

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 151**

51 Int. Cl.:

A61B 34/00 (2006.01)

A61B 90/50 (2006.01)

A61B 17/30 (2006.01)

A61B 46/10 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.02.2018** **PCT/EP2018/053800**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2018** **WO18149924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2018** **E 18704039 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 3582706**

54 Título: **Interfaz de manipulador robótico para herramientas quirúrgicas articuladas**

30 Prioridad:

16.02.2017 EP 17156469

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

23.04.2021

73 Titular/es:

MICROSURE B.V. (100.0%)

Science Park 5080

5692 EA Son, NL

72 Inventor/es:

CAU, RAIMONDO

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 821 151 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

Interfaz de manipulador robótico para herramientas quirúrgicas articuladas

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a una interfaz de manipulador robótico para acoplar una herramienta quirúrgica articulada a un manipulador de un robot quirúrgico. La invención se refiere, en particular, al acoplamiento de herramientas quirúrgicas articuladas ordinarias utilizadas comúnmente por cirujanos, tales como fórceps, tijeras u otras herramientas quirúrgicas articuladas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Hoy en día muchas cirugías se realizan mediante robots quirúrgicos. Estos robots quirúrgicos pueden comprender los denominados manipuladores que generalmente presentan un efector final que maneja una herramienta quirúrgica que actúa sobre el paciente. Dado que los manipuladores robóticos quirúrgicos son difíciles, si no imposibles, de esterilizar en conjunto, el manipulador va contenido típicamente en el interior de un paño estéril, mientras que el instrumento quirúrgico, que puede esterilizarse, lo sujeta el manipulador a través del paño estéril.

Por ejemplo, EP1931275 describe un sistema quirúrgico robótico que incluye un brazo manipulador, unas pinzas para accesorios quirúrgicos para acoplar un accesorio quirúrgico a una parte del extremo distal del brazo manipulador, y un paño estéril que cubre las pinzas para accesorios y el brazo manipulador para proteger las pinzas para accesorios y el brazo manipulador del ámbito estéril. Se describe un ejemplo específico con referencia a las figuras 9 y 10. Aquí, se muestra un manipulador quirúrgico robótico que comprende unas pinzas para accesorios quirúrgicos que sujeta un accesorio quirúrgico, con el paño estéril dispuesto entre las pinzas para accesorios quirúrgicos y el accesorio quirúrgico.

Esta solución funciona bien para herramientas quirúrgicas rígidas tales como cánulas o bisturís, o para herramientas quirúrgicas robóticas diseñadas para ser intrínsecamente compatibles con el manipulador quirúrgico robótico, pero no puede utilizarse para herramientas quirúrgicas manuales articuladas normales tales como fórceps.

US 20040135388 describe un mango para pinzas que incluye una carcasa para montar en un brazo de robot que encierra un dispositivo de fijación e indexación de las pinzas y un dispositivo para accionar los brazos de las pinzas que comprende un elemento motor que acciona unos empujadores que actúan sobre los brazos de dichas pinzas.

EP3097863 describe un instrumento flexible controlado a distancia que tiene un componente desechable. El componente desechable puede acoplarse y desacoplarse de una base reutilizable no desechable. Los componentes pueden bloquearse en la base enganchando o enclavando partes coincidentes.

DE 10 2013 002813 A1 describe un acoplamiento a través de un paño estéril para un dispositivo robótico mediante un soporte articulado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención está definida por la reivindicación independiente adjunta. Las realizaciones preferidas de la invención se ilustran en las reivindicaciones dependientes.

Uno de los objetivos de la invención es una interfaz de manipulador robótico para acoplar una herramienta quirúrgica articulada a un manipulador de un robot quirúrgico en la que el manipulador puede cubrirse con un paño estéril mientras la herramienta quirúrgica articulada todavía puede manipularse.

Un primer aspecto presenta una interfaz de manipulador robótico para acoplar una herramienta quirúrgica articulada a un manipulador de un robot quirúrgico, comprendiendo la interfaz un primer elemento de interfaz para acoplarse al manipulador, y un segundo elemento de interfaz para acoplarse al primer elemento de interfaz, estando dispuesto el segundo elemento de interfaz para montar la herramienta quirúrgica articulada, en el que el primer elemento de interfaz comprende un mecanismo de pinzamiento para apretar la herramienta quirúrgica articulada cuando el segundo elemento de interfaz está acoplado al primer elemento de interfaz.

De acuerdo con las medidas anteriores, el manipulador robótico, por lo menos en uso, está cubierto por un paño estéril para separar el manipulador del entorno estéril en el que tiene lugar la cirugía. La herramienta quirúrgica articulada no está cubierta por el paño, pero aún puede activarse mediante el mecanismo de pinzamiento que está dispuesto en el primer elemento de interfaz que, por lo menos en uso, está completamente cubierto por el paño.

A diferencia de la técnica anterior, la herramienta quirúrgica no está sujeta por un (primer) elemento de interfaz desde el interior del paño estéril, sino por un (segundo) elemento de interfaz que se encuentra situado fuera del paño estéril. Se ha descubierto que sujetar una herramienta quirúrgica articulada desde el interior del paño estéril aumenta la posibilidad de romper o de otro modo dañar el paño estéril. Es decir, en este caso, no sólo se aplica la fuerza de "pinzamiento" a la herramienta quirúrgica articulada a través del paño estéril, sino también cualquier fuerza implicada en la sujeción de la herramienta quirúrgica articulada. Al sujetar la herramienta quirúrgica articulada desde el exterior del paño estéril con un elemento de interfaz adicional, esta última fuerza ya no se aplica a través del paño estéril sino más bien completamente fuera del paño estéril. En consecuencia, se reduce la posibilidad de romper o de otro modo dañar el paño estéril.

Opcionalmente, la interfaz de manipulador robótico comprende, además, medios de acoplamiento para acoplar el segundo elemento de interfaz al primer elemento de interfaz. Los medios de acoplamiento pueden comprender uno o más elementos magnéticos dispuestos en por lo menos uno del primer elemento de interfaz y el segundo elemento de interfaz. De esta manera, puede colocarse fácilmente un paño estéril entre ellos, mientras que tiene un acoplamiento entre los dos elementos. No se necesitan más disposiciones mecánicas o de otro tipo.

Opcionalmente, los medios de acoplamiento comprenden un dispositivo de sujeción para sujetar el segundo elemento de interfaz sobre el primer elemento. El paño puede colocarse alrededor del primer elemento y puede acoplarse después el segundo elemento al primer elemento mediante un dispositivo de sujeción, tal como una banda elástica, una cinta, una cuerda, una brida de plástico, un anillo o una pluralidad de uno de los anteriores.

Opcionalmente, el mecanismo de pinzamiento comprende dos protuberancias móviles que sobresalen de una superficie del primer elemento de interfaz, comprendiendo el primer elemento de interfaz un mecanismo de accionamiento incorporado para mover las protuberancias entre sí para empujar dos brazos de la herramienta quirúrgica articulada uno hacia el otro.

Opcionalmente, cada una de las protuberancias comprende una parte superior redondeada. De este modo se minimiza el riesgo de daños en el paño.

Opcionalmente, la superficie del primer elemento de interfaz es sustancialmente plana. Una superficie de este tipo aumentará la superficie de contacto entre el primer y el segundo elemento de interfaz, mientras que, al mismo tiempo, se evitan daños en el paño. Por ejemplo, la superficie puede comprender por lo menos un 80%, un 90% o un 95% de superficie plana.

Opcionalmente, el primer elemento de interfaz comprende una parte en forma de disco y una o múltiples partes alargadas que se extienden desde una superficie delantera de la parte en forma de disco, en el que la parte alargada comprende una superficie plana que se encuentra en un plano paralelo a un eje principal de la parte en forma de disco. Dicha configuración permite el montaje de herramientas quirúrgicas en el segundo elemento de interfaz, a la vez que permite un posicionamiento preciso respecto a un eje de rotación del primer elemento de interfaz.

Opcionalmente, el primer elemento de interfaz puede girar alrededor del eje principal de la pieza en forma de disco cuando se acopla al manipulador.

Opcionalmente, el segundo elemento de interfaz comprende un cuerpo sustancialmente semicilíndrico. Esto permitirá un acoplamiento sencillo mediante, por ejemplo, un anillo al primer elemento de interfaz.

