

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4714570号
(P4714570)

(45) 発行日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(24) 登録日 平成23年4月1日(2011.4.1)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 B

G 0 2 B 23/24 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z

G 0 2 B 23/24 A

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2005-338528 (P2005-338528)
 (22) 出願日 平成17年11月24日(2005.11.24)
 (65) 公開番号 特開2007-143600 (P2007-143600A)
 (43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)
 審査請求日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(73) 特許権者 000113263
 H O Y A 株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100090169
 弁理士 松浦 孝
 (74) 代理人 100124497
 弁理士 小倉 洋樹
 (74) 代理人 100127306
 弁理士 野中 剛
 (74) 代理人 100129746
 弁理士 虎山 滋郎
 (74) 代理人 100132045
 弁理士 坪内 伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡形状検出プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡のスコープと一体的に曲折し、前記スコープの形状を検出するために使用される内視鏡形状検出プローブであって、

互いに異なる波長成分を有する検出光を伝達する光供給用ファイバと、

前記光供給用ファイバの出射端に設けられ、互いに異なる前記波長成分を同一の反射率で反射する反射部材と、

反射された前記検出光の反射光を伝達する曲率検出用ファイバと、

前記曲率検出用ファイバに設けられ、前記反射光が有する互いに異なる前記波長成分それぞれの強度もしくは波長のいずれかを変調する光変調部とを備え、

前記光変調部による変調の前後における前記波長成分それぞれの強度もしくは波長と、前記光変調部と前記曲率検出用ファイバの出射端との距離とに基づいて、前記スコープの形状を検出可能にすることを特徴とする内視鏡形状検出プローブ。

【請求項 2】

前記光変調部が、前記反射光の一部を吸収することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項 3】

前記曲率検出用ファイバの出射端からの距離が等しい位置に複数の前記光変調部が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項 4】

10

20

前記光変調部が、１本の前記曲率検出用ファイバにおいて、前記検出光が有する前記波長成分の数と同じ数だけ設けられていることを特徴とする請求項１に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項５】

前記光変調部が、前記光供給用ファイバの出射端側ほど短い間隔で設けられていることを特徴とする請求項１に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項６】

前記曲率検出用ファイバが、前記光供給用ファイバの周囲に配置されていることを特徴とする請求項１に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項７】

前記光変調部が、前記波長成分を互いに異なるようにそれぞれ変調させることを特徴とする請求項１に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項８】

前記検出光を出射する光源と、前記光変調部によって変調された後の前記波長成分それぞれの強度もしくは波長を検出する光検出手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項１に記載の内視鏡形状検出プローブ。

【請求項９】

内視鏡のスコープの形状を検出する内視鏡形状検出システムであって、

互いに異なる波長成分を有する検出光を出射する光源と、

前記検出光を伝達する光供給用ファイバと、前記光供給用ファイバの出射端に設けられ、互いに異なる前記波長成分を同一の反射率で反射する反射部材と、反射された前記検出光の反射光を伝達する曲率検出用ファイバと、前記曲率検出用ファイバに設けられ、前記反射光が有する互いに異なる前記波長成分それぞれの強度もしくは波長のいずれかを検出する光変調部とを有し、前記スコープと一体的に曲折するファイババンドルと、

前記光変調部によって変調された後の前記波長成分それぞれの強度もしくは波長を検出する光検出手段と、

前記光変調部による変調の前後における前記波長成分それぞれの強度もしくは波長と、前記光変調部と前記曲率検出用ファイバの出射端との距離とに基づいて、前記スコープの形状を検出する形状検出装置と、

検出された前記スコープの形状を示す画像を表示する画像表示装置とを備えることを特徴とする内視鏡形状検出システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、内視鏡観察時のスコープの挿入形状を検知する、形状検出プローブに関する。

【背景技術】

【０００２】

医療用の内視鏡観察においては、スコープの先端が被写体である体内組織に接触して損傷を与えないように、体内組織の形状に応じてスコープを適切に挿入することが必要である。

【０００３】

このため、Ｘ線を被検体に透過させて生成したＸ線透視画像において、スコープの挿入形状を確認しつつ内視鏡観察を行なう内視鏡検査システムが知られている（例えば特許文献１）。また、磁性を帯びた内視鏡観察用の挿入部（スコープ）を用い、磁場の変化を検出して体内での挿入部の形状を検知する内視鏡挿入状態検出装置も知られている（例えば特許文献２）。

【０００４】

一方、側面に光吸収部を設けた光ファイバを複数本束ねた、光学式の形状検出プローブが知られている（例えば特許文献３）。

【特許文献１】特許第３３７３０５５号公報（段落〔００６１〕～〔００６８〕、図１等参照）

【特許文献２】特許第２７９３８８１号公報（第３欄第２４行目～第５欄第１７行目、図１～３等参照）

【特許文献３】米国特許第６，５６３，１０７号明細書（第１５、１６欄、FIG. １２～１５等参照）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【０００５】

X線の被曝は、許容量を超えると人体に悪影響を及ぼす恐れがある。一方、磁気を用いて挿入部の形状を検知する場合、被検体が磁気の及ぶ範囲から外れると検出できず、もしくは検出精度が低下する。

【０００６】

一方、光学式の形状検出プローブを活用して内視鏡の挿入状態を検知することが考えられるが、光ファイバが複数本束ねられているため、径の太い形状検出プローブを挿入可能な内視鏡は限られてしまう。また、径の太い内視鏡の使用は、被験者に苦痛を与える恐れがあるため、内視鏡の細径化が進んでおり、これに伴い鉗子口の径も細くなっている。従って、形状検出プローブを細径化し、使用可能な鉗子口の径に適應しない限り、内視鏡の挿入状態検知に適用できないという問題がある。

20

【０００７】

そして、細径化のため、形状検出プローブに用いる光ファイバの本数を減らした場合、内視鏡の挿入部の形状検出精度が低下する。

【０００８】

本発明は、細径化され、なおかつ形状検出精度の高い内視鏡形状検出プローブを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明のファイババンドルは、内視鏡のスコープと一体的に曲折し、スコープの形状を検出するために使用される内視鏡形状検出プローブであって、互いに異なる波長成分を有する検出光を伝達する光供給用ファイバと、光供給用ファイバの出射端に設けられ、互いに異なる波長成分を同一の反射率で反射する反射部材と、反射された検出光の反射光を伝達する曲率検出用ファイバと、曲率検出用ファイバに設けられ、反射光が有する互いに異なる波長成分それぞれの強度もしくは波長のいずれかを変調する光変調部とを備える。そして、内視鏡形状検出プローブは、光変調部による変調の前後における波長成分それぞれの強度もしくは波長と、光変調部と曲率検出用ファイバの出射端との距離に基づいて、スコープの形状を検出可能にすることを特徴とする。

30

【００１０】

光変調部は、例えば、反射光の一部を吸収する。曲率検出用ファイバにおいては、出射端からの距離が等しい位置に複数の光変調部が設けられていることが好ましい。また、光変調部は、１本の曲率検出用ファイバにおいて検出光が有する波長成分の数と同じ数だけ設けられていることが好ましい。

40

【００１１】

内視鏡形状検出プローブにおいては、例えば、光変調部が光供給用ファイバの出射端側ほど短い間隔で設けられている。また、曲率検出用ファイバは、光供給用ファイバの周囲に配置されていることが望ましい。

【００１２】

光変調部は、例えば、反射光の波長成分を互いに異なるようにそれぞれ変調させる。

【００１３】

50

内視鏡形状検出プローブは、検出光を出射する光源と、光変調部によって変調された後の波長成分それぞれの強度もしくは波長を検出する光検出手段とをさらに備えていることが好ましい。

