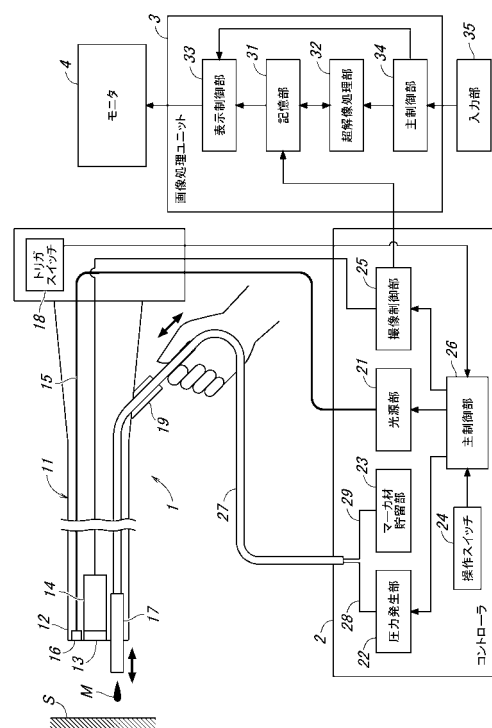




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

観察対象の内部に挿入される挿入部と、
この挿入部に設けられて前記観察対象の内部の被写体を照明する照明部と、
前記挿入部に設けられて前記被写体を撮像する撮像部と、
前記挿入部に設けられて前記被写体にマーカ材を付着させるマーキング部と、を備えたことを特徴とする内視鏡。

【請求項 2】

前記マーキング部は、作動流体の圧力で前記被写体に向けてマーカ材を射出することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

10

【請求項 3】

前記マーカ材は、蛍光材料を含み、前記照明部から出射される光により発光することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の内視鏡。

【請求項 4】

前記マーカ材は、液体であり、
前記マーキング部は、メニスカス状に前記マーカ材の液塊を形成するメニスカス形成部を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項 5】

前記マーキング部は、前記挿入部に進退自在に設けられたことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の内視鏡。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の内視鏡と、前記撮像部による撮像で取得した複数の低解像度画像から高解像度画像を生成する超解像処理を行う画像処理装置とを、備え、

前記画像処理装置は、前記超解像処理において複数の前記低解像度画像の位置合わせを行う際に、前記低解像度画像内の前記マーカ材に対応する位置で特徴点を抽出することを特徴とする内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

30

本発明は、外部から直接観察できない観察対象の内部を撮像する内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムに関し、特に、撮像で得られた画像に対して超解像処理を行う場合に適した内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

内視鏡には、人の身体などの観察対象の内部に挿入される挿入部の先端部に撮像素子を配置して、この撮像素子による撮像で得られた画像をモニターに表示させるようにした、いわゆる電子内視鏡が広く普及している。この種の内視鏡においても、挿入部をできるだけ細く形成することが望まれるが、これには、撮像素子の寸法が制約を受けることから、解像度の高い撮像素子を採用することができないため、人体の内臓などの体内組織を精細な画像で観察したい要望を十分に満足することができないという難点があった。

40

【0003】

このような要望に対して、撮像により得られた複数の低解像度画像から高解像度画像を生成する、いわゆるフレーム間超解像の技術を利用して、内視鏡で撮像された画像の解像度を高めることが行われている（特許文献 2）。また、超解像処理には、撮像位置がずれた複数の画像が必要になるため、撮像素子と対物レンズとをアクチュエータで相対的に振動させる画素ずらし機構を用いて、撮像位置がずれた複数の画像を取得する技術も知られている（特許文献 1）。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 6 - 1 7 8 2 1 4 号公報

【特許文献 2】特表 2 0 1 0 - 5 1 2 1 7 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

さて、前記のフレーム間超解像の技術では、複数の低解像度画像の位置合わせのために、低解像度画像相互の位置ずれ量を把握する必要があるが、前記特許文献 1 に記載のように画素ずらし機構を用いた場合には、例えば画素ずらし機構に用いる積層型圧電素子の伸縮量のヒステリシス特性を考慮した上で印加する電圧を制御することで、画像相互の位置ずれ量を管理できるため、これに基づいてサブピクセル精度の位置合わせを行うことができる利点が得られる。ただし、画素ずらし機構を用いる構成では、撮像素子とともに画素ずらし機構を挿入部に設ける必要があるため、挿入部が太くなるという問題があった。

10

【 0 0 0 6 】

一方、内視鏡では手ぶれ、すなわち内視鏡を持つ手が振れることで挿入部がゆれ動くことが避けられないが、この手ぶれにより撮像位置がずれることから、この手ぶれを利用すれば、画素ずらし機構を設けずとも、撮像位置がずれた複数の画像を取得することができる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このように手ぶれを利用して撮像位置がずれた複数の画像を取得する場合には、前記の画素ずらし機構による場合とは異なり、画像相互の位置ずれ量がわからない。そこで、画像自体から位置ずれ量を取得する必要があるが、これには、画像から特徴点を抽出して、その特徴点の対応関係から位置ずれ量を取得する、いわゆる特徴点マッチングの手法を用いればよい。一般的なフレーム間超解像処理では、撮像した複数のフレームに対して所定の基準画像と他の参照画像を定め、基準画像に対する参照画像の位置ずれ量を、例えば S U R F (Speeded Up Robust Features) や S I F T (Scale-invariant feature transform) といった特徴点マッチング手法を用いて求め、位置合わせ後の複数の画像を畳み込んで画像の再構成を行なう。しかし、被写体が臓器などの体内組織である場合、被写体には特徴的なテクスチャが殆ど存在せず、また色や形状が大きく変化するところが少ないため、特徴点を抽出することが難しく、位置合わせを精度良く行うことができないことにより、フレーム間超解像処理による高解像度化の効果が小さい、という問題があった。

20

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような従来技術の問題点を解消するべく案出されたものであり、その主な目的は、手ぶれを利用して超解像処理に必要な撮像位置がずれた複数の低解像度画像を取得する場合に、超解像処理における位置合わせの精度を高めることができるように構成された内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の内視鏡は、観察対象の内部に挿入される挿入部と、この挿入部に設けられて前記観察対象の内部の被写体を照明する照明部と、前記挿入部に設けられて前記被写体を撮像する撮像部と、前記挿入部に設けられて前記被写体にマーカ材を付着させるマーキング部と、を備えた構成とする。

