

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7183499号

(P7183499)

(45)発行日 令和4年12月6日(2022.12.6)

(24)登録日 令和4年11月28日(2022.11.28)

(51)国際特許分類

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

F I

A 6 1 B 1/00 C

A 6 1 B 1/00 6 1 1

A 6 1 B 1/00 6 5 0

請求項の数 18 (全20頁)

(21)出願番号 特願2021-517095(P2021-517095)

(86)(22)出願日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(65)公表番号 特表2021-526438(P2021-526438
A)

(43)公表日 令和3年10月7日(2021.10.7)

(86)国際出願番号 PCT/CN2019/089670

(87)国際公開番号 WO2019/228533

(87)国際公開日 令和1年12月5日(2019.12.5)

審査請求日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(31)優先権主張番号 62/679,790

(32)優先日 平成30年6月2日(2018.6.2)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 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 シャンハ
イ パイロット フリー トレード ゾーン
ジンズウイ ロード ナンバー 2218
フロア 1Floor 1, No. 2218 Ji
nsui Road, Pilot Fr
ee Trade Zone, Shan
ghai, 200131, China

(73)特許権者 520471586

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カプセル内視鏡制御設備

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気圧バランスアーム装置、永久磁石、及び検査ベッドを備えるカプセル内視鏡制御設備であって、

前記空気圧バランスアーム装置は、支持のための立柱と底板とを含み、前記立柱の頂端には、互いに平行である上部バランスアーム及び下部バランスアームが設けられ、前記上部バランスアーム及び前記下部バランスアームは、いずれも、前記立柱の両側にそれぞれ位置する両端部を有し、

前記上部バランスアーム及び前記下部バランスアームのそれぞれの、立柱に対する同側における一端部にブームを有し、前記永久磁石は前記ブームの下方に設けられ、前記検査ベッドは前記永久磁石の下方に設けられ、前記検査ベッドと前記永久磁石との間の領域が検出対象領域であり、

前記空気圧バランスアーム装置は、ピストンを有するバランスシリンダをさらに備え、前記バランスシリンダは、前記ピストンにより前記上部バランスアーム及び前記下部バランスアームのそれぞれの前記ブームを有する一端部とは反対する別の一端部に接続されることにより、前記ブームの荷重をバランスし、前記上部バランスアーム及び前記下部バランスアームのそれぞれの前記ブームを有する一端部を駆動して垂直方向に移動させる、ことを特徴とするカプセル内視鏡制御設備。

【請求項2】

前記空気圧バランスアーム装置は、制御盤をさらに備え、

前記制御盤は、前記バランスシリンダに電氣的に接続されてこれを制御することにより、前記バランスシリンダに前記上部バランスアーム及び前記下部バランスアームのそれぞれの前記ブームを有する一端部を駆動させて垂直方向に移動させる、請求項 1 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 3】

前記上部バランスアーム及び下部バランスアームのそれぞれの前記ブームを有する一端部と、前記ブームとは、後末端アーム及び前末端アームを介して接続され、前記後末端アームが、前記前末端アームと前記上部バランスアーム、下部バランスアームとの間に位置し、
前記上部バランスアーム、前記下部バランスアーム、前記後末端アーム及び前記前末端アームは、いずれも剛性アームである、請求項 1 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

10

【請求項 4】

前記後末端アームと前記前末端アームとの長さが、同じであるか、又は異なる、請求項 3 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 5】

前記後末端アームは、枢軸を通じて前記上部バランスアーム、前記下部バランスアームに接続され、枢軸を中心に 360 度水平回転することが可能である、請求項 3 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 6】

前記前末端アームと前記後末端アームは、枢軸を通じて互いに接続され、
前記前末端アームは、枢軸を中心に 360 度水平回転することが可能である、請求項 3 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

20

【請求項 7】

前記ブームは、鉛直方向に沿って延伸し、前記前末端アームに垂直に接続される、請求項 3 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 8】

前記ブームの下方に位置する 2 自由度回転プラットフォームをさらに備え、
前記永久磁石は前記 2 自由度回転プラットフォーム内に位置する、請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 9】

前記 2 自由度回転プラットフォームは、上部エンクロージャーを備える完全手動型回転プラットフォームであり、
前記上部エンクロージャーは、中心軸に対して対称的であり、水平部と水平部に垂直な 2 つの垂直部とを有し、
一つの軸受けは、前記中心軸を通り抜けて前記水平部に設けられ、水平方向における 360 度の回転を提供し、
前記 2 つの垂直部のそれぞれには別の軸受けが設けられ、
水平棒が前記別の軸受けを貫通し、
前記水平棒の両端のそれぞれにはハンドルが設けられ、
前記永久磁石が前記水平棒に貫通される、請求項 8 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

30

40

【請求項 10】

前記 2 自由度回転プラットフォームは、互いに接続されている第 1 のエンクロージャー及び第 2 のエンクロージャーを備え、
前記第 1 のエンクロージャー内には、縦軸を中心とする 360 度の回転を提供する第 1 のモータが設けられ、
前記第 2 のエンクロージャー内には、水平軸を中心とする 360 度の回転を提供する第 2 のモータが設けられる、請求項 9 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 11】

前記第 1 のエンクロージャーの一方側には、水平回転ボタンと垂直回転ボタンを有して、
前記永久磁石を水平又は垂直に回転させるように制御するための制御ハンドルが設けられ

50

る、請求項 10 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 12】

複数の磁気センサからなる磁気センサアレイをさらに備え、
前記磁気センサアレイは、前記複数の磁場センサによって永久磁石の空間的位置を検出し、永久磁石の三次元位置と二次元方向とを取得する、請求項 8 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 13】

前記磁気センサアレイは、永久磁石の変位に基づいて 2 自由度回転プラットフォームの補償角度を算出する、請求項 12 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 14】

磁気センサアレイにより永久磁石の水平移動方向が検知された場合、永久磁石は、元の水平角度から、検知された移動方向の角度に回転するため、移動過程に、前記カプセル内視鏡制御設備は、測地座標系に対する永久磁石の偏向を補償する、請求項 12 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 15】

2 自由度回転プラットフォームを水平移動する場合、永久磁石は測地座標系に対して偏向するため、前記カプセル内視鏡制御設備は、永久磁石の水平偏向角度を補償することによって、測地座標系に対する永久磁石の偏向を解消する、請求項 8 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 16】

前記永久磁石は、カプセル内視鏡の消化管内での移動を制御し、
カプセル内視鏡が胃の下壁にある場合、永久磁石におけるその回転中心より胃の下壁から離れる点の回転の接線方向は、永久磁石の移動方向と反対であり、
カプセル内視鏡が胃の上壁にある場合、永久磁石におけるその回転中心より胃の上壁から離れる点の回転の接線方向は、永久磁石の移動方向と一致する、請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 17】

前記永久磁石の回転と移動の速度は、条件式： $v = \omega \times L$ （式中、 v は永久磁石の平均移動速度であり、 ω は永久磁石の平均回転角速度であり、 L はカプセル内視鏡の長さである。）を満たす、請求項 16 に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【請求項 18】

前記永久磁石は 1 つ以上の自由度で回転する、請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載のカプセル内視鏡制御設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

（関連出願の相互参照）

【0002】

本発明は、2018 年 6 月 2 日付で出願された米国特許仮出願第 62 / 679, 790 号に基づく優先権を主張する。当該優先権の基礎とされた米国特許仮出願は、その全文が本願に組み込まれる。

【0003】

本発明は、医療機器の分野に関し、特にカプセル内視鏡制御設備に関する。

【背景技術】

【0004】

カプセル内視鏡は、痛みのない非侵襲的なモニタリングや診断ができるという利点があり、さまざまな病症の臨床的診断に用いられている。カプセル内視鏡は通常に小磁石を含み、検査対象により飲み込まれると、人体の消化管に入り、該小磁石が外部磁気誘導により制御され、カプセル内視鏡の消化管内での位置や姿勢が効果的に制御され、これにより、消化管内の検査領域の状況が正確に判定され得る。

