

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-528939

(P2019-528939A)

(43) 公表日 令和1年10月17日 (2019. 10. 17)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2019-516178 (P2019-516178) (86) (22) 出願日 平成29年9月23日 (2017. 9. 23) (85) 翻訳文提出日 令和1年5月21日 (2019. 5. 21) (86) 国際出願番号 PCT/CN2017/103063 (87) 国際公開番号 W02018/054368 (87) 国際公開日 平成30年3月29日 (2018. 3. 29) (31) 優先権主張番号 15/274, 771 (32) 優先日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23) (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	(71) 出願人 517396261 アンコン メディカル テクノロジーズ (シャanghai) カンパニー リミテッド ANKON MEDICAL TECHN OLOGIES (SHANGHAI) CO., LTD 中華人民共和国 200131 シャanghai イ パイロット フリー トレード ゾー ン ジンスui ロード ナンバー 22 18 フロア 1 Floor 1, No. 2218 J insui Road, Pilot F ree Trade Zone, Sha nghai, 200131, Chin a 最終頁に続く
--	--

(54) 【発明の名称】 カプセル装置を使用するためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

本発明は、非常に制御可能な方式で水平方向および線形的に磁気カプセルを移動させる方法を開示している。ここで、組み合わされた外部磁場の方向と、磁気カプセルが受ける力と、カプセルの移動方向と、およびカプセルの磁気方向とを、全て互いに平行に整列させることができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

標的領域を通して磁気カプセルをナビゲートする方法であって、

標的領域に磁気カプセルを導入することを含み、前記磁気カプセルは経線方向を有し、磁気カプセルの内側に配置された磁気双極子は、磁気カプセルの経線方向と一致する磁化方向を有し、

さらに、

複数の磁気発生手段を含む外部磁気制御システムを提供することと、

磁気カプセルの経線方向と一致する第 1 の移動方向に磁気カプセルを移動させるように、第 1 の向きで第 1 の位置に外部磁気制御システムを移動させることと、

磁気カプセルを第 1 の移動方向に移動させるための力を伝達するように構成された合成外部磁場を生成することと、

を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

2 つの外部磁気ボールを水平に動かすことにより、磁気カプセルを内視鏡の経線方向に沿って水平に前方または後方に動かすことを含み、

磁気カプセル内視鏡の磁化方向と、合成磁場方向 (B) と、および磁気カプセル内視鏡が受ける力 F の方向とは、すべて互いに平行であり、

磁気カプセルの経線方向は、磁気カプセルの移動方向に延びて中心分割線となり、カプセル磁気中心と 2 つの外部磁気ボールの中心を結ぶ投影線との間の距離は x であり、

1 つの磁気ボールの中心と中心分割線との間の距離は h であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記磁気カプセルの意図された移動方向は、前記 2 つの外部磁気ボールの 2 つの中心間の前記接続線へ向いていることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記意図された移動方向は、前記 2 つの外部磁気ボールの磁化方向と平行であることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記磁気カプセルの前記磁気方向は、前記磁気ボールの前記磁気方向に対して垂直であることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記磁気カプセルの前記磁気方向は、前記磁気ボールの前記磁気方向と平行であることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 h が約 1.5 ~ 2.0 cm であることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 x が約 0.5 h ~ 0.7 h であることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 x が約 0.26 h であることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

40

【請求項 10】

前記 x が 0.5 h 未満であることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

水平方向および垂直方向の位置を維持しながら磁気カプセルの向きを変えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記向きを変えることは、両方の外部磁気ボールを垂直に下方へ動かすステップを含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記向きを変えることは、外部磁気ボールの磁気中心の位置を変えることなく、両方の

50

外部磁気ボールを垂直に回転させるステップを含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

磁気カプセルをナビゲートする方法であって、

標的領域に磁気カプセルを導入することを含み、前記磁気カプセルは経線方向を有し、磁気カプセルの内側に配置された磁気双極子は、該磁気カプセルの経線方向と一致する磁化方向を有し、

さらに、

磁気カプセルを z 方向の磁気方向を含む第 1 の向きに配置することと、

標的領域の両側に配置された 2 つの磁気ボールを含む外部磁気制御システムを提供することと、

標的領域内で磁気カプセルを回転させて、その位置を $x y z$ 座標内で維持しながら第 2 の向きを採用することと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

前記 2 つの磁気ボールが上側磁気ボールと下側磁気ボールであることを特徴とする請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記磁気カプセルの前記第 1 の向きにおいて、前記 2 つの磁気ボールは、それらの間の中心分割線を横切って互いに鏡像関係となる磁気方向を有し、前記 2 つの磁気ボールの前記磁気方向は、中心の分割線との間に $0 \sim 90$ 度の角度を形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記磁気カプセルの前記第 1 の向きにおいて、前記 2 つの磁気ボールは、互いに平行で同じ方向を向く磁気方向を有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 8】

上側磁気ボールに対して、その位置を維持しながら反時計回りに回転させることと、下側磁気ボールの位置と方向を変更なしに維持することと、を含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 の向きは、反時計回り方向において、前記第 1 の向きと $0 \sim 90$ 度異なることを特徴とする請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

$x z$ 平面に沿って時計回りに同時に両方の磁気ボールを $0 \sim 360$ 度回転させることを特徴とする請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 2 の向きは、時計回りにおいて前記第 1 の向きと $0 \sim 360$ 度異なることを特徴とする請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

磁気カプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有し、その方向を向いて磁気カプセルに引力を与える第 1 の磁気発生手段を設けることによって、磁気カプセルを垂直に移動させることを含み、第 1 の磁気発生手段は、磁気カプセルまでの距離に位置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

磁気カプセルから第 2 の距離で第 2 の磁気発生手段を移動させ、第 2 の距離は第 1 の距離の 3 倍以上であることを特徴とする請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

磁気方向が前記磁気カプセルの磁気方向と平行であり、前記磁気カプセルに反発力を与えるように反対方向を向く他の磁気カプセルを提供することを特徴とする請求項 2 2 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

前記外部磁気ボールは、約 $25 \sim 25000 \text{ A/m}^2$ の磁気モーメント M を有することを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 26】

前記磁気ボールの前記磁気モーメント m は、約 $0.02 \sim 2 \text{ Am}^2$ であることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】****【関連出願の相互参照】**

なし。

【0002】

本特許出願は、医療関連用途に使用されるカプセル装置の技術に関し、より詳細には、患者の消化管を通して磁気カプセルをナビゲートするために 2 つの外部磁気発生手段を使用するシステムおよびその使用方法に関する。

【背景技術】**【0003】**

磁気制御可能なカプセル型内視鏡は、胃検査において広く商業的に使用されており、そして非常に成功していることが実証されている。しかしながら、同じ磁気制御カプセル内視鏡は、日常検査を行うために小腸および結腸の内側に配置するように現在使用されていない。

【0004】

今日まで、患者の消化管内を移動しながら磁気カプセル内視鏡を誘導するための 3 種類の外部磁場発生システムがある。それらは電磁コイル、電磁石および永久磁石である。患者の小腸全体にわたって典型的な磁気カプセル内視鏡を動かすための外部磁場または外部磁場勾配によって十分な駆動力を提供するという要件を満たすために、電磁コイルおよび電磁石システムの電力消費は非常に大きく、熱放散は非常に大きいことからこれらのシステムはさらに大きくなり、最終的にはシステムの構築や運用に非常に高いコストがかかる可能性がある。加えて、電磁コイルおよび電磁石システムにとって、電磁適合性 (EMC) もまた大きな課題であり、電磁場に関する潜在的な安全性の問題もまた何らかの懸念を示している。

【0005】

電磁コイルに比較すると、永久磁石は大きな磁場または磁場勾配を発生させるためのはるかにクリーンで効率的な方法である。しかしながら、永久磁石の制御アルゴリズムは電磁コイルよりはるかに複雑である。電磁石は、その強さを電流で調整できるので、永久磁石よりも少し柔軟性がある。しかしながら、磁気カプセルの動きを制御するために、電磁石は永久磁石の複雑さと同程度の複雑さを有する。そして、同じ磁場または磁場勾配を達成するために、電磁石は永久磁石より 2 ~ 3 倍大きい空間を占める。なお、永久磁石に関しては、球形が遠隔磁場または磁場勾配の発生に最も効率的である。

【0006】

したがって、小腸を通してカプセルをナビゲートするための磁気制御システムが必要とされ、前記システムは外部永久磁石双極子を使用しそして使用が容易である。

【発明の概要】**【0007】**

本発明は、患者の消化管を検査するために使用することができるシステムおよび方法を開示する。

【0008】

本発明によって解決される 1 つの技術的課題は、壁によって支持される、頂部からぶら下がる、または液体中に浮遊するなどの物理的支持なしに磁気カプセルを目標位置に吊り下げることができることである。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本発明によって解決される他の技術的課題は、磁気カプセルが、不規則な動きなしに、非常に制御可能な方式で水平にも線形にも直線的に動くことができることである。

