



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 984**

51 Int. Cl.:
A61B 1/005 (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01924656 .0**
86 Fecha de presentación : **03.04.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1267701**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2003**

54 Título: **Dispositivo orientable y método mejorado de inserción.**

30 Prioridad: **03.04.2000 US 194140 P**
20.02.2001 US 790204

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

73 Titular/es: **NEOGUIDE SYSTEMS, Inc.**
2712 Orchard Parkway
San Jose, California 95134, US

72 Inventor/es: **Belson, Amir**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo orientable y método mejorado de inserción.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a endoscopios. Más particularmente, se refiere a un método y un aparato para facilitar la inserción de un endoscopio flexible a lo largo de una trayectoria tortuosa, tal como para examen colonoscópico y tratamiento.

10 Antecedentes de la invención

Un endoscopio es un instrumento médico para visualizar el interior del cuerpo de un paciente. Los endoscopios se pueden utilizar para una variedad de diferentes diagnósticos y procedimientos quirúrgicos, que incluyen colonoscopia, broncoscopia, toracoscopia, laparoscopia y vídeo endoscopia.

La colonoscopia es un método médico en el que un endoscopio flexible, o colonoscopio, se inserta en el colon de un paciente para examen diagnóstico y/o tratamiento quirúrgico del colon. Un colonoscopio estándar tiene típicamente un largo de 135-185 cm y un diámetro de 12-13 mm e incluye un haz de fibra óptica para imágenes, fibras de iluminación y uno o dos canales para instrumentos que pueden también ser utilizados para insuflación o irrigación. El colonoscopio se inserta vía el ano del paciente y avanza a través del colon, permitiendo el examen visual directo del colon, la válvula ileocecal y porciones del íleo terminal. La inserción del colonoscopio es complicada por el hecho de que el colon presenta una trayectoria tortuosa y convolucionada. Con frecuencia es necesaria una considerable manipulación del colonoscopio para hacer avanzar el colonoscopio a través del colon, haciendo que el método sea más difícil y que exija mucho tiempo y que añada complicaciones potenciales, tal como perforación intestinal. Los colonoscopios orientables se han diseñado para facilitar la selección de la trayectoria correcta a través de las curvas del colon. Sin embargo, a medida que el colonoscopio se inserta más y más dentro del colon, se hace más difícil avanzar el colonoscopio a lo largo de la trayectoria seleccionada. En cada vuelta, la pared del colon debe mantener la curva en el colonoscopio. El colonoscopio frota contra la superficie de la mucosa del colon a lo largo del exterior de cada vuelta. La fricción y flojedad en el colonoscopio se acumulan en cada vuelta, haciendo que sea más y más difícil de avanzar y retirar el colonoscopio. Además, la fuerza contra la pared del colon aumenta con la acumulación de fricción. En casos de extrema tortuosidad, puede que sea imposible hacer avanzar el colonoscopio en toda la trayectoria a través del colon.

Endoscopios, catéteres y dispositivos de inserción orientables para examen médico o tratamiento de estructuras internas del cuerpo se describen en las siguientes patentes de U.S. 4.753.223; 5.337.732; 5.662.587; 4.543.090; 5.383.852; 5.487.757 y 5.337.733.

El documento US-A-4 930 494 describe un endoscopio que tiene una porción distal selectivamente orientable que tiene una pluralidad de segmentos, incluyendo cada uno un par de hélices de aleación de memoria de forma. A medida que las hélices recuperan su forma memorizada se flexiona el extremo distal de la sección de inserción del endoscopio. Las hélices se restauran a su forma memorizada cuando se calientan conductivamente mediante un circuito de suministro de corriente. Un ángulo de entrada se fija como el ángulo objetivo para el segmento conductor y un ángulo de flexión detectado de cada segmento se fija como el ángulo objetivo para cada segmento sucesivo. El valor fijado se renueva cada vez que la distancia de inserción de la sección de inserción alcanza una distancia predeterminada.

El documento FR 2 732 225 describe un catéter que tiene una porción distal selectivamente orientable que presenta una porción proximal automáticamente controlable. Cada una de las secciones del catéter comprende sensores de ángulo para medir el ángulo de cada sección a fin de determinar la curva que va a ser propagada durante la introducción del catéter.

Sumario de la invención

Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato que comprende: un cuerpo de instrumento alargado que tiene una porción distal selectivamente orientable y una porción proximal automáticamente controlable, estando dicha porción distal selectivamente orientable configurada para asumir selectivamente una curva seleccionada a lo largo de una trayectoria deseada y estando dicha porción proximal automáticamente controlable configurada para propagar dicha curva seleccionada proximalmente a lo largo de la porción proximal del cuerpo del instrumento alargado a medida que el cuerpo del instrumento alargado se hace avanzar distalmente; y un controlador de movimiento electrónico estructurado y dispuesto: (i) para monitorizar señales de control a dicha porción distal selectivamente orientable durante la orientación selectiva de dicha porción distal para asumir dicha curva seleccionada a lo largo de dicha trayectoria deseada; (ii) para registrar dicha curva seleccionada; (iii) para controlar automáticamente la propagación de dicha curva seleccionada proximalmente a lo largo de dicha porción proximal a medida que el cuerpo del instrumento alargado se hace avanzar distalmente.

Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un método para hacer avanzar un instrumento a lo largo de una trayectoria, teniendo el instrumento una porción distal selectivamente orientable y una porción proximal automáticamente controlable, comprendiendo el método: proporcionar señales de control a la porción dis-

tal del instrumento para selectivamente orientar la porción distal para asumir una curva seleccionada a lo largo de una trayectoria deseada; monitorizar dichas señales de control utilizando un controlador de movimiento electrónico; registrar dicha curva seleccionada en dicho controlador de movimiento electrónico; y utilizar dicho controlador de movimiento electrónico, durante el avance distal del instrumento, para automáticamente controlar la porción proximal del instrumento para asumir dicha curva seleccionada; en el que el método no es un método para el tratamiento del cuerpo humano o animal mediante cirugía o terapia o un método de diagnóstico practicado en el cuerpo humano o animal.

