

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5856733号
(P5856733)

(45) 発行日 平成28年2月10日 (2016. 2. 10)

(24) 登録日 平成27年12月18日 (2015. 12. 18)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/04 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 3 7 0

G 0 2 B 23/24 (2006. 01)

G 0 2 B 23/24 B

H 0 4 N 5/232 (2006. 01)

H 0 4 N 5/232 Z

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-245908 (P2010-245908)
 (22) 出願日 平成22年11月2日 (2010. 11. 2)
 (65) 公開番号 特開2012-95828 (P2012-95828A)
 (43) 公開日 平成24年5月24日 (2012. 5. 24)
 審査請求日 平成25年10月10日 (2013. 10. 10)

前置審査

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100104710
 弁理士 竹腰 昇
 (74) 代理人 100124682
 弁理士 黒田 泰
 (74) 代理人 100090479
 弁理士 井上 一
 (72) 発明者 吉野 浩一郎
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内

審査官 原 俊文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する画像取得部と、

前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整する露光量調整部と、

前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第1領域のうち、前記近点画像のピントが合っている第1領域を選択し、前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第2領域のうち、前記遠点画像のピントが合っている第2領域を選択することで、合成画像を生成する合成画像生成部と、

を含み、

前記露光量調整部は、

照明光を被写体に照射することにより得られる前記被写体からの反射光を第1反射光と第2反射光に分割する少なくとも1つの調光ミラーを有し、

前記少なくとも1つの調光ミラーは、前記近点画像の露光量が前記遠点画像の露光量よりも小さくなるように、前記第2反射光に対する前記第1反射光の光量を可変の前記比率で分割し、

前記合成画像生成部は、

前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する画像取得部と、

前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整する露光量調整部と、

前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第 1 領域のうち、前記近点画像のピントが合っている第 1 領域を選択し、前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第 2 領域のうち、前記遠点画像のピントが合っている第 2 領域を選択することで、合成画像を生成する合成画像生成部と、

を含み、

前記露光量調整部は、

照明光を被写体に照射することにより得られる前記被写体からの反射光を第 1 反射光と第 2 反射光に分割する分割部と、

前記近点画像の露光量が前記遠点画像の露光量よりも小さくなるように、前記第 2 反射光に対する前記第 1 反射光の光量を可変の前記比率に調整する少なくとも 1 つの可変絞りと、

を有し、

前記合成画像生成部は、

前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】

近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する画像取得部と、

前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整する露光量調整部と、

前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第 1 領域のうち、前記近点画像のピントが合っている第 1 領域を選択し、前記近点画像と前記遠点画像の各々の対応する第 2 領域のうち、前記遠点画像のピントが合っている第 2 領域を選択することで、合成画像を生成する合成画像生成部と、

を含み、

前記露光量調整部は、

照明光を被写体に照射することにより得られる前記被写体からの反射光を第 1 反射光と第 2 反射光に分割する分割部と、

前記近点画像の露光量が前記遠点画像の露光量よりも小さくなるように、前記第 2 反射光に対する前記第 1 反射光の光量を可変の前記比率に調整する少なくとも 1 つの液晶シャッターと、

を有し、

前記合成画像生成部は、

前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 において、

前記画像取得部は、

前記分割部から第 1 距離に配置された第 1 撮像素子の撮像により前記近点画像を取得し、前記分割部から前記第 1 距離とは異なる第 2 距離に配置された第 2 撮像素子の撮像により前記遠点画像を取得することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記露光量調整部は、

前記比率を観察状態に応じて調整することを特徴とする撮像装置。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

請求項 5 において、
前記観察状態は前記近点画像と前記遠点画像のピント位置に応じて設定され、
前記露光量調整部は、
前記ピント位置に応じて前記比率を調整することを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記露光量調整部は、
通常観察状態では、前記比率を第 1 比率に設定し、
前記通常観察状態における前記ピント位置よりも近いピント位置の拡大観察状態では、
前記第 1 比率よりも大きい第 2 比率に前記比率を設定することを特徴とする撮像装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡等の撮像装置では、ドクターの診断に支障をきたさないようにするために、パンフォーカス (deep focus) の画像が求められる。このため、内視鏡等の撮像装置では、比較的 F ナンバーが大きい光学系を使用して被写界深度を深くすることで、パンフォーカスの性能を達成している。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000 - 276121 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 64075 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、内視鏡システムにおいても、数十万画素程度の高画素の撮像素子が使用されるようになってきている。撮像装置の被写界深度は許容錯乱円の大きさによって決定されるが、高画素の撮像素子では、画素ピッチが小さくなるに従って許容錯乱円も小さくなるため撮像装置の被写界深度は狭くなる。この場合、光学系の絞りをさらに小さくし、光学系の F ナンバーを増大させることで被写界深度を維持する手法が考えられる。 30

【0005】

しかしながら、この手法では、光学系が暗くなるとノイズが増加するため画質が劣化してしまう。また、F ナンバーが大きくなると回折の影響が大きくなり、結像性能が劣化する。そのため、撮像素子を高画素化しても高い解像力の画像が得られなくなってしまう。このような場合に被写界深度を拡大する技術として、例えばピント位置の異なる複数枚の画像を取得し、画像のピントが合っている部分だけを合成して被写界深度が拡大された合成画像を生成する手法が知られている (例えば特許文献 1)。 40

【0006】

また、高画素の撮像素子では、画素ピッチが小さくなるに従って画素の飽和レベルも小さくなる。そのため、撮像素子のダイナミックレンジが小さくなり、画像内に含まれる明部と暗部の輝度差が大きい場合に両部を適切な露出で撮影することが困難になってしまう。このような場合にダイナミックレンジを拡大する技術として、例えば露光量の異なる複数枚の画像を取得し、適切な露出が得られている部分だけを合成してダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成する手法が知られている (例えば特許文献 2)。

【0007】

さて、内視鏡装置等の撮像装置では、パンフォーカスと適切な露出での観察を可能にす 50

るために、被写界深度とダイナミックレンジの両方を拡大するという課題がある。例えば、ピント位置と露光量の両方を変化させて取得された複数枚の画像を入力画像群とし、その入力画像群から、被写界深度とダイナミックレンジの両方が拡大された合成画像を生成する場合を考える。このような合成画像を生成するためには、入力画像群は、少なくとも被写体の一部に対してピントと露出が適切な状態で取得されている画像の集合となる必要がある。しかしながら、このような入力画像群の取得方法や、取得した入力画像群を用いた合成画像の生成方法については、上述の手法では説明されていない。

【 0 0 0 8 】

本発明の幾つかの態様によれば、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された画像を生成可能な撮像装置、内視鏡装置及び画像生成方法等を提供できる。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様は、近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する画像取得部と、前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整する露光量調整部と、前記近点画像と前記遠点画像に基づいて合成画像を生成する合成画像生成部と、を含み、前記合成画像生成部は、前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成する撮像装置に係する。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様によれば、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率が調整され、その露光量の比率が調整された近点画像と遠点画像が取得され、その取得された近点画像と遠点画像に基づいて合成画像が生成される。これにより、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成可能になる。

20

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の態様は、近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する画像取得部と、前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整する露光量調整部と、前記近点画像と前記遠点画像に基づいて合成画像を生成する合成画像生成部と、を含み、前記合成画像生成部は、前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成する内視鏡装置に係する。

30

【 0 0 1 2 】

また、本発明のさらに他の態様は、近点被写体にピントが合った近点画像と、前記近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得し、前記遠点画像の露光量に対する前記近点画像の露光量の比率を調整し、前記近点画像と前記遠点画像に基づいて合成画像を生成する場合に、前記比率が調整された露光量により取得された前記近点画像と前記遠点画像に基づいて前記合成画像を生成する画像生成方法に係する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】内視鏡システムの第 1 の構成例。

【図 2】ベイア配列の色フィルタの例。

40

【図 3】図 3 (A) は、近点画像の被写界深度についての説明図である。図 3 (B) は、遠点画像の被写界深度についての説明図。

【図 4】画像処理部の詳細な構成例。

【図 5】合成画像生成部の詳細な構成例。

【図 6】鮮鋭度算出処理における局所領域の設定例。

【図 7】通常観察状態についての説明図。

【図 8】図 8 (A) は、通常観察状態で取得される近点画像の模式図である。図 8 (B) は、通常観察状態で取得される遠点画像の模式図である。図 8 (C) は、通常観察状態における合成画像の模式図である。

