

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド* ( 参 考 )			
A 6 1 B 1/00	300	A 6 1 B 1/00	300	D	2	H 0 4 0
	310		310	Z	4	C 0 6 1
G 0 2 B 23/24		G 0 2 B 23/24		A		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L ( 全 9 数 )

(21)出願番号	特願2001 - 247532(P2001 - 247532)	(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13年8月17日(2001.8.17)	(71)出願人	501083643 学校法人慈恵大学 東京都港区西新橋三丁目25番8号
		(72)発明者	鈴木 直樹 東京都港区西新橋三丁目25番8号 学校法人 慈恵大学内
		(74)代理人	100091317 弁理士 三井 和彦

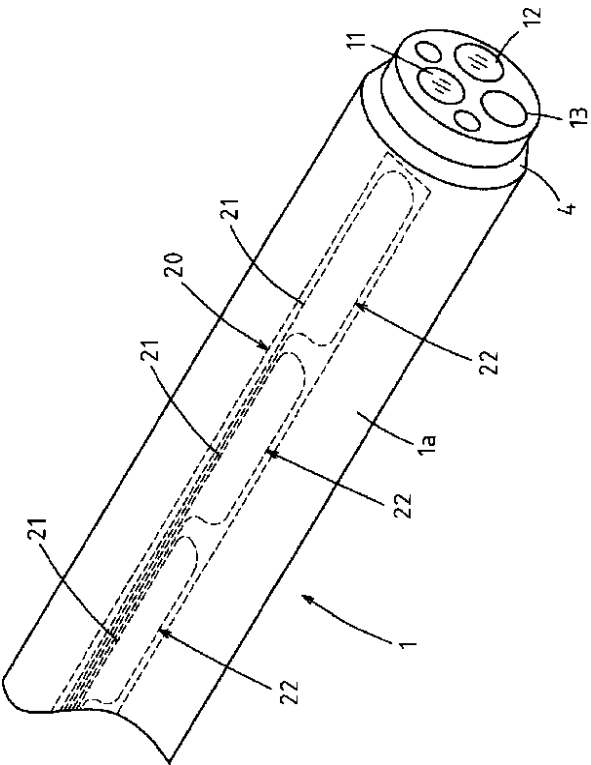
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 可撓性内視鏡装置

(57)【要約】

【課題】体内に挿入された挿入部可撓管の屈曲状態とその変化を、放射線被爆なしに継続的に検出、表示することができる可撓性内視鏡装置を提供すること。

【解決手段】フレキシブルな挿入部可撓管1を有する可撓性内視鏡装置において、曲げられた角度の大きさに対応して光の伝達量が変化する曲がり検出部22を有する複数のフレキシブルな曲がり検出用光ファイバー21を、可撓性の帯状部材20に並列に並んだ状態に取り付けて挿入部可撓管1内にほぼ全長にわたって挿通配置し、各曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量から各曲がり検出部22が位置する部分における帯状部材20の屈曲状態を検出して、その屈曲状態を挿入部可撓管1の屈曲状態としてモニター画面41に表示するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】フレキシブルな挿入部可撓管を有する可撓性内視鏡装置において、

曲げられた角度の大きさに対応して光の伝達量に変化する曲がり検出部を有する複数のフレキシブルな曲がり検出用光ファイバーを、可撓性の帯状部材に並列に並んだ状態に取り付けて上記挿入部可撓管内にほぼ全長にわたって挿通配置し、上記各曲がり検出用光ファイバーの光伝達量から上記各曲がり検出部が位置する部分における上記帯状部材の屈曲状態を検出して、その屈曲状態を上記挿入部可撓管の屈曲状態としてモニター画面に表示するようにしたことを特徴とする可撓性内視鏡装置。

【請求項 2】上記曲がり検出部は、上記曲がり検出用光ファイバーの途中に光吸収部が所定の方にだけ形成されたものである請求項 1 記載の可撓性内視鏡装置。

【請求項 3】上記複数の曲がり検出用光ファイバーが上記帯状部材の表裏両面に各々配列されている請求項 1 又は 2 記載の可撓性内視鏡装置。

【請求項 4】上記帯状部材が、上記挿入部可撓管の軸線に対して垂直な断面において 90°向きを変えた位置関係で複数配置されている請求項 1 又は 2 記載の可撓性内視鏡装置。

【請求項 5】上記帯状部材が螺旋状に捻じられた状態に配置されている請求項 1、2 又は 3 記載の可撓性内視鏡装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、胃腸内等を観察するための可撓性内視鏡装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】胃腸内等に挿入される可撓性内視鏡装置は、胃腸等の内壁に沿って自由に屈曲するフレキシブルな挿入部可撓管を有しており、挿入部可撓管の屈曲状態を体外から把握するのは困難である。

【0003】そのため、挿入部可撓管が胃腸に対してどのような挿入状態にあるのか判断がつかなくなったり、次の挿脱操作をどのようにすればよいか判断できなくなってしまう場合がある。

