

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 108**

51 Int. Cl.:

A61B 90/50 (2006.01)
A61B 90/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01)
A61B 34/00 (2006.01)
A61B 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2019** **E 19199675 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3797670**

54 Título: **Sistema de cápsula endoscópica con retroalimentación háptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2023

73 Titular/es:

OVESCO ENDOSCOPY AG (100.0%)
Friedrich-Miescher-Strasse 9
72076 Tübingen, DE

72 Inventor/es:

SHOSTEK, DR. SEBASTIAN y
SCHURR, PROF. DR. MARC

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 956 108 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de cápsula endoscópica con retroalimentación háptica

5 La presente invención se refiere a un sistema de cápsula endoscópica para guiar magnéticamente una cápsula endoscópica intracorpórea. El dispositivo de guía de acuerdo con aspectos de la invención se describirá en lo sucesivo mediante el ejemplo de una aplicación en medicina gastrointestinal. Sin embargo, la invención también puede conferirse, en todo su contenido, a otros campos de aplicación en medicina, tal como en el sistema respiratorio, cirugía visceral, artroscopia o neurocirugía, o sistemas técnicos. Tal sistema técnico puede ser, por ejemplo, un sistema de tubos en el que se proporciona el objeto a controlar.

Antecedentes de la invención

15 Los sistemas de cápsulas endoscópicas accionadas magnéticamente son tipos de endoscopios en los que preferentemente se introduce una cápsula endoscópica, pero posiblemente también una sonda o catéter, en el cuerpo del paciente, por ejemplo, al ser ingerido por un paciente en forma de píldora o cápsula. Después de la introducción, la cápsula endoscópica avanza en el tracto intestinal sustancialmente mediante el movimiento peristáltico natural. Para influir en el movimiento y la orientación de la cápsula endoscópica ingerida se proporcionan un imán dentro de la cápsula endoscópica, en lo sucesivo denominado imán capsular, así como también un imán extracorpóreo fuera del cuerpo del paciente, en lo sucesivo denominado efector magnético.

20 Tanto el imán capsular como el efector magnético se adaptan para generar un campo magnético de polarización conocida. Para este propósito son adecuados tanto un solenoide como un imán permanente, así como también una combinación de una o varias de dichas dos posibilidades. El dispositivo también puede consistir en varios imanes permanentes o varios solenoides cuyos campos magnéticos se superponen para formar un campo magnético resultante. Sin embargo, el uso de imanes permanentes conlleva la ventaja de una cápsula y una estructura efectora simples mientras que generan un campo magnético relativamente fuerte, por lo que son especialmente adecuados para uso médico. Además, un imán permanente no requiere suministro de energía para mantener el campo magnético en comparación con los solenoides.

30 Hoy en día se conocen varios tipos diferentes de sistemas de cápsulas endoscópicas magnéticas que han sido desarrollados y diseñados específicamente para examinar el esófago, el estómago y el intestino delgado y grueso. Por tanto, mientras que el procedimiento se desarrolló originalmente para el examen del intestino delgado, al que antes era difícil acceder mediante endoscopia, hoy en día pueden examinarse todas las secciones del tracto gastrointestinal mediante endoscopia capsular. Especialmente la inspección del estómago y del intestino grueso es clínicamente mucho más importante que la inspección del esófago y el intestino delgado, ya que el examen endoscópico en el estómago y el colon juega un papel crucial en la detección temprana del cáncer.

40 De acuerdo con la técnica anterior actual, el movimiento y la orientación de la cápsula endoscópica magnética ingerida pueden controlarse mediante sistemas controlados por ordenador (preprogramados), los denominados sistemas robóticos, o mediante guía manual por parte de un operador.

45 El documento EP 2 347 699 A1 divulga, por ejemplo, un endoscopio de tipo cápsula accionado por imán con una cápsula endoscópica magnética intracorpórea y un imán extracorpóreo, preferentemente de acción permanente, que se monta en un brazo robótico controlado por ordenador. Debido a la disposición y orientación del imán capsular proporcionado dentro de la cápsula endoscópica, la cápsula endoscópica puede inclinarse alrededor de su eje transversal, girar alrededor de su eje vertical y rodar alrededor de su eje longitudinal mediante la interacción con el imán extracorpóreo (permanente). De esta manera, se proporciona el control de la orientación de la cápsula endoscópica alrededor de los tres ejes de su sistema de coordenadas Cartesianas (eje x, y, z).

50 De acuerdo con el documento EP 2 347 699 A1, la posición y orientación del imán permanente extracorpóreo se controla a través de actores robóticos. Los actores robóticos son controlados a su vez por un ordenador, que recibe señales de sensor/señales de retroalimentación de un sensor de posición integrado en la cápsula endoscópica y de una interfaz operador-máquina a través de la cual un operador puede introducir instrucciones de control para mover la cápsula endoscópica. Estas señales de sensor son luego procesadas por la computadora y convertidas en movimientos correctores del imán extracorpóreo que son llevados a cabo por los actores robóticos, y que no pueden ser influenciados directamente por el operador y facilitan el mantenimiento de la posición relativa entre la cápsula endoscópica y el imán permanente extracorpóreo dentro de un rango óptimo para implementar las instrucciones de control ingresadas por el operador. En otras palabras, mediante retroalimentación directa de información entre la cápsula endoscópica y el brazo robótico puede obtenerse un control de la posición y la orientación de la cápsula endoscópica intuitivo y predecible para la persona controladora. Para una comprensión completa de la estructura/ensamblaje y funcionamiento de la cápsula endoscópica de acuerdo con la presente invención, se hace aquí referencia a la cápsula endoscópica divulgada en el documento EP 2 347 699 A1.

65 El endoscopio de tipo cápsula accionado por imán divulgado en el documento EP 2 347 699 A1, sin embargo, tiene el inconveniente de que el brazo robótico controlado por ordenador para guiar la cápsula endoscópica también

puede realizar movimientos que, con y sin fuerza sobre el cuerpo del paciente, podrían resultar en una colisión y, por tanto, en acciones que pongan en peligro al paciente o a la persona que lo controla sobre su cuerpo. En otras palabras, los robots de concepción convencional son fácilmente capaces de herir mortalmente a una persona o dañar objetos vecinos en caso de un movimiento incorrecto.

5 Durante la aplicación del endoscopio de tipo cápsula accionado por imán sobre el paciente, podría ocurrir además que el operador que controla/guía/mueve la posición y orientación del imán permanente extracorpóreo y, por tanto, también de la cápsula endoscópica magnética, al introducir instrucciones de control en el ordenador, interrumpa el campo magnético presente de forma inconsciente debido a una distancia demasiado grande entre el imán permanente extracorpóreo y la cápsula endoscópica magnética con relación entre sí. En consecuencia, la cápsula endoscópica magnética ya no puede ser guiada por el imán permanente extracorpóreo y permanece en la ubicación en el tracto gastrointestinal donde estuvo presente el último campo magnético, al menos si no se tiene en cuenta la influencia de los movimientos peristálticos naturales. En este caso, el operador primero debe restablecer el campo magnético entre el imán permanente extracorpóreo y la cápsula endoscópica magnética. Por lo tanto, el operador necesita guiar el brazo robótico en el que se monta el imán permanente extracorpóreo por encima de la pared abdominal del paciente hasta que la cápsula endoscópica reaccione nuevamente al movimiento del imán permanente extracorpóreo. Evidentemente, tal situación requiere mucho tiempo y prolonga innecesariamente el procedimiento.

20 Además, también podría ser posible que el operador introduzca instrucciones de control en el ordenador, debido a que el imán permanente extracorpóreo se mueve/guía a una distancia no óptima con respecto a la cápsula endoscópica. Como resultado, la cápsula endoscópica tiene en general dificultades para moverse/posicionarse o se mueve/posiciona muy lentamente, lo que prolonga el procedimiento y al mismo tiempo es ineficiente. En resumen, el operador del endoscopio de tipo cápsula accionado por imán no siente la fuerza magnética en función de la posición de ambos componentes magnéticos, lo que dificulta considerablemente la aplicación práctica.

