

(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2012-65898
(P2012-65898A)

(43) 公開日 平成24年4月5日(2012.4.5)

(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 H	4 C 0 6 1
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 2	4 C 1 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-213998 (P2010-213998)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成22年9月24日 (2010.9.24)		富士フイルム株式会社
		(74) 代理人	100075281
			弁理士 小林 和憲
		(72) 発明者	安田 裕昭
			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	遠藤 安土
			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	山口 晃
			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

最終頁に続く

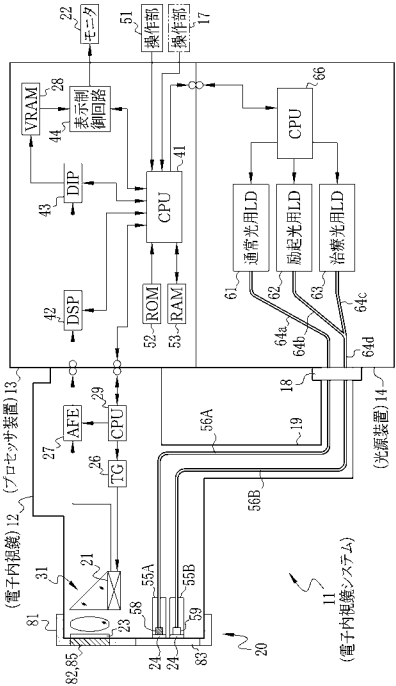
(54) 【発明の名称】 電子内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】 治療時間をできるだけ短く抑えながら、PDTによる治療中においても被検体を良好に観察できるようにする。

【解決手段】 電子内視鏡システム11は、投光ユニット55A及び通常光用LD61、投光ユニット55B及び治療光用LD63、CCD21、CPU41を備える。投光ユニット55Aは、通常光用LD61が発した光が導光されることによって、白色光（通常光）を被検体内に照射する。投光ユニット55Bは、治療光用LD63から導光される光をPDT用の治療光として被検体内に照射する。CCD21は、被検体内からの入射光を光電変換することによって被検体内を撮像する。CPU41は、治療光を照射して腫瘍組織を治療するときに、通常光を被検体内に照射させるとともに、1フレーム期間内において治療光の照射期間と信号電荷の蓄積期間とに一部重複期間があるように、各部を制御して、被検体内を撮影させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体内に白色光を照射する白色光照射手段と、

前記被検体内の治療対象部位を治療するための治療光を前記被検体内に照射する治療光照射手段と、

入射光を光電変換し、入射光量に応じた信号電荷を蓄積する画素を複数有し、前記被検体内を撮像する撮像手段と、

前記治療光を照射して前記治療対象部位を治療するときに、前記白色光を前記被検体内に照射させるとともに、前記撮像手段が前記被検体内の画像を 1 枚撮像する所定期間内において、前記治療光照射手段から前記治療光を照射する治療光照射期間と前記撮像手段が前記信号電荷を蓄積する電荷蓄積期間とに一部重複期間があるように、前記治療光照射手段及び前記撮像手段を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする電子内視鏡システム。

10

【請求項 2】

前記一部重複期間は可変であり、前記制御手段が前記一部重複期間の長さを決定することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 3】

撮像された画像の明るさを判別する判別手段を備え、

前記制御手段は、前記判別手段による判別結果に基づいて、前記一部重複期間の長さを決定することを特徴とする請求項 2 に記載の電子内視鏡システム。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、前記一部重複期間の長さを変更するときに、前記治療光照射期間の長さを調節することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 5】

前記被検体内にある蛍光物質から蛍光光を発生させるための励起光を前記被検体内に照射する励起光照射手段を備え、前記蛍光光によって前記被検体内を撮像することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記治療光を照射する前記治療対象部位の治療と、前記蛍光光による前記被検体内の撮像を同時に行うときに、前記撮像手段が前記被検体内の画像を 1 枚撮像する前記所定期間内に前記治療光照射期間と前記電荷蓄積期間とを重複なく有するように、前記励起光照射手段及び前記撮像手段を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の電子内視鏡システム。

30

【請求項 7】

前記治療光を照射して前記治療対象部位を治療するときに、前記白色光を照射する撮像と前記蛍光光による撮像をともに行うことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の電子内視鏡システム。

【請求項 8】

前記白色光を照射する撮像と前記蛍光光による撮像とを、前記所定期間を単位として交互に行うことを特徴とする請求項 7 に記載の電子内視鏡システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子内視鏡によって被検体内を撮影する電子内視鏡システムに関するものであり、さらに詳しくは、患部に治療用のレーザー光を照射する電子内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野では、電子内視鏡を用いた診断や治療が数多く行われている。近年では、被検体内に白色光（以下、通常光という）を照射して撮影した画像は、被検体内を自然に観察

50

することができるが、腫瘍組織等を把握し難い場合があるため、特定の狭い波長帯の光（以下、特殊光という）を被検体内に照射しながら被検体内を撮影することにより、腫瘍組織等を把握し易くした電子内視鏡システムが知られている。例えば、こうした電子内視鏡システムとして、PDD（Photodynamic Diagnosis: 光線力学的診断）を行うものが知られている。さらに、PDDによって診断を行った腫瘍組織等の病変に対してPDT（Photodynamic Therapy: 光線力学的治療）を行うシステムも知られている。

【0003】

PDDは、所定波長の励起光を照射することによって蛍光光を発する光感受性物質を腫瘍組織に予め蓄積させておくことにより、光感受性物質が発する蛍光光によって、腫瘍組織の位置や大きさを把握することができるようにした診断方法である。腫瘍親和性の光感受性物質としては、405nm近傍の青色光を励起光として照射することによって赤色の蛍光光（例えば、波長635nm）を発生するヘマトポルフィリン誘導体等が知られている。

10

【0004】

PDDで用いる光感受性物質は、励起光とは異なる所定波長の光（例えば、630nm～680nmの赤色光。以下、治療光という）を照射することによって、腫瘍組織内に活性酸素が発生することが知られている。PDTは、こうして発生する活性酸素の殺細胞作用を利用した治療法であり、光感受性物質が蓄積された腫瘍組織に治療光を照射することによって腫瘍組織を消滅させる。PDTは、腫瘍組織の大きさや治療光のパワーにもよるが、通常1時間以上と、電子内視鏡を用いた治療としては比較的長い治療時間を要する。

20

【0005】

PDTで照射される治療光は、通常光と比較して極めて高出力のものが用いられるので、治療光を照射しながら通常光を照射して被検体内を撮影すると、治療光の照射位置やその周辺が白くぼやける現象（いわゆるハレーション）が生じる。このため、PDTによる治療中に、被検体内を観察することは難しい。また、PDDで観察する蛍光光は、治療光と同程度の波長帯であることから、PDDとPDTを同時に行うことは難しい。しかし、治療光の照射位置や治療効果を確認しながら行うために、PDTによる治療中にも被検体内を観察できるようにすることが望まれている。

【0006】

こうしたことから、治療光及び通常光の照射タイミングと撮像素子の駆動タイミングを上手く同期させ、PDTと、通常光撮影やPDDを交互に行うことで、PDTによる治療中に通常光観察やPDDを行うことを可能にした電子内視鏡システムが知られている（特許文献1，2）。特許文献1には、第1フィールドでPDTを行ない、第2フィールドでPDDを行うことで、1フレーム期間でPDTとPDDを両立させる技術が開示されている。特許文献2には、通常光撮影、PDD、PDTをフレーム期間毎に順に行ない、PDTを行うフレーム期間では1フレーム期間の途中で蓄積電荷をリセットすることによりハレーションを抑えた撮影を行う技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

40

【特許文献1】特開2006-130183号公報

【特許文献2】特開2006-094907号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

PDTによって腫瘍組織を消滅させる場合、腫瘍組織の大きさ等に応じて、治療に必要な治療光の総照射光量が定まる。また、光源の特性として、単位時間あたりの治療光の光量は一定である。このため、PDTに要する時間は、治療光の光量と、治療完了までに必要な総照射光量によって定まる。

【0009】

50

しかしながら、特許文献 1, 2 に記載されているように、通常光撮影や P D D と、P D T をフレーム期間（またはフィールド）毎に分けて行う場合、通常光撮影時や P D D 時には治療光の照射を中断しなければならないので、その分、P D T による治療が完了するまでに要する時間（以下、治療時間という）が延長される。例えば、P D T と通常光撮影をフレーム期間毎に交互に行うようにすると、治療光を中断なく照射し続けた場合（最短の治療時間）の 2 倍の治療時間が必要になる。また、P D T と、通常光撮影、P D D をフレーム期間毎に行うと、治療時間は治療光を中断なく照射し続けた場合の 3 倍に伸びる。前述のように、最短の治療時間は通常 1 時間以上と長いので、治療時間が 2 倍、3 倍に延長されると患者の負担は大きく増大するという欠点がある。

【0010】

また、特許文献 2 に記載されているように、P D T を行うフレーム期間で蓄積電荷を途中リセットすると、ハレーションを低減させることができるが、治療光の照射スポット近傍のハレーションが生じた部分以外が暗くなりすぎるので、観察に適した画像を得ることは難しい。

