

(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2018-105970

(P2018-105970A)

(43) 公開日 平成30年7月5日(2018.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 26/10 (2006.01)	GO2B 26/10 109	2H045
GO2B 26/08 (2006.01)	GO2B 26/10 C	2H141
A61B 1/00 (2006.01)	GO2B 26/08 F	4C161
	A61B 1/00 300T	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-251061 (P2016-251061)
 (22) 出願日 平成28年12月26日 (2016.12.26)

(71) 出願人 504157024
 国立大学法人東北大学
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 芳賀 洋一
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 国立大学法人東北大学内
 (72) 発明者 松永 忠雄
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 国立大学法人東北大学内

最終頁に続く

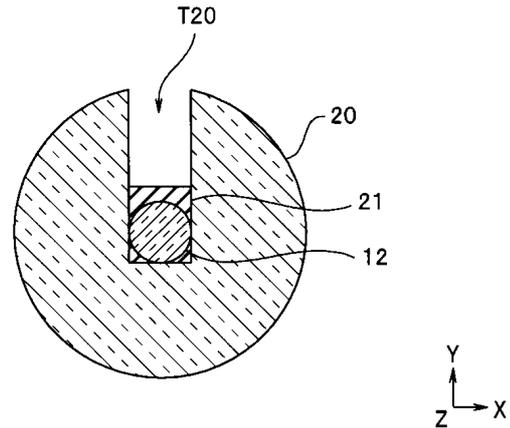
(54) 【発明の名称】 光ファイバ走査装置、内視鏡および光ファイバ走査装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 安定したスキャン照射を行う光ファイバ走査装置 10 を提供する。

【解決手段】 光ファイバ走査装置 10 は、固定端 12 F 2 が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端 12 F 1 が X 軸方向および Y 軸方向に振動する光ファイバ 12 と、光ファイバ 12 を固定しているフェルール 20 と、光ファイバ 12 を振動させるように構成されている駆動部 25 と、を具備し、フェルール 20 に光軸に平行な溝 T 20 があり、光ファイバ 12 が溝 T 20 に挿入されており、フェルールを構成している材料よりもヤング率が低い樹脂 21 が溝 T 20 に配設されており、光ファイバ 12 の固定端 12 F 2 が樹脂 21 により固定されている。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定端が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端が第 1 の方向および前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に振動する光ファイバと、

前記光ファイバを固定している保持部と、

前記光ファイバを振動させる駆動部と、を具備し、

前記保持部に、前記第 1 の方向および前記第 2 の方向と直交する光軸に平行な溝があり

、
前記光ファイバが前記溝に挿入され、前記溝の両側面と当接しており、前記保持部を構成している材料よりもヤング率が低い接着剤が前記溝に配設されており、前記光ファイバの前記固定端が前記接着剤により固定されていることを特徴とする光ファイバ走査装置。

10

【請求項 2】

前記保持部を構成している材料が、ガラス、セラミックまたは金属であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ走査装置。

【請求項 3】

前記溝の光軸直交方向の断面形状が矩形であり、

前記光ファイバが、前記溝の底面および両側面と当接していることを特徴とする請求項 2 に記載の光ファイバ走査装置。

【請求項 4】

前記溝の断面形状が、V 字形であることを特徴とする請求項 2 に記載の光ファイバ走査装置。

20

【請求項 5】

前記溝が、前記保持部の先端部の切り欠き面に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の光ファイバ走査装置。

【請求項 6】

前記第 1 の方向または前記第 2 の方向と前記溝の深さ方向とのなす角度である回転角が 10 度以下であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光ファイバ走査装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の光ファイバ走査装置を、挿入部の先端部に具備することを特徴とする内視鏡。

30

【請求項 8】

固定端が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端が第 1 の方向および前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に振動する光ファイバと、

前記光ファイバを固定している保持部と、

前記光ファイバを振動させる駆動部と、を具備する光ファイバ走査装置の製造方法であって、

前記保持部に、前記第 1 の方向および前記第 2 の方向と直交する光軸に平行な溝があり

、
前記光ファイバが前記溝に挿入され、前記溝の側面と当接しており、前記保持部を構成している材料よりもヤング率が低い接着剤が前記溝に配設されており、前記光ファイバの前記固定端が前記接着剤により固定されており、

40

前記保持部を前記光軸を中心軸とし回転し、前記光ファイバの前記第 1 の方向の共振周波数と前記第 2 の方向の共振周波数との差を調整する工程を有することを特徴とする光ファイバ走査装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自由端が第 1 の方向および前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に振動する光ファイバを具備する光ファイバ走査装置、前記光ファイバ走査装置を挿入部の先端部に

50

具備する内視鏡、および前記光ファイバ走査装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

CCD、またはCMOSイメージセンサ等の撮像素子を有する撮像装置は、被検体からの反射光をマトリクス状に配置された多数の受光素子により同時に受光し、被写体画像を取得する。暗い体内を撮影する内視鏡の場合には、光源からの光により照明された範囲の画像が取得される。

