

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5118775号
(P5118775)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

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

請求項の数 13 (全 38 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-529399 (P2011-529399)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成22年8月20日 (2010.8.20)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2010/064108</p> <p>(87) 国際公開番号 W02011/061977</p> <p>(87) 国際公開日 平成23年5月26日 (2011.5.26)</p> <p>審査請求日 平成23年7月11日 (2011.7.11)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2009-264040 (P2009-264040)</p> <p>(32) 優先日 平成21年11月19日 (2009.11.19)</p> <p>(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</p> <p>(73) 特許権者 390039413 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト Siemens Aktiengesellschaft ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2 Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany</p> <p>(74) 代理人 100089118 弁理士 酒井 宏明</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(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】

磁界応答部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、
前記操作入力部に設けられ、前記カプセル型医療装置を被検体内の液体の上側の境界面と下側の境界面とのいずれかに接触させる接触モードと、前記カプセル型医療装置を前記上側の境界面と前記下側の境界面とのいずれかから離す離間モードとのいずれか一方を選択して前記カプセル型医療装置を磁気で誘導するための選択情報として入力する選択部と

10

、
前記操作入力部に設けられ、前記上側の境界面と前記下側の境界面とのいずれかを基準面として選択指示する情報であって、磁界方向の切替を指示するための情報である切替指示情報を入力する磁界方向切替指示部と、

前記操作入力部から入力された前記操作情報又は前記選択部から入力された前記選択情報又は前記磁界方向切替指示部から入力された前記切替指示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、
を備え、

前記制御部は、

前記切替指示情報に基づき、前記選択指示された境界面に応じて、前記接触モードと前

20

記離間モードとにおいてそれぞれ前記磁界発生部に発生させる磁界の磁気勾配を変更する磁界方向切替部を有し、

前記磁界方向切替部からの出力に基づき、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には、前記カプセル型医療装置の浮力と、前記カプセル型医療装置の重力と、磁気引力との液中における合力が前記選択指示された境界面側を向くような磁界を前記磁界発生部から継続的に発生し続けるように制御し、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には、前記カプセル型医療装置の浮力と、前記カプセル型医療装置の重力と、磁気引力との液中における合力が前記選択指示された境界面から離れる方向を向くように前記磁界発生部を制御す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】

前記接触モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配と、前記離間モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配とが鉛直方向の磁気勾配であることを特徴とする請求項 1 に記載するカプセル型医療装置用誘導システム。

【請求項 3】

前記磁界発生部の制御に関する情報を記憶する記憶部を備え、

前記操作入力部は、前記離間モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配の最適条件を指示する勾配指示部をさらに備え、

前記記憶部は、前記勾配指示部によって指示されたときに前記磁界発生部が発生する磁界の磁気勾配を前記最適条件として記憶し、

前記制御部は、前記離間モードが選択された場合に、前記記憶部に記憶された最適条件の磁気勾配を前記磁界発生部に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 4】

前記磁界発生部は、前記接触モードおよび前記離間モードが選択された場合に発生する磁気勾配の方向と異なる方向の磁気勾配を発生させ、

前記操作入力部は、前記異なる方向の磁気勾配の発生を指示する磁界発生指示部をさらに備え、

前記制御部は、前記磁界発生指示部によって前記異なる方向の磁気勾配の発生を指示された場合、前記磁界発生部に、前記接触モードおよび前記離間モードが選択された場合に発生する磁気勾配を発生させた状態で前記異なる方向の磁気勾配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 5】

前記カプセル型医療装置の動作を検出する動作検出部を備え、

前記制御部は、前記離間モードが選択された場合に前記磁界発生部に発生させる磁気勾配を段階的に変えていき、前記動作検出部の検出結果をもとに最適な磁気勾配を設定し、前記設定された最適な磁気勾配を前記磁界発生部に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 6】

前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力とは、ほぼ釣り合い、

前記制御部は、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面に接触させる第 1 の磁気勾配を有する第 1 の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面から離す第 2 の磁気勾配を有する第 2 の磁界を前記磁界発生部に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 7】

前記第 1 の磁気勾配の方向は、前記第 2 の磁気勾配の方向とは互いに逆であることを特徴とする請求項 6 に記載のカプセル型医療装置用誘導システム。

【請求項 8】

前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力との合力は、前記所望

10

20

30

40

50

の境界面側を向き、

前記制御部は、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面から離す第1の磁気勾配を有する第1の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記磁界発生部に少なくとも前記第1の磁界の発生を停止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9】

前記第1の磁気勾配の方向は、前記所望の境界面側に向かう方向とは逆の方向であることを特徴とする請求項8に記載のカプセル型医療装置用誘導システム。

【請求項10】

前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力との合力は、前記境界面側以外の方向を向き、

前記制御部は、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記境界面に接触させる第1の磁気勾配を有する第1の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には前記磁界発生部に少なくとも前記第1の磁気勾配磁界の発生を停止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11】

前記第1の磁気勾配の方向は、前記所望の境界面側に向かう方向であることを特徴とする請求項10に記載のカプセル型医療装置用誘導システム。

【請求項12】

前記第1の磁気勾配は、鉛直方向の磁気勾配であることを特徴とする請求項8に記載のカプセル型医療装置用誘導システム。

【請求項13】

前記第1の磁気勾配は、鉛直方向の磁気勾配であることを特徴とする請求項10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

10

20

30

40

50

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壁）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。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【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、略均一な磁気勾配を有する勾配磁界を発生させてカプセル型内視鏡の移動させている。しかしながら、磁界発生部は、カプセル型内視鏡を誘導する空間内に完全に均一な磁気勾配で勾配磁界を発生させることはできない。この結果、空間内の位置によって発生する磁界は異なってしまうことから、カプセル型内視鏡に対して意図しない方向に微小な力が発生する場合や、カプセル型内視鏡によって発生する力が変化する場合があった。これにより、臓器内壁や液面にカプセル型内視鏡が位置する場合には、カプセル型内視鏡に対する力が変動した場合であっても臓器内壁や液面の拘束力によってカプセル型内視鏡の動きが安定化するものの、臓器内壁や液面から離れて液中にてカプセル型内視鏡を誘導する場合には、カプセル型内視鏡を拘束する力がないため、カプセル型内視鏡に対する力の変動によってカプセル型内視鏡の動きが不安定となってしまう。このため、従来では、カプセル型内視鏡が停止できなくなる場合や、意図しない方向に移動してしまうという問題があった。

30

【0008】

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安定した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。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、磁界応答部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、前記操作入力部から入力され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、前記カプセル型医療装置を前記被検体内の前記液体の複数ある境界面のうち所望の境界面に接触させる接触モードと、前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面から

50

離す離間モードとのいずれかを選択する選択部と、を備え、前記制御部は、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には、前記カプセル型医療装置の浮力、前記カプセル型医療装置の重力または磁気引力の液中における合力が前記所望の境界面側を向くように前記磁界発生部を制御し、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置の浮力、前記カプセル型医療装置の重力または磁気引力の液中における合力が前記所望の境界面側に向かう方向以外の方向を向くように前記磁界発生部を制御することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

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、前記接触モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配と、前記離間モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配とが鉛直方向の磁気勾配であることを特徴とする。

10

【 0 0 1 1 】

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、前記操作入力部は、前記カプセル型医療装置を接触・離間させる液体の境界面として、鉛直上側の境界面と鉛直下側の境界面とのいずれかを選択指示する磁界方向切替指示部を備え、前記磁界方向切替指示部に選択指示された境界面に応じて、前記接触モードと前記離間モードで発生する磁界を切替えることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

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、前記磁界発生部の制御に関する情報を記憶する記憶部を備え、前記操作入力部は、前記離間モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配の最適条件を指示する勾配指示部をさらに備え、前記記憶部は、前記勾配指示部によって指示されたときに前記磁界発生部が発生する磁界の磁気勾配を前記最適条件として記憶し、前記制御部は、前記離間モードが選択された場合に、前記記憶部に記憶された最適条件の磁気勾配を前記磁界発生部に発生させることを特徴とする。

20

【 0 0 1 3 】

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、前記磁界発生部は、前記接触モードおよび前記離間モードが選択された場合に発生する磁気勾配の方向と異なる方向の磁気勾配を発生させ、前記操作入力部は、前記異なる方向の磁気勾配の発生を指示する磁界発生指示部をさらに備え、前記制御部は、前記磁界発生指示部によって前記異なる方向の磁気勾配の発生を指示された場合、前記磁界発生部に、前記接触モードおよび前記離間モードが選択された場合に発生する磁気勾配と発生させた状態で前記異なる方向の磁気勾配を発生させることを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

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、前記カプセル型医療装置の動作を検出する動作検出部を備え、前記制御部は、前記離間モードが選択された場合に前記磁界発生部に発生させる磁気勾配を段階的に変えていき、前記動作検出部の検出結果をもとに最適な磁気勾配を設定し、前記設定された最適な磁気勾配を前記磁界発生部に発生させることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

40

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、前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力とは、ほぼ釣り合い、前記制御部は、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面に接触させる第1の磁気勾配を有する第1の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択部によって前記離間モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面から離す第2の磁気勾配を有する第2の磁界を前記磁界発生部に発生させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

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、前記第1の磁気勾配の方向は、前記第2の磁気勾配の方向とは互いに逆であることを特徴とする。

50

【 0 0 1 7 】

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、前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力との合力は、前記所望の境界面側を向き、前記制御部は、前記選択モードによって前記離間モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記所望の境界面から離す第1の磁気勾配を有する第1の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記磁界発生部に少なくとも前記第1の磁界の発生を停止させることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

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、前記第1の磁気勾配の方向は、前記所望の境界面側に向かう方向とは逆の方向であることを特徴とする。

10

【 0 0 1 9 】

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、前記カプセル型医療装置の浮力と前記カプセル型医療装置の重力との合力は、前記境界面側以外の方向を向き、前記制御部は、前記選択部によって前記接触モードが選択された場合には前記カプセル型医療装置を前記境界面に接触させる第1の磁気勾配を有する第1の磁界を前記磁界発生部に発生させ、前記選択モードによって前記離間モードが選択された場合には前記磁界発生部に少なくとも前記第1の磁気勾配磁界の発生を停止させることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

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、前記第1の磁気勾配の方向は、前記所望の境界面側に向かう方向であることを特徴とする。

20

【 0 0 2 1 】

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、前記第1の磁気勾配は、鉛直方向の磁気勾配であることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明にかかるカプセル型医療装置用誘導システムは、カプセル型医療装置誘導を被検体内の液体の複数ある境界面のうち所望の境界面に接触させる接触モードと、カプセル型医療装置誘導を所望の境界面から離す離間モードとを設け、接触モードが選択された場合には、カプセル型医療装置の浮力、カプセル型医療装置の重力または磁気引力の液中における合力が所望の境界面側を向くように磁界発生部を制御し、離間モードが選択された場合にはカプセル型医療装置の浮力、カプセル型医療装置の重力または磁気引力の液中における合力が所望の境界面側に向かう方向以外の方向を向くように磁界発生部を制御するため、カプセル型内視鏡の動きが液中において不安定となった場合でもすぐに基準面に静止させて安定化させることができることから、液体内に存在するカプセル型内視鏡の安定した誘導を実現できる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 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。

40

【 図 3 】 図 3 は、図 1 に示す操作入力部の構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 1 に示す操作入力部の一例を示すとともに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 5 】 図 5 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の移動を説明する図である。

【 図 6 】 図 6 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の移動を説明する図である。

【 図 7 】 図 7 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の移動を説明する図である。

【 図 8 】 図 8 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。

【 図 9 】 図 9 は、図 8 に示す離間磁界印加処理の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、磁気誘導の一例を説明する図である。

50

【図 1 1】図 1 1 は、磁気誘導の一例を説明する図である。

【図 1 2】図 1 2 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の他の例を説明するための概念図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 2 に示すカプセル型内視鏡の移動を説明する図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 に示すカプセル型内視鏡の他の例を説明するための概念図である。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 4 に示すカプセル型内視鏡の移動を説明する図である。

【図 1 6】図 1 6 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 1 7】図 1 7 は、図 1 6 に示す操作入力部の構成を示すブロック図である。

10

【図 1 8】図 1 8 は、図 1 6 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 1 9】図 1 9 は、実施の形態 2 の変形例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 0】図 2 0 は、図 1 9 に示す位置検出部の位置検出処理を説明するための図である。

【図 2 1】図 2 1 は、図 1 9 に示す位置検出部の位置検出処理を説明するための図である。

【図 2 2】図 2 2 は、図 1 9 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。

20

【発明を実施するための形態】

【0024】

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。

30

【0025】

(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 10 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 10 との間で無線通信を行ないカプセル型内視鏡 10 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 10 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 10 によって撮像された画像を表示出力する表示部 5 と、カプセル型内視鏡 10 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 10 によって撮像され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。

40

【0026】

なお、送受信部 3 は、カプセル型内視鏡 10 から送信された信号の受信電界強度をもとに、カプセル型内視鏡 10 の被検体内の位置および姿勢を検出する。もちろん、別途、カプセル型内視鏡 10 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

50

。たとえば、カプセル型内視鏡 10 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 10 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 10 の位置および姿勢を検出すればよい。

【0027】

カプセル型内視鏡 10 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 10 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 10 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 10 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 10 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 10 は、被検体の臓器内部（例えば胃内部）に導入された液体中を漂い、外部の磁界発生部 2 によって磁気誘導される。

10

【0028】

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 10 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 10 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 10 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 10 の 3 次元的な姿勢を制御する。

20

【0029】

磁界発生部 2 は、いわゆる均一磁界のほか、均一勾配磁界を発生することが可能である。この均一勾配磁界は、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 10 内の永久磁石を付勢する。磁界発生部 2 は、カプセル型内視鏡 10 を付勢したい方向に磁界強度の分布が疎から密に傾く均一勾配磁界を発生することによって、永久磁石を付勢しカプセル型内視鏡 10 を所望の方向へ移動させる。なお、磁界発生部 2 は、ピーク磁界を発生することも可能である。このピーク磁界は、水平面に対して鉛直な方向に磁界強度のピークを持つものであり、この磁界強度のピーク位置に永久磁石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。