【0014】

本発明の内視鏡形状検出システムは、内視鏡のスコープの形状を検出する内視鏡形状検出システムである。内視鏡形状検出システムは、互いに異なる波長成分を有する検出光を出射する光源と、検出光を伝達する光供給用ファイバと、光供給用ファイバの出射端に設けられ、互いに異なる波長成分を同一の反射率で反射する反射部材と、反射された検出光の反射光を伝達する曲率検出用ファイバと、曲率検出用ファイバに設けられ、反射光が有する互いに異なる波長成分それぞれの強度もしくは波長のいずれかを検出する光変調部とを有し、スコープと一体的に曲折するファイババンドルと、光変調部によって変調された後の波長成分それぞれの強度もしくは波長を検出する光検出手段と、光変調部による変調の前後における波長成分それぞれの強度もしくは波長と、光変調部と曲率検出用ファイバの出射端との距離とに基づいて、スコープの形状を検出する形状検出装置と、検出されたスコープの形状を示す画像を表示する画像表示装置とを備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、細径化され、なおかつ形状検出精度の高い内視鏡形状検出プローブを実現できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。図1は、第1の実施形態における内視鏡形状検出システムを示す図である。図2は、本実施形態における内視鏡形状検出プローブを示す図である。

【0017】

内視鏡形状検出システム50には、内視鏡形状検出プローブ10、画像処理装置60（形状検出装置）およびモニター70（画像表示装置）が設けられている。内視鏡形状検出プローブ10は、ファイババンドル20、受光モジュール30、コネクタ40を含む。ファイババンドル20は、受光モジュール30に接続され、受光モジュール30は、ケーブル32を介してコネクタ40に接続されている。

30

【0018】

内視鏡形状検出システム50は、内視鏡装置のスコープ80の先端に設けられ、被験者の体内等に挿入される挿入部82の形状を検出するために用いられる。すなわちまず、ファイババンドル20が、挿入部82と一体的に曲がるように鉗子チャンネル84からスコープ80内に挿入され、ファイババンドル20の曲率を示す信号が画像処理装置60に送られる。画像処理装置60においては、受信した信号に基づいて、ファイババンドル20の形状が検出され、検出された形状を示す画像が形成される。形成されたファイババンドル20の形状を示す画像は、図1に例示するように、モニター70上に表示される。

【0019】

ファイババンドル20の形状が検出されると、ファイババンドル20とともに曲がっている挿入部82の形状も検出されることとなる。このように、内視鏡形状検出システム50においては、ファイババンドル20の曲率に基づいて挿入部82の形状を検出する。従って、ファイババンドル20は、複数箇所において曲率の検出が可能であるように設計されている。以下に、ファイババンドル20の曲率、形状を検出する手法について説明する。

40

【0020】

図3は、ファイババンドル20の透視図である。図4は、曲率検出用ファイバに設けられた、曲率検出のための光損失部を示す図である。図5は、光損失部における曲率検出用ファイバの長手方向に垂直な断面図であり、図6は、光損失部におけるファイババンドル20の長手方向に垂直な断面図である。

50

【0021】

ファイババンドル20には、挿入部82と一体的に曲折する光ファイバであって、互いに平行に接する光供給用ファイバ21と複数の曲率検出用ファイバ22とが設けられている。光供給用ファイバ21と曲率検出用ファイバ22においては、中心部にコアが設けられ、コアの周辺にクラッドが被膜されている（いずれも図示せず）。このため、光供給用ファイバ21と曲率検出用ファイバ22においては、内部を通過する光がコアとクラッドの界面において全反射されることにより光量を実質的に損失されることなく、入射端から出射端まで伝達される。

【0022】

光供給用ファイバ21には、コネクタ40内に設けられた光源（図示せず）から出射された曲率検出のための光である検出光が入射する。検出光は、光供給用ファイバ21によってファイババンドル20の先端まで伝達される。ファイババンドル20の先端部、すなわち光供給用ファイバ21の出射端にはミラー（図示せず）が設けられており、ミラーによって反射された検出光の反射光が、曲率検出用ファイバ22に入射する。反射光は、モジュール30内の受光素子（図示せず）によって受光される。

10

【0023】

全ての曲率検出用ファイバ22の表面付近には、反射光の一部を吸収する複数の光損失部25（光変調部）が設けられている（図4参照）。光損失部25による反射光の吸収量は、後述するように、光損失部25が設けられた箇所におけるファイババンドル20の曲率に応じて異なる。このため、光損失部25を通過する前後の反射光の強度に基づいて、ファイババンドル20の曲率が算出される。

20

【0024】

この曲率演算を容易にするため、光損失部25は、例えば、曲がっておらず、直線状であるときのファイババンドル20に垂直な平面上にあって、ファイババンドル20の中心を原点Oとする座標系のX軸、Y軸と平行な直線上に一对設けられる（図4のI-I線およびII-II線による断面参照）。

【0025】

以下に、光損失部25の形成につき、説明する。まず、曲率検出用ファイバ22のクラッド27の一部を欠損させる。生じた欠損部のコア26に接する領域等において、所定の波長の光を吸収するコート材料28を塗布する（図5参照）。そしてさらに、ファイババンドル20のシース（図示せず）との接着に用いられる接着剤を欠損部に充填させ、光損失部25が形成される。

30

【0026】

こうして形成された曲率検出用ファイバ22において、コア26内を全反射して進行してきた検出光の反射光の一部は、コート材料28の層に入射する。ここで、入射した反射光の一部の波長成分が吸収された後に、反射光は曲率検出用ファイバ22外へ射出される。

【0027】

光損失部25は、先述の座標系におけるX軸に平行な直線（例えば直線 X_1 、直線 X_2 ）、もしくはY軸に平行な直線（例えばY軸と直線 Y_1 ）上に設けられることが好ましいが、図6に示されたファイババンドル20におけるいくつかの曲率検出用ファイバ22のように、光損失部25の配置はこれには限定されない。

40

【0028】

また、光損失部25は、X軸、Y軸に平行な直線上に設けられていない場合においても、後述する曲率検出の演算を容易にするため、曲率検出用ファイバ22における2つの光損失部25と、その曲率検出用ファイバ22の中心点O'とが成す角度が垂直であるように設けられていることが好ましい（図6参照）。

【0029】

なお説明の便宜上、図6においては、全ての光損失部25が同一の断面にあるように、すなわち、ファイババンドル20における同じ位置に全ての光損失部25があるように図

50

示されているが、実際には、光損失部 25 は、ファイババンドル 20 において様々な位置に配置される（図 4 等参照）。

【0030】

図 7 は、ファイババンドル 20 の中心を通り、長さ方向に延びる平面で切断したファイババンドル 20 の断面図である。図 8 は、光損失部 25 にわずかな反射光のみが入射するように曲がった状態の曲率検出用ファイバ 22 を示す図である。図 9 は、光損失部 25 に多くの反射光が入射するように曲がった状態の曲率検出用ファイバ 22 を示す図である。

【0031】

ファイババンドル 20 の表面、すなわち曲率検出用ファイバ 22 の外側は、シース 24 で覆われている。シース 24 は、ミラー 23（反射部材）が設けられたファイババンドル 20 の先端部を含め、ファイババンドル 20 の全表面を覆っていることから、検出光とその反射光が外部に漏れることが防止される。

10

【0032】

曲率検出用ファイバ 22 は、先述のように光損失部 25 においてシース 24 と接着されている他、モジュール 30 側の出射端 220、およびミラー 23 近傍の入射端 221 のいずれにおいてもシース 24 と接着されている。そして、いずれの曲率検出用ファイバ 22 も光供給用ファイバ 21 に接している（図 3、6 参照）ことから、光供給用ファイバ 21 と曲率検出用ファイバ 22 とは一体的に曲折する。

【0033】

なお、ミラー 23 による検出光の反射においては、検出光の入射領域がミラー 23 の中心部にあり、その周辺部に反射光を拡散させて各曲率検出用ファイバ 22 に均等に反射光を入射させる方が、その逆に、ミラー 23 の周辺部に入射領域があつて反射光を中心部に向かって拡散させるよりも容易である。このため、曲率検出用ファイバ 22 は、光供給用ファイバ 21 の周辺に配置されている（図 3、6 参照）。

