

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 701**

51 Int. Cl.:

A61B 1/00 (2006.01)

A61B 5/06 (2006.01)

A61B 5/07 (2006.01)

A61M 25/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2013 PCT/CN2013/076162**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2014 WO14169504**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2013 E 13882096 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2987447**

54 Título: **Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana**

30 Prioridad:

18.04.2013 CN 201310136094

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

06.05.2020

73 Titular/es:

**ANKON TECHNOLOGIES CO. LTD. (100.0%)
Donghu High-tech District High-tech Road B3-2
Block No.666
Wuhan, Hubei 430075, CN**

72 Inventor/es:

**DUAN, XIAODONG;
ZHANG, SHAOBANG;
XIAO, GUOHUA;
WANG, XINHONG y
WANG, JUNJIE**

74 Agente/Representante:

LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen

ES 2 758 701 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

Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana

5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a aparatos e instrumentos médicos, y se refiere específicamente a un dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Con el desarrollo de la tecnología de circuitos integrados a gran escala, MEMS, comunicaciones inalámbricas y tecnología óptica, como una forma efectiva para el diagnóstico de enfermedades intestinales, el endoscopio de cápsula se ha investigado ampliamente y actualmente ha tenido un rápido desarrollo. El estudio de primera generación del endoscopio de cápsula tiene un producto maduro y una base de investigación profunda tanto a nivel nacional como internacional. M2A producido por la compañía Given Imaging en Israel, Endo Capsule investigado y desarrollado por la compañía Olympus en Japón, y los productos comercializados por una compañía china, Jinshan Science and Technology, todos ellos han tenido importantes cuotas de mercado en el mercado de endoscopios de cápsula. Las cápsulas inalámbricas disponibles actualmente adoptadas en el campo de la medicina son transportadas por peristaltismo a través de un tracto digestivo humano, y como resultado, la velocidad de movimiento, la dirección del movimiento y la ubicación de la cápsula son aleatorias, lo que dificulta que los médicos recopilen la información relevante para el diagnóstico del tracto intestinal.

25 Si no se puede posicionar y controlar un endoscopio con cápsula in vivo, ello causaría múltiples problemas en un proceso de examen del endoscopio con cápsula. Los actuales endoscopios de cápsula existentes se basan principalmente en el peristaltismo y la contracción de los órganos para lograr el movimiento de la cápsula a lo largo de una vía gastrointestinal in vivo. Dicho movimiento no solo es lento, lo que lleva a una baja eficiencia de detección y posibles zonas muertas en el examen, sino que también hace imposible el examen o la operación en una región con un trastorno específico, ya que el movimiento basado en el peristaltismo no puede mover el endoscopio de la cápsula hacia adelante y hacia atrás a una ubicación de un objetivo preciso para un examen u operación estable, y dicho movimiento no permite el control de la velocidad y dirección del movimiento, ni la postura.

35 Jinshan Domestic Group ha controlado manualmente un imán externo para lograr el posicionamiento o la navegación de una cápsula endoscópica en la vía GI. El control manual es de bajo costo, pero es menos preciso que un robot mecánico, por lo que es menos favorable en una prueba de rutina, que prefiere la inteligencia artificial. Además, varias instituciones de investigación científica han demostrado controlar un endoscopio de cápsula magnética mediante un imán externo en forma de tira. Sin embargo, este método es rápido y puede colocar con precisión la cápsula en una ruta directa, ya que la vía GI humana no es recta sino muy irregular, es muy difícil llevar a cabo el posicionamiento real del endoscopio de la cápsula utilizando dicho imán lineal en un entorno clínico práctico.

40 Las solicitudes de patente de EE. UU. US20070221233, US20100268026, US20110054255 y US20110184235 describen una cápsula flotante o suspendida. Tal como se describe en estas solicitudes de patente, una cápsula magnética está suspendida por un líquido circundante. En la práctica clínica, dado que el líquido más utilizado es el agua, el peso de dicha cápsula flotante se limita a menos de 3 g. Para un endoscopio con cápsula cuya densidad es mayor que la del agua, no se ha informado en detalle sobre cómo realizar una suspensión estable.

50 El documento WO 2005/122866 A1 describe un sistema de control de endoscopio de cápsula que puede mover un endoscopio de cápsula en un cuerpo humano mediante un sistema de control remoto fuera del cuerpo humano. El sistema de control de endoscopio de cápsula mostrado comprende 1) una cápsula médica equipada con un imán permanente; 2) un circuito de transmisión inalámbrica para transmitir señales al exterior del cuerpo; y 3) unidad de junta giratoria 2-DOF para hacer girar un imán permanente externo en dos direcciones, por lo tanto, un imán permanente externo aplicando fuerzas magnéticas a los imanes permanentes provistos en la cápsula. Además, el sistema de control de endoscopio de cápsula en el documento WO 2005/122866 A1 tiene un sensor de distancia para medir una distancia entre el imán permanente externo y una superficie del cuerpo humano y la unidad de articulación giratoria 2-DOF funciona con un robot de coordenadas cartesianas para mover el exterior imán permanente. Además, una cama que soporta el cuerpo humano puede girar dentro de una cierta cantidad de grados para compensar el movimiento del imán externo fuera del cuerpo humano.

60 RESUMEN DE LA INVENCION

Los problemas técnicos que se resolverán en la invención son superar las deficiencias existentes y proporcionar un dispositivo y un método para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana, que es capaz de producir con precisión un campo magnético giratorio y en movimiento de 5 dimensiones, generando

fuerza de acción remota para el endoscopio de cápsula magnética, el dispositivo y el método resuelven los problemas de posicionamiento y control del endoscopio de cápsula bajo el campo magnético de movimiento.

5 Para resolver los problemas técnicos anteriores, la invención describe un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.

10 En la solución anterior, dicha base está provista además de un motor del eje X que acciona el módulo del eje X deslizando sobre el riel deslizante del eje X. La parte inferior de dicho riel deslizante del eje Y está provista de una base del eje Y conectada de forma fija con el riel deslizante del eje Y. Preferentemente, dicho riel deslizante del eje Y es en un número de dos. De esta manera, el motor del eje X impulsa el módulo del eje X deslizando sobre el riel deslizante del eje X que permite que el riel deslizante del eje Y conectado con el módulo del eje X se deslice con el mismo, para de esta forma habilitar el soporte del eje Z en el riel deslizante del eje Y también deslizando con el mismo, y así controlar el deslizamiento de la bola magnética a lo largo de la dirección paralela al riel deslizante del eje X. Además, dos rieles deslizantes del eje Y están conectados entre sí, lo que garantiza un movimiento más constante durante el proceso de movimiento.

