

(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2017-148432

(P2017-148432A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

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

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2016-36285 (P2016-36285)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成28年2月26日 (2016. 2. 26)		富士フイルム株式会社
			東京都港区西麻布2丁目26番30号
		(74) 代理人	110001988
			特許業務法人小林国際特許事務所
		(72) 発明者	森本 美範
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA11 CA04 CA06 FA11 FA12
			GA02
			4C161 GG01 JJ17 NN01 QQ01 QQ07
			QQ09 RR02 RR23

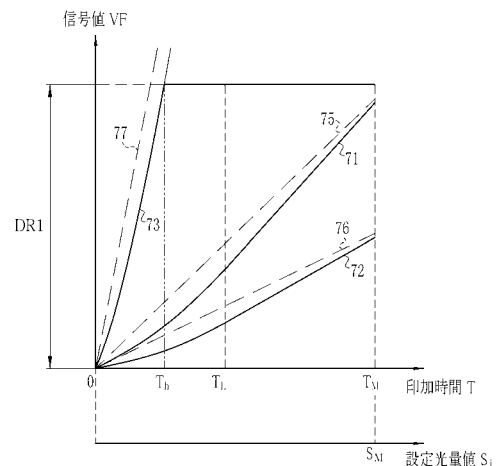
(54) 【発明の名称】 内視鏡用光源装置

(57) 【要約】

【課題】光量が異なる複数の発光素子が発する照明光をそれぞれ受光する光量センサが用いられる場合において、光量が小さい発光素子の射出光量と設定光量値との関係を精度よく線形化することを可能とする内視鏡用光源装置を提供する。

【解決手段】光源制御部52は、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bのそれぞれに印加する駆動電流の印加時間を設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ 内で制御する。第1光量センサ54は、光を受光して信号値を生成する。緑色LED57が発する緑色光LGと紫色LED58が発する紫色光LVを受光して生成された信号値は、設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ 内の全てで非飽和となる。第1及び第2白色LED59A、59Bが発する第1及び第2白色光LWA、LWBを受光して生成された信号値は、設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ 内のうち、閾値 T_h 未満で非飽和となり、閾値 T_h 以上で飽和となる。

【選択図】図15



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 駆動電流が印加されることにより第 1 光を発する第 1 発光素子と、

第 2 駆動電流が印加されることにより第 2 光を発する第 2 発光素子であって、前記第 1 駆動電流と前記第 2 駆動電流との各電流値が一定値の場合であり、かつ前記第 1 駆動電流の印加時間と前記第 2 駆動電流の印加時間が同じである場合に、前記第 2 光の光量が前記第 1 光の光量よりも大きい第 2 発光素子と、

外部から入力される設定光量値に基づき、前記第 1 及び第 2 駆動電流の各印加時間を設定可能範囲内で制御する光源制御部と、

前記第 1 光の一部の受光による第 1 信号値の生成と、前記第 2 光の一部の受光による第 2 信号値の生成とを行う第 1 光量センサであって、前記第 1 信号値は、前記設定可能範囲内の全てにおいて非飽和となり、前記第 2 信号値は、前記設定可能範囲のうち、閾値未満で非飽和となり、前記閾値以上で飽和となる第 1 光量センサとを備える内視鏡用光源装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 信号値に基づいて、前記第 1 駆動電流の印加時間の補正を行う第 1 補正部を備える請求項 1 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 3】

前記光源制御部は、前記設定光量値と前記第 1 駆動電流の印加時間との関係を表す第 1 の設定光量データテーブルを記憶し、

20

前記第 1 補正部は、前記第 1 信号値に基づいて、前記第 1 の設定光量データテーブルに含まれる前記第 1 駆動電流の印加時間の補正を行い、

前記光源制御部は、前記補正後の第 1 の設定光量データテーブルから、外部から入力される前記設定光量値に対応する前記第 1 駆動電流の印加時間を選択する請求項 2 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 4】

前記第 1 補正部は、

前記第 1 駆動電流の印加時間と前記第 1 信号値との関係が線形となり、かつ前記設定光量値と前記第 1 光の光量との関係が線形となる目標信号値を記憶しており、

前記設定光量値に対応する前記第 1 駆動電流の印加時間と前記第 1 信号値との関係を示す特性曲線上において、前記目標信号値に対応する第 1 駆動電流の印加時間を、前記第 1 の設定光量データテーブルの更新に用いるテーブル更新用印加時間として求め、

30

前記第 1 の設定光量データテーブルに含まれる前記第 1 駆動電流の印加時間を前記テーブル更新用印加時間に置き換える請求項 3 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 5】

前記第 1 補正部は、前記テーブル更新用印加時間が前記設定可能範囲を超える場合、前記第 1 の設定光量データテーブルに含まれる前記第 1 駆動電流の印加時間を補正せずに、前記第 1 駆動電流の電流値を補正する請求項 4 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 6】

前記非飽和の第 2 信号値に基づいて、前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間の補正を行う第 2 補正部を備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

40

【請求項 7】

前記光源制御部は、前記設定光量値と前記第 2 駆動電流の印加時間との関係を表す第 2 の設定光量データテーブルを記憶し、

前記第 2 補正部は、前記非飽和の第 2 信号値に基づいて、前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、

前記光源制御部は、前記補正後の第 2 の設定光量データテーブルから、外部から入力される前記設定光量値に対応する前記第 2 駆動電流の印加時間を選択する請求項 6 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 8】

50

前記第 1 光の一部の受光による第 3 信号値の生成と、前記第 2 光の一部の受光による第 4 信号値の生成とを行い、前記第 1 光量センサよりも感度が低い第 2 光量センサであって、前記第 3 及び第 4 信号値は、前記設定可能範囲内の全てにおいて非飽和となる第 2 光量センサを備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 9】

前記第 1 光量センサは、第 1 受光素子により構成され、

前記第 2 光量センサは、第 2 受光素子と、前記第 2 受光素子に入射する光の光量を減光させる減光部とにより構成される請求項 8 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 10】

前記減光部は、ND フィルタまたはアパチャーである請求項 9 に記載の内視鏡用光源装置。

10

【請求項 11】

前記非飽和の第 2 信号値に基づいて、前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、前記非飽和の第 4 信号値に基づいて、前記閾値以上の前記第 2 駆動電流の印加時間の補正を行う第 3 補正部を備える請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 12】

前記光源制御部は、前記設定光量値と前記第 2 駆動電流の印加時間との関係を表す第 2 の設定光量データテーブルを記憶し、

前記第 3 補正部は、前記非飽和の第 2 信号値に基づいて、前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間を補正し、前記非飽和の第 4 信号値に基づいて、前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値以上の前記第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、

20

前記光源制御部は、前記補正後の第 2 の設定光量データテーブルから、外部から入力される前記設定光量値に対応する前記第 2 駆動電流の印加時間を選択する請求項 11 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 13】

前記第 1 発光素子と前記第 2 発光素子とは 1 つの基板に設けられている請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 14】

30

前記第 1 光は、青色光を含む狭帯域光であり、

前記第 2 光は、緑色光を含む広帯域光である請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 15】

前記第 1 発光素子及び前記第 2 発光素子は、LED である請求項 1 から 14 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、電子内視鏡に供給する照明光を生成する内視鏡用光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の医療においては、内視鏡用光源装置（以下、光源装置という）、電子内視鏡（以下、内視鏡という）、及びプロセッサ装置を備える内視鏡システムを用いた診断等が広く行われている。光源装置は、従来、照明光として白色光を発するキセノンランプやハロゲンランプ等のランプ光源が使用されていたが、最近では、ランプ光源に代えて、特定の波長帯域の光を発する発光ダイオード（LED：Light emitting diode）やレーザダイオード（LD：Laser diode）等の発光素子を有する半導体光源が用いられつつある。

【0003】

例えば、特許文献 1 に記載の光源装置は、青色光、緑色光、及び赤色光をそれぞれ発す

50

る３つのＬＥＤと、各ＬＥＤに駆動電流を印加するＬＥＤ駆動部と、ＬＥＤ駆動部を制御する制御部とを備えている。各ＬＥＤは、ＬＥＤ駆動部から駆動電流が印加されることにより発光する。特許文献１に記載の光源装置は、ユーザが光量を調整するために操作部を操作して設定した設定光量値をプロセッサ装置から受信し、制御部によって、設定光量値に従って各ＬＥＤの駆動条件が決定される。駆動条件は、各ＬＥＤに対してそれぞれ印加する駆動電流の電流値及びデューティ比（印加時間）である。駆動電流の電流値及び印加時間は、射出光量と設定光量値との関係が線形になる値に決定される。設定光量値は段階的に設定可能であり、光源装置は、設定光量値に基づき駆動電流の電流値及び印加時間を決定することにより、射出光量を段階的に変更することができる。

【０００４】

ＬＥＤなどの発光素子は、経時劣化などで射出光量が徐々に低下することが知られている。特に、射出光量を駆動電流の印加時間で制御する場合に、設定光量値が小さいほど上記光量の低下が顕著に現れる。具体的には、ＬＥＤなどの発光素子は、駆動電流の印加が開始されてから目標の強度になるまでに一定の立ち上がり遷移時間を要する。設定光量値が小さいほど、印加時間に占める立ち上がり遷移時間の割合が大きくなり、発光強度が足りずに光量が低下する。光源装置は、上記のようにプロセッサ装置からの設定光量値に従って駆動電流の印加時間を決定するので、発光素子に上記光量の低下が生じると、実際の射出光量と設定光量値との関係が非線形になるという問題がある。内視鏡システムを用いた診断においては照明光の安定性が求められるので、射出光量と設定光量値との関係を線形化させるために、特許文献１に記載の光源装置は、各ＬＥＤの射出光量を測定する１つの光量センサを備えている。光量センサが射出光量を測定して出力した信号値に基づき、各ＬＥＤに印加する駆動電流の印加時間が個別に補正される。

【０００５】

また、近年では、通常観察画像を得る通常観察モードと、観察対象の血管コントラストが高い特殊観察画像を得る特殊観察モードとを備えた光源装置が知られている（特許文献２参照）。例えば、特許文献２に記載されている光源装置は、通常観察モードでは演色性の高い広帯域光が用いられ、特殊観察モードでは広帯域光より波長帯域（光強度スペクトル）が狭い狭帯域光が用いられている。特許文献２において、広帯域光は、白色ＬＥＤが発する白色光であり、狭帯域光は、紫色ＬＥＤが発する紫色光及び緑色ＬＥＤが発する緑色光である（段落００４０～段落００５９）。特殊観察画像は、粘膜の表面から浅い位置に有る表層血管が強調表示される。表層血管の観察は、がん等の診断に有効である。

【０００６】

特許文献２に記載の光源装置のように、狭帯域光を発する発光素子と広帯域光を発する発光素子を有する光源装置において、各発光素子に印加する駆動電流の電流値と印加時間を同じとした場合は、狭帯域光の射出光量が広帯域光の射出光量よりも小さいことが多い。また、狭帯域光が用いられるケースでは、狭帯域光の射出光量を小さくして使用することも考慮する必要がある。例えば、特殊観察モードは、内視鏡を観察対象に近接させた拡大観察時に使用されることもあり、その場合には特殊観察画像にいわゆる白とびが生じ易い。このように特殊観察画像の視認性が低下することを防止するために、特殊観察モードで、拡大観察時には狭帯域光の射出光量を小さくする。

【０００７】

また、複数の発光素子を有する光源装置には、各発光素子を別々の基板に設けたシングルチップ構成の半導体光源を用いたものと、各発光素子を１つの基板に設けたマルチチップ構成の半導体光源を用いたものとがある。マルチチップ構成の半導体光源として、例えば、特許文献２に記載されているように、波長帯域の異なる光を発する複数のＬＥＤにより構成したものが知られている（段落００９１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２０１０－１５８４１３号

10

20

30

40

50

【特許文献 2】国際公開第 2012/101904 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献 2 に記載の光源装置のように、射出光量の異なる複数の発光素子を有する光源装置においても、射出光量と設定光量値との関係を線形化させる必要がある。異なる射出光量を 1 つの光量センサで測定するためには、光量センサの測定レンジ（ダイナミックレンジ）を、射出光量が大きくても信号値が非飽和となるレンジに拡大することが考えられる。例えば、第 1 発光素子（紫色 LED）と第 2 発光素子（白色 LED）に印加する駆動電流の電流値と印加時間を同じとした場合に第 1 発光素子の射出光量よりも第 2 発光素子の射出光量の方が大きい場合には、光量センサのダイナミックレンジの上限を第 2 発光素子の最大射出光量に合わせる。上記のようにダイナミックレンジを拡大させるためには、例えば、光量センサの前面に減光フィルタを設けて、光量に対する感度を低下させる方法が考えられる。

10

【0010】

上記のようにダイナミックレンジの拡大のために光量センサの感度を低下させると、射出光量が小さい発光素子（例えば紫色 LED のように光強度スペクトルが狭い狭帯域光）に対する分解能が低下するので、射出光量と設定光量値との関係を線形化させる精度が低下する。しかしながら、がん等の診断に有用な表層血管を観察するためには、射出光量が小さい発光素子（紫色 LED）が用いられることが多い。さらに、射出光量が小さい発光素子は、光量を小さくして使用することも考慮する必要があるので、発光素子の経時劣化などによる光量の低下が顕著に現れるという問題がある。このため、光量が異なる複数の発光素子が発する照明光をそれぞれ受光する光量センサが用いられる場合においては、光量が小さい発光素子の射出光量と設定光量値との関係を精度よく線形化させる必要性が特に高い。

20

【0011】

本発明は、光量が異なる複数の発光素子が発する照明光を受光する光量センサが用いられる場合において、光量が小さい発光素子の射出光量と設定光量値との関係を精度よく線形化することを可能とする内視鏡用光源装置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】

30

【0012】

本発明の内視鏡用光源装置は、第 1 駆動電流が印加されることにより第 1 光を発する第 1 発光素子と、第 2 駆動電流が印加されることにより第 2 光を発する第 2 発光素子であって、第 1 駆動電流と第 2 駆動電流との各電流値が一定値の場合であり、かつ第 1 駆動電流の印加時間と第 2 駆動電流の印加時間が同じである場合に、第 2 光の光量が第 1 光の光量よりも大きい第 2 発光素子と、外部から入力される設定光量値に基づき、第 1 及び第 2 駆動電流の各印加時間を設定可能範囲内で制御する光源制御部と、第 1 光の一部の受光による第 1 信号値の生成と、第 2 光の一部の受光による第 2 信号値の生成とを行う第 1 光量センサであって、第 1 信号値は、設定可能範囲内の全てにおいて非飽和となり、第 2 信号値は、設定可能範囲のうち、閾値未満で非飽和となり、閾値以上で飽和となる第 1 光量センサとを備える。

40

【0013】

第 1 信号値に基づいて、第 1 駆動電流の印加時間の補正を行う第 1 補正部を備えることが好ましい。

【0014】

光源制御部は、設定光量値と第 1 駆動電流の印加時間との関係を表す第 1 の設定光量データテーブルを記憶し、第 1 補正部は、第 1 信号値に基づいて、第 1 の設定光量データテーブルに含まれる第 1 駆動電流の印加時間の補正を行い、光源制御部は、補正後の第 1 の設定光量データテーブルから、外部から入力される設定光量値に対応する第 1 駆動電流の印加時間を選択することが好ましい。

50

【 0 0 1 5 】

第 1 補正部は、第 1 駆動電流の印加時間と第 1 信号値との関係が線形となり、かつ設定光量値と第 1 光の光量との関係が線形となる目標信号値を記憶しており、設定光量値に対応する第 1 駆動電流の印加時間と第 1 信号値との関係を示す特性曲線上において、目標信号値に対応する第 1 駆動電流の印加時間を、第 1 の設定光量データテーブルの更新に用いるテーブル更新用印加時間として求め、第 1 の設定光量データテーブルに含まれる第 1 駆動電流の印加時間をテーブル更新用印加時間に置き換えることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

第 1 補正部は、テーブル更新用印加時間が設定可能範囲を超える場合、第 1 の設定光量データテーブルに含まれる第 1 駆動電流の印加時間を補正せずに、第 1 駆動電流の電流値を補正することが好ましい。

10

【 0 0 1 7 】

非飽和の第 2 信号値に基づいて、閾値未満の第 2 駆動電流の印加時間の補正を行う第 2 補正部を備えることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

光源制御部は、設定光量値と第 2 駆動電流の印加時間との関係を表す第 2 の設定光量データテーブルを記憶し、第 2 補正部は、非飽和の第 2 信号値に基づいて、第 2 の設定光量データテーブルに含まれる閾値未満の第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、光源制御部は、補正後の第 2 の設定光量データテーブルから、外部から入力される設定光量値に対応する第 2 駆動電流の印加時間を選択することが好ましい。

