

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5846763号
(P5846763)

(45) 発行日 平成28年1月20日(2016.1.20)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 D
A 6 1 B 1/04 (2006.01) A 6 1 B 1/04 3 7 2
 A 6 1 B 1/00 3 0 0 E

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-116140 (P2011-116140)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成23年5月24日 (2011.5.24)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2012-239834 (P2012-239834A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成24年12月10日 (2012.12.10)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成26年5月22日 (2014.5.22)		弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検物に明暗パターンが投影された縞画像を用いて前記被検物の計測を行う内視鏡装置であって、

長尺の挿入部と、

前記挿入部の先端部に設けられ、前記被検物の画像を取得する撮像部と、

前記撮像部の観察視野を照明する照明部と、

前記被検物に前記明暗パターンを投影するための投影光を発する光源が設けられたパターン投影部と、

前記被検物の画像を表示する表示画面を有する表示部と、
を備え、

前記パターン投影部は、

前記被検物に対して前記明暗パターンが投影されている状態において、前記撮像部の撮像視野内で前記明暗パターンの縞が並ぶ方向の少なくとも一端に前記明暗パターンが投影されていない領域を生じさせ、

前記表示部は、

前記被検物に投影される前記縞パターンの前記表示画面上における投影予定位置を示す枠を前記表示画面上に表示する

ことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の内視鏡装置であって、
前記撮像部は、
被検物の画像を撮像する撮像素子と、
前記被検物の像を前記撮像素子に結像させる対物光学系と、
を備え、
前記投影部は、
前記明暗パターンを生成するパターン生成部と、
前記挿入部の先端部に設けられ、前記明暗パターンを介して前記光源から前記被検物
に前記投影光を照射する投影光学系と、
を備え、
前記対物光学系の画角よりも前記投影光学系における前記投影光の照射角度の方が狭い
ことを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の内視鏡装置であって、
前記撮像部の撮像視野内で前記明暗パターンの縞が並ぶ方向の少なくとも一端に前記明
暗パターンが投影されていない領域が生じている状態において、前記対物光学系の焦点が
合っていることを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の内視鏡装置であって、
前記被検物に前記明暗パターンを投影するための投影窓が、前記挿入部の先端面に 1 つ
だけ設けられていることを特徴とする内視鏡装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の内視鏡装置であって、
前記表示画面に表示された画像上で前記枠内に位置する領域のみに対して前記被検物の
三次元形状の計測を行う制御部をさらに備える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】**

本発明は、内視鏡装置、より詳しくは、被検物に縞等のパターンを投影して被検物表面
の三次元形状を計測する内視鏡装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

従来、被検物を検査するために、光学系や撮像素子等を有する撮像部を長尺な挿入部の
先端に備える内視鏡装置が使用されている。このような内視鏡装置の中には、被検物に対
して縞パターンを投影した縞画像を、当該縞パターンの位相をずらしつつ複数取得し、こ
れら複数の縞画像を用いて被検物の三次元形状を算出するものが知られている。たとえば
、特許文献 1 には、縞を投影するための 2 つの投影窓が挿入部の先端面に設けられた内視
鏡装置が記載されている。特許文献 1 に記載の内視鏡装置では、撮像部によって取得され
る縞画像の全面に縞パターンが表示されるようになっている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0003】**

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2009 / 0225321 号公報

【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 に記載の内視鏡装置では、被検物に投影された縞パターン
のうち、撮像部の画角からはみ出した一部の縞が撮像されない場合がある。この場合、撮
像部において撮像された縞が、被検物に投影された縞パターンにおけるどの縞に対応する
かを縞画像から判断することができない。そのため、特許文献 1 に記載の内視鏡装置では、

50

被検物との間の距離を測定するためのセンサーを別途設ける必要があり、内視鏡装置の挿入部を細径化するのに限界があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、明暗パターンを被検物に投影して被検物の計測を行うことができ、且つ挿入部がより細径化された内視鏡装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明の内視鏡装置は、被検物に明暗パターンが投影された縞画像を用いて前記被検物の計測を行う内視鏡装置であって、長尺の挿入部と、前記挿入部の先端部に設けられ、前記被検物の画像を取得する撮像部と、前記撮像部の観察視野を照明する照明部と、前記被検物に前記明暗パターンを投影するための投影光を発する光源が設けられたパターン投影部と、前記被検物の画像を表示する表示画面を有する表示部と、を備え、前記パターン投影部は、前記被検物に対して前記明暗パターンが投影されている状態において、前記撮像部の撮像視野内で前記明暗パターンの縞が並ぶ方向の少なくとも一端に前記明暗パターンが投影されていない領域を生じさせ、前記表示部は、前記被検物に投影される前記縞パターンの前記表示画面上における投影予定位置を示す枠を前記表示画面上に表示することを特徴とする内視鏡装置である。

【 0 0 0 7 】

また、前記撮像部は、被検物の画像を撮像する撮像素子と、前記被検物の像を前記撮像素子に結像させる対物光学系と、を備え、前記投影部は、前記明暗パターンを生成するパターン生成部と、前記挿入部の先端部に設けられ、前記明暗パターンを介して前記光源から前記被検物に前記投影光を照射する投影光学系と、を備え、前記対物光学系の画角よりも前記投影光学系における前記投影光の照射角度の方が狭いことが好ましい。

