

(19) **日本国特許庁(JP)**

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3967337号
(P3967337)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日 (2007.6.8)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 1/04 (2006.01)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)
G 0 2 B 13/24 (2006.01)
G 0 2 B 23/26 (2006.01)

A 6 1 B	1/04	3 7 2
A 6 1 B	1/00	3 0 0 Y
G 0 2 B	13/24	
G 0 2 B	23/26	C

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-145578 (P2004-145578)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成16年5月14日 (2004. 5. 14)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2005-323874 (P2005-323874A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成17年11月24日 (2005. 11. 24)	(72) 発明者	加藤 貴之
審査請求日	平成19年3月14日 (2007. 3. 14)		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
		(72) 発明者	桑井 一裕
			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	安田 明央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡および内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対物光学系と、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子で構成される固定焦点式の撮像ユニットを備えた内視鏡において、

前記固体撮像素子は条件式(1)を満足し、前記対物光学系は条件式(2)および条件式(3)を満足し、前記対物光学系の物体距離4mmにおける空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFと、物体距離50mmにおける空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFが、ともに10%以上となる位置に前記固体撮像素子の撮像面が配置されていることを特徴とする固定焦点式の撮像ユニットを備えた内視鏡。

条件式 (1) $300 < IH/P < 550$

条件式 (2) $300 < FI/P < 550$

条件式 (3) $2400 \times P < F_{no.} < 4200 \times P$

ただし、

P: 固体撮像素子の水平方向画素ピッチ [mm]

IH: 固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離 [mm]

F 1 : 対物光学系の焦点距離 [mm]

Fno. : 対物光学系の有効 F ナンバー

【請求項 2】

少なくとも、固定焦点式の撮像ユニットを含む内視鏡と、前記撮像ユニットが取得した画像を表示する表示手段とを備えた内視鏡装置において、

前記撮像ユニットは、画素毎に色フィルタが配され、かつ条件式(1)を満たす固体撮像素子と、条件式(2)および条件式(3)を満たす対物光学系で構成され、前記表示手段に表示される画像の中心での解像力が25本/mm以上である前記撮像ユニットの物体側での範囲をd1、前記表示手段に表示される画像の中心での解像力が2本/mm以上である前記撮像ユニットの物体側での範囲をd2としたとき、前記撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から3.5mmの位置にある光軸上の物点は、d1とd2の両方に含まれ、前記撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から50mmの位置にある物点は、d2にのみ含まれるように、前記対物光学系の結像位置近傍に前記固体撮像素子の撮像面が配置されていることを特徴とする内視鏡装置。

条件式(1) $300 < IH/P < 550$

10

条件式(2) $300 < FI/P < 550$

条件式(3) $2400 \times P < Fno. < 4200 \times P$

ただし、

P：固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

IH：固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

FI：対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.：対物光学系の有効Fナンバー

【請求項3】

対物光学系により物体の像を結像し、前記対物光学系の結像面近傍で画素毎に色フィルタが配された固体撮像素子により画像信号を取得する固定焦点式の撮像ユニットと、前記固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を備えた内視鏡装置において、

20

前記固体撮像素子は条件式(1)を満足し、前記対物光学系は条件式(2)および条件式(3)を満足し、前記対物光学系から物体までの距離が4mmのとき35μm以上の分解能を有し、前記対物光学系から物体までの距離が50mmのとき0.45mm以上の分解能を有することを特徴とする内視鏡装置。

条件式(1) $300 < IH/P < 550$

条件式(2) $300 < FI/P < 550$

条件式(3) $2400 \times P < Fno. < 4200 \times P$

ただし、

P：固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

30

IH：固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

FI：対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.：対物光学系の有効Fナンバー

【請求項4】

対物光学系と、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子で構成される固定焦点式の撮像ユニットを備えた内視鏡において、

前記固体撮像素子は条件式(4)を満足し、前記対物光学系は条件式(5)および条件式(6)を満足し、前記対物光学系の物体距離4mmにおける空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上のMTFと、物体距離50mmにおける空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上のMTFが、ともに10%以上となる位置に前記固体撮像素子の撮像面が配置されていることを特徴とする固定焦点式の撮像ユニットを備えた内視鏡。

40

条件式(4) $200 < IH/P < 360$

条件式(5) $200 < FI/P < 360$

条件式(6) $1600 \times P < Fno. < 2800 \times P$

ただし、

P：固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

IH：固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

FI：対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.：対物光学系の有効Fナンバー

【請求項5】

50

少なくとも、固定焦点式の撮像ユニットを含む内視鏡と、前記撮像ユニットが取得した画像を表示する表示手段とを備えた内視鏡装置において、

前記撮像ユニットは、各画素毎に輝度信号が生成され、かつ条件式(4)を満たす固体撮像素子と、条件式(5)および条件式(6)を満たす対物光学系で構成され、前記表示手段に表示される画像の中心での解像力が25本/mm以上である前記撮像ユニットの物体側での範囲をd1、前記表示手段に表示される画像の中心での解像力が2本/mm以上である前記撮像ユニットの物体側での範囲をd2としたとき、前記撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から3.5mmの位置にある光軸上の物点は、d1とd2の両方に含まれ、前記撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から50mmの位置にある物点は、d2にのみ含まれるように、前記対物光学系の結像位置近傍に前記固体撮像素子の撮像面が配置されていることを特徴とする内視鏡装置。

10

条件式(4) $200 < IH/P < 360$

条件式(5) $200 < FI/P < 360$

条件式(6) $1600 \times P < Fno. < 2800 \times P$

ただし、

P: 固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

IH: 固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

FI: 対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.: 対物光学系の有効Fナンバー

【請求項6】

20

対物光学系により物体の像を結像し、前記対物光学系の結像面近傍で各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子により画像信号を取得する固定焦点式の撮像ユニットと、前記固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を備えた内視鏡装置において、

前記固体撮像素子は条件式(4)を満足し、前記対物光学系は条件式(5)および条件式(6)を満足し、前記対物光学系から物体までの距離が4mmのとき35μm以上の分解能を有し、前記対物光学系から物体までの距離が50mmのとき0.45mm以上の分解能を有することを特徴とする内視鏡装置。

条件式(4) $200 < IH/P < 360$

条件式(5) $200 < FI/P < 360$

条件式(6) $1600 \times P < Fno. < 2800 \times P$

30

ただし、

P: 固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

IH: 固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

FI: 対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.: 対物光学系の有効Fナンバー

【請求項7】

請求項1または請求項4に記載の固定焦点式の撮像ユニットを備えた内視鏡において、

内視鏡挿入部には更に処置具挿通チャンネルを備え、内視鏡挿入部先端から4mmの距離まで処置用チャンネルを通して処置具を突出させた際に、処置具の少なくとも一部が、撮像ユニットの視野内に入るように、前記撮像ユニットと前記処置具挿通チャンネルが配置されたことを特徴とする内視鏡。

40

【請求項8】

請求項2、請求項3、請求項5、請求項6のいずれかに記載の内視鏡装置において、

内視鏡挿入部には更に処置具挿通チャンネルを備え、内視鏡挿入部先端から4mmの距離まで処置用チャンネルを通して処置具を突出させた際に、処置具の少なくとも一部が、撮像ユニットの視野内に入るように、前記撮像ユニットと前記処置具挿通チャンネルが配置されたことを特徴とする内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、対物光学系と固体撮像素子により構成される、単焦点の撮像ユニットを備えた電子内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

対物光学系の像位置に固体撮像素子が固定され可動部がない、いわゆる単焦点の撮像ユニットを備えた内視鏡は、撮像ユニットの構造を簡素かつ小さく出来るので、コストの低減、内視鏡挿入部の外径の細径化、先端硬質部長の短縮といった点で有利である。また、ピント合わせの必要がないので、使用者が内視鏡の操作に集中できるため扱いやすく、医療用、工業用といった分野において、広く使用されている。