【0003】

これに対して、光走査型撮像装置では、被写体を光スポットによりスキャン照射しながら、その反射光を順に受光し、その受光データをもとに被写体画像が作成される。

10

【0004】

例えば、光走査型撮像装置では、光ファイバ走査装置が、光源からの光を導光する片持ち梁状態の光ファイバの自由端を振動させ2次元走査することで、光スポットのスキャン照射が行われる。

【0005】

光走査型撮像装置は細径化が容易であるため、先端部に光走査型撮像装置を有する内視鏡は、例えば挿入部の外径が2mm以下と超細径である。

【0006】

光ファイバを振動する方法としては、米国特許第6294775号明細書に開示されている piezo 圧電素子を光ファイバに取り付けて振動させる圧電駆動方式や、特開2010-9035号公報に開示されている光ファイバに取り付けた永久磁石を電磁コイルで振動させる電磁駆動方式がある。光ファイバを振動する場合、光ファイバの共振周波数近傍で振動させると、小さいエネルギーで光ファイバの大きな偏向(変位, 振幅)が得られる。

20

【0007】

光ファイバの自由端を2次元走査するためには、X軸方向とX軸方向に直交するY軸方向とを独立して制御する必要がある。しかし、両者が同じ共振周波数だと、例えば、X軸方向に走査している場合でも、Y軸方向にも意図せず走査されてしまい、走査軌跡に歪みが生じることがあった(メカニカルカップリング現象)。

【0008】

特開2014-44265号公報には、X軸方向とY軸方向とで異なる共振周波数の光ファイバを有し、安定したスキャン照射を行う光走査装置が開示されている。

30

【0009】

しかし、Y軸方向とX軸方向とで異なる共振周波数に光ファイバを加工することは容易ではない。さらに、加工された光ファイバを、保持部であるフェルールに固定するときには、加工状態に合わせて正確に、回転方向を位置決めする必要がある。また、光ファイバの光軸と光走査装置の中心軸とが一致するように位置決めすることは容易ではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第6294775号明細書

40

【特許文献2】特開2010-9035号公報

【特許文献3】特開2014-44265号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の実施形態は、安定したスキャン照射を行う、製造が容易な光ファイバ走査装置および前記光ファイバ走査装置を具備する内視鏡、および、製造ばらつきの小さい光ファイバ走査装置の製造方法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】

【0012】

50

実施形態の光ファイバ走査装置は、固定端が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端が第1の方向および前記第1の方向と直交する第2の方向に振動する光ファイバと、前記光ファイバを固定している保持部と、前記光ファイバを振動させる駆動部と、を具備し、前記保持部に、前記第1の方向および前記第2の方向と直交する光軸に平行な溝があり、前記光ファイバが前記溝に挿入され、前記溝の両側面と当接しており、前記保持部を構成している材料よりもヤング率が低い接着剤が前記溝に配設されており、前記光ファイバの前記固定端が前記接着剤により固定されている。

【0013】

別の実施形態の内視鏡は、挿入部の先端部に光ファイバ走査装置を具備し、前記光ファイバ走査装置は、固定端が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端が第1の方向および前記第1の方向と直交する第2の方向に振動する光ファイバと、前記光ファイバを固定している保持部と、前記光ファイバを振動させる駆動部と、を具備し、前記保持部に、前記第1の方向および前記第2の方向と直交する光軸に平行な溝があり、前記光ファイバが前記溝に挿入され、前記溝の両側面と当接しており、前記保持部を構成している材料よりもヤング率が低い接着剤が前記溝に配設されており、前記光ファイバの前記固定端が前記接着剤により固定されている。

10

【0014】

別の実施形態の光ファイバ走査装置の製造方法は、固定端が固定され片持ち梁状に保持されており、照明光を出射する自由端が第1の方向および前記第1の方向と直交する第2の方向に振動する光ファイバと、前記光ファイバを固定している保持部と、前記光ファイバを振動させる駆動部と、を具備する光ファイバ走査装置の製造方法であって、前記保持部に、前記第1の方向および前記第2の方向と直交する光軸に平行な溝があり、前記光ファイバが前記溝に挿入され、前記溝の側面と当接しており、前記保持部を構成している材料よりもヤング率が低い接着剤が前記溝に配設されており、前記光ファイバの前記固定端が前記接着剤により固定されており、前記保持部を前記光軸を中心軸とし回転し、前記光ファイバの前記第1の方向の共振周波数と前記第2の方向の共振周波数との差を調整する工程を有する。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明の実施形態によれば、安定したスキャン照射を行う光ファイバ走査装置、前記光ファイバ走査装置を具備する内視鏡、および、製造ばらつきの小さい光ファイバ走査装置の製造方法を提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態の光ファイバ内視鏡を含む内視鏡システムの構成図である。

