

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6748286号
(P6748286)

(45) 発行日 令和2年8月26日 (2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月11日 (2020.8.11)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 H 21/00 (2006.01)	A 6 1 H 21/00
A 6 1 H 23/02 (2006.01)	A 6 1 H 23/02 3 3 0

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2019-505109 (P2019-505109)	(73) 特許権者	518368102
(86) (22) 出願日	平成29年4月18日 (2017.4.18)		アンコン メディカル テクノロジーズ (
(65) 公表番号	特表2019-513525 (P2019-513525A)		シャンハイ), エルティーディー
(43) 公表日	令和1年5月30日 (2019.5.30)		中華人民共和国、シャンハイ、ブードン
(86) 国際出願番号	PCT/CN2017/080952		ニュー ディストリクト、パイロット フ
(87) 国際公開番号	W02017/181942		リー トレード ゾーン、ジンスイ ロー
(87) 国際公開日	平成29年10月26日 (2017.10.26)		ド ナンバー2218、ビルディング1
審査請求日	平成30年10月17日 (2018.10.17)	(74) 代理人	100128347
(31) 優先権主張番号	15/132,039		弁理士 西内 盛二
(32) 優先日	平成28年4月18日 (2016.4.18)	(72) 発明者	ドワン シアオドン
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		アメリカ合衆国、94566、カリフォル
			ニア、プレザントン、パセオ サンタ ク
			ルーズ7885

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体内装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

体内に用いられる振動カプセルの制御方法であって、

前記振動カプセルのプロセッサが第1の周波数と第1のデューティ比とで振動カプセルのカプセル運動部を起動させるステップと、

前記振動カプセルのプロセッサが第1の加速度センサによって第1の加速度値を検出するステップと、

前記振動カプセルのプロセッサが第1の加速度センサによって少なくとも3つの加速度値を収集して、第1のデータ群を形成するステップと、

前記振動カプセルのプロセッサが当該第1のデータ群の第2の加速度値を認識し、当該第2の加速度値を第1の最適周波数とするステップと、

前記振動カプセルのプロセッサが前記第1のデューティ比を調整することによって振動レベルを調整するステップと、

前記振動カプセルのプロセッサが0.5～1時間ごとに上記検出と調整とのステップを一回繰り返して、蓄積振動時間が3時間を超えた後に、カプセルの振動を停止するステップを含む、

ことを特徴とする振動カプセルの制御方法。

【請求項 2】

前記第2の加速度値は、第1のデータ群における最大値である、ことを特徴とする請求項1に記載の制御方法。

10

20

【請求項 3】

前記第 2 の加速度値は、第 1 のデータ群における中央値である、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 4】

前記第 2 の加速度値は、第 1 のデータ群における平均値である、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 5】

前記振動カプセルのプロセッサが振動カプセルのカプセルオン／オフモジュールによっ
て、振動カプセルをオンにするステップをさらに含む、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

10

【請求項 6】

前記振動カプセルのプロセッサが振動カプセルの故障の有無を確認するために、所定の
試験時間内において試験周波数と試験周期とで振動カプセルを作動させるステップをさら
に含む、
ことを特徴とする請求項 5 に記載の制御方法。

【請求項 7】

振動カプセルが患者の消化管内に入ってから所定時間の後、前記振動カプセルのプロセ
ッサが振動カプセルをオンにするステップをさらに含む、
ことを特徴とする請求項 5 に記載の制御方法。

【請求項 8】

前記振動カプセルのプロセッサが前記振動カプセルの一群のデフォルト振動パラメータ
を無線によって受信させるステップをさらに含む、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

20

【請求項 9】

前記振動カプセルのプロセッサが、給電部から振動モータへの電流方向を変更すること
で、振動カプセルの振動方向を変更するステップをさらに含む、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 10】

体内に用いられる振動カプセルの制御方法であって、
前記振動カプセルのプロセッサが振動カプセルの振動周波数を特定するステップと、
前記振動カプセルのプロセッサが、特定された振動周波数で振動カプセルを移動させる
ステップとを含み、
前記振動周波数の特定は、

30

a) 前記振動カプセルのプロセッサが第 1 の周波数 f と第 1 のデューティ比とで振動カ
プセルのカプセル運動部を起動させ、第 1 の加速度センサによって第 1 の加速度 A_f を検
出するステップと、

b) 前記振動カプセルのプロセッサが第 2 の周波数 $f - m$ と第 1 のデューティ比とで、
振動を発生させるための、振動カプセルの運動生成部を駆動し、第 1 の加速度センサによ
って第 2 の加速度 $A_{f - m}$ を検出するステップと、

c) 前記振動カプセルのプロセッサが $1 \text{ Hz} \sim 13 \text{ Hz}$ の周波数の範囲内でステップ b
と c を繰り返して、 $A_{f - n}$ の最大値を見つけ、 $f - n$ を前記振動カプセルの振動周波数
として特定するステップとを含み、ただし、 $1 \text{ Hz} < f - m < 13 \text{ Hz}$ 、 $1 \text{ Hz} < f - n$
 $< 13 \text{ Hz}$ 、 $0.2 < |m| < 1$ である、
ことを特徴とする振動カプセルの制御方法。

40

【請求項 11】

外部機器によって体内に用いられる振動カプセルを制御する方法であって、
前記外部機器のプロセッサが振動カプセルのカプセル運動部が第 1 の周波数と第 1 のデ
ューティ比とで振動するように設定するステップと、
前記外部機器のプロセッサが第 1 の加速度センサによって検出された第 1 の加速度値を
取得するステップと、

50

前記外部機器のプロセッサが第1の加速度センサが少なくとも3つの加速度値を収集して第1のデータ群を形成するように制御するステップと、

前記外部機器のプロセッサが当該第1のデータ群の第2の加速度値を認識し、当該第2の加速度値を第1の最適周波数とするステップと、

前記外部機器のプロセッサが前記第1のデューティ比を調整することで振動レベルを調整するステップと、

前記外部機器のプロセッサが0.5～1時間ごとに上記検出と調整とのステップを一回繰り返して、蓄積振動時間が3時間を超えた後に、カプセルの振動を停止するように制御するステップとを含む、

ことを特徴とする制御方法。

10

【請求項12】

外部機器によって体内に用いられる振動カプセルを制御する方法であって、

前記外部機器のプロセッサが振動カプセルの振動周波数を特定し、前記振動カプセルを特定された振動周波数で移動させるステップを含み、

前記振動周波数の特定は、

a) 前記外部機器のプロセッサが第1の周波数 f と第1のデューティ比とで振動カプセルのカプセル運動部を起動させ、第1の加速度センサによって第1の加速度 A_f を検出するステップと、

b) 前記外部機器のプロセッサが、振動を発生させるための、振動カプセルの運動生成部が第2の周波数 $f-m$ と第1のデューティ比とで振動するように設定し、第1の加速度センサによって第2の加速度 A_{f-m} を検出するステップと、

c) 前記外部機器のプロセッサが1Hz～13Hzの周波数の範囲内でステップbとcを繰り返して、 A_{f-n} の最大値を見つけ、 $f-n$ を前記振動カプセルの振動周波数として特定するステップとを含み、ただし、 $1\text{Hz} < f-m < 13\text{Hz}$ 、 $1\text{Hz} < f-n < 13\text{Hz}$ 、 $0.2 < |m| < 1$ である、

ことを特徴とする制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動パラメータと医療アプリケーションに関連する振動装置との間の関連に関し、特に、体内における振動カプセルおよびその制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

過体重または便秘患者の数が増えるにつれて、体重を減らしたり便秘を避けるために、便通のための医療装置がよく用いられる。便秘を治療するまたは体重を減らす既存の方法は、主に瀉下薬による作用または体外の腹部マッサージ装置による作用に依存する。しかしながら、瀉下薬の長期使用では、薬物に対する依存性を生じやすく、脱水などの副作用を招く恐れがある。体外の腹部マッサージ装置のマッサージ効果では、人体の腹部に蓄積された脂肪によって振動を減衰させ、マッサージ効果に影響を与える。したがって、ヒトの結腸壁と安全かつ効果的に相互作用して、結腸痙攣を緩和し、結腸運動を促進し、便秘を治療し、患者の健康を増進させる体内医療装置を提供することが求められている。

