

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3869249号
(P3869249)

(45) 発行日 平成19年1月17日(2007. 1. 17)

(24) 登録日 平成18年10月20日(2006. 10. 20)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 N 21/17 (2006. 01)

G O 1 N 21/17 6 3 O

A 6 1 B 10/00 (2006. 01)

A 6 1 B 10/00 E

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-339787 (P2001-339787)
 (22) 出願日 平成13年11月5日(2001. 11. 5)
 (65) 公開番号 特開2003-139688 (P2003-139688A)
 (43) 公開日 平成15年5月14日(2003. 5. 14)
 審査請求日 平成16年10月28日(2004. 10. 28)

(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 上原 靖弘
 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
 (72) 発明者 平田 唯史
 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 田邊 英治

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】

低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体に集光し、前記被検体からの戻り光を取り込む光プローブ及び、前記光プローブを着脱自在に接続し、取り込んだ戻り光から前記被検体の断層像を構築する装置本体を有する光イメージング装置において、

前記光プローブ及び前記装置本体を接続する接続部と、

前記装置本体の内部に配置され、前記低コヒーレンス光源で発生した低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分岐する光分岐手段と、

分岐した前記信号光を前記光プローブの先端側に伝達して前記被検体に集光する信号光伝達手段と、

前記光分岐手段で分岐した参照光と前記被検体からの戻り信号光とを干渉させるために、前記参照光を干渉手段へ伝達する参照光伝達手段と、

を具備し、

前記参照光伝達手段の参照光路の少なくとも一部が前記光プローブに設けられ、前記装置本体内に設けられた前記参照光伝達手段の参照光路と、前記光プローブ内に設けられた前記参照光伝達手段の参照光路と、が前記接続部を介して接続されていることを特徴とする光イメージング装置。

【請求項 2】

前記光プローブ内の信号光路と前記光プローブ内の参照光路とが略同一の光路長を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光イメージング装置。

10

20

【請求項 3】

前記光プローブ内の信号光路と前記光プローブ内の参照光路とに所定の差を有し、前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長が略同一の値を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光イメージング装置。

【請求項 4】

前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長を等しくするための光路長調整手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の光イメージング装置。

【請求項 5】

前記光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と、この情報保持手段に保持された特徴情報を検知する情報検知手段とを前記装置本体に設け、

前記光プローブが前記装置本体に接続された際に、前記情報検知手段が検知した前記情報保持手段からの特徴情報に基づき、前記光路長調整手段を制御する制御手段を設けたことを特徴とする請求項 4 に記載の光イメージング装置。

【請求項 6】

前記参照光伝達手段は、先端部が前記参照光を反射する光ファイバであることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の光イメージング装置。

【請求項 7】

前記光プローブ内に設けられた前記参照光伝達手段の参照光路は、少なくとも 1 回折り返して配され、前記接続部に接続されることを特徴とする請求項 3 に記載の光イメージング装置。

【請求項 8】

前記接続部に光ロータリジョイントが配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検体に低コヒーレンス光を集光し、その被検体からの戻り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、OCT (Optical Coherence Tomography) と呼ばれる光イメージング装置は、広く用いられている。上記光イメージング装置は、光源で発生した低コヒーレンスの光を被検体に集光し、その際焦点位置を走査することで、その被検体からの戻り光の情報から被検体内部の断層像を構築するものである。

【0003】

このような光イメージング装置は、例えば、特開平 11 - 148897 号公報に記載されているように、低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体に集光し、この被検体からの戻り光を取り込む光プローブ及び、この光プローブを着脱自在に接続し、取り込んだ戻り光から被検体の断層像を構築する装置本体を有するものが提案されている。

【0004】

従来の光イメージング装置の光学系は、低コヒーレンス光源で発生した低コヒーレンス光を光分岐手段で信号光と参照光とに分岐し、分岐した信号光を被検体に対して走査して被検体に集光する。そして、その焦点からの被検体の反射光及び散乱光の一部は、戻り信号光として上記光路を通り、再び光分岐手段側に戻るようになっている。一方、光分岐手段で分岐した参照光は、参照光伝達手段を経由し、再び光分岐手段側に戻される。このとき、参照光は、光路長調整手段により信号光の光路長に対して殆ど等しくなるように光路長を調整される。

【0005】

そして、これら光路長が殆ど等しい戻り参照光と被検体側からの戻り信号光とは干渉し、

10

20

30

40

50

光検出手段である光検出器で検出されるようになっている。この検出器の出力は、復調されて干渉した光の信号が抽出される。抽出された光の信号は、デジタル信号に変換された後、信号処理されて断層像に対応した画像データが生成される。そして、生成された画像データは、モニタにて被検体の断層画像として表示されるようになっている。

【0006】

上記特開平11-148897号公報に記載の光イメージング装置は、2つの光路長調整手段を装置本体側に設けて、光プローブを交換したときの光路長変化に対応可能な構成としている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特開平11-148897号公報に記載の光イメージング装置は、装置本体側にのみ参照光路を設け、光路長調整手段を装置本体側にのみ設けている。このため、上記光イメージング装置は、装置本体が大型化してしまう。更に、この場合、上記光イメージング装置は、1つの装置本体に対して極端に長さの異なる光プローブを交換して使用すると、信号光路の光路長変化に応じた光路長調整手段による参照光の光路長調整に限界があり、信号光路と参照光路との光路長を一致させることが困難であった。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、極端に長さの異なる光プローブを交換して使用した場合にも、確実に断層像を得ることが可能な光イメージング装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の光イメージング装置は、低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体に集光し、前記被検体からの戻り光を取り込む光プローブ及び、前記光プローブを着脱自在に接続し、取り込んだ戻り光から前記被検体の断層像を構築する装置本体を有する光イメージング装置において、前記光プローブ及び前記装置本体を接続する接続部と、前記装置本体の内部に配置され、前記低コヒーレンス光源で発生した低コヒーレンス光を信号光と参照光とに分岐する光分岐手段と、分岐した前記信号光を前記光プローブの先端側に伝達して前記被検体に集光する信号光伝達手段と、前記光分岐手段で分岐した参照光と前記被検体からの戻り信号光とを干渉させるために、前記参照光を干渉手段へ伝達する参照光伝達手段と、を具備し、前記参照光伝達手段の参照光路の少なくとも一部が前記光プローブに設けられ、前記装置本体内に設けられた前記参照光伝達手段の参照光路と、前記光プローブ内に設けられた前記参照光伝達手段の参照光路と、が前記接続部を介して接続されていることを特徴としている。

【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5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を示す構成図、図2ないし図5は図1の光プローブの変形例を示し、図2は図1の第1の変形例を示す光プローブの構成図、図3は図1の第2の変形例を示す光プローブの構成図、図4は図1の第3の変形例を示す光プローブの構成図、図5は図1の第4の変形例を示す光プローブの構成図である。

