

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4037538号  
(P4037538)

(45) 発行日 平成20年1月23日(2008.1.23)

(24) 登録日 平成19年11月9日(2007.11.9)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 N 21/17 (2006.01)	GO 1 N 21/17	6 2 0
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00	3 0 0 D
A 6 1 B 10/00 (2006.01)	A 6 1 B 10/00	E
GO 1 B 9/02 (2006.01)	GO 1 B 9/02	
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00	G
請求項の数 6 (全 25 頁) 最終頁に続く		

<p>(21) 出願番号 特願平10-266752                  (22) 出願日 平成10年9月21日(1998.9.21)                  (65) 公開番号 特開2000-97845(P2000-97845A)                  (43) 公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)                  審査請求日 平成17年9月9日(2005.9.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000000376                  オリンパス株式会社                  東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号                  (74) 代理人 100076233                  弁理士 伊藤 進                  (72) 発明者 堀井 章弘                  東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内                  審査官 横尾 雅一</p>
最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 光イメージング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光を受光する光走査プローブと、該光走査プローブが着脱自在に接続され、前記光走査プローブを経て受光した光の情報から被検体の断層像を構築する観測装置と、を備えた光イメージング装置において、

前記光走査プローブは、

少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されたシースと、

前記シースの基端に設けられたハウジングを前記観測装置に取り付ける着脱手段と、

前記シースの内部に長手方向の軸周りに回転自在に設けられているパイプ部材と、

前記パイプ部材の基端部に設けられた回転力伝達部材と、

前記回転力伝達部材を前記ハウジングに回転自在に保持する回転保持手段と、

前記パイプ部材の内部に設けられたプローブ側シングルモードファイバであって、先端部が前記パイプ部材の先端に固定され、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられたプローブ側シングルモードファイバと、

前記プローブ側シングルモードファイバの先端からの出射光を集光するレンズと、

出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段と、

前記プローブ側シングルモードファイバの基端部に設けられたファイバ端固定手段と、

前記ファイバ端固定手段と前記回転力伝達部材の間に設けられた弾性手段を有し、

前記観測装置は、

前記光走査プローブの前記回転力伝達部材に回転力を付与する回転駆動装置と、

10

20

前記光走査プローブの前記プローブ側シングルモードファイバに、前記ハウジングに対して回転自在に設けられる連結用シングルモードファイバを接続する光接続手段と、

前記回転駆動装置に設けられ、前記連結用シングルモードファイバと、前記観測装置に設けられた観測光を送受する観測装置側シングルモードファイバとで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイントと、を有し、

前記着脱手段により前記光走査プローブと前記観測装置を接続した際に、前記光走査プローブの弾性手段が前記ファイバ端固定手段を前記光接続手段に押し付けて、前記プローブ側シングルモードファイバと前記連結用シングルモードファイバとの光接続を行うことを特徴とする光イメージング装置。

【請求項 2】

観測装置と光走査プローブを備え、

前記観測装置が、低干渉性光を発生する低干渉性光源と、検出部と、光路長可変手段と、光伝送部と、回転駆動装置と、を備え、

該光伝送部が、前記低干渉性光を前記光走査プローブ及び前記光路長可変手段に伝送すると共に、前記低干渉性光を前記光走査プローブ及び前記光路長可変手段からの光を前記検出部に伝送する光イメージング装置において、

前記光走査プローブは、プローブ側シングルモードファイバと、該プローブ側シングルモードファイバの一端に設けられた光学系と、前記プローブ側シングルモードファイバ及び前記光学系を保持するシャフト部材と、該シャフト部材の一端に設けられた回転伝達機構を備え、

該回転伝達機構は、前記シャフト部材に接続された回転伝達部材と、前記プローブ側シングルモードファイバの端部に設けられた光接続部と、前記回転伝達部材と、該光接続部の間に配置された弾性手段とを備え、

前記回転駆動装置は、ハウジングと、該ハウジングに対して回転自在に設けられた回転シャフトと、前記回転シャフトに設けられて前記プローブ側シングルモードファイバに前記低干渉光を伝送する連結用シングルモードファイバと、前記連結用シングルモードファイバの端部に設けられた光アダプタと、前記連結用シングルモードファイバと前記光伝送部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイントと、を備え、

前記弾性手段が、前記回転伝達部材の内周面側に所定の間隙を有して配置され、前記プローブ側シングルモードファイバの端部を前記光アダプタに押し付けることを特徴とする光イメージング装置。

【請求項 3】

前記シャフト部材の中心軸に沿う方向において、前記弾性手段の一端が前記回転伝達部材と接するように、前記弾性手段が配置され、

前記回転伝達部材には、前記弾性手段が接する部分に球面部が形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の光イメージング装置。

【請求項 4】

前記弾性手段は、前記光接続部の外側に配置された弾性部材と、該弾性部材の外側に配置された受け部材を有し、

前記弾性部材の一端は前記保持部材に接し、前記弾性部材の他端は前記光接続部に接していることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の光イメージング装置。

【請求項 5】

前記光接続部は、前記プローブ側シングルモードファイバの端部に固定されたフェルールと、該フェルールに固定された光コネクタからなることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれかに 1 項に記載の光イメージング装置。

【請求項 6】

前記光接続部は、前記プローブ側シングルモードファイバの端部に固定されたフェルールと、該フェルールに固定されたフェルール止めからなることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれかに 1 項に記載の光イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、生体組織を診断する場合、組織内部の光学的情報を得ることのできる装置として、低干渉性光を用いて被検体に対する断層像を得る干渉型のOCT（オプティカル・コヒーレンス・トモグラフィ）が例えば特公平6-511312号公報に開示されている。

## 【0003】

特公平6-511312では体腔内に挿入するための外側のチューブ状シースに対して内側に光ファイバおよび光学素子が設けられた回転チューブを設けたプローブが開示されている。しかし、プローブの着脱手段がないため、体腔内での使用に必要な洗滌・滅菌ができない。また、先端のプリズム等の光学素子が外側シースに対して露出して回転しているため、生体を傷つける可能性が有る。

## 【0004】

それに対し、特願平9-313924には、光プローブ部と観測装置部を着脱可能なOCT用光プローブが開示されている。着脱可能なコネクタ部を有し、先端のプリズム等の光学素子まで透明なシースで覆って密封している。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、この技術では、光プローブのコネクタ部に設けられた回転チューブを回転させる回転伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸が正確に一致しないと、回転力の伝達が円滑に行われず、回転ムラや回転速度の不安定が生じるが、実際には2つの回転軸を正確に一致させることは困難である。

## 【0006】

さらに、回転チューブの基端部の回転伝達手段と光ファイバ接続部材が一体になっているため、2つの回転軸の間に傾きが生じたり、回転軸を支持するベアリングにガタが生じてファイバの方向に移動すると、光プローブの光ファイバと観測装置側の光ファイバの接続が不安定になるという問題点があった。

## 【0007】

特に、OCTで用いられるシングルモードファイバの場合数 $\mu$ の精度でファイバコアを突き合わせる必要が有るので、わずかなズレやわずかなファイバ端の間隔が大きな光損失を生じ、観察のS/N比を悪化させたり、回転による接続状態の変化による観察像の強度のムラが生じる。

## 【0008】

## （発明の目的）

本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、光走査プローブのコネクタ部に設けられた回転力伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸の間に、軸同士のずれ、角度の傾き、軸方向のガタが存在しても、光走査プローブの光ファイバと観測装置側の光ファイバの安定した接続を確保することができる光イメージング装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の光イメージング装置は、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光を受光する光走査プローブと、該光走査プローブが着脱自在に接続され、前記光走査プローブを経て受光した光の情報から被検体の断層像を構築する観測装置と、を備えた光イメージング装置において、前記光走査プローブは、少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されたシースと、前記シースの基端に設けられたハウジングを前記観測装置に取り付ける着脱手段と、前記シースの内部に長手方向の軸周りに回転自在に設け

10

20

30

40

50

られているパイプ部材と、前記パイプ部材の基端部に設けられた回転力伝達部材と、前記回転力伝達部材を前記ハウジングに回転自在に保持する回転保持手段と、前記パイプ部材の内部に設けられたプローブ側シングルモードファイバであって、先端部が前記パイプ部材の先端に固定され、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられたプローブ側シングルモードファイバと、前記プローブ側シングルモードファイバの先端からの出射光を集光するレンズと、出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段と、前記プローブ側シングルモードファイバの基端部に設けられたファイバ端固定手段と、前記ファイバ端固定手段と前記回転力伝達部材の間に設けられた弾性手段を有し、前記観測装置は、前記光走査プローブの前記回転力伝達部材に回転力を付与する回転駆動装置と、前記光走査プローブの前記プローブ側シングルモードファイバに、前記ハウジングに対して回転自在に設けられる連結用シングルモードファイバを接続する光接続手段と、前記回転駆動装置に設けられ、前記連結用シングルモードファイバと、前記観測装置に設けられた観測光を送受する観測装置側シングルモードファイバとで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイントと、を有し、前記着脱手段により前記光走査プローブと前記観測装置を接続した際に、前記光走査プローブの弾性手段が前記ファイバ端固定手段を前記光接続手段に押し付けて、前記プローブ側シングルモードファイバと前記連結用シングルモードファイバとの光接続を行うことを特徴とする。

10

本発明の第2の光イメージング装置は、観測装置と光走査プローブを備え、前記観測装置が、低干渉性光を発生する低干渉性光源と、検出部と、光路長可変手段と、光伝送部と、回転駆動装置と、を備え、該光伝送部が、前記低干渉性光を前記光走査プローブ及び前記光路長可変手段に伝送すると共に、前記低干渉性光を前記光走査プローブ及び前記光路長可変手段からの光を前記検出部に伝送する光イメージング装置において、前記光走査プローブは、プローブ側シングルモードファイバと、該プローブ側シングルモードファイバの一端に設けられた光学系と、前記プローブ側シングルモードファイバ及び前記光学系を保持するシャフト部材と、該シャフト部材の一端に設けられた回転伝達機構を備え、該回転伝達機構は、前記シャフト部材に接続された回転伝達部材と、前記プローブ側シングルモードファイバの端部に設けられた光接続部と、前記回転伝達部材と、該光接続部の間に配置された弾性手段とを備え、前記回転駆動装置は、ハウジングと、該ハウジングに対して回転自在に設けられた回転シャフトと、前記回転シャフトに設けられて前記プローブ側シングルモードファイバに前記低干渉光を伝送する連結用シングルモードファイバと、前記連結用シングルモードファイバの端部に設けられた光アダプタと、前記連結用シングルモードファイバと前記光伝送部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイントと、を備え、前記弾性手段が、前記回転伝達部材の内周面側に所定の間隙を有して配置され、前記プローブ側シングルモードファイバの端部を前記光アダプタに押し付けることを特徴とする。

