

(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2011-50498

(P2011-50498A)

(43) 公開日 平成23年3月17日(2011.3.17)

(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	4 C 0 6 1
A 6 1 B 1/303 (2006.01)	A 6 1 B 1/30	
A 6 1 B 1/307 (2006.01)		
A 6 1 B 1/31 (2006.01)		

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2009-200761 (P2009-200761)  
 (22) 出願日 平成21年8月31日 (2009. 8. 31)

(71) 出願人 504150461  
 国立大学法人鳥取大学  
 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番地  
 (71) 出願人 504155293  
 国立大学法人島根大学  
 島根県松江市西川津町1060  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (72) 発明者 植木 賢  
 鳥取県米子市西町86番地 国立大学法人  
 鳥取大学内

最終頁に続く

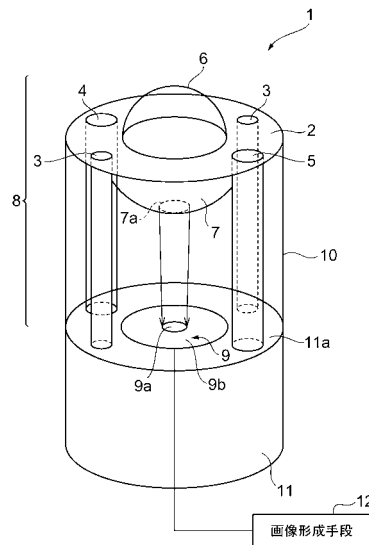
(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 広範囲の視野を確保することが可能な内視鏡を提供する。

【解決手段】 内視鏡 1 の周囲に光を照射するための光源 3 と、内視鏡 3 の先端部に設けられる広角レンズ 6 と、先端部の側壁に設けられ、少なくとも側方からの外光を透過する透過部（側壁） 1 0 と、先端部の内部に設けられ、側壁 1 0 から入射された外光を反射する双曲面または放物面の形状をとるミラー 7 と、広角レンズ 6 及びミラー 7 を通った外光に基づいて形成される各被写体像を撮像できる撮像素子 9 と、撮像素子 9 によって撮像された各被写体像から、系外の画像情報を球体の表面に有する球面画像を形成する画像形成手段 1 4 と、を備え、広角レンズ 6 の焦点と、ミラー 7 の一方の焦点とが一致するよう広角レンズ 6 とミラー 7 とが配置される。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内視鏡であって、  
 前記内視鏡の周囲に光を照射するための光源と、  
 前記内視鏡の先端部に設けられる広角レンズと、  
 前記先端部の側壁に設けられ、少なくとも側方からの外光を透過する透過部と、  
 前記先端部の内部に設けられ、前記透過部から入射された外光を反射する双曲面または放物面の形状をとるミラーと、  
 前記広角レンズ及び前記ミラーを通った外光に基づいて形成される各被写体像を撮像できる撮像手段と、  
 前記撮像手段によって撮像された各被写体像から、系外の画像情報を球体の表面に有する球面画像を形成する画像形成手段と、  
 を備え、  
 前記広角レンズの焦点と、前記ミラーの一方の焦点とが一致するよう前記広角レンズと前記ミラーとが配置されることを特徴とする内視鏡。

10

## 【請求項 2】

前記撮像手段は、前記広角レンズによる被写体像を撮像できる第 1 の撮像手段と、前記ミラーによる被写体像を撮像できる第 2 の撮像手段と、を備え、  
 前記画像形成手段は、第 1 の撮像手段により撮像された被写体像を、広角レンズ用投影式を用いて前記球面画像の座標へ変換し、前記第 2 の撮像手段により撮像された被写体像を、ミラー用投影式を用いて前記球面画像の座標へ変換して、前記球面画像を形成する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

20

## 【請求項 3】

前記撮像手段は、1 つの撮像素子から構成されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の内視鏡。

## 【請求項 4】

前記先端部が、内視鏡本体から着脱可能であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

30

## 【0001】

本発明は、内視鏡に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の内視鏡では、例えば大腸内視鏡検査の場合、大腸管腔に凹凸が多いため、壁の影に隠れて病変を見落とす可能性がある。そのため、側方視野の確保が望まれていた。このような要望に対して、例えば、特許文献 1 には、側方視野を確保するためのドーナツ型ミラーを備え、内視鏡の先端に取り付けられるアタッチメントが記載されている。この特許文献 1 では、前方視野の画像表示領域の一部に直接側方視野の画像を表示している。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】WO 2006 / 004083

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載のドーナツ型ミラーでは、前方視野と側方視野との間に死角が生じることが考えられる。また、特許文献 1 に記載の構成では、前方視野の画像表示領域の一部に側方視野の画像を表示しているため、結果として、前方視野が一部妨げられていた。

