

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5965726号
(P5965726)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月8日 (2016. 7. 8)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y
A 6 1 B 1/04 (2006. 01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0
G 0 2 B 23/24 (2006. 01)	G 0 2 B 23/24 B
G 0 2 B 13/00 (2006. 01)	G 0 2 B 13/00

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-118754 (P2012-118754)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年5月24日 (2012. 5. 24)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2013-244104 (P2013-244104A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成25年12月9日 (2013. 12. 9)	(74) 代理人	100118913
審査請求日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100112737
			弁理士 藤田 考晴
		(72) 発明者	池田 浩
			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	樋熊 政一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体視内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体からの光を集光して結像する単一の対物レンズと、
 該対物レンズにより集光された光を2以上の光に分割する光分割手段と、
該光分割手段により分割された各前記光にそれぞれ異なる光路長を与えることによって
、前記各光により結像される前記被写体の光学像の合焦位置が前記各光の結像位置に応じてそれぞれ異なるように調節する合焦位置調節手段と、
該合焦位置調節手段によってそれぞれ異なる光路長が与えられた前記各光の結像位置に
配置され、前記被写体の光学像を撮影することによって、前記各光の結像位置に応じて前
記合焦位置がそれぞれ異なる2以上の前記被写体の2次元画像を取得する撮像素子と、
該撮像素子により取得された前記2以上の2次元画像から前記被写体の各位置と前記対
物レンズとの間の物体距離を演算する演算部と、
前記被写体を観察する複数の視点の間隔を前記対物レンズの直径よりも小さな距離に設
定し、前記演算部により演算された前記物体距離を用いて、前記複数の視点から前記被写
体を観察した複数の視点画像を作成する視差画像作成部と、
 を備える立体視内視鏡装置。

【請求項 2】

前記視差画像作成部によって作成された視差画像から立体画像を構築して表示する表示部を備え、

前記視差画像作成部は、前記物体距離と、前記表示部に表示される立体画像において再

現される奥行き方向の再現距離とが略線形関係を有する視差画像を作成する請求項1に記載の立体視内視鏡装置。

【請求項3】

前記視差画像作成部によって作成された視差画像から立体画像を構築して表示する表示部を備え、

前記視差画像作成部は、前記物体距離と、前記表示部に表示される立体画像において再現される奥行き方向の再現距離とが、前記物体距離の変化に対して前記再現距離の変化が上に凸となる非線形の関係を有する視差画像を作成する請求項1に記載の立体視内視鏡装置。

【請求項4】

前記視差画像作成部が、前記複数の視点の間隔を5mm以下に設定する請求項1から請求項3のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項5】

前記視差画像作成部が、前記複数の視点の間隔を複数の距離に設定し、複数の視差画像を作成する請求項1から請求項4のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項6】

前記光分割手段が、分割した2以上の光を互いに略平行に出力し、

前記撮像素子は、撮像面が2以上の領域に分割され、前記光分割手段から出力された前記2以上の光を別々の領域において撮影する請求項1から請求項5のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項7】

前記光分割手段が、互いに接合され、その接合面が前記対物レンズの光軸に交差して配置された2つのプリズムを備え、

前記合焦位置調節手段が、前記接合面に設けられ、前記対物レンズから一方の前記プリズムに入射した光のうち一部分を他方の前記プリズムへ透過させ、他の部分を前記光軸に交差する方向に偏向するビームスプリッタを備える請求項1から請求項6のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項8】

前記光分割手段が、前記撮像素子の外径寸法よりも小さい外径寸法を有する請求項1から請求項7のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項9】

前記視差画像作成部が、各視点から前記被写体を観察した仮想的な視線の交差位置が、前記撮像素子により撮影される2以上の前記被写体の光学像の前記合焦位置同士の間配されるような視差画像を作成する請求項1から請求項8のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【請求項10】

前記撮像素子が、撮影する前記光の結像状態を位相差方式で検出する結像状態検出手段を備える請求項1から請求項9のいずれかに記載の立体視内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体視内視鏡装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、単一の対物レンズを光軸方向に駆動することにより被写体を異なる合焦位置で複数回撮影し、得られた複数の画像を用いて対物レンズから被写体までの距離分布情報を演算し、算出された距離分布情報を用いて被写体の視差画像を作成するカメラが知られている（例えば、特許文献1参照。）。視差画像とは、観察者の右眼と左眼とに対応した2つの視点から被写体を観察した一対の視点画像であり、視差画像から被写体の立体画像を構築することができる。

【0003】

特許文献1によれば、このような一対の画像を単一の対物レンズを用いて作成することができるため、右眼と左眼とに対応する2つの対物レンズを備えたカメラと比べて構成が小型となり、内視鏡に好適に適用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平5-7373号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、特許文献1の場合、視差画像を取得するためには、対物レンズを駆動しながら被写体を複数回撮影しなければならないため、比較的長い時間を要する。したがって、被写体の立体画像をリアルタイムで動画として観察することが難しいという問題を有している。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、被写体の立体画像の動画をリアルタイムで作成することができる立体視内視鏡装置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】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

