

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6150969号
(P6150969)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl.	F 1		
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B	1/045	6 1 0
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B	1/00	6 8 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B	23/24	B

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-516803 (P2017-516803)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成28年10月6日 (2016.10.6)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/079792		東京都八王子市石川町2951番地
審査請求日	平成29年3月27日 (2017.3.27)	(74) 代理人	100076233
(31) 優先権主張番号	特願2016-3899 (P2016-3899)		弁理士 伊藤 進
(32) 優先日	平成28年1月12日 (2016.1.12)	(74) 代理人	100101661
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 長谷川 靖
早期審査対象出願		(74) 代理人	100135932
			弁理士 篠浦 治
		(72) 発明者	松井 泰憲
			東京都八王子市石川町2951番地 オリ
			ンパス株式会社内
		(72) 発明者	山下 真司
			東京都八王子市石川町2951番地 オリ
			ンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゲイン調整装置、ゲイン調整プログラム、内視鏡及び内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内視鏡の挿入部に設けられた撮像素子からの撮像信号を伝送すると共に増幅するアナログ処理部の出力をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路からの撮像画像を用いて、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のアナログゲインの総和を算出するアナログ総ゲイン算出部と、

前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のゲインの総和の目標値と前記アナログゲインの総和との差分を調整ゲインとして求めて前記内視鏡のアナログゲインの調整のために前記調整ゲインの情報を出力する調整ゲイン算出部と

を具備したことを特徴とするゲイン調整装置。

【請求項2】

前記アナログデジタル変換回路からの撮像画像を取込む記憶部を具備し、

前記アナログ総ゲイン算出部は、前記記憶部に記憶された撮像画像のうち、明時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像と暗時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像とを用いて、前記アナログゲインの総和を算出する

ことを特徴とする請求項1に記載のゲイン調整装置。

【請求項3】

前記アナログ総ゲイン算出部は、前記明時の撮像画像の統計値と前記暗時の撮像画像の統計値とに基づいて前記撮像素子の光ショットノイズを求め、前記明時の撮像画像の平均

値と前記暗時の撮像画像の平均値とに基づいて明時における前記撮像画像のレベルを求め、求めた光ショットノイズ及び撮像画像のレベルに基づいて前記アナログゲインの総和を算出する

ことを特徴とする請求項2に記載のゲイン調整装置。

【請求項4】

前記統計値は、標準偏差又は分散である

ことを特徴とする請求項3に記載のゲイン調整装置。

【請求項5】

前記記憶部は、前記明時の2フレーム以上の撮像画像と前記暗時の2フレーム以上の撮像画像とを記憶し、

前記アナログ総ゲイン算出部は、前記明時の2フレーム以上の撮像画像同士の差分によって固定パターンノイズを除去し、前記暗時の2フレーム以上の撮像画像同士の差によって固定パターンノイズを除去する

ことを特徴とする請求項2に記載のゲイン調整装置。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか1つに記載のゲイン調整装置からの前記調整ゲインの情報を記録する記録部と、

前記調整ゲインの情報に基づいて前記アナログデジタル変換回路の出力に前記調整ゲインを付加するデジタルアンプと

を具備したことを特徴とする内視鏡。

【請求項7】

請求項1乃至5のいずれか1つに記載のゲイン調整装置からの前記調整ゲインの情報を記録する記録部と、

前記調整ゲインの情報に基づいて前記アナログゲインの総和に前記調整ゲインを付加するように前記アナログ処理部のゲインを制御するアナログゲイン制御部と

を具備したことを特徴とする内視鏡。

【請求項8】

請求項1乃至5のいずれか1つに記載のゲイン調整装置を内蔵した

ことを特徴とする請求項6に記載の内視鏡。

【請求項9】

請求項6又は7に記載の内視鏡と、

前記内視鏡の出力が与えられて所定の画像処理を施すビデオプロセッサとを具備し、

前記ビデオプロセッサは、請求項1乃至5のいずれか1つに記載のゲイン調整装置を有する

ことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項10】

コンピュータに、

内視鏡の挿入部に設けられた撮像素子からの撮像信号を伝送すると共に増幅するアナログ処理部の出力をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路からの撮像画像のうち、明時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像と暗時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像とを用いて、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のアナログゲインの総和を算出する手順と、

前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のゲインの総和の目標値と前記アナログゲインの総和との差分を調整ゲインとして求めて前記内視鏡のアナログゲインの調整のために前記調整ゲインの情報を出力する手順と

を実行させるためのゲイン調整プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アナログゲインのばらつきを調整して高画質化を図ることができるゲイン調

10

20

30

40

50

整装置、ゲイン調整プログラム、内視鏡及び内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子を用いた撮像装置が様々な分野で利用されている。例えば、医療分野においては、診断や処置具を用いた治療等に用いる内視鏡装置として、撮像素子を用いた電子内視鏡装置が採用されることがある。電子内視鏡は、先端側に細長の挿入部を有しており、挿入部の先端に撮像素子が設けられる。また、内視鏡の基端側にはビデオプロセッサに接続するためのコネクタが設けられている。内視鏡で得られた撮像信号は、コネクタを介してビデオプロセッサに供給されて、ビデオプロセッサにおいて内視鏡画像が生成されるようになっている。

10

【0003】

近年、ビデオプロセッサの画像処理は、デジタル化されるようになってきており、撮像素子の出力はデジタル信号に変換されて画像処理に用いられる。この場合、撮像素子による光電変換出力の出力レベルは比較的小さいことから、アナログの撮像素子出力信号は十分に増幅された後、アナログ/デジタル変換器に与えられてデジタル信号に変換されるようになっている。これにより、ビデオプロセッサにおいて、十分な明るさの内視鏡画像を生成して見やすい内視鏡画像を表示することができるようになっている。

【0004】

日本国特開2008-93174号公報においては、画像の明るさが適切な明るさとなるように、AGC回路のゲインを調整する内視鏡装置が開示されている。

20

【0005】

ところで、内視鏡においては、挿入部先端に設けられた撮像素子の出力信号は、挿入部基端側のコネクタ部に内蔵された電気基板（以下、コネクタ部内基板）にケーブルによって電気伝送される。撮像素子出力信号を電気伝送するケーブルの長さは比較的長く、撮像素子出力信号は比較的大きく減衰する。このため、撮像素子の出力信号がコネクタ部内基板に実装されたアナログ/デジタル変換器に供給されるまでの間において、比較的大きなゲインで撮像素子出力信号を増幅する必要がある。

