

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5415973号
(P5415973)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)

(51) Int. Cl.

F I

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

A 6 1 B 1/04 3 6 2 Z

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

A 6 1 B 1/04 3 7 0

請求項の数 28 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2010-13034 (P2010-13034)
 (22) 出願日 平成22年1月25日 (2010. 1. 25)
 (65) 公開番号 特開2011-147707 (P2011-147707A)
 (43) 公開日 平成23年8月4日 (2011. 8. 4)
 審査請求日 平成24年11月13日 (2012. 11. 13)

(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4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4番2号 オ
 リンパス株式会社内

審査官 松谷 洋平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、内視鏡システム及び撮像装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を撮像する撮像部と、
 前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、
 前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部からの画像の読み出しモードと前記撮像部のフォーカス位置の制御を行う制御部と、
 を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記制御部は、
 遠景観察モードでは画素混合読み出しを行うように前記撮像部からの画像の読み出しモードを制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、
 前記制御部は、
 近接観察モードでは全画素読み出しを行うように前記撮像部からの画像の読み出しモードを制御するとともに、撮像部のフォーカス位置が、前記遠景観察モードでの撮像部のフォーカス位置よりも撮像部に近くなるように前記撮像部のフォーカス位置を制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記制御部は、

前記画素混合読み出しを行うことで、前記撮像部のフォーカス位置が同じであっても、被写界深度を可変に設定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記撮像部に含まれる撮像素子の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅を D_1 とし、前記遠景観察モードにおける被写界深度幅を D_2 としたときに、 $D_2 > D_1$ であることを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記遠景観察モードにおける被写界深度幅 D_2 は、

複数の画素を 1 画素とした場合の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、

ユーザーからの指示を受け付ける入力受付部を含み、

前記観察モード設定部は、

受け付けた前記ユーザーからの指示に応じて観察モードを設定することを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、

前記観察モード設定部は、

画像の特徴量に応じて観察モードを設定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記画像の特徴量は、

画像の輝度情報であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

30

請求項 9 において、

前記観察モード設定部は、

画像の中心部の輝度の平均値 L_1 及び画像の周縁部の輝度の平均値 L_2 を算出し、 L_1 が L_2 よりも大きい場合には前記観察モードを近接観察モードに設定し、 L_2 が L_1 よりも大きい場合には前記観察モードを遠景観察モードに設定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

請求項 8 において、

前記画像の特徴量は、

画像の空間周波数特性であることを特徴とする撮像装置。

40

【請求項 12】

請求項 11 において、

前記観察モード設定部は、

画像の周波数特性を算出し、高周波成分に比べて低周波成分が多い場合は前記観察モードを近接観察モードに設定し、低周波成分に比べて高周波成分が多い場合は前記観察モードを遠景観察モードに設定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 において、

前記制御部は、

前記フォーカス位置の制御を行う際に、前記被写体の位置に応じてフォーカス位置を決

50

定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記制御部は、

遠景観察モードでは画素混合読み出しを行うように前記撮像部からの画像の読み出しモードを制御するとともに、所定の位置にフォーカス位置を設定するように前記撮像部のフォーカス位置を制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記制御部は、

近接観察モードでは全画素読み出しを行うように前記撮像部からの画像の読み出しモードを制御するとともに、前記被写体の位置に応じてフォーカス位置を決定するように前記撮像部のフォーカス位置を制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 16】

被写体を撮像する撮像部と、

前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、

制御部と、

を含み、

前記制御部は、

前記観察モードが第 1 の観察モードに設定された場合には、前記撮像部のフォーカス位置が同じであっても、被写界深度を可変にする制御を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 17】

請求項 16 において、

前記制御部は、

前記観察モードが第 2 の観察モードに設定された場合には、前記撮像部のフォーカス位置を、前記第 1 の観察モードの場合に比べて、前記撮像部に近づける制御を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 18】

請求項 17 において、

前記第 1 の観察モードは、

遠景観察モードであり、

前記第 2 の観察モードは、

近接観察モードであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 19】

請求項 18 において、

前記制御部は、

前記観察モードが前記近接観察モードの場合は被写界深度幅を狭くする設定を行い、前記観察モードが前記遠景観察モードの場合は被写界深度幅を広くする設定を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 20】

請求項 19 において、

前記撮像部に含まれる撮像素子の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅を $D1$ とし、前記遠景観察モードにおける被写界深度幅を $D2$ としたときに、 $D2 > D1$ であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 21】

請求項 20 において、

前記遠景観察モードにおける被写界深度幅 $D2$ は、

複数の画素を 1 画素とした場合の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2 2】

被写体を撮像する撮像部と、
前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、
前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部からの画像の読み出しモードと前記撮像部のフォーカス位置の制御を行う制御部と、
を含むことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2 3】

被写体を撮像する撮像部と、
前記撮像部により被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、
前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部の被写界深度を設定するための制御とフォーカス位置の制御を行う制御部と、
を含むことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 において、
前記制御部は、
前記観察モードが近接観察モードの場合は被写界深度幅を狭くする設定を行い、前記観察モードが遠景観察モードの場合は被写界深度幅を広くする設定を行うことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 において、
前記制御部は、
画素混合読み出しを行うことで、前記撮像部のフォーカス位置が同じであっても、前記被写界深度を可変に設定することを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 において、
前記撮像部に含まれる撮像素子の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅を $D1$ とし、前記遠景観察モードにおける被写界深度幅を $D2$ としたときに、 $D2 > D1$ であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 6 において、
前記遠景観察モードにおける被写界深度幅 $D2$ は、
複数の画素を 1 画素とした場合の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2 8】

観察モード設定部と制御部とを有する撮像装置の作動方法であって、
前記観察モード設定部が、被写体が撮像される際の観察モードの設定処理を行い、
前記制御部が、設定された前記観察モードに応じて撮像部からの画像の読み出しモードを制御し、設定された前記観察モードに応じて前記撮像部のフォーカス位置を制御し、前記読み出しモード及び前記フォーカス位置の制御に従って前記被写体の撮像が行われるように撮像装置を制御することを特徴とする撮像装置の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、内視鏡システム及び撮像装置の作動方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡のような撮像装置においては、ドクターの診断に支障をきたさないため、パンフォーカスの画像が求められる。このため、内視鏡では F ナンバーが比較的大きい光学系を

10

20

30

40

50

使用して被写界深度を深くすることでこのような性能を達成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-13270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いる。光学系が一定の場合、そ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と共に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。このような場合には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ことが考えられるが、光学系が暗くなりノイズが増加することで画質が劣化する。また、Fナンバーが大きくなると回折の影響も大きくなり、結像性能が劣化することで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いという課題があった。なお、特許文献1において、動画と静止画で画素混合読み出しの方法を変更する発明が開示されているが、被写界深度を広くすることについては全く触れられていない。

10

【0005】

本発明の幾つかの態様によれば、観察モードを設定し、設定された観察モードに応じて、読み出しモードとフォーカス位置の制御を行う撮像装置、内視鏡システム及び撮像装置の制御方法を提供できる。

20

【0006】

また本発明の幾つかの態様によれば、近接観察モード及び遠景観察モードを設定し、遠景観察モードにおいては画素混合読み出しを行うことで、広い被写界深度を実現する撮像装置、内視鏡システム及び撮像装置の制御方法を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、被写体を撮像する撮像部と、前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部からの画像の読み出しモードと前記撮像部のフォーカス位置の制御を行う制御部と、を含む撮像装置に係する。

30

【0008】

本発明の一態様では、観察モードを設定した上で、設定した観察モードに応じて、撮像部からの画像の読み出しモードと、撮像部のフォーカス位置の制御が行われる。従って、観察モードでの撮影状況に応じた適切な読み出しモードの制御とフォーカス位置の制御を実現できる。

【0009】

本発明の他の態様は、被写体を撮像する撮像部と、前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、制御部と、を含み、前記制御部は、前記観察モードが第1の観察モードに設定された場合には、撮像部のフォーカス位置が同じであっても、被写界深度を可変にする制御を行う撮像装置に係する。

40

【0010】

本発明の他の態様によれば、観察モードを設定した上で、設定した観察モードが第1の観察モードである場合には、フォーカス位置が一定であるという条件下においても、被写界深度を可変にする制御を実現できる。

【0011】

本発明の他の態様は、被写体を撮像する撮像部と、前記撮像部により前記被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部からの画像の読み出しモードと前記撮像部のフォー

50

ーカス位置の制御を行う制御部と、を含む内視鏡システムに係る。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様は、被写体を撮像する撮像部と、前記撮像部により被写体が撮像される際の観察モードを設定する観察モード設定部と、前記観察モード設定部により設定された観察モードに応じて、前記撮像部の被写界深度を設定するための制御とフォーカス位置の制御を行う制御部と、を含む内視鏡システムに係る。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の態様は、被写体が撮像される際の観察モードの設定処理を行い、設定された前記観察モードに応じて撮像部からの画像の読み出しモードを制御し、設定された前記観察モードに応じて前記撮像部のフォーカス位置を制御し、前記読み出しモード及び前記フォーカス位置の制御に従って前記被写体の撮像が行われるように撮像装置を制御する撮像装置の制御方法に係る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本実施形態の撮像装置の基本的な構成例。

【図 2】図 2 (A)、図 2 (B) は画素ピッチを大きくすることで被写界深度が広くなることを説明する図。

【図 3】本実施形態のシステム構成例。

【図 4】図 4 (A)、図 4 (B) は画素混合読み出しを行った場合の読み出し画像の説明図。

【図 5】被写界深度の説明図。

【図 6】フォーカス位置を一定にした場合の画素ピッチと被写界深度の関係図。

【図 7】フォーカス位置を可変にした場合の被写界深度との関係図。

【図 8】図 8 (A) は遠景観察モードにおける被写界深度の説明図、図 8 (B) はフォーカス位置を変えずに全画素読み出しを行ったときの被写界深度の説明図、図 8 (C) は近接観察モードにおける被写界深度の説明図。