20

本発明は、被写体からの光を集光して結像する単一の対物レンズと、該対物レンズにより集光された光を2以上の光に分割する光分割手段と、該光分割手段により分割された各前記光にそれぞれ異なる光路長を与えることによって、前記各光により結像される前記被写体の光学像の合焦位置が前記各光の結像位置に応じてそれぞれ異なるように調節する合焦位置調節手段と、該合焦位置調節手段によってそれぞれ異なる光路長が与えられた前記各光の結像位置に配置され、前記被写体の光学像を撮影することによって、前記各光の結像位置に応じて前記合焦位置がそれぞれ異なる2以上の前記被写体の2次元画像を取得する撮像素子と、該撮像素子により取得された前記2以上の2次元画像から前記被写体の各位置と前記対物レンズとの間の物体距離を演算する演算部と、前記被写体を観察する複数の視点の間隔を前記対物レンズの直径よりも小さな距離に設定し、前記演算部により演算された前記物体距離を用いて、前記複数の視点から前記被写体を観察した複数の視点画像を作成する視差画像作成部と、を備える立体視内視鏡装置を提供する。

30

【0007】

本発明によれば、対物レンズによって集光された被写体からの光が、光分割手段によって2以上に分割された後、合焦位置調節手段によって互いに異なる光路長が与えられてから撮像素子によってそれぞれ撮影される。したがって、撮像素子によって取得される2次元画像は、同一の視野を異なる合焦位置で撮影した画像となる。

【0008】

このような合焦位置の異なる複数の2次元画像から被写体の物体距離の分布が演算部によって演算され、算出された物体距離の分布に基づいて視差画像作成部が複数の視点画像を演算により作成する。

40

この場合に、視差画像の基となる複数の視点画像は同時に撮影されたものであり、視差画像を十分に短い間隔で作成することができる。これにより、被写体の立体画像の動画をリアルタイムで作成することができる。

【0009】

上記発明においては、前記視差画像作成部が、前記複数の視点の間隔を前記対物レンズの直径よりも小さな距離に設定する。

単一の対物レンズを用いて撮影された複数の2次元画像から視差画像を演算により作成する場合には、対物レンズの直径に依らずに視点間の距離（基線長）を設定することが可能となる。視差画像から構築される立体画像は、基線長が大きいほど奥行き感が強調され

50

たものとなるため、2つの対物レンズを用いて2つの視点画像を取得する構成では再現できないような被写体の奥行き感を立体画像で再現することができる。

【0010】

また、上記発明においては、前記視差画像作成部によって作成された視差画像から立体画像を構築して表示する表示部を備え、前記視差画像作成部は、前記物体距離と、前記表示部に表示される立体画像において再現される奥行き方向の距離とが略線形関係を有する視差画像を作成してもよい。

このようにすることで、立体画像において、被写体が有する奥行き方向の距離が正確に再現されるので、観察者は立体画像から被写体の奥行き方向の位置を正確に把握することができる。

10

【0011】

また、上記発明においては、前記視差画像作成部によって作成された視差画像から立体画像を構築して表示する表示部を備え、前記視差画像作成部は、前記物体距離と、前記表示部に表示される立体画像において再現される奥行き方向の再現距離とが、前記物体距離の変化に対して前記再現距離の変化が上に凸となる非線形の関係を有する視差画像を作成してもよい。

このようにすることで、立体画像において、被写体が有する奥行き方向の距離が圧縮して再現されるので、奥行きのある被写体を立体画像で観察する場合に立体画像が観察者に与える眼の疲労感を低減することができる。

【0012】

20

また、上記発明においては、前記視差画像作成部が、前記複数の視点の間隔を5mm以下に設定してもよい。

このようにすることで、撮影される被写体が小さい場合であっても、立体画像において再現される被写体の奥行き感を適切にすることができる。

【0013】

また、上記発明においては、前記視差画像作成部が、前記複数の視点の間隔を複数の距離に設定し、複数の視差画像を作成してもよい。

このようにすることで、同一の被写体について、奥行き感の異なる複数の立体画像を観察することができる。

【0014】

30

また、上記発明においては、前記光分割手段が、分割した2以上の光を互いに略平行に出力し、前記撮像素子は、撮像面が2以上の領域に分割され、前記光分割手段から出力された前記2以上の光を別々の領域において撮影してもよい。

このようにすることで、撮像素子を共通化し、構成をより簡素にすることができる。

【0015】

また、上記発明においては、前記光分割手段が、互いに接合され、その接合面が前記対物レンズの光軸に交差して配置された2つのプリズムを備え、前記合焦位置調節手段が、前記接合面に設けられ、前記対物レンズから一方の前記プリズムに入射した光のうち一部分を他方の前記プリズムへ透過させ、他の部分を前記光軸に交差する方向に偏向するビームスプリッタを備えていてもよい。

