

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6095872号
(P6095872)

(45) 発行日 平成29年3月15日 (2017. 3. 15)

(24) 登録日 平成29年2月24日 (2017. 2. 24)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 2 0 B

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2016-558233 (P2016-558233)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/056671
 審査請求日 平成28年9月20日 (2016. 9. 20)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-85384 (P2015-85384)
 (32) 優先日 平成27年4月17日 (2015. 4. 17)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 河野 宏尚
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

審査官 門田 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カプセル型医療装置誘導システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に永久磁石が設けられ、被検体内に導入されるカプセル型医療装置と、
 前記被検体の外部に設けられており、前記カプセル型医療装置に印加する磁界を発生する磁界発生部と、
 前記カプセル型医療装置の位置又は姿勢の少なくとも一方を変更させる操作情報を入力する操作入力部と、
 前記操作情報に基づいて前記磁界発生部を制御することにより、前記磁界を変化させて前記カプセル型医療装置の位置又は姿勢の少なくとも一方を変化させると共に、前記操作入力部に対して行われた操作の開始前又は開始時に前記カプセル型医療装置に作用する力が釣り合った状態における前記磁界発生部に対する制御情報を取得し、前記操作の終了後、前記制御情報を用いて前記磁界発生部を制御する誘導用磁界制御部と、
 を備えることを特徴とするカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 2】

前記カプセル型医療装置の位置を検出する検出部をさらに備え、
 前記誘導用磁界制御部は、前記カプセル型医療装置の位置に基づいて、前記カプセル型医療装置に作用する力が釣り合うように前記磁界発生部を制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 3】

前記誘導用磁界制御部は、前記操作の終了時における前記カプセル型医療装置の状態を

基準として、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報によって表される制御状態を再現する制御を行う、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 4】

前記制御情報は、前記磁界発生部が発生する磁界により前記永久磁石に作用する磁気引力の強さを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 5】

前記カプセル型医療装置の位置を検出する検出部をさらに備え、

前記制御情報は、前記カプセル型医療装置の位置に基づいて算出される前記磁界発生部と前記カプセル型医療装置との間の距離を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

10

【請求項 6】

前記カプセル型医療装置の位置を検出する検出部をさらに備え、

前記制御情報は、前記磁界発生部が形成する磁界において前記カプセル型医療装置が拘束される特定の軸の位置と前記カプセル型医療装置の位置との間の相対的な関係を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 7】

前記カプセル型医療装置の姿勢を検出する検出部をさらに備え、

前記制御情報は、前記磁界発生部が形成する磁界において前記カプセル型医療装置が拘束される特定の軸の向きと前記カプセル型医療装置の姿勢との間の相対的な関係を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

20

【請求項 8】

前記誘導用磁界制御部は、前記操作の終了時における前記磁界発生部に対する制御情報を取得し、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報と前記操作の終了時における前記制御情報との差が閾値を超える場合にのみ、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報を用いて、前記操作の終了後における前記磁界発生部を制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 9】

前記カプセル型医療装置の位置又は姿勢のうちの少なくとも一方を検出する検出部をさらに備え、

30

前記誘導用磁界制御部は、前記位置又は姿勢のうちの少なくとも一方の単位時間当たりの変動が閾値以下である場合に、前記制御情報を取得する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 10】

前記カプセル型医療装置の位置又は姿勢のうちの少なくとも一方を検出する検出部をさらに備え、

前記誘導用磁界制御部は、

前記操作の終了時に、前記検出部による検出結果に基づき、前記操作に応じた前記カプセル型医療装置の誘導がなされたか否かを判定し、

前記操作に応じた前記カプセル型医療装置の誘導がなされた場合、前記制御情報を、前記操作の終了時における前記磁界発生部に対する制御情報に更新する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

40

【請求項 11】

前記磁界発生部は、電力供給を受けて磁界を発生する電磁石によって形成され、

前記誘導用磁界制御部は、前記電磁石に供給する電力を調節することにより、前記永久磁石に作用する磁界を変化させる、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 12】

前記磁界発生部は、電力供給を受けて磁界を発生する電磁石によって形成され、

前記誘導用磁界制御部は、前記電磁石の位置又は姿勢の少なくとも一方を変化させるこ

50

とにより、前記永久磁石に作用する磁界を変化させる、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 1 3】

前記磁界発生部は、各々が電力供給を受けて磁界を発生する複数の電磁石によって形成され、

前記誘導用磁界制御部は、前記複数の電磁石の各々に供給する電力を調節することにより、前記複数の電磁石がそれぞれ発生する磁界を変化させる、ことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 1 4】

前記誘導用磁界制御部は、前記カプセル型医療装置を前記被検体の鉛直方向の上側又は下側の内壁に接触させた状態から鉛直方向に沿って、前記カプセル型医療装置が前記内壁から離れるように誘導する制御を行い、前記カプセル型医療装置が前記内壁に接触した状態から接触しない状態に移行した際の前記磁界発生部に対する制御情報を、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報として取得する、ことを特徴とする請求項 4 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【請求項 1 5】

前記誘導用磁界制御部は、

前記カプセル型医療装置を前記被検体の鉛直方向の上側又は下側の内壁に接触させた状態から鉛直方向に沿って、前記カプセル型医療装置が前記内壁から離れるように誘導する制御を行い、前記カプセル型医療装置が前記内壁に接触した状態から接触しない状態に移行した際の前記磁界発生部に対する第 2 の制御情報を取得し、

前記磁界発生部に対する制御情報のうち、前記第 2 の制御情報に対する差分が所定の範囲内であるときの制御情報を、前記操作の開始前又は開始時における制御情報として取得する、ことを特徴とする請求項 4 に記載のカプセル型医療装置誘導システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体内に導入されたカプセル型医療装置を誘導するカプセル型医療装置誘導システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検体内に導入され、被検体に関する種々の情報を取得する、或いは、被検体に薬剤を投与するといった機能を有するカプセル型医療装置が開発されている。一例として、内視鏡の分野においては、被検体の消化管内に導入可能な大きさに形成されたカプセル型内視鏡が知られている。

【0003】

カプセル型内視鏡は、カプセル形状をなす筐体の内部に撮像機能及び無線通信機能を備えたものであり、被検体に嚥下された後、蠕動運動等によって消化管内を移動しながら撮像を行い、被検体の臓器内部の画像（以下、体内画像ともいう）の画像データを順次、無線送信する。無線送信された画像データは、被検体外に設けられた受信装置によって受信され、さらに、ワークステーション等の画像表示装置に取り込まれて所定の画像処理が施される。それにより、画像表示装置の画面に、被検体の体内画像を静止画表示又は動画表示することができる。

【0004】

近年では、被検体内に導入されたカプセル型医療装置を磁界によって誘導するシステムが提案されている。例えば特許文献 1 には、永久磁石を内蔵したカプセル型医療装置を被検体内に導入すると共に、被検体の外部に磁界発生部を設け、磁界発生部を移動させてカプセル型医療装置内の永久磁石に作用する磁界を変化させることによりカプセル型医療装置を誘導する磁気誘導医療システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-68501号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

磁界により誘導を行うカプセル型医療装置誘導システムにおいては、カプセル型医療装置が消化管の壁等に接触して移動できなくなる場合がある。それにもかかわらず、ユーザがカプセル型医療装置を移動させる操作を入力し続けた場合、当該操作によるカプセル型医療装置の目標位置とカプセル型医療装置が停止している実際の位置との間に乖離が生じてしまう。その結果、別の操作が新たに入力された際に、新たな操作によって意図される動きをカプセル型医療装置が開始するまでに時間がかかってしまう。

10

【0007】

また、カプセル型医療装置は、磁界発生部が発生する磁界の変化に対して若干遅れて移動する。そのため、カプセル型医療装置がユーザ所望の位置に到達した際に、カプセル型医療装置を移動させる操作の入力を停止しても、磁界発生部が発生する磁界におけるカプセル型医療装置の拘束位置はその時のカプセル型医療装置の位置に対して先行している。その結果、カプセル型医療装置が停止するまでに時間を要すると共に、カプセル型医療装置の停止位置がユーザ所望の位置からずれてしまう。

20

【0008】

このように、カプセル型医療装置を磁界により誘導する従来のシステムにおいては、操作入力に対するカプセル型医療装置の応答性が低いという問題がある。

【0009】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、操作入力に対するカプセル型医療装置の応答性を向上させることができるカプセル型医療装置誘導システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るカプセル型医療装置誘導システムは、内部に永久磁石が設けられ、被検体内に導入されるカプセル型医療装置と、前記被検体の外部に設けられた磁界発生部と、前記カプセル型医療装置の位置と姿勢との少なくとも一方を変更させる操作信号を入力する操作入力部と、前記操作入力部から入力される操作信号に基づいて前記磁界発生部を制御することにより、前記磁界発生部が発生する磁界を変化させて前記カプセル型医療装置の位置と姿勢との少なくとも一方を変化させると共に、前記操作入力部に対して行われた操作の開始前又は開始時における前記磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報を取得し、前記操作の終了後、前記制御情報を用いて前記磁界発生部を制御する誘導用磁界制御部と、を備えることを特徴とする。

30

【0011】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記誘導用磁界制御部は、前記操作の終了時における前記カプセル型医療装置の状態を基準として、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報によって表される制御状態を再現する制御を行う、ことを特徴とする。

40

【0012】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記制御情報は、前記磁界発生部が発生する磁界により前記永久磁石に作用する磁気引力の強さを含む、ことを特徴とする。

【0013】

上記カプセル型医療装置誘導システムは、前記カプセル型医療装置の位置を検出する検出部をさらに備え、前記制御情報は、前記磁界発生部と前記カプセル型医療装置との間の距離を含む、ことを特徴とする。

【0014】

50

上記カプセル型医療装置誘導システムは、前記カプセル型医療装置の位置を検出する検出部をさらに備え、前記制御情報は、前記磁界発生部が形成する磁界において前記カプセル型医療装置が拘束される特定の軸の位置と前記カプセル型医療装置の位置との間の相対的な関係を含むことを特徴とする。

【0015】

上記カプセル型医療装置誘導システムは、前記カプセル型医療装置の姿勢を検出する検出部をさらに備え、前記制御情報は、前記磁界発生部が形成する磁界において前記カプセル型医療装置が拘束される特定の軸の向きと前記カプセル型医療装置の姿勢との間の相対的な関係を含むことを特徴とする。

【0016】

10

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記誘導用磁界制御部は、前記操作の終了時における前記磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報を取得し、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報と前記操作の終了時における前記制御情報との差が閾値を超える場合にのみ、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報を用いて、前記操作の終了後における前記磁界発生部を制御する、ことを特徴とする。

【0017】

上記カプセル型医療装置誘導システムは、前記カプセル型医療装置の位置と姿勢との中の少なくとも一方を検出する検出部をさらに備え、前記誘導用磁界制御部は、前記位置と姿勢との中の少なくとも一方の単位時間当たりの変動が閾値以下である場合に、前記制御情報を取得する、ことを特徴とする。

20

【0018】

上記カプセル型医療装置誘導システムは、前記カプセル型医療装置の位置と姿勢との中の少なくとも一方を検出する検出部をさらに備え、前記誘導用磁界制御部は、前記操作の終了時に、前記検出部による検出結果に基づき、前記操作に応じた前記カプセル型医療装置の誘導がなされたか否かを判定し、前記操作に応じた前記カプセル型医療装置の誘導がなされた場合、前記制御情報を、前記操作の終了時における前記磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報に更新する、ことを特徴とする。

【0019】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記磁界発生部は、電力供給を受けて磁界を発生する電磁石によって形成され、前記誘導用磁界制御部は、前記電磁石に供給する電力を調節することにより、前記永久磁石に作用する磁界を変化させる、ことを特徴とする。

