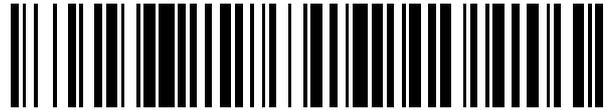


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 153**

51 Int. Cl.:

A61B 34/30 (2006.01)
A61B 90/50 (2006.01)
A61B 17/34 (2006.01)
A61B 17/00 (2006.01)
A61B 17/16 (2006.01)
A61B 17/29 (2006.01)
A61B 18/14 (2006.01)
A61B 90/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2017** **E 17163774 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019** **EP 3225207**

54 Título: **Sistema de robot/instrumento quirúrgico**

30 Prioridad:

31.03.2016 DE 102016105907

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

26.12.2019

73 Titular/es:

**TUEBINGEN SCIENTIFIC MEDICAL GMBH
(100.0%)
Dorfackerstrasse 26
72074 Tuebingen, DE**

72 Inventor/es:

BRAUN, MARCUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 736 153 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de robot/instrumento quirúrgico

5 La presente invención se refiere a un sistema de robot/instrumento quirúrgico, así como a un instrumento quirúrgico adaptado para conectarse a un robot.

Antecedentes de la invención

10 En la cirugía moderna, un número cada vez mayor de intervenciones quirúrgicas se llevan a cabo preferentemente en forma de operaciones mínimamente invasivas por medio de o con la ayuda de robots quirúrgicos que son capaces de mover los instrumentos quirúrgicos a su destino de una manera precisa y con el fin de estar en gran parte exentos de cualquier vibración e iniciar los movimientos correspondientes del instrumento quirúrgico en esa zona. Como la
 15 así decirlo en una zona/porción no estéril y una estéril, que están separadas entre sí por una barrera de esterilidad en forma, por ejemplo, de una lámina de plástico. En tal disposición, la mayor parte del sistema robótico y los actuadores están situados en la zona no estéril, mientras que al menos el instrumento quirúrgico así como su montaje están dispuestos en la zona estéril. Para mover y accionar el instrumento quirúrgico, los trenes de transmisión de potencia, tales como conjuntos de engranajes, cables de tracción/grúas de cadena o toberas de presión normalmente se
 20 extienden desde los actuadores respectivos en la zona no estéril pasando por la barrera hasta el instrumento quirúrgico y/o su montaje en la zona estéril; para este propósito, la barrera está provista de puertos adecuados.

25 En particular, en la cirugía mínimamente invasiva, los actuadores del sistema robótico tienen la tarea de conducir y mover los instrumentos quirúrgicos o también los endoscopios ópticos en todos sus grados de libertad relacionados con el movimiento que se requiera para la operación respectiva. Esto se efectúa hoy en día principalmente a través de un brazo de guiado (por ejemplo, un sistema cinético con órganos paralelos) en cuyo extremo libre está firmemente montado el instrumento quirúrgico pero de modo que puede ser intercambiable. Dicho brazo transfiere todos los movimientos que se requieren para el instrumento sujeto a él a través de una interconexión correspondiente que está
 30 montada o se puede montar en el soporte del instrumento. Esta interconexión debe tener un diseño adecuado, de modo que se garantice la esterilidad del instrumento.

Además, el brazo de guiado mueve el instrumento, por ejemplo en trayectorias circulares alrededor de un punto pivotante que es idealmente congruente con un punto invariable determinado por un trocar en la pared abdominal. De forma general, el movimiento del instrumento en dirección axial paralela al trocar también se efectúa mediante el brazo
 35 de guiado del sistema robótico.

Técnica anterior

40 Se sabe cómo disponer una especie de interconexión mecánica para el acoplamiento mecánico, eléctrico y/o hidráulico-neumático de un soporte de un instrumento quirúrgico en un extremo distal libre de un brazo robótico, estando configurada dicha interconexión de tal manera que se pueda colocar una barrera de esterilidad en forma de lámina entre la interconexión y el soporte del instrumento. Para este fin, la barrera de tipo lámina está equipada con un mecanismo que se forma de tal manera que, al colocar el soporte en la interconexión, los trenes de transmisión de potencia respectivos en la parte del montaje puedan llegar a través de la barrera de tipo lámina para conectarse a los
 45 conectores correspondientes en la parte de la interconexión y, de esta manera, acoplar los trenes de transmisión de potencia internos del sistema robótico a los trenes de transmisión de potencia internos del montaje.

50 Durante el uso de un sistema de robot/instrumento con un diseño de este tipo, cualquier movimiento del sistema robótico, del montaje del instrumento y también del propio instrumento se realiza o se efectúa por medio de los actuadores correspondientes en la parte del sistema robótico cuyas salidas están parcialmente en conexión operativa con los actuadores respectivos en el soporte del instrumento, así como también lo están las funciones de movimiento en el instrumento quirúrgico a través de los trenes de transmisión de potencia respectivos.

55 El concepto descrito anteriormente básicamente permite implementar el instrumento quirúrgico como lo que se denomina instrumento "desechable", es decir, un instrumento para un solo uso. Sin embargo, ha resultado que, se requiere especialmente, que el montaje del instrumento tenga una estructura interna comparativamente complicada, de tal forma que normalmente se realiza como un componente reutilizable cuya limpieza y esterilización es elaborada y, por tanto, costosa.

60 El estado de la técnica se puede encontrar en el documento DE 10 2013 005 982 A1, que desvela un robot médico con un brazo que comprende un sistema cinemático con, por ejemplo, siete articulaciones accionadas para mover un instrumento quirúrgico acoplado al brazo a través de una brida del instrumento y una brida para tubos adicional, en donde ambas bridas se mueven en armonía debido a que es necesaria la complejidad del sistema cinemático.

