

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 545**

51 Int. Cl.:

A22C 17/00 (2006.01)

G01N 33/12 (2006.01)

G01N 33/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2011 E 11835934 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2532246**

54 Título: **Procedimiento de deshuesado y aparato de deshuesado de porciones con hueso con rayos X**

30 Prioridad:

27.10.2010 JP 2010241309

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

19.10.2015

73 Titular/es:

**MAYEKAWA MFG. CO., LTD. (100.0%)
14-15, Botan 3-chome, Koto-ku
Tokyo 135-8482, JP**

72 Inventor/es:

**HATTORI, KAZUHIRO;
MURANAMI, HIROAKI;
UMINO, TATSUYA;
GOTO, OSAMU y
KIMURA, KENICHIRO**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 548 545 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

Procedimiento de deshuesado y aparato de deshuesado de porciones con hueso con rayos X

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de deshuesado y a un aparato de deshuesado que presentan un excelente rendimiento y pueden evitar el daño a una hoja de corte o similar captando con precisión el contorno de un hueso utilizando rayos X en la etapa de separación de la carne del hueso de una parte de pata delantera o una parte de muslo de una canal que va a suministrarse como carne.

Antecedentes de la técnica

La etapa de deshuesado de una parte de pata delantera o una parte de muslo (denominada a continuación en la presente memoria "pieza de trabajo") de una canal que va a suministrarse como carne tal como carne de cerdo, de vacuno y de cordero consiste aproximadamente en una etapa preliminar de retirar un hueso de cadera y similares, una etapa de corte de carne de realizar un corte en la dirección longitudinal a lo largo de la superficie de un hueso de parte superior de pata delantera, un húmero, un hueso de parte inferior de pata trasera, o un fémur, y una etapa de separación de carne de rasgar la carne tras la etapa de corte de carne. Dado que la pieza de trabajo es pesada, cuando la operación de disección y deshuesado se realiza manualmente, se requiere un trabajo pesado. Como resultado, un operario ha realizado el proceso de deshuesado mientras que la pieza de trabajo ha estado suspendida mediante un dispositivo de suspensión tal como un gancho de carnicería o un dispositivo de sujeción y se ha transportado, todavía se requiere el trabajo pesado.

Por consiguiente, los presentes inventores proponen una unidad de deshuesado en la que las etapas distintas de la etapa preliminar se automatizan en cada uno del documento de patente 1 (WO 2008/136513A1) y el documento de patente 2 (WO 2009/139032A1).

En la etapa de corte de carne de la unidad automatizada, cuando un hueso alojado en la carne de una pieza de trabajo se retira mientras que la pieza de trabajo está suspendida mediante el dispositivo de suspensión por un tobillo, la longitud total del hueso de la pieza de trabajo se mide utilizándose la posición de sujeción mediante el dispositivo de suspensión como punto inicial. A partir de la información sobre la longitud total, se supone el contorno del hueso alojado basándose en una regla empírica. A continuación, se hace funcionar un brazo robótico provisto de una hoja de corte para mover la hoja de corte a lo largo del contorno supuesto del hueso, y se realiza de ese modo el corte de carne.

Aunque el procedimiento puede manejar aproximadamente el 80% del número total de piezas de trabajo, puesto que el tamaño de la pieza de trabajo presenta una diferencia individual, en algunos casos, el hueso se ha dejado en la carne y el rendimiento se ha reducido de ese modo en el 20% restante de las mismas. Además, en algunos casos, la hoja de corte ha cortado el hueso, se ha aplicado una carga excesiva a la hoja de corte, y la hoja de corte se ha dañado de modo que el aparato de deshuesado ha tenido que detenerse. La parte de pata delantera y la parte de muslo de la canal presentan muchos puntos de variación irregulares en su parte de articulación y parte de cóndilo, y no es fácil hacer funcionar con precisión la hoja de corte a lo largo de la superficie del hueso en estas partes cuando la diferencia individual en la pieza de trabajo es grande.