【 0 0 1 0 】

本発明によって解決される他の技術的課題は、磁気カプセルが支持されることなく向きを調整することができ、そして調整の程度が 0 ~ 4 5 度の間である。

【 0 0 1 1 】

本発明によって解決される他の技術的課題は、磁気カプセルは垂直スピンまたは平面回転のいずれかで滑らかに回転することができることである。

【 0 0 1 2 】

本発明によって解決される他の技術的課題は、カプセルの全体的な動きが 2 つの磁気ボールによってもたらされ、そして 2 つの磁気ボールが個々にかつ首尾一貫して動作することができることである。

【 0 0 1 3 】

本発明によって解決される他の技術的課題は、カプセルの全体的な動きが 2 つの磁気ボールによってもたらされるが、磁気カプセルの特定の位置または向きでは、一方の磁気ボールが主要な動きの寄与者であり、他方の磁気ボールが小さい運動の寄与はあるが、他の位置または向きでは、2 つの磁気ボールは磁気カプセルの動きに等しく寄与する。

【 0 0 1 4 】

本発明における 1 つの利点は、カプセルの移動速度が、特定の移動方向への磁気ボールの移動および合成磁場強度下での移動を含む 2 つの独立した方式で調整され得ることである。

【 0 0 1 5 】

一方、本発明は、以前に不可能であった、磁気カプセルの運動の様々な組み合わせを提供している。他方、本発明は、非常に制御可能で静かな方式にて限定された経路で限定された領域内を移動するためのカプセルを提供している。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の利点は、磁気カプセルが、結腸チャンネルに沿ってなめらかな左回転および右回転を誘導することができることである。磁気カプセルは、0 ~ 3 6 0 度の範囲で連続的に回転できる。

【 0 0 1 7 】

本発明の範囲において、磁気カプセルは水平方向と垂直方向の両方を含めて直線的に動くことができ、磁気カプセルはその元の位置を維持しながら連続的に 0 ~ 3 6 0 度の間で回転およびスピン回転することができ、カプセルの向きも正確に調整することができる。また、水平回転と垂直回転を組み合わせることで、カプセルを任意の方向に向けることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の一態様では、標的領域内の磁気カプセルの移動を制御するための方法が説明されている。

この方法は、

標的領域に磁気カプセルを導入することを含み、この磁気カプセルは経線方向を有し、磁気カプセルの内側に配置された磁気双極子は、磁気カプセルの経線方向と一致する磁化方向を有し、

また、複数の磁気発生手段を含む外部磁気制御システムを提供することを含み、

さらに、

前記磁気カプセルを第 1 の移動方向に移動させるように、前記第 1 の向きで前記外部磁気制御システムを前記第 1 の位置に移動させることを含み、前記第 1 の移動方向は、磁気カプセルの経線方向と一致しており、

磁気カプセルの経線方向にカプセルに力を伝達するように構成された合成外部磁場を生成することと、

10

20

30

40

50

を含む。

【図面の簡単な説明】

【0019】

本開示の例示的な実施形態は、添付の図面とともに以下の詳細な説明からより明確に理解することができる。

【0020】

【図1】本発明の一態様による磁気カプセルシステムを示す概略図である。

【図2】本発明の一態様による例示的な外部磁気制御システムを示す斜視図であり、ここでベッドは支持フレームの外側に延びている。

【図3】本発明の一態様による例示的なシステムを示す斜視図であり、ここでベッドは支持フレームの内側に配置されている。

【図4】本発明の一態様による例示的なシステムを示す分解斜視図であり、ここでシステム構造をよりよく示すために、ベッドは支持フレームの内側に配置され、アセンブリは一緒に配置されていない。

【図5】本発明の一態様による例示的なシステムを示す分解斜視図であり、ここで、構造部品を明確に表示しラベルを付けることができるようにプラットフォームまたはベッドが取り除かれている。

【図6】外部磁気制御システムの背面から見たときの外部磁気システムを示す断面図である。

【図7】図6のシステムを示す左側面図である。

【図8】図6のシステムを示す上面図である。

【図9】本発明の一態様による磁気カプセルを示す図である。

【図10】カプセルが x - y 平面に沿って水平に移動することができることを説明するための概略図であり、ここでカプセルの磁化方向がその前進方向と同じである。

【図11】カプセルが x - y 平面から z 方向に垂直に離れるように移動できることを説明するための概略図であり、ここで、カプセルの磁化方向はその前方移動方向と反対である。

【図12】2つの磁石と磁気カプセルの位置が図11に示す通りのときの力と磁場の相対分布図である。

【図13】2つの磁石の磁化が磁石カプセルと反対である他の操作条件を示す概略図である。

【図14】2つの磁石と磁気カプセルの位置が図13に示す通りのときの力と磁場の相対分布図である。

【図15】他の操作条件を示す概略図であり、ここで2つの磁気ボールが垂直に整列され、両方のボールの磁化が同じであり、磁化方向がそれらの間の中間面に沿って互いに鏡像である。

【図16】他の操作条件を示す概略図であり、ここで2つの磁気ボールが垂直に整列され、両方のボールの磁化が同じであり、磁化方向がそれらの間の中間面に沿って互いに鏡像であり、また、磁気カプセルが前方に引きずられている。

【図17】他の操作条件を示す略図であり、ここで2つの磁気ボールが垂直に整列され、両方のボールの磁化が同じであり、磁化方向がそれらの間の中間面に沿って互いに鏡像であり、磁気カプセルが前方に引きずられている。

【図18】外部磁気システムにおける調整によって磁気カプセルを交換する過程において、磁気カプセルおよび外部磁気ボールの初期位置および配向を示している。

【図19】外部磁気システムにおける調整によって磁気カプセルを交換する過程において、磁気カプセルおよび外部磁気ボールの完成位置および配向を示している。

【図20】外部磁気システムにおける調整を通じて磁気カプセルを交換するための代替プロセスにおいて、磁気カプセルおよび外部磁気ボールの他の完成位置および配向を示している。

【図21】磁気カプセルを x - z 平面内で回転させる方法を示す概略図である。

【図22】磁気カプセルを x - z 平面内で回転させる方法を示す概略図である。

10

20

30

40

50

- 【図 2 3】磁気カプセルを xz 平面内で回転させる方法を示す概略図である。
- 【図 2 4】磁気カプセルを xz 平面内で回転させる方法を示す概略図である。
- 【図 2 5】磁性カプセルを xy 平面内で回転させる方法を示す上面概略図である。
- 【図 2 6】磁気カプセルを xy 平面内で回転させる方法を示す概略側面図である。
- 【図 2 7】磁気カプセルを垂直に移動させるために磁気ボールの位置を調整する方法を説明するための概略側面図である。
- 【図 2 8】磁気カプセルを垂直に移動させるために磁気ボールの位置を調整する方法を説明するための概略側面図である。
- 【図 2 9】システムがどのように使用されるかを示すためのプロセスフロー図である。
- 【発明を実施するための形態】

10

【0021】

次に、添付の図面を参照して、意図された方法ステップを達成するために、目標位置に配置される磁気カプセル装置の使用法およびそのためのシステムにつき、選択された例をもって説明を行う。説明をシンプル化するために、磁気カプセルは生物医学的用途の文脈で説明され、すなわち標的位置は生体内位置、例えば消化管内の位置とされる。また、説明をシンプル化するために、本明細書に開示されている医療装置は、生体内に配置されるように設計されている。非侵襲的な送達方法の1つは、消化管に飲み込むことによるものです。したがって、本明細書に開示される医療機器はカプセルと呼ばれ、これはその形状、寸法または大きさに対する限定として解釈されるべきではない。本明細書に開示されるカプセル装置およびそれを使用する方法は、生物医学的用途を超えた他の多くの用途に実施することもできる。

20

【0022】

本明細書に開示されているシステムは、説明の目的のためだけであり、そのようなシステムに含まれるもの、含まれないものに対する制限として解釈されるべきではない。本明細書に開示された方法が達成されるためには、システムは2つの一次磁気発生手段を含まなければならない。以下に説明する方法の実施形態では、一次磁気発生手段は磁気ボールと呼ばれる。2つの磁気ボールは、サイズおよび磁気強度が同じものとして示されている。しかし、2つの磁気ボールの説明は、本システムの説明をシンプル化するためだけのものである。本明細書に開示されている方法ステップは、多種多様な相対サイズおよび重量ならびに磁気強度を有する他の任意の2つの磁気発生手段に使用することができる。図面に示す2つの一次磁気発生手段は、患者の両側にあり、詳しくは患者の上下に位置されている。患者と2つの磁気ボールとの間のこれらの相対位置はいずれかの制限として解釈されるべきである。2つの磁気ボールおよび患者は、本発明の基本的な物理的原理が依然として有効である限り、その意図された目的、患者に対する利便性および快適さに基づいて配置することができ、それから本発明の方法ステップはそのように本発明のシステムに適用できる。

30

【0023】

図 8 による磁気カプセルは、磁気カプセルの最長寸法である長さを有する。長さ方向を磁性カプセルの経線方向とする。磁気カプセルは、必ずしも図 8 に示すように、1つまたは2つの半ドーム型端部を有する円筒形状である必要はない。基本的な物理的原理が磁気カプセルに適用可能である限り、カプセルは任意の形状および重量であり得る。

