

(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2007-313166

(P2007-313166A)

(43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 372	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	4C061
G02B 23/24 (2006.01)	G02B 23/24 B	
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-148017 (P2006-148017)  
 (22) 出願日 平成18年5月29日 (2006.5.29)

(71) 出願人 304050923  
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号  
 (74) 代理人 100118913  
 弁理士 上田 邦生  
 (74) 代理人 100112737  
 弁理士 藤田 考晴  
 (72) 発明者 五十嵐 勉  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ  
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内  
 Fターム(参考) 2H040 CA22 GA02 GA05  
 4C061 CC06 LL02 MM02 NN01 PP01  
 PP13

(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 高画質内視鏡に最適な同時式原色撮像ユニットと対物光学系を備えることにより、小型で高画質な内視鏡を提供することを目的とする。

【解決手段】 フォーカス調整機能を有する対物光学系4と、有効画素数30万以上の原色単板カラー全画素読み出し固体撮像素子とを有し、下記条件式(1)を満足する内視鏡1。

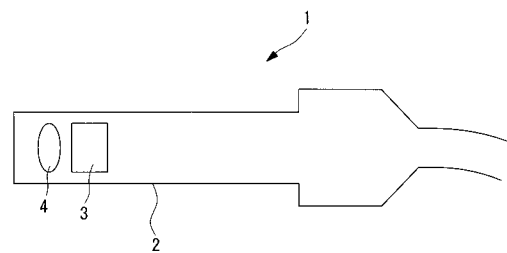
$$(1) \quad 1.95 < Fno/Pv < 2.4$$

ただし、

Pv : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[ μm ]、Fno : 対物光学系4のFナンバー

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フォーカス調整機能を有する対物光学系と、  
有効画素数 30 万以上の原色単板カラー全画素読み出し固体撮像素子とを有し、  
下記条件式 (1) を満足する内視鏡。

$$(1) \quad 1.95 < Fno / Pv < 2.4$$

ただし、

$Pv$  : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[  $\mu m$  ]

$Fno$  : 対物光学系の F ナンバー

10

## 【請求項 2】

フォーカス調整機能を有する対物光学系と、  
2 板撮像ユニットとを有し、

該 2 板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数 60 万以上の固体撮像素子 G と、  
赤色光と青色光とを撮像する有効画素数 60 万以上の固体撮像素子 RB とを備え、  
下記条件式 (1) を満足する内視鏡。

$$(1) \quad 1.95 < Fno / Pv < 2.4$$

ただし、

$Pv$  : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[  $\mu m$  ]

$Fno$  : 対物光学系の F ナンバー

20

## 【請求項 3】

フォーカス調整機能を有する対物光学系と、  
2 板撮像ユニットとを有し、

該 2 板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数 15 万以上の全画素読み出し固体  
撮像素子 G と、赤色光と青色光とを撮像し、前記固体撮像素子 G に対して水平・垂直両方  
向に約 1 / 2 ピッチ画素ずらして配置した有効画素数 15 万以上の全画素読み出し固体撮  
像素子 RB とを備え、

下記条件式 (2) を満足する内視鏡。

$$(2) \quad 1.95 < Fno / (Pv / 2) < 2.4$$

ただし、

$Pv$  : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[  $\mu m$  ]

$Fno$  : 対物光学系の F ナンバー

30

## 【請求項 4】

フォーカス調整機能を有する対物光学系と、  
3 板撮像ユニットとを有し、

該 3 板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数 15 万以上の全画素読み出し固体  
撮像素子 G と、赤色光を撮像し、前記固体撮像素子 G に対して水平・垂直両方向に約 1 /  
2 ピッチ画素ずらして配置した有効画素数 15 万以上の全画素読み出し固体撮像素子 R と  
、青色光を撮像し、前記固体撮像素子 R の画素配置に略一致するように配置した有効画素  
数 15 万以上の全画素読み出し固体撮像素子 B とを備え、

下記条件式 (2) を満足する内視鏡。

$$(2) \quad 1.95 < Fno / (Pv / 2) < 2.4$$

ただし、

$Pv$  : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[  $\mu m$  ]

$Fno$  : 対物光学系の F ナンバー

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、内視鏡に関し、特に外科手術に適した内視鏡に関するものである。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

内視鏡挿入部先端に固体撮像素子を搭載した所謂ビデオスコープでは、消化器分野でHDTV規格やPCフォーマットの高精細ビデオ信号を出力するシステムの商品化が本格化している。消化器分野ではフレーム周波数30Hz以下でも実用可能であるため、面順次方式や全画素読み出し原色単板カラー固体撮像素子などの原色撮像系使用により、高精細・高画質化が進めやすい。

## 【 0 0 0 3 】

これに対し、処置作業上フィールド周波数50Hz以上が要求される外科手術向けビデオスコープでは、高周波回路の先端実装制約が厳しく、従来は原色撮像系に対し画質が劣るフィールド読み出し型補色カラーCCDしか事実上の選択肢が存在しなかった。内視鏡外科手術分野でビデオスコープと競合する硬性鏡カメラシステムでは3板カメラシステムが最高画質を有するシステムであり、ビデオスコープは主に先端湾曲機構が必須とされる手技で使用され、それ以外の手技では画質優先で硬性鏡カメラシステムが標準的に使用される状況にある。