20 En la solución anterior, el dispositivo comprende además un módulo del eje Y que está compuesto de placas laterales fijadas a ambos lados del soporte del eje Z y una placa base fijada en la parte inferior del mismo, en que dicha placa lateral es paralela al módulo del eje X, y dicha placa base está en contacto por deslizamiento con el riel deslizante del eje Y, en que dicho módulo del eje X está provisto de un motor del eje Y que acciona el módulo del eje Y deslizando sobre el riel deslizante del eje Y, en que el extremo de salida de dicho motor del eje Y está conectado con una varilla roscada de accionamiento que cruza sucesivamente dos placas laterales y se atornilla con ellas. De esta manera, el motor del eje Y impulsa el módulo del eje Y deslizando sobre el riel deslizante del eje Y, lo que permite que el soporte del eje Z conectado con el módulo del eje Y se deslice con éste, para así controlar la bola magnética que se desliza a lo largo de la dirección paralela al riel de deslizamiento del eje Y.

30 En la solución anterior, el número de dichos rieles de deslizamiento del eje Z y dicho voladizo del eje Z es de dos y ambos están colocados en paralelo. Un extremo de cada voladizo del eje Z está conectado de forma fija con un módulo del eje Z. Dichos dos módulos del eje Z están unidos respectivamente por deslizamiento con un riel deslizante del eje Z. El motor del eje Z se establece en el soporte del eje Z, y el extremo de salida del motor del eje Z está conectado con una varilla roscada que está conectada con dos módulos del eje Z a través de una biela transversal.

35 O bien, dicho riel de deslizamiento del eje Z es en un número de cuatro y están colocados en paralelo, y dicho voladizo del eje Z es en un número de dos y están colocados en paralelo. Un extremo de dicho voladizo del eje Z está conectado de forma fija con un módulo del eje Z cuyos dos extremos están unidos respectivamente por deslizamiento con dos rieles deslizantes del eje Z. Dos módulos del eje Z son paralelos al módulo del eje X. El motor del eje Z se establece en el soporte del eje Z, y el extremo de salida del motor del eje Z está conectado con una varilla roscada que está conectada con dos módulos del eje Z a través de una biela transversal.

40 De esta manera, el motor del eje Z impulsa el módulo del eje Z que se desliza sobre el riel deslizante del eje Z, lo que permite que el soporte del eje Z conectado con el módulo del eje Z se deslice con él, para así controlar la bola magnética que se desliza a lo largo de la dirección paralela al riel deslizante del eje Z.

45 En la solución anterior, un motor horizontal está conectado con el chasis a través de un eje vertical. De esta manera, un motor horizontal controla el chasis junto con la bola magnética que gira horizontalmente a través de un eje vertical.

50 En la solución anterior, la parte interior del chasis está provista de un eje horizontal a través de una bola magnética junto con el eje horizontal, y una rueda de sincronización está instalada adicionalmente en el chasis. Una de las ruedas de sincronización está conectada con el motor vertical, y el otro extremo está conectado con un eje horizontal. De esta manera, un motor vertical impulsa la bola magnética girando verticalmente a través del funcionamiento de la rueda de sincronización.

55 En la solución anterior, dicha bola magnética es un imán permanente, o electroimán, o un imán superconductor. De esta forma, el movimiento del endoscopio de cápsula para un pequeño imán se controla mediante el campo magnético generado por la bola magnética.

60 Se describe pero no se reivindica un método para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana, en que dicho método se lleva a cabo por medio de los siguientes pasos:

- A) vaciar la vía GI de un sujeto;
 - B) dejar que el sujeto se acueste completamente después de tomar un endoscopio con cápsula magnética;
 - C) configurar un dispositivo para controlar el movimiento del endoscopio de cápsula en la vía GI humana en la
- 65 parte externa del sujeto, en que dicho dispositivo comprende una base, un riel deslizante del eje X fijado en la

base, un riel deslizante del eje Y vertical al riel deslizante del eje X a lo largo del plano horizontal, dos módulos del eje X respectivamente fijados con ambos extremos del riel deslizante del eje Y y unidos con el riel deslizante del eje X de forma deslizante, un soporte del eje Z colocado verticalmente en el riel deslizante del eje Y y articulado con el mismo de forma deslizante, al menos dos rieles deslizantes del eje Z fijados verticalmente con el soporte del eje Z, un voladizo del eje Z que es paralelo al plano horizontal y cuyo extremo está articulado con el riel deslizante del eje Z de forma deslizante, un chasis conectado con el otro extremo del voladizo del eje Z, un motor del eje Z que acciona el voladizo del eje Z que se desliza sobre el riel deslizante del eje Y y una bola magnética instalada en el chasis, en que el chasis está provisto de un motor horizontal que controla la rotación de la bola magnética en dirección horizontal, y un motor vertical que controla la rotación en dirección vertical, ajustando la bola magnética que se mueve a lo largo de las direcciones de los ejes X, Y y Z, y rotación horizontal y movimientos de giro vertical del mismo para controlar la distancia entre la bola magnética y el endoscopio de cápsula, lo que habilita el endoscopio de cápsula en un estado suspendido en la vía GI humana D) bajo un estado suspendido, controlar que dicha bola magnética se mueva junto con la dirección en paralelo al riel deslizante del eje X y / o al riel deslizante del eje Y, lo que permite que el endoscopio de cápsula se mueva junto con la dirección de movimiento de dicha bola magnética;

E) bajo un estado suspendido, controlar que dicha bola magnética se mueva junto con la dirección paralela al riel deslizante del eje Z, lo que permite que el endoscopio de la cápsula se mueva en la dirección opuesta de movimiento de dicha bola magnética;

F) descargar el endoscopio de la cápsula con desechos humanos después de que el endoscopio de la cápsula se mueva a través de la vía GI humana.

En el paso C) del método descrito, las condiciones de funcionamiento bajo el eje X, el eje Y, el eje Z, la rotación horizontal y el giro vertical son sin interferencias, no solo es capaz de trabajar solo en diferentes períodos sucesivamente, sino que también funciona al mismo tiempo, o trabajando en cualquier estado compuesto.

Los efectos beneficiosos de este método descrito son que: la suspensión y el control de la posición y la postura de un endoscopio de cápsula magnética en la vía GI humana se realiza mediante un campo magnético externo de una bola magnética en la presente invención, y se establece un sistema de suspensión estable a través del campo magnético. El endoscopio de cápsula puede moverse en tres direcciones de los ejes X, Y y Z, y puede desviarse para formar varios ángulos de observación. Dado que la bola magnética puede generar con precisión cinco campos magnéticos rotacionales con un grado libre durante el movimiento, y puede generar una fuerza de acción remota para el endoscopio de cápsula magnética, se logra un método para escanear la superficie del estómago y se resuelven los problemas de posicionamiento y control del endoscopio de cápsula en los campos magnéticos, lo que puede mejorar la relación detectada de los trastornos de la vía gastrointestinal humana después de la popularización y aplicación. De acuerdo con el método descrito, se elimina el esquema de motor en el que el endoscopio de cápsula tradicional realiza el autodeslizamiento simplemente confiando en la vía GI humana, y el método tiene las características de posicionamiento preciso, control de la alta velocidad y seguridad y fiabilidad.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo para controlar el movimiento del endoscopio de cápsula en la vía GI humana;

La FIG. 2 es una vista parcialmente en perspectiva del endoscopio con cápsula de la FIG. 1 para controlar rotaciones horizontales y verticales;

