

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-143600  
(P2007-143600A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
A 61 B 1/00 G 02 B 23/24	(2006.01) (2006.01)	A 61 B 1/00 A 61 B 1/00 G 02 B 23/24 300 B 320 Z A 2 H 04 O 4 C 06 I

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-338528 (P2005-338528)	(71) 出願人 000000527 ペンタックス株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(22) 出願日	平成17年11月24日 (2005.11.24)	(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

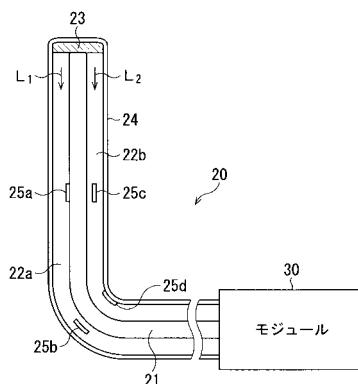
(54) 【発明の名称】内視鏡形状検出プローブ

## (57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】複数の異なる波長成分を同じ強度で含む第1、第2の反射光 $L_1$ 、 $L_2$ が、第1、第2曲率検出用ファイバ22a、22bに入射する。第1曲率検出用ファイバ22aは、第2光損失部25bが第1の反射光 $L_1$ を吸收可能な方向に曲がっていないため、第1の反射光 $L_1$ は、第2光損失部25bによって吸収されない。一方、第2曲率検出用ファイバ22bは、第4光損失部25dが設けられた領域において、第4光損失部25dが第2の反射光 $L_2$ を吸収可能な方向に曲がっているため、第2の反射光 $L_2$ のいずれかの波長成分が、第4光損失部25dにより、曲率に応じた分だけ吸収される。各光損失部を通過する前後の各波長成分の強度に基づき、ファイババンドル20の曲率と、ファイババンドル20と一体的な内視鏡スコープの形状とが検出される。

【選択図】図13



**【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】**

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変調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

10

20

30

40

50

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、側面に光吸收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】

【0005】

X線の被爆は、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応しない限り、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。

【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

10

20

30

40

50

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。

#### 【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。

#### 【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】

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変調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。

#### 【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。

#### 【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。

10

20

30

40

50

## 【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。

## 【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。

## 【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が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。

## 【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。

## 【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対設けられる（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

10

20

30

40

50

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。

#### 【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。10

#### 【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）。20

#### 【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。30

#### 【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。30

#### 【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っ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）。40

#### 【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）。50

## 【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。

## 【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21I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22O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22O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、電気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。

## 【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。

## 【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、フォトカプラ(PC)43に送られる。曲率信号は、フォトカプラ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2

10

20

30

40

50

8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。

#### 【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。10

#### 【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。20

#### 【0047】

光源44には、第1～第4電極54～57が設けられている。そして、第1、第2電極54、55からの電力供給により、第1発光部58から所定の波長を有する第1のレーザ光(検出光)が、図11の紙面上方に向かって出射される。同様に、第3、第4電極56、57からの電力供給により、第2発光部59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405(nm)であり、第2のレーザ光の波長は650(nm)である(図12参照)。30

#### 【0048】

図13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、曲がった状態のファイババンドル20の断面図である。図14は、ファイババンドル20の真直ぐな領域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。図15は、ファイババンドル20の曲がった領域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。30

#### 【0049】

以下、2本の曲率検出用ファイバ22a、22bを例に、光源44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22aには、第1および第2光損失部25a、25bが、第2曲率検出用ファイバ22bには、第3および第4光損失部25c、25dがそれぞれ設けられている。第1、第3光損失部25a、25cは、第1のレーザ光による405(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25b、25dは、第2のレーザ光による650(nm)前後の波長成分のみを吸収する。40

#### 【0050】

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23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<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>がそれぞれ第1および第2曲率検出用ファイバ22a、22bに入射する。以下に、図14を参照して、第1曲率検出用ファイバ22aにおける第1の反射光L<sub>1</sub>の吸収につき説明する。