20

【 0 0 1 9 】

第 1 光の一部の受光による第 3 信号値の生成と、第 2 光の一部の受光による第 4 信号値の生成とを行い、第 1 光量センサよりも感度が低い第 2 光量センサであって、第 3 及び第 4 信号値は、設定可能範囲内の全てにおいて非飽和となる第 2 光量センサを備えることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

第 1 光量センサは、第 1 受光素子により構成され、第 2 光量センサは、第 2 受光素子と、第 2 受光素子に入射する光の光量を減光させる減光部とにより構成されることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

減光部は、ND フィルタまたはアパチャーであることが好ましい。

30

【 0 0 2 2 】

非飽和の第 2 信号値に基づいて、閾値未満の第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、非飽和の第 4 信号値に基づいて、閾値以上の第 2 駆動電流の印加時間の補正を行う第 3 補正部を備えることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

光源制御部は、設定光量値と第 2 駆動電流の印加時間との関係を表す第 2 の設定光量データテーブルを記憶し、第 3 補正部は、非飽和の第 2 信号値に基づいて、第 2 の設定光量データテーブルに含まれる閾値未満の第 2 駆動電流の印加時間の補正を行い、非飽和の第 4 信号値に基づいて、第 2 の設定光量データテーブルに含まれる閾値以上の第 2 駆動電流の印加時間を補正し、光源制御部は、補正後の第 2 の設定光量データテーブルから、外部から入力される設定光量値に対応する第 2 駆動電流の印加時間を選択することが好ましい。

40

【 0 0 2 4 】

第 1 発光素子と第 2 発光素子とは 1 つの基板に設けられていることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

第 1 光は、青色光を含む狭帯域光であり、第 2 光は、緑色光を含む広帯域光であることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

第 1 発光素子及び第 2 発光素子は、LED であることが好ましい。

50

【発明の効果】

【0027】

本発明の内視鏡用光源装置は、光量が異なる複数の発光素子が発する照明光を受光する光量センサが用いられる場合において、光量が小さい発光素子の射出光量と設定光量値との関係を精度よく線形化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】内視鏡システムの外觀図である。

【図2】内視鏡の先端部の正面図である。

【図3】内視鏡システムの電氣的構成を示すブロック図である。

10

【図4】撮像素子の構成を示す図である。

【図5】カラーフィルタの光透過率を示すグラフである。

【図6】設定光量値と射出光量の関係を示すグラフである。

【図7】光源部の構成を示す図である。

【図8】紫色光と緑色光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【図9】白色光の光強度スペクトルを示すグラフである。

【図10】第1発光素子の光量と第2発光素子の光量との関係を示す図である。

【図11】光源制御部の構成を示す図である。

【図12】緑色光の設定光量データテーブルと、紫色光の設定光量データテーブルとを示す図である。

20

【図13】第1白色光の設定光量データテーブルと、第2白色光の設定光量データテーブルとを示す図である。

【図14】緑色LEDの応答特性を示す図である。

【図15】印加時間と第1光量センサの信号値との関係を表すグラフである。

【図16】緑色LEDの立ち上がり遷移時間及び立ち下がり遷移時間の変化を示す図である。

【図17】補正部の構成を示す図である。

【図18】第1テーブル補正部の補正を説明する図である。

【図19】補正後の緑色光の設定光量データテーブルと、補正後の紫色光の設定光量データテーブルとを示す図である。

30

【図20】第2テーブル補正部の補正を説明する図である。

【図21】補正後の第1白色光の設定光量データテーブルと、補正後の第2白色光の設定光量データテーブルとを示す図である。

【図22】補正部の作用を説明するフローチャートである。

【図23】第2実施形態の内視鏡システムの電氣的構成を示すブロック図である。

【図24】印加時間と第2光量センサの信号値との関係を表すグラフである。

【図25】第2実施形態の補正部の構成を示す図である。

【図26】第2実施形態の補正後の第1白色光の設定光量データテーブルと、補正後の第2白色光の設定光量データテーブルとを示す図である。

【図27】電流値の補正を説明する図である。

40

【図28】電流値の補正後の緑色光の設定光量データテーブルを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

[第1実施形態]

図1において、内視鏡システム10は、電子内視鏡（以下、単に内視鏡という）11と、プロセッサ装置12と、内視鏡用光源装置（以下、単に光源装置という）13と、表示部としてのモニタ14とを備えている。内視鏡11は、観察対象を撮像して、撮像信号を出力する。プロセッサ装置12は、内視鏡11により出力された撮像信号に基づいて、観察対象の表示画像を生成する。光源装置13は、観察対象を照明する照明光を内視鏡11に供給する。モニタ14は、プロセッサ装置12により生成された表示画像を表示する。

50

プロセッサ装置 12 には、キーボードやマウス等の操作入力部 15 が接続されている。

【0030】

内視鏡システム 10 は、観察対象を観察するための通常観察モードと、観察対象の粘膜内部に存在する血管を強調して観察するための血管強調観察モードとが実行可能である。血管強調観察モードは、血管情報として血管のパターンを可視化して、腫瘍の良悪鑑別等の診断を行うためのモードである。この血管強調観察モードでは、血中ヘモグロビンに対する吸光度が高い特定の波長帯域の光の成分を多く含む狭帯域光を観察対象に照射する。一方、通常観察モードでは、演色性の高い広帯域光を観察対象に照射する。

【0031】

通常観察モードでは、観察対象の全体の観察に適した通常観察画像が表示画像として生成される。血管強調観察モードでは、血管のパターンの観察に適した血管強調観察画像が表示画像として生成される。

【0032】

内視鏡 11 は、生体の消化管内に挿入される挿入部 16 と、挿入部 16 の基端部分に設けられた操作部 17 と、内視鏡 11 をプロセッサ装置 12 及び光源装置 13 に接続するためのユニバーサルコード 18 とを備えている。挿入部 16 は、先端部 19 と、湾曲部 20 と、可撓管部 21 とで構成されており、先端側からこの順番に連結されている。

【0033】

先端部 19 の先端面には、図 2 に示すように、観察対象に狭帯域光または広帯域光を照射する 2 つの照明窓 22 と、観察対象の像を取り込むための観察窓 23 と、観察窓 23 を洗浄するために送気・送水を行う送気・送水ノズル 24 と、鉗子や電気メス等の処置具を突出させて各種処置を行うための鉗子出口 25 とが設けられている。観察窓 23 の奥には、撮像素子 35 (図 3 参照) が内蔵されている。

【0034】

湾曲部 20 は、連結された複数の湾曲駒で構成されており、操作部 17 のアングルノブ 17a の操作に応じて、上下左右方向に湾曲する。湾曲部 20 を湾曲させることにより、先端部 19 が所望の方向に向けられる。可撓管部 21 は、可撓性を有しており、食道や腸等の曲がりくねった管道に挿入可能である。挿入部 16 には、撮像素子 35 を駆動するための駆動信号や、撮像素子 35 が出力する撮像信号を伝達する通信ケーブルや、光源装置 13 から供給される照明光を照明窓 22 に導光するライトガイド 32 (図 3 参照) が挿通されている。

【0035】

操作部 17 には、アングルノブ 17a の他、鉗子口 17b と、送気・送水ボタン 17c とが設けられている。鉗子口 17b は、処置具を挿入するための挿入口である。送気・送水ボタン 17c は、送気・送水ノズル 24 から送気・送水を行う際に操作される。また、操作部 17 には、静止画像を取得する際に操作されるフリーズボタンなども設けられる。フリーズボタンの操作により取得された静止画像は、後述するコントローラ 40 により、モニタ 14 に表示される。また、静止画像は、ストレージ (図示せず) に記録させることも可能とされている。

【0036】

ユニバーサルコード 18 には、挿入部 16 から延設される通信ケーブルやライトガイド 32 (図 3 参照) が挿通されており、プロセッサ装置 12 及び光源装置 13 側の一端には、コネクタ 29 が取り付けられている。コネクタ 29 は、通信用コネクタ 29a と光源用コネクタ 29b からなる複合タイプのコネクタである。通信用コネクタ 29a はプロセッサ装置 12 と着脱自在に接続される。通信用コネクタ 29a には通信ケーブルの一端が配置されている。光源用コネクタ 29b は光源装置 13 と着脱自在に接続される。光源用コネクタ 29b にはライトガイド 32 の入射端 32a (図 3 参照) が配置されている。

【0037】

図 3 において、内視鏡 11 は、ライトガイド 32 と、照射レンズ 33 と、対物光学系 34 と、撮像素子 35 と、撮像制御部 36 とを有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

ライトガイド 3 2 は、例えば、複数本の光ファイバが束ねられたファイババンドルである。ライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a には、光源用コネクタ 2 9 b が光源装置 1 3 に接続された場合に、光源装置 1 3 から照明光が入射される。ライトガイド 3 2 の出射端は、2 本に分岐しており、先端部 1 9 の 2 つの照明窓 2 2 にそれぞれ光を導光させる。

【 0 0 3 9 】

照射レンズ 3 3 は、照明窓 2 2 の奥に配置されている。光源装置 1 3 から供給された照明光は、ライトガイド 3 2 により照射レンズ 3 3 に導光されて照明窓 2 2 から観察対象に向けて照射される。照射レンズ 3 3 は、凹レンズであり、ライトガイド 3 2 から射出した照明光を、観察対象の広い範囲に照射する。

10

【 0 0 4 0 】

対物光学系 3 4 は、観察窓 2 3 の奥に配置されている。照明光で照明された観察対象の光像（戻り光）は、観察窓 2 3 を通して対物光学系 3 4 に入射する。対物光学系 3 4 は、戻り光を撮像素子 3 5 に入射させる。

【 0 0 4 1 】

撮像素子 3 5 は、カラー撮像素子であり、観察対象の光像を撮像して画像信号を出力する。図 4 に示すように、撮像素子 3 5 の撮像面 3 5 a には、光電変換により画素信号を生成する複数の画素 3 8 が形成されている。画素 3 8 は、行方向（X 方向）及び列方向（Y 方向）にマトリクス状に 2 次元配列されている。

【 0 0 4 2 】

撮像素子 3 5 の光入射側には、カラーフィルタアレイ 3 9 が設けられている。カラーフィルタアレイ 3 9 は、青色（B）フィルタ 3 9 a と、緑色（G）フィルタ 3 9 b と、赤色（R）フィルタ 3 9 c とを有している。これらのフィルタのうちいずれか 1 つが各画素 3 8 上に配置されている。カラーフィルタアレイ 3 9 の色配列は、ベイヤー配列であり、G フィルタ 3 9 b が市松状に 1 画素おきに配置され、残りの画素上に、B フィルタ 3 9 a と R フィルタ 3 9 c とがそれぞれ正方格子状となるように配置されている。

20

【 0 0 4 3 】

以下、B フィルタ 3 9 a が配置された画素 3 8 を B 画素と称し、G フィルタ 3 9 b が配置された画素 3 8 を G 画素と称し、R フィルタ 3 9 c が配置された画素 3 8 を R 画素と称する。偶数（0, 2, 4, ..., N - 1）の各画素行には、B 画素と G 画素とが交互に配置されている。奇数（1, 3, 5, ..., N）の各画素行には、G 画素と R 画素とが交互に配置されている。ここで、画素行とは、行方向に並んだ 1 行分の画素 3 8 を指している。画素列とは、列方向に並んだ 1 列分の画素 3 8 を指している。

30

【 0 0 4 4 】

カラーフィルタアレイ 3 9 は、図 5 に示す分光特性を有する。B フィルタ 3 9 a は、例えば 380 nm ~ 560 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。G フィルタ 3 9 b は、例えば 450 nm ~ 630 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。R フィルタ 3 9 c は、例えば 580 nm ~ 760 nm の波長帯域に対して高い光透過率を有している。

【 0 0 4 5 】

撮像素子 3 5 は、撮像制御部 3 6 により駆動され、照明光により照明された観察対象からの戻り光を、カラーフィルタアレイ 3 9 を介して複数の画素 3 8 により受光して画像信号を出力する。撮像制御部 3 6 は、プロセッサ装置 1 2 内のコントローラ 4 0 に接続され、コントローラ 4 0 から入力される基準クロック信号に同期して、撮像素子 3 5 に対して駆動信号を入力する。撮像素子 3 5 は、撮像制御部 3 6 からの駆動信号に基づいて、特定のフレームレートで画像信号を出力する。撮像素子 3 5 が出力する画像信号は、B 画素信号、G 画素信号、及び R 画素信号からなる B G R 画像信号である。

40

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、撮像素子 3 5 として、C M O S（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）イメージセンサを用いる。C M O S イメージセンサは、一般に、ローリングシャ

50

ッタ方式で撮像動作を行う。ローリングシャッタ方式では、撮像素子35は、「順次読み出し方式」により信号読み出しが実行される。順次読み出し方式では、全画素38について、先頭画素行「0」から最終画素行「N」まで、1画素行ずつ順に信号の読み出しが行われる。

【0047】

撮像素子35は、リセット方式として、「順次リセット方式」及び「一括リセット方式」が実行可能である。順次リセット方式では、先頭画素行「0」から最終画素行「N」まで、1画素行ずつ順にリセットが行われる。一括リセット方式では、全画素行が一括して同時にリセットされる。本実施形態では、順次リセット方式によりリセットが行われる。

【0048】

なお、撮像素子35には、相関二重サンプリング(CDS; Correlated Double Sampling)回路、自動利得制御(AGC; Automatic Gain Control)回路、アナログ/デジタル(A/D)変換器(いずれも図示せず)なども適宜設けられる。CDS回路は、画素38から出力される画素信号に相関二重サンプリング処理を施してノイズを除去する。AGC回路は、相関二重サンプリング処理が行われた画素信号に対してゲイン調整を行う。A/D変換器は、AGC回路によりゲイン調整された画素信号を、所定ビット数のデジタル信号に変換してプロセッサ装置12に入力する。

【0049】

なお、本実施形態では、上記のように撮像素子35としてローリングシャッタ方式のCMOSイメージセンサを用いているが、これに限られず、グローバルシャッタ方式のCMOSイメージセンサを用いても良い。さらに、撮像素子35として、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサを用いても良い。

【0050】

プロセッサ装置12は、制御部としてのコントローラ40と、DSP(Digital Signal Processor)41と、フレームメモリ42と、画像処理部43と、表示制御部44とを有している。

【0051】

コントローラ40は、CPU(Central processing unit)、制御プログラムや制御に必要な設定データを記憶するROM(Read only memory)や、制御プログラムをロードする作業メモリとしてのRAM(Random access memory)等を有し、CPUが制御プログラムを実行することにより、プロセッサ装置12の各部と、撮像制御部36と、後述する光源制御部52とを制御する。

【0052】

コントローラ40は、ユーザが操作入力部15で設定した設定光量値Sを後述する光源装置13の光源制御部52に出力する。設定光量値 S_i は、 $S_1 \sim S_M$ まで複数段階に設定可能とされており、例えば、13段階である($M=13$)。設定光量値 S_i は、後述する補正部55によって、図6に示すように、光源装置13から射出される狭帯域光及び広帯域光のどちらについても射出光量 P_i ($P_1 \sim P_M$)との関係が線形化される。光源装置13は、プロセッサ装置12のコントローラ40(外部)から入力された設定光量値Sに従って照明光の射出光量 P_i を段階的に変更することができる。光源装置13は、設定光量値 S_i が大きいほど狭帯域光及び広帯域光のどちらについても射出光量 P_i を大きくさせる。

【0053】

DSP41は、通信用コネクタ29aを介して、撮像素子35から入力された画像信号に対して、画素補間処理、ガンマ補正、ホワイトバランス補正等の信号処理を施す。画素補間処理は、B画素信号、G画素信号、及びR画素信号の各信号について画素補間処理を行う。DSP41は、信号処理を施した画像信号を、撮像の1フレーム周期毎に画像データとして、フレームメモリ42に記憶させる。

【0054】

画像処理部43は、フレームメモリ42から画像データを読み出して、所定の画像処理

10

20

30

40

50

を施し、観察画像を生成する。具体的には、画像処理部 43 は、広帯域光による観察対象の照明時に出力された B 画素信号、G 画素信号、及び R 画素信号に基づき通常観察画像を生成する。

【0055】

また、画像処理部 43 は、狭帯域光による観察対象の照明時に出力された B 画素信号及び G 画素信号に基づき血管強調観察画像を生成する。画像処理部 43 は、表層血管を強調するために、例えば、画像データ中の B 画素信号に基づいて画像内の表層血管の領域を抽出して、抽出した表層血管の領域に対して輪郭強調処理等を施す。そして、輪郭強調処理が施された B 画素信号を、BGR 画像信号を元に生成したフルカラー画像に合成する。表層血管に加えて中深層血管に対しても同様の処理を行っても良い。中深層血管を強調する場合には、中深層血管の情報が多く含まれる G 画素信号から中深層血管の領域を抽出して、抽出した中深層血管の領域に対して輪郭強調処理を施す。

