(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 976 025**

(51) Int. Cl.:

A61B 1/00 (2006.01)
A61B 5/06 (2006.01)
A61B 5/07 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2017 E 20190612 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 3760098**

(54) Título: **Sistema para utilizar un dispositivo de cápsula**

(30) Prioridad:

23.09.2016 US 201615274845

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2024

(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 ROBOTICA CORP. (50.0%)

(72) Inventor/es:

DUAN, XIAODONG y
ZHANG, SHAOBANG

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

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 para utilizar un dispositivo de cápsula

Campo técnico de la divulgación

La presente solicitud de patente se refiere a la técnica de los dispositivos de cápsula para ser utilizados en aplicaciones relacionadas con la medicina, y más particularmente, a sistemas para utilizar dos medios generadores magnéticos externos para navegar un endoscopio de cápsula magnética a través de la vía GI de un paciente y procedimientos de utilización de los mismos.

Antecedentes de la divulgación

El endoscopio de cápsula magnética controlable ha sido ampliamente utilizado comercialmente en el examen del estómago y ha demostrado ser muy exitoso. Sin embargo, actualmente no se utiliza el mismo endoscopio de cápsula magnéticamente controlado para colocarlo en el interior del intestino delgado y el colon para realizar un examen rutinario.

Hasta la fecha, existen tres tipos de sistemas de generación de campo magnético externo para guiar un endoscopio de cápsula magnética a la vez que se desplaza por la vía GI de un paciente. Son bobinas electromagnéticas, electroimán e imán permanente. Con el fin de cumplir el requisito de proporcionar una fuerza motriz suficiente, mediante un campo magnético externo o un gradiente magnético externo, para mover un endoscopio de cápsula magnética típico por todo el intestino delgado de un paciente, el consumo de energía para 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 costosos de construir y operar. Además, para las bobinas electromagnéticas y los sistemas de electroimanes, la compatibilidad electromagnética (EMC) es también un gran desafió, y los posibles problemas de seguridad relacionados con el campo electromagnético también generan determinada preocupación.

En comparación con las bobinas electromagnéticas, el imán permanente es una forma mucho más limpia y eficiente de generar un gran campo magnético de 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 ajustarse con 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 lograr 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 el campo remoto o la generación de gradiente de campo.

Por lo tanto, se necesita un sistema de control magnético para navegar un endoscopio de cápsula a través de un intestino delgado, el dicho sistema debe emplear un dipolo magnético permanente externo y fácil de usar. El documento WO2009107892A1 divulga un sistema de endoscopio que utiliza un endoscopio de tipo cápsula avanzado a través de un movimiento espiral en un órgano de un cuerpo humano, comprendiendo el sistema de endoscopio el endoscopio de tipo cápsula que incluye un dispositivo de tornillo variable que forma las proyecciones espirales para avanzar el endoscopio de tipo cápsula a través de rotaciones para diestros y para zurdos, y fotografiar una imagen del interior del órgano al colocarlo en el cuerpo humano una primera parte que aplica fuerza magnética que rota en direcciones de giro, guiñada y cabeceo, un primer imán externo que aplica una fuerza magnética al endoscopio de tipo cápsula desde el exterior del cuerpo humano de acuerdo con la operación del usuario, y que mueve o fija la posición del primer imán externo, una segunda parte que aplica fuerza magnética dispuesta de manera simétrica a la primera parte que aplica fuerza magnética con respecto al cuerpo humano para rotar en direcciones de giro, guiñada y cabeceo, un segundo imán externo que aplica una fuerza magnética al endoscopio de tipo cápsula en asociación con el primer imán externo, y mueve o fija la posición del segundo imán externo, y un dispositivo de control detecta la posición del primer y segundo imanes externos, variar la posición del segundo imán externo correspondiente a la posición del primer imán externo, generar un campo magnético rotativo rotando asociativamente el primer y el segundo imanes externos, y generar una imagen del interior del órgano fotografiado por el endoscopio de tipo cápsula para el reconocimiento del usuario.

Sumario de la invención

La presente invención divulga un sistema que puede utilizarse para examinar la vía GI de un paciente.

Es un objeto de la presente invención inventar un sistema que pueda utilizar un imán permanente para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula magnética colocado in situ.

Es otro objeto de la presente invención que el endoscopio de cápsula magnética puede moverse en 3 dimensiones libremente, teniendo 5 grados de la libertad.

Es otro objeto de la presente invención que el endoscopio de cápsula magnética pueda moverse y ajustar la orientación mediante un imán externo.

En la presente invención, se describe un sistema para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula magnética en una vía GI humana. El sistema incluye una cápsula magnética para su colocación en la vía GI humana; dos bolas magnéticas que tienen cada una, una magnetización horizontal, estando las dos bolas magnéticas alineadas verticalmente con una distancia entre centros de las dos bolas magnéticas mayor que 50 cm en la dirección vertical, configuradas para moverse simultáneamente en un plano XY e individualmente a lo largo de la dirección X, la dirección Y, y la dirección Z; dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional proporcionados en el interior de la cápsula magnética, estando los sensores magnéticos proporcionados para medir un campo magnético combinado resultante en la cápsula magnética, y calcular una posición y orientación de la cápsula magnética con el sensor de aceleración tridimensional; siendo las dos bolas magnéticas movidas además para ajustar sus direcciones magnéticas de modo que la cápsula magnética pueda obtener imágenes de un espacio abierto de la vía GI humana, y siendo las dos bolas magnéticas movidas para adelantarse a la dirección de movimiento de la cápsula magnética, y siendo la cápsula magnética movida hacia adelante rotando las dos bolas magnéticas para cambiar su dirección de magnetización; y siendo cada una de las dos bolas magnéticas accionada por un conjunto de control magnético externo, siendo el conjunto de control magnético externo capaz de accionar la bola magnética correspondiente para que se mueva a lo largo de la dirección X, la dirección Y, y la dirección Z individualmente.

Breve descripción de los dibujos

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

La Figura 1 muestra una ilustración esquemática de un sistema de endoscopio de cápsula magnética de acuerdo con un aspecto 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 las tramas de soporte;

La Figura 3 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 coloca dentro de las tramas de soporte;

La Figura 4 muestra una vista en perspectiva en despiece de un sistema ejemplar de control magnético externo de acuerdo con aspectos de la presente invención; en el que la cama se coloca dentro de las tramas de soporte y los conjuntos no se colocan juntos para ilustrar mejor la estructura del sistema;

La Figura 5 muestra una vista en perspectiva en despiece de un sistema ejemplar de control magnético externo de acuerdo con aspectos de la presente invención, en el que la plataforma o cama se retira de modo que los componentes estructurales puedan visualizarse y etiquetarse claramente;

La Figura 6 es una vista en sección transversal del sistema de control magnético externo, vista 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;

La Figura 8 es una vista superior del sistema de control magnético externo de la Figura 6;

La Figura 9 es una ilustración de un endoscopio de cápsula magnética de acuerdo con el aspecto de la presente invención;

La Figura 10 es un diagrama esquemático para ilustrar que el endoscopio de 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;

La Figura 11 es un diagrama esquemático para ilustrar que un endoscopio de cápsula puede moverse verticalmente lejos del plano XY en la dirección z, en el 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 el endoscopio de cápsula magnética son las indicadas en la Figura11;

La Figura 13 es una ilustración esquemática de otra condición de funcionamiento en la que las magnetizaciones de las dos bolas magnéticas son opuestas al endoscopio de 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 el endoscopio de cápsula magnética son las indicadas en la Figura 13;

La Figura 14 es una ilustración esquemática de otra condición de funcionamiento en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones de ambas bolas magnéticas son iguales y las direcciones de magnetización son una imagen de espejo entre sí a lo largo del plano medio entre ellas;

La Figura 16 es una ilustración esquemática de otra condición de funcionamiento en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones de ambas bolas magnéticas son las mismas y las direcciones de magnetización son una imagen de espejo entre sí a lo largo del plano medio entre ellas, y en la que el endoscopio de cápsula magnética es arrastrado hacia adelante;

La Figura 17 es una ilustración esquemática de otra condición de funcionamiento en la que dos bolas magnéticas están alineadas verticalmente, sus magnetizaciones de ambas bolas magnéticas son las mismas y las direcciones de magnetización son una imagen de espejo entre sí a lo largo del plano medio entre ellas, y en la que el endoscopio de cápsula magnética es arrastrado hacia adelante;

La Figura18 es una posición inicial y orientación del endoscopio de cápsula y bolas magnéticas externas en un procedimiento para cambiar un endoscopio de cápsula magnética a través del ajuste en el sistema de control magnético externo;

La Figura 19 es una posición finalizada y orientación del endoscopio de cápsula y bolas magnéticas externas en un procedimiento para cambiar un endoscopio de cápsula magnética a través del ajuste en el sistema de control magnético externo;

La Figura 20 es otra posición finalizada y orientación del endoscopio de cápsula y bolas magnéticas externas en un procedimiento alternativo para cambiar un endoscopio de cápsula magnética a través del ajuste en el sistema de control magnético externo;

Las Figuras 21-24 son ilustraciones esquemáticas de cómo rotar un endoscopio de cápsula magnética en el plano XZ;

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

La Figura 26 muestra una vista lateral de un diagrama esquemático de cómo hacer girar un endoscopio de 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 verticalmente el endoscopio de cápsula magnética; y

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

Descripción detallada de ejemplos seleccionados

De aquí en adelante, se describirán en detalle, con referencia a los dibujos adjuntos, ejemplos seleccionados de un endoscopio de cápsula magnética que se colocará en una ubicación objetivo y su sistema de control magnético externo, y procedimientos de uso del mismo. Para simplificar, el endoscopio de cápsula magnética y su sistema de control magnético externo se explican en el contexto de las aplicaciones biomédicas, es decir, la ubicación objetivo es una ubicación in vivo, por ejemplo, una ubicación dentro de un tracto digestivo. Para simplificar, el dispositivo médico divulgado en la presente memoria 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 divulgado en la presente memoria se refiere como una cápsula, una cápsula magnética, un endoscopio de cápsula o un dispositivo de cápsula, el cual no debe interpretarse como una limitación de su forma, dimensión o tamaño. El dispositivo de cápsula divulgado en la presente memoria y los procedimientos para utilizar el mismo se pueden implementar para muchas otras aplicaciones siempre que haya un movimiento de la cápsula magnética en la ubicación objetivo que deba controlarse externamente de una ubicación a otra ubicación.