【図 9】内視鏡システムの第 2 の構成例。

50

【図 10】拡大観察状態についての説明図。

【図 11】図 11 (A) は、 $\alpha = 0.5$ の場合に拡大観察状態で取得される近点画像の模式図である。図 11 (B) は、 $\alpha = 0.5$ の場合に拡大観察状態で取得される遠点画像の模式図である。図 11 (C) は、 $\alpha = 0.5$ の場合に拡大観察状態における合成画像の模式図である。

【図 12】図 12 (A) は、 $\alpha = 1$ の場合に拡大観察状態で取得される近点画像の模式図である。図 12 (B) は、 $\alpha = 1$ の場合に拡大観察状態で取得される遠点画像の模式図である。図 12 (C) は、 $\alpha = 1$ の場合に拡大観察状態における合成画像の模式図である。

【図 13】内視鏡システムの第 3 の構成例。

【図 14】合成画像生成部の第 2 の詳細な構成例。

10

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0015】

1. 本実施形態の概要

まず、図 7 と図 8 (A) ~ 図 8 (C) を用いて、本実施形態の概要について説明する。図 7 に示すように、消化管の内壁を被写体として内視鏡により撮像する場合、消化管の内壁を照明して撮影を行う。そのため、撮像部から遠い被写体ほど暗く写り、被写体の視認性が劣化する場合がある。例えば、撮像部に近い被写体は露出オーバーとなって白飛びしたり、撮像部から遠い被写体は露出アンダーとなって S/N が悪化してしまう。

20

【0016】

また、視認性を劣化させる原因として、パンフォーカスが得られない場合が考えられる。パンフォーカスは、画像全体でピントが合っている状態のことである。例えば、撮像素子の高画素化による画素ピッチの減少や回折限界などによって高い F ナンバーが実現できない場合、撮像部の被写界深度が狭くなる。被写界深度が狭くなると、撮像部から近い被写体や遠い被写体がピンぼけになり、画像の一部でしかピントが合っていない状態になってしまう。

【0017】

30

このように、撮像部に近い被写体から遠い被写体まで視認性を向上するためには、適切な露出を得られる範囲であるダイナミックレンジを広げ、被写体にピントが合っている範囲である被写界深度を広げる必要がある。

【0018】

そこで本実施形態では、図 7 に示すように、被写界深度 D F 1 でピントが合っている近点画像と、被写界深度 D F 2 でピントが合っている遠点画像を撮影する。このとき、撮像部から近いほど明るく照明されるため、被写界深度 D F 2 よりも D F 1 の方が明るく撮像される。図 8 (A) に示すように、近点画像では、ピントが合った被写界深度 D F 1 に対応する領域 1 を適正露出で撮像する。一方、図 8 (B) に示すように、遠点画像では、ピントが合った被写界深度 D F 2 に対応する領域 2 を適正露出で撮像する。この露出調整は、近点画像を遠点画像よりも小さい露光量で撮像することで行う。そして、図 8 (C) に示すように、近点画像の領域 1 と遠点画像の領域 2 を合成することで、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成する。

40

【0019】

2. 内視鏡システム

以下では、上記の本実施形態について詳細に説明する。図 1 に、内視鏡システムの第 1 の構成例を示す。内視鏡システム (内視鏡装置) は、光源部 100 と、撮像部 200 と、制御装置 300 (処理部) と、表示部 400 と、外部 I/F 部 500 を含む。

【0020】

光源部 100 は、白色光を発生する白色光源 110 と、その白色光をライトガイドファ

50

イバ 2 1 0 に集光するための集光レンズ 1 2 0 を有する。

【 0 0 2 1 】

撮像部 2 0 0 は、例えば体腔への挿入を可能にするため細長くかつ湾曲可能に形成されている。撮像部 2 0 0 は、光源部 1 0 0 で集光された光を導くためのライトガイドファイバ 2 1 0 と、そのライトガイドファイバ 2 1 0 により先端まで導かれてきた光を拡散させて被写体に照射する照明レンズ 2 2 0 を有する。また撮像部 2 0 0 は、被写体から戻る反射光を集光する対物レンズ 2 3 0 と、集光した反射光を分割する露光量調整部 2 4 0 と、第 1 撮像素子 2 5 0 と、第 2 撮像素子 2 6 0 を有する。

【 0 0 2 2 】

第 1 撮像素子 2 5 0 と第 2 撮像素子 2 6 0 は、図 2 に示すように、ベイヤ配列の色フィルタを持つ撮像素子である。ここで、色フィルタ G r と色フィルタ G b は、同じ分光特性である。露光量調整部 2 4 0 は、第 1 撮像素子 2 5 0 と第 2 撮像素子 2 6 0 により取得される画像の露光量を調整する。具体的には、露光量調整部 2 4 0 は、第 2 撮像素子 2 6 0 の露光量に対する第 1 撮像素子 2 5 0 の露光量の比率が所定の値 α となるように反射光を分割する。例えば、露光量調整部 2 4 0 はビームスプリッター（広義には分割部）であり、 $\alpha = 0.5$ となるように被写体からの反射光を分割する。なお、 α の値は 0.5 に限らず、任意の値に設定可能であることは言うまでもない。

【 0 0 2 3 】

制御装置 3 0 0（処理部）は、内視鏡システムの各構成要素の制御や画像処理を行う。制御装置 3 0 0 は、A/D変換部 3 1 0、3 2 0 と、近点画像記憶部 3 3 0 と、遠点画像記憶部 3 4 0 と、画像処理部 6 0 0 と、制御部 3 6 0 を有する。

【 0 0 2 4 】

A/D変換部 3 1 0、3 2 0 は、それぞれ第 1 撮像素子 2 5 0 と第 2 撮像素子 2 6 0 から出力されるアナログ信号を、デジタル信号に変換して出力する。近点画像記憶部 3 3 0 は、A/D変換部 3 1 0 から出力されたデジタル信号を近点画像として記憶する。遠点画像記憶部 3 4 0 は、A/D変換部 3 2 0 から出力されたデジタル信号を遠点画像として記憶する。画像処理部 6 0 0 は、記憶された近点画像と遠点画像から表示用の画像を生成し、表示部 4 0 0 に出力する。画像処理部 6 0 0 の詳細については後述する。表示部 4 0 0 は、例えば液晶モニタ等の表示装置であり、画像処理部 6 0 0 から出力される画像を表示する。制御部 3 6 0 は、近点画像記憶部 3 3 0、遠点画像記憶部 3 4 0、画像処理部 6 0 0 と双方向に接続されており、これらの制御を行う。

【 0 0 2 5 】

外部 I/F 部 5 0 0 は、内視鏡システムに対するユーザーからの入力等を行うためのインターフェースである。例えば、外部 I/F 部 5 0 0 は、電源のオン/オフを行うための電源スイッチや、撮影操作を開始するためのシャッターボタン、撮影モードやその他各種のモードを切り換えるためのモード切替ボタンなどを有する。外部 I/F 部 5 0 0 は、ユーザーから入力された情報を制御部 3 6 0 に出力する。

【 0 0 2 6 】

次に、図 3（A）、図 3（B）を用いて、第 1 撮像素子 2 5 0 と第 2 撮像素子 2 6 0 で取得される画像の被写界深度について説明する。図 3（A）に示すように、 $Z_{n'}$ は、対物レンズ 2 3 0 の後側焦点位置から第 1 撮像素子 2 5 0 までの距離である。図 3（B）に示すように、 $Z_{f'}$ は、対物レンズ 2 3 0 の後側焦点位置から第 2 撮像素子 2 6 0 までの距離である。本実施形態では、第 1 撮像素子 2 5 0 と第 2 撮像素子 2 6 0 は、露光量調整部 2 4 0 を介して例えば $Z_{n'} > Z_{f'}$ で配置されている。そのため、第 1 撮像素子 2 5 0 で取得される近点画像の被写界深度範囲 D F 1 は、第 2 撮像素子 2 6 0 で取得される遠点画像の被写界深度範囲 D F 2 に比較して対物レンズ 2 3 0 に近い範囲となる。 $Z_{n'}$ と $Z_{f'}$ の値を調整することで、それぞれの画像の被写界深度の範囲を調整できる。

【 0 0 2 7 】

3. 画像処理部

次に、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された合成画像を出力する画像処理部 6

10

20

30

40

50

00について詳細に説明する。図4に、画像処理部600の詳細な構成例を示す。画像処理部600は、画像取得部610と、前処理部620と、合成画像生成部630と、後処理部640を有する。

