

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6603034号
(P6603034)

(45) 発行日 令和1年11月6日 (2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日 (2019.10.18)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 5 5 1

A 6 1 B 1/045 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 7 1 5

A 6 1 B 1/05 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 7 3 1

A 6 1 B 1/07 (2006.01)

A 6 1 B 1/045 6 1 0

G 0 1 B 11/25 (2006.01)

A 6 1 B 1/05

請求項の数 12 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-73083 (P2015-73083)
 (22) 出願日 平成27年3月31日 (2015.3.31)
 (65) 公開番号 特開2016-190002 (P2016-190002A)
 (43) 公開日 平成28年11月10日 (2016.11.10)
 審査請求日 平成30年3月9日 (2018.3.9)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110002907
 特許業務法人イトーシン国際特許事務所
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 高橋 進
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

挿入部と、

前記挿入部に設けられ、中心を有しかつ閉じた線からなる干渉縞を被検体に投影するための干渉縞投影部と、

前記干渉縞投影部とは異なる位置に配置された観察窓を通して、前記被検体に投影された前記干渉縞を含む被検体画像を得るために前記被検体を撮像する撮像部と、

前記干渉縞を生じさせる光の位相をシフトさせる位相シフト部と、

前記撮像部で得られた前記被検体画像中の前記干渉縞の前記中心の位置から算出して得られた前記中心に対応する前記被検体の表面上の点までの距離情報と、前記位相シフト部により前記光の位相を変化させて得られた前記干渉縞を含む複数の被検体画像に基づき位相シフト法により算出して得られた前記被検体の表面の三次元形状情報とから、実空間内における前記被検体の表面の形状情報を算出する三次元形状情報算出部と、

を有することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

前記干渉縞は、円形、楕円あるいは矩形であることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 3】

前記干渉縞投影部と前記撮像部は、前記挿入部の先端部に設けられ、視差を有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内視鏡装置。

10

20

【請求項 4】

前記干渉縞投影部の投影光学系の第 1 の光軸と、前記撮像部の撮像光学系の第 2 の光軸は、平行で、所定の距離だけ離間していることを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記位相シフト部は、電氣的な制御により前記光の位相をシフトさせる装置であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の内視鏡装置。

【請求項 6】

前記干渉縞投影部は、凹レンズ及び複屈折素子を有していることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の内視鏡装置。

10

【請求項 7】

前記干渉縞投影部と前記撮像部の間に配置された光発散部を有し、

前記干渉縞投影部と前記撮像部は、前記干渉縞投影部の投影窓と、前記撮像部の観察窓が対向するように配置され、

前記干渉縞投影部からの前記干渉縞の光は、前記光発散部により、前記挿入部の軸に対して所定の角度の方向に向けて前記被検体へ出射され、

前記撮像部は、前記光発散部において反射された前記被検体からの光を受光することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 8】

前記干渉縞投影部は、互いに平行に配置された 2 枚のハーフミラーを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内視鏡装置。

20

【請求項 9】

前記位相シフト部は、前記 2 枚のハーフミラーの間隔を変化させるための間隔変化部を有することを特徴とする請求項 8 に記載の内視鏡装置。

【請求項 10】

前記間隔変化部は、圧電素子を有することを特徴とする請求項 9 に記載の内視鏡装置。

【請求項 11】

中心を有しかつ閉じた線からなる干渉縞を被検体（人体を除く）に投影し、

前記干渉縞を出射する位置とは異なる位置から、前記被検体に投影された前記干渉縞を含む被検体画像を得るために前記被検体を撮像し、

30

前記被検体画像中の前記干渉縞の前記中心の位置から算出して得られた前記中心に対応する前記被検体の表面上の点までの距離情報と、前記干渉縞を生じさせる光の位相を変化させて得られた前記干渉縞を含む複数の被検体画像に基づき位相シフト法により算出して得られた前記被検体の表面の三次元形状情報とから、実空間内における前記被検体の表面の形状情報を算出することを特徴とする被検体表面の三次元形状の計測方法。

【請求項 12】

前記被検体画像は、内視鏡装置の挿入部に設けられた撮像部により撮像して得られた画像であり、

前記干渉縞は、前記挿入部に設けられた投影部から投影されることを特徴とする請求項 11 に記載の被検体表面の三次元形状の計測方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法に関し、特に、被検体の表面の三次元形状を計測可能な内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、被検体を検査するために、長尺の挿入部を備え、挿入部の先端に光学系及び撮像素子等の撮像部を有する内視鏡が使用されている。

50

このような内視鏡を利用した内視鏡装置には、被検体に対して、干渉縞を投影した縞画像を、その干渉縞の光の位相をずらしつつ複数取得し、取得した複数の縞画像を用いた公知の位相シフト法により被検体の表面の三次元形状を算出するものが知られている。

【0003】

さらに、特開2012-228459号に開示のように、干渉縞を投影するための投影窓を一つにして、内視鏡の挿入部の細径化した内視鏡装置も提案されている。その提案では、被検体に投影する干渉縞は、平行な複数の線の明暗パターンだけでなく、同心円状の明暗パターンでもよい。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2012-228459号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記提案では、被検体に投影する干渉縞は、同心円状の明暗パターンでもよい旨の記載はあるが、どのようにして、被検体の表面の三次元空間内の絶対値距離あるいは絶対値形状を計測するかについては開示ない。

