

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5427036号
(P5427036)

(45) 発行日 平成26年2月26日 (2014. 2. 26)

(24) 登録日 平成25年12月6日 (2013. 12. 6)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z

A 6 1 B 1/00 3 2 0 B

請求項の数 19 (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2009-528120 (P2009-528120)
 (86) (22) 出願日 平成20年8月8日 (2008. 8. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/064350
 (87) 国際公開番号 W02009/022667
 (87) 国際公開日 平成21年2月19日 (2009. 2. 19)
 審査請求日 平成23年3月18日 (2011. 3. 18)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-211124 (P2007-211124)
 (32) 優先日 平成19年8月13日 (2007. 8. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 河野 宏尚
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 審査官 伊藤 昭治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体内観察システムおよび体内観察システムの作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
 前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
 前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
 前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
 前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値の半数以下である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する2枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
 を備えたことを特徴とする体内観察システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記撮像部が体内画像を撮像する都度、前記撮像方向を一定時間保持し、その後、前記一定時間と前記撮像部のフレームレートと前記画角とを乗算した値よりも小さく且つ前記画角よりも小さい角度分、前記方向変更部によって前記撮像部の撮像方向を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の体内観察システム。

【請求項 3】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
 前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
 前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、

10

20

前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、

前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する2枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、

前記撮像部の撮像方向の変化量を入力する入力部と、

を備え、

前記制御部は、前記入力部への入力量に応じて前記角速度を変化させることを特徴とする体内観察システム。

【請求項4】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、

前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、

前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、

前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、

前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する2枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
を備え、

前記撮像部は、複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って切り替えて前記被検体の体内画像を順次撮像し、

前記制御部は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値を前記撮像条件の種類数によって除算した除算値未満である前記角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする体内観察システム。

【請求項5】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、

前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、

前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、

前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、

前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値を前記体内画像の撮像条件の種類数によって除算した除算値の半数以下である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する2枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、

を備えたことを特徴とする体内観察システム。

【請求項6】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、

前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、

前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、

前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、

前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する2枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記撮像部の一辺の画素数が該一辺に対応する前記体内画像の表示系の一辺の画素数以下である場合、前記撮像部の各画素内に撮像される角度の最小値を前記撮像部の撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させ、前記撮像部の一辺の画素数が前記表示系の一辺の画素数を超える場合、前記表示系の各画素内に表示される角度の最小値を前記撮像部の撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする体内観察システム。

【請求項7】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、

前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する２枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記撮像部が前記体内画像を撮像する撮像タイミングと撮像時間とを把握する把握部を備え、

前記制御部は、前記撮像部の一边の画素数が該一边に対応する前記体内画像の表示系の一边の画素数以下である場合、前記撮像タイミングに、前記撮像部の各画素内に撮像される角度の最小値を前記撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変化させ、前記撮像部の一边の画素数が前記表示系の一边の画素数を超える場合、前記撮像タイミングに、前記表示系の各画素内に表示される角度の最小値を前記撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする体内観察システム。

【請求項 8】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する２枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
前記撮像部の撮像方向の変化量を入力する入力部と、
を備え、

前記制御部は、前記入力部への入力量に応じて前記角速度を変化させ、前記入力量が最大の場合に前記角速度が最大になるように前記方向変更部を制御し、

前記角速度の最大値は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満であることを特徴とする体内観察システム。

【請求項 9】

前記制御部は、前記撮像部が前記体内画像を撮像する撮像タイミングと撮像時間とを把握する把握部を備え、該把握部によって把握した撮像タイミングに合わせて前記撮像部の撮像方向を前記方向変更部に一定時間保持させることを特徴とする請求項 2 に記載の体内観察システム。

【請求項 10】

前記照明部および前記撮像部を内部に固定配置するカプセル型筐体を備え、
前記カプセル型筐体は、前記被検体の体内に導入され、前記撮像部によって前記被検体の体内画像群を取得するカプセル型内視鏡の筐体であり、
前記方向変更部は、前記被検体に対する前記カプセル型内視鏡の相対的な方向を変更して、前記撮像部の撮像方向を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の体内観察システム。

【請求項 11】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する２枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、

10

20

30

40

50

前記照明部および前記撮像部を内部に固定配置するカプセル型筐体と、を備え、
前記カプセル型筐体は、前記被検体の体内に導入され、前記撮像部によって前記被検体の体内画像群を取得するカプセル型内視鏡の筐体であり、
前記方向変更部は、前記被検体に対する前記カプセル型内視鏡の相対的な方向を変更して、前記撮像部の撮像方向を変更し、
前記カプセル型筐体は、外部磁界に追従して前記カプセル型内視鏡の姿勢を変更する磁性体を備え、
前記方向変更部は、前記被検体の体外から体内の前記磁性体に対して前記外部磁界を印加し、この印加した前記外部磁界の磁界方向を変更して、前記カプセル型内視鏡の姿勢を変更するとともに前記撮像部の撮像方向を変更し、
前記制御部は、前記方向変更部に変更させる前記外部磁界の磁界方向の角速度を制御することを特徴とする体内観察システム。

10

【請求項 1 2】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する 2 枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
前記照明部および前記撮像部を内部に固定配置するカプセル型筐体と、
前記被検体を載置する載置部と、を備え、
前記カプセル型筐体は、前記被検体の体内に導入され、前記撮像部によって前記被検体の体内画像群を取得するカプセル型内視鏡の筐体であり、
前記カプセル型内視鏡は、前記カプセル型筐体の中心から外れた位置に重心を有し、前記被検体の体内に導入された液体中で前記重心によって規定される特定の姿勢を維持し、
前記方向変更部は、前記特定の姿勢を維持する前記カプセル型内視鏡に対して相対的に前記被検体の姿勢を変更するように前記載置部を回転駆動して、前記被検体に対する前記撮像部の相対的な撮像方向を変更し、
前記制御部は、前記方向変更部に回転駆動させる前記載置部の角速度を制御することを特徴とする体内観察システム。

20

30

【請求項 1 3】

前記照明部、前記撮像部、前記方向変更部、および前記制御部を内包し、前記被検体の体内に導入されるカプセル型筐体を備え、
前記方向変更部は、前記カプセル型筐体に対して相対的に前記撮像部を回転駆動して前記撮像部の撮像方向を変更し、
前記制御部は、前記方向変更部に回転駆動させる前記撮像部の角速度を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の体内観察システム。

【請求項 1 4】

被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、
前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、
前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、
前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、
前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像方向を変化させて、前記撮像部が連続する 2 枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、
先端部内に前記撮像部を固定配置し、前記先端部側から前記被検体の体内に挿入される細長な挿入部と、を備え、
前記方向変更部は、前記挿入部の先端部を湾曲駆動して前記撮像部の撮像方向を変更し、

40

50

前記制御部は、前記方向変更部に湾曲駆動させる前記挿入部の先端部の角速度を制御することを特徴とする体内観察システム。

【請求項 15】

前記撮像時間は、前記照明光の発光時間と同値であり、

前記照明部は、前記体内画像の撮像条件に対応して前記照明光の発光時間を変化させることを特徴とする請求項 6 に記載の体内観察システム。

【請求項 16】

前記撮像時間は、前記照明光の発光時間と同値であり、

前記照明部は、前記体内画像の撮像条件に対応して前記照明光の発光時間を変化させることを特徴とする請求項 7 に記載の体内観察システム。

【請求項 17】

液体とともに被検体の臓器内部に導入した体内画像取得装置によって撮像される前記被検体の各体内画像の観察を通して前記被検体の臓器内部を観察する体内観察システムの作動方法において、

前記体内画像取得装置が前記被検体の第 1 の体内画像を撮像する第 1 の撮像ステップと、

方向変更部が前記画像取得装置のフレームレートと前記画像取得装置の画角との乗算値未満である角速度で、前記体内画像取得装置の撮像方向を変更する撮像方向変更ステップと、

前記撮像方向変更ステップによって撮像方向を変更した前記体内画像取得装置が前記被検体の第 2 の体内画像を撮像する第 2 の撮像ステップと、

を含み、

前記体内画像取得装置は、特定の浮遊姿勢を維持するカプセル型内視鏡であり、

前記撮像方向変更ステップは、前記方向変更部が前記第 1 の体内画像と前記第 2 の体内画像とが互いに重複する画像部分を有するように前記被検体の姿勢を変更することによって前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする体内観察システムの作動方法。

【請求項 18】

前記撮像方向変更ステップは、前記方向変更部が前記カプセル型内視鏡のフレームレートと前記カプセル型内視鏡の画角との乗算値未満の角速度で前記被検体の姿勢を変更して、前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする請求項 17 に記載の体内観察システムの作動方法。

【請求項 19】

前記撮像方向変更ステップは、前記方向変更部が前記カプセル型内視鏡に内蔵した固体撮像素子の各画素内に撮像される角度の最小値を前記カプセル型内視鏡の撮像時間によって除算した除算値未満の角速度で前記被検体の姿勢を変更して、前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする請求項 17 に記載の体内観察システムの作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、患者等の被検体の臓器内部を観察するための体内観察システムおよび体内観察方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、内視鏡の分野において、被検体の臓器内部に導入されて臓器内部の画像（以下、体内画像という場合がある）を撮像するカプセル型内視鏡が登場している。カプセル型内視鏡は、カプセル型筐体の内部に撮像機能と無線通信機能とを備え、被検体の体内画像群を取得する体内画像取得装置として機能する。かかるカプセル型内視鏡は、患者等の被検体によって経口摂取され、その後、被検体外部に自然排出されるまでの期間、蠕動運動等によって消化管内を移動しつつ被検体の体内画像を順次撮像し、撮像した各体内画像

10

20

30

40

50

を被検体外部の受信装置に順次無線送信する。

【 0 0 0 3 】

この受信装置は、被検体によって携帯され、この被検体内部のカプセル型内視鏡から体内画像群を受信し、受信した体内画像群を着脱可能な記憶媒体内に蓄積する。かかる体内画像群を蓄積した記憶媒体は、この受信装置から取り外され、所定の画像表示装置に挿着される。画像表示装置は、この記憶媒体を媒介して被検体の体内画像群を取得し、かかる被検体の体内画像群をディスプレイ上に表示する。医師または看護師等のユーザは、かかる画像表示装置に表示させた各体内画像の観察を通して被検体の臓器内部を検査して、この被検体の診断を行う。

【 0 0 0 4 】

また、かかる被検体内部のカプセル型内視鏡を磁力によって誘導する磁気誘導システムが、近年、提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この磁気誘導システムにおいて、カプセル型内視鏡は、上述した撮像機能および無線通信機能の他に、カプセル型筐体の長手方向に磁化された磁石をさらに備え、被検体外部の磁界発生装置が形成した外部磁界によって誘導される。かかるカプセル型内視鏡は、この磁界発生装置の外部磁界によって撮像方向を制御され、被検体の臓器内部において撮像方向を変化しつつ、この臓器内部の体内画像群を撮像する。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 6 8 5 0 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述したように被検体内部のカプセル型内視鏡の撮像方向を外部磁界によって変化させつつ、このカプセル型内視鏡に体内画像群を時系列に沿って順次撮像させた場合、時間的に隣接する体内画像間において重複する画像部分が存在しない不連続な体内画像群を撮像する虞がある。すなわち、かかる体内画像群が撮像された臓器内部において、カプセル型内視鏡によって撮像されていない撮像漏れ部分が存在する虞がある。これに起因して、被検体の臓器内部を限なく観察（検査）することが困難になる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に撮像できる体内観察システムおよび体内観察方法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】

【 0 0 0 8 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる体内観察システムは、被検体の体内を観察する体内観察システムにおいて、前記被検体の体内を照明光によって照明する照明部と、前記照明光によって照明された前記被検体の体内画像を順次撮像する撮像部と、前記撮像部の撮像方向を変更する方向変更部と、前記方向変更部に前記撮像方向を変更させつつ、前記撮像部が連続する 2 枚の体内画像を撮像する際の前記撮像方向の角度差を前記撮像部の画角以下にするように前記方向変更部を制御する制御部と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記制御部は、前記撮像部が体内画像を撮像する都度、前記撮像方向を一定時間保持し、その後、前記一定時間と前記撮像部のフレームレートと前記画角とを乗算した値よりも小さく且つ前記画角よりも小さい角度分、前記方向変更部によって前記撮像部の撮像方向を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記制御部は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満である角速度で前記方向変更部によって前

10

20

30

40

50

記撮像部の撮像方向を変化させることを特徴とする。

【0011】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記撮像部は、複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って切り替えて前記被検体の体内画像を順次撮像し、前記制御部は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値を前記撮像条件の種類数によって除算した除算値未満である前記角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記角速度は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値の半数以下であることを特徴とする。

10

【0013】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記角速度は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値を前記体内画像の撮像条件の種類数によって除算した除算値の半数以下であることを特徴とする。

【0014】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記制御部は、前記撮像部の一边の画素数が該一边に対応する前記体内画像の表示系の一边の画素数以下である場合、前記撮像部の各画素内に撮像される角度の最小値を前記撮像部の撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させ、前記撮像部の一边の画素数が前記表示系の一边の画素数を超える場合、前記表示系の各画素内に表示される角度の最小値を前記撮像部の撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする。

20

【0015】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記制御部は、前記撮像部が前記体内画像を撮像する撮像タイミングと撮像時間とを把握する把握部を備え、前記制御部は、前記撮像部の一边の画素数が該一边に対応する前記体内画像の表示系の一边の画素数以下である場合、前記撮像タイミングに、前記撮像部の各画素内に撮像される角度の最小値を前記撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変化させ、前記撮像部の一边の画素数が前記表示系の一边の画素数を超える場合、前記撮像タイミングに、前記表示系の各画素内に表示される角度の最小値を前記撮像時間によって除算した除算値未満である角速度で前記方向変更部に前記撮像部の撮像方向を変更させることを特徴とする。

30

【0016】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記撮像部の撮像方向の変化量を入力する入力部を備え、前記制御部は、前記入力部への入力量に応じて前記角速度を変化させ、前記入力量が最大の場合に前記角速度が最大になるように前記方向変更部を制御し、前記角速度の最大値は、前記撮像部のフレームレートと画角との乗算値未満であることを特徴とする。

【0017】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記撮像部の撮像方向の変化量を入力する入力部を備え、前記制御部は、前記入力部への入力量に応じて前記角速度を変化させることを特徴とする。

40

【0018】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記制御部は、前記撮像部が前記体内画像を撮像する撮像タイミングと撮像時間とを把握する把握部を備え、該把握部によって把握した撮像タイミングに合わせて前記撮像部の撮像方向を前記方向変更部に一定時間保持させることを特徴とする。

【0019】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記照明部および前記撮像部を内部に固定配置するカプセル型筐体を備え、前記カプセル型筐体は、前記被検

50

体の体内に導入され、前記撮像部によって前記被検体の体内画像群を取得するカプセル型内視鏡の筐体であり、前記方向変更部は、前記被検体に対する前記カプセル型内視鏡の相対的な方向を変更して、前記撮像部の撮像方向を変更することを特徴とする。

【0020】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記カプセル型筐体は、外部磁界に追従して前記カプセル型内視鏡の姿勢を変更する磁性体を備え、前記方向変更部は、前記被検体の体外から体内の前記磁性体に対して前記外部磁界を印加し、この印加した前記外部磁界の磁界方向を変更して、前記カプセル型内視鏡の姿勢を変更するとともに前記撮像部の撮像方向を変更し、前記制御部は、前記方向変更部に変更させる前記外部磁界の磁界方向の角速度を制御することを特徴とする。

10

【0021】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記被検体を載置する載置部を備え、前記カプセル型内視鏡は、前記カプセル型筐体の中心から外れた位置に重心を有し、前記被検体の体内に導入された液体中で前記重心によって規定される特定の姿勢を維持し、前記方向変更部は、前記特定の姿勢を維持する前記カプセル型内視鏡に対して相対的に前記被検体の姿勢を変更するように前記載置部を回転駆動して、前記被検体に対する前記撮像部の相対的な撮像方向を変更し、前記制御部は、前記方向変更部に回転駆動させる前記載置部の角速度を制御することを特徴とする。

【0022】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記照明部、前記撮像部、前記方向変更部、および前記制御部を内包し、前記被検体の体内に導入されるカプセル型筐体を備え、前記方向変更部は、前記カプセル型筐体に対して相対的に前記撮像部を回転駆動して前記撮像部の撮像方向を変更し、前記制御部は、前記方向変更部に回転駆動させる前記撮像部の角速度を制御することを特徴とする。

20

【0023】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、先端部内に前記撮像部を固定配置し、前記先端部側から前記被検体の体内に挿入される細長な挿入部を備え、前記方向変更部は、前記挿入部の先端部を湾曲駆動して前記撮像部の撮像方向を変更し、前記制御部は、前記方向変更部に湾曲駆動させる前記挿入部の先端部の角速度を制御することを特徴とする。

30

【0024】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記撮像時間は、前記照明光の発光時間と同値であり、前記照明部は、前記体内画像の撮像条件に対応して前記照明光の発光時間を変化させることを特徴とする。

【0025】

また、本発明にかかる体内観察システムは、上記の発明において、前記撮像時間は、前記照明光の発光時間と同値であり、前記照明部は、前記体内画像の撮像条件に対応して前記照明光の発光時間を変化させることを特徴とする。

【0026】

また、本発明にかかる被検体内観察方法は、被検体の臓器内部に導入した体内画像取得装置によって撮像される前記被検体の各体内画像の観察を通して前記被検体の臓器内部を観察する体内観察方法において、前記体内画像取得装置によって前記被検体の第1の体内画像を撮像する第1の撮像ステップと、前記体内画像取得装置の撮像方向を変更する撮像方向変更ステップと、前記撮像方向変更ステップによって撮像方向を変更した前記体内画像取得装置によって前記被検体の第2の体内画像を撮像する第2の撮像ステップと、を含み、前記撮像方向変更ステップは、前記第1の体内画像と前記第2の体内画像とが互いに重複する画像部分を有するように前記体内画像取得装置の撮像方向を変更することを特徴とする。

40

【0027】

また、本発明にかかる被検体内観察方法は、上記の発明において、前記被検体の臓器内

50

部に液体を導入する液体導入ステップと、前記液体内において特定の浮遊姿勢を維持する前記体内画像取得装置であるカプセル型内視鏡を前記被検体の臓器内部に導入するカプセル導入ステップと、をさらに含み、前記撮像方向変更ステップは、前記被検体の姿勢を変更することによって前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする。

【0028】

また、本発明にかかる被検体内観察方法は、上記の発明において、前記撮像方向変更ステップは、前記カプセル型内視鏡のフレームレートと前記カプセル型内視鏡の画角との乗算値未満の角速度で前記被検体の姿勢を変更して、前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする。

【0029】

また、本発明にかかる被検体内観察方法は、上記の発明において、前記撮像方向変更ステップは、前記カプセル型内視鏡に内蔵した固体撮像素子の各画素内に撮像される角度の最小値を前記カプセル型内視鏡の撮像時間によって除算した除算値未満の角速度で前記被検体の姿勢を変更して、前記カプセル型内視鏡の撮像方向を変更することを特徴とする。

【発明の効果】

【0030】

本発明にかかる体内観察システムは、照明光によって照明された被検体の体内画像を撮像する撮像部の撮像方向を、この撮像部の画角とフレームレートとの乗算値未満である角速度で変更するように構成した。このため、1フレームの体内画像の撮像開始から次のフレームの体内画像の撮像開始までの期間、撮像部の撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できるという効果を奏する。

【0031】

また、本発明にかかる体内観察方法は、被検体の臓器内部に導入した体内画像取得装置によって前記被検体の第1の体内画像を撮像し、その後、前記体内画像取得装置の撮像方向を変更し、この撮像方向を変更した前記体内画像取得装置によって前記被検体の第2の体内画像を撮像するようにし、また、前記体内画像取得装置の撮像方向を変更する際、前記第1の体内画像と前記第2の体内画像とが互いに重複する画像部分を有するようにした。このため、1フレームの体内画像の撮像開始から次のフレームの体内画像の撮像開始までの期間、撮像部の撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1にかかるカプセル型内視鏡の一構成例を示す模式図である。

【図3】図3は、カプセル型内視鏡による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。

【図4】図4は、磁界発生部による外部磁界の磁界方向の制御を通してカプセル型内視鏡の撮像方向を制御する制御部の処理手順を例示するフローチャートである。

【図5】図5は、外部磁界の磁界方向に追従してカプセル型内視鏡が撮像方向を変更しつつ体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【図6】図6は、撮像方向の変更に伴って変位するカプセル型内視鏡の撮像視野を例示す

10

20

30

40

50

る模式図である。

【図 7】図 7 は、撮像方向の変更に伴ってカプセル型内視鏡の撮像視野がずれる状態を例示する模式図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態 2 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図 9】図 9 は、本発明の実施の形態 2 にかかるカプセル型内視鏡の一構成例を示す模式図である。

【図 10】図 10 は、複数種類の撮像条件を有するカプセル型内視鏡による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。

【図 11】図 11 は、外部磁界の磁界方向に追従してカプセル型内視鏡が撮像方向を変更しつつ複数種類の撮像条件の体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【図 12】図 12 は、本発明の実施の形態 3 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図 13】図 13 は、本発明の実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡の一構成例を示す模式図である。