20

【0034】

モジュール 30 側から光供給用ファイバ 21 に検出光が入射し、ミラー 23 によって検出光が反射されると、反射光 L が曲率検出用ファイバ 22 の入射端 221 に入射する。ここで例えば、光損失部 25 が曲率検出用ファイバ 22 の上方に設けられており、光損失部 25 が谷底にあるように曲率検出用ファイバ 22 が折れ曲がると、反射光 L は、光損失部 25 にほとんど入射しない（図 8 参照）。

30

【0035】

一方、光損失部 25 が曲率検出用ファイバ 22 の上方に設けられており、曲率検出用ファイバ 22 が光損失部 25 を頂点とする山形に折れ曲がると、反射光 L の大半が光損失部 25 に入射する（図 9 参照）。以上のことから、光損失部 25 が設けられた位置における曲率検出用ファイバ 22 の曲率、すなわちファイババンドル 20 の曲率は、光損失部 25 を通過した後の反射光 L の強度を検出することにより、算出可能である。

【0036】

図 10 は、本実施形態におけるモジュール 30 とコネクタ 40 のブロック図である。

【0037】

コネクタ 40 には一般回路 41 が設けられており、一般回路 41 には、電源 42 と光源 44 とが含まれる。コネクタ 40 が画像処理装置 60 に接続されると、画像処理装置 60 を介して電源 42 に電力が供給され、さらに電源 42 から光源 44 に電力が供給される。そして光源 44 は、2 つの異なる波長域を有するレーザ光を検出光として出射する。

40

【0038】

光源 44 から出射された検出光は、光供給用ファイバ 21 の入射端 211 に入射する。そして、ミラー 23 の反射によって曲率検出用ファイバ 22 に入射し、伝達された検出光の反射光 L は、曲率検出用ファイバ 22 の出射端 220 より出射される。ミラー 23 は、検出光の有する互いに異なる波長成分をいずれも同じ反射率で反射する。

【0039】

2 つの出射端 220 から出射された反射光 L は、第 1 および第 2 ダイクロイックミラー

50

33a、33bによって、それぞれ2つの波長成分に分解され、第1～第4受光素子35a～35dによって受光される。ここでは、図面を簡略化するために2本の曲率検出用ファイバ22のみが示されているが、実際には、図3、図6に示されたように、例えば6本の曲率検出用ファイバ22が用いられる。そして、曲率検出用ファイバ22の数に応じて、ダイクロイックミラー、受光素子、後述するA/Dコンバータ等の数は調整される。

【0040】

コネクタ40には、患者回路51とDC/DCコンバータ53が設けられており、DC/DCコンバータ53は、一般回路41と患者回路51とに接続されている。DC/DCコンバータ53は、絶縁型DC/DCコンバータであり、一般回路41に供給されている電力に基づいて、電氣的絶縁を維持しながら患者回路51に電力を発生させる。こうして患者回路51において生じた電力が供給されることにより、第1～第4受光素子35a～35dは駆動する。なお、安全のために、患者回路51に発生させる電力は、一般回路41に供給される電力より低くなるように調整される。

10

【0041】

第1～第4受光素子35a～35dは、例えばフォトダイオードであって、受光量を検知する。すなわち、受光した反射光Lの波長成分ごとの受光量に応じた電気信号が曲率信号として出力される。第1～第4受光素子35a～35dにおいて生成された曲率信号は、第1～第4A/Dコンバータ45a～45dにそれぞれ送られる。各曲率信号は、第1～第4A/Dコンバータ45a～45dにおいて、アナログ信号からデジタル信号に変換される。

20

【0042】

デジタル信号に変換された曲率信号は、パラレル/シリアル変換回路49に送られる。曲率信号は、パラレル/シリアル変換回路49においてパラレル信号からシリアル信号に変換される。シリアル信号に変換された曲率信号は、フォトカブラ(PC)43に送られる。曲率信号は、フォトカブラ43によってさらに一般回路41に送られた後、画像処理装置60に送られる。

【0043】

画像処理装置60においては、反射光Lの波長成分ごとの曲率信号に基づいて、各光損失部25における曲率が算出される。なおここで、1本の曲率検出用ファイバ22には一対の光損失部25が設けられており、それぞれの光欠損部に塗布されているコート材料28が吸収する光の波長は、使用される2つの検出光の波長にそれぞれ対応させるべく、互いに異なる。このため、画像処理装置60においては、光損失部25ごとに曲率検出用ファイバ22の曲率が求められる。

30

【0044】

さらに、画像処理装置60には、各光損失部25と曲率検出用ファイバ22の出射端220との距離を示す情報が予め入力されている。従って、画像処理装置60において、光損失部25の位置と、その位置におけるX方向およびY方向についての曲率とに基づいて、そのときのファイババンドル20の形状が検出される。そして、検出されたファイババンドル20の形状を示す画像信号が、画像処理装置60からモニタ70に送信され、ファイババンドル20の形状、すなわちスコープ80の挿入部82の形状がモニタ70上に表示される。

40

【0045】

なお、図7においては、曲率検出用ファイバ22の出射端220はモジュール30の表面に接するように示されているが、より正確には、曲率検出用ファイバ22の出射端220はモジュール30内にある。そして、説明の便宜上、図10においては、モジュール30の表面から2つの出射端220までの距離は異なるが、実際にはこの距離は等しく、複数の曲率検出用ファイバ22の長さはいずれも等しい。

【0046】

図11は、コネクタ40に設けられた光源の出射面を示す図である。図12は、光源44から出射された検出光の波長と強度とを示す図である。

50

【 0 0 4 7 】

光源 4 4 には、第 1 ~ 第 4 電極 5 4 ~ 5 7 が設けられている。そして、第 1、第 2 電極 5 4、5 5 からの電力供給により、第 1 発光部 5 8 から所定の波長を有する第 1 のレーザ光（検出光）が、図 1 1 の紙面上方に向かって出射される。同様に、第 3、第 4 電極 5 6、5 7 からの電力供給により、第 2 発光部 5 9 から、第 1 のレーザ光とは波長の異なる第 2 のレーザ光が出射される。なおここでは、第 1 のレーザ光の波長は 4 0 5 (nm) であり、第 2 のレーザ光の波長は 6 5 0 (nm) である（図 1 2 参照）。

【 0 0 4 8 】

図 1 3 は、ファイババンドル 2 0 の中心を通り長さ方向に延びる平面で切断した、曲がった状態のファイババンドル 2 0 の断面図である。図 1 4 は、ファイババンドル 2 0 の真直ぐな領域に設けられた光損失部 2 5 を通過したときの反射光の吸収を示す図である。図 1 5 は、ファイババンドル 2 0 の曲がった領域に設けられた光損失部 2 5 を通過したときの反射光の吸収を示す図である。

【 0 0 4 9 】

以下、2 本の曲率検出用ファイバ 2 2 a、2 2 b を例に、光源 4 4 から出射された検出光の反射光 L の吸収につき説明する。第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a には、第 1 および第 2 光損失部 2 5 a、2 5 b が、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b には、第 3 および第 4 光損失部 2 5 c、2 5 d がそれぞれ設けられている。第 1、第 3 光損失部 2 5 a、2 5 c は、第 1 のレーザ光による 4 0 5 (nm) 前後の波長成分のみを選択的に吸収し、第 2、第 4 光損失部 2 5 b、2 5 d は、第 2 のレーザ光による 6 5 0 (nm) 前後の波長成分のみを吸収する。

【 0 0 5 0 】

第 1 および第 2 のレーザ光による波長成分を有する検出光がミラー 2 3 によって反射されると、第 1 および第 2 のレーザ光による波長成分を同じ割合で含み、強度が等しい第 1 および第 2 の反射光 L_1 、 L_2 がそれぞれ第 1 および第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 a、2 2 b に入射する。以下に、図 1 4 を参照して、第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a における第 1 の反射光 L_1 の吸収につき説明する。