【0003】

10

このような単焦点の内視鏡は、内視鏡挿入部先端を観察したい部位まで導く操作と、広範囲を見ながらのスクリーニングが行なえるように、遠景（例えば一般的な医療用内視鏡では50mm～100mm程度）でも鮮明な画像が得られるようなピント位置が設定されている。このとき、内視鏡挿入部先端と被写体の距離が近づいた際に鮮明な画像が得られる物体距離は、5～10mm程度までが一般的である。

【0004】

被写体を拡大して、詳細に観察したい場合は、対物光学系内のレンズを移動させることで焦点距離と作動距離を変化させる、いわゆるズーム式の撮像ユニットを備えた内視鏡が用いられている（たとえば特許文献1、2参照）。

【0005】

20

ズーム式の撮像ユニットを備えた内視鏡において、焦点距離が短くなるいわゆるワイド端では、単焦点の内視鏡とほぼ同様の被写界深度が得られるため、単焦点の内視鏡と同様の使い方ができる。焦点距離が長くなるいわゆるテレ端では、焦点深度はワイド端に比べて近点側に寄るので、遠景（50mm～100mm程度）ではピントがぼけてしまうかわりに、内視鏡挿入部先端と被写体の距離が近づく（例えば一般的なズーム式の内視鏡では2mmから3mm程度）と鮮明な画像が得られ、被写体を拡大して詳細に観察を行うことができる。

【特許文献1】特開2000-330015号公報

【特許文献2】特開2001-33710号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

前述の、単焦点の撮像ユニットを備えた内視鏡は、拡大して詳細に観察したい部位がある場合、詳細に見るため内視鏡挿入部先端を被写体に近づけても、十分な倍率もしくは解像力が得られる前にピントがぼけてしまうという課題がある。

【0007】

前述の、ズーム式の撮像ユニットを備えた内視鏡の場合は、被写体を拡大して詳細に観察を行うことが可能となるものの、ワイド端での観察後、拡大観察したい部位へのアプローチの際に、バリエータレンズを動かす操作が必要であるため、単焦点の内視鏡と比べて操作が煩雑になるという課題がある。

【0008】

40

さらに、テレ端での拡大観察時はピントの合う範囲、いわゆる対物光学系の被写界深度が非常に狭くなるため、内視鏡を扱いにくくなるという課題がある。

【0009】

また、バリエータレンズを動かす機構が必要なため、単焦点の内視鏡と比べて撮像ユニットが大きくなり、内視鏡の挿入部外径が太くなるという課題がある。

【0010】

また、バリエータを動かす機構が必要なため、構造が複雑で部品点数も多くなり、単焦点の内視鏡と比べて製造コストが高くなるという課題がある。

【0011】

また、拡大観察後に処置具による処置を行う場合、テレ端では視野角が狭くなるため処

50

置具が視野内に入りにくく、一旦ワイド側にバリエータレンズを動かし、観察距離をはなしてから処置を行う必要があり、操作者は、内視鏡挿入部の先端を見たい位置に導く操作と、ズームングの操作と、処置具の操作を行わなければならない、操作が非常に煩雑である、という課題がある。

【0012】

本発明は、上記のような問題点に鑑みなされたものである。その目的とするところは、遠景が観察可能なため、スクリーニングおよび拡大観察したい部位へのスムーズなアプローチを行うことができ、ズームング等の煩雑な操作を行うことなく被写体に3~4mm程度まで近接して拡大観察を行うことができ、さらに拡大観察しながら処置具による処置を行うことができる、挿入部外径が細く、製造コストが低い内視鏡および内視鏡装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、本発明の内視鏡は、対物光学系と、画素毎に色フィルタが配された固体撮像素子よりなる固定焦点式の撮像ユニットを備える。

【0014】

この撮像ユニットは、

条件式(1) $300 < IH/P < 550$

P：固体撮像素子の水平方向画素ピッチ[mm]

IH：固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離[mm]

20

を満たす固体撮像素子と、固体撮像素子の画素ピッチP(mm)に対して、

条件式(2) $300 < FI/P < 550$

条件式(3) $2400 \times P < Fno. < 4200 \times P$

F1：対物光学系の焦点距離[mm]

Fno.：対物光学系の有効Fナンバー

を満たす特性の対物光学系により構成され、物体距離4mmにおける、空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFと、物体距離50mmにおける、空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFが、ともに10%以上となる位置に固体撮像素子を配置したことを特徴とする。

【0015】

また、本発明の内視鏡装置は、画素毎に色フィルタが配され、かつ条件式(1)を満たす固体撮像素子と、条件式(2)、(3)を満たす特性の対物光学系により構成された固定焦点式の撮像ユニットを含んだ内視鏡と、撮像ユニットが取得した画像を表示する表示手段とを備える。この内視鏡装置は、画像中心での解像力が25本/mm以上である撮像ユニットの物体側での範囲をd1、画像中心での解像力が2本/mm以上である撮像ユニットの物体側での範囲をd2としたとき、撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から3.5mmの位置にある光軸上の物点はd1、d2の両方に含まれ、撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から50mmの位置にある光軸上の物点はd2にのみ含まれるように、対物光学系の結像面近傍に固体撮像素子を配置したことを特徴とする。

30

【0016】

また、本発明の内視鏡装置は、条件式(2)および条件式(3)を満たす対物光学系により物体の像を結像し、対物光学系の結像面近傍で、画素毎に色フィルタが配され、かつ条件式(1)を満たす固体撮像素子により画像信号を取得する固定焦点式の撮像ユニットと、固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を備えている。この内視鏡装置は、対物光学系から物体までの距離が4mmのとき $35 \mu m$ 以上の分解能を有し、対物光学系から物体までの距離が50mmのとき0.45mm以上の分解能を有することを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明の内視鏡は、対物光学系と、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子よりなる固定焦点式の撮像ユニットを備える。

【0018】

この撮像ユニットは、

50

条件式(4) $200 < IH/P < 360$

P: 固体撮像素子の水平方向画素ピッチ [mm]

IH: 固体撮像素子の表示エリア内の、中心から最も遠い位置までの距離 [mm]

を満たす固体撮像素子と、固体撮像素子の画素ピッチ P (mm) に対して、

条件式(5) $200 < FI/P < 360$

条件式(6) $1600 \times P < Fno. < 2800 \times P$

F1: 対物光学系の焦点距離 [mm]

Fno.: 対物光学系の有効 F ナンバー

を満たす対物光学系により構成され、物体距離 4mm における、空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上の MTF と、物体距離 50mm における、空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上の MTF が、ともに 10 % 以上となる位置に固体撮像素子を配置したことを特徴とする。

10

【0019】

また、本発明の内視鏡装置は、各画素毎に輝度信号が生成され、かつ条件式(4)を満たす固体撮像素子と、条件式(5)および条件式(6)を満たす対物光学系により構成された固定焦点式の撮像ユニットを含んだ内視鏡と、撮像ユニットが取得した画像を表示する表示手段とを備える。この内視鏡装置は、画像中心での解像力が 25 本/mm 以上である撮像ユニットの物体側での範囲を d1、光軸上(画像中心)での解像力が 2 本/mm 以上である撮像ユニットの物体側での範囲を d2 としたとき、撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から 3.5mm の位置にある光軸上の物点は d1、d2 の両方に含まれ、撮像ユニットを構成する対物光学系の最も物体側の面から 50mm の位置にある光軸上の物点は d2 にのみ含まれるように、対物光学系の結像面近傍に固体撮像素子を配置したことを特徴とする。