【0006】

そこで、本発明は、同心円などの閉じた干渉縞パターンを投影して被検体の表面の三次元空間内の絶対値形状を計測することができる内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、挿入部と、前記挿入部に設けられ、中心を有しかつ閉じた線からなる干渉縞を被検体に投影するための干渉縞投影部と、前記干渉縞投影部とは異なる位置に配置された観察窓を通して、前記被検体に投影された前記干渉縞を含む被検体画像を得るために前記被検体を撮像する撮像部と、前記干渉縞を生じさせる光の位相をシフトさせる位相シフト部と、前記撮像部で得られた前記被検体画像中の前記干渉縞の前記中心の位置から算出して得られた前記中心に対応する前記被検体の表面上の点までの距離情報と、前記位相シフト部により前記光の位相を変化させて得られた前記干渉縞を含む複数の被検体画像に基づき位相シフト法により算出して得られた前記被検体の表面の三次元形状情報とから、実空間内における前記被検体の表面の形状情報を算出する三次元形状情報算出部と、を有する内視鏡装置を提供することができる。

30

【0008】

本発明の一態様によれば、中心を有しかつ閉じた線からなる干渉縞を被検体（人体を除く）に投影し、前記干渉縞を出射する位置とは異なる位置から、前記被検体に投影された前記干渉縞を含む被検体画像を得るために前記被検体を撮像し、前記被検体画像中の前記干渉縞の前記中心の位置から算出して得られた前記中心に対応する前記被検体の表面上の点までの距離情報と、前記干渉縞を生じさせる光の位相を変化させて得られた前記干渉縞を含む複数の被検体画像に基づき位相シフト法により算出して得られた前記被検体の表面の三次元形状情報とから、実空間内における前記被検体の表面の形状情報を算出する被検体表面の三次元形状の計測方法を提供することができる。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、同心円などの閉じた干渉縞パターンを投影して被検体の表面の三次元空間内の絶対値形状を計測することができる内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

50

【図 1】本発明の実施の形態に係わる内視鏡装置 1 の構成を示す構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係る挿入部 1 1 の先端部 2 1 の構成と、円形の干渉縞パターンを投影する投影原理を説明するための図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係る、各光学素子を通る光の偏光方向を説明するための図である。

【図 4】本発明の実施の形態に係る、本体装置 4 における絶対値形状計測処理の流れを示すフローチャートである。

【図 5】本発明の実施の形態に係る、中心 C までの距離計測の方法を説明するための図である。

【図 6】本発明の実施の形態の変形例 1 に係る内視鏡装置の挿入部の先端部の構成を示す断面図である。 10

【図 7】本発明の実施の形態の変形例 2 に係る 2 枚のハーフミラーと圧電素子を有する光学部材の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は、本実施の形態に係わる内視鏡装置 1 の構成を示す構成図である。図 1 に示すように、本実施の形態の内視鏡装置 1 は、計測用内視鏡装置であり、電子内視鏡（以下、内視鏡という）2 と、この内視鏡 2 が接続される光源装置 3、カメラコントロールユニット（以下、CCU という）などを含む本体装置 4 と、レーザ光源 5 と、モニタ 6 を備えている 20

【0012】

内視鏡 2 は、細長の挿入部 1 1 と、この挿入部 1 1 の基端に接続された操作部 1 2 と、この操作部 1 2 から延出するユニバーサルケーブル 1 3 を有する。

操作部 1 2 から延出されたユニバーサルケーブル 1 3 の先端に設けられたコネクタ 1 4 は、光源装置 3 に対して着脱自在に装着することができるようになっている。このコネクタ 1 4 から 2 本の信号ケーブル 1 5 と 1 6 が延出している。信号ケーブル 1 5 の端部に設けたコネクタ 1 7 は、本体装置 4 に着脱自在に装着することができるようになっている。信号ケーブル 1 6 の端部に設けたコネクタ 1 8 は、レーザ光源 5 に着脱自在に装着することができるようになっている。 30

【0013】

内視鏡 2 の挿入部 1 1 は、その先端に硬質の先端部 2 1 が形成され、この先端部 2 1 に隣接して湾曲自在の湾曲部 2 2 が形成され、さらにこの湾曲部 2 2 の基端側に長尺の軟性部 2 3 が形成されている。内視鏡装置 1 のユーザは、上記湾曲部 2 2 は操作部 1 2 に設けた湾曲ノブ 2 4 を操作することにより、湾曲部 2 2 を湾曲することができる。

【0014】

光源装置 3 は、ユニバーサルケーブル 1 3 及び挿入部 1 1 内に挿通された光ファイバ 4 6（図 2）の基端面に入射して、挿入部 1 1 の先端から出射して被検体を照明する照明光を生成するランプ等の光源を含む。

【0015】 40

本体装置 4 は、CCUに加えて、内視鏡装置 1 全体を制御するための制御部を内蔵している。本体装置 4 は、中央処理装置（以下、CPU という）4 a、図示しない ROM、RAM 等を含み、ユーザは、図示しない操作パネルに対して各種操作を行うことができる。本体装置 4 は、操作に応じた機能を実現するために、その機能に応じたプログラムを実行する。本体装置 4 は、CCUにおいて生成された被検体画像である内視鏡画像の画像信号をモニタ 6 へ出力して、内視鏡画像は、モニタ 6 に表示される。

【0016】

本体装置 4 の CPU 4 a は、後述するように、被検体表面の三次元形状情報を演算などにより生成する。

レーザ光源 5 は、三次元形状情報を得るための干渉縞のための光を生成するための装置 50

である。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、本実施の形態に係る挿入部 1 1 の先端部 2 1 の構成と、円形の干渉縞パターンを投影する投影原理を説明するための図である。

挿入部 1 1 の先端部 2 1 の先端面には、投影窓 2 5 と、観察窓 2 6 と、照明窓 2 7 が設けられている。

【 0 0 1 8 】

投影窓 2 5 には、投影光学系を構成する凹レンズ 3 1 が配設されている。先端部 2 1 の内部には、凹レンズ 3 1 の後ろに、偏光板 3 2 と、複屈折素子 3 3 と、光ファイバ 3 4 の先端面が、配設されている。

