

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5514633号
(P5514633)

(45) 発行日 平成26年6月4日 (2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日 (2014.4.4)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

F I

A 6 1 B 1/00 3 1 0 C

A 6 1 B 1/00 3 3 4 D

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

請求項の数 13 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-123581 (P2010-123581)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成22年5月28日 (2010.5.28)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2011-245180 (P2011-245180A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成23年12月8日 (2011.12.8)	(74) 代理人	100115107
審査請求日	平成25年1月31日 (2013.1.31)		弁理士 高松 猛
		(74) 代理人	100151194
			弁理士 尾澤 俊之
		(74) 代理人	100164758
			弁理士 長谷川 博道
		(72) 発明者	▲高▼橋 保文
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		審査官	増渕 俊仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡挿入部の硬度を変化させる硬度可変手段が前記内視鏡挿入部の長手方向に沿った複数箇所に分散して配置される内視鏡装置と、

互いに回折格子周期の異なる複数のファイバブラッググレーティングが形成され、前記内視鏡挿入部の長手方向に沿って配置される少なくとも一対の光ファイバと、

前記複数のファイバブラッググレーティングのそれぞれの回折格子周期に対応した波長の入射光を出射する光源部と、

前記光ファイバに導入された前記入射光が前記ファイバブラッググレーティングで回折して生じる回折戻り光を、前記入射光の光路から分離して取り出す光路分離部と、

取り出された前記回折戻り光を検出する光検出部と、

前記光路分離部と前記光検出部との間の光路途中に配置され、特定のファイバブラッググレーティングからの回折戻り光を選択的に透過させる光シャッタと、

前記光検出部で検出される前記特定のファイバブラッググレーティングからの回折戻り光が有する波長と前記入射光が有する波長との波長遷移量に基づいて、前記ファイバブラッググレーティングの歪量を求め、該歪量から前記内視鏡挿入部の形状を検出する制御部と、

を備え、

前記内視鏡挿入部の長手方向における前記ファイバブラッググレーティングの配置密度が、前記硬度可変手段の配置位置に対応して変化している内視鏡システム。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 記載の内視鏡システムであって、

前記内視鏡挿入部が、湾曲自在に操作される湾曲部を有し、

前記ファイバブラッググレーティングが、前記長手方向に沿った前記湾曲部内の領域に、前記湾曲部以外の領域よりも高い配置密度で配置された内視鏡システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載の内視鏡システムであって、

前記ファイバブラッググレーティングが、前記長手方向に沿った前記硬度可変手段の配置箇所内の領域に、前記配置箇所以外の領域よりも高い配置密度で配置された内視鏡システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 記載の内視鏡システムであって、

前記ファイバブラッググレーティングが、前記長手方向に沿って隣接して配置された前記硬度可変手段の配置箇所同士の間の領域に、前記配置箇所同士の間以外の領域よりも高い配置密度で配置された内視鏡システム。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、

前記光源部が、前記ファイバブラッググレーティングの無歪状態における基準回折格子周期に対応した回折光を当該ファイバブラッググレーティングから発生させる中心狭帯域波長と、該中心狭帯域波長の前後の他の近接狭帯域波長と、の複数種の狭帯域波長のパルス光を出射し、

20

前記制御部が、前記複数種の狭帯域波長のパルス光をそれぞれ異なるタイミングで前記光ファイバに順次導入させ、

前記パルス光を前記光ファイバに導入するタイミングに応じたタイミングで前記光シャッタを開閉駆動することにより、前記回折戻り光を前記光検出部により選択的に検出し、

該検出された回折戻り光に対応する前記パルス光の狭帯域波長と前記中心狭帯域波長との差分を、前記波長遷移量として求める内視鏡システム。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、

前記制御部が、前記回折戻り光が前記光検出部に到達するタイミングに同期して前記光シャッタを開閉駆動する内視鏡システム。

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の内視鏡システムであって、

前記入射光を前記光ファイバに導入させてから、前記光ファイバの光入射端と前記歪量の被検出対象となる前記ファイバブラッググレーティングの配置位置との間を前記入射光が往復する光往復時間経過したときに、前記制御部が、前記光シャッタを所定時間だけ開状態にするシャッタ制御信号を前記光シャッタに出力する内視鏡システム。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 請求項 7 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、

前記光シャッタが、電気光学効果を有する光学機能材料を含んで構成された電気光学シャッタである内視鏡システム。

40

【請求項 9】

請求項 1 ～ 請求項 8 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、

前記少なくとも一対の光ファイバが、それぞれ同一構成の光ファイバである内視鏡システム。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 請求項 9 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、

前記光路分離部、前記光シャッタ、及び前記光検出部が、前記光ファイバのそれぞれに対して個別に設けられた内視鏡システム。

【請求項 11】

50

請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、
前記光ファイバが、前記内視鏡挿入部の外周側にそれぞれ配置された内視鏡システム。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、
前記内視鏡挿入部が、該内視鏡挿入部の長手方向に沿って連通する鉗子孔を有し、
前記光ファイバが、前記鉗子孔に挿通される長尺状の処置具の外周側にそれぞれ配置された内視鏡システム。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 請求項 12 のいずれか 1 項記載の内視鏡システムであって、
検出された前記内視鏡挿入部の形状情報を表示する表示部を備えた内視鏡システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、挿入部の硬度を変化させ、かつその形状を検出する内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、内視鏡は、例えば体腔内の管腔に長尺状の内視鏡挿入部を外部から挿入して被観察部位を観察し、必要に応じて処置が行えるようになっている。ところが、体腔内の管腔の形状は大腸や小腸等のように複雑に曲がりくねっており、挿入した内視鏡挿入部がどのような形状になってどの位置まで挿入されたかを、術者は容易に把握することができない。そこで、内視鏡挿入部の体腔内に挿入された状態における形状を把握できるようにする装置が種々提案されている。

20

【0003】

例えば特許文献 1 には、歪みの検出を行う歪センサとして機能するファイバブラッググレーティング (Fiber Bragg Grating: FBG) を有する光ファイバを内視鏡挿入部に沿って配置し、この光ファイバの一端側から光を入射して、FBG から生じる回折戻り光の波長遷移量から、FBG の位置に生じた歪を検出し、この歪によって内視鏡挿入部の形状を求める装置が記載されている。また、特許文献 2 には、同様に FBG を有する光ファイバを内視鏡挿入部に埋め込み、この光ファイバの一端側から光を入射して、FBG を通過した透過光に対する特定波長成分の欠落部の波長遷移量から FBG の位置に生じた歪を検出し、内視鏡挿入部の形状を求める装置が記載されている。

30

【0004】

図 19 に特許文献 1 の測定光学系を示した。上側が無歪状態における光ファイバ 1 の測定光学系、下側が歪が生じた状態における光ファイバ 1 の測定光学系を表している。各測定光学系では、光源からの白色入射光 L_0 がカプラを介して光ファイバ 1 に導入され、光ファイバ 1 の光導入側から距離 d_1 の FBG 1 で波長 λ_1 の回折戻り光が光ファイバ 1 の光入射側に戻される。次の距離 d_2 の FBG 2 には、波長 λ_1 成分の欠落した透過光 L_1 が入射され、波長 λ_2 の回折戻り光が光ファイバ 1 の光入射側に戻される。更に次の距離 d_3 の FBG 3 には、波長 λ_1, λ_2 成分の欠落した透過光 L_2 が入射され、波長 λ_3 の反射回折光が光ファイバ 1 の光入射側に戻される。そして、FBG 3 の下流側には波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 成分の欠落した透過光 L_3 が導光される。

40

【0005】

一方、各回折戻り光は、光ファイバ 1 からカプラを介して分光検出器に導光され、分光検出器により波長毎に切り出される。そして、歪が生じていた FBG 2 からの回折戻り光は、無歪状態における波長 λ_2 から微少量だけ波長遷移しており、この波長遷移量を測定することで光ファイバ 1 の歪量を検出している。

【0006】

また、特許文献 2 の測定光学系は、図 19 の測定光学系における透過光を測定して、特定波長成分の欠落した部分の波長遷移量から光ファイバ 1 の歪量を検出している。

50

【 0 0 0 7 】

このように、いずれの装置においても、ファイバに生じる歪に応じて F B G による反射光の波長が遷移する特性を利用しており、この波長遷移を検出するためには複雑な光学系を有する高価な分光器が必要となる。また、分光器による分光分析を行うため、歪量を得るための手順が複雑になり、装置が大型化することも避けられない。また、回折戻り光や透過光の波長成分により F B G の位置を間接的に識別する構成であるため、検出されたデータが確かに測定対象となる F B G によるデータであるかどうかの検証ができない。

【 0 0 0 8 】

また、内視鏡には、体腔内挿入性の低下を防止し、内視鏡検査の効率を向上させる目的で、内視鏡挿入部の硬さ・弾発性を術者の好みや挿入手技に対応できるようにしたものが提案されている（例えば特許文献 3 参照）。この内視鏡は硬度可変機構を設けた構成となっており、挿入部内に硬度調節用コイル及びこのコイル内に挿通された硬度調節用ワイヤとが固着されている。ワイヤを牽引しない状態では、コイルは可撓性を有する状態であり、ワイヤを引っ張ると、コイルに圧縮力が加えられて、屈曲することが抑えられる状態、つまり硬度が高くなる状態に調整できるようにしている。さらに、硬度可変機構として所謂、人工筋肉アクチュエータを用いたものが提案されている（例えば特許文献 4 ）。