10

【0056】

表示制御部 44 は、画像処理部 43 により生成された画像を、コンポジット信号やコンポーネント信号等のビデオ信号に変換してモニタ 14 に出力する。なお、画像処理部 43 により R 画素信号を用いずに、B 画素信号及び G 画素信号のみで血管強調観察画像を生成する場合、表示制御部 44 は、B 画素信号をモニタ 14 の B チャンネル及び G チャンネルに割り当て、G 画素信号をモニタ 14 の R チャンネルに割り当てても良い。

【0057】

光源装置 13 は、光源部 50 と、光源駆動部 51 と、光源制御部 52 とを有している。光源部 50 は、光源制御部 52 により制御され、照明光として、広帯域光と狭帯域光とのいずれか一方を射出する。光源部 50 が射出した狭帯域光または広帯域光は、内視鏡 11 のライトガイド 32 の入射端 32a に入射する。

20

【0058】

図 7 において、光源部 50 は、基板 56 と、緑色光 LG を射出する緑色 LED (Light Emitting Diode) 57 と、紫色光 LV を射出する紫色 LED 58 と、第 1 白色光 LWA を射出する第 1 白色 LED 59A と、第 2 白色光 LWB を射出する第 2 白色 LED 59B とで構成される。紫色 LED 58 及び緑色 LED 57 は、特許請求の範囲に記載の「第 1 発光素子」に対応する。第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B は、特許請求の範囲に記載の「第 2 発光素子」に対応する。

30

【0059】

光源部 50 は、1 つの基板 56 に、緑色 LED 57、紫色 LED 58、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B が実装されたマルチチップ構成の LED 光源である。基板 56 は、例えば、矩形形状をしており、各 LED 57、58、59A、59B を保持する。基板 56 上において、緑色 LED 57、紫色 LED 58、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B は正方配列されており、一方の対角には緑色 LED 57 と紫色 LED 58 がそれぞれ配置され、他方の対角には第 1 白色 LED 59A と第 2 白色 LED 59B がそれぞれ配置されている。

【0060】

図 8 に示すように、緑色 LED 57 は、例えば、波長帯域が 500 nm ~ 550 nm であり、中心波長が 540 ± 10 nm である緑色光 LG を発光する。紫色 LED 58 は、例えば、波長帯域が 395 nm ~ 415 nm であり、中心波長が 405 ± 10 nm である紫色光 LV を発光する。緑色光 LG 及び紫色光 LV は、それぞれの中心波長とピーク波長とが同じであっても良いし、異なっても良い。緑色光 LG 及び紫色光 LV は、特許請求の範囲に記載の「第 1 光」に対応する。第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B は、同一の発光特性を有する白色発光素子である。「同一の発光特性」とは、波長帯域がほぼ等しいことを言う。

40

【0061】

第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B は、例えば、励起用発光素子としての励起用青色 LED (図示せず) と、蛍光体 (いずれも図示せず) とによりそれぞれ構成される。図

50

9に示すように、励起用青色LEDは、例えば、青色光の波長帯域である420nm～440nmの励起光を発光する。励起光は、蛍光体に入射する。蛍光体は、励起光の一部を透過させ、残りの励起光により励起されて蛍光を発光する。蛍光は、例えば、波長帯域が500nm～700nmであり、緑色光と赤色光を含む。第1及び第2白色LED59A、59Bは、励起光と蛍光とにより第1及び第2白色光LWA、LWBをそれぞれ発光する。第1及び第2白色光LWA、LWBは、特許請求の範囲に記載の「第2光」に対応する。

【0062】

光源駆動部51は、光源制御部52により制御され、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bに対して、それぞれ独立に駆動電流を印加する。緑色LED57及び紫色LED58に印加する駆動電流は、特許請求の範囲に記載の「第1駆動電流」に対応する。第1及び第2白色LED59A、59Bに印加する駆動電流は、特許請求の範囲に記載の「第2駆動電流」に対応する。

10

【0063】

緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bの駆動条件は、後述する光源制御部52により決定される。駆動条件は、駆動電流の電流値I、及び駆動電流の印加時間Tで定められる。緑色LED57及び紫色LED58に印加する駆動電流（第1駆動電流）の電流値Iと第1及び第2白色LED59A、59Bに印加する駆動電流（第2駆動電流）の電流値Iがそれぞれ一定値の場合であり、かつ、図10に示すように、緑色LED57及び紫色LED58に印加する駆動電流の印加時間 T_i が第1及び第2白色LED59A、59Bに印加する駆動電流の印加時間 T_i と同じである場合（例えば、 $i = N$ ）には、第1及び第2白色光LWA、LWB（第2光）の射出光量 P_{WA} 、 P_{WB} が、緑色光LG及び紫色光LV（第1光）の射出光量 P_{GN} 、 P_{VN} よりも大きい。なお、複数のLEDに印加する駆動電流について「印加時間が同じ」とは、完全に同じでなくてもよく、ある程度幅を持っていてもよい。例えば、2つのLEDにそれぞれ印加する駆動電流の印加時間 T_1 、 T_2 は、 $|T_1 - T_2| / T_1 + T_2 < 0.02$ を満たす場合と同じとみなす。

20

【0064】

光源制御部52は、撮像制御部36と同期して、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bの点灯及び消灯制御をそれぞれ行う。具体的には、光源制御部52は、撮像素子35のリセットの完了時刻 t_0 から読み出しの開始時刻 t_1 までの間の期間内において、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bを点灯させ、それ以外の期間には緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bを全て消灯させる。撮像素子35はローリングシャッタ方式であるが、全ての画素行が受光可能な期間内に緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bの発光が行われるので、実際に露光が行われる露光期間は、全ての画素行で同一である。したがって、上記の点灯及び消灯制御により、いわゆる同時性が確保される。

30

【0065】

また、光源制御部52は、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bに印加する駆動電流をそれぞれ独立に制御することが可能である。具体的には、光源制御部52は、コントローラ40から入力された設定光量値Sに基づいて、各LED57、58、59A、59Bに印加する駆動電流の電流値I及び駆動電流の印加時間Tを決定する。

40

【0066】

駆動電流の電流値Iと駆動電流の印加時間Tは、設定光量値Sと印加時間Tと電流値Iとの関係を表す設定光量データテーブルに基づいて決定される。設定光量データテーブルの詳細な説明は後で述べる。本実施形態では、光源制御部52は、電流値Iを一定とし、印加時間Tを設定可能範囲内で制御する。印加時間の設定可能範囲は、撮像素子35のリセットの完了時刻 t_0 から読み出しの開始時刻 t_1 までの時間である（図14参照）。ま

50

た、印加時間の設定可能範囲は、設定光量値 S に応じて設定される。設定光量値 S_i が $S_1 \sim S_M$ まで設定可能なので、印加時間の設定可能範囲は $T_1 \sim T_M$ である。印加時間の設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ は、例えば、 $6 \mu\text{sec} \sim 16.6 \text{ msec}$ である。

【0067】

光源制御部 52 は、図 11 に示すように、狭帯域光の設定光量データテーブルを記憶した第 1 の設定光量データテーブル記憶部 62 と、広帯域光の設定光量データテーブルを記憶した第 2 の設定光量データテーブル記憶部 63 とを有する。

【0068】

第 1 の設定光量データテーブル記憶部 62 には、図 12 に示すように、狭帯域光としての緑色光 LG の設定光量データテーブル 65 と、狭帯域光としての紫色光 LV の設定光量データテーブル 66 とが記憶されている。緑色光 LG の設定光量データテーブル 65 と紫色光 LV の設定光量データテーブル 66 は、特許請求の範囲に記載の「第 1 の設定光量データテーブル」に対応する。

10

【0069】

緑色光 LG の設定光量データテーブル 65 は、設定光量値 S と、緑色 LED 57 に印加する駆動電流（第 1 駆動電流）の印加時間 T （以下、印加時間 T_G という）と、駆動電流の電流値 I_G との関係を表している。印加時間 T_{Gi} は、設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ 内で段階的な値とされる。電流値 I_{Gi} は、一定の電流値 I_{Gc} とされている。

【0070】

同様に、紫色光 LV の設定光量データテーブル 66 は、設定光量値 S と、紫色 LED 58 に印加する駆動電流（第 1 駆動電流）の印加時間 T （以下、印加時間 T_V という）と、駆動電流の電流値 I_V との関係を表している。印加時間 T_{Vi} は、設定可能範囲 $T_{V1} \sim T_{VM}$ 内で段階的な値とされる。電流値 I_{Vi} は、一定の電流値 I_{Vc} とされている。

20

【0071】

第 2 の設定光量データテーブル記憶部 63 には、図 13 に示すように、広帯域光としての第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A と、広帯域光としての第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B とが記憶されている。第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A と第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B は、特許請求の範囲に記載の「第 2 の設定光量データテーブル」に対応する。

【0072】

第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A は、設定光量値 S と、第 1 白色 LED 59A に印加する駆動電流（第 2 駆動電流）の印加時間 T （以下、印加時間 T_{WA} という）と、駆動電流の電流値 I_{WA} との関係を表している。印加時間 T_{WAi} は、設定可能範囲 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ 内で段階的な値とされる。電流値 I_{WAi} は、一定の電流値 I_{WAc} とされている。

30

【0073】

同様に、第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B は、設定光量値 S と、第 2 白色 LED 59B に印加する駆動電流（第 2 駆動電流）の印加時間 T （以下、印加時間 T_{WB} という）と、駆動電流の電流値 I_{WB} との関係を表している。印加時間 T_{WBi} は、設定可能範囲 $T_{WB1} \sim T_{WBM}$ 内で段階的な値とされる。電流値 I_{WBi} は、一定の電流値 I_{WBc} とされている。

40

【0074】

また、光源制御部 52 は、緑色 LED 57 に印加する駆動電流の電流値 I_{Gc} と紫色 LED 58 に印加する駆動電流の電流値 I_{Vc} を一定の比率に維持することにより、緑色 LED 57 と紫色 LED 58 の射出光量比を一定に維持させる。また、光源制御部 52 は、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B に印加する駆動電流の電流値 I_{WAc} 、 I_{WBc} を同じ値とする。

【0075】

光源制御部 52 は、コントローラ 40 から設定光量値 S が入力されると、上記各設定光量データテーブル 65、66、67A、67B を参照して、設定光量値 S に対応する印加

50

時間 T と電流値 I をそれぞれ読み出す。光源制御部 5 2 は、読み出した印加時間 T と電流値 I とに基づき、緑色 L E D 5 7、紫色 L E D 5 8、第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B を駆動させる指示信号をそれぞれ生成して光源駆動部 5 1 に入力する。これにより、緑色 L E D 5 7、紫色 L E D 5 8、第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B は、光源制御部 5 2 により決定された電流値 I 及び印加時間 T に対応する発光強度で発光する。

【 0 0 7 6 】

また、光源制御部 5 2 は、緑色 L E D 5 7 と紫色 L E D 5 8 を O N とさせ、第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B をそれぞれ O F F とさせることにより緑色光 L G と紫色光 L V とを発光させる。この結果、緑色光 L G と紫色光 L V が狭帯域光としてライトガイド 3 2 に入射する。紫色光 L V は、粘膜表面から浅い位置にある表層血管の観察用に最適な波長帯域の光である。緑色光 L G は、表層血管よりも深い位置にある中深層血管の観察用に最適な波長帯域の光である。

10

【 0 0 7 7 】

光源制御部 5 2 は、第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B をそれぞれ O N とさせ、緑色 L E D 5 7 と紫色 L E D 5 8 を O F F とさせることにより第 1 及び第 2 白色光 L W A、L W B を発光させる。この結果、演色性の高い第 1 及び第 2 白色光 L W A、L W B が広帯域光としてライトガイド 3 2 にそれぞれ入射する。第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B が基板 5 6 上において対角に配置されているので、第 1 及び第 2 白色光 L W A、L W B は、照明ムラが生じにくい。

【 0 0 7 8 】

20

また、光源制御部 5 2 には、集光光学系 5 3 と、第 1 光量センサ 5 4 と、補正部 5 5 とを有している。集光光学系 5 3 と第 1 光量センサ 5 4 と補正部 5 5 は、緑色 L E D 5 7、紫色 L E D 5 8、第 1 及び第 2 白色 L E D 5 9 A、5 9 B の各射出光量 P と設定光量値 S との関係を線形化するために設けられている。

【 0 0 7 9 】

集光光学系 5 3 は、コリメータレンズ 5 3 A と、透光部材としてのガラス板 5 3 B と、集光レンズ 5 3 C とで構成されている。コリメータレンズ 5 3 A とガラス板 5 3 B と集光レンズ 5 3 C は、光源部 5 0 の光軸 A X 上において、光源部 5 0 側からこの順に配置されている。

【 0 0 8 0 】

30

コリメータレンズ 5 3 A は、緑色 L E D 5 7、紫色 L E D 5 8、第 1 白色 L E D 5 9 A、及び第 2 白色 L E D 5 9 B から射出された各光を集光して、平行光としてガラス板 5 3 B に射出する。コリメータレンズ 5 3 A が平行化する光は、完全に平行光でなくてもよく、実質的に平行とみなせる程度であれば良い。この平行光の平行度は、コリメータレンズ 5 3 A の位置から集光レンズ 5 3 C の位置までの距離が長いほど、高いことが好ましい。

【 0 0 8 1 】

ガラス板 5 3 B は、フレネル反射による反射率が所定値（例えば、4 % ~ 8 % 程度）となるように、光源部 5 0 の光軸 A X に対して所定の角度だけ傾けて配置されている。ガラス板 5 3 B は、緑色 L E D 5 7、紫色 L E D 5 8、第 1 白色 L E D 5 9 A、及び第 2 白色 L E D 5 9 B から射出された、緑色光 L G、紫色光 L V、第 1 色光 L W A、及び第 2 白色光 L W B の一部をそれぞれフレネル反射して、第 1 光量センサ 5 4 に導光する。緑色光 L G、紫色光 L V、第 1 色光 L W A、及び第 2 白色光 L W B の残りの一部は、ガラス板 5 3 B を透過して集光レンズ 5 3 C に入射する。なお、「光の一部」とは、L E D から射出された光と同じ波長帯域であるが、L E D の射出光量よりも光量が小さい光のことをいう。

40

【 0 0 8 2 】

集光レンズ 5 3 C は、ライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a の近傍に配置されており、ガラス板 5 3 B から射出する緑色光 L G、紫色光 L V、第 1 色光 L W A、及び第 2 白色光 L W B をライトガイド 3 2 の入射端 3 2 a に集光する。

【 0 0 8 3 】

第 1 光量センサ 5 4 は、各 L E D 5 7、5 8、5 9 A、5 9 B からの射出光量をそれぞれ

50

れ測定するためのセンサである。第 1 光量センサ 5 4 は、第 1 受光素子 5 4 A と、第 1 積算部 5 4 B とで構成されている。

【 0 0 8 4 】

第 1 受光素子 5 4 A は、例えば、カラーフィルタが配置されていないフォトダイオードである。第 1 受光素子 5 4 A は、緑色光 L G と紫色光 L V と第 1 及び第 2 白色光 L W A、L W B をそれぞれ受光して、各光の発光強度に応じた受光電流 I_{R1} を出力する。

【 0 0 8 5 】

第 1 積算部 5 4 B は、第 1 受光素子 5 4 A から出力される受光電流 I_{R1} を積算し、積算値に応じて信号値 V F を出力する。第 1 積算部 5 4 B は、例えば、オペアンプとコンデンサを含む積分回路であり、第 1 受光素子 5 4 A から受光電流 I_{R1} が出力されると、コンデンサに電荷が蓄積される。

10

【 0 0 8 6 】

第 1 積算部 5 4 B は、設定光量値 S_i に対応する印加時間 T_i の経過後において、コンデンサに蓄積された総電荷量に対応する電圧値を信号値 V F として出力する。その後、コンデンサに蓄積された電荷を放出する。信号値 V F は、印加時間 T に流れる駆動電流の積算値に対応し、射出光量 P と比例関係にある。射出光量 P_i は、印加時間 T_i に発光される光の積算光量である。第 1 光量センサ 5 4 において、緑色光 L G を受光して出力する信号値 V F_G 及び紫色光 L V を受光して出力する信号値 V F_V は特許請求の範囲に記載の「第 1 信号値」に対応し、第 1 白色光 L W A を受光して出力する信号値 V F_{W A} 及び第 2 白色光 L W B を受光して出力する信号値 V F_{W B} は特許請求の範囲に記載の「第 2 信号値」