10

【 0 0 1 9 】

光ファイバ 3 4 は、挿入部 1 1 内に挿通された偏波面保持ファイバであり、光ファイバ 3 4 の基端部は、レーザ光源 5 の位相シフタ 3 5 に接続されている。位相シフタ 3 5 には、レーザダイオード 3 6 からの所定の波長のレーザ光が入射され、位相シフタ 3 5 を通った光は、光ファイバ 3 4 の基端面に入射する。位相シフタ 3 5 とレーザダイオード 3 6 は、レーザ光源 5 内に設けられている。

【 0 0 2 0 】

観察窓 2 6 には、対物光学系を構成する凹レンズ 4 1 が配設されている。先端部 2 1 の内部には、凹レンズ 4 1 の後ろに、凹レンズ 4 1 と同様に対物光学系を構成するレンズ群 4 2 と、絞り 4 3 と、撮像素子 4 4 とが、配設されている。

20

【 0 0 2 1 】

凹レンズ 4 1 に入射した光は、レンズ群 4 2 と絞り 4 3 を通って、撮像素子 4 4 の撮像面に照射される。撮像素子 4 4 は、CCD 等であり、撮像面に形成された光学像を光電変換して撮像信号を本体装置 4 内の CCU へ出力する。本体装置 4 は、入力された撮像信号から、モニタ 6 に内視鏡画像を表示するための表示信号を生成してモニタ 6 へ出力する。

【 0 0 2 2 】

投影窓 2 5 の投影光学系の光軸 OL1 と、観察窓 2 6 の観察光学系の光軸 OL2 が、略平行で、かつ所定の距離 d だけ離間して、投影窓 2 5 の投影光学系と観察窓 2 6 の観察光学系は配置されている。

【 0 0 2 3 】

30

照明窓 2 7 には、照明光学系を構成する凹レンズ 4 5 が配設されている。凹レンズ 4 5 は、光源装置 3 からの照明光を光ファイバ 4 6 から受けて、照明窓 2 7 の凹レンズ 4 5 の光軸 OL3 に沿って被検体へ出射する。

【 0 0 2 4 】

投影窓 2 5 の凹レンズ 3 1 により、後述する円形の干渉縞パターン IP は、投影窓 2 5 から拡がるように被検体へ照射される。

投影窓 2 5 の凹レンズ 3 1 の後ろ側に配置された偏光板 3 2 は、複屈折素子 3 3 の光軸に対して 45 度だけ傾けた偏光軸を有する。すなわち、偏光板 3 2 は、複屈折素子 3 3 からの互いに直交する 2 つの偏波成分の光から可干渉波となるそれぞれの 45 度成分を取り出すための光学素子である。

40

【 0 0 2 5 】

複屈折素子 3 3 は、ルチル結晶、水晶等からなる複屈折板であり、複屈折素子 3 3 の結晶軸は、投影光学系の光軸 OL1 に直交する。複屈折素子 3 3 は、入射した光から、互いに直交する 2 つの偏波成分の光を分離する光学素子である。複屈折素子 3 3 から出射された 2 つの光は、あたかも、光軸 OL1 上の互いに異なる位置の 2 つの点 P1 と P2 から出射された光となる。

【 0 0 2 6 】

光ファイバ 3 4 は、偏波面保持ファイバであるパンダファイバである。

位相シフタ 3 5 は、一方向に偏光しているレーザダイオード 3 6 からの入射光の位相をシフトさせる素子である。位相シフタ 3 5 は、電氣的な制御により光の位相をシフトさせ

50

る装置であり、電気的な入力信号（例えば電圧信号）に応じて、互いに直交する２つの光の一方の位相を他方に対してシフトする電気光学装置である。

【００２７】

なお、ここでは、位相シフタ３５は、電気光学装置であるが、例えば、特開平５－８７５４３号公報の実施例に示すような、四分の１波長板（ $\lambda/4$ 波長板）を回転させて、透過する光の位相を変化させることにより、位相シフトを行うような構造を有していてもよい。

【００２８】

図３は、各光学素子を通る光の偏光方向を説明するための図である。レーザダイオード３６から出射される光は、矢印A1で示す方向に偏光した光であるとする。

10

レーザダイオード３６からの出射光は、位相シフタ３５に入射する。位相シフタ３５から出射された光は、偏波面が維持された状態で光ファイバ３４を通過して光ファイバ３４の先端面から、出射される。偏波面保持ファイバである光ファイバ３４から出射する光は、矢印A2又はA3で示す偏波面保持ファイバの偏波面の方向に偏光した光である。図３では、矢印A2とA3は、それぞれx軸とy軸方向を示す。

【００２９】

光ファイバ３４の先端面から出射した光は、複屈折素子３３を通過することにより、互いに偏光方向が直交する２つの光線に分離されて複屈折素子３３から出射される。複屈折素子３３の結晶軸の方向は、矢印A2又はA3の方向と一致している。

【００３０】

20

複屈折素子３３から出射した２つの光線は、偏光板３２を透過する。入射した偏光方向が互いに直交する２つの光は、偏光板３２により、偏光板３２の偏光方向と同じ偏光方向を有する、可干渉性の２つの光となる。偏光板３２の偏光方向が矢印A1で示す方向であれば、２つの光は、矢印A1で示す方向に偏光した光となる。その結果、複屈折素子３３から出射された位相の異なる２つの点P1とP2から出射された２つの光線は、干渉可能な光となって、被検体の表面には、円形の干渉縞パターンIPが現れる。