【図 14】図 14 は、ベッドの回転駆動に伴ってカプセル型内視鏡が被検体に対して相対的に撮像方向を変更しつつ体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【図 15】図 15 は、本発明の実施の形態 4 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図 16】図 16 は、本発明の実施の形態 4 にかかるカプセル型内視鏡の一構成例を示す模式図である。

【図 17】図 17 は、駆動部の作用によってカプセル型内視鏡の撮像方向が変化する状態を例示する模式図である。

【図 18】図 18 は、本発明の実施の形態 5 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。

【図 19】図 19 は、本発明の実施の形態 5 にかかる体内画像取得装置の一例である内視鏡装置の挿入部先端の内部構成を例示する縦断面模式図である。

【図 20】図 20 は、内視鏡装置による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。

【図 21】図 21 は、湾曲駆動部の駆動制御を通して撮像部の撮像方向を制御する制御部の処理手順を例示するフローチャートである。

【図 22】図 22 は、挿入部の湾曲駆動に伴って撮像部が撮像方向を変更しつつ面順次方式による体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【図 23】図 23 は、撮像方向の変更に伴って各分光画像の撮像視野がずれる状態を例示する模式図である。

【図 24】図 24 は、照明光の発光波長を切り替えるカプセル型内視鏡による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。

【図 25】図 25 は、被検体の体位変更によってカプセル型内視鏡の撮像方向を変更する状態を例示する模式図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

1, 3 1, 4 1, 5 1, 6 1 体内観察システム

2, 3 2, 4 2, 5 2 カプセル型内視鏡

3 磁界発生部

4 コイル用電源

5 受信アンテナ

6 受信部

7 位置姿勢検出部

8, 7 0 入力部

9 表示部

1 0 , 7 1	記憶部	
1 1 , 3 3 , 4 6 , 5 6 , 7 2	制御部	
1 1 a , 3 3 a	磁界制御部	
1 1 b , 3 3 b , 4 6 b , 5 5 b , 7 2 c	速度設定部	
2 0	筐体	
2 0 a	筒状胴部	
2 0 b	光学ドーム	
2 1	照明部	
2 3 , 6 9	撮像部	
2 3 a , 6 9 a	光学系	10
2 3 b , 6 9 b	固体撮像素子	
2 4	信号処理部	
2 5	送信部	
2 6 , 3 6 , 5 5	制御部	
2 7	電池	
4 3 , 1 0 1	ベッド	
4 3 a ~ 4 3 c	ベルト	
4 4 , 5 4	駆動部	
4 5	支持部	
4 6 a , 5 5 a , 7 2 b	駆動制御部	20
5 3	撮像機構	
6 2	内視鏡装置	
6 3	画像表示装置	
6 3 a	ケーブル	
6 4	内視鏡本体	
6 4 a	挿入部	
6 4 b	先端部	
6 5	湾曲駆動部	
6 6	操作部	
6 7	ライトガイド	30
6 8	照明部	
6 8 a	発光素子	
6 8 b	カラーフィルタ群	
7 2 a	撮像制御部	
1 0 0	被検体	

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、図面を参照して、本発明にかかる体内観察システムおよび体内観察方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0035】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図1に示すように、この実施の形態1にかかる体内観察システム1は、患者等の被検体（図示せず）の臓器内部に導入されるカプセル型内視鏡2と、この被検体内部のカプセル型内視鏡2を磁氣的に誘導するための外部磁界を発生する磁界発生部3と、磁界発生部3のコイル（電磁石）に対して電流を供給するコイル用電源4と、を備える。また、体内観察システム1は、この被検体の体表面上に配置される複数の受信アンテナ5と、これら複数の受信アンテナ5を介してカプセル型内視鏡2からの画像信号を受信する受信部6と、この被検体内部におけるカプセル型内視鏡2の現在位置および現在姿勢を

検出する位置姿勢検出部 7 と、を備える。また、体内観察システム 1 は、各種情報を入力する入力部 8 と、この被検体の体内画像等の各種情報を表示する表示部 9 と、各種情報を記憶する記憶部 10 と、かかる体内観察システム 1 の各構成部を制御する制御部 11 と、を備える。

【0036】

カプセル型内視鏡 2 は、被検体の体内画像群を取得する体内画像取得装置の一例であり、被検体の体内画像を撮像する撮像機能と、この撮像機能によって撮像した体内画像を被検体外部に無線送信する無線通信機能とを有する。具体的には、カプセル型内視鏡 2 は、患者等の被検体の臓器内部に導入され、この被検体の臓器内部を蠕動運動等によって移動する。かかるカプセル型内視鏡 2 は、被検体の体外に自然排出されるまでの期間、この被検体の体内画像を順次取得し、取得した体内画像を含む画像信号を被検体外部の受信部 6 に順次無線送信する。また、カプセル型内視鏡 2 は、永久磁石等の磁性体または電磁石（以下、単に磁石という）を内蔵し、被検体の体外から磁界発生部 3 が形成した外部磁界によって誘導される。なお、かかるカプセル型内視鏡 2 の詳細な構成は、後述する。

【0037】

磁界発生部 3 は、ヘルムホルツコイル等の電磁石を複数組み合わせることで実現され、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 を誘導可能な磁界（外部磁界）を発生する。具体的には、磁界発生部 3 は、直交する 3 軸（x 軸、y 軸、z 軸）による 3 軸直交座標系（以下、x y z 座標系という）が規定され、かかる x y z 座標系の各軸方向（x 軸方向、y 軸方向、z 軸方向）に対して所望強度の磁界をそれぞれ発生する。磁界発生部 3 は、例えばベッド等に載置した状態の被検体（図示せず）を x y z 座標系の空間内部（すなわち磁界発生部 3 の複数の電磁石によって囲まれた空間内部）に位置させ、かかる x y z 座標系の各軸方向の磁界によって形成される外部磁界、すなわち 3 次元の回転磁界または 3 次元の勾配磁界をこの被検体内部のカプセル型内視鏡 2（詳細には後述する磁石 28）に対して印加する。磁界発生部 3 は、かかる外部磁界の磁気引力または磁気斥力によって、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 を所望の位置に誘導する（変位させる）。

【0038】

また、磁界発生部 3 は、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の撮像方向を変更する方向変更手段として機能する。具体的には、磁界発生部 3 は、上述した外部磁界の磁界方向を変更することによって、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の姿勢、すなわちこの被検体に対するカプセル型内視鏡 2 の相対的な方向を変更する。これによって、磁界発生部 3 は、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の撮像方向（詳細には、後述する撮像部 23 の撮像方向）を変更する。なお、かかる磁界発生部 3 が発生する x y z 座標系の各軸方向の磁界（すなわち回転磁界および勾配磁界等の外部磁界）は、コイル用電源 4 から供給される交流電流（コイル用電源 4 からの通電量）によって制御される。

【0039】

なお、かかる x y z 座標系は、上述したように磁界発生部 3 に対して規定した（すなわち磁界発生部 3 に固定された）3 軸直交座標系であってもよいが、カプセル型内視鏡 2 を臓器内部に含む被検体（図示せず）に対して固定される 3 軸直交座標系であってもよいし、この被検体を載置するベッド（図示せず）に対して固定される 3 軸直交座標系であってもよい。

【0040】

コイル用電源 4 は、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に対して印加する外部磁界を発生させるための電流を磁界発生部 3 に供給するためのものである。かかるコイル用電源 4 は、制御部 11 の制御に基づいて、磁界発生部 3 の複数の電磁石に対して交流電流を供給し、上述した x y z 座標系の各軸方向の磁界を発生させる。

【0041】

複数の受信アンテナ 5 は、被検体内部に導入されたカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を捕捉するためのものである。具体的には、複数の受信アンテナ 5 は、上述したカプセル型内視鏡 2 を臓器内部に導入する被検体の体表面上に分散配置され、この臓器内部を通過

するカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を補足する。複数の受信アンテナ 5 は、かかるカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信部 6 に送出する。なお、かかるカプセル型内視鏡 2 からの無線信号は、カプセル型内視鏡 2 が撮像機能によって取得した被検体の体内画像を含む画像信号に対応する。

【 0 0 4 2 】

受信部 6 は、上述した複数の受信アンテナ 5 と接続され、これら複数の受信アンテナ 5 を介してカプセル型内視鏡 2 からの画像信号を受信する。具体的には、受信部 6 は、これら複数の受信アンテナ 5 のうちの最も受信電界強度の高い受信アンテナを選択し、この選択した受信アンテナを介してカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信する。受信部 6 は、この受信したカプセル型内視鏡 2 からの無線信号に対して復調処理等を行って、この無線信号に含まれる画像信号を抽出し、この抽出した画像信号を制御部 11 に送出する。

10

【 0 0 4 3 】

位置姿勢検出部 7 は、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の位置および姿勢を 3 次元的に検出する。具体的には、位置姿勢検出部 7 は、制御部 11 の制御に基づいて、上述した $x y z$ 座標系の 3 軸方向のうちの 2 軸方向に対して磁界を発生し、かかる 2 軸方向の各磁界の作用によって、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 から誘導磁界を発生させる。位置姿勢検出部 7 は、上述した $x y z$ 座標系の 2 軸方向について、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 からの誘導磁界の磁界強度および磁界方向を検出する。位置姿勢検出部 7 は、かかる誘導磁界の検出結果をもとに、上述した $x y z$ 座標系におけるカプセル型内視鏡 2 の空間座標と方向ベクトル（カプセル型内視鏡 2 の長手方向および径方向の各方向ベクトル）とを算出する。位置姿勢検出部 7 は、かかる $x y z$ 座標系におけるカプセル型内視鏡 2 の空間座標および方向ベクトルをもとに、この被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在姿勢を 3 次元的に検出する。位置姿勢検出部 7 は、このように検出した被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置情報および現在姿勢情報を制御部 11 に送出する。

20

【 0 0 4 4 】

なお、かかるカプセル型内視鏡 2 の姿勢は、カプセル型内視鏡 2 が有するカプセル型筐体の長手方向と、このカプセル型筐体の径方向（カプセル型筐体の長手方向に対して垂直な方向）によって規定されるカプセル型内視鏡 2 の長手軸中心の回転状態とによって決定される。

30

【 0 0 4 5 】

入力部 8 は、キーボードおよびマウス等の入力デバイスを用いて実現され、医師または看護師等のユーザによる入力操作に応じて、制御部 11 に各種情報を入力する。かかる入力部 8 によって制御部 11 に入力される各種情報は、例えば、制御部 11 に対して指示する指示情報、カプセル型内視鏡 2 の撮像機能に関する情報、被検体の患者情報、被検体の検査情報等である。なお、カプセル型内視鏡 2 の撮像機能に関する情報は、例えば、被検体の体内画像を順次する際のフレームレート、画角、体内画像の一辺の画素数、光学系の焦点位置または撮像時間等の体内画像の撮像条件等である。また、被検体の患者情報は、被検体の患者名、患者 ID、生年月日、性別、年齢等であり、被検体の検査情報は、被検体に対して実施されるカプセル型内視鏡検査（消化管内部にカプセル型内視鏡 2 を導入して消化管内部を観察するための検査）を特定する検査 ID、検査日等である。

40

【 0 0 4 6 】

表示部 9 は、CRT ディスプレイまたは液晶ディスプレイ等の各種ディスプレイを用いて実現され、制御部 11 によって表示指示された各種情報を表示する。具体的には、表示部 9 は、カプセル型内視鏡 2 が撮像した被検体の体内画像群、被検体の患者情報、および被検体の検査情報等のカプセル型内視鏡検査に有用な情報を表示する。医師または看護師等のユーザは、かかる表示部 9 に表示された体内画像群を観察し、かかる体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を検査する。また、表示部 9 は、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置情報および現在姿勢情報等のカプセル型内視鏡 2 の磁気誘導に有用な情報を表示する。

50

【 0 0 4 7 】

記憶部 10 は、RAM、EEPROM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の書き換え可能に情報を保存する各種記憶メディアを用いて実現される。記憶部 10 は、制御部 11 が記憶指示した各種情報を記憶し、記憶した各種情報の中から制御部 11 が読み出し指示した情報を制御部 11 に送出する。かかる記憶部 10 が記憶する情報は、例えば、被検体の体内画像群、被検体の患者情報および検査情報、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の現在位置情報および現在姿勢情報、カプセル型内視鏡 2 の撮像機能に関する情報等である。

【 0 0 4 8 】

制御部 11 は、体内観察システム 1 の各構成部（磁界発生部 3、コイル用電源 4、受信部 6、位置姿勢検出部 7、入力部 8、表示部 9、および記憶部 10）の動作を制御し、かかる各構成部間における信号の入出力を制御する。具体的には、制御部 11 は、入力部 8 によって入力された指示情報に基づいて、上述した受信部 6、位置姿勢検出部 7、表示部 9、および記憶部 10 の各動作を制御する。また、制御部 11 は、入力部 8 によって入力された指示情報に基づいて、磁界発生部 3 に対するコイル用電源 4 の通電量を制御し、このコイル用電源 4 の制御を通して、上述した磁界発生部 3 の磁界発生動作を制御する。この場合、制御部 11 は、磁界発生部 3 がカプセル型内視鏡 2 に対して外部磁界を発生するタイミングと、受信部 6 がカプセル型内視鏡 2 からの無線信号を受信するタイミングと、位置姿勢検出部 7 がカプセル型内視鏡 2 の現在位置および現在姿勢を検出するタイミングとが重ならないように、磁界発生部 3、受信部 6、および位置姿勢検出部 7 の各動作タイミングを制御する。

【 0 0 4 9 】

また、制御部 11 は、磁界制御部 11 a および速度設定部 11 b を有し、磁界発生部 3 が被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に印加する外部磁界を制御することによって、この被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の誘導（被検体内部における変位および姿勢変更の少なくとも一つ）を制御する。具体的には、速度設定部 11 b は、入力部 8 によって入力されたカプセル型内視鏡 2 の撮像機能に関する情報（例えばフレームレート、画角、体内画像の一辺の画素数、および撮像条件）をもとに角速度を算出し、この算出した角速度を、かかる磁界発生部 3 による外部磁界の磁界方向を変更する際の角速度として設定する。磁界制御部 11 a は、磁界発生部 3 に対するコイル用電源 4 の通電量の制御を通して、磁界発生部 3 が被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に印加する外部磁界（勾配磁界または回転磁界）の磁気引力、磁気斥力、および磁界方向を制御する。かかる磁界制御部 11 a は、速度設定部 11 b によって設定された角速度で外部磁界の磁界方向（すなわち、この外部磁界に追従して姿勢を変更するカプセル型内視鏡 2 の撮像方向）を磁界発生部 3 に変更させる。

【 0 0 5 0 】

さらに、制御部 11 は、上述した受信部 6 によって復調された画像信号をもとに被検体の体内画像を生成（再構築）する画像処理機能を有する。具体的には、制御部 11 は、受信部 6 から画像信号を取得し、この取得した画像信号に対して所定の画像処理を行って被検体の体内画像を生成する。制御部 11 は、このように生成した被検体の体内画像を記憶部 10 に順次記憶させ、入力部 8 からの指示情報に基づいて、かかる被検体の体内画像群を表示部 9 に表示させる。

【 0 0 5 1 】

つぎに、本発明の実施の形態 1 にかかる体内画像取得装置の一例であるカプセル型内視鏡 2 の構成を詳細に説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 1 にかかるカプセル型内視鏡 2 の一構成例を示す模式図である。図 3 は、カプセル型内視鏡 2 による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。図 2 に示すように、カプセル型内視鏡 2 は、被検体の臓器内部に導入し易い大きさに形成されたカプセル型の筐体 20 を備える。また、カプセル型内視鏡 2 は、この筐体 20 の内部に、被検体の体内を照明する照明部 21 と、照明部 21 によって照明された被検体の体内画像を撮像する撮像部 23 と、撮像部 23 によって撮像された体内画像を生成する信号処理部 24 と、かかる体内画像を外部に無線送信する

送信部 25 と、制御部 26 と、かかるカプセル型内視鏡 2 の各構成部に電力を供給する電池 27 と、上述した磁界発生部 3 の外部磁界に追従して筐体 20 を動作させる磁石 28 と、を備える。

【0052】

筐体 20 は、患者等の被検体の臓器内部に導入し易い大きさに形成されたカプセル型の筐体であり、カプセル型内視鏡 2 の外装ケースとして機能する。かかる筐体 20 は、筒状構造を有する筒状胴部 20a とドーム構造を有する光学ドーム 20b とによって形成され、複数の照明部 21、撮像部 23、信号処理部 24、送信部 25、制御部 26、電池 27、および磁石 28 を液密に内包する。筒状胴部 20a は、一端がドーム形状をなし且つ他端が開口した筒状構造の外装部材であり、複数の照明部 21、撮像部 23、信号処理部 24、送信部 25、制御部 26、電池 27、および磁石 28 を内部に収容する。かかる筒状胴部 20a の開口端部には光学ドーム 20b が取り付けられる。光学ドーム 20b は、所定の光波長帯域に対して透明なドーム状の光学部材であり、筒状胴部 20a の開口端部を塞ぐ。

10

【0053】

複数の照明部 21 は、LED 等の発光素子を用いて実現され、被検体の体内（臓器内部）を照明光によって照明する。具体的には、複数の照明部 21 は、光学ドーム 20b を介して被検体の臓器内部に照明光（例えば白色光）を照射し、この照明光によって、光学ドーム 20b 越しに撮像部 23 の撮像視野である臓器内部を照明する。

【0054】

20

撮像部 23 は、筐体 20 の内部に固定配置され、複数の照明部 21 によって照明された被検体の体内画像を撮像する。具体的には、撮像部 23 は、集光レンズ等の光学系 23a と、CMOS イメージセンサまたは CCD 等の固体撮像素子 23b とを有する。光学系 23a は、上述した照明部 21 によって照明された被検体の臓器内部（すなわち撮像部 23 の撮像視野）からの反射光を集光して、固体撮像素子 23b の受光面に被写体画像を結像する。固体撮像素子 23b は、この光学系 23a の焦点位置に受光面を配置し、この受光面を介して臓器内部からの反射光を受光し、この受光した反射光に対して光電変換処理を行って体内画像の画像データを生成する。

【0055】

かかる光学系 23a および固体撮像素子 23b を有する撮像部 23 は、図 2 に示すように、画角 [deg.] を有し、カプセル型の筐体 20 の長手方向の中心軸 CL と略平行な撮像方向 F に、この画角 によって規定される撮像視野（以下、カプセル型内視鏡 2 の撮像視野という場合がある）を有する。この場合、かかる撮像部 23 の光軸は、筐体 20 の中心軸 CL と略平行であり、望ましくは略一致する。また、かかる撮像部 23 は、この撮像視野内に位置する臓器内部の体内画像を所定のフレームレート f [フレーム/秒] で順次撮像する。かかる撮像部 23 によって撮像された体内画像の画像データは、信号処理部 24 に順次送出される。

30

【0056】

信号処理部 24 は、撮像部 23 から画像データを取得し、この取得した画像データに対して所定の画像処理を行って、撮像部 23 が撮像した体内画像を含む画像信号を生成する。かかる信号処理部 24 によって生成された画像信号は、送信部 25 に順次送出される。送信部 25 は、上述した撮像部 23 によって撮像された体内画像を外部に順次無線送信する。具体的には、送信部 25 は、信号処理部 24 によって生成された画像信号（すなわち、撮像部 23 が撮像した体内画像を含む画像信号）を取得し、この取得した画像信号に対して変調処理等を行って、この画像信号を変調した無線信号を生成する。送信部 25 は、かかる無線信号を外部（具体的には図 1 に示した受信部 6）に順次送信する。

40

【0057】

制御部 26 は、上述した複数の照明部 21、撮像部 23、および送信部 25 を制御し、かかるカプセル型内視鏡 2 の各構成部の間における信号の入出力を制御する。具体的には、制御部 26 は、図 3 に示すように、複数の照明部 21 が照明光によって照明した被検体

50

の体内画像を所定の撮像間隔 T 毎に撮像部 23 に撮像させる。この場合、制御部 26 は、撮像間隔 T 毎に発光時間 t だけ照明光を複数の照明部 21 に同時発光させるとともに、この照明光の発光時間 t と同時期に撮像部 23 を露光させる。また、制御部 26 は、かかる撮像部 23 によって撮像された体内画像を時系列に沿って順次、送信部 25 に無線送信させる。

【0058】

なお、かかる制御部 26 によって制御される撮像部 23 の撮像間隔 T は、1 フレームの体内画像を撮像開始してから次のフレームの体内画像を撮像開始するまでの時間間隔であり、複数の照明部 21 が発光する照明光の発光時間 t 、撮像部 23 の受光時間（露光時間）、および上述した信号処理部 24 による体内画像の画像処理時間等を含む。かかる撮像間隔 T は、上述した撮像部 23 のフレームレート f を規定する。すなわち、撮像部 23 のフレームレート f は、この撮像間隔 T の逆数と同値である。また、かかる制御部 26 によって制御される複数の照明部 21 の発光時間 t は、撮像部 23 が 1 フレームの体内画像を撮像する際の撮像時間の一例であり、撮像部 23 の受光時間と同値である。