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 de control magnético externo en el ámbito de la presente invención. Es sólo para fines ilustrativos. No se debe interpretar como una limitación. Por

ejemplo, de acuerdo con la Figura 3, con referencia a la Figura 2, la dirección X es la dirección en la que se mueve la cama, lo cual es de atrás hacia adelante; la dirección Y es la dirección a partir de una trama de soporte a otra trama de soporte opuesta, la cual es de izquierda a derecha, y la dirección Z es la dirección para mover los imanes cerca y lejos del paciente, la cual es la dirección de arriba hacia abajo. Rotación horizontal significa una rotación alrededor del eje Z, a lo largo del plano XY, por ejemplo, una rotación de izquierda a derecha, cuando se observa desde la parte frontal del aparato. Rotación vertical significa una rotación alrededor del eje Y, a lo largo del plano YZ, por ejemplo, una rotación de arriba abajo, cuando se observa desde la parte frontal del aparato.

Los elementos de las figuras son

1. Primer motor
2. Primer conjunto superior del eje Z
3. Conjunto horizontal superior del eje Y
4. Tercer motor
5. Bola magnética superior
6. Conjunto de trama de soporte derecho
7. Riel deslizante derecho para la cama
8. Bola magnética inferior
9. Conjunto horizontal inferior del eje Y
10. Octavo motor
11. Segundo conjunto inferior del eje Z
12. Sexto motor
13. Base
14. Segundo motor
15. Cuarto motor
16. Quinto motor
17. Conjunto de trama de soporte izquierdo
18. Cama
19. Riel deslizante izquierdo para la cama
20. Noveno motor
21. Décimo motor
22. Séptimo motor
23. Cápsula 100 magnética
24. Colon 110

Los detalles de los elementos y sus funciones son:

1. Primer motor:

proporciona energía para mover la bola magnética superior hacia arriba en la dirección Z

2. Las primeras partes de control de movimiento del conjunto superior del eje Z para la bola magnética superior a lo largo del eje Z se colocan en el conjunto superior del eje Z

3. Las partes de control de 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

4. El tercer motor

proporciona energía para mover la bola magnética superior hacia arriba en la dirección X

5. Bola magnética superior

la bola magnética sobre la cama

6. Conjunto de trama de soporte derecho

trama de soporte a la derecha y partes fijadas a la misma

7. Riel deslizante derecho para la cama

riel deslizante para la cama en el lado derecho

8. Bola magnética inferior

la bola magnética sobre la cama

9. Las partes de control de 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 horizontal inferior del eje Y

10. El octavo motor

proporciona energía para mover la bola magnética inferior en la dirección X

11. Las partes de control de 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

12. El sexto motor

proporciona energía para mover la bola magnética inferior en la dirección Z

13. Base

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 girar la bola magnética superior a lo largo del plano horizontal, rotar alrededor de la dirección Z

16. El quinto motor

proporciona energía para girar la bola magnética superior a lo largo del plano vertical, rotar alrededor de la dirección Z

17. Conjunto de trama de soporte izquierdo

trama de soporte izquierdo del aparato

18. Cama

Cama para proporcionar soporte a un paciente y llevar al paciente dentro/fuera del área de examen

19. Riel deslizante izquierdo para la cama

riel deslizante izquierdo para la cama

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

La presente invención divulga un sistema utiliza para examinar la vía GI de un paciente, especialmente el intestino delgado. El sistema utiliza un endoscopio de cápsula magnética. El endoscopio de cápsula magnética incluye un imán permanente, el cual responde a un sistema de control magnético externo. La presente invención divulga un sistema que utiliza más de una bola magnética externa para controlar el movimiento del endoscopio de cápsula magnética.

Dos bolas magnéticas

Con referencia a la Figura 1, el endoscopio de cápsula magnética de la presente invención está destinado para ser utilizado para el examen de la vía GI de un paciente, en particular para el intestino delgado. El endoscopio de cápsula magnética comprende además un medio de imágenes, el cual puede examinar el interior de la vía GI del paciente. En la presente invención, el endoscopio de cápsula magnética se mueve en el intestino delgado debido al campo magnético combinado generado por ambas bolas magnéticas externas.

En la presente invención, la cápsula magnética puede tener cualquier forma. Una cápsula magnética ejemplar se ilustra esquemáticamente en la Figura 9, la cápsula tiene una longitud L. Un dipolo magnético permanente está encerrado en el alojamiento. En un ejemplo, la longitud de la cápsula es paralela a la dirección de magnetización (N->S) de la cápsula. En otro ejemplo, la longitud de la cápsula es perpendicular a la dirección de magnetización (N->S) de la cápsula. En las realizaciones de funcionamiento representadas en las figuras de la presente invención, la dirección de magnetización (N->S) de la cápsula es paralela a la longitud de la cápsula magnética. En la presente memoria, la longitud se dirige para describir la dimensión más larga de la cápsula. Se desea tener la dimensión más larga de la cápsula paralela a la pared interior del intestino delgado para reducir las molestias.

En la presente invención, se divulga un sistema de control magnético externo que comprende dos medios de generación magnética. Cada medio de generación de campo magnético comprende un conjunto de control magnético externo. El conjunto de control magnético externo proporciona energía para mover la posición de los medios de generación magnética y la dirección de magnetización con respecto al paciente, con el fin de proporcionar una guía de campo magnético óptima a la cápsula magnética.

En una realización de la presente invención, dos medios de generación de campo magnético tienen cada uno un dipolo magnético permanente. Por ejemplo, los dos medios de generación magnética tienen la misma cantidad de dipolos magnéticos. En el ámbito de la presente invención, igual cantidad significa, un dipolo magnético está en 95 %-105 % del otro dipolo magnético.

En una realización de la presente invención, dos medios de generación de campo magnético son cada uno de forma esférica y se denominan bolas magnéticas o medios de generación de campo magnético de forma esférica. En un ejemplo, ambas bolas magnéticas tienen el mismo diámetro. Cada bola magnética tiene un centro de peso y un centro de magnetización. En un ejemplo, el centro de magnetización para ambos medios de generación de campo magnético de forma esférica está siempre alineado en una de las tres coordenadas (X, Y, Z) de dirección. En otro ejemplo, el centro de peso y el centro de magnetización coinciden entre sí. En otro ejemplo, el centro de peso para ambos medios de generación de campo magnético de forma esférica está siempre alineado en dos de las tres coordenadas (X, Y, Z). Por ejemplo, con referencia a las Figuras 4-8, las dos bolas magnéticas están en la misma posición XY y sólo difieren en la dirección Z vertical.

El propósito de la presente invención es proporcionar un mejor control magnético externo al endoscopio de cápsula magnética durante el examen del intestino delgado. Por lo tanto, más de un medio de generación de campo magnético se utiliza para proporcionar un campo magnético externo distribuido, el cual no es capaz de lograr el uso de un solo medio de generación de campo magnético y un campo magnético. Los dos medios de generación de campo magnético están siempre encendidos y apagados al mismo tiempo durante el periodo de examen del paciente.

Por lo tanto, se desea colocar al paciente entre los dos medios de generación de campo magnético. Una vez que se ha introducido la cápsula magnética en el paciente, este último está listo para el examen de la vía GI, se invita al paciente a entrar en un sistema de examen médico.

En una realización de la presente invención, los dos medios de generación de campo magnético se colocan por encima y por debajo del paciente, cuando el paciente se acuesta en una plataforma o cama en el sistema de examen médico.

En otra realización de la presente invención, los dos medios de generación de campo magnético se colocan frente o detrás del paciente, cuando el paciente está de pie en el espacio del sistema de examen médico. En aún otra realización de la presente invención, los dos medios de generación magnéticos están colocados en la izquierda y la derecha del paciente, cuándo el paciente está de pie en el espacio del sistema de examen médico. En todas las realizaciones anteriores, por razones de seguridad y de otro tipo, la bola magnética está posicionada a una distancia mínima de 5-25 cm de una superficie del paciente.

En el ámbito de la presente invención, en la realización de dos medios de generación de campo magnético se colocan por encima y por debajo del paciente, cuando el paciente se acuesta en una plataforma o cama en el sistema de examen médico, con referencia a la Figura 3 y 4, la dirección X es una dirección delante-detrás; la dirección Y es la dirección izquierda-derecha; y la dirección Z es la dirección vertical arriba-abajo; la rotación horizontal es la rotación a lo largo del plano YZ, la rotación alrededor del eje Y; y el giro vertical es la rotación a lo largo del plano XY, la rotación alrededor del eje Z.

En la realización de dos medios de generación de campo magnético colocados frente y detrás del paciente, cuando el paciente está de pie en el centro del área abierta de examen médico con el sistema semiencerrado, la dirección X es la dirección delante-detrás; la dirección Z es la dirección izquierda-derecha; y la dirección Y es la dirección vertical arriba-abajo; la rotación horizontal es la rotación a lo largo del plano YZ, la rotación alrededor del eje Z; y el giro vertical es la rotación a lo largo del plano XZ, la rotación alrededor del eje Y.

En el ámbito de la presente invención, cualquier sistema que pueda generar un campo magnético puede utilizarse como medio de generación de campo magnético. En una realización, cualquier material que tenga dipolo magnético permanente puede utilizarse como medio de generación de campo magnético externo o imán externo. En un ejemplo, tienen forma de esfera y se denominan bolas magnéticas externas. Los materiales de las bolas magnéticas externas se seleccionan a partir de Fe, Co o Ir y cualquier aleación de los mismos. En un ejemplo, las dos bolas magnéticas están hechas de los mismos materiales magnéticos.

