

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-78388

(P2020-78388A)

(43) 公開日 令和2年5月28日(2020.5.28)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 C 4 C 1 6 1
 A 6 1 B 1/00 6 1 O

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2018-212191 (P2018-212191) (22) 出願日 平成30年11月12日 (2018.11.12) (11) 特許番号 特許第6473266号 (P6473266) (45) 特許公報発行日 平成31年2月20日 (2019.2.20)	(71) 出願人 514043908 中西 弘幸 大阪府堺市堺区中三国ヶ丘町4丁目4-18 (74) 代理人 100078282 弁理士 山本 秀策 (74) 代理人 100113413 弁理士 森下 夏樹 (74) 代理人 100143638 弁理士 長谷部 真久 (74) 代理人 100181674 弁理士 飯田 貴敏 (74) 代理人 100181641 弁理士 石川 大輔 (74) 代理人 230113332 弁護士 山本 健策
--	--

最終頁に続く

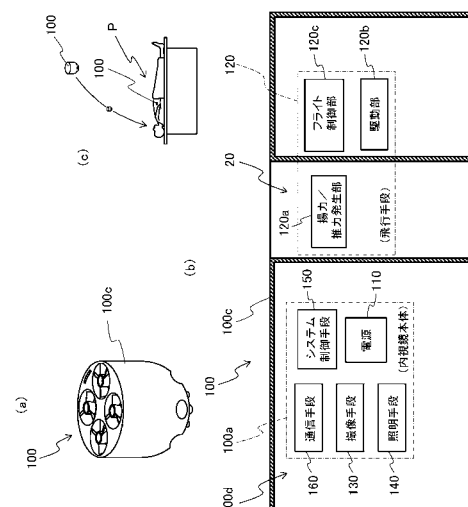
(54) 【発明の名称】 カプセル内視鏡

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、胃内部を検査可能であって、また検査に要する時間を飛躍的に短縮可能なカプセル内視鏡を得ることである。

【解決手段】本発明のカプセル内視鏡100は、自力飛行可能なカプセル内視鏡であって、内視鏡機体100cと、内視鏡機体100cを飛行可能な飛行手段120とを備えている。飛行手段120は、内視鏡機体100cに揚力および推力を発生させる揚力/推力発生部120aを有する。飛行手段120は、内視鏡機体100cに揚力および推力を発生させる揚力/推力発生部120aを有するように構成されている、

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内視鏡機体と、
該内視鏡機体を飛行可能な飛行手段と
を備えた、カプセル内視鏡。

【請求項 2】

前記飛行手段は、
前記内視鏡機体に揚力および推力を発生させる揚力／推力発生部を有するように構成されている、請求項 1 に記載のカプセル内視鏡。

【請求項 3】

前記揚力／推力発生部は、該揚力と該推力とを独立して発生させるように構成されている、請求項 2 に記載のカプセル内視鏡。

【請求項 4】

前記揚力／推力発生部は、回転翼を有するドローン、またはヘリコプターである、請求項 2 または請求項 3 に記載のカプセル内視鏡。

【請求項 5】

前記揚力は前記回転翼を正方向に回転させることで発生させ、前記推力は前記回転翼を逆方向に回転させることで発生させる、請求項 4 に記載のカプセル内視鏡。

【請求項 6】

少なくとも前記揚力を発生させて胃内を観察する、請求項 2 ～ 請求項 5 のいずれか一項に記載のカプセル内視鏡。

【請求項 7】

少なくとも前記推力を発生させて十二指腸、小腸および大腸内の少なくとも一部を観察する、請求項 6 に記載のカプセル内視鏡。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、飛行手段を備えたカプセル内視鏡に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、内視鏡検査に蠕動運動により受動的に移動するカプセル内視鏡が用いられるようになってきている。蠕動運動によるカプセル内視鏡では、以前から用いられている内視鏡のように、管を口から食道を通して体内に挿入する必要がなく、内視鏡検査を受ける被検者にかかる負担が少ないというメリットがある。

【0003】

しかしながら、蠕動運動によるカプセル内視鏡は管状である小腸、大腸のみを検査するものであり、胃内部を検査することはできなかった。また、屈曲部などは蠕動運動が不安定であって検査の見落としが発生する恐れがあった。さらに、リアルタイムの観察ができず、画像を記録したレコーダーを回収して読影するため手間と時間がかかっていた。カプセルの移動は蠕動に依存するためカプセル服用から小腸、大腸観察後肛門から排出まで約一日と多大な時間がかかる。その時間を短縮するために大量の下剤で押し出す方法もあるが、それを用いたとしても約 4 時間から約半日という時間がかかる。

【0004】

また、カプセル内視鏡には、蠕動運動により受動的に移動だけでなく、推力を発生させて能動的に移動する自走式のカプセル内視鏡もある。

【0005】

例えば、カプセル内視鏡の自走方式の例として、特許文献 1 にはガス噴射方式、特許文献 2 にはキャタピラ駆動方式の自走式のカプセル内視鏡が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 3 3 4 1 4 1 号公報

【特許文献 2】特許第 5 0 0 6 3 8 1 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、自走式のカプセル内視鏡も細く狭い管状である小腸、大腸を検査するためのものであり、袋状の広い空間を有する胃内部を検査することはできなかった。なぜなら、特許文献 1、特許文献 2 などに記載される従来の自走式のカプセル内視鏡では、腸などの内壁伝いに略水平方向や略傾斜方向へ移動したりその姿勢を変えたりするのは可能であるが、キャタピラーやガス噴射の出力では、胃内部における鉛直方向に延びる空間を移動することは困難であった。

10

【 0 0 0 8 】

また、小腸や大腸は検査可能であっても、湿潤で弾力がある腸管を走行するにはかなりの時間を要し、特にヒダが大きく深い上行結腸は容易に走行できなかった。また、大腸の走行は3次元であり、仰臥位において背側から腹側への走行が多く、上方向への移動は磁気やキャタピラでの推進力では困難であって、蠕動運動によるカプセル内視鏡ほどではないにしても検査にかなりの時間が必要である。

【 0 0 0 9 】

そのため、従来の自走式のカプセル内視鏡における内視鏡検査は胃内部の検査ができず、また、検査に多大な時間を要し、被験者の身体に負担がかかるという問題があった。

20

【 0 0 1 0 】

本発明は、これら従来の内視鏡による問題を解決し、胃内部を検査可能であって、また検査に要する時間を飛躍的に短縮（例えば、食道から大腸までの全ての消化管の検査を 30 分以内）可能なカプセル内視鏡を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明は以下の項目を提供する。

【 0 0 1 2 】

（項目 1）

内視鏡機体と、
該内視鏡機体を飛行可能な飛行手段と
を備えた、カプセル内視鏡。

30

【 0 0 1 3 】

（項目 2）

前記飛行手段は、
前記内視鏡機体に揚力および推力を発生させる揚力 / 推力発生部を有するように構成されている、項目 1 に記載のカプセル内視鏡。

【 0 0 1 4 】

（項目 3）

前記揚力 / 推力発生部は、該揚力と該推力とを独立して発生させるように構成されている、項目 2 に記載のカプセル内視鏡。

40

【 0 0 1 5 】

（項目 4）

前記揚力 / 推力発生部は、回転翼を有するドローン、またはヘリコプターである、項目 2 または項目 3 に記載のカプセル内視鏡。

【 0 0 1 6 】

（項目 5）

前記揚力は前記回転翼を正方向に回転させることで発生させ、前記推力は前記回転翼を逆方向に回転させることで発生させる、項目 4 に記載のカプセル内視鏡。

50

【 0 0 1 7 】

(項 目 6)

少なくとも前記揚力を発生させることで胃内を観察する、項目 2 ～ 項目 5 のいずれか一項に記載のカプセル内視鏡。

【 0 0 1 8 】

(項 目 7)

少なくとも前記推力を発生させて十二指腸、小腸および大腸内の少なくとも一部を観察する、項目 6 に記載のカプセル内視鏡。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、胃内部を検査可能であって、また検査に要する時間を飛躍的に短縮可能なカプセル内視鏡を得ることを目的とする。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明のカプセル内視鏡 1 0 0 を説明するための図であり、図 1 (a) は、カプセル内視鏡の外観を示し、図 1 (b) は、カプセル内視鏡の基本構成を概念的に示し、図 1 (c) は、このカプセル内視鏡 1 0 0 の使用状態を模式的に示す。

【 図 2 】 本発明の実施形態 1 によるカプセル内視鏡 1 0 0 を説明するための斜視図であり、カプセル内視鏡 1 0 0 の外観を示している。

【 図 3 】 カプセル内視鏡 1 0 0 をその上面側 (図 2 の A 方向) から見た構造を示す平面図である。

【 図 4 】 カプセル内視鏡 1 0 0 をその前面側 (図 2 の B 方向) から見た構造を示す平面図である。

【 図 5 】 カプセル内視鏡 1 0 0 をその下面側 (図 2 の C 方向) から見た構造を示す平面図である。

【 図 6 】 カプセル内視鏡 1 0 0 に搭載されている回路ユニット 1 0 0 b を説明するためのブロック図である。

【 図 7 】 カプセル内視鏡 1 0 0 を用いた内視鏡検査を行うための検査システム 1 0 0 0 を説明するための斜視図であり、検査システム 1 0 0 0 の構成を模式的に示す。

【 図 8 】 カプセル内視鏡 1 0 0 を用いた内視鏡検査を行う際のカプセル内視鏡の経路の一例を示す図である。

【 図 9 】 カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内で飛行しながら胃内部を観察する様子の一例を示す図である。

【 図 1 0 】 カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内で飛行状態から着地状態に姿勢を変更する様子の一例を示す図である。

【 図 1 1 】 カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内 (十二指腸または小腸) を推力で移動する様子の一例を示す図である。

【 図 1 2 】 カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内 (大腸) を推力で移動する様子の一例を示す図である。

