

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シングルモードファイバの第 1 の端部が曲面であるレンズドファイバにより形成され、観察対象領域に照射する照射光を前記第 1 の端部に伝達し、前記照射光を前記第 1 の端部から出射し、前記観察対象領域内において前記照射光が照射された照射領域における反射光および / または前記照射領域から発せられる蛍光を第 1 の端部において受光するスキャニングファイバを備えることを特徴とする共焦点光学システム。

【請求項 2】

前記第 1 の端部は、前記第 1 の端部における開口数が前記シングルモードファイバの開口数より大きくなるように形成された曲面であることを特徴とする請求項 1 に記載の共焦点光学システム。

10

【請求項 3】

前記第 1 の端部における前記シングルモードファイバのモードフィールド径の内部が球面状に形成され、前記第 1 の端部における前記モードフィールド径と前記シングルモードファイバの外径の間は円錐側面状に形成されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の共焦点光学システム。

【請求項 4】

前記第 1 の端部は、前記シングルモードファイバを研磨することにより曲面状に形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の共焦点光学システム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、共焦点内視鏡装置のように被写体を高倍率かつ高解像度で観察することが可能な走査型観察装置に用いられる共焦点光学システムに関する。

【背景技術】

【0002】

通常の内視鏡に比べて被写体を高倍率かつ高解像度な画像を観察可能な共焦点内視鏡装置が知られている（特許文献 1 参照）。共焦点内視鏡装置では、所定の変位経路に沿って変位させられるスキャニングファイバから照射光を観察対象領域に照射される。さらに照射光が照射された点における反射光および蛍光がスキャニングファイバに入射する。スキャニングファイバにより反射光および蛍光が受光ユニットに伝達され、受光量が検出される。

30

【0003】

このような構成で共焦点観察を行うためにはビーム径の大きなビームを集光させることが好ましい。共焦点観察を行うためにはシングルモードファイバをスキャニングファイバとして用いる必要があるが、シングルモードファイバでは、十分な太さのビーム系のビームを出射することが難しい。そのため、スキャニングファイバの出射端方向に設けられるレンズユニットには拡大光学系を含めることが必要であった。

【0004】

拡大光学系を設けることにより、レンズユニット全体が大型化していた。また、拡大光学系を用いるとスキャニングファイバの出射端の変位量と比較して、像側の照射光の照射位置の変位量が小さくなる。それゆえ、必要な大きさの画像を撮影するためには出射端の変位量を大きくしなければならず、挿入管の細径化が困難となっていた。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 80769 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

したがって、本発明では、レンズユニットの小型化および挿入管の細径化を実現し得る共焦点光学システムの提供を目的とする。

の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の共焦点光学システムは、シングルモードファイバの第1の端部が曲面であるレンズファイバにより形成され、観察対象領域に照射する照射光を第1の端部に伝達し、照射光を第1の端部から出射し、観察対象領域内において照射光が照射された照射領域における反射光および/または照射領域から発せられる蛍光を第1の端部において受光するスキャニングファイバを備えることを特徴としている。

10

【0008】

なお、第1の端部は、前記第1の端部における開口数が前記シングルモードファイバの開口数より大きくなるように形成された曲面であることが好ましい。

【0009】

また、第1の端部におけるシングルモードファイバのモードフィールド径の内部が球面状に形成され、第1の端部におけるモードフィールド径とシングルモードファイバの外径の間は円錐側面状に形成されることが好ましい。

【0010】

また、第1の端部はシングルモードファイバを研磨することにより曲面状に形成されることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、スキャニングファイバの第1の端部がレンズファイバであるので、大きなビーム径の照射光をスキャニングファイバから出射することが可能である。それゆえ、拡大光学系が不要となる。また、第1の端部の変位量を大きくする必要がないので、挿入管の細径化も可能である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態を適用した共焦点光学システムを有する共焦点内視鏡装置の外観を概略的に示す外観図である。

30

【図2】共焦点内視鏡プロセッサの内部構成を概略的に示すブロック図である。

【図3】共焦点内視鏡の内部構成を模式的に示すブロック図である。

【図4】スキャニングファイバの先端の拡大図である。

【図5】従来の共焦点内視鏡のスキャニングファイバ周囲の内部構成を概略的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態を適用した共焦点光学システムを有する共焦点内視鏡装置の外観を概略的に示す外観図である。