【0006】

しかしながら、大きなゲインで撮像素子出力信号を増幅することから、撮像素子の出力信号レベルの個体差ばらつき、ケーブルの減衰量の個体差ばらつき、増幅器の増幅率の個体差ばらつき等の影響により、画質が劣化しやすいという問題があった。特に、近年、撮像素子の小型化に伴って撮像素子出力信号レベルが小さくなると共に、ケーブルの細径化によってケーブル伝送時の減衰率が大きくなっており、アナログアンプの負荷が大きくなりゲインのばらつきの影響によって画質の劣化が顕在化してしまう。

30

【0007】

本発明は、アナログゲインのばらつきを無くして、画質を向上させることができるゲイン調整装置、ゲイン調整プログラム、内視鏡及び内視鏡装置を提供することを目的とする。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

40

【0008】

本発明の一態様によるゲイン調整装置は、内視鏡の挿入部に設けられた撮像素子からの撮像信号を伝送すると共に増幅するアナログ処理部の出力をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路からの撮像画像を用いて、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のアナログゲインの総和を算出するアナログ総ゲイン算出部と、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のゲインの総和の目標値と前記アナログゲインの総和との差分を調整ゲインとして求めて前記内視鏡のアナログゲインの調整のために前記調整ゲインの情報を出力する調整ゲイン算出部とを具備する。

【0009】

50

また、本発明の一態様による内視鏡は、前記ゲイン調整装置からの前記調整ゲインの情報を記録する記録部と、前記調整ゲインの情報に基づいて前記アナログデジタル変換回路の出力に前記調整ゲインを付加するデジタルアンプとを具備する。

【0010】

また、本発明の他の一態様による内視鏡は、前記ゲイン調整装置からの前記調整ゲインの情報を記録する記録部と、前記調整ゲインの情報に基づいて前記アナログゲインの総和に前記調整ゲインを付加するように前記アナログ処理部のゲインを制御するアナログゲイン制御部とを具備する。

【0011】

また、本発明の一態様による内視鏡装置は、前記内視鏡と、前記内視鏡の出力が与えられて所定の画像処理を施すビデオプロセッサとを具備し、前記ビデオプロセッサは、前記ゲイン調整装置を有する。

10

【0012】

また、本発明の一態様によるゲイン調整プログラムは、コンピュータに、内視鏡の挿入部に設けられた撮像素子からの撮像信号を伝送すると共に増幅するアナログ処理部の出力をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路からの撮像画像のうち、明時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像と暗時の前記撮像素子の出力に基づく前記撮像画像とを用いて、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のアナログゲインの総和を算出する手順と、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のゲインの総和の目標値と前記アナログゲインの総和との差分を調整ゲインとして求めて前記内視鏡のアナログゲインの調整のために前記調整ゲインの情報を出力する手順とを実行させる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るゲイン調整装置を内蔵する内視鏡を含む内視鏡装置を示すブロック図。

【図2】撮像素子からA/D変換器までに存在するアナログゲインの発生源を示す説明図。

【図3】横軸にゲイン発生源の各段をとり縦軸にゲインをとって、図2の各アナログゲインのばらつきを示すグラフ。

30

【図4】補正值算出部40による黒浮き補正及びゲイン調整を説明するためのフローチャート。

【図5】ゲイン補正部36によるゲイン調整を説明するためのグラフ。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0015】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態に係るゲイン調整装置を内蔵する内視鏡を含む内視鏡装置を示すブロック図である。

40

【0016】

まず、図2及び図3を参照して、撮像素子の光電変換出力がアナログ/デジタル変換器(A/D変換器)に与えられるまでの間にアナログ的に生じるゲイン(アナログゲイン)のばらつきについて説明する。図2は撮像素子からA/D変換器までに存在するアナログゲインの発生源を示す説明図であり、図3は横軸にゲイン発生源の各段をとり縦軸にゲインをとって、図2の各アナログゲインのばらつきを示すグラフである。

【0017】

内視鏡は、内視鏡先端の挿入部先端に撮像素子が配置され、撮像素子出力信号(撮像信号)は、内視鏡基端側にケーブルによって伝送される。例えば、内視鏡基端側に接続されたユニバーサルケーブルのコネクタ内、あるいはコネクタによって内視鏡に接続されるビ

50

デオプロセッサ内に、ケーブルによって伝送されたアナログ撮像信号をデジタル信号に変換するA/D変換器が設けられる。

【0018】

図2は、アナログゲインの発生源がフローティングデュフュージョン部1、イメージャ内蔵アンプ2、ケーブル3プリアンプ4及び可変アンプ5（以下、これらを単にアナログアンプともいう）であるものとした場合の例を示している。

【0019】

図2において、撮像素子はフォトダイオードPDを有している。フォトダイオードPDは、光電変換により電子を発生する。この電子は、フローティングデュフュージョン部1において、電圧信号に変換される。このフローティングデュフュージョン部1におけるゲインをコンバージョンゲイン G_c というものとする。また、撮像素子は、イメージャ内蔵アンプ2を内蔵したのものもある。このイメージャ内蔵アンプ2によるゲインをイメージャ内部ゲイン G_n というものとする。撮像信号は、ケーブル3によって伝送される。このケーブル3の抵抗（ケーブル抵抗）、終端抵抗及びマッチング抵抗によるゲイン（減衰）をケーブルゲイン G_k というものとする。一般的に、ケーブル3で伝送される撮像信号を、例えば基板内に配置されたA/D変換器6に供給する前に、基板内のプリアンプ4及び可変アンプ5によって増幅する。撮像信号に対して、プリアンプ4は基板内の回路に必要なレベルのS/Nの良い信号を供給するためのプリゲイン G_p を付与し、可変アンプ5は撮像信号をA/D変換器の入力レンジに応じたレベルに設定するために可変ゲイン G_v を付与する。