30

【0020】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記磁界発生部は、電力供給を受けて磁界を発生する電磁石によって形成され、前記誘導用磁界制御部は、前記電磁石の位置と姿勢との少なくとも一方を変化させることにより、前記永久磁石に作用する磁界を変化させる、ことを特徴とする。

【0021】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記磁界発生部は、各々が電力供給を受けて磁界を発生する複数の電磁石によって形成され、前記誘導用磁界制御部は、前記複数の電磁石の各々に供給する電力を調節することにより、前記複数の電磁石がそれぞれ発生する磁界を変化させる、ことを特徴とする。

40

【0022】

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記誘導用磁界制御部は、前記カプセル型医療装置を前記被検体の鉛直方向の上側又は下側の内壁に接触させた状態から鉛直方向に沿って、前記カプセル型医療装置が前記内壁から離れるように誘導する制御を行い、前記カプセル型医療装置が前記内壁に接触した状態から接触しない状態に移行した際の前記磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報を、前記操作の開始前又は開始時における前記制御情報として取得する、ことを特徴とする。

【0023】

50

上記カプセル型医療装置誘導システムにおいて、前記誘導用磁界制御部は、前記カプセル型医療装置を前記被検体の鉛直方向の上側又は下側の内壁に接触させた状態から鉛直方向に沿って、前記カプセル型医療装置が前記内壁から離れるように誘導する制御を行い、前記カプセル型医療装置が前記内壁に接触した状態から接触しない状態に移行した際の前記磁界発生部に対する制御状態を表す第2の制御情報を取得し、前記磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報のうち、前記第2の制御情報に対する差分が所定の範囲内であるときの制御情報を、前記操作の開始前又は開始時における制御情報として取得する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

10

本発明によれば、操作入力部への操作の開始前又は開始時における磁界発生部に対する制御状態を表す制御情報を用いて、当該操作の終了後に磁界発生部を制御するので、操作の開始前又は開始時におけるカプセル型医療装置と磁界発生部との相対的な関係を再現することができる。従って、操作入力の最中に、カプセル型医療装置に対する制御状態と実際のカプセル型医療装置の状態との間で乖離が生じたとしても、操作の終了後にこの乖離を素早く解消することができ、操作入力に対するカプセル型医療装置の応答性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係るカプセル型医療装置誘導システムの構成例を示す図である。

20

【図2】図2は、図1に示すカプセル型内視鏡の内部構造の一例を示す模式図である。

【図3】図3は、図1に示す誘導用磁界発生装置の構成例を示す模式図である。

【図4】図4は、カプセル型内視鏡の水平面内において並進させる場合の誘導方法を説明するための模式図である。

【図5A】図5Aは、カプセル型内視鏡を鉛直方向において並進させる場合の誘導方法を説明するための図である。

【図5B】図5Bは、カプセル型内視鏡を鉛直方向において並進させる場合の誘導方法を説明するための図である。

【図6】図6は、図1に示すカプセル型医療装置誘導システムの動作を示すフローチャートである。

30

【図7A】図7Aは、図1に示すカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図7B】図7Bは、図1に示すカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図7C】図7Cは、図1に示すカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図7D】図7Dは、図1に示すカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図8】図8は、カプセル型内視鏡を鉛直方向に移動させる操作入力の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。

40

【図9】図9は、本発明の実施の形態1の変形例1-3における制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図10】図10は、本発明の実施の形態1の変形例1-5における制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図11A】図11Aは、本発明の実施の形態2に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図11B】図11Bは、本発明の実施の形態2に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図11C】図11Cは、本発明の実施の形態2に係るカプセル型医療装置誘導システム

50

におけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図 1 1 D】図 1 1 D は、本発明の実施の形態 2 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図 1 2】図 1 2 は、カプセル型内視鏡を水平方向に移動させる操作入力の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。

【図 1 3 A】図 1 3 A は、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 - 2 における制御方法を説明するための模式図である。

【図 1 3 B】図 1 3 B は、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 - 2 における制御方法を説明するための模式図である。

【図 1 3 C】図 1 3 C は、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 - 2 における制御方法を説明するための模式図である。

10

【図 1 4 A】図 1 4 A は、本発明の実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、本発明の実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図 1 4 C】図 1 4 C は、本発明の実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡の誘導方法を説明するための模式図である。

【図 1 5】図 1 5 は、カプセル型内視鏡を水平方向に移動させる操作入力の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

20

【0026】

以下に、本発明の実施の形態に係る誘導装置及びカプセル型医療装置誘導システムについて、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明においては、本実施の形態に係るカプセル型医療装置誘導システムが誘導対象とするカプセル型医療装置の一形態として、被検体内に経口にて導入されて被検体内（管腔内）を撮像するカプセル型内視鏡を例示するが、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。即ち、本発明は、例えば被検体の食道から肛門にかけて管腔内を移動するカプセル型内視鏡や、被検体内に薬剤等を配送するカプセル型医療装置や、被検体内の pH を測定する pH センサを備えるカプセル型医療装置など、カプセル型をなす種々の医療装置の誘導に適用することが可能である。

30

【0027】

また、以下の説明において、各図は本発明の内容を理解でき得る程度に形状、大きさ、及び位置関係を概略的に示してあるに過ぎない。従って、本発明は各図で例示された形状、大きさ、及び位置関係のみに限定されるものではない。なお、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付している。

【0028】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るカプセル型医療装置誘導システムの概要を示す模式図である。図 1 に示すように、実施の形態 1 に係るカプセル型医療装置誘導システム 1 は、カプセル型医療装置の一例としてのカプセル型内視鏡 10 と、被検体が載置されるベッド 21 の近傍に設けられ、カプセル型内視鏡 10 の位置検出用の磁界を検出する磁界検出装置 20 と、ベッド 21 の近傍に設けられ、カプセル型内視鏡 10 の誘導用の磁界を発生する磁界発生部としての誘導用磁界発生装置 30 と、磁界検出装置 20 が検出した位置検出用磁界に基づいてカプセル型内視鏡 10 の位置又は姿勢を検出すると共に、該位置又は姿勢の検出結果に基づいてカプセル型内視鏡 10 の誘導用磁界を制御する制御装置 40 とを備える。

40

【0029】

図 2 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡 10 の内部構造の一例を示す模式図である。図 2 に示すように、カプセル型内視鏡 10 は、被検体内に導入し易い大きさに形成されたカプセル型をなす筐体 100 と、該筐体 100 内に収納された機能部 11 と、永久磁石 12 と

50

、カプセル型内視鏡 10 の位置検出用磁界を発生する磁界発生部 13 と、カプセル型内視鏡 10 の各部に電力を供給する電源部 14 とを備える。

【0030】

筐体 100 は、被検体の臓器内部に導入可能な大きさに形成された外装ケースである。筐体 100 は、円筒形状をなす筒状筐体 101 と、ドーム形状をなすドーム状筐体 102、103 とを有し、筒状筐体 101 の両側開口端を、ドーム形状をなすドーム状筐体 102、103 によって塞ぐことによって実現される。本実施の形態 1 において、筒状筐体 101 は、可視光に対して略不透明な有色の部材によって形成されている。また、ドーム状筐体 102、103 の少なくとも一方（図 2 においては後述する撮像部 111 側であるドーム状筐体 102）は、可視光等の所定波長帯域の光に対して透明な光学部材によって形成されている。このような筐体 100 は、機能部 11 と、永久磁石 12 と、磁界発生部 13 と、電源部 14 とを液密に内包する。

10

【0031】

機能部 11 は、カプセル型医療装置の用途に応じて適宜構成される。カプセル型医療装置が被検体内を撮像するカプセル型内視鏡 10 である場合、機能部 11 は、被検体内を撮像して撮像信号を取得する撮像部 111 と、撮像部 111 を含むカプセル型内視鏡 10 の各部の動作を制御すると共に、撮像部 111 により取得された撮像信号に対して所定の信号処理を施す制御部 112 と、信号処理が施された撮像信号を無線送信する無線通信部 113 とを備える。

【0032】

20

撮像部 111 は、LED 等の照明部 114 と、集光レンズ等の光学系 115 と、CMOS イメージセンサ又は CCD イメージセンサ等の撮像素子 116 とを有する。照明部 114 は、撮像素子 116 の撮像視野に白色光等の照明光を発光して、ドーム状筐体 102 越しに撮像視野内の被検体を照明する。光学系 115 は、この撮像視野からの反射光を撮像素子 116 の撮像面に集光して結像させる。撮像素子 116 は、撮像面において受光した撮像視野からの反射光（光信号）を電気信号に変換し、画像信号として出力する。

【0033】

なお、図 2 においては、一方のドーム状筐体 102 側にのみ撮像部 111 を 1 つ設けているが、撮像部 111 を 2 つ設けても良く、この場合、ドーム状筐体 103 も透明な光学部材によって形成される。

30

【0034】

制御部 112 は、所定の撮像フレームレートで撮像部 111 を動作させると共に、撮像フレームレートと同期して、照明部 114 を発光させる。また、制御部 112 は、撮像部 111 が生成した撮像信号に対し、A/D 変換や、その他所定の信号処理を施して画像データを生成する。さらに、制御部 112 は、電源部 14 から磁界発生部 13 に電力を供給させることにより、磁界発生部 13 から位置検出用磁界を発生させる。

【0035】

無線通信部 113 は、送信アンテナを備え、制御部 112 によって信号処理が施された画像データ及び関連情報を取得して変調処理を施し、送信アンテナを介して外部に順次無線送信する。

40

【0036】

なお、カプセル型医療装置が、被検体内への薬剤配送用カプセルである場合、機能部 11 として、例えば、薬剤を収納する収納部及び薬剤の放出タイミングを検知する検知部等が設けられる。或いは、カプセル型医療装置が、被検体内の pH を測定する測定用カプセルである場合、機能部 11 として、例えば、pH センサ及び pH センサから出力された検出信号を無線送信する無線通信部等が設けられる。

【0037】

永久磁石 12 は、誘導用磁界発生装置 30 が発生した誘導用磁界によるカプセル型内視鏡 10 の磁気誘導を可能にするためのものであり、磁化方向が筐体 100 の長軸 La に対して傾きを持つように、カプセル形状をなす筐体 100 の内部に固定配置される。なお、

50

図 2 においては、永久磁石 12 の磁化方向を矢印で示している。実施の形態 1 においては、永久磁石 12 を、磁化方向が長軸 La に対して直交するように配置している。永久磁石 12 は、外部から印加された磁界に追従して動作し、この結果、誘導用磁界発生装置 30 によるカプセル型内視鏡 10 の磁気誘導が実現する。

【0038】

磁界発生部 13 は、共振回路の一部をなし、電流が流れることにより磁界を発生する磁界発生コイル 131 と、該磁界発生コイル 131 と共に共振回路を形成するコンデンサ 132 とを含み、電源部 14 からの電力供給を受けて所定の周波数の交番磁界を位置検出用磁界として発生する。

【0039】

電源部 14 は、ボタン型電池やキャパシタ等の蓄電部であって、磁気スイッチや光スイッチ等のスイッチ部を有する。電源部 14 は、磁気スイッチを有する構成とした場合、外部から印加された磁界によって電源のオンオフ状態を切り替え、オン状態の場合に蓄電部の電力を機能部 11 及び磁界発生部 13 に適宜供給する。また、電源部 14 は、オフ状態の場合に、カプセル型内視鏡 10 の機能部 11 及び磁界発生部 13 への電力供給を停止する。

【0040】

再び図 1 を参照すると、磁界検出装置 20 は、ベッド 21 の下方に設置されている。磁界検出装置 20 は、カプセル型内視鏡 10 の磁界発生部 13 が発生した位置検出用磁界を検出する。磁界検出装置 20 は、ベッド 21 の上面（被検体の載置面）と平行に設置されたパネル 22 と、該パネル 22 上に配列された複数の検出コイル 23 とを備える。

【0041】

各検出コイル 23 は、コイル線材をコイルパネ状に巻回した筒型コイルであり、自身の位置に分布する磁界に応じた電流を発生し、この電流を磁界の検出信号として出力する。