【 図 1 3 】 カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内で流体中を移動する様子の一例を示す図である。

【 図 1 4 】 本発明の実施形態 2 によるカプセル内視鏡 1 0 0 を説明するための斜視図であり、カプセル内視鏡 1 0 0 の外観を示している。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 2 1 】

本明細書において、「約」とは、後に続く数字の $\pm 10\%$ の範囲内をいう。

【 0 0 2 2 】

本発明は、従来のカプセル内視鏡を用いた内視鏡検査では、胃内部の検査が不可能であったという課題を解決したものである。また検査に時間がかかるという課題も解決したのであり、カプセル内視鏡による被検者の身体への負担の少ない検査を非常に短時間で

10

20

30

40

50

うことを可能にするものである。

【0023】

図1は、本発明のカプセル内視鏡100を説明するための図であり、図1(a)は、カプセル内視鏡の外観を示し、図1(b)は、カプセル内視鏡の基本構成を概念的に示し、図1(c)は、このカプセル内視鏡100の使用状態を模式的に示す。

【0024】

本発明のカプセル内視鏡100は、図1(b)に示すように、内視鏡本体100aを搭載した内視鏡機体100cと、内視鏡機体100cを飛行させる飛行手段120とを備えたものである。ここで、内視鏡本体100aは、被検者Pの体内を撮影する機能を有するものであり、内視鏡本体100aを搭載した内視鏡機体100cは、例えば、被検者の体内を移動しながら体内の撮影を行うことが可能である。

10

【0025】

飛行手段を備えることにより、飛行して被検者Pの体内の空洞部分、例えば、空気や炭酸ガスなどの気体で膨らませた胃の内壁を浮遊した状態で観察することが可能となる。

【0026】

本発明のカプセル内視鏡100は、内視鏡本体100aを搭載した内視鏡機体100cに自力飛行可能な飛行手段120を備えたものであればどのようなものでもよく、その他の構成は特に限定されるものではない。

【0027】

ここで、飛行手段120とは、操作信号に基づいて、カプセル内視鏡が任意の場所に移動するように揚力(重力に逆らって機体を持ち上げる力)および推力(機体を水平方向に加速する力)の少なくとも一方を発生させる手段をいう。

20

【0028】

このような飛行手段120は、実質的に、図1(b)に示すように、内視鏡機体100cに揚力と推力とを発生させる揚力/推力発生部120aと、揚力/推力発生部120aを駆動する駆動部120bと、駆動部120bを制御するフライト制御手段120cとを有する。

【0029】

本発明のカプセル内視鏡100cの揚力/推力発生部120aの構成は、任意であり得る。例えば、水平方向に移動しなくても揚力を発生することができる飛行体であるドローン、ヘリコプター、飛行船などが採用し得る。本明細書において、飛行手段の1つの実施形態としてドローンとして説示するが、本発明はこれに限定されない。

30

【0030】

ここで、ドローンは、揚力および推力を発生する3つ以上のプロペラを有するものがある。ヘリコプターは、揚力および推力を発生する1つの主翼および姿勢を保持する1つの補助翼を有するもの、あるいは、揚力および推力を発生する2つの主翼を有するものがある。飛行船は、空気より軽い気体により浮力を発生する機構と、推力を発生するプロペラとを有するものがある。

【0031】

本発明の内視鏡機体100cは、任意の材質であり得る。例えば、金属、プラスチック、セラミックやスポンジなど様々な材質であってよい。また、1つの材質だけでなく、複数の材質を複合したものであってもよい。好ましくは、飛行手段120で浮揚させることを考慮してプラスチックなど軽い材料を用いるのが好ましい。一つの実施形態において、ABS樹脂とセラミックの複合材料である。このような材料を用いることにより軽量かつ剛性の高いものとすることが可能となる。

40

【0032】

内視鏡機体100cの形状は、任意の形状であり得る。例えば、従来のカプセル内視鏡と同様に略砲弾形状、略半球形状、略球形状(図13(a))、略立方体形状、略直方体形状、略正八面体形状、略円柱体の両端部を半球形とした外形を取り得るが、本発明はこれに限定されない。

50

【 0 0 3 3 】

内視鏡機体 1 0 0 c は、飛行手段 1 2 0 を覆う胃液などで溶けるカバー 1 0 0 2 を含んでいても良い（図 1 3 (b) ）。カバー 1 0 0 2 を含むことで飛行手段の部分が体内の組織に直接接触されずに胃まで届くので、より安心して本発明のカプセル内視鏡 1 0 0 c を口から体内に投入することが可能となる。カバー 1 0 0 2 は胃液で溶けるように構成されているため、胃など（場合によって十二指腸、小腸や大腸）で飛行手段 1 2 0 による移動が可能な状態においては飛行手段 1 2 0 が使用可能となる。カバー 1 0 0 2 の素材は胃液などで溶けるものであれば任意の材質でありえる。例えば、セルロース、ゼラチンなどであるが、本発明はこれに限定されない。

【 0 0 3 4 】

10

また、内視鏡機体 1 0 0 c は、飛行手段 1 2 0 を覆うネット部材 1 0 0 3 を含んでいても良いし、胃液で溶けるカバー 1 0 0 2 を設けてもよい（図 1 3 (b) ）。ネット部材 1 0 0 3 を含むことで、直接体内組織が飛行手段 1 2 0 と接触することがないため、体内組織を損傷することを防止でき、安全な観察が可能となる。ネット部材 1 0 0 3 の素材は任意の材料であり得る。例えば、プラスチックなどの樹脂、チタンやステンレスの金属であるが、本発明はこれに限定されない。

【 0 0 3 5 】

本発明の内視鏡機体 1 0 0 c は、カバー部材 1 0 0 2 とネット部材 1 0 0 3 の両方を含んでいても良いし、それぞれ一方のみ含むものであってもよい。

【 0 0 3 6 】

20

本発明の内視鏡機体 1 0 0 c は、図 1 (b) に示すように、密閉された密閉スペース 1 0 0 d と、内視鏡機体 1 0 0 c を貫通する貫通スペース 2 0 とを含み、密閉スペース 1 0 0 d に、内視鏡本体 1 0 0 a および飛行手段 1 2 0 を構成する駆動部 1 2 0 b 、フライト制御手段 1 2 0 c が収容され、貫通スペース 2 0 に、飛行手段 1 2 0 を構成する揚力 / 推力発生部 1 2 0 a が収容されているものでもよい。

【 0 0 3 7 】

なお、図 1 に示す形態において、内視鏡機体 1 0 0 c に飛行手段 1 2 0 が収納される貫通スペース 2 0 を設ける場合を説示しているが、本発明はこれに限定されない。

【 0 0 3 8 】

30

本発明の内視鏡本体 1 0 0 a は、図 1 (b) に示すように、従来の自走式のカプセル内視鏡と同様に、体内を照らす照明手段 1 4 0 と、体内を撮影する撮像手段 1 3 0 と、体外の信号処理装置あるいは操作リモコン（図示せず）との間で通信を行うための通信手段 1 6 0 と、上記各手段を制御するシステム制御手段 1 5 0 と、上記各手段に電力を供給する電源 1 1 0 とを備えたものでもよい。

【 0 0 3 9 】

40

ここで、照明手段 1 4 0 は、被検者 P の体内、すなわち、内視鏡検査の対象となる被検者 P の器官（例えば、胃、十二指腸、小腸、大腸などの消化器官）の内部を照明可能であれば任意の手段であり得る。照明手段 1 4 0 は、例えば、光源として微細化が可能な半導体発光素子を用いたものが望ましく、半導体発光素子には、LED（発光ダイオード）、有機 EL 素子、LD（レーザダイオード）などがある。しかしながら、本発明はこれに限定されない。

【 0 0 4 0 】

撮像手段 1 3 0 は、検査する器官の内部を撮影可能なものであればどのようなものでもよいが、照明手段 1 4 0 と同様、カメラとして微細化が可能な半導体撮像素子を用いたものが望ましく、このような半導体撮像素子には、CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサがある。

【 0 0 4 1 】

通信手段 1 6 0 は、撮像手段 1 3 0 から出力される撮像信号を体外の信号処理装置（図示せず）に送信する送信部と、体外の操作リモコンなどからの操作信号を受信する受信部とを有するものであればどのようなものでもよい。例えば、送信部と受信部とがそれぞれ

50

独立した送信機と受信機とで構成されたものでもよいし、送信部と受信部とが一体化されており、送信動作と受信動作とを切り替えるようにした送受信機でもよい。また、通信方式は１つの無線回線（チャンネル）で単一の情報信号を送る通信方式でもよいし、１つの無線回線（チャンネル）で複数の情報信号を送る多重通信方式でもよい。１つの実施形態において、例えば、通信方式として人間に対して無害なBluetooth方式（登録商標）を採用し得る。本発明のカプセル内視鏡においては、撮像装置で得られた画像を通信手段で外部モニターに送信することが可能であって、それによりリアルタイムの観察が可能となる。そのため見落としが防止され高度な観察が可能となる。

【００４２】

システム制御手段１５０は、カプセル内視鏡１００の外部からの撮像指令信号に基づいて照明手段１４０および撮像手段１３０を制御可能であれば任意の手段であり得る。 10

【００４３】

なお、内視鏡本体１００aのシステム制御手段１５０と飛行手段１２０のフライト制御手段１２０cとは、別々のマイクロプロセッサで構成された独立したものでもよいし、あるいは、１つのマイクロプロセッサで構成された一体化したものであってもよい。

【００４４】

ただし、飛行手段としてドローンを採用した場合、３以上のプロペラの回転のみで機体の安定化や自律航行制御などを行うために複雑な演算が必要となり、内視鏡本体１００aの制御を行うシステム制御手段１５０とは別にフライト制御手段１２０cとして専用のフライトコントローラを設けてもよい。なお、自律航行制御は、例えば、操作者からの操作信号なしで定位置でのホバリングなどを行う場合に必要となる、駆動部１２０bを自動制御する機能である。 20