40

【0003】

人体の結腸壁に作用することによって、振動カプセルは、結腸痙攣を緩和し、結腸運動を促進可能であり、便秘治療、排便および美容の促進の効果を達成することができる。振動カプセルは、人体の小腸壁に作用することにより、小腸の蠕動を促進し、小腸による食物の吸収を減少させることができ、それによって体重を減らす効果を達成することができる。一部の小腸蠕動によって引き起こされる偽性腸閉塞に対しては、対応する小腸の部分を刺激することによって治療することができる。

【発明の概要】

【0004】

50

本発明は、体内に用いられる振動カプセルおよびその制御方法を開示している。

【0005】

本発明の1つの目的は、患者の消化管全体の健康を改善し、患者の体重を減少させることができる振動カプセルを提供することにある。

【0006】

本発明の別の目的は、振動カプセルが消化管にあるときに患者が自由に振動カプセルを操作できるように、前記振動カプセルが使用するのに便利であることにある。

【0007】

本発明のさらに別の目的は、不快感を生じることなく、最良の臨床効果を有する振動カプセルを提供することにある。

10

【0008】

本発明のさらに別の目的は、長い保管期間およびユーザが使用するための作業時間を有する振動カプセルを提供することにある。

【0009】

上記の目的を実現するために、運動生成部と、運動制御部と、無線通信部と、給電部とを備える振動カプセルが提供される。前記運動制御部は、配置可能な周波数とデューティ比とで運動を生じさせるように、運動生成部に指令を送信する。前記給電部は、運動制御部によって運動生成部に給電し、振動カプセルの動作時間と休止時間を決定する。前記振動カプセルは、カプセル運動検出部をさらに備え、このカプセル運動検出部は、少なくとも1つのセンサを含み、無線通信部に情報を送信する。

20

【0010】

本発明のさらなる改善として、前記センサは、加速度センサ（重力センサ）、圧力センサ、温度センサ、磁界センサ、またはジャイロセンサであってもよい。

【0011】

本発明のさらなる改善として、前記給電部は、リチウム電池、酸化銀電池、充電可能な二次電池、および/または無線充電装置であってもよい。

【0012】

本発明のさらなる改善として、前記無線通信部の通信方法は、無線周波数通信法、交流－磁界交互法および/または人体を介する接触電極法であってもよい。

【0013】

本発明のさらなる改善として、前記運動生成部は、ボタン偏心輪モータ、リニア偏心輪モータ、または磁気偏心輪モジュールであってもよい。前記運動生成部は、単一のモータであってもよいし、複数のモータの組み合わせであってもよい。各モータは、カプセルの軸線に沿って、カプセルの軸線から離れて、軸線に対して斜めの角度で、または任意の組み合わせで設置することができる。前記振動カプセルは、回転数およびモータの回転子へのトルク変換を増減するために、トランスミッションを設けてもよい。

30

【0014】

本発明のさらなる改善として、前記振動カプセルは、カプセルの現在位置を特定するためのカプセル位置検出部をさらに備える。前記カプセル位置検出部は、消化管位置検出モジュールとカプセル排出指示モジュールを含む。前記消化管位置検出モジュールは、遅延計算法、PH値測定法、小型磁石トレース法、無線周波数測位法、または酵素トリガ法によって検出を行う。前記カプセル排出指示モジュールは、無線通信法、温度検知法、または磁気検出法によって検出を行う。

40

【0015】

本発明のさらなる改善として、前記振動カプセルは、カプセルオン／オフモジュールをさらに備える。前記カプセルオン／オフモジュールは、マグネトロンリードスイッチ、感光性照射スイッチ、交流磁界誘導スイッチ、無線周波数誘導スイッチ、または温度誘導スイッチであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0016】

50

【図 1】本発明の一実施形態における振動カプセルの構成模式図である。

【図 2】本発明の一実施形態における振動カプセルの機能部品の模式図である。

【図 3】本発明の一実施形態における振動カプセルの運動制御部と運動生成部の模式図である。

【図 4】本発明の一実施形態において電源管理部を有する振動カプセルの機能部品の模式図である。

【図 5】本発明の一実施形態においてカプセル位置検出部を有する振動カプセルの機能部品の模式図である。

【図 6】本発明の一実施形態において振動カプセルの動作周期とデューティ比の模式図である。

【図 7】本発明の一実施形態において振動カプセルの P C B 板の構成部材の模式図である。

【図 8】本発明の一実施形態において振動カプセルのカプセル位置検出部の構成部材の模式図である。

【図 9】本発明の一実施例において指令が無線通信部から運動生成部へ送信される模式図である。

【図 10】本発明の一実施例において未処理のデータがカプセル位置検出部と運動検出部と無線通信部から外部機器へ送信され、運動生成部へ送信される模式図である。

【図 11】本発明において振動カプセルの方法の流れの模式図である。

【図 12】本発明において振動カプセルの方法の流れの模式図である。

【図 13】本発明の一実施例において制御回路の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、振動カプセルおよびその制御方法について、図面の各実施形態を参照しながら詳細に説明する。前記振動カプセルは、標的位置に配置された第 1 の運動生成装置及び第 2 の運動生成装置を含む。簡略化のために、前記振動カプセルは、生物医学適用の背景の下に説明する。つまり、前記標的位置は、消化管内などの患者内に位置する。簡略化のために、本発明における前記医療装置は体内装置である。この医療装置は、消化管を嚥下する非侵襲的な送達方法を使用する。本発明において、前記医療装置は、形状、サイズ、または大きさによって制限されないカプセルと呼ばれる。本発明による振動カプセルおよびその使用方法は、インサイチュ（In-situ）運動生成装置と制御可能な運動生成装置とを含む制御モジュール、および制御モジュールと通信する無線通信モジュールにおいて、他の応用分野において実施することができる。

【0018】

以下の実施形態が説明のためのものであり、本発明を制限するものではないことは、当業者に理解されるべきである。以下に記載される実施形態に従ってなされる構成的または機能的な変更は、何れも本発明の範囲内に含まれる。

【0019】

以下のように前記振動カプセルの構成と使用方法を詳細に述べる。図面におけるデバイス符号は、以下のものを含む。

- 1 回転子
- 2 モータ
- 3 第 2 の絶縁支持部材
- 4 給電部
- 5 第 1 の絶縁支持部材
- 6 P C B 板
- 7 リードスイッチ
- 8 カプセルハウジング後端
- 9 R F アンテナ
- 10 モータブラケット

10

20

30

40

50

- 1 1 カプセルハウジング前端
- 2 1 振動モータ
- 2 4 マグネトロンリードスイッチ
- 2 0 1 第 1 の電池
- 2 0 2 第 2 の電池
- 2 3 1 プロセッサ
- 2 3 2 R F トランシーバモジュール
- 2 3 3 電界効果トランジスタ
- 2 3 4 R F アンテナ
- 3 0 0 磁気ベース

10

【0020】

振動カプセルシステムであって、体内に置かれる振動カプセルとユーザインターフェースを有する外部オペレーティングシステムとを含む振動カプセルシステムである。一実施形態において、前記振動カプセルは、患者の消化管内に設置されて、前記外部オペレーティングシステムは、患者の体外に設置される。一実施形態において、外部オペレーティングシステムは、外部機器上に動作し、この外部機器は、スマートフォンなどの携帯機器であってもよい。一実施形態において、振動カプセルは、運動生成部と運動制御部と無線通信モジュールとを含み、前記無線通信モジュールは、無線通信ネットワークを介して外部オペレーティングシステムと通信すること可能である。