【0042】

誘導用磁界発生装置 30 は、被検体内に導入されたカプセル型内視鏡 10 の位置及び姿勢の少なくとも一方を変化させるための誘導用磁界を発生する。ここで、カプセル型内視鏡 10 の姿勢は、重力方向の軸（Z 軸）に対するカプセル型内視鏡 10 の長軸 La の傾き（傾斜角）及び、該 Z 軸回りの長軸 La の回転角（方位角）によって表される。

【0043】

図 3 は、誘導用磁界発生装置 30 の構成を示す模式図である。図 3 に示すように、誘導用磁界発生装置 30 は、磁界を発生する永久磁石（以下、体外永久磁石という）31 と、該体外永久磁石 31 の位置及び姿勢を変化させる磁石駆動部 32 とを備える。このうち、磁石駆動部 32 は、平面位置変更部 321、鉛直位置変更部 322、仰角変更部 323、及び旋回角変更部 324 を有する。

【0044】

体外永久磁石 31 は、例えば直方体形状を有する棒磁石によって実現される。体外永久磁石 31 は、初期状態において、自身の磁化方向と平行な 4 つの面の内の 1 つの面（以下、カプセル対向面 PL ともいう）が水平面（重力方向と直交する面）と平行になるように配置される。以下、体外永久磁石 31 が初期状態にあるときの体外永久磁石 31 の配置を基準配置という。

【0045】

平面位置変更部 321 は、体外永久磁石 31 を水平面（XY 面）内において並進させる。即ち、体外永久磁石 31 において磁化された 2 つの磁極の相対位置が確保された状態のままで水平面内に移動を行う。

【0046】

鉛直位置変更部 322 は、体外永久磁石 31 を重力方向（Z 方向）に沿って並進させる並進機構である。即ち、体外永久磁石 31 において磁化された 2 つの磁極の相対位置が確保された状態のままで鉛直方向に沿って移動を行う。

【0047】

10

20

30

40

50

仰角変更部 323 は、体外永久磁石 31 の磁化方向を含む鉛直面内において、体外永久磁石 31 を回転させることにより、水平面に対する磁化方向の角度を変化させる。即ち、仰角変更部 323 は、カプセル対向面 PL と平行且つ磁化方向と直交し、体外永久磁石 31 の中心を通る Y 方向の軸 Y_c 回りに体外永久磁石 31 を回転させる。

【0048】

旋回角変更部 324 は、体外永久磁石 31 の中心を通る Z 方向の軸 Z_m に対して体外永久磁石 31 を回転させる。

【0049】

図 4、図 5 A 及び B は、カプセル型内視鏡 10 の誘導方法を説明するための模式図である。図 4 に示すように、カプセル型内視鏡 10 を水平方向に並進させる場合、カプセル型内視鏡 10 内の永久磁石 12 を水平面内の特定の位置に拘束する方向に磁気引力を生じさせる磁界を生成し、永久磁石 12 に作用させる。この特定の位置に永久磁石 12 を引きつけることによりカプセル型内視鏡 10 を拘束し、この状態で平面位置変更部 321 によって体外永久磁石 31 を水平面内で移動させることにより、カプセル型内視鏡 10 を水平方向に並進させることができる。

【0050】

図 4 に示すような直方体状の体外永久磁石 31 を用いる場合、カプセル型内視鏡 10 は、カプセル対向面 PL と直交し、体外永久磁石 31 の中心を通る軸 P_c 上に拘束される。また、永久磁石 12 の磁化方向がカプセル型内視鏡 10 の長軸 L_a と直交する場合（図 2 参照）、カプセル型内視鏡 10 は、長軸 L_a が軸 P_c と平行になる向きに拘束される。以下、カプセル型内視鏡 10 が拘束される軸 P_c を拘束軸 P_c という。

【0051】

図 5 B に示すように、カプセル型内視鏡 10 を鉛直方向に並進させる場合、図 5 A に示すように、磁気勾配の分布がカプセル対向面 PL と直交する方向における距離に応じて変化する磁界を生成し、カプセル型内視鏡 10 の永久磁石 12 に作用させる。具体的には、鉛直位置変更部 322 によって体外永久磁石 31 を鉛直方向に移動させ、体外永久磁石 31 と永久磁石 12 との距離を変化させることにより、体外永久磁石 31 から永久磁石 12 に作用する磁界強度が変化して、カプセル型内視鏡 10 を鉛直方向に並進させることができる。

【0052】

カプセル型内視鏡 10 の傾斜角を変化させる場合、カプセル型内視鏡 10 を拘束軸 P_c に拘束した状態で、仰角変更部 323 によって体外永久磁石 31 を軸 Y_c 回りに回転させる（図 3 参照）。それにより、拘束軸 P_c が鉛直軸 Z_m に対して傾斜し、この拘束軸 P_c と共にカプセル型内視鏡 10 を傾斜させることができる。

【0053】

また、カプセル型内視鏡 10 を旋回させる場合、カプセル型内視鏡 10 を拘束軸 P_c に拘束した状態で、旋回角変更部 324 によって体外永久磁石 31 を鉛直軸 Z_m 回りに回転させる（図 3 参照）。それにより、拘束軸 P_c が鉛直軸 Z_m 回りに旋回し、この拘束軸 P_c と共にカプセル型内視鏡 10 を旋回させることができる。

【0054】

再び図 1 を参照すると、制御装置 40 は、例えばパーソナルコンピュータやワークステーション等の汎用コンピュータによって構成され、磁界検出装置 20 から出力された検出信号に基づいてカプセル型内視鏡 10 の位置や姿勢を検出すると共に、この位置や姿勢の検出結果をもとに、ユーザによってなされる操作入力に従って誘導用磁界発生装置 30 を制御することにより、カプセル型内視鏡 10 を誘導する。

【0055】

詳細には、制御装置 40 は、カプセル型内視鏡 10 との間で無線通信を行い、カプセル型内視鏡 10 から送信された画像信号を含む無線信号を受信する受信部 41 と、該受信部 41 が受信した無線信号に含まれる画像信号に所定の信号処理を施して、被検体内の画像信号を表示する表示部 42 と、当該制御装置 40 に対する操作の入力を受け付ける操作入

10

20

30

40

50

力部 4 3 と、磁界検出装置 2 0 から出力された検出信号に対して信号処理を施す信号処理部 4 4 と、信号処理部 4 4 により信号処理が施された検出信号に基づいて演算処理を行う演算部 4 5 と、記憶部 4 6 と、当該制御装置 4 0 及びカプセル型医療装置誘導システム 1 の各部の動作を制御する制御部 4 7 とを備える。

【 0 0 5 6 】

受信部 4 1 は、複数の受信アンテナ 4 1 a を備え、これらの受信アンテナ 4 1 a を介してカプセル型内視鏡 1 0 からの無線信号を順次受信する。受信部 4 1 は、これらの受信アンテナ 4 1 a の中から最も受信電界強度の高いアンテナを選択し、選択したアンテナを介して受信したカプセル型内視鏡 1 0 からの無線信号に対して復調処理等を行うことにより、無線信号から画像信号を抽出し、表示部 4 2 に出力する。

10

【 0 0 5 7 】

表示部 4 2 は、液晶ディスプレイ等の各種ディスプレイからなる画面を有し、受信部 4 1 から入力された画像信号に基づく画像や、カプセル型内視鏡 1 0 の位置情報や、その他各種情報を画面に表示する。

【 0 0 5 8 】

操作入力部 4 3 は、ジョイスティック、各種ボタンやスイッチを備えた操作卓、キーボード等の入力デバイスによって構成され、外部からなされる操作に応じた信号を制御部 4 7 に入力する。具体的には、操作入力部 4 3 は、ユーザによりなされる操作に従って、被検体内に導入されたカプセル型内視鏡 1 0 の位置と姿勢との少なくともいずれかを変化させる操作信号を制御部 4 7 に入力する。

20

【 0 0 5 9 】

信号処理部 4 4 は、複数の検出コイル 2 3 からそれぞれ出力された検出信号を処理する複数のチャンネルを有する。各チャンネルは、対応する検出コイル 2 3 から出力された検出信号を増幅する増幅部 4 4 1 と、増幅された検出信号に A / D 変換処理を施すことにより、デジタルの検出信号を生成する A / D 変換部 4 4 2 と、A / D 変換部 4 4 2 によりデジタル変換された検出信号に対して高速フーリエ変換 (F F T) 処理を施す F F T 処理部 4 4 3 とを備える。

【 0 0 6 0 】

演算部 4 5 は、信号処理部 4 4 から出力された複数の検出信号に基づき、複数の検出コイル 2 3 の位置とこれらの検出コイル 2 3 によりそれぞれ検出された磁界の強度及び位相とから、カプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢を検出する演算を行う位置及び姿勢検出部 4 5 1 を備える。位置及び姿勢検出部 4 5 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢の検出結果を、カプセル型内視鏡 1 0 の位置情報として制御部 4 7 に出力すると共に、記憶部 4 6 に記憶させる。

30

【 0 0 6 1 】

なお、カプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢の検出方法は、位置検出用磁界を用いる方法に限定されない。例えば、受信部 4 1 が受信した無線信号の強度分布に基づいてカプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢を検出しても良い。一例として、カプセル型内視鏡 1 0 の位置の初期値を適宜設定し、ガウス - ニュートン法により位置の推定値を算出する処理を、算出した推定値と前回の推定値とのずれ量が所定値以下となるまで反復することにより、カプセル型内視鏡 1 0 の位置を求めることができる (例えば特開 2 0 0 7 - 2 8 3 0 0 1 号公報参照) 。

40

【 0 0 6 2 】

記憶部 4 6 は、フラッシュメモリ、又はハードディスク等の書き換え可能に情報を保存する記憶媒体及び書込読取装置等によって構成される。記憶部 4 6 は、制御装置 4 0 の各部を制御するための各種プログラムや各種パラメータ、カプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢を検出するための演算プログラム等を記憶する。また、記憶部 4 6 は、演算部 4 5 から出力されたカプセル型内視鏡 1 0 の位置情報を記憶する。さらに、表示部 4 2 に表示される画像の画像データを記憶部 4 6 に記憶させることとしても良い。

【 0 0 6 3 】

50

制御部 47 は、誘導用磁界発生装置 30 の動作を制御する誘導用磁界制御部 471 を備える。誘導用磁界制御部 471 は、演算部 45 から出力されたカプセル型内視鏡 10 の位置情報に基づき、操作入力部 43 から入力される操作信号に応じた制御信号を誘導用磁界発生装置 30 に出力する。

【0064】

次に、カプセル型医療装置誘導システム 1 の動作について説明する。図 6 は、制御装置 40 の動作を示すフローチャートである。また、図 7 A ~ D は、カプセル型内視鏡 10 の誘導方法を説明するための模式図である。図 8 は、カプセル型内視鏡 10 を鉛直方向に移動させる操作入力の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。このうち、図 8 の (a) は、操作入力部 43 に対する操作の有無 (ON 又は OFF) を示す。また、図 8 の (b) は、カプセル型内視鏡 10 内の永久磁石 12 に作用する磁気引力 F_m を示す。図 8 の (c) は、カプセル型内視鏡 10 の鉛直方向 (Z 方向) における位置を示す。

【0065】

カプセル型内視鏡 10 の電源をオンにすると、カプセル型内視鏡 10 は、撮像動作を開始すると共に、位置検出用磁界の発生を開始する。これに応じて、ステップ S10 において、制御装置 40 は、カプセル型内視鏡 10 から送信された無線信号を受信し、該無線信号に含まれる画像信号に基づいて、画像の表示を開始する。また、制御装置 40 は、カプセル型内視鏡 10 から送信された位置検出用磁界を検出し、この検出信号に基づいて、カプセル型内視鏡 10 の位置及び姿勢の検出を開始する。この状態で、ユーザは、カプセル型内視鏡 10 を被検体内に導入し、表示部 42 に表示された画像を観察しながら、操作入力部 43 を用いてカプセル型内視鏡 10 を誘導する操作を行う。

