

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コヒーレントな光を生成する半導体光源と、
前記半導体光源を制御する光源制御部と、
物体の内部の被写体を複数の視点から撮像し、前記被写体の複数の像の画像データを生成する撮像部と、

計測モード中に生成された前記画像データに基づいて前記被写体の 3 次元形状を算出する演算部と、

観察モード中に生成された前記画像データに基づく画像を前記観察モード中に表示する表示部と、

前記物体の内部に挿入される挿入部であって、前記撮像部が配置され、前記半導体光源によって生成された光を前記挿入部の先端から前記被写体に投射する、または前記半導体光源によって生成された光を、前記先端に装着された光学アダプタを介して前記被写体に投射する前記挿入部と、

前記半導体光源によって生成された光に対して、空間的にランダムな回折界スペckルを発生させるスペckルパターン発生部と、

前記計測モード中に、前記回折界スペckルによるスペckルパターンが前記被写体に投射され、前記観察モード中に、前記被写体に投射される前記スペckルパターンが前記計測モード中よりも低減するように前記回折界スペckルを制御するスペckルパターン制御部と、

を有する内視鏡装置。

【請求項 2】

前記スペckルパターン制御部は、前記観察モード中に、前記撮像部による撮像の露光時間と同じ、または前記露光時間よりも短い周期で空間内の前記回折界スペckルの分布が変化するように前記回折界スペckルを制御する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 3】

前記挿入部の前記先端に配置され、前記半導体光源によって生成された光を前記被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系をさらに有する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記半導体光源によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部と、

前記画像データから、前記半導体光源によって生成された光に含まれる色成分の波長に最も近い波長の色成分のデータを抽出する抽出部と、

をさらに有し、

前記演算部は、前記抽出部によって抽出されたデータに基づいて前記被写体の 3 次元形状を算出する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記スペckルパターン制御部は、前記計測モード中に、前記回折界スペckルによるスペckルパターンが前記被写体に投射される第 1 の状態と、前記被写体に投射される前記スペckルパターンが前記第 1 の状態よりも低減された第 2 の状態とが順次切り替わるように前記回折界スペckルを制御し、

前記撮像部は、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とのそれぞれで撮像を行う請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 6】

前記被写体を複数の視点から見た複数の像を形成する対物レンズと、前記半導体光源によって生成された光を前記被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系とを有する前記光学アダプタを前記挿入部の前記先端に装着すること、および前記先端に装着された前記光学アダプタを前記先端から取り外すことが可能である請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 7】

前記光学アダプタは、前記光学アダプタの種類に応じた電気特性を有する電氣的素子と

10

20

30

40

50

、前記挿入部の前記先端と電氣的に接続する第 1 の接続部と、をさらに有し、
前記挿入部の前記先端に配置され、前記第 1 の接続部と電氣的に接続する第 2 の接続部と、
前記電氣的素子から出力された信号を検出する信号検出部と、
前記信号検出部によって検出された信号に基づいて前記光学アダプタの種類を識別する識別部と、
をさらに有する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 8】

前記スペckルパターン制御部は前記光源制御部であり、
前記光源制御部は、前記半導体光源によって生成された光の波長を制御することにより
前記回折界スペckルを制御する請求項 1 に記載の内視鏡装置。 10

【請求項 9】

前記光源制御部は、前記観察モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を、前記撮像部による撮像の露光時間と同じ、または前記露光時間よりも短くし、前記計測モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長を一定に保つ、または前記計測モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を前記露光時間よりも長くすることにより前記回折界スペckルを制御する請求項 8 に記載の内視鏡装置。

【請求項 10】

前記撮像部は、電子シャッターにより撮像の露光時間を調整し、
前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を、前記電子シャッターのシャッタースピードに応じて決定する周期決定部をさらに有する請求項 9 に記載の内視鏡装置。 20

【請求項 11】

前記光源制御部は、前記半導体光源を駆動する電流を制御することにより前記回折界スペckルを制御する請求項 8 に記載の内視鏡装置。

【請求項 12】

前記スペckルパターン制御部は、前記半導体光源の温度を制御することにより前記回折界スペckルを制御する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 13】

前記スペckルパターン発生部は、前記半導体光源によって生成された光の光路に配置され、前記半導体光源によって生成された光の進行方向に垂直な方向の位置に応じて光路長が異なり、前記半導体光源によって生成された光に対して、前記光路長に応じた位相分布を与える光路長分散部を有し、

前記スペckルパターン制御部は、前記光路長分散部を振動させ、振動の周期を制御することにより前記回折界スペckルを制御する請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 14】

前記スペckルパターン発生部は、前記半導体光源によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部を有し、

前記スペckルパターン制御部は、前記波長変換部を振動させ、振動の周期を制御することにより前記回折界スペckルを制御する請求項 1 に記載の内視鏡装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

被写体の 3 次元形状を取得する計測内視鏡装置として、複数の視点から被写体を撮像して得た被写体像を用いて、ステレオ法による 3 次元計測を行う装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

ステレオ法では、被写体像が撮像された画像の画素毎に、異なる視点に対応した複数の被写体像間での対応付け（“ マッチング処理 ” と言う）が行われる。マッチング処理では被写体の特徴（模様等）を手掛かりにして、対応点の探索が行われる。よって、被写体の表面において特徴が少ない領域では、マッチングが正しく行われず（“ 誤対応 ” と言う）、取得された 3 次元形状が不正確になることがある。この課題を解決するために、パターンを投射して被写体に模様を外部から与えることで、特徴が少ない領域の誤対応を低減する方法がある。

【 0 0 0 4 】

一方、被写体にパターンを投射して 3 次元計測を行う方法が特許文献 2 と特許文献 3 とに記載されている。特許文献 2 で提案されている計測内視鏡装置では、平行な縞からなるパターンを被写体の表面に投射し、縞の位置を時間的に変化させ、被写体像の各画素の輝度の変化を元に 3 次元計測を行う位相シフト法が用いられている。また、特許文献 3 では、ドット状のパターンを被写体の表面に投射した状態で被写体像を取得し、3 次元計測を行う方法が用いられている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 7 5 9 1 8 4 号公報

【 特許文献 2 】 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 2 5 3 2 1 号明細書

20

【 特許文献 3 】 米国特許第 7 4 8 6 8 0 5 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 と特許文献 3 とで被写体に投射されるパターンは規則的なパターンである。ステレオ法において規則的なパターンを使用した場合、被写体の表面において、特徴がない部分では、撮影されたパターンが規則的となりやすい。この部分では、誤対応が起こりやすくなるため、マッチング精度が低下しやすい。

【 0 0 0 7 】

本発明は、マッチング精度が向上する内視鏡装置を提供する。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、コヒーレントな光を生成する半導体光源と、前記半導体光源を制御する光源制御部と、物体の内部の被写体を複数の視点から撮像し、前記被写体の複数の像の画像データを生成する撮像部と、計測モード中に生成された前記画像データに基づいて前記被写体の 3 次元形状を算出する演算部と、観察モード中に生成された前記画像データに基づく画像を前記観察モード中表示する表示部と、前記物体の内部に挿入される挿入部であって、前記撮像部が配置され、前記半導体光源によって生成された光を前記挿入部の先端から前記被写体に投射する、または前記半導体光源によって生成された光を、前記先端に装着された光学アダプタを介して前記被写体に投射する前記挿入部と、前記半導体光源によって生成された光に対して、空間的にランダムな回折界スペckルを発生させるスペckルパターン発生部と、前記計測モード中に、前記回折界スペckルによるスペckルパターンが前記被写体に投射され、前記観察モード中に、前記被写体に投射される前記スペckルパターンが前記計測モード中よりも低減するように前記回折界スペckルを制御するスペckルパターン制御部と、を有する内視鏡装置である。

40

【 0 0 0 9 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン制御部は、前記観察モード中に、前記撮像部による撮像の露光時間と同じ、または前記露光時間よりも短い周期で空間内の前記回折界スペckルの分布が変化するように前記回折界スペckルを制御する。

50

【 0 0 1 0 】

また、本発明の内視鏡装置は、前記挿入部の前記先端に配置され、前記半導体光源によって生成された光を前記被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系をさらに有する。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の内視鏡装置は、前記半導体光源によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部と、前記画像データから、前記半導体光源によって生成された光に含まれる色成分の波長に最も近い波長の色成分のデータを抽出する抽出部と、をさらに有し、前記演算部は、前記抽出部によって抽出されたデータに基づいて前記被写体の３次元形状を算出する。

10

【 0 0 1 2 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン制御部は、前記計測モード中に、前記回折界スペckルによるスペckルパターンが前記被写体に投射される第１の状態と、前記被写体に投射される前記スペckルパターンが前記第１の状態よりも低減された第２の状態とが順次切り替わるように前記回折界スペckルを制御し、前記撮像部は、前記第１の状態と前記第２の状態とのそれぞれで撮像を行う。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記被写体を複数の視点から見た複数の像を形成する対物レンズと、前記半導体光源によって生成された光を前記被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系とを有する前記光学アダプタを前記挿入部の前記先端に装着すること、および前記先端に装着された前記光学アダプタを前記先端から取り外すことが可能である。