【図 9】本実施形態の他のシステム構成例。

【図 1 0】回転フィルタの例。

【図 1 1】フィルタ r、g、b の分光特性。

【図 1 2】図 1 2 (A)、図 1 2 (B) は画素混合読み出しを行った場合の読み出し画像の説明図。

【図 1 3】本実施形態の他のシステム構成例。

【図 1 4】観察モード設定部の構成例。

【図 1 5】図 1 5 (A) は周縁部が中心部よりも明るい場合の説明図、図 1 5 (B) は中心部が周縁部よりも明るい場合の説明図。

【図 1 6】図 1 6 (A) は管空状の被写体を撮像する場合の説明図、図 1 6 (B) は被写体に正対した場合の説明図。

【図 1 7】本実施形態の他のシステム構成例。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

1. 本実施形態の手法

本実施形態の手法の概要について、図 1、図 2 (A) 及び図 2 (B) を参照して説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は本実施形態の撮像装置の基本的な構成例を示すブロック図である。撮像装置は、撮像部 1 0 と、画像処理部 2 0 と、表示部 3 0 と、制御部 4 0 と、観察モード設定部 5 0

10

20

30

40

50

を含む。なお、これらの構成要素の一部（例えば表示部）を省略するなどの種々の変形実施が可能である。また、本実施形態における撮像装置は、デジタルカメラに限定されるものではなく、デジタルビデオカメラでもよいし、内視鏡システムであってもよい。

【0018】

撮像部10は画像処理部20と接続され、画像処理部20は表示部30と接続されている。制御部40は撮像部10及び画像処理部20と双方向に接続されている。また、制御部40と観察モード設定部50も双方向に接続されている。

【0019】

観察モード設定部50は、観察モードを設定し、設定した情報を制御部40に伝える。制御部40は、設定された観察モードに基づいて、撮像部10及び画像処理部20にそれぞれ撮像処理と画像処理を行わせるような制御信号を生成する。

10

【0020】

画素ピッチが、撮像部10の撮像素子の実際の画素ピッチに相当する場合には、フォーカス位置と被写界深度及び許容錯乱円の関係は図2(A)に示したようになる。図2(A)は、撮像素子の画素ピッチをそのまま使っているため、撮像素子の解像力をフルに使ったモードであると言える。このとき、許容錯乱円の大きさは、フィルタ等の要素によって決まる係数Kを用いて、 $K \cdot P1$ と表すことができ、この大きさ $K \cdot P1$ の許容錯乱円によって被写界深度幅D1が決定される。

【0021】

しかし、撮像装置の解像力が向上するにつれて、画素ピッチP1が小さくなり、それに伴い被写界深度幅D1も狭くなってしまう。例えば内視鏡システムなどでは、ドクターの診断を妨げないように、被写界深度を広くしなければならない。しかしながら、図2(A)に示すような実際の撮像素子の画素ピッチから決まる被写界深度幅D1では、その条件を満たせなくなる。

20

【0022】

そこで本出願人は、近接観察モード及び遠景観察モードの2種類のモードを設定し、パンフォーカスが必要な場面では被写界深度を広げた遠景観察モードを利用することを提案している。

【0023】

遠景観察モードの概要を図2(B)に示す。ここで図2(A)と図2(B)とは、光学系は同じ条件であるとする。遠景観察モードにおいては、図2(B)の画素ピッチP2は複数の画素を1画素とした場合の画素ピッチに相当する。これは例えば、画素混合読み出し等で実現される。具体的には後述する図4(A)、図4(B)のような手法である。図4(A)での $R(0,0)$ 、 $R(0,2)$ 、 $R(2,0)$ 及び $R(2,2)$ の4画素の画素値の和を求め、求めた値を $R_out(0,0)$ とする。このため、図4(A)において、上記4画素を含む 3×3 画素の領域が図4(B)の $R_out(0,0)$ 1画素に対応することになる。よって 3×3 画素が1画素になったように扱われるため、図4(A)の画素ピッチをPとすると、画素混合読み出しを行った場合の画素ピッチは $3 \times P$ となる。このとき $P2 > P1$ となり、許容錯乱円を大きくすることが可能になる。許容錯乱円が大きくなるため、図2(A)と図2(B)を比較すれば明らかなように、被写界深度幅D2は $D2 > D1$ とすることが可能になる。

30

40

【0024】

これにより、被写界深度は狭いが解像力の高い近接観察モードと、解像力は低いが被写界深度が広い遠景観察モードの2つのモードを用いることが可能になる。この2つのモードを場面にあわせて適切に切り替えることで、例えば内視鏡システムにおいては、効率的な診断を行うことが可能になる。

【0025】

具体的には例えば、病変部のサーチにおいては遠景観察モードを採用し、発見した病変部の詳細な観察には近接観察モードを採用することが考えられる。後述する図16(A)に示すように、病変部のサーチにおいては、管空状の被写体の中を移動していることが考

50

えられ、撮像部から被写体までの距離は、近い所から遠い所まで様々である。このときに被写界深度が狭いと、被写体の一部にしか焦点が合わず、それ以外の範囲がぼやけてしまい、正確な診断が困難になる。その点、被写界深度の広い遠景観察モードは、様々な距離の被写体に対しても焦点が合うため、病变部のサーチ時には効果を発揮する。

【 0 0 2 6 】

また、発見した病变部を詳細に観察する場合には、後述する図 1 6 (B) に示すように、被写体に正対して観察することが考えられる。このためドクターが見たい範囲は、撮像部からの距離が大きく異なるようなところが無く、被写界深度が狭くても問題は生じにくい。ただし正確な診断を行うためには、解像度の高い、詳細な画像が求められる。そのため病变部の詳細な観察の際には、近接観察モードを用いることで、ドクターの要求にあつた観察画像を提供することが可能になる。

10

【 0 0 2 7 】

例えば、近年、フルハイビジョン等に対応するために撮像素子の画素ピッチが小さくなってきている。通常ならば、最新の製造プロセスで出来た撮像素子の性能をフルに生かそうとする。本実施形態では、観察モードを設け、敢えて、遠景観察モードでは複数の画素を 1 画素とする設定にすることで、被写界深度を広くする。そうすることで、被写体を広く概観する撮影状況に対応する。一方、近接観察モードでは、撮像素子の性能をフルに生かして、近接観察モードで被写体を高解像度で観察できるようにする。

【 0 0 2 8 】

なお複数の画素を 1 画素に設定する手法は、画素混合読み出しに限定されない。例えば前述した図 4 (A)、図 4 (B) の例においては、 $R_out(0, 0)$ の値として、4 画素の和（もしくは平均）を求めるのではなく、特定の 1 画素（例えば $R(0, 0)$ ）の値をそのまま用いてもかまわない。また、後述する画像処理部 2 0 におけるフィルタ処理で同様の効果を得ることも可能である（画素混合読み出しは撮像部 1 0 において行われる）。具体的には、画素混合読み出しと同様に、複数画素の画素値の和を、出力画素の画素値とするようなフィルタをかければよい。

20

【 0 0 2 9 】

以下、第 1 ~ 第 4 の実施形態において詳細に説明する。以下では撮像装置として、内視鏡システムを例にとって説明するが、撮像装置が内視鏡システムに限られないのは前述の通りである。

30

【 0 0 3 0 】

2. 第 1 の実施形態

本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡システムについて、図 3 を参照して説明する。本実施形態に係る内視鏡システムは、光源部 1 0 0 と、撮像部 2 0 0 と、処理部 3 0 0 と、表示部 4 0 0 と、外部 I / F 部 5 0 0 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 3 1 】

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 を備えている。

【 0 0 3 2 】

40

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 には、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 2 1 0 と、該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観察対象に照射する照明レンズ 2 2 0 と、観察対象から戻る反射光を集光する対物レンズ 2 3 0 と、フォーカス位置を調整するためのフォーカス調整レンズ 2 4 0 と、集光した反射光を検出するための撮像素子 2 5 0 と、撮像素子からの信号を読み出す際の読み出しモードを制御しアナログ信号を出力する読み出しモード制御部 2 7 0 と、フォーカス調整レンズ 2 4 0 を駆動するためのレンズ駆動部 2 6 0 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 3 3 】

50

レンズ駆動部 260 は例えばステッピングモーターであり、フォーカス調整レンズ 240 と接続されている。レンズ駆動部 260 はフォーカス調整レンズの位置を変更することでフォーカス位置を調整する。撮像素子 250 は図 4 (A) に示すようなベイア配列の色フィルタを持つ撮像素子であり、ここで Gr と Gb は同じ分光特性である。読み出しモード制御部 270 の詳細については後述する。

【0034】

処理部 300 は AD 変換部 310 と画像処理部 320 と制御部 330 と観察モード設定部 340 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0035】

AD 変換部 310 は、読み出しモード制御部 270 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。画像処理部 320 は、AD 変換部 310 から出力されたデジタル信号に対してホワイトバランス、補間処理 (デモザイキング処理)、色変換、階調変換等の画像処理を施し、表示部 400 に画像を出力する。観察モード設定部 340 は外部 I/F 部 500 からの制御信号に応じて観察モードを判定し、制御部 330 に観察モード情報を出力する。制御部 330 は受け取った観察モード情報に従ってレンズ駆動部 260、読み出しモード制御部 270 を制御するようになっている。

【0036】

表示部 400 は例えば液晶モニタであり、画像処理部 320 から出力される画像を表示する。

【0037】

外部 I/F 部 500 は、この撮像装置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り、電源のオン/オフを行うための電源スイッチ、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含んで構成されている。そして、この外部 I/F 部 500 は、入力された情報のうち、観察モードに関する情報を観察モード設定部 340 に出力するようになっている。