20

【0020】

また、本発明の内視鏡装置は、条件式(5)および条件式(6)を満たす対物光学系により物体の像を結像し、対物光学系の結像面近傍で、画素毎に色フィルタが配され、かつ条件式(4)を満たす固体撮像素子により画像信号を取得する固定焦点式の撮像ユニットと、固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を備えている。この内視鏡装置は、対物光学系から物体までの距離が 4mm のとき $35 \mu m$ 以上の分解能を有し、対物光学系から物体までの距離が 50mm のとき 0.45mm 以上の分解能を有することを特徴とする。

【0021】

ここで、分解能の定義について説明する。

30

【0022】

点像がほぼ無収差の円形開口を持つ光学系により結像する場合、物体の像は円形開口の回折像であるエアリ円板になる。等しい強度を持つ 2 つの点が接近している場合、この回折像が重なりあい、図 4 に示すような強度分布になる。図 4 は、2 つの回折像の強度中心を通る直線上での強度分布を示した図であり、横軸は距離(単位: mm)、縦軸は強度(任意単位)を表している。Rayleigh はこの 2 つの回折像の間隔がエアリ円板の半径に一致したときを、2 つの点像が 2 つとして見分けられる限界とした。以来、これが、Rayleigh の基準と呼ばれる一つの基準となっている。このとき、回折像の強度分布は、頂点に対し 74% の強度を持つ谷を残した状態となる。(朝倉書店刊: 「光学技術ハンドブック」より)そこで、本発明では、2 点間の分布強度の谷が頂点に対し 74% 以下である状態を「解像」しているとして、解像する限界の距離を、「分解能」と定義する。

40

【0023】

具体的には、図 5 に示すように、内視鏡 4 の挿入部先端に配置された対物光学系 5 の前に置いた 2 つの点を、固体撮像素子 1 の撮像面上の水平方向に 2 つの点像が並ぶ(すなわち、モニタ 7 の画面上で 2 つの点像が水平に並ぶ)ように撮像し、固体撮像素子 1 からの画像信号を処理する回路系 6 からの出力信号をオシロスコープ 9 で捉え、2 つの点像の強度分布を測定する。このとき、「解像」する、2 点間の最小の距離を、「分解能」とする。またこの際、図 6 に示すように、2 つの点は、水平方向に並べた白黒のラインペアで代用しても差し支えない。本発明で「分解能」という際は、上記方法により求められる値を指す。

50

【 0 0 2 4 】

また、解像力は以下のように定義する。

【 0 0 2 5 】

図 6 において、内視鏡 4 の挿入部先端に配置された対物光学系 5 の前に置いた白黒のラインペアを、固体撮像素子 1 の撮像面上の水平方向に白と黒の帯が並ぶように撮像し、固体撮像素子 1 から送られてくる画像信号を処理する回路系 6 を通してモニタ 7 に表示する。この時、モニタ 7 の画面上で得られる白黒の強度分布は図 7 のようになる。図 7 は、モニタ 7 から出力される水平方向の画像信号をオシロスコープ（図 6 には図示せず）で捉えたときの信号波形を示した図であり、横軸はモニタ画面上での水平方向の位置、縦軸は信号強度を表している。

10

【 0 0 2 6 】

ここで、図 7 に示した強度分布の最大値を I_{\max} 、最小値を I_{\min} としたとき、白黒ラインペアのモニタ上でのコントラスト I は、

$$I = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}) \dots (i)$$

として求められる。

【 0 0 2 7 】

解像力は、前述のコントラスト I が 10% となる時の白黒ラインペアの幅の逆数として定義する。

【 0 0 2 8 】

したがって、請求項 2、請求項 5 における、「解像力 25 本/mm 以上」、「解像力 2 本/mm 以上」という記述は、それぞれ、幅 40 μm 以下、幅 0.5mm 以下の白黒ラインペアのコントラストが、モニタ上で 10% 以上であることを指している。

20

【 0 0 2 9 】

また、本発明において、「MTF」は、d 線（波長 587.6nm）、e 線（波長 546.1nm）、f 線（波長 486.1nm）の各波長における MTF の平均値を指すこととする。

【 0 0 3 0 】

またここで、固体撮像素子の「表示エリア」および「IH」について簡単に説明する。

【 0 0 3 1 】

内視鏡装置は、図 3 に示されるように、内視鏡 4、画像信号を処理する回路系 6、画像表示モニタ 7 により構成される。対物光学系 5 と固体撮像素子 1 よりなる撮像ユニットにより撮像した画像は、画像信号を処理する回路系 6 により処理され、画像表示モニタ 7 上に表示される。固体撮像素子 1 の「表示エリア」は、前述の画像表示モニタ 7 上に表示される範囲に対応した固体撮像素子 1 上のエリアを指す。

30

【 0 0 3 2 】

従って、画像表示モニタ 7 上で、表示範囲が八角形の視野マスクにより制限される場合は、図 1 に示すように、固体撮像素子 1 の有効画素エリア 2 上に形成される表示エリア 3 も同様の形状となる。また別の例として、画像表示モニタ 7 上での表示範囲が左右方向のみ円周形状で制限される場合は、図 2 に示すように、固体撮像素子 1 の有効画素エリア 2 上に形成される表示エリア 3 も同様の形状となる。また、画像表示モニタ 7 上で、視野マスクがなく、全画面表示される場合は、画像表示モニタ 7 の表示部の形状に対応した固体撮像素子 1 の有効画素エリア 2 が表示エリアとなる。

40

【 0 0 3 3 】

また、「IH」は、固体撮像素子 1 の表示エリア中心から最も遠い位置までの距離を指す。これは、一般的に像高と呼ばれる。

【 0 0 3 4 】

またここで、被写界深度の定義について簡単に説明する。

【 0 0 3 5 】

一般的な内視鏡において、ベスト距離を X_b とした場合の像面位置 X_b' に、画素ピッチ P の固体撮像素子を配置する場合を考える。固体撮像素子を固定した条件において、物体を X_n まで近接すると、近接時の像面位置 X_n' は固体撮像素子の撮像面位置からずれ

50

ることになる。

【0036】

このとき、ピントが合っていると見なすことができる最大の錯乱円を、許容錯乱円として、その径を δ とすると、固体撮像素子の撮像面における錯乱円径が δ よりも小さいと認識できる場合、 X_b から X_n までの物体像はピントが合っていると見なすことができる。即ち、錯乱円径が δ と一致するまでの範囲を近点側の被写界深度と定義することができる。

【0037】

このとき、ニュートンの結像式から、以下の式が成立する。

【0038】

$$1/X_n - 1/X_b = Fno./F_l^2 \dots (ii)$$

同様に被写界深度の遠点側の式も以下のように定義される。

【0039】

$$1/X_b - 1/X_f = Fno./F_l^2 \dots (iii)$$

(ii)式と(iii)式をあわせると、

$$1/X_n - 1/X_f = 2 Fno./F_l^2 \dots (iv)$$

となる。ただし、ベスト距離を X_b 、被写界深度近点までの距離を X_n 、被写界深度遠点までの距離を X_f 、許容錯乱円径を δ 、光学系の焦点距離を F_l 、光学系の有効 F ナンバーを $Fno.$ としている。

【0040】

条件式(1)および条件式(4)は、本発明において使用するべき固体撮像素子の条件を規定しており、最大像高に対しての固体撮像素子の画素ピッチの比のあるべき範囲を示している。

【0041】

一般に、許容錯乱円径 δ は固体撮像素子の画素ピッチに比例するため、 IH/P の値が大きいほど、像高 IH に対する δ は小さくなる。このため、 IH/P の値が大きくなりすぎると、広い被写界深度が得られなくなり、本発明の目的を達成できなくなる。