【図2】第1実施形態の光ファイバ走査装置の断面図である。

【図3】第1実施形態の光ファイバ走査装置の保持部の斜視図である。

【図4】第1実施形態の光ファイバ走査装置の保持部の断面図である。

【図5】第1実施形態の光ファイバ走査装置の要部の斜視透過図である。

【図6】第1実施形態の光ファイバ走査装置の振幅の周波数特性である。

40

【図7】第1実施形態の光ファイバ走査装置の振幅の周波数特性である。

【図8】第2実施形態の光ファイバ走査装置の保持部の断面図である。

【図9】第2実施形態の光ファイバ走査装置の振幅の周波数特性である。

【図10】第3実施形態の光ファイバ走査装置の保持部の斜視図である。

【図11A】第3実施形態の光ファイバ走査装置の要部の側面図である。

【図11B】第3実施形態の光ファイバ走査装置の要部の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

< 第1実施形態 >

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。

50

【 0 0 1 8 】

図 1 に示す様に、光ファイバ走査装置 1 0 を有する内視鏡 9 は、光源部 2 と、検出部 3 と、駆動信号生成部 4 と、制御部 5 と、表示部 6 と、入力部 7 と、ともに内視鏡システム 1 を構成している。

【 0 0 1 9 】

なお、以下の説明において、各実施形態に基づく図面は、模式的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、夫々の部分の厚みの比率などは現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。また、一部の構成要素の図示、符号の付与は省略する場合がある。

【 0 0 2 0 】

内視鏡 9 は、例えば、生体内に挿通される細長の挿入部 9 A と、操作部 9 B と、ユニバーサルケーブル 9 C と、を有する。内視鏡 9 の挿入部 9 A は、先端部 9 A 1 と、湾曲部 9 A 2 と、可撓管部 9 A 3 と、を含む。なお、実施形態の内視鏡 9 は、いわゆる軟性内視鏡だが、挿入部 9 A が硬質な、いわゆる硬性内視鏡であってもよいし、また医療用でも工業用でもよい。

【 0 0 2 1 】

さらに、内視鏡 9 は、第 1 の内視鏡の処置具チャンネルに挿通され、先端部のチャンネル開口から突出する細径の第 2 の内視鏡であってもよい。

【 0 0 2 2 】

操作部 9 B には、湾曲部 9 A 2 を湾曲操作するための湾曲操作ノブ 9 B 2 が回動自在に配設されている。挿入部 9 A と操作部 9 B の連結部は、ユーザーが把持する把持部 9 B 1 となっている。

【 0 0 2 3 】

照明用の光ファイバ 1 2 と、受光用の光ファイバ 1 3 と、駆動信号生成部 4 からの駆動信号を駆動部 2 5 (図 2 参照) に伝送する信号線 1 4 等は、ユニバーサルケーブル 9 C および挿入部 9 A を挿通して先端部 9 A 1 に配設されている光ファイバ走査装置 1 0 と接続されている。

【 0 0 2 4 】

光源部 2 は、例えば赤、緑および青の三原色の CW (連続発振) レーザ光を射出する 3 つのレーザ光源からの光を合波して白色光として出射する。レーザ光源としては、例えば DPSS レーザ (半導体励起固体レーザ) やレーザダイオードを使用することができる。もちろん、光源部 2 の構成はこれに限られず、一つのレーザ光源を用いるものであっても、他の複数の光源を用いるものであっても良い。

【 0 0 2 5 】

後述するように、駆動部 2 5 により光ファイバ 1 2 が振動することで、光ファイバ 1 2 が出射するスポット照明光は 2 次元走査し被観察物を照明する。照明光により照明された被観察物の反射光は検出用の光ファイバ 1 3 を介して検出部 3 に入光する。検出部 3 は、反射光をスペクトル成分に分解し、フォトダイオードにより電気信号に変換する。制御部 5 は、光源部 2、検出部 3 および駆動信号生成部 4 を同期制御するとともに、検出部 3 が出力する電気信号を処理して、画像を合成し表示部 6 に表示する。使用者は、入力部 7 を介して、走査速度、表示画像の明るさ等の内視鏡システム 1 の設定を行う。

【 0 0 2 6 】

なお、光源部 2、検出部 3、駆動信号生成部 4 および制御部 5 は、同一の筐体に収納されていても良く、また、別々の筐体に収納されていても良い。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示す様に、光ファイバ走査装置 1 0 は、筐体 1 1 と、光ファイバ 1 2、1 3 と、保持部であるフェルール 2 0 と、光ファイバ 1 2 を振動させるように構成されている駆動部 2 5 と、を含む。

【 0 0 2 8 】

光ファイバ 1 2 は、光源部 2 からの光を導光し、自由端 1 2 F 1 から照明光を出射する

10

20

30

40

50

。光ファイバ12の先端には集光光学部品であるレンズが配設されていてもよい。また、光ファイバ12が出射した光を集光する複数のレンズからなる光学系が、筐体11の先端部に配設されていてもよい。なお、十分な検出光量を得るために光ファイバ走査装置10は複数の光ファイバ13を有する。

【0029】

ガラスからなる円筒形のフェルール20には、光軸に平行で、光軸直交方向の断面形状が矩形の溝(トレンチ)T20がある。フェルール20は直径900 μm 、長さ5mmの円柱形である。溝T20は、幅130 μm 、深さ515 μm 、長さ5mmである。ここで、光軸(Z軸)は、第1の方向(X軸方向)および第1の方向と直交する第2の方向(Y軸方向)と、直交する。そして、光ファイバ走査装置10では、溝T20の深さ方向は、第2の方向(Y軸方向)と一致している。なお、第1の方向がY軸方向で、第2の方向がX軸方向でも良いことは言うまでもない。