【００４５】

電源１１０は、上記各手段（飛行手段１２０、照明手段１４０、撮像手段１３０、通信手段１６０、システム制御手段１５０）に適切な電源電圧を供給可能なものであれば任意の電源であり得る。例えば、電源１１０は、バッテリーと、バッテリーの出力電圧を所定の電圧に変換する電源回路とを有している。ここで、バッテリーは、リチウムイオン電池（例えば、リチウムイオンポリマー電池など）やニッケル水素電池などであるが、バッテリー１１０bは、これらの二次電池に限定されるものではない。例えば、無線給電システム（無線で電力の供給を受ける受電手段を有するもの）であれば、カプセル内視鏡から電源１１０の構成を削除し得る。 30

【００４６】

また、ドローンでは、プロペラのモータ（飛行手段１２０の駆動部１２０b）以外の回路は、プロペラのモータに供給される電源電圧（例えば、約１２Ｖ）に比べて低い電源電圧（例えば、約５Ｖ）で動作するように構成されるので、本発明のカプセル内視鏡においても、飛行手段の駆動部１２０b以外の各手段は、通常は、飛行手段１２０の駆動部１２０bに供給される電源電圧より低い電源電圧で動作するように構成される。その場合は、電源１１０は、飛行手段１２０の駆動部１２０bには第１の電源電圧を供給し、それ以外の手段（照明手段１４０、撮像手段１３０、通信手段１６０、システム制御手段１５０、フライト制御手段１２０c）には第１の電源電圧より低い第２の電源電圧を供給可能なものでよい。 40

【００４７】

具体的には、電源は、バッテリーと、バッテリーの出力電圧を降圧する電源回路（UBEC：ユニバーサル・バッテリー・エリミネーション・サーキット）とを有し、バッテリーの出力を飛行手段１２０の駆動部１２０bに直接供給し、飛行手段の駆動部１２０b以外の各手段には、バッテリーの出力電圧を電源回路（UBEC）で降圧して供給するように構成したものでよい。また、バッテリーの出力を受ける飛行手段１２０の駆動部（ESC：エレクトリック・スピード・コントローラ）自体が、バッテリーの出力電圧を降圧する電源回路（BEC：バッテリー・エリミネーション・サーキット）を有していてもよく、その場合は、電源にバッテリーの出力電圧を降圧する電源回路（UBEC）を設ける必要はなく、飛行手 50

段 1 2 0 の駆動部 1 2 0 b 以外の手段には、飛行手段 1 2 0 の駆動部 (E S C) 1 2 0 b に含まれる電源回路 (B E C) から電源電圧を供給すればよい。

【 0 0 4 8 】

また、本発明のカプセル内視鏡 1 0 0 では、飛行手段 1 2 0 は、内視鏡本体 1 0 0 a の電源 1 1 0 から電力の供給を受けてもよいが、この電源とは独立した電源から電力の供給を受けてもよい。

【 0 0 4 9 】

ただし、以下の実施形態では、本発明のカプセル内視鏡の一例として、ドローンの飛行手段を有するものを挙げる。ここで、ドローンの飛行手段は、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a として 4 つの回転翼およびこれらを回転させる 4 つのモータを有し、駆動電流をモータに供給する駆動部 1 2 0 b としてモータ毎に E S C を有し、駆動部 1 2 0 b を操作信号に基づいて制御するフライト制御手段 1 2 0 c としてフライトコントローラー (F C) を有するものとする。実施形態のカプセル内視鏡 1 0 0 は、撮像手段 1 3 0 として C C D イメージセンサを用いたカメラモジュールを有し、照明手段 1 4 0 として L E D モジュールを有するものとする。また、通信手段 1 6 0 は、送信部と受信部とが一体化された送受信機とする。電源 1 1 0 は、リチウムイオン電池と、その出力電圧を降圧する電源回路 (U B E C) とを有するものとする。

【 0 0 5 0 】

ただし、本発明のカプセル内視鏡は、以下の実施形態の構成に限定されるものでないことは上述の説明から明らかである。

【 0 0 5 1 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 5 2 】

(実施形態 1)

図 2 ~ 図 5 は本発明の実施形態 1 によるカプセル内視鏡 1 0 0 を説明するための図であり、図 2 はカプセル内視鏡 1 0 0 の外観を示す斜視図であり、図 3 ~ 図 5 はそれぞれ、図 2 に示すカプセル内視鏡 1 0 0 を図 2 の A ~ C 方向から見た構造を示す平面図である。

【 0 0 5 3 】

実施形態 1 のカプセル内視鏡 1 0 0 は、内視鏡本体 1 0 0 a を搭載した内視鏡機体 1 0 0 c と、内視鏡機体 1 0 0 c を飛行させる飛行手段 1 2 0 とを有する。

【 0 0 5 4 】

ここで、内視鏡本体 1 0 0 a は、撮像手段 1 3 0 、照明手段 1 4 0 、通信手段 1 6 0 、システム制御手段 1 5 0 および電源 1 1 0 を有し、これらの各手段および電源は、内視鏡機体 1 0 0 c 内に搭載されている。

【 0 0 5 5 】

飛行手段 1 2 0 は、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a 、駆動部 1 2 0 b およびフライト制御部 1 2 0 c を有し、駆動部 1 2 0 b およびフライト制御部 1 2 0 c は内視鏡機体 1 0 0 c 内に搭載され、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a は内視鏡機体 1 0 0 c の外側に設けられている。

【 0 0 5 6 】

内視鏡機体 1 0 0 c は略砲弾状の形状を有し、その内部は液体が浸入しないように密閉された密閉スペース 1 0 0 d となっており、この密閉スペース 1 0 0 d には回路ユニット 1 0 0 b が収容されている。回路ユニット 1 0 0 b は、内視鏡機体 1 0 0 c 内に取り付けられた回路基板 1 0 1 と、回路基板 1 0 1 に実装された複数の電子部品 (図示せず) とを有する。これらの電子部品は、内視鏡本体 1 0 0 a の各手段 (撮像手段 1 3 0 、照明手段 1 4 0 、通信手段 1 6 0 、システム制御手段 1 5 0) および電源 1 1 0 、さらに飛行手段 1 2 0 のフライト制御部 1 2 0 c および駆動部 1 2 0 b として機能する。さらに、円盤形状の内視鏡機体 1 0 0 c には貫通スペース (貫通穴) 2 0 が形成されており、貫通スペース 2 0 には揚力 / 推力発生部 1 2 0 a を構成する部材が収容されている。

【 0 0 5 7 】

まず、カプセル内視鏡 1 0 0 の飛行手段 1 2 0 の構成を具体的に説明する。

【 0 0 5 8 】

飛行手段 1 2 0 では、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a は、内視鏡機体 1 0 0 c に揚力および推力を発生させるもの、駆動部 1 2 0 b は、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a に駆動電圧を供給するもの、フライトコントローラー 1 2 0 c は、駆動部 1 2 0 b を制御するものであり、以下詳しく説明する。

【 0 0 5 9 】

〔飛行手段 1 2 0 の揚力 / 推力発生部 1 2 0 a 〕

カプセル内視鏡 1 0 0 の筐体である内視鏡機体 1 0 0 c の外形は上記のとおり略砲弾形状であるが、内視鏡機体 1 0 0 c の外形は、被検者 P の体内でカプセル内視鏡 1 0 0 が飛行する妨げにならないような形状であれば特に限定されるものではない。好ましくは、小腸、大腸などの細く、狭い管状部分をスムーズに移動しやすい略球状、略半球状、略砲弾状である。

10

【 0 0 6 0 】

内視鏡機体 1 0 0 c には、4 つの貫通スペース 2 0、具体的には、上面側から下面側に至る 4 つの円形の貫通穴 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b が内視鏡機体 1 0 0 c の中心周りに均等な間隔で位置するように形成されている。この貫通穴 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b には、それぞれ回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b が収容され、ケース 1 0 0 c に対して回転可能に支持されている。

【 0 0 6 1 】

より具体的には、貫通穴 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b のケース下面側には図 5 に示すように、部品載置台 1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b が配置されており、部品載置台 1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b は、各貫通穴 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b の内周面から内側に延びる支持アーム 1 1 1 a、1 1 1 b、1 1 2 a、1 1 2 b により支持されている。

20

【 0 0 6 2 】

部品載置台 1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b には、ねじ B t など、回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b を回転させるモータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b が固定されている。それぞれのモータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b の回転軸には、直接あるいはハブなどの連結部材（図示せず）を介して回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b が取り付けられている。各モータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b は、正逆両方向に回転可能であり、各モータでそれぞれ独自に回転方向、回転数などを制御可能であることが望ましい。図 6 に示す実施形態において、各回転翼にそれぞれ駆動源である各モータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b が設けられているが、本発明はこれに限定されない。例えば、1 つのモータで各回転翼を駆動する場合であってもよい。

30

【 0 0 6 3 】

各モータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b と各回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b とにより、カプセル内視鏡 1 0 0 の飛行手段 1 2 0 の揚力 / 推力発生部 1 2 0 a が形成されている。なお、各モータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b が内部に液体が流入しない防水構造とすることが好ましい。

40

【 0 0 6 4 】

〔飛行手段 1 2 0 の駆動部 1 2 0 b 〕

駆動部 1 2 0 b は、回路基板 1 0 1 に実装された速度コントローラ（ESC）1 0 a、1 0 b、2 0 a、2 0 b を有する。各速度コントローラ 1 0 a、1 0 b、2 0 a、2 0 b はそれぞれ、揚力 / 推力発生部 1 2 0 a の対応するモータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b に接続されており、フライトコントローラー 1 2 0 c からの回転数信号 E 1 a、E 1 b、E 2 a、E 2 b に基づいて、回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b の回転数が、フライトコントローラー 1 2 0 c で算出された回転数となるように各モータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b に駆動電流 D 1 a、D 1 b、D 2 a、D 2 b を供給するものである。