【 0 0 0 9 】

ところが、このようなコイルや人工筋肉アクチュエータを用いた硬度可変機能を備えた内視鏡は、電磁界コイルから構成される検出機構の形状検出部を内蔵するために形状検出部と硬度可変部材とを同一位置で併設するスペース（径）がなかったため、硬度可変領域における形状を検出できない等、配置の自由度に乏しく、内視鏡挿入部の細径化が困難であった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 5 1 7 7 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 1 7 3 3 9 5 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 0 - 1 6 6 8 5 4 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 5 - 3 0 4 7 7 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、分光器による分光分析を行うことなく安価でしかも小型化に適した構成で、内視鏡挿入部の形状検出を可能にするとともに、内視鏡挿入部を細径化しつつ、硬度を可変にできる内視鏡システムを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

本発明は下記構成からなる。

内視鏡挿入部の硬度を変化させる硬度可変手段が前記内視鏡挿入部の長手方向に沿った複数箇所に分散して配置される内視鏡装置と、

互いに回折格子周期の異なる複数のファイバブラッググレーティングが形成され、前記内視鏡挿入部の長手方向に沿って配置される少なくとも一対の光ファイバと、

前記複数のファイバブラッググレーティングのそれぞれの回折格子周期に対応した波長の入射光を出射する光源部と、

前記光ファイバに導入された前記入射光が前記ファイバブラッググレーティングで回折して生じる回折戻り光を、前記入射光の光路から分離して取り出す光路分離部と、

取り出された前記回折戻り光を検出する光検出部と、

前記光路分離部と前記光検出部との間の光路途中に配置され、特定のファイバブラッググレーティングからの回折戻り光を選択的に透過させる光シャッタと、

前記光検出部で検出される前記特定のファイバブラッググレーティングからの回折戻り

10

20

30

40

50

光が有する波長と前記入射光が有する波長との波長遷移量に基づいて、前記ファイバブラッググレーティングの歪量を求め、該歪量から前記内視鏡挿入部の形状を検出する制御部と、
を備え、

前記内視鏡挿入部の長手方向における前記ファイバブラッググレーティングの配置密度が、前記硬度可変手段の配置位置に対応して変化している内視鏡システム。

【発明の効果】

【0013】

本発明の内視鏡システムによれば、光ファイバに生じる歪を、分光器による分光分析を行うことなく安価に検出でき、しかも、挿入部を細径化しつつ硬度を可変にできる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態を説明するための図で、内視鏡装置を含む内視鏡システムの全体構成図である。

【図2】内視鏡挿入部の先端部付近の概略図である。

【図3】図2のA-A断面図である。

【図4】コイルバネ構造の硬度可変部の一例を表す模式図である。

【図5】人工筋肉構造の硬度可変部の一例を表す模式図である。

【図6】(A)は人工筋肉構造の駆動動作の説明図で非駆動時の状態を示す図、(B)は人工筋肉構造の駆動動作の説明図で駆動時の状態を示す図である。

20

【図7】光ファイバに形成されたファイバブラッググレーティングの模式的な構成説明図である。

【図8】ファイバブラッググレーティングに生じる歪と回折戻り光を示す説明図である。

【図9】波長に対する回折戻り光の強度の関係を示すグラフである。

【図10】形状検出部と光ファイバによる測定光学系を示すブロック構成図である。

【図11】光シャッタの構成図である。

【図12】光源部から出射されるパルス光の分光強度を示すグラフである。

【図13】制御部による制御タイムチャート図である。

【図14】対向配置された一対の光ファイバの歪分布と内視鏡挿入部の変形状態を示す説明図である。

30

【図15】内視鏡挿入部の湾曲状態の一例を示す説明図である。

【図16】形状検出部の他の構成例を示すブロック構成図である。

【図17】内視鏡挿入部の鉗子孔に挿通される処置具を示す斜視図である。

【図18】図17のB-B断面図である。

【図19】従来のファイバブラッググレーティングによる歪の検出原理を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図1は本発明の実施形態を説明するための図で、内視鏡装置を含む内視鏡システム200の全体構成図である。

40

内視鏡システム200は、硬度可変手段である硬度可変部11を有した内視鏡装置(以下、内視鏡とも称する)100と、この内視鏡100に接続される制御装置13と、制御装置13に接続されたモニタ等の表示部15を備え、更に制御装置13には図示しない入力手段としてのキーボード等が接続されている。この制御装置13は、内視鏡100に照明光を供給する光源部と、内視鏡100からの撮像信号に各種画像処理を施して映像信号に変換するプロセッサ部とを有し、更に制御装置13には、詳細を後述する形状検出部10が内蔵されている。

【0016】

内視鏡100は、本体操作部17と、本体操作部17に連設され体腔内に挿入される内

50

視鏡挿入部 19 と、本体操作部 17 に接続され各種管路及び信号ケーブルが内包されたユニバーサルコード 21 と、このユニバーサルコード 21 の先端に取り付けられ制御装置 13 に着脱自在に連結されるコネクタ 23 と、を含んで構成される。コネクタ 23 は、複合タイプのコネクタとし、制御装置 13 の光源部及びプロセッサ部にそれぞれ個別のコネクタで接続する構成としてもよい。

【0017】

制御装置 13 の光源部からの出射光は、コネクタ 23 とユニバーサルコード 21 を通じて内視鏡 100 に供給され、内視鏡挿入部 19 の先端に設けられた照明光学系に照明光として伝送される。

【0018】

内視鏡 100 の本体操作部 17 には、送気・送水ボタン、吸引ボタン、シャッターボタン、機能切替ボタン等の各種ボタン 25 が並設されるとともに、内視鏡の先端側を湾曲操作させる一対のアングルノブ 27 が設けられる。

【0019】

内視鏡挿入部 19 は、本体操作部 17 側から順に軟性部 31、湾曲部 33、先端部（内視鏡先端部）35 で構成される。軟性部 31 は可撓性を有して湾曲部 33 の基端側に連結され、湾曲部 33 は、本体操作部 17 のアングルノブ 27 を回動操作することで内視鏡挿入部 19 内に挿設されたワイヤ（図視略）が牽引されて湾曲動作するようになっている。これにより、内視鏡先端部 35 を所望の方向に向けることができる。

【0020】

本体操作部 17 と内視鏡挿入部 19 との間の連結部 37 には、鉗子等の処置具が挿入される鉗子挿入部 39 が設けられ、鉗子挿入部 39 から挿入された処置具は、内視鏡先端部 35 の不図示の鉗子口から導出される。

【0021】

内視鏡挿入部 19 の先端に設けられた撮像光学系は、照明光学系で照明された観察部位を撮像する撮像素子を有し、撮像素子から得られる観察像の撮像信号を制御装置 13 に出力する。そして、制御装置 13 のプロセッサ部は、入力された撮像信号を画像処理した画像情報を表示部 15 に表示する。これらの一連の処理は、制御装置 13 に接続されたキーボード等から指示が入力可能になっている。撮像光学系の撮像素子としては、CCD（Charge Coupled Device）イメージセンサやCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサが用いられる。

【0022】

内視鏡 100 は、内視鏡挿入部 19 の長手方向に沿った複数箇所に分散配置され、本体操作部 17 からの操作によって内視鏡挿入部 19 の硬度（曲げ剛性）を変化させる硬度可変部 11 を備える。この硬度可変部 11 は公知の構成のものが使用でき、例えばコイルを軸方向に伸縮させてコイルに圧縮力を加えることで、内視鏡挿入部 19 が屈曲されることを抑えるもの、電氣的に伸縮駆動する素材を用いて内視鏡挿入部 19 を屈曲しにくくするもの等が利用できる。これら各硬度可変部 11 により内視鏡挿入部 19 の硬度を高くすることで、内視鏡挿入部 19 の曲げ剛性が高くなり、硬度を低くすることで、内視鏡挿入部 19 の曲げ剛性が低くなる。上記のように、硬度可変部 11 は、他の部材の硬度を変化させることで内視鏡挿入部 19 の曲げ剛性を変化させるもの、又は自身の硬度を変化させて内視鏡挿入部 19 の曲げ剛性を変化させるもののいずれであってもよい。

【0023】

また、内視鏡先端部 35 から内視鏡挿入部 19、本体操作部 17、ユニバーサルコード 21 を通じたコネクタ 23 までの間に、内視鏡挿入部 19 の区間における歪を検出する光ファイバ 41 が挿通されている。光ファイバ 41 は、中心のコアとその周囲にクラッドが形成されており、内視鏡挿入部 19 の範囲に配置される領域に発生する歪みにより、内視鏡挿入部 19 の形状を検出するための複数の形状検出点をコア内に有している。複数の形状検出点の配置密度は、硬度可変部 11 の配置場所に応じて異ならせている。

【0024】

10

20

30

40

50

上記の内視鏡挿入部 19 における光ファイバ 41 と硬度可変部 11 の配置について、更に詳細に説明する。

図 2 に内視鏡挿入部 19 の先端部 35 付近の概略図、図 3 に図 2 の A - A 断面図を示した。

光ファイバ 41 の構成及びその配置は、次に示すようになっている。

内視鏡挿入部 19 の内部には、内視鏡挿入部 19 の長手方向に沿って光ファイバ 41 A , 41 B , 41 C , 41 D が挿通されている。これら光ファイバ 41 A , 41 B , 41 C , 41 D には、互いに回折格子周期の異なる複数の形状検出点であるファイバブラッググレーティング F B G 1 , F B G 2 , . . . が形成されている。

