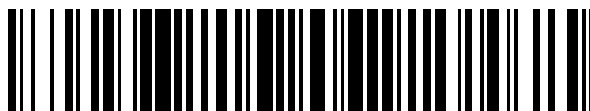


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 891 858**

51 Int. Cl.:

**A61B 1/00** (2006.01)

**A61B 1/04** (2006.01)

**A61B 34/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2017 PCT/CN2017/103063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2018 WO18054368**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2017 E 17852435 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.09.2021 EP 3515280**

54 Título: **Sistema y procedimiento de uso de un dispositivo de cápsula**

30 Prioridad:

**23.09.2016 US 201615274771**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.01.2022**

73 Titular/es:

**ANKON MEDICAL TECHNOLOGIES (SHANGHAI)  
CO., LTD (50.0%)**

**Building No. 1, 2218 Jinsui Road, Pilot Free Trade  
Zone, Pudong New District**

**Shanghai 201206, CN y**

**ANX IP HOLDING PTE. LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DUAN, XIAODONG y**

**ZHANG, SHAOBANG**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 891 858 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento de uso de un dispositivo de cápsula

**Referencia cruzada****Campo técnico de la divulgación**

- 5 La presente solicitud de patente se refiere la técnica de dispositivos de cápsula para ser utilizados en aplicaciones relacionadas con la medicina y, más particularmente, a los sistemas para utilizar dos medios generadores magnéticos externos para navegar una cápsula magnética a través del tracto GI de un paciente.

**Antecedentes de la divulgación**

- 10 El endoscopio de cápsula magnética controlable ha sido ampliamente utilizado comercialmente en el examen del estómago y ha mostrado ser muy exitoso. Sin embargo, en la actualidad no se utiliza el mismo endoscopio de cápsula con control magnético para colocarlo dentro del intestino delgado y el colon para realizar un examen rutinario.

- 15 Hasta la fecha, existen tres tipos de sistemas de generación de campo magnético externo para guiar un endoscopio de cápsula magnética mientras se desplaza por el tracto gastrointestinal de un paciente. Se trata de bobinas electromagnéticas, electroimanes e imanes permanentes. Para cumplir el requisito de proporcionar una fuerza motriz suficiente, mediante un campo magnético externo o un gradiente magnético externo, para mover un típico endoscopio de cápsula magnética a través del intestino delgado del paciente, el consumo de energía de las bobinas electromagnéticas y los sistemas de electroimanes es muy grande, y la disipación de calor puede hacer que estos sistemas sean aún más voluminosos y, eventualmente, muy caros de construir y operar. Además, para las bobinas electromagnéticas y los sistemas de electroimanes, la compatibilidad electromagnética (EMC) es también un gran reto, y los posibles problemas de seguridad relacionados con el campo electromagnético también suponen cierta preocupación.

- 25 En comparación con las bobinas electromagnéticas, el imán permanente es una forma mucho más limpia y eficiente de generar un gran campo magnético o gradiente de campo. Sin embargo, el algoritmo de control del imán permanente es mucho más complejo que el de las bobinas electromagnéticas. El electroimán tiene un poco más de flexibilidad que el imán permanente, ya que su fuerza puede ser ajustada por la corriente. Sin embargo, para el control del movimiento de la cápsula magnética, el electroimán tiene el mismo orden de complejidad que el campo magnético permanente. Y para conseguir el mismo campo magnético o gradiente de campo, el electroimán ocupará un espacio 2-3 veces mayor que el imán permanente. En cuanto al imán permanente, la forma de esfera es la más eficiente para la generación de campo remoto o gradiente de campo.

- 30 Por lo tanto, se necesita un sistema de control magnético para navegar una cápsula a través del intestino delgado, dicho sistema debe emplear un dipolo magnético permanente externo y fácil de usar.

- 35 El documento US 2015/0018614 A1 proporciona un sistema para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en un tracto gastrointestinal humana. El sistema comprende un dipolo magnético para su colocación en el tracto gastrointestinal humana, un imán externo en forma de esfera que genera un campo magnético dipolar y aplica una fuerza de campo magnético externo traslacional y/o rotacional al endoscopio de cápsula, y un sistema de control para mover el imán externo para manipular el objeto a lo largo del eje variable en una dirección de movimiento deseada.

- 40 El documento US 2016/0213232 A1 proporciona un dispositivo de guiado que incluye : un imán permanente; una porción de alojamiento; un miembro de apantallamiento configurado para apantallar el campo magnético generado por el imán permanente; un mecanismo de soporte configurado para soportar el imán permanente entre una primera posición y una segunda posición; una unidad de accionamiento configurada para operar el mecanismo de soporte tras recibir una fuente de alimentación eléctrica; y un mecanismo de movimiento del miembro de apantallamiento configurado para mover el miembro de apantallamiento entre una posición de apantallamiento y una posición de no apantallamiento en conjunción con una operación del mecanismo de soporte que hace que el imán permanente se mueva en una dirección vertical. Cuando el suministro de energía eléctrica a la unidad de conducción se detiene, el mecanismo de movimiento del miembro de blindaje mueve el miembro de blindaje a la posición de blindaje en conjunción con una operación del mecanismo de soporte que causa que el imán permanente se mueva a la primera posición.

- 50 El documento WO 2013/168710 A1 proporciona un dispositivo de guiado que incluye un imán permanente que tiene una forma que permite generar un campo magnético adecuado para guiar un aparato médico de cápsula. El dispositivo de guiado aplica un campo magnético a un endoscopio de cápsula dentro del cual está dispuesto un primer imán permanente cuando el endoscopio de cápsula se introduce en un sujeto, para guiar el endoscopio de cápsula dentro del sujeto. El dispositivo de guía incluye un imán permanente extracorpóreo configurado para ser dispuesto fuera del sujeto. El imán permanente extracorpóreo es un segundo imán permanente que tiene un primer plano que contiene una dirección de magnetización y una primera dirección ortogonal a la dirección de

magnetización y confina el endoscopio de cápsula dentro de una región orientada al primer plano. En el imán permanente extracorpóreo, la longitud en la primera dirección es mayor que la longitud en la dirección de magnetización.

- 5 El documento US 2016/0022124 A1 proporciona un dispositivo y un sistema de control de endoscopios de cápsula. El dispositivo de control del endoscopio de cápsula comprende: un armazón; un aparato giratorio, dispuesto en el armazón; un brazo de movimiento, fijado al aparato giratorio, un extremo del brazo de movimiento provisto de un imán permanente; y un aparato de accionamiento, conectado eléctricamente al aparato giratorio y al brazo de movimiento, y configurado para recibir una instrucción de control de movimiento externa, accionar el aparato giratorio, el brazo de movimiento y el imán permanente para que se muevan, y controlar la posición y la postura de la cápsula endoscópica en un cuerpo humano mediante una fuerza magnética del imán permanente. Según la presente invención, por medio de un control eléctrico, el aparato de accionamiento controla el movimiento del aparato giratorio y del brazo de movimiento, el imán permanente dispuesto en el brazo de movimiento controla la posición y la postura del endoscopio de cápsula en el cuerpo humano, de tal manera que el endoscopio de cápsula capta imágenes completas en el estómago, y se mejora la exactitud y la precisión del diagnóstico médico.
- 10
- 15 El documento WO 2009/107892A1 proporciona un sistema de endoscopio que utiliza un endoscopio de tipo cápsula colocado en un cuerpo humano. Más particularmente, el sistema de endoscopio es capaz de detener y mover el endoscopio tipo cápsula colocado en un órgano del cuerpo humano, para un diagnóstico fotográfico por ejemplo, a través de un control remoto desde el exterior del cuerpo humano utilizando una fuerza magnética. Según la realización de la presente invención, dado que se genera un campo magnético giratorio utilizando dos imanes dispuestos simétricamente con respecto al endoscopio tipo cápsula, el tamaño del imán puede reducirse para obtener la misma magnitud de fuerza magnética en comparación con la técnica convencional que utiliza un solo imán. Dado que las fuerzas magnéticas ejercidas por dos imanes en el endoscopio tipo cápsula se compensan entre sí, la fuerza magnética no sería excesivamente operada en las direcciones radiales del endoscopio tipo cápsula. De este modo, se puede prevenir el daño del órgano por la excesiva fuerza magnética.
- 20
- 25 El documento US2013/0303847A1 proporciona un dispositivo tragable con un exterior blando y conforme, cuya forma puede ser modificada mediante el uso de campos magnéticos, y que puede ser desplazado en un movimiento de rodadura mediante el control magnético desde el exterior del paciente. La presente invención podría utilizarse para una variedad de aplicaciones médicas dentro del tracto gastrointestinal, incluyendo, pero sin limitación, la administración de fármacos, la biopsia, la cauterización por calor, la detección del pH, la detección bioquímica, la microcirugía y la obtención de imágenes activas.
- 30

### Sumario de la invención

La presente invención da a conocer un sistema que puede utilizarse para examinar el tracto gastrointestinal de un paciente.

- 35 Un problema técnico resuelto por la presente invención es que una cápsula magnética puede ser suspendida en un lugar objetivo sin ningún tipo de soporte físico, como por ejemplo estar apoyada en la pared, colgada de la parte superior, o suspendida en un líquido.

Otro problema técnico resuelto por la presente invención es que una cápsula magnética puede moverse linealmente tanto horizontal como linealmente de forma muy controlable, sin ningún movimiento errático.

- 40 Otro problema técnico resuelto por la presente invención es que una cápsula magnética puede ajustar la orientación sin estar apoyada y el grado del ajuste está entre 0-45 grados.

Otro problema técnico resuelto por la presente invención es que una cápsula magnética puede rotar suavemente, ya sea en rotación vertical o en rotación plana.

- 45 Otro problema técnico resuelto por la presente invención es que un movimiento general de la cápsula es asistido por dos bolas magnéticas y las dos bolas magnéticas pueden trabajar individual y coherentemente.

Otro problema técnico resuelto por la presente invención es que el movimiento general de la cápsula es asistido por dos bolas magnéticas, pero en ciertas posiciones u orientaciones de la cápsula magnética, una bola magnética es un contribuyente mayor del movimiento y la otra bola magnética es un contribuyente menor del movimiento, pero en otras posiciones u orientaciones, las dos bolas magnéticas contribuyen igualmente al movimiento de la cápsula magnética.

- 50 Una ventaja de la presente invención es que la velocidad de movimiento de la cápsula puede ajustarse de dos maneras independientes, incluyendo el movimiento de las bolas magnéticas en una determinada dirección de movimiento y también bajo la fuerza del campo magnético combinado.

Por un lado, la presente invención proporciona una variedad de combinaciones de movimiento de la cápsula magnética, que no eran posibles anteriormente. Por otro lado, la presente invención proporciona una cápsula para moverse dentro de un área confinada con recorrido definido de forma muy controlable y tranquila.

55

Otra ventaja de la presente invención es que la cápsula magnética puede hacer una rotación suave a la izquierda y a la derecha a lo largo de un canal de colon. La cápsula magnética puede rotar de 0 a 360 grados de forma continua.

5 En el ámbito de la presente invención, la cápsula magnética puede moverse linealmente, incluyendo tanto horizontal como verticalmente, y la cápsula magnética puede rotar y girar entre 0-360 grados continuamente mientras mantiene su posición original, y la orientación de la cápsula puede ajustarse con precisión. Mediante la combinación de la rotación horizontal y vertical, la cápsula puede orientarse en cualquier dirección.

En un aspecto de la presente invención, se describe un sistema para controlar el movimiento de una cápsula magnética en un área objetivo.

10 dicha cápsula magnética tiene una dirección de longitud y el dipolo magnético colocado dentro de la cápsula magnética tiene una dirección de magnetización que coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética;  
 el sistema incluye un sistema de control magnético externo que comprende más de un medio de generación magnética, el más de un medio de generación magnética comprende dos bolas magnéticas  
 15 externas dispuestas en dos lados opuestos de la cápsula magnética, respectivamente; y  
 el sistema está dispuesto para realizar las etapas de: mover el sistema de control magnético externo a una primera posición con una primera orientación, configurada para mover la cápsula magnética en una primera dirección de movimiento, en la que la primera dirección de movimiento coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética; y  
 20 generar un campo magnético externo combinado configurado para suministrar una fuerza a la cápsula en la dirección de longitud de la cápsula magnética.

**Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones ejemplares de la divulgación se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

25 La Figura 1 muestra una ilustración esquemática de un sistema de cápsula magnética de acuerdo con aspectos de la presente invención;  
 La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de un sistema ejemplar de control magnético externo de acuerdo con aspectos de la presente invención; en el que la cama se extiende fuera de los marcos de soporte;  
 30 La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de un sistema ejemplar de acuerdo con aspectos de la presente invención; en el que la cama se coloca dentro de los marcos de soporte;  
 La Figura 4 muestra una vista en perspectiva desglosada de un sistema ejemplar de acuerdo con aspectos de la presente invención; en la que la cama se coloca dentro de los marcos de soporte y los conjuntos no se colocan juntos para ilustrar mejor la estructura del sistema;  
 35 La Figura 5 muestra una vista en perspectiva despiezada de un sistema ejemplar de acuerdo con aspectos de la presente invención, en la que la plataforma o cama se retira para que los componentes estructurales puedan ser claramente visualizados y etiquetados;  
 La Figura 6 es una vista transversal del sistema magnético externo, cuando se observa desde la parte posterior del sistema de control magnético externo;  
 La Figura 7 es una vista lateral izquierda del sistema de control magnético externo de la Figura 6;  
 40 La Figura 8 es una vista superior del sistema de control magnético externo de la Figura 6;  
 La Figura 9 es una ilustración de una cápsula magnética de acuerdo con el aspecto de la presente invención;  
 La Figura 10 es un diagrama esquemático para ilustrar que la cápsula puede moverse horizontalmente a lo largo de un plano XY, en el que la dirección de magnetización de la cápsula es la misma que la dirección de movimiento hacia adelante;  
 45 La Figura 11 es un diagrama esquemático para ilustrar que una cápsula puede alejarse verticalmente del plano XY en la dirección z, en la que la dirección de magnetización de la cápsula es la opuesta a la dirección de movimiento hacia adelante;  
 La Figura 12 es un gráfico de distribución relativa de fuerza y campo magnético cuando las posiciones de las dos bolas magnéticas y la cápsula magnética son las indicadas en la Figura 11;  
 50 La Figura 13 es una ilustración esquemática de otra condición de operación en la que las magnetizaciones de las dos bolas magnéticas son opuestas a la cápsula magnética;  
 La Figura 15 es un gráfico de distribución relativa de fuerza y campo magnético cuando las posiciones de las dos bolas magnéticas y la cápsula magnética son las indicadas en la Figura 13;  
 55 La Figura 14 es la ilustración esquemática de otra condición de operación en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones de ambas bolas son iguales y las direcciones de magnetización son imágenes especulares entre sí a lo largo del plano medio entre las mismas;  
 La Figura 16 es la ilustración esquemática de otra condición de operación en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones de ambas bolas son iguales y las direcciones de magnetización son imágenes especulares entre sí a lo largo del plano medio entre las mismas, y en la que  
 60 la cápsula magnética es arrastrada hacia adelante;

La Figura 17 es una ilustración esquemática de otra condición de operación en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones son iguales y las direcciones de magnetización son imágenes especulares entre sí a lo largo del plano medio entre las mismas, y en la que la cápsula magnética es arrastrada hacia adelante;

La Figura 18 es una posición inicial y orientación de la cápsula magnética y de las bolas magnéticas externas en un proceso para cambiar una cápsula magnética a través del ajuste en el sistema magnético externo;

La Figura 19 es una posición y orientación acabada de la cápsula magnética y de las bolas magnéticas externas en un proceso para cambiar una cápsula magnética a través del ajuste en el sistema magnético externo;

La Figura 20 es otra posición acabada y orientación de la cápsula magnética y las bolas magnéticas externas en un proceso alternativo para cambiar una cápsula magnética a través del ajuste en el sistema magnético externo;

Las Figuras 21-24 son una ilustración esquemática de cómo rotar una cápsula magnética en el plano xz;

La Figura 25 es una vista superior de una ilustración esquemática de cómo rotar una cápsula magnética en el plano xy;

La Figura 26 muestra una vista lateral de un diagrama esquemático de cómo hacer rotar una cápsula magnética en el plano xy;

Las Figuras 27 y 28 muestran vistas laterales de un diagrama esquemático para ilustrar cómo ajustar la posición de las bolas magnéticas para mover la cápsula magnética verticalmente; y

La Figura 29 es un diagrama de flujo del proceso para mostrar cómo se utiliza el sistema de control magnético externo.

#### Descripción detallada de ejemplos seleccionados

En lo sucesivo, se describirán en detalle, con referencia a los dibujos adjuntos, ejemplos seleccionados de un procedimiento de cómo utilizar un dispositivo de cápsula magnética que se colocará en una ubicación objetivo y un sistema que se utilizará para realizar las etapas del procedimiento previsto. Para simplificar, la cápsula magnética se explica en el contexto de las aplicaciones biomédicas, es decir, el lugar objetivo es un lugar in vivo, por ejemplo, un lugar dentro de un tracto digestivo. Para simplificar, el dispositivo médico en la presente memoria divulgado está diseñado para ser colocado in vivo. Uno de los procedimientos no invasivos de administración es la ingestión en el tracto digestivo. Por lo tanto, el dispositivo médico en la presente memoria divulgado se denomina cápsula, lo que no debe interpretarse como una limitación de su forma, dimensión o tamaño. El dispositivo de cápsula divulgado en la presente memoria y los procedimientos de uso del mismo pueden ser implementados para muchas otras aplicaciones más allá de las aplicaciones biomédicas. En otra realización, la localización objetivo puede ser una localización in vitro, por ejemplo, el tracto GI in vitro de los animales. En otra realización, el lugar objetivo puede ser un modelo, por ejemplo, un modelo del tracto gastrointestinal.

El sistema divulgado en la presente memoria es sólo a título ilustrativo y no debe interpretarse como una limitación de lo que puede o no puede incluirse en dicho sistema. Para que el procedimiento, que no forma parte de la invención reivindicada, divulgado en el presente documento pueda llevarse a cabo, el sistema debe incluir dos medios primarios de generación magnética. En las realizaciones del procedimiento que se describen a continuación, los medios de generación magnética primaria se denominan bolas magnéticas. Las dos bolas magnéticas se ilustran como iguales en tamaño y fuerza magnética. Pero esta descripción de las dos bolas magnéticas es sólo para simplificar. Las etapas del procedimiento divulgado en la presente memoria pueden ser utilizados cualesquiera otros dos medios de generación magnética, con una amplia variedad de relaciones de tamaño y peso relativos y de fuerza magnética. Las dos generaciones magnéticas primarias en las ilustraciones de la Figura se muestran dispuestas en los lados opuestos de un paciente, concretamente en la parte superior e inferior del mismo. Estas disposiciones de posición relativa entre el paciente y las dos bolas magnéticas tampoco deben interpretarse como una limitación. Las dos bolas magnéticas y el paciente pueden disponerse de acuerdo con sus propósitos, conveniencia y comodidad para el paciente, siempre y cuando los principios físicos básicos de la presente invención se mantengan, entonces las etapas del procedimiento en la presente invención son aplicables a tal sistema.

La cápsula magnética, según la Figura 9, tiene una longitud, que es la dimensión más larga de la cápsula magnética. La dirección de longitud se denomina dirección de longitud de la cápsula magnética. La cápsula magnética no tiene por qué tener la forma de un cilindro con uno o dos medios extremos abombados, como se muestra en la Figura 9. La cápsula puede tener cualquier forma y peso siempre que el principio físico fundamental sea aplicable a la cápsula magnética.

En un ejemplo preferente de la presente invención, cuando la cápsula magnética se mueve linealmente, la dirección de movimiento es la misma, coincide o es paralela a la dirección de longitud de la cápsula magnética. La cápsula magnética se desplaza hacia delante significa que la cápsula magnética se desplaza teniendo su extremo frontal apuntando a la dirección del movimiento. La cápsula magnética se desplaza hacia atrás significa que la cápsula magnética se desplaza teniendo su extremo frontal apuntando al sentido contrario del movimiento. El extremo frontal, en un ejemplo preferente, comprende un medio de diagnóstico o un medio terapéutico, como una cámara. El extremo posterior, que se define como linealmente opuesto al extremo anterior, también puede incluir un medio de

diagnóstico complementario o un medio terapéutico en algunos ejemplos. La cápsula magnética tiene además una dirección de dipolo magnético, que es paralela a la longitud de la cápsula, ya sea hacia adelante o hacia atrás.

5 En el ámbito de la presente invención, M es una etiqueta para el momento magnético de los medios de generación magnética externa, que es la bola magnética externa; m es el momento magnético del imán dentro de la cápsula. Generalmente, el momento magnético M de las bolas magnéticas es de aproximadamente 25-25000 A/cm<sup>2</sup>, y el momento magnético m de la cápsula interior magnética es de aproximadamente 0,02-2A/cm<sup>2</sup>.

En un ejemplo, el momento magnético M de las bolas magnéticas es de aproximadamente 2000-3000 A/cm<sup>2</sup>. En otro ejemplo, el momento magnético m de la cápsula interior magnética es de aproximadamente 0,2cm<sup>2</sup>.

10 En el ámbito de la presente invención, la bola magnética externa tiene un diámetro de 8-10 cm, un recorrido de movimiento mínimo es de 30 cm de ancho, 30 cm de largo y 20 cm de alto; un recorrido de movimiento máximo es de 60 cm de ancho, 100 cm de largo y 50 cm de alto; un recorrido de movimiento preferente es de 40 cm de ancho, 60 cm de largo y 30 cm de alto.

15 En un primer aspecto de la presente invención, el procedimiento divulgado en el presente documento consiste en que la cápsula magnética puede ser introducida en una ubicación objetivo utilizando dos bolas magnéticas externas juntas, y la cápsula magnética es capaz de ser suspendida con o sin un soporte adicional y/o formar un contacto físico con otra superficie. Dicha superficie incluye, sin limitación, una pared interior de un colon o de un estómago, colocada encima de la cápsula magnética para permitir que ésta cuelgue de ella; una pared interior de un colon o de un estómago, colocada debajo de la cápsula magnética para permitir que ésta se sitúe encima de ella; un líquido y una interfaz para permitir que la cápsula magnética flote en ella. La cápsula magnética, bajo la influencia del campo magnético externo combinado generado por las dos bolas magnéticas externas, puede suspenderse en cualquier medio del área de examen del objetivo en cualquier posición relativa para cumplir su propósito de examen.

Las etapas del procedimiento incluyen:

25 preparar una cápsula en un área de examen; llevando dos bolas magnéticas al área de examen; colocar las dos bolas magnéticas de manera que la distancia entre los centros de las dos bolas magnéticas sea superior a 50 cm en la dirección vertical; suspender la cápsula magnética en un medio en un área objetivo en un área de examen, sin formar ningún contacto de una pared interior del área objetivo, en el que el medio es aire o CO<sub>2</sub>; medir el campo magnético combinado resultante por sensores magnéticos dentro de la cápsula; calcular una posición y orientación de la cápsula magnética por dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional dentro de la cápsula; ajustar la posición vertical y horizontal de las dos bolas magnéticas para que la cápsula se encuentre en una posición intermedia de dos bolas magnéticas.

35 En un segundo aspecto de la presente invención, el procedimiento divulgado en el presente documento está dirigido a permitir que una cápsula magnética, colocada en un área objetivo remota, se mueva linealmente, incluso horizontalmente.

40 Con referencia a las Figuras 10 y 11, la cápsula magnética proporcionada en el presente documento son endoscopios de cápsula magnética que tienen medios de formación de imágenes, tales como una cámara. La cámara, de acuerdo con la convención de la técnica en el endoscopio de cápsula, se coloca en el extremo frontal de la cápsula si sólo hay una cámara presente en el endoscopio de cápsula. En la ilustración esquemática de la Figura 10, el endoscopio de cápsula tiene una cámara a la derecha. El extremo derecho es el extremo frontal del endoscopio de cápsula magnética y el extremo izquierdo es el extremo trasero del endoscopio de cápsula magnética. El endoscopio de cápsula magnética tiene una dirección de dipolo magnético de izquierda a derecha, es decir, desde el extremo posterior de la cápsula hasta el extremo anterior de la misma, a lo largo de su dirección de longitud. La dirección de movimiento prevista es de la izquierda a la derecha, avanzando. El campo magnético externo combinado que se genera está configurado para mover la cápsula en su dirección de avance.

45 En la ilustración de la Figura 10, la trayectoria de movimiento está hipotéticamente diseñada para estar a lo largo de una línea central a través de la cápsula desde el extremo posterior hasta el extremo frontal, que se extiende más adelante para convertirse en una línea divisoria central entre las dos bolas magnéticas externas. Las dos bolas magnéticas externas se colocan en dos lados opuestos de la línea divisoria central. La línea divisoria central también se establece como límite de movimiento para las dos bolas magnéticas externas.

50 En la Figura 10, las dos bolas magnéticas externas están posicionadas en el área de examen, una bola magnética está posicionada por encima de la línea divisoria central, y la otra está posicionada por debajo de la línea divisoria central. Dado que en este ejemplo, las dos bolas magnéticas tienen el mismo dipolo magnético y el mismo tamaño, por lo que inicialmente las dos bolas magnéticas se colocan a igual distancia de la línea divisoria central. La distancia se etiqueta como h en la Figura 10. Cada una de las bolas magnéticas tiene un solo centro magnético. Los centros magnéticos de las dos bolas magnéticas están alineados verticalmente y al mismo tiempo las direcciones de

los dipolos magnéticos de las dos bolas magnéticas apuntan a diferentes direcciones. En la Figura 10, la bola magnética por encima de la línea divisoria central apunta hacia arriba, mientras que la bola magnética por debajo de la línea divisoria central apunta hacia abajo. Las dos bolas magnéticas se colocan, literalmente, como una imagen especular la una de la otra a través de la línea divisoria central. La proyección de los dos centros magnéticos de las dos bolas magnéticas está por delante de la cápsula magnética en su dirección de movimiento. La distancia entre la proyección y el centro de la cápsula magnética se denomina  $x$ . Colocando las bolas magnéticas superior e inferior de esta manera, la cápsula magnética se mueve hacia el punto de proyección bajo el campo magnético combinado B, y se aplica la fuerza F. En este caso B es un vector y tiene una dirección de izquierda a derecha, que es la misma que la dirección de movimiento. La fuerza que experimenta la cápsula magnética es un "arrastré hacia delante"

Además, en la Figura 11, el endoscopio de cápsula magnética tiene una cámara a la izquierda. El extremo izquierdo es el extremo frontal del endoscopio de cápsula magnética y el extremo derecho es el extremo trasero del endoscopio de cápsula magnética. El endoscopio de cápsula magnética tiene una dirección de dipolo magnético de derecha a izquierda, es decir, desde el extremo posterior de la cápsula hasta el extremo anterior de la misma, a lo largo de su dirección de longitud. La dirección de movimiento prevista es de izquierda a derecha, moviéndose hacia atrás en cuanto a la cápsula magnética. El campo magnético externo combinado generado está configurado para traccionar o arrastrar la cápsula en su dirección de movimiento hacia atrás.