20

【0021】

本発明において、前記振動カプセル（以下、「カプセル」と略に称される）は、カプセル機能ユニットとカプセル構成ユニットを含む。前記カプセル機能ユニットは、運動生成部と、運動制御部と、無線通信部と、カプセル運動検出部と、カプセル位置検出部と、給電部と、電源管理部とを含む。前記電源管理部は、カプセルオン／オフモジュールをさらに含む。前記カプセル構成ユニットは、カプセルハウジングと機能部品支持構成を含む。

【0022】

本発明の第 1 の局面では、前記振動カプセルは、振動カプセルが振動する場合に破損させないことを確保するために、耐衝撃性に優れた材料で作製されたハウジングを含む。前記ハウジングは、安全規格を通過する生体適合性材料からも作製されており、例えば、医薬品グレードのポリカーボネートがハウジングの材料として用いられる。図 1 において、要素 8 はカプセルハウジングの前端を表し、要素 1 1 はカプセルハウジングの後端を表す。

30

【0023】

本実施形態において、前記カプセルは、如何なる形状や幾何学的な構成を有しても良い。前記カプセルハウジングは、菱形、楕円形、細長い形、馬の目の形、ダンベル形などを含むが、これに限定されるものではない。一実施形態では、図 1 に示すように、前記カプセルは、細長い形状であり、2 つの端部が半球状である。図 1 を参照して、前記カプセルハウジングは、前端および後端を含む。本発明では、カプセルハウジングは、カプセルの長さに沿って配置された軸線を有する。前記給電部と前記運動制御部と前記運動生成部は、それぞれ軸線に沿って配置される。

40

【0024】

本実施形態において、前記カプセルは、患者の体内に設置することが可能であるという前提で、任意の寸法または大きさを有しても良く、例えば、カプセルは、嚥下などの非侵襲的な形態で患者の消化管に送入され、前記患者は、ヒトまたは動物であってもよい。他の実施形態では、対応する振動フィードバック効果を得るために、前記カプセルを体外の消化管モデル内で動作させることもできる。図 1 を参照して、カプセルは、前端部から後端部までの長さを有する。一実施形態では、カプセルの長さは 2 7 . 6 mm である。さらに図 1 を参照して、カプセルは 2 つの半球状の端部を有する。この半球状の端部の直径は、カプセル本体の直径である。一実施形態では、カプセルは、約 1 1 . 8 mm の直径を有する。

50

【0025】

本実施形態において、前記カプセルは、移動または振動中に患者に重大な不快感を引き起こすことなく、任意の重量を有することができる。この重量は、カプセルの軸線の周りに分布している。図1に示すように、前記給電部、運動制御部と運動生成部は全てカプセル軸線に沿って配置されている。一実施形態では、カプセルは6グラム未満の重量を有する。別の実施形態では、カプセルは、5グラム未満の重量を有する。別の実施形態では、カプセルは、4.5グラム未満の重量を有する。また、前記振動カプセルは、攪拌または振動させて消化管壁をマッサージすることによって、体内の消化を改善する目的を達成することができる。前記振動カプセルの重量は、マッサージ効果に比例する。一実施形態では、カプセルの重さは2グラムを超える。別の実施形態では、カプセルの重さは3グラム未満である。別の実施形態では、カプセルの重さは4グラム未満である。別の実施形態では、カプセルの重量は4.5グラムを超える。

10

【0026】

本発明の第2の局面では、前記振動カプセルは、運動生成部と運動制御部を含む。前記運動生成部は、カプセル振動のためのインサイチュ動力を提供するものである。この運動生成部は、ボタン偏心輪モータ、リニア偏心輪モータ、または磁気偏心輪モジュールであってもよい。この運動生成部は、上述したような単一のモータであってもよいし、上述した複数のモータの組み合わせであってもよい。各モータは、カプセルの軸線に沿って、カプセルの軸線から離れて、軸線に対して斜めの角度で、または任意の組み合わせで設置することができる。一実施形態では、カプセルが振動すると、振動方向は、カプセル軸線に対して垂直である。別の実施形態では、カプセルが振動すると、振動方向は、カプセルの軸線に対して平行でも垂直でもなく、0度と90度の間の夾角を成すことである。図1を参照して、カプセルの軸線は、頭部から端部までの長手方向に設けられる。カプセルが図1に示すような方向をとる場合、軸線に垂直な振動方向とは、カプセルが上下方向に振動することを意味する。いくつかの実施形態では、カプセルは、回転数およびモータの回転子へのトルク変換を増減するために、トランスミッションが設けられている。

20

【0027】

一実施形態において、前記運動生成部は、第1の運動生成器および第2の運動生成器を含む。一実施形態では、第1の運動生成器はモータであり、第2の運動生成器は回転子である。図1に示すように、素子2はモータであり、素子1は回転子である。モータは、振動カプセルに強制的な振動を提供するものである。図2を参照して、前記運動生成部は、他の内部の素子または外部の素子から制御信号を獲得し、操作可能な運動制御指令を生成し、この運動制御指令を運動生成部に送信することができる。前記運動制御指令は、調和振動または非調和振動を生成するために、周期的な定常状態の振動、過渡的な振動、またはランダム振動を含むが、これに限定されない。前記振動カプセルの振動は、動作時間と休止時間とが切り替える制御可能なプロトコルを有し、給電部によって制御されるか、または給電部および電源管理部によって制御される。前記振動カプセルの振動は、運動制御部によって制御可能な調整可能な周波数および/またはデューティ比を有する。前記運動生成部は、周波数が1~20Hz、デューティ比が0.01~0.9の調整可能な振動を発生させることができる。

30

40

【0028】

アクティブ（オン）状態と非アクティブ（オフ）状態の相対的な比率を調整することによって、振動レベルまたは強度を調整する。例えば、強いまたは高い振動レベルの場合、周波数は15~20Hzです。一実施形態では、1つの動作周期において、カプセルが「オン」状態および「オフ」状態にある比例は、1:1~1:2である。弱いまたは低い振動レベルの場合、周波数は4~6Hzです。一実施形態では、1つの動作周期において、カプセルが「オン」状態および「オフ」状態にある比例は、1:3~1:5である。

【0029】

前記運動制御部は、運動生成部に操作可能な運動指令を送信する。一実施形態では、前記運動制御部は、特定のパラメータを直接的に変更し、この特定のパラメータは、モータ

50

回転数、周波数（図6を参照）、デューティ比、動作周期または各動作周期におけるカプセル動作時間と休止時間の比例などを含む。別の実施形態では、カプセルの運動制御部は、特定のパラメータを変更しないが、振動レベルと振動方向を変更することであり、振動レベルのそれぞれは、予め設定された、モータ回転数、周波数（図6を参照）、デューティ比、動作周期または各動作周期におけるカプセル動作時間と休止時間の比例などを含む一組のパラメータに対応する。異なる振動レベル間で、少なくとも1つの異なるパラメータに対応する。異なる振動レベルは、増減することができる。前記振動カプセルの振動レベルは、連続的であっても不連続的であってもよい。一実施形態では、前記運動制御部は、少なくとも第1の閾値と第2の閾値との間で振動レベルを調整することができ、この第1の閾値は、患者が快適であると感じる最大の振動レベルであり、この第2の閾値は、いかなる副作用がなく、同じ患者が耐えられることを確保するための最大の振動レベルである。また、前記運動制御部は、振動を非アクティブ状態からアクティブ状態へ連続的に調整し、または不連続的な中間振動レベルに振動を非アクティブ状態からアクティブ状態へ調整することができる。このような調整は、カプセルの動作開始時または休止状態から動作状態に切り替えるときから行うことができる。

10

【0030】

前記振動カプセルの振動強度は、カプセルが出荷される時に予め設定されたカスタマイズ値を有する。各振動カプセルは、異なる振動強度にカスタマイズすることができる。一実施形態では、前記振動モータは偏心輪モータである。一実施形態では、回転子（素子1）は、カプセル位置検出方法として磁気トラッキングが用いられるように、磁気素子で作製することができる。別の実施形態では、振動モータの回転速度は、100rpm（回転数/分）～10000rpm（回転数/分）であってもよい。

