

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6706026号
(P6706026)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月19日 (2020. 5. 19)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 5 2 2
A 6 1 B 1/045 (2006. 01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0
A 6 1 B 1/06 (2006. 01)	A 6 1 B 1/045 6 2 2
G O 2 B 23/26 (2006. 01)	A 6 1 B 1/06 6 1 2
G O 2 B 23/24 (2006. 01)	G O 2 B 23/26 B
請求項の数 25 (全 40 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2015-75375 (P2015-75375)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成27年4月1日 (2015. 4. 1)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2016-193144 (P2016-193144A)		東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地
(43) 公開日	平成28年11月17日 (2016. 11. 17)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成30年3月14日 (2018. 3. 14)		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	100139686
			弁理士 鈴木 史朗
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内視鏡システムおよび内視鏡装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検物を観察するための観察光を前記被検物に照射する照明部と、
前記被検物を 3 次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に照射するパターン投影部と、
前記照明部による前記観察光の前記被検物への照射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への照射とを制御する照射光制御部と、
前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する 3 次元の計測を行う 3 次元計測部と、
設定用画像及び前記測定点を表示する表示部と、
を備え、
前記 3 次元計測部は、前記観察光及び前記計測光を同時に照射して得た前記被検物の計測画像に基づいて前記設定用画像を生成し、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記 3 次元の計測を行う、
ことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2】

前記 3 次元計測部は、
前記 3 次元の計測を行う際に、
前記計測画像に含まれる前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像

である第 1 の波長帯域計測画像に基づいて、前記 3 次元の計測に用いる 3 次元画素情報を生成し、生成した前記 3 次元画素情報を含んだ 3 次元計測画像を生成する 3 次元形状復元処理と、

前記 3 次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記 3 次元画素情報に基づいて、前記 3 次元の計測を行う 3 次元計測処理と、

を実行する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

前記照射光制御部は、

前記 3 次元の計測を行う際に、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に照射させ、

前記 3 次元計測部は、

前記 3 次元形状復元処理を実行する前に、

前記計測画像を、前記第 1 の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第 2 の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行し、

前記 3 次元形状復元処理と並列に、

前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、

前記計測光除去画像と、前記第 2 の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、

を順次実行する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記照射光制御部は、

前記計測光と同時に前記被検物に照射させる前記観察光の光量を、前記計測光の光量に応じて調光する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡システム。

【請求項 5】

前記 3 次元計測部は、

前記合成画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記 3 次元計測部は、

前記 3 次元計測画像に前記合成画像を重畳した画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

前記 3 次元計測部は、

前記 3 次元形状復元処理と並列に、

前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理、

を実行し、

前記計測光除去画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

前記 3 次元計測部は、

前記 3 次元計測画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記 3 次元計測部は、

10

20

30

40

50

前記 3 次元計測画像に、事前に前記観察光を照射して得た映像に応じた前記被検物の観察画像を重畳した画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記計測光は、

構造化したパターンが、光の強度が正弦波状に変化する縞状のパターンである、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 11】

前記パターン投影部は、

前記計測光における前記構造化したパターンの位相を予め定めたシフト量だけ位相シフトして前記被検物に複数回照射し、

前記 3 次元計測部は、

前記位相シフトされたそれぞれの前記計測光の照射によって得たそれぞれの映像に応じた複数の前記計測画像に基づいて、前記 3 次元の計測を行う、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 12】

前記計測光は、

レーザー光である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記計測光は、

前記波長帯域が、可視光の波長帯域である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 14】

前記計測光は、

前記波長帯域が、赤色の波長帯域である、

ことを特徴とする請求項 13 に記載の内視鏡システム。

【請求項 15】

前記観察光は可視光の波長帯域であり、

前記 3 次元計測部は、

前記画像分離処理において、前記計測画像を、赤色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、緑色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、青色の波長帯域の光の反射による前記計測画像とに分離し、前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記計測画像を前記第 1 の波長帯域計測画像とし、前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記計測画像のそれぞれを前記第 2 の波長帯域計測画像とする、

ことを特徴とする請求項 3 から請求項 6 のいずれか 1 の項、または請求項 3 から請求項 6 のいずれか 1 の項を引用する請求項 10 から請求項 14 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 16】

前記 3 次元計測部は、

前記構造化パターン除去処理において、前記複数の前記計測画像のそれぞれに対応する複数の前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる同じ位置のそれぞれの画素の値同士を加算平均して 1 つの前記計測光除去画像を生成する、

ことを特徴とする請求項 3 から請求項 7 のいずれか 1 の項を引用する請求項 11、または請求項 3 から請求項 7 のいずれか 1 の項を引用する請求項 11 を引用する請求項 12 から請求項 15 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 17】

前記 3 次元計測部は、

前記 3 次元形状復元処理において、生成した前記 3 次元画素情報に基づいて前記被検物の奥行きを表した深さ画像を生成し、生成した前記深さ画像を前記 3 次元計測画像とする

10

20

30

40

50

、
ことを特徴とする請求項 6、請求項 8、請求項 9 のいずれか 1 の項、または請求項 6、請求項 8、請求項 9 のいずれか 1 の項を引用する請求項 10 から請求項 16 のいずれか 1 の項に記載の内視鏡システム。

【請求項 18】

内視鏡装置の作動方法であって、

被検物を観察するための観察光を前記被検物に出射する照明部と、

前記被検物を 3 次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に出射するパターン投影部と、

前記照明部による前記観察光の前記被検物への出射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への出射とを制御する出射光制御部と、

少なくとも前記計測光を出射して得た映像に応じた前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する 3 次元の計測を行う 3 次元計測部と、

を備えた内視鏡装置において、

前記 3 次元計測部が、前記計測画像に基づいて前記測定点を設定するための設定用画像を生成して表示部に表示させるステップと、

前記 3 次元計測部が、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記 3 次元の計測を行うステップと、

前記 3 次元の計測を行う際に、前記出射光制御部が、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に出射させるステップと、

前記 3 次元の計測を行う際に、前記 3 次元計測部が、前記計測画像に含まれる前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第 1 の波長帯域計測画像に基づいて、前記 3 次元の計測に用いる 3 次元画素情報を生成し、かつ、生成した前記 3 次元画素情報を含んだ 3 次元計測画像を生成する 3 次元形状復元処理と、前記 3 次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記 3 次元画素情報に基づいて、前記 3 次元の計測を行う 3 次元計測処理と、を実行するステップと、

前記 3 次元計測部は、前記 3 次元形状復元処理を実行する前に、前記計測画像を、前記第 1 の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第 2 の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行するステップと、

前記 3 次元計測部は、前記 3 次元形状復元処理と並列に、前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、前記計測光除去画像と、前記第 2 の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、を順次実行するステップとからなる、

ことを特徴とする内視鏡装置の作動方法。

【請求項 19】

被検物を観察するための観察光を前記被検物に照射する照明部と、

前記被検物を 3 次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に照射するパターン投影部と、

前記照明部による前記観察光の前記被検物への照射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への照射とを制御する照射光制御部と、

少なくとも前記計測光を照射して得た映像に応じた前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する 3 次元の計測を行う 3 次元計測部と、

を備え、

前記 3 次元計測部は、前記計測画像に基づいて前記測定点を設定するための設定用画像を生成して表示部に表示させ、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記 3 次元の計測を行い、

前記 3 次元の計測を行う際に、前記照射光制御部は、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に照射させ、

前記 3 次元の計測を行う際に、前記 3 次元計測部は、前記計測画像に含まれる前記計測

10

20

30

40

50

光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第1の波長帯域計測画像に基づいて、前記3次元の計測に用いる3次元画素情報を生成し、生成した前記3次元画素情報を含んだ3次元計測画像を生成する3次元形状復元処理と、前記3次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記3次元画素情報に基づいて、前記3次元の計測を行う3次元計測処理と、を実行し、

前記3次元計測部は、前記3次元形状復元処理を実行する前に、前記計測画像を、前記第1の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第2の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行し、

前記3次元計測部は、前記3次元形状復元処理と並列に、前記第1の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、前記計測光除去画像と、前記第2の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、を順次実行する、

ことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項20】

前記照射光制御部は、

前記計測光と同時に前記被検物に照射させる前記観察光の光量を、前記計測光の光量に応じて調光する、

ことを特徴とする請求項19に記載の内視鏡システム。

【請求項21】

前記3次元計測部は、

前記合成画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項19または請求項20に記載の内視鏡システム。

【請求項22】

前記3次元計測部は、

前記3次元計測画像に前記合成画像を重畳した画像を前記設定用画像とする、

ことを特徴とする請求項19または請求項20に記載の内視鏡システム。

【請求項23】

前記観察光は可視光の波長帯域であり、

前記3次元計測部は、

前記画像分離処理において、前記計測画像を、赤色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、緑色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、青色の波長帯域の光の反射による前記計測画像とに分離し、前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記計測画像を前記第1の波長帯域計測画像とし、前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記計測画像のそれぞれを前記第2の波長帯域計測画像とする、

ことを特徴とする請求項19から請求項22のいずれか1の項に記載の内視鏡システム。

【請求項24】

前記3次元計測部は、

前記構造化パターン除去処理において、前記複数の前記計測画像のそれぞれに対応する複数の前記第1の波長帯域計測画像に含まれる同じ位置のそれぞれの画素の値同士を加算平均して1つの前記計測光除去画像を生成する、

ことを特徴とする請求項19から請求項22のいずれか1の項に記載の内視鏡システム。

【請求項25】

前記3次元計測部は、

前記3次元形状復元処理において、生成した前記3次元画素情報に基づいて前記被検物の奥行きを表した深さ画像を生成し、生成した前記深さ画像を前記3次元計測画像とする、

ことを特徴とする請求項22に記載の内視鏡システム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡システムおよび内視鏡装置の作動方法に関し、特に、測定点の設定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、工業分野や医療分野において、長尺の挿入部を被検物内に挿入し、挿入部の先端に位置する先端部内に備えた撮像素子によって被検物内を撮影する内視鏡装置が実用化されている。また、近年では、撮影した被写体の形状を把握するために、3次元の計測技術を搭載した内視鏡装置のシステム（内視鏡システム）も製品化されている。

10

【0003】

3次元の計測技術を大きく分類すると、パッシブ方式とアクティブ方式とがある。パッシブ方式は、例えば、被写体を撮影した右目に相当する画像と左目に相当する画像とから生成した3次元画像に基づいて計測する、いわゆる、ステレオ計測に代表されるような方式である。また、アクティブ方式は、例えば、縞状などに構造化したパターンの光を被写体に照射し、撮影した画像に含まれる縞の間隔などの変化の情報を利用して計測する、いわゆる、縞投影計測に代表されるような方式である。

【0004】

パッシブ方式の計測では、右目に相当する撮像素子と左目に相当する撮像素子とを備える。ステレオ計測では、左目に相当する画像と右目に相当する画像とから対応点を探索するのが一般的であるが、被写体の表面の凹凸に応じたテクスチャ（質感や手触りなど）が少ないと、対応点を正確に探索することが難しい。これに対してアクティブ方式の計測は、構造化したパターンの光を照射する構成を内視鏡装置の先端部内に備えることで実現することができる。そして、アクティブ方式の計測は、テクスチャに依存することなく計測を行うことができる、撮影した画像の全画面で計測を行う場合には処理時間が短い、などの利点をもっている。

20

【0005】

このため、例えば、特許文献1や特許文献2のように、3次元の計測を行う構成として、アクティブ方式の計測、つまり、縞投影計測を行う構成を搭載した内視鏡システムの技術が提案されている。特許文献1や特許文献2に開示された技術では、構造化したパターンの光に位相差をもたせる位相シフトを行って被写体に複数回照射し、それぞれの位相で撮影した複数の画像から3次元画像を生成して3次元の計測を行っている。

30

【0006】

また、例えば、特許文献3には、3次元の計測を行う内視鏡システムにおける被写体の撮影時の制御方法や処理手順（処理フロー）が開示されている。特許文献3に開示された技術では、まず、検査モードにおいて縞状のパターンが含まれない通常の光を照射して被写体を撮影し、このときに撮影された画像に対して内視鏡システムの利用者（ユーザ）が、3次元の計測を行いたい測定点の位置を設定する。その後、計測モードにおいて構造化したパターンの光を照射して被写体を撮影し、このときに撮影された画像から3次元画像を生成して、設定された測定点に対応する位置での3次元の計測を行う。例えば、2点間の距離を計測する場合、特許文献3に開示された技術では、検査モードで撮影された画像に対して長さの計測を行うための2つの測定点を設定し、計測モードで撮影された画像から生成した3次元画像に含まれる2つの測定点に対応した位置（例えば、座標）に基づいて、2点間の距離の計測を行っている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平5-087543号公報

【特許文献2】米国特許第7821649号明細書

50

【特許文献3】米国特許第8107083号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献3に開示された技術では、上述したように、検査モードで撮影した画像に対して測定点を設定した後に、計測モードで撮影した画像から3次元画像を生成し、ここで、生成した3次元画像に基づいて計測を行っている。つまり、特許文献3に開示された技術では、測定点を設定する画像と、計測を行う画像とが異なる画像であり、それぞれの画像を撮影するタイミングに時間差がある。このため、測定点を設定する画像と計測を行う画像との間で被写体のブレや見え方の違いがあると、これらの要因によ

10

【0009】

より具体的には、例えば、計測モードにおいて構造化したパターンの光を照射して被写体を撮影するときに、検査モードで撮影したときと異なる位置に先端部が動いてしまうと、モーションブラーが発生する。つまり、測定点を設定するために検査モードで撮影を行った画像に含まれる被写体の位置と、計測を行うために計測モードで撮影を行った画像に含まれる被写体の位置とにずれが生じしめる。この被写体の位置のずれが発生すると、ユーザが所望する位置、つまり、測定点を設定した位置とは異なる位置の計測が行われることになり、正しい計測値を得ることができない。なお、計測を行う画像に含まれる被写体の位置が測定点を設定した画像に含まれる被写体の位置と異なる場合には、例えば、計測を行う画像に含まれる被写体の位置を画像処理によって補正し、測定点を設定した画像に含まれる被写体の位置と合わせた後に計測を行う方法を採用することも考えられる。しかし、画像処理による被写体の位置の補正処理では、例えば、被写体の表面に凸凹が少ない（テクスチャが少ない）場合、合わせた位置に誤差が含まれてしまうことがあり、この誤差によって被写体の位置を正確に合わせることができず、位置合わせの補正処理の効果を十分に得ることができない。

20

【0010】

また、例えば、被写体の表面の凸凹があると、計測を行う画像に、ハレーションによる白飛びや凸凹の影による黒つぶれなどが発生する。このハレーションなどが発生した画像からは、正しい計測値を得ることができない。例えば、測定点を設定する画像に2つの測定点を設定し、被検物の表面の凸凹に沿った2点間の距離を計測する場合、計測を行う画像にハレーションなどが発生していると、被検物の表面であるのか、表面の凸凹による影であるのかを判定することができず、被検物の表面にある凸凹の幅を正確に計測することができない。

30

【0011】

本発明は、上記の課題認識に基づいてなされたものであり、3次元の計測技術を搭載した内視鏡システムにおいて、正確な計測結果を得ることができる内視鏡システムおよび内視鏡装置の作動方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の第1の態様によれば、内視鏡システムは、被検物を観察するための観察光を前記被検物に照射する照明部と、前記被検物を3次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に照射するパターン投影部と、前記照明部による前記観察光の前記被検物への照射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への照射とを制御する照射光制御部と、前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する3次元の計測を行う3次元計測部と、設定用画像及び前記測定点を表示する表示部と、を備えた内視鏡システムであって、前記3次元計測部は、前記観察光及び前記計測光を同時に照射して得た前記被検物の計測画像に基づいて前記設定用画像を生成し、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記3次元の計測を行う。