En la etapa de deshuesado, aunque es necesario cortar con precisión tejidos corporales tales como un músculo y un tendón alrededor del hueso, la complicada forma similar a un arco del hueso completamente alojado en carne no es visible desde el exterior. Además, debido a un cambio estacional en el estado de descarnadura o diferentes estados de descarnadura de diferentes granjas, el tamaño de la propia pieza de trabajo varía de modo que existen casos en los que el músculo o el tendón no pueden cortarse completamente en algunas piezas de trabajo. Además, la carga excesiva descrita anteriormente se aplica a la hoja de corte durante el corte de carne en algunos movimientos del brazo robótico, y así la hoja de corte se ha hecho funcionar en un lado seguro en el que se ha tenido en cuenta un error que resulta de la diferencia individual de tal manera que no se ha generado la carga excesiva. Como resultado, en algunos casos, se ha reducido el rendimiento de carne.

El documento de patente 3 da a conocer (solicitud de patente japonesa abierta al público por el público n.º H6-324006) un contenido técnico en el que se leen posiciones de un músculo de carne, un tendón y un hueso utilizando una unidad de irradiación de rayos X, cuyas posiciones se indican en coordenadas bidimensionales o en más dimensiones, y se provoca una sección de corte para realizar una operación de corte basándose en los datos del proceso.

[Documento de patente 1] WO 2008/136513A1

[Documento de patente 2] WO 2009/139032A1

[Documento de patente 3] Solicitud de patente japonesa abierta al público n.º H6-324006

El objeto técnico dado a conocer en el documento de patente 3 sólo presenta la idea en la que las posiciones del músculo de la carne, el tendón y el hueso se leen utilizando la unidad de irradiación de rayos X y el resultado de la lectura se utiliza para el corte del músculo de la carne o la separación del hueso. Por consiguiente, incluso cuando el objeto técnico dado a conocer en el documento de patente 3 se aplica a la unidad de deshuesado automatizada dada a conocer en el documento de patente 1 o 2, no puede solucionarse el problema descrito anteriormente. Es decir, para permitir que se realice un proceso de deshuesado que no genere la carga excesiva a la hoja de corte, no reduzca la eficacia de funcionamiento y mantenga un alto rendimiento en la pieza de trabajo que presenta la forma complicada, está suspendida y se mueve rápidamente a una velocidad constante o mediante alimentación basándose en un sistema táctil, todavía existen muchos problemas en cuanto a una tecnología de producción. El documento EP2153727 da a conocer un procedimiento y un dispositivo de corte y deshuesado de carne utilizando un brazo robótico que comprende una hoja cortadora. El documento WO9721352 da a conocer un procedimiento y un dispositivo de corte y deshuesado de aves de corral en los que se ubican los canales trióseos de una canal utilizando rayos X.

Divulgación de la invención

A partir de los problemas de la técnica convencional, un objetivo de la presente invención es generar una carga no excesiva en una hoja de corte, reducir el daño a la hoja de corte o similar para mantener una alta eficacia de funcionamiento y mejorar el rendimiento para que sea mayor que el de la unidad automatizada convencional en una etapa de deshuesado automática de una pieza de trabajo.

Para lograr el objetivo, un procedimiento de deshuesado para carne con hueso utilizando rayos X de la presente invención es un procedimiento según la reivindicación 1, en el que, en un estado en el que una parte de pata delantera o una parte de muslo de una canal está suspendida por un tobillo, se realiza un proceso de deshuesado de la parte de pata delantera o la parte de muslo utilizando un brazo articulado multiaxial dotado de una hoja de corte que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado que incluye una etapa preliminar de fijar un punto de referencia de comparación en un contorno de un hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo, y también de fijar previamente coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo, una etapa de análisis de imagen de rayos X de irradiar los rayos X a cada parte de pata delantera o cada parte de muslo para obtener coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo analizando una imagen de rayos X transmitida, una etapa de corrección del recorrido de funcionamiento de determinar una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición, y una etapa de funcionamiento de hoja de corte de hacer funcionar la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la etapa de corrección del recorrido de funcionamiento para realizar un corte de carne o la separación de carne de la parte de pata delantera o la parte de muslo.

En el procedimiento de la presente invención, se fijan uno o más puntos de referencia de comparación en posiciones que pueden ubicarse fácilmente en los contornos de los huesos de la pieza de trabajo. Además, se fijan previamente las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo. Se determina la cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X, y se corrige el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición. Realizando este proceso en cada pieza de trabajo, es posible hacer funcionar con precisión la hoja de corte a lo largo del contorno del hueso de cada pieza de trabajo. Como resultado, es posible impedir a la hoja de corte cortar el hueso, reducir el daño a la hoja de corte para mantener una alta eficacia de funcionamiento y mejorar el rendimiento.