40

このようにすることで、光分割手段および合焦位置調節手段を一体構造とし、構成を簡素にすることができる。

【0016】

また、上記発明においては、前記光分割手段が、前記撮像素子の外径寸法よりも小さい外径寸法を有していてもよい。

このようにすることで、より小型な構成とすることができる。

【0017】

また、上記発明においては、前記視差画像作成部が、各視点から前記被写体を観察した仮想的な視線の交差位置が、前記撮像素子により撮影される2以上の光の合焦位置同士の間配されるような視差画像を作成してもよい。

50

このようにすることで、画像の中心観察距離において合焦位置に近い画像を得ることができるようになり、鮮鋭度の高い画像を提供することができる。

【0018】

また、上記発明においては、前記撮像素子が、撮影する前記光の結像状態を位相差方式で検出する結像状態検出手段を備えていてもよい。

このようにすることで、簡易な構成で撮像素子により撮影される光の結像状態を検出することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、被写体の立体画像の動画をリアルタイムで作成することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る立体視内視鏡装置の全体構成図である。

【図2】図1の立体視内視鏡装置が備える対物レンズおよびプリズム型ビームスプリッタの拡大図である。

【図3】図1の視差画像作成部が視差画像を作成するために設定する各種パラメータを説明する図である。

【図4】基線長を（a）5mm、（b）3mmおよび（c）1mmとしたときの物体距離と再現距離との関係を示すグラフである。

【図5】図1の立体視内視鏡装置の変形例を示す部分的な構成図である。

【図6】図1の立体視内視鏡装置のもう1つの変形例を示す部分的な構成図である。

【図7】図1の立体視内視鏡装置のもう1つの変形例を示す部分的な構成図である。

【図8】図1の立体視内視鏡装置のもう1つの変形例を示す部分的な構成図である。

【図9】図1の立体視内視鏡装置のもう1つの変形例を示す部分的な構成図である。

【図10】図1の立体視内視鏡装置のもう1つの変形例を示す部分的な構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の一実施形態に係る立体視内視鏡装置1について、図面を参照して説明する。

本実施形態に係る立体視内視鏡装置1は、図1に示されるように、被写体を異なる合焦位置において撮影して2つの2次元画像を取得する内視鏡本体（以下、本体ともいう。）2と、該本体2から2つの2次元画像を受け取りこれら2次元画像から視差画像を作成する画像処理ユニット3と、該画像処理ユニット3により作成された視差画像から立体画像を構築して表示する立体画像表示部（表示部）4とを備えている。

【0022】

本体2は、被写体からの光を集光して被写体の光学像を形成する単一の対物レンズ5と、該対物レンズ5により形成された光学像を撮影する2つのCCDのような撮像素子6、7と、これら撮像素子6、7により得られた画像情報から2次元画像を作成する2次元画像作成部8、9と、対物レンズ5と2つの撮像素子6、7との間に配置されたプリズム型ビームスプリッタ10とを備えている。

【0023】

図2は、本体2が備える対物レンズ5とプリズム型ビームスプリッタ10とを拡大した図である。

対物レンズ5としては、例えば、4mmの直径と80°の画角とを有するものが用いられる。

プリズム型ビームスプリッタ10は、斜面が互いに接合された2つの直角プリズム（合焦位置調節手段）11、12と、これら直角プリズム11、12の接合面に設けられた誘電体膜からなるビームスプリッタ（光分割手段）13とを備えている。直角プリズム11、12は、斜面が対物レンズ5の光軸に対して45°で交差するように配置されている。

【0024】

対物レンズ5から前段側の第1の直角プリズム11に入射した光は、ビームスプリッタ13により略同等の光量となるように2つに分割される。分割された一方の光は、対物レンズ5の光軸に対して90°偏向され、第1の撮像素子6に結像するようになっている。分割された他方の光は、ビームスプリッタ13を透過して第2の直角プリズム12内を直進し、第2の撮像素子7に結像するようになっている。

【0025】

ここで、各直角プリズム11、12は、ビームスプリッタ13により分割された2つの光に互いに異なる光路長を与える。例えば、図2に示されるように、一方の光の光路長を $a+b$ とし、他方の光の光路長を $a+c$ とすると、 $b < c$ となるように各直角プリズム11、12の寸法が設定されている。 a 、 b 、 c はいずれも光路長であり、直角プリズム11、12の寸法と直角プリズム11、12の屈折率との積として定義される。これにより、第1の撮像素子6および第2の撮像素子7は、同一の視野であり合焦位置の異なる光学像を同時に撮影することとなる。2つの光の光路長の差は、対物レンズ5の光学設計と本体2による被写体の物体距離、および最終的に作成される視差画像の視差に応じて適宜設計可能であり、例えば、2mmとされる。

【0026】

第1の撮像素子6および第2の撮像素子7によって取得された画像情報はそれぞれ2次元画像作成部8、9において2次元画像に変換された後に画像処理ユニット3に送られる。

【0027】

画像処理ユニット3は、各2次元画像作成部8、9から合焦位置の異なる2つの2次元画像を受け取り、被写体の各位置における物体距離の情報を含むデプスプロファイルを2つの2次元画像から演算により作成するデプスプロファイル作成部14と、該デプスプロファイル作成部14により作成されたデプスプロファイルを用いて視差画像を作成する視差画像作成部15とを備えている。

