

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6103849号
(P6103849)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017. 3. 29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017. 3. 10)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y
A 6 1 B 1/04 (2006. 01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-171678 (P2012-171678)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年8月2日 (2012. 8. 2)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-30516 (P2014-30516A)		東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地
(43) 公開日	平成26年2月20日 (2014. 2. 20)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	平成27年7月16日 (2015. 7. 16)		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	樋口 圭司
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オ
			リンパス株式会社内
		(72) 発明者	吉野 浩一郎
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オ
			リンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置及び内視鏡装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位相差オートフォーカス用の位相差検出用素子を有し、撮像画像を取得する撮像部と、前記位相差検出用素子からの信号に基づいて位相差を算出する位相差算出部と、予め設定された離散的なレンズ位置である近点側のレンズ位置及び遠点側のレンズ位置のうちいずれかのレンズ位置を、前記位相差に基づいて選択するレンズ位置選択部と、前記撮像部のフォーカス及びズーム倍率を調整するレンズのレンズ位置を、前記レンズ位置選択部により選択されたレンズ位置へ切り替え駆動する切替駆動部と、前記近点側のレンズ位置に対応する近点側の合焦物体位置と前記遠点側のレンズ位置に対応する遠点側の合焦物体位置との間に、第1境界位置と、前記撮像部側から見て前記第1境界位置よりも遠い第2境界位置とを設定する境界位置設定部と、

を含み、

前記レンズ位置選択部は、

前記位相差に対応する被写体の位置が、前記第1境界位置よりも前記撮像部に近いと判定した場合には、前記近点側のレンズ位置を選択し、前記位相差に対応する被写体の位置が、前記撮像部側から見て前記第2境界位置よりも遠いと判定した場合には、前記遠点側のレンズ位置を選択し、前記位相差に対応する被写体の位置が、前記第1境界位置と前記第2境界位置との間であると判定した場合には、現在選択しているレンズ位置を変更せずに維持することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 において、
前記レンズ位置選択部は、
前記近点側のレンズ位置が選択された場合の位相差と前記撮像部から前記被写体までの距離との対応と、前記遠点側のレンズ位置が選択された場合の位相差と前記撮像部から前記被写体までの距離との対応と、を表すルックアップテーブルを記憶し、
前記レンズ位置選択部は、
前記位相差算出部により算出された前記位相差に対応する距離を、前記ルックアップテーブルから取得し、前記取得した距離に基づいて前記撮像部のレンズ位置を選択することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 3】

10

請求項 1 において、
前記境界位置設定部は、
前記遠点側のレンズ位置が選択された場合における被写界深度の近点側の端に前記第 1 境界位置を設定し、前記近点側のレンズ位置が選択された場合における被写界深度の遠点側の端に前記第 2 境界位置を設定することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、
前記切替駆動部は、
前記近点側のレンズ位置及び前記遠点側のレンズ位置の一方から他方に切り替えた後、所定時間の間は、前記撮像部の現在のレンズ位置を変更せずに維持することを特徴とする内視鏡装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 において、
前記切替駆動部は、
前記レンズ位置選択部により前記近点側のレンズ位置及び前記遠点側のレンズ位置の一方から他方が選択された後、所定時間の間に、前記レンズ位置選択部による選択結果が変化した場合、前記撮像部の現在のレンズ位置を変更せずに維持することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、
前記位相差算出部は、
前記撮像部が前記撮像画像を取得するフレームレートよりも遅いレートで前記位相差を算出し、
前記レンズ位置選択部は、
前記フレームレートよりも遅いレートで算出された前記位相差に基づいて、前記撮像部のレンズ位置を選択することを特徴とする内視鏡装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記撮像部は、
画素配列の一部に前記位相差検出用素子が配置された撮像素子を有し、
前記撮像部は、
前記撮像素子により前記撮像画像を撮像する際に、前記位相差検出用素子からの信号を取得することを特徴とする内視鏡装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 において、
前記レンズ位置選択部は、
前記位相差算出部により前記位相差が非検出であった場合、前記近点側のレンズ位置を選択することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 9】

請求項 1 において、

50

被写体を照明する照明光の光量を制御する制御部を含み、
前記レンズ位置選択部は、

前記位相差算出部により前記位相差が非検出であった場合、前記光量が所定閾値よりも小さいか否かの判定を行い、前記光量が前記所定閾値よりも小さいと判定した場合には、前記近点側のレンズ位置を選択し、前記光量が前記所定閾値よりも大きいと判定した場合には、前記遠点側のレンズ位置を選択することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 10】

請求項 1 において、

前記レンズ位置選択部は、

前記位相差算出部により前記位相差が非検出であった場合、前記近点側のレンズ位置を選択し、前記撮像画像のコントラスト値を第 1 コントラスト値として取得し、前記遠点側のレンズ位置を選択し、前記撮像画像のコントラスト値を第 2 コントラスト値として取得し、前記第 1 コントラスト値が前記第 2 よりも大きいと判定した場合には前記近点側のレンズ位置を選択し、前記第 1 コントラスト値が前記第 2 よりも小さいと判定した場合には前記遠点側のレンズ位置を選択することを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 11】

近点側のレンズ位置に対応する近点側の合焦物体位置と遠点側のレンズ位置に対応する遠点側の合焦物体位置との間に、第 1 境界位置と、撮像部側から見て前記第 1 境界位置よりも遠い第 2 境界位置とを設定し、

撮像部が有する位相差オートフォーカス用の位相差検出用素子からの信号に基づいて、位相差を算出し、

20

前記位相差に対応する被写体の位置が、前記第 1 境界位置よりも前記撮像部に近いと判定した場合には、予め設定された離散的なレンズ位置である前記近点側のレンズ位置及び前記遠点側のレンズ位置のうち前記近点側のレンズ位置を選択し、

前記位相差に対応する被写体の位置が、前記撮像部側から見て前記第 2 境界位置よりも遠いと判定した場合には、前記遠点側のレンズ位置を選択し、

前記位相差に対応する被写体の位置が、前記第 1 境界位置と前記第 2 境界位置の間であると判定した場合には、現在選択しているレンズ位置を変更せずに維持し、

前記撮像部のフォーカス及びズーム倍率を調整するレンズのレンズ位置を、前記位相差に基づいて選択されたレンズ位置へ切り替え駆動する制御を行うことを特徴とする内視鏡装置の作動方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡装置及び内視鏡装置の作動方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡装置を用いたスクリーニング検査では、ユーザーが奥行きのある消化管を観察するため、内視鏡装置にはできるだけ広い被写界深度が求められる。一方、近年では内視鏡装置に使われる撮像素子の微細化が進行し、回折限界に起因する絞りの制約から、パンフォーカス (pan focus) 撮影が困難になっている。パンフォーカスが得られない場合には、ユーザーが手動で被写体にフォーカスを合わせる必要がある。

40

【0003】

例えば特許文献 1 には、撮像画像を複数の領域に分割し、その複数の領域の中からオートフォーカス (AF) 制御の対象となる領域を選択し、その選択した領域の画像に基づいてオートフォーカス制御を行う内視鏡装置が開示されている。この内視鏡装置では、ユーザーが手動でフォーカス制御を行う煩雑さが低減される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2011-139760号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のようなAF制御を行う内視鏡装置では、フォーカスの合った位置（合焦物体位置）がAF制御により頻繁に変動すると、ユーザーが観察したい領域にフォーカスが合っている画像とボケている画像とが繰り返し表示され、ユーザーの負荷が増大する可能性がある。そのため、内視鏡装置では、合焦物体位置の変動をできるだけ少なくするようなAF制御が求められるという課題がある。

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、AF制御において合焦物体位置の変動を抑制することが可能な内視鏡装置及び内視鏡装置のフォーカス制御方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、位相差オートフォーカス用の位相差検出用素子を有し、撮像画像を取得する撮像部と、前記位相差検出用素子からの信号に基づいて位相差を算出する位相差算出部と、予め設定された離散的なレンズ位置である近点側のレンズ位置及び遠点側のレンズ位置のうちいずれかのレンズ位置を、前記位相差に基づいて選択するレンズ位置選択部と、前記撮像部のレンズ位置を、前記レンズ位置選択部により選択されたレンズ位置へ切り替え駆動する切替駆動部と、を含む内視鏡装置に係る。

【0008】

本発明の一態様によれば、近点側のレンズ位置及び遠点側のレンズ位置のうちいずれかのレンズ位置が位相差に基づいて選択され、その選択されたレンズ位置へ撮像部のレンズ位置が切り替えられる。これにより、近点側のレンズ位置に対応する近点側の合焦物体位置及び遠点側のレンズ位置に対応する遠点側の合焦物体位置の一方が選択されるため、AF制御において合焦物体位置の変動を抑制することが可能になる。