Por tanto, según el procedimiento de la presente invención, es posible detectar con precisión la forma del hueso en el interior de la carne, especialmente la forma complicada y la posición de una parte de rodilla o una parte de cóndilo para cada pieza de trabajo analizando la imagen de rayos X, y así es posible permitir que el proceso de deshuesado presente una gran exactitud en comparación con el procedimiento del proceso convencional en el que la forma del hueso se supone según una regla empírica. Con esto, es posible mejorar el rendimiento de carne, evitar el corte del hueso e impedir que un objeto extraño tal como un fragmento de hueso o similar se mezcle en la carne. Además, es posible evitar la generación de una carga excesiva en la hoja de corte, y así es posible reducir la capacidad y la potencia de un dispositivo de accionamiento de la hoja de corte.

El procedimiento de la presente invención incluye además preferiblemente una etapa de medición de tobillo de determinar el diámetro de hueso de tobillo W_1 inmediatamente por debajo de una posición de sujeción de un tobillo

de la parte de pata delantera o la parte de muslo y el diámetro de hueso de tobillo W_2 inmediatamente por encima de la posición de sujeción del mismo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X, una etapa de medición de la longitud de la pieza de trabajo de determinar la longitud L_1 desde la posición de sujeción hasta una articulación y la longitud L_2 desde la articulación hasta un extremo de un cóndilo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X cuando el diámetro de hueso de tobillo W_1 es mayor que el diámetro de hueso de tobillo W_2 en la etapa de medición de tobillo, y una etapa de corrección de información de imagen de cambiar, cuando la razón entre la longitud L_1 y la longitud L_2 no es un valor normal, la razón entre las longitudes al valor normal para corregir las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X.

La parte de tobillo presenta una parte que presenta un diámetro de hueso en sección transversal extremadamente pequeño en la parte central de un hueso de parte inferior de pata trasera, y una parte en las proximidades de la parte de diámetro extremadamente pequeño se sujeta y se suspende mediante un dispositivo de suspensión. En este punto, la pieza de trabajo habitualmente desciende por su propio peso, y la pieza de trabajo se fija al dispositivo de suspensión con la posición de sujeción en una parte de diámetro aumentado más cerca de la punta que la parte de diámetro extremadamente pequeño. Como resultado, todas las piezas de trabajo pueden suspenderse a una altura sustancialmente constante desde la punta del tobillo de cada pieza de trabajo. El análisis de imagen de rayos X se realiza con la pieza de trabajo suspendida en esta posición, y se fija el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte basándose en información de posición bidimensional sobre el contorno del hueso obtenida en el análisis de imagen de rayos X.

Sin embargo, cuando el tobillo se sujeta en una posición que satisface $W_1 > W_2$, en algunos casos, la pieza de trabajo no desciende hasta la parte de diámetro aumentado. Cuando la pieza de trabajo se somete al análisis de imagen de rayos X en este estado, y la pieza de trabajo desciende hasta la posición de sujeción normal con la carga por la hoja de corte aplicada a la pieza de trabajo en la etapa de deshuesado posterior, se produce una situación en la que el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte no coincide con la posición real de la pieza de trabajo y se aplica la carga excesiva a la hoja de corte. Para hacer frente a esto, realizando la etapa de medición de tobillo, la etapa de corrección de información de imagen, y la etapa de corrección de información de imagen, incluso cuando la posición de sujeción de la pieza de trabajo es anómala, es posible hacer coincidir el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte con el contorno real del hueso de la pieza de trabajo.