【0038】

次に読み出しモード制御部 270 の詳細について説明する。読み出しモード制御部 270 は、撮像素子 250 からラスタ順にスキャンされ出力されるアナログ信号が入力される。入力されたアナログ信号は読み出しモード制御部 270 で色フィルタの種類に対応した R, Gr, Gb, B の 4 チャンネルに分離される。そして、以下の読み出しモードに応じて所定の処理を施した後に、撮像素子 250 から出力されるラスタ順にスキャンされたアナログ信号と同様の形式になるよう再度合成され、読み出しモード制御部 270 から出力される。

【0039】

読み出しモード制御部 270 は制御部 330 からの制御信号に応じて全画素読み出しモードと画素混合読み出しモードを切り替えることができるようになっている。全画素読み出しモードが選択された場合、入力されたアナログ信号は読み出しモード制御部 270 で色フィルタの種類に対応した R, Gr, Gb, B の 4 チャンネルに分離され、何も処理されずに撮像素子 250 から出力されるアナログ信号と同様の形式になるよう再度合成され、読み出しモード制御部 270 から出力される。

【0040】

また、画素混合読み出しモードが選択された場合、入力されたアナログ信号は読み出しモード制御部 270 で色フィルタの種類に対応した R, Gr, Gb, B の 4 チャンネルに分離され、それぞれのチャンネルで、水平、垂直方向に隣り合う 2×2 画素分の信号値が加算される。この時、撮像素子 250 から読み出しモード制御部 270 に入力された信号値は以下の式 (1) で加算される。ここで $R(x, y)$ 、 $Gr(x, y)$ 、 $Gb(x, y)$ 、 $B(x, y)$ は入力された信号値であり、 $R_out(x, y)$ 、 $Gr_out(x, y)$ 、 $Gb_out(x, y)$ 、 $B_out(x, y)$ は加算後の信号値である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

$$\begin{aligned}
 R_out(x,y) &= R(x,y) + R(x+2,y) + R(x,y+2) + R(x+2,y+2) \\
 Gr_out(x,y) &= Gr(x,y) + Gr(x+2,y) + Gr(x,y+2) + Gr(x+2,y+2) \\
 Gb_out(x,y) &= Gb(x,y) + Gb(x+2,y) + Gb(x,y+2) + Gb(x+2,y+2) \\
 B_out(x,y) &= B(x,y) + B(x+2,y) + B(x,y+2) + B(x+2,y+2) \\
 &\quad \cdot \cdot \cdot \cdot (1)
 \end{aligned}$$

【 0 0 4 2 】

上式(1)について図4(A)を用いて説明する。例えば $R_out(0,0)$ を求める場合には、 3×3 の領域を設定し、その中に含まれる4つのR信号、すなわち $R(0,0)$ 、 $R(2,0)$ 、 $R(0,2)$ 及び $R(2,2)$ を加算する。 $R_out(0,4)$ を求める場合には、前述の領域と重なるように 3×3 の領域を設定し、その中に含まれる4つのR信号の値を加算すればよい。Gr、Gb、Bについても同様である

10

【 0 0 4 3 】

このようにすることで、入力信号の画素数と同じ画素数を持った出力信号を生成することができる。この場合、出力信号の1画素を求めるにあたり、 3×3 画素の入力信号を用いているため、画素ピッチは混合読み出し前の3倍となる。

【 0 0 4 4 】

なお、画素混合の方法は上式(1)に限定されるものではない。上式(1)の代わりに下式(2)を用いることもできる。

【 0 0 4 5 】

$$\begin{aligned}
 R_out(x,y) &= R(2x,2y) + R(2x+2,2y) + R(2x,2y+2) + R(2x+2,2y+2) \\
 Gr_out(x,y) &= Gr(2x,2y-1) + Gr(2x+2,2y-1) + Gr(2x,2y+1) + Gr(2x+2,2y+1) \\
 Gb_out(x,y) &= Gb(2x-1,2y) + Gb(2x+1,2y) + Gb(2x-1,2y+2) + Gb(2x+1,2y+2) \\
 B_out(x,y) &= B(2x-1,2y-1) + B(2x+1,2y-1) + B(2x-1,2y+1) + B(2x+1,2y+1) \\
 &\quad \cdot \cdot \cdot \cdot (2)
 \end{aligned}$$

20

【 0 0 4 6 】

上式(2)について図4(B)を用いて説明する。 $R_out(0,0)$ を求める場合に、 3×3 の領域を設定し、その中に含まれる4つのR信号、すなわち $R(0,0)$ 、 $R(2,0)$ 、 $R(0,2)$ 及び $R(2,2)$ を加算する点は図4(A)のケースと同様である。図4(B)では、 $R_out(0,4)$ を求める際に、前述の 3×3 の領域と重なり合わないよう 3×3 の領域を設定する点異なる。つまり、 $R_out(0,2)$ を求める場合には、 $R(0,4)$ 、 $R(2,4)$ 、 $R(0,6)$ 及び $R(2,6)$ を加算することになる。Gr、Gb、Bについても同様である。

30

【 0 0 4 7 】

このようにすることで、入力信号の画素数より少ない画素数を持った出力画像を生成することができる(具体的には入力信号 4×4 画素から出力信号 2×2 画素が生成される)。なお、画素ピッチが混合読み出し前の3倍になる点は図4(A)と同様である。

40

【 0 0 4 8 】

さらに加算後の信号値は、撮像素子250から出力されるアナログ信号と同様の形式になるよう再度合成され、読み出しモード制御部270から出力される。

【 0 0 4 9 】

次に読み出しモードと被写界深度の関係について説明する。

【 0 0 5 0 】

まず被写界深度について図5を用いて詳細に説明する。ここで右向きの矢印は正の値のベクトルを表し、左向きの矢印は負の値のベクトルを表している。まず光学系の後側焦点位置からXB'の位置に画素ピッチ(1画素の縦横の寸法)がPの撮像素子を配置した場合を考える。この時、撮像素子の撮像面上で光学系の結像性能が最も良くなる被写体の位

50

置（フォーカス位置）は、光学系の前側焦点位置から X B の位置として表される。X B は以下のニュートンの結像式から X B ' が決まると下式（3）により算出される。ここで f は光学系の焦点距離である。

【0051】

$$XB \cdot XB' = -f^2 \quad \dots\dots (3)$$

【0052】

被写体を X B から X N の位置まで移動させると、その時の像面位置 X N ' は撮像面から光学系と反対方向に移動する。しかし撮像面における錯乱円の直径が、撮像装置の分解能 K ・ P （ただし K はフィルタ配列や補間処理によって決まる係数）より小さい場合、X N の物体はピン트가合っていると見なすことができる。撮像面における錯乱円の直径が K ・ P 以下になる範囲を近点側の被写界深度と定義し、錯乱円の直径が K ・ P と一致する被写体の位置を近点と呼ぶことにする。今後は近点の位置を、前側焦点位置から X N の位置として表す。遠点側も被写界深度の定義は同様であり、遠点側で錯乱円の直径が K ・ P と一致する被写体の位置を遠点と呼ぶ。今後は遠点の位置を、前側焦点位置から X F の位置として表す。

10

【0053】

被写体が近点にある時の撮像面における錯乱円の直径は、光学系の開口数 $NA' = \sin(u')$ （ここで u' は図5に示す撮像面へ入射する光線と光軸のなす角）を用いて下式（4）のように近似できる。

【0054】

$$\text{錯乱円の直径} = 2(XN' - XB') \cdot NA' \quad \dots\dots (4)$$

20

【0055】

近点で錯乱円の直径は K ・ P に一致するため、以下の式が成り立つ。

【0056】

$$2(XN' - XB') \cdot NA' = K \cdot P \quad \dots\dots (5)$$

【0057】

F ナンバーと開口数の関係式である下式（6）を用いて上式（5）を変形すると、下式（7）となる。ここで F は光学系の F ナンバーである。

【0058】

$$F = 1/2NA' \quad \dots\dots (6)$$

30

【0059】

$$XN' - XB' = K \cdot P \cdot F \quad \dots\dots (7)$$

【0060】

さらに上式（3）で示したニュートンの式を用いて（7）式を変形すると、下式（8）に示す近点側の被写界深度の関係式が成立する。

【数1】

$$\frac{1}{XB} - \frac{1}{XN} = \frac{K \cdot P \cdot F}{f^2} \quad \dots\dots (8)$$

【0061】

40

近点側と同様の方法で遠点側の被写界深度の関係式を算出すると下式（9）のようになる。

【数2】

$$\frac{1}{XF} - \frac{1}{XB} = \frac{K \cdot P \cdot F}{f^2} \quad \dots\dots (9)$$

【0062】

上式（7）、（8）はさらに下式（10）、（11）のように変形でき、これらを用いて近点の位置 X N 及び遠点の位置 X F を算出できる。

【数 3】

$$XN = \frac{f^2 \cdot XB}{f^2 - KPF \cdot XB} \quad \dots \dots (10)$$

【数 4】

$$XF = \frac{f^2 \cdot XB}{f^2 + KPF \cdot XB} \quad \dots \dots (11)$$

【0063】

図6に上式(10)、(11)を用いて被写界深度と画素ピッチの関係を算出した一例を示す。縦軸は前側焦点位置に対するフォーカス位置、近点、遠点の位置であり、近点と遠点の間の範囲が被写界深度となる。横軸は画素ピッチである。光学系の焦点距離 f 、Fナンバー F 、係数 K 、フォーカス位置 XB が一定の場合、画素ピッチ P が小さくなるに従って近点及び遠点がフォーカス位置に近づき、被写界深度の幅が狭くなることが分かる。

10

【0064】

前述した全画素読み出しモードでは、画素間のピッチ(1画素の縦横のサイズ)は P である。一方、画素混合読み出しモードでは、混合される4画素を仮想的に1つの画素と考えると画素ピッチは $P \times 3$ となる。この結果、画素混合読み出しモードでは画素ピッチが仮想的に拡大するため、被写界深度が拡大することになる。