10

## 【 0 0 0 4 】

このように、機能的に有用性の高い先端湾曲機構付きビデオスコープを外科手術全般に使用するためには画質向上が最大の課題である。しかし、近年のデジタル家電向け固体撮像素子・駆動回路・処理系の発展により、高精細で表示周波数の高い同時式原色撮像ユニット（原色カラーCCD、多板撮像ユニット）が構築可能になり、それらの内視鏡先端実装が技術的に可能となりつつある。同時式原色撮像ユニットは従来の補色系以上の結像性能を対物光学系に要求するため、回折によるコントラスト、偽色、被写界深度等に関して従来以上の注意が必要である。

20

## 【 0 0 0 5 】

内視鏡で対物光学系と固体撮像素子仕様に言及した従来技術として以下が知られている。

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 1 9 4 5 8 2 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 2 6 7 0 0 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 2 - 2 8 1 2 6 号 公 報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 5 - 3 2 3 8 7 4 号 公 報

30

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、これら文献の実施例には固体撮像素子と対物光学系の仕様データが記載されているが、内視鏡に実装可能で高精細な同時式原色撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい仕様設定ではない。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、高画質内視鏡に最適な同時式原色撮像ユニットと対物光学系を備えることにより、小型で高画質な内視鏡を提供することを目的とする。

40

【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明は、フォーカス調整機能を有する対物光学系と、有効画素数30万以上の原色単板カラー全画素読み出し固体撮像素子とを有し、

条件式(1)  $1.95 < Fno/Pv < 2.4$

Pv: 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[  $\mu m$  ]

Fno: 対物光学系のFナンバー

50

を満足する内視鏡を提供する。

【0008】

また、本発明は、フォーカス調整機能を有する対物光学系と、2板撮像ユニットとを有し、該2板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数60万以上の固体撮像素子Gと、赤色光と青色光とを撮像する有効画素数60万以上の固体撮像素子RBとを備え、

$$\text{条件式(1)} \quad 1.95 < Fno / Pv < 2.4$$

Pv：固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[ $\mu\text{m}$ ]

Fno：対物光学系のFナンバー

を満足する内視鏡を提供する。

10

【0009】

また、本発明は、フォーカス調整機能を有する対物光学系と、2板撮像ユニットとを有し、該2板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数15万以上の全画素読み出し固体撮像素子Gと、赤色光と青色光とを撮像し、前記固体撮像素子Gに対して水平・垂直両方向に約1/2ピッチ画素ずらして配置した有効画素数15万以上の全画素読み出し固体撮像素子RBとを備え、

$$\text{条件式(2)} \quad 1.95 < Fno / (Pv / 2) < 2.4$$

Pv：固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[ $\mu\text{m}$ ]

Fno：対物光学系のFナンバー

を満足する内視鏡を提供する。

20

【0010】

また、本発明は、フォーカス調整機能を有する対物光学系と、3板撮像ユニットとを有し、該3板撮像ユニットが、緑色光を撮像する有効画素数15万以上の全画素読み出し固体撮像素子Gと、赤色光を撮像し、前記固体撮像素子Gに対して水平・垂直両方向に約1/2ピッチ画素ずらして配置した有効画素数15万以上の全画素読み出し固体撮像素子Rと、青色光を撮像し、前記固体撮像素子Rの画素配置に略一致するように配置した有効画素数15万以上の全画素読み出し固体撮像素子Bとを備え、

$$\text{条件式(2)} \quad 1.95 < Fno / (Pv / 2) < 2.4$$

Pv：固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[ $\mu\text{m}$ ]

Fno：対物光学系のFナンバー

を満足する内視鏡を提供する。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、点分離型の光学ローパスフィルタに頼らずに偽色を軽減し、かつ、輝度再現性の劣化を抑制する同時式原色撮像ユニットと対物光学系を備えることにより、小型で高画質にすることができるといった効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

〔第1の実施形態〕

以下、本発明の第1の実施形態に係る内視鏡1について、図1～図3を用いて説明する。

本実施形態に係る内視鏡1は、図1に示されるように、挿入部2の先端に撮像ユニット3と対物光学系4とを備えている。撮像ユニット3は、全画素読み出し型で原色ベイヤー型のフィルタ配列を有する単板カラー固体撮像素子であり、この固体撮像素子の有効画素数は、後述する入力画像と同じ691200となる。

また、本実施形態に係る内視鏡1は、下記条件式(1)を満足している。

$$1.95 < Fno / Pv < 2.4 \quad (1)$$

ただし、

40

50

Pv : 固体撮像素子の垂直方向画素ピッチ

[ $\mu\text{m}$ ]

Fno : 対物光学系のFナンバー

なお、フィルタ配列の補間演算は、水平垂直両方向の単純平均を用いる。

【0013】

ここで、本発明における画質の評価の原理について、図3、図4および図6を用いて、以下に説明する。

図3、図4および図6において、縦軸は、撮像ユニットの輝度成分Y、色差成分R - Yおよび色差成分B - Yの再現性エラー率(図上では「Error ratio」)を示し、横軸は、対物光学系のFnoを示している。

【0014】

対物光学系4と撮像ユニット3は、入力画像と出力画像の間における画像変換フィルタと見なすことができ、以下2種類の論理演算に分類できる。

演算C : 光学系点像強度分布のコンポリューション演算

演算P : 撮像ユニット固有のプロセス演算

前記演算C・演算Pにより入出力特性が定まるため、入力画像に対する出力画像の変動を再現性エラーと見なせば画質変動の定量評価が可能となる。

【0015】

図3、図4および図6において、Y、R - YおよびB - Yの各エラー成分を以下の式で求める。

Yの再現性エラー率[%] :  $|Y_{out} - Y_{in}| / |Y_{in}|$

R - Yの再現性エラー率[%] :  $|(R_{out} - Y_{out}) - (R_{in} - Y_{in})| / |R_{in} - Y_{in}|$