En la ilustración de la Figura 11, la trayectoria de movimiento también está hipotéticamente diseñada para estar a lo largo de una línea central a través de la cápsula desde el extremo posterior hasta el extremo frontal, que se extiende más adelante para convertirse en una línea divisoria central entre las dos bolas magnéticas externas. Las dos bolas magnéticas externas se colocan de nuevo en dos lados opuestos de la línea divisoria central. La línea divisoria central también se establece como límite de movimiento para las dos bolas magnéticas externas.

De manera similar, después de que las dos bolas magnéticas externas se colocan en el área de examen, una bola magnética se coloca por encima de la línea divisoria central, y la otra se coloca por debajo de la línea divisoria central. En este ejemplo, si las dos bolas magnéticas tienen el mismo dipolo magnético y el mismo tamaño, entonces inicialmente las dos bolas magnéticas se colocan a igual distancia de la línea divisoria central. La distancia se etiqueta como  $h$  en la Figura 11. Si las dos bolas magnéticas tienen diferente tamaño o tienen diferente dipolo magnético, entonces la diferencia entre las dos se calculará y se traducirá en diferencias en la distancia inicial, ya que el objetivo del presente procedimiento es proporcionar un campo magnético igual y armonizado alrededor de la cápsula en direcciones opuestas para que la cápsula pueda ser movida de manera tranquila y estable. Cada una de las bolas magnéticas tiene un solo centro magnético. Los centros magnéticos de las dos bolas magnéticas están alineados verticalmente y al mismo tiempo las direcciones de los dipolos magnéticos de las dos bolas magnéticas apuntan a diferentes direcciones. En la Figura 11, la bola magnética por encima de la línea divisoria central apunta hacia abajo, hacia la línea divisoria central, mientras que la bola magnética por debajo de la línea divisoria central apunta hacia arriba, hacia la línea divisoria central. Las dos bolas magnéticas se colocan, literalmente, como una imagen especular la una de la otra a través de la línea divisoria central. La proyección de los dos centros magnéticos de las dos bolas magnéticas está por delante de la cápsula magnética en su dirección de movimiento. La distancia entre la proyección y el centro de la cápsula magnética se denomina  $x$ . Colocando las bolas magnéticas superior e inferior de esta manera, la cápsula magnética se mueve hacia el punto de proyección bajo el campo magnético combinado B, y se aplica la fuerza F. En este caso B es un vector y tiene una dirección de izquierda a derecha, que es la misma que la dirección de movimiento. La fuerza que experimenta la cápsula magnética es un "arrastré hacia atrás"

En un segundo aspecto de la presente invención, el procedimiento está dirigido a mover el endoscopio de cápsula magnética horizontalmente hacia adelante o hacia atrás a lo largo de la dirección de longitud del endoscopio de cápsula magnética, moviendo las dos bolas magnéticas externas horizontalmente, en el que la dirección de magnetización del endoscopio de cápsula magnética, la dirección del campo magnético combinado (B) y la dirección de la fuerza (F) recibida por el endoscopio de cápsula magnética son todas paralelas entre sí. La dirección de movimiento prevista de la cápsula magnética apunta hacia la línea de unión entre los dos centros de las dos bolas magnéticas externas. En una realización preferente, un punto máximo del campo magnético combinado (B) y un punto máximo de la fuerza (F) recibida por la cápsula magnética están muy próximos entre sí.

Las Figuras 10 y 11 muestran dos ejemplos de realización de movimiento lineal según los aspectos de la presente invención. En este procedimiento, las dos bolas magnéticas se alinean verticalmente en áreas opuestas en el que la línea divisoria central sirve de límite. La línea divisoria central es también una propuesta de dirección de movimiento de la cápsula magnética. Las direcciones de magnetización de las dos bolas magnéticas externas son perpendiculares a la línea divisoria central y opuestas entre sí, apuntando ambas a la línea divisoria central al mismo tiempo o apuntando lejos de la línea divisoria central al mismo tiempo. El endoscopio de cápsula magnética se coloca teniendo su dirección de longitud a lo largo de la línea divisoria central. Y se requiere que la dirección de magnetización de la cápsula magnética sea horizontal a lo largo de su longitud. La fuerza F y el campo magnético B recibidos por la cápsula magnética están normalizados por su valor máximo. La distancia de cada centro de la bola magnética a la línea divisoria central se denomina  $h$ . La distancia del centro magnético de la cápsula magnética a la línea de proyección, que conecta a los dos centros magnéticos de la bola magnética externa, es la distancia  $x$ . Y la distancia  $x$  puede ser normalizada por la distancia  $h$

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

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

$$F_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2,2Mm}{h^4}, \text{ cuando } x = 0,63h, B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1,64M}{h^3} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$B_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1,7M}{h^3}, \text{ cuando } x = 0,5h \quad \text{Ecuación 4}$$

La relación entre la distancia x, la distancia h, y la fuerza F y el campo magnético combinado B puede ser representada por las Ecuaciones 1 y 2, en las que M es el momento magnético de la bola magnética, m es el momento magnético del imán dentro de la cápsula,  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío.

El valor máximo de  $F_{\max}$  y  $B_{\max}$  también se puede calcular según la ecuación 3 y la ecuación 4.

La Figura 12 muestra una relación entre la relación  $B/B_{\max}$  y la distancia relativa  $x/h$ , y una relación entre la relación  $F/F_{\max}$  y la distancia relativa  $x/h$ . Como muestran el cálculo y la Figura 12, una región de movimiento ideal para lograr el movimiento más estable se produce cuando la distancia x está entre  $0,5h$  y  $0,7h$ , en ese momento tanto la fuerza magnética (F) como la intensidad del campo magnético (B) son fuertes. En este ejemplo, h es de aproximadamente 15 cm y la distancia x correspondiente es de aproximadamente 7,5- 10,5 cm. En este ejemplo, M es el momento magnético de la bola magnética, m es el momento magnético del imán dentro de la cápsula,  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío.

De acuerdo con el aspecto de la presente invención, en un ejemplo, la distancia h es de aproximadamente 5-25 cm y la distancia x es de aproximadamente 2,5-17,5 cm. En otro ejemplo, la distancia h es de aproximadamente 10-20 cm y la distancia x es de aproximadamente 5-14 cm. En otro ejemplo, la distancia h es de aproximadamente 12-17 cm y la distancia x es de aproximadamente 6-11,9 cm.

Las Figuras 13-15 describen un tercer aspecto de la presente invención. Con referencia a las Figuras 13 y 14, la cápsula magnética está colocada de manera que la dirección de movimiento es su dirección longitudinal. En la Figura 13, el extremo frontal de la cápsula magnética está en la derecha, la dirección de magnetización de la cápsula va de izquierda a derecha. La línea central a lo largo de la dirección de longitud de la cápsula se extiende para convertirse en una línea divisoria central del sistema de control magnético externo. La línea divisoria central coincide con la dirección de movimiento propuesta para la cápsula magnética. Las dos bolas magnéticas externas se colocan en dos lados diferentes de la línea divisoria central y sus respectivas posiciones de proyección en la línea divisoria central están por delante de la cápsula magnética. Con referencia a la Figura 13, las dos bolas magnéticas se colocan por encima y por debajo de la línea divisoria central, siendo sus centros magnéticos imágenes especulares el uno del otro. Una línea de proyección, que une los centros de las dos bolas magnéticas, perpendicular a la línea divisoria central, que es también una línea de extensión de la longitud de la cápsula magnética. La distancia entre el centro magnético de la cápsula a la línea de proyección, o el punto de cruce entre la línea de proyección y la línea divisoria central es x. La distancia entre el centro (centro magnético) de la bola magnética externa a la línea divisoria central es h. En la Figura 13, ambas bolas magnéticas externas están realizadas del mismo material, teniendo las mismas dimensiones; por lo tanto, inicialmente ambas bolas magnéticas están posicionadas a la misma distancia de la línea divisoria central. Una diferencia clave entre la realización de la Figura 13 y la realización de la Figura 10 es que las direcciones magnéticas de la bola magnética superior y la bola magnética inferior son paralelas a la dirección magnética de la cápsula magnética, en lugar de ser perpendiculares, pero con direcciones opuestas. En la Figura 13, la dirección magnética de la cápsula magnética es de izquierda a derecha, mientras que las direcciones magnéticas de las bolas magnéticas superior e inferior son de derecha a izquierda. En el ejemplo de la Figura 13, los centros de las bolas magnéticas superior e inferior y el centro magnético de la cápsula magnética están en el mismo plano vertical. El campo magnético combinado B apunta a la dirección del movimiento, que es hacia la derecha y la fuerza recibida por la cápsula magnética también apunta a la dirección de avance, hacia la derecha y la cápsula magnética es arrastrada hacia adelante.

La Figura 14 ilustra esquemáticamente una realización alternativa de lo descrito en la Figura 13, en la que la cápsula magnética es arrastrada hacia atrás en lugar de hacia delante. En la Figura 14, el extremo frontal de la cápsula magnética en la izquierda, la dirección de magnetización de la cápsula va de derecha a izquierda. La línea central a lo largo de la dirección de longitud de la cápsula se extiende para convertirse en una línea divisoria central del sistema de control magnético externo. La línea divisoria central coincide con la dirección de movimiento propuesta para la cápsula magnética. Del mismo modo, las dos bolas magnéticas externas se colocan en dos lados diferentes

de la línea divisoria central y sus respectivas posiciones de proyección en la línea divisoria central están por delante de la cápsula magnética en la trayectoria de movimiento propuesta. Con referencia a la Figura 14, las dos bolas magnéticas se colocan por encima y por debajo de la línea divisoria central, siendo sus centros magnéticos imágenes especulares el uno del otro. Una línea de proyección, que une los centros de las dos bolas magnéticas, perpendicular a la línea divisoria central, que es también una línea de extensión de la longitud de la cápsula magnética. La distancia entre el centro magnético de la cápsula y la línea de proyección, o el punto de cruce entre la línea de proyección y la línea divisoria central es x. La distancia entre el centro (centro magnético) de la bola magnética externa a la línea divisoria central es h. En la Figura 14, ambas bolas magnéticas externas están realizadas del mismo material, teniendo las mismas dimensiones; por lo tanto, inicialmente ambas bolas magnéticas están posicionadas a la misma distancia de la línea divisoria central. Una diferencia clave entre la realización de la Figura 14 y la realización de la Figura 11 es que las direcciones magnéticas de la bola magnética superior y la bola magnética inferior son paralelas a la dirección magnética de la cápsula magnética, en lugar de ser perpendiculares, pero con direcciones opuestas. En la Figura 14, la dirección magnética de la cápsula magnética es de derecha a izquierda, mientras que las direcciones magnéticas de las bolas magnéticas superior e inferior son de izquierda a derecha. En el ejemplo de la Figura 14, los centros de las bolas magnéticas superior e inferior y el centro magnético de la cápsula magnética están en el mismo plano vertical. La dirección B del campo magnético combinado es de derecha a izquierda, y la fuerza recibida por la cápsula magnética la mueve de izquierda a derecha, y la cápsula magnética es arrastrada hacia atrás.

Una diferencia clave entre las realizaciones descritas en las Figuras 13 y 14 y las descritas en las Figuras 10 y 11, son las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas externas. En las realizaciones ilustradas en las Figuras 10 y 11, las bolas magnéticas tienen una dirección magnética perpendicular a la dirección magnética de la cápsula magnética, mientras que en las realizaciones ilustradas en las Figuras 13 y 14, las bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula magnética. Ambas realizaciones pueden proporcionar un movimiento horizontal estable a la cápsula magnética, sin embargo, la fuerza máxima (F) experimentada por la cápsula magnética en las Figuras 13 y 14 son aproximadamente la mitad de la fuerza máxima (F) experimentada por la misma cápsula magnética en las Figuras 10 y 11.