#### 【0051】

第1光損失部25aが設けられた領域においては、第1曲率検出用ファイバ22a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<sub>1</sub>に含まれる405(nm)を中心

心とした波長成分の強度は低下せず、ミラー23から第1曲率検出用ファイバ22aに入射したときの強度が維持される。

#### 【0052】

次に、第2光損失部25bがある領域においては、第1曲率検出用ファイバ22aは曲がっているものの、その曲率の方向が、第2光損失部25b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25bによっても650(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25b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22aが、Y軸方向にのみ曲がっている。

#### 【0053】

続いて図15を参照し、第2曲率検出用ファイバ22bにおける光の吸収につき説明する。第3光損失部25cが設けられた領域においては、第2曲率検出用ファイバ22bは曲がっていないため、第2の反射光L<sub>2</sub>に含まれる405(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22bへの入射時の強度に保たれる。

#### 【0054】

一方、第4光損失部25dがある領域においては、第2曲率検出用ファイバ22bは、第4光損失部25d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25dにより、第2曲率検出用ファイバ22bの曲率に応じた分だけ650(nm)前後の波長成分が吸収される。

#### 【0055】

これらの図13～15においては、便宜上、光損失部25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22が曲がっている場合と、光損失部25が曲率検出の対象としてない方向にのみ、曲率検出用ファイバ22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22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22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。

#### 【0056】

このように、曲率検出用ファイバ22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25は、例えば、図13における第1および第3光損失部25a、25cもしくは第2および第4光損失部25b、25dのように、曲率検出用ファイバ22における同じ位置、すなわち、曲率検出用ファイバ22の出射端220からの距離が等しい位置に一対ずつ設けられている。以下においては、ファイババンドル20において一対の光損失部25が設けられた点を検出点という。

#### 【0057】

そして、第1～第4光損失部25a～25dの配置は、図13の例示に限定されず、例えば、第1曲率検出用ファイバ22aにおいて第1および第2光損失部25a、25bを同じ位置に設け、第2曲率検出用ファイバ22bにおいて、第3および第4光損失部25c、25dを同じ位置に、なおかつ第1、第2光損失部25a、25b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30内に設けられた第1～第4受光素子35a～35dによって、第1～第4光損失部25a～25d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22の形状検出につき問題は生じない。

#### 【0058】

図16は、検出されたファイババンドル20の形状を例示する図である。図17は、ファイババンドル20の検出点における曲率の算出方法を示す図である。

#### 【0059】

ファイババンドル20には、第1～第6検出点P<sub>1</sub>～P<sub>6</sub>が等間隔で設けられている。以下のように、画像処理装置60においては、各検出点P<sub>1</sub>～P<sub>6</sub>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22の出射端220から各検出点P<sub>1</sub>～P<sub>6</sub>までの距離に基

10

20

30

40

50

づいて、ファイババンドル 20 の形状が描画される。なお、ファイババンドル 20 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 20 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 30 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 20 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

$\kappa_1$  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 20 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 17 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 25 による反射光 L の吸収量に基づいて算出される。なお、図 17 においては、図 17 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 22 の出射端 220 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 220 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 60 に予め入力されている。従って、曲率  $\kappa_1$  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、 $X_2 = a \times \cos \kappa_1$  であり、Y 座標  $Y_2$  は、 $Y_2 = a \times \sin \kappa_1$  である。

#### 【 0 0 6 2 】

以下、第 3 ~ 第 6 検出点  $P_3$  ~  $P_6$  についても同様に、3 次元座標と曲率  $\kappa_i$  とが算出される。そして、最終的に、第 1 ~ 第 6 検出点  $P_1$  ~  $P_6$  の座標位置と曲率  $\kappa_i$  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ところから、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での細径化が可能である。