50

## 【0005】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、広範囲の視野を確保することが可能な内視鏡を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するため、本発明に係る内視鏡は、内視鏡の周囲に光を照射するための光源と、内視鏡の先端部に設けられる広角レンズと、先端部の側壁に設けられ、少なくとも側方からの外光を透過する透過部と、先端部の内部に設けられ、透過部から入射された外光を反射する双曲面または放物面の形状をとるミラーと、広角レンズ及びミラーを通った外光に基づいて形成される各被写体像を撮像できる撮像手段と、撮像手段によって撮像された各被写体像から、系外の画像情報を球体の表面に有する球面画像を形成する画像形成手段と、を備え、広角レンズの焦点と、ミラーの一方の焦点とが一致するよう広角レンズとミラーとが配置されることを特徴とする。

10

## 【0007】

このような内視鏡によれば、広角レンズにより直視方向の被写体像を取得すると共に、ミラーにより少なくとも側視方向の被写体像を取得することができる。また、広角レンズの視野にミラーが配置されないため、広角レンズによる被写体像にミラーが含まれることがなく、前方視野が妨げられることがない。この結果、死角を極力少なくして好適に前方視野及び側方視野を確保し、広範囲の視野を確保することができる。内視鏡において広範囲の視野を確保できると、側方観察が可能となり、病変、大腸ポリープの見落とし率が低下する。また、検査手技も容易となり、検査時間の短縮、被験者の苦痛の軽減にも寄与することができる。また、広角レンズの焦点と、ミラーの一方の焦点とが一致するよう配置されるため、広角レンズによる被写体像とミラーによる被写体像が共通の視点から得られ、単一の視点からの全天周の視野を取得することができ、高精度な球面画像を形成することが可能となる。

20

## 【0008】

また、撮像手段は、広角レンズによる被写体像を撮像できる第1の撮像手段と、ミラーによる被写体像を撮像できる第2の撮像手段と、を備え、画像形成手段は、第1の撮像手段により撮像された被写体像を、広角レンズ用投影式を用いて球面画像の座標へ変換し、第2の撮像手段により撮像された被写体像を、ミラー用投影式を用いて球面画像の座標へ変換して、球面画像を形成することが好適である。

30

## 【0009】

この構成により、広角レンズとミラーという異なる経路を経て撮像された2種類の被写体像を用いて、同一の球面画像を形成することが可能となる。

## 【0010】

また、撮像手段は、1つの撮像素子から構成されていることが好適である。これにより内視鏡の省スペース化を図ることができる。

## 【0011】

また、先端部が、内視鏡本体から着脱可能であることが好適である。これにより、既存の内視鏡を利用することが可能となり、利便性が向上する。

40

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明に係る内視鏡によれば、広範囲の視野を確保することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡の概略図である。

【図2】本実施形態の内視鏡で得るべき球面画像を説明する図である。

【図3】本実施形態の内視鏡において球面画像生成に係る構成を示す模式図である。

【図4】魚眼レンズの射影モデルを示す図である。

【図5】双曲面ミラーの結像原理を示す図である。

50

【図 6】魚眼レンズ及びミラーの位置関係を示す図である。

【図 7】撮像素子の受光面の平面図である。

【図 8】魚眼レンズ及びミラーによる被写体像から球面画像を生成する原理を示す図である。

【図 9】双曲面ミラーによる撮像素子上の結像点から仮想球面画像座標の導出を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。なお、以下の説明においては、同一の要素には同一の符号を用いることとし重複する説明は省略する。また、図面の上方を「上」方向、下方を「下」方向とする。

10

【0015】

図 1 は、本実施形態に係る内視鏡 1 の概略図である。図 1 に示すとおり、内視鏡 1 は、その端面 2 に、被写体に光を照射する光源 3 と、水噴射用のノズル 4 と、鉗子口 5 と、画角が 180 度以上の魚眼レンズ（広角レンズ）6 とを備える。また、端面 2 の裏側、魚眼レンズ 6 の下方には、内視鏡 1 の側方または後方の全周方向から入射する外光を内視鏡本体 11 方向に反射する下方凸状のミラー（反射手段）7 を備える。ミラー 7 の下端中央部には、魚眼レンズ 6 を通った外光を内視鏡本体 11 方向に導くための孔 7a が設けられている。

【0016】

内視鏡本体 11 の端面 11a には、魚眼レンズ 6 及びミラー 7 を通った外光に基づいて形成される各被写体像を撮像できる撮像素子（撮像手段）9 が設けられている。魚眼レンズ 6 を通った外光は、ミラー 7 の孔 7a を経て、撮像素子 9 の中央部 9a に照射されるように構成される。