20

【 0 0 8 7 】

第 1 光量センサ 5 4 のダイナミックレンジ D R 1 (図 1 5 参照) は、第 1 積算部 5 4 B のコンデンサの容量によって定められる。コンデンサの電荷が放出された状態で、駆動電流の印加が開始されてからコンデンサに蓄積される電荷量が飽和電荷量に達した場合における信号値 V F は飽和となり、コンデンサに蓄積される電荷量が飽和電荷量未満の場合における信号値 V F は非飽和となる。本実施形態において、「信号値は飽和となる」とは、コンデンサに蓄積される電荷量が飽和電荷量に達することをいい、「信号値は非飽和となる」とは、コンデンサに蓄積される電荷量が飽和電荷量未満であることをいう。本実施形態では、緑色 L E D 5 7 と紫色 L E D 5 8 に印加する各駆動電流の印加時間 T_i を、最大の設定光量値 S_M に対応する印加時間 T_M とした場合でも、第 1 光量センサ 5 4 から出力される信号値 V F_{G M}、V F_{V M} が非飽和となるようにコンデンサの容量が設定されている。第 1 光量センサ 5 4 が出力する信号値のうち非飽和の信号値 V F が、後述する設定光量データテーブルの補正に用いられる。

30

【 0 0 8 8 】

ここで、L E D などの発光素子は、駆動電流に対する発光強度の応答特性として、駆動電流の印加が開始してから目標の強度となるまでに、一定の時定数により定められる立ち上がり遷移時間を要する。例えば、図 1 4 に示すように、緑色 L E D 5 7 において、発光開始タイミング t_{ON} から、第 1 光量センサ 5 4 の受光電流 I_{R1} が一定の受光電流 I_{RC} となる立ち上がり完了時刻 t_A までの時間が立ち上がり遷移時間 T_{R1} である。一定の受光電流 I_{RC} は、緑色 L E D 5 7 の発光強度が目標の強度となった場合に、第 1 光量センサ 5 4 から出力される電流である。同様に、発光終了タイミング t_{OFF} において駆動電流の印加が終了してから、受光電流 I_{R1} が 0 となる立ち下がり完了時刻 t_B までに、一定の立ち下がり遷移時間 T_{F1} を要する。

40

【 0 0 8 9 】

発光開始タイミング t_{ON} と発光終了タイミング t_{OFF} は、光源制御部 5 2 により設定される。本実施形態では、光源制御部 5 2 は、撮像制御部 3 6 と同期して、撮像素子 3 5 の読み出しの開始時刻 t_1 を発光終了タイミング t_{OFF} としている。発光開始タイミング t_{ON} は、撮像素子 3 5 のリセットの完了時刻 t_0 から読み出しの開始時刻 t_1 までの間の期間内に制御される。なお、光源制御部 5 2 は、発光開始タイミング t_{ON} をリセ

50

ットの完了時刻 t_0 とし、発光終了タイミング t_{OFF} を、リセットの完了時刻 t_0 から読み出しの開始時刻 t_1 までの間の期間内で制御しても良い。

【0090】

設定光量値 S_i が最大の設定光量値 S_M から段階的に小さくされた場合、光源制御部 52 は、印加時間 T_{Gi} を短くするために、発光開始タイミング t_{ON} を遅らせる。印加時間 T_{Gi} が上記立ち上がり遷移時間 T_{R1} 未満になるまでは、印加時間 T_{Gi} 内に立ち上がり遷移時間 T_{R1} が含まれ、立ち上がり遷移時間 T_{R1} 以降の時間のみが短くなる。すなわち、印加時間 T_{Gi} に占める立ち上がり遷移時間 T_{R1} の割合が線形的に増大する。これに伴い、第 1 光量センサ 54 から出力される信号値 V_{FGi} は、印加時間 T_{Gi} に対し線形的に減少する。一方、設定光量値 S_i が更に小さくされ、印加時間 T_{Gi} が立ち上

10

【0091】

もし、駆動電流に対する発光強度の応答特性が、発光開始タイミング T_{ON} 時に瞬時に目標の強度となる理想的な特性であれば、上記のような立ち上がり遷移時間 T_{R1} による光量の低下が生じないため、印加時間 T と信号値 V_F との関係は線形となり、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となる。このように理想的な応答特性を有する LED の光量を第 1 光量センサ 54 で測定する場合に生成される信号値が、理想的な信号値 V_F^* である（図 18 及び図 20 参照）。

【0092】

20

しかし、実際には、緑色 LED 57 には一定の立ち上がり遷移時間 T_{R1} が存在するので、印加時間 T と信号値 V_F との関係は非線形となる。同様に、紫色 LED 58、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B についても、立ち上がり遷移時間 T_{R1} が存在する。図 15 を用いて、設定光量値 S に対応する印加時間 T と、第 1 光量センサ 54 の信号値 V_F との関係を説明する。

【0093】

図 15 において、符号 71 は、緑色 LED 57 の実際の特性曲線を示し、符号 72 は、紫色 LED 58 の実際の特性曲線を示している。符号 73 は、第 1 白色 LED 59A の実際の特性曲線を示している。また、符号 75 は、緑色 LED 57 の理想的な特性線を示し、符号 76 は、紫色 LED 58 の理想的な特性線を示している。符号 77 は、第 1 白色 LED 59A の理想的な特性線を示している。LED が理想的な応答特性を有する場合に理想的な特性線となる。なお、第 2 白色 LED 59B の実際の特性曲線及び理想的な特性線については、第 1 白色 LED 59A の実際の特性曲線 73 及び理想的な特性線 77 と同様であるので、詳細な説明は省略する。

30

【0094】

図 15 に示すように、緑色 LED 57 の実際の特性曲線 71 は、立ち上がり遷移時間 T_{R1} に対応する印加時間 T_L 以上の各印加時間では、設定光量値 S に対応する印加時間 T と信号値 V_F との関係が線形となるが、印加時間 T_L 未満の各印加時間では、上記関係が非線形となる。信号値 V_{FGi} は、印加時間 T_{Gi} の設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ 内の全てにおいて非飽和となる。緑色 LED 57 の実際の特性曲線 71 は、上記立ち上がり遷移時間 T_{R1} による光量の低下によって、緑色 LED 57 の理想的な特性線 75 よりも下側となる。

40

【0095】

同様に、紫色 LED 58 の実際の特性曲線 72 は、印加時間 T_L 以上の各印加時間では印加時間 T と信号値 V_F との関係が線形となり、印加時間 T_L 未満の各印加時間では上記関係が非線形となる。信号値 V_{V_i} は、印加時間 T_{Vi} の設定可能範囲 $T_{V1} \sim T_{VM}$ 内の全てにおいて非飽和となる。紫色 LED 58 の実際の特性曲線 72 は、紫色 LED 58 の理想的な特性線 76 よりも下側となる。

【0096】

第 1 白色 LED 59A の実際の特性曲線 73 では、印加時間 T_{WA_i} の設定可能範囲 T

50

$W_{A1} \sim T_{WAM}$ 内のうち、信号値 V_{FWAi} (第2信号値) が飽和し始める時の印加時間を示す閾値 T_h が定められており、この閾値 T_h 未満で信号値 V_{FWAi} が非飽和となり、閾値 T_h 以上で信号値 V_{FWAi} が飽和となる。閾値 T_h は、具体的には、印加時間の設定可能範囲のうち、第1光量センサ54のコンデンサが飽和電荷量に達して信号値 V_F が飽和する最小の印加時間である。

【0097】

第1白色LED59Aの実際の特性曲線73において閾値 T_h 以上で信号値 V_{FWAi} が飽和となるのは、上記のように各LEDの駆動条件(駆動電流の電流値 I 及び印加時間 T) が同じである場合に、第1白色光LWA(第2光)の光量が、緑色光LG及び紫色光LV(第1光)の光量よりも大きいことに起因する。第1白色LED59Aの実際の特性曲線73は、立ち上がり遷移時間 T_{R1} に対応する印加時間 T_L 未満の各印加時間では、印加時間 T と信号値 V_F との関係が非線形となる。閾値 T_h は、例えば、印加時間 T_L 未満とされる。第1白色LED59Aの実際の特性曲線73は、第1白色LED59Aの理想的な特性線77よりも下側となる。

10

【0098】

同様に、第2白色LED59Bの実際の特性曲線において、印加時間 $T_{WB1} \sim T_{WBM}$ 内のうち、閾値 T_h 未満で信号値 V_{FWBi} が非飽和となり、閾値 T_h 以上で信号値 V_{FWBi} が飽和となる。なお、本実施形態では、第1及び第2白色LED59A、59Bが同一の発光特性を有しているので、信号値 V_{FWAi} が飽和し始める時の印加時間と、信号値 V_{FWBi} が飽和し始める時の印加時間は同じである。このため、第1白色LED59Aの実際の特性曲線73と第2白色LED59Bの実際の特性曲線とのそれぞれにおいて、同じ閾値 T_h が定められる。

20

【0099】

上記のように、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bには立ち上がり遷移時間 T_{R1} が存在するので、印加時間 T と信号値 V_F との関係が非線形となる。このため、仮に、設定光量値 S と印加時間 T とが比例関係にあるとすると、設定光量値 S と射出光量 P との関係は非線形となる。このため、光源制御部52には、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形になるように、設定光量値 S と印加時間 T との関係を補正する設定光量データテーブルが設けられている。この設定光量データテーブルに含まれる駆動電流の印加時間及び電流値の初期のデータは、工場出荷段階において、後述するキャリブレーションモードが少なくとも1回実行されることにより作成される。

30

【0100】

さらに、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bなどの発光素子は、経時劣化が生じると立ち上がり遷移時間が長くなる。例えば、図16に示すように、緑色LED57において、立ち上がり遷移時間 T_{R1} を工場出荷段階での初期の時間とすると、劣化後の立ち上がり遷移時間 T_{R2} は工場出荷段階での初期の立ち上がり遷移時間 T_{R1} よりも長くなる。同様に、劣化後の立ち下がり遷移時間 T_{F2} は、工場出荷段階での初期の立ち下がり遷移時間 T_{F1} よりも長くなる。劣化後の立ち上がり遷移時間 T_{R2} は、発光開始タイミング t_{ON} から、立ち上がり完了時刻 t_A よりも後の立ち上がり完了時刻 t_C までの時間である。劣化後の立ち下がり遷移時間 T_{F2} は、発光終了タイミング t_{OFF} から、立ち下がり完了時刻 t_B よりも後の立ち下がり完了時刻 t_D までの時間である。

40

【0101】

上記のように立ち上がり遷移時間が長くなると、設定光量データテーブルにより設定光量値 S と印加時間 T との関係を補正したとしても、設定光量値 S と射出光量 P との関係が非線形となる。その結果、印加時間の設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ において、緑色LED57、紫色LED58、第1及び第2白色LED59A、59Bからの各射出光量が低下する。この光量の低下は、印加時間 T_i が劣化後の立ち上がり遷移時間 T_{R2} より短い場合に顕著である。特に、本実施形態のように、設定光量値 S に対応する印加時間 T を変更することにより射出光量 P の制御をする場合において、上記光量の低下が特に顕著に現れる。

50

【 0 1 0 2 】

内視鏡システム 10 を用いた診断においては狭帯域光及び広帯域光の安定性が求められるため、光源装置 13 では、上記 LED の経時劣化が生じた場合に備えて、補正部 55 によって設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となるように設定光量データテーブルを補正することが可能とされている。この設定光量データテーブルの補正は、内視鏡システム 10 の非発光動作時において、例えば、ユーザが操作入力部 15 を操作することにより、キャリブレーションモードとして適宜実行される。

【 0 1 0 3 】

図 17 に示すように、補正部 55 は、第 1 テーブル補正部 68 と、第 2 テーブル補正部 69 とを有している。第 1 テーブル補正部 68 は、緑色光 LG の設定光量データテーブル 65 と紫色光 LV の設定光量データテーブル 66 を補正する。第 2 テーブル補正部 69 は、第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67 A と第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67 B を補正する。第 1 テーブル補正部 68 は、特許請求の範囲に記載の「第 1 補正部」に対応し、第 2 テーブル補正部 69 は、特許請求の範囲に記載の「第 2 補正部」に対応する。

【 0 1 0 4 】

第 1 テーブル補正部 68 について説明する。第 1 テーブル補正部 68 は、光源制御部 52 と同期して設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで変更させる。例えば、光源制御部 52 は、緑色 LED 57 について設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで順に変更して発光させ、その次に、紫色 LED 58 について設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで順に変更して発光させる。これにより、第 1 テーブル補正部 68 は、緑色 LED 57 と紫色 LED 58 のそれぞれについて、設定光量値 $S_1 \sim S_M$ に対応する印加時間の設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ において、信号値 $VF_1 \sim VF_M$ を取得する。このように、緑色 LED 57 について取得される信号値 VF_{Gi} 及び紫色 LED 58 について取得される信号値 VF_{Vi} は、上記設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ 内の全てにおいて非飽和となる。

【 0 1 0 5 】

第 1 テーブル補正部 68 は、緑色 LED 57 と紫色 LED 58 のそれぞれについて、印加時間 T と信号値 VF との関係が線形となり、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となる理想的な信号値 VF^* を記憶している。第 1 テーブル補正部 68 は、理想的な信号値 VF^* と印加時間 T との関係を示す理想的な特性線上において、設定光量値 S_i に対応する印加時間 T_i における理想的な信号値 VF_i^* を求める。第 1 テーブル補正部 68 における理想的な信号値 VF_i^* は、特許請求の範囲に記載の「目標信号値」に対応する。

【 0 1 0 6 】

第 1 テーブル補正部 68 は、作成した実際の特性曲線上において、求めた理想的な信号値 VF_i^* に対応する新たな印加時間 T_i^* を求める。第 1 テーブル補正部 68 は、設定光量データテーブルに含まれる印加時間 T_i を、新たな印加時間 T_i^* に置き換える。これにより、設定光量データテーブルが更新される。上記のように、新たな印加時間 T_i^* を求めて設定光量データテーブルを更新することを「設定光量データテーブルを補正する」という。このように、設定光量データテーブルを補正することによって、LED の経時劣化により射出光量が低下することを防止できる。第 1 テーブル補正部 68 における新たな印加時間 T_i^* は、特許請求の範囲に記載の「テーブル更新用印加時間」に対応する。

【 0 1 0 7 】

以下、図 18 及び図 19 を参照しながら、第 1 テーブル補正部 68 により緑色光 LG の設定光量データテーブル 65 の補正を行う例を説明する。図 18 に示すように、第 1 テーブル補正部 68 は、第 1 光量センサ 54 から、ある設定光量値 S_N ($i = N$) に対応する印加時間 T_{GN} での信号値 VF_{GN} を取得する。この第 1 光量センサ 54 は、緑色 LED 57 に印加する駆動電流（第 1 駆動電流）の印加時間 T_{Gi} を最大の印加時間 T_{GM} とした場合でも、非飽和の信号値 VF_{GM} が出力されるようにダイナミックレンジ DR1 が設定されている。このため、第 1 テーブル補正部 68 は、印加時間 T_{Gi} の設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ に対応する非飽和の信号値 $VF_{G1} \sim VF_{GM}$ を取得することができる。第

10

20

30

40

50

1 テーブル補正部 6 8 は、取得した信号値 $V F_{G1} \sim V F_{GM}$ に基づいて、緑色 LED 5 7 の実際の特性曲線 7 1 を作成する。

【0108】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色 LED 5 7 の理想的な特性線 7 5 上において、ある設定光量値 S_N ($i = N$) に対応する印加時間 T_{GN} での理想的な信号値 $V F_{GN}^*$ を求める。これを $i = 1 \sim M$ まで行うことにより、印加時間 T_{Gi} の設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ に対応する理想的な信号値 $V F_{G1}^* \sim V F_{GM}^*$ が取得される。

【0109】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色 LED 5 7 の実際の特性曲線 7 1 上において、理想的な信号値 $V F_{GN}^*$ に対応する新たな印加時間 T_{GN}^* を求める。これを $i = 1 \sim M$ まで行うことにより、理想的な信号値 $V F_{G1}^* \sim V F_{GM}^*$ のそれぞれについて、新たな印加時間 $T_{G1}^* \sim T_{GM}^*$ が求められる。

【0110】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色光 LG の設定光量データテーブル 6 5 に含まれる印加時間 $T_{G1} \sim T_{GM}$ を新たな印加時間 $T_{G1}^* \sim T_{GM}^*$ に置き換えることで、図 1 9 に示すように、緑色光 LG の設定光量データテーブル 6 5 を更新する。これにより、緑色光 LG の設定光量データテーブル 6 5 が補正される。

【0111】

第 1 テーブル補正部 6 8 による紫色光 LV の設定光量データテーブル 6 6 の補正は、緑色光 LG の設定光量データテーブル 6 5 の補正と同じ方法で行われる。第 1 テーブル補正部 6 8 は、第 1 光量センサ 5 4 から取得した非飽和の信号値 $V F_{V1} \sim V F_{VM}$ に基づき新たな印加時間 $T_{V1}^* \sim T_{VM}^*$ を求める。そして、第 1 テーブル補正部 6 8 は、紫色光 LV の設定光量データテーブル 6 6 に含まれる印加時間 $T_{V1} \sim T_{VM}$ を新たな印加時間 $T_{V1}^* \sim T_{VM}^*$ に置き換えることで、図 1 9 に示すように、紫色光 LV の設定光量データテーブル 6 6 を更新する。これにより、紫色光 LV の設定光量データテーブル 6 6 が補正される。