【0020】

コンバージョンゲイン G_c 及びイメージャ内部ゲイン G_n （以下、両者を合わせてイメージャゲイン G_i という）は、同一規格の撮像素子であっても、例えばプロセスに応じて撮像素子毎にばらつきを有する。また、ケーブルゲイン G_k も、同一径、同一線長の同一構成のケーブルであっても、例えばインピーダンスのばらつき等によりケーブル毎にばらつきを有する。更に、プリゲイン G_p 及び可変ゲイン G_v についても、基板内のこれらのアンプをアナログによって構成した場合には、同一規格のアンプであってもアンプ毎にばらつきを有する。

【0021】

図3はこれらのゲインのばらつきを示している。図3の実線は、各ゲインの設計値を示している。フローティングデュフュージョン部1の入力時点におけるゲインを基準とすると、イメージャゲイン G_i 及びケーブルゲイン G_k は負の値であり、光電変換出力は、プリアンプ4に供給されるまでの間に減衰する。撮像信号は、プリアンプ4及び可変アンプ5によって増幅されてA/D変換器6に入力される。A/D変換器6の入力時点におけるゲイン（目標値）は、正の値 G_D となる。この値 G_D は設計値であり、実際にはゲインの値にはばらつきが生じる。

【0022】

図3の破線は各アナログアンプにおけるゲインが正の方向にばらついた場合のゲインの変化を示し、図3の一点鎖線は各アナログアンプにおけるゲインが負の方向にばらついた場合のゲインの変化を示している。図3に示すように、ばらつきは各段毎に加算され、A/D変換器6の入力時点においてゲインのばらつきとして想定される最大値は G_H となり、最小値は G_L となる。

【0023】

設計上は、図3の各ゲインの総和、即ち、撮像素子のゲインを含み、光電変換出力がA/D変換されるまでの間に与えられるアナログゲインの総和（以下、アナログ総ゲインという）は G_D である。この設定値（目標値） G_D に従って後段の回路を設計している場合、アナログ総ゲインが最小値 G_L 側にばらつくと、得られる画像は暗くなる。逆に、アナログ総ゲインが最大値 G_H 側にばらつくと、得られる画像は明るくなる反面S/Nが劣化してしまう。

【0024】

10

20

30

40

50

また、撮像素子は、露光量に対して出力がリニアに変化する範囲（線形領域）で使用する必要がある。そして、撮像信号が線形領域の最大値である場合において、増幅した撮像信号がA/D変換器の入力レンジ一杯となるようにゲインを設定すれば、撮像素子出力を有効に使えることになる。この場合において、アナログ総ゲインが最大値GH側にばらつくことを想定してアナログアンプのゲインを設定すると、線形領域を超えた領域が映像に現れることはない反面、線形領域に割当てられるレンジが小さくなって画質が劣化する。逆に、アナログ総ゲインが最小値GL側にばらつくことを想定してアナログアンプのゲインを設定すると、出力レベルが線形領域の最大値側の所定領域はA/D変換器の入力レンジを超えてしまい、光量に対する撮像信号が画素毎に非線形で得られる領域が映像に現れる、ざらついたような固定パターンノイズ（飽和ざら）が発生し画質が劣化する。

10

【0025】

つまり、アナログ総ゲインが最小値GL側にばらつく場合、画像は暗くなり、またそれを想定してゲイン設定を行うと画質も劣化する。逆に、ゲインが最大値GH側にばらつく場合、S/Nが劣化し、またそれを想定してゲイン設定を行うと、ダイナミックレンジが小さくなって画質が劣化する。

【0026】

このように、アナログ総ゲインが設計値からばらつくことによって、画質が劣化する等の問題が生じる。この場合でも、撮像素子のサイズが比較的大きく、撮像信号レベルが比較的大きい場合には、アナログ総ゲインとして必要なゲインも比較的小さくてよく、その分ばらつきも小さいことから、画質の劣化は顕著ではなく、比較的問題は小さい。

20

【0027】

しかしながら、小型化によって撮像素子のサイズが小さくなって撮像信号レベルが小さくなり、また、ケーブルの細径化によって伝送時の負のゲインが増加すると、アナログ総ゲインとして必要なゲインが大きくなり、その分ばらつきも大きくなってしまう。このため、上述の問題が顕在化してしまう。

【0028】

そこで、本実施の形態においては、撮像素子の光電変換出力から撮像信号のデジタル変換までの各アナログアンプによるアナログ総ゲインを算出し、算出結果を元に、個体差によりばらついたゲインを設計値GDに戻すようにゲイン調整を行う。即ち、アナログ総ゲインとゲイン調整によるゲイン（以下、調整ゲインという）との和のゲイン（以下、総ゲインという）を設計値GDに一致させることで、小型化、細径化等に拘わらず、画質を向上させるようになっている。なお、調整ゲインは、A/D変換前のアナログ信号に対して付加してもよく、A/D変換後のデジタル信号に対して付加してもよい。

30

【0029】

図1において、内視鏡装置1は内視鏡10及びビデオプロセッサ50によって構成されている。内視鏡10には例えばCCD等によって構成された撮像素子11が例えば内視鏡挿入部先端に設けられている。撮像素子11は、図示しない光源から照射された照明光の被写体反射光が、挿入部先端に設けられた図示しない光学系を介して入射されるようになっている。光学系によって被写体からの光学像が撮像素子11の撮像面に結像される。撮像素子11は各画素に入射した光を光電変換する。光電変換によって得られた電気信号は、図2のフローティングデュフュージョン1及びイメージャ内蔵アンプ2を介して撮像信号として出力されるようになっている。

40

【0030】

撮像素子11からの撮像信号はケーブル3によって内視鏡基端側に伝送される。ケーブル3は、内視鏡10内及び図示しないユニバーサルケーブル内に挿通されており、撮像信号は、例えばユニバーサルケーブルのコネクタ内に設けられた基板13に伝送される。コネクタがビデオプロセッサ50に接続されることで、基板13に搭載された回路とビデオプロセッサ40とは電氣的に接続されるようになっている。

