

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 135**

51 Int. Cl.:

**A61B 34/35** (2006.01)

**A61B 34/37** (2006.01)

**B25J 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2017 PCT/JP2017/015020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17179629**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2017 E 17782442 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023 EP 3443928**

54 Título: **Sistema quirúrgico**

30 Prioridad:

**15.04.2016 JP 2016081856**

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

**11.04.2024**

73 Titular/es:

**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA  
(100.0%)**

**1-1, Higashikawasaki-cho 3-chome Chuo-ku  
Kobe-shi, Hyogo 650-8670, JP**

72 Inventor/es:

**HIRATSUKA, MITSUICHI y  
NAKANISHI, TETSUYA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 965 135 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 quirúrgico

5 Campo Técnico  
La presente invención se refiere a un sistema quirúrgico.

Antecedentes de la Técnica

10 Se conoce convencionalmente un sistema que incluye un manipulador utilizado en cirugía (ver PTL 1 y 2, por ejemplo).

En dicho sistema, un instrumento quirúrgico está unido a una porción de extremo de punta del manipulador (brazo). El instrumento quirúrgico incluye un eje largo y delgado en forma de varilla. Una herramienta de tratamiento, como un fórceps, se une a un extremo de punta del eje y se inserta en el cuerpo de un paciente a través de una parte de incisión del paciente. El manipulador es controlado por control remoto de un operador. Por lo tanto, se puede cambiar la posición y la postura del instrumento quirúrgico.

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

20 PTL 1: Traducción japonesa publicada de la solicitud PCT n.º 2002-530209  
PTL 2: La traducción japonesa publicada de la solicitud PCT n.º 2015-502814

25 El documento US 2016/100898 A1 describe un manipulador médico, que incluye un brazo de libertad de múltiples grados que se puede montar con un instrumento médico, una posición de puerto de inserción que indica una posición espacial de un puerto de inserción para insertar el instrumento médico montado en el brazo de libertad de múltiples grados en un cuerpo humano se retiene, y el brazo de libertad de múltiples grados se controla para insertar el instrumento médico en el cuerpo humano desde la posición de puerto de inserción retenida.

30 El documento US 2014/052153 A1 describe dispositivos, sistemas y procedimientos robóticos y/o quirúrgicos que incluyen estructuras de eslabón cinemático y sistemas de control asociados configurados para facilitar la preparación del sistema para su uso.

35 El documento US 2006/142657 A1 describe un aparato quirúrgico que incluye un dispositivo quirúrgico, configurado para ser manipulado por un usuario para realizar un procedimiento en un paciente, y un sistema informático.

40 El documento WO 2015/125649 A1 describe un procedimiento de control de dispositivo manipulador, que comprende: una etapa de recibir una señal de manipulación con respecto a los manipuladores; una etapa de calcular las posiciones diana de las uniones en base a la señal de manipulación; etapas de calcular una distancia máxima entre los manipuladores, suponiendo que las uniones están colocadas en las posiciones diana; una etapa de comparar la distancia máxima con un umbral prescrito; una etapa de mover las uniones a las posiciones diana si la distancia máxima es menor o igual que el umbral prescrito; y una etapa de detener los movimientos de las uniones si la distancia máxima es mayor que el umbral prescrito.

45 Resumen de la Invención

Problema técnico

50 Según el sistema convencional anterior, una posición de centro de movimiento del instrumento quirúrgico cuando se cambia la posición y la postura del instrumento quirúrgico se encuentra en una superficie corporal del paciente o en las proximidades de la superficie corporal. Por lo tanto, por ejemplo, en la cirugía torácica, cuando el instrumento quirúrgico se inserta entre los huesos, como las costillas, el instrumento quirúrgico se manipula de manera que el eje del instrumento quirúrgico no entre en contacto con los huesos durante la cirugía. Por esta razón, el intervalo móvil de un extremo de punta del instrumento quirúrgico es pequeño, lo que dificulta la realización de la cirugía.

55 La presente invención se realizó para resolver el problema anterior, y un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema quirúrgico capaz de asegurar un gran intervalo móvil de un extremo de punta de un instrumento quirúrgico incluso cuando el instrumento quirúrgico se inserta en una región estrecha, por ejemplo, una región entre los huesos, como las costillas.

Solución al problema

60 Para lograr el objeto anterior, un sistema quirúrgico según la presente invención se define en la reivindicación 1.

Efectos ventajosos de la invención

65 La presente invención está configurada como se explicó anteriormente y tiene el efecto de poder proporcionar un sistema quirúrgico capaz de asegurar un gran intervalo móvil de un extremo de punta de un instrumento quirúrgico incluso cuando el instrumento quirúrgico se inserta en una región estrecha, por ejemplo, una región entre los huesos, como las costillas.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de una configuración completa de un sistema quirúrgico según una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral que muestra un ejemplo de la configuración de un posicionador de un aparato del lado del paciente.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de la configuración de un manipulador (brazo) al que se une un instrumento quirúrgico del aparato del lado del paciente.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática del sistema quirúrgico.

Las Figuras 5A a 5D son diagramas para explicar un ejemplo de un procedimiento para establecer una posición de incisión inicial y una posición de centro de movimiento.

Las Figuras 6A y 6B son diagramas para explicar un efecto del sistema quirúrgico según de la presente realización.

Las Figuras 7A, 7B y 7C son diagramas para explicar una condición de determinación de advertencia.

Descripción de las Realizaciones

Un sistema quirúrgico según la descripción de la presente solicitud incluye: un manipulador configurado de tal manera que una porción de extremo de punta del mismo se mueve con respecto a una porción de extremo de base del mismo en un espacio tridimensional; un instrumento quirúrgico que incluye un eje en forma de varilla acoplado a la porción de extremo de punta del manipulador y una herramienta de tratamiento proporcionada en una porción de extremo de punta del eje; una porción de entrada de manipulación a la que un operador introduce un comando con respecto a una posición y postura del instrumento quirúrgico; un aparato de control configurado para controlar una operación del manipulador en función de la entrada de comando a la porción de entrada de manipulación; y una porción de establecimiento de posición de centro de movimiento configurada para establecer una posición deseada en el aparato de control como una posición de centro de movimiento del instrumento quirúrgico insertado en una parte de incisión de un paciente, estando ubicada la posición deseada en una parte interna debajo de una superficie corporal del paciente, donde el aparato de control está configurado para controlar la operación del manipulador de manera que en un caso en el que el aparato de control controla el funcionamiento del manipulador en función del comando, la entrada a la porción de entrada de manipulación, después de que el instrumento quirúrgico se inserta en un cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y el instrumento quirúrgico está dispuesto con el eje que pasa a través de la posición de centro de movimiento, la posición y la postura del instrumento quirúrgico se cambian mientras se mantiene un estado donde el eje está ubicado en la posición de centro de movimiento.

Según esta configuración, la posición de centro de movimiento del instrumento quirúrgico se establece en la parte interna del cuerpo del paciente, en lugar de en la superficie corporal del paciente o cerca de la superficie corporal del paciente. Con esto, incluso cuando el instrumento quirúrgico se inserta en una región estrecha, por ejemplo, una región entre los huesos, como las costillas, se puede asegurar un gran intervalo móvil del extremo de punta del instrumento quirúrgico. Por lo tanto, la cirugía se realiza fácilmente.

La porción de establecimiento de posición de centro de movimiento incluye una porción de manipulación del establecimiento de la posición de centro de movimiento configurada para, cuando el instrumento quirúrgico se inserta en el cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y un punto de referencia predeterminado del instrumento quirúrgico se encuentra en la posición deseada en el cuerpo, realizar una operación de establecimiento de la posición como la posición de centro de movimiento en el aparato de control.

El sistema quirúrgico puede incluir además: una porción de establecimiento de posición de incisión inicial configurada para establecer una posición de la parte de incisión en la superficie corporal del paciente como una posición de incisión inicial en el aparato de control; y un dispositivo de advertencia configurado para emitir una advertencia al operador cuando el eje se desplaza desde la posición de incisión inicial, y se cumple una condición predeterminada en un caso en el que el aparato de control controla el funcionamiento del manipulador después de que el instrumento quirúrgico se inserta en el cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y el instrumento quirúrgico está dispuesto con el eje pasando a través de la posición de centro de movimiento. Según esta configuración, al enviar la advertencia al operador, se puede evitar que la posición de la parte de incisión se mueva en gran medida durante la cirugía, lo cual es preferible para el paciente.

La porción de establecimiento de posición de centro de movimiento puede incluir: una porción de establecimiento de posición de incisión inicial configurada para establecer una posición de la parte de incisión en la superficie corporal del paciente como una posición de incisión inicial en el aparato de control; y una porción de cálculo configurada para calcular una posición ubicada lejos de la posición de incisión inicial en una distancia predeterminada en una dirección predeterminada y establecer la posición como la posición de centro de movimiento en el aparato de control.

El sistema quirúrgico puede incluir además un dispositivo de advertencia configurado para emitir una advertencia al operador cuando el eje se desplaza desde la posición de incisión inicial, y se cumple una condición predeterminada en un caso en el que el aparato de control controla el funcionamiento del manipulador después de que el instrumento quirúrgico se inserta en el cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y el instrumento quirúrgico se dispone con el eje pasando a través de la posición de centro de movimiento. Según esta configuración, al enviar la advertencia

al operador, se puede evitar que la posición de la parte de incisión se mueva en gran medida durante la cirugía, lo cual es preferible para el paciente.