40

【0014】

共焦点内視鏡装置10は、共焦点内視鏡プロセッサ20、共焦点内視鏡30、およびモニタ11によって構成される。共焦点内視鏡プロセッサ20は、共焦点内視鏡30、およびモニタ11に接続される。

【0015】

共焦点内視鏡プロセッサ20から観察対象領域OAに照射する励起光が供給される。供給された励起光は共焦点内視鏡30の挿入管31の遠位端に伝達され、観察対象領域内の一点に向かって照射される。光が照射された観察対象領域上の一点において発する蛍光が、挿入管31の遠位端から共焦点内視鏡プロセッサ20に伝達される。

【0016】

50

挿入管 3 1 からの励起光の出射方向が、挿入管 3 1 の遠位端に設けられるアクチュエータ（図 1 において図示せず）により変えられる。出射方向を変えることにより、照射される励起光が観察対象領域上に走査される。アクチュエータは、共焦点内視鏡プロセッサ 2 0 により制御される。

【 0 0 1 7 】

共焦点内視鏡プロセッサ 2 0 は、アクチュエータの制御に応じて出射方向を推定する。共焦点内視鏡プロセッサ 2 0 は出射方向における蛍光を受光し、受光量に応じた画素信号を生成する。走査する領域全体の画素信号を生成することにより、1 フレームの画像信号が生成される。生成した画像信号がモニタ 1 1 に送信され、画像信号に相当する画像がモニタ 1 1 に表示される。

10

【 0 0 1 8 】

図 2 に示すように、共焦点内視鏡プロセッサ 2 0 には、レーザ光源 2 1、供給用ファイバ 2 2 s、接続用ファイバ 2 2 c、画像受光用ファイバ 2 2 i、光量検出用ファイバ 2 2 d、光カプラ 2 3、第 1、第 2 の受光ユニット 2 4 a、2 4 b、励起光カットフィルタ 2 5、画像信号処理回路 2 6、スキャン駆動回路 2 7、およびシステムコントローラ 2 8 などが設けられる。

【 0 0 1 9 】

生体のように所定の種類の被写体に照射すると蛍光を発生させる励起光がレーザ光源 2 1 から出射される。レーザ光源 2 1 は供給用ファイバ 2 2 s に光学的に接続され、レーザ光源 2 1 から出射する励起光が供給用ファイバ 2 2 s に入射する。

20

【 0 0 2 0 】

供給用ファイバ 2 2 s は光カプラ 2 3 により接続用ファイバ 2 2 c および光量検出用ファイバ 2 2 d に光学的に接続され、供給用ファイバ 2 2 s と接続用ファイバ 2 2 c および光量検出用ファイバ 2 2 d との間で光の伝達が可能である。

【 0 0 2 1 】

なお、光カプラ 2 3 により、接続用ファイバ 2 2 c および光量検出用ファイバ 2 2 d は画像受光用ファイバ 2 2 i にも光学的に接続され、画像受光用ファイバ 2 2 i と接続用ファイバ 2 2 c および光量検出用ファイバ 2 2 d との間で光の伝達が可能である。

【 0 0 2 2 】

すなわち、光カプラ 2 3 は 4 ポート指向性カプラであって、供給用ファイバ 2 2 s から伝達された励起光が接続用ファイバ 2 2 c および光量検出用ファイバ 2 2 d に分岐され、接続用ファイバ 2 2 c から伝達される反射光および蛍光が画像受光用ファイバ 2 2 i および供給用ファイバ 2 2 s に分岐される。

30

【 0 0 2 3 】

光量検出用ファイバ 2 2 d は第 2 の受光ユニット 2 4 b に光学的に接続される。光量検出用ファイバ 2 2 d に伝達された励起光は、光量検出用ファイバ 2 2 d により第 2 の受光ユニット 2 4 b に伝達される。

【 0 0 2 4 】

第 2 の受光ユニット 2 4 b により、励起光の光量が検出される。検出した受光量がシステムコントローラ 2 8 に伝達される。システムコントローラ 2 8 により、伝達された受光量に基づいてレーザ光源 2 1 からの励起光の出射光量が調整される。

40

【 0 0 2 5 】

接続用ファイバ 2 2 c は、共焦点内視鏡 3 0 に設けられるスキャニングファイバ 3 2 の基端に光学的に接続される。接続用ファイバ 2 2 c に伝達された励起光は、スキャニングファイバ 3 2 により挿入管 3 1 の遠位端まで伝達され、遠位端側の端部である先端から出射される。また、後述するように、スキャニングファイバ 3 2 により、反射光および蛍光が先端から接続用ファイバ 2 2 c に伝達される。