【0004】そこで、X線透視を行えば挿入部可撓管の屈曲状態を透視することができるが、X線照射は厚い鉛壁等で囲まれた特別の室内で行う必要があるだけでなく、連続的なX線透視は放射線被爆の問題があり、人体に非常に悪い影響を与える恐れがある。

【0005】そこで、内視鏡の挿入部可撓管の先端に磁界発生部材を取り付け、その磁界発生部材の位置を人体外に配置された磁気センサーにより検出して、体内にある挿入部可撓管の先端の位置をモニター画面に表示するようにしたものがある（特許第 2959723 号）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のように

挿入部可撓管の先端に取り付けられた磁界発生部材の位置を検出する装置では、挿入部可撓管先端の位置が分かるだけで挿入部可撓管の屈曲状態は分からず、しかもそのような装置では外来ノイズの影響を受け易く、良好な状態で位置検出を継続できない場合が少なくない。

【0007】そこで本発明は、体内に挿入された挿入部可撓管の屈曲状態とその変化を、放射線被爆なしに継続的に検出、表示することができる可撓性内視鏡装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の可撓性内視鏡装置は、フレキシブルな挿入部可撓管を有する可撓性内視鏡装置において、曲げられた角度の大きさに対応して光の伝達量に変化する曲がり検出部を有する複数のフレキシブルな曲がり検出用光ファイバーを、可撓性の帯状部材に並列に並んだ状態に取り付けて挿入部可撓管内にほぼ全長にわたって挿通配置し、各曲がり検出用光ファイバーの光伝達量から各曲がり検出部が位置する部分における帯状部材の屈曲状態を検出して、その屈曲状態を挿入部可撓管の屈曲状態としてモニター画面に表示するようにしたものである。

【0009】なお、曲がり検出部は、曲がり検出用光ファイバーの途中に光吸収部が所定の方にだけ形成されたものであってもよい。そして、複数の曲がり検出用光ファイバーが帯状部材の表裏両面に各々配列されていてもよく、或いは、帯状部材が、挿入部可撓管の軸線に対して垂直な断面において 90°向きを変えた位置関係で複数配置されていてもよい。

【0010】また、帯状部材が螺旋状に捻じられた状態に配置されていてもよい。

## 【0011】

【発明の実施の形態】図面を参照して本発明の実施例を説明する。図 2 は可撓性内視鏡装置の全体構成を示しており、操作部 2 の下端の連結部 5 に挿入部可撓管 1 の基端が連結され、挿入部可撓管 1 の先端付近の部分は、操作部 2 に配置された操作ノブ 3 を回転操作することによって任意の方向に屈曲する湾曲部 1a になっている。

【0012】挿入部可撓管 1 の先端には、観察窓等が配置された先端部本体 4 が連結されており、先端部本体 4 に内蔵された固体撮像素子（図示せず）で撮像された内視鏡観察像の映像信号が、操作部 2 から延出する映像信号線 6 により外部のビデオプロセッサ 7 に送られ、内視鏡観察画像が観察画像用モニター 8 に表示される。

【0013】挿入部可撓管 1 内には、後述する複数の曲がり検出用光ファイバー 21 が取り付けられたフレキシブルな合成樹脂製の帯状部材 20 が全長にわたって挿通配置されていて、曲がり検出用光ファイバー 21 の両端部が外部の光信号入出力装置 30 に接続されている。

【0014】そして、光信号入出力装置 30 の信号出力線がコンピュータ 40 に接続され、そのコンピュータ 4

0 には、ブラウン管又は液晶等を用いて画像表示を行う挿入状態表示用モニター 41 が接続されている。

【0015】図1は、挿入部可撓管1の先端付近を示しており、先端部本体4の先端面に観察窓11、照明窓12、処置具突出口13等が配置され、照明窓12から放射された照明光により照明された被写体が、観察窓11内に配置された対物光学系（図示せず）により固体撮像素子の撮像面に結像する。

【0016】帯状部材20は、挿入部可撓管1の軸線に対して垂直な断面（図2におけるIII-III断面）を図示する図3に示されるように、面を例えば挿入部可撓管1の上下方向（即ち、観察画面の上下方向であって、操作部2の前後面の延長方向）に向けて、挿入部可撓管1内に軸線と平行に配置されている。

【0017】図3に示される符号14～19は、挿入部可撓管1内に挿通配置された各種内蔵物であり、14は撮像信号伝送ケーブル、15、16は送気送水チューブ、17は処置具挿通チャンネル、18は照明用ライトガイド、19は湾曲操作ワイヤである。

【0018】図1に示されるように、複数の曲がり検出用光ファイバー21は順に位置を変えて滑らかなU字状に後方に曲げ戻されている。そして、各曲がり検出用光ファイバー21の曲げ戻し部の近傍に曲がり検出部22が形成されている。