【0112】

上記補正後の緑色光 LG の設定光量データテーブル 6 5 に基づき、光源制御部 5 2 により、緑色 LED 5 7 に印加する駆動電流の印加時間 T_G 及び電流値 I_G が決定される。同様に、上記補正後の紫色光 LV の設定光量データテーブル 6 6 に基づき、光源制御部 5 2 により、紫色 LED 5 8 に印加する駆動電流の印加時間 T_V 及び電流値 I_V が決定される。

【0113】

次に、第 2 テーブル補正部 6 9 について説明する。第 2 テーブル補正部 6 9 は、光源制御部 5 2 と同期して設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで変更させる。例えば、光源制御部 5 2 は、第 1 白色 LED 5 9 A について設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで順に変更して発光させ、その次に、第 2 白色 LED 5 9 B について設定光量値 S_i を $S_1 \sim S_M$ まで順に変更して発光させる。これにより、第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 白色 LED 5 9 A と第 2 白色 LED 5 9 B のそれぞれについて、設定光量値 $S_1 \sim S_M$ に対応する印加時間の設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ において、信号値 $V F_1 \sim V F_M$ を取得する。

【0114】

第 1 白色 LED 5 9 A の場合、第 1 光量センサ 5 4 から取得される信号値 $V F_{WAi}$ は、印加時間 T_{WAi} の設定可能範囲 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ 内のうち、閾値 T_h 未満で非飽和となり、閾値 T_h 以上で飽和となる（図 2 0 参照）。このため、第 2 テーブル補正部 6 9 は、閾値 T_h 未満で取得される非飽和の信号値 $V F_{WAi}$ を使用して、第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 6 7 A の一部を補正する。同様に、第 2 白色 LED 5 9 B の場合は、第 2 テーブル補正部 6 9 は、閾値 T_h 未満で取得される非飽和の信号値 $V F_{WBi}$ を使用して、第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 6 7 B の一部を補正する。第 2 テーブル補正部 6 9 による補正の方法については、第 1 テーブル補正部 6 8 と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 5 】

図 2 0 及び図 2 1 を参照しながら、第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A を補正する例を説明する。図 2 0 に示すように、第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 テーブル補正部 6 8 と同様に、第 1 光量センサ 5 4 から、設定光量値 $S_1 \sim S_M$ に対応する印加時間 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ での信号値 $V_{FWA1} \sim V_{FWAM}$ を取得する。第 2 テーブル補正部 6 9 は、取得した信号値 $V_{FWA1} \sim V_{FWAM}$ に基づき、第 1 白色 L E D 5 9 A の実際の特性曲線 7 3 を作成する。

【 0 1 1 6 】

第 1 白色 L E D 5 9 A の実際の特性曲線 7 3 において、閾値 T_h 未満の印加時間 T_{WA1} 、 T_{WA2} で取得される信号値 V_{FWA1} 、 V_{FWA2} はそれぞれ非飽和となり、それ以外の閾値 T_h 以上の印加時間 $T_{WA3} \sim T_{WAM}$ で取得される信号値 $V_{FWA3} \sim V_{FWAM}$ は飽和となる。このため、第 2 テーブル補正部 6 9 は、非飽和の信号値 V_{FWA1} に対応する印加時間 T_{WA1} と、非飽和の信号値 V_{FWA2} に対応する印加時間 T_{WA2} とをそれぞれ補正し、それ以外の印加時間 $T_{WA3} \sim T_{WAM}$ は補正しない。

【 0 1 1 7 】

第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 白色 L E D 5 9 A と第 2 白色 L E D 5 9 B のそれぞれについて、印加時間 T と信号値 V_F との関係が線形となり、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となる理想的な信号値 V_F^* を記憶している。第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 白色 L E D 5 9 A の理想的な特性線 7 7 上において、設定光量値 S_1 に対応する印加時間 T_{WA1} での理想的な信号値 V_{FWA1}^* と、設定光量値 S_2 に対応する印加時間 T_{WA2} での理想的な信号値 V_{FWA2}^* とを求める。

【 0 1 1 8 】

第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 白色 L E D 5 9 A の実際の特性曲線 7 3 上において、理想的な信号値 V_{Fi}^* に対応する新たな印加時間 T_i^* を求める。具体的には、第 2 テーブル補正部 6 9 は、理想的な信号値 V_{FWA1}^* に対応する新たな印加時間 T_{WA1}^* を求め、理想的な信号値 V_{FWA2}^* に対応する新たな印加時間 T_{WA2}^* を求める。

【 0 1 1 9 】

第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A に含まれる印加時間 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ のうち、印加時間 T_{WA1} を新たな印加時間 T_{WA1}^* に置き換え、印加時間 T_{WA2} を新たな印加時間 T_{WA2}^* に置き換えることで、図 2 1 に示すように、第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A を更新する。これにより、第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A の一部が補正される。

【 0 1 2 0 】

同様に、第 2 テーブル補正部 6 9 により第 2 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 B の補正を行う場合は、第 2 テーブル補正部 6 9 は、新たな印加時間 T_{WB1}^* と新たな印加時間 T_{WB2}^* とを求める。そして、第 2 テーブル補正部 6 9 は、第 2 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 B に含まれる印加時間 $T_{WB1} \sim T_{WBM}$ のうち、印加時間 T_{WB1} を新たな印加時間 T_{WB1}^* に置き換え、印加時間 T_{WB2} を新たな印加時間 T_{WB2}^* に置き換えることで、図 2 1 に示すように、第 2 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 B を更新する。これにより、第 2 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 B の一部が補正される。

【 0 1 2 1 】

上記一部補正後の第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A に基づき、光源制御部 5 2 により、第 1 白色 L E D 5 9 A に印加する駆動電流の印加時間 T_{WA} 及び電流値 I_{WA} が決定される。同様に、上記一部補正後の第 2 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 B に基づき、光源制御部 5 2 により、第 2 白色 L E D 5 9 B に印加する駆動電流の印加時間 T_{WB} 及び電流値 I_{WB} が決定される。

【 0 1 2 2 】

次に、図 2 2 に示すフローチャートに沿って、補正部 5 5 の作用を説明する。ユーザにより操作入力部 1 5 が操作されてキャリブレーションモードが実行されると、補正部 5 5

は、光源制御部 5 2 と同期して、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 の補正と、紫色光 L V の設定光量データテーブル 6 6 の補正と、第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル 6 7 A の補正と、第 2 白色光 L W B の設定光量データテーブル 6 7 B の補正を、例えばこの順に行う。

【 0 1 2 3 】

まず、光源制御部 5 2 は、設定光量値 S_i を S_1 ($i = 1$) とし (ステップ S 1 1)、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 から設定光量値 S_1 に対応する印加時間 T_{G1} を読み出す (ステップ S 1 2)。また、光源制御部 5 2 は、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 から設定光量値 S_1 に対応する電流値 I_G を読み出す。この電流値 I_G は、設定光量値 $S_1 \sim S_M$ において、一定の電流値 I_{Gc} とされている。

10

【 0 1 2 4 】

光源制御部 5 2 は、読み出した印加時間 T_{G1} と電流値 I_{Gc} で緑色 L E D 5 7 を駆動させる指示信号を生成し、光源駆動部 5 1 に入力する。光源駆動部 5 1 は、光源制御部 5 2 から入力された指示信号に基づいて緑色 L E D 5 7 を駆動する (ステップ S 1 3)。

【 0 1 2 5 】

緑色 L E D 5 7 が発光した緑色光 L G は、コリメータレンズ 5 3 A により平行化されてガラス板 5 3 B に入射する。緑色光 L G の一部は、ガラス板 5 3 B によりフレネル反射して、第 1 光量センサ 5 4 に入射する。第 1 光量センサ 5 4 は、緑色光 L G を受光して信号値 V_{FG1} を出力する。この信号値 V_{FG1} は、緑色 L E D 5 7 の射出光量 P_1 と比例関係にある。

20

【 0 1 2 6 】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、第 1 光量センサ 5 4 から信号値 V_{FG1} を取得する (ステップ S 1 4)。その後、第 1 テーブル補正部 6 8 が設定光量値 S_M に対応する信号値 V_{FGM} を取得するまで (ステップ S 1 5)、光源制御部 5 2 が設定光量値 S_i を $S_2 \sim S_M$ に順に変えながら (ステップ S 1 6)、上記ステップ S 1 2 ~ S 1 4 が繰り返し実行される。これにより取得される信号値 V_{FGi} ($i = 1 \sim M$) は非飽和となる。

【 0 1 2 7 】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、信号値 V_{FGi} ($i = 1 \sim M$) を取得すると、緑色 L E D 5 7 の実際の特性曲線 7 1 を作成する (ステップ S 1 7)。第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色 L E D 5 7 の理想的な特性線 7 5 上において、印加時間 T_{Gi} ($i = 1 \sim M$) に対応する理想的な信号値 V_{FGi}^* ($i = 1 \sim M$) を求める。第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色 L E D 5 7 の実際の特性曲線 7 1 上において、求めた理想的な信号値 V_{FGi}^* に対応する新たな印加時間 T_{Gi}^* ($i = 1 \sim M$) を求める (ステップ S 1 8)。

30

【 0 1 2 8 】

第 1 テーブル補正部 6 8 は、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 に含まれる印加時間 T_{Gi} を、新たな印加時間 T_{Gi}^* に置き換えることにより、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 を更新する (ステップ S 1 9)。これにより、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 の補正が行われる。紫色光 L V の設定光量データテーブル 6 6 の補正は、緑色光 L G の設定光量データテーブル 6 5 の補正と同様に行われる。

【 0 1 2 9 】

上記のように、緑色 L E D 5 7 に印加する印加時間 T_{Gi} を設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ とした場合に、第 1 光量センサ 5 4 が出力する信号値 V_{FGi} ($i = 1 \sim M$) は非飽和となるので、設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ 内の印加時間 T_{Gi} を正確に補正することができる。これにより、緑色光 L G の射出光量 P と設定光量値 S の関係が精度よく線形化される。同様に、紫色 L E D 5 8 についても、信号値 V_{FVi} ($i = 1 \sim M$) が非飽和となり、設定可能範囲 $T_{V1} \sim T_{VM}$ の印加時間 T_{Vi} を正確に補正することができるので、紫色光 L V の射出光量 P と設定光量値 S の関係が精度よく線形化される。

40

【 0 1 3 0 】

また、がん等の診断に有用な表層血管を観察可能とする血管強調観察モードは、内視鏡 1 1 を観察対象に近接させた拡大観察時に使用されることが多いので、血管強調観察画像

50

の白とびを防止するために射出光量が小さくされる。したがって、血管強調観察モードでは、緑色LED57に印加する駆動電流（第1駆動電流）の印加時間 T_{Gi} と、紫色LED58に印加する駆動電流（第1駆動電流）の印加時間 T_{Vi} とが、立ち上がり遷移時間 T_{R1} に対応する印加時間 T_L より短くされることが多い（図14及び図15参照）。

【0131】

さらに、上記のように各LEDの駆動条件（駆動電流の電流値 I 及び印加時間 T ）が同じである場合には、緑色光LG及び紫色光LV（第1光）の光量は、第1及び第2白色光LWA、LWB（第2光）の光量よりも小さい。このため、血管強調観察モードにおいて、緑色光LG及び紫色光LVの射出光量が小さくされることを考慮すると、緑色光LG及び紫色光LVのそれぞれについて、射出光量 P と設定光量値 S の関係を精度よく線形化する効果は特に大きい。そこで、第1光量センサ54は、緑色LED57の射出光量 P と比例関係にある信号値 VF_{Gi} と、紫色LED58の射出光量 P と比例関係にある信号値 VF_{Vi} とが非飽和となるように、ダイナミックレンジDR1が設定されている。

【0132】

次に、第2テーブル補正部69により第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aの補正が行われる。第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aの補正には、図20に示すように、第1光量センサ54から出力される非飽和の信号値 VF_{WA1} 、 VF_{WA2} が使用され、それ以外の飽和となった信号値 $VF_{WA3} \sim VF_{WAM}$ は使用されない。このため、第2テーブル補正部69により、非飽和の信号値 VF_{WA1} 、 VF_{WA2} に対応する新たな印加時間 T_{WA1}^* 、 T_{WA2}^* が求められる（ステップS18）。

【0133】

第2テーブル補正部69は、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aに含まれる印加時間 T_{WA1} 、 T_{WA2} を、新たな印加時間 T_{WA1}^* 、 T_{WA2}^* に置き換えることにより、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aを更新する（ステップS19）。これにより、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aの補正が行われる。なお、第2白色光LWBの設定光量データテーブル67Bの補正は、第2白色光LWAの設定光量データテーブル67Aと同様に行われる。

【0134】

光源制御部52は、上記補正後の各設定光量データテーブル65、66、67A、67Bから、設定光量値 S に対応する駆動電流の印加時間 T をそれぞれ選択して決定する。これにより、LEDの経時劣化などによる光量の低下が防止される。

【0135】

なお、上記第1実施形態では、第2テーブル補正部69は、閾値 T_h 未満の印加時間 T_i を補正しているが、閾値 T_h 以上の印加時間 T_i を補正しても良い。印加時間 T_i が立ち上がり遷移時間 T_{R1} に対応する印加時間 T_L より長い場合は、上記のように印加時間 T と信号値 VF との関係が線形となるので（図14及び図15参照）、第2テーブル補正部69は、閾値 T_h 未満の印加時間 T_i で取得される非飽和の信号値 VF_i に基づいて、閾値 T_h 以上の印加時間 T_i での信号値 VF_i を外挿することができる。

【0136】

例えば、第2テーブル補正部69は、図20に示す非飽和の信号値 VF_{WA1} 、 VF_{WA2} に基づき、外挿によって信号値 $VF_{WA3} \sim VF_{WAM}$ を求める。これにより、印加時間 T_{WAi} の設定可能範囲 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ に対応する信号値 $VF_{WA1} \sim VF_{WAM}$ が得られる。印加時間 T_L 以上の印加時間 $T_{WA3} \sim T_{WAM}$ は、信号値 $VF_{WA3} \sim VF_{WAM}$ と線形の関係にある。第2テーブル補正部69は、非飽和の信号値 VF_{WA1} 、 VF_{WA2} と、外挿で求めた信号値 $VF_{WA3} \sim VF_{WAM}$ に基づき特性曲線を作成することにより、新たな印加時間 $T_{WA1}^* \sim T_{WAM}^*$ を求める。

【0137】

第2テーブル補正部69は、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aに含まれる印加時間 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ を、新たな印加時間 $T_{WA1}^* \sim T_{WAM}^*$ に置き換えることにより、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aを更新する。これによ

10

20

30

40

50

り、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aが補正される。第2白色光LWBの設定光量データテーブル67Bについても、上記と同様に外挿を行うことにより補正することができる。

【0138】

このように、第1光量センサ54の信号値 VF_i が飽和となる場合においても、印加時間 T_i が立ち上がり遷移時間 T_{R1} に対応する印加時間 T_L より長い場合に印加時間 T_i と信号値 VF_i との関係が線形となることを利用して上記外挿をすることにより、LEDの経時劣化などによる光量の低下を防止することができる。

【0139】

なお、上記第1実施形態では、補正部55に第1テーブル補正部68と第2テーブル補正部69の両方が設けられているが、いずれか一方が設けられていてもよい。

10

【0140】

[第2実施形態]

上記のように、緑色LED57、紫色LED58、第1白色LED59A、及び第2白色LED59Bの駆動条件（駆動電流の電流値 I 及び印加時間 T ）が同じ場合、第1及び第2白色光LWA、LWB（第2光）の光量は、緑色光LG及び紫色光LVの光量（第1光）よりも大きい。上記第1実施形態では、光量が小さい緑色光LG及び紫色光LVの射出光量 P を第1光量センサ54により正確に測定可能としているが、第2実施形態では、光量が多い第1及び第2白色光LWA、LWBの射出光量 P を正確に測定可能とする。

【0141】

20

図23に示すように、第2実施形態の光源装置13は、第1実施形態の光源装置13の各構成に加え、第2光量センサ93を備えている。第2光量センサ93は、第1光量センサ54と同様に、緑色LED57と紫色LED58と第1及び第2白色LED59A、59Bとからの射出光量 P を測定するためのセンサである。

【0142】

第2光量センサ93は、第1光量センサ54に隣接して配置される。第2光量センサ93の位置と第1光量センサ54の位置との間の距離は、コリメータレンズ53Aにより集光される集光径以下とする。これにより、コリメータレンズ53Aを射出した平行光を1枚のガラス板53Bで第1及び第2光量センサ54、93に導光することができる。集光径は、例えば、平行光の伝播方向と直交する面内において、平行光の光強度が最大強度の半分となる幅（半値全幅）に対応する。

