

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 517**

51 Int. Cl.:

A61G 13/00 (2006.01)

A61G 13/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2021** **E 21305375 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024** **EP 4062886**

54 Título: **Sistema de posicionamiento de extremidades**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.12.2024

73 Titular/es:

GANYMED ROBOTICS (100.0%)
35 Boulevard de Sébastopol
75001 Paris, FR

72 Inventor/es:

GUILLOUARD, MARGOT;
CLAUDE, THOMAS;
BLEUNVEN, BLAISE y
CAHEN, SOPHIE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 991 517 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 posicionamiento de extremidades

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de soporte quirúrgico. En particular, la presente invención se refiere al campo de los sistemas para posicionar y mantener inmovilizada una extremidad de un paciente en una posición deseada con respecto a una mesa quirúrgica durante la cirugía ortopédica. Un sistema de este tipo se describe en el documento US4886258.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Durante las últimas décadas, las operaciones quirúrgicas se han mejorado mediante el uso de dispositivos técnicos, cuya finalidad es brindar ayuda al cirujano durante los procedimientos quirúrgicos. En concreto, en la cirugía ortopédica, uno de los principales problemas es cómo posicionar e inmovilizar una extremidad que se va a operar.

Se han desarrollado diferentes soluciones a lo largo de los años para resolver el problema del posicionamiento y la inmovilización para la operación quirúrgica, en particular para la operación de la rodilla, como por ejemplo la artroplastia de rodilla (es decir, un procedimiento quirúrgico para tratar una rodilla dañada por la artritis). En este tipo de cirugía, es importante que el cirujano evalúe el equilibrio de los ligamentos de la pierna del paciente en extensión y flexión (es decir, la extensión medial, la flexión medial, la extensión lateral y los espacios de flexión lateral y las tensiones de los ligamentos), lo que ayuda a equilibrar bien la rodilla del paciente en cuanto a sus funciones biomecánicas. Un paciente con una rodilla equilibrada tiene más probabilidades de tener un mayor rango de movimiento y propiocepción, y una disminución del dolor. Para realizar el equilibrio de los ligamentos, el cirujano necesita mover libremente la pierna. Por lo tanto, la inmovilización de la pierna se debe deshacer fácilmente durante la cirugía. Es posible que el cirujano también desee colocar la pierna en una posición de hiperflexión durante la cirugía, donde el gemelo está en contacto con el muslo.

Una solución propuesta es el uso de un estabilizador de piernas ubicado debajo del pie. Un estabilizador de piernas de este tipo consiste en un elemento de soporte (es decir, un cojín) que se encuentra en la mesa quirúrgica, de modo que, cuando la planta del pie descansa sobre dicho elemento de soporte, la pierna se mantiene en la posición de flexión deseada, donde el muslo y el gemelo forman un ángulo inferior a 180 grados. Se puede colocar además un segundo elemento de soporte en un lado de la pierna, para evitar que la pierna caiga sobre el lado externo de la mesa quirúrgica. Esta solución es simple (estática y totalmente manual), fácil de usar y compacta. El cirujano puede liberar fácilmente la pierna de la posición de flexión previamente establecida. A continuación, es fácil realizar la evaluación del equilibrio de los ligamentos de la pierna del paciente en extensión. Sin embargo, la pierna no está firmemente sujeta ni se mantiene en una posición de flexión específica (es decir, no está inmovilizada). Esta solución no tensa completamente la pierna, la posición de flexión obtenida es aproximada y la retención en posición es floja.

Otras soluciones implican el uso de sistemas que comprenden un reposapiés dedicado configurado para apoyar el pie del paciente y una base de fijación sobre la que se fija dicho reposapiés, fijándose dicha base de fijación en la mesa quirúrgica. Algunos de estos sistemas permiten un ajuste lineal continuo, mientras que otros tienen ajustes discretos mediante muescas u orificios. La inmovilización es más fiable y rígida que el estabilizador de piernas con cojines descrito anteriormente. Sin embargo, estos sistemas presentan múltiples desventajas: (1) requieren una adaptación de la mesa quirúrgica (es decir, es necesario quitar algunas partes de la mesa), (2) no permiten una hiperflexión completa de la pierna porque el gemelo está rodeado por el reposapiés y, por lo tanto, no se puede presionar completamente contra el muslo, (3) la pierna no se puede liberar fácilmente de dichos sistemas cuando el cirujano quiere evaluar el equilibrio de los ligamentos (es decir, la pierna no se puede manipular libremente o mediante el pie, a menos que el usuario desacople el pie del sistema, lo que supone una pérdida de tiempo considerable).

La patente EP 1 940 337 B1 propone una solución adicional, que propone un sistema que permite posicionar y sostener la pierna en una posición de flexión utilizando un soporte en forma de cuna que sostiene la extremidad del paciente (por el muslo) con respecto al riel lateral de la mesa quirúrgica y medios para posicionar dicha cuna con respecto a múltiples ejes. Sin embargo, el sistema de esta patente presenta algunas desventajas: (1) muchos contragolpes en los ajustes que reducen la rigidez de la inmovilización de la pierna, (2) el rango de movimiento de la cuna no es simétrico, por lo que es necesaria una operación mecánica para pasar de una configuración para operar una pierna izquierda a una configuración para operar una pierna derecha (o la inversa), (3) el ajuste y la adaptación del sistema al paciente son difíciles debido a los numerosos y discretos ajustes que no es intuitivo y no es fácil de entender (es decir, es necesaria una fase de entrenamiento y aprendizaje para montarlo y ajustarlo correctamente dicho sistema), (4) el uso de la cuna debajo del muslo hace imposible que el cirujano coloque la pierna en la posición de hiperflexión mientras la pierna está unida al sistema y (5) el usuario controla el sistema a través de los pedales, lo que es propenso a errores y a un mal uso durante la cirugía.

El sistema de la presente invención proporciona una solución para los problemas mencionados anteriormente mediante el uso de una estructura más simple que es más ergonómica y fácil de usar para el cirujano.

COMPENDIO

La invención se describe en más detalle en las reivindicaciones. La presente descripción se refiere a un sistema de posicionamiento de extremidades para posicionar y mantener inmovilizada una extremidad de un paciente en una posición deseada con respecto a una mesa quirúrgica durante una cirugía ortopédica. Comprendiendo dicho sistema:

- 5 - un elemento pivotante que tiene una parte longitudinal que se extiende a lo largo de un eje longitudinal correspondiente;
- un elemento de soporte configurado para soportar la extremidad del paciente; dicho elemento de soporte comprende una parte de enganche de soporte conectada a dicha parte longitudinal y móvil a lo largo de dicha parte longitudinal;
- 10 - un embrague conectado al elemento pivotante que tiene una configuración abierta y una configuración bloqueada, donde, en la configuración abierta, el embrague permite el giro del elemento pivotante alrededor de un eje de rotación que es paralelo al eje longitudinal, distinto del eje longitudinal, y donde, en la configuración bloqueada, el embrague permite la inmovilización del elemento pivotante en la posición deseada;
- al menos un elemento de fijación configurado para mantener el sistema en posición con respecto a la mesa quirúrgica.