【0009】

また本発明の他の態様は、撮像部が有する位相差オートフォーカス用の位相差検出用素子からの信号に基づいて、位相差を算出し、予め設定された離散的なレンズ位置である近点側のレンズ位置及び遠点側のレンズ位置のうちいずれかのレンズ位置を、算出された前記位相差に基づいて選択し、前記撮像部のレンズ位置を、前記位相差に基づいて選択されたレンズ位置へ切り替え駆動する制御を行う内視鏡装置のフォーカス制御方法に係る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態における内視鏡装置の構成例。

【図2】第1の実施形態におけるフォーカスレンズ駆動部の動作説明図。

【図3】第1の実施形態におけるルックアップテーブルの例。

【図4】図4（A）は、フォーカスレンズが近点側の位置にある場合の位相差の模式図。

図4（B）は、フォーカスレンズが近点側の位置にある場合の位相差の特性例。

【図5】図5（A）は、フォーカスレンズが遠点側の位置にある場合の位相差の模式図。

図5（B）は、フォーカスレンズが遠点側の位置にある場合の位相差の特性例。

【図6】AF制御処理の第1のフローチャート。

【図7】AF制御処理の第2のフローチャート。

【図8】AF制御処理の第3のフローチャート。

【図9】第2の実施形態におけるフォーカスレンズ駆動部の動作説明図。

【図10】第2の実施形態におけるルックアップテーブルの例。

【図11】第2の実施形態における位相差の特性例。

【図12】位相差検出用素子が設けられた撮像素子の構成例。

【図13】位相差AFの動作説明図。

10

20

30

40

50

【図14】位相差AFに用いるルックアップテーブルの第1の例。

【図15】位相差AFに用いるルックアップテーブルの第2の例。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。

【0012】

1. 本実施形態の概要

まず本実施形態の概要について説明する。上記の特許文献1のようなAF制御を行う内視鏡装置においても、ユーザーが広い範囲を同時に観察するためには、内視鏡装置は広い被写界深度を持つことが望ましい。また、スクリーニング検査を行う場合には、AF制御により内視鏡装置のフォーカスが合う位置（合焦物体位置）が頻繁に細かく変動すると、ユーザーが観察したい領域に対してピントが合っている状態とボケている状態が繰り返される。そうすると、同じ領域を長時間観察し続けることを強いられるなど、ユーザーの負荷が増大する可能性がある。このため、内視鏡装置においては、合焦物体位置の変動をできるだけ少なくするようなAF制御が求められる。

【0013】

そこで本実施形態では、図2に示すように、予め設定された近点側の合焦物体位置NEARと遠点側の合焦物体位置FARのうち、いずれか一方を選択可能とする。例えば、NEARが選択された場合の被写界深度（例えば約5～10mm）及びFARが選択された場合の被写界深度（例えば約10～70mm）により、スクリーニング検査に必要な被写界深度（例えば約5～70mm）の範囲を全てカバーできるようにすればよい。このように、必要な被写界深度を2つに分割して切り替えることにより、各合焦物体位置において、できるだけ広い被写界深度を確保できる。

【0014】

このような2焦点切り替えを行う場合、AF制御では、NEARもしくはFARのどちらか一方を選択するような制御を行うだけで、ユーザーが観察したい領域にピントを合わせることが可能になる。このような内視鏡装置を実現することで、同時に広い範囲にピントが合った画像を取得できると共に、AF制御においても二つの合焦物体位置のどちらかを選択するだけでよくなる。そのため、非常に多くの合焦物体位置を選択可能な従来のコントラストAF等と比較して、合焦物体位置の切り替えの頻度を少なくすることが可能になり、スクリーニング検査時のユーザーの負荷を軽減できる。

【0015】

しかしながら、2焦点切り替えのAF制御を実現した場合であっても、合焦物体位置を決定するためのAF制御に課題が残る。例えば、次のようなAF制御を考える。即ち、従来のコントラストAFと同様の考え方をを用いて、NEARとFARを順次選択し、それぞれの合焦物体位置に対応して取得された画像からコントラスト値を算出する。そして、コントラスト値が大きい方の合焦物体位置を、目標とすべき合焦物体位置（目標合焦位置）として選択し、内視鏡装置の合焦物体位置を目標合焦位置に切り替える。この手法では、NEARとFARを順次切り替えるAF制御を、任意のタイミングで継続的に行う必要があるため、AF制御を行っている間は必ず、ピントが合っている状態とボケている状態が繰り返される。そのため、同じ領域を長時間観察し続けることを強いられるなど、ユーザーの負荷が増大する可能性がある。

【0016】

そこで本実施形態では、位相差を検出する撮像素子を内視鏡装置に設け、その撮像素子から得られる位相差情報に応じて、NEARとFARのうちいずれの合焦物体位置を選択するか決定し、AF動作させる。このようにすれば、撮像部から被写体までの距離が位相差情報により分かるので、NEARとFARのうち適切な方を選択すればよく、NEARとFARを順次選択してそれぞれについてどれ位合焦しているか判定した後一方を選択す

10

20

30

40

50

る必要がない。上述のように、NEARとFARを順次切り替えてコントラスト値を取得する手法では、ピントが合っている状態とボケている状態の両方が発生するが、本実施形態では、ボケている状態のほうにする必要がない。これにより、ユーザーが観察したい領域がボケている状態となることを自動的に極力減らし、ユーザーの観察上の負荷・操作上の負荷を軽減した内視鏡装置の提供が期待できる。

【0017】

2. 第1の実施形態

2. 1. 内視鏡装置

本実施形態の詳細について説明する。図1に、第1の実施形態における内視鏡装置の構成例を示す。図1の内視鏡装置は、照明光を発生する照明部100と、被写体の撮像を行う撮像部200と、内視鏡装置の各部を制御する制御装置300（処理部）と、を含む。

10

【0018】

照明部100は、白色光光源111と集光レンズ112を有する光源装置110と、ライトガイドファイバー120や照明光学系130を有する照明部100と、を含む。撮像部200は、集光レンズ210、フォーカスレンズ220、フォーカスレンズ駆動部230、撮像素子240を含む。フォーカスレンズ駆動部230は、例えばボイスコイルモーター（以下、VCM）により構成される。制御装置300は、A/D変換部310、画像処理部320、位相差算出部330、境界位置設定部340、レンズ位置選択部350、出力部360、制御部370、外部I/F部380を含む。制御部370は、例えばマイクロコンピュータやCPU等を有している。外部I/F部380は、例えば電源スイッチや、変数設定などを行うためのインターフェース等を有している。

20

【0019】

次に、図1の内視鏡装置の動作について説明する。白色光光源111から白色光が発光される。白色光が集光レンズ112に達し集光される。集光された白色光は、ライトガイドファイバー120を通して、照明光学系130から被写体に照射される。被写体から反射した反射光は、集光レンズ210により集光され、フォーカスレンズ220を通じて撮像素子240上に結像される。撮像素子240により光電変換を行い、アナログ信号を取得する。

【0020】

フォーカスレンズ220は、図2で後述するように、フォーカスレンズ駆動部230により光軸上の二点（LN、LF）間を切り替え駆動される。フォーカスレンズ駆動部230は、図3等で後述するように、レンズ位置選択部350により選択された位置へフォーカスレンズ220を駆動する。撮像素子240には、図12等で後述するように、画素配列の中に位相差検出用素子が配置されている。A/D変換部310は、撮像素子240により取得されたアナログ信号を、デジタル信号へ変換する。デジタル信号には、撮像用の画素から得られた撮像画像と、位相差検出用素子から得られた位相信号とが含まれている。

30

【0021】

画像処理部320は、A/D変換部310からの撮像画像に対して、例えば補間処理や階調変換処理等の画像処理を実施する。

40

【0022】

位相差算出部330は、図14等で後述するように、A/D変換部310からの位相信号に基づいて位相差を算出する。境界位置設定部340は、図3等で後述するように、位相差の境界位置 d_k を設定する。レンズ位置選択部350は、位相差算出部330により算出された位相差と、境界位置設定部340により設定された境界位置とを比較する。そして、その比較結果に基づいて、フォーカスレンズ220を近点側のレンズ位置LN及び遠点側のレンズ位置LFのいずれに移動させるかを決定し、決定したレンズ位置の情報をフォーカスレンズ駆動部230へ送信する。

【0023】

出力部360は、画像処理部320により画像処理された撮像画像を、不図示の表示装

50

置に表示したり、不図示のメモリカード等の記録媒体に記録保存したりする。

【0024】

2. 2. フォーカスレンズ駆動部

図2を用いて、フォーカスレンズ駆動部230の動作について詳細に説明する。図2に示すように、フォーカスレンズ駆動部230は、フォーカスレンズ220を離散的なレンズ位置LN、LFに切り替え、合焦物体位置をNEAR、FARの2段階で切り替える。

