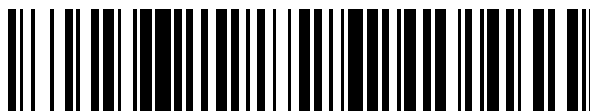


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 273**

51 Int. Cl.:

**A61B 1/05** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2010** **E 10000644 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 2347699**

54 Título: **Endoscopio tipo cápsula que incluye impulsión magnética**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.04.2019**

73 Titular/es:

**NOVINEON HEALTHCARE TECHNOLOGY  
PARTNERS GMBH (100.0%)  
Dorfackerstr. 26  
72074 Tübingen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHOSTEK, SEBASTIAN;  
RIEBER, FABIAN;  
TRÖBNER, PHILIPP y  
SCHURR, MARC. OLIVER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 710 273 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**

Endoscopio tipo cápsula que incluye impulsión magnética

5 La presente invención está relacionada con un endoscopio tipo cápsula que incluye una impulsión magnética según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Los endoscopios tipo cápsula impulsados magnéticamente son los endoscopios que son tragados por un paciente, como una píldora o una cápsula, y entonces avanzan en el tracto intestinal sustancialmente por el movimiento peristáltico natural. Adicionalmente, se proporciona una impulsión magnética que comprende un imán capsular y un imán extracorpóreo de modo que se puede influir en el movimiento y la orientación de la cápsula.

15 Más adelante en esta memoria como imán capsular también se percibe que concierne a la invención un dispositivo integrado en la cápsula que se adapta para generar un campo magnético de polarización conocida. Para esta finalidad son idóneos tanto un solenoide como un imán permanente así como una combinación de una o varias dichas dos posibilidades. Este dispositivo también puede consistir en varios imanes permanentes o varios solenoides cuyos campos magnéticos se superponen para formar un campo magnético resultante.

20 Más adelante en esta memoria también se percibe que concierne a la invención como imán extracorpóreo un dispositivo proporcionado fuera del espacio a examen sujeto a inspeccionar por el endoscopio tipo cápsula que se adapta para generar un campo magnético de polarización conocida. Para esta finalidad son adecuados tanto un solenoide como un imán permanente así como una combinación de una o varias de dichas dos posibilidades mencionadas anteriormente. Este dispositivo también puede consistir en varios imanes permanentes o varios solenoides cuyos campos magnéticos se superponen para formar un campo magnético resultante.

25 Más adelante en esta memoria también se percibe que concierne a la invención como espacio a examen espacios que son inspeccionados por un endoscopio tipo cápsula. En caso de aplicaciones médicas se entiende que estos son órganos huecos o espacios huecos en el cuerpo humano o animal en el que se puede introducir un endoscopio tipo cápsula. En caso de aplicaciones técnicas estos se entienden que son espacios huecos en sistemas técnicos en los que se puede introducir un endoscopio tipo cápsula.

Los términos cápsula endoscópica y endoscopio tipo cápsula son equivalentes.

35 Endoscopios tipo cápsula para inspección del tracto intestinal actualmente disponibles en el mercado son avanzados exclusivamente de manera pasiva dentro del cuerpo por el movimiento peristáltico y el movimiento corporal. La cámara integrada en la cápsula por lo tanto toma ilustraciones aleatorias de la pared de órgano. Por la razón de carencia de control activo de este tipo de endoscopio tipo cápsula, los endoscopios tipo cápsula pasivos han parado la prueba clínica meramente para la inspección del esófago y el intestino delgado, porque el cuerpo de cápsula se adapta para abrir completamente la luz de estos órganos de modo que la pared de órgano puede ser detectada sustancialmente de manera completa por la cámara integrada durante el paso pasivo. Por cierto, las cámaras actuales para endoscopios están equipadas con una tecnología llamada "ojo de pez" que permite una visión panorámica de hasta 180°.

45 Sin embargo, la inspección del estómago y el intestino grueso es clínicamente de lejos más significativa que la inspección del esófago y el intestino delgado. En el estómago y el colon la comprobación endoscópica juega un papel importante especialmente para la detección temprana de cáncer. Actualmente esta comprobación se realiza sustancialmente mediante endoscopia flexible con un vástago de endoscopio insertado desde el ano adentro de los intestinos o a través de la boca al estómago de un paciente.

50 Una cápsula endoscópica controlable activamente podría facilitar una comprobación endoscópica del estómago y el colon con definitivamente mejor conveniencia para el paciente.

55 El control activo según una comprobación del movimiento y la orientación a través de campos magnéticos externos ya se ha descrito en el documento DE 3 440 177. En este caso un imán permanente integrado en la cápsula endoscópica permite un control de movimiento y orientación de la cápsula por campos magnéticos generados externamente. Estos campos pueden ser generados por bobinas o por un segundo imán permanente extracorpóreo.

60 Usar un imán permanente como imán extracorpóreo conlleva la ventaja de una estructura extracorpórea simple para el control de cápsula. Al hacer uso de imanes de tierras raras se pueden generar campos magnéticos de fuerza apropiada. A diferencia de un sistema de bobina que preferiblemente comprende un conjunto de bobinas aire-núcleo adaptadas para generar un campo magnético homogéneo sobre un volumen más grande, cuando se usa un imán permanente o un solenoide comparativamente compacto como imán extracorpóreo la posición y la orientación del imán extracorpóreo respecto al imán intracorpóreo es muy importante. La razón es esto es que cuando se usan bobinas aire-núcleo de tamaño apropiado el volumen dentro de las bobinas se puede utilizar para accionar el endoscopio tipo cápsula. A diferencia de eso, cuando se hace uso de un imán permanente o un solenoide

comparativamente compacto el volumen fuera del imán está disponible para accionar el endoscopio tipo cápsula. Tal imán extracorpóreo por lo tanto se puede describir como fuente de campo magnético en forma de punto comparado con un sistema de bobina. Por lo tanto, cuando se usa un imán permanente o un solenoide comparativamente compacto como imán extracorpóreo, la orientación del imán extracorpóreo respecto al imán dentro del endoscopio tipo cápsula juega un papel crucial.

El uso de un imán permanente como imán dentro de la cápsula tiene la ventaja de una estructura de cápsula simple. A diferencia de un solenoide, un imán permanente no requiere suministro de energía para mantener el campo magnético.

Aunque la cápsula suministra imágenes endoscópicas, no se dan pistas de su posición y orientación en el sistema de referencia espacial del imán extracorpóreo. Para un control de una cápsula endoscópica que incluye un imán integrado capsular mediante un imán extracorpóreo, sin embargo, es indispensable el conocimiento acerca de la posición relativa entre la cápsula endoscópica y el imán extracorpóreo a fin de poder mover el imán extracorpóreo en la dirección correcta y de la manera correcta.

A partir de la técnica anterior se conocen por lo tanto endoscopios adicionales tipo cápsula de esta especie que tratan estos problemas.

Por ejemplo, el documento US 2008/0300458 describe un endoscopio tipo cápsula que comprende un imán permanente integral y un imán permanente extracorpóreo. El imán capsular se alinea coaxialmente con respecto al eje central de la cápsula cilíndrica concerniente a su eje norte-sur, en donde el imán extracorpóreo se dispone de manera semejante coaxialmente con respecto al imán capsular (aunque en orientación inversa) concerniente a su eje norte-sur. Cuando el imán extracorpóreo es movido en la dirección longitudinal de la cápsula, la cápsula es arrastrada y por la presente simultáneamente se imparte un movimiento de inclinación (acoplado) sobre (no alrededor de) su eje longitudinal. Este movimiento de inclinación puede ser compensado básicamente por una contrarrotación del imán extracorpóreo. Cuando, además, el imán extracorpóreo es movido hacia los lados, la cápsula sigue de manera semejante este movimiento. Sin embargo, un movimiento de rodadura ocurrente (acoplado) de la cápsula alrededor de (no sobre) el eje longitudinal del mismo no puede ser compensado por este sistema.

Una realización alternativa al mismo mostrada en el documento US 2008/0300458 permite disponer el imán tipo cápsula en la cápsula de manera que el eje norte-sur del mismo se orienta normal al eje longitudinal de la cápsula. En este caso, un movimiento de rodadura de la cápsula en el caso de un movimiento hacia el lado del imán extracorpóreo puede ser compensado básicamente inclinando el mismo sobre (no alrededor de) su eje norte-sur. Aunque, ya no es posible compensar un movimiento de inclinación (acoplado) de la cápsula cuando se mueve el imán extracorpóreo en la dirección longitudinal de la cápsula. Para el resto, en el documento US 2008/0300458 no se trata el problema de proporcionar información acerca de la posición relativa entre imanes permanentes extracorpóreos e intracorpóreos.

Además, a partir del documento DE 10 2007 030 747 A1 se conoce un endoscopio tipo cápsula impulsado magnéticamente que comprende una cápsula cilíndrica en la que se acomoda una unidad de grabación de imágenes así como de procesamiento de datos de imagen, una unidad de transmisión de datos, una fuente de energía y un imán permanente. Según un diagrama esquemático contenido en el documento DE 10 2007 030 747 A1, el eje norte-sur del imán permanente se orienta en la dirección longitudinal de la cápsula.

Los documentos EP 1 932 462 A1 y US 2009/0048484 describen cada uno otro endoscopio tipo cápsula que comprende un imán. Finalmente el documento US 2004/0050395 A1 describe un endoscopio tipo cápsula guiado magnéticamente que comprende una cápsula cilíndrica en la que se dispone al menos un imán permanente de modo que el eje norte-sur del mismo se orienta coaxialmente con respecto al eje central de la cápsula. Además, se dispone un detector para detectar la posición y la orientación de la cápsula en el espacio hueco de un paciente.

