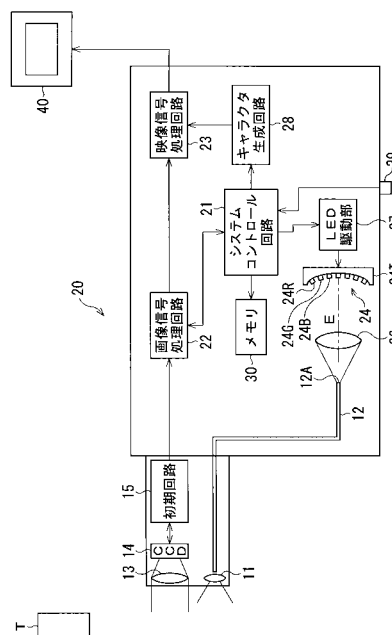




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれ所定の色の光を放射する複数のＬＥＤ素子から構成されるＬＥＤ光源と、
前記ＬＥＤ光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像をメモリに記録可能な記録手段と、

前記基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像と、前記参照画像とを比較し、前記検査画像に色むらが生じているか否かを判断する色むら判定手段と、

色むらのエリアを特定し、各ＬＥＤ素子の配光特性データからそのエリアに応じたＬＥＤを特定するＬＥＤ特定手段と、

特定されたＬＥＤに対し、発光調整を行う発光調整手段と

10

を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

前記ＬＥＤ特定手段が、画面上での色むらの発生位置に応じたＬＥＤ素子を特定することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 3】

前記発光調整手段が、特定されたＬＥＤに対する電流量を調整しながら色むらを解消することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記配光特性データが、所定のＬＥＤ素子と、前記所定のＬＥＤ素子を点灯させたときの画面表示位置と、発光色とを対応づけたデータであることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

20

【請求項 5】

前記色むら判定手段が、色成分ごとに、前記参照画像と前記検査画像との差を検出して色むらを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 6】

それぞれ所定の色の光を放射する複数のＬＥＤ素子から構成されるＬＥＤ光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像と、前記基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像とを比較し、前記検査画像に色むらが生じているか否かを判断する色むら判定手段と、

色むらのエリアを特定し、各ＬＥＤ素子の配光特性データからそのエリアに応じたＬＥＤを特定するＬＥＤ特定手段と、

30

を備えたことを特徴とする色むら検出装置。

【請求項 7】

それぞれ所定の色の光を放射する複数のＬＥＤ素子から構成されるＬＥＤ光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像と、前記基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像とを比較し、前記検査画像に色むらが生じているか否かを判断し、

色むらのエリアを特定し、各ＬＥＤ素子の配光特性データからそのエリアに応じたＬＥＤを特定するＬＥＤ特定することを特徴とする色むら検出方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、体内器官などを観察、処置可能な内視鏡装置に関し、特に、光源に起因する色むらの検出に関する。

【背景技術】**【0002】**

内視鏡装置では、キセノンランプなどの光源から放射される光をライトガイドによってスコープ先端部へ伝達し、被写体に照射する。被写体からの反射光によってモザイクフィルタ付き撮像素子の受光面に被写体像が形成され、画像信号に基づいてフルカラー画像が得られる。

50

【 0 0 0 3 】

キセノンランプの場合、経時変化によって光出力が変化する。その結果、カラー画像の明るさが光源劣化に伴って変化し、輝度むらが生じる。これを防ぐため、絞りを制御して光量調整を行う方法が知られている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

一方、複数の LED を光源として使用する内視鏡装置では、スコープ先端部に LED が配置され、指向性の強い光を先端部に向けて照射する（特許文献 2 参照）。あるいは、プロセッサのライトガイド入射端付近に LED を配置することも可能であり、例えば、R、G、B の LED 素子を凹状保持板の放物面に沿って同心円状に複数配置する（特許文献 3 参照）。

10

【特許文献 1】特開平 6 - 2 8 1 8 6 8 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 2 7 5 2 0 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 4 7 5 9 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

LED 光源も経時変化によって光出力が劣化するが、各 LED の発光素子を載せたチップによって劣化度合いが異なる。そのため、使用時間の経過に伴い、カラー画像のカラーバランスが崩れて色むらが生じる。

