

(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2014-176449
(P2014-176449A)

(43) 公開日 平成26年9月25日 (2014. 9. 25)

(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 A	2 H 0 4 O
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 B	4 C 1 6 1
G O 2 B 23/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 6 2 A	
	A 6 1 B 1/04 3 7 O	
	G O 2 B 23/24 B	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 26 頁)		

(21) 出願番号	特願2013-51345 (P2013-51345)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成25年3月14日 (2013. 3. 14)		パナソニック株式会社
		(74) 代理人	110001379
			特許業務法人 大島特許事務所
		(72) 発明者	森村 淳
			福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パ
			ナソニックシステムネットワークス株式会
			社内
		(72) 発明者	魚森 謙也
			福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パ
			ナソニックシステムネットワークス株式会
			社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 内視鏡

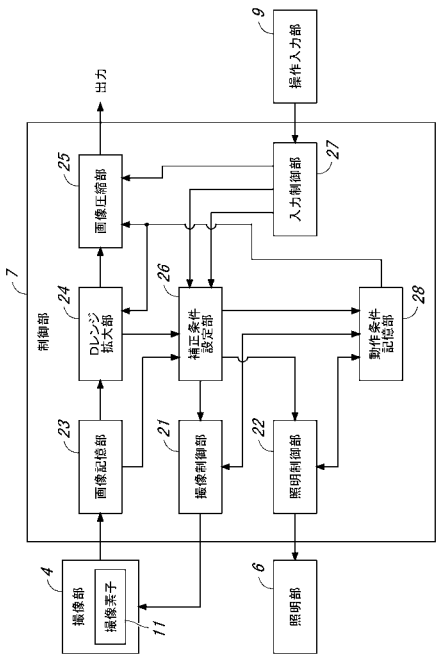
(57) 【要約】

【課題】高いフレームレートを確保しつつ、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができるようにする。

【解決手段】撮像素子11の露光時間を変更可能な撮像部4と、撮像範囲を複数に分割した領域ごとの照明強度を個別に調整可能な照明部6と、撮像画像から領域別照明補正量を求めて領域ごとの照明強度を補正制御する領域分割照明制御、および撮像画像から露光補正量を求めて露光時間を補正制御する露光時間制御を並行して実行する制御部7とを備えたものとする。特に、ダイナミックレンジ拡大部24を備え、撮像部は、露光時間を変更して複数回の撮像を行い、ダイナミックレンジ拡大部は、露光時間の異なる複数の撮像画像からダイナミックレンジ拡大画像を生成し、制御部は、露光時間の異なる複数の撮像画像およびダイナミックレンジ拡大画像から領域別照明補正量および露光補正量を取得するものとする。

。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

観察対象の内部に挿入されてその観察対象の内部の被写体を照明しながら撮像する内視鏡であって、

撮像素子の露光時間を変更可能な撮像部と、

この撮像部による撮像範囲を複数に分割した領域ごとの照明強度を個別に調整可能な照明部と、

前記撮像部による撮像で取得した撮像画像に基づいて領域別照明補正量および露光補正量を求めて、前記領域ごとの照明強度を補正制御する領域分割照明制御、および前記露光時間を補正制御する露光時間制御を並行して実行すると共に前記撮像画像に対してダイナミックレンジ拡大処理を行う制御部と、を備えたことを特徴とする内視鏡。

10

【請求項 2】

前記撮像部は、前記露光時間を変更して複数回の撮像を行い、

前記ダイナミックレンジ拡大処理は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像を用いてダイナミックレンジの拡大を行って、ダイナミックレンジ拡大画像を生成し、

前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像に基づいて前記露光補正量を取得し、前記ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて前記領域別照明補正量を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 3】

前記撮像部は、前記露光時間を変更して複数回の撮像を行い、

前記ダイナミックレンジ拡大処理は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像を用いてダイナミックレンジの拡大を行って、ダイナミックレンジ拡大画像を生成し、

前記制御部は、前記撮像画像に基づいて前記領域別照明補正量および前記露光補正量を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

20

【請求項 4】

前記制御部は、前記ダイナミックレンジ拡大画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記領域別照明補正量を取得することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡。

【請求項 5】

前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記領域別照明補正量を取得することを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡。

30

【請求項 6】

前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記露光補正量を取得することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の内視鏡。

【請求項 7】

前記照明部は、光出射部から遠い被写体の部分を主に照明する第 1 の照明部と、前記光出射部に近い被写体の部分を主に照明する第 2 の照明部と、を備え、前記第 1 の照明部が、前記撮像範囲の中心部に位置する前記領域を担当し、前記第 2 の照明部が、前記撮像範囲の外周部に位置する前記領域を担当することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の内視鏡。

40

【請求項 8】

前記第 2 の照明部として、少なくとも 2 つの光出射部を備え、各光出射部から出射される光の光軸は交差状態であることを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡。

【請求項 9】

前記領域は、前記撮像範囲の中心点を中心とした円形の境界線と、前記撮像範囲の中心点から放射状に延びた境界線とにより分割されていることを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡。

【請求項 10】

50

前記領域別照明補正量は、前記領域別照明強度に対する補正割合が大きく設定され、前記露光補正量は、前記露光時間に対する割合が小さく設定されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項 1 1】

前記制御部は、前記領域ごとの明るさと基準値との差分を平均化して、その平均値の大きさに応じて前記露光補正量を取得することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項 1 2】

前記制御部は、前記差分が大きな所定数の前記領域を選択して、その選択された一部の領域を対象にして前記差分を平均化することを特徴とする請求項 1 1 に記載の内視鏡。

10

【請求項 1 3】

前記領域の選択数に関する情報をユーザの操作により入力する操作入力部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 2 に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、観察対象の内部に挿入されてその観察対象の内部の被写体を照明しながら撮像する内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

内視鏡には、人の身体などの観察対象の内部に挿入される挿入部の先端部に撮像素子を配置して、この撮像素子による撮像で得られた画像をモニターに表示させるようにした、いわゆる電子内視鏡が広く普及している。この種の内視鏡では、被写体を照明する光を挿入部の先端部から出射して撮像に必要な光量を確保するようにしている。

20

【0 0 0 3】

さて、内視鏡を用いて管状臓器を観察する場合、内視鏡の光出射部に近い部位では、照度が過度に高くなることで画像に白飛びが発生し、逆に内視鏡の光出射部から離れた部位では、照度が過度に低くなることで画像に黒潰れ（黒沈み）が発生するという問題があった。

【0 0 0 4】

このような白飛びおよび黒潰れの問題に対して、撮像範囲を複数の領域に分割し、その領域ごとに輝度に対する重み付けを変えて画像全体の明るさを検出して、その明るさに基づいて照明強度を制御する技術が知られている（特許文献 1 参照）。この技術によると、重視すべき領域の輝度を適切に制御して白飛びを改善することができる。

30

【0 0 0 5】

また、同様に撮像範囲を複数の領域に分割し、その領域ごとの明るさを検出するとともに、領域ごとに照明強度を調整可能に照明部を構成して、検出された領域ごとの明るさに基づいて領域ごとの照明強度を調整する技術が知られている（特許文献 2 参照）。この技術によると、画像の領域ごとの明るさを一定の範囲に納めることで、白飛びおよび黒潰れを改善することができる。

40

【0 0 0 6】

また、撮像された画像全体で最高となる明るさを検出して、その明るさに基づいて撮像素子の有効電荷蓄積時間（全蓄積時間から無効蓄積時間を差し引いた時間）を制御する技術が知られている（特許文献 3 参照）。この技術によると、画像全体の明るさを一定のレベル以下に制限することで、白飛びを改善することができる。

【0 0 0 7】

また、撮像素子の電荷蓄積時間を変えて、またフィルタにより照射光量を変えて撮像を行い、得られた複数の画像を合成するダイナミックレンジ拡大処理により、広ダイナミックレンジの合成画像を生成するとともに、照明ムラを排除する画像補正処理を行う技術が知られている（特許文献 4 参照）。この技術によると、コントラストを確保して鮮明な画

50

像を得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平9-262206号公報

【特許文献2】特開平5-072487号公報

【特許文献3】特開平3-133281号公報

【特許文献4】特開昭63-201619号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

しかしながら、前記従来技術では、白飛びおよび黒潰れに対してある程度の改善を図ることはできるが、その改善効果には限界があり、白飛びおよび黒潰れを十分に改善することができないという問題があった。また、白飛びおよび黒潰れを改善する制御でフレームレートが低下する場合もあるため、高いフレームレートを確保することができる技術が望まれる。

【0010】

本発明は、このような従来技術の問題点を解消するべく案出されたものであり、その主な目的は、高いフレームレートを確保しつつ、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができるように構成された内視鏡を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の内視鏡は、観察対象の内部に挿入されてその観察対象の内部の被写体を照明しながら撮像する内視鏡であって、撮像素子の露光時間を変更可能な撮像部と、この撮像部による撮像範囲を複数に分割した領域ごとの照明強度を個別に調整可能な照明部と、前記撮像部による撮像で取得した撮像画像に基づいて領域別照明補正量および露光補正量を求めて、前記領域ごとの照明強度を補正制御する領域分割照明制御、および前記露光時間を補正制御する露光時間制御を並行して実行すると共に前記撮像画像に対してダイナミックレンジ拡大処理を行う制御部と、を備えた構成とする。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、領域分割照明制御と露光時間制御との相乗効果により、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができる。そして、領域分割照明制御および露光時間制御で行われるフィードバック制御のための計測情報である撮像画像が、領域分割照明制御と露光時間制御とで共用され、フィードバック制御のための計測情報を各々の制御で別々に取得する必要がないため、高いフレームレートを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態に係る内視鏡1の全体構成図

40

【図2】被写体としての管状臓器を撮像した画像の状況を説明する説明図

【図3】図1に示した制御部7の概略構成を示すブロック図

【図4】図1に示した照明部6で行われる分割照明の概要を説明する説明図

【図5】管状臓器（食道や血管など）である被写体Sを撮像する状況を示す側面図

【図6】ダイナミックレンジ拡大部24で行われるダイナミックレンジ拡大処理の概要を説明する説明図

【図7】図3に示した補正条件設定部26の概略構成を示すブロック図

【図8】図3に示した照明制御部22の概略構成を示すブロック図

【図9】図3に示した撮像制御部21の概略構成を示すブロック図

【図10】図3に示した画像圧縮部25の概略構成を示すブロック図

50

【図11】図3に示した制御部7で行われる処理の手順を示すフロー図

【図 1 2】図 7 に示した照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 0 7）の要領を説明する説明図

【図 1 3】図 7 に示した照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 0 7）の手順を示すフロー図

【図 1 4】図 7 に示した第 1 および第 2 の露光補正量設定部 3 4 a , 3 4 b で行われる長時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 0 9）および短時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 1 1）の要領を説明する説明図

【図 1 5】図 7 に示した第 1 および第 2 の露光補正量設定部 3 4 a , 3 4 b で行われる長時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 0 9）および短時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 1 1）の手順を示すフロー図

10

【図 1 6】図 9 に示した撮像制御部 2 1 の中時間露光設定部 5 4 で行われる中時間露光設定処理（図 1 1 の S T 1 1 4）の手順を示すフロー図