10

【0030】

後述するように、フェルール20は、硬質材料であれば、ガラスに限られるものではなく、セラミックス、ニッケル等の金属または硬質樹脂で構成されていてもよい。フェルール20の溝T20に挿入されている光ファイバ12は、溝T20の底面および側面に当接した状態で、固定端12F2が接着剤である樹脂21で固定され、筐体11の長軸方向の中心軸(光軸)Oに沿って片持ち梁状に保持されている。

【0031】

光ファイバ12は、固定端12F2を起点とし自由端12F1までの範囲が、第1の方向(X軸方向)および第1の方向と直交する第2の方向(Y軸方向)に振動する振動部である。第1の方向への振動と第2の方向への振動との組み合わせにより、光ファイバ12の自由端12F1は、XY平面内を所定の走査パターンで移動する。

20

【0032】

第1の方向の振動パターン(X軸走査)と第2の方向の振動パターン(Y軸走査)との組み合わせにより、走査方式は、スパイラル走査、ラスタ走査、またはリサージュ走査等となる。

【0033】

光ファイバ走査装置10では、光ファイバ12を振動するように構成されている駆動部25は、X軸方向に振動するための駆動コイル25Aと、Y軸方向に振動するための駆動コイル25Bと、を含む。

30

【0034】

駆動コイル25A、25Bは、円筒チューブ27の外面に配設された多層薄膜コイルである。駆動コイル25A、25Bは、円筒チューブ27の中心軸に対して傾斜した磁界を発生するように巻回されているソレノイドコイルである。すなわち、駆動コイル25Aと駆動コイル25Bとは互いに直交する方向の磁界を発生する。一方、光ファイバ12の駆動部には、磁石26が取り付けられている。例えば外径500 μm 、長さ2mmで内径140 μm の貫通孔にあるFe-Cr-Co系永久磁石が、外径が130 μm の光ファイバ12に接着されている。

【0035】

ここで、駆動コイル25A、25Bの作製方法について簡単に説明する。ポリイミドからなる円筒チューブ27を基体とし、電気めっきのシード層となる(50nmチタン/100nm銅)層がスputta装置を用いて成膜される。フォトレジストがスプレーコーターで塗布され、レーザ描画露光装置を用いた露光および現像によりレジストがパターンングされる。次に、レジストパターンをマスクとして電気めっき膜が成膜される。レジスト除去および銅シード層エッチングにより、1層目の駆動コイル25Aが作製される。次に、駆動コイル25Aを覆うように、絶縁層、例えば、ポリパラキシリレン蒸着層が成膜され、駆動コイル25Aと同様の方法で、2層目の駆動コイル25Bが作製される。

40

【0036】

例えば、円筒チューブ27は、肉厚40 μm 、外径1.08mmであり、駆動コイル2

50

5 A、25 Bは、膜厚1 μm の銅めっき膜からなる。

【0037】

駆動コイル（駆動部）25は、信号線14を介して所定周波数の交流の駆動信号（駆動電流）が印加されると磁界を発生する。磁界は、光ファイバ12に取り付けられている磁石26に印加される。このため、駆動コイル25 Aに、X軸駆動信号が印加されると、光ファイバ12の自由端12 F 1は第1の方向（X軸方向）に振動する。また駆動コイル25 Bに、Y軸駆動信号が印加されると、光ファイバ12の自由端12 F 1は第2の方向（Y軸方向）に振動する。

【0038】

制御部5が駆動信号生成部4を制御することで、所定パターンの2次元走査を行うための駆動信号が駆動部25に入力される。すなわち、被観察物へ照射されるスポット照明光の照射位置が所定の走査パターンに応じた軌跡を描くように制御されたY軸駆動信号およびX軸駆動信号が駆動部25に入力される。

【0039】

なお、駆動部は、圧電素子の変形を利用した圧電駆動方式でもよい。

【0040】

図4に示したように、光ファイバ12の固定端12 F 2は、第1の方向（X軸方向）の外周は、フェルール20の溝T 20の両側面に略当接している。一方、第2の方向（Y軸方向）の外周の下部は、フェルール20の溝T 20の底面に略当接しているが、上部は溝T 20に配設されているアクリル系の樹脂21により覆われている。

【0041】

溝T 20の深さは、底面に当接した光ファイバ12の光軸が、駆動コイル25 A、25 Bが配設されている円筒チューブ27の断面円の中心線（中心軸）と一致するように設定されている。このため、光ファイバ12は溝T 20の底面に当接するように挿入するだけで、光軸と円筒チューブ27の中心軸との正確な位置決めが容易に行われる。

【0042】

所定のパターンの2次元走査を行うためには、Y軸方向の振動とX軸方向の振動とを独立して、少なくともいずれかの軸方向について、共振周波数FRの信号で、制御（走査）すると駆動効率が良い。しかし、両者が同じ共振周波数FRだと、例えば、Y軸方向に走査している場合でも、X軸方向にも意図せず走査されてしまい、走査軌跡に歪みが生じるおそれがある。