5 La condición predeterminada puede ser una condición en la que una distancia entre la posición de incisión inicial y una posición ubicada lejos de la posición de centro de movimiento en un eje central del eje actual por una distancia entre la posición de incisión inicial y la posición de centro de movimiento no es menor que un valor predeterminado. En este caso, se puede decir que la condición predeterminada es una condición en la que un valor aproximado no es menor que un valor predeterminado, calculándose el valor aproximado como un valor aproximado de una distancia entre una posición central de la parte de incisión actual y la posición de incisión inicial.

10 La condición predeterminada puede ser una condición en la que una distancia entre la posición de incisión inicial y una posición de intersección no es menor que un valor predeterminado, donde la posición de intersección se calcula como una posición donde un eje central del eje actual se cruza con un plano perpendicular a un vector, donde el vector pasa a través de la posición de incisión inicial y se extiende desde la posición de centro de movimiento hacia la posición de incisión inicial. En este caso, se puede decir que la condición predeterminada es una condición en la que un valor aproximado no es menor que un valor predeterminado, calculándose el valor aproximado como un valor aproximado de una distancia entre una posición central de la parte de incisión actual y la posición de incisión inicial.

15 La porción de establecimiento de posición de incisión inicial puede incluir una porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial configurada para, cuando el instrumento quirúrgico se inserta en el cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y un punto de referencia predeterminado del instrumento quirúrgico se encuentra en una posición de la parte de incisión en la superficie corporal del paciente, realizar una operación de establecimiento de la posición como la posición de incisión inicial en el aparato de control.

20 El sistema quirúrgico puede incluir además un dispositivo de advertencia configurado para emitir una advertencia al operador cuando un ángulo formado por un vector que indica una dirección de un eje central del eje cuando se establece la posición de centro de movimiento y un vector que indica una dirección del eje central del eje actual no es menor que un ángulo predeterminado en un caso donde el aparato de control controla el funcionamiento del manipulador después de que el instrumento quirúrgico se inserta en el cuerpo del paciente a través de la parte de incisión, y el instrumento quirúrgico está dispuesto con el eje que pasa a través de la posición de centro de movimiento. Según esta configuración, al enviar la advertencia al operador, se puede evitar que la posición de la parte de incisión se mueva en gran medida durante la cirugía, lo cual es preferible para el paciente.

25 La posición de centro de movimiento puede definirse entre los huesos adyacentes en el cuerpo del paciente.

30 En lo sucesivo, se explicará una realización preferida de la invención con referencia a los dibujos. En las siguientes explicaciones y los dibujos, se usan los mismos signos de referencia para los mismos o correspondientes componentes, y se evita una repetición de la misma explicación. Además, la presente invención no se limita a la realización a continuación. Más bien, la invención se define por la reivindicación 1 independiente adjunta, las realizaciones preferidas de la invención se definen por las reivindicaciones dependientes.

#### Realización

##### Resumen del sistema quirúrgico

35 La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de una configuración completa de un sistema quirúrgico según una realización de la presente invención. La Figura 2 es una vista lateral que muestra un ejemplo de la configuración de un posicionador de un aparato del lado del paciente. La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de la configuración de un manipulador (brazo) al que se une un instrumento quirúrgico del aparato del lado del paciente. La Figura 4 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática del sistema quirúrgico.

40 Como se muestra en la Figura 1, un sistema quirúrgico 100 es un sistema mediante el cual un operador O, tal como un médico, realiza una cirugía de endoscopio para un paciente Q mediante el uso de un aparato de manipulación 2 para manipular un aparato del lado del paciente 1, como una cirugía asistida por robot, una cirugía remota de robot, etc.

45 El sistema quirúrgico 100 incluye el aparato del lado del paciente 1, el aparato de manipulación 2 y un aparato de control 6. El aparato de manipulación 2 está dispuesto lejos del aparato del lado del paciente 1, y el aparato del lado del paciente 1 está controlado de forma remota por el aparato de manipulación 2. Cuando el operador O manipula el aparato de manipulación 2 de acuerdo con una operación que debe realizar el aparato del lado del paciente 1, el aparato de manipulación 2 transmite al aparato de control 6 una señal de manipulación correspondiente a la manipulación. El aparato de control 6 recibe la señal de manipulación transmitida desde el aparato de manipulación 2 y opera el aparato del lado del paciente 1 en función de la señal de manipulación. En lo sucesivo, se explicarán en detalle los componentes respectivos del sistema quirúrgico 100.

50 Aparato de manipulación

El aparato de manipulación 2 constituye una interfaz entre el sistema quirúrgico 100 y el operador O y es un aparato configurado para manipular el aparato del lado del paciente 1. El aparato de manipulación 2 se proporciona junto a una mesa de operaciones 111 en una sala de operaciones, lejos de la mesa de operaciones 111 o fuera de la sala de operaciones.

5 El aparato de manipulación 2 incluye: una porción de entrada de manipulación 50 a la que el operador O introduce un comando de manipulación; y un dispositivo de visualización 55 configurado para mostrar una imagen tomada por un endoscopio 41. La porción de entrada de manipulación 50 incluye un manipulador de operación 51, un pedal de operación 52 y similares. Mientras confirma visualmente una parte afectada en el dispositivo de visualización 55, el  
10 operador O manipula la porción de entrada de manipulación 50 para ingresar el comando de manipulación al aparato de manipulación 2. La entrada de comando de manipulación al aparato de manipulación 2 se transfiere como la señal de manipulación al aparato de control 6 a través de un cable o de forma inalámbrica. Además, como se muestra en la Figura 4, el aparato de manipulación 2 incluye una porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial (porción de establecimiento de posición de incisión inicial) 53, una porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento (porción de establecimiento de posición de centro de movimiento) 54, y un  
15 dispositivo de advertencia 56, que se describirá más adelante.

#### Aparato del lado del paciente

20 El aparato del lado del paciente 1 constituye una interfaz entre el sistema quirúrgico 100 y el paciente Q. El aparato del lado del paciente 1 está dispuesto al lado de la mesa de operaciones 111 en la que el paciente Q se encuentra en el quirófano.

25 El aparato del lado del paciente 1 incluye: un posicionador 7; una plataforma 5 unida a una porción de extremo de punta del posicionador 7; una pluralidad de manipuladores del lado del paciente 3 (denominados en lo sucesivo "brazos 3") unidos de forma desmontable a la plataforma 5; el endoscopio 41 unido a una porción de extremo de punta de un brazo 3A que es uno de la pluralidad de brazos 3; e instrumentos quirúrgicos 42 (en lo sucesivo denominados "instrumentos 42") unidos de forma desmontable a las porciones de extremo de punta de los brazos 3B que son los restantes de la pluralidad de brazos 3. El posicionador 7 y la plataforma 5 están cubiertos con un paño estéril 9. El  
30 aparato del lado del paciente 1 incluye, por ejemplo, cuatro brazos 3 que son un brazo 3A al que se une el endoscopio 41 y tres brazos 3B a los que se unen los respectivos instrumentos 42. Cabe señalar que la Figura 4 muestra solo tres brazos 3.

35 Como se muestra en la Figura 2, el posicionador 7 es básicamente un robot articulado horizontal e incluye: una base 70 colocada en un piso de la sala de operaciones; un eje de elevación 72; un brazo oscilante 71 que acopla la base 70 y una porción de extremo de base del eje de elevación 72; y un brazo horizontal 73 acoplado a una porción de extremo de punta del eje de elevación 72. La plataforma 5 está acoplada a una porción de extremo de punta del brazo horizontal 73.

40 La base 70 es, por ejemplo, un carro equipado con freno. La base 70 se puede mover a una posición deseada y detenerse allí. Una porción de extremo de base del brazo oscilante 71 está acoplada a la base 70 a través de una unión giratoria J71. Mediante el funcionamiento de la unión giratoria J71, el brazo oscilante 71 gira (oscila) alrededor de un eje de rotación horizontal definido en la base 70. La porción de extremo de base del eje de elevación 72 está acoplada a una porción de extremo de punta del brazo oscilante 71 a través de una unión giratoria J72. Cuando el estado del brazo oscilante 71 cambia de un estado vertical mostrado en la Figura 2 a un estado inclinado por el  
45 funcionamiento de la unión giratoria J71, se mantiene un estado vertical del eje de elevación 72 por el funcionamiento de la unión giratoria J72.

50 El eje de elevación 72 incluye: un miembro tubular 72a; un miembro de eje hueco 72b insertado en el miembro tubular 72a para poder avanzar y retroceder en una dirección vertical; y una unión de traslación J73 que acopla estos miembros (72a y 72b). Mediante el funcionamiento de la unión de traslación J73, el miembro de eje 72b avanza y retrocede con respecto al miembro tubular 72a en la dirección vertical. Por lo tanto, el eje de elevación 72 puede expandirse y contraerse en la dirección vertical.

55 El brazo horizontal 73 incluye: un primer y un segundo eslabones 74 y 75 que se extienden horizontalmente; y un eslabón de muñeca 76 acoplado a una porción de extremo de punta del segundo eslabón 75. La plataforma 5 está conectada a una porción del extremo de punta del eslabón de muñeca 76.

60 Una porción de extremo de base del primer eslabón 74 está acoplada a una porción de extremo de punta del eje de elevación 72 a través de una unión giratoria J74. Mediante el funcionamiento de la unión giratoria J74, el primer eslabón 74 gira alrededor de un eje de rotación vertical definido en la porción de extremo de punta del eje de elevación 72. Una porción de extremo de punta del primer eslabón 74 está acoplada a una porción de extremo de base del segundo eslabón 75 a través de una unión giratoria J75. Mediante el funcionamiento de la unión giratoria J75, el segundo eslabón 75 gira alrededor de un eje de rotación vertical definido en la porción de extremo de punta del primer eslabón  
65 74.