【図 1 7】第 2 実施形態に係る補正条件設定部 2 6 の概略構成を示すブロック図

【図 1 8】図 1 7 に示した照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理の手順を示すフロー図

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 4】

前記課題を解決するためになされた第 1 の発明は、観察対象の内部に挿入されてその観察対象の内部の被写体を照明しながら撮像する内視鏡であって、撮像素子の露光時間を変更可能な撮像部と、この撮像部による撮像範囲を複数に分割した領域ごとの照明強度を個別に調整可能な照明部と、前記撮像部による撮像で取得した撮像画像に基づいて領域別照明補正量および露光補正量を求めて、前記領域ごとの照明強度を補正制御する領域分割照明制御、および前記露光時間を補正制御する露光時間制御を並行して実行すると共に前記撮像画像に対してダイナミックレンジ拡大処理を行う制御部と、を備えた構成とする。

20

【0 0 1 5】

これによると、領域分割照明制御、露光時間制御、およびダイナミックレンジ拡大処理の相乗効果により、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができる。そして、領域分割照明制御および露光時間制御で行われるフィードバック制御のための計測情報である撮像画像が、領域分割照明制御と露光時間制御とで共用され、フィードバック制御のための計測情報を各々の制御で別々に取得する必要がないため、高いフレームレートを実現することができる。

30

【0 0 1 6】

また、第 2 の発明は、第 1 の発明において、前記撮像部は、前記露光時間を変更して複数回の撮像を行い、前記ダイナミックレンジ拡大処理は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像を用いてダイナミックレンジの拡大を行って、ダイナミックレンジ拡大画像を生成し、前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像に基づいて前記露光補正量を取得し、前記ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて前記領域別照明補正量を取得する構成とする。

【0 0 1 7】

これによると、最低 2 回の撮像（走査）で、領域分割照明制御、露光時間制御、およびダイナミックレンジ拡大処理に必要な画像を取得することができるため、高いフレームレートを実現することができる。

40

【0 0 1 8】

また、第 3 の発明は、第 1 の発明において、前記撮像部は、前記露光時間を変更して複数回の撮像を行い、前記ダイナミックレンジ拡大処理は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像を用いてダイナミックレンジの拡大を行って、ダイナミックレンジ拡大画像を生成し、前記制御部は、前記撮像画像に基づいて前記領域別照明補正量および前記露光補正量を取得する構成とする。

【0 0 1 9】

これによると、領域分割照明制御および露光時間制御で行われるフィードバック制御に

50

ダイナミックレンジ拡大処理が介在しないため、フィードバック制御を簡素化して、フィードバック制御の安定性を高めるとともに、フィードバック制御に要する時間を短縮して、フレームレートをより一層高めることができる。

【0020】

また、第4の発明は、前記制御部は、前記ダイナミックレンジ拡大画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記領域別照明補正量を取得する構成とする。

【0021】

これによると、ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて領域別照明補正量を取得するため、領域ごとの照明強度の補正をより一層適切に行うことができる。

10

【0022】

また、第5の発明は、前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記領域別照明補正量を取得する構成とする。

【0023】

これによると、領域分割照明制御および露光時間制御で行われるフィードバック制御にダイナミックレンジ拡大処理が介在しないため、フィードバック制御を簡素化して、フィードバック制御の安定性を高めるとともに、フィードバック制御に要する時間を短縮して、フレームレートをより一層高めることができる。

【0024】

また、第6の発明は、前記制御部は、前記露光時間の異なる複数の撮像画像から前記領域ごとの明るさを検出し、その検出結果に基づいて、前記露光補正量を取得する構成とする。

20

【0025】

これによると、露光時間の異なる複数の撮像画像に基づいて露光補正量を取得するため、露光補正量の補正をより一層適切に行うことができる。

【0026】

また、第7の発明は、前記照明部は、光出射部から遠い被写体の部分を主に照明する第1の照明部と、前記光出射部に近い被写体の部分を主に照明する第2の照明部と、を備え、前記第1の照明部が、前記撮像範囲の中心部に位置する前記領域を担当し、前記第2の照明部が、前記撮像範囲の外周部に位置する前記領域を担当する構成とする。

30

【0027】

これによると、管状臓器などを撮像する場合に、白飛びおよび黒潰れを効果的に改善することができる。すなわち、管状臓器などを撮像する場合には、光出射部に近い被写体の部分が撮像範囲の外周部に写り、この光出射部に近い部分では照度が過度に高くなることで画像に白飛びが発生し、逆に、光出射部から遠い被写体の部分は撮像範囲の中心部に写り、この光出射部から遠い部分では照度が過度に低くなることで画像に黒潰れが発生することから、撮像範囲を外周部と中心部との少なくとも2つの領域に分割して、各々を遠距離照明用の第1の照明部と近距離照明用の第2の照明部とに分担させることで、白飛びおよび黒潰れを効果的に改善することができる。

40

【0028】

また、第8の発明は、前記第2の照明部として、少なくとも2つの光出射部を備え、各光出射部から出射される光の光軸は交差状態である構成とする。

【0029】

これによると、内視鏡の先端部に近接する被写体に対して離れた位置から光を照射することができるため、近距離の位置で照度が極端に高くなることを避けることができる。

【0030】

また、第9の発明は、前記領域は、前記撮像範囲の中心点を中心とした円形の境界線と、前記撮像範囲の中心点から放射状に延びた境界線とにより分割されている構成とする。

【0031】

50

これによると、白飛びおよび黒潰れが撮像範囲内の偏った位置に発生している場合でも、白飛びおよび黒潰れが発生している部分の照明強度を選択的に調整することができるため、白飛びおよび黒潰れを効果的に改善することができる。

【0032】

また、第10の発明は、前記領域別照明補正量は、前記領域別照明強度に対する割合が大きく設定され、前記露光補正量は、前記露光時間に対する割合が小さく設定されている構成とする。

【0033】

これによると、領域分割照明制御では、領域別照明強度が1回の補正で大きく補正されるため、領域別照明強度が安定するまでの応答時間を短くすることができる。一方、露光時間制御では、露光時間は1回の補正で小さく補正されるため、領域別照明強度の補正では改善することができない白飛びおよび黒潰れが、露光時間の補正で徐々に改善されるようになり、露光時間の補正と領域別照明強度の補正との組み合わせで、白飛びおよび黒潰れを適切に改善することができる。また、領域分割照明制御と露光時間制御とを並行して実行しても、安定した動作を確保することができる。

【0034】

また、第11の発明は、前記制御部は、前記領域ごとの明るさと基準値との差分を平均化して、その平均値の大きさに応じて前記露光補正量を取得する構成とする。

【0035】

これによると、露光時間を部分的に変更することができない撮像素子に対応するように、画像全体を代表する単一の露光補正量を取得することができる。

【0036】

また、第12の発明は、前記制御部は、前記差分が大きな所定数の前記領域を選択して、その選択された一部の領域を対象にして前記差分を平均化する構成とする。

【0037】

これによると、差分が大きい領域、すなわち特に明るい領域および特に暗い領域が選択されて、この特に明るい領域および特に暗い領域に注目した制御が行われるため、部分的な白飛びおよび黒潰れをより一層改善することができる。

【0038】

また、第13の発明は、前記領域の選択数に関する情報をユーザの操作により入力する操作入力部をさらに備えた構成とする。

【0039】

これによると、平均化の対象となる領域の選択数をユーザが設定することができ、例えば、画像の部分的な改善が望まれる場合には領域の選択数を少なく設定し、逆に画像の全体を重視する場合には領域の選択数を多く設定するとよく、ユーザの必要に応じて適切な制御を行うことができる。また画像の表示特性（トーンカーブ）や全体的な表示画像の明るめ、暗め、応答特性（目標誤差応答性、応答速度）、なども設定することが可能となる。

【0040】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0041】

（第1実施形態）

図1は、第1実施形態に係る内視鏡1の全体構成図である。この内視鏡1は、人の身体（観察対象）の内部の臓器などの被写体を撮像するために身体の内部に挿入される挿入部2と、挿入部2の先端部2aに設けられた撮像窓3を介して被写体を撮像する撮像部4と、挿入部2の先端部2aに設けられた照明窓（光出射部）5a, 5bを介して被写体を照明する照明部6と、撮像部4および照明部6を制御するとともに撮像部4で撮像された画像に対して画像処理を行う制御部7と、を備えている。

【0042】

制御部7にはモニター（表示装置）8が接続されており、撮像部4で撮像された画像が

10

20

30

40

50

制御部 7 で画像処理された上でモニター 8 に表示される。また、制御部 7 には操作入力部 9 が接続されており、操作入力部 9 でユーザが入力操作を行うことで、制御部 7 で行われる撮像部 4 および照明部 6 の制御ならびに画像処理に関する動作設定が行われる。

【0043】

撮像部 4 は、CCD (Charge Coupled Device) などで構成される撮像素子 11 を備えており、この他に撮像部 4 には、複数のレンズなどで構成される光学系 (図示せず) が設けられており、被写体からの光が撮像窓 3 から入射して撮像素子 11 の撮像面に結像される。

【0044】

照明部 6 は、被写体を照明するための光を発する複数の光源 (LED など) 12a, 12b と、光源 12a, 12b が発する光を照明窓 5a, 5b にそれぞれ導く光ファイバー 13a, 13b と、を備えており、光源 12a, 12b が発する光が、光ファイバー 13a, 13b を通って照明窓 5a, 5b から出射して、被写体に照射される。なお、挿入部 2 の先端部 2a に光源を直接設けるようにしてもよい。

【0045】

次に、制御部 7 で行われる制御について説明する。図 2 は、被写体としての管状臓器を撮像した画像の状況を説明する説明図である。

【0046】

この図 2 (A), (B) に示すように、管状臓器を撮像した画像では、挿入部 2 の先端部 2a に設けられた照明窓 (光出射部) 5a, 5b に近い被写体の部分では、照度が過度に高くなることで画像に白飛びが発生し、逆に照明窓 5a, 5b から離れた被写体の部分では、照度が過度に低くなることで画像に黒潰れ (黒沈み) が発生している。

【0047】

そこで、本実施形態では、以下に説明するように、制御部 7 において、撮像部 4 による撮像で取得した撮像画像に基づいて、撮像範囲を複数に分割した各領域の明るさを検出し、各領域の明るさが一定の範囲に収まるように、各領域の照明強度を個別に制御する領域分割照明制御と、撮像素子 11 の露光時間 (電荷蓄積時間) を制御する露光時間制御とが行われ、さらに画像のダイナミックレンジを拡大するダイナミックレンジ拡大処理が行われ、これにより白飛びおよび黒潰れを改善するようにしている。

【0048】

図 3 は、図 1 に示した制御部 7 の概略構成を示すブロック図である。制御部 7 は、撮像制御部 21 と、照明制御部 22 と、画像記憶部 23 と、ダイナミックレンジ拡大部 24 と、画像圧縮部 25 と、補正条件設定部 26 と、入力制御部 27 と、動作条件記憶部 28 と、を備えている。