30

【0143】

第2光量センサ93は、第2受光素子93Aと、第2積算部93Bと、減光部93Cとを有している。第2受光素子93Aは、第1受光素子54Aと同様に、フォトダイオードであり、緑色光LGと紫色光LVと第1及び第2白色光LWA、LWBをそれぞれ受光して、各受光光量に応じた受光電流 I_{R2} を出力する。

【0144】

第2積算部93Bは、第2受光素子93Aから出力される受光電流 I_{R2} を積算し、積算値に応じて信号値 VS を出力する。第2積算部93Bは、第1積算部54Bと同様に、オペアンプとコンデンサを含む積分回路であり、第2受光素子93Aから受光電流 I_{R2} が出力されると、コンデンサに電荷が蓄積される。

40

【0145】

減光部93Cは、第2受光素子93Aの受光面に配置されており、第2受光素子93Aに入射する光の光量を減光させる。減光部93Cは、ND（Neutral Density）フィルタまたはアパチャーである。このため、第2光量センサ93は、第1光量センサ54よりも光量に対する感度が低い。なお、アパチャーの場合は、減光量を多段的に調整可能である。

【0146】

減光部93Cは、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aと第2白色光LWBの設定光量データテーブル67Bの補正を正確に行うために設けられている。具体的に

50

は、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B に印加する駆動電流（第 2 駆動電流）の印加時間 T_{WAi} 、 T_{WBi} を最大の印加時間 T_{WAM} 、 T_{WBM} とした場合でも、第 2 光量センサ 93 から出力される信号値 VS_{WAM} 、 VS_{WBM} がともに非飽和となるように減光部 93C の減光量が設定される。

【0147】

第 2 光量センサ 93 のダイナミックレンジ DR2（図 24 参照）は、第 2 積算部 93B のコンデンサの容量と減光部 93C の減光量とによって定められる。第 2 積算部 93B のコンデンサの容量は、第 1 積算部 54B のコンデンサの容量と同じである。このため、減光部 93C が設けられている第 2 光量センサ 93 のダイナミックレンジ DR2 は、図 24 に示すように、第 1 光量センサ 54 のダイナミックレンジ DR1 よりも大きい。

10

【0148】

第 2 光量センサ 93 は、設定光量値 S_i に対応する印加時間 T_i で発光される緑色光 LG、紫色光 LV、第 1 及び第 2 白色光 LWA、LWB をそれぞれ受光して、各受光光量に応じた信号値 VS_i を出力する。第 2 光量センサ 93 により出力された信号値 VS_i は、上記のように印加時間の設定可能範囲 $T_1 \sim T_M$ の全てにおいて非飽和となる。このため、第 2 光量センサ 93 は、印加時間 T_i が閾値 T_h 以上の場合であっても、第 1 及び第 2 白色 LED 59A、59B の射出光量 P を正確に測定できる。第 2 光量センサ 93 において、緑色光 LG を受光して出力する信号値 VS_G 及び紫色光 LV を受光して出力する信号値 VS_V は特許請求の範囲に記載の「第 3 信号値」に対応し、第 1 白色光 LWA を受光して出力する信号値 VS_{WA} 及び第 2 白色光 LWB を受光して出力する信号値 VS_{WB} は特許請求の範囲に記載の「第 4 信号値」に対応する。

20

【0149】

第 2 実施形態の補正部 55 は、第 1 実施形態の第 2 テーブル補正部 69 の代わりに、図 25 に示すように、第 3 テーブル補正部 95 を有している。第 3 テーブル補正部 95 は、第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A と第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B を補正する。第 3 テーブル補正部 95 は、特許請求の範囲に記載の「第 3 補正部」に対応する。

【0150】

第 3 テーブル補正部 95 には、第 1 光量センサ 54 から信号値 VF_i が入力され、第 2 光量センサ 93 から信号値 VS_i が入力される。第 3 テーブル補正部 95 は、閾値 T_h 未満の印加時間 T_i において第 1 光量センサ 54 が生成する非飽和の信号値 VF_i と、閾値 T_h 以上の印加時間 T_i において第 2 光量センサ 93 が生成する非飽和の信号値 VS_i とを使用して、第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A と第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B を補正する。第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A と第 2 白色光 LWB の設定光量データテーブル 67B の補正方法は同じなので、以下では、第 1 白色光 LWA の設定光量データテーブル 67A の補正についてのみ説明をする。

30

【0151】

第 3 テーブル補正部 95 は、上記第 1 実施形態の第 2 テーブル補正部 69 と同様に、第 1 白色 LED 59A と第 2 白色 LED 59B のそれぞれについて、印加時間 T と信号値 VF との関係が線形となり、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となる理想的な信号値 VF_i^* を記憶している。第 3 テーブル補正部 95 は、印加時間 T_i が閾値 T_h 未満である場合に第 1 光量センサ 54 から出力された非飽和の信号値 VF_i に基づいて、新たな印加時間 T_i^* を求める。具体的には、第 3 テーブル補正部 95 は、非飽和の信号値 VF_{WA1} 、 VF_{WA2} に基づいて、新たな印加時間 T_{WA1}^* 、 T_{WA2}^* をそれぞれ求める（図 20 参照）。

40

【0152】

図 26 に示すように、第 3 テーブル補正部 95 は、第 2 光量センサ 93 から、設定光量値 S_i ($i = 1 \sim M$) に対応する印加時間 T_{WAi} ($i = 1 \sim M$) での信号値 VS_{WAi} ($i = 1 \sim M$) を取得して、第 1 白色 LED 59A の実際の特性曲線 96 を作成する。第

50

2 光量センサ 9 3 の信号値により作成された実際の特性曲線 9 6 では、印加時間の設定可能範囲 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ 内の全てにおいて、信号値 V_{SWAi} は非飽和となる。

【0153】

また、第3テーブル補正部 9 5 は、第1白色LED 5 9 Aと第2白色LED 5 9 Bのそれぞれについて、印加時間 T と信号値 V_F との関係が線形となり、設定光量値 S と射出光量 P との関係が線形となる理想的な信号値 $V_S^\#$ を記憶している。第3テーブル補正部 9 5 は、理想的な信号値 $V_S^\#$ と印加時間 T との関係を示す理想的な特性線上において、設定光量値 S_i に対応する印加時間 T_i における理想的な信号値 $V_{Si}^\#$ を求める。第3テーブル補正部 9 5 は、実際の特性曲線上において、理想的な信号値 $V_{Si}^\#$ に対応する新たな印加時間 $T_i^\#$ を求める。

10

【0154】

具体的には、第3テーブル補正部 9 5 は、図 2 4 に示すように、第1白色LED 5 9 Aの理想的な特性線 9 7 上において、閾値 T_h 以上の印加時間 T_{WAN} での理想的な信号値 $V_{SWAN}^\#$ を求める。第3テーブル補正部 9 5 は、第1白色LED 5 9 Aの実際の特性曲線 9 6 上において、理想的な信号値 $V_{SWAN}^\#$ に対応する新たな印加時間 $T_{WAN}^\#$ を求める。より具体的には、第3テーブル補正部 9 5 は、印加時間 T_i が閾値 T_h 以上である場合に第2光量センサ 9 3 から出力された非飽和の信号値 $V_{SWA3} \sim V_{SWAM}$ に基づいて、理想的な信号値 $V_{SWA3}^\# \sim V_{SWAM}^\#$ を求めることにより、新たな印加時間 $T_{WA3}^\# \sim T_{WAM}^\#$ を求める。

【0155】

20

第3テーブル補正部 9 5 は、図 2 6 に示すように、第1白色光LWAの設定光量データテーブル 6 7 Aに含まれる印加時間 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ のうち、閾値 T_h 未満の印加時間 T_{WA1} 、 T_{WA2} を新たな印加時間 T_{WA1}^* 、 T_{WA2}^* にそれぞれ置き換え、閾値 T_h 以上の印加時間 $T_{WA3} \sim T_{WAM}$ を新たな印加時間 $T_{WA3}^\# \sim T_{WAM}^\#$ にそれぞれ置き換えることにより、第1白色光LWAの設定光量データテーブル 6 7 Aを更新する。これにより、第1白色光LWAの設定光量データテーブル 6 7 Aの全部が補正される。

【0156】

第2白色光LWBの設定光量データテーブル 6 7 Bの補正は、第1白色光LWAの設定光量データテーブル 6 7 Aの補正と同じ方法で行われるので具体的な説明は省略するが、図 2 6 に示すように、第3テーブル補正部 9 5 は、第2白色光LWBの設定光量データテーブル 6 7 Bに含まれる印加時間 $T_{WB1} \sim T_{WBM}$ のうち、印加時間 T_{WB1} 、 T_{WB2} を新たな印加時間 T_{WB1}^* 、 T_{WB2}^* にそれぞれ置き換え、印加時間 $T_{WB3} \sim T_{WBM}$ を新たな印加時間 $T_{WB3}^\# \sim T_{WBM}^\#$ にそれぞれ置き換えることにより、第2白色光LWBの設定光量データテーブル 6 7 Bを更新する。これにより、第2白色光LWBの設定光量データテーブル 6 7 Bの全部が補正される。

30

【0157】

上記のように、各LEDの駆動条件（駆動電流の電流値 I 及び印加時間 T ）が同じである場合、第1及び第2白色光LWA、LWB（第2光）の光量は、緑色光LG及び紫色光LVの光量（第1光）よりも大きい。このような光量の場合には、第1光量センサ 5 4 では、第1白色LED 5 9 A及び第2白色LED 5 9 Bのそれぞれについて、印加時間 T_i が閾値 T_h 未満の場合の信号値 V_{FWAi} 、 V_{FWBi} は非飽和となるが、印加時間 T_i が閾値 T_h 以上の場合の信号値 V_{FWAi} 、 V_{FWBi} は飽和になってしまう。しかし、第2実施形態では、第1光量センサ 5 4 だけでなく、第2光量センサ 9 3 を備えており、この第2光量センサ 9 3 では、印加時間 T_i が閾値 T_h 以上の場合であっても信号値 V_{SWAi} 、 V_{SWBi} が非飽和となる。

40

【0158】

このため、第2実施形態では、印加時間 $T_{W Ai}$ が閾値 T_h 未満である場合に第1光量センサ 5 4 から出力された非飽和の信号値 $V_{FW Ai}$ と、印加時間 $T_{W Ai}$ が閾値 T_h 以上である場合に第2光量センサ 9 3 から出力された非飽和の信号値 $V_{SW Ai}$ とに基づい

50

て、印加時間の設定可能範囲 $T_{WA1} \sim T_{WAM}$ 内の全てにおいて印加時間 T_{WAi} を正確に補正することができる。同様に、第2白色LED59Bに印加する駆動電流（第2駆動電流）の印加時間の設定可能範囲 $T_{WB1} \sim T_{WBM}$ 内の全てにおいて印加時間 T_{WBi} を正確に補正することができる。これにより、第1白色LED59A及び第2白色LED59Bについて、射出光量 P と設定光量値 S との関係を精度よく線形化することができる。

【0159】

また、上記全部補正後の第1及び第2白色光LWAの設定光量データテーブル67A、67Bに基づき、光源制御部52により、第1及び第2白色LED59A、59Bにそれぞれ印加する駆動電流（第2駆動電流）の印加時間 T が決定されるので、LEDの経時劣化などによる光量の低下が防止される。

10

【0160】

なお、上記第2実施形態では、補正部55に第1テーブル補正部68と第3テーブル補正部95の両方が設けられているが、いずれか一方が設けられていてもよい。

【0161】

なお、上記各実施形態では、光源制御部52は、駆動電流の電流値 I を一定とさせ、印加時間 T の制御を行っているが、印加時間 T を一定とさせ、電流値 I の制御を行っても良い。

【0162】

また、例えば緑色LED57において、駆動電流の電流値 I_G が一定の電流値 I_{GC} であり、図27に示すように、第1テーブル補正部68によって、印加時間 T_{Gi} に対応する新たな印加時間 T_{Gi}^* が求められた場合に、この新たな印加時間 T_{Gi}^* が設定可能範囲の最大の印加時間（印加時間 T_{GM} ）より長いことがある。例えば、印加時間 T_{GM} に対応する新たな印加時間 T_{GM}^* の場合などである。この場合は印加時間を補正できないので、第1テーブル補正部68は、緑色LED57の発光強度が目標の強度となるように、電流値 I_{GC} を補正する。

20

【0163】

図18及び図28を参照して電流値 I_{GC} を補正する例を説明する。緑色LED57に印加する駆動電流（第1駆動電流）の電流値 I_G を一定の電流値 I_{GC} として特性曲線71が作成された場合、第1テーブル補正部68により、印加時間の設定可能範囲 $T_{G1} \sim T_{GM}$ のうち、例えば、最大の印加時間 T_{GM} について新たな印加時間 T_{GM}^* が求められる。この新たな印加時間 T_{GM}^* は最大の印加時間 T_{GM} より長いので、第1テーブル補正部68は、図28に示すように、緑色光LGの設定光量データテーブル65において、設定光量値 S_M に対応する印加時間 T_{GM} を新たな印加時間 T_{GM}^* に置き換えず、設定光量値 S_M に対応する電流値 I_{GC} の補正を行う。

30

【0164】

具体的には、第1テーブル補正部68は、印加時間 T_{GM} において第1光量センサ54から出力された信号値 VF_{GM} が、射出光量 P と設定光量値 S との関係が線形となる理想的な信号値 VF_{GM}^* となるように新たな電流値 I_{GC}^* を求める。新たな電流値 I_{GC}^* は、電流値 I_{GC} より大きい値である。そして、第1テーブル補正部68は、緑色光LGの設定光量データテーブル65において、設定光量値 S_M に対応する電流値 I_{GC} を、新たな電流値 I_{GC}^* に置き換える。これにより、緑色光LGの設定光量データテーブル65が更新される。上記のような電流値の補正は、紫色光LVの設定光量データテーブル66に対して行っても良いし、第2テーブル補正部69により、第1白色光LWAの設定光量データテーブル67Aと第2白色光LWBの設定光量データテーブル67Bに対して行っても良い。

40

【0165】

なお、上記各実施形態では、撮像素子35に、原色型のカラーフィルタアレイ39を設けているが、これに代えて、補色型のカラーフィルタアレイを設けても良い。

【0166】

50

なお、上記各実施形態では、透光部材として、ガラス板 5 3 B が設けられているが、ガラス板 5 3 B の代わりに、ハーフミラーを設けても良いし、透光性を有する樹脂製の板を設けても良い。

【 0 1 6 7 】

なお、上記各実施形態では、ユーザが操作入力部 1 5 で設定光量値 S を設定することにより射出光量の調整が行われているが、このように手動で射出光量を調整する手動調光モードに加え、例えば、遠景から近景にした場合に表示画像に白とびが生じることを容易に防止するために、自動で射出光量を調整する自動調光モードを備えても良い。自動調光モードでは、コントローラ 4 0 により、D S P 4 1 から出力された画像データの輝度値が求められ、この輝度値が表示画像の最適輝度値となるように設定光量値 S が設定される。これにより、遠景から近景にした場合に射出光量が自動で小さくされるので、表示画像の視認性が低下することを容易に防止できる。更に、上記のように設定光量データテーブルが補正されているので、拡大観察時において画質の高い表示画像をモニタ 1 4 に表示することができる。

10

【 0 1 6 8 】

本願発明は、以下の付記項 A 1 ~ A 5 に示す特徴的な技術事項を含むものである。

【 0 1 6 9 】

[付記項 A 1]

第 1 駆動電流が印加されることにより第 1 光を発する第 1 発光素子と、

第 2 駆動電流が印加されることにより第 2 光を発する第 2 発光素子であって、前記第 1 駆動電流と前記第 2 駆動電流との各電流値が一定値の場合であり、かつ前記第 1 駆動電流の印加時間と前記第 2 駆動電流の印加時間が同じである場合に、前記第 2 光の光量が前記第 1 光の光量よりも大きい第 2 発光素子と、

20

前記第 1 発光素子と前記第 2 発光素子とを保持する基板と、

外部から入力される設定光量値に基づき、前記第 1 及び第 2 駆動電流の各印加時間を設定可能範囲内で制御する光源制御部と、

前記第 1 光の一部の受光による第 1 信号値の生成と、前記第 2 光の一部の受光による第 2 信号値の生成とを行う第 1 光量センサとを備える内視鏡用光源装置。

【 0 1 7 0 】

[付記項 A 2]

30

前記第 1 光の一部の受光による第 3 信号値の生成と、前記第 2 光の一部の受光による第 4 信号値の生成とを行い、前記第 1 光量センサよりも感度が低い第 2 光量センサと、