【0065】

20

なお、画素混合読み出しモード時の画素混合方法は前述の方法に限定されることはなく、既存のその他の画素混合方法を用いても同様な効果が得られる。

【0066】

次に、フォーカス位置と被写界深度の関係について説明する。

【0067】

図7は上式(10)、(11)を用いてフォーカス位置と被写界深度の関係を算出した一例である。縦軸は前側焦点位置に対するフォーカス位置、近点、遠点の位置であり、近点と遠点の間の範囲が被写界深度となる。横軸は各フォーカス位置に対して付加したインデックスの値である。光学系の焦点距離 f 、Fナンバー F 、係数 K 、画素ピッチ P が一定の場合、フォーカス位置 XB が前側焦点位置に近づくに従って近点、及び遠点も前側焦点位置に近づき、さらに被写界深度の幅も狭くなることが分かる。

30

【0068】

次に各観察モードにおける読み出しモードとフォーカス位置の対応について、図8を用いて説明する。

【0069】

ドクターが内視鏡システムを用いて観察を行う場合、まず撮像部200を体腔内で移動させながら広範囲の観察を行い、病変と疑われる注目部がある場合はこの注目部に撮像部200を近接させて、血管や表面構造等を詳細に観察する。従って広範囲の観察を行うための遠景観察モードでは近接した被写体から遠方の被写体までピントが合っていることが重要である。一方、注目部に近接して詳細に観察を行うための近接観察モードでは、観察する被写体が限定されているため被写界深度が狭くとも高い解像力を実現することが重要である。

40

【0070】

本実施の形態における内視鏡システムは、外部I/F部500で遠景観察モードが選択された場合、観察モード設定部340は外部I/F部500からの制御信号に応じて観察モードを遠景観察モードと判定し、制御部330に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部330は読み出しモード制御部270に読み出しモード制御信号を出力し画素混合読み出しモードを選択する。さらに制御部330はレンズ駆動部260に所定のフォーカス制御信号を出力し、事前に設定された位置にフォーカス位置を移動させることで図8(A)に示すような広い被写界深度を達成することができる。

50

【 0 0 7 1 】

一方、外部 I / F 部 5 0 0 で近接観察モードが選択された場合、観察モード設定部 3 4 0 は外部 I / F 部 5 0 0 からの制御信号に応じて観察モードを近接観察モードと判定し、制御部 3 3 0 に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部 3 3 0 は読み出しモード制御部 2 7 0 に読み出しモード制御信号を出力し、全画素読み出しモードを選択する。ここでフォーカス位置が画素混合読み出しモードと同じ位置であると、図 8 (B) に示すように近点及び遠点がフォーカス位置に近づくことで被写界深度が狭くなるため、注目部に近接した場合に注目部が被写界深度の範囲から外れ十分な解像力を得ることができない。このため、近接観察モードが選択された場合も、制御部 3 3 0 はレンズ駆動部 2 6 0 に所定のフォーカス制御信号を出力し、フォーカス位置を、遠景観察モードよりも撮像部 2 0 0 に近い、事前に設定された位置に移動させる。このような動作を行うことで図 8 (C) に示す様に被写界深度の範囲を撮像部 2 0 0 に近づけることができ、注目部に近接した場合も十分な解像力を得ることができる。

10

【 0 0 7 2 】

以上の本実施形態では、撮像装置は撮像部 2 0 0 と、観察モードを設定する観察モード設定部 3 4 0 と、設定された観察モードに応じて、撮像部 2 0 0 からの画像の読み出しモード及び撮像部 2 0 0 のフォーカス位置の制御を行う制御部 3 3 0 とを含む。

【 0 0 7 3 】

これにより、観察モードを設定した上で、設定された観察モードに応じて画像の読み出しモード及びフォーカス位置を制御することが可能になる。よって、異なる特性を持った観察モードを複数設定することができ、観察モードでの撮影状況に応じた適切な読み出しモードの制御とフォーカス位置の制御を実現できる。

20

【 0 0 7 4 】

また、画素の読み出しモードとフォーカス位置の制御を、観察モードに応じて両方行うことにより、ピントの合う距離を適切に設定することが可能になる。図 7 に示すように、フォーカス位置が撮像装置に近づくほど被写界深度は狭くなり、逆に遠ざかるほど被写界深度は広くなる。そのため読み出しモード制御により、広い被写界深度を確保するモードにおいては、フォーカス位置も遠くなるように制御することで、より広い被写界深度を得ること（もしくは読み出しモードによる広い被写界深度を無駄にしないこと）が可能になる。つまり被写界深度を追求したモードを実現できる。

30

【 0 0 7 5 】

それに対して、読み出しモード制御で通常の読み出しを行う場合には、被写界深度が比較的狭く、フォーカス位置が遠いままでは、撮像装置に近い範囲にピントを合わせることができない。そのため、フォーカス位置自体を撮像装置に近づけることで、撮像装置に近い範囲をカバーすることになる。なおこのモードにおいては通常の読み出しを行うため、被写界深度が狭い分、高解像度の画像を得ることができる。つまり解像度を追求したモードを実現できる。

【 0 0 7 6 】

また、制御部 3 3 0 は、画像の読み出しモードとして、遠景観察モードでは画素混合読み出しを行い、近接観察モードでは全画素読み出しを行う。また、フォーカス位置の制御として、近接観察モードにおいては遠景観察モードに比べて、フォーカス位置が撮像部 2 0 0 に近くなるような制御を行う。

40

【 0 0 7 7 】

これにより、遠景観察モードにおいては画素混合読み出しを行った上で、フォーカス位置を比較的撮像部 2 0 0 から遠い位置に設定することで、パンフォーカスを実現している。また、近接観察モードにおいては全画素読み出しを行い、解像力の高い画像を取得するとともに、フォーカス位置を撮像部 2 0 0 に近い位置に設定し、被写体にフォーカスがあった画像を取得することが可能になる。ここで、パンフォーカスとは、写真等の撮影技法の 1 つであり、被写界深度を広くして撮影することで、近距離から遠距離まではっきりとピントを合わせする方法のことである。

50

【0078】

また、制御部330は、画素混合読み出しを行うことで、フォーカス位置が同じという条件の下でも、被写界深度（被写界深度幅）を可変に設定する。

【0079】

これにより、被写界深度を可変にする手法として、画素混合読み出しを用いることが可能になる。被写界深度はフォーカス位置に応じて変化する特性があるが、ここでの「被写界深度を可変に設定する」とは、フォーカス位置による影響を考慮せずとも（つまり例えばフォーカス位置が固定であっても）被写界深度を変えることができる制御を意味する。なお被写界深度を可変に設定する手法は、画素混合読み出しに限定されず、例えば複数の画素を1画素として取り扱って錯乱円を広くできるような手法であれば、他の手法でもよい。例えば、 3×3 画素を1画素として取り扱う場合に、画素混合読み出しにおいては、9画素（もしくはその中で必要な画素のみ）の和を求めるが、特定の1画素の値をそのまま出力値として用いてもよい。

10

【0080】

また、撮像素子250の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅をD1とし、遠景観察モードにおける被写界深度幅をD2としたときに、 $D2 > D1$ となる。

【0081】

これにより、遠景観察モードにおいては、撮像素子の画素ピッチによって決まる被写界深度幅よりも広い被写界深度幅を実現することが可能になる。

20

【0082】

また、D2は複数の画素を1画素とした場合の画素ピッチに対応する許容錯乱円により特定される被写界深度幅である。

【0083】

これにより、複数の画素を1画素とすることで、 $D2 > D1$ となる被写界深度幅を実現することが可能になる。つまり、あえて解像度を落とすことによって、画素ピッチを大きくする。そのため許容錯乱円が大きくなり、被写界深度を広くすることができる。例えば、 3×3 画素を1画素とした場合には、図4(A)、図4(B)を用いて説明したように、画素ピッチは3倍になる。画素ピッチが大きくなれば図6に示すように、被写界深度を広くとることが可能になる。

30

【0084】

また、撮像装置は、ユーザーからの指示を受け付ける入力受付部を含んでもよい。そして、観察モード設定部340は、ユーザーの指示に応じて観察モードを設定してもよい。

【0085】

これにより、観察モード（例えば前述の遠景観察モード及び近接観察モードの2種類の観察モード）は、ユーザーからの明示的な指示により設定することが可能になる。ユーザーの意図に従ったモード設定が行われるため、モードを誤って設定する危険性を非常に小さくできる。

【0086】

また、本実施形態は、撮像部200と、観察モード設定部340と、制御部330とを含む撮像装置であってもよい。そして、観察モードが第1の観察モードである場合には、フォーカス位置が同じであっても被写界深度を可変にする制御を行う。また、観察モードが第2の観察モードである場合には、フォーカス位置を第1の観察モードの場合に比べて撮像部200に近づける制御を行ってもよい。さらに、第1の観察モードが遠景観察モードであり、第2の観察モードが近接観察モードであってもよい。

40

【0087】

これにより、観察モードを設定した上で、設定された観察モードに応じて被写界深度及びフォーカス位置を制御することが可能になる。ここで被写界深度は、フォーカス位置によっても変化するが、本実施形態における被写界深度の制御とはフォーカス位置の移動以外の要因によって被写界深度を制御することを想定している。具体的には、第1の観察モ

50

ードにおいては、被写界深度を可変にし、第2の観察モードにおいては、フォーカス位置を撮像部200に近づける。第1の観察モードは第2のモードに比べ広い範囲を観察する遠景観察モードであり、第2の観察モードは被写体に正対するような近接観察モードであってもよい。

【0088】

また、制御部330は、近接観察モードでは被写界深度幅を狭くする制御を行い、遠景観察モードでは被写界深度幅を広くする設定を行ってもよい。

【0089】

これにより、遠景観察モードではパンフォーカスを実現することが可能になる。それとともに、近接観察モードにおいては、被写体に正対することを想定しているため、被写界深度幅は狭くてもよく、パンフォーカス実現に伴うデメリット（絞りを絞ることにより画像が暗くなったり、解像度が低くなったりする）を回避することが可能になる。

【0090】

また、本実施形態は、撮像部200と、観察モードを設定する観察モード設定部340と、設定された観察モードに応じて、撮像部200からの画像の読み出しモード及び撮像部200のフォーカス位置の制御を行う制御部330とを含む内視鏡システムであってもよい。