【0031】

基板13内には、プリアンプ4、AFE（アナログフロントエンド）15及びFPGA

50

(Field Programmable Gate Array) 16 が構成されている。プリアンプ 4 は、撮像信号をプリゲイン G_p によって増幅した後、AFE 15 に出力する。

【0032】

プリアンプ 4 からの撮像信号は、AFE 15 内の CDS (Correlation Double Sampling) アンプ 21 に与えられる。CDS アンプ 21 は入力されたアナログ信号を相関二重サンプリング処理して、所定のゲインを付加して AGC 回路 22 に出力する。AGC 回路 22 は、CDS アンプ 21 の出力に所定のゲインを付加して A/D 変換器 6 に出力する。これらの CDS アンプ 21 及び AGC 回路 22 によって、図 2 の可変アンプ 5 が構成される。

【0033】

CDS アンプ 21 及び AGC 回路 22 のゲインは、設定部 24 によって設定されるようになっている。CDS アンプ 21 及び AGC 回路 22 によるゲインは可変であり、これらの回路によるゲインの和が図 2 の可変ゲイン G_v に相当する。この可変ゲイン G_v は、AGC 回路 22 の出力信号を A/D 変換器 6 の入力レンジに応じたレベルに設定するための値に設定される。

【0034】

A/D 変換器 6 は入力された撮像信号をデジタル信号に変換して出力する。A/D 変換器 6 からのデジタル撮像信号 (撮像画像) は FPGA 16 に供給される。FPGA 16 には、映像処理部 30、タイミングジェネレータ (TG) 48 及び駆動信号生成部 49 が構成されている。TG 30 は、FPGA 16 の各部を駆動するために必要なクロック等を含む各種信号を生成して映像処理部 30 及び駆動信号生成部 49 に出力する。駆動信号生成部 49 は、TG 30 の出力信号が与えられて、撮像素子 11 を動作させるのに必要なクロック及び各種駆動信号を生成して撮像素子 11 に供給するようになっている。

【0035】

FPGA 16 の黒浮き補正部 35 には A/D 変換器 6 からの撮像信号が与えられる。黒浮き補正部 35 は、後述する黒浮き補正值算出部 41 から黒浮き補正值が与えられ、黒浮き補正值を用いて撮像信号の黒レベルを補正して映像のオフセット成分を除去する。黒浮き補正部 35 の出力信号はゲイン補正部 36 に与えられるようになっている。

【0036】

本実施の形態においては、ゲイン補正部 36 は、デジタルアンプによって構成されており、後述するゲイン補正值記録部 45 から調整ゲイン G_B が与えられて、入力された撮像信号に調整ゲイン G_B を付加するようになっている。即ち、ゲイン補正部 36 は、撮像信号の総ゲインを設計値 (目標値) G_D に一致させるためのゲイン調整を行う。ゲイン補正部 36 の出力はデジタルゲイン部 37 に供給される。デジタルゲイン部 37 は、入力された撮像信号に所定のゲインを付加して映像出力部 38 に出力する。映像出力部 38 は、入力された撮像信号に所定の映像処理を施すことによって映像信号を生成してビデオプロセッサ 50 に出力するようになっている。

【0037】

本実施の形態においては、調整ゲイン G_B は、補正值算出部 40 によって算出されるようになっている。補正值算出部 40 は、黒浮き補正值算出部 41、メモリ部 42 及び調整ゲイン算出部 43 によって構成される。記憶部としてのメモリ部 42 は、A/D 変換器 6 からの撮像信号 (撮像画像) が順次与えられて記憶するようになっている。黒浮き補正值算出部 41 は、A/D 変換器 6 及びメモリ部 42 から撮像画像が与えられて、後述の手法により黒浮き補正に用いる映像のオフセット成分を算出して黒浮き補正值として黒浮き補正部 35 に与えるようになっている。

【0038】

調整ゲイン算出部 43 は、黒浮き補正值算出部 41 及びメモリ部 42 の出力信号が与えられて、後述の手法により調整ゲイン G_B を算出し、算出結果をゲイン補正值記録部 45 に出力する。ゲイン補正值記録部 45 は、例えば、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリによって構成してもよく、与えられた調整ゲイン G_B を記録すると共に、ゲイン補正部 3

10

20

30

40

50

6 に出力する。

【0039】

なお、映像処理部30には、パラメータ記録部32が設けられている。パラメータ記録部32は、CDSアンプ21及びAGC回路22による可変ゲインGvを決定するためのパラメータを記録している。パラメータ設定部31は、パラメータ記録部32に記録されているパラメータを読み出して、可変ゲインGvを求め、可変ゲインGvを設定するための設定値をAFE15の設定部24に出力するようになっている。設定部24は、可変ゲインGvを設定するための設定値が与えられ、この設定値に基づいてCDSアンプ21及びAGC回路22のゲインをそれぞれ設定するようになっている。

【0040】

(アナログ総ゲインの算出方法)

いま、撮像素子11において光電変換によって発生する信号の平均電子数をNsigとする。信号の電子数の平均値μは、下記(1)に示すように、平均電子数Nsigにゲイン値Gを掛けた値として得られる。

【0041】

$$Nsig \times G = \mu \quad \dots (1)$$

Nsigには暗時ノイズと光ショットノイズとが混入する。暗時ノイズは撮像素子への入射光量の有無に拘わらず発生する比較的一定のレベルのノイズであり、光ショットノイズは撮像素子への入射光量に従ってレベルが変動するノイズである。即ち、光ショットノイズによる信号出力標準偏差は、ポアソン分布に従い、下記(2)式の関係が成り立つ。

【0042】

$$Nsig^{1/2} \times G = \sigma \quad \dots (2)$$

上記(2)式から下記(3)式が成立する。

【0043】

$$G = \sigma^2 / \mu \quad \dots (3)$$

撮像素子出力に順次ゲインが付加されたとしても、上記(3)式の関係は変化しない。従って、アナログ総ゲインは、上記(3)式によって求められる。しかし、上記(3)式が成立するのは光ショットノイズのみであり、暗時ノイズ成分を考慮する必要がある。そこで上記(3)式における標準偏差σを算出する上で光ショットノイズは、暗時には含まれないことから、光ショットノイズが含まれる明時の標準偏差σ_{light}から暗時の標準偏差σ_{dark}を減算することで暗時ノイズ成分を除去した後、上記(3)式の演算を行う。