【 0 0 2 5 】

ファイバブラッググレーティング F B G 1 , F B G 2 , . . . は、内視鏡挿入部 19 の区間内で、各光ファイバ 41 A , 41 B , 41 C , 41 D の長手方向に対してそれぞれ同じ位置に配置され、各配置位置で生じる歪みの検出を行う歪センサとして機能する。

【 0 0 2 6 】

これらの光ファイバ 41 A , 41 B , 41 C , 41 D は、内視鏡挿入部 19 の外周側で直径方向に対峙する位置に少なくとも一対、図示例では互いに直交する 2 つの直径方向、即ち、90度の円周角となる位置関係で合計 4 箇所に配置されている。各光ファイバの対から検出される歪量の情報に基づいて、内視鏡挿入部 19 の上下方向及び左右方向に変位した形状を検出可能にしている。なお、光ファイバは、簡略的には一対の光ファイバのみ配置した場合には、一対の光ファイバを含む面内における内視鏡挿入部 19 の変形が検出

【 0 0 2 7 】

硬度可変部 11 は、内視鏡挿入部 19 の長手方向に、所定の間隔を有して複数箇所に設けられ、図 3 に示すように、光ファイバ 41 A , 41 B , 41 C , 41 D の内側に配置されている。複数の硬度可変部 11 は、それぞれ本体操作部 17 からの操作により一斉に硬度が変更される。

【 0 0 2 8 】

本構成の内視鏡 100 においては、形状検出点となる複数のファイバブラッググレーティング F B G 1 , F B G 2 , . . . を、硬度可変部 11 の配置された硬度可変領域 U の位置に対応させて、内視鏡挿入部 19 の長手方向における配置密度を変化させて設けている。つまり、硬度可変部 11 の配置された硬度可変領域 U に、ファイバブラッググレーティング F B G 1 , F B G 2 , . . . が配置密度を高めて配置されている。これにより、硬度可変領域 U 内においても、高精度に歪み検出が可能となり、内視鏡挿入部 19 の形状を高精度に検出することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

この硬度可変部 11 の具体的な構成例を説明する。

図 4 は 1 つの硬度可変部の構成例を表す模式図である。

内視鏡挿入部 19 に分散配置される硬度可変部 11 の例として、コイルバネ構造のものが挙げられる。コイルバネ構造は、本体操作部 17 に、硬度調節ノブ 81 の回動軸 81 a と、この回動軸 81 a の回動運動を内視鏡挿入部 19 の長手方向の直線運動に変換するカム機構 83 と、このカム機構 83 により内視鏡挿入部 19 の長手方向に牽引される硬度調節用ワイヤ 85 とを設けて構成される。この硬度調節用ワイヤ 85 は、内視鏡挿入部 19 の硬度可変部 11 の配置場所まで延出されている。なお、図示例では 1 つの硬度可変部 11 のみ示してあるが、硬度調節用ワイヤ 85 は、複数の硬度可変部 11 のそれぞれに接続されている。この硬度調節用ワイヤ 85 は、内視鏡挿入部 19 に設けた硬度調節用コイルバネ 87 内を挿通して配置されている。硬度調節用コイルバネ 87 は、一端側が内視鏡挿入部 19 に形成した固定部 19 a に当接し、他端側が硬度調節用ワイヤ 85 に形成された止め輪 85 a に固定されている。

【 0 0 3 0 】

上記構成によれば、硬度調節用ワイヤ 85 が長手方向手元側（本体操作部 17 側）へ牽

10

20

30

40

50

引されると、この硬度調節用ワイヤ 85 の止め輪 85a により、先端の固定された硬度調節用コイルバネ 87 が縮められる。すると、コイルに圧縮力が加えられて、コイルの屈曲が抑えられる状態となる。その結果、内視鏡挿入部 19 の硬度（曲げ剛性）が高くなる。また、硬度調節用ワイヤ 85 を長手方向先端側（内視鏡先端側）へ押し出すと、硬度調節用コイルバネ 87 が伸ばされて、コイルに加えられていた圧縮力が解除され、コイルが屈曲しやすい状態となる。その結果、内視鏡挿入部 19 の硬度（曲げ剛性）が低くなる。従って、硬度調節ノブ 81 を回動操作することで、内視鏡挿入部 19 の硬度が自在に調節できる。

【0031】

上記の他、内視鏡挿入部 19 に配置される硬度可変部 11 の例として、所謂、人工筋肉アクチュエータが挙げられる。

図 5 は人工筋肉構造の硬度可変部の一例を表す模式図である。図示例における人工筋肉アクチュエータは、本体操作部 17 に設けた操作ボタン 89 と、この操作ボタン 89 の操作によってドライバ 90 を介して駆動される内視鏡挿入部 19 の所望の位置（複数箇所）の密閉空間内に設けた人工筋肉 91 とによって構成されている。人工筋肉 91 は、内視鏡挿入部 19 の外周に周全体を覆うようにそれぞれ配設されている。

【0032】

図 6 (A) は人工筋肉構造の非駆動時の動作を説明する図で非駆動時の状態を示す図、(B) は人工筋肉構造の駆動時の状態を示す図である。

人工筋肉 91 は、ゴム状の薄い高分子膜（エラストマー）93 を伸び縮み可能な電極 95a, 95b で挟んだ構造で、電極 95a, 95b 間に電位差 V_1 を与えると、静電力によって両方の電極 95a, 95b が引き合い、その結果、図 6 (B) に示すように高分子膜 93 が厚さ方向に収縮し、面方向に伸張するものである。この人工筋肉 91 は、印加する電圧による電解強度の略 2 乗に比例して歪み量に変化する。これにより、図 5 に示す操作ボタン 89 を押下操作することで、人工筋肉 91 が収縮又は伸張すると、内視鏡挿入部 19 の密閉された人工筋肉 91 の配置スペース内で人工筋肉 91 の内部応力が増減し、その結果、内視鏡挿入部 19 の硬度（曲げ剛性）が調節される。また、帯状の人工筋肉 91 の両端に電極を形成したものを複数本用意して、これらを内視鏡挿入部 19 の長手方向に沿って、円周方向の異なる位置に一端を固定端、他端を可動端として配設した構成としてもよい。この場合も電極間に電位差 V_1 を与えると、人工筋肉 91 が長手方向に収縮又は伸張して、内視鏡挿入部 19 の硬度を調整することができる。

【0033】

また、上記の人工筋肉は、これ以外にも誘電体の電歪効果を用いるものや、イオン交換膜内のイオンの移動によるもの、更には、ポリマーの構造が変化するもの等、種々の構造のものが利用可能である。

【0034】

また、ファイバブラッググレーティング FBG1, FBG2, ... は、硬度可変領域 U よりも、この硬度可変領域 U と隣接する他の硬度可変領域 U との間 K の配置密度を高くしてもよい。硬度可変領域 U 同士の間 K に対する形状検出点の配置密度を高めることにより、変形量が硬度可変領域 U より大きくなりやすい領域 K に対して、形状検出精度を高めることができる。これにより、曲がり強い部位ほど形状検出精度が必要となる要請に応えることができる。そのため、内視鏡挿入部 19 の曲がりが大きくなる S 字結腸部等を通過させる場合には、硬度可変領域 U 間のファイバブラッググレーティングの配置密度を高めた構成が好ましい。

【0035】

このように、ファイバブラッググレーティング FBG1, FBG2, ... を、硬度可変領域 U に対応して配置密度を変化させることにより、内視鏡挿入部 19 を硬度可変領域 U の配置位置によらずに全範囲にわたって高精度で形状検出が行え、例えば、S 状結腸などの体腔内形状に合わせて形状保持する等の高度な挿入手技が可能となる。また、細い光ファイバを用いて内視鏡挿入部 19 の形状を検出するため、内視鏡挿入部 19 を細径化で

10

20

30

40

50

き、体腔内への挿入性が向上する。

【0036】

更に、内視鏡挿入部19は、前述したように、本体操作部17のアングルノブ27の操作によって湾曲部33が湾曲自在である。そこで、ファイバブラッググレーティングFBG1, FBG2, ...の配置密度を、湾曲部33に対して他の領域よりも高くしてもよい。この場合、湾曲部33が操作されて湾曲した際、他の領域よりも配置密度が高くされた各形状検出点によって、湾曲部33の湾曲形状が高精度に検出され、被検体の部位等に応じた内視鏡操作が容易になる。このように、内視鏡挿入部19の形状変化が大きい箇所や高い検出精度を要求される部位に対して、ファイバブラッググレーティングFBG1, FBG2, ...の配置密度を選択的に高めることで、より高精度で確実な形状検出が可能となる。

10

【0037】

次に、ファイバブラッググレーティングを有する光ファイバの構成及び歪の測定原理について説明する。

図7は光ファイバに形成されたファイバブラッググレーティングの模式的な構成説明図である。光ファイバ41は、クラッド43、コア45、及び図示しない外皮により形成され、内視鏡挿入部19の区間内においては、周期的に屈折率が変化する構造のブラッグ回折格子からなるファイバブラッググレーティング(以下、FBGと略記する)がコア45内に形成されている。