前記第 1 発光素子からの前記第 1 光と前記第 2 発光素子からの前記第 2 光とを集光して平行光として射出するコリメータレンズと、

前記コリメータレンズを射出した前記第 1 光の一部と前記第 2 光の一部とをフレネル反射して、前記第 1 光量センサと前記第 2 光量センサとに導光する透光部材とを備える付記項 A 1 に記載の内視鏡用光源装置。

【 0 1 7 1 】

[付記項 A 3]

前記第 1 光量センサは、第 1 受光素子により構成され、

40

前記第 2 光量センサは、第 2 受光素子と、前記第 2 受光素子に入射する光の光量を減光させる減光部とにより構成される付記項 A 2 に記載の内視鏡用光源装置。

【 0 1 7 2 】

[付記項 A 4]

前記減光部は、N D フィルタまたはアパチャーである付記項 A 3 に記載の内視鏡用光源装置。

【 0 1 7 3 】

[付記項 A 5]

前記第 1 発光素子は 2 つあり、

前記第 2 発光素子は 2 つあり、

50

前記基板上において、前記第 1 発光素子と前記第 2 発光素子は正方配列されており、一方の対角に前記第 1 発光素子が 1 つずつ配置され、他方の対角に前記第 2 発光素子が 1 つずつ配置されている付記項 A 1 から A 4 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光源装置。

【0174】

本願発明は、当初出願の特許請求の範囲に記載の請求項を具体化した付記項 B 1、B 2 の内容を含むものである。

【0175】

[付記項 B 1]

当初出願の請求項 7 の構成を更に具体化したものであって、

前記第 2 補正部は、

前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 2 信号値との関係が線形となり、かつ前記設定光量値と前記第 2 光の光量との関係が線形となる第 2 目標信号値を記憶しており、

前記設定光量値に対応する前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 2 信号値との関係を示す特性曲線上において、前記第 2 目標信号値に対応する第 2 駆動電流の印加時間を、前記第 2 の設定光量データテーブルの更新に用いる第 2 テーブル更新用印加時間として求め、

前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間を前記第 2 テーブル更新用印加時間に置き換える内視鏡用光源装置。

【0176】

[付記項 B 2]

当初出願の請求項 12 の構成を更に具体化したものであって、

前記第 3 補正部は、

前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 2 信号値との関係が線形となり、かつ前記設定光量値と前記第 2 光の光量との関係が線形となる第 2 目標信号値を記憶しており、

前記設定光量値に対応する前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 2 信号値との関係を示す特性曲線上において、前記第 2 目標信号値に対応する第 2 駆動電流の印加時間を、前記第 2 の設定光量データテーブルの更新に用いる第 2 テーブル更新用印加時間として求め、

前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値未満の前記第 2 駆動電流の印加時間を前記第 2 テーブル更新用印加時間に置き換え、

更に、

前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 4 信号値との関係が線形となり、かつ前記設定光量値と前記第 2 光の光量との関係が線形となる第 3 目標信号値を記憶しており、

前記設定光量値に対応する前記第 2 駆動電流の印加時間と前記第 4 信号値との関係を示す特性曲線上において、前記第 3 目標信号値に対応する第 2 駆動電流の印加時間を、前記第 2 の設定光量データテーブルの更新に用いる第 3 テーブル更新用印加時間として求め、

前記第 2 の設定光量データテーブルに含まれる前記閾値以上の前記第 2 駆動電流の印加時間を前記第 3 テーブル更新用印加時間に置き換える内視鏡用光源装置。

【0177】

なお、上記付記項 B 1 に記載の「第 2 目標信号値」は、第 2 テーブル補正部 69 における理想的な信号値 VF_i^* に対応し、付記項 B 1 に記載の「第 2 テーブル更新用印加時間」は、第 2 テーブル補正部 69 における新たな印加時間 T_i^* に対応する。上記付記項 B 2 に記載の「第 2 目標信号値」は、第 3 テーブル補正部 95 における理想的な信号値 VF_i^* に対応し、付記項 B 2 に記載の「第 2 テーブル更新用印加時間」は、第 3 テーブル補正部 95 における新たな印加時間 T_i^* に対応し、付記項 B 2 に記載の「第 3 目標信号値」は、第 3 テーブル補正部 95 における理想的な信号値 $VS_i^{\#}$ に対応し、付記項 B 2 に記載の「第 3 テーブル更新用印加時間」は、第 3 テーブル補正部 95 における新たな印加時間 $T_i^{\#}$ に対応する。なお、第 1 テーブル補正部 68 における理想的な信号値 VF_i^* は、「第 1 目標信号値」に読み替えても良いし、第 1 テーブル補正部 68 における新たな印加時間 T_i^* は、「第 1 テーブル更新用印加時間」に読み替えても良い。

【符号の説明】

【0178】

10

20

30

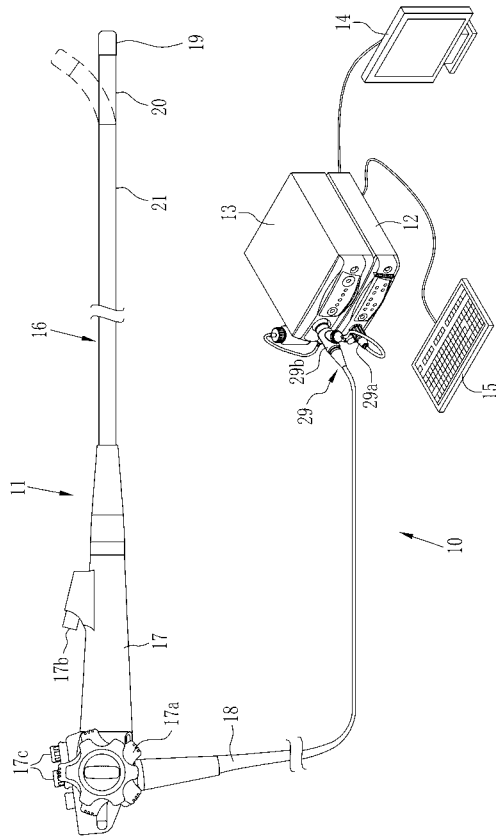
40

50

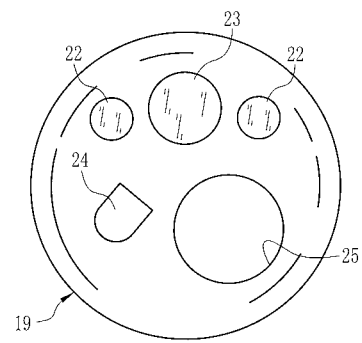
1 0	内視鏡システム	
1 1	内視鏡	
1 2	プロセッサ装置	
1 3	光源装置	
1 4	モニタ	
1 5	操作入力部	
1 6	挿入部	
1 7	操作部	
1 7 a	アングルノブ	
1 7 b	鉗子口	10
1 7 c	送気・送水ボタン	
1 8	ユニバーサルコード	
1 9	先端部	
2 0	湾曲部	
2 1	可撓管部	
2 2	照明窓	
2 3	観察窓	
2 4	送気・送水ノズル	
2 5	鉗子出口	
2 9	コネクタ	20
2 9 a	通信用コネクタ	
2 9 b	光源用コネクタ	
3 2	ライトガイド	
3 2 a	入射端	
3 3	照射レンズ	
3 4	対物光学系	
3 5	撮像素子	
3 5 a	撮像面	
3 6	撮像制御部	
3 8	画素	30
3 9	カラーフィルタアレイ	
3 9 a	青色フィルタ	
3 9 b	緑色フィルタ	
3 9 c	赤色フィルタ	
4 0	コントローラ	
4 1	D S P	
4 2	フレームメモリ	
4 3	画像処理部	
4 4	表示制御部	
5 0	光源部	40
5 1	光源駆動部	
5 2	光源制御部	
5 3	集光光学系	
5 3 A	コリメータレンズ	
5 3 B	ガラス板	
5 3 C	集光レンズ	
5 4	第 1 光量センサ	
5 4 A	第 1 受光素子	
5 4 B	第 1 積算部	
5 5	補正部	50

5 6	基板	
5 7	緑色 L E D	
5 8	紫色 L E D	
5 9 A	第 1 白色 L E D	
5 9 B	第 2 白色 L E D	
6 2	第 1 の設定光量データテーブル記憶部	
6 3	第 2 の設定光量データテーブル記憶部	
6 5	緑色光 L G の設定光量データテーブル	
6 6	紫色光 L V の設定光量データテーブル	
6 7 A	第 1 白色光 L W A の設定光量データテーブル	10
6 7 B	第 2 白色光 L W B の設定光量データテーブル	
6 8	第 1 テーブル補正部	
6 9	第 2 テーブル補正部	
7 1	緑色 L E D の実際の特性曲線	
7 2	紫色 L E D の実際の特性曲線	
7 3	第 1 白色 L E D の実際の特性曲線	
7 5	緑色 L E D の理想的な特性線	
7 6	紫色 L E D の理想的な特性線	
7 7	第 1 白色 L E D の理想的な特性線	
9 3	第 2 光量センサ	20
9 3 A	第 2 受光素子	
9 3 B	第 2 積算部	
9 3 C	減光部	
9 5	第 3 テーブル補正部	
9 6	第 1 白色 L E D の実際の特性曲線	
9 7	第 1 白色 L E D の理想的な特性線	