#### 【 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。

#### 【 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。

#### 【0067】

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。

#### 【0068】

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。

#### 【0069】

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<sub>1</sub>～<sub>4</sub>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22aには、第1～第4光損失部25a～25dが、第2曲率検出用ファイバ22bには、第5～第8光損失部25e～25hが、それぞれ設けられている（図21参照）。第1、第5光損失部25a、25eは、波長領域が<sub>1</sub>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25b、25fは第2のレーザ光による波長成分、第3、第7光損失部25c、25g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25d、25h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のレーザ光と同じ割合で含み、強度が等しい第1および第2の反射光L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>がそれぞれ第1および第2曲率検出用ファイバ22a、22bに入射する。このとき、第1曲率検出用ファイバ22aは、第1～第4光損失部25a～25d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<sub>1</sub>は、入射したときの強度のまま第1曲率検出用ファイバ22aを通過する。

#### 【0073】

一方、第2曲率検出用ファイバ22bにおける光の吸収について説明する。第5および第6光損失部25e、25fが設けられた領域においては第2曲率検出用ファイバ22bが直ぐであるため、これらの光損失部によって吸収可能な波長<sub>1</sub>、<sub>2</sub>を中心とした波長成分は吸収されない。

#### 【0074】

10

20

30

40

50

しかし、第7および第8光損失部25g、25hが設けられた領域において、第2曲率検出用ファイバ22bは曲がっている。ここでは、第2曲率検出用ファイバ22bは、第7光損失部25g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25gによって波長<sub>3</sub>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25gと対を成し、同じ光検出点を形成する第8光損失部25hは、第7光損失部25g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】

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。

10

20

30

40

50

【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。

【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。

#### 【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

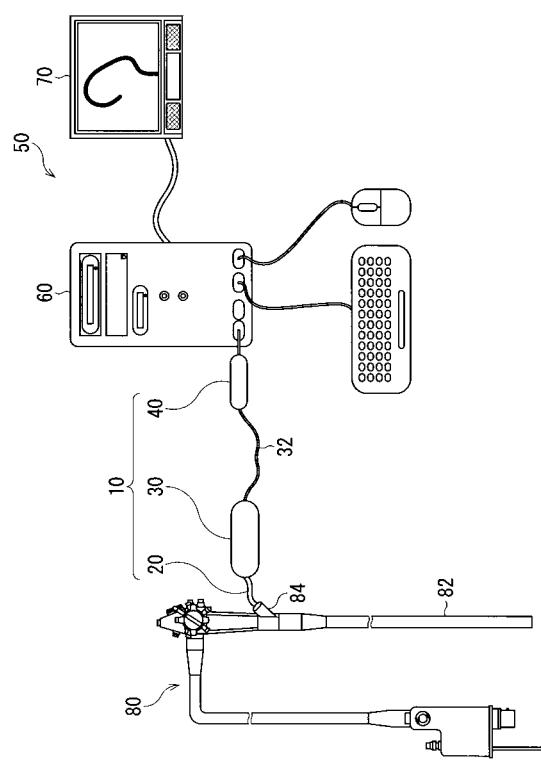
40

50 内視鏡形状検出システム

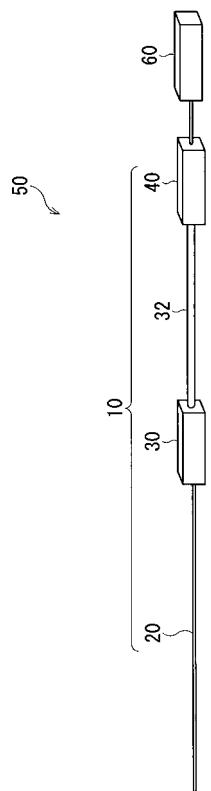
60 画像処理装置(形状検出装置)

70 モニタ(画像表示装置)