【0091】

これにより、観察モードに応じて画像の読み出しモード及びフォーカス位置を制御することが可能な内視鏡システムを実現することが可能になる。複数の異なるモードを設定可能なため、適切に運用することでドクターの診断をスムーズにする内視鏡システムを実現可能である。

【0092】

また、本実施形態は、撮像部200と、観察モード設定部340と、観察モードに応じて被写界深度とフォーカス位置の制御を行う制御部330とを含む内視鏡システムであってもよい。

【0093】

これにより、観察モードを設定した上で、設定された観察モードに応じて被写界深度及びフォーカス位置を制御することが可能な内視鏡システムを実現することが可能になる。

【0094】

また、内視鏡システムにおいても、被写界深度幅は近接観察モードが狭く、遠景観察モードが広い点は撮像装置の場合と同様である。さらに、画素混合読み出しで被写界深度を可変にする点、 $D2 > D1$ となる点、 $D2$ は複数の画素を1画素とする場合に対応する点も同様である。

【0095】

また、本実施形態は、観察モードを設定し、観察モードに応じて画像の読み出しモードとフォーカス位置の制御を行い、読み出しモードとフォーカス位置の制御に従って被写体の撮像を行うように撮像装置を制御する、撮像装置の制御方法にも適用できる。

【0096】

これにより、観察モードに応じて画像の読み出しモード及びフォーカス位置を制御することが可能な撮像装置の制御方法を実現することが可能になる。

【0097】

3. 第2の実施形態

本発明の第2の実施形態に係る内視鏡システムについて、図9を参照して説明する。本実施形態に係る内視鏡システムは、光源部100と、撮像部200と、処理部300と、表示部400と、外部I/F部500を備えている。光源部100、撮像部200、処理部300以外の構成は第1の実施形態と同様である。

【0098】

光源部100は、白色光を発生する白色光源110と、白色光をライトガイドファイバ210に集光するための集光レンズ120と、白色光から所定の波長帯域の光を抽出する

10

20

30

40

50

回転フィルタ 130 と、回転フィルタを駆動させるためのフィルタ駆動部 140 を備えている。

【0099】

回転フィルタ 130 は、例えば図 10 に示すように、3 種類の色フィルタ r , g , b から構成されている。各色フィルタの分光透過率の一例を図 11 に示す。フィルタ駆動部 140 は後述する制御部 330 からの信号に応じて回転フィルタ 130 を回転駆動することにより、色フィルタ r , g , b を順次切り替えて、照明光を観察対象に順次照射する。また、制御部 330 は、光路中に配置されている色フィルタ r , g , b の情報をトリガ信号として、後述する画像処理部 320 に出力する。

【0100】

撮像部 200 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 200 には、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、該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観察対象に照射する照明レンズ 220 と、観察対象から戻る反射光を集光する対物レンズ 230 と、フォーカス位置を調整するためのフォーカス調整レンズ 240 と、集光した反射光を検出するための撮像素子 250 と、撮像素子からの信号を読み出す際の読み出しモードを制御しアナログ信号を出力する読み出しモード制御部 270 と、フォーカス調整レンズ 240 を駆動するためのレンズ駆動部 260 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0101】

レンズ駆動部 260 は例えばステッピングモーターであり、フォーカス調整レンズ 240 と接続されている。レンズ駆動部 260 はフォーカス調整レンズの位置を変更することでフォーカス位置を調整する。撮像素子 250 は画素間のピッチが P のモノクロの撮像素子である。読み出しモード制御部 270 の詳細については後述する。

【0102】

処理部 300 は AD 変換部 310 と画像処理部 320 と制御部 330 と観察モード設定部 340 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0103】

AD 変換部 310 は、読み出しモード制御部 270 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。画像処理部 320 は色フィルタ r , g , b の種類に対応する 3 つの記憶領域を備えている。画像処理部 320 は AD 変換部 310 から出力される画像に対応する色フィルタの種類を制御部 330 から出力されるトリガ信号により識別し、対応する記憶領域の画像を更新する。画像処理部 320 はさらに 3 つの記憶領域に記憶された画像に対してホワイトバランス、色変換、階調変換等の画像処理を施し、表示部 400 に画像を出力する。

【0104】

観察モード設定部 340 は外部 I/F 部 500 からの制御信号に応じて観察モードを設定し、制御部 330 に観察モード情報を出力する。制御部 330 は受け取った観察モード情報に従ってレンズ駆動部 260、読み出しモード制御部 270 を制御するようになっている。

【0105】

次に読み出しモード制御部 270 の詳細について説明する。読み出しモード制御部 270 は、撮像素子のすべての画素から信号が 1 チャンネルのアナログ信号として入力され、1 チャンネルのアナログ信号を出力する。読み出しモード制御部 270 はさらに制御部 330 からの制御信号に応じて全画素読み出しモードと画素混合読み出しモードを切り替えることができるようになっている。読み出しモード制御部 270 は全画素読み出しモードが選択された場合、入力された 1 チャンネルのアナログ信号をそのまま出力する。

【0106】

また、読み出しモード制御部 270 は画素混合読み出しモードが選択された場合、入力

10

20

30

40

50

された1チャンネルのアナログ信号に対して、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。この時、撮像素子250から読み出しモード制御部270に入力された図12(A)に示すような 4×4 画素分の信号値は以下の式で加算され、 2×2 画素分の信号値となる。ここで $P(x, y)$ は入力された信号値であり、 $P_out(x, y)$ 、 Gr_out は加算後の信号値である。

【0107】

$$P_out(x, y) = P(2x, 2y) + P(2x+1, 2y) + P(2x, 2y+1) + P(2x+1, 2y+1) \\ \dots \dots (12)$$

【0108】

上式(12)について図12(A)を用いて説明する。例えば $P_out(0, 0)$ を求める場合には、 2×2 の領域を設定し、その中に含まれる4つの信号、すなわち $P(0, 0)$ 、 $P(1, 0)$ 、 $P(0, 1)$ 及び $P(1, 1)$ を加算する。 $P_out(0, 2)$ を求める場合には、前述の領域と重なり合わないよう 2×2 の領域を設定し、その中に含まれる4つの入力信号の値を加算すればよい。

10

【0109】

このようにすることで、入力信号の画素数より少ない画素数を持った出力画像を生成することができる(具体的には入力信号 4×4 画素から出力信号 2×2 画素が生成される)。この場合、出力信号の1画素を求めるにあたり、 2×2 画素の入力信号を用いているため、画素ピッチは混合読み出し前の2倍となる。

【0110】

20

なお、画素混合の方法は上式(12)に限定されるものではない。上式(12)の代わりに下式(13)を用いることもできる。

【0111】

$$P_out(x, y) = P(x, y) + P(x+1, y) + P(x, y+1) + P(x+1, y+1) \\ \dots \dots (13)$$

【0112】

上式(13)について図12(B)を用いて説明する。 $P_out(0, 0)$ を求める場合に、 2×2 の領域を設定し、その中に含まれる4つの信号、すなわち $P(0, 0)$ 、 $P(1, 0)$ 、 $P(0, 1)$ 及び $P(1, 1)$ を加算する点は図12(A)のケースと同様である。図12(B)では、 $P_out(0, 1)$ を求める際に、前述の 2×2 の領域と重なるように 2×2 の領域を設定する点異なる。つまり、 $P_out(0, 1)$ を求める場合には、 $P(0, 1)$ 、 $P(1, 1)$ 、 $P(0, 2)$ 及び $P(1, 2)$ を加算することになる。

30

このようにすることで、入力信号の画素数より少ない画素数を持った出力画像を生成することができる(具体的には入力信号 4×4 画素から出力信号 2×2 画素が生成される)。なお、画素ピッチが混合読み出し前の2倍となる点は図12(A)と同様である。

【0113】

その後、読み出しモード制御部270は加算後の1チャンネルのアナログ信号を出力する。

【0114】

40

全画素読み出しモードでは、画素間のピッチ(1画素の縦横のサイズ)はPである。一方、画素混合読み出しモードでは、混合される4画素を仮想的に1つの画素と考えると画素ピッチは $P \times 2$ となる。この結果、画素混合読み出しモードでは画素ピッチが仮想的に拡大するため、被写界深度が拡大することになる。

【0115】

なお、画素混合読み出しモード時の画素混合方法は前述の方法に限定されることはなく、既存のその他の画素混合方法を用いても同様な効果が得られる。

【0116】

次に各観察モードにおける読み出しモードとフォーカス位置の対応について説明する。基本的な動作は第1の実施形態と同様である。

50

【 0 1 1 7 】

本実施の形態における内視鏡システムは、外部 I / F 部 5 0 0 で遠景観察モードが選択された場合、観察モード設定部 3 4 0 は外部 I / F 部 5 0 0 からの制御信号に応じて観察モードを遠景観察モードと判定し、制御部 3 3 0 に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部 3 3 0 は読み出しモード制御部 2 7 0 に読み出しモード制御信号を出力し画素混合読み出しモードを選択する。さらに制御部 3 3 0 はレンズ駆動部 2 6 0 に所定のフォーカス制御信号を出力し、事前に設定された位置にフォーカス位置を移動させることで図 8 (A) に示すような広い被写界深度を達成することができる。

【 0 1 1 8 】

一方、外部 I / F 部 5 0 0 で近接観察モードが選択された場合、観察モード設定部 3 4 0 は外部 I / F 部 5 0 0 からの制御信号に応じて観察モードを近接観察モードと判定し、制御部 3 3 0 に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部 3 3 0 は読み出しモード制御部 2 7 0 に読み出しモード制御信号を出力し、全画素読み出しモードを選択する。さらに制御部 3 3 0 はレンズ駆動部 2 6 0 に所定のフォーカス制御信号を出力し、事前に設定された位置にフォーカス位置を移動させる。このような動作を行うことで図 8 (C) に示す様に被写界深度の範囲を撮像部 2 0 0 に近づけることができ、注目部に近接した場合も十分な解像力を得ることができる。