20

【0031】

本発明の第3の局面では、図2を参照して、前記振動カプセルは、給電部を含む。一実施形態では、前記運動制御部は、給電部に電氣的に接続される。前記給電部は、リチウム電池、酸化銀電池、充電可能な二次電池、および/または無線充電装置であってもよい。前記給電部は、無線通信部と運動制御部とカプセル運動検出部とを含むすべての素子に電力を供給する。また、前記給電部は、電源管理部に接続されて、すべての素子への電力供給を最適化し、電力を節約し、振動カプセルの使用期間を延ばすこともできる。図1に示すように、素子4は電池であり、この電池は給電部である。一実施形態では、プリント回路基板（Printed Circuit Board、PCB）には、給電部と運動制御部を接続するための電源管理部が設けられている。

30

【0032】

一実施形態では、前記給電部は、電源管理部によって振動カプセルにおけるすべての機能部品へ給電する。一実施例では、前記電源管理部は、時間プロトコルに従って動作時間または休止時間にあるようにカプセルを調整するカプセルオン/オフモジュールを含む。例えば、図6に示すように、前記電源管理部はタイミング素子を含み、前記振動カプセルは、交互に切り替えるアクティブ状態と非アクティブ状態を有する。

【0033】

本発明の第4の局面では、前記振動カプセルは無線通信部を含む。前記無線通信部による通信方法は、無線周波数通信法、交流-磁界交互法および/または人体を介する接触電極法を含む。一実施形態では、図1を参照して、前記無線通信部は、無線周波数（Radio Frequency、RF）アンテナと、RFトランシーバモジュールと、PCB部とを含む。振動カプセルは、無線通信部によって、スマートフォン、ネットワークデータセンター、クラウドサーバーセンターなどの外部機器と通信する通信するブルートゥース装置に接続することができる。RFトランシーバモジュールの通信周波数は、433MHzまたは2.4GHzとすることができる。

40

【0034】

一実施形態では、前記無線通信モジュールは、カプセル運動検出部からのデータを受信して外部機器に送信する。外部機器は、データを分析して、無線通信部に指令を返す。前

50

記無線通信部は、外部機器から受信した指令を、運動制御部が受信可能なデータに変換する。一実施形態では、前記カプセル運動検出部から受信したデータが計算され、分析され、その後、外部機器に送信される。前記外部機器は、患者がカプセルの基本特性を見ることが、および手で振動レベルを入力または調整することを可能にするユーザインターフェースをさらに含む。前記カプセルの基本特性には、カプセルの製造番号、現在の振動周波数、デューティ比、動作時間、休止の停止、製造日付、およびカプセルの電源投入時間などの情報が含まれる。

【0035】

別の実施形態では、前記無線通信モジュールは、カプセル位置検出部からも情報を受信し、前記カプセル位置検出部は、消化管内における振動カプセルの現在位置を決定するために、データを収集する。一実施例では、現在位置のデータは、無線通信部を介して外部機器に送信される。別の実施例では、前記現在位置のデータは、プロセッサによって解析されるか、またはメモリに記憶された以前のデータと比較され、外部機器に送信される。前記外部機器は、データを受信した後、無線通信部に運動制御部への指令を再び送信する。無線通信部によって運動制御部と外部機器との間に確立されたインスタント通信は、カプセルの振動を異なる振動レベルに調整することができる。

10

【0036】

一実施形態では、前記外部機器は、データセンターまたはクラウドサービスセンターを有するネットワークに接続されたスマートフォンであってもよい。前記外部機器は、無線通信部から複数の特定のカプセル識別情報を取り出すことができるユーザカスタマイズ装置であってもよい。カプセル識別情報には、出荷データ、適用可能な振動強度、振動レベル、重量およびサイズなどが含まれる。前記外部機器は、過去／以前の耐えうるレベルデータ、および同様の患者シナリオのため、類似の患者統計グループのため、または類似の疾患症状の段階的な治療のための関連統計や平均データなど、ユーザ固有情報および／または消化管位置特定情報を得ることもできる。

20

【0037】

本発明の第4の局面では、前記振動カプセルは、カプセル運動検出部をさらに含む。一実施形態では、前記カプセル運動検出部は、患者の消化管に作用して、消化管内の高い振動レベルと低い振動レベルとの間の差を感知し、フィードバックを提供して振動レベルを増加または減少させる。この実施形態では、振動カプセルが起動されると、所望の振動レベルを定性的に調整することができる。患者の以前の振動レベル閾値は、記憶されて、カプセルが起動されるために取得することができる。リアルタイムフィードバックは、目標振動レベルを調整するために用いられ、この目標振動レベルは、ユーザインターフェースを介して定性的に調整されるものである。

30

【0038】

しかしながら、安全性および治療目的のために、科学的かつ定量的な方法で起動状態の振動カプセルの実際の振動レベルを即時検出および監視することが望ましい。

【0039】

前記カプセル運動検出部は、患者またはユーザが外部機器を使用して振動値をリアルタイムで調整し最適化できるように、振動カプセルの実際の振動レベルを監視し測定し、患者にフィードバックを提供するために用いられる。これによって、カプセルがカスタマイズされるものではなくても、振動レベルは人によって異なり、または異なる患者の個々のニーズを満たすことができる。また、同じ患者であっても、カプセルの振動レベルは、異なる時間に、または異なる消化管の場所で、または異なる目的のために調整することができる。例えば、カプセルの振動レベルは、最初は弱く、治療が系統的に早期から後期に進むにつれて徐々に増加する。

40

【0040】

前記カプセル運動検出部は、カプセルが振動するときに、異なる部位で作成される振動関連パラメータが異なるという基本原理を採用する。カプセルが振動すると、カプセルの異なる部位と消化管の壁との相互作用が異なり、カプセルの異なる部位が異なる加速度、

50

圧力、温度および磁場を受け取るようにする。カプセルの異なる部位での上記パラメータのうちの少なくとも1つがリアルタイムで検出され、有用で信頼できるカプセルの振動状況が無線通信部を介して患者にリアルタイムで提供される。

【0041】

振動カプセルの少なくとも一部位には、振動関連パラメータを検出するためのセンサが設けられている。センサは、加速度センサ（重力センサ）、圧力センサ、温度センサ、磁界センサ、およびジャイロセンサ、またはこれらのセンサの組み合わせであってもよい。前記振動カプセルの外部には、1つまたは複数のセンサが設けられてもよい。一実施形態では、センサは回転子に近接して取り付けられる。別の実施形態では、センサはモータに近接して取り付けられる。別の実施形態では、振動カプセルには、カプセルの両端部にそれぞれ取り付けられる二つのセンサが設けられており、このような取り付け方式は、カプセルの両端での振動パラメータの差異が最大となるためである。

10

【0042】

前記センサは、前記運動生成部による振動を検出して監視するためのものである。一実施形態では、振動カプセルが起動されると、センサが自動的にオンにされる。別の実施形態では、センサは、外部機器のユーザインターフェースから送信された指令を受信するとオンにされて、振動を監視する。別の実施形態では、センサは、特定位置に達したときにオンにされ、この位置情報は、カプセル位置検出部によって収集され分析される。別の実施形態では、センサは、振動カプセルの起動後の特定の時間sにオンにされる。例えば、振動カプセルが嚥下の直後に起動し、一定時間s後にカプセルが目標位置に到達すると加速センサがオンにされる。前記カプセル運動検出部の開閉は、電源管理モジュールによって制御される。

20

【0043】

センサが振動関連パラメータを収集した後に、このパラメータは生データとして外部機器に送信され、さらなる指令を待つ。あるいは、振動関連パラメータの生データは、外部機器に送信される前に予備的または全面的な処理や操作が行われる。第1の実施形態では、第1の連続時間期間に振動関連パラメータを収集して第1のデータセットが形成され、この第1のデータセットの平均が計算されて第1の連続時間期間内の現在の振動データを示すために用いられる。その後、前記無線通信部は、この第1の連続時間期間内の現在の振動データを外部機器に送信する。第2の実施形態では、第2の連続時間期間に振動関連パラメータを収集して第2のデータセットが形成され、この第2のデータセットの中央値が計算されて第2の連続時間期間内の現在の振動データを示すために用いられる。その後、前記無線通信部は、この第2の連続時間期間内の現在の振動データを外部機器に送信する。第3の実施形態では、第3の連続時間期間に振動関連パラメータを収集して第3のデータセットが形成され、この第3のデータセットの最大値が計算されて第3の連続時間期間の現在の振動データを示すために用いられる。その後、前記無線通信部は、この第3の連続時間期間の現在の振動データを外部機器に送信する。外部装置が受信した現在の振動データに基づいて、外部機器は、振動レベルを増加、減少、または維持するように指令を送信する。