尚、本実施の形態では、光イメージング装置は、生体内に挿入して患部等の目的部位に対して直視で観察可能な構成のものに本発明を適用する。

【0011】

図1に示すように本発明の第1の実施の形態の光イメージング装置1は、生体内に挿入可能な可撓性を有し、後述の低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体2の目的部位に対し集光する光プローブ3と、この光プローブ3を着脱自在に接続し、被検体2の目的部位からの戻り光から被検体2の断層像を構築する装置本体4とから主に構成される

10

20

30

40

50

。

【0012】

光プローブ3は、プローブ側光コネクタ部5bが装置本体4の本体側光コネクタ部5aに着脱自在に接続可能であり、装置本体4に対して交換可能な構成となっている。装置本体4は、超高輝度発光ダイオード（スーパーミネッセントダイオード以下、SLDと略記）等の低コヒーレンス光源11を有する。この低コヒーレンス光源で発生する低コヒーレンス光は、その波長が例えば1310nm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の特徴を備えている。つまり、この低コヒーレンス光は、例えば2つに分岐された後、再び混合された場合、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にあるとき、干渉した光として検出され、それより光路長の差が大きいとき干渉しない特性を示す。

10

【0013】

この低コヒーレンス光は、低コヒーレンス光源11からシングルモードファイバ（以下、単に光ファイバ）12の一端に入射され、他方の端面（先端面）側に伝達される。この光ファイバ12は、途中の2×2光カップラ部（以下、単に光カップラ部）13で光ファイバ14と光学的に結合されている。従って、この光カップラ部13で低コヒーレンス光は、信号光と参照光との2つに分岐されて伝達される。

【0014】

光ファイバ12の（光カップラ部13より）先端側に伝達された信号光は、平行レンズ15で平行光にされ、ヘテロダイン干渉として音響光学変調素子（AOD；Acousto-Optic Device；又は音響光学変調器（AOM；Acousto-Optic Modulator）とも呼ばれる）16で光変調される。

20

【0015】

光変調された信号光は、本体側光路長調整手段として光軸方向に進退動可能なステージ17aに設けた本体側光路長調整レンズ17により光路長を調整されるようになっている。このステージ17aは、図示しないステッピングモータにより駆動される。また、このステッピングモータは、装置本体4の後述する制御部33で制御駆動されるようになっている。

【0016】

このことにより、本実施の形態では、本体側光路長調整手段を設けることで、装置本体4内（低コヒーレンス光源11～本体側光コネクタ部5a端面～後述の検出部31）での信号光路と参照光路との光路長を完全に一致するように構成される。尚、この調整は、予め、図示しないリフレクトメータで測定し、装置本体4内で合わせ込むようになっている。

30

【0017】

そして、光路長を調整された信号光は、光ファイバ18の一端に入射され、本体側光コネクタ部5aの端部まで伝達されるようになっている。この本体側光コネクタ部5aにプローブ側光コネクタ部5bが接続されていると、これら光コネクタ部5を介して信号光は、光プローブ3へ伝達される。

【0018】

光プローブ3へ伝達された信号光は、プローブ側光コネクタ部5bから延設する光ファイバ19の他方の端面（先端面）側に伝達される。

40

この光ファイバ19の先端側に伝達された信号光は、光プローブ3の先端側に配設された対物レンズ20に伝達され、この対物レンズ20によりその焦点で被検体2の目的部位に集光される。そして、その焦点からの被検体2の目的部位の反射光及び散乱光の一部は、戻り信号光として上記光路を通り、再び装置本体4の光カップラ部13側に戻るようになっている。

【0019】

対物レンズ20及び光ファイバ19の先端面19aは、水平走査手段としてXY方向へ変位されるPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）素子21に一体的に設けられ、このPZT素子21で被検体2の目的部位に対して二次元走査（XY走査）が行われるようになっている

50

。

【 0 0 2 0 】

また、この P Z T 素子 2 1 は、垂直走査手段として光軸方向（ Z 軸方向）に進退動されるステージ 2 2 に一体的に設けられ、このステージ 2 2 が図示しないステッピングモータにより Z 軸方向（光軸方向）に進退動されることで、被検体 2 の目的部位に対して深部方向に垂直走査が行われるようになっている。

【 0 0 2 1 】

これらステージを駆動するステッピングモータ及び P Z T 素子 2 1 は、本体側光路長調整レンズ 1 7 と同様に装置本体 4 の制御部 3 3 で制御駆動されるようになっている。尚、この場合、垂直走査に応じて、制御部 3 3 は、本体側光路長調整レンズ 1 7 を光軸方向（ Z 軸方向）に進退動させ、被検体 2 の目的部位に対する信号光の集光位置と、後述の干渉光の干渉位置とを一致させるようにしても良い。また、この垂直走査終了後に、制御部 3 3 は、本体側光路長調整レンズ 1 7 を原点復帰させるように構成しても良い。

10

【 0 0 2 2 】

一方、光カップラ部 1 3 で分岐された参照光は、光ファイバ 1 4 の先端側へ至る途中に偏光調整部として振れを加えたループ部 2 3 で偏光調整される。

【 0 0 2 3 】

そして、参照光は、本体側光コネクタ部 5 a からプローブ側光コネクタ部 5 b を介して光プローブ 3 へ伝達されるようになっている。

【 0 0 2 4 】

本実施の形態では、参照光路の少なくとも一部を光プローブ 3 に設け、この光プローブ 3 内での信号光路と参照光路との光路長を低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内でほぼ一致させるように構成している。

20

【 0 0 2 5 】

光プローブ 3 へ伝達された参照光は、プローブ側光コネクタ部 5 b に延設された光ファイバ 2 4 の他方の端面（先端面）側に伝達される。この光ファイバ 2 4 の先端側に伝達された参照光は、平行レンズ 2 5 で平行光にされ、プローブ側光路長調整手段として光軸方向に進退動可能なステージ 2 6 a に設けたプローブ側光路長調整レンズ 2 6 により光路長を調整されるようになっている。このステージ 2 6 a は、本体側光路長調整レンズ 1 7 と同様に図示しないステッピングモータにより駆動され、装置本体 4 の制御部 3 3 で制御駆動されるようになっている。

30

【 0 0 2 6 】

このことにより、本実施の形態では、光プローブ 3 内の全信号光路の光路長（プローブ側光コネクタ部 5 b ~ 被検体 2 の目的部位の集光位置 ~ プローブ側光コネクタ部 5 b ）と、光プローブ 3 に配設された全参照光路の光路長（プローブ側光コネクタ部 5 b ~ ファイバ端面 ~ プローブ側光コネクタ部 5 b ）とが低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内でほぼ一致するように構成される。