【 0 0 0 8 】

また、前記撮像部の撮像視野内で前記明暗パターンの縞が並ぶ方向の少なくとも一端に前記明暗パターンが投影されていない領域が生じている状態において、前記対物光学系の焦点が合っていることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

また、前記被検物に前記明暗パターンを投影するための投影窓が、前記挿入部の先端面に1つだけ設けられていることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の内視鏡装置は、前記表示画面に表示された画像上で前記枠内に位置する領域のみに対して前記被検物の三次元形状の計測を行う制御部をさらに備えることが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の内視鏡装置によれば、縞パターンを投影して被検物の計測を行う内視鏡装置における挿入部をより細径にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図1】本発明の一実施形態の内視鏡装置の構成を示すブロック図である。

【図2】同内視鏡装置における挿入部の先端面を示す正面図である。

【図3】同内視鏡装置における対物光学系の画角と投影光学系による照射角度との関係を示す模式図である。

【図4】同内視鏡装置のモニターに表示されるパターン投影画像の例を示す模式図である。

。

【図5】(A)および(B)は、同内視鏡装置のモニターに表示される枠を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図6】同内視鏡装置の変形例における対物光学系の画角と投影光学系による照射角度との関係を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の一実施形態の内視鏡装置および計測方法について説明する。

まず、本実施形態の内視鏡装置1の構成について説明する。図1は、内視鏡装置1の構成を示すブロック図である。図2は、内視鏡装置1における挿入部10の先端面を示す正面図である。

【0015】

内視鏡装置1は、被検物に明暗パターンが投影されたパターン投影画像を用いて被検物の計測を行う計測内視鏡である。また、内視鏡装置1は、被検物の内部観察や、通常の観察装置がアクセス困難な位置にある被検物の観察などに使用される。

【0016】

図1に示すように、内視鏡装置1は、長尺の挿入部10と、挿入部10の基端が接続された本体部20とを備える。

挿入部10は、管状に形成されており、被検物の内部または被検物へのアクセス経路に挿入される。挿入部10には、被検物の画像を取得する撮像部30と、挿入部10前方の観察視野を照明する照明部40と、被検物に明暗パターンを投影するパターン投影部50とが設けられている。本実施形態では、パターン投影部50は明暗パターンとして、縞パターンを被検物に投影するものとする。

図2に示すように、挿入部10の先端面10aには、撮像部30の対物光学系32に外光を入射させるための開口11と、照明部40からの照明光を挿入部10の前方に照射するための照明窓12と、パターン投影部50からの縞パターンを挿入部10の前方に照射するための投影窓13とが設けられている。

【0017】

撮像部30は、挿入部10の先端付近に配置されたイメージャー31と、イメージャー31の前方に配置された対物光学系32と、イメージャー31と接続されたイメージャー制御部33とを備える。

【0018】

イメージャー31としては、例えば正方形の画素が格子状に配列された長形状のセンサー領域を有し、センサー領域に入射する光量を画素ごとに検出して画像を撮像するエリアイメージセンサーを採用することができる。本明細書では、イメージャー31によって撮像される画像について、イメージャー31のセンサー領域における短辺側を縦、長辺側を横と表記する。イメージャー31の具体例としては、CCD、CMOS等の各種イメージセンサーを含む公知の各種構成を適宜選択して用いることができる。

【0019】

対物光学系32は、挿入部10の開口11内に配置されている。対物光学系32は、所定の画角（視野角）を有し、当該画角により規定される観察視野内の反射光をイメージャー31に入射させ、被検物の像を結像させる。また、対物光学系32は、開口11を封止する光透過性のカバー部材32aを有する。

【0020】

イメージャー制御部33は、本体部20内に設けられており、挿入部10内を延びる配線34によりイメージャー31と接続されている。イメージャー制御部33は、イメージャー31の駆動および映像信号を取得する設定等の各種制御を行う。

【0021】

照明部40は、第一光源41と、照明光学系42と、第一光源41の光を照明光学系42に導く第一ファイバーバンドル43と、第一光源41と第一ファイバーバンドル43との間に配置される第一入射光学系44とを備える。

【0022】

第一光源41は、白色光を発する光源であり、本体部20の内部に配置されている。第

10

20

30

40

50

一光源 4 1 としては、ハロゲンランプや水銀ランプなど、公知の光源を適宜選択して採用することができる。本実施形態では、第一光源 4 1 として、ハロゲンランプが採用されている。第一光源 4 1 から発せられる光は、被検物を照明するための照明光となる。

【 0 0 2 3 】

照明光学系 4 2 は、挿入部 1 0 の先端または先端付近に取り付けられている。照明光学系 4 2 は、挿入部 1 0 の照明窓 1 2 内に設けられた光透過性のカバー部材 4 2 a と、図示しないレンズ群とを有する。照明光学系 4 2 は、第一光源 4 1 から照射された光を対物光学系 3 2 の画角に適した視野範囲に広げて照明窓 1 2 から出射させ、観察視野をまんべんなく照明する。