- Ventajosamente, la presente descripción proporciona un sistema que, gracias al embrague, permite inmovilizar fácilmente una extremidad en la posición deseada durante una operación quirúrgica, lo que aumenta la precisión de los gestos y permite liberar fácilmente la extremidad para permitir al cirujano manipular libremente la extremidad durante la operación. Esta manipulación ayuda al cirujano en su operación y asegura que el paciente recupere el movimiento natural de la extremidad después de la cirugía. Además, el presente sistema es compacto, lo que deja más espacio libre al cirujano para la manipulación de la extremidad y la cirugía durante la operación. Además, el rango de movimiento permitido por el elemento pivotante del sistema para posicionar la extremidad es simétrico, por lo que el sistema puede instalarse fácilmente sin necesidad de ningún ajuste adicional para operar alternativamente en la extremidad izquierda o derecha, montándose así en el lado izquierdo o derecho de la mesa quirúrgica. Esto permite, de manera ventajosa, operar la extremidad izquierda y derecha (por ejemplo, las rodillas) implementando sucesivamente cambios menores en el sistema y, por lo tanto, ahorrar tiempo durante la cirugía. En su conjunto, las diferentes características de la invención cooperan con el fin de proporcionar un sistema que se adapte fácilmente al paciente con pocos ajustes necesarios, reduciendo ventajosamente el tiempo necesario para instalar al paciente en una configuración para la cirugía. Además, el uso de un elemento de fijación configurado para mantener el sistema en posición con respecto a la mesa quirúrgica (en lugar, por ejemplo, de los sistemas mantenidos por una estructura de base colocada directamente en el suelo) permite instalar el sistema en cualquier mesa quirúrgica estándar sin necesidad de modificar la propia mesa quirúrgica. Finalmente, la simplicidad del sistema simplifica la fabricación del sistema y permite reducir el costo de producción.

El sistema de posicionamiento de las extremidades puede comprender una o varias de las siguientes características, tomadas de forma individual o combinadas entre sí:

- 35 Según una realización, el elemento pivotante se puede mover con respecto al embrague para variar la distancia entre el eje longitudinal y el eje de rotación. Esta modalidad permite adaptar ventajosamente el sistema a diferentes morfologías de los pacientes, en particular para adaptar el sistema a la altura de la extremidad del paciente.

Según una realización, el elemento de fijación está configurado para sujetar el sistema a la mesa quirúrgica, preferiblemente a un riel de la mesa quirúrgica, por lo que no es necesario cambiar la mesa quirúrgica. El elemento de fijación puede adaptarse para sujetarse a la mesa quirúrgica existente a través de los rieles.

- 40 Según una realización, el elemento de fijación comprende un módulo de ajuste configurado para modificar la posición del elemento pivotante, el elemento de soporte y el embrague en un plano ortogonal al eje de rotación. El elemento de fijación permite alinear ventajosamente el eje de rotación con una referencia anatómica predefinida del paciente, por ejemplo, el centro de la cadera del sujeto, siempre que la extremidad a operar sea una pierna.

- 45 Según una realización, el sistema comprende además un dispositivo de compensación de peso configurado para proporcionar una fuerza de compensación de peso al elemento giratorio, siendo dicha fuerza opuesta al peso de la extremidad aplicado al elemento giratorio. De hecho, el embrague solo está configurado para estar en una configuración abierta y una configuración bloqueada. El dispositivo de compensación de peso permite ventajosamente ayudar al cirujano a reposicionar la extremidad con facilidad cuando el embrague está en la configuración abierta para que el cirujano no tenga que soportar todo el peso de la extremidad.

- 50 Según una realización, el dispositivo de compensación de peso es un dispositivo pasivo, preferiblemente un resorte, o un dispositivo activo, tal como un actuador.

- 55 Según una realización, el elemento de soporte comprende una parte anular configurada para rodear la extremidad, donde la parte anular está posicionada con respecto al elemento pivotante, de modo que la extremidad quede colgada (o suspendida) en la parte longitudinal del elemento pivotante utilizando la parte anular. Esta disposición particular, donde el elemento de soporte se coloca en la parte superior de la extremidad, es ventajosa, ya que libera el espacio

entre la extremidad colgada y la mesa quirúrgica de cualquier elemento perturbador, lo que permite al cirujano realizar un rango de movimiento más amplio con la extremidad. Cuando la extremidad es una pierna, se permite la hiperflexión de la pierna, así como la extensión completa de la pierna sobre la mesa quirúrgica.

5 Según una realización, la parte de enganche de soporte está conectada a la parte anular y se puede separar de la parte longitudinal del elemento pivotante. Esta realización permite la liberación rápida del paciente en caso de una parada de emergencia del procedimiento. Esta realización simplifica aún más la instalación del elemento de soporte.

10 Según una realización, el sistema comprende además un soporte de agarre óseo que tiene una primera parte fijada al elemento pivotante y que comprende, en un extremo de una segunda parte, un elemento de agarre configurado para fijarse rígidamente a al menos un hueso del paciente. Esta realización permite mantener ventajosamente en su lugar el hueso que se va a operar con respecto al sistema, lo cual es extremadamente importante durante las cirugías ortopédicas.

Según una realización, el embrague es un freno, preferiblemente un freno de desconexión electromagnética. El uso de un freno es mucho más ventajoso que el uso de un motorreductor, ya que comprende una gran cantidad de partes móviles frágiles que están sujetas a desgaste mecánico, son más compactos y fáciles de diseñar y fabricar.

15 Según una realización, el sistema comprende un elemento de conmutación para cambiar el embrague entre la configuración abierta y la configuración bloqueada.

20 Según una realización, el elemento de conmutación está ubicado por debajo del eje de rotación y a una distancia predeterminada del suelo cuando el sistema está en una configuración de uso normal. Esta ubicación específica del elemento de conmutación permite al cirujano y/o a un miembro del personal médico empujar el elemento de conmutación con una parte de su pierna para tener las manos libres para manipular la extremidad. Por ejemplo, el elemento de conmutación puede estar ubicado a una altura que permita a una persona empujarlo con la rodilla.

Alternativamente, el elemento de conmutación puede ser un conmutador de pie configurado para colocarse en el suelo.