【0011】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、治療時間をできるだけ短く抑えながら、P D T による治療中においても被検体を良好に観察できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の電子内視鏡システムは、被検体内に白色光を照射する白色光照射手段と、前記被検体内の治療対象部位を治療するための治療光を前記被検体内に照射する治療光照射手段と、入射光を光電変換し、入射光量に応じた信号電荷を蓄積する画素を複数有し、前記被検体内を撮像する撮像手段と、前記治療光を照射して前記治療対象部位を治療するときに、前記白色光を前記被検体内に照射させるとともに、前記撮像手段が前記被検体内の画像を 1 枚撮像する所定期間内において、前記治療光照射手段から前記治療光を照射する治療光照射期間と前記撮像手段が前記信号電荷を蓄積する電荷蓄積期間とに一部重複期間があるように、前記治療光照射手段及び前記撮像手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0013】

前記一部重複期間は可変であり、前記制御手段が前記一部重複期間の長さを決定することが好ましい。

【0014】

撮像された画像の明るさを判別する判別手段を備え、前記制御手段は、前記判別手段による判別結果に基づいて、前記一部重複期間の長さを決定することが好ましい。

【0015】

前記制御手段は、前記一部重複期間の長さを変更するときに、前記治療光照射期間の長さを調節することが好ましい。

【0016】

前記被検体内にある蛍光物質から蛍光光を発生させるための励起光を前記被検体内に照射する励起光照射手段を備え、前記蛍光光によって前記被検体内を撮像することが好ましい。

【0017】

前記制御手段は、前記治療光を照射する前記治療対象部位の治療と、前記蛍光光による前記被検体内の撮影を同時に行うときに、前記撮像手段が前記被検体内の画像を 1 枚撮像する前記所定期間内に前記治療光照射期間と前記電荷蓄積期間とを重複なく有するように、前記励起光照射手段及び前記撮像手段を制御することが好ましい。

【0018】

前記治療光を照射して前記治療対象部位を治療するときに、前記白色光を照射する撮影と前記蛍光光による撮像をともに行うことが好ましい。

10

20

30

40

50

【0019】

前記白色光を照射する撮影と前記蛍光光による撮像とを、前記所定期間を単位として交互に行うことが好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、治療時間をできるだけ抑えながら、PDTによる治療中においても被検体を良好に観察することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】電子内視鏡システムの構成を示す外觀図である。

10

【図2】電子内視鏡システムの電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】投光ユニットの構成を示す断面図である。

【図4】ダブルノッチフィルタの特性を示すグラフである。

【図5】治療光の照射タイミング、電子シャッタの動作タイミング、及び各色の画素の信号電荷が蓄積する様子を示すタイミングチャートである。

【図6】比較例2の電子シャッタの動作タイミングと各色の画素の信号電荷が蓄積する様子を示すタイミングチャートである。

【図7】重複時間T3を可変にした態様を示すタイミングチャートである。

【図8】PDD時に治療光ヲ照射する態様を示すタイミングチャートである。

【図9】光感受性物質の種類と、PDD用の励起光、励起光の照射により発生する蛍光光、治療光の波長を示す表である。

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔第1実施形態〕

図1に示すように、電子内視鏡システム11は、電子内視鏡12、プロセッサ装置13、及び光源装置14からなる。電子内視鏡12は、被検者の体内に挿入される可撓性の挿入部16と、挿入部16の基端部分に接続された操作部17と、プロセッサ装置13及び光源装置14に接続されるコネクタ18と、操作部17-コネクタ18間を繋ぐユニバーサルコード19とを有する。挿入部16の先端（以下、先端部という）20には被検体内撮影用のCCD型イメージセンサ（図2参照。以下、CCDという）21が設けられている。

30

【0023】

操作部17には、先端部20を上下左右に湾曲させるためのアングルノブや挿入部16の先端からエアや水を噴出させるための送気／送水ボタン、観察画像を静止画像記録するためのリリースボタン、モニタ22に表示された観察画像の拡大／縮小を指示するズームボタン、通常光による観察とPDDの切り替えを行う切り替えボタンといった操作部材が設けられている。また、操作部17の先端側には、電気メス等の処置具が挿通される鉗子口が設けられている。鉗子口は、挿入部16内の鉗子チャンネルを介して、先端部20に設けられた鉗子出口に連通している。

【0024】

40

プロセッサ装置13は、光源装置14と電氣的に接続され、電子内視鏡システム11の動作を統括的に制御する。プロセッサ装置13は、ユニバーサルコード19や挿入部16内に挿通された伝送ケーブルを介して電子内視鏡12に給電を行い、CCD21の駆動を制御する。また、プロセッサ装置13は、伝送ケーブルを介してCCD21から出力された撮像信号を取得し、各種画像処理を施して画像データを生成する。プロセッサ装置13で生成された画像データは、プロセッサ装置13にケーブル接続されたモニタ22に観察画像として表示される。

【0025】

図2に示すように、先端部20には、CCD21、対物光学系31、投光ユニット55A、55B等が設けられている。タイミングジェネレータ（以下、TGという）26、ア

50

ナログ信号処理回路（以下、A F Eという）27、V R A M 28、C P U 29は、操作部17やユニバーサルコード19のコネクタ18等に設けられている。観察窓23の奥には、レンズ群及びプリズムからなる対物光学系31によって被検体内の像が撮像面に結像されるようにC C D 21が配置されている。照明窓24からは照明光やP D T用の治療光が被検体内に照射される。照明光や治療光は、光源装置14から電子内視鏡12に供給され、ユニバーサルコード19及び挿入部16に挿通された光ファイバ56A、56Bによって導光され、出射端に配置された投光ユニット55A、55Bから照明レンズ（図示しない）を介して被検体内に照明される。

【0026】

C C D 21は、対物光学系31によって撮像面に結像された被検体内の像を光電変換する。C C D 21は複数の画素を有し、各画素は入射光量に応じた画素値である撮像信号を出力する。撮像面は、中央の受光部と、受光部を囲むように設けられたオプティカルブラックとからなる。受光部は開口された画素が配列された領域であり、各画素に複数の色セグメントからなるカラーフィルタが形成されている。カラーフィルタは、例えばベイヤー配列の原色（R G B）あるいは補色（C M YまたはC M Y G）カラーフィルタである。オプティカルブラックは、遮光膜によって遮光された画素からなる領域であり、暗電流ノイズに応じた撮像信号を出力する。したがって、C C D 21が出力する撮像信号には、受光部の画素から出力される撮像信号とともに、オプティカルブラックの画素から出力される撮像信号が含まれる。受光部の画素から出力される撮像信号は、観察画像の生成に用いられ、オプティカルブラックの画素から出力される撮像信号は、受光部の画素から出力される撮像信号の暗電流補正に用いられる。また、C C D 21はT G 26から入力されるクロック信号に応じて動作し、信号電荷の蓄積や読み出し等の動作を行う。信号電荷を蓄積する期間（以下、電荷蓄積期間という）の長さや開始／終了のタイミング等、いわゆる電子シャッタの開閉やそのタイミングは、シャッタパルスとしてのクロック信号の入力タイミングによって調節される。シャッタパルスが入力されている期間が電子シャッタが閉じられている期間であり、シャッタパルスの入力が停止している期間が、電子シャッタが開かれている期間である。

【0027】

C C D 21から出力される撮像信号はアナログ信号であり、A F E 27によってノイズ除去処理やゲイン補正処理が施され、A / D変換された後に、ユニバーサルコード19及びコネクタ18を介してプロセッサ装置13のD S P 42（後述）に入力される。

【0028】

T G 26は、C C D 21にクロック信号を与える。C C D 21は、T G 26から入力されるクロック信号に応じて撮像動作を行ない、撮像信号を出力する。C P U 29は、電子内視鏡12とプロセッサ装置13とが接続された後、プロセッサ装置13のC P U 41からの動作信号に基づいてT G 26を駆動させる。後述するように、T G 26から出力されるクロック信号はC P U 29によって決定され、P D Tによる治療中やP D Dによる観察時等、撮影の態様に応じて各々異なるタイミングで信号電荷の蓄積等の動作を開始／終了を指示するクロック信号が出力される場合がある。

【0029】

A F E 27は、相関二重サンプリング（C D S）回路、自動ゲイン調節（A G C）回路、A / D変換器からなる。C D Sは、C C D 21が出力する撮像信号に対して相関二重サンプリング処理を施し、C C D 21を駆動することによって生じるノイズを除去する。A G Cは、C D Sによってノイズが除去された撮像信号を増幅する。A / D変換器は、A G Cで撮像信号を、所定のビット数のデジタルな撮像信号に変換する。A F E 27の駆動は、C P U 29によって制御される。例えば、C P U 29は、プロセッサ装置13のC P U 41から入力される動作信号に基づいて、A G C回路による撮像信号の増幅率（ゲイン）を調節する。

【0030】

投光ユニット55A、55Bは、光源装置14から光ファイバ56A、56Bによって

10

20

30

40

50

導光される光を被検体内に照射するユニットである。投光ユニット 55 A、55 B の先端は保護ガラス（図示しない）によって封止されており、それぞれ治療光、通常光、励起光の照射窓として先端面に露呈される。