【0059】

磁石 28 は、上述した磁界発生部 3（図 1 参照）が形成した外部磁界によるカプセル型内視鏡 2 の誘導を可能にするためのものである。具体的には、磁石 28 は、筐体 20 内部の所定位置に配置され、所定の方向、例えば筐体 20 の長手方向、さらに望ましくは撮像部 23 の撮像方向 F と同一方向に磁化される。かかる磁石 28 は、上述した磁界発生部 3 による外部磁界に追従して筐体 20 を動作させる。この場合、磁石 28 は、磁界発生部 3 による外部磁界の磁気引力または磁気斥力によって筐体 20 を移動させる。かかる磁石 28 の作用によって、カプセル型内視鏡 2 は被検体内部における所望の位置に変位する。一方、磁石 28 は、磁界発生部 3 による外部磁界の磁界方向の変化に追従して筐体 20 の姿勢、すなわちカプセル型内視鏡 2 の姿勢を変化させる。かかる磁石 28 の作用によって、被検体に対するカプセル型内視鏡 2 の相対的な方向が変化するとともに、撮像部 23 の撮像方向 F が被検体内部における所望の方向に変更される。

【0060】

なお、かかるカプセル型内視鏡 2 の筐体 20 の内部には、図 2 に特に図示していないが、上述した位置姿勢検出部 7 が形成した磁界の作用によって誘導磁界を発生する磁界発生コイルが配置される。この磁界発生コイルは、例えば、直交する 2 軸方向にコイルの開口方向を配置する 2 つのコイルを用いて実現される。

【0061】

つぎに、被検体に対する相対的なカプセル型内視鏡 2 の撮像方向 F を磁界発生部 3 に変更させる制御部 11 の動作について説明する。図 4 は、磁界発生部 3 による外部磁界の磁界方向の制御を通してカプセル型内視鏡 2 の撮像方向 F を制御する制御部 11 の処理手順を例示するフローチャートである。

【0062】

制御部 11 は、上述したように被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の磁石 28 に印加する外部磁界を磁界発生部 3 に発生させる。そして、制御部 11 は、この外部磁界の磁界方向を制御することによって、この被検体に対するカプセル型内視鏡 2 の相対的な方向（すなわち被検体内部におけるカプセル型内視鏡 2 の姿勢）を磁界発生部 3 に変更させ、この結果、このカプセル型内視鏡 2 の撮像部 23 の撮像方向 F を磁界発生部 3 に変更させる。

【0063】

すなわち、図 4 に示すように、制御部 11 は、まず、上述した磁界発生部 3 に磁界方向を変更させる外部磁界の角速度を設定する（ステップ S101）。このステップ S101 において、速度設定部 11b は、入力部 8 によって入力されたカプセル型内視鏡 2 の撮像機能に関する情報として、撮像部 23 の画角 およびフレームレート f と体内画像の一边の画素数 m と照明光の発光時間 t とを取得し、この取得した各種情報を適宜用いて外部磁界の角速度を設定する。

【0064】

詳細には、速度設定部 11b は、画角 θ とフレームレート f とを乗算した乗算値未満である角速度 ω_1 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_1 を、上述した撮像間隔 T において外部磁界の磁界方向を変更する際の外部磁界の平均角速度として設定する。また、速度設定部 11b は、体内画像の一边の画素数 m と照明光の発光時間 t との乗算値によって画角 θ を除算した除算値未満である角速度 ω_2 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_2 を、上述した撮像間隔 T のうちの撮像時間（例えば発光時間 t ）内に外部磁界の磁界方向を変更する際の外部磁界の平均角速度として設定する。かかる角速度 ω_1 、 ω_2 は、記憶部 10 に記憶され、必要に応じて制御部 11 によって読み出される。

【0065】

なお、ここでいう体内画像の一边の画素数 m は、体内画像を撮像する撮像部 23 の受光面の一边（例えば長辺）の画素数と、この受光面の一边に対応する体内画像の表示系（例えば図 1 に示した表示部 9）の一边の画素数とのいずれか一方である。速度設定部 11b は、この撮像部 23 の一边の画素数がこの表示系の一边の画素数以下である場合、上述した一边の画素数 m として撮像部 23 の一边の画素数を用い、この撮像部 23 の一边の画素数がこの表示系の一边の画素数を越える場合、上述した一边の画素数 m として表示系の一边の画素数を用いる。

【0066】

つぎに、制御部 11 は、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の姿勢変更指示の有無を判断する（ステップ S102）。このステップ S102 において、制御部 11 は、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 の姿勢を変更する指示情報を入力されていない場合、このカプセル型内視鏡 2 の姿勢変更の指示なしと判断し（ステップ S102, No）、このステップ S102 の処理手順を繰り返す。一方、制御部 11 は、かかるカプセル型内視鏡 2 の姿勢変更の指示情報を入力部 8 によって入力された場合、このカプセル型内視鏡 2 の姿勢変更の指示ありと判断し（ステップ S102, Yes）、上述したステップ S101 において設定した角速度 ω_1 、 ω_2 で外部磁界の磁界方向を磁界発生部 3 に変更させる（ステップ S103）。

【0067】

このステップ S103 において、磁界制御部 11a は、撮像部 23 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間（照明光の発光時間 t または撮像部 23 の受光時間）を除く期間、上述した角速度 ω_1 （ $< \text{フレームレート } f \times \text{画角 } \theta$ ）で外部磁界の磁界方向を変更するように磁界発生部 3 を制御する。一方、磁界制御部 11a は、撮像部 23 の撮像間隔 T のうちの体内画像の撮像時間、すなわち撮像部 23 が体内画像を撮像している期間、上述した角速度 ω_2 （ $< \text{画角 } \theta \div (\text{一边の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$ ）で外部磁界の磁界方向を変更するように磁界発生部 3 を制御する。

【0068】

なお、磁界制御部 11a は、入力部 8 によって入力された撮像部 23 のフレームレート f をもとに撮像部 23 の撮像間隔 T を把握し、受信部 6 によって受信されたカプセル型内視鏡 2 からの情報（体内画像等）または受信タイミング等の同期信号をもとに、撮像部 23 の撮像タイミングを把握する。

【0069】

このように磁界制御部 11a が磁界発生部 3 による外部磁界の磁界方向を制御することによって、磁界発生部 3 は、撮像部 23 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間、外部磁界の磁界方向に追従するカプセル型内視鏡 2 の撮像方向 F を上述した角速度 ω_1 で変更し、撮像部 23 が体内画像を撮像している期間、外部磁界の磁界方向に追従するカプセル型内視鏡 2 の撮像方向 F を上述した角速度 ω_2 で変更する。その後、制御部 11 は、上述したステップ S102 に戻り、このステップ S102 以降の処理手順を繰り返す。

【0070】

つぎに、被検体内部のカプセル型内視鏡 2 が 2 フレームの体内画像を順次撮像する場合を例示して、上述した制御部 11 によって磁界方向を制御された磁界発生部 3 の外部磁界

10

20

30

40

50

が被検体内部のカプセル型内視鏡 2 に及ぼす作用並びに本発明にかかる体内観察方法における体内画像撮像ステップおよび撮像方向変更ステップについて具体的に説明する。図 5 は、外部磁界の磁界方向に追従してカプセル型内視鏡 2 が撮像方向 F を変更しつつ体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。図 6 は、撮像方向 F の変更に伴って変位するカプセル型内視鏡 2 の撮像視野を例示する模式図である。図 7 は、撮像方向 F の変更に伴ってカプセル型内視鏡 2 の撮像視野がずれる状態を例示する模式図である。

【 0 0 7 1 】

なお、図 5 , 6 において、撮像視野 A 1 , A 2 は、被検体の臓器内部を捉えたカプセル型内視鏡 2 (詳細には撮像部 2 3) の撮像視野であり、上述したように画角 によって規定される。かかる撮像視野 A 1 , A 2 のうち、撮像視野 A 1 は、カプセル型内視鏡 2 が順次撮像する 2 フレームの体内画像のうちの 1 フレーム目の体内画像に対応する撮像視野であり、撮像視野 A 2 は、これら 2 フレームの体内画像のうちの 2 フレーム目の体内画像に対応する撮像視野である。

【 0 0 7 2 】

図 5 に示すように、カプセル型内視鏡 2 は、上述した制御部 1 1 によって磁界方向を制御された磁界発生部 3 の外部磁界に追従して、被検体に対する相対的な方向 (すなわち姿勢) を変更するとともに、撮像視野 A 1 に対応する体内画像と撮像視野 A 2 に対応する体内画像とを順次撮像する。この場合、カプセル型内視鏡 2 は、かかる磁界発生部 3 の外部磁界の磁界方向に追従して撮像方向 F を撮像視野 A 1 の撮像方向 F (点線矢印) から撮像視野 A 2 の撮像方向 F (実線矢印) に変更する。

【 0 0 7 3 】

ここで、上述した磁界発生部 3 は、磁界制御部 1 1 a の制御に基づいて、カプセル型内視鏡 2 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間、このカプセル型内視鏡 2 の姿勢変更を誘導する外部磁界の磁界方向を角速度 ω_1 ($< \text{フレームレート } f \times \text{画角}$) で変更し、この撮像間隔 T のうちのカプセル型内視鏡 2 が体内画像を撮像している期間、この外部磁界の磁界方向を角速度 ω_2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$) で変更する。カプセル型内視鏡 2 は、かかる角速度 ω_1 , ω_2 で磁界方向を変更する外部磁界に追従して、撮像視野 A 1 の撮像方向 F を撮像視野 A 2 の撮像方向 F に角速度 ω_1 で変更し、特に撮像視野 A 1 , A 2 の体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更する。

【 0 0 7 4 】

このように、カプセル型内視鏡 2 が磁界発生部 3 の外部磁界の作用によって撮像方向 F を変更する場合、かかる撮像方向 F の変更角度 [deg .] は、このカプセル型内視鏡 2 の画角 未満になる。具体的には、図 6 に示すように、撮像視野 A 1 の撮像方向 F と撮像視野 A 2 の撮像方向 F (すなわち変更後の撮像方向 F) とのなす変更角度 は、常に画角 未満になる。例えば、カプセル型内視鏡 2 の撮像部 2 3 のフレームレート f が 4 [フレーム / 秒] であり、画角 が 120 [deg .] である場合、上述した角速度 ω_1 は、480 [deg . / 秒] 未満であり、この角速度 ω_1 で磁界方向を変更する外部磁界の作用によって、この撮像方向 F の変更角度 は常に 120 [deg .] 未満になる。

【 0 0 7 5 】

この結果、撮像方向 F の撮像視野 A 1 は、変更後の撮像方向 F の撮像視野 A 2 の少なくとも一部の視野領域と重複する。カプセル型内視鏡 2 は、このように視野領域が重複する撮像視野 A 1 , A 2 の各体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 2 は、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる。

【 0 0 7 6 】

ここで、かかるカプセル型内視鏡 2 によって撮像された連続的な体内画像群は、時間的に隣接する体内画像間における画像の重複部分をより多くすることが望ましい。何故なら

10

20

30

40

50

ば、かかる画像の重複部分を多くする程、時間的に隣接する体内画像間のパターンマッチング処理によって、これら連続的な体内画像群内の各体内画像をより正確に連結できるからである。この場合、上述した速度設定部 11b は、カプセル型内視鏡 2 の撮像間隔 T において外部磁界の磁界方向を変更する際の外部磁界の平均角速度として、画角 θ とフレームレート f との乗算値の半数以下である角速度 ω_1 を設定することが望ましい。

【0077】

このように角速度 ω_1 ($\theta \times f \div 2$) を設定することによって、撮像視野 A1 の撮像方向 F と撮像視野 A2 の撮像方向 F とのなす変更角度 α は、図 6 に示すように、常に画角 θ の半数以下になる。例えば、カプセル型内視鏡 2 の撮像部 23 のフレームレート f が 4 [フレーム/秒] であり、画角 θ が 120 [deg.] である場合、この角速度 ω_1 は、240 [deg./秒] 以下であり、この角速度 ω_1 で磁界方向を変更する外部磁界の作用によって、この撮像方向 F の変更角度 α は常に 60 [deg.] 以下になる。

【0078】

この結果、撮像方向 F の撮像視野 A1 は、変更後の撮像方向 F の撮像視野 A2 の半分以上と重複する。カプセル型内視鏡 2 は、このように視野領域が半分以上重複する撮像視野 A1, A2 の各体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において半分以上の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 2 は、外部磁界に追従して回転する撮像方向 F の回転中心と画角 θ の中心とが一致しない場合であっても、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群をより確実に取得できる。

【0079】

一方、カプセル型内視鏡 2 は、上述したように、撮像間隔 T のうちの撮像視野 A1, A2 の体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 ($\theta \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$) で磁界方向を変更する磁界発生部 3 の外部磁界に追従して、撮像方向 F を角速度 ω_2 で変更する。この場合、撮像視野 A1, A2 は、かかる外部磁界の作用による撮像方向 F の変更に伴って視野ずれ量を発生させる。

【0080】

具体的には、図 7 に示すように、撮像視野 A1 は、かかる磁界発生部 3 の外部磁界に追従する撮像方向 F の変化に伴って視野ずれ量 e を発生させる。ここで、この撮像視野 A1 の撮像方向 F は、上述したように、体内画像の撮像時間内において角速度 ω_2 で変化 (回転) する。このため、かかる撮像方向 F の変化に伴って体内画像の撮像時間内に変位する撮像視野 A1 の視野ずれ量 e は、この撮像視野 A1 に対応する体内画像の 1 画素分のずれ量未満になる。例えば、カプセル型内視鏡 2 の画角 θ が 120 [deg.] であり、1 フレームの体内画像の撮像時間、すなわち照明光の発光時間 t が 0.02 [秒] であり、体内画像の一辺の画素数 m 、例えば撮像部 23 の受光面の一辺の画素数が 200 画素である場合、上述した角速度 ω_2 は、30 [deg./秒] 未満であり、この角速度 ω_2 で磁界方向を変更する外部磁界の作用によって、この撮像視野 A1 の視野ずれ量 e は、常に、撮像部 23 の受光面の 1 画素未満のずれ量になる。

【0081】

なお、撮像部 23 の受光面の一辺の画素数が、この受光面の一辺に対応する体内画像の表示系の一辺の画素数以下である場合、この体内画像の一辺の画素数 m は、この撮像部 23 の一辺の画素数と同値である。一方、この撮像部 23 の受光面の一辺の画素数が、この受光面の一辺に対応する体内画像の表示系の一辺の画素数を越える場合、この体内画像の一辺の画素数 m は、この表示系の一辺の画素数と同値である。したがって、撮像部 23 の受光面の一辺の画素数が、この受光面の一辺に対応する体内画像の表示系の一辺の画素数以下である場合、上述したように撮像視野 A1 の視野ずれ量 e は撮像部 23 の受光面の 1 画素未満のずれ量になる。一方、この撮像部 23 の一辺の画素数がこの表示系の一辺の画素数を越える場合、上述した撮像視野 A1 の視野ずれ量 e は、この表示系の 1 画素未満のずれ量になる。

【0082】

この結果、かかる撮像視野A1の変位に起因する体内画像のぶれは、この撮像部23の一边の画素数がこの体内画像の表示系の一边の画素数以下である場合、撮像部23の受光面の1画素未満に軽減でき、この撮像部23の一边の画素数がこの体内画像の表示系の一边の画素数を越える場合、この体内画像の表示系の1画素未満に軽減できる。カプセル型内視鏡2は、上述した角速度2で撮像方向Fを変更することによって、体内画像を撮像するとともに撮像方向Fを変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。かかる体内画像のぶれ軽減効果は、撮像視野A1の次に体内画像が撮像される次フレームの撮像視野A2についても同様に得られる。

【0083】

以上、説明したように、本発明の実施の形態1では、被検体の体内に導入し易い大きさに形成されたカプセル型筐体の内部に、カプセル型筐体の姿勢によって規定される撮像方向の体内画像を順次撮像する撮像部と、外部磁界の磁界方向に追従してカプセル型筐体の姿勢を変更する磁石とを配置し、被検体の体内に導入されたカプセル型筐体内部の磁石に対して体外の磁界発生部が外部磁界を印加し、この外部磁界の磁界方向をこの撮像部の画角とフレームレートとの乗算値未満である角速度で変更して、このカプセル型筐体の姿勢とともに撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、1フレームの体内画像の撮像開始から次のフレームの体内画像の撮像開始までの期間（すなわち上述した撮像間隔Tの期間）、この外部磁界の磁界方向に追従して変化する撮像部の撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる体内観察システムおよび体内画像取得装置、並びにこれら体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を観察する体内観察方法を実現することができる。

【0084】

この実施の形態1にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置を用いることによって、被検体の臓器内部の撮像漏れを可能な限り低減できるとともに、臓器内部の略全範囲に亘って連続的な体内画像群を取得でき、これによって、胃または大腸等の被検体の臓器内部を隈なく観察することができる。

【0085】

また、1フレームの体内画像を撮像している期間、この体内画像の一边の画像数と撮像時間との乗算値によって撮像部の画角を除算した除算値未満である角速度で外部磁界の磁界方向を変更して、この撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、この撮像方向の変化に伴って体内画像の撮像時間内に変位する撮像部の撮像視野の視野ずれ量を体内画像の1画素分のずれ量未満に維持できる。この撮像視野の体内画像のぶれをこの撮像部の受光面の1画素未満または体内画像の表示系の1画素未満に軽減することができる。この結果、体内画像を撮像するとともに撮像方向を変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

【0086】

(実施の形態2)

つぎに、本発明の実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、体内画像の撮像条件（例えば照明光の発光時間、撮像部23の受光時間等）を固定していたが、この実施の形態2では、体内画像の撮像条件を複数種類にし、これら複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って切り替えて体内画像を順次撮像している。

【0087】

図8は、本発明の実施の形態2にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図8に示すように、この実施の形態2にかかる体内観察システム31は、上述した実施の形態1にかかる体内観察システム1のカプセル型内視鏡2に代えて複数種類の撮像条件をもつカプセル型内視鏡32を備え、制御部11に代えて制御部33を備

10

20

30

40

50

える。その他の構成は実施の形態 1 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【0088】

カプセル型内視鏡 3 2 は、被検体の体内画像を撮像するための撮像条件（例えば照明光の発光条件および撮像部の受光条件等）を複数種類有し、これら複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って切り替えて、被検体の体内画像を順次撮像する。これによって、カプセル型内視鏡 3 2 は、複数種類の撮像条件によって撮像された体内画像群を取得する。なお、かかる撮像条件の種類は、1 フレームの体内画像を撮像する際の照明光の発光条件および撮像部 2 3 の受光条件等の組合せによって規定される。かかるカプセル型内視鏡 3 2 が有する他の機能およびカプセル型内視鏡 3 2 の構造は、上述した実施の形態 1 にかかるカプセル型内視鏡 2 と略同様である。なお、かかるカプセル型内視鏡 3 2 が有する複数種類の撮像条件については、後述する。

【0089】

制御部 3 3 は、磁界制御部 3 3 a および速度設定部 3 3 b を有し、磁界発生部 3 が被検体内部のカプセル型内視鏡 3 2 に印加する外部磁界を制御することによって、この被検体内部のカプセル型内視鏡 3 2 の誘導（被検体内部における変位および姿勢変更の少なくとも一つ）を制御する。速度設定部 3 3 b は、入力部 8 によって入力されたカプセル型内視鏡 3 2 の撮像機能に関する情報（例えばフレームレート、画角、体内画像の一辺の画素数、および撮像条件）と撮像条件の種類数とを適宜用いて角速度を算出し、この算出した角速度を、上述した磁界発生部 3 による外部磁界の磁界方向を変更する際の角速度として設定する。磁界制御部 3 3 a は、速度設定部 3 3 b によって設定された角速度で外部磁界の磁界方向（すなわち、この外部磁界に追従して姿勢を変更するカプセル型内視鏡 3 2 の撮像方向）を磁界発生部 3 に変更させる。かかる制御部 3 3 が有する他の機能は、上述した実施の形態 1 にかかる体内観察システム 1 の制御部 1 1 と同様である。

【0090】

つぎに、本発明の実施の形態 2 にかかる体内画像取得装置の一例であるカプセル型内視鏡 3 2 の構成を詳細に説明する。図 9 は、本発明の実施の形態 2 にかかるカプセル型内視鏡 3 2 の一構成例を示す模式図である。図 10 は、複数種類の撮像条件を有するカプセル型内視鏡 3 2 による体内画像の撮像タイミングを例示する模式図である。図 9 に示すように、この実施の形態 2 にかかるカプセル型内視鏡 3 2 は、上述した実施の形態 1 にかかるカプセル型内視鏡 2 の制御部 2 6 に代えて制御部 3 6 を有する。この制御部 3 6 は、複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って順次切り替えて撮像部 2 3 に体内画像を順次撮像させる。その他の構成は実施の形態 1 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【0091】

制御部 3 6 は、複数種類の撮像条件を予め設定され、これら複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って順次切り替えて撮像部 2 3 に被検体の体内画像を順次撮像させる。具体的には、図 10 に示すように、制御部 3 6 は、体内画像の撮像条件として例えば照明光の発光時間 $t_1 \sim t_4$ を撮像間隔 T 毎（すなわちフレーム毎）に所定の順序に沿って切り替えて、照明光の発光量によって種別される複数種類の体内画像を撮像部 2 3 に順次撮像させる。なお、かかる照明光の発光時間 $t_1 \sim t_4$ のうち、発光時間 t_4 が最大値であり、発光時間 t_3 は発光時間 t_1 , t_2 に比して大きく、発光時間 t_2 は発光時間 t_1 に比して大きい。