【0049】

撮像制御部 21 では、撮像部 4 の撮像素子の露光時間を制御する処理が行われる。照明制御部 22 では、照明部 6 の照明強度 (光量) を制御する処理が行われる。画像記憶部 23 では、撮像部 4 から出力される撮像画像が記憶される。ダイナミックレンジ拡大部 24 では、撮像画像よりも広いダイナミックレンジを持つ合成画像を生成する処理が行われる。画像圧縮部 25 では、ヒストグラム均等化法などを用いた信号レベル圧縮伸張処理が行われる。補正条件設定部 26 では、撮像画像およびダイナミックレンジ拡大画像から露光時間および照明強度を補正するための補正条件 (露光補正量および照明補正量) を設定する処理が行われる。入力制御部 27 では、ユーザによる操作入力部 9 の操作に応じて所要の情報を取得する処理が行われる。動作条件記憶部 28 では、露光時間および照明強度などの動作条件に関する情報が記憶される。

【0050】

図 4 は、図 1 に示した照明部 6 で行われる分割照明の概要を説明する説明図であり、図 4 (A) に、挿入部 2 の先端部 2a に設けられた照明窓 5a, 5b の配置状況を示し、図 4 (B) に、被写体上の撮像範囲を複数の領域に分割した状況を示す。図 5 は、管状臓器 (食道や血管など) である被写体 S を撮像する状況を示す側面図である。

【 0 0 5 1 】

図 4 (A) に示すように、挿入部 2 の先端部 2 a に撮像窓 3 の周囲に、遠距離照明用の照明窓 5 a および近距離照明用の照明窓 5 b が配置されている。遠距離照明用の照明窓 5 a は、図 1 に示した光源 1 2 a および光ファイバー 1 3 a とともに遠距離を照明する第 1 の照明部を構成する。近距離照明用の照明窓 5 b は、図 1 に示した光源 1 2 b および光ファイバー 1 3 b とともに近距離を照明する第 2 の照明部を構成する。

【 0 0 5 2 】

ここで、図 5 に示すように、管状臓器（食道や血管など）である被写体を撮像する場合、挿入部 2 の先端部 2 a に設けられた照明窓（光出射部）5 a , 5 b から遠距離に位置する被写体 S の部分が、撮像部 4 の撮像窓 3 の画角により規定される撮像範囲の中央部に写り、先端部 2 a から近距離に位置する被写体 S の部分が、撮像範囲の外周部に写る（図 2 参照）。

【 0 0 5 3 】

そこで、本実施形態では、図 4 (B) に示すように、撮像範囲を、その中心点 C を中心とした円形の境界線 B 0 により、円形の境界線 B 0 により撮像範囲の中心部の領域と外周部の領域とに分割し、円形の境界線 B 0 の内側の領域 A 1 ~ A 6 が、遠距離に位置する被写体 S の部分が写る領域として、遠距離照明用の照明窓 5 a に担当させる。また、円形の境界線の外側の領域 A 7 ~ A 1 2 が、近距離に位置する被写体 S の部分が写る領域として、近距離照明用の照明窓 5 b に担当させる。

【 0 0 5 4 】

また、撮像範囲を、その中心点 C から放射状に延びた境界線 B 1 ~ B 6 により、円形の境界線 B 0 の内側および外側が、周方向に並んだ領域 A 1 , A 7、領域 A 2 , A 8、領域 A 3 , A 9、領域 A 4 , A 1 0、領域 A 5 , A 1 1、および領域 A 6 , A 1 2 にそれぞれ分割され、これらの領域を、グループ G 1 ~ G 6 の各々の遠距離照明用の照明窓 5 a および近距離照明用の照明窓 5 b にそれぞれ担当させる。

【 0 0 5 5 】

図 5 に示したように、遠距離照明用の照明窓 5 a では、先端部 2 a の中心線から僅かに傾斜させた一点鎖線 L 1 方向に光が出射され、近距離照明用の照明窓 5 b では、挿入部 2 の先端部 2 a の中心線に傾斜させた一点鎖線 L 2 方向に光が出射される。特に本実施形態では、近距離照明用の照明窓 5 b により、先端部 2 a の中心に配置された撮像部 4 を挟んで相反する側から被写体 S に光を照射し、照明窓 5 b から出射される光の光軸が交差する状態となる。これにより、先端部 2 a に近接する被写体 S の部分に対して離れた位置から光を照射することができるため、近距離の位置で照度が極端に高くなることを避けることができる。

【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態では、グループ G 1 ~ G 6 の各々の照明窓 5 a , 5 b に領域 A 1 ~ A 1 2 を担当させることで、管状臓器の撮像に適した領域分割照明制御を行うことができる。すなわち、図 2 に示したように、挿入部 2 の先端部 2 a に設けられた照明窓 5 a , 5 b に近い部分では、照度が過度に高くなることで画像に白飛びが発生し、逆に照明窓 5 a , 5 b から離れた部分では、照度が過度に低くなることで画像に黒潰れ（黒潰れ）が発生するが、領域 A 1 ~ A 1 2 ごとの照明強度を制御することで、白飛びおよび黒潰れを同時に抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、遠距離照明用の照明窓 5 a および近距離照明用の照明窓 5 b は、図示しない投光レンズにより遠距離照明および近距離照明に適した配光特性を得るようにすればよい。

【 0 0 5 8 】

次に、図 3 に示したダイナミックレンジ拡大部 2 4 で行われるダイナミックレンジ拡大処理について説明する。図 6 は、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 で行われるダイナミックレンジ拡大処理の概要を説明する説明図であり、図 6 (A) に、短時間露光画像および長時間露光画像の特性を示し、図 6 (B) に、ダイナミックレンジ拡大画像の特性を示す。

【0059】

図6(A)に示すように、露光時間を長く設定して撮像された長時間露光画像では、明るさが比較的低い段階で飽和レベルとなり、露光時間を短く設定して撮像された短時間露光画像では、明るさが比較的高い段階まで飽和レベルとならない。

【0060】

ダイナミックレンジ拡大部24では、短時間露光画像および長時間露光画像を合成して、広いダイナミックレンジを有するダイナミックレンジ拡大画像を生成する処理が行われる。このダイナミックレンジ拡大処理では、図6(B)に示すように、被写体の明るさに対するレベル値の傾き特性が一致するように、短時間露光画像のダイナミックレンジを拡大して、比較的暗い領域の画像情報を長時間露光画像から取得し、比較的明るい領域の画像情報を短時間露光画像から取得して、短時間露光画像と長時間露光画像とを合成する。

10

【0061】

短時間露光画像は明るい部分を重視した画像であり、長時間露光画像は暗い部分を重視した画像であり、明るい部分に短時間露光画像を用いることで白飛びを改善することができ、暗い部分に長時間露光画像を用いることで黒潰れを改善することができる。短時間露光画像で白飛びが改善されない場合には、短時間露光時の露光時間をさらに短くすればよく、長時間露光画像で黒潰れが改善されない場合には、長時間露光時の露光時間をさらに長くすればよい。

【0062】

図6では、ダイナミックレンジを4倍に拡大する例を示しており、長時間露光時の露光時間は短時間露光時の露光時間の4倍となっており、長時間露光画像では、短時間露光画像に比較し4倍暗い部分まで撮像でき、また短時間露光画像では長時間露光画像に比較して4倍の明るい部分まで撮像でき、短時間露光画像の信号を長時間露光画像の信号レベルに合わせて信号レベルを4倍に拡大して、短時間露光画像と長時間露光画像とを合成することで、ダイナミックレンジを4倍に拡大した1つのダイナミックレンジ拡大画像を取得することができる。

20

【0063】

なお、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間の比率に応じて、ダイナミックレンジ拡大処理での拡大率が異なり、ダイナミックレンジ拡大部24では、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間を動作条件記憶部28から取得して、各露光時間の比率から拡大率を設定する。

30

【0064】

また、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間の比率が極端に大きいと、ダイナミックレンジ拡大画像のS/Nが低下するため、このような場合には、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間の中間の露光時間を有する中時間露光を設定し、3段階の露光時間で撮像を行うとよい。これにより、長時間露光画像、短時間露光画像および中時間露光画像を取得してダイナミックレンジ拡大処理を行うと、ダイナミックレンジ拡大画像に発生するS/Nの低下を抑制することができる。

【0065】

次に、図3に示した補正条件設定部26で行われる処理について説明する。図7は、補正条件設定部26の概略構成を示すブロック図である。

40

【0066】

補正条件設定部26は、長時間露光画像および短時間露光画像に基づいて、露光時間を補正するための露光補正量を取得する処理が行われ、これに関するものとして、第1,第2の領域分割部31a,31bと、第1,第2の領域別代表値取得部32a,32bと、第1,第2の領域別差分算出部33a,33bと、第1,第2の露光補正量設定部34a,34bと、を備えている。

【0067】

第1,第2の領域分割部31a,31bでは、画像記憶部23から取得した長時間露光画像および短時間露光画像をそれぞれ複数の領域(図4(B)参照)に分割する処理が行

50

われる。この領域分割処理では、各画素の画素値（輝度値）が領域ごとに振り分けられる。なお、全ての画素を領域に振り分ける必要はなく、領域内に位置する画素の座標を予め複数設定しておき、その座標の画素値を取得するようにすればよい。

【0068】

第1, 第2の領域別代表値取得部32a, 32bでは、第1, 第2の領域分割部31a, 31bで取得した長時間露光画像および短時間露光画像における各画素の画素値から、領域ごとの明るさを表す領域別代表値を取得する処理が行われる。この領域別代表値は、例えば各領域内の画素値の平均値とすればよい。

【0069】

第1, 第2の領域別差分算出部33a, 33bでは、第1, 第2の領域別代表値取得部32a, 32bで取得した長時間露光画像および短時間露光画像における領域別代表値の基準値に対する差分を算出する処理が行われる。特に本実施形態では、領域別代表値の基準値に対する差分比率、すなわち、領域別代表値と基準値との差分の基準値に対する割合が求められる。基準値は、例えば画素値（輝度値）の上限値と下限値との中央の値とすればよい。

【0070】

第1, 第2の露光補正量設定部34a, 34bでは、第1, 第2の領域別差分算出部33a, 33bで取得した長時間露光画像および短時間露光画像における各領域の差分比率から、画像全体を代表する単一の差分比率を、長時間露光画像および短時間露光画像の各々について求め、この長時間露光画像および短時間露光画像をそれぞれ代表する差分比率に基づいて、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間をそれぞれ補正する長時間露光時および短時間露光時の各露光補正量を設定する処理が行われる。特に本実施形態では、露光補正量として、現在の露光時間に対する新しい露光時間の比率を表す露光補正率を取得し、この露光補正率を現在の露光時間に乗じることで新しい露光時間が求められる。この第1, 第2の露光補正量設定部34a, 34bで取得した長時間露光時および短時間露光時の各露光補正量は撮像制御部21に出力される。この第1, 第2の露光補正量設定部34a, 34bで行われる露光補正量設定処理については後に詳しく説明する。

【0071】

また、補正条件設定部26は、ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて、領域別照明強度を補正するための領域別照明補正量を取得する処理が行われ、これに関するものとして、第3の領域分割部35と、第3の領域別代表値取得部36と、第3の領域別差分算出部37と、照明補正量設定部38と、を備えている。

【0072】

第3の領域分割部35では、ダイナミックレンジ拡大部24から取得したダイナミックレンジ拡大画像を複数の領域に分割する処理が行われる。この領域分割処理では、各画素の画素値（レベル値）が領域ごとに振り分けられる。