20

【 0 0 1 4 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記光学アダプタは、前記光学アダプタの種類に応じた電気特性を有する電氣的素子と、前記挿入部の前記先端と電氣的に接続する第１の接続部と、をさらに有し、前記挿入部の前記先端に配置され、前記第１の接続部と電氣的に接続する第２の接続部と、前記電氣的素子から出力された信号を検出する信号検出部と、前記信号検出部によって検出された信号に基づいて前記光学アダプタの種類を識別する識別部と、をさらに有する。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン制御部は前記光源制御部であり、前記光源制御部は、前記半導体光源によって生成された光の波長を制御することにより前記回折界スペckルを制御する。

30

【 0 0 1 6 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記光源制御部は、前記観察モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を、前記撮像部による撮像の露光時間と同じ、または前記露光時間よりも短くし、前記計測モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長を一定に保つ、または前記計測モード中に前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を前記露光時間よりも長くすることにより前記回折界スペckルを制御する。

40

【 0 0 1 7 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記撮像部は、電子シャッターにより撮像の露光時間を調整し、前記半導体光源によって生成された光の波長の変化の周期を、前記電子シャッターのシャッタースピードに応じて決定する周期決定部をさらに有する。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記光源制御部は、前記半導体光源を駆動する電流を制御することにより前記回折界スペckルを制御する。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン制御部は、前記半導体光源の温度を制御することにより前記回折界スペckルを制御する。

50

【 0 0 2 0 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン発生部は、前記半導体光源によって生成された光の光路に配置され、前記半導体光源によって生成された光の進行方向に垂直な方向の位置に応じて光路長が異なり、前記半導体光源によって生成された光に対して、前記光路長に応じた位相分布を与える光路長分散部を有し、前記スペckルパターン制御部は、前記光路長分散部を振動させ、振動の周期を制御することにより前記回折界スペckルを制御する。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の内視鏡装置において、前記スペckルパターン発生部は、前記半導体光源によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部を有し、前記スペckルパターン制御部は、前記波長変換部を振動させ、振動の周期を制御することにより前記回折界スペckルを制御する。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、計測モード中に、ランダムな回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射されるので、マッチング精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】本発明の実施形態による内視鏡装置の外観を示す斜視図である。

【図 2】本発明の実施形態による内視鏡装置の詳細な構成を示すブロック図である。

20

【図 3】本発明の実施形態による内視鏡装置の挿入部の先端と光学アダプタとの構成を示す斜視図と断面図である。

【図 4】本発明の実施形態による内視鏡装置の挿入部の先端と光学アダプタとの構成を示す断面図である。

【図 5】本発明の実施形態による内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の実施形態による内視鏡装置が撮影した画像を示す参考図である。

【図 7】本発明の実施形態の第 1 の変形例による内視鏡装置の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 8】本発明の実施形態の第 1 の変形例による内視鏡装置の挿入部の先端と光学アダプタとの構成を示す断面図である。

30

【図 9】本発明の実施形態の第 2 の変形例による内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

【図 10】本発明の実施形態の第 3 の変形例による内視鏡装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の実施形態の第 3 の変形例による内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

【図 12】本発明の実施形態の第 5 の変形例による内視鏡装置において、光に光路長差を与えるための光学部材の構成を示すブロック図を示している。

【図 13】本発明の実施形態の第 7 の変形例による内視鏡装置の詳細な構成を示すブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。本実施形態では、計測時に、空間的にランダムな回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射される。回折界スペckルは、ある面積を持つ窓から拡散されて空間に出射されたレーザー光の光束内の位相分布が一様でない場合にレーザー光が空間内で干渉することにより発生する。レーザー光が照射された被写体の表面では、スペckルパターンがランダムな明暗の分布として観察される。

【 0 0 2 5 】

光束内の位相分布がランダムな場合の回折界スペckルは、空間的にランダムな構造を

50

有する。このため、レーザー光の出射窓に対する被写体の位置が変化すると、観察される斑状のスペックルパターンがランダムに変化する。レーザー光の光束内の位相分布と、レーザー光の出射窓に対する被写体の位置とが時間的に安定していれば、スペックルパターンは固定パターンとして観察される。視点が変わっても固定パターンは変化しないので、この固定パターンを、ステレオ法による３次元計測すなわちステレオ計測の補助として用いることができる。

【００２６】

図１は、本実施形態による内視鏡装置１の全体の構成を示している。図１に示すように、内視鏡装置１は、挿入部２と、コントロールユニット３と、操作部４と、表示部５とを有する。

10

【００２７】

挿入部２は、観察対象の物体の内部に挿入される。挿入部２の先端２０（先端部）には、被写体からの光を先端２０に取り込むための光学系を有する光学アダプタを装着することが可能である。例えば、ステレオ光学アダプタを先端２０に装着することで、異なる複数の視点に対応する２つの被写体像を取得することが可能となる。コントロールユニット３は、内視鏡装置１の制御を行うための構成を有する。操作部４は、ユーザが行う操作を受け付ける。表示部５は、内視鏡装置１によって撮影された画像や処理メニュー等を表示する。

【００２８】

図２は、内視鏡装置１の詳細な構成を示している。図２に示すように、挿入部２の先端２０に光学アダプタ６が装着されている。本実施形態の光学アダプタ６は、複数の視点からの複数の像を形成するステレオ光学アダプタである。光学アダプタ６は、対物レンズ６０と配光調節光学系６１とを有する。撮像部２１と蛍光体２２とが挿入部２の先端２０に配置されている。コントロールユニット３は、撮像制御部３０と、映像処理回路３１と、レーザーダイオード３２と、光源制御回路３３と、温度制御素子３４と、温度制御回路３５と、ＣＰＵ３６とを有する。以下では、レーザーダイオードはＬＤと記載される。

20

【００２９】

対物レンズ６０は、被写体からの光を取り込む。対物レンズ６０によって取り込まれた光は撮像部２１に入射する。撮像部２１は、挿入部２の先端２０に配置され、挿入部２が挿入された物体の内部の被写体を複数の視点から撮像し、被写体の複数の像の画像データを生成する。撮像部２１によって生成された画像データは、挿入部２およびコントロールユニット３内に配置された信号線８０を介して、撮像制御部３０に伝送される。

30

【００３０】

撮像制御部３０は、信号線８０を介して撮像部２１に制御信号を出力し、撮像部２１を制御する。また、撮像制御部３０は、撮像部２１から出力された画像データを映像処理回路３１に出力する。映像処理回路３１は、撮像制御部３０から出力された画像データに対して、各種の画像処理を行う。また、映像処理回路３１は、観察モード中に生成された画像データに基づく画像を観察モード中に表示する表示部５に画像データを出力する出力部である。

【００３１】

ＬＤ３２は、コヒーレントな光を生成する半導体光源（コヒーレント光源）である。本実施形態では、半導体光源から出射された光の干渉によって発生する回折光スペックルを利用するため、可干渉性が高い半導体光源が使用される。よって、ＬＤを半導体光源に用いることが望ましい。本実施形態では、ＬＤ３２を光源に用いた例を説明する。ＬＤ３２は、コヒーレントな単色光を生成する。光源制御回路３３は、ＬＤ３２を制御する光源制御部である。

40

【００３２】

ＬＤ３２から出射された光は、挿入部２およびコントロールユニット３内に配置された光ファイバー８１を介して、蛍光体２２に伝送される。本実施形態の光ファイバー８１はシングルモード光ファイバーである。蛍光体２２は、ＬＤ３２によって生成された光を、

50

複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部である。本実施形態の蛍光体 22 は、LD32 によって生成された単色光を白色光に変換する。

【0033】

LD32 から出射された光は、位相の揃った光である。この光は、光ファイバー 81 によって、位相がほぼ揃ったまま伝送され、蛍光体 22 に入射する。この光が蛍光体 22 を通ると、空間的にランダムな位相分布が光に与えられ、回折界スペckルが発生する。つまり、蛍光体 22 は、LD32 によって生成された光に対して、空間的にランダムな回折界スペckルを発生させるスペckルパターン発生部である。

【0034】

蛍光体 22 から出射された光は配光調節光学系 61 に入射する。配光調節光学系 61 は、挿入部 2 の先端 20 から導かれる光が撮像部 21 によって撮像される視野全体を照らすように配光を調節し、その光を被写体に照射する。つまり、配光調節光学系 61 は、挿入部 2 の先端 20 から導かれる光を投射する範囲を調節する。配光調節光学系 61 は、例えば凹レンズ等の照明光学系である。蛍光体 22 は、蛍光体 22 に入射した光を拡散して出射するので、蛍光体 22 を配光調節光学系として機能させてもよい。したがって、配光調節光学系 61 は必須ではない。上記のように、本実施形態の挿入部 2 は、物体の内部に挿入され、撮像部 21 が配置され、LD32 によって生成された光を、先端 20 に装着された光学アダプタ 6 を介して被写体に投射する。

【0035】

温度制御素子 34 は、LD32 を加熱または冷却することによって、LD32 の温度を制御する。LD32 の温度が時間的に変化するようにその温度を制御することによって、スペckルパターンの目立ちやすさを制御することが可能である。半導体光源の温度を制御することによりスペckルパターンの目立ちやすさを効率よく、効果的に変化させるには、半導体光源の放熱性をできるだけ高くすることが望ましい。

