

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4674276号
(P4674276)

(45) 発行日 平成23年4月20日 (2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年1月28日 (2011.1.28)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)
 A 6 1 B 1/00 3 2 0 B
 A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z

請求項の数 3 (全 44 頁)

| | |
|---|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2010-546176 (P2010-546176) (86) (22) 出願日 平成22年8月4日 (2010.8.4) (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/063218 審査請求日 平成22年11月22日 (2010.11.22) (31) 優先権主張番号 特願2009-256326 (P2009-256326) (32) 優先日 平成21年11月9日 (2009.11.9) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p> | <p>(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4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4番2号 オ リンパスメディカルシステムズ株式会社内</p> <p>審査官 大▲瀬▼ 裕久</p> |
|---|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カプセル型医療装置用誘導システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体内の画像を撮像する撮像部と、前記撮像部が撮像した画像を外部に送信する送信部と、磁界応答部とを有するカプセル型医療装置と、

前記磁界応答部に対して磁界を発生して前記カプセル型医療装置を誘導する磁界発生部と、

前記カプセル型医療装置が送信した前記被検体内の画像を受信する受信部と、

前記受信部が受信した前記被検体の画像を表示する表示部と、

前記カプセル型医療装置を磁気で誘導するための操作情報を入力する操作入力部と、

前記操作入力部が入力した操作情報に応じて前記カプセル型医療装置を誘導するために前記磁界発生部を制御する制御部と、

前記制御部による制御内容を記憶する記憶部と、

を備え、

前記磁界発生部は、前記カプセル型医療装置を誘導する空間内に、水平面の任意の位置に前記磁界応答部を引き付けて前記カプセル型医療装置を拘束する拘束磁界と、略均一な磁気勾配を有し前記磁界応答部を付勢する勾配磁界とのいずれかを発生し、

前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の水平面の発生位置を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する位置に前記拘束磁界を発生させることを特徴とするカプセル型医療装置

用誘導システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の鉛直方向の磁気勾配を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する鉛直方向の磁気勾配で前記拘束磁界を発生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用誘導システム。

【請求項 3】

前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の方向を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する方向の前記拘束磁界を発生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用誘導システム。

【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るカプセル型医療装置を誘導するカプセル型医療装置用誘導システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、内視鏡の分野において、患者等の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筐体の内部に撮像機能および無線通信機能を備えたカプセル型医療装置が登場している。カプセル型医療装置は、被検体の口から飲み込まれた後、蠕動運動等によって消化管内を移動する。かかるカプセル型医療装置は、被検体の消化管内部に導入されてから被検体外部に排出されるまでの期間、この被検体の臓器内部の画像（以下、体内画像という場合がある）を順次取得し、取得した体内画像を被検体外部の受信装置に順次無線送信する。

【0003】

かかるカプセル型医療装置によって撮像された各体内画像は、受信装置を介して画像表示装置に取り込まれる。画像表示装置は、取り込んだ各体内画像をディスプレイに静止画表示または動画表示する。医師または看護師等のユーザは、画像表示装置に表示された被検体の各体内画像を観察し、かかる各体内画像の観察を通して被検体の臓器内部を検査する。

【0004】

一方、近年では、被検体内部のカプセル型医療装置を磁力によって誘導（以下、磁気誘導という）するカプセル型医療装置用誘導システムが提案されている。一般に、カプセル型医療装置用誘導システムにおいて、カプセル型医療装置は、カプセル型筐体の内部に永久磁石をさらに備え、画像表示装置は、被検体内部のカプセル型医療装置が順次撮像した各体内画像をリアルタイムに表示する。カプセル型医療装置用誘導システムは、かかる被検体内部のカプセル型医療装置に磁界を印加し、この印加した磁界の磁力によって被検体内部のカプセル型医療装置を所望の位置に磁気誘導する。ユーザは、この画像表示装置に表示された体内画像を参照しつつ、カプセル型医療装置用誘導システムの操作部を用いて、かかるカプセル型医療装置の磁気誘導を操作する。

【0005】

このカプセル型内視鏡として、胃または大腸等の比較的大空間の臓器内部を観察するために、かかる臓器内部に導入された液体中に浮遊可能な比重を有し、この液体中に浮遊した状態で体内画像を順次撮像するものがある。そして、胃等の比較的大空間の臓器内部を集中的に検査するために、かかる臓器内部（具体的には臓器内壁の襞）を伸展させるための液体と、この液体に比して小さい比重を有するカプセル型内視鏡とを被検体に摂取させる場合がある（例えば、特許文献 1 参照）。この場合、カプセル型内視鏡は、胃等の臓器

10

20

30

40

50

内部において、所定の姿勢（例えばカプセル型内視鏡の長手方向の中心軸と液面とが略垂直となる縦姿勢）をとる態様で液面に浮遊しつつ、この液体によって伸展した臓器内部の画像を順次撮像する。かかるカプセル型内視鏡は、臓器内部の液面に浮遊した状態で所望の方向に移動することによって、この臓器内部の画像を広範囲に撮像することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2007/077922号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、カプセル型医療装置用誘導システムでは、従来から、いわゆる均一磁界のほか、ピーク磁界と均一勾配磁界とを発生させてカプセル型内視鏡を移動させている。このうちピーク磁界は、水平面に対して鉛直な方向に磁界強度のピークを持つ磁界であり、この磁界強度のピーク位置にカプセル型内視鏡を拘束することが可能である。また、均一勾配磁界は、略均一な磁気勾配を有し、磁界強度の分布が疎から密に傾く方向へカプセル型内視鏡を付勢することができる。

【0008】

しかしながら、均一勾配磁界を発生させてカプセル型内視鏡を移動させた場合、カプセル型内視鏡の移動方向は予測することができるものの、移動位置までは予測することができない。したがって、操作者は、カプセル型内視鏡がどこに位置するかが判別できないため、均一磁界勾配からピーク磁界への切り替えがあった場合、どこの位置にピーク磁界のピークを設定すればよいのかが分からなくなり、カプセル型内視鏡による体内観察操作に支障をきたす場合があった。

【0009】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、液体内に存在するカプセル型内視鏡の円滑な誘導を実現できるカプセル型医療装置用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、本発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システムは、前記被検体内の画像を撮像する撮像部と、前記撮像部が撮像した画像を外部に送信する送信部と、磁界応答部とを有するカプセル型医療装置と、前記磁界応答部に対して磁界を発生して前記カプセル型医療装置を誘導する磁界発生部と、前記カプセル型医療装置が送信した前記被検体内の画像を受信する受信部と、前記受信部が受信した前記被検体の画像を表示する表示部と、前記カプセル型医療装置を磁気で誘導するための操作情報を入力する操作入力部と、前記操作入力部が入力した操作情報に応じて前記カプセル型医療装置を誘導するために前記磁界発生部を制御する制御部と、前記制御部による制御内容を記憶する記憶部と、を備え、前記磁界発生部は、前記カプセル型医療装置を誘導する空間内に、水平面の任意の位置に前記磁界応答部を引き付けて前記カプセル型医療装置を拘束する拘束磁界と、略均一な磁気勾配を有し前記磁界応答部を付勢する勾配磁界とのいずれかを発生し、前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の水平面の発生位置を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する位置に前記拘束磁界を発生させることを特徴とする。

【0011】

また、この発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システムは、前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の鉛直方向の磁気勾配を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生さ

10

20

30

40

50

せる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する鉛直方向の磁気勾配で前記拘束磁界を発生させることを特徴とする。

【0012】

また、この発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システムは、前記制御部は、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記拘束磁界から前記勾配磁界に切り替えるときに前記記憶部に前記拘束磁界の方向を記憶させるとともに、前記磁界発生部に発生させる磁界を前記勾配磁界から前記拘束磁界に切り替えるときに前記記憶部が記憶する方向の前記拘束磁界を発生させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システムによれば、磁界発生部に発生させる磁界を拘束磁界から勾配磁界に切り替えるときに記憶部に拘束磁界の水平面の発生位置を記憶させるとともに、磁界発生部に発生させる磁界を勾配磁界から拘束磁界に切り替えるときに記憶部が記憶する位置に拘束磁界を発生させることによって勾配磁界発生により確定できなかったカプセル型医療装置の位置を確定できるため、液体内に存在するカプセル型医療装置の円滑な誘導を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、実施の形態1にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示すカプセル型内視鏡の一構成例を示す断面模式図である。

【図3】図3は、カプセル型内視鏡を被検体内に導入した液体に浮遊させた場合の様子を説明するための概念図である。

【図4】図4は、カプセル型内視鏡の永久磁石の磁化方向を説明する図である。

【図5】図5は、カプセル型内視鏡が被検体内に導入した液体内での姿勢の一例を説明するための概念図である。

【図6】図6は、図1に示す表示部の表示画面に表示される画像の一例を示す図である。

【図7】図7は、図1に示す磁界発生部が発生するピーク磁界を説明する図である。

【図8】図8は、図1に示す磁界発生部が発生する均一勾配磁界を説明する図である。

【図9】図9は、被検体の胃内部にカプセル型内視鏡が位置する状態を示す図である。

【図10】図10は、図9に示す各誘導領域に対応する磁界の種類を表した表を示す図である。

【図11】図11は、操作入力部に磁気誘導のための操作情報がない場合に各誘導領域に発生する磁界を表す表を示す図である。

【図12】図12は、図1に示す入力部を構成する操作入力部の一例を示す模式図である。

【図13】図13は、図12に示す操作入力部によって操作可能なカプセル型医療装置の液面領域における磁気誘導を説明するための図である。

【図14】図14は、図12に示す操作入力部によって操作可能なカプセル型医療装置の液中領域における磁気誘導を説明するための図である。

【図15】図15は、図1に示す磁界発生部が発生する均一勾配磁界の一例を説明する図である。

【図16】図16は、図1に示す磁界発生部が発生する均一勾配磁界の一例を説明する図である。

【図17】図17は、図1に示す磁界発生部が発生する均一勾配磁界の一例を説明する図である。

【図18】図18は、図12に示す操作入力部によって操作可能なカプセル型医療装置の液底領域における磁気誘導を説明するための図である。

【図19】図19は、図1に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図20】図20は、図12に示す操作入力部によって操作可能なカプセル型医療装置の液中領域における磁気誘導の他の例を説明するための図である。

【図21】図21は、図12に示す操作入力部によって操作可能なカプセル型医療装置の液底領域における磁気誘導を説明するための図である。

【図22】図22は、磁気誘導の一例であるダイビングモードを説明する図である。

【図23】図23は、磁気誘導の一例であるダイビングモードを説明する図である。

【図24】図24は、磁気誘導の一例であるアプローチモードを説明する図である。

【図25】図25は、実施の形態2にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。

【図26】図26は、図25に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

10

【図27】図27は、図25に示す位置検出部による検出処理を説明するための図である。

【図28】図28は、図25に示す位置検出部による検出処理を説明するための図である。

【図29】図29は、図25に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の誘導処理の他の処理手順を示すフローチャートである。

【図30】図30は、実施の形態3にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。

【図31】図31は、被検体の胃内部にカプセル型内視鏡が位置する状態を示す図である

20

【図32】図32は、図30に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図33】図33は、図30に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の他の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図34】図34は、被検体の胃内部にカプセル型内視鏡が位置する状態を示す図である

【図35】図35は、図30に示すカプセル型医療装置用誘導システムのカプセル型内視鏡の他の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図36】図36は、図1に示す表示部の表示画面に表示されるメニュー画面の一例を示す図である。

30

【図37】図37は、図36に示すカプセル型内視鏡の姿勢図を説明する図である。

【図38】図38は、図36に示すカプセル型内視鏡の姿勢図を説明する図である。

【図39】図39は、図36に示すカプセル型内視鏡の姿勢図を説明する図である。

【図40】図40は、図36に示すカプセル型内視鏡の姿勢図を説明する図である。

【図41】図41は、図36に示す誘導領域欄を説明する図である。

【図42】図42は、図36に示すダイビングモード欄を説明する図である。

【図43】図43は、図36に示す磁界発生可能エリアを説明する図である。

【図44】図44は、図1に示すカプセル型内視鏡の他の構成例を示す断面模式図である

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明にかかる実施の形態であるカプセル型医療装置用誘導システムについて、被検体内に経口にて導入され、被検体の胃や小腸や大腸などに蓄えた液体に浮かぶカプセル型内視鏡を被検体内導入装置として用いるカプセル型医療装置システムを例に説明する。ただし、これに限定されず、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途中で撮像動作を実行することで被検体内部の体内画像を取得する単眼または複眼のカプセル型内視鏡など、種々の被検体内導入装置を用いることが可能である。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、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。

50

【 0 0 1 6 】

(実施の形態 1)

まず、実施の形態 1 について説明する。図 1 は、この発明の実施の形態 1 にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。図 1 に示すように、この実施の形態 1 におけるカプセル型医療装置用誘導システム 1 は、被検体の口から飲み込まれることによって被検体内の体腔内に導入され外部装置と通信するカプセル型医療装置であるカプセル型内視鏡 1 0 と、被検体周囲に設けられ 3 次元の磁界を発生できる磁界発生部 2 と、カプセル型内視鏡 1 0 との間で無線通信を行ないカプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像を含む無線信号を受信するとともにカプセル型内視鏡 1 0 に対する操作信号を送信する送受信部 3 と、カプセル型医療装置用誘導システム 1 の各構成部位を制御する体外制御部 4 と、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像を表示出力する表示部 5 と、カプセル型内視鏡 1 0 を磁気で誘導するための操作情報などカプセル型医療装置用誘導システム 1 における各種操作を指示する指示情報を体外制御部 4 に入力する入力部 6 と、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像情報などを記憶する記憶部 7 と、磁界発生部 2 に関連する磁界を制御する磁界制御部 8 と、磁界制御部 8 の制御にしたがった電力を磁界発生部 2 に供給する電力供給部 9 とを備える。

10

【 0 0 1 7 】

なお、送受信部 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が送信した信号の受信電界強度をもとに、カプセル型内視鏡 1 0 の被検体内の位置および姿勢を検出するようにしてもよい。もちろん、別途、カプセル型内視鏡 1 0 の位置および姿勢を検出する位置検出装置を備えるようにしてもよい。たとえば、カプセル型内視鏡 1 0 に磁界発生部あるいは磁界反射部を設け、磁界発生部 2 と同様にカプセル型内視鏡 1 0 の周囲を覆うよう複数の磁界センサを設け、この磁界センサの検出結果をもとにカプセル型内視鏡 1 0 の位置および姿勢を検出すればよい。

20

【 0 0 1 8 】

カプセル型内視鏡 1 0 は、被検体の体内画像を取得するカプセル型の医療装置であり、撮像機能および無線通信機能を内蔵する。カプセル型内視鏡 1 0 は、経口摂取等によって被検体の臓器内部に導入される。その後、被検体内部のカプセル型内視鏡 1 0 は、消化管内部を移動して、最終的に、被検体の外部に排出される。かかるカプセル型内視鏡 1 0 は、被検体の内部に導入されてから外部に排出されるまでの期間、被検体の体内画像を順次撮像し、得られた体内画像を外部の送受信部 3 に順次無線送信する。また、カプセル型内視鏡 1 0 は、永久磁石等の磁性体を内蔵する。かかるカプセル型内視鏡 1 0 は、被検体の臓器内部（例えば胃内部）に導入された液体に浮揚し、外部の磁界発生部 2 によって磁気誘導される。

30

【 0 0 1 9 】

磁界発生部 2 は、被検体内部のカプセル型医療装置を磁気誘導するためのものである。磁界発生部 2 は、たとえば複数のコイル等を用いて実現され、電力供給部 9 によって供給された電力を用いて誘導用磁界を発生する。磁界発生部 2 は、この発生した誘導用磁界をカプセル型内視鏡 1 0 内部の磁性体に印加し、この誘導用磁界の作用によってカプセル型内視鏡 1 0 を磁氣的に捕捉する。磁界発生部 2 は、かかる被検体内部のカプセル型内視鏡 1 0 に作用する誘導用磁界の磁界方向を変更することによって、被検体内部におけるカプセル型内視鏡 1 0 の 3 次元的な姿勢を制御する。

40

【 0 0 2 0 】

送受信部 3 は、複数のアンテナを備え、これら複数のアンテナを介してカプセル型内視鏡 1 0 から被検体の体内画像を受信する。送受信部 3 は、これら複数のアンテナ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。送受信部 3 は、これら複数のアンテナの中から最も受信電界強度の高いアンテナを選択し、この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。これによって、送受信部 3 は、この無線信号からカプセル型内視鏡 1 0 による画像データ、すなわち被検体の体内画像データを抽出する。送受信部 3 は、この抽出した体内画像データを含む画

50

像信号を体外制御部 4 に送信する。

【 0 0 2 1 】

体外制御部 4 は、磁界発生部 2、表示部 5、記憶部 7 および磁界制御部 8 の各動作を制御し、且つ、これら各構成部間における信号の入出力を制御する。体外制御部 4 は、送受信部 3 が順次受信した体内画像を順次取得する画像受信部 4 1 と、送受信部 3 が順次受信した体内画像をリアルタイムに表示部 5 に表示させる画像表示制御部 4 2 とを備える。また、体外制御部 4 は、送受信部 3 から取得した被検体の体内画像群を記憶するように記憶部 7 を制御する。また、画像表示制御部 4 2 は、体内画像の選択的な保存を指示する指示情報を入力部 6 が入力した場合、この指示情報が保存指示する体内画像（すなわちユーザによる選択画像）を被検体の体内画像群の中から抽出し、この体内画像の縮小画像（サムネイル画像等）を追加表示するように表示部 5 を制御する。

10

【 0 0 2 2 】

体外制御部 4 は、入力部 6 が入力した操作情報に応じてカプセル型内視鏡 1 0 を誘導するために磁界制御部 8 に磁界発生条件を指示する磁界制御指示部 4 5 と、磁界発生部 2 に発生させる磁界を切り替える磁界条件切替部 4 6 と、各磁界条件を記憶する磁界条件記憶部 4 7 とを備える。磁界制御指示部 4 5 は、入力部 6 がカプセル型内視鏡 1 0 の操作情報を入力した場合、この操作情報が指定する磁気誘導方向および磁気誘導位置に応じた磁界の発生を磁界制御部 8 に指示する。

【 0 0 2 3 】

表示部 5 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、体外制御部 4 が表示指示した各種情報を表示する。具体的には、表示部 5 は、体外制御部 4 における画像表示制御部 4 2 の制御に基づいて、例えば、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した被検体の体内画像群を表示する。また、表示部 5 は、かかる体内画像群の中から入力部 6 の入力操作によって選択またはマーキングした体内画像の縮小画像、被検体の患者情報および検査情報等を表示する。

20

【 0 0 2 4 】

入力部 6 は、キーボードおよびマウス等の入力デバイスを有し、医師等の操作者による入力操作に応じて、体外制御部 4 に各種情報を入力する。入力部 6 が体外制御部 4 に入力する各種情報として、例えば、体外制御部 4 に対して指示する指示情報、被検体の患者情報および検査情報等がある。なお、被検体の患者情報は、被検体を特定する特定情報であり、例えば、被検体の患者名、患者 ID、生年月日、性別、年齢等である。また、被検体の検査情報は、被検体の消化管内部にカプセル型内視鏡 1 0 を導入して消化管内部を観察する検査を特定する特定情報であり、例えば、検査 ID、検査日等である。また、入力部 6 は、上述した磁界発生部 2 によるカプセル型内視鏡 1 0 に磁気誘導を操作するための操作情報を入力する。たとえば、入力部 6 は、さらに、ジョイスティックを有した操作入力部を備え、このジョイスティックを医師等が操作することによって、例えば、磁気誘導操作対象であるカプセル型内視鏡 1 0 の磁気誘導方向や磁気誘導位置等のカプセル型内視鏡 1 0 を磁気で誘導するための操作情報を体外制御部 4 に入力する。