【0073】

第3の領域別代表値取得部36では、第3の領域分割部35で取得したダイナミックレンジ拡大画像における各画素の画素値から、領域ごとの明るさを表す領域別代表値を取得する処理が行われる。この領域別代表値は、例えば各領域内の画素値の平均値とすればよい。

【0074】

第3の領域別差分算出部37では、第3の領域別代表値取得部36で取得したダイナミックレンジ拡大画像における領域別代表値の基準値に対する差分を算出する処理が行われる。特に本実施形態では、領域別代表値の基準値に対する差分比率、すなわち、領域別代表値と基準値との差分の基準値に対する割合が求められる。基準値は、例えば画素値（レベル値）の上限値と下限値との中央の値とすればよい。

【0075】

照明補正量設定部38では、第3の領域別差分算出部37で取得した領域ごとの差分比率に基づいて、領域ごとの照明強度を補正する領域別照明補正量を設定する処理が行われ

10

20

30

40

50

る。特に本実施形態では、領域別照明補正量として、現在の領域別照明強度に対する新しい領域別照明強度の比率を表す領域別照明補正率を取得し、この領域別照明補正率を現在の領域別照明強度にそれぞれ乗じることによって新しい領域別照明強度が求められる。この照明補正量設定部 38 で取得した領域別照明補正量は照明制御部 22 に出力される。この照明補正量設定部 38 で行われる領域別照明補正量設定処理については後に詳しく説明する。

【0076】

次に、図 3 に示した照明制御部 22 で行われる処理について説明する。図 8 は、照明制御部 22 の概略構成を示すブロック図である。

【0077】

照明制御部 22 は、領域分割照明制御に関するものとして、領域別照明強度設定部 41 と、照明調光制御部 42 と、を備えている。

【0078】

領域別照明強度設定部 41 では、補正条件設定部 26 の照明補正量設定部 38 から取得した領域別照明補正量により現在の領域別照明強度（レベル値）をそれぞれ補正して新しい領域別照明強度を設定する処理が行われる。特に本実施形態では、補正条件設定部 26 で領域別照明補正率が求められ、この領域別照明補正率を現在の領域別照明強度にそれぞれ乗じることによって新しい領域別照明強度が設定される。

【0079】

照明調光制御部 42 では、領域別照明強度設定部 41 で取得した領域別照明強度に基づいて、遠距離照明用の光源 12a および近距離照明用の光源 12b の照明強度を個別に調整する制御が行われる。この照明調光制御では、例えば LED からなる光源 12a, 12b を PWM 調光制御で駆動し、デューティ比を変更することで照明強度が調整される。

【0080】

次に、図 3 に示した撮像制御部 21 で行われる処理について説明する。図 9 は、撮像制御部 21 の概略構成を示すブロック図である。

【0081】

撮像制御部 21 は、露光時間制御に関するものとして、タイミングジェネレータ 51 と、タイミングジェネレータ制御部 52 と、露光時間設定部 53 と、中時間露光設定部 54 と、を備えている。

【0082】

露光時間設定部 53 では、補正条件設定部 26 の第 1, 第 2 の露光補正量設定部 34a, 34b から取得した露光補正率と現在の露光時間とに基づいて新たな露光時間を設定する処理が行われる。ここでは、現在の露光時間に露光補正率を乗じることによって新たな露光時間が求められる。この露光時間設定処理は、長時間露光時および短時間露光時の各露光時間について行われる。

【0083】

中時間露光設定部 54 では、中時間露光が必要か否かの中時間露光要否判定が行われ、中時間露光が必要と判定されると、中時間露光時の露光時間を設定する処理が行われる。また、既に中時間露光の設定が行われた状態で中時間露光が不要と判定されると、中時間露光の設定が解除される。

【0084】

中時間露光要否判定では、露光時間設定部 53 で取得した新たな長時間露光時および短時間露光時の各露光時間同士の比率を求め、その比率が所定のしきい値（例えば 9 倍）以上に大きい場合に、中時間露光が必要と判定する。中時間露光時の露光時間は、新たな長時間露光時および短時間露光時の各露光時間に基づいて設定され、例えば新たな長時間露光時および短時間露光時の比の平方根とする。長時間、短時間の露光時間の比が 9 倍であれば、中間の露光時間は 3 倍とする。

【0085】

タイミングジェネレータ制御部 52 では、露光時間設定部 53 で取得した短時間露光時および長時間露光時の各露光時間と、中時間露光設定部 54 で取得した中時間露光時の露

10

20

30

40

50

光時間とに基づいて、タイミングジェネレータ 5 1 を制御する処理が行われる。タイミングジェネレータ 5 1 では、タイミングジェネレータ制御部 5 2 から出力される制御信号に基づいて、撮像部 4 の撮像素子 1 1 を駆動するパルス信号（駆動タイミング信号）を出力する。これにより、撮像部 4 において長時間露光、短時間露光および中時間露光による撮像が実施される。

【 0 0 8 6 】

次に、図 3 に示した画像圧縮部 2 5 で行われる画像圧縮処理について説明する。図 1 0 は、画像圧縮部 2 5 の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 8 7 】

画像圧縮部 2 5 は、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 で取得したダイナミックレンジ拡大画像に対して、ヒストグラム均等化法を用いたダイナミックレンジ圧縮処理を行うものであり、エッジ抽出部 6 1 と、ヒストグラム生成部 6 2 と、ヒストグラム均等化部 6 3 と、パラメータ決定部 6 4 と、を備えている。

【 0 0 8 8 】

エッジ抽出部 6 1 では、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 から取得したダイナミックレンジ拡大画像からエッジ部分を抽出する処理が行われる。ヒストグラム生成部 6 2 では、エッジ抽出部 6 1 で取得したエッジ部輝度情報に基づいて、画素値（輝度値）のヒストグラムを生成する処理が行われる。ヒストグラム均等化部 6 3 では、ヒストグラム生成部 6 2 で取得したヒストグラムから、出力画像の階調数に対応した階調変換カーブを生成して、その階調変換カーブを用いて画素値を階調変換する処理が行われ、ヒストグラム均等化部 6 3 から圧縮された出力画像が出力される。

【 0 0 8 9 】

このように、本実施形態では、エッジ部分を用いたヒストグラム均等化法により階調変換するようにしており、通常のヒストグラム均等化法では、画像上での面積に大きな影響を受けるのに対して、本実施形態のようにエッジ部分を用いたヒストグラム均等化法では、全体の信号レベルを圧縮しながら画像のコントラストをより一層強調することができる。

【 0 0 9 0 】

パラメータ決定部 6 4 では、ヒストグラム均等化部 6 3 での処理に用いられるパラメータを決定する処理が行われる。ここでは、ユーザによる操作入力部 9 の入力操作に応じて、明暗の変換特性（ガンマ変換など）やコントラスト強調特性などに関する出力画像特性設定情報を入力制御部 2 7 が取得し、この出力画像特性設定情報に基づいてパラメータが決定される。

【 0 0 9 1 】

また、動作条件記憶部 2 8 からダイナミックレンジ拡大率に関する情報を取得してダイナミックレンジ拡大率に基づいてパラメータが決定される。例えばダイナミックレンジ拡大画像のダイナミックレンジが広い場合には画像の信号レベルの圧縮率が大きくなるので、コントラストを十分に強調する処理を行う。

【 0 0 9 2 】

なお、ダイナミックレンジ拡大処理での拡大率に応じて画像の信号レベルの圧縮率が異なるため、画像圧縮部 2 5 では、ダイナミックレンジ拡大処理での拡大率を動作条件記憶部 2 8 から取得し、あるいは長時間露光、短時間露光および中時間露光の各露光時間を動作条件記憶部 2 8 から取得して、各露光時間の比率からダイナミックレンジ拡大処理での拡大率を求めて、画像の信号レベルの圧縮率を設定する。

【 0 0 9 3 】

次に、図 3 に示した制御部 7 で行われる処理の手順について説明する。図 1 1 は、制御部 7 で行われる処理の手順を示すフロー図である。

【 0 0 9 4 】

制御部 7 では、まず、領域別照明強度の初期値ならびに長時間露光時および短時間露光時の各露光時間の初期値を設定する処理が行われる（S T 1 0 1）。そして、この領域別

10

20

30

40

50

照明強度および露光時間の各初期値に基づいて撮像部 4 で長時間露光および短時間露光による撮像が行われ (S T 1 0 2 , S T 1 0 3)、長時間露光画像および短時間露光画像が制御部 7 に入力されて画像記憶部 2 3 に記憶される。

【 0 0 9 5 】

ついで、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 にて長時間露光画像および短時間露光画像からダイナミックレンジ拡大画像を生成するダイナミックレンジ拡大処理が行われる (S T 1 0 4)。画像圧縮部 2 5 にてダイナミックレンジ拡大画像に対する圧縮処理が行われ (S T 1 0 5)、圧縮処理された画像が制御部 7 から出力される。

【 0 0 9 6 】

また、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 にてダイナミックレンジ拡大画像が生成されると、補正条件設定部 2 6 の第 3 の領域分割部 3 5、第 3 の領域別代表値取得部 3 6 および第 3 の領域別差分算出部 3 7 にて、ダイナミックレンジ拡大画像を対象にした領域分割、領域別代表値取得および領域別差分算出の各処理が行われた後 (S T 1 0 6)、第 3 の領域別差分算出処理部 3 7 で取得した領域ごとの差分比率に基づいて領域別照明補正量を設定する処理が照明補正量設定部 3 8 にて行われる (S T 1 0 7)。

【 0 0 9 7 】

そして、照明制御部 2 2 にて補正条件設定部 2 6 から取得した領域別照明補正量に基づいて領域別照明強度を設定する処理が行われる (S T 1 0 8)。

【 0 0 9 8 】

一方、長時間露光および短時間露光による撮像が行われると (S T 1 0 2 , S T 1 0 3)、補正条件設定部 2 6 の第 1 の領域分割部 3 1 a、第 1 の領域別代表値取得部 3 2 a および第 1 の領域別差分算出部 3 3 a にて、長時間露光画像を対象にして、領域分割、領域別代表値取得、領域別差分算出の各処理が行われた後 (S T 1 0 9)、領域別差分算出部 3 3 a で取得した差分比率に基づいて長時間露光時の露光補正量を設定する処理が第 1 の露光補正量設定部 3 4 a にて行われる (S T 1 1 0)。

【 0 0 9 9 】

また、補正条件設定部 2 6 の第 2 の領域分割部 3 1 b、第 2 の領域別代表値取得部 3 2 b および第 2 の領域別差分算出部 3 3 b にて、短時間露光画像を対象にして、領域分割、領域別代表値取得、領域別差分算出の各処理が行われた後 (S T 1 1 1)、領域別差分算出部 3 3 b で取得した差分比率に基づいて短時間露光時の露光補正量を設定する処理が第 2 の露光補正量設定部 3 4 b にて行われる (S T 1 1 2)。