30

【0030】

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 10 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 10 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 10 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 10 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像信号を体外制御部 4 に送信する。

【0031】

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 41 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 42 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。

40

【0032】

体外制御部 4 は、入力部 6 から入力された操作情報に応じてカプセル型内視鏡 10 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 45 と、磁界発生部 2 に発生させる均一勾配磁界の勾配の方向を切り替える磁界方向切替部 46 と、磁界発生

50

部 2 が発生した均一勾配磁界の勾配の方向を含む発生条件を記憶する磁界勾配記憶部 4 7 とを備える。磁界制御指示部 4 5 は、入力部 6 によってカプセル型内視鏡 1 0 の操作情報を入力された場合、この入力された操作情報によって指定され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 3 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 によって表示指示された各種情報を表示する。具体的には、表示部 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され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。

10

【 0 0 3 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用いて実現され、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 によって体外制御部 4 に入力される各種情報として、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挙げられる。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。

20

【 0 0 3 5 】

入力部 6 は、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 に入力する操作入力部 6 0 を備える。操作入力部 6 0 は、ジョイスティック、各種ボタンおよび各種スイッチを備えた構成を有し、このジョイスティック等が操作者によって操作されることによって、操作情報を体外制御部 4 に入力する。

【 0 0 3 6 】

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 によって撮像された被検体の体内画像群の各画像データ、表示部 5 に表示された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挙げられる。

30

【 0 0 3 7 】

磁界制御部 8 は、体外制御部 4 に指示され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用磁界を発生するように磁界発生部 2 を制御する。

40

【 0 0 3 8 】

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 に含まれる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 3 9 】

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

50

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 によって撮像され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 4 0 】

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 によって塞いで実現される。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 によって形成されるカプセル型筐体 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 4 1 】

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生して、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生して、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 4 2 】

なお、カプセル型内視鏡 1 0 が図 2 に示すように長軸 2 1 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 2 1 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 4 3 】

無線通信部 1 6 は、アンテナ 1 6 a を備え、上述した撮像部 1 1 A , 1 1 B によって撮像された各画像をアンテナ 1 6 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 1 6 は、撮像部 1 1 A または撮像部 1 1 B が撮像した被検体の体内画像の画像信号を制御部 1 7 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 1 6 は、かかる無線信号をアンテナ 1 6 a を介して外部の送受信部 3 に送信する。

【 0 0 4 4 】

制御部 1 7 は、カプセル型内視鏡 1 0 の構成部である撮像部 1 1 A , 1 1 B および無線通信部 1 6 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 1 7 は、照明部 1 3 A が照明した撮像視野 S 1 内の被写体の画像を

10

20

30

40

50

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 S 2 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 S 1 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 S 1 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 S 2 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 S 2 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。

【0045】

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とを用いて実現される。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。

【0046】

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 の内部に固定配置される。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。

【0047】

ここで、本実施の形態 1 では、カプセル型内視鏡 10 の誘導モードの一態様として、接触モードと離間モードとを対応づけて設定している。接触モードは、カプセル型内視鏡 10 を被検体内の液体の複数ある境界面のうち所望の境界面に押付けるように接触させるモードである。また、離間モードは、所望の境界面に接触していたカプセル型内視鏡 10 を所望の境界面から離すモードである。

【0048】

たとえば、胃内部にカプセル型内視鏡 10 がある場合であって、胃内部の液体の上方向の境界面である液面を基準にカプセル型内視鏡 10 を磁気誘導する場合には、接触モードは、この液面にカプセル型内視鏡 10 を接触させた状態で保持する場合に対応し、離間モードは、液面からカプセル型内視鏡 10 を液面から離し下方の液中にカプセル型内視鏡 10 を誘導する場合に対応する。また、胃内部の液体の下方向の境界面である底部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡 10 を磁気誘導する場合には、接触モードは、この胃壁にカプセル型内視鏡 10 を接触させた状態で保持する場合に対応し、離間モードは、カプセル型内視鏡 10 を胃壁から離し上方の液中にカプセル型内視鏡 10 を誘導する場合に対応する。これらの各モードに対応する磁気誘導は、磁気発生部 2 が均一勾配磁界を発生することによって実現される。そして、接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生する均一勾配磁界の勾配の方向は、カプセル型内視鏡 10 が胃内部の上方向あるいは下方向に位置するかによってそれぞれ切り替えられる。この接触モードまたは離間モードは、操作入力部 60 によって接触モードあるいは離間モードのいずれのモードを選択したかを示す選択情報が体外制御部 4 に入力されることによって実現する。

【0049】

まず、操作入力部 60 の構成について説明する。図 3 は、図 1 に示す操作入力部 60 の構成を示すブロック図であり、図 4 は、図 1 に示す操作入力部 60 の一例を示すとともに操作入力部 60 によって操作可能なカプセル型医療装置の液面領域における磁気誘導を説明するための図である。図 4 (1) は、操作入力部 60 の正面図であり、図 4 (2) は、操作入力部 60 の左側面図であり、図 4 (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。図 3 および図 4 (1

10

20

30

40

50

)、(2)に示すように、操作入力部60は、離間モード選択部61、水平方向操作入力部62、磁界方向切替指示部63および勾配調整指示部64を有する。

【0050】

離間モード選択部61は、接触モードあるいは離間モードのいずれかを選択する選択情報を体外制御部4に入力する。離間モード選択部61は、後述するジョイスティック62kの上部に設けられた離間モードボタン61sによって構成される。離間モードボタン61sは、図4(2)の矢印Y17のように押圧されることによって離間モードを選択する選択情報を体外制御部4に入力する。そして、離間モードボタン61sは、図4(2)の矢印Y18のように押圧を解除されることによって接触モードを選択する選択情報を体外制御部4に入力する。

10

【0051】

水平方向操作入力部62は、磁界発生部2によるカプセル型内視鏡10の水平方向の磁気誘導に関する操作情報を体外制御部4に入力する。水平方向操作入力部62は、たとえば2つのジョイスティック62j, 62kによって構成される。ジョイスティック62j, 62kは、上下方向および左右方向に傾動操作可能であり、上下方向または左右方向に傾動操作されることによって、磁界発生部2によるカプセル型内視鏡10の磁気誘導を3次元的に操作するための操作情報を体外制御部4に入力する。

【0052】

磁界方向切替指示部63は、胃内部の液体の上方向の境界面である液面を基準にカプセル型内視鏡10を磁気誘導するか、胃内部の液体の下方向の境界面である底部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡10を磁気誘導するによって、接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生する均一勾配磁界の勾配方向の切り替えを指示する指示情報を体外制御部4に入力する。磁界方向切替指示部63によって接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生する均一勾配磁界の勾配方向の切り替えを指示された場合、接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生させる均一勾配磁界の磁気勾配の方向をそれぞれ所定の方向に切り替える。

20

【0053】

磁界方向切替指示部63は、上下モード切替スイッチ63sによって構成される。たとえば、胃内部の液体の上方向の境界面である液面あるいは上部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡10を磁気誘導するモードが上モード、胃内部の液体の下方向の境界面である底部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡10を磁気誘導する下モードが設定されている。上下モード切替スイッチ63sは、たとえば押圧されることによって上モードが選択された旨を示す表示を行なうとともに、接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生する均一勾配磁界の勾配方向を上モードに対応する方向にそれぞれ切り替えることを指示する指示情報を体外制御部4に入力する。また、上下モード切替スイッチ63sは、たとえば押圧を解除されることによって下モードが選択された旨を示す表示を行なうとともに、接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生する均一勾配磁界の勾配方向を下モードに対応する方向にそれぞれ切り替えることを指示する指示情報を体外制御部4に入力する。

30

【0054】

勾配調整指示部64は、離間モードにおいて発生する均一勾配磁界の勾配の調整を指示する指示情報を体外制御部4に入力する。勾配調整指示部64は、勾配アップボタン64u、勾配ダウンボタン64dによって構成される。勾配アップボタン64uは、押圧されることによって離間モードの均一勾配磁界の勾配を1段階上げる旨の指示情報を体外制御部4に入力する。勾配ダウンボタン64dは、押圧されることによって離間モードの均一勾配磁界の勾配を1段階下げる旨の指示情報を体外制御部4に入力する。

40

【0055】

なお、ジョイスティック62j, 62kの傾動操作に対応するカプセル型内視鏡10の動作について説明する。図4(1)に示すように、ジョイスティック62jの矢印Y11jに示す上下方向の傾動方向は、図4(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20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

50

部 60 から、ジョイスティック 62 j の矢印 Y 1 1 j の傾動操作に対応する操作情報が体外制御部 4 に入力された場合、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 j 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 62 j 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と鉛直軸 20 との成す角を鉛直軸 20 とカプセル型内視鏡 10 の長軸 21 a とを含む鉛直面内で変化させている。

【 0056 】

図 4 (1) に示すように、ジョイスティック 62 j の矢印 Y 1 2 j に示す左右方向の傾動方向は、図 4 (3) の矢印 Y 1 2 のようにカプセル型内視鏡 10 が鉛直軸 20 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 から、ジョイスティック 62 j の矢印 Y 1 2 j の傾動操作に対応する操作情報が体外制御部 4 に入力された場合、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 j 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 62 j 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 20 を中心に回転移動させている。

【 0057 】

図 4 (1) に示すように、ジョイスティック 62 k の矢印 Y 1 3 j に示す上下方向の傾動方向は、図 4 (3) の矢印 Y 1 3 のようにカプセル型内視鏡 10 の長軸 21 a を水平面 22 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 から、ジョイスティック 62 k の矢印 Y 1 3 j の傾動操作に対応する操作情報が体外制御部 4 に入力された場合、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 k 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 k 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。

【 0058 】

図 4 (1) に示すように、ジョイスティック 62 k の矢印 Y 1 4 j に示す左右方向の傾動方向は、図 4 (3) の矢印 Y 1 4 のようにカプセル型内視鏡 10 が水平面 22 を、長軸 21 a を水平面 22 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 から、ジョイスティック 62 k の矢印 Y 1 4 j の傾動操作に対応する操作情報が体外制御部 4 に入力された場合、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 k 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 k 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。

【 0059 】

また、ジョイスティック 62 k の背面には、アップボタン 65 U およびダウンボタン 65 B が設けられている。図 4 (2) の矢印 Y 1 5 j に示すようにアップボタン 65 U が押圧された場合は、図 4 (3) に示す鉛直軸 20 に沿って矢印 Y 1 5 のように上に進むアップ動作が指示される。また、図 4 (2) の矢印 Y 1 6 j に示すように、ダウンボタン 65 B が押圧された場合には、図 4 (3) に示す鉛直軸 20 に沿って矢印 Y 1 6 のように下に進むダウン動作が指示される。操作入力部 60 から、アップボタン 65 U またはダウンボタン 65 B の矢印 Y 1 5 j , Y 1 6 j の押圧操作に対応する操作情報が体外制御部 4 に入力された場合、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鉛直軸 20 に沿って勾配を有する均一勾配磁界を磁界発

10

20

30

40

50

生部 2 に発生させる。アップボタン 6 5 U が押圧された場合、磁界発生部 2 は、鉛直軸 2 0 の上方向に向かって密となる勾配の均一勾配磁界を発生することによって、カプセル型内視鏡 1 0 の矢印 Y 1 5 のように移動させる。ダウンボタン 6 5 B が押圧された場合、磁界発生部 2 は、鉛直軸 2 0 の下方向に向かって密となる勾配の均一勾配磁界を発生することによって、カプセル型内視鏡 1 0 の矢印 Y 1 6 のように移動させる。

【 0 0 6 0 】

次に、図 5 を参照して、操作入力部 6 0 の操作によってカプセル型内視鏡 1 0 がどのように移動するかを具体的に説明する。図 5 では、液体 3 0 が導入された胃の内部でカプセル型内視鏡 1 0 を誘導する場合を例に説明する。

【 0 0 6 1 】

まず、図 5 (1) を参照して、操作者の上下モード切替スイッチ 6 3 s の操作によって下モードが選択された場合について説明する。この場合は、操作入力部 6 0 から上モードの選択を指示する指示情報が入力された場合に対応する。下モードの場合は、液体 3 0 の境界面のうち底部分の胃壁 3 1 を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導する。

【 0 0 6 2 】

したがって、下モードの場合には、接触モードは、底部分の胃壁 3 1 にカプセル型内視鏡 1 0 を押し付けて保持するモードに対応する。このため、磁界制御指示部 4 5 は、接触モードでは、磁界発生部 2 に、鉛直軸下方向の磁気引力を有する磁界を発生させる必要がある。このため、磁界方向切替部 4 6 は、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸下方向に切り替えるよう磁界制御指示部 4 5 に指示する。

【 0 0 6 3 】

また、下モードの場合には、離間モードは、底部分の胃壁 3 1 からカプセル型内視鏡 1 0 を上方向に離間させるモードに対応する。このため、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードでは、磁界発生部 2 に、鉛直軸上方向の磁気引力を有する磁界を発生させる必要がある。このため、磁界方向切替部 4 6 は、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸上方向に切り替えるよう磁界制御指示部 4 5 に指示する。このように、下モードの場合、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向と、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向とは互いに逆方向となるように設定される。

【 0 0 6 4 】

したがって、下モードが選択された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、底部分の位置 P u 0 にカプセル型内視鏡 1 0 を保持するために、まず、カプセル型内視鏡 1 0 を底部分の位置 P u 0 に押し付ける鉛直方向下向きの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。この結果、矢印 Y u 0 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 は、基準となる底部分の胃壁 3 1 に位置 P u 0 において押し付けられるため、安定な静止状態を保持する。

【 0 0 6 5 】

そして、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、底部分の位置 P u 0 から上方にカプセル型内視鏡 1 0 を離すために、カプセル型内視鏡 1 0 を上方に移動させるための鉛直方向上向きの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。この結果、矢印 Y u 1 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 は、胃壁 3 1 の位置 P u 0 から浮き上がり、たとえば位置 P u 1 まで離れる。この場合、磁界制御指示部 4 5 は、離間モード指示時に、離間モード切替前の接触モード時の磁界発生条件を記憶しておいてもよい。