Aunque, por consiguiente, de la técnica anterior se conoce una pluralidad de endoscopios tipo cápsula que tienen una impulsión magnética que se adapta para controlar tridimensionalmente el movimiento de la cápsula también usando sensores posicionales, todas las soluciones de cápsula constituyen un compromiso de la controlabilidad entre el movimiento de inclinación y el movimiento de rodadura. En otras palabras, una pluralidad de endoscopios tipo cápsula proporcionan un control del movimiento de inclinación sobre de (no alrededor de) el eje longitudinal de la cápsula que es desencadenado por un movimiento longitudinal guiado magnéticamente de la cápsula. Otros endoscopios tienen un control de movimiento de rodadura para influir en un movimiento de rodadura de la cápsula alrededor de (no sobre) el eje longitudinal de la misma inducido por un movimiento hacia los lados guiado magnéticamente de la cápsula. Sin embargo no es posible un control completo de movimiento en los endoscopios tipo cápsula según la técnica anterior. Además, la técnica anterior no revela una solución satisfactoria para determinar la posición exacta del endoscopio tipo cápsula respecto al imán extracorpóreo, que, sin embargo, se requiere para una compensación exacta del movimiento.

La orientación de una cápsula endoscópica que incluye un imán integrado que tiene una dirección de polarización fija por el movimiento de un imán extracorpóreo tiene restricciones básicas, porque meramente se pueden accionar dos grados de libertad para orientar el endoscopio tipo cápsula. Asumiendo que un endoscopio tipo cápsula incluye un imán integrado (según la técnica anterior mencionada anteriormente) cuya polarización se orienta en paralelo al eje X del sistema de coordenadas cartesianas de la cápsula endoscópica, la orientación de la cápsula endoscópica se puede controlar exclusivamente alrededor del eje Y y el eje Z. En este caso, una rotación de la cápsula alrededor del eje X no conlleva un cambio de orientación de la polarización del imán dentro de la cápsula respecto a la polarización de un campo magnético generado extracorpóreamente. La orientación del endoscopio tipo cápsula alrededor de su eje X por lo tanto no puede ser controlada accionando el campo magnético generado extracorpóreamente. De la técnica anterior no se conoce solución técnica que permita un control de la orientación de una cápsula endoscópica que tiene un imán integrado de una dirección de polarización fija alrededor de los tres ejes del sistema de coordenadas cartesianas de la cápsula endoscópica por el movimiento de un imán extracorpóreo.

En vista de esta técnica anterior, el objeto de la invención es proporcionar un endoscopio tipo cápsula impulsado por un imán y un dispositivo endoscópico que exhiba una funcionalidad más alta. Un objeto particular de la invención es mejorar la capacidad de posicionamiento del endoscopio tipo cápsula, especialmente al permitir la controlabilidad de la orientación de una cápsula endoscópica que incluye un imán integrado alrededor de los tres ejes del sistema de coordenadas cartesianas de la cápsula endoscópica, y de esta manera aumentar la precisión de examen.

Este objeto se logra mediante un endoscopio tipo cápsula que comprende los rasgos de la reivindicación 1. El desarrollo ventajoso adicional de la invención es la materia de asunto de las subreivindicaciones.

Por consiguiente, el núcleo de la invención es equipar al endoscopio tipo cápsula con una unidad de grabación de imágenes y una unidad de procesamiento de datos de imagen, un sensor de posición para proporcionar datos acerca de la posición del endoscopio tipo cápsula con respecto a la dirección de gravitación, una unidad de transmisión de datos, una fuente de energía para el suministro de energía de las unidades y el sensor y un imán capsular, preferiblemente un imán permanente. Según la invención, el imán capsular se dispone al menos periféricamente con respecto a un eje central del endoscopio tipo cápsula. Según la invención, la polarización (dirección norte-sur) del imán capsular se orienta preferiblemente en la dirección de la unidad de grabación de imágenes. En particular, en virtud de su ubicación periférica el imán capsular se dispone desviado con respecto al centro de gravedad y al centro geométrico del endoscopio tipo cápsula.

Como centro geométrico de un endoscopio tipo cápsula se percibe el punto en el espacio en el endoscopio tipo cápsula que corresponde al centro de gravedad de un objeto que consiste en materia sólida que tiene densidad uniforme y que es idéntico en su forma exterior con el endoscopio tipo cápsula.

Si se ejerce una fuerza magnética desde fuera, por ejemplo por un imán extracorpóreo, sobre el imán capsular dispuesto y orientado de esta manera, el endoscopio tipo cápsula, por un lado, se puede inclinar alrededor de su eje transversal y, por otro lado, se puede rotar alrededor de su eje vertical. Estos movimientos son resultantes directa y exclusivamente de la interacción magnética entre el imán capsular y el imán extracorpóreo. Además, la disposición del imán capsular según la invención periféricamente tanto con respecto al centro de gravedad real como con respecto al centro geométrico del endoscopio tipo cápsula permite el control del movimiento de rodadura del endoscopio tipo cápsula alrededor de su eje longitudinal (eje coaxial con respecto al eje óptico de la unidad de grabación de imágenes). Al controlar la orientación del endoscopio tipo cápsula alrededor de los tres ejes de su sistema de coordenadas cartesianas en total es posible un movimiento tridimensional comparable a una aeronave.

En este contexto, se hace referencia además al siguiente hecho:

El endoscopio tipo cápsula puede "flotar" libremente en un órgano hueco o puede estar adyacente a una pared de órgano hueco. En el primer caso la cápsula rueda alrededor de su eje longitudinal y en el segundo caso la cápsula rueda fuera su punto de contacto con la pared de órgano.

Además, el endoscopio tipo cápsula en circunstancias reales se comporta de manera que no puede seguir completamente un movimiento de traslación de un imán extracorpóreo a pesar del imán integrado capsular, ya que fuerzas de fricción entre el endoscopio capsular y la pared de espacio hueco u obstáculos tales como pliegues u ondulaciones de la pared de espacio hueco pueden impedir un movimiento de traslación del endoscopio tipo cápsula.

A fin de aplicar una fuerza magnética que compensa dicho movimiento de rodadura a la cápsula en todos los casos, el imán intracorpóreo (permanente) tiene que ser posicionado no únicamente desviado con respecto al centro de gravedad de la cápsula sino también periféricamente con respecto al eje central geométrico de la cápsula.

El endoscopio tipo cápsula preferiblemente incluye un alojamiento cilíndrico en cuya parte extrema axial se dispone la unidad de grabación de imágenes de modo que el eje longitudinal del alojamiento se alinea sustancialmente con el eje óptico de la unidad de grabación de imágenes. Tal forma promueve la capacidad de tragar la cápsula y

simultáneamente la estabilidad de la misma en los intestinos de un paciente. La unidad de grabación de imágenes se puede orientar óptimamente respecto a un área de espacio hueco sujeta a examen.

Además, ha resultado ser ventajoso cuando la fuente de energía se dispone entre la unidad de procesamiento de datos de imagen y el imán permanente dentro de la cápsula. Es favorable en este contexto construir la fuente de energía de al menos una pila de botón cuyo lado plano respectivo se orienta en paralelo al eje longitudinal del alojamiento. De esta manera, la cápsula exhibe un diámetro especialmente pequeño y el centro de gravedad de la cápsula se acerca a su centro geométrico.

Como alternativa, la fuente de energía también puede ser un dispositivo que incluye bobinas adaptadas para lanzar energía por inducción electromagnética en conexión con un dispositivo extracorpóreo correspondiente para generar un campo magnético oscilante. Tales sistemas ya se conocen en técnica anterior y por lo tanto no se describirán en detalle más adelante en esta memoria.

A fin de mover la cápsula dentro de un espacio hueco semejante a conducto se proporcionan unos medios de accionamiento externos que incluyen un imán extracorpóreo de accionamiento preferiblemente permanente que además preferiblemente se monta en un brazo de robot controlado por ordenador. Un imán permanente genera un campo magnético relativamente fuerte al tiempo que tiene pequeñas dimensiones y por lo tanto es especialmente idóneo para uso médico.

Además, un imán de este tipo puede tener cualquier forma, por ejemplo forma cilíndrica, cónica, elíptica o cúbica. Preferiblemente tal imán extracorpóreo es en forma de cilindro con los polos norte y sur preferiblemente a una distancia radial entre sí (y no a una distancia axial). En consecuencia, al rotar el imán extracorpóreo alrededor del eje central del mismo, el polo norte o sur del imán es rotado más cercanamente hacia el paciente (al endoscopio tipo cápsula) en respuesta al ángulo de rotación y así ejerce una fuerza atractiva correspondientemente más alta sobre el respectivo antipolo del imán de endoscopio tipo cápsula. De esta manera, se puede efectuar un movimiento de inclinación del endoscopio tipo cápsula, cuando preferiblemente se dispone el imán capsular según la invención como se ha descrito anteriormente, alrededor de su eje trasversal. Si tal imán extracorpóreo se desplaza (en su dirección longitudinal) transversalmente al endoscopio tipo cápsula, el último sigue el movimiento del imán extracorpóreo en que la cápsula rueda alrededor del eje longitudinal de la misma o rueda fuera del punto de contacto con la pared de órgano. Dicho movimiento de rodadura es facilitado por la disposición del imán capsular según la invención periféricamente con respecto al centro de gravedad y al centro geométrico del endoscopio tipo cápsula.