50

【 0 0 6 5 】

〔 飛行手段 1 2 0 のフライトコントローラ 1 2 0 c 〕

フライトコントローラ 1 2 0 c は、回路基板 1 0 1 に搭載されたモジュール化された電子部品であり、操作者の操作（前進、後進、上昇、下降、右移動、左移動、右回転、左回転）に応じた飛行指令信号 F c に基づいて各回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b の回転数を演算し、それぞれのモータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b を駆動する駆動部 1 2 0 b に回転数信号 E 1 a、E 1 b、E 2 a、E 2 b を出力するものである。

【 0 0 6 6 】

なお、フライトコントローラ 1 2 0 c は、飛行手段 1 2 0 が飛行状況、例えば、飛行姿勢、飛行速度、飛行位置、あるいは飛行位置が液中であるか気体中であるかなどを検出する 1 以上のセンサを搭載していてもよい。センサを有している場合には、それらのセンサからの情報に基づいて、安定な飛行が行われるように各回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b のモータ 1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 2 a、1 2 2 b をフィードバック制御するものであってもよい。

【 0 0 6 7 】

次に、カプセル内視鏡 1 0 0 の内視鏡本体 1 0 0 a の構成を具体的に説明する。

【 0 0 6 8 】

〔 内視鏡本体 1 0 0 a の撮像手段 1 3 0 〕

撮像手段 1 3 0 は、被写体の画像を検出する C C D イメージセンサ 1 3 1 と、被写体からの光を集光する撮像レンズ 1 3 1 a と、C C D イメージセンサ 1 3 1 を駆動する C C D 駆動回路 1 3 2 とを有する。ここで、C C D イメージセンサ 1 3 1、撮像レンズ 1 3 1 a、および C C D 駆動回路 1 3 2 は、組み立て作業の効率を考慮してモジュール化された 1 つの電子部品（カメラモジュール）として構成され、回路基板 1 0 1 に搭載されている。

【 0 0 6 9 】

C C D イメージセンサ 1 3 1 は、C C D 駆動回路 1 3 2 からの駆動信号 D r に基づいて、撮像レンズ 1 3 1 a からの光を各画素で光電変換して得られた電荷を出力部まで転送する電荷転送動作を行い、出力部で電荷を検出信号 D e に変換して通信手段 1 6 0 に出力する。

【 0 0 7 0 】

なお、撮像手段 1 3 0 を構成する撮像素子は C C D イメージセンサに限らず、その他の撮像素子、例えば、C M O S イメージセンサでもよい。撮像手段 1 3 0 は必ずしもモジュール化されている必要はなく、撮像手段 1 3 0 を構成する電子部品が個別に回路基板 1 0 1 に実装されていてもよい。

【 0 0 7 1 】

〔 内視鏡本体 1 0 0 a の照明手段 1 4 0 〕

照明手段 1 4 0 は、発光ダイオード（L E D）1 4 1 a、1 4 1 b と、発光ダイオード 1 4 1 a、1 4 1 b を駆動する L E D 駆動回路 1 4 2 とを有する。ここで、発光ダイオード 1 4 1 a、1 4 1 b および L E D 駆動回路 1 4 2 は、組み立て作業の効率を考慮してモジュール化された 1 つの電子部品（L E D モジュール）として構成され、回路基板 1 0 1 に搭載されている。なお、照明手段 1 4 0 は、L E D モジュールに限らず、L E D 以外の発光素子、例えば、有機発光ダイオードあるいはレーザダイオード（L D）をモジュール化したものでもよく、さらに、発光素子は、半導体素子に限定されず、微細な放電管や豆電球でもよい。照明手段 1 4 0 も必ずしもモジュール化されている必要はなく、照明手段 1 4 0 を構成する電子部品が個別に回路基板 1 0 1 に実装されていてもよい。

【 0 0 7 2 】

〔 内視鏡本体 1 0 0 a のシステム制御手段 1 5 0 〕

システム制御手段 1 5 0 は、通信手段 1 6 0 で受信された受信信号 R s に基づいて、被検者 P の体内の撮影が行われるように撮像手段 1 3 0 および照明手段 1 4 0 を制御するものである。

【 0 0 7 3 】

具体的には、システム制御手段 150 は、受信信号 R s に含まれる飛行指示に関するフライト指令信号 F c と、それ以外の撮像に関連する制御信号とを分離し、フライト指令信号 F c をフライト制御回路 120 c に出力し、撮像を行うための制御信号 C c および照明を行うための制御信号 L c をそれぞれ撮像手段 130 の C C D 駆動回路 132 および照明手段 140 の L E D 駆動回路 142 に出力する。このシステム制御手段 150 は、例えば、マイクロプロセッサチップで実現されて回路基板 101 に実装されている。

【0074】

〔内視鏡本体 100 a の通信手段 160〕

通信手段 160 は、カプセル内視鏡 100 の操作リモコン 200 (図 7 (a) 参照) からの操作信号を受信し、受信した信号 R s をシステム制御手段 150 に出力し、さらに、撮像手段 130 の C C D イメージセンサ 131 で電荷の検出により得られた検出信号 D e を操作リモコン 200 に送信するものである。この通信手段 160 は、送信回路と受信回路とをモジュール化した電子部品として回路基板 101 に組み込んだものでもよいし、送信回路および受信回路を構成する回路素子を個別に回路基板 101 に実装したものでもよい。

10

【0075】

〔内視鏡本体 100 a の電源 110〕

電源 110 は、バッテリー 110 b と、その出力電圧を降圧する電源回路 110 a とを有する。バッテリー 110 b としてリチウムイオン電池が用いられ、回路基板 101 に装着されている。また、電源回路 110 a としては、リチウムイオン電池の出力電圧 V 1 を降圧して飛行手段 120 の駆動部 120 b 以外で用いられるシステム電圧 V 2 を出力する U B E C 回路が回路基板 101 に実装されている。

20

【0076】

なお、カプセル内視鏡 100 は、全体として生理食塩水と同程度の比重を持つように構成されていてもよい。そうすることにより、カプセル内視鏡 100 が被検者 P の体内に溜まっている液体中を進む場合、カプセル内視鏡 100 に働く浮力と重力とが釣り合うこととなり、鉛直方向の移動に使う電力を極力抑えることが可能となる。

【0077】

〔カプセル内視鏡 100 による内視鏡検査〕

次に、実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 を用いて被検者 P を検査する方法を説明する。

30

【0078】

図 7 は、図 2 に示すカプセル内視鏡 100 を用いた内視鏡検査を行うための検査システム 1000 を説明するための図であり、検査システム 1000 の構成を模式的に示す。

【0079】

検査システム 1000 は、上述したカプセル内視鏡 100 と、カプセル内視鏡 100 を操作するための操作手段 (操作リモコン 200) と、操作リモコン 200 に接続された検査装置 300 とを有する。また、被検者 P を載せる検査台 T s とを有していてもよい。

【0080】

ここで、操作リモコン 200 は、リモコン筐体 200 a と、リモコン筐体 200 a に取り付けられたスイッチ 201 と、リモコン筐体 200 a に取り付けられた一対の操作レバー 202 a、202 b とを有する。

40

【0081】

一対の操作レバーの一方の操作レバー 202 a は、カプセル内視鏡 100 を上下に垂直移動させるレバーであり、他方の操作レバー 202 b は、カプセル内視鏡 100 を前後左右に水平移動させるためのレバーである。リモコン筐体 200 a には、アンテナ 203 およびコネクタ 204 が取り付けられており、カプセル内視鏡 100 に操作信号を送信したり、カプセル内視鏡 100 で得られた画像の検出信号を受信したりすることが可能となっている。また、操作リモコン 200 で受信したカプセル内視鏡 100 からの検出信号は、接続ケーブル C a を介して操作リモコン 200 から検査装置 300 に送られるようになっ

50

ている。

【0082】

ただし、操作リモコン200の具体的な構造は、上述したものに限定されない。例えば、スマートフォンやパソコンの画面上で操作されてもよい。また、カプセル内視鏡100の操作を行うための操作部は、操作リモコン200ではなく、検査装置300に設けられていてもよい。

【0083】

検査装置300は、装置本体301と表示装置（モニター）302とを有する。装置本体301は、操作リモコン200を介してカプセル内視鏡100から受信した検出信号を処理して映像信号を生成する信号処理部を有し、表示装置302は、装置本体301で生成された映像信号に基づいて、カプセル内視鏡100により撮影された画像などを表示するように構成されている。

10

【0084】

次に、実施形態1のカプセル内視鏡100を用いて被検者Pの検査におけるカプセル内視鏡100の動きを説明する。

【0085】

カプセル内視鏡100では、飛行手段120の駆動部120bには電源110のリチウムイオン電池110bの出力電圧V1が直接供給され、さらに、飛行手段120のフライトコントローラー120c、内視鏡本体100aのシステム制御手段150、撮像手段130、照明手段140、および通信手段160には、リチウムイオン電池110bの出力電圧V1を電源回路（UBEC）110aで降圧した電源電圧V2が電源回路110aから供給される。

20

【0086】

操作リモコン200のスイッチ201の操作により動作オン信号が操作リモコン200からカプセル内視鏡100に送信され、システム制御手段150が通信手段160を介して動作オン信号を受信すると、システム制御手段150はCCD駆動回路132にCCD駆動信号Drを出力し、LED駆動回路142に照明制御信号Lcを出力する。これによりカプセル内視鏡100では、CCDイメージセンサ131による撮像および発光ダイオード141a、141bによる照明が開始される。