【0019】曲がり検出部22は、挿入部可撓管1の軸線方向に例えば数センチメートル程度の間隔をあけて、挿入部可撓管1の全長にわたって例えば5～30個程度配置されている。

【0020】曲がり検出部22は、プラスチック製のコアにクラッドが被覆された曲がり検出用光ファイバー21の途中の部分に、光吸収部分が所定方向（例えば上方向又は下方向）にだけ形成されたものであり、曲がり検出部22が曲げられた程度に対応して光の伝達量が変わるので、それを検出することによって曲がり検出部22が配置された部分の曲がり角度を検出することができる。

【0021】その原理については米国特許第5633494号等に記載されている通りであるが、以下に簡単に説明をする。図4において、21aと21bは、一本の曲がり検出用光ファイバー21のコアとクラッドであり、曲がり検出部22には、コア21a内を通過してきた光をコア21a内に全反射せずに吸収してしまう光吸収部22aが、クラッド21bの特定方向（ここでは「下方向」）の部分に形成されている。

【0022】すると、図5に示されるように、曲がり検出用光ファイバー21が上方向に曲げられると、コア21a内を通る光のうち光吸収部22aにあたる光の量（面積）が増えるので、曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量が減少する。

【0023】逆に、図6に示されるように、曲がり検出

用光ファイバー21が下方向に曲げられると、コア21a内を通る光のうち光吸収部22aにあたる光の量（面積）が減少するので、曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量が増加する。

【0024】このような、光吸収部22aにおける曲がり検出用光ファイバー21の曲がり量と光伝達量とは一定の関係（例えば一次関数的関係）になるので、曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量を検出することにより、光吸収部22aが形成されている曲がり検出部22部分の曲がり角度を検出することができる。

【0025】したがって、挿入部可撓管1の軸線方向に間隔をあけて複数の曲がり検出部22が配列されている場合には、各曲がり検出部22間の間隔と検出された各曲がり検出部22の曲がり角度から、挿入部可撓管1全体の上下方向の屈曲状態を検出することができる。

【0026】そして、図7の（A）に略示されるように、フレキシブルな帯状部材20に、上述のような曲がり検出部22と第2の曲がり検出部22とを並列に配置して、横に並んだ二つの曲がり検出部22、22の光伝達量を比較すれば、左右方向に捩れがない場合には双方の光伝達量に差がなく、左右方向の捩れ量に応じて双方の光伝達量の差が大きくなる。

【0027】したがって、各曲がり検出部22、22の光伝達量を計測してその計測値を比較することにより、曲がり検出部22、22が配置された部分の左右方向の捩れ量を検出することができる。この原理は、米国特許第6127672号等に記載されている通りである。

【0028】また、図7の（B）に示されるように、曲がり検出部22を一列に配置した二つの帯状部材20、20を直角の位置関係に配置しても、同様にして三次元の屈曲状態を検出することができる。

【0029】本実施例の可撓性内視鏡装置においては、図7の（A）の配置が採用されており、図8に示されるように、帯状部材20の長手方向に一定の間隔で曲がり検出部22が位置するように、複数の曲がり検出用光ファイバー21が帯状部材20の表面側に並列に並んだ状態に取り付けられている。

【0030】そして、帯状部材20の裏面側には、表側の各曲がり検出部22の横に第2の曲がり検出部22が並ぶように、第2の複数の曲がり検出用光ファイバー21が並列に並んだ状態に取り付けられている。

【0031】また、光吸収部22aが形成されていないシンプルなりファレンス用光ファイバー21Rを少なくとも一本配置して、各曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量をリファレンス用光ファイバー21Rの光伝達量と比較することにより、曲がり検出用光ファイバー21の光伝達量に対する温度や経時劣化等の影響を除くことができる。

【0032】図9は、光信号入出力装置30を示してお

り、一つの発光ダイオード 31 からの射出光が全部の曲がり検出用光ファイバー 21 に入射される。32 は、発光ダイオード 31 の駆動回路である。

【0033】そして、各曲がり検出用光ファイバー 21 の射出端毎に、光の強度レベルを電圧レベルに変換して出力するフォトダイオード 33 が配置されていて、各フォトダイオード 33 からの出力が、アンプ 34 で増幅されてからアナログ/デジタル変換器 35 によりデジタル信号化されてコンピュータ 40 に送られる。

【0034】このように構成された可撓性内視鏡装置の 10 挿入部可撓管 1 が体内に挿入される際には、図 10 に示されるように、挿入部案内部材 50 が体内への入口部分（例えば口又は肛門）に取り付けられて、挿入部可撓管 1 が挿入部案内部材 50 内を通される。

【0035】そこで、挿入部案内部材 50 に挿入部可撓管 1 の挿入長（即ち、挿入部案内部材 50 に対する通過長）L を検出するためのエンコーダ 60 等が設けられていて、エンコーダ 60 からの出力信号がコンピュータ 40 に送られるようになっている。