【 0 0 2 6 】

前述のように、接続用ファイバ 2 2 c に伝達された反射光および蛍光は光カプラ 2 3 により画像受光用ファイバ 2 2 i および供給用ファイバ 2 2 s に分岐される。画像受光用フ

50

ファイバ 2 2 i は第 1 の受光ユニット 2 4 a に光学的に接続される。画像受光用ファイバ 2 2 i と第 1 の受光ユニット 2 4 との間には、励起光カットフィルタ 2 5 が設けられる。

【 0 0 2 7 】

画像受光用ファイバ 2 2 i から出射する励起光である反射光は励起光カットフィルタ 2 5 により減衰され、第 1 の受光ユニット 2 4 a への入射が防がれる。また、画像受光用ファイバ 2 2 i から出射する蛍光は励起光カットフィルタ 2 5 を透過して、第 1 の受光ユニット 2 4 a に入射する。

【 0 0 2 8 】

第 1 の受光ユニット 2 4 a により、励起光を照射した領域における蛍光の光量に応じた画素信号が生成される。画素信号は、画像信号処理回路 2 6 に送信される。画像信号処理回路 2 6 では、画素信号が画像メモリ（図示せず）に格納される。

10

【 0 0 2 9 】

後述するように、励起光の照射領域を連続的に移動させながら画素信号を生成し、観察対象領域全体に対応する画素信号が格納されると、画像信号処理回路 2 6 は画素信号に所定の信号処理を施し、1 フレームの画像信号としてモニタ 1 1 に送信する。

【 0 0 3 0 】

次に、共焦点内視鏡 3 0 の構成について説明する。図 3 に示すように、共焦点内視鏡 3 0 には、スキャニングファイバ 3 2、レンズユニット 3 3、およびアクチュエータ 3 4 などが設けられる。

【 0 0 3 1 】

スキャニングファイバ 3 2 は、コネクタ 3 5 から挿入管 3 1 の遠位端まで延設される。前述のように、レーザ光源 2 1 から出射されるビーム状の励起光が、供給用ファイバ 2 2 s、光カプラ 2 3、接続用ファイバ 2 2 c を介してスキャニングファイバ 3 2 の基端に入射する。基端に入射した励起光は先端に伝達される。伝達された励起光は先端から出射される。

20

【 0 0 3 2 】

スキャニングファイバ 3 2 は、シングルモードファイバによって形成される。また、スキャニングファイバ 3 2 の先端は、図 4 に示すように、コア 3 2 c を中心としたモードフィールド径内が球面状になるように研磨することにより、形成される。なお、用いるシングルモードファイバの開口数より大きな開口数となるように、球面が形成される。すなわち、先端側においてスキャニングファイバ 3 2 はレンズドファイバである。

30

【 0 0 3 3 】

シングルモードファイバの開口数は小さいため、出射される励起光のビーム径が共焦点観察に用いるために十分な太さでない。しかし、スキャニングファイバ 3 2 の先端が上述のように球面状に形成されているので、励起光のビーム径が共焦点観察に用いるのに十分な太さで出射される。

【 0 0 3 4 】

アクチュエータ 3 4 が、スキャニングファイバ 3 2 の出射端付近に設けられる。アクチュエータ 3 4 は、スキャン駆動回路 2 7 から送信されるファイバ駆動信号に基づいて、スキャニングファイバ 3 2 の先端を所定の変位経路に沿って変位させる。スキャニングファイバ 3 2 の先端を変位させながら励起光を出射することにより、励起光が観察対象領域上で走査される。

40

【 0 0 3 5 】

スキャニングファイバ 3 2 の先端から励起光の出射方向にレンズユニット 3 3 が設けられる。レンズユニット 3 3 は集光光学系によって構成される。したがって、スキャニングファイバ 3 2 の先端から出射した励起光はレンズユニット 3 3 によって集光され、観察対象領域内の微小な一点に向かって照射される。

【 0 0 3 6 】

励起光は微小な一点に向かって照射されるが、回折限界によって、照射される中心点の周囲にガウス分布の強度の励起光が照射される。

50

【 0 0 3 7 】

励起光が照射された全領域において励起光が反射され、蛍光が発せられる。スキャンニングファイバ 3 2 の先端に対して共焦点となる中心点の微小領域からの反射光および蛍光のみがスキャンニングファイバ 3 2 の先端に入射し、微小領域の周囲の反射光および蛍光は入射しない。