30

【 0 0 2 5 】

記憶部 7 は、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記憶メディアを用いて実現される。記憶部 7 は、体外制御部 4 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体外制御部 4 が読み出し指示した情報を体外制御部 4 に送出する。なお、かかる記憶部 7 が記憶する各種情報として、例えば、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した被検体の体内画像群の各画像データ、表示部 5 が表示する各体内画像の中から入力部 6 の入力操作によって選択された体内画像のデータ、被検体の患者情報等の入力部 6 による入力情報等がある。

40

【 0 0 2 6 】

磁界制御部 8 は、体外制御部 4 が指示した指示情報に基づいて磁界発生部 2 に対する電力供給部 9 の通電量を制御し、この電力供給部 9 の制御を通して、この操作情報に基づく磁気誘導方向および磁気誘導位置に応じたカプセル型内視鏡 1 0 の磁気誘導に必要な誘導

50

用磁界を発生するように磁界発生部 2 を制御する。

【 0 0 2 7 】

電力供給部 9 は、体外制御部 4 および磁界制御部 8 の制御に基づいて、上述した誘導用磁界を発生させるために必要な電力（例えば交流電流）を磁界発生部 2 に供給する。この場合、電力供給部 9 は、磁界発生部 2 が含む複数のコイルの各々に対して必要な電力を適宜供給する。なお、上述した磁界発生部 2 による誘導用磁界の磁界方向および磁界強度は、かかる電力供給部 9 から磁界発生部 2 内の各コイルへの通電量によって制御される。

【 0 0 2 8 】

つぎに、カプセル型内視鏡 1 0 について説明する。図 2 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の一構成例を示す断面模式図である。図 2 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 は、被検体の臓器内部に導入し易い大きさに形成された外装であるカプセル型筐体 1 2 と、互いに異なる撮像方向の被写体の画像を撮像する撮像部 1 1 A , 1 1 B とを備える。また、カプセル型内視鏡 1 0 は、撮像部 1 1 A , 1 1 B が撮像した各画像を外部に無線送信する無線通信部 1 6 と、カプセル型内視鏡 1 0 の各構成部を制御する制御部 1 7 と、カプセル型内視鏡 1 0 の各構成部に電力を供給する電源部 1 8 とを備える。さらに、カプセル型内視鏡 1 0 は、上述した磁界発生部 2 による磁気誘導を可能にするための永久磁石 1 9 を備える。

【 0 0 2 9 】

カプセル型筐体 1 2 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り、筒状筐体 1 2 a の両側開口端をドーム形状筐体 1 2 b , 1 2 c によって塞ぐ構成である。ドーム形状筐体 1 2 b , 1 2 c は、可視光等の所定波長帯域の光に対して透明なドーム形状の光学部材である。筒状筐体 1 2 a は、可視光に対して略不透明な有色の筐体である。かかる筒状筐体 1 2 a およびドーム形状筐体 1 2 b , 1 2 c を有するカプセル型筐体 1 2 は、図 2 に示すように、撮像部 1 1 A , 1 1 B 、無線通信部 1 6 、制御部 1 7 、電源部 1 8 および永久磁石 1 9 を液密に内包する。

【 0 0 3 0 】

撮像部 1 1 A , 1 1 B は、互いに異なる撮像方向の画像を撮像する。具体的には、撮像部 1 1 A は、LED 等の照明部 1 3 A と、集光レンズ等の光学系 1 4 A と、CMOS イメージセンサまたは CCD 等の撮像素子 1 5 A とを有する。照明部 1 3 A は、撮像素子 1 5 A の撮像視野 S 1 に白色光等の照明光を発光して、ドーム形状筐体 1 2 b 越しに撮像視野 S 1 内の被写体（例えば被検体内部における撮像視野 S 1 側の臓器内壁）を照明する。光学系 1 4 A は、この撮像視野 S 1 からの反射光を撮像素子 1 5 A の撮像面に集光して、撮像素子 1 5 A の撮像面に撮像視野 S 1 の被写体画像を結像する。撮像素子 1 5 A は、この撮像視野 S 1 からの反射光を撮像面を介して受光し、この受光した光信号を光電変換処理して、この撮像視野 S 1 の被写体画像、すなわち被検体の体内画像を撮像する。撮像部 1 1 B は、LED 等の照明部 1 3 B と、集光レンズ等の光学系 1 4 B と、CMOS イメージセンサまたは CCD 等の撮像素子 1 5 B とを有する。照明部 1 3 B は、撮像素子 1 5 B の撮像視野 S 2 に白色光等の照明光を発光して、ドーム形状筐体 1 2 c 越しに撮像視野 S 2 内の被写体（例えば被検体内部における撮像視野 S 2 側の臓器内壁）を照明する。光学系 1 4 B は、この撮像視野 S 2 からの反射光を撮像素子 1 5 B の撮像面に集光して、撮像素子 1 5 B の撮像面に撮像視野 S 2 の被写体画像を結像する。撮像素子 1 5 B は、この撮像視野 S 2 からの反射光を撮像面を介して受光し、この受光した光信号を光電変換処理して、この撮像視野 S 2 の被写体画像、すなわち被検体体内画像を撮像する。

【 0 0 3 1 】

なお、カプセル型内視鏡 1 0 が図 2 に示すように長軸 L a 方向の前方および後方を撮像する 2 眼タイプのカプセル型医療装置である場合、かかる撮像部 1 1 A , 1 1 B の各光軸は、カプセル型筐体 1 2 の長手方向の中心軸である長軸 L a と略平行あるいは略一致する。また、かかる撮像部 1 1 A , 1 1 B の撮像視野 S 1 , S 2 の各方向、すなわち撮像部 1 1 A , 1 1 B の各撮像方向は、互いに反対方向である。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

無線通信部 16 は、アンテナ 16 a を備え、上述した撮像部 11 A, 11 B が撮像した各画像をアンテナ 16 a を介して外部に順次無線送信する。具体的には、無線通信部 16 は、撮像部 11 A または撮像部 11 B が撮像した被検体の体内画像の画像信号を制御部 17 から取得し、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。無線通信部 16 は、かかる無線信号をアンテナ 16 a を介して外部の送受信部 3 に送信する。

【0033】

制御部 17 は、カプセル型内視鏡 10 の構成部である撮像部 11 A, 11 B および無線通信部 16 の各動作を制御し、且つ、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 17 は、照明部 13 A が照明した撮像視野 S1 内の被写体の画像を撮像素子 15 A に撮像させ、照明部 13 B が照明した撮像視野 S2 内の被写体の画像を撮像素子 15 B に撮像させる。また、制御部 17 は、画像信号を生成する信号処理機能を有する。制御部 17 は、撮像素子 15 A から撮像視野 S1 の体内画像データを取得し、その都度、この体内画像データに対して所定の信号処理を行って、撮像視野 S1 の体内画像データを含む画像信号を生成する。これと同様に、制御部 17 は、撮像素子 15 B から撮像視野 S2 の体内画像データを取得し、その都度、この体内画像データに対して所定の信号処理を行って、撮像視野 S2 の体内画像データを含む画像信号を生成する。制御部 17 は、かかる各画像信号を時系列に沿って外部に順次無線送信するように無線通信部 16 を制御する。

【0034】

電源部 18 は、ボタン型電池等またはキャパシタ等の蓄電部であって、磁気スイッチ等のスイッチ部も有する。電源部 18 は、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カプセル型内視鏡 10 の各構成部（撮像部 11 A, 11 B、無線通信部 16 および制御部 17）に適宜供給する。また、電源部 18 は、オフ状態の場合、かかるカプセル型内視鏡 10 の各構成部への電力供給を停止する。

【0035】

永久磁石 19 は、上述した磁界発生部 2 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る。永久磁石 19 は、上述した撮像部 11 A, 11 B に対して相対的に固定された状態でカプセル型筐体 12 の内部に固定配置する。この場合、永久磁石 19 は、撮像素子 15 A, 15 B の各撮像面の上下方向に対して相対的に固定された既知の方向に磁化する。

【0036】

ここで、カプセル型内視鏡 10 を被検体内に導入した液体 W に浮遊させる場合の様子を、図 3 を用いて説明する。図 3 は、カプセル型内視鏡 10 を被検体内に導入した液体 W に浮遊させた場合の様子を説明するための概念図である。ただし、図 3 に示す例では、カプセル型内視鏡 10 の姿勢（長軸 La 方向の向き）を制御するための磁界が永久磁石 19 に作用していない場合を例示している。

【0037】

本実施の形態 1 において例示するカプセル型内視鏡 10 は、液体 W に対する比重が 1 より小さい。このため図 3 に示すように、カプセル型内視鏡 10 は、液体 W に対して浮遊する。この際、カプセル型内視鏡 10 の重心 G をカプセル型内視鏡 10 の幾何学的中心 C からカプセル型内視鏡 10 の長軸 La（図 2 参照）に沿ってずらしておく。具体的には、カプセル型内視鏡 10 の重心 G は、電源部 18 および永久磁石 19 等のカプセル型内視鏡 10 の各構成部の配置を調整することによって、長軸 La 上の位置であってカプセル型筐体 12 の幾何学的中心 C から撮像部 11 B 側に外れた位置に設定される。これにより、液体 W に浮遊するカプセル型内視鏡 10 の長軸 La が、鉛直方向（すなわち重力方向 Dg）と平行になる。言い換えれば、カプセル型内視鏡 10 を直立した状態で液体 W に浮遊させることができる。なお、ここでいう直立姿勢は、カプセル型筐体 12 の長軸 La（幾何学的中心 C と重心 G とを結ぶ直線）と鉛直方向とが略平行な状態となる姿勢である。カプセル

10

20

30

40

50

型内視鏡10は、かかる直立姿勢において、鉛直上方に撮像部11Aの撮像視野S1を向けるとともに鉛直下方に撮像部11Bの撮像視野S2を向ける。また、カプセル型内視鏡10の長軸Laとは、カプセル型内視鏡10の長手方向の中心軸である。また、液体Wは、水または生理食塩水等の人体に無害な液体である。また、カプセル型内視鏡10は、必ずしも液体に浮揚させる必要はなく、液体内に沈下するように液体Wに対するカプセル型内視鏡10の比重を設定してもよい。

【0038】

図4に示すように、永久磁石19は、その磁化方向Ymがカプセル型内視鏡10の長軸Laに対して傾き(例えば垂直)を持つように、筐体12内部に固定される。具体的には、磁化方向Ymが長軸Laに垂直となるように永久磁石19を筐体12内に固定する。この構成により、液体Wに浮遊した状態では、カプセル型内視鏡10内の永久磁石19の磁化方向Ymが水平方向となる。そして、永久磁石19の磁化方向Ymとカプセル型筐体12の幾何学的中心Cに対するカプセル型内視鏡10の重心Gの外れた方向(偏位方向)とを含む平面は、鉛直平面となる。このため、磁界印加時には、磁界に対する鉛直平面が磁化方向Ymを含むようにカプセル型内視鏡10の姿勢が変化する。永久磁石19は、外部から印加された磁界に追従して動作し、この結果、磁界発生部2によるカプセル型内視鏡10の磁気誘導が実現する。この場合、カプセル型内視鏡10は、かかる永久磁石19の作用によって、被検体内部における位置、姿勢および方向の少なくとも一つを変更する動作を行う。たとえば、鉛直軸上の一点を中心として回転する回転磁界を永久磁石19に印加することによって、カプセル型内視鏡10先端を首振り動作させることが可能である。また、鉛直軸中心に回転する磁界を永久磁石19に印加することによって、カプセル型内視鏡10を鉛直軸周りに回転させることが可能である。あるいは、カプセル型内視鏡10は、かかる永久磁石19の作用によって、被検体内部における所望の位置に停止した状態を維持する。

【0039】

つぎに、カプセル型内視鏡10が内蔵する撮像素子15A, 15Bと永久磁石19との相対関係について説明する。図2および図4に示すように、2つの撮像部11Aおよび11Bは、例えばそれぞれの撮像素子15A, 15Bの光学的中心軸が長軸Laと重なり且つそれぞれの撮像方向が互いに反対側を向くように配置する。すなわち、撮像素子15A, 15Bの撮像面が長軸Laに対して垂直となるように撮像部11A, 11Bを実装する。そして、永久磁石19は、撮像素子15A, 15Bに対して相対的に固定された状態でカプセル型筐体12内部に配置する。この場合、永久磁石19の磁化方向Ymが図4のように撮像素子15A, 15Bの各撮像面の上下方向Yuに対して平行となるように永久磁石19はカプセル型内視鏡10内に配置する。重心Gを長軸La上に位置させると共に撮像素子15A, 15Bの撮像面が長軸Laに対して垂直となるように撮像部11A, 11Bを実装することで、撮像素子15A, 15Bの撮像面を、永久磁石19の磁化方向と重心Gの幾何学的中心Cに対する偏位方向とを含む平面に対して直交させることが可能となる。

【0040】

また、重力方向Dgに対するカプセル型内視鏡10の長軸Laの傾きは、カプセル型内視鏡10の永久磁石19に外部から磁界を作用させることで制御することができる。図5に示すように、磁力線の方向が水平面に対して角度を有する磁界を永久磁石19に作用させることで、永久磁石19の磁化方向Ymがこの磁力線と略平行となるようにカプセル型内視鏡10を重力方向Dgに対して傾かせることが可能である。このため、カプセル型内視鏡10を傾かせた状態で鉛直軸を中心として回転する回転磁界を印加してカプセル型内視鏡10を鉛直軸周りに回転させるだけで、カプセル型内視鏡10周囲の体内画像を容易に取得することが可能となる。

【0041】

また、表示部5は、カプセル型内視鏡10の磁気誘導に伴う体内画像内の被写体の上下方向と表示画面の上下方向とを一致させた表示態様でカプセル型内視鏡10による被検体

10

20

30

40

50

の体内画像を表示する。たとえば図 6 に例示するように、表示部 5 は、表示画面に、カプセル型内視鏡 10 の撮像素子 15 A の上部領域 P u の素子が撮像した液面（液体と外部との上部境界面、以下同様）W s が画像 M の上部になるように表示する。そして、永久磁石 19 の磁化方向 Y m が撮像素子 15 A, 15 B の各撮像面の上下方向 Y u に対して平行であるため、永久磁石 19 の磁化方向 Y m と平行な方向が表示部 5 の表示画面の上下方向と一致することとなる。

【 0 0 4 2 】

次に、磁界発生部 2 が発生する磁界の種類について説明する。磁界発生部 2 は、いわゆる均一磁界のほか、ピーク磁界と均一勾配磁界とを発生することが可能である。ピーク磁界は、図 7 のピーク磁界 M p に示すように、水平面に対して鉛直な方向に磁界強度のピークを持つ磁界である。ピーク磁界は、この磁界強度のピーク位置に永久磁石 19 を引き付けてカプセル型内視鏡 10 を拘束することが可能である。すなわち、ピーク磁界は、水平方向の任意の位置にカプセル型内視鏡 10 の永久磁石 19 を引き付けてカプセル型内視鏡 10 を拘束する拘束磁界である。磁界発生部 2 は、たとえば、ピーク磁界 M p のピーク位置を、矢印 Y 1 のように位置 P 1 から位置 P 2 に移動させることによって、カプセル型内視鏡 10 を矢印 Y 2 のように位置 P 1 から位置 P 2 に移動させることができる。

10

【 0 0 4 3 】

そして、均一勾配磁界は、図 8 の均一勾配磁界 M s に示すように、略均一な磁気勾配を有する。この均一勾配磁界は、磁界強度の分布が疎から密に傾く方向へ永久磁石 19 を付勢する。磁界発生部 2 は、たとえば、左斜め上方向から右斜め下方向に向かって磁界強度の分布が疎から密に傾く均一勾配磁界 M s を発生することによって、永久磁石 19 を矢印 Y 3 に示す方向へ付勢することによって、カプセル型内視鏡 10 を矢印 Y 3 に示す方向へ移動させる。

20

【 0 0 4 4 】

ここで、本実施の形態 1 では、カプセル型内視鏡 10 を液体の液面、液中または液底（液体と外部との下部境界面、以下同様）のいずれに誘導するかによって、磁界発生部 2 に発生させる磁界を切り替えている。まず、図 9 を参照して、胃内部にカプセル型内視鏡 10 が浮揚する場合を例に、カプセル型内視鏡 10 を誘導する誘導領域について説明する。図 9 に示すように、誘導領域として、液面近傍のカプセル型内視鏡 10 a が位置する液面領域 S w s、液中を漂っているカプセル型内視鏡 10 c が位置する液中領域 S w b、および、胃壁面 S t 下面に接しているカプセル型内視鏡 10 d が位置する液底領域 S u w が設定されている。なお、液面領域 S w s は、カプセル型内視鏡 10 b のように胃壁面 S t 上面に接している場合も含む。これらの液面領域 S w s、液中領域 S w b および液底領域 S u w 誘導領域ごとに発生させる磁界がそれぞれ設定されており、各誘導領域にそれぞれ対応する磁界条件は、磁界条件記憶部 47 において記憶されている。

30

【 0 0 4 5 】

これらのいずれかの液面領域 S w s、液中領域 S w b および液底領域 S u w の中から一つを選択する選択情報を入力部 6 が入力した場合、磁界条件切替部 46 は、この選択情報をもとに、磁界発生部 2 に発生させる磁界を磁界条件記憶部 47 が記憶する磁界条件の中から選択された誘導領域に対応する磁界に切り替える。磁界条件切替部 46 は、入力部 6 による選択条件で選択された誘導領域に応じて、磁界発生部 2 に発生させる磁界によるカプセル型内視鏡 10 の誘導方向、磁界発生部 2 に発生させる磁界の種類、または、磁界発生部 2 に発生させる磁界の磁界鉛直方向に発生する磁気勾配の大きさと向きのいずれかを少なくとも切り替える。磁界条件切替部 46 は、入力部 6 による選択条件で選択された誘導領域に応じて、磁界発生部 2 に発生させる磁界の種類を、ピーク磁界と均一勾配磁界とのいずれかに切り替える。そして、磁界制御指示部 45 は、入力部 6 からカプセル型内視鏡 10 を磁気で誘導するための操作情報に応じた磁界を磁界発生部 2 に発生させるよう磁界制御部 8 に指示する。

40

【 0 0 4 6 】

次に、各誘導領域に対応する磁界の種類について説明する。図 10 は、各誘導領域に対

50

応する磁界の種類を表 T 1 を示す図である。図 1 0 の表 T 1 に示すように、誘導領域のうち、液面領域（カプセル型内視鏡 1 0 が胃壁上面に接している場合も含む。）に対応する磁界の種類は、ピーク磁界と、鉛直方向に勾配を有する鉛直方向勾配磁界である。液面領域では、液面に沿ってカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる必要がある。ピーク磁界は、水平方向の位置を拘束できるため、水面では安定した誘導を実現することができるため、液面領域において水平方向にカプセル型内視鏡 1 0 を誘導する場合に適している。ここで、均一勾配磁界は、大きな力を発生できる一方、厳密には磁界の歪みが存在するため、液面などの摩擦のない環境では、均一勾配磁界によるカプセル型内視鏡 1 0 の動きが不安定になり、カプセル型内視鏡 1 0 を操作指示された位置に保持することができない。このため、液面領域では、均一勾配磁界を印加しない設定にしている。

10

【 0 0 4 7 】

液中領域に対応する磁界の種類は、均一勾配磁界と均一磁界である。ピーク磁界は、カプセル型内視鏡 1 0 に対し、水平方向の位置を拘束できるものの液中における鉛直方向の位置を保持することができない。また、水平方向と鉛直方向の誘導原理は異なるため、後述する液中での移動方向のように各制御軸の動きを正確に合成したピーク磁界を液中にて発生させることは難しい。このため、液中では、ピーク磁界ではなく、均一勾配磁界、均一磁界を印加してカプセル型内視鏡 1 0 を誘導する。