【 0 0 2 7 】

尚、この調整は、装置本体 4 と同様に予めリフレクトメータで測定し、光プローブ 3 内で合わせ込むようになっている。更に具体的に説明すると、この調整は、対物レンズ 2 0 の焦点に図示しない反射ミラーを設置し、信号光路の光路長としてプローブ側光コネクタ部 5 b ~ 反射ミラー（被検体 2 の目的部位の集光位置） ~ プローブ側光コネクタ部 5 b と、参照光路の光路長としてプローブ側光コネクタ部 5 b ~ 光ファイバ先端側端面 2 8 a ~ プローブ側光コネクタ部 5 b とを測定し、合わせ込む。

40

【 0 0 2 8 】

また、プローブ側光路長調整レンズ 2 6 は、対物レンズ 2 0 による信号光の垂直走査に応じて、参照光の光路長を調整するディレイラインを兼用するように構成しても良い。この場合、制御部 3 3 は、この垂直走査に応じて、プローブ側光路長調整レンズ 2 6 を光軸方向に進退動させ、被検体 2 の目的部位に対する信号光の集光位置と、後述の干渉光の干渉位置とを一致させ、垂直走査終了後に、原点復帰させるようになっている。

50

【0029】

そして、光路長を調整された参照光は、光ファイバ28の一端に入射される。この光ファイバ28の先端側端面28aまで伝達された参照光は、その一部が参照光伝達手段として先端側端面28aで反射されて、戻り参照光として上記光路を通り、再び装置本体4の光カップラ部13側に戻るようになっている。そして、光カップラ部13側に戻った光路長が殆ど等しい戻り信号光と戻り参照光とは、この光カップラ部13で干渉され、フォトダイオード等の光検出部31で受光されるようになっている。

【0030】

光検出部31は、干渉光を干渉電気信号に光電変換し、この光電変換された干渉電気信号は、アンプ等で増幅されて信号処理部32に入力される。信号処理部32は、入力された干渉電気信号を信号光の信号部分のみを抽出する復調処理を行い、A/D変換して、デジタル信号を制御部33へ出力する。

10

【0031】

制御部33は、入力されたデジタル信号から断層像に対応した画像データを生成する。そして、生成された画像データは、表示部34に出力され、その表示画面に被検体2の3次元断層像画像(OC T断層像)として表示されるようになっている。

【0032】

尚、光イメージング装置1は、光プローブ3の特徴情報を保持する情報保持手段と、この情報保持手段に保持された特徴情報を検知する情報検知手段とを装置本体4に設け、光プローブ3が装置本体4に接続された際に、情報検知手段が検知した情報保持手段からの特徴情報に基づき、制御部33が光路長調整手段である本体側光路長調整レンズ17及びプローブ側光路長調整レンズ26のステップモータを制御するように構成しても良い。

20

【0033】

このように構成される光イメージング装置1は、例えば、光プローブ3を体腔内等に挿入されて用いられる。尚、光イメージング装置1は、図示しない内視鏡やレーザ内視鏡等を用いて、処置具挿通チャンネル等に光プローブ3を挿通させて用いても良いし、上記内視鏡等に一体化させて構成しても良い。また、光イメージング装置1は、他の観察手段や処置手段と併用して用いても良い。

【0034】

そして、光イメージング装置1は、被検体2の生体組織に対し、光プローブ3から低コヒーレンス光を集光し、その生体組織の内部の断層画像データを得て、表示部34の表示面にOC T像を表示する。

30

【0035】

ここで、光イメージング装置1は、被検体2や観察目的部位が異なるために、極端に長さの異なる光プローブ3を交換して使用する場合がある。

光イメージング装置1は、予め、装置本体4内での信号光路と参照光路との光路長が完全に一致している。また、光イメージング装置1は、予め、光プローブ3内に配設された全信号光路の光路長と、全参照光路の光路長とが低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内ではほぼ一致している。

40

【0036】

この結果、光イメージング装置1は、信号光路と参照光路との光路長が低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内ではほぼ一致するので、極端に長さの異なる光プローブ3を交換して使用した場合にも、確実に断層像を得ることができる。

【0037】

尚、光プローブ3は、被検体2の異なる部位を観察するときに、この部位による屈折率の差異から対物レンズ20の集光位置が異なってくる。目的部位の概略は、事前に知ることができるので、その値を用いることにより、プローブ内の信号光路の光路長を決定でき、これに合わせてプローブ内の参照光路の光路長を予め設定しても良い。

【0038】

50

図 2 に示すように光プローブ 3 B は、予めプローブ内の信号光路の光路長に合わせて光ファイバ 2 4 B の長さを設定して配設する。このことにより、光プローブ 3 は、プローブ側光路長調整レンズ 2 6 及びこのステッピングモータ等を設けることなく、プローブ先端部を細径化することが可能となる。また、光プローブ 3 B は、プローブ側光コネクタ部 5 b の基端側に光ファイバ収納部 4 1 を設け、この光ファイバ収納部 4 1 に光ファイバ 2 4 の途中を所定回数巻いて収納することで、更なるプローブ先端部の細径化が可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、図 3 に示すように光プローブ 3 C は、プローブ側光コネクタ部 5 b の基端側で光ファイバ 2 4 C の途中を例えば 1 回巻いてループさせた後、このファイバ先端側の位置を光ファイバ 1 9 に対して平行に配設する。このことにより、光プローブ 3 は、図 2 の光プローブ 3 よりも若干プローブ先端部が太くなるが、信号光路に参照光路を沿わせているので、環境変化（温度、曲げによる歪み）の影響によるノイズを除去することが可能となる。

【 0 0 4 0 】

また、図 4 に示すように光プローブ 3 D は、光サーキュレータ 4 2 を用いて光ファイバ 2 4 D を円環状に閉じるように構成しても良い。このことにより、光プローブ 3 D は、光ファイバ 2 4 D の端面から余計な光が入射することによるノイズを除去することが可能となる。

また、同様な理由で、図 5 に示すように光プローブ 3 E は、1 × 2 光カップラ部 4 3 を用いて光ファイバ 2 4 E を閉じるように構成しても良い。

【 0 0 4 1 】

尚、図 2 ～ 図 5 で説明した変形例は、用いられる光ファイバがシングルモードファイバでなくマルチモードファイバであっても良く、また、低コヒーレンス光源 1 1 が S L D でなくとも、L E D であっても良い。

【 0 0 4 2 】

（第 2 の実施の形態）

図 6 ないし図 1 0 は本発明の第 2 の実施の形態に係り、図 6 は本発明の第 2 の実施の形態の光イメージング装置を示す構成図、図 7 ないし図 9 は図 6 の光イメージング装置の変形例を示し、図 7 は図 6 の第 1 の変形例を示す光イメージング装置の構成図、図 8 は図 6 の第 2 の変形例を示す光イメージング装置の構成図、図 9 は図 6 の第 3 の変形例を示す光イメージング装置の構成図、図 1 0 は図 6 の光プローブの変形例を示す構成図である。