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明の内視鏡システムは、前記のように構成された内視鏡と、前記撮像部による撮像で取得した複数の低解像度画像から高解像度画像を生成する超解像処理を行う画像処理装置とを、備え、前記画像処理装置は、前記超解像処理において複数の前記低解像度画像の位置合わせを行う際に、前記低解像度画像内の前記マーカ材に対応する位置で特徴点を抽出する構成とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、被写体にマーカ材を付着させることで、撮像部により被写体とともにマーカ材が撮像される。これにより、超解像処理において撮像部での撮像により取得した複数の低解像度画像の位置合わせを行う際に、低解像度画像内のマーカ材に対応する位置で特徴点が確実に抽出されるため、位置合わせの精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本実施形態に係る内視鏡システムを示す全体構成図

【図 2】内視鏡 1 の挿入部 1 1 の先端部 1 2 を示す断面図

【図 3】圧力発生部 2 2 の概略構成を示す模式図

【図 4】マーキング部 1 7 の断面図

【図 5】マーキング部 1 7 の要部を拡大して示す断面図

【図 6】圧力発生部 2 2 で発生させる作動流体の圧力 p の状況（圧力プロファイル）を示す説明図

【図 7】被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングの状況を示す側面図

【図 8】超解像処理部 3 2 を示す機能ブロック図

【図 9】超解像処理部 3 2 の再構成処理部 4 3 で行われる再構成処理の概要を説明する説明図

【図 10】被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングの状況を示す斜視図

【図 11】内視鏡 1 による撮像で得られる低解像度画像（撮像画像）を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

前記課題を解決するためになされた第 1 の発明は、観察対象の内部に挿入される挿入部と、この挿入部に設けられて前記観察対象の内部の被写体を照明する照明部と、前記挿入部に設けられて前記被写体を撮像する撮像部と、前記挿入部に設けられて前記被写体にマーカ材を付着させるマーキング部と、を備えた構成とする。

【 0 0 1 4 】

これによると、被写体にマーカ材を付着させることで、撮像部により被写体とともにマーカ材が撮像される。これにより、超解像処理において撮像部での撮像により取得した複数の低解像度画像の位置合わせを行う際に、低解像度画像内のマーカ材に対応する位置で特徴点が確実に抽出されるため、位置合わせの精度を高めることができる。

【 0 0 1 5 】

また、第 2 の発明は、前記マーキング部は、作動流体の圧力で前記被写体に向けてマーカ材を射出する構成とする。

【 0 0 1 6 】

これによると、マーキング部を被写体に接触させることなく、マーカ材を被写体に付着させることができるため、被写体にマーカ材を付着させる操作が容易になり、さらに被写体がマーキング部との接触で損傷することを避けることができる。

【 0 0 1 7 】

また、第 3 の発明は、前記マーカ材は、蛍光材料を含み、前記照明部から出射される光により発光する構成とする。

【 0 0 1 8 】

これによると、撮像画像に写ったマーカ材の像が周辺より明度が高くなり、この明度が高い領域の位置で特徴点が抽出される。このため、マーカ材に対応する位置で特徴点をより一層確実に抽出することができるようになり、位置合わせの精度をより一層高めることができる。

【 0 0 1 9 】

また、第 4 の発明は、前記マーカ材は、液体であり、前記マーキング部は、メニスカス状に前記マーカ材の液塊を形成するメニスカス形成部を有する構成とする。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

これによると、均一な大きさのマーカ材の液塊を形成することができる。この場合、メニスカス形成部を等間隔をおいて複数配置すると、マーカ材の液塊を一定のタイミングで連続して射出することができる。

【0021】

また、第5の発明は、前記マーキング部は、前記挿入部に進退自在に設けられた構成とする。

【0022】

これによると、マーキング部を前進させることで、挿入部自体を動かすことなく、マーキング部を被写体に近づけることができるため、被写体上の所要の位置にマーカ材を精度良く付着させることができる。また、マーキング部を後退させることで、マーキング部で観察対象を傷つけたりマーキング部を破損したりすることなく、観察対象に対する挿入部の挿入や取り出しの作業を円滑に行うことができる。

10

【0023】

また、第6の発明は、前記のように構成された内視鏡と、前記撮像部による撮像で取得した複数の低解像度画像から高解像度画像を生成する超解像処理を行う画像処理装置とを、備え、前記画像処理装置は、前記超解像処理において複数の前記低解像度画像の位置合わせを行う際に、前記低解像度画像内の前記マーカ材に対応する位置で特徴点を抽出する構成とする。

【0024】

これによると、低解像度画像内のマーカ材に対応する位置で特徴点が確実に抽出されるため、位置合わせの精度を高めることができる。

20

【0025】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0026】

図1は、本実施形態に係る内視鏡システムを示す全体構成図である。この内視鏡システムは、人の身体（観察対象）の内部に挿入されて身体の内部の臓器などの被写体S（内臓の外表面や消化管の内壁面）を撮像する内視鏡1と、内視鏡1を制御するコントローラ（制御装置）2と、内視鏡1により撮像された画像に対して超解像処理を行う画像処理ユニット（画像処理装置）3と、画像処理ユニット3で生成した画像を表示するモニター（表示装置）4と、を備えている。

30

【0027】

内視鏡1は、身体の内部に挿入される挿入部11を備えている。本実施形態では、主に挿入部11が硬く棒状に構成された、いわゆる硬性内視鏡について説明するが、本発明は挿入部分に柔軟な素材を用いた軟性内視鏡に適用してもよい。硬性内視鏡の代表例である腹腔鏡を用いた内視鏡手術では、例えば腹部の一部に微小な穴をあけ、そこから挿入部11を挿入して体腔内部を観察しながら、治療や手術を行う。この挿入部11の先端部12には、撮像窓13を介して身体の内部の被写体（臓器など）Sを撮像する撮像部14が設けられている。また、挿入部11の先端部12には、被写体Sを照明するために光ファイバー15により導かれた光を出射する照明窓（照明部）16が設けられている。