40

【0024】

本発明の好ましい一例では、前記磁気カプセルが直線的に移動するとき、その移動方向は、前記磁気カプセルの経線方向と同一であるか、一致するか、または平行である。磁気カプセルが前方に移動するとは、磁気カプセルの先端が移動方向を向くように移動することを意味する。磁気カプセルが後退するとは、磁気カプセルの先端が移動方向の反対側を向くように移動することを意味する。1つの好ましい例では、先端は、カメラなどの診断手段または治療手段を含む。前端部と直線的に反対側と定義される後端部はまた、いくつかの例では相補的な診断手段または治療手段を含み得る。磁気カプセルはさらに、前方または後方のいずれかにカプセル経線に平行な磁気双極子方向を有する。

50

【 0 0 2 5 】

本発明の範囲において、Mは外部磁気ボールである外部磁気発生手段の磁気モーメントを示すラベルである。mはカプセル内部の磁石の磁気モーメントである。一般に、磁気ボールの磁気モーメントMは、約25～25000A/cm²であり、磁気ボールの磁気モーメントmは約0.02～2A/cm²である。

【 0 0 2 6 】

一例では、磁気ボールの磁気モーメントMは、約2000～3000A/cm²である。他の例では、磁気ボールの磁気モーメントmは約0.2cm²である。

【 0 0 2 7 】

本発明の範囲において、外部磁気ボールは8～10cmの直径を有し、最小の移動経路は幅30cm、長さ30cmおよび高さ20cmである。最大移動経路は、幅60cm、長さ100cm、高さ50cmである。好ましい移動経路は、幅40cm、長さ60cm、高さ30cmである。

【 0 0 2 8 】

本発明の第1の態様によれば、本明細書に開示される方法は、2つの外部磁気ボールと一緒に使用することによって磁気カプセルを目標位置に導入することができ、磁気カプセルを追加の支持部材を用いて或いはこのような支持部材なしに吊り下げることができ、及び/又は他の表面と物理的に接触させることができる。前記表面は、磁気カプセルをぶら下げることができるように磁気カプセルの上に位置される結腸または胃の内壁を含むが、これらに限定されない。結腸または胃の内壁は、磁気カプセルがその上に立つことを可能にするために磁気カプセルの下に配置されている。液体および磁気カプセルがその中に浮遊することを可能にするための界面も用意される。2つの外部磁気ボールによって生成された合成外部磁場の影響下にある磁気カプセルは、その検査目的を達成するために、任意の相対位置で標的検査領域内の任意の媒体に吊り下げることができる。

【 0 0 2 9 】

本発明の方法は、
カプセルが患者の体内にあるとき、検査領域内に患者を誘導することと、
2つの磁気ボールを検査領域に導入することと、
2つの磁気ボールの中心間の距離が垂直方向に50cmを超えるように2つの磁気ボールを位置決めすることと、
標的領域の内壁にいかなる接触も形成することなく、磁気カプセルを患者体内の標的領域内における空気またはCO₂媒体に吊り下げることと、
得られた合成磁場をカプセル内の磁気センサによって測定することと、
カプセル内の2つの3次元磁気センサおよび1つの3次元加速度センサによって、カプセルの位置および向きを計算することと、
カプセルが2つの磁気ボールの中間位置にあるように、2つの磁気ボールの垂直および水平位置を調整することと、
を含む。

【 0 0 3 0 】

本発明の第2の態様によれば、本明細書で開示される方法は、遠隔の標的領域に配置された磁気カプセルを、水平方向も含めて直線的に移動させることを可能にすることを目的とする。

【 0 0 3 1 】

図10および図11を参照すると、本発明で提供される磁気カプセルは、カメラなどの撮像手段を有する磁気カプセル内視鏡である。カプセル内視鏡内の従来技術によれば、カプセル内視鏡内にカメラが1つしか存在しない場合、このカメラはカプセルの前端に配置される。図10の概略図では、カプセル型内視鏡は右側にカメラを有する。右端は磁気カプセル内視鏡の前端であり、左端は磁気カプセル内視鏡の後端である。磁気カプセル内視鏡は、その長手方向に沿って、左から右へ、すなわちカプセルの後端からカプセルの前端への磁気双極子方向を有する。意図された移動方向は左から右へ、前方に移動する。生成

された合成外部磁場は、カプセルをその前方移動方向に移動させるように構成されている。

【0032】

図10では、移動経路は、後端から前端までカプセルを通る中心線に沿うように仮想的に設計されており、これはさらに前方に延びて2つの外部磁気ボールの間の中心分割線となる。2つの外部磁気ボールは、中心分割線の両側に配置されている。この中心分割線は、また、2つの外部磁気ボールのための移動境界として設定されている。

【0033】

図10では、2つの外部磁気ボールが検査領域内に配置され、一方の磁気ボールが中央分割線の上に配置され、他方の磁気ボールが中央分割線の下に配置されている。この例では、2つの磁気ボールは同じ磁気双極子および同じサイズを有するので、最初から2つの磁気ボールは中心分割線から等しい距離に配置される。図10では、上記の距離は h としてラベル付けされている。各磁気ボールは、ただ1つの磁気中心を有する。2つの磁気ボールの磁気中心は、垂直に整列され、同時に2つの磁気ボールの磁気双極子方向は異なる方向を指している。図10において、中央分割線より上の磁気ボールは上を向いているが、中央分割線より下の磁気ボールは下を向いている。2つの磁気ボールは、中心分割線を横切って互いに文字通りの鏡像として配置されている。2つの磁気ボールの2つの磁気中心の投影は、その移動方向において磁気カプセルの前方にある。投影と磁気カプセルの中心との間の距離は、 x とラベル付けされている。このように上下の磁気ボールを位置決めすることにより、磁気カプセルは合成磁場 B の下で投影点に向かって前進し、力 F を加える。ここで、 B はベクトルであり、移動方向として左から右への方向を有する。磁気カプセルが受ける力は「引きずり」である。

【0034】

一方、図11では、磁気カプセル型内視鏡は左側にカメラを有する。左端は磁気カプセル内視鏡の前端であり、右端は磁気カプセル内視鏡の後端である。磁気カプセル内視鏡は、その経線方向に沿って、右から左へ、すなわちカプセルの後端からカプセルの前端への磁気双極子方向を有する。意図された移動方向は、左から右へであり、磁気カプセルに対して後方に移動する。生成された合成外部磁場は、カプセルをその後方移動方向に引っ張るかまたは引きずるように構成されている。

【0035】

図11において、移動経路はまた、後端から前端までカプセルを切る中心線に沿うように仮想的に設計され、それはさらに前方に延びて2つの外部磁気ボール間の中心分割線になる。2つの外部磁気ボールは、再び中心分割線の両側に配置されている。この中心分割線はまた、2つの外部磁気ボールのための移動境界として設定される。

【0036】

同様に、2つの外部磁気ボールが検査領域に配置された後、一方の磁気ボールは中央分割線の上に配置され、他方の磁気ボールは中央分割線の下に配置される。この例では、2つの磁気ボールが同じ磁気双極子および同じサイズを有する場合、最初から2つの磁気ボールは中心分割線から等しい距離に配置される。図11において、上記距離は h と表記されている。2つの磁気ボールが異なるサイズを有するか、または異なる磁気双極子を有する場合、その差が計算され、初期距離の差に変換される。本方法の目的としては、カプセルを静かで安定した方式で動かすことができるように、カプセルの周りに反対方向に等しく調和のとれた磁場を提供することである。各磁気ボールはただ1つの磁気中心を有する。2つの磁気ボールの磁気中心は垂直に整列され、同時に2つの磁気ボールの磁気双極子方向は異なる方向を指している。図11では、中央分割線より上の磁気ボールは、中央分割線に向かって下向きであり、中央分割線より下の磁気ボールは、中央分割線に向かって上向きである。2つの磁気ボールは、中心分割線を横切って互いに文字通りの鏡像として配置されている。2つの磁気ボールの2つの磁気中心の投影は、その移動方向において磁気カプセルの前方にある。上記投影と磁気カプセルの中心との間の距離は、 x とラベル付けされている。このように上下の磁気ボールを位置決めすることにより、磁気カプセルは

合成磁場 B の下で投影点に向かって前進し、力 F を加える。ここで、 B はベクトルであり、左から右への方向を有し、移動方向と同じである。磁気カプセルが受ける力は「後方への引きずり」である。

【 0 0 3 7 】

本発明の第 2 の態様では、2 つの外部磁気ボールを水平方向に移動させることによって、磁気カプセル型内視鏡をその長手方向に沿って水平方向に前方または後方に移動させる方法を提供している。ここで、磁気カプセル内視鏡の磁化方向、磁気カプセル内視鏡によって受け取られる合成磁場 (B) の方向および力 (F) の方向はすべて互いに平行である。磁気カプセルの意図された移動方向は、2 つの外部磁気ボールの 2 つの中心の間の接続線を向いている。好ましい実施形態としては、磁気カプセルが受ける合成磁場の最大点 (B) と力の最大点 (F) は、互いに非常に接近している。