【 0 0 4 3 】

上記第 1 の実施の形態は、参照光路の少なくとも一部を光プローブ 3 に設け、この光プローブ 3 内での信号光路と参照光路との光路長を低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内ではほぼ一致させるように構成しているが、本第 2 の実施の形態は光プローブ内での信号光路と参照光路との光路長に所定の差を有し、全信号光路の光路長と全参照光路の光路長とが略同一の値を有するように構成する。それ以外の構成は、上記第 1 の実施の形態とほぼ同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

尚、本実施の形態では、光イメージング装置は、体腔内等や工業用途の配管内部に挿入し、目的部位に対して側視で観察可能な構成のものに本発明を適用する。

【 0 0 4 4 】

図 6 に示すように本発明の第 2 の実施の形態の光イメージング装置 5 1 は、体腔内等や工業用途の配管内部に挿入可能な硬性の光プローブ 5 2 と装置本体 5 3 とを着脱自在に接続する光コネクタ部 5 4 に光ロータリジョイント 5 5 を設け、この光ロータリジョイント 5 5 により被検体 2 の目的部位に対して 方向に走査されるように構成している。光ロータリジョイント 5 5 は、非回転部と回転部とで光が伝達可能な結合を行うものである。

【 0 0 4 5 】

装置本体 5 3 は、本体側光コネクタ部 5 4 a に光ロータリジョイント 5 5 の非回転部が設けられ、この非回転部に光ファイバ 1 8 の先端側が接続される。尚、それ以外の装置本体 5 3 の構成は、上記第 1 の実施の形態で説明した装置本体 4 と同じ構成であるので説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

一方、光プローブ 5 2 は、プローブ側光コネクタ部 5 4 b に光ロータリジョイント 5 5 の回転部が設けられ、光ロータリジョイント 5 5 の非回転部に着脱自在に接続可能であり、装置本体 5 3 に対して交換可能な構成となっている。

【 0 0 4 7 】

また、光プローブ 5 2 は、光ロータリジョイント 5 5 の回転部に光ファイバ 1 9 の基端側が延設されると共に、この光ファイバ 1 9 の先端側にロッドレンズ 5 6 及びプリズム 5 7 が回転自在に接続される。即ち、光プローブ 5 2 は、光ロータリジョイント 5 5 により、光ファイバ 1 9 とロッドレンズ 5 6 及びプリズム 5 7 が被検体 2 の目的部位に対して 方向に走査されるようになっている。

10

【 0 0 4 8 】

装置本体 5 3 の光ファイバ 1 8 から伝達される信号光は、光ロータリジョイント 5 5 を介して光ファイバ 1 9 へ伝達される。この光ファイバ 1 9 へ伝達された信号光は、ロッドレンズ 5 6 を介してプリズム 5 7 によりその焦点で被検体 2 に集光され、その焦点からの被検体 2 の反射光及び散乱光の一部は、戻り信号光として上記光路を通り、再び装置本体 5 3 側に戻るようになっている。

【 0 0 4 9 】

一方、参照光路は、光プローブ 5 2 のプローブ側光コネクタ部 5 4 b から延設する光ファイバ 2 4 が折り返されてプローブ側光コネクタ部 5 4 b に接続されるようになっている。この光ファイバ 2 4 は、プローブ側光コネクタ部 5 4 b 間において、光プローブ 5 2 内での信号光路の光路長（プローブ側光コネクタ部 5 4 b ~ 被検体 2 の目的部位の集光位置 ~ プローブ側光コネクタ部 5 4 b ）に対し所定の差を有し、この所定差分短く形成されている。

20

【 0 0 5 0 】

この所定差を解消するために、装置本体 5 3 は、光ファイバ 5 8 を設けると共に、このファイバ先端側に参照光路のディレイラインとして、光軸方向に進退動可能なステージ 5 9 a に設けた平行レンズ 5 9 と、反射ミラー 6 0 が配置されている。尚、ステージ 5 9 a は、本体側光路長調整レンズ 1 7 と同様に図示しないステッピングモータにより Z 軸方向（光軸方向）に進退動されることで、被検体 2 の目的部位に対して深部方向に垂直走査（R 方向走査）が行われるようになっている。

30

【 0 0 5 1 】

光ファイバ 1 4 の先端側から伝達される参照光は、光プローブ 5 2 内の光ファイバ 2 4 を介して再び装置本体 5 3 側へ伝達されるようになっている。参照光は、装置本体 5 3 側の光ファイバ 5 8 の先端端面側から平行レンズ 1 5 で平行光にされて反射ミラー 6 0 で反射されて上記光路を通り、再び装置本体 5 3 側に戻るようになっている。

【 0 0 5 2 】

そして、上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様に、装置本体 5 3 側へ戻った戻り信号光と戻り参照光とは光カップラ部 1 3 で干渉されて光検出部 3 1 で検出される。

【 0 0 5 3 】

このように構成される光イメージング装置 5 1 は、例えば、光プローブ 5 2 を体腔内等や工業用途の配管内部に挿入されて用いられる。

40

そして、光イメージング装置 5 1 は、患部等の被検体 2 の生体組織や工業用途の配管内部に対し 方向に走査され、表示部 3 4 の表示面に側視断面の OCT 像を表示できるようにしている。

【 0 0 5 4 】

ここで、光イメージング装置 5 1 は、上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様に極端に長さの異なる光プローブ 5 2 を交換して使用する場合がある。

【 0 0 5 5 】

光イメージング装置 5 1 は、光プローブ 5 2 内で全信号光路（プローブ側光コネクタ部 5 4 b ~ 被検体 2 の目的部位の集光位置 ~ プローブ側光コネクタ部 5 4 b ）と、全参照光路

50

(プローブ側光コネクタ部 5 4 b ~ 光ファイバ 2 4 ~ プローブ側光コネクタ部 5 4 b) との光路長に所定差が有る。

【 0 0 5 6 】

しかしながら、光イメージング装置 5 1 は、装置本体 5 3 が光ファイバ 5 8 と参照光路のディレイライン (平行レンズ 5 9 及び反射ミラー 6 0) を配置しているので、信号光路と参照光路との光路長が完全に一致するように、参照光路のディレイライン (平行レンズ 5 9 及び反射ミラー 6 0) のステッピングモータが制御部 3 3 で制御される。

【 0 0 5 7 】

この結果、光イメージング装置 5 1 は、上記第 1 の実施の形態と同様に信号光路と参照光路との光路長が完全に一致するので、極端に長さの異なる光プローブ 3 を交換して使用した場合にも、確実に断層像を得ることができる。