【 0 1 0 0 】

そして、撮像制御部 2 1 の露光時間設定部 5 3 にて補正条件設定部 2 6 から取得した長時間露光時および短時間露光時の露光補正量に基づいて新たな長時間露光時および短時間露光時の露光時間を設定する処理が行われる (S T 1 1 3)。また、中時間露光設定部 5 4 にて露光時間設定部 5 3 から取得した長時間露光時およびの短時間露光時の各露光時間に基づいて中時間露光の要否が判定されて、中時間露光が必要であれば中時間露光の設定が行われる (S T 1 1 4)。

【 0 1 0 1 】

このようにして、新たな長時間露光時および短時間露光時の露光時間が設定されると (S T 1 1 3)、新たな露光時間に基づいて撮像部 4 で長時間露光および短時間露光による撮像が行われ (S T 1 0 2 , S T 1 0 3)、このようなフローが繰り返されることで、領域ごとの明るさが所定の範囲に収まるように制御される。

【 0 1 0 2 】

また、中時間露光の設定が行われると (S T 1 1 4)、長時間露光および短時間露光による撮像に続いて中時間露光による撮像が行われ、ダイナミックレンジ拡大部 2 4 にて長時間露光画像、短時間露光画像および中時間露光画像からダイナミックレンジ拡大画像を生成するダイナミックレンジ拡大処理が行われる (S T 1 0 4)。

【 0 1 0 3 】

次に、図 7 に示した照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理 (図 1

10

20

30

40

50

1 の S T 1 0 7) について説明する。図 1 2 は、照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理の要領を説明する説明図である。図 1 3 は、照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理の手順を示すフロー図である。

【 0 1 0 4 】

図 1 2 に示すように、領域別照明補正率（領域別照明補正量）は、ダイナミックレンジ拡大画像における領域ごとの差分比率に応じて設定される。特に本実施形態では、差分比率の許容範囲、すなわち領域別照明補正率を変更する必要がある範囲を規定する第 1 しきい値（ここでは - 2 0 および + 2 0 ）、および領域別照明補正率の大きさを変更する範囲を規定する第 2 しきい値（ここでは - 4 0 および + 4 0 ）と差分比率とを比較して（図 1 3 の S T 2 0 1 ~ S T 2 0 4 ）、両者の値の大小に応じて照明補正率が設定される。この照明補正率の設定は領域ごとに行われる。

10

【 0 1 0 5 】

差分比率が - 4 0 % 以下となる場合には、照明補正率が + 2 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 2 0 % 増加される（図 1 3 の S T 2 0 5 ）。また、差分比率が - 4 0 % ~ - 2 0 % となる場合には、照明補正率が + 1 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 1 0 % 増加される（図 1 3 の S T 2 0 6 ）。また、差分比率が $\pm 2 0$ % 以内となる場合には、照明補正率が 0 % に設定され、現在の照明強度が維持される（図 1 3 の S T 2 0 7 ）。また、差分比率が + 2 0 % ~ + 4 0 % となる場合には、照明補正率が - 1 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 1 0 % 減少される（図 1 3 の S T 2 0 8 ）。また、差分比率が + 4 0 % 以上となる場合には、照明補正率が - 2 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 2 0 % 減少される（図 1 3 の S T 2 0 9 ）。

20

【 0 1 0 6 】

このように差分比率がプラス側となる場合には照明補正率がマイナス側となって照明強度を下げる制御が行われ、差分比率がマイナス側を示す場合には照明補正率がプラス側となって照明強度を上げる制御が行われる。また、差分比率の絶対値が大きな値を示す場合には照明補正率の絶対値も大きくなって照明強度が中速で補正され、差分比率の絶対値が小さな値を示す場合には照明補正率の絶対値も小さくなって照明強度が低速で補正される。

【 0 1 0 7 】

なお、照明補正量設定部 3 8 で用いられる差分比率に関するしきい値や、第 3 の領域別差分算出部 3 7 で用いられる基準値は、予め設定しておけばよいが、ユーザによる操作入力部 9 の入力操作に応じて、しきい値や基準値を、領域分割照明制御の特性（応答特性や応答感度など）を設定する照明設定情報として入力制御部 2 7 が取得し、この照明設定情報に基づいて領域分割照明制御が行われるようにしてもよい。

30

【 0 1 0 8 】

次に、図 7 に示した第 1 および第 2 の露光補正量設定部 3 4 a , 3 4 b で行われる長時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 0 9 ）および短時間露光補正量設定処理（図 1 1 の S T 1 1 1 ）について説明する。図 1 4 は、長時間露光補正量設定処理および短時間露光補正量設定処理の要領を説明する説明図である。図 1 5 (A) , (B) は、それぞれ長時間露光補正量設定処理および短時間露光補正量設定処理の手順を示すフロー図である。

40

【 0 1 0 9 】

図 1 4 に示すように、長時間露光補正率（長時間露光補正量）は、長時間露光画像における画像全体を代表する差分比率に応じて設定される。特に本実施形態では、長時間露光補正率の許容範囲、すなわち長時間露光補正率を変更する必要がある範囲を規定するしきい値（ここでは - 2 0 および + 2 0 ）と差分比率とを比較して（図 1 5 の S T 3 0 1 , S T 3 0 2 ）、両者の値の大小に応じて長時間露光補正率が設定される。

【 0 1 1 0 】

差分比率が - 2 0 % 以下となる場合には、長時間露光補正率が + 5 % に設定され、長時間露光時の露光時間が現在の露光時間から 5 % 増加される（図 1 5 の S T 3 0 3 ）。また、差分比率が - 2 0 % ~ + 2 0 % となる場合には、長時間露光補正率が 0 % に設定され、

50

現在の照明強度が維持される（図 15 の S T 3 0 4）。また、差分比率が + 2 0 以上となる場合には、長時間露光補正率が - 5 % に設定され、長時間露光時の露光時間が現在の露光時間から 5 % 減少される（図 15 の S T 3 0 5）。

【 0 1 1 1 】

また、短時間露光補正率（短時間露光補正量）も、長時間露光補正率と同様に、画像全体を代表する差分比率に応じて設定され、しきい値も長時間露光補正率と同一であり、差分比率としきい値との比較により（図 15 の S T 4 0 1 , S T 4 0 2）、両者の値の大小に応じて短時間露光補正率が設定される（図 15 の S T 4 0 3 ~ S T 4 0 5）。

【 0 1 1 2 】

ところで、本実施形態では、露光時間の領域分割制御は行われなため、図 7 に示した第 1 , 第 2 の露光補正量設定部 3 4 a , 3 4 b において、第 1 , 第 2 の領域別差分算出部 3 3 a , 3 3 b で取得した長時間露光画像および短時間露光画像における各領域の差分比率から、画像全体を代表する単一の差分比率を、長時間露光画像および短時間露光画像の各々について求めるが、この画像全体を代表する差分比率は、全ての領域を対象にして差分比率を平均化して取得すればよい。

10

【 0 1 1 3 】

また、差分比率が大きな所定数（例えば 3 つ）の領域を選択して、その選択された一部の領域を対象にして差分比率を平均化して、単一の差分比率を求めるようにしてもよい。このようにすると、差分比率が大きい領域、すなわち特に明るい領域および特に暗い領域が選択されて、この特に明るい領域および特に暗い領域に注目した制御が行われるため、部分的な白飛びおよび黒潰れをより一層改善することができる。

20

【 0 1 1 4 】

また、平均化の対象となる領域の選択数は、予め設定しておくことも可能であるが、ユーザによる操作入力部 9 の入力操作に応じて、領域の選択数に関する情報を入力制御部 2 7 が取得し、これに基づいて平均化の対象となる領域が選択されるようにするとよい。このようにすると、平均化の対象となる領域の選択数をユーザが設定することができ、例えば、画像の部分的な改善が望まれる場合には領域の選択数を少なく設定し、逆に画像の全体を重視する場合には領域の選択数を多く設定するとよく、ユーザの必要に応じて適切な制御を行うことができる。

【 0 1 1 5 】

なお、差分比率が所定のしきい値より大きな領域を選択して差分比率を平均化するようにしてもよい。

30

【 0 1 1 6 】

また、第 1 および第 2 の露光補正量設定部 3 4 a , 3 4 b で用いられる差分比率に関するしきい値や、第 1 , 第 2 の領域別差分算出部 3 3 a , 3 3 b で用いられる基準値は、予め設定しておけばよいが、ユーザによる操作入力部 9 の入力操作に応じて、しきい値や基準値を、露光時間制御の特性（応答特性や応答感度など）を設定する露光設定情報として入力制御部 2 7 が取得し、この露光設定情報に基づいて露光時間制御が行われるようにしてもよい。

【 0 1 1 7 】

次に、図 9 に示した撮像制御部 2 1 の中時間露光設定部 5 4 で行われる中時間露光設定処理（図 11 の S T 1 1 4）について説明する。図 16 は、撮像制御部 2 1 の中時間露光設定部 5 4 で行われる中時間露光設定処理の手順を示すフロー図である。

40

【 0 1 1 8 】

撮像制御部 2 1 の中時間露光設定部 5 4 では、露光時間設定部 5 3 で取得した新たな長時間露光時および短時間露光時の各露光時間の比率を求め、その比率が所定のしきい値より大きいか否かにより中時間露光の必要性が判定され（S T 5 0 1）、中時間露光が必要と判定されると、中時間露光時の露光時間を設定する処理が行われる（S T 5 0 2）。一方、既に中時間露光の設定が行われた状態で中時間露光が不要と判定されると、中時間露光の設定が解除される（S T 5 0 3）。

50

【0119】

以上のように、本第1実施形態では、撮像範囲を複数に分割した各領域の照明強度を個別に制御する領域分割照明制御と、撮像素子の露光時間を制御する露光時間制御と、ダイナミックレンジ拡大処理とが行われ、この領域分割照明制御、露光時間制御、およびダイナミックレンジ拡大処理の相乗効果により、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができる。

【0120】

また、本第1実施形態では、ダイナミックレンジ拡大処理のために必要となる露光時間の異なる複数の撮像画像と、この複数の撮像画像から生成されるダイナミックレンジ拡大画像とに基づいて、露光時間および領域別照明強度の補正を行うようにしており、最低2回の撮像で、露光時間および領域別照明強度の補正に要する画像情報を取得するようにしたため、露光時間および領域別照明強度をそれぞれ補正するために別々に撮像を行う場合に比較して、高いフレームレートを確保することができる。

【0121】

また、本第1実施形態では、領域別照明補正量は、領域別照明強度に対する割合が大きく設定され、露光補正量は、露光時間に対する割合が小さく設定されている。すなわち、露光補正量として、現在の露光時間に対する新しい露光時間の比率を表す露光補正率を取得するとともに、領域別照明補正量として、現在の領域別照明強度に対する新しい領域別照明強度の比率を表す領域別照明補正率を取得し、この領域別照明補正率が露光補正率より大きくなるように設定されている。具体的には、領域別照明補正率が $\pm 10\%$ および $\pm 20\%$ に設定され、露光補正率が $\pm 5\%$ に設定されている。

【0122】

これにより、領域分割照明制御では、領域別照明強度が1回の補正で大きく補正されるため、領域別照明強度が安定するまでの応答時間を短くすることができる。一方、露光時間制御では、露光時間は1回の補正で小さく補正されるため、領域別照明強度の補正では改善することができない白飛びおよび黒潰れが、露光時間の補正で徐々に改善されるようになり、露光時間の補正と領域別照明強度の補正との組み合わせで、白飛びおよび黒潰れを適切に改善することができる。また、領域分割照明制御と露光時間制御とを並行して実行しても、安定した動作を確保することができる。