【0036】図 11 は、そのような挿入部案内部材 50 20 の一例を示しており、圧縮コイルスプリング 52 によって付勢された複数の回転自在な球状部材 51 が、挿入部可撓管 1 を周囲から挟み付ける状態に配置されている。

【0037】したがって、各球状部材 51 は挿入部可撓管 1 の挿入長 L に比例して回転し、球状部材 51 のうちの一つに、挿入部可撓管 1 の挿入長 L に比例する数のパルスを出力するエンコーダ 60 が連結されている。

【0038】ただし、挿入部案内部材 50 における挿入部可撓管 1 の挿入長 L の検出は、例えば特開昭 56 - 97429 号や特開昭 60 - 217326 号等に記載されて 30 いるように、挿入部可撓管 1 の表面からの光反射等を利用してよく、その他の手段によっても差し支えない。

【0039】このようにして、図 10 に示されるように、コンピュータ 40 には光信号入出力装置 30 とエンコーダ 60 から帯状部材 20 の屈曲状態（即ち、挿入部可撓管 1 の屈曲状態）検出信号と挿入長検出信号が入力し、挿入部案内部材 50 の画像 50 と、挿入部可撓管 1 の屈曲状態を示す画像 1 が挿入状態表示用モニター 41 に表示される。

【0040】このとき、挿入部案内部材 50 の画像 50 の表示位置を挿入状態表示用モニター 41 上において固定し、それより前方に挿入された部分の挿入部可撓管 1 の屈曲状態を示す画像 1 を、挿入部可撓管 1 の変化に合わせてリアルタイムで変化させることにより、体内における挿入部可撓管 1 の状態を容易に把握することができる。

【0041】図 12 は、そのような画像を挿入状態表示用モニター 41 に表示させるためのコンピュータ 40 の 50 ソフトウェアの内容の概略を示すフロー図であり、図中

の S はステップを示す。

【0042】挿入状態表示用モニター 41 に正確な屈曲状態を表示させるためには、まず挿入部可撓管 1 を体内に挿入する前に、実際に用いられる内視鏡の挿入部可撓管 1 の屈曲角度と曲がり検出用光ファイバー 21 から得られる検出信号とを対比させるキャリブレーションを行っておくことが好ましい（S1）。

【0043】そして、挿入部可撓管 1 を体内に挿入したら、エンコーダ 60 から挿入部可撓管 1 の挿入長 L の検出信号を入力して（S2）、挿入部案内部材 50 が挿入部可撓管 1 のどの位置にあるかを算出する（S3）。

【0044】次いで、各曲がり検出用光ファイバー 21 からの検出信号  $V_1 \dots$  を入力して（S4）、その検出信号  $V_1 \dots$  をキャリブレーションデータに基づいて曲がり角度に変換し（S5）、各曲がり検出部 22 部分の曲がり角度から、三次元座標上における各曲がり検出部 22 の位置を算出する（S6）。

【0045】そして、挿入状態表示用モニター 41 において挿入部案内部材 50 の画像 50 の位置を動かさないようにして、各曲がり検出部 22 の位置を滑らかに結んで表示することにより挿入部可撓管 1 の屈曲状態が表示され（S7）、S2 へ戻って S2 ~ S7 を繰り返す。

【0046】このような表示を行う際、挿入状態表示用モニター 41 における表示は二次元画像であるが、各曲がり検出部 22 の位置についての三次元データが得られているので、「上方向」だけでなく任意の回転方向における挿入部可撓管 1 の屈曲状態を表示させることができる。

【0047】なお、挿入部案内部材 50 の球状部材 51 から挿入部可撓管 1 の軸線周りの回転方向を検出して、挿入部可撓管 1 の軸線周りの回転量に対応して挿入状態表示用モニター 41 の表示像を回転させれば、挿入状態表示用モニター 41 に患者の身体の向きが固定されたかのごとく画像表示させることができる。

【0048】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、例えば帯状部材 20 の配置に関しては、曲がり検出用光ファイバー 21 の断面を省略して図示する図 13 に示されるように、帯状部材 20 の面を左右方向に向けて配置しても差し支えない。

40 【0049】また、図 7 の（B）に示された方式を採用して、曲がり検出用光ファイバー 21 の断面を省略して図示する図 14 及び図 15 に示されるように、一面のみに曲がり検出用光ファイバー 21 が配置された複数の帯状部材 20 を、挿入部可撓管 1 の軸線に対して垂直な断面において 90° 向きを変えた位置関係に配置してもよい。

【0050】また、曲がり検出用光ファイバー 21 の図示を省略して帯状部材 20 と曲がり検出部 22 のみを略示する図 16 に示されるように、帯状部材 20 を掬った状態に配置することにより、一枚の帯状部材 20 を用