【0044】

$$\sigma^2 = \sigma_{light}^2 - \sigma_{dark}^2 \quad \dots (4)$$

このように、暗時ノイズ成分を除去するためには、明時と暗時に対してそれぞれ少なくとも2フレーム分の撮像信号が必要である。例えば、カラム成分に発生するオフセット成分等に起因して固定パターンノイズが発生する。この固定パターンノイズを除去するためには、2フレーム間で減算を行えばよい。以上から、本実施の形態においては、明時の2フレームと暗時の2フレームの計4フレームの撮像画像を用いて、アナログ総ゲインを算出するようになっている。

【0045】

補正值算出部40は、メモリ部42に明時2フレーム、暗時2フレームの計4フレーム分の撮像信号を記憶させるようになっている。黒浮き補正值算出部41は、暗時における2フレームの差分の平均値から映像のオフセット分を求めて、黒浮き補正值として黒浮き補正部35及び調整ゲイン算出部43に出力する。調整ゲイン算出部43は、明時及び暗時の計4フレームの撮像信号を用いて、明時における光ショットノイズと信号成分の平均値を求めて、上記(3)式からアナログ総ゲインを算出する。調整ゲイン算出部43は、算出したアナログ総ゲインと目標とする総ゲイン(設計値)GDとの差分を調整ゲインG

10

20

30

40

50

Bとして算出する。

【0046】

次に、このように構成された実施の形態の動作について図4及び図5を参照して説明する。図4は補正值算出部40による黒浮き補正及びゲイン調整を説明するためのフローチャートである。

【0047】

本実施の形態においては、ゲイン調整装置による調整ゲインの算出は、例えば、内視鏡10の工場出荷時に実施すればよい。上述したように、調整ゲインの算出のために明時の2フレーム及び暗時の2フレームの撮像画像を用いる。明時の2フレームの撮像画像を取得するために、図4のステップS1において、明時被写体をセットする。明時被写体としては、例えば、内視鏡挿入部の先端に取り付けるホワイトバランス調整用のホワイトキャップを用いてもよい。次のステップS2において、複数フレームの撮像画像を取得する。例えば、2フレームの撮像画像を連続的に撮影することにより、明時の2フレームの撮像画像を取得する。また、算出した調整ゲインを平均化することで算出精度を向上させる場合には、明時の2フレームの撮像画像を複数回取得してもよい。

10

【0048】

撮像素子11によって取得された複数フレームの撮像信号は、ケーブル3を介して基板10のプリアンプ4に供給される。撮像信号はプリアンプ4によって増幅されてAFE15に与えられる。AFE15のCDSアンプ21及びAGC回路22は、設定部24の設定値に従って入力された撮像信号を増幅してA/D変換器6に出力する。撮像素子11の明時の光電変換出力は、イメージゲイン G_i 、ケーブルゲイン G_k 、プリゲイン G_p 及び可変ゲイン G_v が付与された後、A/D変換器6に供給されることになる。

20

【0049】

A/D変換器6は、入力された撮像信号をデジタル信号に変換して、FPGA16内の映像処理部30に出力する。デジタル撮像信号は、黒浮き補正部35並びに補正值算出部40の黒浮き補正值算出部41及びメモリ部42に与えられる。

【0050】

調整ゲイン算出部43は、例えば、連続した2フレームの画像同士の差分を求める(ステップS3)。この差分演算によって、撮像された明時の画像に含まれる固定パターンノイズは除去される。調整ゲイン算出部43は、差分結果の画像(差画像)の分散値 σ^2 を算出する(ステップS5)。差画像からは固定パターンノイズは除去されているが、暗電流ノイズ及び光ショットノイズを含むランダムノイズは含まれたままである。分散値 σ^2 は、暗電流ノイズの影響を受けた光ショットノイズの分散値である。

30

【0051】

また、調整ゲイン算出部43は、ステップS4において、明時に撮像された複数フレームの画像の平均値を算出する。この平均化によって、暗電流ノイズ及び光ショットノイズを含むランダムノイズは除去される。こうして、ステップS4の平均化処理によって、明時画像の信号レベル μ が求められる。

【0052】

次に、暗時の2フレームの画像を取得するために、暗時被写体をセットする(ステップS6)。例えば、内視鏡先端の撮像素子11の入射面を遮光して撮像を行う。次のステップS7において、複数フレームの画像を取得する。例えば、2フレームの画像を連続的に撮影することにより、暗時の2フレームの画像を取得する。また、算出した調整ゲインを平均化することで算出精度を向上させる場合には、暗時の2フレームの画像を複数回取得してもよい。

40

【0053】

撮像素子11によって取得された複数フレームの撮像信号は、ケーブル3、プリアンプ4、CDSアンプ21及びAGC回路22を介してA/D変換器6に供給される。こうして、撮像素子11の暗時における光電変換出力は、イメージゲイン G_i 、ケーブルゲイン G_k 、プリゲイン G_p 及び可変ゲイン G_v が付与された後、A/D変換器6に供給され

50

ることになる。

【 0 0 5 4 】

A / D 変換器 6 は、入力された撮像信号をデジタル信号に変換する。このデジタル撮像信号は、黒浮き補正部 3 5 並びに補正值算出部 4 0 の黒浮き補正值算出部 4 1 及びメモリ部 4 2 に与えられる。調整ゲイン算出部 4 3 は、例えば、連続した 2 フレームの画像同士の差分を求める (ステップ S 8)。この差分結果は、固定パターンノイズが除去された暗時の画像である。調整ゲイン算出部 4 3 は、ステップ S 1 0 において、差分結果の画像 (差画像) の分散値 σ^2 を算出する。分散値 σ^2 は、光ショットノイズのレベルが 0 の暗電流ノイズの分散値である。なお、アナログ総ゲインの算出に分散値でなく標準偏差を用いてもよい。

