

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-209154

(P2017-209154A)

(43) 公開日 平成29年11月30日(2017.11.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 2	2 H 0 8 7
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	4 C 1 6 1
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 C	
G 0 2 B 13/00 (2006.01)	G 0 2 B 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-102468 (P2016-102468)
 (22) 出願日 平成28年5月23日 (2016. 5. 23)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100123962
 弁理士 斎藤 圭介
 (74) 代理人 100120204
 弁理士 平山 巖
 (72) 発明者 片倉 正弘
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 Fターム(参考) 2H040 CA23 CA24 GA03 GA06
 2H087 KA10 LA01 MA07 PA06 PA20
 PB09 QA01 QA07 QA18 QA22
 QA25 QA37 QA41 QA45 RA32
 RA41

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】構成部品の製造誤差を考慮し、被写界深度が拡大され、高画質な画像を取得できる低コストな内視鏡システムを提供すること。

【解決手段】対物光学系と、対物光学系で得られた被写体像を2つのピントの異なる光学像に分割する光路分割部と、光学像を取得する撮像素子と、取得した2つの光学像を相対的にコントラストが高い画像を所定領域において選択し、合成画像を生成する画像合成処理部と、を有し、光路分割部は、2つのプリズムからなり、2つのプリズムの相対な位置関係を変化させることにより光路長差調整を行うプリズム駆動部により、所望の光路長差を有する2つの光学像を一つの撮像素子上に結像させるとともに、以下の条件式(1)、(2)を満足する。

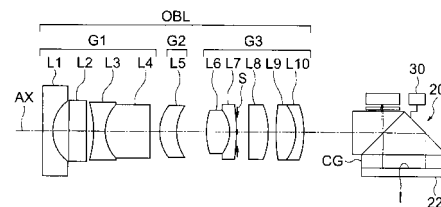
$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 1$$

... (1)

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 2 \quad \dots (2)$$

2)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対物光学系と、前記対物光学系で得られた被写体像を 2 つのピントの異なる光学像に分割する光路分割部と、前記光学像を取得する撮像素子と、取得した 2 つの光学像を相対的にコントラストが高い画像を所定領域において選択し、合成画像を生成する画像合成処理部と、を有し、

前記光路分割部は、2 つのプリズムからなり、

前記 2 つのプリズムの相対な位置関係を変化させることにより光路長差調整を行うプリズム駆動部により、所望の光路長差を有する前記 2 つの光学像を一つの前記撮像素子上に結像させるとともに、以下の条件式 (1)、(2) を満足することを特徴とする内視鏡システム。

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 1 \quad \dots (1)$$

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 2 \quad \dots (2)$$

ここで、

limit_adj は、光路長差調整を行うための前記プリズム駆動部による前記プリズムの調整可能距離、

im_ih は、前記撮像素子における像高、

fw は、前記対物光学系の通常観察時の焦点距離、である。

【請求項 2】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡システム。

$$1 < D_Pr01 / \text{limit_adj} < 30 \quad \dots (3)$$

ここで、

D_Pr01 は、前記 2 つのプリズムのうち、物体側の前記プリズムの光軸上の長さ、

limit_adj は、光路長差調整を行うための前記プリズム駆動部による前記プリズムの調整可能距離、である。

【請求項 3】

以下の条件式 (4)、(5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡システム。

$$0.5 < D_Pr01 / \text{fw} < 5 \quad \dots (4)$$

$$1 < D_Pr02 / \text{fw} < 10 \quad \dots (5)$$

ここで、

D_Pr01 は、前記 2 つのプリズムのうち、物体側の前記プリズムの光軸上の長さ、

fw は、前記対物光学系の通常観察時の焦点距離、

D_Pr02 は、前記 2 つのプリズムのうち、像側の前記プリズムの光軸上の長さ、である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、内視鏡システムを始め、撮像素子を備えた機器において、撮像素子の高画素化に伴い、被写界深度が狭くなることが知られている。すなわち、撮像素子において、画素数を増やすために画素ピッチ (1 画素の縦横の寸法) を小さくすると、これに伴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が狭くなる。

【0003】

被写界深度を拡大するために、例えば、特許文献 1 には、自画像を分割して結像させ、取得した画像を画像処理で合成し深度を拡大する構成が開示されている。また、特許文献

10

20

30

40

50

2 には、自画像を分割して結像させ、取得した画像を画像処理で合成し深度を拡大する構成が開示されている。この構成では、1つの撮像素子を用いて画像を取得することができるため、コスト面でも優れている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4226235号公報

【特許文献2】国際公開第13/046902号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

特許文献1の構成は、撮像素子が複数必要となり、コストがかかりすぎるため好ましくない。また、特許文献2の構成は、分割した光路の光路長差の条件が明示されていない。これにより、2つのプリズムの位置に公差が生じると、そのまま2つの光路長差に影響してしまう。この結果、所望の光路長差を得ることができない。

【0006】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、構成部品の製造誤差を考慮し、被写界深度が拡大され、高画質な画像を取得できる低コストな内視鏡システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡システムは、

対物光学系と、対物光学系で得られた被写体像を2つのピントの異なる光学像に分割する光路分割部と、光学像を取得する撮像素子と、取得した2つの光学像を相対的にコントラストが高い画像を所定領域において選択し、合成画像を生成する画像合成処理部と、を有し、

光路分割部は、2つのプリズムからなり、

2つのプリズムの相対な位置関係を変化させることにより光路長差調整を行うプリズム駆動部により、所望の光路長差を有する2つの光学像を一つの撮像素子上に結像させるとともに、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする。

30

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 1 \quad \dots (1)$$

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 2 \quad \dots (2)$$

ここで、

limit_adj は、光路長差調整を行うためのプリズム駆動部によるプリズムの調整可能距離、

im_ih は、撮像素子における像高、

fw は、対物光学系の通常観察時の焦点距離、

である。

【発明の効果】

40

【0008】

本発明の一実施形態に係る内視鏡システムは、構成部品の製造誤差を考慮し、被写界深度が拡大され、高画質な画像を取得できる低コストな内視鏡システムを提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡システムが有する対物光学系、光路分割部及び撮像素子の断面構成を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有する光路分割部と撮像素子との概略構成図である。

50

【図 3】本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有する撮像素子の概略構成図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有する光路分割部と撮像素子との概略構成を示す他の図である。

【図 5】本発明の実施形態に係る内視鏡システムの構成を示す機能ブロック図である。

【図 6】本発明の実施形態に係る内視鏡システムにおいて、2つの光学像を合成する場合の流れを示すフローチャートである。

【図 7】本発明の実施形態に係る内視鏡システムにおいて、ビームスプリッタにより奇数回の反射後に撮像素子に結像される場合の結像状態を示す図である。

【図 8】は、本発明の実施例 1 に係る内視鏡システムが有する対物光学系、光路分割部及び撮像素子の断面構成を示す図であり、(a) は通常観察状態における断面図、(b) は近接観察状態における断面図である。

【図 9】(a)、(b)、(c)、(d) は、それぞれ実施例 1 の通常観察状態における球面収差 (SA)、非点収差 (AS)、歪曲収差 (DT) 及び倍率色収差 (CC) を示し、(e)、(f)、(g)、(h) は、それぞれ近接観察状態における球面収差 (SA)、非点収差 (AS)、歪曲収差 (DT) 及び倍率色収差 (CC) を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本実施形態に係る内視鏡システムについて、図面を用いて、このような構成をとった理由と作用を説明する。なお、以下の実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0011】

本実施形態に係る内視鏡システムは、図 1 に示すように、対物光学系 OBL と、対物光学系 OBL で得られた被写体像を 2 つのピントの異なる光学像に分割する光路分割部 20 と、光学像を取得する撮像素子 22 と、取得した 2 つの光学像を相対的にコントラストが高い画像を所定領域において選択し、合成画像を生成する画像合成処理部 23 (図 5) と、を有し、光路分割部 20 は、2 つのプリズム 21b、21e (図 2) からなり、2 つのプリズム 21b、21e の相対的な位置関係を変化させることにより光路長差調整を行うプリズム駆動部 30 により、所望の光路長差を有する 2 つの光学像を一つの撮像素子 22 上に結像させるとともに、以下の条件式 (1)、(2) を満足する。

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 1 \quad \dots (1)$$

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 2 \quad \dots (2)$$

ここで、

limit_adj は、光路長差調整を行うためのプリズム駆動部 30 によるプリズムの調整可能距離、

im_ih は、撮像素子 22 における像高、

fw は、対物光学系 OBL の通常観察時の焦点距離、である。

【0012】

光路分割部 20 の構成を説明する。図 2 は、光路分割部 20 と撮像素子 22 の概略構成を示す図である。

【0013】

対物光学系 OBL を射出した光は、光路分割部 20 に入射する。

【0014】

光路分割部 20 は、被写体像をピントの異なる 2 つの光学像に分割する偏光ビームスプリッタ 21 と、2 つの光学像を撮像して 2 つの画像を取得する撮像素子 22 と、を有する。

【0015】

偏光ビームスプリッタ 21 は、図 2 に示すように、物体側のプリズム 21b、像側のプリズム 21e、ミラー 21c、及び / 4 板 21d を備えている。物体側のプリズム 21b (物体側のプリズム) 及び像側のプリズム 21e (像側のプリズム) は共に光軸 AX に

10

20

30

40

50

対して45度の斜度であるビームスプリット面を有する。

【0016】

物体側のプリズム21bのビームスプリット面には偏光分離膜21fが形成されている。そして、物体側のプリズム21b及び像側のプリズム21eは、互いのビームスプリット面を偏光分離膜21fを介して当接させて偏光ビームスプリッタ21を構成している。

【0017】

また、ミラー21cは、物体側のプリズム21bの端面近傍に、 $\lambda/4$ 板21dを介して設けられている。像側のプリズム21eの端面には、カバーガラスCGを介して撮像素子22が取り付けられている。Iは、結像面（撮像面）である。

【0018】

対物光学系OBLからの被写体像は、物体側のプリズム21bにおいてビームスプリット面に設けられた偏光分離膜21fによりP偏光成分（透過光）とS偏光成分（反射光）とに分離され、反射光側の光学像と透過光側の光学像との2つの光学像に分離される。