【0031】

投光ユニット 55 A は、通常光を被検体内に照射するユニットであり、光ファイバ 56 A によって光源装置 14 から青色レーザー光が導光される。投光ユニット 55 A の先端には、蛍光体 58 が設けられている。蛍光体 58 は、例えば YAG や BAM (BaMgAl₁₀O₁₇) からなり、光ファイバ 56 A から出射される青色レーザー光の一部を吸収して緑色～黄色に励起発光する。このため、投光ユニット 55 A は、蛍光体 58 を拡散しながら透過する青色の光と、蛍光体 58 から励起発光される緑色～黄色の光が合わさって擬似白色の通常光を出射する。通常光の照射範囲は、電子内視鏡 12 による撮影範囲と同程度か、これよりも大きく、通常光は観察画像の全面にほぼ均一に照射される。

10

【0032】

投光ユニット 55 B は、PDD 用の励起光や PDT 用の治療光を被検体内に照射するユニットであり、光ファイバ 56 B によって励起光または治療光の一方が導光される。投光ユニット 55 B の先端には、光ファイバ 56 B から出射される光を所定の範囲に拡散させる光拡散部材 59 が設けられている。このため、投光ユニット 55 B が被検体内に照射する光は、一定の広がりを持った照射範囲となる。励起光及び治療光の照射範囲は、通常光の照射範囲よりも小さく、励起光及び治療光は、主に電子内視鏡 12 の視野の一部に照射される。

20

【0033】

プロセッサ装置 13 は、CPU 41、デジタル信号処理回路 (DSP) 42、デジタル画像処理回路 (DIP) 43、表示制御回路 44、操作部 51 等を有する。

【0034】

CPU 41 は、図示しないデータバスやアドレスバス、制御線を介して各部と接続されており、プロセッサ装置 13 全体の動作を統括的に制御する。ROM 52 には、プロセッサ装置 13 の動作を制御するための各種プログラム (OS、アプリケーションプログラム等) や各種データ (グラフィックデータ等) が記憶されている。CPU 41 は、ROM 52 から必要なプログラムやデータを読み出して、作業メモリである RAM 53 に展開し、読み出したプログラムを逐次処理する。また、CPU 41 は、検査日時、被検体や術者の情報等の文字情報といった検査毎に変わる情報を、操作部 51 や LAN 等のネットワークより取得し、RAM 53 に記憶する。

30

【0035】

さらに、CPU 41 は、被検体内に照射する光の種類や照射タイミング等、撮影の態様に応じて CCD 21 の電荷蓄積期間やその開始／終了のタイミングを調節する調節信号を電子内視鏡 12 の CPU 29 に入力する。電子内視鏡 12 の CPU 29 は、CPU 41 から入力される調節信号にしたがって TG 26 を駆動させることにより、CCD 21 の電子シャッタを開閉させるタイミング等を撮影の態様に応じて調節する。例えば、挿入部 16 の挿入時等に通常光で照明しながら被検体内を撮影する場合、1 枚の観察画像を撮影するサイクルである 1 フレーム期間のうち、信号電荷を読み出して撮像信号を出力する期間を除くほぼ全ての期間を電荷蓄積時間とする。一方、PDT による治療を行ないながら被検体内を撮影する場合、CPU 29 は、1 フレーム期間の前半半分で電子シャッタを閉じ、1 フレーム期間の後半半分で電子シャッタを開け、電荷蓄積期間とする。

40

【0036】

また、CPU 41 は、CPU 29 に入力するものと同じ調節信号を光源装置 14 の CPU 66 に入力する。これにより、光源装置 14 から撮影態様に応じたタイミングで通常光や励起光、治療光を照射させる。CCD 21 と後述する光源装置 14 の各 LD の動作は、CPU 41 が CPU 29 及び CPU 66 に撮影態様に応じた同期信号を入力することによって同期される。

【0037】

50

DSP42は、CCD21から入力される撮像信号に対して、色分離、色補間、ゲイン補正、ホワイトバランス調整、ガンマ補正等の各種信号処理を施し、画像データを生成する。DSP42で生成された画像データは、DIP43の作業メモリに入力される。また、DSP42は、例えば生成した画像データの各画素の輝度を平均した平均輝度値等、照明光量の自動制御（ALC制御）に必要なALC制御用データを生成し、CPU41に入力する。

【0038】

DIP43は、DSP42で生成された画像データに対して、電子変倍、色強調処理、エッジ強調処理等の各種画像処理を施す。DIP43で各種画像処理が施された画像データは、観察画像としてVRAM28に一時的に記憶された後、表示制御回路44に入力される。

10

【0039】

表示制御回路44は、VRAM28から観察画像を選択して取得し、モニタ22上に表示する。また、表示制御回路44は、CPU41からROM52及びRAM53に記憶されたグラフィックデータ等を受け取る。グラフィックデータ等には、観察画像のうち被写体が写された有効画素領域のみを表示させる表示マスク、検査日時、被検体や術者の情報等の文字情報、GUIといったものがある。表示制御回路44は、VRAM28から取得した観察画像に対してグラフィックデータ等の重畳処理を行うとともに、モニタ22の表示形式に応じたビデオ信号（コンポーネント信号、コンポジット信号等）に変換してモニタ22に出力する。これにより、モニタ22に観察画像が表示される。

20

【0040】

操作部51は、プロセッサ装置13の筐体に設けられる操作パネル、マウスやキーボード等の周知の入力デバイスであり、PDTにおける治療光の照射及び停止を指示するペダルスイッチを含む。CPU41は、操作部51や電子内視鏡12の操作部17からの操作信号に応じて、電子内視鏡システム11の各部を動作させる。

【0041】

プロセッサ装置13には、上記の他にも、画像データに所定の圧縮形式（例えばJPEG形式）で画像圧縮処理を施す圧縮処理回路や、リリースボタンの操作に連動して、圧縮された画像をリムーバブルメディアに記録するメディアI/F、LAN等のネットワークとの間で各種データの伝送制御を行うネットワークI/F等が設けられている。これらは、データバス等を介してCPU41と接続されている。

30

【0042】

光源装置14は、照明光ユニット61と治療光ユニット62を備える。照明光ユニット61は、被検体内に照射する撮影用の照明光を発生するユニットであり、光源63、絞り機構64、波長選択フィルタ65等から構成される。

【0043】

光源装置14は、通常光用LD61、励起光用LD62、治療光用LD63の3種類のレーザーダイオードを光源として有し、CPU66によって各々の動作を制御する。

【0044】

通常光用LD61は、中心波長445nmの青色レーザー光を発光する光源であり、レンズ等（図示しない）を介して光ファイバ64aに導光される。光ファイバ64aは、コネクタ18を介して電子内視鏡12の光ファイバ56Aに接続される。このため、通常光用LD61が発光した青色レーザー光は、投光ユニット55Aに導光され、蛍光体58に入射する。そして、青色レーザー光が入射することにより蛍光体58が励起発光する緑色～黄色の光と合わさって、擬似白色の通常光として被検体内に照射される。

40

【0045】

励起光用LD62は、中心波長405nmの青紫レーザー光を発光する光源であり、レンズ等（図示しない）を介して光ファイバ64bに導光される。光ファイバ64bは、カプラ（図示しない）によって光ファイバ64cと1経路の光ファイバ64dに統合され、コネクタ18を介して電子内視鏡12の光ファイバ56Bに接続される。このため、励起

50

光用LD62が発光した青紫レーザー光は、投光ユニット55Bに導光される。そして、光拡散部材59によって拡散され、PDD用の励起光として被検体内に照射される。PDD及びPDTで用いられる光感受性物質は、励起光の照射によって中心波長660nm程度の赤色の蛍光光を発生する。

【0046】

治療光用LD63は、中心波長665nmの赤色レーザー光を発する光源であり、レンズ等（図示しない）を介して光ファイバ64cに導光される。光ファイバ64cは、光ファイバ64dに統合された後に、コネクタ18を介して電子内視鏡12の光ファイバ56Bに接続される。このため、治療光用LD63が発光した赤色レーザー光は、投光ユニット55Bに導光される。そして、光拡散部材59によって拡散され、PDT用の治療光として被検体内に照射される。

10

【0047】

これらの各LD61～63の点灯や消灯のタイミングはCPU66によって各々制御される。例えば、CPU66は、CPU41から入力される信号に基づいて、励起光用LD62と治療光用LD63のいずれか一方を選択的に点灯させる。これにより、PDD用の励起光またはPDT用の治療光のいずれか一方が投光ユニット55Bから被検体内に照射される。

【0048】

また、CPU66は、CPU41から入力される調節信号や同期信号にしたがって各LD61～63の点灯／消灯のタイミングを調節することにより、撮影態様に応じて、かつ、CCD21の駆動タイミングと同期して、通常光や励起光、治療光を被検体内に照射させる。例えば、PDTによる治療を行ないながら被検体内を撮影する場合、CPU66は通常光用LD61を常時点灯させることにより、投光ユニット55Aから通常光を照射し続けるとともに、1フレーム期間のうち一部の期間で治療光用LD63を点灯させ、投光ユニット55Bから治療光を照射する。このとき、CPU66は、1フレーム期間の開始時点に同期して、治療光用LD63を点灯開始させるとともに、所定時間、治療光用LD63を点灯させた後に、治療光用LD63を消灯する。CPU66が治療光用LD63を点灯させる期間は、1フレーム期間後半の電荷蓄積期間に一部重複する長さに調節される。治療光の照射期間と電荷蓄積時間とが重複する期間（以下、重複期間という）の長さは、調節信号に含まれており、CPU41によって、撮影する画像にハレーションが生じない程度に設定やALC制御用データ等に基づいて決定される。