En el ámbito de la presente invención, los imanes externos pueden tener cualquier forma. Es preferente la forma esférica ya que se conoce que los imanes de forma esférica generan un campo magnético menos complicado. Los dos imanes externos pueden ser de diferentes tamaños de acuerdo con el ámbito de la presente invención.

En un ejemplo preferente, los dos imanes externos están hechos de la misma composición de material; es preferente proporcionar los dos imanes externos con los mismos tamaños, de modo que las operaciones sean más intuitivas y fáciles de operar. Cuando dos imanes externos proporcionan los campos magnéticos con una intensidad similar, el operador puede acercar o alejar fácilmente el imán del paciente con el fin de que el campo magnético asociado sea más fuerte o débil.

Los dos imanes externos tienen el mismo tamaño, lo que significa que un imán externo tiene un tamaño o volumen de aproximadamente el 95 %-105 % del otro imán externo.

En un ejemplo preferente, los dos imanes externos están hechos de la misma composición de material; es preferente proporcionar los dos imanes externos con el mismo peso, de modo que las operaciones sean más intuitivas y fáciles de operar.

Los dos imanes externos tienen el mismo peso lo que significa que un imán externo tiene un tamaño o volumen de aproximadamente el 95 %-105 % del otro imán externo.

En el caso de que los dos imanes externos tengan diferente peso, o tamaño, lo cual puede ser tomado en consideración cuando se configure el sistema de operación y los protocolos de movimiento. Por ejemplo, si un imán es más grande que el otro, el imán más grande puede posicionarse a una distancia más alejada del paciente que el imán más pequeño.

En general, los imanes están hechos de una aleación de aluminio, aleación de boro de hierro.

De este modo, los imanes pueden ser movidos suavemente y sin problemas para guiar el movimiento de la cápsula magnética de modo que el examen pueda ser finalizado dentro de una cantidad de tiempo razonable, la fecha de la cantidad que se recogerá es suficiente para que los doctores la evalúen y aún el paciente no sufra muchas molestias debido al movimiento de la cápsula magnética.

Dos conjuntos de control magnético externo

Cada imán externo está fijado a un conjunto de control de movimiento del imán externo, también llamado conjunto de control magnético externo. Cada conjunto de control de movimiento del imán externo tiene motores y brazos que mueven el imán externo, es decir, los medios de generación de campo magnético, en más de 3 grados de libertad.

Cada conjunto de control magnético externo puede ser operado individualmente. Cada medio de generación magnética puede moverse a lo largo de la dirección X, la dirección Y, y la dirección Z, y además rotar de manera horizontal y verticalmente. En otras palabras, cada medio de generación magnética puede moverse en 5 grados de libertad. El conjunto de control de movimiento de cada imán externo puede proporcionar energía para el movimiento de manera individual en los cinco grados de libertad.

Con referencia a las Figuras 5-8, cada medio de generación magnética tiene cinco motores para proporcionar la energía para el movimiento en cinco grados de libertad. En total, hay 10 motores. Cada motor está conectado a un impulsor, el cual puede controlarse directamente.

En una realización de la presente invención, los dos medios de generación de campo magnético que se mueven a lo largo de la misma dirección pueden controlarse simultáneamente. En un ejemplo, los dos medios de generación de campo magnético se mueven horizontalmente en dirección x, y simultáneamente.

De acuerdo con el aspecto de la presente invención, en una realización, un sistema para navegar un endoscopio de cápsula magnética dentro de un paciente incluye más de un medio de generación de campo magnético y más de uno de los conjuntos de control de movimiento de imán externo. En la presente invención, el sistema incluye un primer medio de generación de campo magnético, posicionado en un primer lado del paciente, configurado para proporcionar un primer campo magnético para mover la cápsula magnética; y un primer conjunto de control de movimiento del imán externo, incluye

un primer medio de traslación horizontal, el cual puede mover el primer medio de generación de campo magnético a lo largo de una dirección de eje X;

un segundo medio de traslación horizontal, el cual puede mover el primer medio de generación de campo magnético a lo largo de una dirección de eje Y;

un primer medio de traslación vertical, el cual puede mover el primer medio de generación de campo magnético a lo largo de una dirección de eje Z;

un primer medio de rotación, el cual puede girar el primer dipolo magnético del primer medio de generación de campo magnético a lo largo o paralelo a un plano XY definido por el eje X y el eje Y, o rotar alrededor de la dirección del eje Z;

un segundo medio de rotación, el cual puede girar el primer dipolo magnético alrededor de la dirección del eje X;

en la que cada uno de los medios anteriores puede ajustar la posición y orientación del primer medio de generación de campo magnético individualmente.

El sistema incluye además un segundo medio de generación de campo magnético, y un segundo conjunto de control magnético externo, dirigido a controlar el movimiento del segundo medio de generación de campo magnético, el cual se posiciona en un segundo lado del paciente, configurado para proporcionar un segundo campo magnético para mover el endoscopio de cápsula magnética.

El segundo conjunto de control magnético externo incluye, en un ejemplo, un tercer medio de traslación horizontal el cual puede mover el segundo medio de generación de campo magnético a lo largo de la dirección del eje X.

En otro ejemplo, el segundo conjunto de control magnético externo comprende, además, un cuarto medio de traslación horizontal el cual puede mover el segundo medio de generación de campo magnético a lo largo de la dirección del eje Y.

En otro ejemplo, el segundo conjunto de control magnético externo comprende, además, un segundo medio de traslación vertical el cual puede mover el segundo medio de generación de campo magnético a lo largo de la dirección del eje Z.

En otro ejemplo, el segundo conjunto de control magnético externo incluye, además, un tercer medio de rotación el cual puede girar el segundo dipolo magnético del segundo medio de generación de campo magnético a lo largo o paralelo al plano XY definido por el eje X y el eje Y, o rotar alrededor de la dirección del eje Z.

En otro ejemplo, el segundo conjunto de control magnético externo incluye, además, un cuarto medio de rotación el cual puede girar el segundo dipolo magnético alrededor de la dirección del eje X.

En el segundo conjunto de control magnético externo, en el que cada medio de traslación y cada medio de rotación pueden ajustar individualmente la posición y la orientación del segundo medio de generación de campo magnético.

Además, el primer y segundo conjuntos de control magnético externo pueden operar de manera secuencial o simultáneamente al menos un medio de movimiento anterior.

En una realización, el primer y segundo imanes externos están por encima y por debajo del paciente que tiene una cápsula magnética dentro de la vía GI del paciente. En un ejemplo, el primer medio de traslación horizontal para el primer medio de generación de campo magnético y el tercer medio de traslación horizontal para el segundo medio de generación de campo magnético pueden moverse juntos.

En otro ejemplo de la misma realización, el segundo medio de traslación horizontal para el primer medio de generación de campo magnético y el cuarto medio de traslación horizontal para el segundo medio de generación de campo magnético pueden moverse juntos.

En otro ejemplo de la misma realización, el primer medio de traslación vertical para el primer medio de generación de campo magnético y el segundo medio de traslación vertical para el segundo medio de generación de campo magnético pueden moverse juntos.

En aún otro ejemplo de la misma realización, el primer medio de rotación para el primer medio de generación de campo magnético y el tercer medio de rotación para el segundo medio de generación de campo magnético pueden moverse juntos.

En aún otro ejemplo de la misma realización, el segundo medio de rotación para el primer medio de generación de campo magnético y el cuarto medio de rotación para el segundo medio de generación de campo magnético significa pueden moverse juntos.

Cuando el paciente está siendo examinado, en una realización de la misma realización, la dirección del dipolo magnético del primer y segundo medios de generación de campo magnético es paralela entre sí (Figuras 13-14). En un ejemplo, la dirección NS de los medios de generación de campo magnético es paralela entre sí, pero opuesta a la dirección del dipolo magnético de la cápsula magnética cuando el paciente está siendo examinado.

En otra realización, las dos direcciones del dipolo magnético del primer y segundo medios de generación de campo magnético son perpendiculares a la dirección del dipolo magnético de la cápsula magnética (Figuras 10 y 11). En un ejemplo, la dirección NS de los medios de generación de campo magnético primero y segundo es paralela entre sí, pero opuesta a la dirección del dipolo magnético de la cápsula magnética cuando el paciente está siendo examinado.

cama

El sistema de control magnético externo incluye además una plataforma de soporte y el paciente extendido sobre la plataforma de soporte durante el examen. La altura de la plataforma de soporte desde el suelo es ajustable.

La posición de la plataforma de soporte a lo largo de la dirección x, en la dirección z define una línea central del sistema de control magnético externo, ya que las dos bolas magnéticas están destinadas a proporcionar campos magnéticos combinados centrados alrededor del paciente y la cápsula magnética allí dentro. La línea central puede ser la misma que la ruta de desplazamiento propuesta de la cápsula magnética. En un ejemplo, los medios de generación de campo magnético primero y segundo son imágenes de espejo entre sí a través de la línea central. En un ejemplo preferente, los centros magnéticos del primer y segundo medios de generación de campo magnético son imágenes de espejo entre sí, en otras palabras, están en la misma dirección x.

Con referencia a las Figuras 3 y 4, la plataforma de soporte puede moverse en la dirección y dentro y fuera del área de examen.

Partes mecánicas del conjunto

Base

La presente invención divulga un aparato médico, que incluye una base, situada en el suelo. Con referencia a las Figuras 3 y 4, la base es de forma cuadrada o rectangular, con dos de los miembros de soporte elevados por encima del suelo y dos de los miembros de soporte colocados en el suelo. Los dos miembros de soporte elevados por encima del suelo comprenden además un área superior como superficie de soporte para los conjuntos de trama de soporte vertical.

Un par de conjuntos de trama de soporte

El aparato médico incluye además un par de conjuntos de trama de soporte vertical, es decir, un conjunto de trama de soporte vertical izquierdo y un conjunto de trama de soporte vertical derecho. El par de conjuntos de trama de soporte verticales está dispuesto transversalmente entre sí, cada conjunto de trama de soporte vertical incluye un primer miembro horizontal, un segundo miembro horizontal, un primer miembro vertical y un segundo miembro vertical, el segundo miembro horizontal está conectado a la base en el suelo. La base tiene un ancho, el cual es la distancia entre los dos miembros de soporte que proporcionan una superficie de asiento superior y es también la longitud de dos miembros de soporte los cuales se asientan en el suelo.