En el procedimiento de la presente invención, es preferible que, en la etapa preliminar, se mida de antemano la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte cuando la hoja de corte funciona en el recorrido de funcionamiento objetivo y se almacenen datos de fuerza de reacción objetivo, en la etapa de funcionamiento de hoja de corte, se realice el corte de carne en el que se realiza un corte en la dirección longitudinal a lo largo de una superficie del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo y se mida la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante una operación de corte, y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo está fuera de un intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento corregido que se ha corregido en la etapa de corrección del recorrido de funcionamiento se cambia de tal manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado. Por ejemplo, cuando la fuerza de reacción medida es mayor que el límite superior de un valor umbral, la hoja de corte se mueve en un sentido en el que la hoja de corte se mueve alejándose del hueso, y la fuerza de reacción medida vuelve de ese modo a un valor no superior al valor umbral. Por otro lado, cuando la fuerza de reacción medida es menor que el valor umbral, la hoja de corte se mueve acercándose al hueso, y la fuerza de reacción medida vuelve de ese modo a estar dentro del valor umbral.

Por tanto, midiendo la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte, es posible hacer funcionar la hoja de corte a lo largo de la superficie del hueso con más precisión. Como resultado, es posible mejorar adicionalmente el rendimiento de carne, evitar la carga excesiva aplicada a la hoja de corte y evitar la rotura de la hoja y el corte del hueso.

Obsérvese que la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte puede determinarse detectando el valor de corriente o el valor de tensión de un motor eléctrico que acciona la hoja de corte. Alternativamente, dotando la hoja de corte o similar de una galga extensiométrica, y la fuerza de reacción puede determinarse a partir del valor de la galga extensiométrica. Además, restando los datos de fuerza de reacción medidos durante el funcionamiento sin carga de los datos de fuerza de reacción medidos durante el funcionamiento con carga, es posible determinar la fuerza de reacción precisa que no se ve influida por la gravedad aplicada a la hoja de corte o una fluctuación en el momento de flexión que resulta de la gravedad.

En el procedimiento de la presente invención, resulta preferido que se fije un punto de comprobación en una posición en la que tiende a generarse una carga excesiva en la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte, se mida la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante la operación de corte en una región en un lado aguas arriba del punto de comprobación, y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo está fuera del intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento corregido desde un punto, en el que se mide la fuerza de reacción, hasta el punto de comprobación se cambia de tal manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado. El punto de comprobación se fija en la parte de articulación o la

parte de cóndilo en la que están presentes muchos puntos de variación irregulares. Con esto, es posible impedir la generación de la carga excesiva en la hoja de corte en la parte de articulación o la parte de cóndilo en la que están presentes muchos puntos de variación irregulares de antemano e impedir el corte de la hoja de corte en el hueso, el daño a la hoja de corte y el corte del hueso.

5 En el procedimiento de la presente invención, resulta preferido que se mida de antemano la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante el funcionamiento sin carga y se almacenen datos de fuerza de reacción sin carga en la etapa preliminar, se comparen entre sí la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante la
10 operación de corte de la hoja de corte y los datos de fuerza de reacción sin carga y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción y los datos de fuerza de reacción sin carga está fuera de un intervalo fijado, se determina que la hoja de corte está dañada y se detiene el funcionamiento. Con esto, es posible detectar rápidamente el daño a la hoja de corte para detener el funcionamiento del aparato de deshuesado. Obsérvese que el intervalo fijado es diferente del intervalo fijado para la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo, y es un intervalo que se fija por separado.

15 Un aparato de deshuesado para carne con hueso utilizando rayos X de la presente invención que puede utilizarse en la implementación del procedimiento descrito anteriormente de la presente invención es un aparato según la reivindicación 7 que incluye un brazo articulado multiaxial provisto de una hoja de corte que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado y un dispositivo que suspende y transporta una parte de pata
20 delantera o una parte de muslo de una canal, y realiza un proceso de deshuesado en un estado en el que la parte de pata delantera o la parte de muslo está suspendida, que incluye una unidad de irradiación de rayos X que está dispuesta en un lado aguas arriba del brazo articulado multiaxial en una dirección de transporte de la parte de pata delantera o la parte de muslo e irradia los rayos X a la parte de pata delantera suspendida o la parte de muslo suspendida, una unidad de entrada de rayos X en la que entran los rayos X transmitidos a través de la parte de pata
25 delantera o la parte de muslo, una unidad de proceso de análisis de imagen que analiza una imagen de rayos X transmitida que ha entrado en la unidad de entrada de rayos X para obtener información de posición bidimensional sobre un contorno de un hueso, y un controlador que controla el funcionamiento de la hoja de corte, incluyendo el controlador una unidad de fijación de punto de referencia de comparación que fija un punto de referencia de comparación en el contorno del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo, una unidad de almacenamiento que almacena coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo, y una
30 unidad de corrección de recorrido de funcionamiento que determina una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición, en el que la hoja de corte se hace funcionar en el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la unidad de corrección de recorrido de funcionamiento.