Una porción de extremo de punta del segundo eslabón 75 está acoplada a una porción de extremo de base del eslabón

de muñeca 76 a través de una unión giratoria J76. Mediante el funcionamiento de la unión giratoria J76, el eslabón de muñeca 76 gira alrededor de un eje de rotación horizontal definido en la porción de extremo de punta del segundo eslabón 75. El eslabón de muñeca 76 en un estado estable se extiende verticalmente, y la plataforma 5 conectada a la porción de extremo de punta del eslabón de muñeca 76 se mantiene en una postura horizontal.

5 La plataforma 5 sirve como un "centro" que es una base de la pluralidad de brazos 3. Los brazos 3 están unidos de forma desmontable a la plataforma 5. Los brazos 3 pueden separarse de la plataforma 5 y someterse a un tratamiento de limpieza y un tratamiento de esterilización.

10 En el presente ejemplo, el posicionador 7 y la plataforma 5 constituyen un soporte de brazo S que soporta de forma móvil la pluralidad de brazos 3. Cabe señalar que el soporte de brazo S solo debe incluir al menos la plataforma 5. El soporte de brazo S puede estar constituido por la plataforma 5 soportada por un riel de movimiento lineal, un dispositivo de elevación, un soporte unido a un techo o una pared, o similares en lugar del posicionador 7.

15 A continuación, se explicará un ejemplo de la configuración del brazo 3. La pluralidad de brazos 3 puede tener una configuración diferente entre sí. Se proporciona información de identificación individual a cada brazo 3.

20 La Figura 3 muestra una configuración esquemática de uno de la pluralidad de brazos 3 incluidos en el aparato del lado del paciente 1. Como se muestra en la Figura 3, el brazo 3 incluye: una primera porción de brazo 30; y una segunda porción de brazo 35 acoplada a una porción de extremo de punta de la primera porción de brazo 30. El brazo 3 está configurado de modo que una porción de extremo de punta del mismo puede moverse con respecto a una porción de extremo de base del mismo en un espacio tridimensional. El brazo 3 está configurado de modo que, por ejemplo, la porción de extremo de punta del mismo tiene seis grados de libertad en términos de la posición y postura del mismo.

25 La primera porción de brazo 30 incluye: una base 80 unida de manera desmontable a la plataforma 5; y eslabones primero a sexto 81 a 86 acoplados secuencialmente entre sí desde la base 80 hasta la porción de extremo de punta. Más específicamente, una porción de extremo de base del primer eslabón 81 está acoplada a una porción de extremo de punta de la base 80 a través de una unión de torsión J31. Una porción de extremo de base del segundo eslabón 82 está acoplada a una porción de extremo de punta del primer eslabón 81 a través de una unión de torsión J32. Una porción de extremo de base del tercer eslabón 83 está acoplada a una porción de extremo de punta del segundo eslabón 82 a través de una unión de flexión J33. Una porción de extremo de base del cuarto eslabón 84 está acoplada a una porción de extremo de punta del tercer eslabón 83 a través de una unión de torsión J34. Una porción de extremo de base del quinto eslabón 85 está acoplada a una porción de extremo de punta del cuarto eslabón 84 a través de una unión de flexión J35. Una porción de extremo de base del sexto eslabón 86 está acoplada a una porción de extremo de punta del quinto eslabón 85 a través de una unión de torsión J36. Una porción de extremo de base (eslabón de lado de extremo de base 91) de la segunda porción de brazo 35 está acoplada a una porción de extremo de punta 30a del sexto eslabón 86.

40 La segunda porción de brazo 35 incluye el eslabón de lado de extremo de base 91 y un eslabón de lado de extremo de punta 92. El eslabón de lado de extremo de base 91 está unido a la porción de extremo de punta 30a del sexto eslabón 86 para ser giratorio alrededor de un primer eje L1. El eslabón del lado del extremo de punta 92 está unido a una porción de extremo de punta del eslabón del lado del extremo de la base 91 a través de una porción de acoplamiento 93 para poder girar alrededor de un segundo eje L2. Un eje giratorio 94 está unido a una porción de extremo de punta del eslabón de lado de extremo de punta 92 para ser giratorio alrededor de un tercer eje L3. Un soporte 36 está fijado al eje giratorio 94. El instrumento 42 está unido al soporte 36 para ser fácilmente desmontable del soporte 36.

50 La segunda porción de brazo 35 es un mecanismo configurado para trasladar el soporte 36, unido a la porción de extremo de punta de la segunda porción de brazo 35, en una dirección de referencia D para trasladar el instrumento 42, unido al soporte 36, en una dirección de extensión (dirección de referencia D) de un eje 43 del instrumento 42.

55 Para ser específicos, la segunda porción de brazo 35 está configurada para poder mover el soporte 36 con respecto a la porción de extremo de punta 30a de la primera porción de brazo 30 en la dirección de extensión del eje 43 sin cambiar la postura del soporte 36. La segunda porción de brazo 35 puede estar conectada a la primera porción de brazo 30 y al soporte 36 a través de uniones giratorias respectivas, y el eslabón del lado del extremo de base 91 y el eslabón del lado del extremo de punta 92 también pueden estar conectados entre sí a través de una unión giratoria. Cabe señalar que el soporte 36 se puede mover en la dirección de extensión del eje 43 sin cambiar la postura del soporte 36 mediante el uso de una unión de traslación en lugar de la segunda porción de brazo 35.

60 La primera porción de brazo 30 está configurada de tal manera que la porción de extremo de punta 30a de la misma tiene, por ejemplo, seis grados de libertad en términos de la posición y postura de la misma. La segunda porción de brazo 35 está acoplada a la porción de extremo de punta 30a de la primera porción de brazo 30.

65 Según la configuración anterior, la posición y la postura del instrumento 42 unido al soporte 36 se pueden cambiar libremente en un espacio tridimensional mediante la operación del brazo 3.

Cabe señalar que el aparato del lado del paciente 1 no se limita al soporte del brazo S y los brazos 3 anteriores. Solo se requiere que el aparato del lado del paciente 1 incluya un manipulador que pueda cambiar libremente la posición y la postura del instrumento 42 unido al extremo de punta del manipulador mediante la manipulación del aparato de manipulación 2.

El instrumento 42 incluye: un conjunto de accionamiento 45 proporcionado en una porción de extremo de base del instrumento 42; un efector de extremo (herramienta de tratamiento) 44 proporcionado en una porción de extremo de punta del instrumento 42; y el eje en forma de varilla largo y delgado 43 que conecta el conjunto de accionamiento 45 y el efector de extremo 44. El instrumento 42 está unido al soporte 36 de modo que la dirección de extensión del eje 43 coincida con la dirección de referencia D. El efector de extremo 44 del instrumento 42 se selecciona del grupo que consiste en: herramientas que incluyen uniones operativas (tales como fórceps, tijeras, una pinza, un soporte de aguja, un microdisector, un aplicador de grapas, un plegador, una herramienta de limpieza por succión, un cable de lazo y un aplicador de clips); y herramientas que no incluyen uniones (tales como una cuchilla de corte, una sonda de cauterización, una herramienta de limpieza, un catéter y un orificio de succión).

Además, con respecto al brazo 3 (3A) al que está unido el endoscopio 41, el endoscopio 41 en lugar del instrumento 42 está sujeto de forma desmontable por el soporte 36. Cabe señalar que el soporte 36 al que se une el endoscopio 41 puede ser diferente en aspecto del soporte 36 al que se une el instrumento 42.

La plataforma 5 está configurada de modo que una pluralidad de brazos 3 se pueden unir a cada una de una superficie lateral y una superficie inferior de la plataforma 5. La base 80 del brazo 3 incluye una porción de interfaz 801 (denominada en lo sucesivo "porción de I/F 801"), y la porción de I/F 801 está conectada a un puerto de unión (no mostrado) de la plataforma 5. La porción de I/F 801 incluye un conector para un cable eléctrico o un cable de comunicación, y el conector está conectado a un enchufe provisto en el puerto de unión de la plataforma 5. Además, la porción I/F 801 incluye una etiqueta IC que almacena, por ejemplo, la información de identificación individual del brazo 3. A continuación, la plataforma 5 incluye un lector/escritor de etiquetas configurado para leer la información de la etiqueta IC y emitir la información al aparato de control 6. Por ejemplo, el aparato de control 6 puede determinar, en función de la información de identificación individual del brazo 3, si el brazo 3 es apropiado o no para la cirugía realizada en función de la información de cirugía ingresada desde el aparato de manipulación 2.

#### Aparato de control

Como se muestra en la Figura 4, el aparato de control 6 incluye una porción de control del lado maestro 61 y una porción de control del lado esclavo 62. Por ejemplo, cada una de la porción de control del lado maestro 61 y la porción de control del lado esclavo 62 incluye: una porción de cálculo, tal como una CPU; una porción de almacenamiento, tal como una ROM y/o una RAM, que almacena un programa de ejecución de la CPU y diversos datos; y similares.

Cada una de las uniones del posicionador 7, los brazos 3 y similares está configurada para incluir: un servomotor; un codificador configurado para detectar una posición de rotación del servomotor; y similares. La posición de rotación detectada por el codificador se introduce en la porción de control del lado esclavo 62 del aparato de control 6.