Opcionalmente, el cuerpo sustancialmente semicilíndrico tiene una sección central con una sección transversal que es más pequeña que una sección transversal en los extremos exteriores del cuerpo. La sección transversal más pequeña da como resultado una ranura en la que pueden disponerse elementos de acoplamiento, de manera que quedan en posición durante su uso.

Opcionalmente, el segundo elemento de interfaz comprende una cavidad longitudinal para alojar por lo menos parte de la herramienta quirúrgica articulada, en el que el segundo elemento de interfaz comprende una salida de la cavidad en un extremo exterior. La herramienta quirúrgica puede montarse en la cavidad y puede sobresalir del extremo exterior. El segundo elemento de interfaz puede diseñarse de modo que la herramienta quede alineada con la superficie superior del primer elemento de interfaz y alineada respecto al mecanismo pinzamiento.

Opcionalmente, el segundo elemento de interfaz comprende un elemento de montaje posicionado perpendicularmente respecto a un eje principal de la cavidad, comprendiendo el elemento de montaje un orificio para la inserción de un extremo exterior de la herramienta quirúrgica articulada. De esta manera, las herramientas quirúrgicas articuladas traseras pueden colocarse fácilmente en el segundo elemento de interfaz. El elemento de montaje puede ser una placa o un bloque que tenga un orificio para la inserción del extremo exterior de la herramienta quirúrgica articulada. Alternativamente, el elemento de montaje puede ser una rosca formada

adecuadamente. Para herramientas quirúrgicas articuladas delanteras, el elemento de montaje puede ser una placa que quede dispuesta en línea con el eje principal de la cavidad.

5 Opcionalmente, el elemento de montaje es flexible y/o está dispuesto elásticamente en el segundo elemento de interfaz. De esta manera, el posicionamiento y la fijación de la herramienta quirúrgica articulada en el segundo elemento de interfaz se realiza de manera controlada.

10 Opcionalmente, el segundo elemento de interfaz comprende un elemento de alineación para insertarse por lo menos parcialmente entre dos brazos de la herramienta quirúrgica articulada, cerca de un punto de giro de los brazos para alinear la herramienta quirúrgica articulada respecto al segundo elemento de interfaz.

Opcionalmente, el primer y el segundo elemento de interfaz comprenden medios de alineación para alinear el segundo elemento de interfaz respecto al primer elemento de interfaz.

15 Una buena alineación del segundo elemento de interfaz respecto al primer elemento de interfaz dará como resultado una alineación precisa de la herramienta respecto al manipulador.

20 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un robot quirúrgico que comprende una interfaz de manipulador robótico tal como se ha descrito anteriormente.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un segundo elemento de interfaz para su uso en una interfaz de manipulador robótico tal como se ha descrito anteriormente.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Éstos y otros aspectos de la invención son evidentes y serán claros con referencia a las realizaciones que se describen a continuación. En los dibujos,

30 La figura 1 muestra unas tijeras de punta recta del estado de la técnica con un mango plano y un extremo de muelle de láminas;

La figura 2 muestra otro ejemplo de una herramienta quirúrgica articulada delantera, que es un porta-agujas de punta curva con un mango plano y un extremo de muelle de láminas;

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un fórceps de punta recta del estado de la técnica;

La figura 4 muestra una vista en perspectiva del fórceps de punta recta de la figura 3 desde un ángulo diferente;

35 La figura 5 muestra una vista en perspectiva de un segundo elemento de interfaz en el cual va montado el fórceps;

La figura 6 muestra otra vista en perspectiva del segundo elemento de interfaz de la figura 5 en el cual van montados los fórceps;

La figura 7 muestra una vista en perspectiva de la parte inferior del segundo elemento de interfaz de la figura 5 en el cual van montados los fórceps;

40 La figura 8 muestra una vista lateral del segundo elemento de interfaz de la figura 5 en el cual van montados los fórceps;

La figura 9 muestra una vista en corte de la figura 8 para mostrar una realización de un elemento de alineación dispuesto dentro del segundo elemento de interfaz;

La figura 10 muestra una vista en perspectiva de la figura 9 en la que las pinzas también están recortadas;

45 Las figuras 11a-11c muestran diferentes realizaciones de los elementos de alineación y los elementos de montaje correspondientes;

La figura 11d muestra una realización del elemento de alineación que tiene un elemento impulsado;

La figura 12 muestra esquemáticamente una vista lateral del primer elemento de interfaz acoplado a una parte de un manipulador robótico, y el segundo elemento de interfaz acoplado a la herramienta quirúrgica;

50 La figura 13A es una vista en perspectiva de los módulos de la figura 12;

La figura 13B es una vista en perspectiva de la interfaz y parte del manipulador tras el montaje;

La figura 13C muestra el estado acoplado de los dos elementos de interfaz de acuerdo con una realización;

La figura 14 es una vista en perspectiva recortada del segundo elemento de interfaz de acuerdo con una realización;

Las figuras 15a-15d muestran algunos ejemplos de las superficies de contacto de las protuberancias.

55 Cabe señalar que los elementos que tienen los mismos números de referencia en diferentes figuras tienen las mismas características estructurales y las mismas funciones, o son las mismas señales. Si se ha explicado la función y/o estructura de dicho elemento, no hay necesidad de una explicación repetida del mismo en la descripción detallada.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

La invención es particularmente adecuada para acoplar herramientas quirúrgicas portátiles articuladas ordinarias, comúnmente utilizadas por cirujanos a un brazo manipulador de un robot. Las figuras 1-3 muestran ejemplos de dichas herramientas quirúrgicas articuladas ordinarias.

5 La figura 1 muestra unas tijeras de punta recta 21 con un mango plano y un extremo de muelle de láminas. Las tijeras 21 comprenden dos brazos que están articulados en el lado delantero, es decir, en el lado donde las tijeras hacen contacto con un paciente. La figura 2 muestra un ejemplo adicional de una herramienta quirúrgica articulada delantera, que es un porta-agujas de punta curva con un mango plano y un extremo de muelle de láminas.

10 La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un fórceps de punta recta 21 del estado de la técnica, que es un ejemplo de una herramienta quirúrgica articulada trasera. La figura 4 muestra una vista en perspectiva del fórceps de punta recta 21 de la figura 3 desde un ángulo diferente. El fórceps 21 comprende un primer brazo 41 y un segundo brazo 41. El fórceps 21 comprende un extremo redondeado 43 y un mango redondeado 44. El número de referencia 45 indica un eje principal de la herramienta.

15 De acuerdo con un aspecto, se dispone una interfaz de manipulador robótico para acoplar una herramienta quirúrgica articulada a un manipulador de un robot quirúrgico. La interfaz de manipulador comprende un primer elemento de interfaz configurado para acoplarse al manipulador y un segundo elemento de interfaz configurado para acoplarse al primer elemento de interfaz. El segundo elemento de interfaz está dispuesto para montar la herramienta quirúrgica articulada, mientras que el primer elemento de interfaz comprende un mecanismo de pinzamiento para apretar la herramienta quirúrgica articulada cuando el segundo elemento de interfaz está acoplado al primer elemento de interfaz.

20 La figura 5 muestra una vista en perspectiva de un segundo elemento de interfaz 12 en el cual va montado el fórceps 21. En esta realización, el elemento de interfaz 12 comprende un cuerpo 3D 22 que tiene forma de cuerpo sustancialmente cilíndrico cortado en dos. El cuerpo 3D tiene una sección media relativamente delgada y dos secciones finales más grandes. El elemento de interfaz 22 comprende una cavidad 51 en la cual está contenido parte del fórceps. Un eje principal de la cavidad 51 en el cuerpo 3D 22 coincide con un eje principal 45 del fórceps 21. En esta realización, la cavidad 51 tiene forma de viga, si bien hay que indicar que la forma de la cavidad puede ser diferente siempre que disponga suficiente espacio para que las pinzas operen sin obstrucciones.

25 La figura 6 muestra otra vista en perspectiva del segundo elemento de interfaz 12 de la figura 5 en el cual van montados los fórceps 21. La figura 6 muestra el lado trasero del segundo elemento de interfaz 12. El segundo elemento de interfaz 12 comprende un elemento de montaje 52 que comprende un orificio 53 (véase también las figuras 11a-11c) para insertar el extremo redondeado 43 del fórceps 21. En este ejemplo, el elemento de montaje 52 es una placa, por ejemplo, realizada en metal. Al insertar el extremo 43 del fórceps 21 en el orificio 53, el fórceps 21 queda fijado al elemento de montaje 52 y, por lo tanto, al segundo elemento de interfaz 12. Una vez que el segundo elemento de interfaz 12 queda sujeto al primer elemento de interfaz 11, el fórceps 21 se acopla al manipulador robótico.