10

【 0 0 5 5 】

また、黒浮き補正值算出部 4 1 及び調整ゲイン算出部 4 3 は、ステップ S 9 において、暗時に撮像された複数フレームの画像の平均値を算出する。この平均化によって、暗電流ノイズは除去される。こうして、ステップ S 9 の平均化処理によって、暗時画像の信号レベル μ が求められる。この信号レベル μ は、以後黒浮き補正值算出部 4 1 及び調整ゲイン算出部 4 3 の両方で用いるようになっており、いずれか一方の算出部で求めて他方に与えるようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

なお、ステップ S 9 の平均化処理は、暗時における画像の信号レベル、即ち、映像のオフセット分を得るものである。黒浮き補正值算出部 4 1 は、暗時画像の平均化処理によって求めた信号レベル μ から黒浮きレベルを求める。例えば、黒浮き補正值算出部 4 1 は、信号レベル μ をそのままオフセット分として用いてもよい。

20

【 0 0 5 7 】

黒浮き補正值算出部 4 1 は、黒浮き補正精度を向上させるために、2 フレームの画像から複数回黒浮きレベルを求めて、求めた黒浮きレベルを平均化するようにしてもよい (ステップ S 2 2)。黒浮き補正值算出部 4 1 は、求めた黒浮きレベルを補正するための黒浮きレベル補正值を算出して、黒浮き補正部 3 5 に出力する (ステップ S 2 3)。実際の撮像時において、黒浮き補正部 3 5 は、黒浮きレベル補正值を用いて、入力された画像の黒浮きレベルを補正して出力する。

【 0 0 5 8 】

一方、調整ゲイン算出部 4 3 は、ステップ S 1 1 においてアナログ総ゲインを算出する。即ち、調整ゲイン算出部 4 3 は、ステップ S 5 において求めた明時の分散値 σ^2 からステップ S 1 0 において求めた暗時の分散値 σ^2 を減算することによって、暗電流ノイズの影響を除去した光ショットノイズの分散値 σ^2 を得る。また、調整ゲイン算出部 4 3 は、ステップ S 4 において求めた明時の画像平均値 μ からステップ S 9 において求めた暗時の画像平均値 μ を減算することによって、明時における画像の平均値 μ を得る。調整ゲイン算出部 4 3 は、求めた分散値 σ^2 と平均値 μ とから上記 (3) 式に基づいてアナログ総ゲインを求める。

30

【 0 0 5 9 】

調整ゲイン算出部 4 3 は、ゲインばらつきの補正精度を向上させるために、4 フレームの画像から複数回アナログ総ゲインを求めて、求めたアナログ総ゲインを平均化するようにしてもよい (ステップ S 1 2)。調整ゲイン算出部 4 3 は、求めたアナログ総ゲインと目標とする総ゲイン (設計値) G_D との差分を調整ゲイン G_B として算出する (ステップ S 1 3)。調整ゲイン算出部 4 3 は、求めた調整ゲイン G_B をゲイン補正值記録部 4 5 に与えて記録させる。

40

【 0 0 6 0 】

こうして、工場出荷時において、撮像素子 1 1、ケーブル 3、プリアンプ 4、CDS アンプ 2 1 及び A/GC 回路 2 2 の各ゲインのばらつきを補正する調整ゲイン G_B が補正值記録部 4 5 に格納される。なお、撮像素子 1 1、ケーブル 3 及び基板 1 3 の組み合わせは多種あるが、一般的には、ユーザが内視鏡 1 0 から撮像素子 1 1、ケーブル 3 を交換するこ

50

とはなく、これらの交換は工場において行われる。従って、ゲイン補正值記録部 4 5 は、撮像素子 1 1、ケーブル、基板 1 3 の複数の組み合わせに対応した複数の調整ゲイン G B を記録する必要はなく、工場出荷時に求めた調整ゲイン G B のみを記録すればよい。

【 0 0 6 1 】

実使用時において、黒浮き補正部 3 5 の出力はゲイン補正部 3 6 を介してデジタルゲイン部 3 7 に供給される。ゲイン補正部 3 6 は、ゲイン補正值記録部 4 5 によって調整ゲイン G B が設定されて、黒浮き補正部 3 5 の出力に調整ゲイン G B を付与して出力する。ゲイン補正部 3 6 は、デジタルアンプによって構成されており、正確なゲイン調整が可能である。

【 0 0 6 2 】

図 5 はゲイン補正部 3 6 によるゲイン調整を説明するためのグラフである。図 5 は横軸に増幅するアンプの各段をとり縦軸にゲインをとって、図 3 と同様の表記方法によって、ゲイン調整の結果を示している。図 5 において、実線はゲインの設計値に従ったアナログ総ゲインの変化、破線は最大のアナログ総ゲイン G H が得られる場合の変化、一点鎖線は最小のアナログ総ゲイン G L が得られる場合の変化、2 点鎖線（太線）は実際のゲインのばらつき及び調整の結果による総ゲインの変化を示している。

【 0 0 6 3 】

図 5 の例では、調整ゲイン算出部 4 3 は、アナログ総ゲインの値 G A を算出する。調整ゲイン算出部 4 3 は、目標とするゲイン G D から G A を減算して、調整ゲイン G B を算出する。この調整ゲイン G B はゲイン補正值記録部 4 5 に記録される。ゲイン補正部 3 6 は、入力された撮像信号に対して、ゲイン補正值記録部 4 5 により設定された調整ゲイン G B を付加して出力する。こうして、光電変換出力に対して A / D 変換前までに付与されたアナログ総ゲイン G A に、A / D 変換後において調整ゲイン G B が付加されて、総ゲインは目標値 G D となる。