Cuando el operador O manipula la porción de entrada de manipulación 50 del aparato de manipulación 2, la señal de manipulación que es el comando de manipulación se introduce desde la porción de entrada de manipulación 50 a la porción de control del lado maestro 61. Cuando la señal de manipulación es, por ejemplo, una señal con respecto a la posición y la postura del instrumento 42, la porción de control del lado maestro 61 calcula un valor de comando de la posición y la postura del instrumento 42 en función de la señal de manipulación de acuerdo con, por ejemplo, el cálculo cinemático. A continuación, la porción de control de lado maestro 61 emite el valor de comando de la posición y postura a la porción de control de lado esclavo 62. De acuerdo con, por ejemplo, el cálculo de cinemática inversa, la porción de control del lado esclavo 62 calcula las cantidades de accionamiento de las uniones del brazo 3, cuyas cantidades son necesarias para hacer que la posición y la postura del instrumento 42 coincidan con el valor de comando. A continuación, la porción de control del lado esclavo 62 acciona las uniones de los brazos 3 basándose en las cantidades de accionamiento calculadas.

Además, cuando la señal de manipulación de la porción de entrada de manipulación 50 es una señal con respecto a la operación (como una operación de sujeción del fórceps) del efector de extremo 44 del instrumento 42, la porción de control del lado maestro 61 calcula el valor de comando de la cantidad de accionamiento del efector de extremo 44 en función de la señal de manipulación y emite el valor de comando a la porción de control del lado esclavo 62. La porción de control del lado esclavo 62 acciona (opera) el efector de extremo 44 en función del valor de comando de la cantidad de accionamiento del efector de extremo 44.

De manera similar, en cuanto al posicionador 7, cuando la señal de manipulación de la porción de entrada de manipulación 50 es una señal con respecto a la posición y postura de la plataforma 5, la porción de control del lado maestro 61 calcula el valor de comando de la posición y postura de la plataforma 5 en función de la señal de manipulación y emite el valor de comando de la posición y postura a la porción de control del lado esclavo 62. La porción de control del lado esclavo 62 calcula las cantidades de accionamiento de las uniones del posicionador 7, cuyas cantidades son necesarias para hacer que la posición y la postura de la plataforma 5 coincidan con el valor de

comando. A continuación, la porción de control del lado esclavo 62 acciona las uniones del posicionador 7 basándose en las cantidades de accionamiento calculadas.

5 A continuación, se explicará un contorno de un procedimiento de realización de cirugía usando el sistema quirúrgico 100 configurado como se ha indicado anteriormente.

10 En primer lugar, por ejemplo, un operador asistente realiza una incisión en una pluralidad de posiciones predeterminadas de una superficie corporal del paciente Q en la mesa de operaciones 111 y une las cánulas 110 a las respectivas partes de incisión.

15 Luego, el operador O manipula el aparato de manipulación 2 para operar el posicionador 7 y, con esto, coloca la plataforma 5 de tal manera que una relación de posición entre la plataforma 5 y el paciente Q en la mesa de operaciones 111 se convierta en una relación de posición deseada.

20 A continuación, por ejemplo, el operador O manipula el aparato de manipulación 2 para (i) operar los brazos 3 de tal manera que las relaciones de posición entre la cánula 110 unida a la superficie corporal del paciente Q y el endoscopio 41 y entre cada cánula 110 y cada instrumento 42 se conviertan en relaciones de posición iniciales deseadas, e (ii) insertar el endoscopio 41 y los instrumentos 42 en las cánulas 110 y posicionar el endoscopio 41 y los instrumentos 42 (etapa de posicionamiento).

25 Luego, con el posicionador 7 básicamente en un estado estacionario, los brazos 3 se operan de acuerdo con la señal de manipulación del aparato de manipulación 2. Por lo tanto, el tratamiento médico se realiza operando los efectores de extremo 44 de los instrumentos 42 mientras se desplaza adecuadamente el endoscopio 41 y los instrumentos 42 y cambiando las posturas del endoscopio 41 y los instrumentos 42.

30 En la presente realización, cuando el instrumento 42 se inserta por primera vez en la cánula 110 y se coloca en la etapa de posicionamiento, como se muestra en las Figura 5A a 5D, una posición inicial (posición de incisión inicial P1) de una parte de incisión Q1 del paciente Q en la que se inserta el instrumento 42 y una posición de centro de movimiento P2 que es un punto central de una operación (movimiento), tal como girar, del instrumento 42 durante el tratamiento médico se establecen (almacenan) en el aparato de control 6. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 4, el aparato de manipulación 2 incluye: la porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial 53 como una porción de manipulación configurada para establecer la posición de incisión inicial P1; y la porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento 54 como una porción de manipulación configurada para establecer la posición de centro de movimiento P2. Cada una de estas porciones de manipulación 35 53 y 54 puede configurarse mediante un interruptor de botón pulsador o similar.

Las Figuras 5A a 5D son diagramas que muestran un ejemplo de un procedimiento de configuración de la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2.

40 Como se muestra en la Figura 5A, el operador O manipula el aparato de manipulación 2 para hacer que el instrumento 42 se acerque a la cánula 110 unida a la parte de incisión Q1 del paciente Q. Entonces, como se muestra en la Figura 5B, cuando el extremo de punta del instrumento 42 está ubicado en una posición en la superficie corporal de la parte de incisión Q1, el operador O manipula la porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial 53 para ajustar la posición del extremo de punta del instrumento 42 como la posición de incisión inicial P1. Cabe señalar que en las Figuras 5B a 5C, se omite la cánula 110.

45 A continuación, como se muestra en la Figura 5C, el instrumento 42 se mueve más en una dirección axial (dirección de extensión) del eje 43. Cuando el operador O determina que el extremo de punta de instrumento 42 está ubicado en una posición de centro de movimiento deseada, el operador O manipula la porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento 54 para establecer la posición de extremo de punta del instrumento 42 como la posición de centro de movimiento P2. A continuación, como se muestra en la Figura 5D, el instrumento 42 se mueve más en la dirección axial del eje 43 de manera que el extremo de punta del instrumento 42 se inserta en una posición inicial deseada. Por lo tanto, el eje 43 está dispuesto para pasar a través de la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2.

50 De manera similar, los extremos de punta de los otros instrumentos 42 y el extremo de punta del endoscopio 41 se insertan a través de las cánulas correspondientes 110 en el cuerpo hasta las posiciones iniciales deseadas correspondientes. A continuación, se inicia prácticamente el tratamiento médico.

55 En el ejemplo que se muestra en las Figura 5A a 5D, mediante la manipulación de la porción de manipulación de establecimiento de la posición de incisión inicial 53, la posición de extremo de punta del instrumento 42 en el momento de esta manipulación se establece como la posición de incisión inicial P1. Además, mediante la manipulación de la porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento 54, la posición de extremo de punta del instrumento 42 en el momento de esta manipulación se establece como la posición de centro de movimiento P2.

60 Cabe señalar que cuando la posición de incisión inicial P1 se establece como se muestra en la Figura 5B, la posición

de centro de movimiento P2 se establece automáticamente al calcularse como una posición alejada de la posición de incisión inicial P1 una distancia predeterminada (A) en la dirección axial del instrumento 42 (es decir, la dirección axial del eje 43).

5 Estas posiciones P1 y P2 se almacenan, por ejemplo, en la porción de control del lado esclavo 62 del aparato de control 6 mediante el uso de coordenadas de posición tridimensionales. Las coordenadas de posición tridimensionales de las posiciones P1 y P2 se pueden calcular a partir de: coordenadas de posición tridimensionales de una posición de referencia Psi (véase la Figura 3) del extremo de base del brazo 3 al que está unido el instrumento 42; posiciones de rotación (valores de salida de los codificadores) de las uniones del brazo 3; longitudes de los eslabones que  
10 constituyen el brazo 3; una longitud desde el soporte 36 hasta el extremo de punta del instrumento 42; y similares. Cabe señalar que las coordenadas de posición tridimensionales de la posición de referencia Psi del extremo de la base del brazo 3 se pueden calcular utilizando una coordenada ortogonal tridimensional que tiene un origen que es una posición predeterminada de la base 70 del posicionador 7. Además, en este ejemplo, después de que la plataforma 5 se coloca por primera vez, la plataforma 5 está en un estado fijo. Por lo tanto, en cuanto a cada brazo 3, las  
15 coordenadas de posición tridimensional de la posición de referencia (Psi, por ejemplo) del extremo de base del brazo 3 pueden considerarse como el origen.

20 Cuando el tratamiento medial se inicia prácticamente, el operador O manipula el aparato de manipulación 2 para cambiar la posición y la postura del instrumento 42. En este momento, la porción de control del lado esclavo 62 del aparato de control 6 controla el funcionamiento del brazo 3 de modo que la posición y la postura del instrumento 42 cambian mientras se mantiene un estado en el que el eje 43 del instrumento 42 está ubicado en la posición de centro de movimiento P2. Con esto, la posición y la postura del extremo de punta del instrumento 42 se cambian mientras se mantiene un estado en el que el eje 43 pasa a través de la posición de centro de movimiento P2.

25 Como anteriormente, la posición de centro de movimiento P2 del instrumento 42 se establece en (una parte interna de) el cuerpo del paciente, en lugar de en la superficie corporal del paciente o cerca de la superficie corporal del paciente. Con esto, incluso cuando el instrumento 42 se inserta en una región estrecha, por ejemplo, una región entre huesos, como costillas, en cirugía torácica o similares, se puede asegurar un gran intervalo móvil del extremo de punta del instrumento 42.

30 Esto se explicará con referencia a las Figuras 6A y 6B. La Figura 6A es un diagrama que muestra un estado de funcionamiento del instrumento 42 en un ejemplo de la presente realización. La Figura 6B es un diagrama que muestra un estado de funcionamiento del instrumento 42 en el Ejemplo Comparativo. Cabe señalar que en las Figuras 6A y 6B, se omite la cánula 110 (véase la Figura 5A) unida a la parte de incisión Q1.