65 Se puede encontrar un estado de la técnica adicional en el documento EP 1 334 700 A1 que desvela un robot de soporte quirúrgico que tiene un instrumento con un actuador integrado para accionar la punta del instrumento, en

donde el actuador se acopla a otro actuador y sistema de transmisión para el movimiento axial y giratorio del instrumento.

5 El documento DE 10 2012 025 101 A1 muestra un dispositivo de posicionamiento que comprende un brazo robótico que sostiene un trocar en el que se recibe un instrumento quirúrgico, teniendo el trocar brazos robóticos adicionales para girar las secciones del trocar entre sí con el fin de generar un movimiento giratorio del instrumento y comprendiendo también un complejo sistema de tracción por cable para mover el instrumento dentro del trocar en una dirección longitudinal al instrumento.

10 Breve descripción de la invención

En vista de los problemas descritos anteriormente, el objeto de la presente invención es proporcionar un sistema o aparato de robot/instrumento quirúrgico que facilite la provisión de una barrera de esterilidad. Ventajosamente, se supone que el nuevo sistema o aparato de robot/instrumento quirúrgico también mejora la garantía de esterilidad.

15 El objeto anterior se logra mediante un sistema o aparato de robot/instrumento que comprende las características de la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas de la invención son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes.

20 En la siguiente descripción, en particular, se utilizan los siguientes términos que se definen con antelación:

"Accionado activamente" De acuerdo con la invención, esto debe entenderse como un actuador interno que está asociado al elemento/unidad que se acciona en cada caso y preferentemente se instala directamente en/dentro de ella.

"Accionado pasivamente" De acuerdo con la invención, esto debe entenderse como un actuador externo que, de hecho, está asociado al elemento/unidad que se acciona en cada caso, pero preferentemente se instala directamente en/dentro del sistema robótico y está conectado de manera operativa al elemento/unidad que se acciona en cada caso a través de un tren de transmisión de fuerza motriz en el sistema robótico.

"Trocar" De acuerdo con la invención, esto debe entenderse como una cánula de un trocar o también como un árbol de un endoscopio que proporciona un acceso mínimamente invasivo a un paciente para un instrumento quirúrgico, por ejemplo, a través de la pared abdominal de un paciente.

"Punta del instrumento" Esto se refiere a la parte distal de un instrumento quirúrgico, preferiblemente de tipo similar a un árbol, estando dicha parte distal provista y diseñada para manipulaciones quirúrgicas de tejidos tales como agarre, corte, taladrado/fresado o similares.

"Efector" Esto debe entenderse como una pieza de mordaza o pieza de sujeción dispuesta en/sobre la punta del instrumento y destinada, por ejemplo, a un elemento de enganche de tejido, apoyado de forma que pueda girar alrededor de su eje longitudinal con respecto al árbol del instrumento.

"Accionamiento" Esto debe entenderse como ejercer una función efectora como abrir/cerrar una parte de la mordaza, por ejemplo sus ramas mandibulares, o el avance/retroceso de una cuchilla, anillo o electrodo, etc. en la punta del instrumento.

"Interconexión" Esto se refiere al punto de acoplamiento entre el sistema robótico/brazo de sujeción y el instrumento quirúrgico/trocar o su montaje. En este contexto, el punto de acoplamiento está diseñado para una conexión mecánica desmontable y posiblemente neumática/hidráulica y posiblemente eléctrica.

25 La esencia de la presente divulgación consiste fundamentalmente en que los actuadores requeridos para mover/accionar y/o colocar un instrumento quirúrgico, que se pueden acoplar a un sistema robótico de manera intercambiable en los grados de libertad provistos para ello (6 grados de libertad + 1 movimiento de accionamiento interno del instrumento como norma) se dividen en diferentes unidades del sistema o aparato de robot/instrumento, que ya son partes constitutivas de una configuración de operación convencional.

30 Como consecuencia, los actuadores del instrumento quirúrgico o las funciones de los mismos (preferiblemente una rotación del efector, una inclinación de la punta del instrumento que soporta el efector, una rotación del eje, un accionamiento de la parte de la mordaza/efector) - que corresponde preferentemente a 3 grados de libertad + 1 accionamiento - se proporcionan en/dentro del propio instrumento intercambiable, de modo que es un instrumento quirúrgico "de accionamiento activo", por así decirlo.

35 El trocar realiza preferiblemente un grado de libertad adicional, que además se prefiere en forma de un "trocar de accionamiento activo" que comprende un accionamiento interno del trocar (1 grado de libertad). A modo de alternativa, el trocar también puede representar un tipo de unidad de instrumento pasiva que se monta en el sistema robótico de manera intercambiable a través de una interconexión adecuada y cuyo accionamiento está dispuesto en la parte del sistema robótico y está acoplado al trocar/su montaje a través de un tren de transmisión de fuerza.

40

Un trocar es un dispositivo auxiliar que se utiliza en cirugías mínimamente invasivas para proporcionar un acceso a través de la pared abdominal de un paciente, así como para aislar de forma hermética la zona de la operación del entorno de operación. El diseño en forma de cánula proporciona el acceso para los instrumentos quirúrgicos con forma de varilla que se insertan en el cuerpo de esta manera.

5 En el contexto de esta invención de un sistema general para cirugía robótica, un trocar de este tipo que tiene los atributos conocidos se amplía de manera que cumple la tarea de un actuador (traslación del árbol del instrumento paralelo al eje del trocar) además de sus tareas existentes de proporcionar un acceso a un paciente con una anchura de acceso predefinida.