20

30

【0049】

さらに、CPU66は、プロセッサ装置13のCPU41と通信し、通常光用LD61及び励起光用LD62の発光量を調節することにより、被検体内に照射する照明光の光量を調節する。CPU66による照明光量の制御は、撮影された観察画像の明るさ等に応じて自動的に照明光量を調節するALC（Auto Light Control）制御であり、DSP42で生成されたALC制御用データに基づいて行われる。

【0050】

フード81は、PDD及びPDTを行う場合に先端部20に取り付けられるアタッチメントである。フード81には、先端部20の観察窓23、照明窓24、鉗子出口の位置にそれぞれ対応して、観察窓82、照明窓83、鉗子出口が設けられている。

40

【0051】

観察窓82には減光フィルタ85が設けられている。減光フィルタ85は、PDD用の励起光とPDT用の治療光を減光するフィルタ（いわゆるノッチフィルタ）であり、励起光及び治療光以外の波長帯の光はほぼ100%透過する。このため、PDD時には、光感受性物質から発生する蛍光光と励起光の反射光が観察窓82に入射するが、励起光だけが減光される。これにより、光量が小さい蛍光光による被検体内の像を撮影することができる。

【0052】

また、PDT時には、治療時間を短縮するために高光量の治療光が用いられるが、その

50

反射光は減光フィルタ 8 5 によって減光されるので、C C D 2 1 に到達する治療光の光量が低減される。

【0053】

なお、通常光は広帯域光であり、P D D 用の励起光や P D T 用の治療光の波長の光を含むので、フード 8 1 を取り付けした状態で通常光によって照明しながら被検体内を撮影（以下、通常光撮影という）すると、減光フィルタ 8 5 によって励起光及び治療光と同一の波長帯の情報が低減されてしまうが、その他の大部分の波長帯の光は減光フィルタ 8 5 を透過する。このため、通常光の照明によって撮影される観察画像（以下、通常光画像という）は、フード 8 1 の有無によらず、ほぼ同様の通常光画像となる。

【0054】

照明窓 8 3 には、少なくとも通常光と励起光を透過する透明な部材（例えばガラス板）が嵌め込まれている。このため、先端部 2 0 にフード 8 1 を取り付けした場合も、フード 8 1 を取り付けない場合と同様に通常光や励起光が被検体内に照射される。

【0055】

図 3（A）に示すように、投光ユニット 5 5 A は、蛍光体 5 8 と、蛍光体 5 8 の外周を覆う筒状のスリーブ部材 7 1 と、スリーブ部材 7 1 の先端を封止する保護ガラス 7 2 と、スリーブ部材 7 1 に挿入された光ファイバ 5 6 A を中心軸に保持するフェルール 7 3 とを備えている。光ファイバ 5 6 A はフレキシブルスリーブ 7 4 の間に挿入され、フェルール 7 3 の後端側に延設されている。また、図 3（B）に示すように、投光ユニット 5 5 B は、蛍光体 5 8 のかわりに光拡散部材 5 9 が配置され、光ファイバ 5 6 B によって導光される以外は、投光ユニット 5 5 A と同様の構成となっている。

【0056】

図 4 に示すように、減光フィルタ 8 5 は、励起光の波長 λ_1 の近傍と治療光の波長 λ_2 の近傍で透過率が低く、その他の波長の光はほぼ 100% 透過する。減光フィルタ 8 5 は、励起光の波長 λ_1 の近傍で透過率が低い第 1 のノッチフィルタと、治療光の波長 λ_2 の近傍で透過率が低い第 2 のノッチフィルタを重ねて作製される。このため、励起光の波長 λ_1 の透過率は、P D D 時に用いる励起光の光量と発生する蛍光光とに応じて、治療光 λ_2 の透過率は P D T 時に用いる治療光の光量に応じて、各々定められる。なお、ここでは 2 種のノッチフィルタを組み合わせる例を説明したが、減光フィルタ 8 5 は、励起光と治療光を減光させることができれば良いので、光学薄膜等の具体的な構成は任意に定めることができる。

【0057】

上述のように構成される電子内視鏡システム 1 1 の作用を説明する。電子内視鏡システム 1 1 によって P D D 及び P D T を行う場合、術者は前もって被検者に光感受性物質を投与する。光感受性物質の投与後、一定の時間が経過し、光感受性物質が腫瘍組織に十分に蓄積し、検査及び治療が開始される。検査及び治療を開始するときには、術者は電子内視鏡 1 2 とプロセッサ装置 1 3 及び光源装置 1 4 を接続し、プロセッサ装置 1 3 及び光源装置 1 4 の電源をオンにする。また、操作部 5 1 を操作して、被検体に関する情報等を入力するとともに、先端部 2 0 にフード 8 1 を取り付け、挿入部 1 6 を被検体内に挿入する。挿入部 1 6 の挿入は、通常光を証明して被検体内を観察しながら行われる。

【0058】

先端部 2 0 が腫瘍組織近傍に到達したら、操作部 1 7 を操作して、観察方法を通常光観察から P D D に切り替える。操作部 1 7 によって通常光観察から P D D への切り替え指示が入力されると、C P U 4 1 は、P D D 用の調節信号と同期信号を電子内視鏡 1 2 の C P U 2 9 と光源装置 1 4 の C P U 6 6 に入力する。電子内視鏡 1 2 の C P U 2 9 は、P D D 用の調節信号と同期信号が入力された場合、通常光によって被検体内を観察する場合と同様に C C D 2 1 を駆動して被検体内を撮影する。また、光源装置 1 4 の C P U 6 6 は、P D D 用の調節信号と同期信号が入力されると、通常光用 L D 6 1 を消灯し、励起光用 L D 6 2 を点灯させる。これにより、被検体内には、投光ユニット 5 5 A から照射される通常光に代わって、投光ユニット 5 5 B から励起光が照射される。

10

20

30

40

50

【0059】

こうして励起光を照射して被検体内を撮影すると、光感受性物質から発せられる蛍光光によって腫瘍組織が強調されたPDD画像が撮影され、モニタ22に表示される。術者は、通常光画像とPDD画像を切り替え観察（あるいは同時に表示させて観察）しながら腫瘍組織の位置や大きさ、形状等を確認し、腫瘍組織に治療光が効率良く照射されるように先端部20の位置や向きを調節する。

【0060】

先端部20の位置や向きを調節が完了すると、術者はペダルスイッチ（操作部51）を踏み、PDTによる治療を開始する。ペダルスイッチが踏まれると、CPU41は、PDT用の調節信号及び同期信号を、電子内視鏡12のCPU29及び光源装置14のCPU66にPDT用の調節信号及び同期信号を入力する。電子内視鏡12のCPU29及び光源装置14のCPU66は、PDT用の調節信号及び同期信号が入力されると、これに応じてCCD21の電子シャッタの開閉タイミングや各LD61～63の点灯／消灯のタイミングを各々調節して、PDTによる治療中用の撮影態様に切り替える。

【0061】

図5に示すように、電子内視鏡12のCPU29は、PDT用の調節信号及び同期信号が入力されると、1フレーム期間FRの前半半分Aで電子シャッタを閉じ（close）、1フレーム期間FRの後半半分Bで電子シャッタを開く（open）ように、TG26から所定のクロック信号をCCD21に入力させる。これにより、CCD21は、1フレーム期間FRの後半半分Bで信号電荷を蓄積する。

【0062】

また、光源装置14のCPU66は、PDT用の調節信号及び同期信号が入力されると、通常光用LD61をonに設定し、常時点灯を開始させるとともに、励起光用LD62を消灯する。これにより、PDTによる治療を行っている間、投光ユニット55Aから常に通常光が照射される。これと同時に、CPU66は、治療光用LD63を点灯／消灯（on/off）させることにより、CCD21の駆動タイミングに合わせて投光ユニット55Bから治療光をパルス照射する。治療光用LD63が点灯開始（on）されるタイミングは、CCD21の電子シャッタが閉じられる1フレーム期間FRの開始時に同期され、1フレーム期間FRの後半半分の期間Bの途中で消灯（off）される。

【0063】

したがって、治療光の照射期間T1と電荷蓄積期間T2には重複期間T3がある。重複期間T3の長さは、PDTによる治療中に撮影する画像（以下、PDT画像という）にハレーションが生じない程度に、設定等にしたがってCPU41によって予め定められている。治療光の照射期間T1は、1フレーム期間FRの前半半分Aに重複期間T3を加えた長さに定められる。