【 0 0 4 8 】

液底領域に対応する磁界の種類は、液中領域と同様に均一勾配磁界と均一磁界である。液底では、胃壁面との摩擦や胃壁面の形状の影響によって、胃壁面に沿って水平方向にカプセル型内視鏡 1 0 の位置を移動させることは難しい。このため、液底領域では水平方向にカプセル型内視鏡 1 0 を誘導しないものと設定し、これにともない、液底領域に対応する磁界の種類からピーク磁界を除外している。

20

【 0 0 4 9 】

このように、実施の形態 1 では、各誘導領域ごとに永久磁石 1 9 に加わる磁界の種類が自動的に切り替わり、各誘導領域に適したカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を実現することができる。また、実施の形態 1 では、操作者は、各誘導領域に合わせて多数ある条件の中から適した種類の磁界を設定せずとも、所望の誘導領域を選択するだけでよいため、簡易な操作でカプセル型内視鏡 1 0 を正しく誘導することができる。

【 0 0 5 0 】

そして、入力部 6 が誘導領域を選択した場合、各選択された誘導領域に対応して以下に説明する磁界が磁界発生部 2 より自動的に発生する。図 1 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 を誘導する誘導領域が選択された場合であって操作入力部に磁気誘導のための操作情報がない場合に各誘導領域に発生する磁界を表す表 T 2 を示す図である。

30

【 0 0 5 1 】

誘導領域として液面領域が選択された場合には、磁界発生部 2 は、磁界制御指示部 4 5 および磁界制御部 8 の制御のもと、ピーク磁界が発生する領域に、鉛直方向に勾配を有する鉛直方向勾配磁界を発生し、図 1 1 の表 T 2 に示すように、鉛直軸に対して上向き磁気勾配を、浮力、カプセル型内視鏡 1 0 の重力および磁気勾配により発生する磁気引力の合力方向が鉛直軸に対して上向きとなる強度で発生する。すなわち、磁界発生部 2 は、カプセル型内視鏡 1 0 を液面 W s または胃壁面上面に拘束する（押し付ける）磁界を発生する。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、液面 W s または胃壁面上面に位置することとなる。

40

【 0 0 5 2 】

また、誘導領域として液中領域が選択された場合には、磁界発生部 2 は、磁界制御指示部 4 5 および磁界制御部 8 の制御のもと、鉛直方向の均一勾配磁界を発生し、図 1 1 の表 T 2 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 の重力と、浮力と、鉛直方向の磁気引力がほぼ釣り合うように、鉛直軸に対して上向きの磁気勾配を発生する。すなわち、磁界発生部 2 は、カプセル型内視鏡 1 0 を液中に漂わせるための磁力をカプセル型内視鏡 1 0 に発生させる。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、液中に位置することとなる。

50

【 0 0 5 3 】

誘導領域として液底領域が選択された場合には、磁界発生部 2 は、磁界制御指示部 4 5 および磁界制御部 8 の制御のもと、鉛直方向の均一勾配磁界を発生し、図 1 1 の表 T 2 に示すように、鉛直軸に対して下向きの磁気勾配を、浮力、カプセル型内視鏡 1 0 の重力および磁気引力の合力方向が鉛直軸に対して下向きとなる強度で発生する。すなわち、磁界発生部 2 は、カプセル型内視鏡 1 0 を液底の胃壁面表面に拘束する（押し付ける）磁界を発生する。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、液底に位置することとなる。

【 0 0 5 4 】

このように、各誘導領域に対応させた強度および方向の磁界を永久磁石 1 9 に印加することによって、入力部 6 から磁気で誘導するための操作情報の入力がない状態でも、自動的に、選択された誘導領域内にカプセル型内視鏡 1 0 が正しく位置できる。このため、操作者による各誘導領域に維持するための操作入力処理が不要になり、操作性が向上する。

10

【 0 0 5 5 】

次に、操作入力部による操作によって、永久磁石 1 9 にどのような磁界が印加され、カプセル型内視鏡 1 0 がどのように移動するのかを説明する。まず、カプセル型内視鏡 1 0 の磁気誘導を操作するための操作入力部について説明する。図 1 2 は、図 1 に示す入力部 6 を構成する操作入力部の一例を示す模式図である。図 1 2 (1) は、操作入力部の正面図であり、図 1 2 (2) は、操作入力部の右側面図である。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 (1) に示すように、操作入力部 6 0 は、磁界発生部 2 によるカプセル型内視鏡 1 0 の磁気誘導を 3 次元的に操作するための 2 つのジョイスティック 6 1 , 6 2 を備える。ジョイスティック 6 1 , 6 2 は、上下方向および左右方向に傾動操作可能である。

20

【 0 0 5 7 】

また、操作入力部 6 0 は、液面スイッチ 6 3 A、液中スイッチ 6 3 B、液底スイッチ 6 3 C を有する誘導領域切替部 6 3 を備える。液面スイッチ 6 3 A を押圧すると、液面スイッチ 6 3 A は、誘導領域として液面領域を選択する選択情報を体外制御部 4 に入力する。液中スイッチ 6 3 B を押圧すると、液中スイッチ 6 3 B は、誘導領域として液中領域を選択する選択情報を体外制御部 4 に入力する。液底スイッチ 6 3 C を押圧すると、液底スイッチ 6 3 C は、誘導領域として液底領域を選択する選択情報を体外制御部 4 に入力する。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 (2) に示すように、ジョイスティック 6 1 は、背面に、アップボタン 6 4 U、ダウンボタン 6 4 B を有する。アップボタン 6 4 U を押圧すると、アップボタン 6 4 U は、カプセル型内視鏡 1 0 の上方誘導を指示する操作情報を体外制御部 4 に入力する。ダウンボタン 6 4 B を押圧すると、ダウンボタン 6 4 B は、カプセル型内視鏡 1 0 の下方誘導を指示する操作情報を体外制御部 4 に入力する。また、ジョイスティック 6 2 は、上部に、アプローチボタン 6 4 を有する。アプローチボタン 6 4 を押圧すると、アプローチボタン 6 4 は、撮像部 1 1 A の撮像対象に対してカプセル型内視鏡 1 0 の撮像部 1 1 A 側を近接させるようにカプセル型内視鏡 1 0 を誘導させる操作情報を体外制御部 4 に入力する。また、ジョイスティック 6 1 は、上部に、キャプチャボタン 6 5 を有する。キャプチャボタン 6 5 を押圧すると、キャプチャボタン 6 5 は、表示部 5 に表示されている体内画像をキャプチャする。

30

40

【 0 0 5 9 】

次に、操作入力部 6 0 の操作者による各構成部位の各操作と、各操作に対応して磁界発生部 2 が発生する磁界について説明する。まず、液面領域が選択されている場合について説明する。図 1 3 は、操作入力部 6 0 によって操作可能なカプセル型医療装置の液面領域における磁気誘導を説明するための図であり、図 1 3 (1) は、操作入力部 6 0 の正面図であり、図 1 3 (2) は、操作入力部 6 0 の右側面図であり、図 1 3 (3) は、操作入力部 6 0 の各構成部位の操作によって指示されるカプセル型内視鏡 1 0 の動作内容を示す図である。

【 0 0 6 0 】

50

まず、図13(1)に示すように、ジョイスティック61の矢印Y11jに示す上下方向の傾動方向は、図13(3)の矢印Y11のようにカプセル型内視鏡10の先端が鉛直軸Azを通るように首を振るティルティング動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック61の矢印Y11jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック61の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて誘導速度を演算する。そして、磁界制御指示部45は、磁界条件切替部46が切り替えられたピーク磁界を印加磁界として選択し、演算した誘導方向に対応する向きのピーク磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこのピーク磁界の向きと鉛直軸Azとの成す角を鉛直軸Azとカプセル型内視鏡10の長軸Laとを含む鉛直面内で変化させている。

10

【0061】

図13(1)に示すように、ジョイスティック61の矢印Y12jに示す左右方向の傾動方向は、図13(3)の矢印Y12のようにカプセル型内視鏡10が鉛直軸Azを中心として回転するローテーション動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック61の矢印Y12jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック61の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて誘導速度を演算し、演算した誘導方向に対応する向きのピーク磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこのピーク磁界の向きを鉛直軸Azを中心に回転移動させている。

20

【0062】

図13(1)に示すように、ジョイスティック62の矢印Y13jに示す上下方向の傾動方向は、図13(3)の矢印Y13のようにカプセル型内視鏡10の長軸Laを水平面Hpに投影した方向に進む水平バックワード動作方向あるいは水平フォワード動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック62の矢印Y13jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック62の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向および誘導位置を演算し、ジョイスティック62の傾動操作に対応させて誘導速度を演算し、演算した誘導方向に対応する向きのピーク磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこのピーク磁界のピークを誘導位置に移動させている。

30

【0063】

図13(1)に示すように、ジョイスティック62の矢印Y14jに示す左右方向の傾動方向は、図13(3)の矢印Y14のようにカプセル型内視鏡10が水平面Hpを、長軸Laを水平面Hpに投影した方向と垂直に進む水平ライト動作方向あるいは水平レフト動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック62の矢印Y14jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック62の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向および誘導位置を演算し、ジョイスティック62の傾動操作に対応させて誘導速度を演算し、演算した誘導方向に対応する向きのピーク磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこのピーク磁界のピークを誘導位置に移動させている。

40

【0064】

このように、誘導領域として液面領域を選択した場合には、液面に沿ってカプセル型内視鏡10を誘導できるように、操作入力部60の各操作に応じて、カプセル型内視鏡10を誘導する誘導動作が設定されている。なお、液面領域では、これ以上カプセル型内視鏡10を上方に誘導することができないため、アップボタン64Uは使用しないものと設定される。

【0065】

50

次に、液中領域を選択した場合について説明する。図14は、操作入力部60によって操作可能なカプセル型医療装置の液中領域における磁気誘導を説明するための図であり、図14(1)は、操作入力部60の正面図であり、図14(2)は、操作入力部60の右側面図であり、図14(3)は、操作入力部60の各構成部位の操作によって指示されるカプセル型内視鏡10の動作内容を示す図である。

【0066】

まず、図14(1)に示すように、ジョイスティック61の矢印Y21jに示す上下方向の傾動方向は、図14(3)の矢印Y21に示すカプセル型内視鏡10のティルティング動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック61の矢印Y21jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック61の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて誘導速度を演算する。そして、磁界制御指示部45は、磁界条件切替部46が切り替えた均一勾配磁界および均一磁界を印加磁界として選択し、演算した誘導方向に対応する向きの均一磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこの均一磁界の向きと鉛直軸Azとカプセル型内視鏡10の長軸Laとの成す角を鉛直軸Azを含む鉛直面内で変化させている。

10

【0067】

図14(1)に示すように、ジョイスティック61の矢印Y22jに示す左右方向の傾動方向は、図14(3)の矢印Y22に示すカプセル型内視鏡10のローテーション誘導方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック61の矢印Y22jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック61の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて誘導速度を演算し、演算した誘導方向に対応する向きの均一磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこの均一磁界の向きを鉛直軸Azを中心に回転移動させている。

20

【0068】

図14(1)に示すように、ジョイスティック62の矢印Y23jに示す上下方向の傾動方向は、図14(3)に示すカプセル型内視鏡10の長軸Laとの鉛直面を矢印Y23のように進むダウン動作方向あるいはアップ動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック62の矢印Y23jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック62の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における動作方向を演算し、ジョイスティック62の傾動操作に対応させて動作速度を演算し、演算した動作方向に対応する向きの勾配であって、演算した動作速度に対応する勾配を有する均一勾配磁界を磁界発生部2に発生させる。

30

【0069】

図14(1)に示すように、ジョイスティック62の矢印Y24jに示す左右方向の傾動方向は、図14(3)に示すカプセル型内視鏡10の長軸Laとの鉛直面を矢印Y24のように進むライト動作方向あるいはレフト動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック62の矢印Y24jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック62の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における動作方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて動作速度を演算し、演算した動作方向に対応する向きの勾配であって、演算した動作速度に対応する勾配を有する均一勾配磁界を磁界発生部2に発生させる。

40

【0070】

さらに、図14(2)に示すように、アップボタン64Uまたはダウンボタン64Bを矢印Y25jのように押圧すると、アップボタン64Uまたはダウンボタン64Bは、図

50

14(3)に示すカプセル型内視鏡10の長軸Laに沿って矢印Y25のように撮像素子15A, 15Bに対して前後に進むフォワード動作方向あるいはバックワード動作方向を指示する。操作入力部60が、アップボタン64Uまたはダウンボタン64Bの矢印Y25jの押圧操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、いずれのボタンが押圧されたかに対応させて、カプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における動作方向を演算し、演算した動作方向に対応して長軸Laに沿って勾配を有する均一勾配磁界を磁界発生部2に発生させる。

【0071】

具体的には、ダウンボタン64Bが押圧された場合、磁界発生部2は、図15に示すように、カプセル型内視鏡10の長軸La方向の下方方向に向かって密となる勾配の均一勾配磁界Ms5を発生することによって、カプセル型内視鏡10を矢印Y25bのようにカプセル型内視鏡10の長軸Laの下方方向に移動させる。また、ジョイスティック62がライト動作を操作入力した場合には、図16に示すように、カプセル型内視鏡10の長軸Laとの直交面を下から見た場合、磁界発生部2は、永久磁石19の磁化方向と並行な磁界を右方向に密となる均一勾配磁界Ms4を発生することによって、矢印Y24bに示すように、カプセル型内視鏡10の長軸Laとの直交面の右方向にカプセル型内視鏡10を移動させる。また、ジョイスティック62がアップ動作を操作入力した場合には、図17に示すように、カプセル型内視鏡10の長軸Laとの直交面を下から見た場合、磁界発生部2は、永久磁石19の磁化方向と並行な磁界を上方向に密となる均一勾配磁界Ms3を発生させることによって、矢印Y23uに示すように、カプセル型内視鏡10の長軸Laとの直交面の上方方向にカプセル型内視鏡10を移動させる。

【0072】

このように、誘導領域として液中領域が選択されている場合には、水平面ではなくカプセル型内視鏡10の長軸との直交面に沿ってカプセル型内視鏡10を誘導できるように、操作入力部60の各操作とカプセル型内視鏡10の誘導動作とが対応付けて設定されている。すなわち、撮像部11A, 11Bの撮像面に沿ってカプセル型内視鏡10を誘導できるように設定されている。言い換えると、カプセル型内視鏡10は画像に対して上下左右に動くように誘導される。このため、操作者が実際に操作者自身の目で胃内部を観察しているようにカプセル型内視鏡10を誘導することができるため、より直感的な誘導を可能にする。また、誘導領域として液中領域が選択されている場合には、液中内をカプセル型内視鏡10の長軸Laに沿って上下に誘導できるようにしているため、観察対象に近接または離間しながら観察が可能となる。

【0073】

次に、液底領域が選択されている場合について説明する。図18は、操作入力部60によって操作可能なカプセル型医療装置の液底領域における磁気誘導を説明するための図であり、図18(1)は、操作入力部60の正面図であり、図18(2)は、操作入力部60の右側面図であり、図18(3)は、操作入力部60の各構成部位の操作によって指示されるカプセル型内視鏡10の動作内容を示す図である。

【0074】

まず、図18(1)に示すように、ジョイスティック61の矢印Y31jに示す上下方向の傾動方向は、図18(3)の矢印Y31に示すカプセル型内視鏡10のティルティング動作方向に対応する。操作入力部60が、ジョイスティック61の矢印Y31jの傾動操作に対応する操作情報を体外制御部4に入力した場合、磁界制御指示部45は、この操作情報をもとに、ジョイスティック61の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡10先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック61の傾動操作に対応させて誘導速度を演算する。そして、磁界制御指示部45は、磁界条件切替部46によって切り替えられた均一勾配磁界および均一磁界を印加磁界として選択し、演算した誘導方向に対応する向きの均一磁界を磁界発生部2に発生させるとともに、演算した誘導速度でこの均一磁界の向きと鉛直軸Azとカプセル型内視鏡10の長軸Laとの成す角を鉛直軸Azを含む鉛直面内で変化させている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

図 1 8 (1) に示すように、ジョイスティック 6 1 の矢印 Y 3 2 j に示す左右方向の傾動方向は、図 1 8 (3) の矢印 Y 3 2 に示すカプセル型内視鏡 1 0 のローテーション誘導方向に対応する。操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 1 の矢印 Y 3 2 j の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、ジョイスティック 6 1 の傾動方向に対応させてカプセル型内視鏡 1 0 先端の絶対座標系上における誘導方向を演算し、ジョイスティック 6 1 の傾動操作に対応させて誘導速度を演算し、演算した誘導方向に対応する向きの均一磁界を磁界発生部 2 に発生させるとともに、演算した誘導速度でこの均一磁界の向きを鉛直軸 A z を中心に回転移動させている。

10

【 0 0 7 6 】

このように、誘導領域として液底領域が選択されている場合には、液底、すなわち、胃壁 S t を詳細に観察できるように、ティルティング動作とローテーション動作が設定されている。なお、液面領域では、胃壁面を詳細に観察できるように、胃壁面からカプセル型内視鏡 1 0 が離間するアップ動作およびバックワード動作は設定されていない。また、胃壁面との摩擦や胃壁面の形状によってカプセル型内視鏡 1 0 を胃壁面に沿って移動させることは難しい場合が多いため、フォワード動作、ライト動作およびレフト動作も設定されていない。また、カプセル型内視鏡 1 0 をこれ以上下方に誘導することができないため、ダウン動作も設定されていない、このため、ジョイスティック 6 2、アップボタン 6 4 U およびダウンボタン 6 4 B は使用されないものと設定されている。

20

【 0 0 7 7 】

上記したように、実施の形態 1 では、各誘導領域に対応させて、操作入力部 6 0 とカプセル型内視鏡 1 0 の移動方向との関係を変化させることによって、各誘導領域に適したカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を行うことができる。すなわち、実施の形態 1 では、各誘導領域に対応させて、磁界の種類、カプセル型内視鏡 1 0 の誘導方向および鉛直方向に発生する磁気勾配の大きさと向きを切り替えることによって、各誘導領域に適したカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を行うことができる。

【 0 0 7 8 】

次に、カプセル型医療装置用誘導システム 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理について説明する。図 1 9 は、図 1 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

30

【 0 0 7 9 】

図 1 9 に示すように、体内観察の開始を指示する指示情報を入力部 6 が入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、初期条件で磁界を発生させるように磁界制御部 8 に指示情報を送信する (ステップ S 2)。たとえば、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、初期条件として、磁界発生領域の中心にピークを有するピーク磁界を発生させる。この場合には、カプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理の開始位置が分かりやすいため、誘導操作開始時の操作性が向上する。なお、磁界制御指示部 4 5 は、入力部 6 の所定のボタンが押圧された場合には、この初期条件で磁界発生領域の中心にピークを有するピーク磁界を磁界発生部 2 に発生させてもよい。カプセル型内視鏡 1 0 がピーク磁界の拘束から外れてしまい誘導がうまくできなかった場合であっても、容易に初期状態にカプセル型内視鏡 1 0 の位置を戻すことができるので、操作性が向上する。

40

【 0 0 8 0 】

そして、画像受信部 4 1 は、送受信部 3 が順次受信した体内画像を順次取得する画像受信処理を行い (ステップ S 4)、画像表示制御部 4 2 は、送受信部 3 が順次受信した体内画像を表示部 5 に表示させる画像表示処理を行う (ステップ S 6)。

【 0 0 8 1 】

体外制御部 4 においては、磁界条件切替部 4 6 が、操作入力部 6 0 からの選択情報の入力の有無をもとに、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する (ステップ S 8)。磁界条件切替部 4 6 は、誘導領域の設定指示があると判断した場合には (ステップ S 8 : Y e