B - Yの再現性エラー率[%] :  $|(B_{out} - Y_{out}) - (B_{in} - Y_{in})| / |B_{in} - Y_{in}|$

上記定義において、添え字「in」は入力画像を意味し、添え字「out」は出力画像を意味する。また、内の演算は画素毎に行い、は有効範囲の全画素で積算することを意味する。

【0016】

本発明では入力画像が正確に再現されることを画質が良いことと見なす。

また、Yの再現性エラー率が小さいことは輝度が空間周波数特性も含めて維持されることにつながり、解像力劣化・コントラスト劣化および偽解像が小さいことと見なせる。また、R - YおよびB - Yの再現性エラー率は色再現性が空間周波数特性も含めて維持されることにつながり、主に偽色の評価尺度として有用である。なぜなら、偽色が強く発生した画素は色差成分の変動が大きくなるため、その総和に基づくR - YおよびB - Yの再現性エラー率は偽色の多さを示すためである。

【0017】

また、上記演算Pの色差処理は画像全体としての色再現性に影響を与えないようにするため、低空間周波数領域からの色変動に影響する色マトリクスやガンマなどの不必要なチューニングを一切行わないことが前提である。

なお、演算Cおよび演算Pが共に無処理の場合は入力画像と出力画像が等しくなるため、再現性エラー率は3種類共0%となり、最も画質が良いこととなる。

【0018】

また、対物光学系4を無収差の理想レンズと仮定した場合、点像強度分布は波長毎の回折により定まるため、演算Cとして理想レンズのベストフォーカス位置における点像強度分布を用いることでレンズ設計前に画質予測可能であり、点像強度分布を変動させるパラメータはFnoとなる。

【0019】

また、演算Pは撮像ユニット形式毎に論理的な補間演算方法がある程度定まっており、ガンマ・ペDESTAL・ニー・ホワイトバランス・色マトリクス・エンハンスなどの画像チューニングに類するパラメータを無視することで撮像方式別の論理的な画質劣化が評価可能である。

10

20

30

40

50

## 【0020】

また、入力画像の周波数成分や色成分により演算C・演算Pによる再現性エラー率は変動する。例えば、実験室評価で多用される白黒やグレースケールのチャートは色差成分を有さないため、実用画質としての色差再現性エラー率評価には適さない。よって、図3、図4および図6の算出時の入力画像は血管等の中～高周波成分を適度に含む生体内画像をデジタル記録したものをを用いる。

## 【0021】

また、前記デジタル画像は、正方画素で画素数691200画素（水平960画素・垂直720画素）、RGB各8ビット階調を用い、入力画像と同条件の出力画像を得ることを前提とする。前記出力画像はXGA解像度（水平1024画素・垂直768画素）のPCモニターにほぼフルサイズ表示可能なものであり、NTSC/PALより高解像と見なせる。また、光学系の演算Cに関連する条件として、入力画像の水平および垂直画素ピッチ2.1 $\mu$ mと仮定し、コンボリューションは7 $\times$ 7を用いる。

10

なお、図3、図4および図6ではFnoが3から10の範囲で0.5刻みで再現性エラー率をプロットしている。

## 【0022】

以下、本発明との比較のため、参考例1および参考例2について、図4～図6を用いて説明する。

## 〔参考例1〕

参考例1は、理想的な撮像ユニットとして3枚撮像ユニットで画素ずらし無しとした全画素読み出しの固体撮像素子を備えている。参考例1において、各固体撮像素子の有効画素数は入力画像と同じ691200に相当する。なお、この系では撮像ユニットによる演算Pは無処理と見なせるため、演算Cによる回折の影響のみがグラフ化されている。

20

## 【0023】

参考例1に係る撮像ユニットにおいては、図4に示すように、再現性エラー率は輝度成分Yも色差成分R-Yおよび色差成分B-Yも共にFnoに対し単調増加傾向であり、Fnoが大きくなるとボケが増加するほど輝度・色差の再現性が共に劣化する。

また、Fnoが3.0で輝度成分Y、色差成分R-Yおよび色差成分B-Yの各再現性エラー率がそれぞれほぼ0%となり、Fno3.0以下で収差を除去すれば画質劣化しないことがわかり、本撮像ユニットに対してはFnoの小さい明るい対物光学系ほど画質良好であることがわかる。

30

## 【0024】

また、低Fno化による被写界深度低下への対策としては対物光学系のフォーカス機能が必須と言える。本撮像ユニット仕様でフレーム周波数60Hzを得るには固体撮像素子駆動周波数が単線読み出しで41MHzを超えるため、それを3板ユニットとして高密度実装すると発熱が課題となることは必至である。

## 【0025】

以上説明したように、参考例1は撮像ユニットとしての画質に優れる明るい収差のとれたフォーカス機能付き対物光学系との組み合わせが望ましいが、ビデオスコープに実装するのは極めて困難であり現実的でない。