En cada conjunto de trama de soporte vertical, el primer miembro horizontal es un miembro horizontal superior y el segundo miembro horizontal es un miembro horizontal de asiento. El elemento horizontal de asiento descansa sobre la superficie de soporte superior de la base.

Con referencia a las Figuras 2-4, existen orificios en posiciones predeterminadas tanto del primer como el segundo miembro vertical, configurados para permitir que la cama sea colocada a diferentes alturas del suelo para diferentes pacientes.

Con referencia a las Figuras 2-3, el primer miembro vertical de cada conjunto de trama de soporte vertical es un miembro vertical delantero, y el segundo miembro vertical de cada conjunto de trama de soporte vertical es un miembro vertical posterior.

Además, tanto los miembros horizontales superiores como los miembros horizontales inferiores están fijados con rieles deslizantes, lo cual permite que los conjuntos de control de movimiento del eje X se desplacen entre el miembro vertical delantero y el miembro vertical posterior y se detengan en cualquier punto intermedio.

En una realización de la presente invención, el aparato médico incluye dos sistemas de control magnético externo. Los dos sistemas de control magnético externo están posicionados por encima y por debajo de la cama del aparato médico. El sistema de control magnético externo posicionado por encima de la cama incluye una bola magnética superior y un conjunto de control magnético superior. El sistema de control magnético externo posicionado por debajo de la cama incluye una bola magnética inferior y un conjunto de control magnético inferior. Con referencia a las Figuras 3 y 4, el conjunto de control magnético superior cruza por encima de la cama y está montado en dos miembros horizontales superiores opuestos del par de conjuntos de tramas de soporte verticales. El conjunto de control magnético inferior cruza sobre un área abierta o fondo hueco de la base y para ser colocado en dos miembros horizontales inferiores opuestos o miembros de asiento del par de conjuntos de tramas de soporte verticales.

Conjunto de control de movimiento del eje X

Con referencia a las Figuras 3-5, un brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X está montado en los miembros horizontales opuestos de los dos conjuntos de soporte verticales. El conjunto de control de movimiento del eje X puede moverse entre la distancia del miembro vertical delantero y el miembro vertical posterior del conjunto de soporte vertical, y las bolas magnéticas se desplazan dentro de la misma distancia en la dirección X. En un ejemplo, el conjunto de control de movimiento del eje X puede moverse entre 0-50 cm.

Conjunto de control de movimiento del eje Y

Además, el brazo del brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X incluye un riel deslizante en la dirección Y. El riel deslizante se posiciona en la superficie delantera o posterior del brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X. El conjunto de control de movimiento del eje Y está montado sobre el brazo de la pista deslizante, se mueve entre el miembro horizontal superior del conjunto de soporte vertical izquierdo y el miembro horizontal superior del conjunto de soporte vertical derecho, y cuando el conjunto de control de movimiento del eje Y se mueve, la bola magnética externa se mueve con él. En un ejemplo, el conjunto de control de movimiento del eje Y puede moverse entre 0 y 30 cm.

Conjunto de control de movimiento del eje Z

De manera adicional, el conjunto de control de movimiento del eje Y incluye además un brazo vertical, perpendicular al brazo del brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X, fijado al brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X a través de los rieles deslizantes del brazo horizontal del conjunto de control de movimiento del eje X. El brazo vertical dispone de un par de rieles deslizantes cerca de su borde izquierdo y borde derecho, de modo que el conjunto de control de movimiento del eje Z puede moverse a lo largo del par de rieles deslizantes hacia arriba y hacia abajo para llevar la bola magnética lejos o cerca del paciente. El brazo vertical tiene un borde inferior, y el borde inferior del brazo vertical está al menos a 5 cm lejos de la superficie de la cama. El borde superior del brazo vertical está aproximadamente 20-30 cm del borde inferior del brazo vertical. El conjunto de control

de movimiento del eje Z se mueve entre el borde superior y el borde inferior del miembro vertical con el fin de ajustar la posición vertical de la bola magnética. En un ejemplo, el conjunto de control de movimiento del eje Z puede moverse entre 0 y 20 cm.

Rotación horizontal/giro

Una palanca del eje X se extiende fuera del brazo vertical, fijada a una primera capa de cubierta de tipo casco. La primera capa de la cubierta de casco se centra alrededor de un brazo de rotación del eje Z, que cuelga de la palanca del eje X. La primera capa de cubierta de tipo casco se extiende hacia abajo, dejando la bola magnética sin cubrir sustancialmente. El brazo de rotación del eje Z lleva la rotación con el motor correspondiente que lleva la rotación en sentido horario o sentido contrario al sentido horario a lo largo del plano XY a la bola magnética. La primera capa de cubierta de tipo casco del conjunto de rotación horizontal incluye dos orejas.

Rotación vertical

Una segunda capa de casco se coloca debajo de la primera capa de cubierta de tipo casco. La segunda capa del casco cubre menos del 50 % de la superficie de la bola magnética. Un motor y un eje de rotación del eje X se posicionan en los lados frontal a posterior o izquierdo a derecho de la bola magnética. El eje de rotación del eje X y el motor correspondiente proporcionan energía de rotación a la bola magnética, de modo que pueda rotar alrededor del eje X y a lo largo del plano YZ.

En otro aspecto que no forma parte de la presente invención, se divulga un procedimiento para examinar un área objetivo utilizando el sistema de control magnético externo descrito anteriormente. El procedimiento incluye

preparar a un paciente acostado en la camilla, cuando la cápsula está dentro del paciente;

alinear dos bolas magnéticas en vertical y mover dos bolas magnéticas simultáneamente en un plano XY. El área objetivo puede ser una vía GI (gastrointestinal) de un paciente, o una vía GI in vitro de animales, o un modelo de vía GI.

En una realización del aspecto que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además disponer las dos bolas magnéticas de modo que ambas tengan una dirección de magnetización horizontal. En un ejemplo, la dirección de magnetización horizontal de las dos bolas magnéticas es la misma. En un ejemplo, la dirección de magnetización horizontal de las dos bolas magnéticas es opuesta entre sí.

En otra realización del aspecto que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye, además: posicionar las dos bolas magnéticas de modo que una distancia entre los centros de las dos bolas magnéticas sea superior a una distancia vertical deseada en la dirección Z. En un ejemplo, la distancia vertical deseada es superior a 15 cm. En otro ejemplo, la distancia vertical deseada es superior a 30 cm. En aún otro ejemplo, la distancia vertical es superior a 40 cm.

Una vez iniciado el procedimiento de examen, la ubicación de la cápsula magnética bajo el campo magnético externo combinado se detecta a través de sensores en la cápsula magnética.

El procedimiento incluye además medir el campo magnético combinado resultante mediante sensores magnéticos dentro del endoscopio de cápsula; calcular una posición y orientación de la cápsula magnética mediante dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional dentro del endoscopio de cápsula.

Después de determinar la posición y orientación de la cápsula magnética, el procedimiento incluye, además

ajustar la posición vertical y horizontal de las dos bolas magnéticas de modo que el endoscopio de cápsula se encuentre en una posición intermedia de dos bolas magnéticas;

mover las dos bolas magnéticas para ajustar sus direcciones magnéticas de modo que la cápsula magnética pueda obtener imágenes de un espacio abierto del área objetivo; y mover las dos bolas magnéticas para que estén por delante de la dirección de movimiento de la cápsula magnética; y mover la cápsula magnética hacia adelante rotando las dos bolas magnéticas para cambiar su dirección de magnetización.

En un ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye una etapa de arrastre de la cápsula magnética hacia atrás, el procedimiento incluye

proporcionar dos bolas magnéticas alineadas en una dirección vertical;

proporcionar ambas direcciones de magnetización de las bolas magnéticas paralelas entre sí;

proporcionar la dirección de magnetización NS opuesta entre sí, en la que la bola magnética superior tiene la dirección NS apuntando hacia abajo y la bola magnética inferior tiene la dirección NS apuntando hacia arriba; y

mover la cápsula magnética hacia atrás.

En otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además mover las dos bolas magnéticas una cerca de la otra al mismo ritmo a aproximadamente 5 cm-10 cm de la superficie del área objetivo.

En otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además mover el endoscopio de cápsula hacia una línea central entre los centros de la bola magnética superior e inferior.

En otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además ajustar un ángulo de inclinación del endoscopio de cápsula magnética cuando el ángulo de inclinación está entre 45-135 grados.

En otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además rotar horizontalmente las dos bolas magnéticas juntas para ajustar la postura o la orientación de la cápsula magnética de modo que las dos direcciones de magnetización de las bolas magnéticas sean perpendiculares entre sí.

En otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, el procedimiento incluye además la rotación vertical de las dos bolas magnéticas juntas para ajustar la postura o la orientación de la cápsula magnética.

Cualquier referencia en la presente memoria descriptiva a “una realización”, “una realización”, “realización de ejemplo”, 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 tales frases en diversos lugares de la memoria descriptiva 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 alcance de un experto en la técnica afectar tal rasgo, estructura, o característica en relación con otras de las realizaciones. Además, para facilitar la comprensión, algunos procedimientos del procedimiento pueden haberse delineado como procedimientos separados; sin embargo, estos procedimientos delineados por separado no deben interpretarse como necesariamente dependientes del orden en su interpretación. Es decir, algunos procedimientos pueden ser capaces de realizarse en un orden alternativo, simultáneamente, etc. Además, los diagramas ejemplares ilustran diversos procedimientos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Tales realizaciones de procedimientos ejemplares se describen en la presente memoria utilizando y pueden aplicarse a las realizaciones de aparatos correspondientes; sin embargo, las realizaciones de procedimientos no pretenden estar limitadas por ello.