En el tercer aspecto de la presente invención, el procedimiento está dirigido a mover el endoscopio de cápsula magnética horizontalmente, hacia adelante o hacia atrás a lo largo de la dirección de longitud del endoscopio de cápsula magnética, moviendo las dos bolas magnéticas externas horizontalmente, en el que la dirección de magnetización del endoscopio de cápsula magnética, la dirección del campo magnético combinado (B) y la dirección de la fuerza (F) recibida por el endoscopio de cápsula magnética son todas paralelas entre sí, pero la dirección de movimiento prevista es paralela a las direcciones de magnetización de las dos bolas magnéticas externas. En general, el campo magnético generado por la bola magnética externa se distribuye en tres dimensiones, los campos magnéticos de las dos bolas magnéticas externas se combinan para formar un campo magnético de control externo combinado. Teóricamente, no hay limitación de espacio del campo magnético, pero se decaerá en la potencia inversa de 3. Por lo tanto, en una realización preferente, las dos bolas magnéticas externas se presentan en el mismo plano vertical con la cápsula magnética para garantizar un rendimiento más óptimo

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

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

$$F_{\max} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Mm}{h^4}, \text{ cuando } x = 0,26h, B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{0,42M}{h^3} \quad \text{Ecuación 7}$$

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

La relación entre la distancia x, la distancia h, y la fuerza F y el campo magnético combinado B puede ser representada por las Ecuaciones 5 y 6, en las que M es el momento magnético de la bola magnética, m es el momento magnético del imán dentro de la cápsula,  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío.

El valor máximo de  $F_{\max}$  y  $B_{\max}$  también se puede calcular según las ecuaciones 7 y 8.

La Figura 15 muestra una relación entre la relación  $B/B_{\max}$  y la distancia relativa  $x/h$ , y una relación entre la relación  $F/F_{\max}$  y la distancia relativa  $x/h$ .

Para que la fuerza y el campo magnético estén en la misma dirección, el imán de la cápsula y las dos bolas magnéticas deberán estar en el mismo plano vertical. Si no está en el mismo plano vertical, habrá una fuerza sobre la cápsula apuntando al plano vertical además de la fuerza de la misma dirección.

5 Como los resultados del cálculo según las ecuaciones 5-8 y la Figura 15 muestran en primer lugar, una región de movimiento óptima para lograr la fuerza magnética más fuerte (F) se produce cuando la distancia  $x$  es de aproximadamente  $0,26h$ . En este ejemplo,  $h$  es generalmente de aproximadamente 15 cm y la distancia  $x$  correspondiente es de aproximadamente 4 cm. En las realizaciones ilustradas en las Figuras 13 y 14, la dirección de movimiento de la cápsula magnética es la dirección  $x$ , la dirección arriba y abajo es la dirección  $z$ , la dirección dentro y fuera del plano es la dirección  $y$ . Cuando el valor de la distancia  $x$  es de 4 cm, sugiere que el área de movimiento de la bola magnética en el plano  $xy$  necesita ser 4 cm mayor que el área de examen del colon activo en todas las direcciones del plano  $xy$ , incluyendo cada dirección  $+x$ ,  $-x$ ,  $+y$ ,  $-y$ .

En segundo lugar, la Figura 15 también sugiere que cuando la distancia  $x$  sea mayor que  $0,5h$ , el campo magnético combinado cambiará su dirección, por lo que la cápsula también tendrá que cambiar su dirección para ser estable en la región mayor que  $0,5h$ .

15 Las Figuras 16-17 describen un cuarto aspecto de la presente invención, en el que las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas externas no son ni perpendiculares ni paralelas a la dirección magnética de la cápsula magnética, sino que forman un ángulo entre  $0-90$  grados. Con referencia a las Figuras 16 y 17, a efectos de comparación, con las realizaciones de las Figuras 10-11 y 13-14, la cápsula magnética se coloca de una manera que es la misma que esas realizaciones, es decir, la cápsula magnética se coloca en horizontal en el plano  $xy$ , y la dirección de movimiento es en su dirección de longitud - dirección  $x$ . En la Figura 16, el extremo frontal de la cápsula magnética está a la derecha, la dirección de magnetización de la cápsula va de izquierda a derecha. La línea central a lo largo de la dirección de longitud de la cápsula se extiende para convertirse en una línea divisoria central del sistema de control magnético externo. La línea divisoria central coincide con la dirección de movimiento propuesta para la cápsula magnética. Las dos bolas magnéticas externas se colocan en dos lados diferentes de la línea divisoria central y sus respectivas posiciones de proyección en la línea divisoria central están por delante de la cápsula magnética. Con referencia a la Figura 16, las dos bolas magnéticas se colocan por encima y por debajo de la línea divisoria central, siendo sus centros magnéticos una imagen especular entre sí. Una línea de proyección, que une los centros de las dos bolas magnéticas, perpendicular a la línea divisoria central, que es también una línea de extensión de la longitud de la cápsula magnética. La distancia entre el centro magnético de la cápsula y la línea de proyección, o el punto de cruce entre la línea de proyección y la línea divisoria central es  $x$ . La distancia entre el centro (centro magnético) de la bola magnética externa a la línea divisoria central es  $h$ . En la Figura 16, ambas bolas magnéticas externas están realizadas del mismo material, teniendo las mismas dimensiones; por lo tanto, inicialmente ambas bolas magnéticas están posicionadas a la misma distancia de la línea divisoria central.

20 La magnetización de las bolas magnéticas externas puede ser derivada en componentes paralelas y perpendiculares, entonces los ejemplos y principios de operación descritos en las Figuras 10-15 pueden ser usados de manera combinatoria, en las que la componente paralela y perpendicular todas están en el mismo plano vertical.

25 De acuerdo con los aspectos de la presente invención, el endoscopio de cápsula magnética divulgado en la presente memoria no sólo puede moverse horizontalmente de manera estable, sino también cambiar de orientación. Una forma es mover las bolas magnéticas externas de forma sincronizada a lo largo de la dirección vertical (Figura 19). Otra forma es hacer rotar las dos bolas magnéticas verticalmente (Figura 20).

30 Con referencia a las Figuras 18-19, se describe que el endoscopio de cápsula magnética puede mirar hacia arriba y hacia abajo sin cambiar su posición relativa en el área objetivo, es decir, manteniendo su posición en dirección  $x$  e  $y$ . En la Figura 18, la cápsula magnética parte de una posición colocada horizontalmente en un plano  $xy$ , su dirección de longitud es alargada a lo largo de una dirección  $x$ , mientras que las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética que forma un ángulo de  $0-90$  grados con la dirección magnética de la cápsula endoscópica. La parte delantera de la cápsula magnética está a la derecha. La dirección de movimiento propuesta puede ser hacia la derecha tras el ajuste de la orientación. Como muestra la Figura 19, cuando las dos bolas magnéticas externas se mueven verticalmente hacia abajo a lo largo de la dirección sin moverse horizontalmente en la dirección  $x$  o  $y$ , la cápsula magnética mirará hacia arriba, manteniendo su centro magnético en su posición original en el plano  $xy$ . De la misma manera, desde la posición original a la izquierda, como se muestra en la Figura 18, si el magnético externo se mueve de forma sincronizada hacia arriba, entonces la cápsula magnética mirará hacia abajo.

En un quinto aspecto de la presente invención, la orientación del endoscopio de cápsula magnética puede ajustarse moviendo las dos bolas magnéticas externas a lo largo de la dirección  $z$ .

35 En una realización, el endoscopio de cápsula magnética puede mirar hacia arriba desde una posición baja cuando ambas bolas magnéticas externas a lo largo de la dirección  $z$  se mueven hacia abajo a lo largo de la dirección  $z$ .

En una realización alternativa, el endoscopio de cápsula magnética puede mirar hacia abajo desde una posición baja cuando ambas bolas magnéticas externas a lo largo de la dirección  $z$  se mueven hacia arriba a lo largo de la dirección  $z$ .

La Figura 18 y la Figura 20 describen un procedimiento de realización en el que la orientación de la cápsula magnética puede cambiarse sin cambiar las posiciones de las dos bolas magnéticas externas, específicamente, las posiciones de los centros magnéticos permanecen sin cambios cuando se cambia la orientación del extremo frontal o del extremo trasero de la cápsula magnética. El cambio de orientación significa que sólo se cambia una postura de la cápsula, la posición de su centro magnético no se cambia.

En un sexto aspecto de la presente invención, la orientación del endoscopio de cápsula magnética puede ajustarse haciendo rotar las bolas magnéticas externas simultáneamente alrededor del eje z o del eje vertical.

Además de moverse horizontalmente de manera estable, cambiando de orientación sin cambiar de posición, de acuerdo con los aspectos de la presente invención, el endoscopio de cápsula magnética divulgado también puede rotar cambiando su posición o no cambiando su posición relativa.

Si la cápsula está cerca de una esfera magnética y lejos de otra esfera magnética, la cápsula será controlada en gran medida por una bola magnética, ya sea la superior o la inferior. En este caso, el comportamiento del control de la cápsula es el mismo que el de la bola magnética simple. Se reducirá a las patentes que aplicamos antes.

En un séptimo aspecto de la presente invención, la cápsula magnética puede rotar 0-90 grados sin cambiar su posición. Antes de la rotación, la cápsula magnética tiene su dirección magnética perpendicular a la línea divisoria central y dos bolas magnéticas que tienen sus direcciones magnéticas formando un ángulo de 0-90 grados con la línea divisoria central y durante el proceso de rotación, sólo la bola magnética superior rota en sentido contrario a las agujas del reloj y la bola magnética inferior se mantiene quieta para mantener su posición y orientación. En este ejemplo, una bola magnética es la bola magnética primaria y la otra bola magnética es una bola magnética secundaria. El campo magnético rotativo es aportado primariamente desde la bola magnética primaria. En un ejemplo, la cápsula magnética se coloca más cerca de la bola magnética primaria que de la bola magnética secundaria. En otro ejemplo, la rotación de la cápsula magnética se limita a rotar 0-90 grados mientras el extremo posterior de la cápsula magnética se ancla en una pared interior superior o en una pared interior inferior del colon.

Las Figuras 21-24 describen otro procedimiento para rotar la cápsula magnética verticalmente en un plano xz. La rotación de la cápsula magnética puede producirse entre 0 y 360 grados en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario. En esta realización, la Figura 21 representa una posición de inicio de la rotación. Las Figuras 22-23 muestran las posiciones de rotación intermedias. Al igual que en la posición inicial mostrada en la Figura 21, las dos bolas magnéticas externas están dispuestas en lados opuestos de un paciente. Una línea divisoria central se forma entre las dos bolas magnéticas teniendo las dos bolas están dispuestas a una distancia igual a la línea divisoria central. La dirección magnética de la cápsula magnética es perpendicular a la línea divisoria central. Ambas bolas magnéticas también tienen una dirección magnética paralela a la cápsula magnética y perpendicular a la línea divisoria central, también las dos direcciones magnéticas son iguales a la cápsula magnética. Al rotar las bolas magnéticas en el sentido de las agujas del reloj, la cápsula rota en sentido contrario a las agujas del reloj hacia la izquierda (Figura 22), luego hacia abajo (Figura 23) y hacia la derecha (Figura 24). En todas las secuencias de movimiento, las dos bolas magnéticas se mueven simultáneamente para conseguir el campo magnético equilibrado para la rotación de 0 a 360 grados.

En un octavo aspecto de la presente invención, se divulga otro procedimiento para girar o rotar verticalmente la cápsula magnética sin cambiar las posiciones de la cápsula magnética, en este caso la rotación vertical significa la rotación a lo largo del plano xz. En esta realización, las dos bolas magnéticas se mueven simultáneamente y la cápsula magnética rota en sentido contrario a las agujas del reloj de 0-360 grados en respuesta a una rotación vertical en sentido horario de 0-360 grados. En una primera posición inicial, la dirección magnética de la cápsula magnética es perpendicular a la línea divisoria central, mientras que las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula y todas apuntan hacia arriba (Figura 21). En una segunda posición de inicio, la dirección magnética de la cápsula magnética es paralela a la línea divisoria central mientras que ambas bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula, ambas bolas magnéticas apuntan a la derecha mientras que la cápsula magnética apunta a la izquierda (Figura 22). En una tercera posición inicial, la dirección magnética de la cápsula magnética es perpendicular a la línea divisoria central, mientras que las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula y todas apuntan hacia abajo (Figura 23). En una cuarta posición inicial, la dirección magnética de la cápsula magnética es paralela a la línea divisoria central, mientras que las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula, la cápsula magnética apunta a la derecha y las dos bolas magnéticas apuntan a la izquierda (Figura 24).

Las Figuras 25-26 describen un procedimiento para rotar la cápsula magnética horizontalmente en un plano xy alrededor de su propio centro magnético. La Figura 25 es una vista superior y la Figura 26 es una vista lateral. Para conseguir una rotación horizontal a lo largo de un plano xy, la cápsula magnética se coloca horizontalmente en el plano xy. Las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas externas son paralelas a la dirección magnética de la cápsula magnética. Las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas apuntan a la derecha y la cápsula magnética tiene una dirección magnética que apunta a la izquierda. Entonces, ante una rotación horizontal simultánea de las dos bolas magnéticas externas en sentido contrario a las agujas del reloj, la cápsula magnética en el plano xy responderá con una rotación horizontal de forma sincronizada, teniendo el mismo sentido de rotación.