【0038】

20

FBGは、例えば特開2000-258190号公報にその製法が示されるように、光ファイバ41のコア45内に、屈折率が特定の周期で変化した屈折率変調構造を有する。この特定の周期とコア45の平均屈折率 n とによって規定されるブラッグ波長($= 2n$)の光がFBGによって選択的に反射されることになる。また、FBGは、直径0.1mm程度のクラッド43に対して、コア45の軸方向に5~20mm、好ましくは10mm程度の大きさに形成され、コア45の軸方向に所定の間隔で配置されている。

【0039】

図8に示すように、上記構成の光ファイバ41の一端側から光を導入すると、FBGの回折格子周期に対応した波長の入射光成分がある場合に、その入射光成分が回折して反射回折光(波長 r_0)となり、光ファイバ41の光導入側に戻される。そして、光ファイバ41内のFBGに歪が生じると、FBGの回折格子周期 p が変化して、これにより反射回折光の波長がシフトする。具体的には、回折戻り光の波長 r_1 は、 $r_1 = r_0 + 2n(\frac{p}{p_0} - 1)$ で表される波長に遷移する。

30

【0040】

つまり、図9に波長に対する回折戻り光の強度の関係を示すように、回折戻り光のピーク波長はFBGに生じた歪に応じて遷移し、無歪状態下の基準回折格子周期に対応する反射回折光のピーク波長 r_0 から増減する。このときのピーク波長 r_0 からの波長遷移量を求めることで、このFBGの配置位置における光ファイバ41に発生した歪を検出することができる。

【0041】

40

なお、図2に示したように、光ファイバ41には回折戻り光のピーク波長が異なる複数のFBGが配置されるが、各FBGからの回折戻り光は、光ファイバ41内の光導入側からの光路長が異なるため、光検出部(詳細は後述)に到達するまでの時間差に応じて選択的に取り出すことで、各FBGに生じた歪を個別に検出できる。

【0042】

このように、光ファイバ41の各FBGからの回折戻り光をそれぞれ個別に検出し、各回折戻り光の波長遷移量を求めることで、光ファイバ41上の各FBGの配置位置における歪がそれぞれ検出される。更に、内視鏡挿入部19の直径方向に並設された光ファイバ対同士で、内視鏡挿入部19の同じ軸方向位置における歪を比較することで、この直径方向のFBGの配置位置における内視鏡挿入部19の形状、即ち、湾曲状態を検出できる。

50

【 0 0 4 3 】

光源部 4 9 からの出射光の波長は 4 0 0 n m ~ 2 2 0 0 n m が好適に使用できる。また、内視鏡 1 0 0 により蛍光観察や狭帯域光観察等を行うための特殊光を、この形状検出用の光として利用することも可能であり、その場合、光源の共用化によって低コスト化、装置の小型化に有利な構成となる。

【 0 0 4 4 】

次に、内視鏡挿入部 1 9 の形状を検出するための具体的な測定光学系の構成例及び作用を説明する。

図 1 0 は形状検出部と光ファイバによる測定光学系を示すブロック構成図である。内視鏡挿入部 1 9 (図 1 参照) に挿通される光ファイバ 4 1 A は、制御装置 1 3 (図 1 参照) 内の形状検出部 1 0 の光学ユニット 4 7 A に接続される。光学ユニット 4 7 A は、光源部 4 9 からの出射光を光ファイバ 4 1 A に導入し、各 F B G 1 , F B G 2 , . . . からの反射回折光を検出して、回折戻り光の検出信号 O U T を制御部 5 1 に出力する。また、光ファイバ 4 1 B , 4 1 C , 4 1 D についても同様に、形状検出部 1 0 の光学ユニット 4 7 B , 4 7 C , 4 7 D にそれぞれ接続され、回折戻り光の検出信号 O U T がそれぞれ制御部 5 1 に入力される。

【 0 0 4 5 】

光ファイバ 4 1 A , 4 1 B , 4 1 C , 4 1 D と、光学ユニット 4 7 A , 4 7 B , 4 7 C , 4 7 D はそれぞれ同一の構成であり、ここでは説明を簡略化するため、光ファイバ 4 1 A 、光学ユニット 4 7 A を例に説明する。光ファイバ 4 1 A には、光ファイバ 4 1 A の光導入端 5 3 から距離 $D_1 / 2$ 、距離 $D_2 / 2$ 、距離 $D_3 / 2$ の位置に F B G 1 , F B G 2 , F B G 3 , . . . がそれぞれ配置されている。各 F B G 1 , F B G 2 , F B G 3 , . . . は、それぞれ互いに異なる回折格子周期を有し、発生する回折戻り光の波長はそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 , \lambda_2 , \lambda_3 , . . .$ とされている。

【 0 0 4 6 】

一方、光ファイバ 4 1 A が接続される形状検出部 1 0 の光学ユニット 4 7 A は、光源部 4 9 と光ファイバ 4 1 A を結ぶ光路途中に光路分離部として機能するビームスプリッタ 5 5 が配設され、ビームスプリッタ 5 5 により分離された光路途中には光シャッタ 5 7 が配置され、光シャッタ 5 7 の光路前方に光検出部 5 9 が配置されている。

【 0 0 4 7 】

また、光源部 4 9 は、制御部 5 1 からの光源制御信号 R O を受けて、光学ユニット 4 7 A を介して光ファイバ 4 1 A に F B G 1 , F B G 2 , F B G 3 , . . . の回折格子周期に対応する異なる波長のパルス光を時系列的に出射する。光源部 4 9 としては、例えば波長スイープが可能なレーザ光源、白色光源にバンドパスフィルタ等の光学フィルタを接続して特定波長成分のみ選択的に出射させる光源等、公知の光源が使用できる。

【 0 0 4 8 】

光学ユニット 4 7 A の光シャッタ 5 7 は、高速な光変調が可能な電気光学効果を有する光学機能材料で形成された電気光学シャッタであり、光学機能材料として、例えば、P L Z T (チタン酸ジルコン酸ランタン鉛) や非線形光学結晶である K D P (2 水素リン酸カリウム) 結晶等が利用可能である。

図 1 1 に光シャッタ 5 7 の構成を示した。電気光学効果を有する光学機能材料 6 1 は、駆動回路 6 3 からの駆動電圧により結晶の配向方向が変化することを利用して、クロスニコル配置された偏光板 6 5 , 6 7 と組み合わせることで、透過 / 遮光を n s e c オーダで高速に制御できる。

【 0 0 4 9 】

この光シャッタ 5 7 を透過した光は、フォトダイオードやフォトリスタ、或いは光電管等の光電効果を利用した図 1 0 に示す光検出部 5 9 により、制御部 5 1 の制御信号を受けたタイミングで検出される。

【 0 0 5 0 】

つまり、F B G 1 , F B G 2 , F B G 3 , . . . から戻り来る回折戻り光は、光学ユニ

10

20

30

40

50

ット４７Ａのビームスプリッタ５５により、光源部４９からの入射光路から取り出され、光シャッタ５７を通じて光検出部５９で検出されるようになっている。

【００５１】

次に、光ファイバ４１Ａと形状検出部１０による光ファイバの歪検出手順について説明する。なお、ここでは、光ファイバ４１Ａの光入射端から、光源部４９、ビームスプリッタ５５、光シャッタ５７、光検出部５９までの各光路長については省略して説明する。

【００５２】

まず、制御部５１は、光源制御信号ＲＯを光源部４９に出力して光源部４９から複数の狭帯域波長のパルス光を順次出射させる。パルス光は、図１２に一例を示すように、特定のＦＢＧの無歪状態における回折格子周期に対応した波長（中心狭帯域波長） λ_i を中心に、その波長の前後に、所定の変化分 $\Delta\lambda$ を異ならせた波長（近接狭帯域波長） λ_{i-2} 、 λ_{i-1} 、 λ_{i+1} 、 λ_{i+2} の合計５種類のパルス光であり、これらが１つのＦＢＧに対応して光源部４９から順次出射される。これら複数のパルス光は、前述の図９に示すＦＢＧの歪状態に応じた波長遷移量を検出するためのパルス光であり、ＦＢＧが反射回折光を発生するいずれかのパルス光の波長から、ＦＢＧの歪状態を検出する。

【００５３】

ＦＢＧ１に対しては、中心狭帯域波長を λ_1 とし、その波長の前後に波長 λ_{1-2} 、 λ_{1-1} 、 λ_{1+1} 、 λ_{1+2} のパルス光を光源部４９から順次出射する。出射された各パルス光は、光学ユニット４７Ａのビームスプリッタ５５を通過して光ファイバ４１Ａの光入射端に照射され、光ファイバ４１Ａ内に入射光として順次導入される。

【００５４】

図１３に制御部による制御タイムチャートを示した。まず、制御部５１からの光源制御信号ＲＯをトリガとして光源部４９は波長 λ_{1-2} のパルス光を光ファイバ４１Ａに導入する。すると、光ファイバ４１Ａ内では、波長 λ_{1-2} のパルス光が、入射端から距離 $D_1/2$ の位置のＦＢＧ１に t_a （ $t_a = D_1 / (2C)$ ）の時間で到達し（ただし、 C は光速）、ここで発生した回折戻り光Ｐ１が、同じ時間 t_a で光ファイバ４１Ａの入射端に戻る。戻された回折戻り光Ｐ２は、図１０に示すビームスプリッタ５５により光シャッタ５７に導かれる。

