

(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2014-18556

(P2014-18556A)

(43) 公開日 平成26年2月3日(2014.2.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	4 C 1 6 1
	A 6 1 B 1/00 3 0 0 B	
	A 6 1 B 1/00 3 3 4 D	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-162474 (P2012-162474)
 (22) 出願日 平成24年7月23日 (2012.7.23)

(71) 出願人 000113263
 H O Y A 株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100078880
 弁理士 松岡 修平
 (74) 代理人 100169856
 弁理士 尾山 栄啓
 (72) 発明者 山邊 俊明
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
 Y A 株式会社内
 Fターム(参考) 4C161 BB06 CC04 DD03 FF40 FF46
 FF47 HH51 JJ11 MM10 QQ04
 WW13 WW17 YY14

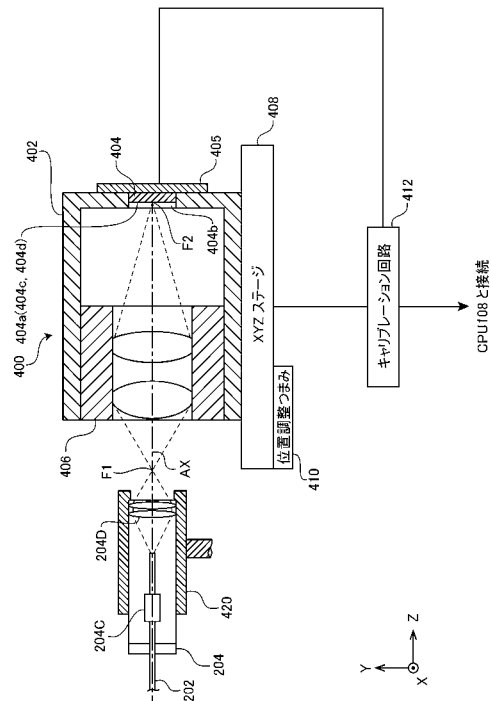
(54) 【発明の名称】 キャリブレーション装置

(57) 【要約】

【課題】 照明光の照射位置を容易に確認可能な走査型共焦点内視鏡システムのキャリブレーション装置を提供することである。

【解決手段】 走査型共焦点内視鏡システムのキャリブレーション装置が、光走査装置から出射した励起光の走査範囲を拡大するリレーレンズと、リレーレンズから出射した励起光の走査軌跡を検出する光検出手段と、励起光が入射したときに蛍光を発する蛍光発光体と、リレーレンズ及び光検出手段を光走査装置に対して相対的に移動させる移動手段と、検出された走査軌跡が基準の走査軌跡となるように励起光の走査パラメータを補正する補正手段とを備え、リレーレンズは、後側焦点が受光面の中心の位置に略一致するように配置され、移動手段は、共焦点画像に表示される蛍光に基づいて、リレーレンズの前側焦点の位置が励起光の集光点に略一致し、かつ励起光の走査範囲が受光面内に収まるようにリレーレンズ及び光検出手段を移動する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源からの所定波長の励起光を、被写体上で所定の走査範囲内で周期的に走査させる光走査装置を備え、前記光走査装置から出射した励起光により励起された被写体から発生する蛍光を受光し、共焦点画像を表示する走査型共焦点内視鏡システムのキャリブレーション装置であって、

前記光走査装置から出射した励起光が入射し、前記走査範囲を拡大するリレーレンズと、

前記リレーレンズから出射した励起光を前記リレーレンズの光軸に対し垂直に配置された受光面で受光し、該受光した励起光の受光面上での走査軌跡を検出する光検出手段と、

前記受光面と光学的に等価な位置に配置され、前記リレーレンズから出射した励起光が入射したときに蛍光を発する蛍光発光体と、

前記リレーレンズ及び前記光検出手段を前記光走査装置に対して相対的に移動させる移動手段と、

前記光検出手段によって検出された走査軌跡が基準の走査軌跡となるように前記光走査装置から出射する励起光の走査パラメータを補正する補正手段と、

を備え、

前記リレーレンズは、該リレーレンズの後側焦点が、前記受光面の中心の位置に略一致するように配置されており、

前記移動手段は、前記共焦点画像に表示される前記蛍光発光体の蛍光に基づいて、前記リレーレンズの前側焦点の位置が前記光走査装置から出射した励起光の集光点に略一致し、かつ前記リレーレンズから出射した励起光の走査範囲が、前記受光面内に収まるように前記リレーレンズ及び前記光検出手段を移動することを特徴とするキャリブレーション装置。

【請求項 2】

前記蛍光発光体は、前記受光面の中心と等価な位置を示す指標部を含み、

前記移動手段は、前記リレーレンズから出射した励起光の走査範囲の中心が、前記受光面の中心と略一致するように、前記リレーレンズ及び前記光検出手段を移動することを特徴とする請求項 1 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 3】

前記指標部は、前記受光面の中心と等価な位置において前記リレーレンズの光軸と直交し、かつ互いに直交する 2 つの直線によって形成された十字状の指標であることを特徴とする請求項 2 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 4】

前記十字状の指標が、実線で形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 5】

前記十字状の指標が、破線で形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 6】

前記指標部は、前記受光面と等価な面内に離散的に配置された所定の形状を有する複数の指標を備えることを特徴とする請求項 2 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 7】

前記指標部は、前記受光面の中心からの距離を示す距離指標を備えることを特徴とする請求項 2 から請求項 6 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 8】

前記距離指標は、前記受光面の中心からの距離に応じて前記十字状の指標と直交するように形成された目盛り状の指標であることを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれか一項を引用する請求項 7 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 9】

前記距離指標は、前記受光面の中心からの距離に応じて形状の異なる指標であることを特徴とする請求項 6 を引用する請求項 7 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 10】

前記蛍光発光体は、前記受光面と等価な位置において前記受光面の周囲を取り囲むように形成された枠部を含み、

前記移動手段は、前記リレーレンズから出射した励起光の走査範囲が前記枠部にかからないように、前記リレーレンズ及び前記光検出手段を移動することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 11】

前記蛍光発光体は、前記受光面と等価な位置において前記受光面と前記受光面の周囲とを覆い、前記リレーレンズから入射する励起光の一部を透過させることを特徴とする請求項 1 に記載のキャリブレーション装置。

10

【請求項 12】

前記蛍光発光体は、前記受光面の中心と等価な位置において互いに直交する 2 つの直線によって形成された蛍光を發しない指標部を備えることを特徴とする請求項 11 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 13】

前記蛍光発光体は、方眼状に形成されていることを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 14】

前記光検出手段は、前記受光面の前面にカバーガラスを備え、

前記蛍光発光体は、前記カバーガラスの前記受光面と対向する面上にコーティングされていることを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

20

【請求項 15】

前記蛍光発光体上に、該蛍光発光体で発生した蛍光を反射する蛍光反射コーティングが形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 16】

前記リレーレンズと前記光検出手段との間に配置され、前記リレーレンズを介して入射した励起光を分割して前記光検出手段と前記蛍光発光体に出射すると同時に、前記蛍光発光体で発した蛍光を前記リレーレンズに向かって反射させるビームスプリッタを備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

30

【請求項 17】

前記走査パラメータは、前記走査光の前記走査範囲を拡大又は縮小する第 1 のパラメータ、前記走査光の前記走査範囲の形状を変更する第 2 のパラメータ及び前記走査光の走査速度を変更する第 3 のパラメータの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 16 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 18】

前記補正手段によって補正された前記拡大走査光の走査軌跡を所定のタイミングでサンプリングし、各サンプリング点に対して 2 次元のラスタ座標を割り当てるリマップテーブル作成手段を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 17 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

40

【請求項 19】

前記リレーレンズ、前記光検出手段及び蛍光発光体を単一の筐体内に収容したことを特徴とする請求項 1 から請求項 18 のいずれか一項に記載のキャリブレーション装置。

【請求項 20】

前記筐体は、少なくとも前記光検出手段を外光から遮蔽することを特徴とする請求項 19 に記載のキャリブレーション装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

この発明は、所定波長の励起光を被写体に出射し、所定の走査範囲内で周期的に走査させる光走査装置を備え、光走査装置から出射した励起光により励起された被写体から発生する蛍光を受光し、共焦点画像を表示する走査型共焦点内視鏡システムのキャリブレーション装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光ファイバによって導光される光を観察部位に対して渦巻状に走査させ、観察部位からの反射光を受光して画像化する走査型内視鏡システムが知られている（例えば、特許文献1）。このような走査型内視鏡システムでは、シングルモード型の光ファイバを内視鏡内部に備えており、その基端部は、二軸アクチュエータによって片持ち梁状に保持される。二軸アクチュエータは、振動の振幅を変調および増幅させながら、ファイバ先端部を固有振動数に従って2次元的に振動させて（共振させて）、光ファイバの先端部を渦巻状に駆動させる。その結果、光ファイバによって光源から導光された照明光が観察部位を渦巻状に走査（スキャン）し、当該観察部位からの戻り光に基づきその照射領域（走査領域）の画像が取得される。

【0003】

また、近年、特許文献1に記載されているような走査型内視鏡システムを走査型共焦点内視鏡システムに適用することも提案されている（例えば、特許文献2）。走査型共焦点内視鏡システムは、薬剤が投与された生体組織にレーザ光を照射し、その生体組織から発せられる蛍光のうち、共焦点光学系の焦点位置と共役の位置に配置されたピンホールを介した成分のみを抽出することにより、その生体組織を、通常の内視鏡光学系によって得られる観察像より高倍率で観察可能にするものである。特許文献2に記載の走査型共焦点内視鏡システムは、生体組織の特定の狭小領域をレーザ光で2次元又は3次元に走査することで、通常の内視鏡光学系によって得られる観察像の倍率では観察できないような微小な対象物を観察したり、生体組織の断層部を観察したりすることができるように構成されている。