【0036】

例えば、温度制御素子 34 は、温度を上昇させるためのヒーターと、冷却のためのヒートシンクまたは空冷ファンとの組み合わせである。あるいは、電流の制御によって素子の加熱と冷却とを行うことができるペルチェ素子を温度制御素子 34 として用いてもよい。

【0037】

温度制御回路 35 は、温度制御素子 34 を制御する。温度制御回路 35 は、計測モード中に、回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射され、観察モード中に、被写体に投射されるスペckルパターンが計測モード中よりも低減するように回折界スペckルを制御するスペckルパターン制御部である。温度制御回路 35 は、LD32 の温度を制御することにより回折界スペckルを制御する。

【0038】

計測モード中は、ステレオ法におけるマッチングの精度を向上させるため、被写体の表面に投射されたスペckルパターンが目立つように回折界スペckルが制御される。また、観察モード中は、被写体の表面を視認しやすくするため、被写体の表面に投射されたスペckルパターンが目立たなくなるように回折界スペckルが制御される。

【0039】

CPU36 は、内視鏡装置 1 内の各部を制御する。CPU36 は、計測モード中に映像処理回路 31 によって処理された画像データを取り込み、計測モード中に生成された画像データに基づいて被写体の 3 次元形状を算出する演算部である。また、CPU36 は、操作部 4 の状態を監視する。これによって、CPU36 は、内視鏡装置 1 のモードを変更する操作や、計測モード中の計測に関する操作等を検出する。

【0040】

図 3 は、挿入部 2 の先端 20 と光学アダプタ 6 との構成を示している。図 3 (a) は、挿入部 2 の先端 20 と光学アダプタ 6 との外観を示している。図 3 (b) は、挿入部 2 の先端 20 と光学アダプタ 6 との断面を示している。図 3 (b) では、対物レンズ 60a と対物レンズ 60b とを含む断面が示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

光学アダプタ 6 が挿入部 2 の先端 2 0 に装着されている。光学アダプタ 6 は、固定リング 6 3 の雌ねじ 6 4 により挿入部 2 の先端 2 0 の雄ねじ 6 5 と螺合されて固定される。光学アダプタ 6 の先端には、2 つの対物レンズ 6 0 a、対物レンズ 6 0 b と配光調節光学系 6 1 とが設けられている。対物レンズ 6 0 a と対物レンズ 6 0 b とは図 2 の対物レンズ 6 0 に対応している。対物レンズ 6 0 a と対物レンズ 6 0 b とは、挿入部 2 の先端 2 0 内に設けられた撮像部 2 1 上に被写体の 2 つの像を結像する。撮像部 2 1 は信号線 8 0 に接続され、撮像部 2 1 から信号線 8 0 に画像データが出力される。挿入部 2 の先端 2 0 の端面には、撮像部 2 1 を保護するためのカバーガラス 6 9 が配置されている。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、挿入部 2 の先端 2 0 の外径に対する制約を減らすために、照明光を投射するための窓と、計測用のスペックルパターンを投射するための窓とが共通化されている。その共通化された窓に配光調節光学系 6 1 が配置され、配光調節光学系 6 1 によって、照明光と、照明光に発生している回折界スペックルとが被写体に投射される。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、挿入部 2 の先端 2 0 と光学アダプタ 6 との断面を示している。図 4 では、配光調節光学系 6 1 を含む断面が示されている。挿入部 2 の先端 2 0 に蛍光体 2 2 が配置され、蛍光体 2 2 に光ファイバー 8 1 が接続されている。蛍光体 2 2 の前方には配光調節光学系 6 1 が配置されている。

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、被写体を複数の視点から見た複数の像を形成する対物レンズ 6 0 a、対物レンズ 6 0 b と、LD 3 2 によって生成された光を被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系 6 1 とを有する光学アダプタ 6 を挿入部 2 の先端 2 0 に装着すること、および先端 2 0 に装着された光学アダプタ 6 を先端 2 0 から取り外すことが可能である。つまり、本実施形態では、交換式の光学系が使用される。

【 0 0 4 5 】

光学系が交換式でなくてもよい。つまり、被写体を複数の視点から見た複数の像を形成する対物レンズ 6 0 a、対物レンズ 6 0 b と、LD 3 2 によって生成された光を被写体に投射する範囲を調節する配光調節光学系 6 1 とが挿入部 2 の先端 2 0 に配置されていてもよい。この場合、観察のための第 1 の窓と、照明およびパターン投射のための共通の第 2 の窓とが挿入部 2 の先端 2 0 に設けられ、第 1 の窓に対物レンズ 6 0 a、対物レンズ 6 0 b が配置され、第 2 の窓に配光調節光学系 6 1 が配置される。このように構成された挿入部 2 は、物体の内部に挿入され、撮像部 2 1 が配置され、LD 3 2 によって生成された光を先端 2 0 から被写体に投射する。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示す光学アダプタ 6 は、挿入部 2 が挿入される方向に観察を行うための直視型の光学アダプタである。挿入部 2 が挿入される方向に垂直な方向に観察を行うための側視型の光学アダプタを挿入部 2 の先端 2 0 に装着してもよい。

【 0 0 4 7 】

挿入部 2 が硬質パイプで形成され、撮像部 2 1 が挿入部 2 の根元側に配置され、挿入部 2 内にリレーレンズが配置された硬性鏡型の内視鏡を用いてもよい。

【 0 0 4 8 】

次に、図 5 を参照して内視鏡装置 1 の動作を説明する。図 5 は、内視鏡装置 1 の動作の手順を示している。

【 0 0 4 9 】

内視鏡装置 1 が起動すると、CPU 3 6 は、光学アダプタ 6 に固有な光学特性を示すステレオカメラパラメータを読み込む（ステップ S 1 0 1）。ステップ S 1 0 1 で読み込まれるステレオカメラパラメータは、対物レンズ 6 0 の焦点距離や、対物レンズ 6 0 の光学収差によって画像に発生する歪みを補正するための内部パラメータ、または一対の対物レンズの位置関係を表す外部パラメータ等である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

ステレオカメラパラメータが読み込まれた後、CPU 36は、内視鏡装置1のモードを観察モードに設定する(ステップS 102)。モードが観察モードに設定されることにより、撮像部21は撮像を開始する。撮像部21は連続的に撮像を行い、順次、生成された画像データを出力する。

【 0 0 5 1 】

モードが設定された後、CPU 36は、設定されているモードを判定する(ステップS 103)。内視鏡装置1が起動した直後はモードが観察モードに設定されている。設定されているモードが観察モードである場合、CPU 36は、温度制御回路35に対して、観察モードにおける波長変調の周期を設定する(ステップS 107)。観察モードが継続しており、既に波長変調の周期が設定されている場合には、ステップS 107の処理は飛ばされる。

10

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、内視鏡装置1は、LD 32によって生成される光の波長を制御することにより、被写体の表面に投射されたスペckルパターンの目立ちやすさを制御する。観察モードでは、被写体の表面を視認しやすくするため、被写体の表面に投射されたスペckルパターンが目立たなくなるように波長変調が行われる。ステップS 107で設定される波長変調の周期は、撮像部21による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短い周期である。LD 32によって生成される光の波長の制御は、LD 32の温度の制御によって行われる。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態の撮像部21は、電子シャッターにより撮像の露光時間を調整する。CPU 36は、LD 32によって生成された光の波長の変化の周期を、電子シャッターのシャッタースピードに応じて決定する。ステップS 107では、この周期が温度制御回路35に設定される。

【 0 0 5 4 】

観察モードにおける波長変調の周期が設定された後、温度制御回路35は、温度制御素子34による波長変調制御を開始させる(ステップS 108)。波長変調制御が開始されると、温度制御回路35は、観察モード中に、撮像部21による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短い周期で空間内の回折界スペckルの分布が変化するようにLD 32の温度を制御する。例えば、温度制御素子34がペルチェ素子である場合、温度制御回路35は、ペルチェ素子に与える電流を矩形波状に変化させる。矩形波の周期は、ステップS 107で設定された周期である。これによって、例えばLD 32の温度が正弦波状に変化する。観察モードが継続しており、既に波長変調制御が開始されている場合には、ステップS 108では波長変調制御が継続する。

30

【 0 0 5 5 】

観察モードにおける波長変調制御が開始された後、映像処理回路31は、撮像部21から出力された画像データに画像処理を行い、処理された画像データを表示部5に出力する。表示部5は、画像データに基づいて被写体の画像を表示する(ステップS 109)。

【 0 0 5 6 】

40

LD 32によって生成された光の波長が変化することにより、先端から出射される光束内の位相分布が変化し、空間内での干渉位置が変化する。露光時間内で干渉位置が高速に変化すると、スペckルパターンの分布が高速に変化する。このため、画像内のスペckルパターンの輝度分布が平均化され、斑状のスペckルパターンが目立たなくなる。観察モード中は、後述する計測モード中に被写体の表面に投射されるスペckルパターンよりもスペckルパターンが低減された光が被写体に投射されている。ユーザは、この状態で被写体を観察し、損傷部があるかどうかを検査する。