10

【 0 0 5 8 】

また、図 7 に示すように光イメージング装置 5 1 B は、信号光路の本体側光路長調整レンズ 1 7 をディレイラインとして兼用すると共に、参照光路の光ファイバ 5 8 の先端側を 1 × 2 光カップラ部 6 1 で光ファイバ 1 4 の基端側に接続して構成しても良い。

【 0 0 5 9 】

また、図 6 で説明した光イメージング装置 5 1 に対して、図 8 に示すように光イメージング装置 5 1 C は、光ファイバ 2 4 の途中にプローブ側光路長調整レンズ 2 6 を設け、光ファイバ 2 4 b を介して光ファイバ 5 8 に伝達するように構成しても良い。

【 0 0 6 0 】

20

更に、図 7 及び図 8 で説明した構成を組み合わせ、図 9 に示すように光イメージング装置 5 1 D は、光ファイバ 2 4 の途中にプローブ側光路長調整レンズ 2 6 を設け、光ファイバ 2 4 b を介して光ファイバ 5 8 に伝達するように構成し、信号光路の本体側光路長調整レンズ 1 7 をディレイラインとして兼用すると共に、参照光路の光ファイバ 5 8 の先端側を 1 × 2 光カップラ部 6 1 で光ファイバ 1 4 の基端側に接続して構成しても良い。

【 0 0 6 1 】

また、図 1 0 に示すように光プローブ 5 2 B は、上記第 1 の実施の形態で説明したのと同様に、プローブ側光コネクタ部 5 4 b の基端側に光ファイバ収納部 4 1 を設け、この光ファイバ収納部 4 1 に光ファイバ 2 4 B の途中を所定回数巻いて収納することで、更なるプローブ先端部の細径化が可能となる。

30

【 0 0 6 2 】

(第 3 の実施の形態)

図 1 1 は本発明の第 3 の実施の形態に係る光イメージング装置を示す構成図である。

上記第 1 , 第 2 の実施の形態は、光プローブを体腔内等や工業用途の配管内部に挿入されて用いられるものに本発明を適用して構成しているが、本第 3 の実施の形態は、光プローブで例えば積層フィルム等の層状物質を観察するものに本発明を適用して構成する。それ以外の構成は、上記第 1 の実施の形態と同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 に示すように本第 3 の実施の形態の光イメージング装置 7 1 は、例えば積層フィルム等の層状物質 2 B を観察可能な光プローブ 7 2 と、この光プローブ 7 2 を着脱自在に接続し、被検体 2 からの戻り光から被検体 2 の断層像を構築する装置本体 7 3 とから主に構成される。

40

【 0 0 6 4 】

光プローブ 7 2 は、プローブ側光コネクタ部 7 4 b が装置本体 7 3 の本体側光コネクタ部 7 4 a に着脱自在に接続可能であり、装置本体 7 3 に対して交換可能な構成となっている。

【 0 0 6 5 】

装置本体 7 3 は、低コヒーレンス光源 1 1 で発生した低コヒーレンス光が光源側レンズ 8 1 で平行光にされ、ハーフミラー 8 2 を通過して光分岐手段である光分岐ハーフミラー 8

50

3に入射される。光分岐ハーフミラー83に入射された低コヒーレンス光は、この光分岐ハーフミラー83で信号光と参照光とに分岐される。尚、光分岐手段として光分岐ハーフミラー83の代わりに光カップラを用いても良い。

【0066】

光分岐ハーフミラー83で分岐された信号光は、本体側光コネクタ部74aに伝達され、この本体側光コネクタ部74aにプローブ側光コネクタ部74bが接続されていると、これら光コネクタ部74を介して光プローブ72へ伝達される。

光プローブ72へ伝達された信号光は、光路長調整手段として楔型プリズム84a, 84bを2つ組み合わせた光路長調整プリズム84により、全信号光路と全参照光路との光路長が低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内でほぼ一致するように調整される。

10

【0067】

尚、この調整は、上記第1の実施の形態と同様に予め、図示しないリフレクトメータで測定し、手動又は制御部33の制御により図示しないステッピングモータを駆動することで、装置全体(光プローブ72及び装置本体73)内で合わせ込むようになっている。

【0068】

そして、光路長を調整された信号光は、ヘテロダイン干渉として電気光学変調素子(EOD; Electro-Optic Device; 又は電気光学変調器EOM; Electro-Optic Modulatorとも呼ばれる)85で光変調される。

光変調された信号光は、光プローブ72の先端側に配設された対物レンズ86に伝達され、この対物レンズ86によりその焦点で被検体2に集光される。そして、その焦点からの被検体2の反射光及び散乱光の一部は、戻り信号光として上記光路を通り、再び装置本体73の光分岐ハーフミラー83側に戻るようになっている。

20

【0069】

対物レンズ86は、垂直走査手段として光軸方向に進退動されるステージ86aに一体的に設けられ、このステージが図示しないステッピングモータによりZ軸方向(光軸方向)に進退動されることで、被検体2の目的部位に対して深部方向に垂直走査が行われるようになっている。このステージを駆動するステッピングモータ86aは、装置本体73の制御部33で制御駆動されるようになっている。

【0070】

一方、光分岐ハーフミラー83で分岐された参照光は、反射ミラー87で反射されて本体側光コネクタ部74aに伝達され、プローブ側光コネクタ部74bを介して光プローブ72へ伝達される。光プローブ72へ伝達された参照光は、参照光伝達手段としての平面ミラー88で反射されて、再び装置本体73の光分岐ハーフミラー83側に戻るようになっている。

30

【0071】

尚、光イメージング装置71は、装置本体73内で参照光路の光路長が光分岐ハーフミラー83～反射ミラー87分、信号光路の光路長より長くなっているが、光プローブ72内でその分、信号光路が長く設けられている。

また、平面ミラー88は、ディレイラインとして光軸方向へ変位されるPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)素子89がステージ90に一体的に設けられ、このPZT素子89で被検体2の目的部位に対する信号光の集光位置と、干渉光の干渉位置とを一致させるようになっている。

40

【0072】

そして、これら光路長が殆ど等しい参照光と信号光とは、光分岐ハーフミラー83側からの光路で干渉する。即ち、光分岐ハーフミラー83は、参照光と信号光とを結合する光結合手段を兼ねている。