【0004】

特許文献1又は2に記載されているシステムにおいては、走査領域（観察部位）からの反射光又は蛍光を所定周期のタイミング（以下、「サンプリング点」という。）で受光し、各サンプリング点での輝度情報をモニタの表示座標系（内視鏡画像の画素位置）に割り当てて、二次元の内視鏡画像を表示している。従って、歪みの無い再現性の高い内視鏡画像を生成するためには、各サンプリング点の走査位置をモニタの表示座標系に正確に合わせる必要がある。そこで、この種の走査型内視鏡システムにおいては、実際の走査パターン（走査軌跡）をモニタしながら、理想的な走査パターンが得られるように較正（キャリブレーション）している（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2008-514342号公報

【特許文献2】特開2011-255015号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の走査型内視鏡システムは、光ファイバから出射される照明光をPSD（Position Sensitive Detector）によって受光し、走査パターン（走査軌跡）中の照射スポットの位置を検出しながら、二軸アクチュエータへの印加電圧の振幅、位相、周波数等を調整し、理想的な走査パターンが得られるように較正（キャリブレーション）している。しかしながら、このような手法は、特許文献1に記載の走査型内視鏡システムのよ

10

20

30

40

50

うに、比較的広い走査領域（例えば、直径10mmの走査領域）を走査する構成の走査型内視鏡システムにおいては有効であるが、特許文献2に記載の走査型共焦点内視鏡システムのように、狭小な走査領域（例えば、直径500 μ mの走査領域）を走査する構成の走査型共焦点内視鏡システムにおいては、PSDセンサの分解能の限界から、照射スポットの位置を正確に検出することができないといった問題がある。

【0007】

また、走査パターンのキャリブレーションにおいては、照明光がPSDの受光面上を走査するように（すなわち、走査軌跡がPSDの受光面内に含まれるように）、光ファイバをPSDに対して正確に位置決めすることが重要となる。光ファイバとPSDの位置は、例えば、PSDによって得られる照射スポットの位置情報に基づいて自動で調整することも可能であるが、位置調整時に走査軌跡の一部がPSDの受光面から外れているような場合等、照射スポットの位置情報が正確に得られない場合があるため、目視による確認ができる構成が望まれている。

10

【0008】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、狭小な走査領域を走査する構成の走査型内視鏡システムであっても走査パターン中の照射スポットの位置を正確に検出し、理想的な走査パターンが得られるように校正することができ、かつ照明光の照射位置を容易に確認可能なキャリブレーション装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するため、本発明のキャリブレーション装置は、光源からの所定波長の励起光を、被写体上で所定の走査範囲内で周期的に走査させる光走査装置を備え、光走査装置から出射した励起光により励起された被写体から発生する蛍光を受光し、共焦点画像を表示する走査型共焦点内視鏡システムのキャリブレーション装置であって、光走査装置から出射した励起光が入射し、走査範囲を拡大するリレーレンズと、リレーレンズから出射した励起光をリレーレンズの光軸に対し垂直に配置された受光面で受光し、該受光した励起光の受光面上での走査軌跡を検出する光検出手段と、受光面と光学的に等価な位置に配置され、リレーレンズから出射した励起光が入射したときに蛍光を発する蛍光発光体と、リレーレンズ及び光検出手段を光走査装置に対して相対的に移動させる移動手段と、光検出手段によって検出された走査軌跡が基準の走査軌跡となるように光走査装置から出射する励起光の走査パラメータを補正する補正手段と、を備え、リレーレンズは、該リレーレンズの後側焦点が、受光面の中心の位置に略一致するように配置されており、移動手段は、共焦点画像に表示される蛍光発光体の蛍光に基づいて、リレーレンズの前側焦点の位置が光走査装置から出射した励起光の集光点に略一致し、かつリレーレンズから出射した励起光の走査範囲が、受光面内に収まるようにリレーレンズ及び光検出手段を移動することを特徴とする。

20

30

【0010】

このような構成によれば、光走査装置から出射された光の走査軌跡が、光検出手段上で、その分解能に影響されない程度に拡大されて受光されるため、狭小な走査領域を走査する構成の走査型内視鏡システムであっても、その走査軌跡を高い精度で検出することが可能となり、理想的な走査軌跡となるように校正することが可能となる。また、励起光が蛍光発光体に入射することによって発生する蛍光を共焦点画像上で確認することにより、リレーレンズから出射した励起光の走査範囲が、受光面内に収まっているか否かを容易に確認することが可能となる。

40

【0011】

また、蛍光発光体は、受光面の中心と等価な位置に形成されて蛍光を発する指標部を含み、移動手段は、リレーレンズから出射した励起光の走査範囲の中心が、受光面の中心と略一致するように、リレーレンズ及び光検出手段を移動することができる。このような構成によれば、リレーレンズから出射した励起光の走査軌跡を位置検出精度の安定した受光面の中心部分で検出できる。

50

【0012】

また、指標部は、受光面の中心と等価な位置においてリレーレンズの光軸と直交し、かつ互いに直交する2つの直線によって形成された十字状の指標であることが望ましい。この場合、十字状の指標が、実線又は破線で形成されていることが好ましい。また、指標部は、受光面と等価な面内に離散的に配置された所定の形状を有する複数の指標を備えてもよい。

【0013】

また、指標部は、受光面の中心からの距離を示す距離指標を備えることができる。この場合、距離指標は、受光面の中心からの距離に応じて十字状の指標と直交するように形成された目盛り状の指標であることが好ましい。また、距離指標は、受光面の中心からの距離に応じて形状の異なる指標であってもよい。このような構成によれば、リレーレンズから出射した励起光の走査範囲の大きさを共焦点画像上で確認することが可能となる。

10

【0014】

また、蛍光発光体は、受光面と等価な位置において受光面の周囲を取り囲むように形成された枠部を含み、移動手段は、リレーレンズから出射した励起光の走査範囲が枠部にかからないように、リレーレンズ及び光検出手段を移動することができる。

【0015】

また、蛍光発光体は、受光面と等価な位置において受光面と受光面の周囲とを覆い、リレーレンズから入射する励起光の一部を透過させる構成とすることができる。この場合、蛍光発光体は、受光面の中心と等価な位置において互いに直交する2つの直線によって形成された蛍光を発生しない指標部を備える構成としてもよい。また、蛍光発光体は、方眼状に形成されていることが望ましい。このような構成によれば、励起光の走査範囲が受光面のどの位置にあったとしても蛍光を観察することが可能となるため、光走査装置と光検出手段との位置合わせが極めて容易となる。

20

【0016】

また、光検出手段は、受光面の前面にカバーガラスを備え、蛍光発光体は、カバーガラスの受光面と対向する面上にコーティングされている構成とすることができる。また、この場合、蛍光発光体上に、該蛍光発光体で発生した蛍光を反射する蛍光反射コーティングが形成されてもよい。このような構成によれば、蛍光発光体からの蛍光が受光面に入射することを防止できるため、光検出手段は、受光面に入射される励起光の位置を高い精度で検出することができる。

30

【0017】

また、リレーレンズと光検出手段との間に配置され、リレーレンズを介して入射した励起光を分割して光検出手段と蛍光発光体に出射すると同時に、蛍光発光体で発生した蛍光をリレーレンズに向かって反射させるビームスプリッタを備えることができる。

【0018】

また、走査パラメータは、走査光の走査範囲を拡大又は縮小する第1のパラメータ、走査光の走査範囲の形状を変更する第2のパラメータ及び走査光の走査速度を変更する第3のパラメータの少なくとも1つを含むことができる。

【0019】

また、補正手段によって補正された拡大走査光の走査軌跡を所定のタイミングでサンプリングし、各サンプリング点に対して2次元のラスタ座標を割り当てるリマップテーブル作成手段を有する構成とすることができる。

40

【0020】

また、リレーレンズ、光検出手段及び蛍光発光体を単一の筐体内に収容する構成とすることができる。この場合、筐体は、光検出手段を外光から遮蔽する遮蔽筐体であることが好ましい。このような構成によれば、外光の影響を排除できるため、走査光の走査軌跡を高いSN比で検出することが可能となる。

【発明の効果】

【0021】

50

本発明のキャリブレーション装置によれば、狭小な走査領域を走査する構成の走査型内視鏡システムであっても、走査パターン中の照射スポットの位置を正確に検出し、理想的な走査パターンが得られるように較正することができ、かつ照明光の照射位置を容易に確認することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態の走査型共焦点内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態の走査型共焦点内視鏡システムが有する共焦点光学ユニットの構成を概略的に示す図である。

【図3】XY近似面上における光ファイバの先端の回転軌跡を示す図である。

【図4】XY近似面上における光ファイバの先端のX（又はY）方向の変位量（振幅）と、サンプリング期間及び制動期間との関係を示す図である。

【図5】サンプリング点とラスタ座標との対応関係を説明する図である。

【図6】本発明の実施形態のキャリブレーション装置の模式図である。

【図7】本発明の実施形態のPSDの正面図である。

【図8】本発明の実施形態の走査型共焦点内視鏡システムで実行されるキャリブレーションプログラムのフローチャートである。

【図9】励起光の走査領域とPSDとの位置関係を示す図である。

【図10】走査領域の中心がPSDの中心に移動する様子を示す図である。

【図11】本発明の実施形態の蛍光体の変形例を示す図である。

【図12】本発明の実施形態の蛍光体の変形例を示す図である。

【図13】本発明の実施形態の蛍光体の変形例を示す図である。

【図14】本発明の実施形態の蛍光体の変形例を示す図である。

【図15】本発明の実施形態の蛍光体の変形例を示す図である。

【図16】本実施形態のキャリブレーション装置の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態の走査型共焦点内視鏡システムについて説明する。