【００５５】

そして、制御部５１は、光源制御信号ＲＯを出力してＲＯがアクティブ状態になってから、光ファイバ４１Ａのパルス光導入側からＦＢＧ１までの、パルス光片道通過時間 t_a の２倍の往復通過時間に相当する遅延時間後に、光シャッタ５７を開状態にするシャッタ制御信号ＯＣを光シャッタ５７に出力する。これにより、光シャッタ５７は、回折戻り光Ｐ２が戻り来たときに、そのタイミングでは光シャッタ５７が遮光状態から透光状態になっており、光検出部５９に回折戻り光Ｐ２が照射される。

【００５６】

そして、光検出部５９は、制御部５１から出力されるリセット制御信号ＲＳの L_o 期間で信号電荷を蓄積し、 H_i 期間で電荷リセットする制御を行い、リセット制御信号ＲＳの L_o 期間に照射された回折戻り光Ｐ２の信号電荷を選択的に検出する。

【００５７】

上記の波長 λ_{1-2} のパルス光に対する検出を終了すると、続いて、波長 λ_{1-1} のパルス光に対する検出を行う。波長 λ_{1-1} のパルス光は制御部５１からの光源制御信号ＲＯに同期して光源部４９から出射され、シャッタ制御信号ＯＣに同期して光検出部５９により検出される。このように各パルス光は、周期 t_p の間隔で順次光ファイバ４１Ａに導入されて、光検出部５９による回折戻り光の検出が繰り返し行われる。

【００５８】

図１３に示す例では、波長 λ_{1-2} 、 λ_{1-1} 、 λ_1 、 λ_{1+1} 、 λ_{1+2} の各パルス光を光ファイバ４１Ａに周期 t_p で順次導入して、各周期 t_p 毎に光検出部５９で検出する際、２回目の波長 λ_{1-1} のパルス光のみＦＢＧ１から回折戻り光Ｐ３が発生した様子を示している。光ファイバ４１Ａ内のＦＢＧ１の位置は変化しないため、それぞれのパ

10

20

30

40

50

ルス光に対する回折戻り光が光シャッタ 57、光検出部 59 に到達する時間は同一となる。図示例では、パルス光の波長が λ_1 以外では、パルス光が F B G 1 で回折することなく F B G 1 を通過するため、回折戻り光がビームスプリッタ 55 に戻ることはない。パルス光の波長が λ_1 の場合のみ、出射から $2 \tan(D_1/c)$ の時間後に回折戻り光の信号電荷が検出される。上記の場合では、F B G 1 の回折格子周期は $1/\lambda_1$ であり、基準回折格子周期 $1/\lambda_1$ から周期 $1/(\lambda_1 - \lambda)$ だけずれる歪が生じていたことがわかる。

【0059】

次に、上記の F B G 1 の歪状態の検出と同様に、光入射端から $D_2/2$ の位置にある F B G 2、 $D_3/2$ の位置にある F B G 3、・・・に対してもそれぞれ異なる波長のパルス光を光ファイバ 41 A に順次導入し、回折戻り光をそれぞれ検出する。この手順により、光ファイバ 41 A の F B G 1、F B G 2、F B G 3、・・・からそれぞれの歪状態が検出でき、光ファイバ 41 の長手方向に対する歪分布が求められる。なお、上記例では一つの F B G に対して 5 種類の波長のパルス光を用いているが、更に多種の波長のパルス光を用いることで、歪測定レンジの拡大や検出精度の向上が図れる。

【0060】

また、同様にして光ファイバ 41 B、41 C、41 D に対しても、光学ユニット 47 B、47 C、47 D により回折戻り光を検出することで、各光ファイバ 41 B、41 C、41 D の歪分布を求めることができる。

【0061】

いま、対向配置された一対の光ファイバ 41 A、41 B の歪分布が図 14 に示す状態であったとすると、それぞれの歪分布から内視鏡挿入部 19 の変形状態（内視鏡挿入部の中立線 69）が推測できる。例えば、F B G 2 の配置位置において、光ファイバ 41 A の歪 ϵ_2 が +（伸張）、光ファイバ 41 B の歪 ϵ_2 が -（圧縮）であると、F B G 2 の配置位置では、図 14 において上側に凸となる湾曲状態であることがわかり、歪値が大きい程、湾曲の曲率が大きくなる。なお、内視鏡挿入部 19 の直径方向外周側に光ファイバ 41 A、41 B をそれぞれ配置することで、内視鏡挿入部 19 の変形による歪みが大きくなり、歪の検出精度を向上できる。

【0062】

本構成例では、光ファイバを、内視鏡挿入部 19 の外周側で直径方向に対峙して一対、更にこの一対の光ファイバに対する直径方向とは直交する他の直径方向に対峙して一対、合計 4 箇所配置されており、従って、図 15 に内視鏡挿入部の湾曲状態の一例を示すように、例えば光ファイバ 41 A、41 B の対により O - X - Z 平面上の内視鏡挿入部 19 の形状がトレースでき、光ファイバ 41 C、41 D の対により O - Y - Z 平面上の内視鏡挿入部 19 の変形状態がトレースできる。

【0063】

得られた内視鏡挿入部 19 の形状情報は、図 1 に示す表示部 15 等に入力され、内視鏡挿入部 19 の形状が表示される。これにより、内視鏡 100 の術者は、体腔内に挿入された操作中の内視鏡挿入部 19 の 3 次元的な形状を把握でき、検査対象部位の特定や、内視鏡挿入部 19 の進退操作を円滑に行うことができる。

【0064】

なお、形状検出部 10 の光学系は上記例に限らず、適宜変更が可能である。例えば図 16 に示すように、4 本の光ファイバ 41 A、41 B、41 C、41 D からの回折戻り光をビームスプリッタ 55 でそれぞれ取り出した後、ハーフミラー 75 により光路を合流させて光シャッタ 57 に投入する構成としてもよい。この場合には、光シャッタ 57 と光検出部 59 が 1 系統のみ配置するだけで済み、構成を簡略化できる上、制御も簡単に行える。

【0065】

次に、内視鏡装置の他の構成例を説明する。

上記の内視鏡システム 200 においては、形状検出部 10 と接続される光ファイバ 41 A、41 B、41 C、41 D を内視鏡挿入部 19 内に設けていたが、ここでは、図 17 に

10

20

30

40

50

示すように、内視鏡挿入部 19 の長手方向に沿って連通する鉗子孔 77 に挿入される処置具 79 に設けている。この場合、硬度可変部 11 は内視鏡挿入部 19 に設けるが、鉗子孔 77 に挿入する処置具 79 に設けてもよい。処置具 79 に設ける場合は、処置具 79 が内視鏡挿入部 19 の鉗子孔 77 内で回転しないように、凹部と凸部の嵌合からなる回転防止機構を処置具 79 と鉗子孔 77 の少なくとも一部に設けておけばよい。

【0066】

内視鏡挿入部 19 には、鉗子孔 77 が図 1 に示す鉗子挿入部 39 から内視鏡先端部 35 まで形成されており、長尺状の処置具 79 が鉗子孔 77 に抜き差し自在に挿通される。そして、処置具 79 の B - B 断面を図 18 に示すように、前述と同様の光ファイバ 41A, 41B, 41C, 41D が、処置具 79 の外周側で 45 度の円周角位置で互いに直交する直径方向に 2 対配置されている。

10

【0067】

各光ファイバ 41A, 41B, 41C, 41D は、処置具 79 から延出される図示しないコネクタを介して、前述の図 10 に示す形状検出部 10、又は図 16 に示す形状検出部 10A にそれぞれ接続され、各 FBG の歪が検出されるようになっている。この構成によれば、内視鏡挿入部 19 を設計変更することなく、単純に処置具 79 を挿入するだけで内視鏡挿入部 19 の変形を検出することができる。

【0068】

以上説明した内視鏡装置によれば、光ファイバに生じる歪を、分光器による分光分析を行うことなく安価に検出でき、硬度可変領域であっても高い精度で形状検出できる。特に、光ファイバを用いた形状検出においては、内視鏡の基端側から検出された歪みを積み上げて測定するので、誤差の蓄積の影響を受けやすいが、本構成では、高精度で歪みを測定できるため、内視鏡の形状検出精度が高い。

20

【0069】

例えば、光ファイバ内の FBG から戻り来る回折戻り光を検出する際に、FBG からの回折戻り光と参照反射面からの反射光との干渉による光強度変換から FBG の位置を特定する OFDR (Optical Frequency Domain Reflectometry) 方式も使用できるが、この方式では高価な光スペクトルアナライザが必要となってしまう、また装置を煩雑化させることになる。一方、本構成の内視鏡装置によれば、高速駆動可能な光シャッタにより各 FBG からの回折戻り光を選択的に取り出す構成であるため、分光特性計測を行うことなく、安価でしかも小型化に適した構成で光ファイバに生じる歪を検出できる。更に、光ファイバ内の各 FBG の配置位置における歪量がそれぞれ確実に検出されるので、内視鏡挿入部 19 の形状を簡単な手順で正確に検出できる。

30

【0070】

また、内視鏡挿入部 19 に挿通する光ファイバは、断面上で互いに直交する直径方向にそれぞれ対峙して配置された 4 本 (二対) の構成に限らず、更に多数対の光ファイバを配置してもよく、その場合には内視鏡挿入部 19 の形状検出精度を一層向上できる。

【0071】

また、光ファイバ内の FBG の配置位置は、内視鏡挿入部 19 の硬度可変手段による硬度可変領域に対応して設定しているが、更に、内視鏡先端部ほど密に配置する構成にすれば、内視鏡先端部の FBG の配置間隔が狭くなることで、変形の検出精度が高くなり、特に形状検出に重要となる内視鏡先端部の状態をより正確に把握することができる。

