

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7186292号
(P7186292)

(45)発行日 令和4年12月8日(2022.12.8)

(24)登録日 令和4年11月30日(2022.11.30)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 4 N	5/235(2006.01)	H 0 4 N	5/235	5 0 0
H 0 4 N	5/225(2006.01)	H 0 4 N	5/235	3 0 0
A 6 1 B	1/06 (2006.01)	H 0 4 N	5/225	5 0 0
		H 0 4 N	5/225	6 0 0
		H 0 4 N	5/235	4 0 0
請求項の数 21 (全37頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願2021-518285(P2021-518285)	(73)特許権者	000000376
(86)(22)出願日	令和1年5月9日(2019.5.9)		オリンパス株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/018601		東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地
(87)国際公開番号	WO2020/225914	(74)代理人	100121083
(87)国際公開日	令和2年11月12日(2020.11.12)		弁理士 青木 宏義
審査請求日	令和3年7月9日(2021.7.9)	(74)代理人	100138391
			弁理士 天田 昌行
		(74)代理人	100074099
			弁理士 大菅 義之
		(74)代理人	100182936
			弁理士 矢野 直樹
		(72)発明者	佐藤 貴之
			東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オ
			リンバス株式会社内
		(72)発明者	田中 哲史
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 撮像システム、内視鏡システム、光源装置、及び光源装置の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体に照明する照明光を出射する光源を含む照明部と、
 前記被写体からの光を受光して光電変換を行うことにより電気信号を生成する画素が2次元状に配列された受光部と、
 前記受光部から水平ライン毎に前記電気信号を順次読み出す読み出し部と、
 1フレーム又は1フィールド期間のうち前記読み出し部が前記受光部の水平ラインを読み出す読み出し期間の少なくとも一部において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する一方、前記読み出し期間以外の非読み出し期間の少なくとも一部において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する照明制御部と、
 前記被写体に対する照明光量を測定する光量測定部と、を備え、
 前記照明制御部は、
前記読み出し期間を含む前記水平ラインの内の少なくとも1つの水平ラインに対する露光が行われていない非全ライン露光期間における前記照明光の出射と、前記水平ラインの全てに対する露光が行われている全ライン露光期間における前記照明光の出射と、を独立して制御し、
前記全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、該全ライン露光期間の全体に渡って前記照明光を出射した状態を保って該照明光の光量を制御し、
前記非全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、複数のパルス光の点灯と消灯とを繰り返し、かつそれぞれの前記パルス光の点灯期間と点灯回数との少なくともい

いずれか一方を調整することで該照明光の光量を制御する

ことを特徴とする撮像システム。

【請求項 2】

前記照明制御部は、前記照明光の光量を制御する過程において、

前記パルス光を消灯する期間がなくなった場合には、前記非全ライン露光期間に前記光源に印加する電流を大きくすることで前記照明光の光量を増加させ、

前記パルス光を点灯する期間がなくなった場合には、前記全ライン露光期間に前記光源に印加する電流を小さくすること、又は前記全ライン露光期間における前記光源に電流を印加する時間を短くすることで前記照明光の光量を減少させる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

10

【請求項 3】

前記撮像システムは、前記光源を駆動する駆動部を更に含み、

前記照明制御部は、

前記非全ライン露光期間に前記駆動部が前記光源に印加する電流を、該駆動部が前記光源を駆動可能な下限電流値よりも大きい電流、又は前記光源が点灯を保證する最小の電流値よりも大きい電流で制御することにより、前記非全ライン露光期間における前記照明光の光量を制御し、

前記パルス光の点灯期間が、前記駆動部が前記光源を駆動可能な下限時間である場合には前記パルス光の点灯回数を減少させる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

20

【請求項 4】

前記照明制御部は、

前記全ライン露光期間に前記光源に印加する電流と、前記非全ライン露光期間に前記光源に印加する電流とを、電流値が同じ電流とする

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 5】

前記照明制御部は、

前記全ライン露光期間に前記光量測定部で測定した前記照明光量に基づいて、該全ライン露光期間に後続する前記非全ライン露光期間に前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の撮像システム。

30

【請求項 6】

前記照明制御部は、

前記全ライン露光期間のうちの該全ライン露光期間の開始時を含み、かつ該全ライン露光期間よりも短い初期期間に前記光源に印加する電流を、前記非全ライン露光期間と同じ電流値の電流にする

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 7】

前記初期期間は、前記非全ライン露光期間における前記パルス光の点灯期間よりも長い

ことを特徴とする請求項 6 に記載の撮像システム。

【請求項 8】

前記照明制御部は、

前記非全ライン露光期間の全体に渡って前記光源を消灯させる場合には、前記初期期間に前記光源に印加する電流を、前記非全ライン露光期間において前記複数のパルス光の点灯と消灯を繰り返す場合に前記光源に印加する電流と同じ電流値の電流にする

ことを特徴とする請求項 6 に記載の撮像システム。

40

【請求項 9】

前記照明制御部は、

前記全ライン露光期間のうちの前記初期期間が経過した後の期間に前記光源に印加する電流を、前記初期期間に印加する電流の電流値以上の電流で制御する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の撮像システム。

50

【請求項 10】

前記照明制御部は、

前記全ライン露光期間のうちの前記初期期間が経過した後の期間に前記光源に印加する電流を、前記初期期間に前記光源に印加する電流よりも大きくする

ことを特徴とする請求項 6 に記載の撮像システム。

【請求項 11】

前記光量測定部は、前記全ライン露光期間のうちの前記初期期間に前記照明光量を測定し、

前記照明制御部は、前記初期期間に前記光量測定部で測定した前記照明光量に基づいて、該全ライン露光期間に後続する前記非全ライン露光期間に前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の撮像システム。

【請求項 12】

前記光量測定部は、前記全ライン露光期間のうちの前記初期期間が経過した後の期間に前記照明光量を測定し、

前記照明制御部は、前記全ライン露光期間のうちの前記初期期間が経過した後の期間に測定した前記照明光量に基づいて、該全ライン露光期間に後続する前記全ライン露光期間に前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の撮像システム。

【請求項 13】

前記照明制御部は、前記 1 フレーム又は前記 1 フィールド期間における前記全ライン露光期間内の前記照明光量が前記非全ライン露光期間内の前記照明光量以上となるように、前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 14】

前記非全ライン露光期間における前記パルス光の点灯回数の最大値を、前記水平ラインの数よりも 1 だけ少ない値にし、前記パルス光の点灯回数を前記最大値とする場合に、前記パルス光の点灯と消灯とを、前記非全ライン露光期間の全体に渡って等間隔で繰り返す、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 15】

前記受光部及び前記読み出し部に対して設定された前記照明光の最大光量を示す制限情報と、前記照明部が出射可能な照明光の最大光量とに基づいて、前記光源が出射する前記照明光の最大光量を決定する最大光量補正部を更に含み、

前記照明制御部は、設定された前記照明光の光量と対応する電流値と、前記最大光量補正部で決定した前記照明光の前記最大光量とに基づいて、前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 16】

前記制限情報は、前記受光部及び前記読み出し部の温度に関する動作特性に基づいて設定される温度範囲の上限と対応する前記照明光の前記最大光量を示す情報を含む

ことを特徴とする請求項 15 に記載の撮像システム。

【請求項 17】

前記受光部の温度を計測する検温部と、計測した温度の情報を含む制限情報を生成する制御部と、前記制限情報に基づいて前記光源が出射する前記照明光の最大光量を補正する最大光量補正部とを更に含み、

前記照明制御部は、設定された前記照明光の光量と対応する電流値と、補正された前記照明光の最大光量と対応する電流値とに基づいて、前記光源に印加する電流を制御する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 18】

前記制限情報は、計測した温度が閾値以上であるか否かを示す情報を含み、

	10
	20
	30
	40
	50

前記最大光量補正部は、前記計測した温度が閾値以上である場合には、前記照明光の最大光量を、前記照明制御部において制御可能な最大光量よりも小さくする

ことを特徴とする請求項 17 に記載の撮像システム。

【請求項 19】

被写体からの光を受光して光電変換を行うことにより電気信号を生成する画素が 2 次元状に配列された受光部と、前記受光部から水平ライン毎に前記電気信号を順次読み出す読み出し部とを含む内視鏡と、

前記被写体に照明する照明光を出射する光源を含む照明部と、該光源が出射した光の光量を測定する光センサとを含み、前記照明光を前記内視鏡に提供する光源装置と、

前記内視鏡から取得した前記電気信号と対応する前記被写体の画像と、前記光源装置から取得した前記光源が出射した前記光の光量とに基づいて、前記光源装置の前記照明部が出射する前記照明光の光量を制御する制御装置とを含み、

前記制御装置は、1 フレーム又は 1 フィールド期間のうち前記読み出し部が前記受光部の水平ラインを読み出す読み出し期間の少なくとも一部において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する一方、前記読み出し期間以外の非読み出し期間の少なくとも一部において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する照明制御部を含み、

該照明制御部は、

前記読み出し期間を含む前記水平ラインの内の少なくとも 1 つの水平ラインに対する露光が行われていない非全ライン露光期間における前記照明光の出射と、前記水平ラインの全てに対する露光が行われている全ライン露光期間における前記照明光の出射と、を独立して制御し、

前記全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、該全ライン露光期間の全体に渡って前記照明光を出射した状態を保って該照明光の光量を制御し、

前記非全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、複数のパルス光の点灯と消灯とを繰り返し、かつそれぞれの前記パルス光の点灯期間と点灯回数との少なくともいずれか一方を調整することで該照明光の光量を制御する

ことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 20】

被写体に照明する照明光を発光する光源と、

前記光源に印加する駆動電流を制御する光源制御部と、を備え、

前記光源制御部は、

前記照明光が照明された前記被写体を撮像する撮像装置における、蓄積した 1 フレーム分の電気信号を水平ラインごとに読み出しを行う読み出し期間と、読み出しを行わない非読み出し期間と、で前記駆動電流を独立に制御し、

前記非読み出し期間に前記駆動電流を制御する際に、1 つのパルス電流を印加し、かつ前記パルス電流における電流値を一定に制御し、

前記読み出し期間に前記駆動電流を制御する際に、複数のパルス電流を印加し、かつ前記パルス電流におけるパルス幅及び前記パルス電流におけるパルスの数の少なくともいずれか一方を制御する

ことを特徴とする光源装置。

【請求項 21】

被写体に照明光を照射する光源装置の制御方法であって、
光源に印加する駆動電流を制御する光源制御部が、

前記照明光が照明された前記被写体を撮像する撮像装置における、蓄積した 1 フレーム分の電気信号を水平ラインごとに読み出しを行う読み出し期間と、読み出しを行わない非読み出し期間と、で前記駆動電流を独立に制御し、

前記非読み出し期間に前記駆動電流を制御する際に、1 つのパルス電流を印加し、かつ前記パルス電流における電流値を一定に制御し、

前記読み出し期間に前記駆動電流を制御する際に、複数のパルス電流を印加し、かつ前記パルス電流におけるパルス幅及び前記パルス電流におけるパルスの数の少なくともいずれ

10

20

30

40

50

か一方を制御する

ことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明光を照射した状態で被写体を撮像する撮像システム及び内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

人体内部等の、人が直接観察することが困難な狭い空間や閉ざされた空間の映像を撮像することが可能な撮像システムの1つとして、内視鏡システムがある。内視鏡システムは、光ファイバや導電線を含む可撓性を有した伝送路の先端に撮像部及び照明用の光学系が設けられており、光学系を通じて被写体に照明光を照射した状態で該被写体を撮影する。

10

【0003】

この種の撮像システムには、CMOSイメージセンサと、該CMOSイメージセンサから電気信号（映像データ）を読み出す読み出し部とを含む撮像部を有し、読み出し部においてローリングシャッタ方式で電気信号を読み出すものがある。ローリングシャッタ方式で電気信号を読み出す場合、CMOSイメージセンサの受光面を複数の水平ラインに分割して水平ライン毎に電気信号を順次読み出すため、水平ライン毎に電気信号を読み出すタイミングが異なる。このため、外光のない環境下（すなわち伝送路の先端から被写体に照射される照明光のみが光源となる環境下）で被写体を撮像する場合、CMOSイメージセンサにおける水平ライン毎に光を受光する期間（露光期間）が異なることで、映像に輝度ムラが生じ、画質が低下することがある。露光時間の差に起因する輝度ムラを低減する技術の1つとして、複数の発光素子から発せられる複数の色の光の光量に基づいて複数の色の光の色バランスを調整するとともに、色バランスが調整された複数の色の光で照明された被写体を撮像する際の露光タイミングを制御する方法がある（例えば、特許文献1を参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第5989284号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記の撮像システムにおいてローリングシャッタ方式で撮像素子（CMOSイメージセンサ）から1フレーム又は1フィールド期間分の電気信号を読み出す場合、全水平ラインが露光された全ライン露光期間の前後に、少なくとも1つの水平ラインが露光されていない期間が存在する。このため、隣接する2つの水平ラインにおける露光期間の差が大きくなり、該2つの水平ラインの境界部分において顕著な輝度ムラ（縞）が発生して画質が低下することがある。

40

【0006】

本発明は、上記課題に鑑み、照明光を照射した状態で被写体を撮像する撮像システムにおける画質の低下を防ぐことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る撮像システムは、被写体を照明する照明光を出射する光源を含む照明部と、前記被写体からの光を受光して光電変換を行うことにより電気信号を生成する画素が2次元状に配列された受光部と、前記受光部から水平ライン毎に前記電気信号を順次読み出す読み出し部と、1フレーム又は1フィールド期間のうち前記読み出し部が前記受光部の水平ラインを読み出す読み出し期間の少なくとも一部

50

において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する一方、前記読み出し期間以外の非読み出し期間の少なくとも一部において、前記照明部が出射する照明光を可変制御する照明制御部と、前記被写体に対する照明光量を測定する光量測定部と、を備え、前記照明制御部は、前記読み出し期間を含む前記水平ラインの内の少なくとも1つの水平ラインに対する露光が行われていない非全ライン露光期間における前記照明光の出射と、前記水平ラインの全てに対する露光が行われている全ライン露光期間における前記照明光の出射と、を独立して制御し、前記全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、該全ライン露光期間の全体に渡って前記照明光を出射した状態を保って該照明光の光量を制御し、前記非全ライン露光期間に前記被写体に照射する前記照明光は、複数のパルス光の点灯と消灯とを繰り返し、かつそれぞれの前記パルス光の点灯期間と点灯回数との少なくともいずれか一方を調整することで該照明光の光量を制御する、撮像システムである。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、照明光を照射した状態で被写体を撮像する撮像システムにおける画質の低下を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態に係る撮像システムのシステム構成例を説明する図である。

【図2】第1の実施形態に係る撮像システムの機能ブロックを示す図である。

【図3】光源装置の構成例を示す図である。

20

【図4】ローリングシャッタ方式の映像読み出し方法を説明する図である。

【図5】第1の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。

【図6】第1の実施形態に係る照明光量と電流の印加方法との関係を説明するグラフ図である。

【図7】第1の実施形態に係る撮像システムが行う処理の一例を説明するフローチャートである。

【図8】映像の1フレーム分のデータを読み出す際のライン毎の照明光量を説明するグラフ図である。

【図9】第2の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。

【図10】第2の実施形態に係る照明光量と電流の印加方法との関係を説明するグラフ図である。

30

【図11】第3の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。

【図12】第4の実施形態に係る撮像システムの機能ブロックを示す図である。

【図13】光源が出射する照明光の最大光量の制御方法の一例を説明するグラフ図である。

【図14】第4の実施形態に係る撮像システムが行う処理の一例を説明するフローチャートである。

【図15】コンピュータのハードウェア構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面に従って本発明の実施形態を説明する。

40

【0011】

[第1の実施形態]

図1は、第1の実施形態に係る撮像システムのシステム構成例を説明する図である。図1には、本実施形態に係る撮像システム1の一例である、内視鏡システムのシステム構成の一例を示している。以下の説明では、撮像システム1のことを内視鏡システム1ともいう。

【0012】

撮像システム1は、制御装置2と、光源装置3と、内視鏡スコープ4と、表示装置5とを含む。制御装置2は、撮像装置としての内視鏡スコープ4により撮像した映像や画像(以下、まとめて「映像」という)のデータを取得して表示装置5に表示させる処理、及び