50

s)、入力された選択情報から操作入力部60が選択した誘導領域に応じて、磁界発生部2による磁界発生条件を切り替える(ステップS10)。上述したように、各誘導領域ごとに、磁界の種類、カプセル型内視鏡10の誘導方向および鉛直方向に発生する磁気勾配の大きさと向きがそれぞれ設定された磁界発生条件が磁界条件記憶部47に記憶されており、磁界条件切替部46は、磁界条件記憶部47が記憶する磁界発生条件のうち、設定された誘導領域に対応する磁界発生条件を参照し、参照した磁界発生条件に切り替える。なお、この場合には、操作入力部60から操作情報が入力されていない場合に相当するため、磁界制御指示部45は、図11の表T2に示す磁力を有する磁界を磁界発生部2に発生させる。このため、カプセル型内視鏡2は、設定された誘導領域内において安定に位置する。また、誘導領域が別の誘導領域に切り替わった場合には、カプセル型内視鏡10は、切り替わった新たな誘導領域内に誘導され、この誘導領域内において安定に位置する。

10

【0082】

一方、磁界条件切替部46が誘導領域の設定指示がないと判断した場合(ステップS8:No)、または、磁界条件切替部46が磁界発生条件を切替えた場合(ステップS10)、磁界制御指示部45は、操作入力部60からの操作情報の入力の有無をもとにカプセル型内視鏡10の移動指示があるか否かを判断する(ステップS12)。磁界制御指示部45は、カプセル型内視鏡10の移動指示があると判断した場合(ステップS12:Yes)、操作入力部60からの操作情報で指示された移動位置を演算し(ステップS14)、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡10の永久磁石19に印加する磁界条件を取得する(ステップS16)。そして、磁界制御指示部45は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部8に指示し、磁界発生部2は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う(ステップS18)。この結果、カプセル型内視鏡10は、操作入力部60による操作処理にしたがった方向および位置に移動する。

20

【0083】

そして、磁界制御指示部45がカプセル型内視鏡10の移動指示がないと判断した場合(ステップS12:No)、または、磁界発生処理(ステップS18)が終了した場合、画像受信部41は、画像受信処理(ステップS20)を行い、画像表示制御部42は、画像表示処理(ステップS22)を行う。この結果、表示部5は、カプセル型内視鏡10が撮像した体内画像を順次表示する。なお、送受信部3がカプセル型内視鏡10の画像を取得してから表示部5が該画像を表示するまでに、数100msの遅延時間を有する場合があります。この場合、カプセル型内視鏡10の誘導速度が速すぎるとカプセル型内視鏡10の位置操作が目標位置に対して発散してしまい操作性が低下してしまう。このため、カプセル型内視鏡10を遅延時間に対応させた誘導速度で誘導することが望ましい。たとえば、カプセル型内視鏡10を10mm/sec以下の速度で誘導することが望ましい。

30

【0084】

続いて、体外制御部4は、入力部6が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する(ステップS24)。体外制御部4は、体内観察が終了していないと判断した場合には(ステップS24:No)、体内観察を継続するため、ステップS8に戻り、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する。また、体外制御部4は、体内観察が終了したと判断した場合には(ステップS24:Yes)、カプセル型内視鏡10が撮像した体内画像群を一つのフォルダにまとめて記憶部7内に保存し、体内観察を終了する。

40

【0085】

このように、実施の形態1では、各誘導領域ごとに発生磁界条件が自動的に切り替わり、各誘導領域に適した条件で磁界を発生させるため、簡易な操作でカプセル型内視鏡10を正しく誘導することができる。

【0086】

なお、本実施の形態1では、誘導領域として液面領域、液中領域および液底領域を設定した場合を例に説明したが、もちろんこれに限らず、誘導領域は、少なくとも液面領域、液中領域および液底領域のうちの2以上を組み合わせた組み合わせものであればよい。たとえば、誘導領域として、液面領域および液底領域に限定してもよい。液中では、均一磁

50

界の歪みの影響によって、カプセル型内視鏡 10 の位置を所望の位置に正確に保持することができず、均一勾配磁界の歪みが大きい場合には磁界発生部によっては制御性が低下する可能性がある。この場合には、誘導領域を液面領域および液底領域に限定することで、安定した領域のみでカプセル型内視鏡 10 を誘導できるため、操作性が向上する。

【 0 0 8 7 】

また、液中領域では、バックワード動作、フォワード動作、ライト動作あるいはレフト動作を、図 1 4 (3) に示すカプセル型内視鏡 10 の長軸 $L a$ との鉛直面における動作として説明したが、もちろんこれに限らない。液中領域におけるバックワード動作、フォワード動作、ライト動作あるいはレフト動作を、液面領域の水平面におけるバックワード動作、水平面におけるフォワード動作、水平面におけるライト動作あるいは水平面におけるレフト動作と同様に、水平面 $H p$ における移動動作として設定してもよい。

10

【 0 0 8 8 】

具体的には、図 2 0 (1) に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 2 の矢印 $Y 1 2 3 j$ の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、水平面 $H p$ の矢印 $Y 1 2 3$ のようにカプセル型内視鏡 10 が移動するように磁界発生部 2 に均一磁界または均一勾配磁界を発生させる。また、図 2 0 (1) に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 2 の矢印 $Y 1 2 4 j$ の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、水平面 $H p$ の矢印 $Y 1 2 4$ のようにカプセル型内視鏡 10 が移動するように磁界発生部 2 に均一磁界または均一勾配磁界を発生させる。

20

【 0 0 8 9 】

また、液中領域では、アップ動作あるいはダウン動作を、鉛直軸 $A z$ に沿って上下に進む移動動作として設定してもよい。この場合、図 2 0 (2) に示すように、操作入力部 6 0 が、アップボタン 6 4 U またはダウンボタン 6 4 B の矢印 $Y 1 2 5 j$ の押圧操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、鉛直軸 $A z$ 上の矢印 $Y 1 2 5$ のようにカプセル型内視鏡 10 が移動するように磁界発生部 2 に均一勾配磁界を発生させる。なお、図 2 0 (3) の矢印 $Y 1 2 1$, $Y 1 2 2$ に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 1 の矢印 $Y 1 2 1 j$ の傾動操作に対応する操作情報あるいは矢印 $Y 1 2 2 j$ の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合には、図 1 4 (3) の矢印 $Y 1 2 1$, $Y 1 2 2$ に示す動作と同様のテイルテ

30

【 0 0 9 0 】

このように、液中領域と液面領域とでカプセル型内視鏡 10 の移動方向の違いが少ないように、カプセル型内視鏡 10 の誘導動作を設定した場合、誘導領域を切り替えた場合であっても混乱なくカプセル型内視鏡 10 の誘導を継続させることができる。また、この場合には、誘導領域に液中が設定されていないため、液中でのカプセル型内視鏡 10 の誘導が行われずとしてピーク磁界のみを用いてカプセル型内視鏡 10 を誘導することも可能である。

【 0 0 9 1 】

また、液底領域では、水平面に対してカプセル型内視鏡 10 を移動させるライト動作およびレフト動作も設定していない場合を例に説明したが、もちろんこれに限らず、条件によっては、水平面上でカプセル型内視鏡 10 の位置を変更させることも可能である。このため、液底領域では、水平面上でカプセル型内視鏡 10 を変化させるフォワード動作、バックワード動作、ライト動作およびレフト動作ができるように設定してもよい。

40

【 0 0 9 2 】

具体的には、図 2 1 (1) に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 2 の矢印 $Y 1 3 3 j$ の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合には、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、水平面 $H p$ の矢印 $Y 1 3 3$ のようにカプセル型内視鏡 10 が移動するように磁界発生部 2 に均一磁界または均一勾配磁界を発生させる

50

。また、図 2 1 (1) に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 2 の矢印 Y 1 3 4 j の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合、磁界制御指示部 4 5 は、この操作情報をもとに、水平面 H p の矢印 Y 1 3 4 のようにカプセル型内視鏡 1 0 が移動するように磁界発生部 2 に均一磁界または均一勾配磁界を発生させる。なお、図 2 1 (2) に、操作入力部の右側面図も示す。

【 0 0 9 3 】

なお、図 2 1 (3) の矢印 Y 1 3 1 , Y 1 3 2 に示すように、操作入力部 6 0 が、ジョイスティック 6 1 の矢印 Y 1 3 1 j の傾動操作に対応する操作情報あるいは矢印 Y 1 3 2 j の傾動操作に対応する操作情報を体外制御部 4 に入力した場合には、図 1 4 (3) の矢印 Y 1 3 1 , Y 1 3 2 に示す動作と同様のティルティング動作あるいはローテーション動作をカプセル型内視鏡 1 0 が行うように方向を変えた均一磁界を磁界発生部 2 に発生させる。また、水平面上でカプセル型内視鏡 1 0 を変化させるフォワード動作、バックワード動作、ライト動作およびレフト動作に対しては、胃壁面との摩擦に逆らってカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる必要があるため、大きな強度で発生可能である均一勾配磁界を発生させることが望ましい。

【 0 0 9 4 】

また、実施の形態 1 においては、液面から液中あるいは液底にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる場合には、液面の表面張力に対抗可能である強度の高い磁界を発生させて、カプセル型内視鏡 1 0 を液面から液中あるいは液底に円滑に移動させている。この液面の表面張力に対抗可能である強度の高い磁界を発生させるモードをダイビングモードとして説明する。

【 0 0 9 5 】

このダイビングモードにおいては、体外制御部 4 による磁界発生部 2 の制御によって、鉛直方向のうち下向きに一時的に強い磁界を発生させて図 2 2 の矢印 M 1 のようにカプセル型内視鏡 1 0 を液面から液中あるいは液底にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる。また、体外制御部 4 による磁界発生部 2 の制御によって、図 2 3 に示すようにカプセル型内視鏡 1 0 を高速でティルティング動作させる磁界 M 2 を発生させて、カプセル型内視鏡 1 0 の姿勢を高速で変化させてもよい。この場合、このティルティング動作によって、液面から露出するカプセル型内視鏡 1 0 の側壁に液体がかけられ、表面張力の影響がなくなる。その後、体外制御部 4 による磁界発生部 2 の制御によって、矢印 Y 4 1 のように下方方向にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる磁界を発生させることによって、カプセル型内視鏡 1 0 を液面から液中あるいは液底にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる。この方法の場合には、強度の低い磁界でも液面から液中あるいは液底へのカプセル型内視鏡 1 0 の誘導が可能になる。

【 0 0 9 6 】

このダイビングモードは、誘導領域が液面領域から液中領域あるいは液底領域に切り替わったときに自動的に発生する。また、ダイビングモードのオン状態あるいはオフ状態を選択できる選択ボタンを設け、操作者による選択ボタンの操作によって、ダイビングモードのオン状態を制御してもよい。ダイビングモードがオン状態の場合には、最初に鉛直下方方向への操作指示が行われた場合に、体外制御部 4 の制御のもと、磁界発生部 2 が一度だけ表面張力に対抗する磁界を発生し、その後、自動でダイビングモードがオフ状態となる。このため、ダイビングモードがオン状態の場合には、液中でのカプセル型内視鏡 1 0 の誘導中にカプセル型内視鏡 1 0 が液面に移動してしまった場合であっても、液中での誘導に容易に復帰できる。

【 0 0 9 7 】

また、実施の形態 1 においては、撮像対象にカプセル型内視鏡 1 0 の撮像部 1 1 A を近接させるアプローチモードも設定されている。このアプローチモードは、カプセル型内視鏡 1 0 をカプセル型内視鏡 1 0 の長軸 L a 方向、すなわち、画像の撮像方向に均一勾配磁界を用いてカプセル型内視鏡 1 0 の撮像部 1 1 A を誘導する機能である。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

アプローチモードは、図 12 で例示した操作入力部 60 のアプローチボタン 64 が押圧される間はオン状態となり、このアプローチボタン 64 の押圧が解除された場合はオフ状態となる。たとえば、図 24 に示すように、カプセル型内視鏡 10 が下向きになって液底にある撮像対象部 Sp を撮像している場合にアプローチモードがオン状態となった場合について説明する。

【0099】

磁界制御指示部 45 は、アプローチモードがオン状態となっている間、カプセル型内視鏡 10 の長軸 La に沿って下向きに勾配を有する均一勾配磁界 Ms を磁界発生部 2 に発生させる。この結果、矢印 Y42 に示すように、現に撮像部 11A によって撮像されている胃壁 St の撮像対象部 Sp にカプセル型内視鏡 10 を近接させることが可能になる。もちろん、上向きになって上方の胃壁 St を撮像しているカプセル型内視鏡 10 をこの胃壁 St に近接させたい場合には、カプセル型内視鏡 10 の長軸 La に沿って上向きに勾配を有する均一勾配磁界 Ms を磁界発生部 2 に発生させればよい。なお、カプセル型内視鏡 10 の撮像方向は、撮像部 11A, 11B のうち基準となる撮像部の撮像方向をもとに設定すればよい。

【0100】

ここで、操作者が実施に行なう操作ステップについて説明する。操作者は、表示部 5 が表示するカプセル型内視鏡 10 で取得した画像をもとに、カプセル型内視鏡 10 が存在する領域が液面、液中、液底のいずれかであるかを把握する。次に、操作者は現在設定されている誘導領域とカプセル型内視鏡 10 が存在する領域が一致しているかを確認する。一致していない場合には、入力部 6 を操作し、誘導領域をカプセル型内視鏡 10 が存在する領域に一致させてから誘導操作を行う。なお、現設定の誘導領域とカプセル型内視鏡 10 が存在する領域が一致している場合は、そのまま誘導操作を行うことができる。

【0101】

また、カプセル型内視鏡 10 を誘導する領域を変更する場合は、操作者は入力部 6 を操作して、誘導領域をカプセル型内視鏡 10 を誘導したい領域に変更することで、カプセル型内視鏡 10 は次の誘導領域に移動する。ただし、誘導領域を液面から液中に変更する場合は、入力部 6 のジョイスティックを操作してカプセル型内視鏡 10 を液面から液中に誘導するための操作が必要となる。

【0102】

以上の操作ステップにより、誘導領域の設定を変更しながら、カプセル型内視鏡 10 をより安定した条件で誘導することができる。

【0103】

(実施の形態 2)

次に、実施の形態 2 について説明する。実施の形態 2 においては、カプセル型内視鏡の画像からカプセル型内視鏡が存在する領域を自動的に検出して、設定された誘導領域内に自動的にカプセル型内視鏡 10 を誘導させる場合について説明する。

【0104】

図 25 は、本実施の形態 2 にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。図 25 に示すように、この実施の形態 2 におけるカプセル型医療装置用誘導システム 201 は、図 1 に示す体外制御部 4 に代えて、体外制御部 204 を備えた構成を有する。体外制御部 204 は、体外制御部 4 と比して、位置検出部 243 をさらに備えるとともに、磁界制御指示部 45 に代えて磁界制御指示部 245 を備える。

【0105】

位置検出部 243 は、カプセル型内視鏡 10 が撮像した画像からカプセル型内視鏡 10 が存在する液面領域、液中領域または液底領域のいずれの領域に存在するかを検出する。磁界制御指示部 245 は、位置検出部 243 が検出したカプセル型内視鏡 10 の存在領域と、入力部 6 の操作入力部 60 が選択した誘導領域とが一致していない場合には、磁界発生部 2 に操作入力部 60 が選択した誘導領域にカプセル型内視鏡 10 を誘導する磁界を発生させる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

次に、図 2 6 を参照して、図 2 5 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 2 0 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理について説明する。図 2 6 は、図 2 5 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 2 0 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 1 0 7 】

図 2 6 に示すように、まず、図 1 9 のステップ S 2 と同様に、体内観察の開始を指示する指示情報を入力部 6 が入力した場合、磁界制御指示部 2 4 5 は、初期条件で磁界を発生させるように磁界制御部 8 に指示情報を送信する（ステップ S 2 0 2 ）。次いで、図 1 9 のステップ S 4 およびステップ S 6 と同様に、画像受信部 4 1 は、画像受信処理を行い（ステップ S 2 0 4 ）、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理を行う（ステップ S 2 0 6 ）。

10

【 0 1 0 8 】

体外制御部 2 0 4 においては、磁界条件切替部 4 6 は、図 1 9 のステップ S 8 と同様に、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する（ステップ S 2 0 8 ）。磁界条件切替部 4 6 は、誘導領域の設定指示があると判断した場合には（ステップ S 2 0 8 : Y e s ）、入力された選択情報をもとに操作入力部 6 0 が選択した誘導領域に応じて、磁界発生部 2 による磁界発生条件を切り替える（ステップ S 2 1 0 ）。

【 0 1 0 9 】

次いで、磁界条件切替部 4 6 が誘導領域の設定指示がないと判断した場合（ステップ S 2 0 8 : N o ）、または、ステップ S 2 1 0 における磁界発生条件切替処理終了後、体外制御部 2 0 4 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域を自動で検出する自動検出モードが設定されているか否かを判断する（ステップ S 2 1 2 ）。体外制御部 2 0 4 は、体外制御部 2 0 4 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域を自動で検出する自動検出モードが設定されていると判断した場合（ステップ S 2 1 2 : Y e s ）、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域を検出する存在領域検出処理を行なう（ステップ S 2 1 4 ）。

20

【 0 1 1 0 】

位置検出部 2 4 3 は、画像受信部 4 1 が受信したカプセル型内視鏡 1 0 による撮像画像から、液面あるいは液底に特有の画像パターンがあるか否かをもちに、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域を検出する。

30

【 0 1 1 1 】

まず、図 2 7 を参照して、カプセル型内視鏡 1 0 が液面に位置する場合について説明する。図 2 7 (1) に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 が液面領域に存在する場合には、液面 W s 上からカプセル型内視鏡 1 0 の先端が露出する。撮像部 1 1 A , 1 1 B の撮像視野は、このカプセル型内視鏡 1 0 先端から広がる。このため、図 2 7 (1) のようにカプセル型内視鏡 1 0 先端が液面 W s から露出している場合には、図 2 7 (2) の画像 G 2 のように、表面張力による液体のカプセル型内視鏡 1 0 側面への這い登りと照明部 1 3 A , 1 3 B からの照射光の反射によって、液面 W s との境界 P r がリング状に表示される。このため、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像の中に、リング状の画像パターンがあるか否かを判断し、リング状の画像パターンがある場合には、このカプセル型内視鏡 1 0 は液面領域に存在すると判断する。

40

【 0 1 1 2 】

次に、図 2 8 を参照して、カプセル型内視鏡 1 0 が液底に位置する場合について説明する。図 2 8 (1) に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 が液底領域に存在する場合には、胃壁 S t にカプセル型内視鏡 1 0 先端が押し付けられている。このため、図 2 8 (1) の場合には、図 2 8 (2) の画像 G 1 のように、胃壁 S t とカプセル型内視鏡 1 0 先端部との接触部 P t が円状に表示される。このため、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像の中に、円状の画像パターンがあるか否かを判断し、円状の画像パターンがある場合には、このカプセル型内視鏡 1 0 は液底領域に存在すると判断する。

【 0 1 1 3 】

50

また、位置検出部 243 は、カプセル型内視鏡 10 が撮像した画像の中にリング状の画像パターンおよび円状の画像パターンのいずれもないと判断した場合には、このカプセル型内視鏡 10 は液中領域に存在すると判断する。

【0114】

そして、磁界制御指示部 245 は、位置検出部 243 による検出結果をもとに、カプセル型内視鏡 10 の存在領域と操作入力部 60 が選択した誘導領域とが一致しているか否かを判断する（ステップ S 216）。

【0115】

磁界制御指示部 245 は、カプセル型内視鏡 10 の存在領域と操作入力部 60 が選択した誘導領域とが一致していないと判断した場合（ステップ S 216：No）、設定を指示された誘導領域がいずれの領域であるかを判断する（ステップ S 217）。磁界制御指示部 245 は、設定を指示された誘導領域が液中または液底の領域であると判断した場合（ステップ S 217：液中または液底）、ステップ S 214 の検出結果をもとに、カプセル型内視鏡 10 が現に液面に存在しているか否かを判断する（ステップ S 218）。磁界制御指示部 245 は、カプセル型内視鏡 10 が現に液面に存在していると判断した場合（ステップ S 218：Yes）、ダイビングモードをオン状態とする（ステップ S 219）。