【0028】

デプスプロファイル作成部14は、対物レンズ5の先端と被写体の各位置との間の物体距離を、2つの2次元画像における被写体の像のぼけ量に基づいて算出する。各2次元画像において、合焦位置からの対物レンズ5の光軸方向（奥行き方向）のずれ量が大きくなるほど、像のぼけ量は大きくなる。また、合焦位置が互いに異なる2つの2次元画像において、被写体の像のぼけ量は互いに異なる。デプスプロファイル作成部14は、対物レンズ5の先端から被写体までの物体距離と2次元画像における像のぼけ量との関係とを対応付けたデータベースを保持している。そして、該データベースを参照することにより、2つの2次元画像の各位置におけるぼけ量の差が最小となるような物体距離を、その位置における被写体の物体距離として算出するようになっている。

【0029】

視差画像作成部15は、デプスプロファイル作成部14により作成されたデプスプロファイルを用いて視差画像を演算により作成する。視差画像とは、観察者の右眼と左眼とに対応する2つの視点から被写体を見た一対の視点画像である。視差画像作成部15は、作成した視差画像を立体画像表示部4に出力する。

立体画像表示部4は、視差画像作成部15から受け取った視差画像から被写体の立体画像を構築して表示する。

【0030】

この場合に、本実施形態に係る立体視内視鏡装置1によれば、画像処理ユニット3は、2つの撮像素子6、7により同時に撮影された2つの2次元画像を2次元画像作成部8、9から受け取り、視差画像を逐次作成して立体画像表示部4へと出力する。すなわち、視差画像の生成に要する時間が十分に短いので、立体画像表示部4は、撮像素子6、7により連続して動画として撮影された被写体の2次元画像を、立体画像の動画としてほぼリアルタイムで表示することができる。

【0031】

次に、視差画像作成部15によって作成される視差画像についてより詳細に説明する。

視差画像を作成するために、図3に示されるように、被写体Xを観察する2つの視点A、Bの位置と、各視点A、Bから被写体Xを観察する視線方向と設定する必要がある。これら視点A、Bの位置および視線方向は、視点A、Bの奥行き方向の位置が対物レンズ5の先端の位置と同一（すなわち、物体距離がゼロ）であるとする、視点A、B間の距離（基線長） d と、各視点A、Bと注視点Oとを結ぶ2つの視線がなす角度（内向角） θ と、2つの視線が交差する注視点Oと視点A、Bとの奥行き方向の距離（交差距離） r とが設定されることにより、幾何学的に決定される。

【0032】

10

本実施形態において、注視点Oは、2次元画像の中心であり、被写体Xの遠位端（被写体Xの各位置のうち対物レンズ5の先端から最も離れた位置）Pと同一の物体距離を有する点とする。すなわち、交差距離 r は、被写体Xの遠位端Pにおける物体距離となり、被写体Xによって一意に決まる。交差距離 r を遠位端Pにおける物体距離とすることで、一方の視点画像にしか現れない領域を無くすることができる。基線長 d と内向角 θ は互いに依存して変化し、一方が決まれば他方も決まる。軸Sは、対物レンズ5の光軸と一致している。

【0033】

一方、作成された立体画像を観察する観察者が立体画像から得る奥行き感は、本体2の画角と、立体画像を表示する立体画像表示部4の画角と、観察者の左右両眼の間隔と、左右両眼により同一の注視点を見たときの2つの視線がなす角度（輻輳角）とに応じて決まる。ただし、これらの条件は全て固定された値であるか、または、予め設定された適切な値が存在するため、観察者に与える立体画像の奥行き感を調節するためのパラメータは、実質的に上述した交差距離 r 、基線長 d および内向角 θ となる。

20

【0034】

ここで、基線長 d と観察者が得る立体画像の奥行き感との関係について説明する。図4(a)～(c)は、基線長 d を5mm、3mm、1mmと変化させたときの、物体距離と再現距離との関係を示している。再現距離とは、観察者が立体画像表示部4に表示された立体画像から得る被写体Xの奥行き方向の距離であり、立体画像表示部4の画角と、観察者の輻輳角とに基づいて算出される。図4(a)～(c)に示されるグラフは、被写体Xの遠位端Pにおける物体距離が60mmである場合を想定し、交差距離 r を60mmとして計算したものである。また、これらグラフは、立体画像表示部4の画角を40°とし、観察者の輻輳角を5°として計算したものである。

30

【0035】

基線長 d を5mmとした場合、図4(a)に示されるように、物体距離と再現距離とは、物体距離が大きくなるほど、物体距離の変化量に対して再現距離の変化量が大きくなる非線形関係を有し、グラフは下に凸の曲線となる。この関係において、遠くの被写体に対して手前の被写体が飛び出して小さく見える、いわゆる箱庭効果が立体画像に生じる。すなわち、立体画像において、手前側の被写体は実際よりもさらに手前に存在しているように、また、遠くの被写体は実際よりもさらに遠くに存在しているように表示されるため、被写体の正確な立体形状を立体画像から把握することが困難である。また、このように過剰に奥行き感が強調された立体画像は、観察者に大きな疲労感を与える。