10 Preferentemente, el tren de engranajes/el actuador para mover el instrumento/árbol del instrumento, debe disponerse en el trocar y proporcionarse en una condición estéril; más preferentemente, no es el motor en sí el que proporciona la energía para el movimiento. Se prefiere que el actuador o el motor para la función adicional del trocar mencionada se encuentre en el brazo de sujeción/voladizo del sistema robótico.

15 Los 2 grados de libertad adicionales restantes se refieren al giro del instrumento quirúrgico/trocar por el "brazo de sujeción accionado activamente" del sistema robótico, preferentemente alrededor de un punto invariable (es decir, el movimiento de traslación de la interconexión en las direcciones X e Y de un plano preferentemente horizontal), dicho punto está determinado por el trocar o el instrumento quirúrgico en la pared abdominal de un paciente.

20 Para ser más precisos, el brazo de sujeción "activo"/ voladizo realiza exclusivamente el movimiento (pivotante) del instrumento quirúrgico/trocar, mediante el movimiento correspondiente del brazo de sujeción/voladizo, desplazándose a lo largo de un segmento circular por así decirlo, mientras que con soluciones robóticas anteriores de este tipo, todo el movimiento del instrumento se efectuaba mediante un sistema cinemático robótico sujeto al instrumento quirúrgico a través de un adaptador.

25 De acuerdo con la invención, esto se logra al menos parcialmente cuando el brazo de sujeción se extiende en un plano fundamentalmente horizontal o se inclina con respecto al mismo y siendo la interconexión (dispositivo de agarre o sujeción) extensible y retráctil de una manera telescópica con respecto al brazo de sujeción, o siendo el brazo de sujeción extensible y retráctil en la dirección longitudinal del brazo de sujeción de una manera telescópica, para mover el árbol del instrumento de forma transversal a la dirección del árbol.

30 La interconexión está provista de un conjunto de trocares en el sistema robótico/brazo de sujeción, y está diseñada no para sujetar y guiar el propio instrumento quirúrgico, sino para sujetar y guiar el trocar (por ejemplo, un trocar de accionamiento activo o uno cuyo actuador esté dispuesto en la parte del sistema robótico por ejemplo, en el brazo de sujeción del sistema robótico) en el que se inserta y se retiene el instrumento quirúrgico.

35 En este caso, el brazo de sujeción desempeña exclusivamente el movimiento pivotante del trocar alrededor del punto de apoyo natural, preferentemente la pared abdominal. En consecuencia, también se utiliza el punto invariable natural, que resulta de la colocación del trocar en la pared abdominal.

40 El instrumento activo se coloca por tanto libremente en el trocar (activo), por así decirlo, el cual por su parte mueve el instrumento hacia adelante y hacia atrás en relación con el árbol del instrumento. Esto es posible preferentemente si los actuadores implementados en el instrumento activo tienen una construcción compacta y un peso bajo, de manera que las fuerzas de reacción que actúan sobre la pared abdominal se pueden despreciar en la zona del sitio de apoyo.

45 Como alternativa o además, el brazo de sujeción puede configurarse de tal manera que un brazo adicional soporte el trocar en las proximidades del punto de entrada, por ejemplo, mediante un soporte de membrana, cuasi simulando de este modo el apoyo hasta ahora determinado por la pared abdominal para la definición del punto invariable. Sin embargo, como alternativa adicional, también es posible mover el trocar/el instrumento quirúrgico de forma robótica no solo en una trayectoria circular (y para realizar el movimiento pivotante en la pared abdominal/el soporte de membrana), sino para girar el agarre de manera simultánea al movimiento del brazo de sujeción para producir activamente el movimiento pivotante del trocar/instrumento quirúrgico (sin la pared abdominal/membrana a modo de pilar).

50 En el estado de la técnica, la estructura de un instrumento quirúrgico comúnmente conocido para una cirugía asistida por robot se caracteriza porque el actuador de dicho instrumento tiene que atravesar la barrera estéril mencionada inicialmente (instrumento pasivo), donde existen varias soluciones. A modo de ejemplo, se sabe que transmite movimientos de rotación al instrumento quirúrgico a través de una placa adaptadora, siendo dicha placa como un transmisor que se sujeta a una lámina protectora estéril y, por lo tanto, separa el brazo robótico no estéril del instrumento estéril. Esto es necesario ya que el instrumento podría tener que cambiarse durante la operación.

55 Otros sistemas hacen uso del llamado sistema de puerto (como ya se mencionó al principio) para proporcionar una conexión a los actuadores del instrumento, o la elasticidad de una membrana situada entre los actuadores o incluso se hace uso de manera conocida de una simple lámina estéril.

La presente invención, sin embargo, contempla prescindir esencialmente de una conexión motorizada o basada en la transmisión al brazo robótico con el fin de accionar el instrumento quirúrgico (intercambiable), porque los motores (actuadores) necesarios para accionar el instrumento quirúrgico ya están integrados o instalados en el instrumento realizado como un producto desechable. Esto ofrece básicamente la posibilidad de prescindir de un puerto estéril para los actuadores, ya que el instrumento quirúrgico (intercambiable) tomado por sí mismo ya está esterilizado antes del uso, permaneciendo este estado sin cambios incluso si se cambia un instrumento correspondiente.

Los actuadores se controlan preferentemente de forma neumática o hidráulica. Estos son, por ejemplo, los actuadores para aquellos movimientos que pueden estar directamente asociados al instrumento, preferentemente

- a) un accionamiento del efector (por ejemplo, abriendo/cerrando una parte de la mordaza del efector),
- b) una inclinación/una flexión del efector, por ejemplo, en la zona de su junta de conexión al árbol del instrumento,
- c) una rotación de la punta del instrumento o del efector apoyado en ella (alrededor del eje longitudinal del árbol del instrumento) y/o
- d) una rotación del propio árbol del instrumento.