El ordenador se proporciona ventajosamente, entre otras cosas, para recibir datos de imagen y datos acerca de la posición del endoscopio tipo cápsula respecto a la gravitación y para controlar automáticamente el brazo de robot para corregir la desviación posicional del endoscopio tipo cápsula de una posición deseada establecible manualmente. Esto se efectúa preferiblemente por el hecho de que el control informático inherente realiza un movimiento de corrección del imán extracorpóreo que tiene la estructura descrita anteriormente, especialmente una rotación del imán extracorpóreo alrededor del eje longitudinal del mismo para un movimiento de inclinación del endoscopio tipo cápsula alrededor del eje trasversal del mismo, y un movimiento de traslación del imán extracorpóreo en la dirección longitudinal del mismo (transversalmente al imán capsular) para un movimiento de rodadura del endoscopio tipo cápsula alrededor del eje longitudinal del alojamiento del mismo (o movimiento de atenuación). Si, por consiguiente, mediante un movimiento hacia un lado del imán extracorpóreo el imán de endoscopio capsular es arrastrado en una dirección respectiva, el último realizaría simultáneamente un movimiento de inclinación alrededor del eje trasversal del mismo (sobre el eje longitudinal del mismo) que el ordenador puede corregir automáticamente, sin embargo, al rotar el imán extracorpóreo alrededor de su eje longitudinal. Esto es aplicable mutatis mutandis a posibles movimientos de rodadura del endoscopio tipo cápsula alrededor del eje longitudinal del mismo que el ordenador compensa igualmente independientemente al desplazar el imán extracorpóreo hacia delante y hacia atrás (en la dirección longitudinal del mismo así como transversalmente a la polarización del imán interno).

En otras palabras, las piezas componentes cruciales del endoscopio tipo cápsula son el imán capsular dispuesto periféricamente (fuera del centro geométrico y el centro de gravedad de la cápsula) así como el sensor de posición, que necesariamente da como resultado una solución específica de integrar los otros componentes de la cápsula que incluye la orientación/disposición particulares de la fuente de energía según la descripción anterior. Además, los medios incluyen el imán permanente extracorpóreo cuya posición y orientación pueden ser controladas por medio de actores robóticos. El ordenador controla los actores robóticos y recibe señales de sensor (señales de retroinformación) desde el sensor de posición (p. ej. sensor de aceleración triaxial) integrado en la cápsula endoscópica y desde una interfaz operador-máquina a través de la que un operador puede introducir instrucciones de control para mover la cápsula.

Además, el dispositivo endoscópico permite un método de control particular del imán permanente extracorpóreo.

El sensor de posición proporcionado en la cápsula endoscópica proporciona información acerca de la orientación de la cápsula respecto al vector de gravitación. Dicha información es procesada por el ordenador y se puede convertir,

de la manera descrita anteriormente, en movimientos de corrección del imán extracorpóreo que no pueden ser influidos directamente por el operador de manera que el imán extracorpóreo es movido en la dirección longitudinal y lateral mientras rota simultáneamente alrededor de su eje longitudinal, donde sea necesario, hasta que el sensor de posición informa de una orientación deseada de la cápsula respecto a la vertical. Estos movimientos de corrección facilitan el mantenimiento de la posición relativa entre la cápsula endoscópica y el imán permanente extracorpóreo dentro de un intervalo óptimo para implementar las instrucciones de control introducidas por el operador.

Más adelante en esta memoria la invención se ilustrará por medio de una realización preferida con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1a muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado de un endoscopio tipo cápsula según una realización preferida de la invención,  
 la figura 1b también muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del endoscopio tipo cápsula de la figura 1a desde una perspectiva diferente,  
 la figura 2 muestra una vista agrandada de la estructura interna del endoscopio tipo cápsula según la invención,  
 la figura 3 muestra los medios endoscópicos enteros que incluyen los medios de accionamiento y el control según la realización preferida de la invención,  
 las figuras 4a, 4b muestran el endoscopio tipo cápsula y un imán extracorpóreo en una posición de construcción relativamente entre sí,  
 las figuras 5a, 5b muestran la operación de accionamiento para mover el endoscopio tipo cápsula a lo largo de su eje longitudinal,  
 la figura 5c muestra la operación de accionamiento (de compensación) para inclinar el endoscopio tipo cápsula sobre su eje longitudinal, y  
 las figuras 6a a 6c muestran la operación de accionamiento para hacer rodar el endoscopio tipo cápsula sobre su eje longitudinal.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras 1a y 1b muestran los diferentes componentes de una cápsula endoscópica 26 según una realización preferida de la presente invención.

Por consiguiente, el endoscopio tipo cápsula 26 (más adelante en esta memoria se le hace referencia como cápsula únicamente) comprende un alojamiento sustancialmente cilíndrico, preferiblemente en dos piezas, que tiene un miembro de alojamiento de recepción 2 en cuyo lado extremo se conecta un miembro de capuchón 1 hecho de material traslúcido. En el miembro de recepción 2 del alojamiento de cápsula se acomodan las piezas componentes electrónicas y la fuente de energía de la cápsula 26. Comprenden una unidad de grabación de imágenes, un sistema óptico 4 en el presente caso, que se aplica a un sensor fotosensible (chip CMOS) soldado a su vez a una placa de circuito impreso eléctrico 6. La placa de circuito impreso 6 para la unidad generadora de imágenes se orienta de modo que el eje óptico del sistema óptico 4 se orienta coaxialmente con respecto al eje central del alojamiento de cápsula y se orienta al capuchón traslúcido 1. La placa impresa 6 se dispone preferiblemente normal al eje central de la cápsula.

Inmediatamente detrás de la placa impresa 6 de la unidad generadora de imágenes, se disponen dos placas impresas 7, 8 adicionales mantenidas a una distancia en paralelo entre sí en ángulos rectos con respecto a la placa impresa 6. La placa impresa 7 según la figura 1b soporta una unidad de procesamiento de datos 10 y una unidad de transmisión de datos 12. La otra placa impresa 8 según la figura 1a se equipa con un sensor de posición 16 para determinar la posición de la cápsula con respecto a un vector de gravitación. Además, un imán permanente 5 orientado de manera que su eje norte-sur se extiende coaxialmente con respecto al eje central 11 (igualmente el eje óptico) del alojamiento de cápsula se posiciona sobre la placa impresa 8 de manera eléctricamente aislada. Entre las dos placas impresas 7 y 8 se dispone una fuente de energía en forma de dos pilas de botón 3 de manera que los respectivos lados planos de las mismas se orientan en paralelo a las placas impresas 7, 8. Las dos pilas de botón 3 se espacian en la dirección longitudinal del alojamiento de cápsula. Finalmente se proporciona una conexión de las placas impresas en forma de bus de datos 9 que interconecta las dos placas impresas eléctricas 7, 8 para intercambio de información.

Tal como se muestra más claramente en la figura 2, el eje óptico de la unidad generadora de imágenes (cámara) 4 se dispone en paralelo al eje X (eje central) 11 de la cápsula 26 para alinearse preferiblemente alineado con el mismo. En consecuencia, la imagen de cámara muestra cantos superior, inferior, izquierdo y derecho (véase la figura 2). El canto superior de la imagen de cámara corresponde a un canto superior de una imagen de endoscópico expuesta en una pantalla 18 según la figura 3.

Como ya se ha descrito anteriormente, el imán permanente 5 se dispone en paralelo al eje óptico 11 de la cápsula en un canto superior de la cápsula 26. El canto superior de la cápsula 26 preferiblemente se refiere al lado de la cápsula 26 correspondiente al canto superior de la imagen de endoscópico. Esta disposición periférica del imán permanente 5 provoca que el imán permanente 5 esté espaciado del centro geométrico o el eje central del

alojamiento de cápsula así como del centro de gravedad de la cápsula entera 26. La disposición longitudinal del imán permanente 5 es facilitada por lo tanto por la orientación mencionada anteriormente de los otros componentes, especialmente las dos placas impresas 7 y 8 y las pilas de botón 3 dispuestas en serie en la dirección longitudinal de la cápsula 26.

5 A diferencia de cápsulas de endoscópico conocidas previamente, las baterías 3 se yuxtaponen o disponen en serie en el plano central X-Y de la cápsula 26. De esta manera, el centro de gravedad de la cápsula endoscópica 26 se desplaza a las inmediaciones del eje central.

10 La figura 3 muestra los medios endoscópicos enteros y el sistema endoscópico entero que comprende la cápsula endoscópica 26 descrita más en detalle anteriormente que ya ha sido introducida en el tracto gastrointestinal de un paciente representado esquemáticamente 15, un brazo de robot 14 que controla un imán permanente extracorpóreo 13 que se monta de manera pivotante y rotatoria en el extremo distal del brazo de robot 14, un ordenador 17 que tiene una pantalla endoscópica conectada 18 así como interfaz operador-máquina 19 en forma dispositivo de mano o teclado.

15 Como se puede captar además de la figura 3, el teclado 19 se conecta al ordenador 17 para intercambio de datos ya sea por medio de cable o por medio de control remoto. El ordenador 17 a su vez se conecta al brazo de robot 14 por medio de un cable eléctrico. Adicionalmente, unos medios de recepción no mostrados en detalle se conectan al ordenador 17 para recibir datos de imagen y posición conforme son emitidos por la unidad de transmisión de datos 12 dentro de la cápsula 26.