【0116】

次いで、磁界制御指示部 245 は、設定を指示された誘導領域が液面の領域であると判断した場合（ステップ S 217：液面）、または、カプセル型内視鏡 10 が現に液面に存在していないと判断した場合（ステップ S 218：No）、または、ステップ S 218 のダイビングモードオン設定が終了した場合、選択された誘導領域にカプセル型内視鏡 10 を誘導するための磁界を発生させるよう磁界制御部 8 に指示する。この結果、磁界発生部 2 は、選択された誘導領域にカプセル型内視鏡 10 を移動させるための磁界を発生する（ステップ S 220）。ここで、発生させる磁界として、磁界制御指示部 245 は、図 11 の表 T 2 に示す磁力を有する磁界を磁界発生部 2 に発生させる。さらに、磁界制御指示部 245 は、カプセル型内視鏡 10 の存在領域が液面領域であって誘導領域が液中領域あるいは液底領域のいずれかに設定されている場合には、上述したようにダイビングモードがオン状態となるため、液面に対して鉛直下方向への移動のために、磁界発生部 2 に、液面の表面張力に対抗可能である強度の高い磁界を一度発生させてから、表 T 1 の条件にしたがって表 T 2 に示す磁力を有する磁界を発生させる。この場合、操作者がダイビングモードをオン状態とする操作を行わなくても自動的にダイビングモードがオン状態となるため、さらに操作性が向上する。この結果、カプセル型内視鏡 10 は、設定された誘導領域内に移動し、この誘導領域内において安定に位置する。

【0117】

体外制御部 204 は、カプセル型内視鏡 10 の存在領域を自動で検出する自動検出モードが設定されていないと判断した場合（ステップ S 212：No）、磁界制御指示部 245 がカプセル型内視鏡 10 の存在領域と操作入力部 60 が選択した誘導領域とが一致していると判断した場合（ステップ S 216：Yes）、または、ステップ S 220 の磁界発生処理が終了した場合、図 19 のステップ S 12 と同様に、磁界制御指示部 245 は、カプセル型内視鏡 10 の移動指示があるか否かを判断する（ステップ S 222）。

【0118】

磁界制御指示部 245 は、実施の形態 1 と同様に、カプセル型内視鏡 10 の移動指示があると判断した場合（ステップ S 222：Yes）、操作入力部 60 からの操作情報で指示された移動位置を演算し（ステップ S 224）、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡 10 の永久磁石 19 に印加する磁界条件を取得する（ステップ S 226）。そして、磁界制御指示部 245 は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部 8 に指示し、磁界発生部 2 は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う（ステップ S 228）。この結果、カプセル型内視鏡 10 は、操作入力部 60 による操作処理にしたがった方向および位置に移動する。なお、磁界制御指示部 245 は、鉛直下方向の移動成分があり、ダイビングモードがオン状態である場合には、表面張力に対抗する磁

10

20

30

40

50

界を磁界発生部 2 に発生させるように磁界制御部 8 に指示する。

【 0 1 1 9 】

そして、磁界制御指示部 2 4 5 がカプセル型内視鏡 1 0 の移動指示がないと判断した場合 (ステップ S 2 2 2 : N o)、または、磁界発生処理 (ステップ S 2 2 8) が終了した場合、画像受信部 4 1 は、画像受信処理 (ステップ S 2 3 0) を行い、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理 (ステップ S 2 3 2) を行う。この結果、表示部 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した体内画像を順次表示する。続いて、体外制御部 2 0 4 は、入力部 6 が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する (ステップ S 2 3 4)。体外制御部 2 0 4 は、体内観察が終了していないと判断した場合には (ステップ S 2 3 4 : N o)、体内観察を継続するため、ステップ S 2 0 8 に戻り、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する。また、体外制御部 2 0 4 は、体内観察が終了したと判断した場合には (ステップ S 2 3 4 : Y e s)、体内観察を終了する。

10

【 0 1 2 0 】

このように、実施の形態 2 においては、カプセル型内視鏡 1 0 の画像からカプセル型内視鏡 1 0 が存在する領域を自動的に検出して、検出されたカプセル型内視鏡 1 0 の存在領域が設定された誘導領域と一致しない場合には、設定された誘導領域内にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させるための磁界を自動的に発生する。このため、実施の形態によれば、操作者自身が表示部 5 に表示された画像をもとに所望の誘導領域にカプセル型内視鏡 1 0 を誘導させるための操作を行わなくともよいため、実施の形態 1 と比較して、さらに簡易な操作でカプセル型内視鏡 1 0 を正しく誘導することが可能になる。

20

【 0 1 2 1 】

なお、誘導領域の組み合わせが液面領域および液底領域のみの場合には、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像の中に、円状の画像パターンの有無は判断せずにリング状の画像パターンの有無のみを判断してもよい。この場合、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像の中に、リング状の画像パターンがあると判断した場合には、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域は液面領域であると判断し、リング状の画像パターンがないと判断した場合には、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域は液底領域であると判断する。この場合には、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域の検出処理をさらに簡易化できる。

【 0 1 2 2 】

また、実施の形態 2 では、図 2 9 に示す各処理手順を行なうことによって、磁界発生条件を、カプセル型内視鏡 1 0 が実際に存在する領域に対応するように設定する領域自動調整モードを設定して、カプセル型内視鏡 1 0 を円滑に磁気誘導できるようにしてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

図 2 9 に示すように、まず、図 1 9 のステップ S 2 と同様に、体内観察の開始を指示する指示情報を入力部 6 が入力した場合、磁界制御指示部 2 4 5 は、初期条件で磁界を発生させるように磁界制御部 8 に指示情報を送信する (ステップ S 2 0 2 a)。次いで、図 1 9 のステップ S 4 およびステップ S 6 と同様に、画像受信部 4 1 は、画像受信処理を行い (ステップ S 2 0 4 a)、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理を行う (ステップ S 2 0 6 a)。

40

【 0 1 2 4 】

その後、位置検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域を検出する存在領域検出処理を行なう (ステップ S 2 0 8 a)。そして、磁界制御指示部 2 4 5 は、位置検出部 2 4 3 による検出結果をもとに、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域と操作入力部 6 0 が選択した誘導領域とが一致しているか否かを判断する (ステップ S 2 0 9 a)。磁界制御指示部 2 4 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域と操作入力部 6 0 が選択した誘導領域とが一致と判断した場合には (ステップ S 2 0 9 a : Y e s)、領域自動調整モードをオン状態とする (ステップ S 2 1 0 a)。

【 0 1 2 5 】

磁界制御指示部 2 4 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 の存在領域と操作入力部 6 0 が選択し

50

た誘導領域とが一致していないと判断した場合（ステップS209a：No）、または、ステップS210aの処理終了後、磁界条件切替部46は、図19のステップS8と同様に、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する（ステップS213a）。

【0126】

磁界条件切替部46は、誘導領域の設定指示があると判断した場合には（ステップS213a：Yes）、入力された選択情報をもとに操作入力部60が選択した誘導領域に応じて、磁界発生部2による磁界発生条件を切り替える（ステップS214a）。そして、磁界制御指示部245は、選択された誘導領域にカプセル型内視鏡10を誘導するための磁界を発生させるよう磁界発生部2に指示し、実際にカプセル型内視鏡10が存在する領域が、操作入力部60が選択した誘導領域まで移動し、存在領域と誘導領域が一致した後に、領域自動調整モードをオフ状態とする（ステップS215a）。

10

【0127】

これに対し、磁界条件切替部46が誘導領域の設定指示がないと判断した場合には（ステップS213a：No）、磁界制御指示部245は、領域自動調整モードがオン状態であるか否かを判断する（ステップS216a）。磁界制御指示部245は、領域自動調整モードがオン状態であると判断した場合（ステップS216a：Yes）、誘導領域を、実際にカプセル型内視鏡10が存在する領域に設定する（ステップS217a）。磁界条件切替部46は、磁界制御指示部245がステップS217aの設定処理において設定した誘導領域に対応するように、磁界発生部2による磁界発生条件を切り替える。

【0128】

体外制御部204は、ステップS215a、磁界制御指示部245が領域自動調整モードがオン状態でないと判断した場合（ステップS216a：No）、またはステップS217aの処理が終了した場合、図19のステップS12と同様に、磁界制御指示部245は、カプセル型内視鏡10の移動指示があるか否かを判断する（ステップS222a）。磁界制御指示部245は、実施の形態1と同様に、カプセル型内視鏡10の移動指示があると判断した場合（ステップS222a：Yes）、操作入力部60からの操作情報で指示された移動位置を演算し（ステップS224a）、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡10の永久磁石19に印加する磁界条件を取得する（ステップS226a）。そして、磁界制御指示部245は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部8に指示し、磁界発生部2は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う（ステップS228a）。そして、磁界制御指示部245がカプセル型内視鏡10の移動指示がないと判断した場合（ステップS222a：No）、または、磁界発生処理（ステップS228a）が終了した場合、画像受信部41は画像受信処理（ステップS230a）を行い、画像表示制御部42は、画像表示処理（ステップS232a）を行う。この結果、表示部5は、カプセル型内視鏡10が撮像した体内画像を順次表示する。続いて、体外制御部204は、入力部6が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する（ステップS234a）。体外制御部204は、体内観察が終了していないと判断した場合には（ステップS234a：No）、体内観察を継続するため、ステップS208aに戻り、存在領域確認処理を行う。また、体外制御部204は、体内観察が終了したと判断した場合には（ステップS234a：Yes）、体内観察を終了する。

20

30

40

【0129】

図29に示す各処理手順を行なうことによって、領域自動調整モードを設定した場合には、磁界発生条件を、カプセル型内視鏡10が実際に存在する領域に対応するように自動的に切り替えることが可能になる。この結果、たとえば誘導領域を液中領域と設定してカプセル型内視鏡10を誘導している場合にカプセル型内視鏡10が液面に移動してしまった場合など、カプセル型内視鏡10が実際に存在する存在領域が、操作入力部60が設定した誘導領域から外れてしまった場合であっても、自動的に誘導領域が存在領域に切り替わる。そして、誘導領域が存在領域に切り替わることにともない、磁界発生条件も実際にカプセル型内視鏡10が存在する領域に対応するものに切り替わる。このため、図29に示す各処理手順を行なうことによって、常に、カプセル型内視鏡10が存在する領域にお

50

いて安定した誘導を実現することができる。

【 0 1 3 0 】

(実施の形態 3)

次に、実施の形態 3 について説明する。均一勾配磁界を発生させてカプセル型内視鏡を移動させた場合にはカプセル型内視鏡 10 の位置が定まらない場合が多いため、実施の形態 3 では、直前に発生させたピーク磁界の水平面におけるピーク位置を記憶させて、均一勾配磁界からピーク磁界に磁界が切り替わった場合には、記憶させておいた位置にピークを有するピーク磁界を発生させて、カプセル型内視鏡の位置を確定している。

【 0 1 3 1 】

図 30 は、この発明の実施の形態 3 にかかるカプセル型医療装置用誘導システムの全体構成を示す模式図である。図 30 に示すように、この実施の形態 3 におけるカプセル型医療装置用誘導システム 301 は、図 1 に示す体外制御部 4 に代えて、体外制御部 304 を備えた構成を有する。体外制御部 304 は、体外制御部 4 と比して、磁界制御指示部 45 に代えて磁界制御指示部 345 と、磁界条件記憶部 47 に代えて磁界条件記憶部 347 とを備える。

10

【 0 1 3 2 】

磁界制御指示部 345 は、磁界条件記憶部 347 に、各誘導領域に対応する各磁界条件を記憶するとともに、直前に発生したピーク磁界の水平面における発生位置、すなわち、ピーク磁界のピークの水平面における位置を記憶させる。磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界をピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部 347 にこのピーク磁界の水平面における発生位置、すなわち、ピーク磁界のピークの水平面における位置を記憶させる。具体的には、磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界をピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えるときに、磁界条件記憶部 347 にこのピーク磁界の鉛直方向の磁気勾配を記憶させる。磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界をピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部 347 にこのピーク磁界の方向を記憶させる。

20

【 0 1 3 3 】

そして、磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界を均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部 347 が記憶する位置にピーク磁界を発生させる。具体的には、磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界を均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部 347 が記憶する鉛直方向の磁気勾配でピーク磁界を発生させる。磁界制御指示部 345 は、磁界発生部 2 に発生させる磁界を均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部 347 が記憶する方向のピーク磁界を発生させる。磁界制御指示部 345 は、誘導領域の切り替えによって、磁界の種類を変更する場合に、ピーク磁界の発生位置に関する磁界条件の記憶処理および読出処理を行なう。

30

【 0 1 3 4 】

各誘導領域の切り替えごとに具体的に説明する。まず、操作入力部 60 による選択情報によって、誘導領域が液面領域から液中領域あるいは液底領域に切り替わった場合について説明する。この場合は、発生させる磁界がピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えられる場合に対応する。

40

【 0 1 3 5 】

まず、カプセル型内視鏡 10 の誘導領域は切り替え前には液面領域に設定されているため、磁界発生部 2 はピーク磁界を発生させて、たとえば図 31 の矢印 Y51 のようにカプセル型内視鏡 10 を位置 P10 に移動させている。このタイミングで誘導領域が液面領域から液中領域あるいは液底領域に切替指示があった場合には、磁界制御指示部 345 は、この位置 P10 にカプセル型内視鏡 10 を拘束するピーク磁界の発生条件、たとえば、このピーク磁界のピークの水平面における発生位置として、ピーク磁界の鉛直方向の磁気勾配および、このピーク磁界の方向を磁界条件記憶部 347 に記憶させる。

【 0 1 3 6 】

50

その後、磁界条件切替部 4 6 は、新たに選択された誘導領域に応じて、磁界発生部 2 による磁界発生条件を切り替える。この誘導領域の切替によって液面に対して鉛直下方向に移動が必要である。このため、磁界制御指示部 3 4 5 は、鉛直下方向にカプセル型内視鏡 1 0 の移動指示があったタイミングで、磁界発生部 2 に、液面の表面張力に対抗可能である強度の高い磁界を一度発生させる。この場合、操作者がダイビングモードをオン状態とする操作を行わなくても自動的にダイビングモードでカプセル型内視鏡 1 0 が移動するため、操作者は表面張力の影響を考慮することなくカプセル型内視鏡 1 0 を液中あるいは液底に誘導できる。

【 0 1 3 7 】

その後、磁界制御指示部 3 4 5 は、図 1 0 に示す表 T 1 の条件にしたがって、均一勾配磁界を発生させて矢印 Y 5 2 のように、たとえば胃壁 S t に近接する位置 P 1 1 まで下方移動させる。なお、均一勾配磁界は、厳密には磁界の歪みが存在するため、液面などの摩擦のない環境ではカプセル型内視鏡 1 0 の動きが不安定になることから、磁界制御指示部 3 4 5 は、操作入力部 6 0 が操作情報を入力するまでは、安定した操作のためにカプセル型内視鏡 1 0 の位置が確定できるように、磁界発生部 2 によるピーク磁界の発生を維持しておいてもよい。この場合には、磁界制御指示部 3 4 5 は、操作入力部 6 0 による操作情報が入力されてから磁界発生部 2 に均一勾配磁界を発生させる。

【 0 1 3 8 】

次に、操作入力部 6 0 による選択情報によって、誘導領域が液中領域あるいは液底領域から液面領域に切り替わった場合について説明する。この場合は、発生させる磁界が均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えられる場合に対応する。この場合には、磁界条件切替部 4 6 が磁界発生条件を、液中領域あるいは液底領域に対応する均一勾配磁界から、液面領域に対応するピーク磁界に切り替える。そして、磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界条件記憶部 3 4 7 が記憶する直前のピーク磁界の発生条件を取得し、この条件でピーク磁界を磁界発生部 2 に発生させる。

【 0 1 3 9 】

この結果、図 3 1 の位置 P 1 1 に移動したカプセル型内視鏡 1 0 は、矢印 Y 5 3 に示すように、液底移動直前の位置 P 1 0 に戻る。すなわち、誘導領域が他の領域から液面領域に切り替わった場合には、カプセル型内視鏡 1 0 が自動的に液中または液底移動直前の液面位置に戻る。操作者は、誘導領域を他の領域から液面領域に切り替えるだけでよく、液面にカプセル型内視鏡 1 0 を戻すための誘導操作を行わずとも、液中または液底移動直前の液面の位置 P 1 0 から、カプセル型内視鏡 1 0 による体内観察およびカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を円滑に再開することができる。

【 0 1 4 0 】

なお、誘導領域が液中領域から液底領域に切り替わった場合、あるいは、液底領域から液中領域に切り替わった場合、磁界発生条件において磁界の種類が切り替わることはなく均一勾配磁界のままであるため、磁界制御指示部 3 4 5 は、ピーク磁界の発生条件に関する記憶処理を行なう必要はない。

【 0 1 4 1 】

次に、図 3 2 を参照して、図 3 0 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 3 0 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理について説明する。図 3 2 は、図 3 0 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 3 0 1 のカプセル型内視鏡 1 0 の誘導処理の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 1 4 2 】

図 3 2 に示すように、まず、図 1 9 のステップ S 2 と同様に、体内観察の開始を指示する指示情報を入力部 6 が入力した場合、磁界制御指示部 3 4 5 は、初期条件で磁界を発生させるように磁界制御部 8 に指示情報を送信する（ステップ S 3 0 2）。次いで、図 1 9 のステップ S 4 およびステップ S 6 と同様に、画像受信部 4 1 は、画像受信処理を行い（ステップ S 3 0 4）、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理を行う（ステップ S 3 0 6）。

。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 3 】

体外制御部 3 0 4 においては、磁界条件切替部 4 6 が、図 1 9 のステップ S 8 と同様に、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する（ステップ S 3 0 8）。磁界条件切替部 4 6 は、誘導領域の設定指示があると判断した場合には（ステップ S 3 0 8 : Y e s）、入力された選択情報をもとに操作入力部 6 0 が選択した誘導領域に応じて、磁界発生部 2 による磁界発生条件を切り替える（ステップ S 3 1 0）。

【 0 1 4 4 】

次に、磁界制御指示部 3 4 5 は、誘導領域の設定指示によってステップ S 3 1 0 の磁界発生条件の切替処理で、磁界発生条件の磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切替があったか否かを判断する（ステップ S 3 1 2）。

10

【 0 1 4 5 】

磁界制御指示部 3 4 5 が磁界発生条件の磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切替があったと判断した場合（ステップ S 3 1 2 : Y e s）について説明する。この場合は、液面領域から液中領域あるいは液底領域に誘導領域が切り替えられた場合である。この場合には、磁界制御指示部 3 4 5 は、直前に発生するピーク磁界の発生条件を磁界条件記憶部 3 4 7 に記憶させる（ステップ S 3 1 4）。そして、磁界制御指示部 3 4 5 は、液面から液中または液底への移動指示があったか否かを判断する（ステップ S 3 1 6）。すなわち、鉛直下方向へのカプセル型内視鏡 1 0 の移動指示を操作入力部 6 0 が操作情報として入力したかを判断する。

【 0 1 4 6 】

磁界制御指示部 3 4 5 は、液面から液中または液底への移動指示があったと判断した場合（ステップ S 3 1 6 : Y e s）、前述したダイビングモードで磁界発生部 2 に磁界を発生させて（ステップ S 3 1 8）、液面から液中あるいは液底にカプセル型内視鏡 1 0 を正しく移動させる。そして、磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界条件切替部 4 6 が切り替えた磁界発生条件にしたがって均一勾配磁界を発生させることによって、誘導領域として選択された液中領域あるいは液底領域にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させるための磁界を磁界発生部 2 に発生させ（ステップ S 3 2 0）、選択された誘導領域内にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる。

20

【 0 1 4 7 】

これに対し、磁界制御指示部 3 4 5 は、誘導領域の設定指示によってステップ S 3 1 0 の磁界発生条件の切替処理で、磁界発生条件の磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切替がなかったと判断した場合（ステップ S 3 1 2 : N o）、さらに、磁界発生条件の磁界の種類が均一勾配磁界からピーク磁界に切替があったか否かを判断する（ステップ S 3 2 2）。