30 En el documento DE 10 2011 054 910 A1 se divulga un sistema robótico médico para guiar magnéticamente una cápsula endoscópica con un dispositivo de posicionamiento extracorpóreo impulsado por motor que tiene un máximo de tres grados de libertad. El dispositivo de posicionamiento puede activarse para el movimiento de traslación de una interfaz de conexión distal del dispositivo de posicionamiento, a la que se conecta/conectable un efector de extremo magnético. El propio efector de extremo magnético tiene como máximo dos grados de libertad que pueden activarse para el movimiento preferentemente giratorio de un generador de campo magnético con el que se controla la cápsula endoscópica magnética dentro del cuerpo del paciente.

35 Para reducir el riesgo de lesiones debido a la orientación guiada por robot del generador de campo magnético extracorpóreo, se encapsulan o encierran grados específicos de libertad del generador de campo magnético. Por tanto, el número de grados de libertad de una orientación guiada por robot del generador de campo magnético libremente accesible desde el exterior se reduce en el sistema robótico divulgado en el documento DE 10 2011 054 910 A1. De esta manera, la función del dispositivo no está restringida y el dispositivo puede usarse en el caso de aplicación médica en contacto directo con el cuerpo del paciente minimizando los impactos en el cuerpo del paciente, que son perjudiciales para el paciente.

45 Sin embargo, tal diseño de un sistema robótico para guiar magnéticamente una cápsula endoscópica es muy complejo y requiere varias etapas de fabricación y una multitud de componentes individuales, aumentando en consecuencia los costes de fabricación. En conexión con esto, los costes de adquisición de este tipo de sistemas robóticos para hospitales y consultorios también son muy elevados. En comparación con los sistemas endoscópicos alternativos, que podrían ofrecer resultados similares a un precio más bajo, tales sistemas robóticos complejos son bastante antieconómicos y, por lo tanto, solamente pueden establecerse en menor medida en el mercado.

50 Por otra parte, el control guiado manualmente de generadores de campo magnético extracorpóreos tiene la ventaja de que la estructura del dispositivo puede presentar una complejidad mínima. En otras palabras, el guiado manual de un generador de campo magnético extracorpóreo requiere menos componentes que los sistemas robóticos para realizar la misma función. Además, la fabricación es más sencilla y los costes relacionados son menores.

55 Además, el operador recibe retroalimentación de información permanente sobre los parámetros de movimiento y especialmente sobre las colisiones con y sin acción de fuerza sobre el cuerpo del paciente mediante la orientación manual del generador de campo magnético extracorpóreo mediante al menos su sentido háptico. Por tanto, al orientar el generador de campo magnético se evitan en primer lugar acciones que pongan en peligro al paciente.

60 El documento WO 2014/113697 A1 divulga sistemas y procedimientos para determinar una orientación y posición de una cápsula insertada en el cuerpo de un paciente.

65 En el documento US 2007/0191671 A1 se describe un sistema médico intrasujeto con un dispositivo insertable en el cuerpo y un generador de cantidades físicas. El dispositivo insertable en el cuerpo se va a introducir en un sujeto, se cubre por un miembro exterior en forma de cápsula e incluye un miembro detector de cantidad física, al menos un miembro funcional para examinar o tratar el interior del sujeto y una unidad de control de interruptor para controlar

modos de operación de al menos un miembro funcional. El generador de cantidades físicas tiene una unidad emisora de cantidades físicas y una unidad de cambio de dirección de cantidades físicas.

5 En vista de la técnica anterior, un objeto de la invención es proporcionar un sistema de cápsula endoscópica con características magnéticas que exhiban una mayor funcionalidad. Un objetivo particular de la invención es mejorar la capacidad de posicionamiento del sistema de cápsula endoscópica, especialmente al permitir una controlabilidad consciente de la orientación de la cápsula endoscópica, y aumentar la precisión del examen y minimizar de esta manera la duración de aplicación necesaria.

10 Este objetivo se logra mediante un sistema de cápsula endoscópica que comprende las características de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos de la invención son objeto de reivindicaciones dependientes.

15 En consecuencia, no es solamente el núcleo de la invención definir o determinar una posición y/o una orientación de la cápsula endoscópica con relación al efector magnético como se propone en la técnica anterior, sino también generar contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado a través de un dispositivo de generación de fuerza y/o momento o un dispositivo de frenado en función de la posición y/u orientación realmente definida o determinada de la cápsula endoscópica con relación al efector para contrarrestar una fuerza de movimiento aplicada manualmente por un operador a una aparato de guía y movimiento extracorpóreo del sistema de cápsula endoscópica usado para controlar la cápsula.

20 En otras palabras, movimiento/guía demasiado rápido o repentino del aparato de guía y movimiento extracorpóreo que tiene el efector montado en una porción de extremo o movimiento/guía del aparato de guía y movimiento extracorpóreo en caso de que la distancia entre el efector magnético y la cápsula endoscópica sea demasiado grande da como resultado una interrupción del campo magnético entre la cápsula endoscópica y el efector magnético y conduce por lo tanto a la pérdida de controlabilidad de la cápsula endoscópica, como se describió anteriormente. Al definir/determinar (de forma continua) la posición y/o la orientación de la cápsula endoscópica con relación al efector, pueden sacarse conclusiones sobre el desplazamiento manual del aparato de guía y movimiento extracorpóreo y/o del efector llevado a cabo por un operador. En base a ello se generan contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado para contrarrestar el desplazamiento manual del aparato de guía y movimiento extracorpóreo y/o del efector llevado a cabo por el operador. De esta manera, el operador recibe una retroalimentación háptica debido a las contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado generadas, que le indica que un desplazamiento adicional del aparato de guía y movimiento extracorpóreo y/o del efector puede conducir a una interrupción del campo magnético entre la cápsula endoscópica y el efector magnético. Debido a la retroalimentación háptica generada, el operador también recibe información en qué dirección se perderá la cápsula endoscópica si se continúa desplazando el aparato de guía y movimiento extracorpóreo y/o el efector. De esta manera, se evita la pérdida inconsciente de la cápsula endoscópica durante la aplicación provocada por la interrupción del campo magnético y se mejora la capacidad de controlabilidad de la cápsula endoscópica.

40 Además, el manejo general del sistema se hace más eficiente en comparación con la técnica anterior. Por ejemplo, dado que la retroalimentación háptica generada depende del desplazamiento entre el efector magnético y la cápsula endoscópica magnética, el operador puede percibir la operación del aparato de guía y movimiento extracorpóreo y/o el efector de una manera que puede compararse con una conexión en forma de banda elástica entre el efector y la cápsula endoscópica; con el aumento del desplazamiento entre el efector y la cápsula endoscópica, la contrafuerza generada por la retroalimentación háptica aumenta, como si se estirara una banda elástica y se produjera una contrafuerza en aumento. Este efecto similar a una banda elástica es producido/simulado por el sistema mediante una interpretación adecuada de los datos del sensor y el control resultante de los actuadores para lograr las respectivas fuerzas de retroalimentación háptica. Dado que, evidentemente, en realidad no se incluye ninguna banda elástica en el sistema, ya que tendría que penetrar la piel del paciente, este principio de control puede describirse como una "banda elástica virtual" entre el efector magnético y la cápsula endoscópica magnética.

50 En detalle, se proporciona un sistema de cápsula endoscópica que comprende una cápsula endoscópica que tiene características magnéticas y que se adaptan para introducirse en un órgano hueco del cuerpo de un paciente; un aparato de guía y movimiento extracorpóreo para la cápsula endoscópica que tiene un brazo voladizo móvil de múltiples bisagras que en una porción de extremo se monta de manera giratoria en un soporte y que comprende un efector que tiene características magnéticas y que se monta de manera giratoria en la otra porción de extremo libre del brazo voladizo para arrastrar, rotar, orientar y/o inclinar la cápsula endoscópica de acuerdo con el movimiento real del efector; y un dispositivo controlador que se diseña y adapta para definir la posición y orientación de la cápsula endoscópica con relación al efector. De acuerdo con la invención se proporciona además un dispositivo de generación de fuerza y/o momento o un dispositivo de frenado que se adapta para influir en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo al menos en relación con movimientos preseleccionados del brazo voladizo y/o del efector, el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado que se conecta al dispositivo controlador para generar contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o efector de acuerdo con la posición y/u orientación realmente definida de la cápsula endoscópica con relación al efector.

65

5 Para controlar y generar estas contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o efector, un ángulo de corrección de un ángulo de inclinación de la cápsula endoscópica y/o un ángulo de balanceo de la cápsula endoscópica sirven como medida para las contrafuerzas y/o contramomentos o las fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o efector.