25 Según una realización, el elemento de conmutación comprende dos conmutadores situados respectivamente a ambos lados del elemento de fijación. Esta realización permite al cirujano y/o a un miembro del personal médico activar/desactivar el embrague presionando el elemento de conmutación desde ambos lados del elemento de fijación. En esta realización, los conmutadores están ventajosamente en una posición simétrica con respecto al eje de rotación, de modo que el cirujano que opera la extremidad derecha o izquierda pueda activar/desactivar el embrague con el mismo movimiento, que es más fácil desde el punto de vista cognitivo.

30 La presente invención se refiere a un conjunto que comprende un sistema de posicionamiento de extremidades y un dispositivo robótico quirúrgico, donde el sistema de posicionamiento de las extremidades y el dispositivo robótico están conectados entre sí.

El dispositivo robótico quirúrgico comprende al menos un elemento móvil configurado para girar alrededor de un eje de rotación que coincide con el eje de rotación del elemento giratorio del sistema de posicionamiento de extremidades.

35 Según una realización, el dispositivo robótico quirúrgico es un dispositivo robótico de asistencia quirúrgica para la artroplastia de la articulación de la rodilla.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción detallada se entenderá mejor si se lee junto con los dibujos.

40 Las características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de realizaciones de un sistema, proporcionada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva del sistema acoplado a una pierna de un paciente según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista desde arriba del sistema de la invención acoplado a una pierna de un paciente.

45 La figura 3 es una vista lateral del sistema de la invención acoplado a una pierna de un paciente según una modalidad de la invención.

La figura 4 es una representación esquemática de diferentes posiciones donde se puede colocar la pierna del paciente cuando se usa el sistema de la invención.

La figura 5 es una representación esquemática de los movimientos que pueden permitirse en la pierna, cuando el sistema de la invención está acoplado a una pierna de un paciente.

50

La figura 6 es una representación esquemática del cirujano manipulando la pierna del paciente cuando el sistema está en una configuración bloqueada.

La figura 7 es una vista en perspectiva del sistema que comprende un soporte de agarre óseo.

La Figura 8 es una vista en perspectiva del conjunto de la presente invención,

5 Si bien se han descrito e ilustrado diversas realizaciones, la descripción detallada no debe interpretarse como limitada a las mismas. Los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones en las realizaciones sin apartarse del alcance de la descripción tal como se define en las reivindicaciones.

REALIZACIONES ILUSTRATIVAS DE LA INVENCION

10 Un sistema de posicionamiento de extremidades 10 según una modalidad de la presente invención se describirá ahora con referencia a la figura 1.

Como se muestra en la figura 1, la extremidad es una pierna L del paciente y el sistema de posicionamiento 10 comprende un elemento giratorio 20, un elemento de soporte 30 configurado para soportar la extremidad del paciente, un embrague 40 conectado al elemento giratorio 20 y un elemento de fijación 50.

15 En esta primera realización, el elemento pivotante 20 tiene una primera parte longitudinal 21 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal A_L correspondiente. Como se muestra en la figura 1, el elemento giratorio 20 puede comprender una segunda parte 22 que conecta la parte longitudinal 21 al embrague 40. En este ejemplo, la segunda parte 22 es sustancialmente perpendicular o transversal a la parte longitudinal 21 y al eje longitudinal A_L . El eje longitudinal A_L se extiende en la dirección Z (figura 2).

20 Alternativamente, la parte longitudinal 21 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal A_L correspondiente puede conectarse directamente al embrague (no representado).

Para colocar correctamente el elemento giratorio 20 hacia el embrague 40, la segunda parte 22 se puede ajustar variando la distancia entre el eje longitudinal A_L y el eje de rotación A_R . En una realización, pueden estar disponibles múltiples elementos pivotantes 20 con una longitud diferente para la segunda porción 22. El cirujano tendrá que elegir la longitud de la segunda porción según la morfología del paciente.

25 Alternativamente, el embrague 40 puede configurarse para recibir una parte de longitud variable de la segunda parte 22, determinándose la longitud de la parte insertada en el embrague 40 por el cirujano para que se ajuste a la morfología del paciente.

30 En esta realización, el elemento de soporte 30 comprende una parte de enganche de soporte 31 conectada a dicha porción longitudinal 21 y una parte anular 32 configurada para recibir y soportar la extremidad, estando dicha parte anular 32 conectada de forma móvil a dicha porción longitudinal 21 a través de la parte de enganche de soporte 31. La parte anular 32 está conectada a la parte de enganche de soporte 31, de modo que cuando la extremidad se coloca correctamente en la parte anular 32, dicha extremidad cuelga de la parte longitudinal 21 del elemento pivotante 20. En esta realización, la parte anular 32 está configurada para sujetarse alrededor del muslo del paciente. Esto es particularmente ventajoso ya que, gracias a esta configuración que suspende el muslo, la zona entre el muslo, el gemelo y la mesa quirúrgica está libre de cualquier obstáculo, de modo que el cirujano que realiza una artroplastia de rodilla pueda colocar la pierna del paciente en hiperflexión, flexión o extensión total con facilidad y sin ningún tipo de impedimento.

40 La parte anular 32 puede ser una tira de tela que comprende medios de sujeción que permiten cerrar la tira en forma anular, formando la parte anular 32. Se pueden colocar múltiples medios de sujeción, tales como, por ejemplo, correas de velcro, en ambos extremos de las tiras para permitir que la tira se cierre en una parte anular 32 para adaptarse mejor a la morfología del paciente. La parte anular 32 puede ser una órtesis.

45 En esta realización, la parte de enganche de soporte 31 se puede mover a lo largo de dicha parte longitudinal 21 para que la posición del elemento de soporte 30 se pueda ajustar fácilmente a cada paciente específico y, a continuación, se puede sujetar (no se representa) para bloquear la posición del elemento de soporte 30 a lo largo del eje longitudinal A_L .

50 La parte de enganche de soporte 31 puede estar conectada de forma desmontable a la parte anular 32 para que la parte anular 32 que cuelga de la extremidad pueda desmontarse en cualquier momento de la parte longitudinal 21. La parte de enganche de soporte 31 puede comprender un interruptor o un pulsador que, una vez pulsado, libera la parte anular 32 de la parte de enganche de soporte 31. Esta característica es particularmente ventajosa ya que permite liberar rápidamente al paciente del sistema en caso de una parada de emergencia del procedimiento quirúrgico.

En esta realización, el embrague 40 es un freno configurado para cambiar reversiblemente entre una configuración abierta y una configuración bloqueada. En la configuración abierta, el embrague no aplica ninguna fuerza sobre el elemento pivotante 20, que por lo tanto puede girar libremente alrededor del eje de rotación A_R en ambas direcciones D1 y D2, estando el límite de movimiento impuesto por la presencia de la mesa quirúrgica T cuando el sistema está

en una configuración de uso normal y, finalmente, por la presencia de la extremidad L si el sistema está conectado al paciente.