30

【 0 1 4 8 】

磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界発生条件の磁界の種類が均一勾配磁界からピーク磁界に切替があったと判断した場合（ステップ S 3 2 2 : Y e s）について説明する。この場合は、液中領域あるいは液底領域から液面領域に誘導領域が切り替えられた場合である。この場合には、磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界条件記憶部 3 4 7 が記憶する直前のピーク磁界の発生条件を取得し（ステップ S 3 2 4）、取得した条件でピーク磁界を磁界発生部 2 に発生させる（ステップ S 3 2 6）。この結果、液面領域のうち、直前に位置していた液面位置にカプセル型内視鏡 1 0 が戻ることとなる。

40

【 0 1 4 9 】

これに対し、磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界発生条件の磁界の種類が均一勾配磁界からピーク磁界に切替がなかったと判断した場合（ステップ S 3 2 2 : N o）、すなわち、磁界発生条件の磁界の種類は均一勾配磁界のままであった場合には、誘導領域が液中領域から液底領域に切り替わった場合、あるいは、液底領域から液中領域に切り替わった場合に対応する。この場合には、磁界制御指示部 3 4 5 は、磁界条件切替部 4 6 が切り替えた磁界発生条件にしたがって均一勾配磁界を発生させることによって、誘導領域として選択された液中領域あるいは液底領域にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させるための磁界を磁界発

50

生部 2 に発生させ（ステップ S 3 2 0 ）、選択された誘導領域内にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる。

【 0 1 5 0 】

磁界制御指示部 3 4 5 は、選択された誘導領域内にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる磁界を発生させた後、実施の形態 1 と同様に、カプセル型内視鏡 1 0 の移動指示があるか否かを判断する（ステップ S 3 3 2 ）。磁界制御指示部 3 4 5 は、実施の形態 1 と同様に、カプセル型内視鏡 1 0 の移動指示があると判断した場合（ステップ S 3 3 2 : Y e s ）、操作入力部 6 0 からの操作情報で指示された移動位置を演算し（ステップ S 3 3 4 ）、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡 1 0 の永久磁石 1 9 に印加する磁界条件を取得する（ステップ S 3 3 6 ）。そして、磁界制御指示部 3 4 5 は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部 8 に指示し、磁界発生部 2 は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う（ステップ S 3 3 8 ）。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、操作入力部 6 0 による操作処理にしたがった方向および位置に移動する。

10

【 0 1 5 1 】

そして、磁界制御指示部 3 4 5 がカプセル型内視鏡 1 0 の移動指示がないと判断した場合（ステップ S 3 3 2 : N o ）、または、磁界発生処理（ステップ S 3 3 8 ）が終了した場合、画像受信部 4 1 は、画像受信処理（ステップ S 3 4 0 ）を行い、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理（ステップ S 3 4 2 ）を行う。この結果、表示部 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した体内画像を順次表示する。続いて、体外制御部 3 0 4 は、入力部 6 が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する（ステップ S 3 4 4 ）。体外制御部 3 0 4 は、体内観察が終了していないと判断した場合には（ステップ S 3 4 4 : N o ）、体内観察を継続するため、ステップ S 3 0 8 に戻り、誘導領域の設定指示があるか否かを判断する。また、体外制御部 3 0 4 は、体内観察が終了したと判断した場合には（ステップ S 3 3 4 : Y e s ）、体内観察を終了する。

20

【 0 1 5 2 】

このように、実施の形態 3 においては、均一磁界勾配からピーク磁界への切り替えがあった場合、直前に発生させたピーク磁界の水平面におけるピーク位置を記憶させて、均一勾配磁界からピーク磁界に磁界が切り替わった場合には、記憶させておいた位置にピークを有するピーク磁界を発生させて、カプセル型内視鏡 1 0 の位置を確定している。このため、実施の形態 3 によれば、操作者が均一勾配磁界の発生によってカプセル型内視鏡 1 0 を移動させた場合にカプセル型内視鏡 1 0 の位置が判別できなかった場合であっても、勾配磁界からピーク磁界に磁界が切り替わった場合には元の液面位置に自動的にカプセル型内視鏡 1 0 が戻るため、操作者は、液面にカプセル型内視鏡 1 0 を戻すための誘導操作を行わずとも元の液面位置から、カプセル型内視鏡 1 0 による体内観察およびカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を円滑に再開することができる。

30

【 0 1 5 3 】

また、カプセル型医療装置用誘導システム 3 0 1 では、誘導領域が切り替わった場合のみならず、カプセル型内視鏡 1 0 による体内観察中にアプローチモードの選択によって液面領域に位置するカプセル型内視鏡 1 0 を液中あるいは液底の撮像対象物に近接させる場合にも、同様にピーク磁界の発生条件に関する記憶処理を行う。この場合について、図 3 3 を参照して説明する。図 3 3 は、図 3 0 に示すカプセル型医療装置用誘導システム 3 0 1 におけるアプローチモード処理の処理手順を示すフローチャートである。

40

【 0 1 5 4 】

図 3 3 に示すように、体外制御部 3 0 4 においては、画像受信部 4 1 による画像受信処理（ステップ S 4 0 2 ）、画像表示制御部 4 2 による画像表示処理（ステップ S 4 0 4 ）が行われ、磁界制御指示部 3 4 5 は、操作入力部 6 0 からの操作情報をもとにアプローチモードが指示されたか否かを判断する（ステップ S 4 0 6 ）。磁界制御指示部 3 4 5 は、アプローチモードが指示されたと判断した場合（ステップ S 4 0 6 : Y e s ）、設定されている誘導領域は液面領域であるか否かを判断する（ステップ S 4 0 8 ）。磁界制御指示部 3 4 5 は、設定されている誘導領域は液面領域であると判断した場合（ステップ S 4 0

50

8 : Yes)、ピーク磁界によってカプセル型内視鏡10の水平面における位置が制御されていることから、このピーク磁界の水平面におけるピーク位置を含むピーク磁界発生条件を磁界条件記憶部347に記憶させる(ステップS410)。そして、磁界制御指示部345は、前述したダイビングモードで磁界発生部2に磁界を発生させる(ステップS412)。この結果、液面から液中にカプセル型内視鏡10を正しく移動させることができる。

【0155】

そして、磁界制御指示部345は、ステップS412の処理後、または、設定されている誘導領域は液面領域でないと判断した場合(ステップS408: No)、カプセル型内視鏡10をカプセル型内視鏡10の長軸La方向に勾配を有する均一勾配磁界を磁界発生部2に発生させて(ステップS414)、撮像対象物にカプセル型内視鏡10を近接させる。

10

【0156】

次いで、磁界制御指示部345は、アプローチモードの指示が解除されたか否かを判断する(ステップS416)。磁界制御指示部345は、アプローチモードの指示が解除されていないと判断した場合(ステップS416: No)、すなわち、アプローチモードが指示されたままであると判断した場合には、ステップS414に戻り、均一勾配磁界の発生を磁界発生部2に継続させる。これに対し、磁界制御指示部345は、アプローチモードの指示が解除されたと判断した場合(ステップS416: Yes)、磁界発生部2に均一勾配磁界の発生を停止させる(ステップS418)。そして、磁界条件記憶部347に記憶された直前のピーク磁界の発生条件を取得し(ステップS420)、取得した条件でピーク磁界を磁界発生部2に発生させる(ステップS422)。この結果、アプローチモード前の液面位置にカプセル型内視鏡10が戻ることとなる。

20

【0157】

このため、操作者は、アプローチボタン64を押圧することによって、アプローチした画像を確認できる。そして、操作者がアプローチボタン64から指を離すことによって、アプローチボタン64押圧前の液面位置にカプセル型内視鏡10が自動的に戻るため、操作者は、アプローチボタン64押圧前の液面位置からカプセル型内視鏡10の誘導を再開できる。

【0158】

そして、磁界制御指示部345がアプローチモードが指示されていないと判断した場合(ステップS406: No)、または、磁界発生部2によるステップS422におけるピーク磁界発生処理が終了した場合、画像受信部41は、画像受信処理(ステップS424)を行い、画像表示制御部42は、画像表示処理(ステップS426)を行う。この結果、表示部5は、カプセル型内視鏡10が撮像した体内画像を順次表示する。続いて、体外制御部304は、入力部6が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する(ステップS428)。体外制御部304は、体内観察が終了していないと判断した場合には(ステップS428: No)、体内観察を継続するため、ステップS406に戻り、アプローチモードの指示があるか否かを判断する。また、体外制御部304は、体内観察が終了したと判断した場合には(ステップS428: Yes)、体内観察を終了する。

30

40

【0159】

また、ピーク磁界を用いて液中領域でのカプセル型内視鏡10を誘導する場合にも適用できる。磁界制御指示部345は、図34に示すように、矢印Y61、Y62のように液中領域でピーク磁界を用いてカプセル型内視鏡10を誘導し、アプローチモードが指示された場合も、同様に直前のピーク磁界の発生条件を記憶してから、均一勾配磁界を発生させることによって矢印Y63のように胃壁Stの撮像対象物への近接移動を行う。そして、磁界制御指示部345は、アプローチモードの指示が解除された場合には、記憶したピーク磁界音発生条件を取得し、取得した条件で磁界発生部2にピーク磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡10は、矢印Y64のように、アプローチモード指示前の液

50

中領域内の位置に戻る事となる。

【0160】

また、磁界発生部2が発生する磁界の種類が、ピーク磁界から均一勾配磁界、または、均一勾配磁界からピーク磁界に、手動で切り替えられた場合にも適用可能である。この場合について、図35を参照して説明する。図35は、カプセル型内視鏡10による体内観察中に磁界の種類が手動で切り替えられた場合について示している。

【0161】

図35に示すように、体外制御部304では、画像受信部41が画像受信処理(ステップS502)を行い、画像表示制御部42が画像表示処理(ステップS504)を行う。

【0162】

そして、体外制御部304において、磁界制御指示部345は、入力部6からの指示情報などをもとに、発生磁界の種類の変更指示があったか否かを判断する(ステップS506)。磁界制御指示部345は、発生磁界の種類の変更指示があったと判断した場合には(ステップS506:Yes)、磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えられたか否かを判断する(ステップS508)。

【0163】

磁界制御指示部345は、磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えられたと判断した場合(ステップS508:Yes)、直前まで発生させていたピーク磁界の水平面におけるピーク位置を含むピーク磁界発生条件を磁界条件記憶部347に記憶させる(ステップS510)。

【0164】

そして、磁界制御指示部345は、カプセル型内視鏡10の移動指示があるか否かを判断する(ステップS512)。磁界制御指示部345がカプセル型内視鏡10の移動指示がないと判断した場合(ステップS512:No)、画像受信部41による画像受信処理(ステップS514)、画像表示制御部42による画像表示処理(ステップS516)が行われ、カプセル型内視鏡10による体内観察が継続した後に、ステップS512に戻る。これに対し、磁界制御指示部345がカプセル型内視鏡10の移動指示があると判断した場合(ステップS512:Yes)、磁界条件切替部46は、磁界発生部2に発生させる磁界の種類をピーク磁界から均一勾配磁界に切り替える(ステップS518)。そして、磁界制御指示部345は、操作入力部60からの操作情報で指示された移動位置を演算し(ステップS526)、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡10の永久磁石19に印加する磁界条件を取得する(ステップS528)。そして、磁界制御指示部345は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部8に指示し、磁界発生部2は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う(ステップS530)。すなわち、磁界制御指示部345は、操作入力部60が操作情報を入力するまでは、安定した操作のためにカプセル型内視鏡10の位置が確定できるように、磁界発生部2によるピーク磁界の発生を維持しておき、操作入力部60による操作情報が入力されてから磁界発生部2に均一勾配磁界を発生させるようにしている。

【0165】

また、磁界制御指示部345は、磁界の種類がピーク磁界から均一勾配磁界に切り替えられていないと判断した場合(ステップS508:No)、すなわち、磁界の種類が均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えられたと判断した場合、磁界条件記憶部347が記憶する直前のピーク磁界の発生条件を取得し(ステップS520)、取得した条件でピーク磁界を磁界発生部2に発生させる(ステップS522)。この結果、前回位置していた液面位置にカプセル型内視鏡10が戻る事となる。そして、磁界制御指示部345は、カプセル型内視鏡10の移動指示があるか否かを判断する(ステップS524)。また、磁界制御指示部345が発生磁界の種類の変更指示がないと判断した場合にも(ステップS506:No)、ステップS524に進む。

【0166】

磁界制御指示部345は、カプセル型内視鏡10の移動指示があると判断した場合(ス

10

20

30

40

50

テップ S 5 2 4 : Y e s)、操作入力部 6 0 からの操作情報で指示された移動位置を演算し(ステップ S 5 2 6)、誘導領域に対応する磁界発生条件をもとにカプセル型内視鏡 1 0 の永久磁石 1 9 に印加する磁界条件を取得する(ステップ S 5 2 8)。そして、磁界制御指示部 3 4 5 は、取得した磁界条件での磁界の発生を磁界制御部 8 に指示し、磁界発生部 2 は、指示された条件で磁界を発生する磁界発生処理を行う(ステップ S 5 3 0)。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、操作入力部 6 0 による操作処理にしたがった方向および位置に移動する。

【 0 1 6 7 】

そして、磁界制御指示部 3 4 5 がカプセル型内視鏡 1 0 の移動指示がないと判断した場合(ステップ S 5 2 4 : N o)、または、磁界発生処理(ステップ S 5 3 0)が終了した場合、画像受信部 4 1 は、画像受信処理(ステップ S 5 3 2)を行い、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理(ステップ S 5 3 4)を行う。この結果、表示部 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した体内画像を順次表示する。続いて、体外制御部 3 0 4 は、入力部 6 が入力した指示情報をもとに、体内観察が終了したか否かを判断する(ステップ S 5 3 6)。体外制御部 3 0 4 は、体内観察が終了していないと判断した場合には(ステップ S 5 3 6 : N o)、体内観察を継続するため、ステップ S 5 0 6 に戻る。また、体外制御部 3 0 4 は、体内観察が終了したと判断した場合には(ステップ S 5 3 6 : Y e s)、体内観察を終了する。

【 0 1 6 8 】

この場合も、均一勾配磁界の発生によってカプセル型内視鏡を移動させた場合にカプセル型内視鏡 1 0 の位置が判別できなかった場合であっても、勾配磁界からピーク磁界に磁界が切り替わった場合には元の液面位置に自動的にカプセル型内視鏡 1 0 が戻るため、操作者は、液面にカプセル型内視鏡 1 0 を戻すための誘導操作を行わずとも元の液面位置から、カプセル型内視鏡 1 0 による体内観察およびカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を円滑に再開することができる。

【 0 1 6 9 】

次に、表示部 5 が実際に表示する表示内容について説明する。図 3 6 は、表示部 5 が表示するメニュー画面を例示する図である。図 3 6 に示すように、表示部 5 は、誘導メニュー M 1 および観察メニュー M 2 の二つのメニュー画面を表示する。このうち、誘導メニュー M 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 の誘導を補助するためのメニュー画面であり、観察メニュー M 2 は、カプセル型内視鏡 1 0 が送信した体内画像の観察を補助するためのメニュー画面である。

【 0 1 7 0 】

まず、誘導メニュー M 1 について説明する。表示部 5 は、誘導メニュー M 1 のうち、左上方の領域 A 1 1 にカプセル型内視鏡 1 0 の姿勢図として鉛直面における姿勢図 G p 1、水平面における姿勢図 G p 2 を表示する。各姿勢図 G p 1、G p 2 に表示したカプセル型内視鏡 1 0 の姿勢は、磁界発生部 2 が発生させている磁界条件から推測したものである。そして、この姿勢図 G p 1、G p 2 では、カプセル型内視鏡 1 0 を誘導可能である方向を矢印で示し、いずれかの誘導方向の操作入力があった場合には、入力方向に対応する矢印の表示色を変えて、操作者の操作を補助している。

【 0 1 7 1 】

前述したように、誘導領域によって、カプセル型内視鏡 1 0 を誘導できる方向が異なるため、誘導領域ごとに姿勢図 G p 1、G p 2 の矢印が異なる。たとえば、誘導領域として液面領域を選択した場合には、図 3 7 に例示するように、ティルティング動作に対応する矢印 Y 1 1 g、ローテーション動作に対応する矢印 Y 1 2 g、水平バックワード動作あるいは水平フォワード動作に対応する矢印 Y 1 3 g、水平ライト動作あるいは水平レフト動作に対応する矢印 Y 1 4 g を、姿勢図 G p 1、G p 2 に表示する。また、誘導領域として液中領域を選択した場合には、図 3 8 に例示するように、ティルティング動作に対応する矢印 Y 2 1 g、ローテーション動作に対応する矢印 Y 2 2 g、バックワード動作あるいはフォワード動作に対応する矢印 Y 2 3 g、ライト動作

10

20

30

40

50

あるいはレフト動作に対応する矢印 Y 2 4 g、アップ動作あるいはダウン動作に対応する矢印 Y 2 5 g を、姿勢図 G p 1, G p 2 に表示する。また、誘導領域として液底領域を選択した場合には、図 3 9 に例示するように、ティルティング動作に対応する矢印 Y 3 1 g、ローテーション動作に対応する矢印 Y 3 2 g を、姿勢図 G p 1, G p 2 に表示する。操作者は、この姿勢図 G p 1, G p 2 を確認することによって、現に選択している誘導領域において操作可能な各動作を容易に把握し、選択することができる。なお、誘導領域として液面領域を選択した場合には、各姿勢図 G p 1, G p 2 に、図 4 0 (1) のように液面 W s を示すライン L w s を表示してもよい。また、誘導領域として液底領域を選択した場合には、各姿勢図 G p 1, G p 2 に、図 4 0 (3) のように下方の胃壁面を示すライン L s t を表示してもよい。なお、誘導領域として液中領域を選択した場合には、図 4 0 (2) のようにラインを表示しない。このように表示することによって、操作者は、誘導領域がどの領域にあるかを容易に判断することができる。

10

【 0 1 7 2 】

表示部 5 は、図 3 6 に示す誘導メニュー M 1 のうち、領域 A 1 1 の身外方向に位置する領域 A 1 2 に、現に選択されている誘導領域を記載した誘導領域欄 T n を表示する。表示部 5 は、この誘導領域欄 T n に、図 4 1 (1) に示すように、誘導領域として液面領域を選択した場合には液面領域を示す文言を表示し、図 4 1 (2) に示すように、誘導領域として液中領域を選択した場合には液中領域を示す文言を表示し、図 4 1 (3) に示すように、誘導領域として液底領域を選択した場合には液底領域を示す文言を表示する。操作者は、この誘導領域欄 T n を確認することによって、現に選択している誘導領域を容易に把握することができる。

20

【 0 1 7 3 】

また、表示部 5 は、図 3 6 に示す誘導メニュー M 1 に、領域 A 1 2 の下方に位置する領域 A 1 3 に、後述するダイビングモードのオン状態またはオフ状態を示すダイビングモード欄 T d およびアプローチモードのオン状態またはオフ状態を示すアプローチモード欄 T a を表示する。表示部 5 は、ダイビングモード欄 T d を、オフ状態である場合には図 4 2 (1) のように暗く表示し、オン状態である場合には図 4 2 (2) のように明るく表示する。アプローチモード欄 T a も同様である。

【 0 1 7 4 】

そして、表示部 5 は、領域 A 1 1 の下方の領域 A 1 4 に、水平面における磁界発生可能エリアを示す。表示部 5 は、この領域 A 1 4 の磁界発生可能エリアに、点 G c に例示するように、ピーク磁界のピーク位置を示す。誘導領域として液面が選択されている場合には、ピーク磁界発生時には、ピーク位置にカプセル型内視鏡 1 0 が拘束されるため、この磁界発生可能エリアに示すピーク位置にカプセル型内視鏡 1 0 が位置しているものと考えてよい。このため、操作者は、この領域 A 1 4 に示されたピーク位置を確認することによって、カプセル型内視鏡 1 0 の水平方向の位置を容易に把握することができる。

