

(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2009-142441
(P2009-142441A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06	2 H 0 4 O
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24	4 C 0 6 1
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26	B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-322305 (P2007-322305)	(71) 出願人	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成19年12月13日 (2007.12.13)	(74) 代理人	100075281 弁理士 小林 和憲
		(74) 代理人	100095234 弁理士 飯嶋 茂
		(72) 発明者	長谷川 博之 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	設楽 健一 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA11 CA04 CA10 GA02 GA05

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡の光源装置、および内視鏡システム

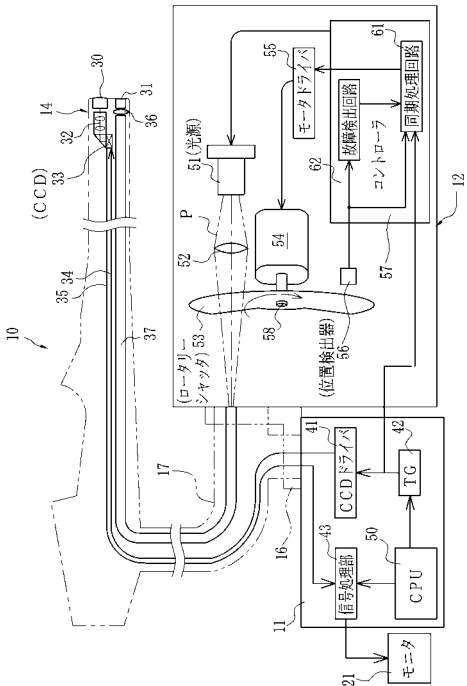
(57) 【要約】

【課題】ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段が検査中に故障したときに、被検体内から内視鏡を容易に抜去することを可能とする。

【解決手段】光源装置12は、光源51、ロータリーシャッタ53、モータ54、モータドライバ55、位置検出器56、及びこれらを制御するコントローラ57を備える。光源51から照射された光は、光ファイバ37、照射レンズ36、照射窓31を通して被検体内へ照射される。コントローラ57は、同期処理回路61、故障検出回路62を備える。位置検出器56で検出されるロータリーシャッタ53の位置検出信号が所定期間検出されなかった場合、故障検出回路62は、異常検知信号を出力する。コントローラ57は、故障検出回路62から異常検知信号が出力されたとき、ロータリーシャッタ53の回転周期と、読み出しパルスが出力される周期とが異なる周期となるようにモータ54の回転制御を行う。

。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体内を撮像する固体撮像素子を有する内視鏡の光源装置であって、

前記被検体内を照明する照明光の光路上に回転可能に取り付けられ、前記照明光を通過させる照明期間、および前記照明光を遮光する遮光期間を一定周期で交互に設けるためのロータリーシャッタと、

前記ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段からの検出信号に基づいて、前記ロータリーシャッタの回転周期を、前記固体撮像素子の蓄積電荷の読み出しタイミングを規定する読み出しパルスの周期に同期させ、前記照明期間が前記固体撮像素子の電荷蓄積期間に一致するように、前記ロータリーシャッタの回転を制御する制御手段と、

前記位置検出手段の故障を検出する故障検出手段とを備え、

前記故障検出手段で前記位置検出手段の故障が検出された場合、前記制御手段は、前記ロータリーシャッタの回転周期を前記読み出しパルスの周期と異ならせることを特徴とする内視鏡の光源装置。

【請求項 2】

前記故障検出手段は、前記検出信号が正常に出力されているか否かを監視することで、前記位置検出手段の故障を検出することを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡の光源装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の内視鏡の光源装置を備え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】

本発明は、被写体を照明する照明光を通過および遮光するロータリーシャッタを備える内視鏡の光源装置、および内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡の光源装置は、光源と、被検体内に挿入される内視鏡の挿入部先端の照明窓に光源からの光を導光するライトガイドとを備え、照明窓から発せられる光で被検体内を照明している。照明光があてられた部位の像光を挿入部先端に配された固体撮像素子で撮像することで被検体内の画像を得、得られた画像をモニタに表示させて被検体内の様子を観察することができる。