【 0 0 2 4 】

第一ファイバーバンドル 4 3 は、照明光学系 4 2 の近傍から挿入部 1 0 を通って本体部 2 0 内の第一光源 4 1 近傍まで延びている。第一ファイバーバンドル 4 3 の種類には特に制限はなく、一般的なライトガイドを使用可能である。

【 0 0 2 5 】

第一入射光学系 4 4 は、第一光源 4 1 から発せられる光を第一ファイバーバンドル 4 3 の径と同程度まで収束させて効率よく第一ファイバーバンドル 4 3 内に導入する。

【 0 0 2 6 】

パターン投影部 5 0 は、第二光源 5 1 と、投影光学系 5 2 と、第二光源 5 1 の光を投影光学系 5 2 に導く第二ファイバーバンドル 5 3 と、第二光源 5 1 と第二ファイバーバンドル 5 3 との間に配置される第二入射光学系 5 4 と、第二光源 5 1 から出射された光の光路上に配置されたパターン生成部 5 5 とを備える。

【 0 0 2 7 】

第二光源 5 1 は、第一光源 4 1 とは異なる光を発する光源であり、本体部 2 0 の内部に配置されている。第二光源 5 1 としては、LED 光源やレーザー光源などを採用することができる。本実施形態では、第二光源 5 1 として LED 光源が採用されている。第二光源 5 1 から発せられる光は、縞パターンを投影するための投影光となる。

【 0 0 2 8 】

投影光学系 5 2 は、挿入部 1 0 の先端または先端付近に取り付けられている。投影光学系 5 2 は、挿入部 1 0 の投影窓 1 3 内に設けられた光透過性のカバー部材 5 2 a を有する。図 2 に示すように、投影窓 1 3 は、挿入部 1 0 の先端面 1 0 a 側から見たときに、イメージャー 3 1 の短辺側に隣接する位置に配置されている。

なお、投影窓 1 3 に設けられたカバー部材 5 2 a はレンズ形状であっても構わない。投影光学系 5 2 は、第二光源 5 1 から照射された光を、対物光学系 3 2 の画角に対応した所定の照射角度で 1 つの投影窓 1 3 から観察視野内に投影する。

【 0 0 2 9 】

ここで、本実施形態における対物光学系 3 2 の画角と投影光学系 5 2 による投影光の照射角度の関係について詳述する。

図 3 は、対物光学系 3 2 の画角と投影光学系 5 2 の照射角度との関係を示す模式図である。図 3 において、符号 O は対物光学系 3 2 の位置を示し、符号 P は投影光学系 5 2 の位置を示す。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、本実施形態では、対物光学系 3 2 の画角 ν は、対物光学系 3 2 の深度方向（物体距離の方向）を中心線（図 3 に符号 A 1 で示す。）として等角度に広がっている。また、投影光学系 5 2 の照射角度 p は、中心線 A 1 と平行な中心線 A 2 を中心として等角度に広がっている。さらに、対物光学系 3 2 の画角 ν と投影光学系 5 2 の照射角度 p は、 $\nu > p$ を満たす。

【 0 0 3 1 】

また、対物光学系 3 2 における近点側の深度を L_n とし、遠点側の深度を L_f としたときに、投影される全ての縞が視野内に入る最短の物体距離 L_1 は、 $L_n - L_1$ を満たす。

このような関係であれば、焦点が合っている物体距離（ L_n から L_f までの深度内）で

10

20

30

40

50

あるときには、縞パターンはすべて対物光学系 3 2 の画角内に位置している。

【 0 0 3 2 】

また、本実施形態では、対物光学系 3 2 の中心と投影光学系 5 2 の中心との距離 d は、計測可能な物体距離の最小値である深度 L_1 よりも小さく設定されている。このため、距離 d は、物体距離 L_n よりも十分に小さい。このため、撮像部 3 0 において焦点が合っている範囲では画像に写る縞の位置は大きくは変わらない。

【 0 0 3 3 】

図 1 に示すように、第二ファイバーバンドル 5 3 は、投影光学系 5 2 の近傍から挿入部 1 0 を通って本体部 2 0 内の第二光源 5 1 近傍まで延びている。第二ファイバーバンドル 5 3 としては、第一ファイバーバンドル 4 3 と同様に一般的なライトガイドを使用することが

10

【 0 0 3 4 】

第二入射光学系 5 4 は、第二光源 5 1 から発せられた光を、第二ファイバーバンドル 5 3 の径と同程度まで収束させて効率よく第二ファイバーバンドル 5 3 内に導入する。

【 0 0 3 5 】

パターン生成部 5 5 は、縞パターンを形成可能なもので、例えば複数のスリットを有するスリット板や、ガラスや樹脂等からなる透明な板に縞パターンが描かれたものなどを用いることができる。縞パターンは、縞の輝度がなだらかに周期的に変化するような帯状の縞模様であることが好ましい。また、縞パターンは、白または黒など矩形状に輝度が変化するような縞模様であってもよい。