【 0 0 3 8 】

先端に入射した反射光および蛍光がスキャンニングファイバ 3 2 の基端に伝達される。反射光および蛍光は、さらに基端から接続用ファイバ 2 2 c、光カプラ 2 3、および画像受光用ファイバ 2 2 i を介して、第 1 の受光ユニット 2 4 a に伝達される。前述のように、励起光である反射光は励起光カットフィルタ 2 5 により遮光され、蛍光のみが第 1 の受光ユニット 2 4 a に入射する。

10

【 0 0 3 9 】

以上のように、本実施形態の共焦点光学システムによれば、レンズユニット 3 3 の小型化、挿入管 3 1 の細径化、および画像の S N 比を改善することが可能である。これらの効果について以下に説明する。

【 0 0 4 0 】

共焦点観察を行うためには微小領域の光学情報のみを取得する必要があるため、共焦点内視鏡装置におけるスキャンニングファイバ 3 2 にはシングルモードファイバを用いる必要がある。また、共焦点観察を行うためには、ビーム径の大きな光を開口数の大きな集光光学系により微小な一点に向かって集光させる必要がある。

20

【 0 0 4 1 】

前述のように通常のシングルモードファイバの開口径は小さく、出射する励起光のビーム径は十分な大きさにならない。それゆえ、図 5 に示すように、励起光のビーム径を広げる拡大光学系 3 3 e をレンズユニット 3 3 に含める必要がある。

【 0 0 4 2 】

一方、本実施形態では、十分な大きさのビーム径の励起光をスキャンニングファイバ 3 2 の先端から出射可能なため、拡大光学系が不要である。したがって、拡大光学系 3 3 e を省けるため、レンズユニット 3 3 の小型化が可能である。

【 0 0 4 3 】

また、拡大光学系 3 3 e を用いることにより画角が狭くなる。それゆえ、所望の広さの画像を作成するためには、スキャンニングファイバ 3 2 の先端の変位量を大きくする必要がある。スキャンニングファイバ 3 2 の変位量を大きくするためには、スキャンニングファイバ 3 2 を覆うチューブ（図示せず）も太くする必要があり、挿入管 3 1 の細径化を阻害していた。

30

【 0 0 4 4 】

一方、本実施形態では、拡大光学系 3 3 e を用いていないため画角が広く、拡大光学系 3 3 e を用いる場合に比べてスキャンニングファイバ 3 2 の変位量を小さくすることが出来る。したがって、拡大光学系 3 3 e を用いる場合に比べて、挿入管 3 1 の細径化が可能である。

【 0 0 4 5 】

また、S N 比の大きな画像を得るためには、第 1 の受光ユニット 2 4 a に蛍光以外の帯域の光の入射を防ぐことが必要である。一方で、画像受光用ファイバ 2 2 i からは励起光も出射される。前述のように、励起光は励起光カットフィルタ 2 5 によって遮光されるが、完全に遮光することは困難であり、出射光の光量を低減化することが望ましい。

40

【 0 0 4 6 】

スキャンニングファイバ 3 2 の先端では観察対象領域における励起光の反射光だけでなく、スキャンニングファイバ 3 2 の端面における部分反射による励起光も第 1 の受光ユニット 2 4 a に向かって出射する。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、モードフィールド径内が球面状に形成されるため、スキャンニングファ

50

イバ 3 2 の基端より伝達された励起光は、先端の端面においてスキャニングファイバ 3 2 の軸方向から傾斜する方向に部分的に反射される。軸方向から傾斜した方向に反射された励起光はシングルモードファイバのコア伝播モード満たせなくなるため、部分反射による励起光の基端への伝達が防がれる。それゆえ、画像受光用ファイバ 2 2 i に伝達される励起光の光量が減じられるため、画像の S N 比を改善させることが可能である。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態の共焦点光学システムにおいて、スキャニングファイバ 3 2 の先端はコア 3 2 c を中心としたモードフィールド径内が球面状になるように形成される構成であるが、球面に限られない。例えば、非球面であってもよく。開口数がシングルモードファイバの開口数より大きくなるように形成されれば、どのような形状に形成されてもよい。