【0025】

具体的には、フォーカスレンズ220の位置は、合焦物体位置が撮像部200に対して近い点NEAR（以下、近点）に対応するLN点と、撮像部200から遠い点FAR（以下、遠点）に対応するLF点との、2段階で切り替える。一般的に、合焦物体位置が近点側にあると被写界深度DN（ $d_i \sim d_k$ ）の幅が浅くなり、被写体がわずかに移動しただけでも被写界深度の範囲を逸脱しやすくなる。このため、合焦物体位置が近点側にあると被写界深度の範囲を逸脱しやすくなる。このため、合焦物体位置が近点側にある場合は、奥行きのない被写体を近接して観察する場合に適している。一方、合焦物体位置が遠点側にあると被写界深度DF（ $d_k \sim d_j$ ）の幅は深くなる。このため、管腔状の被写体をスクリーニングする場合に適している。内視鏡観察に必要とされる被写界深度の範囲は、フォーカスレンズ位置を切り替えることで達成する。例えば、被写界深度DN、DFの範囲を組み合わせることで実現できる被写界深度 $d_i \sim d_j$ の範囲は、2～70mmを含む。

【0026】

ここで、合焦物体位置とは、撮像部200のフォーカスが合う物体（被写体）の位置であり、例えば撮像光学系の光軸上における、撮像部200の先端から物体までの距離で表される。より具体的には、合焦物体位置とは、撮像素子240の受光面と像面が一致するときに、その像面に対応する物体平面の位置のことである。なお、撮像部200の被写界深度内の位置であれば被写体に合焦しているとみなすことが可能であるため、合焦物体位置は被写界深度内の任意の位置に設定されてもよい。例えば図2の合焦物体位置NEAR、FARは、それぞれ被写界深度DN、DF内のいずれの位置に設定されてもよく、フォーカスレンズ220の位置が切り替えられることにより合焦物体位置及び被写界深度が切り替えられることは変わらない。

【0027】

また、フォーカスレンズ220の位置とは、撮像光学系内におけるフォーカスレンズ220（可動レンズ）の位置であり、例えば撮像光学系内の基準点からフォーカスレンズ220までの距離で表される。基準点は、例えば撮像光学系を構成するレンズの中で最も被写体側のレンズの位置や、撮像素子240の受光面の位置等である。

【0028】

なお、本実施形態では、フォーカスレンズがズーム倍率調整とフォーカス調整を兼ねる一群駆動を行ってもよいし、ズームレンズとフォーカスレンズを独立に調整可能な二群駆動を行ってもよい。

【0029】

2. 3. AF制御手法

次に、本実施形態のAF制御手法について詳細に説明する。

【0030】

図3に示すように、位相差と被写体までの距離とを対応付けたルックアップテーブルを、予め準備しておく。ルックアップテーブルは、例えばレンズ位置選択部350の不図示の記憶部に記憶されている。同一距離に対応する位相差はNEARとFARで異なるので、NEARにおける位相差と距離の対応とFARにおける位相差と距離の対応とをルックアップテーブルにしておく。レンズ位置選択部350は、位相差算出部330により算出された位相差に対応する距離を、ルックアップテーブルから取得し、撮像部から被写体までの距離を求める。

【0031】

なお本実施形態では、ルックアップテーブルを用いる手法に限定されず、例えば下式（1）により被写体までの距離を求めてもかまわない。ここで、 d は被写体までの距離であ

10

20

30

40

50

り、 p は位相差であり、 α 、 β は、予め与えられた所定の定数である。

$$d = \alpha \cdot p + \beta \quad (1)$$

【0032】

図2で上述のように、近点側のレンズ位置 L_N と遠点側のレンズ位置 L_F を予め設定しておく。即ち、図3に示すように、被写体までの距離が d_i から d_k ($d_i < d_k$)の間(被写界深度 D_N)でピントが合うフォーカスレンズの位置を、レンズ位置 L_N に設定する。また、被写体までの距離が d_k から d_j ($d_k < d_j$)までの間(被写界深度 D_F)でピントが合うフォーカスレンズの位置を、レンズ位置 L_F に設定する。このような二つの合焦レンズ位置を適宜切り替えることによって、被写体までの距離が d_i から d_j までの範囲でピントの合った画像を提供することができる。逆に言うと、被写体までの距離が d_i から d_j までの範囲でピントの合った画像を提供したい場合には、フォーカスレンズを移動させる二つの位置を、レンズ位置 L_N とレンズ位置 L_F とにすればよい。

【0033】

境界位置設定部340は、上記の被写界深度の情報に基づいて、境界位置 d_k を予め設定する。図2に示すように、境界位置 d_k は、被写界深度 D_N と被写界深度 D_F の境界に対応しており、例えば撮像部200の先端からの距離により表される。なお、境界位置設定部340は、外部I/F部380を介して設定された境界位置に基づいて、境界位置 d_k を設定してもよい。

【0034】

レンズ位置選択部350は、位相差に対応する被写体までの距離と、境界位置設定部340により設定された境界位置 d_k とを比較する。レンズ位置選択部350は、被写体までの距離が境界位置 d_k 以下である場合には、近点側のレンズ位置 L_N を選択する。一方、被写体までの距離が境界位置 d_k より遠い場合には、遠点側のレンズ位置 L_F を選択する。

【0035】

また、レンズ位置選択部350は、現在のフォーカスレンズ220の位置が、 L_N 、 L_F のいずれであるかの情報を保持している。フォーカスレンズ220の位置が L_N である場合にFARが選択されたときには、レンズ位置選択部350は、フォーカスレンズ220の位置を L_F へ移動させるようにフォーカスレンズ駆動部230へ指示する。フォーカスレンズ駆動部230は、その情報を受け取り、フォーカスレンズ220の位置を L_F へ移動させる。一方、フォーカスレンズ220の位置が L_F である場合に L_N が選択されたときには、レンズ位置選択部350は、フォーカスレンズ220の位置を L_N へ移動させるようにフォーカスレンズ駆動部230へ指示する。フォーカスレンズ駆動部230は、その情報を受け取り、フォーカスレンズ220の位置を L_N へ移動させる。

【0036】

以上のAF制御手法によれば、ルックアップテーブルにより位相差を一旦距離に変換し、その距離と境界位置 d_k とを比較することで、位相差に基づくレンズ位置の切り替え駆動を実現できる。距離と境界位置 d_k との比較でレンズ位置を決定するため、コントラスト法のようなレンズ位置 L_N とレンズ位置 L_F の切り替えが不要となる。

【0037】

なお、被写体が境界位置 d_k 付近にある場合に被写体が境界位置 d_k を前後すると、頻繁に L_N と L_F が切り換わる可能性がある。このような場合、フォーカスレンズ220の位置が頻繁に切り替わるので、ユーザーに提示される画像の画角が頻繁に変わり観察しにくくなってしまう。そのような現象を防止するために、 L_N と L_F が切り換わった後の一定時間では、レンズ位置選択部350が被写体までの距離と境界位置との比較を行わないようにしてもよい。あるいは、レンズ位置選択部350が、 L_N を選択している場合において、被写体の距離が d_k より遠いとの判定が一定時間続いたときに L_F を選択し、 L_F を選択している場合において、被写体の距離が d_k より近いとの判定が一定時間続いたときに L_N を選択してもよい。

【0038】

10

20

30

40

50

2. 4. 第2のAF制御手法

図3では、位相差を距離に換算して境界位置 d_k と比較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。位相差と被写体までの距離には相関関係があるので、位相差をそのまま用いて境界位置と比較してもよい。以下では、位相差をそのまま用いるAF制御手法について説明する。

【0039】

図4(A)に、フォーカスレンズが近点側の位置LNにある場合の位相差を模式的に表す。位相差検出用素子からは、第1瞳と第2瞳に瞳分割された被写体像の信号が得られる。被写体が合焦物体位置NEARである距離 d_{p0} にある場合、第1瞳の被写体像と第2瞳の被写体像の位相差はゼロである。被写体が距離 d_p からずれると、第1瞳の被写体像と第2瞳の被写体像の位相差（位相差の絶対値）が大きくなっていく。位相差算出部330は、この2つのピーク間の距離（位相差）を相関演算等で算出することにより、位相差を取得する。なお以下では、被写体が距離 d_{p0} よりも遠い場合の位相差を正と定義する。