20

【 0 0 3 6 】

本実施形態における縞パターンは、イメージャー 3 1 のセンサー領域の短辺方向に延びイメージャー 3 1 のセンサー領域の長辺方向に所定間隔おきに平行に配置されるパターンとなっている（図 2 参照）。すなわち、本実施形態では、縞パターンは、挿入部の先端と正対する平面に投影されたときに、撮像部 3 0 によって取得された画像の縦方向に延びて横方向に並ぶ互いに平行な線として写る（図 4 参照）。

【 0 0 3 7 】

このほか、素子ごとに光の透過と不透過を切り替え可能な液晶シャッターモジュールや、素子ごとに微細な反射ミラーを備える MEMS（マイクロ電子機器システム）ミラーモジュール等がパターン生成部 5 5 として用いられてもよい。この場合、素子ごとの制御を行うので、パターン生成部 5 5 全体を移動させずに適切な位相の縞パターンを形成することができるため、パターン投影部 5 0 の構成を簡素にすることができる利点がある。縞パターンの切り替えは、パターン生成部 5 5 に接続されたパターン制御部 5 6 によって行われる。

30

【 0 0 3 8 】

図 4 は、被検物に投影された縞パターンの一例を示す模式図である。

図 3 および 4 に示すように、対物光学系 3 2 の画角 ν と投影光学系 5 2 の照射角度 p とが上述の関係となっていることにより、パターン投影部 5 0 は、被検物に対して縞パターン（図 4 に符号 1 0 0 で示す）が投影されている状態において、撮像部 3 0 の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の両端に、縞パターンが投影されていない未投影領域 X（右側未投影領域 X 1 および左側未投影領域 X 2）を生じさせる。

40

また、対物光学系 3 2 の画角と投影光学系 5 2 における投影光の照射角度の関係は、 $p = \nu$ となっても良い。この場合は、全ての縞パターンが対物光学系 3 2 の画角内に位置しないが、撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向のどちらか一方に、縞パターンが投影されていない未投影領域 X（右側未投影領域 X 1 または左側未投影領域 X 2）を生じさせる。

【 0 0 3 9 】

本体部 2 0 内には、上述のイメージャー制御部 3 3 と、照明部 4 0 から照明光を出射する動作およびパターン投影部 5 0 から投影光を出射する動作を制御する光源制御部 2 1 と、メイン制御部 2 2 とが設けられている。

50

【 0 0 4 0 】

イメージャー制御部 3 3 には、イメージャー 3 1 の取得した映像信号を処理するビデオプロセッサ 2 7 と、イメージャー制御部 3 3 の動作を制御するメイン制御部 2 2 とが接続されている。ビデオプロセッサ 2 7 およびメイン制御部 2 2 は本体部 2 0 内に設けられている。

【 0 0 4 1 】

ビデオプロセッサ 2 7 には、ビデオプロセッサ 2 7 によって処理された映像信号を画像として表示する表示画面を有するモニター（表示部）2 8 が接続されている。ビデオプロセッサ 2 7 は、被検物に投影される縞パターンの表示画面上における投影予定位置を示す枠 F となる画像を生成し、撮像部 3 0 によって取得された画像に重ねてモニター 2 8 へ出力する。

図 3 に示す距離 d は、物体距離 L_n や物体距離 L_f に比べて十分に小さいので、モニター 2 8 上に写る縞パターンの位置は大きくは変わらず、ある程度の範囲内で左右に移動する。つまり、縞パターンの位置は、モニター 2 8 に表示される画像上において、被検物に対する物体距離に応じて僅かに横方向に移動する。

【 0 0 4 2 】

図 5 (A) および図 5 (B) は、内視鏡装置 1 のモニターに表示される枠 F を示す模式図である。図 5 (A) および図 5 (B) に示すように、本実施形態では、縞パターン 1 0 0 が横方向に最大限移動しても縞パターン 1 0 0 が表示される領域を囲むように枠 F の位置が設定される。これにより、モニター 2 8 に表示される画像における実際の縞パターン 1 0 0 の位置に係わらず、枠 F 内には縞パターン 1 0 0 が位置することとなる。このように枠 F の位置を設定した場合には、縞パターン 1 0 0 の位置に対応させて枠 F の位置を調整する必要がないので、枠 F を表示させるための処理が簡単である。

モニター 2 8 は、被検物の画像と、縞パターンの投影予定位置を示す枠 F とを表示画面に表示する。また、モニター 2 8 には、三次元形状の計測結果や、内視鏡装置 1 の使用中に検出される各種情報が表示される。

【 0 0 4 3 】

図 1 に示すように、光源制御部 2 1 は、第一光源 4 1 および第二光源 5 1、並びにメイン制御部 2 2 に接続されており、メイン制御部 2 2 による制御に基づいて第一光源 4 1 および第二光源 5 1 のオン/オフを制御する。