【 0 0 5 1 】

第 1 光損失部 2 5 a が設けられた領域においては、第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a は曲がっておらず真直ぐに伸びているため、第 1 の反射光 L_1 に含まれる 4 0 5 (nm) を中心とした波長成分の強度は低下せず、ミラー 2 3 から第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a に入射したときの強度が維持される。

【 0 0 5 2 】

次に、第 2 光損失部 2 5 b がある領域においては、第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a は曲がっているものの、その曲率の方向が、第 2 光損失部 2 5 b が検出対象とする曲率の方向と異なっているため、第 2 光損失部 2 5 b によっても 6 5 0 (nm) を中心とした波長成分は吸収されない。すなわちここでは、例えば、第 2 光損失部 2 5 b が先述の座標系（図 6 参照）における X 軸方向の曲率を検出するものであるのに対し、第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a が、Y 軸方向にのみ曲がっている。

【 0 0 5 3 】

続いて図 1 5 を参照し、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b における光の吸収につき説明する。第 3 光損失部 2 5 c が設けられた領域においては、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b は曲がっていないため、第 2 の反射光 L_2 に含まれる 4 0 5 (nm) を中心とした波長成分の強度は低下せず、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b への入射時の強度に保たれる。

【 0 0 5 4 】

一方、第 4 光損失部 2 5 d がある領域においては、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b は、第 4 光損失部 2 5 d が曲率の検出対象とする方向に曲がっている。このため、第 4 光損失部 2 5 d により、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b の曲率に応じた分だけ 6 5 0 (nm) 前後の波長成分が吸収される。

【 0 0 5 5 】

これらの図 1 3 ~ 1 5 においては、便宜上、光損失部 2 5 が曲率検出の対象としている方向にのみ、曲率検出用ファイバ 2 2 が曲がっている場合と、光損失部 2 5 が曲率検出の対象としていない方向にのみ、曲率検出用ファイバ 2 2 が曲がっている場合を示している。しかしながら、曲率検出用ファイバ 2 2 のある位置における曲率は、通常、互いに直交する X 方向の成分と Y 方向の成分とをいずれも含む。このため、曲率検出用ファイバ 2 2 の曲率は、後述するように、X 方向と Y 方向などの二方向の曲率の検出結果を総合して算出される。

【 0 0 5 6 】

このように、曲率検出用ファイバ 2 2 のある位置における二方向の曲率について演算する必要があるため、光損失部 2 5 は、例えば、図 1 3 における第 1 および第 3 光損失部 2 5 a、2 5 c もしくは第 2 および第 4 光損失部 2 5 b、2 5 d のように、曲率検出用ファイバ 2 2 における同じ位置、すなわち、曲率検出用ファイバ 2 2 の出射端 2 2 O からの距離が等しい位置に一对一ずつ設けられている。以下においては、ファイババンドル 2 0 において一对一の光損失部 2 5 が設けられた点を検出点という。

【 0 0 5 7 】

そして、第 1 ~ 第 4 光損失部 2 5 a ~ 2 5 d の配置は、図 1 3 の例示に限定されず、例えば、第 1 曲率検出用ファイバ 2 2 a において第 1 および第 2 光損失部 2 5 a、2 5 b を同じ位置に設け、第 2 曲率検出用ファイバ 2 2 b において、第 3 および第 4 光損失部 2 5 c、2 5 d を同じ位置に、なおかつ第 1、第 2 光損失部 2 5 a、2 5 b とは異なる位置に設けても良い。いずれの場合においても、モジュール 3 0 内に設けられた第 1 ~ 第 4 受光素子 3 5 a ~ 3 5 d によって、第 1 ~ 第 4 光損失部 2 5 a ~ 2 5 d のいずれによってどれだけ光が吸収され、強度が低下したかが特定可能であるため、曲率検出用ファイバ 2 2 の形状検出につき問題は生じない。

【 0 0 5 8 】

図 1 6 は、検出されたファイババンドル 2 0 の形状を例示する図である。図 1 7 は、ファイババンドル 2 0 の検出点における曲率の算出方法を示す図である。

【 0 0 5 9 】

ファイババンドル 2 0 には、第 1 ~ 第 6 検出点 $P_1 \sim P_6$ が等間隔で設けられている。以下のように、画像処理装置 6 0 においては、各検出点 $P_1 \sim P_6$ における曲率と、予め定められている曲率検出用ファイバ 2 2 の出射端 2 2 O から各検出点 $P_1 \sim P_6$ までの距離に基づいて、ファイババンドル 2 0 の形状が描画される。なお、ファイババンドル 2 0 の形状は、曲がっておらず真直ぐな状態のファイババンドル 2 0 が伸びる方向を Z 軸とし、先述の X Y 座標系における X 軸、Y 軸（図 6 参照）と Z 軸とで規定される 3 次元座標に基づいて算出される。

【 0 0 6 0 】

まず、モジュール 3 0 に最も近い、3 次元座標の原点とする第 1 検出点 P_1 における曲率が算出される。ここで、各検出点における曲率とは、ファイババンドル 2 0 が各検出点において伸びる方向の X - Y 平面に対する傾きである。従って、第 1 検出点 P_1 での曲率 θ_1 は、X 軸方向の曲率、すなわち第 1 検出点 P_1 においてファイババンドル 2 0 が伸びる方向の Y - Z 平面に対する傾きと、Y 軸方向の曲率、すなわち Y - Z 平面に対する傾きとから算出される（図 1 7 参照）。ここで先述のように、X 軸方向の曲率および Y 軸方向の曲率は、一対の光損失部 2 5 による反射光 L の吸収量に基づいて算出される。なお、図 1 7 においては、図 1 7 の紙面が X - Y 平面を示している。

【 0 0 6 1 】

第 1 検出点 P_1 と第 2 検出点 P_2 との距離 a、すなわち曲率検出用ファイバ 2 2 の出射端 2 2 O から第 1 検出点 P_1 までの距離と曲率検出用ファイバ出射端 2 2 O から第 2 検出点 P_2 までの距離との差は所定の値であり、画像処理装置 6 0 に予め入力されている。従って、曲率 θ_1 と距離 a とに基づいて、第 2 検出点 P_2 の 3 次元座標における位置が特定される。例えば、第 2 検出点 P_2 の X 座標 X_2 は、 $X_2 = a \times \cos \theta_1$ であり、Y 座標 Y_2 は、 $Y_2 = a \times \sin \theta_1$ である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

以下、第3～第6検出点 $P_3 \sim P_6$ についても同様に、3次元座標と曲率とが算出される。そして、最終的に、第1～第6検出点 $P_1 \sim P_6$ の座標位置と曲率とに基づいて、互いに隣り合う検出点同士をなめらかに結ぶファイババンドル20の形状が検出、描画される。従って、各検出点間の領域におけるファイババンドル20の形状は近似計算によることから、形状検出の精度を高めるためには、検出点、もしくは光損失部25を多く設ける必要がある。

【 0 0 6 3 】

本実施形態のファイババンドル20においては、波長域の異なる第1および第2のレーザ光が供給され、光損失部25が、これらのいずれか一方の波長成分を選択的に吸収することから、1本の曲率検出用ファイバ22において複数の光損失部25を設けることができる。このため、曲率検出用ファイバごとに1つだけ光損失部を設ける従来の形状検出プローブのファイババンドルに比べ、高い形状検出精度を保ったままでの細径化が可能である。

10

【 0 0 6 4 】

なお、本実施形態のように、各検出点間の距離が等しいと演算処理が容易であるという利点があるものの、ミラー23に近いファイババンドル20の先端20T側ほど、すなわち光供給用ファイバ21の出射端ほど、検出点同士の間隔が短くなっていても良い。これは、スコープ80の挿入部82は、挿入が容易であるように先端側ほど曲がり易く設計されていることから、ファイババンドル20において、先端20Tに近い領域ほど曲率の検出精度が高いことが好ましいからである。

20

【 0 0 6 5 】

以上のように本実施形態によれば、互いに異なる複数の波長成分を含む検出光を出射可能な光源44を設け、さらに、いずれかの波長成分のみを選択的に吸収する複数の光損失部25を曲率検出用ファイバ22に配置することにより、内視鏡形状検出プローブ10のファイババンドル20は、細径化され、なおかつ高い形状検出精度を有する。