La FIG. 3 es una vista en perspectiva del dispositivo y de un ser humano, que muestra que el dispositivo controla el movimiento del endoscopio de cápsula en la vía GI humana;

La FIG. 4 es un diagrama esquemático para la suspensión estable del endoscopio de cápsula en la invención;

La FIG. 5 es un gráfico de cambio de gravedad e impulso magnético del endoscopio de cápsula mientras está suspendido;

La FIG. 6 es un diagrama esquemático del endoscopio de cápsula que se mueve en el eje X-Y mientras está suspendido;

La FIG. 7 es un diagrama esquemático del endoscopio de cápsula que se mueve en el eje Z mientras está suspendido;

La FIG. 8 es un diagrama esquemático del endoscopio de cápsula que gira sobre el área del campo magnético de la bola magnética mientras está suspendido;

La FIG. 9 es un gráfico cambiante de la distancia horizontal que se desvía de la posición inicial y el ángulo de rotación de la bola magnética del endoscopio de cápsula mientras está suspendido;

La FIG. 10 es un gráfico cambiante de ángulo en el punto de intensidad de campo magnético máximo y ángulo de rotación para la bola magnética;

La FIG. 11 es un diagrama de movimiento de la bola magnética mientras se cambia el ángulo de la cápsula de endoscopio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

En combinación con las figuras y la forma de realización específica, una descripción detallada adicional de la invención es la siguiente, y la siguiente forma de realización es una explicación de esta invención pero no se limita a la misma:

- 5 Un dispositivo para controlar las rotaciones horizontal y vertical del endoscopio de cápsula que se muestra en la FIG. 1 comprende una base 11, dos rieles deslizantes 12 del eje X fijados en la base 11 en paralelo, dos rieles deslizantes 10 del eje Y verticales al riel deslizante 12 del eje X a lo largo del plano horizontal, dos módulos 9 del eje X respectivamente fijados con ambos extremos del riel deslizante 10 del eje Y y unidos por deslizamiento con el riel deslizante 12 del eje X. La base 11 está provista además de un motor 13 del eje X que acciona el módulo 9 de eje X que se desliza sobre el riel deslizante 12 del eje X. La parte inferior del riel deslizante 10 del eje Y está provista de una base del eje Y 10.1 conectada de forma fija con el mismo. Un soporte 7 del eje Z colocado verticalmente y articulado con el riel deslizante 10 del eje Y, y el soporte 7 del eje Z está provisto de un módulo 21 del eje Y. El módulo 21 del eje Y está compuesto por placas laterales 21.1 fijadas a ambos lados del soporte 7 del eje Z y una placa base 21.2 fijada en la parte inferior del mismo. Dicha placa lateral 21.1 es paralela al módulo 9 del eje X, y dicha placa base 21.2 está en contacto deslizante con el riel deslizante 10 del eje Y, en que dicho módulo del eje X 9 está provisto de un motor 8 del eje Y que acciona el módulo 21 del eje Y que se desliza sobre el riel deslizante 10 del eje Y. El extremo de salida de dicho motor 8 del eje Y está conectado con una varilla roscada de accionamiento 23 que cruza sucesivamente dos placas laterales 21.1 y está atornillada en las mismas.
- 10
- 15
- 20 Cuatro rieles deslizantes 4 del eje Z paralelos están fijados verticalmente en el soporte 7 del eje Z. Se proporcionan dos voladizos 5 del eje Z en el soporte 7 del eje Z y son paralelos al riel deslizante 12 del eje X a lo largo de una dirección horizontal. Un extremo de cada voladizo 5 del eje Z está conectado de manera fija con un módulo 22 del eje Z, y el otro extremo está conectado con un chasis 20. Dos extremos del módulo 22 del eje Z están unidos respectivamente con dos rieles deslizantes 4 del eje Z de forma deslizante. Dos módulos 22 del eje Z son paralelos al módulo 9 del eje X. El motor 6 del eje Z se encuentra en el soporte 7 del eje Z. Un extremo de salida del motor 6 del eje Z está conectado con una varilla roscada 6.1 que está conectada con dos módulos 22 del eje Z a través de una biela transversal 6.2. El módulo 22 del eje Z se desliza sobre el riel deslizante del eje Z (4) a través del motor del eje Z (6), para así conducir el voladizo del eje Z (5) deslizándose hacia arriba y hacia abajo.
- 25
- 30 Tal como se muestra en la FIG. 2, una bola magnética 1 está instalada en el chasis 20, en que dicha bola magnética 1 es un imán permanente, o un electroimán, o un imán superconductor. El chasis 20 está provisto de un motor horizontal 3 que controla la rotación de la bola magnética 1 en dirección horizontal, y un motor vertical 2 que controla la rotación de la bola magnética 1 en dirección vertical. El motor horizontal 3 está conectado con el chasis 20 a través de un eje vertical 18. En el que la parte interior del chasis 20 está provista de un eje horizontal 17 a través de dicha bola magnética 1 junto con su eje horizontal, y una rueda de sincronización 19 está instalada adicionalmente en el chasis 20, una de las ruedas de sincronización 19 está conectada con un motor vertical 2, el otro extremo del mismo está conectado con el eje horizontal 17.
- 35
- 40 Tal como se muestra en la FIG. 3, un método para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana utilizando el dispositivo anterior se realiza tal como se indica en los siguientes pasos:
- 45 A) abrosia dentro de 4 a 12 horas antes del experimento, y vaciar la vía GI tanto como sea posible para evitar que los residuos in vivo influyan en la filmación de la cápsula endoscópica;
- B) dejar que un sujeto 16 se acueste de manera plana sobre una camilla 14 después de tomar una cápsula endoscópica 15 que contiene un imán;
- 50 C) configurar dicho dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula 15 en la vía GI humana en el exterior del sujeto 16, y el motor 13 del eje X, el motor 8 del eje Y y el motor 6 del eje Z se proporcionan para ajustar respectivamente movimientos del módulo 9 del eje X, del módulo 21 del eje Y y del módulo 22 del eje Z, lo que permite que la bola magnética 1 se mueva a lo largo del eje X, el eje Y y el eje Z, y el motor horizontal 3 y el motor vertical 2 están controlados para permitir que la bola magnética 1 gire, respectivamente, horizontal y verticalmente, para así controlar la distancia entre dicha bola magnética 1 y el endoscopio de cápsula magnética 15, lo que permite que la flotabilidad total hacia arriba y la atracción desde la bola magnética 1 del endoscopio de cápsula magnética 15 sea igual a la autogravedad del mismo, y hace que el endoscopio de cápsula magnética 15 esté en un estado suspendido en la vía GI humana;
- 55 Las condiciones de funcionamiento del motor 13 del eje X, el motor 8 del eje Y, el motor 6 del eje Z, el motor horizontal 3 y el motor vertical 2 son sin interferencias, no solo es capaz de funcionar solo en diferentes períodos sucesivamente, sino que también es capaz de hacer funcionar conjuntamente cinco motores al mismo tiempo, o funcionar en cualquier estado compuesto. Si cinco motores funcionan al mismo tiempo, el módulo 9 del eje X, el módulo 21 del eje Y y el módulo 22 del eje Z se deslizan al mismo tiempo, y el chasis 20 impulsa la bola magnética 1 girando en dirección horizontal, en este momento, en que dicha bola magnética 1 también puede girar alrededor del eje vertical en dirección vertical;
- 60 D) bajo un estado suspendido, controlar el motor 13 del eje X y / o el motor 8 del eje Y para permitir que la bola magnética 1 se mueva a lo largo de la dirección paralela al riel deslizante 12 del eje X y / o al riel deslizante 10 del eje Y, es decir, la bola magnética 1 se mueve a lo largo del eje X o del eje Y, debido a que recibe una fuerza

de campo magnético ampliado gradualmente en la dirección correspondiente, y el endoscopio de cápsula 15 se mueve junto con la dirección de movimiento de la bola magnética 1;