20

30

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態)

図1ないし図7は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は本発明の第1の実施の形態の光イメージング装置の構成を示し、図2は光走査プローブが挿通される内視鏡を光走査プローブと共に示し、図3は光走査プローブ及び回転駆動装置の構成を示し、図4は光走査プローブの詳細な構成を示し、図5はコネクタ部と回転駆動装置との接続部の構成を示し、図6は図5のA-A、B-B断面などを示し、図7は洗浄及び保管時のコネクタ部の状態を示す。

40

【0011】

本実施の形態の目的は光プローブのコネクタ部に設けられた回転チューブを回転させる回転伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸の間の、軸同士のずれ、角度の傾き、軸方向のガタを防止し、光プローブの光ファイバと観測装置側の光ファイバの安定した接続が確保できるようにする。また、回転力が回転駆動手段の回転軸か

50

ら回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達されるようにする。

【0012】

また、光走査プローブと観測装置の接続部のファイバ端が汚損しても、ファイバ端の再研磨なしに、観測装置の光プローブとの接続部に、設けられた着脱可能なシングルモードファイバを交換し、ファイバ端の再研磨作業無しに良好な光接続を確保できるようにする。さらに、コネクタ部の観測装置への取り付けが一度の取り付け動作で、回転力伝達の接続と、光接続手段の接続が同時に行え、使い勝手が良い装置を提供する事などである。

【0013】

図1に示す光イメージング装置(光断層画像装置)1Aは観測装置27内に超高輝度発光ダイオード(以下、SLDと略記)等の低干渉性光源2を設けている。この低干渉性光源2はその波長が例えば1300nmで、その可干渉距離が例えば17μm程度であるような短い距離範囲のみで干渉性を示す低干渉性光の特徴を備えている。つまり、この光を例えば2つに分岐した後、再び混合した場合には分岐した点から混合した点までの2つの光路長の差が17μm程度の短い距離範囲内の場合には干渉した光として検出され、それより光路長が大きい場合には干渉しない特性を示す。

10

【0014】

この低干渉性光源2の光は第1のシングルモードファイバ3の一端に入射され、他方の端面(先端面)側に伝送される。この第1のシングルモードファイバ3は途中の光カップラ部4で第2のシングルモードファイバ5と光学的に結合されている。従って、この光カップラ部4で2つに分岐されて伝送される。

20

【0015】

第1のシングルモードファイバ3の(光カップラ部4より)先端側には、非回転部と回転部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイント6が介挿され、この光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7の先端に光走査プローブ8のコネクタ部9が着脱自在で接続され、この光走査プローブ8内に挿通され、回転駆動される第4のシングルモードファイバ10に低干渉性光源2の光が伝送(導光)される。

【0016】

そして、伝送された光は光走査プローブ8の先端側から被検体としての生体組織11側に走査されながら照射される。また、生体組織11側での表面或いは内部での散乱などした反射光の一部が取り込まれ、逆の光路を経て第1のシングルモードファイバ3側に戻り、光カップラ部4によりその一部が第2のシングルモードファイバ5側に移り、第2のシングルモードファイバ5の一端から光検出器としての例えばフォトダイオード12に入射される。

30

なお、光ロータリジョイント6のロータ側は観測装置27内の回転駆動装置13によって回転駆動される。

【0017】

また、第2のシングルモードファイバ5の光カップラ部4より先端側には基準光の光路長を変える光路長の可変機構14が設けてある。この光路長の可変機構14は光走査プローブ8により生体組織11の深さ方向に所定の走査範囲だけ走査する光路長に対応してこの走査範囲の光路長だけ高速に変化する第1の光路長変化手段と、光走査プローブ8を交換して使用した場合の個々の光走査プローブ8の長さのバラツキを吸収できるようにその長さのバラツキ程度の光路長を変化できる第2の光路長の変化手段とを備えている。

40

【0018】

第2のシングルモードファイバ5の先端に対向して1軸ステージ18上に取り付けられ、符号aで示す方向に移動自在のコリメートレンズ30と、これに対向して配置されたレンズ15を介してグレーティング16が配置され、このグレーティング(回折格子)16と対応するレンズ17を介して微小角度で回動可能なガルバノメータ19が第1の光路長の変化手段として取付けられており、このガルバノメータミラー19はガルバノメータコントローラ20により、符号bで示すように高速に回転的に振動される。

【0019】

50

このガルバノメータミラー 19 はガルバノメータのミラーにより反射させるもので、ガルバノメータに交流の駆動信号を印加してその可動部分に取り付けたミラーを高速に回転的に振動させるものである。

【0020】

つまり、光走査プローブ 8 により、生体組織 11 の深さ方向に所定の距離だけ高速に走査できるようにガルバノメータコントローラ 20 により、駆動信号が印加され、この駆動信号により符号 b で示すように高速に回転的に振動する。

そして、この回転的振動により第 2 のシングルモードファイバ 5 の端面から出射され、ガルバノメータミラー 19 で反射されて戻る光の光路長は生体組織 11 の深さ方向に走査する所定の距離の走査範囲だけ変化する。

10

【0021】

つまり、ガルバノメータミラー 19 により、深さ方向の断層像を得るための第 1 の光路長の変化手段を形成している。このガルバノメータミラー 19 による光路長の変化手段は SCIENCE VOL. 276、1997、pp 2037 - 2039 に開示されている。また、第 2 のシングルモードファイバ 5 およびコリメートレンズ 30 は、その光軸方向に符号 a で示すように移動自在な 1 軸ステージ 18 上に設けられ、第 2 の光路長の変化手段となっている。

また、第 2 のシングルモードファイバ 5 には、ファイバで構成される干渉系全体および光走査プローブ 8 内のファイバの曲げによって生じる複屈折性の影響を取り除くための偏波面調整用のファイバループ 29 が設けられている。

20

【0022】

一方、1 軸ステージ 18 は光走査プローブ 8 を交換した場合に対し、光走査プローブ 8 の光路長のバラツキを吸収できるだけの光路長の可変範囲を有する第 2 の光路長の可変手段を形成すると共に、ガルバノメータミラー 19 による光路長を過経して深さ方向の画像を得る場合に所望とする位置（例えば、光走査プローブ 8 の先端が生体組織の表面に密着していない場合でも、1 軸ステージ 18 による光路長を変化させることにより、生体組織 11 の表面位置から干渉する状態に設定することにより、その表面位置）から画像化することができるようオフセットを調整する調整手段の機能も備えているようにしている。

【0023】

この 1 軸ステージ 18 はステージ移動用のモータを備え、位置制御装置 21 によりそのモータに駆動信号を印加することにより 1 軸ステージ 18 は符号 a で示す方向に移動する。この光路長の可変機構 14 で光路長が変えられた光は第 2 のシングルモードファイバ 5 の途中に設けたカップラ部 4 で第 1 のシングルモードファイバ 3 側から漏れた光と混合されて、共にフォトダイオード 12 で受光される。

30

【0024】

なお、例えば第 2 のシングルモードファイバ 5 は 1 軸ステージ 18 をその可変範囲の中間位置付近に設定した状態では光カップラ部 4 から第 4 のシングルモードファイバ 9 等を経て光走査プローブ 8 の先端から生体組織 11 に至る光路長と、第 2 のシングルモードファイバ 5 を経て 1 軸ステージ 18 上のガルバノメータミラー 19 で反射される光路長とがほぼ等しい長さとなるように設定されている。

40

【0025】

そして、実際に接続して使用される光走査プローブ 8 に応じて 1 軸ステージ 18 の位置を可変設定することにより、個々の光走査プローブ 8 の長さのバラツキを吸収し、かつガルバノメータミラー 19 を高速で回転的振動或いは高速振動させてその基準光側の光路長を周期的に変化することにより、この光路長と等しい値となる生体組織 11 の深さ位置での反射光とを干渉させ、他の深さ部分での反射光は非干渉にすることができるようにしている。

【0026】

上記フォトダイオード 12 で光電変換された信号はアンプ 22 により増幅された後、復調器 23 に入力される。この復調器 23 では干渉した光の信号部分のみを抽出する復調処

50

理を行い、その出力はA/D変換器24を経てコンピュータ25に入力される。このコンピュータ25では断層像に対応した画像データを生成し、モニタ26に出力し、その表示面にOCT像26aを表示する。

【0027】

このコンピュータ25は位置制御装置21と接続され、コンピュータ25は位置制御装置21を介して1軸ステージ18の位置の制御を行う。また、コンピュータ25はビデオ同期回路28と接続され、画像化する際のビデオ同期信号に同期して内部のメモリに断層像データを格納する。

【0028】

また、このビデオ同期回路28のビデオ同期信号はそれぞれガルバノメータコントローラ20と回転駆動装置13にも送られ、例えばガルバノメータコントローラ20はビデオ同期信号(より具体的には高速及び低速の2つのビデオ同期信号における高速の第1のビデオ同期信号)に同期した周期で駆動信号を出力し、回転駆動装置13はビデオ同期信号(より具体的には低速の第2のビデオ同期信号)に同期した周期で第1のビデオ同期信号に同期した駆動信号を出力し、回転駆動装置13による回転により周方向に光を走査するようになっている。

【0029】

第1の実施の形態における光走査プローブ8は図2に示すように内視鏡31の鉗子挿通口32から鉗子挿通用チャンネルを経てその先端開口から光走査プローブ8の先端側を突出させることができる。

【0030】

この内視鏡31は体腔内に挿入し易いように細長で可撓性の挿入部33を有し、この挿入部33の後端には太幅の操作部34が設けてある。この挿入部33の後端付近には鉗子挿通口32が設けてあり、この鉗子挿通口32はその内部で鉗子挿通用チャンネルと連通している。