20 Las figuras 4a y 4b muestran una vista agrandada de la cápsula 26 representada esquemáticamente así como el imán permanente extracorpóreo 13 en una posición predeterminada (deseada) relativamente entre sí. Por consiguiente, el imán permanente extracorpóreo 13 tiene forma cilíndrica con un eje Y 21 que se extiende en la dirección longitudinal del imán permanente 13, un eje X 20 en ángulos rectos con el mismo y un eje Z que se extiende verticalmente 22. Igualmente, en la cápsula 26 que comprende el capuchón de cubierta traslúcido 1 y el miembro de recepción 2 hay dibujado un sistema de coordenadas que consiste en un eje X 23 que se extiende a lo largo de la cápsula 26, un eje Y que se extiende transversalmente (horizontal) 24 y un eje Z que se extiende verticalmente 25. Además, la posición relativa entre el imán permanente extracorpóreo cilíndrico 13 y el alojamiento de cápsula según las figuras 4a y 4b no es aleatoria sino que se muestra en una posición predeterminada (deseada). Por consiguiente, el eje Y 21 (eje central) del imán permanente extracorpóreo 13 se dispone coaxialmente con respecto al eje Y 24 (que es normal al eje central) de la cápsula. En consecuencia, el imán permanente extracorpóreo 13 se extiende en ángulos rectos con respecto al alojamiento de cápsula 1, 2 del endoscopio capsular 26.

35 En la realización descrita aquí, se supone generalmente que el eje Y 21 del imán extracorpóreo 13 es horizontal.

40 En la posición relativa mostrada según las figuras 4a y 4b la cápsula endoscópica está en un equilibrio magnético de fuerzas. Es decir que la cápsula 26 adopta una orientación exactamente de ángulo recto con respecto al imán permanente extracorpóreo 13 y simultáneamente se alinea horizontalmente tanto en el eje X como en el eje Y.

45 Por consiguiente, en la figura 4a y la figura 4b un método de control particular es el resultado de controlar la cápsula endoscópica 26 como se ilustra especialmente en detalle en las figuras 5a a 6c.

50 En consecuencia, la polarización (eje norte-sur) del imán permanente extracorpóreo 13 se selecciona de manera que se extienda en paralelo al eje X 20 (eje trasversal) del imán permanente extracorpóreo 13. Como ya se ha explicado anteriormente, la polarización del imán permanente (intracorpóreo) 5 dentro de la cápsula se selecciona de manera que se extienda en paralelo al eje X 23 (eje longitudinal) de la cápsula 26. De esto resulta la orientación descrita anteriormente de la cápsula 26 respecto al imán permanente cilíndrico extracorpóreo 13 como se muestra en las figuras 4a y 4b.

55 El método de control especialmente según las figuras 5a y 5b sirve para compensar el movimiento de inclinación de la cápsula 26 alrededor del eje Y 24 del mismo como artefacto de movimiento sobre una instrucción de control introducida por un operador por medio de la interfaz operador-máquina 19 para un movimiento de traslación de la cápsula 26 en la dirección longitudinal de la cápsula. Dicho artefacto de movimiento se representa en la figura 5b.

60 Hablando concretamente, la figura 5a muestra la orientación de la cápsula 26 y su eje X 23 (eje longitudinal) en caso de que el imán permanente extracorpóreo 13 se proporcione directamente por encima del mismo y la polarización del imán extracorpóreo 13 sea horizontal. Por consiguiente, la cápsula 26 se auto-orienta de modo que la polarización del imán permanente 5 dentro de la cápsula es antiparalela a la del imán permanente extracorpóreo 13.

65 La figura 5b muestra el efecto sobre la orientación de la cápsula 26 cuando el imán permanente extracorpóreo 13 se mueve respecto a la cápsula 26 a lo largo de su eje X 20, es decir en la dirección longitudinal de la cápsula 26, empezando desde la situación (deseada) como se muestra en la figura 5a. En este caso la cápsula 26 se abate o

inclina alrededor de su eje transversal, es decir alrededor de su eje Y 24, de modo que se forma un ángulo entre el eje X 23 de la cápsula 26 y la horizontal. Este cambio de posición es registrado por el sensor de posición 16 dentro de la cápsula. Estos datos de sensor se ponen a disposición simultáneamente también para el ordenador 17.

5 La figura 5c ilustra ahora un primer movimiento de corrección del imán permanente extracorpóreo 13 correspondiente al método de control según la invención que es realizado automáticamente por el ordenador 17 sin influencia del operador.

10 Por consiguiente, el ordenador 17 controla los actores robóticos (no mostrados) sobre la base de las señales de sensor del sensor de posición 16 dentro de la cápsula teniendo en consideración las señales de control del operador que han sido introducidas en el ordenador 17 por medio de la interfaz operador-máquina 19. Según este control de los actores robóticos, el imán permanente extracorpóreo 13 es rotado (rueda) en el presente caso alrededor de su eje Y 21 (correspondiente con su eje longitudinal) de manera que la cápsula endoscópica 26 es inclinada alrededor de su eje Y 24, es decir, sobre el eje longitudinal 23 de la misma, hasta que se compensa el movimiento de inclinación de la cápsula endoscópica 26 provocado por el movimiento de traslación del imán permanente extracorpóreo 13 a lo largo de su eje X 20 (comparar con la figura 5b). Este estado se muestra en la figura 5c.

20 En principio, este método de control trabaja igualmente para cada posición inicial de la cápsula 26 con respecto a su posición de inclinación del eje X 23 respecto a la horizontal. La posición de la cápsula 26 respecto al imán extracorpóreo 13 mostrada en las figuras 4a y 4b como posición inicial por lo tanto es únicamente una posible posición inicial. Especialmente por rotación del imán extracorpóreo 13 alrededor de su eje Y 21 se tiene como resultado una posición inicial diferente que se encuentra frecuentemente en la que la cápsula 26 es rotada antiparalela alrededor de su eje Y 24.

25 En un desarrollo adicional ventajoso de dicho método de control, el ordenador 17 controla adicionalmente los actores robóticos de manera que con una introducción apropiada de señales de control por parte del operador para un movimiento de traslación de la cápsula 26 en la dirección longitudinal de la cápsula con el propósito de minimizar el artefacto de movimiento de la cápsula 26 (rotación alrededor del eje Y 24 de la cápsula 26) el imán permanente extracorpóreo 13 realiza un movimiento de inclinación (acoplado) alrededor de su eje Y 21 además del movimiento de traslación a lo largo de su eje X 20. Dicho movimiento de inclinación (básico) no se basa en señales de sensor del sensor de posición 16 provisto dentro de la cápsula pero sirve para minimizar aproximadamente el artefacto de movimiento de la cápsula 26 por adelantado y así constituye una clase de control de anticipación. La compensación adicional del artefacto de movimiento de la cápsula 26 se realiza, como se ha descrito anteriormente, sobre la base de los datos de sensor del sensor de posición 16 proporcionado dentro de la cápsula.

35 En otro desarrollo ventajoso de este método de control el ordenador 17 calcula, sobre la base de la diferencia entre el ángulo formado entre el eje X 20 del imán extracorpóreo 13 y la horizontal y el ángulo formado entre el eje X 23 del endoscopio capsular y la horizontal, una desviación relativa aproximada de la posición del imán extracorpóreo 13 desde la posición verticalmente por encima de la cápsula 26. El ángulo del eje X 23 de la cápsula 26 es conocido por el ordenador 17 a partir de los datos de sensor del sensor de posición 16 dentro de la cápsula. El ángulo del eje X 20 del imán extracorpóreo 13 es conocido por el ordenador sobre la base de la retroinformación desde el sensor y datos de posición desde los actores robóticos. En caso de disponer el imán extracorpóreo 13 verticalmente por encima de la cápsula 26, el ángulo formado entre el eje X 20 del imán extracorpóreo 13 y la horizontal es igual según la cantidad del ángulo formado entre el eje X 23 de la cápsula 26 y la horizontal. A menos que el imán extracorpóreo 13 se posicione verticalmente por encima de la cápsula 26, una desviación según cantidad resulta entre el ángulo formado entre el eje X 20 del imán extracorpóreo 13 y la horizontal y el ángulo formado entre el eje X 23 del endoscopio capsular y la horizontal que permite concluir la dirección y la desviación aproximada del imán extracorpóreo 13 desde la posición verticalmente por encima de la cápsula 26. Por un lado, esta información se puede poner a disposición del operador p. ej. por medio de una pantalla gráfica o numérica en el monitor endoscópico. Por otro lado, esta información se puede usar para la finalidad de que en caso de señales de control apropiadas el ordenador 17 controla los actores robóticos a través del operador de manera que el imán extracorpóreo 13 se orienta verticalmente por encima de la cápsula 26.

55 La figura 6 muestra otro método de control para controlar la cápsula endoscópica 26 según la invención.

60 La polarización del imán permanente extracorpóreo 13 se selecciona, como ya se ha explicado anteriormente, de modo que se extiende en paralelo al eje X 20 del imán permanente extracorpóreo 13. La polarización del imán capsular 5 se selecciona además de manera que se extiende en paralelo al eje X 23 de la cápsula 26. El método de control según la figura 6 sirve para orientar automáticamente el imán permanente extracorpóreo 13 a lo largo de su eje Y 21 por control informático verticalmente por encima de la cápsula endoscópica 26 de manera que el eje Y 24 de la cápsula 26 se proporciona en la horizontal.