30

【 0 1 7 5 】

また、図 4 3 のカプセル型内視鏡像 P c に示すように、ピーク位置に、カプセル型内視鏡 1 0 を鉛直方向から見たときの画像を表示することで、操作者がカプセル型内視鏡 1 0 の位置および姿勢の双方を同時に把握できるようにしてもよい。カプセル型内視鏡 1 0 の姿勢は、磁界発生部 2 が発生する磁界の方向をもとに推測したものである。なお、均一勾配磁界でカプセル型内視鏡 1 0 を誘導している場合には、磁界発生可能エリアでのピーク位置は非表示となる。また、均一勾配磁界からピーク磁界に磁界が切り替わった場合には、磁界発生可能エリアに再度ピーク位置が表示される。

40

【 0 1 7 6 】

次に、観察メニュー M 2 について説明する。表示部 5 は、観察メニュー M 2 のうち、左上方の領域 A 2 1 に被検体の患者名、患者 I D、性別、年齢等の各被検体情報を表示する。そして、表示部 5 は、観察メニュー M 2 の中央左側に、撮像部 1 1 A が撮像した生体画像 G 1 を表示し、観察メニュー M 2 中央右側に、撮像部 1 1 B が撮像した生体画像 G 2 を表示する。表示部 5 は、これらの生体画像 G 1, G 2 の間の領域 A 2 2 に、液面領域に対

50

応するマーカー T s、液中領域に対応するマーカー T b および液底領域に対応するマーカー T u を表示しており、選択した誘導領域に対応するマーカーを、他の選択していない誘導領域と比較して、明るく表示する。図 36 の例では、液底領域に対応するマーカー T u が明るくなっている。このため、操作者は、誘導メニュー M 1 の誘導領域欄 T n を確認しなくとも、カプセル型内視鏡 10 による各画像 G 1, G 2 とともに、これらの画像 G 1, G 2 に近接して表示された各マーカー T s, T b, T u の表示状態を確認することによって、現に選択している誘導領域を簡易に把握することができる。また、表示部 5 は、画像 G 1, G 2 下方の領域 A 2 3 に、キャプチャボタン 6 5 の押圧操作によってキャプチャされた各画像を、キャプチャ時間とともに、縮小表示する。

【 0 1 7 7 】

また、表示部 5 は、観察メニュー M 2 の領域 A 2 1 下方の領域 A 2 5 に、カプセル型内視鏡 10 の誘導操作以外の操作に関する各種ボタンを表示する。磁界発生部 2 による磁界発生中、すなわちカプセル型内視鏡 10 の誘導操作中には、誘導に関する操作のみが有効となり、それ以外の操作に関する入力は無効になる。この結果、操作者は誘導操作のみに集中できることから、安定した誘導操作環境を提供できる。画像表示制御部 4 2 は、体外制御部 4 から磁界発生部 2 において磁界が発生していることを意味する通信データを受信すると、領域 A 2 5 に表示した各ボタンを操作不可、すなわち無効とする。また、画像表示制御部 4 2 は、体外制御部 4 から磁界発生部 2 において磁界が停止したことを意味する通信データを受信すると、領域 A 2 5 に表示した各ボタンを操作可能、すなわち有効とする。

【 0 1 7 8 】

表示部 5 は、この領域 A 2 5 に、たとえば、検査中にコメントを記入する機能を有する Comment ボタン T p 1、過去の検査データのリストを表示する機能を有する Exam . List ボタン T p 2、表示画像の色調や構造強調レベルを調整する機能を有する Adjustment ボタン T p 3、表示画像の構造強調レベル (HIGH / LOW) ENH . HIGH / LOW ボタン T p 4、表示画像のサイズを大きくする機能を有する Zoom In ボタン T p 5、表示画像のサイズを小さくする機能を有する Zoom Out ボタン T p 6、画像周辺に表示した姿勢情報 (ダイヤルゲージ) のタイプを選択する機能を有する Scale A ボタン T p 7、表示されている画像をキャプチャする機能を有する Capture ボタン T p 8 を表示する。なお、表示部 5 は、Capture ボタン T p 8 によってキャプチャされた画像を、領域 A 2 3 内に縮小表示する。

【 0 1 7 9 】

表示部 5 は、観察メニュー M 2 の領域 A 2 5 上方に、検査を終了し検査データを保存する機能を有する Exam . End ボタン T e を表示する。画像表示制御部 4 2 は、この Exam . End ボタン T e を常に操作可能、すなわち有効にしている。このため、磁界発生部 2 による磁界発生中、すなわちカプセル型内視鏡 10 の誘導操作中、あるいは、それ以外の状況でも検査データの確定 (保存) を可能とする。これによって、磁界制御部 8 からの通信に障害が発生し、即時復帰できない場合などであっても、この Exam . End ボタン T e 選択によって、検査データを保護することが可能になる。なお、表示部 5 は、Exam . End ボタン T e の左側に、患者情報を登録し検査を開始する機能を有する Add Patient ボタン T a d を表示する。

【 0 1 8 0 】

また、本実施の形態 1 ~ 3 においては、撮像部を複数有するカプセル型内視鏡 10 を用いた場合を例に説明したが、もちろん、図 4 4 に示すように、単数の撮像部 1 1 A を有するカプセル型内視鏡 4 1 0 であってもよい。この場合、カプセル型筐体 4 1 2 は、筒状筐体 4 1 2 a の片側の開口端をドーム形状筐体 1 2 b で塞いだ構成を有する。

【 0 1 8 1 】

また、本実施の形態 1 ~ 3 においては、永久磁石 1 9 を用いたカプセル型内視鏡 10 を例に説明したが、もちろんこれに限らず、永久磁石 1 9 に代えて電磁石を備えたカプセル型内視鏡であってもよい。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0182】

- 1, 201, 301 カプセル型医療装置用誘導システム
- 2 磁界発生部
- 3 送受信部
- 4, 204, 304 体外制御部
- 5 表示部
- 6 入力部
- 7 記憶部
- 8 磁界制御部
- 9 電力供給部
- 10 カプセル型内視鏡
- 11A, 11B 撮像部
- 12 カプセル型筐体
- 13A, 13B 照明部
- 14A, 14B 光学系
- 15A, 15B 撮像素子
- 16 無線通信部
- 16a アンテナ
- 17 制御部
- 18 電源部
- 19 永久磁石
- 41 画像受信部
- 42 画像表示制御部
- 45, 245, 345 磁界制御指示部
- 46 磁界条件切替部
- 47, 347 磁界条件記憶部

10

20

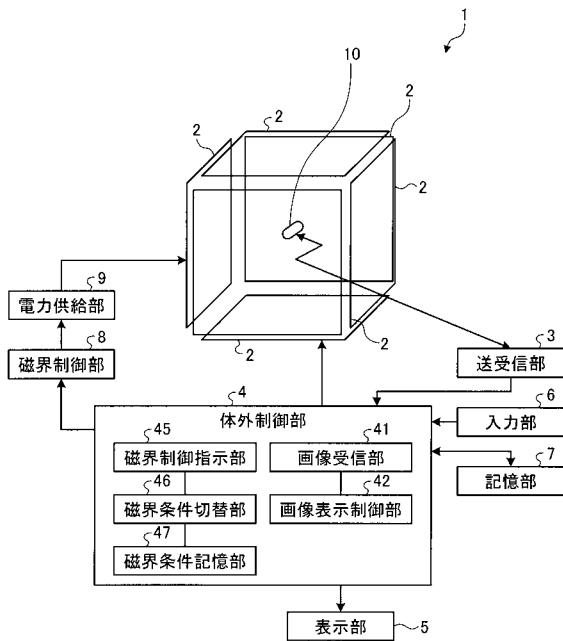
【要約】

本発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システム301は、磁界発生部2に発生させる磁界をカプセル型内視鏡10を任意の位置に拘束するピーク磁界から略均一な磁気勾配を有しカプセル型内視鏡10の永久磁石を付勢する均一勾配磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部347に該ピーク磁界の水平面の発生位置を記憶させるとともに、磁界発生部2に発生させる磁界を均一勾配磁界からピーク磁界に切り替えるときに磁界条件記憶部347が記憶する位置にピーク磁界を発生させる。

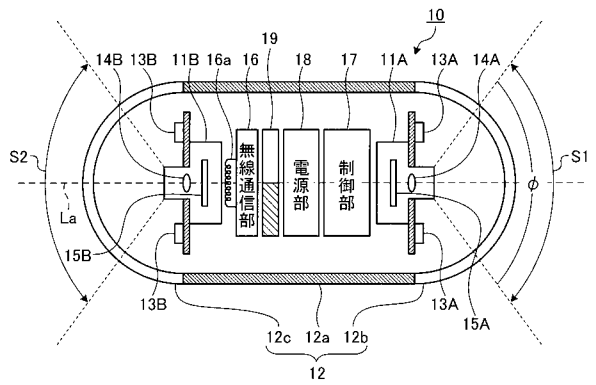
30

【選択図】図31

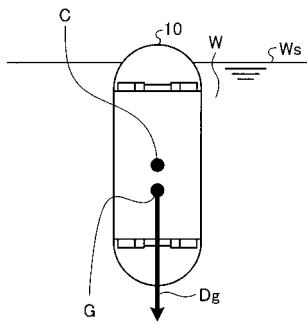
【図1】



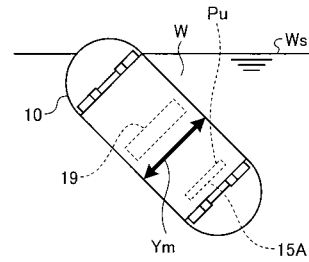
【図2】



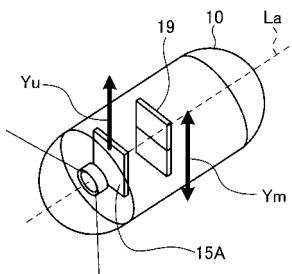
【図3】



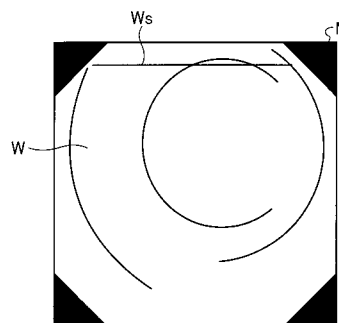
【図5】



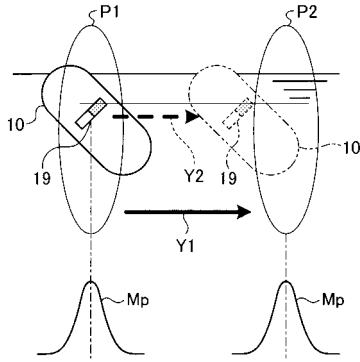
【図4】



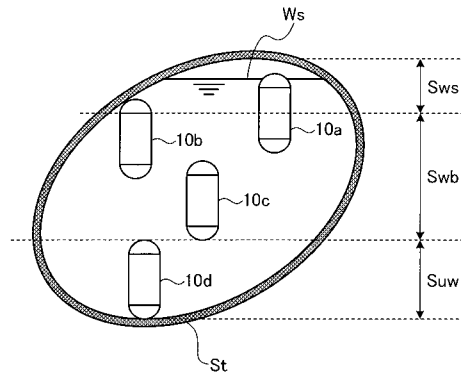
【図6】



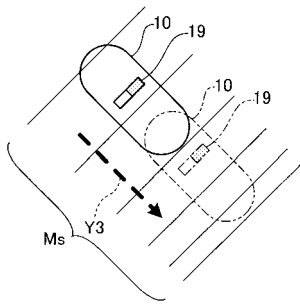
【図7】



【図9】



【図8】



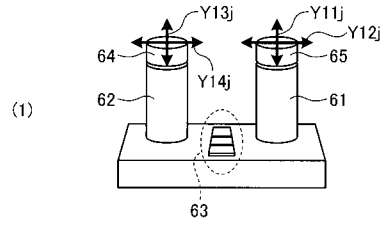
【図10】

| 誘導領域 | T1 | | |
|-------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | 液面(含、胃壁上面) | 液中 | 液底 |
| 磁界の種類 | ピーク磁界 +鉛直方向勾配磁界 | 均一勾配磁界 +均一磁界 | 均一勾配磁界 +均一磁界 |

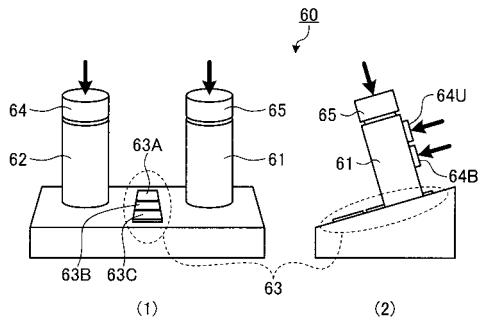
【図11】

| 誘導領域 | T2 | | |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | 液面(含、胃壁上面) | 液中 | 液底 |
| 操作 入力部が 無い場合 | 合力 ↑ 浮力 ↑ 重力 ↓ 磁力 ↑ Ws | 合力 ↑ 浮力 ↑ 重力 ↓ 磁力 ↑ | 合力 ↓ 浮力 ↑ 重力 ↓ 磁力 ↓ St |

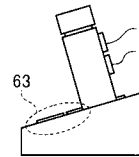
【図13】



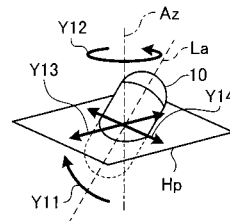
【図12】



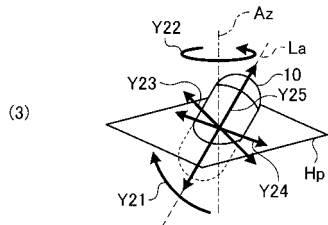
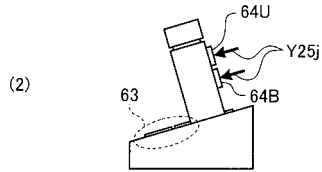
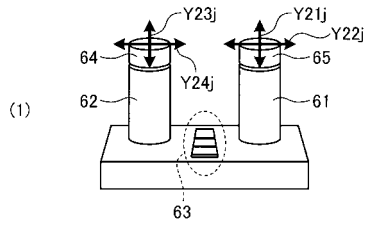
(2)



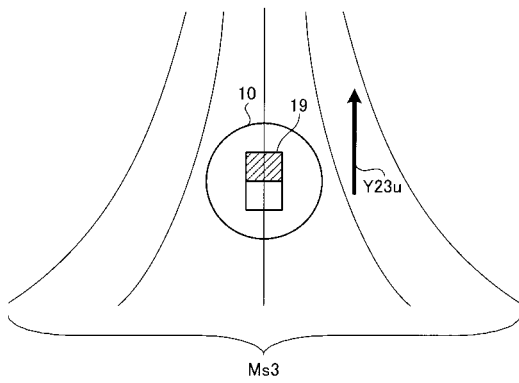
(3)



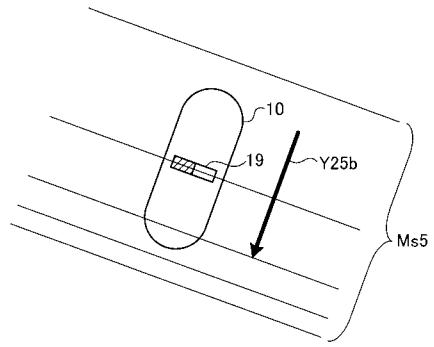
【 図 1 4 】



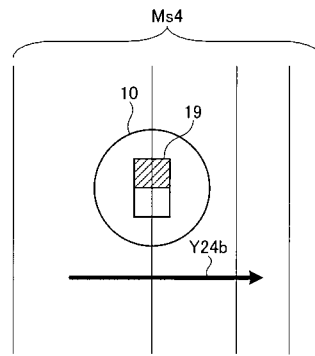
【 図 1 7 】



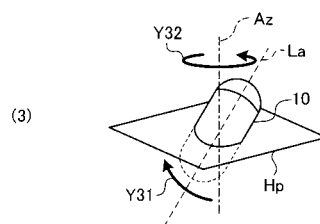
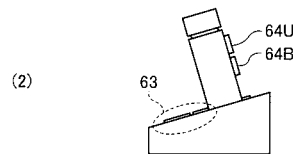
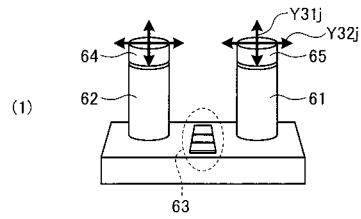
【 図 1 5 】