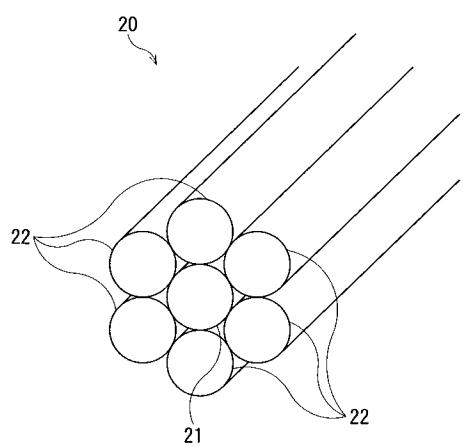
【図1】



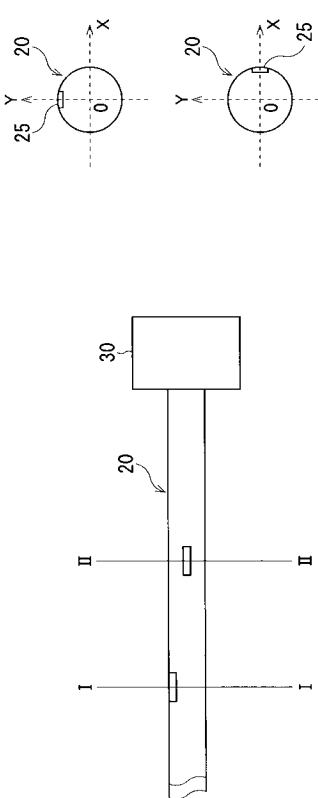
【図2】



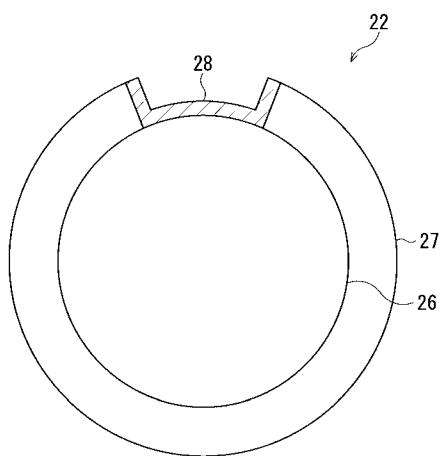
【図3】



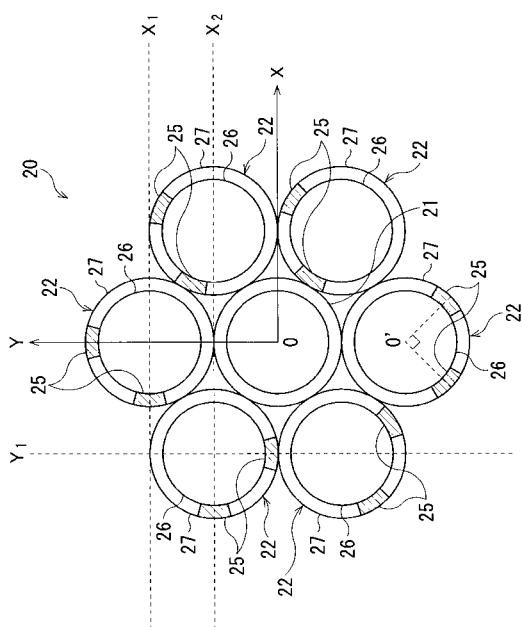
【図4】



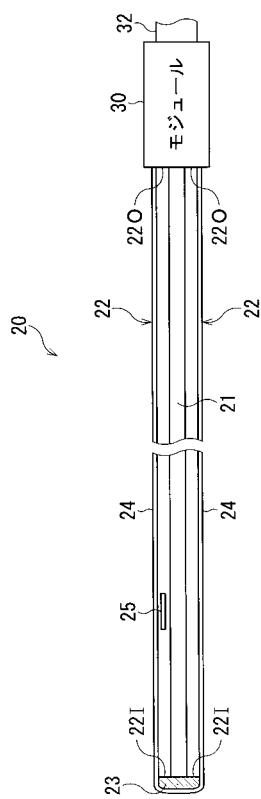
【図5】



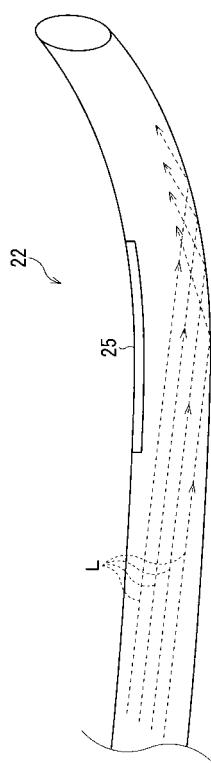
【図6】



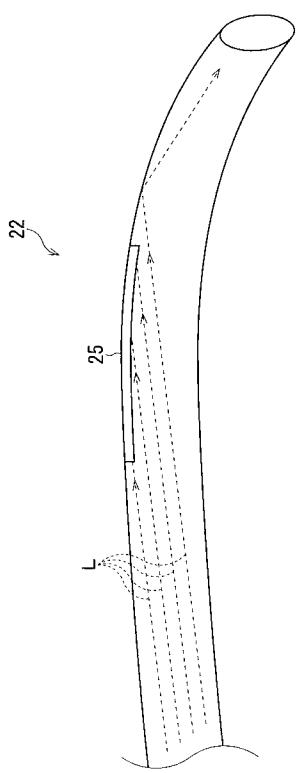
【図7】



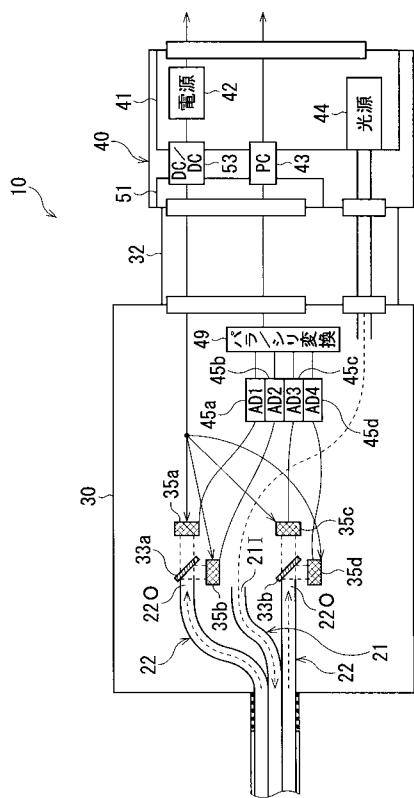