【0003】

照明光には、固体撮像素子で被検体内を撮像するのに十分な光量が求められるが、そのために光量を増やすと、発熱により内視鏡先端部の素材が劣化するなどの問題が発生することがある。逆に光量を減らすと、発熱は減るが、光量不足で暗くなり、固体撮像素子から得られる画像の画質が著しく劣化してしまう。こうした問題を解決するために、円板の一部を切り欠いたロータリーシャッタを用いる電子内視鏡の光源装置が提案されている（特許文献 1、2 参照）。

【0004】

特許文献 1、2 に記載の発明では、照明光の光路上にロータリーシャッタを回転可能に取り付け、切り欠き部分が光路内に進入したときに照明光を通過させ、その他の部分が光路内に進入したときに照明光を遮光している。そして、ロータリーシャッタの回転位置をセンサで検出し、その検出位置に基づいて、固体撮像素子の電荷蓄積期間に照明光を通過させ、それ以外の期間では照明光を遮光するように、ロータリーシャッタの回転を制御している。電荷蓄積期間以外は照明光を遮光するため、連続的に照明光をあてた場合よりも積算光量が減少し、発熱量を低下させることができる。そのうえ、電荷蓄積期間内は、十分な光量を確保できるので、光量減による画質の劣化も防止することができる。また、先端部に配設される固体撮像素子の温度上昇も抑えられることから、固体撮像素子の熱雑音の増加を防止することができ、画像の劣化を抑えることが可能となる。

【0005】

また、可視光と蛍光とを照明光として用い、可視光による画像と蛍光による蛍光画像とを得る電子内視鏡システムにおいて、可視光と蛍光の切り替えにロータリーシャッタを用いる例が開示されている（特許文献3参照）。特許文献3では、ロータリーシャッタで可視光を遮光している間に、蛍光の励起光源を駆動させている。

【特許文献1】特許第3403596号

【特許文献2】特許第3370871号

【特許文献3】特開2006-187426号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

ロータリーシャッタを用いる内視鏡の光源装置では、上述のように、ロータリーシャッタの回転位置をセンサで検出し、この検出信号を元にロータリーシャッタの回転を制御している。このため、センサが故障したり、センサに接続された配線が断線するなどして検出信号が出力されなくなると、上述の制御が不能となり、電荷蓄積期間の全部で照明光が遮光されてしまうことが起こり得る。このようなことが起こると、画像が全く映らなくなるので、被検体内の観察ができない状況になる。

【0007】

上記のような状況に陥った場合、検査を中止して挿入部を被検体内から抜去しなければならないが、挿入部先端の状況を把握することができないため、抜去作業に支障を来していた。従来は、このような場合の対応方法として、挿入部先端を湾曲させるためのワイヤを切断し、挿入部先端を真っ直ぐにしていた。しかしながら、ワイヤを切断してしまうと、以降はその内視鏡を使用することができなくなるため、新品を買わざるを得ない。

20

【0008】

上記問題を解決する方法として、センサが故障したときに、照明光を通過させる位置にロータリーシャッタを停止させることが考えられる。しかしながら、検出信号が得られなければ、そもそも、照明光を通過させる位置に丁度ロータリーシャッタを停止させることは不可能であり、この方法は採用できない。

【0009】

特許文献1～3に記載の発明は、上記問題について論じておらず、その対策も当然ながら講じていない。

30

【0010】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段が検査中に故障したときに、被検体内から内視鏡を容易に抜去することができる内視鏡の光源装置、および内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、被検体内を撮像する固体撮像素子を有する内視鏡の光源装置であって、前記被検体内を照明する照明光の光路上に回転可能に取り付けられ、前記照明光を通過させる照明期間、および前記照明光を遮光する遮光期間を一定周期で交互に設けるためのロータリーシャッタと、前記ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段からの検出信号に基づいて、前記ロータリーシャッタの回転周期を、前記固体撮像素子の蓄積電荷の読み出しタイミングを規定する読み出しパルスの周期に同期させ、前記照明期間が前記固体撮像素子の電荷蓄積期間に一致するように、前記ロータリーシャッタの回転を制御する制御手段と、前記位置検出手段の故障を検出する故障検出手段とを備え、前記故障検出手段で前記位置検出手段の故障が検出された場合、前記制御手段は、前記ロータリーシャッタの回転周期を前記読み出しパルスの周期と異ならせることを特徴とする。なお、位置検出手段の故障とは、位置検出手段自体の故障は勿論のこと、位置検出手段に接続された配線の断線も含まれる。