40

## 【0026】

## 〔参考例2〕

参考例2は、撮像ユニットとしてインターレース補色単板カラー固体撮像素子を備えている。図5のCy、Ye、Mg、Gは夫々シアン、イエロー、マゼンタ、グリーンを意味する。また、参考例2において、固体撮像素子の有効画素数は入力画像と同じ691200に相当する。

## 【0027】

参考例2に係る撮像ユニットは、参考例1と大きく傾向が異なり、図6に示すように、輝度成分Yの再現性エラー率はFnoに対して変化が少なく、色差の再現性エラー率はFnoが大きいくほど改善される。また、各再現性エラー率の絶対値が図4に比べて格段に高

50

い。

【0028】

この傾向は補色単板方式が周辺4画素の加算で輝度情報を生成するため解像力が低く、かつ、周辺8画素の加減算で色差情報を生成するため偽色が著しいことを示すものであり、回折によるボケが小さくとも輝度再現性が高まらず、また、回折によるボケが大きくなるほどローパス作用が生じて偽色が低減する。

【0029】

図6から補色単板方式で光学ローパスフィルタを用いない場合は、Fnoを大きめに設定するのが望ましいことがわかる。また、Fnoを大きく設定できる本撮像ユニットでは被写界深度も広くできるため、フォーカス機能が必須とはならない。

10

【0030】

以上説明したように、参考例2は撮像ユニットとしての画質が低く、さほど高画質を要求しない内視鏡にてパンフォーカスの対物光学系と組み合わせるのには望ましいが、高解像度・高画質ビデオスコープ用の撮像ユニットとしては望ましくない。

以上、上記参考例1および参考例2では、画質と実装の両立が困難である。

【0031】

これに対して、第1の実施形態に係る内視鏡1においては、図3に示すように、撮像ユニット3が低Fno領域でのFnoの増加に対して、輝度成分Yの再現性エラー率は増加傾向にあり、色差の再現性エラー率は減少傾向にあり、上記参考例1および参考例2とは傾向が異なる。このように、輝度・色差のどちらの再現性エラー率を見ても、撮像ユニット3は参考例1に係る撮像ユニットよりエラー率が高く画質が劣るが、参考例2に係る撮像ユニットよりもエラー率が低く画質が優れていることがわかる。

20

【0032】

また、色差の再現性エラー率カーブは参考例2と同様に周辺画素との補間演算により偽色を発生することに起因しており、回折によるボケ増加に伴うローパス効果との関連で低Fno側ほど偽色が多く、高Fno側で偽色が低減し飽和傾向となる。また、上記参考例1および参考例2と異なり、内視鏡1においては、図3に示すように、Fnoに対して輝度・色差の再現性エラー率がトレードオフの関係にあるため、Fnoの中間域に適切なFnoが存在する。

【0033】

光学ローパスフィルタを使わずにFnoで輝度再現性と偽色のバランスをとる場合、輝度再現性を優先するならFno4.0程度、偽色低減を優先するならFno5.5程度であり、Fno4.0~5.5が必要条件に相当する範囲である。さらに、輝度再現性と偽色のバランスが最も望ましい範囲はFno4.5~5.0であり十分条件に相当する。

30

【0034】

上記2つのFno範囲と垂直画素ピッチPv(2.1μm)で規格化したFno/Pvを上記(1)式も含め、以下にまとめて記す。

【表 1】

	Fno	Fno/Pv [ $\mu\text{m}$ ]
必要条件	4.0~5.5	1.90~2.62
十分条件	4.5~5.0	2.14~2.38
(1)式	4.10~5.04	1.95~2.4

10

## 【0035】

20

Fno/Pvは画素ピッチ変動時にも再現性エラー率との相関を維持するためのパラメータであり、Fno/Pvが一定であればPv縮小時に回折によるボケ量も比例して減少することで再現性エラー率を維持できる。

なお、水平画素ピッチでなく垂直画素ピッチを用いた理由は画像フォーマットの基準として走査線数が重視されるためである。

## 【0036】

上記(1)式は必要条件と十分条件の中間に範囲を設定したものである。Fno/Pvが1.95を下回ると偽色が増えるため好ましくなく、2.4を上回ると輝度再現性が劣化するため好ましくない。

なお、撮像ユニット3は約1/7インチ程度の単板であるため、内視鏡1の先端に十分実装可能なサイズである。また、フレーム周波数60Hzを得るには単線読み出し駆動周波数41MHz以上が必要であるが、撮像ユニット3は、単板であることにより発熱の課題は小さく対策可能である。

30

## 【0037】

以上説明したように、撮像ユニット3は、参考例2の補色型の撮像ユニットより高画質用途に適しており、かつ、参考例1の撮像ユニットのような致命的実装課題がない。

したがって、本実施形態に係る内視鏡1によれば、点分離型の光学ローパスフィルタに頼らずに偽色を軽減し、かつ、輝度再現性の劣化を抑制する同時式原色撮像ユニット3と対物光学系4を備えることにより、小型で高画質にすることができる。

## 【0038】

40

## 〔第2の実施形態〕

次に、以下、本発明の第2の実施形態に係る内視鏡について、図7~図8を用いて説明する。

本実施形態に係る内視鏡は、第1の実施形態に係る内視鏡1の単板カラー固体撮像素子に代えて、撮像ユニットとして原色ベイヤー型配列を45°回転させた配列に相当する所謂八ニカム型配列を有する単板カラー固体撮像素子を備えている。