65 La figura 6a muestra la orientación de la cápsula 26 así como su eje Y 24 en caso de que el imán permanente extracorpóreo 13 se proporcione verticalmente por encima del mismo y la polarización del imán permanente extracorpóreo 13 sea horizontal. La cápsula 26 se auto-orienta de manera que la polarización del imán permanente 5



proporcionada dentro de la cápsula es antiparalela a la del imán permanente extracorpóreo 13, es decir, el eje Y 24 de la cápsula 26 se orienta horizontalmente.

5 La figura 6b muestra el efecto sobre la orientación de la cápsula 26 cuando el imán permanente extracorpóreo 13 se mueve a lo largo de su eje Y 21 respecto a la cápsula 26 (es decir, en la dirección hacia lado de la cápsula 26), empezando desde la situación que se muestra en la figura 6a. En este caso la cápsula 26 rueda alrededor de su eje X 23 (eje central del alojamiento de cápsula) de modo que se forma un ángulo entre el eje Y 24 de la cápsula 26 y la horizontal. Este cambio de posición es registrado igualmente por el sensor de posición 16 proporcionado dentro de la cápsula y datos de sensor apropiados se ponen a disposición del ordenador 17.

10 En consecuencia la figura 6c muestra un movimiento de corrección del imán permanente extracorpóreo 13 correspondiente al método de control según la invención. El ordenador 17 controla así los actores robóticos sobre la base de las señales de sensor desde el sensor de posición 16 automáticamente así como teniendo en cuenta las señales de control introducidas por el operador. Según este control de los actores robóticos, por lo tanto el imán extracorpóreo 13 es movido a lo largo de su eje Y 21 de manera que la cápsula endoscópica 26 rota alrededor de su eje X 23 (movimiento de rodadura) hasta que se compensa la rotación (movimiento de rodadura) de la cápsula endoscópica provocada por el movimiento del imán extracorpóreo 13 a lo largo de su eje Y 21 (comparar con la figura 6b).

15 Como se puede ver a partir de la descripción anterior, existe la posibilidad de compensar un movimiento de inclinación inducido así como movimiento de rodadura de la cápsula mediante un movimiento automático controlado por ordenador del imán extracorpóreo 13 debido a la disposición especial del imán de cápsula 5 dentro de la cápsula 26 según la invención. El sensor de posición 16 proporcionado dentro de la cápsula sirve para concluir la posición de la cápsula 26 respecto al imán extracorpóreo 13 a partir de la información de posición inferida desde el mismo. De esta manera se puede controlar la orientación de la cápsula 26 alrededor de los tres ejes de su sistema de coordenadas cartesianas. Esto permite un guiado del endoscopio tipo cápsula 26 estable en los tres ejes del espacio por medio del control de un campo magnético generado por un imán extracorpóreo (preferiblemente imán permanente) 13. Además, el imán extracorpóreo 13 se puede posicionar automáticamente verticalmente por encima de la cápsula 26 sobre la base de los datos de sensor del sensor de posición 16 proporcionados dentro de la cápsula de modo que incluso se facilita la localización de la cápsula 26 en el plano horizontal.

20 El trabajo que lleva a esta invención ha recibido financiación del Sexto Programa Marco FP6-2005-IST-5 de la comunidad europea bajo el acuerdo de subvención n.º 033970

**REIVINDICACIONES**

1. Un endoscopio tipo cápsula que comprende

5 - un alojamiento de cápsula (26), en donde el alojamiento de cápsula (26) tiene un eje longitudinal (23),  
 - una unidad de grabación de imágenes (4, 6) y una unidad de procesamiento de datos de imagen (10)  
 - un sensor de posición (16) para proporcionar datos acerca de la posición del endoscopio capsular con respecto a la dirección del centro de gravedad,  
 10 una unidad de transmisión de datos (12),  
 - una fuente de energía (3) para el suministro de energía de las unidades (4, 6, 10, 12) y el sensor (16 y  
 - un imán interno (5),  
 en donde dicha unidad de grabación de imágenes (4,6), dicha unidad de procesamiento de datos de imagen (10), dicho sensor de posición (16), dicha unidad de transmisión de datos (12), dicha fuente de energía (3) y  
 15 dicho imán interno (5) se integran en el alojamiento de cápsula (26) y  
 en donde el imán interno (5) se dispone desviado con respecto al centro de gravedad y el eje longitudinal (23) del alojamiento de cápsula (26) del endoscopio tipo capsular,  
 el imán interno (5) se dispone de manera que la polarización norte-sur del imán interno (5) se dispone paralela al eje longitudinal (23) de la cápsula (26) **caracterizado por que** el imán interno se dispone además  
 20 periféricamente en el alojamiento de cápsula (26) para estar desviado con respecto al centro de gravedad y con respecto al centro geométrico del endoscopio tipo cápsula.

2. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el imán (5) dispuesto de manera que su polarización magnética se orienta hacia la dirección de grabación de imágenes de la unidad de grabación de  
 25 imágenes (4, 6).

3. Un endoscopio tipo cápsula según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** un alojamiento cilíndrico (1, 2) en cuya parte extrema axial se dispone la unidad de grabación de imágenes (4, 6) de modo que el eje longitudinal (23) del alojamiento se alinea sustancialmente con el eje óptico (11) de la unidad de grabación de imágenes (4, 6).  
 30

4. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el imán (5) se dispone sustancialmente en una dirección en ángulos rectos con el eje longitudinal (23) del alojamiento desviado con respecto al centro de gravedad y el centro geométrico del endoscopio tipo cápsula.  
 35

5. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el imán (5) se dispone en paralelo al eje longitudinal (23) del alojamiento así como con respecto al eje longitudinal del alojamiento opuesto a la unidad de procesamiento de datos de imagen (10).  
 40

6. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la fuente de energía (3) se dispone entre la unidad de procesamiento de datos de imagen (12) y el imán permanente (5).  
 45

7. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la fuente de energía (3) consiste en al menos una pila de botón cuyo respectivo lado plano se orienta en paralelo al eje longitudinal (23) del alojamiento.  
 50

8. Un endoscopio tipo cápsula según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la fuente de energía (3) consiste en un dispositivo de bobina idóneo para la transferencia inductiva de energía eléctrica desde fuera del cuerpo del paciente.  
 55

9. Un dispositivo endoscópico que comprende un endoscopio tipo cápsula según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y unos medios de accionamiento, **caracterizado por que** los medios de accionamiento incluyen un imán extracorpóreo que actúa de manera preferiblemente permanente (13) montado en un brazo de robot (14) controlado por un ordenador (17).  
 60

10. Un dispositivo endoscópico según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el ordenador (17) de los medios de accionamiento recibe datos de imagen y datos acerca de la posición del endoscopio tipo cápsula y controla automáticamente el brazo de robot (14) para corregir una desviación posicional del endoscopio tipo cápsula respecto a una posición establecida deseada.  
 65

11. Un dispositivo endoscópico según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado por que** el control informático inherente realiza un movimiento de corrección del imán extracorpóreo (13) para un movimiento de inclinación y/o rodadura del endoscopio tipo cápsula con respecto al eje longitudinal (23) del alojamiento del mismo.