【 0 0 0 6 】

20

このような色むらは、器官内壁など赤味を帯びた観察画像の撮影時に発見することが難しく、交換、修理の必要な光源であっても長期間使用することになる。そのため、色再現性の低下したカラー画像によって処置、診断が行われ、内視鏡作業に支障が生じる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の内視鏡装置は、色むらを自動的に検出可能な内視鏡装置であり、それぞれ所定の色の光を放射する複数の LED 素子から構成される LED 光源を備える。LED 光源として、例えば R、G、B の発光ダイオードあるいは白色発光ダイオードによって構成される。

【 0 0 0 8 】

30

本発明の内視鏡装置は、LED 光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像をメモリに記録可能な記録手段を備える。基準となる被写体（以下、基準被写体という）としては、例えば白色被写体（チャート）など色が全体的に一樣な被写体が用いられ、工場出荷時など使用開始前に参照画像を撮影すればよい。そして、内視鏡装置は、基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像と、参照画像とを比較し、検査画像に色むらが生じているか否かを判断する色むら判定手段とを備える。

【 0 0 0 9 】

経時変化によって光源の色特性変化が生じると、同じ基準被写体を撮影しているのにもかかわらず、参照画像と検査画像に差が生じ、部分的に色相に関して差異が生じる。本発明では、参照画像と検査画像を比較することによって色むらを検出する。

40

【 0 0 1 0 】

さらに、本発明の内視鏡装置は、色むらのエリアを特定し、各 LED 素子の配光特性データからそのエリアに応じた LED を特定する LED 特定手段と、特定された LED に対し、発光調整を行う発光調整手段とを備える。例えば、LED 特定手段は、画面上での色むらの発生位置に応じた指向性を有する LED 素子を特定する。配光特性データとしては、所定の LED 素子と、所定の LED 素子を点灯させたときの画面表示位置と、発光色とを対応づけたデータであればよい。

【 0 0 1 1 】

色むらを生じさせている LED を容易に特定するため、色むら判定手段が、色成分ごと

50

に、参照画像と検査画像との差を検出して色むらを判断するのが望ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明の内視鏡用色むら検出装置は、それぞれ所定の色の光を放射する複数のＬＥＤ素子から構成されるＬＥＤ光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像と、基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像とを比較し、検査画像に色むらが生じているか否かを判断する色むら判定手段と色むらのエリアを特定し、各ＬＥＤ素子の配光特性データからそのエリアに応じたＬＥＤを特定するＬＥＤ特定手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明の内視鏡用色むら検出方法は、それぞれ所定の色の光を放射する複数のＬＥＤ素子から構成されるＬＥＤ光源の経時変化が生じていない状態において、基準となる被写体を撮影することによって得られる参照画像と、基準となる被写体を撮影することによって得られる検査画像とを比較し、検査画像に色むらが生じているか否かを判断し、色むらのエリアを特定し、各ＬＥＤ素子の配光特性データからそのエリアに応じたＬＥＤを特定することを特徴とする。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、色むらを自動的に検出し、色再現性の優れたカラー画像を維持することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

20

【 0 0 1 5 】

以下では、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 1 6 】

図１は、本実施形態である電子内視鏡装置のブロック図である。図２は、ＬＥＤランプの一部回路図である。

【 0 0 1 7 】

電子内視鏡装置は、ビデオスコープ１０とプロセッサ２０とを備え、プロセッサ２０には、モニタ４０が接続される。ビデオスコープ１０は、プロセッサ２０に着脱自在に接続される。

【 0 0 1 8 】

30

プロセッサ２０内には、Ｒ（赤）、Ｇ（緑）、Ｂ（青）の光を発光するＬＥＤ２４Ｒ、２４Ｇ、２４Ｂをそれぞれ複数配置させたＬＥＤランプ２４が設けられている。ＬＥＤランプ２４Ｒ、２４Ｇ、２４Ｂは、それぞれ x_r 個、 x_g 個、 x_v 個用意され、放物面となる凹状曲面を有する保持器２４Ｔに規則的に配列されている。具体的には、放物面中心から全放射方向に沿って所定間隔に配置されている。

【 0 0 1 9 】

図２に示すように、ＬＥＤランプ２４の各ＬＥＤ素子は、それぞれ可変抵抗 R_{Tn} と接続されており、抵抗値を変えることによってＬＥＤ素子の電流量、すなわち光量が変化する。ＬＥＤ駆動部２７は、各ＬＥＤ素子を駆動するとともに、可変抵抗値を変えることによってＬＥＤ素子の出力を制御可能である。