40

【0036】

基線長 d を3mmとした場合、図4(b)に示されるように、物体距離と再現距離とが略線形関係にあり、被写体Xの奥行き感が立体画像において正確に再現される。この関係において、被写体Xを実際に肉眼で見たときの奥行き感と、立体画像における被写体の奥行き感とが一致するので、観察者は、立体画像から被写体Xである組織や処置具などの奥行き方向の正しい位置関係を容易に把握することができる。

【0037】

基線長 d を1mmとした場合、図4(c)に示されるように、物体距離と再現距離とは

50

、物体距離が大きくなるほど、物体距離の変化量に対して再現距離の変化量が小さくなる非線形関係を有し、グラフは上に凸の曲線となる。そして、被写体が奥行き方向に圧縮され、いわゆる書き割り効果が立体画像に生じる。このような関係は、奥行き方向に大きく形状が変化するような被写体を観察する場合に適している。すなわち、立体画像において奥行きが異なる位置を見るとき観察者は輻輳を変化させる必要があり、奥行きの差が大きくなるほど疲れやすくなる。これに対し、被写体が奥行き方向に圧縮された立体画像においては、輻輳の調節幅が小さくて済むので、観察者に与える疲労感を低減することができる。

【0038】

視差画像作成部15は、図4(b)に示されるような物体距離と再現距離とが略線形関係となる、交差距離 r と基線長 d との組み合わせを記憶したテーブルを保持している。視差画像作成部15は、デプスプロファイルから物体距離の最大値を抽出し、抽出した物体距離の最大値を交差距離 r として設定し、設定された交差距離 r と対応する基線長 d をテーブルを参照して設定する。そして、設定した交差距離 r と基線長 d とを用いて視差画像を作成する。

【0039】

このようにして作成された視差画像から構築される立体画像は、実際の被写体Xの奥行き感と一致した被写体の奥行き感を観察者に与える。したがって、観察者は、被写体Xの奥行き方向の位置を常に正確に立体画像から把握することができるという利点がある。

【0040】

また、2つの対物レンズを用いて被写体の視差画像を取得する2眼式の立体視内視鏡の場合、基線長となる左右の対物レンズの光軸間距離の下限には限界があるため、基線長を十分に小さくすることができない。例えば、本実施形態のように直径が4mmの対物レンズを2つ並列に並べると、基線長の下限は4mmを超えることとなり、基線長が3mmや1mmである視差画像を作成することができない。

【0041】

内視鏡で観察する被写体Xは数mmから10mm程度と小さいため、実物の被写体Xの奥行き感と同等の被写体の奥行き感を立体画像で再現するためには、基線長も小さくしなければならない。しかし、2眼式の立体視内視鏡で得られる立体画像は、基線長が被写体の寸法に対して大きくなり過ぎるため、奥行き感が過剰に強調されたものとなる。これに対し、本実施形態によれば、視差画像の基線長 d を対物レンズ5の直径以下にすることが可能であり、適切な奥行き感の立体画像を作成することができる。

【0042】

また、デプスプロファイルは、単一の2次元画像を用いて作成することも可能であるが、その場合、2次元画像における輝度値の変化が、像の立体形状に因るものであるのか、像のぼけに因るものであるのかを区別することができないため、算出された物体距離には誤差が生じ得る。例えば、凸形状が凹形状として算出され、被写体の正しい立体形状を再現できないことがある。これに対し、本実施形態によれば、2つの2次元画像を用い、2つの2次元画像におけるぼけ量が最小となるような物体距離を計算することにより、物体距離を正確に計算することができる。これにより、被写体の立体形状を正しく再現した立体画像を作成することができる。

【0043】

なお、本実施形態においては、視差画像作成部15が、交差距離 r と基線長 d とをパラメータとして設定することとしたが、前述したように基線長 d と内向角 θ とは互いに依存して変化する値であり、基線長 d に代えて内向角 θ を変化させた場合にも、図4(a)～(c)に示されるような物体距離と再現距離との関係の説明が成り立つ。したがって視差画像作成部15は、視差画像を作成する際のパラメータとして、基線長 d に代えて内向角 θ を採用することとしてもよい。

【0044】

また、本実施形態においては、視差画像作成部15が視差画像の作成する際に、交差距

10

20

30

40

50

離 r を被写体 X の遠位端 P における物体距離とすることとしたが、交差距離 r として他の値を採用してもよい。この場合、交差距離 r は、撮像素子 6, 7 により撮影される光学像の 2 つの合焦位置の間の距離に設定されることが好ましい。