【0028】

さらに、この内視鏡1の挿入部11の先端部12には、マーカ材Mを被写体Sに付着させるマーキング部17が設けられている。特に本実施形態では、マーカ材Mが液体をなしており、マーキング部17では、マーカ材Mの液塊を所要の大きさに形成して、作動流体（空気）の圧力で被写体Sに向けてマーカ材Mを射出するようになっている。また、マーカ材Mは蛍光材料を含んでおり、被写体Sを照明するために照明窓16から出射される光によりマーカ材Mが発光するようになっている。

40

【0029】

コントローラ2は、内視鏡1の挿入部11に設けられた照明窓16に光ファイバー15を介して照明用の光を送る光源部21と、内視鏡1の挿入部11に設けられたマーキング部17でマーカ材Mを射出するための作動流体の圧力を発生する圧力発生部22と、マー

50

カ材 M を貯留するマーカ材貯留部 2 3 と、各種の動作を指示する操作スイッチ 2 4 と、撮像部 1 4 を動作させて撮像部 1 4 から画像データを受信する撮像制御部 2 5 と、各部を総括的に制御する主制御部 2 6 と、を備えている。

【0030】

なお、主制御部 2 6 は撮像制御部 2 5 と光源部 2 1 を同期して動作させる。本実施形態では撮像部 1 4 に設けられた撮像センサ 5 2 (図 2 参照) は例えば 30 f p s (Frames Per Second) でグローバルシャッタ動作を行うが (シャッタ周期は 33 . 3 m s)、電荷蓄積期間 (シャッタ開放時間) は約 1 m s 程度に設定されている。主制御部 2 6 は、このタイミングと同期して光源部 2 1 に発光指示を出力し、結果的に光源部 2 1 は電荷蓄積期間に対応する期間だけ発光する。これによって光源部 2 1 に搭載された光源 (例えば白色 L E D) の高輝度発光を実現すると共に、ブラーの少ない低解像度画像を取得し、超解像効果の抑制要因を排除している。

10

【0031】

内視鏡 1 には、マーキング部 1 7 でのマーカ材 M の射出を指示するトリガスイッチ 1 8 が設けられており、トリガスイッチ 1 8 が出力するトリガ信号がコントローラ 2 の主制御部 2 6 に入力され、トリガスイッチ 1 8 の操作に応じて圧力発生部 2 2 が動作してマーキング部 1 7 からマーカ材 M が射出される。また、コントローラ 2 に設けられた操作スイッチ 2 4 では、光源部 2 1 の点灯、撮像部 1 4 での撮像、画像処理ユニット 3 での画像処理の実行、および動画および静止画の切替えなどの指示が行われる。

20

【0032】

内視鏡 1 に設けられたマーキング部 1 7 と、コントローラ 2 に設けられた圧力発生部 2 2 およびマーカ材貯留部 2 3 とは接続パイプ 2 7 を介して接続されている。この接続パイプ 2 7 には、圧力発生部 2 2 から作動流体をマーキング部 1 7 に供給する作動流体供給路 2 8 と、マーカ材貯留部 2 3 からマーカ材 M をマーキング部 1 7 に供給するマーカ材供給路 2 9 とが設けられている。

【0033】

接続パイプ 2 7 は、挿入部 1 1 の基部側に設けられた引き出し部 1 9 から外部に引き出されてコントローラ 2 に接続されている。この引き出し部 1 9 に設けられた接続パイプ 2 7 の挿通孔は、鉗子を差し込むための鉗子孔と兼用するものであってもよく、また、鉗子孔とは別に接続パイプ 2 7 専用のものであってもよい。

30

【0034】

また、本実施形態では、マーキング部 1 7 が、挿入部 1 1 の長手方向に進退自在に挿入部 1 1 に設けられており、挿入部 1 1 の引き出し部 1 9 から引き出された接続パイプ 2 7 の部分を手で摘んで押し引きすることで、マーキング部 1 7 を進退させることができるようになっている。

【0035】

画像処理ユニット 3 は、P C などで構成され、内視鏡 1 の挿入部 1 1 に設けられた撮像部 1 4 で取得した撮像画像を記憶する記憶部 3 1 と、撮像画像から高解像度画像を生成する超解像処理部 3 2 と、モニター 4 を制御する表示制御部 3 3 と、各部を総括的に制御する主制御部 3 4 と、を備えている。この画像処理ユニット 3 には、キーボード等で構成された入力部 3 5 が接続されており、ここでは、撮像部 1 4 の駆動制御 (フレームレート、露光時間、ホワイトバランスなど) や、超解像処理部 3 2 での超解像処理に関するパラメータの設定などが行われる。コントローラ 2 の主制御部 2 5 と画像処理ユニット 2 4 の主制御部 3 4 は図示しない信号線 (シリアル通信) によって双方向に情報伝達が可能であり、画像処理ユニット 2 4 の主制御部 3 4 は、コントローラ 2 を介して、既に撮像部 1 4 (撮像センサ 5 2、図 2 参照) に設定されている制御用パラメータの値を参照することができ、撮像部 1 4 の特定の駆動制御に関する制御用パラメータに該当するビットのみを書き換えて、再度撮像部 1 4 に設定することができる。

40

【0036】

図 2 は、内視鏡 1 の挿入部 1 1 の先端部 1 2 を示す断面図である。挿入部 1 1 の先端部

50

12では、円筒状のケーシング51の内部に、撮像部14と、照明用の光ファイバー15と、マーキング部17と、が收容されている。光ファイバー15により導かれた照明光はカバーガラスによる照明窓16を介して出射される。撮像部14は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) で構成される撮像センサ52と、複数のレンズからなる光学系53と、を有しており、照明光により照明された被写体Sからの反射光がカバーガラスによる撮像窓13を介して光学系53に入射する。マーキング部17は挿入部11の長手方向に伸びたガイド孔55内に挿通されて進退自在となっている。

【0037】

図3は、圧力発生部22の概略構成を示す模式図である。圧力発生部22は、ダイヤフラムポンプで構成され、作動流体供給路28が接続されたダイヤフラム61と、ダイヤフラム61を駆動するボイスコイルモータ62と、ダイヤフラム61に接続された逆止弁63とを有している。この圧力発生部22では、ボイスコイルモータ62の出力軸の往復運動で、作動流体が逆止弁63を経てダイヤフラム61内に吸入される吸入工程と、ダイヤフラム61内の作動流体を吐出する吐出工程とが繰り返され、吐出工程において作動流体供給路28を介して内視鏡1のマーキング部17に作動流体が送られる。