Diversas realizaciones del instrumento se describen e ilustran mas adelante. En una forma preferida el aparato adopta la forma de un endoscopio orientable para traspasar trayectorias tortuosas a través del cuerpo del paciente. El endoscopio orientable se puede utilizar para una variedad de diferentes diagnósticos y métodos quirúrgicos, que incluyen colonoscopia, broncoscopia, toracoscopia, laparoscopia y vídeo endoscopia. El endoscopio orientable está particularmente bien adecuado para traspasar las curvas tortuosas encontradas cuando se realiza un método de colonoscopia.

El endoscopio orientable tiene un cuerpo alargado con una porción distal manual o selectivamente orientable y una porción proximal automáticamente controlada. La porción distal selectivamente orientable puede ser orientada o flexionada selectivamente hasta una flexión total de 180 grados en cualquier dirección. Un haz de fibra óptica para imágenes y una o más fibras de iluminación se extienden a través del cuerpo desde el extremo proximal hasta el extremo distal. Alternativamente, el endoscopio se puede configurar como un vídeo endoscopio con una cámara de vídeo miniaturizada, tal como una cámara CCD, que transmite imágenes a un monitor de vídeo mediante un cable de transmisión o mediante transmisión inalámbrica. Opcionalmente, el endoscopio puede incluir uno o dos canales para instrumentos que pueden también ser utilizados para insuflación o irrigación.

Un mango proximal unido al cuerpo alargado incluye un ocular para la visión directa y/o para conexión a una cámara de vídeo, una conexión a una fuente de iluminación y uno o más accesorios de cierre Luer que están conectados a los canales de instrumentos. El mango está conectado a un control de orientación a fin de selectivamente orientar o flexionar la porción distal selectivamente orientable en la dirección deseada y a un controlador de movimiento electrónico para controlar la porción proximal automáticamente controlada del endoscopio. Un transductor de movimiento axial se proporciona para medir el movimiento axial del cuerpo del endoscopio según se hace avanzar y retirar. Opcionalmente, el endoscopio puede incluir un motor o accionador lineal para avanzar y retirar automáticamente el endoscopio.

El extremo distal del cuerpo del endoscopio puede ser insertado en un paciente, a través de un orificio natural o a través de una incisión, y la porción distal selectivamente orientable puede ser orientada para seleccionar una trayectoria deseada. Cuando se hace avanzar el cuerpo del endoscopio, el controlador de movimiento electrónico hace funcionar la porción proximal automáticamente controlada del cuerpo para asumir la curva seleccionada de la porción distal selectivamente orientable. Este proceso se repite seleccionando otra trayectoria deseada con la porción distal selectivamente orientable y haciendo avanzar de nuevo el cuerpo del endoscopio. A medida que el cuerpo del endoscopio avanza más, las curvas seleccionadas se propagan proximalmente a lo largo del cuerpo del endoscopio. Similarmente, cuando el cuerpo del endoscopio se retira proximalmente, las curvas seleccionadas se propagan distalmente a lo largo del cuerpo del endoscopio. Esto crea un tipo de movimiento en serpentín en el cuerpo del endoscopio que le permite traspasar curvas tortuosas a lo largo de una trayectoria deseada a través o alrededor y entre los órganos dentro del cuerpo.

El endoscopio se puede utilizar para realizar colonoscopia u otros métodos endoscópicos, tales como broncoscopia, toracoscopia, laparoscopia y vídeo endoscopia.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 muestra un colonoscopio de la técnica anterior que está siendo empleado para un examen colonoscópico del colon de un paciente.

La fig. 2 muestra una primera realización del endoscopio orientable de la presente invención.

La fig. 3 muestra una segunda realización del endoscopio orientable de la presente invención.

La fig. 4 muestra una tercera realización del endoscopio orientable de la presente invención.

La fig. 5 muestra una cuarta realización del endoscopio orientable de la presente invención.

La fig. 6 muestra un modelo de entramado de cable de una sección del cuerpo del endoscopio en una posición neutra o recta.

La fig. 7 muestra el modelo de entramado de cable del cuerpo del endoscopio mostrado en la fig. 6 que pasa a través de una curva en el colon de un paciente.

Las figs. 8-13 muestran el endoscopio de la presente invención que se está empleando para un examen colonoscópico en el colon de un paciente.

Descripción detallada de la invención

La fig. 1 muestra un colonoscopio 500 de la técnica anterior que está siendo empleado para un examen colonoscópico del colon C de un paciente. El colonoscopio 500 tiene un mango 506 proximal y un cuerpo 502 alargado con una porción 504 distal orientable. El cuerpo 502 del colonoscopio 500 ha sido lubricado e insertado dentro del colon C vía el ano A del paciente. Utilizando la porción 504 distal orientable como guía, el cuerpo 502 del colonoscopio 500 se ha manipulado a través de diversas vueltas en el colon C del paciente hasta el colon G ascendente. Típicamente, esto implica una considerable cantidad de manipulación empujando, tirando y girando el colonoscopio 500 desde el extremo proximal para hacerlo avanzar a través de las vueltas del colon C. Después que ha pasado la porción 504 distal orientable, la pared del colon C mantiene la curva en el cuerpo 502 flexible del colonoscopio 500 según éste avanza. La fricción se desarrolla a lo largo del cuerpo 502 del colonoscopio 500 según se inserta, particularmente en cada vuelta en el colon C. Debido a la fricción, cuando el usuario intenta hacer avanzar el colonoscopio 500, el cuerpo 502' tiende a moverse hacia fuera en cada curva, empujando contra la pared del colon C, lo que exacerba el problema incrementando la fricción y haciendo más difícil el avance del colonoscopio 500. Por otro lado, cuando se retira el colonoscopio 500, el cuerpo 502'' tiende a moverse hacia dentro en cada curva absorbiendo las flojedad que se ha desarrollado cuando se hizo avanzar el colonoscopio 500. Cuando el colon C del paciente es extremadamente tortuoso, el extremo distal del cuerpo 502 se hace insensible a las manipulaciones del usuario y finalmente se hace imposible avanzar más el colonoscopio 500. Además de la dificultad que esto representa para el usuario, la tortuosidad del colon del paciente también incrementa el riesgo de complicaciones, tales como la perforación intestinal.