50

内視鏡スコープ４に提供する照明光の光量を制御する処理を含む、各種処理を行う装置である。制御装置２は、専用ハードウェアであってもよいし、パーソナルコンピュータ等の汎用コンピュータに後述する制御プログラムを実行させるものであってもよい。光源装置３は、撮像装置としての内視鏡スコープ４により撮像する被写体を照明する照明光を出射する装置である。光源装置３は、制御装置２からの制御信号（制御情報）に基づいて、出射する照明光の光量（照明光量）を制御する。光源装置３が出射した照明光は、内視鏡スコープ４の光ファイバ等の光伝送路を通して先端部に伝送され、該先端部から撮像範囲に向けて出光する。内視鏡スコープ４は、例えば、人体内部等の、人が直接観察することが困難な狭い空間や閉ざされた空間の映像を撮像することが可能な撮像装置である。内視鏡スコープ４は、可撓性を有する伝送路の一端（先端部）に照明部（照明系４２）及び撮像部４１が設けられている。表示装置５は、例えば、液晶ディスプレイである。

10

【００１３】

図２は、第１の実施形態に係る撮像システムの機能ブロックを示す図である。図３は、光源装置の構成例を示す図である。図２に示したように、撮像システム１の制御装置２は、映像取得部２１、映像処理部２２、照明制御部２３、操作部２４、及び記憶部２９を含む。また、撮像システム１の光源装置３は、照明部３１、制御部３２、及び光量測定部３３を含む。また、撮像システム１の内視鏡スコープ４は、撮像部４１、照明系４２、操作部４３、及び制御部４４を含む。

【００１４】

映像取得部２１は、内視鏡スコープ４の撮像部４１で撮像した被写体の映像を示す電気信号を取得する。内視鏡スコープ４の撮像部４１は、受光部４１Ａと、読み出し部４１Ｂとを含む。受光部４１Ａは、光を受光して光電変換を行うことにより電気信号を生成する画素が２次元状に配列された受光素子であり、本実施形態ではＣＭＯＳイメージセンサとする。読み出し部４１Ｂは、受光部４１Ａの各画素が生成した電気信号を読み出して制御装置２に送信する。読み出し部４１Ｂは、ローリングシャッタ方式で受光部４１Ａの各画素が生成した電気信号を読み出す。

20

【００１５】

映像処理部２２は、映像取得部２１で取得した被写体の映像を示す電気信号に対して所定の処理を行い、被写体の映像を表示装置５に表示させる。映像処理部２２は、例えば、ローリングシャッタ方式で電気信号を読み出すことに起因する歪みの補正、被写体の映像における明るさ（輝度）や色の補正等の処理を行う。また、映像処理部２２は、被写体の映像における明るさを示す情報を、照明制御部２３に渡す。

30

【００１６】

照明制御部２３は、利用者が操作部２４を操作することによって入力される照明光の明るさの設定値（設定光量）と、被写体に対する照明光の光量とに基づいて、光源装置３の照明部３１が出射する照明光の光量を制御する。照明部３１は、パルス発光が可能な光源（例えば、ＬＥＤ）３４と、該光源３４に駆動電流を印加する駆動部３５とを含む。被写体に対する照明光の光量は、例えば、光源装置３の光量測定部３３で測定する。本実施形態の撮像システム１における光源装置３は、例えば、図３に示したように、光源３４として、赤色ＬＥＤ３４Ｒと、緑色ＬＥＤ３４Ｇと、青色ＬＥＤ３４Ｂの発光色が異なる３種類の光源を有し、これらの光源が出射した光を混色（混合）して得られる白色光を照明光として被写体に照射する。光量測定部３３は、赤色ＬＥＤ３４Ｒが出射した赤色光の光量、緑色ＬＥＤ３４Ｇが出射した緑色光の光量、及び青色ＬＥＤ３４Ｂが出射した青色光の光量のそれぞれを測定する。

40

【００１７】

本実施形態に係る制御装置２の照明制御部２３は、１フレーム又は１フィールド期間のうち読み出し部４１Ｂが受光部４１Ａの水平ラインを読み出す読み出し期間（以下「非全ライン露光期間」ともいう）の少なくとも一部において、照明部３１が出射する照明光を可変制御する一方、読み出し期間以外の非読み出し期間（以下「全ライン露光期間」ともいう）の少なくとも一部において、照明部３１が出射する照明光を可変制御する。また、本実施

50

形態に係る制御装置 2 の照明制御部 2 3 は、光量測定部 3 3 で測定した照明光量に基づいて、照明部 3 1 の光源 3 4 (3 4 R , 3 4 G , 3 4 B) に印加するパルス電流におけるパルス幅及びパルスの数の少なくともいずれか一方を制御する。

【 0 0 1 8 】

操作部 2 4 は、利用者による制御装置 2 に対する各種入力を受け付けるためのものであり、例えば、被写体に照明する照明光の明るさ(照明光量)を調整するスイッチを含む。記憶部 2 9 は、制御装置 2 等に所定の動作をさせるためのプログラムや、各種情報を記憶する。記憶部 2 9 は、例えば、設定光量と、光源 3 4 (3 4 R , 3 4 G , 3 4 B) に対する駆動電流の印加方法との対応関係を示す情報を記憶する。

【 0 0 1 9 】

光源装置 3 は、上記のように、照明部 3 1 と、制御部 3 2 と、光量測定部 3 3 とを含む。照明部 3 1 は、光源 3 4 と駆動部 3 5 とを含む。

【 0 0 2 0 】

光源 3 4 は、LED 等のパルス発光が可能な発光デバイスであり、撮像する被写体に応じた所定の波長域の光を出射する。本実施形態では、光源 3 4 として、図 3 に示したように、赤色 LED 3 4 R、緑色 LED 3 4 G、及び青色 LED 3 4 B の 3 種類の光源を組み合わせたものを用いる。赤色 LED 3 4 R が出射した光は、第 1 のレンズ 3 8 1、第 1 のハーフミラー 3 8 2、第 2 のハーフミラー 3 8 3、及び第 2 のレンズ 3 8 4 を通過して内視鏡スコープ 4 のライトガイド 4 8 に入射する。緑色 LED 3 4 G が出射した光は、第 3 のレンズ 3 8 5 を通過して第 1 のハーフミラー 3 8 2 で第 2 のハーフミラー 3 8 3 が配置された方向に反射した後、第 2 のハーフミラー 3 8 3 及び第 2 のレンズ 3 4 8 を通過して内視鏡スコープ 4 のライトガイド 4 8 に入射する。青色 LED 3 4 B が出射した光は、第 4 のレンズ 3 8 6 を通過して第 2 のハーフミラー 3 8 3 で第 2 のレンズ 3 8 4 が配置された方向に反射した後、第 2 のレンズ 3 4 8 を通過して内視鏡スコープ 4 のライトガイド 4 8 に入射する。したがって、赤色 LED 3 4 R、緑色 LED 3 4 G、及び青色 LED 3 4 B の各光源が出射する光の光量を調整することにより、ライトガイド 4 8 を通じて被写体に照射される照明光の色を制御することができる。なお、照明部 3 1 の光源 3 4 は、上記の赤色 LED 3 4 R、緑色 LED 3 4 G、及び青色 LED 3 4 B の 3 種類の光源の組み合わせに限らず、他の組み合わせであってもよいし、1 種類であってもよい。

【 0 0 2 1 】

駆動部 3 5 は、制御部 3 2 からの制御信号(制御情報)に基づいて光源 3 4 (3 4 R , 3 4 G , 3 4 B) に印加する駆動電流を生成し、該光源 3 4 に印加する。制御部 3 2 は、制御装置 2 の照明制御部 2 3 からの制御信号(制御情報)に基づいて、赤色 LED 3 4 R、緑色 LED 3 4 G、及び青色 LED 3 4 B のそれぞれに印加する駆動電流の値を示す情報を含む制御信号(制御情報)を生成し、該制御信号を駆動部 3 5 に渡す。

【 0 0 2 2 】

光量測定部 3 3 は、照明部 3 1 から出射して内視鏡スコープ 4 に伝送される照明光の光量を測定する。光源 3 4 が赤色 LED 3 4 R、緑色 LED 3 4 G、及び青色 LED 3 4 B の 3 種類の光源を含む場合、光量測定部 3 3 は、例えば、図 3 に示すように、第 1 の光センサ 3 3 R、第 2 の光センサ 3 3 G、及び第 3 の光センサ 3 3 B を含む。第 1 の光センサ 3 3 R、第 2 の光センサ 3 3 G、及び第 3 の光センサ 3 3 B は、それぞれ、例えば、電子シャッター機能を備えた光センサであり、光の光量を検知する露光期間を制御部 3 2 の設定に応じて変化させることができる。第 1 の光センサ 3 3 R は、赤色 LED 3 4 R が出射した赤色光の光量の測定に用いる。第 2 の光センサ 3 3 G は、緑色 LED 3 4 G が出射した緑色光の光量の測定に用いる。第 3 の光センサ 3 3 B は、青色 LED 3 4 B が出射した青色光の光量の測定に用いる。光量測定部 3 3 (第 1 の光センサ 3 3 R、第 2 の光センサ 3 3 G、及び第 3 の光センサ 3 3 R) による照明光量の測定結果は、例えば、光源装置 3 の制御部 3 2 を介して制御装置 2 の照明制御部 2 3 に通知される。

【 0 0 2 3 】

内視鏡スコープ 4 は、上記のように、撮像部 4 1 と、照明系 4 2 と、操作部 4 3 と、制

10

20

30

40

50

御部 4 4 とを含む。撮像部 4 1 は、光を受光して光電変換を行うことにより電気信号を生成する画素が 2 次元状に配列された受光部 4 1 A と、受光部 4 1 A の各画素が生成した電気信号をローリングシャッタ方式で読み出す読み出し部 4 1 B とを含む。照明系 4 2 は、光源装置 3 から出射しライトガイド 4 8 (図 3 参照) 等の伝送路を通して先端部に伝送された照明光を所定の撮像範囲 (画角) に応じた空間領域に出光させるためのレンズ等の光学系を含む。操作部 4 3 は、利用者による内視鏡スコープ 4 に対する各種入力を受け付けるためのものであり、例えば、撮像する方向や照明光の出光方向を変更するための操作レバー等を含む。制御部 4 4 は、操作部 4 3 から入力された操作情報等に基づいて、内視鏡スコープ 4 の動作を制御する。

【 0 0 2 4 】

上述したように、本実施形態の撮像システム 1 における撮像部 4 1 は、受光部 4 1 A の各画素 (センサ) が生成する電気信号をローリングシャッタ方式で読み出す。すなわち、読み出し部 4 1 B は、2 次元状に配列された複数の画素から生成される電気信号を、一方向に並んだ複数の画素の組 (ライン) 単位で順次読み出す。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、ローリングシャッタ方式の映像読み出し方法を説明する図である。説明を簡単にするため、図 4 には、映像の 1 フレームを 4 つの水平ライン L 1 ~ L 4 に分割して電気信号を読み出す場合の各ライン L 1 ~ L 4 に対する露光期間及び読み出し期間を示している。

【 0 0 2 6 】

1 つのライン (例えば、図 4 の第 1 のライン L 1) から映像における 1 フレーム分の電気信号を読み出すことに要する時間 T F は、当該 1 つのラインに対する露光期間 T E と、ライン読み出し期間 T R と、リセット期間 T G との和 (すなわち $T F = T E + T R + T G$) となる。露光期間 T E は、露光の対象となるライン内の画素に光を受光させ、光電変換により電気信号を生成させる期間である。ライン読み出し期間 T R は、露光対象のライン内の各画素が光電変換により生成した電気信号を読み出す期間である。リセット期間 T G は、各画素に残留する情報 (例えば、残留電荷) を除去する期間である。

【 0 0 2 7 】

また、ローリングシャッタ方式では、映像の 1 フレーム分の電気信号を読み出す際に、4 つのライン L 1 ~ L 4 のそれぞれに対する露光開始時刻を、互いに異なる時刻となるようにずらしている。図 4 に示した例では、映像の 1 フレーム分の電気信号を読み出す際に、4 つのライン L 1 ~ L 4 の内の最上段のライン L 1 から露光を開始し、続けて、ライン L 1 の下方に位置しライン L 1 に近いラインから順 (すなわちライン L 2、ライン L 3、ライン L 4 の順) に露光を開始する。このとき、ある 1 つのラインに対する露光開始時刻と、該 1 つのラインの次に露光を開始するラインに対する露光開始時刻との時間差 T S は、図 4 に示したようなライン読み出し期間 T R よりも長くする必要はなく、例えば、 $T S = T R$ 等であってもよい。

【 0 0 2 8 】

このように、ローリングシャッタ方式では、画素の情報 (電気信号) を読み出す際の画素の組であるライン毎に、露光期間 T E の開始時刻及び終了時刻が異なる。このため、ある 1 つのフレームに対する第 1 のライン L 1 の電気信号の読み出しを開始する時刻 t 1 から、次のフレームに対する第 4 のライン L 4 の露光開始時刻 t 2 までの期間は、少なくとも 1 つのラインが露光されていない期間となる。以下の説明では、少なくとも 1 つのラインが露光されていない期間 T N L を、非全ライン露光期間 T N L という。非全ライン露光期間 T N L は、図 4 に示したように、ある 1 つのフレームに対する最初のライン (第 1 のライン L 1) の電気信号の読み出しを開始する時刻 t 3 から、該 1 つのフレームに対する最後のライン (第 4 のライン L 4) の電気信号の読み出しが終了する時刻 t 4 までのフレーム読み出し期間 T T R と、時刻 t 4 から次のフレームに対する最後のライン (第 4 のライン L 4) の露光開始時刻 t 5 までの期間 (すなわちリセット期間 T G) とを含む。このため、以下の説明では、非全ライン露光期間 T N L を、読み出し期間 T N L ともいう。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

また、以下の説明では、時刻 t_2 から時刻 t_3 までのように全てのラインが露光されている期間 T_{AL} を、全ライン露光期間 T_{AL} という。全ライン露光期間 T_{AL} は、ライン読み出し期間 T_R を含まない。このため、以下の説明では、全ライン露光期間 T_{AL} を、非読み出し期間 T_{AL} ともいう。

【 0 0 3 0 】

ローリングシャッタ方式で各画素の電気信号を読み出す場合、1フレーム又は1フィールド分の電気信号を読み出すのに要する期間は、非全ライン露光期間 T_{NL} 、全ライン露光期間 T_{AL} 、及び非全ライン露光期間 T_{NL} の順になる。

【 0 0 3 1 】

図5は、第1の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。

【 0 0 3 2 】

図5の最上段に示した電流対照明光量のグラフ図 G_1 は、利用者又は制御装置2等により設定された照明光量の設定値（設定光量）と、光源34に含まれる光源の1つ（例えば、赤色LED 34R）に印加する電流との関係を説明する。なお、以下の説明では、光源34に含まれる光源の1つのことを、単に「光源34」という。グラフ図 G_1 において、実線で示した関係 I_{TNL} は、非全ライン露光期間（読み出し期間） T_{NL} に光源34に印加する駆動電流と照明光量との関係を示し、点線で示した関係 I_{TAL} は、全ライン露光期間（非読み出し期間） T_{AL} に光源34に印加する駆動電流と照明光量との関係を示している。

【 0 0 3 3 】

グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TAL} では、設定光量が最小値となる光量0から第1の光量 B_1 までの場合の電流値が最小電流値 I_4 となっている。最小電流値 I_4 は、光源34の定格に基づいて、光源34が発光（点灯）する電流値の範囲内で設定される。例えば、最小電流値 I_4 は、駆動部35が光源34を駆動可能な下限電流値以上、又は光源34の発光を保証する最小の電流値以上とする。また、グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TAL} では、設定光量が第1の光量 B_1 よりも大きい第2の光量 B_2 から、該第2の光量 B_2 よりも更に大きい最大光量 B_5 までの場合の電流値が、最大電流値 I_3 となっている。最大電流値 I_3 は、光源34の定格に基づいて、光源34の出射光の光量が最大となる電流値以下の所定の値に設定される。更に、グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TAL} では、設定光量が第1の光量 B_1 から第2の光量 B_2 までの範囲内である場合の電流値が、最小電流値 I_4 から最大電流値 I_3 までの範囲内で設定光量に比例する。すなわち、設定光量が第2の光量 B_2 に近づくほど、電流値が最大電流値 I_3 に近づく。