40

【0012】

50

また、前記故障検出手段は、前記検出信号が正常に出力されているか否かを監視することで、前記位置検出手段の故障を検出することが好ましい。

【0013】

本発明の内視鏡システムは、請求項1ないし2のいずれかに記載の内視鏡の光源装置を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明の内視鏡の光源装置、および内視鏡システムによれば、ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段が故障したときに、ロータリーシャッタの回転周期を、固体撮像素子の蓄積電荷の読み出しタイミングを規定する読み出しパルスの周期と異ならせるので、固体撮像素子の電荷蓄積期間内に、照明光が被検体内にあてられる期間が必ず存在するようになる。このため、少なくとも電荷蓄積期間の全部で照明光が遮光されてしまい、固体撮像素子で得られる画像が全く映らなくなることが避けられ、挿入部の抜去作業に支障を来たさない程度の視野を確保することができる。したがって、ロータリーシャッタの回転位置を検出する位置検出手段が検査中に故障したときに、被検体内から内視鏡を容易に抜去することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1において、電子内視鏡システム2は、電子内視鏡10、プロセッサ装置11、光源装置12などから構成される。電子内視鏡10は、体腔内に挿入される可撓性の挿入部14と、挿入部14の基端部分に連設された操作部15と、プロセッサ装置11、光源装置12などに接続されるコネクタ16と、操作部15とコネクタ16とを繋ぐユニバーサルコード17とを備えている。

【0016】

挿入部14の先端には、体腔内撮影用のCCD33（図2参照）などが内蔵された先端部14aが連設されている。先端部14aの後方には、複数の湾曲駒を連結した湾曲部14bが設けられている。湾曲部14bは、操作部15に設けられたアングルノブ19が操作されて、挿入部14内に挿設されたワイヤが押し引きされることにより、上下左右方向に湾曲動作する。これにより、先端部14aが体腔内の所望の方向に向けられる。

【0017】

図2において、先端部14aには、観察窓30、照明窓31が設けられている。観察窓30の奥には、被検体内の像光を取り込むための光学系32が取り付けられ、さらに光学系32の奥には、CCD33が取り付けられている。CCD33は、例えばインターライントランスファ型のCCDからなる。CCD33には、ユニバーサルコード17を介してプロセッサ装置11との各種信号の遣り取りを媒介するための信号線34、35が接続されている。信号線34、35は、ユニバーサルコード17及びコネクタ16を介してプロセッサ装置11に接続される。

【0018】

一方、照明窓31の奥には、照射レンズ36が設けられる。この照射レンズ36には、ライトガイドとしての光ファイバー（例えば、石英からなる）37の出射端が面している。光源装置12から光ファイバー37によって照射レンズ36まで導かれた光は、照明窓31を通して被検体内へ照射される。

【0019】

プロセッサ装置11は、光源装置12と電氣的に接続しており、電子内視鏡システム2全体の動作を統括的に制御する。このプロセッサ装置11には、CCDドライバ41、タイミングジェネレータ（以下、TGと略す）42、信号処理部43、及びこれらを制御するCPU50が設けられている。CCD33は、信号線34を介してCCDドライバ41に接続されており、CCDドライバ41には、CPU50によって制御されるTG42が接続されている。CCDドライバ41は、TG42から入力されるタイミング信号に基づいて、CCD33の蓄積電荷の読み出しタイミングを規定する読み出しパルス（例えば、

10

20

30

40

50

パルス周期約 66.7ms (15フレーム/s))、および CCD 33 の電子シャッタのシャッタ速度を決める電子シャッタパルスを生成し、これをもとに CCD 33 を制御する。信号処理部 43 は、信号線 35 を介して CCD 33 に接続されている。CCD 33 から出力された撮像信号は、信号処理部 43 で増幅、A/D 変換、などの各種画像処理が施されて映像信号とされ、プロセッサ装置 11 にケーブル接続されたモニタ 21 (図 1 参照) に内視鏡画像として表示される。

【0020】

光源装置 12 は、光源 51、レンズ 52、ロータリーシャッタ 53、モータ 54、モータドライバ 55、位置検出器 56、及びこれらを制御するコントローラ 57 を備える。光源 51 は、例えばキセノンランプ、ハロゲンランプ、LED (発光ダイオード)、LD (レーザーダイオード)、または蛍光発光素子などが使用される。光源 51 から発せられる光は、レンズ 52 で集光されて光ファイバー 37 の入射端に導かれる。