【0028】

画像取得部610は、近点画像記憶部330に記憶された近点画像と、遠点画像記憶部340に記憶された遠点画像を読み出して、近点画像と遠点画像を取得する。前処理部620は、取得された近点画像と遠点画像のそれぞれに対して、例えばOB処理やホワイトバランス処理、デモザイク処理、色変換処理等の前処理を行い、前処理後の近点画像と遠点画像を合成画像生成部630に対して出力する。なお、前処理部620は、必要に応じて歪曲収差や倍率色収差といった光学収差の補正処理やノイズ低減処理等を行ってもよい。

10

【0029】

合成画像生成部630は、前処理部620から出力された近点画像と遠点画像を用いて、被写界深度が拡大された1枚の合成画像を生成し、その合成画像を後処理部640に対して出力する。後処理部640は、合成画像生成部630から出力された合成画像に対して、例えば階調変換処理やエッジ強調処理、拡縮処理等の処理を行い、処理後の合成画像を表示部400に対して出力する。

【0030】

4. 合成画像生成部

図5に、合成画像生成部630の詳細な構成例を示す。合成画像生成部630は、鮮鋭度算出部631と、画素値決定部632を有する。なお以下では、合成画像生成部630に入力される近点画像を I_n とし、遠点画像を I_f とする。また、合成画像生成部630から出力される合成画像を I_c とする。

20

【0031】

鮮鋭度算出部631は、前処理部620から出力された近点画像 I_n と遠点画像 I_f の鮮鋭度を算出する。具体的には、鮮鋭度算出部631は、近点画像 I_n の座標 (x, y) に位置する処理対象画素 $I_n(x, y)$ (注目画素)の鮮鋭度 $S_{I_n}(x, y)$ と、遠点画像 I_f の座標 (x, y) に位置する処理対象画素 $I_f(x, y)$ の鮮鋭度 $S_{I_f}(x, y)$ を算出する。そして、鮮鋭度算出部631は、処理対象画素の画素値 $I_n(x, y)$, $I_f(x, y)$ と、算出した鮮鋭度 $S_{I_n}(x, y)$, $S_{I_f}(x, y)$ を、画素値決定部632に対して出力する。

30

【0032】

例えば、鮮鋭度算出部631は、処理対象画素とその任意の周辺画素との勾配を鮮鋭度として算出する。また、鮮鋭度算出部631は、任意のHPF(ハイパスフィルタ)を用いてフィルタ処理を行い、処理対象画素の位置における出力値の絶対値を鮮鋭度として算出してもよい。

【0033】

また、図6に示すように、鮮鋭度算出部631は、処理対象画素 $I_n(x, y)$, $I_f(x, y)$ に対して、例えば座標 (x, y) を中心とした 5×5 画素の領域をそれぞれの画像の局所領域として設定し、この局所領域全体の画素値を用いて処理対象画素の鮮鋭度を算出してもよい。この場合に鮮鋭度を算出する手法として、例えば処理対象画素 $I_n(x, y)$, $I_f(x, y)$ に対して設定した局所領域のすべての画素に対して、Gチャンネルの画素値を用いて上下左右に隣接する4画素との勾配 Δu , Δd , Δl , Δr を算出する。そして、局所領域のすべての画素における4方向の勾配の平均値 $\Delta_{ave_I_n}$, $\Delta_{ave_I_f}$ を算出し、これらを処理対象画素の鮮鋭度 $S_{I_n}(x, y)$, $S_{I_f}(x, y)$ とする。また、上記の局所領域を設定した場合に鮮鋭度を算出する他の手法として、例えば局所領域のすべての画素に対して任意のHPFを用いてフィルタ処理を行い、その出力値の絶対値の平均値を鮮鋭度として算出してもよい。

40

【0034】

図5に示す画素値決定部632は、鮮鋭度算出部631から出力された処理対象画素の

50

画素値 $I_n(x, y)$, $I_f(x, y)$ と、鮮鋭度 $S_I_n(x, y)$, $S_I_f(x, y)$ から、例えば下式 (1) を用いて合成画像の画素値を決定する。

$$\begin{aligned} S_I_n(x, y) \geq S_I_f(x, y) \text{ の場合} \\ I_c(x, y) = I_n(x, y), \\ S_I_n(x, y) < S_I_f(x, y) \text{ の場合} \\ I_c(x, y) = I_f(x, y) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0035】

鮮鋭度算出部 631 と画素値決定部 632 は、処理対象画素の座標 (x, y) を順次移動し、画像上のすべての画素に対して上記処理を行うことで、合成画像 I_c を生成する。そして、画素値決定部 632 は、生成した合成画像 I_c を後処理部 640 に対して出力する。

10

【0036】

次に、図 7 ~ 図 8 (C) を用いて、画素値決定部 632 で生成される合成画像について説明する。図 7 に、本実施形態の内視鏡システムにおける消化管の通常観察状態を示す。また、図 8 (A)、図 8 (B) に、通常観察状態で取得される近点画像と遠点画像を模式的に示し、図 8 (C) に、合成画像を模式的に示す。

【0037】

図 8 (A) に示すように、近点画像では、領域 1 で示される画像の周辺の領域ではピントが合っており、領域 2 で示される画像の中心の領域ではピントがボケている。一方、図 8 (B) に示すように、遠点画像では、領域 1 で示される画像の周辺の領域ではピントがボケており、領域 2 で示される画像の中心の領域ではピントが合っている。領域 1 は、図 7 に示す被写界深度 DF_1 に対応する領域であり、被写体が撮像部に対して近い位置にある領域である。また、領域 2 は、図 7 に示す被写界深度 DF_2 に対応する領域であり、被写体が撮像部に対して遠い位置にある領域である。

20

【0038】

上述のように、近点画像を取得する第 1 撮像素子 250 の露光量は、遠点画像を取得する第 2 撮像素子 260 の露光量の半分 ($\alpha = 0.5$) となるように露光量が調整されている。そのため図 8 (A) に示すように、近点画像は遠点画像に比べて露光量が比較的小さくなり、領域 1 で示される画像の周辺の領域では適切な明るさが得られるが、領域 2 で示される画像の中心の領域では露光量が足りず、黒くつぶれたような画像となる。一方図 8 (B) に示すように、遠点画像は露光量が比較的大きいため、領域 1 で示される画像の周辺の領域では露光量が多すぎて白トビしている画像となるが、領域 2 で示される画像の中心の領域では適切な明るさが得られた画像となる。

30

【0039】

この結果、図 8 (C) に示すように、近点画像と遠点画像のピントが合っている部分を合成することで、画像全体で適切な明るさが得られることになる。このようにして、被写界深度とダイナミックレンジの両方が拡大された合成画像を生成することができる。

【0040】

次に、合成画像の画素値を算出する手法の第 1 の変形例について説明する。図 7 に示すように、被写体が撮像部に近い位置から遠い位置まで連続的に変化する場合、 X で表す被写界深度の境界付近 (合成画像の領域 1 と領域 2 の境界付近) において、合成画像に不連続な明るさの変化が発生する可能性がある。このような場合、画素値決定部 632 は、近点画像と遠点画像の鮮鋭度 $S_I_n(x, y)$, $S_I_f(x, y)$ を用いて、例えば下式 (2) を用いて合成画像の画素値を算出してもよい。

40

$$\begin{aligned} I_c(x, y) = [S_I_n(x, y) * I_n(x, y) + \\ S_I_f(x, y) * I_f(x, y)] / \\ [S_I_n(x, y) + S_I_f(x, y)] \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0041】

このような処理を行うことで、被写界深度の境界付近でも合成画像の明るさを連続的に変化させることができる。また、被写界深度の境界付近では、ピントが合った領域とピン

50

ぼけした領域の境界付近であり、近点画像と遠点画像の解像力がほぼ等しくなる。そのため、上式(2)のように、鮮鋭度で重み付けして合成画像を算出しても解像力の劣化はほとんど発生しない。

【0042】

次に、合成画像の画素値を算出する手法の第2の変形例について説明する。第2の変形例では、近点画像と遠点画像の鮮鋭度の差 $|S_In(x, y) - S_If(x, y)|$ と閾値 S_th の比較を行う。そして、差 $|S_In(x, y) - S_If(x, y)|$ が閾値 S_th 以上である場合には、上式(1)のように、鮮鋭度が高い方の画像の画素値を合成画像の画素値として選択する。一方、差 $|S_In(x, y) - S_If(x, y)|$ が閾値 S_th 以下である場合には、上式(2)あるいは下式(3)により合成画像の画素値を算出する処理を行う。

$$Ic(x, y) = [In(x, y) + If(x, y)] / 2 \quad \cdots (3)$$

【0043】

なお、上記の実施形態では内視鏡システムを例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、本実施形態は、フラッシュ等の照明を用いて撮像するスチールカメラ等の撮像装置に適用可能である。