【0045】

また、本実施形態においては、視差画像作成部 15 が、複数の基線長 d を設定し、同一の 2 次元画像から基線長 d の異なる複数の視差画像を作成してもよい。例えば、視差画像作成部 15 は、基線長 d を 1 mm として視差画像を作成する第 1 のモードと、基線長 d を 3 mm として視差画像を作成する第 2 のモードとを有し、いずれのモードで作成された視差画像を立体画像表示部 4 に出力するかを、観察者により選択可能に構成されていてもよい。

10

【0046】

観察者は、被写体 X の全体を俯瞰観察する場合は、第 1 のモードを選択することにより、奥行きのある被写体であっても眼への負担を低減しながら立体画像を観察することができる。一方、観察者は、被写体の一部を詳細に観察する場合は、第 2 のモードを選択することにより、被写体 X の立体形状を立体画像から正確に把握することができ、例えば、被写体への処置を正確に行うことができる。

【0047】

また、視差画像作成部 15 は、第 1 のモードと第 2 のモードとの切り替えを、デプスプロファイルに含まれる物体距離の情報に基づいて行うこととしてもよい。例えば、物体距離の最大値と最小値との差が所定の閾値以上である場合に第 1 のモードを選択し、前記差が所定の閾値より小さい場合に第 2 のモードを選択することとしてもよい。

20

【0048】

また、立体画像表示部 4 は、観察者の左右の視線が一点で交差しないように、視差画像である一对の視点画像を左右方向にずらして表示し、左右の視点画像間の距離を調節することにより観察者が得る奥行き感を調節することとしてもよい。

視差画像を立体視する場合、観察者の輻輳角に応じて物体距離と再現距離との関係を示す曲線の傾き（つまり曲線の交わる位置）が変化する。すなわち、左右の視点画像の間隔を変更することにより観察者の輻輳角を調節させ、輻輳角を大きくすることにより観察者が立体画像から得る被写体の奥行き感を低減することができる。

【0049】

30

また、本実施形態において説明した光分割手段、合焦位置調節手段および撮像素子の構成は一例であって、この構成に限定されるものではない。図 5 から図 10 は、光分割手段、合焦位置調節手段および撮像素子の変形例をそれぞれ示している。

【0050】

図 5 において、光分割手段は、接合された 2 つのプリズム 111 a, 111 b を備え、合焦位置調節手段は、プリズム 111 a, 111 b の接合面に設けられたビームスプリッタ 131 を備えている。この構成において、ビームスプリッタ 131 によって分割された 2 つの光は、2 つのプリズム 111 a, 111 b から互いに平行に出力され、共通の撮像素子 61 の異なる領域において撮影されるようになっている。このようにすることで、撮像素子 61 が 1 つで足りるので、本体 2 の先端部の構成をより簡素にし、該先端部の小型化を図ることができる。

40

【0051】

図 6 において、光分割手段は、接合された 2 つのプリズム 112 a, 112 b を備え、合焦位置調節手段は、プリズム 112 a, 112 b の接合面に設けられた偏光ビームスプリッタ 132 と、該偏光ビームスプリッタ 132 により偏向された一部分の光に位相差を与える位相差板 16 と、該位相差板 16 に入射した光を反対側に折り返すミラー 17 とを備えている。このようにすることで、偏光ビームスプリッタ 132 によりより分割された 2 つの光の光路長の差をより自由に設定することが可能となる。

【0052】

図 7 において、光分割手段は、互いに接合された 4 つのプリズム 113 a, 113 b,

50

1 1 3 c, 1 1 3 dを備え、合焦位置調節手段は、4つのプリズム1 1 3 a, 1 1 3 b, 1 1 3 c, 1 1 3 dの接合面に設けられた2つのビームスプリッタ1 3 3 a, 1 3 3 bを備えている。4つのプリズム1 1 3 a, 1 1 3 b, 1 1 3 c, 1 1 3 dは、接合面が、互いに垂直に交差する2つの平面を形成するように接合され、対物レンズ5（図示略）からの光が2つのビームスプリッタ1 3 3 a, 1 3 3 bにより3つに分割されるようになって

【0053】

分割された3つの光は、別々の撮像素子6 3 a, 6 3 b, 6 3 cによって撮影される。このようにすることで、デプスプロファイル作成部1 4は、合焦位置の異なる3つの2次元画像からデプスプロファイルを作成することとなるので、奥行き方向に形状が大きく変化する被写体についてもより正確なデプスプロファイルを作成することができ、被写体の立体形状をより正確に再現した立体画像を構築することができる。

10

【0054】

図8は、図6の構成にプリズム1 1 2 cとビームスプリッタ1 3 2 bと撮像素子6 2 bとを1つずつ追加した変形例を示しており、対物レンズ5（図示略）から入射した光を3つに分割して合焦位置の異なる3つの2次元画像を取得可能としている。

図9は、対物レンズ5（図示略）からの光をプリズム1 1 4 a, 1 1 4 b, 1 1 4 cのみで3つに分割し、分割された各光を撮像素子6 4 a, 6 4 b, 6 4 cにより撮影する変形例を示している。すなわち、プリズム1 1 4 a, 1 1 4 b, 1 1 4 cが、光分割手段と合焦位置調節手段とを構成している。