En un noveno aspecto de la presente invención, se divulga otro procedimiento para girar o rotar horizontalmente la cápsula magnética sin cambiar las posiciones de la cápsula magnética, en este caso la rotación horizontal significa la rotación a lo largo del plano xy. En este caso, la dirección magnética de la cápsula magnética está en el plano xy y hay direcciones de dipolos magnéticos opuestos entre la bola magnética y el imán dentro de la cápsula magnética.

- 5 En un décimo aspecto de la presente invención, se divulga un procedimiento para mover la cápsula magnética verticalmente a lo largo de la dirección z (Figuras 27 y 28). En el que la dirección magnética de la cápsula magnética se coloca perpendicular a la línea divisoria central. En una realización, el movimiento de la cápsula magnética hacia arriba en una dirección z es principalmente por la atracción de la cápsula magnética hacia arriba por la bola magnética superior, por la bola magnética superior tienen la misma dirección magnética como la cápsula magnética.
- 10 Opcionalmente, la bola magnética inferior se aleja para reducir su atracción hacia la cápsula magnética. Alternativa o preferentemente, la bola magnética inferior proporciona además una fuerza magnética de repulsión al rotar la dirección magnética opuesta a la de la cápsula magnética. Del mismo modo, el movimiento de la cápsula magnética hacia abajo puede llevarse a cabo atrayendo principalmente la cápsula magnética por la bola magnética inferior, siempre que la dirección magnética de la bola magnética inferior sea la misma que la de la cápsula magnética.
- 15 Opcionalmente, la bola magnética superior puede alejarse para reducir su atracción hacia la cápsula magnética. Alternativa o preferentemente, la bola magnética superior puede ajustarse aún más para proporcionar una fuerza magnética de repulsión girando la dirección magnética opuesta a la de la cápsula magnética.

20 Cuando la distancia entre la cápsula magnética y una segunda bola magnética es tres veces mayor que la distancia entre la cápsula magnética y una primera bola magnética, entonces la primera bola magnética es una bola magnética primaria y una bola magnética dominante mientras que la segunda bola magnética es una bola magnética secundaria y una bola magnética dominante, la influencia de la bola magnética dominante a la cápsula magnética puede ser ignorada. Por lo tanto, cuando la cápsula magnética se acerca a la bola magnética primaria y su distancia a una bola magnética primaria es menor que un tercio de la distancia entre la cápsula y la bola magnética de entrega, entonces la bola magnética de entrega no necesita ser ajustada en su posición u orientación para repeler la cápsula magnética.

25 Los movimientos de la cápsula magnética arriba descritos son etapas básicas de movimiento. Una combinación diferente de las etapas básicas del movimiento permitirá que se produzca una secuencia de movimiento complicada en la área objetivo.

30 Un sistema ejemplar que puede ser utilizado para realizar las secuencias de movimiento básicas y complicadas se encuentra en las Figuras 2-7.

En el ámbito de la presente invención, el sistema de coordenadas xyz se utiliza para definir una posición o dirección. La Figura 3 muestra la dirección del eje xyz con respecto a la orientación del sistema médico en el ámbito de la presente invención. Es sólo para fines ilustrativos. No debe interpretarse como una limitación. Por ejemplo, según la Figura 3, en referencia a la Figura 2, la dirección x es la dirección en la que se mueve la cama, que es de atrás hacia adelante; la dirección y es la dirección de un marco de soporte a otro marco de soporte opuesto, que es de izquierda a derecha, y la dirección z es la dirección para acercar y alejar los imanes del paciente, que es la dirección de arriba a abajo. Por rotación horizontal se entiende una rotación alrededor del eje z, a lo largo del plano xy, por ejemplo la rotación de izquierda a derecha, cuando se observa desde la parte frontal del aparato. Por rotación vertical se entiende una rotación alrededor del eje y, a lo largo del plano yz, por ejemplo, la rotación de arriba a abajo, cuando se observa desde la parte frontal del aparato.

40 Los elementos de las Figuras son

1. Primer motor
2. Primer conjunto superior del eje Z
3. Conjunto horizontal superior del eje Y
- 45 4. Tercer motor
5. Bola magnética superior
6. Conjunto del marco de soporte derecho
7. Barra de deslizamiento derecha para la cama
8. Bola magnética inferior
- 50 9. Conjunto horizontal inferior del eje Y
10. Octavo motor
11. Segundo conjunto inferior del eje Z
12. Sexto motor
13. Base
- 55 14. Segundo motor
15. Cuarto motor
16. Quinto motor
17. Conjunto del marco de soporte izquierdo
18. Cama
- 60 19. Barandilla deslizante izquierda para la cama

- 20. Noveno motor
- 21. Décimo motor
- 22. Séptimo motor

Los detalles de los elementos y sus funciones son:

- 5 1. Primer motor: proporciona energía para mover la bola magnética superior hacia arriba en dirección Z
- 2. Las piezas de control del movimiento del conjunto superior del eje Z para la bola magnética superior a lo largo del eje Z están todas colocadas en el conjunto superior del eje Z
- 3. Las piezas de control del movimiento del conjunto horizontal superior del eje Y para la bola magnética superior a lo largo del eje Y están todas colocadas en el conjunto superior del eje Y
- 10 4. El tercer motor proporciona energía para mover la bola magnética superior hacia arriba en dirección x
- 5. Bola magnética superior la bola magnética por encima de la cama
- 6. Conjunto del marco de soporte derecho marco de soporte a la derecha y piezas unidas a él
- 7. Barra de deslizamiento derecha para la cama, barra de deslizamiento para la cama en el lado derecho
- 8. Bola magnética inferior la bola magnética por debajo de la cama
- 15 9. Las piezas de control del movimiento del conjunto horizontal inferior del eje Y para la bola magnética inferior a lo largo del eje Y están todas colocadas en el conjunto inferior del eje Y
- 10. El octavo motor proporciona energía para mover la bola magnética inferior en dirección x
- 11. Las piezas de control del movimiento del conjunto inferior del eje Z para la bola magnética inferior a lo largo del eje z están todas colocadas en el conjunto inferior del eje z
- 20 12. El sexto motor proporciona energía para mover la bola magnética inferior en dirección z
- 13. Base del aparato, colocada en el suelo
- 14. El segundo motor proporciona energía para mover la bola magnética superior en la dirección y
- 15. El cuarto motor proporciona energía para rotar la bola magnética superior a lo largo del plano horizontal, rotar alrededor de la dirección z
- 25 16. El quinto motor proporciona energía para rotar la bola magnética superior a lo largo del plano vertical, rotar alrededor de la dirección z
- 17. Conjunto del marco de soporte izquierdo marco de soporte del aparato izquierdo
- 18. Cama para proporcionar apoyo a un paciente y llevar al paciente dentro y fuera del área de examen
- 19. Barra de deslizamiento izquierda para la cama Barra de deslizamiento izquierda para la cama
- 30 20. El noveno motor proporciona energía para rotar la bola magnética inferior a lo largo del plano vertical, rotar alrededor de la dirección z
- 21. El décimo motor proporciona energía para rotar la bola magnética inferior a lo largo del plano horizontal, rotar alrededor de la dirección z
- 22. El séptimo motor proporciona energía para mover la bola magnética inferior en la dirección y

35 Toda referencia en la presente memoria a "la realización", "una realización", "ejemplo de realización", etc., significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con la realización está incluida en al menos una realización de la invención. Las apariciones de estas frases en varios lugares de la memoria no se refieren necesariamente a la misma realización. Además, cuando se describe un rasgo, estructura o característica particular en relación con cualquier realización, se afirma que está dentro del ámbito de un experto en la materia podrá afectar a dicho rasgo, estructura o característica en relación con otras de las realizaciones. Además, para facilitar la comprensión, algunos procedimientos del procedimiento pueden haber sido delineados como procedimientos separados; sin embargo, estos procedimientos delineados por separado no deben interpretarse como necesariamente dependientes del orden en su ejecución. Es decir, algunos procedimientos pueden realizarse en un ordenamiento alternativo, simultáneo, etc. Además, los diagramas ejemplares ilustran varios procedimientos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Dichas realizaciones de procedimientos ejemplares se describen en el presente documento y pueden aplicarse a las correspondientes realizaciones de aparatos, sin embargo, las realizaciones de procedimientos no pretenden estar limitadas por lo mencionado.

Aunque se han ilustrado y descrito algunas realizaciones de la presente invención, los expertos en la materia apreciarán que se pueden realizar cambios en dichas realizaciones sin apartarse de los principios y el espíritu de la invención. Por lo tanto, las realizaciones anteriores deben considerarse en todos los aspectos ilustrativas y no limitativas de la invención en la presente memoria descrita. El alcance de la invención se indica, por lo tanto, en las reivindicaciones adjuntas más que en la descripción anterior, y todos los cambios que entran en el significado y el rango de equivalencia de las reivindicaciones se pretenden abarcar en las mismas. Tal y como se utiliza en la presente divulgación, el término "preferiblemente" no es exclusivo y significa "preferiblemente, pero sin limitarse a"

55 Los términos de las reivindicaciones deben interpretarse de la forma más amplia posible, de acuerdo con el concepto inventivo general expuesto en esta descripción. Por ejemplo, los términos "acoplado" y "conectar" (y sus derivaciones) se utilizan para connotar conexiones/acoplamientos tanto directos como indirectos. Como otro ejemplo, "tener" e "incluir", sus derivados y los términos o frases transitorias similares se utilizan como sinónimos de "que comprende" (es decir, todos se consideran términos "abiertos") - sólo las frases "que consiste en" y "que consiste esencialmente en" deben considerarse como "cerradas".

- Un procedimiento para navegar una cápsula magnética a través de un área objetivo , que comprende: introducir una cápsula magnética en un área objetivo, dicha cápsula magnética tiene una dirección de longitud y un dipolo magnético colocado dentro de la cápsula magnética tiene una dirección de magnetización que coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética; proporcionar un sistema de control magnético externo que comprende más de un medio de generación magnética; mover el sistema de control magnético externo a una primera posición con una primera orientación, configurada para mover la cápsula magnética en una primera dirección de movimiento, en la que la primera dirección de movimiento coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética; generar un campo magnético externo combinado configurado para proporcionar una fuerza para mover la cápsula magnética en la primera dirección de movimiento.
- 5
- 10 El procedimiento comprende además: mover la cápsula magnética horizontalmente, hacia adelante o hacia atrás a lo largo de una dirección de longitud de la cápsula magnética, moviendo dos bolas magnéticas externas horizontalmente, en en el que la dirección de magnetización de la cápsula magnética, la dirección del campo magnético combinado (B) y la dirección de la fuerza (F) recibida por el endoscopio de cápsula magnética son todas paralelas entre sí; la dirección de longitud de la cápsula magnética se extiende a la dirección de movimiento de la
- 15 cápsula magnética y se convierte en una línea divisoria central, una distancia entre un centro magnético de la cápsula a una línea de proyección que conecta dos centros de las bolas magnéticas externas es x, y una distancia entre un centro de una de las bolas magnéticas a la línea divisoria centrales h.
- La dirección de movimiento prevista de la cápsula magnética apunta hacia una línea de conexión entre los dos centros de las dos bolas magnéticas externas.
- 20 La dirección de movimiento prevista es paralela a la dirección de magnetización de las dos bolas magnéticas externas.
- La dirección magnética de la cápsula magnética es perpendicular a la dirección magnética de las bolas magnéticas.
- La dirección magnética de la cápsula magnética es paralela a la dirección magnética de las bolas magnéticas.
- h es de aproximadamente 15-20 cm.
- 25 x es aproximadamente 0,5h-0,7h.
- x es aproximadamente 0,26h.
- x es inferior a 0,5h.
- El procedimiento comprende, además: cambiar una orientación de la cápsula magnética manteniendo sus posiciones horizontal y vertical.
- 30 La etapa del procedimiento de cambio de orientación comprende: mover ambas bolas magnéticas externas verticalmente hacia abajo.
- Las etapas de cambio de orientación comprenden: hacer rotar las dos bolas magnéticas externas verticalmente sin cambiar las posiciones de los centros magnéticos de las bolas magnéticas externas.
- 35 Un procedimiento para navegar una cápsula magnética, comprende: introducir una cápsula magnética en un área objetivo, dicha cápsula magnética tiene una dirección de longitud y un dipolo magnético colocado dentro de la cápsula magnética tiene una dirección de magnetización que coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética; colocar la cápsula magnética en una primera orientación, incluyendo su dirección magnética en una dirección z; proporcionar un sistema de control magnético externo que comprende dos bolas magnéticas, colocadas en lados opuestos del área objetivo; y rotar la cápsula magnética en el área objetivo para adoptar una segunda
- 40 orientación mientras se mantiene su posición en coordenadas xyz.
- Las dos bolas magnéticas son la superior y la inferior.
- En la primera orientación de la cápsula magnética, las dos bolas magnéticas que tienen una dirección magnética especular respecto a la imagen de la otra a través de una línea divisoria central entre las mismas, las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas forman un ángulo de 0-90 grados entre la línea divisoria central.
- 45 En la primera orientación de la cápsula magnética, las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela entre sí y apuntan a la misma dirección.
- El procedimiento comprende, además: rotar la bola magnética superior en sentido contrario a las agujas del reloj manteniendo su posición; y mantener la posición y orientación de la bola magnética inferior sin cambios.
- La segunda orientación difiere en 0-90 grados de la primera orientación en sentido contrario a las agujas del reloj.