【 0 0 6 6 】

次に、操作者によって離間モードボタン 6 1 s の押圧が解除された場合には、接触モードが選択された場合に対応するため、磁界制御指示部 4 5 は、離間モード選択前と同条件の鉛直方向下向きの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、矢印 Y u 2 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 を、基準となる底部分の胃壁 3 1 の位置 P u 0 において押し付けて安定化させる。

【 0 0 6 7 】

また、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧されている場合に、ジョイスティ

10

20

30

40

50

ック62kの傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に、離間モードに対応する鉛直方向上向き勾配を有する均一勾配磁界を発生させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡10は、矢印Y_{u3}のように、位置P_{u0}から、位置P_{u2}を通過して、位置P_{u3}のように上斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。

【0068】

そして、図5(2)を参照して、操作者の上下モード切替スイッチ63sの操作によって下モードから上モードに切り替えられた場合について説明する。これは、操作入力部60から上モードの選択を指示する指示情報が入力された場合に対応する。この上モードの場合、液体30の境界面のうち上方の胃壁31または液面を基準にカプセル型内視鏡10を磁気誘導する。

10

【0069】

したがって、上モードの場合には、接触モードは、上方の胃壁31または液面にカプセル型内視鏡10を押し付けて保持するモードに対応する。このため、磁界制御指示部45は、接触モードでは、磁界発生部2に、鉛直軸上方向の磁気引力を有する磁界を発生させる必要がある。このため、磁界方向切替部46は、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸上方向に切り替えるよう磁界制御指示部45に指示する。

【0070】

また、上モードの場合には、離間モードは、上方の胃壁31または液面からカプセル型内視鏡10を下方向に離間させるモードに対応する。このため、磁界制御指示部45は、離間モードでは、磁界発生部2に、鉛直軸下方向の磁気引力を有する磁界を発生させる必要がある。このため、磁界方向切替部46は、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸下方向に切り替えるよう磁界制御指示部45に指示する。

20

【0071】

このように、上モードの場合も下モードと同様に、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向と、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向とは互いに逆方向である。そして、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向と、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向とは、上モードから下モードへの切り替えによってそれぞれ反転するように磁界方向切替部46によって切り替えられる。下モードから上モードへの切替は、カプセル型内視鏡10の磁気誘導の基準面を下側の胃壁31から上方の胃壁31または液面に切り替えることを意味している。すなわち、上下モード切替スイッチ63sは上モードから下モードへ切り替えられることによって、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向および離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向の反転を指示しているといえる。

30

【0072】

したがって、下モードから上モードにモードが選択された場合には、磁界制御指示部45は、胃壁31上部の位置P_{t0}にカプセル型内視鏡10を保持するために、まず、カプセル型内視鏡10を上部の位置P_{t0}に押し付ける鉛直方向上向き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。この結果、矢印Y_{t0}に示すように、カプセル型内視鏡10は、基準となる上方の胃壁31に位置P_{t0}において押し付けられるため、安定な静止状態を保持する。

40

【0073】

そして、操作者によって離間モードボタン61sが押圧された場合には、磁界制御指示部45は、この上方の位置P_{t0}から下方にカプセル型内視鏡10を離すために、カプセル型内視鏡10を下方に移動させるための鉛直方向下向き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。この結果、矢印Y_{t1}に示すように、カプセル型内視鏡10は、胃壁31の位置P_{t0}から液体30内に沈みこみ、たとえば位置P_{t1}まで離れる。

【0074】

次に、操作者によって離間モードボタン61sの押圧が解除された場合には、接触モー

50

ドが選択された場合に対応するため、磁界制御指示部 4 5 は、鉛直方向上向きの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、矢印 Y t 2 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 を、基準となる上方の胃壁 3 1 の位置 P t 0 において押し付けて安定化させる。

【 0 0 7 5 】

また、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧されている場合に、ジョイスティック 6 2 k の傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、離間モードに対応する鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界を発生させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、矢印 Y t 3 のように、位置 P t 0 から、位置 P t 2 を通って、位置 P t 3 のように下斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。

10

【 0 0 7 6 】

さらに、操作者の上下モード切替スイッチ 6 3 s の操作によって上モードから下モードに切り替えられた場合には、すでに説明したように、液体の境界面のうち底部の胃壁 3 1 を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導することとなる。このため、上モードにおける接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向と、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向とそれぞれ反転するように磁界方向切替部 4 6 によって切り替えられて、各モードに対応させた方向の勾配で均一勾配磁界が磁界発生部 2 から発生される。

【 0 0 7 7 】

このように、操作者は、カプセル型内視鏡 1 0 を、液体の複数ある境界面のうちどの境界面を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導させたいかで所望の境界面に対応するモードを上下モード切替スイッチ 6 3 s で切り替えるだけで、接触モードと離間モードとに対応する均一勾配磁界の勾配を自動的に所望の境界面に対応する方向に切り替えられるため、操作者自身が磁気勾配の切り替えを行なう必要はない。さらに、操作者は上下モード切替スイッチ 6 3 s で所望のモードに切り替えるだけで、自動的に所望の境界面にカプセル型内視鏡 1 0 を安定保持させることができるため、操作者自身がカプセル型内視鏡 1 0 の移動操作を行わずともよい。

20

【 0 0 7 8 】

また、操作者は、自身が選択した上モードまたは下モードにおいて、境界面にある撮像対象物をズームバックさせたい場合には、この離間モードボタン 6 1 s をズームバックさせたい時間だけただ押すだけでよい。さらに、離間モードボタン 6 1 s を押しながらジョイスティック 6 2 k を所望の方向に倒すだけで、ジャンプしながら液中を移動させることができる。このようなカプセル型内視鏡 1 0 の多様な動作を、操作者は、簡易な操作で指示することができる。

30

【 0 0 7 9 】

たとえば、図 6 に示すように、上方の胃内部を観察するために、直立姿勢で底部の胃壁 3 1 に沿ってカプセル型内視鏡 1 0 を誘導したい場合には、操作者は、下モードを選択した状態で離間モードボタン 6 1 s を押さずにジョイスティック 6 2 j , 6 2 k を操作すればよい。この結果、接触モードとなり、カプセル型内視鏡 1 0 は、底部の胃壁 3 1 に接触しながら指示された誘導方向に移動する。そして、位置 P u 4 1 において誘導方向にカプセル型内視鏡 1 0 の誘導の障害となる襞やポリープなどの突起物 1 0 1 を発見した場合には、観察を続けるためにカプセル型内視鏡 1 0 は突起物 1 0 1 を飛び越える必要がある。この場合、操作者は、離間モードボタン 6 1 s を押しながらジョイスティック 6 2 k を誘導方向側に倒す。この操作によって、カプセル型内視鏡 1 0 は、ジャンプしながら誘導方向に移動するため、矢印 Y u 4 3 のように、突起物 1 0 1 を乗り越えた位置 P u 4 2 まで移動することができる。その後、操作者は、離間モードボタン 6 1 s から指を離す。この結果、接触モードとなり、離間モードボタン 6 1 s ボタン押圧前と同条件の磁界が磁界発生部 2 から発生することから、離間モードボタン 6 1 s 押圧前と同じ条件でカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を継続することができる。

40

【 0 0 8 0 】

50

もちろん、下モードの場合に限らず、上モードを選択していた場合も同様である。たとえば、図6に示すように、操作者は、下方の胃内部を観察するために上方の胃壁31に沿ってカプセル型内視鏡10を誘導していた場合に、位置Pt41において突起物102を発見したときには、離間モードボタン61sを押しながらジョイスティック62kを誘導方向側に倒すだけでよい。この操作によって、カプセル型内視鏡10は、矢印Yt43のように、突起物102を飛び越えて位置Pt42まで移動する。その後、操作者は、離間モードボタン61sから指を離す。これにより、離間モードボタン61sボタン押圧前と同条件の磁界が発生することから、離間モードボタン61s押圧前と同じ条件でカプセル型内視鏡10の誘導を継続することができる。

【0081】

したがって、本実施の形態1によれば、操作者自身が、被検体の体位を考慮にいれながらカプセル型内視鏡10が胃内部の上または下に位置するかを考えて、誘導方向に対応する方向の磁気引力が発生するように磁界発生条件を設定する必要はなく、上記した簡易な操作を行うだけでカプセル型内視鏡10の多様な動作を実現することができる。

【0082】

また、操作者は、下モード選択時に突起物101を飛び越えた位置Pu42において、カプセル型内視鏡10をカプセル型内視鏡10の長軸21aを中心に回転させたい場合には、離間モードボタン61sから指を離したまま、ジョイスティック62jを手前または奥側に倒してからジョイスティック62jを左右に傾動させる。この操作入力部60の動作によって、体外制御部4に、接触モードが指示された状態で、カプセル型内視鏡10の傾斜姿勢及び回転動作が指示され、これらの各指示に対応する磁界が磁界発生部2から発生する。この結果、カプセル型内視鏡10は、図7に示すように、後端が底部の胃壁31に位置Pu42に押し付けられた状態を保持したまま、胃壁31から、角度（たとえば = 45°）で傾斜した後に矢印Y51のように先端が360°回転する。

【0083】

この場合も、操作者は、簡易な操作を行うだけで、カプセル型内視鏡10を不安定化させずに、所望の胃壁31上の位置から最適なカメラアングルで胃内部の画像を取得することができる。もちろん、上モードの場合も同様であり、操作者は、上モード選択時に上部の位置Pt42において、カプセル型内視鏡10を長軸21a中心に回転させたい場合には、離間モードボタン61sから指を離したまま、ジョイスティック62jを手前または奥側に倒してからジョイスティック62jを左右に傾動させる。この場合も、カプセル型内視鏡10は、後端が上部の胃壁31に位置Pt42に押し付けられた状態を保持したまま、胃壁31から、角度（たとえば = 45°）で傾斜した後に矢印Y52のように先端が360°回転する。

【0084】

また、操作者は、離間モードにおいて、カプセル型内視鏡に対する力の変動によってカプセル型内視鏡の動きが不安定となってしまった場合には、この離間モードボタン61sから指を離してズームバックを解除すればよい。この結果、自動的にカプセル型内視鏡10境界面に戻り静止する。すなわち、操作者は、離間モードボタン61sから指を離すだけで、カプセル型内視鏡10をすぐに安定化させることができる。このため、カプセル型内視鏡10の動きが液中において不安定となった場合でもすぐに基準面に静止させて安定化させることができるため、操作者は、安定した体内観察を継続することができる。操作者は、多数ある複雑な磁界条件の中から所望の動作に対応する条件を設定することなく、安定状態と動作状態とを2値化的に切替えられるため、簡易な操作で液体内に存在するカプセル型内視鏡の安定した誘導を実現できる。

【0085】

また、操作者は、離間モードボタン61sを押しながら、さらに勾配アップボタン64u、勾配ダウンボタン64dのいずれかを押圧することによって、離間モードにおいて印加される均一勾配磁界の勾配の大きさを調整することができる。すなわち、カプセル型内視鏡10を境界面から離すために印加される均一勾配磁界の勾配の大きさを、この均一勾

10

20

30

40

50

配磁界を印加させながら調整することができる。磁気勾配の大きさは、磁気引力の大きさに比例する。このため、磁気勾配が大きさを調整することによって、離間モードにおいてカプセル型内視鏡 10 が境界面から離れる速度を調整することができる。

【 0 0 8 6 】

カプセル型内視鏡 10 を誘導する空間内に完全に均一な磁気勾配で勾配磁界を発生させることはできず、空間内の位置によって発生する磁界は異なってしまうため、カプセル型内視鏡 10 の位置によって鉛直方向の磁気勾配は変化してしまう。このような場合でも、操作者は、勾配アップボタン 6 4 u、勾配ダウンボタン 6 4 d を用いて最適な磁気勾配を指示することができる。したがって、操作者は、離間モードボタン 6 1 s を押した状態で、表示部 5 のカプセル型内視鏡 10 の体内画像を確認しながら勾配アップボタン 6 4 u、勾配ダウンボタン 6 4 d を押圧してカプセル型内視鏡 10 が境界面から離れる速度を調整することによって、最適の観察速度で体内画像を観察することができる。

10

【 0 0 8 7 】

たとえば、離間モードにおける印加される均一勾配磁界の勾配の初期条件は、比較的小さな勾配に設定されている。操作者は、表示部 5 のカプセル型内視鏡 10 の体内画像を確認しながら勾配アップボタン 6 4 u を押圧して、徐々にカプセル型内視鏡 10 の離間速度を調整することによって、低速でのカプセル型内視鏡 10 の誘導を実現できる。これによって、表示部 5 に表示される画像がゆっくり変化するため、操作者は、落ち着いて体内観察および誘導操作を行うことができ、観察性、操作性が向上する。

【 0 0 8 8 】

20

そして、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードにおいて勾配調整指示部 6 4 から指示された離間モードにおける印加される均一勾配磁界の勾配の大きさを、磁界勾配記憶部 4 7 に記憶させる。そして、磁界制御指示部 4 5 は、勾配調整指示部 6 4 から指示があるたびに、勾配調整指示部 6 4 から指示された大きさの勾配となるように均一勾配磁界を磁界発生部 2 に発生させるとともに、磁界勾配記憶部 4 7 に記憶される離間モードの均一勾配磁界の勾配の大きさを新たに指示された勾配の大きさに更新する。そして、磁界制御指示部 4 5 は、離間モード選択部 6 1 の選択が離間モードから接触モードに変更され、再度離間モードとなった場合には磁界勾配記憶部 4 7 に記憶された大きさの磁気勾配となるように離間モードに対応する均一勾配磁界を磁界発生部 2 に発生させる。言い換えると、操作入力部 6 0 は、離間モードが選択された場合に、発生する磁界の磁気勾配の最適条件を指示する勾配指示部として、勾配アップボタン 6 4 u および勾配ダウンボタン 6 4 d を備える。磁界勾配記憶部 4 7 は、勾配指示部によって指示されたときに、離間モードが選択された場合に発生する磁界の磁気勾配を前記最適条件として記憶する。そして、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードが選択された場合に、磁界勾配記憶部 4 7 に記憶された最適条件の磁気勾配を磁界発生部 2 に発生させる。