【0038】

本実施形態では、作動流体に空気が用いられており、逆止弁63の入口側を雰囲気中に開放して、ダイヤフラム61に外気を直接取り入れるようにしてもよいが、清浄な空気を貯留するタンクを設けて、このタンク内の空気をダイヤフラム61に取り入れるようにしてもよい。

【0039】

また、圧力発生部22の2次側圧力(背圧)、すなわち内視鏡1の挿入部11が挿入された体腔内の圧力が大気圧より高い場合には、その圧力差を考慮してマーカ材Mが適切に射出されるように圧力発生部22の圧力を制御する必要がある。そこで、挿入部11におけるマーキング部17の近傍に背圧取得用の開口を設け、この開口を背圧導入路を介して圧力発生部22の逆止弁63に接続するようにするとよい。これにより、圧力発生部22の圧力制御が容易になる。この場合、図1に示したように、マーキング部17とコントローラ2とを結ぶ接続パイプ27に、作動流体供給路28およびマーカ材供給路29の他に背圧導入路が設けられる。

【0040】

なお、圧力発生部22は、作動流体の吐出圧および吐出量を精密に制御することが可能な容積型のポンプで構成することが望ましく、ダイヤフラムポンプの他、ロータリーポンプやシリンジポンプなども可能である。また、ダイヤフラムポンプとして円形の金属振動板上に圧電体素子を積層形成したアクチュエータを採用してもよいし、ボイスコイルモータ62の代わりに積層型圧電体素子を用いてもよい。

【0041】

図4は、マーキング部17の断面図であり、マーカ材Mの液塊の遷移状態を示す。図5は、マーキング部17の要部を拡大して示す断面図である。

【0042】

図4に示すように、マーキング部17は、管状をなし、マーカ材Mの液塊をメニスカス状に形成するメニスカス形成部71が等間隔を置いて複数配置されている。このメニスカス形成部71には内向きに突出した環状凸部72が形成され、内径が他の部分より小さくなっている。

【0043】

ここで、マーカ材Mが水性の場合には、図5に示すように、メニスカス形成部71においてマーカ材Mの液塊を形成する表面部分73に撥油(親水)処理が施され、それ以外の表面部分74と、マーカ材Mの液塊を体腔中に放出させる先端部分とには撥水(親油)処理が施される。一方、マーカ材Mが油性の場合には、撥油(親水)処理と撥水(親油)処理とが逆になる。これにより、所要の大きさの液塊を安定して形成することができる。

【0044】

このように構成されたマーキング部 17 では、マーカ材 M が供給されることで、図 4 (A) に示すように、メニスカス形成部 71 でマーカ材 M の液塊がメニスカス状に形成される。そして、作動流体の圧力を上げると、図 4 (B) に示すように、マーカ材 M の液塊が押し出され、さらに図 4 (C) に示すように、マーカ材 M の液塊がメニスカス形成部 71 から離れて飛翔する。ここで、先端のメニスカス形成部 71 から離れたマーカ材 M の液塊は体腔内を飛翔して被写体 S に付着し、その他のメニスカス形成部 71 から離れたマーカ材 M の液塊は隣のメニスカス形成部 71 に到達して、図 4 (A) に示す状態に復帰し、各メニスカス形成部 71 でマーカ材 M の液塊がメニスカス状に形成される。

【0045】

このようにメニスカス形成部 71 から離れたマーカ材 M の液塊を隣のメニスカス形成部 71 に到達させて、図 4 (A) から図 4 (C) の状態を安定して繰り返すようにするには、メニスカス形成部 71 の配置間隔 L_1 、環状凸部 72 の長さ L_2 、および環状凸部 72 の内径 r の関係を適切に設定する必要がある、また、圧力発生部 22 で発生させる作動流体の圧力を適切に設定する必要がある。

【0046】

図 6 は、圧力発生部 22 で発生させる作動流体の圧力 p の状況 (圧力プロファイル) を示す説明図である。圧力発生部 22 では、基本的にはパルス状に圧力を発生させればよいが、図 6 に示す例では、図 4 に示したマーカ材 M の液塊の状態に応じて圧力 p を変化させるようにしている。

【0047】

具体的には、まず、圧力 p を、背圧に等しい圧力 p_0 から立ち上げる。これにより、マーカ材 M の液塊がメニスカス形成部 71 から離れて飛翔する (図 4 (B), (C) 参照)。このとき、圧力 p を、最大圧力 p_1 の近傍の所定の圧力 p_2 まで上げ、圧力 p が圧力 p_2 に到達すると、圧力 p を最大圧力 p_1 まで徐々に上げる。これにより、隣のメニスカス形成部 71 の近傍で飛翔する液塊を減速させることができる。ついで、背圧より低い所定の圧力 p_3 まで圧力 p を下げた後に圧力 p を圧力 p_0 に復帰させる。これにより、隣のメニスカス形成部 71 に到達した液塊をそのメニスカス形成部 71 で確実に捕捉することができる (図 4 (A) 参照)。

【0048】

このようにマーキング部 17 にメニスカス形成部 71 を設けることで、均一な大きさのマーカ材 M の液塊を形成することができる。特に、メニスカス形成部 71 を等間隔を置いて複数配置することで、マーカ材 M の液塊を一定のタイミングで連続して射出することができる。これにより、被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングが失敗した場合や次の撮像のためのマーキングを速やかに行うことができる。

【0049】

図 7 は、被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングの状況を示す側面図である。前記のように、挿入部 11 の先端部 12 に設けられたマーキング部 17 は、作動流体の圧力で被写体 S に向けてマーカ材 M を射出するようになっている。このため、マーキング部 17 を被写体 S に接触させることなく、マーカ材 M を被写体 S に付着させることができるため、被写体 S にマーカ材 M を付着させる操作が容易になり、さらに被写体 S がマーキング部 17 との接触で損傷することを避けることができる。

【0050】

また、マーキング部 17 は、前記のように、挿入部 11 に進退自在に設けられており、マーキング部 17 を前進させることで、挿入部 11 自体を動かすことなく、マーキング部 17 を被写体 S に近づけることができるため、被写体 S 上の所要の位置にマーカ材 M を精度良く付着させることができる。また、マーキング部 17 を後退させることで、マーキング部 17 で人体を傷つけたりマーキング部 17 を破損したりすることなく、人体に対する挿入部 11 の挿入や取り出しの作業を円滑に行うことができる。