40

【0072】

なお、FBG からの回折戻り光により歪を検出する際は、内視鏡挿入部 19 が体腔内に挿入されて体腔内の粘膜を介して体温付近の温度に保たれ、環境温度の変化の影響を受けにくくなり、歪検出値の温度誤差を小さく抑えられる。

【0073】

また、上記例では、内視鏡 100 を例に説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。例えば、光ファ

50

イバ内のFBGは、光ファイバ内に設けることに限らず、光ファイバとは別体の回折格子を内視鏡挿入部19内の光路途中に介装し、光ファイバと回折格子とが交互に光学接続された光ファイバの構成としてもよい。この場合、回折格子のサイズを拡大できるため、歪みの検出感度と回折光強度が向上する。また、光検出部59の光検出性能が低いものでも利用可能となる。

【0074】

また、上記説明した発明は、例えば、スコープ内視鏡、各種手術用機器等の各種医療機器に対する特定部位の形状検出、及び硬度変更を行うことにも適用可能である。

【0075】

以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

10

(1) 被検体内に挿入する長尺状の内視鏡挿入部と、該内視鏡挿入部の基端側に配置された操作部とを有する内視鏡装置であって、

前記内視鏡挿入部の長手方向に沿った複数箇所に分散して配置された硬度変更手段と、

前記内視鏡挿入部の長手方向に沿った複数箇所に配置され、前記内視鏡挿入部の形状検出に利用される歪検出センサと、を具備し、

前記硬度変更手段は、前記操作部の操作に応じて、当該硬度変更手段の配置箇所における前記内視鏡挿入部の硬度を変化させるものであり、

前記歪検出センサは、光ファイバ内に形成された回折格子からなり、前記光ファイバに導入された光のうちの特定波長の光を回折して光導入側に戻すものであり、

前記歪検出センサの配置密度は、前記硬度可変手段の配置位置に対応して変化している内視鏡装置。

20

この内視鏡装置によれば、光ファイバの回折格子が形状検出点となるため、硬度可変手段の配置された硬度可変領域に対しても形状検出点を配置でき、内視鏡挿入部の硬度可変機能と形状検出機能とを、細径化しつつ実現することができる。

【0076】

(2) (1)の内視鏡装置であって、

前記内視鏡挿入部が、前記操作部からの操作によって湾曲自在となる湾曲部を有し、

前記歪検出センサが、前記湾曲部内で他の領域よりも配置密度を高めて配置された内視鏡装置。

この内視鏡装置によれば、湾曲部が湾曲操作された際、歪検出センサの湾曲部における配置密度が他の領域よりも高いため、湾曲部の湾曲状態が高精度に検出される。

30

【0077】

(3) (1)又は(2)の内視鏡装置であって、

前記歪検出センサが、前記硬度可変手段の配置箇所内で他の領域よりも配置密度を高めて配置された内視鏡装置。

この内視鏡装置によれば、内視鏡挿入部の硬度可変手段の配置箇所内に対しても、精度を高めた形状検出が可能となる。

【0078】

(4) (1)～(3)のいずれか1つの内視鏡装置であって、

前記歪検出センサが、前記硬度可変手段の配置箇所とこれに隣接する他の硬度可変手段の配置箇所との間で、他の領域よりも配置密度を高めて配置された内視鏡装置。

40

この内視鏡装置によれば、隣接する硬度可変手段の配置箇所の間に対して、歪検出センサの配置密度を高めることにより、変形量が硬度可変手段の配置箇所より大きくなりやすい隣接間領域に対して、形状検出精度を高めることができる。これにより、曲がり強い部位ほど形状検出精度が必要となる要請に応えることができる。

【0079】

(5) (1)～(4)のいずれか1つの内視鏡装置であって、

前記歪検出センサが、互いに回折格子周期の異なる複数のファイバブラッググレーティングである内視鏡装置。

この内視鏡装置によれば、ファイバブラッググレーティングで歪を検出することで、そ

50

れぞれのファイバブラッググレーティング毎の回折光を波長毎に区別して検出することができる。

【 0 0 8 0 】

(6) (5) の内視鏡装置と、

前記光ファイバの一端側から、前記ファイバブラッググレーティングそれぞれの回折格子周期に対応した波長の入射光を導入する光源部と、

前記光ファイバに導入した入射光が前記ファイバブラッググレーティングで回折して戻り来る回折戻り光を前記入射光の光路から取り出す光路分離部と、

前記光路分離部から取り出された前記回折戻り光を検出する光検出部と、

前記光路分離部と前記光検出部との間の光路途中に配置された光シャッタと、

前記回折反射光が前記光検出部に到達するタイミングに同期して前記光シャッタを開閉駆動し、特定の前記ファイバブラッググレーティングからの回折反射光を前記光検出部により選択的に検出させ、該検出された回折戻り光の前記入射光に対する波長遷移量に基づいて前記ファイバブラッググレーティングの歪量を求める制御部と、

を備え、

前記光ファイバが、被検体内に挿入され可撓性を有する内視鏡挿入部に少なくとも一対挿通され、

前記制御部が、前記検出された歪量に基づいて前記内視鏡挿入部の形状を検出する内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、複数種の波長の入射光を光ファイバに順次導入して、ファイバブラッググレーティングから戻り来る回折戻り光を、光シャッタを介して所定のタイミングで検出することで、検出タイミングの違いから、複数のファイバブラッググレーティングそれぞれを識別しつつ、個別に歪量を検出できる。つまり、光ファイバに生じる歪を、分光器による分光分析を行うことなく安価でしかも小型化に適した構成で検出して、各光ファイバのファイバブラッググレーティングの配置位置における歪量を確実に求め、内視鏡挿入部の形状を簡単な手順で正確に検出できる。

【 0 0 8 1 】

(7) (6) の内視鏡システムであって、

前記制御部が、前記ファイバブラッググレーティングの無歪状態における基準回折格子周期に対応した回折光を発生する中心狭帯域波長と、該中心狭帯域波長の前後の他の近接狭帯域波長との複数種の狭帯域波長のパルス光を、前記光源部から異なるタイミングで前記光ファイバに順次導入させ、

前記光ファイバへの前記パルス光の導入タイミングに応じたタイミングで前記光シャッタを開閉駆動することにより、前記回折戻り光を前記光検出部により選択的に検出し、

該検出された回折戻り光に対応する前記パルス光の狭帯域波長と、前記中心狭帯域波長との差分を前記波長遷移量として求める内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、中心狭帯域波長と他の近接狭帯域波長との複数種のパルス光を光ファイバに順次導入して、それぞれ戻り来る回折戻り光に同期して光シャッタを開き回折戻り光を検出するので、複数回の検出のうちいずれかの回で回折戻り光が検出でき、検出できた回に相当する狭帯域波長と、中心狭帯域波長との差分を求めることで、反射回折光の入射光に対する波長遷移量を求めることができる。

【 0 0 8 2 】

(8) (6) 又は (7) の内視鏡システムであって、

前記制御部が、前記光源部から光出射させる光源制御信号を出力した後の、歪量の被検出対象となる前記ファイバブラッググレーティングの前記光ファイバ内における配置位置に応じた遅延時間後に、前記光シャッタを所定時間だけ開状態にするシャッタ制御信号を出力する内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、制御部が光源制御信号出力後の所定の遅延時間後にシャッタ制御信号を出力することで、それぞれ異なる位置に配置されたファイバブラッググレーティングからの回折戻り光を選択的に取り出すことができる。

【 0 0 8 3 】

(9) (6) ~ (8) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

前記光シャッタが、電気光学効果を有する光学機能材料を含んで構成された電気光学シャッタである内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、n s e c オーダの高速駆動可能な電気光学シャッタを用いることで、光ファイバ内の各ファイバブラッググレーティングを高い分解能で検出でき、歪分布の検出精度を向上できる。

【 0 0 8 4 】

(1 0) (6) ~ (9) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

複数の前記光ファイバが、それぞれ同一構成の光ファイバである内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、歪検出のための光学系を同じ仕様にでき、装置の簡略化が図れる。また、同じ位置に同じ回折格子周期のファイバブラッググレーティングが設けられるので、内視鏡挿入部の軸方向同一位置における歪を検出でき、一对の光ファイバからの内視鏡挿入部の形状検出を正確に行える。

【 0 0 8 5 】

(1 1) (6) ~ (1 0) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

前記光路分岐部、前記光シャッタ、及び前記光検出部が、複数の前記光ファイバに対してそれぞれ個別に設けられた内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、各光ファイバにそれぞれ測定光学系が設けられることで、各光ファイバの歪検出をそれぞれ同時に行うことができ、形状検出のための測定時間を短縮できる。

【 0 0 8 6 】

(1 2) (6) ~ (1 1) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

前記光ファイバが、前記内視鏡挿入部の外周側にそれぞれ配置された内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、内視鏡挿入部の変形による歪が大きく発生する外周位置で検出するため、高精度で形状の検出が行える。

【 0 0 8 7 】

(1 3) (6) ~ (1 1) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

前記内視鏡挿入部が、該内視鏡挿入部の長手方向に沿って連通する鉗子孔が内设されるときともに、前記鉗子孔に挿通された長尺状の処置具を備え、

前記光ファイバが、前記処置具の外周側にそれぞれ配置された内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、処置具に光ファイバを設けることで、内視鏡の構成を変更することなく内視鏡挿入部の形状を検出できる。