30

【0087】

図8は、カプセル内視鏡100を用いた内視鏡検査を行う際のカプセル内視鏡の経路の一例を示している。図8に示すように、被検者Pはカプセル内視鏡100を口から飲み込むと、食道の蠕動運動によりカプセル内視鏡100は胃の内部に達する。胃の検査を行う場合は、胃を発泡剤などで膨らませてカプセル内視鏡100が自由に飛行可能な領域を確保した状態であるため、カプセル内視鏡100は操作リモコン200からの操作信号に基づいて飛行させながら撮像手段130で胃の内壁を撮影しながらカプセル内視鏡100を移動させることで胃内部を観察し検査することが可能となる。

【0088】

したがって、本発明のカプセル内視鏡100は飛行手段120を有することで従来のカプセル内視鏡では不可能であった胃内部の検査が可能となった点で極めて優れた効果を有するものである。

40

【0089】

さらに、本発明のカプセル内視鏡100は、胃内部の検査が終了すると十二指腸、小腸そして大腸の観察および検査へと移ることも可能である。十二指腸、小腸および大腸の観察における飛行可能なスペースが確保できない場合や飛行困難な区間では、カプセル内視鏡100は飛行手段120の揚力による浮揚はさせずに、飛行手段120の推力により移動させるようにしてもよいし、飛行手段120を使用せず蠕動手段で移動させてもよい。

【0090】

従来のキャタピラなどの駆動による自走式カプセル内視鏡では、キャタピラなどの駆動手段が露出しており内視鏡外縁部が平滑でないため、大腸粘膜などの体内の組織表面と直

50

接接触し摩擦を生じてしまい移動に時間がかかるとともに組織表面を損傷させていたが、本発明のカプセル内視鏡１００は内視鏡外縁部が平滑であるとともに飛行することで直接組織表面との接触が最小限に抑制することが可能である。そのため、スムーズに移動が可能であって、組織表面の損傷を防止すること可能である。

【００９１】

また、本発明のカプセル内視鏡１００は、飛行手段により飛行するため方向転換が簡単であって検査時間を短縮できる。そのため、被験者の身体に優しく安全で高度な検査が可能となる。十二指腸、小腸、大腸へと順で検査した後、肛門から排出されることで検査を終了する。

【００９２】

胃内の飛行可能な区間では、操作者は、撮像手段１３０で撮影された映像を検査装置３００の表示画面３０１で見ながら、操作リモコン２００の操作によりカプセル内視鏡１００を飛行させながら胃内Ｂ１の内壁に沿って移動させることで胃内を観察する。

【００９３】

なお、カプセル内視鏡１００は、４つの回転翼の回転方向、回転数を制御することで、内視鏡本体１００を前進後進、上昇下降以外の動作、例えば、右側方あるいは左側方への移動や右回転あるいは左回転も、ドローンと同様に行うことができる。

【００９４】

また、このカプセル内視鏡１００は、被検者の体内に液状物が溜まっている場合は、液中や液面上を進むことも可能である。例えば、回転翼の回転方向を正方向に回転させることで揚力を得て上昇させることが可能となる。逆に回転方向を逆方向に回転させることにより揚力とは逆向きの力を得て下降させることが可能となる。また、回転数を上昇させることで揚力を増加させることが可能となり、回転数を減少させることにより揚力を減少させることが可能となる。加工させる際に回転翼の回転数を減少させるか回転方向を逆方向にするかは状況に応じて選択し得る。また、その両方を行ってもよい。

【００９５】

図９は、カプセル内視鏡１００が被検者の体内で飛行しながら胃内部を観察する様子の一例を示している。

【００９６】

例えば、胃内の領域が図９に示すように飛行可能なスペースを有し、図に示す矢印方向に移動しながら観察を行う場合のカプセル内視鏡の動きについて説明する。

【００９７】

まず、胃内は飛行可能なスペースを有し、そのスペースはほぼ気体で満たされた領域Ｒａであり、カプセル内視鏡１００は、最初は食道などを通った後の胃の下側の内壁に沿って横たわる状態（カプセル内視鏡の軸が内壁に沿う方向）で配置されるのが一般的である。そしてカプセル内視鏡１００が下側の内壁に沿って横たわる状態から直立状態（カプセル内視鏡の軸が下側の内壁に対して略垂直方向）で浮遊する状態に姿勢を変更するように操作者はカプセル内視鏡を操作する。

【００９８】

このとき、カプセル内視鏡１００では、操作者が操作リモコン２００から送信した操作信号が通信手段１６０で受信され、受信信号Ｒｓとしてシステム制御手段１５０に出力される。システム制御手段１５０は、受信信号Ｒｓが飛行制御に関するフライト指令信号Ｆｃであると判定してそのままフライト制御手段１２０ｃに出力する。

【００９９】

フライト制御手段１２０ｃは、フライト指令信号Ｆｃの解析により、フライト指令信号Ｆｃがカプセル内視鏡１００の姿勢を変更して飛行させることを指示していることを検出すると、まずカプセル内視鏡１００の姿勢を変更し飛行するための各回転翼１１ａ、１１ｂ、１２ａ、１２ｂの回転方向、回転数を算出し、各回転翼１１ａ、１１ｂ、１２ａ、１２ｂに対応する速度コントローラ１０ａ、１０ｂ、２０ａ、２０ｂにそれぞれ、回転方向、回転数を指示する回転数信号Ｅ１ａ、Ｅ１ｂ、Ｅ２ａ、Ｅ２ｂを出力する。これにより

10

20

30

40

50

速度コントローラ 10 a、10 b、20 a、20 bは、各回転翼 11 a、11 b、12 a、12 bが指示された回転方向、回転数で回転するように、対応する各モータ 121 a、121 b、122 a、122 bに駆動電流 D1 a、D1 b、D2 a、D2 bを印加する。

【0100】

この結果、下側の内壁に近い2つの回転翼 12 a、12 bが下側の内壁から遠い2つの回転翼 11 a、11 bよりも高い回転数で正方向に回転し、かつ、左右の回転翼 11 a、12 aと回転翼 11 b、12 bとが同じ回転数で正方向に回転することとなる。このときの回転方向は揚力を発生させる正方向であり、かつ回転数はカプセル内視鏡の重力 L f に対して飛行手段 120 の揚力 L f の方が大きくなる回転数である。

【0101】

そのため、図9に示すように、カプセル内視鏡 100 は内壁に横たわる状態から起き上がった状態（カプセル内視鏡の軸が内壁に対して略垂直方向）となるとともに下側の内壁から浮遊する。

【0102】

また、図9に示すように、カプセル内視鏡 100 の軸を下側の内壁に対して垂直方向とし、上昇させて下側の内壁の大きい範囲を観察するようにしてもよい。この際は、4つの各回転翼全てを正方向に回転させ、かつ同じ回転数であって、回転数はカプセル内視鏡 100 の重力 W よりも揚力 T f が大きくなるような回転数である。

【0103】

その後、別の胃の内壁を観察するために飛行しながら移動することにより胃内部を観察する。例えば、図9に示すようにカプセル内視鏡を胃 B 1 の下流側から上流側（紙面左側から右側）に高度を一定保ちつつ移動させて観察するように操作者はカプセル内視鏡 100 を操作してもよい。カプセル内視鏡 100 では、操作リモコン 200 から送信された操作信号が通信手段 160 で受信され、受信信号 R s としてシステム制御手段 150 に出力される。システム制御手段 150 は、受信信号 R s が飛行制御に関するフライト指令信号 F c であると判定してそのままフライト制御手段 120 c に出力する。

【0104】

フライト制御手段 120 c は、フライト指令信号 F c の解析により、フライト指令信号 F c が高度を一定に保持したまま前進させることを指示していることを検出すると、カプセル内視鏡 100 をその高度を一定に保持したまま前進させるための各回転翼 11 a、11 b、12 a、12 bの回転方向、回転数を算出し、各回転翼 11 a、11 b、12 a、12 bに対応する速度コントローラ 10 a、10 b、20 a、20 bにそれぞれ、回転方向、回転数を指示する回転数信号 E1 a、E1 b、E2 a、E2 bを出力する。これにより速度コントローラ 10 a、10 b、20 a、20 bは、各回転翼 11 a、11 b、12 a、12 bが指示された回転方向、回転数で回転するように、対応する各モータ 121 a、121 b、122 a、122 bに駆動電流 D1 a、D1 b、D2 a、D2 bを印加する。

【0105】

この結果、胃の下流側の2つの回転翼 12 a、12 bが上流側の2つの回転翼 11 a、11 bよりも高い回転数で正方向に回転し、かつ、左右の回転翼 11 a、12 aと回転翼 11 b、12 bとが同じ回転数で正方向に回転することとなる。このときの回転方向は揚力を発生させる正方向であり、かつ回転数はカプセル内視鏡の重力 L f と飛行手段 120 の揚力 L f とが釣り合う回転数である。こうすることにより、図9に示すように、カプセル内視鏡 100 は前傾姿勢となって、一定の高度を維持しつつ前進することとなる。

【0106】

また、カプセル内視鏡 100 が被検者 P の体内にある状態では、操作リモコン 200 のスイッチ 201 が撮影状態（オン状態）となっているので、撮像手段 130 による撮像動作が行われる。具体的には、撮像手段（CCDモジュール）130では、CCD駆動回路 132 からの駆動信号 D r により CCDイメージセンサ 131 が駆動され、撮像レンズ 131 a で集光された光が CCDイメージセンサ 131 の各画素で光電変換されて検出信号

10

20

30

40

50

D eとして通信手段 1 6 0 に出力される。

【 0 1 0 7 】

通信手段 1 6 0 は入力された検出信号 D eを操作リモコン 2 0 0 に送信し、検出信号 D eが操作リモコン 2 0 0 から検査装置 3 0 0 に伝送されると、検査装置 3 0 0 では、検出信号 D eが信号処理により映像信号に変換され、表示装置 3 0 2 に表示される。本発明のカプセル内視鏡は撮像手段で得られた画像がリアルタイムに表示装置（モニター）に表示可能であるため詳しい高度な観察が容易にできる。