【 0 0 3 4 】

これに対し、グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TNL} では、設定光量が光量0から、第2の光量 B_2 よりも大きくかつ最大光量 B_5 よりも小さい第4の光量 B_4 までの場合の電流値が最小電流値 I_4 となっている。第4の光量 B_4 は、第2の光量 B_2 より大きい第3の光量 B_3 よりも更に大きい。第3の光量 B_3 は、非全ライン露光期間 T_{NL} における電流の制御を非全ライン露光期間 T_{NL} の全体に渡って一定電流値の電流を印加する制御とPWM (Pulse Width Modulation) 制御のいずれで行うかを判定する閾値となる光量である。また、グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TNL} では、設定光量が第4の光量 B_4 から最大光量 B_5 までの範囲内である場合の電流値が、最小電流値 I_4 から最大電流値 I_3 までの範囲内で設定光量に比例する。すなわち、設定光量が最大光量 B_5 に近づくほど、電流値が最大電流値 I_3 に近づく。

【 0 0 3 5 】

なお、本実施形態の撮像システム1では、グラフ図 G_1 に示した関係 I_{TNL} 及び関係 I_{TAL} に基づいて光源34に印加する電流値を決定するとともに、グラフ図 G_1 の下方に示したPWM Duty対照明光量のグラフ図 G_2 に基づいて、駆動電流（パルス電流）の印加方法を決定する。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

グラフ図 G 2 は、設定光量と、PWM 制御におけるデューティ比（すなわち 1 つのパルス幅を周期で除した値の百分率）との関係を説明する。本実施形態において、PWM 制御の周期に相当する期間は、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL である。グラフ図 G 2 に実線で示した関係 D_{TNL} は、非全ライン露光期間（読み出し期間）TNL に光源 3 4 に印加する駆動電流に対する設定光量とデューティ比との関係を示し、点線で示した関係 D_{TAL} は、全ライン露光期間（非読み出し期間）TAL に光源 3 4 に印加する駆動電流に対する設定光量とデューティ比との関係を示している。なお、デューティ比が 100% となるのは、1 つのパルス幅が周期と一致する場合である。すなわち、対象となる期間（非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL のいずれか一方、あるいは両方）のデューティ比が 100% の場合、グラフ図 G 1 に基づいて決定した電流値の 1 つのパルス電流を、対象となる期間全体に渡って印加する。したがって、デューティ比が 100% の場合、制御装置 2 の照明制御部 23 は、対象となる期間全体に渡って印加する電流値を制御する電流制御を行うこととなる。

10

【0037】

グラフ図 G 2 に点線で示した関係 D_{TAL} では、設定光量が第 1 の光量 B 1 から最大光量 B 5 までの場合のデューティ比が 100% となっている。また、グラフ図 G 2 に示した関係 D_{TAL} では、設定光量が光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの範囲内である場合のデューティ比が、0% から 100% までの範囲内で設定光量に比例する。すなわち、設定光量が第 1 の光量 B 1 に近づくほど、デューティ比の値が大きくなり、100% に近づく。よって、設定光量が第 1 の光量 B 1 から最大光量 B 5 までの場合、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 TAL に光源 3 4 に印加する駆動電流を、全ライン露光期間 TAL 全体に渡って一定の電流を印加する制御方法で制御する。言い換えると、印加する電流を、照明制御部 23 は、設定光量とグラフ図 G 1 における関係 I_{TAL} とに基づいて決定される電流値であり、かつパルス幅が全ライン露光期間 TAL と一致する 1 パルスのパルス電流に決定する。

20

【0038】

一方、設定光量が光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 TAL に光源 3 4 に印加する駆動電流を、PWM 制御により制御する。具体的には、照明光制御部 23 は、全ライン露光期間 TAL に光源 3 4 に印加する駆動電流を、最小電流値 I₄ であり、かつ、全ライン露光期間 TAL と設定光量の大きさに対応するデューティ比とにより算出される期間をパルス幅とする、1 パルスのパルス電流に決定する。パルス幅は、例えば、グラフ図 G 2 における光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの区間の下方に示したグラフ図 G 5 のように、光量 0 の場合のパルス幅を 0 μsec、第 1 の光量 B 1 の場合のパルス幅を全ライン露光期間 TAL とし、設定光量と比例するパルス幅に決定する。

30

【0039】

これに対し、グラフ図 G 2 に示した関係 D_{TNL} では、設定光量が光量 0 から第 2 の光量 B 2 までの場合のデューティ比が 0% である。したがって、設定光量が光量 0 から第 2 の光量 B 2 までの場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL には光源 3 4 に駆動電流を印加しない。また、グラフ図 G 2 に示した関係 D_{TNL} では、設定光量が第 4 の光量 B 4 から最大光量 B 5 までの場合のデューティ比が 100% である。したがって、設定光量が第 4 の光量 B 4 から最大光量 B 5 までの場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL に光源 3 4 に印加する駆動電流を、非全ライン露光期間 TNL 全体に渡って一定の電流を印加する制御方法で制御する。言い換えると、照明制御部 23 は、設定光量とグラフ図 G 1 の関係 I_{TNL} とに基づいて決定される電流値であり、かつパルス幅が非全ライン露光期間 TNL と一致する 1 パルスのパルス電流に決定する。

40

【0040】

また、グラフ図 G 2 に示した関係 D_{TNL} では、設定光量が第 2 の光量 B 2 から第 4 の光量 B 4 までの範囲内である場合のデューティ比が、0% から 100% までの範囲内で設定光量に比例する。このため、設定光量が第 2 の光量 B 2 から第 4 の光量 B 4 までの範囲

50

内である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL に光源 34 に印加する駆動電流を、PWM 制御により制御する。具体的には、照明光制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL に光源 34 に印加する駆動電流を、最小電流値 I4 であり、かつ、非全ライン露光期間 TNL と設定光量の大きさに対応するデューティ比とにより算出される期間を複数の期間に分割し、分割した複数の期間における 1 つの期間をパルス幅とする複数パルスのパルス電流に決定する。非全ライン露光期間 TNL に複数パルスのパルス電流を印加する場合、例えば、グラフ図 G2 における第 2 の光量 B2 から第 4 の光量 B4 までの区間の下方に示した 2 つのグラフ図 G3, G4 のように、1 パルス当たりのパルス幅の最小値、及び印加するパルス電流におけるパルス数の最大値をあらかじめ設定しておき、これらの設定に基づいてパルス電流を生成する。1 パルス当たりのパルス幅の最小値 W0 は、例えば、光源 34 におけるパルス発光が可能なパルス幅の最小値、及び駆動部 35 における電流の出力と非出力とを切り替え可能な最短時間に基づいて設定する。1 パルス当たりのパルス幅の最小値は、例えば、16.6 μ sec 程度に設定する。パルス数の最大値は、パルス幅の最小値 W0 とパルス数の最大値 M との積が非全ライン露光期間 TNL 以上とならない範囲内であり、かつ設定光量が第 4 の光量 B4 の近傍である場合に個々のパルス発光が連続的にならないような範囲内で設定する。

10

【0041】

また、非全ライン露光期間 TNL に印加する駆動電流を PWM 制御する場合、図 5 に示したグラフ図 G3, G4 のように、第 2 の光量 B2 と第 4 の光量 B4 との間となる第 3 の光量 B3 を境として、パルス幅による制御とパルス数による制御とを切り替える。設定光量が第 3 の光量 B3 から第 4 の光量 B4 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、パルス数を最大値 M とし、設定光量の大きさに応じてパルス幅を増減させる。設定光量が第 2 の光量 B2 から第 3 の光量 B3 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、パルス幅を最小値 W0 とし、設定光量の大きさに応じてパルス数を増減させる。

20

【0042】

図 6 は、第 1 の実施形態に係る照明光量と電流の印加方法との関係を説明するグラフ図である。なお、図 6 には、図 5 のグラフ図に示した設定光量 BS1 ~ BS8 のそれぞれが設定された場合に光源 34 に印加する駆動電流の例を示している。ここで、設定光量 BS1 ~ BS8 は、それぞれ、撮像システム 1 の利用者が制御装置 2 の操作部 24 を操作する等の方法により設定した照明光量であってもよいし、光量測定部 33 により測定した照明光量又は映像処理部 22 から通知された映像の明るさ（輝度）等に基づいて照明制御部 23 が設定した照明光量であってもよい。

30

【0043】

設定光量 BS1 は、最大光量 B5 であり、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流に対する PWM 制御のデューティ比は、いずれも 100% である。したがって、図 6 に示したように、設定光量 BS1 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、最大電流値 I3 であって、各期間 TNL, TAL の全体に渡って印加される電流（パルス幅が各期間と一致する 1 パルスのパルス電流）に決定する。

【0044】

設定光量 BS2 は、最大光量 B5 よりも小さく、第 4 の光量 B4 よりも大きい。このため、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流に対する PWM 制御のデューティ比は、いずれも 100% である。また、全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流の値が最大電流値 I3 であるのに対し、非全ライン露光期間 TNL に印加する駆動電流の値は最大電流値 I3 よりも小さく、最小電流値 I4 よりも大きい値となっている。したがって、図 6 に示したように、設定光量 BS2 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL に光源 34 に印加する駆動電流を、設定光量 BS2 と対応する電流値であって、非全ライン露光期間 TNL の全体に渡って印加される電流に決定する。また、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、最大電流値 I3 であって、全ライン露光期間 TAL の全体に渡って印加される電

40

50

流に決定する。

【 0 0 4 5 】

設定光量 $B S 3$ は、第 4 の光量 $B 4$ よりも小さく、第 3 の光量 $B 3$ よりも大きい。このため、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比が 1 0 0 % であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比は 1 0 0 % よりも小さく閾値 $D S$ よりも大きい。また、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流の値が最大電流値 $I 3$ であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流の値は最小電流値 $I 4$ である。したがって、図 6 に示したように、設定光量 $B S 3$ である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 $T N L$ に光源 3 4 に印加する駆動電流を、パルス数が最大値であり、1 パルス当たりのパルス幅が設定光量 $B S 3$ に応じたパルス幅である複数パルスのパルス電流であって、各パルスの電流値が最小電流値 $I 4$ であるパルス電流に決定する。また、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 $T A L$ に光源 3 4 に印加する駆動電流を、最大電流値 $I 3$ であって、全ライン露光期間 $T A L$ の全体に渡って印加される電流に決定する。

10

【 0 0 4 6 】

また、設定光量が設定光量 $B S 3$ よりも大きく第 4 の光量 $B 4$ よりも小さい場合に非全ライン露光期間 $T N L$ に印加されるパルス電流は、図 6 に示したパルス電流とパルス数が同じであり、かつ 1 つのパルスのパルス幅が W よりも大きいパルス電流となる。また、設定光量が設定光量 $B S 3$ よりも小さく第 3 の光量 $B 3$ よりも大きい場合に非全ライン露光期間 $T N L$ に印加されるパルス電流は、図 6 に示したパルス電流とパルス数が同じであり、かつ 1 つのパルスのパルス幅が W よりも小さいパルス電流となる。

20

【 0 0 4 7 】

設定光量 $B S 4$ は、第 3 の光量 $B 3$ よりも小さく、第 2 の光量 $B 2$ よりも大きい。このため、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比が 1 0 0 % であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比は閾値 $D S$ よりも小さく、かつ 0 % よりも大きい。また、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流の値が最大電流値 $I 3$ であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流の値は最小電流値 $I 4$ である。したがって、図 6 に示したように、設定光量 $B S 4$ である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 $T N L$ に光源 3 4 に印加する駆動電流を、1 パルス当たりのパルス幅が最小幅であり、かつパルス数が設定光量 $B S 4$ に応じた数であって、各パルスの電流値が最小電流値 $I 4$ であるパルス電流に決定する。また、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 $T A L$ に光源 3 4 に印加する駆動電流を、最大電流値 $I 3$ であって、全ライン露光期間 $T A L$ の全体に渡って印加される電流に決定する。

30

【 0 0 4 8 】

また、設定光量が設定光量 $B S 4$ よりも大きく第 3 の光量 $B S 3$ よりも小さい場合に非全ライン露光期間 $T N L$ に印加されるパルス電流は、図 6 に示したパルス電流とパルス幅が同一（最小値 $W 0$ ）であって、パルス数が多いパルス電流となる。また、設定光量が設定光量 $B S 4$ よりも小さく第 2 の光量 $B S 2$ よりも大きい場合に非全ライン露光期間 $T N L$ に印加されるパルス電流は、図 6 に示したパルス電流とパルス幅が同一（最小値 $W 0$ ）であって、パルス数が少ないパルス電流となる。

40

【 0 0 4 9 】

設定光量 $B S 5$ は、第 2 の光量 $B 2$ である。このため、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比が 1 0 0 % であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流に対する $P W M$ 制御のデューティ比は 0 % である。また、全ライン露光期間 $T A L$ に印加する駆動電流の値が最大電流値 $I 3$ であるのに対し、非全ライン露光期間 $T N L$ に印加する駆動電流の値は最小電流値 $I 4$ である。したがって、図 6 に示したように、設定光量 $B S 5$ である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 $T N L$ には 1 パルス当たりのパルス幅が最小幅でありパルス数が 0 のパルス電流を光源 3 4 に印加する、すなわち非全ライン露光期間 $T N L$ には光源 3 4 に駆動電流を印

50

加しないことに決定する。また、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、最大電流値 I 3 であって、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加される電流に決定する。

【 0 0 5 0 】

設定光量 B S 6 は、第 2 の光量 B 2 よりも小さく、第 1 の光量 B 1 よりも大きい。設定光量 B S 6 である場合、非全ライン露光期間 T N L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は 0 % である。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 6 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L には光源 3 4 に駆動電流を印加しないことに決定する。また、設定光量 B S 6 である場合、全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は依然として 1 0 0 % であるが、対応する駆動電流の電流値は、最大電流値 I 3 よりも小さく、最小電流値 I 4 よりも大きな値となる。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 6 である場合、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、設定光量 B S 6 と対応する電流値（最大電流値 I 3 よりも小さく最小電流値 I 4 よりも大きい電流値）であって、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加される電流に決定する。

10

【 0 0 5 1 】

設定光量 B S 7 は、第 1 の光量 B 1 である。設定光量 B S 7 である場合、非全ライン露光期間 T N L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は 0 % である。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 7 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L には光源 3 4 に駆動電流を印加しないことに決定する。また、設定光量 B S 7 である場合、全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は依然として 1 0 0 % であるが、対応する駆動電流の電流値は、最小電流値 I 4 となる。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 7 である場合、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、最小電流値 I 4 であって、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加される電流に決定する。

20

【 0 0 5 2 】

設定光量 B S 8 は、第 1 の光量 B 1 よりも小さく、光量 0 よりも大きい。設定光量 B S 8 である場合、非全ライン露光期間 T N L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は 0 % である。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 8 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L には光源 3 4 に駆動電流を印加しないことに決定する。また、設定光量 B S 8 である場合、全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流に対する P W M 制御のデューティ比は 1 0 0 % よりも小さく、0 % よりも大きい。また、設定光量 B S 8 と対応する駆動電流の電流値は、最小電流値 I 4 となる。このため、図 6 に示したように、設定光量 B S 8 である場合、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、1 パルスのパルス電流であって、最小電流値 I 4 であり、かつ全ライン露光期間 T A L とデューティ比とに基づいて決定されるパルス幅のパルス電流に決定する。

30

【 0 0 5 3 】

このように、本実施形態の撮像システム 1 では、設定光量に基づいて光源 3 4 に駆動電流を印加する際に、読み出し期間 T T R を含む非全ライン露光期間 T N L の少なくとも一部において、光源 3 4 に印加する駆動電流（すなわち照明部 3 1 が出射する照明光）を可変制御することが可能な照明制御部 23 を有する。また、本実施形態の撮像システム 1 における照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L 以外の全ライン露光期間 T A L の少なくとも一部において、光源 3 4 に印加する駆動電流（すなわち照明部 3 1 が出射する照明光）を可変制御することもできる。更に、本実施形態の撮像システム 1 における照明制御部 23 は、例えば、光量測定部 3 3 で測定した照明光量に基づいて、光源 3 4 に印加するパルス電流におけるパルス幅及びパルス数を制御することができる。

40

【 0 0 5 4 】

図 7 は、第 1 の実施形態に係る撮像システムが行う処理の一例を説明するフローチャートである。図 7 には、本実施形態の撮像システム 1 が行う処理の一例として、制御装置 2