【0064】

CCD21の各画素は、電子シャッタが閉じられているフレームFRの前半半分の期間Aでは、信号電荷の蓄積量は0（empty）である。その後、電子シャッタが開かれると、入射光量に応じて信号電荷が蓄積される。このとき、緑色画素（以下、G画素という）は、通常光の反射光に含まれる緑色成分に感応して、電荷蓄積期間T2の長さに比例した信号電荷が蓄積される。治療光は赤色であるため、重複期間T3においてもG画素は通常光の反射光によって信号電荷を蓄積する。青色画素（以下、B画素という）も同様に、通常光の反射光に含まれる青色成分に感応して、電荷蓄積期間T2の長さに比例した信号電荷が蓄積される。

【0065】

一方、赤色画素（以下、R画素という）では、電子シャッタが開かれると、電荷蓄積期間T2のうち、当初の重複期間T3では、治療光による反射光と通常光の反射光に含まれる赤色成分とによって信号電荷が蓄積される。このため、治療光の反射光が入射するR画素では、G画素やB画素よりも急峻に信号電荷が蓄積される。そして、重複期間T3以後の電荷蓄積期間T2においては、通常光の反射光に含まれる赤色成分の量に比例して信号

電荷が蓄積する。重複期間 T 3 は、電荷蓄積期間 T 2 の終了時に R 画素に蓄積される信号電荷が、概ね最大蓄積容量 (full) に満たない範囲内で決定される。また、治療光の反射光が入射しない位置にある R 画素では、G 画素や B 画素と同様に、通常光の反射光に含まれる赤色成分によって信号電荷が蓄積されるので、電荷蓄積期間 T 2 を通して、通常光の反射光の光量に比例して信号電荷が蓄積される。

【0066】

上述のように、電子内視鏡システム 11 では、PDT による治療を行っているときに、1 フレーム期間 FR の前半の一部期間を治療光照射期間 T 1、フレーム FR の後半半分の期間 B を電荷蓄積期間 T 2 とするとともに、治療光照射期間 T 1 と電荷蓄積期間 T 2 に重複期間 T 3 を設けて PDT 画像を撮影する。重複期間 T 3 は PDT 画像にハレーションが生じない程度に定められるので、電子内視鏡システム 11 で撮影した PDT 画像によれば、PDT による治療中であっても被検体内を良好に観察することができる。

10

【0067】

そして、フレーム期間毎に治療光の照射と通常光撮影を交互に行うことによって治療中の被検体内を観察する例（例えば、 $T1 = T2$ かつ $T3 = 0$ の場合。以下、比較例 1 という）と電子内視鏡システム 11 を比較すると、電子内視鏡システム 11 は、重複期間 T 3 の分だけ各フレーム期間 FR において治療光が長く腫瘍組織に照射される。PDT による治療時間は、CCD 21 の駆動サイクルに関係なく常に治療光を照射し続けた場合であっても 1 時間以上もの長時間を要することも多い。このため、電子内視鏡システム 11 によれば、重複期間 T 3 の長さや、治療完了するまでに必要な治療光の総照射光量によっては、数 10 分単位で治療時間を短縮し、被検者の負担を低減することができる。

20

【0068】

また、電子内視鏡システム 11 では、重複期間 T 3 が設けられているため、PDT 画像は、いわゆる通常光画像に重複期間 T 3 の長さに比例した治療光の照射スポットの像が重畳表示された画像となっている。比較例 1 の場合には、治療光の照射と通常光撮影が交互であるため、モニタ等に表示される通常光画像から治療光が照射されているか否かを判別したり、治療光が腫瘍組織の位置に正しく照射されているか否かを判別したりすることは困難であるが、電子内視鏡システム 11 では、PDT による治療中に被検体内を良好に観察することができることに加えて、治療光の照射スポットを PDT 画像から把握することができる。

30

【0069】

さらに、図 6 に示すように、CCD 21 の駆動サイクルに関わらず常に治療光を照射しておき、1 フレーム期間 FR の途中で電子シャッタを閉じて信号電荷を破棄することによって PDT による治療中にハレーションのない画像を撮影する例（以下、比較例 2 という）と比べて、本発明の電子内視鏡システム 11 には次のようなメリットがある。

【0070】

比較例 2 の場合、1 フレーム期間 FR の開始時点 a で電子シャッタを閉じて、再び電子シャッタを開き信号電荷の蓄積を開始する。その後、1 フレーム期間 FR の途中 b で再び電子シャッタを閉じて、全画素の信号電荷を破棄する。この間、フレーム FR 当初の時点 a から途中の時点 b までに R 画素は治療光の反射光によって飽和してしまうが (full)、途中の時点 b で全画素の信号電荷を破棄することにより、治療光によるハレーションを防止する。

40

【0071】

ここで、例えば、R 画素のタイミングチャートに二点鎖線で示すように、比較例 2 で時点 b 後の R 画素に蓄積される信号電荷の量が、本発明の電子内視鏡システム 11 の R 画素の信号電荷の量と等しくなるように、電子シャッタを閉じる時点 b のタイミングが定められているとする。この場合、比較例 2 では時点 b で電子シャッタを閉じ、G 画素や B 画素の信号電荷も破棄してしまうので、G 画素及び B 画素のタイミングチャートに二点鎖線で示すように、電子内視鏡システム 11 の G 画素や B 画素の信号電荷の量よりも小さくなりやすい。また、治療光の反射光が入射しないような R 画素は、G 画素や B 画素と同様に蓄

50

積される信号電荷の量は小さい。したがって、比較例 2 で撮影される P D T 画像は、ほぼ治療光の照射スポット（赤色）だけが浮かび上がったような画像となり、P D T による治療中に被検体内の全体を良好に観察することは難しい。これに対して、電子内視鏡システム 1 1 は、被検体内の全体をほぼフルカラーで観察することができる。また、電子内視鏡システム 1 1 を用いて P D T による治療を行う場合、治療光を消灯する時間がある分、比較例 2 よりも治療時間は長くなるが、電子内視鏡システム 1 1 は、治療時間を最小限に抑えつつ、被検体内を良好に観察することができるようにしたものである。

【0072】

なお、上述の第 1 実施形態では、設定等によって重複期間 T 3 が予め定められている例を説明したが、重複期間 T 3 を可変にしても良い。例えば、図 7（A）に示すように、重複時間 T 3 で P D T 画像を撮影したときに、R 画素の信号電荷が小さく P D T 画像が暗かった場合、図 7（B）や図 7（C）に示すように、フレーム期間毎の治療光照射期間 T 1 を延長し、または電荷蓄積期間 T 2 を延長することによって、重複期間 T 3 の長さを延長しても良い。逆に、必要以上に P D T 画像が明るかった場合には、同様にして重複期間 T 3 を短縮しても良い。

【0073】

こうした重複期間 T 3 の延長は、C P U 4 1 が D S P 4 2 から入力される A L C 制御用データに基づいて以下のように行うようにすれば良い。なお、重複期間 T 3 を短縮する場合も同様であるので説明は省略する。C P U 4 1 には、D S P 4 2 から A L C 制御用データが入力されるが、P D T による治療中においては、通常光撮影時に比べて電荷蓄積期間 T 2 が減少されており、P D T 画像は通常光画像と比べて暗いと判別される場合が多い。このため、P D T による治療中では、A L C 制御用データは、概ね、通常光の光量を増大させ、より明るい画像を撮影することを指示するものとなっている。また、光源装置 1 4 の C P U 6 6 は、これに応じて通常光を最大光量まで増大させているとする。

【0074】

C P U 4 1 は、こうした A L C 制御用データが入力されると、A L C 制御用データが指示する通常光の光量の増大分を、所定の数式（あるいはデータテーブル等）にしたがって重複時間 T 3 に換算し、あらたな重複時間 T 3'、T 3'' を決定する。そして、決定した重複時間 T 3'、T 3'' に応じて、治療光照射期間 T 1 を T 1'（ $T 1' > T 1$ ）に延長するように、または電荷蓄積期間 T 2 を T 2'（ $T 2' > T 2$ ）に延長するように、新たな調節信号及び同期信号を電子内視鏡 1 2 の C P U 2 9 及び光源装置 1 4 の C P U 6 6 に入力する。電子内視鏡 1 2 の C P U 2 9 及び光源装置 1 4 の C P U 6 6 は、新たに入力された調節信号及び同期信号に基づいて、C C D 2 1 や各 L D 6 1 ~ 6 3 を各々制御することによって、次のフレーム期間またはそれ以降のフレーム期間で重複期間 T 3 が重複期間 T 3'、T 3'' に延長される。

【0075】

図 7（B）に示すフレーム期間 F R' のように、治療光照射期間 T 1 を T 1' とすることによって重複期間 T 3 を T 3' に延長する場合、重複期間が延長された分、1 フレーム期間で照射される治療光の光量が増大するとともに、R 画素で蓄積される信号電荷が増大する。一方、電荷蓄積期間 T 2 は以前のフレーム期間 F R と同じなので、G 画素や B 画素の信号電荷は以前のフレーム期間 F R とほぼ変わりなく、治療光の反射光が入射しないような位置にある R 画素も G 画素や B 画素と同様である。このため、治療光照射期間 T 1 を延長することによって重複期間 T 3 を延長させる場合、治療時間を短縮できるとともに、主に治療光の照射スポット周辺の赤色がより明るい P D T 画像を撮影することができる。これは、被検者の体力が少ない場合などで、治療時間をより短く抑えたい場合に特に有用である。