【００３１】

図２に示すように、ここでは、干渉縞パターンIPは、中心Cを有する円形の多重リングである。干渉縞の中心Cは、投影光学系の光軸OL1上にある。干渉縞パターンIPは、円形の中心縞R1の周りに、複数のリング状の縞R2,R3を有する。中央の円形の干渉縞R1の中心は、Cで示されている。

30

【００３２】

位相シフタ３５に対する入力信号を制御して、２つの光の一方の位相を他方に対してずらすことによって、中心Cからの各干渉縞R1,R2,R3の位置を被検体の表面上で変更することができる。言い換えれば、位相シフタ３５は、干渉縞を生じさせる光の位相をシフトさせる位相シフト部であり、位相シフタ３５を制御することにより、各干渉縞のサイズを変更することができる。換言すれば、各干渉縞の明暗を連続的に変更することができる。

【００３３】

撮像素子４４の撮像面４４aには、凹レンズ４１等の対物光学系により、投影窓２５から被検体の表面に投影された干渉縞パターンIPを含む被検体画像が形成される。

40

以上のように、投影窓２５に配設された凹レンズ３１、偏光板３２、複屈折素子３３等は、前記挿入部に設けられた干渉縞投影部を構成する。干渉縞投影部は、中心Cを有しかつ閉じた線（ここではリング状の線）からなる干渉縞を被検体に投影する。

【００３４】

観察窓２６に設けられた凹レンズ４１等の対物光学系と、撮像素子４４は、撮像部を構成する。すなわち、観察窓２６と撮像素子４４は、上述した干渉縞投影部とは異なる位置に配置された観察窓２６を通して、被検体に投影された干渉縞を含む被検体画像を得るために被検体を撮像する撮像部を構成する。

【００３５】

そして、干渉縞投影部の投影光学系の光軸OL1と、撮像部の撮像光学系の光軸OL2は、略

50

平行で、所定の距離 d だけ離間している。言い換えれば、干渉縞投影部と撮像部は、挿入部 11 の先端部 21 に設けられ、視差を有している。

(作用)

次に、本体装置 4 の動作について説明する。内視鏡装置 1 のユーザは、本体装置 4 の図示しない操作パネルに対して所定の操作を行うことにより、本体装置 4 の CPU 4 a に対して絶対値形状計測処理の実行を指示することができる。本体装置 4 は、絶対値形状計測処理の実行指示を受けるとレーザ光源 5 を動作させる。その結果、上述したような干渉縞パターン IP が、被写体の表面上に投影される。

【0036】

図 4 は、本体装置 4 における絶対値形状計測処理の流れを示すフローチャートである。図 5 は、中心 C までの距離計測の方法を説明するための図である。

本体装置 4 の CPU 4 a は、まず、撮像素子 44 で撮像して得られた内視鏡画像から、干渉縞パターン IP の中心 C までの距離を算出する(ステップ(以下、S と略す)1)。図 5 に示すように、干渉縞パターン IP の中心 C の位置は、被検体の表面の位置に応じて、三次元空間内において光軸 OL1 上で変化するが、距離 d は固定である。また、凹レンズ 41 及びレンズ群 42 からなる対物光学系を通った被検体からの光のうちで、中心 C の位置は、被検体までの距離に応じて、撮像素子 44 の撮像面 44 a 上で一義的に決まる。例えば、図 5 では、先端部 21 の先端面からの距離 $z1$ のときの中心 C の位置からの光は、光路 L1 に沿って進み、撮像面 44 a 上で点 P1 となる。また、先端部 21 の先端面からの距離 $z2$ のときの中心 C の位置からの光は、光路 L2 に沿って進み、撮像面 44 a 上で点 P2 となる。

【0037】

よって、本体装置 4 の CPU 4 a は、所謂三角測量の原理から、撮像面 44 a 上(すなわち内視鏡画像上)の中心 C の位置に基づき、三次元空間内における、先端部 21 の先端面から中心 C までの距離を算出することができる。

【0038】

なお、図 2 に示すように、中心 C は、点として内視鏡画像中に現れないが、円形の干渉縞 R1 の中心であるので、画像処理により、内視鏡画像上の円形の干渉縞 R1 の中心 C を求めることができる。

【0039】

次に、本体装置 4 の CPU 4 a は、位相シフト法により被検体の表面の三次元形状を計測する(S2)。

具体的には、本体装置 4 の CPU 4 a は、位相シフタ 35 を駆動して、2 つの光の一方の位相を他方に対してずらすことによって、干渉縞パターン IP の各干渉縞 R1, R2, R3 の位置を、被検体の表面上で変化させ、位相が異なる干渉縞パターン IP の投影画像を複数枚取得する。本体装置 4 の CPU 4 a は、取得した複数の干渉縞パターン IP の投影画像から、例えば 4 バケット法を利用した公知の位相シフト法により被検体の表面の三次元形状の情報を算出して得ることができる。すなわち、複数の投影画像から位相成分の情報のみを抽出することにより、被検体の表面の相対的な位置情報、すなわち凹凸情報を算出して得ることができる。

【0040】

そして、本体装置 4 の CPU 4 a は、中心 C までの絶対距離情報と、位相シフト法により求めた被検体表面の相対的位置情報とから、被検体の表面の三次元空間内の絶対距離を算出して計測する(S3)。

【0041】

すなわち、S1 で求めた中心 C の絶対距離情報と、位相シフト法により求めた被検体の表面上の各点の相対的位置情報とから、被検体の表面の各点の絶対位置の情報を算出して、被検体の表面の三次元空間における絶対値形状を得ることができる。

【0042】

すなわち、CPU 4 a を含む本体装置 4 は、撮像部を構成する撮像素子 44 で得られた被検体画像中の干渉縞の中心 C の位置から算出して得られた中心 C に対応する被検体の表面上