【0123】

また、このような領域分割照明制御では、領域別照明強度が最高でも、その領域の明るさが許容範囲に収まらない場合もあり、このような場合には、最高の照明強度でクリッピングされた状態となり、照明強度をこれ以上高めることができないため、露光時間制御で対応することになる。

【0124】

また、露光時間が長すぎると残像が発生しやすくなり、逆に露光時間が短すぎるとスミヤが発生しやすくなるが、本実施形態のように、露光時間を小刻みに変更することで、露光時間が制御範囲の上限付近や下限付近に到達しないように制御することができ、これにより、残像やスミヤの発生を避けることができる。

【0125】

(第2実施形態)

図17は、第2実施形態に係る補正条件設定部26の概略構成を示すブロック図である。なお、ここで特に言及しない点は第1実施形態と同様であり、図3に示される補正条件設定部26に対する入出力形態の一部が変わるのみで、基本構成については全て同様である。

【0126】

図7に示したように、前記の第1実施形態では、補正条件設定部26において、ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて領域別照明補正量を取得するようにしたが、本第2実施形態では、長時間露光画像および短時間露光画像に基づいて領域別照明補正量を取得するようにしており、領域分割照明制御にダイナミックレンジ拡大画像は用いられない。

【 0 1 2 7 】

すなわち、本第 2 実施形態では、照明補正量設定部 3 8 において、第 1、第 2 の領域別差分算出部 3 3 a、3 3 b から長時間露光画像および短時間露光画像における各領域の差分比率を取得し、この各領域の差分比率に応じて領域別照明補正率（領域別照明補正量）が設定される。

【 0 1 2 8 】

露光時間制御における露光補正量については第 1 実施形態と同様であり、長時間露光画像および短時間露光画像に基づいて露光補正量を取得する。

【 0 1 2 9 】

図 1 8 は、図 1 7 に示した照明補正量設定部 3 8 で行われる領域別照明補正量設定処理の手順を示すフロー図であり、図 1 8 (A) に長時間露光画像の差分比率を対象とした処理を、図 1 8 (B) に、短時間露光画像の差分比率を対象とした処理をそれぞれ示す。

10

【 0 1 3 0 】

領域別照明補正量設定処理では、差分比率の許容範囲、すなわち領域別照明補正率を変更する必要がない範囲を規定する第 1 しきい値（ここでは - 3 0 および + 3 0 ）と、領域別照明補正率の大きさを変更する範囲を規定する第 2 しきい値（ここでは - 6 0 および + 6 0 ）と差分比率とを比較して（図 1 8 の S T 6 0 1、S T 6 0 2、S T 7 0 1、S T 7 0 2）、両者の値の大小に応じて領域別照明補正率が設定される。この領域別照明補正率の設定は領域ごとに行われる。

【 0 1 3 1 】

20

ここで、マイナス側のしきい値による判定（図 1 8 の S T 6 0 1、S T 6 0 3）では、長時間露光画像における領域ごとの差分比率が用いられ、プラス側のしきい値による判定（図 1 8 の S T 7 0 1、S T 7 0 2）では、短時間露光画像における領域ごとの差分比率が用いられる。

【 0 1 3 2 】

すなわち、長時間露光画像の差分比率が - 6 0 % 以下となる場合には、照明補正率が + 2 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 2 0 % 増加される（図 1 8 の S T 6 0 3）。また、長時間露光画像の差分比率が - 6 0 % ~ - 3 0 % となる場合には、照明補正率が + 1 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 1 0 % 増加される（図 1 8 の S T 6 0 4）。また、長時間露光画像の差分比率が - 3 0 % より大きい場合には、照明補正率が 0 % に設定され、現在の照明強度が維持される（図 1 8 の S T 6 0 5）。

30

【 0 1 3 3 】

また、短時間露光画像の差分比率が + 3 0 % より小さい場合には、照明補正率が 0 % に設定され、現在の照明強度が維持される（図 1 8 の S T 7 0 3）。また、短時間露光画像の差分比率が + 3 0 % ~ + 6 0 % となる場合には、照明補正率が - 1 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 1 0 % 減少される（図 1 8 の S T 7 0 4）。また、短時間露光画像の差分比率が + 6 0 % 以上となる場合には、照明補正率が - 2 0 % に設定され、照明強度が現在の照明強度から 2 0 % 減少される（図 1 8 の S T 7 0 5）。

【 0 1 3 4 】

このように、本第 2 実施形態では、長時間露光画像および短時間露光画像に基づいて、領域別照明強度を補正する領域別照明補正量を取得するようにしたため、第 1 実施形態のように、ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて領域別照明補正量を取得する構成と比較して、領域分割照明制御、すなわち照明強度のフィードバック制御にダイナミックレンジ拡大処理が介在しないため、領域分割照明制御の処理を簡素化することができる。また、照明強度のフィードバック制御に要する時間を短縮することができるため、フィードバック制御の安定性を高めるとともに、フレームレートをより一層高めることができる。

40

【 0 1 3 5 】

また、本第 2 実施形態では、暗い領域を重視した長時間露光画像で検出された領域ごとの明るさから暗い領域の照明強度を調整するため、暗い領域を適切な明るさに調整することができる。また、明るい領域を重視した短時間露光画像で検出された領域ごとの明るさ

50

から明るい領域の照明強度を調整するため、明るい領域を適切な明るさに調整することができる。

【0136】

また、本第2実施形態では、長時間露光画像に基づいて暗い領域の照明強度が調整され、短時間露光画像に基づいて明るい領域の照明強度が調整される。したがって、長時間露光画像内の暗い領域が過度に明るい場合には、照明強度の低減補正が行われないが、短時間露光画像で調整される。また、短時間露光画像内の暗い領域が過度に暗い場合には、照明強度の増大補正が行われないが、長時間露光画像で調整され、システムは完全に動作する。

【0137】

また、本第2実施形態において長時間露光画像および短時間露光画像に関する差分比率と比較されるしきい値（-60、-30、+30および+60）は、第1実施形態においてダイナミックレンジ拡大画像に関する差分比率と比較されるしきい値（-40、-20、+20および+40）より大きく設定されている。これにより、明るい部分および暗い部分をそれぞれ重視した特殊な特性を有する短時間露光画像および長時間露光画像に基づいているため、照明強度の補正は適切に行うことができる。

【0138】

なお、第1実施形態では、ダイナミックレンジ拡大画像に基づいて領域別照明補正量を取得するとともに、露光時間の異なる複数の撮像画像に基づいて露光補正量を取得するように構成し、第2実施形態では、露光時間の異なる複数の撮像画像に基づいて領域別照明補正量および露光補正量を取得するように構成したが、これに限定されるものではなく、撮像画像およびこれを画像処理して得られた処理画像のいずれか一方または双方に基づいて領域別照明補正量および露光補正量を求めればよい。また、画像圧縮処理で明るさが逆転しない場合には、画像圧縮部で得られた圧縮画像に基づいて領域別照明補正量や露光補正量を取得する構成も可能である。

【0139】

また、本実施形態では、図4に示したように、撮像範囲を12の領域に分割したが、これに限定されるものではなく、例えば画質を高めるためにこれより領域数を多くしてもよい。また、この撮像範囲の領域ごとに照明窓5a、5b、光源12a、12bおよび光ファイバー13a、13bを設けて、領域ごとの照明強度を個別に調整することができるようにしたが、この他に、機械的な絞り機構や、デジタルミラーデバイスなどを用いることも可能である。

【0140】

また、本実施形態では、露光時間を長時間露光、短時間露光および中時間露光の3段階に設定するようにしたが、これより多く露光時間を設定することも可能である。また、中時間露光を設定しない構成も可能である。

【0141】

また、本実施形態では、領域別照明補正量として、現在の領域別照明強度に対する新しい領域別照明強度の比率を表す領域別照明補正率を用い、また、露光補正量として、現在の露光時間に対する新しい露光時間の比率を表す露光補正率を用いたが、領域別照明補正量および露光補正量は、このような比率に限定されるものではなく、例えば現在の領域別照明強度および露光時間に加減算されるものであってもよい。

【0142】

また、撮像部4に搭載の撮像素子11として、CCDセンサに限定されるものでなく、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサを用いることも可能である。そして、撮像部4に搭載の撮像素子11は単一の感度を有するホットダイオードを2次元に配列したものに限らず、例えば、感度設定の異なる2種類のホットダイオード（面積を大小変化させたものやNDフィルタを付けたものなど）が一体化されたハイブリッドタイプのホットダイオードを有する撮像素子11を用いることも可能であり、上記実施例と同様に撮像素子の露光時間を変更可能な撮像部として機能させることができる。その場合、長時

10

20

30

40

50

間露光と短時間露光とによる画像が略同時に取得することができるので、画像取得にかかる時間を大幅に短縮することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0143】

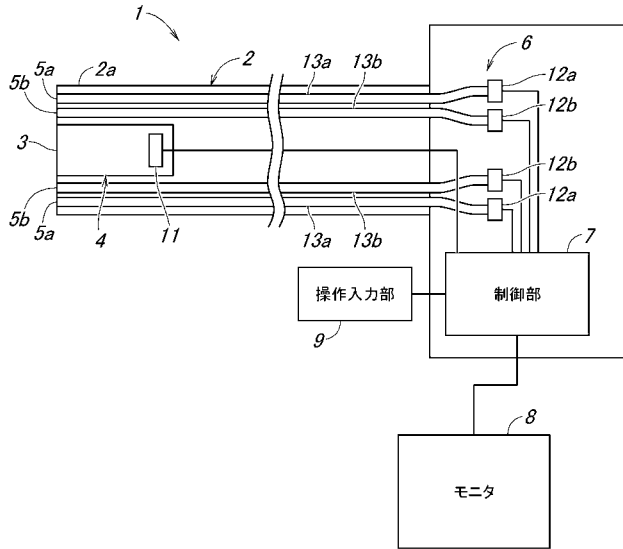
本発明にかかる内視鏡は、高いフレームレートを確保しつつ、白飛びおよび黒潰れを同時にかつ大幅に改善することができる効果を有し、観察対象の内部に挿入されてその観察対象の内部の被写体を照明しながら撮像する内視鏡などとして有用である。