5 El embrague puede configurarse para permitir que el elemento pivotante cubra un rango de ángulos de 180 grados cuando ningún paciente está conectado al elemento de soporte 30. Cuando una pierna del paciente está conectada al elemento de soporte 30, el elemento pivotante 20 puede cubrir, por ejemplo, un intervalo de ángulos de 20 a 90 grados.

En la configuración bloqueada, el freno del embrague se activa y el elemento pivotante 20 se inmoviliza en una posición deseada (angular) de modo que la extremidad L del paciente quede colgada en la posición deseada.

10 Como se muestra en la figura 1, cuando el sistema está adaptado para soportar una pierna, no comprende ningún soporte para fijar el pie correspondiente en una posición predefinida; el pie simplemente se coloca sobre la mesa quirúrgica a una distancia adecuada del muslo. El cirujano puede encontrar la configuración más adecuada de la pierna para cada etapa del procedimiento quirúrgico, siendo libre de cambiar dicha configuración en cualquier momento.

15 En esta realización, el sistema se mantiene en posición con respecto a la mesa quirúrgica T gracias al elemento de fijación 50. El elemento de fijación 50 puede ser un monobloque o una sola pieza, lo que por lo tanto permite fijar el sistema en una sola posición con respecto a la mesa quirúrgica. Alternativamente, el elemento de fijación 50 puede comprender un módulo de ajuste que permita un ajuste preciso de la posición del sistema con respecto a la mesa quirúrgica T. Esta alternativa se describirá en detalle en relación con la figura 3.

20 La figura 2, que proporciona una vista desde arriba del sistema de la invención, muestra claramente que el eje de rotación A_R es paralelo al ejelongitudinal A_L . Además, la figura 2 muestra también la mesa quirúrgica T y el raíl R de la mesa quirúrgica, que no forman parte del sistema.

En esta realización, el elemento de fijación 50 está configurado para sujetar el sistema a la mesa quirúrgica T. El elemento de fijación 50 puede configurarse notablemente para fijarse en un raíl R de la mesa quirúrgica. El elemento de fijación 50 puede comprender además un módulo de configuración mostrado en la figura 3.

25 La figura 3 es una vista lateral del sistema 10. En particular, la figura 3 se usa aquí para describir el módulo de configuración que está configurado para modificar la posición del elemento giratorio 20, el elemento de soporte 30 y el embrague 40 en un plano ortogonal al eje de rotación (A_R). Más detalladamente, el módulo de configuración comprende una primera plataforma 51 que está configurada para modificar la posición del sistema, una vez fijado en la mesa quirúrgica, a lo largo de una dirección longitudinal X de la mesa quirúrgica (es decir, horizontalmente con respecto al suelo). Esta primera plataforma 51 puede configurarse para ser la parte del elemento de fijación que puede sujetar el sistema 10 a la mesa quirúrgica T, por ejemplo, mediante abrazaderas. El módulo de ajuste también comprende una segunda plataforma 52 configurada para desplazar el sistema 10 a lo largo de una dirección vertical Y (es decir, una dirección paralela a un eje perpendicular al plano T de la mesa quirúrgica). La segunda plataforma 52 puede comprender una manivela o estar motorizada para obtener el desplazamiento vertical. La segunda plataforma 52 se puede fijar a la primera plataforma 51 y se puede conectar al embrague 40. Dichos ajustes X e Y permitirán alinear ventajosamente el eje de rotación A_R del embrague 40 con el centro de rotación anatómico de la extremidad, más precisamente, cuando la extremidad es una pierna, con el centro de la cadera en el ejemplo descrito.

La figura 3 muestra también que el embrague 40 puede comprender una carcasa externa 42 configurada para comprender y proteger del entorno externo, el freno 41 y al menos parte del dispositivo de compensación de peso 43.

40 El freno 41 puede ser un freno electromagnético, más precisamente un freno de apagado electromagnético, lo que significa que el freno está en su configuración bloqueada cuando no fluye corriente eléctrica a través de él. Ventajosamente, un imán permanente en el interior de dicho freno asegura que permanezca en su configuración bloqueada cuando no fluye corriente a través de él.

45 Con respecto al dispositivo de compensación de peso 43, está configurado para proporcionar una fuerza de compensación de peso al elemento pivotante 20 que soporta la extremidad. Dicha fuerza es opuesta al peso de la extremidad, considerándose aquí el peso como una cantidad vectorial que representa la fuerza gravitacional que actúa sobre la extremidad. El peso (vector) puede tener una magnitud que depende de una porción de la masa de la extremidad. De hecho, cuando la extremidad es una pierna, el pie generalmente se coloca sobre la mesa quirúrgica. Esta realización permite, cuando el embrague está en la configuración abierta, ayudar ventajosamente al cirujano a levantar la pierna, durante el posicionamiento de la pierna y la configuración de la rodilla, así como durante las manipulaciones de equilibrio de los tejidos blandos.

55 El dispositivo de compensación de peso 43 puede ser un dispositivo pasivo, tal como un mecanismo basado en un resorte, que ejerce una fuerza restauradora cada vez que el elemento pivotante 20, que soporta el peso de la extremidad, tira o empuja el resorte. Alternativamente, el dispositivo de compensación de peso 43 puede ser un dispositivo activo, tal como un actuador conectado al elemento pivotante 20.

En esta tercera realización, el sistema comprende además un elemento de conmutación (60a, 60b) para cambiar el embrague entre la configuración abierta y la configuración bloqueada. Este elemento de conmutación (60a, 60b) puede estar ubicado por debajo del eje de rotación y a una distancia predeterminada del suelo cuando el sistema está en una configuración de uso normal, de modo que el cirujano pueda empujar el elemento de conmutación aplicando una presión con su rodilla. Como se muestra en la figura 3, el elemento de conmutación comprende dos conmutadores 60a y 60b situados respectivamente a ambos lados del elemento de fijación. En este ejemplo, cada elemento de conmutación 60a o 60b se activa mediante un empuje sustancialmente horizontal (es decir, en una dirección sustancialmente paralela al suelo o a la mesa T). Alternativamente, el elemento de conmutación puede comprender un único interruptor (no representado) colocado en la superficie externa de la segunda plataforma 52 (es decir, la superficie de la segunda plataforma 52 que no está orientada hacia la mesa quirúrgica). La ventaja de colocar el elemento de conmutación a la altura de la rodilla del cirujano es que podrá pulsar el interruptor con un simple movimiento de la pierna mientras usa sus brazos para manipular la extremidad del paciente.