【図8】



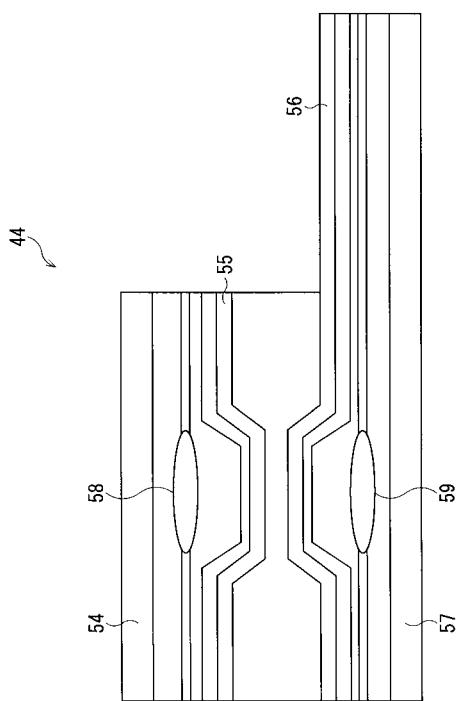
【図9】



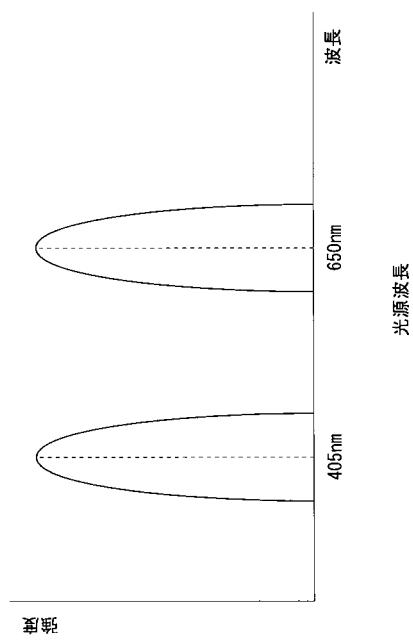
【図10】



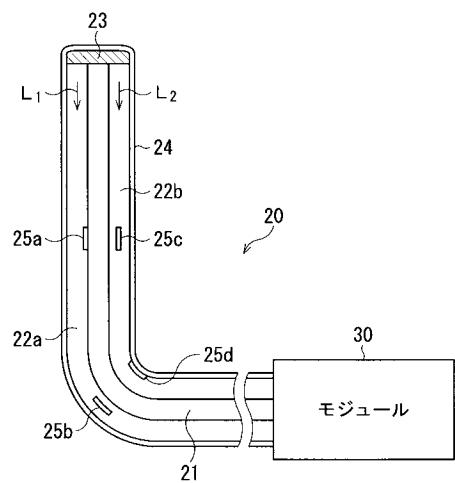
【図11】



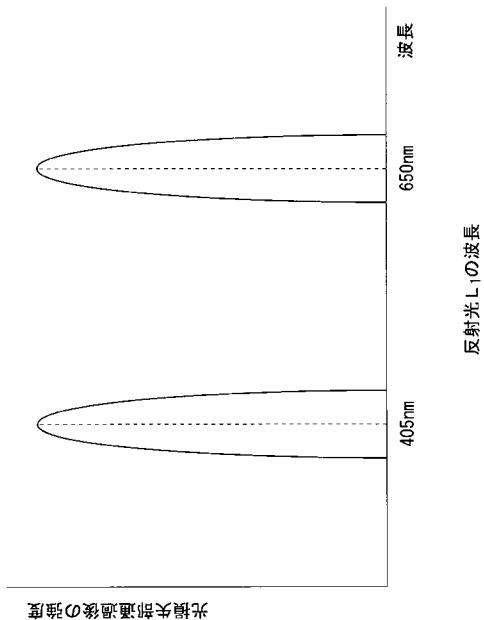
【図12】



【図13】

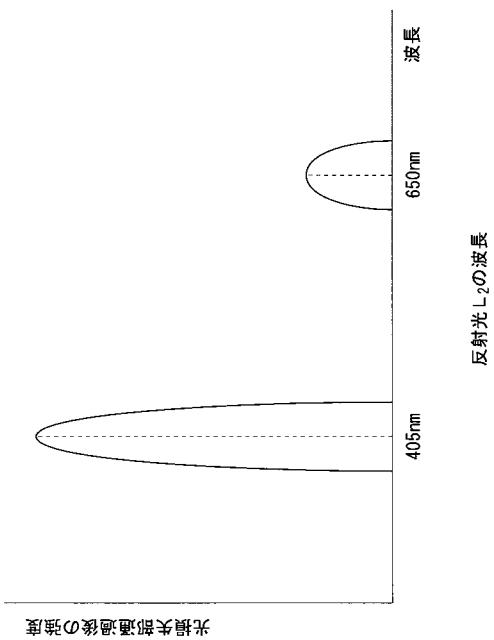


【図14】

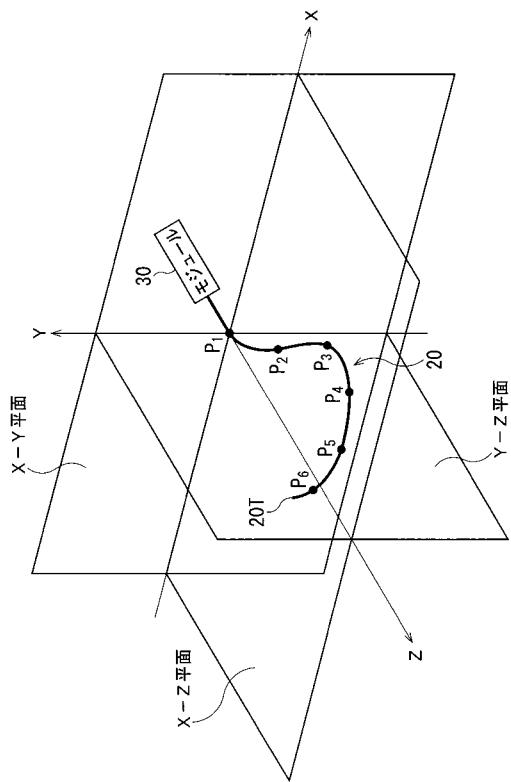


光强度分布の強度

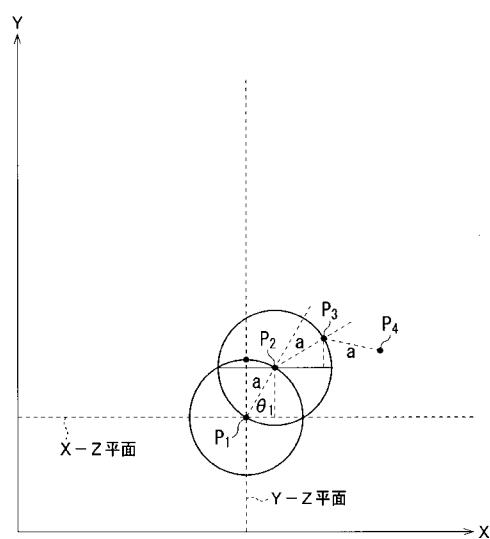