【0042】

一方、 IH/P の値が小さくなると、被写界深度は広くなるものの、像高 IH に対する固体撮像素子の画素ピッチが大きくなるので、固体撮像素子のサンプリング間隔が長くなる。したがって、一定の倍率の像に対する分解能が低下する。 IH/P の値が小さくなりすぎると、被写界深度内の最近点でも必要な分解能が得られなかったり、必要な分解能を得るため物体に非常に近接しなければならないことになり、本発明の目的を達成できなくなる。

【0043】

したがって、本発明によると、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、条件式(1)を満たす固体撮像素子を使用することが望ましい。また、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、条件式(4)を満たす固体撮像素子を使用することが望ましい。

【0044】

条件式(2)および条件式(5)は、前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した固体撮像素子と組み合わせられる、対物光学系の焦点距離を規定している。

【0045】

前述の式(iv)からわかるように、対物光学系の焦点距離 F_l が大きくなると、被写界深度は狭くなる。

【0046】

前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した固体撮像素子と組み合わせる対物光学系として、 F_l が条件式(2)および条件式(5)の上限を超えると、被写界深度が狭くなってしまい、近点で十分な倍率もしくは解像力が得られなくなったり、遠景でピントがぼけてしまい、本発明の目的を達成できなくなる。

【0047】

10

20

30

40

50

次に、条件式(2)および条件式(5)の下限値について説明する。

【0048】

対物光学系の結像面近傍に固体撮像素子の撮像面を配置した撮像ユニットと、前記固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を備えている内視鏡装置では、対物光学系を通して固体撮像素子の撮像面上に2つの点を結像させた場合、前述の回路系からの出力信号上で、2つの点像が解像する固体撮像素子上の最小距離は、固体撮像素子の画素ピッチと、固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系の特性によって決まる。このとき、回路系の特性によって決まる係数をK、固体撮像素子の画素ピッチをPとすると、前述の最小距離は、 KP と表せる。

【0049】

一般に、光学系の焦点距離を $F1$ 、光学系の前側焦点位置を fF とすると、物体距離 X に配置した被写体の光学系による結像倍率は、

$$= F1 / (X + fF) \dots (v)$$

なので、固体撮像素子の撮像面上での距離 KP は、物体側では $KP /$ となる。

【0050】

これは、固体撮像素子を備えた撮像ユニットと、前記固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系からなる内視鏡装置において、どれだけ細かいものが解像するかを表しているので、 $X = X_n$ (X_n : 被写界深度近点までの距離)とくと、近点における内視鏡装置の分解能に他ならない。この値を R とすると、

$$R = KP \cdot (X_n + fF) / F1 \dots (vi)$$

と表される。

【0051】

式(vi)より、焦点距離 $F1$ の値が小さくなると、 R の値は大きくなる。

【0052】

前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した画素ピッチ P の固体撮像素子と組み合わせる対物光学系として、 $F1$ が条件式(2)および条件式(5)の下限を超えると、被写界深度内の最近点 X_n において、分解能 R の値が大きくなりすぎてしまい、細かいものが見えなくなってしまうため、本発明の目的を達成できなくなる。

【0053】

したがって、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、画素ピッチ P に対して条件式(2)を満たす焦点距離の対物光学系を使用することが望ましい。また、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、画素ピッチ P に対して条件式(5)を満たす焦点距離の対物光学系を使用することが望ましい。

【0054】

条件式(3)および条件式(6)は、前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した固体撮像素子と組み合わせられる、対物光学系の有効Fナンバーを規定している。

【0055】

レンズによる結像の際、光は回折の影響を受けることが知られている。 $Fno.$ が大きくなるほど、点像は回折の影響により大きくなり、この点像の大きさがある限界を越えるといくらピントを合わせても、被写体の細部がぼけたように見えてしまう。この限界は、Rayleighにより、2つの点像が接近した時、別々の像として識別できる限界の距離として規定されており、 λ を光の波長、 $Fno.$ を有効Fナンバーとすると、 $1.22 \cdot \lambda / Fno.$ で表される。

【0056】

前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した固体撮像素子と、前述の条件式(2)および条件式(5)で規定した対物光学系の組み合わせにおいて、 $Fno.$ が、条件式の上限を超えると、ピントを合わせても、被写体の細部がぼけたように見えてしまい、本発明の目的を達成できなくなる。

【0057】

10

20

30

40

50

また、前述の式(iv)からわかるように、 $Fno.$ の値が小さくなると、被写界深度は狭くなる。

前述の条件式(1)および条件式(4)で規定した固体撮像素子と、前述の条件式(2)および条件式(5)で規定した対物光学系の組み合わせにおいて、 $Fno.$ が、条件式の下限を超えると、被写界深度が狭くなってしまい、近点で十分な倍率もしくは解像力が得られなくなったり、遠景でピントがぼけてしまい、本発明の目的を達成できなくなる。

【0058】

したがって、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、画素ピッチ P に対して条件式(3)を満たす有効 F ナンバーの対物光学系を使用することが望ましい。また、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を用いた撮像ユニットにおいては、画素ピッチ P に対して条件式(6)を満たす有効 F ナンバーの対物光学系を使用することが望ましい。

10

【0059】

なお、請求項1、請求項2、請求項3において、条件式(1)～条件式(3)は、何れかあるいは全てが下記条件式(1)'～条件式(3)'を満たすように構成すると、撮像ユニットの拡大倍率と分解能のバランスが良く、さらに好適である。

条件式(1)' $390 < IH/P < 510$

条件式(2)' $390 < FI/P < 510$

条件式(3)' $3000 \times P < Fno. < 4200 \times P$

また、請求項4、請求項5、請求項6において、条件式(4)～条件式(6)は、何れかあるいは全てが下記条件式(4)'～条件式(6)'を満たすように構成すると、撮像ユニットの拡大倍率と分解能のバランスが良く、さらに好適である。

20

条件式(4)' $260 < IH/P < 340$

条件式(5)' $260 < FI/P < 340$

条件式(6)' $2000 \times P < Fno. < 2800 \times P$

本発明による内視鏡は、前述の条件を満たす固体撮像素子および対物光学系により構成されることが必須であるが、対物光学系の結像面近傍に配置する、固体撮像素子の撮像面位置も規定する必要がある。

【0060】

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を使用する場合、空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFが10%以上である場合、錯乱円径が許容錯乱円径を超えず、被写界深度内とみなすことができるため、固体撮像素子の撮像面と対物光学系の光軸が垂直で、かつ、物体距離4mmにおける、空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFと、物体距離50mmにおける、空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFが、ともに10%以上となる位置に、上記固体撮像素子の撮像面を配置するのが望ましい。

30

【0061】

あるいは、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を使用する場合、空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上のMTFが10%以上である場合、錯乱円径が許容錯乱円径を超えず、被写界深度内とみなすことができるため、固体撮像素子の撮像面と対物光学系の光軸が垂直で、かつ、物体距離4mmにおける、空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上のMTFと、物体距離50mmにおける、空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上のMTFが、ともに10%以上となる位置に、上記固体撮像素子の撮像面を配置するのが望ましい。

40

【0062】

あるいは、前述の条件式(1)～(3)にあてはまる画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子と対物光学系の組合せ、または条件式(4)～(6)にあてはまる各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子と対物光学系の組合せにより構成され、固体撮像素子の撮像面と対物光学系の光軸が垂直で、光軸上(画像中心)での解像力が25本/mm以上である物体側の範囲を $d1$ 、光軸上(画像中心)での解像力が2本/mm以上である物体側の範囲を $d2$ としたとき、光軸上で対物光学系の先端面から3.5mmの位置にある物点は $d1$ 、 $d2$ の両方に含まれ、光軸上で対物光学系の先端面から50mmの位置にある物点は $d2$ にのみ含まれるよ