【0066】

図 7 A ~ D に示すように、カプセル型内視鏡 10 は、経口摂取等により液体 W と共に被検体内に導入され、被検体の臓器 (胃等) 内において、液体 W 中に浮遊した状態で撮像等の所定の動作を実行する。液体 W は、例えば水や生理食塩水のように、人体に無害な液体である。

【0067】

実施の形態 1 において、カプセル型内視鏡 10 は、液体 W の比重よりも小さい比重を有し、誘導用磁界発生装置 30 が発生する磁界が作用していない状態では液体 W に浮くように設計されているものとする。液体 W 内においては、カプセル型内視鏡 10 に作用する浮力 F_b と、重力 F_g と、誘導用磁界により永久磁石 12 に作用する磁気引力 F_m とのバランスにより、カプセル型内視鏡 10 をユーザ所望の位置に停止させ、或いは移動させて臓器内を観察することができる。

【0068】

ステップ S11 において、制御部 47 は、操作入力部 43 から操作信号が入力されているか否か、つまり、カプセル型内視鏡 10 を誘導する操作入力が行われているか否かを判定する。

【0069】

操作信号が入力されていない場合 (ステップ S11: No)、制御部 47 は、誘導用磁界発生装置 30 に対する現在の制御状態を表す制御情報を取得する (ステップ S12)。具体的には、カプセル型内視鏡 10 が被検体内に導入された後、操作入力部 43 に対して最初の操作が行われるまでの間 ($t = 0 \sim t_{11}$) や、操作入力部 43 に対する操作が停止した後 ($t = t_{13} \sim$) のタイミングが、この場合に相当する。

【0070】

本実施の形態 1 においては、演算部 45 から出力された位置情報からカプセル型内視鏡 10 の位置 $Z = Z_1$ を取得すると共に、誘導用磁界発生装置 30 が備える体外永久磁石 31 の位置を取得し、カプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 31 との間の距離によって決まる磁気引力 $F_m = F_{m1}$ を制御情報として取得する。或いは、カプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 31 との間の距離を制御情報として取得しても良い。

【0071】

続くステップS 1 3において、誘導用磁界制御部4 7 1は、誘導用磁界発生装置3 0に対し、カプセル型内視鏡1 0を静止させる制御を行う。

【0 0 7 2】

図7 Aに示すように、カプセル型内視鏡1 0は、被検体内に導入された液体W中において、浮力 F_b と重力 F_g と誘導用磁界による磁気引力 F_m とを受ける。これらの3つの力が釣り合うとき、カプセル型内視鏡1 0は液体W中において安定的に静止する状態となる。誘導用磁界制御部4 7 1は、演算部4 5から出力される位置情報に基づいて誘導用磁界発生装置3 0を制御し、カプセル型内視鏡1 0の位置や姿勢の単位時間あたりの変化が小さくなるように、カプセル型内視鏡1 0に作用する磁気引力 F_m を調節させることにより、カプセル型内視鏡1 0を静止させる。その後、制御装置4 0の動作は、後述するステップS 1 7に移行する。

10

【0 0 7 3】

これらのステップS 1 2、S 1 3を、カプセル型内視鏡1 0を誘導する操作が行われていない間繰り返すことにより制御情報が更新され、カプセル型内視鏡1 0に作用する浮力 F_b と重力 F_g と磁気引力 F_m とが釣り合った安定的な静止状態における制御情報が取得される。このような制御情報の取得は、操作入力部4 3に対する操作が開始される時まで実行される。

【0 0 7 4】

一方、ステップS 1 1において、操作入力部4 3から制御部4 7に操作信号が入力されている場合(ステップS 1 1: Yes)、誘導用磁界制御部4 7 1は、操作入力部4 3から入力された操作信号に従って、カプセル型内視鏡1 0を誘導する制御を行う(ステップS 1 4)。具体的には、操作入力部4 3に対する操作に応じた方向に、該操作に応じた量だけカプセル型内視鏡1 0が移動するように、誘導用磁界発生装置3 0を制御してカプセル型内視鏡1 0に作用する磁気引力 F_m を変化させる。

20

【0 0 7 5】

例えば、臓器の底に向けてカプセル型内視鏡1 0を誘導する操作が入力された際($t = t_{11}$)、誘導用磁界制御部4 7 1は、図7 Bに示すように、カプセル型内視鏡1 0に作用する磁気引力 F_m が強くなるように($F_m = F_{m1} \rightarrow F_{m2}$)、誘導用磁界発生装置3 0を制御する。即ち、体外永久磁石3 1を被検体に近づける。

【0 0 7 6】

30

続くステップS 1 5において、制御部4 7は、操作入力部4 3からの操作信号の入力が停止したか否かを判定する。操作信号の入力が継続している場合(ステップS 1 5: No)、制御部4 7の動作はステップS 1 4に戻る。

【0 0 7 7】

一方、操作信号の入力が停止した場合(ステップS 1 5: Yes)、誘導用磁界制御部4 7 1は、ステップS 1 2において取得した制御情報をもとに、誘導用磁界発生装置3 0を制御する(ステップS 1 6)。

【0 0 7 8】

ここで、図7 Cに示すように、カプセル型内視鏡1 0が液体Wの底の内壁STに接触した場合を考える。この場合、図8の(c)の $t = t_{12}$ 以降に示すように、カプセル型内視鏡1 0の位置は $Z = Z_2$ のまま変化しない。一方、ユーザは、被検体内のカプセル型内視鏡1 0の位置や状態を、表示部4 2に表示される位置情報や被検体内の画像を介して、間接的にしか認識することができない。そのため、カプセル型内視鏡1 0が内壁STに接触したことを認識するまで、ユーザは操作入力部4 3に対する操作を続けてしまう。その結果、カプセル型内視鏡1 0に作用する磁気引力 F_m が大きくなってしまう。

40

【0 0 7 9】

このとき、カプセル型内視鏡1 0は、浮力 F_b と、重力 F_g と、磁気引力 F_{m3} と、内壁STから受ける垂直抗力 F_r との釣り合いにより静止している。言い換えると、浮力 F_b と重力 F_g と磁気引力 F_{m1} とが釣り合い、カプセル型内視鏡1 0が液体W中に安定的に静止している状態に対して、磁気引力 ΔF_m 及び垂直抗力 F_r が過分にかかっている状

50

態になっている。つまり、誘導用磁界発生装置 30 に対する制御により意図されるカプセル型内視鏡 10 の状態（内壁 S T がなければ磁気引力 ΔF_m の分だけ移動する状態）と、実際のカプセル型内視鏡 10 の状態（内壁 S T により移動が妨げられている状態）との間で乖離が生じてしまう。

【0080】

その後、ユーザが操作入力部 43 に対する操作を停止した際（ $t = t_{13}$ ）に、誘導用磁界発生装置 30 に対する制御状態を変化させずにおくと、誘導用磁界発生装置 30 に対する制御により意図される状態と実際の状態との乖離がそのまま維持される。この場合、次にカプセル型内視鏡 10 を浮上させる操作が行われた際に、カプセル型内視鏡 10 に作用する磁気引力 F_m を減少させ、カプセル型内視鏡 10 を安定的な静止状態（ $\Delta F_m = F_r = 0$ ）にした上で、操作入力部 43 に対する操作に応じた誘導用磁界の制御を開始しなければならない。そのため、操作入力部 43 への操作に対するカプセル型内視鏡 10 の応答性が低下してしまう。

10

【0081】

そこで、誘導用磁界制御部 471 は、操作入力部 43 に対する操作が停止した際（ $t = t_{13}$ ）に、ステップ S 12 において取得した制御情報をもとに、誘導用磁界発生装置 30 を制御する。より詳細には、操作入力部 43 に対する操作が停止した際におけるカプセル型内視鏡 10 の状態を基準として、制御情報によって表される制御状態を再現する制御を行う。具体的には、図 7D に示すように、カプセル型内視鏡 10 の位置をそのまま維持しつつ、カプセル型内視鏡 10 に作用する磁気引力が $F_m = F_{m1}$ となるように、誘導用磁界発生装置 30 に体外永久磁石 31 の位置を調節させる。それにより、カプセル型内視鏡 10 を安定的な静止状態にした上で、次の操作の入力を待機する。

20

【0082】

続くステップ S 17 において、制御部 47 は、カプセル型内視鏡 10 による観察を終了するか否かを判定する。例えば、カプセル型内視鏡 10 による観察を終了する旨の指示信号が操作入力部 43 から入力された、カプセル型内視鏡 10 からの無線信号の送信が停止した、或いは、カプセル型内視鏡 10 からの位置検出用磁界の検出が停止したといった場合に、制御部 47 はカプセル型内視鏡 10 による観察を終了すると判定する（ステップ S 17：Yes）。この場合、制御装置 40 の動作は終了する。一方、カプセル型内視鏡 10 による観察を終了しない場合（ステップ S 17：No）、制御装置 40 の動作はステップ S 11 に戻る。

30

【0083】

以上説明したように、本発明の実施の形態 1 においては、操作入力部 43 に対する操作の開始前又は開始時における制御状態を表す制御情報を取得し、操作入力部 43 に対する操作が停止した際に、この制御情報をもとに誘導用磁界発生装置 30 を制御する。それにより、操作中に生じた制御の乖離を解消し、カプセル型内視鏡 10 に作用する浮力 F_b と重力 F_g と磁気引力 F_{m1} とが釣り合ってカプセル型内視鏡 10 が液体 W 中に安定的に静止する状態を制限することができる。従って、操作入力部 43 に対する操作が次に行われた際には、この静止状態から制御を開始すれば良いので、操作に対するカプセル型内視鏡 10 の応答性を向上させることが可能となる。

40

【0084】

（変形例 1 - 1）

本発明の実施の形態 1 の変形例 1 - 1 について説明する。上記実施の形態 1 においては、操作入力部 43 への操作が終了した際に（ステップ S 15：Yes）、そのときの制御状態と、操作の開始前又は開始時における制御状態との乖離が大きい場合にのみ、操作の開始前又は開始時における制御状態に基づく制御を行うこととしても良い。

【0085】

具体的には、制御部 47 は、ステップ S 15 において操作信号の入力が停止した際に（ステップ S 15：Yes）、そのときのカプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 31 との位置関係から、カプセル型内視鏡 10 に作用する磁気引力 F_{m3} を、操作の終了時における

50

制御情報として算出する。そして、この磁気引力 F_{m_3} と、ステップ S 1 2 において制御情報として取得した磁気引力 F_{m_1} との差 ΔF_m を算出し、この差 ΔF_m が予め設定された閾値を超える場合にのみ、ステップ S 1 2 において取得した制御情報に基づく制御を行う。

【 0 0 8 6 】

或いは、ステップ S 1 2 において制御情報としてカプセル型内視鏡 1 0 と体外永久磁石 3 1 との間の距離を取得した場合には、この距離と、操作の終了時におけるカプセル型内視鏡 1 0 と体外永久磁石 3 1 との間の距離との差を算出し、この差が閾値を超える場合にのみ、ステップ S 1 2 において取得した制御情報に基づく制御を行う。

【 0 0 8 7 】

10

(変形例 1 - 2)

本発明の実施の形態 1 の変形例 1 - 2 について説明する。上記実施の形態 1 においては、ステップ S 1 1 において操作信号の入力がない場合に (ステップ S 1 1 : N o)、制御部 4 7 は、誘導用磁界発生装置 3 0 に対する現在の制御状態を表す制御情報を取得することとしたが (ステップ S 1 2)、カプセル型内視鏡 1 0 が安定的な静止状態にあることを確認した上で制御情報を取得することとしても良い。詳細には、制御部 4 7 は、演算部 4 5 から出力されたカプセル型内視鏡 1 0 の位置情報に基づき、カプセル型内視鏡 1 0 の位置及び姿勢の単位時間あたりの変化が閾値以下であるか否かを判定し、この変化が閾値以下である場合にカプセル型内視鏡 1 0 は安定的な静止状態であると判定し、制御情報の取得を行う。