10 Las contrafuerzas y/o contramomentos o las fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o al efector, que representan la retroalimentación háptica para el operador, pueden generarse de diferentes maneras en el aparato de guía y movimiento. Por ejemplo, las contrafuerzas y/o contramomentos contra las fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o efector pueden generarse mediante al menos un actuador controlado por torque del brazo voladizo. Como alternativa, las fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo y/o al efector pueden generarse mediante pastillas de freno en un disco de freno.

15 Para definir o determinar eficientemente la posición y/u orientación de la cápsula endoscópica y el efector, el sistema de cápsula endoscópica puede proporcionarse con varios sensores. De acuerdo con otro aspecto de la invención, la posición y/o la orientación del efector pueden definirse o determinarse mediante al menos un sensor de ángulo. La posición y/o la orientación de la cápsula endoscópica pueden definirse mediante un sensor inercial proporcionado dentro de la cápsula endoscópica.

20 El aparato de guía y movimiento extracorpóreo puede proporcionarse con un mango/palanca de mando giratorio e inclinable con el que puede ajustarse manualmente la posición y/o la orientación del efector. La rotación manual del mango/palanca de mando, que provoca la orientación del efector magnético, se transfiere mecánicamente a una estructura de sujeción, es decir, en forma de una horquilla de sujeción, del efector magnético y se realiza sin tope/parada/límite. Además, el mango/palanca de mando tiene una libertad de movimiento de aproximadamente $\pm 80^\circ$ cuando se inclina manualmente. Además, el mango/palanca de mando también se diseña para mantener la posición del ángulo ajustada manualmente del efector cuando es liberado por el operador. De esta manera, se mantiene la última posición/orientación tanto del mango/palanca de mando como del efector.

25 Para el movimiento vertical del aparato de guía y movimiento extracorpóreo para acercar o alejar el efector de la pared abdominal del paciente, el brazo voladizo con múltiples bisagras del aparato de guía y movimiento extracorpóreo puede tener un brazo de paralelogramo con un elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte. El elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte se usa para compensar el peso del efector, de modo que durante el movimiento del efector en dirección vertical no es necesario llevar a cabo ningún trabajo de elevación, sino que solamente debe aplicarse la fuerza de aceleración y frenado. Además, el elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte puede diseñarse para compensar el peso del brazo del operador, para permitir que el operador apoye su brazo sobre el aparato de guía y movimiento extracorpóreo de una manera que permita la operación continua del aparato de guía y movimiento extracorpóreo sin fatiga muscular acelerada de una manera bastante relajada. De acuerdo con otro aspecto de la invención, el mango/palanca de mando tiene además un miembro diseñado para soportar el brazo del operador/sobre el cual el operador puede apoyar el peso de su brazo. Para preservar la manipulación motora fina de los grados de libertad angulares del mango/palanca de mando (por ejemplo, inclinación, orientación) mientras se apoya el peso del brazo sobre este miembro, al menos un grado de libertad angular del mango/palanca de mando se desconecta/trabaja independiente de dicho miembro. Para aumentar la facilidad de uso del sistema de cápsula endoscópica, el brazo de paralelogramo también puede accionarse de forma controlada por torque.

30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el brazo de paralelogramo puede diseñarse además para llevar el efector a una posición en la que el enlace magnético entre el efector y la cápsula endoscópica se interrumpe cuando se libera el mango/palanca de mando. En otras palabras, al liberar el mango/palanca de mando por parte del operador, por ejemplo debido a una interrupción de la aplicación, el efector se aleja automáticamente de la pared abdominal del paciente y de la cápsula endoscópica en dirección vertical por medio del brazo de paralelogramo hasta el campo magnético presente entre el efector y la cápsula endoscópica se interrumpe.

35 Alternativamente, el brazo de paralelogramo también puede diseñarse para llevar el efector a una posición en la que el efector se ubica directamente encima de la cápsula endoscópica cuando se libera el mango/palanca de mando. Esto significa que al liberar el mango/palanca de mando por parte del operador, el efector se mueve en dirección vertical y dentro del campo magnético presente entre el efector y la cápsula endoscópica lo más cerca posible de la sección de la pared abdominal del paciente ubicada directamente encima de la cápsula endoscópica mediante el brazo de paralelogramo.

40 El sistema de cápsula endoscópica también puede automatizarse completamente, haciendo, por tanto, más conveniente el manejo general del sistema. Para realizar esto, el accionamiento giratorio del mango/palanca de mando puede diseñarse para ser accionado de forma controlada por torque.

45 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el efector puede ser accionado para balancearse sin tope/parada/límite. De esta manera, es posible hacer rodar el efector en respuesta a la inclinación del

mango/palanca de mando en un ángulo de 360 grados y más. Sin embargo, el rodamiento del efector no se limita a un accionamiento controlado por torque. En lugar de ello, de acuerdo con un aspecto de la invención, el efector magnético puede accionarse de manera controlada por desplazamiento o accionada por ángulo.

- 5 Cabe señalar expresamente que los aspectos anteriores pueden resolver el objeto de la invención individualmente o en cualquier combinación entre sí y, por lo tanto, deben ser reivindicables individualmente o en cualquier combinación dentro del ámbito de esta solicitud.

Descripción de las figuras

- 10 En lo sucesivo, la invención se describirá en detalle mediante una realización preferente con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 15 La Figura 1 muestra esquemáticamente una aplicación clínica del sistema de cápsula endoscópica y un control correspondiente de acuerdo con la invención,
La Figura 2 muestra esquemáticamente la estructura básica del aparato de guía y movimiento extracorpóreo con los correspondientes actuadores y sensores,
Las Figuras 3a y 3b ilustran un mecanismo de control del ángulo de inclinación de la cápsula endoscópica de acuerdo con la invención, y
20 Las Figuras 4a y 4b ilustran un mecanismo de control del ángulo de balanceo de la cápsula endoscópica de acuerdo con la invención.

- 25 La Figura 1 muestra todo el sistema de cápsula endoscópica 1 durante la aplicación clínica habitual. El sistema de cápsula endoscópica 1 comprende una cápsula endoscópica 2 que ya ha sido introducida en el tracto gastrointestinal de un paciente 3 representado esquemáticamente; un aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 que tiene un brazo voladizo móvil de múltiples bisagras 5 que se monta de manera giratoria en una porción de extremo en un soporte 6 y que comprende un efector magnético 7 que se monta de manera giratoria en la otra porción de extremo libre del brazo voladizo 5; y un dispositivo controlador 8 que se diseña y adapta para definir o
30 determinar la posición y la orientación de la cápsula endoscópica 2 con relación al efector 7. Además, el sistema de cápsula endoscópica 1 se equipa con un dispositivo de generación de fuerza y/o momento o un dispositivo de frenado 9, que se adapta para influir en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 al menos con respecto a movimientos preseleccionados del brazo voladizo 5 y/o el efector 7. El dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9 se conecta además al dispositivo controlador 8 y genera contrafuerzas y/o
35 contramomentos o fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo 5 y/o al efector 7 de acuerdo con la posición y/u orientación realmente definida o determinada de la cápsula endoscópica 2 con relación al efector 7.

- 40 Para permitir el movimiento/guía manual del efector 7 por parte de un operador 17, se proporciona un mango/palanca de mando 12 en la porción de extremo del brazo voladizo 5 en el que se monta el efector 7. El mango/palanca de mando 12 se conecta a una estructura de sujeción, por ejemplo en forma de una horquilla de sujeción, del efector 7 que no se muestra más, que permite la transmisión de movimientos del mango/palanca de mando 12 al efector 7. En consecuencia, la inclinación y/o rotación del mango/palanca de mando 12 da como resultado el rodamiento y/o la orientación del efector 7.