30 La figura 7 muestra una vista en perspectiva de la parte inferior del segundo elemento de interfaz 12 de la figura 5 en el cual va(n) montado(s) el (los) fórceps 21.

35 La figura 8 muestra una vista lateral del segundo elemento de interfaz 12 de la figura 5 en el cual va(n) montado(s) el (los) fórceps 21.

40 La figura 9 muestra una vista en sección de la figura 8 para mostrar un elemento de alineación 25 dispuesto dentro del segundo elemento de interfaz 12. El elemento de alineación 25 se utiliza para alinear el fórceps 21 con el eje principal de la cavidad 51 del segundo elemento de interfaz 12.

45 La figura 10 muestra una vista en perspectiva de la figura 9 en la que las pinzas 21 también están seccionadas. Tal como puede apreciarse en la figura 10, el elemento de alineación 25 presenta sustancialmente forma de L con una parte principal 26 acoplada al cuerpo 3D 22 del elemento de interfaz 12, y una extensión 27 que se extiende hacia la parte inferior (en uso hacia el primer elemento de interfaz 11). Al acoplar el fórceps 21, la extensión del elemento de alineación 25 queda situada entre los dos brazos del fórceps 21 cerca de la articulación del fórceps 21. En el lado derecho de la figura 10 se muestra una ampliación de una parte de la sección transversal. La extensión 27 del elemento de alineación contiene una ranura en V, indicada por una línea discontinua en la figura 11A. Los bordes en ángulo de la ranura en V quedan en contacto con el borde superior e inferior de la articulación del fórceps 21. De esta manera, el fórceps 21 queda centrado con la ranura en V y, por lo tanto, queda alineado correctamente con el elemento de interfaz 12. El elemento de montaje 52 presiona la articulación del fórceps contra la ranura en V. El orificio en el elemento de montaje 52, que rodea parcialmente el extremo trasero redondeado de las pinzas 21, impide cualquier rotación de las pinzas. De esta manera, la orientación de las pinzas 21 respecto al elemento de interfaz 12 queda alineada correctamente y fijada rígidamente.

El segundo elemento de interfaz 22 con el elemento de montaje 52 y el elemento de alineación 25 dispuestos en el cuerpo 3D, pueden diseñarse para crear una interfaz capaz de sujetar y accionar un sinfín de herramientas microquirúrgicas similares.

Cabe señalar que muchas de estas herramientas microquirúrgicas tienen articulaciones en la parte delantera o trasera de la herramienta. Además, la mayoría de las herramientas microquirúrgicas tienen un eje de simetría longitudinal. La rotación del instrumento alrededor de este eje es, posiblemente, el movimiento más importante durante microcirugía. En instrumentos de punta recta, la punta queda alineada con el eje longitudinal para permitir un control preciso de la punta. En instrumentos de punta curvada o en ángulo, la punta queda desviada de este eje para proporcionar una mejor accesibilidad.

Muchas herramientas microquirúrgicas son accionadas por muelle, de modo que, en un estado pasivo, las mordazas de la herramienta están completamente abiertas y, en un estado accionado, las mordazas de la herramienta están cerradas. Estos tipos de herramientas microquirúrgicas pueden accionarse presionando simétricamente los dos mangos hacia adentro

Se observa que las herramientas microquirúrgicas convencionales están diseñadas para sujetarse con la mano y, por lo tanto, carecen de un punto de referencia o plano dedicado para el montaje en otra estructura. En la realización de las figuras 5-10, se utiliza un punto de articulación 23 de la herramienta quirúrgica 21, véase la figura 7, en combinación con el elemento de alineación 25, véase la figura 10. El punto de articulación 23 puede precargarse mecánicamente contra el elemento de alineación 25 por medio del elemento de montaje 52 también denominado elemento de precarga 52.

El elemento de alineación 25 y el elemento de precarga 52 están ambos conectados a un cuerpo 3D 22. El elemento de alineación 25 está rígidamente conectado al cuerpo 3D 22. El elemento de precarga 52 puede acoplarse elásticamente al cuerpo 3D 22, ya sea por su propia elasticidad interna (por ejemplo, elasticidad a flexión) o mediante un elemento elástico externo (por ejemplo, un muelle helicoidal).

Para hacer frente a la gran variedad de instrumentos microquirúrgicos convencionales, el cuerpo 3D 22 puede ir equipado con diferentes elementos de alineación 25 y elementos de precarga 52 correspondientes, cada uno adaptado a un tipo o conjunto específico de herramientas quirúrgicas convencionales.

Las figuras 11a-11c muestran diferentes realizaciones de los elementos de alineación 25 y los elementos de precarga correspondientes 52. La figura 11d muestra una realización del elemento de alineación 25 que tiene un elemento inclinado 25' para crear una fuerza hacia el punto de articulación 23 de la herramienta quirúrgica 21. Como tales, las realizaciones de las figuras 11a-11c están destinadas a herramientas quirúrgicas articuladas traseras, y las realizaciones en la figura 11d son adecuadas para herramientas quirúrgicas articuladas delanteras, tal como se muestra en las figuras 1 y 2. La ventaja de las realizaciones descritas es que en el mismo cuerpo 3D 22 pueden quedar contenidas diferentes herramientas quirúrgicas articuladas (con diferentes longitudes, medios de manipulación o tipo de actuación), utilizando los elementos de alineación apropiados 25 y los elementos de precarga 52 correspondientes. Los elementos 25 y 52 son relativamente fáciles de producir y pueden intercambiarse rápidamente y sin profundos conocimientos y habilidades técnicas. La interfaz entre el cuerpo 3D 22 y el elemento de interfaz 11 no está influenciada por el tipo de herramienta quirúrgica utilizada, lo que significa que la funcionalidad de la interfaz nunca se ve comprometida en términos de seguridad y fiabilidad.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el elemento de precarga 52 contiene una superficie conformada, abertura u orificio 53 que tiene una superficie, borde o pared interior que coincide con una superficie en el extremo trasero de la herramienta quirúrgica 21. El elemento de alineación 25 puede tener una ranura en V, destacada por las líneas discontinuas 28 de la figura 11a, cuya ranura en V es presionada contra la articulación 23 y, como tal, la ranura en V está alineada a lo largo del eje de simetría longitudinal 45 de la herramienta quirúrgica, véase también la figura 4. De manera similar, un borde del orificio 53 en el elemento de precarga 52 es presionado contra la superficie de la herramienta 21, mientras que la forma del borde hace que se alinee con el eje de simetría longitudinal 45 de la herramienta quirúrgica.

En una realización, el cuerpo 3D 22 tiene una superficie inferior que se encuentra separada y paralela al eje de simetría longitudinal 45 de la herramienta quirúrgica. La separación y el paralelismo respecto al eje de simetría 45 pueden definirse bien mediante una alineación precisa del elemento de alineación 25 y el elemento de precarga 52 al cuerpo 3D 22. Esto puede realizarse, por ejemplo, utilizando pasadores y orificios, bordes de referencia o un mecanismo de alineación adicional entre ellos.

La figura 12 muestra esquemáticamente una vista lateral de una realización del primer elemento de interfaz 11 acoplado de manera giratoria a una parte extrema 80 de un manipulador robótico. En el primer elemento de interfaz

11 hay formadas dos protuberancias 29 las cuales se describirán con más detalle a continuación. La herramienta quirúrgica 21 está acoplada a un segundo elemento de interfaz 12

Un paño 14 está indicado por una línea discontinua para mostrar cómo la parte final del manipulador 80 queda separada del entorno estéril. Se observa que, una vez que el segundo elemento de interfaz 12 queda sujeto sobre el primer elemento de interfaz 11, la sección transversal del paño 14 tendrá una forma diferente en comparación con la forma que se muestra en la figura 12. Debe quedar claro que el paño 14 puede colocarse fácilmente entre el primer elemento de interfaz 11 y el segundo elemento de interfaz 12 antes de que el segundo elemento de interfaz 12 quede sujeto sobre el primer elemento de interfaz 11 por medio del dispositivo de sujeción (no mostrado en la figura 12). El paño estéril 14 queda colocado alrededor del primer elemento de interfaz 11 dejando el segundo elemento de interfaz 12 sin cubrir. El paño 14 separará el entorno estéril del entorno no estéril en el cual se encuentra el manipulador robótico. Dado que el segundo elemento de interfaz 12 se encuentra en el entorno estéril, éste deberá esterilizarse antes de su uso. El segundo elemento de interfaz 12 puede ser un módulo desechable, o puede ser un módulo esterilizable realizado, por ejemplo, en plástico, metal o cerámica.