【 0 1 1 9 】

4 . 第 3 の実施形態

本発明の第 3 の実施形態に係る内視鏡システムについて、図 1 3 を参照して説明する。本実施形態に係る内視鏡システムは、光源部 1 0 0 と、撮像部 2 0 0 と、処理部 3 0 0 と、表示部 4 0 0 と、外部 I / F 部 5 0 0 を備えている。処理部 3 0 0 以外の構成は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 2 0 】

本実施の形態における処理部 3 0 0 は、A D 変換部 3 1 0 と画像処理部 3 2 0 と制御部 3 3 0 と観察モード設定部 3 4 0 を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 1 2 1 】

A D 変換部 3 1 0 は、読み出しモード制御部 2 7 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。画像処理部 3 2 0 は、A D 変換部 3 1 0 から出力されたデジタル信号に対してホワイトバランス、補間処理、色変換、階調変換等の画像処理を施し、表示部 4 0 0 及び観察モード設定部 3 4 0 に画像を出力する。観察モード設定部 3 4 0 は、画像処理部 3 2 0 から出力された画像から特徴量を算出し、特徴量に応じて観察モードを判定し、制御部 3 3 0 に観察モード情報を出力する。制御部 3 3 0 は受け取った観察モード情報に従ってレンズ駆動部 2 6 0、読み出しモード制御部 2 7 0 を制御するようになっている。

【 0 1 2 2 】

次に本実施の形態における観察モード設定部 3 4 0 の詳細について説明する。図 1 4 は観察モード設定部 3 4 0 の一例を示すブロック図である。ここで観察モード設定部 3 4 0 は領域設定部 3 4 1 と平均輝度算出部 3 4 2 と観察モード決定部 3 4 3 を備えている。

【 0 1 2 3 】

領域設定部 3 4 1 は画像処理部 3 2 0 から出力された画像に対して、図 1 5 のように領域 1 及び領域 2 を設定する。ここでは画像の中心からの距離 r が下式 (1 4) のように、

【 0 1 2 4 】

$$0 \leq r \leq r_0 \quad \cdots \cdots (14)$$

となる領域を領域 1 とするとともに、下式 (1 5) のように、

【 0 1 2 5 】

$$r_0 < r \leq r_1 \quad \cdots \cdots (15)$$

となる領域を領域 2 と設定している。平均輝度算出部 3 4 2 は領域 1 及び領域 2 の平均輝度 L_1 と L_2 を算出する。観察モード決定部 3 4 3 は算出された L_1 と L_2 の関係から

観察モードを決定する。

【0126】

ここで各観察モードにおける平均輝度 L_1 と L_2 の関係を図15及び図16を用いて説明する。図16の太線は被写体である生体の形状を表し、破線は撮像部200の視野角を示している。さらに図示しない撮像部近傍に設けられた照明部によってほぼ視野角と重なる範囲が照明されている。

【0127】

遠景観察モードでは、図16(A)に示すように撮像部200は管空状の被写体の中を移動しているため、画像の中心付近に位置する被写体は画像の周辺部に位置する被写体に比べて撮像部から非常に遠方に位置する。この結果、図15(A)に示すように画像の周辺部である領域2が中心部である領域1に比べて明るい画像となる。このため、 L_2 が L_1 よりも大きい場合には、観察モード決定部343は観察モードを遠景観察モードと判定し、制御部330に観察モード情報を出力する。

10

【0128】

また、近接観察モードでは、図16(B)に示すように撮像部200は被写体の壁面にほぼ正対し、注目部が画像の中心付近に位置するように調整される。この場合は、画像の中心と周辺で撮像部から被写体までの距離の変動があまり大きくないため、照明の配光や光学系のケラレの影響などにより一般的に図15(B)に示すように画像の中心部が周辺部に比べて明るい画像となる。このため、 L_1 が L_2 よりも大きい場合には、観察モード決定部343は観察モードを近接観察モードと判定し、制御部330に観察モード情報を出力する。

20

【0129】

制御部330は受け取った観察モード情報に従って、第1の実施形態と同様にレンズ駆動部260及び読み出しモード制御部270を制御する。

【0130】

なお、本実施の形態では画像の輝度を特徴量として使用したが、輝度以外の特徴量を用いて観察モードを判定することも可能である。例えば観察モード決定部343は表示画像生成部から入力された画像に対して既存の周波数分解を行い、その周波数特性から遠景観察モードであるか近接観察モードであるかを判定してもよい。具体的には低周波成分に対して高周波成分が多い場合には遠景観察モードに設定し、高周波成分に対して低周波成分が多い場合には近接観察モードに設定する。

30

【0131】

以上の本実施形態では、観察モード設定部340は画像の特徴量に応じて観察モードを設定する。

【0132】

これにより、ユーザーから明示的な指示がない場合にも、画像の特徴量から観察モードを設定することが可能になる。よって、観察の状況が変化したとしても、観察モードを設定し直す必要が無くなり、ユーザーの利便性が高まる。

【0133】

また、画像の特徴量は、画像の輝度情報であってもよい。具体的には、画像の中心部の輝度の平均値 L_1 と周縁部の輝度の平均値 L_2 を算出し、 L_1 が L_2 よりも大きい場合には近接観察モードに設定し、 L_2 が L_1 よりも大きい場合には遠景観察モードに設定してもよい。

40

【0134】

これにより、画像の輝度情報から観察モードを設定することが可能になる。 L_1 が L_2 よりも大きい場合には、図16(B)のように被写体に正対していると考えられるため、注目部は近くにあり、近接観察モードが適していると判断できる。また、 L_2 が L_1 よりも大きい場合には、図16(A)のように管空状の被写体の中にあると考えられるため、注目部は近くにあるとは限らず、被写界深度幅の広い遠景観察モードが適していると判断できる。

50

【 0 1 3 5 】

また、画像の特徴量は、画像の空間周波数特性であってもよい。具体的には、高周波成分に比べて低周波成分が多い場合には近接観察モードに設定し、低周波成分に比べて高周波成分が多い場合には遠景観察モードに設定してもよい。

【 0 1 3 6 】

これにより、画像の空間周波数特性から観察モードを設定することが可能になる。低周波成分が多い場合には、被写体が画像の中で大きく映し出されていると考えられるため、注目部は近くにあり、近接観察モードが適していると判断できる。また、高周波成分が多い場合には、全体に細かい画像になっているということであり、被写体が画像の中で小さく写っていると考えられるため、遠景観察モードが適していると判断できる。

10

【 0 1 3 7 】

5. 第4の実施形態

【 0 1 3 8 】

本発明の第4の実施形態に係る内視鏡システムについて、図17を参照して説明する。本実施形態に係る内視鏡システムは、光源部100と、撮像部200と、処理部300と、表示部400と、外部I/F部500を備えている。処理部300以外の構成は第1の実施形態と同様である。

【 0 1 3 9 】

本実施の形態における処理部300はAD変換部310と画像処理部320と制御部330と観察モード設定部340とオートフォーカス制御部350を備えている。なお、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

20

【 0 1 4 0 】

AD変換部310は、読み出しモード制御部270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。画像処理部320は、AD変換部310から出力されたデジタル信号に対してホワイトバランス、補間処理、色変換、階調変換等の画像処理を施し、表示部400及びオートフォーカス制御部350に画像を出力する。オートフォーカス制御部350は画像処理部320から出力された画像を用いて、既存の手法で被写体とフォーカス位置XBが一致するようにフォーカス位置を制御するためのフォーカス制御信号を生成し、制御部330に出力する。観察モード設定部340は外部I/F部500からの制御信号に応じて観察モードを判定し、制御部330に観察モード情報を出力する。制御部330は、観察モード設定部340から受け取った観察モード情報及びオートフォーカス制御部350から受け取ったフォーカス制御信号に従ってレンズ駆動部260、読み出しモード制御部270を制御するようになっている。

30

【 0 1 4 1 】

次に本実施の形態における、各観察モードでの読み出しモードとフォーカス位置の対応について説明する。本実施の形態における内視鏡システムは、外部I/F部500で遠景観察モードが選択された場合、観察モード設定部340は外部I/F部500からの制御信号に応じて観察モードを遠景観察モードと判定し、制御部330に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部330は読み出しモード制御部270に読み出しモード制御信号を出力し画素混合読み出しモードを選択する。さらに制御部330はレンズ駆動部260に所定のフォーカス制御信号を出力し、事前に設定された位置にフォーカス位置を移動させることで、第1の実施形態と同様に図8(A)に示したような広い被写界深度を達成することができる。

40

【 0 1 4 2 】

また、外部I/F部500で近接観察モードが選択された場合、観察モード設定部340は外部I/F部500からの制御信号に応じて観察モードを近接観察モードと判定し、制御部330に判定した観察モード情報を出力する。この時、制御部330は読み出しモード制御部270に読み出しモード制御信号を出力し、全画素読み出しモードを選択する。

50

【 0 1 4 3 】

一方、図 7 を用いて説明したように、フォーカス位置 X B が撮像部 2 0 0 に近づくに従って被写界深度幅は狭くなる。このため、第 1 の実施形態で図 8 (C) に示したように、近接観察モードで被写界深度の範囲を固定してしまうと、注目部が被写界深度の範囲内に入るように撮像部を操作することが難しくなることも考えられる。このため本実施の形態では、制御部 3 3 0 はレンズ駆動部 2 6 0 にオートフォーカス制御部 3 5 0 から受け取ったフォーカス制御信号を出力し、被写体とフォーカス位置が一致するようにフォーカス位置を制御する。このような動作を行うことで、注目部に近接した場合も注目部を確実に被写界深度の範囲に入れることができ、十分な解像力を得ることができる。