10

。

【0040】

図4(B)に、フォーカスレンズが近点側の位置LNにある場合の、被写体までの距離に対する位相差の特性例を示す。図4(B)に示すように、位相差は、被写体までの距離に対して1次の特性を有している。合焦物体位置NEARの距離 d_{p0} には位相差“0”が対応し、被写界深度DNの距離 $d_i \sim d_k$ には位相差 $p_i \sim p_k$ が対応する。境界位置 d_k には第1位相差 p_k が対応しており、境界位置設定部340は、この第1位相差 p_k を予め設定しておく。レンズ位置選択部350は、近点側のレンズ位置LNを選択している場合において、位相差算出部330が算出した位相差が第1位相差 p_k 以下であるときにはLNの選択を維持し、位相差算出部330が算出した位相差が第1位相差 p_k よりも大きいときには遠点側のレンズ位置LFを選択する。

20

【0041】

次に、図5(A)に、フォーカスレンズが遠点側の位置LFにある場合の位相差を模式的に表す。図5(B)に、フォーカスレンズが遠点側の位置LFにある場合の、被写体までの距離に対する位相差の特性例を示す。図5(A)、図5(B)に示すように、合焦物体位置FARの距離 d_{q0} には位相差“0”が対応し、被写界深度DFの距離 $d_k \sim d_j$ には位相差 $q_k \sim q_j$ が対応する。境界位置 d_k には第2位相差 q_k が対応しており、境界位置設定部340は、この第2位相差 q_k を予め設定しておく。レンズ位置選択部350は、遠点側のレンズ位置LFを選択している場合において、位相差算出部330が算出した位相差が第2位相差 q_k 以上であるときにはLFの選択を維持し、位相差算出部330が算出した位相差が第2位相差 q_k よりも小さいときには近点側のレンズ位置LNを選択する。

30

【0042】

以上のAF制御手法によれば、位相差を他の値（例えば距離）に変換せず、位相差と境界位置 d_k に対応する位相差 p_k 、 q_k とを直接比較することによりレンズ位置を決定できる。これにより、位相差を他の値に変換する場合よりも簡素な処理でAF制御を実現できる。

40

【0043】

2. 5. 位相差が非検出である場合のAF制御手法

次に、位相差算出部330が位相差を検出できなかった場合のAF制御手法について説明する。

【0044】

図6に、AF制御処理の第1のフローチャートを示す。図6に示すように、処理が開始されると、位相差算出部330が位相差を算出する(S1)。次に、レンズ位置選択部350は、位相差算出部330が位相差を算出できたか否かの判定を行う(S2)。被写体までの距離が極端に近い（被写体と集光レンズ210が極端に近い）場合には、位相差を算出できない可能性がある。位相差算出部330は、位相差が非検出であると判断した場

50

合には、その旨を表す非検出信号を出力する。レンズ位置選択部350は、その非検出信号を受けた場合、位相差算出部330が位相差を算出できなかったと判定する。

【0045】

位相差算出部330は、第1瞳又は第2瞳の被写体像がぼけていると判断できる場合に位相差が非検出であると判断する。例えば、図4(A)で説明した位相信号の最大値が所定閾値以下である場合に、位相差が非検出であると判断する。あるいは、図12の位相差センサS1群(又はS2群)から得られる位相信号の最大値と最小値の差が所定閾値以下である場合に、位相差が非検出であると判断してもよい。また位相差算出部330は、第1瞳又は第2瞳の被写体像の分布が平坦であると判断できる場合に位相差が非検出であると判断してもよい。例えば、位相差センサS1群(又はS2群)から得られる位相信号の値の標準偏差が所定閾値以下である場合に、位相差が非検出であると判断してもよい。また位相差算出部330は、第1瞳の被写体像と第2瞳の被写体像が離れすぎていると判断できる場合に、位相差が非検出であると判断してもよい。例えば、位相差センサS1群から得られる位相信号の最大値に対応する画素位置と、位相差センサS2群から得られる位相信号の最大値に対応する画素位置との間隔が、所定間隔よりも広い場合に、位相差が非検出であると判断してもよい。

10

【0046】

ステップS2において、位相差算出部330が位相差を算出できたと判定した場合、レンズ位置選択部350が位相差に基づいてレンズ位置を決定し、フォーカスレンズ駆動部230がレンズ位置を切り替える(S3)。一方、位相差算出部330が位相差を算出できなかったと判定した場合、レンズ位置選択部350は、被写体までの距離を“0”に設定し、距離“0”を境界位置 d_k と比較して近点側のレンズ位置LNを選択する。そして、フォーカスレンズ駆動部230は、現在のレンズ位置が遠点側のレンズ位置LFである場合、レンズ位置を近点側のレンズ位置LNに切り替える(S4)。

20

【0047】

さて、位相差が検出できないときは、被写体に撮像部が近接している状態と想定できる。即ち、内視鏡装置は体内の狭い空間で観察を行うため、撮像部先端から数10mm以上遠い距離は無限遠とほとんど同じであり、合焦物体位置FARが無限遠に近くなるように光学系を設計することが一般的である。そのため、被写体が遠いときに位相信号の被写体像がボケて位相差を検出できないこと想定しにくく、位相差が検出できないときには被写体が近すぎる可能性が高い。この点、図6の実施形態では、位相差が非検出である場合に距離“0”を設定するため、NEARとFARのうち妥当と考えられる合焦物体位置NEARを選択できる。

30

【0048】

図7に、AF制御処理の第2のフローチャートを示す。図7のAF制御処理では、位相差が非検出である場合に、照明光の光量に基づいてレンズ位置を選択する。

【0049】

具体的には、図7に示すように、処理が開始されると、位相差算出部330が位相差を算出する(S20)。レンズ位置選択部350は、位相差算出部330が位相差を算出できたと判定した場合(S21、YES)、位相差に基づいてレンズ位置を決定し、フォーカスレンズ駆動部230がレンズ位置を切り替える(S22)。

40

【0050】

一方、位相差算出部330が位相差を算出できなかったと判定した場合(S21、NO)、レンズ位置選択部350は、制御部370から照明光の光量Lの情報を取得する。照明部100が被写体に照射する照明光の光量は、制御部370により制御されており、光量Lの情報は、その制御信号に相当する。例えば、光量Lの情報は、光量を調整する不図示の絞りの開度情報である。あるいは、電流量により光量が決まるLEDが光源である場合、光量Lの情報は、LEDに流す電流量情報である。レンズ位置選択部350は、光量Lと閾値TIの比較を行い(S23)、光量Lが閾値TIよりも大きいと判定した場合には遠点側のレンズ位置LFを選択する。フォーカスレンズ駆動部230がフォーカスレン

50

ズを位置L Fに移動させる（S 2 4）。光量Lが閾値T I以下であると判定した場合には、レンズ位置選択部3 5 0は近点側のレンズ位置L Nを選択し、フォーカスレンズ駆動部2 3 0がフォーカスレンズを位置L Nに移動させる（S 2 5）。

【0 0 5 1】

さて、内視鏡装置では、内臓の粘膜等が低コントラストの場合に位相差を検出できない可能性がある。この点、内視鏡装置では一般的に、照明光の光量は、画像の明るさが一定となるように調光されている。被写体が撮像部に近いほど被写体が明るく照明されることから、被写体が撮像部に近いほど照明光の光量を小さくして画像の明るさを一定にする。本実施形態では、このような調光制御を利用することで、照明光の光量に基づいて合焦物体位置を選択できる。

10

【0 0 5 2】

図8に、A F制御処理の第3のフローチャートを示す。図8のA F制御処理では、位相差が非検出である場合に、コントラスト法によるA F制御を行う。コントラスト法を併用することで、位相差が非検出の場合であっても、被写体にフォーカスを合わせることが可能になる。

【0 0 5 3】

具体的には、図8に示すように、処理が開始されると、位相差算出部3 3 0が位相差を算出する（S 4 0）。レンズ位置選択部3 5 0は、位相差算出部3 3 0が位相差を算出できたと判定した場合（S 4 1、Y E S）、位相差に基づいてレンズ位置を決定し、フォーカスレンズ駆動部2 3 0がレンズ位置を切り替える（S 4 2）。

20

【0 0 5 4】

一方、位相差算出部3 3 0が位相差を算出できなかったと判定した場合（S 4 1、N O）、レンズ位置選択部3 5 0は、レンズ位置L Nとレンズ位置L Fを順次選択し、フォーカスレンズ駆動部2 3 0は、フォーカスレンズをL N、L Fに順次切り替える。位相差算出部3 3 0は、レンズ位置L N（合焦物体位置N E A R）での撮像画像から第1コントラスト値C Nを算出し、レンズ位置L F（合焦物体位置F A R）での撮像画像から第2コントラスト値C Fを算出する（S 4 3）。次に、レンズ位置選択部3 5 0は、第1コントラスト値C Nと第2コントラスト値C Fとを比較する（S 4 4）。レンズ位置選択部3 5 0は、C NがC Fよりも小さい場合には、遠点側のレンズ位置L Fを選択し、フォーカスレンズ駆動部2 3 0がフォーカスレンズをL Fに移動させる（S 4 5）。C NがC F以上である場合には、レンズ位置選択部3 5 0は、近点側のレンズ位置L Nを選択し、フォーカスレンズ駆動部2 3 0がフォーカスレンズをL Nに移動させる（S 4 6）。