【0043】

光ファイバ12の共振周波数FRは、1次共振の場合、固定端12 F 2から自由端12 F 1までの振動部の長さ（振動長）の平方根に反比例する。すなわち、振動長が短いほど、共振周波数FRは高くなる。

【0044】

フェルール20を構成しているガラスは、ヤング率Y 1が、80 GPaであり、アクリル系の樹脂21は、ヤング率Y 2が、3 GPaである。すなわち、固定端12 F 2は、両面がガラスと当接しているX軸方向外周と、一面（上面）がガラスよりもヤング率の低い樹脂21で覆われているY軸方向外周とは、拘束条件が異なる。

【0045】

光ファイバ12は固定端12 F 2の全外周が樹脂21で固定されているため、X軸方向の振動長とY軸方向の振動長とは同じである。しかし、X軸方向とY軸方向とでは、固定端12 F 2の拘束条件が異なるため、振動部の実効長が異なっている。すなわち、ヤング率の高いガラスと両側面が略当接しているX軸方向は、一面が樹脂21で覆われているY軸方向よりも実効長が短い。

【0046】

このため、図6に示す様に、光ファイバ12は、X軸方向の共振周波数FR 1は、168.5 Hzであり、Y軸方向の共振周波数FR 2は、149.5 Hzであった。なお、図6において振幅は、筐体11の前面における値である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

共振周波数 $F R 1$ と共振周波数 $F R 2$ の差 $d F R$ は、 19 Hz であり、共振周波数 $F R 2$ を基準とすると共振周波数の差 $d F R$ は 12.7% である。

【 0 0 4 8 】

なお、図 7 は、駆動部 25 の駆動コイル 25 A、25 A が配設されている円筒チューブ 27 の中で、フェルール 20 を 90 度回転した状態で測定した場合の振幅の周波数特性である。すなわち、光ファイバ 12 の固定端 12 F 2 の Y 軸方向が X 軸方向よりも強く拘束された場合である。

【 0 0 4 9 】

図 7 に示す周波数特性では、図 6 に示した周波数特性とは逆に、Y 軸方向の共振周波数 $F R 2$ が、X 軸方向の共振周波数 $F R 1$ よりも高くなっている。すなわち、共振周波数が、固定端 12 F 2 の拘束条件により変化することが、実験により確認された。

10

【 0 0 5 0 】

光ファイバ 12 は光軸に直交する方向 (X 軸方向 / Y 軸方向) が同じ構成であるが、光ファイバ 12 が当接している部材のヤング率が異なる。このため、光ファイバ走査装置 10 では、X 軸方向に振動する場合の共振周波数 $F R 1$ と Y 軸方向に振動する場合の共振周波数 $F R 2$ とが異なる。

【 0 0 5 1 】

安定したスキャン照射を行うために必要な共振周波数の差 $d F R$ は、光ファイバ走査装置の仕様により異なるが、例えば、 1% 以上異なっていることが好ましく、 5% 以上異なっていることが特に好ましい。

20

【 0 0 5 2 】

なお、フェルール 20 のヤング率 $Y 1$ と樹脂 21 のヤング率 $Y 2$ との差 $d Y$ により、共振周波数 $F R 1$ と共振周波数 $F R 2$ との差 $d F R$ が調整される。すなわち、ヤング率の差が大きいほど、共振周波数の差 $d F R$ も大きくなる。

【 0 0 5 3 】

ここで、溝 T 20 の深さ方向の第 1 の方向 (X 軸方向) または第 2 の方向 (Y 軸方向) に対する角度である回転角が 0 度の場合に、最も大きい共振周波数差 $d F R$ となる。そして回転角が 45 度の場合に共振周波数差 $d F R$ はゼロとなる。

【 0 0 5 4 】

すなわち、光ファイバ走査装置 10 は回転角が 45 度未満であれば、本発明の効果を奏することができる。安定したスキャン走査を行うためには、回転角は 10 度以下が好ましく、 5 度以下が特に好ましい。

30

【 0 0 5 5 】

そして、共振周波数差 $d F R$ は、フェルール 20 を、光軸を中心に回転することでも調整可能である。すなわち、光ファイバ走査装置 10 では、溝 T 20 の深さ方向は、第 2 の方向 (Y 軸方向) と一致していた (回転角度 = 0 度)。しかし、フェルール 20 に光ファイバ 12 を固定するときの製造誤差により共振周波数差 $d F R$ が、ばらつくおそれがある。光ファイバ走査装置 10 では、光ファイバ 12 が固定されたフェルール 20 を、筐体 11 に組み込むときに、フェルール 20 を、上記範囲内の回転角度に回転することで、容易

40

【 0 0 5 6 】

すなわち、多数の光ファイバ走査装置 10 を製造すると、製造時の誤差等により、それぞれの光ファイバ走査装置 10 の共振周波数差 $d F R$ に、はらつきが生じるおそれがある。