【 0 0 6 4 】

このように本実施の形態においては、明時における光ショットノイズ及び信号の平均値に基づいて、光電変換出力から A / D 変換までに付加されるアナログ総ゲインを算出し、算出結果に基づいて総ゲインが設計値に一致するようにゲイン調整を行うようになっている。このように、アナログゲインのばらつきを補正して、総ゲインを目標とする設計値に一致させることができることから、S / N が良好な十分な明るさの画像を得ることができる。また、アナログゲインのばらつきを考慮することなく、撮像信号の線形領域を A / D 変換器の入力レベルに一致させるゲイン設計が可能であることから、A / D 変換器のダイナミックレンジを有効に使ったゲイン設計が可能であり、画質の劣化の少ない十分な明るさの画像を得ることができる。これにより、小型化によって撮像信号レベルが小さくなり、また、ケーブルの細径化によって伝送時の負のゲインが増加した場合でも、ゲインのばらつきを相殺することができ、高画質化を図ることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、上記実施の形態においては、A / D 変換前のアナログ総ゲインを算出し、A / D 変換後にデジタルアンプによって算出したアナログ総ゲインに基づいてゲイン調整する例について説明したが、A / D 変換前にアナログアンプを用いてゲイン調整を行ってもよい。この場合には、アナログアンプに調整ゲインを設定したとしても、アナログアンプのばらつきによって調整ゲインもばらついてしまうので、フィードバック補正を行って、総ゲインを目標値に一致させる必要がある。

【 0 0 6 6 】

また、上記実施の形態においては、アナログ総ゲインに調整ゲインを追加することで、総ゲインが目標値に一致するように制御したが、アナログ総ゲインを与えるゲイン発生源のゲインを調整することで、総ゲイン = アナログ総ゲインを目標値に一致させるようにしてもよい。例えば、A F E 回路内の A G C 回路のゲインを調整するようにしてもよい。この場合には、（アナログ総ゲイン - ゲイン調整前の A G C 回路によるゲイン + ゲイン調整後の A G C 回路のゲイン） = 総ゲインが目標値に一致するようにすればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

ところで、上記実施の形態におけるゲイン調整装置は、補正值算出部 4 0、ゲイン補正值記録部 4 5 及びゲイン補正部 3 6 によって構成される。本実施の形態においては、ゲイン調整装置が内視鏡 1 0 に内蔵されている例を説明した。しかし、例えば、内視鏡の工場出荷時においてゲイン補正值記録部 4 5 に調整ゲインの情報を格納しておけばよく、補正值算出部 4 0 を内視鏡に内蔵しておく必要はない。即ち、内視鏡内には、ゲイン補正值記録部 4 5 及びゲイン補正部 3 6 のみを内蔵すればよい。

【 0 0 6 8 】

更に、上述したように、アナログアンプによって調整ゲインを付加する構成にした場合には、ゲイン補正部 3 6 も省略可能である。この場合には、例えば、パラメータ設定部 3 1 がパラメータ記録部 3 2 及びゲイン補正值記録部 4 5 の情報を元に、設定部 2 4 に与える情報を求めるようにしてもよい。

10

【 0 0 6 9 】

従って、ゲイン調整装置は、内視鏡内に内蔵する必要はなく、例えば撮像信号を内視鏡から出力することができれば、ゲイン調整装置をビデオプロセッサ内や内視鏡装置の外部に設けてもよい。

【 0 0 7 0 】

更に、上記実施の形態においては、メモリ部 4 2 に明時及び暗時の撮像画像を記憶させて、上述した分散等の統計値を求める例を説明した。しかし、撮像素子として固定パターンノイズが十分に小さい素子を用いた場合、または算出するアナログ総ゲインの値をおおよその近似値として求めるような場合には、画像の平均値の相関は高いことから、1フレーム前の画像の平均値を用いることで、分散や標準偏差は求められる可能性がある。このため、メモリ部 4 2 を省略した場合でも、撮像画像から得られる分散や標準偏差等の統計値を取り込むことで、調整ゲイン算出部 4 3 においてアナログ総ゲインを算出することが可能である。また、このような統計値を記憶するメモリを設けてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

また、ゲイン調整装置による調整ゲインの算出処理は、調整ゲインの算出処理を記述したプログラムをコンピュータに実行させることによってソフトウェア処理によって得ることも可能である。

【 0 0 7 2 】

本発明は、上記実施形態にそのまま限定されるものではなく、実施段階では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、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素の幾つかの構成要素を削除してもよい

30

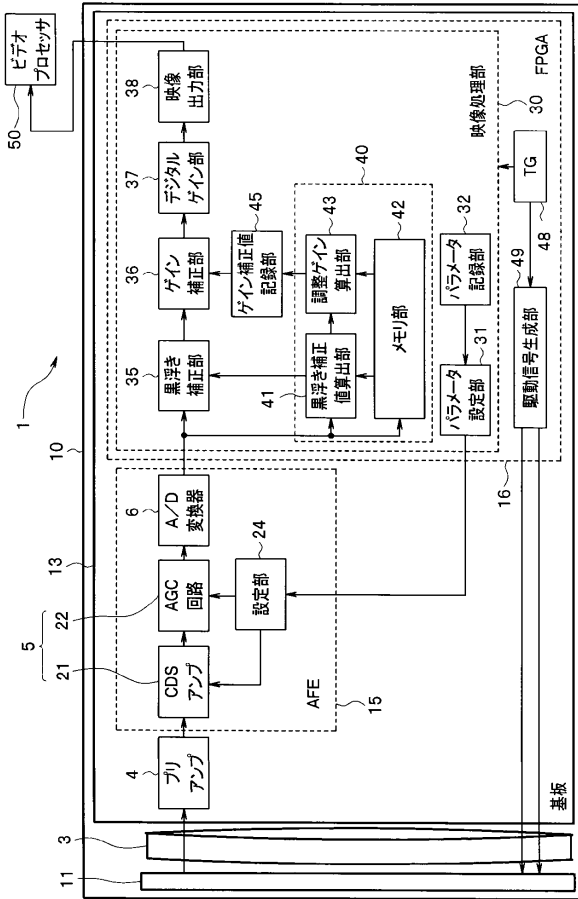
本出願は、2016年1月12日に日本国に出願された特願2016-003899号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲に引用されるものとする。