【0031】

挿入部33内には図示しないライトガイドが挿通され、このライトガイドの入射端を光源装置に接続し、照明光を伝送して挿入部33の先端部に設けた照明窓から出射し、患部等を照明する。また、照明窓に隣接して観察窓が設けられ、この観察窓には対物光学系が取り付けられ、照明された患部等を光学系に観察できるようにしている。そして、内視鏡31の先端部の観察光学系の観察の下で、患部等の注目する部分の生体組織11側に光走査プローブ8により、低干渉性光を照射し、その生体組織11の内部の断層画像データを得て、モニタ26の表示面にOCT像26aを表示できるようにしている。

【0032】

また挿入部33の先端部には湾曲部35および(内視鏡)先端部36が設けられている。湾曲部35を経て光走査プローブ8を挿入させる時、また光走査プローブ8の先端37を内視鏡先端部36より突出させて生体組織11に接させる時、図2に示す様に光走査プローブの先端部36は小さな湾曲半径で湾曲する。

【0033】

図3は光走査プローブ8と、この光走査プローブ8が着脱自在で接続される観測装置側の回転駆動装置13の構成を示す。

図3に示すように光走査プローブ8は細長い管状の樹脂チューブで構成された光学シース38と、この光学シース38を回転駆動装置13に着脱自在で接続するコネクタ部9と、光学シース38の内側に設けられ、自在に回転することにより回転力を伝達するフレキシブルシャフト40と、フレキシブルシャフト40の内腔に設けられた第4のシングルモードファイバ10と、フレキシブルシャフト40の先端に接続されたレンズユニット39と、フレキシブルシャフト40の後端に接続された回転伝達コネクタ42と、第4のシングルモードファイバ10の後端に接続された光コネクタ41よりなる。

【0034】

この光走査プローブ8の後端が接続される回転駆動装置13は中空の回転シャフト43及

10

20

30

40

50

びこの回転シャフト43の後端に接続された光ロータリジョイント6を有する。この回転シャフト43の先端部には光コネクタ41が設けられ、この光コネクタ41と光ロータリジョイント6は回転シャフト43の中空部内に配置された第3のシングルモードファイバ7で接続されている。

【0035】

また、回転駆動装置13は回転シャフト43を回転するモータ44及びその回転シャフト43の回転を検出するエンコーダ45とを有し、モータ44の回転軸に取り付けたモータプーリ44aと、エンコーダプーリ45aの回転軸に取り付けたエンコーダプーリ45a及び回転シャフト43にはベルト46が掛け渡してある。

また、モータ44およびエンコーダ45は回転駆動コントローラ48に接続されている。 10

【0036】

次に、この回転駆動装置13の作用をまず説明する。モータ44の回転はモータプーリ44aに伝達され、ベルト46により回転シャフト43及びエンコーダプーリ45aに伝達される。エンコーダ45は回転シャフト43の回転速度を検出し、その回転速度が指定された速度になるように回転駆動コントローラ48によりモータ44の駆動電流を制御する。これにより、回転シャフト43は指定された速度で一定に回転する。また、回転シャフト43の回転角はエンコーダ45により検出され、回転駆動コントローラ48を経由して信号49がビデオ同期回路28側に送られる。

【0037】

この信号49は1回転を256パルスで分割したパルスであるA相であるA相信号49a、このA相に対し、45度の位相ずれをもつB相のB相信号49bと、1回転に1回のパルスである1回転信号49cとよりなる。 20

【0038】

次に、光走査プローブ8の作用を説明する。第3のシングルモードファイバ7で伝送された光は光コネクタ41によって第4のシングルモードファイバ10に伝達される。また、回転シャフト43の回転は回転伝達コネクタ42によってフレキシブルシャフト40に伝達される。

【0039】

第4のシングルモードファイバ10の伝送光はレンズユニット39に伝達され、光学シース38を通して検査光として外部に出射され、生体組織からの反射光を受光し、再び第4のシングルモードファイバ10に伝達する。フレキシブルシャフト40の先端はレンズユニット39に接続されているため、フレキシブルシャフト40、レンズユニット39、第4のシングルモードファイバ10は一体で回転する。 30

【0040】

図4は光走査グローブ8の詳細な構成を示す。光学シース38は柔軟性を有する樹脂チューブ50aと、これと例えば同質の樹脂で構成され、この樹脂チューブ50aの先端開口を閉塞する先端部材50bよりなり、例えば樹脂チューブ50aと先端部材50bは熱溶着で接合されている。

【0041】

レンズユニット39は低干渉性光の出射方向を変更する出射方向変更手段としてのプリズム51、低干渉性光の偏波面を回転するファラデーローテータ(ファラデー回転子)52、集光するGRINレンズ(屈折率分布型レンズ)53およびこれらを保持するレンズ枠54よりなる。また、第4のシングルモードファイバ10はフェルール55に、そのフェルール55の後端の接着剤57で接着されている。 40

【0042】

レンズユニット39、フェルール55及びフレキシブルシャフト40は中空の繋ぎ部材56で接続されている。また、フレキシブルシャフト40の先端は繋ぎ部材56に挿入され、接着剤58で接着して連結固定されている。

【0043】

第4のシングルモードファイバ10の中心軸Oに沿って伝送される低干渉性光は第4のシ 50



シングルモードファイバ10の先端のファイバ端10aより出射され、対向するGRINレンズ53に入射して集光され、さらにプリズム51により方向を直角に曲げられ、シース50aを透過して観察ビーム62となり、例えばシース50aの外面から距離59の焦点63に集光する。

なお、光学シース38の先端側、より具体的には少なくともプリズム51に対向する部分の樹脂チューブ50aは低干渉性光を透過する光透過性の良い素材で形成されている。

#### 【0044】

コネクタ部9と回転駆動装置13の詳細の構成を図5に示す。

コネクタ部9は以下のように構成されている。

コネクタ部9はそのケース部分を構成するコネクタケース64が回転駆動装置13のハウジング65に取付リング66によって着脱自在に接続できるようにしている。 10

#### 【0045】

このコネクタケース64の先端のシース接続部67には光学シース38を形成する樹脂チューブ50aの後端が接続され、このコネクタケース64の内側にはフレキシブルシャフト40の後端に接続されるシャフト止め68が設けてある。このシャフト止め68とコネクタケース64は軸受け69によって回転自在に保持されている。シャフト止め68にはその周方向の対向する2箇所に回転伝達ピン70(図6(B)参照)が対向して設けられている。

#### 【0046】

シャフト止め68の内腔にはシングルモードファイバ10とファイバ端に接合されたフェルール71とバネ受け72が設けられている。フェルール71は光コネクタ73に固定されている。光コネクタ73とバネ受け72の間にはバネ74が設けられ、その弾性力によりバネ受け72はシャフト止め68に押し付けられている。 20

#### 【0047】

また、バネ受け72には図5の断面A-Aの図6(A)に示されるように突起72a及び72bが設けられ、シャフト止め68及び光コネクタ73にはそれに対応する凹部68a及び73aが設けられ、光コネクタ73がシャフト止め68に対して不用に回転するのを防止している。なお、取付リング66はコネクタケース64及びコネクタ部9全体を回転駆動装置13のハウジング65に着脱自在に接続する。

#### 【0048】

次に、観測装置を構成する回転駆動装置13の詳細構成について説明する。ハウジング65の内腔には回転シャフト76が設けられ、2つの軸受け77a, 77bにより回転自在に保持されている。回転シャフト76との一端には光アダプタ78と対向して設けられた2つの回転伝達レバー79が設けられている。図5の断面B-Bを示す図6(B)のように光アダプタ78の外側の回転シャフト76には中心軸の周りに対向する2箇所の位置に回転伝達レバー79が前方に突出するように設けられ、各回転伝達レバー79にはシャフト止め68に後方に突出するように設けられた各回転伝達ピン70が隣接し、回転伝達レバー79が回転すると、周方向に隣接する回転伝達ピン70を押しして共に回転させることにより、回転を伝達できるようにしている。 30

#### 【0049】

また、回転シャフト76の後端にはプーリ部80が設けられており、このプーリ部80には、図6(C)に示すように光ロータリジョイント6の回転ピン81を回転させるためのU字溝82とU字溝82と回転ピン81の間に設けられた弾性体83が設けられている。 40

また、回転シャフト76の内腔にはその前端に取り付けた光アダプタ78とその後端側に設けた光アダプタ84との間に設けられた光ファイバケーブル部85が設けてある。

#### 【0050】

この光ファイバケーブル部85は、光アダプタ81と接続する光コネクタ86と、光アダプタ84と接続される光コネクタ87と、光コネクタ87と光コネクタ87を接続するシングルモードファイバ88とを有する。また、光ロータリジョイント6の光コネクタ8 50

9は光アダプタ84によって光コネクタ87に接続されている。

また、ハウジング65におけるコネクタ部9が挿入して接続されるコネクタ接続部には、軸90を中心に可動する挿入検知レバー91とスイッチ92が設けられており、コネクタ部9が挿入されていない場合には図5の点線で示すような状態であり、コネクタ部9を挿入することにより、点線から実線で示すように回動する挿入検知レバー91によりスイッチ92をオンする。

【0051】

本実施の形態ではコネクタ部9を回転駆動装置13のコネクタ接続部に接続した場合、回転シャフト76の回転軸とコネクタ部9側のシャフト止め68の回転軸とが厳密に一致しないような場合にも、バネ受け72とシャフト止め68との間に隙間を設けて回転軸相互の平行方向のズレを吸収するようにしている。

10

【0052】

また、バネ受け72とシャフト止め68とはその回転軸に対して回転対称の球面部68aで接しているため、回転軸相互の角度の相違も吸収できるようにしている。

【0053】

図7(A)はコネクタ部9の洗浄及び保管時の状態を示す。

防水キャップ93が取付リング66によってコネクタケース64に接続され、防水キャップ93とコネクタケース64の間には弾性体で構成された防水シール94が設けられ、水密構造となっている。また、防水キャップ93におけるフェール71に対する部分では光コネクタクリーナ95が設けられ、フェール71の光ファイバ端部が傷ついたり汚れたりすることを防止し、清浄に保つ作用を有している。