10

20

30

40

50

【0005】

従来のカプセル内視鏡制御設備は、フレーム、回動装置、移動アーム、永久磁石、及び駆動装置を備える。回動装置はフレームに設けられ、移動アームは回動装置に固定され、移動アームの末端には永久磁石が設けられる。カプセル内視鏡が検査対象により飲み込まれると、カプセル内視鏡は永久磁石で制御される。駆動装置は回動装置、移動アームに電氣的に接続され、外部移動制御指令を受信して、回動装置、移動アーム及び永久磁石の移動を制御し、永久磁石の磁力でカプセル内視鏡の人体内での位置や姿態を制御する。検査対象が簡便に検査を受けることができるように、回動装置及び移動アームの下方には、検査対象を載置するための、押し動かすことが可能な検査ベッドが設けられる。該カプセル内視鏡制御設備は、電気制御方式を用いて、駆動装置によって回動装置及び移動アームの動きを制御する。移動アームが回動装置に固定されているので、回動装置が回転すると、移動アームも回動させられ、また移動アームの姿態を調整することで、永久磁石の位置や姿態を変化させ、永久磁石が検出領域のすべての位置に到達できることが確保される。

10

【0006】

通常、検査対象により消化管に飲み込まれたカプセル内視鏡を効果的に制御することを確保するために、該移動アームの下方に吊られた永久磁石には、一定の体積及び重量、たとえば30～50キロが必要とされる。この場合、移動アームが常に重い永久磁石を負荷する。しかしながら、精密機械としての移動アームは、荷重制限があるとともに高価であり、重い永久磁石を長期間負荷すると、変形したり壊れたりして、検出精度に悪影響を及ぼしてしまう。

20

【0007】

さらに、上記発明では、該カプセル内視鏡制御設備において、カプセルへの制御には、「人—制御端末装置—コンピューターサーバー—モーター—永久磁石」という一連の伝達が必要とされ、その結果、システム全体の構造が複雑になり、操作されにくくなる。また、該移動アームは、回動装置の所定の位置での回転につれて回動することによって、永久磁石を駆動して所定の円形領域内で回転させることしかできないため、検出領域が制限される。

【0008】

このため、構造を簡素化させ、簡単に操作でき、コストが低く、効率が高いカプセル内視鏡制御設備を提供することが期待される。

【発明の概要】

30

【0009】

以上に鑑み、本発明は、バランスアーム装置、永久磁石、2自由度回転プラットフォーム及び検査ベッドを備えるカプセル内視鏡制御設備であって、前記バランスアーム装置は、底部が固定され、可動端がブームを有し、前記2自由度回転プラットフォームは、前記ブームの下方に設けられ、前記永久磁石は、前記2自由度回転プラットフォーム内に設けられ、該検査ベッドは前記2自由度回転プラットフォームの下方に設けられ、前記検査ベッドと前記2自由度回転プラットフォームとの間の領域は、検出対象領域である、カプセル内視鏡制御設備を提供する。

【0010】

また、本発明は、バランスアーム装置、永久磁石、及び検査ベッドを備えるカプセル内視鏡制御設備であって、前記バランスアーム装置は底部が固定され、可動端がブームを有し、前記永久磁石は、前記ブームの下方に設けられ、前記検査ベッドは前記永久磁石の下方に設けられ、前記検査ベッドと前記永久磁石との間の領域は、検出対象領域である、カプセル内視鏡制御設備を提供する。

40

【0011】

本発明の一実施例によれば、前記バランスアーム装置は、空気圧バランスアーム又はスプリング式バランスアームである。

【0012】

本発明の別の実施例によれば、前記2自由度回転プラットフォームは、完全手動型回転プラットフォーム又は電気制御型回転プラットフォームである。

50

【0013】

本発明の別の一実施例によれば、カプセル内視鏡制御設備において、前記バランスアーム装置と前記2自由度回転プラットフォームを併用することによって、5自由度の運動範囲を提供し、そして、永久磁石を制御することによって、カプセル内視鏡を自由に制御することを実現しうる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】は、本発明第1の実施例のカプセル内視鏡制御設備の構造模式図である。

【0015】

【図2】は、図1に示される空気圧バランスアームの構造模式図である。

10

【0016】

【図3】は、図1に示される2自由度回転プラットフォームの構造模式図である。

【0017】

【図4】は、本発明第2の実施例のカプセル内視鏡制御設備の構造模式図である。

【0018】

【図5】は、図4に示される2自由度回転プラットフォームの構造模式図である。

【0019】

【図6】は、永久磁石が空気圧バランスアームにより制御されて移動する場合の、被検者の上方の空間移動領域の模式図である。

【0020】

20

【図7】は、被検者の一側から観察された、空気圧バランスアーム及び2自由度回転プラットフォームの作用による永久磁石の有効到達領域図である。

【0021】

【図8】は、被検者の身体の上方から観察された、永久磁石の有効到達領域の模式図である。

【0022】

【図9】は、上面視における永久磁石の有効到達領域の模式図である。

【0023】

【図10】は、永久磁石の変位に基づく2自由度回転プラットフォームの補償角度の算出法の模式図である。

30

【0024】

【図11】、

【図12】は、カプセル内視鏡が胃壁の上部にある場合、永久磁石の回転及び移動により制御されたカプセル内視鏡の移動の模式図である。

【0025】

【図13】、

【図14】は、カプセル内視鏡が胃壁の下部にある場合、永久磁石の回転及び移動により制御されたカプセル内視鏡の移動の模式図である。

【0026】

【図15】は、スプリング式バランスアーム装置の構造模式図である。

40

【0027】

【図16】は、別の実施例のスプリング式バランスアーム装置の構造模式図である。

【0028】

【図17】は、別の実施例のスプリング式バランスアーム装置の構造模式図である。

【0029】

【図18】は、第1のモータ、第2のモータの接続構造図である。

【0030】

【図19】は、通常のスプリング、ガススプリング又はコイルスプリングが変形して生じた力の方向の模式図である。

【0031】

50

【図 20】は、本発明の一実施例のカプセル内視鏡制御設備の構造模式図である。

【0032】

【図 21】は、永久磁石とブームの接続の一例の模式図である。

【0033】

【図 22】は、永久磁石とブームの接続の一例の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

説明を簡潔かつ明確にするため、異なる図面における対応するまたは同一の要素には同一の符号を付していることが理解される。また、ここで説明する実施形態について全面的な理解を容易にするために、多くの具体的な細部が記載されている。しかしながら、こ

ここで開示された実施形態は、これらの具体的な細部を有さなくても実施可能であることは、当業者にとって理解されることである。他の実施例において、方法、手順及び構成要素について詳細に説明していないのは、説明対象とする主な特徴を強調するためである。図面は、必ずしも各部材の間の比例を厳密に示すものではなく、細部と特徴をより明確に示すように、ある部分の比例を拡大する場合がある。なお、以下の説明は、本明細書に記載の実施形態の範囲を限定するものではないと認識されるべきである。

【0035】

図 1 は、本発明第 1 の実施例のカプセル内視鏡制御設備の構造模式図である。図示するように、カプセル内視鏡制御設備 100 は、バランスアーム装置 110、永久磁石 130、2 自由度回転プラットフォーム 140、検査ベッド 150 及び磁気センサアレイ 160 を備える。バランスアーム装置 110 は、底部が固定され、可動端がブーム 111 を有し、2 自由度回転プラットフォーム 140 はブーム 111 の下方に設けられ、永久磁石 130 は 2 自由度回転プラットフォーム 140 内に設けられる。検査ベッド 150 は、被検者が横になって検査を受けることができるように、2 自由度回転プラットフォーム 140 の下方に設けられる。検査ベッド 150 と 2 自由度回転プラットフォーム 140 との間の領域が検出対象領域である。前記磁気センサアレイ 160 は、複数の磁気センサを備え、該複数の磁場センサによって三次元位置と二次元方向とを含む永久磁石 130 の空間的位置を検出する。検出時に、小磁石を有するカプセル内視鏡が被検者の消化管に入り、永久磁石 130 がバランスアーム装置 110 の作動によって該カプセル内視鏡の小磁石に作用し、該カプセル内視鏡を消化管内で移動させる。

【0036】

一実施例では、図 20 に示すように、カプセル内視鏡制御設備 100 は、2 自由度回転プラットフォーム 140 を備えなくてもよい。つまり、カプセル内視鏡制御設備 100 は、バランスアーム装置 110、永久磁石 130 及び検査ベッド 150 を備え、バランスアーム装置 110 は、底部が固定され、可動端がブーム 111 を有し、永久磁石 130 は、該ブーム 111 の下方に設けられ、検査ベッド 150 は永久磁石 130 の下方に設けられ、検査ベッド 150 と永久磁石 130 との間の領域は、検出対象領域である。永久磁石 130 は 1 つ以上の自由度で回転できる。一実施例では、前記永久磁石 130 はボルトを通じてブーム 111 (図 21) に固定されるか、又は球状ヒンジを通じてブーム 111 (図 22) に固定される。永久磁石 130 は手動で制御される。