20

【0017】

また、内視鏡 1 の端面 2 近傍の側壁 10 は透明材料で形成され、内視鏡 1 の側方からの外光を透過してミラー 7 に入射する透過部である。ミラー 7 で反射された外光は、撮像素子 9 の中央部 9a 周囲の周縁部 9b に照射される。なお、魚眼レンズ 6、ミラー 7、透過部を備える側壁 10 を含む、図 1 における内視鏡本体 11 の端面 11a より上方の部分を、内視鏡 1 の先端部 8 とする。

30

【0018】

撮像素子 9 では、魚眼レンズ 6 及びミラー 7 を通って照射される外光によって被写体像が形成され、この被写体像に基づく画像情報が画像形成手段 12 に送信される。画像形成手段 12 では、撮像素子 9 から送信された画像情報に基づいて画像処理を行う。

【0019】

特に本実施形態では、画像形成手段 12 が、魚眼レンズ 6 を通った外光に基づいて形成される被写体像を、一の半球面画像に変換し、さらに、ミラー 7 を通った外光に基づいて形成される被写体像を、他の半球面画像に変換する。そして、これらの 2 つの半球面画像を合成して、内視鏡 1 の系外の全天周にわたる画像情報を球体の表面に有する球面画像を形成する。

40

【0020】

ここで、本実施形態の内視鏡 1 で得るべき「球面画像」について説明する。本実施形態において球面画像とは、系外の全天周（周囲 360 度）に位置する各被写体の画像情報が球体の表面に投影されたものである。図 2 を参照してより具体的に説明する。

【0021】

図 2 は、球面画像を説明する図である。図 2 に示すように、空間上に単位半径の仮想的球体 101 を考え、その中心 O を原点として互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸を設定する。空間上の任意の点  $P_i$  ( $i$  は任意の整数) と球の中心 O とを結ぶ球体の表面 102 上の点を  $m_i$  とする。点  $m_i$  と原点 O とを結ぶ直線の Z 軸からの仰角を  $\theta_i$  とし、X 軸からの方位角を  $\phi_i$  とすると、点  $p_i$  の位置ベクトルは、次のように表される。

50

## 【数 1】

$$m_i = [\sin \theta_i \cos \phi_i \quad \sin \theta_i \sin \phi_i \quad \cos \theta_i]$$

## 【0022】

この点  $m_i$  は点  $P_i$  が球体の表面へ投影された点に相当する。すなわち、点  $P_i$  からの光が中心  $O$  に向かって進んでいるときに球体 101 の表面 102 と交わる点が  $m_i$  であり、点  $m_i$  は点  $P_i$  からの光が担う画像を形成するために必要な情報（画像情報）を有している。したがって、球体 101 の表面 102 には、中心  $O$  を視点としてときの周囲 360 度に位置する被写体を投影することができる。このように画像情報を有している球体 101 の表面 102 が球面画像に相当する。そして、このように被写体像を球面画像として表す、言い換えれば、被写体を球体の表面上に射影することを球面射影モデルとも称す。 10

## 【0023】

この球面画像は、本実施形態では、上述のように画角 180 度を有する魚眼レンズ 6 と、この魚眼レンズ 6 の視野の反対側、すなわち魚眼レンズ 6 の死角となる位置に配置されるミラー 7 とを利用して周囲 360 度の半分ずつ撮影して得られる被写体像から形成される。また、本実施形態の内視鏡 1 は、このような球面画像を一度の撮影によって得ることができる。

## 【0024】

次に、図 3 を参照して、本実施形態の内視鏡 1 において球面画像生成に係る構成について詳細に説明する。図 3 は、本実施形態の内視鏡 1 において球面画像生成に係る構成を示す模式図である。内視鏡 1 は、上述のとおり魚眼レンズ 6 と、ミラー 7 と、撮像素子 9 と、画像形成手段 12 とを含んで構成され、さらに、画像形成手段 12 が、パラメータ格納部 13 と、画像形成部（画像形成手段）14 とを含んで構成される。 20

## 【0025】

魚眼レンズ 6 は、ほぼ半球の視野をカバーすることができ、全天周のほぼ半分の領域に位置する被写体を像面に投影する。言い換えれば、図 2 の球体 101 の半球体の表面上の画像情報を像面（撮像素子 9 の中央部（第 1 の受光領域）9a）に投影する。魚眼レンズ 6 の射影方式は、等距離射影方式、正射影方式、立体射影方式、等立体角射影方式などがある。

## 【0026】

ここで、射影方式による像面への投影について説明する。図 4 に示すように、空間での点  $P$  からの光線が光軸となす角度を  $\theta$ 、画像平面（撮像素子 9 の中央部 9a）にその投影点の光軸点  $c$  からの距離を  $r$  とすると、魚眼レンズの射影方式により、 $r$  と  $\theta$  は以下の関係が成り立つ。 30