10

【 0 0 3 8 】

図 1 0 および図 1 1 は、本発明の態様による直線運動の実施形態の 2 つの例を示している。この方法では、2 つの磁気ボールは、中心の分割線を境にして対向する領域に上下に並んでいる。中心分割線も磁気カプセルの意図された移動方向である。2 つの外部磁気ボールの磁化方向は、中心分割線に対して垂直であり、かつ互いに反対であり、両方とも同時に中心分割線を指し示すか、または同時に中心分割線から離れる方向を向く。磁気カプセル型内視鏡は、長手方向を中心分割線に沿わせて配置されている。そして、磁気カプセルの磁化方向は、その長さに沿って水平に延びることが必要とされる。磁気カプセルが受ける力 F と磁場 B はそれらの最大値によって正規化される。磁気ボールの各中心から中心分割線までの距離は h とラベル付けされている。磁気カプセルの磁気中心から外部磁気ボールの 2 つの磁気中心に接続する投影線までの距離は距離 x である。そして、距離 x は距離 h で正規化することができる。

20

【 0 0 3 9 】

【 数 1 】

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{18Mmhx^2}{(x^2 + h^2)^{7/2}} \quad \text{式1}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{6Mhx}{(x^2 + h^2)^{5/2}} \quad \text{式2}$$

30

$$F_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2.2Mm}{h^4}, \text{ when } x = 0.63h, B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1.64M}{h^3} \quad \text{式3}$$

$$B_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1.7M}{h^3}, \text{ when } x = 0.5h \quad \text{式4}$$

40

【 0 0 4 0 】

距離 x 、距離 h 、および力 F と合成磁場 B との間の関係は、式 1 および 2 によって表すことができ、ここで、 M は磁気ボールの磁気モーメント、 m はカプセル内部の磁石の磁気モーメントであり、 μ_0 は真空透磁率である。

【 0 0 4 1 】

$F_{\max}$ および $B_{\max}$ の最大値も式 3 および式 4 に基づいて計算することができる。

【 0 0 4 2 】

図 1 2 は、比率 $B/B_{\max}$ と相対距離 x/h との関係、および比率 $F/F_{\max}$ と相対距離 x/h との関係を示す。計算と図 1 2 が示すように、距離 x が $0.5h$ から $0.7h$ の間にあるときに最も安定した移動を達成するための理想的な移動領域が発生し、そのとき磁力 (F) と磁

50

場強度 (B) の両方が強くなる。この例では、 h は約 15 cm であり、対応する距離 x は約 $7.5 \sim 10.5 \text{ cm}$ である。また、この例では、 M は磁気ボールの磁気モーメント、 m はカプセル内の磁石の磁気モーメント、 μ_0 は真空透磁率である。

【 0 0 4 3 】

本発明の態様によれば、一例では、距離 h は約 $5 \sim 25 \text{ cm}$ であり、距離 x は約 $2.5 \sim 17.5 \text{ cm}$ である。他の例では、距離 h は約 $10 \sim 20 \text{ cm}$ であり、距離 x は約 $5 \sim 14 \text{ cm}$ である。別の例では、距離 h は約 $12 \sim 17 \text{ cm}$ であり、距離 x は約 $6 \sim 11.9 \text{ cm}$ である。

【 0 0 4 4 】

図 1 3 ~ 図 1 5 は、本発明の第 3 の態様を説明している。図 1 3 および図 1 4 を参照すると、磁気カプセルは、移動方向がその長さ方向となるように配置されている。図 1 3 において、磁気カプセルの前端は右側にあり、カプセルの磁化方向は左から右へ向かう。カプセルの長手方向に沿った中心線は、外部磁気制御システムの中心分割線となるように延びている。この中心分割線は、磁気カプセルの意図された移動方向と一致する。2 つの外部磁気ボールは、中心分割線の 2 つの異なる側に配置され、中心分割線上のそれぞれの投影位置は、磁気カプセルの前方にある。図 1 3 を参照すると、2 つの磁気ボールは中心分割線の上下に配置され、それらの磁気中心は互いに鏡像関係にある。2 つの磁気ボールの中心を結ぶ投影線は、磁気カプセルの経線の延長線でもある中心分割線に垂直である。カプセルの磁気中心と投影線との間の距離、または投影線と中心分割線との間の交点は x である。外部磁気ボールの中心 (磁気中心) から中心分割線までの距離は h である。図 1 3 において、両方の外部磁気ボールは同じ材料から作られ、同じサイズを有する。したがって、最初から両方の磁気ボールが中心分割線に対して等しい距離に配置されている。図 1 3 の実施形態と図 1 0 の実施形態との間の 1 つの重要な違いは、上側磁気ボールと下側磁気ボールの磁気方向が、垂直ではない反対方向を有する磁気カプセルの磁気方向と平行である。図 1 3 では、磁気カプセルの磁気方向は左から右へであり、一方、上側および下側磁気ボールの磁気方向は右から左である。図 1 3 に示された例では、上側および下側磁気ボールの中心と磁気カプセルの磁気中心とは同じ垂直面内にある。合成磁場 B は右方向を向いている移動方向を指し、磁気カプセルが受ける力もまた右方向を前方に向いており、磁気カプセルは前方に引きずられている。

【 0 0 4 5 】

図 1 4 は、磁気カプセルが前方ではなく後方に引きずられている、図 1 3 に記載されたものの代替実施形態を概略的に示している。図 1 4 において、磁気カプセルの前端は左側にあり、カプセルの磁化方向は右から左へ向かう。カプセルの長手方向に沿った中心線は、外部磁気制御システムの中心分割線となるように延びている。この中心分割線は、磁気カプセルの意図された移動方向と一致している。同様に、2 つの外部磁気ボールは、中央分割線の 2 つの異なる側に配置され、中央分割線上のそれぞれの投影位置は、意図された移動経路において磁気カプセルの前方にある。図 1 4 を参照すると、2 つの磁気ボールは中心分割線の上下に配置され、それらの磁気中心は互いに鏡像である。2 つの磁気ボールの中心を結ぶ投影線は、磁気カプセルの経線の延長線でもある中心分割線に垂直である。カプセルの磁気中心と投影線との間の距離、または投影線と中心分割線との間の交点は x である。外部磁気ボールの中心 (磁気中心) から中心分割線までの距離は h である。図 1 4 では、両方の外部磁気ボールは同じ材料から作られ、同じサイズを有する。したがって、最初から両方の磁気ボールが中心分割線に対して等しい距離に配置されている。図 1 4 の実施形態と図 1 1 の実施形態との間の 1 つの重要な違いは、上側磁気ボールと下側磁気ボールの磁気方向が、これと反対方向を有する磁気カプセルの磁気方向と平行である。図 1 4 では、磁気カプセルの磁気方向は右から左であり、一方、上側および下側磁気ボールの磁気方向は左から右である。図 1 4 に示す例では、上側および下側磁気ボールの中心と磁気カプセルの磁気中心とは同じ垂直面内にある。合成磁場 B の方向は右から左であり、磁気カプセルが受ける力は磁気カプセルを左から右へ移動させ、磁気カプセルは後方へ引きずられる。

【 0 0 4 6 】

図 1 3 および図 1 4 に記載の実施形態と図 1 0 および図 1 1 に記載の実施形態との間の重要な違いは、2つの外部磁気ボールの磁気方向である。図 1 0 および図 1 1 に示す実施形態では、磁気ボールは磁気カプセルの磁気方向に対して垂直な磁気方向を有するが、図 1 3 および図 1 4 に示す実施形態では、磁気ボールは、磁気カプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有する。両方の実施形態は磁気カプセルに水平方向の安定した動きを提供することができるが、図 1 3 および図 1 4 の磁気カプセルが受ける最大力 (F) は、図 1 0 および図 1 1 の同じ磁気カプセルが受ける最大力 (F) の約半分である。

【 0 0 4 7 】

本発明の第 3 の態様では、2つの外部磁気ボールを水平方向に移動させることにより、磁気カプセル型内視鏡の長手方向に沿って水平方向、前方または後方に磁気カプセル型内視鏡を移動させる方法を提供している。ここで、磁気カプセル型内視鏡の磁化方向につき、合成磁場 (B) 方向と磁気カプセル型内視鏡が受ける力 (F) の方向はすべて互いに平行であるが、意図される移動方向は2つの外部磁気ボールの磁化方向と平行である。一般に、外部磁気ボールによって生成される磁場は三次元に分布し、2つの外部磁気ボールからの磁場は、組み合わせられて、合成された外部制御磁場を形成する。理論的には、磁場の空間的制限はないが、それは 3 の逆べき乗法で減衰するであろう。したがって、好ましい実施形態では、2つの外部磁気ボールは磁気カプセルと同じ垂直面に存在し、最適な性能を保証する。