Aunque se han ilustrado y descrito algunas realizaciones de la presente invención, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden realizar cambios en estas realizaciones sin apartarse de los principios de la invención. Por lo tanto, las realizaciones anteriores deben considerarse en todos los aspectos ilustrativas y no limitativas de la invención descrita en la presente memoria. Por lo tanto, el ámbito de la invención es indicado por las reivindicaciones adjuntas más que por la descripción anterior. Tal como se utiliza en la presente divulgación, el término “preferentemente” no es exclusivo y significa “preferentemente, pero no limitado a” Los términos de las reivindicaciones deben interpretarse de la manera más amplia posible consistentes con el concepto inventivo general expuesto en la presente descripción. Por ejemplo, los términos “acoplado” y “conectar” (y sus derivaciones) se utilizan para connotar conexiones/acoplamientos tanto directos como indirectos. Por ejemplo, “que tiene” y “que incluye”, sus derivados y otros términos o frases transitorias similares se utilizan como sinónimos de “que comprende” (es decir, todos se consideran términos “finales abiertos”); sólo las frases “que consiste en” y “que consiste esencialmente en” deben considerarse “finales cerradas”.

Dentro del sistema para controlar el movimiento de una cápsula 100 magnética en un área objetivo, los medios 5, 8 de generación magnética externa son dos bolas magnéticas.

Los dos medios 5, 8 de generación magnética están hechos de los mismos materiales.

Los dos medios 5, 8 de generación magnética tienen tamaños iguales.

El primer medio 5 de generación de campo magnético está por encima del paciente y el segundo medio 8 de generación de campo magnético está por debajo del paciente.

El primer medio 5 de generación de campo magnético se posiciona frente al paciente y el segundo medio 8 de generación de campo magnético se posiciona detrás del paciente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar el movimiento de una cápsula magnética en una vía GI humana, que comprende: una cápsula (100) magnética para su colocación en la vía GI humana:

dos bolas (5, 8) magnéticas
teniendo cada una magnetización horizontal, estando las dos bolas magnéticas alineadas verticalmente con una distancia entre centros de las dos bolas magnéticas superior a 50 cm en la dirección vertical, configuradas para ser movidas simultáneamente en un plano XY e individualmente a lo largo de la dirección X, la dirección Y, y la dirección Z;
dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional proporcionados en el interior de la cápsula magnética, estando los sensores magnéticos configurados para medir un campo magnético combinado resultante en la cápsula magnética, y calcular una posición y orientación de la cápsula magnética con el sensor de aceleración tridimensional;
estando las dos bolas magnéticas configuradas además para ser
movidas para ajustar sus direcciones magnéticas de modo que la cápsula magnética pueda visualizar un espacio abierto de la vía GI humana, y siendo las dos bolas magnéticas movidas para estar delante de la dirección de movimiento de la cápsula magnética, siendo la cápsula magnética movida hacia adelante rotando las dos bolas magnéticas para cambiar su dirección de magnetización; y siendo cada una de las dos bolas magnéticas impulsada por un conjunto de control magnético externo, siendo el conjunto de control magnético externo capaz de impulsar la bola magnética correspondiente para que se mueva a lo largo de la dirección X, la dirección Y, y la dirección Z individualmente.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos bolas magnéticas están configuradas para rotar de modo que la dirección magnética de las dos bolas magnéticas sea perpendicular a la dirección magnética de la cápsula magnética, a la vez que la dirección magnética de las dos bolas magnéticas apunte a una respectiva bola magnética opuesta de las dos bolas magnéticas de tal manera que la cápsula magnética se mueva hacia atrás.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos bolas magnéticas se mueven una cerca de la otra al mismo ritmo.

4. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está configurado para mover la cápsula magnética hacia una línea central entre los centros de las bolas magnéticas.

5. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está configurado para ajustar un ángulo de inclinación de la cápsula magnética entre 45-135 grados.

6. El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos bolas magnéticas están configuradas para rotar horizontalmente juntas para ajustar la postura o la orientación de la cápsula magnética de modo que las dos direcciones de magnetización de las bolas magnéticas sean perpendiculares entre sí.

7. El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos bolas magnéticas están configuradas para girar juntas verticalmente para ajustar la postura o la orientación de la cápsula magnética.

8. El sistema de la reivindicación 1, en el que la dirección de magnetización horizontal de las dos bolas magnéticas es igual u opuestas entre sí.

9. El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos bolas magnéticas están hechas de los mismos materiales y tienen tamaños iguales.

10. El sistema de la reivindicación 1, en el que una de las dos bolas magnéticas está configurada para ser dispuesta por encima del cuerpo humano, y la otra de las dos bolas magnéticas está dispuesta por debajo del cuerpo humano.

11. El sistema de la reivindicación 1, en el que una de las dos bolas magnéticas está configurada para estar dispuesta frente al cuerpo humano, y la otra de las dos bolas magnéticas está dispuesta detrás del cuerpo humano.