そして、干渉光は、受光側レンズ91で集光されて、光検出部31で受光されるようになっている。

【0073】

このように構成される光イメージング装置71は、積層フィルム等の層状物質2Bに対し

50

、光プローブ 7 2 から低コヒーレンス光を集光し、その内部の断層画像データを得て、表示部 3 4 の表示面に OCT 像を表示できるようにしている。

ここで、光イメージング装置 7 1 は、被検体 2 B や観察目的部位が異なるために、極端に長さの異なる光プローブ 7 2 を交換して使用する場合がある。

【 0 0 7 4 】

光イメージング装置 7 1 は、予め、装置全体（光プローブ 7 2 及び装置本体 7 3 ）内で全信号光路の光路長と、全参照光路の光路長とが低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内ではほぼ一致している。

【 0 0 7 5 】

この結果、光イメージング装置 7 1 は、信号光路と参照光路との光路長が低コヒーレンス光の可干渉距離範囲内ではほぼ一致するので、極端に長さの異なる光プローブ 7 2 を交換して使用した場合にも、確実に断層像を得ることができる。

10

【 0 0 7 6 】

尚、光イメージング装置 7 1 は、予め、各層の屈折率が分っていれば、制御部 3 3 により対物レンズ 8 6 の光軸方向への移動量から各層の厚さを算出し、この算出結果により厚さ測定や内部の欠陥観察を行う。

この結果、本実施の形態の光イメージング装置 7 1 は、上記第 1 の実施の形態と同様な効果を得ることが可能となる。

【 0 0 7 7 】

尚、光イメージング装置 7 1 は、図示しないガルバノミラーを用いることで、層状物質 2 B に対して X 走査、X Y 走査等の二次元走査が可能のように構成しても良い。

20

また、光イメージング装置 7 1 は、透明で散乱の少ない積層フィルム等を測定する場合、ヘテロダイン検出法を必ずしも用いなくとも良い。この場合、光イメージング装置 7 1 は、その分簡単な構成となる。

【 0 0 7 8 】

尚、本発明は、以上述べた実施の形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。

【 0 0 7 9 】

[付記]

（付記項 1 ） 低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体に集光し、この被検体からの戻り光を取り込む光プローブ及び、この光プローブを着脱自在に接続し、取り込んだ戻り光から被検体の断層像を構築する装置本体を有する光イメージング装置において

30

、前記低コヒーレンス光源で発生した低コヒーレンス光を光分岐手段で信号光と参照光とに分岐し、分岐した信号光を前記光プローブの先端側に伝達して被検体に集光する信号光伝達手段と、

前記光分岐手段で分岐した参照光と前記被検体からの戻り信号光とを干渉させるために、前記参照光を干渉手段へ伝達する参照光伝達手段と、

を具備し、前記参照光伝達手段の参照光路の少なくとも一部を前記光プローブに設けたことを特徴とする光イメージング装置。

40

【 0 0 8 0 】

（付記項 2 ） 前記光プローブ内の信号光路と前記光プローブ内の参照光路とが略同一の光路長を有することを特徴とする付記項 1 に記載の光イメージング装置。

【 0 0 8 1 】

（付記項 3 ） 前記光プローブ内の信号光路と前記光プローブ内の参照光路とに所定の差を有し、前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長が略同一の値を有することを特徴とする付記項 1 に記載の光イメージング装置。

【 0 0 8 2 】

（付記項 4 ） 前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長を等しくするための光路長調整手段を設けたことを特徴とする付記項 1 に記載の光イメ

50

ーシング装置。

【0083】

(付記項5) 前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との少なくとも一方に、周波数を変調する光変調手段を設け、この光検出手段からの出力にヘテロダイン検出法を用いて被検体の情報を得ることを特徴とする付記項1に記載の光イメージング装置。

【0084】

(付記項6) 被検体に集光される信号光の光軸方向における干渉位置を変化させるためのディレイラインを設けたことを特徴とする付記項1に記載の光イメージング装置。

(付記項7) 前記参照光伝達手段と前記信号光伝達手段とを略同一の光学部材で構成することを特徴とする付記項2又は3に記載の光イメージング装置。

10

【0085】

(付記項8) 前記装置本体に着脱自在に交換可能な複数の光プローブを有し、これら全ての光プローブで信号光路と参照光路との光路差が前記所定量に等しいことを特徴とする付記項3に記載の光イメージング装置。

【0086】

(付記項9) 前記光路長調整手段を前記光プローブに設けることを特徴とする付記項4に記載の光イメージング装置。

(付記項10) 前記光路長調整手段を前記装置本体に設けることを特徴とする付記項4に記載の光イメージング装置。

20

(付記項11) 前記光路長調整手段を前記光プローブと前記装置本体とのそれぞれに設けることを特徴とする付記項4に記載の光イメージング装置。

【0087】

(付記項12) 前記光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と、この情報保持手段に保持された特徴情報を検知する情報検知手段とを前記装置本体に設け、前記光プローブが前記装置本体に接続された際に、前記情報検知手段が検知した前記情報保持手段からの特徴情報に基づき、前記光路長調整手段を制御する制御手段を設けたことを特徴とする付記項4に記載の光イメージング装置。

【0088】

(付記項13) 前記光変調手段を前記信号光路と前記参照光路とのそれぞれに設けることを特徴とする付記項5に記載の光イメージング装置。

30

(付記項14) 前記信号光を走査する信号光走査手段を設けることを特徴とする付記項1又は6に記載の光イメージング装置。

(付記項15) 前記参照光伝達手段及び前記信号光伝達手段に光ファイバを用いることを特徴とする付記項7に記載の光イメージング装置。

【0089】

(付記項16) 前記光路長調整手段を前記光プローブの参照光路に設けることを特徴とする付記項9に記載の光イメージング装置。

(付記項17) 前記光路長調整手段を前記光プローブの信号光路に設けることを特徴とする付記項9に記載の光イメージング装置。

40

(付記項18) 前記光路長調整手段を前記装置本体の参照光路に設けることを特徴とする付記項11に記載の光イメージング装置。

(付記項19) 前記光路長調整手段を前記装置本体の信号光路に設けることを特徴とする付記項11に記載の光イメージング装置。

【0090】

(付記項20) 前記光ファイバは、シングルモードファイバであることを特徴とする付記項15に記載の光イメージング装置。

(付記項21) 前記光ファイバは、マルチモードファイバであることを特徴とする付記項15に記載の光イメージング装置。

【0091】

50

(付記項 22) 前記参照光伝達手段に用いられる参照光用光ファイバは、少なくとも 1 回折り返して配されることを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

【0092】

(付記項 23) 前記信号光伝達手段に用いられる信号光用光ファイバと前記参照光伝達手段に用いられる参照光用光ファイバとを略平行に配置することを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

【0093】

(付記項 24) 前記参照光伝達手段に用いられる参照光用光ファイバの先端部側の端面反射により、この参照光用光ファイバで伝達される参照光が折り返されることを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

10

【0094】

(付記項 25) 前記光プローブの参照光路を光ファイバと光サーキュレータとの組み合わせで構成することを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