50

うな位置に上記固体撮像素子の撮像面を配置するのが望ましい。

【0063】

3.5mmの位置にある物点が、解像力が2本/mm以上である物体側の範囲(d2)に含まれ、かつ解像力が25本/mm以上である物体側の範囲(d1)に含まれるように固体撮像素子の撮像面を配置したことで、例えば、医療用の内視鏡装置では、大腸ピットパターン等、生体組織の微細構造が観察可能となり、病変部の正確な診断や処置を行う場合に有用である。更に、50mmの位置にある物点が、解像力が2本/mm以上である物体側の範囲(d2)に含まれることで、遠景を観察する場合にも鮮明な画像が得られるので、生体内部を広範囲に観察しながらスクリーニングを行うとともに、内視鏡挿入部先端を観察したい部位まで導く操作を容易に行うことができる。

10

【0064】

あるいは、前述の条件式(1)~(3)にあてはまる画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子と対物光学系の組合せ、または条件式(4)~(6)にあてはまる各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子と対物光学系の組合せにより構成され、固体撮像素子の撮像面と対物光学系の光軸が垂直で、物体距離が4mmのとき、35 μ m以上の分解能を有し、物体距離が50mmのとき、0.45mm以上の分解能を有するような位置に上記固体撮像素子の撮像面を配置するのが望ましい。

【0065】

物体距離4mmにおいて、35 μ m以上の分解能を有することで、例えば、医療用内視鏡装置では、大腸ピットパターン等、生体組織の微細構造が観察可能となり、病変部の正確な診断や処置を行う場合に有用である。更に、物体距離50mmにおいて、0.45mm以上の分解能を有することで、遠景を観察する場合にも鮮明な画像が得られるので、生体内部を広範囲に観察しながらスクリーニングを行うとともに、内視鏡挿入部先端を観察したい部位まで導く操作を容易に行うことができる。

20

【0066】

上記のように対物光学系と固体撮像素子を配置することで、遠景から近点まで、連続的な広い被写界深度を有し、かつ3~4mmといった使いやすい距離で、高い分解能を有する鮮明な画像が得られる。

【0067】

また、内視鏡挿入部先端から4mmの距離まで処置用チャンネルを通して生検鉗子等の処置具を突出させた際に、処置具の少なくとも一部が撮像ユニットの視野内に入るように撮像ユニットと処置用チャンネルを配置することで、生体組織の微細構造を観察しながら組織の採取等を行うことができるようになる。これにより、病変部の処置精度を向上させることができる。

30

【0068】

上記のような構成とすることで、本発明による内視鏡は、以下のような効果が得られる。

- ・遠景が観察可能なため、スコープの挿入及びスクリーニングが行いやすい
- ・遠景が観察可能なため、拡大観察したい部位へのアプローチがスムーズに行える
- ・3~4mmといった使いやすい距離で、高い分解能を有する拡大画像が得られる
- ・拡大観察時、遠景側は連続的に被写界深度内であるため、被写体を見失いにくい
- ・ズーム等の煩雑な操作が不要なため、操作が容易
- ・撮像ユニットに可動部がないため、挿入部外径を細く構成することができる。
- ・撮像ユニットに可動部がないため、製造コストを低く抑えられる
- ・拡大画像を観察しながら処置具が視野内に入るため、精度の高い処置が行える

40

【発明の効果】

【0069】

以上説明したように、本発明によれば、遠景が観察可能なためスクリーニングおよび拡大観察したい部位へのスムーズなアプローチを行うことができ、ズーム等の煩雑な操作を行うことなく被写体に3~4mm程度まで近接して拡大観察を行うことができ、さらに拡

50

大観察しながら処置具による処置を行うことができる、挿入部外径が細く、製造コストが低い内視鏡および内視鏡装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0070】

本発明の内視鏡の実施例として、対物光学系のデータおよび固体撮像素子のデータを示す。但し、IHは最大像高、Pは固体撮像素子の画素ピッチ、FIは対物光学系の焦点距離、Fno.は開口比、 2θ は視野角、Rは各レンズ面の曲率半径、Dは各レンズの肉厚およびレンズ間隔、Neはe線での屈折率、Vdはアッペ数を示す。

【0071】

また比較のため、以下に従来の内視鏡の対物光学系および固体撮像素子として2例のデータを示す。 10

[従来例1]

各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子

IH=0.76mm P=0.0044mm IH/P=173

対物光学系

FI=0.77698mm Fno.=6.457 $2\theta=133.6^\circ$

FI/P=177 $1600 \times P=6.4$ $2800 \times P=11.2$

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.30	1.88814	40.8
2	0.523	0.31		
3		0.30	1.51825	64.1
4		0.17		
5	2.952	0.97	1.73234	54.7
6	-1.102	0.08		
7	(絞り)	0.03		
8		0.50	1.51563	75.0
9		0.15		
10	2.610	0.88	1.73234	54.7
11	-0.812	0.23	1.85504	23.8
12	-7.637	0.38		
13		0.75	1.51825	64.2
14		0.01	1.5119	64.1
15		0.60	1.52194	64.1
16		0.00		

図16に従来例1の対物光学系の断面図を示した。

【0072】

従来例1は、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を用いた従来の内視鏡装置の例である。

【0073】

最高解像力は、物体距離3.0mmにおいて24本/mmであり、解像力25本/mm以上となる範囲を有していない。光軸上の解像力が2本/mm以上である物体側の範囲は0~33mmである。また、物体距離が4mmのときの分解能は49 μ m、物体距離が50mmのときの分解能は0.57mmである。被写界深度は、3.0mm~無限遠である。 40

【0074】

従来例1は条件式(4)、条件式(5)による範囲を下回る場合である。この場合、被写界深度は広く取れるものの、同じ物体距離で比較すると、分解能は本発明による内視鏡装置より低くなってしまふ。

【0075】

Fno.をさらに大きくして近点側の被写界深度をさらに伸ばし、さえに物体に近寄れば、より高い分解能を得ることが可能であるが、その際、物体との距離が近くなりすぎるため 50

、扱いにくくなる。また、拡大観察時、処置具が視野内に入らなくなる。

[従来例 2]

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子

IH=1.24mm P=0.00205mm IH/P=605

対物光学系

FI=1.29838mm Fno.=8.532 2 =141.6°

FI/P=633 2400×P=5.28 4200×P=9.24

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.47	1.51825	64.1
2	0.951	0.14		
3	(絞り)	0.03		
4	-2.880	1.07	1.69979	55.5
5	-0.844	0.05		
6	3.225	0.67	1.69979	55.5
7	-1.551	0.28	1.93305	21.3
8	-11.120	0.43		
9		0.90	1.52591	65.6
10		0.50	1.53211	60.0
11		0.40	1.5432	40.0
12		0.00		

10

20

図 17 に従来例 2 の対物光学系の断面図を示した。

【 0 0 7 6 】

従来例 2 は、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた従来の内視鏡装置の例である。

【 0 0 7 7 】

光軸上の解像力 25 本/mm 以上である物体側の範囲は 5.8mm ~ 8.0mm、光軸上の解像力が 2 本/mm 以上である物体側の範囲は 0 ~ 100mm である。また、物体距離が 4mm は被写界深度外である。物体距離が 50mm のときの分解能は 0.25mm である。被写界深度は、6.5mm ~ 50mm である。

【 0 0 7 8 】

30

従来例 2 は条件式 (1)、条件式 (2) による範囲を上回る場合である。同じ物体距離で比較すると、分解能は本発明による内視鏡より高くなるものの、被写界深度が狭くなるため、被写体に近寄るとピントボケが生じてしまう。