40 En el aparato de la presente invención, la unidad de fijación de punto de referencia de comparación fija uno o más puntos de referencia de comparación en posiciones que pueden ubicarse fácilmente en el contorno del hueso de la pieza de trabajo. Además, las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido
45 de funcionamiento objetivo se fijan previamente, y se almacena la información en la unidad de almacenamiento. La unidad de corrección de recorrido de funcionamiento determina la cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación almacenadas y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen, y corrige el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición. Realizando este proceso en cada pieza de trabajo, es posible hacer funcionar con
50 precisión la hoja de corte a lo largo del contorno del hueso de cada pieza de trabajo. Como resultado, es posible impedir a la hoja de corte cortar el hueso, reducir el daño a la hoja de corte para mantener una alta eficacia de funcionamiento y mejorar el rendimiento. Además, es posible evitar la generación de la carga excesiva en la hoja de corte, y así es posible reducir la capacidad y la potencia del dispositivo de accionamiento de la hoja de corte.

55 El controlador del aparato de la presente invención incluye además preferiblemente una unidad de medición de tobillo que determina el diámetro de hueso de tobillo W_1 inmediatamente por debajo de una posición de sujeción del dispositivo de suspensión y transporte y el diámetro de hueso de tobillo W_2 inmediatamente por encima de la posición de sujeción del mismo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen, una unidad de medición de longitud de la pieza de trabajo que determina la longitud L_1 desde la posición de sujeción hasta una articulación y la longitud L_2 desde la articulación hasta un extremo de un cóndilo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del hueso obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen cuando el diámetro de hueso de tobillo W_1 es mayor que el diámetro de hueso de tobillo W_2 en la unidad de medición de tobillo, y una unidad de corrección de información de imagen que cambia, cuando la razón entre la longitud L_1 y la longitud L_2 está fuera de un intervalo normal, la razón
60 entre las longitudes a un valor normal para corregir la información de posición bidimensional sobre el hueso obtenida
65

en la unidad de proceso de análisis de imagen.

W_1 y W_2 se miden mediante el análisis de imagen de rayos X y, cuando se satisface $W_1 > W_2$, las longitudes L_1 y L_2 se miden además mediante el análisis de imagen de rayos X. Cuando la razón entre L_1 y L_2 está fuera del intervalo normal, la razón entre los mismos se cambia al valor normal y vuelve a calcularse la información de posición bidimensional en el punto de comprobación. Con esto, incluso cuando la posición de sujeción de la pieza de trabajo es anómala, es posible hacer coincidir el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte con el contorno real del hueso de la pieza de trabajo.

El aparato de la presente invención incluye además preferentemente un dispositivo de medición de fuerza de reacción que mide la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte, en el que la unidad de almacenamiento del controlador almacena preferentemente datos de fuerza de reacción objetivo obtenidos midiendo la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte cuando la hoja de corte funciona en el recorrido de funcionamiento objetivo, y el controlador incluye además preferentemente una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento que cambia, cuando la diferencia entre una fuerza de reacción medida por el dispositivo de medición de fuerza de reacción durante una operación de corte de la hoja de corte y los datos de fuerza de reacción objetivo está fuera de un intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte de tal manera que la fuerza de reacción medida se encuentre dentro del intervalo fijado. Por ejemplo, cuando la fuerza de reacción medida es mayor que el límite superior de un valor umbral, una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento mueve la hoja de corte en un sentido en el que la hoja de corte se mueve alejándose del hueso para devolver la fuerza de reacción medida a un valor no superior al valor umbral y, cuando la fuerza de reacción medida es menor que el valor umbral, una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento mueve la hoja de corte cerca del hueso para devolver la fuerza de reacción medida dentro del valor umbral.