- 45 El propio brazo voladizo 5 con múltiples bisagras se diseña para tener varias porciones, preferentemente tres porciones, para proporcionar movimiento del efector 7 alrededor de los tres ejes del sistema de coordenadas Cartesianas (eje x, y, z). La porción del brazo voladizo 5 que permite el movimiento en dirección vertical (eje z) se diseña en forma de un brazo de paralelogramo 13 que comprende un elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte 14 para compensar el peso del efector 7. El elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte 14
50 puede diseñarse además para compensar el peso del brazo del operador 17, para permitir que el operador 17 apoye su brazo sobre el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 de una manera que permita la operación continua del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4. Además, el mango/palanca de mando 12 puede tener un miembro que no se muestra más, sobre el cual el operador 17 puede apoyar el peso de su brazo. Para preservar la manipulación motora fina de los grados angulares de libertad del mango/palanca de mando 12 (por ejemplo, inclinación, orientación) mientras se apoya el peso del brazo del operador 17 sobre este miembro, al menos un grado angular de libertad del mango/palanca de mando 12 trabaja independiente de dicho miembro. Como se mencionó anteriormente, el brazo voladizo 5 se monta de manera giratoria en su otra porción de extremo en el soporte 6. El extremo del soporte 6 que está en contacto con el suelo puede tener rodillos/ruedas 18 a través de los
55 cuales se hace móvil el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4.

- 60 El sistema de cápsula endoscópica se proporciona además con un procesador de vídeo 15, que recibe datos de imágenes transmitidos de forma inalámbrica del tracto gastrointestinal registrados por la cápsula endoscópica 2 y los procesa. La visualización de estos datos en forma de vídeo en tiempo real se proporciona mediante la conexión del procesador de vídeo 15 a una pantalla endoscópica 16 a través de un cable eléctrico 20. De esta manera, el
65 operador 17 puede controlar la inclinación y/o la dirección de visión de la cápsula endoscópica 2 y ajustarla según sea requiera al inclinar y/o girar el mango/palanca de mando 12.

Además, en una realización preferente, tanto la cápsula endoscópica 2 como el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 se equipan con sensores para definir la posición y/o la orientación de la cápsula endoscópica 2 y el efector magnético 7, respectivamente. Mientras que la cápsula endoscópica 2 se proporciona con un sensor de inercia que no se muestra más, el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 se equipa con al menos uno, pero preferentemente con varios sensores de ángulo 11. Cuando el operador 17 aplica manualmente fuerzas de movimiento al brazo voladizo 5 y/o al efector 7 a través del mango/palanca de mando 12, los sensores de ángulo 11 determinan/registran la posición real y/o la orientación del efector 7. Estos datos de posición y/u orientación del efector 7 medidos por los sensores de ángulo 11 se transmiten subsecuentemente al dispositivo de control 8. Al mismo tiempo, el sensor inercial dispuesto dentro de la cápsula endoscópica 2 transmite datos sobre la posición y/o la orientación de la cápsula endoscópica 2 en forma de señales de radio a un receptor de radiofrecuencia 19 dispuesto dentro del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4. Al igual que los datos de posición y/u orientación del efector 7, las señales de radio recibidas por el receptor de radiofrecuencia 19 se transmiten al dispositivo controlador 8. El dispositivo controlador 8 procesa estos datos de posición y/u orientación de la cápsula endoscópica 2 y el efector magnético 7 y controla/regula basándose en los mismos la generación de contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado a través del dispositivo de generación de fuerza y/o momento. o el dispositivo de frenado 9. En otras realizaciones, los sensores dentro de la cápsula endoscópica 2 pueden ser cualquier sensor o configuración de sensores que permitan concluir sobre la posición y orientación de la cápsula endoscópica 2 al menos con respecto al efector 7. El sensor en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 pueden ser cualquier sensor o configuración de sensores que permitan concluir sobre la posición y orientación del efector 7 al menos con respecto a la cápsula endoscópica 2.

En la Figura 2 la estructura básica del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 con los correspondientes actuadores y sensores se ilustra esquemáticamente en una realización preferente. La estructura básica y los números de referencia del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 mostrado en la Figura 1 permanecen sin cambios, de modo que a continuación solamente se enfatizan las diferencias entre el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 de la Figura 1 y la Figura 2. La Figura 2 muestra los sensores de ángulo 11, que simplemente se indican en la Figura 1, dispuestos en posiciones concretas sobre el brazo voladizo 5 y la porción de extremo del brazo voladizo 5 en la que se monta el efector 7. El aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 se proporciona preferentemente con seis sensores de ángulo 11, cada uno de los cuales determina posiciones/orientaciones individuales del brazo voladizo 5 y el efector magnético 7 para permitir una determinación precisa de la posición y/o la orientación del efector 7.

En particular, se proporciona un sensor de ángulo 11 para cada bisagra del brazo voladizo 5 de múltiples bisagras y, por tanto, para cada eje de movimiento del brazo voladizo 5 (eje x, y, z), que determina el ángulo y de esta manera la posición de cada porción del brazo voladizo 5. Además, el propio efector magnético 7 se equipa con un sensor de ángulo 11, que debido al hecho de que el efector 7 es capaz de balancearse sin tope/parada/límite permite la determinación de un área de ángulo ilimitada. Además, el mango/palanca de mando 12 se proporciona con un sensor de ángulo 11 que permite determinar la orientación del efector 7 al medir el ángulo del mango/palanca de mando 12 durante la inclinación. El último sensor de ángulo 11 se proporciona para determinar el ángulo de rotación del mango/palanca de mando 12, determinando, por tanto, el ángulo de orientación del efector 7. Este sensor de ángulo 11 se diseña de manera similar al sensor de ángulo 11 del efector 7 para determinar un área de ángulo ilimitada.

Como se describió anteriormente, el dispositivo controlador 8 controla el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9 en base a los datos de posición y/u orientación de la cápsula endoscópica 2 y el efector 7 medidos por el sensor inercial y los sensores de ángulo 11. En general, el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9 se realiza por diferentes componentes capaces de generar contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado. En la Figura 2, las contrafuerzas y/o contramomentos contra las fuerzas de movimiento aplicadas manualmente al brazo voladizo 5 y/o al efector magnético 7 se generan mediante actuadores 10 controlados por torque del brazo voladizo 5. Por ejemplo, al aplicar contramomentos a los respectivos actuadores 10, puede generarse una contrafuerza correspondiente, que el operador 17 percibe como retroalimentación háptica. Alternativa o adicionalmente, pueden usarse frenos de disco u otros tipos de frenos para generar fuerzas de frenado adecuadas contra fuerzas de movimiento aplicadas manualmente al brazo voladizo 5 y/o al efector 7. Por lo tanto, las contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado pueden generarse de diferentes maneras. Aunque no se muestra en la Figura 2, el brazo de paralelogramo 13 también puede accionarse de forma controlada por torque, aumentando, por tanto, la facilidad de uso del sistema de cápsula endoscópica 1.

Además de los actuadores 10 controlados por torque del brazo voladizo 5, se proporciona otro actuador 21 en el efector magnético 7 como se muestra en la Figura 2. Sin embargo, el actuador 21 del efector 7 no es un actuador controlado por torque sino un actuador 21 controlado por desplazamiento o impulsado por ángulo que le permite al efector balancearse sin tope/parada/límite.

En otras realizaciones, los sensores dentro de la cápsula endoscópica 2 pueden ser cualquier sensor o configuración de sensores que permitan concluir sobre la posición y orientación de la cápsula endoscópica 2 al menos con respecto al efector 7. El sensor en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 pueden ser cualquier

sensor o configuración de sensores que permitan concluir sobre la posición y orientación del efector 7 al menos con respecto a la cápsula endoscópica 2.

Usualmente, la cápsula endoscópica 2 sigue sin obstáculos el movimiento/guía del efector 7, por lo que en este caso no se generan contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado mediante el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9. Sin embargo, si el movimiento de la cápsula endoscópica 2 ya no corresponde al movimiento del efector 7, es decir, si la cápsula endoscópica 2 no puede seguir al efector 7 porque el órgano hueco impide el movimiento en la dirección x o y, se puede producir una desviación en la posición y/u orientación de la cápsula endoscópica 2 y el efector 7 con relación entre sí. En este caso, las contrafuerzas y/o los contramomentos o las fuerzas de frenado se generan mediante el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9, indicando, por tanto, al operador 17 en forma de la retroalimentación háptica generada, la desviación actual. Para controlar/regular la retroalimentación háptica generada debido a la desviación entre la cápsula endoscópica 2 y el efector 7, la presente invención proporciona dos mecanismos de control.

El mecanismo de control mostrado en las Figuras 3a y 3b sirve para controlar/regular el ángulo de inclinación de la cápsula endoscópica 2 tras un desplazamiento manual del efector 7 por parte del operador 17 a través del mango/palanca de mando 12 para un movimiento lineal de la cápsula endoscópica 2 en la dirección x del plano horizontal. El movimiento de compensación para evitar la inclinación de la cápsula endoscópica 2 se representa en la Figura 3b.