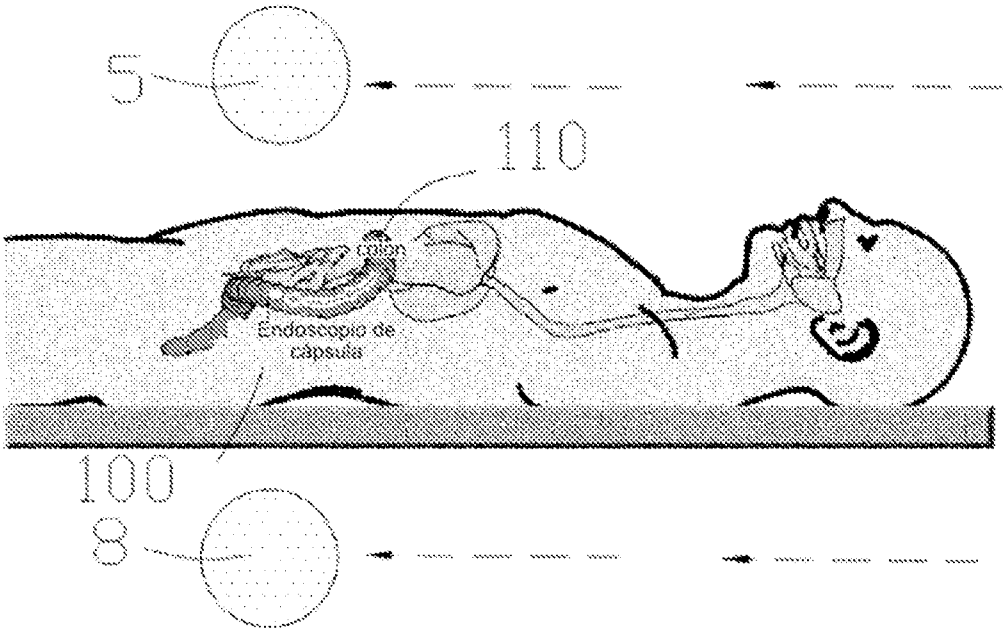


FIG. 1

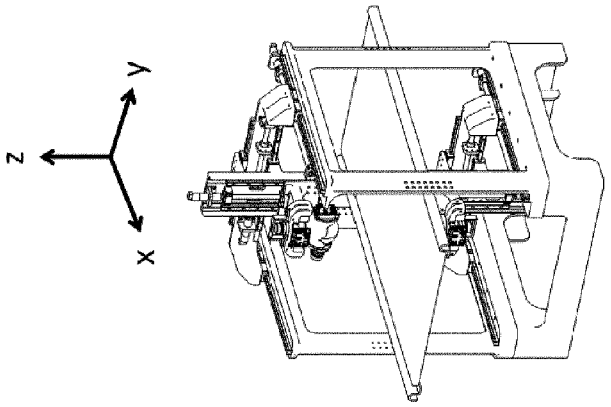


FIG. 3

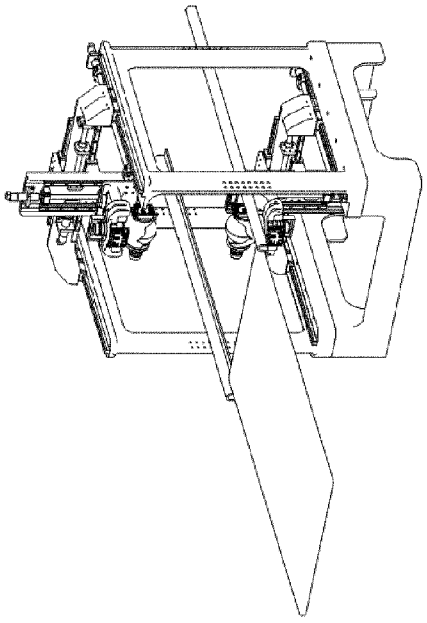


FIG. 2

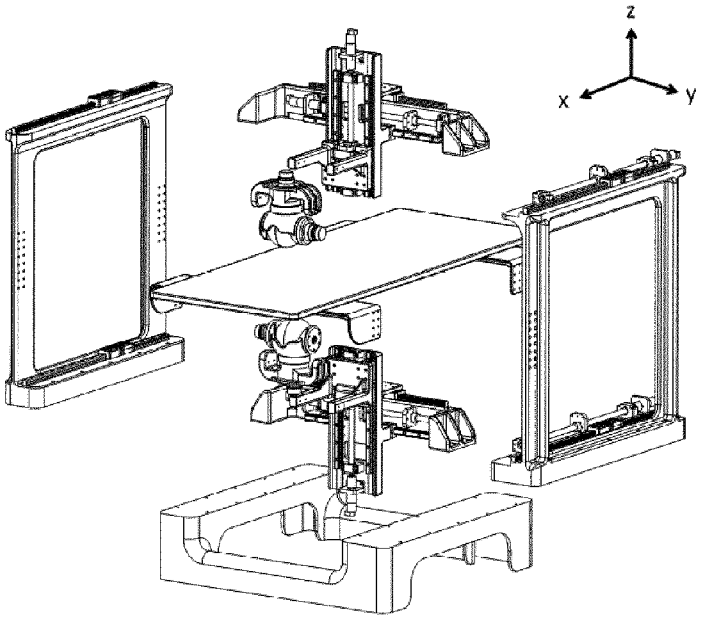


FIG. 4

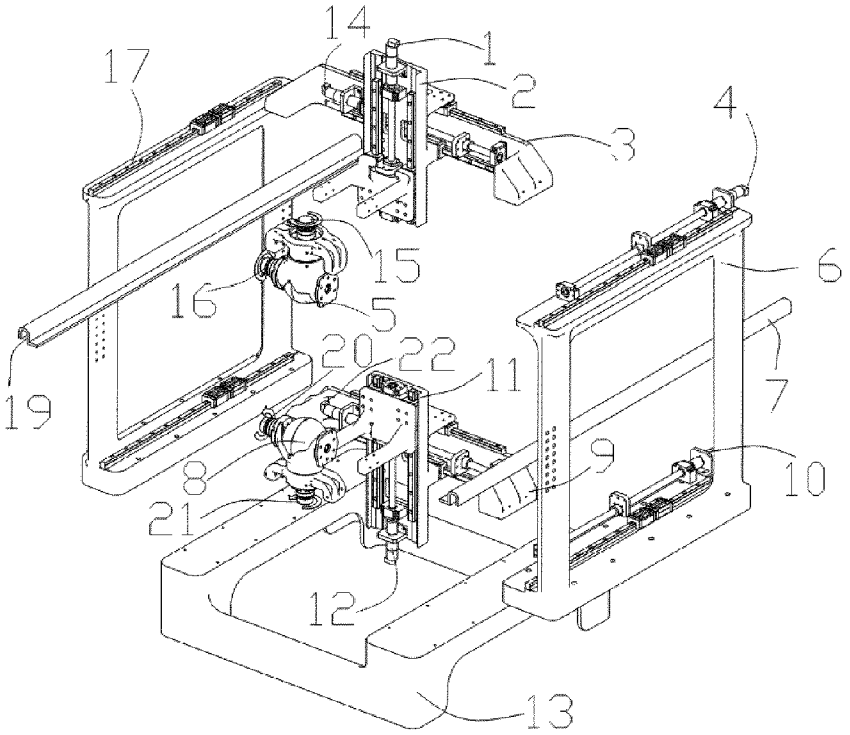


FIG. 5

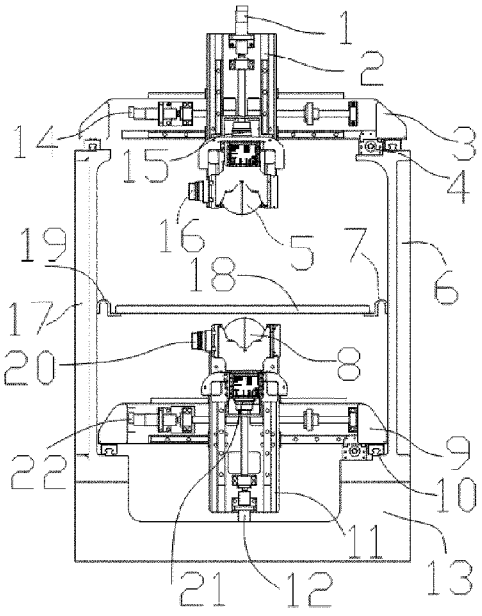


FIG. 6

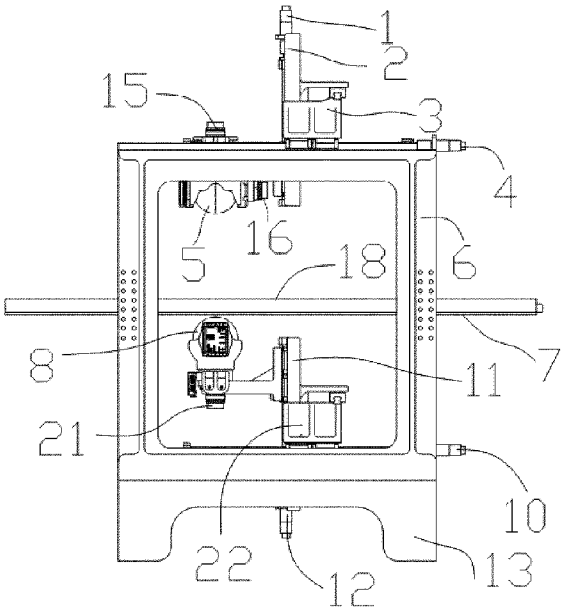


FIG. 7

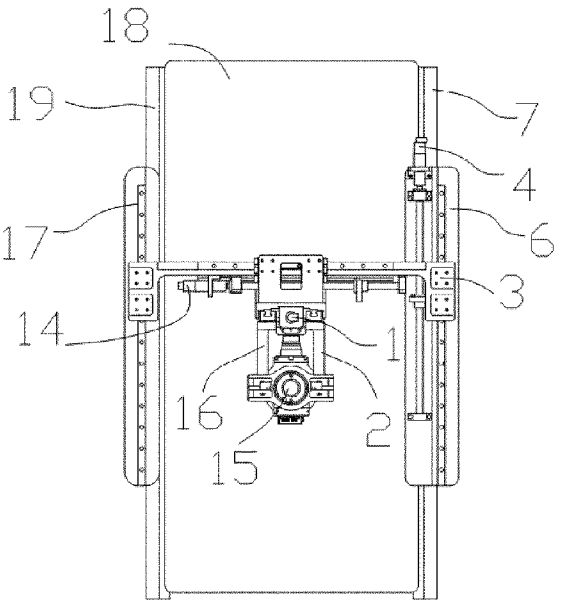


FIG. 8

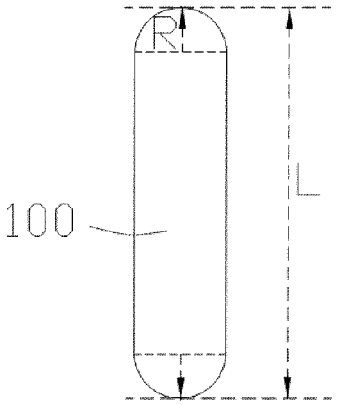


FIG. 9

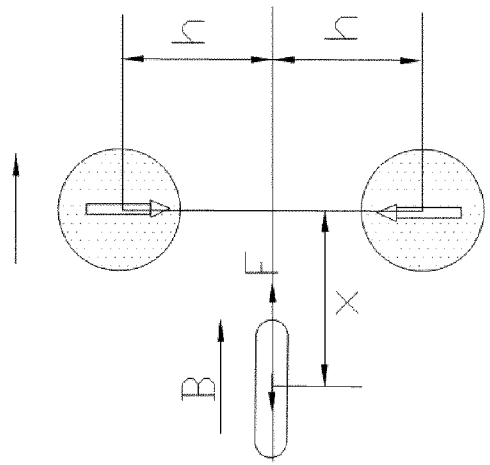


FIG. 11

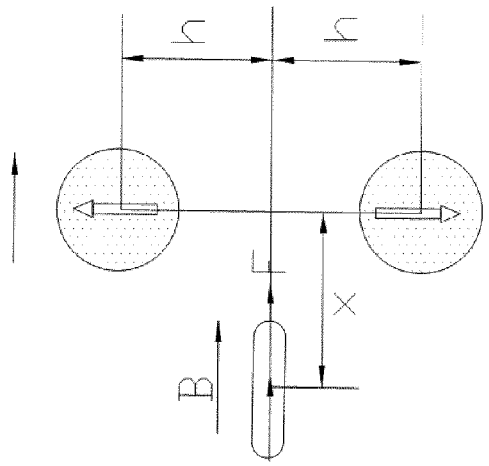


FIG. 10

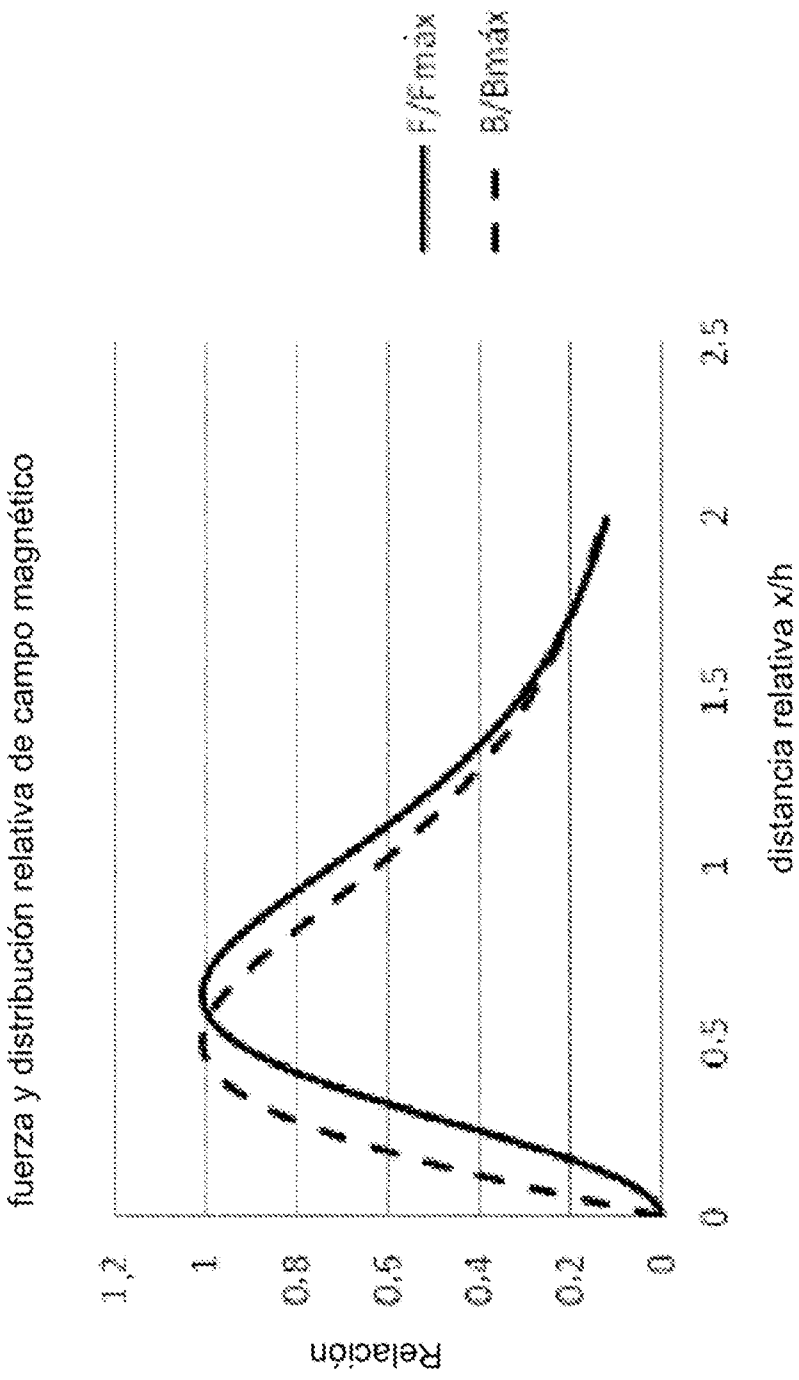

fuerza y distribución relativa de campo magnético
F/Fmáx
B/Bmáx
Relación
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
distancia relativa x/h