【0037】

前記磁気センサアレイ 160 は、磁気双極子モデルに従って前記複数の磁場センサを用いて永久磁石 130 の空間的位置を検出し、非線形最小二乗アルゴリズムにより解を求め、永久磁石 130 の三次元位置と二次元方向とを取得する。

【0038】

例えば、永久磁石 130 の中心位置が (a, b, c) で示され、磁化方向が (m, n, p) で示されると、磁気双極子モデルに従って、位置 (x_l, y_l, z_l) での磁場センサが検知する磁場強度 B_{lx}、B_{ly}、B_{lz} は以下のように示される。

【0039】

【数 1】

$$B_{lx} = B_f \left\{ \frac{3[m(x_l - a) + n(y_l - b) + p(z_l - c)] \cdot (x_l - a)}{R_l^5} - \frac{m}{R_l^3} \right\}$$

$$B_{ly} = B_f \left\{ \frac{3[m(x_l - a) + n(y_l - b) + p(z_l - c)] \cdot (y_l - b)}{R_l^5} - \frac{n}{R_l^3} \right\}$$

$$B_{lz} = B_f \left\{ \frac{3[m(x_l - a) + n(y_l - b) + p(z_l - c)] \cdot (z_l - c)}{R_l^5} - \frac{p}{R_l^3} \right\}$$

$$m^2 + n^2 + p^2 = 1$$

10

【0040】

(式中、 B_f は、永久磁石130の体積及び磁化強度に関連する定数であり、 R_l は磁気センサの位置と永久磁石130の位置とのユークリッド距離である。)

【0041】

磁気センサアレイ160が複数の磁場センサからなる場合、各磁場センサの位置(x_l , y_l , z_l)及び磁場センサの測定値 B_{lx} 、 B_{ly} 、 B_{lz} が既知であり、永久磁石130の位置(a , b , c)及び方向ベクトル(m , n , p)が未知数であれば、複数の等式を作成して方程式グループとし、等式から目的誤差関数を構築し、非線形最小二乗最適化法により永久磁石130の位置及び方向を求めることができる。

【0042】

20

本実施例では、操作者が永久磁石130の回転角度を簡単に判断できるように、永久磁石130は2自由度回転プラットフォーム140内で二次元的に自転し、このとき、2自由度回転プラットフォーム140の初期化された方向が一定に維持されなければならない。バランスアーム装置110は、空間的位置を調整する際に2自由度回転プラットフォーム140の偏向を引き起こし、該偏向角度が永久磁石130の回転角度に加える。カプセル内視鏡に対する永久磁石130の制御精度を高めるために、2自由度回転プラットフォーム140の偏向角度を補償する必要がある。

【0043】

本実施例では、磁気センサアレイ160は、永久磁石130の位置及び方向を検出し、永久磁石130の変位に基づいて2自由度回転プラットフォーム140の補償角度を計算する。図10に示すように、バランスアーム装置110、永久磁石130及び2自由度回転プラットフォーム140が位置Aから位置Bに移動し、永久磁石130の x 、 y 方向の変位がそれぞれ Δx 、 Δy であると、補償角度 α の計算式は $\tan \alpha = \Delta y / \Delta x$ である。

30

【0044】

本実施例では、2自由度回転プラットフォーム140及び永久磁石130は、バランスアーム装置110の末端に位置する。2自由度回転プラットフォーム140を水平移動する場合、永久磁石130は測地座標系に対して偏向し、測地座標系に対する永久磁石130の偏向を解消するために、永久磁石130の水平偏向角度を補償する。磁気センサアレイ160により永久磁石130のある水平移動方向が検知されると、水平である場合の磁性体のNS極の向きが水平移動方向と一致し、この場合、永久磁石130が、元の水平角度から、検知された移動方向の角度に回転し、次に、移動過程中に測地座標系に対する永久磁石130の偏向を補償する。永久磁石130の補償偏向角度は、負の2自由度回転プラットフォーム140の偏向角度である。

40

【0045】

カプセル内視鏡が胃の下壁にある場合、永久磁石130におけるその回転中心より胃の下壁から離れる点の回転の接線方向は、永久磁石130の移動方向と反対であり、カプセル内視鏡が胃の上壁にある場合、永久磁石130におけるその回転中心より胃の上壁から離れる点の回転の接線方向は、永久磁石130の移動方向と一致する。永久磁石130の回転と移動の速度は、条件式： $v = \omega \times L$ (式中、 v は永久磁石130の平均移動速度であり、 ω は永久磁石130の平均回転角速度であり、 L はカプセル内視鏡の長さである。

50

)を満たす。

【0046】

図11及び図12は、カプセル内視鏡が胃壁の上部にある場合、永久磁石130の回転及び移動により制御されたカプセル内視鏡の移動の模式図である。図11に示すように、永久磁石130が右に移動し、右に回転する（時計回り）場合、カプセル内視鏡が右に移動し、左に回転する（反時計回り）。図12に示すように、永久磁石130が左に移動し、左に回転する（反時計回り）場合、カプセル内視鏡が左に移動し、右に回転する（時計回り）。つまり、カプセル内視鏡の移動方向は、永久磁石130の移動方向と一致し、且つカプセル内視鏡の回転方向は、永久磁石130の回転方向と反対である。

【0047】

図13及び図14は、カプセル内視鏡が胃壁の下部にある場合、永久磁石130の回転及び移動により制御されたカプセル内視鏡の移動の模式図である。図13に示すように、永久磁石130が左に移動し、右に回転する場合、カプセル内視鏡が左に移動し、左に回転する。図14に示すように、永久磁石130が右に移動し、左に回転する（反時計回り）場合、カプセル内視鏡が左に移動し、右に回転する（時計回り）。つまり、カプセル内視鏡の回転方向は、永久磁石130の回転方向と反対である。

【0048】

本発明では、カプセル内視鏡制御設備100を使用する際に、バランスアーム装置110が永久磁石130及び2自由度回転プラットフォーム140の重量をバランスするため、2自由度回転プラットフォーム140及び永久磁石130は、重力方向に移動するときにはバランスアーム装置110の回転軸における機械摩擦力だけに抵抗し、水平方向に移動するときにも回転軸における摩擦力だけに抵抗することができる。回転軸における摩擦力が重力よりもはるかに小さいため、2自由度回転プラットフォーム140及び永久磁石130が手軽に操作でき、操作者により永久磁石130の三次元座標に関する位置を決め、2自由度回転プラットフォーム140により永久磁石130の回転角度に関する位置を決めることによって、永久磁石130によりカプセル内視鏡の位置や姿勢を制御することができる。カプセル内視鏡制御設備100の占めるスペースが大幅に減少し、横になったり座ったり立ったりするなど、検査者の姿勢に対する制限がなくなり、またコストがさらに低減することを実現する。

【0049】

前記バランスアーム装置110は、図2に示すように、バランスシリンダ115を用いてブーム111の負荷をバランスする空気圧バランスアーム110であってもよく、図15に示すように、通常のスプリング又はガススプリングを用いてブーム111の負荷をバランスするスプリング式バランスアーム310であってもよい。

【0050】

図2は、図1に示される空気圧バランスアーム110の構造模式図である。該空気圧バランスアーム110は、支持のための立柱112と底板119を備える。立柱112の頂端には、該立柱112と一定の角度をなす上部バランスアーム113及び下部バランスアーム114が設けられる。該上部バランスアーム113と該下部バランスアーム114は互いに平行である。バランスシリンダ115は立柱112の一方側に設けられ、ピンを通じて該立柱112に固定され、且つ上部バランスアーム113及び下部バランスアーム114の下方に設けられる。バランスシリンダ115の気管ピストンは、ピンを通じて上部バランスアーム113、下部バランスアーム114に接続され、上部バランスアーム113及び該下部バランスアーム114に上向き又は下向きの動力を提供する。上部バランスアーム113及び下部バランスアーム114は、バランスシリンダ115の気管ピストンの伸縮により牽引されて、垂直方向に上下移動可能である。つまり、バランスシリンダ115の気管ピストンが収縮すると、上部バランスアーム113及び該下部バランスアーム114が上向きに動き、バランスシリンダ115の気管ピストンが伸長すると、上部バランスアーム113及び下部バランスアーム114が下向きに動く。この場合、前記磁気センサアレイ160は立柱112に取り付けられる。