【0092】

より具体的には、制御部 3 6 は、複数の照明部 2 1 に発光時間 t_1 だけ照明光を発光させるとともに、この発光時間 t_1 の照明光によって照明された被検体の体内画像（第 1 発光条件の体内画像）を撮像部 2 3 に撮像させ、この直後の撮像間隔 T において、複数の照明部 2 1 に発光時間 t_2 だけ照明光を発光させるとともに、この発光時間 t_2 の照明光によって照明された被検体の体内画像（第 2 発光条件の体内画像）を撮像部 2 3 に撮像させる。続いて、制御部 3 6 は、発光時間 t_2 を発光時間 t_3 に切り替え、複数の照明部 2 1

に発光時間 t_3 だけ照明光を発光させるとともに、この発光時間 t_3 の照明光によって照明された被検体の体内画像（第3発光条件の体内画像）を撮像部23に撮像させ、この直後の撮像間隔 T において、複数の照明部21に発光時間 t_4 だけ照明光を発光させるとともに、この発光時間 t_4 の照明光によって照明された被検体の体内画像（第4発光条件の体内画像）を撮像部23に撮像させる。その後、制御部36は、かかる照明光の発光時間 $t_1 \sim t_4$ を同様に繰り返し切り替えて、第1発光条件の体内画像、第2発光条件の体内画像、第3発光条件の体内画像、および第4発光条件の体内画像を撮像部23に繰り返し撮像させる。かかる制御部36が有する他の機能は、上述した実施の形態1にかかるカプセル型内視鏡2の制御部26と同様である。

【0093】

10

なお、制御部36は、かかる照明光の発光時間 $t_1 \sim t_4$ の切り替えに同期して撮像部23の受光時間を順次切り替える。この場合、制御部36は、第1発光条件の体内画像を撮像する際の撮像部23の受光時間と発光時間 t_1 とを同値に制御し、第2発光条件の体内画像を撮像する際の撮像部23の受光時間と発光時間 t_2 とを同値に制御し、第3発光条件の体内画像を撮像する際の撮像部23の受光時間と発光時間 t_3 とを同値に制御し、第4発光条件の体内画像を撮像する際の撮像部23の受光時間と発光時間 t_4 とを同値に制御する。

【0094】

つぎに、被検体に対する相対的なカプセル型内視鏡32の撮像方向 F を磁界発生部3に変更させる制御部33の動作について説明する。制御部33は、上述したステップ $S101 \sim S103$ （図4参照）と略同様の処理手順を繰り返し行って、体内画像の撮像間隔 T の期間に磁界方向を変更する際の外部磁界の角速度 ω_1 と、各体内画像の撮像時間内に磁界方向を変更する際の外部磁界の角速度 ω_2 とを設定し、この設定した角速度 ω_1, ω_2 でカプセル型内視鏡32の撮像方向 F を変更するように磁界発生部3を制御する。

20

【0095】

この場合、速度設定部33bは、上述したステップ $S101$ において、入力部8によって入力されたカプセル型内視鏡32の撮像機能に関する情報（画角 θ 、フレームレート f 、体内画像の一辺の画素数 m 、および発光時間 $t_1 \sim t_4$ 等の撮像条件）と撮像条件の種類数 n とを取得する。かかる速度設定部33bは、画角 θ とフレームレート f との乗算値を撮像条件の種類数 n によって除算した除算値未満である角速度 ω_1 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_1 を、上述した撮像間隔 T において外部磁界の磁界方向を変更する際の外部磁界の平均角速度として設定する。また、かかる速度設定部33bは、体内画像の一辺の画素数 m と照明光の発光時間との乗算値によって画角 θ を除算した除算値未満である角速度 ω_2 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_2 を、各体内画像の撮像時間（例えば照明光の発光時間）内に外部磁界の磁界方向を変更する際の外部磁界の平均角速度として設定する。ここで、かかる角速度 ω_2 の算出処理に用いられる照明光の発光時間は、上述したカプセル型内視鏡32の制御部36の制御に基づいて切り替わる複数種類の発光時間のうちの最大値（例えば上述した発光時間 $t_1 \sim t_4$ のうちの発光時間 t_4 ）である。

30

【0096】

40

一方、上述したステップ $S103$ において、磁界制御部33aは、撮像部23の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間（照明光の発光時間または撮像部23の受光時間）を除く期間、かかる角速度 ω_1 ($< \text{フレームレート } f \times \text{画角 } \theta \div \text{撮像条件の種類数 } n$) で外部磁界の磁界方向を変更するように磁界発生部3を制御する。また、磁界制御部33aは、撮像部23の撮像間隔 T のうちの体内画像の撮像時間、すなわち撮像部23が体内画像を撮像している期間、かかる角速度 ω_2 ($< \text{画角 } \theta \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t_4)$) で外部磁界の磁界方向を変更するように磁界発生部3を制御する。

【0097】

つぎに、被検体内部のカプセル型内視鏡32が図10に示したように4種類の撮像条件（具体的には4種類の発光時間 $t_1 \sim t_4$ ）を所定の順序に沿って切り替えて体内画像を

50

順次撮像する場合を例示して、上述した制御部 33 によって磁界方向を制御された磁界発生部 3 の外部磁界が被検体内部のカプセル型内視鏡 32 に及ぼす作用並びに本発明にかかる体内観察方法における体内画像撮像ステップおよび撮像方向変更ステップについて具体的に説明する。図 11 は、外部磁界の磁界方向に追従してカプセル型内視鏡 32 が撮像方向 F を変更しつつ複数種類の撮像条件の体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【0098】

なお、図 11 において、撮像視野 A1, A2 は、4 種類の発光時間 $t_1 \sim t_4$ のうちの最小値である発光時間 t_1 の照明光によって照明される撮像視野であり、撮像視野 B1, B2 は、発光時間 t_1 に比して大きい発光時間 t_2 の照明光によって照明される撮像視野であり、撮像視野 C1, C2 は、発光時間 t_2 に比して大きい発光時間 t_3 の照明光によって照明される撮像視野であり、撮像視野 D1, D2 は、発光時間 t_3 に比して大きい発光時間 t_4 の照明光によって照明される撮像視野である。かかる撮像視野 A1, A2、撮像視野 B1, B2、撮像視野 C1, C2、および撮像視野 D1, D2 は、被検体の臓器内部を捉えたカプセル型内視鏡 32 の撮像視野であり、上述した画角 によって規定される。また、撮像方向 F1 ~ F8 は、いずれもカプセル型内視鏡 32 の撮像方向 F の一例であり、撮像方向 F1, F5 は、かかる撮像視野 A1, A2 にそれぞれ対応し、撮像方向 F2, F6 は、かかる撮像視野 B1, B2 にそれぞれ対応する。また、撮像方向 F3, F7 は、かかる撮像視野 C1, C2 にそれぞれ対応し、撮像方向 F4, F8 は、かかる撮像視野 D1, D2 にそれぞれ対応する。

【0099】

図 11 に示すように、カプセル型内視鏡 32 は、上述した制御部 33 によって磁界方向を制御された磁界発生部 3 の外部磁界に追従して、被検体に対する相対的な方向（すなわち姿勢）を変更するとともに、撮像方向 F1、撮像方向 F2、撮像方向 F3、撮像方向 F4、撮像方向 F5、撮像方向 F6、撮像方向 F7、撮像方向 F8 の順に撮像方向を連続的に変更する。この場合、カプセル型内視鏡 32 は、かかる撮像方向の変更に伴って、撮像視野 A1、撮像視野 B1、撮像視野 C1、撮像視野 D1、撮像視野 A2、撮像視野 B2、撮像視野 C2、撮像視野 D2 の順に撮像視野を変更して、第 1 発光条件の体内画像、第 2 発光条件の体内画像、第 3 発光条件の体内画像、および第 4 発光条件の体内画像を順次繰り返し撮像する。

【0100】

ここで、上述した磁界発生部 3 は、磁界制御部 33a の制御に基づいて、カプセル型内視鏡 32 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間、このカプセル型内視鏡 32 の姿勢変更を誘導する外部磁界の磁界方向を角速度 ω_1 ($< \text{フレームレート } f \times \text{画角} \div \text{撮像条件の種類数 } n$) で変更し、この撮像間隔 T のうちのカプセル型内視鏡 32 が体内画像を撮像している期間、この外部磁界の磁界方向を角速度 ω_2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t_4)$) で変更する。カプセル型内視鏡 32 は、かかる角速度 ω_1 , ω_2 で磁界方向を変更する外部磁界に追従して、撮像方向 F1、撮像方向 F2、撮像方向 F3、撮像方向 F4、撮像方向 F5、撮像方向 F6、撮像方向 F7、撮像方向 F8 の順に撮像方向を角速度 ω_1 で変更する。かかるカプセル型内視鏡 32 は、特に体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 で撮像方向を変更する。

【0101】

このように、カプセル型内視鏡 32 が磁界発生部 3 の外部磁界の作用によって撮像方向を変更する場合、撮像方向 F1 ~ F8 の各撮像方向間の変更角度 $[\text{deg.}]$ は、常に、このカプセル型内視鏡 32 の撮像条件の種類数 $n (= 4)$ によって画角 を除算した除算値未満になる。すなわち、同種類の体内画像（第 1 発光条件の体内画像）の撮像視野 A1, A2 にそれぞれ対応する撮像方向 F1 と撮像方向 F5 とのなす変更角度 は、図 11 に示すように各撮像方向間の変更角度 の 4 倍であって、常に画角 未満になる。これと同様に、第 2 発光条件の体内画像の撮像視野 B1, B2 にそれぞれ対応する撮像方向 F2 と撮像方向 F6 とのなす変更角度 、第 3 発光条件の体内画像の撮像視野 C1, C2 にそ

10

20

30

40

50

れぞれ対応する撮像方向 F 3 と撮像方向 F 7 とのなす変更角度、および第 4 発光条件の体内画像の撮像視野 D 1、D 2 にそれぞれ対応する撮像方向 F 4 と撮像方向 F 8 とのなす変更角度は、いずれも変更角度の 4 倍であって、常に画角未満になる。

【0102】

例えば、カプセル型内視鏡 3 2 の撮像部 2 3 のフレームレート f が 4 [フレーム/秒] であり、画角が 120 [deg.] であり、撮像条件の種類数 n が 4 である場合、本実施の形態 2 における角速度 ω は、 120 [deg./秒] 未満であり、この角速度 ω で磁界方向を変更する外部磁界の作用によって、各撮像方向間の変更角度は常に 30 [deg.] (= 画角 / 4) 未満になり、かかる各変更角度は常に 120 [deg.] (= 画角) 未満になる。

10

【0103】

この結果、撮像方向 F 1 の撮像視野 A 1 は、変更後の撮像方向 F 5 の撮像視野 A 2 の少なくとも一部の視野領域と重複し、撮像方向 F 2 の撮像視野 B 1 は、変更後の撮像方向 F 6 の撮像視野 B 2 の少なくとも一部の視野領域と重複する。また、撮像方向 F 3 の撮像視野 C 1 は、変更後の撮像方向 F 7 の撮像視野 C 2 の少なくとも一部の視野領域と重複し、撮像方向 F 4 の撮像視野 D 1 は、変更後の撮像方向 F 8 の撮像視野 D 2 の少なくとも一部の視野領域と重複する。カプセル型内視鏡 3 2 は、このように撮像視野 A 1、A 2 間、撮像視野 B 1、B 2 間、撮像視野 C 1、C 2 間、および撮像視野 D 1、D 2 間において視野領域を各々重複させることによって、照明光の発光量別に種別される体内画像群を撮像でき、且つ、かかる体内画像群のうちの同種類の体内画像間（具体的には、第 1 発光条件の体内画像間、第 2 発光条件の体内画像間、第 3 発光条件の体内画像間、および第 4 発光条件の体内画像間）の少なくとも一部の画像部分を確実に重複させることができる。かかるカプセル型内視鏡 3 2 は、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合、同種類の撮像条件の体内画像間の少なくとも一部の画像部分が重複する態様で連続する体内画像群を確実に撮像することができる。

20

【0104】

ここで、本実施の形態 2 における角速度 ω は、上述した実施の形態 1 の場合と略同様に、画角とフレームレート f との乗算値を撮像条件の種類数 n によって除算した除算値の半数以下に設定することが望ましい。このように角速度 ω ($\omega = \text{フレームレート } f \times \text{画角} \div \text{撮像条件の種類数 } n \div 2$) を設定することによって、撮像方向 F 1、F 5 間の変更角度、撮像方向 F 2、F 6 間の変更角度、撮像方向 F 3、F 7 間の変更角度、および撮像方向 F 4、F 8 間の変更角度は、常に画角の半数以下になる。

30

【0105】

例えば、カプセル型内視鏡 3 2 の撮像部 2 3 のフレームレート f が 4 [フレーム/秒] であり、画角が 120 [deg.] であり、撮像条件の種類数 n が 4 である場合、この角速度 ω は、 60 [deg./秒] 以下であり、この角速度 ω で磁界方向を変更する外部磁界の作用によって、上述した各撮像方向間の変更角度は常に 15 [deg.] (= 画角 / 4) 未満になり、上述した各変更角度は常に 60 [deg.] (= 画角 / 2) 未満になる。

【0106】

40

この結果、撮像方向 F 1 の撮像視野 A 1 は、変更後の撮像方向 F 5 の撮像視野 A 2 の半分以上と重複し、撮像方向 F 2 の撮像視野 B 1 は、変更後の撮像方向 F 6 の撮像視野 B 2 の半分以上と重複する。また、撮像方向 F 3 の撮像視野 C 1 は、変更後の撮像方向 F 7 の撮像視野 C 2 の半分以上と重複し、撮像方向 F 4 の撮像視野 D 1 は、変更後の撮像方向 F 8 の撮像視野 D 2 の半分以上と重複する。カプセル型内視鏡 3 2 は、このように撮像視野 A 1、A 2 間、撮像視野 B 1、B 2 間、撮像視野 C 1、C 2 間、および撮像視野 D 1、D 2 間において各々半分以上の視野領域を重複させることによって、同種類の撮像条件の体内画像間において半分以上の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 3 2 は、外部磁界に追従して回転する撮像方向の回転中心と画角の中心とが一致しない場合であっても、同種類の撮像条件の体内画像間の少なくと

50

も一部の画像部分が重複する態様で連続する体内画像群をより確実に取得できる。

【0107】

一方、カプセル型内視鏡32は、上述したように、撮像間隔Tのうちの体内画像を撮像している各期間、角速度 ω ($\omega = \text{画角} \div (\text{一辺の画素数} m \times \text{発光時間} t_4)$)で磁界方向を変更する磁界発生部3の外部磁界に追従して、撮像方向を角速度 ω で変更する。ここで、発光時間 t_4 は、4種類の発光条件(発光時間 $t_1 \sim t_4$)のうちの最大値である。このため、かかる角速度 ω で磁界方向を変更する外部磁界に追従して変位する撮像視野A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2の各視野ずれ量は、照明光の発光時間 $t_1 \sim t_4$ を順次切り替えた場合(すなわち照明光の発光量を順次切り替えた場合)であっても、常に、撮像部23の受光面の1画素未満のずれ量になる。この結果、上述した実施の形態1の場合と同様に、カプセル型内視鏡32は、複数種類の撮像条件の体内画像を撮像している各期間、かかる角速度 ω で撮像方向を変更することによって、体内画像を撮像するとともに撮像方向を変更する場合であっても、複数種類の撮像条件の体内画像群の画像ぶれを軽減でき、かかる複数種類の撮像条件の体内画像群を鮮明に順次撮像することができる。

10

【0108】

以上、説明したように、本発明の実施の形態2では、撮像部が撮像する体内画像の撮像条件を複数種類に設定し、これら複数種類の撮像条件を所定の順序に沿って切り替えて、複数種類の撮像条件の体内画像を順次撮像し、この撮像部のフレームレートと画角との乗算値を撮像条件の種類数によって除算した除算値未満である角速度で外部磁界の磁界方向を変更して、この外部磁界の磁界方向に追従する撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するようにし、その他を上述した実施の形態1と同様に構成した。このため、複数種類の撮像条件によって種別される複数種類の体内画像群の各撮像間隔の期間、これら複数種類の体内画像群の各撮像方向のうちの同種類の撮像条件が繰り返される撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野のうち、同種類の撮像条件が繰り返される各撮像視野間において少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、上述した実施の形態1と同様の作用効果を享受するとともに、同種類の撮像条件の体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する態様で時間的に連続する体内画像群を確実に取得できる体内観察システムおよび体内画像取得装置、並びにこれら体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を観察する体内観察方法を実現することができる。

20

30

【0109】

この実施の形態2にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置を用いることによって、被検体の臓器内部の撮像漏れを可能な限り低減できるとともに、胃または大腸等の比較的広い空間を形成する臓器内部において変化する臓器内壁部と撮像部との相対的な距離に合った様々な光量の体内画像を光量別に連続して順次撮像することができる。これによって、時間的に連続する体内画像群を光量別に種別することができるとともに、被検体の臓器内部を鮮明に且つ隈なく観察することができる。

【0110】

なお、本発明の実施の形態2にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置は、上述した体内画像の撮像条件が1種類である場合(すなわち撮像条件の種類数 $n = 1$ の場合)、実施の形態1にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置と同じである。

40

【0111】

(実施の形態3)

つぎに、本発明の実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1では、カプセル型内視鏡2の磁石28に印加した外部磁界の磁界方向を変更して、この外部磁界の磁界方向に追従するカプセル型内視鏡2の撮像方向Fを変更していたが、この実施の形態3では、被検体を載置したベッド等の載置部を駆動することによって、この載置部上の被検体の姿勢を変更し、この結果、この被検体内部のカプセル型内視鏡の撮像方向をこの被検体に対して相対的に変更している。

50

【 0 1 1 2 】

図 1 2 は、本発明の実施の形態 3 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図 1 2 に示すように、この実施の形態 3 にかかる体内観察システム 4 1 は、上述した実施の形態 1 にかかる体内観察システム 1 のカプセル型内視鏡 2 に代えて液体に浮遊可能なカプセル型内視鏡 4 2 を備え、制御部 1 1 に代えて制御部 4 6 を備える。また、体内観察システム 4 1 は、上述した磁界発生部 3、コイル用電源 4、および位置姿勢検出部 7 を備えておらず、カプセル型内視鏡 4 2 を臓器内部に導入する被検体 1 0 0 を載置するベッド 4 3 と、このベッド 4 3 を駆動して被検体 1 0 0 の姿勢を変更する駆動部 4 4 と、かかるベッド 4 3 および駆動部を支持する支持部 4 5 とを備える。その他の構成は実施の形態 1 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

10

【 0 1 1 3 】

カプセル型内視鏡 4 2 は、被検体の臓器内部に導入される液体（例えば水または生理食塩水等）に比して小さい比重を有し、この液体の液面において特定の浮遊姿勢を維持しつつ、被検体の体内画像を順次撮像する。かかるカプセル型内視鏡 4 2 は、被検体 1 0 0 の臓器内部に導入された後、この臓器内部の液面に浮遊し、上述した外部磁界に追従して撮像方向を変更する代わりに、ベッド 4 3 上に載置された被検体 1 0 0 の姿勢を変更することによって、この被検体 1 0 0 に対して相対的に体内画像の撮像方向を変化させる。かかるカプセル型内視鏡 4 2 が有する他の機能および構造は、上述した実施の形態 1 にかかるカプセル型内視鏡 2 と同様である。なお、かかるカプセル型内視鏡 4 2 の構成については、後述する。

20

【 0 1 1 4 】

ベッド 4 3 は、カプセル型内視鏡 4 2 を臓器内部に導入される被検体 1 0 0 を載置する載置手段として機能する。具体的には、ベッド 4 3 は、図 1 2 に示すように $x y z$ 座標系が規定され、この $x y z$ 座標系の空間内に被検体 1 0 0 を載置する。また、ベッド 4 3 は、ベルト 4 3 a、4 3 b、4 3 c を有する。ベルト 4 3 a、4 3 b、4 3 c は、ベッド 4 3 上に載置された被検体 1 0 0 を束縛し、これによって、被検体 1 0 0 の姿勢変更の際にベッド 4 3 から被検体 1 0 0 が落下することを防止する。

【 0 1 1 5 】

駆動部 4 4 は、ベッド 4 3 上に載置した被検体 1 0 0 内部のカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向を変更する方向変更手段として機能する。具体的には、駆動部 4 4 は、制御部 4 6 の制御に基づいて、 $x y z$ 座標系の軸回り（例えば x 軸回り、 y 軸回り）にベッド 4 3 を回転駆動し、このベッド 4 3 上の被検体 1 0 0 の姿勢を変更する。これによって、駆動部 4 4 は、この被検体 1 0 0 の臓器内部の液面に浮遊した状態のカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向を被検体 1 0 0 に対して相対的に変更する。