【符号の説明】

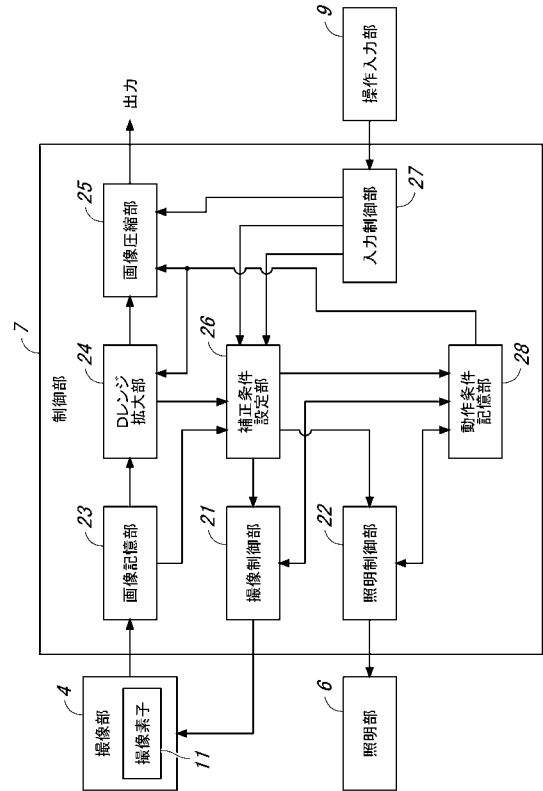
【0144】

1	内視鏡	10
2	挿入部、2 a 先端部	
3	撮像窓	
4	撮像部	
5 a , 5 b	照明窓（光出射部）	
6	照明部	
7	制御部	
11	撮像素子	
12 a , 12 b	光源	
13 a , 13 b	光ファイバー	
21	撮像制御部	20
22	照明制御部	
23	画像記憶部	
24	ダイナミックレンジ拡大部	
25	画像圧縮部	
26	補正条件設定部	
27	入力制御部	
28	動作条件記憶部	
31 a , 31 b	第1 , 第2の領域分割部	
32 a , 32 b	第1 , 第2の領域別代表値取得部	
33 a , 33 b	第1 , 第2の領域別差分算出部	30
34 a , 34 b	第1 , 第2の露光補正量設定部	
35	第3の領域分割部	
36	第3の領域別代表値取得部	
37	第3の領域別差分算出部	
38	照明補正量設定部	
41	領域別照明強度設定部	
53	露光時間設定部	
54	中時間露光設定部	

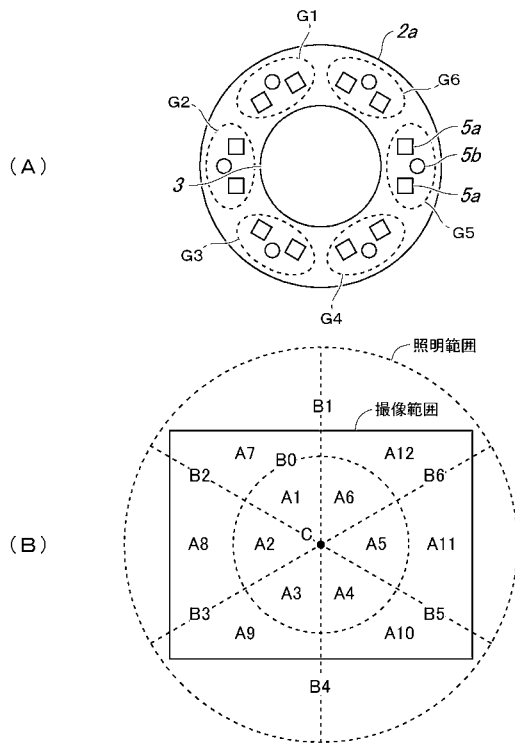
【図 1】



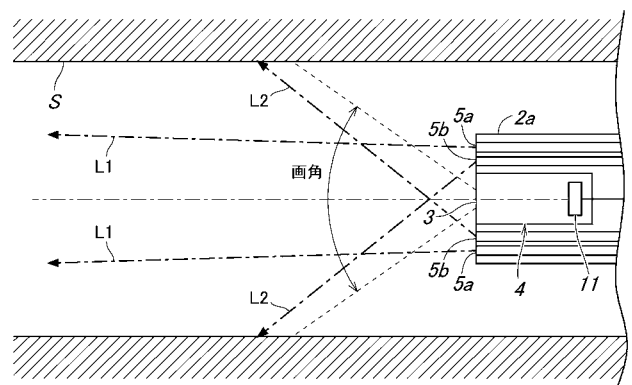
【図 3】



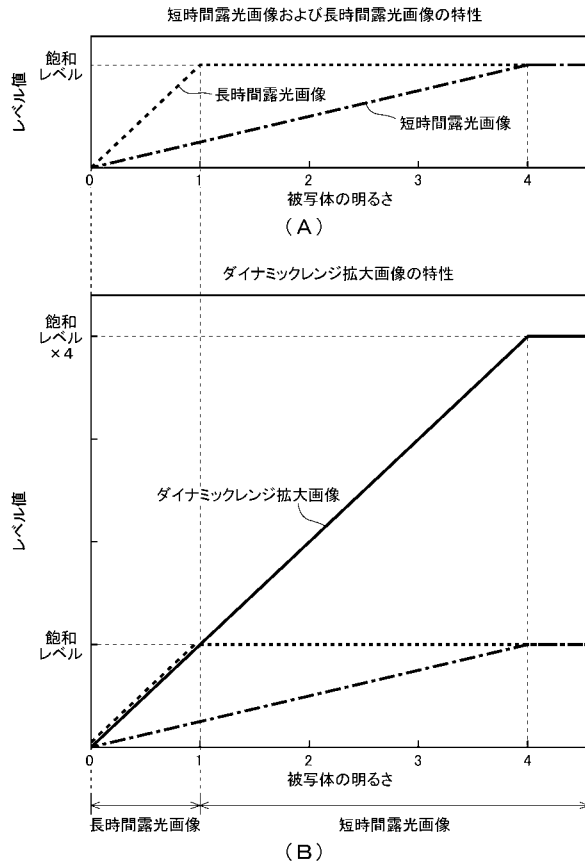
【図 4】



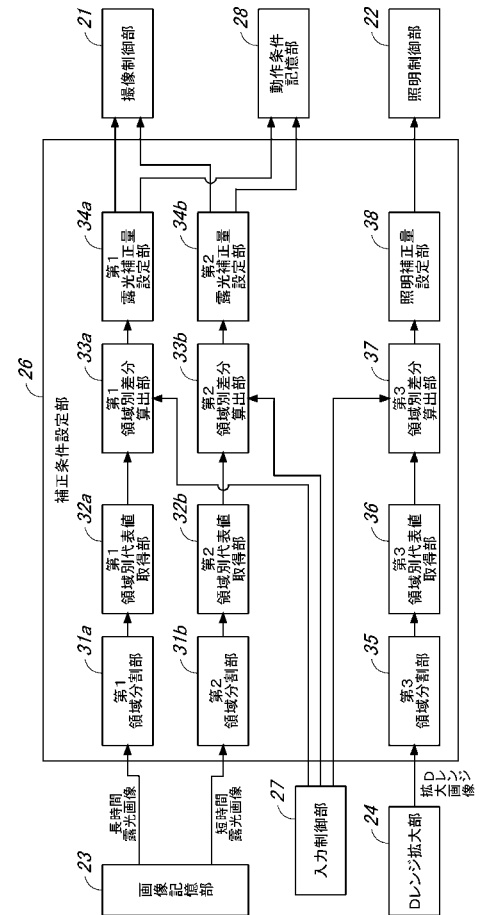
【図 5】



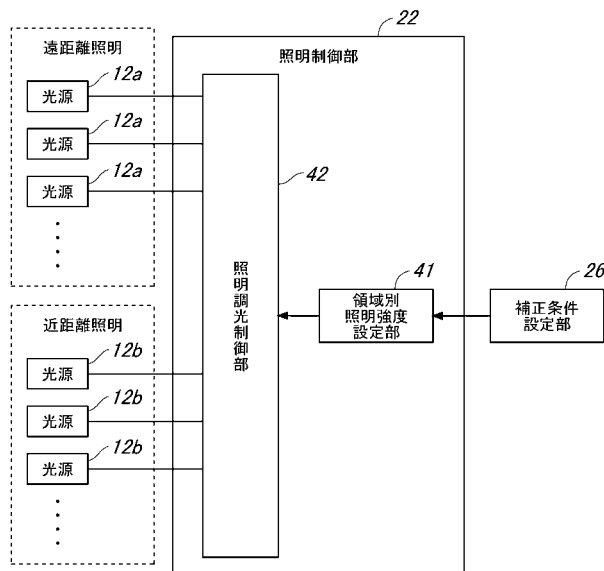
【図 6】



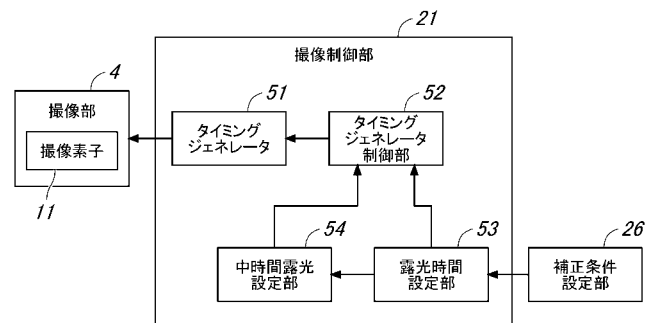
【図 7】



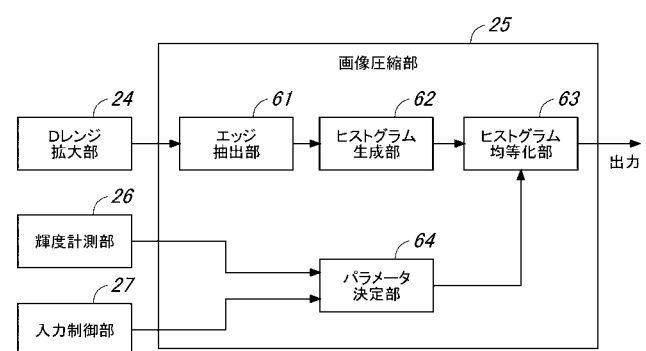
【図 8】



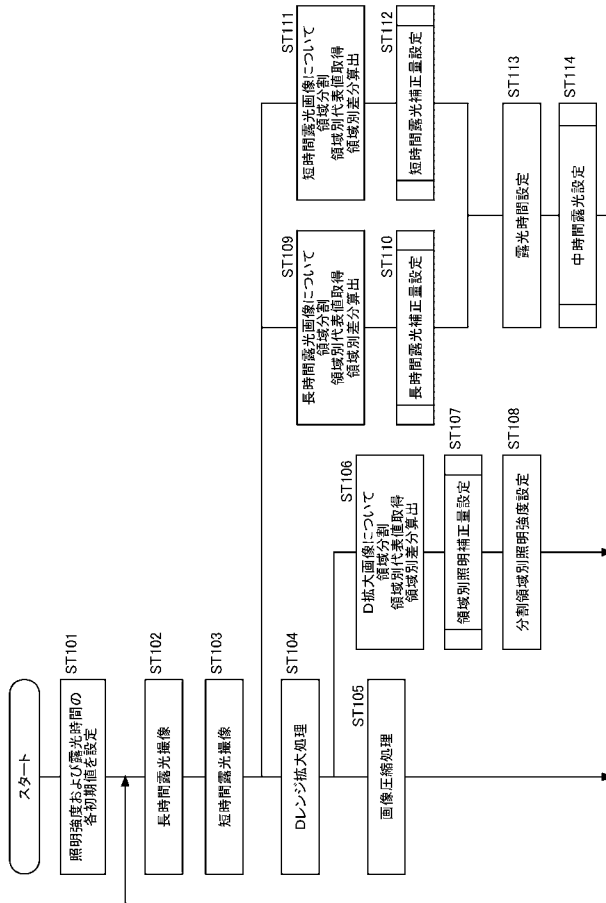
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