20

【0055】

また、本実施形態においては、撮像素子6, 7が、撮像面に、該撮像面における光の結像状態を位相差方式で検出する結像状態検出手段を備えていてもよい。従来、異なる瞳領域を通過した光束により形成される各像間の位相差を検出することにより、結像状態を検出することが行われている。

【0056】

結像状態検出手段1 8としては、図10に示されるように、特開2012-22147号公報に記載されている光学フィルタが好適に採用される。この光学フィルタは、対物レンズ5からの光のうち、一の瞳領域を通過した光束を撮像素子6, 7の一部の画素列へ入射させ、他の瞳領域を通過した光束を一部の画素列と平行であり該一部の画素列の近傍に設けられた他の画素列へ入射させている。図中の符号1 8 h, 1 8 vは、視野角瞳制御素子を示し、符号1 8 aは透明部材を示している。

30

【0057】

結像状態検出手段は、瞳領域を通過した光のうち一部のみを遮光マスクによって通過させるように構成されていてもよく、マイクロレンズの位置を調整することによって異なる瞳領域を通過した光を画素列に入射させるように構成されていてもよい。

このようにして結像状態検出手段を備えることにより、検出部の距離情報を正確に計測することができるようになり、この正確な距離情報を付加することにより、撮像面全面での距離推定の精度をより高めることが可能となる。

【符号の説明】

40

【0058】

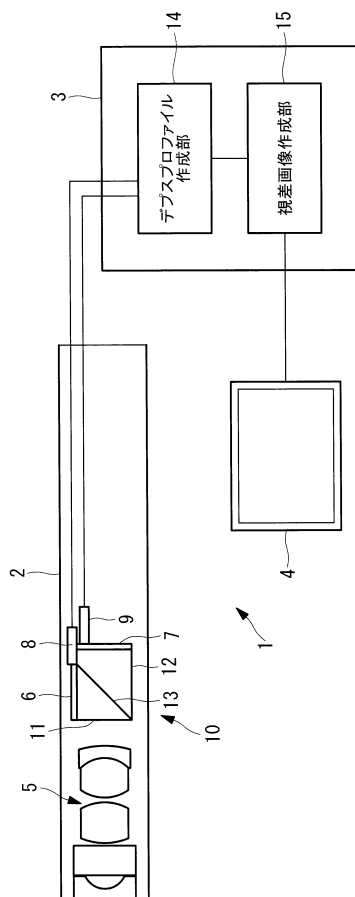
- 1 立体視内視鏡装置
- 2 内視鏡本体
- 3 画像処理ユニット
- 4 立体画像表示部（表示部）
- 5 対物レンズ
- 6, 7 撮像素子
- 8, 9 2次元画像作成部
- 10 プリズム型ビームスプリッタ
- 11, 12 直角プリズム（合焦位置調節手段）

50

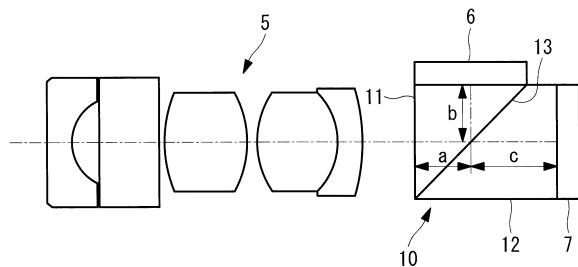
- 1 3 ビームスプリッタ（光分割手段）
- 1 4 デプスプロファイル作成部（演算部）
- 1 5 視差画像作成部
- 1 6 位相差板
- 1 7 ミラー
- 1 8 結像状態検出手段
- A, B 視点
- X 被写体
- d 基線長
- r 交差距離
- O 注視点
- S 軸
- θ 内向角