## 【数 2】

$$r = f_e \theta \quad (\text{等距離射影})$$

$$r = f_e \sin \theta \quad (\text{正射影})$$

$$r = 2f_e \tan(\theta/2) \quad (\text{立体射影})$$

$$r = 2f_e \sin(\theta/2) \quad (\text{等立体角射影})$$

ただし、 $f_e$  は魚眼レンズの焦点距離である。このような魚眼レンズの射影方式により、周りのシーンの画像平面に占める面積が変わり、解像度が変わる。一様な球面画像を生成する目標とすれば、等立体角射影方式のレンズを用いて良い。 40

## 【0027】

なお、本実施形態において、魚眼レンズ 6 とは、必ずしも 1 つのレンズを意味するものではなく、画角  $w$  が 180 度以上になるように設計され魚眼レンズ特性を有するレンズ系をも含んでいる意味である。

## 【0028】

ミラー 7 は、広く使われている全方位視覚センサの反射ミラーと同様の構成をとるもの 50

であり、双曲面または放物面の形状をとる。ミラー7の形状は、どのタイプを用いることが可能であるが、本実施形態では双曲面ミラーを用いる。

【0029】

図5に示すような0-XYZ直交座標系において(図5においてY軸は点0からX軸及びZ軸と直角に図面奥方向に延在している)、双曲面は以下の式で表せる。

【数3】

$$\frac{X^2+Y^2}{a^2}-\frac{Z^2}{b^2}=-1$$

10

その2つの焦点の座標は、 $F(0, 0, e)$ と $F'(0, 0, -e)$ となる(ただし $e = (a^2 + b^2)^{1/2}$ )。a, bは、双曲面の形状を定義する係数パラメータである。

【0030】

双曲面の性質により、図5に示すように、空間での点から片方の焦点Fに向かう光線がその表面の鏡面反射によりもう片方の焦点F'に向かう。焦点F'の下部に画像平面を置けば、双曲面ミラーで反射される周りのシーンの画像を得る。

【0031】

なお、ミラー7は、魚眼レンズ6からの像を撮像素子9上の画像平面に降ろすため、下端中央部に孔が開けられている。

【0032】

20

魚眼レンズ6及びミラー7は、図6に示すように、魚眼レンズ6の焦点O(図4参照)と、ミラー7の焦点F(図5参照)とが一致し、魚眼レンズ6及びミラー7の結像の画像平面が同一となるように、配置されている。これにより、魚眼レンズ6による画像とミラー7による画像が共通の視点から得られることとなり、単一の視点からの全天周の視野、すなわち球面画像を獲得することができる。

【0033】

撮像素子9は、その撮像素子9が有しており複数の画素からなる受光面が、魚眼レンズ6の結像面(以下、単に「像面」ともいう)と、ミラー7の結像面とを含む平面上に位置するように配置されている。撮像素子9は、例えば、複数の画素が平面上に配置されたCCD(Charge Coupled Device)である。

30

【0034】

図7は、撮像素子9の受光面の平面図である。受光面は、その中心から半径Rfの円状の第1の受光領域(第1の撮像手段)9aと、この第1の受光領域の向心方向外側に隣接する、受光面中心からの半径Rhの範囲までのドーナツ状の第2の受光領域(第2の撮像手段)9bとを有している。図7中、破線は仮想的な線であって、受光面は1つである(すなわち、撮像素子9は1つである)。第1の受光領域9aに魚眼レンズ6による被写体像が結像され、第2の受光領域9bにミラー7による被写体像が結像される。撮像素子9は、魚眼レンズ6及びミラー7に入射した被写体からの外光によって形成される被写体像を同時に取得する。つまり、図1または図2の上方のシーンが撮像素子9の中央に写り、側方及び下方のシーンが周辺寄りに写る全天周画像を得ることができる。

40

【0035】

ここで、魚眼レンズ6の結像半径Rfとミラー7の結像半径Rhとの比率Rf/Rhと、ミラー7のパラメータとの間の関係について説明する。図6に示すように、魚眼レンズ6の焦点距離(fe)は(2e+fh)となる。魚眼レンズ6の画角は(180度)なので、その半球視野の結像半径Rfは魚眼レンズ6の射影方式で決まる。たとえば、等距離射影方式の場合に、以下になる。

【数4】

$$R_f = (2e + f_h) \frac{\pi}{2}$$

【0036】

50

また、ミラー 7 を介した全方位画像の結像半径  $R_h$  は、図 6 に示す関係より以下のように決まる。

【数 5】

$$R_h = p \frac{f_h}{2e}$$

【0037】

よって、以下の式を得る。

【数 6】

$$\frac{R_f}{R_h} = \frac{e(2e + f_h)\pi}{pf_h}$$

10

【0038】

このように、上式により、ミラー 7 の曲面に関するパラメータ  $e$ 、 $p (= a^2 / b)$ 、 $f_h$  を調整することで、 $R_f / R_h$  を決めることができる。