Se observa que la herramienta quirúrgica 20 queda sujeta por el segundo elemento de interfaz 12, de modo que no queda retenida entre los dos elementos como era el caso en la técnica anterior. De esta manera, las superficies de contacto de los dos elementos de interfaz 11, 12 pueden diseñarse para minimizar el riesgo de daños al paño intermedio 14. En la realización de la figura 12, el primer elemento de interfaz 11 es un elemento sustancialmente en forma de viga que tiene una superficie de contacto plana. Alrededor del primer elemento de interfaz 11 puede colocarse fácilmente un paño especialmente diseñado que comprende un calcetín, después de lo cual el segundo elemento de interfaz 12 puede acoplarse al primer elemento de interfaz 11.

La figura 13A es una vista en perspectiva de los módulos de la figura 12. El primer elemento de interfaz 11 tiene una superficie superior sustancialmente plana 31 que se encuentra, por lo menos después de la sujeción, separada del eje longitudinal 45 de la herramienta 21 y paralela al mismo. La separación y el paralelismo respecto al eje longitudinal 45 pueden estar bien definidos. La separación puede seleccionarse de modo que no haya rozamiento, o haya poco, entre los brazos 41, 42 de la herramienta 21 y el paño 14 cuando los brazos 41, 42 se mueven mediante las protuberancias 29.

En esta realización, en la superficie superior 31 hay dispuestas una serie de esferas de referencia 35 para cooperar con las cavidades 19 del cuerpo 3D 22. De esta manera, el segundo elemento de interfaz 12 puede alinearse con el primer elemento de interfaz 11 al sujetar los elementos uno sobre el otro en el que las esferas de referencia 35 quedan colocadas en las cavidades 19. Al hacerlo, el eje de simetría de la herramienta quirúrgica 45 queda alineado con un eje de rotación 55 del primer elemento de interfaz 11. En lugar de esferas de referencia y cavidades en las superficies de contacto y sobre las mismas, pueden utilizarse otros tipos de medios de alineación tales como bordes o nervios de alineación en la superficie de contacto de los elementos de interfaz o sobre la misma.

En la realización de las figuras 12 y 13A, el cuerpo 3D 22 del segundo elemento de interfaz 12 tiene una superficie exterior cilíndrica, cuya línea central queda alineada con el eje de simetría longitudinal 45 de la herramienta quirúrgica. La ventaja de tener la alineación entre la superficie exterior del elemento de interfaz 12 con el eje de simetría 45 es que, cuando el elemento de interfaz 12 está montado, todo el conjunto es simétrico alrededor del eje 55. Esto da lugar a una mejor distribución de pesos y, por lo tanto, a un mejor rendimiento de todo el manipulador.

La figura 13B es una vista en perspectiva de los elementos de interfaz y el manipulador 80 después del montaje. El dispositivo de sujeción y el paño no se muestran.

La figura 14 es una vista en perspectiva recortada del primer elemento de interfaz 11 dispuesto en el robot manipulador 80 de acuerdo con una realización. En esta realización, el primer elemento de interfaz 11 contiene un mecanismo de accionamiento interno 100 para accionar la herramienta quirúrgica articulada (no mostrada). El mecanismo de accionamiento interno 100 mueve simétricamente las dos piezas extremas 29 que sobresalen a través de la superficie superior 31, véase también la figura 13A. Las dos piezas terminales 29 tienen unas superficies de contacto opuestas destinadas a quedar en contacto con los mangos 41, 42 de la herramienta quirúrgica 21. Las figuras 15a-15d muestran algunos ejemplos de las superficies de contacto de las protuberancias 29. Las superficies de contacto pueden tener ranuras en V, planas, cilíndricas, etc. Preferiblemente, la posición más interna de las dos piezas extremas 29 es tal que las puntas de las mordazas de la herramienta quirúrgica están completamente cerradas. Para adaptarse a diferentes anchuras iniciales de herramientas quirúrgicas, pueden utilizarse diferentes piezas terminales, véase, por ejemplo, las secciones transversales de las figuras 15a-15d. Se observa que, dado que el paño 14 está realizado en un material flexible, el paño estéril 14 no se rasgará debido al movimiento de las dos protuberancias 29.

El paño estéril 14 se aplica de manera que el primer elemento de interfaz 11 que incluye las protuberancias 29 (también denominadas piezas terminales 29) quedan envueltos sobre el lado no estéril. Normalmente, el paño estéril

14 quedará colocado alrededor del primer elemento de interfaz 11 y las protuberancias 29 en la situación en la que las protuberancias 29 quedan separadas al máximo.

La herramienta quirúrgica 21 y el segundo elemento de interfaz 12 son estériles y pueden sujetarse en el primer elemento de interfaz 11 en el lado estéril del paño 14, mediante unos medios de acoplamiento. Los medios de acoplamiento pueden ser elementos magnéticos o un dispositivo de sujeción, pero no se limitan a éstos. Por ejemplo, puede disponerse un dispositivo de sujeción estéril alrededor del primer y el segundo elemento de interfaz. El dispositivo de sujeción puede ser una banda elástica, una cinta, una cuerda, una brida, un anillo, o puede constar de varias partes.

En la realización de las figuras 13A y 13B, el primer elemento de interfaz 11 y el segundo elemento de interfaz 12 tienen una ranura externa en su superficie exterior, de modo que, cuando están conectados, forman una superficie exterior ranurada fluida que es capaz de sostener en posición el dispositivo de sujeción (tal como un anillo 32), véase la figura 13C que muestra el estado acoplado de los dos elementos de interfaz 11 y 12. El dispositivo de sujeción 32 puede montarse desde el lado delantero de la herramienta quirúrgica 21 y deslizar hacia atrás hasta llegar a la ranura, de modo que el paño estéril 14 quede sujeto firmemente por la ranura también. Esto evita que el paño 14 se afloje demasiado cerca de la zona de funcionamiento. Hay que indicar que el anillo 32 puede estar realizado en un material flexible tal como caucho o plástico flexible. Alternativamente, el anillo 32 puede estar realizado en dos o más piezas que se acoplen entre sí para formar un anillo que encierre los dos elementos de interfaz a modo de sujeción. En lugar de utilizar un dispositivo de sujeción 32 para sujetar el primer y el segundo elemento de interfaz, los elementos de interfaz pueden comprender elementos magnéticos (que actúen como medios de acoplamiento) que queden dispuestos para atraer el segundo elemento de interfaz 12 hacia el primer elemento de interfaz 11. Preferiblemente, uno de los elementos de interfaz comprende un material magnetizado mientras que el otro está realizado en un material ferromagnético.

Las realizaciones descritas anteriormente dan una solución para montar y accionar herramientas quirúrgicas articuladas convencionales. No es necesario modificar las herramientas antes de poder montarlas. Todas las modificaciones necesarias se realizan en los elementos de interfaz de manipulador. El uso de herramientas quirúrgicas convencionales no modificadas tiene varias ventajas las cuales se enumeran a continuación:

- Fiabilidad: las herramientas microquirúrgicas convencionales son de baja tecnología y a prueba de fallos;
- Disponibilidad: las herramientas ya están presentes en el hospital o pueden adquirirse en distribuidores estándar. En segundo lugar, cuando no las utiliza el robot, las herramientas siempre pueden utilizarse a mano y viceversa;
- Facilidad de uso: los cirujanos ya están familiarizados con las herramientas;
- Seguridad: es un efecto secundario sinérgico de confiabilidad, disponibilidad y facilidad de uso. Estos previenen estados de fallo único causados por aspectos técnicos, logísticos y de usuario, y
- Coste: Los costes operativos son mucho más bajos para el cliente, si pueden utilizarse herramientas microquirúrgicas estándar. Esto incluye los costes relacionados con la adquisición y renovación, esterilización, mantenimiento, servicio, integración de flujo de trabajo, capacitación del usuario, y posibles responsabilidades.

Cabe señalar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran la invención en lugar de limitarla, y que los expertos en la materia podrán diseñar muchas realizaciones alternativas.