40

50

【 0 0 1 3 】

本発明の第 2 の態様によれば、上記第 1 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元の計測を行う際に、前記計測画像に含まれる前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第 1 の波長帯域計測画像に基づいて、前記 3 次元の計測に用いる 3 次元画素情報を生成し、生成した前記 3 次元画素情報を含んだ 3 次元計測画像を生成する 3 次元形状復元処理と、前記 3 次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記 3 次元画素情報に基づいて、前記 3 次元の計測を行う 3 次元計測処理と、を実行してもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 3 の態様によれば、上記第 2 の態様の内視鏡システムにおいて、前記照射光制御部は、前記 3 次元の計測を行う際に、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に照射させ、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元形状復元処理を実行する前に、前記計測画像を、前記第 1 の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第 2 の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行し、前記 3 次元形状復元処理と並列に、前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、前記計測光除去画像と、前記第 2 の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、を順次実行してもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 4 の態様によれば、上記第 3 の態様の内視鏡システムにおいて、前記照射光制御部は、前記計測光と同時に前記被検物に照射させる前記観察光の光量を、前記計測光の光量に応じて調光してもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 5 の態様によれば、上記第 3 の態様または上記第 4 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記合成画像を前記設定用画像としてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 6 の態様によれば、上記第 3 の態様または上記第 4 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元計測画像に前記合成画像を重畳した画像を前記設定用画像としてもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 7 の態様によれば、上記第 2 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元形状復元処理と並列に、前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理、を実行し、前記計測光除去画像を前記設定用画像としてもよい。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 8 の態様によれば、上記第 2 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元計測画像を前記設定用画像としてもよい。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 9 の態様によれば、上記第 2 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元計測画像に、事前に前記観察光を照射して得た映像に応じた前記被検物の観察画像を重畳した画像を前記設定用画像としてもよい。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 10 の態様によれば、上記第 1 の態様から上記第 9 の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記計測光は、構造化したパターンが、光の強度が正弦波状に変化する縞状のパターンであってもよい。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 11 の態様によれば、上記第 1 の態様から上記第 10 の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記パターン投影部は、前記計測光における前記構造化したパターンの位相を予め定めたシフト量だけ位相シフトして前記被検物に複数回照射し、前記 3 次元計測部は、前記位相シフトされたそれぞれの前記計測光の照射によって得たそ

10

20

30

40

50

れぞれの映像に応じた複数の前記計測画像に基づいて、前記３次元の計測を行ってもよい。

【００２３】

本発明の第１２の態様によれば、上記第１の態様から上記第１１の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記計測光は、レーザー光であってもよい。

【００２４】

本発明の第１３の態様によれば、上記第１の態様から上記第１２の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記計測光は、前記波長帯域が、可視光の波長帯域であってもよい。

【００２５】

本発明の第１４の態様によれば、上記第１３の態様の内視鏡システムにおいて、前記計測光は、前記波長帯域が、赤色の波長帯域であってもよい。

【００２６】

本発明の第１５の態様によれば、上記第３の態様から上記第６の態様のいずれか一態様、または上記第３の態様から上記第６の態様のいずれか一態様を引用する上記第１０の態様から上記第１４の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記観察光は可視光の波長帯域であり、前記３次元計測部は、前記画像分離処理において、前記計測画像を、赤色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、緑色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、青色の波長帯域の光の反射による前記計測画像とに分離し、前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記計測画像を前記第１の波長帯域計測画像とし、前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記計測画像のそれぞれを前記第２の波長帯域計測画像としてもよい。

【００２７】

本発明の第１６の態様によれば、上記第３の態様から上記第７の態様のいずれか一態様を引用する上記第１１の態様、または上記第３の態様から上記第７の態様のいずれか一態様を引用する上記第１１の態様を引用する上記第１２の態様から上記第１５の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記３次元計測部は、前記構造化パターン除去処理において、前記複数の前記計測画像のそれぞれに対応する複数の前記第１の波長帯域計測画像に含まれる同じ位置のそれぞれの画素の値同士を加算平均して１つの前記計測光除去画像を生成してもよい。

【００２８】

本発明の第１７の態様によれば、上記第６の態様、上記第８の態様、上記第９の態様のいずれか一態様、または上記第６の態様、上記第８の態様、上記第９の態様のいずれか一態様を引用する上記第１０の態様から上記第１６の態様のいずれか一態様の内視鏡システムにおいて、前記３次元計測部は、前記３次元形状復元処理において、生成した前記３次元画素情報に基づいて前記被検物の奥行きを表した深さ画像を生成し、生成した前記深さ画像を前記３次元計測画像としてもよい。

【００２９】

本発明の第１８の態様によれば、内視鏡装置の作動方法は、被検物を観察するための観察光を前記被検物に出射する照明部と、前記被検物を３次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に出射するパターン投影部と、前記照明部による前記観察光の前記被検物への出射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への出射とを制御する出射光制御部と、少なくとも前記計測光を出射して得た映像に応じた前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する３次元の計測を行う３次元計測部と、を備えた内視鏡装置において、前記３次元計測部が、前記計測画像に基づいて前記測定点を設定するための設定用画像を生成して表示部に表示させるステップと、前記３次元計測部が、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記３次元の計測を行うステップと、前記３次元の計測を行う際に、前記出射光制御部が、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に出射させるステップと、前記３次元の計測を行う際に

、前記３次元計測部が、前記計測画像に含まれる前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第１の波長帯域計測画像に基づいて、前記３次元の計測に用いる３次元画素情報を生成し、かつ、生成した前記３次元画素情報を含んだ３次元計測画像を生成する３次元形状復元処理と、前記３次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記３次元画素情報に基づいて、前記３次元の計測を行う３次元計測処理と、を実行するステップと、前記３次元計測部は、前記３次元形状復元処理を実行する前に、前記計測画像を、前記第１の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第２の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行するステップと、前記３次元計測部は、前記３次元形状復元処理と並列に、前記第１の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、前記計測光除去画像と、前記第２の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、を順次実行するステップとからなる。

10

本発明の第１９の態様によれば、内視鏡システムは、被検物を観察するための観察光を前記被検物に照射する照明部と、前記被検物を３次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光を前記被検物に照射するパターン投影部と、前記照明部による前記観察光の前記被検物への照射と、前記パターン投影部による前記計測光の前記被検物への照射とを制御する照射光制御部と、少なくとも前記計測光を照射して得た映像に応じた前記被検物の計測画像に基づいて、指定された測定点に応じた前記被検物に対する３次元の計測を行う３次元計測部と、を備え、前記３次元計測部は、前記計測画像に基づいて前記測定点を設定するための設定用画像を生成して表示部に表示させ、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記計測画像の情報に基づいて前記被検物に対する前記３次元の計測を行い、前記３次元の計測を行う際に、前記照射光制御部は、前記観察光と前記計測光とを同時に前記被検物に照射させ、前記３次元の計測を行う際に、前記３次元計測部は、前記計測画像に含まれる前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第１の波長帯域計測画像に基づいて、前記３次元の計測に用いる３次元画素情報を生成し、生成した前記３次元画素情報を含んだ３次元計測画像を生成する３次元形状復元処理と、前記３次元計測画像に含まれる、前記設定用画像に設定された前記測定点の位置に対応する前記３次元画素情報に基づいて、前記３次元の計測を行う３次元計測処理と、を実行し、前記３次元計測部は、前記３次元形状復元処理を実行する前に、前記計測画像を、前記第１の波長帯域計測画像と、前記計測画像に含まれる前記計測光と異なる波長帯域の光の反射による前記被検物の映像である第２の波長帯域計測画像とに分離する画像分離処理を実行し、前記３次元計測部は、前記３次元形状復元処理と並列に、前記第１の波長帯域計測画像に含まれる前記計測光の成分を除去した計測光除去画像を生成する構造化パターン除去処理と、前記計測光除去画像と、前記第２の波長帯域計測画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成処理と、を順次実行する。

20

30

本発明の第２０の態様によれば、上記第１９の態様の内視鏡システムにおいて、前記照射光制御部は、前記計測光と同時に前記被検物に照射させる前記観察光の光量を、前記計測光の光量に応じて調光してもよい。

本発明の第２１の態様によれば、上記第１９の態様または第２０の態様の内視鏡システムにおいて、前記３次元計測部は、前記合成画像を前記設定用画像としてもよい。

40

本発明の第２２の態様によれば、上記第１９の態様または第２０の態様の内視鏡システムにおいて、前記３次元計測部は、前記３次元計測画像に前記合成画像を重畳した画像を前記設定用画像としてもよい。

本発明の第２３の態様によれば、上記第１９の態様から第２２の態様のいずれか１つの態様の内視鏡システムにおいて、前記観察光は可視光の波長帯域であり、前記３次元計測部は、前記画像分離処理において、前記計測画像を、赤色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、緑色の波長帯域の光の反射による前記計測画像と、青色の波長帯域の光の反射による前記計測画像とに分離し、前記計測光と同じ波長帯域の光の反射による前記計測画像を前記第１の波長帯域計測画像とし、前記計測光と異なる波長帯域の光の反射によ

50

る前記計測画像のそれぞれを前記第 2 の波長帯域計測画像としてもよい。

本発明の第 2 4 の態様によれば、上記第 1 9 の態様から第 2 2 の態様のいずれか 1 つの態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記構造化パターン除去処理において、前記複数の前記計測画像のそれぞれに対応する複数の前記第 1 の波長帯域計測画像に含まれる同じ位置のそれぞれの画素の値同士を加算平均して 1 つの前記計測光除去画像を生成してもよい。

本発明の第 2 5 の態様によれば、上記第 2 2 の態様の内視鏡システムにおいて、前記 3 次元計測部は、前記 3 次元形状復元処理において、生成した前記 3 次元画素情報に基づいて前記被検物の奥行きを表した深さ画像を生成し、生成した前記深さ画像を前記 3 次元計測画像としてもよい。

10

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、3次元の計測技術を搭載した内視鏡システムにおいて、正確な計測結果を得ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態による内視鏡システムの概略構成の一例を示した図である。

【図 2】本第 1 の実施形態の内視鏡システムにおける光の照射タイミングの一例を示したタイミングチャートである。

20

【図 3】本第 1 の実施形態の内視鏡システムにおける処理の概略を示した図である。

【図 4】本第 1 の実施形態の内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態による内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

【図 6】本発明の第 3 の実施形態による内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

【図 7】本発明の第 4 の実施形態による内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

【図 8】本発明の第 5 の実施形態による内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

30

【図 9】本発明の第 6 の実施形態による内視鏡システムにおける処理手順を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0032】

< 第 1 の実施形態 >

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明においては、本発明の内視鏡システムが、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による内視鏡システムである工業用の内視鏡装置（以下、単に「内視鏡装置」という）の概略構成の一例を示した図である。図 1 に示した内視鏡装置 1 は、被検物の内部の観察や、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。

40

【0033】

内視鏡装置 1 は、長尺で軟性の挿入部 3 と、挿入部 3 の基端が接続された本体部 2 とを備えている。また、本体部 2 と接続された基端と反対側の挿入部 3 の先端に位置する先端部 4 には、被検物を撮影するための撮像部 5 と、撮像部が撮影する範囲に光を照射するための照明部 6 と、明暗に構造化したパターンの光を被検物に投影するためのパターン投影部 7 との一部の構成要素が配置されている。先端部 4 の端面 4 0 には、撮像部 5 に外部からの光を入射させるための開口部 4 5 と、照明部 6 からの光を前面に照射するための照明窓 4 6 と、パターン投影部 7 が構造化したパターンの光を前面に照射するための投影窓 4

50

7 とが設けられている。

【0034】

挿入部3は、図1に示したように、管状に形成されており、被検物の内部または被検物までのアクセス経路に挿入されて、先端部4を撮影する被検物の近傍に導く。なお、以下の説明においては、パターン投影部7が被検物に投影する光を構造化するパターンが、光の明暗、つまり、光の強度が水平方向の正弦波状に変化する縞状のパターン（縦縞のパターン）であるものとして説明する。

【0035】

撮像部5は、本体部2内に配置された撮像制御部51と、先端部4内に配置された撮像素子52および対物光学系53とを含んで構成される。対物光学系53は、先端部4の端面40に設けられた開口部45に正対する所定の画角をもった光学レンズ群である。なお、図1に示した内視鏡装置1の構成では、対物光学系53が1つの光学レンズで構成されている場合を示しているが、対物光学系53は、複数の光学レンズで構成されてもよい。対物光学系53は、開口部45から入射された所定の画角によって規定される観察範囲内の被検物からの反射光を撮像素子52に入射させ、被検物の像を撮像素子52の撮像面に結像させる。なお、図1に示した内視鏡装置1の構成では、対物光学系53に、開口部45の開口を塞ぐための光の透過性を有するカバー部材54を備えている場合を示している。

【0036】

撮像素子52は、2次元の行列状に画素が複数配置され、対物光学系53によって結像された被検物の映像を撮影し、撮影した映像に応じた画素信号を出力する、例えば、CCD（Charge Coupled Device：電荷結合素子）イメージセンサや、CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor：相補型金属酸化膜半導体）イメージセンサに代表されるイメージセンサである。撮像素子52は、挿入部3内に備えた信号線55を介して伝送された、本体部2内の撮像制御部51から出力された駆動信号によって駆動される。また、撮像素子52は、撮影した映像に応じたそれぞれの画素信号を映像信号として、信号線55を介して撮像制御部51に出力する。なお、撮像素子52は、イメージセンサを含む公知の技術を適宜選択して構成することができる。

【0037】

撮像制御部51は、メイン制御部81からの制御に応じて、撮像素子52の駆動および映像信号を取得する際の設定など、種々の制御を行う。より具体的には、撮像制御部51は、挿入部3内の信号線55を介して先端部4内に配置された撮像素子52を駆動する。また、撮像制御部51は、撮像素子52が撮影した映像に応じた映像信号の信号線55への出力、つまり、映像信号の信号線55を介した伝送を制御する。また、撮像制御部51は、信号線55を介して撮像素子52から取得した映像信号を、本体部2内に配置された映像処理部86に出力する。

【0038】

照明部6は、本体部2内に配置された照明光源61およびカップリングレンズ62と、挿入部3内を通るファイババンドル63と、先端部4内に配置された照明光学系64とを含んで構成される。照明光源61は、一般的な白色の光源である。照明光源61は、光源として、白色LEDやレーザーなどの発光素子、ハロゲンランプなどの電灯を用いることができる。

【0039】

カップリングレンズ62は、照明光源61から発せられた光を、ファイババンドル63の径と同程度まで収束させる光学レンズである。カップリングレンズ62は、収束させた光をファイババンドル63に導入する。ファイババンドル63は、カップリングレンズ62から導入された光を、挿入部3を通して照明光学系64まで導く光ファイバである。なお、本発明においては、ファイババンドル63の構成や種類には、特に制限はなく、例えば、一般的なライトガイドなどをファイババンドル63として用いることもできる。

【 0 0 4 0 】

照明光学系 6 4 は、先端部 4 の端面 4 0 に設けられた照明窓 4 6 に正対する光学レンズ群である。なお、図 1 に示した内視鏡装置 1 の構成では、照明光学系 6 4 が 1 つの光学レンズで構成されている場合を示しているが、照明光学系 6 4 は、複数の光学レンズで構成されてもよい。照明光学系 6 4 は、照明光源 6 1 から発せられてファイババンドル 6 3 によって導かれた光を、対物光学系 5 3 における所定の画角によって規定される観察範囲にまで広げて照明窓 4 6 から出射させる。これにより、照明光源 6 1 から発せられた光が、先端部 4 の前面、つまり、内視鏡装置 1 における被検物の観察範囲にまんべんなく照射される。なお、照明光学系 6 4 には、照明窓 4 6 の開口を塞ぐため、光の透過性を有するカバー部材（不図示）を有していてもよい。

10

【 0 0 4 1 】

パターン投影部 7 は、本体部 2 内に配置されたパターン投影光源 7 1、カップリングレンズ 7 2、およびパターン制御部 7 6 と、挿入部 3 内を通る光ファイバ 7 3 と、先端部 4 内に配置された縞生成部 7 4 および投影光学系 7 5 とを含んで構成される。パターン投影光源 7 1 は、予め定めた特定の波長帯域の光源である。パターン投影光源 7 1 は、光源として、レーザーや予め定めた色の LED などの発光素子を用いることができる。なお、パターン投影光源 7 1 が発光する光の波長帯域は、可視光の波長帯域であっても赤外光の波長帯域であってもよい。