【0019】

S偏光成分の光学像は、偏光分離膜21fで撮像素子22に対して対面側に反射されA光路を通り、 $\lambda/4$ 板21dを透過後、ミラー21cで反射され、撮像素子22側に折り返される。折り返された光学像は、 $\lambda/4$ 板21dを再び透過する事で偏光方向が90°回転し、偏光分離膜21fを透過して撮像素子22に結像される。

【0020】

P偏光成分の光学像は、偏光分離膜21fを透過してB光路を通り、撮像素子22に向かって垂直に折り返す像側のプリズム21eのビームスプリット面と反対側に設けられたミラー面によって反射され、撮像素子22に結像される。この際、A光路とB光路で、例えば、数十 μm 程度の所定の光路差を生じさせるように、プリズム硝路を設定しておき、ピントが異なる2つの光学像を撮像素子22の受光面に結像させる。

【0021】

すなわち、物体側のプリズム21b及び像側のプリズム21eを、被写体像をピント位置が異なる2つの光学像に分離できるように、物体側のプリズム21bにおける撮像素子22に至る透過光側の光路長（硝路長）に対して反射光側の光路長が短く（小さく）なるように配置する。

【0022】

図3は、撮像素子22の概略構成図である。撮像素子22は、図3に示すように、ピント位置が異なる2つの光学像を各々個別に受光して撮像するために、撮像素子22の全画素領域の中に、2つの受光領域（有効画素領域）22a、22bが設けられている。

【0023】

受光領域22a、22bは、2つの光学像を撮像するために、これらの光学像の結像面と各々一致するように配置されている。そして、撮像素子22において、受光領域22aは受光領域22bに対してそのピント位置が相対的に近点側にシフトしており（ずれており）、受光領域22bは受光領域22aに対してそのピント位置が相対的に遠点側にシフトしている。これにより、ピントが異なる2つの光学像を撮像素子22の受光面に結像させるように構成されている。

【0024】

なお、物体側のプリズム21bと像側のプリズム21eにおける両者の硝材の屈折率を異ならせることにより、撮像素子22に至る光路長を変えて受光領域22a、22bに対するピント位置を相対的にずらすようにしても良い。

【0025】

また、受光領域22a、22bの周囲には、2つに分割された光学像の幾何的なズレを補正するための補正画素領域22cが設けられている。補正画素領域22c内において製造上の誤差を抑え、後述する画像補正処理部23b（図5）にて画像処理による補正を行なうことで、上記した光学像の幾何学的なズレを解消するようになっている。

【0026】

10

20

30

40

50

また、図 1 に示すように、上述の本実施形態の第 2 レンズ群 G 2 は、フォーカシングレンズであり、光軸の方向における 2 つの位置に選択的に移動可能である。不図示のアクチュエータにより、第 2 レンズ群 G 2 は、2 つの位置間で一方の位置から他方の位置、他方の位置から一方の位置に移動するように駆動される。

【0027】

第 2 レンズ群 G 2 を、前方側（物体側）の位置に設定した状態においては遠方観察（通常観察）する場合の観察領域の被写体にピントが合うように設定される。また、第 2 レンズ群 G 2 を後方側の位置に設定した状態においては近接観察（拡大観察）する場合の観察領域の被写体にピントが合うように設定されている。

【0028】

なお、本実施形態のように、偏光ビームスプリッタ 2 1 を適用して偏光分離をする場合、分離する光の偏光状態が円偏光でないと分離した像の明るさに差が生じてしまう。規則的な明るさの差異は画像処理での補正が比較的容易であるが、局所的に且つ観察条件で明るさの差異が生じた場合、補正しきれなくなり、合成画像に明るさムラが生じてしまう場合がある。

【0029】

内視鏡で観察する被写体は、合成画像の比較的視野周辺部で明るさムラが生じてしまう可能性がある。尚、この偏光状態が崩れた明るさムラは、被写体が比較的飽和気味の明るさ分布であると顕著に生じる。

【0030】

視野の周辺部において、内視鏡では比較的近接して被写体像の血管走行や粘膜構造を見る事が多く、ユーザーにとって非常に煩わしい画像になる可能性が高い。

そこで、例えば、図 2 に示すように、この偏光状態が崩れた状態を円偏光に戻す様に / 4 板 2 1 a を、光路分割部 2 0 の偏光分離膜 2 1 f より物体側に配置することが好ましい。

【0031】

なお、上述のような偏光ビームスプリッタ 2 1 の代わりに、入射光を強度分割するハーフミラーを用いることもできる。

【0032】

本実施形態における光路分割部 2 0 について、図 4 を用いて、さらに説明する。光路分割部 2 0 は、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e から構成される。物体側のプリズム 2 1 b は、保持枠 L B に接着部 3 1 より保持されている。

【0033】

プリズム駆動部 3 0 は、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e の相対的な位置関係を変化させる。例えば、プリズム駆動部 3 0 は、固定している物体側のプリズム 2 1 b に対して、像側のプリズム 2 1 e を矢印 C 方向に移動する。これにより、プリズム 2 1 b、2 1 e の相対的な位置関係を変化させることで、光路長差調整を行う。この結果、所望の光路長差を有する 2 つの光学像を一つの撮像素子 2 2 上に結像させることができる。