## 【0039】

また、この固体撮像素子の有効画素数は入力画像の半分の345600を実画素と見なし、図7において空白である仮想画素については八ニカム配列や画素ずらし処理として広く知られた補間処理をかける。具体的にはRGBの低周波画像データと色別の位相差を利

50

用した輝度信号の高周波画像データを別々に生成し、それらを1:1の比率で加える。

【0040】

本撮像ユニットでは画素の隣接配列方向は45°方向であり、隣接配列方向の画素ピッチは $2.97\mu\text{m}$  ( $2.1\mu\text{m} \times \sqrt{2}$ )であるが、上記(1)式の $P_v$ を垂直方向画素ピッチと定義したので入力画像の垂直画素ピッチである $2.1\mu\text{m}$ を用いる。

また、図8に示すように、本撮像ユニットの再現性エラー率のグラフは原色ベイヤー型と同傾向であり、その理由は原色ベイヤーの場合と同様である。また、本撮像ユニットでも望ましい $F_n o$ 範囲は第1の実施形態と同様として差し支えない。よって、望ましい $F_n o / P_v$ の範囲は第1の実施形態と同じく上記(1)式として問題ない。

【0041】

以上説明したように、本撮像ユニットは固体撮像素子の駆動周波数が第1の施例形態の撮像ユニット3の1/2ですみ、致命的な実装課題はない。また、本撮像ユニットは隣接配列方向画素ピッチが前記撮像ユニット3よりも大きいため画素開口を大きくして感度を向上しやすい。

したがって、本実施形態に係る内視鏡によれば、第1の実施形態に係る内視鏡1と同様に、点分離型の光学ローパスフィルタに頼らずに偽色を軽減し、かつ、輝度再現性の劣化を抑制する同時式原色撮像ユニットと対物光学系を備えることにより、小型で高画質にすることができる。

【0042】

〔第3の実施形態〕

以下、本発明の第3の実施形態に係る内視鏡について、図8～図10を用いて説明する。

本実施形態に係る内視鏡は、撮像ユニットとして、第1の実施形態に係る内視鏡の撮像ユニット3に代え、2板撮像ユニットで斜め画素ずらしを行った全画素読み出し固体撮像素子の撮像ユニット5を備えている。撮像ユニット5は例えば図9に示すように2枚の固体撮像素子6と色分解プリズム7とを備えている。

【0043】

図10で固体撮像素子Gに相当するのは(a)である。なお、色分解プリズムで緑色光を分離するため固体撮像素子Gへのオンチップフィルタ設置は必須ではない。また、固体撮像素子RBに相当するのは(b)であり赤色光と青色光を画素毎に撮像するためのオンチップフィルタを配置し、フィルタ配列は市松状とする。

【0044】

なお、図10(a)および図10(b)の空白画素は画素ずらしの水平・垂直1/2ピッチ分の位相ずれを表現するため便宜上残したものであり、それら画素配列の論理合成結果は図10(c)となり、図8と完全に同一となる。よって、演算Pは論理的に第2の実施形態と同一となり図8の再現性エラー率グラフも本実施形態に流用可能である。

【0045】

本実施形態において、2板の各固体撮像素子の有効画素数は入力画像の1/4である172800であり、各固体撮像素子の垂直画素ピッチ $P_v$ は入力画像の垂直画素ピッチ $2.1\mu\text{m}$ の2倍である $4.2\mu\text{m}$ となる。この場合も好ましい $F_n o$ の範囲は第1の実施形態および第2の実施形態の撮像ユニットと何ら変わらないが、固体撮像素子の垂直画素ピッチ表現が変わるため、上記(2)式を用いる。

なお、(2)式は、上記(1)式の $P_v$ を( $P_v / 2$ )に置き換えただけであり、満たすべき範囲に変更はない。

【0046】

また、撮像ユニット5は固体撮像素子の駆動周波数が第1の実施形態の撮像ユニット3の1/4、第2の実施形態の撮像ユニットの1/2ですむため、さらに高画質化する余裕がある。例えば、2板の各固体撮像素子の有効画素数は、夫々水平960×垂直540とすることでフル規格のHD画像(水平1920×垂直1080)を生成できる。

【0047】

10

20

30

40

50

また、その状態でフレーム周波数60Hzでの単線読み出し駆動周波数は31MHzとなり、前記撮像ユニット3よりも高精細化できる余力がある。また、撮像ユニット5は画素ピッチが第1の実施形態および第2の実施形態の撮像ユニットよりも大きくとれるため画素開口を大きくして感度を向上しやすい。さらに2板撮像ユニットは3板撮像ユニットよりも小型化できる。

以上説明したように、本実施形態に係る内視鏡によれば、第1の実施形態および第2の実施形態に係る内視鏡よりさらに小型で高画質にすることができる。

【0048】

〔第4の実施形態〕

次に、以下、本発明の第4の実施形態に係る内視鏡について、図11および図12を用いて説明する。 10

本実施形態に係る内視鏡は、撮像ユニットとして、第1の実施形態に係る内視鏡の撮像ユニット3に代え、2板撮像ユニットでインターレース読み出し固体撮像素子を備えている。図11で固体撮像素子Gに相当するのは(a)である。なお、第3の実施形態と同様に、固体撮像素子Gへのオンチップフィルタ設置は必須ではない。

【0049】

固体撮像素子RBに相当するのは図11(b)であり赤色光と青色光を画素毎に撮像するためのオンチップフィルタを配置するが、フィルタ配列は垂直ストライプ状としインターレース読み出し時に垂直2画素を混合可能とする。