10

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態の共焦点光学システムにおいて、シングルモードファイバ 3 2 の先端を研磨することにより、先端を球面状に形成する構成であるが、先端の形成方法は研磨に限られない。ただし、研磨によれば精密な加工が可能であり、用いるレンズユニット 3 3 に対して十分な開口数のレンズファイバを形成することが可能である。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態の共焦点光学システムにおいて、スキャニングファイバ 3 2 の先端はモードフィールド径の外部から外径までの間が円錐側面状になるように形成される構成であるが、モードフィールド径内部のように、球面状に形成されてもよい。

20

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態の共焦点光学システムは、共焦点内視鏡装置に適用される構成であるが、他のいかなる走査型観察装置に用いても本実施形態と同様の効果を得ることが可能である。例えば、共焦点プローブ、多光子励起蛍光型顕微鏡装置、または第二高調波型顕微鏡装置に適用してもよい。

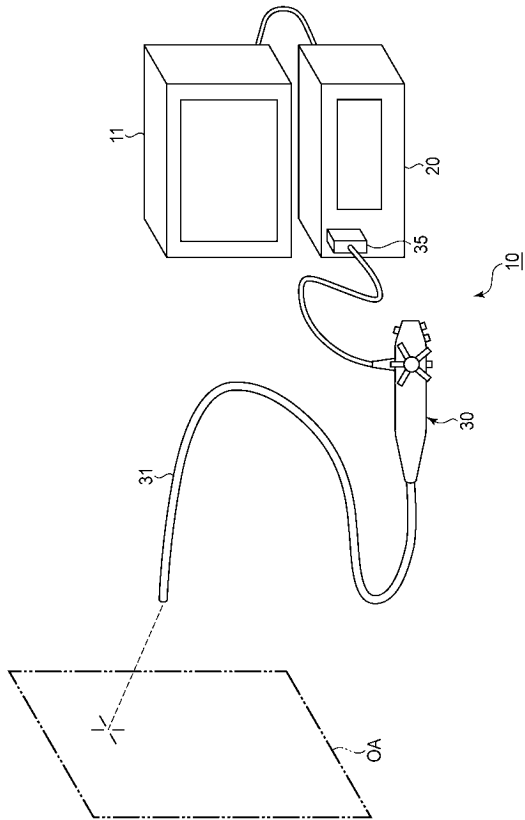
【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

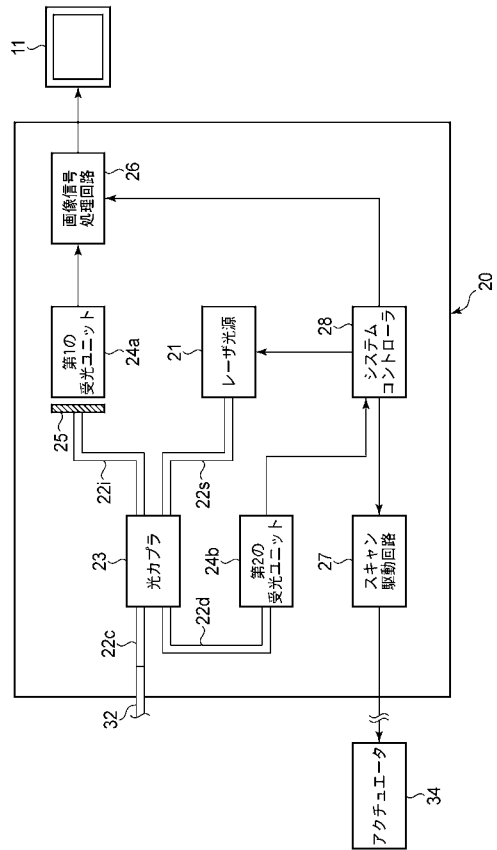
- 1 0 共焦点内視鏡装置
- 2 0 共焦点内視鏡プロセッサ
- 2 1 レーザ光源
- 2 4 a、2 4 b 第 1、第 2 の受光ユニット
- 2 5 励起光カットフィルタ
- 3 0 共焦点内視鏡
- 3 1 挿入管
- 3 2 スキャニングファイバ
- 3 2 c コア
- 3 3 レンズユニット
- 3 3 e 拡大光学系
- 3 4 アクチュエータ