50

が行う、光源 3 4 に印加するパルス電流におけるパルス幅及びパルス数を制御する処理を示している。

【 0 0 5 5 】

制御装置 2 は、まず、設定値に基づいて光源に印加する電流及び印加方法を制御する（ステップ S 1）。ステップ S 1 の処理は、照明制御部 2 3 が行う。照明制御部 2 3 は、例えば、撮像システム 1 の利用者が設定した照明光量の設定値と、図 5 に示したような照明光量の制御情報とに基づいて、光源 3 4 に印加する駆動電流の電流値、パルス幅、及びパルス数等を制御する。照明制御部 2 3 は、電流値、パルス幅、及びパルス数等の制御情報を光源装置 3 の制御部 3 2 に送信する。光源装置 3 の制御部 3 2 は、受信した制御情報に基づいて照明部 3 1 を動作させ、照明部 3 1 から出射した照明光を内視鏡スコープ 4 に伝送する。なお、光源装置 3 における光源 3 4 が、図 3 に示したように赤色 L E D 3 4 R、緑色 L E D 3 4 G、及び青色 L E D 3 4 B を含む場合、照明制御部 2 3 は、各 L E D 3 4 R, 3 4 G, 3 4 B のそれぞれに印加する駆動電流の電流値、パルス幅、及びパルス数等を制御する。

10

【 0 0 5 6 】

次に、制御装置 2 は、光源装置 3 の光源 3 4 が出射した照明光の光量（照明光量）を光源装置 3 から取得する（ステップ S 2）。ステップ S 2 の処理は、例えば、照明制御部 2 3 が行う。光源装置 3 は、光量測定部 3 3 において光源 3 4 が出射した照明光の光量を測定し、制御部 3 2 を通じて制御装置 2 に送信する。

【 0 0 5 7 】

次に、制御装置 2 は、光源装置 3 で測定した照明光量と、制御装置 2 に設定された光量（設定光量）とを比較し、それらの差が閾値以下であるか否かを判定する（ステップ S 3）。照明光量と設定光量との差が閾値よりも大きい場合（ステップ S 3 ; N O）、制御装置 2 は、測定光量と設定光量との差に基づいて光源に印加する電流及び印加方法を制御する（ステップ S 4）。ステップ S 4 の処理は、例えば、照明制御部 2 3 が行う。照明制御部 2 3 は、例えば、図 5 に示したような照明光量の制御情報に基づいて、測定光量が現在設定されている設定光量となるように、光源 3 4 に印加する電流の電流値、パルス幅、及びパルス数を変更する。例えば、照明光量が設定光量よりも小さい場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 T N L 及び全ライン露光期間 T A L のいずれかにおいて光源 3 4 に印加する電流の電流値、パルス幅、又はパルス数を大きくする。また、例えば、照明光量が設定光量よりも小さい場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 T N L 及び全ライン露光期間 T A L のいずれかにおいて光源 3 4 に印加する電流の電流値、パルス幅、又はパルス数を小さくする。

20

【 0 0 5 8 】

ステップ S 4 の処理を行うと、制御装置 2 は、次に、照明光量の設定値が変更されたか否かを判定する（ステップ S 5）。また、測定光量と設定光量との差が閾値以下である場合（ステップ S 3 ; Y E S）、制御装置 2 は、ステップ S 4 の処理をスキップして、ステップ S 5 の判定を行う。ステップ S 5 では、例えば、利用者が制御装置 2 の操作部 2 4 に対し照明光量の設定値を変更する操作をしたか否かを判定する。設定値が変更されていない場合（ステップ S 5 ; N O）、制御装置 2 は、ステップ S 2 の処理に戻る。一方、設定値が変更された場合（ステップ S 5 ; Y E S）、制御装置 2 は、ステップ S 1 の処理に戻る。以後、ステップ S 1 ~ S 5 の処理を繰り返しながら、制御装置 2 は、内視鏡スコープ 4 から映像を取得し、取得した映像を表示装置 5 に表示させる処理を繰り返す。

30

40

【 0 0 5 9 】

このように、本実施形態に係る撮像システム 1 では、図 5 に示したような、あらかじめ定められた制御情報に加え、光量測定部 3 3 で測定した照明光量（測定光量）を利用して、光源 3 4 に印加する駆動電流の電流値、パルス幅、及びパルス数等を制御する。また、本実施形態に係る撮像システム 1 では、照明光量を下げる際に、読み出し期間 T T R を含む非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する電流に対し、複数パルスのパルス電流におけるパルス幅及びパルス数を変更する制御を行う。このように、非全ライン露光期間

50

TNLに、複数パルスのパルス電流を光源34に印加することにより、縞の発生等の画質の劣化を防ぐことができる。

【0060】

なお、撮像システム1が行う上記の処理では、光量測定部33（光センサ33R, 33G, 33B）で測定した光源装置3内での照明光量と、内視鏡スコープ4から取得した映像（画像）の輝度値とに基づいて、被写体に対する照明光量を推測し、該推測結果に基づいて光源34に印加する電流を制御してもよい。

【0061】

図8は、映像の1フレーム分のデータを読み出す際のライン毎の照明光量を説明するグラフ図である。図8の(a)には、映像の1フレーム分のデータを7つのラインL1~L7に分けて読み出す場合の各ラインL1~L7の露光期間と、光源34に印加される駆動電流の2つの例とを示している。駆動電流の第1の例は、図5の設定光量BS3と同様、非全ライン露光期間TNL1, TNL2はパルス数が最大数の複数パルスのパルス電流であって各パルスの電流値が最小電流値I4であるパルス電流を印加し、全ライン露光期間TALは該期間全体に渡って最大電流値I3の電流を印加する例である。駆動電流の第2の例は、非全ライン露光期間TNLに印加する駆動電流を、第1の例において対応する非全ライン露光期間TNLに複数パルスのパルス電流によって印加される駆動電流を最小電流値I4の1パルスのパルス電流にした例である。

【0062】

第1の例において、全ライン露光期間TALよりも時間的に前となる非全ライン露光期間TNL1に光源34に印加される複数パルスのパルス電流は、パルス数が6個であり、各パルスのパルス幅はW2である。このため、第2の例における、非全ライン露光期間TNL1に印加される1パルスのパルス電流は、その1個のパルスのパルス幅を $W2 \times 6$ としている。また、第1の例において、全ライン露光期間TALよりも時間的に後となる非全ライン露光期間TNL2に光源34に印加される複数パルスのパルス電流は、パルス数が6個であり、各パルスのパルス幅はW3 ($< W2$)である。このため、第2の例における、非全ライン露光期間TNL2に印加される1パルスのパルス電流は、その1個のパルスのパルス幅を $W3 \times 6$ としている。なお、第1の例及び第2の例の非全ライン露光期間TNL1, TNL2に印加されるパルス電流は、設定光量に基づいてパルス幅を変更する際に最小電流値I4の印加開始時刻を変更する制御方法に従って制御される。したがって、第2の例では、非全ライン露光期間TNL2内において最小電流値I4が印加される相対時刻が、非全ライン露光期間TNL1内において最小電流値I4が印加される相対時刻よりもWだけ遅れる。

【0063】

図8の(b)には、図8の(a)に示した第1の例の駆動電流を光源34に印加した場合の各ラインの露光光量を示すグラフ図G9と、図8の(a)に示した第2の例の駆動電流を光源34に印加した場合の各ラインの露光光量を示すグラフ図G8とを示している。

【0064】

2つのグラフ図G8, G9における各ラインL1~L7の露光光量のうちの、光量0から光量B10までの部分光量は、それぞれ、全ライン露光期間TALの全体に渡って印加された最大電流値I3により光源34が出射した照明光に起因する成分である。

【0065】

図8の(a)に示したグラフ図では、第2の例の駆動電流を印加した場合、7つのラインL1~L7のうちの露光開始時刻が1番目から4番目（言い換えると電気信号を読み出す順番が1番目から4番目）であるラインL1~L4は、それぞれ、露光開始時刻が、全ライン露光期間TALよりも時間的に前である非全ライン露光期間TNL1において光源34に最小電流値I4の印加を開始する時刻以前となっている。また、ラインL1~L4は、それぞれ、露光終了時刻（各画素の読み出しを開始する時刻）が、全ライン露光期間TALよりも時間的に後である非全ライン露光期間TNL2において光源34に最小電流値I4の印加を開始する時刻よりも前となっている。このため、第2の例の駆動電流を印

10

20

30

40

50

加した場合、ライン L 1 ~ L 4 は、それぞれ、非全ライン露光期間 T N L 1 , T N L 2 のうちの非全ライン露光期間 T N L 1 にのみ、光源 3 4 が出射した照明光量の総量と対応する光を受光する。よって、第 2 の例の駆動電流を印加した場合のライン L 1 ~ L 4 の露光光量は、非全ライン露光期間 T N L 1 に光源 3 4 が出射した照明光に起因する成分と、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加された最大電流値 I 3 により光源 3 4 が出射した照明光に起因する成分との和 B 1 5 となる。

【 0 0 6 6 】

また、第 2 の例の駆動電流を印加した場合、7 つのライン L 1 ~ L 7 のうちの露光開始時刻が 5 番目から 7 番目（言い換えると電気信号を読み出す順番が 5 番目から 7 番目）であるライン L 5 ~ L 7 は、それぞれ、露光開始時刻が非全ライン露光期間 T N L 1 において光源 3 4 に最小電流値 I 4 の印加を開始する時刻よりも後であり、かつ露光終了時刻が非全ライン露光期間 T N L 1 において光源 3 4 に最小電流値 I 4 の印加を開始する時刻よりも後である。よって、第 2 の例の駆動電流を印加した場合のライン L 5 ~ L 7 の露光光量は、非全ライン露光期間 T N L 1 に光源 3 4 が出射した照明光に起因する成分と、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加された最大電流値 I 3 により光源 3 4 が出射した照明光に起因する成分と、非全ライン露光期間 T N L 2 に光源 3 4 が出射した照明光に起因する成分との和となる。

【 0 0 6 7 】

しかしながら、上記のように、非全ライン露光期間 T N L 2 内における最小電流値 I 4 の印加を開始する相対時刻は、非全ライン露光期間 T N L 1 内における最小電流値 I 4 の印加を開始する相対時刻よりも遅い。このため、ライン L 5 から L 7 の各画素が、非全ライン露光期間 T N L 1 , T N L 2 において光源 3 4 が出射した照明光と対応する光を受光する期間は、ライン L 1 から L 4 の各画素が光を受光する期間よりも短くなる。よって、第 2 の例の駆動電流を印加した場合のライン L 5 ~ L 7 の露光光量は、ライン L 1 ~ L 4 の露光光量の和 B 1 5 よりも小さい値 B 1 3 となる。このとき、ライン L 4 の露光光量の和 B 1 5 とライン L 5 の露光光量の和 B 1 3 との差 B a は、非全ライン露光期間 T N L 1 に印加されるパルス電流における 1 つのパルスのパルス幅 $W 2 \times 6$ と、非全ライン露光期間 T N L 2 に印加されるパルス電流における 1 つのパルスのパルス幅 $W 3 \times 6$ との差 $(W 2 - W 3) \times 6$ と対応した値となる。

【 0 0 6 8 】

これに対し、第 1 の例の駆動電流を印加する場合（すなわち、本実施形態に係る制御方法に従って駆動電流を印加する場合）、グラフ図 G 9 に示したように、ライン L 1 ~ L 7 における任意の隣接する 2 つのラインの露光光量の差 B b は、非全ライン露光期間 T N L 1 に印加されるパルス電流における 1 つのパルスのパルス幅 $W 2$ と、非全ライン露光期間 T N L 2 に印加されるパルス電流における 1 つのパルスのパルス幅 $W 3$ の差 $(W 2 - W 3)$ と対応した値となる。

【 0 0 6 9 】

ローリングシャッタ方式で各ラインの電気信号を読み出す場合、隣接する 2 つのラインにおける露光光量の差が大きいと、当該 2 つのラインの境界において露光光量の差に起因した画質のムラ（縞）が発生し、画質が劣化する。この種の画質の劣化は、隣接する 2 つのラインの露光光量の差が大きいくほど顕著になり、特に、各ラインの露光光量の総量に対する露光光量の差の割合が大きいくほど顕著になる。上記のように、第 1 の例の駆動電流を印加した場合、任意の隣接する 2 つのラインの露光光量の差 B b は、第 2 の例の駆動電流を印加した場合のライン L 4 とライン L 5 との露光光量の差 B a と比べて小さくなる（約 6 分の 1 となる）。しかも、第 1 の例の駆動電流を印加する場合、各ラインの露光光量の総量には、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って電源 3 4 に最大電流値 I 3 を印加したことに起因する成分が含まれ、当該成分は、第 2 の例の駆動電流を印加した場合のライン L 4 とライン L 5 との露光光量の差と対応する光量と比べて非常に大きい。このため、本実施形態で説明した制御方法に従って第 1 の例の駆動電流を印加した場合、第 2 の例の駆動電流を印加した場合と比べ、ライン間の露光光量の差に起因した画質の劣化を防ぐ

10

20

30

40

50

ことができる。

【0070】

なお、非全ライン露光期間TNLに光源34に複数パルスのパルス電流を印加する場合、パルス数の最大値は任意の値に設定することが可能であるが、図8に示したように、水平ライン数よりも1だけ少ない数にすることで、水平ライン毎のパルス光の点灯期間（すなわち露光期間）のばらつきが低減され、各水平ラインの露光光量が平均化される。

【0071】

また、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、光源34の発光（照明光の出射）を保証する最小の電流値以上となる最小電流値 I_4 を設定する。そして、設定された照明光量が最小電流値 I_4 と露光期間とに基づいて算出される照明光量以上である場合には、図5に示したような電流対照明光量の関係 I_{TNL} 、 I_{TAL} に基づいて決定した電流値の駆動電流を露光期間の全体に渡って印加する電流制御、言い換えると、パルス幅が露光期間と一致し、電流対照明光量の関係 I_{TNL} 、 I_{TAL} に基づいて決定した電流値である1パルスのパルス電流を印加する制御を行う。また、設定された照明光量が最小電流値 I_4 と露光期間とに基づいて算出される照明光量よりも小さい場合には、設定された照明光量に基づいて電流値、パルス幅、及びパルス数を制御するPWM制御を行う。これにより、例えば、光源34の発光（照明光の出射）を保証する最小の電流値に起因する不連続な出射光量の変化が生じないため、照明光量に対するより広いダイナミックレンジを確保することが可能となる。特に、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、上記のように、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する駆動電流をPWM制御する際に、複数パルスのパルス電流におけるパルス幅を変更するPWM制御と、1つのパルスのパルス幅が最小パルス幅であるパルス電流におけるパルスの数を変更するPWM制御とを組み合わせる。これにより、PWM制御を行う際の照明光量の大きさを多段階で連続的に変化させることができる。

【0072】

更に、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、上記のように、光源34が出射した照明光の光量を測定し、測定した照明光量と、利用者等が設定した照明光量との差に基づいて、光源34に印加する駆動電流を制御することができる。このような制御方法では、例えば、光源34に印加する駆動電流をPWM制御する際に、光源34がパルス発光する照明光の光量に基づいて、駆動電流（パルス電流）におけるパルス幅及びパルス数を、設定された照明光量と対応するパルス幅及びパルス数に調整することができる。このため、光源34に印加する駆動電流をPWM制御する際に、該光源34の発光特性に応じて印加するパルス電流を高精度に制御することができる。

【0073】

なお、図1及び図2に示した撮像システム1は、本実施形態に係る撮像システム1の一例に過ぎない。本実施形態に係る撮像システム1は、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。例えば、本実施形態に係る撮像システム1は、光源装置3の機能の一部又は全部が制御装置2に組み込まれてもよい。また、本実施形態に係る撮像システム1は、制御装置2、光源装置3、及び表示装置5が一体化されたシステムであってもよい。

【0074】

また、本実施形態に係る撮像システム1の光源装置3は、上記のように、複数の光源を有し、該複数の光源のそれぞれが出射した光を混合（混色）し、該混合した光を照明光として内視鏡スコープ4に出光する装置であってもよい。また、光源装置3が出射した照明光を利用する撮像装置は、内視鏡スコープ4に限らず、光源装置3が出射した照明光を被写体に照射した状態で被写体を撮像することが可能な他の撮像装置であってもよい。

【0075】

また、本実施形態の撮像システム1では、非全ライン露光期間TNLに複数パルスのパルス電流を光源34に印加する場合のパルスの最大数は、2以上であればよく、例えば、1フレーム分の電気信号（映像データ）を取得する際のラインの数等に基づいて決定する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 7 6 】