30

【 0 1 1 6 】

制御部 4 6 は、駆動制御部 4 6 a および速度設定部 4 6 b を有し、上述した実施の形態 1 の制御部 1 1 のようにコイル用電源 4 の通電量制御を通して磁界発生部 3 の外部磁界を制御する代わりに、駆動部 4 4 を制御することによって、ベッド 4 3 上の被検体 1 0 0 に対するカプセル型内視鏡 4 2 の相対的な姿勢を制御する。速度設定部 4 6 b は、入力部 8 によって入力されたカプセル型内視鏡 4 2 の撮像機能に関する情報（例えばフレームレート、画角、体内画像の一辺の画素数、および撮像条件）を適宜用いて角速度を算出し、この算出した角速度を、上述した $x y z$ 座標系の軸回りにベッド 4 3 を回転する際の角速度として設定する。駆動制御部 4 6 a は、速度設定部 4 6 b によって設定された角速度でベッド 4 3 を駆動部 4 4 に回転駆動させ、かかる駆動部 4 4 の駆動制御を通して、ベッド 4 3 上の被検体 1 0 0 に対するカプセル型内視鏡 4 2 の相対的な姿勢を制御する。この結果、駆動制御部 4 6 a は、この被検体 1 0 0 に対して相対的に、被検体 1 0 0 内部のカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向を駆動部 4 4 に変更させる。なお、かかる制御部 4 6 は、上述した実施の形態 1 にかかる体内観察システム 1 の制御部 1 1 と同様の画像処理機能を有し、この制御部 1 1 と同様に、受信部 6、入力部 8、表示部 9、および記憶部 1 0 を制御する。

40

50

【 0 1 1 7 】

つぎに、本発明の実施の形態 3 にかかる体内画像取得装置の一例であるカプセル型内視鏡 4 2 の構成を詳細に説明する。図 1 3 は、本発明の実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 4 2 の一構成例を示す模式図である。図 1 3 に示すように、この実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 4 2 は、上述した実施の形態 1 にかかるカプセル型内視鏡 2 の磁石 2 8 を備えていない。また、カプセル型内視鏡 4 2 は、上述したように、被検体 1 0 0 の臓器内部に導入される液体に比して小さい比重を有し、被検体 1 0 0 の臓器内部において、この液体の液面 S に浮遊する。また、カプセル型内視鏡 4 2 は、筐体 2 0 の中心から外れた位置に重心を有し、この液面 S に浮遊した状態において、この重心によって規定される特定の浮遊姿勢を維持する。その他の構成は実施の形態 1 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

10

【 0 1 1 8 】

かかる特定の浮遊姿勢を液面 S において維持するカプセル型内視鏡 4 2 は、液面 S に対して所定方向（例えば鉛直上方）に撮像方向 F を向ける。この撮像方向 F は、臓器内部の液面 S にカプセル型内視鏡 4 2 を浮遊させた被検体 1 0 0 の姿勢変更、すなわち、この被検体 1 0 0 を載置したベッド 4 3 の回転駆動に伴い、この被検体 1 0 0 に対して相対的に変化する。

【 0 1 1 9 】

つぎに、被検体 1 0 0 に対する相対的なカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向 F を駆動部 4 4 に変更させる制御部 4 6 の動作について説明する。制御部 4 6 は、上述したステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3（図 4 参照）と略同様の処理手順を繰り返し行って、体内画像の撮像間隔 T の期間にベッド 4 3 を回転駆動する際の角速度 1 と、体内画像の撮像時間内にベッド 4 3 を回転駆動する際の角速度 2 とを設定し、この設定した角速度 1, 2 で被検体 1 0 0 内部のカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向 F を被検体 1 0 0 に対して相対的に変更するように駆動部 4 4 を制御する。

20

【 0 1 2 0 】

この場合、制御部 4 6 は、上述したステップ S 1 0 1 に代えてベッド 4 3 の回転駆動の角速度を設定する。具体的には、速度設定部 4 6 b は、入力部 8 によって入力されたカプセル型内視鏡 4 2 の撮像機能に関する情報（画角、フレームレート f、体内画像の一辺の画素数 m、および発光時間 t 等の撮像条件）を取得する。速度設定部 4 6 b は、画角とフレームレート f との乗算値未満である角速度 1 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 1 を、上述した撮像間隔 T においてベッド 4 3 上の被検体 1 0 0 の姿勢を変更する際のベッド 4 3 の平均角速度として設定する。また、速度設定部 4 6 b は、体内画像の一辺の画素数 m と照明光の発光時間 t との乗算値によって画角を除算した除算値未満である角速度 2 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 2 を、各体内画像の撮像時間（例えば照明光の発光時間）内にベッド 4 3 上の被検体 1 0 0 の姿勢を変更する際のベッド 4 3 の平均角速度として設定する。

30

【 0 1 2 1 】

一方、制御部 4 6 は、上述したステップ S 1 0 3 に代えて、かかる角速度 1, 2 でベッド 4 3 を駆動部 4 4 に回転駆動させる。具体的には、駆動制御部 4 6 a は、撮像部 2 3 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間（照明光の発光時間または撮像部 2 3 の受光時間）を除く期間、かかる角速度 1（<フレームレート f × 画角）でベッド 4 3 を x y z 座標系の軸回りに回転駆動するように駆動部 4 4 を制御する。また、駆動制御部 4 6 a は、撮像部 2 3 の撮像間隔 T のうちの体内画像の撮像時間、すなわち撮像部 2 3 が体内画像を撮像している期間、かかる角速度 2（<画角 ÷（一辺の画素数 m × 発光時間 t））でベッド 4 3 を x y z 座標系の軸回りに回転駆動するように駆動部 4 4 を制御する。

40

【 0 1 2 2 】

つぎに、被検体 1 0 0 の臓器内部の液面 S に浮遊した状態のカプセル型内視鏡 4 2 が液面 S に対して鉛直上方に撮像方向 F を向けて体内画像を順次撮像する場合を例示して、上

50

述した制御部 46 に駆動制御された駆動部 44 によるベッド 43 の回転駆動が被検体 100 内部のカプセル型内視鏡 42 に及ぼす作用並びに本発明にかかる体内観察方法における体内画像撮像ステップおよび撮像方向変更ステップについて具体的に説明する。図 14 は、被検体 100 を載置したベッド 43 の回転駆動に伴ってカプセル型内視鏡 42 が被検体 100 に対して相対的に撮像方向 F を変更しつつ体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。

【0123】

図 14 に示すように、カプセル型内視鏡 42 は、被検体 100 の臓器内部（例えば胃等）の液面 S に浮遊するとともに特定の浮遊姿勢を維持して、この液面 S に対して鉛直上方に撮像方向 F を向ける。かかる浮遊状態のカプセル型内視鏡 42 は、上述した制御部 46 に制御された駆動部 44 によるベッド 43 の回転駆動（例えば y 軸回りの回転駆動）に伴って、ベッド 43 上の被検体 100 に対する相対的な方向（すなわち姿勢）を変更するとともに、被検体 100 に対して相対的に変位する撮像視野の体内画像を順次撮像する。この場合、カプセル型内視鏡 42 は、臓器内部の液面 S に対して鉛直上方に撮像方向 F を向けつつ、かかるベッド 43 の回転駆動に伴って撮像方向 F を被検体 100 に対して相対的に変更する。

【0124】

ここで、上述した駆動部 44 は、駆動制御部 46 a の制御に基づいて、カプセル型内視鏡 42 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間、被検体 100 を載置したベッド 43 を角速度 ω_1 （ $< \text{フレームレート } f \times \text{画角}$ ）で回転駆動し、この撮像間隔 T のうちのカプセル型内視鏡 42 が体内画像を撮像している期間、このベッド 43 を角速度 ω_2 （ $< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$ ）で回転駆動する。カプセル型内視鏡 42 は、かかる角速度 ω_1 、 ω_2 によるベッド 43 の回転駆動に伴い、被検体 100 に対して相対的に角速度 ω_1 で撮像方向 F を変更し、特に体内画像を撮像している各期間、被検体 100 に対して相対的に角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更する。

【0125】

このように、カプセル型内視鏡 42 がベッド 43 の回転駆動の作用によって被検体 100 に対して相対的に撮像方向 F を変更する場合、かかる撮像方向 F の変更角度 [deg.] は、図 14 に示すように、常にカプセル型内視鏡 42 の画角 未満になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野は、変更後の撮像方向 F の撮像視野の少なくとも一部の視野領域と重複する。カプセル型内視鏡 42 は、このように撮像視野の視野領域を重複させつつ体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 42 は、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる。

【0126】

ここで、本実施の形態 3 における角速度 ω_1 は、上述した実施の形態 1 の場合と同様に、画角 θ とフレームレート f との乗算値の半数以下に設定することが望ましい。このように角速度 ω_1 （ $\text{フレームレート } f \times \text{画角} \div 2$ ）を設定することによって、各撮像方向間の変更角度 θ_1 は、常に画角 θ の半数以下になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野は、変更後の撮像方向 F の撮像視野の半分以上と重複する。カプセル型内視鏡 42 は、このように各撮像視野間において半分以上の視野領域を重複させることによって、体内画像間において半分以上の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 42 は、撮像方向 F の回転中心と画角 θ の中心とが一致しない場合であっても、時間的に隣接する体内画像間の少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群をより確実に取得できる。

【0127】

一方、カプセル型内視鏡 42 は、上述したように、撮像間隔 T のうちの体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 （ $< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$ ）によるベッド 43 の回転駆動に伴い、被検体 100 に対して相対的に角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更

10

20

30

40

50

する。このため、かかる角速度 2 で変化する撮像方向 F に追従して変位する撮像視野の視野ずれ量は、常に撮像部 2 3 の受光面の 1 画素未満のずれ量になる。この結果、上述した実施の形態 1 の場合と同様に、カプセル型内視鏡 4 2 は、体内画像を撮像している各期間、かかる角速度 2 で撮像方向 F を変更することによって、体内画像を撮像するとともに撮像方向 F を変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

【0128】

以上、説明したように、本発明の実施の形態 3 では、被検体の体内に導入し易い大きさに形成されたカプセル型筐体の内部に撮像部を固定配置し、かかるカプセル型筐体と撮像部とを有するカプセル型内視鏡の比重を、被検体内部に導入される液体に比して小さく設定して、この液体の液面にカプセル型内視鏡を浮遊させ、且つこのカプセル型筐体の中心から外れた位置にカプセル型内視鏡の重心を設定して、この液体の液面において特定の浮遊姿勢をカプセル型内視鏡に維持させるとともに、この液面に対して所定方向に撮像部の撮像方向を向けるようにし、臓器内部の液面にカプセル型内視鏡を浮遊させた状態の被検体を載置した載置部（例えば上述したベッド 4 3）をこの撮像部の画角とフレームレートとの乗算値未満である角速度で回転駆動して、この被検体に対して相対的に撮像方向を変更するように構成した。このため、この撮像部によって順次撮像される体内画像の撮像間隔の期間、この被検体に対して相対的に変化する撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、上述した実施の形態 1 の場合と同様に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる体内観察システムおよび体内画像取得装置、並びにこれら体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を観察する体内観察方法を実現することができる。

【0129】

この実施の形態 3 にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置を用いることによって、被検体の臓器内部の撮像漏れを可能な限り低減できるとともに、臓器内部の略全範囲に亘って連続的な体内画像群を取得でき、これによって、胃または大腸等の被検体の臓器内部を隈なく観察することができる。

【0130】

また、1 フレームの体内画像を撮像している期間、この体内画像の一辺の画像数と撮像時間との乗算値によって撮像部の画角を除算した除算値未満である角速度で被検体の載置部を回転駆動して、この被検体に対して相対的に撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、この撮像方向の変化に伴って体内画像の撮像時間内に変位する撮像部の撮像視野の視野ずれ量を体内画像の 1 画素分のずれ量未満に維持でき、上述した実施の形態 1 の場合と同様に、この撮像視野の体内画像のぶれをこの撮像部の受光面の 1 画素未満または体内画像の表示系の 1 画素未満に軽減することができる。この結果、体内画像を撮像するとともに撮像方向を変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

【0131】

（実施の形態 4）

つぎに、本発明の実施の形態 4 について説明する。上述した実施の形態 3 では、被検体 1 0 0 を載置したベッド 4 3 を回転駆動することによって、被検体 1 0 0 に対して相対的にカプセル型内視鏡 4 2 の撮像方向 F を変更していたが、この実施の形態 4 では、このベッド 4 3 を回転駆動する代わりに、カプセル型内視鏡の内部の撮像部 2 3 を回転駆動して、撮像部 2 3 の撮像方向 F を変更している。

【0132】

図 1 5 は、本発明の実施の形態 4 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図 1 5 に示すように、この実施の形態 4 にかかる体内観察システム 5 1 は、上述した実施の形態 3 にかかる体内観察システム 4 1 のカプセル型内視鏡 4 2 に代

10

20

30

40

50

えてカプセル型内視鏡 5 2 を備え、制御部 4 6 に代えて制御部 5 6 を備える。このカプセル型内視鏡 5 2 は、被検体 1 0 0 の外部に配置される制御部 5 6 によらず、自ら撮像方向を変更する機能を有する。また、体内観察システム 5 1 は、上述した駆動部 4 4 を備えていない。すなわち、この体内観察システム 5 1 において、ベッド 4 3 は、x y z 座標系の軸回りに回転駆動して被検体 1 0 0 の姿勢を変更するものではなく、支持部 4 5 によって固定される。その他の構成は実施の形態 3 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【 0 1 3 3 】

カプセル型内視鏡 5 2 は、上述したように、被検体 1 0 0 の外部に配置された制御部 5 6 の制御によらずに、体内画像の撮像方向を自ら変更する。例えば、カプセル型内視鏡 5 2 は、上述した実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 4 1 と同様に比重および重心を設定され、被検体 1 0 0 の臓器内部に導入された液体の液面に浮遊するとともに、この液面において特定の浮遊姿勢を維持する。かかるカプセル型内視鏡 5 2 は、この特定の浮遊姿勢を維持した状態において、自ら撮像方向を変更するとともに被検体の体内画像を順次撮像する。かかるカプセル型内視鏡 5 2 が有する他の機能およびカプセル型内視鏡 5 2 の構造は、上述した実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 4 2 と同様である。

【 0 1 3 4 】

なお、カプセル型内視鏡 5 2 は、特に、被検体 1 0 0 内部の液面に浮遊しなくてもよい。すなわち、かかるカプセル型内視鏡 5 2 の比重は、被検体 1 0 0 の臓器内部に導入される液体の比重以上であってもよい。この場合、カプセル型内視鏡 5 2 の重心は、カプセル型筐体（後述する図 1 6 に示す筐体 2 0 ）の内部における特定の位置に設定されればよく、特に筐体 2 0 の中心から外れた位置に設定されなくてもよい。

【 0 1 3 5 】

制御部 5 6 は、上述した実施の形態 3 にかかる体内観察システム 4 1 の制御部 4 6 と同様に、受信部 6、入力部 8、表示部 9、および記憶部 1 0 を制御する。一方、制御部 5 6 は、カプセル型内視鏡 5 2 の撮像方向の変更を制御する機能を有していない。この場合、入力部 8 は、制御部 5 6 に対して指示する指示情報、被検体の患者情報、および被検体の検査情報等を制御部 5 6 に入力すればよく、フレームレート、画角、体内画像の一边の画素数、撮像条件等のカプセル型内視鏡 5 2 の撮像機能に関する情報を制御部 5 6 に入力しなくてもよい。

【 0 1 3 6 】

なお、この実施の形態 4 において、被検体 1 0 0 を載置するベッド 4 3 は、x y z 座標系の軸回りに回転駆動して被検体 1 0 0 の姿勢を変更するものではないため、上述したベルト 4 3 a、4 3 b、4 3 c によって被検体 1 0 0 を束縛する必要がない。すなわち、かかるベッド 4 3 は、ベルト 4 3 a、4 3 b、4 3 c を備えていなくてもよい。

【 0 1 3 7 】

つぎに、本発明の実施の形態 4 にかかる体内画像取得装置の一例であるカプセル型内視鏡 5 2 の構成を詳細に説明する。図 1 6 は、本発明の実施の形態 4 にかかるカプセル型内視鏡 5 2 の一構成例を示す模式図である。図 1 6 に示すように、この実施の形態 4 にかかるカプセル型内視鏡 5 2 は、撮像部 2 3 の撮像方向 F を変更する駆動部 5 4 をさらに備え、上述した実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 4 2 の制御部 2 6 に代えて、この駆動部 5 4 の駆動制御機能を有する制御部 5 5 を備える。この駆動部 5 4 は、複数の照明部 2 1 と撮像部 2 3 とを含む撮像機構 5 3 を回転駆動することによって撮像部 2 3 の撮像方向 F を変更する。その他の構成は実施の形態 3 と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【 0 1 3 8 】

駆動部 5 4 は、少なくとも撮像部 2 3 を回転駆動して撮像部 2 3 の撮像方向 F を変更する方向変更手段として機能する。具体的には、駆動部 5 4 は、複数の照明部 2 1 と撮像部 2 3 とを含む撮像機構 5 3 を回転駆動して、撮像方向 F の撮像視野に対する照明光の照射（すなわち照明光による撮像視野の照明）を確保しつつ、この撮像方向 F を変更（回転）

する。かかる駆動部 54 は、被検体 100 内部のカプセル型内視鏡 52 が被検体 100 に対して相対的に静止した状態であっても、撮像方向 F を順次変更する。

【0139】

制御部 55 は、駆動制御部 55a および速度設定部 55b を有し、上述した駆動部 54 を制御することによって、カプセル型内視鏡 52 の撮像方向 F を制御する。速度設定部 55b は、カプセル型内視鏡 52 の撮像機能に関する情報（例えばフレームレート f 、画角、体内画像の一辺の画素数 m 、および発光時間 t 等の撮像条件）を予め取得し、この取得した情報を適宜用いて角速度を算出する。速度設定部 55b は、上述した駆動部 54 によって撮像機構 53 を回転駆動する（すなわち撮像方向 F を回転する）際の角速度として、この算出した角速度を設定する。駆動制御部 55a は、速度設定部 55b によって設定された角速度で撮像機構 53 を駆動部 54 に回転駆動させ、これによって、撮像部 23 の撮像方向 F を駆動部 54 に変更させる。すなわち、駆動制御部 55a は、かかる駆動部 54 の駆動制御を通して撮像部 23 の撮像方向 F を制御する。なお、かかる制御部 55 が有する他の機能は、上述した実施の形態 3 にかかるカプセル型内視鏡 42 の制御部 26 と同様である。

【0140】

つぎに、被検体 100 の体内画像を順次撮像する撮像部 23 の撮像方向 F を駆動部 54 に変更させるカプセル型内視鏡 52 の制御部 55 の動作について説明する。制御部 55 は、上述したステップ S101 ~ S103（図 4 参照）と略同様の処理手順を繰り返し行って、体内画像の撮像間隔 T の期間に撮像機構 53 を回転駆動する際の角速度 ω_1 と、体内画像の撮像時間内に撮像機構 53 を回転駆動する際の角速度 ω_2 とを設定し、この設定した角速度 ω_1 、 ω_2 で撮像方向 F を変更するように駆動部 54 を制御する。

【0141】

この場合、制御部 55 は、上述したステップ S101 に代えて撮像機構 53 の回転駆動の角速度を設定する。具体的には、速度設定部 55b は、カプセル型内視鏡 52 の撮像機能に関する情報（画角、フレームレート f 、体内画像の一辺の画素数 m 、および発光時間 t 等の撮像条件）を予め取得する。速度設定部 55b は、画角とフレームレート f との乗算値未満である角速度 ω_1 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_1 を、上述した撮像間隔 T において撮像機構 53 を回転駆動する際の角速度として設定する。また、速度設定部 55b は、体内画像の一辺の画素数 m と照明光の発光時間 t との乗算値によって画角を除算した除算値未満である角速度 ω_2 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 ω_2 を、各体内画像の撮像時間（例えば照明光の発光時間）内に撮像機構 53 を回転駆動する際の角速度として設定する。

【0142】

一方、制御部 55 は、上述したステップ S103 に代えて、かかる角速度 ω_1 、 ω_2 で撮像機構 53 を駆動部 54 に回転駆動させる。具体的には、駆動制御部 55a は、撮像部 23 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間（照明光の発光時間または撮像部 23 の受光時間）を除く期間、かかる角速度 ω_1 ($< \text{フレームレート } f \times \text{画角}$) で撮像機構 53 を回転駆動するように駆動部 54 を制御する。また、駆動制御部 55a は、撮像部 23 の撮像間隔 T のうちの体内画像の撮像時間、すなわち撮像部 23 が体内画像を撮像している期間、かかる角速度 ω_2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$) で撮像機構 53 を回転駆動するように駆動部 54 を制御する。

【0143】

つぎに、上述した図 3 に示したように発光時間 t の照明光によって照明された被検体 100 の体内画像を撮像間隔 T 毎に順次撮像する場合を例示して、かかる制御部 55 に駆動制御された駆動部 54 による撮像方向 F の変更作用並びに本発明にかかる体内観察方法における体内画像撮像ステップおよび撮像方向変更ステップについて具体的に説明する。図 17 は、駆動部 54 の作用によってカプセル型内視鏡 52 の撮像方向 F が変化する状態を例示する模式図である。

【0144】

10

20

30

40

50

図 17 に示すように、撮像機構 53 は、駆動部 54 の作用によって回転駆動するとともに撮像方向 F を順次変更する。この場合、複数の照明部 21 は、かかる駆動部 54 の作用によって変化（回転）する撮像方向 F の撮像視野を撮像間隔 T 毎に発光時間 t だけ順次照明し、撮像部 23 は、かかる撮像方向 F の撮像視野の画像、すなわち被検体 100 の体内画像を撮像間隔 T 毎に順次撮像する。