Alternativamente, el elemento de conmutación para cambiar el embrague entre la configuración abierta y la configuración bloqueada puede ser un simple pedal colocado en el suelo. Sin embargo, empujar el elemento conmutador con la rodilla o una parte del muslo (dependiendo de la altura del cirujano) es más fácil y seguro que buscar con los pies un interruptor colocado en el suelo.

La figura 4 muestra una vista lateral de la pierna del paciente, donde el muslo se coloca dentro de la parte anular 32 en diferentes posiciones permitidas por el sistema.

La pierna puede estar dispuesta en una posición de extensión E (figura 4) donde la pierna descansa sobre la mesa quirúrgica, sin aplicar ninguna fuerza sobre el elemento de soporte 30 y, por lo tanto, el embrague puede estar en la configuración desbloqueada. Entonces, mientras el embrague está en la configuración desbloqueada, el cirujano puede cambiar la posición de la pierna a una posición de flexión F, donde el muslo y el gemelo forman un ángulo de menos de 180 grados. Como se muestra en esta figura 4, el elemento de soporte 30 y el elemento pivotante 20 se mueven con el muslo al que están conectados. Para mantener la pierna en esta posición de flexión F, el embrague se cambia a la configuración bloqueada y los pies se colocan en un lugar apropiado en la mesa quirúrgica. Como ya se ha explicado anteriormente, la configuración específica del elemento de soporte 30 también permite al cirujano empujar aún más el gemelo contra el muslo para alcanzar la posición de flexión específica denominada posición de hiperflexión H. Como antes, para pasar de la posición de flexión a la posición de hiperflexión, el embrague 40 pasó a la configuración abierta y volvió a la configuración bloqueada una vez que se alcanzó la posición de hiperflexión. La flecha F1 proporciona una representación visual del movimiento del elemento giratorio 20 y del muslo del paciente cuando cambia de la posición de extensión E a una posición de flexión (F, H) e inversamente.

La figura 5 proporciona una vista en perspectiva del sistema, que muestra con la flecha F1 el movimiento pivotante del muslo alrededor del eje de rotación. Este movimiento de giro es permitido por el elemento de soporte 20 que gira alrededor del eje de rotación cuando el embrague está en la posición abierta. Las flechas F2 y F3 representan la dirección del desplazamiento del gemelo durante la manipulación de la pierna por parte del cirujano (las manos del cirujano se representan manipulando la pierna en la figura 6), cuando el embrague está en la configuración bloqueada.

La figura 7 muestra una configuración donde el sistema 10 comprende además un soporte 70 de agarre óseo para fijar rígidamente un hueso del paciente en la posición deseada. En este ejemplo, el soporte de agarre óseo 70 tiene una primera parte 71 fijada a un extremo del elemento pivotante 20 opuesto al embrague 40, y comprende una segunda parte 72 conectada mediante bisagras a dicha primera parte 71. El extremo de la segunda porción 72 opuesto a la conexión articulada comprende un elemento de agarre 73 configurado para fijarse rígidamente a al menos un hueso del paciente. La primera parte 71 se extiende aquí en una dirección transversal a la parte longitudinal 21 del elemento pivotante. La conexión articulada puede comprender un elemento de bloqueo que permite bloquear la conexión articulada en una posición fija deseada de la primera parte 71 con respecto a la segunda parte 72. Esta realización permite, de forma ventajosa, mover primero la primera parte 71 y la segunda parte 72 para adaptar el soporte de agarre óseo 70 a la morfología del paciente y, en segundo lugar, proporcionar una conexión rígida entre el elemento pivotante 20 y el hueso cuando el elemento de bloqueo bloquea la primera parte 71 y la segunda parte 72 en la posición fija deseada. El elemento de agarre 73 puede comprender tornillos quirúrgicos que permiten fijar el sistema, por ejemplo, a la tibia o el fémur del paciente. Dicho soporte de agarre óseo 70 está bien integrado en el sistema, lo que resulta en un diseño compacto y más espacio para el cirujano.

La figura 8 muestra un conjunto que comprende un sistema de posicionamiento de extremidades 10 y un dispositivo robótico quirúrgico 80, donde el sistema de posicionamiento de las extremidades y el dispositivo robótico están conectados entre sí. En este ejemplo, el dispositivo robótico quirúrgico 80 comprende al menos un elemento móvil 81 configurado para girar alrededor de un eje de rotación A_R que coincide con el eje de rotación del elemento giratorio del sistema de posicionamiento de extremidades. De este modo, se puede hacer referencia al robot y al sistema de posicionamiento en relación con un mismo eje, mejorando así la precisión del dispositivo robótico quirúrgico. Además, cuando dicho conjunto se usa en combinación con el dispositivo de agarre de huesos 70 (no representado), la precisión del dispositivo robótico 80 también mejora debido a la posición fija del hueso al que está unido el dispositivo 70.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto que comprende un sistema de posicionamiento de extremidades (10) y un dispositivo robótico quirúrgico (80), donde el sistema de posicionamiento de las extremidades y el dispositivo robótico están conectados entre sí,

5 donde el sistema de posicionamiento de extremidades (10) está configurado para posicionar y mantener inmovilizada una extremidad (L) de un paciente en una posición deseada con respecto a una mesa quirúrgica (T) durante una cirugía ortopédica, comprendiendo dicho sistema de posicionamiento de extremidades:

- un elemento giratorio (20) que tiene una parte longitudinal (21) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal correspondiente (A_L), dicho elemento giratorio (20) está configurado de manera que dicho eje longitudinal (A_L) esté configurado para ser paralelo a la mesa quirúrgica (T);

10 - un elemento de soporte (30) configurado para soportar la extremidad del paciente; dicho elemento de soporte comprende una parte de enganche de soporte (31) conectada a dicha parte longitudinal (21) y móvil a lo largo de dicha parte longitudinal;

15 - un embrague (40) conectado al elemento pivotante (20) que tiene una configuración abierta y una configuración bloqueada, donde, en la configuración abierta, el embrague permite el giro del elemento pivotante alrededor de un eje de rotación (A_R) que es paralelo al eje longitudinal (A_L), distinto del eje longitudinal, (A_L), y donde, en la configuración bloqueada, el embrague (40) permite la inmovilización del elemento pivotante (20) en la posición deseada;

- al menos un elemento de fijación (50) configurado para mantener el sistema en posición con respecto a la mesa quirúrgica (T), y

20 donde, el dispositivo robótico quirúrgico (80) comprende al menos un elemento móvil (81) configurado para girar alrededor de un eje de rotación (A_R) que coincide con el eje de rotación del elemento giratorio del sistema de posicionamiento de extremidades (10).

2. El conjunto según la reivindicación 1, donde el elemento pivotante (20) es móvil con respecto al embrague (40) para variar la distancia entre el eje longitudinal (A_L) y el eje de rotación (A_R).