【 0 0 7 9 】

Fno. をさらに大きくすると、対物光学系による回折像の大きさが固体撮像素子の許容錯乱円を超えてしまうため、被写界深度内での像のコントラストが低下してしまう。

【 0 0 8 0 】

したがって、拡大してみたい部位があっても、近寄ろうとするとピントボケになってしまい、本発明の目的を達成できない。

40

[実施例 1]

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子

IH=1.442mm P=0.003mm IH/P=481

対物光学系

FI=1.47866mm Fno.=11.710 2 =132.3°

FI/P=493 2400×P=7.2 4200×P=12.6

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.40	1.88814	40.8
2	1.080	0.62		
3		0.43	1.52498	59.9

50

4		0.25		
5	5.251	2.19	1.79196	47.4
6	-2.733	0.03		
7	(絞 り)	0.03		
8		0.60	1.51965	75.0
9		1.14		
10	4.500	1.60	1.73234	54.7
11	-1.870	0.43	1.93429	18.9
12	-5.513	1.35		
13		1.00	1.51825	64.1
14		0.01	1.51193	63.0
15		1.00	1.6135	50.2
16		0.00		

10

図 8 に実施例 1 の対物光学系の断面図を示した。

【 0 0 8 1 】

実施例 1 は、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた医療用内視鏡装置の実施例である。

【 0 0 8 2 】

物体距離 4 mm における空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上の M T F は、12.6%、物体距離 50 mm における空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上の M T F は、10.8% である。

20

【 0 0 8 3 】

また、光軸上の解像力 25 本/mm 以上である物体側の範囲は 3.2mm ~ 5.5mm、光軸上の解像力が 2 本/mm 以上である物体側の範囲は 0 ~ 80mm である。

【 0 0 8 4 】

また、物体距離が 4mm のときの分解能は $29 \mu m$ 、物体距離が 50mm のときの分解能は 0.31mm である。

【 0 0 8 5 】

したがって、実施例 1 による内視鏡装置は、請求項 1、請求項 2、請求項 3 の条件を満たしている。

【 0 0 8 6 】

30

また、内視鏡先端部は図 10、図 11 に示すような構成になっている。図 10 は、内視鏡挿入部先端面を正面から見た図であり、図 11 は、図 10 における B - B 線断面図である。内視鏡挿入部先端面から被写体に向かって、撮像ユニット 10 の右下 30° (図 10 では左下 $= 30^\circ$) の方向に、撮像ユニットの光軸から 5.5mm 離れた位置に、処置用チャンネルの中心が配置されている。この方向の半画角は 59.2° 、対物光学系の第 1 レンズ表面 (最も物体側の面) の光線高 H は 1.01mm であり、処置具を 2.68mm 以上突出させると処置具先端が視野範囲に入ることになり、請求項 7 の条件を満たしている。

【 0 0 8 7 】

実施例 1 による内視鏡装置は、被写界深度の遠点側が 60mm、被写界深度の近点側が 3.7mm である。

40

【 0 0 8 8 】

遠景では、体内への挿入、病変部のスクリーニングに十分な性能を有している。また、近点側は、3.7mm で $28 \mu m$ の分解能を有しており、大腸ピットパターン等の拡大観察を行うことが可能である。

【 0 0 8 9 】

この際、遠景側は連続的に被写界深度内であるため、拡大観察したい部位へのアプローチがスムーズに行える上に、被写体を見失いにくいという特徴がある。

【 0 0 9 0 】

さらに、ズーム式の撮像ユニットを備えた内視鏡のようなズーミングの操作が不要なため、スコープの操作が容易である。

50

【0091】

また、撮像ユニットに可動部がないため、ズーム式の撮像ユニットを備えた内視鏡と比較して、挿入部外径が細く、製造コストも低い。また、拡大画像を観察しながら処置具が視野内に入るため、精度の高い処置が行うことができる。

【0092】

また、実施例1は、条件式(1)'～条件式(3)'をも満たしている。

【0093】

これにより、実施例1による内視鏡は、物体距離3.7mmにおいて $28\mu\text{m}$ の分解能を有し、このとき、固体撮像素子の表示エリアの水平方向の幅を2.4mm、モニタ上に写る画像の水平方向の幅を320mmとすると、モニタ上での倍率が45倍となり、動作距離と分解能、倍率のバランスが非常に良くなるため、さらに好適である。

10

[実施例2]

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子

$IH=1.676\text{mm}$ $P=0.0035\text{mm}$ $IH/P=479$

対物光学系

$FI=1.58676\text{mm}$ $Fno.=12.965$ $2\theta=162.6^\circ$

$FI/P=453$ $2400\times P=8.4$ $4200\times P=14.7$

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.50	1.88814	40.8
2	1.260	0.78		
3		0.50	1.52498	59.9
4		0.35		
5	7.625	2.65	1.79196	47.4
6	-2.820	0.04		
7	(絞り)	0.03		
8		0.75	1.51965	75.0
9		1.45		
10	4.878	1.78	1.73234	54.7
11	-2.485	0.50	1.93429	18.9
12	-9.120	1.15		
13		1.20	1.51825	64.1
14		0.01	1.51193	63.0
15		1.00	1.61379	50.2
16		0.00		

20

30

図12に実施例2の対物光学系の断面図を示した。

【0094】

実施例2は、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた内視鏡装置の実施例である。

【0095】

40

物体距離4mmにおける空間周波数 $1/(3\times P)$ での光軸上のMTFは、15.4%、物体距離50mmにおける空間周波数 $1/(3\times P)$ での光軸上のMTFは、13.9%である。

【0096】

光軸上の解像力25本/mm以上である物体側の範囲は2.9mm～4.9mm、光軸上の解像力が2本/mm以上である物体側の範囲は0～80mmである。

【0097】

また、物体距離が4mmのときの分解能は $32\mu\text{m}$ 、物体距離が50mmのときの分解能は0.34mmである。

【0098】

したがって、実施例2による内視鏡装置は、請求項1、請求項2、請求項3の条件を満

50

たしている。

【 0 0 9 9 】

実施例 2 は、視野角が 162.6° であり、一度に広い範囲を観察することができるという特徴を有している。したがって、例えば医療用内視鏡装置として用いた場合、遠景では、広い視野を有するため病変部のスクリーニングに適しており、さらに、 3.2mm で $28\mu\text{m}$ の分解能を得ることができるため、大腸ピットパターン等の拡大観察を行うことが可能な内視鏡装置を構成することができる。

[実施例 3]

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子

10

IH=1.3mm P=0.0025mm IH/P=520

対物光学系

FI=1.33785mm Fno.=10.003 $2\theta=132.1^{\circ}$

FI/P=535 $2400\times P=6.0$ $4200\times P=10.5$

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.40	1.77067	71.7
2	0.977	0.57		
3		0.40	1.52498	59.9
4		0.84		
5	(絞り)	0.03		
6		1.90	1.81078	40.9
7	-2.192	0.10		
8	3.168	1.68	1.51825	64.1
9	-1.676	0.39	1.93429	18.9
10	-5.048	0.10		
11		0.60	1.51965	75.0
12		1.16		
13		1.00	1.51825	64.1
14		0.03	1.5119	64.1
15		1.00	1.61379	50.2
16		0.00		

20

30

図 1 3 に実施例 3 の対物光学系の断面図を示した。

【 0 1 0 0 】

実施例 3 は、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた内視鏡装置の実施例である。

【 0 1 0 1 】

物体距離 4 mmにおける空間周波数 $1/(3\times P)$ での光軸上の M T F は、9.2%、物体距離 50 mmにおける空間周波数 $1/(3\times P)$ での光軸上の M T F は、10.6%である。