【0051】

立柱112の一方側には制御盤116がさらに設けられる。制御盤116は回路を通じてバランスシリンダ115に接続され、バランスシリンダ115のピストンの上下移動を制御する。バランスシリンダ115のピストンは、制御盤116の制御によって上下移動し得、上部バランスアーム113及び下部バランスアーム114を垂直方向に上下移動させる。

【0052】

該上部バランスアーム113、下部バランスアーム114の他端は、後末端アーム118及び前末端アーム117に接続され、後末端アーム118は、前末端アーム117と上部バランスアーム113、下部バランスアーム114との間に位置する。後末端アーム118と上部バランスアーム113及び該下部バランスアーム114とは枢軸を通じて互いに接続され、後末端アーム118は枢軸を中心に360度水平回転することが可能である。前末端アーム117と後末端アーム118も枢軸を通じて互いに接続され、前末端アーム117は枢軸を中心に360度水平回転することが可能である。具体的には、後末端アーム118又は前末端アーム117は、手動又はメカニカルアームにより駆動されて枢軸を中心に360度水平回転することができる。前記ブーム111は前末端アーム117の他端に垂直に接続される。本発明では、該上部バランスアーム113、下部バランスアーム114、後末端アーム118及び前末端アーム117は、いずれも剛性アームである。本発明の一実施例では、後末端アーム118と前末端アーム117の長さが同じである。本発明の別の実施例では、後末端アーム118と前末端アーム117の長さが異なる。

【0053】

このように、該空気圧バランスアーム110の剛性アームは、ブーム111の末端に固定された永久磁石130を常に負荷し、重力に抵抗して該永久磁石130を上下、左右の隅々まで全方位的に移動させ、そして重力平衡を達成することができる。

【0054】

前記底板119は図2に示される固定底板であってもよいし、底部にホイールが付いた可動底板（未図示）であってもよい。可動底板の場合、前記ホイールが動いたりロックされたりすることができ、且つ可動底板には、カプセル内視鏡制御設備100の重量をバランスするためにバランスウェイトが配置されてもよく、これによって、永久磁石130の過大の重量により可動底板が固定できないことを防ぐ。

【0055】

図3は、図1に示される2自由度回転プラットフォーム140の構造模式図である。2自由度回転プラットフォーム140は、上部エンクロージャ141を備える完全手動型回転プラットフォームである。該上部エンクロージャ141は、中心軸に対して対称的であり、水平部と水平部に垂直な2つの垂直部とを有する。一つの軸受け143は、該中心軸に貫通されて該水平部に設けられ、水平方向における360度の回転を提供する。前記垂直部のそれぞれには別の軸受け144が設けられる。水平棒145は、該別の軸受け144を貫通し、水平棒145の両端のそれぞれにはハンドル142が設けられる。永久磁石130が該水平棒145に貫通されている。2自由度回転プラットフォーム140は完全手動型であり、軸受けが存在するため、ハンドル142を垂直に回すと、永久磁石130を垂直に回転させることができ、常に垂直角度位置を保持でき、この2つのハンドル142を水平に回すと、永久磁石130を水平に回転させ、常に角度位置を保持することができる。使用時に、移動位置が手動で調整される。2自由度回転プラットフォーム140が完全手動型回転プラットフォームである場合、2自由度回転プラットフォーム140の補償角度 α は操作者により操作中に手動で補償される。

【0056】

図4は、本発明第2の実施例のカプセル内視鏡制御設備の構造模式図である。図示するように、カプセル内視鏡制御設備200は、空気圧バランスアーム210、永久磁石230、2自由度回転プラットフォーム240及び検査ベッド250を備える。空気圧バランスアーム210は、底部が固定され、可動端がブーム211を有する。2自由度回転プラ

ットフォーム 240 は、ブーム 211 の下方に設けられ、永久磁石 230 は 2 自由度回転プラットフォーム 240 内に設けられる。被検者が横になって検査を受けることができるように、検査ベッド 250 は 2 自由度回転プラットフォーム 240 の下方に設けられる。検出時に、小磁石を有するカプセル内視鏡が被検者の消化管に入り、永久磁石 230 が空気圧バランスアーム 210 の作動により、カプセル内視鏡の小磁石に作用し、カプセル内視鏡を消化管内で移動させる。図 4 に示されていないが、カプセル内視鏡制御設備 200 は、磁気センサレイ 160 をさらに備えてもよい。

【0057】

図 5 は、図 4 に示される 2 自由度回転プラットフォーム 240 の構造模式図である。回転プラットフォーム 240 は、電気制御型回転プラットフォームであり、互いに連結されている第 1 のエンクロージャ 241 と第 2 のエンクロージャ 242 を備える。第 1 のエンクロージャ 241 内には、縦軸を中心とする 360 度の回転を提供する第 1 のモータ 243 が設けられ、第 2 のエンクロージャ 242 内には、水平軸を中心とする 360 度の回転を提供する第 2 のモータ 244 が設けられる。具体的な接続構造は、図 18 に示されるように、第 1 のモータ 243 は、ハーモニックドライブ減速機 1845、カップリング 1846 を介して主軸 1847 の一端に接続され、主軸 1847 の他端は第 2 のエンクロージャ 242 に接続され、この接続構造によって、第 1 のモータ 243 は、第 2 のエンクロージャ 242 を縦軸を中心に 360 度回転させる。第 2 のモータ 244 はハーモニックドライブ減速機 1845、同期プーリ及びタイミングベルト 249 を通じて永久磁石 230 に接続され、第 2 のモータ 244 は永久磁石 230 を水平軸を中心に 360 度回転させる。ここで、同期プーリは主同期プーリ 248a 及び副同期プーリ 248b を含む。また、該第 1 のエンクロージャ 241 の一方側には、水平回転ボタン 246 と垂直回転ボタン 247 を有する制御ハンドル 245 が設けられる。回転プラットフォーム 240 における制御ハンドル 245 により永久磁石 230 を制御してその空間的位置を調整することができ、具体的に、制御ハンドル 245 の水平回転ボタン 246 及び垂直回転ボタン 247 では、それぞれ永久磁石 230 の水平回転及び垂直回転を制御し、これによって、2 自由度で回転して位置決めすることが実現できる。該電気制御型回転プラットフォームによって、作業負荷をさらに低下することができる。また、空気圧バランスアーム 210 は、ブーム 211 に接続された永久磁石 230 を三次元空間において移動して位置決めし、これにより、消化管内のカプセル内視鏡を 5 自由度で移動させる。2 自由度回転プラットフォーム 240 が電気制御型回転プラットフォームである場合、2 自由度回転プラットフォーム 240 の補償角度 α は第 1 のモータ 243 及び第 2 のモータ 244 によって自動的に補償される。

【0058】

図 6 は、永久磁石 230 が空気圧バランスアーム 210 により制御されて移動する場合の被検者の上方の空間移動領域の模式図である。この場合、永久磁石 230 が検出可能な範囲は、図示するように、被検者の所在する領域 299 の上方の永久磁石の移動範囲 239 が所在する領域である。ここで、被検者の消化管の長さを L_1 、消化管の幅を W_1 、消化管の高さを H_1 とする。該永久磁石の移動範囲 239 は、幅 W_2 が消化管の幅 W_1 とほぼ等しく、長さ L_2 が消化管の長さ L_1 に相当し、高さ H_2 が人体の表面から人体内のカプセル内視鏡の磁性体が永久磁石 130 による制御を逸脱しうる位置までの距離を意味する。

【0059】

図 7 は、被検者の一側から観察された、本発明の一実施例における空気圧バランスアーム 110、210 及び 2 自由度回転プラットフォーム 140、240 の共同作用による、永久磁石の有効到達領域の模式図である。三角形領域は永久磁石が到達不能な領域である。図面から分かるように、空気圧バランスアーム 110、210 及び 2 自由度回転プラットフォーム 140、240 の共同作用下では、永久磁石は人体の消化管領域を囲む領域全体に到達することができ、従来技術に比べて、検出可能な領域が明らかに広がり、検出精度の向上及び検出範囲の拡大に有利である。

【0060】

図8は、別の一実施例では、被検者の身体の上から観察された、永久磁石の有効到達領域の模式図である。図示するように、長方形領域は被検者の消化管の長さ $L1$ と幅 $W1$ からなる平面領域である。円形領域及び長方形領域のハッチング領域は永久磁石の有効到達領域である。