E) bajo un estado suspendido, controlar dicho motor 6 del eje Z y el módulo 22 del eje Z conectado con el voladizo 5 del eje Z para deslizarse hacia arriba y hacia abajo en el riel de deslizamiento 4 del eje Z, a continuación la bola magnética 1 también se desliza arriba y abajo a lo largo del eje Z, y el endoscopio de cápsula 15 también se mueve hacia arriba y hacia abajo causado por la fuerza del campo magnético adverso mejorado.

F) basándose en los pasos anteriores de dicho método, controlar el endoscopio de cápsula 15 para moverse a través de una vía GI humana determinada o completa, y a continuación, se descarga con los excrementos humanos.

Los contenidos anteriores son solo formas de realización preferentes de la invención, pero no se utilizan para limitar esta invención, aunque la invención se especifica en detalle haciendo referencia a dicha forma de realización, los técnicos de este campo aún pueden modificar la solución técnica registrada en cada forma de realización mencionada anteriormente, o reemplazar características técnicas parciales y similares en la misma. Cualquier sustitución, mejora y similares realizados dentro de los espíritus y principios de la invención se incluirán en el alcance de protección de la invención.

Experimentos de suspensión estable

La invención implementa además un experimento de suspensión estable en dicho dispositivo, verificando la viabilidad de la invención para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en la vía GI humana.

Dicha cápsula endoscópica 15 de los siguientes experimentos comprende imán.

Cuando la densidad de gravedad es mayor que la densidad del líquido, el endoscopio de cápsula 15 realiza una auto-suspensión estable basándose en la fuerza magnética externa, tal como se muestra en la FIG. 4. La curva de cambio de gravedad e impulso magnético del endoscopio de cápsula es tal como se muestra en la FIG. 5 en suspensión.

Una cápsula endoscópica 15 está en suspensión bajo la acción de la fuerza magnética:

$$F_m + F_{float} = W$$

Donde, W es la gravedad del endoscopio de cápsula 15, F_m es la fuerza magnética ejercida sobre el endoscopio de cápsula 15, F_{float} es la tensión de flotabilidad en el endoscopio de cápsula 15.

$$F_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{6Mm}{(D+z)^4} \quad F_{float} = \rho_{liquid} (L/2+z)\pi R^2$$

Donde, M es el impulso magnético de la bola magnética 1 bajo la acción de la fuerza magnética; m es el impulso magnético del imán en el endoscopio de cápsula 15 bajo la acción de la fuerza magnética; tal como se muestra en la FIG. 4, D es la distancia desde la bola magnética 1 hasta el endoscopio de cápsula 15, z es la distancia entre la interfaz gas-líquido de la vía GI humana y el centro del endoscopio de cápsula 15, L es la longitud del endoscopio 15 de la cápsula, R es el radio del endoscopio de cápsula 15, ρ_{liquid} es una densidad líquida en la vía GI humana, μ_0 es la permeabilidad del vacío.

Para la suspensión estable de una cápsula magnética, se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\frac{\partial(W - F_m - F_{float})}{\partial r} = \frac{\mu_0}{\pi} \frac{6Mm}{(D-L/2)^5} - \rho_{liquid}\pi R^2 < 0$$

$$D/L > 4\rho_{capsule} / \rho_{fluid} + 1/2$$

ρ_{fluid} es una densidad líquida en la vía GI humana, $\rho_{capsule}$ es una densidad del endoscopio de cápsula 15; los movimientos precisos del endoscopio de cápsula 15 en los ejes X, Y y Z son controlados por la bola magnética 1, tal como se muestra en la FIG. 6 y la FIG. 7)

Bajo un estado de suspensión, tal como se muestra en la FIG. 6, cuando la bola magnética 1 se mueve en los ejes X e Y, el endoscopio de cápsula 15 in vivo también se mueve horizontalmente en los ejes X e Y.

5 Bajo una estado de suspensión, tal como se muestra en la FIG. 7, cuando la bola magnética 1 se mueve en el eje Z, y cuando la bola magnética 1 se mueve hacia abajo, el endoscopio de cápsula 15 in vivo se mueve hacia arriba; y cuando la bola magnética 1 se mueve hacia arriba, el endoscopio de cápsula 15 in vivo se mueve hacia abajo. Los movimientos del endoscopio de cápsula 15 in vivo en el eje Z pueden controlarse con precisión mediante el control del movimiento de la bola magnética 1 en la dirección del eje Z. De esta manera, la parte superior o inferior
10 de la mucosa gástrica se puede observar a larga distancia o a corta distancia.

Los métodos de suspensión y rotación del endoscopio de cápsula 15 en un punto particular son tal como se muestran en las FIG. 8 a 11, se coloca un endoscopio de cápsula 15 de manera inclinada en un punto particular de la interfaz gas-líquido en la vía GI humana, la bola magnética 1 se mueve una distancia en la dirección opuesta
15 para ajustar el endoscopio de cápsula 15 con la fuerza de actuación sobre la dirección del eje Z. De esta manera, el endoscopio de cápsula 15 puede ajustar sus propios ángulos en cualquier punto determinado. Este es el método del endoscopio de cápsula 15 para la inspección de la suspensión de la superficie del estómago.

20 Bajo un estado de suspensión, tal como se muestra en la FIG. 8, cuando la bola magnética 1 gira hacia la misma dirección, la cápsula endoscópica in vivo también gira con ella. Sin embargo, si la ubicación del campo magnético máximo cambia, el endoscopio cápsula in vivo posee una distancia de desplazamiento horizontal desde la ubicación original del mismo. La elipse en línea discontinua en la FIG. 8 es la línea equipotencial magnética, el punto de contacto de la elipse en línea discontinua con la interfaz gas-líquido en la pista GI humana es el punto máximo de intensidad del campo magnético, y la curva cambiante de la distancia horizontal desvía la distancia original y el ángulo de rotación de la bola magnética es tal como se muestra en la FIG. 9.