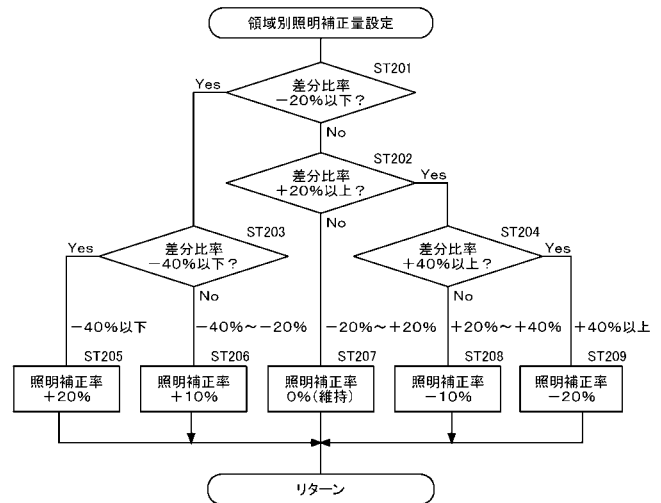
【図 1 4】

	差分比率	露光補正率
長時間露光	+20%以上	-5%(減少)
	±20%以内	0%(維持)
	-20%以下	+5%(増加)
短時間露光	+20%以上	-5%(減少)
	±20%以内	0%(維持)
	-20%以下	+5%(増加)

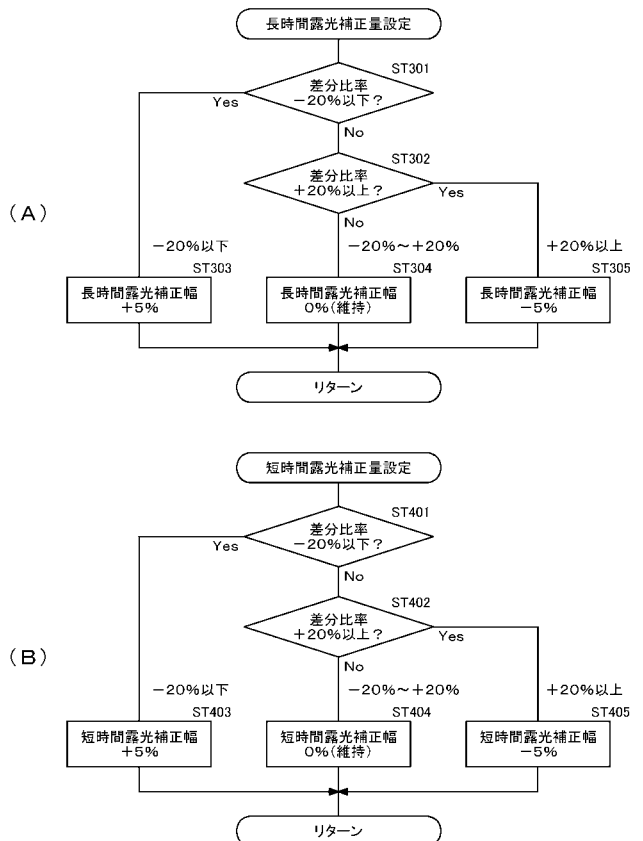
【図 1 2】

Dレンジ拡大画像 差分比率	照明補正率
+40%以上	-20%(中速減少)
+20%~+40%	-10%(低速減少)
±20%以内	0%(維持)
-40%~-20%	+10%(低速増加)
-40%以下	+20%(中速増加)

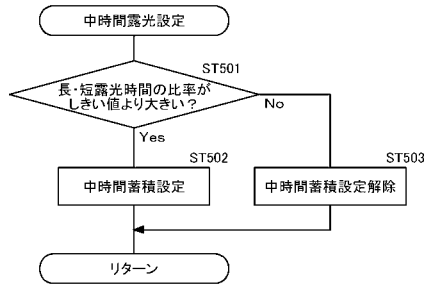
【図 1 3】



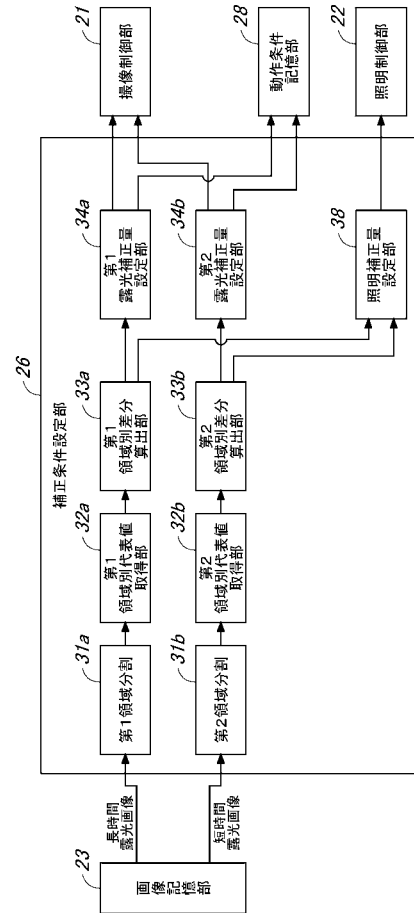
【図 1 5】



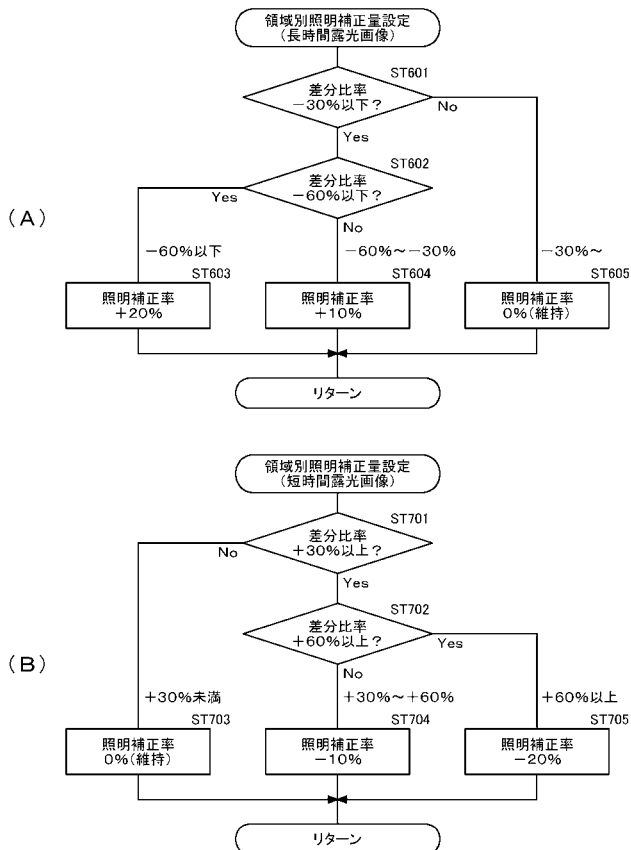
【図 16】



【図 17】

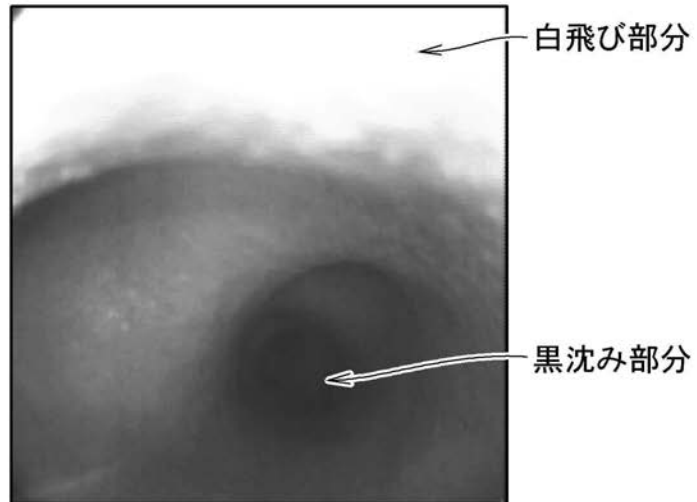


【図 18】

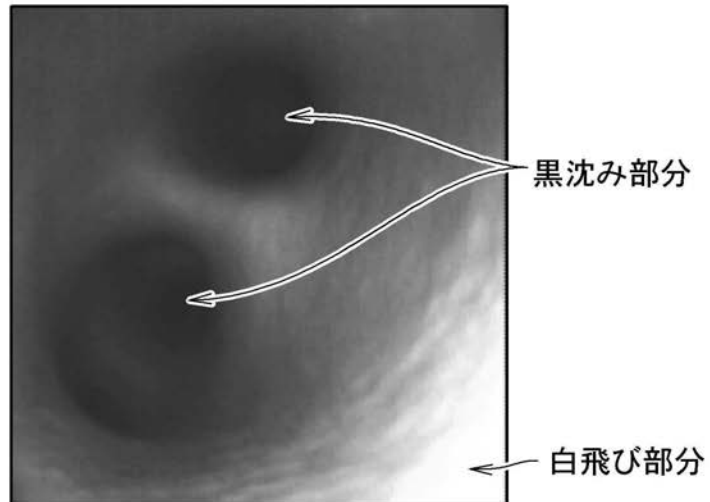


【図 2】

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 和麻

福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニックシステムネットワークス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 BA10 BA12 CA06 CA07 GA02

4C161 FF40 GG01 LL01 NN01 RR02 RR06 SS07 TT02

专利名称(译)	内视镜		
公开(公告)号	JP2014176449A	公开(公告)日	2014-09-25
申请号	JP2013051345	申请日	2013-03-14
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	森村 淳 魚森 謙也 吉田 和麻		
发明人	森村 淳 魚森 謙也 吉田 和麻		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/04 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/06.A A61B1/06.B A61B1/04.362.A A61B1/04.370 G02B23/24.B A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/045.632 A61B1/06.510 A61B1/06.530 A61B1/06.531 A61B1/06.612 A61B1/07.730		
F-TERM分类号	2H040/BA10 2H040/BA12 2H040/CA06 2H040/CA07 2H040/GA02 4C161/FF40 4C161/GG01 4C161/LL01 4C161/NN01 4C161/RR02 4C161/RR06 4C161/SS07 4C161/TT02		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：在确保高帧频的同时，同时大幅度改善光晕和黑色缺陷。

解决方案：内窥镜包括：能够改变成像元件11的曝光时间的成像部分4；照明部6，其能够分别调整通过划分摄像范围而得到的多个区域中的每个区域的照明强度。控制部7并行执行区域分割照明控制，以从拍摄图像中获得区域分类的照明校正量，并对各区域的照明强度进行校正控制，以及曝光时间控制，以得到曝光校正量。从拍摄的图像中进行曝光，并执行曝光时间的校正控制。内窥镜特别地包括动态范围扩展部24，成像部改变曝光时间并执行多次成像，动态范围扩展部从各自具有不同曝光时间的多个捕获图像生成动态范围扩展图像，控制部从分别具有不同的曝光时间和动态范围扩大图像的多个拍摄图像中取得区域分类的照明校正量和曝光校正量。