【 0 0 4 4 】

メイン制御部 2 2 は、さらに、操作部 2 3、RAM 2 4、ROM 2 6、補助記憶装置 2 5、およびパターン制御部 5 6 に接続されている。

【 0 0 4 5 】

操作部 2 3 は、使用者が内視鏡装置 1 に各種入力を行うためのスイッチなどを有する。また、操作部 2 3 として、モニター 2 8 の表示画面と重ねて設けられたタッチパネルが採用されてもよい。

【 0 0 4 6 】

RAM 2 4 は、内視鏡装置 1 を用いた被検物の撮像や三次元形状の計測などの際に使用されるワークエリアとして機能する。

ROM 2 6 は、たとえばファームウェア等が記録されており、内視鏡装置 1 の起動時にファームウェア等が読み出されるようになっている。

補助記憶装置 2 5 は、たとえば書き換え可能な不揮発メモリを有する記憶装置や磁気記憶装置などを採用することができる。

【 0 0 4 7 】

メイン制御部 2 2 は、ビデオプロセッサ 2 7 によって生成された枠 F によって囲まれる画像上の領域を、三次元形状を計測するための対象領域 T (図 4 参照) に設定し、対象領域 T 内のみに対して被検物の三次元形状を求める。

メイン制御部 2 2 によって被検物の三次元形状を計測するための計測方法としては、位相シフト法やフーリエ変換法などによって縞パターンの位相を求めて、縞パターンの位相

10

20

30

40

50

に基づいて被検物の三次元形状を計算する方法を用いることができる。

【 0 0 4 8 】

以上に説明した構成の内視鏡装置の作用について説明する。

内視鏡装置 1 の使用時には、まず、使用者は、図 1 に示す挿入部 1 0 を被検物の内部や管路等の被検物へのアクセス経路等に挿入し、所定の観察部位まで挿入部 1 0 の先端を進める。使用者は、被検物の所望の部位を観察する観察モードと、当該部位の三次元形状を計測する計測モードとを必要に応じて切り替えることにより、被検物の検査等を行う。

【 0 0 4 9 】

観察モードでは、図 2 に示すメイン制御部 2 2 の指令を受けて光源制御部 2 1 が第一光源 4 1 をオン制御し、第二光源 5 1 をオフ制御する。その結果、パターン投影部 5 0 から 10
縞パターンが投影されずに照明部 4 0 から観察視野に白色光が照射され、観察視野が照明される（以下、この照明状態を「観察状態」と称する。）。照明された被検物の像は、対物光学系 3 2 を通じてイメージャー 3 1 に結像される。イメージャー 3 1 から送られた映像信号は、ビデオプロセッサ 2 7 で処理されてモニター 2 8 に表示される。使用者は、モニター 2 8 に表示される被検物の画像により被検物を観察したり、必要に応じて画像を保存したりすることができる。

【 0 0 5 0 】

観察モードから計測モードへ切り替える場合には、モードを切り替える指示を使用者が入力する。観察モードから計測モードへ切り替える入力によって行われると、メイン制御部 2 2 からビデオプロセッサ 2 7 へ、枠 F の画像をモニター 2 8 に表示させる 20
ための制御信号が出力される。これにより、モニター 2 8 には、縞パターンの投影予定位置に対応した枠 F の画像が表示される（図 5 (A) および図 5 (B) 参照。）。

なお、この状態では、縞パターン 1 0 0 はまだ投影されておらず、使用者は、照明光によって照明された被検物の映像を観察することができる。

【 0 0 5 1 】

使用者は、被検物において三次元形状の計測を所望する部位がモニター 2 8 上の枠 F 内に入るように、挿入部 1 0 の位置などを調整する。モニター 2 8 上に表示された枠 F 内に所望の部位が位置している状態で、使用者は操作部 2 3 における図示しないスイッチなどを用いて三次元形状の計測を開始させる。

【 0 0 5 2 】

三次元形状の計測が開始されると、まず、図 1 に示す照明部 4 0 からの照明光が照射されている状態で少なくとも 1 枚の画像が撮像部 3 0 によって取得される。続いて、照明部 4 0 の第一光源 4 1 からの照明光の出射が光源制御部 2 1 によって停止され、パターン投影部 5 0 の第二光源 5 1 からの投影光の出射が光源制御部 2 1 によって開始される。

投影光が出射されると、投影光はパターン生成部 5 5 および投影光学系 5 2 を透過し、縞パターンが被検物に投影される。

図 3 に示すように、被写体に縞パターンを投影した場合には、対物光学系 3 2 の画角内の一部に縞パターンが投影され、撮像部 3 0 の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の両端に、縞パターンが投影されていない未投影領域 X が生じる。

【 0 0 5 3 】

なお、物体距離に応じて、対物光学系 3 2 の画角内における縞パターンの位置は異なる。しかし、本実施形態では、対物光学系 3 2 の中心と投影光学系 5 2 の中心との距離 d が、計測可能な物体距離よりも十分に小さく設定されているので、縞が画面上に写る位置は大きくは変化しない。このため、縞パターンの位置が移動しても縞パターンの位置はあらかじめ設定した略枠 F 内に収まるようになっている（図 5 (A) および図 5 (B) 参照）。