La fig. 2 muestra una primera realización del endoscopio 100 orientable de la presente invención. El endoscopio 100 tiene un cuerpo 102 alargado con una porción 104 distal selectivamente orientable y una porción 106 proximal automáticamente controlada. La porción 104 distal selectivamente orientable puede ser orientada o flexionada selectivamente hasta una flexión completa de 180 grados en cualquier dirección. Un haz 112 de fibra óptica para imagen y una o más fibras 114 de iluminación se extienden a través del cuerpo 102 desde el extremo 110 proximal al extremo 108 distal. Alternativamente, el endoscopio 100 puede ser configurado como un vídeo endoscopio con una video cámara miniaturizada, tal como una cámara CCD, posicionada en el extremo 108 distal del cuerpo 102 del endoscopio. Las imágenes de la video cámara pueden ser transmitidas a un monitor de video mediante una transmisión por cable o mediante transmisión inalámbrica. Opcionalmente, el cuerpo 102 del endoscopio 100 puede incluir uno o dos canales 116, 118 de instrumentos que pueden también ser utilizados para insuflación o irrigación. El cuerpo 102 del endoscopio 100 es sumamente flexible de modo que es capaz de flexionar alrededor de curvas con pequeño diámetro sin enrollarse o retorcerse. Cuando se configura para utilizar como un colonoscopio, el cuerpo 102 del endoscopio 100 tiene típicamente una longitud de 135 a 185 cm y aproximadamente 12-13 mm en diámetro. El endoscopio 100 puede ser fabricado en una variedad de otros tamaños y configuraciones para otras aplicaciones médicas e industriales.

Un mango 120 proximal está unido al extremo 110 proximal del cuerpo 102 alargado. El mango 120 incluye un ocular 124 conectado al haz 112 de fibra óptica para imagen para visualización directa y/o conexión a una video cámara 126. El mango 120 está conectado a una fuente 128 de iluminación mediante un cable 134 de iluminación que está conectado a o se continúa con las fibras 114 de iluminación. Un primer accesorio 130 de cierre Luer y un segundo accesorio 132 de cierre Luer sobre el mango 120 están conectados a los canales 116, 118 de instrumentos.

El mango 120 está conectado a un controlador 140 de movimiento electrónico por medio de un cable 136 del controlador. Un control 122 de orientación está conectado al controlador 140 de movimiento electrónico por medio de un segundo cable 138. El control 122 de orientación permite al usuario selectivamente orientar o flexionar la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 en la dirección deseada. El control 122 de orientación puede ser un controlador de bastón de mando según se muestra, u otro mecanismo conocido de control de orientación. El controlador 140 de movimiento electrónico controla el movimiento de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102. El controlador 140 de movimiento electrónico se puede instrumentar utilizando un programa de control de movimiento que funciona en un microordenador o utilizando un controlador de movimiento de aplicación específica. Alternativamente, el controlador 140 de movimiento electrónico se puede instrumentar utilizando un controlador de red neural.

Un transductor 150 de movimiento axial se proporciona para medir el movimiento axial del cuerpo 102 del endoscopio a medida que se hace avanzar y retirar. El transductor 150 de movimiento axial puede ser fabricado en muchas configuraciones posibles. A modo de ejemplo, el transductor 150 de movimiento axial en la fig. 2 se configura como un anillo 152 que rodea el cuerpo 102 del endoscopio 100. El transductor 150 de movimiento axial está unido a un punto fijo de referencia, tal como la mesa quirúrgica o el punto de inserción para el endoscopio 100 en el cuerpo del paciente. A medida que el cuerpo 102 del endoscopio 100 se desliza a través del transductor 150 de movimiento axial, produce una señal indicativa de la posición axial del cuerpo 102 del endoscopio con respecto al punto fijado de referencia y envía una señal al controlador 140 de movimiento electrónico mediante telemetría o mediante un cable (no mostrado). El transductor 150 de movimiento axial puede usar medios ópticos, electrónicos o mecánicos para medir la posición axial del cuerpo 102 del endoscopio. Otras posibles configuraciones se describen a continuación para el transductor 150 de movimiento axial.

La fig. 3 muestra una segunda realización del endoscopio 100 de la presente invención. Como en la realización de la fig. 2, el endoscopio 100 tiene un cuerpo 102 alargado con una porción 104 distal selectivamente orientable y una porción 106 proximal automáticamente controlada. El control 122 de orientación está integrado en el mango 120 proximal en la forma de una o dos esferas para selectivamente orientar la porción 104 distal selectivamente orientable

del endoscopio 100. Opcionalmente, también el controlador 140 de movimiento electrónico puede ser miniaturizado e integrado dentro del mango 120 proximal. En esta realización el transductor 150 de movimiento axial está configurado con una base 154 que se une a un punto fijo de referencia, tal como la mesa quirúrgica. Un primer rodillo 156 y un segundo rodillo 158 entran en contacto con el exterior del cuerpo 102 del endoscopio. Un potenciómetro 160 de múltiples vueltas u otro transductor de movimiento se conecta al primer rodillo 156 para medir el movimiento axial del cuerpo 102 del endoscopio y para producir una señal indicativa de la posición axial.

El endoscopio 100 se puede hacer avanzar o retirar manualmente por el usuario sujetando el cuerpo 102 distal al transductor 150 de movimiento axial. Alternativamente, el primer rodillo 156 y/o el segundo rodillo 158 se pueden conectar a un motor 162 para automáticamente hacer avanzar y retirar el cuerpo 102 del endoscopio 100.