【0039】

図 2 に戻り、撮像素子 9 上に結像され取得された被写体像は、受光面を構成する画素ごとに電気信号に変換されて画像形成手段 12 に入力される。

【0040】

画像形成手段 12 は、CPU などを備えたいわゆるコンピュータであり、撮像素子 9 で取得された被写体像から球面画像を形成する。画像形成手段 12 は、パラメータ格納部 13 と、画像形成部 14 とを含んでいる。

20

【0041】

パラメータ格納部 13 は、内視鏡 1 の撮像素子 9 の撮像系パラメータである魚眼レンズ 6 の像面の画像中心 O の位置座標、ミラー 7 の焦点  $F$ 、 $F'$  の位置座標、魚眼レンズ 6 及びミラー 7 の焦点距離  $f_e$ 、 $f_h$ 、ミラー 7 の曲面に関するパラメータ  $a$ 、 $b$ 、撮像素子 9 の第 1 の受光領域 9a の半径  $R_f$ 、及び第 2 の受光領域 9b の半径  $R_h$  などの情報を格納している。

【0042】

画像形成部 14 は、撮像手段によって撮像された、平面画像である魚眼レンズ 6 及びミラー 7 による各被写体像から、系外の画像情報を球体の表面に有する球面画像を形成する。具体的には、図 8 に示すように、仮想的な球面画像の中心を図 6 の  $F$  におき、魚眼レンズ 6 と反射ミラー 7 により結像される結像点  $p_e$ 、 $p_h$  を用いて、視点  $F$  からの光線方向を算出し、単位球面画像座標  $m_e$ 、 $m_h$  を得て、結像点の画像情報（例えば輝度値）を単位球面画像座標にマッピングして、球面画像を形成する。

30

【0043】

画像形成部 14 は、撮像素子 9 の第 1 の受光領域 9a に結像された魚眼レンズ 6 による結像点  $p_e$  については、魚眼レンズ用の変換式を用いて単位球面画像座標  $m_e$  に変換し、一方、撮像素子 9 の第 2 の受光領域 9b に結像されたミラー 7 による結像点  $p_h$  については、ミラー用の変換式を用いて単位球面画像座標  $m_h$  に変換する。以下、それぞれの変換処理について説明する。

40

【0044】

まず、魚眼レンズによる結像点  $p_e$  の単位球面画像座標  $m_e$  への変換処理について説明する。魚眼レンズ 6 による結像点  $p_e (x_1, y_1)$  に対して、魚眼レンズの投影式を用いて、 $F$  を中心とする単位球面画像座標  $m_e$  を計算する。例えば、等距離射影レンズに対して、その対応の単位球面画像座標  $m_e$  を算出する投影式は以下ようになる。

【数 7】

$$m_e = \left[ \sin \frac{r}{f_e} \cos \phi \quad \sin \frac{r}{f_e} \sin \phi \quad \cos \frac{r}{f_e} \right]^T$$

50

ここで、

【数 8】

$$r = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$$

$$\phi = \arctan(y_1, x_1)$$

であり、 $f_e$  は魚眼レンズ 6 の焦点距離を表す。なお、上記の式の導出については、例えば特開 2005-244861 号公報などに記載されている。

【0045】

次に、ミラーによる結像点  $p_h$  の単位球面画像座標  $m_h$  への変換処理について説明する。ミラー 7 による結像点  $p_h(x_2, y_2)$  に対しては、ミラー用の投影式を用いて、 $F$  を中心とする単位球面画像座標  $m_h$  を計算する。

【0046】

図 9 に示すように、 $F'$  における座標系  $X_c Y_c Z_c$  を考える。画像平面へ入る光線のベクトル  $F'M$  の単位ベクトルが以下に表せる。

【数 9】

$$[\sin \gamma \cos \phi \quad \sin \gamma \sin \phi \quad \cos \gamma]$$

10

20

ここで、

【数 10】

$$\gamma = \arctan\left(\frac{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}}{f_h}\right)$$

$$\phi = \arctan\left(\frac{y_2}{x_2}\right)$$

である。

ベクトル  $F'M$  の長さは以下のように表せる。

【数 11】

$$r_h = \frac{p}{|1 + \varepsilon \cos \phi|}$$

30

ここで、

【数 12】

$$\varepsilon = \frac{e}{b}; \phi = \pi + \gamma$$

40

である。よって、ベクトル  $F'M$  は次のようになる。

【数 13】

$$F'M = [r_h \sin \gamma \cos \phi \quad r_h \sin \gamma \sin \phi \quad r_h \cos \gamma]$$

【0047】

また、カメラ座標系  $X_c Y_c Z_c$  において、 $F'F = [0 \ 0 \ e]$  であり、 $FM = F'M - F'F$  によりベクトル  $FM$  は以下のように表される。