40

【 0 0 2 0 】

ＬＥＤランプ２４が同時点灯すると、ＬＥＤランプ２４から放射された光は、絞り（図示せず）、集光レンズ２６を介して、ライトガイド１２の入射端１２Ａに入射する。ライトガイド１２を通った光は、配光レンズ１１を介してスコープ先端部から射出する。これにより、観察部位が白色の照明光によって照射される。

【 0 0 2 1 】

観察部位において反射した光は、対物レンズ１３を通り、ＣＣＤ１４の受光面に到達する。その結果、被写体像がＣＣＤ１４に形成され、被写体像に応じた画像信号が生成される。画像信号はＣＣＤ１４から一定の時間間隔で読み出され、初期回路１５を経てプロセッサ２０の画像信号処理回路２２へ送られる。

50

【 0 0 2 2 】

画像信号処理回路 2 2 では、ホワイトバランス調整、ガンマ補正など画像信号に対して様々な処理が施され、R、G、Bの画像信号が生成される。生成されたR、G、Bの信号は映像信号処理回路 2 3 を介してモニタ 4 0 へ出力される。これにより、フルカラー画像がモニタ 4 0 に表示される。

【 0 0 2 3 】

CPU、ROM、RAMを含むシステムコントロール回路 2 1 は、プロセッサ 2 0 の動作を制御し、画像信号処理回路 2 2、LED駆動部 2 7などの回路へ制御信号を出力する。ROMには、動作制御に関するプログラムが格納されている。

【 0 0 2 4 】

キャラクタ信号生成回路 2 8 では、システムコントロール回路 2 1 からのキャラクタコードに基づき、キャラクタ信号が生成される。映像信号処理回路 2 3 では、キャラクタ信号が所定のタイミングで画像信号に間挿される。これにより、文字情報が観察画像にスーパーインポーズされる。

【 0 0 2 5 】

色むら診断ボタン 2 9 は、色むら検出するときユーザによって操作される。後述するように、白色被写体のチャート T を用いた撮影によって得られた画像（以下、参照画像という）があらかじめメモリ 3 0 に記憶されており、同じ白色被写体チャート T を撮影し、色むら診断ボタン 2 9 が操作されると、色むら検出処理が実行される。

【 0 0 2 6 】

色むらが検出されると、色むらを解消するように発光調整処理が行われる。すなわち、LED駆動部 2 7 が、システムコントロール回路 2 1 からの制御信号に基づき、所定のLED素子の光量を制御する。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、LED素子の配光特性データベース化処理を示したフローチャートである。図 4 は、LED点灯エリアの位置検出を示した図である。図 3 の処理は、ここでは電子内視鏡装置の出荷時に行われる。

【 0 0 2 8 】

LEDランプ 2 4 を構成する一連のLED素子は、あらかじめ順序づけされている。ステップ S 1 0 1 では、番号を示す変数 i ($i = 1、2、\dots$) が 1 に設定される。ステップ S 1 0 2 では、 i 番目（最初は 1 番目）のLED素子が点灯される。

【 0 0 2 9 】

図 4 には、 i 番目LED素子のみを発光したときの投影像 P が表示された画面を示している。黒色被写体に対して i 番目のLED素子を点灯させたとき、画面上での投影像 P の位置は、そのLED素子の保持器 2 4 T の放物面上における位置に従う。ステップ S 1 0 3 では、 i 番目のLED素子が発光させたときの画像が取り込まれ、ステップ S 1 0 4 では、画面上で輝度の高い領域を検出することによって、投影像 P の画面位置が抽出される。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 0 5 では、投影像 P の画面上での位置、すなわち、 i 番目のLED素子の配光分布位置が検出される。ここでは、矩形状のエリアによって投影像 P の位置を指定する。そして、ステップ S 1 0 6 では、配光分布位置、 i 番目のLED素子、およびその発光色が対応づけられる。対応づけられたデータ M は、メモリ 3 0 に格納される。図 4 には、1 番目のLED素子に関する発光色、エリアがテーブル化されている。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 0 6 では、変数 i が 1 だけインクリメントされ、対象LED素子が 1 つ移動する。ステップ S 1 0 7 では、すべてのLED素子についてデータベース化が終了したか否かが判断され、終了していない場合、ステップ S 1 0 2 へ戻る。すべてのLED素子についてデータベース化されるまで、ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 7 が繰り返し実行される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