Por tanto, puesto que se mide la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte y se corrige el recorrido de funcionamiento en una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento basándose en los datos de fuerza de reacción, es posible hacer funcionar con precisión adicional la hoja de corte a lo largo de la superficie del hueso. Como resultado, es posible mejorar adicionalmente el rendimiento de carne, evitar la carga excesiva aplicada a la hoja de corte y evitar la rotura de la hoja y el corte del hueso.

En el aparato de la presente invención, resulta preferido que el controlador fije un punto de comprobación en una posición en la que tiende a generarse una carga excesiva en la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte, el dispositivo de medición de fuerza de reacción mida la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante la operación de corte en una región en un lado aguas arriba del punto de comprobación y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo está fuera del intervalo fijado, una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento cambie el recorrido de funcionamiento corregido desde un punto, en el que se mide la fuerza de reacción, hasta el punto de comprobación de tal manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado. Fijando el punto de comprobación en la parte de articulación o la parte de cóndilo en la que están presentes muchos puntos de variación irregulares, es posible impedir la generación de la carga excesiva en la hoja de corte de antemano, y también impedir el corte de la hoja de corte en el hueso, el daño a la hoja de corte y el corte del hueso.

El controlador del aparato de la presente invención almacena preferiblemente datos de medición sobre una fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante el funcionamiento sin carga en la unidad de almacenamiento, e incluye además preferiblemente una unidad de determinación que compara la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte durante la operación de corte de la hoja de corte y los datos de fuerza de reacción sin carga almacenados y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción y los datos de fuerza de reacción sin carga almacenados está fuera de un intervalo fijado, determina que la hoja de corte está dañada para emitir una instrucción de detención del funcionamiento. Con esto, es posible detectar rápidamente el daño a la hoja de corte para detener el funcionamiento del aparato de deshuesado. Obsérvese que el intervalo fijado es diferente del intervalo fijado para la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo, y es un intervalo que se fija por separado.

Según el procedimiento de la presente invención, puesto que un procedimiento en el que, en un estado en el que una parte de pata delantera o una parte de muslo de una canal está suspendida por un tobillo, un procedimiento de deshuesado de la parte de pata delantera o la parte de muslo se realiza utilizando un brazo articulado multiaxial dotado de una hoja de corte que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado incluye una etapa preliminar de fijar un punto de referencia de comparación en un contorno de un hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo, y también de fijar previamente coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo, una etapa de análisis de imagen de rayos X de irradiar los rayos X a cada parte de pata delantera o cada parte de muslo para obtener coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo analizando una imagen de rayos X transmitida, una etapa de corrección del recorrido de funcionamiento de determinar una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación

obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición, y una etapa de funcionamiento de hoja de corte de hacer funcionar la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la etapa de corrección del recorrido de funcionamiento para realizar un corte de carne o una separación de carne de la parte de pata delantera o la parte de muslo, y es posible detectar con precisión la forma del hueso en el interior de la carne, especialmente la forma complicada y la posición de la parte de rodilla o el cóndilo del fémur para cada pieza de trabajo analizando la imagen de rayos X de cada pieza de trabajo, es posible permitir que el procedimiento de deshuesado presente gran exactitud en comparación con el procedimiento del proceso convencional en el que se supone la forma del hueso según una regla empírica. Con esto, es posible mejorar el rendimiento de carne, evitar el daño a la hoja de corte o el corte del hueso, impedir que un objeto extraño tal como un fragmento de hueso o similar se mezcle en la carne y permitir un proceso de deshuesado de alta eficacia.

Además, según el aparato de la presente invención, puesto que un aparato que incluye un brazo articulado multiaxial dotado de una hoja de corte que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado y un dispositivo que suspende y transporta una parte de pata delantera o una parte de muslo de una canal, y realiza un proceso de deshuesado en un estado en el que la parte de pata delantera o la parte de muslo está suspendida incluye una unidad de irradiación de rayos X que está dispuesta en un lado aguas arriba del brazo articulado multiaxial en una dirección de transporte de la parte de pata delantera o la parte de muslo e irradia los rayos X a la parte de pata delantera suspendida o la parte de muslo suspendida, una unidad de entrada de rayos X en la que entran los rayos X transmitidos a través de la parte de pata delantera o la parte de muslo, una unidad de proceso de análisis de imagen que analiza una imagen de rayos X transmitida que ha entrado en la unidad de entrada de rayos X para obtener información de posición bidimensional sobre un contorno de un hueso, y un controlador que controla el funcionamiento operación de la hoja de corte, el controlador incluye una unidad de fijación de punto de referencia de comparación que fija un punto de referencia de comparación en el contorno del hueso de la parte de pata delantera o la parte de muslo, una unidad de almacenamiento que almacena coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo, y una unidad de corrección de recorrido de funcionamiento que determina una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición, y se hace funcionar la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la unidad de corrección de recorrido de funcionamiento, es posible lograr el funcionamiento y un efecto similares a los del procedimiento descrito anteriormente de la presente invención, y también realizar un aparato de deshuesado automático de alta eficacia.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de etapas de una etapa de proceso preliminar según una primera forma de realización en la que la presente invención se aplica a un proceso de deshuesado de una parte de muslo de cerdo;