【0021】

ロータリーシャッタ 53 は、図 3 に示すように、円板形状で一部が扇形に切り欠かれている。符号 53a、53b は、切り欠き部分が光通過部 53b、残りの部分が遮光部 53a となっている。このロータリーシャッタ 53 は、光源 51 の光軸と平行に配されたモータ 54 の回転軸 58 に接続され、モータ 54 の回転によって遮光部 53a と光通過部 53b とが交互に、光源 51 の光路 P 内に進入する。光通過部 53b が光路 P 内に進入すると、光ファイバー 37、照射レンズ 36 及び照明窓 31 を通して被検体内へ光が照射される照射期間となり (図 3 (A) に示す状態)、遮光部 53a が光路 P 内に進入すると、被検体内への光が遮光される遮光期間となる (図 3 (B) に示す状態)。よって、遮光部 53a の中心角と、光通過部 53b の中心角との比率は、遮光期間と照射期間との比率に等しい。これら遮光部 53a 及び光通過部 53b の中心角は、ロータリーシャッタ 53 の回転周期が、後述する読み出しパルスの周期に等しくなるように回転制御された場合に、照射期間が電荷蓄積期間と等しくなるように角度の設定がなされている。

【0022】

位置検出器 56 は、フォトセンサなどから構成され、ロータリーシャッタ 53 の外周近傍に配される。この位置検出器 56 は、遮光部 53a が通過するときはオン信号、光通過部 53b が通過するときはオフ信号を、後述する同期処理回路 61 へ出力する。

【0023】

コントローラ 57 は、同期処理回路 61、故障検出回路 62 を備える。同期処理回路 61 には、位置検出器 56 からの位置検出信号と、TG 42 から出力され、CCD 33 の蓄積電荷の読み出しタイミングを司る読み出しパルスとが入力される。

【0024】

同期処理回路 61 は、位置検出信号及び読み出しパルスに基づき、モータ 54 を制御する同期処理を行う。この同期処理回路 61 は、位置検出器 56 から送られるオン・オフ信号に基づき位置検出信号を検出している。本実施形態では、オフ信号からオン信号に切り替わるエッジを位置検出信号として検出しており、すなわち図 3 (A) に示す状態のとき、光通過部 53b から遮光部 53a に切り替わる境界線 53c の位置がオフ信号からオン信号に切り替わる位置である。よって、同期処理回路 61 は、遮光開始のタイミングを位置検出信号として検出している。なお、これに限らず、遮光部 53a から光通過部 53b に切り替わる境界線 53d (図 3 (B) 参照) の位置、すなわち位置検出器 56 の出力がオン信号からオフ信号に切り替わる照射開始のタイミングを位置検出信号として検出してもよい。

【0025】

図 4 は、位置検出信号及び読み出しパルスに基づいて、同期処理回路 61 による同期処理が正常に行われている場合を示すタイミングチャートである。CCD 33 は、TG 42 から出力された電子シャッタパルス及び読み取りパルスに応じて電荷蓄積、及び読み出し、撮像信号の出力を行っており、図 4 には、電荷蓄積期間と撮像信号出力期間を図示している。そして、同期処理回路 61 は、位置検出信号及び TG 42 からの読み出しパルスに

10

20

30

40

50

基づき、読み出しパルスの出力タイミングに、照射期間から遮光期間への切り替わりのタイミングを合わせるようにモータ54の回転制御を行う。これにより、CCD33の電荷蓄積期間と、光源装置12の照射期間が同期されている。本実施形態では、上述したように、遮光開始のタイミングを位置検出信号として検出しているが、この位置検出信号の検出タイミングから、一定の間隔 t_d を置いて読み出しパルスが出力されるように回転制御を行っており、この間隔 t_d はすなわち、遮光開始のタイミングから、光源51が完全に遮光されるタイミングまでのタイムラグであり、位置検出器56の位置及び遮光期間開始のタイミングにおけるロータリシャッタ53の回転位置によって間隔 t_d の長さが設定されている。

【0026】

故障検出回路62は、位置検出器56からの出力を監視し、位置検出器56からの出力が所定期間検出されなかった場合、位置検出器56に故障があったことを検出する故障検出信号を出力する。なお、位置検出器56の故障とは、位置検出器56自体の故障と、位置検出器56に接続された配線の断線とを指す。