【数 1 4】

$$FM = [r_h \sin \gamma \cos \phi \quad r_h \sin \gamma \sin \phi \quad r_h \cos \gamma - 2e]$$

【0 0 4 8】

このベクトル  $FM$  が、 $F$  を原点とする球面画像座標系  $X_s Y_s Z_s$   $F$  における、シーン内の点  $P_h$  からの光線ベクトル  $FP$  と共線であるので、ベクトル  $FP$  は次のように表すことができる。

【数 1 5】

$$FP \cong FM$$

$$FP \cong [r_h \sin \gamma \cos \phi \quad r_h \sin \gamma \sin \phi \quad r_h \cos \gamma - 2e]$$

10

【0 0 4 9】

そして、画像平面上の双曲面ミラー 7 による結像点  $P_h$  に対応する単位球面画像座標  $m_h$  が、 $FP$  の単位ベクトルとして求められる。すなわち双曲面ミラー 7 に対して、その対応の単位球面画像座標  $m_h$  を算出する投影式は以下ようになる。

【数 1 6】

$$m_h = \lambda [r_h \sin \gamma \cos \phi \quad r_h \sin \gamma \sin \phi \quad r_h \cos \gamma - 2e]$$

ここで、

20

【数 1 7】

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{r_h^2 - 4er_h \cos \gamma + 4e^2}}$$

である。

【0 0 5 0】

このように、魚眼レンズ 6 と反射ミラー 7 で結像される周辺のシーンを同一の焦点  $F$  を中心とする球面画像  $m_e$ 、 $m_h$  にマッピングすることができる。

【0 0 5 1】

30

なお、本実施形態では、双曲面ミラーをミラー 7 として適用した場合について説明したが、放物線曲面（放物面）ミラーをミラー 7 として適用することも可能である。放物線曲面にも焦点  $F$  があり、その焦点  $F$  と魚眼レンズの焦点  $O$  とを重ねることにより、単一視点を実現することができる。そして、上述の双曲面ミラーの投影式と同様に、放物線曲面に関する従来技術（例えば K. Daniilidis, A. Makadia, T. Bulow, "Image processing in catadioptric planes: spatiotemporal derivatives and optical flow computation", Proceedings of Third Workshop on Omnidirectional Vision, pp.3-10, 2002）に基づき、放物線曲面ミラーの場合の投影式を導出することができ、この投影式を用いて放物線曲面ミラーによる結像から単位球面画像座標への変換処理を行うことができる。

【0 0 5 2】

40

以上説明したように、本実施形態に係る内視鏡 1 によれば、魚眼レンズ 6 により直視方向の被写体像を取得すると共に、ミラー 7 により側視方向の被写体像を取得することができる。また、魚眼レンズ 6 の視野にミラー 7 が配置されないため、魚眼レンズ 6 による被写体像にミラー 7 が含まれることがなく、前方視野が妨げられることがない。この結果、死角を極力少なくして好適に前方視野及び側方視野を確保し、広範囲の視野を確保することができる。内視鏡 1 において広範囲の視野を確保できると、側方観察が可能となり、病変、大腸ポリープの見落とし率が低下する。また、検査手技も容易となり、検査時間の短縮、被験者の苦痛の軽減にも寄与することができる。

【0 0 5 3】

また、魚眼レンズ 6 の焦点と、ミラー 7 の一方の焦点とが一致するよう配置されるため

50

、魚眼レンズ6による被写体像とミラー7による被写体像が共通の視点から得られ、単一の視点からの全天周の視野を取得することができ、高精度な球面画像を形成することが可能となる。

【0054】

また、撮像素子9は、魚眼レンズ6による被写体像を撮像できる第1の受光領域9aと、ミラー7による被写体像を撮像できる第2の受光領域9bと、を備える。画像形成部14は、第1の受光領域9aにより撮像された被写体像を、魚眼レンズ用投影式(広角レンズ用投影式)を用いて球面画像の座標へ変換し、第2の受光領域9bにより撮像された被写体像を、ミラー用投影式を用いて球面画像の座標へ変換して、球面画像を形成する。この構成により、魚眼レンズ6とミラー7という異なる経路を経て撮像された2種類の被写体像を用いて、同一の球面画像を形成することが可能となる。