の点までの距離情報と、位相シフト部を構成する位相シフタ 3 5 により光の位相を変化させて得られた干渉縞を含む複数の被検体画像に基づき位相シフト法により算出して得られた被検体の表面の三次元形状情報とから、実空間内における被検体の表面の形状情報を算出する三次元形状情報算出部を構成する。

【 0 0 4 3 】

以上のように、上述した実施の形態によれば、同心円の閉じた干渉縞パターンを投影して被検体の表面の三次元空間内の絶対値形状を計測することができる内視鏡装置を実現することができる。

【 0 0 4 4 】

なお、観察窓 2 6 を通して得られる内視鏡画像の一部に、暗部領域があったとしても、中心 C が内視鏡画像に含まれていれば、暗部以外の表面の各点の絶対位置の情報を得ることができる。

10

(変形例 1)

上述した実施の形態は、挿入部 1 1 の先端部の先端面を被検体の表面に対向するように近づけて被検体の表面の各点の絶対位置の情報を得ることができる内視鏡装置に関するものであるが、本変形例 1 は、配管などの被検体の内周面の絶対形状を計測することができる内視鏡装置に関する。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、変形例 1 に係る内視鏡装置の挿入部の先端部の構成を示す断面図である。

本変形例 1 の内視鏡装置は、図 1 に示した実施の形態の内視鏡装置 1 と同様の構成を有し、光源装置 3 と本体装置 4 とモニタ 6 とを含む。しかし、本変形例 1 の内視鏡装置には、図 1 に示したようなレーザ光源 5 が含まれておらず、挿入部の先端部にレーザ光源が設けられている。さらに、本変形例 1 は、挿入部 1 1 の先端部の構成において、実施の形態の内視鏡装置とは異なっており、干渉縞投影部と撮像部は対向しており、干渉縞パターンの投影光学系による光の投影方向と、撮像光学系による撮像方向とは逆方向である。

20

【 0 0 4 6 】

本変形例 1 の内視鏡装置の挿入部 1 1 は、被検体である配管 5 1 内に挿入される。内視鏡装置の挿入部 1 1 の先端部 2 1 A は、円筒状の筒形状を有する筐体 6 1 A と 6 1 B を有している。筐体 6 1 A は、挿入部 1 1 の先端部に設けられ、先端側が閉じた形状を有する。筐体 6 1 A と 6 1 B の外周面には、複数のセンタリング装置 6 2 が固定されている。

30

【 0 0 4 7 】

挿入部 1 1 の先端部 2 1 A が配管 5 1 内に挿入されたときに、円筒形状の筐体 6 1 A と 6 1 B の中心軸と配管 5 1 の中心軸とが略一致するように、複数のセンタリング装置 6 2 が、先端部 2 1 A の先端側の筐体 6 1 A と基端側の筐体 6 1 B のそれぞれに、周方向に沿って複数設けられている。

【 0 0 4 8 】

各センタリング装置 6 2 は、バネ部材 6 2 A と車輪 6 2 B を有し、バネ部材 6 2 A は、配管 5 1 内において、車輪 6 2 B を配管 5 1 の内壁 5 2 に押し付けて接触させるように、筐体 6 1 A と 6 1 B の外周部に設けられている。各車輪 6 2 B は、先端部 2 1 A が配管 5 1 内において配管 5 1 の軸方向に沿って移動したときに、回動可能にバネ部材 6 2 A に設けられている。

40

【 0 0 4 9 】

筐体 6 1 A と 6 1 B の間には、透明パイプ 6 3 と 6 4 が設けられている。透明パイプ 6 3 と 6 4 は、例えば、サファイアガラスのパイプである。透明パイプ 6 3 と 6 4 は、接続部材 6 5 を介して接続されている。

【 0 0 5 0 】

透明パイプ 6 3 の内側には、発散光学系 6 6 が固定されている。発散光学系 6 6 は、先端部 2 1 A の先端側と基端側に、それぞれ、表面が鏡面である円錐形状部 6 6 A と 6 6 B を有している光発散部を構成する。発散光学系 6 6 は、図 6 に示すように、円錐形状部 6 6 A と 6 6 B の底面同士が密着した形状を有している。

50

【 0 0 5 1 】

透明パイプ 6 4 の内周面上には、透明パイプ 6 4 の軸方向に沿って複数、かつ周方向に沿っても複数配置された発光ダイオード（以下LEDという）6 7 が固定されている。LED 6 7 からの延出する信号ケーブル 6 7 a は、挿入部 1 1 内を通して本体装置 4 に接続されている。

【 0 0 5 2 】

透明パイプ 6 4 の内側には、撮像部を構成する対物光学系 6 8 と撮像素子 6 9 が設けられ、図示しない固定部材により固定されている。対物光学系 6 8 は、凹レンズ 6 8 a と、レンズ群 6 8 b を含み、途中に絞り部材 7 0 が配設されている。凹レンズ 6 8 a が、観察窓を構成する。撮像素子 6 9 は、CCD等のイメージセンサである。撮像素子 6 9 からの延出する信号ケーブル 6 9 a は、挿入部 1 1 内を通して本体装置 4 に接続されている。

10

【 0 0 5 3 】

筐体 6 1 Aの内側には、発散レンズ 7 1 と、偏光板 7 2 と、複屈折素子 7 3 と、位相変調素子 7 4 と、レーザダイオード 7 5 と、コントローラ 7 6 とが設けられ固定されている。発散レンズ 7 1 等が、干渉縞投影部を構成し、発散レンズ 7 1 が、投影窓を構成する。コントローラ 7 6 は、バッテリー 7 7 を含む。