いるだけで、図 7 の ( B ) に示された方式と同時の方式を採用することができる。

#### 【0051】

【発明の効果】本発明によれば、複数のフレキシブルな曲がり検出用光ファイバーに形成された曲がり検出部において曲げられた角度の大きさに対応して光の伝達量が変わり、各曲がり検出用光ファイバーの光伝達量から各曲がり検出部が位置する部分における帯状部材の屈曲状態が検出されるので、体内に挿入された内視鏡の挿入部可撓管の屈曲状態とその変化を放射線被爆なしに継続的に検出、表示することができ、曲がり検出用光ファイバーが、挿入部可撓管に挿通配置された帯状部材に取り付けられているので、挿入部可撓管内の空間を有効に利用して挿入部可撓管の外径をさほど太くすることなく構成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例の可撓性内視鏡装置の挿入部可撓管の先端部分の斜視図である。

【図 2】本発明の実施例の可撓性内視鏡装置の全体構成の略示図である。

【図 3】本発明の実施例の可撓性内視鏡装置の挿入部可撓管の正面断面図（図 2 における III - III 断面図）である。

【図 4】本発明の実施例に用いられる曲がり検出用光ファイバーの曲がり検出部の略示断面図である。

【図 5】本発明の実施例に用いられる曲がり検出用光ファイバーの曲がり検出部が屈曲した状態の略示断面図である。

【図 6】本発明の実施例に用いられる曲がり検出用光ファイバーの曲がり検出部が逆方向に屈曲した状態の略示断面図である。

【図 7】本発明の実施例に用いられる曲がり検出用光フ\*

\*ファイバーによる三次元の屈曲状態検出の原理を説明するための略示図である。

【図 8】本発明の実施例の曲がり検出用光ファイバーが取り付けられた帯状部材の平面図である。

【図 9】本発明の実施例の光信号入出力装置の回路図である。

【図 10】本発明の実施例の可撓性内視鏡装置の使用状態の全体構成を示す略示図である。

【図 11】本発明の実施例の挿入部案内部材の正面断面図である。

【図 12】本発明の実施例のコンピュータのソフトウェアの内容を略示するフロー図である。

【図 13】本発明の第 2 の実施例の可撓性内視鏡装置の挿入部可撓管の正面断面図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施例の可撓性内視鏡装置の挿入部可撓管の正面断面図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施例の可撓性内視鏡装置の挿入部可撓管の正面断面図である。