[第 2 の実施形態]

本実施形態では、第 1 の実施形態で例示した撮像システム 1 における、照明光量の制御方法の別の例を説明する。

【 0 0 7 7 】

図 9 は、第 2 の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。

【 0 0 7 8 】

図 9 の最上段に示した電流対照明光量のグラフ図 G 1 1 は、利用者又は制御装置 2 等により設定された照明光量の設定値（設定光量）と、光源 3 4 に含まれる光源の 1 つ（例えば、図 3 の赤色 LED 3 4 R）に印加する電流との関係を説明する。実線で示した関係 I_{TNL} は、読み出し期間 T_{TR} を含む非全ライン露光期間 T_{NL} に光源 3 4 に供給する駆動電流の関係を示し、点線で示した関係 I_{TAL} は、全ライン露光期間（非読み出し期間） T_{AL} に光源 3 4 に供給する駆動電流の関係を示している。

10

【 0 0 7 9 】

グラフ図 G 1 1 に示した 2 つの関係 I_{TNL} 及び関係 I_{TAL} は、設定光量と駆動電流との関係が、同じ関係になっている。関係 I_{TNL} 及び関係 I_{TAL} は、設定光量が光量 0 から第 3 の光量 B 3 までの場合の駆動電流の値が最小電流値 I_4 となっている。第 3 の光量 B 3 は、後述する第 1 の光量 B 1 及び第 2 の光量 B 2 よりも大きく、最大光量 B 4 よりも小さい。また、関係 I_{TNL} 及び関係 I_{TAL} は、設定光量が第 3 の光量 B 3 から最大光量 B 4 までの範囲内である場合の駆動電流の値が、最小電流値 I_4 から最大電流値 I_3 までの範囲内で設定光量に比例する。すなわち、設定光量が最大光量 B 4 に近づくほど、駆動電流の値が最大電流値 I_3 に近づく。

20

【 0 0 8 0 】

本実施形態に係る駆動電流の制御方法は、第 1 の実施形態で説明した制御方法と同様、グラフ図 G 1 1 に示した関係 I_{TNL} 及び関係 I_{TAL} に基づいて光源 3 4 に印加する駆動電流の値を決定するとともに、グラフ図 G 1 1 の下方に示した PWM Duty 対照明光量のグラフ図 G 1 2 に基づいて、駆動電流（パルス電流）の印加方法を決定する。

【 0 0 8 1 】

PWM Duty 対照明光量のグラフ図 G 1 2 は、設定光量と、PWM 制御におけるデューティー比（すなわち 1 つのパルス幅を周期で除した値の百分率）との関係を説明する。実線で示した関係 D_{TNL} は、読み出し期間 T_{TR} を含む非全ライン露光期間 T_{NL} に印加する駆動電流に対する設定光量とデューティー比との関係を示し、点線で示した関係 D_{TAL} は、全ライン露光期間（非読み出し期間） T_{AL} に印加する駆動電流に対する設定光量とデューティー比との関係を示している。

30

【 0 0 8 2 】

グラフ図 G 1 2 に示した関係 D_{TAL} は、設定光量が第 1 の光量 B 1 から最大光量 B 4 までの場合のデューティー比が 100% となっている。また、グラフ図 G 1 2 に示した関係 D_{TNL} では、設定光量が光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの範囲内である場合のデューティー比が、0% から 100% までの範囲内で設定光量に比例する。すなわち、設定光量が第 1 の光量 B 1 に近づくほど、デューティー比の値が大きくなり、100% に近づく。よって、設定光量が第 1 の光量 B 1 から最大光量 B 4 までの場合、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T_{AL} に光源 3 4 に印加する駆動電流を、全ライン露光期間 T_{AL} 全体に渡って一定の電流を印加する制御方法で制御する。言い換えると、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T_{AL} に光源 3 4 に印加する駆動電流を、設定光量と関係 I_{TAL} とに基づいて決定される電流値であり、かつパルス幅が全ライン露光期間 T_{AL} と一致する 1 パルスのパルス電流に決定する。

40

【 0 0 8 3 】

一方、設定光量が光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの範囲内である場合、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T_{AL} に光源 3 4 に印加する駆動電流を、PWM 制御により制御す

50

る。具体的には、照明光制御部 23 は、全ライン露光期間 T A L に光源 34 に印加する駆動電流を、最小電流値 I 4 であり、かつ、全ライン露光期間 T A L と設定光量の大きさに対応するデューティ比とにより算出される期間をパルス幅とする、1パルスのパルス電流に決定する。パルス幅は、例えば、グラフ図 G 15 のように、光量 0 の場合のパルス幅を $0 \mu s e c$ 、第 1 の光量 B 1 の場合のパルス幅を W 9 (全ライン露光期間 T A L) とし、設定光量と比例するパルス幅に決定する。

【 0 0 8 4 】

これに対し、グラフ図 G 12 に示した関係 D T N L では、設定光量が最小値となる光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの場合のデューティ比が 0 % である。したがって、設定光量が光量 0 から第 1 の光量 B 1 までの場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L に光源 34 に駆動電流を印加しない。また、グラフ図 G 12 に示した関係 D T N L では、設定光量が第 4 の光量 B 3 から最大光量 B 4 までの場合のデューティ比が 100 % である。したがって、設定光量が第 3 の光量 B 3 から最大光量 B 4 までの場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L に光源 34 に印加する駆動電流を、非全ライン露光期間 T N L 全体に渡って一定の電流を印加する制御方法で制御する。言い換えると、照明制御部 23 は、設定光量と関係 I T N L とに基づいて決定される電流値であり、かつパルス幅が非全ライン露光期間 T N L と一致する 1パルスのパルス電流に決定する。

【 0 0 8 5 】

また、グラフ図 G 12 に示した関係 D T N L では、設定光量が第 1 の光量 B 1 から第 3 の光量 B 3 までの範囲内である場合のデューティ比が、0 % から 100 % までの範囲内で設定光量に比例する。このため、設定光量が第 1 の光量 B 1 から第 3 の光量 B 3 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L に光源 34 に印加する駆動電流を、P W M 制御により制御する。具体的には、照明光制御部 23 は、非全ライン露光期間 T N L に光源 34 に印加する駆動電流を、最小電流値 I 4 であり、かつ、非全ライン露光期間 T N L と設定光量の大きさに対応するデューティ比とにより算出される期間を複数の期間に分割し、分割した複数の期間における 1つの期間をパルス幅とする複数パルスのパルス電流に決定する。非全ライン露光期間 T N L に複数パルスのパルス電流を印加する場合、例えば、図 9 に示した 2つのグラフ図 G 13, G 14 のように、1パルス当たりのパルス幅の最小値、及び印加するパルス電流におけるパルス数の最大値をあらかじめ設定しておき、これらの設定に基づいてパルス電流を生成する。

【 0 0 8 6 】

また、非全ライン露光期間 T N L に印加する駆動電流を P W M 制御する場合、図 9 に示したように、第 1 の光量 B 1 と第 3 の光量 B 3 との間となる第 2 の光量 B 2 を境として、パルス幅による制御とパルス数による制御とを切り替える。設定光量が第 2 の光量 B 2 から第 3 の光量 B 3 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、パルス数を最大値とし、設定光量の大きさに応じてパルス幅を増減させる。設定光量が第 1 の光量 B 1 から第 2 の光量 B 2 までの範囲内である場合、照明制御部 23 は、パルス幅を最小値とし、設定光量の大きさに応じてパルス数を増減させる。

【 0 0 8 7 】

このように、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、設定光量が第 3 の光量 B 3 よりも大きい場合には、非全ライン露光期間 T N L 及び全ライン露光期間 T A L の全体に渡って、同じ電流値の駆動電流を光源 34 に印加する。また、設定光量が第 1 の光量 B 1 から第 3 の光量 B 3 までの場合には、非全ライン露光期間 T N L に光源 34 に印加する駆動電流を P W M 制御により制御し、全ライン露光期間 T A L に光源 34 に印加する駆動電流を全ライン露光期間 T A L の全体に渡って最小電流値 I 4 を印加する制御により制御する。

【 0 0 8 8 】

図 10 は、第 2 の実施形態に係る照明光量と電流の印加方法との関係を説明するグラフ図である。なお、図 10 には、図 9 に示した設定光量 B S 11 ~ B S 18 のそれぞれが設定された場合に光源 34 に印加する駆動電流の例を示している。ここで、設定光量 B S 11 ~ B S 18 は、それぞれ、撮像システム 1 の利用者が制御装置 2 の操作部 24 を操作す

10

20

30

40

50

る等の方法により設定した照明光量であってもよいし、光量測定部 33 により測定した照明光量又は映像処理部 22 から通知された映像の明るさ（輝度）等に基づいて照明制御部 23 が設定した照明光量であってもよい。

【0089】

設定光量 BS11 は、最大光量 B4 であり、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流に対する PWM 制御のデューティ比は、いずれも 100% である。したがって、図 10 に示したように、設定光量 BS11 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、各期間 TNL, TAL の全体に渡って最大電流値 I3 が印加される電流（パルス幅が各期間と一致する 1 パルスのパルス電流）に決定する。

10

【0090】

設定光量 BS12 は、最大光量 B4 よりも小さく、第 3 の光量 B3 よりも大きい。このため、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流に対する PWM 制御のデューティ比は、いずれも 100% である。また、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流の値は、最大電流値 I3 よりも小さく最小電流値 I4 よりも大きい、同じ値となっている。したがって、図 10 に示したように、設定光量 BS12 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、各期間 TNL, TAL の全体に渡って、設定光量に基づいて決定される最大電流値 I3 よりも小さく最小電流値 I4 よりも大きい電流を光源 34 に印加する駆動電流（パルス幅が各期間と一致する 1 パルスのパルス電流）に決定する。

20

【0091】

設定光量 BS13 は、第 3 の光量 B3 である。このため、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流に対する PWM 制御のデューティ比は、いずれも 100% である。また、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流の値は、いずれも最小電流値 I4 となっている。したがって、図 10 に示したように、設定光量 BS13 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、各期間 TNL, TAL の全体に渡って印加する最小電流値 I4 の電流に決定する。

【0092】

設定光量 BS14 は、第 2 の光量 B2 よりも大きく、第 3 の光量 B3 よりも小さい。このため、全ライン露光期間 TAL に対する PWM 制御のデューティ比が 100% であるのに対し、非全ライン露光期間 TNL に対する PWM 制御のデューティ比は 100% よりも小さく閾値 DS よりも大きい。また、非全ライン露光期間 TNL 及び全ライン露光期間 TAL に印加する駆動電流の値は、いずれも最小電流値 I4 である。したがって、図 10 に示したように、設定光量 BS14 である場合、照明制御部 23 は、非全ライン露光期間 TNL に光源 34 に印加する駆動電流を、パルス数が最大値 M であり、1 パルス当たりのパルス幅が設定光量 BS14 に応じたパルス幅（最小幅 W0 よりも大きく最大幅 W1 よりも小さいパルス幅）である複数パルスのパルス電流であって、各パルスの電流値が最小電流値 I4 であるパルス電流に決定する。また、照明制御部 23 は、全ライン露光期間 TAL に光源 34 に印加する駆動電流を、全ライン露光期間 TAL の全体に渡って印加する最小電流値 I4 の電流に決定する。

30

40

【0093】

また、設定光量が設定光量 BS14 よりも大きく第 3 の光量 B3 よりも小さい場合に非全ライン露光期間 TNL に印加されるパルス電流は、図 10 に示したパルス電流とパルス数が同じであり、かつ 1 つのパルスのパルス幅が W よりも大きいパルス電流となる。また、設定光量が設定光量 BS14 よりも小さく第 2 の光量 B2 よりも大きい場合に非全ライン露光期間 TNL に印加されるパルス電流は、図 10 に示したパルス電流とパルス数が同じであり、かつ 1 つのパルスのパルス幅が W よりも小さいパルス電流となる。

【0094】

50

設定光量 B S 1 5 は、第 2 の光量 B 2 よりも小さく、第 1 の光量 B 1 よりも大きい。このため、全ライン露光期間 T A L に対する P W M 制御のデューティ比が 1 0 0 % であるのに対し、非全ライン露光期間 T N L に対する P W M 制御のデューティ比は閾値 D S よりも小さく、かつ 0 % よりも大きい。また、非全ライン露光期間 T N L 及び全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流の値は最小電流値 I 4 である。したがって、図 1 0 に示したように、設定光量 B S 1 5 である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、1 パルス当たりのパルス幅が最小幅 W 0 であり、かつパルス数が設定光量 B S 1 5 に応じた数であって、各パルスの電流値が最小電流値 I 4 であるパルス電流に決定する。また、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加される最小電流値 I 4 の電流に決定する。

10

【 0 0 9 5 】

また、設定光量が設定光量 B S 1 5 よりも大きく第 2 の光量 B 2 よりも小さい場合に非全ライン露光期間 T N L に印加されるパルス電流は、図 1 0 に示したパルス電流とパルス幅が同一（最小値 W 0 ）であって、パルス数が多いパルス電流となる。また、設定光量が設定光量 B S 1 5 よりも小さく第 1 の光量 B 1 よりも大きい場合に非全ライン露光期間 T N L に印加されるパルス電流は、図 1 0 に示したパルス電流とパルス幅が同一（最小値 W 0 ）であって、パルス数が少ないパルス電流となる。

【 0 0 9 6 】

設定光量 B S 1 6 は、第 1 の光量 B 1 である。このため、全ライン露光期間 T A L に対する P W M 制御のデューティ比が 1 0 0 % であるのに対し、非全ライン露光期間 T N L に対する P W M 制御のデューティ比は 0 % である。また、非全ライン露光期間 T N L 及び全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流の値は最小電流値 I 4 である。したがって、図 1 0 に示したように、設定光量 B S 1 6 である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 T N L には 1 パルス当たりのパルス幅が最小幅でありパルス数が 0 のパルス電流を光源 3 4 に印加する、すなわち非全ライン露光期間 T N L には光源 3 4 に駆動電流を印加しないことに決定する。また、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、全ライン露光期間 T A L の全体に渡って印加される最小電流値 I 4 の電流に決定する。

20

【 0 0 9 7 】

設定光量 B S 1 7 は、第 1 の光量 B 1 よりも小さく、光量 0 よりも大きい。設定光量 B S 1 7 である場合、非全ライン露光期間 T N L に対する P W M 制御のデューティ比は 0 % である。このため、図 1 0 に示したように、設定光量 B S 1 7 である場合、照明制御部 2 3 は、非全ライン露光期間 T N L には光源 3 4 に駆動電流を印加しないことに決定する。また、設定光量 B S 1 7 である場合、全ライン露光期間 T A L に対する P W M 制御のデューティ比は、1 0 0 % よりも小さく 0 % よりも大きい値となる。このため、図 1 0 に示したように、設定光量 B S 1 7 である場合、照明制御部 2 3 は、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する駆動電流を、1 パルスのパルス電流であって、最小電流値 I 4 であり、かつ全ライン露光期間 T A L とデューティ比とに基づいて決定されるパルス幅のパルス電流に決定する。図 9 の設定光量 B S 1 7 と対応するデューティ比は約 5 0 % である。このため、設定光量 B S 1 7 である場合、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する 1 パルスのパルス電流におけるパルス幅は、全ライン露光期間 T A L のおよそ半分の時間に決定する。

30

40

【 0 0 9 8 】

また、設定光量が設定光量 B S 1 7 よりも大きく第 1 の光量 B 1 よりも小さい場合、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する 1 パルスのパルス電流におけるパルス幅は、設定光量 B S 1 7 の場合のパルス幅よりも広くする。また、設定光量が設定光量 B S 1 7 よりも小さく光量 0 よりも大きい場合（例えば設定光量 B S 1 8 の場合）、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する 1 パルスのパルス電流におけるパルス幅は、設定光量 B S 1 7 の場合のパルス幅よりも狭くする。

50

【 0 0 9 9 】

このように、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、設定光量に基づいて光源 3 4 に駆動電流を印加する際に、読み出し期間 T T R を含む非全ライン露光期間 T N L の少なくとも一部において、光源 3 4 に印加する駆動電流（すなわち照明部 3 1 が出射する照明光）を可変制御する。また、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、非全ライン露光期間 T N L 以外の全ライン露光期間 T A L の少なくとも一部において、光源 3 4 に印加する駆動電流（すなわち照明部 3 1 が出射する照明光）を可変制御することもできる。更に、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、例えば、光量測定部 3 3 で測定した照明光量に基づいて、光源 3 4 に印加するパルス電流におけるパルス幅及びパルス数を制御することができる。