【0024】

本実施形態の走査型共焦点内視鏡システムは、共焦点顕微鏡の原理を応用して設計されたシステムであり、高倍率かつ高解像度の被写体を観察するのに好適に構成されている。図1は、本発明の実施形態の走査型共焦点内視鏡システム1の構成を示すブロック図である。図1に示されるように、走査型共焦点内視鏡システム1は、システム本体100、共焦点内視鏡200、モニタ300、キャリブレーション装置400を有している。走査型共焦点内視鏡システム1を用いた共焦点観察は、可撓性を有する管状の共焦点内視鏡200の先端面を被写体に当て付けた状態で行う。

【0025】

システム本体100は、光源102、光分波合波器（光カプラ）104、ダンパ106、CPU108、CPUメモリ110、光ファイバ112、受光器114、映像信号処理回路116、画像メモリ118、映像信号出力回路120を有している。共焦点内視鏡200は、光ファイバ202、共焦点光学ユニット204、サブCPU206、サブメモリ208、走査ドライバ210を有している。

【0026】

光源102は、CPU108の駆動制御に従い、患者の体腔内に投与された薬剤を励起させる励起光を出射する。励起光は、光分波合波器104に入射する。光分波合波器104のポートの一つには、光コネクタ152が結合している。光分波合波器104の不要ポートには、光源102から出射された励起光を無反射終端するダンパ106が結合している。前者のポートに入射した励起光は、光コネクタ152を通過して共焦点内視鏡200

10

20

30

40

50

内に配置された光学系に入射する。なお、本実施形態においては、患者に投与する蛍光色素として、フルオレセインを想定し、励起光は波長488nmのレーザー光である。

【0027】

光ファイバ202の基端は、光コネクタ152を通じて光分波合波器104と光学的に結合している。光ファイバ202の先端は、共焦点内視鏡200の先端部に組み込まれた共焦点光学ユニット204内に収められている。光分波合波器104を出射した励起光は、光コネクタ152を通過して光ファイバ202の基端に入射後、光ファイバ202を伝送して光ファイバ202の先端から出射される。

【0028】

図2(a)は、共焦点光学ユニット204の構成を概略的に示す図である。以下、共焦点光学ユニット204を説明する便宜上、共焦点光学ユニット204の長手方向をZ方向と定義し、Z方向に直交しかつ互いに直交する二方向をX方向、Y方向と定義する。図2(a)に示されるように、共焦点光学ユニット204は、各種構成部品を収容する金属製の外筒204Aを有している。外筒204Aは、外筒204Aの内壁面形状に対応する外壁面形状を持つ内筒204Bを同軸(Z方向)にスライド自在に保持している。光ファイバ202の先端(以下、符号「202a」を付す。)は、外筒204A、内筒204Bの各基端面に形成された開口を通じて内筒204Bに収容支持されており、走査型共焦点内視鏡システム1の二次的な点光源として機能する。点光源である先端202aの位置は、CPU108による制御に従って周期的に変化する。なお、図2(a)中、中心軸AXは、Z方向に配置された光ファイバ202の軸心を示しており、光ファイバ202の先端202aが振動していない状態のとき、中心軸AXは、光ファイバ202の光路と一致する。

10

20

【0029】

サブメモリ208は、共焦点内視鏡200の識別情報や各種プロパティ等のプローブ情報を格納している。サブCPU206は、システム起動時にサブメモリ208からプローブ情報を読み出して、システム本体100と共焦点内視鏡200とを電氣的に接続する電気コネクタ154を介してCPU108に送信する。CPU108は、送信されたプローブ情報をCPUメモリ110に格納する。CPU108は、格納したプローブ情報を必要時に読み出して共焦点内視鏡200の制御に必要な信号を生成して、サブCPU206に送信する。サブCPU206は、CPU108から送信された制御信号に従って走査ドライバ210に必要な設定値を指定する。

30

【0030】

走査ドライバ210は、指定された設定値に応じたドライブ信号を生成して、先端202a付近の光ファイバ202の外周面に接着固定された二軸アクチュエータ204Cを駆動制御する。図2(b)は、二軸アクチュエータ204Cの構成を概略的に示す図である。図2(b)に示されるように、二軸アクチュエータ204Cは、走査ドライバ210と接続された一对のX軸用電極(図中「X」、「X'」)及びY軸用電極(図中「Y」、「Y'」)を圧電体上に形成した圧電アクチュエータである。

【0031】

走査ドライバ210は、交流電圧Xを二軸アクチュエータ204CのX軸用電極間に印加して圧電体をX方向に共振させると共に、交流電圧Xと同一周波数であって位相が直交する交流電圧YをY軸用電極間に印加して圧電体をY方向に共振させる。交流電圧X、Yはそれぞれ、振幅が時間に比例して線形に増加して、時間(X)、(Y)をかけて実効値(X)、(Y)に達する電圧として定義される。光ファイバ202の先端202aは、二軸アクチュエータ204CによるX方向、Y方向への運動エネルギーが合成されることにより、X-Y平面に近似する面(以下、「XY近似面」と記す。)上において中心軸AXを中心に渦巻状のパターンを描くように回転する。先端202aの回転軌跡は、印加電圧に比例して大きくなり、実効値(X)、(Y)の交流電圧が印加された時点で最も大きい径を有する円の軌跡を描く。なお、本実施形態においては、先端202aの回転軌跡が理想的な走査軌跡となるように、後述するキャリブレーションによって、交流電圧X及びY

40

50

の振幅、位相、周波数が調整されるようになっていいる。図3は、キャリブレーションによって調整された、XY近似面上の先端202aの回転軌跡を示す図である。

【0032】

図4は、XY近似面上における光ファイバ202の先端202aのX(又はY)方向の変位量(振幅)と、共焦点内視鏡200の各動作タイミングとの関係を説明する図である。励起光は連続光(又はパルス光)であり、二軸アクチュエータ204Cへの交流電圧の印加開始直後から印加停止までの期間(以下、説明の便宜上、この期間を「サンプリング期間」と記す。)中、光ファイバ202の先端202aから出射される。上述したように、二軸アクチュエータ204Cへ交流電圧が印加されると、光ファイバ202の先端202aは、中心軸AXを中心に渦巻状のパターンを描くように回転する。そのため、サンプリング期間中、光ファイバ202の先端202aから出射した励起光は、中心軸AXを中心とした所定の円形の走査領域を渦巻状に走査する。サンプリング期間が経過して二軸アクチュエータ204Cへの交流電圧の印加が停止すると、光ファイバ202の振動が減衰する。XY近似面上における先端202aの円運動は、光ファイバ202の振動の減衰に伴って収束し、光ファイバ202の振動は、所定時間後に略ゼロとなる(すなわち、先端202aは、中心軸AX上でほぼ停止する)。以下、説明の便宜上、サンプリング期間が終了してから先端202aが中心軸AX上にほぼ停止するまでの期間を「ブレーキング期間」と記す。ブレーキング期間の経過後、さらに所定時間の経過を待って、次のサンプリング期間が開始される。以下、説明の便宜上、ブレーキング期間が終了してから次のサンプリング期間の開始までの期間を「セtring期間」と記す。セtring期間は、光ファイバ202の先端202aを中心軸AX上に完全に停止させるための待機時間であり、セtring時間を設けることにより、先端202aを精確に走査させることが可能となる。また、一フレームに対応する期間は、一つのサンプリング期間と一つのブレーキング期間で構成されており、セtring期間を調整することによって、フレームレートを調整することができる。つまり、セtring期間は、光ファイバ202の先端202aが完全に停止するまでの時間とフレームレートとの関係から適宜設定することができるようになっていいる。なお、ブレーキング期間を短縮するため、ブレーキング期間の初期段階に二軸アクチュエータ204Cに逆相電圧を印加して制動トルクを積極的に加えてもよい。

【0033】

光ファイバ202の先端202aの前方には、対物光学系204Dが設置されている。対物光学系204Dは、複数枚の光学レンズで構成されており、図示省略されたレンズ枠を介して外筒204Aに保持されている。レンズ枠は、外筒204Aの内部において、内筒204Bと相対的に固定され支持されている。そのため、レンズ枠に保持された光学レンズ群は、外筒204Aの内部を内筒204Bと一体となってZ方向にスライドする。なお、外筒204Aの最先端(すなわち、対物光学系204Dの前方)には、図示省略されたカバーガラスが保持されている。

【0034】

内筒204Bの基端面と外筒204Aの内壁面との間には、圧縮コイルばね204E及び形状記憶合金204Fが取り付けられている。圧縮コイルばね204Eは、自然長からZ方向に初期的に圧縮挟持されている。形状記憶合金204Fは、Z方向に長尺な棒形状を持ち、常温下で外力が加わると変形して、一定温度以上に加熱されると形状記憶効果で所定の形状に復元する性質を有している。形状記憶合金204Fは、形状記憶効果による復元力が圧縮コイルばね204Eの復元力より大きくなるように設計されている。走査ドライバ210は、サブCPU206が指定した設定値に応じたドライブ信号を生成して、形状記憶合金204Fを通电し加熱して伸縮量を制御する。形状記憶合金204Fは、伸縮量に応じて内筒204Bを光ファイバ202ごとZ方向に進退させる。