【0044】

さて上述のように、撮像部に近い被写体から遠い被写体まで視認性を向上するためには、適切な露出を得られる範囲であるダイナミックレンジを広げ、被写体にピントが合っている範囲である被写界深度を広げる必要があるという課題がある。

【0045】

この点、本実施形態の撮像装置は、図1と図4に示すように、画像取得部610と、露光量調整部240と、合成画像生成部630を含む。画像取得部610は、近点被写体にピントが合った近点画像と、近点被写体よりも遠い遠点被写体にピントが合った遠点画像を取得する。露光量調整部240は、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率 α を調整する。合成画像生成部630は、近点画像と遠点画像に基づいて合成画像を生成する。この場合に、合成画像生成部630は、比率 α が調整された露光量により取得された近点画像と遠点画像に基づいて、合成画像を生成する。

【0046】

これにより、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された画像の取得が可能になる。すなわち、図8(A)～図8(C)で上述のように、比率 α が調整されることで、近点画像においてピントが合った領域1と遠点画像においてピントが合った領域2を適正な露出にすることが可能になる。これにより、近点被写体と遠点被写体の両方にピントが合っており、両方が適正露出の画像を取得できる。

【0047】

ここで、近点被写体とは、図3(A)に示すように、対物レンズの後側焦点位置から距離 Z_n' に位置する撮像素子の被写界深度 DF_1 の範囲内に存在する被写体である。また、遠点被写体とは、図3(B)に示すように、対物レンズの後側焦点位置から距離 Z_f' に位置する撮像素子の被写界深度 DF_2 の範囲内に存在する被写体である。

【0048】

また本実施形態では、図8(A)～図8(C)に示すように、露光量調整部240は、比率 α を調整することにより、近点画像のピントが合っている第1領域(領域1)の露光量と、遠点画像のピントが合っている第2領域(領域2)の露光量とを近づける露光量調整を行う。そして、合成画像生成部630は、近点画像のピントが合っている第1領域と遠点画像のピントが合っている第2領域を合成して合成画像を生成する。

【0049】

このようにすれば、図7に示すように、撮像部200からの距離に応じて明るさが異なる被写界深度 DF_1 、 DF_2 の露光量を、比率 α を調整することで近づけることができる。これにより、近点画像における被写界深度 DF_1 (領域1)と遠点画像における被写界深度 DF_2 (領域2)の両方をより適正な露出状態にすることが可能になる。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態では、露光量調整部 2 4 0 は、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率 α を所定の基準値以下に調整することで、近点画像の露光量を小さくする調整を行い、近点画像のピントが合っている第 1 領域の露光量と遠点画像のピントが合っている第 2 領域の露光量を近づける。

【 0 0 5 1 】

例えば、本実施形態では、近点画像の露光量を小さくするために、所定の基準値として 1 以下の値に比率 α を設定する。すなわち、所定の基準値とは、照明光の明るさが撮像部から遠くなるに従って暗くなる場合に、近点画像の露光量が遠点画像の露光量よりも小さくなる値であればよい。

10

【 0 0 5 2 】

このようにすれば、図 8 (A) ~ 図 8 (C) に示すように、撮像部に近いため明るく照明される近点画像の領域 1 の露光量を小さくし、遠点画像の領域 2 の露光量に近づけることができる。

【 0 0 5 3 】

また、本実施形態では図 1 に示すように、露光量調整部 2 4 0 は分割部（例えばハーフミラー）を有する。分割部は、照明光を被写体に照射することにより得られる被写体からの反射光を、近点画像に対応する第 1 反射光 R L 1 と遠点画像に対応する第 2 反射光 R L 2 に分割する。分割部は、第 1 反射光 R L 1 の光量に対する第 2 反射光 R L 2 の光量を比率 α で分割する。そして、分割部は、分割部から第 1 距離 D 1 に配置された第 1 撮像素子 2 5 0 に対して第 1 反射光 R L 1 を出射し、分割部から第 1 距離 D 1 とは異なる第 2 距離 D 2 に配置された第 2 撮像素子 2 6 0 に対して第 2 反射光 R L 2 を出射する。画像取得部 6 1 0 は、第 1 撮像素子 2 5 0 の撮像により得られた近点画像を取得し、第 2 撮像素子 2 6 0 の撮像により得られた遠点画像を取得する。

20

【 0 0 5 4 】

このようにすれば、第 1 反射光 R L 1 の光量に対する第 2 反射光 R L 2 の光量を比率 α で分割することで、露光量の比率 α を調整できる。そして、第 1 撮像素子 2 5 0 に対して第 1 反射光 R L 1 を出射し、第 2 撮像素子 2 6 0 に対して第 2 反射光 R L 2 を出射することで、露光量と被写界深度が異なる近点画像と遠点画像を取得できる。

【 0 0 5 5 】

ここで、距離 D 1 , D 2 は、分割部の反射面（または透過面）から撮像素子までの距離であり、撮像光学系の光軸上における距離である。図 3 (A)、図 3 (B) に示すように、距離 D 1 , D 2 は、対物レンズ 2 3 0 の後側焦点位置から撮像素子までの距離が $Z n'$, $Z f'$ である場合の、分割部の反射面から撮像素子までの距離に対応する。

30

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では図 5 に示すように、合成画像生成部 6 3 0 は、鮮鋭度算出部 6 3 1 と、画素値決定部 6 3 2 を有する。鮮鋭度算出部 6 3 1 は、近点画像と遠点画像の処理対象画素 $I n(x, y)$, $I f(x, y)$ についての鮮鋭度 $S_I n(x, y)$, $S_I f(x, y)$ を算出する。画素値決定部 6 3 2 は、合成画像の処理対象画素の画素値 $I c(x, y)$ を、鮮鋭度 $S_I n(x, y)$, $S_I f(x, y)$ と近点画像の画素値 $I n(x, y)$ と遠点画像の画素値 $I f(x, y)$ に基づいて決定する。

40

【 0 0 5 7 】

より具体的には、上式 (1) に示すように、画素値決定部 6 3 2 は、近点画像の処理対象画素の鮮鋭度 $S_I n(x, y)$ が、遠点画像の処理対象画素の鮮鋭度 $S_I f(x, y)$ よりも大きい場合には、近点画像の処理対象画素の画素値 $I n(x, y)$ を合成画像の処理対象画素の画素値 $I c(x, y)$ とする。一方、画素値決定部 6 3 2 は、画素値決定部 6 3 2 は、遠点画像の処理対象画素の鮮鋭度 $S_I f(x, y)$ が、近点画像の処理対象画素の鮮鋭度 $S_I n(x, y)$ よりも大きい場合には、遠点画像の処理対象画素の画素値 $I f(x, y)$ を合成画像の処理対象画素の画素値 $I c(x, y)$ とする。

【 0 0 5 8 】

50

このようにすれば、鮮鋭度を用いることで、近点画像と遠点画像のピントが合った領域を合成できる。すなわち、鮮鋭度が大きい方を選択することで、ピントが合った領域を判定して合成することができる。

【0059】

また、本実施形態では上式(2)に示すように、画素値決定部632は、近点画像と遠点画像の処理対象画素の画素値 $I_n(x, y)$ 、 $I_f(x, y)$ を鮮鋭度 $S_n(x, y)$ 、 $S_f(x, y)$ に基づいて加重平均して、合成画像の処理対象画素の画素値 $I_c(x, y)$ を算出してもよい。

【0060】

このようにすれば、鮮鋭度に基づいて画素値を加重平均することで、近点画像と遠点画像のピントが合った領域の境界において、合成画像の明るさを滑らかに変化させることができる。

10

【0061】

また、本実施形態では上式(3)に示すように、画素値決定部632は、近点画像と遠点画像の処理対象画素の鮮鋭度の差分値の絶対値 $|S_n(x, y) - S_f(x, y)|$ が閾値 S_{th} よりも小さい場合、近点画像と遠点画像の処理対象画素の画素値 $I_n(x, y)$ 、 $I_f(x, y)$ を平均して、合成画像の処理対象画素の画素値 $I_c(x, y)$ を算出してもよい。

【0062】

このようにすれば、 $|S_n(x, y) - S_f(x, y)|$ が閾値 S_{th} よりも小さい領域を判定することで、近点画像と遠点画像のピントが合った領域の境界を判定できる。そして、その境界において画素値を平均することで、合成画像の明るさを滑らかに変化させることができる。