25 La FIG. 10 muestra una curva de ángulo cambiante en el punto de intensidad máxima del campo magnético y el ángulo de rotación para la bola magnética. Los ángulos de rotación de la bola magnética 1 se cambian para controlar los ángulos inclinados del endoscopio de cápsula 15. Además, la FIG. 10 muestra asimismo que los ángulos inclinados del endoscopio de cápsula 15 entre 45 grados a 135 grados son propensos a ser controlados.
30 La FIG. 10 muestra una curva de ángulo cambiante en el punto de intensidad máxima del campo magnético y el ángulo de rotación para la bola magnética. Los ángulos de rotación de la bola magnética 1 se cambian para controlar los ángulos inclinados del endoscopio de cápsula 15. Además, la FIG. 10 muestra asimismo que los ángulos inclinados del endoscopio de cápsula 15 entre 45 grados a 135 grados son propensos a ser controlados.

35 Tal como se muestra en la FIG. 11, cuando se cambian los ángulos del endoscopio de cápsula 15, la bola magnética 1 gira automáticamente y se mueve a lo largo de la sección del eje XYZ para compensar la distancia de movimiento tal como se muestra en la FIG. 9, por lo tanto, el endoscopio de cápsula 15 se mueve y gira cerca, y de esta manera, es beneficioso para observar condiciones específicas alrededor de la mucosa de la vía GI.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana, en que el dispositivo comprende una base (11), dos rieles deslizantes del eje X (12) fijados en la base (11) en paralelo, al menos un riel deslizante del eje Y (10) vertical al riel deslizante del eje X (12) a lo largo del plano horizontal, dos módulos del eje X (9) fijados respectivamente con ambos extremos del riel deslizante del eje Y (10) y unidos de forma deslizante con el riel deslizante del eje X (12), un soporte del eje Z (7) colocado verticalmente y unido de forma deslizante con el riel deslizante del eje Y (10), un riel deslizante del eje Z (4) fijado verticalmente en el soporte del eje Z (7), un voladizo del eje Z (5) que es paralelo al plano horizontal y cuyo extremo está unido por deslizamiento con el riel deslizante del eje Z (4), un chasis (20) conectado con el otro extremo del voladizo del eje Z (5), un motor del eje Z (6) que acciona el voladizo del eje Z (5) deslizándose sobre el riel deslizante del eje Z (4), y una bola magnética (1) instalada en el chasis (20), en que el chasis (20) está provisto de un motor horizontal (3) que controla la rotación de la bola magnética (1) en un plano horizontal, y un motor vertical (2) que controla la rotación de la bola magnética (1) en un plano vertical.
- 15 2. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que la base (11) está provista además de un motor del eje X (13) que acciona el módulo del eje X (9) deslizándose sobre el riel deslizante del eje X (12), la parte inferior del riel deslizante del eje Y (10) está provista de una base del eje Y (10.1) conectada de manera fija con el mismo.
- 20 3. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que dicho riel de deslizamiento del eje Y (10) es en un número de dos.
- 25 4. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que el dispositivo comprende además un módulo del eje Y (21) que está compuesto de placas laterales (21.1) fijadas en ambos lados del soporte del eje Z (7) y una placa base (21.2) fijada en la parte inferior de la misma, en que dicha placa lateral (21.1) es paralela al módulo del eje X (9), y dicha placa base (21.2) está en contacto deslizante con el riel deslizante del eje Y (10), en que dicho módulo del eje X (9) está provisto de un motor del eje Y (8) que acciona el módulo del eje Y (21) que se desliza sobre el riel deslizante del eje Y (10), y un extremo de salida de dicho motor del eje Y (8) está conectado con una varilla roscada de accionamiento (23) que cruza sucesivamente dos placas laterales (21.1) y está atornillada a la misma.
- 30 5. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que el número de dichos rieles deslizantes del eje Z (4) y dichos voladizos del eje Z (5) es de dos respectivamente y ambos están colocados en paralelo, un extremo de cada uno de los voladizos del eje Z (5) está conectado de forma fija con un módulo del eje Z (22), en que dichos dos módulos del eje Z (22) están unidos por deslizamiento respectivamente con un riel deslizante del eje Z (4), en que el motor del eje Z (6) se ajusta en el soporte del eje Z (7), y en que el extremo de salida del motor del eje Z (6) se conecta con una varilla roscada (6.1) conectada con dos módulos de eje Z (22) a través de una biela transversal (6.2).
- 35 6. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que el número de dichos rieles deslizantes del eje Z (4) es de cuatro y están colocados en paralelo, y el número de dichos voladizos del eje Z (5) es de dos y están colocados en paralelo, en que un extremo de dicho voladizo del eje Z (5) está conectado de manera fija con un módulo del eje Z (22) cuyos dos extremos están unidos por deslizamiento respectivamente con dos rieles deslizantes del eje Z (4), en que dichos dos módulos de eje Z (22) son paralelos al módulo del eje X (9), en que dicho motor del eje Z (6) está colocado en el soporte del eje Z (7) y el extremo de salida del motor del eje Z (6) está conectado con una varilla roscada (6.1) que está conectada con dos módulos del eje Z (22) a través de una varilla de conexión transversal (6.2).
- 40 7. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que dicho motor horizontal (3) está conectado con el chasis (20) a través de un eje vertical (18).
- 45 8. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que la parte interior del chasis (20) está provista de un eje horizontal (17) a través de la bola magnética (1) junto con su eje horizontal y en que una rueda de sincronización (19) está instalada adicionalmente en el chasis (20), un extremo de la rueda de sincronización (19) está conectado con el motor vertical (2), y el otro extremo está conectado con el eje horizontal (17).
- 50 9. Dispositivo para controlar el movimiento de un endoscopio de cápsula en una vía GI humana de acuerdo con la reivindicación 1, en que dicha bola magnética (1) es un imán permanente, o un electroimán, o un imán superconductor.
- 55
- 60