【 0 0 4 8 】

【 数 2 】

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{6Mm(h/x)(1-3(x/h)^2)}{h^4(1+(x/h)^2)^{7/2}} \quad \text{式5}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2M(1-2x/h)}{(1+(x/h)^2)^2} \quad \text{式6}$$

$$F_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Mm}{h^4}, \text{ when } x = 0.26h, B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{0.42M}{h^3} \quad \text{式7}$$

$$B_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2M}{h^3}, \text{ when } x = 0 \quad \text{式8}$$

【 0 0 4 9 】

距離 x、距離 h、および力 F と合成磁場 B との関係は、式 5 および 6 によって表すことができ、ここで、M は磁気ボールの磁気モーメント、m はカプセル内部の磁石の磁気モーメントであり、 μ_0 は真空透磁率である。

【 0 0 5 0 】

$F_{\max}$ および $B_{\max}$ の最大値も式 7 および式 8 に基づいて計算することができる。

【 0 0 5 1 】

図 1 5 は、比率 $B/B_{\max}$ と相対距離 x/h との関係、および比率 $F/F_{\max}$ と相対距離 x/h との関係を示す。

【 0 0 5 2 】

上記力と磁場を同じ方向にするために、カプセル磁石と2つの磁気ボールは同じ垂直面内になければならない。それが同じ垂直面内でない場合、同じ方向の力の他に、垂直面を向くカプセルにも力がかかっている。

【 0 0 5 3 】

式 5 ~ 8 および図 1 5 による計算結果が最初に示すように、最強の磁力 (F) を達成す

るための最適移動領域は、距離 x が約 $0.26h$ のときに生じる。この例では、 h は一般に約 15 cm であり、対応する距離 x は約 4 cm である。図 13 および図 14 に示す実施形態では、磁気カプセルの移動方向は x 方向であり、上下方向は z 方向であり、平面方向の内外は y 方向である。距離 x の値が 4 cm の場合、 xy 平面内の磁気ボールの移動領域は、各 $+x$ 、 $-x$ 、 $+y$ 、 $-y$ 方向を含む xy 平面上のすべての方向における、アクティブな結腸検査領域より 4 cm 大きくする必要がある。

【0054】

また、図 15 によると、距離 x が $0.5h$ よりも大きい場合、合成磁場がその方向を変えることになるので、カプセルもまた、 $0.5h$ よりも大きい領域で安定するようにその方向を変えなければならない。

10

【0055】

図 16 ~ 図 17 は、2つの外部磁気ボールの磁気方向が磁気カプセルの磁気方向に対して垂直でも平行でもないが、 $0 \sim 90$ 度の角度を形成する、本発明の第 4 の態様を説明している。図 16 および図 17 を参照すると、比較の目的で、図 10 ~ 図 11 および図 13 ~ 図 14 の実施形態に比べ、磁気カプセルはそれらの実施形態と同じ方式で配置されている。つまり、磁気カプセルは、 xy 平面内で水平に配置されており、移動方向はその長さ方向すなわち $-x$ 方向である。図 16 では、磁気カプセルの前端は右側にあり、カプセルの磁化方向は左から右に向かう。

カプセルの長手方向に沿った中心線は、外部磁気制御システムの中心分割線となるように延びている。中心分割線は、磁気カプセルの意図された移動方向と一致する。2つの外部磁気ボールは中心分割線の2つの異なる側に配置され、中心分割線上のそれぞれの投影位置は、磁気カプセルの前方にある。図 16 を参照すると、2つの磁気ボールは中心分割線の上下に配置され、それらの磁気中心は互いに鏡像関係にある。2つの磁気ボールの中心を結ぶ投影線は、磁気カプセルの経線の延長線でもある中心分割線に垂直である。カプセルの磁気中心と投影線との間の距離、または投影線と中心分割線との間の交点は x である。外部磁気ボールの中心（磁気中心）から中心分割線までの距離は h である。図 13 において、両方の外部磁気ボールは同じ材料から作られ、同じサイズを有する。したがって、最初から両方の磁気ボールが中心分割線に対して等しい距離に配置されている。

20

【0056】

外部磁気ボールの磁化は、平行成分および垂直成分に派生ことができ、それから、平行成分および垂直成分がすべて同じ垂直方向にあることを含めて、図 10 ~ 図 15 に記載の例および動作原理を組み合わせて使用することができる。

30

【0057】

本発明の態様によれば、本明細書に開示される磁気カプセル内視鏡は、安定した方式で水平方向に移動できるだけでなく、向きも変えることができる。1つの方法は、外部磁気ボールを垂直方向に同期して動かすことである（図 19）。他の方法は、両方の磁気ボールを垂直に回転させることである（図 20）。

【0058】

図 18 ~ 図 19 を参照すると、磁気カプセル内視鏡は、標的領域内のその相対位置を変えることなく、すなわち x 方向および y 方向にその位置を維持しているまま、上下に見ることができる。図 18 では、磁気カプセルは xy 平面上に水平に置かれた位置から始まり、その長さ方向は x 方向に沿って伸びている。一方、2つの磁気ボールの磁気方向は、カプセル内視鏡の磁気方向に対して $0 \sim 90$ 度の角度を成している。磁気カプセルの先端は右側にある。意図された移動方向は、向き調整後に右になり得る。図 19 に示すように、両方の外部磁気ボールが、 x 方向または y 方向に水平に動かずに a 方向に沿って垂直に下方に動くと、磁気カプセルは、その磁気中心を xy 平面内のその元の位置に維持しながら見上げる。同様に、図 18 に示すように、左側の元の位置から、両方の外部磁気ボールが同期の方式で上方へ動くと、磁気カプセルは下を向くようになる。

40

【0059】

本発明の第 5 実施形態においては、2つの外部磁性ボールとともに z 方向に沿って移動

50

させることにより、磁気カプセル型内視鏡の向きを調整することができる。

【0060】

一実施形態では、磁気カプセル型内視鏡は、 z 方向に沿った両方の外部磁気ボールを z 方向に沿って下方に移動させると、横になった位置から見上げることができる。

【0061】

他の実施形態では、磁気カプセル型内視鏡は、 z 方向に沿った両方の外部磁気ボールが z 方向に沿って上向きに動かされると、横になった位置から見下ろすことができる。

【0062】

図18および図20は、2つの外部磁気ボールの位置を変えることなく磁気カプセルの向きを変えることができる、具体的には磁気カプセルの前端または後端の向きが変わっても磁気中心の位置が変わらない実施形態方法を説明している。ここで、向きの変化とは、カプセルの姿勢だけが変化することを意味しており、その磁気中心の位置は変化しない。

【0063】

本発明の第6の実施形態では、磁気カプセル内視鏡の向きは、外部磁気ボールを z 軸または垂直軸の周りに同時に回転させることによって調整することができる。

【0064】

本発明の態様によれば、安定した方式で水平に移動し、位置を変えずに向きを変えることだけでなく、ここで開示された磁気カプセル内視鏡はまた、その位置を変えても相対位置を変えずに回転することができる。

【0065】

カプセルが1つの磁気ボールに近づいていて、他の磁気ボールから遠く離れている場合、カプセルは、1つの磁気ボール（上側のものまたは下側のもの）によって大部分が制御されることになる。この場合、カプセル制御の振る舞いは、前記磁気ボールと同じである。それは我々が以前に適用した特許に関連している。

【0066】

本発明の第7の態様では、磁性カプセルに対して、その位置を変えることなく0～90度回転させることができる。回転の前に、磁気方向が中心分割線に対して垂直である磁気カプセルと、それらの磁気方向が中心分割線と0～90度の角度を成す2つの磁気ボールとがあり、回転している間、上側磁気ボールのみが反時計回りに回転する。下側の磁気ボールはその位置と向きを維持するために静止している。この例では、一方の磁気ボールが一次磁気ボールであり、他方の磁気ボールが二次磁気ボールである。回転磁場は一次磁気ボールから一次的に寄与する。一例では、磁気カプセルは、二次磁気ボールよりも一次磁気ボールに近づいて配置される。他の例では、磁気カプセルの後端が結腸の上側内壁または下側内壁のいずれかに固定されている間、磁気カプセルは0～90度で回転するように制限される。

【0067】

図21～図24は、 xz 平面内で磁気カプセルを垂直に回転させるための他の方法を説明している。磁気カプセルの回転は、時計回りまたは反時計回りに0～360度の間で起こり得る。この実施形態では、図21は回転の開始位置を示し、図22～図23は中間回転位置を示している。図21に示す開始位置と同様に、2つの外部磁気ボールは患者の両側に配置されている。中心分割線が両磁気ボールの間に形成されており、両方の磁気ボールが中心分割線から等距離的に配置されている。磁性カプセルの磁気方向は中心分割線に対して垂直である。両方の磁気ボールはまた、磁気カプセルに対して平行で中心分割線に対して垂直な磁気方向も有し、両方の磁気方向も磁気カプセルに対して同じである。磁気ボールを時計回りに回すと、カプセルは反時計回りに左に回転し（図22）、次に下へ回転し（図23）、そして右に回転する（図24）。すべての移動シーケンスにおいて、両方の磁気ボールが同時に移動し、0～360度の回転に対してバランスがとれた磁場を達成することができる。