【0034】

また、本実施形態では、以下の条件式 (1)、(2) を満足することが望ましい。

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 1 \quad \dots (1)$$

$$0.01 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 2 \quad \dots (2)$$

ここで、

limit_adj は、光路長差調整を行うためのプリズム駆動部 3 0 によるプリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離、

im_ih は、撮像素子 2 2 における像高、

fw は、対物光学系 O B L の通常観察時の焦点距離、である。

【0035】

本実施形態では、2 つのピントの異なる光学像を取得し合成画像を生成することで、被

10

20

30

40

50

写界深度の広い画像を得ることが可能になる。また、プリズム 2 1 b、2 1 e を用いて光学像を 2 つの像に分割し、その 2 つの像を一つの撮像素子 2 2 で取り込んでいる。これにより、撮像素子 2 2 が一つですむためコストが安くなり好ましい。

【0036】

ここで、プリズム 2 1 b、2 1 e は、長さや角度に公差を有している。このため、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e を組み合わせると、2 つの光路の光路長差が所望の設計値と異なってしまう。従って所望の光路差を得るために、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e の位置を相対的に変化させることが望ましい。

【0037】

条件式 (1) は、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e の光路長差の調整可能距離に関する。条件式 (1) は、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離を十分に確保するための条件を定めている。

10

【0038】

条件式 (1) の上限値を上回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離が大きすぎて、プリズムと機械的な部材とが干渉してしまい好ましくない。

条件式 (1) の下限値を下回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離が小さすぎるため、所望の光路長差に調整できないため好ましくない。

【0039】

条件式 (2) は、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離と、対物光学系の通常観察状態の焦点距離の関係に関する。

20

【0040】

条件式 (2) を満足する範囲内であれば、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離は適切である。

【0041】

条件式 (2) の下限値を下回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離が小さすぎ、調整不可能になってしまうため好ましくない。

【0042】

条件式 (2) の上限値を上回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e と機械的な部材とが干渉してしまうこと、また、プリズム 2 1 b、2 1 e のエッジ部分に光が入射してしまい、フレアが発生してしまうため好ましくない。

30

【0043】

なお、条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1)' を満足することが望ましい。

$$0.1 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 0.5 \quad \dots (1)'$$

さらに、条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1)'' を満足することが望ましい。

$$0.2 < \text{limit_adj} / \text{im_ih} < 0.3 \quad \dots (1)''$$

【0044】

なお、条件式 (2) に代えて、以下の条件式 (2)' を満足することが望ましい。

$$0.05 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 1 \quad \dots (2)'$$

さらに、条件式 (2) に代えて、以下の条件式 (2)'' を満足することが望ましい。

$$0.1 < \text{limit_adj} / \text{fw} < 0.5 \quad \dots (2)''$$

40

【0045】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式 (3) を満足することが望ましい。

$$1 < D_Pr01 / \text{limit_adj} < 30 \quad \dots (3)$$

ここで、

D_Pr01 は、2 つのプリズム 2 1 b、2 1 e のうち、物体側のプリズム 2 1 b の光軸上の長さ、

limit_adj は、光路長差調整を行うためのプリズム駆動部 30 によるプリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離、である。

50

【 0 0 4 6 】

条件式 (3) は、所望の光路長差とプリズム 2 1 b、2 1 e の調整可能距離の関係に関する。

【 0 0 4 7 】

条件式 (3) の下限値を下回ると、物体側のプリズム 2 1 b を保持するための保持枠 L B に対する嵌合部分を確保することが困難になる。また、プリズム 2 1 b、2 1 e と機械的な部材とが干渉してしまうこと、また、プリズム 2 1 b、2 1 e のエッジ部分に光が入射してしまい、フレアが発生してしまうため好ましくない。

【 0 0 4 8 】

条件式 (3) の上限値を上回ると、物体側のプリズム 2 1 b の大きさが大きくなり、好ましくない。 10

【 0 0 4 9 】

なお、条件式 (3) に代えて、以下の条件式 (3) を満足することが望ましい。

$$5 < D_Pr01 / limit_adj < 20 \quad \dots (3)'$$

さらに、条件式 (3) に代えて、以下の条件式 (3) " を満足することが望ましい。

$$10 < D_Pr01 / limit_adj < 15 \quad \dots (3)''$$

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式 (4)、(5) を満足することが望ましい。

$$0.5 < D_Pr01 / fw < 5 \quad \dots (4) \quad 20$$

$$1 < D_Pr02 / fw < 10 \quad \dots (5)$$

ここで、

D_Pr01 は、2つのプリズム 2 1 b、2 1 e のうち、物体側のプリズム 2 1 b の光軸上の長さ、

fw は、対物光学系 O B L の通常観察時の焦点距離、

D_Pr02 は、2つのプリズム 2 1 b、2 1 e のうち、像側のプリズム 2 1 b の光軸上の長さ、

である。

【 0 0 5 1 】

条件式 (4) は、物体側のプリズム 2 1 b と対物光学系 O B L の通常観察状態の焦点距離の比に関する。条件式 (5) は、像側のプリズム 2 1 e と対物光学系 O B L の通常観察状態の焦点距離の比に関する。 30