【0076】

また、図 7（C）に示すフレーム期間 F R'' のように、電荷蓄積期間 T 2 を T 2'' とすることによって重複期間 T 3 を T 3'' に延長する場合、重複期間が延長された分、R 画素で蓄積される信号電荷が増大する。同時に、G 画素や B 画素で蓄積される信号電荷も増大

する。このため、電荷蓄積期間 T 2 を延長することによって重複期間 T 3 を延長する場合、R G B の全色がより明るくなった P D T 画像を撮影することができ、P D T による治療と同時に、その治療効果等、被検体内の詳細な性状観察をおこないたい場合に特に有用である。

【0077】

なお、ここでは、重複期間 T 3 を可変にする場合に、治療光照射期間 T 1 または電荷蓄積期間 T 2 のいずれか一方を変更することによって重複期間 T 3 を延長／短縮する例を説明したが、治療光照射期間 T 1 及び電荷蓄積期間 T 2 の双方の長さを変更することによって重複期間 T 3 を延長／短縮しても良い。この場合、C P U 4 1 は、延長／短縮後の重複期間 T 3 の長さを A L C 制御用データに基づいて先に決定し、例えば、決定した延長／短縮後の重複期間 T 3 の長さ治療光照射期間 T 1 及び電荷蓄積期間 T 2 の増減量が最小になるように、治療光照射期間 T 1 及び電荷蓄積期間 T 2 の長さを決定すれば良い。こうして治療光照射期間 T 1 と電荷蓄積期間 T 2 をともに変更することによって重複期間 T 3 の長さを調節すると、治療時間と P D T 画像の明るさを最適化することができる。

【0078】

なお、上述の第 1 実施形態では、フレーム期間 F R の前半側を治療光照射期間 T 1 とし、後半側を電荷蓄積期間 T 2 とすることで、治療光照射期間 T 1 の後端と電荷蓄積期間 T 2 の前端に重複期間 T 3 を設ける例を説明したが、これに限らず、フレーム期間 F R の前半側を電荷蓄積期間 T 2 とし、後半側を治療光照射期間 T 1 として、電荷蓄積期間 T 2 の後端と治療光照射期間 T 1 の前端に重複期間 T 3 を設けても良い。

【0079】

[第 2 実施形態]

なお、上述の第 1 実施形態では、P D T による治療中に、通常光の照明の元で P D T 画像を撮影する例を説明したが、P D T による治療中に P D D による蛍光観察画像（以下、P D D 画像）を撮影するようにしても良い。この場合、P D T 画像の撮影と P D D 画像の撮影をフレーム期間毎に分けて交互に行うと、治療時間が倍増するので、以下に説明する第 2 実施形態のようにすることが好ましい。

【0080】

P D D 用の励起光照射によって光感受性物質が発光する蛍光光（以下、P D D 蛍光光という）は例えば中心波長 660 nm の赤色光であり、治療光は中心波長 665 nm の赤色光である。また、P D D 蛍光光の光量は治療光の光量と比較して極めて小さい。このため、P D D 画像の撮影時に、治療光を僅かでも照射すると、P D D 蛍光光は治療光の反射光に埋もれ、撮影した P D D 画像によって腫瘍組織を蛍光観察することはできない。したがって、図 8 に示すように、P D T による治療中に、P D T 画像の撮影と P D D 画像の撮影をともに行う場合、P D T 画像の撮影を行うフレーム期間 F R 1 と P D D 画像の撮影を行うフレーム期間 F R 2 を分け、各々交互に行う。

【0081】

P D T 画像の撮影を行うフレーム期間 F R 1 では、前述の第 1 実施形態のように、治療光照射期間 T 1 と電荷蓄積期間 T 2 に重複期間 T 3 を設けて P D T 画像を撮影することで、治療時間をできるだけ短縮しながら、被検体内を良好に観察可能な P D T 画像を通常光照明下で撮影することができる。

【0082】

P D D 画像の撮影を行うフレーム期間 F R 2 では、電子内視鏡 1 2 の C P U 2 9 は、フレーム期間 F R 2 の前半半分の期間 t 1 で電子シャッタを閉じ、フレーム期間 F R 2 の後半半分の期間 t 2（t 1 = t 2）で電子シャッタを開ける。また、光源装置 1 4 の C P U 6 6 は、フレーム期間 F R 2 の全期間（t 1 + t 2）にわたって通常光用 L D 6 1 を消灯し、投光ユニット 5 5 A からの通常光の照射を停止させる。一方、光源装置 1 4 の C P U 6 6 は、フレーム期間 F R 2 の前半半分の期間 t 1 で治療光用 L D 6 3 を点灯させ、投光ユニット 5 5 B から治療光を被検体内に照射させるとともに、フレーム期間 F R 2 の後半半分の期間 t 2 では治療光用 L D 6 3 を消灯し、かわりに励起光用 L D 6 2 を点灯させ、

投光ユニット 55B から励起光を被検体内に照射させる。したがって、PDD 画像の撮影を行うフレーム期間 FR2 では、前半半分の期間 t1 で PDT による治療が行われ、後半半分の期間 t2 で PDD 画像の撮影が行われる。フレーム期間 FR2 で撮影された PDD 画像は、前のフレーム期間 FR1 で撮影された PDT 画像と並べてモニタ 22 に表示される。また、PDD 画像は、操作部 51 の操作に応じてモニタ 22 に PDT 画像の代わりに切り替え表示される。

【0083】

こうして、PDT による治療中に PDD 画像の撮影も行う場合に、PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 の前半半分の期間 t1 等、フレーム期間 FR2 の一部期間で治療光を照射することにより、単に PDT 画像を撮影するフレーム期間と PDD 画像を撮影するフレーム期間を分けて交互に PDT 画像と PDD 画像を撮影する場合と同様に PDT による治療中に PDT 画像及び PDD 画像の撮影をほぼ同時に行ないながらも、治療時間の延長を短く抑えることができる。

10

【0084】

なお、第 2 実施形態では、PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 では、前半半分の期間で治療光を照射し、後半半分の期間で PDD 画像の撮影を行う例を説明したが、第 1 実施形態の後半で重複期間 T3 を可変にする変形例と同様に、撮影した PDD 画像に基づいた ALIC 制御用データ等に基づいて、フレーム期間 FR2 における治療光照射期間及び電荷蓄積期間を可変とすることが好ましい。フレーム期間 FR2 の治療光照射期間及び電荷蓄積期間を可変とすることで治療時間の短縮と観察しやすい PDD 画像の撮影を容易に両立することができる。

20

【0085】

また、第 2 実施形態では、フレーム期間 FR1 において第 1 実施形態と同様に PDT 画像を撮影する例を説明したが、これに限らない。例えば、フレーム期間 FR1 の全期間で治療光を照射し、PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 については前後半の期間 t1, t2 で治療光の照射と PDD 画像の撮影を分けるようにしても良い。この場合、フレーム期間 FR1 において撮影される PDT 画像にはハレーションが生じるが、より治療時間を短縮することができる。したがって、PDD 画像から、被検体内及び腫瘍組織を良好に観察可能な場合であって、さらに治療時間を短縮したい場合に好適である。

【0086】

なお、第 2 実施形態では、PDT 画像を撮影するフレーム期間 FR1 と PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 を交互に行う例を説明したが、PDD 撮影を行う頻度は任意に定めて良い。例えば、PDT 画像を 2 連続で撮影し、その後、PDD 画像を 1 枚撮影する等としても良い。

30

【0087】

なお、上述の第 2 実施形態では、PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 の前半 t1 で治療光を照射し、後半 t2 を電荷蓄積期間とする例を説明したが、これに限らず、PDD 画像を撮影するフレーム期間 FR2 の前半 t1 を電荷蓄積期間とし、フレーム期間 FR2 の前半 t1 で PDD 画像を撮影し、フレーム期間 FR2 の後半 t2 で治療光を照射するようにしても良い。

40

【0088】

なお、上述の第 1 及び第 2 実施形態では、LD を光源とする例を説明したが、LED やハロゲンランプ等、他の周知の光源を用いても良い。

【0089】

なお、上述の第 1 及び第 2 実施形態では、通常光、PDD 用の励起光、PDT 用の治療光の 3 種類の光を被検体内に照射する例を説明したが、他の光を組み合わせ用いても良い。例えば、中心波長 472 nm の青色光を照明光として用いて撮影すると、血中の酸素飽和度と血管の深さの情報を抽出することができる。また、中心波長 785 nm の赤外光を照明光として用いると、血管に注入した IGC (インドシアニンググリーン) の赤外光観察を行うことができる。中心波長 375 nm の紫外光を照明光として用いると、ルシフェ

50

レーザーを用いた蛍光観察を行うことができる。また、PDD用の励起光を、被検体に光感受性物質を投与していない場合にも照明光として用いることによって、いわゆる狭帯域光観察を行っても良い。

【0090】

なお、上述の第1及び第2実施形態では、通常光用LD61、励起光用LD62、治療光用LD63の3種類のLDを光源装置14に備える例を説明したが、各々の光源を複数のLDで構成し、カプラ等を用いて合波して照明光等として用いることが好ましい。こうして、各光源を複数のLDで構成することにより、各LDの個体差による発光波長のばらつきやスペckルを軽減することができる。