La fig. 4 muestra una tercera realización del endoscopio 100 de la presente invención, la cual utiliza un alojamiento 170 alargado para organizar y contener el endoscopio 100. El alojamiento 170 tiene una base 172 con un carril 174 lineal para guiar el cuerpo 102 del endoscopio 100. El alojamiento 170 puede tener un transductor 150' de movimiento axial que está configurado como un transductor de movimiento lineal integrado dentro del carril 174 lineal. Alternativamente, el alojamiento 170 puede tener un transductor 150'' de movimiento axial configurado similarmente al transductor 150 de movimiento axial en la fig. 2 ó 3. El endoscopio 100 se puede hacer avanzar o retirar manualmente por el usuario sujetando el cuerpo 102 distal al alojamiento 170. Alternativamente, el alojamiento 170 puede incluir un motor 176 u otro accionador de movimiento lineal para automáticamente hacer avanzar y retirar el cuerpo 102 del endoscopio 100. En otra configuración alternativa, un motor con ruedas de fricción, similar al descrito más arriba con respecto a la fig. 3, se puede integrar dentro del transductor 150'' de movimiento axial.

La fig. 5 muestra una cuarta realización del endoscopio 100 de la presente invención, la cual utiliza un alojamiento 180 giratorio para organizar y contener el endoscopio 100. El alojamiento 180 tiene una base 182 con un tambor 184 de giro para guiar el cuerpo 102 del endoscopio 100. El alojamiento 180 puede tener un transductor 150''' de movimiento axial que está configurado como un potenciómetro conectado al eje 186 de pivote del tambor 184 de giro. Alternativamente, el alojamiento 180 puede tener un transductor 150'' de movimiento axial configurado similarmente al transductor 150 de movimiento axial en la fig. 2 ó 3. El endoscopio 100 se puede hacer avanzar o retirar manualmente por el usuario sujetando el cuerpo 102 distal al alojamiento 180. Alternativamente, el alojamiento 180 puede incluir un motor 188 conectado al tambor 184 de giro para hacer avanzar o retirar automáticamente el cuerpo 102 del endoscopio 100. En otra configuración alternativa, un motor con ruedas de fricción, similar al descrito más arriba con respecto a la fig. 3, se puede integrar dentro del transductor 150'' de movimiento axial.

La fig. 6 muestra un modelo de entramado de cable de una sección del cuerpo 102 del endoscopio 100 en una posición neutra o recta. La mayor parte de la estructura interna del cuerpo 102 del endoscopio se ha eliminado en este dibujo para una mayor claridad. El cuerpo 102 del endoscopio está dividido en secciones 1, 2, 3...10, etc. La geometría de cada sección está definida por cuatro medidas de longitud a lo largo de los ejes a, b, c y d. Por ejemplo, la geometría de la sección 1 se define por las cuatro medidas de longitud l_{1a} , l_{1b} , l_{1c} , l_{1d} , y la geometría de la sección 2 se define por las cuatro medidas de longitud l_{2a} , l_{2b} , l_{2c} , l_{2d} , etc. Preferiblemente, cada una de las medidas de longitud es individualmente controlada mediante un accionador lineal (no mostrado). Los accionadores lineales pueden utilizar uno de varios principios de funcionamiento diferentes. Por ejemplo, cada uno de los accionadores lineales puede ser un accionador lineal de aleación NiTi de autocalentamiento o un accionador de plástico electrorreológico, u otro accionador conocido mecánico, neumático, hidráulico o electromecánico. La geometría de cada sección se puede alterar utilizando los accionadores lineales para cambiar las cuatro medidas de longitud a lo largo de los ejes a, b, c y d. Preferiblemente, las medidas de longitud se cambian en pares complementarios para selectivamente flexionar el cuerpo 102 del endoscopio en una dirección deseada. Por ejemplo, para la flexión del cuerpo 102 del endoscopio en la dirección del eje a, las medidas l_{1a} , l_{2a} , l_{3a} ... l_{10a} se acortarían y las medidas l_{1b} , l_{2b} , l_{3b} ... l_{10b} se alargarían en una cantidad igual. La cantidad por la cual se cambian estas medidas determina el radio de la curva resultante.

En la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 del endoscopio, los accionadores lineales que controlan las medidas de ejes a, b, c y d de cada sección se controlan selectivamente por el usuario a través del control 122 de orientación. De este modo, mediante control apropiado de las medidas de los ejes a, b, c y d, la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 del endoscopio se puede orientar o flexionar selectivamente hasta un máximo total de 180 grados en cualquier dirección.

En la porción 106 proximal automáticamente controlada, sin embargo, las medidas de los ejes a, b, c y d de cada sección se controlan automáticamente por el controlador 140 de movimiento electrónico, el cual utiliza un método de propagación de curva para controlar la forma del cuerpo 102 del endoscopio. Para explicar cómo funciona el método de propagación de curva, la fig. 7 muestra el modelo de entramado de cable de una parte de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio mostrada en la fig. 6 que pasa a través de una curva en el colon C del paciente. Con fines de simplicidad, se muestra un ejemplo de dos curvas bidimensionales y sólo se considerarán los ejes a y b. En una curva tridimensional los cuatro ejes a, b, c y d entrarían en funcionamiento.