【 0 0 5 4 】

縞パターンが被検物に投影されている状態で、撮像部 3 0 は被検物の画像を取得する。縞パターンが投影された状態の被検物の画像は、縞画像として、図 1 に示すビデオプロセッサ 2 7 を介してメイン制御部 2 2 へと出力され、RAM 2 4 などに一時記憶される。 50

【 0 0 5 5 】

そして、メイン制御部 2 2 によって、撮像部 3 0 で取得した 1 枚のパターン投影画像から上述の位相シフト法やフーリエ変換法などによって縞パターンの位相を求める。

【 0 0 5 6 】

また、時間的位相シフト法を用いて三次元形状の計測を行う場合には、位相が異なる複数のパターン投影画像を撮像部 3 0 が撮像し、メイン制御部 2 2 によって、複数のパターン投影画像に写った縞パターンの位相を求める。本実施形態の内視鏡装置 1 では、撮影された複数のパターン投影画像の各々は、縞パターンが投影されていない未投影領域 X が少なくとも一部に生じているので、縞パターンが投影されている領域と上記未投影領域 X との境界を起点として、パターン投影画像上に写っている縞と投影された縞パターンの縞とを対応付けることが比較的容易にできる。これにより、求められた前記位相から実空間上の三次元座標を計算することができる。そして、被検物の三次元形状を計測する対象となる対象領域 T (つまり、計測可能な視野範囲) が、枠 F の内側の領域に設定されている場合は、対象領域 T 内における三次元座標の分布を求めることで、被検物の三次元形状を求めることができる。なお、被検物の三次元形状を計測する演算は、対象領域 T 内に限定せずに、明暗パターンが写っている範囲で行ってもよい。

10

【 0 0 5 7 】

メイン制御部 2 2 によって演算した結果は、モニター 2 8 上に数値若しくは画像として表示するためにビデオプロセッサ 2 7 へ出力される。また、演算した結果を補助記憶装置 2 5 にファイルとして格納してもよい。

20

【 0 0 5 8 】

モニター 2 8 上に演算した結果が表示されることにより、使用者は、枠 F 内における被検物の三次元形状を知ることができる。

【 0 0 5 9 】

以上説明したように、本実施形態の内視鏡装置 1 によれば、撮像部 3 0 の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の両端、あるいは一方に、縞パターンが投影されていない未投影領域 X を生じさせることにより、パターン投影画像に写っている縞と、被検物に投影された縞とを容易に対応付けることができる。これにより、被検物の物体距離をパターン投影画像の計測により得ることができる。

パターン投影画像に写っている縞パターンと、被検物に投影された縞パターンとを容易に対応付ける別の方法としては、投影光学系 5 2 が配置される開口を 2 つ設けて、2 つの方向から縞パターンをそれぞれ投影する方法が知られているが、本実施形態では、挿入部 1 0 の先端部には投影光学系 5 2 が配置される開口を 1 つだけ設ければよいため、挿入部 1 0 をより細径にすることができる。あるいは、被検物へ投影された縞パターンと、被検物の物体距離を別途測定するセンサーを併用して、被検物の三次元形状を測定する方法も知られているが、本実施形態では、被検物の物体距離を別途測定するセンサーを搭載する必要がなくなるので、挿入部 1 0 をより細径にすることができる。

30

【 0 0 6 0 】

また、被検物に焦点が合っていればパターン投影画像上に未投影領域 X が必ず生じるので、使用者は、被検物に焦点を合わせて三次元形状の計測を開始させるだけでよく、内視鏡装置 1 の操作が簡便である。

40

【 0 0 6 1 】

また、撮像部の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の両端、あるいは一方に未投影領域を生じさせるので、パターン投影画像上に写っている縞パターンと投影された縞パターンとを対応付けることが比較的容易にできるため、縞パターン解析時の誤認識を低減することができる。計測値の信頼性や計測性能の悪化を防ぐことができる。

【 0 0 6 2 】

また、メイン制御部 2 2 およびビデオプロセッサ 2 7 によって、モニター 2 8 の表示画面に、被検物に投影される縞パターンの投影予定位置を示す枠 F を表示するので、内視鏡装置 1 の使用時に、三次元形状の計測をすることができる領域を使用者に知らせること

50

ができる。

【0063】

また、物体距離に応じて縞パターンの位置が変わっても縞パターンは略枠F内に投影されるので、三次元形状の計測をすることができる領域を確認するために実際に縞パターンを投影する必要がなく、内視鏡装置による計測操作を簡単にすることができる。

【0064】

また、メイン制御部22が、枠F内を対象領域Tとして対象領域Tのみに対して三次元形状の計測を行う場合は、画像全体に縞パターンを写して画像の全領域で三次元形状を演算する場合よりも演算量を減らすことができ、三次元形状の演算結果を迅速に得ることができる。

10

【0065】

また、対物光学系32の画角より投影光の照射角度が小さいので、投影光の照射角度を対物光学系32の画角以上とする場合と比較して、投影窓13を小型化しやすい。このため、挿入部10をさらに細径化することができる。

【0066】

(変形例1)