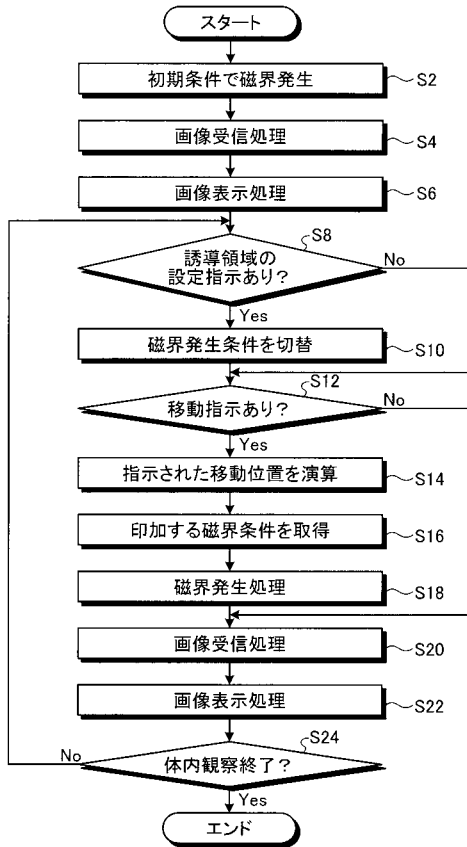
【 図 1 6 】



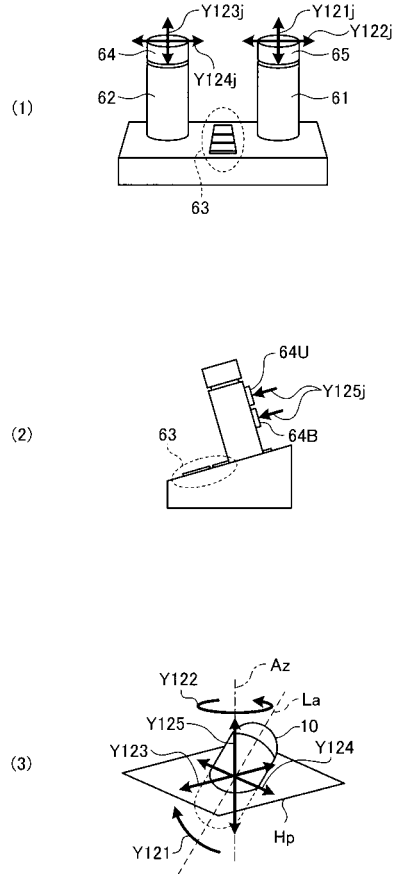
【 図 1 8 】



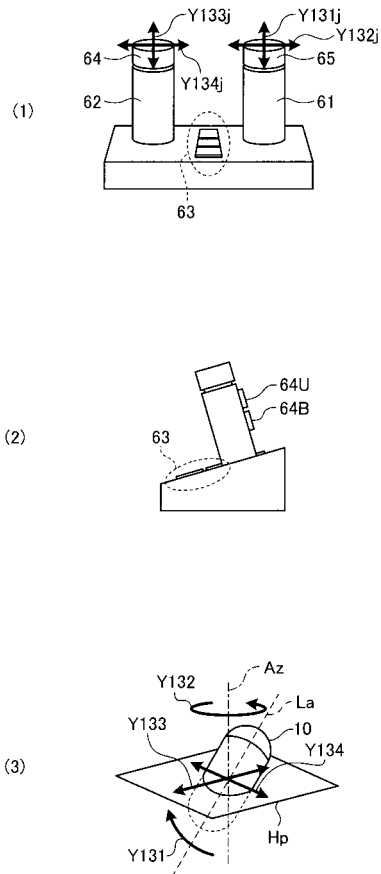
【図19】



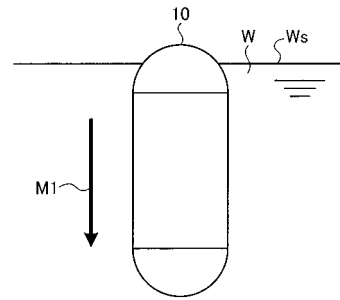
【図20】



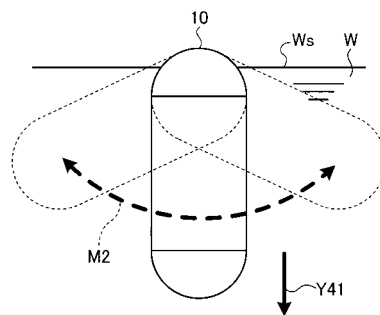
【図21】



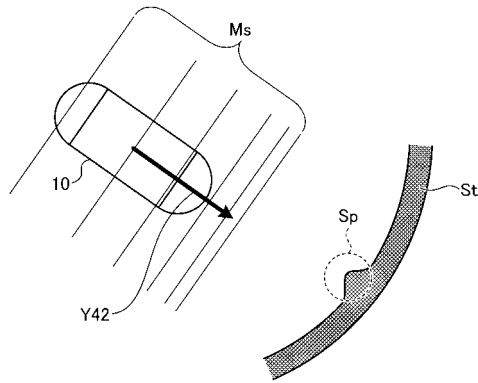
【図22】



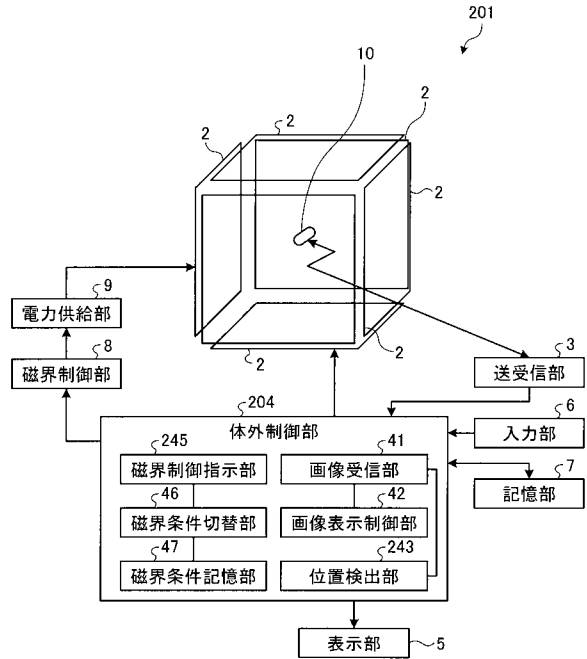
【図23】



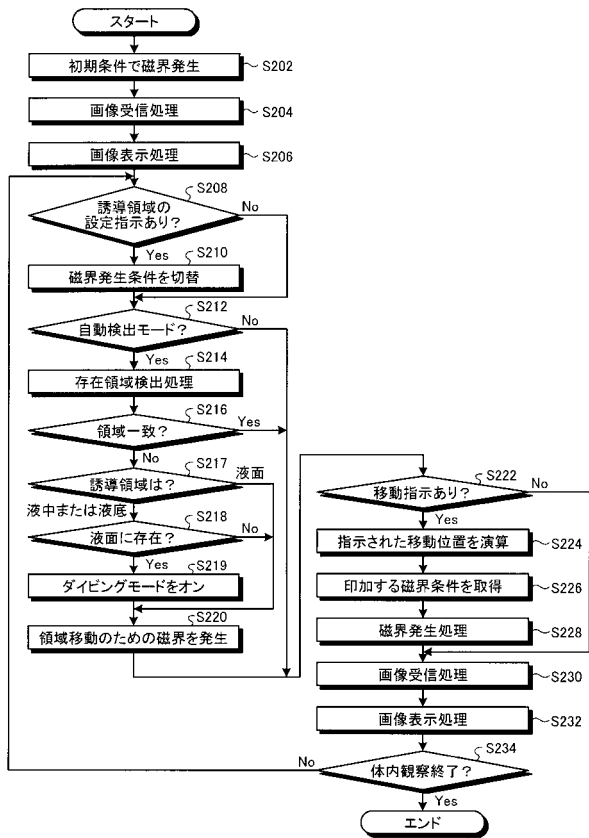
【図24】



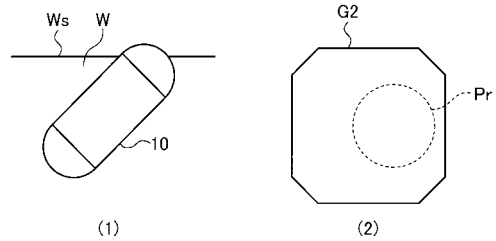
【図25】



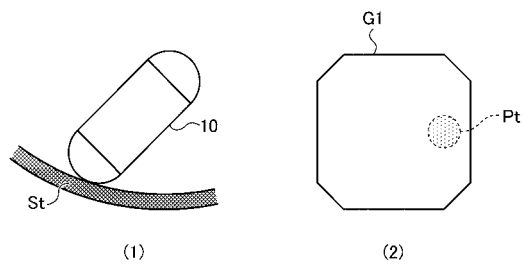
【図26】



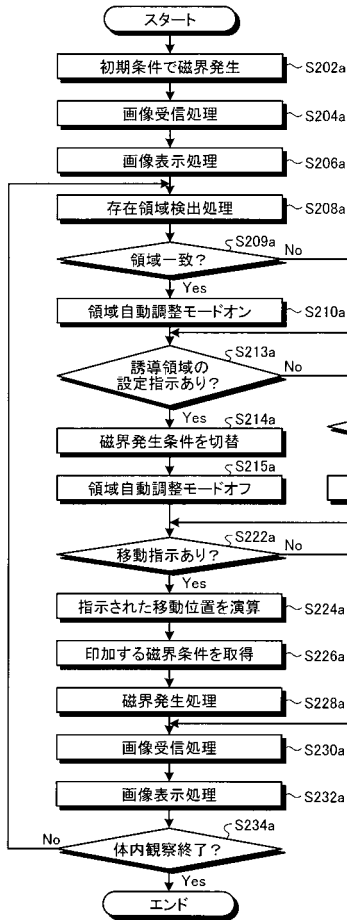
【図27】



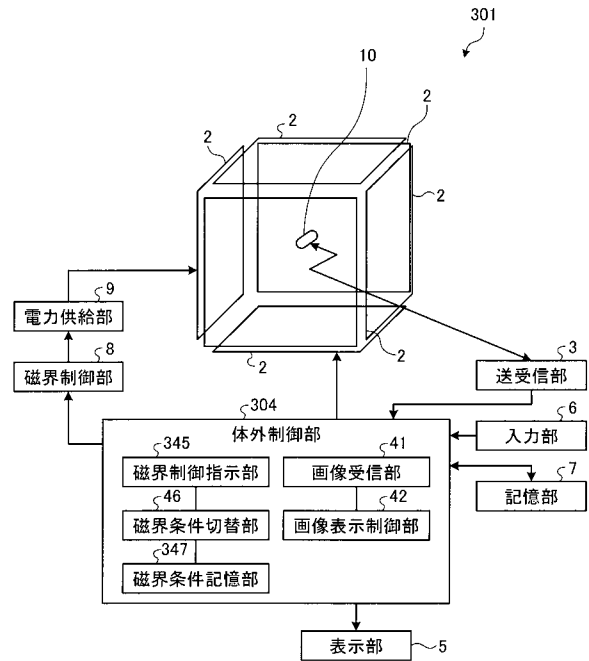
【図28】



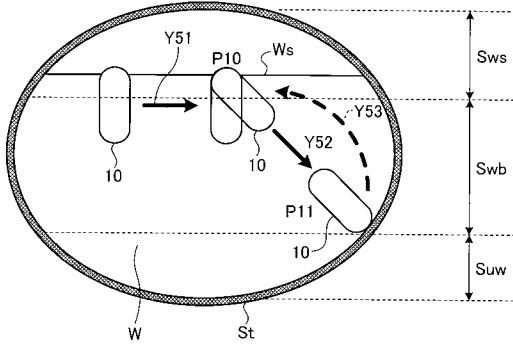
【図 29】



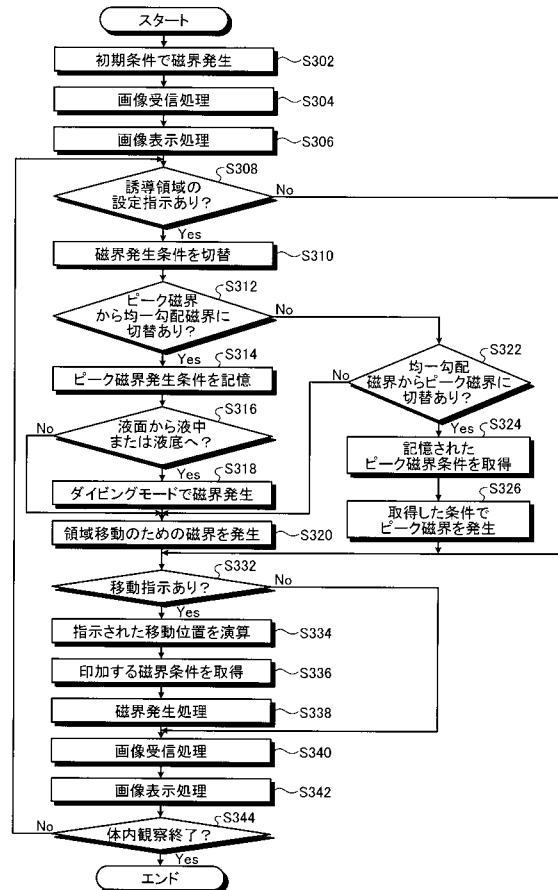
【図 30】



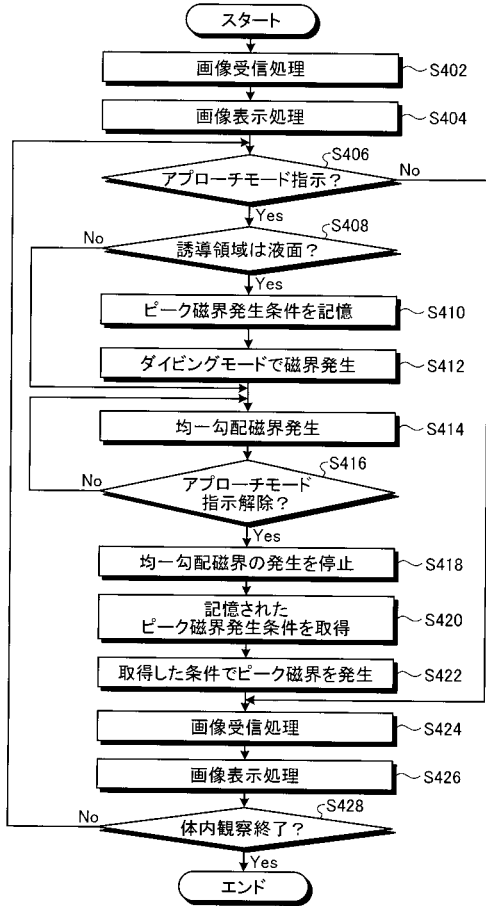
【図 31】



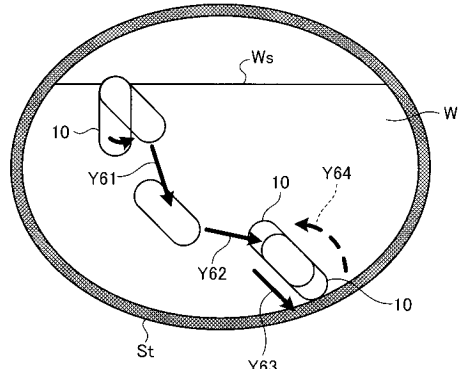
【図 32】



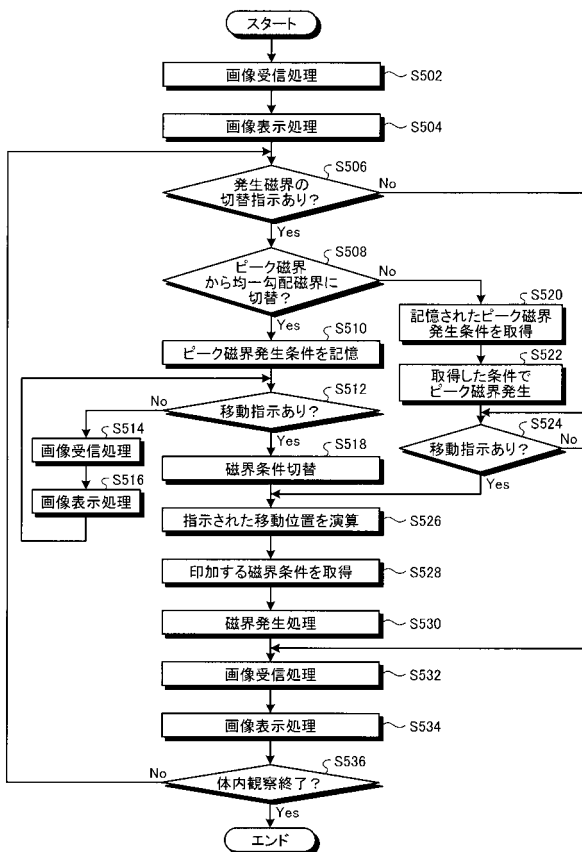
【図33】



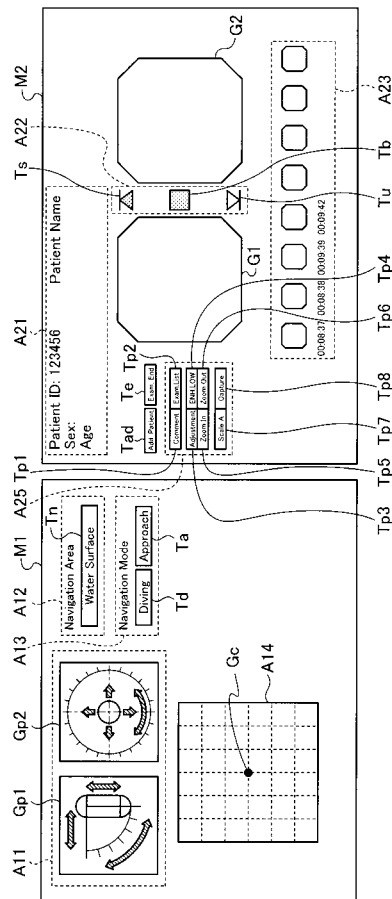
【図34】



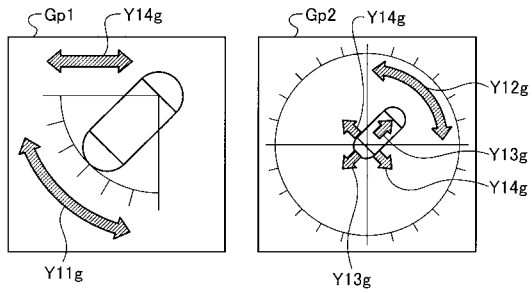
【図35】



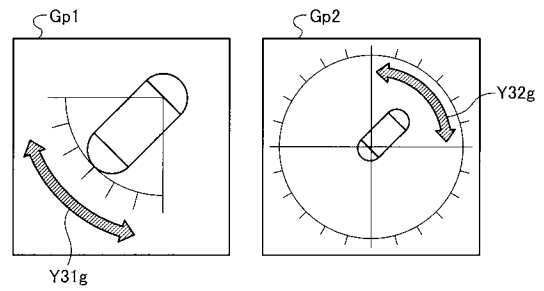
【図36】



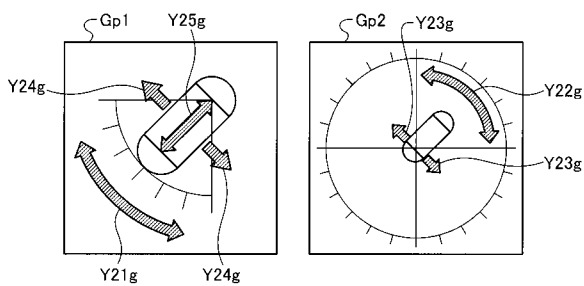
【図37】



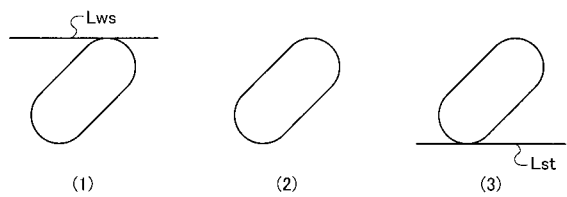
【図39】



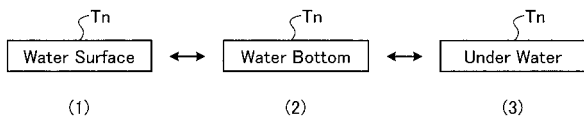
【図38】



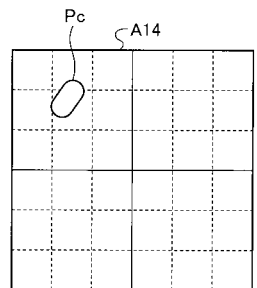
【図40】



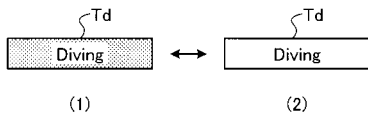
【図41】



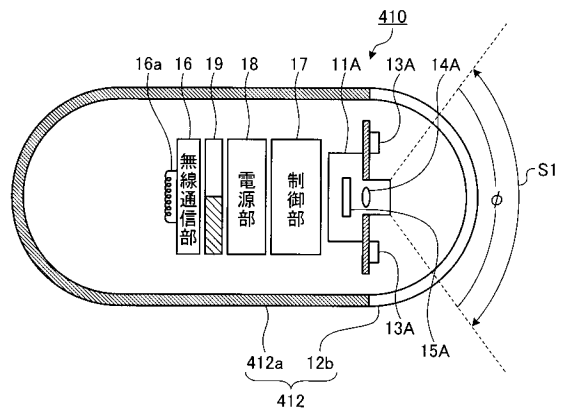
【図43】



【図42】



【図44】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-168144(JP,A)
特開2010-17553(JP,A)
国際公開第2008/99851(WO,A1)
特開2008-178693(JP,A)
国際公開第2007/74888(WO,A1)
国際公開第2006/33306(WO,A1)
特開2004-298560(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 胶囊型医疗器械感应系统 | | |
| 公开(公告)号 | JP4674276B1 | 公开(公告)日 | 2011-04-20 |
| 申请号 | JP2010546176 | 申请日 | 2010-08-04 |
| [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 | A61B1/00039 A61B1/00158 A61B1/041 A61B1/2736 A61B5/062 A61B34/73 | | |
| FI分类号 | A61B1/00.320.B A61B1/00.320.Z | | |
| 代理人(译) | 酒井宏明 | | |
| 优先权 | 2009256326 2009-11-09 JP | | |
| 其他公开文献 | JPWO2011055578A1 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

根据本发明的胶囊型医疗装置引导系统301具有从峰值磁场基本均匀的磁梯度，该峰值磁场将在磁场产生单元2中产生的磁场约束到胶囊内窥镜10中的任意位置，并且具有基本均匀的磁场。磁场条件存储部347在切换为对内窥镜10的永磁体施加偏压的均匀梯度磁场的情况下，存储峰值磁场的水平面的产生位置，由磁场产生部2产生的磁场从均匀梯度磁场达到峰值。当切换到磁场时，在磁场条件存储单元347中存储的位置处产生峰值磁场。[选择图]图31