En la fig. 7, el cuerpo 102 del endoscopio ha sido manipulado a través de la curva en el colon C con el beneficio de la porción 104 distal selectivamente orientable (esta parte del método se explica con más detalla más abajo) y ahora la porción 106 proximal automáticamente controlada reside en la curva. Las secciones 1 y 2 están en una parte relativamente recta del colon C; por lo tanto $l_{1a} = l_{1b}$ y $l_{2a} = l_{2b}$. Sin embargo, debido a que las secciones 3-7 están en la sección curvada en forma de S, $l_{3a} < l_{3b}$, $l_{4a} < l_{4b}$ y $l_{5a} < l_{5b}$, aunque $l_{6a} > l_{6b}$, $l_{7a} > l_{7b}$ y $l_{8a} > l_{8b}$. Cuando el cuerpo 102 del

endoscopio se hace avanzar distalmente en una unidad, la sección 1 se mueve a la posición marcada 1', la sección 2 se mueve a la posición previamente ocupada por la sección 1, la sección 3 se mueve a la posición previamente ocupada por la sección 2, etc. El transductor 150 de movimiento axial produce una señal indicativa de la posición axial del cuerpo 102 del endoscopio con respecto a un punto fijo de referencia y envía la señal al controlador 140 de movimiento electrónico. Bajo control del controlador 140 de movimiento electrónico, cada vez que el cuerpo 102 del endoscopio avanza una unidad, cada sección en la porción 106 proximal automáticamente controlada se señaliza para asumir la forma de la sección que previamente ocupaba el espacio en el que se encuentra ahora. Por lo tanto, cuando el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar a la posición marcada 1', $l_{1a} = l_{1b}$, $l_{2a} = l_{2b}$, $l_{3a} = l_{3b}$, $l_{4a} < l_{4b}$, $l_{5a} < l_{5b}$, $l_{6a} < l_{6b}$, $l_{7a} > l_{7b}$, $l_{8a} > l_{8b}$ y $l_{9a} > l_{9b}$ y, cuando el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar a la posición marcada 1'', $l_{1a} = l_{1b}$, $l_{2a} = l_{2b}$, $l_{3a} = l_{3b}$, $l_{4a} = l_{4b}$, $l_{5a} < l_{5b}$, $l_{6a} < l_{6b}$, $l_{7a} < l_{7b}$, $l_{8a} > l_{8b}$, $l_{9a} > l_{9b}$ y $l_{10a} > l_{10b}$. De este modo, la curva en forma de S formada se propaga proximalmente a lo largo de la longitud de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio. La curva en forma de S parece estar fijada en el espacio, según el cuerpo 102 del endoscopio avanza distalmente.

Similarmente, cuando el cuerpo 102 del endoscopio se retira proximalmente, cada vez que el cuerpo 102 del endoscopio se mueve proximalmente en una unidad, cada sección en la porción 106 proximal automáticamente controlada se señaliza para asumir la forma de la sección que previamente ocupaba en el espacio en el que se encuentra ahora. La curva en forma de S se propaga distalmente a lo largo de la longitud de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio y la curva en forma de S parece estar fijada en el espacio, según el cuerpo 102 del endoscopio se retira proximalmente.

Siempre que el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar o retirar, el transductor 150 de movimiento axial detecta el cambio de posición y el controlador 140 de movimiento electrónico propaga las curvas seleccionadas proximal o distalmente a lo largo de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio para mantener las curvas en una posición espacialmente fijada. Esto permite que el cuerpo 102 del endoscopio se mueva a través de las curvas tortuosas sin aplicar fuerza innecesaria sobre la pared del colon C.

Las figs. 8-13 muestran el endoscopio 100 de la presente invención que se está empleando para un examen colonoscópico del colon de un paciente. En la fig. 8, el cuerpo 102 del endoscopio se ha lubricado e insertado dentro del colon C del paciente a través del ano A. El extremo 108 distal del cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar a través del recto R hasta que se alcanza la primera curva en el colon C, según se observa a través del ocular 124 o en un monitor de vídeo. Para traspasar la curva, la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 del endoscopio se orienta manualmente hacia el colon S sigmoide por el usuario a través del control 122 de orientación. Las señales de control que van del control 122 de orientación a la porción 104 distal selectivamente orientable se monitorizan mediante el controlador 140 de movimiento electrónico. Cuando se ha seleccionado la curva correcta de la porción 104 distal selectivamente orientable para hacer avanzar el extremo 108 distal del cuerpo 102 del endoscopio hacia el colon S sigmoide, la curva se registra en la memoria del controlador 140 de movimiento electrónico como una referencia. Esta etapa se puede realizar de un modo manual, en el que el usuario da una orden al controlador 140 de movimiento electrónico para registrar la curva seleccionada, utilizando controles de teclado o controles de voz. Alternativamente, esta etapa se puede realizar en un modo automático, en el que el usuario le señala al controlador 140 de movimiento electrónico que la curva deseada ha sido seleccionada haciendo avanzar distalmente el cuerpo 102 del endoscopio.

Ya sea activado en el modo manual o en el modo automático, una vez que se ha seleccionado la curva deseada con la porción 104 distal selectivamente orientable, el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar distalmente y la curva seleccionada se propaga proximalmente a lo largo de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio mediante el controlador 140 de movimiento electrónico, según se describe anteriormente. La curva permanece fija en el espacio al tiempo que el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar distalmente a través del colon S sigmoide. En un colon particularmente tortuoso, la porción 104 distal selectivamente orientable puede que tenga que ser orientada a través de múltiples curvas para atravesar el colon S sigmoide.

Según se ilustra en la fig. 9, el usuario puede detener el endoscopio 100 en cualquier punto para examen o tratamiento de la superficie de la mucosa o cualquier otro tipo de características dentro del colon C. La porción 104 distal selectivamente orientable se puede orientar en cualquier dirección para examinar el interior del colon C. Cuando el usuario ha terminado el examen del colon S sigmoide, la porción 104 distal selectivamente orientable se orienta en una dirección superior hacia el colon D descendente. Una vez que se ha seleccionado la curva deseada con la porción 104 distal selectivamente orientable, el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar distalmente dentro del colon D descendente y la segunda curva como también la primera curva son propagadas proximalmente a lo largo de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio, según se muestra en la fig. 10.