【 0 0 5 7 】

観察モード中に被写体の表面に投射されるスペckルパターンは、計測モード中に被写体の表面に投射されるスペckルパターンよりも目立たなくなっていればよい。観察モー

50

ド中に被写体の表面に投射されるスペックルパターンが視認できなくてもよい。スペックルパターンが視認できない状態は、スペックルパターンが最も低減された状態である。

【0058】

被写体の画像が表示された後、CPU36は、操作部4に対してモードを変更する操作が行われたか否かを判定する(ステップS110)。モードを変更する操作が行われていない場合、ステップS103における判定が行われる。モードを変更する操作が行われた場合、CPU36は、内視鏡装置1のモードを、設定されているモードと異なるモードに設定する(ステップS111)。設定されているモードが観察モードである場合、ステップS111ではモードが計測モードに設定される。また、設定されているモードが計測モードである場合、ステップS111ではモードが観察モードに設定される。モードが変更された後、ステップS103における判定が行われる。

10

【0059】

例えば、損傷部が見つかり、モードを計測モードに変更する操作が行われた場合、ステップS110ではモードを変更する操作が行われたと判定され、ステップS111ではモードが計測モードに変更される。その後、ステップS103では設定されているモードが計測モードであると判定される。計測モードでは、CPU36は、温度制御回路35に対して、計測モードにおける波長制御を開始させる(ステップS104)。

【0060】

計測モードでは、LD32によって生成される光の波長が時間的に一定となるように波長制御が行われる。温度制御回路35は、計測モード中に、空間内の回折界スペックルの分布が一定となるようにLD32の温度を制御する。つまり、温度制御回路35は、LD32の温度が一定となるように温度制御素子34を制御する。計測モードが継続しており、既に波長制御が開始されている場合には、ステップS104では波長制御が継続する。

20

【0061】

計測モードでは、LD32によって生成される光の波長が一定となる。これによって、被写体と挿入部2の先端20との位置関係が一定の間、静止した状態の斑状のスペックルパターンが被写体の表面に投射される。このスペックルパターンが変動しないように、波長制御が行われる。

【0062】

計測モードにおける波長制御が開始された後、映像処理回路31は、撮像部21から出力された画像データに画像処理を行い、処理された画像データを表示部5に出力する。表示部5は、画像データに基づいて被写体の画像を表示する(ステップS105)。

30

【0063】

被写体の画像が表示された後、CPU36は、計測に関する操作を受け付け、計測演算処理を行う(ステップS106)。例えば、計測に関する操作は、表示部5に表示された画像に対して、計測位置を示す計測点を指定する操作である。計測点の指定は、動画像(ライブ画像)あるいは静止画像に対して行われる。計測演算処理は、計測モード中に生成された画像データに基づいて被写体の3次元形状を算出する処理である。CPU36は、複数の被写体像のいずれかに対して指定された計測点に対応する、他の被写体像の対応点をマッチング処理により算出する。さらに、CPU36は、計測点と対応点との画像座標すなわち2次元座標に基づいて、計測点に対応する被写体上の点の空間座標すなわち3次元座標を算出する。

40

【0064】

複数の被写体像には、ランダムな斑状の模様が付いている。この模様がスペックルパターンである。被写体に特徴がなくても、投射されたスペックルパターンが特徴となるため、マッチング処理において誤った対応点の算出を防止することができる。これによって、被写体の制約が低減されるので、従来のステレオ計測機能が搭載された内視鏡装置では困難であった、特徴が少ない被写体の3次元計測が可能となる。

【0065】

計測演算処理が終了した後、ステップS110における判定が行われる。計測モード中

50

にモードを変更する操作が行われた場合、ステップ S 1 1 1 でモードが観察モードに変更される。その後、ステップ S 1 0 7 とステップ S 1 0 8 との処理により、波長変調制御が行われ、被写体が観察しやすくなる。

【 0 0 6 6 】

図 6 は、撮影された画像の例を示している。図 6 (a) は、観察モード中に撮影された画像 M 1 を示している。図 6 (b) は、計測モード中に撮影された画像 M 2 を示している。

【 0 0 6 7 】

観察モード中に撮影された画像 M 1 は、左右の視点に対応する 2 つの被写体像である左画像 L 1 と右画像 R 1 とを有する。同様に、計測モード中に撮影された画像 M 2 は、左画像 L 2 と右画像 R 2 とを有する。観察モード中に撮影された画像 M 1 における左画像 L 1 と右画像 R 1 とでは、スペックルパターンは目立たない。一方、計測モード中に撮影された画像 M 2 における左画像 L 2 と右画像 R 2 とでは、スペックルパターンが撮影されている。

10

【 0 0 6 8 】

観察モードから計測モードへのモードの切替が自動的に行われてもよい。例えば、内視鏡装置 1 が、撮像部 2 1 によって生成された画像データに基づいて画像のぶれを検出するぶれ検出部 (例えば C P U 3 6) をさらに有し、画像のぶれ量が所定量以上である場合に内視鏡装置 1 のモードが観察モードとなり、画像のぶれ量が所定量未満となった場合にモードが観察モードから計測モードに切り替わってもよい。

20

【 0 0 6 9 】

内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が遠く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が少ない場合に撮像部 2 1 のシャッタースピードが長くなる制御を行ってもよい。また、内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が近く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が多い場合に撮像部 2 1 のシャッタースピードが短くなる制御を行ってもよい。この制御の結果を利用して、撮像部 2 1 のシャッタースピードが所定値以上である場合に内視鏡装置 1 のモードが観察モードとなり、シャッタースピードが所定値未満である場合にモードが観察モードから計測モードに切り替わってもよい。

【 0 0 7 0 】

内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が遠く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が少ない場合に撮像部 2 1 のゲインが大きくなる制御を行ってもよい。また、内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が近く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が多い場合に撮像部 2 1 のゲインが小さくなる制御を行ってもよい。この制御の結果を利用して、撮像部 2 1 のゲインが所定値以上である場合に内視鏡装置 1 のモードが観察モードとなり、ゲインが所定値未満である場合にモードが観察モードから計測モードに切り替わってもよい。

30

【 0 0 7 1 】

内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が遠く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が少ない場合に照明光量 (L D 3 2 の光量) が大きくなる制御を行ってもよい。また、内視鏡装置 1 は、挿入部 2 の先端 2 0 から被写体までの距離が近く、撮像部 2 1 に取り込まれる光量が多い場合に照明光量が小さくなる制御を行ってもよい。この制御の結果を利用して、照明光量が所定値以上である場合に内視鏡装置 1 のモードが観察モードとなり、照明光量が所定値未満である場合にモードが観察モードから計測モードに切り替わってもよい。

40

【 0 0 7 2 】

3 次元計測に用いる画像について説明する。本実施形態では、L D 3 2 から出射された光が蛍光体 2 2 に当たり、単色光が白色光に変換される。この白色光が照明光となる。カラー画像ではなく、蛍光体 2 2 を励起する光の波長に近い波長に対応する色の成分のみの画像を 3 次元計測に用いることによって、スペックルパターンをより目立たせることができる。例えば、L D 3 2 が青色光を生成する L D である場合、カラー画像から青成分の画

50

像を抽出して３次元計測に用いることが可能である。形状がなだらかな部分や模様がない部分の３次元計測を行う場合、ＬＤ３２によって生成される光の色成分に近い色成分のデータを抽出して３次元計測を行うことによって、マッチング精度がより向上する。

【００７３】

蛍光体２２は、ＬＤ３２によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部である。また、映像処理回路３１は、撮像部２１によって生成された画像データから、ＬＤ３２によって生成された光に含まれる色成分の波長に最も近い波長の色成分のデータを抽出する抽出部である。例えば、撮像部２１によって生成された画像データは、赤、緑、青の各成分のデータを含んでいる。スペckルパターンは青成分のデータに含まれるので、映像処理回路３１は画像データから青成分のデータを抽出する。ＣＰＵ３６は、映像処理回路３１によって抽出されたデータに基づいて被写体の３次元形状を算出する。

10

【００７４】

一方、カラー画像を計測に用いてもよい。スペckルパターンは斑状であるので、パターンが投射されない部分（パターンの明部とパターンの暗部との間の部分）がある。赤、緑、青の各成分のデータを含む画像データを用いて３次元計測を行う場合、パターンが投射されない部分の情報は、赤、緑の各成分のデータに含まれる。形状が急峻なエッジ部分や模様がある部分を計測する場合、赤、緑の各成分のデータを含む画像データを用いることによって、マッチング精度がより向上する。また、青成分のデータが画像データに含まれるので、前述したように、形状がなだらかな部分や模様がない部分の３次元計測におけるマッチング精度がより向上する。

20

【００７５】

本実施形態に示す構成と方法とは、内視鏡装置に限らず、被写体を複数の視点から撮像し、ステレオ法により被写体の３次元形状を算出する装置であって、プローブ部の大きさの制約が高い他の３次元計測装置にも適用できる。