【0095】

(付記項 26) 前記光プローブの参照光路を光ファイバと 1 × 2 の光カプラとの組み合わせで構成することを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

【0096】

(付記項 27) 前記光プローブと前記装置本体とが参照光の入出口を形成した光コネクタ部に着脱自在に接続し、この光プローブ内で参照光が往復するように前記参照光伝達手段を配置することを特徴とする付記項 15 に記載の光イメージング装置。

20

【0097】

(付記項 28) 前記光プローブの基端部に前記参照光用光ファイバの収納部を設けたことを特徴とする付記項 22 に記載の光イメージング装置。

(付記項 29) 前記収納部に前記参照光用光ファイバを全て収納することを特徴とする付記項 28 に記載の光イメージング装置。

【0098】

(付記項 30) 低コヒーレンス光源からの低コヒーレンス光を被検体に集光し、この被検体からの戻り光を取り込む光プローブ及び、この光プローブを着脱自在に接続し、取り込んだ戻り光から被検体の断層像を構築する装置本体を有する光イメージング装置において、

30

前記低コヒーレンス光源で発生した低コヒーレンス光を光分岐手段で信号光と参照光とに分岐し、分岐した信号光を前記光プローブの先端側に伝達して被検体に集光する信号光伝達手段と、

前記光分岐手段で分岐した参照光と前記被検体からの戻り信号光とを干渉させるために、前記参照光を干渉手段へ伝達する参照光伝達手段と、

を具備し、前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長を一致させるために、前記参照光伝達手段の参照光路の少なくとも一部を前記光プローブに設けたことを特徴とする光イメージング装置。

【0099】

(付記項 31) 前記信号光伝達手段の信号光路と前記参照光伝達手段の参照光路との光路長を更に等しくするための光路長調整手段を設けたことを特徴とする付記項 30 に記載の光イメージング装置。

40

【0100】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、極端に長さの異なる光プローブを交換して使用した場合にも、確実に断層像を得ることが可能な光イメージング装置を実現できる。

【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を示す構成図

【図 2】図 1 の第 1 の変形例を示す光プローブの構成図

【図 3】図 1 の第 2 の変形例を示す光プローブの構成図

50

【図4】図1の第3の変形例を示す光プローブの構成図

【図5】図1の第4の変形例を示す光プローブの構成図

【図6】本発明の第2の実施の形態の光イメージング装置を示す構成図

【図7】図6の第1の変形例を示す光イメージング装置の構成図

【図8】図6の第2の変形例を示す光イメージング装置の構成図

【図9】図6の第3の変形例を示す光イメージング装置の構成図

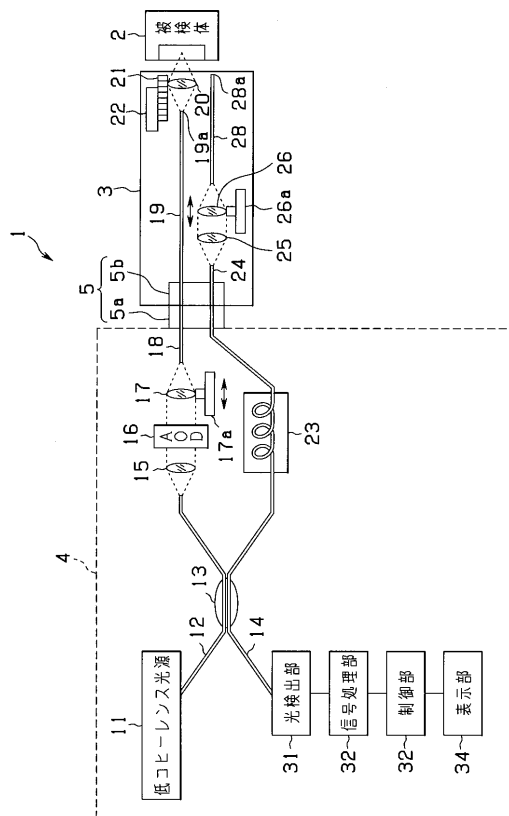
【図10】図6の光プローブの変形例を示す構成図

【図11】本発明の第3の実施の形態の光イメージング装置を示す構成図

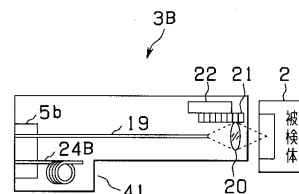
【符号の説明】

- 1 ... 光イメージング装置
 3 ... 光プローブ
 4 ... 装置本体
 5 ... 光コネクタ部
 5 a ... 本体側光コネクタ部
 5 b ... プローブ側光コネクタ部
 1 1 ... 低コヒーレンス光源
 1 2 , 1 4 , 1 8 , 1 9 , 2 4 ... 光ファイバ
 1 3 ... 光カップラ部
 1 7 ... 本体側光路長調整レンズ
 2 0 ... 対物レンズ
 2 6 ... プローブ側光路長調整レンズ
 3 1 ... 光検出部
 3 2 ... 信号処理部
 3 3 ... 制御部
 3 4 ... 表示部