【 0 1 0 8 】

撮影の際は、照明手段 1 4 0 では、L E D 駆動回路 1 4 2 が発光ダイオード 1 4 1 a、1 4 1 bを駆動することにより発光ダイオード 1 4 1 a、1 4 1 bの発光による照明が行われる。撮影手段および照明手段は常にオン状態であってもよいし、観察を行う都度オン・オフしてもよい。

【 0 1 0 9 】

そして、カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者 P の胃 B 1 内で飛行可能なスペースが垂直方向に立ち上がっている箇所（垂直部分）B 2 に近づくと、操作者は、カプセル内視鏡 1 0 0 が減速するように操作リモコン 2 0 0 を操作する。

【 0 1 1 0 】

そして、状況に応じて各回転翼の回転方向、回転数を調整することで前進、後進、上昇、下降、右移動、左移動、右回転、左回転など様々な動きを行うことが可能である。胃内の観察においては被験者 P を仰臥位、腹臥位とさせることで胃内の全ての内壁を観察することが可能となる。

【 0 1 1 1 】

従来、胃内部を観察および検査するカプセル内視鏡が存在しなかったが、本発明のカプセル内視鏡 1 0 0 は飛行手段を備えることで浮遊した状態で胃を観察および検査することを可能にした点で格別な効果を奏する。

【 0 1 1 2 】

図 1 0 は、カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内で飛行状態から着地状態に姿勢を変更する一例の様子を示している。

【 0 1 1 3 】

このような飛行方向の変更を指示するフライト指令信号 F c をフライト制御手段 1 2 0 c が受け取ると、フライト制御手段 1 2 0 c は、カプセル内視鏡 1 0 0 の飛行速度を減速するための各回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 bの回転方向、回転数を算出し、回転翼 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 bの回転数が算出した回転数となるように速度コントローラ 1 0 a、1 0 b、2 0 a、2 0 bを制御する。

【 0 1 1 4 】

この結果、カプセル内視鏡 1 0 0 の B 2 側を向いている 2 つの回転翼 1 1 a、1 1 bの正方向の回転数はそのまま、それに対して B 1 側を向いている 2 つの回転翼 1 2 a、1 2 bの正方向の回転数を減少させる。ただし、左右の回転翼 1 1 aと回転翼 1 1 bとは同じ回転数で回転し、左右の回転翼 1 2 aと回転翼 1 2 bとは同じ回転数で回転する。この状態にすることで、図 1 0 に示すように、カプセル内視鏡 1 0 0 は後継姿勢（B 1 側が下向きに傾く姿勢）となる。その後、4 つの回転翼の回転数を徐々に一定の割合で減少させていく。そうすることにより、カプセル内視鏡 1 0 0 に働く揚力 L f は、カプセル内視鏡 1 0 0 に働く重力 W よりも徐々に小さくなり、カプセル内視鏡 1 0 0 は徐々に高度を下げることになる。

【 0 1 1 5 】

その後、カプセル内視鏡 1 0 0 が十二指腸 B 2 の入口部分付近に到達したときには、4 つの回転翼の回転が停止する状態となり、カプセル内視鏡 1 0 0 は撮像手段 1 3 0 が B 2 側（カプセル内視鏡の進行方向）に向き、飛行手段 1 2 0 が B 1 側（カプセル内視鏡の進行方向とは逆方向）に向く姿勢で下側の内壁に沿って横たわる状態となる。

【 0 1 1 6 】

10

20

30

40

50

十二指腸 B 2 は、通常、図 1 1 に示すように内視鏡 1 0 0 を飛行させるスペースが存在していない。そのような場合は、4つの回転翼の回転方向を飛行させる場合とは逆方向の回転方向に回転させることで、図 1 1 に示す方向の推力 T_f を発生させる。その結果、カプセル内視鏡 1 0 0 は、飛行することなく推力 T_f によって十二指腸内を内壁に沿って移動することが可能となる。移動しながら進行方向先端側に存在する撮影手段で体内を観察することが可能である。飛行することなく推力 T_f による移動は従来の自走式と同様の動きではあるが、キャタピラなどと異なり内壁に接触する部分が平滑であるため移動はスムーズであるため移動時間の短縮が可能である。また、体内組織の損傷を抑制することが可能である。ただし、内壁が色々な方向に蛇行している場合などは、水平方向の推力だけでなく、垂直方向の揚力も発生させてカプセル内視鏡の姿勢を調整してもよい。

10

【0117】

十二指腸の観察のあとの小腸、大腸の観察も基本的に十二指腸の場合と同様である。飛行手段 1 2 0 の回転方向を飛行させる時とは逆向きの回転方向に回転させることで推力を発生させ、飛行させることなく小腸、大腸内を移動させ、進行方向先端側に存在する撮影手段で内壁を撮影しながら観察する。腸内（特に大腸）では内壁が色々な方向に蛇行しているため、カプセル内視鏡の姿勢を変化させる必要が生じる場合があるが、その際は水平方向の推力 T_f だけでなく、垂直方向の揚力も発生させて姿勢を調整する。

【0118】

図 1 2 は、カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内（大腸）を観察する一例の様子を示している。図 1 2 に示すように、大腸 B 3 の観察の場合は、内壁の進む方向に応じて、各回転翼の回転数を変更することにより、姿勢を変更するのが好ましい。

20

【0119】

例えば、内壁の進む方向が上向きの場合は、内壁に近い側の回転翼の回転数を高く、内壁と遠い側の回転翼の回転数を低くすることにより、カプセル内視鏡の姿勢を下向きに進む内壁に沿わせることが可能となる。逆に、内壁の進む方向が下向きの場合は、内壁に近い側の回転翼の回転数を低く、内壁と遠い側の回転翼の回転数を高くすることにより、カプセル内視鏡の姿勢を上向きに進む内壁に沿わせることが可能となる。また、十二指腸、小腸および大腸内で飛行スペースが存在する場合には、飛行手段 1 2 0 でカプセル内視鏡 1 0 0 を飛行させて観察を行うようにしてもよい。大腸の観察が終わると肛門からカプセル内視鏡 1 0 0 を取り出すことで体内検査が終了する。

30

【0120】

上記実施形態において、カプセル内視鏡 1 0 0 の撮影手段が存在する側を進行方向側に配置し、飛行手段 1 2 0 の回転方向を飛行する際とは逆向きの回転方向にすることで推力を発生させて移動させながら腸内（十二指腸、小腸、大腸）を観察する場合について説明したが、カプセル内視鏡 1 0 0 の撮影手段が存在する側を進行方向とは反対側に配置し、飛行手段 1 2 0 の回転方向を飛行する際と同様に正方向の回転方向にすることで推力を発生させて移動させながら腸内（十二指腸、小腸、大腸）を観察してもよい。

【0121】

また、上記実施形態においては、胃、十二指腸、小腸および大腸をそれぞれ検査する際の内視鏡の動きを説明したが、本発明はこれに限定されない。

40

【0122】

例えば、食道から大腸まで移動させて全ての消化管を検査する場合であってもよいし、肛門から挿入し推力で移動させて下部消化管（大腸および／または小腸）のみを検査し、その後逆向きの推力で肛門まで移動させ肛門から内視鏡を取り出す場合であってもよい。

【0123】

図 1 3 は、カプセル内視鏡 1 0 0 が被検者の体内で液体中を移動する様子の一例を示す図である。

【0124】

例えば、図 1 3 に示すように、被検者の体内に液状物 R_w が溜まっている場合でも、回

50

転翼 11a、11b、12a、12b の回転により、内視鏡機体 100c に発生させる揚力 L_f および推力 T_f の大きさを制御することで、液状物中での加速、減速、停止、上昇、下降が可能である。ただし、液状物中では走行抵抗が気体中に比べて大きいので、被検者の体内が空気や膨張ガスで充満している場合のように速く移動することができない。また、回転翼 11a、11b、12a、12b の回転に伴う抵抗が大きく、高速回転させると破損する恐れもある。このため、液体中を航行する場合は、気体中を航行する場合より回転翼 11a、11b、12a、12b の回転数を低く抑えることで回避することが可能である。

【0125】

また、カプセル内視鏡 100 の全体の比重を軽く、生理食塩水の比重と同程度とすることで、カプセル内視鏡 100 を体内の液体中で上下方向に移動させるための消費される電力は小さく抑えることが可能となる。

10

【0126】

このように本実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 は、自力飛行するカプセル内視鏡 100 であって、内視鏡本体 100a を搭載した内視鏡機体 100c と、内視鏡機体 100c を飛行させる飛行手段 120 とを備えているので、被検者 P の体内で鉛直方向に延びる空間でも、カプセル内視鏡 100 は内臓の蠕動運動によらずに下から上に移動させることができ、カプセル内視鏡による検査に要する時間を飛躍的に短縮（例えば、食道から大腸までの全ての消化管の検査を 30 分以内、大腸のみの検査を 10 分程度）することが可能である。

20

【0127】

また、実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 では、飛行手段 120 は、内視鏡本体 100a に揚力および推力を発生させる揚力 / 推力発生部 120a を備え、揚力 / 推力発生部 120a は、内視鏡機体 100c に揚力を推力とは独立して発生させるように構成されているので、内視鏡本体 100a を空中で静止させることが可能であり、これにより、被検者 P の体内の特定の場所を詳しく検査することが可能となる。

【0128】

また、実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 では、飛行手段 120 は、揚力 / 推力発生部 120a を制御するフライト制御手段 120c を備え、フライト制御手段 120c は、内視鏡機体 100c の位置および姿勢がそれぞれ、所定の位置および所定の姿勢に維持されるように、推力発生部 120a を自動制御するホバリング機能を有するので、内視鏡機体 100c を空中の所定位置に静止させる場合、内視鏡本体 100a の飛行を操作者が操作する必要がなく、被検者 P の体内の特定の場所を詳しく検査する作業をしやすいことができる。