20

【 0 0 8 8 】

(変形例 1 - 3)

本発明の実施の形態 1 の変形例 1 - 3 について説明する。上記実施の形態 1 においては、カプセル型内視鏡 1 0 が安定的な静止状態にあるときの制御情報として、操作信号の入力がないときの制御情報 (ステップ S 1 2) の代わりに、キャリブレーションにより予め取得した情報を用いても良い。

【 0 0 8 9 】

図 9 は、本変形例 1 - 3 における制御装置 4 0 の動作を示すフローチャートである。なお、図 9 に示すステップ S 1 0 は、実施の形態 1 と同様である (図 6 参照)。

【 0 0 9 0 】

30

ステップ S 1 0 に続くステップ S 2 1 において、制御部 4 7 は、操作入力部 4 3 からキャリブレーションモードに切り替える旨の指示信号が入力されたか否かを判定する。キャリブレーションモードに切り替える指示信号が入力された場合 (ステップ S 2 1 : Y e s)、誘導用磁界制御部 4 7 1 は誘導用磁界発生装置 3 0 に対し、カプセル型内視鏡 1 0 を液体 W の底に誘導させる制御を行う (ステップ S 2 2)。このときのカプセル型内視鏡 1 0 は、図 7 C に示すように、内壁 S T に押し付けられている状態 (垂直抗力 F_r が発生している状態) であっても良い。

【 0 0 9 1 】

続くステップ S 2 3 において、誘導用磁界制御部 4 7 1 は誘導用磁界発生装置 3 0 に対し、体外永久磁石 3 1 を下方に移動させる制御を行う (ステップ S 2 3)。それにより、カプセル型内視鏡 1 0 に作用する磁気引力 F_m を小さくする。このキャリブレーションモードにおいては、カプセル型内視鏡 1 0 を水中に静止させる必要がないため、このときの体外永久磁石 3 1 の移動速度はある程度早くても良い。

40

【 0 0 9 2 】

続くステップ S 2 4 において、制御部 4 7 は、演算部 4 5 から出力されたカプセル型内視鏡 1 0 の位置情報に基づいて、カプセル型内視鏡 1 0 が内壁 S T から離れて浮上開始したか否かを判定する。この判定は、カプセル型内視鏡 1 0 の Z 座標の変化に基づいて行うことができる。或いは、表示部 4 2 に表示される被検体内の画像に対してパターンマッチング等の画像処理を行い、画像の変化を検出することにより判定を行っても良い。

【 0 0 9 3 】

50

カプセル型内視鏡 10 が未だ浮上開始していない場合（ステップ S 2 4 : N o ）、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、引き続き体外永久磁石 3 1 を下方に移動させる制御を行う（ステップ S 2 3 ）。

【 0 0 9 4 】

一方、カプセル型内視鏡 10 が浮上開始した場合（ステップ S 2 4 : Y e s ）、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、カプセル型内視鏡 10 が浮上開始した際の体外永久磁石 3 1 の位置を取得し、カプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 3 1 との間の距離をキャリブレーション条件として記憶部 4 6 に記憶させる（ステップ S 2 5 ）。その後、制御装置 4 0 の動作はステップ S 1 1 に移行する。なお、キャリブレーションモードに切り替える指示信号が入力されていない場合（ステップ S 2 1 : N o ）も、同様に制御装置 4 0 の動作はステップ S 1 1 に移行する。ステップ S 1 1 の動作は、実施の形態 1 と同様である。

10

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 1 において操作信号の入力がない場合（ステップ S 1 1 : N o ）、制御装置 4 0 の動作はそのままステップ S 1 3 に移行する。ステップ S 1 3 の動作は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 9 6 】

一方、ステップ S 1 1 において操作信号の入力があった場合（ステップ S 1 1 : Y e s ）、制御装置 4 0 の動作はステップ S 1 4 、S 1 5 に移行する。ステップ S 1 4 、S 1 5 の動作は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 9 7 】

20

ステップ S 1 5 において操作信号の入力が停止した場合（ステップ S 1 5 : Y e s ）、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、記憶部 4 6 からキャリブレーション条件を取得し、このキャリブレーション条件をもとに誘導用磁界発生装置 3 0 を制御する（ステップ S 2 6 ）。即ち、カプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 3 1 との間の距離が、キャリブレーション条件であるカプセル型内視鏡 10 が液体 W の底から浮上開始した際の両者間の距離となるように、誘導用磁界発生装置 3 0 に体外永久磁石 3 1 の位置を調節させる。その後のステップ S 1 7 は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 9 8 】

本変形例 1 - 3 によれば、キャリブレーション条件を用いて誘導用磁界発生装置 3 0 に対する制御を行うので、カプセル型内視鏡 10 が内壁 S T から受ける垂直抗力 F_r がちょうどゼロになったときの制御状態、即ち、カプセル型内視鏡 10 に対する磁気引力 F_m と浮力 F_b と重力 F_g とが釣り合ったときの制御状態を正確に再現することができる。

30

【 0 0 9 9 】

（変形例 1 - 4 ）

本発明の実施の形態 1 の変形例 1 - 4 について説明する。上記変形例 1 - 2 のステップ S 1 2 においては、カプセル型内視鏡 10 が安定的な静止状態にあることを確認した上で制御情報を取得することとしたが、安定的な静止状態にあるか否かの判定を、上記変形例 1 - 3 において取得したキャリブレーション条件に基づいて行っても良い。詳細には、キャリブレーション条件として取得したカプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 3 1 との間の距離に対し、実際のカプセル型内視鏡 10 と体外永久磁石 3 1 との間の距離が所定の範囲内（例えば $\pm$ 数 % の誤差の範囲内）である場合に、カプセル型内視鏡 10 が安定的な静止状態にあると判定する。

40

【 0 1 0 0 】

本変形例 1 - 4 によれば、カプセル型内視鏡 10 が内壁 S T に押し付けられているときの制御状態が、ステップ S 1 2 において制御情報として取得されるのを防ぐことができる。

【 0 1 0 1 】

（変形例 1 - 5 ）

本発明の実施の形態 1 の変形例 1 - 5 について説明する。図 10 は、本変形例における制御装置 4 0 の動作を示すフローチャートである。このうち、ステップ S 1 0 ~ S 1 5 は

50

、実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 5 において操作信号の入力が停止した場合（ステップ S 1 5 : Y e s ）、制御部 4 7 は、演算部 4 5 から出力されたカプセル型内視鏡 1 0 の位置情報に基づいて、カプセル型内視鏡 1 0 が操作信号に応じた動きをしたか否かを判定する（ステップ S 3 1 ）。即ち、ステップ S 1 1 において操作信号が入力された際のカプセル型内視鏡 1 0 の位置と、ステップ S 1 5 において操作信号の入力が停止した際のカプセル型内視鏡 1 0 の位置とから、カプセル型内視鏡 1 0 の変位を取得し、この変位と、操作信号に対応するカプセル型内視鏡 1 0 の移動量とを比較する。或いは、カプセル型内視鏡 1 0 の変位及び経過時間から実際のカプセル型内視鏡 1 0 の移動速度を算出し、この移動速度と、操作信号に対応するカプセル型内視鏡 1 0 の移動速度とを比較しても良い。

10

【 0 1 0 3 】

制御部 4 7 は、操作信号に対応するカプセル型内視鏡 1 0 の移動量又は移動速度に対し、カプセル型内視鏡 1 0 の実際の変位又は移動速度の誤差が閾値以下である場合、カプセル型内視鏡 1 0 が操作信号に応じた動きをしたと判定する。

【 0 1 0 4 】

カプセル型内視鏡 1 0 が操作信号に応じた動きをした場合（ステップ S 3 1 : Y e s ）、制御部 4 7 は、制御情報を、誘導用磁界発生装置 3 0 に対する現在の制御状態を表す制御情報に更新する（ステップ S 3 2 ）。その後のステップ S 1 7 は実施の形態 1 と同様である。

20

【 0 1 0 5 】

一方、カプセル型内視鏡 1 0 が操作信号に応じた動きをしなかった場合（ステップ S 3 1 : N o ）、制御部 4 7 は、既に取得してある制御情報をもとに、誘導用磁界発生装置 3 0 を制御する（ステップ S 1 6 ）。その後のステップ S 1 7 は実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 0 6 】

本変形例 1 - 5 によれば、操作入力部 4 3 に対する操作に従ってカプセル型内視鏡 1 0 が動いた場合に、操作信号の入力停止後に誘導用磁界発生装置 3 0 を制御する際に用いる制御情報を更新するので、カプセル型内視鏡 1 0 の位置や環境（臓器の形状等）に応じて設定された最新の制御情報に基づいて誘導用磁界発生装置 3 0 を制御することができる。

30

【 0 1 0 7 】

（変形例 1 - 6 ）

上記実施の形態 1 においては、制御情報として、カプセル型内視鏡 1 0 が安定的な静止状態にあるときにカプセル型内視鏡 1 0 に作用する磁気引力、または、この磁気引力を生じさせるカプセル型内視鏡 1 0 と体外永久磁石 3 1 との間の距離を取得したが、制御情報の種類はこれに限定されない。

【 0 1 0 8 】

例えば、カプセル型内視鏡 1 0 と体外永久磁石 3 1 との間の距離と共に、体外永久磁石 3 1 の姿勢（仰角及び旋回角）を制御情報としても良い。この場合、操作入力部 4 3 に対する操作が停止した際に、カプセル型内視鏡 1 0 の安定的な静止状態をより精度良く再現することができる。

40

【 0 1 0 9 】

（変形例 1 - 7 ）

上記誘導用磁界発生装置 3 0 においては、体外永久磁石 3 1 の代わりに電磁石を用いても良い。この場合、電磁石に供給する電流又は電圧を制御することにより誘導用磁界の強さを調節して、カプセル型内視鏡 1 0 に作用する磁気引力 F_m を変化させることができる。また、図 6 のステップ S 1 2 においては、操作入力部 4 3 に対する操作の開始前又は開始時に電磁石に供給していた電流又は電圧の大きさを制御情報として取得すれば良い。

【 0 1 1 0 】

或いは、電流又は電圧の大きさに加えて、カプセル型内視鏡 1 0 の位置情報を制御情報

50

として取得しても良い。この場合、電流又は電圧の大きさと共に、カプセル型内視鏡 10 と電磁石との距離を調節することにより、カプセル型内視鏡 10 に作用する磁気引力 F_m をより精度良く制御することができる。

【0111】

(変形例 1 - 8)

上記実施の形態 1 及び変形例 1 - 1 ~ 1 - 7 においては、カプセル型内視鏡 10 の比重を液体 W の比重よりも小さくし、カプセル型内視鏡 10 に作用する浮力と重力と鉛直下向きの磁気引力とのバランスによってカプセル型内視鏡 10 を誘導する場合の制御を説明した。しかしながら、カプセル型内視鏡 10 の比重を液体 W の比重よりも大きくする場合にも、同様の制御を行うことができる。この場合、体外永久磁石 31 (図 3 参照) を被検体 10 が載置されるベッド 21 の上方に設置し、カプセル型内視鏡 10 に作用する浮力と重力と鉛直上向きの磁気引力とによってカプセル型内視鏡 10 を誘導する。また、この場合には、カプセル型内視鏡 10 を鉛直上向きに移動させる操作が入力され、カプセル型内視鏡 10 が被検体内の上側の内壁に接触した際に、当該操作の開始前又は開始時における制御情報に基づいて、当該操作の終了後における誘導用磁界発生装置 30 に対する制御を行う。