25 3. El conjunto según la reivindicación 1 o 2, donde el elemento de fijación (50) está configurado para sujetar el sistema a la mesa quirúrgica (T), preferiblemente a un raíl (R) de la mesa quirúrgica.

4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el elemento de fijación (50) comprende un módulo de ajuste (51, 52) configurado para modificar la posición del elemento giratorio (20), el elemento de soporte (30) y el embrague (40) en un plano ortogonal al eje de rotación (A_R).

30 5. El conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un dispositivo de compensación de peso (43) configurado para proporcionar una fuerza de compensación de peso al elemento giratorio 20, siendo dicha fuerza opuesta al peso de la extremidad aplicado al elemento pivotante 20.

6. El conjunto según la reivindicación 5, donde el dispositivo de compensación de peso (43) es un dispositivo pasivo, preferiblemente un resorte, o un dispositivo activo tal como un actuador.

35 7. El conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un soporte de agarre óseo (70) que tiene una primera parte (71) fijada al elemento pivotante (20) y que comprende, en el extremo de una segunda parte (72), un elemento de agarre (73) configurado para fijarse rígidamente a al menos un hueso del paciente.

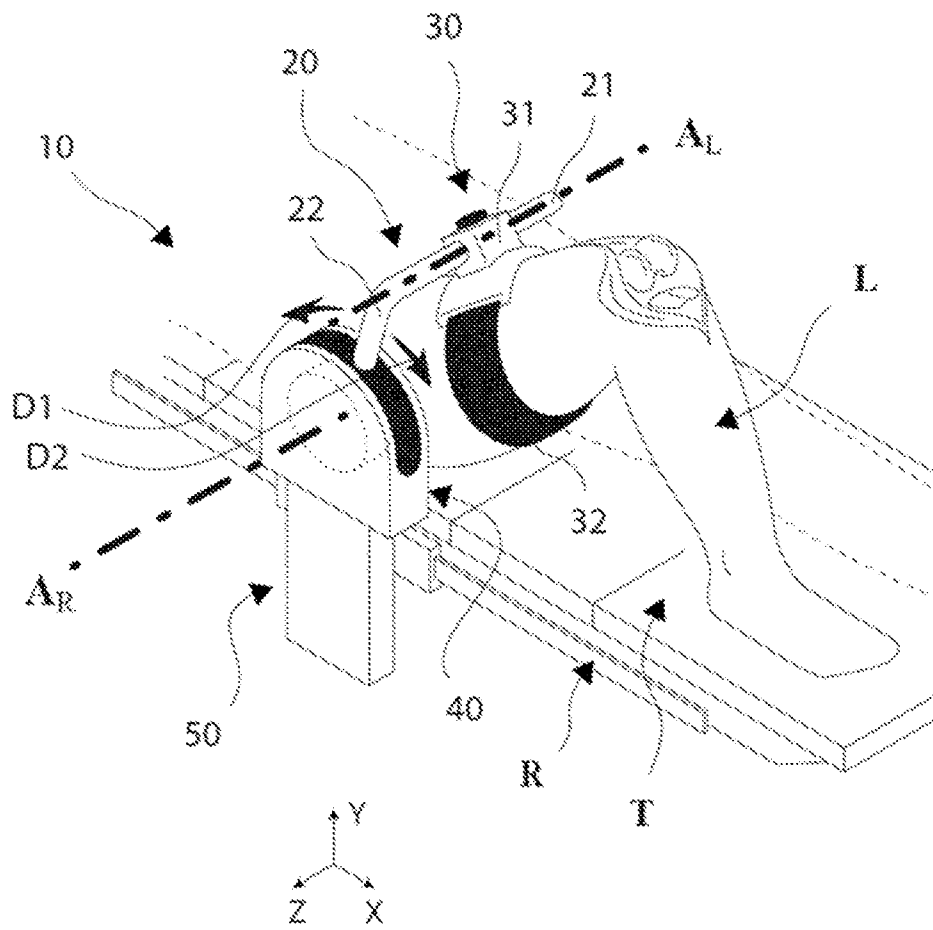
40 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el elemento de soporte (30) comprende una parte anular (32) configurada para rodear la extremidad, donde la parte anular (32) está posicionada con respecto al elemento pivotante (20), para que la extremidad cuelgue de la parte longitudinal (21) del elemento pivotante (20) utilizando la parte anular (32).

9. El conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la parte de enganche de soporte (31) está conectada de forma desmontable a la parte anular (32) de modo que la parte anular (32) se puede separar de la parte longitudinal (21).

45 10. El conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el embrague es un freno de apagado electromagnético.

50 11. El conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además un elemento de conmutación (60a, 60b) para cambiar el embrague (40) entre la configuración abierta y la configuración bloqueada, estando dicho elemento de conmutación situado por debajo del eje de rotación (A_R) y a una distancia predeterminada del suelo cuando el sistema está en una configuración de uso normal.

12. El sistema de posicionamiento de las extremidades según la reivindicación 11, donde el elemento de conmutación comprende dos conmutadores (60a, 60b) situados respectivamente a ambos lados del elemento de fijación (50).