次に、上述の実施形態で説明した内視鏡装置1の変形例について説明する。

図6は、本変形例における対物光学系32の画角 ν と投影光学系52の照射角度 p との関係を示す模式図である。

図6において、符号 α および符号 β は、投影光学系52による投影光の照射角度を示している。具体的には、符号 α は対物光学系32の深度方向に対する左側の照射角度を示し、符号 β は対物光学系32の深度方向に対する右側の照射角度を示している。図6に示されたその他の符号については上述の実施形態で説明した通りである。

20

【0067】

図6に示すように、投影光学系52による投影光の照射角度 p の大きさは、左側の照射角度 α と、右側の照射角度 β との和となっている。本変形例では、投影光の照射角度 p が、深度方向の中心線に対して左右等角度ではない点で上述の実施形態と構成が異なっている。

本変形例では、投影される全ての縞が対物光学系32の画角内に入る物体距離を L_1 から L_2 の範囲内とすると、 $L_n \sim L_1$ かつ $L_f \sim L_2$ となっている場合であり、さらに物体距離が深度内($L_n \sim L_f$ の範囲)であれば、全ての縞を視野内に写すことができる。また、このとき、対物光学系32の画角 ν および縞投影の照射角度 p は、 $\nu > p$ の関係も満たしている。

30

【0068】

対物光学系32の画角 ν と投影光の照射角度 p がこのような関係にある場合にも、上述の実施形態と同様に、撮像部30の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の一端に、縞パターンが投影されていない未投影領域Xを生じさせることができる。

【0069】

(変形例2)

次に、上述の実施形態で説明した内視鏡装置1の他の変形例について説明する。

40

本変形例では、枠Fの画像を生成するビデオプロセッサ27が、枠Fの位置を調整する手段をさらに備えていることを特徴としている。

【0070】

上述の実施形態の内視鏡装置1における枠Fの設定方法では、枠Fの外側の領域においても縞パターンが実際には表示される場合がある。実際の縞パターンの投影位置にあわせて枠Fの位置を変更する手段をさらに備えることにより、三次元形状の計測をすることができる領域をより正確に使用者に示すことができる。

【0071】

具体的には、枠Fの形状を調整する手段は、縞パターンにおける複数の縞の左右両端を高速に検出して、縞パターンの輪郭に合わせて枠Fを表示する。その際、縞パターンが常

50

時投影されていると、その縞パターンが被検物の観察において邪魔になるため、例えば、1秒間のうちたとえば1/30秒だけ縞パターンを被検物に投影する等、観察に支障がない範囲で短時間だけ縞パターンの投影を行う。縞の左右両端を高速に検出する方法としては、縞パターンが投影された状態で被検物の画像を取得し、取得された画像から縞のエッジ検出によって行う。

【0072】

エッジ検出は、画像中央部の1ラインのみ、あるいは所定の複数ラインのみなど、一部分に限ってもよい。これにより、エッジ検出のための演算量を少なくすることができる。また、エッジ検出のための演算速度が十分に得られるのであれば、より正確に枠Fを表示するために、画像上の全ラインでエッジ検出した結果から、枠Fを表示するようにしてもよい。

10

【0073】

また、この枠Fの表示は、例えば1秒毎など、所定の間隔で更新される。縞パターンの投影自体は、被検物に照明光を照射して被検物を観察する場合の妨げにならない程度の短時間だけ行われているので、被写体を画面上で観察する上で支障とならずに枠Fをモニター28に略リアルタイムで表示することができる。

【0074】

このように、本変形例では、実際に被検物に投影された縞パターンに基づいて枠Fの形状が設定される。このため、上述の実施形態で説明した方法によって枠Fを設定する場合と比較して、三次元形状を計測できる領域を正しく使用者に示すことができる。

20

また、枠Fの表示が所定の間隔で更新されるので、縞パターンが実際に投影される領域を所定の間隔で最新の状態とすることができる。このため、枠F内であっても縞パターンが投影されないという事態が生じることを軽減することができる。

【0075】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、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。

たとえば、上述の実施形態では、対物光学系が配置される開口、照明光学系が配置される開口、投影光学系が配置される開口がそれぞれ1つ設けられている例を用いて説明したが、これらの開口は2つ以上設けられていてもよい。

【0076】

30

また、上述の実施形態では、撮像部によって撮像される画像の縦方向に延びる縞を投影する投影部が対物光学系に対して左右方向に並んでいる例を示したが、撮像部によって撮像される画像の横方向に延びる縞を投影する投影部が対物光学系に対して上下方向に並んでいてもよい。あるいは、明暗パターンの形状は、帯状の縞ではなく、複数の縦帯と横帯が交差した格子状のパターンや、等間隔に縦横に並んだ複数の点であってもよい。

【0077】

また、上述の実施形態では、照明光を照射するための第一光源と投影光を照射するための第二光源とが本体部内に配置された例を示したが、第一光源および第二光源は、挿入部の先端に設けられていてもよい。

【0078】

40

また、第一光源および第二光源は、光の出射状態を切り替えるシャッターやミラーモジュール等を備えていてもよい。この場合、点灯や消灯に時間がかかる光源であっても好適に光源として使用することができる。