Concretamente hablando, la Figura 3a muestra la orientación de la cápsula endoscópica 2 en el caso de que el efector magnético 7 se proporcione directamente encima de la misma, lo que en lo sucesivo se denominará como posición inicial del efector magnético 7. En consecuencia, la cápsula endoscópica 2 se orienta de modo que la polarización (N/S) del imán capsular sea antiparalela a la del efector 7. Al mismo tiempo, el control del ángulo de inclinación del efector 7 se diseña, de acuerdo con la presente invención, de manera que un ángulo de inclinación del mango/palanca de mando 12 (con respecto a un plano horizontal), denominado en lo sucesivo α_H , corresponde a un ángulo de inclinación de la cápsula endoscópica 2 (con respecto a un plano horizontal), denominado en lo sucesivo α_C :

$$(1) \quad \alpha_H = \alpha_C$$

Por el contrario, α_H se debe a la polarización antiparalela de la cápsula endoscópica 2 y el efector 7 entre sí en relación con un ángulo de inclinación α_M , $\alpha_{M,0}$ del efector 7 en su posición inicial de la siguiente manera:

$$(2) \quad \alpha_M = \alpha_{M,0} = -\alpha_H$$

La Figura 3b muestra el efecto sobre la orientación del efector 7 cuando el efector 7 se desplaza manualmente a través del mango/palanca de mando 12 en la dirección x del plano horizontal con relación a la cápsula endoscópica 2, comenzando desde la posición inicial como se muestra en la Figura 3a, de modo que la posición x del efector 7 y la posición x de la cápsula endoscópica 2 se desvían entre sí en una diferencia Δx en la dirección x. Un desplazamiento del efector 7 a través del mango/palanca de mando 12 en la dirección x del plano horizontal usualmente daría como resultado un movimiento de inclinación de la cápsula endoscópica 2 debido al campo magnético circular presente. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, el cambio de posición y/u orientación del efector magnético 7 es, como se describió anteriormente, registrado de forma continua por los sensores de ángulo 11 del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4. Estos datos del sensor se ponen simultáneamente a disposición del dispositivo controlador 8 que, en caso de una desviación entre la posición x del efector 7 y la posición x de la cápsula endoscópica 2, controla/regula en consecuencia el ángulo de inclinación α_M del efector magnético 7 de manera que la ecuación (1) siga siendo válida y se evite la inclinación de la cápsula endoscópica 2. Por lo tanto, α_M se corrige de forma continua mediante un ángulo de corrección $\Delta\alpha_M$. En base a esto, el ángulo de inclinación real del efector 7 α_M se representa por la suma del ángulo de inclinación del efector 7 en su posición inicial $\alpha_{M,0}$ y el ángulo de corrección del ángulo de inclinación del efector 7 $\Delta\alpha_M$:

$$(3) \quad \alpha_M = \alpha_{M,0} + \Delta\alpha_M$$

En otras palabras, α_H representa el ángulo de inclinación objetivo de la cápsula endoscópica 2, que el operador 17 ajusta manualmente y se mide por medio del sensor de ángulo 11 proporcionado en el mango/palanca de mando 12. α_C representa en el otro lado el ángulo de inclinación real de la cápsula endoscópica 2, que se ajusta mediante el campo magnético entre la cápsula endoscópica 2 y el efector 7 y se mide mediante el sensor inercial proporcionado en el interior de la cápsula endoscópica 2. Para asegurar que α_C corresponde a α_H , α_M se determina de forma continua mediante los sensores de ángulo 11 y se ajusta en consecuencia mediante los actuadores 10, 21. Esta relación da lugar a la siguiente ecuación usada para el control/regulación del ángulo de inclinación α_C de la cápsula endoscópica 2:

$$(4) \quad \alpha_{M,n+1} = \alpha_{M,n} + f(\alpha_{C,n} - \alpha_{H,n})$$

En base al contexto anterior, $\Delta\alpha_M$ puede verse como una medida para el desplazamiento manual del efector 7 en la dirección x del plano horizontal Δx incluso aunque el desplazamiento preciso Δx no se conoce debido a la distancia desconocida entre la cápsula endoscópica 2 y el efector magnético 7 en la dirección vertical Δz . En consecuencia, $\Delta\alpha_M$ se usa como medida para el control y generación de la contrafuerza háptica en la dirección x del plano horizontal $F_{H,x}$:

$$(5) \quad F_{H,x} \rightarrow f(\Delta\alpha_M)$$

En la práctica, el procedimiento de control descrito anteriormente provoca un retraso debido al reajuste correctivo del efector 7 y la transmisión de los datos de posición y/u orientación de la cápsula endoscópica 2 a través de señales de radio. Sin embargo, debido a los movimientos lentos que se esperan del operador 17 durante la aplicación, esto es bastante irrelevante.

Las figuras 4a y 4b muestran otro mecanismo de control de la cápsula endoscópica 2 de acuerdo con la invención, que sirve para orientar el efector 7 a lo largo de su eje y mediante el desplazamiento manual del efector 7 a través del mango/palanca de mando 12 verticalmente por encima de la cápsula endoscópica 2 de manera que el eje y 22 de la cápsula endoscópica 2 se proporciona en el plano horizontal.

La Figura 4a muestra la orientación de la cápsula endoscópica 2 así como también su eje y 22 en caso de que el efector magnético 7 se proporcione verticalmente encima de la misma y la polarización del efector magnético 7 sea vertical. La cápsula endoscópica 2 se orienta de manera que la polarización del imán capsular proporcionado dentro de la cápsula endoscópica 2 es antiparalela a la del imán permanente extracorpóreo 13, es decir, el eje y 22 de la cápsula endoscópica 2 se orienta horizontalmente y no se produce el rodamiento de la cápsula endoscópica 2. De acuerdo con la invención, la cápsula endoscópica 2 se diseña para tener un horizonte estable, lo que significa que se evita que la cápsula endoscópica 2 ruede alrededor de su eje longitudinal/eje x 23.

La Figura 4b muestra el efecto sobre la orientación de la cápsula endoscópica 2 cuando el efector magnético 7 se desplaza manualmente a lo largo de su eje y con relación a la cápsula endoscópica 2, es decir, en la dirección lateral de la cápsula endoscópica 2, partiendo de la situación como se muestra en la Figura 4a. En este caso, la cápsula endoscópica 2 comienza a rodar alrededor de su eje longitudinal/eje x 23 de modo que se forma un llamado ángulo de balanceo β_c de la cápsula endoscópica 2 entre el eje y 22 de la cápsula endoscópica 2 y el plano horizontal. Este cambio de orientación es registrado igualmente por el sensor inercial dentro de la cápsula endoscópica 2 y los sensores de ángulo 11 del aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4, y los datos del sensor apropiados se ponen a disposición del dispositivo controlador 8. Similar a $\Delta\alpha_M$ en la Figura 3b, β_c sirve como medida para el desplazamiento manual del efector 7 en la dirección y del plano horizontal Δy , y se usa como medida para el cálculo y generación de la contrafuerza háptica en la dirección y del plano horizontal $F_{H,y}$, que contrarresta el rodamiento de la cápsula endoscópica 2 alrededor de su eje longitudinal/eje x 23:

$$(6) \quad F_{H,y} \rightarrow f(\beta_c)$$

Por el contrario al mecanismo de control/regulación del ángulo de inclinación α_c , el ángulo de balanceo β_c no se controla ni se ajusta directamente mediante un ángulo de corrección. En cambio, el operador 17 del sistema de cápsula endoscópica 1 es capaz de compensar tal desplazamiento del efector magnético 7 en la dirección y del plano horizontal Δy intuitivamente debido a la retroalimentación obtenida a través de la contrafuerza háptica generada en la dirección y del plano horizontal $F_{H,y}$. Durante la aplicación práctica del sistema de cápsula endoscópica 1, pueden producirse situaciones tales como maniobras de la cápsula endoscópica 2 en una flexión izquierda profunda del colon en las que es útil posicionar el efector magnético 7 lateralmente a la cápsula endoscópica 2 para efectuar una fuerza deseada sobre la cápsula endoscópica 2 a través del campo magnético. En este caso, el operador 17 acepta conscientemente y además controla el rodamiento de la cápsula endoscópica 2 alrededor de su eje longitudinal/eje x 23 y la contrafuerza generada en la dirección y del plano horizontal $F_{H,y}$ para llevar la cápsula endoscópica 2 a la posición deseada.