FIG. 12

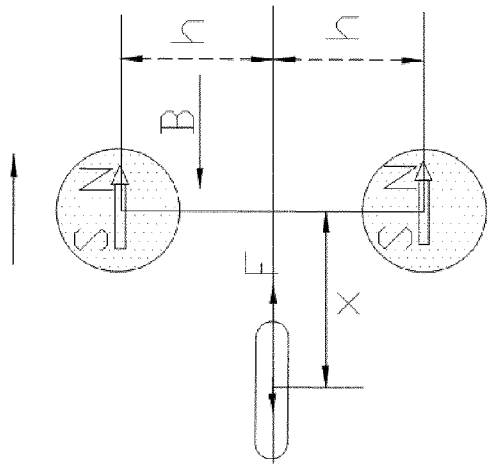


FIG. 14

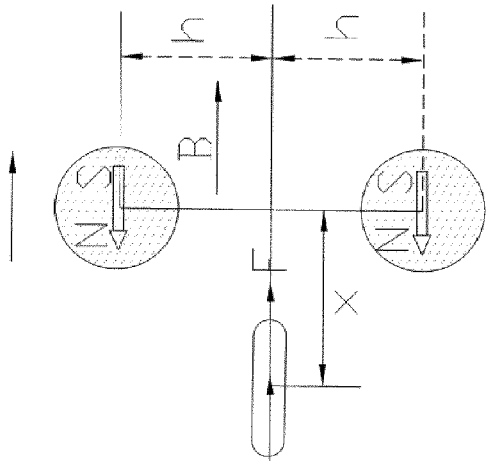


FIG. 13

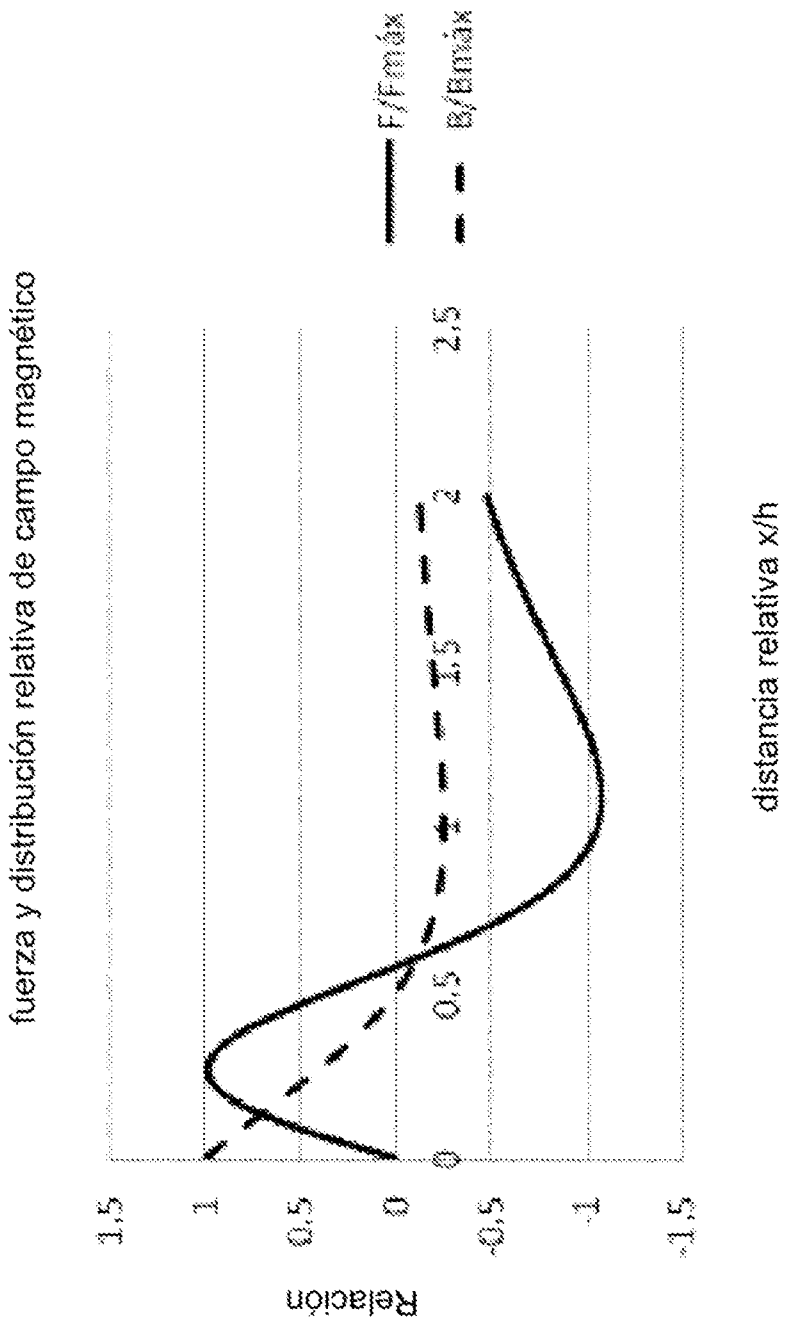

fuerza y distribución relativa de campo magnético
F/Fmáx
B/Bmáx
Relación
1,5
1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
0
0,5
1
1,5
2
2,5
distancia relativa x/h