【 0 0 5 7 】

フェルール 20 を光軸を中心軸とし回転し、光ファイバ 12 の第 1 の方向 (X 軸方向) の共振周波数 $F R 1$ と第 2 の方向 (Y 軸方向) の共振周波数 $F R 2$ との差 $d F R$ を調整する工程を有する光ファイバ走査装置の製造方法によれば、共振周波数差 $d F R$ に、はらつきのない、すなわち、製造ばらつきの小さい多数の光ファイバ走査装置 10 を製造するこ

50

とができる。

【0058】

なお、光ファイバ走査装置10ではフェルール20が、ガラスから構成されていた。しかし、フェルール20の材料としては、ニッケル(ヤング率:207GPa)、半田(ヤング率:42GPa)、金(ヤング率:80GPa)、銅(ヤング率:130GPa)等の金属または硬質樹脂を用いてもよい。一方、樹脂21は、エポキシ樹脂(ヤング率:3.5GPa)、または、シリコン樹脂(ヤング率:4MPa)等を用いてもよい。

【0059】

接着剤は、フェルール20の材料よりもヤング率が小さければ、例えば、ガラス系接着剤(低融点ガラス)であってもよい。

【0060】

また、光ファイバ12と溝T20の側面または底面との間に、薄い樹脂21が存在しているもよい。すなわち、本明細書において「当接」とは、両者が直接、接している場合に限られず、拘束条件に大きな影響を及ぼさない範囲で、樹脂21を介して接していてもよい。

【0061】

例えば溝T20の内寸(幅)は光ファイバ12の外径の100%ではなく、100%超110%以下であればよい。

【0062】

光ファイバ走査装置10は、共振周波数FR1と共振周波数FR2とが異なる。このため、光ファイバ走査装置10は、走査軌跡に歪みが生じることなく、安定したスキャン走査が行える。そして、光ファイバ走査装置10は、光ファイバ12を加工する必要がない。さらに、光ファイバ12を溝T20に当接するように挿入し樹脂21で固定するだけで、光軸と円筒チューブ27の中心軸との正確な位置決めが容易に行われる。

【0063】

このため光ファイバ走査装置10は、制御および製造が容易である。また、光ファイバ走査装置10を具備する内視鏡9は安定したスキャン走査が行え、製造が容易である。

【0064】

<第2実施形態>

第2実施形態の光ファイバ走査装置10Aは、光ファイバ走査装置10と類似し同じ効果を有しているため、同じ機能の構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

【0065】

図8に示す光ファイバ走査装置10Aでは、フェルール20Aの溝T20Aの、光ファイバ12を保持している部分の光軸直交方向の断面形状が、V字形である。そして、光ファイバ12の外周面が、溝T20Aの両側面と当接している。また、フェルール20Aは、光軸直交方向の断面形状が矩形である。

【0066】

光ファイバ走査装置10Aでは、X軸方向の拘束条件が、Y軸方向の拘束条件よりも弱いため、振動部の実効長は、X軸方向がY軸方向よりも長い。このため、図9に示すように、X軸方向の共振周波数FR1がY軸方向の共振周波数FR2よりも低くなっている。

【0067】

光ファイバ走査装置10Aは、フェルール20Aの断面形状が矩形であるため、フェルール20Aを筐体11に組み込むときに、光軸を中心とする回転方向の位置決めが容易である。

【0068】

また、光ファイバ走査装置10では、溝T20の幅が光ファイバ12の外径と略同じであるため、溝T20に光ファイバ12を挿入することが容易ではないことがあった。これに対して、V字型の溝T20Aへの光ファイバ12の挿入は容易である。さらに、溝T20Aに挿入された光ファイバ12の外周面は、溝T20Aの両側面と樹脂21を介さないで当接している。このため、多数の装置を作製した場合にも、共振周波数のばらつきが小

10

20

30

40

50

さい。

【 0 0 6 9 】

< 第 3 実施形態 >

第 3 実施形態の光ファイバ走査装置 1 0 B は、光ファイバ走査装置 1 0 、 1 0 A と類似しているため、同じ機能の構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 に示すように、光ファイバ走査装置 1 0 B のフェルール 2 0 B には、先端部の切り欠き面（ハーフカット面）に、挿入孔 H 2 0 から延設された溝 T 2 0 が形成されている。

【 0 0 7 1 】

図 1 1 A および図 1 1 B に示すように、フェルール 2 0 B に挿通されている光ファイバ 1 2 の固定端は、接着剤 2 1 により切り欠き面に固定されている。なお、フェルール 2 0 B は、フェルール 2 0 と同じ材料からなる。

【 0 0 7 2 】

光ファイバ 1 2 では、X 軸方向の拘束条件は、左右方向（X 軸値増加方向 / X 軸値減少方向）で同じであるが、Y 軸方向の拘束条件は、上下方向（Y 軸値増加方向 / Y 軸値減少方向）で異なる。また、実際に駆動すると X 軸方向と Y 軸方向とは異なる共振周波数であった。

【 0 0 7 3 】

光ファイバ走査装置 1 0 B は、光ファイバ走査装置 1 0 、 1 0 A と同じ効果を有する。

【 0 0 7 4 】

本発明は、上述した各実施形態および変形例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変更、組み合わせ、および応用が可能であることは勿論である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