30

【0 0 5 5】

以上の実施形態によれば、図1に示すように、内視鏡装置は撮像部2 0 0と位相差算出部3 3 0とレンズ位置選択部3 5 0と切替駆動部（フォーカスレンズ駆動部2 3 0）とを含む。撮像部2 0 0は、位相差オートフォーカス用の位相差検出用素子（例えば図1 2のS 1、S 2）を有し、撮像画像を取得する。位相差算出部3 3 0は、位相差検出用素子からの信号に基づいて位相差を算出する。図2等で説明したように、レンズ位置選択部3 5 0は、予め設定された離散的なレンズ位置である近点側のレンズ位置及び遠点側のレンズ位置のうちいずれかのレンズ位置を、位相差に基づいて選択する。切替駆動部は、前記撮像部のレンズ位置を、前記レンズ位置選択部により選択されたレンズ位置へ切り替え駆動する。

40

【0 0 5 6】

このようにすれば、A F制御において合焦物体位置の変動を抑制することが可能となり、合焦物体位置の頻繁な変動によるユーザー負担（例えば被写界深度の変動やズーム倍率の変動など）を軽減できる。即ち、離散的な2つのレンズ位置L N、L Fを切り替え駆動するため、より多数のレンズ位置を切り替える場合よりも合焦物体位置の切り替え頻度を少なくできる。また、位相差に基づいてレンズ位置を選択するため、L NとL Fの往復を行うことなくレンズ位置を決定できる。レンズ位置を決めるためにL NとL Fを往復する必要がある場合、結果的に現在のレンズ位置を維持する場合であってもL NとL Fを往復

50

する必要があるが、本実施形態では、このような不要なレンズ位置の往復を無くすることができる。

【0057】

また本実施形態によれば、内視鏡装置に必要な被写界深度を、NEAR、FARに対応する2つの被写界深度DN、DFでカバーするため、より多数の被写界深度に分割する場合よりも各被写界深度が広くなり、奥行きのある患部を診察する場合などに観察しやすい画像を提供できる。

【0058】

また本実施形態では、内視鏡装置は、近点側のレンズ位置LNに対応する近点側の合焦物体位置NEARと遠点側のレンズ位置LFに対応する遠点側の合焦物体位置FARとの間の境界位置を設定する境界位置設定部340を含む。図3～図5(B)で説明したように、レンズ位置選択部350は、位相差に対応する被写体の位置(例えば撮像部200の選択から被写体までの距離)が、撮像部200側から見て境界位置dkよりも撮像部200に近いと判定した場合には、近点側のレンズ位置LNを選択し、位相差に対応する被写体の位置が、撮像部200側から見て境界位置dkよりも遠いと判定した場合には、遠点側のレンズ位置LFを選択する。

10

【0059】

このようにすれば、位相差に基づいてLN及びLFのうちいずれかのレンズ位置を選択することができる。また、境界位置dkを基準として被写体が近点側であるか遠点側であるかを判定できるため、境界位置dkを越えるまでは現在のレンズ位置が維持され、頻繁な合焦物体位置の切り替えを抑制できる。

20

【0060】

また本実施形態では、境界位置設定部340は、近点側のレンズ位置NEARが選択された場合における被写界深度DNと、遠点側のレンズ位置FARが選択された場合における被写界深度DFとの境界に、境界位置dkを設定する。

【0061】

このようにすれば、2つの被写界深度DN、DFの間にピントが合わない領域が生じないため、内視鏡装置に必要なパンフォーカスの被写界深度di～djにおいて、LN及びLFのいずれかを選択することで必ずピントが合った状態にすることができる。また、被写界深度DN、DFの境界を境界位置dkに設定することで、被写体がいずれの被写界深度に入っているかを判断でき、被写体にピントが合う妥当なレンズ位置を選択することが可能となる。

30

【0062】

また本実施形態では、切替駆動部(フォーカスレンズ駆動部230)は、近点側のレンズ位置LN及び遠点側のレンズ位置LFの一方から他方に切り替えた後、所定時間の間は、撮像部200の現在のレンズ位置を変更せずに維持する。

【0063】

あるいは本実施形態では、切替駆動部は、レンズ位置選択部350により近点側のレンズ位置LN及び遠点側のレンズ位置LFの一方から他方が選択された後、所定時間の間に、レンズ位置選択部350による選択結果が変化した場合、撮像部200の現在のレンズ位置を変更せずに維持する。

40

【0064】

これらのようにすれば、少なくとも所定時間の間はレンズ位置が切り替わらないため、合焦物体位置の頻繁な切り替わりを更に抑制することができる。例えば、内視鏡装置では、内臓の動きなどがあるため、被写体と撮像部200の距離を一定に保つことが難しく、撮像部200が被写体に一瞬近づいて本来の距離に戻るような状況が想定される。本実施形態によれば、撮像部200が被写体に一瞬近づいただけではレンズ位置が切り替わらないため、不要な合焦物体位置の切り替えを無くすることができる。

【0065】

また本実施形態では、図12～図15で後述するように、位相差算出部330は、撮像

50

部200が撮像画像を取得するフレームレートよりも遅いレートで位相差を算出してもよい。レンズ位置選択部350は、フレームレートよりも遅いレートで算出された位相差に基づいて、撮像部200のレンズ位置を選択してもよい。

【0066】

このようにすれば、1つの位相差を算出してから次の位相差を算出するまでの間はレンズ位置が切り替わらないため、合焦物体位置の頻繁な切り替わりを抑制することができる。

【0067】

3. 第2の実施形態

3. 1. フォーカスレンズ駆動部

次に、第2の実施形態について説明する。第2の実施形態における内視鏡装置の構成は、図1で説明した第1の実施形態と同様である。以下では、第1の実施形態と同様の構成や動作については適宜説明を省略する。

【0068】

図9を用いて、フォーカスレンズ駆動部230の動作について説明する。図9に示すように、フォーカスレンズ駆動部230は、フォーカスレンズ220を離散的なレンズ位置LN、LFに切り替え、合焦物体位置をNEAR、FARの2段階で切り替える。NEARでの被写界深度DN ($d_i \sim d_{k2}$) とFARでの被写界深度DF ($d_{k1} \sim d_j$) とは、被写体までの距離 $d_{k1} \sim d_{k2}$ の範囲で重なっている。即ち、被写体までの距離 $d_{k1} \sim d_{k2}$ の範囲では、NEAR及びFARのいずれに切り替えた場合でも被写体にピントが合う構成となっている。

【0069】

3. 2. AF制御手法

次に、本実施形態のAF制御手法について説明する。

【0070】

図10に示すように、位相差と被写体までの距離とを対応付けたルックアップテーブルを、予め準備しておく。レンズ位置選択部350は、位相差算出部330により算出された位相差に対応する距離を、ルックアップテーブルから取得し、撮像部から被写体までの距離を求める。

【0071】

図9で上述のように、近点側のレンズ位置LNと遠点側のレンズ位置LFを予め設定しておく。即ち、図10に示すように、被写体までの距離が d_i から d_{k2} ($d_i < d_{k2}$) の間（被写界深度DN）でピントが合うフォーカスレンズの位置を、レンズ位置LNに設定する。また、被写体までの距離が d_{k1} から d_j ($d_{k1} < d_j$) までの間（被写界深度DF）でピントが合うフォーカスレンズの位置を、レンズ位置LFに設定する。このような二つの合焦レンズ位置を適宜切り替えることによって、被写体までの距離が d_i から d_j までの範囲でピントの合った画像を提供することができる。逆に言うと、被写体までの距離が d_i から d_j までの範囲でピントの合った画像を提供したい場合には、フォーカスレンズを移動させる二つの位置を、レンズ位置LNとレンズ位置LFとにすればよい。

【0072】

境界位置設定部340は、上記の被写界深度の情報に基づいて、第1境界位置 d_{k1} 及び第2境界位置 d_{k2} を予め設定する。図9に示すように、第1境界位置 d_{k1} は、被写界深度DFの近点側の端に対応し、第2境界位置 d_{k2} は、被写界深度DNの遠点側の端に対応する。なお、境界位置設定部340は、外部I/F部380を介して設定された境界位置に基づいて、境界位置 d_{k1} 、 d_{k2} を設定してもよい。

【0073】

レンズ位置選択部350は、現在のフォーカスレンズ220がレンズ位置LNである場合、位相差に対応する被写体までの距離と、境界位置設定部340により設定された境界位置 d_{k2} とを比較する。レンズ位置選択部350は、被写体までの距離が境界位置 d_{k1}