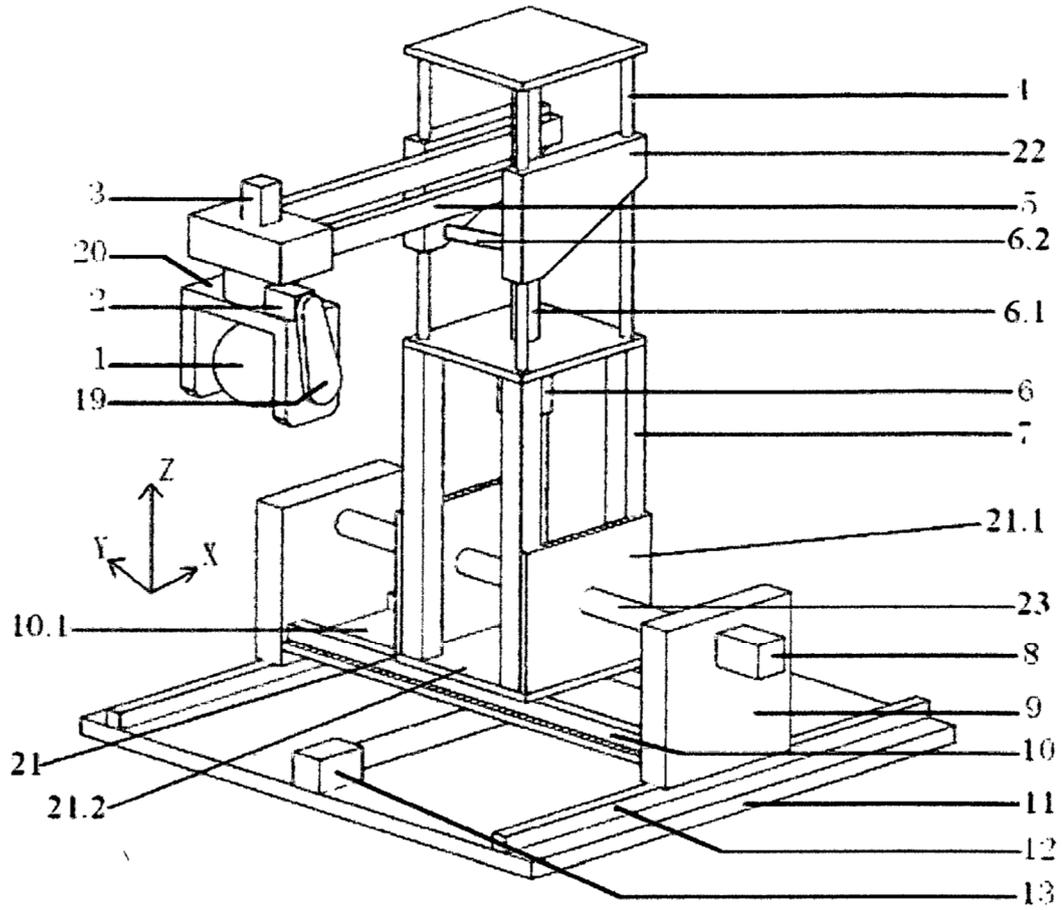


FIG. 1

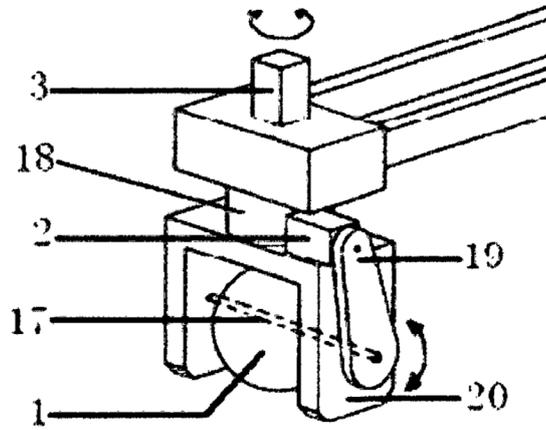


FIG. 2

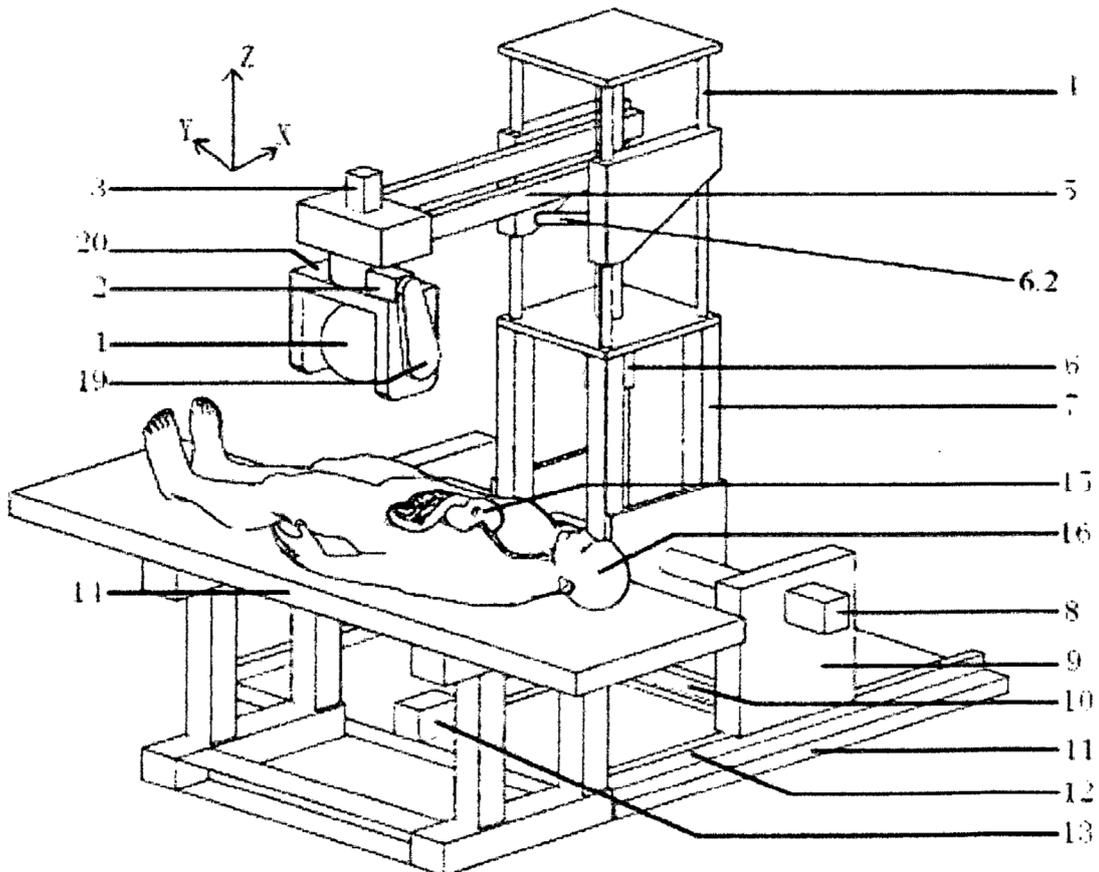


FIG. 3

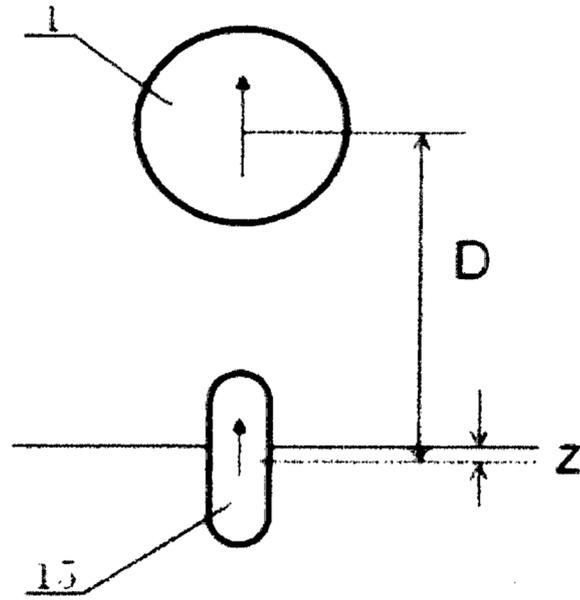