【 0 0 6 6 】

次に、第2の実施形態について、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。図18は、第2の実施形態におけるモジュール30とコネクタ40のブロック図である。図19は、本実施形態での光損失部におけるファイババンドル20の長手方向に垂直な断面図である。

30

【 0 0 6 7 】

本実施形態においては、光源44は、4つの互いに異なる波長域を有するレーザ光を検出光として出射する。このため、モジュール30内の構造は、第1の実施形態に比べ複雑である。すなわち、1本の曲率検出用ファイバ22によって伝達された反射光Lを4つの波長成分に分解することが必要とされるため、2本の曲率検出用ファイバ22に対して、第1～第6ダイクロイックミラー33a～33f、第1～第8受光素子35a～35h、および第1～第8A/Dコンバータ45a～45hが必要とされる。

【 0 0 6 8 】

そして、4つの異なる波長成分を有するレーザ光が各曲率検出用ファイバ22に入射されることから、本実施形態では、1本の曲率検出用ファイバ22につき4つの光損失部25が設けられている(図19参照)。これは、曲率検出用ファイバ22ごとに、光源44が出射可能なレーザ光の数と同数まで光損失部25を設けることにより、ファイババンドル20の形状検出の精度を高め、また、細径化を最大限まで可能にするためである。そして各光損失部25は、第1の実施形態と同様に、各光損失部25に塗布されているコート材料28が吸収する光の波長はいずれも異なっており、4つの検出光の波長成分のうち、互いに異なるいずれか一つの波長成分のみを選択的に吸収する。従って、光損失部25ごとに曲率が算出可能である。

40

【 0 0 6 9 】

なお、図19においては、対応する図6と同様に、全ての光損失部25が同一の断面に

50

あるように示されているが、実際には、光損失部 25 は、ファイババンドル 20 において様々な位置に配置される。

【0070】

図 20 は、本実施形態における、光源 44 から出射された検出光の波長と強度とを示す図である。図 21 は、本実施形態における、ファイババンドル 20 の中心を通り長さ方向に延びる平面で切断した、曲がった状態のファイババンドル 20 の断面図である。図 22 は、本実施形態における、ファイババンドル 20 に設けられた光損失部 25 を通過したときの反射光の吸収を示す図である。

【0071】

光源 44 は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ を中心とした波長域をそれぞれ有する第 1 ~ 第 4 のレーザ光から成る検出光を出射する。そして、第 1 曲率検出用ファイバ 22 a には、第 1 ~ 第 4 光損失部 25 a ~ 25 d が、第 2 曲率検出用ファイバ 22 b には、第 5 ~ 第 8 光損失部 25 e ~ 25 h が、それぞれ設けられている（図 21 参照）。第 1、第 5 光損失部 25 a、25 e は、波長領域が λ_1 前後のレーザ光、すなわち第 1 のレーザ光による波長成分を選択的に吸収する。同様に、第 2、第 6 光損失部 25 b、25 f は第 2 のレーザ光による波長成分、第 3、第 7 光損失部 25 c、25 g は第 3 のレーザ光による波長成分、そして第 4、第 8 光損失部 25 d、25 h は第 4 のレーザ光による波長成分をそれぞれ選択的に吸収する。

【0072】

第 1 ~ 第 4 のレーザ光を同じ割合で含み、強度が等しい第 1 および第 2 の反射光 L_1 、 L_2 がそれぞれ第 1 および第 2 曲率検出用ファイバ 22 a、22 b に入射する。このとき、第 1 曲率検出用ファイバ 22 a は、第 1 ~ 第 4 光損失部 25 a ~ 25 d が設けられている領域において曲がっていない。このため、第 1 の反射光 L_1 は、入射したときの強度のまま第 1 曲率検出用ファイバ 22 a を通過する。

【0073】

一方、第 2 曲率検出用ファイバ 22 b における光の吸収につき説明する。第 5 および第 6 光損失部 25 e、25 f が設けられた領域においては第 2 曲率検出用ファイバ 22 b が真直ぐであるため、これらの光損失部によって吸収可能な波長 λ_1 、 λ_2 を中心とした波長成分は吸収されない。

【0074】

しかし、第 7 および第 8 光損失部 25 g、25 h が設けられた領域において、第 2 曲率検出用ファイバ 22 b は曲がっている。ここでは、第 2 曲率検出用ファイバ 22 b は、第 7 光損失部 25 g が曲率の検出対象とする方向に曲がっている。このため、第 7 光損失部 25 g によって波長 λ_3 を有する第 3 のレーザ光が吸収される（図 22 参照）。そして、第 7 光損失部 25 g と対を成し、同じ光検出点を形成する第 8 光損失部 25 h は、第 7 光損失部 25 g の検出対象とする方向に直交する方向の曲率を検出するためのものであるため、図示するような曲率によっては、第 4 のレーザ光を吸収しない。

【0075】

以上のように本実施形態によれば、第 1 の実施形態よりも多い 4 つの互いに異なる波長成分を有するレーザ光を出射可能な光源 44 を用いることにより、曲率検出用ファイバ 22 に設けることのできる光損失部および光検出点の数が増す。すなわち、1 本の曲率検出用ファイバ 22 において 4 つの光損失部 25、2 箇所の光検出点を設けることができる。よって、第 1 の実施形態における内視鏡形状検出プローブ 10、ファイババンドル 20 よりもさらに精度の高い形状検出が可能である。

【0076】

また、本実施形態によれば、さらなる細径化も可能である。例えば、第 1 の実施形態と同程度の検出精度を得るべく 6 箇所の光検出点をファイババンドル 20 全体で設ける場合には、それぞれ 2 箇所の光検出点を有する 3 本の曲率検出用ファイバ 22 のみが必要となり、ファイババンドル 20 の径をより小さくできる。

【0077】

10

20

30

40

50

内視鏡形状検出プローブ10、およびファイババンドル20等の構成は、いずれの実施形態にも限定されない。例えば、3つの異なる波長成分を含む検出光を出射可能な光源44を設け、検出光のいずれかの波長成分を選択的に吸収する3つの光損失部25を有する曲率検出用ファイバ22cを使用しても良い(第1および第2の実施形態における曲率検出用ファイバ22の断面とともに曲率検出用ファイバ22cの断面を示す図23参照)。

【0078】

また、例えば、特定の波長域の光を吸収するコート材料28を用いた光損失部25の代わりに、光源44が出射する検出光に含まれる波長成分のいずれか1つを選択的に吸収し、吸収前の波長成分とは異なる波長成分の光を放出する物質で形成される光変調部を用いても良い。この場合、1本の曲率検出用ファイバ22において、光変調部は、検出光に含まれる波長成分の数と同じ数だけ設けられ、互いに異なる波長成分のいずれかを選択的に吸収し、互いに異なる波長成分から成る反射光を放出する。

【0079】

このような物質として、例えば、吸収した光よりも長い波長の光を放出する蛍光物質が使用可能である。この場合、光検出点における曲率は、光変調部を通過した後の反射光Lの波長域がどれだけ変化したかによって検出される。

【0080】

さらに、光源44の代わりに、フィルタ等を用いて互いに重ならない波長域を有する光を出射する光源装置を用いても良い。また、波長合成により異なる波長域の光を出射する白色光源であっても良い。

【0081】

光損失部25は、検出精度の向上とファイババンドル20の細径化とを最大限可能にするため、1本の曲率検出用ファイバ22においては、光源44が出射する検出光の数と同じ数まで設けられることが好ましいが、検出光の数より少なくても良い。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】第1の実施形態における内視鏡形状検出システムを示す図である。