【 0 1 4 4 】

10

以上の第 1 ～ 第 4 の実施形態において、遠景観察モードでの画素ピッチの拡大は、撮像素子 2 5 0 からの読み出しの際に行われるものとしたが、それに限定されるものではない。たとえば撮像素子 2 5 0 からの読み出しは通常通りに行い、画像処理部 3 2 0 において、画像処理によって画素ピッチの拡大を行ってもよいことは当業者には容易に理解可能であろう。

【 0 1 4 5 】

以上の本実施形態では、制御部 3 3 0 は、被写体の位置に応じてフォーカス位置を決定する。

【 0 1 4 6 】

これにより、第 1 ～ 第 3 の実施形態においては、固定焦点であったものが、本実施形態においては、被写体の位置に応じてフォーカス位置を自由に変えることが可能になる。言い換えればオートフォーカスを実現することができる。

20

【 0 1 4 7 】

また、制御部 3 3 0 は、遠景観察モードでは画素混合読み出しを行い、近接観察モードでは全画素読み出しを行う。さらに、遠景観察モードでは所定の位置にフォーカス位置を設定するのに対し、近接観察モードでは被写体の位置に応じてフォーカス位置を制御してもよい。

【 0 1 4 8 】

これにより、観察モードに応じて画像の読み出しモードを変更することができる。さらに、遠景観察モードでは固定焦点を用いるとともに、近接観察モードでは被写体の位置に応じてフォーカス位置を制御する（オートフォーカス）ことが可能になる。

30

【 0 1 4 9 】

以上、本発明を適用した 4 つの実施の形態 1 ～ 4 およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施の形態 1 ～ 4 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、上記した各実施の形態 1 ～ 4 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、各実施の形態 1 ～ 4 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。

40

【 0 1 5 0 】

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と共に記載された用語は、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 】

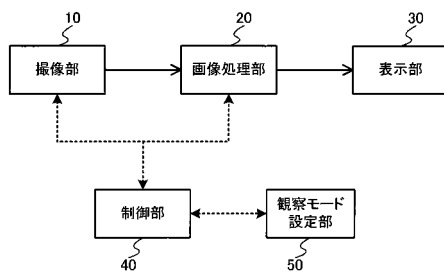
【 0 1 5 1 】

1 0 撮像部、 2 0 画像処理部、 3 0 表示部、 4 0 制御部、
5 0 観察モード設定部、 1 0 0 光源部、 1 1 0 白色光源、 1 2 0 集光レンズ、
1 3 0 回転フィルタ、 1 4 0 フィルタ駆動部、 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、

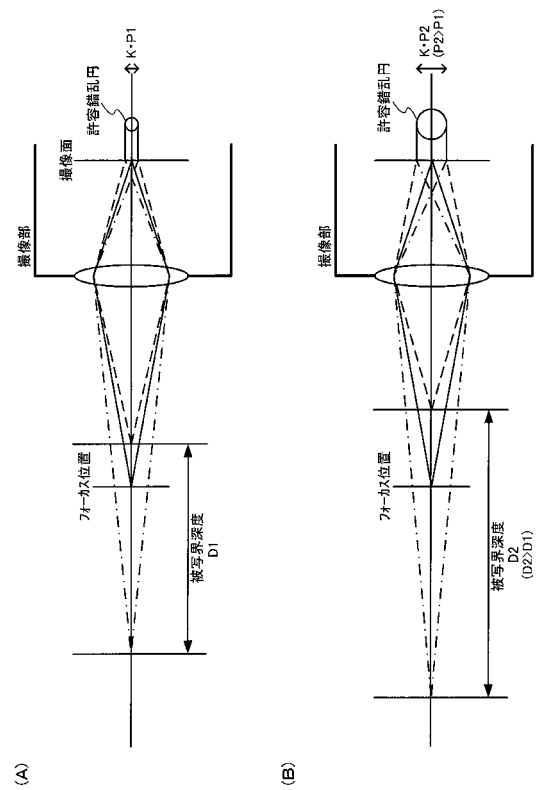
50

240 フォーカス調整レンズ、250 撮像素子、260 レンズ駆動部、
 270 読み出しモード制御部、300 処理部、310 A/D変換部、
 320 画像処理部、330 制御部、340 観察モード設定部、
 341 領域設定部、342 平均輝度算出部、343 観察モード決定部、
 350 オートフォーカス制御部、400 表示部、500 外部I/F部