30

【 0 0 8 9 】

すなわち、操作者は、離間モードボタン 6 1 s を押した状態で勾配アップボタン 6 4 u、勾配ダウンボタン 6 4 d を押圧してカプセル型内視鏡 10 が境界面から離れる速度を一度調整した場合、一度離間モードボタン 6 1 s から指を離して境界面にカプセル型内視鏡 10 を戻し、さらに体内観察のために離間モードボタン 6 1 s を押した場合には、すでに調整した最適な離間速度でカプセル型内視鏡 10 を境界面から離しながら体内観察を行うことができる。すなわち、操作者は、カプセル型内視鏡 10 が境界面から離れる速度を一度調整すれば、離間モードボタン 6 1 s を押すだけで、最適な離間速度で体内観察を行うことができるため、離間モードボタン 6 1 s を押すたびにジョイスティックなどで鉛直方向の磁気勾配を微調整する必要がなく、操作性が向上する。

40

【 0 0 9 0 】

また、体外制御部 4 は、上モードの場合と下モードの場合で別々に離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の大きさを記憶して、上モードまたは下モードが一度別のモードに切り替えられてから、再度元に戻された場合には、元の上モードまたは下モード時において記憶された勾配の大きさを離間モードの均一勾配磁界を磁気発生部 2 に発生させてもよい

50

。この場合も、磁気勾配の調整処理を簡易化することができる。

【 0 0 9 1 】

なお、本実施の形態 1 においては、胃内部の液体の上方向の境界面である液面あるいは上部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導する上モード、胃内部の液体の下方向の境界面である底部の胃壁を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導する下モードを設定した場合を例に説明したが、もちろんこれに限らない。たとえば、胃内部の左右いずれかの胃壁を基準にカプセル型内視鏡 1 0 を磁気誘導するモードをさらに設定してもよい。このモードの場合も、たとえば図 6 に示すように、操作者は、左側の胃内部を観察するために右側の胃壁 3 1 に沿ってカプセル型内視鏡 1 0 を誘導していた場合に、位置 P s 4 1 において誘導方向に突起物 1 0 3 を発見したときには、離間モードボタン 6 1 s を押しなが
10
らジョイスティック 6 2 k を誘導方向側に倒すだけでよい。この操作によって、カプセル型内視鏡 1 0 は、矢印 Y s 4 3 のように、突起物 1 0 3 を飛び越えて位置 P s 4 2 まで移動する。さらに、操作者は、突起物 1 0 3 を飛び越えた位置 P s 4 2 において、カプセル型内視鏡 1 0 を長軸 2 1 a 中心に回転させたい場合には、離間モードボタン 6 1 s から指を離れたまま、ジョイスティック 6 2 j を手前または奥側に倒してからジョイスティック 6 2 j を左右に傾動させる。この結果、図 7 に示すように、カプセル型内視鏡 1 0 は、後端が右側の胃壁 3 1 の位置 P s 4 2 に押し付けられた状態を保持したまま、この胃壁 3 1 から、角度（たとえば $= 45^\circ$ ）で傾斜した後に矢印 Y 5 3 のように先端が 3 6 0
° 回転する。

【 0 0 9 2 】

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 8 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。

【 0 0 9 3 】

図 8 に示すように、体外制御部 4 に、体内観察の開始を指示する指示情報が入力部 6 から入力された後（ステップ S 2 ）、磁界制御指示部 4 5 は、初期条件での磁界発生を設定し（ステップ S 4 ）、この初期条件で磁界制御部 8 に磁界を発生させる。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、上モードの接触モードに対応する均一勾配磁界を発生させる。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開始し（ステップ S 6 ）、次いで、画像表示制御部 4
30
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開始する（ステップ S 8 ）。

【 0 0 9 4 】

次に、磁界方向切替部 4 6 は、操作入力部 6 0 の磁界方向切替指示部 6 3 から上下モードの切替指示があるか否かを判断する（ステップ S 1 0 ）。磁界方向切替部 4 6 は、上下モードの切替指示があると判断した場合（ステップ S 1 0 : Y e s ）、基準面となる境界面が上下に反転するため、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向と離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向とのいずれの方向もそれぞれ反転するように磁界制御指示部 4 5 に指示する磁界方向反転処理を行う（ステップ S 1 2 ）。そして、磁界制御指示部 4 5 は、磁界方向切替部 4 6 の指示にしたがい、接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の各方向を反転させてから、接触モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する接触磁界印加処理を行う（ステップ S 1 4 ）。この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は、新たに切り替えられた上モードまたは下モードに対応する基準面に押し付けられるように保持される。

【 0 0 9 5 】

これに対し、磁界方向切替部 4 6 が上下モードの切替指示がないと判断した場合（ステップ S 1 0 : N o ）、基準面となる境界面はそのままであるため、磁界制御指示部 4 5 は、接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の各方向はそのままの状態、接触モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する接触磁界印加処理を行う（ステップ S 1 4 ）。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

そして、磁界制御指示部 4 5 は、離間モード選択部 6 1 による選択情報をもとに離間モードの開始指示があるか否かを判断する（ステップ S 1 6）。磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示がないと判断した場合には（ステップ S 1 6 : N o）、ステップ S 1 4 の接触磁界印加処理を継続し（ステップ S 1 4）、接触モードを維持する。これに対し、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示があると判断した場合には（ステップ S 1 6 : Y e s）、離間モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する離間磁界印加処理を行う（ステップ S 1 8）。これによって、カプセル型内視鏡 1 0 は基準面から離れて液中に移動する。

【 0 0 9 7 】

さらに、磁界制御指示部 4 5 は、勾配調整指示部 6 4 からの勾配調整指示情報をもとに勾配変更指示があるか否かを判断する（ステップ S 2 0）。磁界制御指示部 4 5 は、勾配変更指示があると判断した場合には（ステップ S 2 0 : Y e s）、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の大きさを勾配調整指示情報にしたがって変更し（ステップ S 2 2）、変更した大きさの勾配で離間モードの均一勾配磁界を印加する（ステップ S 2 4）。これによって、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れる速度が調整される。続いて、磁界制御指示部 4 5 は、磁界勾配記憶部 4 7 に記憶される離間モードの勾配の大きさを新たに変更を指示された大きさに更新する勾配更新処理を行う（ステップ S 2 6）。

【 0 0 9 8 】

そして、磁界制御指示部 4 5 は、勾配更新処理（ステップ S 2 6）後、または、勾配変更指示がないと判断した場合には（ステップ S 2 0 : N o）、水平方向操作入力部 6 2 の水平方向に関する操作情報をもとに、水平方向への移動指示があるか否かを判断する（ステップ S 2 8）。磁気制御指示部 4 5 は、水平方向への移動指示があると判断した場合（ステップ S 2 8 : Y e s）、水平方向操作入力部 6 2 からの操作情報で指示された水平方向の移動位置を演算し（ステップ S 3 0）、磁界発生部 2 に、この移動位置にカプセル型内視鏡 1 0 が移動するようにカプセル型内視鏡 1 0 に印加させる水平移動磁界印加処理を行う（ステップ S 3 2）。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てジャンプしながら液中を水平方向に移動する。

【 0 0 9 9 】

次に、磁界制御指示部 4 5 は、離間モード選択部 6 1 による選択情報をもとに離間モードの停止指示があるか否かを判断する（ステップ S 3 4）。すなわち、磁界制御指示部 4 5 は、接触モードの開始指示があるか否かを判断する。磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの停止指示があると判断した場合（ステップ S 3 4 : Y e s）、接触モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する接触磁界印加処理を行って（ステップ S 3 6）、カプセル型内視鏡 1 0 を基準面に戻す。一方、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの停止指示がないと判断した場合（ステップ S 3 4 : N o）、ステップ S 1 8 に戻り、離間モードを継続する。

【 0 1 0 0 】

そして、磁界制御指示部 4 5 が離間モードの停止指示にしたがい接触磁界印加処理を（ステップ S 3 6）を行った後、体外制御部 4 は、入力部 6 から入力され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 8）。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 S 3 8 : N o）、体内観察を継続するため、ステップ S 1 0 に戻り、上下モードの切替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 S 3 8 : Y e s）、画像受信部 4 1 による画像受信処理を終了し（ステップ S 4 0）、画像表示制御部 4 2 による画像表示処理を終了した後（ステップ S 4 2）、カプセル型内視鏡 1 0 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 内に保存する画像データ保存処理を行って（ステップ S 4 4）、体内観察を終了する。

【 0 1 0 1 】

次に、図 8 に示す離間磁界印加処理について説明する。図 9 は、図 8 に示す離間磁界印

10

20

30

40

50

加処理の処理手順を示すフローチャートである。図 9 に示すように、離間磁界印加処理においては、磁界制御指示部 4 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が液面に位置するか否かを判断する（ステップ S 5 0）。操作者は、表示部 5 に表示されるカプセル型内視鏡 1 0 の撮像画面を確認しカプセル型内視鏡 1 0 が液面にあると判断した場合には、液面にあることを示す情報を入力する。磁界制御指示部 4 5 は、入力部 6 から液面にあることを示す情報が入力されることによって、カプセル型内視鏡 1 0 が液面に位置することを判断する。

【 0 1 0 2 】

そして、磁界制御指示部 4 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が液面に位置すると判断した場合（ステップ S 5 0 : Y e s）、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時的に発生させる表面張力対抗磁界発生処理を行なう（ステップ S 5 2）。液面にカプセル型内視鏡 1 0 が位置する場合には、表面張力のためカプセル型内視鏡 1 0 を液体内に沈めるには大きな磁力を必要としていた。この場合、操作者の手動で離間モードの均一勾配磁界の勾配を調整した場合、表面張力を排除できるまで勾配を大きくしなければならず、この結果、カプセル型内視鏡 1 0 は液面下に沈んだとたん、高速で落ちていってしまうため、表示部 5 の画像も高速で変化してしまい、操作者は体内観察を円滑に行なうことができない。そこで、離間磁界印加処理においては、液面にカプセル型内視鏡 1 0 が位置する場合に表面張力対抗磁界発生処理を行なって、カプセル型内視鏡 1 0 を表面張力に疎外されることなく円滑に液体内に移動させながら、操作者の所望の速度でのカプセル型内視鏡 1 0 の誘導を可能とする。

【 0 1 0 3 】

この表面对抗磁界発生処理では、磁界発生部 2 に、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 1 0 の矢印 M 1 のようにカプセル型内視鏡 1 0 を液面 3 0 s から液体 3 0 内にカプセル型内視鏡 1 0 を移動させる。また、磁界発生部 2 に、図 1 1 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 3 0 s 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、磁界発生部 2 に、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 3 0 s 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 3 9 s 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 1 0 4 】

また、磁界制御指示部 4 5 は、カプセル型内視鏡 1 0 が液面に位置しないと判断した場合（ステップ S 5 0 : N o）、表面張力対抗磁界発生処理（ステップ S 5 2）後、磁界発生部 2 に、離間モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加させて（ステップ S 5 4）、離間磁界印加処理を終了する。なお、表面張力対抗磁界発生処理は、常に行う必要はなく、予め表面張力対抗磁界発生処理の実施が設定されている場合のみ行ってもよい。

【 0 1 0 5 】

このように、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 1 においては、図 8 および図 9 に示す各処理を行うことによって、液体内に存在するカプセル型内視鏡の安定した誘導を実現する。

【 0 1 0 6 】

なお、カプセル型内視鏡 1 0 として、カプセル型内視鏡 1 0 の浮力とカプセル型内視鏡 1 0 の重力とはほぼ釣り合った液内内を漂うものを例として説明したが、もちろんこれに限らない。

【 0 1 0 7 】

たとえば、図 1 2 に示すように、矢印 Y 2 のように液体 3 0 を浮揚するカプセル型内視鏡 2 1 0 を用いることも可能である。このカプセル型内視鏡 2 1 0 は、カプセル型内視鏡 2 1 0 の浮力がカプセル型内視鏡 2 1 0 の重力よりも大きくなるようにカプセル型内視鏡

10

20

30

40

50

210の各構成部の配置を調整することによって、液体30に対する比重を1よりも小さくしている。なお、40は、カプセル型内視鏡210の幾何学的中心を示し、50は、カプセル型内視鏡210の重心を示す。

【0108】

次に、図13を参照して、このカプセル型内視鏡210がどのように移動するかを説明する。まず、図13(1)を参照して、下モードが選択された場合について説明する。前述したように、下モードの場合は、液体の境界面のうち底部分の胃壁31を基準にカプセル型内視鏡210を磁気誘導する。下モードの場合には、接触モードは、底部分の胃壁31にカプセル型内視鏡210を接触させるモードに対応する。このため、磁界方向切替部46は、下モードにおいては、接触モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸下方向に切り替えるよう磁界制御指示部45に指示する。また、下モードの場合には、離間モードは、底部分の胃壁31からカプセル型内視鏡210を上方向に離間させるモードに対応する。カプセル型内視鏡210は、鉛直方向の勾配磁界が作用していない場合には、カプセル型内視鏡210の浮力によって上部の胃壁31または液面まで自然に浮上する。このため、離間モードでは、このカプセル型内視鏡210の浮上を利用して底部分の胃壁31からカプセル型内視鏡210を上方向に離間させればよい。また、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に接触モードで発生させた鉛直下方向の勾配磁界の発生を停止させればよい。また、カプセル型内視鏡210が浮上する速度を遅くするために、磁界制御指示部45は、磁界発生部2にカプセル型内視鏡210の浮力と重力と鉛直下方向の磁気引力との合力が上方向になる範囲で、鉛直上方向の磁気勾配を発生させるように制御してもよい。

【0109】

したがって、下モードが選択された場合には、磁界制御指示部45は、底部分の位置Pu0にカプセル型内視鏡210を保持するために、まず、カプセル型内視鏡210を底部分の位置Pu0に押し付ける鉛直方向下向きの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。この結果、矢印Yu10に示すように、カプセル型内視鏡210は、基準となる底部分の胃壁31に位置Pu0において押し付けられるため、安定な静止状態を保持する。

【0110】

そして、操作者によって離間モードボタン61sが押圧された場合には、磁界制御指示部45は、底部分の位置Pu0から上方にカプセル型内視鏡210を離すために、磁界発生部2に発生させていた鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界を停止させる。この結果、矢印Yu11に示すように、カプセル型内視鏡210は、カプセル型内視鏡210の浮力によって、胃壁31の位置Pu0から浮き上がり、たとえば位置Pu1まで離れる。