【 0 0 4 2 】

カップリングレンズ 7 2 は、パターン投影光源 7 1 から発せられた特定の波長帯域のレーザー光を、光ファイバ 7 3 の径と同程度まで収束させる光学レンズである。カップリングレンズ 7 2 は、収束させたレーザー光を光ファイバ 7 3 に導入する。光ファイバ 7 3 は、カップリングレンズ 7 2 から導入されたレーザー光を、挿入部 3 を通して縞生成部 7 4 まで導く光ファイバである。なお、本発明においては、光ファイバ 7 3 の構成や種類も、ファイババンドル 6 3 と同様に、特に制限はない。

20

【 0 0 4 3 】

縞生成部 7 4 は、挿入部 3 内に備えた信号線 7 7 を介して伝送された、本体部 2 内のパターン制御部 7 6 から出力された制御信号に応じて、パターン投影部 7 から発せられて光ファイバ 7 3 によって導かれたレーザー光から、被検物に投影するために構造化したパターンに変換した光（以下、「パターン光」という）を生成する。また、縞生成部 7 4 は、パターン制御部 7 6 から出力された制御信号に応じて、生成したパターン光に予め定めた位相差をもたせる。そして、縞生成部 7 4 は、位相差をもたせた、つまり、位相シフトを行ったパターン光を投影光学系 7 5 に出射する。なお、内視鏡装置 1 では、パターン投影部 7 が被検物に投影するために変換する構造化のパターンが、縦縞のパターンである。従って、縞生成部 7 4 は、レーザー光を縦縞のパターン光に変換し、さらに予め定めた位相シフトを行ったパターン光を投影光学系 7 5 に出射する。

30

【 0 0 4 4 】

パターン制御部 7 6 は、メイン制御部 8 1 からの制御に応じて、縞生成部 7 4 が投影光学系 7 5 に出射するパターン光の構造化パターンと位相差とを制御する。より具体的には、パターン制御部 7 6 は、信号線 7 7 を介して縞生成部 7 4 に出力する制御信号によって、縞生成部 7 4 が生成する縦縞のパターンにおける縞の強度、つまり、レーザー光の強度を水平方向の正弦波状に変化させる際の位相を制御する。また、パターン制御部 7 6 は、信号線 7 7 を介して縞生成部 7 4 に出力する制御信号によって、縞生成部 7 4 が生成したパターン光にもたせる位相差、つまり、被検物に投影するパターン光の位相シフト量を制御する。

40

【 0 0 4 5 】

投影光学系 7 5 は、先端部 4 の端面 4 0 に設けられた投影窓 4 7 に正対する光学レンズ群である。なお、図 1 に示した内視鏡装置 1 の構成では、投影光学系 7 5 が 1 つの光学レンズで構成されている場合を示しているが、投影光学系 7 5 は、複数の光学レンズで構成されてもよい。投影光学系 7 5 は、縞生成部 7 4 がレーザー光を変換して位相シフトした

50

後に出射したパターン光を、対物光学系 5 3 における所定の画角によって規定される観察範囲にまで広げて投影窓 4 7 から出射させる。これにより、位相シフトしたパターン光が、先端部 4 の前面の内視鏡装置 1 における被検物の観察範囲にまんべんなく照射される。なお、投影光学系 7 5 にも、照明光学系 6 4 と同様に、投影窓 4 7 の開口を塞ぐために、光の透過性を有するカバー部材（不図示）を有していてもよい。

【 0 0 4 6 】

その他、内視鏡装置 1 では、本体部 2 内に、光源制御部 8 0 と、映像処理部 8 6 と、操作部 8 2 と、モニタ 8 7 と、メイン制御部 8 1 と、主記憶装置（ＲＡＭ） 8 3 と、補助記憶部 8 4 と、ＲＯＭ 8 5 と、を備えている。

【 0 0 4 7 】

光源制御部 8 0 は、メイン制御部 8 1 からの制御に応じて、照明光源 6 1 およびパターン投影光源 7 1 のオン、オフを制御することによって光の発光、つまり、被検物への光の照射を制御する。なお、光源制御部 8 0 における照明光源 6 1 およびパターン投影光源 7 1 の発光制御の方法に関する詳細な説明は、後述する。

【 0 0 4 8 】

映像処理部 8 6 は、メイン制御部 8 1 からの制御に応じて、撮像制御部 5 1 から出力された映像信号に対して種々の処理を行い、映像信号に基づいた映像（画像）、すなわち、撮像部 5 に備えた撮像素子 5 2 が撮影した被検物の画像を生成する。そして、映像処理部 8 6 は、生成した被検物の画像をメイン制御部 8 1 に出力する。

【 0 0 4 9 】

操作部 8 2 は、内視鏡装置 1 の動作を制御するために使用者（ユーザ）によって操作されるユーザーインターフェースやコントローラである。ユーザは、操作部 8 2 を操作することによって、内視鏡装置 1 に所望の動作や処理を実行させる。例えば、操作部 8 2 の操作によって、ユーザは、挿入部 3 を被検物内に挿入する際に先端部 4 が向かう方向の変更や、被検物の撮影を指示する。また、操作部 8 2 の操作によって、ユーザは、３次元の計測を行う際の測定点の位置を、所望の位置に設定する。操作部 8 2 は、ユーザによって操作された内容を表す情報を、メイン制御部 8 1 に出力する。

【 0 0 5 0 】

モニタ 8 7 は、内視鏡装置 1 の動作や操作内容、撮影した被検物の画像を表示する表示部である。モニタ 8 7 は、メイン制御部 8 1 から入力された画像を表示する。ユーザは、モニタ 8 7 に表示された画像を確認しながら、操作部 8 2 を操作することによって、内視鏡装置 1 を使用した被検物の観察を行う。

【 0 0 5 1 】

メイン制御部 8 1 は、内視鏡装置 1 の構成要素、すなわち、内視鏡装置 1 全体を制御する。例えば、内視鏡装置 1 が被検物を観察する際の撮像部 5 による撮影動作や、被検物の画像のモニタ 8 7 への表示動作などに応じて、内視鏡装置 1 内の各構成要素の動作を制御する。メイン制御部 8 1 には、ＲＡＭ 8 3、補助記憶部 8 4、およびＲＯＭ 8 5 などの外部記憶部が接続されている。メイン制御部 8 1 は、接続されたＲＡＭ 8 3、補助記憶部 8 4、またはＲＯＭ 8 5 に記憶されたデータに基づいて、種々の処理を行う。

【 0 0 5 2 】

ＲＡＭ 8 3 は、例えば、ＤＲＡＭなどの書き換え可能な揮発性メモリであり、メイン制御部 8 1 が処理を実行するために用いるデータや、処理の途中で生成したデータなどが、一時的に格納される。ＲＡＭ 8 3 には、映像処理部 8 6 が生成してメイン制御部 8 1 に出力した被検物の画像が一時的に格納される。また、ＲＡＭ 8 3 に格納された被検物の画像は、メイン制御部 8 1 によって読み出されて、モニタ 8 7 に出力される。

【 0 0 5 3 】

補助記憶部 8 4 は、例えば、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の記憶装置であり、メイン制御部 8 1 が処理を実行した最終的な結果のデータなどを格納する。ＲＯＭ 8 5 は、例えば、ＥＰＲＯＭやＥＥＰＲＯＭなどの書き換え可能な不揮発性メモリであり、内視鏡装置 1（メイン制御部 8 1）を起動するためのファームウ

10

20

30

40

50

エアなどのプログラムや、メイン制御部 8 1 が実行する処理のプログラムなどが格納されている。

【 0 0 5 4 】

また、メイン制御部 8 1 は、映像処理部 8 6 が生成した被検物の画像に基づいて、内視鏡装置 1 における 3 次元の計測の処理を行う。このとき、メイン制御部 8 1 は、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像をモニタ 8 7 に表示させる。そして、メイン制御部 8 1 は、操作部 8 2 から入力された操作の内容を表す情報に含まれる、ユーザによって指定された測定点の位置の情報に基づいて、ユーザが所望する 3 次元の計測を行い、計測結果をモニタ 8 7 に表示させる。なお、メイン制御部 8 1 における 3 次元の計測の処理手順に関する詳細な説明は、後述する。

10

【 0 0 5 5 】

このような構成によって、内視鏡装置 1 では、パターン光を位相シフトして被検物に複数回照射し、それぞれの位相で撮影した複数の画像から 3 次元画像を生成して 3 次元の計測を行う。なお、内視鏡装置 1 には、内視鏡装置 1 のユーザがモニタ 8 7 に表示された画像を確認しながら操作部 8 2 を操作することによって先端部 4 を観察する被検物の近傍に導く観察モードと、モニタ 8 7 に表示された画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して所望の測定点を設定して 3 次元の計測を行う計測モードとの 2 つの動作モードがある。この動作モードの切り替えは、例えば、ユーザが操作部 8 2 を操作することによって行う。

【 0 0 5 6 】

内視鏡装置 1 の動作モードが観察モードのとき、照明部 6 は、白色の照明光（以下、「観察光」という）を照射し、撮像部 5 が予め定めた周期で被検物を順次撮影する。そして、映像処理部 8 6 が、撮像部 5 から順次出力された映像信号に基づいた被検物の映像（画像）（以下、「観察モード画像」という）を順次生成する。そして、メイン制御部 8 1 が、映像処理部 8 6 から出力された観察モード画像を一旦 RAM 8 3 に格納した後、再度読み出してモニタ 8 7 に表示させる。これにより、内視鏡装置 1 のユーザは、観察モードにおいてモニタ 8 7 に表示された観察モード画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して、先端部 4 を観察する被検物の近傍に導くことができる。

20

【 0 0 5 7 】

一方、内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードのとき、パターン投影部 7 は、パターン光（以下、「計測光」という）を照射し、撮像部 5 が予め定めた数の被検物の映像を撮影する。そして、映像処理部 8 6 が、撮像部 5 から出力された予め定めた数の映像信号に基づいた被検物の映像（画像）（以下、「計測モード画像」という）を生成する。そして、メイン制御部 8 1 が、映像処理部 8 6 から出力された計測モード画像を一旦 RAM 8 3 に格納した後、再度読み出して 3 次元の計測の処理を行う。この 3 次元の計測の処理では、上述したように、計測モード画像に基づいて生成した、測定点を設定するための被検物の画像をモニタ 8 7 に表示される。これにより、内視鏡装置 1 のユーザは、計測モードにおいてモニタ 8 7 に表示された画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して所望の測定点を設定することができる。つまり、内視鏡装置 1 では、計測モード画像に設定された測定点の位置での 3 次元の計測を行うことができる。

30

【 0 0 5 8 】

なお、図 1 に示した内視鏡装置 1 の構成では、挿入部 3 の先端に位置する先端部 4 内に撮像部 5 と、照明部 6 と、パターン投影部 7 との一部の構成要素が配置されている構成を示した。しかし、内視鏡装置 1 は、先端部 4 内に備えた構成要素を交換可能な構成にすることもできる。例えば、撮像部 5 を構成する対物光学系 5 3 の一部と、照明部 6 を構成する照明光学系 6 4 の一部と、パターン投影部 7 を構成する縞生成部 7 4 および投影光学系 7 5 の一部とを、光学アダプタとして形成する。このとき、先端部 4 には、撮像部 5 を構成する撮像素子 5 2 および対物光学系 5 3 の他の一部と、照明部 6 を構成する照明光学系 6 4 の他の一部と、パターン投影部 7 を構成する投影光学系 7 5 の他の一部とを配置した構成にする。そして、先端部 4 と光学アダプタとを着脱可能な構成にする。このような構成にすることによって、観測する被検物に応じた適切な光学アダプタに交換することがで

40

50

きる。

【 0 0 5 9 】

次に、内視鏡装置 1 の動作について説明する。まず、照明光源 6 1 およびパターン投影光源 7 1 が発光する光の制御について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）における光の照射タイミングの一例を示したタイミングチャートである。なお、図 2 に示したタイミングチャートは、計測モードにおいて、 90° （ $\pi/2$ ）ずつ位相シフトしたパターン光（計測光）を被検物に 4 回照射して 4 つの計測モード画像を撮影する場合、つまり、内視鏡装置 1 が 4 つの計測モード画像から 3 次元画像を生成する動作を行う場合の一例を示している。

【 0 0 6 0 】

内視鏡装置 1 が観察モードの動作をしているとき、光源制御部 8 0 は、照明光源 6 1 のみオン状態に制御することによって、観察光のみを被検物に照射するように制御する。このとき、光源制御部 8 0 は、撮像部 5 が被検物を撮影するのに適した光量に、観察光の光量を調光する。例えば、被検物の像が暗い場合や被検物が遠くにある場合には観察光の光量を多くし、被検物の像が明るい場合や被検物が近くにある場合には観察光の光量を少なくするように調光する。なお、光源制御部 8 0 における観察光の調光方法は、光量と露光時間とに基づいた既存の方法を用いることができるため、詳細な説明は省略する。これにより、撮像部 5 は、観察光が被検物に照射されたそれぞれのタイミングで撮影を行った映像信号を映像処理部 8 6 に出力し、映像処理部 8 6 が生成した観察モード画像をモニタ 8 7 に表示させる。

【 0 0 6 1 】

また、内視鏡装置 1 が計測モードの動作をしているとき、光源制御部 8 0 は、照明光源 6 1 およびパターン投影光源 7 1 をオン状態に制御することによって、観察光と計測光との両方を被検物に照射するように制御する。このとき、光源制御部 8 0 は、観察光の光量を、計測光の光量に応じた光量に調光する。ただし、内視鏡装置 1 では、計測モードのときであっても、観察光の照射を行う。つまり、内視鏡装置 1 では、計測モードのときであっても、照明光源 6 1 を消灯しない。より具体的には、光源制御部 8 0 は、パターン投影部 7 が照射する計測光の構造化パターン（縦縞のパターン）を判別することができるように、観察光の光量を観察モードのときの光量よりも少なくし、観察光と計測光とを合わせた光量が、撮像部 5 が被検物を撮影するのに適した光量になるように調光する。図 2 に示したタイミングチャートでは、例えば、PWM（Pulse Width Modulation）制御によって、パターン投影光源 7 1 が発光する時間、すなわち、計測光の照射時間を長くし、例えば、電圧制御によって、照明光源 6 1 が発光する光の強度を低く、すなわち、観察光の明るさを暗くして、計測光と観察光とを調光している場合を示している。これにより、撮像部 5 は、観察光と計測光とを合わせた光が被検物に照射されたそれぞれのタイミングで撮影を行ったそれぞれの映像信号を映像処理部 8 6 に出力し、映像処理部 8 6 が生成した計測モード画像に基づいて、測定点の設定や 3 次元の計測を行う。

【 0 0 6 2 】

なお、計測モードにおいてパターン投影部 7 が照射する計測光の構造化パターンを判別することができるようにする方法として、計測光の波長帯域の光と同じ波長帯域の光のみを調光する方法であってもよい。例えば、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域の光源である場合、計測モードのときに、赤色の波長帯域の光を減衰させ、赤色以外の波長帯域の光を透過する光学フィルタを観察光の光路に挿入する構成にすることによって、赤色の計測光の構造化パターンを判別することができるように調光してもよい。また、例えば、照明光源 6 1 が赤色と緑色と青色とのそれぞれの LED によって構成されている白色の光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域の光源である場合、赤色の LED の光量のみを観察モードのときよりも少なくし、緑色の LED と青色の LED との光量は観察モードのときと同じにすることによって、赤色の計測光の構造化パターンを判別することができるように調光してもよい。

【 0 0 6 3 】

このように、内視鏡装置 1 では、計測モードにおいても、観察光を消灯することなく、被検物に照射する。これにより、内視鏡装置 1 では、観察光と計測光とを合わせた光で撮影した複数の計測モード画像を得ることができる。そして、内視鏡装置 1 では、複数の計測モード画像に対して種々の処理を行い、被検物の 3 次元形状の復元と、被検物の色再現とを行う。