【図2】第1の実施形態における内視鏡形状検出プローブを示す図である。

【図3】ファイババンドルの透視図である。

【図4】曲率検出用ファイバに設けられた、曲率検出のための光損失部を示す図である。

【図5】光損失部における曲率検出用ファイバの長手方向に垂直な断面図である。

【図6】光損失部におけるファイババンドルの長手方向に垂直な断面図である。

【図7】ファイババンドルの中心を通り、長さ方向に延びる平面で切断したファイババンドルの断面図である。

【図8】光損失部にわずかな反射光のみが入射するように曲がった状態の曲率検出用ファイバを示す図である。

【図9】光損失部に多くの反射光が入射するように曲がった状態の曲率検出用ファイバを示す図である。

【図10】第1の実施形態におけるモジュールとコネクタのブロック図である。

【図11】コネクタに設けられた光源の出射面を示す図である。

【図12】光源から出射された検出光の波長と強度とを示す図である。

【図13】ファイババンドルの中心を通り長さ方向に延びる平面で切断した、曲がった状態のファイババンドルの断面図である。

【図14】ファイババンドルの真直ぐな領域に設けられた光損失部を通過したときの反射光の吸収を示す図である。

【図15】ファイババンドルの曲がった領域に設けられた光損失部を通過したときの反射光の吸収を示す図である。

【図16】検出されたファイババンドルの形状を例示する図である。

【図17】ファイババンドルの検出点における曲率の算出方法を示す図である。

【図18】第2の実施形態におけるモジュールとコネクタのブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 19】第 2 の実施形態での光損失部におけるファイババンドルの長手方向に垂直な断面図である

【図 20】第 2 の実施形態における、光源から出射された検出光の波長と強度とを示す図である。

【図 21】第 2 の実施形態における、ファイババンドルの中心を通り長さ方向に延びる平面で切断した、曲がった状態のファイババンドルの断面図である。

【図 22】第 2 の実施形態における、ファイババンドルに設けられた光損失部を通過したときの反射光の吸収を示す図である。

【図 23】第 1 および第 2 の実施形態における曲率検出用ファイバの断面とともに 3 つの光損失部を有する曲率検出用ファイバの断面を示す図である。

10

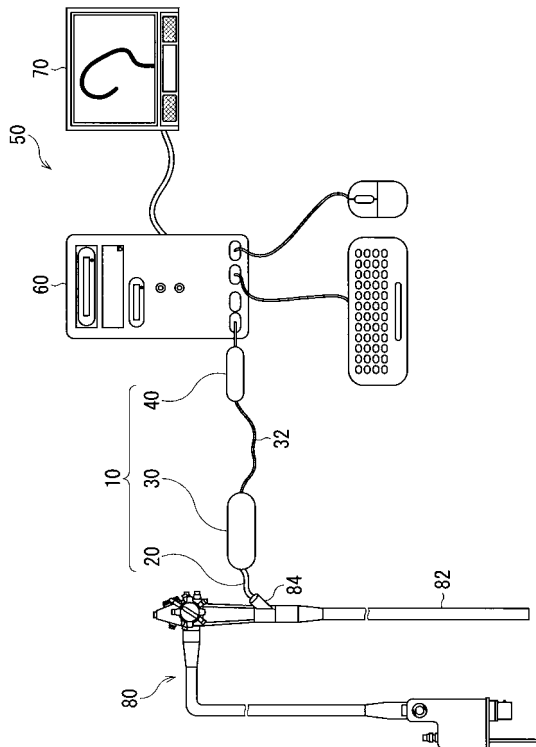
【符号の説明】

【0083】

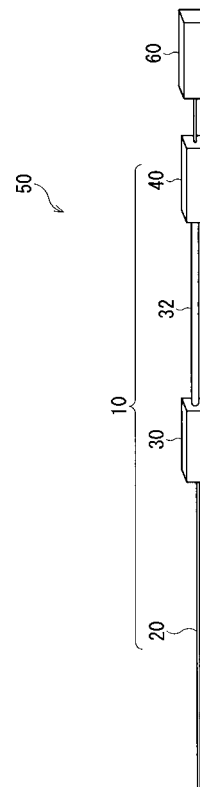
- 10 内視鏡形状検出プローブ
- 20 ファイババンドル
- 21 光供給用ファイバ
- 22 曲率検出用ファイバ
- 23 ミラー（反射部材）
- 25 光損失部（光変調部）
- 35 a ~ 35 d 第 1 ~ 第 4 受光素子（光検出手段）
- 44 光源
- 50 内視鏡形状検出システム
- 60 画像処理装置（形状検出装置）
- 70 モニタ（画像表示装置）

