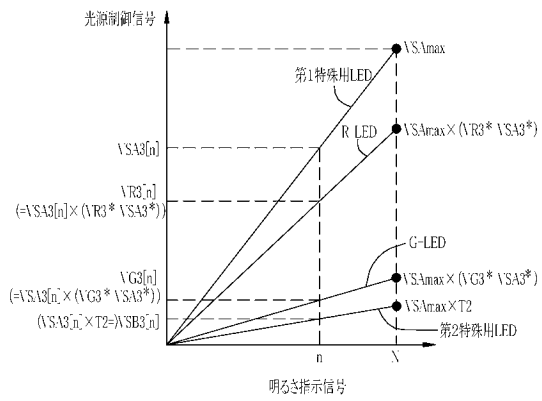
【図 7】



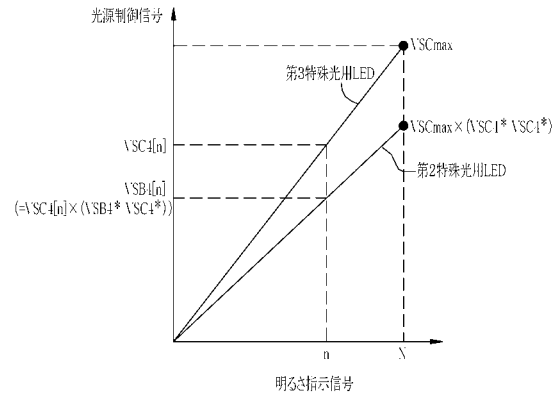
【図 10】



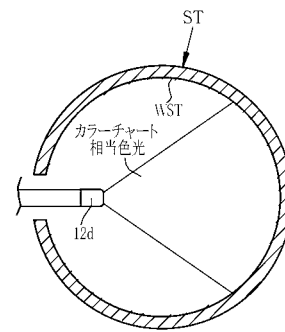
【図 1 1】



【図 1 2】



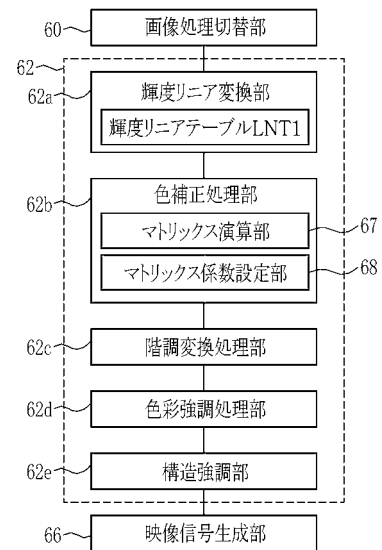
【図 1 3】



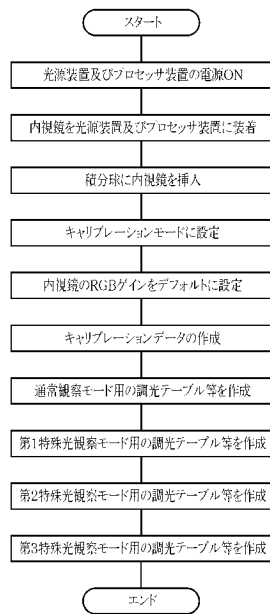
【図 1 4】



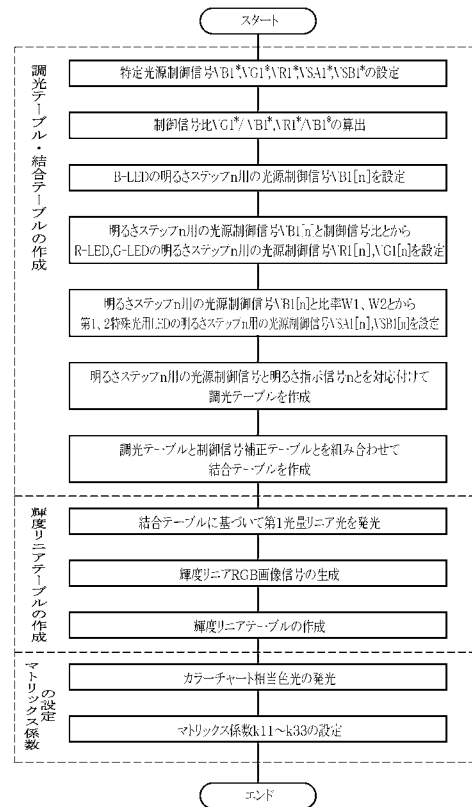
【図 1 5】



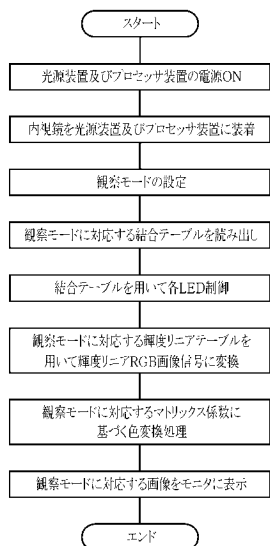
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B

1/00

6 3 0

テーマコード (参考)

专利名称(译)	校准方法和内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2017196430A	公开(公告)日	2017-11-02
申请号	JP2017114849	申请日	2017-06-12
[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	久保雅裕		
发明人	久保 雅裕		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/00 G02B23/24 H04N7/18		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00057 A61B1/0638 A61B1/0684 H04N17/002 H04N17/02		
FI分类号	A61B1/06.612 A61B1/00.510 A61B1/00.640 G02B23/24.B H04N7/18.M A61B1/00.630		
F-TERM分类号	2H040/BA09 2H040/CA04 2H040/FA13 2H040/FA14 2H040/GA02 2H040/GA11 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/GG01 4C161/HH51 4C161/JJ17 4C161/JJ18 4C161/NN01 4C161/PP12 4C161/QQ01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR04 4C161/RR06 4C161/RR17 4C161/RR22 4C161/RR25 4C161/RR26 4C161/SS21 4C161/TT12 4C161/WW08 4C161/WW15 4C161/YY14 5C054/CA04 5C054/CC02 5C054/HA12		
优先权	2013222965 2013-10-28 JP		
其他公开文献	JP6327769B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供校准方法和内窥镜系统，用于根据用于在N步亮度步骤中改变多个照明光的光量的亮度指令信号线性地改变RGB图像信号的信号值。提供。解决方案：接通多个半导体光源以发射具有特定光量比的不同波长带的多个照明光。并且，在N步亮度步骤n中，生成用于改变每个照明光的光量的亮度指示信号n。并且发出光量线性光，其中多个照明光的光量相对于亮度指令信号n线性地改变。利用光量线性光照射的参考对象由成像传感器成像，并且获取光量线性光发射的图像信号。基于亮度指示信号n和数量线性发光的图像信号的时间，相对于亮度指示信号N，并产生亮度线性图像线性信号的信号值的变化。通过将光量线性光发射的图像信号与亮度线性图像信号相关联来创建亮度线性表。