20

【0063】

また、本実施形態では露光量調整部240は、固定された比率 α (例えば0.5)により露光量を調整する。より具体的には図1に示すように、露光量調整部240は、照明光を被写体に照射することにより得られる被写体からの反射光を第1反射光 R_{L1} と第2反射光 R_{L2} に分割する少なくとも1つのビームスプリッターを有する。少なくとも1つのビームスプリッターは、第2反射光 R_{L2} に対する第1反射光 R_{L1} の光量を固定された比率 α (例えば0.5)で分割する。

30

【0064】

このようにすれば、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率を、固定された比率 α に調整できる。すなわち、第1撮像素子250と第2撮像素子260への入射光量を固定比率 α にすることで、露光量の比率を固定比率 α にできる。なお、本実施形態では、1つのビームスプリッターにより反射光を分割してもよく、2以上のビームスプリッターを組み合わせる反射光を分割してもよい。

【0065】

5. 内視鏡システムの第2の構成例

上記の実施形態では、固定の比率 α により露光量調整を行ったが、本実施形態では可変の比率 α により露光量調整を行ってもよい。図9に、この場合の内視鏡システムの第2の構成例を示す。図9に示す内視鏡システムは、光源部100と、撮像部200と、制御装置300と、表示部400と、外部I/F部500を含む。なお、本実施形態において特に記載のない部分については、上述の第1の構成例と同様である。

40

【0066】

撮像部200は、光源部で集光された光を導くためのライトガイドファイバ210と、そのライトガイドファイバにより先端まで導かれてきた光を拡散させて被写体に照射する照明レンズ220と、被写体から戻る反射光を集光する対物レンズ230を有する。また、撮像部200は、通常観察と拡大観察を切り替えるためのズームレンズ280と、ズームレンズ280を駆動するレンズ駆動部270と、集光した反射光を分割する露光量調整部240と、第1撮像素子250と、第2撮像素子260を有する。

50

【0067】

レンズ駆動部270は、例えばステッピングモーターなどで構成されており、制御部360からの制御信号に応じてズームレンズ280を駆動する。例えば、本実施形態の内視鏡システムでは、ユーザーが外部I/F部500を用いて入力した観察モード情報に応じてズームレンズ280の位置を制御することで、通常観察と拡大観察が切り替えられる。

【0068】

なお、観察モード情報は、観察モードを設定するための情報であり、例えば通常観察モードと拡大観察モードに対応する情報である。例えば、観察モード情報は、ピント調整ノブによって調整されるピント位置の情報である。例えば、ピント調整範囲のうち撮像部から最も遠いピント位置の場合には、低倍率の通常観察モードに設定される。一方、通常観察モードのピント位置よりも撮像部に近いピント位置の場合には、高倍率の拡大観察モードに設定される。

10

【0069】

露光量調整部240は、例えばマグネシウム・ニッケル系合金の薄膜で作成された調光ミラーであり、制御部360からの制御信号に応じて第2撮像素子260の露光量に対する第1撮像素子250の露光量の比率 α を任意に変化させる。例えば、本実施形態の内視鏡システムでは、ユーザーが外部I/F部500を用いて入力した観察モード情報に応じて α の値を制御する。

【0070】

次に、図10～図12(C)を用いて、画素値決定部632で生成される合成画像について説明する。図10に、本実施形態の内視鏡システムにおける消化管の拡大観察状態を示す。内視鏡の拡大観察では、光学設計の仕様により通常観察に比べて対物レンズの画角が狭くなると共に、近点画像と遠点画像の被写界深度は通常観察に比べて非常に狭くなる。このため、図10に示すように、内視鏡の拡大観察では消化管の内壁に正対しながら病変に近接して観察を行っており、画角内での撮像部から被写体までの距離の変化が非常に小さくなる傾向にある。この結果、近点画像及び遠点画像の画像内での明るさは画像上の位置によらずほぼ一定となる。

20

【0071】

図11(A)、図11(B)に、第2撮像素子260の露光量に対する第1撮像素子250の露光量の比率 α を0.5とした場合に、上記の拡大観察状態で取得される近点画像と遠点画像を模式的に示す。図11(A)に示すように、近点画像では、領域1で示される画像の中心の領域ではピントが合っており、領域2で示される画像の周辺の領域ではピントがボケている。一方、図11(B)に示すように、遠点画像では、領域1で示される画像の中心の領域ではピントがボケており、領域2で示される画像の周辺の領域ではピントが合っている。領域1は、図10に示す被写界深度DF1に対応する領域であり、被写体が撮像部に対して比較的近い位置にある領域である。また、領域2は、図10に示す被写界深度DF2に対応する領域であり、被写体が撮像部に対して比較的遠い位置にある領域である。

30

【0072】

このとき、 $\alpha = 0.5$ で取得された近点画像で適切な明るさが得られているとする。そうすると、遠点画像は近点画像の2倍の露光量であるため、図11(B)に示すように遠点画像は画像全面で白トビしたような画像となる。この結果、図11(C)に示すように、近点画像と遠点画像のピントが合っている部分を合成すると、画像の中心の領域では適切な明るさが得られているが、画像の周辺の領域では白トビしているといった不自然な画像となってしまう。

40

【0073】

本実施形態では、このような現象を防ぐために、例えばユーザーが外部I/F部500を用いて入力した観察モード情報に応じて、第2撮像素子260の露光量に対する第1撮像素子250の露光量の比率 α をズームレンズ280の位置と同時に制御する。例えば、通常観察モードでは $\alpha = 0.5$ 、拡大観察モードでは $\alpha = 1$ に設定する制御を行う。図1

50

2 (B) に示すように、 $\alpha = 1$ に設定すると、近点画像と遠点画像の両方において適切な露光量が得られる。そのため、図 1 2 (C) に示すように、画像全体で適切な明るさが得られた合成画像が生成される。

【 0 0 7 4 】

なお、本実施形態では、 α は上述の値に限らず、任意の値に設定可能であることは言うまでもない。

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態では、露光量調整部 2 4 0 は上述の調光ミラーに限定されない。例えば、調光ミラーの代わりにビームスプリッターを用いて $\alpha = 1$ となるように被写体からの反射光を分割し、ビームスプリッターと第 1 の撮像素子 2 5 0 の間の光路に、透過率を制御可能な液晶シャッターや絞りの内径を制御可能な可変絞りなどの光量調整部材を挿入することで α の値を任意に変化させることが可能である。また、ビームスプリッターと第 1 の撮像素子 2 5 0 の間の光路と、ビームスプリッターと第 2 の撮像素子 2 6 0 の間の光路との両方に、光量調整部材を挿入することも可能であることは言うまでもない。

【 0 0 7 6 】

また、上記の実施形態では、通常観察モードと拡大観察モードを切り替えることで、2 つの α の値のどちらか一方を選択するように制御しているが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、本実施形態では、ズームレンズ 2 8 0 の位置が連続的に変化する場合に、ズームレンズ 2 8 0 の位置に応じて α の値が連続的に変化するような制御を行ってもよい。

【 0 0 7 7 】

また、上記の実施形態では、ズームレンズ 2 8 0 の位置と α の値を同時に制御したが、本実施形態では、拡大観察の機能 (ズームレンズ 2 8 0 及び駆動部 2 7 0) は必ずしも必須ではない。例えば、本実施形態では、筒状物体観察モードと平面物体観察モードなどを設定し、被写体の形状に応じて α の値だけを制御するような構成にしてもよい。あるいは、本実施形態では、近点画像のうちピントが合っている領域として選択された画素の平均輝度 Y_n と、遠点画像のうちピントが合っている領域として選択された画素の平均輝度 Y_f を算出し、その Y_n と Y_f の差が所定の閾値以上の場合は、 Y_n と Y_f の差が小さくなるように α の値を制御してもよい。

【 0 0 7 8 】

上記の実施形態によれば、図 9 に示すように、露光量調整部 2 4 0 は可変の比率 α により露光量を調整する。具体的には、露光量調整部 2 4 0 は、比率 α を観察状態に応じて調整する。例えば、観察状態は、近点画像と遠点画像のピント位置に応じて設定され、露光量調整部 2 4 0 は、ピント位置に応じて比率 α を調整する。すなわち、露光量調整部 2 4 0 は、通常観察状態では比率 α を第 1 比率 (例えば 0 . 5) に設定し、通常観察状態におけるピント位置よりも近いピント位置の拡大観察状態では、第 1 比率よりも大きい第 2 比率 (例えば 1) に比率 α を設定する。