【 0 0 5 2 】

条件式 (4)、(5) を満足することで、適切なプリズム長を確保できる。このため、適切な光路長の調整可能距離を得ることができる。

【 0 0 5 3 】

条件式 (4)、(5) の下限値を下回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e の大きさが小さくなりすぎる。このため、必要な調整可能量を確保できない。

【 0 0 5 4 】

条件式 (4)、(5) の上限値を上回ると、プリズム 2 1 b、2 1 e の大きさが大きくなってしまい。このため本実施形態の内視鏡システムを有する内視鏡が径方向に大きくなってしまい好ましくない。 40

【 0 0 5 5 】

なお、条件式 (4) に代えて、以下の条件式 (4) ' を満足することが望ましい。

$$1.0 < D_Pr01 / fw < 3 \quad \dots (4)'$$

さらに、条件式 (4) に代えて、以下の条件式 (4) " を満足することが望ましい。

$$1.5 < D_Pr01 / fw < 2 \quad \dots (4)''$$

【 0 0 5 6 】

なお、条件式 (5) に代えて、以下の条件式 (5) ' を満足することが望ましい。

$$2 < D_Pr02 / fw < 5 \quad \dots (5)' \quad 50$$

さらに、条件式(5)に代えて、以下の条件式(5)''を満足することが望ましい。

$$2.5 < D_{Pr02} / fw < 3.5 \quad \dots (5)''$$

【0057】

次に、図5を参照して、取得した2つの画像の合成に関して説明する。図5は、内視鏡システム10の機能ブロック図である。

【0058】

画像プロセッサ23は、撮像素子22により撮像されたピント位置が異なる2つの光学像に係る画像を各々読み出す画像読出部23aと、画像読出部23aにより読み出された2つの画像に対する画像補正を行う画像補正処理部23bと、補正された2つの画像を合成する画像合成処理を行う画像合成処理部23cと、画像出力部23dと、を有する。

10

【0059】

画像補正処理部23bは、撮像素子22の受光領域22a、22bにそれぞれ結像される2つの光学像に係る画像に対し、互いのピント以外の差異が略同一となるように補正する。すなわち、2つの画像の各光学像における相対的な位置、角度及び倍率が略同一となるように2つの画像に対して補正を行う。

【0060】

被写体像を2つに分離して撮像素子22に各々結像させる場合、幾何的な差異が生じる場合がある。すなわち、撮像素子22の受光領域22a、22b(図3)にそれぞれ結像される各々の光学像は、相対的に倍率ズレ、位置ズレ、角度すなわち回転方向のズレ等が発生する場合がある。

20

【0061】

これらの差異を製造時などにおいて、完全に解消することは困難であるが、それらのズレ量が大きくなると、合成画像が2重画像となったり、不自然な明るさムラ等を生じたりする。このため、画像補正処理部23bにて上述した幾何的な差異、明るさ差異を補正する。

【0062】

2つの画像間における明るさの差異を補正する場合、2つの像または画像のうち輝度の低い方の像または画像、もしくは2つの像または画像の相対的に同一位置における輝度の低い方を基準にして補正を行うことが望ましい。

【0063】

画像合成処理部23cは、画像補正処理部23bにより補正された2つの画像間の対応する所定領域において、相対的にコントラストが高い画像を選択して合成画像を生成する。つまり、2つの画像における空間的に同一の画素領域それぞれにおけるコントラストを比較し、相対的にコントラストが高い方の画素領域を選択することにより、2つの画像から合成された1つの画像としての合成画像を生成する。

30

【0064】

なお、2つの画像の同一の画素領域におけるコントラスト差が小さい又は略同一である場合は、その画素領域に所定の重み付けして加算する合成画像処理23cにより、合成画像を生成する。

【0065】

また、画像プロセッサ23は、画像合成処理部23cにより合成された1つの画像に対して、色マトリクス処理、輪郭強調、ガンマ補正等の後段画像処理を行う。画像出力部23dは、後段画像処理された画像を出力する。画像出力部23dから出力される画像は画像表示部24に出力される。

40

【0066】

また、撮像素子22に至る近点光路と遠点光路とに応じて、物体側のプリズム21bと像側のプリズム21eとを異なる硝材で構成し、屈折率を異ならせることにより、相対的にピント位置をずらしても良い。

【0067】

これにより、ピントの異なる2つの光学像に係る画像を取得し、これら画像を画像合成

50

処理部 2 3 c で合成して合成被写界深度を得ることができる。内視鏡検査で広い範囲を俯瞰してスクリーニングする際には遠方観察が適しており、病変の詳細を観察したり、診断したりする際には、近接観察が適している。

【 0 0 6 8 】

このような構成をとることで、より多画素化した撮像素子を使用しても解像力を落とすことなく被写界深度を拡大する事が可能となる。更にフォーカシング機構があるので自在に観察範囲を切り替えて高画質の内視鏡観察や診断を行うことができる。