20

【0054】

また、防水キャップ93には水密テストキャップ96および水密テストキャップ96と防水キャップ93の水密を保つためのOリング97が設けられ、水密テストキャップ96を外し、圧力を加えた空気を導入し、光走査プローブ8より空気のリークがあるかどうかにより光走査プローブ8の水密状態を確認することが出来るようにしている。

【0055】

図7(B)はコネクタ部9が未装着時の回転駆動装置13におけるコネクタ接続部を示す。

【0056】

コネクタキャップ101がハウジング65に押し付けられ、未使用時にハウジング65内部に触れないように保護している。また、コネクタキャップ101の光アダプタ78に接する部分では防塵キャップ102が設けられ、光アダプタ78への塵の進入を防いでいる。

30

【0057】

挿入検知レバー91は図示しないバネにより右側方向に回転して押し付けられ、その結果、スイッチ92は通電しない。

次に、図5、図7(A)、(B)を参照して光コネクタ部9と回転駆動装置13の作用を説明する。

【0058】

防水キャップ93を光コネクタ部9より外し、コネクタキャップ101をハウジング65より外す。コネクタケース64をハウジング65に挿入し、取付リング66によりハウジング65に装着する。これにより、光コネクタ部9が回転駆動装置13に固定される。

40

【0059】

コネクタケース64の端部64aにより挿入検知レバー91が軸90を中心に左周り(反時計回り方向)に回転し、スイッチ92を通電させる。スイッチ92が通電して始めてモータ44に通電され、モータ44の回転はモータプーリ44aによりベルト46に伝達され、ベルト46により回転シャフト76のプーリ80に伝達される。

【0060】

回転シャフト76及び光アダプタ78、光ファイバケーブル85、光アダプタ84、光

50

ロータリージョイント6の光コネクタ89と回転ピン81は一体で回転される。回転シャフト76に設けられた回転伝達レバー79が回転伝達ピン70を押し、コネクタ部9のシャフト止め68に回転を伝達する。

この時、バネ受け72に設けられた突起72a及び72bにより光コネクタ73もシャフト止め68と一体に回転する。そして、シャフト止め68の回転はフレキシブルシャフト40に伝達される。

#### 【0061】

この時、一般に、回転シャフト76の回転軸とシャフト止め68の回転軸は厳密には一致しないが、バネ受け72とシャフト止め68の間には回転軸に対し径方向に隙間があるため、回転軸相互の平行方向のズレは吸収される。

また、バネ受け72とシャフト止め68は球面部68aで接しているため、回転軸相互の角度の相違も吸収される。またフェルール71はバネ74の弾性力により光アダプタ78に押し付けられているため、回転軸のずれが起きても、光ファイバ同士の接続は保持される。

#### 【0062】

また、挿入検知レバー91の移動によりスイッチ92が通電し、光走査プローブ8の挿入が検知されると、図示しない低干渉性光発光の表示ランプが点灯し、一定の時間の後、低干渉性光源2のインターロック回路(回路が非導通だと光源の発光が行われない安全回路)が導通し、低干渉性光の発光が行われる。

#### 【0063】

本実施の形態によれば、光走査プローブ8のコネクタ部9に設けられた回転チューブを回転させる回転伝達手段の回転軸と、観測装置27側に設けられた回転駆動手段の回転軸の間に、軸同士のずれ、角度の傾き、軸方向のガタが存在しても、それらのずれ等を吸収して光走査プローブ8の光ファイバと観測装置27側の光ファイバとの安定した接続が確保できる。また、回転力が回転駆動手段の回転軸から回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達される。

#### 【0064】

また、光走査プローブ8と観測装置27の接続部のファイバ端が汚損しても、ファイバ端の再研磨なしに、観測装置27の光プローブとの接続部に、設けられた着脱可能なシングルモードファイバ88を交換し、ファイバ端の再研磨作業無しに良好な光接続を確保できる。

また、コネクタ部9の観測装置27への取り付けが一度の取り付け動作で、回転力伝達の接続と、光接続手段の接続が同時に行え、簡便である。

#### 【0065】

(第2の実施の形態)

本実施の形態の目的は第1の実施の形態と同じである。図8に第2の実施の形態におけるコネクタ部の主要部の構成を示す。

図5との相違を以下に述べるが、それ以外は第1の実施の形態と同じである。

シャフト止め68の代わりにシャフト止め103が設けられている。

#### 【0066】

フェルール71はフェルール止め104に接続され、コネクタハウジング105とフェルール止め104は左右方向に摺動可能であり、フェルール止め104は右方向にバネ106により押し付けられている。

#### 【0067】

コネクタハウジング105の根元側はテーパ状をしており、シャフト止め103に設けられたデルリンなどの摺動性プラスチックで構成された摺動体107のR部108と接している。

接触がテーパ形状とR形状のためコネクタハウジング105はシャフト止め103の回転軸に対して若干可動である。

#### 【0068】

10

20

30

40

50

コネクタハウジング 105 は断面 C - C を示す図 8 ( B ) に示すように、平面 109 を有し、シャフト止め 103 には回転防止ピン 110 が設けられており、シャフト止め 103、コネクタハウジング 105、回転防止ピン 110 の間にはそれぞれ隙間があるため、コネクタハウジング 105 はシャフト止め 103 に対して一体で回転するが、若干可動である。

【 0069 】

よって、第 1 の実施の形態の図 5 と同じように、回転シャフト 76 と光コネクタ部 9 の回転軸相互にずれが生じても吸収することが出来る。

本実施の形態は以下の効果を有する。

【 0070 】

第 1 の実施の形態に加え、コネクタハウジング 105、フェルール止め 104、フェルール 71、バネ 106 等を FC コネクタ等、市販の光コネクタ部品で構成でき、安価にできる。

【 0071 】

( 第 3 の実施の形態 )

次に本発明の第 3 の実施の形態を説明する。本実施の形態の目的は第 1 の実施の形態と同じである。

図 9 は第 3 の実施の形態におけるコネクタ部及び回転駆動装置のコネクタ接続部の構成を示す。

【 0072 】

図 9 に示す第 3 の実施の形態と、図 5 に示す第 1 の実施の形態との相違は、第 1 の実施の形態では回転駆動装置 13 側の光アダプタ 78 が回転シャフト 76 と一体に回転するのに対し、本実施の形態では、固定されることである。

本実施の形態ではコネクタケース 64 の内側に配置された図 5 のシャフト止め 68 の代わりに設けたシャフト止め 111 には図 5 の回転伝達ピン 70 は設けられていない。

【 0073 】

また、図 5 の回転シャフト 76 の代わりに設けられた回転シャフト 114 の内腔には光ファイバアダプタ 116 が設けられている。この光ファイバアダプタ 116 の先端は光アダプタ部 117 となり、この光アダプタ部 117 にはフェルール 118 が設けられている。

【 0074 】

光ファイバアダプタ 116 の後端にはフェルール 119 が設けられ、ネジ部 120 によりアダプタ 121 に固定されている。アダプタ 121 はハウジング 65 に固定されているため、光ファイバアダプタ 116 もハウジング 65 に対して固定されている。

アダプタ 121 によりフェルール 119 と光コネクタ 122 が接続される。フェルール 118 とフェルール 119 にはシングルモードファイバ 88 が挿通されている。

【 0075 】

シャフト止め 111 の後端部 ( 着脱の場合の先端部 ) 112 と回転シャフト 114 の先端部 115 は図 9 の D - D 断面を示す図 10 に示されるように、周方向に交互に端部が隣接するように配置され、回転シャフト 114 の回転は先端部 115 及び後端部 112 によってシャフト止め 111 に伝達される。

また、回転シャフト 114 の先端部 115 には複数の回転止め 124 が設けられている。コネクタ部 9 が挿入されていない状態では、挿入検知レバー 91 は図示されないバネにより点線で示される位置に保持されている。

【 0076 】

そのため、挿入検知レバー 91 と、回転止め 124 が干渉し回転シャフト 115 は一定角度以上回転しない。コネクタ部 9 が挿入されると挿入検知レバー 91 は実線で示される位置に移動するので、回転止め 124 と干渉せず、回転シャフト 115 は回転可能になる。これにより、スイッチ 92 による非挿入時の電氣的な回転防止にさらに機械的手段による回転防止が加わり、回転部の巻き込み防止に有効である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 7 】

本実施の形態は第 1 の実施の形態の効果に加え、回転駆動装置 1 3 と光走査プローブ 8 の光接続部が、第 1 の実施の形態の光ロータリジョイント 6 を兼ねるため安価にできる。

## 【 0 0 7 8 】

(第 4 の実施の形態)

本実施の形態の目的は光プローブのコネクタ部に設けられた回転チューブを回転させる回転伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸の間の、軸同士のずれ、角度の傾き、軸方向のガタを防止し、光プローブの光ファイバと観測装置側の光ファイバの安定した接続が確保できるようにする。また、回転力が回転駆動手段の回転軸から回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達されるようにする。

10

## 【 0 0 7 9 】

また、光走査プローブと回転伝達手段との光コネクタと回転伝達手段が一つで済むため構造が単純で安価にできるようにする。

さらに、光コネクタに F C コネクタ等市販の光コネクタ部品で構成でき、安価にできるようにする事などである。

## 【 0 0 8 0 】

図 1 1 に本発明の第 4 の実施の形態のコネクタ部及び回転駆動装置の構造を示す。図 5 との相違を以下に示すが、それ以外は第 1 の実施の形態と同じである。図 5 のコネクタケース 6 4 の代わりにコネクタケース 1 2 5 が設けられている。このコネクタケース 1 2 5 の内側のシャフト止め 6 8 はコネクタケース 1 2 5 に 2 つの軸受け 6 9 で回転自在に支持されている。

20

## 【 0 0 8 1 】

コネクタケース 1 2 5 は、パイプ状のスライドパイプ 1 2 6 に内接しており、スライドパイプ 1 2 6 はコネクタケース 1 2 5 に対して左右方向に図 1 1 の点線で示される位置 1 2 7 まで摺動可能である。