10

【0055】

また、第1の受光領域9a及び第2の受光領域9bが1つの撮像素子9から構成されているため、内視鏡1の省スペース化を図ることができる。

【0056】

以上、本発明に係る内視鏡について好適な実施形態を挙げて説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではない。例えば、上記実施形態では、側壁10は全周にわたり透明部材で形成され、内視鏡の側方または後方の全方向からの外光をミラー7に入射可能な構成としていたが、側壁10の一部のみを透明材料で形成された透過部としてもよく、例えばそれぞれが画角90度を取り、対角上に配置される2つの透過部を備えるよう構成してもよい。この場合、内視鏡の側方及び後方に透過部ではカバーできない死角が生じるが、内視鏡を90度回転させることによって、死角となっていた部分を観察することができる。従来 of 直視と側視が同時できない内視鏡では、側視をおこなうために内視鏡の先端を極度に屈曲させて、傘の持ち手のようにJの字にターンさせて観察していたが、腸管を破るなどの偶発症が危惧されていた。これに対し、内視鏡を捻り回転させるという安全な動作により内視鏡を90度回転させるだけで、全天周の観察が可能となり、検査時間の短縮、早期大腸癌の見落としを減らすだけでなく、腸管穿孔などの検査による偶発症を防ぐことが可能となる。

20

【0057】

また、内視鏡1の先端部が、内視鏡本体から着脱可能となるよう構成してもよい。このような構成により、既存の内視鏡を利用することが可能となり、利便性が向上する。

30

【0058】

また、ミラー7の代わりに、例えば先端部の内部をスパッタリング処理して反射膜を形成するなど他の反射手段を用いてもよく、内視鏡の側方から入射される外光を撮像素子9の第2の受光領域9bに照射できさえすればよい。

【0059】

また、内視鏡周囲に光を照射する光源を前方の他に側方に設けてもよい。具体的には、例えば、内視鏡1の側壁10の周方向に沿って複数のLEDを連続的に配置することや、有機ELを側壁10の周方向全体に亘って配置することにより、内視鏡側方に光源を設けることができる。

40

【0060】

これまでの説明では、広角レンズを画角が180度以上の魚眼レンズとして説明したが、画角が例えば120度以上又は140度以上のレンズといった、大きな画角を有するいわゆる広角レンズであればよい。この場合、実施形態における魚眼レンズ用投影式は、使用する広角レンズに応じた広角レンズ用投影式を適宜用いればよい。

【符号の説明】

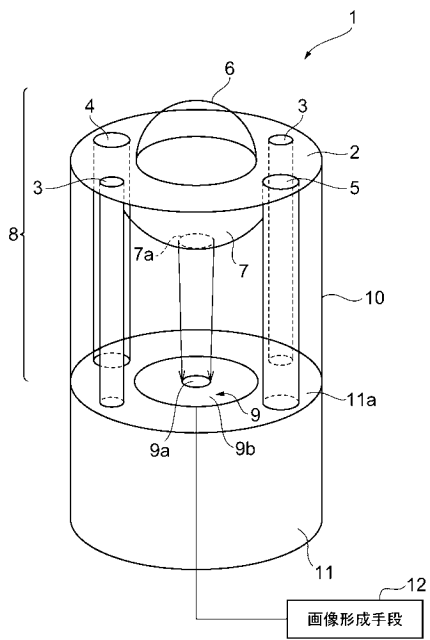
【0061】

1...内視鏡、3...光源、6...魚眼レンズ、7...ミラー、8...先端部、9...撮像素子(撮像手段)、9a...第1の受光領域(第1の撮像手段)、9b...第2の受光領域(第2の撮像手段)、10...側壁(透過部)、12...画像形成手段、13...パラメータ格納部、14...