【0145】

ここで、駆動部 54 は、上述した駆動制御部 55a の制御に基づいて、撮像部 23 の撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間、撮像機構 53 を角速度 ω_1 ($< \text{フレームレート } f \times \text{画角}$) で回転駆動し、この撮像間隔 T のうちの撮像部 23 が体内画像を撮像している期間、この撮像機構 53 を角速度 ω_2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$) で回転駆動する。この場合、撮像部 23 は、かかる角速度 ω_1 , ω_2 による撮像機構 53 の回転駆動に伴って、角速度 ω_1 で撮像方向 F を変更し、特に体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更する。

【0146】

このように駆動部 54 が撮像機構 53 の回転駆動によって撮像方向 F を変更する場合、かかる撮像方向 F の変更角度 $[\text{deg.}]$ は、図 17 に示すように、常にカプセル型内視鏡 52 の画角 θ 未満になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野は、変更後の撮像方向 F の撮像視野の少なくとも一部の視野領域と重複する。撮像部 23 は、このように撮像視野の視野領域を重複させつつ体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。この実施の形態 4 にかかるカプセル型内視鏡 52 は、かかる撮像部 23 が被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる。

【0147】

ここで、この実施の形態 4 における角速度 ω_1 は、上述した実施の形態 3 の場合と同様に、画角 θ とフレームレート f との乗算値の半数以下に設定することが望ましい。このように角速度 ω_1 ($\text{フレームレート } f \times \text{画角} \div 2$) を設定することによって、各撮像方向間の変更角度 θ_1 は、常に画角 θ の半数以下になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野は、変更後の撮像方向 F の撮像視野の半分以上と重複する。カプセル型内視鏡 52 は、このように各撮像視野間において半分以上の視野領域を重複させることによって、体内画像間において半分以上の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかるカプセル型内視鏡 52 は、撮像方向 F の回転中心と画角 θ の中心とが一致しない場合であっても、時間的に隣接する体内画像間の少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群をより確実に取得できる。

【0148】

一方、撮像部 23 は、上述したように、撮像間隔 T のうちの体内画像を撮像している各期間、角速度 ω_2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数 } m \times \text{発光時間 } t)$) による撮像機構 53 の回転駆動に伴い、角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更する。このため、かかる角速度 ω_2 で変化する撮像方向 F に追従して変位する撮像視野の視野ずれ量は、常に撮像部 23 の受光面の 1 画素未満のずれ量になる。この結果、上述した実施の形態 3 の場合と同様に、カプセル型内視鏡 52 は、体内画像を撮像している各期間、かかる角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更することによって、体内画像を撮像するとともに撮像方向 F を変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

【0149】

以上、説明したように、本発明の実施の形態 4 では、被検体の体内に導入し易い大きさに形成されたカプセル型筐体の内部に、体内画像を順次撮像する撮像部と、この撮像部を回転駆動する駆動部とを配置し、この撮像部の画角とフレームレートとの乗算値未満である角速度で駆動部に撮像部を回転駆動させて、この撮像部の撮像方向を変更するように構成した。このため、この撮像部によって順次撮像される体内画像の撮像間隔の期間、この駆動部の作用によって変更する撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持するこ

とができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、上述した実施の形態 3 の場合と同様に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できるとともに、被検体に対してカプセル型筐体が静止した状態であっても、撮像部の撮像方向を順次変更できる体内観察システムおよび体内画像取得装置、並びにこれら体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を観察する体内観察方法を実現することができる。

【 0 1 5 0 】

この実施の形態 4 にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置を用いることによって、被検体の臓器内部の撮像漏れを可能な限り低減できるとともに、臓器内部の略全範囲に亘って連続的な体内画像群を取得でき、これによって、胃または大腸等の被検体の臓器内部を隈なく観察することができる。

10

【 0 1 5 1 】

また、1 フレームの体内画像を撮像している期間、この体内画像の一辺の画像数と撮像時間との乗算値によって撮像部の画角を除算した除算値未満である角速度で駆動部に撮像部を回転駆動させて、この撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、この撮像方向の変化に伴って体内画像の撮像時間内に変位する撮像部の撮像視野の視野ずれ量を体内画像の 1 画素分のずれ量未満に維持でき、上述した実施の形態 3 の場合と同様に、この撮像視野の体内画像のぶれをこの撮像部の受光面の 1 画素未満または体内画像の表示系の 1 画素未満に軽減することができる。この結果、体内画像を撮像するとともに撮像方向を変更する場合であっても、画像ぶれを軽減した鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

20

【 0 1 5 2 】

(実施の形態 5)

つぎに、本発明の実施の形態 5 について説明する。上述した実施の形態 1 では、被検体の臓器内部に導入したカプセル型内視鏡 2 の姿勢を磁界発生部 3 の外部磁界によって変更することによって、このカプセル型内視鏡 2 の撮像方向 F を変更していたが、この実施の形態 5 では、かかるカプセル型内視鏡に代えて、被検体の臓器内部に挿入可能な細長の挿入部を有する内視鏡装置を有し、この挿入部の先端部を湾曲駆動することによって撮像部の撮像方向を変更している。

30

【 0 1 5 3 】

図 1 8 は、本発明の実施の形態 5 にかかる体内観察システムの一構成例を模式的に示すブロック図である。図 1 9 は、本発明の実施の形態 5 にかかる体内画像取得装置の一例である内視鏡装置の挿入部先端の内部構成を例示する縦断面模式図である。図 1 8 に示すように、この実施の形態 5 にかかる体内観察システム 6 1 は、被検体の体内画像を順次取得する内視鏡装置 6 2 と、内視鏡装置 6 2 によって取得された体内画像群を表示する画像表示装置 6 3 とを備える。内視鏡装置 6 2 は、被検体の臓器内部に挿入可能な細長の挿入部 6 4 a を有する内視鏡本体 6 4 と、挿入部 6 4 a の先端部 6 4 b を湾曲駆動する湾曲駆動部 6 5 と、この先端部 6 4 b の湾曲駆動を操作する操作部 6 6 と、被検体の臓器内部に挿入された挿入部 6 4 a を介して臓器内部を照明する照明部 6 8 と、を備える。また、内視鏡装置 6 2 は、各種情報を入力する入力部 7 0 と、被検体の体内画像群等の各種情報を記憶する記憶部 7 1 と、かかる内視鏡装置 6 2 の各構成部を制御する制御部 7 2 と、を備える。

40

【 0 1 5 4 】

内視鏡本体 6 4 は、上述したように、被検体の臓器内部に挿入可能な細長の挿入部 6 4 a を有する。また、図 1 9 に示すように、内視鏡本体 6 4 は、この挿入部 6 4 a の内部に光ファイバ等のライトガイド 6 7 と、撮像部 6 9 とを有する。挿入部 6 4 a は、可撓性のある細長な部材であり、被検体の口または肛門等から臓器内部に挿入される。かかる挿入部 6 4 a は、後述する湾曲駆動部 6 5 の作用によって先端部 6 4 b を湾曲させる。

【 0 1 5 5 】

50

ライトガイド 67 は、光ファイバ等を用いて実現され、挿入部 64 a の内部に導光経路を形成する。かかるライトガイド 67 は、照明部 68 によって発光された照明光を挿入部 64 a の基端部側から先端部 64 b 側へ伝達し、この照明光を撮像部 69 の撮像視野（例えば被検体の臓器内部）に導く。

【0156】

撮像部 69 は、挿入部 64 a の先端部 64 b の内部に固定配置され、ライトガイド 67 によって導入された照明光、すなわち照明部 68 の照明光によって照明された被検体の体内画像を撮像する。具体的には、撮像部 69 は、集光レンズ等の光学系 69 a と、CMOS イメージセンサまたは CCD 等の固体撮像素子 69 b とを有する。光学系 69 a は、照明部 68 の照明光によって照明された被検体の臓器内部（すなわち撮像部 69 の撮像視野）からの反射光を集光して、固体撮像素子 69 b の受光面に被写体画像を結像する。固体撮像素子 69 b は、この光学系 69 a の焦点位置に受光面を配置し、この受光面を介して臓器内部からの反射光を受光し、この受光した反射光に対して光電変換処理を行って体内画像の画像データを生成する。

【0157】

かかる光学系 69 a および固体撮像素子 69 b を有する撮像部 69 は、図 19 に示すように、画角 [deg.] を有し、挿入部 64 a の長手方向の中心軸と略平行な撮像方向 F に、この画角 によって規定される撮像視野を有する。この場合、かかる撮像部 69 の光軸は、挿入部 64 a の長手方向の中心軸と略平行であり、望ましくは略一致する。また、かかる撮像部 69 は、この撮像視野内に位置する臓器内部の体内画像を所定のフレームレート f [フレーム/秒] で順次撮像する。かかる撮像部 69 によって撮像された体内画像の画像データは、画像表示装置 63 に順次送出される。

【0158】

湾曲駆動部 65 は、挿入部 64 a の先端部 64 b を湾曲駆動して撮像部 69 の撮像方向 F を変更する方向変更手段として機能する。具体的には、湾曲駆動部 65 は、挿入部 64 a の先端部 64 b に接続されたケーブル（図示せず）と、このケーブルを介して先端部 64 b を湾曲させるアクチュエータ（図示せず）とを有する。かかる湾曲駆動部 65 は、制御部 72 の制御に基づいて、xyz 座標系の空間内部における所望の方向（上下方向、左右方向等）に先端部 64 b を湾曲駆動する。これによって、湾曲駆動部 65 は、この先端部 64 b 内の撮像部 69 の撮像方向 F を変更する。

【0159】

操作部 66 は、かかる撮像部 69 の撮像方向 F を変更する湾曲駆動部 65 を操作するためのものである。かかる操作部 66 は、例えば医師または看護師等のユーザによって把持され、湾曲駆動部 65 に挿入部 64 a の先端部 64 b を湾曲駆動させるための指示情報を制御部 72 に入力する。

【0160】

照明部 68 は、上述した挿入部 64 a の内部に配置されたライトガイド 67 を介して撮像部 69 の撮像視野に照明光を照射し、この照明光によって撮像部 69 の撮像視野を照明する。具体的には、照明部 68 は、LED 等の発光素子 68 a と、複数色のカラーフィルタを有するカラーフィルタ群 68 b とを有する。発光素子 68 a は、白色光を発光し、この発光した白色光をカラーフィルタ群 68 b に透過させる。カラーフィルタ群 68 b は、複数色のカラーフィルタ、例えば、光の 3 原色である赤色、緑色、および青色の各カラーフィルタ（以下、RGB カラーフィルタという）を有し、この RGB カラーフィルタを回転して、発光素子 68 a からの白色光を透過させるカラーフィルタの色を順次変更する。かかるカラーフィルタ群 68 b は、発光素子 68 a からの白色光を所定の間隔で赤色光、緑色光、および青色光に順次変化させる。かかる発光素子 68 a およびカラーフィルタ群 68 b を有する照明部 68 は、制御部 72 の制御に基づいて、上述したライトガイド 67 を介して撮像部 69 の撮像視野に赤色、緑色、および青色の各照明光を所定の間隔で順次照射し、かかる複数色の各照明光によって撮像部 69 の撮像視野を順次照明する。

【0161】

入力部 70 は、キーボードおよびマウス等の入力デバイスを用いて実現され、医師または看護師等のユーザによる入力操作に応じて、制御部 72 に各種情報を入力する。かかる入力部 70 によって制御部 72 に入力される各種情報は、例えば、制御部 72 に対して指示する指示情報、撮像部 69 の撮像機能に関する情報等である。なお、撮像部 69 の撮像機能に関する情報は、例えば、被検体の体内画像を順次する際のフレームレート f 、画角、体内画像の一辺の画素数 m 、光学系の焦点位置または撮像時間等の体内画像の撮像条件等である。

【0162】

記憶部 71 は、RAM、EEPROM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の書き換え可能に情報を保存する各種記憶メディアを用いて実現される。記憶部 71 は、制御部 72 が記憶指示した各種情報を記憶し、記憶した各種情報の中から制御部 72 が読み出し指示した情報を制御部 72 に送出する。かかる記憶部 71 が記憶する情報は、例えば、入力部 70 によって入力された撮像部 69 の撮像機能に関する情報等である。

【0163】

制御部 72 は、内視鏡装置 62 の各構成部（湾曲駆動部 65、操作部 66、照明部 68、撮像部 69、入力部 70、および記憶部 71）の動作を制御し、かかる各構成部間における信号の入出力を制御する。具体的には、制御部 72 は、入力部 70 によって入力された指示情報に基づいて、照明部 68 による照明光の発光動作および撮像部による体内画像の撮像動作を制御する。また、制御部 72 は、操作部 66 によって入力された指示情報に基づいて、湾曲駆動部 65 の動作を制御する。

【0164】

かかる制御部 72 は、撮像制御部 72a、駆動制御部 72b、および速度設定部 72c を有する。撮像制御部 72a は、照明部 68 に赤色、緑色、および青色の各照明光を所定の間隔で順次出力させ、かかる赤色、緑色、および青色の各照明光（以下、赤色光、緑色光、青色光という場合がある）によって順次照明された被検体の体内画像を面順次方式によって撮像部 69 に撮像させる。具体的には、図 20 に示すように、撮像制御部 72a は、照明部 68 に発光時間 t_R の赤色光、発光時間 t_G の緑色光、および発光時間 t_B の青色光を順次出力させ、かかる赤色光、緑色光、および青色光によって順次照明された被検体の体内画像を所定の撮像間隔 T 毎に撮像部 69 に撮像させる。この場合、撮像制御部 72a は、撮像間隔 T 毎に所定の順序（例えば、赤色光、緑色光、青色光の順）で照明部 68 に赤色光、緑色光、および青色光を繰り返し出力させ、かかる照明光の各発光時間 t_R 、 t_G 、 t_B と同時期に撮像部 69 を順次露光させる。

【0165】

なお、かかる撮像部 69 が面順次方式によって撮像する 1 フレームの体内画像は、発光時間 t_R の赤色光によって照明された被検体の体内画像（以下、赤色分光画像という）と、発光時間 t_G の緑色光によって照明された被検体の体内画像（以下、緑色分光画像という）と、発光時間 t_B の青色光によって照明された被検体の体内画像（以下、青色分光画像という）とを合成して形成される。すなわち、かかる撮像部 69 の 1 フレームの体内画像の撮像時間は、これら赤色光、緑色光、および青色光の各発光時間 t_R 、 t_G 、 t_B を加算した加算値である。また、かかる撮像部 69 の撮像間隔 T は、上述したように、1 フレームの体内画像を撮像開始してから次のフレームの体内画像を撮像開始するまでの時間間隔であり、赤色光、緑色光、および青色光の各発光時間 t_R 、 t_G 、 t_B および撮像部 69 の受光時間（露光時間）等を含む。

【0166】

速度設定部 72c は、入力部 70 によって入力された撮像部 69 の撮像機能に関する情報（フレームレート f 、画角、体内画像の一辺の画素数 m 、および発光時間等の撮像条件）を予め取得し、この取得した情報を適宜用いて角速度を算出する。速度設定部 72c は、上述した湾曲駆動部 65 によって挿入部 64a の先端部 64b を湾曲駆動する（すなわち撮像部 69 の撮像方向 F を変更する）際の角速度として、この算出した角速度を設定する。駆動制御部 72b は、速度設定部 72c によって設定された角速度で挿入部 64a

の先端部 6 4 b を湾曲駆動部 6 5 に湾曲駆動させ、これによって、先端部 6 4 b 内の撮像部 6 9 の撮像方向 F を湾曲駆動部 6 5 に変更させる。すなわち、駆動制御部 7 2 b は、かかる湾曲駆動部 6 5 の駆動制御を通して撮像部 6 9 の撮像方向 F を制御する。

【 0 1 6 7 】

一方、画像表示装置 6 3 は、上述した撮像部 6 9 が面順次方式によって順次撮像した被検体の体内画像群を取得し、この被検体の体内画像群を表示するワークステーション等のような構成を有する。具体的には、画像表示装置 6 3 は、ケーブル 6 3 a 等を介して撮像部 6 9 から画像データ群を取得し、取得した画像データ群に対して所定の画像処理を行って被検体の体内画像群を生成する。画像表示装置 6 3 は、大容量の記憶媒体を有し、得られた被検体の体内画像群をこの記憶媒体に保存する。また、画像表示装置 6 3 は、各種情報を入力する入力部を有し、この入力部によって入力された各種情報（例えば被検体の患者情報および検査情報）を被検体の体内画像とともに表示する。すなわち、画像表示装置 6 3 は、被検体に対する内視鏡検査に有用な情報を表示する。また、画像表示装置 6 3 は、医師または看護師等のユーザが被検体の体内画像を観察（検査）するための処理機能を有する。ユーザは、かかる画像表示装置 6 3 に被検体の体内画像群を表示させることによって、この被検体の臓器内部を観察できる。

【 0 1 6 8 】

つぎに、内視鏡本体 6 4 の挿入部 6 4 a の先端部 6 4 b に内蔵された撮像部 6 9 の撮像方向 F を湾曲駆動部 6 5 に変更させる制御部 7 2 の動作について説明する。図 2 1 は、湾曲駆動部 6 5 の駆動制御を通して撮像部 6 9 の撮像方向 F を制御する制御部 7 2 の処理手順を例示するフローチャートである。制御部 7 2 は、被検体の臓器内部に挿入された挿入部 6 4 a の先端部 6 4 b を湾曲駆動部に湾曲駆動させ、これによって、この先端部 6 4 b 内の撮像部 6 9 の撮像方向 F を湾曲駆動部 6 5 に変更させる。

【 0 1 6 9 】

すなわち、図 2 1 に示すように、制御部 7 2 は、まず、上述した挿入部 6 4 a の湾曲駆動の角速度を設定する（ステップ S 2 0 1）。このステップ S 2 0 1 において、速度設定部 7 2 c は、入力部 7 0 によって入力された撮像部 6 9 の撮像機能に関する情報、例えば撮像部 6 9 の画角 およびフレームレート f と体内画像の一辺の画素数 m と照明光の発光時間 t R , t G , t B とを取得し、この取得した各種情報を適宜用いて湾曲駆動の角速度を設定する。

【 0 1 7 0 】

詳細には、速度設定部 7 2 c は、画角 とフレームレート f とを乗算した乗算値未満である角速度 1 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 1 を、上述した撮像間隔 T において先端部 6 4 b を湾曲駆動する際の平均角速度として設定する。また、速度設定部 7 2 c は、体内画像の一辺の画素数 m と照明光の発光時間 t S との乗算値によって画角 を除算した除算値未満である角速度 2 [deg./秒] を算出し、この算出した角速度 2 を、上述した撮像間隔 T のうちの撮像時間内に先端部 6 4 b を湾曲駆動する際の平均角速度として設定する。なお、この発光時間 t S は、上述した赤色光の発光時間 t R と緑色光の発光時間 t G と青色光の発光時間 t B とを加算した合計値である。かかる角速度 1 , 2 は、記憶部 7 1 に記憶され、必要に応じて制御部 7 2 によって読み出される。

【 0 1 7 1 】

つぎに、制御部 7 2 は、挿入部 6 4 a の湾曲指示の有無を判断する（ステップ S 2 0 2）。このステップ S 2 0 2 において、制御部 7 2 は、挿入部 6 4 a の湾曲駆動の指示情報を入力されていない場合、挿入部 6 4 a の湾曲指示なしと判断し（ステップ S 2 0 2 , No）、このステップ S 2 0 2 の処理手順を繰り返す。一方、制御部 7 2 は、挿入部 6 4 a の湾曲駆動の指示情報を操作部 6 6 によって入力された場合、挿入部 6 4 a の湾曲指示ありと判断し（ステップ S 2 0 2 , Yes）、上述したステップ S 2 0 1 において設定した角速度 1 , 2 で挿入部 6 4 a の先端部 6 4 b を湾曲駆動部 6 5 に変更させる（ステップ S 2 0 3）。

【0172】

このステップS203において、駆動制御部72bは、撮像部69の撮像間隔T内であって体内画像の撮像時間を除く期間、上述した角速度 1 ($< \text{フレームレート} f \times \text{画角}$) で挿入部64aの先端部64bを湾曲駆動するように湾曲駆動部65を制御する。一方、駆動制御部72bは、撮像部69の撮像間隔Tのうちの体内画像の撮像時間、すなわち撮像部69が面順次方式によって体内画像を撮像している期間、上述した角速度 2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数} m \times \text{発光時間} t_S)$) で挿入部64aの先端部64bを湾曲駆動するように湾曲駆動部65を制御する。

【0173】

このように駆動制御部72bが湾曲駆動部65を駆動制御することによって、湾曲駆動部65は、撮像部69の撮像間隔T内であって体内画像の撮像時間を除く期間、挿入部64aの先端部64bの湾曲駆動に伴って変化する撮像部69の撮像方向Fを上述した角速度 1 で変更し、撮像部69が面順次方式によって体内画像を撮像している期間、挿入部64aの先端部64bの湾曲駆動に伴って変化する撮像部69の撮像方向Fを上述した角速度 2 で変更する。その後、制御部72は、上述したステップS202に戻り、このステップS202以降の処理手順を繰り返す。

【0174】

つぎに、被検体の臓器内部に挿入された挿入部64aの先端部64b内の撮像部69が2フレームの体内画像を順次撮像する場合を例示して、上述した制御部72に駆動制御された湾曲駆動部65による撮像方向Fの変更作用並びに本発明にかかる体内観察方法における体内画像撮像ステップおよび撮像方向変更ステップについて具体的に説明する。図22は、挿入部64aの先端部64bの湾曲駆動に伴って撮像部69が撮像方向Fを変更しつつ面順次方式による体内画像を順次撮像する状態を例示する模式図である。図23は、撮像方向Fの変更に伴って各分光画像の撮像視野がずれる状態を例示する模式図である。