REIVINDICACIONES

1. Interfaz de manipulador robótico para acoplar una herramienta quirúrgica articulada (21) a un manipulador (80) de un robot quirúrgico, comprendiendo la interfaz:

- un primer elemento de interfaz (11) unido al manipulador (80);
- un segundo elemento de interfaz (12) que está separado del primer elemento de interfaz (11) y acoplable al mismo y, por lo tanto, puede unirse al robot quirúrgico, estando dispuesto el segundo elemento de interfaz (12) para montar la herramienta quirúrgica articulada,

en el que respectivas superficies de contacto de ambos elementos de interfaz (11, 12) están dispuestas para alojar un paño estéril intermedio (14) aplicado para rodear la primera interfaz (11) en el lado no estéril del paño estéril;

en el que el primer elemento de interfaz (11) comprende un mecanismo de pinzamiento (29) para accionar la herramienta quirúrgica articulada montada (21) a través del paño estéril (14) cuando el segundo elemento de interfaz está acoplado al primer elemento de interfaz,

en el que el mecanismo de pinzamiento comprende dos protuberancias móviles (29) que sobresalen de una superficie del primer elemento de interfaz (11), comprendiendo el primer elemento de interfaz (11) un mecanismo de accionamiento incorporado para mover las protuberancias (29) entre sí para empujar dos brazos de la herramienta quirúrgica articulada montada (21) uno hacia el otro para accionar la herramienta quirúrgica articulada montada a través del paño estéril (14).

2. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el segundo elemento de interfaz (12) comprende:

- un elemento de alineación (25, 27) para insertarse por lo menos parcialmente entre dos brazos (41, 42) de la herramienta quirúrgica articulada montada (21) en un punto de articulación (23) de los dos brazos (41, 42) para alinear la herramienta quirúrgica articulada (21) respecto al segundo elemento de interfaz (12);

- una cavidad longitudinal (51) para alojar por lo menos parte de la herramienta quirúrgica articulada, en el que el segundo elemento de interfaz comprende una salida de la cavidad en un extremo exterior; y

- un elemento de montaje (52) dispuesto perpendicularmente respecto a un eje principal de la cavidad (51), comprendiendo el elemento de montaje (52) un orificio, borde o superficie conformada que coincide con un extremo exterior de la herramienta quirúrgica articulada (21), en el que el elemento de montaje (52) está dispuesto para precargar mecánicamente la herramienta quirúrgica articulada (21) contra el elemento de alineación (25, 27).

3. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que cada una de las protuberancias (29) comprende una parte superior redondeada.

4. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, caracterizada por el hecho de que la superficie del primer elemento de interfaz (11) es sustancialmente plana.

5. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que el primer elemento de interfaz (11) comprende una parte en forma de disco y una o varias partes alargadas que se extienden desde una superficie delantera de la parte en forma de disco, en el que la parte alargada comprende una superficie plana situada en un plano paralelo a un eje principal de la pieza en forma de disco.

6. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada por el hecho de que el primer elemento de interfaz (11) puede girar alrededor del eje principal de la pieza en forma de disco cuando está acoplado al manipulador.

7. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que el segundo elemento de interfaz (12) comprende un cuerpo sustancialmente semicilíndrico.

8. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada por el hecho de que el cuerpo sustancialmente semicilíndrico tiene una sección central con una sección transversal que es más pequeña que una sección transversal en los extremos exteriores del cuerpo.

9. Interfaz de manipulador robótico de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que el elemento de montaje es flexible y/o está dispuesto elásticamente en el segundo elemento de interfaz (12).

10. Robot quirúrgico que comprende una interfaz de manipulador robótico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

11. Robot quirúrgico de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que tiene el paño estéril (14) aplicado entre las respectivas superficies de contacto de ambos elementos de interfaz (11, 12) para rodear la primera interfaz (11) en el lado no estéril del paño estéril.

- 5 12. Segundo elemento de interfaz (12) para su uso en una interfaz de manipulador robótico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