## 【 0 0 8 2 】

スライドパイプ 1 2 6 は取付リング 6 6 により回転駆動装置 1 3 のハウジング 6 5 に固定される。コネクタケース 1 2 5 には回転止め 1 2 8 が設けられ、スライドパイプ 1 2 6 にはスライド用長孔 1 2 9 が設けられているため、コネクタケース 1 2 5 がシャフト止め 6 8 と一緒に回転してしまうことはない。

30

## 【 0 0 8 3 】

また、スライドパイプ 1 2 6 の後端(着脱の場合の先端)には図 1 2 に示すように突起 1 2 6 a が設けられ、ハウジング 6 5 に設けられた凹部 6 5 a と対応し、回転止めを形成し、取付リング 6 6 でスライドパイプ 1 2 6 をハウジング 6 5 に取り付けた場合には相互に回転しないような構成になっている。

フェルール 7 1 は光コネクタハウジング 1 3 0 に接続され、光コネクタハウジング 1 3 0 はシャフト止め 6 8 に接合されている。

## 【 0 0 8 4 】

本実施の形態の回転駆動装置 1 3 における図 5 との相違は、回転シャフト 7 6 の先端に回転伝達レバー 7 9 がなく、光アダプタ 7 8 のみが設けてある。光コネクタハウジング 1 3 0 には回転止めの突起 1 3 1 が設けられ、光アダプタ 7 8 にはそれに対応する凹部 1 3 2 を有する。光コネクタハウジング 1 3 0 は止めネジ 1 3 3 によって光アダプタ 7 8 に取り付けられる。

40

## 【 0 0 8 5 】

回転伝達装置 1 3 からの回転力の伝達は光アダプタ 7 8 と光コネクタハウジング 1 3 0 との接続で行われる。回転力は回転止め 1 3 1 および凹部により行われる。

コネクタ部 9 を回転駆動装置 1 3 に接続する場合には、スライドパイプ 1 2 8 を位置 1 2 7 にスライドさせ、光コネクタハウジング 1 3 0 およびフェルール 7 1 を光アダプタ 7 8 に接続し、止めネジ 1 3 3 によって取り付ける。

## 【 0 0 8 6 】

50

次にスライドパイプ 1 2 6 をハウジング 6 5 に挿入し、取付リング 6 6 で固定する。本実施の形態の場合、回転シャフト 7 6 の回転軸と、シャフト止め 6 8 の回転軸は正確に一致していないと、回転ぶれによる損失が非常に大きくなるため、光アダプタ 7 8、光コネクタハウジング 1 3 0 とシャフト止め 6 8、コネクタケース 1 2 5、スライドパイプ 1 2 6 などの回転軸に対する位置精度が高くなるように製作する必要がある。

【 0 0 8 7 】

本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態の効果に加え、光走査プローブ 8 と回転伝達手段との光コネクタと回転伝達手段が一つで済むため構造が単純で安価にでき、かつ、光コネクタに F C コネクタ等市販の光コネクタ部品で構成でき、安価にできる効果がある。

【 0 0 8 8 】

( 第 5 の実施の形態 )

本実施の形態の目的は回転チューブの回転速度にムラが生じても、回転角度と位置の関係が正しい回転走査像を得ることができるようにする。

また、連続的な回転走査像を得ることができるようにする。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は光走査手段による深さ方向の走査のタイミングと光走査プローブ 8 の回転角度の関係を示す。

図 1 3 ( A ) に示されるように高速でガルバノメータミラー 1 9 を駆動する場合には、一定の周期で繰り返し駆動するのが一般的である。この時、走査周期は一定となる。しかし、実際には光走査プローブ 8 のフレキシブルシャフト 4 0 による回転は湾曲による抵抗等により一定にならない。

【 0 0 9 0 】

これを模式的に示したのが図 1 3 ( B ) である。一回の深さ方向の走査の走査方向を  $t_0$  から  $t_7$  の線で示す。 $t_0 \sim t_7$  の時間的間隔は一定であるが、回転速度が一定でないために  $t_0$  から  $t_4$  の線の角度の間隔は広いが、 $t_5$  から  $t_7$  の線の間隔は狭い。

【 0 0 9 1 】

OCT により得られる深さ方向の情報は図 1 3 ( C ) に示す通りである。ここで、横軸が時間  $t$ 、縦軸が OCT 信号 ( OCT 情報 ) である。ミラー 1 9 をスキャンし始めた時点 (  $t_0 \sim t_7$  ) からの時間で得られる情報が深さ方向の OCT 情報に対応している。

図 1 4 にこのような走査方法で、光走査プローブ 8 の回転方向の走査の速度ムラを補正して観察像として表示する手段を示す。

【 0 0 9 2 】

ガルバノメータコントローラ 2 0 からの走査タイミング ( 図 1 3 の  $t_0$  から  $t_7$  に相当 ) 信号がフレームメモリ 1 4 1 に  $x$  受信開始信号として受信される。OCT の干渉信号は復調器 2 3 と A/D コンバータ 2 4 により強度信号 1 4 2 としてフレームメモリ 1 4 1 に入力される。エンコーダ 4 5 により検出された光走査プローブの回転角は、一回転に一度の Z 信号 4 9 c がフレームメモリ 1 4 1 に面受信開始信号として受信される。を基準として検出される。

【 0 0 9 3 】

エンコーダ 4 5 出力信号 4 9 a , 4 9 b , 4 9 c は相対位置算出手段 1 4 3 に入力され、光走査プローブ 8 の回転角が検出される。またガルバノメータコントローラ 2 0 からのタイミング信号 1 4 4 も相対位置算出手段 1 4 3 に入力されるので、図 1 3 ( B ) の  $t_0$  から  $t_7$  と  $0$  から  $7$  との相対的な関係が算出できる。

【 0 0 9 4 】

相対位置算出手段 1 4 3 からのプローブ回転角と走査タイミングの関係から補間演算手段 1 4 5 はフレームメモリ 1 4 1 の記憶情報を用いて観察像データ 1 4 6 をフレームメモリ 1 4 7 上に格納し、それがモニタ 2 6 に OCT 像として表示されるようになっている。

【 0 0 9 5 】

次に作用を説明する。

フレームメモリ 1 4 1 は多数の時系列的な 1 次元情報の集合を多数の 1 次元情報の列と

10

20

30

40

50

して2次元で記憶できるメモリである。エンコーダ45のZ信号49cにより新しい2次元情報の記憶を開始する。

【0096】

ガルバノメータコントローラ20からの走査開始のタイミング信号144が入力すると、1次元情報の列の記録を開始する。その後もタイミング信号144の入力により一回の深さ方向の走査が行われるたびに1次元情報の列の記録を行う。

【0097】

相対位置検出手段143はそれぞれの深さ方向の走査( $t_0 \sim t_7$ )がどの回転角度( $0 \sim 7$ )で行われたかの回転の情報を持っている。相対位置検出手段143は図13(D)に示される一定の間隔の回転角度( $\theta$ )で像 $t_1$ を得ようとした場合に、どの走査( $t_0$ )とどの走査( $t_1$ )の間のどの角度位置( $\theta$ )かの角度情報を補間演算手段145に送る。

10

【0098】

補間演算手段145は、欲しい方向の情報をフレームメモリ141より読み出した近傍の2つ以上の走査の信号から補間して得る。

補間の方法は角度の近さによる比例分配による簡単なものから多項式やスプライン曲線による補完などの方法を用いることができる。補完演算手段138は演算で得られた信号を半径方向に表示されるように変換しながらフレームメモリ147に記録する。

【0099】

このとき、回転中心に近い側は情報が密に存在するが、遠い側は疎にしか存在しないので、その部分は同様の技術で補間を行い滑らかな一様の像として表示する。

20

【0100】

実際には像をリアルタイムで得たいため、相対位置算出手段143は記憶した一回前の回転の情報に基づいて算出を行う。また、得た信号を極力短い処理時間で表示したいため、フレームメモリ141のOCT強度信号の書き込みと、補間演算手段145によるフレームメモリ141の読み込みと補間演算手段145によるフレームメモリ147の書き出しはほぼ同時に行われる。

そのため、フレームメモリ141は数回の走査の列の情報を記憶するだけの容量が有れば十分である。

【0101】

図15(A)、15(B)に別の方法を示す。

30

図13の場合とは異なり、高速な可変走査手段を用いて、定まった間隔の角度の回転をエンコーダ45で検出するたびに走査開始信号( $t_0 \sim t_7$ )を発生し、深さ方向の走査を行う方法である。

【0102】

この方法であれば深さ方向の走査タイミングと回転角度のずれが起きないため、図14に示したような補間演算手段145のような高速演算手段を用いず、正しい像を表示することができる。

【0103】

[付記]

40

1. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光を受光する光走査プローブと、該光走査プローブが着脱自在に接続され、前記光走査プローブを経て受光した光の情報から被検体の断層像を構築する観測装置とを備えた光イメージング装置において、全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されており、先端が開口していないシースと、

シースの基端に設けられたハウジングとハウジングを観測装置に取り付ける着脱手段と、前記シースの内部に長手方向の軸周りに回転自在に設けられている柔軟なパイプ部材と前記パイプ部材基端部に設けられた回転力伝達部材と、

回転力伝達部材をハウジングに回転自在に保持する回転保持手段と、

前記柔軟なパイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その

50

先端部は前記パイプ部材の先端に固定されており、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられているファイバと、  
 前記ファイバ先端に設けられたファイバからの出射光を集光するレンズと、  
 出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段と、  
 ファイバの基端部に設けられたファイバ端固定手段と、  
 ファイバ端固定手段と回転力伝達部材の間に設けられた弾性手段を有する光走査プローブと；  
 光プローブの回転力伝達部材に回転力を付与する回転駆動装置と、  
 光プローブのシングルモードファイバに観測装置に設けられた観測光を送受するファイバを接続する光接続手段、を有する観測装置と；  
 からなり、着脱手段により前記光プローブと前記観測装置を接続した際に前記光プローブの弾性手段によりファイバ端固定手段が前記光接続手段に圧接し、光接続を行うことを特徴とする光イメージング装置。