【0035】

光ファイバ202の先端202aから出射した励起光は、対物光学系204Dを透過して被写体の表面又は表層でスポットを形成する。スポット形成位置は、点光源である先端202aの進退に応じてZ方向に変位する。すなわち、共焦点光学ユニット204は、二

10

20

30

40

50

軸アクチュエータ204Cによる先端202aのXY近似面上の周期的な円運動とZ方向の進退を併せることで、被写体を三次元走査する。

【0036】

光ファイバ202の先端202aは、対物光学系204Dの前側焦点位置に配置されているため、共焦点ピンホールとして機能する。先端202aには、励起光により励起された被写体の散乱成分(蛍光)のうち先端202aと光学的に共役な集光点からの蛍光のみが入射する。蛍光は、光ファイバ202を伝送後、光コネクタ152を通過して光分波合波器104に入射する。光分波合波器104は、入射した蛍光を光源102から出射される励起光と分離して光ファイバ112に導く。蛍光は、光ファイバ112を伝送して受光器114で検出される。受光器114は、微弱な光を低ノイズで検出するため、例えば光電子増倍管等の高感度光検出器としてもよい。

10

【0037】

受光器114によって検出された検出信号は、映像信号処理回路116に入力される。映像信号処理回路116は、CPU108の制御下で動作して、検出信号を一定のレートでサンプルホールド及びAD変換してデジタル検出信号を得る。ここで、サンプリング期間中の光ファイバ202の先端202aの位置(軌跡)が決まると、当該位置に対応する観察領域(走査領域)中のスポット形成位置、当該スポット形成位置からの戻り光(蛍光)を検出してデジタル検出信号を得る信号取得タイミング(すなわち、サンプリング点)がほぼ一義的に決まる。後述するように、本実施形態においては、予め、キャリアレーション装置400を用いて先端202aの走査軌跡を測定している。そして、測定した走査軌跡が理想的な走査パターン(すなわち、理想的な渦巻状の走査パターン)となるように二軸アクチュエータ204Cへの印加電圧の振幅、位相、周波数等を調整し、サンプリング点と、当該サンプリング点に対応する画像上の位置(モニタ300に表示される内視鏡画像の画素位置)とを決定している。サンプリング点と内視鏡画像の画素位置(画素アドレス)との対応関係は、リマップテーブルとしてCPUメモリ110に格納される。例えば、内視鏡画像を水平方向(X方向)15ピクセル、垂直方向(Y方向)15ピクセルの画素で構成した場合、順次サンプリングされた励起光の位置(サンプリング点)と内視鏡画像の画素位置(ラスタ座標)との関係は図5のようになる。CPU108は、図5に示す関係に基づいて各サンプリング点に対応する内視鏡画像の画素位置(ラスタ座標)を求めてリマップテーブルを作成する。なお、図5においては、図面の見易さを考慮し、走査領域の中心部分と周辺部分の一部のサンプリング点を示しているが、実際には渦巻状の走査軌跡に沿って多数のサンプリング点が存在する。

20

30

【0038】

映像信号処理回路116は、リマップテーブルを参照して、各サンプリング点で得られる各デジタル検出信号に対応する画素アドレスのデータとして割り当てる。以下、説明の便宜上、上記の割り当て作業をリマッピングと記す。映像信号処理回路116は、リマッピング結果に従って、各点像の空間的配列によって構成される画像の信号を画像メモリ118にフレーム単位でバッファリングする。バッファリングされた信号は、所定のタイミングで画像メモリ118から映像信号出力回路120に掃き出されて、NTSC(National Television System Committee)やPAL(Phase Alternating Line)等の所定の規格に準拠した映像信号に変換されてモニタ300に出力される。モニタ300の表示画面には、高倍率かつ高解像度の被写体の三次元共焦点画像(本明細書においては、単に「内視鏡画像」ともいう。)が表示される。

40

【0039】

上述したように、被写体の画像はリマッピング作業によって構築されるため、歪みのない内視鏡画像を得るためには、先端202aを理想的な渦巻状の走査パターンとなるように回転させる必要がある。しかし、通常、走査型共焦点内視鏡システム1を構成する各部件の特性は所定の範囲でばらつくため、製品毎に固有の特性(以下、「製品固有特性」と記す。)を有し、単に組み立てただけでは図3に示したような理想的な走査軌跡は得られない。また、製品固有特性は、環境温度等の影響により環境的、経時的に変化するため、

50

一旦理想的な走査軌跡が得られたとしても、それが維持されるものではない。そこで、本実施形態の走査型共焦点内視鏡システム1では、このような製品固有特性をキャンセルするために、後述するキャリブレーションを行っている。

【0040】

図6は、本実施形態のキャリブレーション時に用いられるキャリブレーション装置400の模式図である。キャリブレーションでは、光ファイバ202の先端202aの回転軌跡を検出し、この回転軌跡が理想的な回転軌跡となるように(すなわち、共焦点光学ユニット204から出射される励起光の走査軌跡が基準の走査軌跡となるように)、二軸アクチュエータ204Cに印加する交流電圧X及びYの振幅、位相、周波数を調整し、新たなリマップテーブルを作成する。以下、本明細書においては、キャリブレーションで調整される各パラメータ、主として交流電圧X及びYの振幅、位相、周波数、を「調整パラメータ」と総称する。なお、キャリブレーション装置400は、システム本体100と別個独立した構成として説明するが、システム本体100に組み込まれた一部の構成としてもよい。

【0041】

図6に示されるように、キャリブレーション装置400は、ユニット支持具420、ケース402、XYZステージ408、ステージ駆動モータ410、キャリブレーション回路412等を有している。

【0042】

ユニット支持具420は、キャリブレーション装置400の本体部(不図示)に固定された略円筒状の部材であり、その内径は、共焦点光学ユニット204の外径よりも僅かに大きく構成されている。キャリブレーション時、共焦点光学ユニット204は、ユニット支持具420の内部に差し込まれ、X、Y、Zの各方向について位置決め固定される。

【0043】

ケース402には、PSD404、PSD基板405、リレーレンズユニット406が取り付けられている。PSD404は、周知の二次元の光位置検出センサであり、PSD基板405上に搭載され、受光面がXY平面上に位置(言い換えるとZ方向と直交)するようにケース402の基端面側に配置されている。PSD404は、共焦点光学ユニット204から出射される励起光を受光し、その位置(すなわち、受光面404a上における励起光の位置)を検出する。リレーレンズユニット406は、光軸がZ方向に向くように、ケース402の先端側(共焦点光学ユニット204側)に配置されている。リレーレンズユニット406は、内部に複数のレンズを備えた、いわゆる拡大光学系であり、その光軸はPSD404の受光面404aの中心を通り、かつ後側焦点F2がPSD404の受光面404aの中心に位置するように配置されている。また、リレーレンズユニット406の前側焦点F1は、後述するキャリブレーションによって、共焦点光学ユニット204の対物光学系204Dの焦点(すなわち、励起光の集光位置)と略一致するように調整される。すなわち、リレーレンズユニット406は、共焦点光学ユニット204から出射される励起光の集光位置における投影像(すなわち、励起光の走査領域(最大振れ幅))を拡大するように機能する。リレーレンズユニット406の倍率は、励起光の走査領域の大きさ、PSD404のサイズ、PSD404の位置検出分解能等の各種要因を総合的に勘案して決定される。ここで、通常入手可能なPSDを想定した場合、その位置検出分解能から、リレーレンズユニット406によって拡大された走査領域の大きさがPSD404の受光面上で1mm以上となるようにリレーレンズユニット406の倍率が設定されるのが望ましい。また、装置サイズ及び応答速度の観点からは、可能な限り小さな受光面404aを有したPSD404を使用するのが望ましいため、リレーレンズユニット406の倍率は、位置検出分解能や装置サイズを勘案して、例えば2~20倍程度に設定するのが好適である。そこで、本実施形態においては、共焦点光学ユニット204から出射される励起光の走査領域の直径(すなわち、励起光の集光位置における最大振れ幅)を500 μ mとし、通常入手可能なPSD404のサイズ、位置検出分解能及び応答速度を想定し、リレーレンズユニット406の倍率を10倍に設定している。従って、共焦点光学ユニッ

10

20

30

40

50

ト 204 から出射される励起光の走査軌跡は、リレーレンズユニット 406 によって拡大され、PSD 404 の受光面 404 a 上で最大で直径 5 mm の円を描くように走査される。なお、ケース 402 内は、外光が入らないように遮光されており、PSD 404 は、共焦点光学ユニット 204 からの励起光を高い SN 比で検出する。PSD 404 の受光面 404 a に励起光が入射すると、励起光の位置に応じた検出電流が生成され、この検出電流は、PSD 基板 405 を介してキャリブレーション回路 414 に出力される。

【0044】

図 7 は、本実施形態の PSD 404 の正面図である。PSD 404 は、中心部に矩形状の受光面 404 a を備え、受光面 404 a はカバーガラス 404 b によって封止されている(図 6)。また、カバーガラス 404 b の受光面 404 a と対向する側の面には、488 nm の波長の励起光によって蛍光を発する蛍光体 404 c (例えば、サイアロン蛍光体)のコーティング、蛍光反射コーティング 404 d が順に施されている。なお、本実施形態においては、これらのコーティングは十分に薄く、受光面 404 a と、蛍光体 404 c 及び蛍光反射コーティング 404 d は、実質的に略同一面上の配置とみなされる。