30

【0129】

また、実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 では、推力発生部 120a は、内視鏡機体 100c に揚力および推力を発生させる複数の回転翼 11a、11b、12a、12b と、各回転翼を回転させる複数のモータ 121a、121b、122a、122b とを備え、複数のモータの駆動電流により内視鏡機体 100c に揚力および推力を発生するように複数の回転翼の各々の回転方向、回転数を制御するので、複数の回転翼の回転方向、回転数を変えるだけで飛行速度および飛行方向を制御することが可能であり、内視鏡機体 100c を飛行させる飛行手段の構造を簡単なものとする。また、飛行手段は、飛行スペースが確保できない場面においては、内視鏡を飛行させずに移動および姿勢を調整する手段として使用することが可能である。

40

【0130】

また、本実施形態 1 のカプセル内視鏡 100 では、内視鏡本体 100a を搭載する内視鏡機体 100c に形成した貫通スペース 20 (21a、21b、22a、22b) に回転翼 11a、11b、12a、12b を配置しているので、回転翼の外周端が直接被検者 P の臓器などの体内の組織に触れることによる損傷が防止されるため、安全で安心な検査が可能となる。

【0131】

50

図 1 4 には、本発明の実施形態 2 によるカプセル内視鏡 1 0 0 を示している。

【 0 1 3 2 】

実施形態 1 においては、内視鏡機体 1 0 0 c は略砲弾状であったが略半球状としてもよい（図 1 4（a））。半球状とすることにより体内の内壁との接触がよりスムーズとなり、体内移動およびカプセル内視鏡 1 0 0 の姿勢変更がより容易に行うことが可能となり、その結果、より短時間でかつ、より体内組織の損傷を抑制できる安全・安心な観察が可能となる。

【 0 1 3 3 】

内視鏡機体 1 0 0 c は、飛行手段 1 2 0 を覆う胃液などで溶けるカバー 1 0 0 2 を含んでもよい（図 1 4（b））。カバー 1 0 0 2 を含むことで飛行手段 1 2 0 の部分が体内組織に直接接触されずに胃まで届くことができる。それにより、組織表面の損傷を最小限にできるため安心して本発明のカプセル内視鏡 1 0 0 c を口から体内に投入することが可能となる。カバー 1 0 0 2 は胃液で溶けるように構成されているため、胃（場合によっては、十二指腸、小腸、大腸など）による飛行手段 1 2 0 による移動が必要な状態においては飛行手段 1 2 0 が使用可能となる。カバー 1 0 0 2 の素材は胃液などで溶けるものであれば任意の材質でありえる。例えば、セルロース、ゼラチンなどであるが、本発明はこれに限定されない。

【 0 1 3 4 】

また、内視鏡機体 1 0 0 c に回転翼を覆うネット部材 1 0 0 3 を含ませるようにしてもよい（図 1 4（c））。ネット部材 1 0 0 3 を含ませることにより、確実に体内の組織の損傷を防止することが可能となる。ネット部材 1 0 0 3 の素材は任意の材料であり得る。例えば、プラスチックなどの樹脂、チタンやステンレスの金属であるが、本発明はこれに限定されない。

【 0 1 3 5 】

以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 3 6 】

本発明は、内視鏡の分野において、カプセル内視鏡による検査に要する時間を飛躍的に短縮することができるカプセル内視鏡を得ることができるものとして有用である。

【符号の説明】

【 0 1 3 7 】

- 1 1 a、1 1 b、1 2 a、1 2 b 回転翼
- 1 0 0 カプセル内視鏡
- 1 0 0 a 内視鏡本体
- 1 0 0 c 内視鏡機体
- 1 2 0 飛行手段