Por consiguiente, todos los movimientos mencionados anteriormente son preferentemente dos transferencias de movimiento de traslación y dos transferencias de movimiento rotatorio.

El sistema neumático/hidráulico permite conseguir fuerzas elevadas en espacios de instalación pequeños junto con un bajo peso. El bajo peso aumenta la seguridad debido a una carga móvil más pequeña, espacios de trabajo más pequeños del sistema de sujeción cinemático y, por lo tanto, sigue la filosofía "seguridad basada en el diseño". El riesgo de lesión de un usuario/paciente debido a una colisión entre los brazos que se mueven y el personal, como se conoce de la robótica médica o también de la robótica industrial, es significativamente menor debido a la invención que se reivindica. Es más, los actuadores neumáticos o hidráulicos tienen una estructura simple y, por lo tanto, pueden derivar, si corresponde, en un producto destinado a un único uso. Sin embargo, a modo de alternativa, también es posible proporcionar actuadores eléctricos tales como motores eléctricos o elementos piezoeléctricos. Sería ventajoso colocar los actuadores (directamente) asociados al instrumento quirúrgico en el lado estéril de manera que no impidan la manipulación sobre/en el paciente sobre/en el instrumento quirúrgico. Para este fin, se ha previsto la disposición de los actuadores en un extremo proximal del instrumento quirúrgico, preferentemente con respecto a un punto de articulación para el soporte del instrumento. En este caso, en comparación con un instrumento convencional, accionado pasivamente, el instrumento accionado activamente permanece esencialmente inalterado en su zona distal, preferentemente en la porción del instrumento entre el punto de articulación para el soporte del instrumento y el extremo distal del instrumento. Por lo tanto, la manipulación del instrumento accionado activamente no se ve afectada en comparación con un instrumento accionado pasivamente y la visión en el lugar de la cirugía o intervención del instrumento accionado activamente en el cuerpo del paciente permanece sin obstrucciones.

Otras configuraciones ventajosas adicionales de la invención son, entre otras cosas, la materia objeto de las reivindicaciones dependientes.

Descripción de las figuras

La invención se explicará con más detalle a continuación sobre las bases de una realización ejemplar preferente con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra la parte distal de un instrumento quirúrgico realizado con un diseño mínimamente invasivo, tal como se utiliza, entre otras cosas, en un sistema de robot/instrumento quirúrgico, para explicar los grados de libertad requeridos,

La figura 2 muestra el diseño básico de un robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con una realización ejemplar preferente de la presente invención,

La figura 3 muestra una posible configuración quirúrgica, y

La figura 4 muestra la estructura exterior del instrumento quirúrgico de acuerdo con la figura 1.

El instrumento quirúrgico mostrado en la figura 1, que tiene un diseño mínimamente invasivo y está formado/adaptado para ser utilizado en un sistema de robot/instrumento de acuerdo con la realización ejemplar preferente de la presente invención, en este caso ejemplar se realiza como un instrumento con las características de las pinzas de agarre. Sin embargo, también puede diseñarse como un instrumento AF monopolar o bipolar, un instrumento de corte mecánico (cuchilla, fresa, taladro, etc.), un instrumento de bucle o como un instrumento quirúrgico de tipo similar.

En el presente ejemplo, el instrumento quirúrgico que tiene un diseño mínimamente invasivo comprende un árbol del instrumento 10 (flexible o rígido) en cuyo extremo distal esta articulada una punta del instrumento 12 de tal manera que la punta del instrumento 12 puede doblarse como una bisagra con respecto al eje de transmisión 10. A continuación, esta función de flexión forma, según la figura 1, el quinto grado de libertad del instrumento quirúrgico.

Por otra parte, el árbol del instrumento 10 se sostiene o se apoya de tal manera que puede girar alrededor de su eje longitudinal (en lo posterior, esto corresponde al primer grado de libertad del instrumento quirúrgico) y puede moverse (desplazarse) de forma traslacional a lo largo de su eje de transmisión, que en lo posterior corresponde al 2º grado de libertad del instrumento quirúrgico.

5 Como se muestra en la figura 4, el movimiento de rotación del árbol del instrumento 10 se puede lograr, por ejemplo, porque el árbol del instrumento tiene un diseño de dos partes, que comprende una parte distal del eje (separada) que se apoya de manera rotatoria en/sobre/alrededor de una porción del eje proximal, de modo que la parte distal del eje se puede rotar con respecto a la parte del eje proximal alrededor del eje longitudinal del árbol del instrumento (completo).

Asimismo, se puede proveer que la parte del eje distal, además de o como alternativa al soporte rotatorio descrito anteriormente, esté apoyada en/alrededor/sobre la parte proximal del eje aún con el fin de poder moverse en la dirección longitudinal (de manera telescópica).

15 Además, el árbol del instrumento 10 se puede inclinar/tumbar en un plano X así como en un plano Y (perpendicular al plano X), en lo posterior correspondiente al 3º y 4º grado de libertad del instrumento quirúrgico. Finalmente, la punta del instrumento 12 forma o comprende un efector del instrumento quirúrgico, que en el presente caso consiste en una mordaza que comprende preferentemente dos ramas 16, 18 de las cuales al menos una rama 16 está soportada de manera pivotante en el efector para agrandar o reducir un agarre/ranura de sujeción entre las ramas. Este movimiento pivotante de al menos una rama 16 representa en lo posterior el 6º grado de libertad del instrumento quirúrgico.