30

【0044】

本発明では、前記カプセルの振動レベルは、モータ回転数、周波数（図6を参照）、デューティ比、各動作周期における動作時間と休止時間との比率を含む一組のパラメータによって決定される。上記パラメータのいずれかの変化は、カプセルの振動レベルに影響を与える。

40

【0045】

本発明の第4の局面の第1の実施形態では、前記センサは加速度センサである。前記加速度センサは、運動生成部による振動を検出し、監視するために用いられる。加速度センサによって検出された情報は、収集して分析を行って、カプセルの振動を調整するために用いられる。前記加速度センサは、振動カプセルの正しい加速度（「重力」）を測定することができる。

50

【0046】

一実施形態では、前記カプセルは、図1に示すように、円筒状の本体部と、本体部の両端に接続された半球状部とを有する。カプセルの両端には、それぞれ加速度センサが取り付けられている。カプセルが振動すると、2つの加速度センサがそれぞれカプセルの前端および後端の加速度データを検出する。加速度センサがカプセルの両端の加速度データを収集してから、加速度データの平均値を算出した後に、無線通信部は、この平均値を外部機器に送信し、次の指令を待つ。

【0047】

本発明の第4の局面の第2の実施形態では、前記センサは圧力センサである。カプセルが振動するとき、カプセルの異なる部位が受けた消化管からの圧力が異なり、カプセル内部の圧力変化を監視することは、振動レベルに関する定量的フィードバックを提供することができる。

10

【0048】

一実施形態では、前記カプセルは、図1に示すように、円筒状の本体部と、本体部の両端に接続された半球状部とを有する。カプセルの両端には、それぞれ圧力センサが取り付けられている。カプセルが振動すると、2つの圧力センサがそれぞれカプセルの前端および後端の圧力データを検出する。圧力センサがカプセルの両端の圧力データを収集してから、2グループの圧力データにそれぞれ対応する圧力値を計算し、この圧力値の大きい方の値を算出した後に、無線通信部は、この大きい方の値を外部機器に送信し、次の指令を待つ。

20

【0049】

本発明の第4の局面の第3の実施形態では、前記センサは温度センサである。カプセルが振動すると、カプセルの一部が患者の消化管壁に接触し、他の部分は消化管に接触しないため、振動中に温度が異なる。したがって、カプセル内部の温度変化を監視することにより、振動レベルに関する定量的なフィードバックを提供することができる。

【0050】

一実施例では、前記カプセルは、図1に示すように、円筒状の本体部と、本体部分の両端に接続された半球状部とを有する。カプセルの両端には、それぞれ温度センサが取り付けられている。カプセルが振動すると、2つの温度センサがそれぞれカプセルの前端および後端の温度データを検出する。温度センサがカプセルの両端の温度データを収集してから、2グループの温度データにそれぞれ対応する温度値を計算し、この温度値の大きい方の値を算出した後に、無線通信部はこの大きい方の値を外部機器に送信し、次の指令を待つ。

30

【0051】

本発明の第4の局面の第4の実施形態では、前記センサは磁界センサである。カプセルが振動すると、カプセルの異なる部位と地磁気との相互作用が異なるため、カプセル内の磁場変化を監視することによって、振動レベルに関する定量的なフィードバックを提供することができる。

【0052】

一実施例では、前記カプセルは内部に磁界センサを有する。前記磁界センサは、カプセルハウジングにおいてモータに近接する位置に取り付けられる。カプセルが振動すると、磁界センサは、地磁気の影響を受けたカプセルの磁界データを検出する。磁界センサが磁界データを収集した後、無線通信部は、この磁界データを外部機器に送信し、次の指令を待つ。

40

【0053】

本発明の第4の局面の第5の実施形態では、前記センサは、ジャイロセンサセンサである。カプセルが振動すると、カプセルの異なる部位がカプセルに加わる異なる角速度を受けるため、カプセルの角速度変化を監視することにより、振動レベルに関する定量的なフィードバックを提供することができる。

【0054】

50

一実施例では、前記カプセルは、内部にジャイロセンサを有する。ジャイロセンサは、カプセルハウジングにおいてモータに近い位置に取り付けられています。ジャイロセンサがデータを収集した後、無線通信部はこのデータを外部機器に送信し、次の指令を待つ。

【0055】

この1つまたは複数のセンサは、各患者の最適振動周波数とデューティ比と休止時間を決定することに寄与する。外部機器によって受信したデータに従って、振動周波数とデューティ比と休止時間に関するデータベースを確立することができ、このデータベースが振動レベルの識別と関連付けられる。

【0056】

振動レベルが正確に外部機器にフィードバックされると、外部機器は、振動レベルの情報および対応する環境情報を追跡し、その情報を外部機器のメモリに格納することができる。前の振動レベルは、カプセルが休止状態から再開または再起動するたびに、メモリから容易に取り出すことができる。

【0057】

運動生成部による振動を検出し監視するセンサは、カプセルが患者の体内に入る前に較正することができる。一実施例では、振動カプセルの各々は、予め設定された振動レベルが記憶されており、この振動レベルのパラメータには、モータ回転数、周波数、および動作周期が含まれる。カプセルが患者の体内に入る前に、予め設定された動作モードおよびセンサ検出は、実行される。カプセルの予め設定された動作モードの間、カプセルは、センサに対応するノイズレベルを確認することも含む較正プロトコルを実行する。

【0058】

本発明の第5の局面では、前記振動カプセルは、カプセル位置検出部をさらに含む。カプセル位置検出部は、消化管位置検出モジュールと、カプセル排出指示モジュールとを含む。前記消化管位置検出モジュールは、消化管内の振動カプセルの現在位置情報を検出する。一実施形態では、現在位置情報は、無線通信部を介して外部機器に送信される。別の実施形態では、前記現在位置情報が電源管理部に送信され、オンまたはオフ情報が運動制御部に送信されるべきかどうかを決定する。振動カプセルの現在位置を検出する方法には、遅延計算法、PH測定法、小型磁石トレサ法、無線周波数測位法、および酵素トリガ法が含まれるが、これらに限定されるものではない。前記カプセル排出指示モジュールの検出方法としては、無線通信法、温度検知法、および磁気検出法が含まれる。

【0059】

本発明の第5の局面の第1の実施形態では、前記消化管位置検出モジュールは、遅延計算法によって振動カプセルの現在位置を決定し、当該消化管位置検出モジュールは、タイマとデータ送受信部とを含む。前記遅延計算法は、時間プロトコルを含み、時間値に基づいて振動カプセルが結腸に到達するかどうかを予測するものである。一実施例では、前記時間値は、予め設定された値であり、カプセルが患者の消化管内を移動する時間を予め設定された値と比較することによって、カプセルが結腸に到達したかどうかを判定することができる。上記予め設定された値は、患者に類似した特定のグループの平均値であってもよい。当該予め設定された値は、この患者が前に振動カプセル処置を受けた際に得られたデータであってもよい。

【0060】

本発明の第5の局面の第2の実施形態では、前記消化管位置検出モジュールは、PH測定法によってカプセルの現在位置を検出し、当該消化管位置検出モジュールはPHセンサを含む。結腸付近のPH値は約7.8である。前記PHセンサは、2~12の範囲のPH値を正確に検出することができる。一実施例では、PHセンサは、4~8の範囲のPH値を検出することができる。別の実施例では、前記PHセンサは、PH値が7.6~8の間であるかどうかを検出することができる。