【００７６】

本実施形態による内視鏡装置１の撮像部２１は２つの被写体像を同時に撮像する。これに対して、撮像部２１が２つの被写体像を交互に撮像してもよい。例えば、２つの被写体像に対応した第１の光路と第２の光路との一方を遮蔽し、移動可能な遮蔽材が設けられる。撮像部２１は、第１の光路のみが遮蔽材によって遮蔽されている状態と、第２の光路のみが遮蔽材によって遮蔽されている状態とのそれぞれで被写体像を撮像する。

30

【００７７】

本実施形態によれば、コヒーレントな光を生成する半導体光源（ＬＤ３２）と、半導体光源を制御する光源制御部（光源制御回路３３）と、物体の内部の被写体を複数の視点から撮像し、被写体の複数の像の画像データを生成する撮像部２１と、計測モード中に生成された画像データに基づいて被写体の３次元形状を算出する演算部（ＣＰＵ３６）と、観察モード中に生成された画像データに基づく画像を観察モード中表示する表示部５と、物体の内部に挿入される挿入部２であって、撮像部２１が配置され、半導体光源によって生成された光を挿入部２の先端２０から被写体に投射する、または半導体光源によって生成された光を、先端２０に装着された光学アダプタ６を介して被写体に投射する挿入部２と、半導体光源によって生成された光に対して、空間的にランダムな回折界スペckルを発生させるスペckルパターン発生部（蛍光体２２）と、計測モード中に、回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射され、観察モード中に、被写体に投射されるスペckルパターンが計測モード中よりも低減するように回折界スペckルを制御するスペckルパターン制御部（温度制御回路３５）と、を有する内視鏡装置１が構成される。

40

【００７８】

本実施形態では、計測モード中に、ランダムな回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射されるので、マッチング精度が向上する。

【００７９】

50

次に、本実施形態の変形例を説明する。

【0080】

(第1の変形例)

図7は、本変形例の内視鏡装置1aの構成を示している。以下では、図2に示す内視鏡装置1と、図7に示す内視鏡装置1aとの構成の違いを説明する。図7に示すように、内視鏡装置1aは、挿入部2aと、コントロールユニット3aと、操作部4と、表示部5とを有する。LD32が挿入部2aの先端20aに配置されている。コントロールユニット3aは、撮像制御部30と、映像処理回路31と、光源制御回路33と、CPU36とを有する。

【0081】

LD32は、挿入部2aおよびコントロールユニット3a内に配置された電源線82によって光源制御回路33と接続されている。他の変形例で説明するように、LD32の温度を制御する方法以外の方法によりスペックルパターンの制御を行うことが可能である。このため、図7ではスペックルパターンの制御に係る構成が省略されている。LD32と蛍光体22とを光学アダプタ6内に設けてもよい。

【0082】

図8は、挿入部2aの先端20aと光学アダプタ6との断面を示している。図8では、配光調節光学系61を含む断面が示されている。挿入部2aの先端20aに蛍光体22とLD32とが配置され、LD32に電源線82が接続されている。蛍光体22とLD32とは互いに接触しており、LD32から出射された光が蛍光体22に直接入射する。蛍光体22の前方には配光調節光学系61が配置されている。

【0083】

(第2の変形例)

図2に示す内視鏡装置1を用いて本変形例を説明する。本変形例の内視鏡装置1は、図9に示す手順で動作する。図9を参照して、内視鏡装置1の動作を説明する。本変形例では、観察モードにおける波長変調の周期をユーザが指定することが可能である。以下では、図5に示す手順と異なる点を説明し、図5に示す手順と同じ点については説明を省略する。

【0084】

ステップS103で内視鏡装置1のモードが観察モードであると判定された場合、CPU36は、設定の変更に係る操作を行うための画面のデータを映像処理回路31に出力する。映像処理回路31は、CPU36から出力されたデータに画像データを重畳したデータを表示部5に出力する。表示部5は、このデータに基づいて、設定の変更に係る操作を行うための画面を表示する(ステップS201)。この画面には、被写体の画像が表示される。

【0085】

ユーザは、操作部4を操作し、波長変調の周期を指定することが可能である。ユーザによる操作部4の操作に応じて、CPU36は、温度制御回路35に設定する周期を順次変化させる。映像処理回路31が画像データの更新を行うことにより、画面に表示される被写体の画像は順次更新される。表示された画像において、被写体の表面に投射されているスペックルパターンの状態は、ユーザによる操作部4の操作に応じて変化する。ユーザは、被写体の画像を確認しながら、スペックルパターンの状態が観察に適した状態となる周期を決定する。

【0086】

波長変調の周期を決定する操作が行われると、CPU36は、温度制御回路35に対して、上記のように決定された周期を設定する(ステップS202)。周期が設定された後、ステップS108で波長変調制御が開始される。

【0087】

本変形例では、波長変調の周期を自動的に設定する場合よりもユーザの操作が煩雑になる。しかし、被写体に応じて、観察モード中に表示される画像の状態を柔軟に制御するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0088】

(第3の変形例)

図10は、本変形例の内視鏡装置1bの構成を示している。図10では、光学アダプタ6bの種類を検出するための構成のみが示され、図2に示す構成と同様の構成については省略されている。図10に示すように、内視鏡装置1bは、挿入部2bと、コントロールユニット3bとを有する。挿入部2bの先端20bには交換式の光学アダプタ6bが装着されている。本変形例の内視鏡装置1bは、挿入部2bの先端20bに装着された光学アダプタ6bの種類に応じた処理を行う。

【0089】

光学アダプタ6bは、電気的素子66と、第1の接続部である接続部67a、接続部67bとを有する。挿入部2bの先端20bは、第2の接続部である接続部68a、接続部68bを有する。コントロールユニット3bは、CPU36と信号検出回路37とを有する。

【0090】

電気的素子66は、光学アダプタ6bの種類に応じた電気特性を有する。例えば、電気的素子66は抵抗素子であり、光学アダプタ6bの種類に応じた抵抗値を有する。電気的素子66の第1の端子は接続部67aに電気的に接続され、電気的素子66の第2の端子は接続部67bに電気的に接続されている。接続部67aと接続部67bとは、光学アダプタ6bが挿入部2bの先端20bに装着されることにより、挿入部2bの先端20bと電気的に接続される。

【0091】

挿入部2bの先端20bには、接続部67aと接続部67bとに対応した接続部68aと接続部68bとが配置されている。接続部68aは接続部67aと電気的に接続され、接続部68bは接続部67bと電気的に接続される。また、接続部68aと接続部68bとは信号検出回路37に電気的に接続されている。

【0092】

信号検出回路37は、電気的素子66から出力された信号を検出する信号検出部である。例えば、信号検出回路37は、電気的素子66に所定の電圧を印加する電圧源と、電気的素子66から出力された電流値を検出する電流検出回路とを有する。CPU36は、信号検出回路37によって検出された信号に基づいて光学アダプタ6bの種類を識別する識別部である。例えば、光学アダプタ6bの種類に応じて電気的素子66の抵抗値が異なるため、所定の電圧が電気的素子66に印加されたときに電気的素子66に流れる電流が光学アダプタ6bの種類に応じて異なる。CPU36は、信号検出回路37によって検出された電流値に基づいて光学アダプタ6bの種類を識別する。

【0093】

本変形例の内視鏡装置1bは、図11に示す手順で動作する。図11を参照して、内視鏡装置1bの動作を説明する。以下では、図5に示す手順と異なる点を説明し、図5に示す手順と同じ点については説明を省略する。

【0094】

ステップS103において、設定されているモードが計測モードである場合、CPU36は、信号検出回路37に信号の検出を行わせ、信号検出回路37によって検出された信号に基づいて光学アダプタ6bの種類を識別する(ステップS301)。光学アダプタ6bの種類が識別された後、CPU36は、光学アダプタ6bの種類が、スペックルパターンの投射に対応したステレオ光学アダプタであるか否かを判定する(ステップS302)。

【0095】

光学アダプタ6bの種類が、スペックルパターンの投射に対応したステレオ光学アダプタでない場合、例えば光学アダプタ6bの種類が通常のステレオ光学アダプタである場合、ステップS105の処理が行われる。この場合、観察モード時の波長変調制御が計測モ

10

20

30

40

50

ード中も継続するため、被写体の表面に投射されるスペックルパターンが低減される。

【0096】

光学アダプタ6bの種類が、スペックルパターンの投射に対応したステレオ光学アダプタである場合、ステップS104の処理が行われる。この場合、LD32によって生成される光の波長が一定となるように制御が行われるため、被写体の表面に投射されるスペックルパターンは低減されない。

【0097】

上記のように、CPU36は、光学アダプタ6bの種類に応じて、計測モード中にスペックルパターンを低減するか否かを決定する。つまり、光学アダプタ6bの種類が、スペックルパターンの投射に対応していないステレオ光学アダプタである場合、CPU36は、被写体の表面に投射されるスペックルパターンを低減する制御を行う。また、光学アダプタ6bの種類が、スペックルパターンの投射に対応したステレオ光学アダプタである場合、CPU36は、被写体の表面にスペックルパターンを投射する制御を行う。

【0098】

本変形例では、スペックルパターンの投射に対応したステレオ光学アダプタと、スペックルパターンの投射に対応していないステレオ光学アダプタとの間で、機能を優先するか、コストを優先するかに応じて光学アダプタを選択することができる。