図11(c)の論理合成結果で各画素でGB、または、GRの2原色の撮像情報が取得可能であるが、不足するR・B情報は水平方向隣接実画素の単純平均を用いる。 20

【0050】

本実施形態において、各固体撮像素子の有効画素数は入力画像と同じ691200であり、Pvは2.1μmとなる。また、再現性エラー率のグラフは第1の実施形態の原色ベイヤー型とほぼ同等であり、望ましい範囲は第1の実施形態の(1)式をそのまま適用できる。

なお、2板で総画素数が増えたにもかかわらず単板原色ベイヤー型との差が小さい理由はインターレース垂直2画素混合により垂直解像度が低下しているためである。

【0051】

以上説明したように、本撮像ユニットは画質面で原色ベイヤー型と大差ないが、インターレースの採用により外科手術で実用可能なフィールド周波数60Hzにおいて単線読み出し駆動周波数を21MHz程度に抑えることが可能となる。よって、駆動周波数だけを見れば、さらに画素数を増やして高精細化できる余力を有する。また、本撮像ユニットは画素ピッチが第1の実施形態の撮像ユニット3と同じであるが、2画素混合読み出しであるため前記撮像ユニット3の約2倍の感度が得られる。 30

したがって、本実施形態に係る内視鏡によれば、小型で、第1の実施形態に係る内視鏡1よりさらに高画質にすることができる。

【0052】

〔第5の実施形態〕

以下、本発明の第5の実施形態に係る内視鏡について、図13～図15を用いて説明する。 40

本実施形態に係る内視鏡は、撮像ユニットとして、第1の実施形態に係る内視鏡1の撮像ユニット3に代えて、3板撮像ユニットで斜め画素ずらしを行った全画素読み出し固体撮像素子の撮像ユニット8を備えている。撮像ユニット8は例えば図13に示すように3枚の固体撮像素子6と色分解プリズム7とを備えている。なお、図13では色分解プリズム7として径方向のサイズが小さいタイプを用いている。

【0053】

図14で固体撮像素子R・GおよびBはそれぞれ(a)・(b)および(c)に対応し、色分解プリズムで前記固体撮像素子R・GおよびBを3色に分離するためそれら各固体撮像素子へのオンチップフィルタの設置は必須ではない。 50

なお、図14において、空白画素は画素ずらしの水平・垂直1/2ピッチ分の位相ずれを表現するため便宜上残したものであり、それら画素配列の論理合成結果は図14(d)となる。

【0054】

本実施形態において、各固体撮像素子の有効画素数は入力画像の1/4である172800であり、各固体撮像素子の垂直画素ピッチ $P_v$ は入力画像の垂直画素ピッチ $2.1\mu\text{m}$ の2倍である $4.2\mu\text{m}$ となる。

【0055】

図14(d)は第2の実施形態の図7および第3の実施形態の図10(c)と非常に似ており、図15に示す再現性エラー率のグラフも第2の実施形態および第3の実施形態の図8と非常に似ている。そのため、好ましい $F_n o$ の範囲は第2の実施形態および第3の実施形態と何ら変わらないが、第3の実施形態と同様に固体撮像素子の垂直画素ピッチ表現が変わるため、上記(2)式を用いる。

10

【0056】

以上説明したように、撮像ユニット8は、第3の実施形態の撮像ユニット5と同様に駆動周波数が低く、高精細化可能な余力を有する。また、前記撮像ユニット5と同様に画素開口を大きくして感度を向上しやすい。

したがって、本実施形態に係る内視鏡によれば、小型で、第3の実施形態に係る内視鏡よりさらに高画質にすることができる。

【0057】

以上、第1の実施形態～第5の実施形態では、高精細撮像ユニットでベストフォーカス状態での画質優先で好ましい $F_n o$ 設定に関する考察を行ってきたが、現実的な実装課題として高精細化・高画質化に伴う被写界深度低下は避けて通れない。先に示した文献群も基本的には被写界深度低下対策が重要な位置づけを占めている。これに対する構造として、本発明では、例えば対物光学系4(図1参照)にフォーカス機能を搭載することを必須とする。

20

【0058】

前記フォーカス機能の構成としては、対物光学系4内の一部のレンズをアクチュエータ等で移動するタイプや、液体レンズ等の可変焦点レンズユニットの採用が考えられる。

なお、撮像ユニット3自身を移動するタイプは撮像ユニット3に付随する電気配線部移動も伴うため望ましくない。

30

【0059】

また、対物光学系4でのフォーカス動作に伴い $F_n o$ が多少は変動するため、フォーカス範囲内の少なくとも1点において、上記(1)式や(2)式を満足する $F_n o$ が存在することが必要である。さらにフォーカス範囲内の全てにおいて、(1)式や(2)式を満足するように $F_n o$ を設定すればより一層好ましい。

【0060】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

40

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の構成物配置を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態のベイヤー配列単板カラー固体撮像素子のフィルタ配列を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態のベイヤー配列単板カラー固体撮像素子の再現性エラー率を示す図である。

【図4】参考例1の3板撮像ユニットの再現性エラー率を示す図である。

【図5】参考例2の補色単板カラー固体撮像素子のフィルタ配列を示す図である。

【図6】参考例2の補色単板カラー固体撮像素子の再現性エラー率を示す図である。

50

【図7】本発明の第2の実施形態の八ニカム配列単板カラー固体撮像素子のフィルタ配列を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態の八ニカム配列単板カラー固体撮像素子および第3の実施形態の2枚撮像ユニットの再現性エラー率を示す図である。