35 Según la presente realización mostrada en la Figura 6A, la posición de centro de movimiento P2 del instrumento 42 se establece entre los huesos Q2 y Q3 en la parte interna del cuerpo del paciente Q. Según el Ejemplo comparativo mostrado en la Figura 6B, la posición de centro de movimiento P2 del instrumento 42 se establece en una posición de la parte de incisión Q1 en la superficie corporal del paciente Q.

40 Como se desprende de una comparación entre las Figuras 6A y 6B, según el Ejemplo Comparativo que se muestra en la Figura 6B, para mover el instrumento 42 de modo que el instrumento 42 no entre en contacto con los huesos Q2 y Q3, el intervalo móvil del efector de extremo 44 del extremo de punta del instrumento 42 se vuelve pequeño. Sin embargo, según la presente realización que se muestra en la Figura 6A, se puede asegurar el gran intervalo móvil del efector de extremo 44 del extremo de punta del instrumento 42 y, por lo tanto, la cirugía se realiza fácilmente.

45 Por el contrario, como en la presente realización, cuando el instrumento 42 se establece de manera que el eje 43 pase a través de la posición de centro de movimiento P2 ajustada en la parte interna del cuerpo y se mueva alrededor de la posición de centro de movimiento P2, la posición del eje 43 en la superficie corporal se desplaza desde la posición de incisión inicial P1, y la cánula 110 en la que se inserta el eje 43 y la parte de incisión Q1 del paciente Q se desplazan desde la posición de incisión inicial P1. Cuando la parte de incisión Q1 se desplaza de la posición inicial de la incisión P1, se tira de la periferia de la parte de incisión Q1 o se oprime. Por lo tanto, el aumento en el grado de desplazamiento no es preferible para el paciente Q.

50 Por lo tanto, según la presente realización, el aparato de manipulación 2 incluye el dispositivo de advertencia 56 (véase la Figura 4) configurado para emitir una advertencia al operador O cuando la parte de incisión Q1 se desplaza en gran medida desde la posición de incisión inicial P1.

55 La porción de control del lado esclavo 62 del aparato de control 6 incluye una porción de determinación de advertencia 63 configurada para determinar, basándose en una condición de determinación de advertencia predeterminada, si emitir la advertencia desde el dispositivo de advertencia 56. Cuando la porción de determinación de advertencia 63 determina que se emite la advertencia, la porción de determinación de advertencia 63 emite una señal de advertencia al dispositivo de advertencia 56. Cuando la señal de advertencia se introduce en el dispositivo de advertencia 56, el dispositivo de advertencia 56 emite la advertencia. El dispositivo de advertencia 56 advierte al operador O mediante al menos uno de sonido, luz y una imagen. El dispositivo de advertencia 56 puede ser un zumbador, un conjunto  
60 configurado para generar voz mediante sonido electrónico, o un conjunto emisor de luz, tal como una lámpara.  
65

Además, el dispositivo de visualización 55 puede usarse como el dispositivo de advertencia 56, y puede visualizarse una imagen de advertencia (tal como letras, señales, etc. que indican la disminución) en la imagen de pantalla del dispositivo de visualización 55.

5 Las Figuras 7A, 7B y 7C son diagramas para explicar la condición de determinación de advertencia en la porción de determinación de advertencia 63. Cabe señalar que en las Figuras 7A a 7C, se omite la cánula 110 (véase la Figura 5A) unida a la parte de incisión Q1. Además, como se describió anteriormente, las coordenadas de posición tridimensionales de la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2 se almacenan en la porción de control del lado esclavo 62.

10 En la Figura 7A, la porción de determinación de advertencia 63 establece una distancia entre la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2 (véase también la Figura 5C) como una distancia A y calcula una posición P10 ubicada en un eje central del eje actual 43 y lejos de la posición de centro de movimiento P2 hacia el extremo de base del eje 43 por la distancia A. A continuación, la porción de determinación de advertencia 63 calcula una distancia B1 entre la posición P10 y la posición de incisión inicial P1 en todo momento. Cuando la distancia B1 no es menor que un valor predeterminado, la porción de determinación de advertencia 63 determina que se emite la advertencia. A continuación, la porción de determinación de advertencia 63 emite la señal de advertencia.

15 En la Figura 7B, la porción de determinación de advertencia 63 obtiene un plano C perpendicular a un vector (vector paralelo a una línea recta L5) que pasa a través de la posición de incisión inicial P1 y que se extiende desde la posición de centro de movimiento P2 hacia la posición de incisión inicial P1. A continuación, la porción de determinación de advertencia 63 calcula una distancia B2 entre una posición P11 donde el plano C y un eje central L6 del eje actual 43 se intersecan entre sí y la posición de incisión inicial P1 en todo momento. Cuando la distancia B2 no es menor que un valor predeterminado, la porción de determinación de advertencia 63 determina que se emite la advertencia. A continuación, la porción de determinación de advertencia 63 emite la señal de advertencia.

20 Es preferible que el plano C sea un plano que pase a través de la posición de incisión inicial P1 sustancialmente a lo largo de la superficie corporal del paciente Q. Por ejemplo, cuando la línea recta L5 que pasa a través de la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2 está inclinada en gran medida desde una línea vertical, el plano C puede ser una superficie horizontal que pasa a través de la posición de incisión inicial P1.

25 Se puede decir que cada uno del cálculo de la distancia B1 en la Figura 7A y el cálculo de la distancia B2 en la Figura 7B es un cálculo de un valor aproximado o valor cercano de una distancia entre la posición central de la parte de incisión actual Q1 (es decir, la parte de incisión Q1 en el momento del cálculo) y la posición de incisión inicial P1. Para ser específicos, también se puede decir que la condición de determinación de advertencia en cada una de las Figuras 7A y 7B es una condición en la que el valor aproximado o valor aproximado (distancia B1, B2) de la distancia entre la posición central de la parte de incisión actual Q1 y la posición de incisión inicial P1 no es menor que el valor predeterminado.

30 En la Figura 7C, la porción de determinación de advertencia 63 calcula en todo momento un ángulo  $\theta$  formado por una dirección del eje central (línea recta L5) del eje 43 cuando se establece la posición de centro de movimiento P2 y una dirección del eje central L6 del eje actual 43. Cuando el ángulo  $\theta$  no es menor que un ángulo predeterminado, la porción de determinación de advertencia 63 determina que se emite la advertencia. A continuación, la porción de determinación de advertencia 63 emite la señal de advertencia. La condición de determinación de advertencia en este caso es una condición en la que el ángulo  $\theta$  no es menor que el ángulo predeterminado.

35 Cabe señalar que el ángulo  $\theta$  se puede calcular utilizando: información (primer vector) de la dirección del eje central (línea recta L5) del eje 43 cuando se establece la posición de centro de movimiento P2; información (segundo vector) de la dirección del eje central L6 del eje actual 43; y un producto interno de estos vectores. Dado que el eje central del eje 43 pasa a través de la posición de centro de movimiento P2 en todo momento, el vector (primer o segundo vector) que indica la dirección del eje central del eje 43 en un punto de tiempo arbitrario se puede calcular a partir de: la posición de centro de movimiento P2; y una posición de referencia Ps2 (véase la Figura 3) del extremo de base del eje 43 en el punto de tiempo arbitrario. Además, la posición de referencia Ps2 del extremo de base del eje 43 puede calcularse a partir de: las coordenadas de posición tridimensionales de la posición de referencia Psi del extremo de base del brazo 3; las posiciones de rotación (valores de salida de los codificadores) de las uniones del brazo 3; las longitudes de los eslabones que constituyen el brazo 3; y similares.

40 En la Figura 7C, dado que el ángulo  $\theta$  puede obtenerse sin usar las coordenadas de posición tridimensionales de la posición de incisión inicial P1, la posición de incisión inicial P1 no tiene que establecerse.

45 Cabe señalar que la porción de determinación de advertencia 63 solo se requiere para realizar la determinación en función de la condición de determinación de advertencia explicada en cualquiera de las Figuras 7A, 7B y 7C.

50 En lo anterior, el operador O manipula el aparato de manipulación 2 para mover el brazo 3. A continuación, cuando la posición de extremo de punta del instrumento 42 está ubicada en la posición de incisión inicial P1, el operador O

manipula la porción de manipulación de configuración 53 para establecer la posición P1, y cuando la posición de extremo de punta del instrumento 42 está ubicada en la posición deseada del centro de movimiento P2, el operador O manipula la porción de manipulación de configuración 54 para establecer la posición P2. En este caso, se puede proporcionar adicionalmente una cámara para tomar una imagen de la superficie corporal, a la que se une la cánula 110, del paciente Q. La imagen tomada por la cámara se puede mostrar en la imagen de pantalla del dispositivo de visualización 55, y el operador O puede realizar la manipulación mientras mira la imagen de pantalla.

Además, por ejemplo, al igual que la enseñanza directa de un robot industrial, la posición P1 puede establecerse cuando la posición de extremo de punta del instrumento 42 está ubicada en la posición de incisión inicial P1 después de que el brazo 3 se mueva directamente con la mano de un operador asistente, y la posición P2 puede establecerse cuando la posición de extremo de punta del instrumento 42 está ubicada en la posición deseada del centro de movimiento P2 después de que el brazo 3 se mueva directamente con la mano de un operador asistente. En este caso, la posición P1 y la posición P2 pueden establecerse manipulando un controlador remoto que tiene la función de la porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial 53 y la función de la porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento 54.