10

## 【0104】

1 - 1 . 付記1において、弾性手段が、弾性体と弾性体を保持する保持手段よりなる。  
 1 - 2 . 付記1において、ファイバ端固定手段、弾性手段、および回転力伝達部材の何れかに回転軸の径方向に、相互の回転軸が平行に相違して回転するための空隙を有する。

## 【0105】

1 - 3 . 付記1において、ファイバ端固定手段、弾性手段、および回転力伝達部材の何れかの間に、相互の回転軸が角度を有して回転するための軸受を有する。1 - 3 - 1 . 付記  
 1 - 3において、軸受が球面軸受である。  
 1 - 3 - 2 . 付記1 - 3において、軸受がテーパ形状と曲面が接する構成である。  
 1 - 4 . 付記1において、回転力伝達部材とファイバ端固定手段が相対的に一定以上の回転が起こらないための回転規制部材を有する。

20

## 【0106】

(付記1群の作用) 付記1の構成により、光プローブの光ファイバ端は、観測装置の光ファイバ端に押し付けられながら回転するため、回転チューブを回転させる回転伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸の間に、回転軸のずれ、傾き角度の傾き、軸方向のガタに関わらず光ファイバ同士の接続が行われる。

## 【0107】

(付記1 - 2、1 - 3の目的) : 回転力が回転駆動手段の回転軸から回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達されるようにする。  
 (付記1 - 2の作用) 回転軸同士の間、軸同士のずれが存在しても、平行方向のずれが回転軸の径方向に設けられた空隙に吸収されるため、回転力が回転駆動手段の回転軸から回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達される。  
 (付記1 - 3) 回転軸同士の間、角度の傾きが存在しても、傾きのずれが軸受に吸収されるため、回転力が回転駆動手段の回転軸から回転伝達手段の回転軸に円滑に伝達される。

30

## 【0108】

2 . 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光プローブおよび観測装置であって、全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されており、先端が開口していないシースと、シースの基端に設けられたハウジングとハウジングを観測装置に取り付けるハウジング着脱手段と、前記シースの内部に長手方向の軸まわりに回転自在に設けられている柔軟なパイプ部材と、前記柔軟なパイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その基端部および先端部は、それぞれ前記パイプ部材の基端および先端に固定されており、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられているファイバと、

40

50



前記ファイバ先端に設けられたファイバからの出射光を集光するレンズと、  
出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段と、  
前記パイプ部材基端部に設けられ、ファイバ基端部を固定するファイバ端固定手段と、  
ファイバ端固定手段をハウジングに回転自在に保持する回転保持手段を有する光プローブ  
と、

光プローブのパイプ部材に回転力を付与する回転駆動装置と、  
光プローブのシングルモードファイバに、観測光を送受するファイバを接続する観測装置  
に設けられた光接続手段、を有する観測装置からなり、  
光プローブのファイバ端固定手段に光接続手段とのファイバ端着脱手段が設けられ、観測  
装置の回転駆動装置が光接続手段を回転させることを特徴とする光走査プローブ装置。 10

【0109】

2 - 1 . 付記2において、ハウジング着脱手段が、ハウジングをファイバ端固定手段の回  
転軸の方向に移動可能な状態で、観測装置に接続する。

(付記1、2の目的)光プローブのコネクタ部に設けられた回転チューブを回転させる回  
転伝達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸の間に、軸同士のず  
れ、角度の傾き、軸方向のガタが存在しても、光プローブの光ファイバと観測装置側の光  
ファイバの安定した接続を確保すること。

(付記2 - 1の目的)ファイバ固定手段を光接続段に着脱を容易にする。

【0110】

(付記2の作用)付記2の構成により、光プローブの光ファイバ端は、ファイバ端着脱手  
段により、観測装置の光ファイバ端に確実に接続され、回転チューブを回転させる回転伝  
達手段の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動手段の回転軸が同時に確実に接続され  
るため、両軸の回転軸のずれ、傾き角度の傾き、軸方向のガタが取り除かれ、光ファイバ  
同士の確実な接続が行われた状態で回転することができる。 20

【0111】

3 . 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像  
を構築する光イメージング装置用の光プローブおよび観測装置であって、  
被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光を受光するシングルモードファ  
イバと、

光プローブの先端部に設けられたファイバからの光を生体に照射し、受光する光学素子と 30  
光プローブを観測装置に取り付けるための着脱手段と、

観測装置に設けられたファイバ干渉系の物体光側に設けられた第1のシングルモードファ  
イバと、

第1のシングルモードファイバに着脱可能に光接続された第2のシングルモードファイバ  
と、

光プローブのシングルモードファイバに第2のシングルモードファイバを接続する光接続  
手段、を有する観測装置からなることを特徴とする光走査プローブ装置。

【0112】

3 - 1 . 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断  
層像を構築する光イメージング装置用の光プローブおよび観測装置であって、 40

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で  
形成されており、先端が開口していないシースと、

シースの基端に設けられたハウジングと、ハウジングを観測装置に取り付ける着脱手段と  
、

前記シースの内部に長手方向の軸まわりに回転自在に設けられている柔軟なパイプ部材と  
、

前記柔軟なパイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その  
基端部および先端部は前記パイプ部材の基端および先端に固定されており、低干渉性光源  
から出射される光がその基端に入射されるように設けられているファイバと、

前記ファイバ先端に設けられたファイバからの出射光を集光するレンズと、 50

出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段を有する光プローブと、  
 観測装置に設けられたファイバ干渉系の物体光側に設けられた第1のシングルモードファイバと、  
 前記パイプ部材に回転力を付与する回転手段と、  
 回転手段の内腔に設けられ、回転手段と一体に回転する第2のシングルモードファイバと、  
 固定された第1のシングルモードファイバと回転する第2のシングルモードファイバを接続する回転光ジョイントと、  
 第2のシングルモードファイバに着脱可能に光接続され、回転手段と一体に回転する第3のシングルモードファイバと、  
 光プローブのシングルモードファイバに第3のシングルモードファイバを接続する光接続手段と、  
 を有する観測装置からなることを特徴とする光走査プローブ装置。

【0113】

(付記3の背景)

(付記3に対する従来技術) 特願平9-313924で示されるような光プローブと観測装置の光ファイバ間の接続部は、光プローブの洗浄・滅菌のため、頻りに着脱される。頻りに着脱するとファイバ端面およびファイバ固定部材(フェルール)接触面の傷の発生が避けられないが、OCTで用いられるシングルモードファイバの場合数 $\mu$ のファイバコア同士を突き合わせて光接続をおこなうため、わずかなファイバ端面の傷や、ファイバ固定部材の傷によるわずかなファイバ端間の間隔が大きな光損失を生じ、観察のS/N比を悪化させたり、回転による接続状態の変化による観察像の強度のムラが生じる。

【0114】

傷が生じた場合には通常ファイバ端を有するフェルール端面の再研磨が行われるが、医療機器である観測装置や光プローブに組み込まれたファイバの場合、再研磨は技術的に困難な上、ユーザは再研磨の技術に不案内であり極めて困難である。

また、観測装置に組み込まれた回転する光ファイバと固定された光ファイバを接続する光ロータリジョイントは一般的に高価でファイバ端の傷により交換することは経済的でないという問題を有する。

【0115】

(付記3の目的) 光プローブと観測装置の接続部のファイバ端が汚損しても、ファイバ端の再研磨なしに光プローブの光ファイバと観測装置側の光ファイバの安定した接続を確保する。

(付記3の作用) 観測装置の光走査プローブとの接続部に、着脱可能な第2のシングルモードファイバを設け、観測装置のファイバ接続端が汚損した場合は、第2のシングルモードファイバを交換し、ファイバ端の再研磨作業無しに良好な光接続を確保する。

【0116】

4. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置であって、

柔軟な樹脂チューブで構成されるシースと、

前記シースの内部に長手方向の軸まわりに回転自在に設けられている柔軟なパイプ部材と、

前記柔軟なパイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その基端部および先端部は、それぞれ前記パイプ部材の基端および先端に固定されており、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられているファイバと、前記ファイバ先端に設けられたファイバからの出射光を集光するレンズと、

出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段を有する光プローブと、

光プローブのパイプ部材に回転力を付与する回転駆動装置と、

10

20

30

40

50

パイプ部材の回転角度を検出する角度検出手段と、  
 光プローブと接続し、被検体から戻ってきた低干渉性光と基準光とを干渉させるとともに、  
 前記干渉位置を伝播時間を変化することで光軸に対し軸方向に走査する走査手段と、  
 走査手段の走査タイミングを出力する走査タイミング検出手段と、  
 干渉信号を取得する干渉信号取得手段と、  
 走査タイミング検出手段より得られた回転角度に対応する、画像の中心から伸びる線状の位置に、干渉信号の情報を表示装置に表示する画像構成手段と、  
 を有する光イメージング装置。

【0117】

4 - 1 . 走査タイミングに基づいて走査手段により走査して得た干渉信号を記録する記録手段と、 10

走査タイミングと角度検出手段より得られた走査タイミングと回転角度の関係を算出する関数算出手段と、  
 関数算出手段を用いて、定められた回転角度に対応する走査タイミングの情報を得、走査タイミング情報に基づき干渉信号の記録情報を記録手段より得、その情報を表示装置に表示する画像構成手段と、  
 画像構成手段が、定められた回転角度を変化させ、得られた干渉信号を回転角度に対応した位置に、輝度の変化として表示装置に表示することを特徴とする光イメージング装置。

【0118】

4 - 1 - 1 . 付記4 - 1において、画像構成手段が表示する走査タイミングの情報に基づいて、複数回の走査に対応する記録情報より、数学的手法で補完して対応する干渉信号を生成し、その情報を表示装置に表示するもの。 20

4 - 1 - 2 . 付記4 - 1において、記録手段が複数の1次元的な情報を記録したデジタルメモリであるもの。

【0119】

5 . 被検体に低干渉性を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置であって、  
 柔軟な樹脂チューブで構成されるシースと、  
 前記シースの内部に長手方向の軸まわりに回転自在に設けられている柔軟なパイプ部材と 30

、  
 前記柔軟なパイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その基端部および先端部は、それぞれ前記パイプ部材の基端および先端に固定されており、低干渉性光源から出射される光がその先端に入射されるように設けられているファイバと、  
 前記ファイバ先端に設けられたファイバからの出射光を集光するレンズと、