【0175】

なお、図22において、撮像視野E1, E2は、被検体の臓器内部を捉えた撮像部69の撮像視野であり、上述したように画角 によって規定される。かかる撮像視野E1, E2のうち、撮像視野E1は、撮像部69が面順次方式によって順次撮像する2フレームの体内画像のうちの1フレーム目の体内画像に対応する撮像視野であり、撮像視野E2は、これら2フレームの体内画像のうちの2フレーム目の体内画像に対応する撮像視野である。また、図23において、撮像視野ER, EG, EBは、1フレームの体内画像の撮像視野E1に含まれる撮像視野である。撮像視野ERは、この1フレームの体内画像の赤色分光画像の撮像視野であり、撮像視野EGは、この1フレームの体内画像の緑色分光画像の撮像視野であり、撮像視野EBは、この1フレームの体内画像の青色分光画像の撮像視野である。

【0176】

図22に示すように、挿入部64aは、上述した制御部72に駆動制御された湾曲駆動部65の作用によって先端部64bを湾曲させる。この先端部64b内の撮像部69は、かかる先端部64bの湾曲駆動に伴って撮像方向Fを撮像視野E1の撮像方向F(点線矢印)から撮像視野E2の撮像方向F(実線矢印)に変更するとともに、かかる撮像視野E1, E2の各体内画像を面順次方式によって順次撮像する。

【0177】

ここで、湾曲駆動部65は、上述した駆動制御部72bの制御に基づいて、撮像部69の撮像間隔T内であって体内画像の撮像時間を除く期間、挿入部64aの先端部64bを角速度 1 ($< \text{フレームレート} f \times \text{画角}$) で湾曲駆動し、この撮像間隔Tのうちの撮像部69が面順次方式によって体内画像を撮像している期間、この先端部64bを角速度 2 ($< \text{画角} \div (\text{一辺の画素数} m \times \text{発光時間} t_S)$) で変更する。この場合、撮像部69は、かかる角速度 1, 2 による先端部64bの湾曲駆動に伴って、角速度 1 で撮像視野E1の撮像方向Fを撮像視野E2の撮像方向Fに変更し、特に撮像視野E1, E2の体内画像を撮像している各期間、角速度 2 で撮像方向Fを変更する。

【 0 1 7 8 】

このように湾曲駆動部 6 5 が先端部 6 4 b の湾曲駆動によって撮像方向 F を変更する場合、かかる撮像方向 F の変更角度 [deg.] は、図 2 2 に示すように、常に撮像部 6 9 の画角 未満になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野 E 1 は、変更後の撮像方向 F の撮像視野 E 2 の少なくとも一部の視野領域と重複する。撮像部 6 9 は、このように視野領域を重複させつつ撮像視野 E 1 , E 2 の各体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかる撮像部 6 9 は、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる。

10

【 0 1 7 9 】

ここで、この実施の形態 5 における角速度 1 は、上述した実施の形態 1 の場合と同様に、画角 とフレームレート f との乗算値の半数以下に設定することが望ましい。このように角速度 1 (フレームレート f × 画角 ÷ 2) を設定することによって、撮像視野 E 1 の撮像方向 F と撮像視野 E 2 の撮像方向 F とのなす変更角度 は、図 2 2 に示すように、常に画角 の半数以下になる。この結果、撮像方向 F の撮像視野 E 1 は、変更後の撮像方向 F の撮像視野 E 2 の半分以上と重複する。撮像部 6 9 は、このように視野領域が半分以上重複する撮像視野 E 1 , E 2 の各体内画像を順次撮像することによって、体内画像間において半分以上の画像部分が重複する体内画像群を確実に撮像することができる。かかる撮像部 6 9 は、撮像方向 F の回転中心と画角 の中心とが一致しない場合であっても、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群をより確実に取得できる。

20

【 0 1 8 0 】

一方、撮像部 6 9 は、上述したように、撮像間隔 T のうちの撮像視野 E 1 , E 2 の体内画像を面順次方式によって撮像している各期間、角速度 2 (< 画角 ÷ (一辺の画素数 m × 発光時間 t S)) による先端部 6 4 b の湾曲駆動に伴い、角速度 2 で撮像方向 F を変更する。この場合、面順次方式による体内画像の撮像視野 E 1 , E 2 は、かかる撮像方向 F の変更に伴って視野ずれ量を発生させる。

【 0 1 8 1 】

具体的には、図 2 3 に示すように、面順次方式による体内画像の撮像視野 E 1 に含まれる撮像視野 E R , E G , E B は、かかる撮像方向 F の変化に伴って視野ずれ量 e を発生させる。ここで、この撮像部 6 9 の撮像方向 F は、上述したように、体内画像の撮像時間内、すなわち各照明光の発光時間 t S 内において角速度 2 で変化 (回転) する。このため、かかる撮像方向 F の変化に伴って体内画像の撮像時間内に変位する撮像視野 E R , E G , E B の視野ずれ量 e は、撮像視野 E R , E G , E B を含む撮像視野 E 1 に対応する体内画像 (すなわち面順次方式による体内画像) の 1 画素分のずれ量未満になる。

30

【 0 1 8 2 】

この結果、かかる撮像視野 E R , E G , E B の変位に起因する赤色分光画像と緑色分光画像と青色分光画像との画像ぶれ、すなわち、かかる赤色分光画像と緑色分光画像と青色分光画像との合成によって形成される面順次方式の体内画像の色ぶれは、この撮像部 6 9 の一辺の画素数がこの体内画像の表示系の一辺の画素数以下である場合、撮像部 6 9 の受光面の 1 画素未満に軽減でき、この撮像部 6 9 の一辺の画素数がこの体内画像の表示系の一辺の画素数を越える場合、この体内画像の表示系の 1 画素未満に軽減できる。このように、撮像部 6 9 は、上述した角速度 2 で撮像方向 F を変更することによって、体内画像を撮像するとともに撮像方向 F を変更する場合であっても、面順次方式による体内画像の色ぶれを軽減でき、面順次方式による鮮明な体内画像を順次撮像することができる。かかる体内画像の色ぶれ軽減効果は、撮像視野 E 1 の次に体内画像が撮像される次フレームの撮像視野 E 2 についても同様に得られる。

40

【 0 1 8 3 】

以上、説明したように、本発明の実施の形態 5 では、被検体の体内に挿入される細長の

50

挿入部の先端部内に撮像部を固定配置し、この撮像部の画角とフレームレートとの乗算値未満である角速度でこの挿入部の先端部を湾曲駆動して、この撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、この撮像部によって順次撮像される体内画像の撮像間隔の期間、この先端部の湾曲駆動に伴って変化する撮像部の撮像方向の変更角度をこの撮像部の画角未満に維持することができ、これによって、撮像方向の変更に伴って変位する各撮像視野の少なくとも一部の視野領域を互いに重複させることができる。この結果、被検体の体内画像群を時系列に沿って順次撮像した場合に、時間的に隣接する体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる体内観察システムおよび体内画像取得装置、並びにこれら体内画像群の観察を通して被検体の臓器内部を観察する体内観察方法を実現することができる。

10

【0184】

この実施の形態5にかかる体内観察システムおよび体内画像取得装置を用いることによって、被検体の臓器内部の撮像漏れを可能な限り低減できるとともに、臓器内部の略全範囲に亘って連続的な体内画像群を取得でき、これによって、胃または大腸等の被検体の臓器内部を隈なく観察することができる。

【0185】

また、面順次方式による1フレームの体内画像を撮像している期間、この体内画像の一边の画像数と撮像時間との乗算値によって撮像部の画角を除算した除算値未満である角速度で挿入部の先端部を湾曲駆動して、この撮像部の撮像方向をこの角速度で変更するように構成した。このため、面順次方式による体内画像を形成する各分光画像の撮像視野の視野ずれ量を体内画像の1画素分のずれ量未満に維持でき、これによって、かかる各分光画像の画像ぶれをこの撮像部の受光面の1画素未満または体内画像の表示系の1画素未満に軽減することができる。この結果、面順次方式による体内画像を撮像するとともに撮像方向を変更する場合であっても、かかる各分光画像の画像ぶれに起因する体内画像の色ぶれを軽減でき、面順次方式による鮮明な体内画像を順次撮像することができる。

20

【0186】

なお、本発明の実施の形態1, 2では、カプセル型内視鏡に内蔵した磁石28の磁化方向と撮像部23の撮像方向Fとを一致させていたが、これに限らず、例えばカプセル型の筐体20の長手方向に対して所定の角度で傾斜する方向または筐体20の径方向に磁石28を磁化して、この磁石28の磁化方向と撮像部23の撮像方向Fとを一致させなくてもよい。この場合、磁界発生部3の外部磁界に追従して変化する撮像方向Fの変化量は、磁石28の磁化方向と撮像部23の撮像方向Fとを一致させたカプセル型内視鏡の撮像方向Fの変化量以下である。このため、磁石28の磁化方向と撮像部23の撮像方向Fとを一致させたカプセル型内視鏡の撮像方向Fを変更する際の磁界方向の角速度条件と同じ条件でカプセル型内視鏡の姿勢を制御すれば、磁石28の磁化方向と撮像部23の撮像方向Fとを一致させていない場合であっても、一致させた場合と同様に、連続的な体内画像を確実に取得できるとともに、体内画像の画像ぶれを軽減できる。

30

【0187】

また、本発明の実施の形態2では、照明光の発光時間を複数種類に設定し、これら複数種類の発光時間を所定の順序で切り替えて照明光の発光量を変化させていたが、これに限らず、カプセル型内視鏡32の制御部36は、体内画像の輝度情報等をもとに、撮像部23と臓器内壁との相対距離に応じて好適な照明光の発光量を調光してもよいし、照明光の発光時間を調整してもよい。この場合、被検体外の制御部33は、かかるカプセル型内視鏡32から取得した体内画像の輝度情報等をもとに照明光の発光時間を把握し、この把握した発光時間をもとに磁界方向の角速度2を設定してもよい。

40

【0188】

さらに、本発明の実施の形態1~3では、体内画像のフレームレートfおよび撮像条件等の角速度1, 2の算出に必要な情報を入力部8によって入力していたが、これに限らず、受信部6によってカプセル型内視鏡から受信した情報、例えば、体内画像の受信時間、体内画像の輝度情報等をもとに、フレームレートf、発光時間等の撮像条件、撮像条

50

件の種類数 n 、体内画像の一辺の画素数 m 等の角速度 ω_1 、 ω_2 の算出に必要な情報を把握してもよい。

【0189】

また、本発明の実施の形態 2 では、複数種類の撮像条件として照明光の発光時間が異なる 4 種類の撮像条件（発光時間 $t_1 \sim t_4$ の撮像条件）を設定したが、これに限らず、2 種類以上の発光時間によって種別される撮像条件であってもよい。また、発光時間に代えて照明光の発光波長別に種別される複数種類の撮像条件を設定してもよいし、光学系の焦点位置すなわち撮像部のピント位置別に種別される複数種類の撮像条件を設定してもよいし、照明光の発光時間、発光波長、ピント位置等を適宜組み合わせることで複数種類の撮像条件を設定してもよい。いずれの場合であっても、同種類の撮像条件の体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複するように、上述した外部磁界の磁界方向を変更すればよい。

10

【0190】

例えば、複数種類の発光波長を撮像条件として設定する場合、図 24 に示すように、複数種類の発光波長（すなわち照明光の発光色）を体内画像の撮像間隔 T 毎に所定の順序に沿って切り替えればよい。この場合、カプセル型内視鏡 32 の制御部 36 は、複数種類の発光波長の照明光として、発光時間 t_R の赤色光、発光時間 t_G の緑色光、発光時間 t_B の青色光、および発光時間 t_W の白色光を所定の順序に沿って繰り返し切り替えてもよい。また、被検体外の制御部 33 は、かかるカプセル型内視鏡 32 によって撮像された体内画像群のうちの同じ発光波長帯域（または同じ受光波長帯域）の各体内画像間で少なくとも一部の画像部分が重複するように、外部磁界の磁界方向を磁界発生部 3 に変更させればよい。

20

【0191】

また、本発明の実施の形態 2 では、4 種類の発光時間 $t_1 \sim t_4$ のうちの最小時間である発光時間 t_1 から発光時間が順次増加する順序を発光時間の 1 サイクルの切替順序にしていたが、これに限らず、発光時間の 1 サイクルの切替順序が固定されていれば、発光時間が順次減少する順序を 1 サイクルの切替順序にしてもよいし、発光時間が増加または減少を繰り返す順序を 1 サイクルの切替順序にしてもよい。

【0192】

さらに、本発明の実施の形態 1～5 では、速度設定部によって角速度 ω_1 、 ω_2 を算出していたが、これに限らず、撮像条件に応じて予め設定した角速度 ω_1 、 ω_2 を入力部によって被検体外の制御部に入力してもよいし、撮像方向を変更するカプセル型内視鏡または内視鏡装置の制御部に角速度 ω_1 、 ω_2 を予め設定してもよい。

30

【0193】

また、本発明の実施の形態 2 では、発光時間 $t_1 \sim t_4$ のうちの最大値である発光時間 t_4 を用いて角速度 ω_2 を算出していたが、これに限らず、複数種類の発光時間に応じて角速度 ω_2 を複数種類算出し、発光時間に合わせて角速度 ω_2 を切り替えてもよい。例えば、発光時間 t_1 の照明光を発光する場合、この発光時間 t_1 を用いて算出した角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更し、発光時間 t_2 の照明光を発光する場合、この発光時間 t_2 を用いて算出した角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更し、発光時間 t_3 の照明光を発光する場合、この発光時間 t_3 を用いて算出した角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更し、発光時間 t_4 の照明光を発光する場合、この発光時間 t_4 を用いて算出した角速度 ω_2 で撮像方向 F を変更すればよい。これによって、撮像時間に応じて磁界方向の角速度 ω_2 を最適値に設定できるため、撮像時間が長い場合に角速度 ω_2 を小さくし、また、撮像時間が短い場合に角速度 ω_2 を大きくすることができる。この結果、体内画像の画像ぶれを短時間で効率的に軽減することができる。

40

【0194】

さらに、本発明の実施の形態 3 では、被検体 100 を載置したベッド 43 を回転駆動して、撮像方向 F を被検体 100 に対して相対的に変更していたが、これに限らず、カプセル型内視鏡を臓器内部に含む被検体 100 の体位を検査者または被検体 100 自身によっ

50

て変更して、撮像方向 F を被検体 100 に対して相対的に変更してもよい。この場合、例えば図 25 に示すように、ベッド 101 を用いて被検体 100 の体位を臥位、立位、および座位に適宜変更して、被検体 100 内部のカプセル型内視鏡の撮像方向 F を被検体 100 に対して相対的に変更してもよい。この場合、体内画像の撮像間隔 T において角速度 1 で被検体 100 の体位を変更し、体内画像の撮像時間（例えば発光時間 t）において角速度 2 で被検体 100 の体位を変更すればよい。

【0195】

また、本発明の実施の形態 3 では、被検体 100 を載置する載置手段としてベッド 43 を用いていたが、これに限らず、被検体 100 を姿勢（体位）変更可能に載置するリクライニングシートであってもよい。この場合、体内画像の撮像間隔 T において角速度 1 でリクライニングシートを駆動（例えば背もたれ部を駆動）して被検体 100 の体位を変更し、体内画像の撮像時間において角速度 2 でリクライニングシートを駆動して被検体 100 の体位を変更すればよい。

【0196】

さらに、本発明の実施の形態 1～5 では、フレームレート f、画角、撮像条件の種類数 n、および撮像条件等の角速度 1, 2 の算出に必要な情報を入力部 8 によって入力していたが、これに限らず、カプセル型内視鏡の仕様に合わせて速度設定部に事前に設定してもよい。この時、角速度 1 は、カプセル型内視鏡に設定されたフレームレート f の最大値を基準に、角速度 2 はカプセル型内視鏡に設定された発光時間 t の最大値をもとに決定する。これによって、撮像条件が変化する場合でも、確実な画像取得を実現できる。

【0197】

また、本発明の実施の形態 1～5 では、入力部 8 への入力に応じて、速度設定部に設定された角速度 1, 2 で角度を定速で変化させていたが、これに限らず、入力部 8 への入力量に応じて、角速度を変化するようにしてもよい。この時、角速度 1, 2 を角速度の最大値として、速度設定部に設定する。これにより、操作者の意思によって観察方向の変化速度を変えることができるので、確実な画像取得を実現できるとともに、操作性が向上する。

【0198】

さらに、本発明の実施の形態 1～5 では、撮像タイミングを把握し、撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間を角速度 1、撮像している期間を角速度 2 で撮像部の方向を変化させていたが、これに限らず、撮像タイミングを把握していない状態でも、角速度として、角速度 1, 2 の小さい方の値を設定し、設定された角速度で撮像部の方向を変化させることによって、確実に画像を取得することができる。さらに、上述したように、角速度 1, 2 の小さい方の値を、角速度の最大値として設定してもよい。

【0199】

また、本発明の実施の形態 1～5 では、角速度を規定することによって、少なくとも画像の一部が重複する連続的な体内画像群を確実に取得しているが、これに限らず、角度の変化量を規定することによって、確実に画像を取得することができる。具体的には、上述した速度設定部の代わりに移動量設定部を備え、撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間の角度の変化量を移動量設定部に設定する。この時、角度の変化量が画角以下になるようにする。体内画像を撮像している期間終了後に、撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間に撮像部の角度を変化量（＜画角）だけ変化する。その後、次の体内画像を撮像する期間が終了するまで、撮像部の姿勢を維持すればよい。この場合も、上述したように角速度を規定した場合と同様の作用効果が得られる。

【0200】

ここで、かかる移動量設定部を備える体内観察システムでは、体内画像を撮像する期間（タイミング）を把握し、撮像間隔 T 内であって体内画像の撮像時間を除く期間で撮像部の方向を変化させたが、これに限らず、撮像タイミングを把握しない状態でも、撮像部の角度を変化量だけ変化した後に、撮像間隔 T と体内画像を撮像する時間との和の期間

、撮像部の方向を維持することによって、重複する連続的な体内画像群を確実に取得することができる。

【0201】

さらに、撮像部の方向を一定時間維持した後に、この一定時間とフレームレート f と画角 θ とを乗算した値よりも小さく且つ画角 θ よりも小さい角度分、撮像部の角度を変化するように制御してもよい。この場合、撮像部の方向の平均角速度が常に角速度 1 以下となるので、重複する連続的な体内画像群を取得することができる。

【0202】

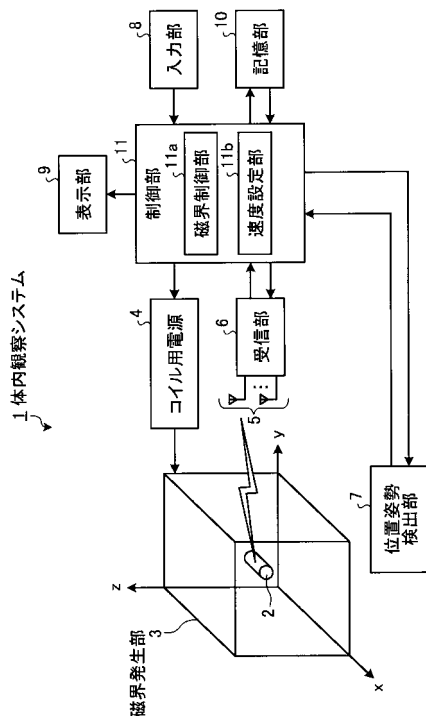
また、本発明の実施の形態1では、撮像部23または表示部9の一辺の画素数 m と発光時間 t との乗算値によって画角 θ を除算した除算値未満に角速度 2 を設定していたが、これに限らず、撮像部23または表示部9の各画素内に撮像または表示される角度の最小値を発光時間 t によって除算した除算値未満に角速度 2 を設定してもよい。この場合、撮像部23または表示部9の各画素に撮像または表示される角度が異なる場合であっても、全ての画素において画像ぶれを軽減でき、この結果、より鮮明に体内画像を撮像することができる。

【産業上の利用可能性】

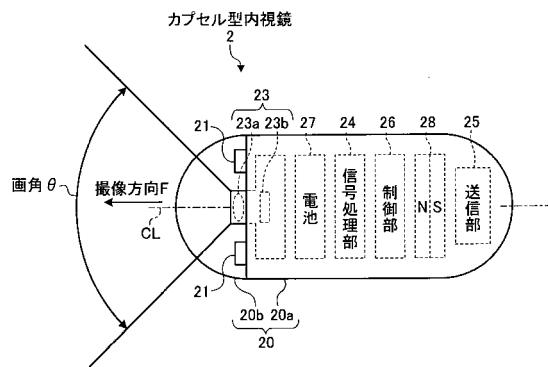
【0203】

以上のように、本発明にかかる体内観察システムおよび体内観察方法は、被検体の体内画像群の観察を通して行われる被検体の臓器内部の観察に有用であり、特に、体内画像間において少なくとも一部の画像部分が重複する連続的な体内画像群を確実に取得できる体内観察システムおよび体内観察方法に適している。