~~ENC. 1~~

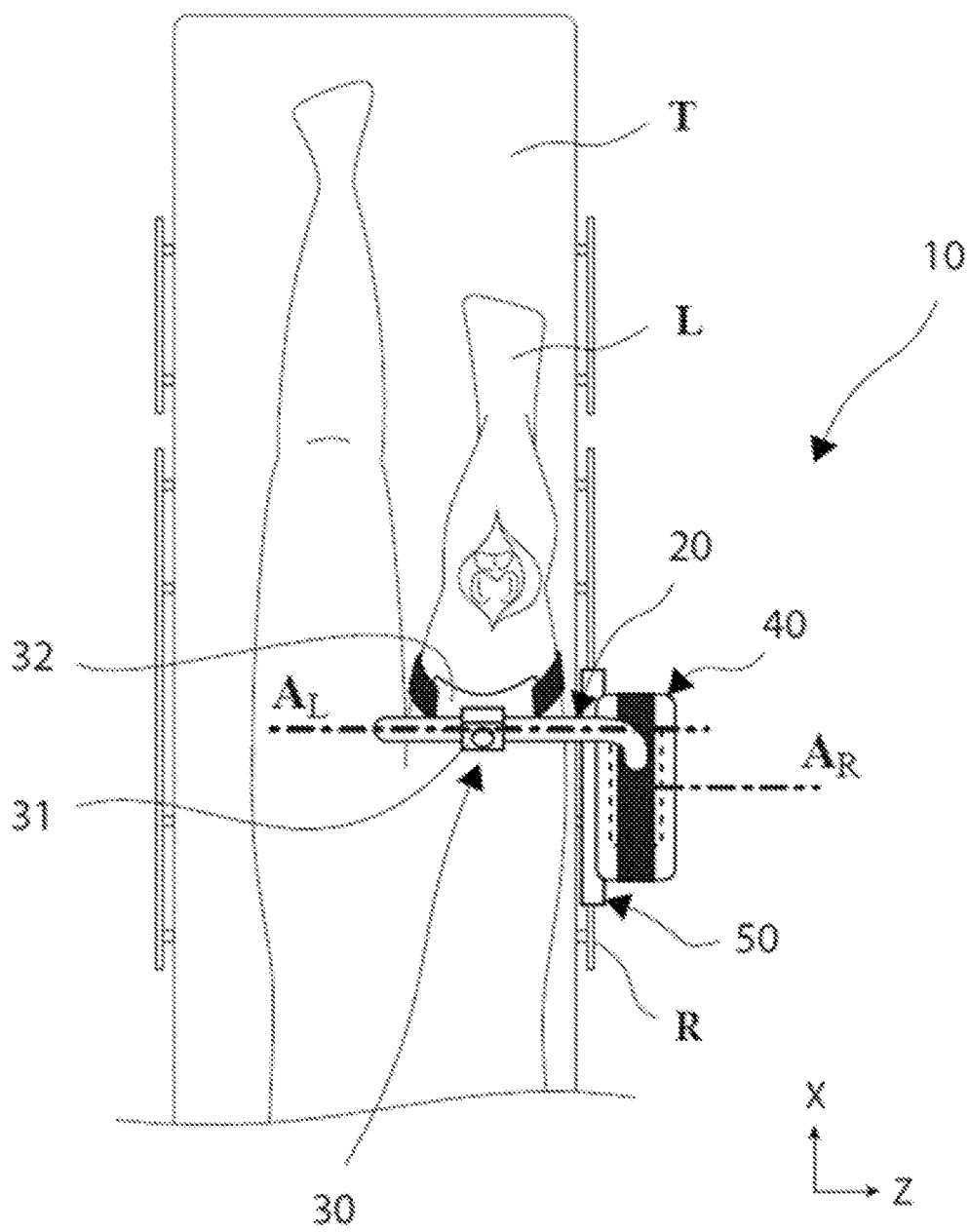


FIG. 2

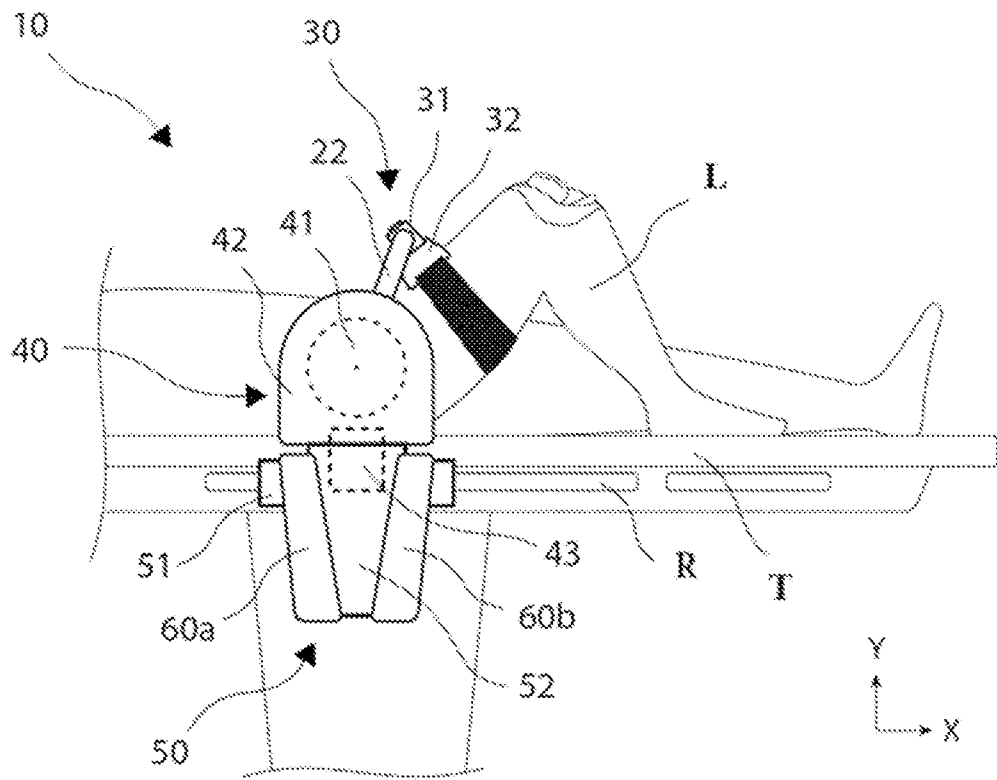


FIG. 2

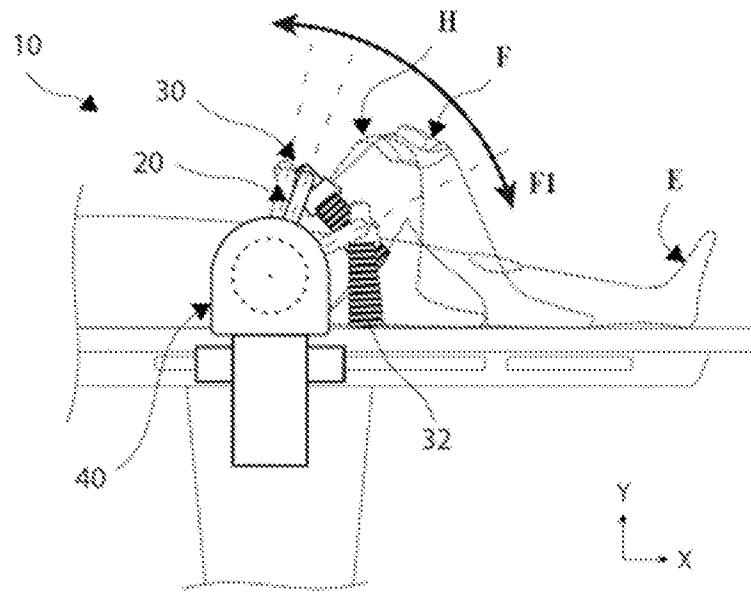


FIG. 4