【0061】

本発明の第5の局面の第3の実施形態では、前記消化管位置検出モジュールは、磁場追跡法によってカプセルの現在位置を検出し、当該消化管位置検出モジュールは磁気双極子

10

20

30

40

50

素子を含む。この磁気双極子素子は、 $0.1 \text{ A cm}^{-2} \sim 1 \text{ A cm}^{-2}$ の磁気双極子モーメントおよび $0.5 \text{ g} \sim 5 \text{ g}$ の重量を有する。磁気双極子の動きに応じて、振動カプセルの経路が追跡され、プロットされる。プロットされた追跡マップに応じて、振動カプセルの現在位置を決定することができる。

【0062】

本発明の第5の局面の第4の実施形態では、前記消化管位置検出モジュールは、表面磁場検出方法、RF (Radio Frequency、RF) 検出方法または超音波検出方法によってカプセルの現在位置を検出するものである。当該消化管位置検出モジュールは、患者の回腸弁付近に配置された外部検知装置を含み、この外部検知装置は、使用される検出方法に従って決定される。このようにして、振動カプセルが結腸に入ると、当該外部検知装置は信号を検出することができる。

10

【0063】

本発明の第5の局面の第5の実施形態では、前記消化管位置検出モジュールは、酵素トリガー法によってカプセルの現在位置を検出し、当該消化管位置検出モジュールは、振動カプセルの外部に配置された酵素センサを含む。当該酵素センサは、結腸酵素の存在を検出するために特別に設けられている。結腸酵素が存在すると、前記酵素センサは、外部機器または電源管理部に信号を送信する。

【0064】

本発明の別の局面では、前記消化管位置検出モジュールは、複数の磁界、RFまたは超音波センサを組み合わせる位置決め方法によってカプセルの現在位置を検出するものである。当該消化管位置検出モジュールは、患者の腸の延在方向に沿って患者の体に配置された複数の磁界、RFまたは超音波センサを含む。振動カプセルが結腸内を移動すると、振動カプセルに最も近いセンサが最も強い信号を検出し、これによって結腸に沿った振動カプセルの位置を検出する。

20

【0065】

本発明の第5の局面の第6の実施形態では、前記カプセル排出指示モジュールは、無線通信方法によってカプセルが排出されたか否かを検出するものである。当該カプセル排出指示モジュールは、無線通信部の一部である。一実施例では、カプセルは定期的に信号を外部に送信する。信号が所定の期間（例えば、1日）内に受信されないと、カプセルが患者から排出されたと判定することができる。

30

【0066】

本発明の第5の局面の第7の実施形態では、前記カプセル排出指示モジュールは、温度に基づく検出方法によってカプセルが体外に排出されたかどうかを検出するものである。当該カプセル排出指示モジュールは、振動カプセルの外部に設けられた温度センサを含む。振動カプセルが患者の体内にあるとき、前記温度センサは、体内の温度が約36摂氏度であることを感知し、カプセルが排出されると、温度センサによって感知される温度は体内の温度と異なる。一実施例では、前記温度センサは、カプセルの温度を定期的に検出し、カプセルが排出されたかどうかを指示するように、適切な装置（例えば、外部機器）に情報を送信する。

【0067】

40

本発明の第5の局面の第8の実施形態では、前記カプセル排出指示モジュールは、磁界に基づく磁気検出方法によってカプセルが体外に排出されたかどうかを検出するものである。当該カプセル排出指示モジュールは、振動カプセルの内部に設けられた、永久磁石磁気双極子を有する小さな磁石を含む。前記カプセル排出指示モジュールは、小磁石の動きを定期的に追跡して、小磁石の現在位置を示す位置マップを生成することによって、振動カプセルが排出されたか否かを判断する。

【0068】

本発明の第6の局面では、前記振動カプセルは、カプセルオン／オフモジュールをさらに含む。前記カプセルオン／オフモジュールは、カプセル全体の電力消費を最小限に抑え、カプセルの寿命、特に貯蔵寿命を延ばすために、カプセルを完全にオン（アクティブ状

50

態)またはオフ(非アクティブ状態)するためのものである。一実施形態では、振動カプセルは、その後の使用のためにパッケージから取り外す際にオンされる。別の実施形態では、振動カプセルは、特定の標的位置、例えば、患者の結腸に到達するとオンされる。一実施例では、前記カプセルオン／オフモジュールは、別個のモジュールである。別の実施例では、前記カプセルオン／オフモジュールは、電源管理部の一部である。別の実施例では、前記カプセルオン／オフモジュールは、別個のモジュールと電源管理部の一部との組み合わせであり、例えば、振動カプセルのパッケージである。前記カプセルオン／オフモジュールは、マグネトロンリードスイッチ、感光性照射スイッチ、交流磁界誘導スイッチ、RF誘導スイッチ、または温度誘導スイッチであってもよい。

【0069】

本発明の第6の局面の第1の実施形態では、前記カプセルオン／オフモジュールはマグネトロンリードスイッチである。一実施例では、前記振動カプセルは、磁気パッケージ内に配置される。カプセルは、パッケージ内にあるときにオフされる。パッケージが取り外されると、マグネトロンリードスイッチはカプセルをオンすることができる。図13を参照して、マグネトロンリードスイッチ24は、振動カプセルの制御回路内にある。前記マグネトロンリードスイッチ24は、振動カプセルパッケージ内の磁気ベース300と相互に作用して、互いに磁氣的に対になる。磁気ベース300がマグネトロンリードスイッチ24に近づくと、マグネトロンリードスイッチ24のインナーリードが吸引され、制御回路が切断される。磁気ベース300がマグネトロンリードスイッチ24から離れると、マグネトロンリードスイッチ24のインナーリードが切断され、制御回路が接続される。

【0070】

本発明の第6の局面の第2の実施形態では、前記カプセルオン／オフモジュールは、感光性スイッチまたは感光性照射スイッチである。一実施例では、前記振動カプセルは、光にさらされない暗いパッケージ内に放置される。前記振動カプセルはパッケージ内においてオフ状態にある。振動カプセルがパッケージから取り出されると、前記振動カプセルは光と接触するとオンされる。前記感光性スイッチは、特定の波長の光またはある色の光によって制御してもよい。

【0071】

本発明の第6の局面の第3の実施形態では、前記カプセルオン／オフモジュールは、交流磁界誘導スイッチである。振動カプセルは、外部磁界によってオン／オフされる。

【0072】

本発明の第6の局面の第4の実施形態では、前記カプセルオン／オフモジュールは、無線周波数誘導スイッチである。振動カプセルのオン／オフは、無線周波数によって遠隔制御される。

【0073】

本発明の第6の局面の第5の実施形態では、前記カプセルオン／オフモジュールは、温度誘導スイッチである。前記振動カプセルは、センサによって感知された温度に応じてオン、オフされる。前記振動カプセルが患者の体内に置かれると、温度センサによって感知された周辺温度は36度であり、振動カプセルがオンされる。振動カプセルが体外に排出されるとき、温度センサによって感知される周辺温度は環境温度(例えば、20度)であり、振動カプセルはオフされる。

【0074】

本発明の第7の局面では、前記振動カプセルの制御回路は、カプセルの振動方向を調整するためのものである。前記振動カプセルの制御回路の一例は、図13に示される通りである。前記振動カプセルの給電部である第1の電池201と第2の電池202は、振動モータ21に電力を供給する。2つの電界効果トランジスタ233は、給電部と振動モータ21との間で電氣的接続が確立される。前記電界効果トランジスタ233は、給電部から振動モータ21への電源供給を通断する。前記2つの電界効果トランジスタは、電池からの電流が順方向および逆方向の両方向に流れるように、電流の流れ方向を調整することができ、これにより、振動モータの振動方向もそれに応じて調整することができる。例えば