【 0 0 6 4 】

次に、内視鏡装置 1 において計測モード画像に対して行う処理について説明する。図 3 は、第 1 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理の概略を示した図である。内視鏡装置 1 において計測モード画像に対して行う処理は、被検物の 3 次元形状を復元する処理（以下、「3 次元形状復元処理」という）と、被検物の色再現をする処理（以下、「色再現処理」という）とがある。図 3 に示した概略図は、4 つの計測モード画像に基づいて行う、3 次元形状復元処理と、色再現処理との概略を示している。なお、以下の説明においては、照明光源 6 1 が白色 LED 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

【 0 0 6 5 】

内視鏡装置 1 は、計測モードにおいて、光量を少なくした観察光と位相を 90° （ $\pi/2$ ）ずつシフトした計測光とが混合された光を被検物に 4 回照射し、それぞれの光の照射において被検物を撮影することによって、図 3 に示したような 4 つの計測モード画像を取得する。メイン制御部 8 1 は、4 つの計測モード画像を取得した後、まず、取得したそれぞれの計測モード画像に含まれるそれぞれの画素信号を色ごとに分離する。これにより、メイン制御部 8 1 は、赤色（R）の波長帯域に対応する画素信号のみが含まれる赤色計測モード画像と、緑色（G）の波長帯域に対応する画素信号のみが含まれる緑色計測モード画像と、青色（B）の波長帯域に対応する画素信号のみが含まれる青色計測モード画像とのそれぞれを生成する。そして、メイン制御部 8 1 は、赤色計測モード画像と、緑色計測モード画像と、青色計測モード画像とのそれぞれに基づいて、3 次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

【 0 0 6 6 】

3 次元形状復元処理は、赤色計測モード画像に基づいて行う。赤色計測モード画像は、赤色の波長帯域の光を反射した被検物の画像であり、図 3 に示したように、計測光として照射された構造化パターン（縦縞のパターン）が含まれている画像である。メイン制御部 8 1 は、4 つの赤色計測モード画像に対して、例えば、下式（1）のような既存の 3 次元画像の演算を行って、赤色計測モード画像に含まれるそれぞれの画素の位相 φ を高速に算出する。

【 0 0 6 7 】

$$\varphi(x, y) = \tan^{-1}((I_3 - I_1) / (I_0 - I_2)) \cdots (1)$$

【 0 0 6 8 】

上式（1）において、 $\varphi(x, y)$ は、撮像素子 5 2 に 2 次元の行列状に配置された画素の水平方向（列が並ぶ方向：列方向） x 、垂直方向（行が並ぶ方向：行方向） y の座標位置に位置する画素（ x, y ）の位相を表す。また、上式（1）において、 I_0 は 1 枚目の赤色計測モード画像に含まれる画素（ x, y ）の輝度を表し、 I_1 は 2 枚目の赤色計測モード画像に含まれる画素（ x, y ）の輝度を表し、 I_2 は 3 枚目の赤色計測モード画像に含まれる画素（ x, y ）の輝度を表し、 I_3 は 4 枚目の赤色計測モード画像に含まれる画素（ x, y ）の輝度を表す。

【 0 0 6 9 】

そして、メイン制御部 8 1 は、算出した位相 φ と相対関係がある高さを、赤色計測モード画像に含まれるそれぞれの画素ごとに求める。これにより、メイン制御部 8 1 は、赤色計測モード画像に含まれる全ての画素が、水平方向、垂直方向、および高さの座標で表された画素群のデータ（以下、「3 次元点群データ」という）を生成する。

【 0 0 7 0 】

このようにして、メイン制御部 8 1 は、4 つの計測モード画像に基づいて 3 次元形状復

元処理を行う。そして、メイン制御部 8 1 は、3 次元形状復元処理によって生成した 3 次元点群データに基づいて、3 次元の計測の処理を行う。なお、図 3 に示した概略図では、4 つの計測モード画像に基づいて 3 次元形状復元処理を行う場合を示したが、一般的に、3 次元形状復元処理を行うために必要な計測モード画像の数は、3 つ以上であればよい。従って、内視鏡装置 1 において 3 次元形状復元処理を行う、つまり、3 次元点群データを生成するために用いる計測モード画像（図 3 では、赤色計測モード画像）の数は、特に規定しない。

【 0 0 7 1 】

一方、色再現処理は、赤色計測モード画像と、緑色計測モード画像と、青色計測モード画像とのそれぞれに基づいて行う。なお、緑色計測モード画像は、緑色の波長帯域の光を反射した被検物の画像であり、計測光として照射された構造化パターン（縦縞のパターン）が含まれていない画像である。また、青色計測モード画像は、青色の波長帯域の光を反射した被検物の画像であり、緑色計測モード画像と同様に、計測光として照射された構造化パターン（縦縞のパターン）が含まれていない画像である。

【 0 0 7 2 】

色再現処理において、メイン制御部 8 1 は、4 つの緑色計測モード画像および青色計測モード画像のそれぞれに対して、例えば、ノイズ除去処理などの既存の画像処理を行って、 S/N (Signal/Noise) が高い 1 つの緑色の画像（以下、「緑色画像」という）、および 1 つの青色の画像（以下「青色画像」という）のそれぞれを生成する。以下の説明において、緑色画像と青色画像とを区別せずに表すときには、「縞なし画像」という。なお、メイン制御部 8 1 は、緑色画像を生成する際に、4 つの緑色計測モード画像に含まれる同じ座標位置の画素の値同士を加算平均してもよい。同様に、メイン制御部 8 1 は、青色画像を生成する際に、4 つの青色計測モード画像に含まれる同じ座標位置の画素の値同士を加算平均してもよい。

【 0 0 7 3 】

また、色再現処理において、メイン制御部 8 1 は、4 つの赤色計測モード画像に基づいて、構造化パターン（縦縞のパターン）を除去した 1 つの赤色の画像（以下、「赤色画像」という）を生成する。より具体的には、4 つの赤色計測モード画像に含まれる同じ座標位置の画素の値同士を加算平均する。これにより、それぞれの赤色計測モード画像に含まれる構造化パターン（縦縞のパターン）の位相の成分が除去（キャンセル）される。以下の説明においては、赤色画像を「縞消し画像」ともいう。なお、メイン制御部 8 1 は、赤色画像を生成する際に、赤色画像に含まれるそれぞれの画素の値、つまり、赤色のレベルを、緑色画像における緑色のレベルや青色画像における青色のレベルと同等になるように補正する処理を行ってもよい。

【 0 0 7 4 】

このようにして、メイン制御部 8 1 は、色再現処理において、4 つの計測モード画像に基づいたそれぞれの色ごとの画像（赤色画像、緑色画像、および青色画像）を生成する。そして、メイン制御部 8 1 は、生成した縞なし画像（緑色画像および青色画像）と縞消し画像（赤色画像）とを合成して、赤色（R）、緑色（G）、および青色（B）が再現された色再現画像を生成する。

【 0 0 7 5 】

メイン制御部 8 1 は、色再現処理によって生成した色再現画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像としてモニタ 8 7 に表示させる。そして、メイン制御部 8 1 は、ユーザによって測定点の位置（座標）が指定された後に、指定された測定点に対応する 3 次元点群データの座標に基づいて、ユーザが所望する 3 次元の計測を行う。

【 0 0 7 6 】

次に、内視鏡装置 1 における 3 次元の計測の処理手順について説明する。図 4 は、第 1 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 4 には、計測モードにおける処理手順を示している。

【 0 0 7 7 】

内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードになると、メイン制御部 8 1 は、まず、光源制御部 8 0 を制御して、照明部 6 とパターン投影部 7 とに、計測モードにおける光の発光を行わせる。そして、メイン制御部 8 1 は、撮像部 5 を制御して被検物を複数撮影させ、映像処理部 8 6 に複数の計測モード画像を生成させて R A M 8 3 に格納させることによって、複数の計測モード画像を取得する（ステップ S 0 1 ）。

【 0 0 7 8 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、R A M 8 3 に格納したそれぞれの計測モード画像を読み出して、読み出した計測モード画像を色ごとに分離する（ステップ S 0 2 ）。これにより、それぞれの計測モード画像が、赤色計測モード画像と、緑色計測モード画像と、青色計測モード画像とのそれぞれに分離される。そして、メイン制御部 8 1 は、3 次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。なお、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 2 において分離した赤色計測モード画像と、緑色計測モード画像と、青色計測モード画像とのそれぞれを、再度 R A M 8 3 に一時的に格納し、次の処理に必要な計測モード画像を R A M 8 3 から再度読み出して以降の処理を行ってもよい。

【 0 0 7 9 】

3 次元形状復元処理では、メイン制御部 8 1 は、まず、複数の赤色計測モード画像のそれぞれに対してノイズ除去処理を行う（ステップ S 1 1 ）。続いて、メイン制御部 8 1 は、上式（ 1 ）のような既存の 3 次元画像の演算を行って、赤色計測モード画像に含まれるそれぞれの画素の位相 ϕ を算出する（ステップ S 1 2 ）。続いて、メイン制御部 8 1 は、算出したそれぞれの画素の位相 ϕ に含まれるノイズ成分を除去するノイズ除去処理を行う（ステップ S 1 3 ）。そして、メイン制御部 8 1 は、算出した位相 ϕ と高さとの相対関係に基づいて、赤色計測モード画像に含まれるそれぞれの画素における空間座標（高さを表す座標）を算出し、水平方向 x および垂直方向 y の座標と、算出した高さ（以下、「高さ方向 z 」という）を表す座標とをそれぞれの画素ごとに対応付けた 3 次元の画素群データ（ x, y, z ）である 3 次元点群データを生成する（ステップ S 1 4 ）。そして、メイン制御部 8 1 は、生成した 3 次元点群データを、R A M 8 3 に格納する。

【 0 0 8 0 】

一方、色再現処理では、メイン制御部 8 1 は、まず、複数の赤色計測モード画像に基づいて、構造化パターン（縦縞のパターン）を除去する縞消し処理を行い、1 つの縞消し画像を生成する（ステップ S 2 1 ）。続いて、メイン制御部 8 1 は、複数の緑色計測モード画像および青色計測モード画像のそれぞれに対してノイズ除去処理を行い、1 つの縞なし画像を生成する（ステップ S 2 2 ）。続いて、メイン制御部 8 1 は、生成した縞消し画像と縞なし画像とのそれぞれを合成し、色再現画像を生成する（ステップ S 2 3 ）。そして、メイン制御部 8 1 は、生成した色再現画像を、R A M 8 3 に格納する。なお、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 2 1 において生成した縞消し画像や、ステップ S 2 2 において生成した縞なし画像を一時的に R A M 8 3 に格納し、色再現画像を生成する際に、格納した縞消し画像や縞なし画像を R A M 8 3 から再度読み出して、ステップ S 2 3 の処理を行ってもよい。

【 0 0 8 1 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 2 3 において生成した色再現画像を R A M 8 3 から読み出して、モニタ 8 7 に出力する（ステップ S 2 4 ）。これにより、モニタ 8 7 は、メイン制御部 8 1 から入力された色再現画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置 1 のユーザは、モニタ 8 7 に表示された色再現画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して、所望する 3 次元の計測を行うための測定点を設定する。その後、メイン制御部 8 1 は、ユーザによって測定点の設定が行われると、操作部 8 2 から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する（ステップ S 2 5 ）。

【 0 0 8 2 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 2 5 においてユーザによって設定された測定

10

20

30

40

50

点の位置の情報を取得すると、取得した測定点の位置（座標（ x ， y ））と３次元点群データ内の画素の座標（ x ， y ）とを照合し、測定点の位置（座標（ x ， y ））に対応する３次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）を取得する（ステップＳ３１）。なお、メイン制御部８１が取得する３次元点群データの画素データは、測定点の位置に位置する画素の画素データに限定されるものではなく、実行する３次元の計測において用いる全ての画素データを取得する。例えば、設定された２つの測定点の間の距離（２点間の距離）を計測する３次元の計測を行う場合には、２つの測定点の間に位置する全ての画素データを取得する。

【００８３】

続いて、メイン制御部８１は、取得した３次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）のそれぞれに基づいて、３次元の計測を実行する（ステップＳ３２）。そして、メイン制御部８１は、実行した３次元の計測結果を表す画像、例えば、表示している色再現画像に、計測結果を示すためのＯＳＤ（Ｏｎ－Ｓｃｒｅｅｎ Ｄｉｓｐｌａｙ）用のデータを重畳する処理を行った画像をモニタ８７に出力して表示させる（ステップＳ３３）。そして、メイン制御部８１は、計測モードにおける処理を終了する。

【００８４】

これにより、ユーザは、所望する３次元の計測の結果を確認することができる。なお、メイン制御部８１は、３次元の計測結果をモニタ８７に表示させてユーザに提示するのみではなく、例えば、補助記憶部８４に、設定された測定点の位置を表す情報と３次元の計測結果とを対応付けて格納してもよい。これにより、ユーザは、以前行った３次元の計測結果を確認することができる。

【００８５】

本第１の実施形態によれば、被検物を観察するための観察光（白色の照明光）を被検物に照射する照明部（照明部６）と、被検物を３次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光（縦縞のパターンのパターン光）を被検物に照射するパターン投影部（パターン投影部７）と、照明部６による観察光の被検物への照射と、パターン投影部７による計測光の被検物への照射とを制御する照射光制御部（光源制御部８０）と、少なくとも計測光を照射して得た映像に応じた被検物の計測画像（計測モード画像）に基づいて、指定された測定点に応じた被検物に対する３次元の計測を行う３次元計測部（メイン制御部８１）と、を備えた内視鏡システム（内視鏡装置１）であって、メイン制御部８１は、計測モード画像に基づいて測定点を設定するための設定用画像（被検物の画像：色再現画像）を生成して表示部（モニタ８７）に表示させ、被検物の画像に設定された測定点の位置に対応する計測モード画像の情報（３次元点群データ）に基づいて被検物に対する３次元の計測を行う内視鏡システム（内視鏡装置１）が構成される。

【００８６】

また、本第１の実施形態によれば、メイン制御部８１は、３次元の計測を行う際に、計測モード画像に含まれる計測光と同じ波長帯域（赤色の波長帯域）の光の反射による被検物の映像である第１の波長帯域計測画像（赤色計測モード画像）に基づいて、３次元の計測に用いる３次元画素情報（３次元点群データの画素データ）を生成し、生成した画素データを含んだ３次元計測画像（３次元点群データ）を生成する３次元形状復元処理（ステップＳ１１～ステップＳ１４）と、３次元点群データに含まれる、被検物の画像に設定された測定点の位置に対応する画素データに基づいて、３次元の計測を行う３次元計測処理（ステップＳ３１～ステップＳ３３）と、を実行する内視鏡装置１が構成される。

【００８７】

また、本第１の実施形態によれば、光源制御部８０は、３次元の計測を行う際に、観察光と計測光とを同時に被検物に照射させ、メイン制御部８１は、３次元形状復元処理を実行する前に、計測モード画像を、赤色計測モード画像と、計測モード画像に含まれる計測光と異なる波長帯域の光の反射による被検物の映像である第２の波長帯域計測画像（緑色計測モード画像および青色計測モード画像）とに分離する画像分離処理（ステップＳ０２）を実行し、３次元形状復元処理と並列に、赤色計測モード画像に含まれる計測光の成分

(縦縞のパターン)を除去した計測光除去画像(赤色画像:縞消し画像)を生成する構造化パターン除去処理(縞消し処理:ステップS21)と、縞消し画像と、第2の波長帯域計測画像(ノイズ除去処理後の緑色画像および青色画像:縞なし画像)とを合成した合成画像(色再現画像)を生成する合成画像生成処理(ステップS22~ステップS23)と、を順次実行する内視鏡装置1が構成される。

【0088】

また、本第1の実施形態によれば、光源制御部80は、計測光と同時に被検物に照射させる観察光の光量を、計測光の光量に応じて調光する内視鏡装置1が構成される。

【0089】

また、本第1の実施形態によれば、メイン制御部81は、色再現画像を被検物の画像とする(ステップS24~ステップS25)内視鏡装置1が構成される。

10

【0090】

また、本第1の実施形態によれば、計測光は、構造化したパターンが、光の強度が(水平方向の)正弦波状に変化する縞状のパターン(縦縞のパターン)である内視鏡装置1が構成される。