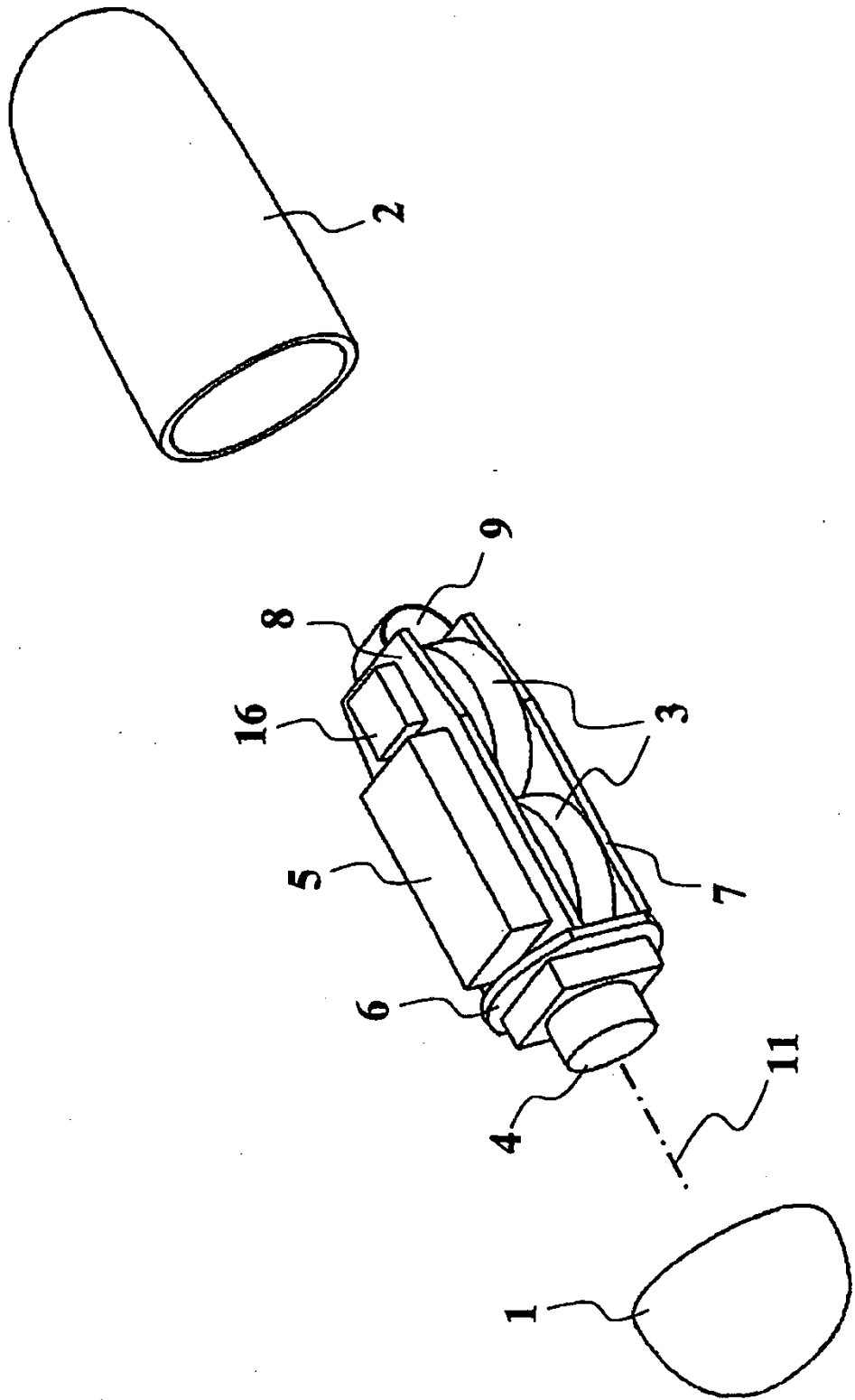


Fig. 1a

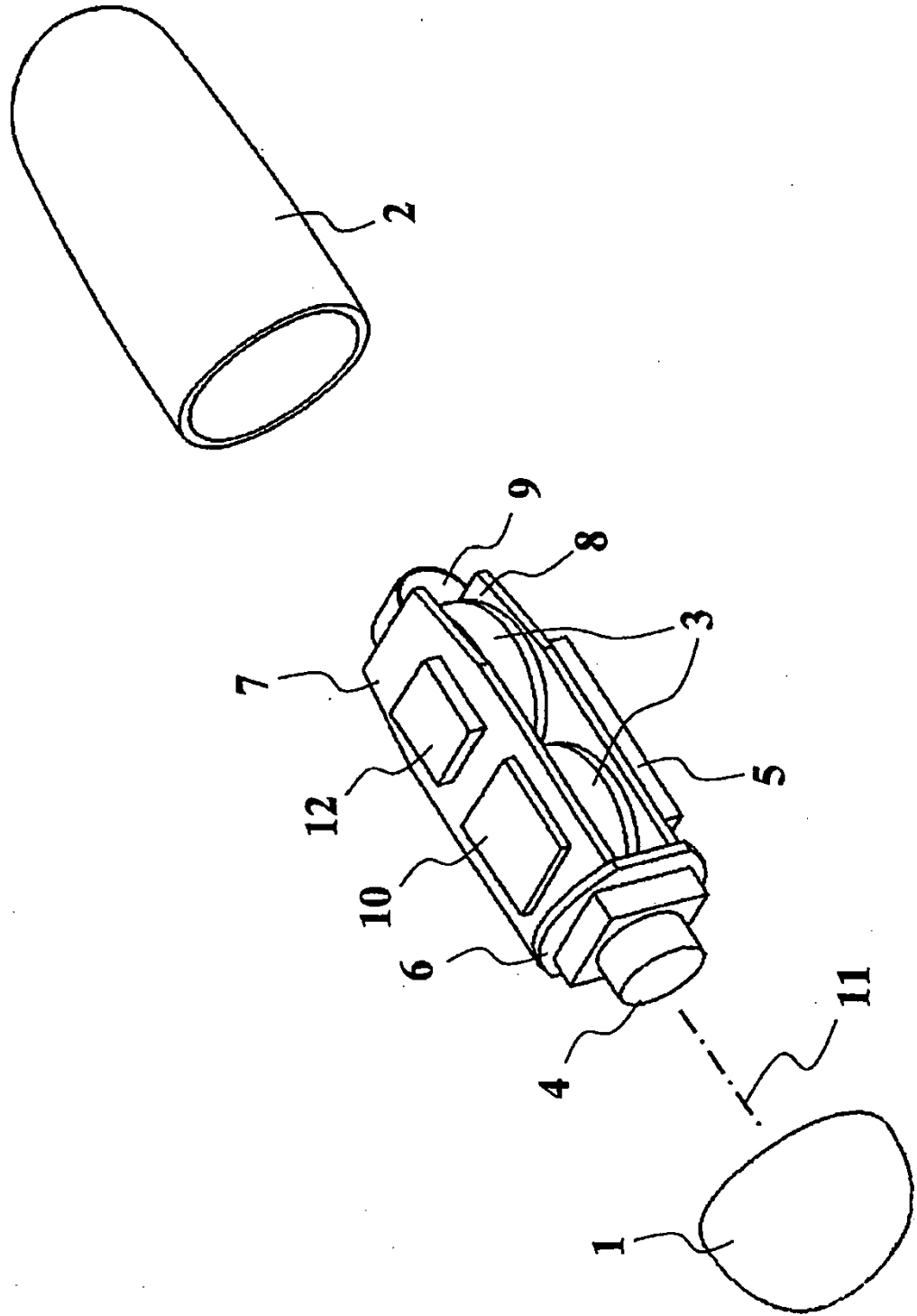
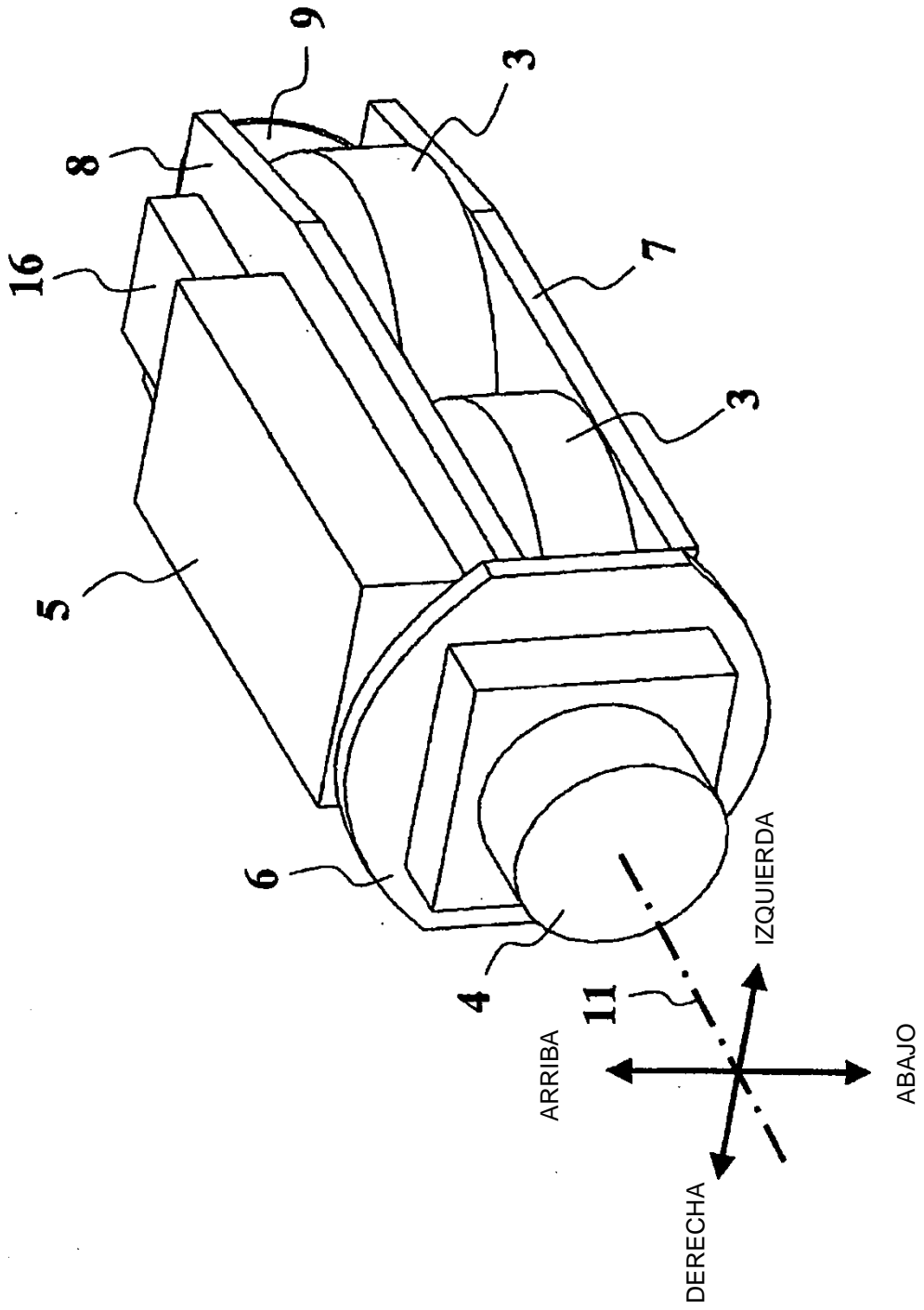