【 0 0 8 8 】

(1 4) (6) ~ (1 3) のいずれか 1 つの内視鏡システムであって、

前記制御部により検出された前記内視鏡挿入部の形状情報を表示する表示部を備えた内視鏡システム。

この内視鏡システムによれば、内視鏡挿入部の形状を検出した結果を表示部に表示することで、体腔内に挿入された操作中の内視鏡挿入部の形状を簡単かつ正確に把握でき、検査対象部位の特定や、内視鏡挿入部の進退操作を円滑に行うことができる。

【 0 0 8 9 】

(1 5) 被検体内に挿入する長尺状の挿入部と、該挿入部の基端側に配置された操作部とを有する医療機器であって、

前記挿入部の長手方向に沿った複数箇所に分散して配置された硬度変更手段と、

前記挿入部の長手方向に沿った複数箇所に配置され、前記挿入部の形状検出に利用される歪検出センサと、を具備し、

前記硬度変更手段は、前記操作部の操作に応じて、当該硬度変更手段の配置箇所における前記挿入部の硬度を変化させるものであり、

前記歪検出センサは、光ファイバ内に形成された回折格子からなり、前記光ファイバに導入された光のうちの特定波長の光を回折して光導入側に戻すものであり、

10

20

30

40

50

前記歪検出センサの配置密度は、前記硬度可変手段の配置位置に対応して変化している医療機器。

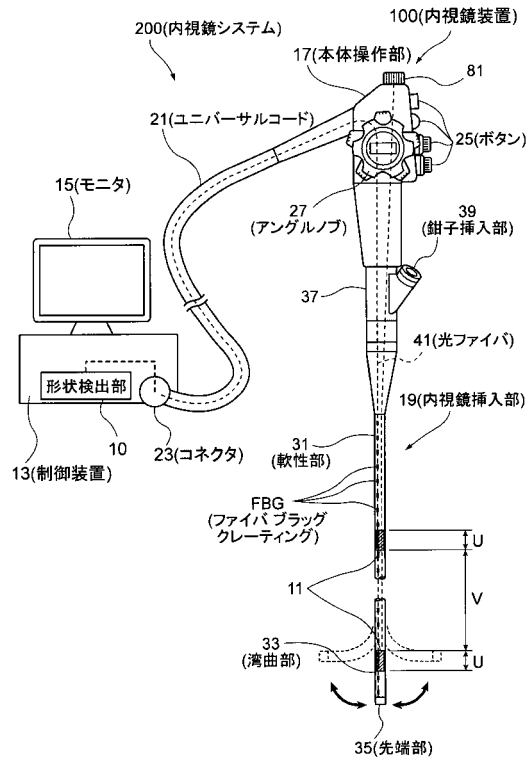
この医療機器によれば、光ファイバの回折格子が形状検出点となるため、硬度可変手段の配置された硬度可変領域に対しても形状検出点を配置でき、挿入部の硬度可変機能と形状検出機能とを、細径化しつつ実現することができる。

【符号の説明】

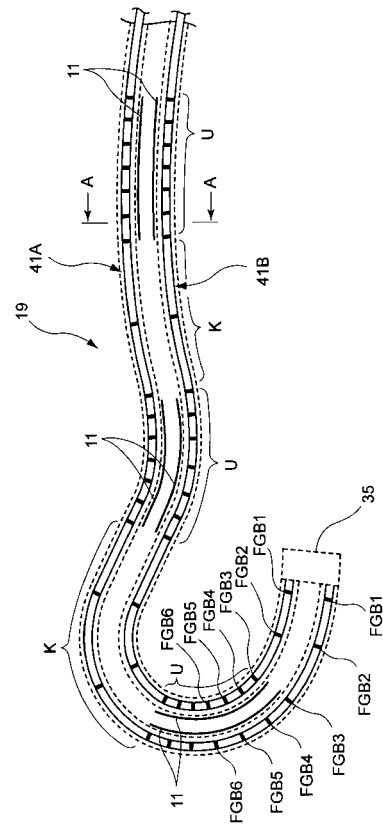
【 0 0 9 0 】

1 1	硬度可変部（硬度可変手段）	
1 0 , 1 0 A	形状検出部	
1 3	制御装置	10
1 9	内視鏡挿入部	
3 1	軟性部	
3 3	湾曲部	
3 5	内視鏡先端部	
3 9	鉗子挿入部	
4 1 , 4 1 A , 4 1 B , 4 1 C , 4 1 D	光ファイバ	
4 7 A , 4 7 B , 4 7 C , 4 7 D	光学ユニット	
4 9	光源部	
5 1	制御部	
5 3	光導入端	20
5 5	ビームスプリッタ（光路分離部）	
5 7	光シャッタ	
5 9	光検出部	
6 1	光学機能材料	
6 3	駆動回路	
6 5 , 6 7	偏光板	
7 5	ハーフミラー	
7 7	鉗子孔	
7 9	処置具	
K	硬度可変領域と隣接する他の硬度可変領域との間	30
U	硬度可変領域	
F B G	ファイバブラッググレーティング	
1 0 0	内視鏡装置	
2 0 0	内視鏡システム	