【0061】

図9は、別の一実施例では、上面視における永久磁石の有効到達領域の模式図である。図示するように、中心線を通るものは、空気圧バランスアームの上部バランスアーム、後末端アーム及び前末端アームであり、図面における点線の円は上記各部材がそれぞれ到達し得る領域である。上部バランスアームと後末端アームとは360度回転可能な枢軸を通じて互いに接続され、後末端アームと前末端アームとは360度回転可能な枢軸を通じて互いに接続されるので、空気圧バランスアームにより駆動される永久磁石の有効到達領域は、最外側の円形領域となる。図9に示すように、後末端アームの長さを $D2$ 、前末端アームの長さを $D1$ とする場合、本発明の一実施例では、 $D1 = D2$ であり、即ち、前末端アームと後末端アームの長さが等しい。よって、後末端アームと前末端アームがそれぞれ到達し得る領域は、実質的には軸心に対して対称的であり、人の消化管のすべての領域を覆うことができ、不適切な長さの原因で一部の領域が検出できないことはない。

【0062】

本発明のカプセル内視鏡制御設備の検出領域が広いと、図6～図9に示されるように、臨床的に使用するに当たり、人体の体位については検査ベッドに横たわることに制限されず、座ったり立ったりして検査を受けることも可能である。座って検査を受ける場合、操作者は2自由度回転プラットフォームを手動で操作して被検者の消化管の周辺で検出を行うことができ、この場合にも、検出目的を達成できる。

【0063】

図15は、スプリング式バランスアーム装置310の構造模式図である。スプリング式バランスアーム装置310は支持用基台312を備え、該基台は、底部が固定されたものであり、図面における壁掛け式であってもよく、又は天井に固定されてもよい（未図示）。該スプリング式バランスアーム装置310は、基台の頂端に接続された水平揺動アーム313をさらに備える。該水平揺動アーム313の他端には、水平揺動アーム313と一定の角度をなす上部バランスアーム314、下部バランスアーム315及びスプリング316が設けられる。上部バランスアーム314と下部バランスアーム315は互いに平行であり、スプリング316は変形により上部バランスアーム314及び下部バランスアーム315に上向き又は下向きの動力を提供する。上部バランスアーム314及び下部バランスアーム315は、スプリング316の作用により上下方向及び水平方向において360度移動することが可能である。前記スプリング316は、図16に示すように、通常のスプリング又はガススプリングであってもよい。

【0064】

該水平揺動アーム313と該基台312は枢軸を通じて互いに接続され、且つ該水平揺動アーム313と上部バランスアーム314及び下部バランスアーム315も枢軸を通じて互いに接続され、該水平揺動アーム313は軸に沿って360度で水平回転可能である。該ブーム311は、該上部バランスアーム314、下部バランスアーム315及びスプリング316の他端に垂直に接続される。本発明では、該上部バランスアーム314、下部バランスアーム315及び水平揺動アーム313はすべて剛性アームである。

【0065】

このように、スプリング式バランスアーム装置310の剛性アームは、ブーム311の末端に固定された永久磁石130の重量を常に負荷し、重力に抵抗して該永久磁石130を上下、左右の隅々まで全方位的に移動させ、そして重力平衡を達成することができる。

【0066】

図17に示すように、本発明は別の一実施形態をさらに開示する。本実施形態では、スプリング式バランスアーム装置310は、底部が固定された支持用基台312を備える。

スプリング式バランスアーム装置 310 は、基台 312 の頂端に接続された水平揺動アーム 313 をさらに備え、水平揺動アーム 313 の他端には、水平揺動アーム 313 と一定の角度をなす上部バランスアーム 314、下部バランスアーム 315、上部コイルスプリング 317、及び下部コイルスプリング 318 が設けられる。上部バランスアーム 314 と下部バランスアーム 315 は互いに平行であり、上部コイルスプリング 317 は水平揺動アーム 313 の一端に設けられ、下部コイルスプリング 318 はブーム 311 の一端に設けられる。この接続構造によって、上部コイルスプリング 317 及び下部コイルスプリング 318 の変形により、上部バランスアーム 314 及び下部バランスアーム 315 に上向き又は下向きの動力を提供することができる。上部バランスアーム 314 及び下部バランスアーム 315 は、上部コイルスプリング 317 及び下部コイルスプリング 318 の作用により上下方向、及び水平方向において 360 度偏向することができる。

10

【0067】

本願では、前記通常のスプリング、上部コイルスプリング、下部コイルスプリング又はガススプリングはいずれも荷重の平衡に用いられ、手動の労力又はメカニカルアームのモータ出力への要求を低減させる。図 19 に示すように、各スプリングが変形すると、2つの方向の弾性力 F_1 及び F_2 が生じて、弾性力 F_1 及び F_2 が上部バランスアーム及び下部バランスアームに作用し、関係式： $F_2 = \sin \alpha \times F_1$ を満たし、その中で、 F_2 は荷重を平衡するためのものである。

【0068】

磁気センサアレイ 160 の取り付け位置が基台 312 の取り付け位置により決まる。基台 312 が壁掛け式のものである場合、磁気センサアレイ 160 は基台 312 付近の壁面に取り付けられ、基台 312 が天井に固定される場合、磁気センサアレイ 160 は基台 312 付近の天井に取り付けられる。

20

【0069】

従来技術に比べて、まず、本発明では、2自由度回転プラットフォーム 140、240 及び永久磁石 130、230 の重力が常に空気圧バランスアーム 110、210 又はスプリング式バランスアーム 310 で負荷されるため、従来技術における精密メカニカルアームによるコストを大幅に削減することが可能になる（通常、メカニカルアームのコストは百万人民元程度である。）。

【0070】

次に、本発明では、空気圧バランスアーム 110、210 又はスプリング式バランスアーム 310 を利用することによって、永久磁石 130、230 を被検者の上方領域で昇降したり前後左右に移動したりさせる課題を解決し、具体的には、ブーム 111 の回転により、その下の永久磁石 130、230 が駆動されて被検者の消化管領域の前後左右及び上方の領域全体の隅々まで全方位的且つ正確に位置決めされ、これにより、検出精度が高まる。

30

【0071】

さらに、該 2自由度回転プラットフォーム 140、240 が該永久磁石 130、230 を駆動して水平及び垂直方向に回転させることで、水平方向及び垂直方向における 2自由度回転・位置決めが実現できる。そして、手動で制御可能であり、構造が簡単であり、簡便に操作でき、作業負荷を低減し、また電磁放射を減少することが実現できる。

40

【0072】

また、本発明のカプセル内視鏡制御設備は、2自由度回転プラットフォームを組み合わせることによって、「人—永久磁石」という簡単な伝達を実現し、システムをより簡素化させ、永久磁石が人体によりフィットして作動するようになり、人体の周辺領域で移動することができ、これによって、カプセル内視鏡をより直接且つ効果的に制御できる。

【0073】

よって、該カプセル内視鏡制御設備は、バランスアーム装置と 2自由度回転プラットフォームとを組み合わせることで、5自由度の運動範囲を提供し、永久磁石を制御することで、カプセル内視鏡を自在に制御することを実現する。また、バランスアーム装置と手動

50

型２自由度回転プラットフォームとの組み合わせは、構造が簡単であり、簡便に操作でき、電磁放射がなく、このように、システム全体のコストダウン及び高精度が達成できる。

【 0 0 7 4 】

以上で示されて説明された実施態様は、本発明の実施例に過ぎない。本発明における詳細な構造と機能を含む大量な特徴及び利点が上記内容で説明されたが、当業者によって自明のように、上記内容は、本発明を説明するためだけであり、本発明の細部、特に部材の形状、大きさ及び配置方式の特徴は、本発明の主旨を逸脱せず、特許請求の範囲に記載の用語の広義で通常の意味により決められる全範囲内で変更可能である。