20 En este caso, se hace referencia al hecho de que, en el caso de un instrumento quirúrgico realizado con algún otro diseño, como por ejemplo una cuchilla de corte mecánico, el 6º grado de libertad estaría relacionado con extender o retraer la cuchilla desde o dentro de la punta del instrumento, o en el caso de una broca/fresadora, se relacionaría con la rotación del cabezal de fresado/taladrado, etc. También sería concebible mover un electrodo AF o una herramienta similar con respecto al efector.

25 Los grados de libertad 5º y 6º o las posibilidades de movimiento definidas de esta manera se logran en la presente realización ejemplar, preferentemente por maneras y medios mecánicos, de hecho preferentemente por medio de trenes de transmisión de potencia independientes (no mostrados con más detalle) que pueden disponerse como trenes internos del instrumento dentro del árbol del instrumento 10.

30 Como se ilustra en la figura 4, el instrumento quirúrgico comprende una o más unidades de accionamiento 20 (por ejemplo, motores eléctricos, hidráulicos y/o neumáticos) que están conectadas al árbol del instrumento 10 en el extremo proximal (porción final) del mismo y al cual se acoplan o pueden acoplarse los trenes de transmisión de potencia internos para la puesta en marcha del 5º y 6º grado de libertad y, opcionalmente, el 1º y 2º grado de libertad del instrumento. La(s) unidad(es) de accionamiento interna(s) del instrumento está/están dispuestas cada una en una carcasa o en una carcasa compartida 22 y pueden estar encapsuladas. La(s) carcasa(s) 22 está/están conectadas al árbol del instrumento 10 (porción proximal del eje) de manera fija o desmontable. En el primer caso, la(s) unidad(es) de accionamiento junto con el árbol del instrumento 10, así como la punta/efector del instrumento 12 articulada en la misma se configuran como un instrumento desechable, mientras que en el segundo caso solo se elimina el árbol del instrumento 10 completo con la punta del instrumento 12 después de completar la cirugía, la(s) unidad(es) de accionamiento se desacoplan y luego se reutilizan después del proceso de limpieza/esterilización correspondiente.

35 La figura 2 muestra la estructura básica de un sistema o aparato de robot/instrumento quirúrgico. Por consiguiente, el sistema robótico o estructura robótica comprende un brazo/voladizo de sujeción 24 que está montado o soportado en un soporte 26 indicado en la figura 3, preferentemente con el fin de que sea ajustable/móvil verticalmente. En esta disposición, el brazo de sujeción 24 se extiende en un plano esencialmente horizontal, pero también puede estar alineado de manera que esté inclinado en relación al mismo. El brazo de sujeción 24 puede moverse tanto a lo largo del soporte 26 como extenderse adicionalmente (de manera telescópica) con respecto al eje del soporte (de manera angular en relación al soporte), preferentemente en la dirección longitudinal del brazo. Además, existe la opción de girar o rotar el brazo de sujeción 26 alrededor del eje del soporte.

40 En este caso, se hace referencia al hecho de que el soporte 26 puede estar montado de manera inamovible o, a su vez, puede estar dispuesto en el extremo distal de un mecanismo de movimiento previo (y, por lo tanto, de forma móvil). En este último caso, el soporte 26 puede ser simplemente un pasador giratorio donde se soporta/sostiene el brazo de sujeción 24 de manera pivotante o inamovible.

45 También se puede proporcionar para soportar el brazo de sujeción en el soporte solo con el fin de poder pivotar, pero no para poder extenderse de manera telescópica, con la opción de que el brazo de sujeción también se pueda extender de manera telescópica.

50 De acuerdo con la presente realización ejemplar preferente, el brazo de sujeción 24 tiene su porción de extremo distal provista de una pinza o pieza de acoplamiento 28 que está conectada al brazo de sujeción 24, preferentemente por medio de una junta o bisagra 30. Se prefiere que la pinza 28 pueda intercambiarse dependiendo del instrumento

quirúrgico que se use en cada caso o que esté diseñada como una pinza universal (y por lo tanto de una manera no intercambiable) que esté adaptada para acoplarse a un instrumento quirúrgico seleccionado libremente.

5 La estructura robótica está diseñada de tal manera que es capaz de mover la pinza 28 dispuesta en el extremo distal del brazo de sujeción 24 de acuerdo con los grados de libertad 3° y 4° anteriormente mencionados.

10 Dicho de otro modo, en el caso de la aplicación del sistema de robot/instrumento quirúrgico se entiende que el instrumento quirúrgico se inserta directamente o, de acuerdo con la invención, a través de un trocar 32 en una cavidad del paciente, por ejemplo, a través de la pared abdominal. En este caso, el tejido del paciente (por ejemplo, la pared abdominal) que representa el sitio de penetración sirve como soporte contra cualquier movimiento en el plano del tejido. Si la pinza 24 se mueve en una dirección X e Y transversal al eje, el árbol del instrumento 10 y/o el trocar 32 realizan un movimiento pivotante correspondiente alrededor del sitio de penetración como un punto de pivote imaginario. De esta manera, el eje/trocar del instrumento puede describir una especie de embudo en el transcurso de su movimiento de giro, con el sitio de penetración a modo de punta del embudo, como se indica en la figura 2.

15 Como alternativa o además de esto, la pared abdominal también puede complementarse o reemplazarse por una membrana elástica que defina el punto de pivote imaginario. Finalmente, también es posible dar una rotación correspondiente a la pinza mediante una unidad motorizada con el fin de producir un movimiento pivotante del instrumento/trocar en forma de embudo, en superposición con el movimiento circular del brazo de sujeción; en este caso, la pared abdominal y/o la membrana que sirve como pilar ya no se necesitarían más.