【 0 0 5 4 】

2本の透明パイプ 6 3 と 6 4 は、干渉縞パターンを投影する発散光学系と、撮像光学系とを保護する部材である。

【 0 0 5 5 】

20

コントローラ 7 6 は、位相変調素子 7 4 とレーザダイオード 7 5 に電源を供給すると共に、位相変調素子 7 4 を制御して位相を所定の間隔で変化させる。

配管 5 1 の内壁 5 2 は、周方向に沿って配置された複数のLED 6 7 により照明される。

【 0 0 5 6 】

レーザダイオード 7 5 から出射された光は、位相変調素子 7 4 、複屈折素子 7 3 、偏光板 7 2 を通り、発散レンズ 7 1 で発散されて、発散光学系 6 6 の円錐形状部 6 6 Aに照射される。

【 0 0 5 7 】

円錐形状部 6 6 Aにおいて反射された光は、配管 5 1 の内壁に、周方向に沿って伸びた円形の複数の縞パターンとなって投影される。すなわち、周方向に沿って伸びた円形の縞パターンを生じさせる干渉光が、外径方向に出射する。

30

【 0 0 5 8 】

発散光学系 6 6 で反射されて対物光学系 6 8 を通った光は、撮像部である撮像素子 6 9 の撮像面に照射される。撮像素子 6 9 で得られる画像は、上述した干渉縞パターンIPと同様の円形の干渉縞パターンを含む内視鏡画像となる。

【 0 0 5 9 】

以上のように、本変形例 1 の内視鏡装置は、干渉縞投影部と撮像部の間に配置された光発散部を有し、干渉縞投影部と撮像部は、干渉縞投影部の投影窓と、撮像部の観察窓が対向するように配置され、干渉縞投影部からの干渉縞の光は、光発散部により、挿入部 1 1 の軸に対して所定の角度の方向に向けて被検体へ出射される。撮像部は、光発散部において反射された被検体からの光を受光する。

40

【 0 0 6 0 】

よって、撮像部と干渉縞投影部は先端部 2 1 A内で所定の距離だけ離れて固定されており、かつ位相シフト法によりリング状縞パターンの位相を変更して複数の画像を取得することによって、配管 5 1 の内壁 5 2 の凹凸の情報を得ることができるので、本変形例 1 の内視鏡装置も、上述した実施の形態の内視鏡装置と同様の効果を有する。

(変形例 2)

上述した実施の形態及び変形例 1 では、複屈折素子を用いて円形の干渉縞パターンを生成し、位相シフト法のために位相シフタ 3 5 により位相をずらしているが、円形の干渉縞パターンの生成と位相シフトのために、2枚のハーフミラーと圧電素子を用いてもよい。

50

【0061】

図7は、変形例2に係る2枚のハーフミラーと圧電素子を有する光学部材の構成図である。光学部材81は、ハーフミラー82と83をそれぞれ有するガラス板84と85を有する。2枚のガラス板84と85は、連結部材86と87により、互いに光の透過面が平行になるように、固定されている。

【0062】

連結部材86と87は、それぞれ圧電素子86aと87aを有する。圧電素子86aと87aに電圧を印加すると、印加された電圧に応じて2枚のハーフミラー82と83の間隔d1が変化するように、圧電素子86aと87aは、それぞれ連結部材86と87に設けられている。

10

【0063】

ガラス板85の一方側は、光学部材81への光の入射側である。光学部材81への光の入射側には、偏波面保持ファイバである光ファイバ34の先端部が位置している。

レーザダイオード36からの光は、偏波面保持ファイバである光ファイバ34の先端部から出射され、ガラス板85とハーフミラー83を透過する。光ファイバ34は、レーザダイオード36からの直線偏光の光を、その直線偏光の偏光方向を維持した状態で、ガラス板85へ出射する。

【0064】

ガラス板85を透過した光は、直線偏光のままハーフミラー83を透過する。ハーフミラー83からの光は、ガラス板84へ入射し、ハーフミラー82の表面で反射されるが、ハーフミラー82で反射された光は、再びハーフミラー83の表面で反射される。

20

【0065】

ハーフミラー83で反射された光は、ガラス板84とハーフミラー82を透過して、光学部材81から出射される。

その結果、2枚のガラス板84と85を透過して出射した光と、ハーフミラー82と83で反射して出射した光は、それぞれ、異なる点P3とP4からあたかも出射した光となり、干渉して、リング状縞パターンを投影することができる。さらに、圧電素子86aと87aに印加する電圧を変化させることにより、2枚のガラス板84と85を透過して出射した光と、ハーフミラー82と83で反射して出射した光との光路差を変化させて、干渉パターンIPを生じさせる光の位相を変化させることができる。

30

【0066】

よって、互いに平行に配置された2枚のハーフミラー82、83は、干渉縞投影部を構成する。そして、圧電素子86a、87aは、2枚のハーフミラーの間隔を変化させるための間隔変化部であり、位相シフト部を構成する。

【0067】

なお、上述した実施の形態及び各変形例では、投影される閉じた線からなる各干渉縞の形状は、円環状であるが、楕円、矩形などの、中心を有し、閉じた縞でもよい。

【0068】

楕円の場合は、2つの焦点を結んだ線の中央が、中心となる。矩形の場合は、2本の対角線の交点が、中心となる。

40

さらになお、閉じた線の中心が判定できれば、円、楕円、矩形の線の途中は、一部切れていてもよい。

【0069】

以上のように、上述した実施の形態及び各変形例によれば、同心円などの閉じた干渉縞パターンを投影して被検体の表面の三次元空間内の絶対値形状を計測することができる内視鏡装置、及び被検体表面の三次元形状の計測方法を提供することができる。