【0111】

次に、操作者によって離間モードボタン61sの押圧が解除され接触モードが選択された場合は、磁界制御指示部45は、鉛直方向下向きの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、矢印Yu12に示すように、カプセル型内視鏡210を、基準となる底部分の胃壁31の位置Pu0において押し付けて安定化させる。

【0112】

また、操作者によって離間モードボタン61sが押圧されている場合に、ジョイスティック62kの傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に、鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界を停止させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡210は、矢印Yu13のように、位置Pu0から、位置Pu2を通過して、位置Pu3のように上斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。

【0113】

そして、図13(2)を参照して、操作者の上下モード切替スイッチ63sの操作によ

10

20

30

40

50

って下モードから上モードに切り替えられた場合について説明する。この上モードの場合は、液体30の境界面のうち上方の胃壁31または液面を基準にカプセル型内視鏡210を磁気誘導する。上モードの場合には、接触モードは、上方の胃壁31または液面にカプセル型内視鏡210を接触させて保持するモードに対応する。そこで、上モードの接触モードでは、このカプセル型内視鏡210の浮上を利用して上部の胃壁31または液面にカプセル型内視鏡210を接触させればよいため、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に少なくとも鉛直下方向の勾配を有する均一勾配磁界を発生させないように制御すればよい。また、上モードの場合には、離間モードは、上方の胃壁31または液面からカプセル型内視鏡210を下方向に離間させるモードに対応するため、磁界制御指示部45は、カプセル型内視鏡10に対する場合と同様に、上モードの離間モードでは、磁界発生部2に、鉛直軸下方向の磁気引力を有する磁界を発生させる。このため、磁界方向切替部46は、上モードの離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸下方向に切り替えるよう磁界制御指示部45に指示する。

10

【0114】

したがって、下モードから上モードにモードが選択された場合には、磁界制御指示部45は、胃壁31上部の位置Pt0にカプセル型内視鏡210を保持するために、まず、磁界発生部2に、少なくとも鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界を発生させないように制御する。この結果、矢印Yt10に示すように、カプセル型内視鏡210は、カプセル型内視鏡210の浮力によって、基準となる上方の胃壁31に位置Pt0まで浮上し接触するため、安定な静止状態を保持する。

20

【0115】

そして、操作者によって離間モードボタン61sが押圧された場合には、磁界制御指示部45は、この上方の位置Pt0から下方にカプセル型内視鏡210を離すために、カプセル型内視鏡210を下方に移動させるための鉛直方向下向きの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。この結果、矢印Yt11に示すように、カプセル型内視鏡210は、胃壁31の位置Pt0から液体30内に沈み、たとえば位置Pt1まで離れる。

【0116】

次に、操作者によって離間モードボタン61sの押圧が解除された場合には、接触モードが選択された場合に対応するため、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に、鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界の発生を停止させる。この結果、矢印Yt12に示すように、カプセル型内視鏡210は、カプセル型内視鏡210の浮力によって浮上し、基準となる上方の胃壁31の位置Pt0において接触して安定化する。

30

【0117】

また、操作者によって離間モードボタン61sが押圧されている場合に、ジョイスティック62kの傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部45は、磁界発生部2に、離間モードに対応する鉛直方向下向きの勾配を有する均一勾配磁界を発生させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡210は、矢印Yt13のように、位置Pt0から、位置Pt2を通過して、位置Pt3のように下斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。なお、磁界制御指示部45は、上モードにおける接触モードでは、磁界発生部2に、鉛直軸上方向の勾配を有する均一勾配磁界を発生させることによって、上部の胃壁31または液面にカプセル型内視鏡210を押し付けて、確実に胃壁31にカプセル型内視鏡210を接触させるようにしてもよい。

40

【0118】

このように、カプセル型医療装置用誘導システム1は、液体を浮揚するカプセル型内視鏡210に対しても、上モードおよび下モードにおいても、接触モードおよび離間モードにおいて、鉛直軸方向の勾配を有する均一勾配磁界の発生を制御することによって、液体内に存在するカプセル型内視鏡の安定した誘導を実現することが可能である。

50

【 0 1 1 9 】

また、図 1 4 に示すように、矢印 Y 3 のように液体 3 0 を沈下するカプセル型内視鏡 3 1 0 を用いることも可能である。このカプセル型内視鏡 3 1 0 は、カプセル型内視鏡 3 1 0 の重力がカプセル型内視鏡 3 1 0 の浮力よりも大きくなるようにカプセル型内視鏡 3 1 0 の各構成部の配置を調整することによって、液体 3 0 に対する比重を 1 よりも大きくしている。

【 0 1 2 0 】

次に、図 1 5 を参照して、このカプセル型内視鏡 3 1 0 がどのように移動するかを説明する。まず、図 1 5 (1) を参照して、下モードが選択された場合について説明する。下モードの場合は、液体の境界面のうち底部分の胃壁 3 1 を基準にカプセル型内視鏡 3 1 0 を磁気誘導する。下モードの場合には、接触モードは、底部分の胃壁 3 1 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を接触させるモードに対応する。カプセル型内視鏡 3 1 0 は、鉛直方向の勾配磁界が作用していない場合には、カプセル型内視鏡 3 1 0 の重力によって底部の胃壁 3 1 まで自然に沈下する。そこで、下モードの接触モードでは、このカプセル型内視鏡 3 1 0 の沈下を利用して底部の胃壁 3 1 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を接触させればよいため、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に少なくとも鉛直上方向の勾配磁界を発生させないように制御すればよい。また、下モードの場合には、離間モードは、底部分の胃壁 3 1 からカプセル型内視鏡 3 1 0 を上方向に離間させるモードに対応するため、磁界制御指示部 4 5 は、カプセル型内視鏡 3 1 0 に対する場合と同様に、下モードの離間モードでは、磁界発生部 2 に、鉛直軸上方向の磁気引力を有する磁界を発生させる。このため、磁界方向切替部 4 6 は、下モードの離間モードにおける均一勾配磁界の勾配の方向を、鉛直軸上方向に切り替えるよう磁界制御指示部 4 5 に指示する。

【 0 1 2 1 】

したがって、下モードが選択された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、底部分の位置 P u 0 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を保持するために、まず、磁界発生部 2 に、少なくとも鉛直方向上向きの勾配を有する均一勾配磁界を発生させないように制御する。この結果、矢印 Y u 2 0 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、カプセル型内視鏡 3 1 0 の重力によって、基準となる底部分の胃壁 3 1 に位置 P u 0 まで沈下し接触するため、安定な静止状態を保持する。

【 0 1 2 2 】

そして、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、底部分の位置 P u 0 から上方にカプセル型内視鏡 3 1 0 を離すために、カプセル型内視鏡 3 1 0 を上方に移動させるための鉛直方向上向きの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。この結果、矢印 Y u 2 1 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、胃壁 3 1 の位置 P u 0 から浮き上がり、たとえば位置 P u 1 まで離れる。

【 0 1 2 3 】

次に、操作者によって離間モードボタン 6 1 s の押圧が解除され接触モードが選択された場合は、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、鉛直方向上向きの勾配を有する磁気勾配の発生を停止させる。この結果、矢印 Y u 2 2 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 はカプセル型内視鏡 3 1 0 の重力によって沈下し、基準となる底部分の胃壁 3 1 の位置 P u 0 にて接触して安定化する。

【 0 1 2 4 】

また、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧されている場合に、ジョイスティック 6 2 k の傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、離間モードに対応する鉛直方向上向きの勾配を有する均一勾配磁界を発生させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、矢印 Y u 2 3 のように、位置 P u 0 から、位置 P u 2 を通って、位置 P u 3 のように上斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。なお、磁界制御指示部 4 5 は、下モードにおける接触モードでは、磁界発生部 2 に、鉛直軸下方向の勾配を有する均

10

20

30

40

50

一勾配磁界を発生させることによって、底部の胃壁 3 1 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を押し付けて、確実に胃壁 3 1 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を接触させるようにしてもよい。

【 0 1 2 5 】

そして、図 1 5 (2) を参照して、操作者の上下モード切替スイッチ 6 3 s の操作によって下モードから上モードに切り替えられた場合について説明する。この上モードの場合は、液体 3 0 の境界面のうち上方の胃壁 3 1 または液面を基準にカプセル型内視鏡 3 1 0 を磁気誘導する。上モードの場合には、接触モードは、上方の胃壁 3 1 または液面にカプセル型内視鏡 3 1 0 を接触させて保持するモードに対応するため、磁界方向切替部 4 6 は、カプセル型内視鏡 3 1 0 に対する場合と同様に、上モードの接触モードにおいては、均一勾配磁界の勾配を鉛直軸上方向に切り替えるよう磁界制御指示部 4 5 に指示する。また、上モードの場合には、離間モードは、上方の胃壁 3 1 または液面からカプセル型内視鏡 3 1 0 を下方向に離間させるモードに対応する。上モードの離間モードでは、このカプセル型内視鏡 3 1 0 の沈下を利用して液体内にカプセル型内視鏡 3 1 0 を沈み込ませればよい。そのため、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に少なくとも鉛直上方向の勾配磁界を発生させないように制御すればよい。また、カプセル型内視鏡 3 1 0 が沈む速度を遅くするために、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 にカプセル型内視鏡 3 1 0 の浮力と重力と鉛直上方向の磁気引力との合力が下方向になる範囲で、鉛直上方向の磁気勾配を発生させるように制御してもよい。

10

【 0 1 2 6 】

したがって、下モードから上モードにモードが選択された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、胃壁 3 1 上部の位置 P t 0 にカプセル型内視鏡 3 1 0 を保持するために、鉛直方向上向き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。この結果、矢印 Y t 2 0 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、基準となる上方の胃壁 3 1 に位置 P t 0 において押し付けられるため、安定な静止状態を保持する。

20

【 0 1 2 7 】

そして、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧された場合には、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 は、この上方の位置 P t 0 から下方にカプセル型内視鏡 3 1 0 を離すために少なくとも鉛直方向上向き勾配を有する均一勾配磁界を発生させないように制御する。この結果、矢印 Y t 2 1 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、カプセル型内視鏡 3 1 0 の重力によって、胃壁 3 1 の位置 P t 0 から液体 3 0 内に沈みこみ、たとえば位置 P t 1 まで離れる。

30

【 0 1 2 8 】

次に、操作者によって離間モードボタン 6 1 s の押圧が解除された場合には、接触モードが選択された場合に対応するため、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、鉛直方向上向き勾配を有する均一勾配磁界を発生させて、矢印 Y t 2 2 に示すように、カプセル型内視鏡 3 1 0 を、基準となる上方の胃壁 3 1 の位置 P t 0 に押し付けて安定化させる。

【 0 1 2 9 】

また、操作者によって離間モードボタン 6 1 s が押圧されている場合に、ジョイスティック 6 2 k の傾動操作が行われ、水平方向の移動が指示された場合について説明する。この場合には、磁界制御指示部 4 5 は、磁界発生部 2 に、鉛直方向上向き勾配を有する均一勾配磁界を停止させた状態で、水平方向の移動指示方向に対応する方向の磁気勾配を有する均一勾配磁界を発生させる。この結果、カプセル型内視鏡 3 1 0 は、矢印 Y t 2 3 のように、位置 P t 0 から、位置 P t 2 を通って、位置 P t 3 のように下斜め方向にジャンプしながら液中を水平方向に移動する。

40

【 0 1 3 0 】

このように、カプセル型医療装置用誘導システム 1 は、液体を浮揚するカプセル型内視鏡 3 1 0 に対しても、上モードおよび下モードにおいても、接触モードおよび離間モードにおいて、鉛直軸方向の勾配を有する均一勾配磁界の発生を制御することによって、液体 3 0 内に存在するカプセル型内視鏡の安定した誘導を実現することが可能である。

【 0 1 3 1 】

50

以上記載したように、カプセル型医療装置用誘導システム 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 を被検体内の液体 3 0 の複数ある境界面のうち所望の境界面に接触させる接触モードと、カプセル型内視鏡 1 0 を所望の境界面から離す離間モードとを設定し、体外制御部 4 は、接触モードが選択された場合には、カプセル型内視鏡 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 の浮力、カプセル型内視鏡 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 の重力または磁気引力の液中における合力が所望の境界面側を向くように磁界発生部を制御し、離間モードが選択された場合にはカプセル型内視鏡 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 の浮力、カプセル型内視鏡 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 の重力または磁気引力の液中における合力が所望の境界面側に向かう方向以外の方向を向くように磁界発生部 2 を制御することによって、液体内に存在するカプセル型内視鏡 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 の安定した誘導を実現する。

10

【 0 1 3 2 】

(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 では、カプセル型内視鏡 1 0 の動作を検出する機能を加え、カプセル型内視鏡 1 0 の境界面からの離間動作をもとに、カプセル型内視鏡 1 0 の離間速度を所望の速度に自動的に設定する場合について説明する。

【 0 1 3 3 】

図 1 6 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 1 6 に示すように、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 2 0 1 は、図 1 に示す体外制御部 4 に代えて、体外制御部 2 0 4 を備え、図 1 に示す入力部 6 に代えて、入力部 2 0 6 を備える構成を有する。体外制御部 2 0 4 は、図 1 に示す体外制御部 4 と比較し、動作検出部 2 4 3 および勾配変更指示部 2 4 8 をさらに備える。

20

【 0 1 3 4 】

動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 の動作を検出する。動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 の体内での動作速度を検出する。動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 から送受信部 3 に送られるデータをもとにカプセル型内視鏡 1 0 の体内での動作速度を検出する。たとえば、動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 から送信された信号の受信電界強度を連続的に検出し、信号の受信電界強度の変化からカプセル型内視鏡 1 0 の動作速度を検出する。また、動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 が撮像した画像を解析し、カプセル型内視鏡 1 0 の動作速度を検出する。