【0091】

また、本第1の実施形態によれば、パターン投影部7は、計測光における構造化したパターン(縦縞のパターン)の位相を予め定めたシフト量だけ位相シフトして被検物に複数回照射し、メイン制御部81は、位相シフトされたそれぞれの計測光の照射によって得たそれぞれの映像に応じた複数の計測モード画像に基づいて、3次元の計測を行う内視鏡装置1が構成される。

20

【0092】

また、本第1の実施形態によれば、計測光は、レーザー光である内視鏡装置1が構成される。

【0093】

また、本第1の実施形態によれば、計測光は、波長帯域が、可視光の波長帯域である内視鏡装置1が構成される。

【0094】

また、本第1の実施形態によれば、計測光は、波長帯域が、赤色の波長帯域である内視鏡装置1が構成される。

30

【0095】

また、本第1の実施形態によれば、観察光は可視光の波長帯域であり、メイン制御部81は、画像分離処理において、計測モード画像を、赤色の波長帯域の光の反射による計測画像(赤色計測モード画像)と、緑色の波長帯域の光の反射による計測画像(緑色計測モード画像)と、青色の波長帯域の光の反射による計測画像(青色計測モード画像)とに分離し、計測光と同じ波長帯域(赤色の波長帯域)の光の反射による計測画像を赤色計測モード画像とし、計測光と異なる波長帯域の光の反射による計測画像のそれぞれを緑色計測モード画像および青色計測モード画像とする内視鏡装置1が構成される。

【0096】

また、本第1の実施形態によれば、メイン制御部81は、構造化パターン除去処理において、複数の計測モード画像のそれぞれに対応する複数の赤色計測モード画像に含まれる同じ位置(座標位置)のそれぞれの画素の値同士を加算平均して1つの縞消し画像を生成する内視鏡装置1が構成される。

40

【0097】

また、本第1の実施形態によれば、被検物を観察するための観察光(白色の照明光)を被検物に照射する照明部(照明部6)と、被検物を3次元で計測するために構造化したパターンの予め定めた波長帯域の計測光(縦縞のパターンのパターン光)を被検物に照射するパターン投影部(パターン投影部7)と、照明部6による観察光の被検物への照射と、パターン投影部7による計測光の被検物への照射とを制御する照射光制御部(光源制御部80)と、少なくとも計測光を照射して得た映像に応じた被検物の計測画像(計測モード

50

画像)に基づいて、指定された測定点に応じた被検物に対する3次元の計測を行う3次元計測部(メイン制御部81)と、を備えた内視鏡システム(内視鏡装置1)における計測方法であって、メイン制御部81が、計測モード画像に基づいて測定点を設定するための設定用画像(被検物の画像:色再現画像)を生成して表示部(モニタ87)に表示させ、被検物の画像に設定された測定点の位置に対応する計測モード画像の情報(3次元点群データ)に基づいて被検物に対する3次元の計測を行う計測方法が構成される。

【0098】

上記に述べたように、内視鏡装置1では、計測モードにおいて取得した計測モード画像から生成した色再現画像を、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。これにより、内視鏡装置1では、表示された被検物の画像を確認しながら、3次元の計測を行うために計測モードにおいて取得した計測モード画像に1対1で対応する位置に測定点を設定することができる。つまり、従来の内視鏡装置では、測定点を設定する画像と3次元の計測を行う画像とが異なるタイミングで撮影された異なる画像であったのに対し、内視鏡装置1では、3次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した画像に測定点を設定することができる。このことにより、内視鏡装置1では、3次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【0099】

例えば、内視鏡装置1では、観察モードから計測モードに動作モードが切り替わった際に先端部4が動いてしまった場合でも、モニタ87に表示された色再現画像から、ユーザが画角の変化を確認することができる。これにより、内視鏡装置1では、モーションブラーに起因する異なる位置の計測を行うことなく、設定された測定点の位置に基づいた正しい計測結果を得ることができる。また、例えば、内視鏡装置1では、計測モード画像にハレーションなどが発生していた場合でも、モニタ87に表示された色再現画像から、発生しているハレーションなどを、ユーザが観測点を設定する前に確認することができる。そして、ユーザは、発生しているハレーションなどの状態に応じて、所望の測定点を設定することができる。つまり、ユーザが測定点を設定したい位置が、発生しているハレーションなどとは関係ない位置である場合には、現在の色再現画像に測定点を設定し、ユーザが測定点を設定したい位置にハレーションなどが発生している場合には、計測モードにおける被検物の撮影をやり直して、ハレーションなどが発生していない状態で測定点を設定することができる。これにより、内視鏡装置1では、ハレーションなどに起因する誤った計測を行うことなく、設定された測定点の位置に基づいた正しい計測結果を得ることができる。

【0100】

<第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態の内視鏡システムについて説明する。第1の実施形態の内視鏡システム(内視鏡装置1)では、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として、色再現画像をモニタ87に表示する場合について説明した。つまり、第1の実施形態の内視鏡システム(内視鏡装置1)では、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像が2次元の画像であり、3次元形状復元処理によって生成した3次元点群データは、3次元の計測の際に使用する場合について説明した。しかし、3次元点群データは、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像に含める、つまり、ユーザが3次元画像に対して測定点を設定するようにすることもできる。第2の実施形態の内視鏡システムは、ユーザが3次元画像に対して測定点を設定することができる内視鏡システムである。なお、第2の実施形態の内視鏡システムも、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。

【0101】

第2の実施形態の内視鏡装置の構成は、図1に示した第1の実施形態の内視鏡装置1の構成と同様である。従って、第2の実施形態の内視鏡装置の構成に関する詳細な説明は省略し、以下の説明においては、第2の実施形態の内視鏡装置における3次元の計測の処理について説明する。なお、以下の説明において、第2の実施形態の内視鏡装置の構成要素

を表すときには、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成要素と同一の符号を用いて説明する。

【 0 1 0 2 】

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態による内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 5 には、図 4 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、計測モードにおける処理手順を示している。なお、以下の説明においては、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、照明光源 6 1 が白色 LED 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

【 0 1 0 3 】

内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードになると、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 1 ~ ステップ S 0 2 において、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、複数の計測モード画像を取得し、取得した計測モード画像を色ごとに分離する。そして、メイン制御部 8 1 は、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

【 0 1 0 4 】

3 次元形状復元処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 4 において、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の 3 次元形状復元処理を行って、複数の赤色計測モード画像から 3 次元点群データを生成し、生成した 3 次元点群データを RAM 8 3 に格納する。一方、色再現処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 3 において、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の色再現処理を行って、縞消し処理を行った 1 つの縞消し画像と、ノイズ除去処理を行った 1 つの縞なし画像とを生成し、縞消し画像と縞なし画像とのそれぞれを合成した色再現画像を生成して RAM 8 3 に格納する。

【 0 1 0 5 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 4 において生成した 3 次元点群データと、ステップ S 2 3 において生成した色再現画像とのそれぞれを RAM 8 3 から読み出し、3 次元点群データに含まれるそれぞれの画素データに色再現画像に含まれる色の情報を重畳した 3 次元画像を生成し、生成した 3 次元画像を再び RAM 8 3 に格納する（ステップ S 3 1 1）。より具体的には、メイン制御部 8 1 は、3 次元点群データに含まれるそれぞれの画素データの水平方向 x および垂直方向 y の座標と、色再現画像に含まれるそれぞれの画素の水平方向 x および垂直方向 y の座標とを照合し、同じ座標 (x, y) に位置する 3 次元点群データの画素データ (x, y, z) に、対応する色の情報 (r, g, b) を付加する。これにより、3 次元点群データは、水平方向 x 、垂直方向 y 、および高さ方向 z に加えて、赤色の情報 r 、緑色の情報 g 、および青色の情報 b を含んだカラーの 3 次元画像の画素データとなる。

【 0 1 0 6 】

なお、3 次元点群データの画素データには、色の情報以外にも、例えば、可視度の情報を付加してもよい。この可視度の情報は、それぞれの画像における画素ごと、または予め定めた矩形の範囲ごとに、透明（場合によっては半透明）であるか否かを表した情報であり、被検物の表面の凸凹によって影になる部分を表す際の表示方法を示す情報である。これにより、3 次元点群データは、水平方向 x 、垂直方向 y 、高さ方向 z 、赤色の情報 r 、緑色の情報 g 、および青色の情報 b に、さらに可視度 a を含んだ画素データとなる。

【 0 1 0 7 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 3 1 1 において RAM 8 3 に格納した 3 次元点群データ (x, y, z, r, g, b) を読み出して、モニタ 8 7 に出力する（ステップ S 3 1 2）。これにより、モニタ 8 7 は、メイン制御部 8 1 から入力された 3 次元点群データの画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置 1 のユーザは、モニタ 8 7 に表示された 3 次元点群データの画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して、所望する 3 次元の計測を行うための測定点を設

10

20

30

40

50

定する。なお、ステップ S 3 1 2 においてモニタ 8 7 に表示される 3 次元点群データの画像は、3 次元画像である。従って、ユーザは、操作部 8 2 を操作することによって、モニタ 8 7 に表示された被検物の 3 次元画像を回転させるなど、被検物の形状を確認しながら所望の位置に測定点を設定することができる。その後、メイン制御部 8 1 は、ユーザによって測定点の設定が行われると、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順におけるステップ S 2 5 と同様に、操作部 8 2 から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する（ステップ S 3 1 3）。

【0108】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 3 1 3 においてユーザによって設定された測定点の位置の情報を取得すると、ステップ S 3 1 ~ ステップ S 3 3 において、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、測定点の位置（座標（ x , y ））に対応する 3 次元点群データの画素データ（ x , y , z ）を取得して 3 次元の計測を実行し、実行した 3 次元の計測結果をモニタ 8 7 に出力して計測モードにおける処理を終了する。これにより、ユーザは、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、所望する 3 次元の計測の結果を確認することができる。

【0109】

本第 2 の実施形態によれば、3 次元計測部（メイン制御部 8 1）は、3 次元計測画像（3 次元点群データ）に合成画像（色再現画像）を重畳した画像（3 次元画像）を設定用画像（被検物の画像）とする内視鏡システム（内視鏡装置 1）が構成される。

【0110】

上記に述べたように、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 では、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する 3 次元形状復元処理によって生成した 3 次元点群データに、同じ計測モード画像から生成した色再現画像に含まれる色の情報を重畳して 3 次元画像を生成する。そして、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 では、生成した被検物の 3 次元画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。つまり、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した画像を、測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 では、表示された被検物の 3 次元画像を回転させるなど、ユーザによる測定点の設定を補助する機能によって被検物の形状を確認しながら、より詳細な位置に測定点を設定することができる。このことにより、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【0111】

< 第 3 の実施形態 >

次に、本発明の第 3 の実施形態の内視鏡システムについて説明する。第 3 の実施形態の内視鏡システムも、第 2 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）と同様に、ユーザが 3 次元画像に対して測定点を設定することができる内視鏡システムである。ただし、第 3 の実施形態の内視鏡システムは、生成する被検物の 3 次元画像が、第 2 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）と異なる。なお、第 3 の実施形態の内視鏡システムも、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。

【0112】

第 3 の実施形態の内視鏡装置の構成は、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成と同様である。従って、第 3 の実施形態の内視鏡装置の構成に関する詳細な説明は省略し、以下の説明においては、第 3 の実施形態の内視鏡装置における 3 次元の計測の処理について説明する。なお、以下の説明においても、第 3 の実施形態の内視鏡装置の構成要素を表すときには、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成要素と同一の符号を用いて説明する。

【0113】

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態による内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 6 には、図 4 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装

10

20

30

40

50

置 1 における処理手順や、図 5 に示した第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、計測モードにおける処理手順を示している。なお、以下の説明においても、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、照明光源 6 1 が白色 LED 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

【 0 1 1 4 】

内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードになると、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 1 ~ ステップ S 0 2 において、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、複数の計測モード画像を取得し、取得した計測モード画像を色ごとに分離する。そして、メイン制御部 8 1 は、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

10

【 0 1 1 5 】

3 次元形状復元処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 4 において、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の 3 次元形状復元処理を行って、複数の赤色計測モード画像から 3 次元点群データを生成し、生成した 3 次元点群データを RAM 8 3 に格納する。さらに、メイン制御部 8 1 は、生成した 3 次元点群データに基づいて、既存の画像処理技術の演算を行って、被検物の奥行き情報を可視化して画像に表した深さ画像（デプスマップ）を生成し、生成したデプスマップを RAM 8 3 に格納する（ステップ S 1 5 1）。

【 0 1 1 6 】

20

一方、色再現処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 3 において、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の色再現処理を行って、縞消し処理によって生成した縞消し画像と、ノイズ除去処理によって生成した縞なし画像とのそれぞれを合成した色再現画像を生成して RAM 8 3 に格納する。

【 0 1 1 7 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 5 1 において生成したデプスマップと、ステップ S 2 3 において生成した色再現画像とのそれぞれを RAM 8 3 から読み出し、デプスマップに色再現画像をテクスチャ（質感）として貼り付けた、色の情報を含むデプスマップを生成し、生成したデプスマップを再び RAM 8 3 に格納する（ステップ S 3 2 1）。より具体的には、メイン制御部 8 1 は、既存の画像処理技術の演算を行って、3 次元点群データに基づいて生成したモノクロのデプスマップの表面に当たるそれぞれの画素に、色再現画像に含まれる色の情報を重畳することによって、被検物のテクスチャ（質感）を表したカラーのデプスマップを生成する。

30

【 0 1 1 8 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 3 2 1 において RAM 8 3 に格納したカラーのデプスマップを読み出して、モニタ 8 7 に出力する（ステップ S 3 2 2）。これにより、モニタ 8 7 は、メイン制御部 8 1 から入力されたカラーのデプスマップの画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置 1 のユーザは、モニタ 8 7 に表示されたカラーのデプスマップの画像を確認しながら操作部 8 2 を操作して、所望する 3 次元の計測を行うための測定点を設定する。なお、ステップ S 3 1 2 においてモニタ 8 7 に表示されるカラーのデプスマップの画像も、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元画像である。従って、ユーザは、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、モニタ 8 7 に表示された被検物の形状を確認しながら、所望の位置に測定点を設定することができる。その後、メイン制御部 8 1 は、ユーザによって測定点の設定が行われると、第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の処理手順におけるステップ S 2 5 や、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 の処理手順におけるステップ S 3 1 3 と同様に、操作部 8 2 から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する（ステップ S 3 2 3）。

40

【 0 1 1 9 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 3 1 ~ ステップ S 3 3 において、第 1 の実施

50

形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、ユーザによって設定された測定点の位置（座標（ x ， y ））に対応する 3 次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）を取得して 3 次元の計測を実行し、実行した 3 次元の計測結果をモニタ 8 7 に出力して計測モードにおける処理を終了する。これにより、ユーザは、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、所望する 3 次元の計測の結果を確認することができる。

【0120】

本第 3 の実施形態によれば、3 次元計測部（メイン制御部 8 1）は、3 次元形状復元処理において、生成した 3 次元画素情報（3 次元点群データの画素データ）に基づいて被検物の奥行きを表した深さ画像（デプスマップ）を生成し、生成したデプスマップを 3 次元計測画像とする内視鏡システム（内視鏡装置 1）が構成される。

【0121】

上記に述べたように、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 では、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する 3 次元形状復元処理によって生成した 3 次元点群データに基づいて、デプスマップを生成する。さらに、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 では、生成したデプスマップに、このデプスマップを生成した計測モード画像と同じ計測モード画像から生成した色再現画像に含まれる色の情報を重畳してカラーのデプスマップ（3 次元画像）を生成する。そして、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 では、生成した被検物のカラーのデプスマップの画像を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。つまり、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した画像を、測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、表示された被検物の 3 次元画像を回転させるなど、ユーザによる測定点の設定を補助する機能によって被検物の形状を確認しながら、詳細な位置に測定点を設定することができる。このことにより、第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【0122】

< 第 4 の実施形態 >

次に、本発明の第 4 の実施形態の内視鏡システムについて説明する。第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）では、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するためにモニタ 8 7 に表示する被検物の画像が、カラーの画像である場合について説明した。しかし、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像は、カラーの画像に限定されるものではなく、モノクロの画像、つまり、グレースケールの画像であってもよい。第 4 の実施形態の内視鏡システムは、ユーザがモノクロの画像に対して測定点を設定する内視鏡システムである。なお、第 4 の実施形態の内視鏡システムも、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。