10

【 0 1 0 0 】

また、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、上記のように、設定光量が第 3 の光量 B 3 よりも大きい場合に、非全ライン露光期間 T N L に印加する駆動電流と、及び全ライン露光期間 T A L に印加する駆動電流とを、同じ電流値の駆動電流に決定する。このため、第 1 の実施形態で説明したような制御方法と比べ、非全ライン露光期間 T N L の全体及び全ライン露光期間 T A L の全体に渡って所定の電流値の電流を印加する場合の制御情報（処理の内容）が簡素化される。例えば、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、非全ライン露光期間 T N L と全ライン露光期間 T A L との境界において光源 3 4 に印加される駆動電流の電流値が変動する（切り替わる）設定光量の範囲が、第 1 の実施形態で説明した制御方法における範囲よりも狭くなる。このため、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、光源 3 4 に印加する駆動電流を生成する回路（駆動部 3 5）におけるスイッチング動作の回数を低減することができ、処理負荷を軽減することができる。

20

【 0 1 0 1 】

更に、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、上記のように、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する駆動電流の電流値と、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加される駆動電流の電流値とが同じである。このため、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 が出射する照明光量を、全ライン露光期間 T A L に測定した照明光量から見積もることが可能となる。例えば、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する駆動電流を P W M 制御する場合、照明光量の測定は、光源 3 4 が出射する照明光（パルス光）における各パルスの光量を加算（積分）して算出する。このため、光源 3 4 が出射するパルス光における印加する電流の電流値やパルス幅が小さい場合には、測定誤差が大きくなる（測定精度が低下する）ことがある。これに対し、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、全ライン露光期間 T A L に、非全ライン露光期間 T N L のパルス幅よりも十分に長い期間連続して光源 3 4 が出射する照明光を利用して照明光量を測定することができる。よって、本実施形態に係る駆動電流の制御方法では、非全ライン露光期間 T N L に行う P W M 制御におけるパルス幅及びパルス数を、より高精度に制御することが可能となる。

30

【 0 1 0 2 】

[第 3 の実施形態]

本実施形態では、第 1 の実施形態で例示した撮像システム 1 における、照明光量の制御方法の更に別の例を説明する。

40

【 0 1 0 3 】

図 1 1 は、第 3 の実施形態に係る照明光量の制御方法を説明するグラフ図である。図 1 1 に示したグラフ図は、図 5 に示した設定光量 B S 1 ~ B S 8 のそれぞれにおける電流値、パルス幅、及びパルス数の決定方法に本実施形態の制御方法を適用した場合に、光源 3 4 に印加される駆動電流を示す。

【 0 1 0 4 】

本実施形態に係る照明光量の制御方法では、図 1 1 に示したように、全ライン露光期間 T A L 内に、該期間 T A L の開始時刻を含む所定の時間長の初期期間 S D を設定する。初期期間 S D は、該初期期間 S D を含む全ライン露光期間 T A L よりも時間的に前となる非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 が出射する照明光の光量の測定ために設けている。

50

【 0 1 0 5 】

全ライン露光期間 T A L 内の初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流の電流値は、該期間 T A L に光源 3 4 に印加する電流を P W M 制御するか否かに依存する。全ライン露光期間 T A L に P W M 制御をしない場合、初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流の電流値は、該期間 T A L よりも時間的に前となる非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する電流の電流値の影響を受ける。非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する電流の制御が、P W M 制御ではなく、電流値が最小電流値 I 4 よりも大きい電流を期間 T N L の全体に渡って光源 3 4 に印加する制御（電流制御）である場合、該期間 T N L に続く初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流は、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加した電流と同じ電流値の電流とする。非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する電流を P W M 制御で制御する場合、あるいは該期間 T N L の全体に渡って光源 3 4 に電流を印加しない場合、該期間 T N L に続く初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流は、最小電流値 I 4 の電流とする。これに対し、全ライン露光期間 T A L に P W M 制御をする場合、初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流の電流値は、設定光量に基づいて決定されるパルス幅及び全ライン露光期間 T A L 内におけるパルスの位置に依存する。

10

【 0 1 0 6 】

図 1 1 に示した V D _ D R _ 1、V D _ D R _ 2、及び V D _ D R _ 3 は、上記の非全ライン露光期間 T N L、全ライン露光期間 T A L、及び初期期間 S D の切り替えに関するトリガ信号である。トリガ信号 V D _ D R _ 1 は、全ライン露光期間 T A L から非全ライン露光期間 T N L への切り替え（すなわち非全ライン露光期間 T N L の開始）タイミングを通知する信号である。トリガ信号 V D _ D R _ 2 は、非全ライン露光期間 T N L から全ライン露光期間 T A L への切り替え（すなわち初期期間 S D の開始）タイミングを通知する信号である。トリガ信号 V D _ D R _ 3 は、初期期間 S D の終了タイミングを通知する信号である。

20

【 0 1 0 7 】

図 5 に示した設定光量 B S 1 の場合、上記のように、全ライン露光期間 T A L に対する P W M 制御のデューティ比は 1 0 0 % である。このため、設定光量 B S 1 の場合、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する電流は、P W M 制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間 T A L の全体に渡って印加する制御によって制御する。よって、全ライン露光期間 T A L 内の初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流は、図 1 1 に示した設定光量 B S 1 ' の場合のように、初期期間 S D よりも時間的に前となる非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加した電流の電流値と同じ電流（すなわち最大電流値 I 3 の電流）となる。また、本実施形態の制御方法では、全ライン露光期間 T A L における初期期間 S D が経過した後の残りの期間、設定光量に基づいて決定される電流値と P W M 制御のデューティ比とに応じた電流値の電流（すなわち最大電流値 I 3 の電流）が光源 3 4 に印加される。

30

【 0 1 0 8 】

図 5 に示した設定光量 B S 2 の場合、上記のように、全ライン露光期間 T A L に対する P W M 制御のデューティ比は 1 0 0 % である。このため、設定光量 B S 2 の場合、全ライン露光期間 T A L に光源 3 4 に印加する電流は、P W M 制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間 T A L の全体に渡って印加する制御によって制御する。また、設定光量 B S 2 の場合、非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加する電流の電流値は、最大電流値 I 3 よりも小さく最小電流値 I 4 よりも大きい。よって、全ライン露光期間 T A L 内の初期期間 S D に光源 3 4 に印加する電流は、図 1 1 に示した設定光量 B S 2 ' の場合のように、初期期間 S D よりも時間的に前となる非全ライン露光期間 T N L に光源 3 4 に印加した電流の電流値と同じ電流（すなわち電流値が最大電流値 I 3 よりも小さい電流）となる。そして、全ライン露光期間 T A L における初期期間 S D が経過した後の残りの期間、最大電流値 I 3 の電流が光源 3 4 に印加される。

40

【 0 1 0 9 】

図 5 に示した設定光量 B S 3 の場合、上記のように、全ライン露光期間 T A L に対する

50

PWM制御のデューティ比は100%である。このため、設定光量BS3の場合、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流は、PWM制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間TALの全体に渡って印加する制御によって制御する。また、設定光量BS3の場合、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する電流は、PWM制御によって制御する。よって、全ライン露光期間TAL内の初期期間SDに光源34に印加する電流は、図11に示した設定光量BS3'の場合のように、初期期間SDよりも時間的に前となる非全ライン露光期間TNLに光源34に印加した電流の電流値と同じ電流(すなわち最小電流値I4の電流)となる。そして、全ライン露光期間TALにおける初期期間SDが経過した後の残りの期間、最大電流値I3の電流が光源34に印加される。同様に、図5に示した設定光量BS4の場合に全ライン露光期間TAL内の初期期間SDに光源34に印加する電流は、図11に示した設定光量BS4'の場合のように、初期期間SDよりも時間的に前となる非全ライン露光期間TNLに光源34に印加した電流の電流値と同じ電流(すなわち最小電流値I4の電流)となる。そして、全ライン露光期間TALにおける初期期間SDが経過した後の残りの期間、最大電流値I3の電流が光源34に印加される。

10

【0110】

図5に示した設定光量BS5の場合、上記のように、全ライン露光期間TALに対するPWM制御のデューティ比は100%である。このため、設定光量BS5の場合、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流は、PWM制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間TALの全体に渡って印加する制御によって制御する。また、設定光量BS5の場合、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する電流は、PWM制御によって制御するが、図5に示したように、設定光量BS5の場合のパルス数は0である。よって、設定光量BS5の場合、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する電流は、パルス数が0のパルス電流となり、図11に示した設定光量BS5'の場合のように、非全ライン露光期間TNLの全体に渡って電流が印加されない。しかしながら、図5に示したように、設定光量BS5と対応する電流値は0より大きい最小電流値I4となっている。このため、設定光量BS5の場合、初期期間SDに光源34に印加する電流は、最小電流値I4の電流となる。そして、全ライン露光期間TALにおける初期期間SDが経過した後の残りの期間、最大電流値I3の電流が光源34に印加される。

20

【0111】

図5に示した設定光量BS6の場合、上記のように、全ライン露光期間TALに対するPWM制御のデューティ比は100%である。このため、設定光量BS6の場合、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流は、PWM制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間TALの全体に渡って印加する制御によって制御する。また、設定光量BS6の場合、非全ライン露光期間TNLに対するPWM制御のデューティ比は0%であるため、該期間TNLの全体に渡って光源34には電流が印加されない。よって、設定光量BS6の場合、図11に示した設定光量BS6'の場合のように、初期期間SDに光源34に印加する電流は、最小電流値I4の電流となる。また、設定光量BS6と対応する電流値は、最大電流値I3よりも小さく、最小電流値I4よりも大きい。このため、全ライン露光期間TALにおける初期期間SDが経過した後の残りの期間、電流値が最大電流値I3よりも小さく最小電流値I4よりも大きい電流が、光源34に印加される。

30

40

【0112】

図5に示した設定光量BS7の場合、上記のように、全ライン露光期間TALに対するPWM制御のデューティ比は100%である。このため、設定光量BS7の場合、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流は、PWM制御ではなく、設定光量に応じた電流値の電流を該期間TALの全体に渡って印加する制御によって制御する。また、設定光量BS7の場合、非全ライン露光期間TNLに対するPWM制御のデューティ比は0%であるため、該期間TNLの全体に渡って光源34には電流が印加されない。よって、設定光量BS7の場合、図11に示した設定光量BS7'の場合のように、初期期間SDに光源34に印加する電流は、最小電流値I4の電流となる。また、設定光量BS7と対

50

応する全ライン露光期間TALの電流値は、最小電流値I4となる。このため、全ライン露光期間TALにおける初期期間SDが経過した後の残りの期間も、最小電流値I4の電流が光源34に印加される。

【0113】

図5に示した設定光量BS8の場合、上記のように、全ライン露光期間TALに対するPWM制御のデューティー比は100%よりも小さく、0%よりも大きい。このため、設定光量BS8の場合、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流は、PWM制御によって制御する。また、設定光量BS8の場合、非全ライン露光期間TNLに対するPWM制御のデューティー比は0%であるため、該期間TNLの全体に渡って光源34には電流が印加されない。よって、設定光量BS8の場合、例えば、図11に示した設定光量BS8'の場合のように、初期期間SDに光源34に印加する電流は、最小電流値I4の電流となる。なお、図11には、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流をPWM制御する場合に、電流の印加を開始する時刻を全ライン露光期間TAL(初期期間SD)の開始時刻に固定し、電流の印加を終了する時刻を変更することにより、印加するパルス電流のパルス幅を設定光量に応じたパルス幅に変更している。このため、全ライン露光期間TALに印加する電流がパルス電流である場合にも、初期期間SD内で光源34が出射する照明光の光量を測定することができる。

10

【0114】

なお、初期期間SDの時間長は、例えば、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する電流をPWM制御する際の1パルスのパルス幅の最大値W1以上となる任意の時間長に設定することができる。初期期間SDの時間長を1パルスのパルス幅の最大値W1の数倍にすることで、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加されるパルス電流と対応する照明光量を精度よく検出することができる。また、全ライン露光期間TALに対する初期期間SDの割合を低く抑えることにより、非全ライン露光期間TNLに光源34に印加する電流をPWM制御する際の、全ライン露光期間TALに光源34に印加する電流の総量(積分値)を多くすることができる。このため、図8を参照して説明したように、隣接する2つのライン間の露光時間の差に起因する画質の劣化を防ぐことができる。

20

【0115】

また、本実施形態に係る照明光量の制御方法のように、全ライン露光期間TALの途中で光源34に印加する電流の電流値が変動する場合、例えば、図11に示したように、全ライン露光期間TALにおける光源34への電流の印加を終了する少し前に、光源34が出射した照明光の光量を測定してもよい。このようにすると、全ライン露光期間TALにおける光源34への電流の印加を開始した直後に、非全ライン露光期間TNLにおける照明光の光量を測定し、全ライン露光期間TALにおける光源34への電流の印加を終了する直前に、該期間TALにおける照明光の光量を測定することができる。このため、例えば、全ライン露光期間TALの途中で光源34に印加する電流の電流値を変動させることによる、変動後の照明光量と設定光量との差の増大を抑えることができる。

30

【0116】

[第4の実施形態]

図12は、第4の実施形態に係る撮像システムの機能ブロックを示す図である。図12に示した撮像システム1は、第1の実施形態で説明した撮像システム1(図1参照)と同様の内視鏡システムであり、制御装置2、光源装置3、内視鏡スコープ4、及び表示装置5を含む。

40

【0117】

本実施形態の撮像システム1における制御装置2は、受信部25、映像処理部22、照明制御部23、操作部24、最大光量補正部27、及び記憶部29を含む。また、撮像システム1の光源装置3は、照明部31、制御部32、及び光量測定部33を含む。また、撮像システム1の内視鏡スコープ4は、撮像部41、照明系42、操作部43、制御部44、及び記憶部49を含む。以下の説明では、本実施形態の撮像システム1における各機能ブロックのうち、第1の実施形態に置いて説明した機能ブロックと同等の機能を有する

50

機能ブロックについての詳細な説明を省略する。

【0118】

制御装置2の受信部25は、映像取得部21と、制限情報取得部26とを含む。映像取得部21は、第1の実施形態で説明したように、内視鏡スコープ4の撮像部41で撮像した被写体の映像を示す電気信号を取得する。制限情報取得部26は、内視鏡スコープ4の記憶部49に記憶させた制限情報49Aを取得する。制限情報49Aは、例えば、内視鏡スコープ4の動作時における先端部（撮像部41及び照明系42が配置された部分）の温度が所定の温度（許容温度）以上となる照明光量を示す情報を含む。

【0119】

制御装置2の最大光量補正部27は、制限情報取得部26により取得した制限情報と、記憶部29に記憶させた最大光量の情報29Aとに基づいて、光源装置3の照明部31の光源34が出射する照明光の光量の最大値を補正する。最大光量の情報29Aは、制御装置2と組み合わせて用いる光源装置3の光源34における最大光量を示す情報であり、例えば、撮像システム1の出荷時等に制御装置2の記憶部29に記憶させる。最大光量補正部27は、光源装置3から内視鏡スコープ4に提供される照明光の光量の最大値（最大光量）を、光源34が出射可能な照明光量の最大値から、内視鏡スコープ4から取得した制限情報に基づいて定められる、該内視鏡スコープ4の先端部の温度が許容温度の範囲内となるような値に補正する。

【0120】

制御装置2の照明制御部23は、利用者が操作部24を操作することによって入力される照明光の明るさの設定値（設定光量）と、被写体に対する照明光の光量とに基づいて、光源装置3の照明部31が出射する照明光の光量を制御する。なお、本実施形態の撮像システム1における照明制御部23は、最大光量補正部27により照明光の最大光量が補正された場合、該補正された最大光量に基づいて、照明光の光量を制御する。

【0121】

本実施形態の撮像システム1における内視鏡スコープ4は、上記のように、撮像部41、照明系42、操作部43、制御部44、及び記憶部49を含む。本実施形態に係る内視鏡スコープ4の制御部44は、例えば、該内視鏡スコープ4を制御装置2に接続したとき、或いは撮像システム1の動作開始時等に、記憶部49に記憶させた制御情報49Aを読み出して制御装置2に送信する。