10

【0045】

図 7 に示すように、蛍光体 404 c は、受光面 404 a の周辺を囲むように配置される枠状部 404 c a と、受光面 404 a の中央部に配置される十字状の指標部 404 c b とで構成されている。キャリブレーション時、励起光が蛍光体 404 c に入射すると、発生した蛍光が光ファイバ 202 の先端 202 a に入射し、内視鏡画像としてモニタ 300 に表示される。なお、PSD 404 の受光面 404 a は、励起光の走査領域(直径 5 mm)よりも十分に大きく、本実施形態においては、10 mm x 10 mm の受光面サイズを有する PSD 404 を使用している。また、指標部 404 c b を構成する縦横 2 ラインの線幅は、リマッピングに影響しないように十分に細く、本実施形態においては、約 10 μm に設定されている。

20

【0046】

蛍光反射コーティング 404 d は、指標部 404 c b によって発生した蛍光を反射するためのコーティングである。上述したように、蛍光反射コーティング 404 d は、蛍光体 404 c と受光面 404 a の間に配置されており、指標部 404 c b によって発生した蛍光は、全て光ファイバ 202 側に反射されるようになっている。従って、指標部 404 c b によって発生した蛍光が受光面 404 a に入射することはなく、PSD 404 は、共焦点光学ユニット 204 からの励起光を高い SN 比で検出する。また、上述したように、蛍光体 404 c の枠状部 404 c a は、受光面 404 a の周辺を囲むように配置されているため、励起光が受光面 404 a から外れた場合には、枠状部 404 c a で蛍光が発生することとなる。しかし、枠状部 404 c a で発生した蛍光も蛍光反射コーティング 404 d によって全て光ファイバ 202 側に反射されるため、励起光又は蛍光が受光面 404 の周辺に配置されている PSD 404 の電極等に入射することはない。従って、PSD 404 には、PSD 404 の周辺の電極等からの迷光が入射することもなく、PSD 404 は、受光面 404 a に入射される励起光の位置を高い精度で検出する。

30

【0047】

ケース 402 は、ユーザによる位置調整つまみ 410 の操作によって X、Y、Z の各方向に移動可能な XYZ ステージ 408 上に固定されている(図 6)。後述するキャリブレーション時、ユーザは、位置調整つまみ 410 を操作し、ユニット支持具 420 に固定された共焦点光学ユニット 204 と、ケース 402 (すなわち、リレーレンズユニット 406 及び PSD 404)との相対的な位置関係を調整する。

40

【0048】

キャリブレーション回路 412 は、CPU 108 と双方向に通信可能な回路である。キャリブレーション回路 412 は、キャリブレーション時、PSD 基板 405 から出力される PSD 404 の検出電流を電圧に変換し、検出電圧として CPU 108 に出力する。

【0049】

図 8 は、キャリブレーション中に実行されるキャリブレーションプログラムのフローチ

50

ャートである。キャリブレーションプログラムは、ユーザが共焦点光学ユニット204をユニット支持具420に差し込み、システム本体100のユーザインターフェース(不図示)から所定の指示を入力することを契機に、CPU108によって実行されるサブルーチンである。なお、説明の便宜上、本明細書中の説明並びに図面において、キャリブレーションの各処理ステップは「S」と省略して記す。

【0050】

図8に示すように、キャリブレーションプログラムが開始されると、CPU108は、S11を実行し、共焦点光学ユニット204を駆動する。具体的には、CPU108は、励起光が連続的に照射されるように光源102を制御し、かつ、走査ドライバ210を制御し二軸アクチュエータ204Cに所定の交流電圧X及びYを印加する。ここで、所定の交流電圧X及びYとは、前回のキャリブレーションのデータがある場合には、前回のキャリブレーションによって調整された交流電圧X及びYを意味し、前回のキャリブレーションのデータがない場合(例えば、工場における組立時のキャリブレーションの場合)には、予め定められた基準(デフォルト)の交流電圧X及びYを意味する。このように、二軸アクチュエータ204Cに所定の交流電圧X及びYが印加されると、光ファイバ202の先端202aは、印加された交流電圧X及びYに応じて回転する。光ファイバ202から出射される励起光は、リレーレンズユニット406を通過して、PSD404の受光面404a又は蛍光体404c上を回転走査する。そして、励起光が蛍光体404cに入射すると、発生した蛍光が光ファイバ202の先端202aに入射して受光器114で検出され、内視鏡画像としてモニタ300に表示される。次いで、処理は、S12に進む。

10

20

【0051】

S12では、CPU108は、ユーザによるPSDの位置調整が終了したか否かを判断する。共焦点光学ユニット204から出射される励起光の走査軌跡をPSD404によって正確に検出するためには、励起光の走査軌跡がPSD404の受光面404a内に収まっている必要がある。しかし、焦点光学ユニット204をユニット支持具420に取り付けたときの取り付け位置誤差や、製品固有特性の影響により、共焦点光学ユニット204をユニット支持具420に取り付けただけでは、必ずしも励起光の走査軌跡がPSD404の受光面404a内に収まるとは限らない。そこで、本実施形態においては、PSD404の受光面404a上における励起光の走査軌跡の位置をユーザが目視によって確認でき、さらに励起光の走査軌跡がPSD404の受光面404a内に収まるように受光面404aの位置を調整可能に構成している。

30

【0052】

具体的には、ユーザは、モニタ300に表示される内視鏡画像を見ながら、位置調整つまみ410を操作し、共焦点光学ユニット204に対してケース402をZ方向に移動させる。そして、蛍光体404cで発生した蛍光が内視鏡画像としてモニタ300に表示されるように調整する。上述したように、受光面404aと蛍光体404cは、実質的に略同一面上に配置されているため、蛍光体404cで発生した蛍光が内視鏡画像としてモニタ300に表示されるとき、光ファイバ202の先端202aは、対物光学系204Dの前側焦点位置に正確に配置され、受光面404aと光学的に共役となる。図9は、光ファイバ202の先端202aが、対物光学系204Dの前側焦点位置に配置されたときの励起光の走査領域AとPSD404との位置関係を示す図である。図9に示すように、励起光の走査領域Aは、共焦点光学ユニット204をユニット支持具420に取り付けたときの取り付け位置誤差や、製品固有特性の影響により、必ずしもPSD404の中心と一致しないが、光ファイバ202の先端202aが、対物光学系204Dの前側焦点位置に配置されると、走査領域A内の蛍光体404c(図9においては、受光面404aの右上周辺の棒状部404ca)から蛍光が発生し、モニタ300上で観察される。

40

【0053】

次いで、ユーザは、モニタ300に表示される内視鏡画像(すなわち、走査領域A内の蛍光画像)を見ながら、位置調整つまみ410を操作し、共焦点光学ユニット204に対してケース402をX及びY方向に移動させる。そして、指標部404cbからの蛍光が

50

モニタ 300 上に表示されるようにケース 402 を移動させ、走査領域 A の中心が、PSD 404 の中心（すなわち、指標部 404 c b の中心）と略一致するように調整する。図 10 は、走査領域 A の中心が PSD 404 の中心に移動する様子を示す図である。図 10 の場合、ユーザは、モニタ 300 に表示される蛍光画像に基づいて、共焦点光学ユニット 204 を右斜め上方向に移動させることにより、走査領域 A の中心を、PSD 404 の中心に移動させる。走査領域 A の中心が、PSD 404 の中心（すなわち、指標部 404 c b の中心）と略一致するように調整されると、中心軸 A X（Z 方向に配置された光ファイバ 202 の軸心）とリレーレンズユニット 406 の光軸とが略一致し、モニタ 300 では指標部 404 c b で発生する十字状の蛍光が観察される。

【0054】

このように、S12 では、ユーザは、モニタ 300 に表示される内視鏡画像を見ながら、位置調整つまみ 410 を操作し、共焦点光学ユニット 204 に対してケース 402 を XYZ 方向に移動させる。そして、励起光の走査軌跡が PSD 404 の受光面 404 a の中心に位置するように調整し、調整後、システム本体 100 のユーザインターフェース（不図示）から所定の入力を行う。CPU 108 は、ユーザからの所定の入力を受け付けるまで待機し（S12：NO）、ユーザからの所定の入力を受け付けると、ユーザによる PSD の位置調整が終了したと判断し（S12：YES）、処理は S15 に進む。

【0055】

S15 では、CPU 108 は、PSD 404 の受光面上を渦巻状に走査する励起光の走査軌跡を検出する。具体的には、CPU 108 は、所定のタイミングで PSD 404 の各電極から出力される電流を検出し、それに基づいて周知の演算を行い、PSD 404 上における励起光のスポット形成位置を演算する。上述したように、走査型共焦点内視鏡システム 1 は製品固有特性を有するため、S11 による所定の交流電圧 X 及び Y を印加した状態では、理想的な走査軌跡とはならず、例えば、走査領域 A は、直径 5 mm よりも大きくなったり、小さくなったり、または楕円状に歪んだ走査軌跡となる。次いで、処理は、S16 に進む。

【0056】

S16 では、CPU 108 は、S15 で検出された励起光の走査軌跡を評価し、規定の公差内の走査軌跡であるか否か（すなわち、許容できる走査軌跡であるか否か）を判断する。規定の公差は、許容できる画像の歪み量等から予め定められており、CPU 108 は、S15 で検出された励起光の走査軌跡から、走査領域の大きさ、形状（真円度）、走査速度等について評価する。S16 において、公差内であると判断された場合（S16：YES）、処理は、S18 に進み、公差内にないと判断された場合（S16：NO）、処理は、S17 に進む。