20

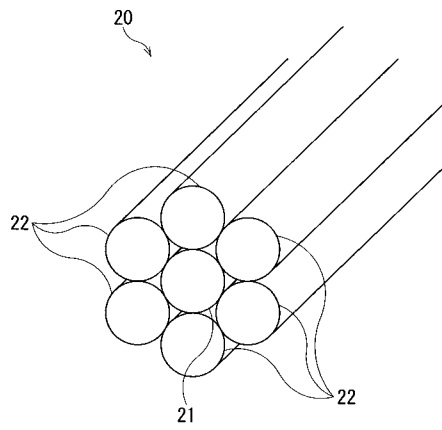
【図 1】



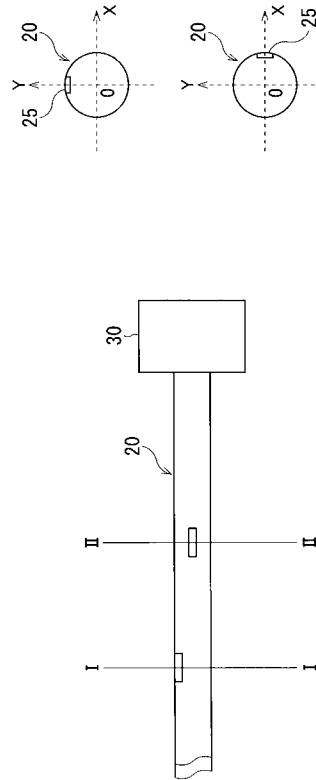
【図 2】



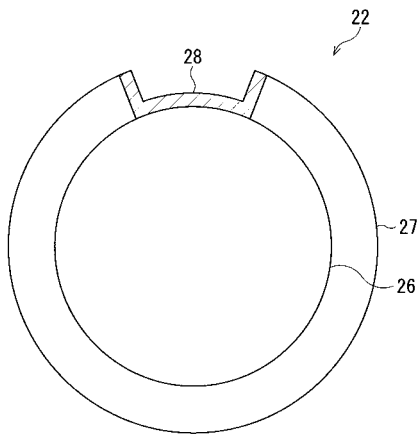
【図 3】



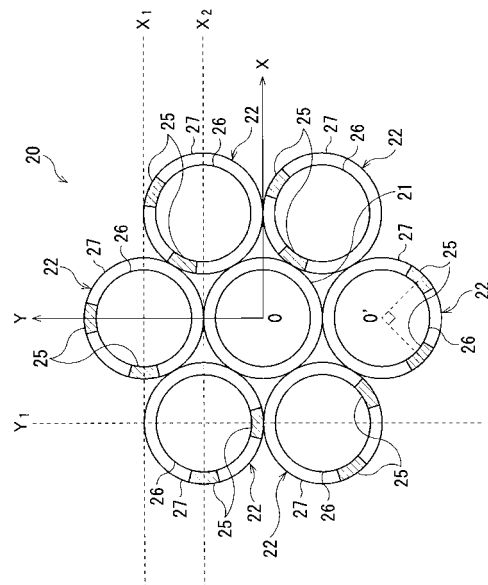
【図 4】



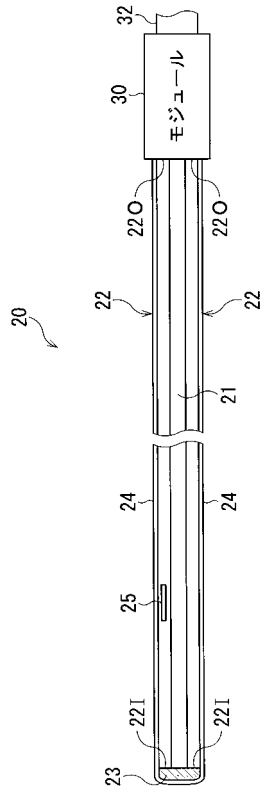
【図 5】



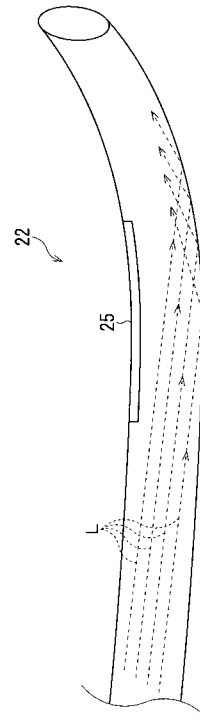
【図 6】



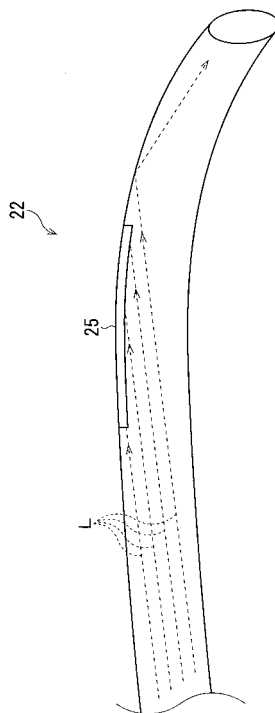
【図 7】



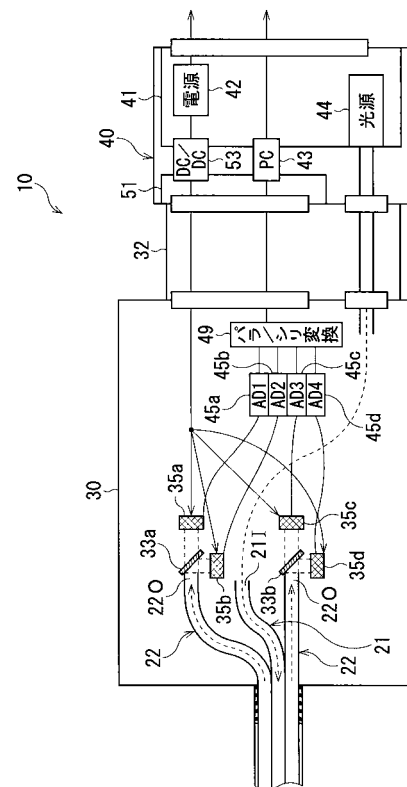
【図 8】



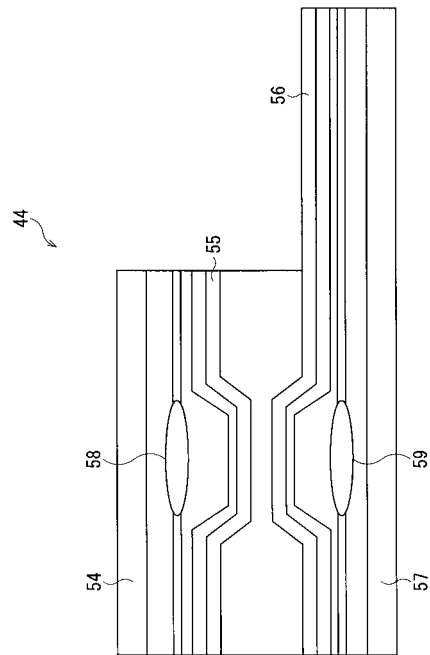
【図 9】



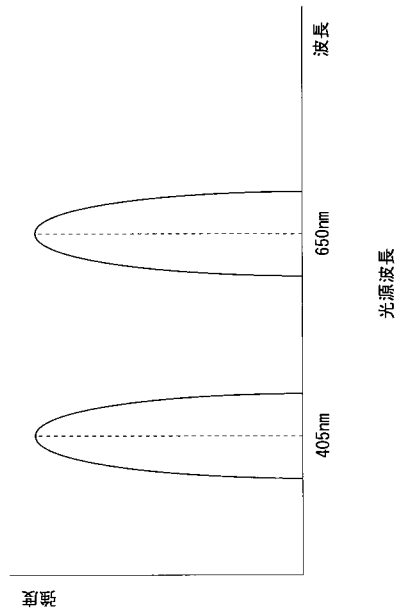
【図 10】



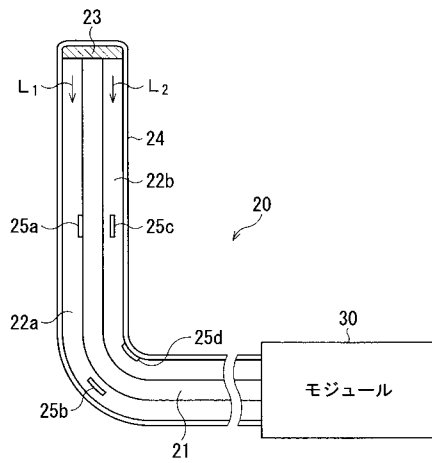
【図 1 1】



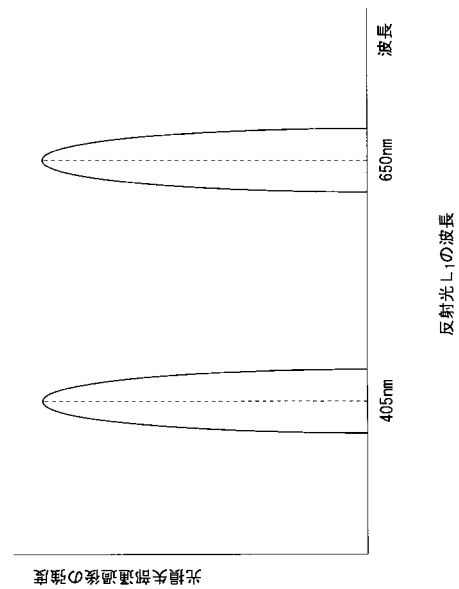
【図 1 2】



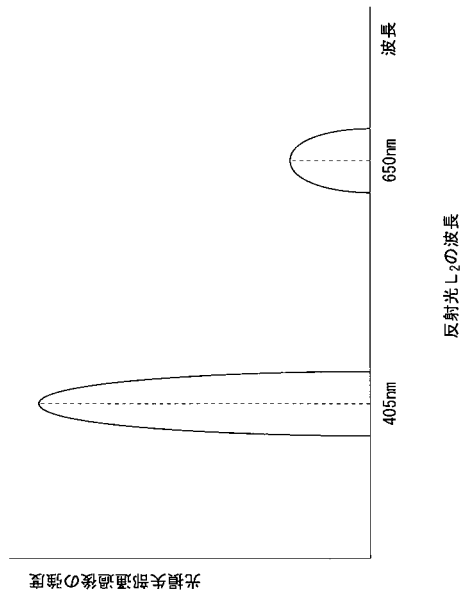
【図 1 3】



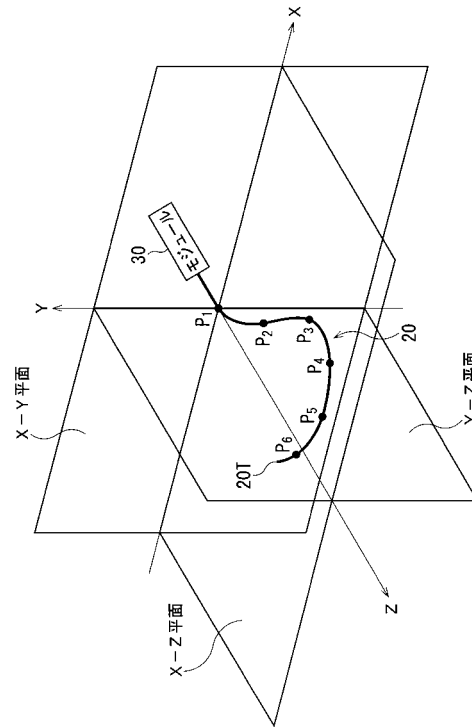
【図 1 4】



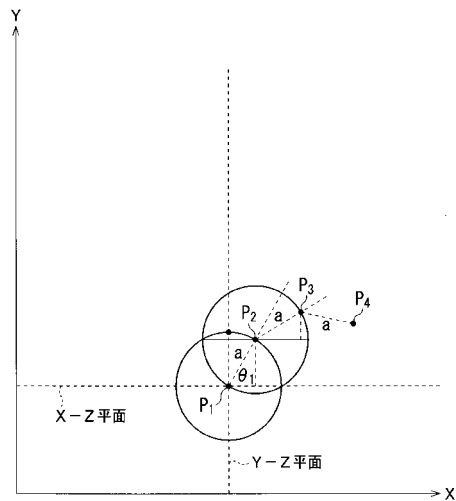
【 図 1 5 】



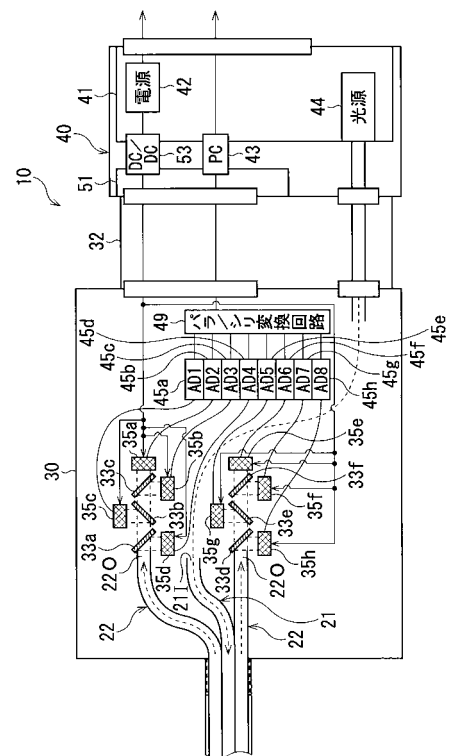
【 図 1 6 】



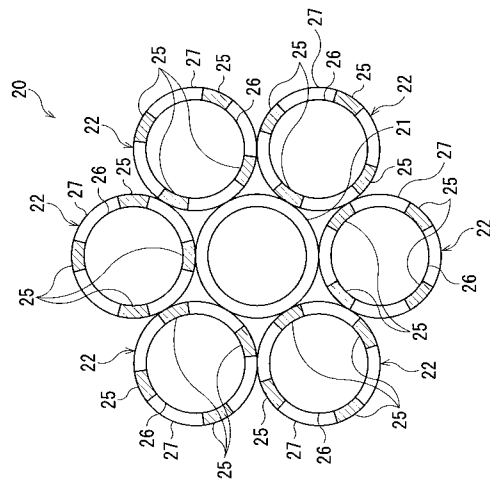
【 図 1 7 】



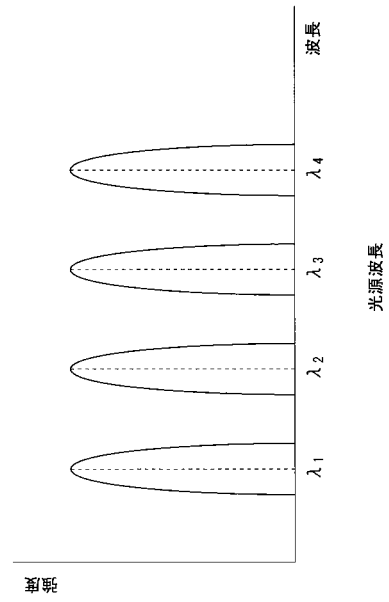
【 図 1 8 】



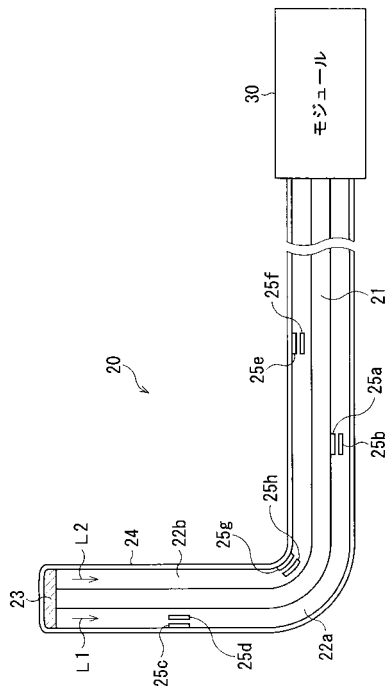
【図 19】



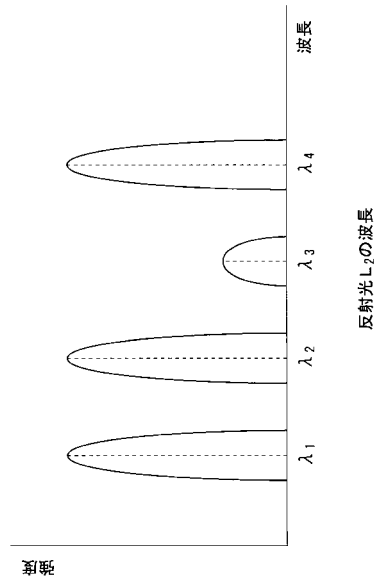
【図 20】



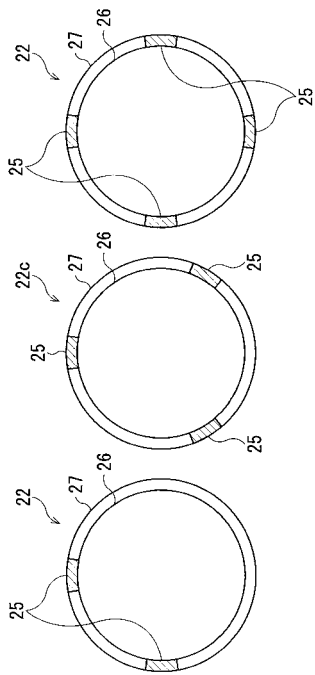
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 将太郎