【0070】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【符号の説明】

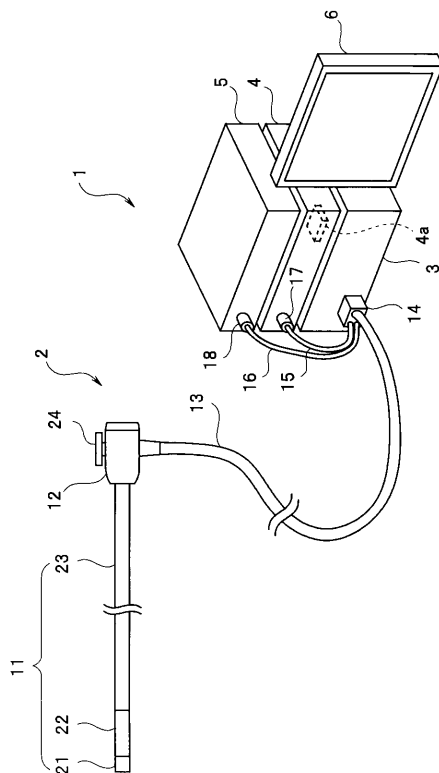
50

【 0 0 7 1 】

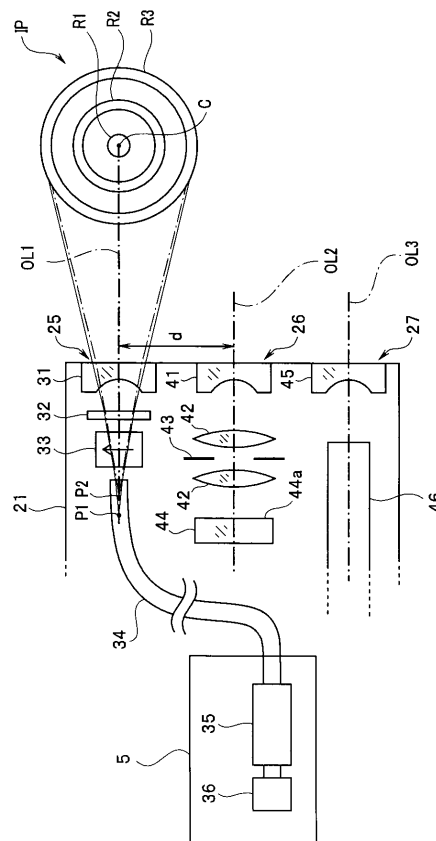
1 内視鏡装置、2 内視鏡、3 光源装置、4 本体装置、4 a CPU、5 レーザ光源、6 モニタ、11 挿入部、12 操作部、13 ユニバーサルケーブル、14 コネクタ、15、16 信号ケーブル、17、18 コネクタ、21、21A 先端部、22 湾曲部、23 軟性部、24 湾曲ノブ、25 投影窓、26 観察窓、27 照明窓、31 凹レンズ、32 偏光板、33 複屈折素子、34 光ファイバ、35 位相シフタ、36 レーザダイオード、41 凹レンズ、42 レンズ群、44 撮像素子、44 a 撮像面、45 凹レンズ、46 光ファイバ、51 配管、52 内壁、61A、61B 筐体、62 センタリング装置、62A バネ部材、62B 車輪、63、64 透明パイプ、65 接続部材、66 発散光学系、66A、66B 円錐形状部、67 a 信号ケーブル、68 対物光学系、68 a 凹レンズ、68 b レンズ群、69 撮像素子、69 a 信号ケーブル、70 絞り部材、71 発散レンズ、72 偏光板、73 複屈折素子、74 位相変調素子、75 レーザダイオード、76 コントローラ、77 バッテリ、81 光学部材、82、83 ハーフミラー、84、85、ガラス板、86 連結部材、86 a、87 a 圧電素子。