FIG. 15

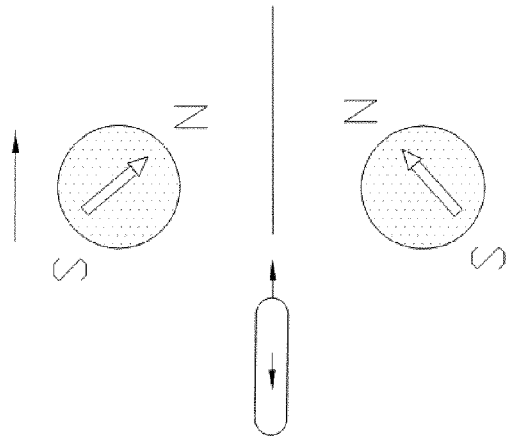


FIG. 17

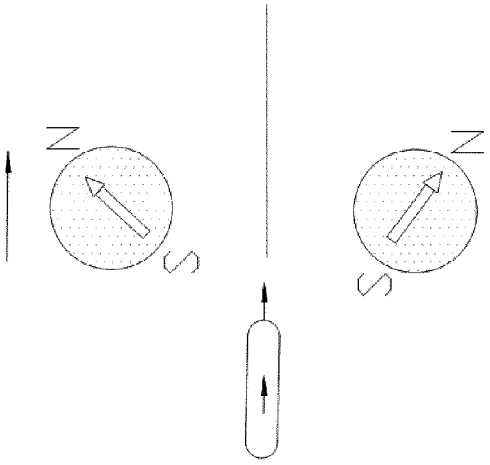


FIG. 16

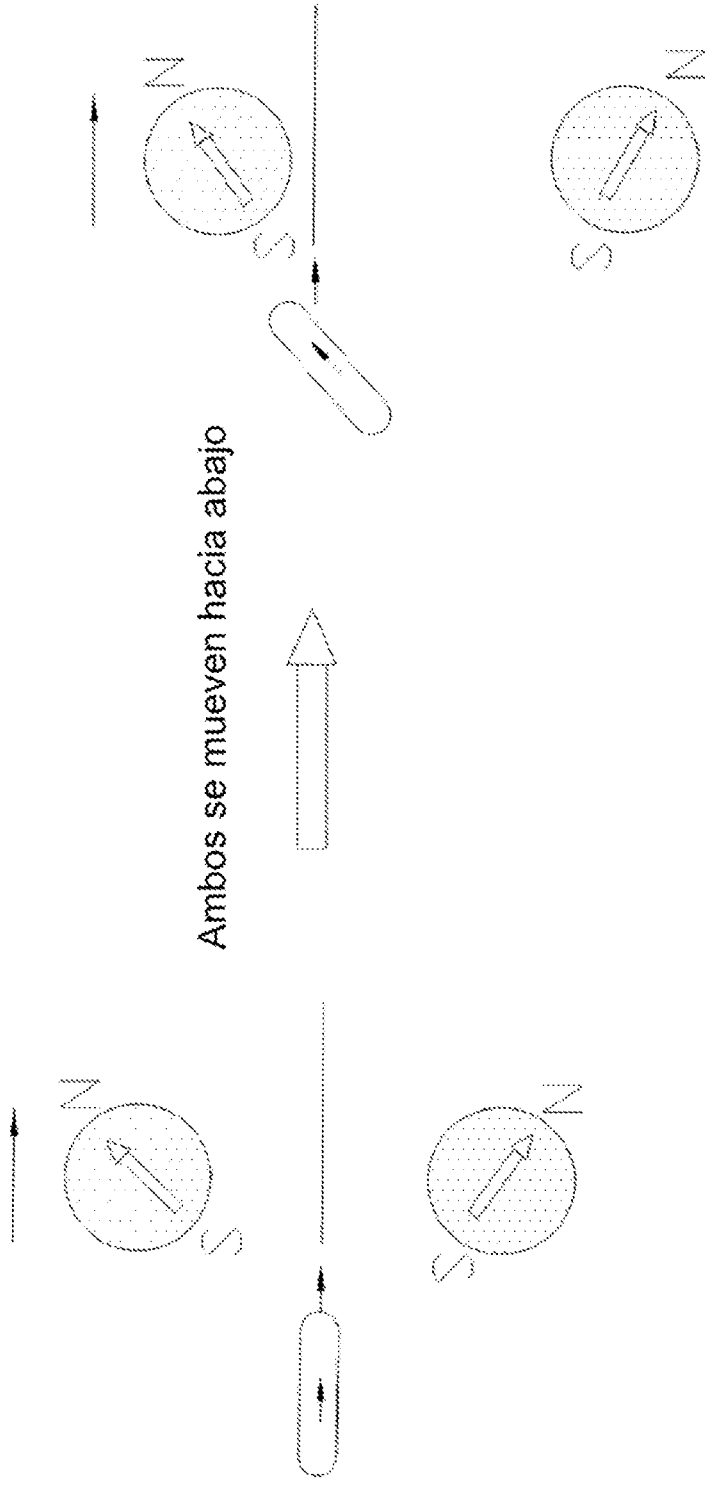


FIG. 18

FIG. 19

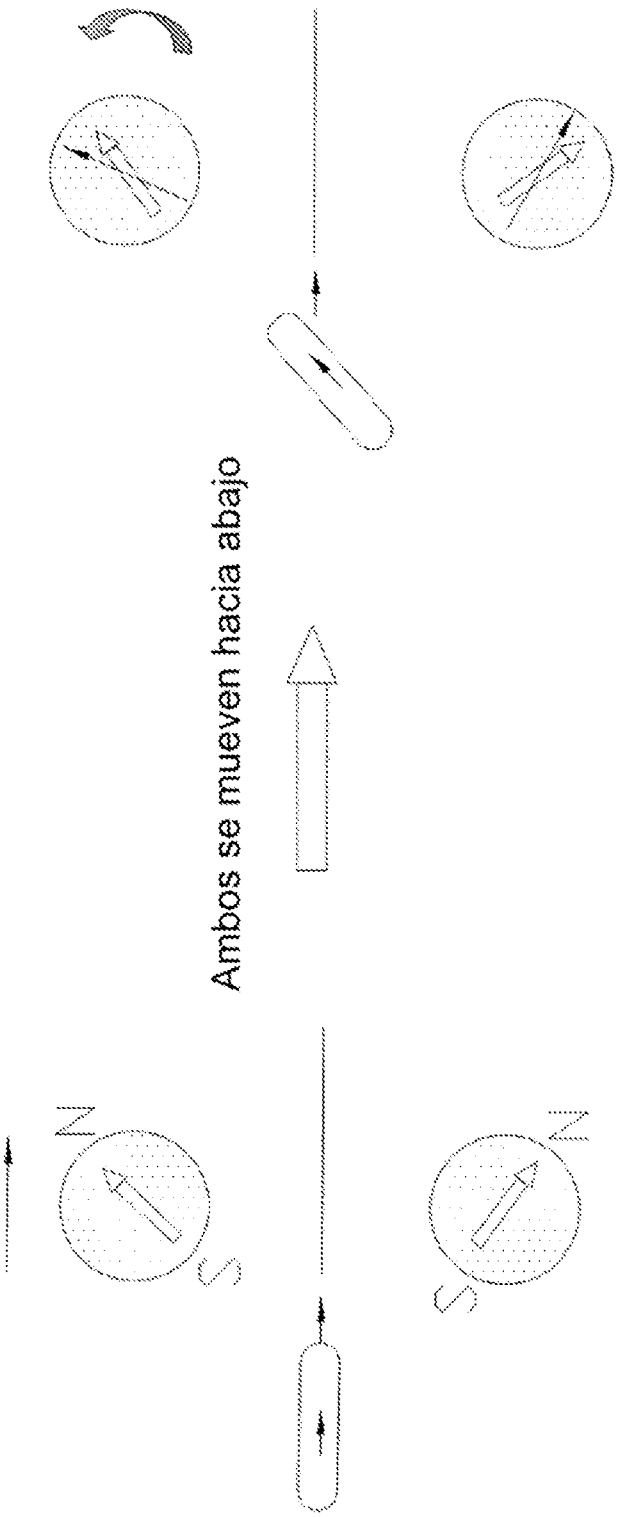


FIG. 18

FIG. 20

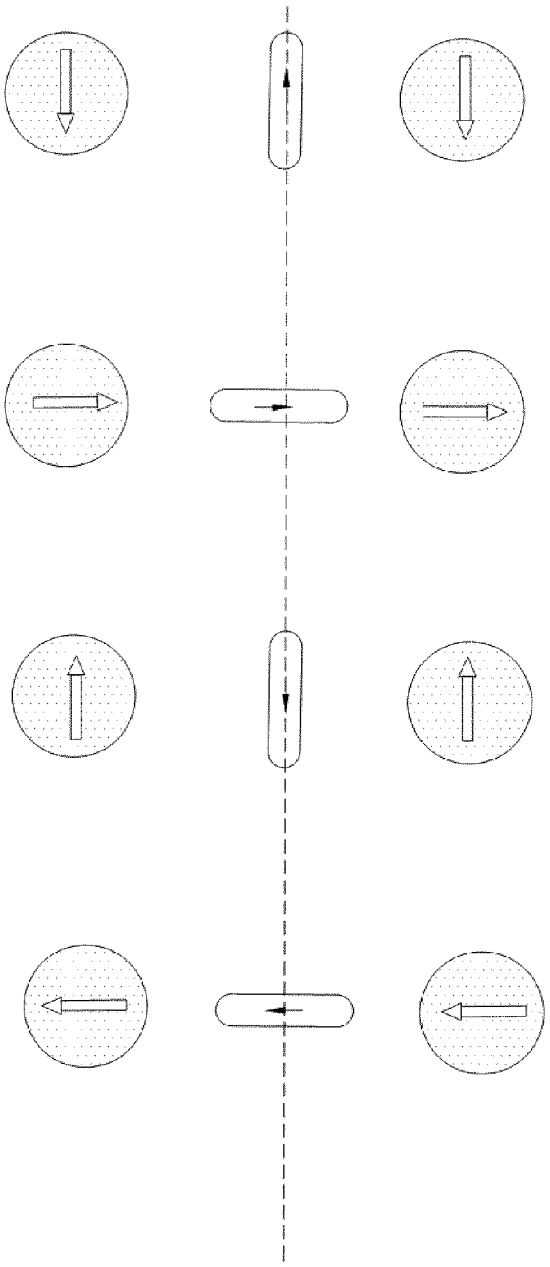


FIG. 24

FIG. 23

FIG. 22

FIG. 21

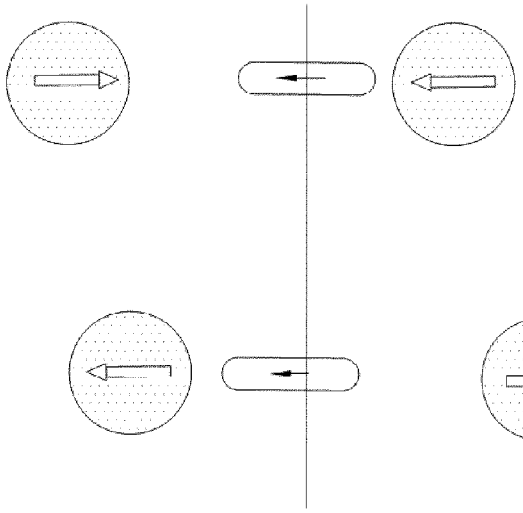


FIG. 28

FIG. 27

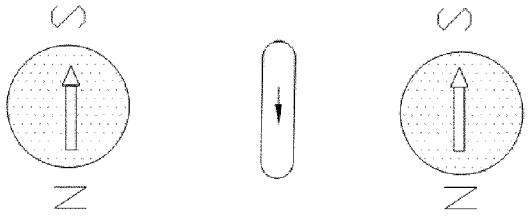


FIG. 26

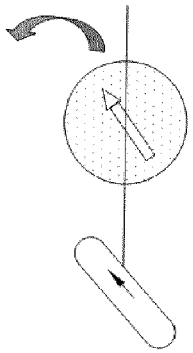


FIG. 25

el paciente se acuesta en la cama de examen, la cápsula está dentro del colon.	mover las dos bolas magnéticas en direcciones de modo que la cápsula obtenga imágenes del espacio abierto (agujero del tubo) del colon y mueva las bolas para que estén delante de la dirección de movimiento de las cápsulas.
dos bolas magnéticas alineadas verticalmente y tienen magnetización horizontal. Y la distancia entre los centros de las dos bolas es relativamente grande.	para mover la cápsula hacia adelante rote la magnetización de las dos bolas magnéticas como en la Figura 10; para mover la cápsula hacia atrás rote la magnetización de las dos bolas magnéticas como en la Figura 11
mover dos bolas magnéticas juntas en el plano XY para encontrar campos magnéticos relativamente más grandes medidos por los sensores magnéticos dentro de las cápsulas	mueva las dos bolas magnéticas una cerca de la otra a la misma velocidad hasta cerca de la superficie del cuerpo del paciente, pero no toque al paciente por razones de seguridad. La cápsula se moverá hacia la línea entre los centros de las bolas magnéticas.
a través de dos sensores magnéticos tridimensionales y un sensor de aceleración tridimensional dentro de las cápsulas, se puede calcular la posición y orientación de la cápsula y ajustar las dos bolas para que la cápsula esté en el medio de dos bolas.	ajuste la ubicación del plano XY de las dos bolas para que la cápsula se mueva a lo largo del colon guiado por dos bolas magnéticas. Se puede utilizar el mismo procedimiento para el intestino delgado.

FIG. 29