El procedimiento comprende, además: rotar ambas bolas magnéticas 0-360 grados, simultáneamente en el sentido de las agujas del reloj a lo largo del plano xz.

La segunda orientación difiere en 0-360 grados de la primera orientación en sentido horario.

- 5 El procedimiento comprende, además: mover la cápsula magnética verticalmente, proporcionando un primer medio de generación magnética que tenga su dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula magnética y que apunte a la misma dirección para proporcionar una atracción a la cápsula magnética, en el que el primer medio de generación magnética está a una primera distancia de la cápsula magnética.

El procedimiento comprende, además: mover un segundo medio de generación magnética a una segunda distancia de la cápsula magnética, en el que la segunda distancia es tres veces o más que la primera distancia.

- 10 El procedimiento comprende, además: proporcionar la otra cápsula magnética que tiene su dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula magnética y que apunte a la dirección opuesta para proporcionar una fuerza de repulsión a la cápsula magnética.

Las bolas magnéticas externas tienen un momento magnético  $M$  de aproximadamente 25-25000 A/m<sup>2</sup>.

El momento magnético  $m$  de las bolas magnéticas es de aproximadamente 0,02-2Am<sup>2</sup>.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para navegar una cápsula magnética a través de un área objetivo, en el que dicha cápsula magnética tiene una dirección de longitud y un dipolo magnético colocado dentro de la cápsula magnética tiene una dirección de magnetización que coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética;
- 5 el sistema incluye un sistema de control magnético externo que comprende más de un medio de generación magnética, el más de un medio de generación magnética comprende dos bolas magnéticas externas dispuestas en dos lados opuestos de la cápsula magnética, respectivamente; y el sistema está dispuesto para realizar las etapas de:
  - 10 mover o rotar el sistema de control magnético externo a una primera posición con una primera orientación, configurada para mover o rotar la cápsula magnética en una primera dirección de movimiento;
  - generar un campo magnético externo combinado configurado para proporcionar una fuerza que mueva la cápsula magnética en la primera dirección de movimiento.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la primera dirección de movimiento coincide con la dirección de longitud de la cápsula magnética.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de:
  - 20 mover la cápsula magnética horizontalmente, hacia delante o hacia atrás, a lo largo de una dirección de longitud de la cápsula magnética, moviendo las dos bolas magnéticas externas horizontalmente, en la que la dirección de magnetización de la cápsula magnética, la dirección del campo magnético combinado (B) y la dirección de la fuerza (F) recibida por el endoscopio de cápsula magnética son todas paralelas entre sí;
  - la dirección de longitud de la cápsula magnética se extiende hasta la dirección de movimiento de la cápsula magnética y se convierte en una línea divisoria central, una distancia entre un centro magnético de la cápsula a una línea de proyección que conecta dos centros de las bolas magnéticas externas es x, y una distancia entre un centro de una de las bolas magnéticas a la línea divisoria centrales h.
4. El sistema de la reivindicación 3, en el que, por ejemplo, la dirección de movimiento prevista de la cápsula magnética apunta hacia una línea de conexión entre los dos centros de las dos bolas magnéticas externas, por ejemplo, la dirección de movimiento prevista es paralela a la dirección de magnetización de las dos bolas magnéticas externas, por ejemplo, la dirección magnética de la cápsula magnética es perpendicular a la dirección magnética de las bolas magnéticas, por ejemplo, la dirección magnética de la cápsula magnética es paralela a la dirección magnética de las bolas magnéticas.
5. El sistema de la reivindicación 3, en el que, por ejemplo, h es de aproximadamente 15-20 cm, por ejemplo, x es de aproximadamente 0,5h-0,7h, por ejemplo, x es de aproximadamente 0,26h, por ejemplo, x es inferior a 0,5h.
6. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de: cambiar una orientación de la cápsula magnética manteniendo sus posiciones horizontal y vertical, por ejemplo, la etapa de cambiar la orientación comprende mover ambas bolas magnéticas externas verticalmente hacia abajo, por ejemplo, la etapa de cambiar la orientación comprende hacer rotar ambas bolas magnéticas externas verticalmente sin cambiar las posiciones de los centros magnéticos de las bolas magnéticas externas.
7. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de: mover la cápsula magnética verticalmente proporcionando un primer medio de generación magnética que tiene su dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula magnética y apunta a la misma dirección para proporcionar una atracción a la cápsula magnética, en el que el primer medio de generación magnética está a una primera distancia de la cápsula magnética.
8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de: mover un segundo medio de generación magnética a una segunda distancia de la cápsula magnética, en el que la segunda distancia es tres veces o más que la primera distancia.
9. El sistema de la reivindicación 7, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de: proporcionar la otra cápsula magnética que tiene su dirección magnética paralela a la dirección magnética de la cápsula magnética y apunta a la dirección opuesta para proporcionar una fuerza de repulsión a la cápsula magnética.
10. El sistema de la reivindicación 3, en el que, por ejemplo, las bolas magnéticas externas tienen el momento magnético M de aproximadamente 25-25000 A/m<sup>2</sup>, por ejemplo, el momento magnético m para un imán colocado dentro de la cápsula magnética es de aproximadamente 0,02-2Am<sup>2</sup>.
11. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está dispuesto además para realizar las etapas de:

- colocar la cápsula magnética en una segunda orientación, incluyendo su dirección magnética en una dirección z;  
proporcionar dos bolas magnéticas en lados opuestos del área objetivo;  
rotar la cápsula magnética en el área objetivo para adoptar una tercera orientación manteniendo su posición en coordenadas xyz.
- 5
12. El sistema de la reivindicación 11, en el que las dos bolas magnéticas son las bolas magnéticas superior e inferior.
- 10 13. El sistema de la reivindicación 12, en el que, por ejemplo, en la segunda orientación de la cápsula magnética, las dos bolas magnéticas que tienen una dirección magnética especular respecto a la imagen de la otra a través de una línea divisoria central entre las mismas, las direcciones magnéticas de las dos bolas magnéticas forman un ángulo de 0-90 grados entre la línea divisoria central, por ejemplo, el procedimiento comprende: rotar la bola magnética superior en sentido contrario a las agujas del reloj mientras se mantiene su posición; y mantener la posición y orientación de la bola magnética inferior sin cambios, por ejemplo, la tercera orientación difiere en 0-90 grados de la segunda orientación en sentido contrario a las agujas del reloj.
- 15 14. El sistema de la reivindicación 12, en el que en la segunda orientación de la cápsula magnética, las dos bolas magnéticas tienen una dirección magnética paralela entre sí y apuntan a la misma dirección, por ejemplo, el procedimiento comprende además: rotar ambas bolas magnéticas 0-360 grados, simultáneamente en el sentido de las agujas del reloj a lo largo del plano xz, por ejemplo, la tercera orientación difiere en 0-360 grados de la segunda orientación en el sentido de las agujas del reloj.

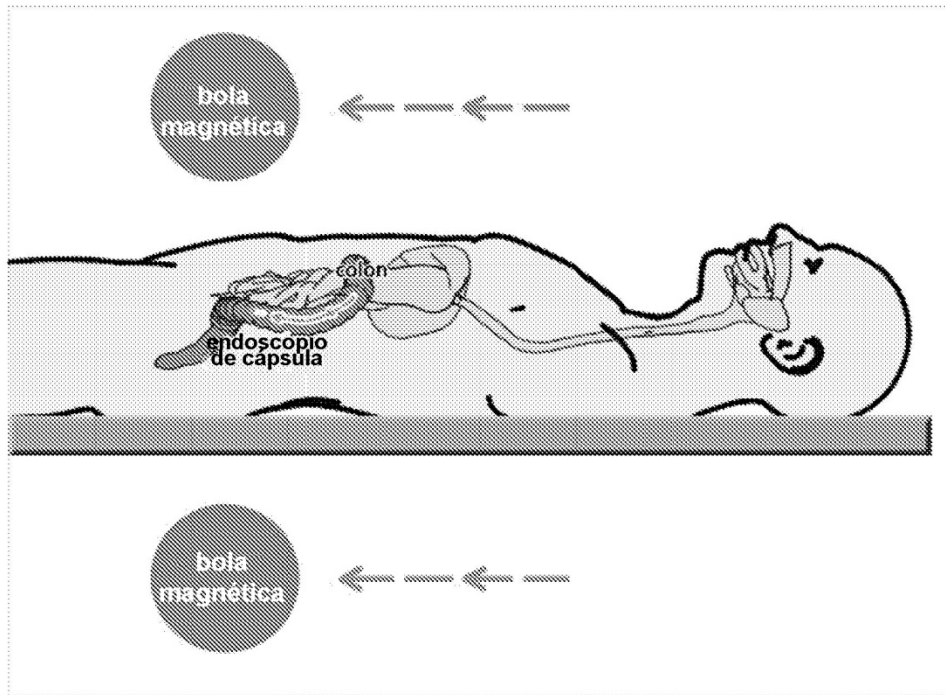


FIG. 1

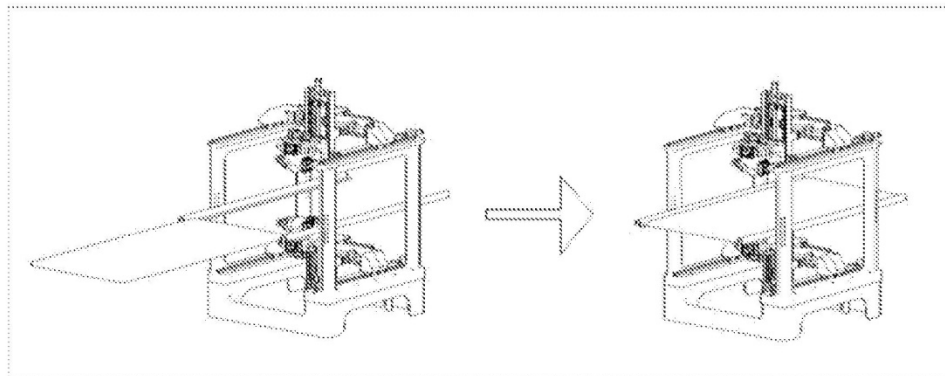
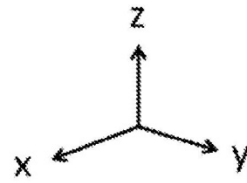