図 5 は、システムコントロール回路 2 1 によって実行される参照画像の記録処理を示したフローチャートである。ここでは、電子内視鏡装置の出荷時に処理が行われる。

【 0 0 3 3 】

電子内視鏡装置の出荷時において、ホワイトバランス調整にも使用可能な白色被写体のチャート T が用意され、ビデオスコープ 1 0 によって被写体が撮影される (S 2 0 1)。そして、システムコントロール回路 2 1 は、撮影によって静止画像をメモリ 3 0 に記録する (S 2 0 2)。ここでは、プロセッサ 2 0 にコンピュータを接続させ、コンピュータから撮影画像の記録が指示される。

【 0 0 3 4 】

図 6 は、システムコントロール回路 2 1 によって実行される色むら検出処理を示したフローチャートである。電子内視鏡装置の出荷後、所定の使用期間が経過した状態であり、内視鏡作業開始時、あるいは工場検査時に色むら診断ボタン 2 9 が操作されると、色むら検出処理が開始される。

【 0 0 3 5 】

図 6 のステップ S 3 0 1 では、白色被写体のチャート T による撮影によって静止画像データが生成され、ステップ S 3 0 2 では、撮影による静止画像データがメモリ 3 0 に一時的に格納される。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 3 0 3 では、出荷時の撮影によってメモリ 3 0 に格納されていた参照画像と、ステップ S 3 0 2 で得られた現在の画像 (以下、検査画像という) がメモリ 3 0 から読み出される。そして、ステップ S 3 0 4 では、参照画像と検査画像との差分が検出される。すなわち、参照画像と検査画像に対し、各画素の差分が算出される。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、参照画像、検査画像、および R の画像信号に応じたヒストグラムを示した図である。参照画像は、LED ランプ 2 4 がまだ経時変化のない状態で撮影された画像であるため、色むら生じていない。すなわち、各画素の画素値が実質的に同じ値になっている。各画素の R、G、B のグレースケールレベルを 0 ~ 2 5 5 の 2 5 6 段階で表すと、参照画像では、実質的にすべての画素値が 2 5 5 で表される。

【 0 0 3 8 】

一方、検査画像では、LED ランプ 2 4 の経時変化に伴って光量低下、あるいは色変化の生じている LED 素子が存在し、その劣化具合は LED 素子ごとに異なる。また、ライトガイド 1 2 に起因する色収差によって、照明光の色変化はスコープ先端部で増長し、色むらが大きくなる。その結果、検査画像の一部は、赤色、青色など白色でない色によって表示される。すなわち、R、G、B いずれかの色に対して 2 5 5 より小さい画素値をもつ画素が存在する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 3 0 5 では、検査画像と参照画像との差分が R、G、B の色成分ごとに求められ、各色成分のヒストグラムデータが生成される。すなわち、R、G、B の画像信号に対し、各色の差分値からヒストグラムデータが生成される。そして、ヒストグラムデータに基づき、標準偏差が色成分ごとに求められる。すなわち、差分値のバラツキ具合が検出される。

【 0 0 4 0 】

図 7 には、R の色成分に応じた差分のヒストグラムが示されている。横軸は、R に応じた画素の差分値を表し、縦軸は各差分値をもつ画素数 (頻度) を表す。ここでは、画素値 2 5 5 を基準とし、基準値からの差分値の分布が表されている。図 7 に示した R のヒストグラムデータと同様、G、B のヒストグラムデータも生成され、それぞれ標準偏差が算出される。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 2 0 6 では、R、G、B の色成分ごとに、標準偏差が閾値以上であるか否か

10

20

30

40

50

が判断される。すなわち、差分値のバラツキ程度が大きく、色むらが生じているか否かが判断される。閾値は、色むらが生じているとみなせる画像に従って定められた値であり、R、G、Bの色成分ごとに定められている。

【0042】

R、G、Bのうち少なくとも1つの色成分において標準偏差が閾値以上であると判断されると、ステップS307へ進み、発光調整処理が実行される。一方、ステップS306において、いずれの色成分についても標準偏差が閾値より小さいと判断された場合、そのまま処理は終了する。