30

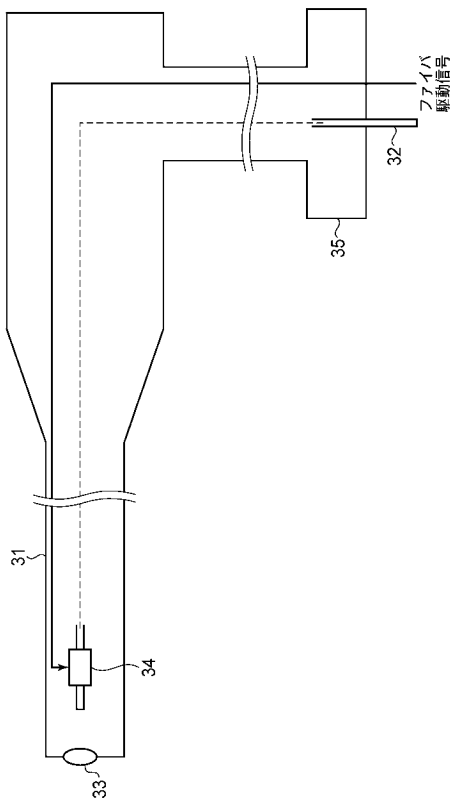
【 図 1 】



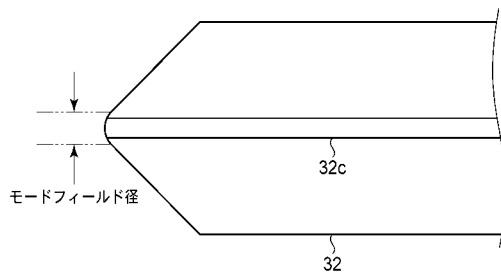
【 図 2 】



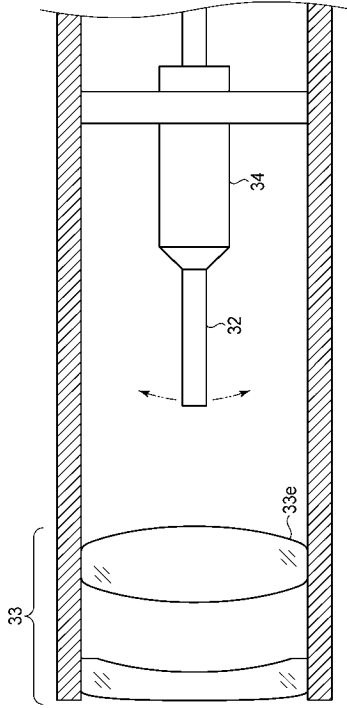
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 26/10 1 0 9

(72)発明者 唐澤 賢志

東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 HOYA 株式会社内

F ターム(参考) 2G043 AA03 BA16 CA05 EA01 FA01 GA02 GB03 HA01 HA05 JA03
KA09 LA01
2H040 BA04 CA11 CA12 CA23 CA27 DA12
2H045 AE05
2H052 AA07 AC15 AC18 AC26 AC34
4C061 FF40 FF46 QQ04

专利名称(译)	共聚焦光学系统		
公开(公告)号	JP2010266580A	公开(公告)日	2010-11-25
申请号	JP2009116408	申请日	2009-05-13
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	唐澤賢志		
发明人	唐澤 賢志		
IPC分类号	G02B23/26 G02B21/06 A61B1/00 G01N21/64 G02B26/10		
CPC分类号	G02B26/103 A61B1/00009 A61B1/00172 A61B1/043 A61B1/063 A61B5/0068 A61B5/0084 G02B6/262 G02B23/243		
FI分类号	G02B23/26.B G02B23/26.C G02B21/06 A61B1/00.300.Y G01N21/64.Z G02B26/10.109 A61B1/00.525 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2G043/AA03 2G043/BA16 2G043/CA05 2G043/EA01 2G043/FA01 2G043/GA02 2G043/GB03 2G043/HA01 2G043/HA05 2G043/JA03 2G043/KA09 2G043/LA01 2H040/BA04 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA23 2H040/CA27 2H040/DA12 2H045/AE05 2H052/AA07 2H052/AC15 2H052/AC18 2H052/AC26 2H052/AC34 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/QQ04 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/QQ04		
代理人(译)	松浦 孝 野刚		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：使共焦观察装置的光学系统小型化。解决方案：共焦内窥镜包括扫描光纤32。扫描光纤32通过其基端的光耦合器光学连接到激光光源和第一光接收单元。从激光光源发出的激发光从扫描光纤32的顶端发射。激发光的反射光和/或由激发光产生的荧光入射到扫描光纤32的顶端。扫描光纤32将反射光和荧光透射到第一光接收单元。扫描光纤32的顶端形成为球形。Z