【0057】

S17 では、CPU 108 は、二軸アクチュエータ 204 C に印加する交流電圧 X 及び Y の調整パラメータ（走査パラメータ）を変更する。具体的には、CPU 108 は、S16 における励起光の走査軌跡の評価結果に基づいて、走査領域の大きさに問題がある場合には交流電圧 X 及び Y の振幅を調整して、走査領域を拡大又は縮小する。また、走査領域の形状に問題がある場合には交流電圧 X 及び Y の位相を調整して、走査領域の形状を変更する。また、走査領域の走査速度に問題がある場合には、交流電圧 X 及び Y の周波数を調整して、励起光の走査速度を変更する。CPU 108 は、S16 において公差内であると判断されるまで S15 から S17 までの処理を繰り返し実行する。その結果、S15 で検出された励起光の走査軌跡は、理想的な走査軌跡となるように調整される。

【0058】

S18 では、CPU 108 は、S17 によって調整された走査軌跡について、各サンプリング点と内視鏡画像の画素位置（画素アドレス）との対応関係を求めて新たなリマップテーブルを作成する。そして、作成したリマップテーブルを S17 によって調整された調整パラメータ（すなわち、交流電圧 X 及び Y の振幅、位相、周波数）と共に CPU メモリ 110 に格納し、本キャリブレーションプログラムを終了する。なお、S18 において、

10

20

30

40

50

CPUメモリ110に格納されたリマップテーブル及び調整パラメータは、新たなキャリブレーションが行われるまで、繰り返し使用される。

【0059】

このように、本実施形態のキャリブレーションにおいては、共焦点光学ユニット204から出射される励起光の走査軌跡が、リレーレンズユニット406によって拡大されてPSD404で受光される。また、PSD404には、蛍光体404cがコーティングされており、ユーザは、モニタ300に表示される内視鏡画像（すなわち、走査領域A内の蛍光画像）を見ながら、走査領域Aが、PSD404の受光面404aの中心に位置するように調整することができる。従って、共焦点光学ユニット204から出射される励起光の走査軌跡は、PSD404の分解能に影響されない程度に拡大され、PSD404の受光面404a上で確実に受光される。すなわち、本実施形態の走査型共焦点内視鏡システム1のように、狭小な走査領域を走査する構成の走査型内視鏡システムであっても、走査光の走査軌跡を高い精度で、かつ確実に検出することが可能となり、さらに理想的な走査軌跡となるように較正（調整）することが可能となる。

10

【0060】

以上が本発明の実施形態の説明であるが、本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、技術的思想の範囲内において様々な変形が可能である。例えば、本実施形態においては、CPU108がキャリブレーションプログラムを実行するものとして説明したが、この構成に限定されるものではなく、キャリブレーション回路412でキャリブレーションプログラムを実行する構成としてもよい。この場合、キャリブレーション回路412は、CPU108との通信によって、調整パラメータの変更等を行うように構成される。

20

【0061】

また、本実施形態のリレーレンズユニット406の倍率は10倍としたが、上述したように、リレーレンズユニット406の倍率は、2～20倍程度に設定することが可能であり、PSD404上における励起光の走査領域がPSD404の受光面404に収まる範囲で大きくすることにより、励起光の走査軌跡をより正確に検出することが可能となる。

【0062】

また、本発明が適用可能なシステムは、本実施形態で説明した走査型共焦点内視鏡システムに限らない。例えば走査領域の水平方向を往復走査するラスタスキャン方式や、走査領域を正弦波的に走査するリサージュスキャン方式等を採用する走査型共焦点内視鏡システムにも本発明を適用することができる。

30

【0063】

また、本実施形態の共焦点光学ユニット204は、共焦点内視鏡200の先端部に組み込まれた構成としたが、共焦点光学ユニット204は、例えば、内視鏡の処置具挿通チャンネルに挿通されて使用される共焦点プローブに組み込まれてもよい。

【0064】

また、キャリブレーション装置400に搭載される位置検出素子はPSDに限らない。PSD404は、CCD（Charge Coupled Device）やアレイ型PMT（Photomultiplier Tube）等の位置及び光量が検出可能な他の素子に置き換えてもよい。

40

【0065】

また、本実施形態のキャリブレーションにおいては、ユーザが、モニタ300に表示される内視鏡画像を見ながら、位置調整つまみ410を操作し、共焦点光学ユニット204に対してケース402をXYZ方向に移動させる構成として説明したが、この構成に限定されるものではない。例えば、XYZステージ408をモータによって移動させる構成とし、CPU108が、取得した蛍光画像を画像処理しながら、励起光の走査軌跡がPSD404の受光面404aの中心に位置するように自動で位置調整してもよい。

【0066】

また、本実施形態の蛍光体404cは、カバーガラス404bの裏面側（受光面404a側）をコーティングすることによって形成したが、この構成に限定されるものではない

50

。488nmの波長の励起光によって蛍光を発するものであればよく、例えば、棒状部404caは、蛍光塗料を含んだイエロークロス（黄色の蛍光を発光するクロス）をカバーガラス404bに貼り付けることによって形成することができる。また、指標部404cbは、カバーガラス404bの裏面側にけがき線を入れ、けがき線内に蛍光塗料を塗り込んで形成することができる。

【0067】

また、本実施形態の蛍光体404cの棒状部404caは、PSD404の受光面404aの周囲を囲むように形成したが、例えば、受光面404aの周辺部の位置検出精度が低く、受光面404aの中心部に有効検出領域が設定されている場合には、有効検出領域以外をマスキングするように形成してもよい。このような構成によれば、PSD404を位置検出精度の高い領域でのみ使用することが可能となるため、より正確なキャリブレーションが可能となる。

10

【0068】

また、本実施形態においては、蛍光体404cのコーティングの上に蛍光反射コーティング404dを施したが、指標部404cbによって発生した蛍光がPSD404による励起光の位置検出に影響を与えない場合には、蛍光反射コーティング404dを省略することが可能である。

【0069】

また、本実施形態においては、蛍光体404cは、棒状部404caと指標部404cbとで構成されるものとして説明したが、例えば、PSD404の受光面404aが十分に大きく、共焦点光学ユニット204をユニット支持具420に取り付けたときの取り付け位置誤差や、製品固有特性の影響を考慮しても、必ず励起光の走査軌跡がPSD404の受光面404a内に収まる場合、指標部404cbは、必ずしも設ける必要がない。この場合、図11に示すように、ユーザは、走査軌跡Aが棒状部404caに掛からないように、モニタ300に表示される内視鏡画像（すなわち、走査領域A内の蛍光画像）を見ながら、位置調整つまみ410を操作し、ケース402をX及びY方向に移動させる。しかし、このような構成の場合、正常な調整が行われたときに、蛍光体404cからの蛍光がモニタ300上で一切観察されなくなってしまう。そのため、例えば、図12に示すように、一旦交流電圧X及びYの振幅を大きくして走査軌跡Aを拡大し、棒状部404caの蛍光を確認した上でキャリブレーションを行うように構成してもよい。

20

30

【0070】

また、本実施形態の蛍光体404cの指標部404cbは、縦横2ラインで構成される十字状の指標であると説明したが、この構成に限定されるものではなく、様々な形状の指標を用いることができる。図13は、本実施形態の蛍光体404cの指標部404cbの変形例を示す図である。図13(a)は、本実施形態の指標部404cbを構成する縦横2ラインを、それぞれ所定数で分割し、破線状の指標部404cb1に変更したものである。このように構成すると、モニタ300に表示される内視鏡画像（すなわち、走査領域A内の蛍光画像）上で、分割された破線の数一数えることにより、走査領域Aの直径を確認することが可能となる。また、図13(b)に示されるように、指標部404cbは、各ラインに直交するように所定位置に設けられた目盛り（距離指標）を備えても良い。このような構成によれば、モニタ300に表示される内視鏡画像から走査領域Aの直径を容易に知ることが可能となる。また、図13(c)に示されるように、指標部404cbは、例えば、円形のマークを離散的に配置して構成することも可能である。この場合、受光部404aの中心を示すマークと、受光部404aの中心からの距離を示す複数のマークとで構成することが望ましい。また、受光部404aの中心からの距離を示す複数のマークは、受光部404aの中心からの距離に応じて異なる形状とすることが望ましい。

40

【0071】

また、本実施形態においては、蛍光体404cは、棒状部404caと指標部404cbとで構成されるものとして説明したが、この構成に限定されるものではない。図14及び図15は、本実施形態の蛍光体404cの変形例を示す図である。図14に示すように

50

、例えば、蛍光体 404c に代えて、励起光の入射によって蛍光を発すると共に、励起光の一部を透過する（すなわち、半透過性の）コーティングをカバーガラス 404b の裏面側全体に施してもよい。この場合、受光部 404a の中心部に十字状のけがき線 404d を引くことにより、一部のコーティングを剥がし、このけがき線 404d（すなわち、励起光を発しない細線）を指標として用いればよい。また、図 15 に示すように、グリッド状（方眼状）の蛍光体 404c のコーティングをカバーガラス 404b の裏面側全体に施してもよい。この場合、指標部 404cb のコーティングを剥がし、指標として用いることができる。このような構成によれば、ケース 402 の Z 方向の調整さえ終了すれば、励起光の走査軌跡が PSD 404 のどの位置にあったとしても格子状の蛍光を観察することが可能となるため、共焦点光学ユニット 204 とケース 402 との位置合わせが極めて容易となる。