、振動モータが順方向電流を受け取ると、モータは時計回りに回転し、振動モータが逆方向電流を受け取ると、モータは反時計回りに回転する。

【0075】

図1を参照して、回転子1とモータ2は、連結軸の連結によって前記運動生成部が形成される。電池4は、前記給電部を形成するように、電池パックであってもよい。PCB板6は、電源管理部と運動制御部とプロセッサが集積されたマザーボードである。カプセル運動検出部および消化管位置検出モジュールは、前記プロセッサ上で動作する。リードスイッチ7は、上述したカプセルオン／オフモジュールである。RFアンテナ9は、上記した無線通信モジュールの一部である。第1の絶縁支持部材5と第2の絶縁支持部材3とモータブラケット10は、前記カプセルのための重要な構造的サポートを提供する。カプセルハウジング後端8とカプセルハウジング前端11は、カプセルのための重要なシールドを形成する。

10

【0076】

図2を参照して、振動カプセルの実施形態が示されている。前記振動カプセルは、周波数が1〜10Hz、デューティ比が0.01〜0.9の振動を発生させる運動生成部と、前記無線通信部から送信された運動制御信号を受信し、運動制御指令を運動生成部に送信する運動制御部と、振動カプセルに電力を供給するための給電部とを備える。前記無線通信部は、外部機器にデータを送信し、外部機器からの指令を受信するための無線周波数トランシーバを含む。前記振動カプセルは、振動関連パラメータを検出して無線通信部に送信するためのカプセル運動検出部をさらに含む。図9を参照して、前記無線通信部は、外部機器から指令データを受信して、入出力部を介してプロセッサに送信することができ、当該プロセッサは、入力されたデータを制御信号に変換して運動制御部に送信し、当該運動制御部は、操作可能な運動指令を運動生成部に送信する。

20

【0077】

図3に示す振動カプセルの別の実施形態を参照する。前記振動カプセルは、周波数が1〜10Hz、デューティ比が0.01〜0.9（図6に示す）の振動を発生する運動生成部と、無線通信部と電源管理部からの運動制御信号を受信し、操作可能な運動指令を運動生成部に送信する運動制御部と、前記電源管理部を介して振動カプセルに電力を供給する給電部と、を備える。前記無線通信部は、外部機器にデータを送信し、外部機器からの指令を受信するための無線周波数トランシーバを含む。前記給電部は、振動カプセルの動作時間と休止時間を決定するために用いられる（図6に示す）。前記振動カプセルは、振動関連パラメータを検出して無線通信部に送信するためのカプセル運動検出部をさらに含む。

30

【0078】

図4を参照して、前記振動カプセルは、カプセル位置検出部をさらに含む。このカプセル位置検出部は、患者の消化管内における振動カプセルの現在位置情報を検出し、検出した位置情報を電源管理部に送信する。また、カプセル位置検出部は、検出した位置情報を無線通信部に送信する。図8を参照して、前記カプセル位置検出部は、消化管位置検出モジュールと、カプセル排出指示モジュールとを含む。

【0079】

図10を参照して、前記無線通信部は、消化管位置検出モジュールとカプセル運動検出部から入力されたデータを受信し、データセンタに接続可能な外部装置に送信する。無線通信部に送信されるデータは、位置および運動パラメータに関連する生データであってもよく、または処理されたデータであってもよい。処理されたデータは、収集されたデータセットの平均値、中央値または最大値であってもよい。

40

【0080】

本発明による振動カプセルの例示的な使用または制御方法は図11に示されている。当該使用または制御方法は、振動カプセルのプロセッサまたは外部装置のプロセッサによって実行することができる。前記方法は、前記振動カプセルがパッケージベースから取り出された後、振動カプセルがオンされることと、振動カプセルが患者の胃に供給された後、

50

6時間待機することと、カプセルは、カプセルの第1の振動を実施することによって、第1の周波数と第1の動作周期を含む第1の振動レベルを得て、動作周期のそれぞれは、動作時間と停止時間とを含むことと、外部機器のユーザインターフェースを介して患者に快適な周波数に振動を調整することと、カプセルの蓄積動作時間が3時間を超えると、振動を停止させることと、を含む。前記方法は、消化管位置検出モジュールをオンにして、カプセルが結腸に到達した後に第2の振動を行うこと；予め設定された時間（例えば7日間）内において、無線周波数モニタを用いてカプセルの位置を監視することによって、カプセルが排出されたかどうかを判断する。

【0081】

振動カプセルがパッケージから取り出された後、前記方法は、振動カプセルに問題がないことを確認するための試験プロトコルを実行するステップをさらに含む。前記試験プロトコルは、所定の試験時間内に試験周波数および試験周期で振動カプセルを作動させることを含む。

10

【0082】

上記振動カプセルの使用または制御方法では、カプセルの第1の振動を行う前に、前記振動カプセルのデフォルト振動パラメータを無線で受信するステップをさらに含む。前記振動カプセルは、無線周波数モジュールを介してデフォルト振動パラメータを受信し、このデフォルト振動パラメータには、第1のモータ回転数、第1の周波数、第1のデューティ比、第1の動作周期または動作時間と休止時間の比、第1の運動方向などが含まれるが、これらに限定されるものではない。一実施例では、前記デフォルト振動パラメータは、前記振動カプセルに関連付けられる。別の実施例では、デフォルト振動パラメータが患者に対してカスタマイズ設定され、このカスタマイズ設定は患者の以前の治療履歴によって決定される。

20

【0083】

本発明の別の局面では、前記方法は、患者の消化管の動きに同期した周波数で振動カプセルを移動させるステップを含む。言い換えれば、振動カプセルが患者の消化管に入った後、この振動カプセルは、患者の内部器官と共鳴できる周波数で振動し、最適な振動および快適性を実現する。

【0084】

患者の体内において器官と共鳴する周波数でカプセルを移動させるために、上記の方法は、以下のステップを含む。

30

【0085】

a) 第1の周波数 f と第1のデューティ比とでカプセル運動部を起動させ、第1の加速度センサによって第1の加速度 A_f を検出するステップ、b) 第2の周波数 $f-m$ と第1のデューティ比とで振動カプセルの運動生成部を駆動し、第1の加速度センサによって第2の加速度 A_{f-m} を検出するステップ、c) A_{f-m} の最大値を求めるために、 $1\text{ Hz} \sim 13\text{ Hz}$ の周波数範囲内でステップbとcを繰り返すステップ。 $f-n$ は患者の消化管の共鳴周波数である。ただし、 $1\text{ Hz} < f-m < 13\text{ Hz}$ 、 $1\text{ Hz} < f-n < 13\text{ Hz}$ 、 $0.2 < |m| < 1$ である。

【0086】

一実施例では、前記方法は、a) 第1の周波数 f (f は約 10 Hz) および第1のデューティ比でカプセル運動部を起動させ、第1の加速度センサによって第1の加速度 A_f を検出するステップ、b) 第2の周波数 $f-m$ (9.5 Hz 、 $m=0.5$) および第1のデューティ比で振動カプセルの運動生成部を駆動するステップ、c) 前記第1の加速度センサによって前記第2の加速度 A_{f-m} を検出し、 A_f と A_{f-m} の間の大きい方の値に関する周波数値を記録するステップ、最後の周波数が 1 Hz になるまでステップbとcを繰り返し、最大加速度に関する周波数値を記録することを含む。記録された周波数値は、カプセルが位置する器官の共鳴周波数である。

40

【0087】

本発明の目的は、最適な臨床的目標を達成しながら患者が不快感を経験しないように、

50

前記振動カプセルが各患者に対して最適な振動レベルで動作することを可能にすることである。一実施形態では、図12に示すように、第3の周波数および第3のデューティ比でカプセルの運動生成部を駆動するステップと、第1の加速度センサによって少なくとも3つの加速度値を収集して第1のデータ群を形成するステップと、第1のデータ群の最大加速度値を特定し、その最大加速度値を第1の最適周波数とするステップと、振動レベルが患者に快適さを感じさせるまでデューティ比を調整するステップと、0.5～1時間ごとに上記した検出と調整のステップを一回繰り返し、累積振動時間が3時間を超えた後、カプセル振動を停止させる。