En resumen, por lo tanto, la invención se refiere a un sistema de cápsula endoscópica 1 que comprende una cápsula endoscópica 2 que tiene características magnéticas y que se adapta para introducirse en un órgano hueco del cuerpo de un paciente 3; un aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 para la cápsula endoscópica 2 que tiene un brazo voladizo móvil de múltiples bisagras 5 que en una porción de extremo se monta de manera giratoria en un soporte 6 y que comprende un efector 7 que tiene características magnéticas y que se monta de manera giratoria en la otra porción de extremo libre del brazo voladizo 5 para arrastrar, rotar, orientar y/o inclinar la cápsula endoscópica 2 de acuerdo con el movimiento real del efector 7; y un dispositivo controlador 8 que se diseña y adapta para definir la posición y orientación de la cápsula endoscópica 2 con relación al efector 7. De acuerdo con la invención, tal sistema de cápsula endoscópica 1 comprende además un dispositivo de generación de fuerza y/o momento o un dispositivo de frenado 9, que se adapta para influir en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo 4 al menos con respecto a movimientos preseleccionados del brazo voladizo 5 y/o el efector 7, el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado 9 que se conecta al dispositivo controlador 8 para generar contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado contra fuerzas móviles y/o de guía que se aplican

manualmente al brazo voladizo 5 y/o al efector 7 de acuerdo con la posición y/u orientación realmente definida de la cápsula endoscópica 2 con relación al efector 7.

Lista de numerales de referencia

5	1	Sistema de cápsula endoscópica
	2	Cápsula endoscópica
	3	Cuerpo del paciente
	4	Aparato de guía y movimiento extracorpóreo
10	5	Brazo voladizo
	6	Soporte
	7	Efector
	8	Dispositivo controlador
	9	Dispositivo de generación de fuerza y/o momento o dispositivo de frenado
15	10	Actuador del brazo voladizo.
	11	Sensor de ángulo
	12	Mango/palanca de mando
	13	Brazo de paralelogramo
	14	Elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte
20	15	Procesador de vídeo
	16	Pantalla endoscópica
	17	Operador
	18	Rodillos/ruedas
	19	Receptor de radiofrecuencia
25	20	Cable eléctrico
	21	Actuador del efector
	22	Eje Y de la cápsula endoscópica.
	23	Eje X de la cápsula endoscópica.
	N	Polo Norte
30	S	Polo Sur
	α_C	Ángulo de inclinación de la cápsula endoscópica.
	α_H	Ángulo de inclinación del mango/palanca de mando
	α_M	Ángulo de inclinación del efector
	$\alpha_{M,0}$	Ángulo de inclinación del efector en su posición inicial
35	$\Delta\alpha_M$	Ángulo de corrección del ángulo de inclinación del efector.
	Δx	Desplazamiento del efector en la dirección x del plano horizontal.
	$F_{H,x}$	Contrafuerza en la dirección x del plano horizontal
	β_C	Ángulo de balanceo de la cápsula endoscópica.
	Δy	Desplazamiento del efector en la dirección y del plano horizontal.
40	$F_{H,y}$	Contrafuerza en la dirección y del plano horizontal
	Δz	Distancia entre el efector y la cápsula endoscópica en dirección vertical.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de cápsula endoscópica (1) que comprende:
 - 5 una cápsula endoscópica (2) que tiene características magnéticas y que se adapta para introducirse en un órgano hueco del cuerpo de un paciente (3);
 - un aparato de guía y movimiento extracorpóreo (4) para guiar y mover la cápsula endoscópica (2), teniendo dicho aparato de guía y movimiento extracorpóreo (4) un brazo voladizo móvil de múltiples bisagras (5), que en una porción de extremo se monta de manera giratoria en un soporte (6) y que comprende un efector (7)
 - 10 que tiene características magnéticas y que se monta de manera giratoria en la otra porción de extremo libre del brazo voladizo (5) para arrastrar, rotar, orientar y/o inclinar la cápsula endoscópica (2) de acuerdo con el movimiento real del efector (7); y
 - un dispositivo controlador (8); y
 - 15 un dispositivo de generación de fuerza y/o momento o un dispositivo de frenado (9) que se adapta para influir en el aparato de guía y movimiento extracorpóreo (4) al menos con respecto a movimientos preseleccionados del brazo voladizo (5) y/o del efector (7), caracterizado porque
 - el controlador (8) que se diseña y adapta para definir una posición y/o una orientación de la cápsula endoscópica (2) con relación al efector (7), y
 - 20 el dispositivo de generación de fuerza y/o momento o el dispositivo de frenado (9) que se conecta al dispositivo controlador (8) para generar contrafuerzas y/o contramomentos o fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo (5) y/o efector (7) de acuerdo con la posición y/u orientación realmente definida de la cápsula endoscópica (2) con relación al efector (7).
- 25 2. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque un ángulo de corrección ($\Delta\alpha M$) de un ángulo de inclinación (αc) de la cápsula endoscópica (2) y/o un ángulo de balanceo (Pc) de la cápsula endoscópica (2) sirve como medida para las contrafuerzas y/o contramomentos o las fuerzas de frenado contra fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo (5) y/o al efector (7).
- 30 3. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque las contrafuerzas y/o contramomentos contra las fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo (5) y/o al efector (7) se generan mediante al menos un actuador controlado por torque (10) del brazo voladizo (5).
- 35 4. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque las fuerzas de frenado contra las fuerzas de movimiento que se aplican manualmente al brazo voladizo (5) y/o efector (7) se generan mediante forros de freno en un disco de freno.
- 40 5. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la posición y/o la orientación del efector (7) se define por al menos un sensor de ángulo (11) y la posición y/o la orientación de la cápsula endoscópica (2) se define por un sensor inercial proporcionado dentro de la cápsula endoscópica (2).
- 45 6. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el aparato de guía y movimiento extracorpóreo (4) tiene un mango/palanca de mando (12) giratorio e inclinable con el que puede ajustarse manualmente la posición y/o la orientación del efector (7).
- 50 7. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la posición y/u orientación ajustada manualmente del efector (7) se mantiene cuando se libera el mango/palanca de mando (12).
- 55 8. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el mango/palanca de mando (12) tiene un miembro sobre el cual el operador (17) puede apoyar el peso de su brazo, en el que al menos un grado angular de libertad del mango/palanca de mando (12) trabaja independiente de dicho miembro.
- 60 9. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el brazo voladizo con múltiples bisagras (5) del aparato de guía y movimiento extracorpóreo (4) tiene un brazo de paralelogramo (13) con un elemento de resorte o elemento amortiguador de resorte (14).
- 65 10. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el brazo de paralelogramo (13) se acciona de forma controlada por torque.
11. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque el brazo de paralelogramo (13) lleva el efector (7) a una posición en la que el campo magnético se interrumpe cuando se libera el mango/palanca de mando (12).

ES 2 956 108 T3

12. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque el brazo de paralelogramo (13) lleva el efector (7) a una posición en la que el efector (7) se encuentra directamente encima de la cápsula endoscópica (2) cuando se libera el mango/palanca de mando (12).
- 5 13. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el accionamiento giratorio del mango/palanca de mando (12) se acciona de manera controlada por torque.
- 10 14. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el efector (7) se acciona para balancearse sin tope.
15. Sistema de cápsula endoscópica (1) de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque el efector (7) se acciona de manera controlada por desplazamiento o accionada por ángulo.