【 0 0 6 9 】

次に本実施形態において、2つの光学像を合成する場合の流れを図6のフローチャートに従って説明する。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 0 1 において、撮像素子 2 2 において取得された、ピントの異なる遠点像に係る画像と近点像に係る画像とが、画像補正処理部 2 3 b において、遠近 2 画像の補正処理が行なわれる。すなわち、予め設定された補正パラメータに従って、2つの画像の各光学像における相対的な位置、角度及び倍率が略同一となるように2つの画像に対して補正を行い、補正後の画像を画像合成処理部 2 3 c に出力する。なお、必要に応じて2画像の明るさや色の差異を補正してもよい。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 2 において、補正処理が行なわれた2つの画像が画像合成処理部 2 3 c にて合成される。この際、遠近 2 画像の各々対応する画素領域において、コントラスト値が各々算出され、比較される。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 3 において、比較されたコントラスト値に差があるか否か判断し、コントラストに差がある場合、ステップ S 1 0 5 に進み、コントラスト値の高い領域を選択して合成される。

【 0 0 7 3 】

ここで、比較するコントラスト値の差が小さい乃至はほぼ同じである場合には、遠近 2 画像のどちらを選択するか処理上の不安定要因となる。例えば、ノイズ等の信号の揺らぎがあると、合成画像に不連続領域が生じたり、本来は解像している被写体像がボケてしまうといった不具合を生じさせたりする。

【 0 0 7 4 】

そこで、ステップ S 1 0 4 に進み、重み付けを行う。ステップ S 1 0 4 において、コントラスト比較を行なう画素領域において、2画像でコントラスト値がほぼ同一である場合には、重み付けを行い、次のステップ S 1 0 5 で重み付けを行った画像の加算処理を行うことで、画像選択の不安定さを解消している。

【 0 0 7 5 】

このように、本実施形態によれば、近接観察及び遠方観察の何れにおいても、ノイズ等によって合成画像において不連続領域が発生したり、光学像がぼけたりすることを防止しながら、被写界深度を拡大させた画像を取得することができる。

【 0 0 7 6 】

また、2つの画像は、同一の撮像素子により撮像されているので、撮像素子を複数備えるものに比して、製造コストを低減し、装置を大型化することなく被写界深度を拡大させた画像を取得することができる。

【 0 0 7 7 】

また、所望とする被写界深度を得られ、解像力の劣化を防止できる。

【 0 0 7 8 】

図7は、ビームスプリッタ 2 1 により奇数回の反射後に撮像素子に結像される場合の結像状態を示す図である。上述した図2の偏光ビームスプリッタ 2 1 の場合には、1回、つまり奇数回の反射後に撮像素子 2 2 に光学像が結像される。このため、何れか一方の画像が図7のような結像状態（鏡像）となり、画像プロセッサ 2 3 において鏡像を反転させて

10

20

30

40

50

像方向を一致させる画像処理が施される。

【0079】

光学的な偶数回の反射による鏡像の補正は、対物光学系の大型化やプリズムのコスト高となる場合があるので、奇数回の反射による鏡像の補正は、画像補正処理部23bにて鏡像反転により行なうことが好ましい。

【0080】

なお、撮像素子22が、内視鏡長手方向に長尺な形状となっている場合には、画像表示部24のアスペクト比を考慮して合成画像を適宜回転させることが好ましい。

【0081】

(実施例1)

次に、実施例1に係る内視鏡システムが有する対物光学系について説明する。

図8(a)、(b)は、対物光学系の断面構成を示す図である。ここで、図8(a)は、通常観察状態(遠距離物点)における対物光学系の断面構成を示す図である。図8(b)は、近接観察状態(近距離物点)における対物光学系の断面構成を示す図である。

【0082】

本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3と、から構成されている。また、明るさ絞りSは、第3レンズ群G3内に配置されている。第2レンズ群G2は、光軸AX上を像側に移動して、通常観察状態から近接観察状態への変化に伴う焦点位置の変化を補正する。

【0083】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、平行平板L2と、両凹負レンズL3と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、からなる。ここで、負レンズL3と正レンズL4とは接合されている。第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5からなる。第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、明るさ絞りSと、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、からなる。ここで、正レンズL6と負メニスカスレンズL7とは接合されている。正レンズL9と負メニスカスレンズL10とは接合されている。

【0084】

第3レンズ群G3の像側に、上述した光路分割部20を配置している。光学系中のプリズムでは、光路が折り曲げられる。なお、平行平板L2は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。Iは、結像面(撮像面)である。

【0085】

図9(a)、(b)、(c)、(d)は、本実施例の通常観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

図9(e)、(f)、(g)、(h)は、本実施例の近接観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

これら、諸収差図は、656.27nm(C線)、587.56nm(d線)、及び435.84nm(g線)の各波長について示されている。また、各図中、「r」は半画角を示す。

【0086】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は、rは各レンズ面の曲率半径、dは各レンズ面間の間隔、ndは各レンズのd線の屈折率、 σ_d は各レンズのアッペ数、FNOはFナンバー、 θ は半画角である。また、バックフォーカスfbは、最も像側の光学面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。全長は、最も物体側のレンズ面から最も像側の光学面までの距離(空気換算しない)にバックフォーカスを加えたものである。