【0079】

また、枠の形状は、上述の実施形態で示した形状以外にも、丸型、四角型、その他多角形など、適宜の形状に設定することができる。

【0080】

また、上述の実施形態では、未投影領域を、撮像部の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の両端に生じさせる構成について例示したが、未投影領域を、撮像部の撮像視野内で縞パターンの縞が並ぶ方向の一端に生じさせる構成としてもよい。撮像部の撮像視野内

50

で縞パターンの縞が並ぶ方向の一端に未投影領域が生じていれば、未投影領域と縞パターンとの境界をエッジ検出などによって検出することができ、未投影領域と縞パターンとの境界を起点として、投影された縞パターンの縞と画像上の縞とを対応付けることができる。

【 0 0 8 1 】

また、上述の実施形態で説明した縞パターン生成部に代えて、格子状や点状の模様などのパターンを生成する生成部を有していてもよい。

【 符号の説明 】

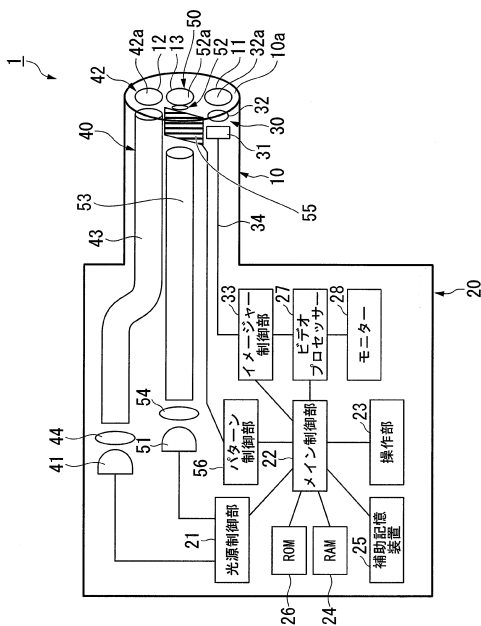
【 0 0 8 2 】

- 1 内視鏡装置
- 10 挿入部
- 28 モニター（表示部）
- 30 撮像部
- 31 イメージャー（撮像素子）
- 32 対物光学系
- 40 照明部
- 41 第一光源
- 42 照明光学系
- 50 パターン投影部
- 51 第二光源
- 52 投影光学系
- 55 パターン生成部
- F 枠
- T 対象領域
- X 未投影領域

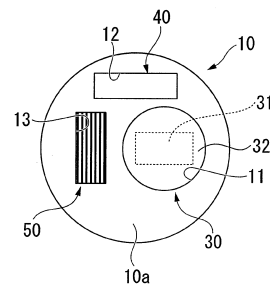
10

20

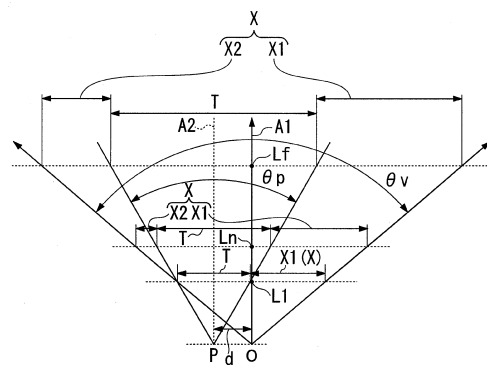
【 図 1 】



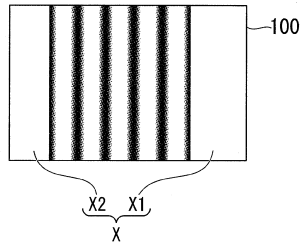
【 図 2 】



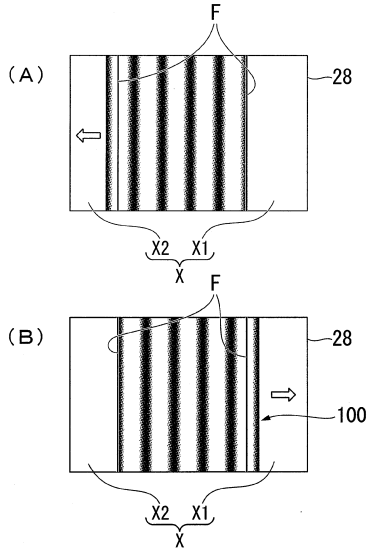
【 図 3 】



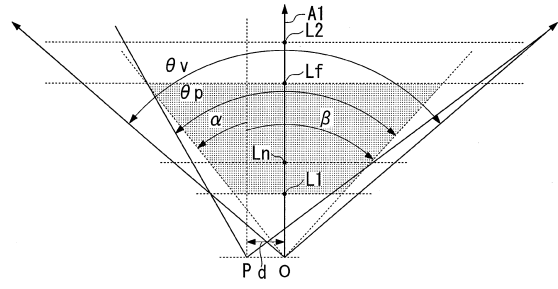
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 横田 政義
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 小田倉 直人

(56)参考文献 特開平05-211988(JP,A)
特開平03-128043(JP,A)
特開2009-061014(JP,A)
特開2007-144024(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 1/00
A61B 1/04