【0027】

位置検出器56に故障があった場合、図5及び図6に示すように、位置検出信号に基づく同期処理を行う同期処理回路61が機能せず、同期処理が施されないまま、モータ54が回転する状態となるため、光源装置12の照射期間と、CCD33の電荷蓄積期間とがずれる。図5の状態では、CCD33の電荷蓄積期間の途中までは遮光状態であることから、光量が不十分であり、画質が低下して画像を観察することが困難な状態となる。さらに、図6の状態では、CCD33の電荷蓄積期間が全て遮光状態となり、電荷蓄積期間中に光が全く照射されないため、生体内の像光が全く取り込めないため、モニタ21には真っ暗な画像が表示され、画像を観察することができなくなる。

【0028】

そこで、コントローラ57は、故障検出回路62から故障検出信号が出力されたとき、読み出しパルスが出力される周期と、ロータリシャッタ53の回転周期とを異ならせるようにモータ54の回転制御を行う。本実施形態では、図7に示すように、コントローラ57の制御により、モータ54の回転周期が、読み出しパルスが出力される周期より短い周期に変更されており、照射期間と遮光期間とが同じ比率のまま、同期処理のときよりも照射期間及び遮光期間がそれぞれ短くなる。これによって、電荷蓄積期間内の何処かのタイミングでロータリシャッタ53が照射状態となり被検体に光が照射されるため、電荷蓄積期間と重なる照射期間は、図5や図6に示す状態よりも長くなるので、画像を観察することが可能となる。なお、このとき、電荷蓄積期間内における光量にバラツキがあり、モニタ21に表示される画像がフリッカー状態となるものの、画像の観察を妨げるほどではない。このように、図6に示す画像観察不可能な状態になっても、コントローラ57の制御により、図7に示す画像観察可能な状態へ復帰することができる。なお、コントローラ57は、故障検出信号が出力されたとき、読み出しパルスの周期と同期していたときのモータ54の回転周期に対して、85%～99%及び101%～115%の範囲内にモータ54の回転周期を変更させることが好ましく、さらに約95%または約105%の範囲内にモータ54の回転周期を変更させることが好ましい。これによって、画像のフリッカー状態を少なくすることが可能となる。

【0029】

上記構成の作用について図8のフローチャートを用いて説明する。電子内視鏡システム2で検査を行う際には、電子内視鏡10、および各装置11、12の電源をオンして、挿入部14を体腔内に挿入し、光源装置12からの照明光で体腔内を照明しながら、CCD33による体腔内の画像をモニタ21で観察する。

【0030】

光源装置12が電源オンとなったときは(st1)、光源51から光が発せられるとともに、ロータリシャッタ53の回転が開始し、さらに、位置検出器56及び故障検出回路62が作動を開始する(st2)。故障検出回路62は位置検出器56からの出力を監

10

20

30

40

50

視しており、位置検出器 5 6 に故障が無い場合は、位置検出器 5 6 からの出力信号が有り、且つ故障検出回路 6 2 から故障検出信号が検出されないため (s t 3)、位置検出信号及び読み出しパルスに基づき、同期処理回路 6 1 が同期処理を行う (s t 4)。この同期処理によって C C D 3 3 の電荷蓄積期間と、光源装置 1 2 の照射期間が同期されるため、C C D 3 3 は十分な光量を得ることができ、良好な画質で画像を観察することができる。位置検出器 5 6 に故障が無いまま観察が終了すると、使用者はモニタ 2 1 で画像を観察しながら、電子内視鏡 1 0 の挿入部 1 4 を被検体内から内視鏡を容易に抜去することができる。そして、電源がオフされて (s t 5) 検査が終了する。

【0031】

一方、位置検出器 5 6 に故障が発生すると、同期処理が施されないまま、モータ 5 4 が回転する状態となり、上述の図 6 で示したように観察不可能な状態となることもある。そして、位置検出器 5 6 に故障が発生して、位置検出器 5 6 から所定期間出力されなかったとき、故障検出回路 6 2 は、故障検出信号を出力する (s t 3)。故障検出信号が出力されると、コントローラ 5 7 は、C C D 3 3 の読み出しパルスの周期とロータリーシャッタ 5 3 を回転周期とを異ならせるようにモータ 5 4 を回転制御させる (s t 6)。これにより、照射期間と遮光期間とが同じ比率のまま、同期処理していたときよりも照射期間及び遮光期間がそれぞれ短くなって、電荷蓄積期間内の何処かのタイミングでロータリーシャッタ 5 3 が照射状態となり、電荷蓄積期間内に被検体へ光が照射される状態となるので (図 7 に示す状態)、画像観察可能な状態に復帰し、使用者はモニタ 2 1 で画像を観察しながら、電子内視鏡 1 0 の挿入部 1 4 を被検体内から内視鏡を容易に抜去することができる状態となる。そして内視鏡を抜去すると電源がオフされ (s t 5)、検査終了または別の電子内視鏡システムで検査が行われる。