【0068】

本発明の第8の態様では、磁気カプセルの位置を変えることなく磁気カプセルを回転ま

たは垂直に回転させる他の方法が開示されている。ここでは垂直回転とは、 xz 平面に沿った回転を意味する。この実施形態では、2つの磁気ボールが同時に移動し、磁気カプセルは、時計回りの垂直方向の回転 $0 \sim 360$ 度に応答して、 $0 \sim 360$ 度で反時計回りに回転する。第1の開始位置では、磁気カプセルの磁気方向は、中心分割線に対して垂直であり、両方の磁気ボールは、カプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有し、すべて上を向いている。第2の開始位置では、磁気カプセルの磁気方向は中心分割線と平行であり、両方の磁気ボールはカプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有する。両方の磁気ボールは右を向いているが、磁気カプセルは左を向いている。第3の開始位置では、磁気カプセルの磁気方向は中心分割線に対して垂直であり、両方の磁気ボールは、カプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有し、全て下方を向いている。第4の開始位置では、磁気カプセルの磁気方向は中心分割線と平行であるが、両方の磁気ボールはカプセルの磁気方向と平行な磁気方向を有し、磁気カプセルは右側を向いており、2つの磁気ボールは左側を向いている。

10

20

30

40

50

【0069】

図25～図26は、磁気カプセルをそれ自体の磁気中心の周りで xy 平面内で水平に回転させる方法を説明している。図25は上面図であり、図26は側面図である。 xy 平面に沿って水平回転を達成するために、磁気カプセルは xy 平面上に水平に置かれる。2つの外部磁気ボールの磁気方向は、磁気カプセルの磁気方向と平行である。2つの磁気ボールの磁気方向は右を向き、磁気カプセルは磁気方向を左に向く。次に、2つの外部磁気ボールを反時計回りに同時に水平方向に回転させると、 xy 平面内の磁気カプセルは、同じ回転方向を有する同期方式に応答する。

【0070】

本発明の第9の態様では、磁気カプセルの位置を変えることなく磁気カプセルを回転または水平に回転させる他の方法が開示されており、ここでは水平回転とは xy 平面に沿った回転を意味する。また、磁気カプセルの磁気方向は xy 平面内にあり、磁気ボールと磁気カプセル内の磁石との間には反対の磁気双極子方向がある。

【0071】

本発明の第10の態様では、磁気カプセルを z 方向に沿って垂直に移動させる方法が開示されている(図27および図28)。磁気カプセルの磁気方向は、中心分割線に対して垂直に配置されている。一実施形態では、磁気カプセルを z 方向に上方に移動させることは、主に上側磁気ボールによって磁気カプセルを上方に引き付けることによって、そして上側磁気ボールが磁気カプセルと同じ磁気方向を有することによって行われる。任意的には、下側磁気ボールは、磁気カプセルへの引力を減少させるために遠ざけられる。或いは好ましくは、下側磁気ボールはさらに、磁気カプセルの方向と反対の磁気方向を向けることによって反発磁力を提供する。同様に、磁気カプセルを下方に移動させることは、下側磁気ボールの磁気方向が磁気カプセルの磁気方向と同じであるという条件で、下側磁気ボールによって磁気カプセルを主として引き付けることによって達成することができる。任意的に、上側磁気ボールは、磁気カプセルへの引力を減少させるために遠ざけることができる。あるいは、好ましくは、上側磁気ボールは、磁気カプセルの方向と反対の磁気方向を向けることによって反発磁力を提供するようにさらに調整され得る。

【0072】

磁気カプセルと第1の磁気ボールとの間の距離が磁気カプセルと第2の磁気ボールとの間の距離の3倍であったとき、第1の磁気ボールは主磁気ボールであり支配的な磁気ボールである。一方、第2磁気ボールは二次磁気ボールまたは降伏磁気ボールであり、降伏磁気ボールの磁気カプセルへの影響は無視することができる。したがって、磁気カプセルが一次磁気ボールの近くに移動し、その降伏磁気ボールまでの距離がカプセルと一次磁気ボールとの間の距離の3分の1未満であったとき、磁気カプセルを寄せ付けずに降伏磁気ボールをその位置又は向きで調整する必要はない。

【0073】

磁気カプセルの上述の移動は基本的な移動ステップである。基本的な移動ステップの異

なる組み合わせは、複雑な移動シーケンスは目標領域において発生することが可能である。

【0074】

図2～図7は、基本的に複雑な移動シーケンスを達成するために使用することができる1つの例示的なシステムを列挙している。

【0075】

本発明の範囲において、 x y z 座標系は位置または方向を定義するために使用されている。図3は、本発明の範囲内における医療システムの向きに対する x y z 軸方向を示している。この図は、説明目的のみとして使用されており、それは制限として解釈されるべきではない。例えば、図3によれば、図2を参照すると、 x 方向はベッドが移動する方向であり、これは後ろから前への移動である。 y 方向は、1つの支持フレームから対向する他の支持フレームへの左から右への方向であり、 z 方向は磁石を患者に近づけたり遠ざけたりする方向であり、これは上下方向になっている。ここで水平回転とは、装置の正面から見たときに、 x y 平面に沿って z 軸の周りを回転すること、例えば左から右へ回転することを意味する。垂直回転とは、装置の正面から見たときに、 y z 平面に沿って、例えば上から下へ回転し、 y 軸の周りの回転を意味する。

【0076】

本明細書において「一実施形態」、「一実施例」、「例示的实施形態」などへの言及はいずれも、その実施形態に関して説明した特定の特徴、構造、または特性が少なくとも1つの実施形態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そのようなフレーズの出現は、必ずしも全て同じ実施形態を参照しているわけではない。さらに、特定の特徴、構造、または特性が任意の実施形態に関連して説明されるとき、他の実施例に関連してそのような特徴、構造、または特性に影響を与えることは、当業者の技術範囲内のことである。さらに、本発明の理解を容易にするために、特定の方法手順は別々の手順として描かれている。ただし、これらの個別に説明された手順は、その実行において必ずしも順序に依存すると解釈されるべきではない。すなわち、いくつかの手順は、代替的な順序で、同時に実行することができる可能性もある。さらに、例示的な図は、本開示の実施形態による様々な方法を示す。そのような例示的な方法の実施形態は、対応する装置の実施形態を使用して本明細書で説明され、適用され得るが、本発明方法の実施形態はそれによって限定されるべきではない。

【0077】

本発明のいくつかの実施形態を例示し説明してきたが、本発明の原理および精神から逸脱することなくこれらの実施形態に変更を加えることができることが当業者には理解されるべきである。したがって、前述の実施形態は、あらゆる点で本明細書に記載の発明を限定するものではなく例示と見なすべきである。また、本発明の範囲は、上記の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれている。本開示で使用されるように、フレーズ「好ましくは」は非排他的であり、「好ましくは、しかしそれに限定されない」を意味する。特許請求の範囲におけるフレーズは、本明細書に記載されている一般的な発明概念と一致し、最も広い解釈を与えられるべきである。例えば、フレーズ「結合された」および「接続する」（およびそれらの派生語）は、直接的および間接的な接続／結合の両方を暗示するために使用されている。他の例として、「有する」および「含む」、それらの派生語および類似の遷移用語またはフレーズは、「含む」と同義語として使用される（すなわち、すべて「オープン」と見なされる）。ここで、フレーズ「・・・からなる」および「実質的に・・・からなる」のみは「クローズ」と見なされるべきである。また、「手段」という表現および関連する機能が請求項に現れ、請求項がそのような機能を実行するのに十分な構造を列挙していない限り、請求項は米国特許法112条第6号で解釈されるべきではない。

【符号の説明】

【0078】

図中の部材は以下の通りである。

1	モーター1	
2	z 軸上側アセンブリ1	
3	y 軸上側水平アセンブリ	
4	モーター3	
5	磁気ボール1	
6	右側支持フレームアセンブリ	
7	ベッド用の右側スライドレール	
8	磁気ボール2	
9	y 軸下側水平アセンブリ	
10	モーター8	10
11	z 軸アップリフトアセンブリ2	
12	モーター6	
13	ベース	
14	モーター2	
15	モーター4	
16	モーター5	
17	左側支持フレームアセンブリ	
18	ベッド	
19	ベッド用の左側スライドレール	
20	モーター9	20
21	モーター10	
22	モーター7	

【 0 0 7 9 】

部材およびそれらの機能の詳細は以下の通りである。

1	モーター1：	
	上側の磁気ボールをz方向に動かす力を与える。	
2	z 軸上側アセンブリ1	
	z 軸に沿った上側磁気ボールの移動制御部品は、すべてz 軸上側アセンブリに配置されている。	
3	y 軸上側水平アセンブリ	30
	y 軸に沿った上側磁気ボールの移動制御部品は、すべてy 軸上側アセンブリに配置されている。	
4	モーター3	
	上側磁気ボールをx方向に上へ動かす力を与える。	
5	磁気ボール1	
	ベッドの上の磁気ボール	
6	右側支持フレームアセンブリ	
	右側の支持フレームとそれに取り付けられた部品	
7	ベッド用右側スライドレール	
	右側のベッド用スライドレール	40
8	磁気ボール2	
	ベッドの下側の磁気ボール	
9	y 軸下側水平アセンブリ	
	y 軸に沿った下側磁気ボールの移動制御部品は、すべてy 軸下側アセンブリに配置されている。	
10	モーター8	
	下側の磁気ボールをx方向に動かす力を与える。	
11	z 軸アップリフトアセンブリ2	
	z 軸に沿った下側磁気ボールの移動制御部品は、すべてz軸下側アセンブリに配置されている。	50