1 . . . 内視鏡システム

9 . . . 内視鏡

9 C . . . ユニバーサルケーブル

1 0 、 1 0 A 、 1 0 B . . . 光ファイバ走査装置

1 1 . . . 筐体

1 2 . . . 光ファイバ

1 2 F 1 . . . 自由端

1 2 F 2 . . . 固定端

1 3 . . . 光ファイバ

1 4 . . . 信号線

2 0 . . . フェルール

2 1 . . . 樹脂

2 5 . . . 駆動部

2 5 A 、 2 5 B . . . 駆動コイル

2 6 . . . 磁石

2 7 . . . 円筒チューブ

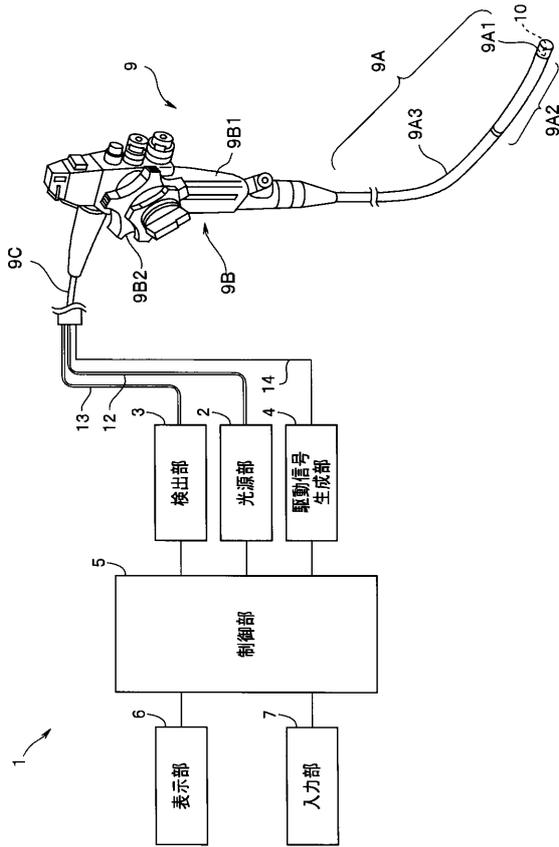
10

20

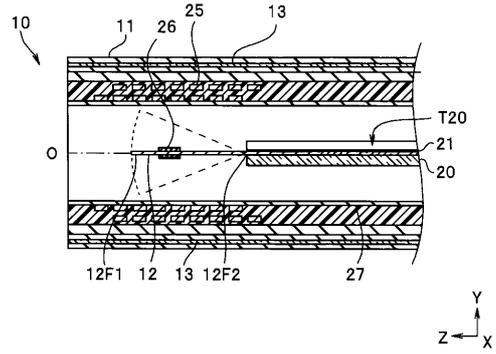
30

40

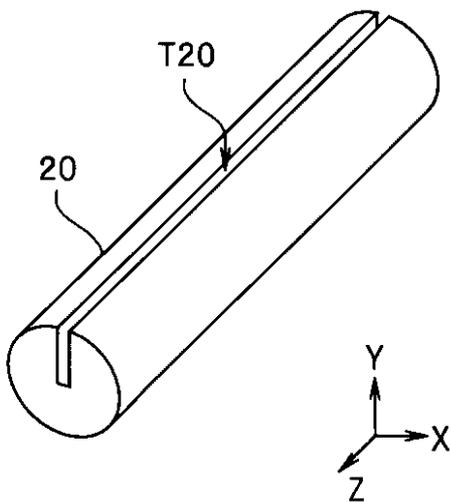
【 図 1 】



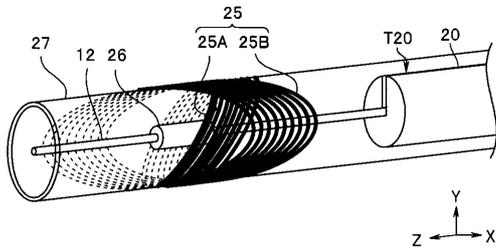
【 図 2 】



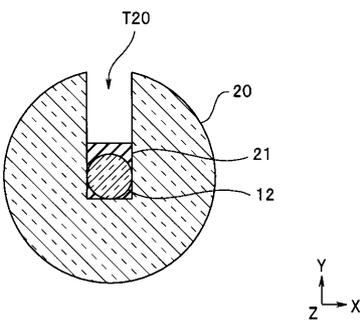
【 図 3 】



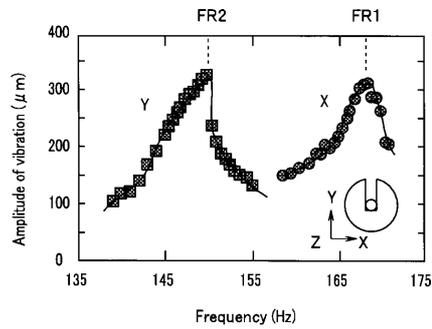
【 図 5 】



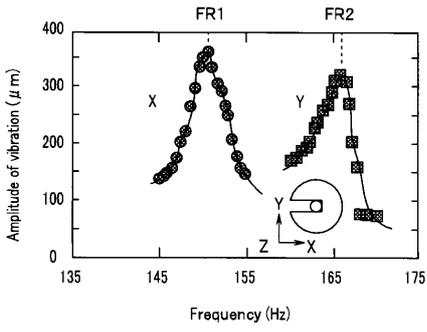
【 図 4 】



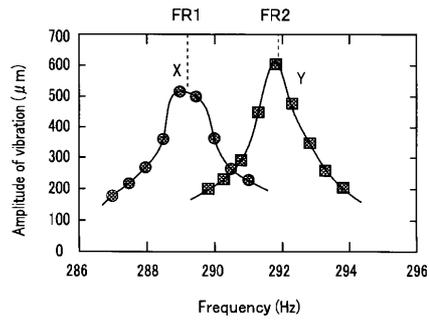
【 図 6 】



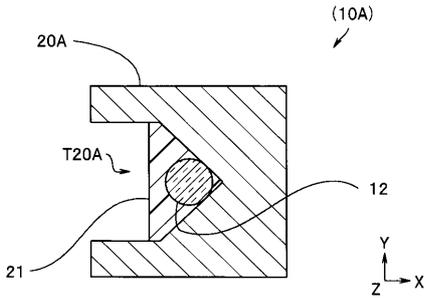
【 図 7 】



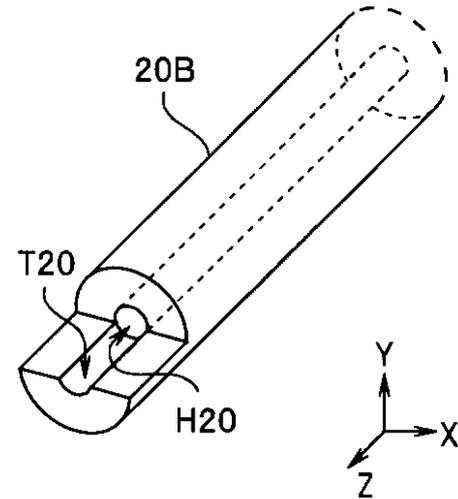
【 図 9 】



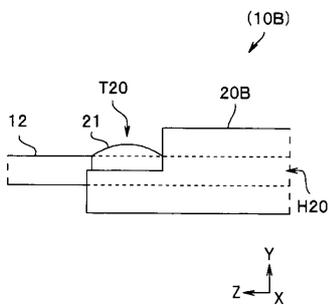
【 図 8 】



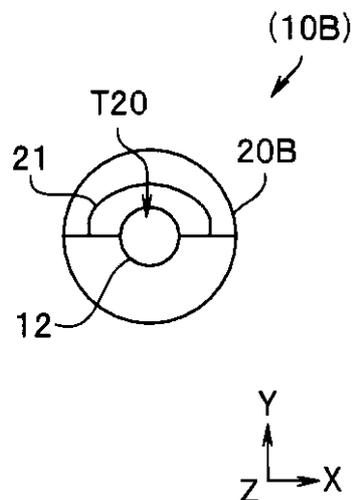
【 図 10 】



【 図 11 A 】



【 図 11 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 李 宣