FIG. 2

FIG. 3

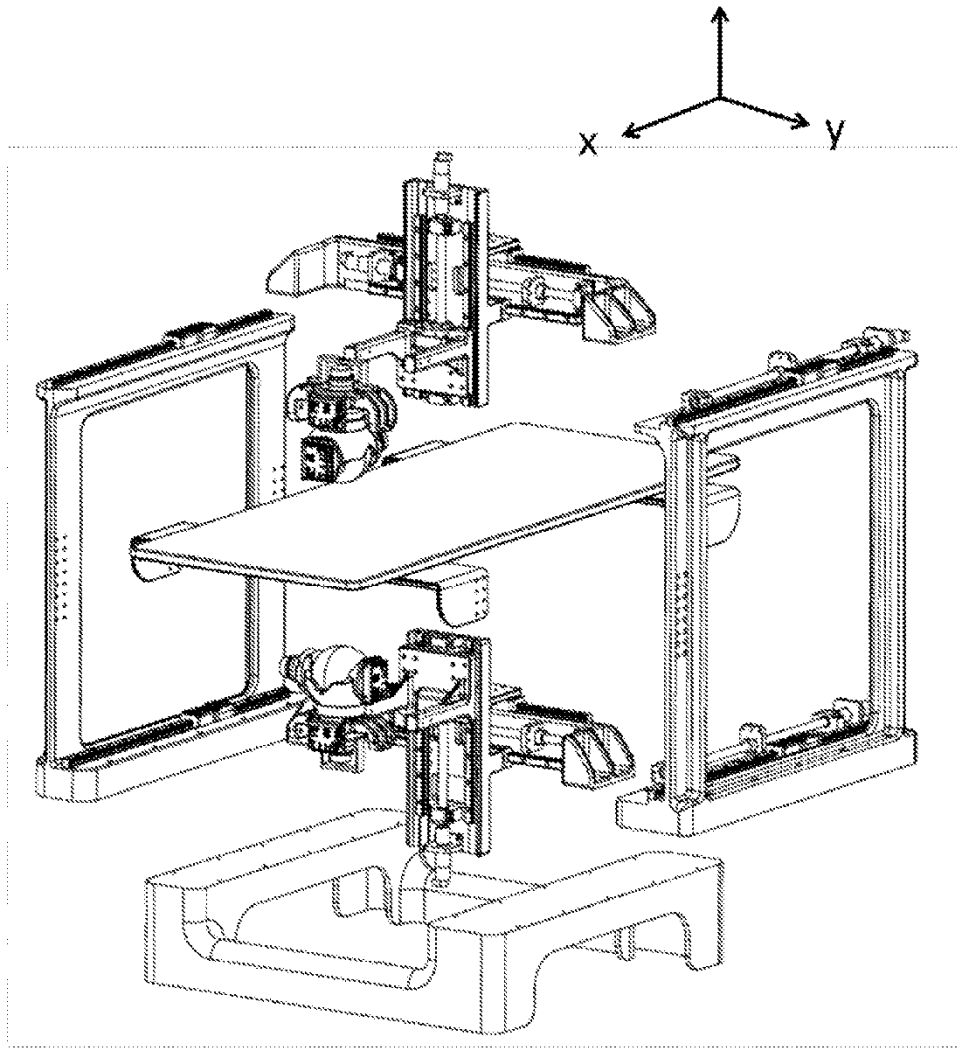


FIG. 4

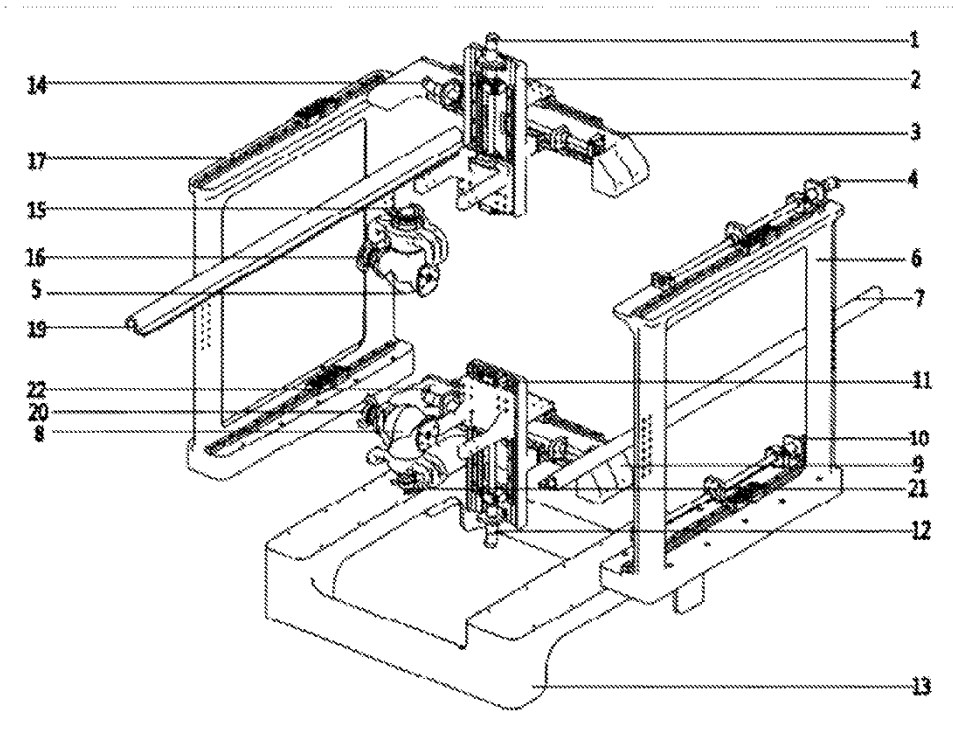


FIG. 5

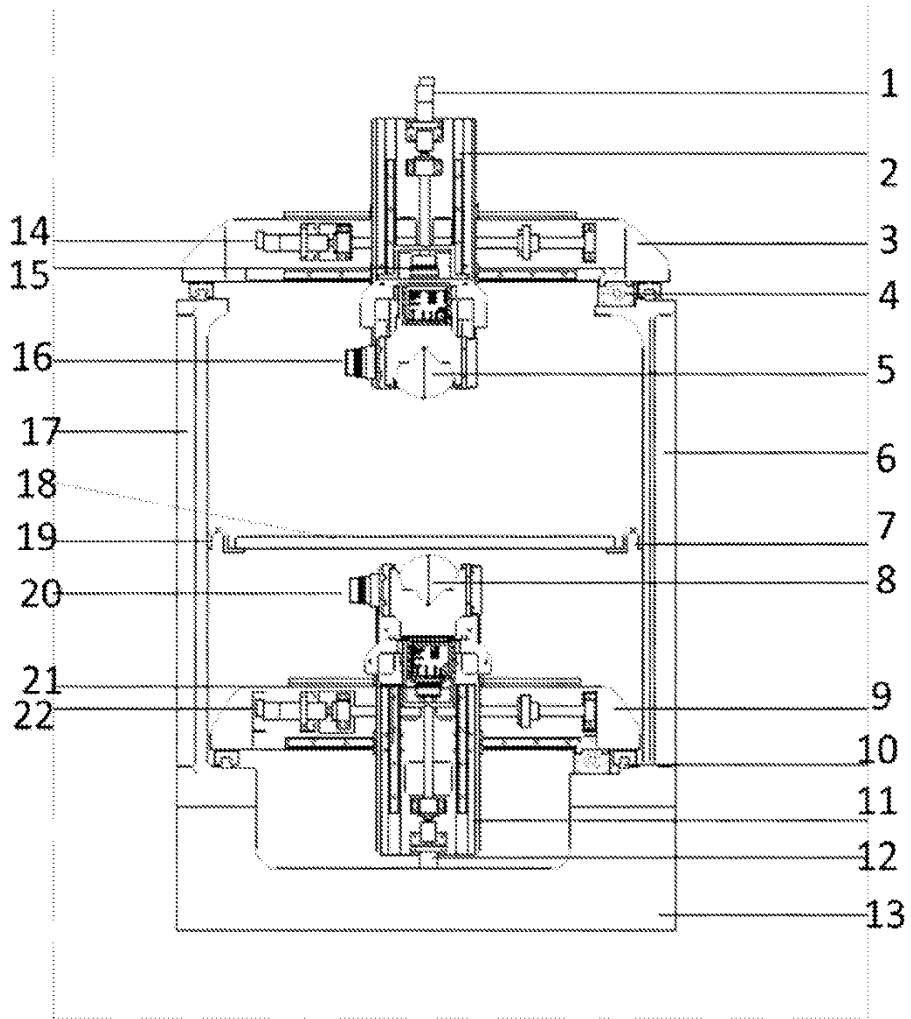


FIG. 6

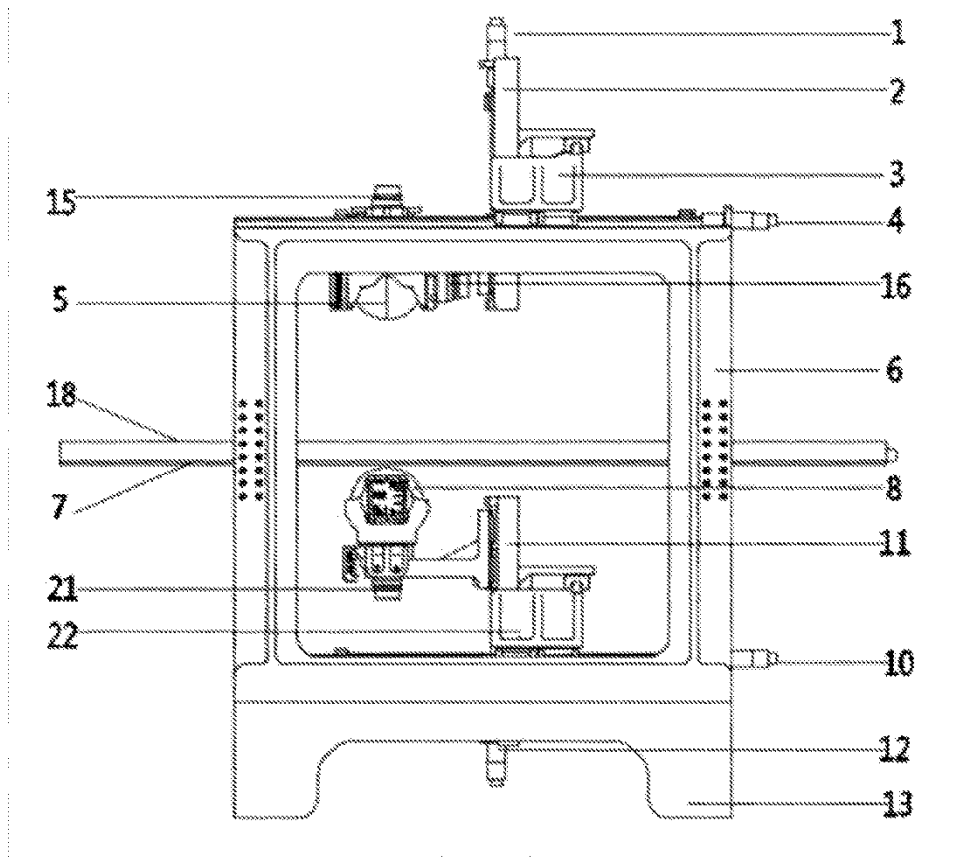


FIG. 7

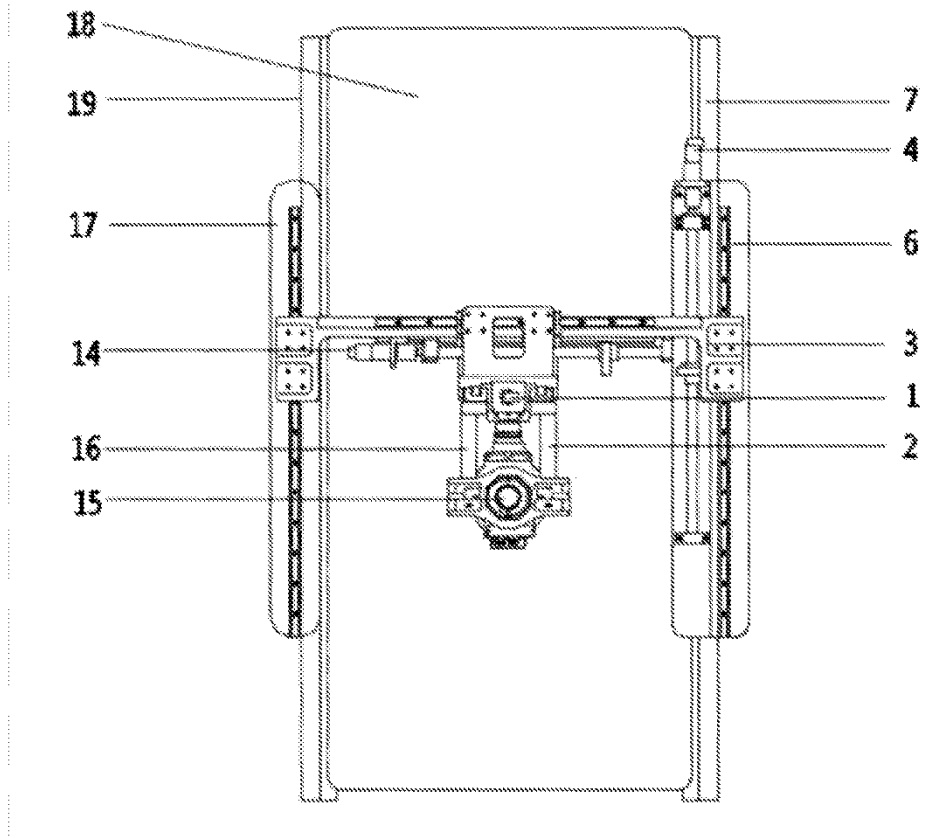


FIG. 8

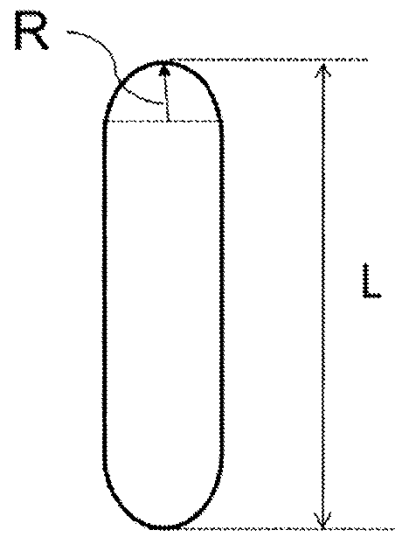


FIG. 9

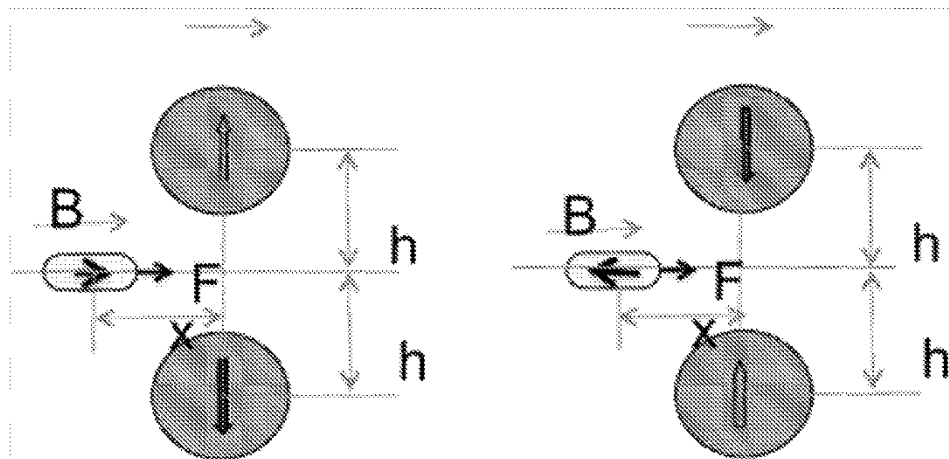


FIG. 10

FIG. 11

FIG. 12

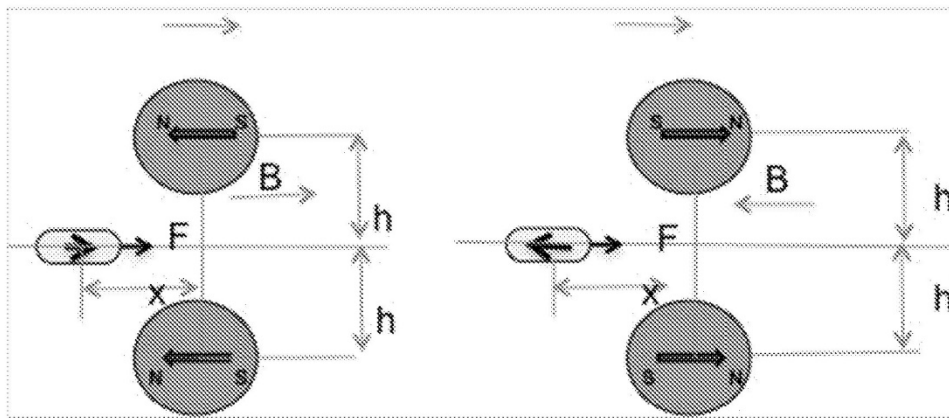
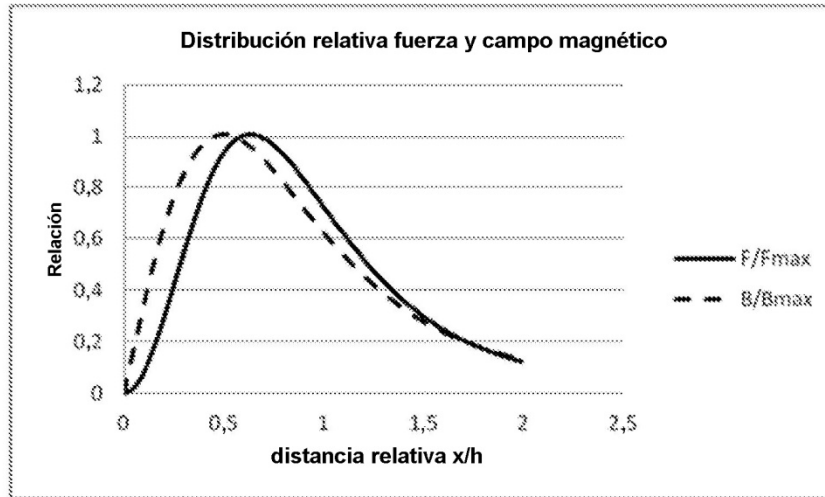


FIG. 13

FIG. 14

FIG. 15

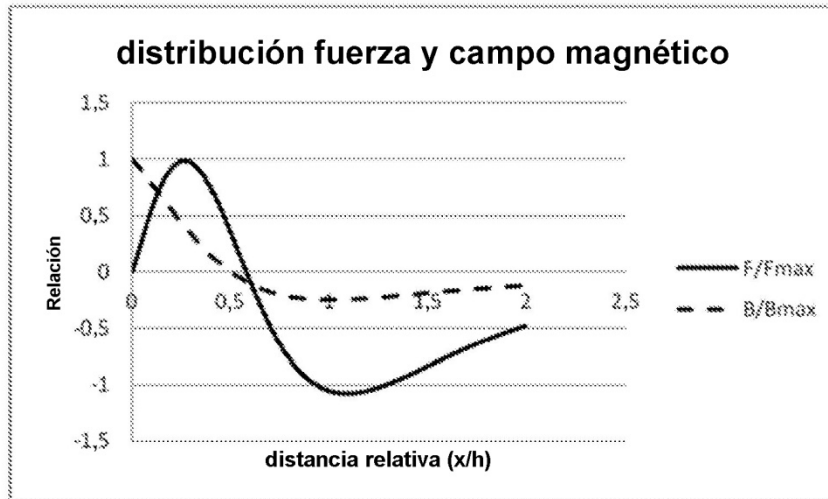


FIG. 16

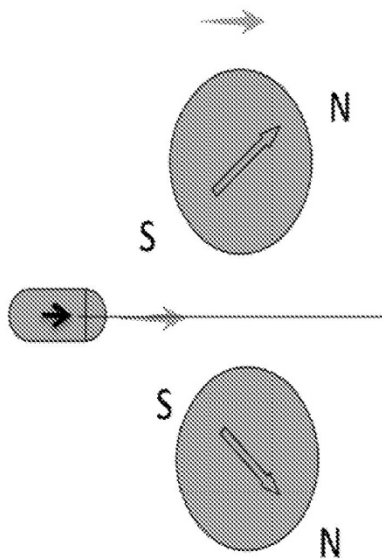
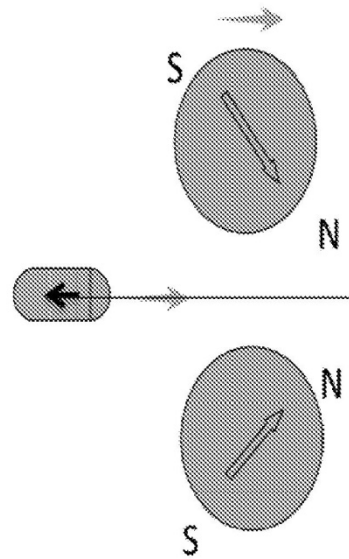


FIG. 17



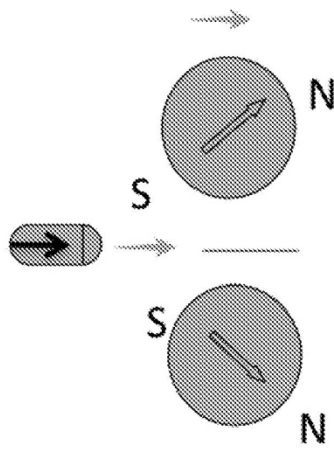


FIG. 18

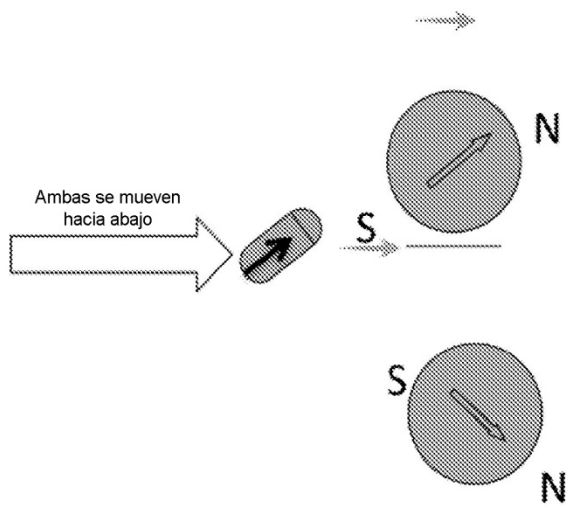


FIG. 19

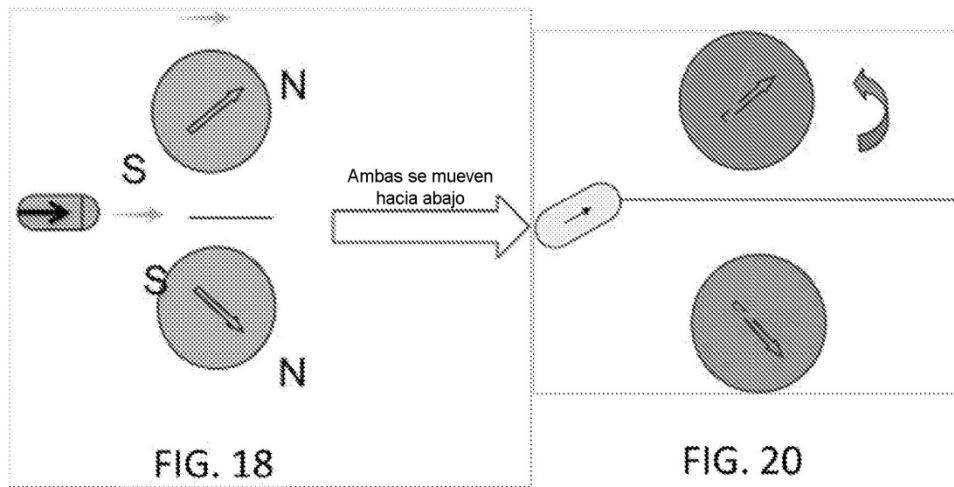


FIG. 18

FIG. 20

FIG. 21

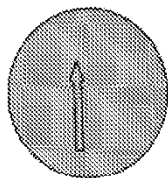
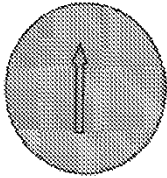


FIG. 22

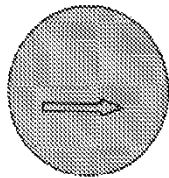
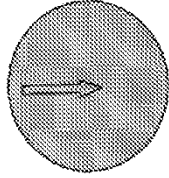


FIG. 23

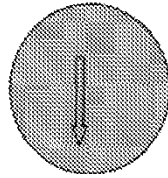
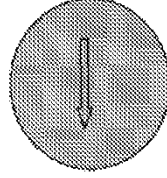


FIG. 24

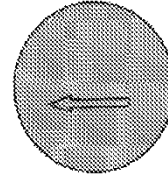
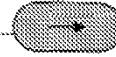
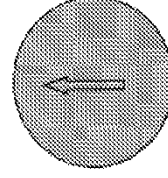
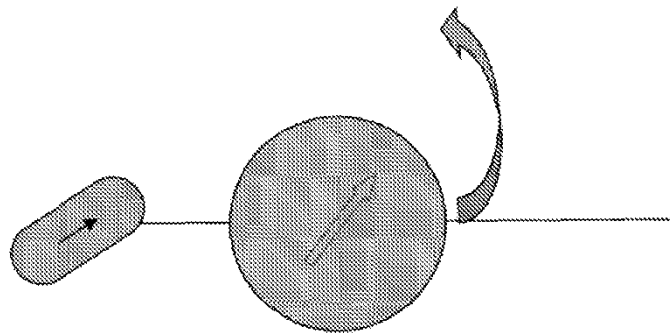


FIG. 25



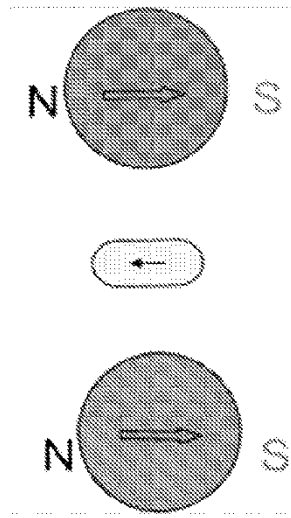


FIG. 26

FIG. 27

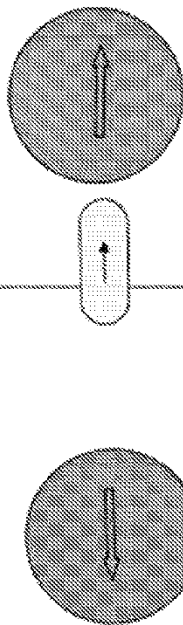


FIG. 28

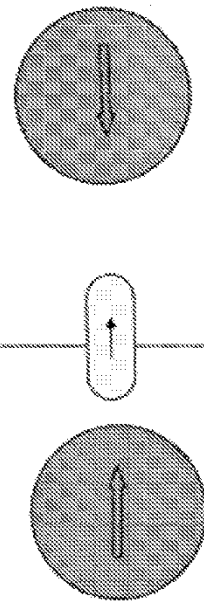


FIG. 29