【図15】



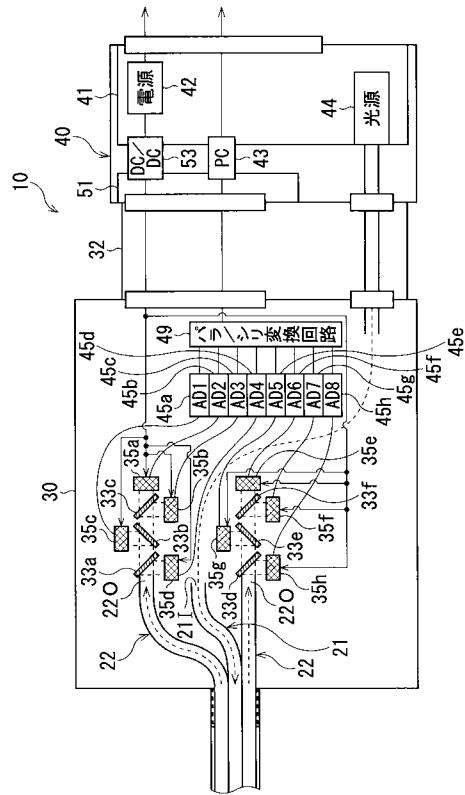
【図16】



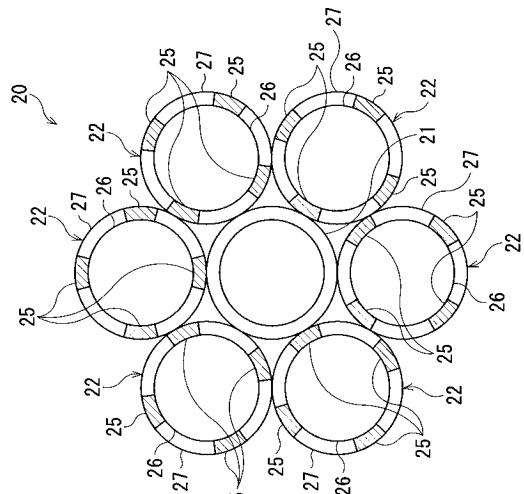
【図17】



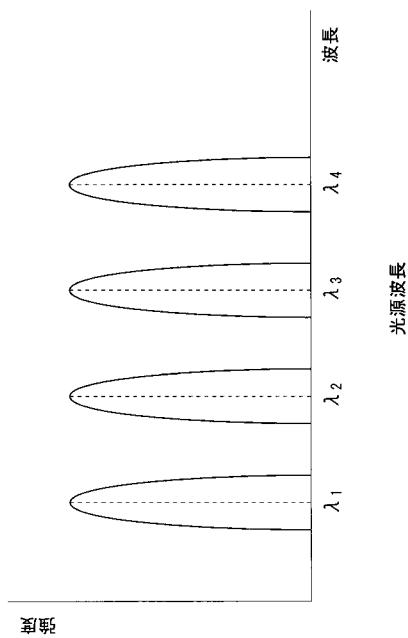
【図18】



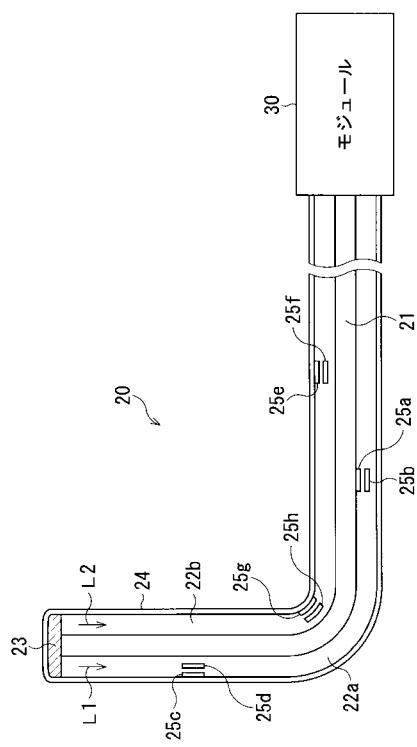
【図19】



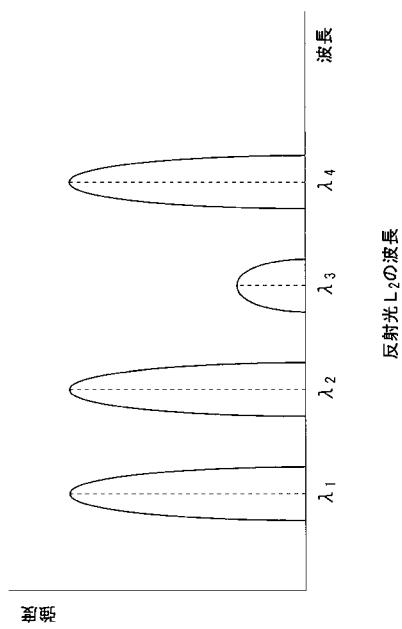
【図20】



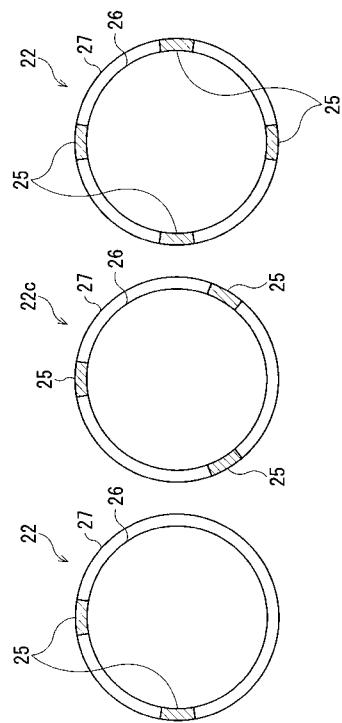
【図21】



【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36番9号 ペンタックス株式会社内  
F ターム(参考) 2H040 DA51  
4C061 GG11 HH51 JJ17

专利名称(译)	内窥镜形状检测探头		
公开(公告)号	<a href="#">JP2007143600A</a>	公开(公告)日	2007-06-14
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		
[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	<a href="#">JP4714570B2</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 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。SOLUTION：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<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>，和入射到光纤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<sub>1</sub>的方向上弯曲，因此，第一反射光L<sub>1</sub>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<sub>2</sub>的方向上弯曲。因此，第二反射光L<sub>2</sub>的波长分量中的任何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。