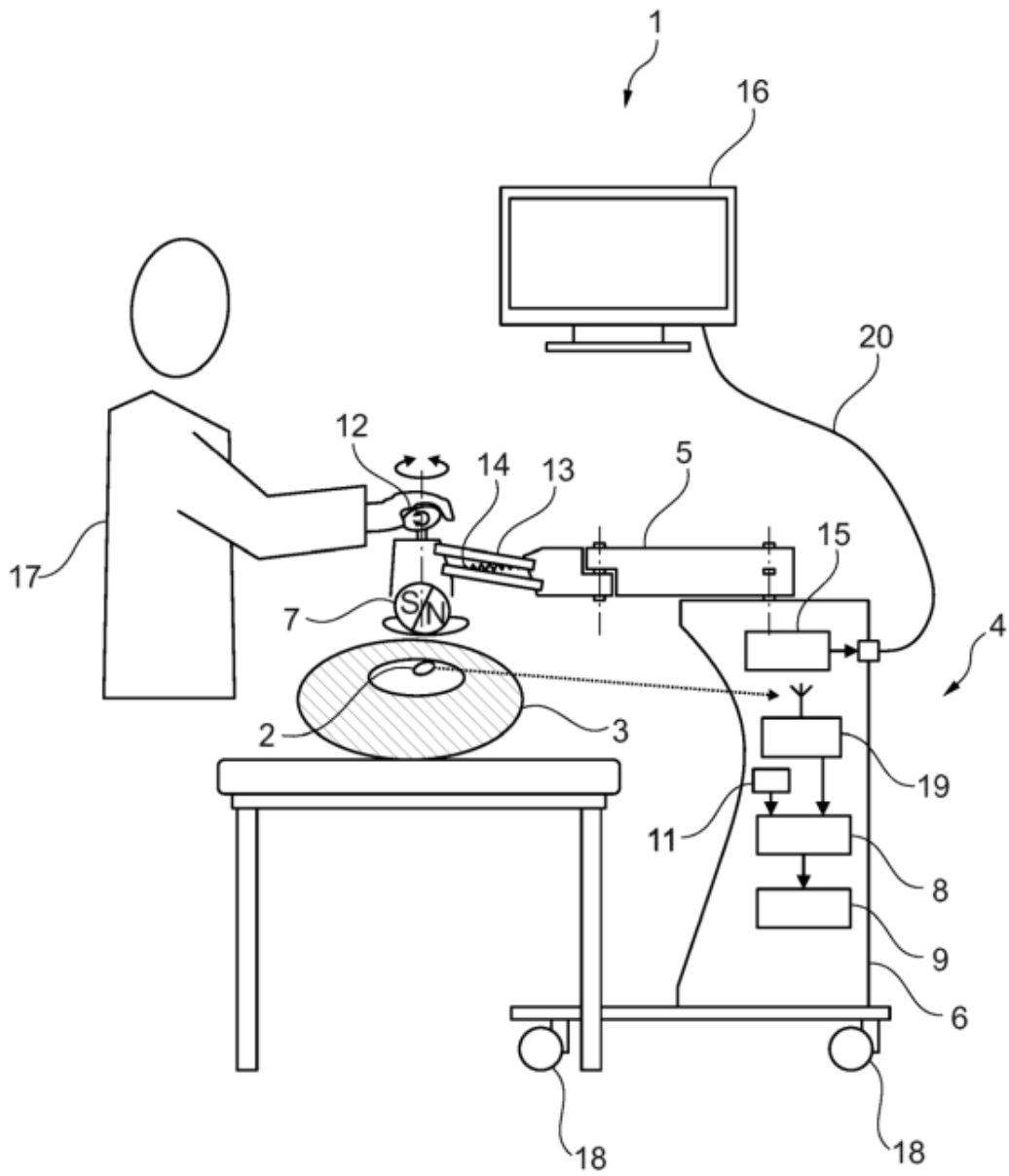


Figura 1

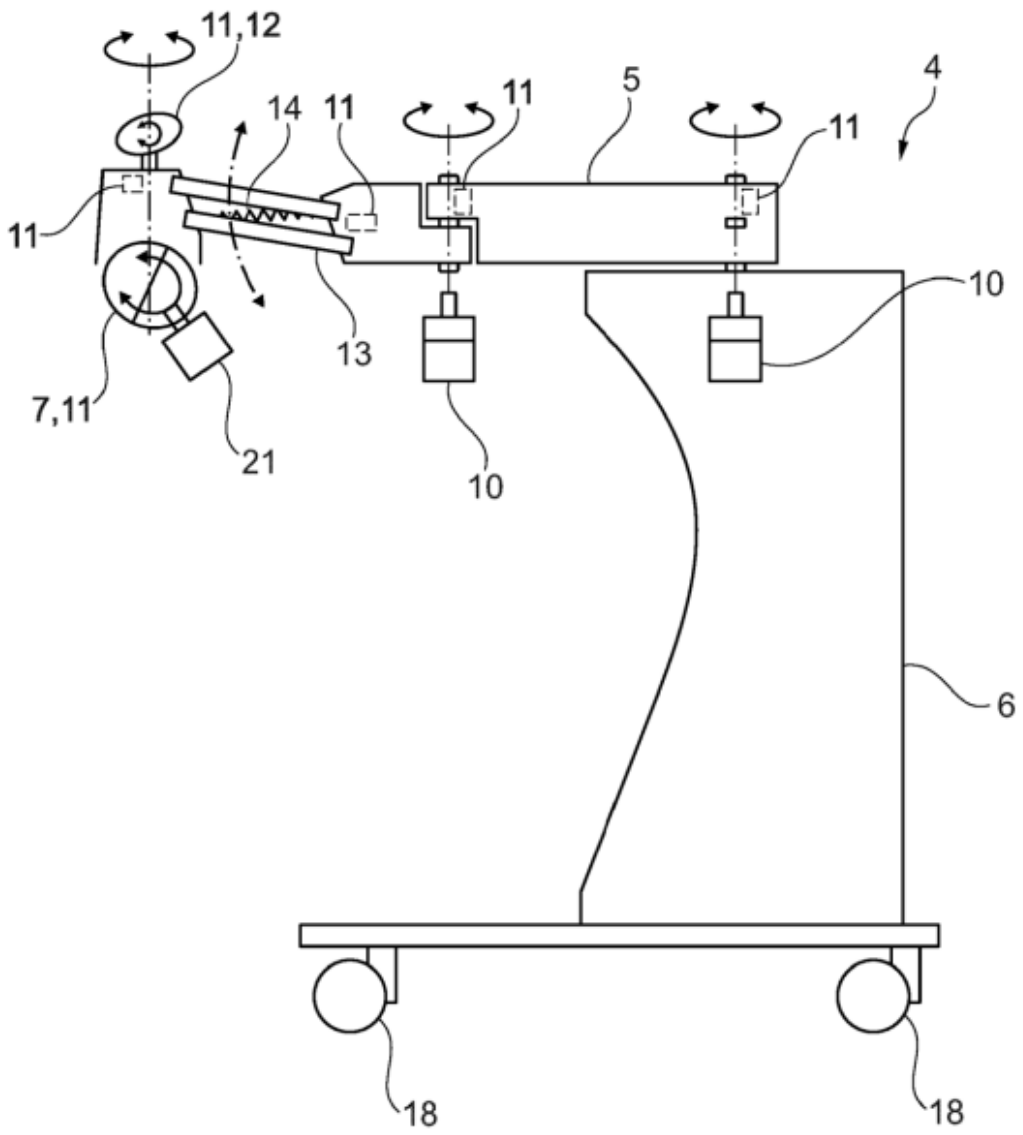


Figura 2

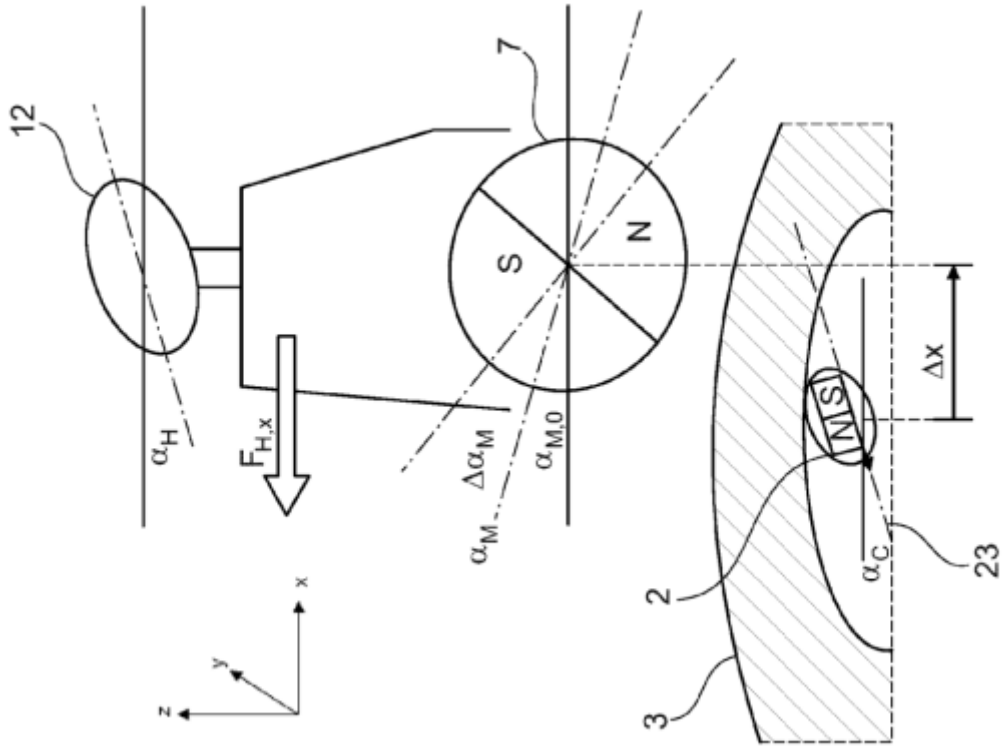


Figura 3b