10

【0072】

また、本実施形態においては、PSD 404 の内部（カバーガラス 404b の裏面側（受光面 404a 側））に蛍光体 404c を形成したが、この構成に限定されるものではない。図 16 は、本実施形態のキャリブレーション装置 400 の変形例を示す図である。本変形例のキャリブレーション装置 400M は、ビームスプリッタ 403 を備え、また蛍光体 404c に代えて、PSD 404 の外部に蛍光体 407 を備える点で、本実施形態のキャリブレーション装置 400 と異なる。

【0073】

ビームスプリッタ 403 は、リレーレンズユニット 406 と PSD 404 との間に配置され、リレーレンズユニット 406 から PSD 404 に向かう励起光のうち 50% を透過し、50% を反射する。ビームスプリッタ 403 を透過した励起光は、PSD 404 に入射し、本実施形態と同様、その走査軌跡が検出される。一方、ビームスプリッタ 403 によって反射した励起光は、蛍光体 407 に入射し、蛍光を発生させる。蛍光体 407 の表面には、本実施形態の枠状部 404ca 及び指標部 404cb と同様のパターンの蛍光材料がコーティングされており、蛍光体 407 の表面は、PSD 404 の受光面 404a と光学的に等価な位置に配置されている。従って、蛍光体 407 で発生した蛍光は、励起光と同じ経路を辿って光ファイバ 202 の先端 202a に入射し、内視鏡画像としてモニタ 300 に表示される。そして、本実施形態と同様、蛍光体 407 の略中央部の蛍光がモニタ 300 に表示されるようにケース 402 の位置を調整すると、励起光の走査軌跡は PSD 404 の受光面 404a の略中央部に移動する。このように、蛍光体 407 を PSD 404 の外部に配置する構成によっても、ユーザは、モニタ 300 に表示される内視鏡画像（すなわち、走査領域 A 内の蛍光画像）を見ながら、走査領域 A が、PSD 404 の受光面 404a 内に収まるように調整することができる。

20

30

【符号の説明】

【0074】

- 1 走査型共焦点内視鏡システム
- 100 システム本体
- 102 光源
- 104 光分波合波器
- 106 ダンパ
- 108 CPU
- 110 CPUメモリ
- 112 光ファイバ
- 114 受光器
- 116 映像信号処理回路
- 118 画像メモリ
- 120 映像信号出力回路
- 200 共焦点プローブ
- 202 光ファイバ

40

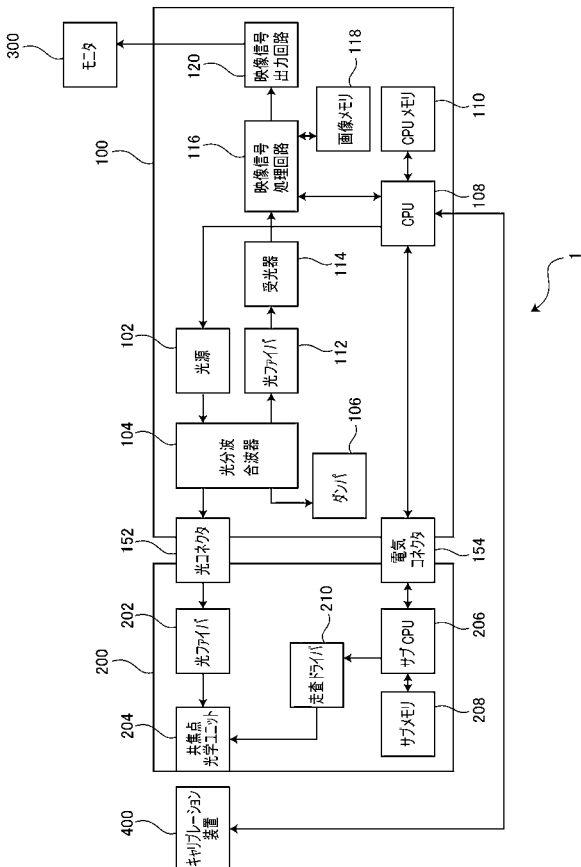
50

- 204 共焦点光学ユニット
- 206 サブCPU
- 208 サブメモリ
- 210 走査ドライバ
- 400、400M キャリブレーション装置
- 402 ケース
- 403 ビームスプリッタ
- 404 PSD
- 404a 受光面
- 404b カバーガラス
- 404c 蛍光体
- 404ca 枠上部
- 404cb 指標部
- 404d 蛍光反射コーティング
- 405 PSD基板
- 406 リレーレンズユニット
- 407 蛍光体
- 408 XYZステージ
- 410 位置調整つまみ
- 412 キャリブレーション回路