20 En este sentido, la(s) unidad(es) de accionamiento 20 está/están ubicadas con respecto a la pinza 24 en un extremo del instrumento quirúrgico alejado del lugar de penetración, de modo que la vista sobre el sitio de penetración permanezca sin obstrucciones y esté ligeramente limitada preferentemente por tan solo la pinza de filigrana 24 (que está construida como un armazón).

25 En las realizaciones de acuerdo con la invención, no es el propio instrumento quirúrgico el que está montado en la pinza 24, sino que el trocar 32 está montado de manera intercambiable.

30 Un trocar es una ayuda para la introducción quirúrgica que comprende al menos un eje tubular que tiene un borde frontal distal realizado preferentemente como una cuchilla y un embudo de inserción en el extremo proximal del eje tubular para la inserción de un instrumento quirúrgico que tiene la estructura mencionada anteriormente.

35 Como regla general, el trocar se realiza para tener una superficie lisa en la cara interna del eje, preferentemente con un borde de sellado para evitar cualquier flujo de sangre descontrolado o para evitar una fuga de aire en el caso de presurizar la cavidad del paciente con aire para desplegarlo.

40 En la presente realización ejemplar, sin embargo, el trocar 32 está provisto (opcionalmente) de una unidad interna/unidad de accionamiento (no mostrada con más detalle) por medio de la cual el instrumento quirúrgico que se inserta puede (opcionalmente) desplazarse en su eje longitudinal y, si es aplicable, también se puede (opcionalmente) rotar alrededor de su eje longitudinal. A modo de ejemplo, el actuador interno del trocar puede consistir en varias ruedas de fricción que actúen sobre el árbol del instrumento.

45 Además, el actuador interno del trocar también puede diseñarse de modo que actúe en una sola dirección, por ejemplo en una dirección hacia el paciente para hacer avanzar el instrumento quirúrgico hacia el cuerpo del paciente, mientras que un movimiento del instrumento quirúrgico en la dirección opuesta (fuera del cuerpo del paciente) se puede lograr, por ejemplo, mediante un resorte de compresión helicoidal que se apoye en el trocar 32, así como en la unidad de accionamiento 20 del instrumento quirúrgico, como también se muestra en la figura 2.

50 De acuerdo con la invención el principio de funcionamiento del sistema de robot/instrumento quirúrgico se puede explicar preferentemente basándose en la figura 3: en este caso, se ilustra de manera simbólica a un paciente, que es penetrado en al menos dos puntos separados entre sí por un trocar en cada caso. Los dos trocares se sostienen en un brazo de sujeción 24 (o pinza) en el sentido mencionado anteriormente, de hecho, de este modo los dos trocares pueden realizar un movimiento pivotante (en forma de embudo) alrededor del sitio de penetración respectivo, como se ha descrito anteriormente. Además, se inserta una cámara en el cuerpo del paciente en un tercer sitio de penetración.

60 Como se puede ver en este caso, el movimiento pivotante de cada uno de los trocares se alcanza en cuanto la pinza 28 se gira hacia atrás y hacia adelante alrededor de su unión con el brazo de sujeción 24 en un primer plano (por ejemplo, el plano X según la figura 1), mientras que al mismo tiempo el propio brazo de sujeción 24 se extiende o acorta de manera telescópica o, de forma alternativa, se retrae y se extiende la pinza en el brazo de sujeción 24 de manera telescópica para girar los trocares en un segundo plano (por ejemplo, en el plano Y según la figura 1). Además, la forma exterior del brazo de sujeción 24 es claramente visible en la figura 3, formando este último preferentemente una cubierta para recibir uno o más accionamientos diseñados para accionar la pinza 28 de acuerdo con la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de robot/instrumento quirúrgico que comprende un trocar (32) que está diseñado para recibir un instrumento quirúrgico y un brazo de sujeción (24) cuya porción del extremo distal tiene un dispositivo de agarre o sujeción (28) dispuesto en el mismo, estando diseñado este último para sujetar exclusivamente el trocar (32) de una manera intercambiable, y el instrumento quirúrgico preferentemente con un diseño mínimamente invasivo y que comprende un árbol del instrumento (10) cuya porción del extremo distal sostiene una punta del instrumento (12) a través de una junta, soportando o formando dicha punta del instrumento un efector del instrumento quirúrgico, en donde el sistema de robot/instrumento quirúrgico comprende un número de actuadores o unidades de accionamiento mediante los cuales se pueden efectuar al menos las siguientes funciones:

- un accionamiento del efector,
- una inclinación o flexión del efector,
- una rotación del efector alrededor de su eje longitudinal y/o una rotación del árbol del instrumento (10),
- un movimiento del árbol del instrumento (10) en la dirección de su árbol, así como
- mover el árbol del instrumento (10) transversal a la dirección del árbol, en donde

los actuadores para realizar al menos las funciones internas del instrumento, se proporcionan como actuadores internos del instrumento en/dentro del instrumento quirúrgico, mientras que los actuadores para efectuar las funciones externas del instrumento - mover el árbol del instrumento (10) de manera transversal a la dirección del eje se suministran como actuadores externos del instrumento en/dentro del brazo de sujeción (24); en donde el brazo de sujeción (24) se extiende en un plano esencialmente horizontal o está inclinado con respecto al mismo y se caracteriza por que el dispositivo de agarre o sujeción (28) se puede extender y retraer en relación al brazo de sujeción (24) de manera telescópica o el brazo de sujeción (24) se puede extender y retraer en la dirección longitudinal del brazo de sujeción (24) de manera telescópica, para mover el árbol del instrumento (10) de manera transversal a la dirección del árbol.

2. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el trocar está diseñado para recibir el instrumento quirúrgico de manera que pueda girar alrededor de su árbol del instrumento y/o para que pueda moverse a lo largo de su árbol del instrumento.

3. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el trocar está provisto de actuadores internos del trocar que están diseñados para efectuar los movimientos del instrumento quirúrgico dentro del trocar.

4. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que los actuadores internos del trocar comprenden una serie de ruedas de fricción que actúan sobre el árbol del instrumento.

5. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 4, en donde las ruedas de fricción actúan sobre el árbol del instrumento en una sola dirección y el movimiento en la dirección opuesta se logra mediante un resorte de compresión helicoidal.

6. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de agarre o sujeción está montado en el brazo de sujeción de tal manera que puede doblarse con respecto al brazo de sujeción.

7. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el brazo de sujeción (24) se puede montar en un soporte (26) y puede girar o rotar alrededor de un eje de soporte del soporte (26) para mover el árbol del instrumento (10) transversal a la dirección del árbol.

8. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que los actuadores externos del instrumento efectúan el movimiento de flexión y el movimiento telescópico.

9. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los actuadores internos del instrumento están conectados al árbol del instrumento de una manera fija o desmontable y efectúan las funciones internas del instrumento a través de trenes de transmisión de potencia dispuestos dentro del árbol del instrumento.

10. El sistema de robot/instrumento quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las funciones internas del instrumento comprenden

- un accionamiento del efector,
- una inclinación o flexión del efector en su unión con el árbol del instrumento (10) y
- una rotación del efector alrededor de su eje longitudinal