【図9】本発明の第3の実施形態および第4の実施形態の2枚撮像ユニット構成を示す図である

【図10】本発明の第3の実施形態の2枚撮像ユニットの論理画素配列を示す図である。

【図11】本発明の第4の実施形態の2枚撮像ユニットの論理画素配列を示す図である。

【図12】本発明の第4の実施形態の2枚撮像ユニットの再現性エラー率を示す図である

【図13】本発明の第5の実施形態の3枚撮像ユニット構成を示す図である。

【図14】本発明の第5の実施形態の3枚撮像ユニットの論理画素配列を示す図である。

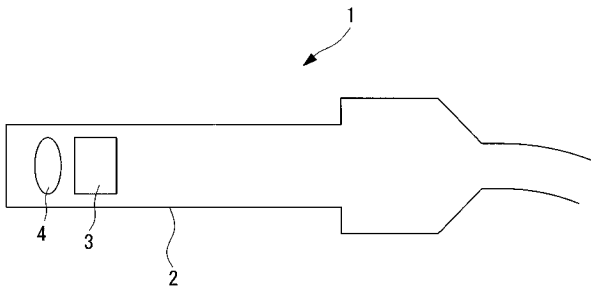
【図15】本発明の第5の実施形態の3枚撮像ユニットの再現性エラー率を示す図である