Además, en lo anterior, la posición de extremo de punta del instrumento 42 se establece como el punto de referencia, y la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2 se establecen por la posición de extremo de punta del instrumento 42. Sin embargo, la realización anterior no se limita a esto. Por ejemplo, se puede proporcionar un punto de referencia en las proximidades del extremo de punta del eje 43 de la instalación 42, se puede colocar una marca (una marca de color, una marca grabada o similar) del punto de referencia en el eje 43, y la posición de incisión inicial P1 y la posición de centro de movimiento P2 pueden establecerse mediante la posición del punto de referencia.

Además, con respecto a la configuración de la posición de incisión inicial P1, se puede usar un brazo especial 3 que tiene un extremo de punta al que se une una sonda para establecer la posición de incisión inicial, y la posición de incisión inicial P1 puede establecerse mediante la posición de extremo de punta de la sonda.

Además, con respecto a la configuración de la posición de incisión inicial P1, un sensor de posición tridimensional puede estar unido al aparato del lado del paciente 1 y detectar la posición de la parte de incisión Q1, y luego, la posición detectada puede introducirse en el aparato de control 6 y establecerse como la posición de incisión inicial P1. En este caso, las coordenadas de la posición detectada por el sensor de posición tridimensional deben convertirse en coordenadas del aparato del lado del paciente 1 y luego establecerse como la posición de incisión inicial P1.

Cuando la posición de incisión inicial P1 se establece mediante el uso de la sonda para establecer la posición de incisión inicial o el sensor de posición tridimensional, la posición de centro de movimiento P2 puede establecerse como, por ejemplo, una posición ubicada lejos de la posición de incisión inicial P1 en una distancia predeterminada en una dirección predeterminada (por ejemplo, una dirección verticalmente hacia abajo).

La presente realización ha explicado un ejemplo en el que se realiza la cirugía torácica. Sin embargo, el aparato de manipulación 2 puede incluir una porción de selección de modo configurada para seleccionar un primer modo de funcionamiento utilizado cuando se realiza una cirugía torácica o similar y un segundo modo de funcionamiento utilizado cuando se realiza una cirugía abdominal o similar. Cuando se selecciona el primer modo de funcionamiento, la posición de centro de movimiento P2 se establece en el cuerpo, es decir, en la parte interior debajo de la superficie corporal del paciente Q como se ha descrito anteriormente. Cuando la posición de incisión inicial P1 es necesaria para la determinación por la porción de determinación de advertencia 63 como en las Figuras 7A y 7B, la posición inicial de la incisión P1 se establece en la posición de la parte de incisión Q1 en la superficie corporal del paciente Q. Por el contrario, cuando se selecciona el segundo modo de funcionamiento, la posición de centro de movimiento P2 se establece en la posición de la parte de incisión Q1 en la superficie corporal del paciente Q, y la función de establecer la posición inicial de la incisión P1 puede detenerse. Además, cuando se selecciona el segundo modo de funcionamiento, también se detiene la función de la porción de determinación de advertencia 63.

A partir de la explicación anterior, muchas modificaciones y otras realizaciones de la presente invención son obvias para un experto en la técnica. Por lo tanto, la explicación anterior debe interpretarse solo como un ejemplo y se proporciona con el fin de enseñar el mejor modo de llevar a cabo la presente invención a un experto en la técnica. Las estructuras y/o detalles funcionales pueden modificarse sustancialmente dentro del alcance de la presente invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas.

#### Aplicabilidad industrial

La presente invención es útil como, por ejemplo, un sistema quirúrgico capaz de asegurar un gran intervalo móvil de un extremo de punta de un instrumento quirúrgico incluso cuando el instrumento quirúrgico se inserta en una región estrecha, por ejemplo, una región entre huesos, tal como costillas.

#### Lista de signos de referencia

- 1 aparato del lado del paciente
- 2 aparato de manipulación

## ES 2 965 135 T3

3	manipulador
6	aparato de control
42	instrumento quirúrgico
43	eje
5	44 efector de extremo (herramienta de tratamiento)
	50 porción de entrada de manipulación
	53 porción de manipulación de establecimiento de posición de incisión inicial
	54 porción de manipulación de establecimiento de posición de centro de movimiento
	56 dispositivo de advertencia
10	Q paciente
	P1 parte de incisión
	Q2, Q3 hueso
	P1 posición de incisión inicial
	P2 posición de centro de movimiento
15	

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema quirúrgico (100) que comprende:

5 un manipulador (3) configurado de modo que una porción de extremo de punta del mismo se mueve con respecto a una porción de extremo de base del mismo en un espacio tridimensional; un instrumento quirúrgico (42) que incluye

10 un eje en forma de varilla (43) acoplado a la porción de extremo de punta del manipulador (3) y una herramienta de tratamiento (44) proporcionada en una porción de extremo de punta del eje (43);

una porción de entrada de manipulación (50) a la que un operador introduce un comando con respecto a una posición y postura del instrumento quirúrgico (42); y

15 un aparato de control (6) configurado para controlar una operación del manipulador (3) basándose en la entrada de comando a la porción de entrada de manipulación (50); donde

una porción de establecimiento de la posición de centro de movimiento (54) está configurada para establecer una posición deseada en el aparato de control (6) como una posición de centro de movimiento (P2) del instrumento quirúrgico (42) insertado en una parte de incisión (Q1) de un paciente (Q),

20 el aparato de control (6) está configurado para controlar el funcionamiento del manipulador (3) de manera que en un caso en el que el aparato de control (6) controla el funcionamiento del manipulador (3) basándose en el comando, la entrada a la porción de entrada de manipulación (50), después de que el instrumento quirúrgico (42) se inserta en un cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y el instrumento quirúrgico (42) está dispuesto con el eje (43) pasando a través de la posición de centro de movimiento (P2), la posición y la postura del instrumento quirúrgico (42) se cambian mientras se mantiene un estado en el que el eje (43) está situado en la posición de centro de movimiento (P2);

30 **caracterizado por que** la posición deseada está ubicada en una parte interna debajo de una superficie corporal del paciente (Q) y está ubicada lejos de la parte de incisión (Q1) a una distancia predeterminada.

2. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 1, donde la porción de establecimiento de la posición de centro de movimiento (54) incluye una porción de manipulación del establecimiento de la posición de centro de movimiento configurada para, cuando el instrumento quirúrgico (42) se inserta en el cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y un punto de referencia predeterminado del instrumento quirúrgico (42) está ubicado en la posición deseada en el cuerpo, realizar una operación de establecimiento de la posición como la posición de centro de movimiento (P2) en el aparato de control (6).

3. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:

40 una porción de establecimiento de posición de incisión inicial (53) configurada para ajustar una posición de la parte de incisión (Q1) en la superficie corporal del paciente (Q) como una posición de incisión inicial (P1) en el aparato de control (6); y

45 un dispositivo de advertencia (56) configurado para emitir una advertencia al operador cuando el eje (43) se desplaza desde la posición de incisión inicial (P1), y se cumple una condición predeterminada en un caso en el que el aparato de control (6) controla el funcionamiento del manipulador (3) después de que el instrumento quirúrgico (42) se inserta en el cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y el instrumento quirúrgico (42) está dispuesto con el eje (43) pasando a través de la posición de centro de movimiento (P2).

4. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 1, donde la porción de establecimiento de posición de centro de movimiento (54) incluye:

50 una porción de establecimiento de posición de incisión inicial (53) configurada para establecer una posición de la parte de incisión (Q1) en la superficie corporal del paciente (Q) como una posición de incisión inicial (P1) en el aparato de control (6); y

55 una porción de cálculo configurada para calcular una posición ubicada lejos de la posición de incisión inicial (P1) por la distancia predeterminada en una dirección predeterminada y establecer la posición como la posición de centro de movimiento (P2) en el aparato de control (6).

5. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 4, que comprende además un dispositivo de advertencia (56) configurado para emitir una advertencia al operador cuando el eje (43) se desplaza desde la posición de incisión inicial (P1), y se cumple una condición predeterminada en un caso en el que el aparato de control (6) controla el funcionamiento del manipulador (3) después de que el instrumento quirúrgico (42) se inserta en el cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y el instrumento quirúrgico (42) está dispuesto con el eje (43) pasando a través de la posición de centro de movimiento (P2).

6. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 3 o 5, donde la condición predeterminada es una condición en la

que una distancia entre la posición de incisión inicial (P1) y una posición ubicada lejos de la posición de centro de movimiento (P2) en un eje central del eje actual (43) por una distancia entre la posición de incisión inicial (P1) y la posición de centro de movimiento (P2) no es menor que un valor predeterminado.

5 7. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 3 o 5, donde la condición predeterminada es una condición en la que una distancia entre la posición de incisión inicial (P1) y una posición de intersección no es menor que, un valor predeterminado, calculándose la posición de intersección como una posición donde un eje central del eje actual (43) se cruza con un plano perpendicular a un vector, pasando el vector a través de la posición de incisión inicial (P1) y extendiéndose desde la posición de centro de movimiento (P2) hacia la posición de incisión inicial (P1).

10 8. El sistema quirúrgico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, donde la porción de establecimiento de la posición de incisión inicial (53) incluye una porción de manipulación del establecimiento de la posición de incisión inicial configurada para, cuando el instrumento quirúrgico (42) se inserta en el cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y un punto de referencia predeterminado del instrumento quirúrgico (42) está ubicado en una posición de la parte de incisión (Q1) en la superficie corporal del paciente (Q), realizar una operación de establecimiento de la posición como la posición de incisión inicial en el aparato de control (6).