【 0 0 7 9 】

観察状態とは、被写体を観察するときの撮像状態であり、例えば撮像部と被写体の相対的な位置関係である。本実施形態の内視鏡システムでは、図 7 に示すように、消化管の内壁を消化管に沿った方向に撮像する通常観察状態と、図 1 0 に示すように、消化管の内壁に正対して撮像する拡大観察状態がある。本実施形態では、ピント位置によって設定される通常観察モードと拡大観察モードにおいて、それぞれ通常観察状態と拡大観察状態で被写体を観察することが一般的であるため、観察モードに応じて比率 α を調整している。

【 0 0 8 0 】

このようにすれば、観察状態に応じて適切な露光量調整を行うことが可能になる。すなわち、図 1 1 (A) ~ 図 1 2 (C) で上述のように、通常観察状態に比べて拡大観察状態では近点被写体と遠点被写体の距離に差がない。そのため、第 2 比率を大きくすることで、近点被写体と遠点被写体がほぼ同じ明るさで照明される拡大観察状態でも、適正な露出を実現できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

また、本実施形態では、露光量調整部 2 4 0 は、近点画像のピントが合っている領域の平均輝度と、遠点画像のピントが合っている領域の平均輝度との差が小さくなるように比率 α を調整してもよい。

【 0 0 8 2 】

このようにすれば、近点被写体と遠点被写体の照明光の明るさが観察状態に応じて変化した場合であっても、平均輝度に基づいて比率 α を自動制御することで、近点被写体と遠点被写体の露光量を近づけることができる。

【 0 0 8 3 】

また、本実施形態では図 9 に示すように、露光量調整部 2 4 0 は、照明光を被写体に照射することにより得られる被写体からの反射光を第 1 反射光と第 2 反射光に分割する少なくとも 1 つの調光ミラーを有する。少なくとも 1 つの調光ミラーは、第 2 反射光に対する第 1 反射光の光量を可変の比率 α で分割する。なお、本実施形態では、1 つの調光ミラーにより反射光を分割してもよく、2 以上の調光ミラーを組み合わせることで反射光を分割してもよい。

10

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態では、露光量調整部 2 4 0 は、照明光を被写体に照射することにより得られる被写体からの反射光を第 1 反射光と第 2 反射光に分割する分割部と、第 2 反射光に対する第 1 反射光の光量を可変の比率 α に調整する少なくとも 1 つの可変絞りと、を有してもよい。なお、本実施形態では、1 つの可変絞りにより反射光量を調整してもよく、2 以上の可変絞りを組み合わせることで反射光量を調整してもよい。

20

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態では、露光量調整部 2 4 0 は、照明光を被写体に照射することにより得られる被写体からの反射光を第 1 反射光と第 2 反射光に分割する分割部と、第 2 反射光に対する第 1 反射光の光量を可変の比率 α に調整する少なくとも 1 つの液晶シャッターと、を有してもよい。なお、本実施形態では、1 つの液晶シャッターにより反射光量を調整してもよく、2 以上の液晶シャッターを組み合わせることで反射光量を調整してもよい。

【 0 0 8 6 】

このようにすれば、露光量を可変の比率 α で調整することが可能になる。すなわち、調光ミラーや可変絞り、液晶シャッターを用いて第 1 反射光の光量を調整することで、比率 α を可変にすることができる。

30

【 0 0 8 7 】

なお上記の実施形態では、通常観察状態と拡大観察状態において、近点画像と遠点画像の両方を用いて合成画像を生成する場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、通常観察状態では近点画像と遠点画像を用いて合成画像を生成し、拡大観察状態では合成処理を行わず近点画像をそのまま出力してもよい。

【 0 0 8 8 】

6 . 内視鏡システムの第 3 の構成例

上記の実施形態では、2 つの撮像素子を用いて近点画像と遠点画像を撮像したが、本実施形態では、1 つの撮像素子を用いて近点画像と遠点画像を時分割で撮像してもよい。図 1 3 に、この場合の内視鏡システムの第 3 の構成例を示す。図 1 3 に示す内視鏡システムは、光源部 1 0 0 と、撮像部 2 0 0 と、制御装置 3 0 0 と、表示部 4 0 0 と、外部 I / F 部 5 0 0 を含む。なお、本実施形態において特に記載のない部分については、上述の第 1 の構成例と同様である。

40

【 0 0 8 9 】

光源部 1 0 0 は、被写体に照射する照明光を出射する。光源部 1 0 0 は、白色光を発生する白色光源 1 1 0 と、白色光をライトガイドファイバ 2 1 0 に集光するための集光レンズ 1 2 0 と、露光量調整部 1 3 0 を有する。

【 0 0 9 0 】

白色光源 1 1 0 は、例えば L E D 光源である。露光量調整部 1 3 0 は、画像の露光量を

50

時分割に制御して、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率 α を調整する。例えば、露光量調整部130は、制御部360からの制御信号に従って白色光源110の発光時間を制御することで、画像の露光量を調整する。

【0091】

撮像部200は、光源部で集光された光を導くためのライトガイドファイバ210と、そのライトガイドファイバにより先端まで導かれてきた光を拡散させて被写体に照射する照明レンズ220と、被写体から戻る反射光を集光する対物レンズ230を有する。また、撮像部200は、撮像素子251と、ピント位置調整部271を有する。

【0092】

ピント位置調整部271は、画像のピント位置を時分割に調整する。ピント位置が時分割に調整されることで、近点画像と遠点画像が異なるピント位置で撮像される。例えば、ピント位置調整部271は、ステッピングモーターなどで構成され、制御部360からの制御信号に応じて撮像素子251の位置を制御することで、取得される画像のピント位置を調整する。

【0093】

制御装置300（処理部）は、内視鏡システムの各構成要素の制御を行う。制御装置300は、A/D変換部320と、近点画像記憶部330と、遠点画像記憶部340と、画像処理部600と、制御部360を有する。

【0094】

A/D変換部320は、撮像素子250から出力されるアナログ信号を、デジタル信号に変換して出力する。近点画像記憶部330は、制御部360からの制御信号に従って、第1のタイミングで取得された画像を近点画像として記憶する。遠点画像記憶部340は、制御部360からの制御信号に従って、第2のタイミングで取得された画像を遠点画像として記憶する。そして、画像処理部600は、上述の第1の構成例等と同様に、近点画像と遠点画像のピントが合った領域を合成する処理を行うことで、被写界深度とダイナミックレンジの両方が拡大された合成画像を生成する。

【0095】

図3（A）、図3（B）を用いて、画像が取得されるタイミングと被写界深度の関係について説明する。図3（A）に示すように、第1のタイミングにおいてピント位置調整部271は、後側焦点位置から撮像素子251までの距離が Z_n' となるように撮像素子251の位置を制御する。一方、図3（B）に示すように、第2のタイミングにおいてピント位置調整部271は、後側焦点位置から撮像素子251までの距離が Z_f' となるように撮像素子251の位置を制御する。この結果、第1のタイミングで取得された画像の被写界深度範囲は、第2のタイミングで取得された画像被写界深度範囲に比較して対物レンズに近い範囲となる。すなわち、第1のタイミングでは近点画像が取得され、第2のタイミングでは遠点画像が取得される。

【0096】

次に、画像が取得されるタイミングと露光量の関係について説明する。露光量調整部130は、第1のタイミングでの白色光源110の発光時間を第2のタイミングでの白色光源110の発光時間の例えば0.5倍に制御する。この制御により、露光量調整部130は、第2のタイミングで取得された遠点画像の露光量に対する第1のタイミングで取得された近点画像の露光量の比率 α を0.5に制御する。

【0097】

以上の制御を行うことで、第1のタイミングで取得された近点画像と第2のタイミングで取得された遠点画像は、上述の第1の構成例における第1撮像素子250で取得された近点画像と第2撮像素子260で取得された遠点画像と同様の画像になる。そして、その近点画像と遠点画像を合成することで、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成できる。

【0098】

なお、上記の実施形態では、ピント位置調整部271が撮像素子251の位置を制御す

10

20

30

40

50

ることで画像のピント位置を調整したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、本実施形態では、対物レンズ 230 がピント位置調整用のレンズを備える構成とし、ピント位置調整部 271 が撮像素子 251 の代わりにピント位置調整用のレンズの位置を制御することで画像のピント位置を調整してもよい。