la figura 2 es un diagrama de etapas de un proceso de deshuesado automático de la primera forma de realización;

la figura 3 es un diagrama de bloques de un aparato de deshuesado automático de la primera forma de realización;

la figura 4 es una vista estructural de la parte de muslo de cerdo en la que se fijan el recorrido de funcionamiento de una hoja de corte y puntos de referencia de comparación en la primera forma de realización;

la figura 5A es una vista que muestra una imagen de transmisión de rayos X de una parte de muslo de cerdo de una pata trasera izquierda en la primera forma de realización;

la figura 5B es una vista que muestra una imagen de transmisión de rayos X de una parte de muslo de cerdo de una pata trasera derecha en la primera forma de realización;

la figura 6A es un diagrama de flujo que muestra procedimientos operativos (la primera mitad) del aparato de deshuesado automático en la primera forma de realización;

la figura 6B es un diagrama de flujo que muestra procedimientos operativos (la segunda mitad) del aparato de deshuesado automático en la primera forma de realización;

la figura 7 es un diagrama que muestra un valor de par motor aplicado a la hoja de corte en la primera forma de realización;

ES 2 548 545 T3

- la figura 8 es una vista frontal de un aparato de alimentación automática de piezas de trabajo en la primera forma de realización;
- 5 la figura 9 es una vista explicativa que muestra una posición de sujeción normal de una pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- la figura 10 es una vista explicativa que muestra una posición de sujeción anómala de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 10 la figura 11 es un diagrama de flujo que muestra una etapa de corrección de información de imagen en la primera forma de realización;
- la figura 12A es una vista de una imagen de transmisión de rayos X que muestra un estado de sujeción normal de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 15 la figura 12B es una vista de una imagen de transmisión de rayos X que muestra un estado de sujeción anómala de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- la figura 13 es una vista explicativa del esqueleto de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 20 la figura 14 es una vista explicativa que muestra el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte en una etapa de corte de carne (1) en la primera forma de realización;
- la figura 15 es una vista tomada a lo largo de las flechas X-X de la figura 14;
- 25 la figura 16 es una vista tomada a lo largo de las flechas Y-Y de la figura 14;
- la figura 17A es una vista explicativa que muestra una línea de corte excelente en la etapa de corte de carne (1);
- 30 la figura 17B es una vista explicativa que muestra una línea de corte poco precisa en la etapa de corte de carne (1);
- la figura 17C es una vista explicativa que muestra otra línea de corte poco precisa en la etapa de corte de carne (1);
- 35 la figura 18 es una vista explicativa que muestra una etapa de corte de rótula en la primera forma de realización;
- la figura 19 es una vista frontal de un dispositivo de accionamiento de hoja de corte en la etapa de corte de rótula;
- la figura 20 es una vista ampliada que muestra el funcionamiento de la hoja de corte en la etapa de corte de rótula;
- 40 la figura 21 es una vista explicativa de una etapa de separación de carne de un fémur en la primera forma de realización;
- la figura 22A es una tabla que muestra la cantidad de carne restante en la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 45 la figura 22B es una tabla que muestra la cantidad de carne restante en la pieza de trabajo en un proceso de deshuesado convencional;
- la figura 23A es una vista que muestra un estado de la carne restante en una articulación de rodilla de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 50 la figura 23B es una vista que muestra un estado de la carne restante por debajo de la articulación de rodilla de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 55 la figura 23C es una vista que muestra un estado de la carne restante en la pieza de trabajo en un procedimiento del proceso de deshuesado convencional;
- la figura 24A es una vista que muestra el resultado de un corte de carne del fémur de la pieza de trabajo en la primera forma de realización;
- 60 la figura 24B es una vista del resultado de un corte de carne del fémur de la pieza de trabajo en el procedimiento del proceso de deshuesado convencional;
- 65 la figura 25A es una vista que muestra un estado de la carne restante en la pieza de trabajo tras la separación de carne en la primera forma de realización;