【0099】

(第4の変形例)

図2に示す内視鏡装置1を用いて本変形例を説明する。波長可変レーザーを用いて、LD32によって生成される光の波長を変調させる制御を行うことが可能である。

【0100】

本変形例では、光源制御回路33は、LD32によって生成された光の波長を制御することにより回折界スペックルを制御する。例えば、LD32を駆動する電流を変化させることによって、LD32によって生成される光の波長が変化する。したがって、光源制御回路33は、LD32を駆動する電流を制御することにより回折界スペックルを制御する。

【0101】

光源制御回路33は、観察モード中にLD32によって生成された光の波長の変化の周期を、撮像部21による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短くすることにより回折界スペックルを制御する。つまり、光源制御回路33は、観察モード中にLD32を駆動する電流の変化の周期を、撮像部21による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短くすることにより回折界スペックルを制御する。

【0102】

観察モード中は、電流の変化に応じて光の波長が高速に変化する。これによって、空間内での干渉位置が変化し、被写体の表面に投射されるスペックルパターンの分布が変動する。この波長変調により、画像内のスペックルパターンの輝度分布が平均化され、スペックルパターンが低減される。

【0103】

また、光源制御回路33は、計測モード中にLD32によって生成された光の波長を一定に保つ、または計測モード中にLD32によって生成された光の波長の変化の周期を露光時間よりも長くすることにより回折界スペックルを制御する。つまり、光源制御回路33は、計測モード中にLD32を駆動する電流を一定に保つ、または計測モード中にLD32を駆動する電流の変化の周期を露光時間よりも長くすることにより回折界スペックルを制御する。

【0104】

計測モード中は、光の波長が一定となる、または電流の変化に応じて光の波長が観察モード中よりも低速に変化する。これによって、空間内での干渉位置は一定であるか、あまり変化しない。このため、観察モード中よりも画像内のスペックルパターンが目立つ状態で撮像が行われる。

10

20

30

40

50

【0105】

撮像部21は、電子シャッターにより撮像の露光時間を調整する。内視鏡装置1は、LD32によって生成された光の波長の変化の周期を、電子シャッターのシャッタースピードに応じて決定する周期決定部を有していてもよい。光源制御回路33が周期決定部であってもよい。例えば、光源制御回路33は、LD32を駆動する電流の変化の周期を、電子シャッターのシャッタースピードに応じて決定してもよい。

【0106】

例えば、以下の制御が行われる。光源制御回路33は、観察モード中にLD32によって生成された光の波長の変化の周期を、電子シャッターのシャッタースピードと同じ、または電子シャッターのシャッタースピードよりも短くすることにより回折界スペckルを制御する。つまり、光源制御回路33は、観察モード中にLD32を駆動する電流の変化の周期を、電子シャッターのシャッタースピードと同じ、または電子シャッターのシャッタースピードよりも短くすることにより回折界スペckルを制御する。

10

【0107】

また、光源制御回路33は、計測モード中にLD32によって生成された光の波長を一定に保つ、または計測モード中にLD32によって生成された光の波長の変化の周期を電子シャッターのシャッタースピードよりも長くすることにより回折界スペckルを制御する。つまり、光源制御回路33は、計測モード中にLD32を駆動する電流を一定に保つ、または計測モード中にLD32によって生成された光の波長の変化の周期を電子シャッターのシャッタースピードよりも長くすることにより回折界スペckルを制御する。

20

【0108】

本変形例のように、電流制御によってLD32の波長を変調することによって、LD32の温度を変調することなく、スペckルパターンを比較的容易に変化させることができる。このため、制御回路を簡素化し、内視鏡装置を安価にすることができる。本変形例では、温度制御素子34と温度制御回路35とは不要である。

【0109】

特開2007-35940号公報に開示されたLDを用いてもよい。例えば、複数の電極を有するLDにおいて、それぞれの電極に加える電流パルスの周期を制御することでスペckルパターンを制御してもよい。

【0110】

30

(第5の変形例)

スペckルパターンを投射するためのコヒーレント光源であるLDから出射された光が光ファイバーに入射する前に光に光路長差を与えることで、光ファイバーから出射される光にランダムな位相分布を与えることができる。

【0111】

図12は、光に光路長差を与えるための光学部材200の構成を示している。光学部材200は図1のコントロールユニット3内に配置される。光学部材200は、レンズ201と、レンズ202と、光路長分散部203と、レンズ204とを有する。LD32から出射された光は、レンズ201とレンズ202とによって平行化される。レンズ202を通過した時点では光束内の位相分布はほぼ一様である。

40

【0112】

光路長分散部203は、光の進行方向に垂直な方向に並べられた、長さの異なる複数のロッドレンズを束ねた部材である。レンズ202を通過した光は、複数のロッドレンズのいずれかに入射する。それぞれのロッドレンズの長さが異なるため、ロッドレンズ毎に異なる光路長が光に与えられる。つまり、光路長分散部203を通過した光束内の位置に応じて光路長の差が生じる。この光路長の差によって、光束内に位相分布が生じる。図12では、複数のロッドレンズが長さの順に並んでいるが、各々のロッドレンズの長さが異なっていればよく、複数のロッドレンズの並ぶ順序が規則的である必要はない。

【0113】

レンズ204の焦点205に光ファイバー81の入射端が配置される。光ファイバー8

50

１に入射した光は、光ファイバー８１によって挿入部２の先端２０まで伝送される。挿入部２の先端２０から出射される光はランダムな位相分布を持ち、回折界スペckルを生じる。

【０１１４】

光路長分散部２０３を光の進行方向に垂直な方向に移動させることで、挿入部２の先端２０から出射される光の位相分布が変化し、スペckルパターンが変化する。したがって、圧電素子等を用いて光路長分散部２０３を振動させることで、スペckルパターンが振動する。レンズ２０２とレンズ２０４との光軸を中心に光路長分散部２０３を回転させてもよい。

【０１１５】

本変形例では、ＬＤ３２によって生成された光の光路に配置され、ＬＤ３２によって生成された光の進行方向に垂直な方向の位置に応じて光路長が異なり、ＬＤ３２によって生成された光に対して、光路長に応じた位相分布を与える光路長分散部２０３がスペckルパターン発生部となる。また、図１２では、振動発生部３８と振動制御回路３９とが設けられている。振動発生部３８と振動制御回路３９とはコントロールユニット３内に配置される。

【０１１６】

振動発生部３８は振動を発生し、光路長分散部２０３に振動を与える。振動制御回路３９は振動発生部３８を制御する。振動制御回路３９は、光路長分散部２０３を振動させ、振動の周期を制御することにより回折界スペckルを制御するスペckルパターン制御部である。

【０１１７】

振動制御回路３９は、観察モード中は、撮像部２１による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短い周期で光路長分散部２０３を振動させる。これによって、露光時間内にスペckルパターンの明暗が平均化されるので、スペckルパターンを低減することができる。また、振動制御回路３９は、計測モード中は、振動を停止する、または露光時間よりも長い周期で光路長分散部２０３を振動させる。これによって、露光時間内にスペckルパターンの位相が一定であるか、あまり変化しないので、スペckルパターンを目立たせることができる。

【０１１８】

（第６の変形例）

図２に示す内視鏡装置１を用いて本変形例を説明する。本変形例では、内視鏡装置１は、計測モード中は、スペckルパターンが常に投射されている状態と、スペckルパターンが低減されている状態とを高速に切り替えることが可能である。また、内視鏡装置１は、スペckルパターンが投射されている状態の画像と、スペckルパターンが低減されている状態の画像との両方を順次撮影する。

【０１１９】

本変形例では、スペckルパターン制御部（温度制御回路３５等）は、計測モード中に、回折界スペckルによるスペckルパターンが被写体に投射される第１の状態と、被写体に投射されるスペckルパターンが第１の状態よりも低減された第２の状態とが順次切り替わるように回折界スペckルを制御する。撮像部２１は、第１の状態と第２の状態とのそれぞれで撮像を行う。

【０１２０】

例えば、第１の状態では、スペckルパターン制御部は、ＬＤ３２によって生成された光の波長を一定に保つ、またはＬＤ３２によって生成された光の波長の変化の周期を撮像部２１による撮像の露光時間よりも長くする。また、第２の状態では、スペckルパターン制御部は、ＬＤ３２によって生成された光の波長の変化の周期を露光時間と同じ、または露光時間よりも短くする。

【０１２１】

映像処理回路３１は、第２の状態で生成された画像データを表示部５に出力する。これ

10

20

30

40

50

によって、計測モード中にユーザが被写体を観察するための画像は、スペックルパターンが低減された状態で撮影された画像となる。このため、被写体自身の模様等がスペックルパターンによって邪魔されることなく、被写体を観察することができる。

【0122】

一方、CPU36は、第1の状態で作成された画像データを映像処理回路31から取り込み、その画像データに基づいて被写体の3次元形状を算出する。スペックルパターンが投射されている状態で撮影された画像に基づいて3次元計測が行われるので、マッチング精度が向上する。

【0123】

ユーザは、第2の状態で作成された画像を確認した後、計測したい部分の位置を、操作部4を介して指定する。CPU36は、第1の状態で作成された画像データを用いて、ユーザによって指定された位置の画像座標に対応する3次元座標を算出する。