FIG. 4

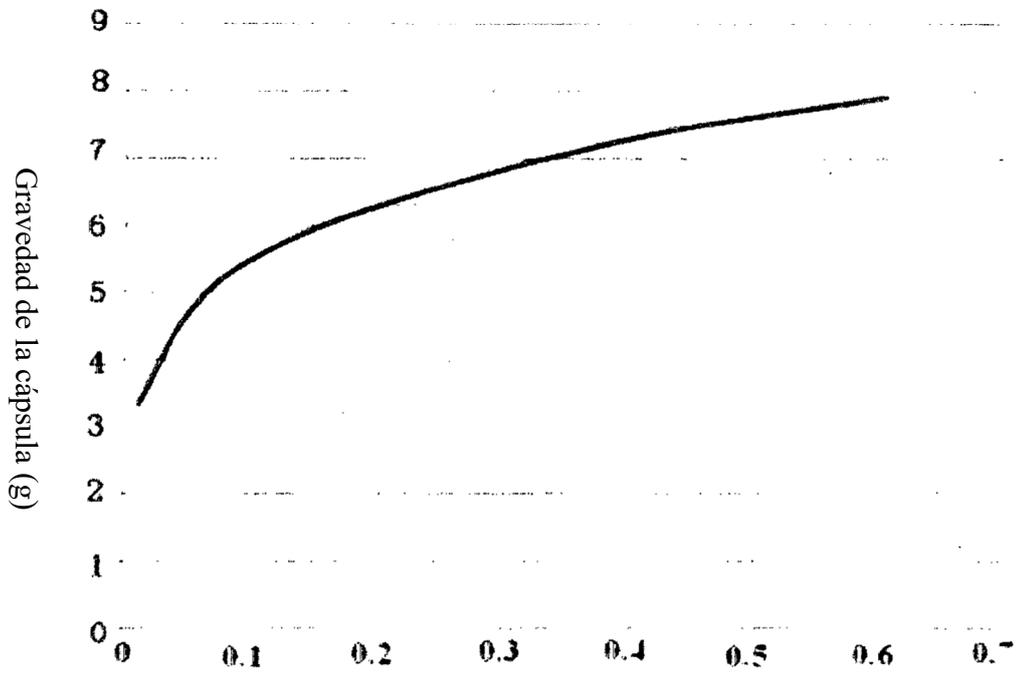
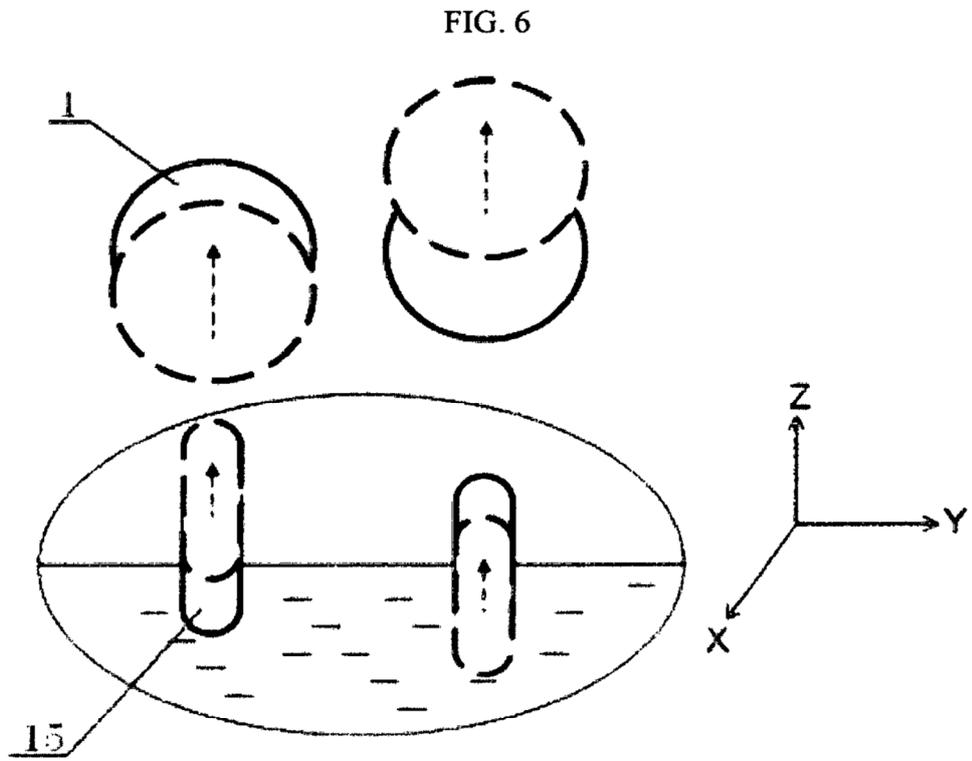
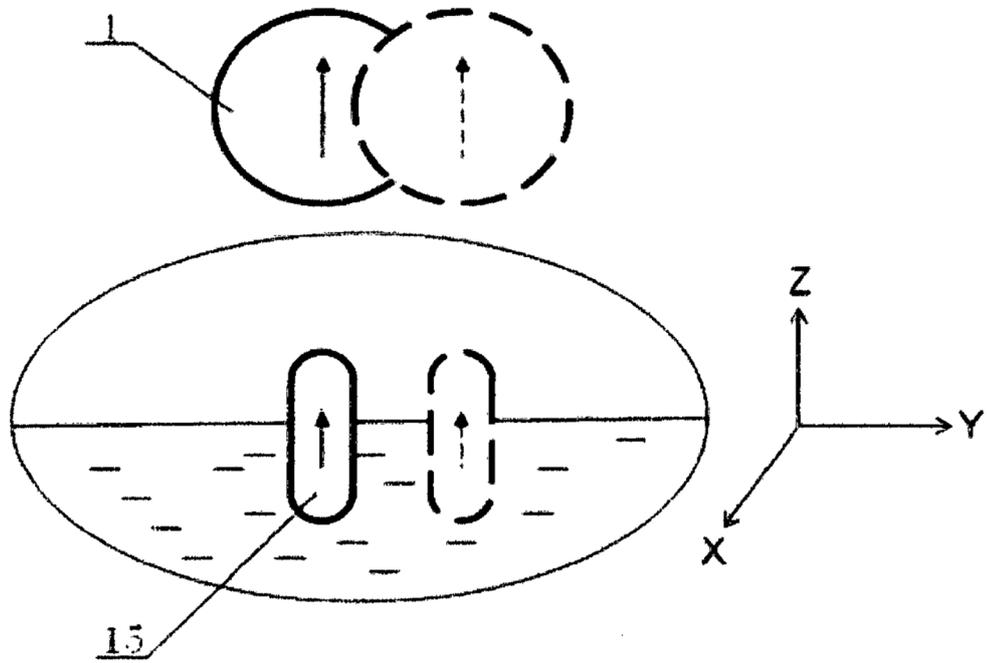


FIG. 5

Impulso magnético (A/cm²)