<p>paciente yace en la cama de exploración, la cápsula dentro del colon</p>	<p>mover las direcciones de las dos bolas magnéticas de forma la cápsula forme imágenes del espacio abierto (agujero del tubo) del colon, y mover las bolas por delante de la dirección de movimiento de la cápsula</p>
<p>dos bolas magnéticas alineadas verticalmente y con magnetización horizontal. Y la distancia entre los centros de dos balas relativamente alejada (aprox 60cm)</p>	<p>mover la cápsula hacia adelante, rotar la magnetización de las dos bolas magnéticas como en la figura 10; mover la cápsula hacia atrás, rotar la magnetización de las dos bolas magnéticas como en la figura 11</p>
<p>mover dos bolas magnéticas en plano XY hasta encontrar campos magnéticos relativamente grandes, medidos por sensores magnéticos dentro de cápsulas</p>	<p>mover las dos bolas magnéticas próximamente entre sí a la misma velocidad hasta cerca de la superficie corporal del paciente, pero sin tocarlo por motivos de seguridad. La cápsula se moverá hacia delante en línea entre los centros de las bolas magnéticas.</p>
<p>calcular la posición y orientación de la cápsula mediante dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional dentro de las cápsulas, y ajustar las dos bolas de forma que la cápsula esté en el centro de las dos bolas.</p>	<p>ajustar la localización del plano XY de las dos bolas de forma que la cápsula se mueva a lo largo del colon, guiando las dos bolas magnéticas. El mismo procedimiento se puede utilizar para un pequeño cuenco.</p>