10

【0124】

スペックルパターン制御部は、1フレーム毎に第1の状態と第2の状態とを切り替えてもよい。これによって、スペックルパターンが投射されている状態の画像と、スペックルパターンが低減された状態の画像との撮影の時間差を極力抑えることができる。また、ユーザが操作部4を介して指示を入力するまではスペックルパターン制御部が第2の状態に係る制御を行い、ユーザが操作部4を介して指示を入力した場合にスペックルパターン制御部が第1の状態に係る制御を行ってもよい。

【0125】

20

本変形例では、計測モード中にスペックルパターンが低減された画像が表示されるので、ユーザが、計測したい部分を、より観察しやすい状態で観察することができる。また、スペックルパターンが投射された画像を用いて3次元計測を行うので、被写体の3次元形状をより正確に復元することができる。

【0126】

(第7の変形例)

図13は、本変形例の内視鏡装置1cの構成を示している。以下では、図2に示す内視鏡装置1と、図13に示す内視鏡装置1cとの構成の違いを説明する。図13に示すように、内視鏡装置1cは、挿入部2cと、コントロールユニット3cと、操作部4と、表示部5とを有する。コントロールユニット3cは、撮像制御部30と、映像処理回路31と、LD32と、光源制御回路33と、温度制御素子34と、温度制御回路35と、CPU36と、振動制御回路39とを有する。

30

【0127】

蛍光体22は、LD32によって生成された光を、複数の色成分に対応する光に変換する波長変換部であると共に、LD32によって生成された光に対して、空間的にランダムな回折界スペックルを発生させるスペックルパターン発生部である。したがって、圧電素子等を用いて蛍光体22を振動させることで、スペックルパターンが振動する。

【0128】

振動発生部23が挿入部2cの先端20cに配置されている。振動発生部23は、挿入部2cおよびコントロールユニット3c内に配置された信号線83によって振動制御回路39と接続されている。

40

【0129】

振動発生部23は振動を発生し、蛍光体22に振動を与える。振動制御回路39は振動発生部23を制御する。振動制御回路39は、蛍光体22を振動させ、振動の周期を制御することにより回折界スペックルを制御するスペックルパターン制御部である。

【0130】

振動制御回路39は、観察モード中は、撮像部21による撮像の露光時間と同じ、または露光時間よりも短い周期で蛍光体22を振動させる。これによって、露光時間内にスペックルパターンの明暗が平均化されるので、スペックルパターンを低減することができる。また、振動制御回路39は、計測モード中は、振動を停止する、または露光時間よりも

50

長い周期で蛍光体 2 2 を振動させる。これによって、露光時間内にスペックルパターンの位相が一定であるか、あまり変化しないので、スペックルパターンを目立たせることができる。

【 0 1 3 1 】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、具体的な構成は上記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。

【符号の説明】

【 0 1 3 2 】

1 , 1 a , 1 b , 1 c	内視鏡装置	10
2 , 2 a , 2 b , 2 c	挿入部	
3 , 3 a , 3 b , 3 c	コントロールユニット	
4	操作部	
5	表示部	
6 , 6 a , 6 b	光学アダプタ	
2 0 , 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c	先端	
2 1	撮像部	
2 2	蛍光体	
2 3 , 3 8	振動発生部	
3 0	撮像制御部	20
3 1	映像処理回路	
3 2	L D	
3 3	光源制御回路	
3 4	温度制御素子	
3 5	温度制御回路	
3 6	C P U	
3 7	信号検出回路	
3 9	振動制御回路	
6 0 , 6 0 a , 6 0 b	対物レンズ	
6 1	配光調節光学系	30
6 6	電氣的素子	
6 7 a , 6 7 b , 6 8 a , 6 8 b	接続部	
2 0 0	光学部材	
2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 4	レンズ	
2 0 3	光路長分散部	

【 図 1 】

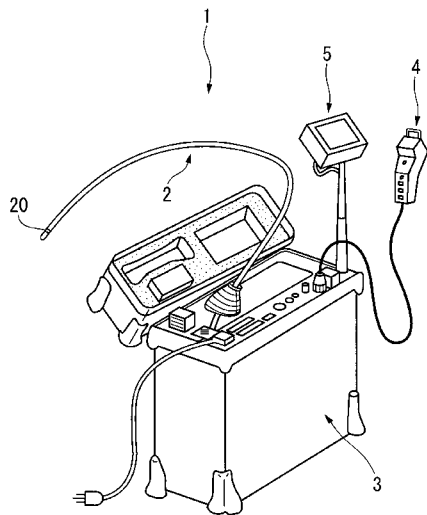
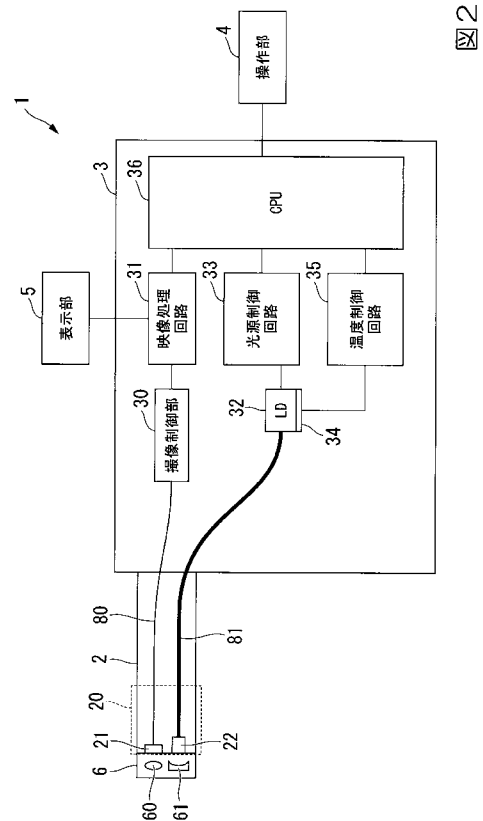