【要約】

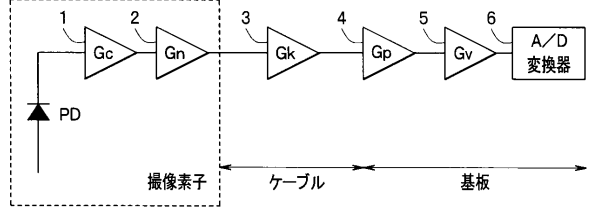
ゲイン調整装置は、内視鏡の挿入部に設けられた撮像素子からの撮像信号を伝送すると共に増幅するアナログ処理部の出力をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路からの撮像画像を用いて、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のアナログゲインの総和を算出するアナログ総ゲイン算出部と、前記撮像素子の光電変換出力から前記アナログデジタル変換回路の入力までの間のゲインの総和の目標値と前記アナログゲインの総和との差分を調整ゲインとして求めて前記内視鏡のアナログゲインの調整のために前記調整ゲインの情報を出力する調整ゲイン算出部とを具備する。

40

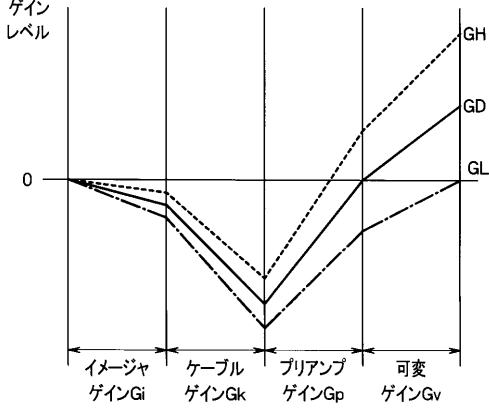
【図1】



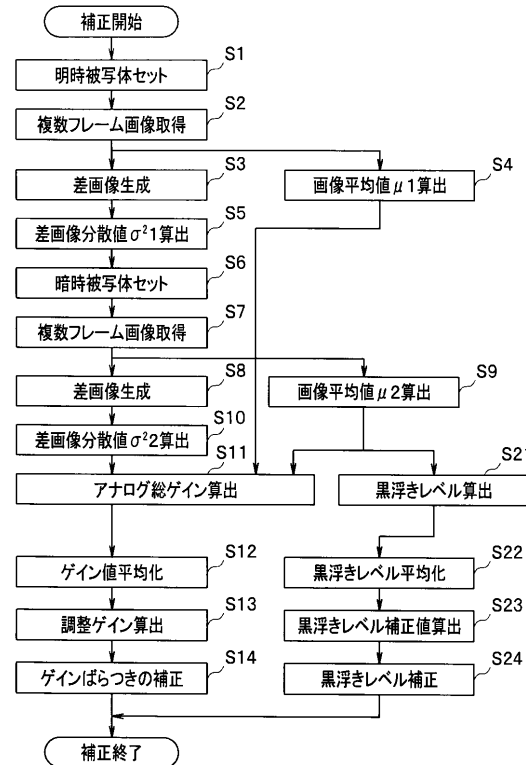
【図2】



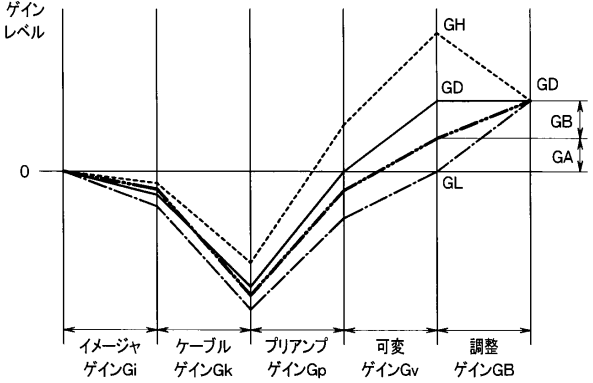
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 田辺 譲
東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 松野 悠大
東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

審査官 門田 宏

- (56)参考文献 特開2008-93174(JP,A)
特開2009-106442(JP,A)
特開2014-204892(JP,A)
特開2003-319905(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| A61B | 1/04 |
| G02B | 23/24 |

专利名称(译)	增益调节装置，增益调节程序，内窥镜和内窥镜装置		
公开(公告)号	JP6150969B1	公开(公告)日	2017-06-21
申请号	JP2017516803	申请日	2016-10-06
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	松井泰憲 山下真司 田辺譲 松野悠大		
发明人	松井 泰憲 山下 真司 田辺 譲 松野 悠大		
IPC分类号	A61B1/045 A61B1/00 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/045.610 A61B1/00.680 G02B23/24.B		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
审查员(译)	门田弘		
优先权	2016003899 2016-01-12 JP		
其他公开文献	JPWO2017122397A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

增益调整装置使用来自模拟数字转换电路的成像图像，该模拟数字转换电路将模拟处理单元的输出转换成数字信号，该模拟处理单元的输出将来自设置在内窥镜的插入单元中的图像传感器的成像信号发送并放大。从图像拾取装置的光电转换输出到模数转换电路的输入，用于计算模拟增益之和的模拟总增益计算单元，并且从图像拾取装置的光电转换输出到模数转换电路的输入。调节增益计算单元获得增益之和的目标值与模拟增益之和之间的差作为调节增益，并输出用于调节内窥镜的模拟增益的调节增益的信息。要做。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B1)	(11) 特許番号 特許第6150969号 (P6150969)
(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)	(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)	
(51) Int. Cl.	F 1	
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045	6 1 0
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00	6 8 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24	B
請求項の数 10 (全 14 頁)		
(21) 出願番号 特願2017-516803(P2017-516803)	(73) 特許権者 000000376	オリンパス株式会社
(86) (22) 出願日 平成28年10月6日(2016.10.6)	(74) 代理人 100076233	東京都八王子市石川町2951番地
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/079792	(74) 代理人 伊藤 進	弁理士
審査請求日 平成29年3月27日(2017.3.27)	(74) 代理人 100101661	弁理士 長谷川 靖
(31) 優先権主張番号 特願2016-3899(P2016-3899)	(74) 代理人 100135932	弁理士 藤浦 治
(32) 優先日 平成28年1月12日(2016.1.12)	(72) 発明者 松井 泰憲	東京都八王子市石川町2951番地 オリ
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	(72) 発明者 山下 真司	ンバス株式会社内
早期審査対象出願	(72) 発明者 松野 悠大	東京都八王子市石川町2951番地 オリ
		ンバス株式会社内
		最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 ゲイン調整装置、ゲイン調整プログラム、内視鏡及び内視鏡装置		