【0122】

内視鏡スコープ4の先端部は、動作中、照明光が照明系42を通過することにより発熱して温度が上昇する。先端部の温度が上昇すると、撮像部41の動作特性が変動し、読み出した電気信号（映像データ）内の被写体の色等の情報と、実際の被写体の色等との間に生じる差が大きくなることがある。また、内視鏡スコープ4における先端部の温度に対する動作特性は、内視鏡スコープ4の種類毎に異なる。このため、型番や仕様等が異なる複数種類の内視鏡スコープ4を使い分けることが可能な撮像システム1においては、制御装置2及び光源装置3と組み合わせて用いる内視鏡スコープ4の種類毎に、内視鏡スコープ4における先端部の温度に対する温度特性が異なる。したがって、動作中に内視鏡スコープ4に提供される照明光の最大光量が、光源装置3において出射可能な照明光の最大光量（例えば、図5の照明光量B5など）となっている場合、内視鏡スコープ4の先端部の温度が許容温度以上となり、画質が劣化するおそれがある。このため、本実施形態の撮像システム1では、内視鏡スコープ4の先端部の温度が該内視鏡スコープ4の動作特性に照らして許容範囲内となるような条件で、光源34が出射する照明光の光量を制御する。

【0123】

図13は、光源が出射する照明光の最大光量の制御方法の一例を説明する図である。図13には、2種類の内視鏡スコープ4のそれぞれにおける、許容温度の上限、光源34、光源装置3が出射可能な最大光量BMの照明光が提供された場合の先端部の温度、2つの温度の大小関係、動作時の照明光量の最大値BX、及び光源に印加する電流の最大値Iの例を示している。ここでは、説明を簡単にするため、光源装置3の光源34が所定の色（

10

20

30

40

50

波長域)の光を出射する1つの光源であるとする。

【0124】

第1の種類Aの内視鏡スコープ4は、許容温度の上限 T_A と、光源装置3が出射可能な最大光量 B_M の照明光が提供された場合の先端部の温度 T_{MA} との大小関係が、 $T_A > T_{MA}$ となっている。このような場合、光源装置3が出射可能な最大光量 B_M の照明光を内視鏡スコープ4に提供して動作させたときの先端部の温度は、許容温度の上限以下となる。このため、第1の種類Aの内視鏡スコープ4を用いる場合、該内視鏡スコープ4に提供する照明光の最大光量 B_X を光源装置3が出射可能な照明光の最大光量 B_M としても、温度上昇に起因する画質の劣化等は起こりにくい。よって、第1の種類Aの内視鏡スコープ4を用いる撮像システム1では、設定光量が最大光量(例えば、図5の照明光量 B_5 など)である場合には、光源34に電流値 I_3 の電流を印加する。

10

【0125】

一方、第2の種類Bの内視鏡スコープ4は、許容温度の上限 T_B と、光源装置3が出射可能な最大光量 B_M の照明光が提供された場合の先端部の温度 T_{MB} との大小関係が、 $T_{MB} > T_B$ となっている。このような場合、光源装置3が出射可能な最大光量 B_M の照明光を内視鏡スコープ4に提供して動作させたときの先端部の温度は、許容温度の上限を超えてしまう。このため、第2の種類Bの内視鏡スコープ4を用いる場合、該内視鏡スコープ4に提供する照明光の最大光量 B_X を光源装置3が出射可能な照明光の最大光量 B_M とすると、温度上昇に起因する画質の劣化等が生じるおそれがある。よって、第2の種類Bの内視鏡スコープ4を用いる撮像システム1では、設定光量が最大光量(例えば、図5の照明光量 B_5 など)である場合には、該内視鏡スコープ4に提供する照明光の最大光量 B_X と光源装置3が出射可能な照明光の最大光量 B_M との大小関係が $B_M > B_X$ となるよう、光源34に電流値 I_5 ($I_3 > I_5 > I_4$)の電流を印加する。これにより、第2の種類Bの内視鏡スコープ4を用いる撮像システム1において、該内視鏡スコープ4の先端部の温度が正常な動作が保証される上限温度を超えてしまうことを防ぐことができ、温度上昇に起因する画質の劣化等を防ぐことができる。

20

【0126】

図14は、第4の実施形態に係る撮像システムが行う処理の一例を説明するフローチャートである。図14には、内視鏡スコープ4の種別に基づいて最大光量を制限する処理を含む、光源34に印加する電流を制御する処理のフローチャートを示している。

30

【0127】

撮像システム1の制御装置2は、まず、光源装置3の光源34における最大光量 B_M に関する情報を取得する(ステップS11)とともに、内視鏡スコープ4から制限情報49Aを取得する(ステップS12)。光源34における最大光量 B_M に関する情報は、例えば、制御装置2の最大光量補正部27が、記憶部29に記憶された最大光量の情報29Aを読み出して取得する。最大光量の情報29Aは、例えば、制御装置2と、該制御装置2と組み合わせて用いる光源装置3との組を出荷する際に、記憶部29に記憶されている。また、制限情報49Aは、最大光量補正部27が、制御情報取得部26を介して取得する。

【0128】

次に、制御装置2は、取得した最大光量及び制限情報に基づいて、光源に印加する電流の最大値を決定する(ステップS13)。ステップS13の処理は、最大光量補正部27が行う。最大光量補正部27は、内視鏡スコープ4から取得した制限情報により特定される該内視鏡スコープ4における照明光の最大光量 B_X と、光源装置3の光源34が出射可能な照明光の最大光量 B_M との大小関係に基づいて、光源34に印加する電流の最大値を決定する。ここで、内視鏡スコープ4における照明光の最大光量 B_X は、該内視鏡スコープ4が安定して動作することが保証された許容温度範囲の上限を超えない照明光量の最大値である。最大光量の大小関係が $B_X < B_M$ である場合、最大光量補正部27は、光源34に印加する電流の最大値を、光源34が出射可能な照明光の最大光量 B_M と対応する電流値(例えば、図5等に示した電流値 I_3)に決定する。一方、最大光量の大小関係が $B_X > B_M$ である場合、最大光量補正部27は、光源34に印加する電流の最大値を、内視

40

50

鏡スコープ 4 における照明光の最大光量 $B \times$ と対応する電流値（例えば、図 5 等に示した電流値 I_3 及び I_4 との関係が $I_3 > I_5 > I_4$ となる電流値 I_5 ）に決定する。最大光量補正部 27 は、決定した電流の最大値を、照明制御部 23 に通知する。

【0129】

その後、制御装置 2 は、照明光量の設定値に応じて、決定した最大値以下の電流で光源 34 を駆動する（ステップ S14）。ステップ S14 の処理は、照明制御部 23 が行う。例えば、最大光量補正部 27 から通知された電流の最大値が、光源 34 が出射可能な最大光量の照明光を出射させる場合の電流値（例えば、図 5 等に示した電流の最大値 I_3 ）である場合、照明制御部 23 は、光源 34 に印加する電流の最大値を、光源 34 が出射可能な最大光量の照明光を出射させる場合の電流値として、照明光量を制御する。一方、最大光量補正部 27 から通知された電流の最大値が、光源 34 が出射可能な最大光量の照明光を出射させる場合の電流値よりも小さい場合、照明制御部 23 は、光源 34 に印加する電流の最大値を、最大光量補正部から通知された電流の最大値に補正して、照明光量を制御する。この場合、照明制御部 23 は、例えば、図 5 に示したグラフ図 G1 及び図 9 に示したグラフ図 G11 における光源 34 に印加する電流の最大値を I_3 から I_5 （ $I_3 > I_5 > I_4$ ）に変更し、上述したような方法で光源 34 に印加する電流を制御する。

10

【0130】

このように、本実施形態の撮像システム 1 は、動作時の内視鏡スコープ 4 の先端部の温度が許容温度範囲内となるように、光源装置 3 から内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量を制限することができる。このため、内視鏡スコープ 4 の先端部の温度上昇による撮像部 41（受光部 41A）の出力性能の変化等を防ぐことができ、画質の劣化等を防ぐことができる。このため、本実施形態の撮像システム 1 は、ローリングシャッタ方式で受光部 41 から電気信号を読み出す際のライン毎の露光光量の差に起因する画質の劣化を防ぐとともに、先端部の温度上昇による動作不良等に起因する画質の劣化を防ぐことができる。

20

【0131】

また、本実施形態の撮像システム 1 では、内視鏡スコープ 4 の記憶部 49 に記憶させた、内視鏡スコープ 4 の種別毎に設定される制限情報 49A に基づいて、光源装置 3 から内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量を制限することができる。このため、制御装置 2 及び光源装置 3 の組と組み合わせて用いる内視鏡スコープ 4 を、撮像する被写体の種類等に応じて変更した場合にも、変更後の内視鏡スコープ 4 の制限情報 49A に基づいて、光源装置 3 から内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量を適切に制御（補正）することができる。

30

【0132】

また、詳細な説明は省略するが、光源 34 が複数の光源（例えば、図 3 の赤色 LED 34R、緑色 LED 34G、及び青色 LED 34B）を含む場合には、内視鏡スコープ 4 に提供する光における各成分の光量に基づいて、被写体に照射される照明光の色（色温度）が所定の範囲内となる条件下で、光源装置 3 から内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量及び各光源の最大光量を決定し、各光源に印加する電流を制御する。更に、複数の光源を有する光源装置 3 と組み合わせて用いる内視鏡スコープ 4 では、制限情報 49A として、複数の光源のそれぞれが出射する照明光に対する最大光量の制限情報を記憶部 49 に記憶させてもよい。この場合、制御装置 2 は、例えば、制限情報 49A に含まれる複数色の照明光のそれぞれに対する最大光量の制限情報のうち最大光量が最も大きい色の照明光に対する制限情報を取得し、該制限情報に基づいて、光源装置 3 から内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の光量を制御してもよい。

40

【0133】

なお、図 12 に示した制御装置 2、光源装置 3、及び内視鏡スコープ 4 の機能構成は、本実施形態の撮像システム 1 における各装置の機能構成の一例に過ぎない。本実施形態に係る撮像システム 1 の制御装置 2、光源装置 3、及び内視鏡スコープ 4 の機能構成は、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。また、図 14 のフローチ

50

ャートは、本実施形態の撮像システム 1 における制御装置 2 が行う処理の一例に過ぎない。本実施形態に係る制御装置 2 が行う処理は、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。例えば、内視鏡スコープ 4 の制限情報 4 9 A に基づいて該内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量を制限した（低くした）場合、制限した分だけ、内視鏡スコープ 4 から取得した画像（映像）の輝度が低下する。このため、内視鏡スコープ 4 に提供する照明光の最大光量を制限した場合には、該制限による照明光量の変化量に基づいて、内視鏡スコープ 4 から取得した画像の輝度を補正（ゲインアップ）してもよい。この場合、例えば、最大光量補正部 2 7 は、図 1 4 のフローチャートのステップ S 1 3 の処理において決定した電流の最大値を、映像処理部 2 2 にも通知する。更に、本実施形態に係る撮像システム 1 は、例えば、予め内視鏡スコープ 4 の記憶部 4 9 に記憶させた制限情報 4 9 A に基づいて照明光の最大光量を制限する代わりに、内視鏡スコープ 4 の先端部に温度センサを設け、該温度センサにより検出した温度に基づいて、照明光の最大光量を動的に制御（制限）してもよい。

10

【0134】

第 1 の実施形態から第 4 の実施形態に例示した撮像システム 1 における制御装置 2 は、上記のように、専用のハードウェアに限らず、パーソナルコンピュータ等の汎用コンピュータに後述する制御プログラムを実行させるものであってもよい。

【0135】

図 1 5 は、コンピュータのハードウェア構成を示す図である。制御装置 2 としてのコンピュータ 2 0 0 は、プロセッサ 2 0 1、RAM (Random Access Memory) 2 0 2、ROM (Read Only Memory) 2 0 3、入出力 I F (Interface) 2 0 4、表示処理部 2 0 5、HDD (Hard Disk Drive) 2 0 6、通信部 2 0 7、バス 2 1 0、表示装置 5、及び入力装置 6 を含む。

20

【0136】

プロセッサ 2 0 1 は、CPU (Central Processing Unit) 等の演算処理装置であり、ROM 2 0 3 から制御プログラムを読み込み、読み込んだ制御プログラムに従って、各種制御処理を実行する。RAM 2 0 2 は、制御プログラムや、内視鏡スコープ 4 からの映像に関する電気信号（映像データ）等の各種データを一時的に記憶するワークエリアである。RAM 2 0 2 は、例えばDRAM (Dynamic Random Access Memory) である。ROM 2 0 3 は、制御プログラムや各種データ等を記憶する不揮発性の記憶部である。ROM 2 0 3 は、例えばフラッシュメモリである。

30

【0137】

入出力 I F 2 0 4 は、外部機器とのデータの送受信を行う。外部機器は、例えば、キーボードやタッチパネル等の入力装置 5、光源装置 3、及び内視鏡スコープ 4 である。表示処理部 2 0 5 は、表示画像を生成して、液晶ディスプレイ等の表示装置 5 に出力する。ROM 2 0 3 及び HDD 2 0 6 が、制御装置 2 の記憶部 2 9 を構成する。プロセッサ 2 0 1 は、RAM 2 0 2、ROM 2 0 3 等とバス 2 1 0 で接続される。

【0138】

通信部 2 0 7 は、インターネットや LAN (Local Area Network) 等の通信ネットワーク 7 とコンピュータ 2 0 0 とを通信可能に接続する。

40

【0139】

制御装置 2 の映像取得部 2 1、映像処理部 2 2、及び照明制御部 2 3 は、プロセッサ 2 0 1 等によるソフトウェア処理により実現される。また、制御装置 2 の操作部 2 4 は、例えば、入出力 I F 2 0 4 により接続された入力装置 5 により実現される。

【0140】

なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階でのその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素を適宜組み合わせても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。このような、発明の趣

50

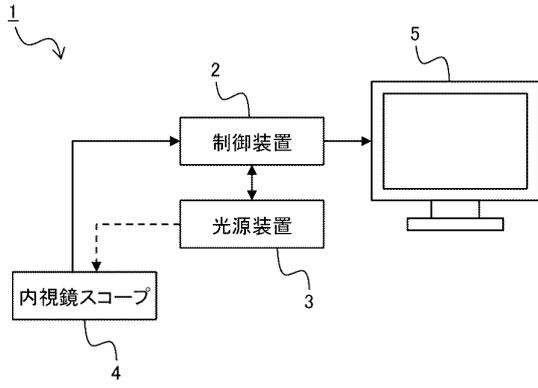
旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用ができることはもちろんである。

【符号の説明】

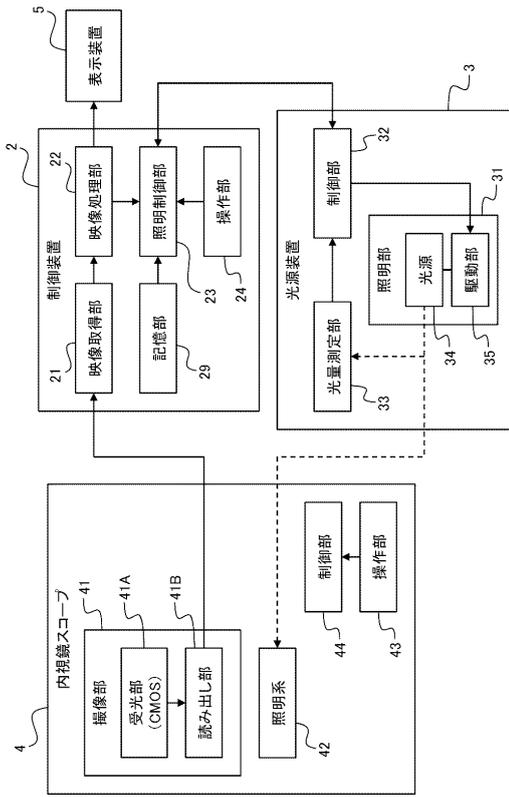
【0141】

1	撮像システム	
2	制御装置	
2 1	映像取得部	
2 2	映像処理部	
2 3	照明制御部	
2 4	操作部	
2 5	受信部	10
2 6	制御情報取得部	
2 7	最大光量補正部	
2 9	記憶部	
3	光源装置	
3 1	照明部	
3 2	制御部	
3 3	光量測定部	
3 3 R , 3 3 G , 3 3 B	光センサ	
3 4	光源	
3 4 R	赤色 L E D	20
3 4 G	緑色 L E D	
3 4 B	青色 L E D	
3 5	駆動部	
3 8 1 , 3 8 4 , 3 8 5 , 3 8 6	レンズ	
3 8 2 , 3 2 3	ハーフミラー	
4	内視鏡スコープ	
4 1	撮像部	
4 1 A	受光部	
4 1 B	読み出し部	
4 2	照明系	30
4 3	操作部	
4 4	制御部	
4 8	ライトガイド	
4 9	記憶部	
5	表示装置	
6	入力装置	
7	通信ネットワーク	
2 0 0	コンピュータ	
2 0 1	プロセッサ	
2 0 2	R A M	40
2 0 3	R O M	
2 0 4	入出力 I F	
2 0 5	表示処理部	
2 0 6	H D D	
2 0 7	通信部	
2 1 0	バス	