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

Fターム(参考) 2H045 AE05 BA13 BA14 DA02

2H141 MA12 MB32 MC04 MD12 MF02 MG06 MG10 MZ09 MZ17

4C161 BB02 CC07 DD01 DD03 FF40 JJ06 MM10

专利名称(译)	光纤扫描装置，内窥镜和光纤扫描装置的制造方法		
公开(公告)号	JP2018105970A	公开(公告)日	2018-07-05
申请号	JP2016251061	申请日	2016-12-26
申请(专利权)人(译)	国立大学法人东北大学		
[标]发明人	芳賀洋一 松永忠雄 李宣		
发明人	芳賀 洋一 松永 忠雄 李 宣		
IPC分类号	G02B26/10 G02B26/08 A61B1/00		
FI分类号	G02B26/10.109 G02B26/10.C G02B26/08.F A61B1/00.300.T		
F-TERM分类号	2H045/AE05 2H045/BA13 2H045/BA14 2H045/DA02 2H141/MA12 2H141/MB32 2H141/MC04 2H141/MD12 2H141/MF02 2H141/MG06 2H141/MG10 2H141/MZ09 2H141/MZ17 4C161/BB02 4C161/CC07 4C161/DD01 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/MM10		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供用于执行稳定扫描照射的光纤扫描装置10。解决方案：光纤扫描装置10具有光纤12，其中固定端12F2像悬臂一样被固定和保持，并且用于发射照明光的自由端12F1在X轴方向和Y轴方向上振动，固定光纤12的套管20，以及用于使光纤12振动的驱动单元25，以及套管20具有平行于光轴的凹槽T20，光纤12插入凹槽T20中，具有比构成套圈的材料低的杨氏模量的树脂21设置在凹槽T20中，并且光纤维12的固定端12 2由树脂21固定。