【0051】

図 8 は、超解像処理部 32 を示す機能ブロック図である。図 9 は、超解像処理部 32 の

10

20

30

40

50

再構成処理部 4 3 で行われる再構成処理の概要を説明する説明図である。

【 0 0 5 2 】

図 8 に示すように、超解像処理部 3 2 は、低解像度画像取得部 4 1 と、位置合わせ部 4 2 と、再構成処理部 4 3 と、高解像度画像生成部 4 4 とを備えている。なお、この超解像処理部 3 2 は、プログラムを CPU で実行することで実現されるものである。

【 0 0 5 3 】

操作スイッチ 2 4 (図 1 参照) で静止画撮影が指示されると、コントローラ 2 の主制御部 2 6 は画像処理ユニット 3 の主制御部 3 4 を介して、超解像処理部 3 2 に対して超解像処理を実行するように指示を与える。低解像度画像取得部 4 1 は、超解像処理に必要なとなる複数 (1 6 ~ 3 2 枚程度) の低解像度画像 (撮像画像) を記憶部 3 1 から取得する。この複数の低解像度画像は、内視鏡 1 に設けられた撮像部 1 4 で複数回の撮影を行なって生成したもの (フレーム画像) である。

10

【 0 0 5 4 】

位置合わせ部 4 2 は、複数の低解像度画像のうちの 1 つを基準画像に選択して、その基準画像に対して基準画像以外の低解像度画像が位置合わせされるように、基準画像以外の各低解像度画像の座標変換を行うための変換行列を求める。この位置合わせでは、特徴点マッチングが行われ、具体的には、基準画像および基準画像以外の低解像度画像について特徴点を抽出して、各画像間の特徴点の対応関係に基づいて、基準画像以外の低解像度画像ごとに射影変換行列を求める。

【 0 0 5 5 】

この特徴点マッチングでは、特徴点を 4 点以上抽出することが望まれ、したがって 4 点以上の特徴点が抽出されるようにマーカ材 M を被写体 S に付着させるようにするとよいが、通常の特徴点マッチングでは、例えば勾配法や S I F T 等として知られる公知のアルゴリズムを用いて特徴点を抽出することができる場合も多く、特徴点を 4 点以上抽出することは絶対的な要件ではない。

20

【 0 0 5 6 】

再構成処理部 4 3 では、図 9 に示すように、まず、基準画像を超解像の拡大率で拡大し、基準画像の画素が離散的に配置されたマッピング画像を生成する。そして、位置合わせ部 4 2 で取得した変換行列を用いて、基準画像以外の低解像度画像を基準画像の座標系に変換し、その変換された座標に基づいて、基準画像以外の低解像度画像の画素をマッピング画像にプロットしていく。これにより再構成画像が得られる。

30

【 0 0 5 7 】

ここで、一般的には、すべての低解像度画像の画素をマッピング画像にプロットしても、マッピング画像のすべての画素に低解像度画像の画素がプロットされるわけではなく、再構成画像には、低解像度画像の画素がプロットされていない画素が存在する。

【 0 0 5 8 】

なお、図 9 では、図示の便宜上、低解像度画像を 4 画素 × 4 画素のサイズとし、また、超解像の拡大率を縦横各 4 倍としたが、実際の低解像度画像のサイズおよび超解像の拡大率は、これに限定されるものではない。

【 0 0 5 9 】

図 8 に示した高解像度画像生成部 4 4 では、再構成処理部 4 3 で取得した再構成画像から高解像度画像を生成する。ここではまず、再構成処理部 4 3 で取得した再構成画像において低解像度画像の画素がプロットされていない画素を補間により穴埋めする処理が行われ、さらに、画像のぼけ量 (P S F : Point Spread Function) を推定して、逆変換によりぼけの復元処理も施して、高解像度画像として出力する。

40

【 0 0 6 0 】

さて、図 7 に示したように、内視鏡 1 の挿入部 1 1 の先端部 1 2 に設けられた撮像部 1 4 では、所定の画角による撮像範囲内の被写体 S が撮像され、撮像範囲内の被写体 S 上にマーカ材 M を付着させることで、マーカ材 M が被写体 S とともに撮像されて、被写体 S 上にマーカ材 M が写った撮像画像が得られる。

50

【0061】

ここで、被写体 S を撮像する際に内視鏡 1 に手ぶれが発生する、すなわち内視鏡 1 を持つ手が振れることで挿入部 11 がゆれ動くと、挿入部 11 の先端部 12 が移動するのに応じて撮像範囲も移動するが、マーカ材 M は被写体 S に付着しているため、被写体 S とマーカ材 M との位置関係は変化しない。

【0062】

図 10 は、被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングの状況を示す斜視図である。被写体 S にマーカ材 M を付着させるマーキングでは、超解像処理での位置合わせにおいて画像の回転成分を検出するために、撮像範囲内にマーキングを複数箇所行う、より望ましくは観察部位を中心にしてその周囲の複数箇所（例えば 4 箇所）にマーキングを行うようにするとよい。これにより、正確に射影変換パラメータを求めて、位置合わせの精度を高めることができる。

10

【0063】

図 10 に示す例では、4 点にマーキングを行っている。まず、図 10 (A) に示すように、マーキング点 P1 のマーキングを行う。ついで、内視鏡 1 の挿入部 11 をその中心軸を中心にして 90° 回転させて、図 10 (B) に示すように、マーキング点 P2 のマーキングを行う。以下、これと同様に、挿入部 11 を 90° ずつ回転させながらマーキング点 P3, P4 のマーキングを行う。なお、この図 10 に示した例ではマーキングを 4 点行うようにしたが、これに限定されるものではない。

【0064】

20

図 11 は、内視鏡 1 による撮像で得られる低解像度画像（撮像画像）を示す説明図である。内視鏡 1 による撮像で得られる低解像度画像には、被写体 S に付着したマーカ材 M の像が被写体 S の像とともに現れる。各低解像度画像は、手ぶれにより撮像範囲がずれているが、被写体 S の像とマーカ材 M の像との位置関係に相違はない。したがって、マーカ材 M の像の位置を基準にすれば、低解像度画像を精度よく位置合わせすることができる。