【0099】

また、上記の実施形態では $\alpha = 0.5$ の場合を例に説明したが、本実施形態ではこれに限らず、任意の値に設定可能であることは言うまでもない。また、上記の実施形態では、白色光源 110 の発光時間により比率 α を制御する場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、露光量調整部 130 は、第 1 のタイミングでの白色光源 110 の光量を第 2 のタイミングでの白色光源 110 の光量の 0.5 倍に制御することで、比率 α を 0.5 に設定してもよい。

10

【0100】

7. 合成画像生成部の第 2 の詳細な構成例

ここで、本実施形態では、上述のように近点画像と遠点画像が異なるタイミングで取得される。このため、被写体あるいは撮像部 200 が動いている場合は、近点画像と遠点画像で画像上の被写体の位置が異なることになり、合成画像が不自然な画像となる。このような場合に本実施形態では、近点画像と遠点画像の動き補償を行ってもよい。

【0101】

図 14 に、動き補償を行う場合の合成画像生成部 630 の詳細な構成例を示す。図 14 に示す合成画像生成部 630 は、動き補償処理部 633 (位置合わせ処理部) と、鮮鋭度算出部 631 と、画素値決定部 632 を有する。

20

【0102】

動き補償処理部 633 は、例えば公知の動き補償 (位置合わせ) 技術を用いて、前処理部 620 から出力される近点画像と遠点画像の動き補償処理を行う。例えば、動き補償処理として、SSD (Sum of Squared Difference) 等のマッチング処理を用いることができる。そして、鮮鋭度算出部 631 と画素値決定部 632 は、動き補償された近点画像と遠点画像から合成画像を生成する。

【0103】

なお、近点画像と遠点画像ではピントが合っている領域が異なるため、マッチング処理を行うことが困難となることも考えられる。このような場合、例えば近点画像と遠点画像のそれぞれに対して水平、垂直方向に隣り合う 2×2 画素分の信号値を加算するなどの縮小処理を行う。そして、このような縮小処理により同一の被写体に対する近点画像と遠点画像の解像力の差を小さくした上で、マッチング処理を行ってもよい。

30

【0104】

上記の実施形態によれば、撮像装置は、ピント位置を制御するピント位置制御部を有する。図 3 (A)、図 3 (B) に示すように、画像取得部 610 は、第 1 ピント位置 P_n に設定される第 1 タイミングにおいて得られた画像を近点画像として取得し、第 1 ピント位置 P_n とは異なる第 2 ピント位置 P_f に設定される第 2 タイミングにおいて得られた画像を遠点画像として取得する。例えば、図 13 に示すように、制御部 360 の制御によりピント位置調整部 271 が撮像素子 251 の位置を駆動することで、ピント位置を制御する。

40

【0105】

また、本実施形態では、露光量調整部 130 は、被写体を照明する照明光の光量を、第 1 のタイミングと第 2 のタイミングにおいて異なる光量に制御することで、遠点画像の露光量に対する近点画像の露光量の比率 α を調整する。

【0106】

このようにすれば、被写界深度と露光量が時分割に変更されるため、被写界深度と露光量が異なる近点画像と遠点画像を時分割に撮像できる。これにより、被写界深度とダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成することができる。

【0107】

50

ここで、図 3 (A)、図 3 (B) に示すように、ピント位置とは、撮像素子に被写体が合焦する場合における対物レンズ 2 3 0 から被写体までの距離 P_n 、 P_f である。ピント位置 P_n 、 P_f は、距離 Z_n 、 Z_f や対物レンズ 2 3 0 の焦点距離などにより決まる。

【 0 1 0 8 】

また、本実施形態では図 1 4 に示すように、合成画像生成部 6 3 0 は、近点画像と遠点画像の動き補償処理を行う動き補償処理部 6 3 3 を有する。合成画像生成部 6 3 0 は、動き補償処理後の近点画像と遠点画像に基づいて、合成画像を生成する。

【 0 1 0 9 】

このようにすれば、時分割に取得された近点画像と遠点画像において、消化管の動き等によって被写体の位置にズレが生じた場合であっても、近点画像と遠点画像の被写体の位置を合わせることができる。これにより、合成画像における被写体の歪み等を抑制できる。

【 0 1 1 0 】

以上、本発明を適用した実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記した各実施形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。

【 0 1 1 1 】

また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語（内視鏡システム、処理部、分割部等）と共に記載された用語（内視鏡装置、制御装置、ビームスプリッター等）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 2 】

1 0 0 光源部、1 1 0 白色光源、1 2 0 集光レンズ、1 3 0 露光量調整部、
2 0 0 撮像部、2 1 0 ライトガイドファイバ、2 2 0 照明レンズ、
2 3 0 対物レンズ、2 4 0 露光量調整部、2 5 0 撮像素子、2 5 1 撮像素子、
2 6 0 撮像素子、2 7 0 レンズ駆動部、2 7 1 ピント位置調整部、
2 8 0 ズームレンズ、3 0 0 制御装置、3 1 0、3 2 0 A / D 変換部、
3 3 0 近点画像記憶部、3 4 0 遠点画像記憶部、3 6 0 制御部、4 0 0 表示部、
5 0 0 外部 I / F 部、6 1 0 画像取得部、6 2 0 前処理部、
6 3 0 合成画像生成部、6 3 1 鮮鋭度算出部、6 3 2 画素値決定部、
6 3 3 動き補償処理部、6 4 0 後処理部、
D 1 第 1 距離、D 2 第 2 距離、D F 1、D F 2 被写界深度、
G r、G b、R、B 色フィルタ、 P_n 、 P_f ピント位置、R L 1 第 1 反射光、
R L 2 第 2 反射光、 S_{In} 、 S_{If} 鮮鋭度、 S_{th} 閾値、
 Y_n 、 Y_f 平均輝度、 Z_n 、 Z_f 後側焦点位置からの距離、 α 比率

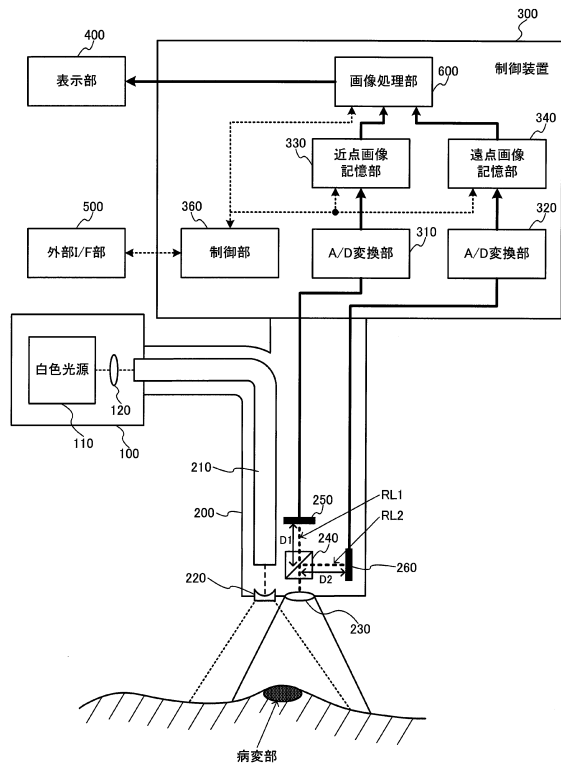
10

20

30

40

【図 1】

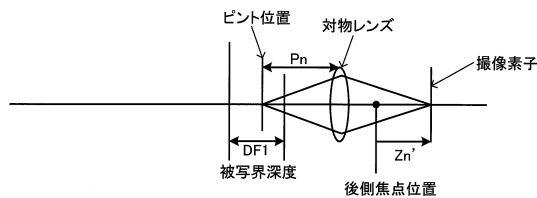


【図 2】

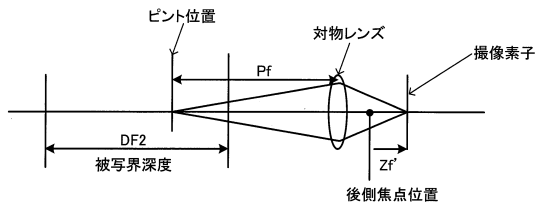
R(0,0)	Gr(0,1)	R(0,2)	Gr(0,3)	R(0,4)	Gr(0,5)
Gb(1,0)	B(1,1)	Gb(1,2)	B(1,3)	Gb(1,4)	B(1,5)
R(2,0)	Gr(2,1)	R(2,2)	Gr(2,3)	R(2,4)	Gr(2,5)
Gb(3,0)	B(3,1)	Gb(3,2)	B(3,3)	Gb(3,5)	B(3,5)
R(4,0)	Gr(4,1)	R(4,2)	Gr(4,3)	R(4,5)	Gr(4,5)
Gb(5,0)	B(5,1)	Gb(5,2)	B(5,3)	Gb(5,4)	B(5,5)