【0088】

上記に挙げた詳細な説明が本発明の実施可能な実施形態に対する具体的な説明であり、本発明の範囲を制限するものではないことは、当業者に理解されるべきである。本発明の趣旨を逸脱せずになされた等価実施形態や変更は、何れも本発明の保護範囲内に含まれるべきである。

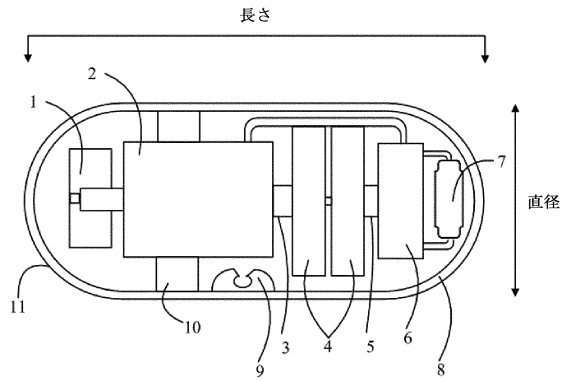
【0089】

本明細書において「実施例」、「実施形態」等の記述は、実施例に記載された特定の機能、構成、または特性が本発明の少なくとも1つの実施例に含まれることを意味する。本明細書の様々な箇所における上記語句の出現は、必ずしも同じ実施形態を参照するものではない。また、上記の実施形態のいずれかに記載された特定の機能、構造、または特性は、当業者によって理解され得る他の実施形態を形成するために適宜組み合わせられ得る。理解を容易にするために、特定の方法ステップを別々に説明することがあるが、これらの別々に記載されたステップは、実行中に従わなければならない順序として解釈されるべきではない。言い換えれば、特定のステップを同時に、または他の順序で実行することができる。また、本発明に記載された例示的な実施方法は、対応する装置に適用することができるが、上記の実施方法は、本発明の範囲に限定されるものではない。

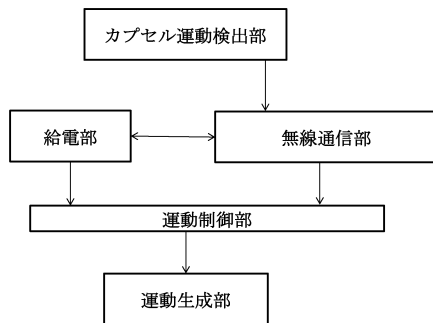
【0090】

本発明の様々な実施形態が示されて説明されたが、本発明の原理および精神から逸脱することなく、様々な実施形態に対して行われた様々な変更が、本発明の範囲に含まれる。したがって、上述の実施形態は、すべての点で例示的なものであり、制限的なものではないと考慮されるべきである。本発明の範囲は、上記の説明ではなく添付の特許請求の範囲によって規定される。特許請求の範囲の均等物の意味および範囲内に入るすべての変更は、本発明の範囲内にあるものとする。本明細書で使用される「好ましくは」という用語は、非排他的であり、「好ましいが、限定されない」を指す。特許請求の範囲における用語は、本明細書に記載された発明的概念と一貫して最も広い解釈を有するべきである。例えば、「結合された」および「接続された」という用語（およびその派生語）は、直接的および間接的な接続／結合の両方を意味するために使用される。別の例として、「有する」および「含む」、ならびにそれらの派生語および同様の遷移用語または語句は、「含む」（すなわち、これらはすべて「開放的な」ものとみなされる）と同義語である。「からなる」と「実際に…から構成されている」は「閉鎖的な」ものとみなされる。

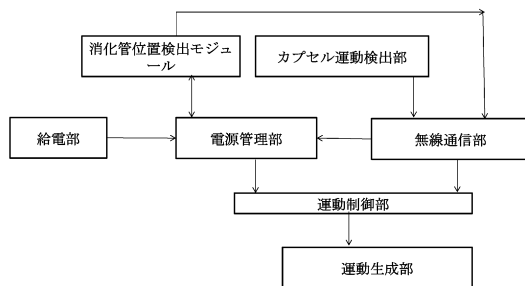
【図 1】



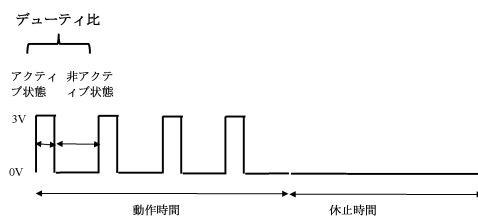
【図 2】



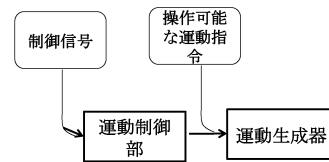
【図 5】



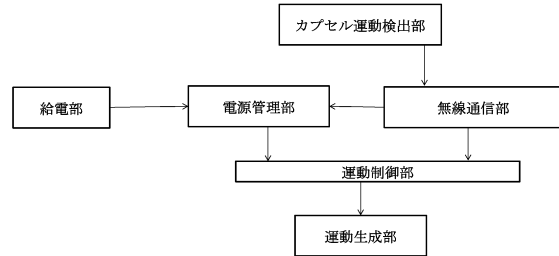
【図 6】



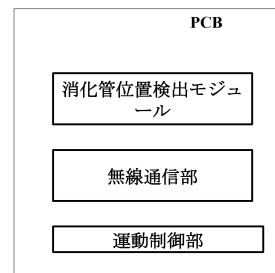
【図 3】



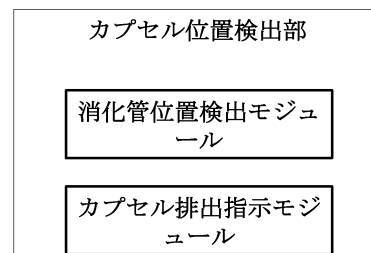
【図 4】



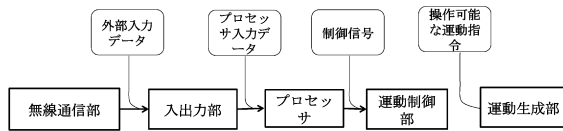
【図 7】



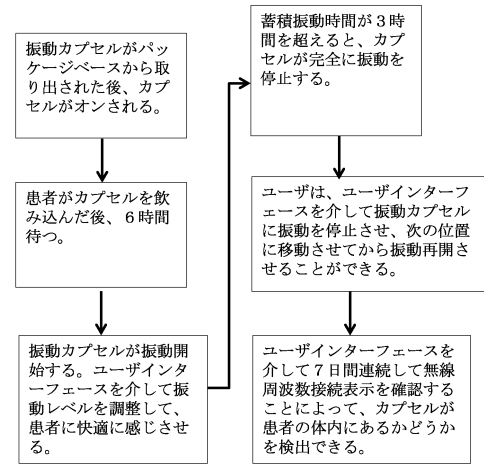
【図 8】



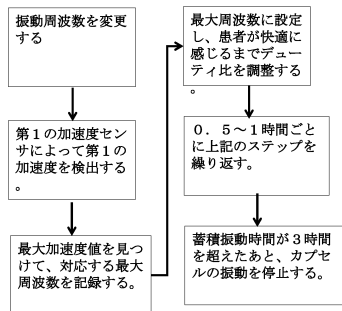
【図 9】



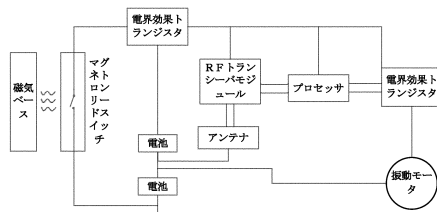
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 ジー ポンソン

中華人民共和国、ペキン、ハイ ディエン ディストリクト、チンホワ ユニバーシティ、 ウェ
スト ビルディング46、ルーム604

審査官 村上 勝見

(56)参考文献 中国特許出願公開第105434155 (CN, A)

特表2015-512664 (JP, A)

中国実用新案第204655456 (CN, U)

中国特許出願公開第105411562 (CN, A)

国際公開第2013/153859 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61H 21/00

A61H 23/02