出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段を有する光プローブと、

光プローブのパイプ部材に回転力を付与する回転駆動装置と、

パイプ部材の回転角度を検出する角度検出手段と、

光プローブと接続し、被検体から戻ってきた低干渉性光と基準光とを干渉させるとともに、  
 前記干渉位置を伝播時間を変化することで光軸に対し軸方向に走査する走査手段と、 40  
 干渉信号を取得する干渉信号取得手段と、

角度検出手段により定められた回転角が検出された時に、走査手段により干渉位置を変化させ、干渉信号を取得し、画像構成手段が、定められた回転角度を変化させ、得られた干渉信号を回転角度に対応した位置に、輝度の変化として表示装置に表示することを特徴とする光イメージング装置。

【0120】

(付記4、5の背景)

(付記4、5に対する従来技術)特公平6 - 5 1 1 3 1 2 や、特願9 - 3 1 3 9 2 4 には、体腔内に挿入するための外側のチューブ状シースに対して内側に光ファイバおよび光学素子が設けられた回転チューブが設けられ、回転チューブの回転により、照射光および観 50

察光の向きを回転し、走査するプローブが開示されている。

【0121】

その回転走査の間に、干渉位置を光の出射方向に走査し、干渉信号を取得し、その回転角度と干渉位置と干渉信号の強度を2次元の円周状の像に構成し表示するものである。これらの技術では、特に光プローブが大きく湾曲していた場合、シースと回転チューブとの摩擦により、回転チューブの回転が一定速度にならず、回転速度にムラを生じる。一般にリアルタイムで観察するために、干渉位置の走査はミラーの共振振動等を用いて高速に一定の走査タイミングで走査される。そのため、干渉位置の走査で得られる放射線状の像情報の角度の間隔は回転速度のムラに応じて一定ではない。

【0122】

(付記4、5の目的) 回転チューブの回転速度にムラが生じても、回転角度と位置の関係が正しい回転走査像を得る。

(4-2の目的) 連続的な回転走査像を得る。

(付記4~5の作用)

付記4の構成により、検出された回転角に対応して干渉信号の像を表示することにより、角度と干渉信号の対応が正しい観察像が得られる。

付記4-1の構成により、得られた干渉信号の角度位置が離散的であっても、補完演算により連続的な観察像を得ることができる。

【0123】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光を受光する光走査プローブと、該光走査プローブが着脱自在に接続され、前記光走査プローブを経て受光した光の情報から被検体の断層像を構築する観測装置とを備えた光イメージング装置において、

少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されたシースと、

シースの基端に設けられたハウジングを観測装置に取り付ける着脱手段と、

前記シースの内部に長手方向の軸周りに回転自在に設けられているパイプ部材と、

前記パイプ部材基端部に設けられた回転力伝達部材と、

回転力伝達部材をハウジングに回転自在に保持する回転保持手段と、

前記パイプ部材の内部に設けられているシングルモードファイバで形成され、その先端部は前記パイプ部材の先端に固定されており、低干渉性光源から出射される光がその基端に入射されるように設けられているファイバと、

前記ファイバ先端からの出射光を集光するレンズと、

出射光の光路を変更するために前記レンズに固定されている出射光路変更手段と、

前記ファイバの基端部に設けられたファイバ端固定手段と、

前記ファイバ端固定手段と回転力伝達部材の間に設けられた弾性手段とを有する光走査プローブと；

光プローブの回転力伝達部材に回転力を付与する回転駆動装置と、

光プローブのシングルモードファイバに観測装置に設けられた観測光を送受するファイバを接続する光接続手段と、を有する観測装置と；

からなり、前記光プローブと前記観測装置を接続した際に前記光プローブの弾性手段によりファイバ端固定手段が前記光接続手段に圧接して接続を行うようにしているので、光走査プローブのファイバ端は、弾性手段により観測装置のファイバ端に押し付けられながら回転するため、回転力伝達部材の回転軸と、観測装置に設けられた回転駆動装置の回転軸の間に、回転軸のずれ、傾き角度の傾き、軸方向のガタなどに関わらずそれらのずれ等を吸収して両ファイバ端同士の安定した接続を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の光イメージング装置の構成図。

【図2】光走査プローブが挿通される内視鏡を光走査プローブと共に示す図。

【図3】光走査プローブ及び回転駆動装置の構成を示す断面図。

10

20

30

40

50

【図 4】光走査プローブの詳細な構成を示す断面図。

【図 5】コネクタ部と回転駆動装置との接続部の構成を示す断面図。

【図 6】図 5 の A - A , B - B 断面などを示す図。

【図 7】洗浄及び保管時のコネクタ部の状態を示す断面図。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態におけるコネクタ部の主要部の構成及び C - C 断面を示す図。

【図 9】本発明の第 3 の実施の形態におけるコネクタ部と回転駆動装置との接続部の構成を示す断面図。

【図 10】図 9 の D - D 断面図。

【図 11】本発明の第 4 の実施の形態におけるコネクタ部と回転駆動装置との接続部の構成を示す断面図。 10

【図 12】図 11 におけるスライドパイプとハウジングとの間の回転止め機構を示す図。

【図 13】光走査手段による深さ方向の走査タイミングと光走査プローブの回転角度の関係等を示す図。

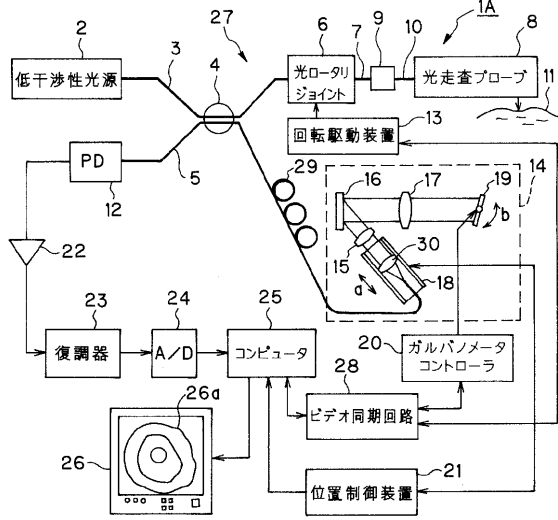
【図 14】光走査プローブの回転方向の走査の速度ムラを補正して観察像を表示する手段の主要部の構成を示すブロック図。

【図 15】図 14 とは異なる他の方法の説明図。

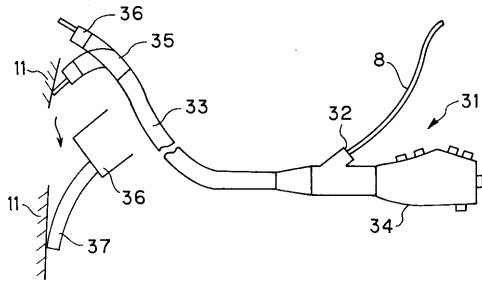
【符号の説明】

- 1 A ... 光イメージング装置
- 2 ... 低干渉性光源 20
- 3 ... 第 1 のシングルモードファイバ
- 4 ... 光カップラ部
- 5 ... 第 2 のシングルモードファイバ
- 6 ... 光ロータリジョイント
- 7 ... 第 3 のシングルモードファイバ
- 8 ... 光走査プローブ
- 9 ... コネクタ部
- 10 ... 第 4 のシングルモードファイバ
- 11 ... 生体組織
- 12 ... フォトダイオード 30
- 13 ... 回転駆動装置
- 14 ... 光路長の可変機構
- 19 ... ガルバノメータミラー
- 25 ... コンピュータ
- 26 ... モニタ
- 27 ... 観測装置
- 40 ... フレキシブルシャフト
- 44 ... モータ
- 46 ... ベルト
- 64 ... コネクタケース 40
- 65 ... ハウジング
- 66 ... 取付リング
- 68 ... シャフト止め
- 69 ... 軸受け
- 70 ... 回転伝達ピン
- 71 ... フェルール
- 72 ... バネ受け
- 73 ... 光コネクタ
- 74 ... バネ
- 76 ... 回転シャフト 50