【0112】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。

本実施の形態 2 に係るカプセル型医療装置誘導システムの構成及び動作は、全体として実施の形態 1 と同様であり (図 1、図 6 参照)、本実施の形態 2 においては、カプセル型内視鏡 10 を水平方向に移動させる場合における制御方法を説明する。なお、以下においては、カプセル型内視鏡 10 を X 方向に移動させる場合を説明するが、Y 方向についても同様の制御が行われる。

【0113】

図 11A ~ D は、本発明の実施の形態 2 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡 10 の誘導方法を説明するための模式図である。また、図 12 は、カプセル型内視鏡 10 を水平方向に移動させる操作の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。このうち、図 12 の (a) は、操作入力部 43 に対する操作の有無 (ON 又は OFF) を示す。また、図 12 の (b) は、カプセル型内視鏡 10 及び拘束軸 P_c の水平方向 (X 方向) における位置を示す。

【0114】

図 6 を参照しながら、本実施の形態 2 に係るカプセル型医療装置誘導システムの動作を説明する。なお、ステップ S10、S11 は実施の形態 1 と同様である。

【0115】

ステップ S11 において操作入力部 43 から制御部 47 に操作信号が入力されていない場合 (ステップ S11: No、 $t = 0 \sim t_{21}$)、制御部 47 は、誘導用磁界発生装置 30 に対する現在の制御状態を表す制御情報を取得する (ステップ S12)。本実施の形態 2 においては、図 11A に示すように、カプセル型内視鏡 10 (例えば長軸 L_a) の位置 X_c と、体外永久磁石 31 (図 3 参照) の位置によって決まるカプセル型内視鏡 10 の拘束軸 P_c の位置 X_p とを取得し、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_c と拘束軸 P_c の位置 X_p との相対的な関係である誤差 Δx を制御情報として取得する。

【0116】

続くステップ S13 において、誘導用磁界制御部 471 は、誘導用磁界発生装置 30 に対して、カプセル型内視鏡 10 を静止させる制御を行う。具体的には、体外永久磁石 31 を静止させ、拘束軸 P_c が移動しないようにすれば良い。

【0117】

このステップ S12、S13 を繰り返すことにより、カプセル型内視鏡 10 の水平位置が安定している状態における制御情報 (誤差 Δx) が取得される。

【0118】

一方、ステップ S11 において操作信号が入力されている場合 (ステップ S11: Ye

s、 $t = t_{21} \sim t_{23}$)、誘導用磁界制御部 471 は、操作入力部 43 から入力された操作信号に従って、カプセル型内視鏡 10 を誘導する制御を行う (ステップ S14)。

【0119】

例えば、カプセル型内視鏡 10 を水平方向 (X 方向) に誘導する操作入力が行われた場合、誘導用磁界制御部 471 は、図 11B に示すように、誘導用磁界発生装置 30 に体外永久磁石 31 を X 方向に並進させることにより、拘束軸 P_C を X 方向に移動させる。これにより、拘束軸 P_C の方向への磁気引力 F_m により、カプセル型内視鏡 10 が拘束軸 P_C に追従して移動する。続くステップ S15 は、実施の形態 1 と同様である。

【0120】

ステップ S15 において操作信号の入力が停止した場合 (ステップ S15: Yes、 $t = t_{23}$)、誘導用磁界制御部 471 は、ステップ S12 において取得した制御情報をもとに、誘導用磁界発生装置 30 を制御する (ステップ S16)。

【0121】

ここで、図 11C に示すように、カプセル型内視鏡 10 が臓器の側面の内壁 ST に接触した場合を考える。この場合、図 12 の $t = t_{22} \sim t_{23}$ に示すように、カプセル型内視鏡 10 の位置は $X_C = X_{C1}$ のまま変化しない。しかし、ユーザは、カプセル型内視鏡 10 が内壁 ST に接触したことを、例えば表示部 42 に表示される位置情報や被検体内の画像から認識するまで、操作入力部 43 に対する操作を続けてしまう。その結果、拘束軸 P_C が内壁 ST を超えて移動し続けてしまう。

【0122】

このとき、カプセル型内視鏡 10 は、拘束軸 P_C の方向への磁気引力 F_m と内壁 ST から受ける垂直抗力 F_r との釣り合いにより静止している状態となる。つまり、誘導用磁界発生装置 30 に対する制御により意図されるカプセル型内視鏡 10 の状態 (内壁 ST がなければ拘束軸 P_C の位置に静止する状態) と、実際のカプセル型内視鏡 10 の状態 (内壁 ST の位置に静止している状態) とに乖離が生じてしまう。

【0123】

その後、ユーザが操作入力部 43 に対する操作を停止した際 ($t = t_{23}$) に、誘導用磁界発生装置 30 に対する制御状態を変えずにくと、拘束軸 P_C の位置 $X_P = X_{P1}$ とカプセル型内視鏡 10 の位置 $X_C = X_{C1}$ との乖離がそのまま維持される。この場合、操作入力部 43 に対してカプセル型内視鏡 10 を水平方向に移動させる操作が次に行われた際に、拘束軸 P_C を実際のカプセル型内視鏡 10 まで戻した上で、操作入力部 43 に対する操作に応じた誘導用磁界の制御を開始しなければならない。そのため、操作入力部 43 への操作に対するカプセル型内視鏡 10 の応答性が低下してしまう。

【0124】

そこで、誘導用磁界制御部 471 は、操作入力部 43 に対する操作が停止した際 ($t = t_{23}$) に、演算部 45 から出力された位置情報をもとにカプセル型内視鏡 10 の位置 X_C を取得し、ステップ S12 において制御情報として取得した誤差 Δx をもとに誘導用磁界発生装置 30 を制御する。具体的には、図 11D に示すように、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_C に対する拘束軸 P_C の位置 X_P の誤差が Δx となるように、誘導用磁界発生装置 30 に体外永久磁石 31 を移動させる。それにより、カプセル型内視鏡 10 が拘束軸 P_C に拘束されている状態を再現した上で、次の操作の入力を待機する。続くステップ S17 は、実施の形態 1 と同様である。

【0125】

以上説明したように、本発明の実施の形態 2 においては、操作入力部 43 に対する操作の開始前又は開始時における制御情報として、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_C と拘束軸 P_C の位置 X_P との間の誤差 Δx を取得し、操作入力部 43 に対する操作が停止した際に、この誤差 Δx が再現されるように誘導用磁界発生装置 30 を制御する。それにより、操作中に生じた制御の乖離を解消することができる。従って、操作入力部 43 に対する操作が次に行われた際には、カプセル型内視鏡 10 が拘束軸 P_C の位置で拘束された状態から制御を開始すれば良いので、操作に対するカプセル型内視鏡 10 の応答性を向上させること

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 1 2 6 】

(変形例 2 - 1)

上記実施の形態 2 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 1 と同様に、操作入力部 4 3 に対する操作の開始前又は開始時における制御状態と、操作の終了時における制御状態との乖離が大きい場合にのみ、操作の開始前又は開始時における制御状態を表す制御情報に基づく制御を実行することとしても良い。

【 0 1 2 7 】

具体的には、制御部 4 7 は、ステップ S 1 5 において操作信号の入力が停止した際に、そのときの拘束軸 P_C の位置 X_P とカプセル型内視鏡 1 0 の位置 X_C とを取得し、両者間の距離を、操作の終了時における制御情報として算出する。そして、算出した距離と、ステップ S 1 2 において制御情報として取得した誤差 Δx との差が予め設定された閾値を超える場合に、拘束軸 P_C とカプセル型内視鏡 1 0 との間の距離が誤差 Δx となるように、拘束軸 P_C を移動させる制御を行う。

10

【 0 1 2 8 】

(変形例 2 - 2)

図 1 3 A ~ C は、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 - 2 における制御方法を説明するための模式図である。上記実施の形態 2 においては、カプセル型内視鏡 1 0 を X 方向に移動させる場合の制御について説明したが、カプセル型内視鏡 1 0 の姿勢を変化させる場合、即ち、カプセル型内視鏡 1 0 を傾斜させたり旋回させたりする場合にも同様の制御を行うことができる。

20

【 0 1 2 9 】

例えば、図 1 3 A に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 を直立した状態から傾斜した状態に変化させる場合を考える。この場合、図 3 に示す体外永久磁石 3 1 を軸 Y_C 回りに回転させることにより、拘束軸 P_C を傾斜させる。それにより、図 1 3 B に示すように、拘束軸 P_C と共にカプセル型内視鏡 1 0 が傾斜する。

【 0 1 3 0 】

ここで、カプセル型内視鏡 1 0 の一端が臓器の内壁 S T に接触したにもかかわらず、操作入力部 4 3 に対する操作が続いた場合、カプセル型内視鏡 1 0 (長軸 L_a) の傾斜角はそのまま、拘束軸 P_C のみがさらに傾斜してしまう。つまり、誘導用磁界発生装置 3 0 に対する制御により意図されるカプセル型内視鏡 1 0 の状態と、実際のカプセル型内視鏡 1 0 の状態とが乖離してしまう。

30

【 0 1 3 1 】

そこで、制御部 4 7 は、操作入力部 4 3 に対する操作の開始前又は開始時に、演算部 4 5 から出力される位置情報に基づくカプセル型内視鏡 1 0 の長軸 L_a の傾斜角と、体外永久磁石 3 1 の軸 Y_C 回りの角度に基づく拘束軸 P_C の傾斜角とを取得し、これらの傾斜角同士の誤差を制御情報として取得する (図 6 のステップ S 1 2 参照)。そして、操作入力部 4 3 に対する操作が開始され (ステップ S 1 1 : Yes)、その後操作が停止した際に (ステップ S 1 5 : Yes)、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、図 1 3 C に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 の長軸 L_a に対して拘束軸 P_C が、制御情報として取得した誤差をなすように、誘導用磁界発生装置 3 0 を制御する。それにより、次に操作入力部 4 3 に対して操作が行われた際のカプセル型内視鏡 1 0 の応答性を向上させることができる。

40

【 0 1 3 2 】

また、カプセル型内視鏡 1 0 を旋回させる場合には、カプセル型内視鏡 1 0 の長軸 L_a 及び拘束軸 P_C を X Y 平面に投影した場合の両者のなす角度に基づき、同様の制御を行えば良い。

【 0 1 3 3 】

(変形例 2 - 3)

上記実施の形態 2 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 2 と同様に、カプセル型内視鏡 1 0 が安定的な静止状態にあることを確認した上で制御情報を取得することとしても良

50

い。また、上記実施の形態 2 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 5 と同様に、操作入力部 4 3 に対する操作に従ってカプセル型内視鏡 1 0 が動いた場合にのみ、制御情報を更新することとしても良い。

【0134】

(変形例 2 - 4)

上記実施の形態 2 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 7 と同様に、体外永久磁石 3 1 の代わりに電磁石を用いても良い。この場合、1 つの電磁石を並行移動、傾斜、又は回転させることにより、拘束軸 P_c を並行移動、傾斜、又は旋回させることができる。

【0135】

或いは、体外永久磁石 3 1 の代わりに複数の電磁石を設け、これらの電磁石が発生する磁界の合成磁界にカプセル型内視鏡 1 0 を拘束しても良い。この場合、複数の電磁石がそれぞれ発生する磁界を制御して合成磁界を変化させることにより、拘束軸 P_c を並行移動、傾斜、又は旋回させることができる。

【0136】

(実施の形態 3)

次に、本発明の実施の形態 3 について説明する。

本実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムの構成及び動作は、全体として実施の形態 1 と同様であり(図 1、図 6 参照)、本実施の形態 3 においては、カプセル型内視鏡 1 0 を水平方向に移動させる場合における制御方法を説明する。なお、以下においては、カプセル型内視鏡 1 0 を X 方向に移動させる場合を説明するが、Y 方向についても同様の制御が行われる。