【0091】

なお、上述の第1及び第2実施形態では、通常光を照射する投光ユニット55Aと、励起光または治療光を照射する投光ユニット55Bを備える例を各々1つずつ備える例を説明したが、これらと同様のものを複数設けても良い。また、通常光、PDD用の励起光、PDT用の治療光以外の光を照明光等として用いる場合には、各々に専用の投光ユニットを設けても良い。但し、挿入部16を細径化するためには、できるだけ共通の投光ユニットを用いることが好ましい。

【0092】

なお、上述の第1及び第2実施形態では、通常光等を照射する場合に各LD61～63を点灯させ、通常光等の照射を中止する場合に各LD61～63を消灯する例を説明したが、通常光や励起光、治療光を被検体内に照射する場合には、各LD61～63のon/offを短時間で切り替えることによりパルス照射するようにして、継続的に照射する場合と同等の光量の光を被検体内に照射するようにしても良い。

【0093】

なお、PDD及びPDTに用いる光感受性物質は、治療対象となる部位（腫瘍組織等）に蓄積し、励起光の照射により蛍光を発し、治療光を照射することによって治療対象となる部位を治療可能であれば、任意の薬剤を用いることができる。PDD用の励起光の波長やPDT用の治療光の波長は、使用する光感受性物質に応じて定めれば良い。また、励起光や治療光の波長が異なる複数種類の光感受性物質を用いることがある場合には、各々に応じて光源等を設けておけば良い。PDD用の励起光、励起光の照射によって生じる蛍光（PDD蛍光）、PDT用の治療光の波長の例を薬剤毎に図9に示す。PDDの励起光としては、フォトリン、レザフィリン、ビスダイン、5-ALA（アミノレブリン酸）のいずれの薬剤を光感受性物質として使用した場合でも中心波長350～450nmのレーザー光が利用可能であり、中心波長が405nmのレーザー光が好適に用いられる。5-ALAはプロトポルフィリンIXの蓄積によるもので病巣の進行によって蛍光の波長比が変化する。

【0094】

なお、上述の第1及び第2実施形態では、1フレーム期間で全画素の信号電荷を用いた画像（いわゆるプログレッシブ画像）を撮影する例を説明したが、これに限らない。例えば、CCD21の画素のうち、1行おきの画素を組みにしてフィールド毎にインターレース画像の観察画像を撮影する場合には、フィールド毎にPDT画像やPDD画像を撮影しても良い。

【0095】

なお、上述の第1及び第2実施形態では、撮像素子としてCCD21を用いる例を説明したが、CMOS型のイメージセンサ等、他の周知のイメージセンサを撮像素子として好適に用いることができる。また、上述の第1及び第2実施形態では、CCD21の画素毎にRGBのカラーフィルタが設けられ、フルカラーの画像を撮影する、いわゆる同時式で撮影する例を説明したが、カラーフィルタを設けていない撮像素子の全面でRGBのカラーフィルタを回転させる等して、各色毎に撮影する、いわゆる面順次方式で撮影しても良い。面順次方式の場合に本発明を適用する場合には、照射期間T1、電荷蓄積期間T2、重複期間T3の長さをRGBの色毎に個別に設定することができる。例えば、赤色の画像

10

20

30

40

50

を撮影する場合には、電荷蓄積期間 T 2 及び重複期間 T 3 を短く設定してハレーションを防ぎ、緑色及び青色の画像を撮影する場合には治療光はフィルタでカットされるので、照射期間 T 1 の長さに関わりなく、電荷蓄積期間 T 2 を適切に設定することができる。面順次方式を採用する場合に、こうして色毎に照射期間 T 1、電荷蓄積期間 T 2、重複期間 T 3 を個別に設定することで、P D T による治療中により容易に適切な通常光画像（P D T 画像）を撮影することができる。

【0096】

なお、上述の第 1 及び第 2 実施形態では、光源装置 1 4 に治療光用 L D 6 3 を備え、挿入部 1 6 に予め設けられた投光ユニット 5 5 B から治療光を照射する例を説明したが、治療光を被検体内に照射する態様はこれに限らない。例えば、光源装置 1 4 とは別に治療光用の光源を設け、鉗子口から鉗子チャンネルに導光プローブを挿通し、鉗子出口に突出させた導光プローブの先端から治療光を被検体内に照射するようにしても良い。

10

【0097】

なお、上述の第 1 及び第 2 実施形態では、治療光の照射期間 T 1 に通常光を照射し続ける例を説明したが、通常光は P D T 画像を撮影するフレームの電荷蓄積期間 T 2（重複期間 T 3 を含む）に照射されていれば良く、治療光の照射期間 T 1 のうち、重複期間 T 3 を除く期間については通常光を消灯しても良い。

【符号の説明】

【0098】

- 1 1 電子内視鏡システム
- 1 2 電子内視鏡
- 1 3 プロセッサ装置
- 1 4 光源装置
- 1 6 挿入部
- 1 7, 5 1 操作部
- 1 8 コネクタ
- 1 9 ユニバーサルコード
- 2 0 先端部
- 2 1 C C D
- 2 2 モニタ
- 2 3, 8 2 観察窓
- 2 4, 8 3 照明窓
- 2 6 T G
- 2 7 A F E
- 2 8 V R A M
- 2 9, 4 1, 6 6 C P U
- 3 1 対物光学系
- 3 3 照明レンズ
- 4 2 D S P
- 4 3 D I P
- 4 4 表示制御回路
- 5 2 R O M
- 5 3 R A M
- 5 5 A, 5 5 B 投光ユニット
- 5 6 A, 5 6 B 光ファイバ
- 5 8 蛍光体
- 5 9 光拡散部材
- 6 1 通常光用 L D
- 6 2 励起光用 L D
- 6 3 治療光用 L D

20

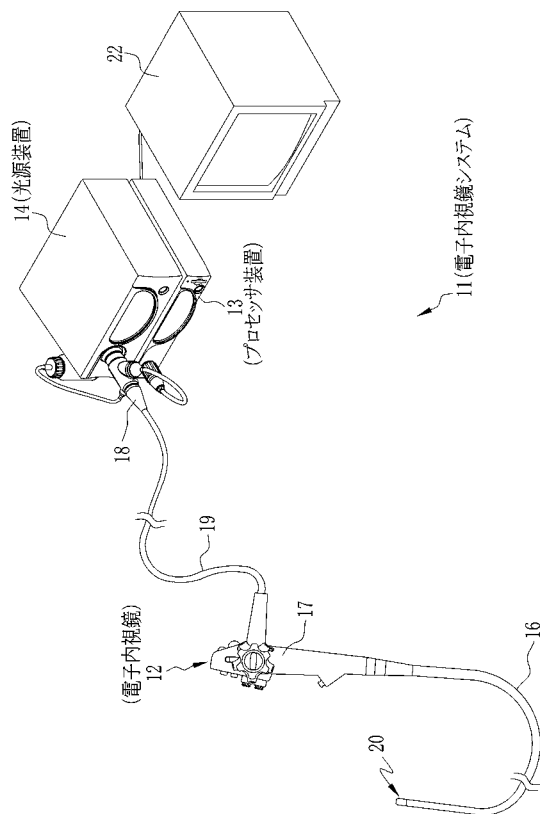
30

40

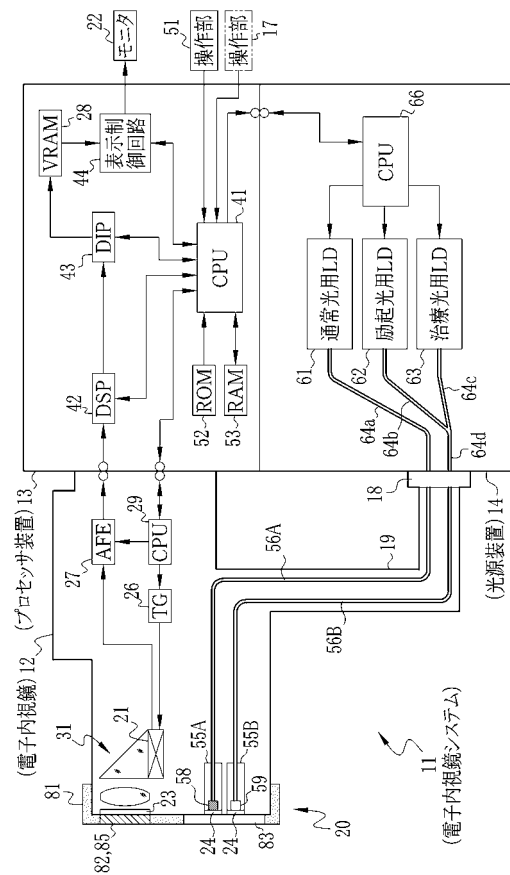
50

- 64 a～64 d 光ファイバ
- 71 スリーブ部材
- 72 保護ガラス
- 73 フェルール
- 74 フレキシブルスリーブ
- 81 フード
- 85 減光フィルタ