Fig. 1

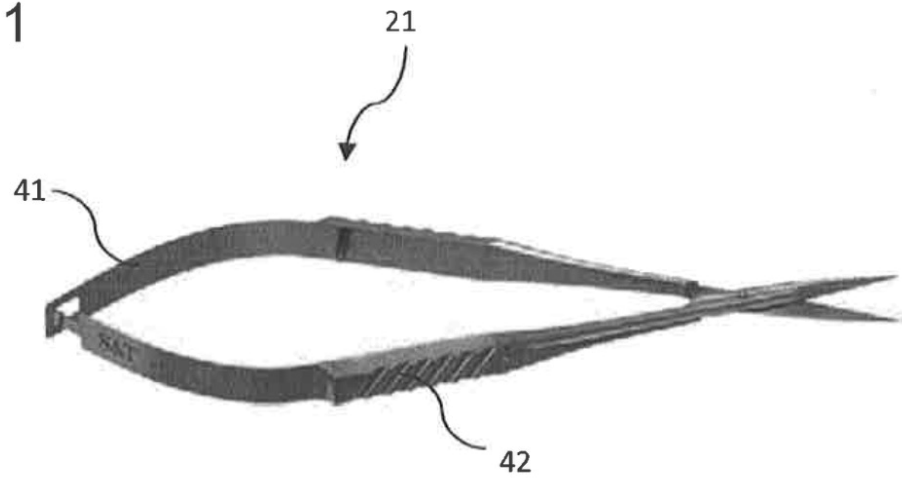


Fig. 2

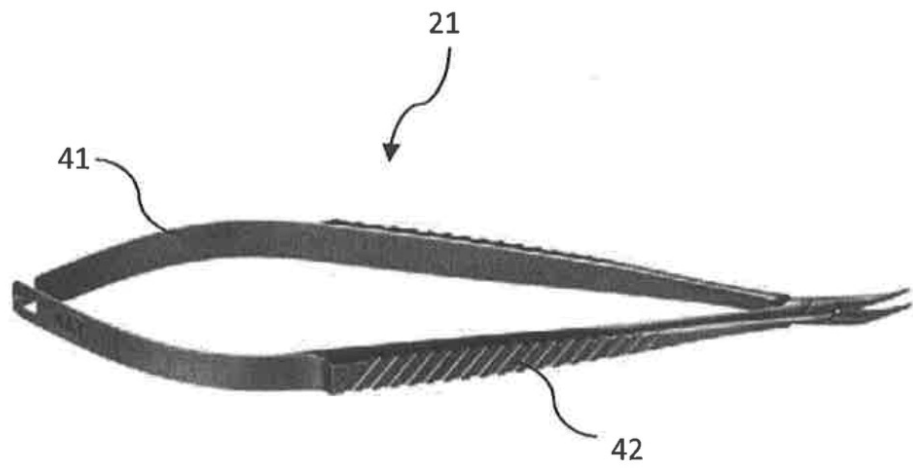


Fig. 3

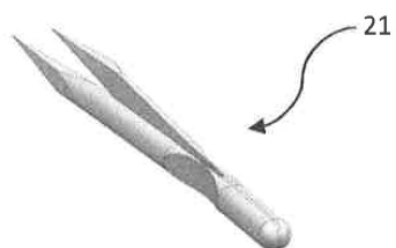


Fig. 4

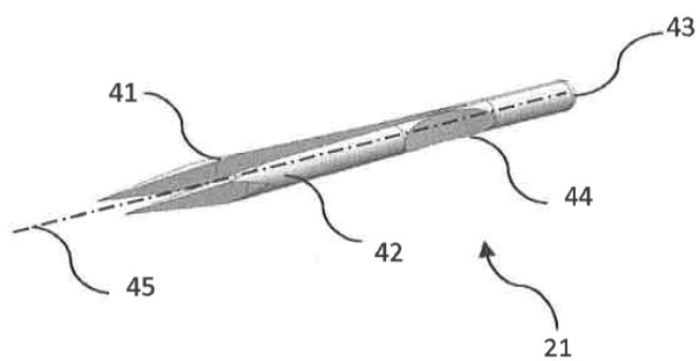


Fig. 5

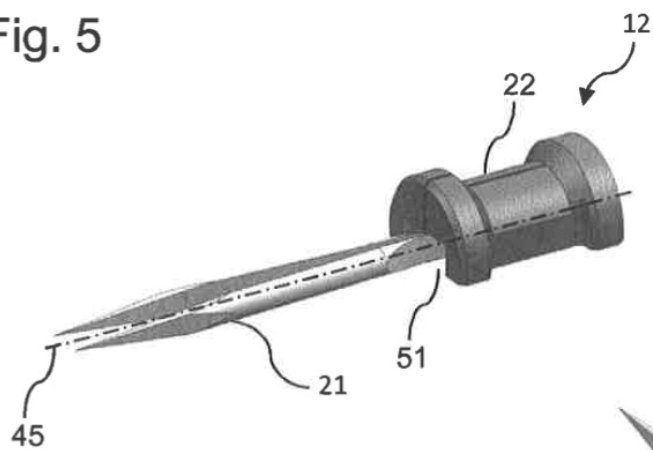


Fig. 6

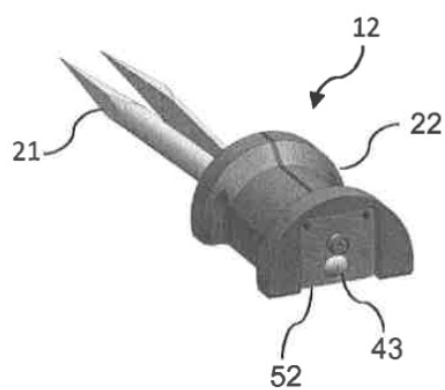


Fig. 7

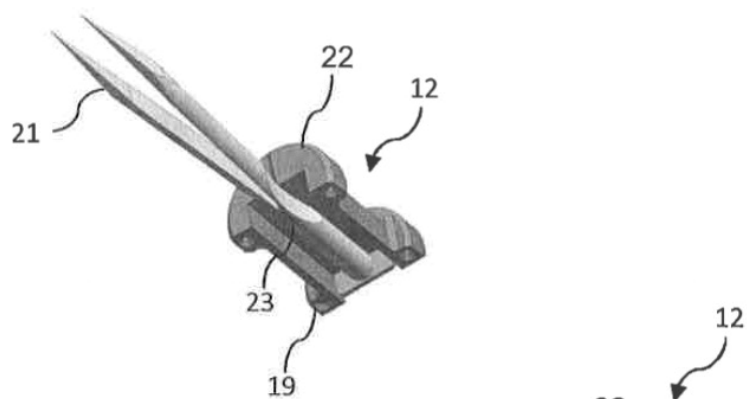


Fig. 8

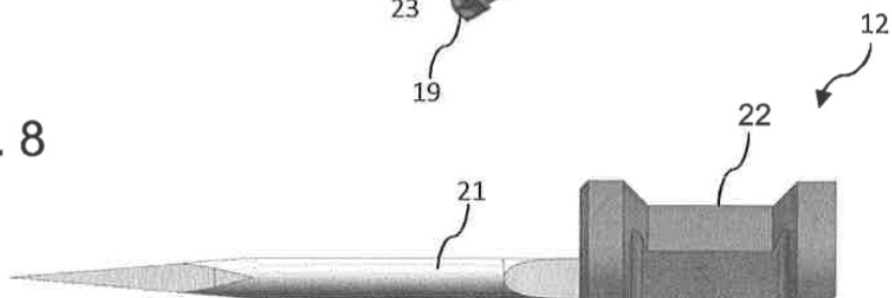


Fig. 9

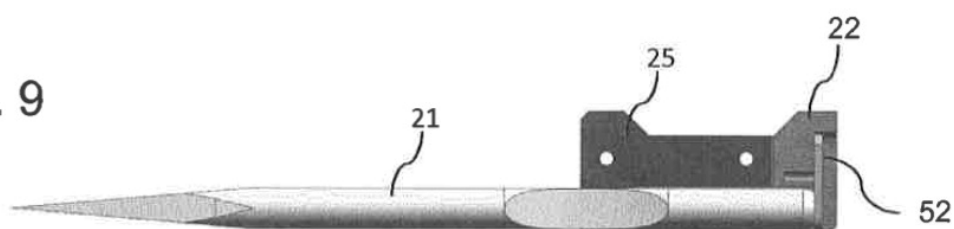
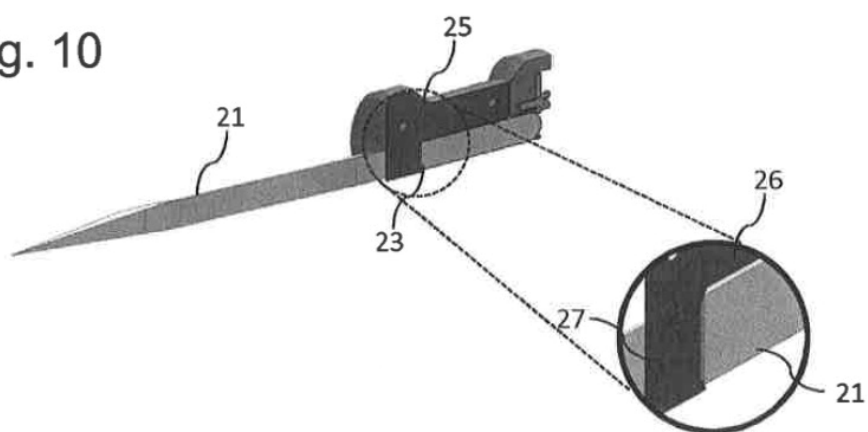