10

20

30

40

50

2以下である場合には、近点側のレンズ位置LNを維持する。被写体までの距離が境界位置dk2より遠い場合には、遠点側のレンズ位置LFを選択する。

【0074】

一方、レンズ位置選択部350は、現在のフォーカスレンズ220がレンズ位置LFである場合、位相差に対応する被写体までの距離と、境界位置設定部340により設定された境界位置dk1とを比較する。レンズ位置選択部350は、被写体までの距離が境界位置dk1以上である場合には、遠点側のレンズ位置LFを維持する。被写体までの距離が境界位置dk1より近い場合には、近点側のレンズ位置LNを選択する。

【0075】

さて、内視鏡装置では、被写体や内視鏡の前後ブレのような動きが想定されるため、被写体までの距離が境界位置付近の場合に頻繁に境界位置をまたぐことが考えられる。境界位置が1つの場合、頻繁に境界位置をまたぐと、レンズ位置LNとレンズ位置LFが頻繁に切り替わってしまう。レンズ位置LNとレンズ位置LFではズーム倍率が異なるため、ズーム倍率が切り替わって観察しにくくなる。

【0076】

この点、本実施形態によれば、被写体までの距離がdk1以下の場合、レンズ位置LNが選択され、被写体までの距離がdk2以上の場合、レンズ位置LFが選択され、被写体までの距離がdk1からdk2までの範囲である場合、現在の合焦物体位置が維持される。これにより、被写体までの距離が境界位置付近であっても、現在の合焦物体位置が維持されるため、レンズ位置LNとレンズ位置LFが頻繁に切り替わらずにズーム倍率を維持したまま観察できる。

【0077】

3.3. 第2のAF制御手法

次に図11を用いて、位相差をそのまま用いて境界位置と比較する場合のAF制御手法について説明する。

【0078】

図11に、被写体までの距離に対する位相差の特性例を示す。PDNは、フォーカスレンズが近点側の位置LNにある場合の位相差特性であり、PDFは、フォーカスレンズが遠点側の位置LFにある場合の位相差特性である。位相差特性PDNでは、境界位置dk2に位相差pk2（図3の第1位相差pkに相当）が対応しており、位相差特性PDFでは、境界位置dk1に位相差qk1（図3の第2位相差qkに相当）が対応している。

【0079】

レンズ位置選択部350は、位相差算出部330が算出した位相差と境界位置の位相差pk2、qk1とを比較することにより、レンズ位置を切り替える。即ち、レンズ位置選択部350は、近点側のレンズ位置LN（位相差特性PDN）を選択している場合において、位相差算出部330が算出した位相差がpk2以下であるときにはLNの選択を維持し、位相差算出部330が算出した位相差がpk2よりも大きいときには遠点側のレンズ位置LFを選択する。一方、レンズ位置選択部350は、遠点側のレンズ位置LF（位相差特性PDF）を選択している場合において、位相差算出部330が算出した位相差がqk1以上であるときにはLFの選択を維持し、位相差算出部330が算出した位相差がqk1よりも小さいときには近点側のレンズ位置LNを選択する。

【0080】

以上の実施形態によれば、図9等で説明したように、境界位置設定部340は、近点側のレンズ位置LNに対応する近点側の合焦物体位置NEARと遠点側のレンズ位置LFに対応する遠点側の合焦物体位置FARとの間に、第1境界位置dk1と、撮像部200側から見て第1境界位置dk1よりも遠い第2境界位置dk2とを設定する。レンズ位置選択部350は、位相差に対応する被写体の位置が、第1境界位置dk1よりも撮像部200に近いと判定した場合には、近点側のレンズ位置LNを選択し、位相差に対応する被写体の位置が、撮像部200側から見て第2境界位置dk2よりも遠いと判定した場合には、遠点側のレンズ位置LFを選択し、位相差に対応する被写体の位置が、第1境界位置d

k 1 と第 2 境界位置 d k 2 との間であると判定した場合には、現在選択しているレンズ位置を変更せずに維持する。

【0081】

このようにすれば、被写体が第 1 境界位置 d k 1 と第 2 境界位置 d k 2 との間に存在する場合にはレンズ位置が切り替わらないため、被写体が境界位置の付近にある場合であっても、頻繁な合焦物体位置の切り替えを抑制できる。

【0082】

また本実施形態では、図 9 等で説明したように、境界位置設定部 340 は、遠点側のレンズ位置 L F が選択された場合における被写界深度 D F の近点側の端に第 1 境界位置 d k 1 を設定し、近点側のレンズ位置 L N が選択された場合における被写界深度 D N の遠点側の端に第 2 境界位置 d k 2 を設定する。

10

【0083】

このようにすれば、2つの被写界深度 D N、D F が重なるため、2つの被写界深度 D N、D F の境界付近においても確実に被写体にピントがあうようにできる。また、被写界深度 D F の近点端及び被写界深度 D N の遠点端を境界位置 d k 1、d k 2 に設定することで、被写体が現在の被写界深度から外れたことを判断でき、被写体にピントが合う妥当なレンズ位置を選択することが可能となる。

【0084】

4. 位相差 A F の手法

位相差 A F 用の位相差検出用素子が設けられた撮像素子 240、及びその撮像素子 240 を用いた位相差 A F 手法について説明する。なお、本実施形態が行う位相差 A F は、以下で述べる手法に限定されず、例えば眼鏡レンズにより瞳分割を行う手法など種々の位相差 A F 手法を採用できる。

20

【0085】

図 12 に、位相差検出用素子が設けられた撮像素子の構成例を示す。図 12 に示す撮像素子は、ベイヤ配列のカラーフィルターを有する通常の画素 R、G、B と、画素の一部に設置された位相差センサ S 1 群及び S 2 群（位相差検出用素子）と、を含む。

【0086】

位相差センサ S 1 群及び S 2 群を構成する各画素 S 1 及び S 2 は、例えば特開 2000-156823 号公報の段落 [0074] ~ [0083] に S 1 及び S 2 として記載された機能画素であり、それぞれが画素中心から左右に偏った開口部を持っている。これにより撮像光学系の瞳を左右に分割した場合と同様の効果が得られるため、図 12 で水平方向に複数配置された S 1 群からの像信号と S 2 群からの像信号をそれぞれの瞳を通った光線の位相信号とみなすことができる。例えば撮像光学系で結像された被写体の像位置が撮像素子の撮像面に一致する（ピントが合っている）場合は、S 1 群からの位相信号と S 2 群からの位相信号は一致し、像位置が撮像面の前方又は後方にある（ピントが合っていない）場合は、S 1 群からの位相信号と S 2 群からの位相信号に位相差が生じることになる。本実施形態において、位相差センサ S 1 群及び S 2 群はたとえば撮像部の中央に一組だけ設置してもよいし、必要に応じて撮像部の任意の場所に複数組設置してもよい。

30

【0087】

次に、位相差算出部 330 における可動レンズの移動量の算出方法について、図 13 を用いて説明する。可動レンズは、図 1 のフォーカスレンズ 220 である。なお、可動レンズは、レンズ一群駆動におけるズームレンズであってもよいし、あるいは、レンズ二群駆動におけるフォーカスレンズであってもよい。

40

【0088】

図 13 は、像位置が撮像面の後方に位置する場合の、分割された瞳を通る光線を示した図である。光線 1 は S 1 群に対応する瞳を通った光線であり、光線 2 は S 2 群に対応する瞳を通った光線である。ここでは像位置が撮像面とは異なる位置（後方）にあるため、S 1 群から出力される位相信号と S 2 群から出力される位相信号には S の位相差が存在する。ここで、S は正負の値を持つベクトルであり、図 13 に矢印で示した方向が正である。

50

なお、位相差 S の算出には公知の位相差 $A F$ の技術を用いればよい。本実施形態における位相差算出部 330 は、例えば画像信号と同じ周期で位相差センサ $S 1$ 群及び $S 2$ 群から順次出力される位相信号から位相差 S を算出し、その位相差 S をレンズ位置選択部 350 に順次出力する。