Fig. 1b

Fig. 2



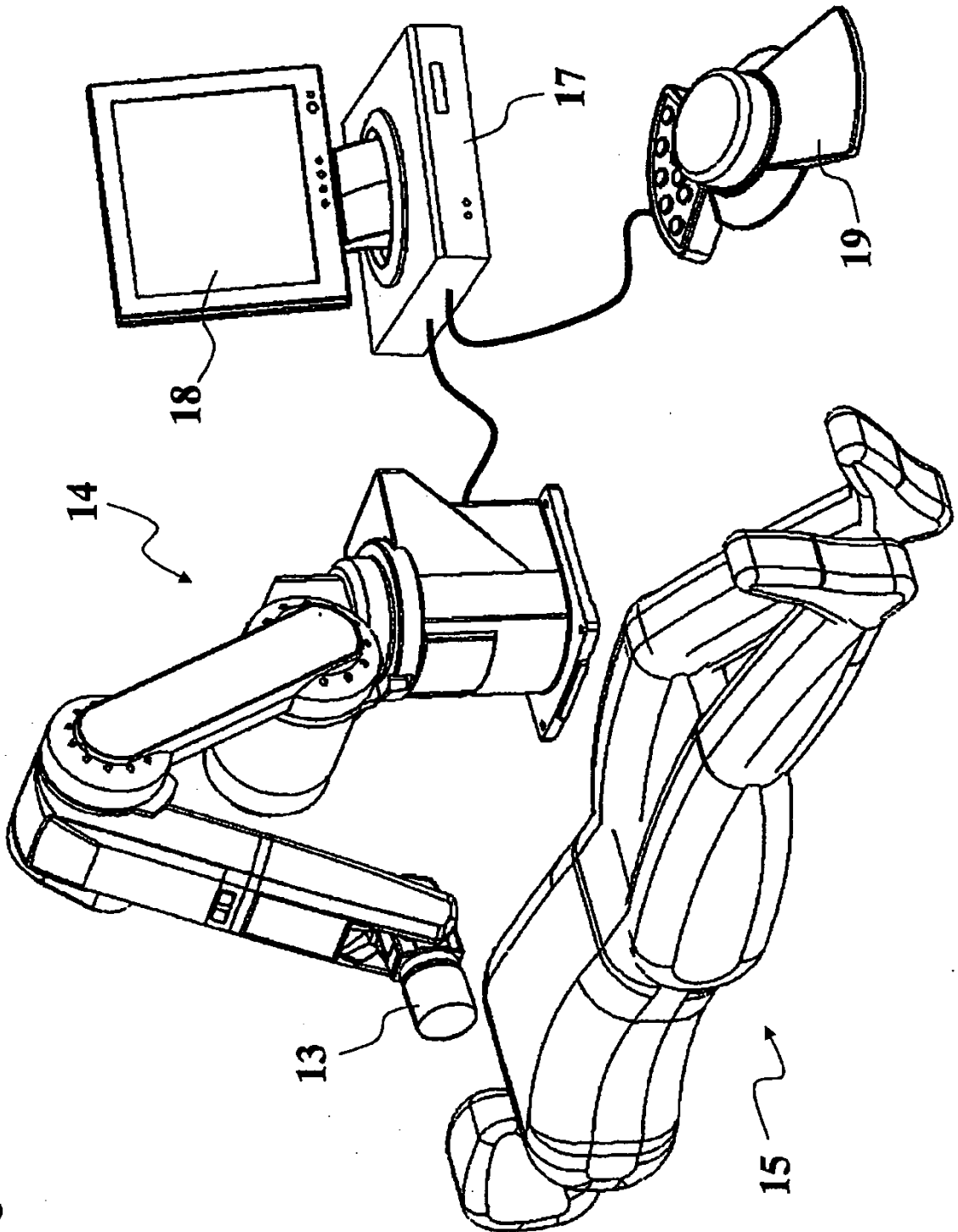


Fig. 3

Fig. 4a

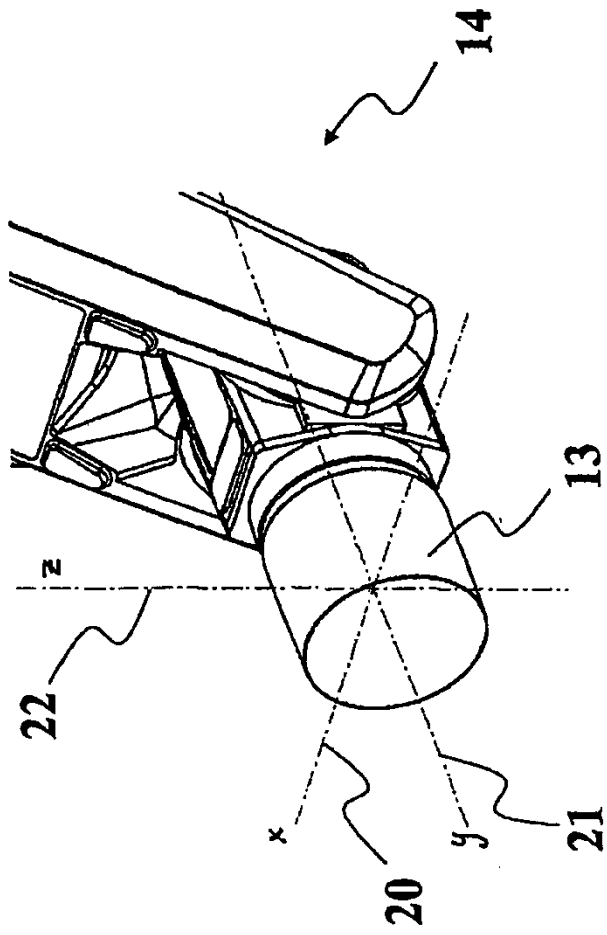


Fig. 4b

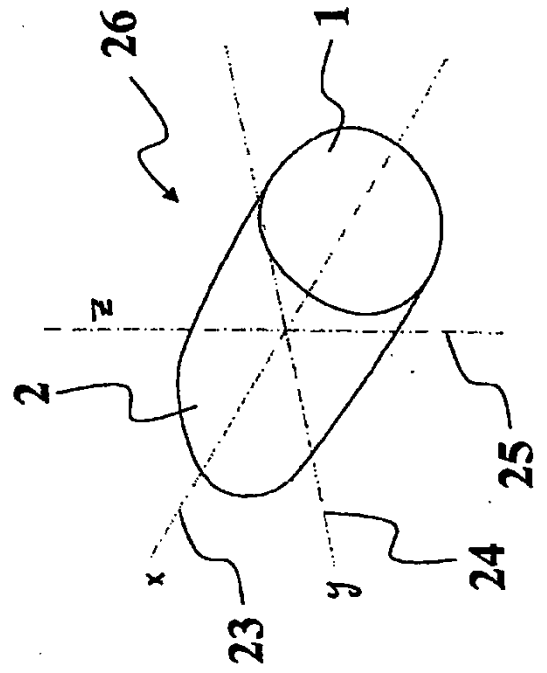


Fig. 5a

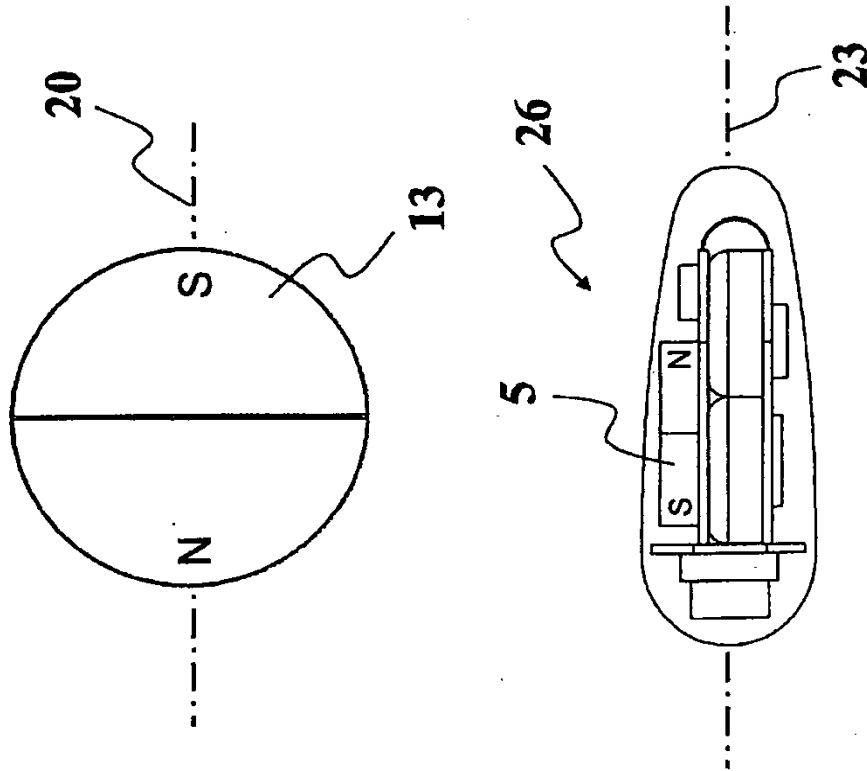
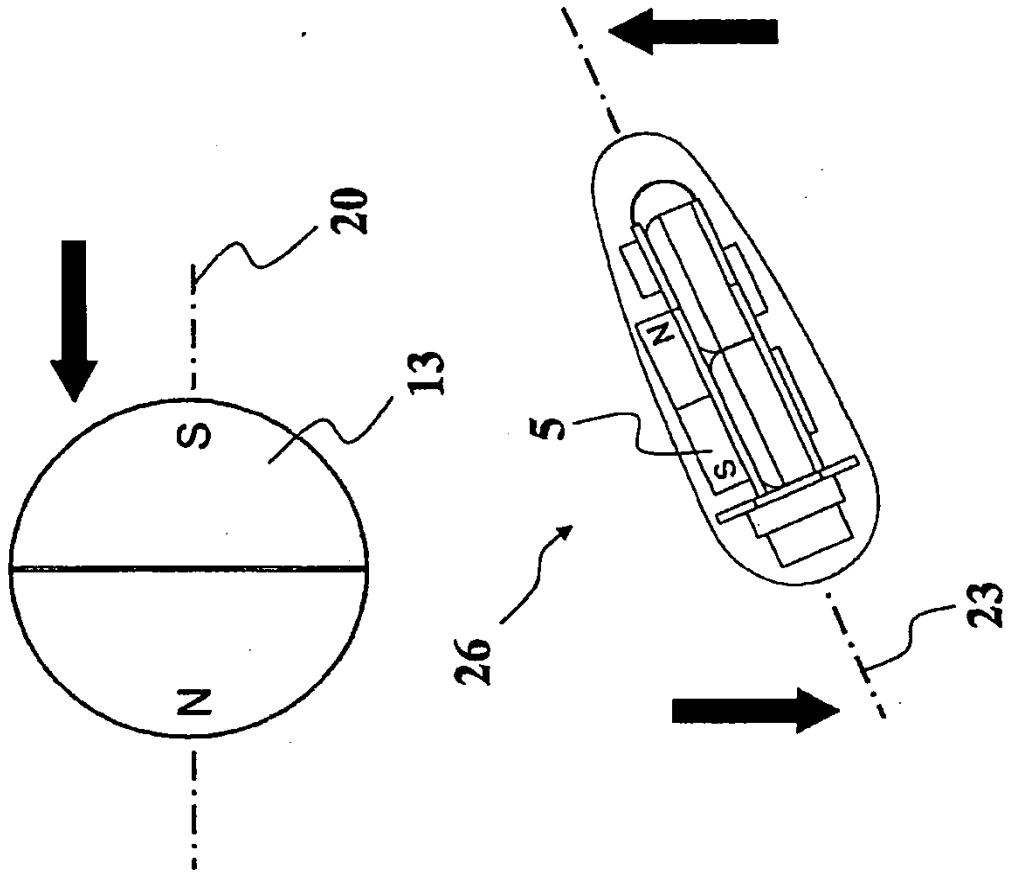