Fig. 10



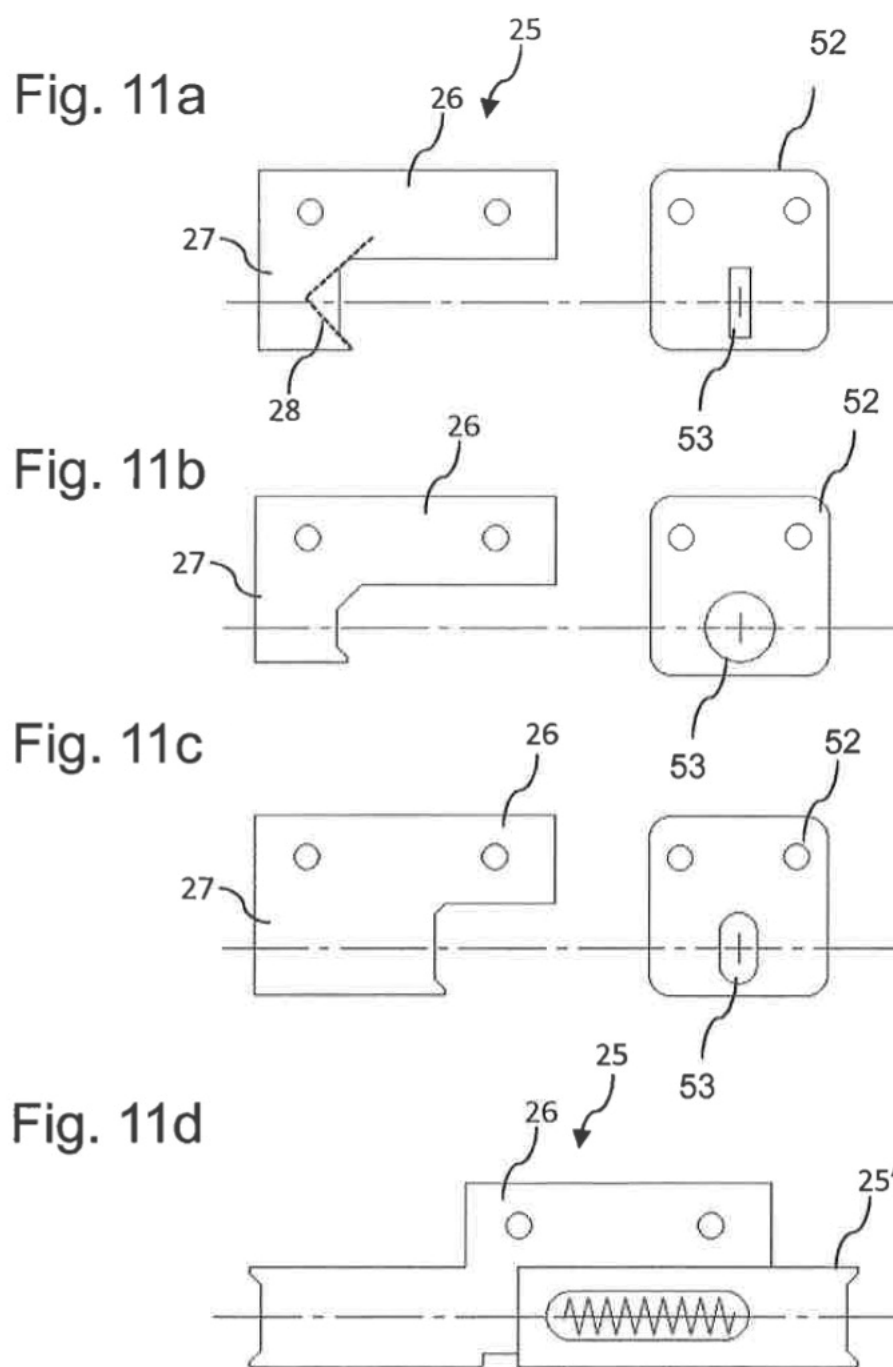


Fig. 12

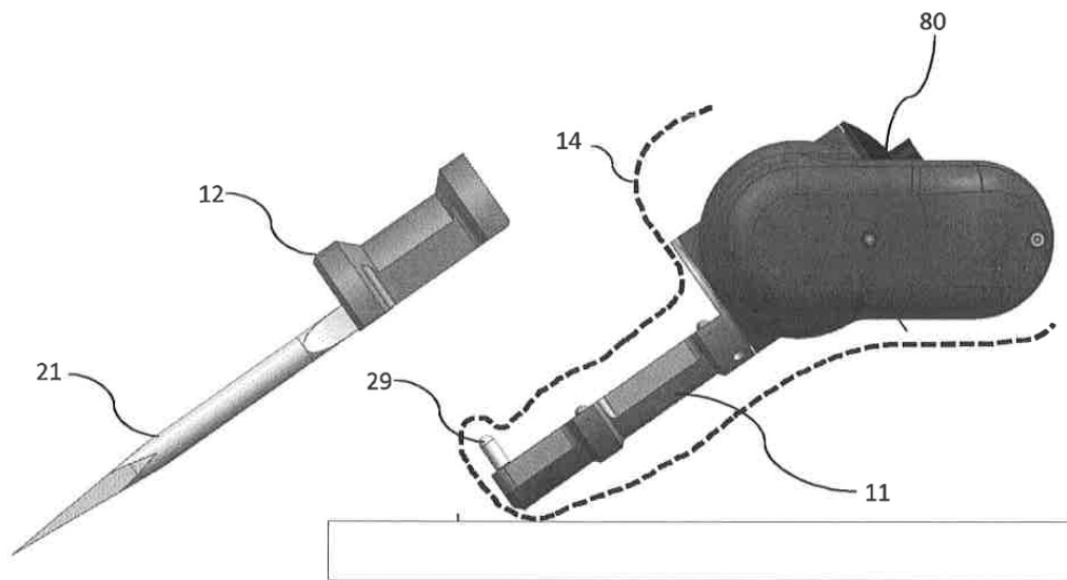


Fig. 13A

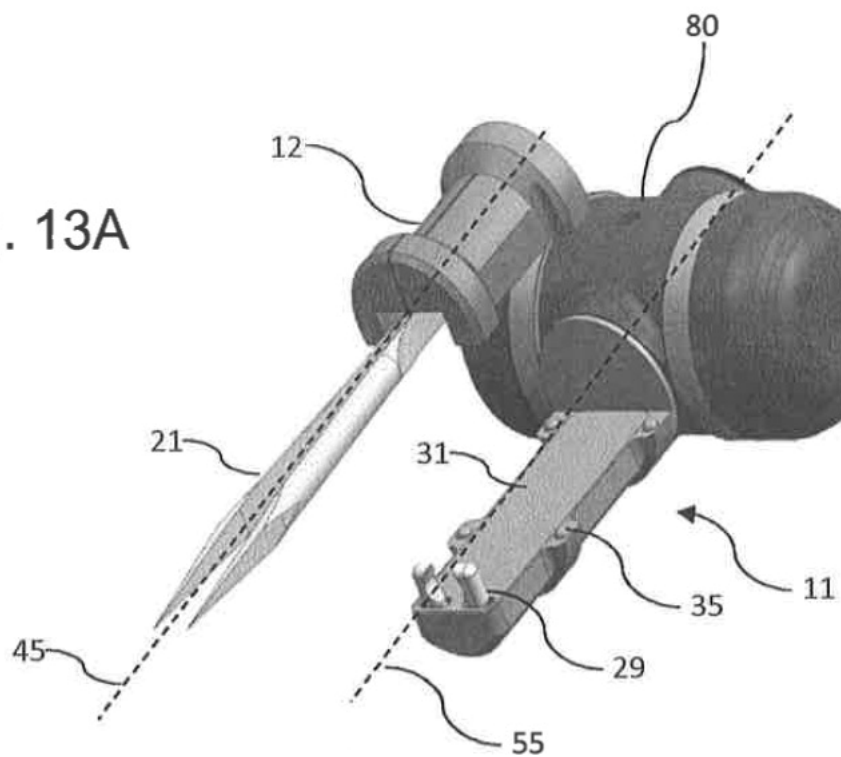


Fig. 13B

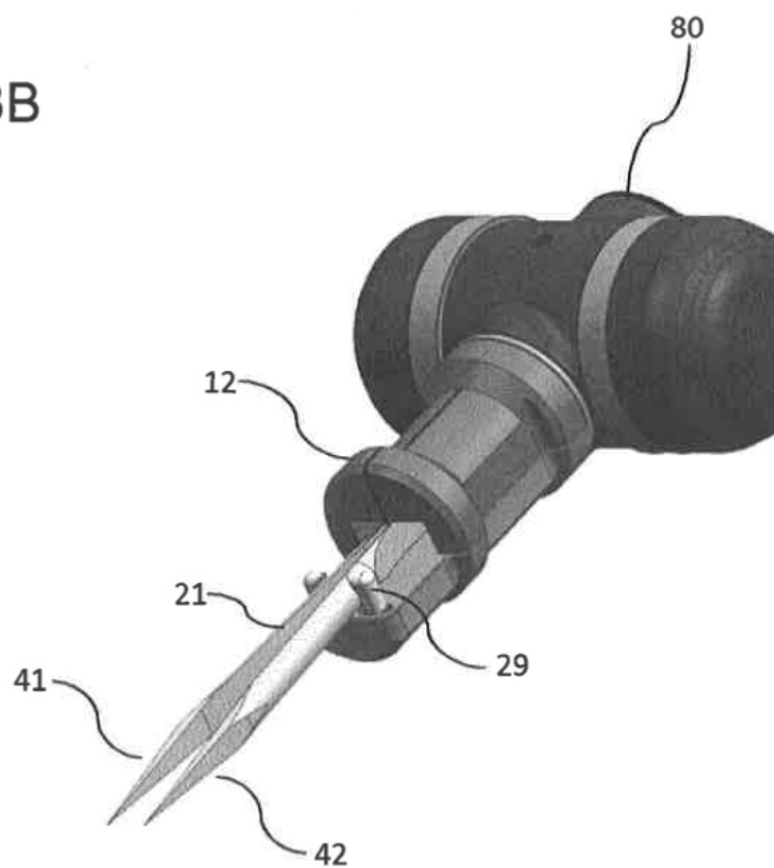


Fig. 13C

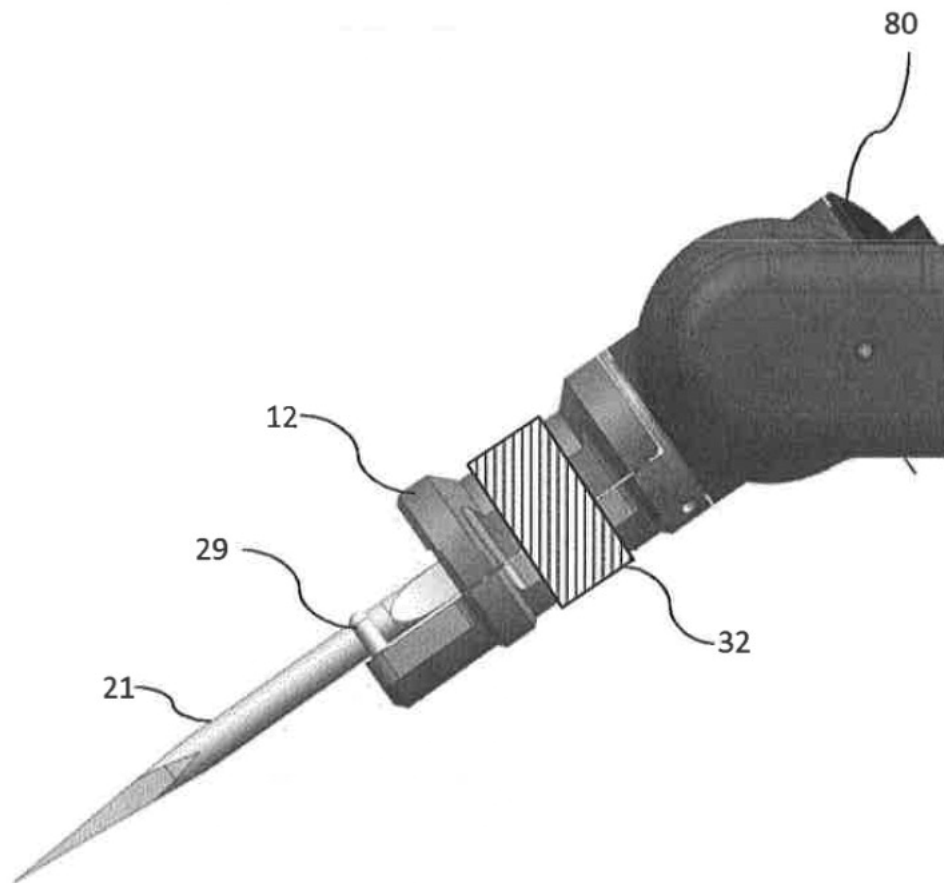


Fig. 14

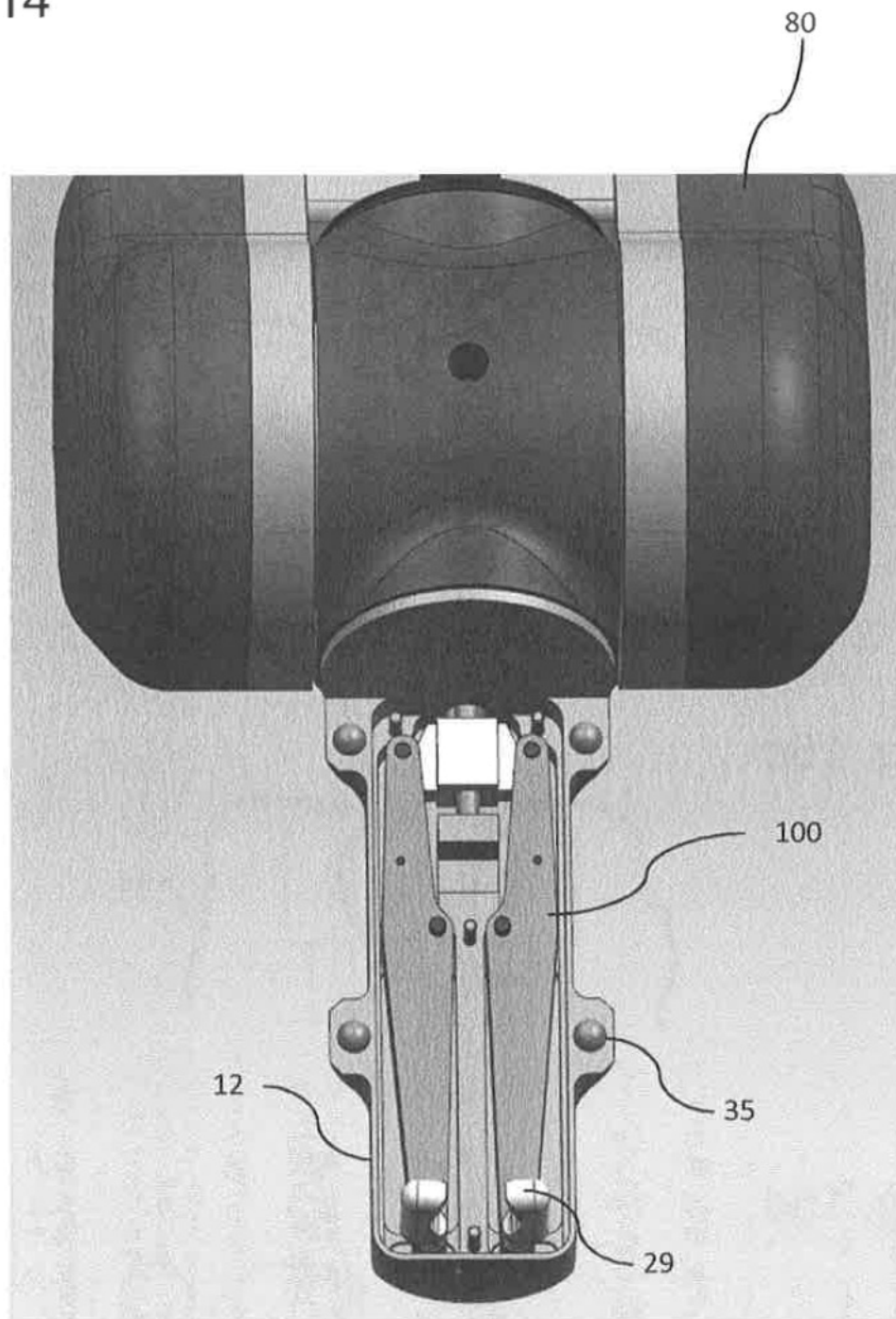


Fig. 15a

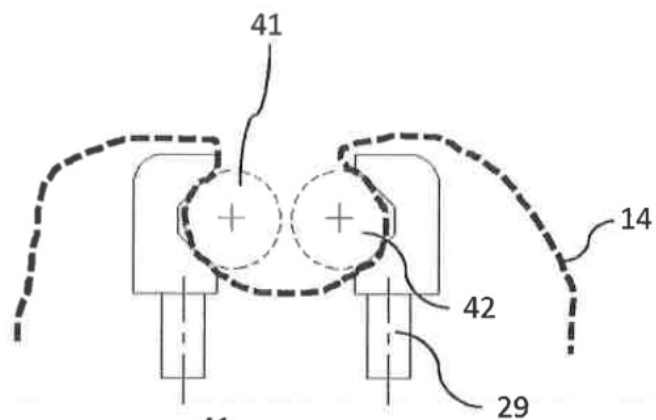