Si, en cualquier momento, el usuario decide que la trayectoria tomada por el cuerpo 102 del endoscopio necesita ser revisada o corregida, el endoscopio 100 se puede retirar proximalmente y se le ordena al controlador 140 de movimiento electrónico borrar la curva previamente seleccionada. Esto se puede realizar manualmente utilizando controles de teclado o controles de voz o automáticamente programando el controlador 140 de movimiento electrónico para que se coloque en un modo de revisión cuando el cuerpo 102 del endoscopio se retira a cierta distancia. La curva revisada o corregida se selecciona utilizando la porción 104 distal selectivamente orientable y el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar según se describe anteriormente.

El cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar a través del colon D descendente hasta que alcanza el pliegue F_i izquierdo (esplénico) del colon. Aquí, en muchos casos, el cuerpo 102 del endoscopio debe traspasar una vuelta en horquilla de casi 180 grados. Como antes, la curva deseada es seleccionada utilizando la porción 104 distal selectivamente orientable, y el cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar distalmente a través del colon T transversal, según se muestra en la fig. 11. Cada una de las curvas previamente seleccionada se propaga proximalmente a lo largo de la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio. El mismo método se sigue en el pliegue F_r derecho (hepático) del colon y el extremo 108 distal del cuerpo 102 del endoscopio se hace avanzar a través del colon G ascendente hasta el ciego E, según se muestra en la fig. 12. El ciego E, la válvula V ileocecal y la porción terminal del íleo I se pueden examinar desde este punto utilizando la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 del endoscopio.

La fig. 13 muestra el endoscopio 100 que está siendo retirado a través del colon C. A medida que el endoscopio 100 se retira, el cuerpo 102 del endoscopio sigue las curvas seleccionadas previamente propagando las curvas distalmente a lo largo de la porción 106 proximal automáticamente controlada, según se describe anteriormente. En cualquier punto, el usuario puede detener el endoscopio 100 para examinar o tratar la superficie de la mucosa o cualquier otras características dentro del colon C utilizando la porción 104 distal selectivamente orientable del cuerpo 102 del endoscopio.

En un método preferido según la presente invención, el controlador 140 de movimiento electrónico incluye una memoria electrónica en la que se crea un modelo matemático tridimensional del colon del paciente u otra anatomía a través de la cual se maniobra el cuerpo 102 del endoscopio. El modelo tridimensional puede ser señalado por el operador para registrar la posición de puntos de referencia anatómicos, lesiones, pólipos, muestras de biopsia y otras características de interés. El modelo tridimensional de la anatomía del paciente se puede usar para facilitar la reinserción del cuerpo 102 del endoscopio en métodos posteriores. Además, las señalizaciones se pueden utilizar para rápidamente encontrar la posición de las características de interés. Por ejemplo, el modelo tridimensional se puede señalar con la posición en la que se ha tomado la muestra para biopsia durante una endoscopia exploratoria. El lugar de la muestra para biopsia se puede localizar fácilmente de nuevo en métodos de seguimiento para seguir el progreso de un proceso de enfermedad potencial y/o para realizar un método terapéutico en el lugar.

En una variación particularmente preferida de este método, el controlador 140 de movimiento electrónico se puede programar, basado en el modelo tridimensional en la memoria electrónica, de forma que el cuerpo 102 del endoscopio asumirá automáticamente la forma apropiada para seguir la trayectoria deseada según avanza a través de la anatomía del paciente. En realizaciones del endoscopio 100 orientable que están configuradas para hacer avanzar y retirar automáticamente el cuerpo 102 del endoscopio, según se describe anteriormente con respecto a las figs. 3, 4 y 5, al cuerpo 102 del endoscopio se le puede dar una orden para que avance automáticamente a través de la anatomía del paciente al sitio de una lesión señalada previamente u otro punto de interés basado en el modelo tridimensional de la memoria electrónica.

El software de imagen permitiría al modelo tridimensional obtenido de la anatomía del paciente utilizando el endoscopio 100 orientable ser visto en un monitor de ordenador o similar. Esto facilitaría comparaciones entre el modelo tridimensional e imágenes obtenidas con otras modalidades de imagen, por ejemplo fluoroscopia, radiografía, ultrasonografía, imagen por resonancia magnética (MRI), tomografía computarizada (escaneado CT), tomografía de haz electrónico o colonoscopia virtual. Recíprocamente, imágenes de estas otras modalidades de imagen pueden ser utilizadas para representar una trayectoria o recorrido aproximado o para facilitar la inserción del cuerpo 102 del endoscopio. Además, imágenes de otras modalidades de imagen se pueden utilizar para facilitar la localización de lesiones sospechosas con el endoscopio 100 orientable. Por ejemplo, las imágenes obtenidas utilizando una radiografía de contraste con bario del colon pueden ser utilizadas para representar una trayectoria aproximada para facilitar la inserción del cuerpo 102 del endoscopio dentro del colon del paciente. La ubicación y profundidad de cualquiera de las lesiones sospechosas vistas en la radiografía pueden ser señaladas de forma que el cuerpo 102 del endoscopio pueda ser rápida y seguramente guiado a la vecindad de la lesión.

Las modalidades para imagen que proporcionan información tridimensional, tales como fluoroscopia biplanar, CT o MRI, se pueden utilizar para programar el controlador 140 de movimiento electrónico de forma que el cuerpo 102 del endoscopio asumirá automáticamente la forma apropiada para seguir la trayectoria deseada según se hace avanzar a través de la anatomía del paciente. En realizaciones del endoscopio 100 orientable que están configuradas para automáticamente hacer avanzar y retirar el cuerpo 102 del endoscopio, el cuerpo 102 del endoscopio puede recibir una orden para avanzar automáticamente a través de la anatomía del paciente siguiendo la trayectoria deseada según se determina por la información de imagen tridimensional. Similarmente, el cuerpo 102 del endoscopio puede recibir una orden para avanzar automáticamente al lugar de una lesión sospechosa u otro punto de interés señalado en las imágenes.