【符号の説明】

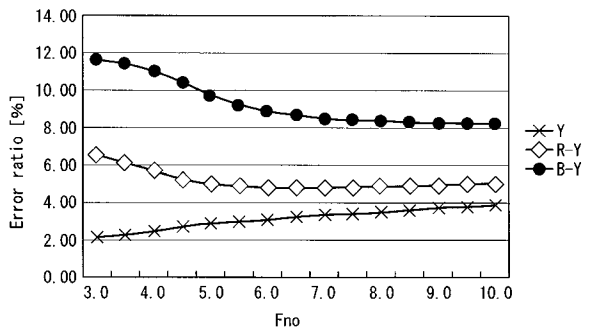
【0062】

- 1 内視鏡
- 2 挿入部
- 3 撮像ユニット
- 4 対物光学系

【図1】



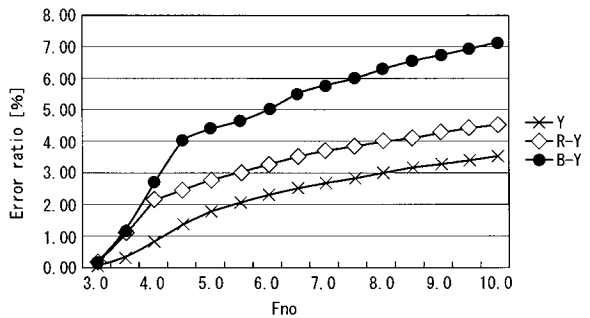
【図3】



【図2】

G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G

【図4】



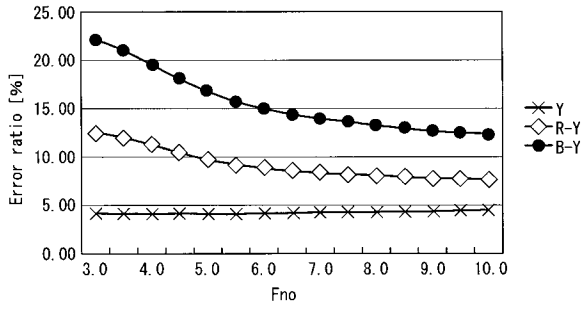
【 図 5 】

Cy	Ye	Cy	Ye
G	Mg	G	Mg
Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G

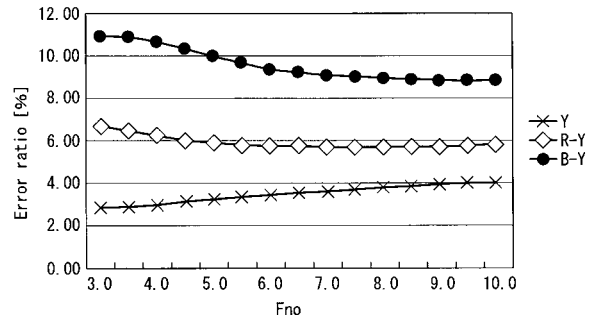
【 図 7 】

G		G	
	R		B
G		G	
	B		R

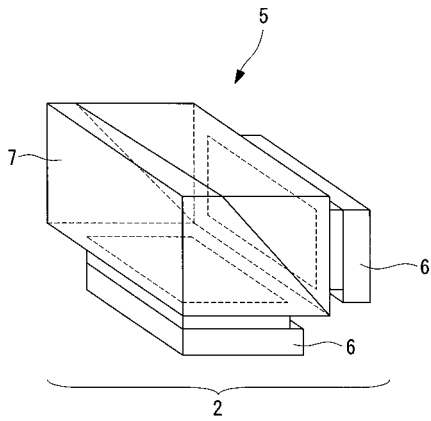
【 図 6 】



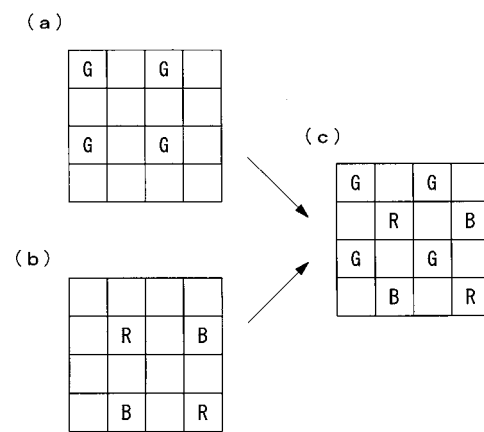
【 図 8 】



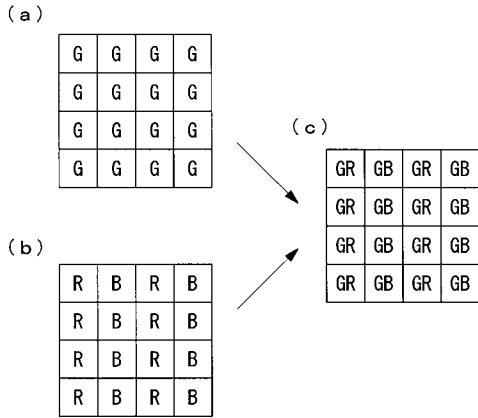
【 図 9 】



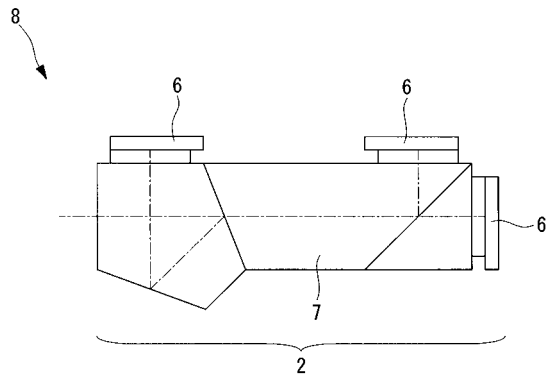
【 図 10 】



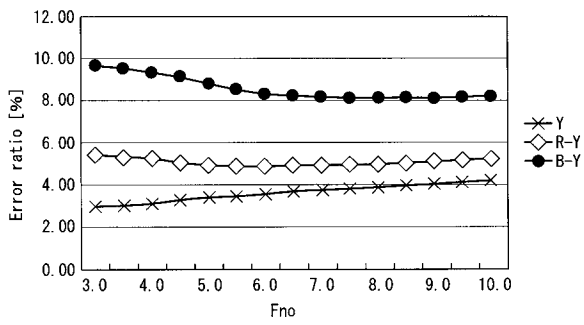
【 図 1 1 】



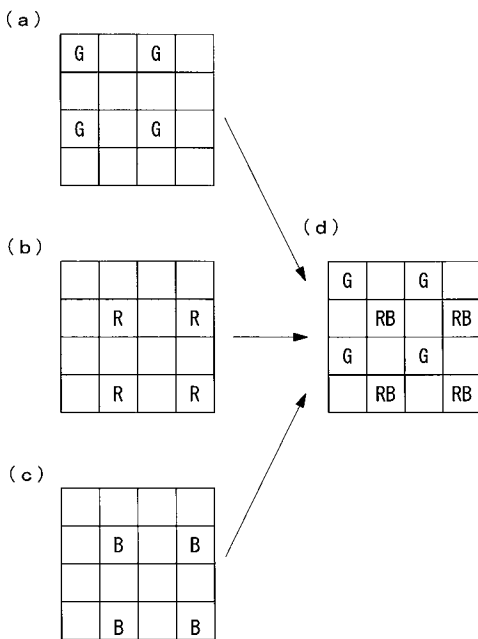
【 図 1 3 】



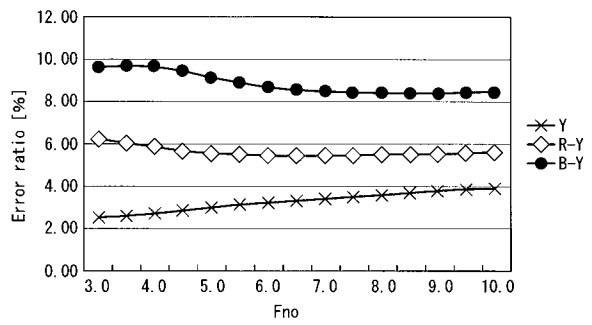
【 図 1 2 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



专利名称(译)	内视镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2007313166A</a>	公开(公告)日	2007-12-06
申请号	JP2006148017	申请日	2006-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	五十嵐勉		
发明人	五十嵐 勉		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/26 G02B23/24 A61B1/00		
FI分类号	A61B1/04.372 G02B23/26.C G02B23/24.B A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04.530 A61B1/05		
F-TERM分类号	2H040/CA22 2H040/GA02 2H040/GA05 4C061/CC06 4C061/LL02 4C061/MM02 4C061/NN01 4C061/PP01 4C061/PP13 4C161/CC06 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/PP01 4C161/PP13		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供配备同步原色成像装置和物镜光学系统的小型高清内窥镜，非常适合高清内窥镜。ZSOLUTION：内窥镜1包括具有焦点可调节性的物镜光学系统4，以及用于读出具有300,000或更多有效像素的原色单面板的所有像素的固态图像感测装置，其满足条件表达式(1)下面： $1.95 < Fno / Pv < 2.4$  (1) Pv：垂直像素间距(μm)，Fno：物镜光学系统的F数4.Ž