12 モーター6

下側磁気ボールをz方向に動かす力を与える。

13 ベース

地面に設置された装置ベース

14 モーター2

上側の磁気ボールをy方向に動かす力を与える。

15 モーター4

水平面に沿って上側磁気ボールを回転させる力を提供し、z方向を中心に回転させる。

16 モーター5

鉛直面に沿って上側磁気ボールを回転させる力を提供し、z方向を中心に回転させる。

10

17 左側支持フレームアセンブリ

左側の装置支持フレーム

18 ベッド

患者を支え、患者を検査エリアに出し入れするためのベッド

19 ベッド用の左側スライドレール

左側のベッド用スライドレール

20 モーター9

垂直面に沿って下側磁気ボールを回転させる力を提供し、z方向の周りに回転させる。

21 モーター10

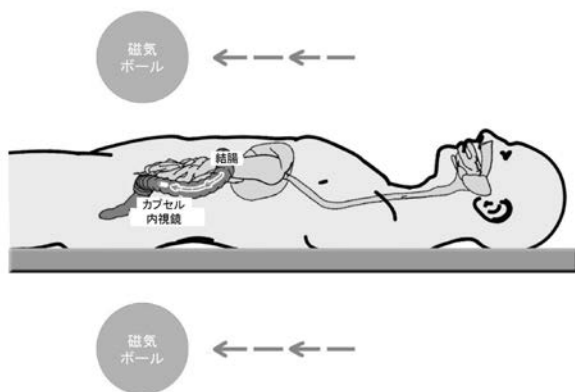
水平面に沿って下側磁気ボールを回転させる力を提供し、z方向を中心に回転させる。

20

22 モーター7

下側の磁気ボールをy方向に動かす力を与える。

【図1】



【図4】

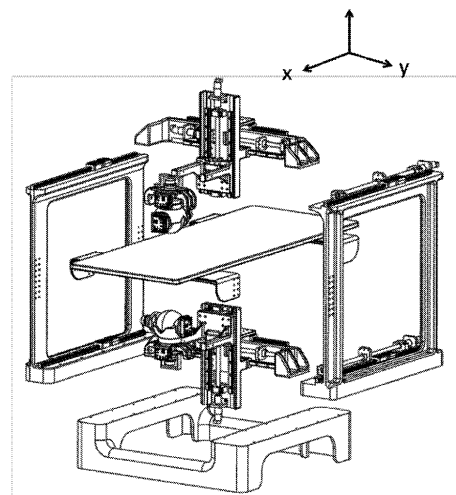


FIG. 4

【図2 - 3】

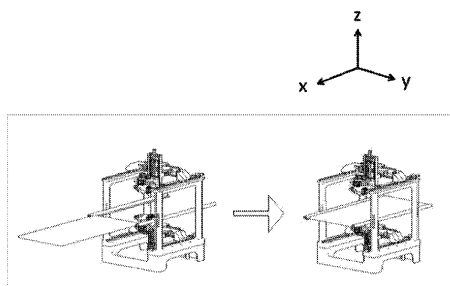


FIG. 2

FIG. 3

【 図 5 】

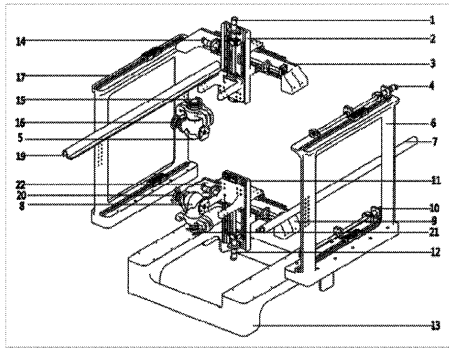


FIG. 5

【 図 6 】

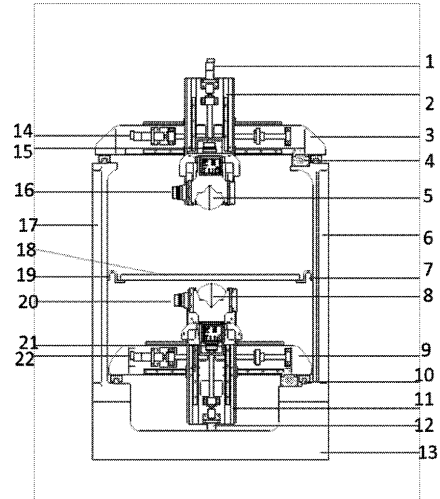


FIG. 6

【 図 7 】

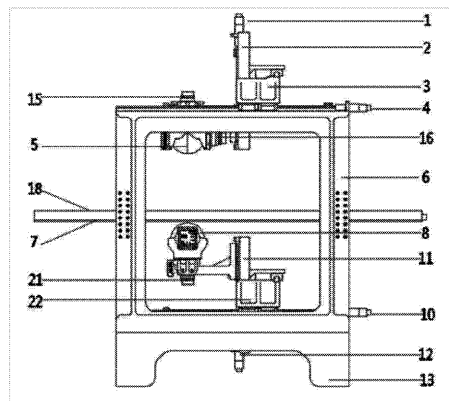


FIG. 7

【 図 8 】

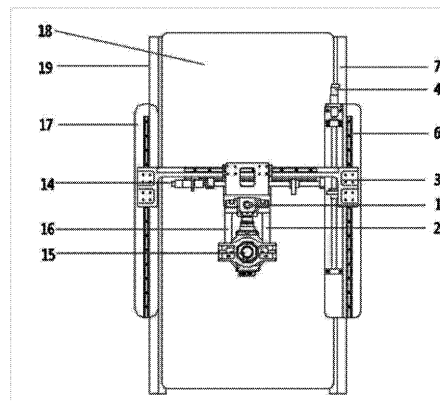


FIG. 8

【図 9】

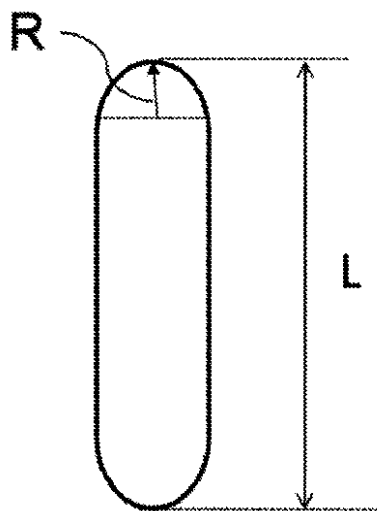


FIG. 9

【図 10 - 11】

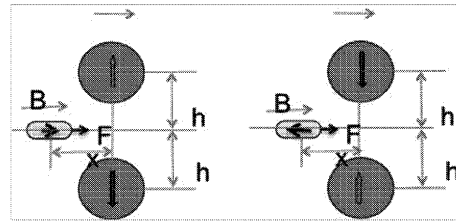
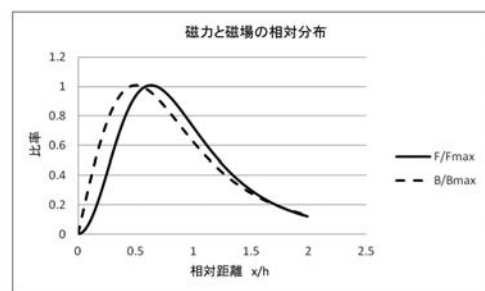


FIG. 10

FIG. 11

【図 12】



【図 13 - 14】

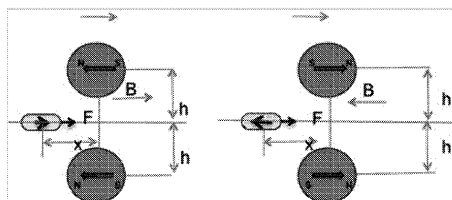
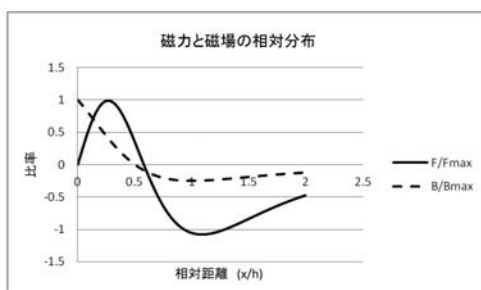