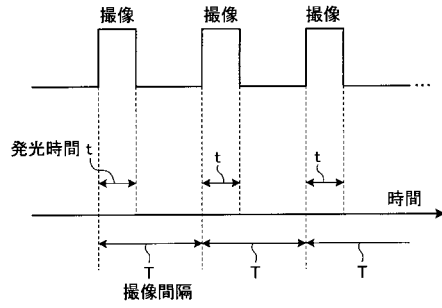
【図1】



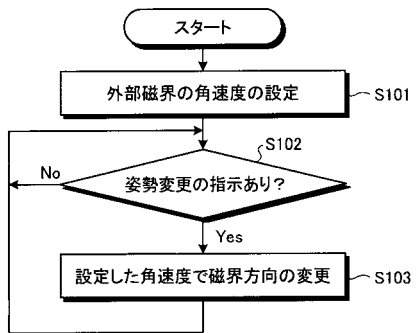
【図2】



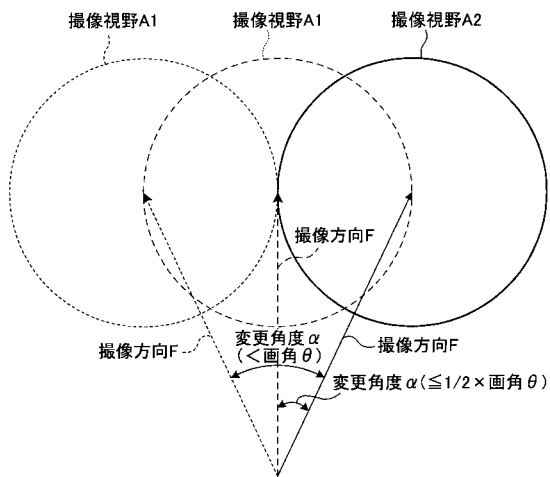
【図 3】



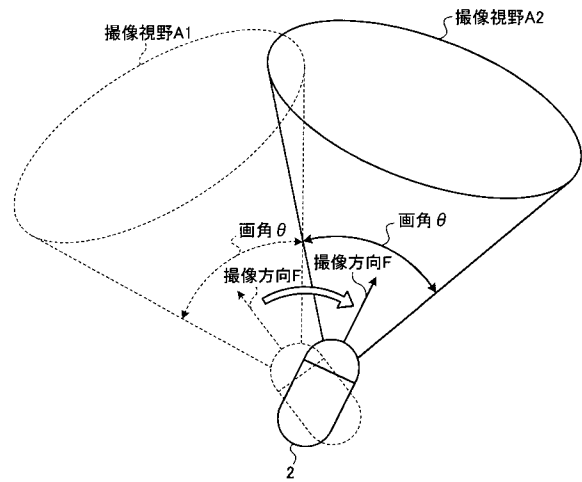
【図 4】



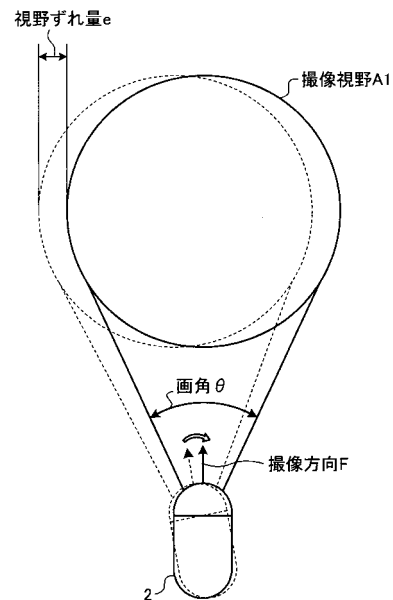
【図 6】



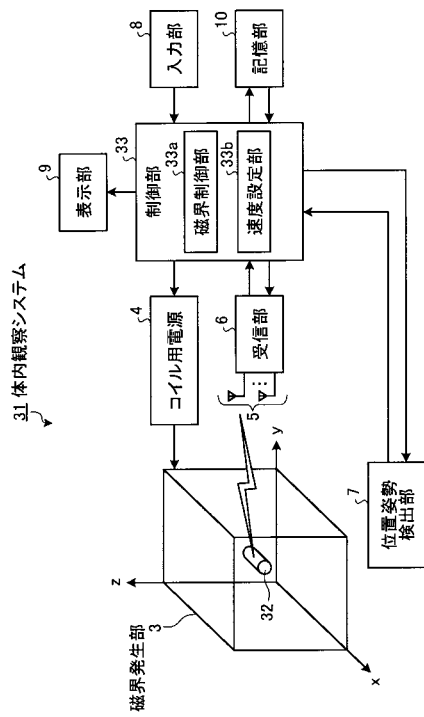
【図 5】



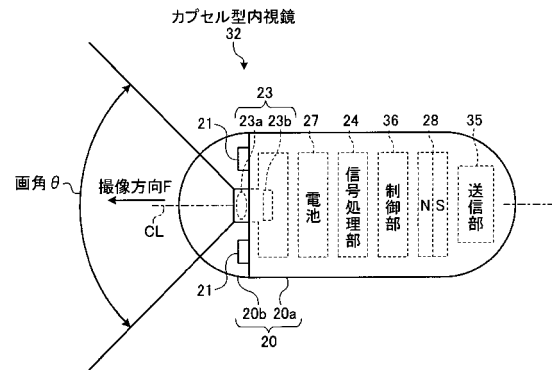
【図 7】



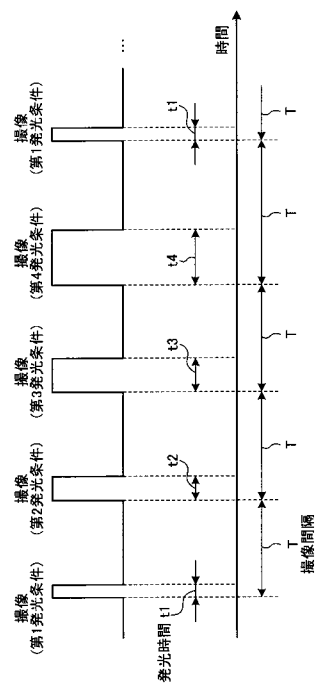
【図 8】



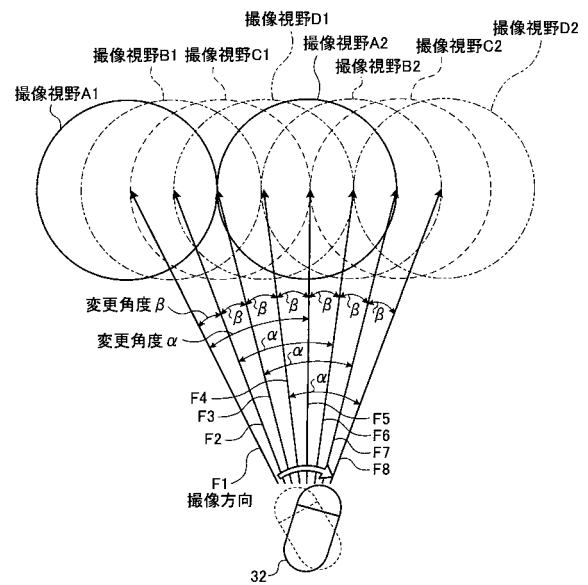
【図 9】



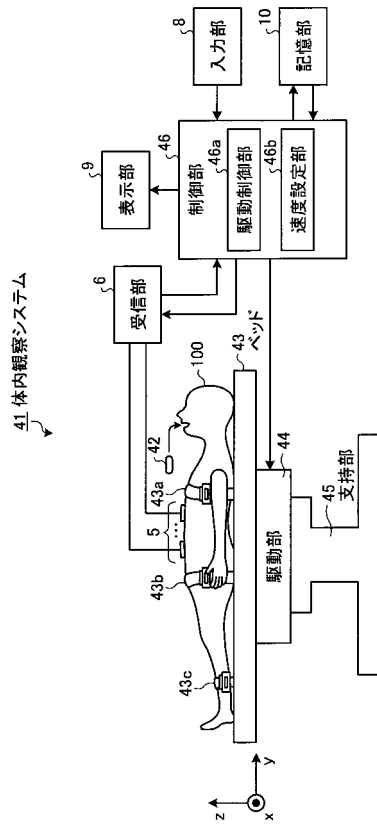
【図 10】



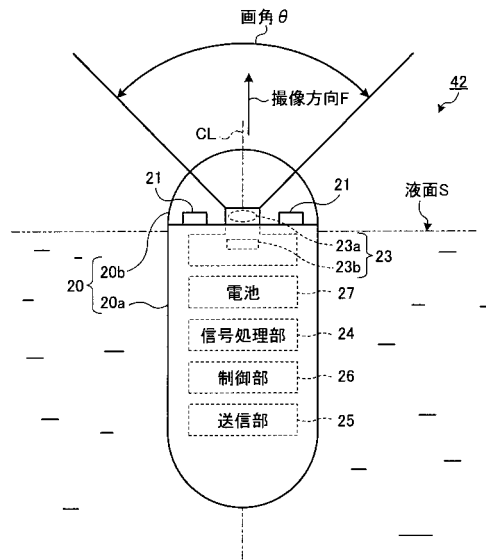
【図 11】



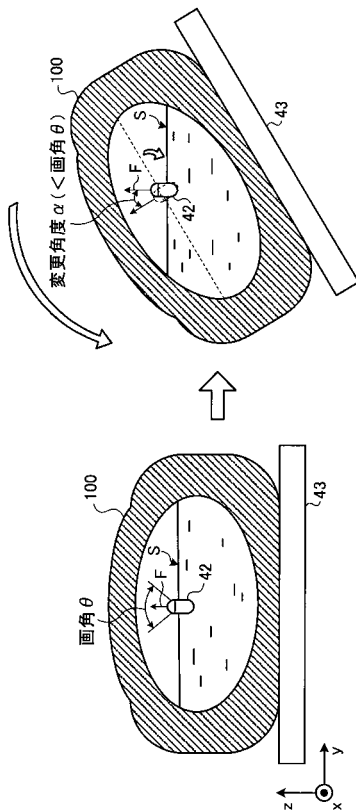
【図 12】



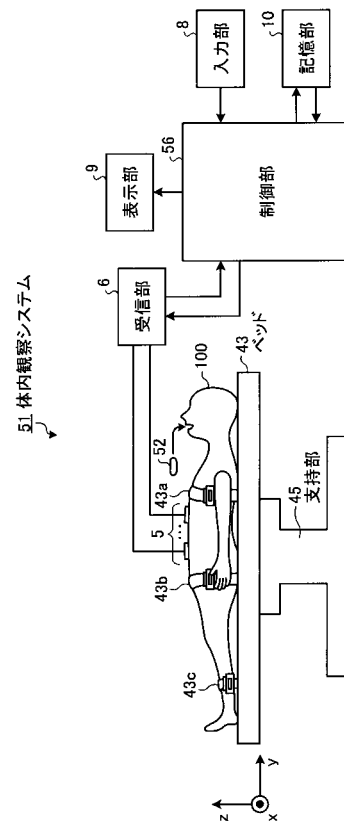
【図 13】



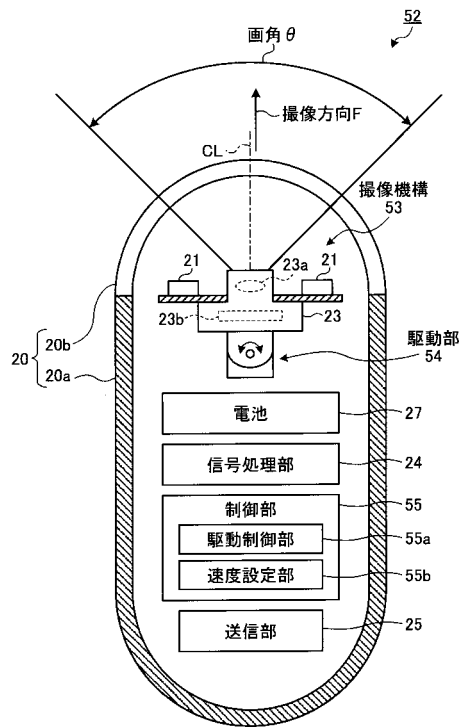
【図 14】



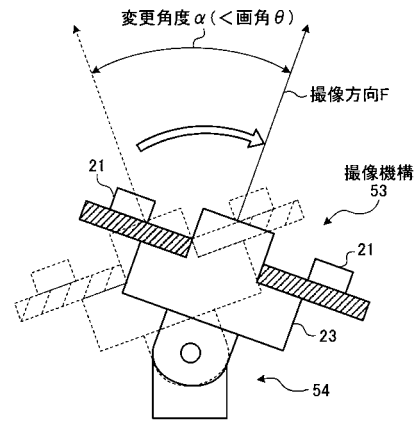
【図 15】



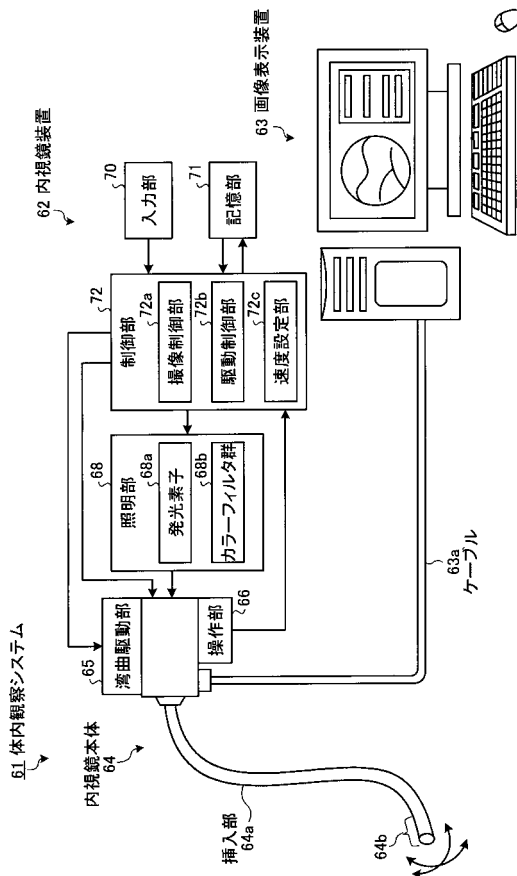
【図16】



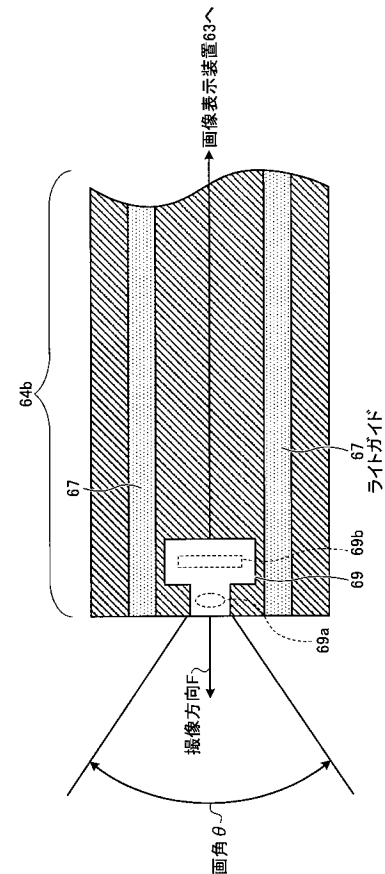
【図17】



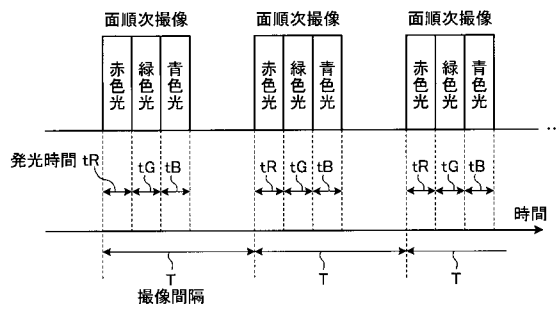
【図18】



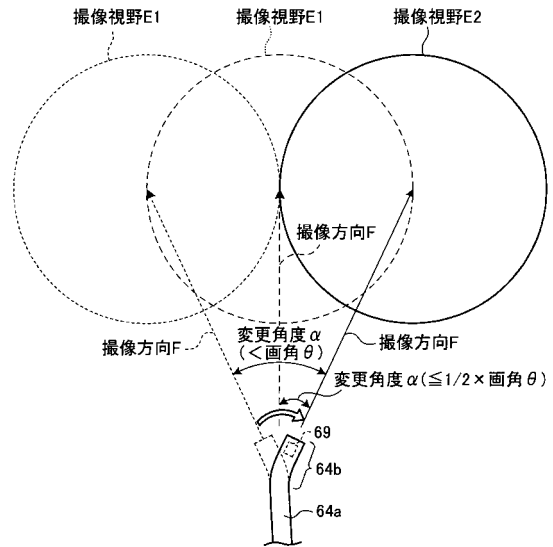
【図19】



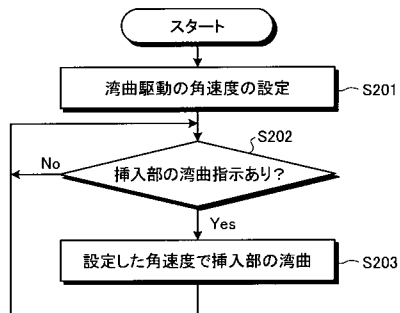
【図 20】



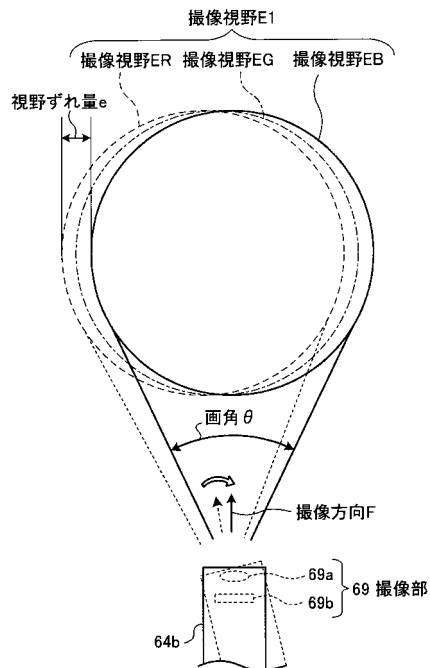
【図 22】



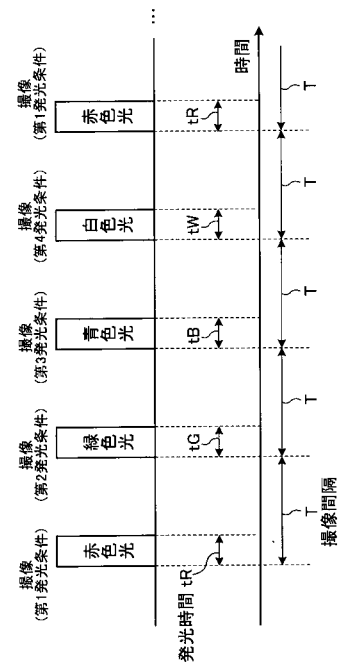
【図 21】



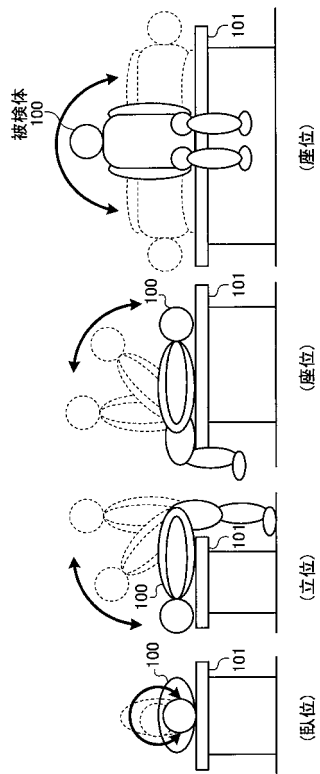
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-159641(JP,A)
特開2006-314680(JP,A)
特開2002-191547(JP,A)
特表2006-527012(JP,A)
丸山 次郎,次世代型カプセル内視鏡「Sayaka」,電子情報通信学会総合大会講演論文集,2007年 3月 7日,SS-22

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
A61B 1/00 - 1/32

专利名称(译)	体内观察系统和操作体内观察系统的方法		
公开(公告)号	JP5427036B2	公开(公告)日	2014-02-26
申请号	JP2009528120	申请日	2008-08-08
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	河野宏尚		
发明人	河野 宏尚		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/045 A61B1/00158 A61B1/00183 A61B1/041 A61B1/051 A61B34/73		
FI分类号	A61B1/00.320.Z A61B1/00.320.B		
代理人(译)	酒井宏明		
审查员(译)	伊藤商事		
优先权	2007211124 2007-08-13 JP		
其他公开文献	JPWO2009022667A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是可靠地拍摄体内图像中至少一部分图像部分重叠的连续的体内图像组。本发明的被检体内观察系统1具有：被导入到被检体内部的胶囊型内窥镜2，对该被检体内部的胶囊型内窥镜2产生外部磁场的磁场产生部3，以及用于控制磁场产生部分3的控制部分11。胶囊型内窥镜2具有照明部，该照明部利用照明光对被检体的体内进行照明；以及摄像部，依次拍摄由照明部照明的被检体的体内图像。控制单元11，外部磁场的磁场方向以帧速率改变为所述磁场产生部3和角速度小于视摄像部，该胶囊型内窥镜2的角度的乘积值以下的该磁场方向以该角速度向磁场发生器3发射。