10

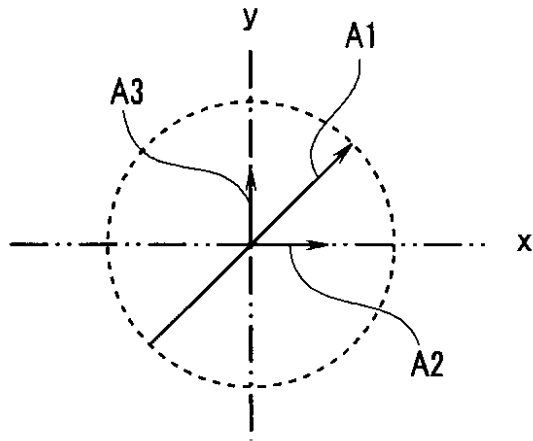
【 図 1 】



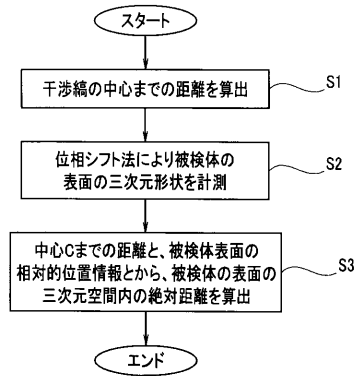
【 図 2 】



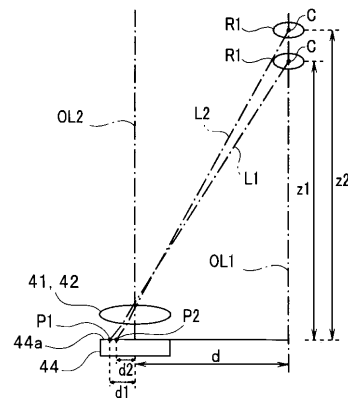
【図 3】



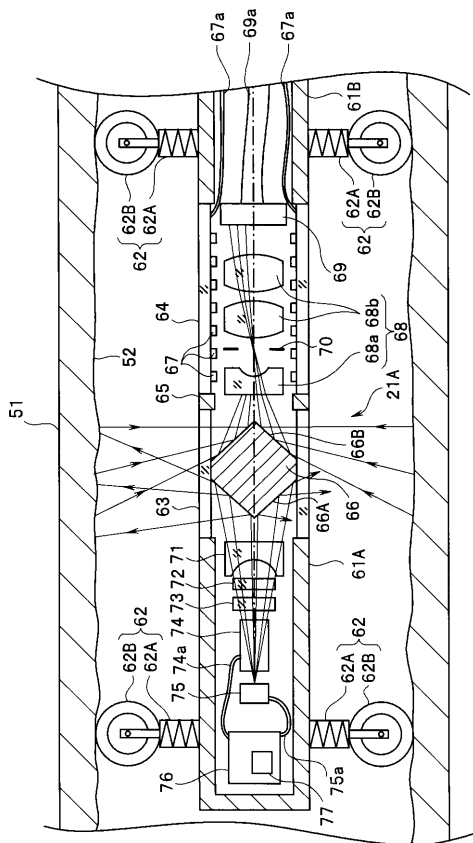
【図 4】



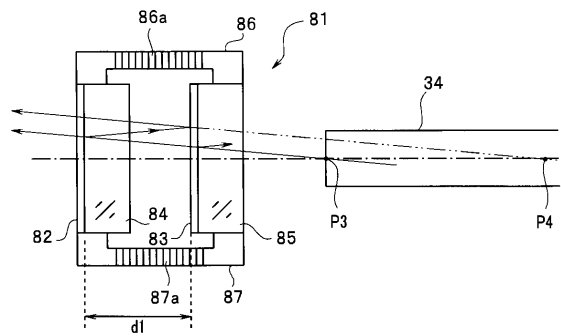
【図 5】



【図 6】



【図 7】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
G 0 2 B	23/26	(2006.01)	A 6 1 B	1/07	7 3 3
G 0 2 B	23/24	(2006.01)	G 0 1 B	11/25	H
H 0 4 N	7/18	(2006.01)	G 0 2 B	23/26	B
			G 0 2 B	23/24	B
			H 0 4 N	7/18	M

審査官 磯野 光司

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 2 1 1 9 8 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 3 0 8 4 5 2 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 2 9 6 7 1 2 (U S , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2
 G 0 2 B 2 3 / 2 4 - 2 3 / 2 6

专利名称(译)	内窥镜装置和被检体表面的三维形状的测量方法		
公开(公告)号	JP6603034B2	公开(公告)日	2019-11-06
申请号	JP2015073083	申请日	2015-03-31
[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	高橋進		
发明人	高橋 進		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/045 A61B1/05 A61B1/07 G01B11/25 G02B23/26 G02B23/24 H04N7/18		
FI分类号	A61B1/00.551 A61B1/00.715 A61B1/00.731 A61B1/045.610 A61B1/05 A61B1/07.733 G01B11/25.H G02B23/26.B G02B23/24.B H04N7/18.M A61B1/00.300.D A61B1/00.300.P A61B1/00.300.Y A61B1/00.550 A61B1/04.372 A61B1/06.A A61B1/07.730		
F-TERM分类号	2H040/BA09 2H040/BA22 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/CA12 2H040/DA12 2H040/GA02 2H040/GA10 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP08 4C161/PP12 5C054/CA04 5C054/CC02 5C054/HA12		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
其他公开文献	JP2016190002A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种内窥镜装置，该内窥镜装置能够投影出同心圆等封闭的干涉条纹图案，并能够在被检体表面的三维空间内测量绝对值形状。在插入部中设置有用于在对象上投影具有中心C的圆形干涉条纹图案的投影窗25，用于对对象进行成像以获取包括通过观察窗26投影到对象上的包括干涉条纹图案的对象图像的成像元件44。布置在与投影窗25，移相器35和包括CPU的主体装置的位置不同的位置处。主体装置根据所获取的干涉条纹图案的中心C的位置，根据与通过计算所求出的对象表面上的与中心C相对应的点的距离的信息，计算真实空间中对象表面上的形状信息。通过相移法计算获得的对象图像和对象表面上的三维形状信息。选定的图：图2

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6603034号 (P6603034)
(45) 発行日 令和1年11月6日 (2019.11.6)	(24) 登録日 令和1年10月18日 (2019.10.18)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/045 (2006.01) A 6 1 B 1/05 (2006.01) A 6 1 B 1/07 (2006.01) G 0 1 B 11/25 (2006.01)	F I A 6 1 B 1/00 5 5 1 A 6 1 B 1/00 7 1 5 A 6 1 B 1/00 7 3 1 A 6 1 B 1/045 6 1 0 A 6 1 B 1/05	
請求項の数 12 (全 13 頁) 最終頁に続く		
(21) 出願番号 特願2015-73083 (P2015-73083)	(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
(22) 出願日 平成27年3月31日 (2015.3.31)	(74) 代理人 110002907 特許業務法人イトーシン国際特許事務所	
(65) 公開番号 特開2016-190002 (P2016-190002A)	(74) 代理人 100076233 弁理士 伊藤 進	
(43) 公開日 平成28年11月10日 (2016.11.10)	(74) 代理人 100101661 弁理士 長谷川 靖	
審査請求日 平成30年3月9日 (2018.3.9)	(74) 代理人 100135932 弁理士 藤浦 治	
	(72) 発明者 高橋 進 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3 番2 号 オ リンパス株式会社内	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 内視鏡装置及び被検体表面の三次元形状の計測方法		