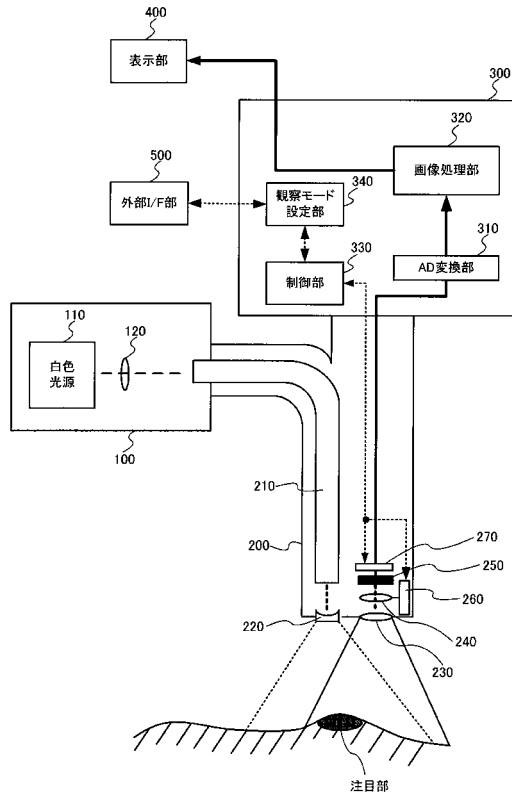
【図1】



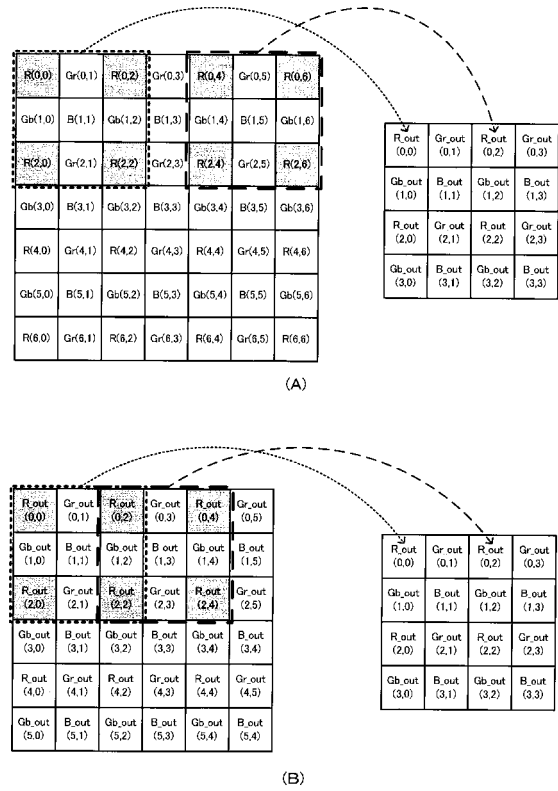
【図2】



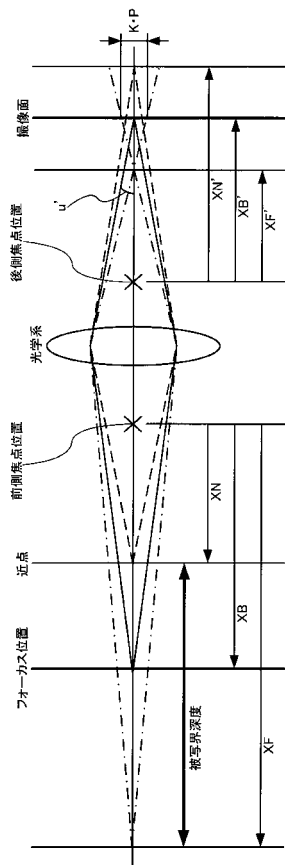
【図 3】



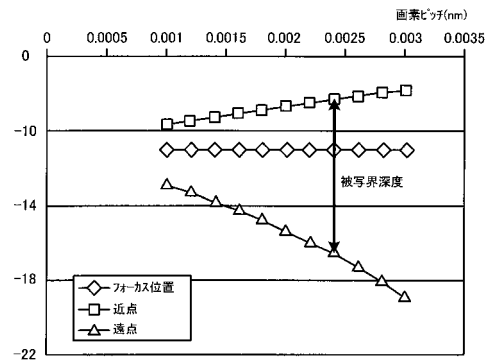
【図 4】



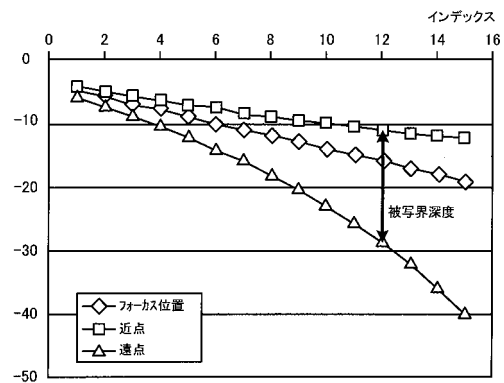
【図 5】



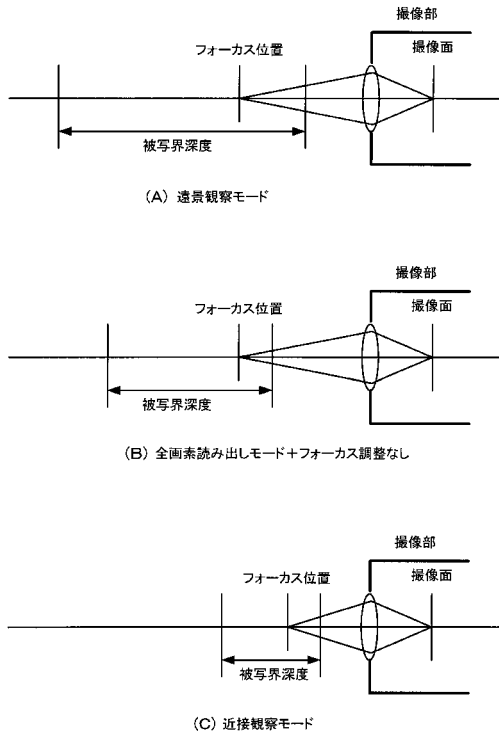
【図 6】



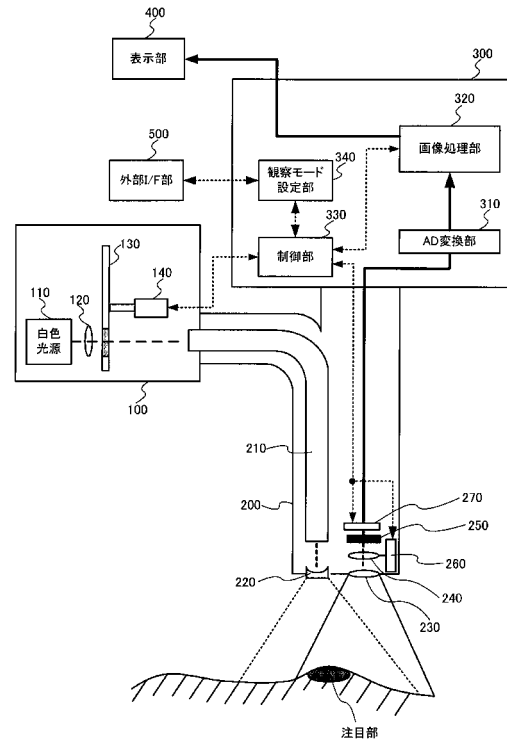
【図 7】



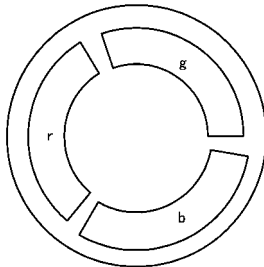
【図 8】



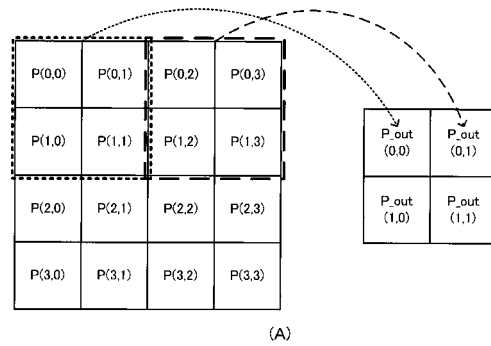
【図 9】



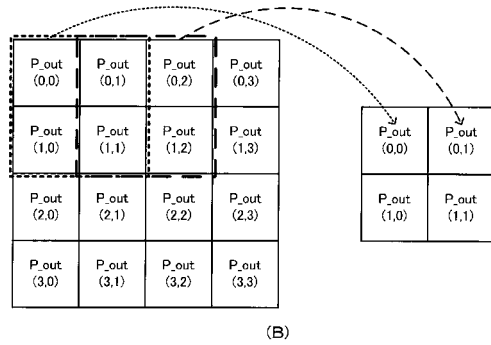
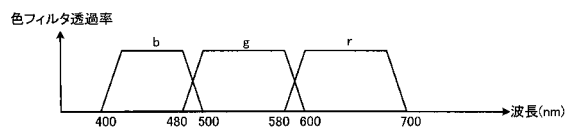
【図 10】



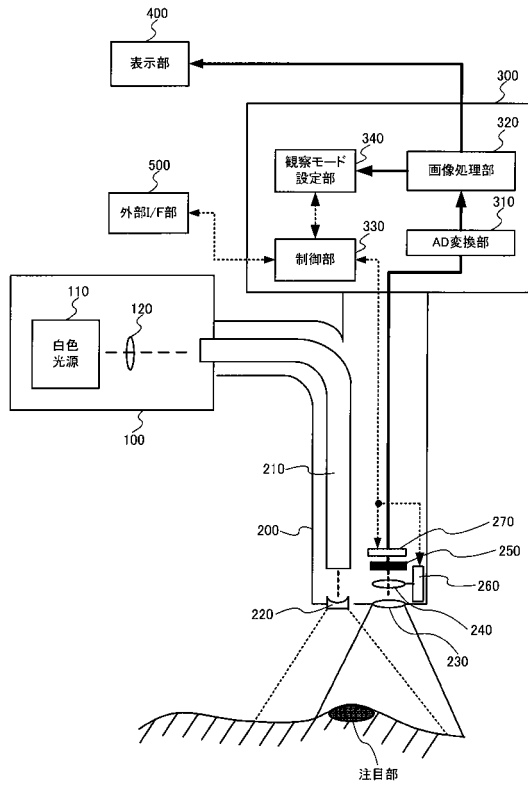
【図 12】



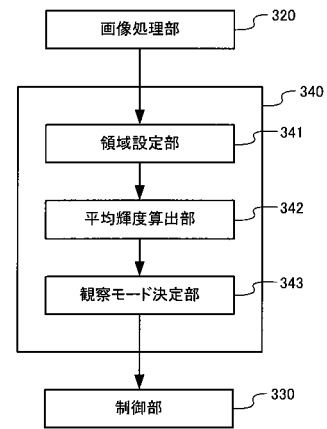
【図 11】



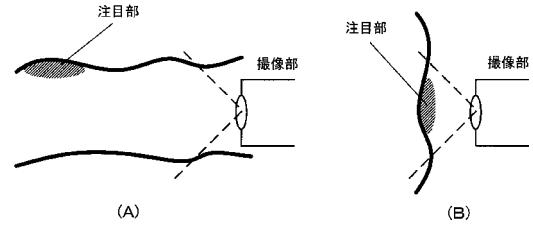
【 図 1 3 】



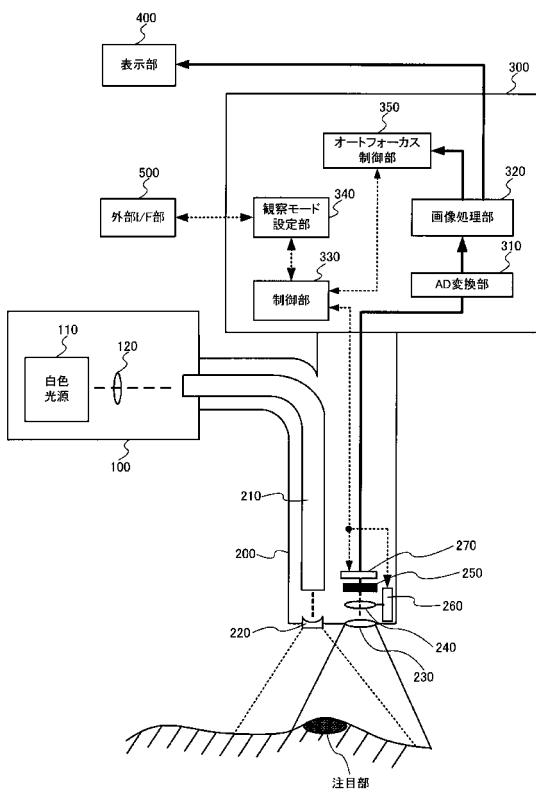
【 図 1 4 】



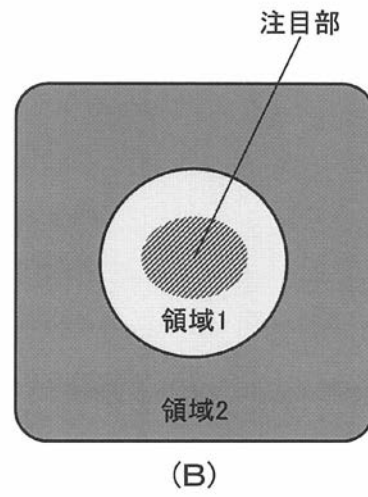
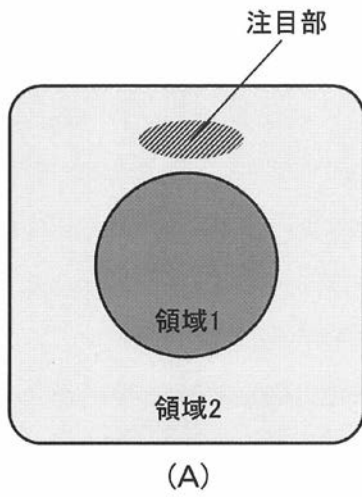
【 図 1 6 】



【圖 17】



【図 15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 4 3 9 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 0 9 8 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 1 9 7 4 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 7 0 0 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 8 1 2 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 4 4 2 3 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	1 / 0 4
A 6 1 B	1 / 0 0

专利名称(译)	成像装置，内窥镜系统和方法		
公开(公告)号	JP5415973B2	公开(公告)日	2014-02-12
申请号	JP2010013034	申请日	2010-01-25
[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 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/05 A61B1/00188 A61B1/045 A61B1/0646 A61B1/07		
FI分类号	A61B1/04.362.Z A61B1/00.300.Y A61B1/04.370 A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/04.362 A61B1/045 A61B1/045.610 A61B1/045.615		
F-TERM分类号	4C061/BB02 4C061/DD03 4C061/FF40 4C061/LL02 4C061/NN01 4C061/PP13 4C061/SS23 4C061/TT20 4C161/BB02 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP13 4C161/SS23 4C161/TT20		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
其他公开文献	JP2011147707A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够设定观察模式的成像装置，内窥镜系统和成像装置的控制方法，并且根据设定的观察模式执行读取模式和焦点位置的控制。解决方案：成像装置100包括：成像部分200，用于对对象成像;观察模式设置部分340，用于在成像部分200对对象进行成像时设置观察模式;以及控制部分330，用于将读取模式控制为来自成像部分200的图像，以及根据观察模式设置部分340设置的观察模式的成像部分200的焦点位置。

$$\frac{1}{X_B} - \frac{1}{X_N} = \frac{K \cdot P \cdot F}{f^2} \quad \dots (8)$$