10

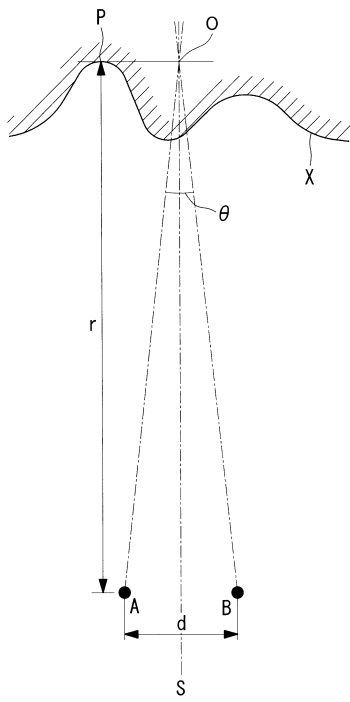
【図 1】



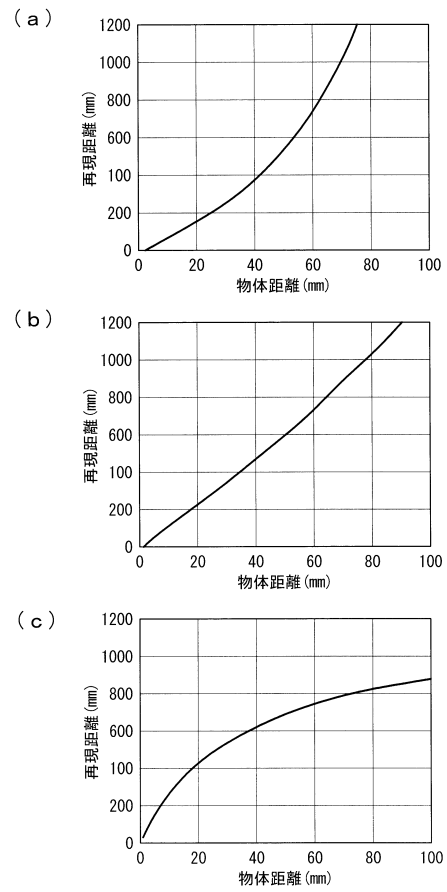
【図 2】



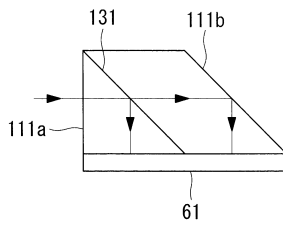
【図 3】



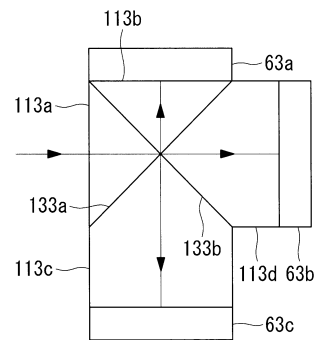
【図 4】



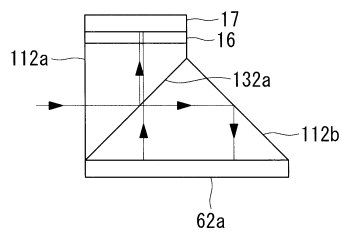
【図 5】



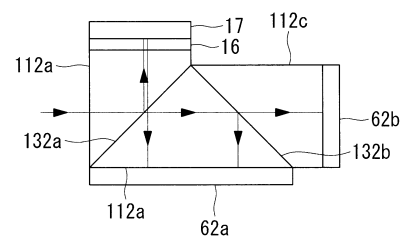
【図 7】



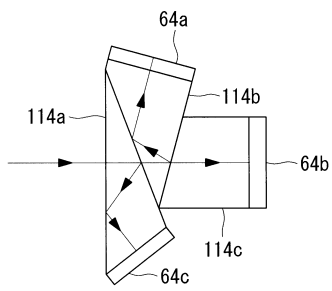
【図 6】



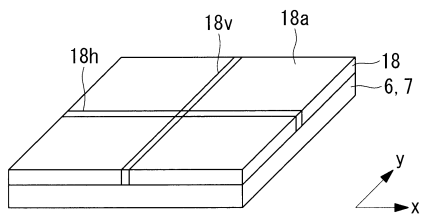
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-092283 (JP, A)
特許第2963990 (JP, B1)
特開2011-211739 (JP, A)
特開2001-108916 (JP, A)
特開2012-022147 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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

专利名称(译)	立体视内视镜装置		
公开(公告)号	JP5965726B2	公开(公告)日	2016-08-10
申请号	JP2012118754	申请日	2012-05-24
[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	池田浩		
发明人	池田 浩		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 G02B13/00		
CPC分类号	A61B1/00193 G02B23/2415 G02B30/27 A61B1/00009 A61B1/00045 A61B1/0005 A61B1/00096 A61B1/00188 A61B1/051 A61B5/1076 G06T7/571 G06T2207/10021 G06T2207/10068 H04N13/128 H04N13/236 H04N13/239 H04N13/243 H04N13/271 H04N2013/0081 A61B1/04		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/04.370 G02B23/24.B G02B13/00 A61B1/00.522 A61B1/00.553 A61B1/00.731 A61B1/04 A61B1/04.530 A61B1/045.610 A61B1/05 H04N13/00.220 H04N13/02.390 H04N13/128 H04N13/239		
F-TERM分类号	2H040/BA06 2H040/BA15 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/DA12 2H040/GA03 2H040/GA11 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA03 2H087/PA18 2H087/PB04 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA41 2H087/RA42 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/LL02 4C161/LL08 4C161/NN05 4C161/WW04 5C061/AB04 5C061/AB06 5C061/AB08		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
审查员(译)	棕熊正和		
其他公开文献	JP2013244104A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了实时地创建对象的立体运动图像，立体内窥镜装置（1）设置有：单个物镜（5），其通过会聚来自对象的光来形成图像；分束器（13），用于分离由物镜（5）聚集的光；成像元件（6,7），其在每个分光束的各个图像形成位置处捕获对象的光学图像；焦点位置调节部分（11,12），其为每束分光提供不同的光程长度；计算单元（14），用于根据由成像元件（6,7）获取的2D图像计算物镜（5）与对象的各个位置之间的物距；和视差图像创建单元（15），其使用所计算的物体距离，创建多个视点图像，其中从多个视点观察对象。