東京都板橋区前野町2丁目3番9号 ペンタックス株式会社内

審査官 井上 香緒梨

(56)参考文献 特表2004-517331(JP,A)
特開2004-251779(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 1/00
G02B 23/24
G01B 11/00
A61B 5/06

专利名称(译)	内窥镜形状检测探头		
公开(公告)号	JP4714570B2	公开(公告)日	2011-06-29
申请号	JP2005338528	申请日	2005-11-24
[标]申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	宾得株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	小林将太郎		
发明人	小林 将太郎		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	A61B5/065		
FI分类号	A61B1/00.300.B A61B1/00.320.Z G02B23/24.A A61B1/00.552 A61B1/00.650 A61B1/01		
F-TERM分类号	2H040/DA51 4C061/GG11 4C061/HH51 4C061/JJ17 4C161/GG11 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/JJ17		
代理人(译)	松浦 孝 野刚		
其他公开文献	JP2007143600A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：实现内径形状检测探头，其直径做得更薄，并且具有高的形状检测精度。ŽSOLUTION：包括相同强度的多个不同波长分量的第一和第二反射光L L_1和L_2；入射到光纤22a和22b上，用于第一和第二曲率检测。用于第一曲率检测的光纤22a保持第二光学损耗部分25b不在能够吸收第一反射光L L_1的方向上弯曲，因此，第一反射光L L_1不被第二光学损耗部分25b吸收。同时，用于第二曲率检测的光纤22b保持第四光学损耗部分25d在能够吸收第四光学损耗部分25d的区域中的第二反射光L L_2的方向上弯曲。因此，第二反射光L L_2的波长分量中的任一个被第四光学损耗部分25d响应于曲率的部分吸收。根据通过每个光学损耗部分的各个前后波长分量的强度，检测纤维束20的曲率，以及与纤维束20一体化的内窥镜的范围的形状。Ž