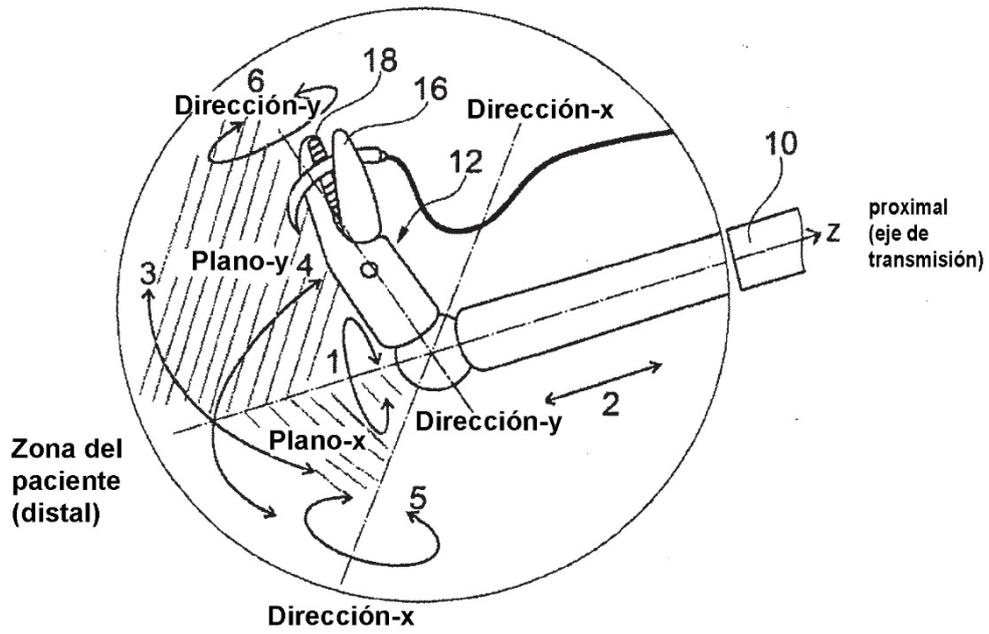


Fig. 1

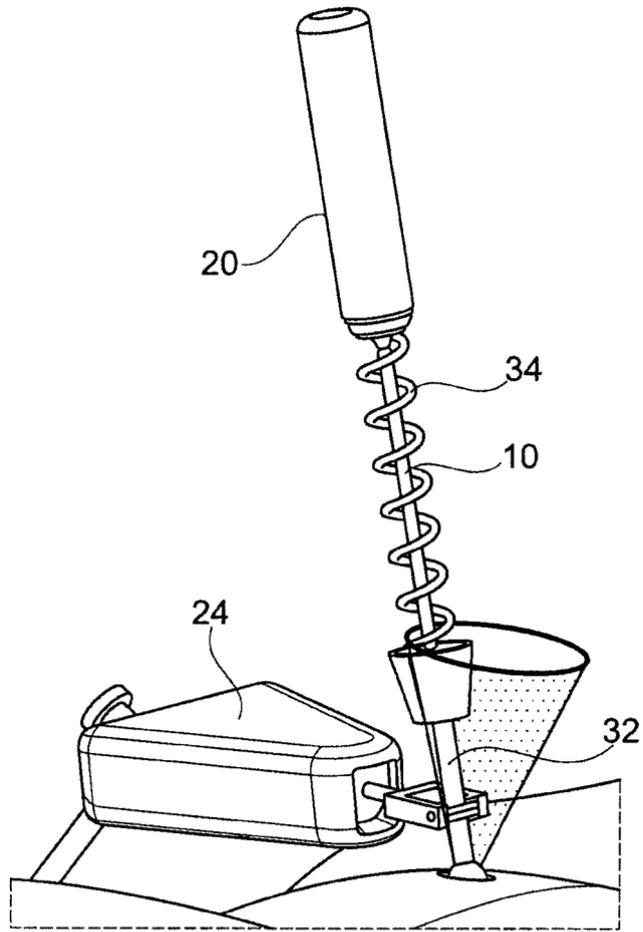


Fig. 2

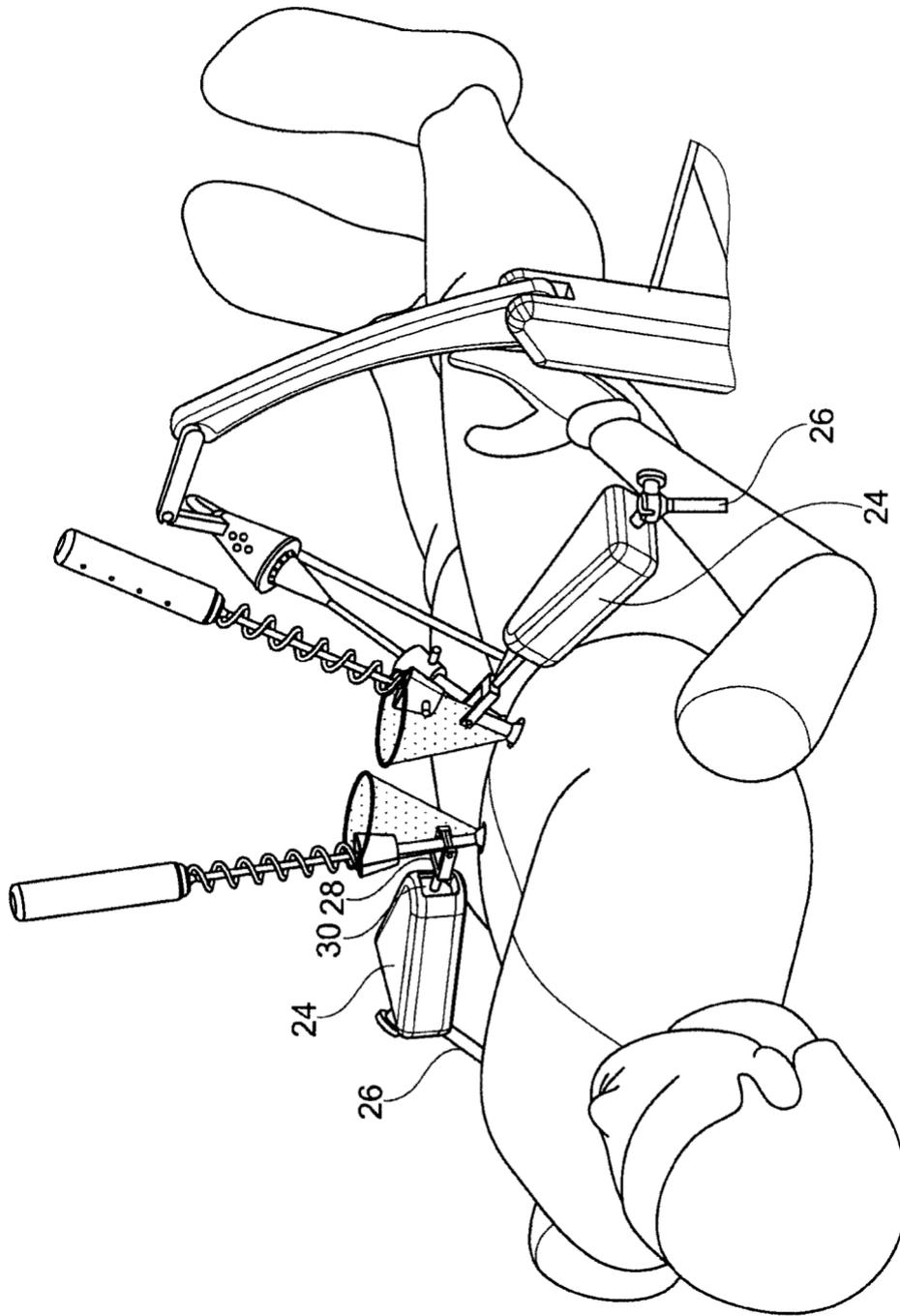


Fig. 3

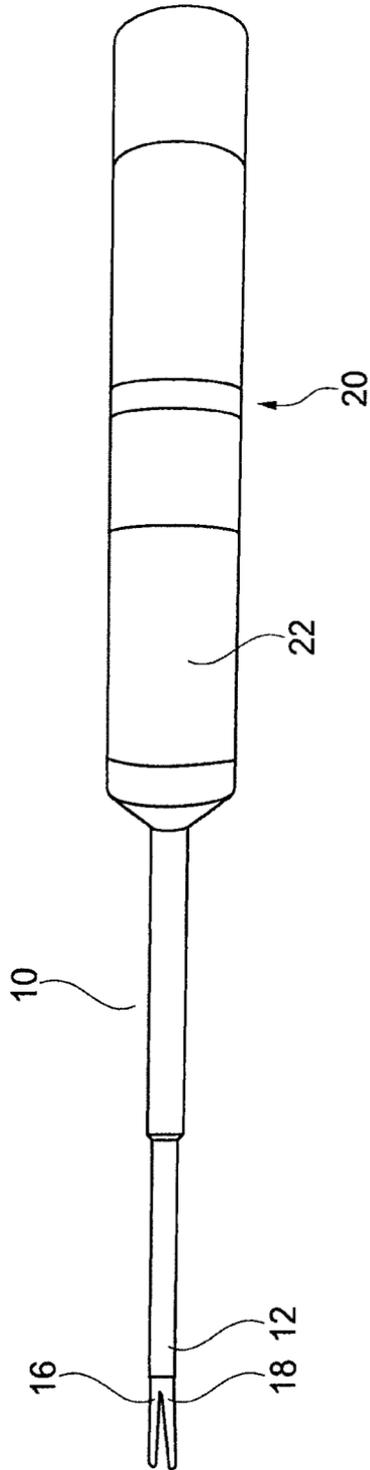


Fig. 4