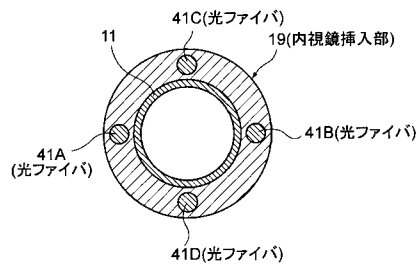
【図 1】



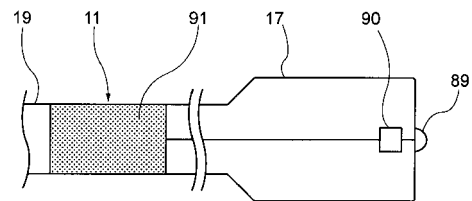
【図 2】



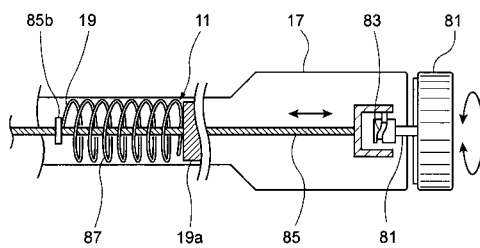
【図 3】



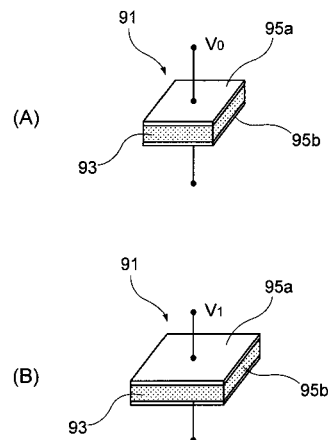
【図 5】



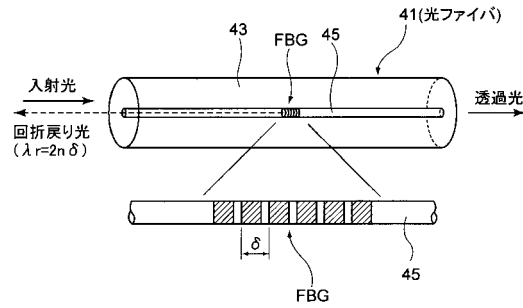
【図 4】



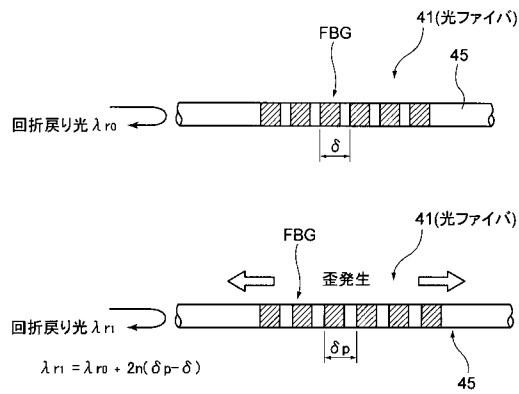
【図 6】



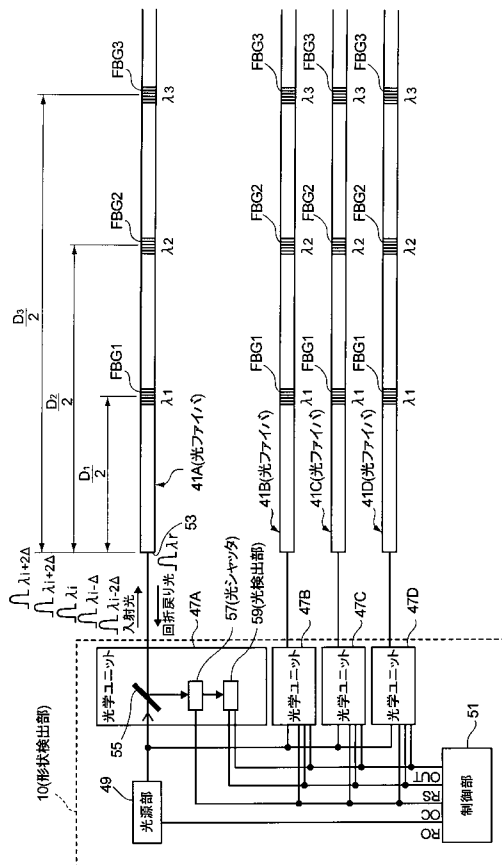
【図 7】



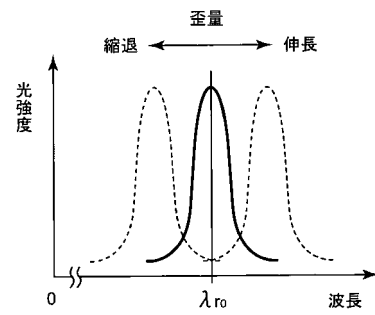
【図 8】



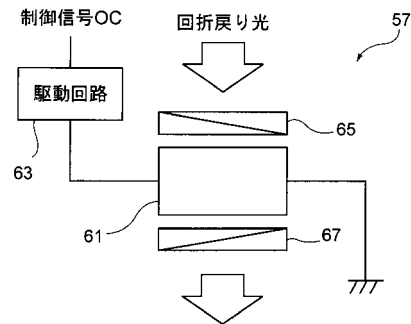
【図 10】



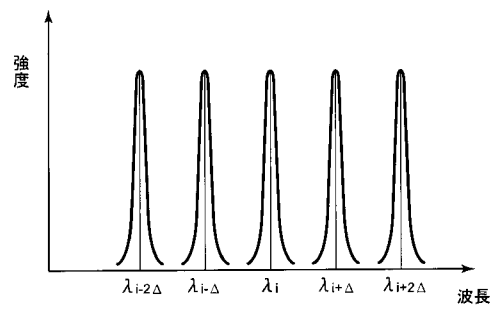
【図 9】



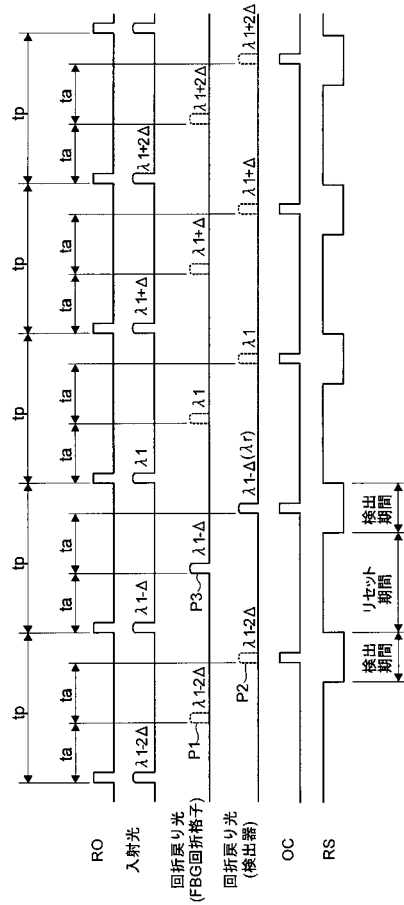
【図 11】



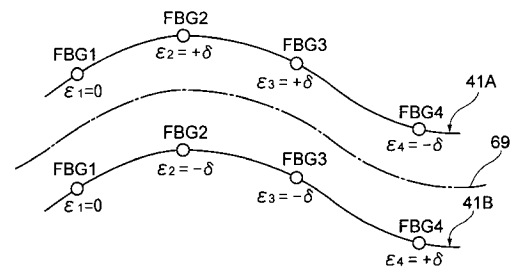
【図 12】



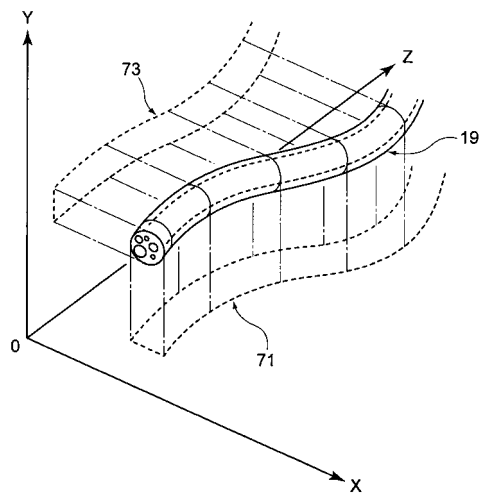
【図 13】



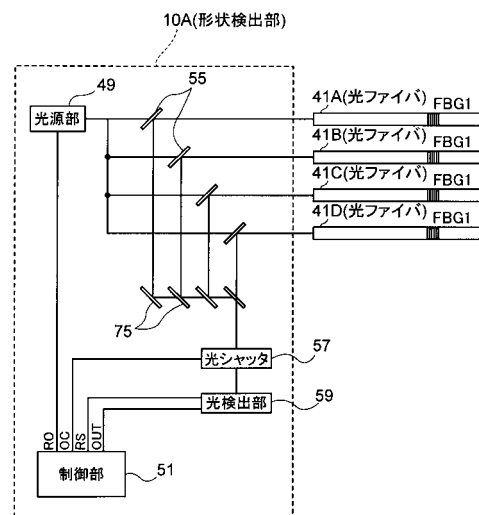
【図 14】



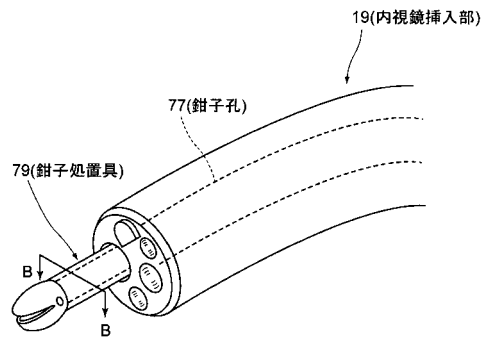
【図 15】



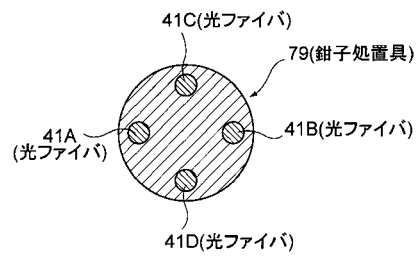
【図 16】



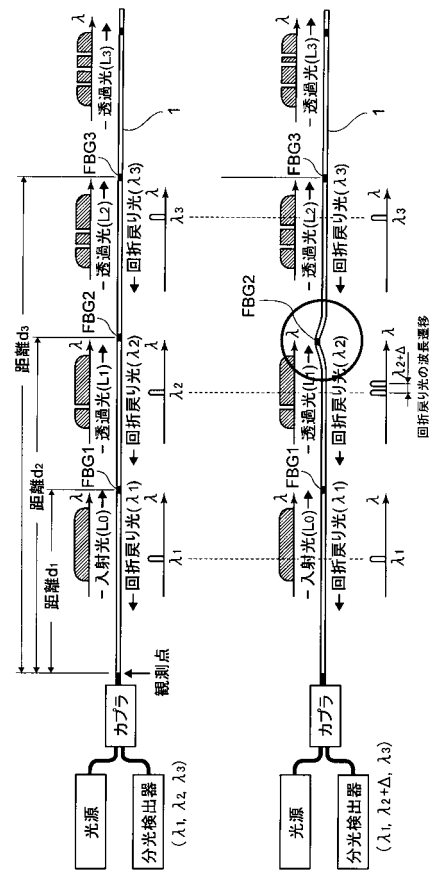
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-166860(JP,A)
特開平06-181882(JP,A)
特開2008-173395(JP,A)
特開2004-251779(JP,A)
特表2003-515104(JP,A)
特開2010-104426(JP,A)
国際公開第2006/028019(WO,A1)
特開平04-146716(JP,A)
特開2011-030735(JP,A)
特開2011-200341(JP,A)
特開2000-166854(JP,A)
特開2005-304778(JP,A)
特開2010-104427(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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

专利名称(译)	内窥镜系统		
公开(公告)号	JP5514633B2	公开(公告)日	2014-06-04
申请号	JP2010123581	申请日	2010-05-28
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	高橋保文		
发明人	▲高▼橋 保文		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00078		
FI分类号	A61B1/00.310.C A61B1/00.334.D A61B1/00.300.D A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/005.512 A61B1/018.515		
F-TERM分类号	4C061/AA03 4C061/AA04 4C061/DD03 4C061/DD06 4C061/FF29 4C061/FF43 4C061/FF50 4C061/GG01 4C061/GG15 4C061/HH32 4C061/HH51 4C061/LL03 4C161/AA03 4C161/AA04 4C161/DD03 4C161/DD06 4C161/FF29 4C161/FF43 4C161/FF50 4C161/GG01 4C161/GG15 4C161/HH32 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/LL03		
代理人(译)	长谷川弘道		
其他公开文献	JP2011245180A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

适用于廉价的和紧凑的结构，而不执行通过光谱仪的光谱分析，同时允许形状检测的内窥镜插入部，而在内窥镜插入部的直径减小，则硬度可以提供可以变化的内窥镜装置，内窥镜系统和医疗器械。和A细长的内窥镜插入部19被插入到被检体内，相对于该内窥镜装置100和主体操作单元17，多个在内窥镜插入部19的长度方向硬度改变装置11在适当的位置和排列的应变检测传感器被用于形状检测的内窥镜插入部19的。硬度改变装置根据操作单元17的操作11以改变内窥镜插入部19的硬度的硬度变化的配置位置装置11。应变检测传感器从形成于所述光纤光栅衍射，并且所引入的光的特定波长的光衍射到光纤回光导入侧进行。该应变检测传感器的配置密度根据硬度改变装置的配置位置而变化。点域1

【 図 1 】