Fig. 5b





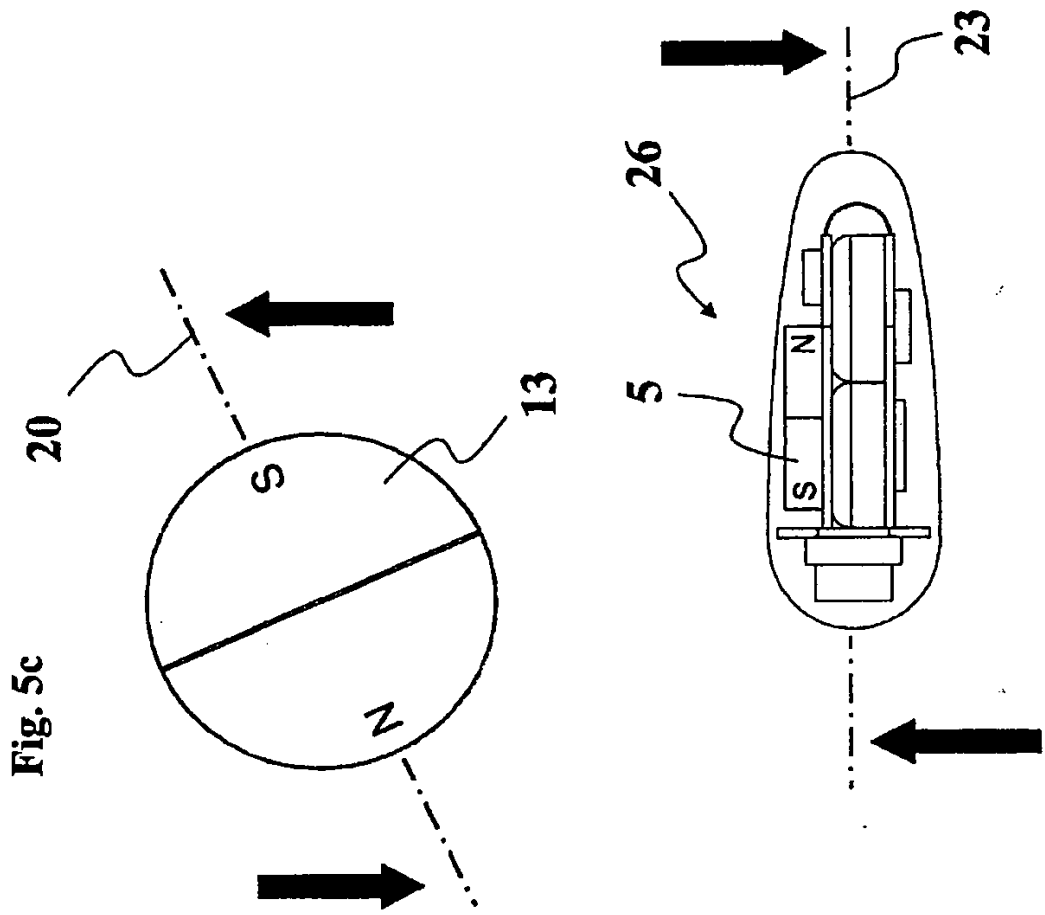


Fig. 6a

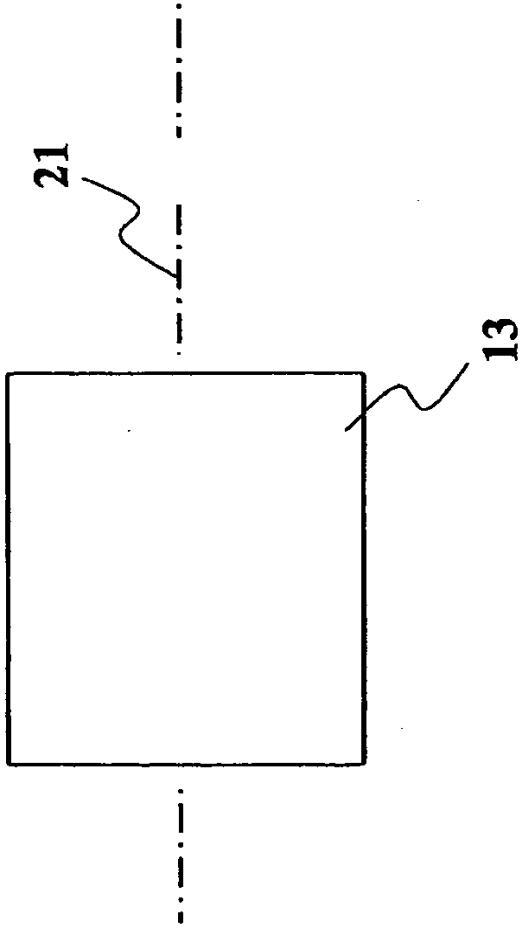


Fig. 6b

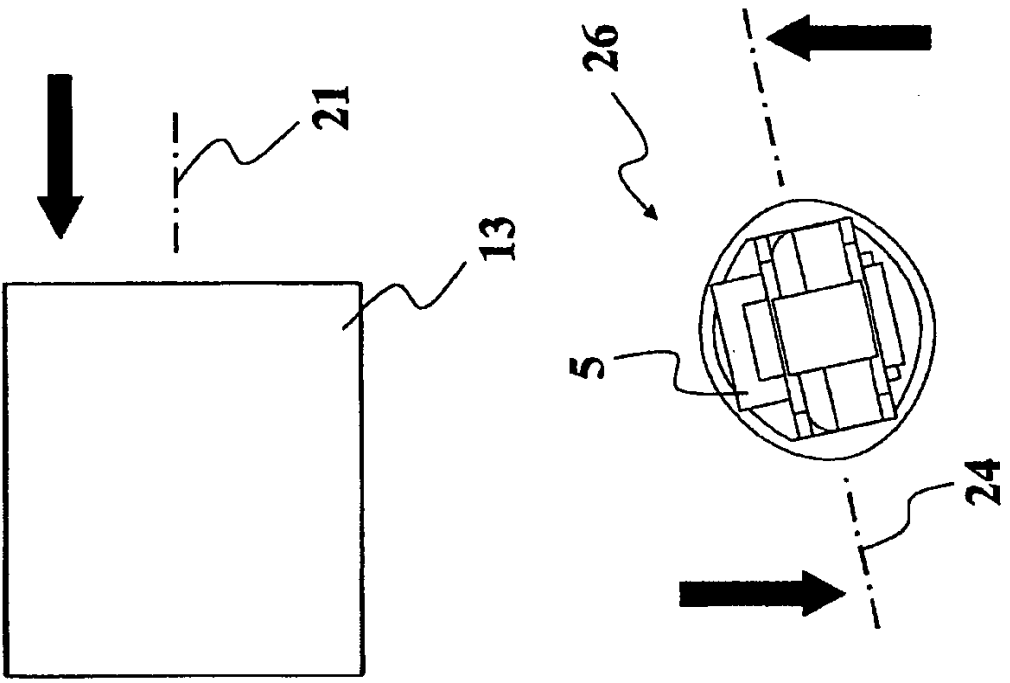


Fig. 6c