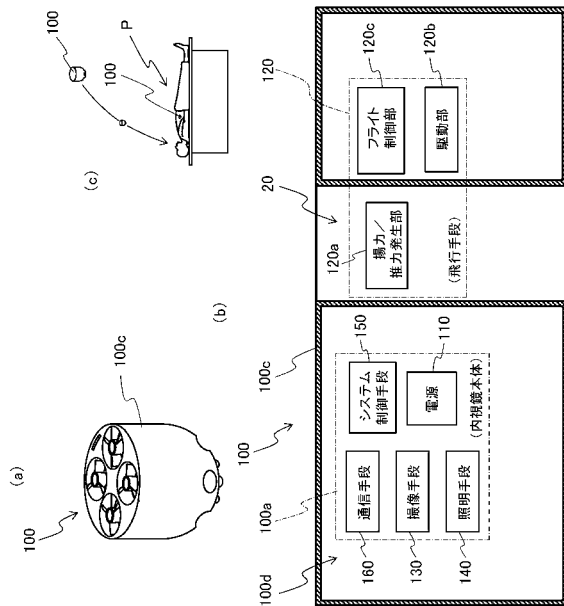
10

20

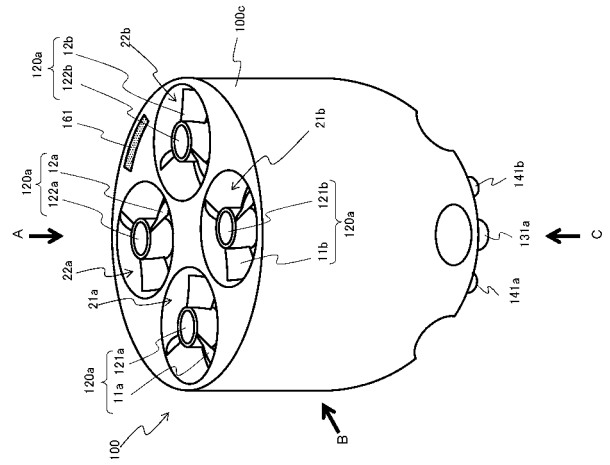
30

40

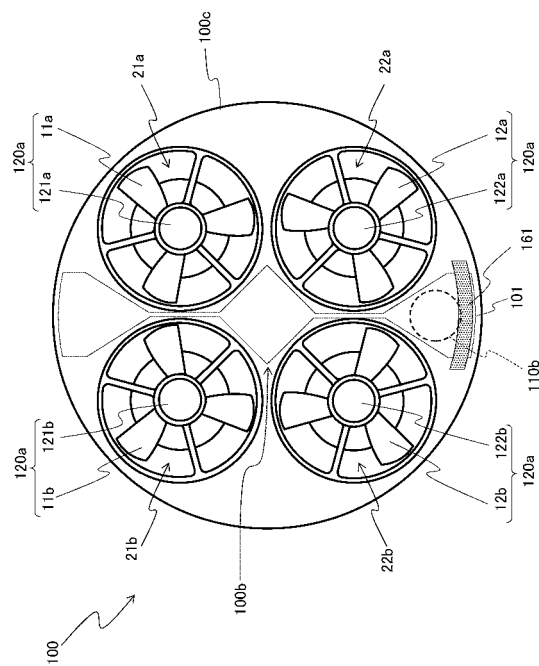
【図 1】



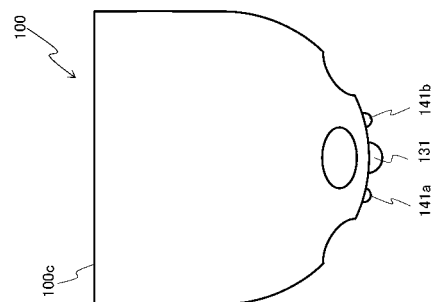
【図 2】



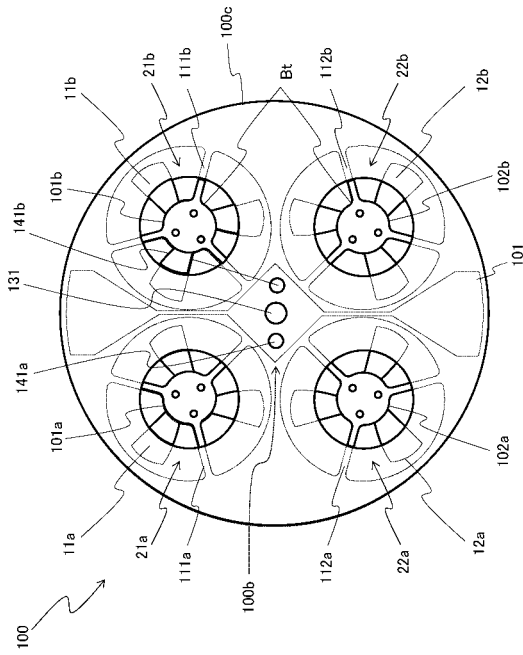
【図 3】



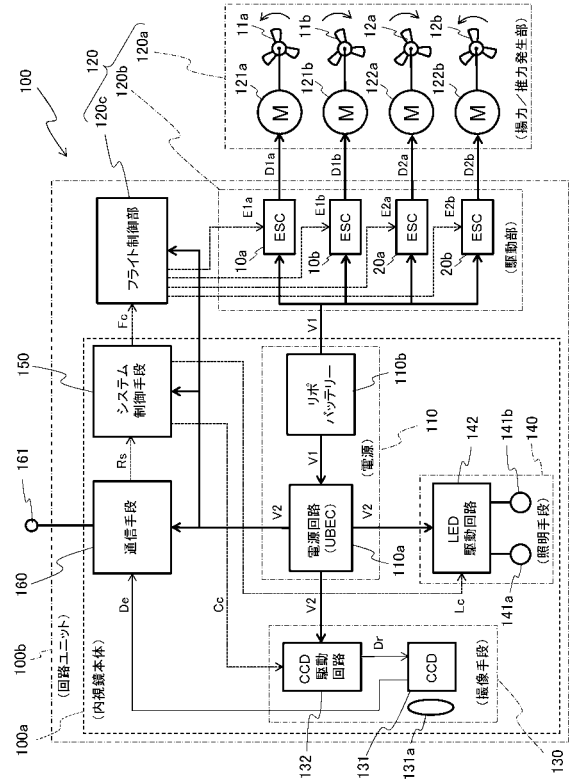
【図 4】



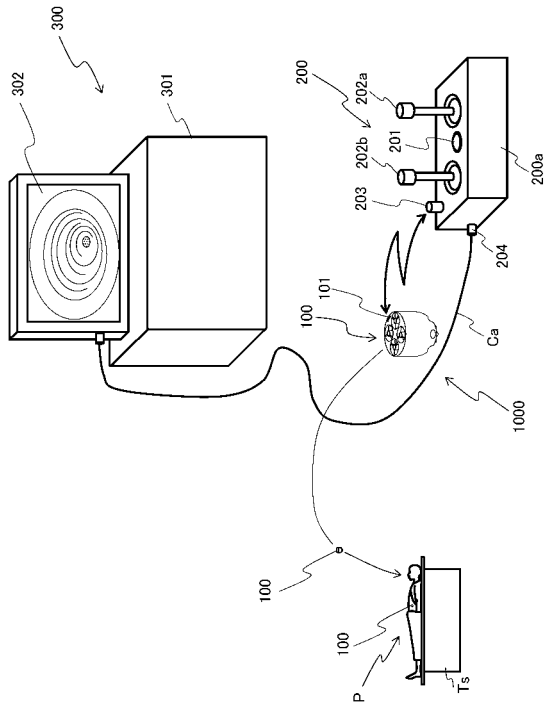
【図 5】



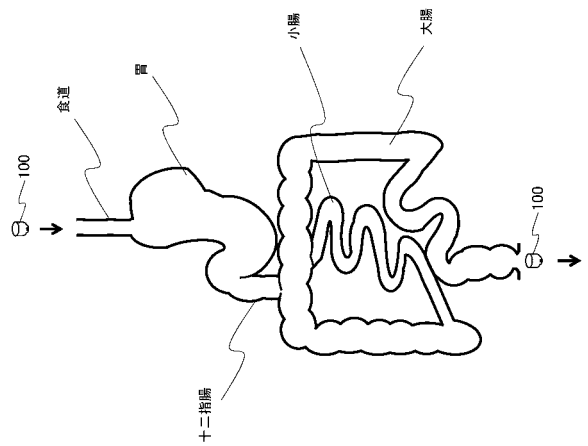
【図 6】



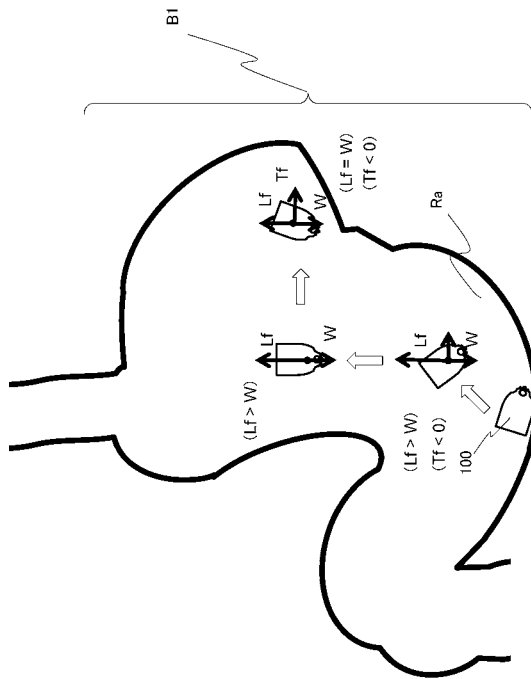
【図 7】



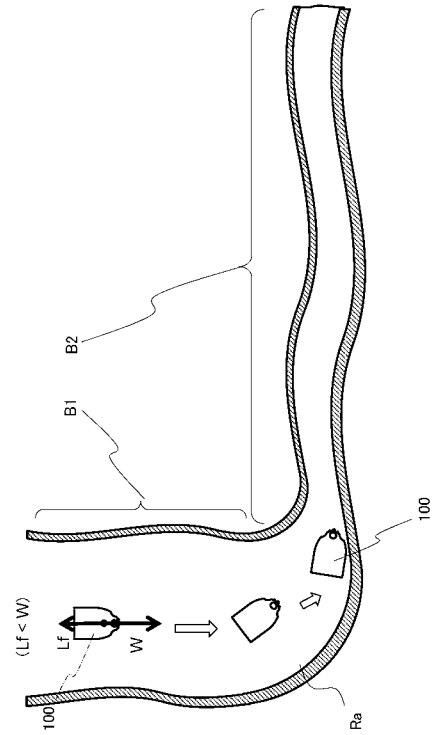
【図 8】



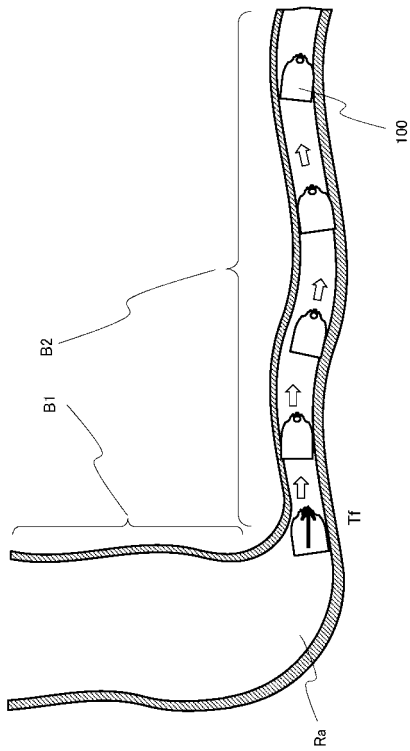
【図 9】



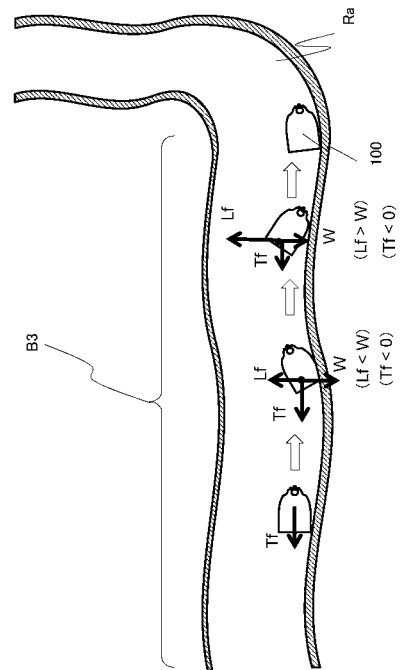
【図 10】



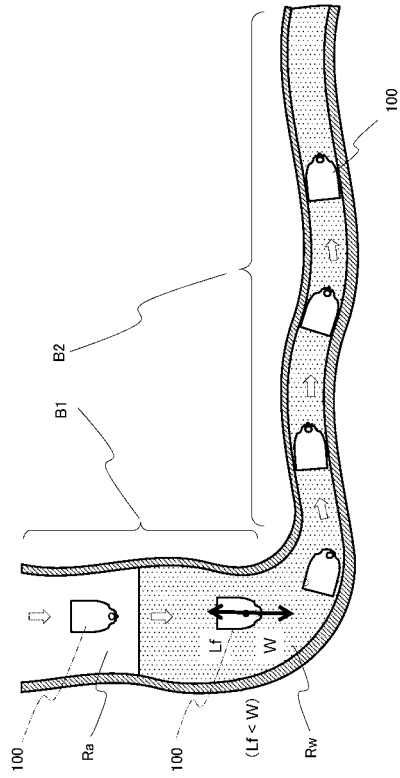
【図 11】



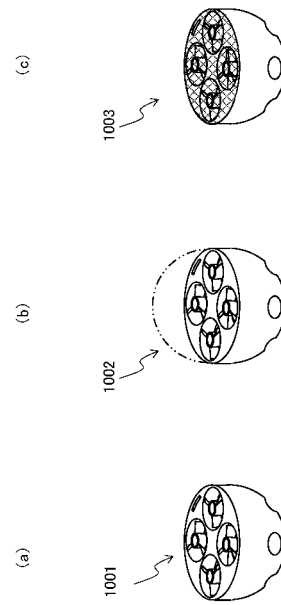
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 中西 弘幸

大阪府堺市堺区中三国ヶ丘町4丁目4-18

Fターム(参考) 4C161 AA01 AA04 BB02 CC06 DD07 FF15 FF17 JJ06 LL01

专利名称(译)	胶囊内窥镜		
公开(公告)号	JP2020078388A	公开(公告)日	2020-05-28
申请号	JP2018212191	申请日	2018-11-12
[标]申请(专利权)人(译)	中西裕之		
申请(专利权)人(译)	中西裕之		
[标]发明人	中西弘幸		
发明人	中西 弘幸		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00156 A61B1/041 A61B34/32 A61B2034/303		
FI分类号	A61B1/00.C A61B1/00.610		
F-TERM分类号	4C161/AA01 4C161/AA04 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/FF15 4C161/FF17 4C161/JJ06 4C161/LL01		
代理人(译)	夏木森下 饭田TakashiSatoshi 石川大介 山本健作		
其他公开文献	JP6473266B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是获得一种能够检查胃内部并显著减少检查所需时间的胶囊型内窥镜。 解决方案：本发明的胶囊型内窥镜100是能够自身飞行的胶囊型内窥镜，包括内窥镜主体100c和能够飞行内窥镜主体100c的飞行装置120。 .. 飞行装置120具有在内窥镜主体100c中产生升力和推力的升力/推力产生单元120a。 飞行装置120构造成具有升力/推力产生单元120a，其在内窥镜主体100c中产生升力和推力， [选择图]图1