10

20

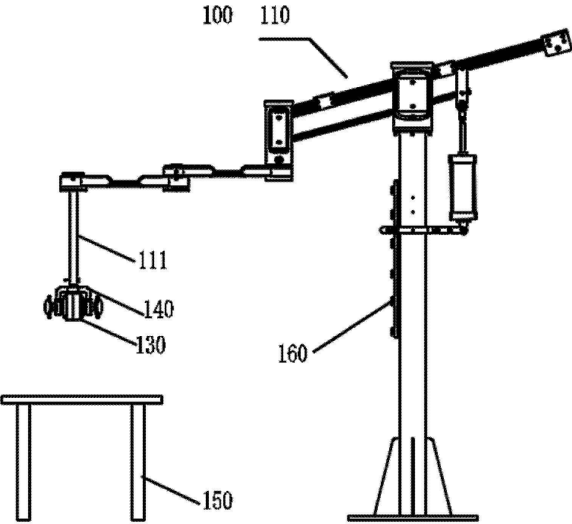
30

40

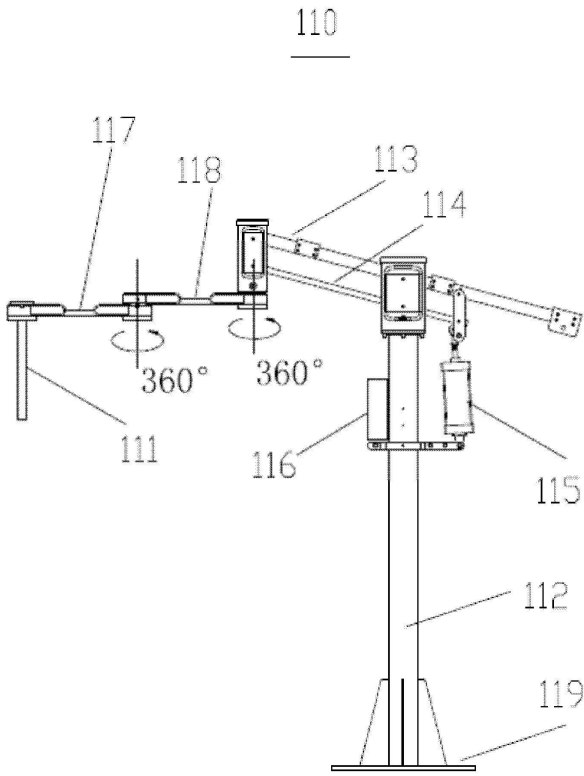
50

【図面】

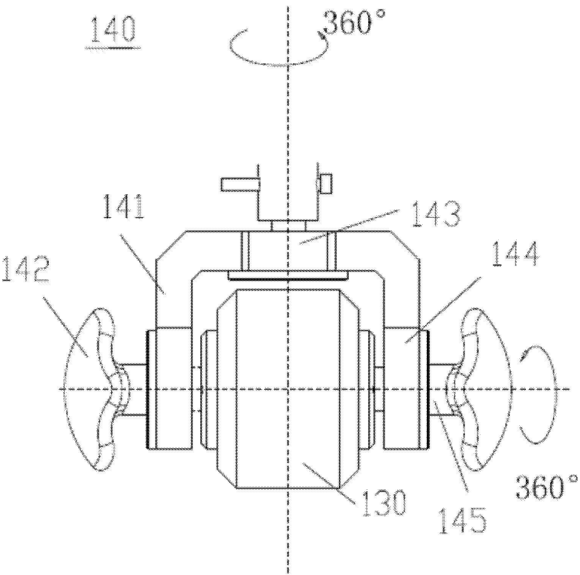
【図 1】



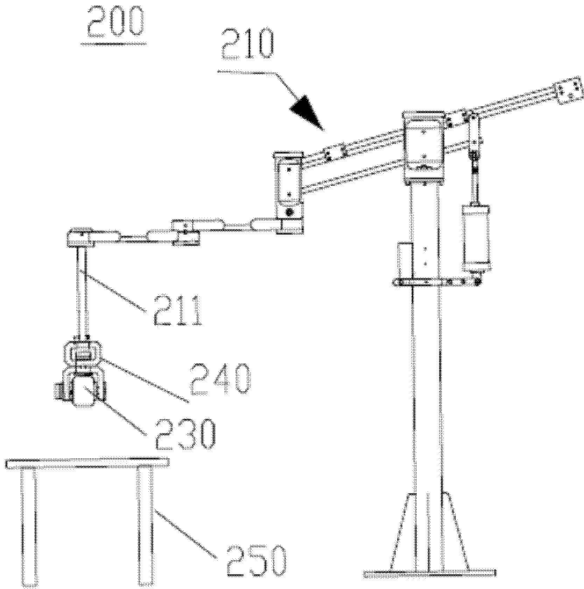
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

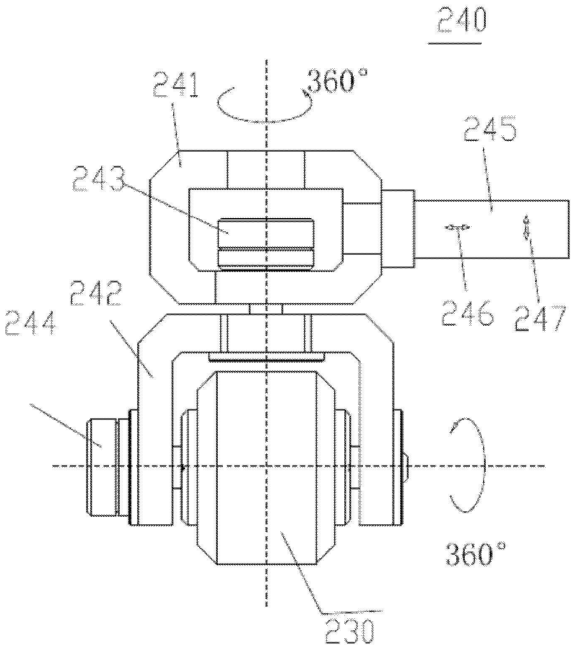
20

30

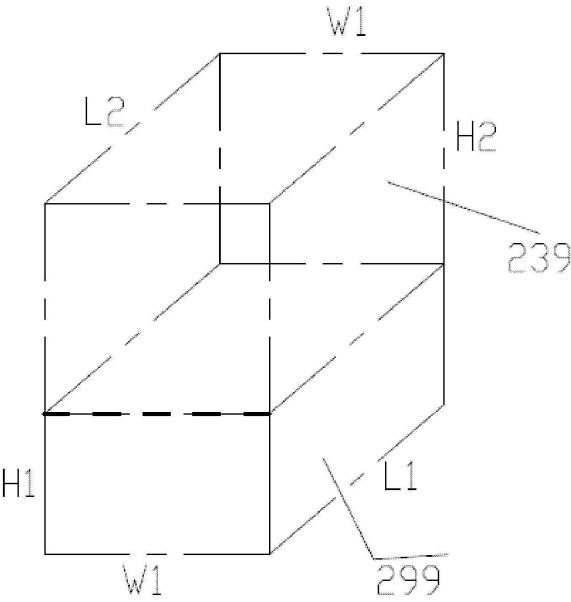
40

50

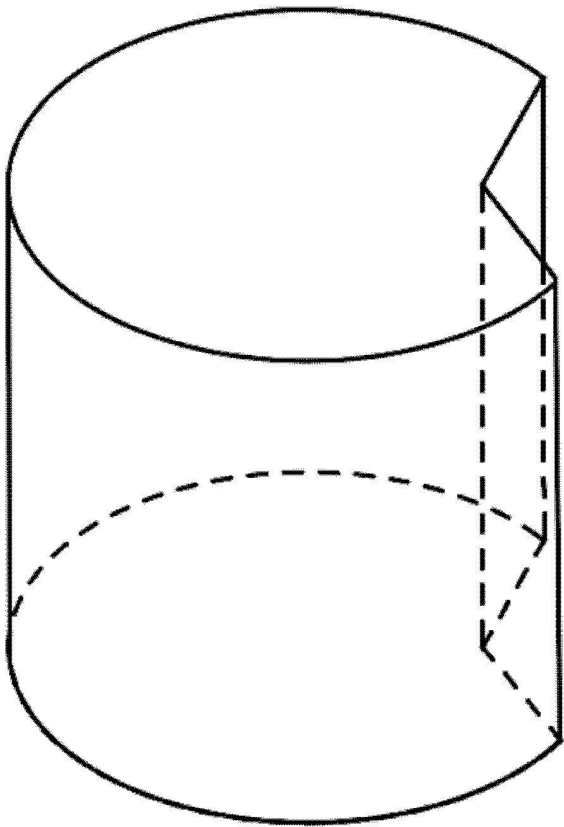
【図 5】



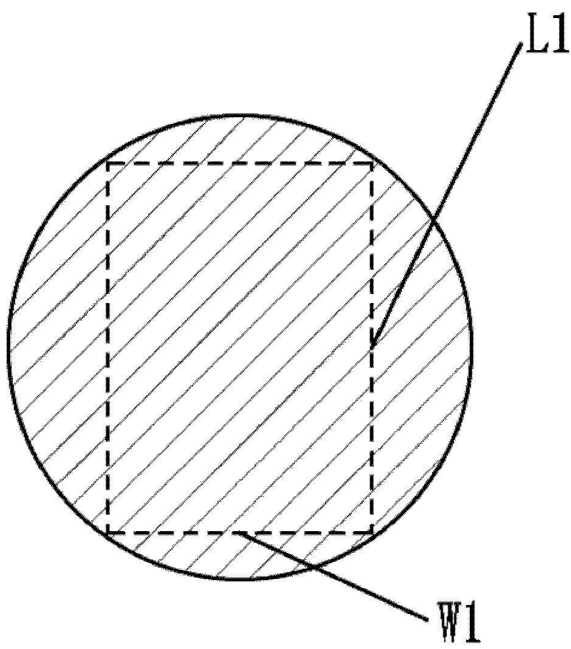
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