【0032】

なお、上記実施形態においては、体腔内撮影用の C C D 3 3 を備えた電子内視鏡を例示しているが、これに限らず、撮影用の固体撮像素子として C M O S を備えた電子内視鏡に適用してもよく、また電子内視鏡に限らず、超音波内視鏡にも適用することができる。あるいは、生体観察用ではなく、工業用の内視鏡にも適用することができる。この場合、内視鏡の挿入部を抜去するとき、内視鏡自体が破損することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】 電子内視鏡システムの構成を示す図である。

【図 2】 電子内視鏡及び光源装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 3】 ロータリーシャッタ、光源及び位置検出器の位置関係を示す説明図である。

【図 4】 通常モード時の動作状態を示すタイミングチャートである。

【図 5】 異常発生時、一部の画像が観察不可能となった状態を示すタイミングチャートである。

【図 6】 異常発生時、全ての画像が観察不可能となった状態を示すタイミングチャートである。

【図 7】 周期変更時の動作状態を示すタイミングチャートである。

【図 8】 光源装置の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0034】

2 電子内視鏡システム

10 電子内視鏡

11 プロセッサ装置

12 光源装置

21 モニタ

33 C C D

37 光ファイバー

41 C C D ドライバ

10

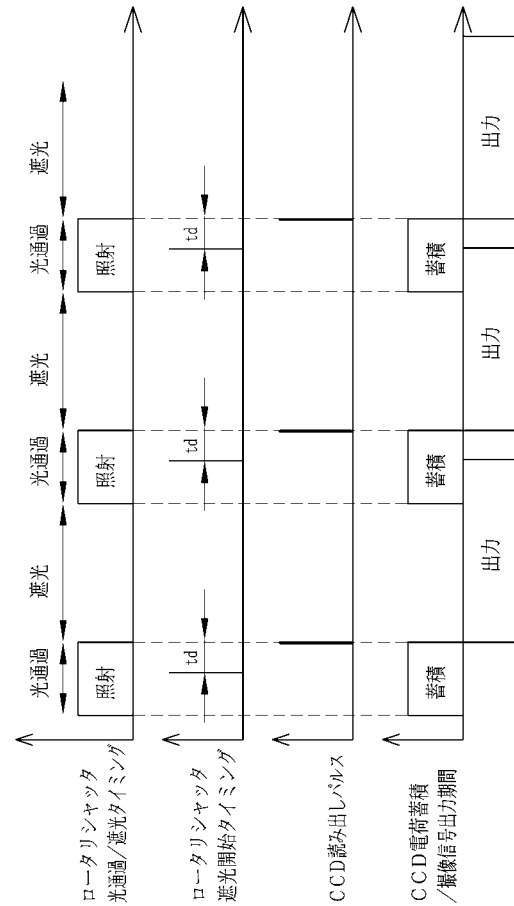
20

30

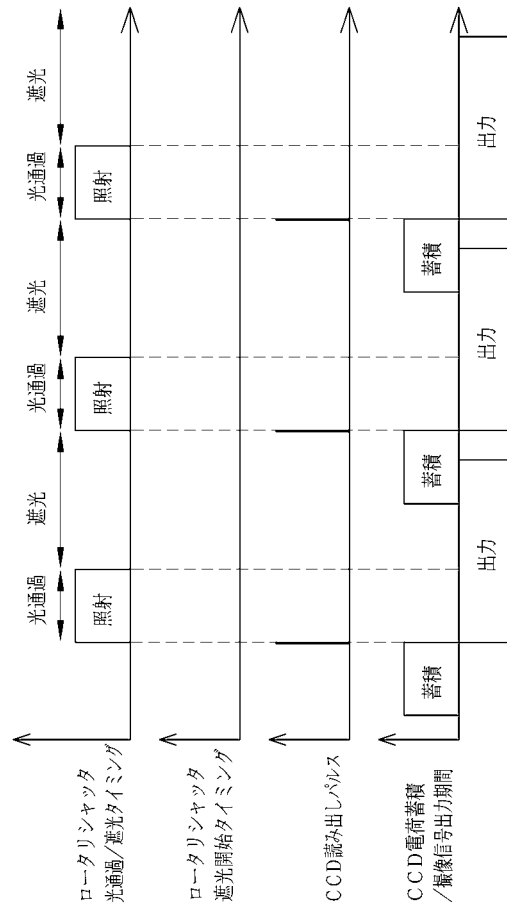
40

50

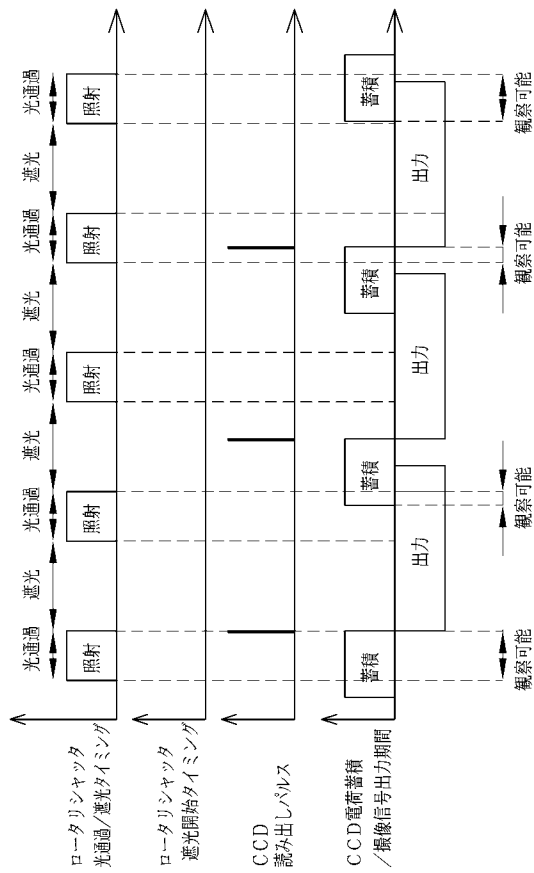
【図 4】



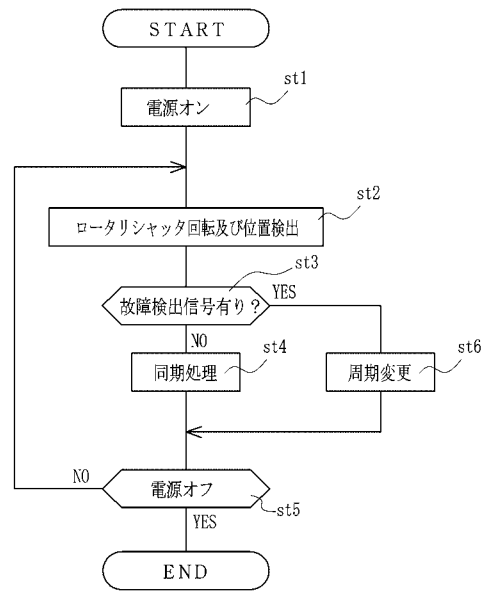
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C061 AA00 BB02 CC06 DD03 GG01 JJ17 LL02 MM00 NN01 NN03
NN05 QQ09 RR03 RR15 RR18 RR24 SS04 UU03 WW14 XX01

要解决的问题：当在检查期间用于检测旋转快门的旋转位置的位置检测装置发生故障时，容易对对象内部移除内窥镜。解决方案：光源单元12配备有光源51，旋转快门53，电机54，电机驱动器55，位置检测器56和用于控制它们的控制器57。从光源51发出的光通过光纤37，发射透镜36和发射窗口31发射到对象内部。控制器57配备有同步处理电路61和故障检测电路62。当在预定时间段内未检测到位置检测器56检测到的旋转快门53的位置检测信号时，故障检测电路62输出异常检测信号。当从故障检测电路62输出异常检测信号时，控制器57以使得旋转快门53的旋转周期与输出读出脉冲的周期不同的方式控制电动机54的旋转。