【0089】

なお、位相差算出部 330 は、位相差情報としてデフォーカス量あるいは合焦レンズ位置を算出し、そのデフォーカス量あるいは合焦レンズ位置をレンズ位置選択部 350 に出力してもよい。即ち、撮像面から射出瞳位置までの距離を F 、分割された瞳の重心間の距離を G 、デフォーカス量を d とする。ここで、 d は正負の値を持つベクトルであり、図 13 に矢印で示した方向が正である。この時、下式 (2) が成立するため、これを変形した下式 (3) を用いてデフォーカス量 d を算出することができる。なお、像位置が撮像面の前方にある場合も同様である。更にここでは、例えば、前出の特開 2000-156823 号公報の段落 [0108] ~ [0110] に記載された手法でデフォーカス量 d を算出してもよい。

$$G / (F + d) = S / d \quad (2)$$

$$d = F \cdot S / (G - S) \quad (3)$$

【0090】

本実施形態における位相差算出部 330 は、例えば画像信号と同じ周期で位相差センサ $S 1$ 群及び $S 2$ 群から順次出力される位相信号に対して、上式 (3) で算出したデフォーカス量 d から合焦状態を実現するために必要な可動レンズの移動量を算出し、算出した移動量をレンズ位置選択部 350 に順次出力する。あるいは、位相差算出部 330 は、可動レンズの移動量及び可動レンズの現在位置情報から合焦レンズ位置を算出し、算出した合焦レンズ位置の情報をレンズ位置選択部 350 に順次出力してもよい。移動量の算出は、例えば予め撮像光学系の設計データから、可動レンズの移動量と像位置の移動量の比 R_t を下式 (4) で算出しておき、下式 (5) で移動量 D を算出すればよい。

$$R_t = \text{可動レンズの移動量} / \text{像位置の移動量} \quad (4)$$

$$D = -R_t \cdot d \quad (5)$$

【0091】

このように位相差算出部 330 がデフォーカス量 d あるいは合焦レンズ位置を算出する場合、レンズ位置選択部 350 は、デフォーカス量 d あるいは合焦レンズ位置に基づいてレンズ位置 $L N$ 及びレンズ位置 $L F$ のいずれかを選択する。デフォーカス量 d あるいは合焦レンズ位置は、位相差 S と対応付けられた値なので、図 4 (B)、図 5 (B) や図 11 で説明した手法と同様の手法により $A F$ 制御を行うことができる。

【0092】

また、例えば可動レンズの位置 x により、可動レンズの移動量と像位置の移動量の比 R_t の値が変化する場合、可動レンズの位置 x_n (n は自然数) とこれに対応する R_n の値を図 14 に示すような $L U T$ (ルックアップテーブル) として予め作成しておき、位相差センサ $S 1$ 群及び $S 2$ 群から位相信号が出力されたタイミングにおける可動レンズの位置 x_n に対応する R_n を上式 (5) の R_t として使用することで移動量 D を算出することができる。

【0093】

更に、例えば可動レンズの位置 x により図 13 に示した撮像面と射出瞳の距離 F や瞳の重心間の距離 G も変化する場合、図 15 に示すように、可動レンズの位置 x_n に対応する F_n 及び G_n の値を加えた $L U T$ を予め作成しておく。そして、まず位相差センサ $S 1$ 群及び $S 2$ 群から位相信号が出力されたタイミングにおける可動レンズの位置 x_n に対応する F_n 及び G_n の値を、上式 (3) の F 及び G として使用することでデフォーカス量 d_n を算出する。その後、算出した d_n と可動レンズの位置 x_n に対応する R_n を上式 (5) の d と R_t として使用することで移動量 D を算出することができる。なお、図 15 にテーブルで示したパラメータのうち、可動レンズの位置による変化が無視できるほど小さいものについては、考慮する必要がないことは言うまでもない。また、ここでは述べてい

10

20

30

40

50

い移動量を算出するためのパラメータについても、可動レンズの位置による変化が大きい場合は、前述の各パラメータ同様にLUTに追加して使用してもよい。

【0094】

ここで位相差算出部330は、例えば位相差センサS1群及びS2群から順次出力される位相信号のすべてに対して移動量の算出及び出力を行ってもよいし、例えば任意の周期で位相信号をサンプリングしたうえで移動量の算出及び出力を行ってもよい。後者の場合、画像信号が出力されるよりも長い周期で、位相差算出部330から移動量が出力されることになる。

【符号の説明】

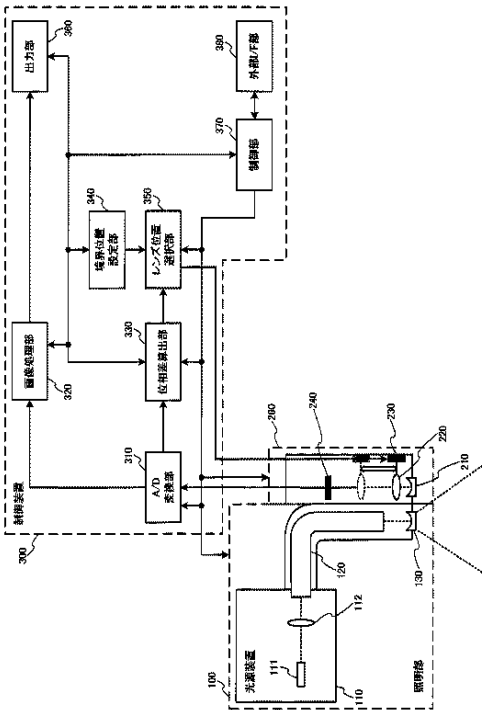
【0095】

100 照明部、110 光源装置、111 白色光光源、112 集光レンズ、
120 ライトガイドファイバー、130 照明光学系、200 撮像部、
210 集光レンズ、220 フォーカスレンズ、
230 フォーカスレンズ駆動部、240 撮像素子、300 制御装置、
310 A/D変換部、320 画像処理部、330 位相差算出部、
340 境界位置設定部、350 レンズ位置選択部、360 出力部、
370 制御部、380 外部I/F部、
CF 第2コントラスト値、CN 第1コントラスト値、d デフォーカス量、
DF, DN 被写界深度、dk 境界位置、dk1 第1境界位置、
dk2 第2境界位置、FAR 遠点側の合焦物体位置、L 光量、
LF 遠点側のレンズ位置、LN 近点側のレンズ位置、
NEAR 近点側の合焦物体位置、PDF, PDN 位相差特性、
pk 第1位相差、qk 第2位相差、S 位相差、S1, S2 位相差センサ

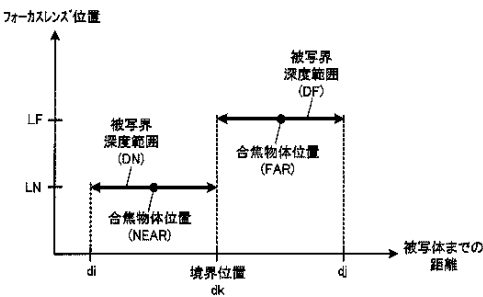
10

20

【図1】



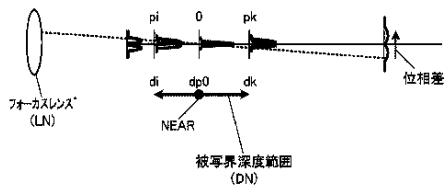
【図2】



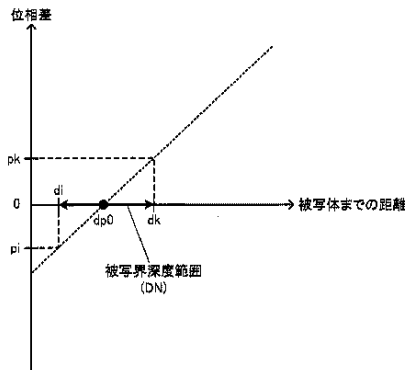
【図3】

位相差(NEAR)	被写体までの距離	位相差(FAR)
⋮	⋮	⋮
pi	di	⋮
⋮	⋮	⋮
0	dp0	⋮
⋮	⋮	⋮
pk	dk	qk
⋮	⋮	⋮
⋮	dq0	0
⋮	⋮	⋮
⋮	dj	qj
⋮	⋮	⋮

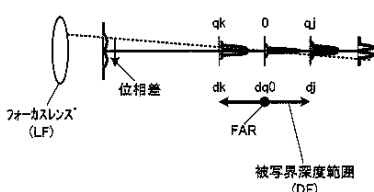
【図 4】
(A)



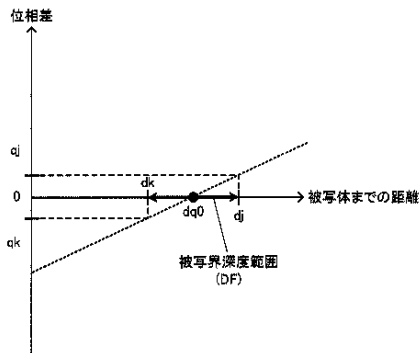
(B)



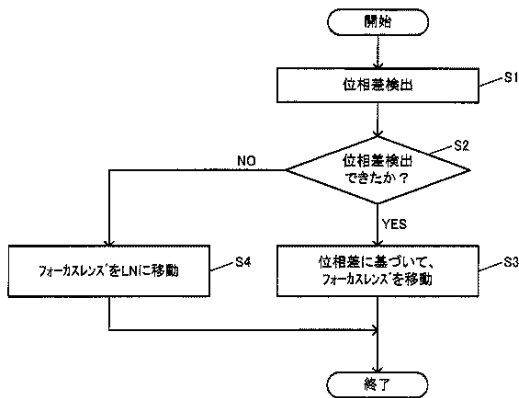
【図 5】
(A)