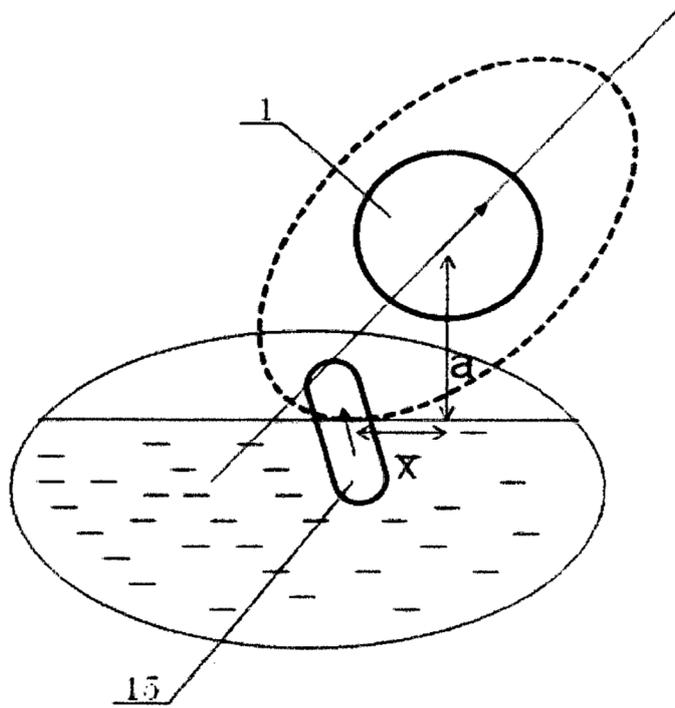


FIG. 8

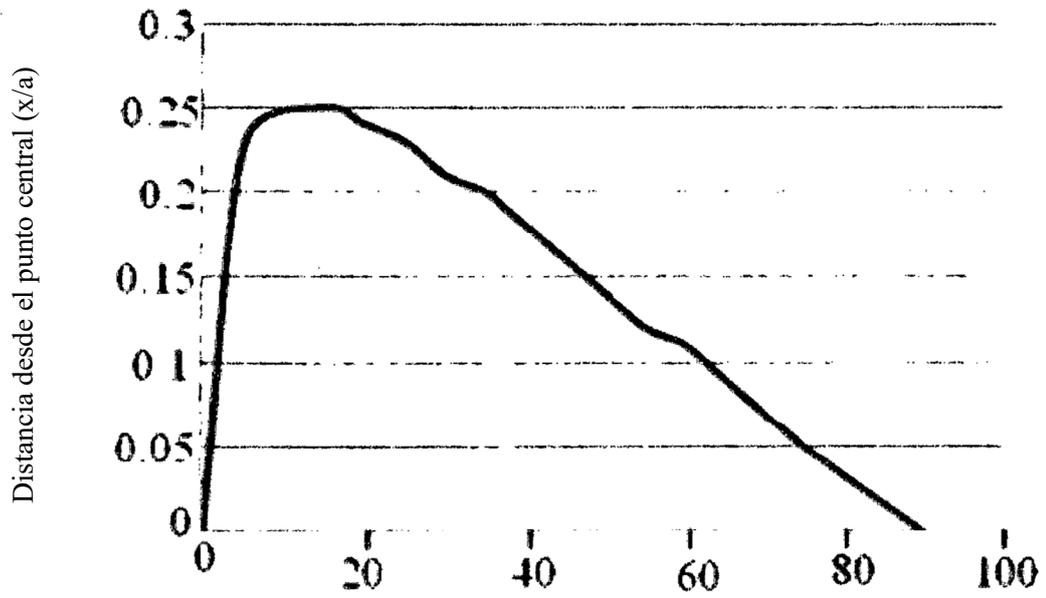


FIG. 9

Ángulo de rotación de la bola magnética (Grados)

Ángulo de rotación del campo magnético externo en
la forma de un globo (Grados)

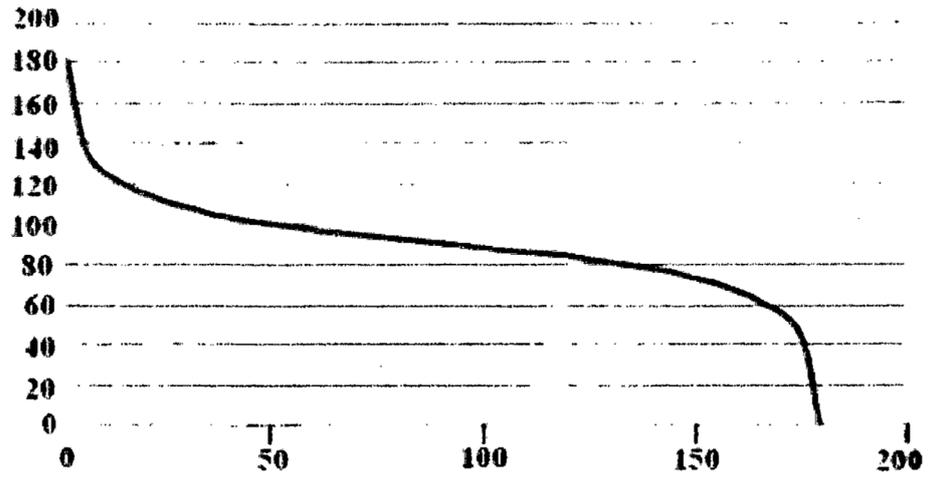


FIG. 10

Ángulo en el punto máximo (Grados)

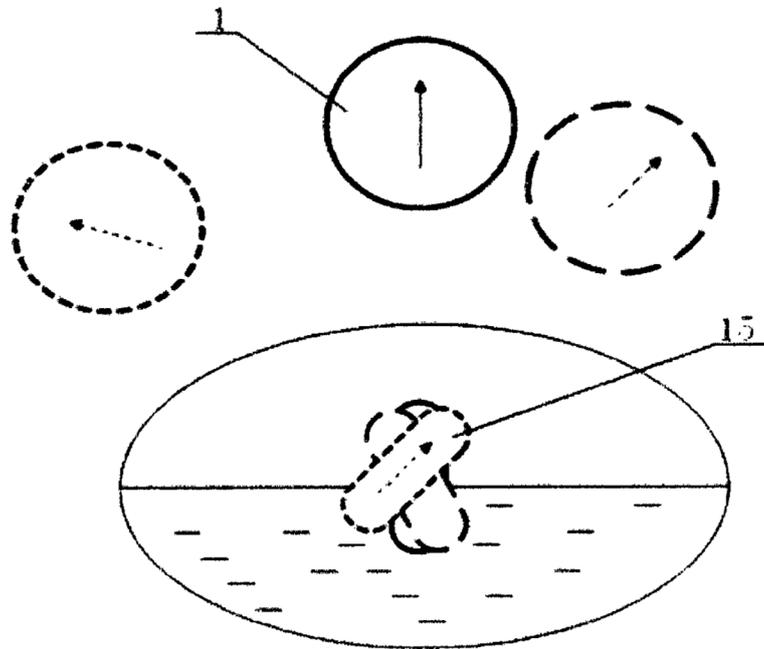


FIG. 11