【0137】

図 1 4 A ~ C は、本発明の実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムにおけるカプセル型内視鏡 1 0 の誘導方法を説明するための模式図である。また、図 1 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 を水平方向に移動させる操作の有無に応じた制御方法を説明するためのグラフである。このうち、図 1 5 の (a) は、操作入力部 4 3 に対する操作の有無 (ON 又は OFF) を示す。また、図 1 5 の (b) は、カプセル型内視鏡 1 0 及び拘束軸 P_c の水平方向 (X 方向) における位置を示す。

【0138】

図 6 を参照しながら、本実施の形態 3 に係るカプセル型医療装置誘導システムの動作を説明する。なお、ステップ S 1 0、S 1 1 は実施の形態 1 と同様である。

【0139】

ステップ S 1 1 において操作入力部 4 3 から制御部 4 7 に操作信号が入力されていない場合 (ステップ S 1 1 : No、 $t = 0 \sim t_{31}$)、制御部 4 7 は、実施の形態 2 と同様に、カプセル型内視鏡 1 0 の位置 X_c と拘束軸 P_c の位置 X_p との誤差 Δx を制御情報として取得する (ステップ S 1 2)。その後のステップ S 1 3 は実施の形態 2 と同様である。

【0140】

一方、ステップ S 1 1 において操作信号が入力されている場合 (ステップ S 1 1 : Yes、 $t = t_{31} \sim t_{32}$)、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、実施の形態 2 と同様に、操作信号に従って体外永久磁石 3 1 を X 方向に並進させ、拘束軸 P_c を移動させる制御を行う (ステップ S 1 4)。それにより、カプセル型内視鏡 1 0 が拘束軸 P_c に追従して移動する。

【0141】

この際、図 1 4 A に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 は拘束軸 P_c の方向への磁気引力 F_m を受けて移動するため、拘束軸 P_c に対して若干遅れて動く。このため、拘束軸 P_c の位置 X_p に対してカプセル型内視鏡 1 0 の位置 X_c に乖離が生じる。

【0142】

ステップ S 1 5 において操作信号の入力が停止した場合 (ステップ S 1 5 : Yes)、誘導用磁界制御部 4 7 1 は、ステップ S 1 2 において取得した制御情報をもとに、誘導用磁界発生装置 3 0 を制御する (ステップ S 1 6)。

【0143】

10

20

30

40

50

ここで、カプセル型内視鏡 10 をユーザ所望の位置 X_{C2} に停止させる場合を考える。この場合、ユーザは、表示部 42 に表示される位置情報等に基づき、カプセル型内視鏡 10 が位置 X_{C2} に到達したと認識した時点 ($t = t_{32}$) で操作入力部 43 に対する操作を停止させる。このとき、拘束軸 P_C はカプセル型内視鏡 10 よりも先行しているため、この先行する位置 X_{P2} に拘束軸 P_C が留まっていると、カプセル型内視鏡 10 が拘束軸 P_C に引き付けられてさらに移動してしまう (図 15 の細い一点鎖線参照)。その結果、ユーザが意図した位置 X_{C2} にカプセル型内視鏡 10 を停止させることができなくなってしまう。

【0144】

そこで、誘導用磁界制御部 471 は、操作入力部 43 に対する操作が停止した際 ($t = t_{32}$) に、演算部 45 から出力された位置情報をもとにカプセル型内視鏡 10 の位置 X_C を取得し、ステップ S12 において制御情報として取得した誤差 Δx をもとに誘導用磁界発生装置 30 を制御する。具体的には、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_C に対する拘束軸 P_C の位置 X_P の誤差が Δx となるように、誘導用磁界発生装置 30 に体外永久磁石 31 を移動させる。この際、図 14 B 及び C に示すように、拘束軸 P_C を一旦カプセル型内視鏡 10 を通り越す位置 X_{P3} ($t = t_{33}$) まで振った上で、誤差 Δx となる位置 X_{P4} に拘束軸 P_C を戻す。つまり、カプセル型内視鏡 10 に対して拘束軸 P_C を往復させる。それにより、カプセル型内視鏡 10 をユーザ所望の位置 X_{C2} に素早く停止させることができる。

【0145】

操作入力部 43 に対する操作が停止した時点での拘束軸 P_C の位置 X_{P2} から最終的な停止位置 X_{P4} までの変位 ΔX_1 は、拘束軸 P_C の位置 X_{P2} とカプセル型内視鏡 10 の位置 X_{C2} との差 ΔX_2 よりも概ね誤差 Δx の分だけ小さくなる。また、拘束軸 P_C の振り幅 $\Delta X_3 = X_{P2} - X_{P3}$ は、拘束軸 P_C の最終的な停止位置 X_{P4} への変位 ΔX_1 が概ね半分程度となるように決定すると良い。続くステップ S17 は、実施の形態 1 と同様である。

【0146】

以上説明したように、本発明の実施の形態 3 においては、操作入力部 43 に対する操作の開始前又は開始時における制御情報として、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_C と拘束軸 P_C の位置 X_P との誤差 Δx を取得し、操作入力部 43 に対する操作が停止した際に、この誤差 Δx が再現されるように誘導用磁界発生装置 30 を制御するので、カプセル型内視鏡 10 をユーザが意図した位置 X_{C2} に停止させることが可能となる。この際、拘束軸 P_C を、カプセル型内視鏡 10 の位置 X_{C2} を通り越す位置 X_{P3} まで一旦振った上で、最終的な位置 X_{P4} に戻すので、カプセル型内視鏡 10 を位置 X_{C2} に素早く停止させることが可能となる。

【0147】

(変形例 3 - 1)

上記実施の形態 3 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 2 と同様に、カプセル型内視鏡 10 が安定的な静止状態にあることを確認した上で制御情報を取得することとしても良い。また、上記実施の形態 3 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 5 と同様に、操作入力部 43 に対する操作に従ってカプセル型内視鏡 10 が動いた場合にのみ、制御情報を更新することとしても良い。

【0148】

(変形例 3 - 2)

上記実施の形態 3 においても、実施の形態 1 の変形例 1 - 7 と同様に、体外永久磁石 31 の代わりに電磁石を用いても良い。拘束軸 P_C を並行移動、傾斜、又は旋回させる際には、1 つの電磁石を並行移動、傾斜、又は回転させても良いし、複数の電磁石が発生する磁界を制御することにより合成磁界を変化させても良い。

【0149】

以上説明した実施の形態 1 ~ 3 及びこれらの変形例においては、カプセル型内視鏡 10 を鉛直方向と水平方向とのいずれかに移動させる場合を説明したが、鉛直方向と水平方向との両方において同時に移動させても良い。この場合、操作入力部 43 に対する鉛直方向成分の操作に対して、実施の形態 1 又は変形例 1 - 1 ~ 1 - 7 と同様の制御を行い、操作

10

20

30

40

50

入力部 4 3 に対する水平方向成分の操作に対して、実施の形態 2、変形例 2 - 1 ~ 2 - 4 又は実施の形態 3 と同様の制御を行えば良い。

【 0 1 5 0 】

以上説明した実施の形態 1 ~ 3 及び変形例は、本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではない。また、本発明は、実施の形態 1 ~ 3 や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成できる。本発明は、仕様等に応じて種々変形することが可能であり、更に本発明の範囲内において、他の様々な実施の形態が可能であることは、上記記載から自明である。

【符号の説明】

【 0 1 5 1 】

1 カプセル型医療装置誘導システム

1 0 カプセル型内視鏡

1 1 機能部

1 2 永久磁石

1 3 磁界発生部

1 4 電源部

2 0 磁界検出装置

2 1 ベッド

2 2 パネル

2 3 検出コイル

3 0 誘導用磁界発生装置

3 1 体外永久磁石

3 2 磁石駆動部

4 0 制御装置

4 1 受信部

4 2 表示部

4 3 操作入力部

4 4 信号処理部

4 5 演算部

4 6 記憶部

4 7 制御部

1 0 0 筐体

1 0 1 筒状筐体

1 0 2、1 0 3 ドーム状筐体

1 1 1 撮像部

1 1 2 制御部

1 1 3 無線通信部

1 1 4 照明部

1 1 5 光学系

1 1 6 撮像素子

1 3 1 磁界発生コイル

1 3 2 コンデンサ

3 2 1 平面位置変更部

3 2 2 鉛直位置変更部

3 2 3 仰角変更部

3 2 4 旋回角変更部

4 4 1 増幅部

4 4 2 A / D 変換部

4 4 3 F F T 処理部

4 5 1 位置及び姿勢検出部

10

20

30

40

50

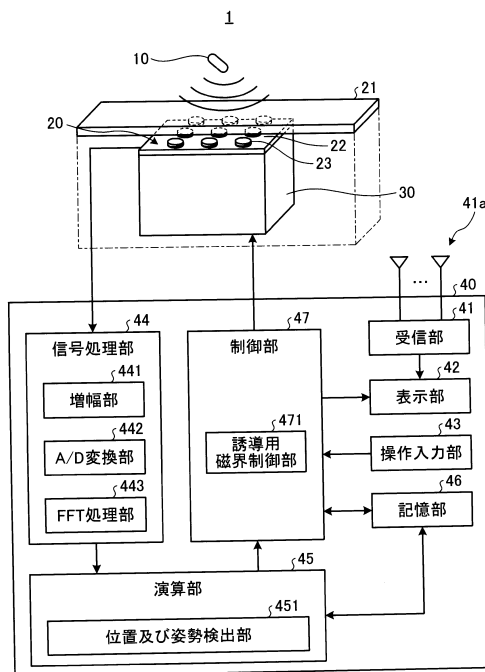
4 7 1 誘導用磁界制御部

【要約】

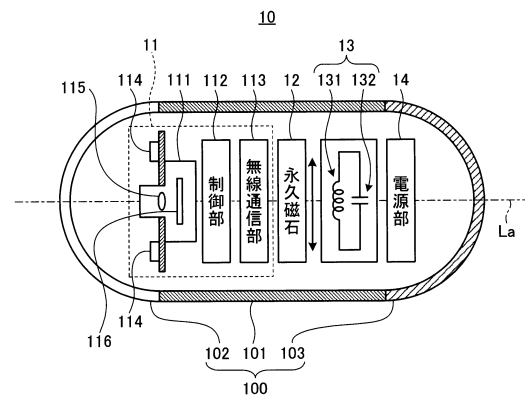
内部に永久磁石が設けられ、被検体内に導入されるカプセル型内視鏡（１０）と、被検体外に設けられた誘導用磁界発生装置（３０）と、カプセル型内視鏡（１０）の位置又は姿勢を変更させる操作信号を入力する操作入力部（４３）と、操作入力部（４３）から入力される操作信号に基づいて誘導用磁界発生装置（３０）を制御することにより、磁界を変化させてカプセル型内視鏡（１０）の位置又は姿勢を変化させると共に、操作入力部（４３）に対して行われた操作の開始前又は開始時における誘導用磁界発生装置（３０）に対する制御状態を表す制御情報を取得し、上記操作の終了後に、該制御情報を用いて誘導用磁界発生装置（３０）を制御する誘導用磁界制御部（４７１）とを備える。これにより、操作入力に対するカプセル型医療装置の応答性を向上させることができるカプセル型医療装置誘導システムを提供する。