Aunque el endoscopio de la presente invención se ha descrito para ser utilizado como un colonoscopio, el endoscopio puede ser configurado para un número de otras aplicaciones industriales y médicas. Además, la presente invención puede también ser configurada como un catéter, cánula, instrumento quirúrgico o envoltura de introductor que utiliza los principios de la invención para navegar a través de canales tortuosos del cuerpo.

En una variación del método que es particularmente aplicable a métodos de laparoscopia o toracoscopia, el endoscopio 100 orientable puede ser maniobrado selectivamente a lo largo de una trayectoria deseada alrededor y entre

ES 2 293 984 T3

órganos en una cavidad del cuerpo del paciente. El extremo 108 distal del endoscopio 100 se inserta en la cavidad del cuerpo del paciente a través de una abertura natural, a través de una incisión quirúrgica o a través de una cánula o introductor quirúrgico. La porción 104 distal selectivamente orientable se puede utilizar para explorar y examinar la cavidad del cuerpo del paciente y para seleccionar una trayectoria alrededor y entre los órganos del paciente. El controlador 140 de movimiento electrónico se puede utilizar para controlar la porción 106 proximal automáticamente controlada del cuerpo 102 del endoscopio a fin de que siga la trayectoria seleccionada y, si es necesario, regrese a una localización deseada utilizando el modelo tridimensional en la memoria electrónica del controlador 140 de movimiento electrónico.

Aunque la presente invención se ha descrito aquí con respecto a las realizaciones a modo de ejemplo y al mejor modo para poner en práctica la invención, será evidente a un experto ordinario en la técnica que muchas modificaciones, perfeccionamientos y subcombinaciones de las diversas realizaciones, adaptaciones y variaciones pueden ser realizadas a la invención sin apartarse del alcance de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende:

un cuerpo (102) de instrumento alargado que tiene una porción (104) distal selectivamente orientable y una porción (106) proximal automáticamente controlable, estando dicha porción distal selectivamente orientable configurada para selectivamente asumir una curva seleccionada a lo largo de una trayectoria deseada, y estando dicha porción proximal automáticamente controlable configurada para propagar dicha curva seleccionada proximalmente a lo largo de la porción proximal del cuerpo del instrumento alargado según el cuerpo del instrumento alargado se hace avanzar distalmente; y

un controlador (140) de movimiento electrónico estructurado y dispuesto:

- (i) para monitorizar señales de control enviadas a dicha porción distal selectivamente orientable durante la orientación selectiva de dicha porción (104) distal para asumir dicha curva seleccionada a lo largo de dicha trayectoria deseada;
- (ii) para registrar dicha curva seleccionada; y
- (iii) para automáticamente controlar la propagación de dicha curva seleccionada proximalmente a lo largo de dicha porción (106) proximal según el cuerpo (102) de instrumento alargado se hace avanzar distalmente.

2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un transductor (150, 150', 150'', 150''') de movimiento axial para medir el movimiento axial del cuerpo (102) del instrumento alargado.

3. Aparato según la reivindicación 2, en el que el transductor (150, 150', 150'', 150''') de movimiento axial está dispuesto para producir una señal indicativa de la posición axial del cuerpo (102) del instrumento alargado con respecto a un punto fijo de referencia y para enviar la señal al controlador (140) de movimiento electrónico.

4. Aparato según la reivindicación 3, en el que el transductor (150, 150', 150'', 150''') de movimiento axial está dispuesto para detectar un cambio de posición del cuerpo (102) del instrumento alargado cuando el cuerpo del instrumento alargado se hace avanzar o se retira, y el controlador (140) de movimiento electrónico está estructurado y dispuesto para propagar dicha curva seleccionada proximal o distalmente a lo largo de dicha porción (106) proximal para mantener dicha curva seleccionada en una posición espacialmente fija.

5. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el controlador (140) de movimiento electrónico incluye una memoria electrónica para la creación de un modelo matemático tridimensional de dicha trayectoria deseada obtenida utilizando el cuerpo (102) del instrumento alargado.

6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el controlador (140) de movimiento electrónico es programable, basándose en el modelo matemático tridimensional de la memoria electrónica, para hacer que el cuerpo (102) del instrumento alargado automáticamente asuma una forma adecuada para seguir dicha trayectoria deseada según se hace avanzar el cuerpo del instrumento alargado.

7. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cuerpo (102) del instrumento alargado es configurado como un colonoscopio para inserción dentro del colon de un paciente.

8. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cuerpo (102) del instrumento alargado tiene una multiplicidad de secciones controlables, que incluyen una primera sección, una segunda sección y una tercera sección, representando cada sección una unidad de longitud, y

en el que el controlador (140) de movimiento electrónico está configurado para controlar cada una de la primera sección, la segunda sección y la tercera sección a fin de que asuman la primera, segunda y tercera porciones respectivamente de dicha curva seleccionada cuando el cuerpo (102) de instrumento alargado está en una posición inicial, y está además configurado, cuando el cuerpo del instrumento alargado se hace avanzar distalmente una distancia de aproximadamente una unidad de longitud a partir de la posición inicial, para controlar la segunda sección a fin de que asuma la primera porción de dicha curva seleccionada y la tercera sección a fin de que asuma la segunda porción de dicha curva seleccionada.

9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en el que dicha porción (104) distal selectivamente orientable comprende una pluralidad de secciones, cada una de las cuales tiene una geometría definida por cuatro medidas de longitud alargadas, incluyendo cada una de dichas secciones de dicha porción distal cuatro accionadores lineales para cambiar dichas medidas de longitud alargadas de esa sección en respuesta a dichas señales de control; y

dicha porción (106) proximal automáticamente controlable comprende una pluralidad de secciones, cada una de las cuales tiene una geometría definida por cuatro medidas de longitud alargadas adicionales, incluyendo cada una de dichas

ES 2 293 984 T3

secciones de dicha porción proximal cuatro accionadores lineales para cambiar dichas medidas de longitud alargadas adicionales de esa sección.