30

【 0 1 3 5 】

勾配変更指示部 2 4 8 は、磁界制御指示部 4 5 に、離間モードにおいて磁界発生部 2 に発生させる鉛直方向の均一勾配磁界の勾配の大きさを段階的に変えるように指示する。そして、勾配変更指示部 2 4 8 は、動作検出部 2 4 3 によるカプセル型内視鏡 1 0 の動作検出結果をもとに均一勾配磁界のどの大きさの勾配で、離間モードにおいて基準となる境界面から離れる動作を始めたか否かを検出する。そして、勾配変更指示部 2 4 8 は、離間モードにおいて基準となる境界面から離れる動作を始めた勾配を離間モードにおける均一勾配磁界の最適勾配として磁界制御指示部 4 5 に指示する。磁界制御指示部 4 5 は、最適勾配として指示された勾配を離間モードの均一勾配磁界における磁気勾配の最適条件として設定し、該設定した最適条件の勾配で均一勾配磁界を磁界発生部 2 に発生させる。

40

【 0 1 3 6 】

すなわち、操作入力部 2 6 0 から離間モード開始を指示された場合、体外制御部 2 0 4 は、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配を初期条件から段階的に上げながら、いずれの大きさの勾配でカプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れ始めるかを判断し、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れ始めた勾配を離間モードの均一勾配磁界の最適勾配として設定する。したがって、体外制御部 2 0 4 は、離間モードが設定された場合、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れ始める均一勾配磁界の勾配を自動的に設定する。この結果、操作者自身が画像を観察しながら勾配アップボタン 6 4 u、勾配ダウンボタン 6 4 d を操作して均一勾配磁界の勾配を調整する必要がない上に、常に最適な誘導速度でカプセル型内視鏡 1 0 を誘導できる。

50

【 0 1 3 7 】

そして、体外制御部 2 0 4 は、離間モードが設定された場合、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れ始める均一勾配磁界の勾配を自動的に設定することから、操作入力部 2 6 0 は、図 1 7 に示すように、図 3 に示す操作入力部 6 0 と比較し、勾配調整指示部 6 4 を省略した構成となる。

【 0 1 3 8 】

次に、図 1 8 を参照して、図 1 6 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 1 8 は、図 1 6 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 3 9 】

図 1 8 に示すように、図 8 のステップ S 2 ~ ステップ S 8 と同様に、体外制御部 2 0 4 に、体内観察の開始が指示された後（ステップ S 2 0 2 ）、磁界制御指示部 4 5 は、初期条件での磁界発生を設定し（ステップ S 2 0 4 ）、この初期条件で磁界制御部 8 に磁界を発生させ、画像受信部 4 1 は画像受信処理を開始し（ステップ S 2 0 6 ）、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理を開始する（ステップ S 2 0 8 ）。

【 0 1 4 0 】

そして、図 8 のステップ S 1 0 と同様に、磁界方向切替部 4 6 は、上下モードの切替指示があるか否かを判断する（ステップ S 2 1 0 ）。磁界方向切替部 4 6 は、上下モードの切替指示があると判断した場合（ステップ S 2 1 0 : Y e s ）、図 8 のステップ S 1 2 と同様に磁界方向反転処理を行い（ステップ S 2 1 2 ）、磁界制御指示部 4 5 は、接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の各方向を反転させる。磁界方向切替部 4 6 は、上下モードの切替指示がないと判断した場合（ステップ S 2 1 0 : N o ）、または、磁界方向反転処理（ステップ S 2 1 2 ）終了後、図 8 のステップ S 1 4 と同様に、接触磁界印加処理を行う（ステップ S 2 1 4 ）。次に、磁界制御指示部 4 5 は、図 8 のステップ S 1 6 と同様に、離間モードの開始指示があるか否かを判断する（ステップ S 2 1 6 ）。磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示がないと判断した場合には（ステップ S 2 1 6 : N o ）、ステップ S 2 1 4 の接触磁界印加処理を継続し（ステップ S 2 1 4 ）、接触モードを維持する。これに対し、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示があると判断した場合には（ステップ S 2 1 6 : Y e s ）、離間モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する離間磁界印加処理を行う（ステップ S 2 1 8 ）。この場合、磁界制御指示部 4 5 は、勾配変更指示部 2 4 8 の指示のもと、初期条件の勾配で離間モードにおける均一勾配磁界を磁界発生部 2 に発生させる。

【 0 1 4 1 】

そして、動作検出部 2 4 3 は、カプセル型内視鏡 1 0 の体内での動作速度を検出する動作検出処理を行ない（ステップ S 2 2 0 ）、検出した動作速度を勾配変更指示部 2 4 8 に出力する。この場合、動作検出部 2 4 3 は、離間モードにおいて、基準となる境界面からカプセル型内視鏡 1 0 が鉛直方向に離れる動作の動作速度を検出することとなる。勾配変更指示部 2 4 8 は、動作検出部 2 4 3 の検出結果をもとに、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れるように動き始めたか否かを判断する（ステップ S 2 2 2 ）。

【 0 1 4 2 】

勾配変更指示部 2 4 8 は、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から動き始めていないと判断した場合（ステップ S 2 2 2 : N o ）、カプセル型内視鏡 1 0 に作用する磁気引力が足りない判断し、カプセル型内視鏡 1 0 に作用する磁気引力を高めるため、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配を 1 段階アップさせるように磁界制御指示部 4 5 に指示する（ステップ S 2 2 4 ）。そして、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配を 1 段階アップさせて、離間磁界印加処理を行う（ステップ S 2 1 8 ）。そして、動作検出部 2 4 3 による動作検出処理が行われ（ステップ S 2 2 0 ）、再度、勾配変更指示部 2 4 8 は、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れるように動き始めたか否かを判断する（ステップ S 2 2 2 ）。このように、勾配変更指示部 2 4 8 がカプセル型内視鏡 1 0 が

10

20

30

40

50

境界面から離れるように動き始めると判断するまで、ステップS218～ステップS224の処理が繰り返される。

【0143】

そして、勾配変更指示部248は、カプセル型内視鏡10が境界面から動き始めたと判断した場合(ステップS222: Yes)、直前の離間磁界印加処理において磁界発生部2が発生した均一勾配磁界の勾配を、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配であるとして、磁界勾配記憶部47に、離間モードの勾配の最適条件を更新する勾配更新処理を行う(ステップS226)。

【0144】

そして、磁界制御指示部45は、図8のステップS28～ステップS32と同様に、水平方向移動指示判断処理(ステップS228)、水平方向の移動位置演算処理(ステップS230)、水平移動磁界印加処理を行う(ステップS232)。さらに、磁界制御指示部45は、図8のステップS34と同様に、離間モード停止指示判断処理を行なう(ステップS234)。磁界制御指示部45は、離間モードの停止指示があると判断した場合(ステップS234: Yes)、接触モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡10に印加する接触磁界印加処理を行って(ステップS236)、カプセル型内視鏡10を基準面に戻す。一方、磁界制御指示部45は、離間モードの停止指示がないと判断した場合(ステップS234: No)、ステップS218に戻り、離間モードを継続する。

【0145】

そして、体外制御部204は、図8に示すステップS38と同様に、入力部206から入力され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S238)。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S238: No)、体内観察を継続するため、ステップS210に戻り、上下モードの切替指示があるか否かを判断する。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S238: Yes)、画像受信部41による画像受信処理を終了し(ステップS240)、画像表示制御部42による画像表示処理を終了した後(ステップS242)、画像データ保存処理を行って(ステップS244)、体内観察を終了する。

【0146】

このように、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201においては、図18に示す各処理を行うことによって、離間モードにおいてカプセル型内視鏡10に印加する均一勾配磁界の勾配を自動的に調整するため、操作者による勾配調整の負担を軽減することが可能になる。

【0147】

なお、本実施の形態2においては、カプセル型内視鏡10に加速度センサを持たせておき、動作検出部243は、このカプセル型内視鏡10の加速度センサによる加速度情報をもとに、カプセル型内視鏡10の動作速度を検出してよい。

【0148】

また、勾配変更指示部248は、ステップS222において、カプセル型内視鏡10が境界面から離れるように動き始めたか否かを判断するのではなく、離間速度が予め設定された動作速度となるかを判断してもよい。すなわち、予め設定された所望の速度でカプセル型内視鏡10が境界面から離間するように離間モードにおける均一勾配磁界の勾配を調整してもよい。この場合には、カプセル型内視鏡10が境界面から離れる速度が、予め操作者によって設定された所望の離間速度に自動的に設定されるため、操作者は最適な速度でカプセル型内視鏡10を誘導できることから、操作者による体内観察をさらに円滑化することができる。

【0149】

また、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として、カプセル型内視鏡10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10の周囲を覆うよう複数の磁界センサを設け、動作検出部243は、この磁界センサの検出結果をもとにカプセル型内視鏡10の位置および姿勢を検出して、カプセル型内視

10

20

30

40

50

鏡 10 の動作検出をおこなってもよい。

【 0 1 5 0 】

(実施の形態 2 の変形例)

次に、実施の形態 2 の変形例について説明する。図 19 は、実施の形態 2 の変形例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 19 に示すように、実施の形態 2 の変形例にかかるカプセル型医療装置用誘導システム 301 は、図 16 に示す体外制御部 204 に代えて、体外制御部 304 を備える。体外制御部 304 は、図 16 に示す体外制御部 204 と比較し、位置検出部 344 をさらに備える。そして、体外制御部 304 は、図 16 に示す磁界方向切替部 46 に代えて、磁界方向切替部 346 を備える。

10

【 0 1 5 1 】

位置検出部 344 は、カプセル型内視鏡 10 が臓器内部の上側または下側のいずれかに位置するかを検出する。たとえば、位置検出部 344 は、画像受信部 41 が受信したカプセル型内視鏡 10 による撮像画像から、画像内に液面あるいは臓器内壁に特有の画像パターンがあるか否かをもとに、カプセル型内視鏡 10 が臓器内部の上側あるいは下側に位置するかを検出する。

【 0 1 5 2 】

まず、図 20 を参照して、カプセル型内視鏡 10 が液面に位置する場合について説明する。図 20 (1) に示すように、カプセル型内視鏡 10 が液面領域に存在する場合には、液面 30s 上からカプセル型内視鏡 10 の先端が露出する。撮像部 11A, 11B のいずれかの撮像視野は、このカプセル型内視鏡 10 先端から広がる。このため、図 20 (1) のようにカプセル型内視鏡 10 先端が液面 30s から露出している場合には、図 20 (2) の画像 G2 のように、表面張力による液体 30 のカプセル型内視鏡 10 側面への這い登りと照明部 13A, 13B からの照射光の反射によって、液面 30s との境界 50r がリング状に表示される。このため、位置検出部 344 は、カプセル型内視鏡 10 によって撮像された画像の中に、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 10 は液面 30s、すなわち、胃内部の上側に存在すると判断する。

20

【 0 1 5 3 】

次に、図 21 を参照して、カプセル型内視鏡 10 が胃壁 31 に接触している場合について説明する。図 21 (1) に示すように、カプセル型内視鏡 10 が胃壁 31 に接触している場合には、胃壁 31 にカプセル型内視鏡 10 先端が押し付けられている。このため、図 21 (1) の場合には、図 21 (2) の画像 G1 のように、胃壁 31 とカプセル型内視鏡 10 先端部との接触部 50t が円状に表示される。したがって、位置検出部 344 は、カプセル型内視鏡 10 によって撮像された画像の中に、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 10 は胃壁 31 に接触していると判断する。そして、位置検出部 344 は、胃壁 31 に特有の画像パターンがあると判断した場合には、撮像部 11A, 11B のうちのいずれの撮像部がこの画像を撮像したかを判断し、この画像撮像時におけるカプセル型内視鏡 10 の姿勢から、画像を撮像した撮像部が上下のいずれを向いていたかを判断することによって、このカプセル型内視鏡 10 が上部の胃壁 31 あるいは底部の胃壁に接触しているかを判断する。なお、位置検出部 344 は、カプセル型内視鏡 10 によって撮像され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 は液中に漂っていると判断する。

30

40

【 0 1 5 4 】

磁界方向切替部 346 は、位置検出部 344 に検出されたカプセル型内視鏡 10 の臓器内部における位置をもとに上モードあるいは下モードのいずれの上下モードに対応するかを判断し、判断した上下モードに対応させて接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生させる均一勾配磁界の磁気勾配の方向をそれぞれ所定の方向に切り替える。なお、磁界方向切替部 346 は、位置検出部 344 がカプセル型内視鏡 10 が液中を漂っている

50

と判断した場合には、上モードあるいは下モードのうちデフォルトのモードに対応させて接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の方向を切り替える。

【 0 1 5 5 】

すなわち、カプセル型医療装置用誘導システム 3 0 1 においては、カプセル型内視鏡 1 0 が上下モードのいずれのモードに対応する位置にあるかを検出し、カプセル型内視鏡 1 0 の位置に対応する上下モードを判断して接触モードおよび離間モードにおいてそれぞれ発生させる均一勾配磁界の磁気勾配の方向を自動的に設定している。このため、操作者が画像を観察してカプセル型内視鏡 1 0 の上部または底部の胃壁に接触しているか判断できず上下モードを設定できなかった場合であっても、カプセル型内視鏡 1 0 の位置に適した接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の方向が自動的に設定される。

10

【 0 1 5 6 】

次に、図 2 2 を参照して、図 1 9 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 2 2 は、図 1 9 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 5 7 】

図 2 2 に示すように、図 8 のステップ S 2 ~ ステップ S 8 と同様に、体外制御部 3 0 4 に、体内観察の開始が指示された後（ステップ S 3 0 2 ）、磁界制御指示部 4 5 は、初期条件での磁界発生を設定し（ステップ S 3 0 4 ）、この初期条件で磁界制御部 8 に磁界を発生させ、画像受信部 4 1 は画像受信処理を開始し（ステップ S 3 0 6 ）、画像表示制御部 4 2 は、画像表示処理を開始する（ステップ S 3 0 8 ）。

20

【 0 1 5 8 】

次いで、位置検出部 3 4 4 は、カプセル型内視鏡 1 0 が臓器内部の上側または下側のいずれかに位置するかを検出する位置検出処理を行ない（ステップ S 3 0 9 ）、検出結果を磁界方向切替部 3 4 6 に出力する。磁界方向切替部 3 4 6 は、位置検出部 3 4 4 に検出されたカプセル型内視鏡 1 0 の臓器内部における位置が上側から下側に、あるいは下側から上側に変更しているか否かを判断する（ステップ S 3 1 0 ）。