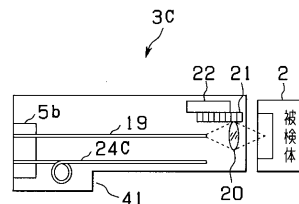
【図1】



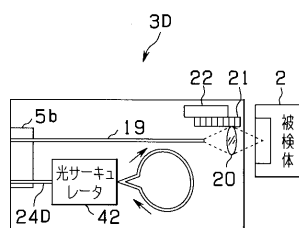
【図2】



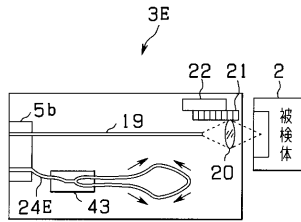
【図3】



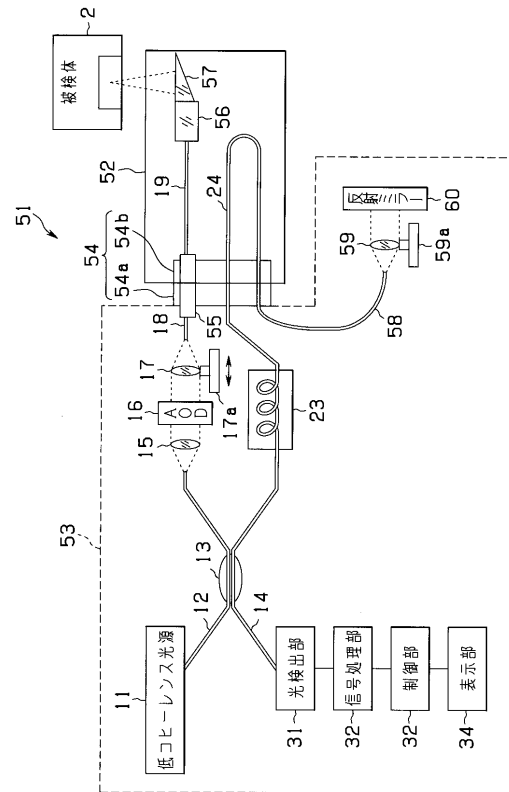
【図4】



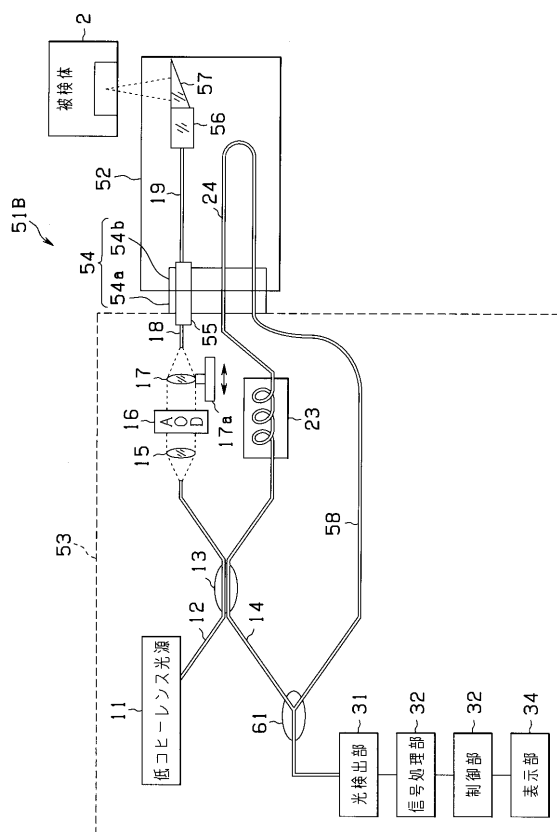
【図 5】



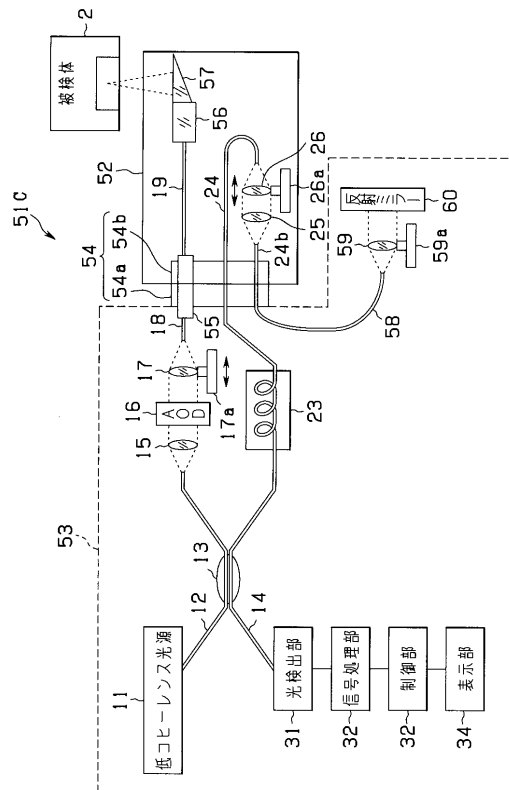
【図 6】



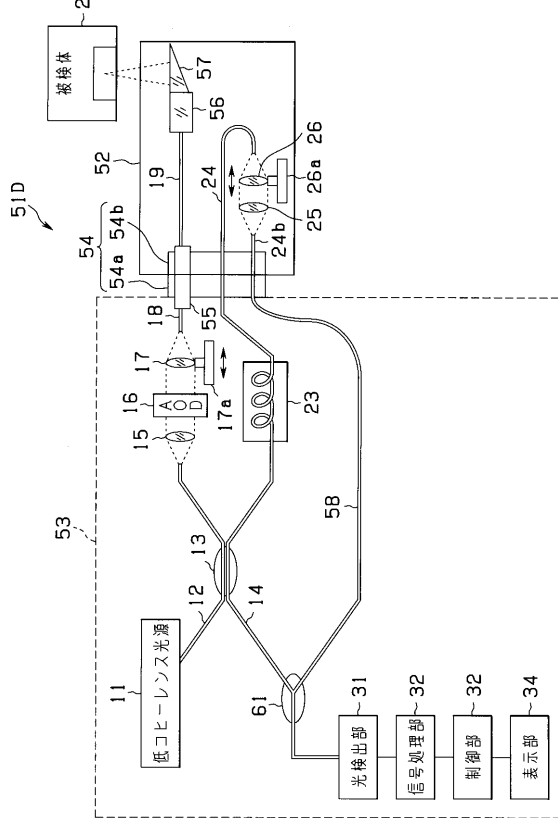
【図 7】



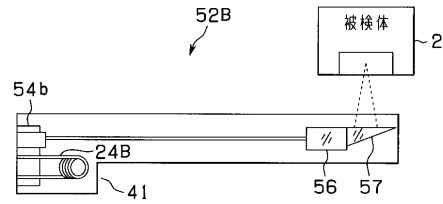
【図 8】



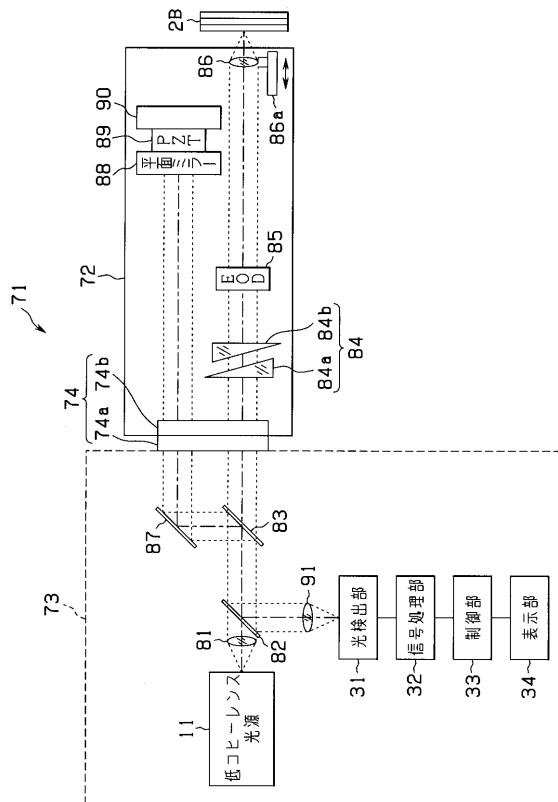
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-264246(JP,A)
特開2000-131221(JP,A)
特開平11-072431(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N21/00-21/61
A61B10/00