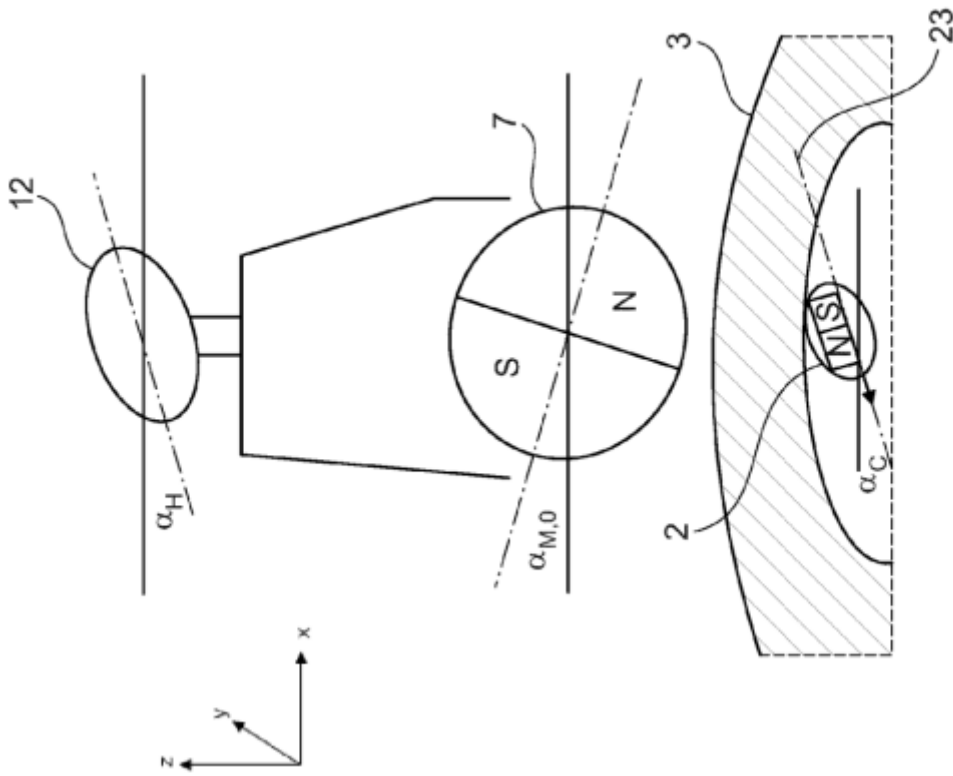


Figura 3a

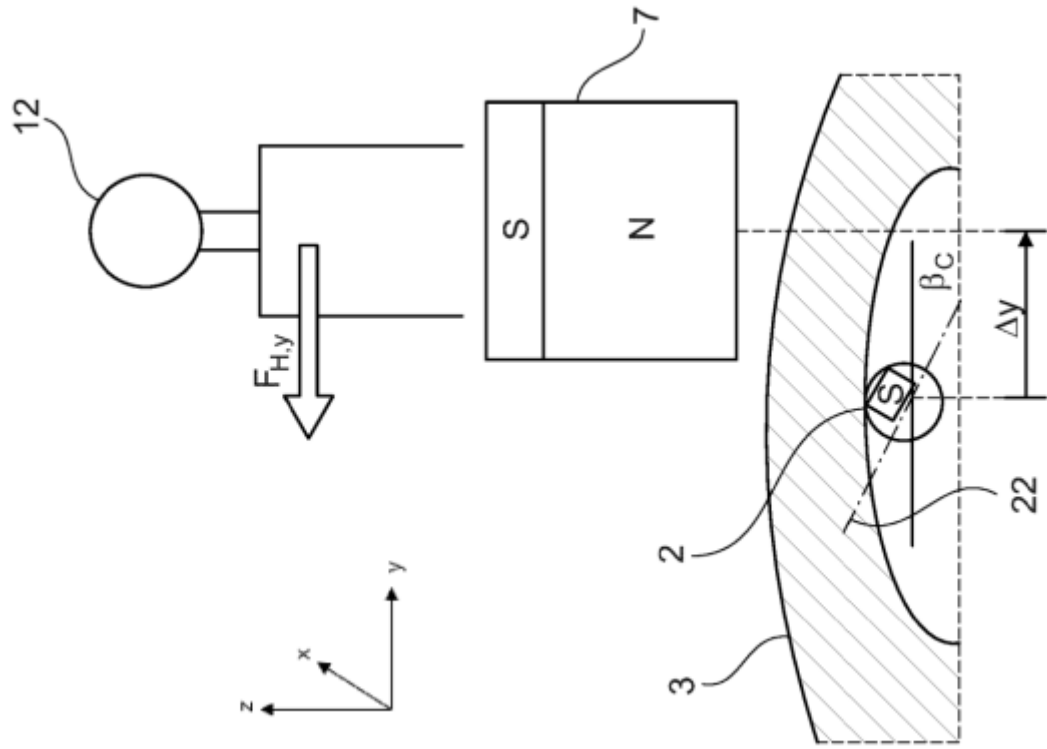


Figura 4b

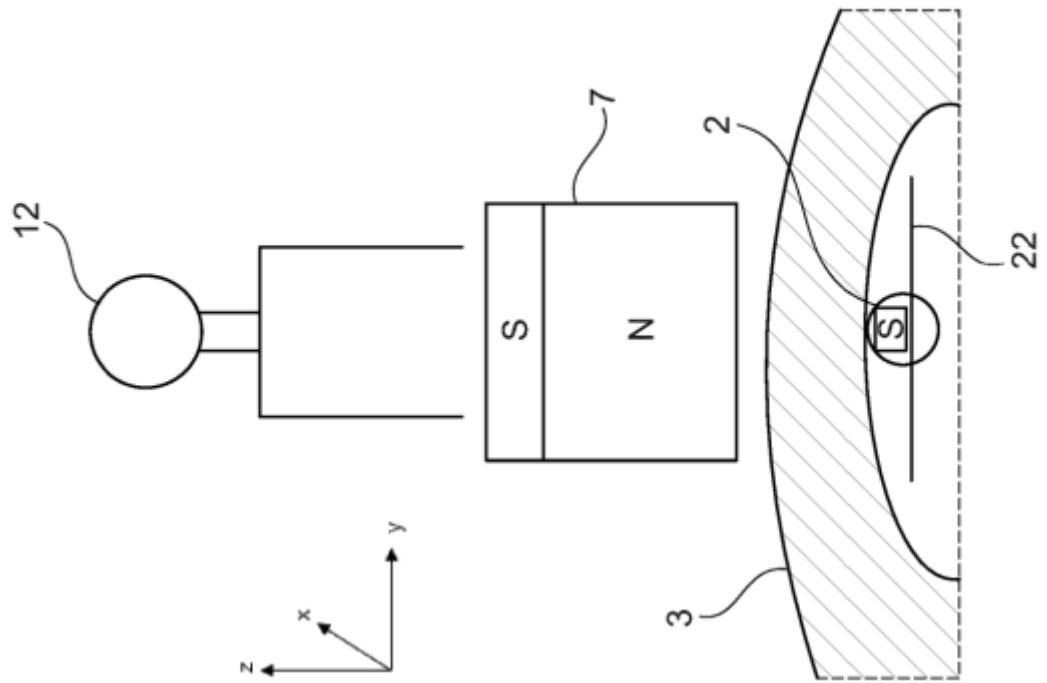


Figura 4a