【0123】

第 4 の実施形態の内視鏡装置の構成は、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成と同様である。従って、第 4 の実施形態の内視鏡装置の構成に関する詳細な説明は省略し、以下の説明においては、第 4 の実施形態の内視鏡装置における 3 次元の計測の処理について説明する。なお、以下の説明においても、第 4 の実施形態の内視鏡装置の構成要素を表すときには、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成要素と同一の符号を用いて説明する。

【0124】

図 7 は、本発明の第 4 の実施形態による内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 7 には、図 4～図 6 に示した第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、計測モードにおける処理手順を示している。なお、以下の説明においても、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、照明光源 6 1 が白色 LED 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波

長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

【0125】

内視鏡装置1の動作モードが計測モードになると、メイン制御部81は、ステップS01～ステップS02において、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様に、複数の計測モード画像を取得して、それぞれの計測モード画像を色ごとに分離する。そして、メイン制御部81は、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1と同様に、3次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

【0126】

3次元形状復元処理では、メイン制御部81は、ステップS11～ステップS14において、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様の3次元形状復元処理を行って、複数の赤色計測モード画像から3次元点群データを生成し、生成した3次元点群データをRAM83に格納する。

10

【0127】

一方、色再現処理では、メイン制御部81は、ステップS21において、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様の縞消し処理を行って、複数の赤色計測モード画像に基づいて構造化パターン（縦縞のパターン）を除去した1つの縞消し画像（モノクロの画像）を生成し、生成した縞消し画像をRAM83に格納する。なお、第4の実施形態の内視鏡装置1では、モノクロの画像を3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像とするため、メイン制御部81は、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順で行っていたステップS22の処理とステップS23の処理とを、色再現処理において行わない。つまり、第4の実施形態の内視鏡装置1では、メイン制御部81は、色再現処理において、ノイズ除去処理を行った縞なし画像の生成処理と、縞消し画像と縞なし画像とのそれぞれを合成する色再現画像の生成処理とを行わない。

20

【0128】

続いて、メイン制御部81は、ステップS21において生成した縞消し画像をRAM83から読み出して、モニタ87に出力する（ステップS241）。これにより、モニタ87は、メイン制御部81から入力されたモノクロの縞消し画像を、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置1のユーザは、モニタ87に表示されたモノクロの縞消し画像を確認しながら操作部82を操作して、所望する3次元の計測を行うための測定点を設定する。その後、メイン制御部81は、ユーザによって測定点の設定が行われると、ステップS25において、第1の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様に、操作部82から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する。

30

【0129】

続いて、メイン制御部81は、ステップS25においてユーザによって設定された測定点の位置の情報を取得すると、ステップS31～ステップS33において、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様に、測定点の位置（座標（ x ， y ））に対応する3次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）を取得して3次元の計測を実行し、実行した3次元の計測結果をモニタ87に出力して計測モードにおける処理を終了する。これにより、ユーザは、第1の実施形態～第3の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様に、所望する3次元の計測の結果を確認することができる。

40

【0130】

本第4の実施形態によれば、3次元計測部（メイン制御部81）は、3次元形状復元処理と並列に、第1の波長帯域計測画像（赤色計測モード画像）に含まれる計測光の成分を除去した計測光除去画像（赤色画像：縞消し画像）を生成する構造化パターン除去処理（縞消し処理：ステップS21）、を実行し、縞消し画像を設定用画像（被検物の画像）とする内視鏡システム（内視鏡装置1）が構成される。

【0131】

上記に述べたように、第4の実施形態の内視鏡装置1では、モノクロの画像ではあるも

50

の、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を行う計測モード画像と同じ画像から生成した画像（縞消し画像）を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。これにより、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、被検物の画像を確認しながら、所望の位置に測定点を設定することができる。このことにより、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 でも、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【 0 1 3 2 】

さらに、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、測定点を設定するための被検物の画像がモノクロの縞消し画像であるため、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 のようにカラーの画像を生成する色再現処理の演算負荷を小さくすることができる。これにより、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 よりも早いタイミングで、測定点を設定するための被検物の画像を表示させることができる。

【 0 1 3 3 】

なお、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、上述したように、色再現処理において、縞なし画像と色再現画像との生成を行わない。つまり、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、緑色計測モード画像および青色計測モード画像のそれぞれに基づいた処理を行わない。このため、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、計測モードにおいて、照明部 6 による観察光を、計測光と同時に被検物に照射しなくてもよい。すなわち、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、計測モードの動作をしているとき、光源制御部 8 0 は、照明光源 6 1 をオフ状態に制御して（消灯して）観察光の被検物への照射を行わないようにしてもよい。この場合、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 が計測モードの動作をしているときに被検物に照射される光は計測光のみとなり、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する 3 次元形状復元処理において、それぞれの赤色計測モード画像に含まれる計測光の階調の変化をより高い精度で判別することができ、3 次元点群データを生成する際の空間座標（高さ）の演算をより高い精度で行うことができる。また、この場合に第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 の計測モードにおいて取得する計測モード画像は、赤色計測モード画像であるため、図 7 に示した処理手順内のステップ S 0 2 の処理を行わなくてもよく、処理手順を容易にすることができる。

【 0 1 3 4 】

なお、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として、モノクロの縞消し画像をモニタ 8 7 に表示する場合について説明した。つまり、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像が 2 次元の画像である場合について説明した。しかし、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 では、モノクロの画像ではあるが、第 2 の実施形態または第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、ユーザが 3 次元画像に対して測定点を設定するようにすることもできる。この場合の処理手順は、メイン制御部 8 1 が、色再現処理における全ての処理を行わず、3 次元形状復元処理によって生成した 3 次元点群データやデプスマップに対して色再現画像に含まれる色の情報を重畳せずに画像をモニタ 8 7 に表示する処理となり、その他の処理手順は、図 5 に示した第 2 の実施形態の内視鏡装置 1 の処理手順、または図 6 に示した第 3 の実施形態の内視鏡装置 1 の処理手順と同様である。なお、計測モードにおいて計測光のみを被検物に照射する場合には、上述したように、ステップ S 0 2 の処理も行わない処理手順となる。従って、第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 において、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像としてモノクロの 3 次元画像をモニタ 8 7 に表示する場合の処理手順に関する詳細な説明は省略する。

【 0 1 3 5 】

本第 4 の実施形態によれば、メイン制御部 8 1 は、3 次元計測画像（3 次元画像：3 次元点群データまたはデプスマップ）を被検物の画像とする内視鏡装置 1 が構成される。

【 0 1 3 6 】

< 第 5 の実施形態 >

次に、本発明の第 5 の実施形態の内視鏡システムについて説明する。第 1 の実施形態～第 3 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）では、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するためにモニタ 8 7 に表示する被検物の画像の色の情報として、3 次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した色再現画像に含まれる色の情報を使用する場合について説明した。しかし、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像における色の情報として、観察モードで撮影した観察モード画像に含まれる色の情報を使用することもできる。第 5 の実施形態の内視鏡システムは、観察モード画像に含まれる色の情報を、3 次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像の色の情報として使用する内視鏡システムである。なお、第 5 の実施形態の内視鏡システムも、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。

10

【 0 1 3 7 】

第 5 の実施形態の内視鏡装置の構成は、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成と同様である。従って、第 5 の実施形態の内視鏡装置の構成に関する詳細な説明は省略し、以下の説明においては、第 5 の実施形態の内視鏡装置における 3 次元の計測の処理について説明する。なお、以下の説明においても、第 5 の実施形態の内視鏡装置の構成要素を表すときには、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成要素と同一の符号を用いて説明する。

【 0 1 3 8 】

図 8 は、本発明の第 5 の実施形態による内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 8 には、図 4～図 7 に示した第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、計測モードにおける処理手順を示している。なお、以下の説明においても、第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、照明光源 6 1 が白色 LED 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

20

【 0 1 3 9 】

内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードになると、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 1 において、第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、複数の計測モード画像を取得する。続いて、メイン制御部 8 1 は、事前に取得した観察モード画像、例えば、計測モードに移行する前の観察モードの期間において最後に撮影されて RAM 8 3 に格納された観察モード画像を読み出す（取得する）（ステップ S 0 1 1）。続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 2 において、第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、RAM 8 3 に格納したそれぞれの計測モード画像を読み出して、それぞれの計測モード画像を色ごとに分離する。そして、メイン制御部 8 1 は、第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3 次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

30

【 0 1 4 0 】

3 次元形状復元処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 1～ステップ S 1 4 において、第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の 3 次元形状復元処理を行って、複数の赤色計測モード画像から 3 次元点群データを生成し、生成した 3 次元点群データを RAM 8 3 に格納する。

40

【 0 1 4 1 】

一方、色再現処理では、メイン制御部 8 1 は、取得した観察モード画像に含まれるそれぞれの画素の色の情報（以下、「色情報」という）を抽出し、抽出した画素ごとの色情報を RAM 8 3 に格納する（ステップ S 2 6 1）。

【 0 1 4 2 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 4 において生成した 3 次元点群データと、ステップ S 2 6 1 において抽出した色情報とのそれぞれを RAM 8 3 から読み出し、3 次元点群データに含まれるそれぞれの画素データと、色情報との位置のずれを検出する。そして、メイン制御部 8 1 は、検出した位置のずれに基づいて、色情報の位置を 3 次元点群

50

データに含まれるそれぞれの画素データの位置に合わせる補正を行い、補正後の色情報を再びRAM 83に格納する(ステップS 331)。例えば、ステップS 331の処理では、メイン制御部81は、ずれの検出処理において、3次元点群データに含まれる被検物において特徴的な形状を表している画素の位置(座標)と、色情報を抽出した観察モード画像に含まれる被検物において特徴的な形状を表している画素の位置(座標)との差を、画素データと色情報との位置のずれとして検出する。そして、メイン制御部81は、ずれの補正処理において、全ての色情報の位置(座標)を、ずれをなくした位置(座標)に変更し、再びRAM 83に格納する。

【0143】

続いて、メイン制御部81は、3次元点群データに含まれるハレーションなどの領域(以下、「ハレーション領域」という)を抽出し、抽出したハレーション領域の情報を、RAM 83に格納する(ステップS 332)。

【0144】

続いて、メイン制御部81は、ステップS 331においてずれを補正した色情報と、ステップS 332において抽出したハレーション領域の情報とをRAM 83から読み出し、読み出したハレーション領域の情報に基づいて、ハレーション領域内に位置する色情報を補正する。そして、メイン制御部81は、補正後の色情報を再びRAM 83に格納する(ステップS 333)。より具体的には、メイン制御部81は、ハレーション領域の範囲内(座標で表される範囲内)に位置する色情報を、ハレーションなどが発生していることを表す色の情報、例えば、白色または黒色に変更し、再びRAM 83に格納する。これにより、内視鏡装置1のユーザは、モニタ87に表示された画像から、ハレーションによる白飛びや黒つぶれなどを確認することができる。

【0145】

続いて、メイン制御部81は、ステップS 14において生成した3次元点群データと、ステップS 333において補正した色情報とのそれぞれをRAM 83から読み出し、3次元点群データに含まれるそれぞれの画素データに色情報を重畳した3次元画像を生成し、生成した3次元画像を再びRAM 83に格納する(ステップS 334)。より具体的には、メイン制御部81は、3次元点群データに含まれるそれぞれの画素データの水平方向xおよび垂直方向yの座標と、それぞれの色情報の水平方向xおよび垂直方向yの座標とを照合し、同じ座標(x, y)に位置する3次元点群データの画素データ(x, y, z)に、対応する色情報(r, g, b)を付加する。これにより、3次元点群データは、第2の実施形態の内視鏡装置1における3次元点群データと同様に、水平方向x、垂直方向y、および高さ方向zに加えて、赤色の情報r、緑色の情報g、および青色の情報bを含んだカラーの3次元画像の画素データとなる。なお、3次元点群データの画素データには、第2の実施形態の内視鏡装置1における3次元点群データと同様に、例えば、可視度の情報などの色以外の情報を付加してもよい。

【0146】

続いて、メイン制御部81は、ステップS 334においてRAM 83に格納した3次元画像を読み出して、モニタ87に出力する(ステップS 312)。これにより、モニタ87は、メイン制御部81から入力された3次元画像を、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置1のユーザは、モニタ87に表示された3次元画像を確認しながら操作部82を操作して、所望する3次元の計測を行うための測定点を設定する。なお、ユーザは、第2の実施形態の内視鏡装置1と同様に、表示された被検物の3次元画像を回転させるなどによって被検物の形状を確認しながら、所望の位置に測定点を設定することができる。その後、メイン制御部81は、ユーザによって測定点の設定が行われると、操作部82から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する(ステップS 313)。

【0147】

続いて、メイン制御部81は、ステップS 31~ステップS 33において、第1の実施形態~第4の実施形態の内視鏡装置1における処理手順と同様に、ユーザによって設定さ

10

20

30

40

50

れた測定点の位置（座標（ x ， y ））に対応する３次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）を取得して３次元の計測を実行し、実行した３次元の計測結果をモニタ８７に出力して計測モードにおける処理を終了する。これにより、ユーザは、第１の実施形態～第４の実施形態の内視鏡装置１における処理手順と同様に、所望する３次元の計測の結果を確認することができる。

【０１４８】

本第５の実施形態によれば、３次元計測部（メイン制御部８１）は、３次元計測画像（３次元点群データ）に、事前に観察光を照射して得た映像に応じた被検物の観察画像（観察モード画像）を重畳した画像（３次元画像）を設定用画像（被検物の画像）とする内視鏡システム（内視鏡装置１）が構成される。

10

【０１４９】

上記に述べたように、第５の実施形態の内視鏡装置１では、事前に取得した観察モード画像に含まれる色情報を、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する３次元形状復元処理によって生成した３次元点群データに重畳して３次元画像を生成する。そして、第５の実施形態の内視鏡装置１では、生成した被検物の３次元画像を、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。つまり、第５の実施形態の内視鏡装置１でも、第１の実施形態～第４の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した画像を、測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、第５の実施形態の内視鏡装置１では、表示された被検物の３次元画像を回転させるなど、ユーザによる測定点の設定を補助する機能によって被検物の形状を確認しながら、３次元の計測を行うために計測モードにおいて取得した計測モード画像に１対１で対応する位置に測定点を設定することができる。このことにより、第５の実施形態の内視鏡装置１でも、第１の実施形態～第４の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

20

【０１５０】

しかも、第５の実施形態の内視鏡装置１では、測定点を設定するための被検物の画像の色情報を、観察モードにおいて事前に取得した観察モード画像から抽出するため、赤色（ R ）、緑色（ G ）、および青色（ B ）のそれぞれの色のレベルが、白色の照明光（観察光）を被検物が反射したときの色のレベルである。このため、第５の実施形態の内視鏡装置１では、観察モード画像と同等の色のレベルで、測定点を設定するための被検物の画像を表示させることができる。

30

【０１５１】

なお、第５の実施形態の内視鏡装置１では、上述したように、観察モードにおいて事前に取得した観察モード画像から抽出した色情報を、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する３次元形状復元処理によって生成した３次元点群データに重畳して表示している。つまり、第５の実施形態の内視鏡装置１では、計測モードにおいて取得した計測モード画像に基づいた色再現処理を行っていない。このため、第５の実施形態の内視鏡装置１では、計測モードにおいて、照明部６による観察光を、計測光と同時に被検物に照射しなくてもよく、計測モードの動作をしているときに光源制御部８０は、照明光源６１をオフ状態に制御して（消灯して）観察光の被検物への照射を行わないようにしてもよい。すなわち、第５の実施形態の内視鏡装置１が計測モードの動作をしているときに被検物に照射される光を計測光のみとすることができる。このことにより、第５の実施形態の内視鏡装置１では、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対して３次元形状復元処理を行う際に、それぞれの赤色計測モード画像に含まれる計測光の階調の変化をより高い精度で判別することができ、３次元点群データを生成する際の空間座標（高さ）の演算をより高い精度で行うことができる。また、図８に示した第５の実施形態の内視鏡装置１の処理手順内のステップＳ０２の処理を行わなくてもよく、処理手順を容易にすることができる。