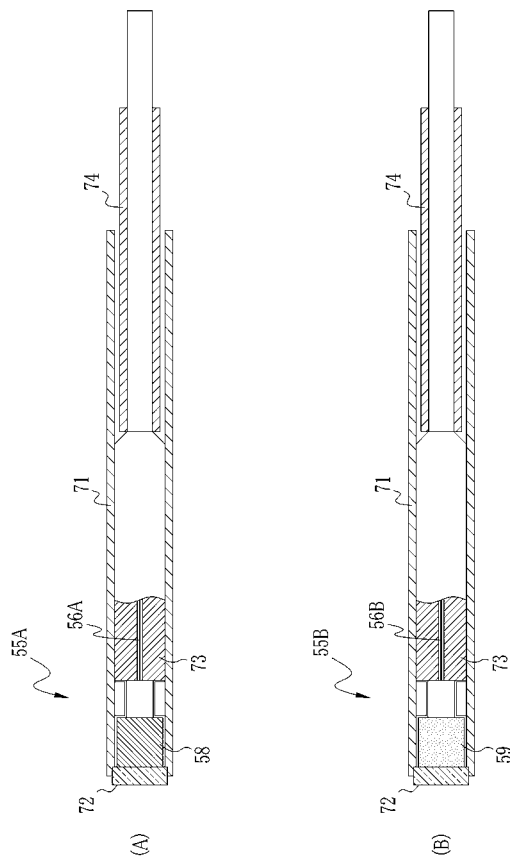
【図 1】



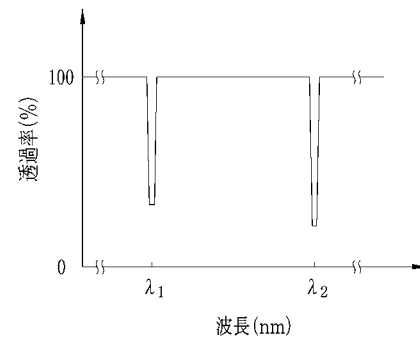
【図 2】



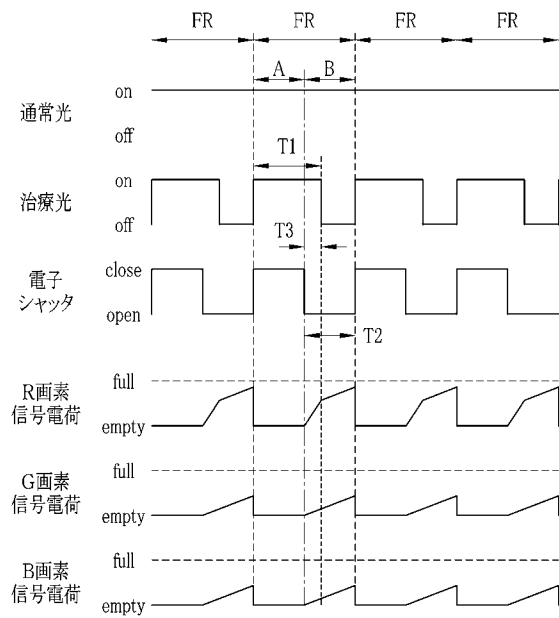
【図 3】



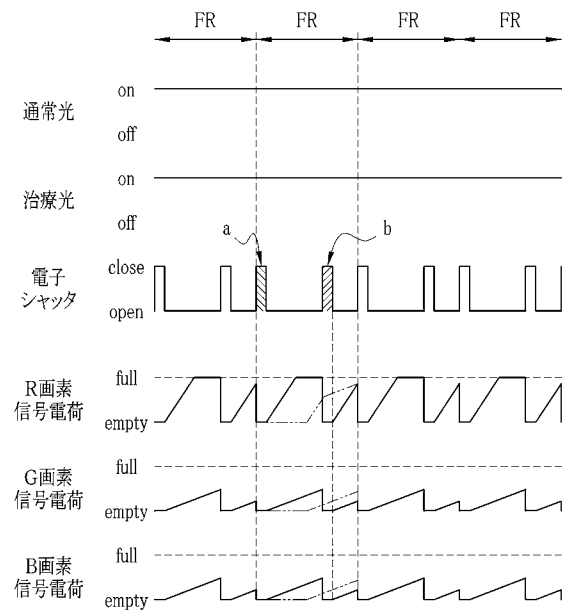
【図 4】



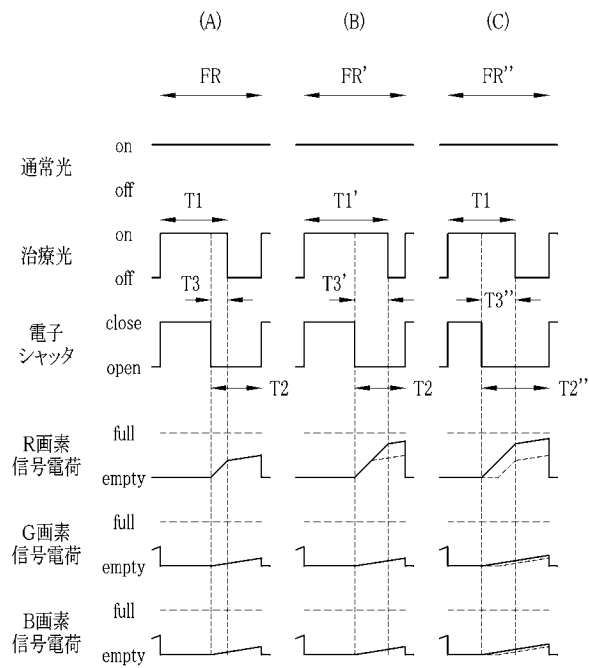
【図 5】



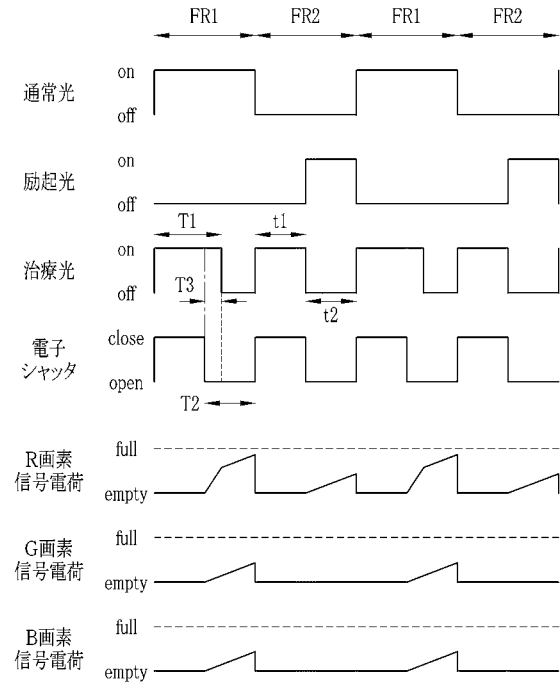
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

薬剤名	PDD励起光	PDD蛍光	PDT治療光
フォトリン	405nm	660nm	630nm
レザフィリン	405nm	660nm	664nm
ビスタイン	405nm	660nm	689nm
5-ALA	405nm	635/670nm	630nm

フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 牧

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 山口 博司

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 飯田 孝之

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

F ターム(参考) 4C061 CC06 GG01 HH56 NN01 QQ02 QQ04 QQ07 QQ09 RR02 RR03
RR26

4C161 CC06 GG01 HH56 NN01 QQ02 QQ04 QQ07 QQ09 RR02 RR03
RR26

专利名称(译)	电子内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2012065898A	公开(公告)日	2012-04-05
申请号	JP2010213998	申请日	2010-09-24
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	安田裕昭 遠藤安土 山口晃 斎藤牧 山口博司 飯田孝之		
发明人	安田 裕昭 遠藤 安土 山口 晃 斎藤 牧 山口 博司 飯田 孝之		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/0638 A61B1/00009 A61B1/043 A61B1/045 A61B1/063 A61B1/0646 A61B1/0653 A61B1/0669 A61B5/0071 A61B5/0084 A61B5/7232 A61N5/0603 A61N5/062 A61N2005/0662		
FI分类号	A61B1/00.300.H A61B1/04.372 A61B1/00.511 A61B1/00.621 A61B1/04.362.A A61B1/045.632 A61B1/05 A61B1/06.611		
F-TERM分类号	4C061/CC06 4C061/GG01 4C061/HH56 4C061/NN01 4C061/QQ02 4C061/QQ04 4C061/QQ07 4C061/QQ09 4C061/RR02 4C061/RR03 4C061/RR26 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/HH56 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ04 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR03 4C161/RR26 4C161/SS06		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP5460536B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：即使在使用PDT进行治疗时也要能够很好地观察对象，同时又要尽可能缩短治疗时间。 电子内窥镜系统11包括光投射单元55A和普通光LD 61，光投射单元55B和治疗光LD 63，CCD 21和CPU 41。 光投射单元55A通过引导由LD61发出的用于普通光的光将白光（普通光）照射到被摄体中。 光投射单元55B将从用于治疗光的LD 63引导的光照射到被检体中作为PDT的治疗光。 CCD 21通过光电转换来自被检体内部的入射光来对被检体内部成像。 当通过照射治疗光照射肿瘤光时，CPU 41用正常光照射对象，并且在一帧周期内部分重叠治疗光的照射时间和信号电荷的累积时间。 如上所述，控制每个单元以对被检体内进行成像。 [选择图]图2