【0043】

図8は、図6のステップS307で実行される発光調整処理のサブルーチンである。

10

【0044】

ステップS401では、色むら発生位置と、色むらを生じさせている色成分(R、G、Bのいずれか)が検出される。色むら発生位置は、ステップS304で算出された差分画像データに基づいて検出される。そして、ステップS402では、図3のデータベース化処理によってメモリ30に格納されているLEDランプ24の配光特性データに基づき、色むらに起因するLED素子が特定される。ここでは、色むら発生位置に配光特性をもつ、すなわち表示位置が色むらの発生位置と一致し、発光色が色むらの色成分と同じLED素子を色むら発生原因のLED素子と判断する。

【0045】

LED素子が特定されると、ステップS403～S405では、色むらを解消するための発光調整処理が行われる。すなわち、図6において算出される同じ色成分の標準偏差が閾値より小さくなるまで、特定されたLED素子の電流量を段階的に増加させる。ただし、ステップS405では、図6の処理と同様に検査画像の再取り込みを行うか、あるいは、図4の配光特性データMからLEDの電流修正量を加味して検査画像を修正加工し、比較確認を行う。標準偏差が閾値より小さくなると、発光調整処理は終了する。

20

【0046】

このように本実施形態によれば、R、G、Bの光を同時発光するLEDランプ24がプロセッサ20に設けられ、白色光の照明によってカラー画像がモニタ40に表示される。電子内視鏡装置の出荷時には、基準となる参照画像がメモリ30に記録される。そして、ある程度の使用経過後に色むら診断ボタン29が操作されると、撮影画像が検査画像として抽出される。

30

【0047】

そして、参照画像と検査画像とが比較され、差分のヒストグラムデータがR、G、B色成分ごとに生成される。ヒストグラムデータの標準偏差が閾値以上の場合、色むらが生じていると判断される。そして、LEDランプ24の配光特性データに基づき、色むら発生原因のLED素子が特定される。LED素子が特定されると、電流量調整によって発光調整が行われる。

【0048】

このように自動的に色むらが検出されるとともに、発光調整が行われるため、色再現性の優れたカラー画像の表示を維持することができる。特に、経時劣化のあるLED素子を特定できるため、迅速に色むらを解消することができる。

40

【0049】

なお、R、G、Bの画像信号ごとに参照画像を記録し、特定の色について色むら検出を行ってもよい。また、R、G、B以外の色成分で色むらを検出してもよい。さらに、電子内視鏡装置が一定期間経過すると自動的に色むら検出を行うように構成してもよい。

【0050】

色むら判断については、差分のある画素の割合を検出し、割合が所定の割合より大きいかが否かによって判断してもよい。また、各画素の差分を求めずに参照画像と検査画像とを比較して色むらを検出してもよい。色むら検出する構成については、ソフトウェア処理の代わりに専用回路を設けてもよい。

50

【 0 0 5 1 】

白色チャート以外の被写体を用いて色むらを検出してもよく、色成分が全体的に一様な被写体を用いてもよい。また、参照画像は自ら撮影する代わりに、あらかじめ用意された基準画像データを出荷時、あるいは色むら検査時に取得するようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

撮像方式としては、面順次を行ってもよい。また、LEDランプをスコープ先端部に配置してもよい。LEDランプとしては、R、G、Bの3つのLED素子から成るパッケージ化されたLEDを用いてもよい。あるいは、単体で白色光を放射するLED 1 2 Bランプを適用してもよい。

【 0 0 5 3 】

発光調整処理については、オペレータがキーボード操作などによってマニュアル操作してもよい。また、LEDの光量を調整する代わりに、色むら原因として特定されたLEDを交換するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図 1】本実施形態である電子内視鏡装置のブロック図である。

【図 2】図 2 は、LEDランプの一部回路図である。

【図 3】LED素子の配光特性データベース化処理を示したフローチャートである。

【図 4】LED点灯エリアの検出を示した図である。

【図 5】システムコントロール回路によって実行される参照画像の記録処理を示したフローチャートである。

【図 6】システムコントロール回路によって実行される色むら検出処理を示したフローチャートである。

【図 7】参照画像、検査画像、およびRの画像信号に応じたヒストグラムを示した図である。

【図 8】図 7 のステップ S 3 0 7 で実行される発光調整処理のサブルーチンである。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