40

【０１５２】

なお、第５の実施形態の内視鏡装置１では、ステップＳ０１１において取得する観察モ

50

ード画像が、計測モードに移行する前の観察モードの期間において最後に撮影されて R A M 8 3 に格納された観察モード画像である場合について説明した。しかし、ステップ S 0 1 1 において取得する観察モード画像は、観察モードにおいて R A M 8 3 に格納された観察モード画像に限定されるものではない。例えば、計測モードに移行した後、最初に観察光を被検物に照射することによって、観察モードの期間に取得する観察モード画像と同様の画像を、ステップ S 0 1 1 において取得する観察モード画像としてもよい。この場合、図 8 に示したフローチャートにおけるステップ S 0 1 とステップ S 0 1 1 との順番を入れ替えてもよい。

【 0 1 5 3 】

< 第 6 の実施形態 >

10

次に、本発明の第 6 の実施形態の内視鏡システムについて説明する。第 6 の実施形態の内視鏡システムも、第 5 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）と同様に、観察モード画像に含まれる色情報を、3次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像の色の情報として使用する内視鏡システムである。ただし、第 6 の実施形態の内視鏡システムは、被検物の画像の色の情報として観察モード画像を使用する形式が、第 5 の実施形態の内視鏡システム（内視鏡装置 1）と異なる。なお、第 6 の実施形態の内視鏡システムも、工業用の内視鏡装置である場合について説明する。

【 0 1 5 4 】

第 6 の実施形態の内視鏡装置の構成は、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成と同様である。従って、第 6 の実施形態の内視鏡装置の構成に関する詳細な説明は省略し、以下の説明においては、第 6 の実施形態の内視鏡装置における 3次元の計測の処理について説明する。なお、以下の説明においても、第 6 の実施形態の内視鏡装置の構成要素を表すときには、図 1 に示した第 1 の実施形態の内視鏡装置 1 の構成要素と同一の符号を用いて説明する。

20

【 0 1 5 5 】

図 9 は、本発明の第 6 の実施形態による内視鏡システム（内視鏡装置 1）における処理手順を示したフローチャートである。図 9 には、図 4 ~ 図 8 に示した第 1 の実施形態 ~ 第 5 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、計測モードにおける処理手順を示している。なお、以下の説明においても、第 1 の実施形態 ~ 第 5 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、照明光源 6 1 が白色 L E D 光源であり、パターン投影光源 7 1 が赤色の波長帯域のレーザー光源であるものとして説明する。

30

【 0 1 5 6 】

内視鏡装置 1 の動作モードが計測モードになると、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 0 1 ~ ステップ S 0 2 において、図 8 に示した第 5 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様に、複数の計測モード画像と、事前に取得した観察モード画像とのそれぞれを取得し、取得した計測モード画像を色ごとに分離する。そして、メイン制御部 8 1 は、第 5 の実施形態の内視鏡装置 1 と同様に、3次元形状復元処理と色再現処理とのそれぞれを並列に行う。

【 0 1 5 7 】

3次元形状復元処理では、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 4 において、第 1 の実施形態 ~ 第 5 の実施形態の内視鏡装置 1 における処理手順と同様の 3次元形状復元処理を行って、複数の赤色計測モード画像から 3次元点群データを生成し、生成した 3次元点群データを R A M 8 3 に格納する。

40

【 0 1 5 8 】

一方、色再現処理では、メイン制御部 8 1 は、取得した観察モード画像に対してノイズ除去処理などの既存の画像処理を行い、処理後の観察モード画像を R A M 8 3 に格納する（ステップ S 2 7 1）。

【 0 1 5 9 】

続いて、メイン制御部 8 1 は、ステップ S 1 4 において生成した 3次元点群データと、ステップ S 2 6 1 において処理した観察モード画像とのそれぞれを R A M 8 3 から読み出

50

し、３次元点群データに含まれるそれぞれの画素データと、観察モード画像との位置のずれを検出する。そして、メイン制御部８１は、検出した位置のずれに基づいて、観察モード画像の位置を３次元点群データに含まれるそれぞれの画素データの位置に合わせる補正を行い、補正後の観察モード画像を再びＲＡＭ８３に格納する（ステップＳ３４１）。例えば、ステップＳ３４１の処理では、メイン制御部８１は、ずれの検出処理において、３次元点群データに含まれる被検物において特徴的な形状を表している画素の位置（座標）と、処理した観察モード画像に含まれる被検物において特徴的な形状を表している画素の位置（座標）との差を、画素データと観察モード画像との位置のずれとして検出する。そして、メイン制御部８１は、ずれの補正処理において、観察モード画像内の全ての画素の位置（座標）を、ずれをなくした位置（座標）に変更し、再びＲＡＭ８３に格納する。

10

【０１６０】

続いて、メイン制御部８１は、ステップＳ３３２において、図８に示した第５の実施形態の内視鏡装置１における処理手順と同様に、３次元点群データに含まれるハレーション領域を抽出し、抽出したハレーション領域の情報を、ＲＡＭ８３に格納する。

【０１６１】

続いて、メイン制御部８１は、ステップＳ３４１においてずれを補正した観察モード画像と、ステップＳ３３２において抽出したハレーション領域の情報とをＲＡＭ８３から読み出し、読み出したハレーション領域の情報に基づいて、観察モード画像上にハレーション領域を表示する。そして、メイン制御部８１は、ハレーション領域が表示された観察モード画像を再びＲＡＭ８３に格納する（ステップＳ３４３）。より具体的には、メイン制御部８１は、観察モード画像に含まれるそれぞれの画素の内、ハレーション領域の範囲内（座標で表される範囲内）に位置する画素の輝度の値を、ハレーションなどが発生していることを表す輝度の値、例えば、白飛びや黒つぶれのレベルの値に変更し、再びＲＡＭ８３に格納する。これにより、内視鏡装置１のユーザは、モニタ８７に表示された画像から、ハレーションによる白飛びや黒つぶれなどを確認することができる。

20

【０１６２】

続いて、メイン制御部８１は、ステップＳ１４において生成した３次元点群データと、ステップＳ３４３においてハレーション領域を表示した観察モード画像とのそれぞれをＲＡＭ８３から読み出し、３次元点群データに観察モード画像をテクスチャ（質感）として貼り付けた３次元点群データを生成し、生成した３次元点群データを再びＲＡＭ８３に格納する（ステップＳ３４４）。より具体的には、メイン制御部８１は、既存の画像処理技術の演算を行って、モノクロの３次元点群データに含まれるそれぞれの画素データに、観察モード画像に含まれるそれぞれの画素の色の情報を重畳することによって、被検物のテクスチャ（質感）を表したカラーの３次元点群データを生成する。

30

【０１６３】

続いて、メイン制御部８１は、ステップＳ３３４においてＲＡＭ８３に格納した３次元点群データを読み出して、モニタ８７に出力する（ステップＳ３４５）。これにより、モニタ８７は、メイン制御部８１から入力された３次元点群データの画像を、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。そして、内視鏡装置１のユーザは、モニタ８７に表示された３次元点群データの画像を確認しながら操作部８２を操作して、所望する３次元の計測を行うための測定点を設定する。なお、ステップＳ３４５においてモニタ８７に表示される３次元点群データの画像も、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、被検物の３次元画像である。従って、ユーザは、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、モニタ８７に表示された被検物の形状を確認しながら所望の位置に測定点を設定することができる。その後、メイン制御部８１は、ユーザによって測定点の設定が行われると、操作部８２から、ユーザの操作によって設定された測定点の位置を表す情報を取得する（ステップＳ３４６）。

40

【０１６４】

続いて、メイン制御部８１は、ステップＳ３１～ステップＳ３３において、第１の実施形態～第５の実施形態の内視鏡装置１における処理手順と同様に、ユーザによって設定さ

50

れた測定点の位置（座標（ x ， y ））に対応する３次元点群データの画素データ（ x ， y ， z ）を取得して３次元の計測を実行し、実行した３次元の計測結果をモニタ８７に出力して計測モードにおける処理を終了する。これにより、ユーザは、第１の実施形態～第５の実施形態の内視鏡装置１における処理手順と同様に、所望する３次元の計測の結果を確認することができる。

【０１６５】

上記に述べたように、第６の実施形態の内視鏡装置１では、事前に取得した観察モード画像を、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対する３次元形状復元処理によって生成した３次元点群データに、テクスチャ（質感）として貼り付けてカラーの３次元点群データ（３次元画像）を生成する。そして、第６の実施形態の内視鏡装置１では、生成した３次元点群データの画像を、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する。つまり、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、第１の実施形態～第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元の計測を行う画像と同じ画像から生成した画像を、測定点を設定するための被検物の画像として表示する。しかも、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、表示する３次元点群データの画像は、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、観察モード画像と同等の色のレベルの画像である。そして、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、表示された被検物の３次元画像を回転させるなど、ユーザによる測定点の設定を補助する機能によって被検物の形状を確認しながら、所望の位置に測定点を設定することができる。このことにより、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、第１の実施形態～第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【０１６６】

なお、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、上述したように、観察モードにおいて事前に取得した観察モード画像を３次元点群データに貼り付けて表示している。つまり、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、計測モードにおいて取得した計測モード画像に基づいた色再現処理を行っていない。このため、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、計測モードにおいて観察光を被検物に照射せず、被検物に計測光のみを照射することができる。このことにより、第６の実施形態の内視鏡装置１でも、第５の実施形態の内視鏡装置１と同様に、計測モードにおいて取得した計測モード画像に対して３次元形状復元処理を行う際に計測光の階調の変化をより高い精度で判別することができ、３次元点群データを生成する際の空間座標（高さ）の演算をより高い精度で行うことができる。そして、図９に示した第６の実施形態の内視鏡装置１の処理手順内のステップＳ０２の処理を行わずに、処理手順を容易にすることができる。

【０１６７】

なお、第６の実施形態の内視鏡装置１では、観察モード画像を３次元点群データに貼り付けて、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像としてモニタ８７に表示する場合について説明した。しかし、第６の実施形態の内視鏡装置１では、図６に示した第３の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元形状復元処理によって生成したデプスマップの表面に当たるそれぞれの画素に観察モード画像をテクスチャ（質感）として貼り付けてモニタ８７に表示させるようにすることもできる。この場合の処理手順は、メイン制御部８１が、図６に示した第３の実施形態の内視鏡装置１と同様に、３次元形状復元処理においてデプスマップを生成し、ステップＳ３４４の処理においてデプスマップに観察モード画像を貼り付ける処理を行うのみで、その他の処理手順は、上述した第６の実施形態の内視鏡装置１の処理手順と同様に考えることができる。従って、第６の実施形態の内視鏡装置１において、観察モード画像を貼り付けたデプスマップを３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示する場合の処理手順に関する詳細な説明は省略する。

【０１６８】

上記に述べたように、本発明を実施するための形態によれば、計測モードにおいて取得した計測モード画像に基づいて３次元の計測を行う。このとき、本発明を実施するための

形態では、３次元の計測を行う計測モード画像に基づいて、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像を生成して表示する。これにより、本発明を実施するための形態では、３次元の計測を行う画像に含まれるそれぞれの画素の位置に１対１で対応する位置に、測定点を設定することができる。つまり、本発明を実施するための形態では、従来の内視鏡装置のように、３次元の計測を行う画像が異なるタイミングで撮影された画像（実施形態においては、観察モード画像）に対して測定点を設定するのではなく、３次元の計測を行う画像と同じ画像に基づいて生成した画像に測定点を設定することができる。このことにより、本発明を実施するための形態では、３次元の計測を正確に行った計測結果を得ることができる。

【０１６９】

10

また、本発明を実施するための形態では、３次元の計測を行う画像と同じ画像に基づいて生成した画像、すなわち、３次元の計測を行う画像を、３次元の計測を行う際の測定点を設定するための被検物の画像として表示するため、測定点を設定する前に、３次元の計測を行う画像自体を確認することができる。このため、本発明を実施するための形態では、観察モードから計測モードに動作モードが切り替わった際に先端部が動いてしまったことにより計測モード画像の画角が観察モード画像の画角から変化してしまった、つまり、モーションブラーが発生している場合でも、モーションブラーに起因した異なる測定点の位置での３次元の計測を行ってしまうことがなく、所望の測定点の位置での正しい計測結果を得ることができる。また、本発明を実施するための形態では、計測モード画像にハレーションなどが発生していた場合でも、測定点を設定する前に、計測モード画像にハレーションなどが発生していることを確認することができる。これにより、本発明を実施するための形態では、発生しているハレーションなどの状態に応じて、計測モード画像の再撮影やハレーションなどが発生している位置を避けた位置への測定点の設定などを行うことができ、ハレーションなどに起因した誤った３次元の計測を行ってしまうことがなく、所望の測定点の位置での正しい計測結果を得ることができる。

20

【０１７０】

なお、本実施形態においては、内視鏡システム（内視鏡装置１）に備えたパターン投影光源７１が赤色の波長帯域のレーザー光源である、つまり、パターン光（計測光）が赤色である場合について説明した。しかし、光源の種類やパターン光の色（波長帯域）は、本発明を実施するための形態で示したものに限定されるものではなく、上述したように、予め定めた色（波長帯域）のＬＥＤや赤外光であってもよい。

30

【０１７１】

また、本実施形態においては、パターン光を位相シフトして複数の計測モード画像を取得することによって、３次元の計測を行うための３次元点群データを生成する場合について説明した。しかし、３次元の計測を行うためのデータを生成する方法は、本発明を実施するための形態で示したパターン光を位相シフトする方法に限定されるものではなく、何らかの構造化したパターンの光を被写体に照射することによって３次元の計測を行うためのデータを生成する方法であれば同様に、本発明の考え方を適用することができる。

【０１７２】

また、本実施形態においては、パターン光における構造化のパターンが、光の強度が水平方向の正弦波状に変化する縦縞のパターンである場合について説明した。しかし、パターン光における構造化のパターンは、本発明を実施するための形態で示した構造化のパターンに限定されるものではない。例えば、パターン光の構造化のパターンが、光の強度が垂直方向の正弦波状に変化する横縞のパターンである場合や、光の強度が水平方向および垂直方向のそれぞれに正弦波状に変化する格子状のパターンである場合であっても同様に、本発明の考え方を適用することができる。

40

【０１７３】

また、本実施形態においては、メイン制御部８１が、図４～図９に示した処理手順による処理を実行する場合について説明した。しかし、それぞれの処理手順を実行する構成要素は、本発明を実施するための形態で示した構成要素に限定されるものではない。例えば

50

、映像処理部 8 6 や、3 次元の計測を行うために専用に備えた不図示の構成要素が、メイン制御部 8 1 からの制御に応じて、それぞれの処理手順を実行する構成であってもよい。この場合、それぞれの処理を実行するために用いるデータを一時的に格納する記憶部は、本発明を実施するための形態で示した R A M 8 3 ではなく、映像処理部 8 6 や不図示の構成要素に内蔵または接続された他の記憶部であってもよい。

【 0 1 7 4 】

また、本実施形態においては、本発明の内視鏡システム（内視鏡装置）が、工業用の内視鏡装置である場合について説明した。しかし、本発明の考え方は、工業用の内視鏡装置への適用に限定されるものではなく、例えば、医療用の内視鏡装置にも適用することもできる。

10

【 0 1 7 5 】

また、本実施形態においては、本体部 2 内に操作部 8 2 とモニタ 8 7 とを備えた構成について説明した。しかし、操作部 8 2 やモニタ 8 7 は、本体部 2 内に備える構成に限定されるものではなく、例えば、本体部 2 の外部に配置され、本体部 2 と接続される構成であってもよい。

【 0 1 7 6 】

以上、本発明の実施形態について、図面を参照して説明してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲においての種々の変更も含まれる。