【0065】

前記のように、超解像処理部 32 の位置合わせ部 42 では、特徴点マッチングにより基準画像に対するその他の低解像度画像の位置合わせが行われ、この位置合わせでは、低解像度画像から特徴点を抽出する処理が行われるが、マーカ材 M の像は周辺の被写体 S の像と大きく異なるため、マーカ材 M の像の位置で特徴点が確実に抽出される。このため、位置合わせの処理を精度よく行うことができる。

30

【0066】

特に本実施形態では、マーカ材 M が蛍光材料を含んでいるため、被写体 S を照明する光によりマーカ材 M が発光する。これにより、撮像画像に写ったマーカ材 M の像が周辺より明度が高くなり、この明度が高い領域の位置で特徴点が抽出される。このため、マーカ材 M に対応する位置で特徴点をより一層確実に抽出することができるようになり、位置合わせの精度をより一層高めることができる。

【0067】

なお、本実施形態では、マーカ材を液体としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、液体および固体のいずれでも可能である。もっとも、マーカ材は人体内に残されるものであるため、液体および固体のいずれにおいても、人体に悪影響を及ぼさない材料（例えば粉砂糖、生理食塩水、食用油ゲルなど）が用いられる。

40

【0068】

ここで、マーカ材を固体とした場合も、液体の場合と同様に、マーキング部は、作動流体の圧力でマーカ材を射出する構成とするとよく、この場合、ガイド孔内に複数個のマーカ材が等間隔に配置されるように構成して、作動流体にパルス状に圧力をかけるようにすると、マーカ材を一定のタイミングで連続して射出することができる。

【0069】

また、本実施形態では、作動流体を気体としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、気体および液体のいずれでも可能である。

50

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態では、単一の種類のマーカ材を射出するものとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、色が異なる複数の種類のマーカ材を射出するように構成してもよい。この場合、複数箇所にマーキングを行う際に、マーキング箇所ごとにマーカ材の色を変えることで、特徴点の抽出が容易になる。

【 0 0 7 1 】

また、本実施形態では、マーキング部を、マーカ材の液塊をメニスカス状に形成して射出するものとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばインクジェットプリンタのヘッドに用いられている MEMS デバイスで構成することも可能である。

【 0 0 7 2 】

また、本実施形態では、マーキング部からマーカ材を投射して被写体に付着させるようにしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、マーキング部を被写体に接触させてマーカ材を被写体に付着させ、あるいはマーキング部を被写体に近接させた状態で表面張力で膨出したマーカ材を被写体に付着させるようにしてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、本実施形態では、マーカ材が蛍光材料を含むものとしたが、蛍光材料を含まない構成も可能である。この場合、被写体となる臓器などの体内組織の色と大きく異なる色、例えば体内組織の色に対して補色の関係にある色（例えば赤の補色であるシアン色）にマーカ材を着色すると、特徴点の抽出が容易になる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態では、超解像処理によって複数の低解像度画像から高解像度の静止画を得る場合について説明したが、例えば、撮影した複数のフレーム画像に対して、基準画像を時間軸方向に順に選択して超解像処理を実行すれば、結果的に動画画像が得られる。即ち、本発明を動画に応用することが可能である。

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態では、手振れによって位置ずれを起した複数枚の低解像度画像を用いて超解像処理を行なう前提で説明したが、手振れに限らず、例えば内視鏡自体を振動させたり、撮像光学系とイメージセンサの相対的な位置関係をバイモルフ等の簡易な機構で変化させて、強制的に画素ずれを与えて低解像度画像を得るようにしてもよい。いずれの場合も、本発明によるマーカを用いた位置合わせを行えば、従来の画素ずらしのような高精度な位置合わせ機構を用いることなく、高解像度画像を得ることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 6 】

本発明にかかる内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムは、手ぶれを利用して超解像処理に必要な撮像位置がずれた複数の低解像度画像を取得する場合に、超解像処理における位置合わせの精度を高めることができる効果を有し、外部から直接観察できない観察対象の内部を撮像する内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムに関し、特に、撮像で得られた画像に対して超解像処理を行う場合に適した内視鏡およびこれを備えた内視鏡システムなどとして有用である。

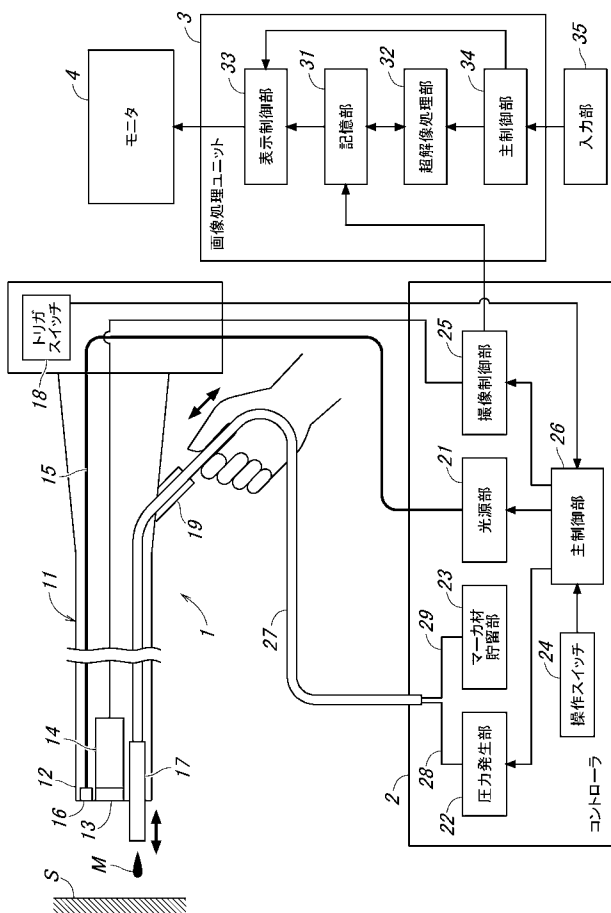
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