FIG. 13

FIG. 14

【図 15】



【図 16 - 17】

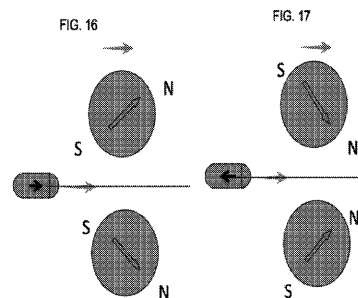
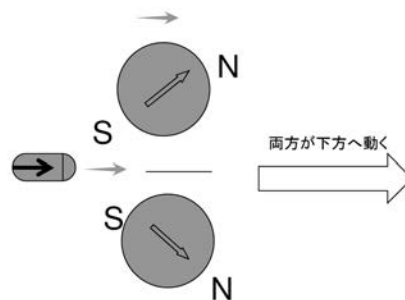


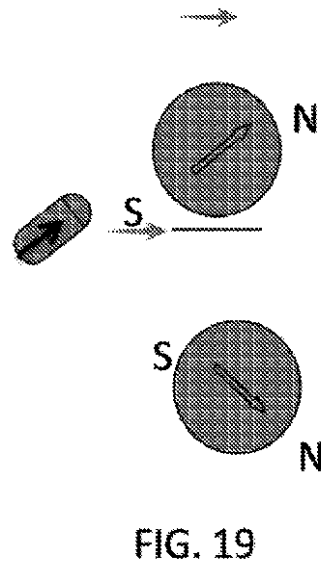
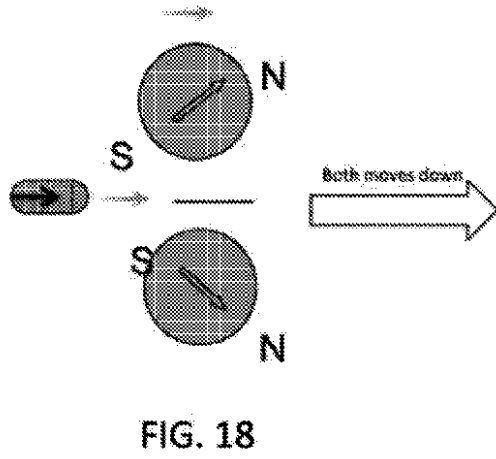
FIG. 16

FIG. 17

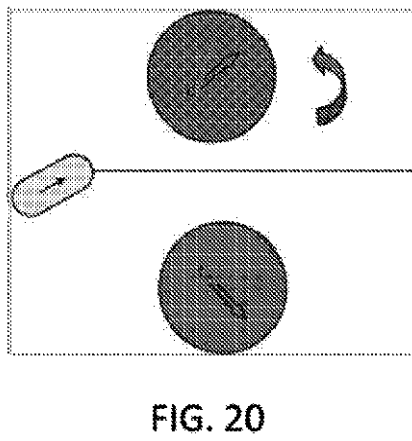
【図 18】



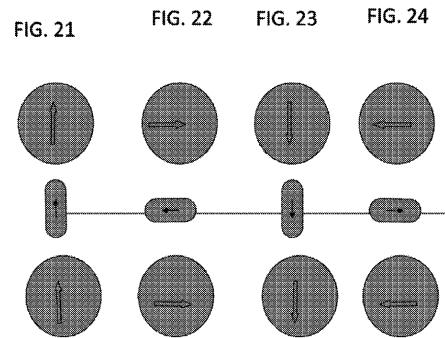
【 図 1 9 】



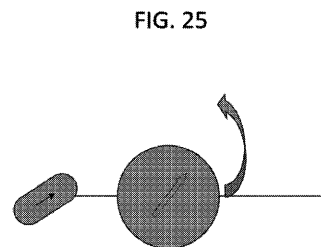
【 図 2 0 】



【 図 2 1 - 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】

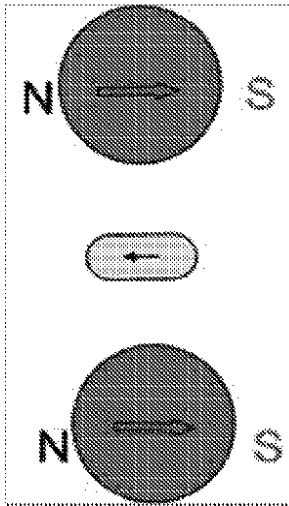
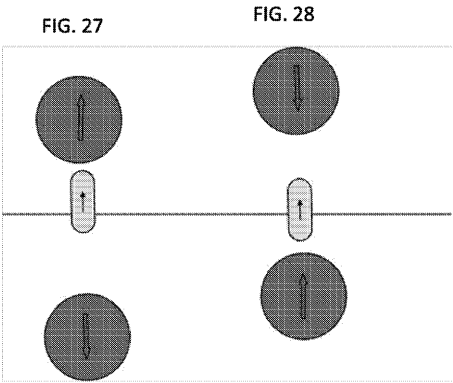


FIG. 26

【 図 2 7 - 2 8 】



【 図 2 9 】

患者は、検査用ベッドに横たわっていて、カプセルは結腸内に配置されている。	カプセルが結腸の開放空間（チューブ孔）を撮像できるように2つの磁気ボールを移動させて、カプセル移動方向の前方に磁気ボールを移動させる。
2つの磁気ボールは、垂直方向で整列されており、水平方向の磁化を発生させている。両磁気ボール中心間の距離は、比較的長い（～60cm）。	図10Iに示すように、カプセルを前方に移動させ、2つの磁気ボールの磁化方向を回転させる。図11に示すように、カプセルを後方に移動させ、2つの磁気ボールの磁化方向を回転させる。
カプセル内の磁気センサによって測定可能で、比較的に大きい磁場を発見するために、xy平面において2つの磁気ボールを一緒に移動させる。	2つの磁気ボールを同じ速度で互いに接近させて患者体の表面に接近させるが、安全上の理由で患者と接触させない。このカプセルは、磁気ボール中心間の線に向かって移動する。
カプセル内に配置されている2つの三次元磁気センサ及び1つの加速度センサによって、カプセルの位置および向きは、計算可能であり、カプセルが2つの磁気ボールの間に位置するように2つの磁気ボールを調整する。	2つの磁気ボールの誘導によってカプセルが結腸に沿って移動できるように、2つの磁気ボールのxy平面位置を調整する。同様な方法は、小腸にも適用できる。

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(74)代理人 100104547

弁理士 栗林 三男

(74)代理人 100206612

弁理士 新田 修博

(74)代理人 100209749

弁理士 栗林 和輝

(72)発明者 ドゥアン シャオドン

アメリカ合衆国 9 4 5 6 6 カリフォルニア州 プレザントン パセオ サンタ クルーズ 7
8 8 5

(72)発明者 チャン シャオバン

中華人民共和国 3 1 0 0 1 6 ゼアージアン ハンヂョウ ジャンガン ディストリクト フォ
ーストリート シアシャンウェンフイユアン コミュニティー 3 - 1 6 0 2

Fターム(参考) 4C161 AA04 BB02 CC06 DD07 FF15 GG28 HH55 JJ17

專利名称(译)	使用胶囊装置的系统和方法		
公开(公告)号	JP2019528939A	公开(公告)日	2019-10-17
申请号	JP2019516178	申请日	2017-09-23
[标]申请(专利权)人(译)	上海安翰医疗技术有限公司		
[标]发明人	チャンシャオバン		
发明人	ドウアン シャオドン チャン シャオバン		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00158 A61B1/041 A61B34/73 A61B2034/732 A61B5/073		
FI分类号	A61B1/00.611 A61B1/00.C		
F-TERM分类号	4C161/AA04 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/FF15 4C161/GG28 4C161/HH55 4C161/JJ17		
代理人(译)	新田 修博		
优先权	15/274771 2016-09-23 US		
其他公开文献	JP2019528939A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了一种以高度可控的方式水平和线性移动磁胶囊的方法。在此，组合的外部磁场的方向，磁性胶囊所承受的力，胶囊的运动方向以及胶囊的磁方向都可以彼此平行地对准。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 公表特許公報(A)	(11) 特許出願公表番号 特表2019-528939 (P2019-528939A)
	(43) 公表日	令和1年10月17日(2019.10.17)
(51) Int. Cl. A61B 1/00 (2006.01)	F I A61B 1/00 A61B 1/00	テーマコード(参考) 4C161 C
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)		
(21) 出願番号 (86) (22) 出願日 (85) 翻訳文提出日 (86) 国際出願番号 (87) 国際公開番号 (87) 国際公開日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	特願2019-516178 (P2019-516178) 平成29年9月23日(2017.9.23) 令和1年5月21日(2019.5.21) PCT/JP2017/103063 W02018/054368 平成30年3月29日(2018.3.29) 15/274,771 平成28年9月23日(2016.9.23)	(71) 出願人 517396261 アンコン メディカル テクノロジーズ (シャanghai) カンパニー リミテッド ANKON MEDICAL TECHNOLOGIES (SHANGHAI) CO., LTD 中華人民共和国 200131 シャanghai パイロット フリー トレード ゾーン ジンズカイ ロード ナンバー 22 18 フロア 1 Floor 1, No. 2218 Jinsui Road, Pilot Free Trade Zone, Shanghai, 200131, China 最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 カプセル装置を使用するためのシステムおよび方法		