【図 3】

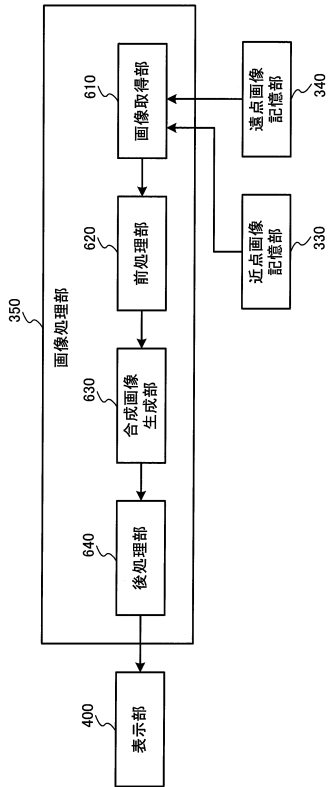
(A) 近点画像の被写界深度



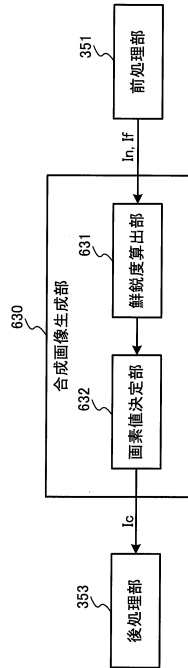
(B) 遠点画像の被写界深度



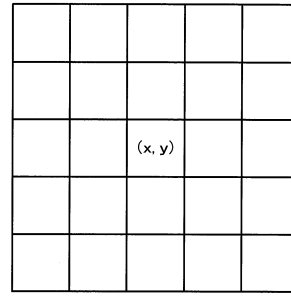
【図 4】



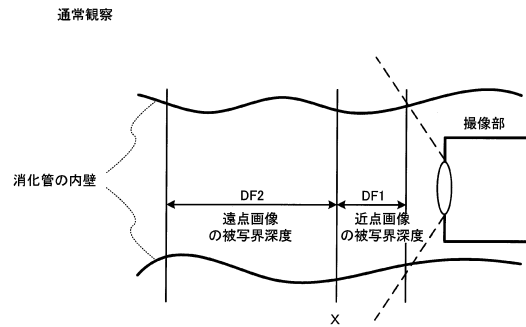
【図 5】



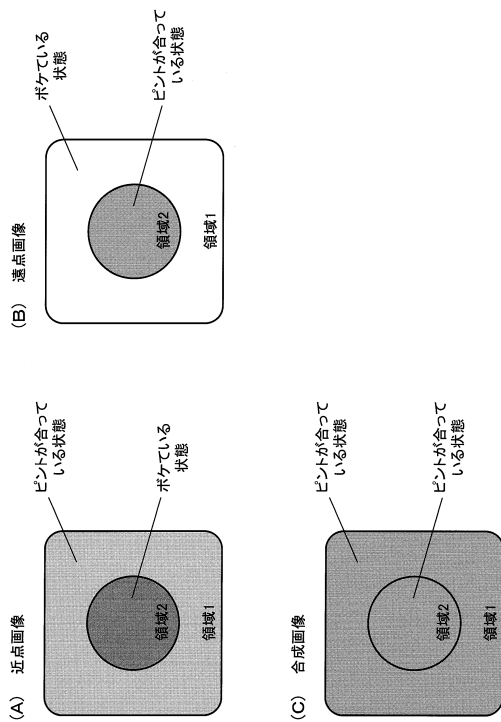
【図 6】



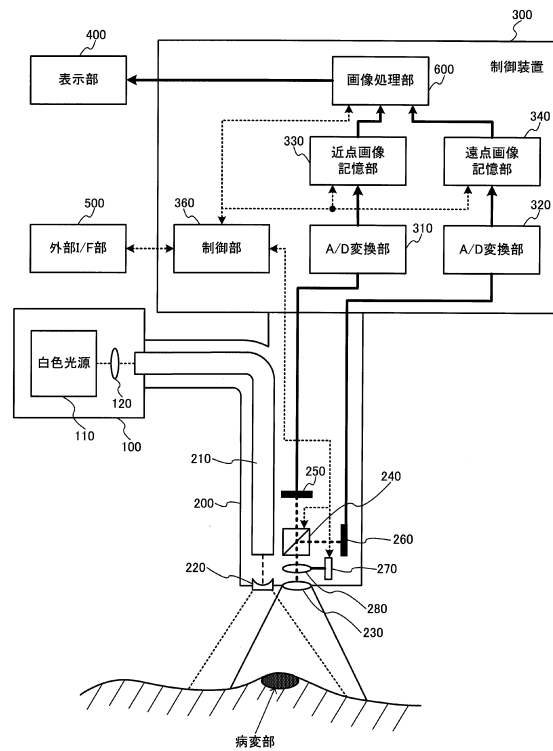
【図 7】



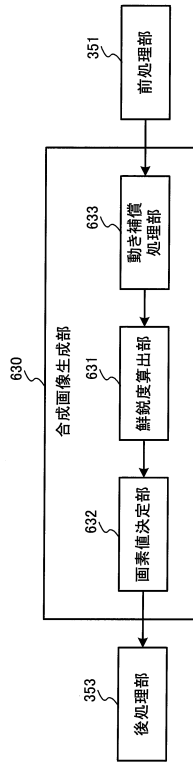
【図 8】



【図 9】



【図 14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭61-033638(JP,A)
特開平05-076488(JP,A)
特開平03-064276(JP,A)
特開平01-160526(JP,A)
特開平11-197097(JP,A)
特開2009-240531(JP,A)
特開2003-259186(JP,A)
特開平10-262176(JP,A)
特開平07-140308(JP,A)
特開昭57-150938(JP,A)
特開平11-197098(JP,A)
特開2003-281521(JP,A)
国際公開第2007/101187(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32
G02B 23/24 - 23/26
H04N 5/222 - 5/257

专利名称(译)	撮像装置		
公开(公告)号	JP5856733B2	公开(公告)日	2016-02-10
申请号	JP2010245908	申请日	2010-11-02
[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	吉野浩一郎		
发明人	吉野 浩一郎		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24 H04N5/232		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00163 A61B1/00188		
FI分类号	A61B1/04.370 G02B23/24.B H04N5/232.Z A61B1/00.300.T A61B1/00.730 A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/045.615 A61B1/045.632 G02B23/26.C H04N5/225.500 H04N5/225.800 H04N5/232 H04N5/235 H04N5/235.400 H04N5/235.500 H04N5/238 H04N5/243		
F-TERM分类号	2H040/BA05 2H040/BA10 2H040/BA13 2H040/CA22 2H040/CA24 2H040/CA25 2H040/GA02 2H040/GA06 2H040/GA10 2H040/GA11 4C061/BB02 4C061/BB05 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/LL02 4C061/LL08 4C061/MM05 4C061/NN01 4C061/NN05 4C061/PP12 4C061/SS21 4C061/WW04 4C161/BB02 4C161/BB05 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/LL02 4C161/LL08 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/PP12 4C161/SS21 4C161/WW04 5C122/DA26 5C122/EA21 5C122/EA61 5C122/EA67 5C122/FA01 5C122/FF13 5C122/FH18 5C122/GG06 5C122/HA88 5C122/HB10		
代理人(译)	黒田靖 井上 一		
其他公开文献	JP2012095828A JP2012095828A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供用于生成具有增加的景深和动态范围的图像的成像设备，并提供内窥镜设备，图像生成方法等。解决方案：成像设备包括图像获取部分，曝光调整部分240和合成图像生成部分。图像获取部分获取聚焦在近点对象上的近点图像，以及聚焦在远离近点对象的远点对象上的远点图像。曝光调整部分240调整近点图像的曝光与远点图像的曝光的比率。合成图像生成部分基于通过调整后的比率曝光获取的近点图像和远点图像来生成合成图像。

(21) 出願番号	特願2010-245908 (P2010-245908)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成22年11月2日 (2010.11.2)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2012-95828 (P2012-95828A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成24年5月24日 (2012.5.24)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	平成25年10月10日 (2013.10.10)		弁理士 竹腰 昇
前置審査		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(72) 発明者	吉野 浩一郎
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
		審査官	原 俊文

最終頁に続く