10

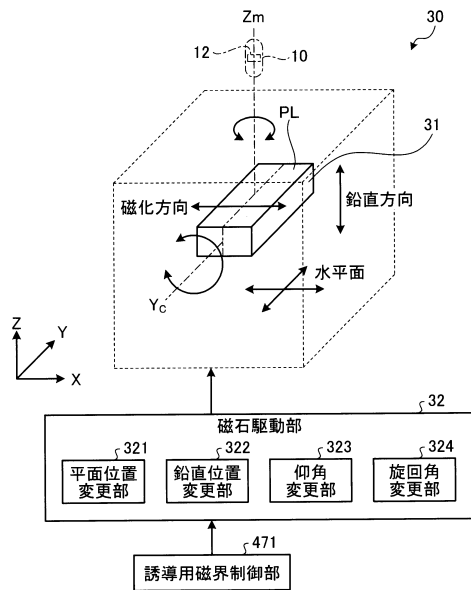
【図１】



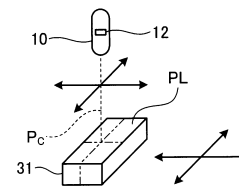
【図２】



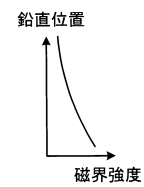
【図 3】



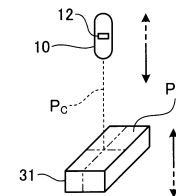
【図 4】



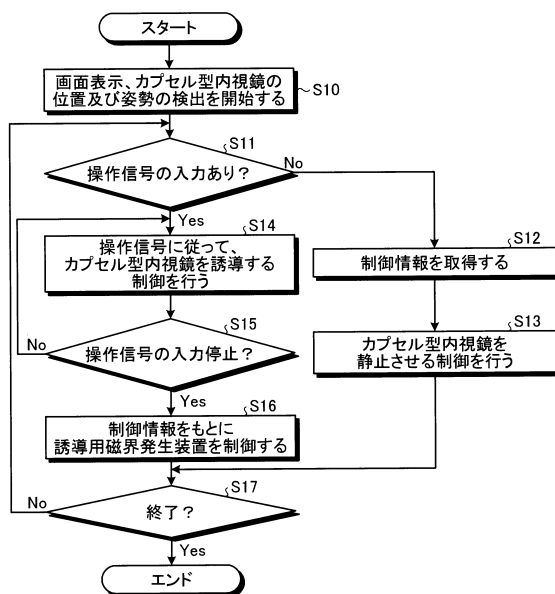
【図 5 A】



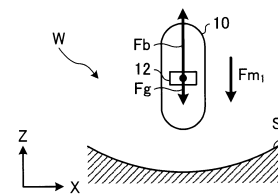
【図 5 B】



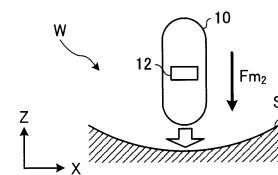
【図 6】



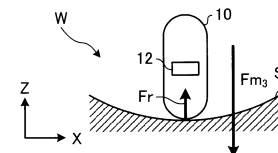
【図 7 A】



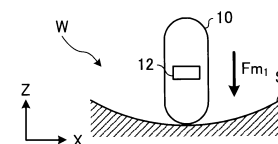
【図 7 B】



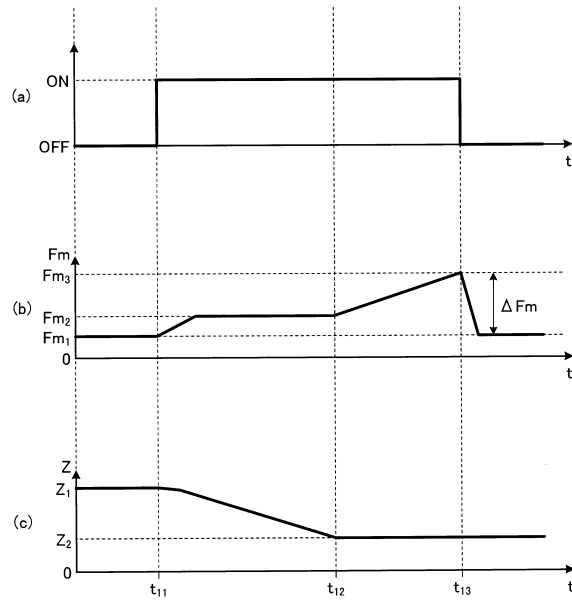
【図 7 C】



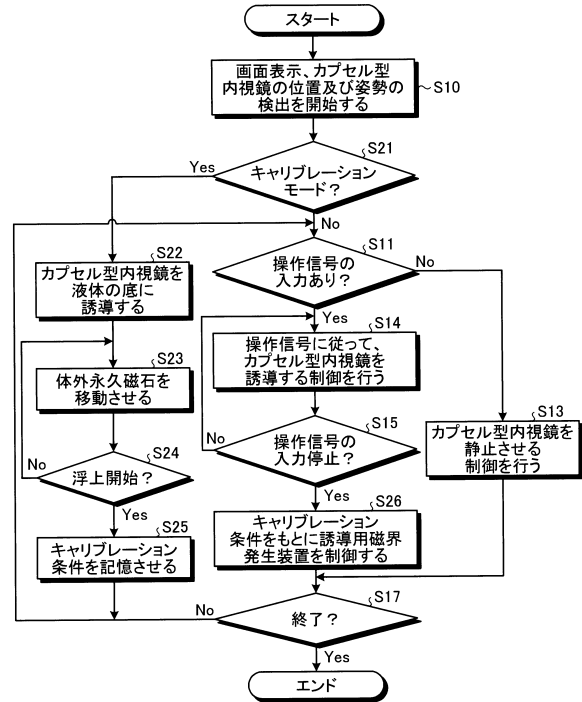
【図 7 D】



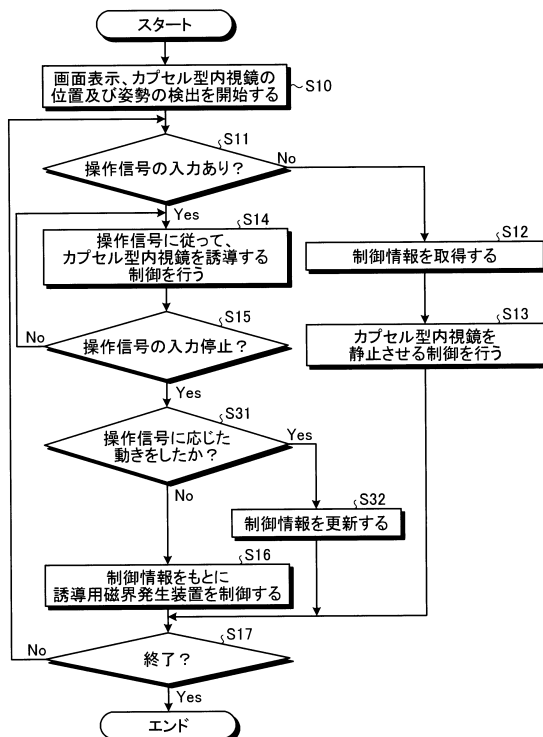
【図 8】



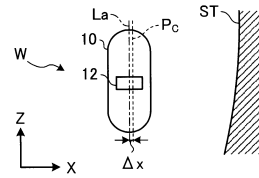
【図 9】



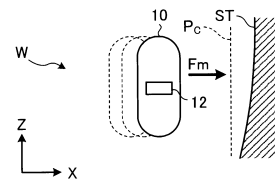
【図 10】



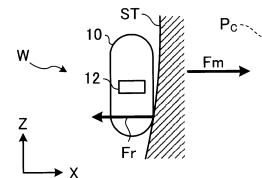
【図 11 A】



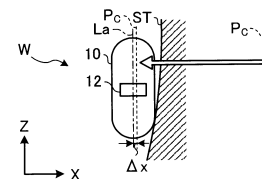
【図 11 B】



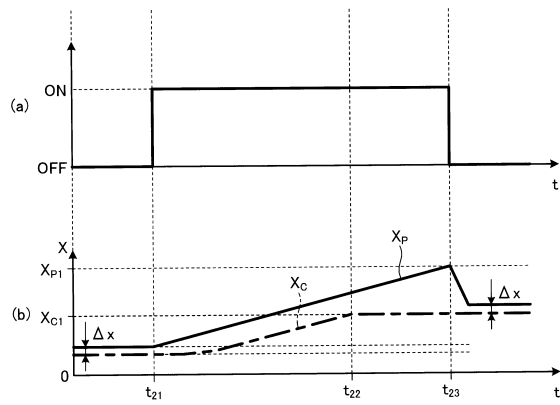
【図 11 C】



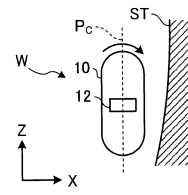
【図 11 D】



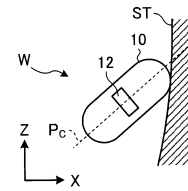
【図 12】



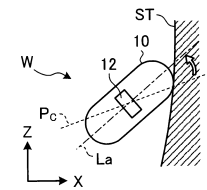
【図 13 A】



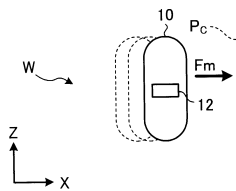
【図 13 B】



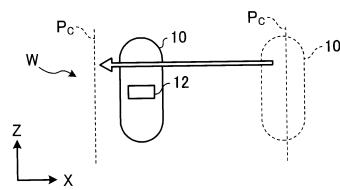
【図 13 C】



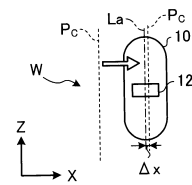
【図 14 A】



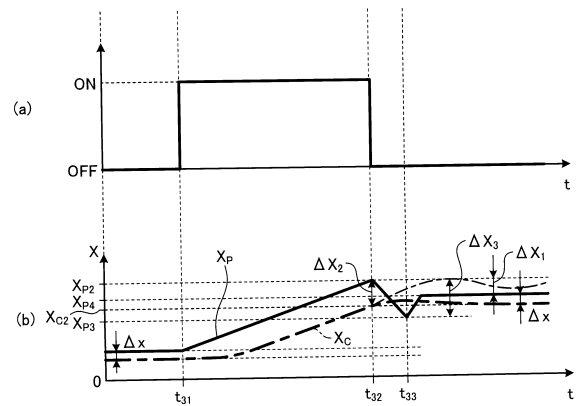
【図 14 B】



【図 14 C】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 5 5 1 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 5 5 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 0 5 5 5 7 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 1 / 0 0

专利名称(译)	胶囊型医疗器械引导系统		
公开(公告)号	JP6095872B1	公开(公告)日	2017-03-15
申请号	JP2016558233	申请日	2016-03-03
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[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	A61B1/041 A61B1/00016 A61B1/00039 A61B1/00057 A61B1/00158 A61B1/045 A61B5/062		
FI分类号	A61B1/00.320.B		
审查员(译)	门田弘		
优先权	2015085384 2015-04-17 JP		
其他公开文献	JPWO2016167042A1		

摘要(译)

胶囊型内窥镜（10）在内部具有永久磁铁并被导入到被检体内，在该被检体内（30）的外部设有用于引导的磁场产生器，以及胶囊型内窥镜（10）。基于从操作输入部（43）输入的操作信号，控制用于输入用于改变磁场产生器（30）的位置或姿势的操作信号的操作输入部（43）。在对操作输入单元（43）进行的操作开始之前或开始时，改变胶囊型内窥镜（10）的位置或朝向引导磁场产生器（30）的位置或朝向。提供了一种引导磁场控制单元（471），其获取指示控制状态的控制信息，并在完成上述操作之后使用该控制信息来控制引导磁场产生装置（30）。这提供了一种胶囊医疗设备引导系统，其能够改善胶囊医疗设备对操作输入的响应性。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B1)	(11) 特許番号 特許第6095872号 (P6095872)
(45) 発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)	(24) 登録日 平成29年2月24日(2017.2.24)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/00 (2006.01)	F I A 6 1 B 1/00 3 2 0 B	
請求項の数 15 (全 28 頁)		
(21) 出願番号 特願2016-558233 (P2016-558233)	(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
(86) (22) 出願日 平成28年3月3日(2016.3.3)		
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/056671	(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所	
審査請求日 平成28年9月20日(2016.9.20)	(72) 発明者 河野 宏尚 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オリ ンパス株式会社内	
(31) 優先権主張番号 特願2015-85384 (P2015-85384)		
(32) 優先日 平成27年4月17日(2015.4.17)		
(33) 優先権主張国 日本国(JP)		
早期審査対象出願	審査官 門田 弘	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 カプセル型医療装置誘導システム		