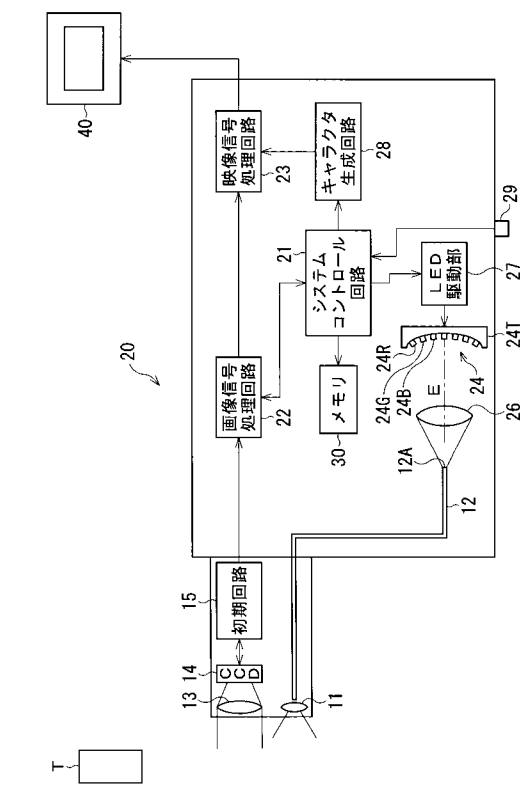
- 1 0 ビデオスコープ
- 1 4 C C D
- 2 0 プロセッサ
- 2 1 システムコントロール回路
- 2 4 LEDランプ
- 2 4 R、2 4 G、2 4 B LED素子
- 2 7 LED駆動部
- 2 9 色むら診断ボタン
- 3 0 メモリ