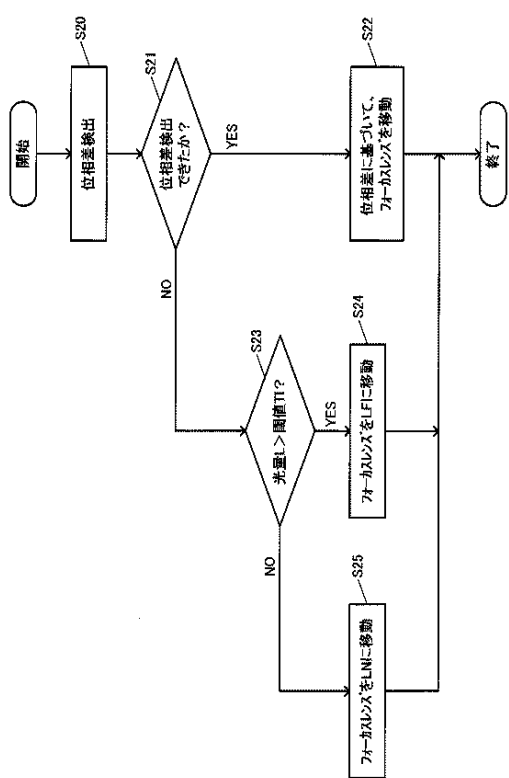
(B)



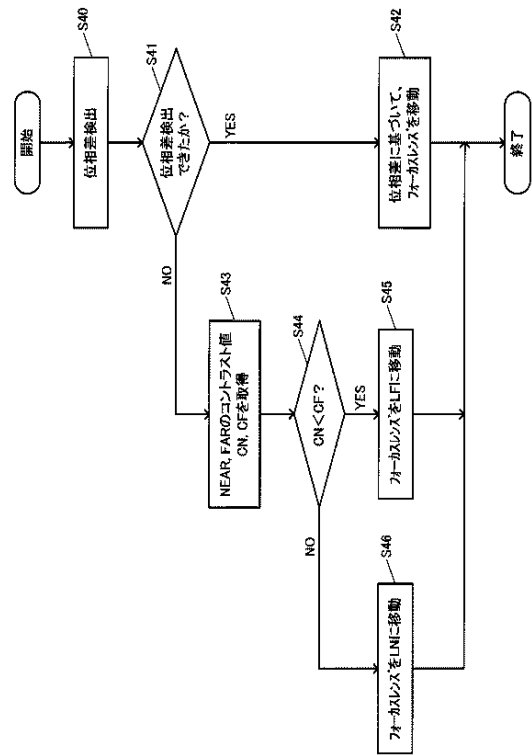
【図 6】



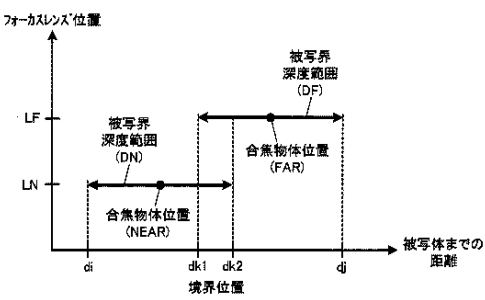
【図 7】



【図 8】



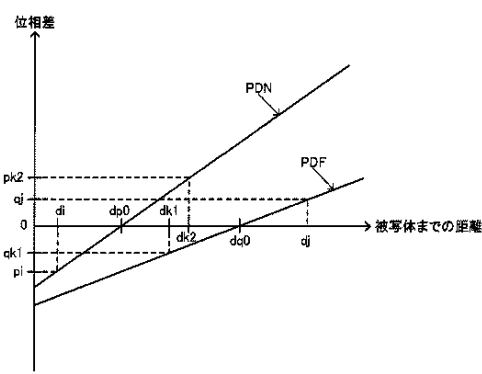
【図 9】



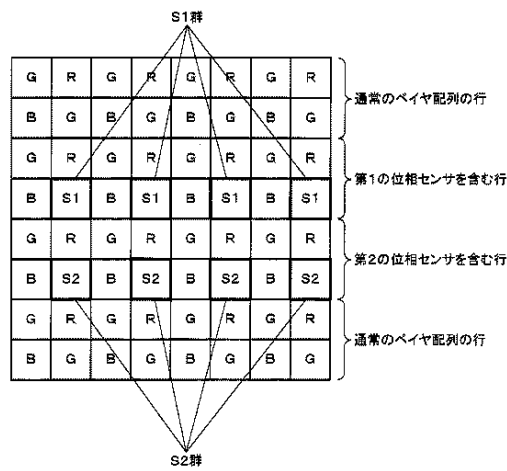
【図 10】

位相差(NEAR)	被写体までの距離	位相差(FAR)
⋮	⋮	⋮
pi	di	⋮
⋮	⋮	⋮
0	dp0	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	dk1	qk1
⋮	⋮	⋮
pk2	dk2	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	dq0	0
⋮	⋮	⋮
⋮	dj	qj
⋮	⋮	⋮

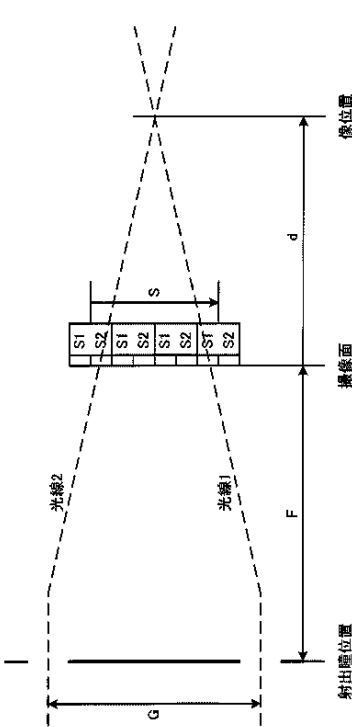
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

可動レンズの位置	可動レンズの移動量と像位置の移動量の比
x1	R1
x2	R2
x3	R3
⋮	⋮

【図 1 5】

可動レンズの位置	可動レンズの移動量と像位置の移動量の比	撮像面と射出電の距離	瞳の重心間の距離
x1	R1	F1	G1
x2	R2	F2	G2
x3	R3	F3	G3
⋮	⋮	⋮	⋮

フロントページの続き

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開平08-136832 (JP, A)
特開平10-073758 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 1/00-1/32

专利名称(译)	内窥镜设备和操作内窥镜设备的方法		
公开(公告)号	JP6103849B2	公开(公告)日	2017-03-29
申请号	JP2012171678	申请日	2012-08-02
[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	樋口圭司 吉野浩一郎		
发明人	樋口 圭司 吉野 浩一郎		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00096 A61B1/00188 G02B7/34 G02B23/243 A61B1/00009 A61B1/04 A61B1/06 G02B7/09 H04N5/2256 H04N2005/2255		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/04.370 A61B1/00.553 A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04 G02B23/24.B G02B23/26.C H04N5/225 H04N5/225.F H04N5/225.500 H04N5/232 H04N5/232.H H04N5/232.120 H04N7/18.M		
F-TERM分类号	2H040/BA06 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA10 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP13 4C161/RR01 4C161/RR14 4C161/RR22 4C161/SS11 5C054/CA04 5C054/CC02 5C054/CC05 5C054/CC07 5C054/HA12 5C122/DA26 5C122/EA12 5C122/FD01 5C122/FD07 5C122/FD10 5C122/GA34 5C122/HA82 5C122/HA86 5C122/HA88 5C122/HB01 5C122/HB06 5C122/HB09		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
其他公开文献	JP2014030516A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜装置包括：成像部分，包括：相位差检测元件，用于实现相位检测自动聚焦;获取捕获图像;相位差计算部分，基于从相位差检测元件输出的信号计算相位差，透镜位置选择部分基于相位差选择作为近点侧透镜位置或远点侧透镜位置的透镜位置，近点侧透镜位置和远点侧透镜位置是离散透镜预先设定的位置，以及将成像部分的透镜位置改变到由透镜位置选择部分选择的透镜位置的驱动部分。

3】

位相差(NEAR)	被写体までの距離	位相差(FAR)
⋮	⋮	⋮
p <i>i</i>	d <i>i</i>	⋮
⋮	⋮	⋮
0	d <i>p</i> 0	⋮
⋮	⋮	⋮
p <i>k</i>	d <i>k</i>	q <i>k</i>
⋮	⋮	⋮
⋮	d <i>q</i> 0	0
⋮	⋮	⋮
⋮	d <i>j</i>	q <i>j</i>
⋮	⋮	⋮