图 1

【 図 2 】



2
✕

【 図 3 】

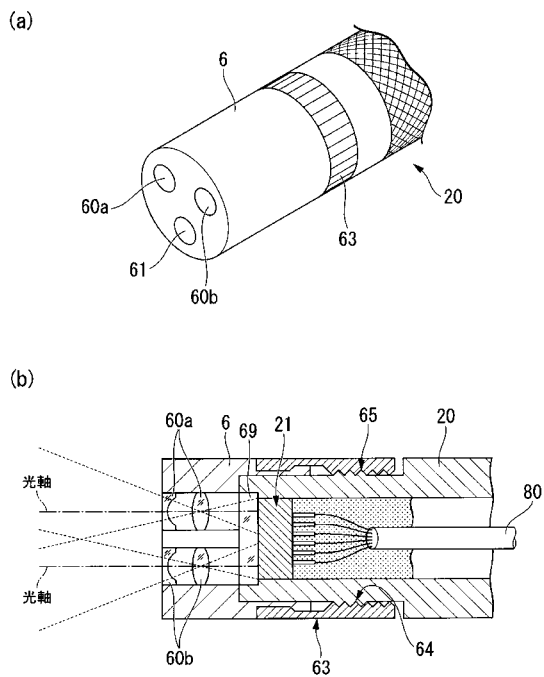


图 3

【 図 4 】

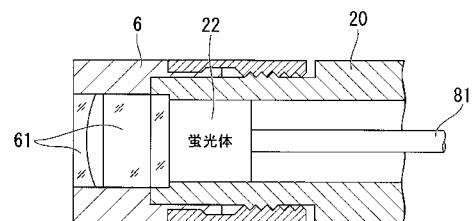


图 4

【図5】

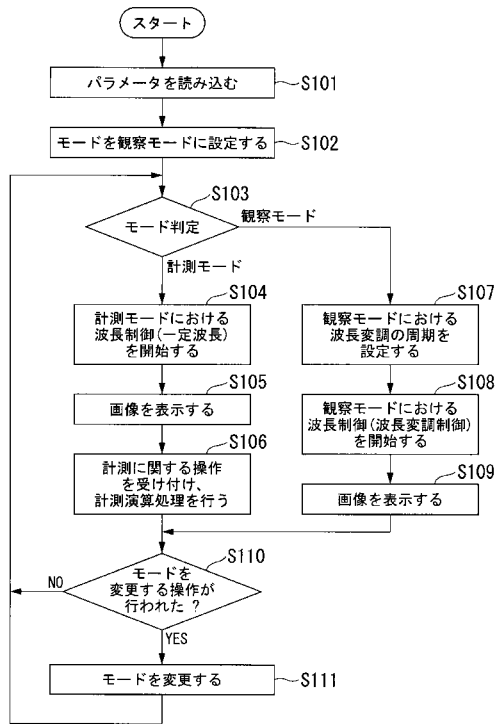


図5

【図6】

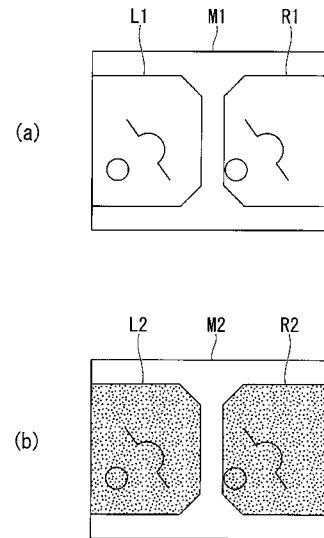


図6

【図7】

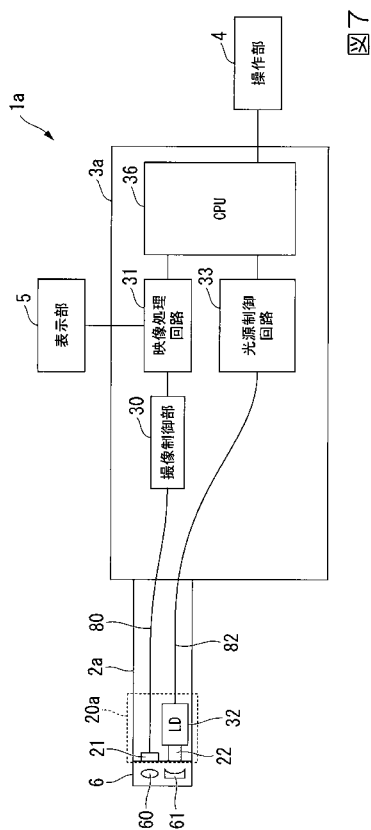


図7

【図8】

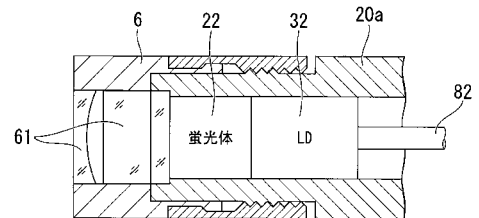


図8

【図 9】

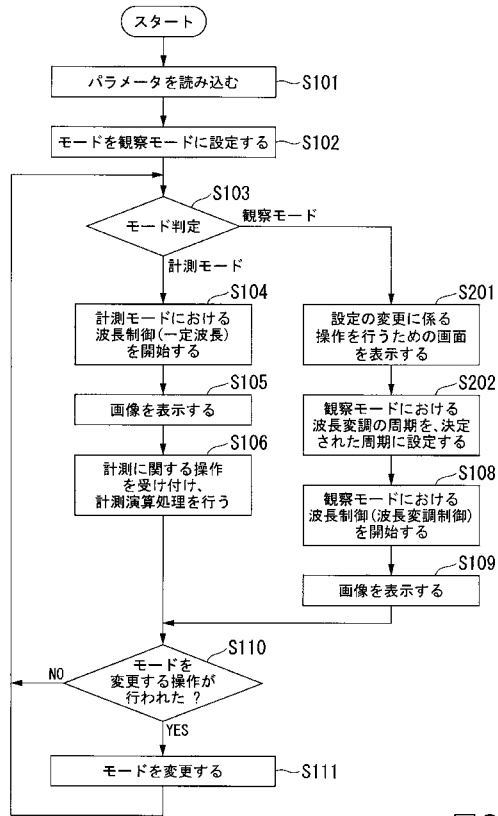


図 9

【図 10】

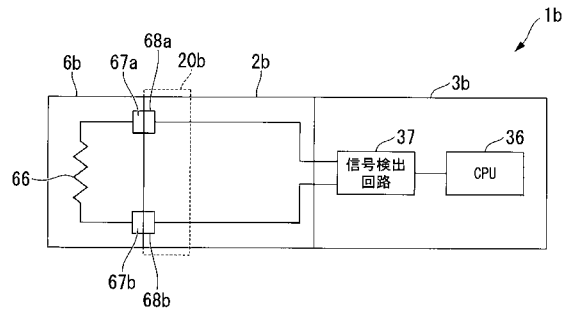


図 10

【図 11】

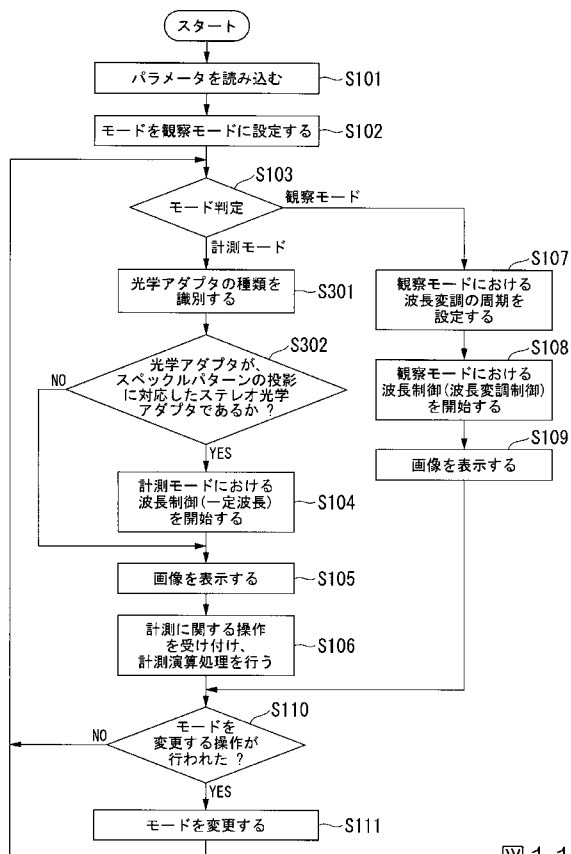


図 11

【図 12】

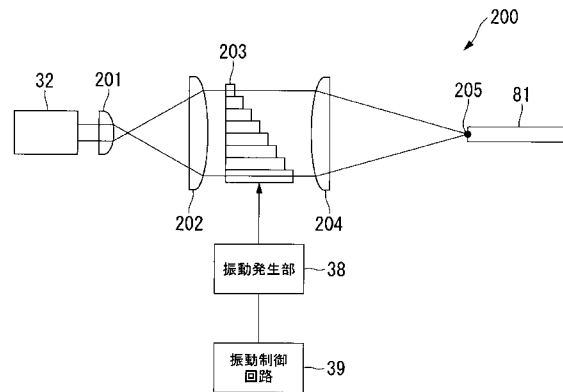


図 12

【図 13】

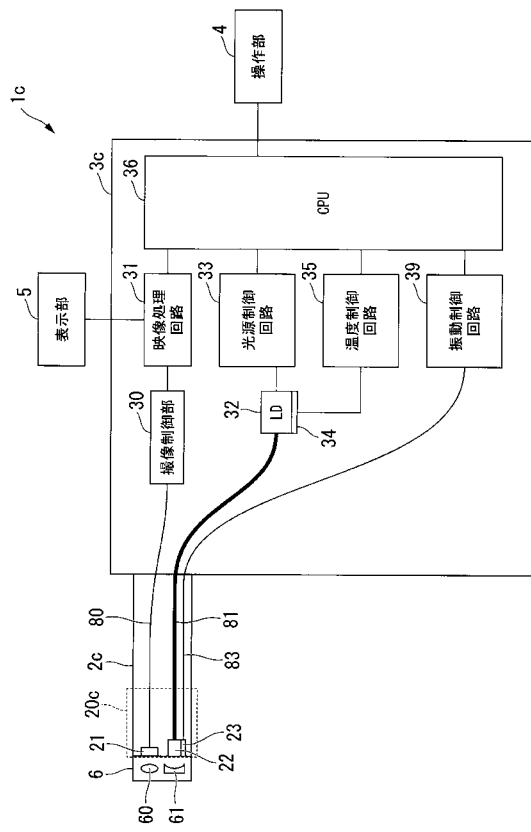


図 13

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 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

F ターム(参考) 2H040 BA15 CA02 CA05 CA06 CA11 CA12 CA23 DA11 DA21 DA52

GA02 GA11

4C161 BB06 CC06 FF40 HH51 LL02 NN01 PP11

专利名称(译)	内视镜装置		
公开(公告)号	JP2016007335A	公开(公告)日	2016-01-18
申请号	JP2014129345	申请日	2014-06-24
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	横田政義 小川清富		
发明人	横田 政義 小川 清富		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/00.300.Y A61B1/04.372 G02B23/24.B G02B23/26.B A61B1/00.522 A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.650 A61B1/00.715 A61B1/00.731 A61B1/045.632 A61B1/05 A61B1/06.610 A61B1/07.731 A61B1/07.733 A61B1/07.736		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/CA02 2H040/CA05 2H040/CA06 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA23 2H040/DA11 2H040/DA21 2H040/DA52 2H040/GA02 2H040/GA11 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	塔奈澄夫 铃木史朗		
其他公开文献	JP6253526B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2014-129345 (P2014-129345) 平成26年6月24日 (2014. 6. 24)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 (74) 代理人 100106909 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
要解决的问题：提供一种具有提高的匹配精度的内窥镜设备。LD32产生相干光。磷光体22相对于由LD 32产生的光产生空间随机的衍射场斑点。温度控制电路35在测量模式期间将由于衍射场斑点而引起的斑点图案投影到对象上，并且与在测量模式期间相比，减小了在观察模式期间被投影到对象上的斑点图案。控制斑点。[选择图]图2	最終頁に続く		