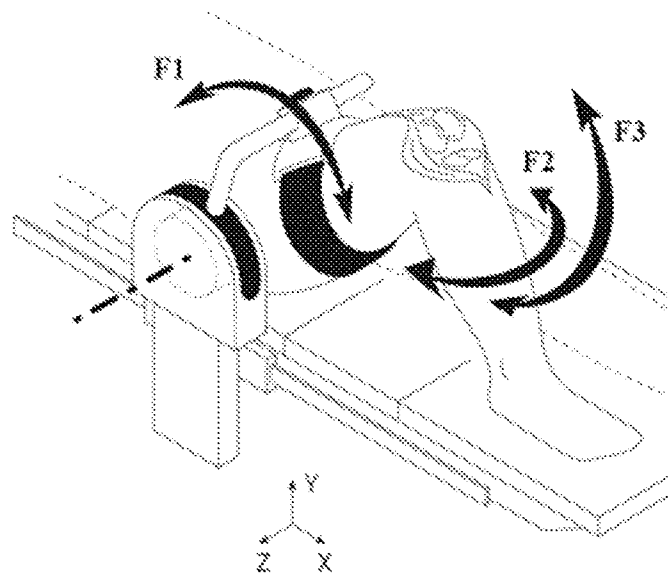


FIG. 5

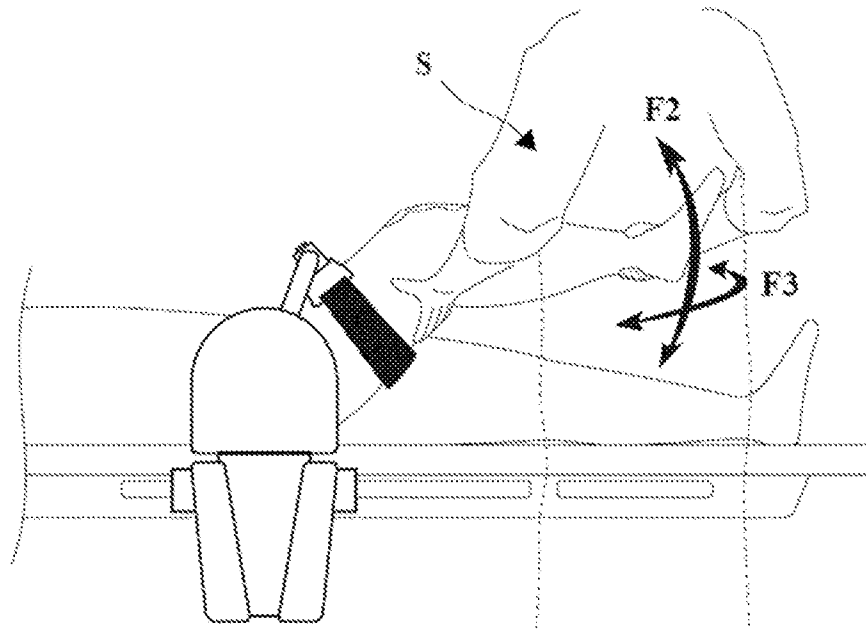


FIG. 6

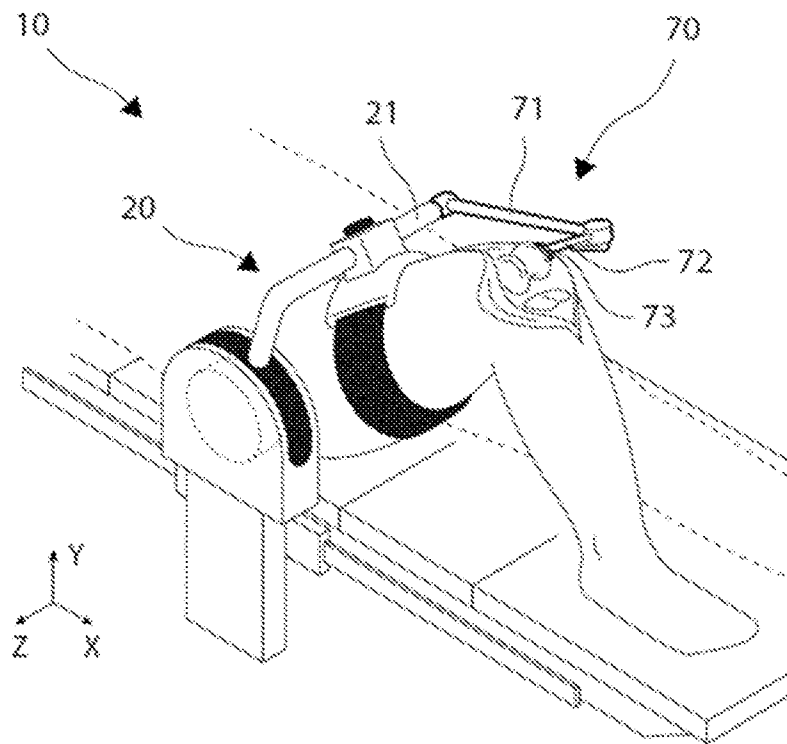


FIG. 7

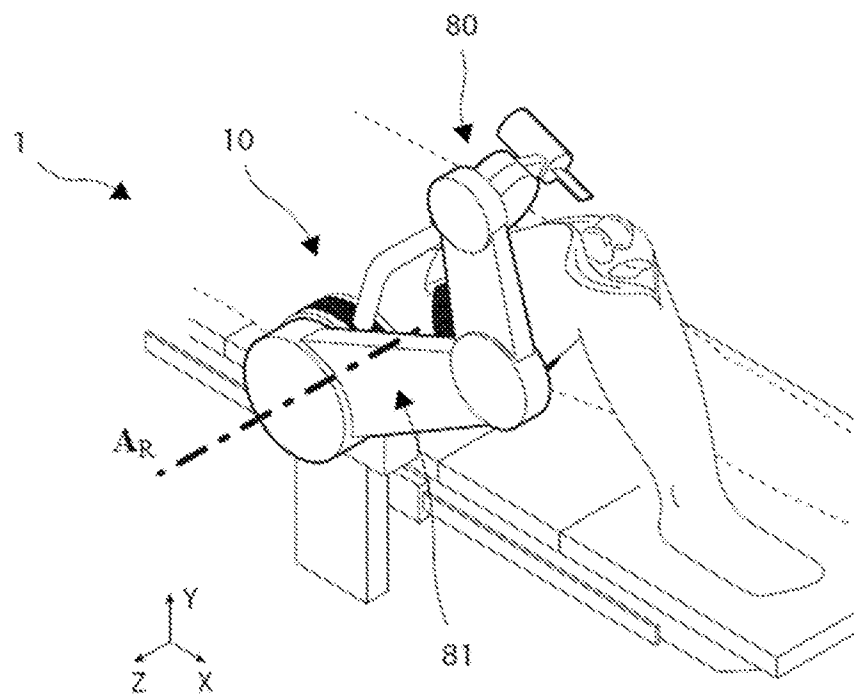


FIG. 8