【 0 1 5 9 】

磁界方向切替部 3 4 6 は、カプセル型内視鏡 1 0 の臓器内部における位置が変更していると判断した場合（ステップ S 3 1 0 : Y e s ）、変更したカプセル型内視鏡 1 0 の位置が上下モードのいずれのモードに対応するかを判断し、判断した上モードまたは下モードに対応させて磁界方向反転処理を行い（ステップ S 3 1 2 ）、磁界制御指示部 4 5 は、接触モードおよび離間モードの均一勾配磁界の勾配の各方向を反転させる。

30

【 0 1 6 0 】

一方、磁界方向切替部 3 4 6 は、カプセル型内視鏡 1 0 の臓器内部における位置が変更していないと判断した場合（ステップ S 3 1 0 : N o ）、または、磁界方向反転処理（ステップ S 3 1 2 ）終了後、図 8 のステップ S 1 4 と同様に、接触磁界印加処理を行う（ステップ S 3 1 4 ）。次に、磁界制御指示部 4 5 は、図 8 のステップ S 1 6 と同様に、離間モードの開始指示があるか否かを判断する（ステップ S 3 1 6 ）。磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示がないと判断した場合には（ステップ S 3 1 6 : N o ）、ステップ S 3 1 4 の接触磁界印加処理を継続し（ステップ S 3 1 4 ）、接触モードを維持する。これに対し、磁界制御指示部 4 5 は、離間モードの開始指示があると判断した場合には（ステップ S 3 1 6 : Y e s ）、離間モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡 1 0 に印加する離間磁界印加処理を行う（ステップ S 3 1 8 ）。

40

【 0 1 6 1 】

そして、図 1 8 のステップ S 2 2 0 およびステップ S 2 2 2 と同様に、動作検出部 2 4 3 は、動作検出処理を行い（ステップ S 3 2 0 ）、勾配変更指示部 2 4 8 は、動作検出部 2 4 3 の検出結果をもとに、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から離れるように動き始めたか否かを判断する（ステップ S 3 2 2 ）。勾配変更指示部 2 4 8 は、カプセル型内視鏡 1 0 が境界面から動き始めていないと判断した場合（ステップ S 3 2 2 : N o ）、図 1 8 の

50

ステップS 2 2 4と同様に、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配を1段階アップさせるように磁界制御指示部4 5に指示する(ステップS 3 2 4)、ステップS 3 1 8に進む。勾配変更指示部2 4 8がカプセル型内視鏡1 0が境界面から離れるように動き始めると判断するまで、ステップS 3 1 8~ステップS 3 2 4の処理が繰り返される。

【0 1 6 2】

そして、勾配変更指示部2 4 8は、カプセル型内視鏡1 0が境界面から動き始めたと判断した場合(ステップS 3 2 2: Yes)、図1 8のステップS 2 2 6と同様に、直前の離間磁界印加処理において磁界発生部2が発生した均一勾配磁界の勾配を、離間モードにおける均一勾配磁界の勾配であるとして更新する勾配更新処理を行う(ステップS 3 2 6)。

10

【0 1 6 3】

そして、磁界制御指示部4 5は、図8のステップS 2 8~ステップS 3 2と同様に、水平方向移動指示判断処理(ステップS 3 2 8)、水平方向の移動位置演算処理(ステップS 3 3 0)、水平移動磁界印加処理を行う(ステップS 3 3 2)。さらに、磁界制御指示部4 5は、図8のステップS 3 4と同様に、離間モード停止指示判断処理を行なう(ステップS 3 3 4)。磁界制御指示部4 5は、離間モードの停止指示があると判断した場合(ステップS 3 3 4: Yes)、接触モードにおける均一勾配磁界をカプセル型内視鏡1 0に印加する接触磁界印加処理を行って(ステップS 3 3 6)、カプセル型内視鏡1 0を基準面に戻す。一方、磁界制御指示部4 5は、離間モードの停止指示がないと判断した場合(ステップS 3 3 4: No)、ステップS 3 1 8に戻り、離間モードを継続する。

20

【0 1 6 4】

そして、体外制御部3 0 4は、図8に示すステップS 3 8と同様に、入力部3 0 6から入力され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 3 8)。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 3 8: No)、体内観察を継続するため、ステップS 3 0 9に戻り、位置検出処理を行う。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 8: Yes)、画像受信部4 1による画像受信処理を終了し(ステップS 3 4 0)、画像表示制御部4 2による画像表示処理を終了した後(ステップS 3 4 2)、画像データ保存処理を行って(ステップS 3 4 4)、体内観察を終了する。

30

【0 1 6 5】

このように、実施の形態2の変形例にかかるカプセル型医療装置用誘導システム3 0 1においては、図2 2に示す各処理を行うことによって、カプセル型内視鏡1 0の臓器内部における位置を検出しカプセル型内視鏡1 0の位置に応じて上モードまたは下モードを自動的に設定しているため、操作者によるカプセル型内視鏡1 0の操作負担を軽減することが可能になる。

【0 1 6 6】

なお、実施の形態1, 2においては、撮像部を複数有するカプセル型内視鏡1 0を用いた場合を例に説明したが、もちろん、撮像部1 1 Aのみを有する単眼のカプセル型内視鏡であってもよい。

【0 1 6 7】

また、実施の形態1, 2においては、永久磁石1 9を用いたカプセル型内視鏡1 0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。

40

【0 1 6 8】

なお、実施の形態1, 2において、磁界制御指示部4 5は、磁界発生部2に均一勾配磁界を発生させて、カプセル型内視鏡1 0を液体の境界面に対して押し付けるもしくは離間する磁気引力をコントロールしているが、これに限らず、ピーク磁界を発生させて、カプセル型内視鏡1 0を液体の境界面に対して押し付けるもしくは離間する磁気引力をコントロールしても良い。

【0 1 6 9】

50

ピーク磁界は、水平方向にピークを有する磁界を発生し、カプセル型内視鏡 10 の水平方向の位置を拘束する一方、ピーク近傍で鉛直方向の磁気勾配を発生し、カプセル型内視鏡 10 を鉛直方向に誘導することができる。したがって、磁界制御指示部 45 は、磁界発生部 2 が発生するピーク磁界の鉛直方向の磁気勾配を制御することで、図 8 , 図 18 , 図 22 の、接触磁界印加処理 S 14 , S 36 , S 214 , S 236 , S 314 , S 336、離間磁界印加処理 S 18 , S 24 , S 54 , S 218 , S 318 に対応する磁界をカプセル型内視鏡 10 に印加する。

【 0 1 7 0 】

また、磁界制御指示部 45 は、磁界発生部 2 が発生するピーク磁界の水平方向の位置を変化させることで、図 8 , 図 18 , 図 22、水平移動磁界印加処理 S 32 , S 232 , S 332 に対応する磁界をカプセル型内視鏡 10 に印加する。

10

【 0 1 7 1 】

これにより、カプセル型内視鏡 10 の水平方向の位置がピーク磁界によって拘束できるため、より安定した水中での誘導を実現でき、操作性が向上する。

【符号の説明】

【 0 1 7 2 】

1 , 2 0 1 , 3 0 1 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 , 2 0 4 , 3 0 4 体外制御部