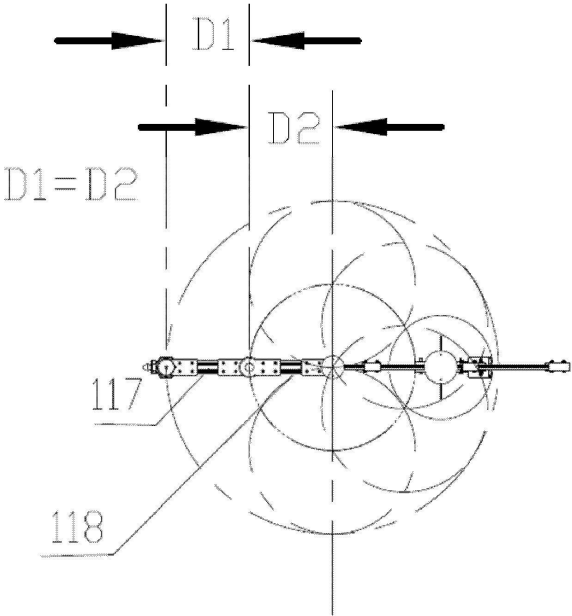
20

30

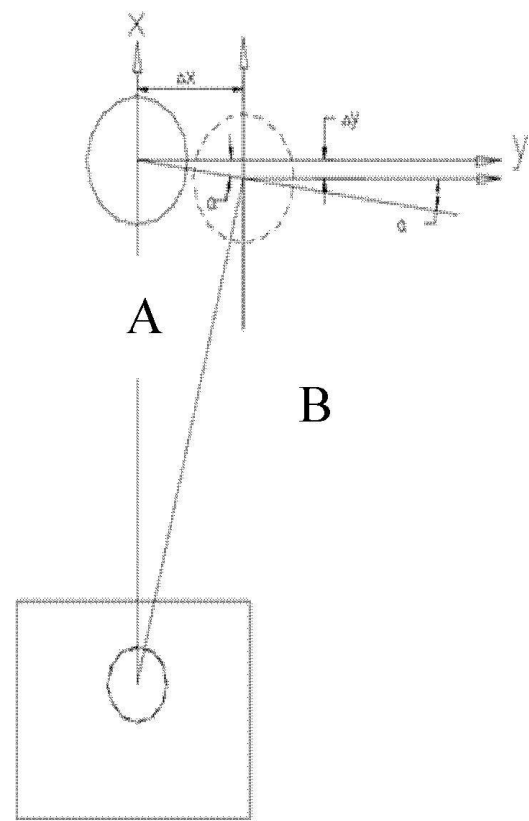
40

50

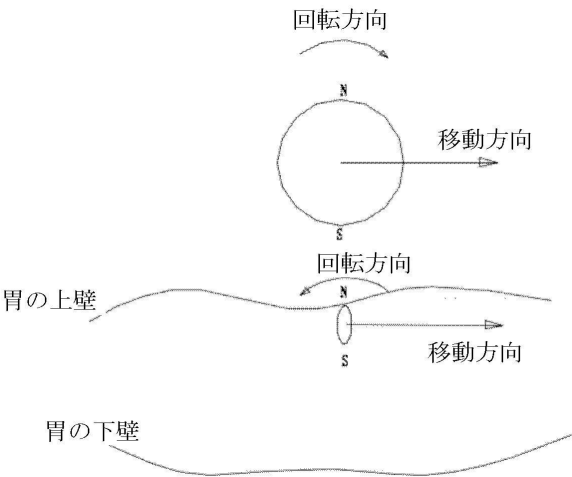
【図 9】



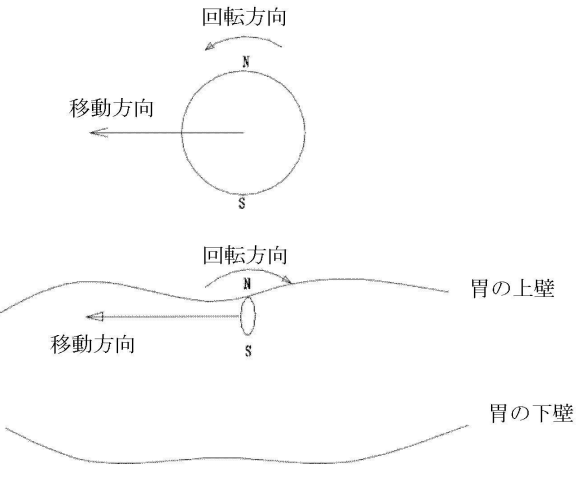
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