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

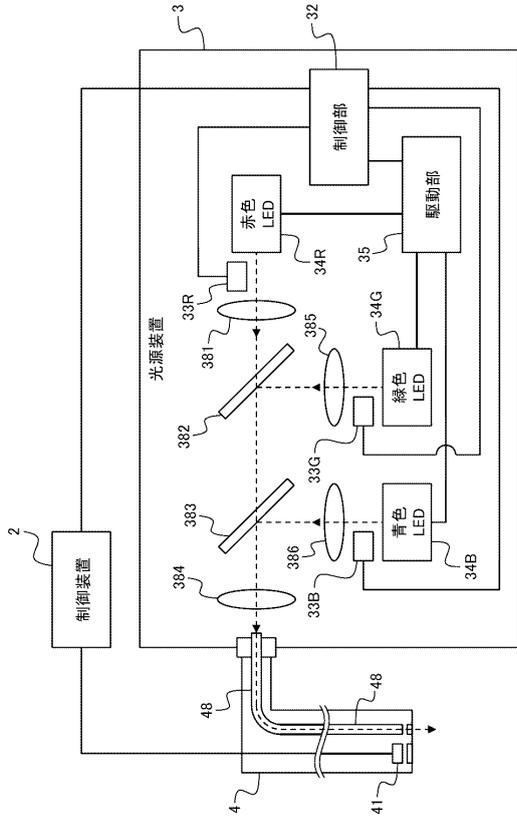
20

30

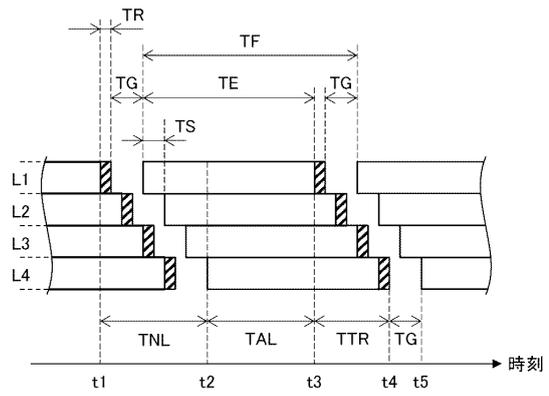
40

50

【図3】



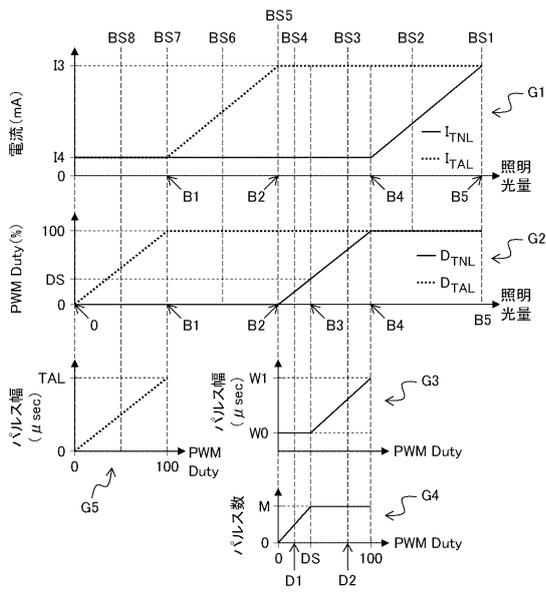
【図4】



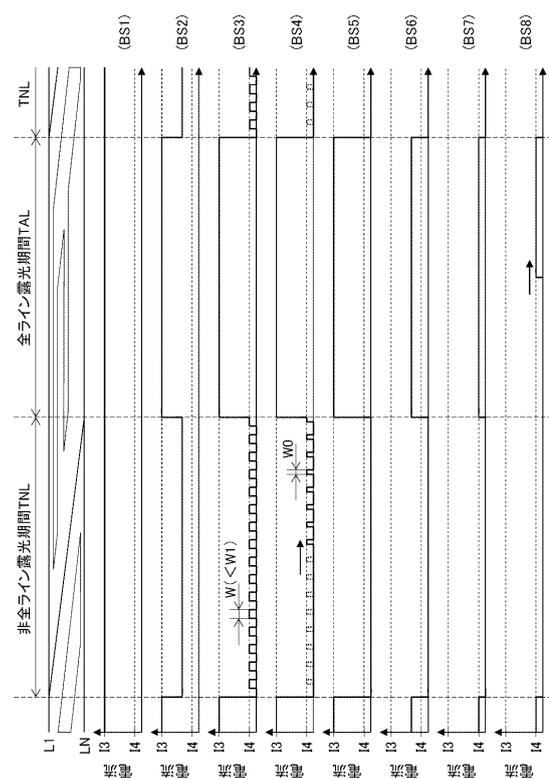
10

20

【図5】



【図6】

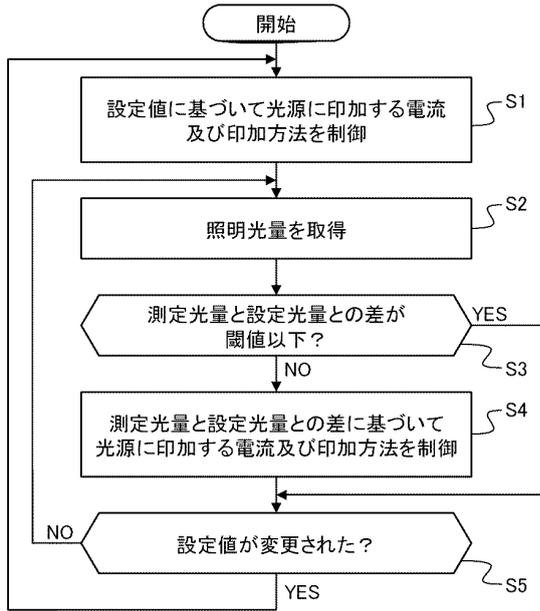


30

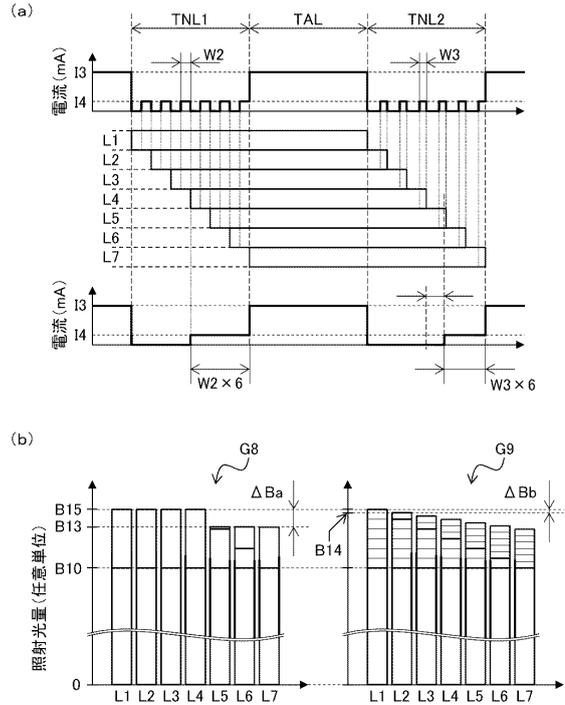
40

50

【 図 7 】



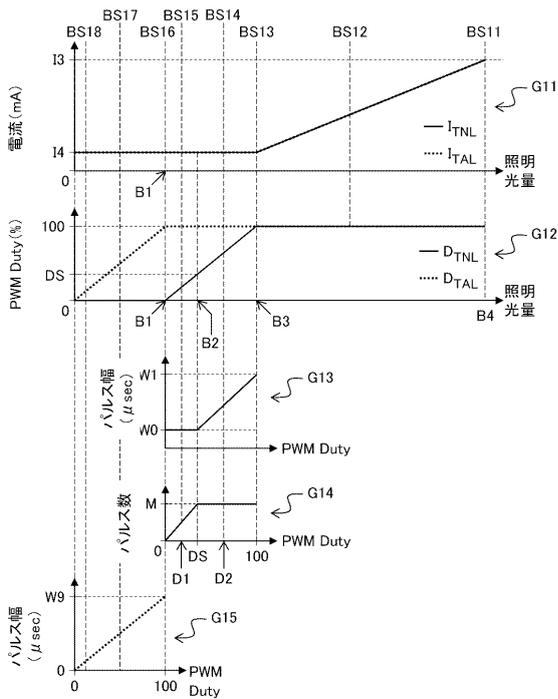
【 図 8 】



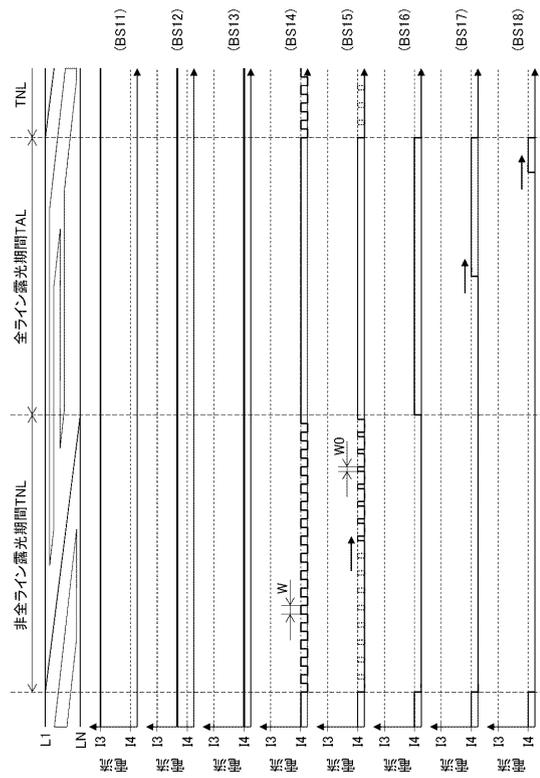
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

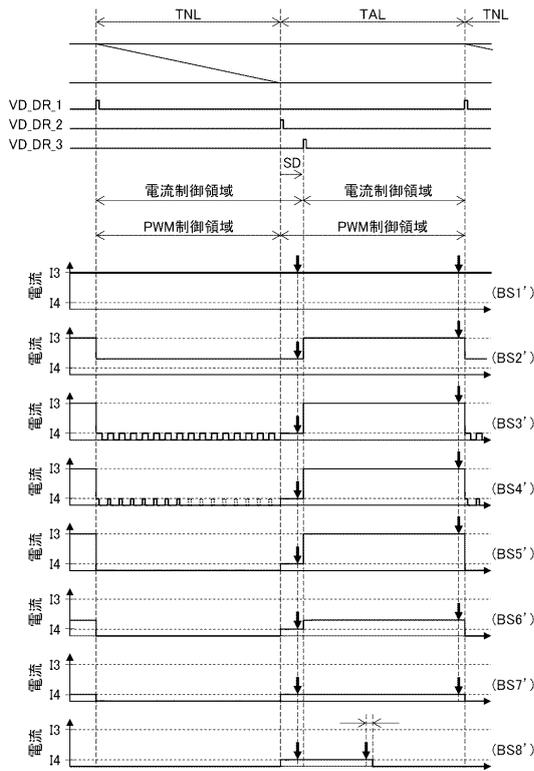


30

40

50

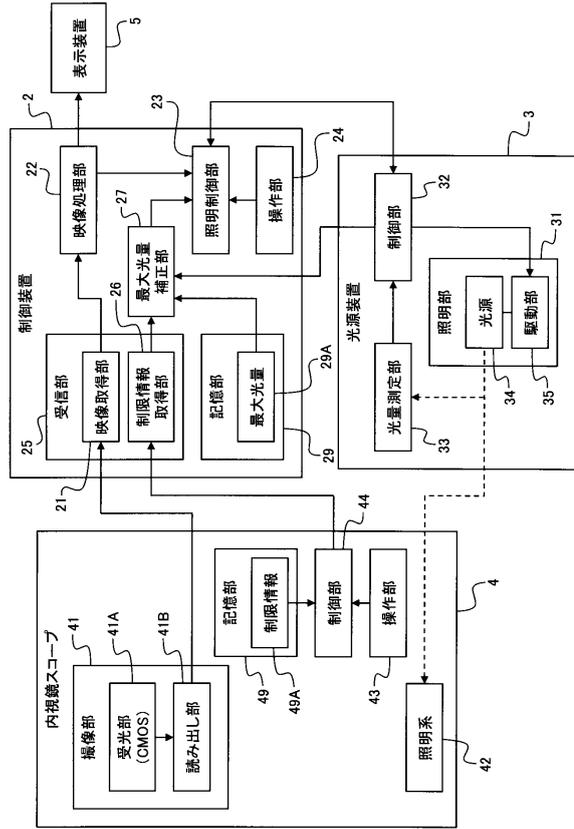
【図 1 1】



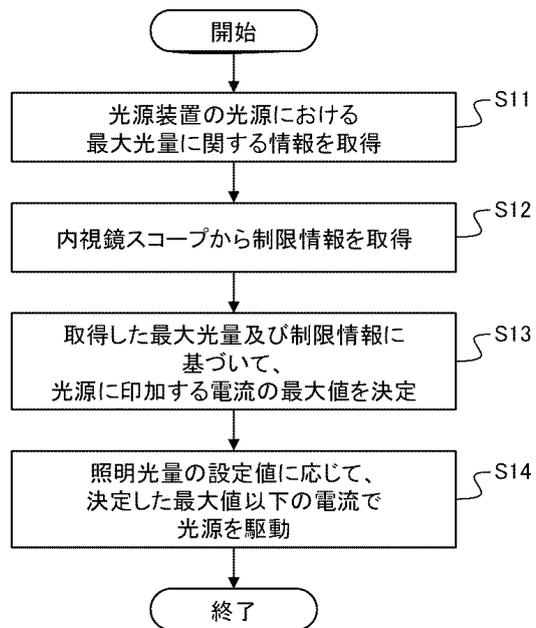
【図 1 3】

内視鏡スコープの種類	A	B
許容温度の上限	TA	TB
光源装置が出射可能な最大光量BMの照明光が提供された場合の先端部の温度	TMA	TMB
大小関係	TA > TMA	TMB > TB
照明光量の最大値BX	BX = BM	BM > BX
光源に印加する電流の最大値I	I = I3	I = I5 (I3 > I5 > I4)

【図 1 2】



【図 1 4】



10

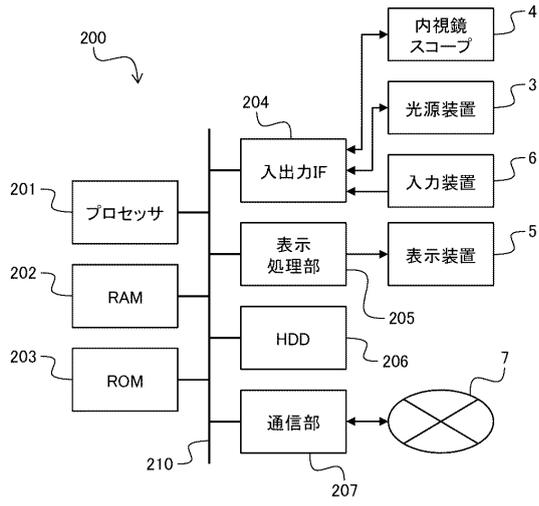
20

30

40

50

【図 15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 1/06 6 1 1
A 6 1 B 1/06 6 1 3

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

(72)発明者 西尾 真博

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

審査官 大西 宏

(56)参考文献

特開 2 0 0 7 - 3 1 8 5 8 1 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 0 2 3 7 7 1 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 3 / 1 7 5 9 0 8 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 6 / 0 5 6 4 7 6 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 7 / 0 1 3 7 8 0 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7

A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2