20

5 表示部

6 , 2 0 6 入力部

7 記憶部

8 磁界制御部

9 電力供給部

1 0 カプセル型内視鏡

1 1 A , 1 1 B 撮像部

1 2 カプセル型筐体

1 3 A , 1 3 B 照明部

1 4 A , 1 4 B 光学系

30

1 5 A , 1 5 B 撮像素子

1 6 無線通信部

1 6 a アンテナ

1 7 制御部

1 8 電源部

1 9 永久磁石

4 1 画像受信部

4 2 画像表示制御部

4 5 磁界制御指示部

4 6 , 3 4 6 磁界方向切替部

40

4 7 磁気勾配記憶部

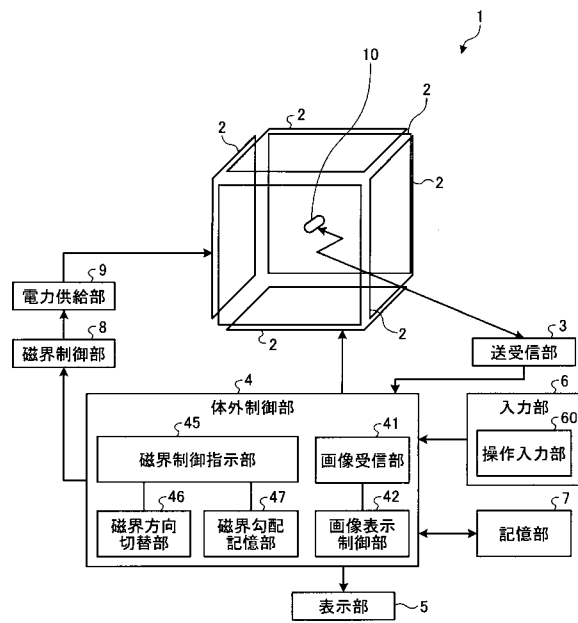
6 0 , 2 6 0 操作入力部

2 4 3 動作検出部

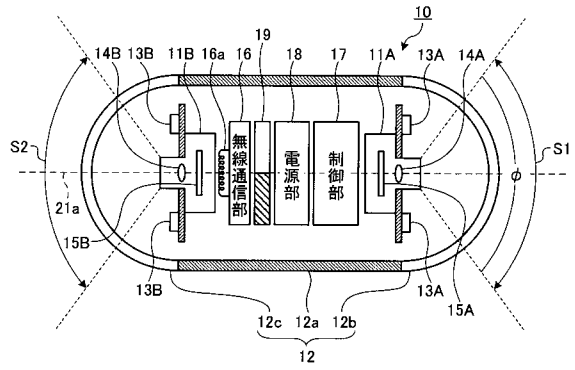
2 4 8 勾配変更指示部

3 4 4 位置検出部

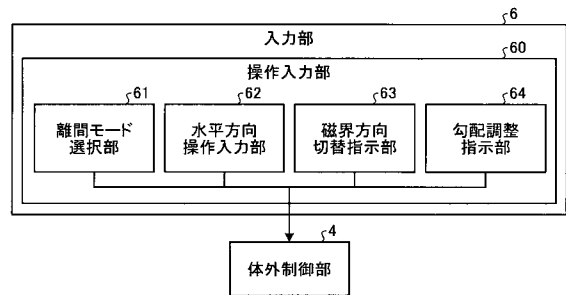
【図1】



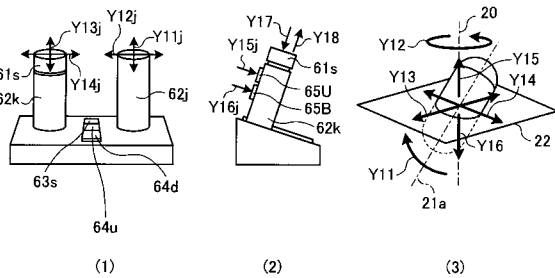
【図2】



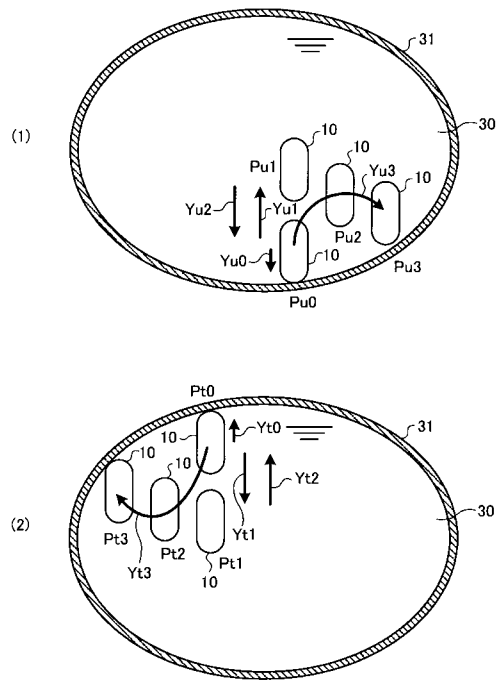
【図3】



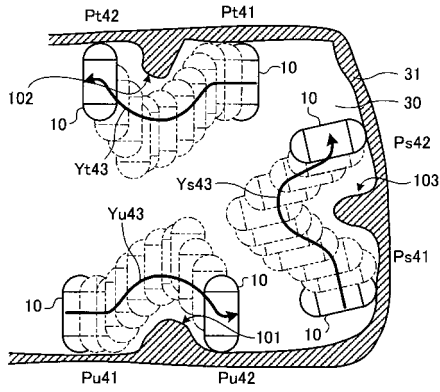
【図4】



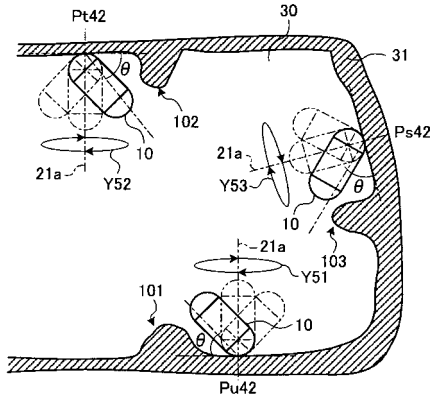
【図5】



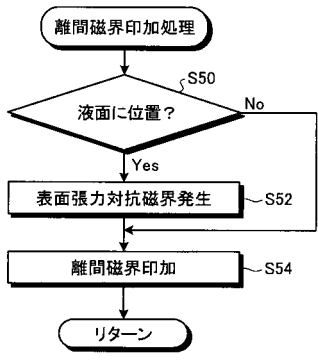
【図6】



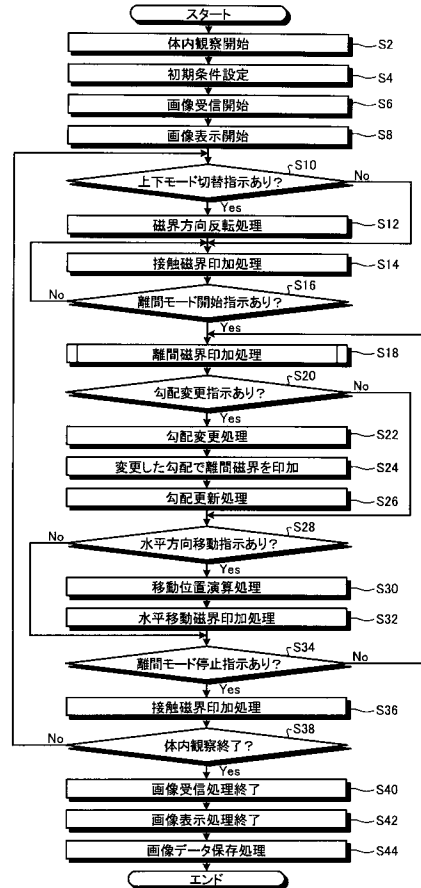
【図7】



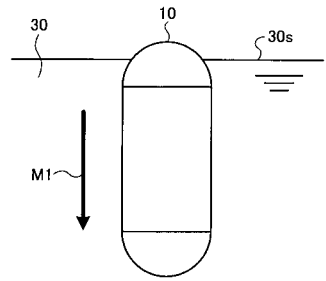
【図9】



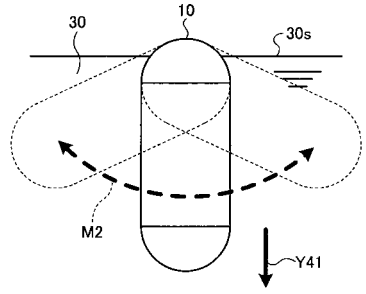
【図8】



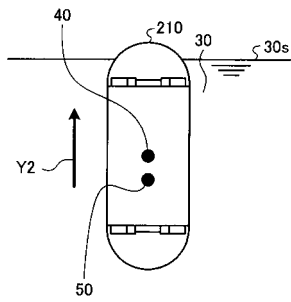
【図10】



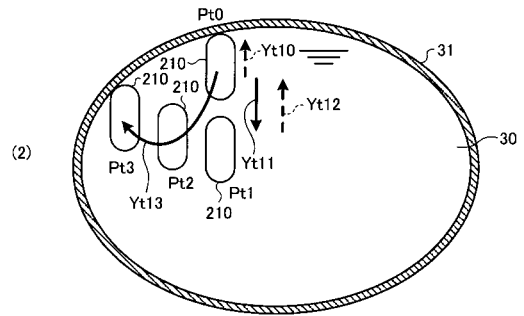
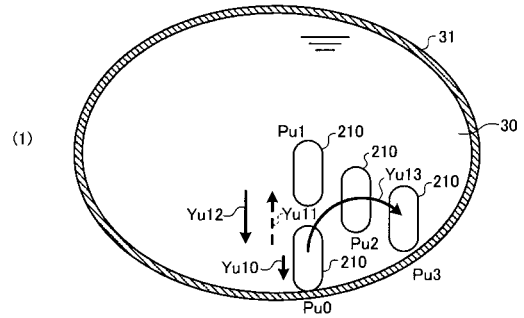
【図11】



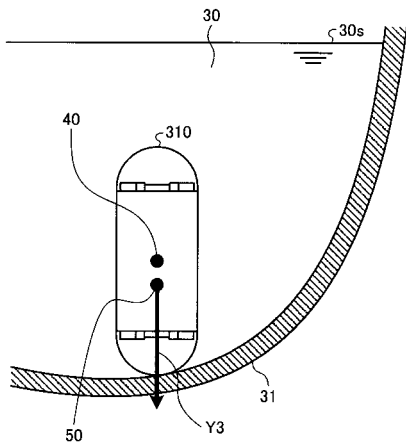
【 図 1 2 】



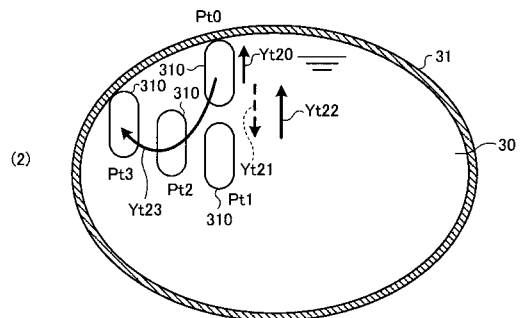
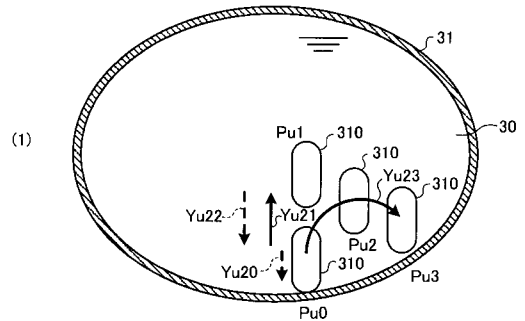
【 図 1 3 】



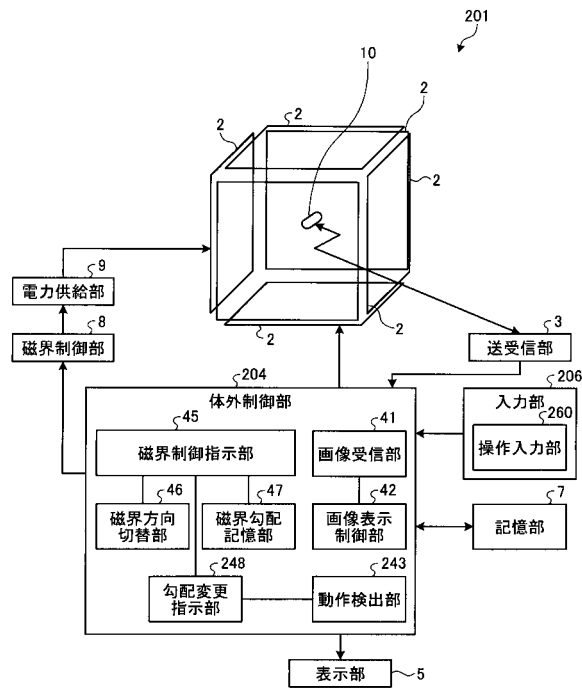
【 図 1 4 】



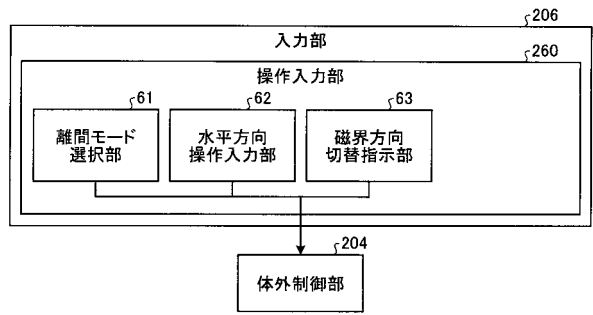
【 図 1 5 】



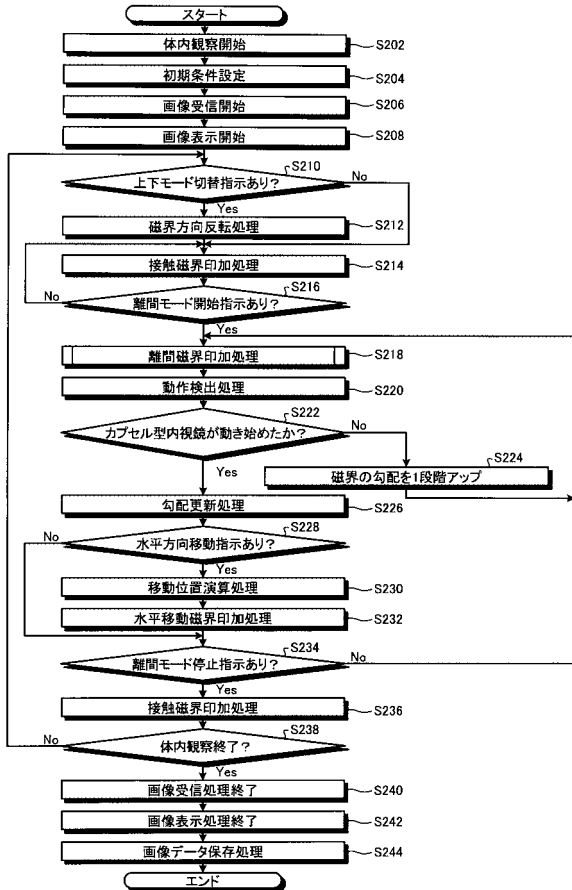
【図16】



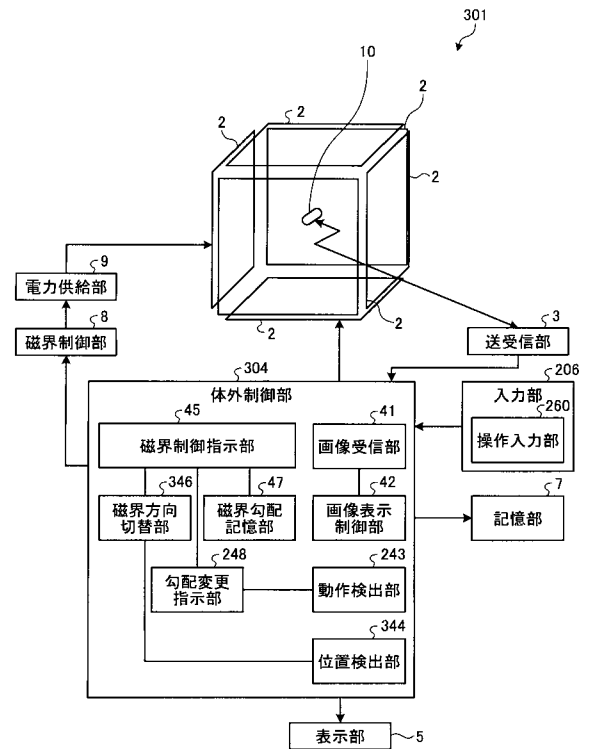
【図17】



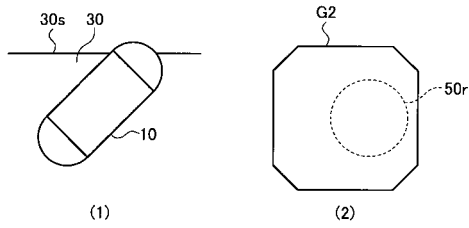
【図18】



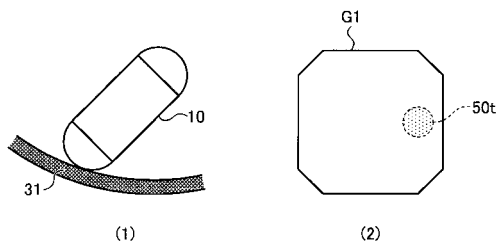
【図19】



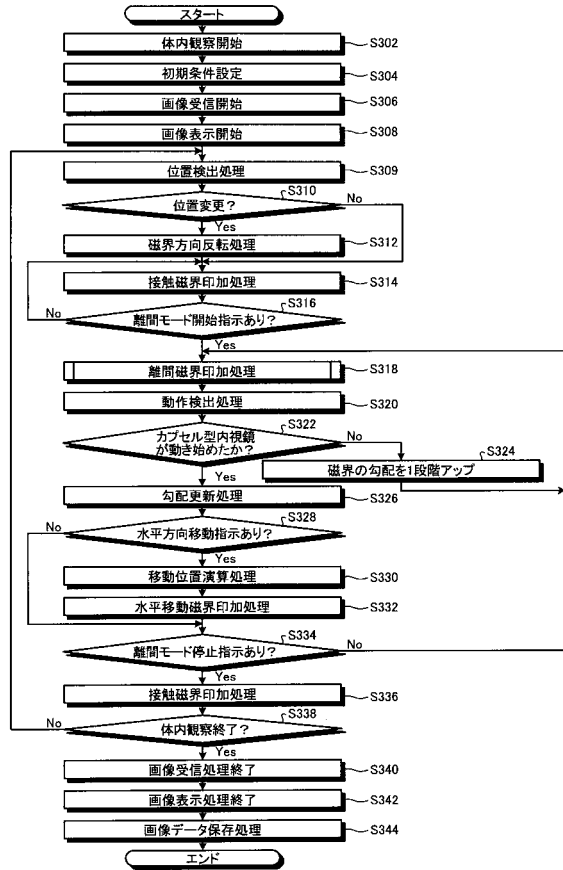
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 宏尚

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 ケラー, ヘンリック

ドイツ国, 91054 エアランゲン, ルイトポルトシュトラッセ 6a

審査官 小田倉 直人

(56)参考文献 国際公開第2007/077922(WO, A1)

特表2006-509574(JP, A)

特開2007-195961(JP, A)

特表2010-514461(JP, A)

特開2006-263167(JP, A)

特開2006-87521(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00

专利名称(译)	胶囊型医疗器械感应系统		
公开(公告)号	JP5118775B2	公开(公告)日	2013-01-16
申请号	JP2011529399	申请日	2010-08-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 西门子公司		
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 西门子激活日元Gezerushiyafuto		
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 西门子激活日元Gezerushiyafuto		
[标]发明人	河野宏尚 ケラーヘンリック		
发明人	河野 宏尚 ケラー, ヘンリック		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/041 A61B1/00158 A61B5/073 A61B34/73		
FI分类号	A61B1/00.320.B		
代理人(译)	酒井宏明		
优先权	2009264040 2009-11-19 JP		
其他公开文献	JPWO2011061977A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的胶囊医疗装置引导系统1具有接触模式，其中胶囊内窥镜10与受试者中的液体的多个边界表面中的期望边界表面接触，并且具有离开模式，其中胶囊内窥镜10远离期望的边界表面移动。当选择接触模式时，外部控制单元4控制磁场产生单元2，使得胶囊内窥镜10的浮力，胶囊内窥镜10的重力或磁吸引力在液体中的总力朝向期望的边界表面侧。当选择离开模式时，外部控制单元4控制磁场产生单元2，使得胶囊内窥镜10的浮力，胶囊内窥镜10的重力或磁吸引力在液体中的总力是朝向除了朝向期望的边界表面侧的方向之外的方向。

【図3】