【 符号の説明 】

20

【 0 1 7 7 】

1 . . . 内視鏡装置（内視鏡システム）

2 . . . 本体部

3 . . . 挿入部

4 . . . 先端部

4 0 . . . 端面

4 5 . . . 開口部

4 6 . . . 照明窓（照明部）

4 7 . . . 投影窓（パターン投影部）

5 . . . 撮像部

30

5 1 . . . 撮像制御部

5 2 . . . 撮像素子

5 3 . . . 対物光学系

5 4 . . . カバー部材

5 5 . . . 信号線

6 . . . 照明部

6 1 . . . 照明光源（照明部）

6 2 . . . カップリングレンズ（照明部）

6 3 . . . ファイババンドル（照明部）

6 4 . . . 照明光学系（照明部）

40

7 . . . パターン投影部

7 1 . . . パターン投影光源（パターン投影部）

7 2 . . . カップリングレンズ（パターン投影部）

7 3 . . . 光ファイバ（パターン投影部）

7 4 . . . 縞生成部（パターン投影部）

7 5 . . . 投影光学系（パターン投影部）

7 6 . . . パターン制御部（パターン投影部）

7 7 . . . 信号線（パターン投影部）

8 0 . . . 光源制御部（照射光制御部）

8 1 . . . メイン制御部（3 次元計測部）

50

- 8 2 . . . 操作部
- 8 3 . . . R A M (3 次元計測部)
- 8 4 . . . 補助記憶部 (3 次元計測部)
- 8 5 . . . R O M (3 次元計測部)
- 8 6 . . . 映像処理部
- 8 7 . . . モニタ (表示部)

【 図 1 】

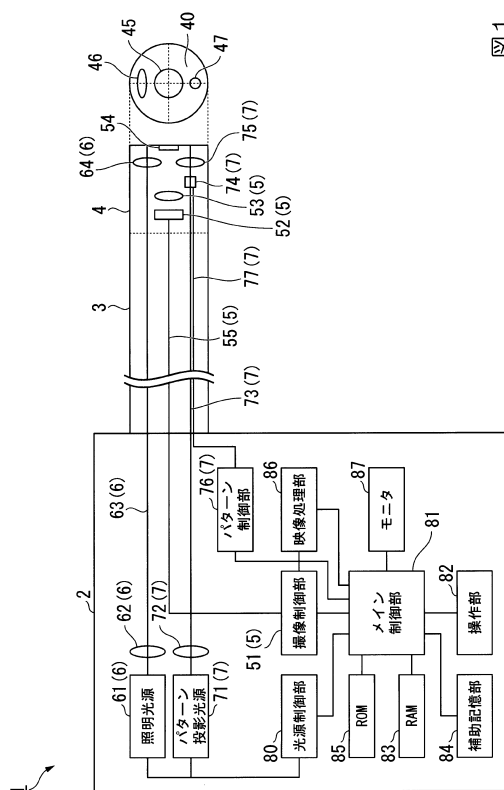


図 1

【 図 2 】

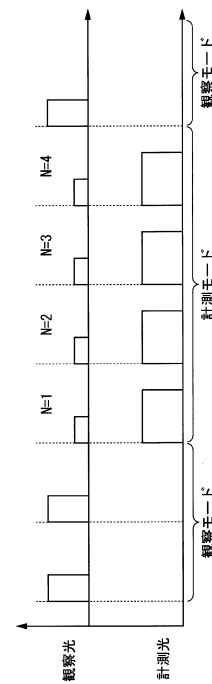
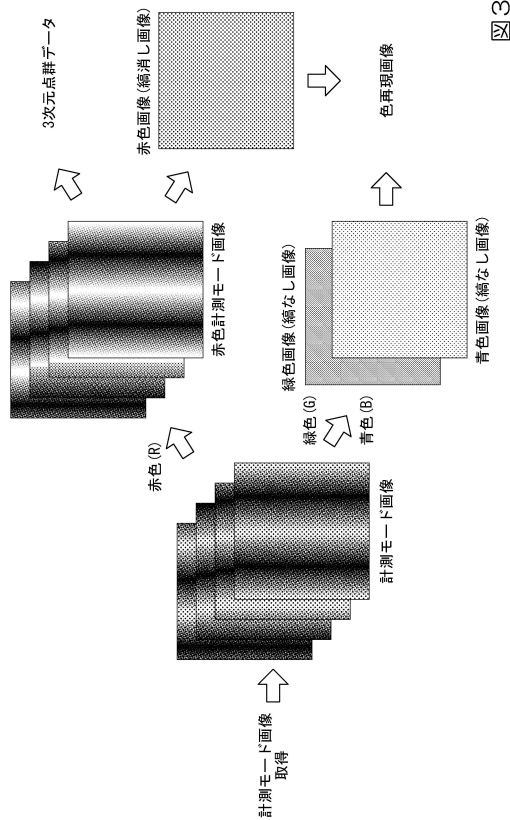


図 2

【図 3】



【図 4】

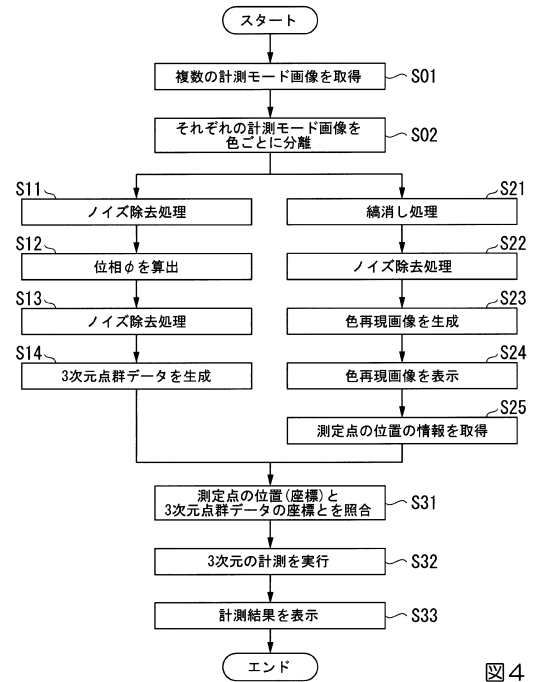


図 4

【図 5】

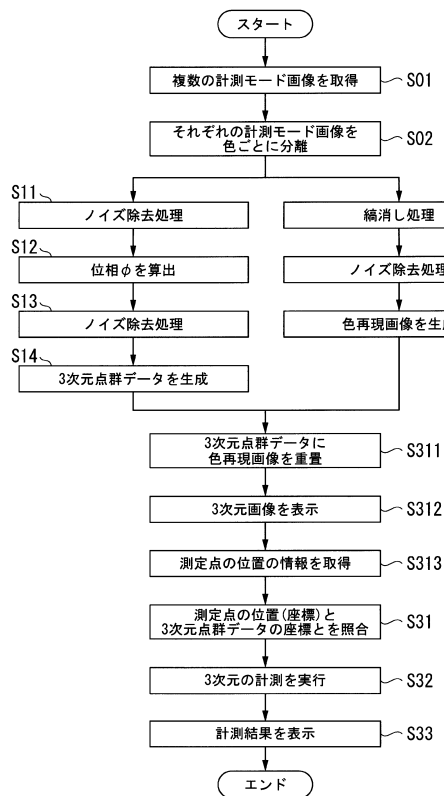


図 5

【図 6】

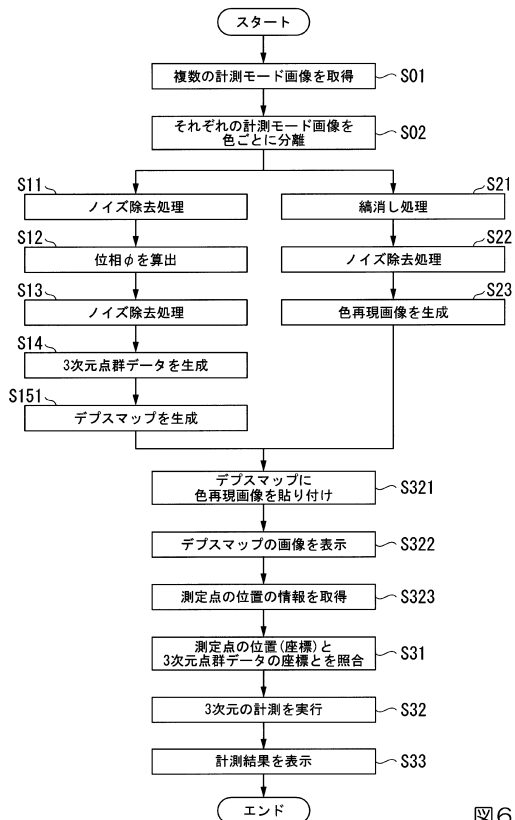
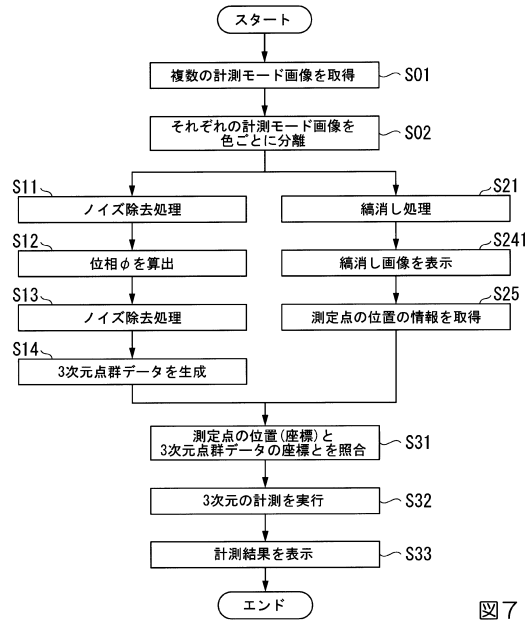
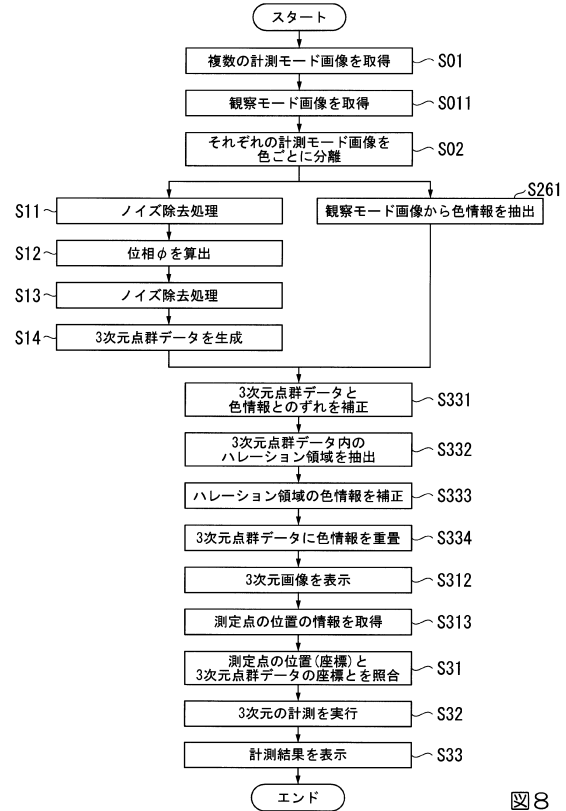


図 6

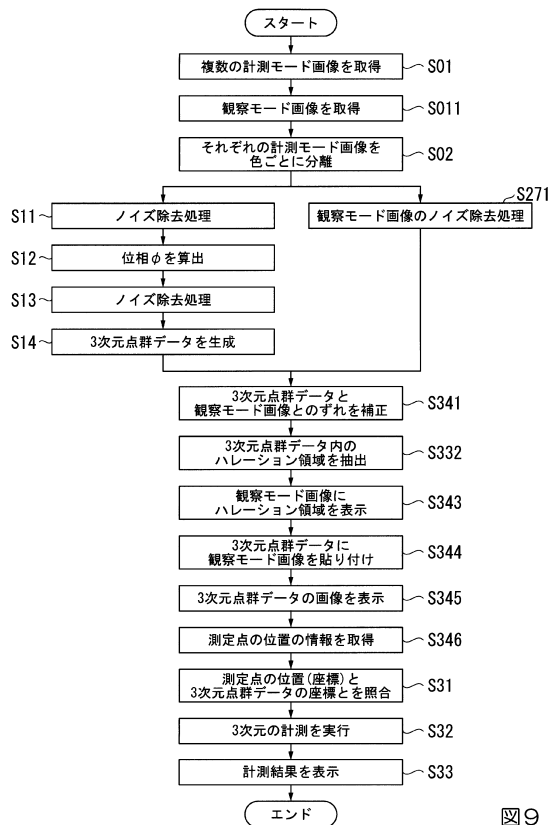
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B
	H 0 4 N 7/18 M
	H 0 4 N 7/18 C

(72)発明者 坂本 陽平
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
(72)発明者 小川 清富
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
(72)発明者 横田 政義
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

審査官 北島 拓馬

(56)参考文献 特開平 0 1 - 2 0 9 4 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 4 2 3 6 4 (J P , A)
特開平 5 - 0 8 7 5 4 3 (J P , A)
米国特許第 7 8 2 1 6 4 9 (U S , B 2)
米国特許第 8 1 0 7 0 8 3 (U S , B 2)

(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
H 0 4 N 7 / 1 8

专利名称(译)	内窥镜系统及内窥镜装置的操作方法		
公开(公告)号	JP6706026B2	公开(公告)日	2020-06-03
申请号	JP2015075375	申请日	2015-04-01
[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	坂本陽平 小川清富 横田政義		
发明人	坂本 陽平 小川 清富 横田 政義		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/045 A61B1/06 G02B23/26 G02B23/24 H04N7/18		
FI分类号	A61B1/00.522 A61B1/045.610 A61B1/045.622 A61B1/06.612 G02B23/26.B G02B23/24.B H04N7/18.M H04N7/18.C A61B1/00.300.D A61B1/00.510 A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/04 A61B1/04.370 A61B1/06.510		
F-TERM分类号	2H040/BA13 2H040/BA15 2H040/CA12 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA10 4C161/AA00 4C161 /BB00 4C161/CC06 4C161/DD00 4C161/FF40 4C161/GG01 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/QQ07 4C161/RR04 4C161/RR26 4C161/SS30 4C161/WW04 5C054 /CA04 5C054/CB02 5C054/CC02 5C054/FC12 5C054/HA05 5C054/HA12		
代理人(译)	塔奈澄夫 铃木史朗		
其他公开文献	JP2016193144A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种内窥镜系统，其具有能够获得准确的测量结果的三维测量技术，以及一种测量方法。解决方案：内窥镜系统包括：照明单元，该照明单元用于辐射观察光以观察人体的视线。 服从主题； 图案投影单元，用于将结构化图案的预定波长带中的测量光照射到被摄体，以三维地测量被摄体； 辐射光控制单元，用于控制观察光的照明单元向被摄体的辐射，以及图案投影单元的测量光向被摄体的辐射； 三维测量单元，用于基于根据至少通过测量光的辐射获取的图像的被摄体的测量图像，根据指定的测量点对被摄体进行三维测量。 三维测量单元基于测量图像创建用于设置测量点的设置图像，并使显示单元显示该设置图像。 基于与由设置图像设置的测量点位置相对应的测量图像信息，三维测量单元对被摄体进行三维测量。选图：图1

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6706026号 (P6706026)
(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)	(24) 登録日 令和2年5月19日 (2020. 5. 19)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/00 (2006. 01) A 6 1 B 1/045 (2006. 01) A 6 1 B 1/06 (2006. 01) G 0 2 B 23/26 (2006. 01) G 0 2 B 23/24 (2006. 01)	F 1 A 6 1 B 1/00 5 2 2 A 6 1 B 1/045 6 1 0 A 6 1 B 1/045 6 2 2 A 6 1 B 1/06 6 1 2 G 0 2 B 23/26 B	
(21) 出願番号 特願2015-75375 (P2015-75375)	(73) 特許権者 000000376	請求項の数 25 (全 40 頁) 最終頁に続く
(22) 出願日 平成27年4月1日 (2015. 4. 1)	オリンパス株式会社	
(65) 公開番号 特開2016-193144 (P2016-193144A)	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
(43) 公開日 平成28年11月17日 (2016. 11. 17)	(74) 代理人 100106909	
審査請求日 平成30年3月14日 (2018. 3. 14)	弁理士 櫻井 澄雄	
	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 100139686	
	弁理士 鈴木 史朗	
	(74) 代理人 100161702	
	弁理士 橋本 宏之	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システムおよび内視鏡装置の作動方法