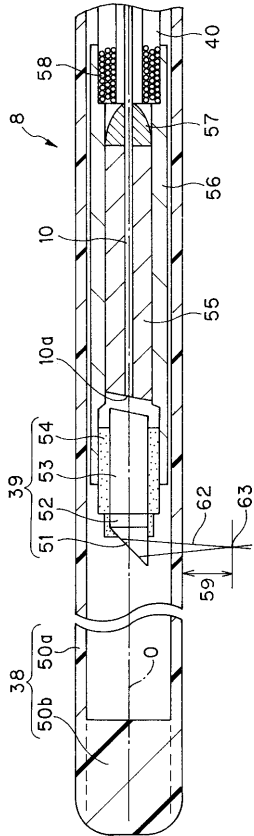
【 図 1 】



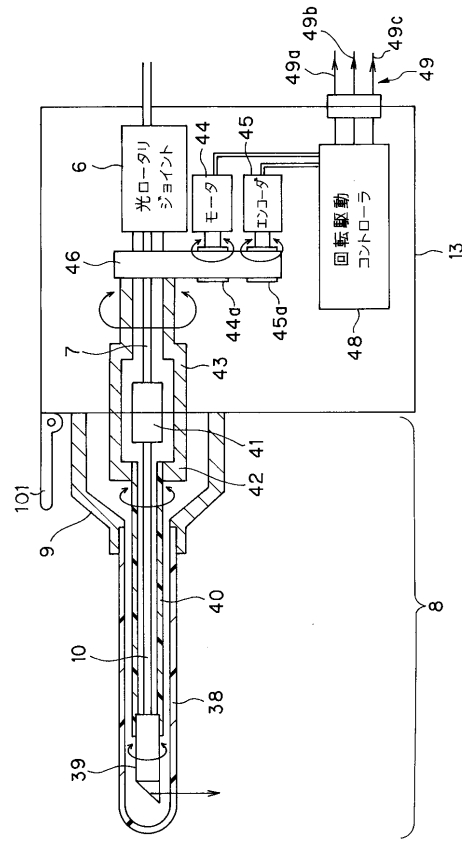
【 図 2 】



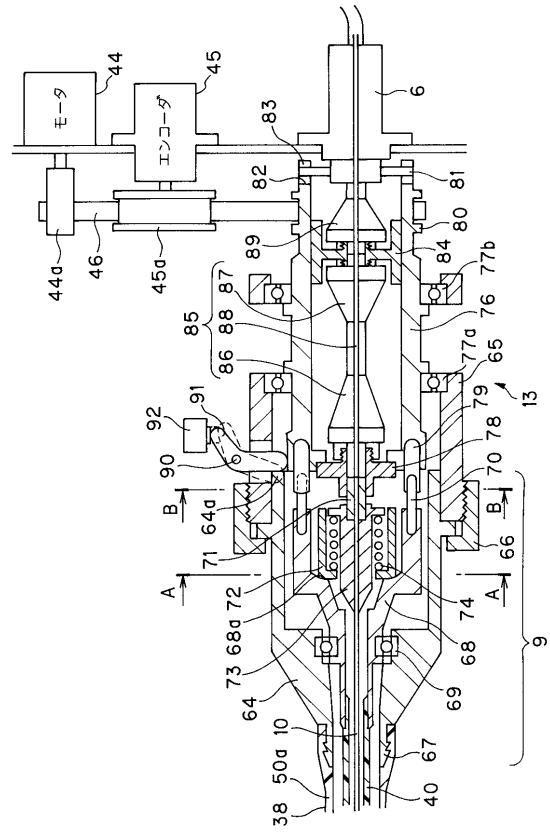
【 図 4 】



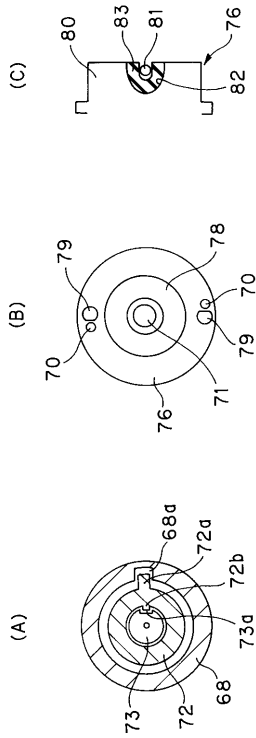
【 図 3 】



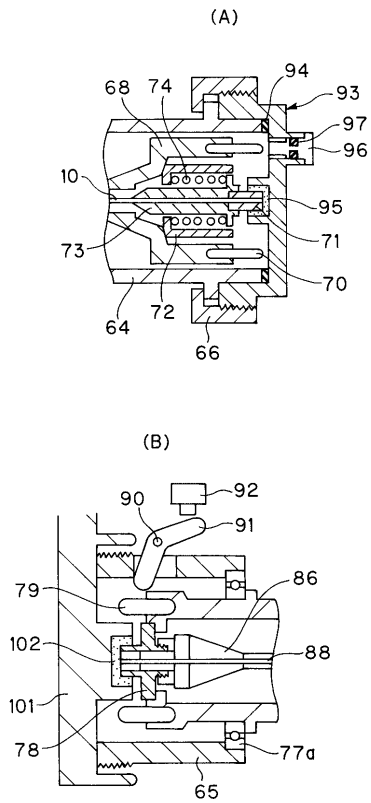
【 図 5 】



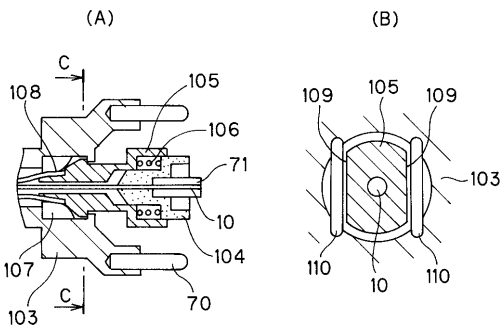
【 図 6 】



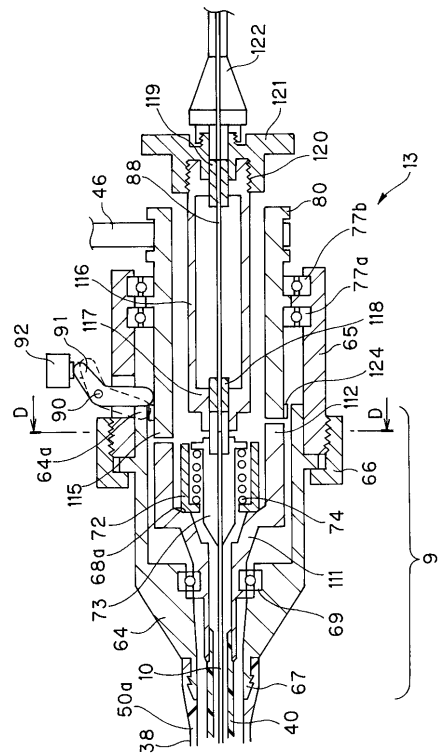
【 図 7 】



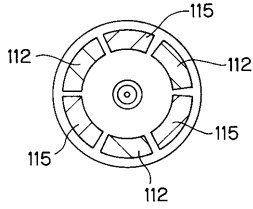
【 図 8 】



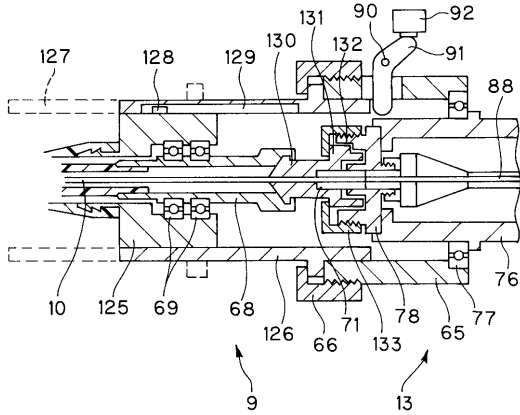
【 図 9 】



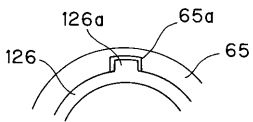
【図10】



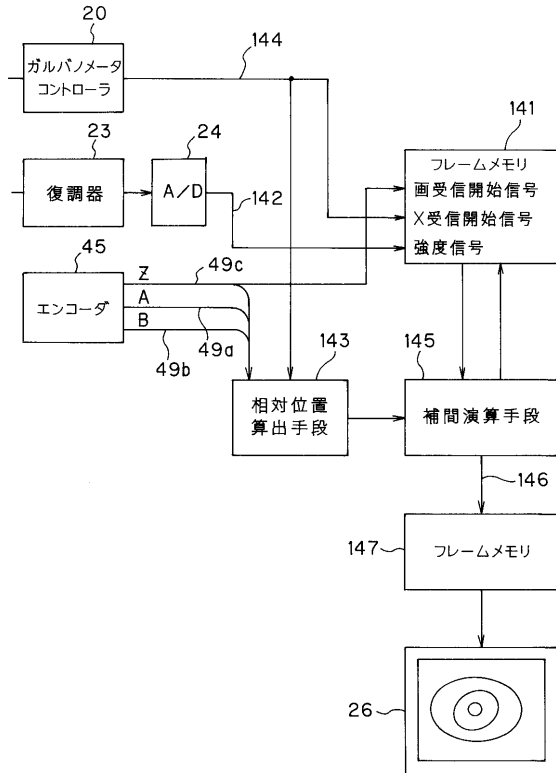
【図11】



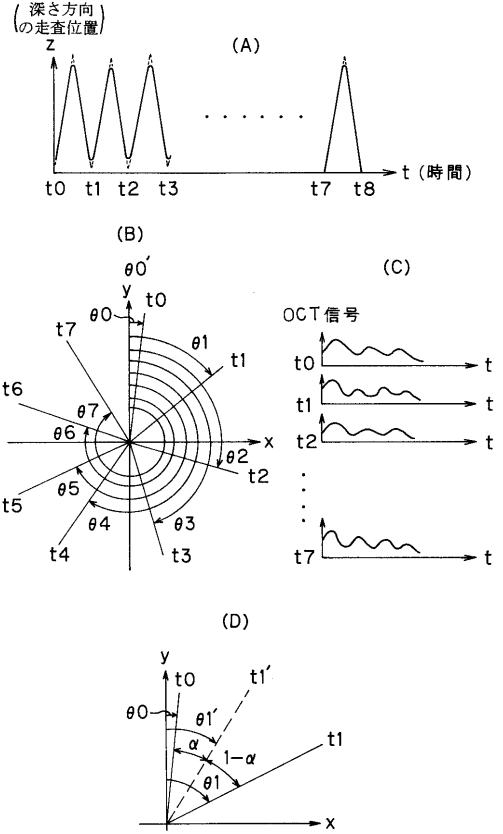
【図12】



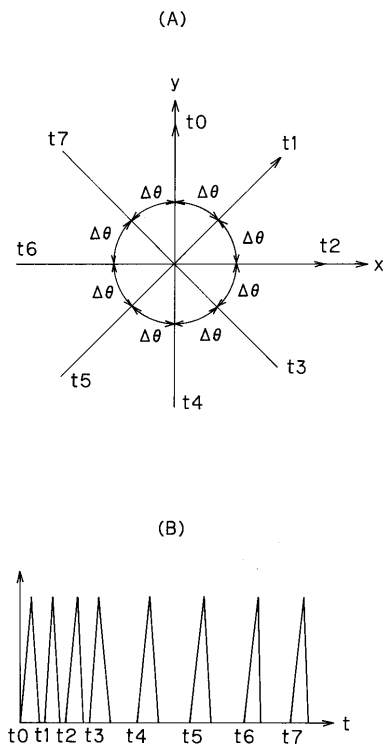
【図14】



【図13】



【図15】





## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
**H 0 4 N 7/18 (2006.01)** H 0 4 N 7/18 M

(56) 参考文献 国際公開第 9 7 / 0 3 2 1 8 2 ( W O , A 1 )  
国際公開第 9 8 / 2 3 9 8 4 ( W O , A 2 )  
特開平 0 2 - 1 7 1 7 0 8 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 2 6 7 9 0 2 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01N21/00-21/61

A61B1/00

A61B10/00

G02B6/24

G02B6/36-6/40