10. Método para hacer avanzar un instrumento a lo largo de una trayectoria, teniendo el instrumento una porción (104) distal selectivamente orientable y una porción (106) proximal automáticamente controlable, comprendiendo el método:

proporcionar señales de control a la porción (104) distal del instrumento para selectivamente orientar la porción distal a fin de que asuma una curva seleccionada a lo largo de una trayectoria deseada;

monitorizar dichas señales de control utilizando un controlador (140) de movimiento electrónico;

registrar dicha curva seleccionada en dicho controlador (140) de movimiento electrónico; y

utilizar dicho controlador (140) de movimiento electrónico, durante el avance del instrumento distalmente, para automáticamente controlar la porción (106) proximal del instrumento a fin de que asuma dicha curva seleccionada.

en el que el método no es un método para tratamiento del cuerpo humano o animal mediante cirugía o terapia o un método diagnóstico practicado en el cuerpo humano o animal.

11. Método según la reivindicación 10, que comprende además medir el movimiento axial del instrumento.

12. Método según la reivindicación 11, que comprende además producir una señal indicativa de la posición axial del instrumento con respecto a un punto fijo de referencia y enviar la señal al controlador (140) de movimiento electrónico.

13. Método según la reivindicación 12, que comprende además detectar un cambio de posición del instrumento cuando el instrumento se hace avanzar o se retira, y utilizar el controlador (140) de movimiento electrónico para propagar dicha curva seleccionada proximal o distalmente a lo largo de dicha porción proximal para mantener dicha curva seleccionada en una posición espacialmente fija.

14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, que comprende además obtener un modelo matemático tridimensional de la trayectoria deseada utilizando el instrumento y crear dicho modelo matemático tridimensional en una memoria electrónica del controlador (140) de movimiento electrónico.

15. Método según la reivindicación 14, en el que el instrumento es inducido por el controlador (140) de movimiento electrónico a asumir automáticamente una forma adecuada para seguir dicha trayectoria deseada, a medida que el instrumento se hace avanzar, basándose en el modelo matemático tridimensional de la memoria electrónica.

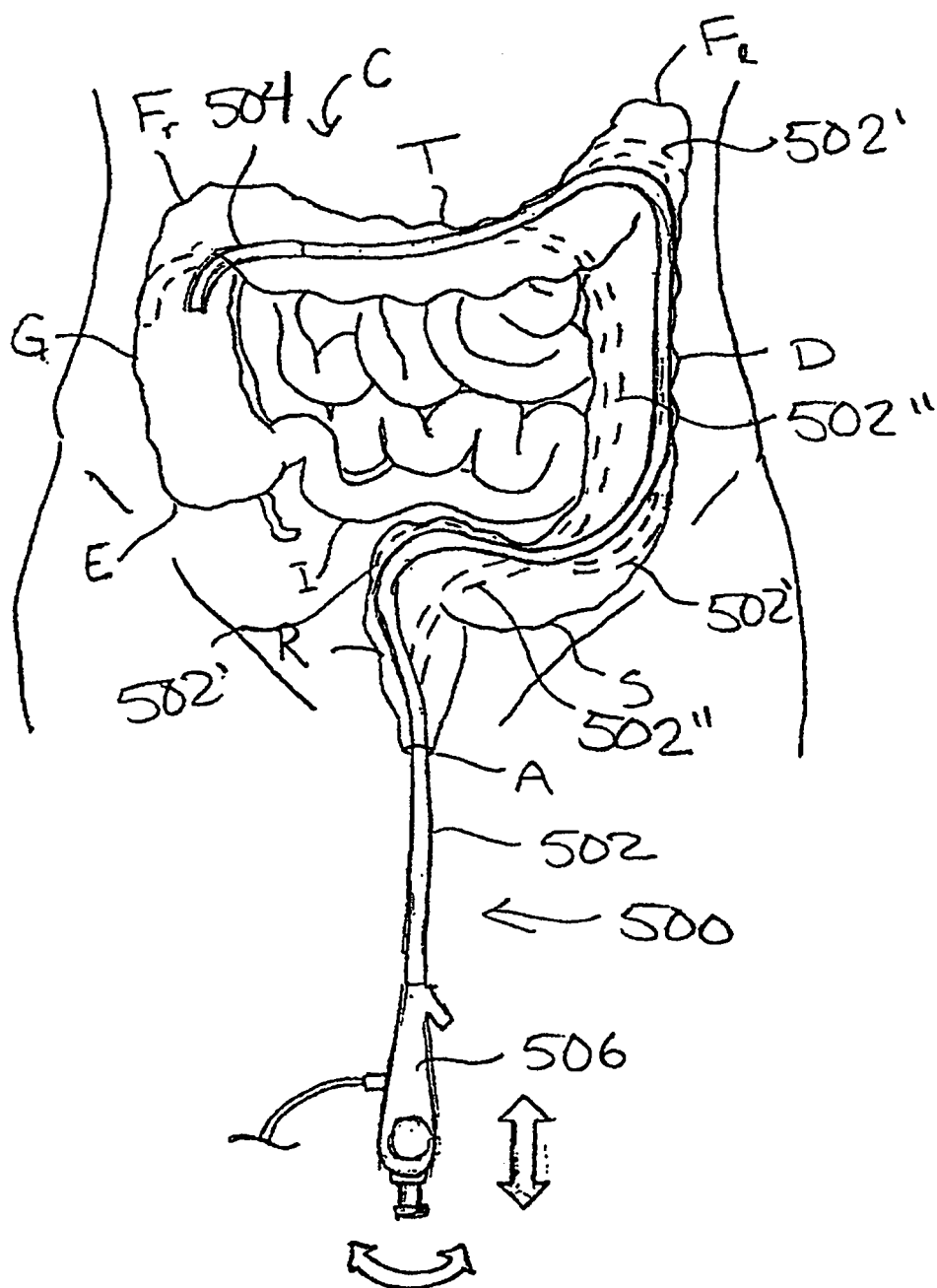


FIG 1

TÉCNICA ANTERIOR

FIG 2