15 9. El sistema quirúrgico (100) según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un dispositivo de advertencia (56) configurado para emitir una advertencia al operador cuando un ángulo formado por un vector que indica una dirección de un eje central del eje (43) cuando se establece la posición de centro de movimiento (P2) y un vector que indica una dirección del eje central del eje actual (43) no es menor que un ángulo predeterminado en un caso donde el aparato de control (6) controla el funcionamiento del manipulador (3) después de que el instrumento quirúrgico (42) se inserta en el cuerpo del paciente (Q) a través de la parte de incisión (Q1), y el instrumento quirúrgico (42) está dispuesto con el eje (43) pasando a través de la posición de centro de movimiento (P2).

20 25 10. El sistema quirúrgico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde la posición de centro de movimiento (P2) se define entre huesos adyacentes (Q2, Q3) en el cuerpo del paciente (Q).

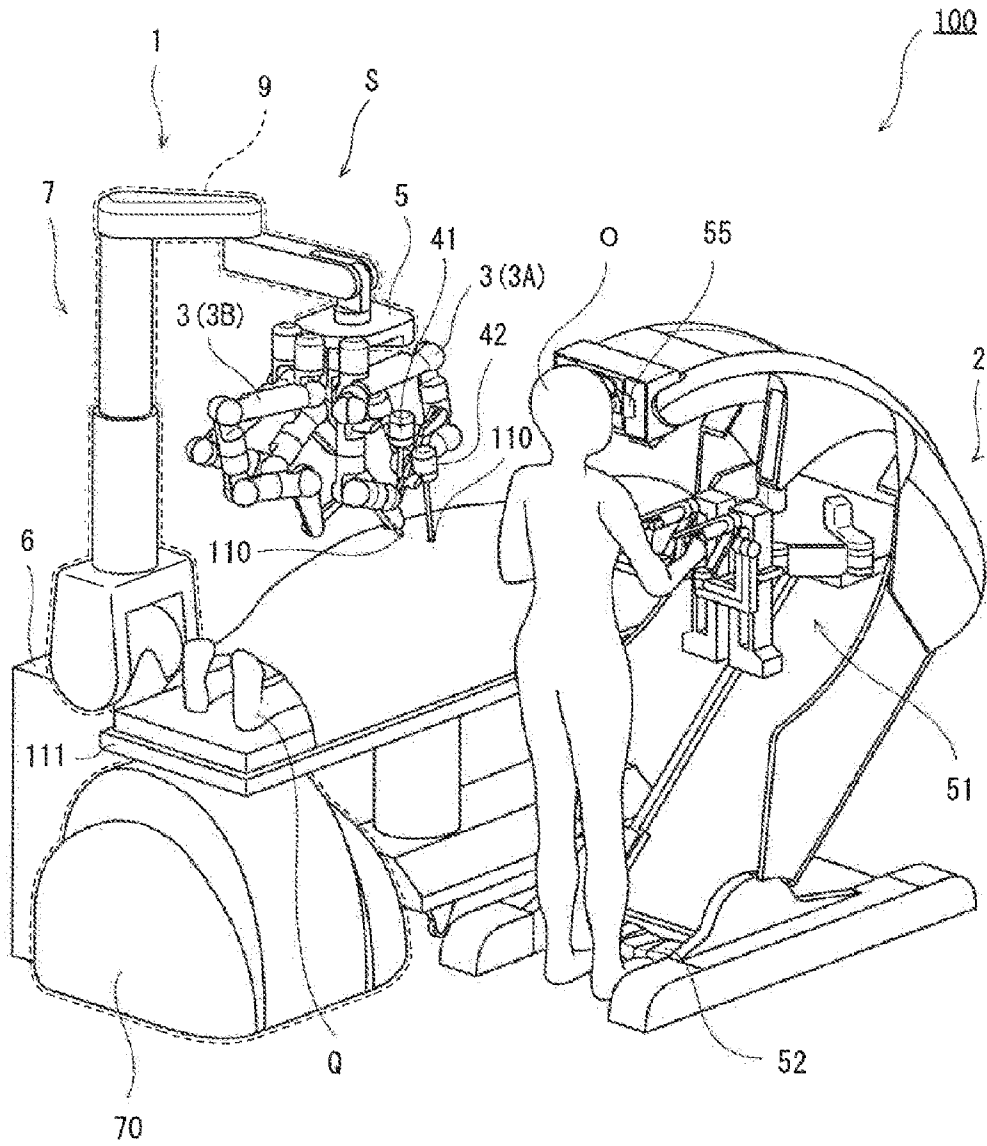


Fig. 1

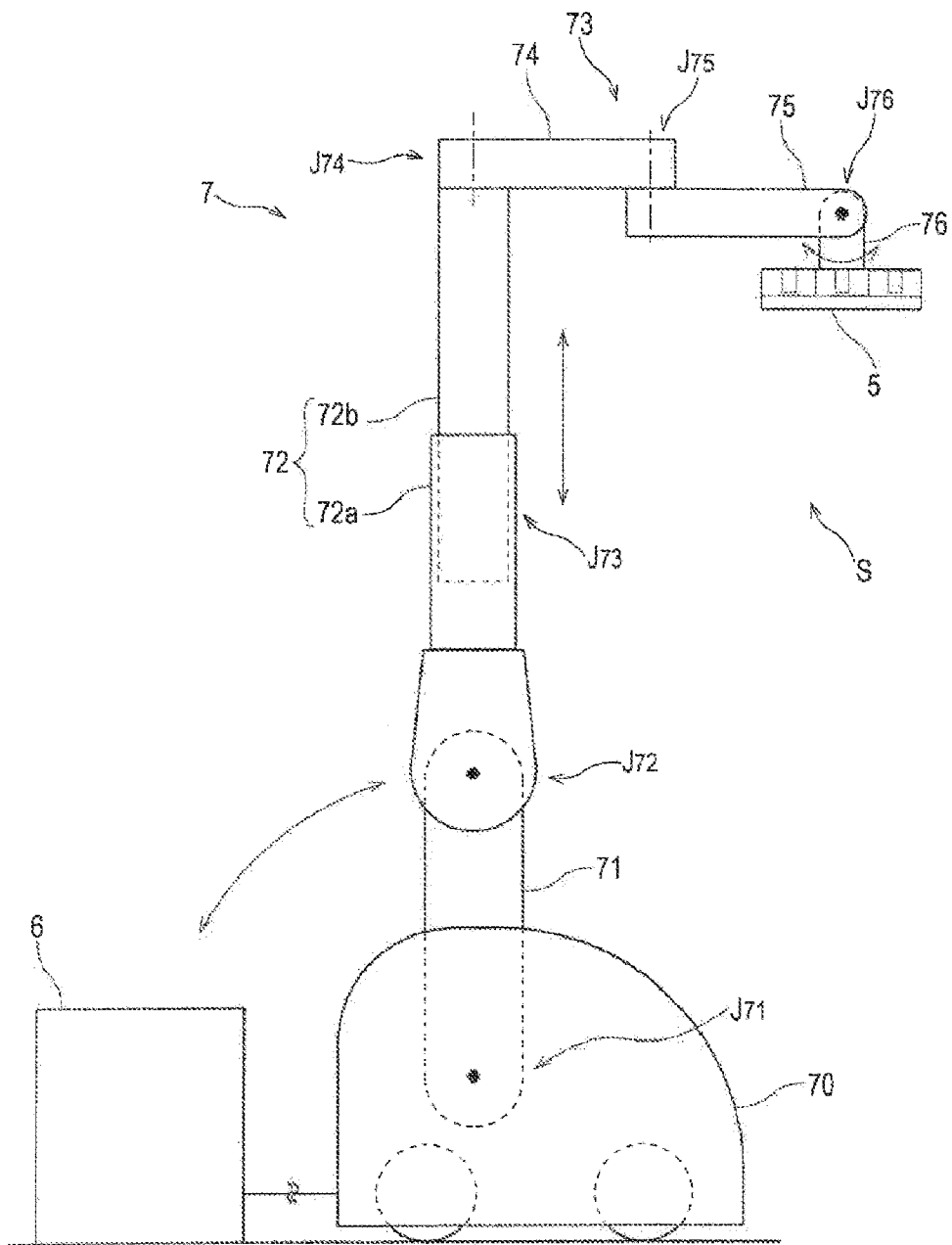


Fig. 2

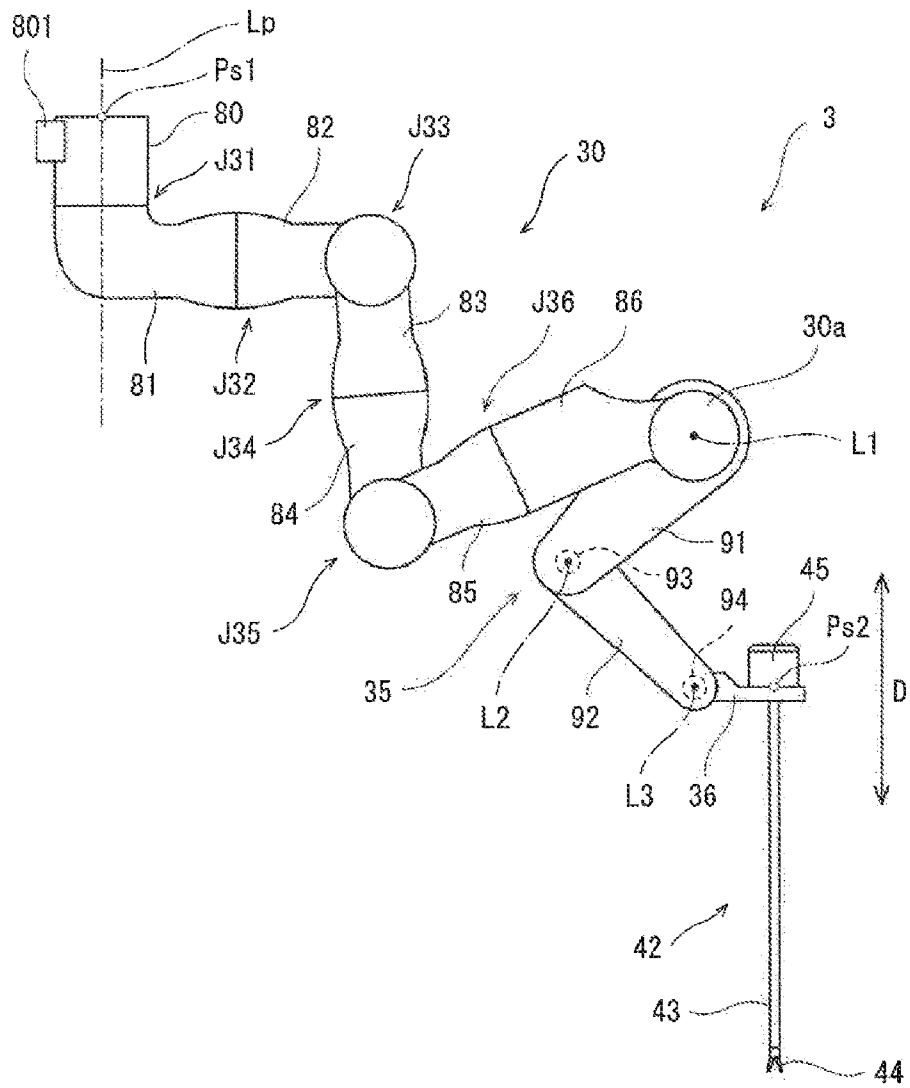


Fig. 3

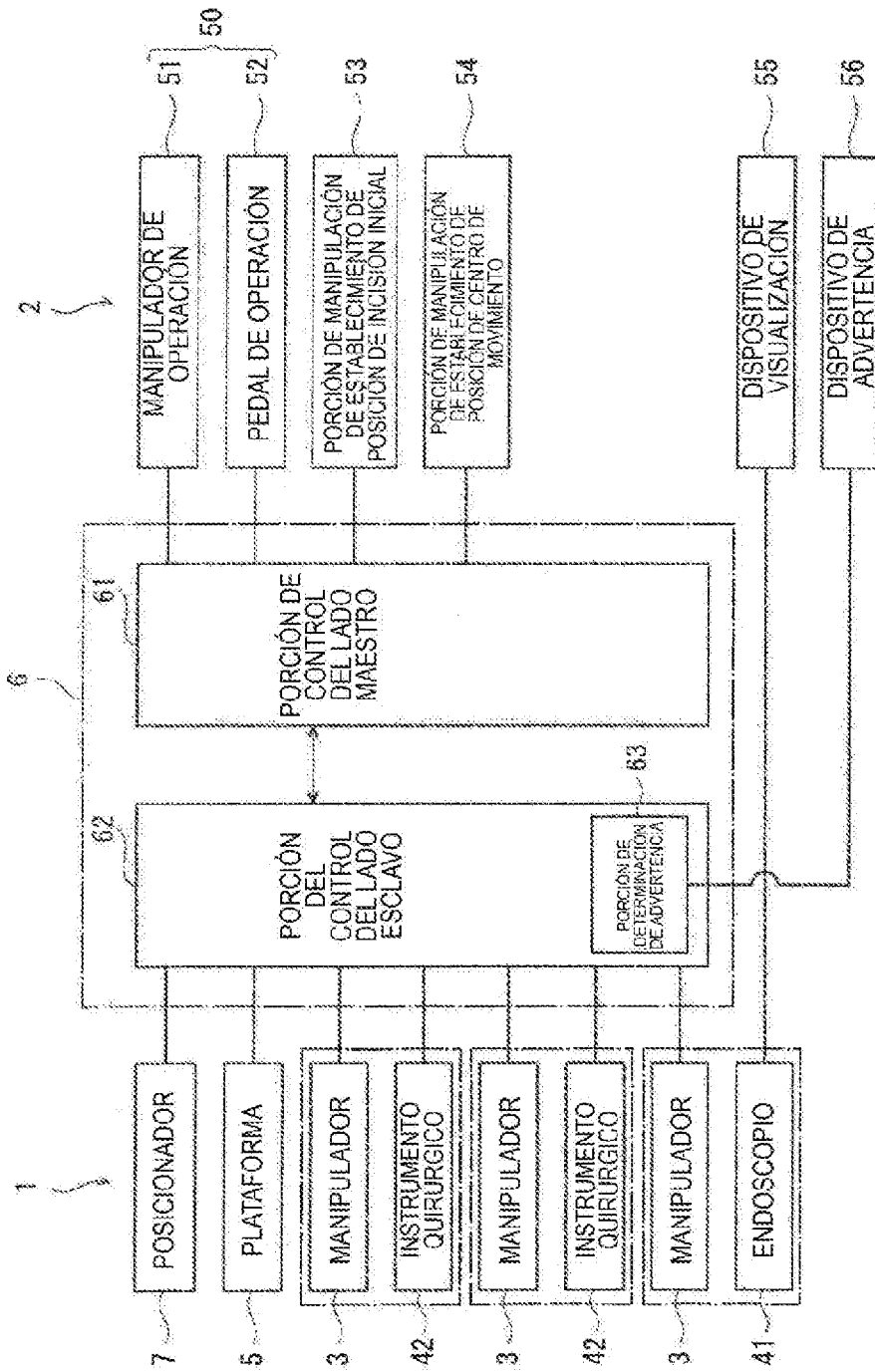


Fig. 4

Fig. 5A

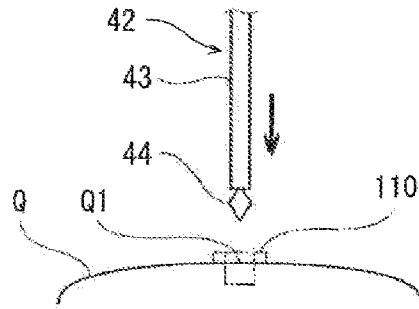


Fig. 5B

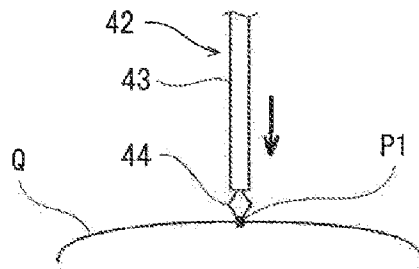


Fig. 5C

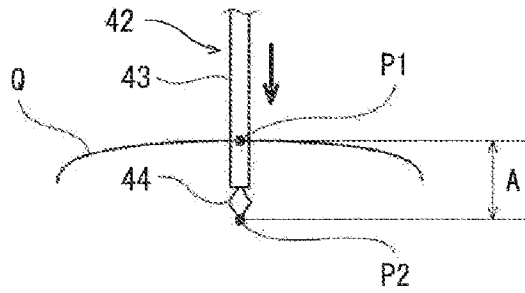


Fig. 5D

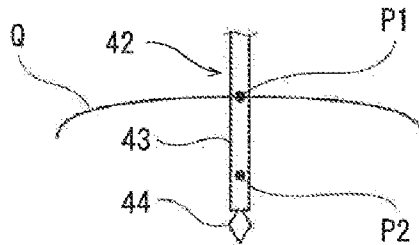


Fig. 6A

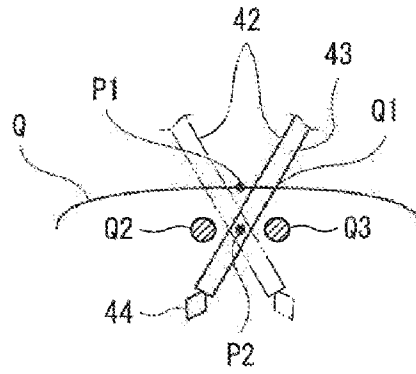


Fig. 6B

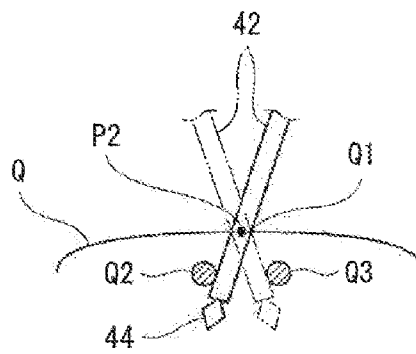


Fig. 7A

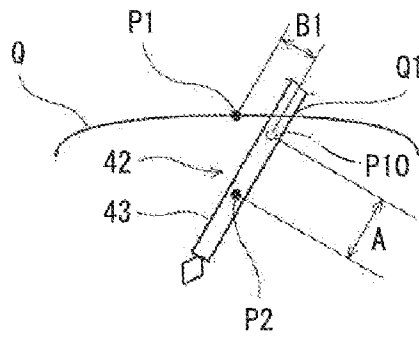


Fig. 7B

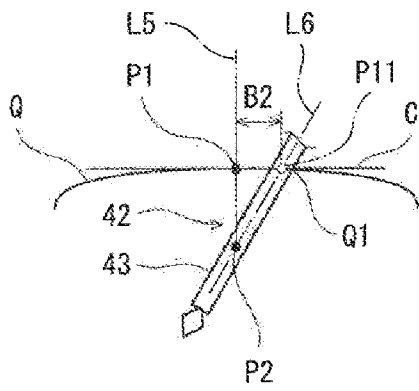


Fig. 7C