【図 16】本発明の第 5 の実施例の帯状部材と曲がり検出部を略示する斜視図である。

#### 【符号の説明】

1 挿入部可撓管

1 挿入部可撓管の屈曲状態の画像

20 帯状部材

21 曲がり検出用光ファイバー

22 曲がり検出部

30 光信号入出力装置

40 コンピュータ

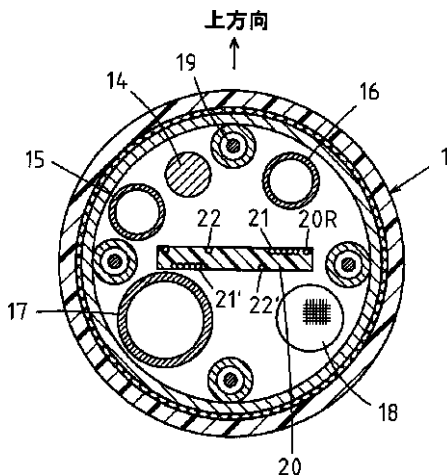
41 挿入状態表示用モニター

50 挿入部案内部材

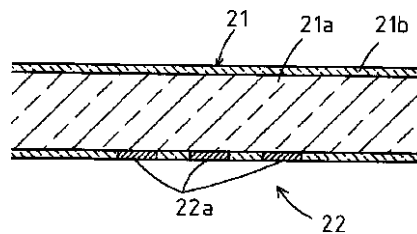
50 挿入部案内部材の画像

60 エンコーダ

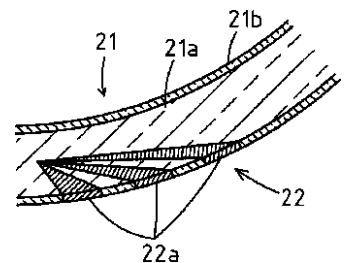
【図 3】



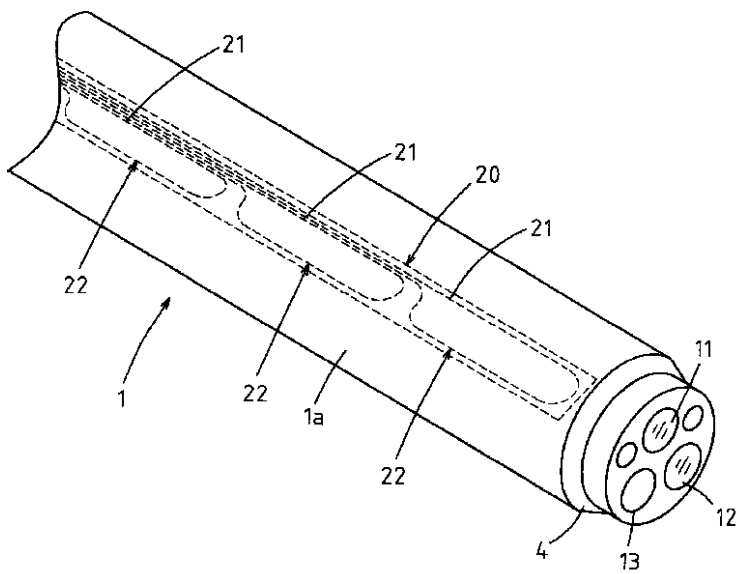
【図 4】



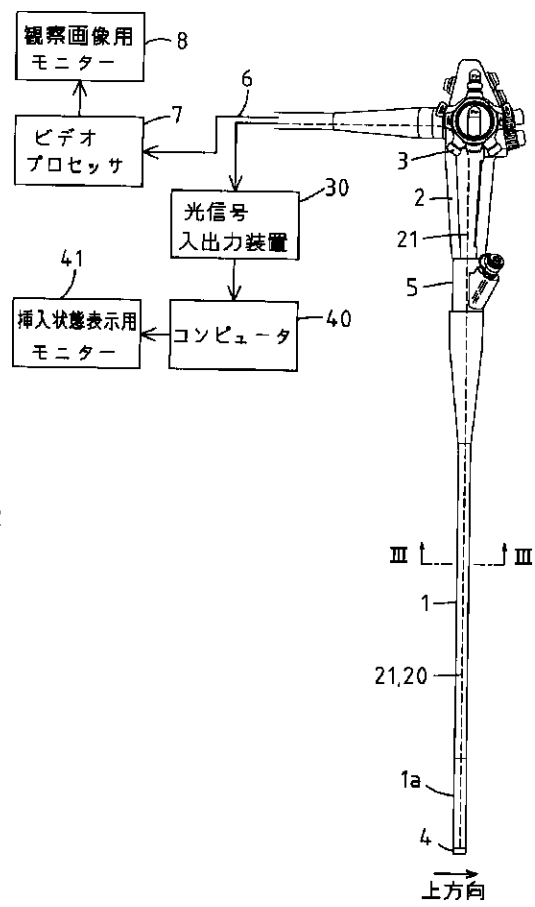
【図 5】



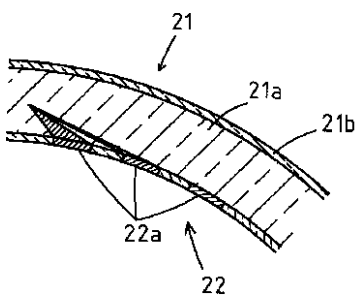
【図 1】



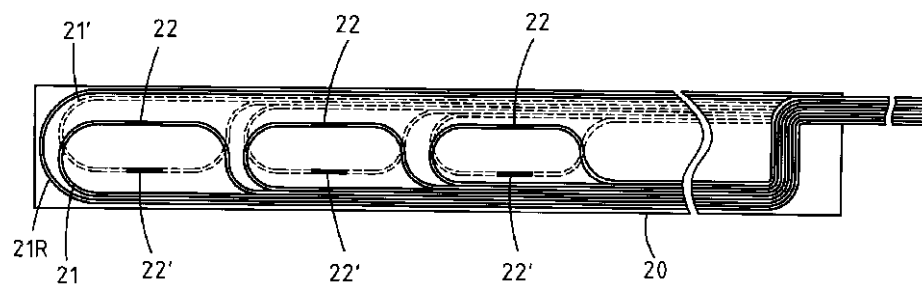
【図 2】



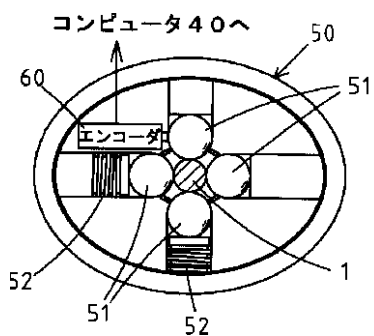
【図 6】



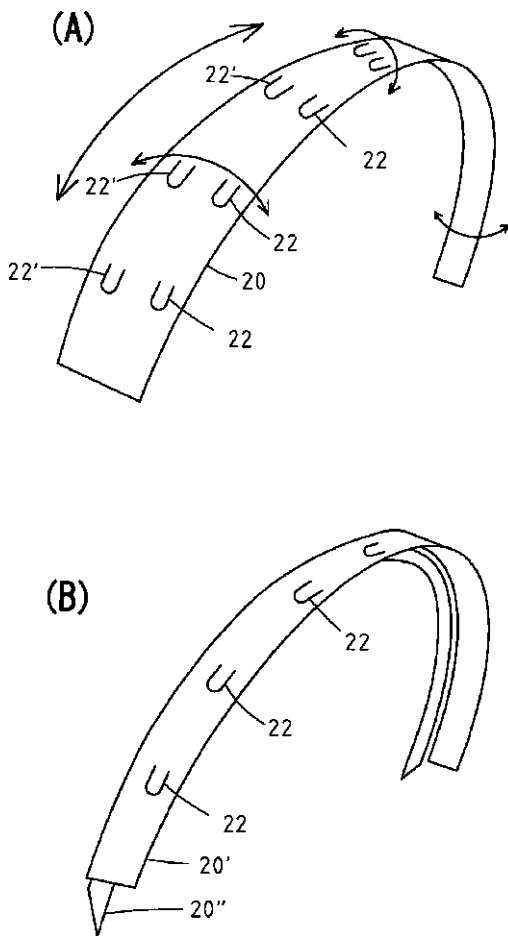
【図 8】



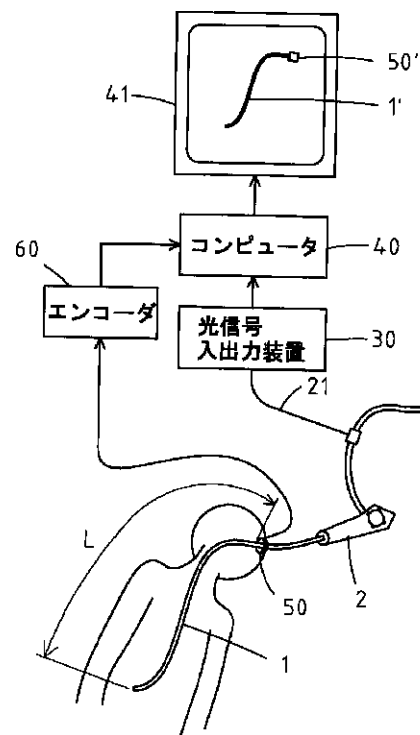
【図 11】



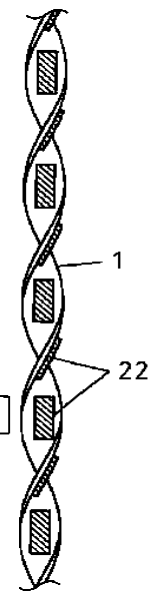
【図7】



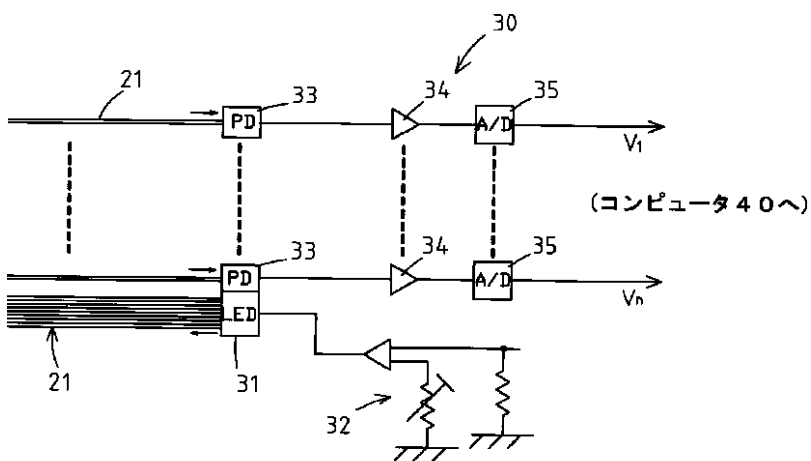
【図10】



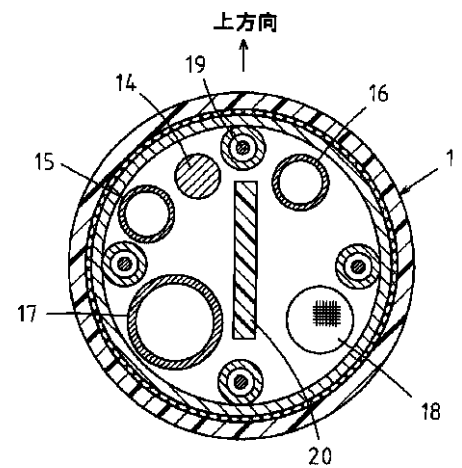
【図16】



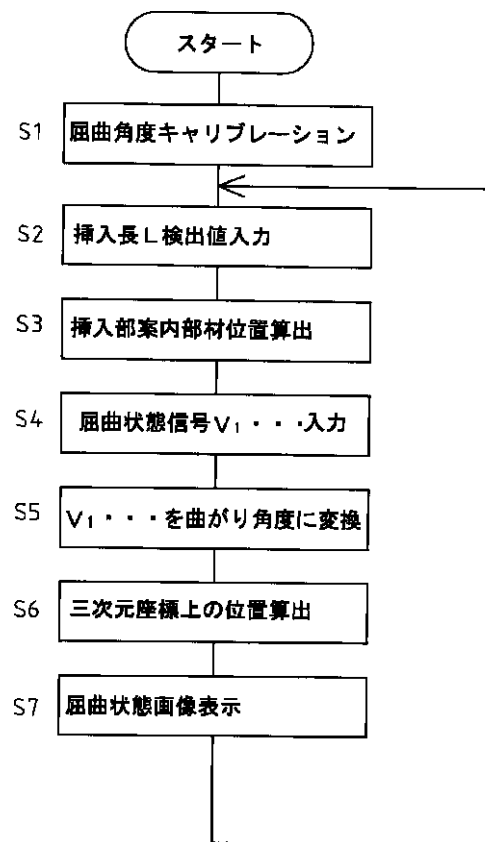
【図9】