【0087】

10

20

30

40

50

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.49	1.88300	40.76
2	1.812	0.79		
3		0.84	1.52100	65.12
4		0.34		
5	-4.881	0.56	1.88300	40.76
6	1.866	2.13	1.84666	23.78
7	77.332	可変		
8	2.010	0.81	1.48749	70.23
9	2.149	可変		
10	3.354	1.13	1.64769	33.79
11	-1.665	0.32	2.00330	28.27
12	-9.987	0.04		
13(絞り)		0.56		
14	512.363	0.95	1.69895	30.13
15	-3.552	0.36		
16	9.128	0.94	1.48749	70.23
17	-2.180	0.39	1.92286	18.90
18	-4.093	4.59		
19(撮像面)				

10

20

データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.00	1.01
F N O .	3.58	3.53
画角 2	144.9	139.4
fb (in air)	4.59	4.59
全長 (in air)	17.15	17.05
d7	0.47	1.20
d9	1.43	0.70

30

各群焦点距離

1群	2群	3群
-1.12	21.78	3.51

【 0 0 8 8 】

40

以下、実施例 1、実施例 2、実施例 3 における条件式 (1) ~ (5) の数値を示す。なお、対物光学系 O B L の諸元値は、上述の数値実施例 1 であり、3 つの実施例に関して、共通している。

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1) limit_adj/im_ih	0.10	0.31	0.20
(2) limit_adj/fw	0.10	0.30	0.20
(3) D_Pr01/limit_adj	20.00	3.33	7.00
(4) D_Pr01/fw	2.00	1.00	1.40
(5) D_Pr02/fw	3.00	1.50	2.10

50

パラメータ

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
limit_adj	0.1	0.3	0.2
im_ih	0.983	0.983	0.983
D_Pr01	2	1	1.4
D_Pr02	3	1.5	2.1
fw	1	1	1

【 0 0 8 9 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で、これら実施形態の構成を適宜組合せて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。 10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 0 】

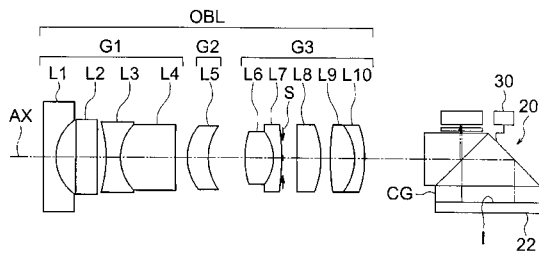
以上のように、本発明は、被写界深度が拡大され、良好に収差が補正された高画質な画像を取得できる内視鏡システムに有用である。

【符号の説明】

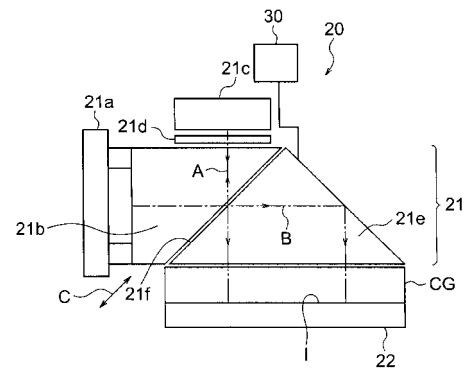
【 0 0 9 1 】

1 0	内視鏡システム	
2 0	光路分割部	20
2 1	偏光ビームスプリッタ	
2 1 a	/ 4 板	
2 1 b	物体側のプリズム	
2 1 c	ミラー	
2 1 d	/ 4 板	
2 1 e	像側のプリズム	
2 1 f	偏光分離膜	
2 2	撮像素子	
2 2 a、2 2 b	受光領域	
2 2 c	補正画素領域	30
2 3	画像プロセッサ	
2 3 a	画像読出部	
2 3 b	画像補正処理部	
2 3 c	画像合成処理部	
2 3 d	画像出力部	
2 4	画像表示部	
3 0	プリズム駆動部	
C G	カバーガラス	
O B L	対物光学系	
G 1	第 1 レンズ群	40
G 2	第 2 レンズ群	
G 3	第 3 レンズ群	
S	明るさ絞り	
L 1 - L 1 9	レンズ	
I	結像面	
A X	光軸	