10

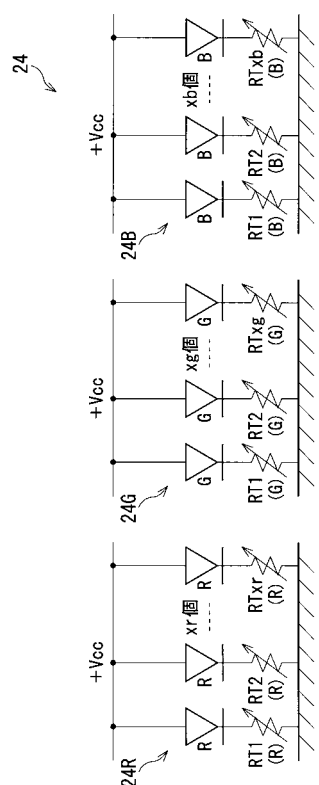
20

30

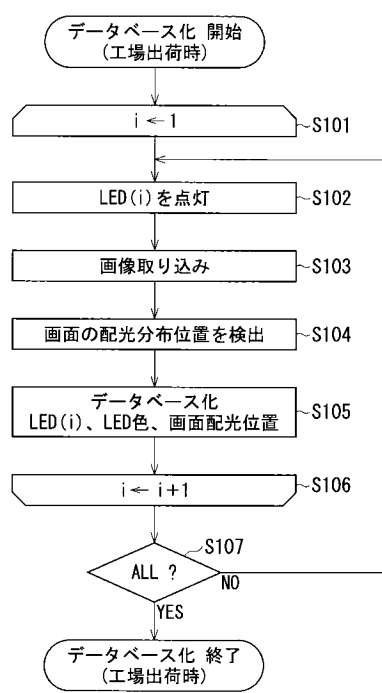
【 図 1 】



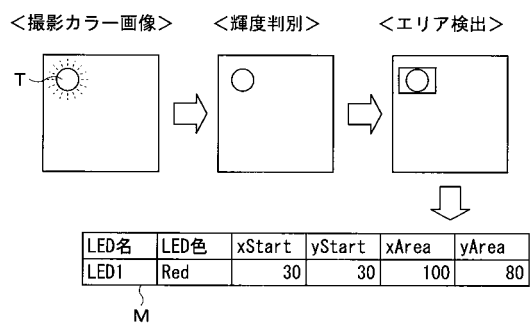
【 図 2 】



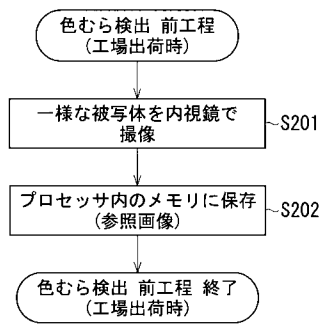
【 図 3 】



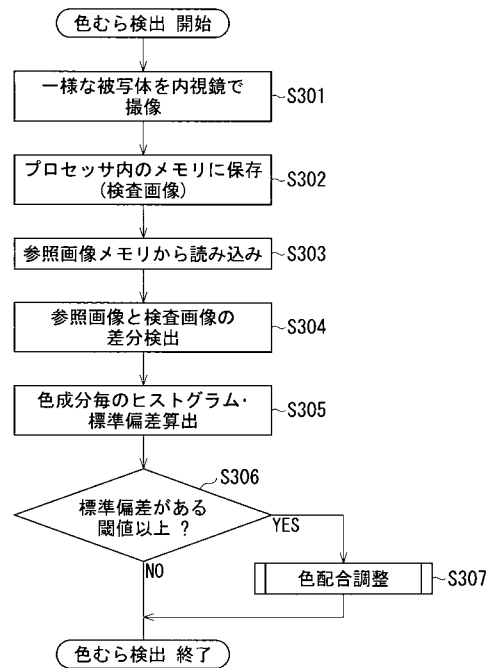
【 図 4 】



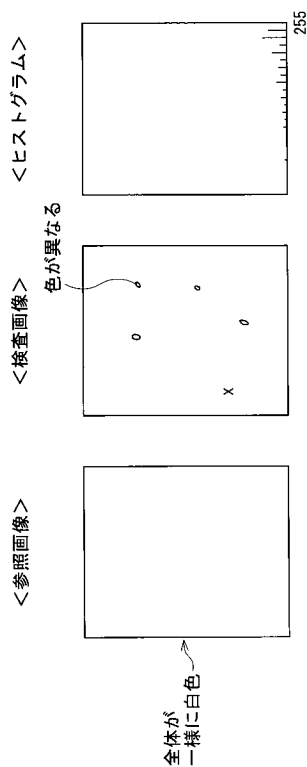
【図 5】



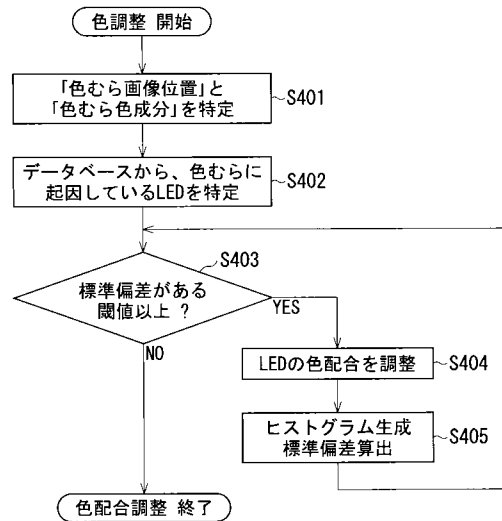
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 紀子

東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内

F ターム(参考) 2G020 AA08 DA05 DA22 DA34 DA63

2H040 BA09 CA10 CA11 CA23 GA02 GA11

4C061 CC06 HH54 LL02 RR04 RR25 SS22

专利名称(译)	能够检测颜色不均匀的内窥镜设备		
公开(公告)号	JP2009273676A	公开(公告)日	2009-11-26
申请号	JP2008127973	申请日	2008-05-15
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	太田紀子		
发明人	太田 紀子		
IPC分类号	A61B1/00 G01J3/50 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.300.D G01J3/50 G02B23/26.B A61B1/00.550 A61B1/045.610 A61B1/06.610 A61B1/06.614		
F-TERM分类号	2G020/AA08 2G020/DA05 2G020/DA22 2G020/DA34 2G020/DA63 2H040/BA09 2H040/CA10 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/HH54 4C061/LL02 4C061/RR04 4C061/RR25 4C061/SS22 4C161/CC06 4C161/HH54 4C161/LL02 4C161/RR04 4C161/RR25 4C161/SS22		
代理人(译)	松浦 孝 野刚		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：自动检测颜色不均匀并保持色彩再现性优异的彩色图像。在电子内窥镜设备出厂时，将用作参考的参考图像记录在存储器中。当在一定程度上在使用进程之后操作颜色不均匀诊断按钮29时，获取拍摄图像作为测试图像。然后，比较参考图像和检查图像以确定是否发生颜色不均匀。如果发生颜色不均匀，则基于LED灯24的光分布特性数据来指定引起颜色不均匀产生的LED元件。然后，通过调节指定LED元件的电流量来执行发光调节，以消除颜色不均匀性。[选图]图1