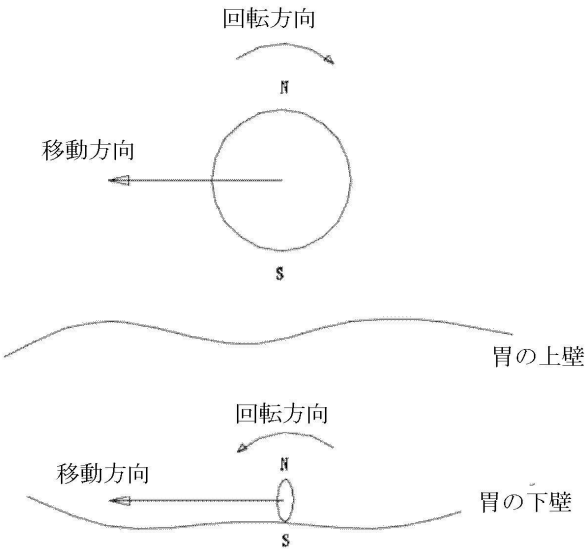
20

30

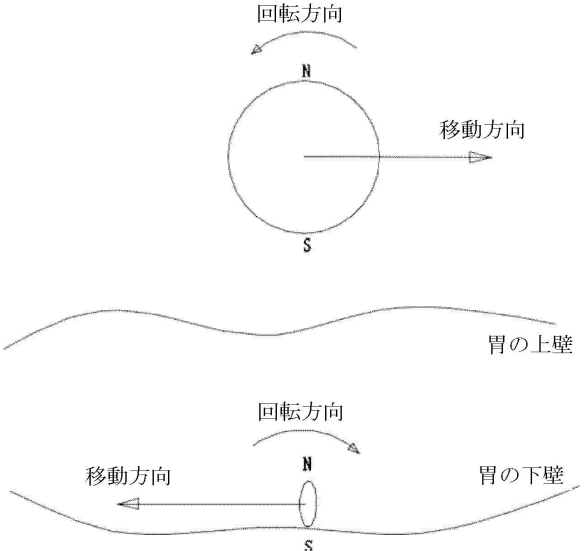
40

50

【図 1 3】

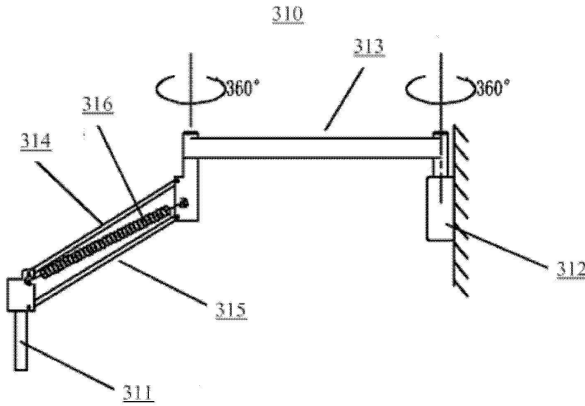


【図 1 4】

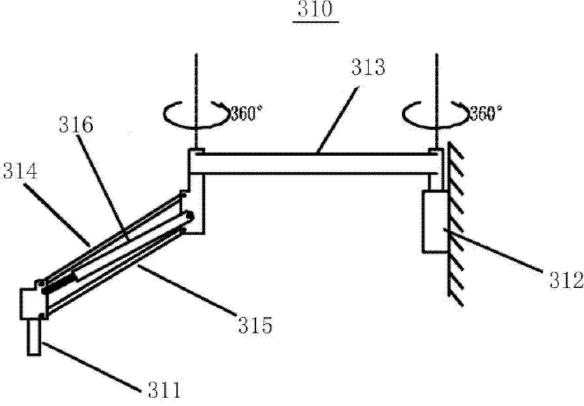


10

【図 1 5】



【図 1 6】



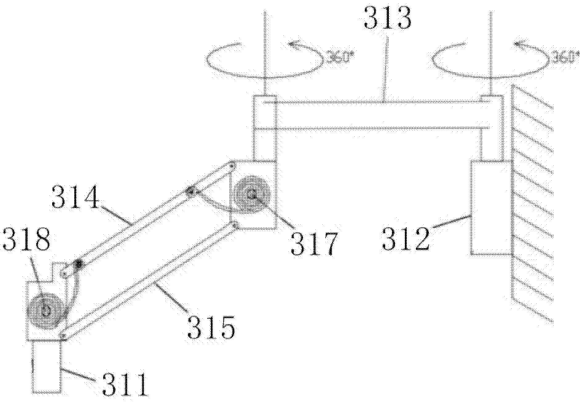
20

30

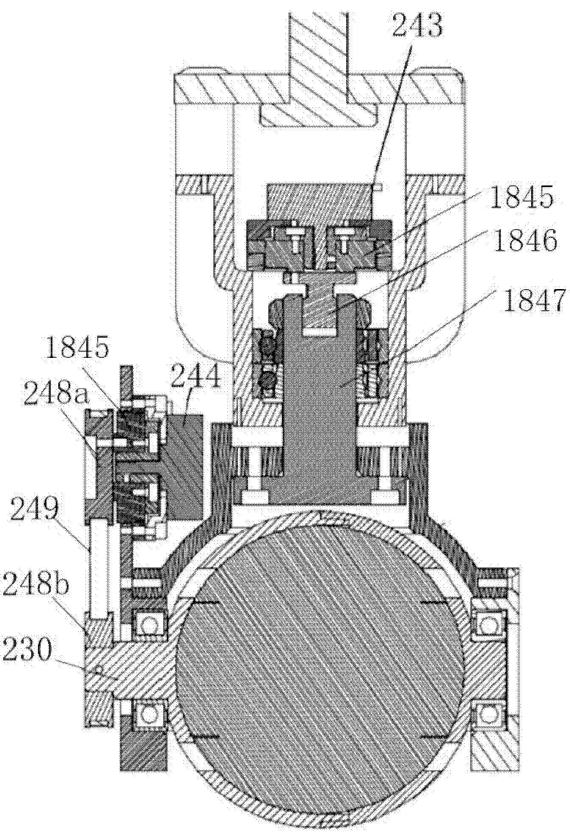
40

50

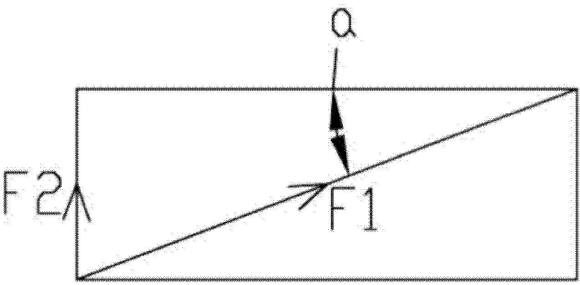
【図 17】



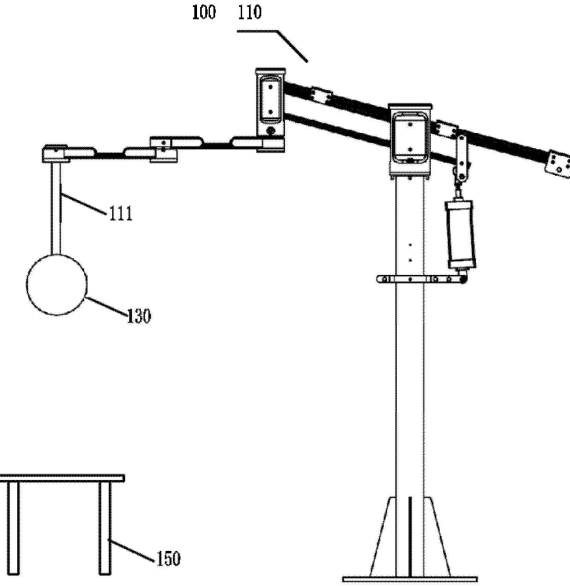
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

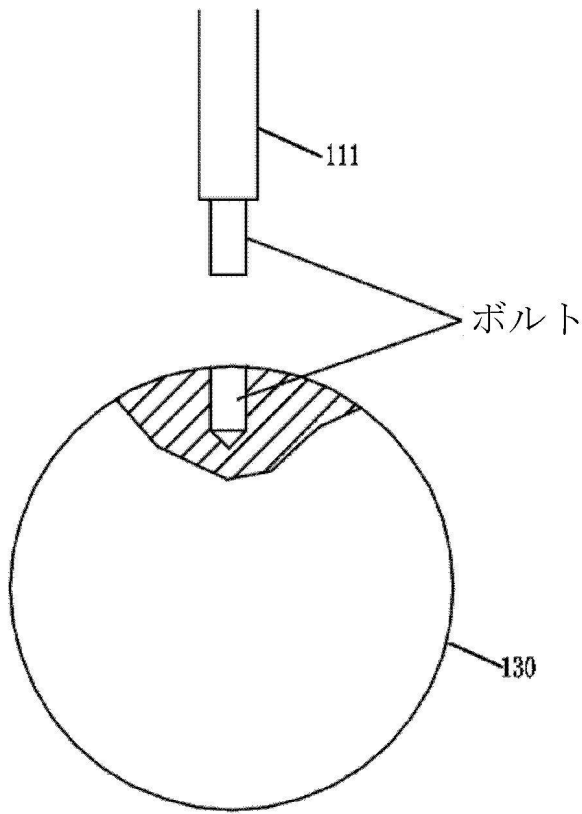
20

30

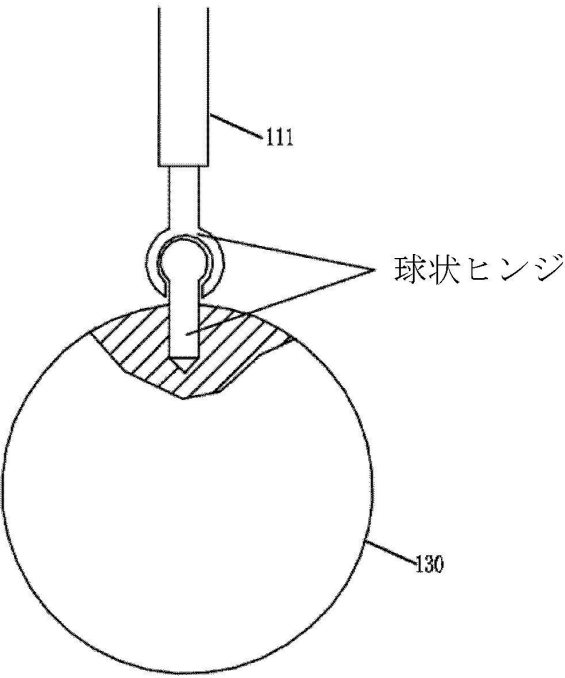
40

50

【図 2 1】



【図 2 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

エーエヌエックス アイピー ホールディング プライベート リミテッド
シンガポール共和国 シンガポール (408732) オックスレー ビズハブ #10-42 71
ユービーアイ ロード1

(74)代理人 100124039

弁理士 立花 顕治

(72)発明者 ドゥアン シャオドン

アメリカ合衆国 94566 カリフォルニア州 プレザントンパセオ サンタ クルーズ 7885

(72)発明者 チァン シャオバン

中華人民共和国 シャンハイ ブドン ニュー ディストリクト チュアンキャオ ロード 435

審査官 高松 大

(56)参考文献 特表2016-515444 (JP, A)

特開2013-094672 (JP, A)

特表2008-503310 (JP, A)

米国特許出願公開第2013/0267788 (US, A1)

米国特許出願公開第2014/0288416 (US, A1)

特開2011-147785 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 1/00