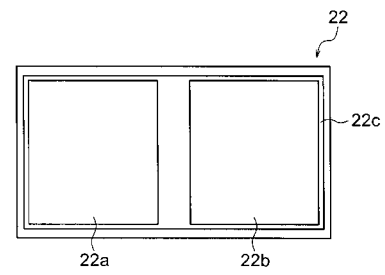
【図 1】



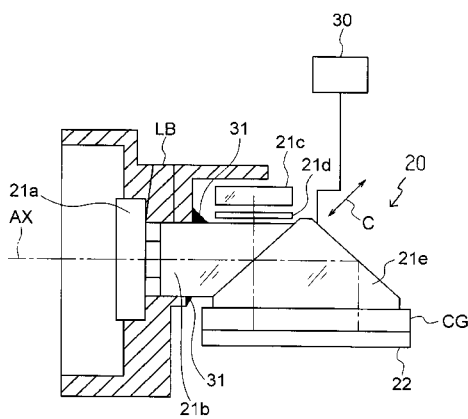
【図 2】



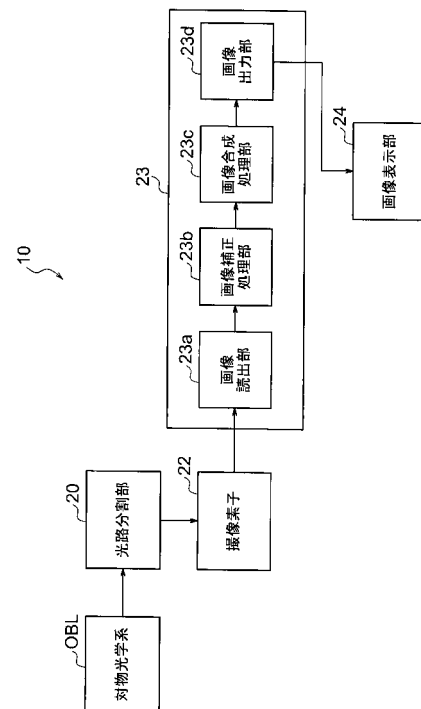
【図 3】



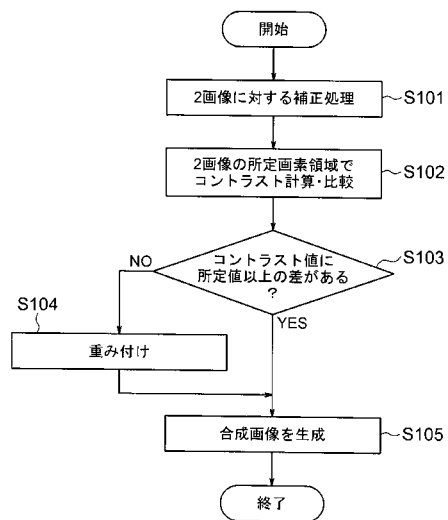
【図 4】



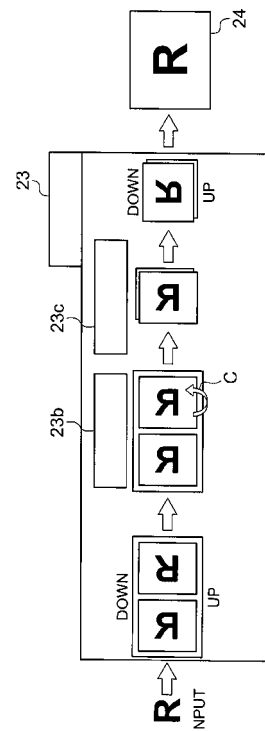
【図 5】



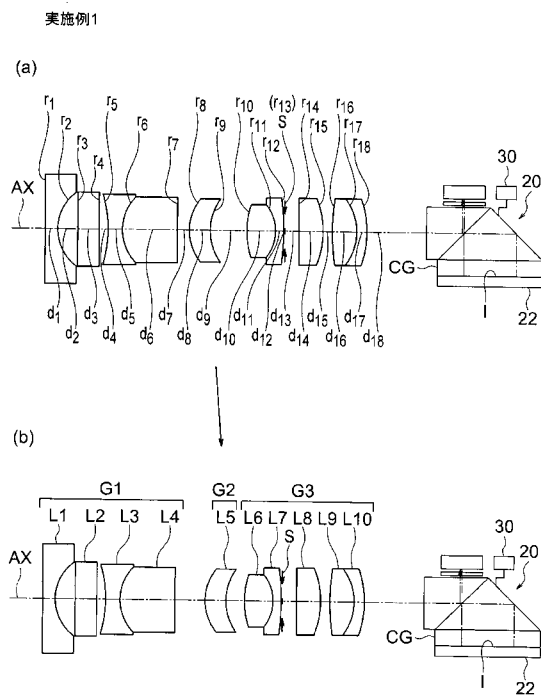
【図 6】



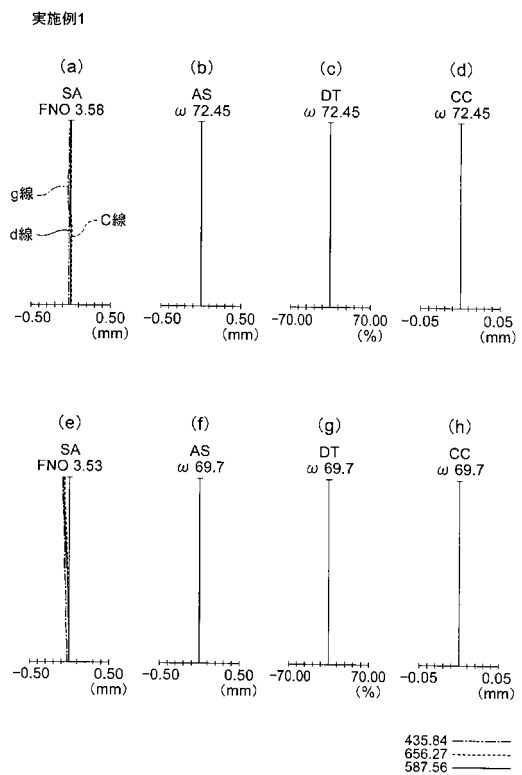
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C161 BB02 CC06 FF40 JJ11 LL02 PP07 PP13