【 0 1 0 2 】

光軸上の解像力25本/mm以上である物体側の範囲は3.7mm~6.0mm、光軸上の解像力が2本/mm以上である物体側の範囲は0~85mmである。

40

【 0 1 0 3 】

また、物体距離が4mmのときの分解能は $30\mu\text{m}$ 、物体距離が50mmのときの分解能は0.28mmである。

【 0 1 0 4 】

したがって、実施例 3 による内視鏡装置は、請求項 3 の条件を満たしている。

【 0 1 0 5 】

実施例 3 は、IH/P、FI/P、Fno.の各パラメータが、条件式(1)、条件式(2)、条件式(3)において規定した範囲内の上限近くにある例である。

【 0 1 0 6 】

50

実施例 3 による内視鏡装置は、近点側の被写界深度が4.2mmとなりやや近接しにくくなるものの、4.2mmにおいて $27\mu\text{m}$ という分解能が得られ、本発明による目的を十分に満たすことができる。また、固体撮像素子の画素数が比較的多いため、高精細な画像が得られるという特徴がある。

[実施例 4]

画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子

IH=1.32mm P=0.004mm IH/P=330

対物光学系

FI=1.27394mm Fno.=10.326 $2\theta=125.9^\circ$

FI/P=318 $2400 \times P=9.6$ $4200 \times P=16.8$

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.20	1.57392	53.0
2	0.422	0.21		
3	2.189	0.49	1.81264	25.4
4	(絞リ)	0.03		
5		0.60	1.48915	70.2
6	-0.731	0.15		
7		0.63	1.54212	59.5
8	-0.705	0.21	1.81264	25.4
9	-1.342	0.82		
10		0.60	1.51825	64.1
11		0.03		
12		1.80	1.51825	64.1
13		0.00		

図 14 に実施例 4 の対物光学系の断面図を示した。

【0107】

実施例 4 は、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を用いた内視鏡装置の実施例である。

【0108】

物体距離 4 mmにおける空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFは、24.8%、物体距離 50 mmにおける空間周波数 $1/(3 \times P)$ での光軸上のMTFは、11.5%である。

【0109】

光軸上の解像力25本/mm以上である物体側の範囲は3.2mm～3.9mm、光軸上の解像力が2本/mm以上である物体側の範囲は0～55mmである。

【0110】

また、物体距離が4mmのときの分解能は $38\mu\text{m}$ 、物体距離が50mmのときの分解能は0.47mmである。

【0111】

したがって、実施例 4 による内視鏡装置は、請求項 1、請求項 2 の条件を満たしている。

【0112】

実施例 4 は、IH/P、FI/P、Fno.の各パラメータが、条件式(1)、条件式(2)、条件式(3)において規定した範囲内の下限近くにある例である。

【0113】

実施例 4 による内視鏡装置は、3.3mmにおいて $32\mu\text{m}$ という分解能が得られる。条件式(1)'、条件式(2)'、条件式(3)'を満たした場合と比べ、分解能はやや低くなるものの、本発明による目的を十分に満たすことができる。また、固体撮像素子の画素数が比較的少なく済むため、内視鏡挿入部の外径の細径化、先端硬質長の短縮化などが行い易いという点で有利である。

10

20

30

40

50

[実施例 5]

各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子

IH=1.05mm P=0.0035mm IH/P=300

対物光学系

FI=1.04272mm Fno.=8.625 2 =133.7°

FI/P=298 1600×P=5.6 2800×P=9.8

面No.	R	D	Ne	Vd
1		0.35	1.88814	40.8
2	0.557	0.50		
3	2.469	1.14	1.73234	54.7
4	-1.065	0.07		
5	(絞り)	0.03		
6		0.35	1.51563	75.0
7		0.03		
8		0.35	1.51563	75.0
9		0.32		
10	3.740	0.80	1.73234	54.7
11	-0.949	0.20	1.85504	23.8
12	-9.773	0.48		
13		0.86	1.51825	64.1
14		0.01	1.51193	63.0
15		0.70	1.52207	60.0
16		0.00		

10

20

図 15 に実施例 5 の対物光学系の断面図を示した。

【 0 1 1 4 】

実施例 5 は、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を用いた内視鏡装置の実施例である。

【 0 1 1 5 】

物体距離 4 mmにおける空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上の M T F は、14.3%、物体距離 50 mmにおける空間周波数 $1/(2 \times P)$ での光軸上の M T F は、11.6%である。

【 0 1 1 6 】

光軸上の解像力 25本/mm以上である物体側の範囲は 3.2mm～5.5mm、光軸上の解像力が 2本/mm以上である物体側の範囲は 0～80mmである。

【 0 1 1 7 】

また、物体距離が 4mmのときの分解能は 29 μ m、物体距離が 50mmのときの分解能は 0.34mmである。

【 0 1 1 8 】

したがって、実施例 5 による内視鏡装置は、請求項 4、請求項 5、請求項 6 の条件を満たしている。

40

【 0 1 1 9 】

実施例 5 による内視鏡装置は、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を使用しているため、照明光や、対物光学系内のフィルタを工夫することにより、容易に、蛍光観察、赤外光観察、狭帯域光観察といった特殊光観察に使用することができるといった特徴を有している。

【 0 1 2 0 】

また、実施例 5 による内視鏡装置は、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子を使用しているため、画素毎に色フィルタが配されたカラーの固体撮像素子を使用した内視鏡と比べて、少ない画素数で同じ仕様の撮像ユニットを構成できる。したがって、内視鏡挿入部の外径の細径化、先端硬質長の短縮化などが行い易いという点で有利である。

50

【 0 1 2 1 】

また近年、図 1 8 に示すように、画素配列の水平方向の 1 ライン毎に、画素の位置が水平方向の画素ピッチ PH に対して PH / 2 だけずれて配置された構造の固体撮像素子がある。このような固体撮像素子の場合、画素が縦横に格子配列された従来の固体撮像素子とは輝度信号の生成方法が異なり、出力される画像信号における分解能が、画素が縦横に格子配列された従来の固体撮像素子の 1.6 倍の画素数と同等との報告がなされている。(日本写真学会誌 63 (3) , 1-5 (2000))

従って、図 18 において斜め方向の画素ピッチを P' としたとき、以下の計算式により水平方向の画素ピッチ P に換算することで、本発明の内視鏡、および内視鏡装置に適用することができる。

10

【 0 1 2 2 】

$$P = P' \times 1.6$$

また、いわゆる 3 板式と呼ばれる、固体撮像素子を 3 個使用して 1 つの画像信号を生成する方式の場合について考える。

【 0 1 2 3 】

3 板式では、被写体からの光はプリズムにより 3 つに分けられ、R、G、B の 3 原色それぞれに対応する固体撮像素子に割り当てられる。各固体撮像素子では、各画素毎に、対応する色の輝度信号が生成される。そして、R の輝度信号、G の輝度信号、B の輝度信号の 3 つから、1 つの輝度信号と 1 つの色情報を得る。この際、IH/P、FI/P、Fno. の値は、3 個の固体撮像素子全て同じ値となる。

20

【 0 1 2 4 】

従って、3 板式の場合は、各画素毎に輝度信号が生成される固体撮像素子の場合と同様に考えれば、本発明の内視鏡、および内視鏡装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 5 】