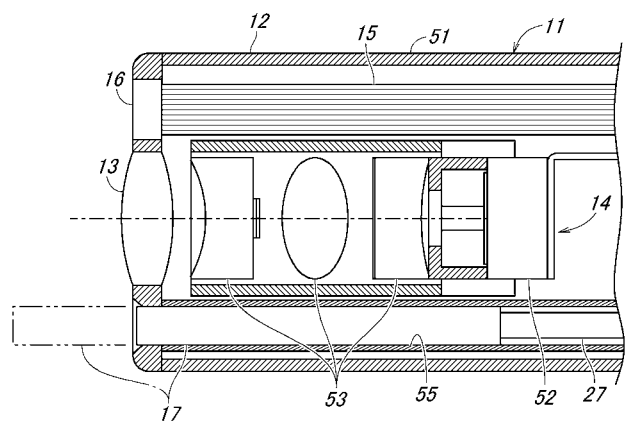
- 1 内視鏡
- 2 コントローラ
- 3 画像処理ユニット（画像処理装置）
- 4 モニター
- 1 7 マーキング部
- 1 1 挿入部
- 1 2 先端部
- 1 3 撮像窓
- 1 4 撮像部

- 1 6 照明窓（照明部）
 3 2 超解像処理部
 4 2 位置合わせ部
 7 1 メニスカス形成部
 M マーカ材
 S 被写体

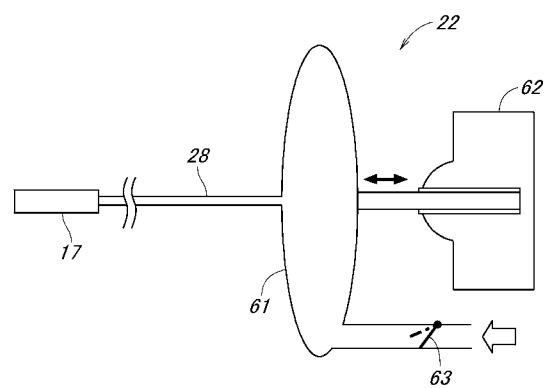
【図 1】



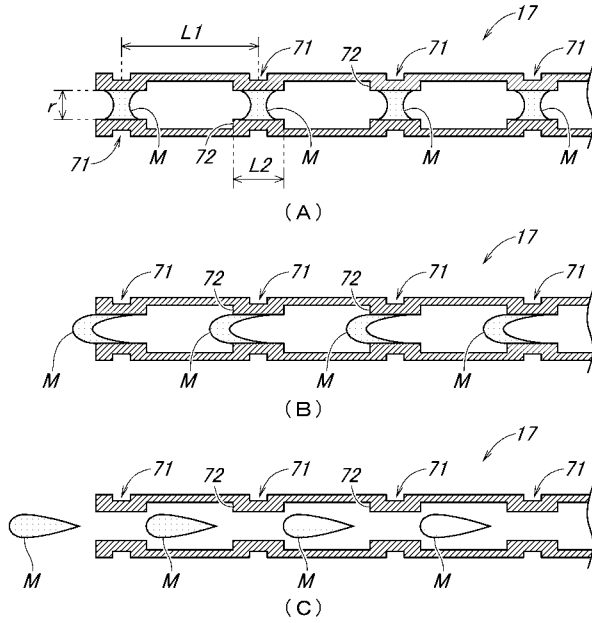
【図 2】



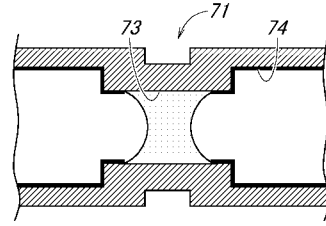
【図 3】



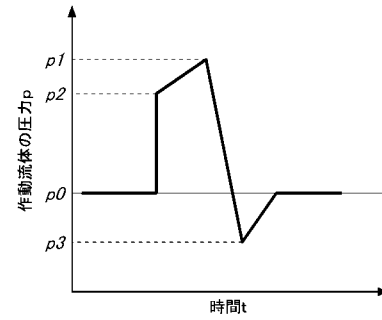
【図4】



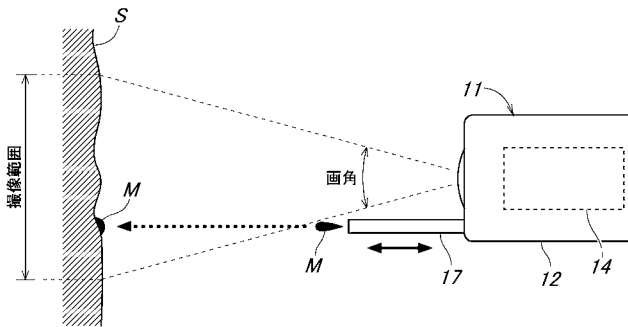
【図5】



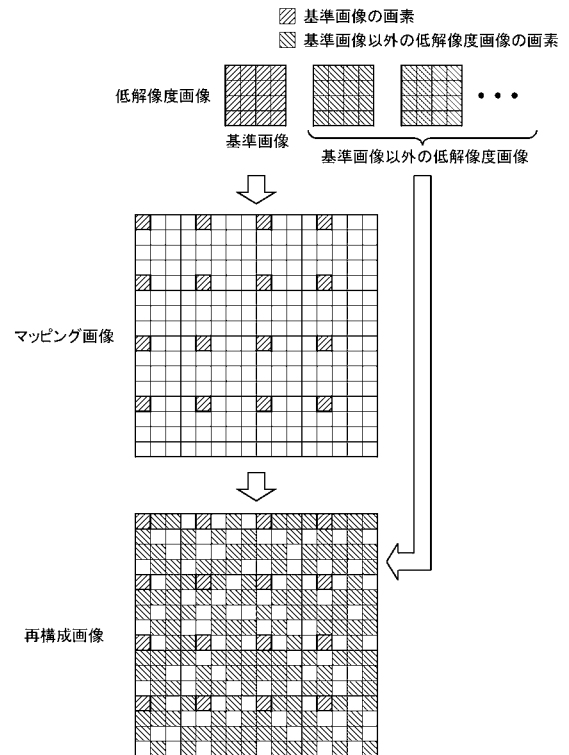
【図6】



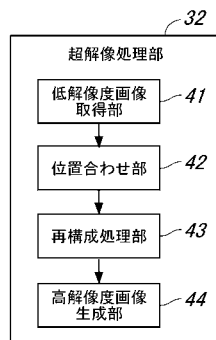
【図7】



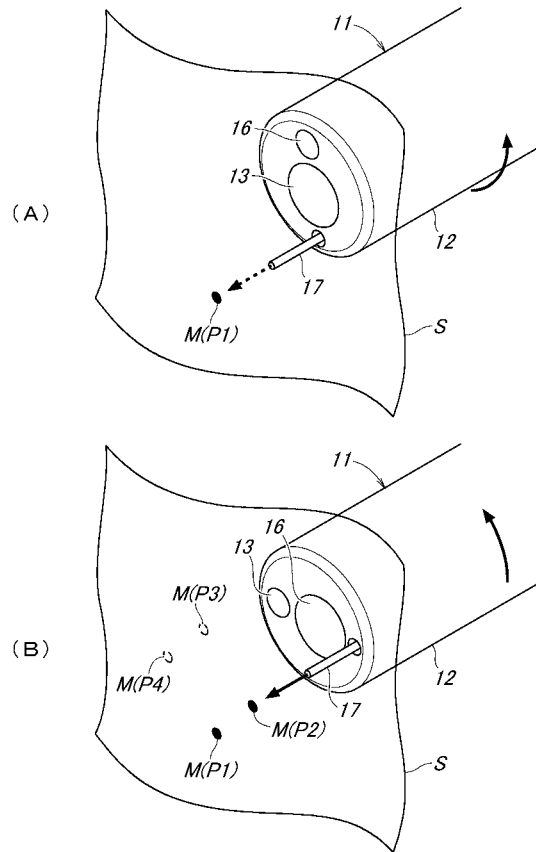
【図9】



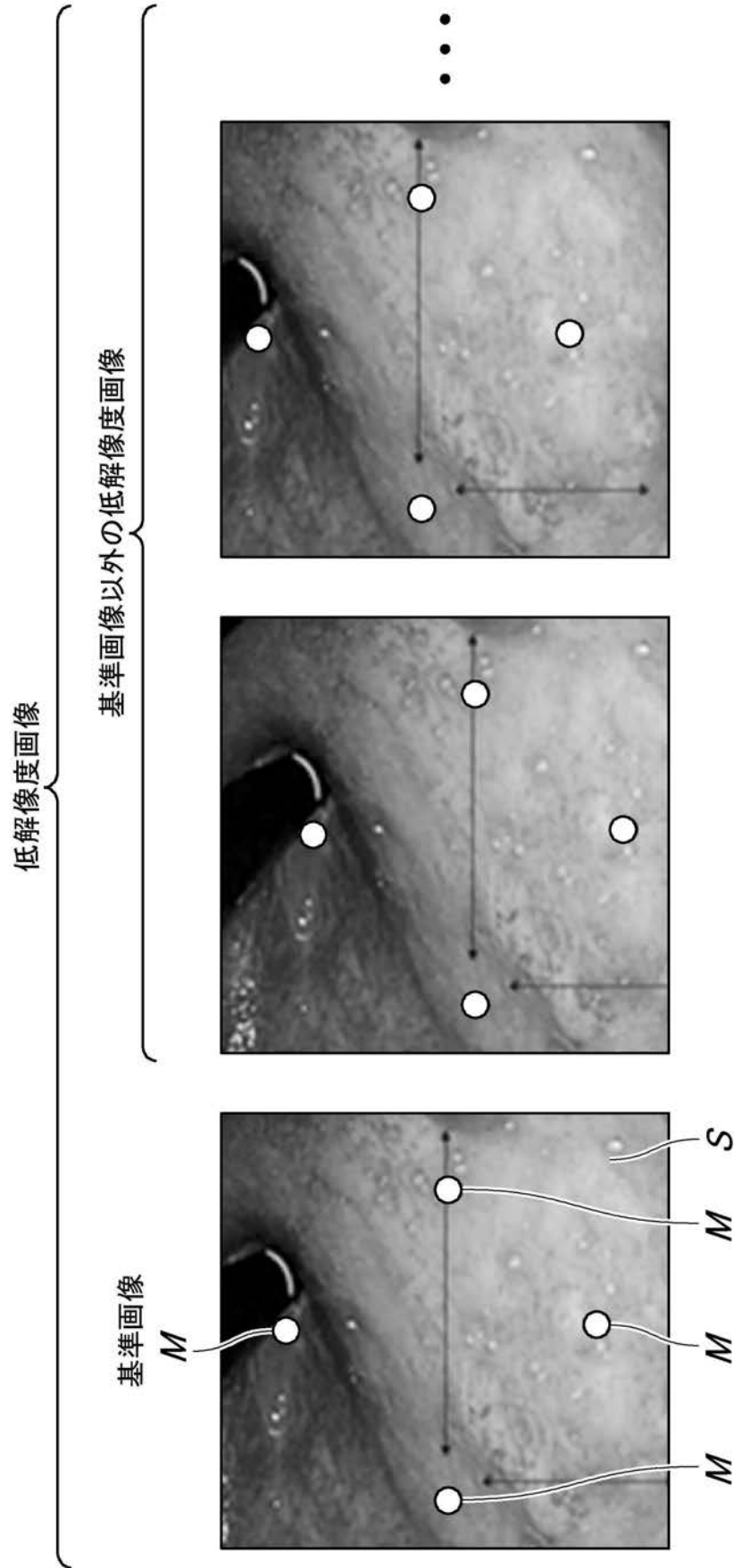
【図8】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	具有该内窥镜和内窥镜系统的内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2014000120A	公开(公告)日	2014-01-09
申请号	JP2012135467	申请日	2012-06-15
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	河野治彦		
发明人	河野 治彦		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/04.370 G02B23/24.B A61B1/00.334.D A61B1/00.550 A61B1/018.515 A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/045.615		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/DA02 2H040/DA17 2H040/DA21 2H040/DA42 2H040/GA02 2H040/GA06 2H040/GA10 2H040/GA12 4C161/AA24 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/DD03 4C161/GG11 4C161/HH60 4C161/LL02 4C161/QQ09 4C161/RR03 4C161/RR26 4C161/SS21 4C161/WW01		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的一个目的是当获取多个低分辨率图像时提高超分辨率处理中的对准精度，其中使用相机抖动来移动超分辨率处理所需的成像位置。解决方案：插入到观察对象中的插入部分11，设置在用于照射观察对象中的对象S的插入部分中的照明窗口16，以及设置在用于对对象成像的插入部分中的图像拾取设置有用将标记材料M粘附到对象的插入部分中的部分14和标记部分17。特别地，标记单元通过工作流体的压力将标记材料喷射到对象。此外，标记材料包含荧光材料并通过从照明窗发出的光发光。[选图]图1