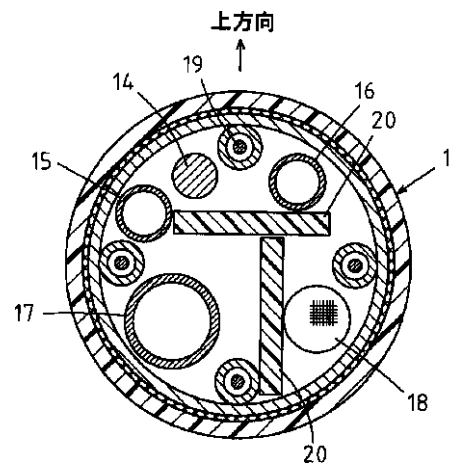
【図13】



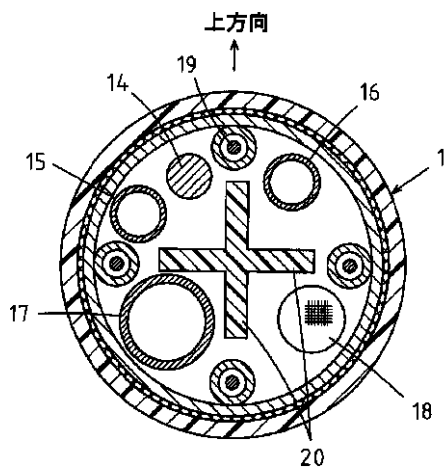
【図 12】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 炭山 和毅  
東京都港区西新橋三丁目25番8号 学校法人  
慈恵大学内

(72)発明者 川村 素子  
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光  
学工業株式会社内



(72)発明者 樽本 哲也  
東京都板橋区前野町 2 丁目36番 9 号 旭光  
学工業株式会社内

(72)発明者 杉山 章  
東京都板橋区前野町 2 丁目36番 9 号 旭光  
学工業株式会社内

(72)発明者 中村 哲也  
東京都板橋区前野町 2 丁目36番 9 号 旭光  
学工業株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA00 BA23 DA11 DA15  
4C061 AA01 BB02 CC06 DD03 FF24  
FF46 HH51 JJ06 JJ17 WW11

专利名称(译)	可挠性内视镜装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2003052614A</a>	公开(公告)日	2003-02-25
申请号	JP2001247532	申请日	2001-08-17
[标]申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社 学校法人慈惠大学		
申请(专利权)人(译)	宾得株式会社 学校法人慈惠大学		
[标]发明人	鈴木直樹 炭山和毅 川村素子 樽本哲也 杉山章 中村哲也		