【図 1】固体撮像素子の表示エリアの説明図である。

【図 2】別の固体撮像素子の表示エリアの説明図である。

【図 3】内視鏡装置の構成の概念図である。

【図 4】分解能の定義の説明図である。

【図 5】分解能の測定方法の説明図である。

30

【図 6】別の分解能の測定方法の説明図である。

【図 7】解像力の定義の説明図である。

【図 8】本発明の実施例 1 の対物光学系断面図である。

【図 9】本発明の実施例 1 の撮像ユニットの断面図である。

【図 10】本発明の実施例 1 の内視鏡挿入部を先端から見た図である。

【図 11】本発明の実施例 1 の内視鏡挿入部の断面図である。

【図 12】本発明の実施例 2 の対物光学系断面図である。

【図 13】本発明の実施例 3 の対物光学系断面図である。

【図 14】本発明の実施例 4 の対物光学系断面図である。

【図 15】本発明の実施例 5 の対物光学系断面図である。

40

【図 16】従来例 1 の対物光学系断面図である。

【図 17】従来例 2 の対物光学系断面図である。

【図 18】画素の配列が水平方向の 1 ライン毎に 1 / 2 水平ピッチずれて配置された固体撮像素子の説明図である。

【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

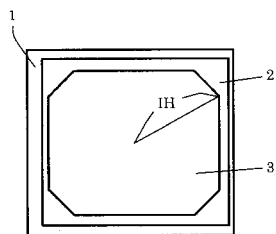
- 1 固体撮像素子
- 2 有効撮像エリア
- 3 表示エリア
- 4 内視鏡

50

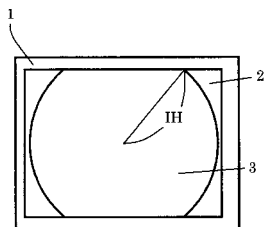
- 5 対物光学系
- 6 画像信号を処理する回路系
- 7 画像表示モニタ
- 8 エアリ円盤の半径
- 9 オシロスコープ
- 10 撮像ユニット
- 11 処置具挿通チャンネル
- 12 照明レンズ
- 13 送気送水ノズル
- 14 処置具
- 15 固体撮像素子の画素

10

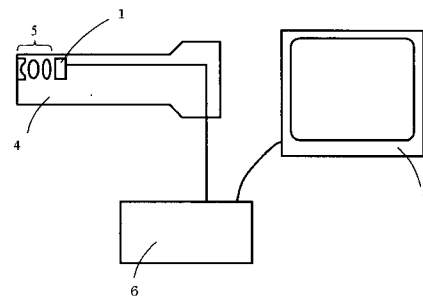
【図1】



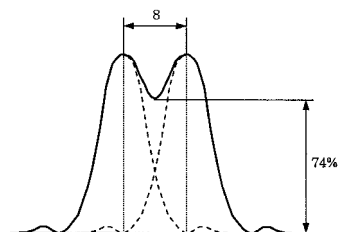
【図2】



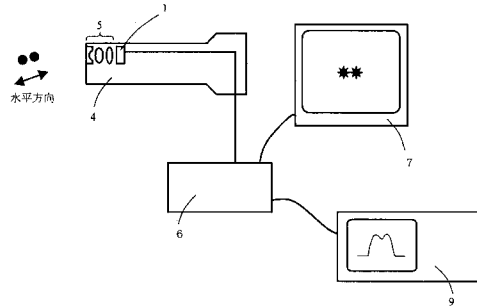
【図3】



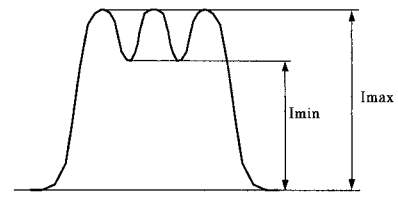
【図4】



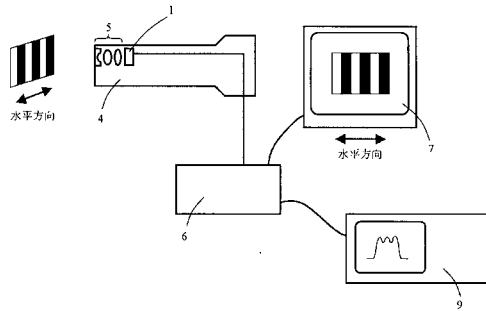
【図 5】



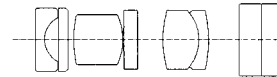
【図 7】



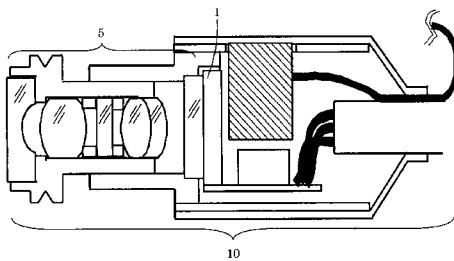
【図 6】



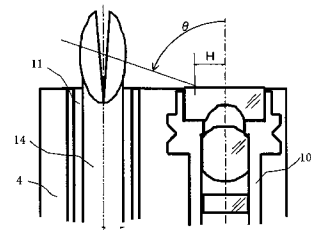
【図 8】



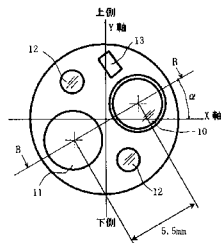
【図 9】



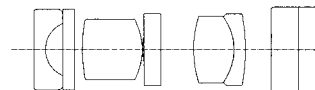
【図 11】



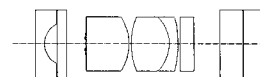
【図 10】



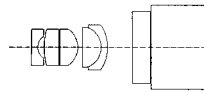
【図 12】



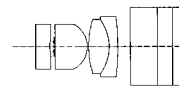
【図 13】



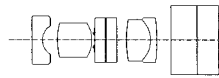
【図 14】



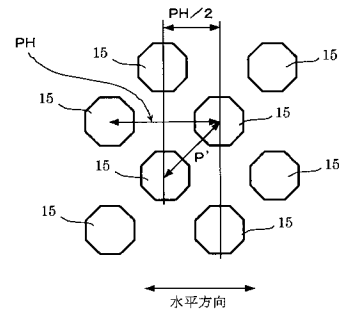
【図 17】



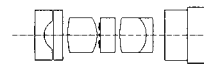
【図 15】



【図 18】



【図 16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-267002(JP,A)
特開平10-216077(JP,A)
特開2004-350848(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32
G02B 13/24
G02B 23/24 - 23/26

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜设备		
公开(公告)号	JP3967337B2	公开(公告)日	2007-08-29
申请号	JP2004145578	申请日	2004-05-14
[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	加藤貴之 条井一裕		
发明人	加藤 貴之 条井 一裕		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 G02B13/24 G02B23/26		
CPC分类号	G02B23/24 A61B1/00096 A61B1/04 G02B23/243		
FI分类号	A61B1/04.372 A61B1/00.300.Y G02B13/24 G02B23/26.C A61B1/00.715 A61B1/00.731 A61B1/04.531 A61B1/05		
F-TERM分类号	2H040/CA22 2H040/DA03 2H040/DA12 2H040/DA17 2H040/DA21 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA06 2H040/GA11 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB04 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/LL02 4C061/MM02 4C061/NN01 4C061/PP01 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/PP01		
其他公开文献	JP2005323874A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够对希望进行筛选和放大观察的部位进行平滑接近的内窥镜，并且在靠近被摄体的情况下进行放大观察约3至4mm，而不执行诸如变焦的复杂操作。并提供内窥镜设备。 解决方案：在具有物镜光学系统5的内窥镜和由固定成像元件1构成的固定焦点类型的成像单元中，其中为每个像素布置滤色器，固体成像元件是条件表达式（1），物镜光学系统满足条件表达式（2）和条件表达式（3），并且在物镜光学系统的物距4mm处的空间频率 $1/(3 \times P)$ 处的光轴上的MTF固定焦点类型，其特征在于，固态成像装置的成像表面设置在光轴上的MTF在物距50mm处的空间频率 $1/(3 \times P)$ 处均变为10%或更多的位置处。成像单元 条件表达式（1）： $300 < IH/P < 550$ ，条件表达式（2）： $300 < FI/P < 550$ ，条件表达式（3）： $2400 \times P < Fno. < 4200 \times P$ [选中图]图3