Fig. 15b

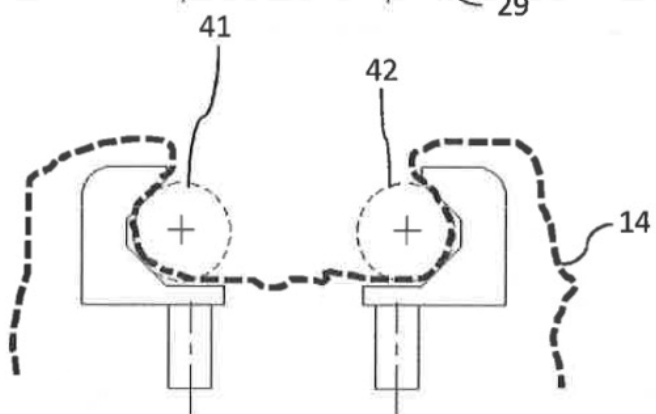


Fig. 15c

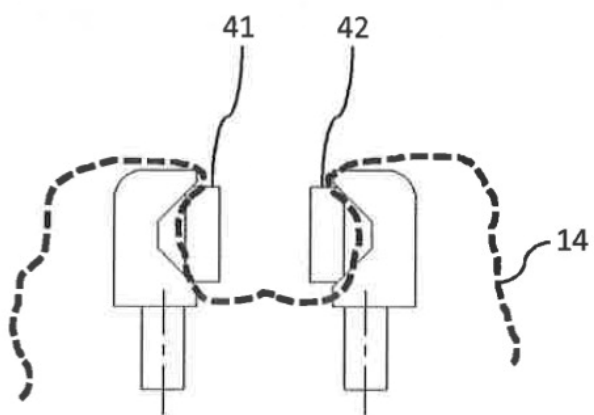
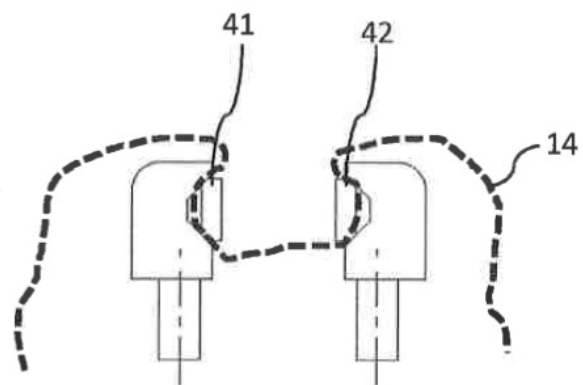


Fig. 15d



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10
- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| • EP1931275 [0003] | • EP3097863 [0006] |
| • US 20040135388 [0005] | • DE 10 2013 002813 A1 [0007] |