发明人	鈴木 直樹 炭山 和毅 川村 素子 樽本 哲也 杉山 章 中村 哲也		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/0005		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/00.310.Z G02B23/24.A A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/005		
F-TERM分类号	2H040/BA00 2H040/BA23 2H040/DA11 2H040/DA15 4C061/AA01 4C061/BB02 4C061/CC06 4C061/DD03 4C061/FF24 4C061/FF46 4C061/HH51 4C061/JJ06 4C061/JJ17 4C061/WW11 4C161/AA01 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF24 4C161/FF46 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/JJ06 4C161/JJ17 4C161/WW11		
代理人(译)	三井和彦		
其他公开文献	JP3917391B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种灵活的内窥镜，可以连续检测和显示插入部分柔性管的弯曲状态及其变化，该柔性管插入体内而不暴露于辐射。解决方案：该柔性内窥镜具有柔性插入部分柔性管1。在这种柔性内窥镜装置中，多个用于弯曲检测的柔性光纤21在平行布置的状态下附接到柔性带状构件20，并且插入部分延伸到插入部分柔性管1中的大致总长度。在这种情况下，光纤21具有弯曲检测部分22，其透光量响应于弯曲角度的大小而改变。然后，从用于弯曲检测的各个光纤21的光透射量检测带状构件20在各个弯曲检测部分22所处的区域处的弯曲状态。弯曲状态作为插入部分柔性管1的弯曲状态显示在监视器屏幕41上。