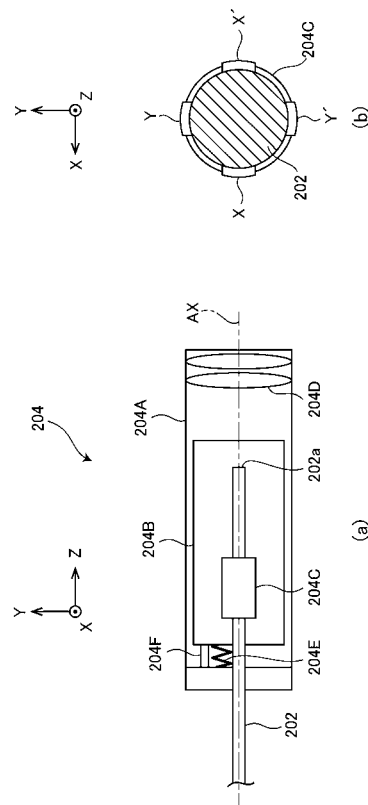
10

20

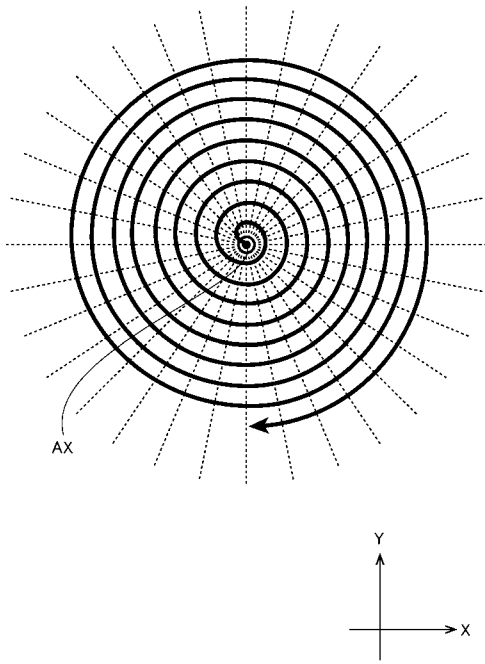
【図1】



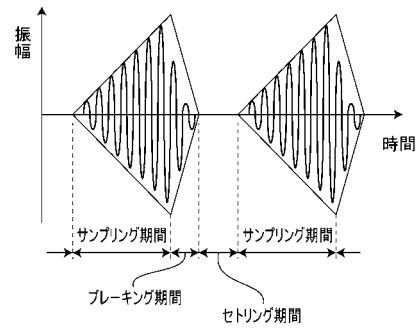
【図2】



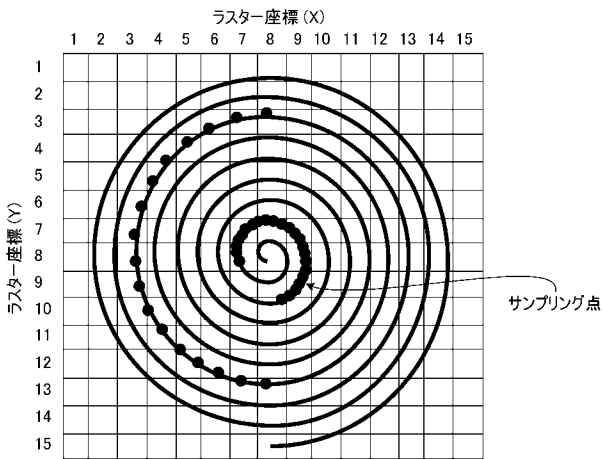
【 図 3 】



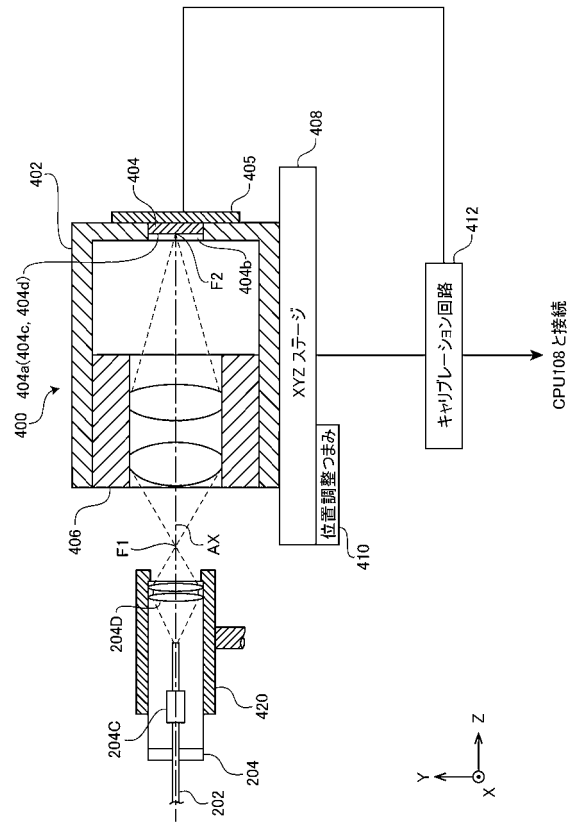
【 図 4 】



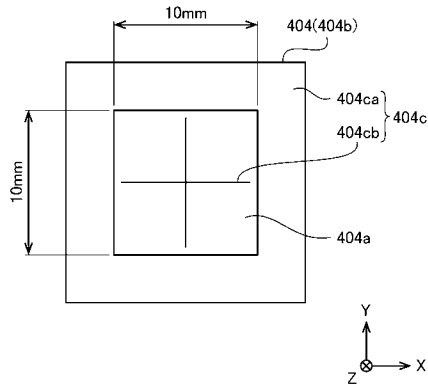
【 図 5 】



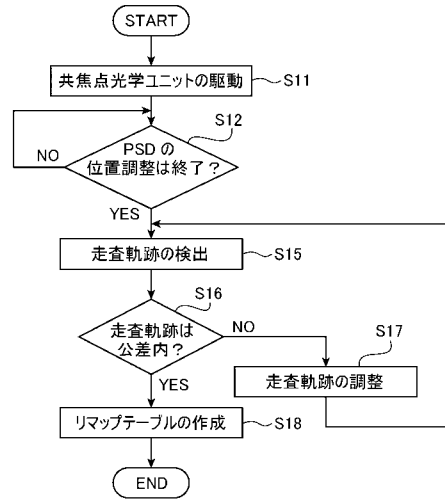
【 図 6 】



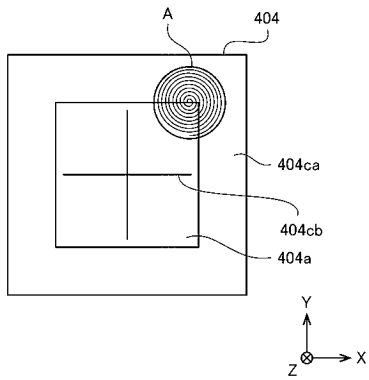
【 図 7 】



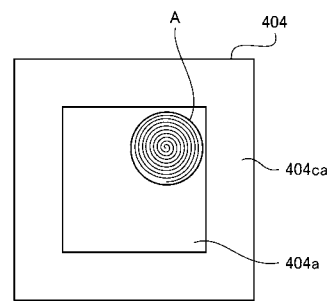
【 図 8 】



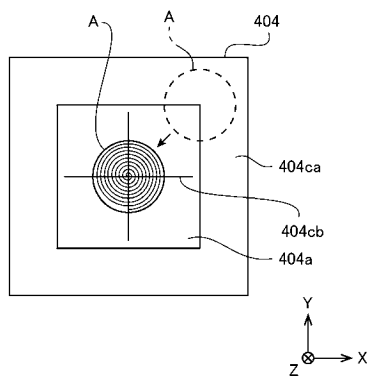
【 図 9 】



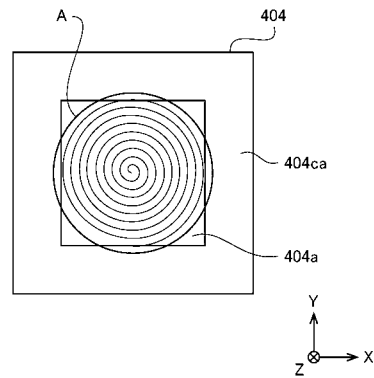
【 図 1 1 】



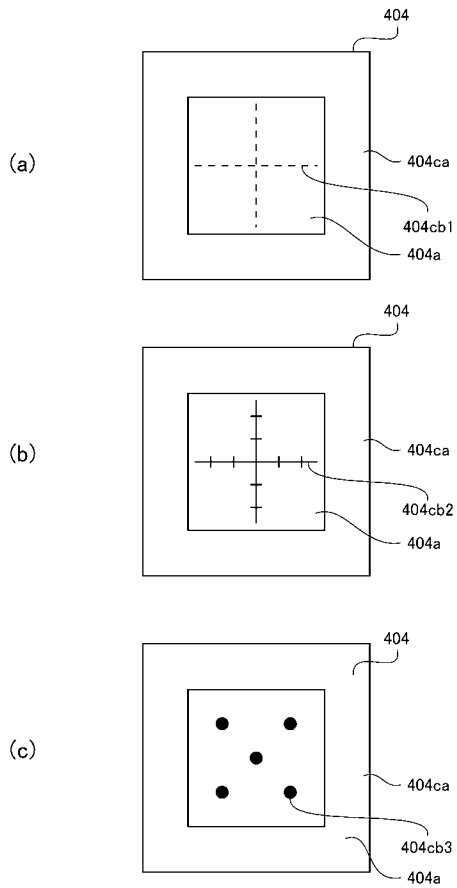
【 図 1 0 】



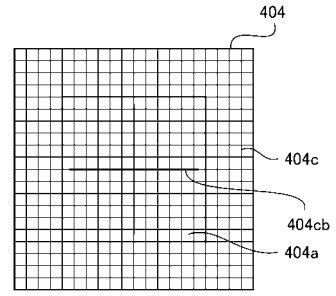
【 図 1 2 】



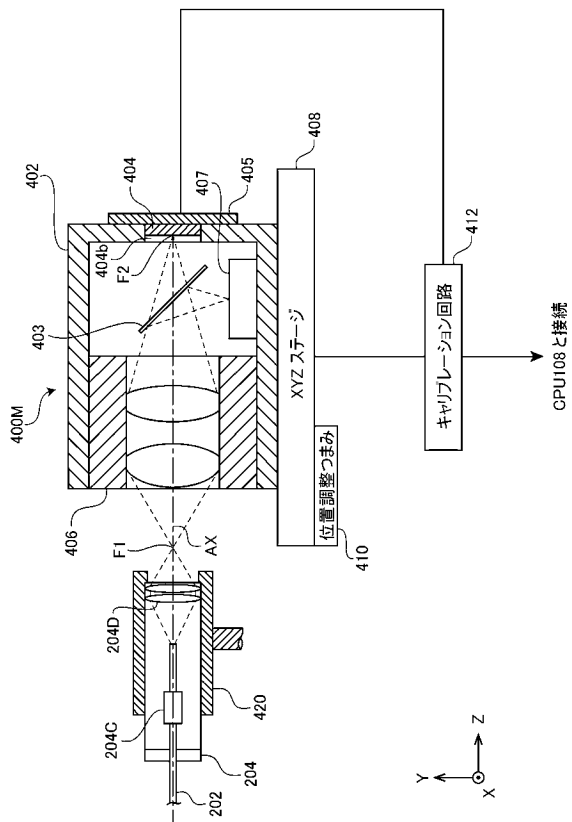
【 図 1 3 】



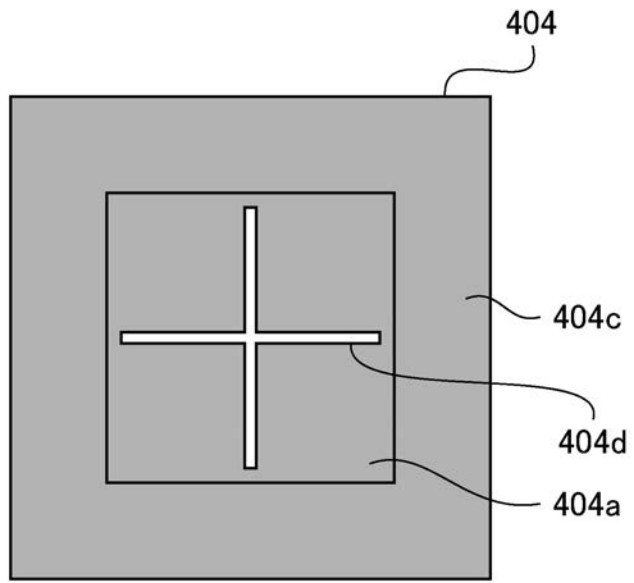
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 4 】



专利名称(译)	校准装置		
公开(公告)号	JP2014018556A	公开(公告)日	2014-02-03
申请号	JP2012162474	申请日	2012-07-23
[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	山邊俊明		
发明人	山邊 俊明		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00057 A61B1/00172 A61B1/043		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/00.300.B A61B1/00.334.D A61B1/00.511 A61B1/00.525 A61B1/00.550 A61B1/00.630 A61B1/00.650 A61B1/018.515 G02B26/10.109.Z		
F-TERM分类号	4C161/BB06 4C161/CC04 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF47 4C161/HH51 4C161/JJ11 4C161/MM10 4C161/QQ04 4C161/WW13 4C161/WW17 4C161/YY14 2H045/AE05 2H045/BA14 2H045/CA81		
代理人(译)	尾山荣启		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题为扫描共焦内窥镜系统提供能够容易地确认照明光的照射位置的校准装置。扫描共焦内窥镜系统的校准装置检测的中继透镜，用于放大从光学扫描装置发射的激发光的扫描范围，从中继透镜光学发出的激发光的扫描轨迹的检测器，以及荧光体，其发射当激发光入射的荧光，一个移动装置，用于移动所述中继透镜和所述光检测装置相对于所述光学扫描装置中，检测到的扫描扫描轨迹的标准以及校正装置，用于使得轨迹，中继透镜后侧焦点布置成使得基本上与光接收表面的中心的位置一致校正激发光的扫描参数的装置，用于移动所述共焦图像基于所显示的荧光，中继透镜的前焦点的位置大致等于激发光的焦点，并且所述激发光的扫描范围移动中继透镜和光检测装置，以适应所述接收面的内侧。点域6