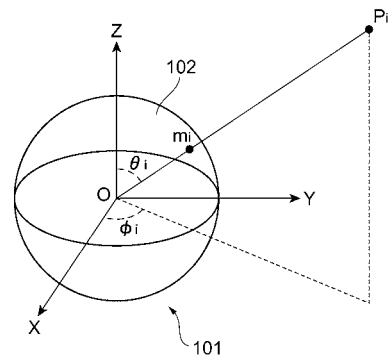
50

画像形成部（画像形成手段）。

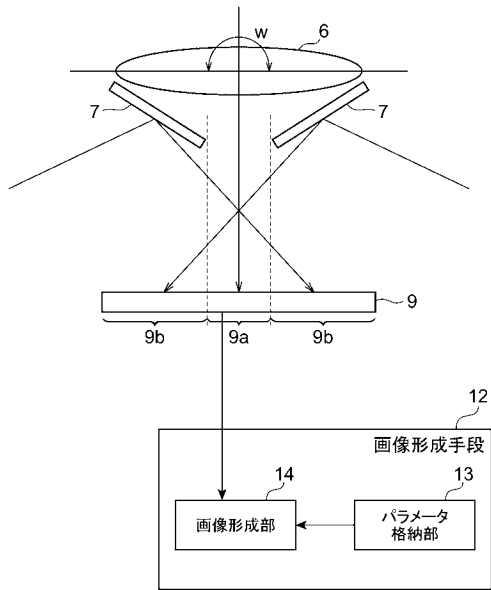
【 図 1 】



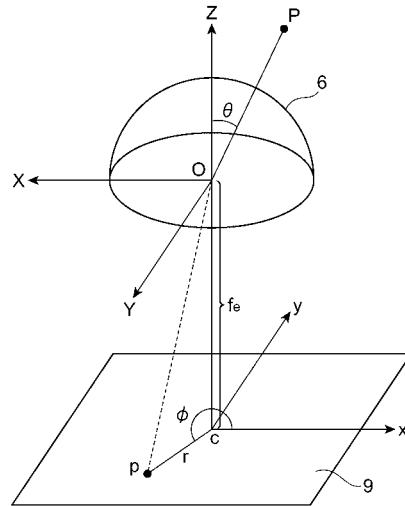
【 図 2 】



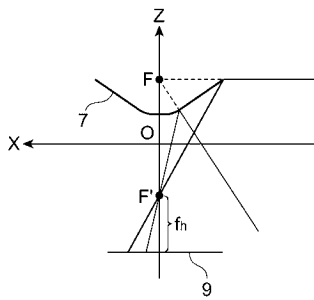
【 図 3 】



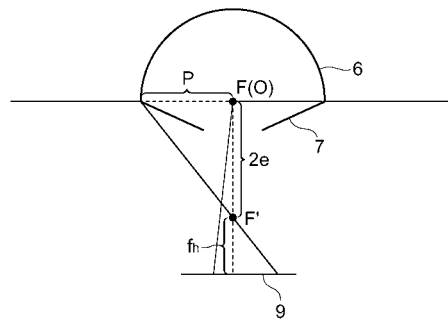
【 図 4 】



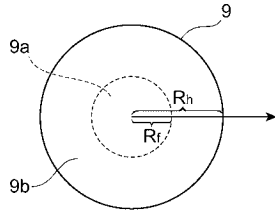
【 図 5 】



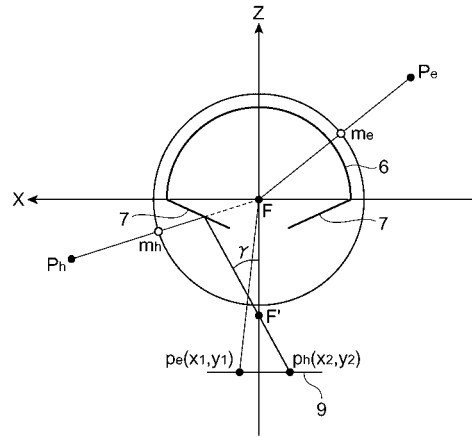
【 図 6 】



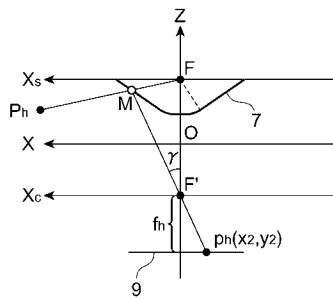
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 李 仕剛  
鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番地 国立大学法人鳥取大学内
- (72)発明者 中村 守彦  
島根県出雲市塩冶町89-1 国立大学法人島根大学内
- (72)発明者 天野 祐二  
島根県出雲市塩冶町89-1 国立大学法人島根大学内
- Fターム(参考) 4C061 AA04 BB06 FF40 FF47

专利名称(译)	内视镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011050498A</a>	公开(公告)日	2011-03-17
申请号	JP2009200761	申请日	2009-08-31
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人鸟取大学 国立大学法人岛根大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人鸟取大学 国立大学法人岛根大学		
[标]发明人	植木 賢 李仕剛 中村守彦 天野祐二		
发明人	植木 賢 李 仕剛 中村 守彦 天野 祐二		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/303 A61B1/307 A61B1/31		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/30 A61B1/00.650 A61B1/00.715 A61B1/00.731 A61B1/04 A61B1/04.370 A61B1/04.530 A61B1/045.610 A61B1/05 A61B1/303 A61B1/31		
F-TERM分类号	4C061/AA04 4C061/BB06 4C061/FF40 4C061/FF47 4C161/AA04 4C161/BB06 4C161/FF40 4C161/FF47		
代理人(译)	长谷川良树		
其他公开文献	JP5560506B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够确保宽范围视野的内窥镜。内窥镜：内窥镜包括：光源3，用于照射内窥镜1的周边；广角镜6设置在内窥镜3的前端部；传感单元（侧壁）10设置在远端部分的侧壁上，用于从侧部传输至少外部光；镜子7设置在远端部分的内部，呈双曲面或抛物面形状，反射从侧壁10入射的外部光；成像元件9，其能够捕获基于已经通过广角镜头6和镜子7的外部光形成的各个被摄体图像；图像形成装置14用于形成球面图像，该球面图像具有从成像元件9捕获的各个对象图像在球体表面上的系统外部的图像信息。广角镜头6和镜子7被布置成使得匹配广角镜头6的焦点和镜子7的一个焦点。