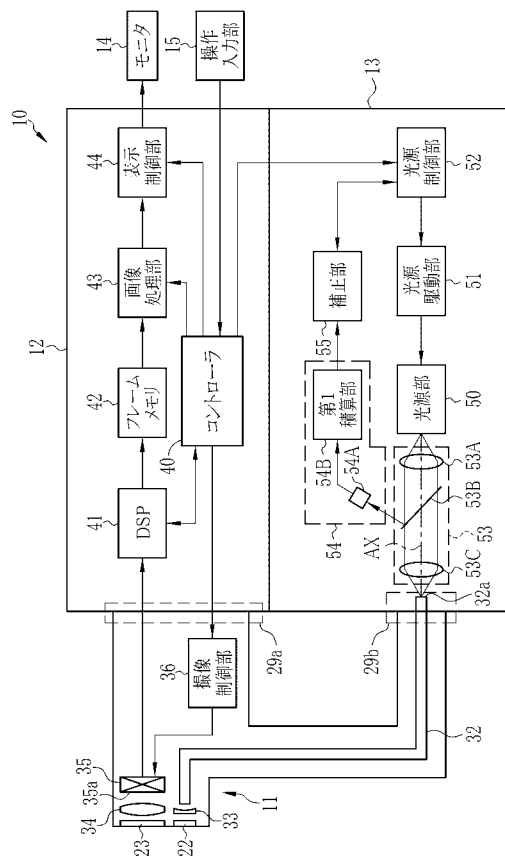
【図 1】



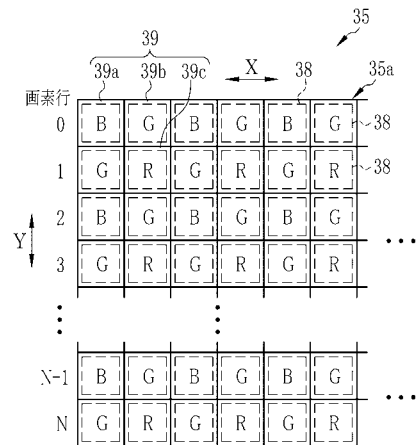
【図 2】



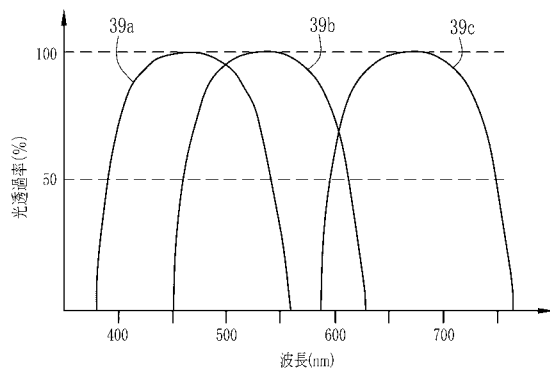
【図 3】



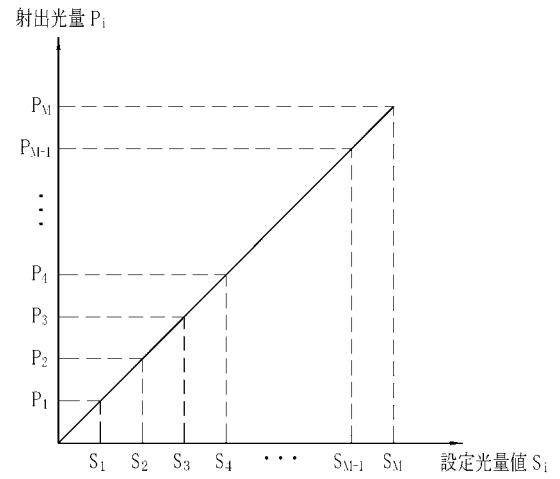
【図 4】



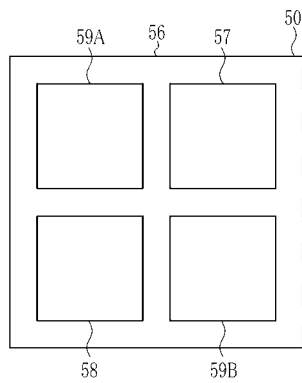
【図 5】



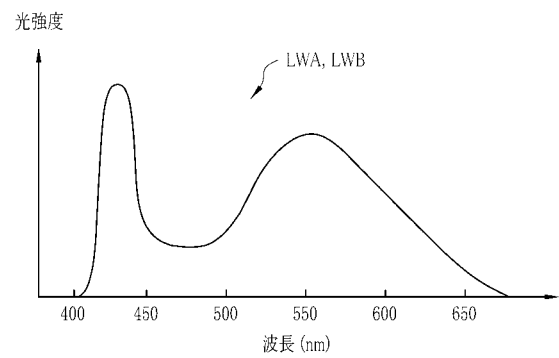
【図 6】



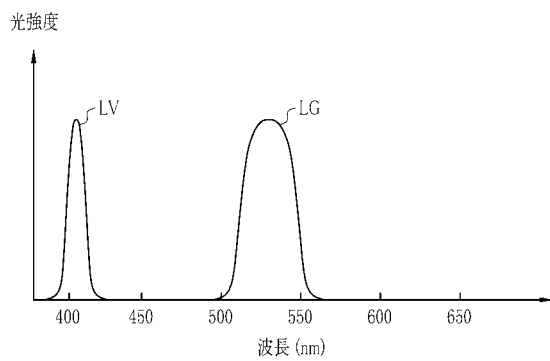
【図 7】



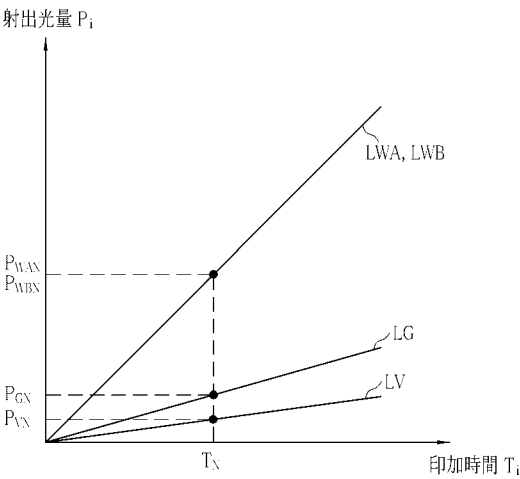
【図 9】



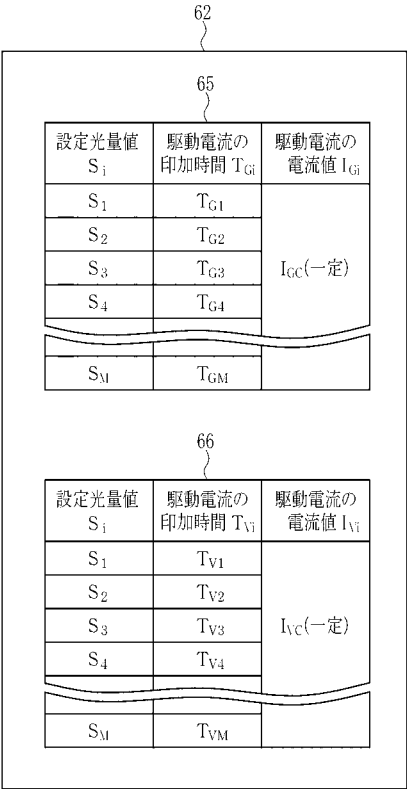
【図 8】



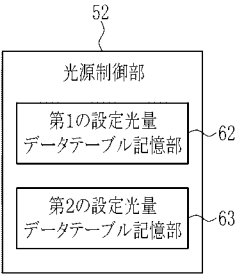
【図 1 0】



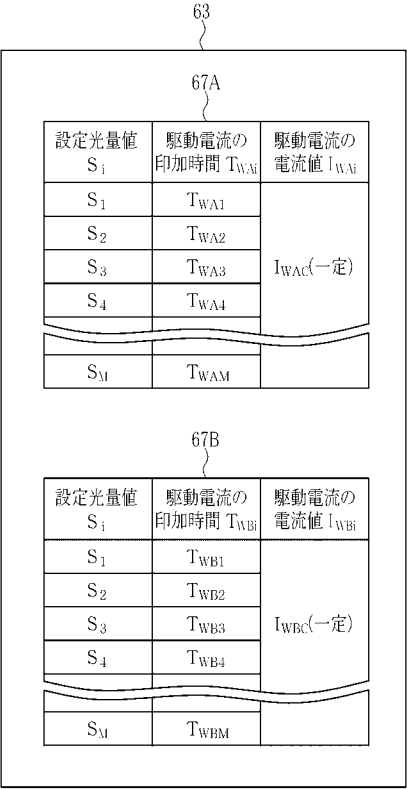
【図 1 2】



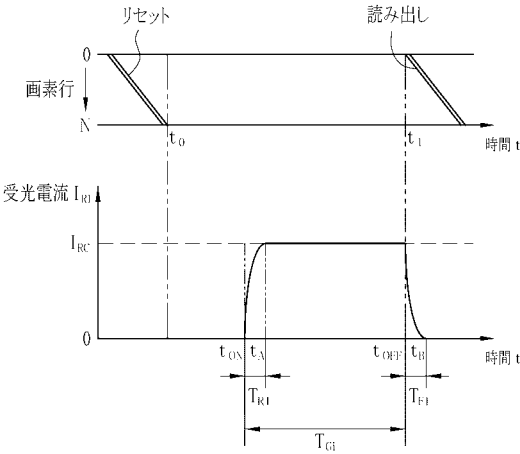
【図 1 1】



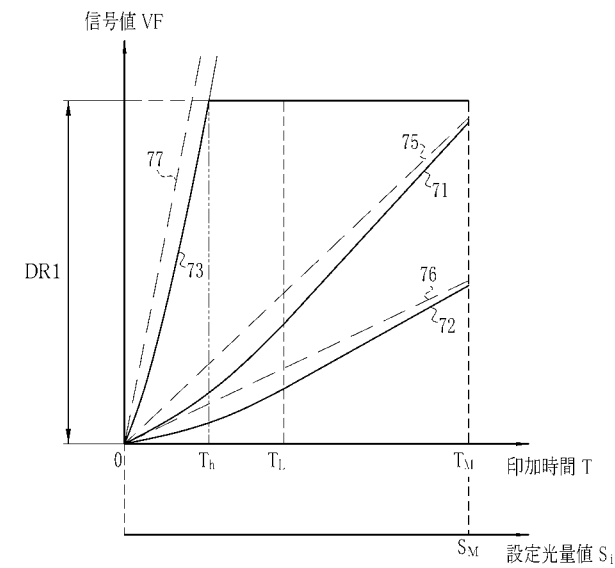
【図 1 3】



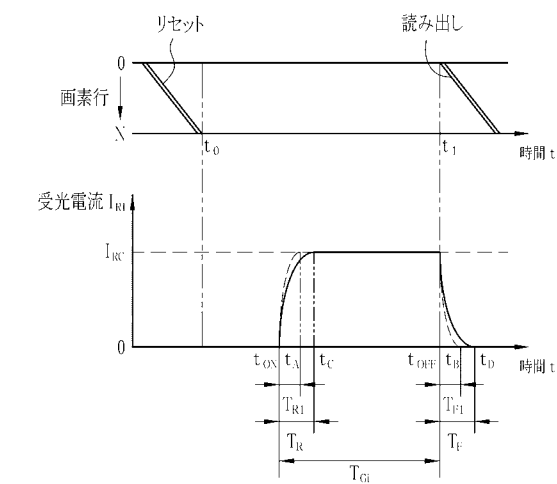
【図 1 4】



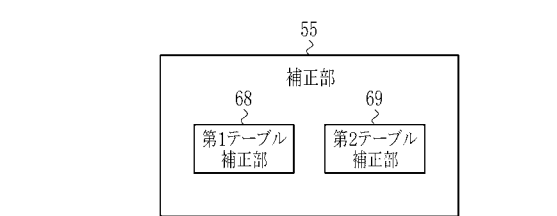
【図 1 5】



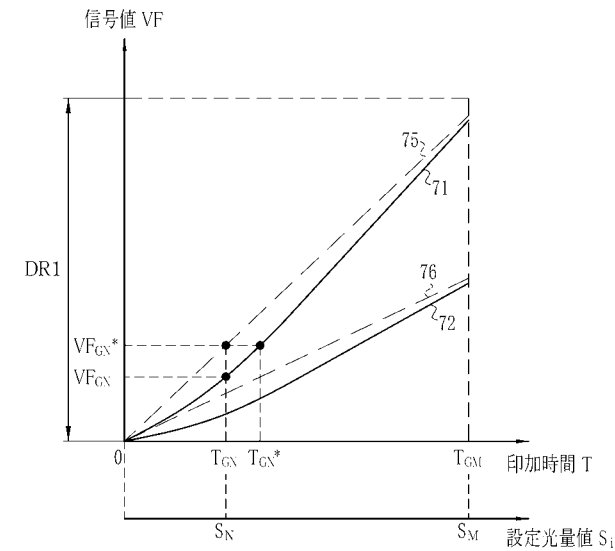
【図 1 6】



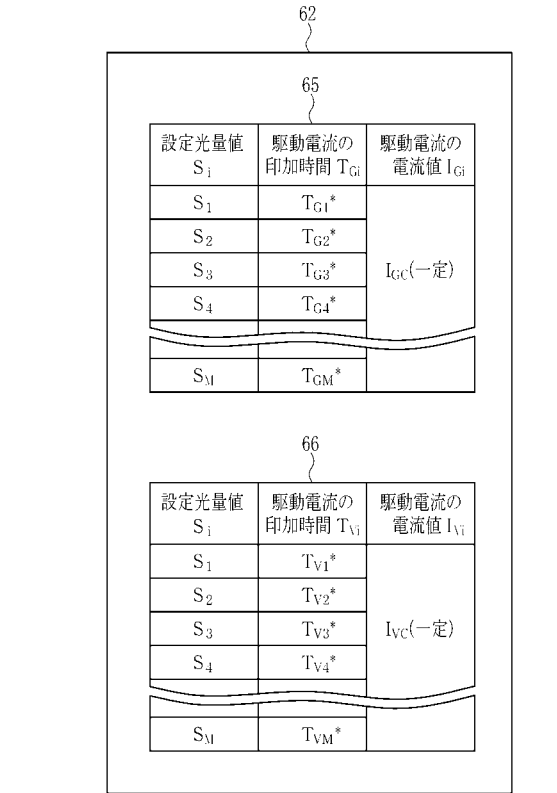
【図 1 7】



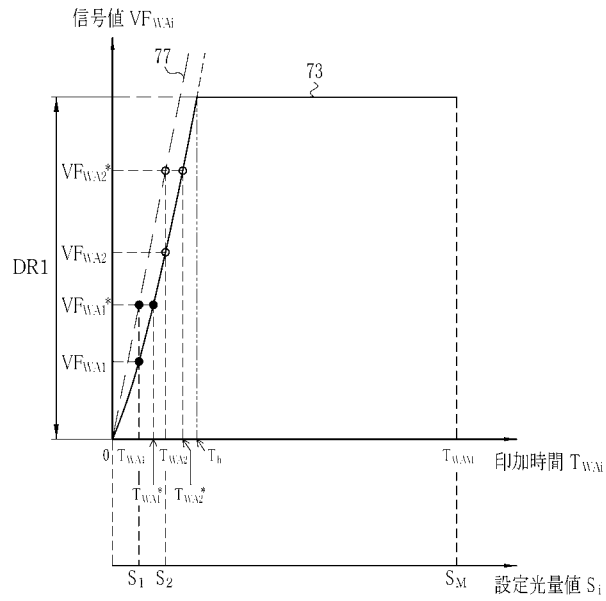
【図 1 8】



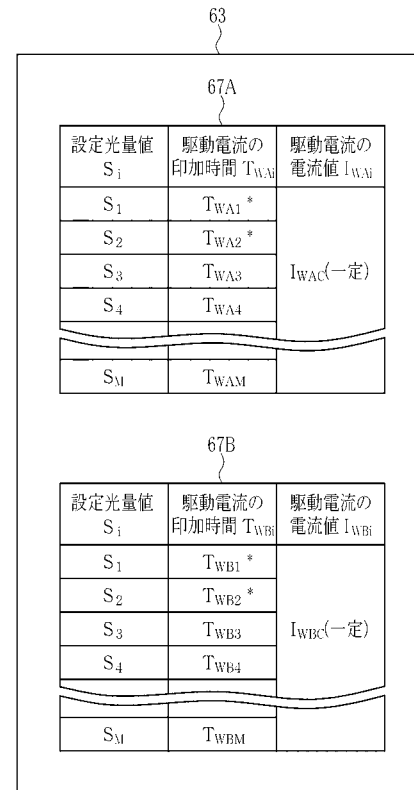
【図 1 9】



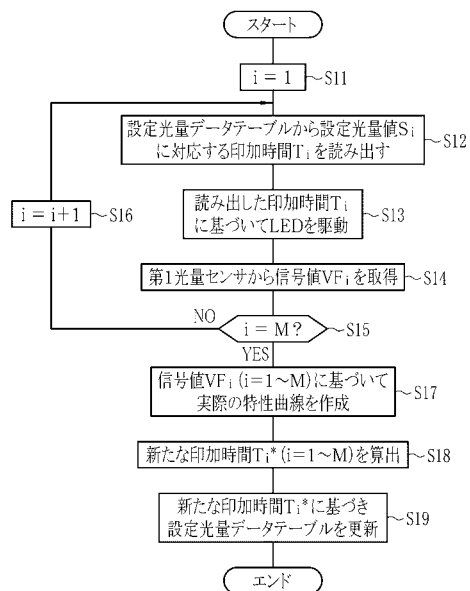
【図 20】



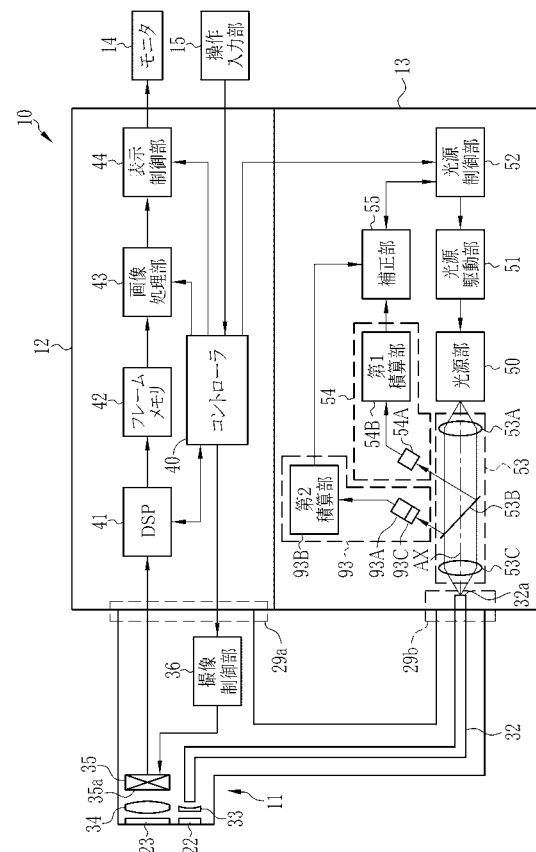
【図 21】



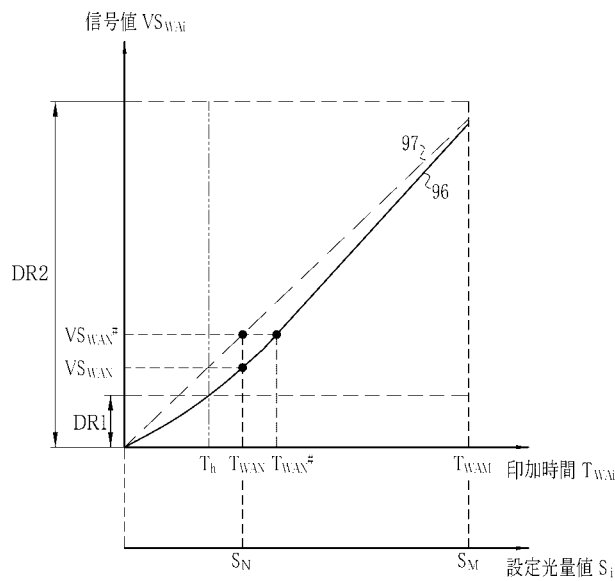
【図 22】



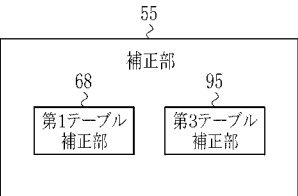
【図 23】



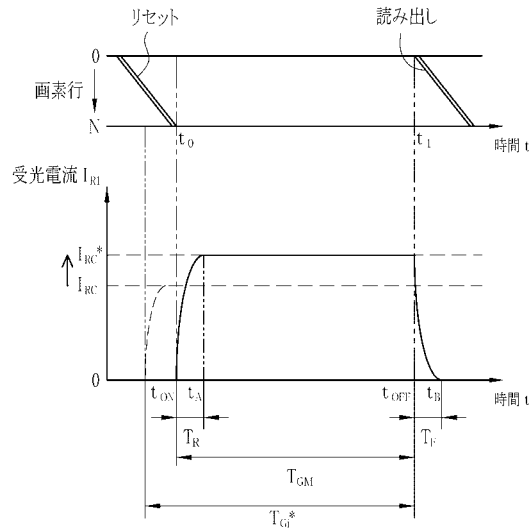
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 7 】



【 図 2 6 】

63

67A

設定光量値 S_i	駆動電流の 印加時間 T_{WAi}	駆動電流の 電流値 I_{WAi}
S_1	T_{WA1}^*	I_{WAC} (一定)
S_2	T_{WA2}^*	
S_3	$T_{WA3}^{\#}$	
S_4	$T_{WA4}^{\#}$	
S_M	$T_{WAM}^{\#}$	

67B

設定光量値 S_i	駆動電流の 印加時間 T_{WBi}	駆動電流の 電流値 I_{WBi}
S_1	T_{WB1}^*	I_{WBC} (一定)
S_2	T_{WB2}^*	
S_3	$T_{WB3}^{\#}$	
S_4	$T_{WB4}^{\#}$	
S_M	$T_{WBM}^{\#}$	

【 図 2 8 】

65		
設定光量値 S_i	駆動電流の 印加時間 T_{Gi}	駆動電流の 電流値 I_{Gi}
S_1	T_{G1}^*	I_{GC}
S_2	T_{G2}^*	
S_3	T_{G3}^*	
S_4	T_{G4}^*	
S_{M-1}	T_{GM-1}^*	I_{GC}
S_M	T_{GM}	I_{GC}^*

专利名称(译)	内视镜用光源装置		
公开(公告)号	JP2017148432A	公开(公告)日	2017-08-31
申请号	JP2016036285	申请日	2016-02-26
[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	森本美範		
发明人	森本 美範		
IPC分类号	A61B1/06 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/06.B G02B23/24.B A61B1/06.510 A61B1/06.612		
F-TERM分类号	2H040/BA11 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/FA11 2H040/FA12 2H040/GA02 4C161/GG01 4C161/JJ17 4C161/NN01 4C161/QQ01 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR23		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了其中光量的光传感器的数量，用于接收每个照明光不同的光发光元件发射使用的情况下，有可能精确地线性化喷射量和较小的发光元件的光量的设定光量的值之间的关系以及用于内窥镜的光源装置。一种光源控制单元52，绿色LED 57，紫红色LED的58中，第一和第二白色LED 59A，设置施加到每个59B的范围 $T_1 \sim T$ 中的驱动电流的施加时间在M内控制。第一光量传感器54接收光并产生信号值。通过接收从绿色LED 57发射的绿光LG和从紫色LED 58发射的紫光LV产生的信号值处于可设定范围 T_1 至 T_M 它完全变得不饱和。第一和第二白色LED 59A，59B发射的第一和第二白色光LWA，通过接收LWB产生的信号值可设定范围 T_1 至 T_M 它完全变得不饱和。第一和第二白色LED 59A，59B发射的第一和第二白色光LWA，通过接收LWB产生的信号值可设定范围 T_1 至 T_M 它完全变得不饱和。第一和第二白色LED 59A，59B发射的第一和第二白色光LWA，通过接收LWB产生的信号值可设定范围 T_1 至 T_M 它完全变得不饱和。