la figura 25B es una vista que muestra un estado de la carne restante en la pieza de trabajo tras la separación de carne en el procedimiento del proceso de deshuesado convencional;

5 la figura 26 es una vista que muestra el resultado de un corte de carne en la etapa de corte de carne (1) de la primera forma de realización;

la figura 27 es una vista que muestra un ejemplo comparativo del resultado de un corte de carne en la etapa de corte de carne (1);

10 la figura 28 es una vista que muestra otro ejemplo comparativo del resultado de un corte de carne en la etapa de corte de carne (1);

15 la figura 29 es un diagrama de etapas de una etapa de proceso preliminar según una segunda forma de realización en la que la presente invención se aplica al procedimiento de deshuesado de una parte de pata delantera de cerdo; y

la figura 30 es un diagrama de etapas de un proceso de deshuesado automático de la segunda forma de realización.

20 **Mejor modo de poner en práctica la invención**

A continuación en la presente memoria se proporciona una descripción detallada de la presente invención utilizando unas formas de realización mostradas en los dibujos. Debe apreciarse que el alcance de la invención no se limita sólo a las dimensiones, materiales, formas y disposiciones relativas de las partes constituyentes descritas en las formas de realización a menos que se describa específicamente.

25 Se proporciona una descripción de una primera forma de realización en la que la presente invención se aplica a una etapa de deshuesado de una parte de muslo de cerdo basándose en las figuras 1 a 28. La figura 1 muestra una parte de muslo de cerdo w como objetivo del deshuesado (denominado a continuación en la presente memoria "pieza de trabajo w"). En la figura 1, los huesos de la pieza de trabajo w incluyen un hueso de parte inferior de pata trasera 2, un fémur 3, un hueso de cadera 4 y una rótula 6 (patela) en las proximidades de una articulación de rodilla 5 que une el hueso de parte inferior de pata trasera 2 y el fémur 3 dispuestos desde el lado de un tobillo 1, y una parte de carne 7 se adhiere a estos huesos. Antes de que la pieza de trabajo w se someta a un procedimiento de deshuesado mediante un aparato de deshuesado automático de la presente forma de realización, el hueso de cadera 4 se retira manualmente por un operario como proceso preliminar, y la pieza de trabajo w está suspendida de un dispositivo de sujeción 12 del aparato de deshuesado automático mediante un dispositivo de alimentación. La pieza de trabajo w se mueve entre dispositivos de proceso individuales que constituyen el aparato de deshuesado automático en un estado en el que la pieza de trabajo w está suspendida del dispositivo de sujeción 12.

40 La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra todas las etapas de deshuesado según la presente forma de realización y, basándose en la figura 2, se describe el perfil de todas las etapas de deshuesado de la presente forma de realización. En la figura 2, en primer lugar, en una etapa de determinación de izquierda/derecha, se mide el grosor de carne de cada una de las partes izquierda y derecha de la pieza de trabajo w mediante dos conjuntos de placas de medición 14a y 14b, y se determina si la pieza de trabajo w es una pata trasera derecha o una pata trasera izquierda a partir de la diferencia en el grosor de carne entre las partes derecha e izquierda. A continuación, en una etapa de medición de la longitud total, se mide la longitud total de los huesos de la pieza de trabajo w. La pieza de trabajo w presenta partes irregulares en la articulación de rodilla 5 y la parte de cóndilo del fémur 3. En la parte de cóndilo del fémur 3, están presentes una cabeza 3a femoral esférica y un trocánter 3b mayor. Con una placa de medición 16 que hace tope en la cabeza 3a femoral situada en el extremo inferior del fémur 3 desde abajo, se mide la longitud total de los huesos a partir de la distancia entre un punto de referencia P correspondiente a la posición de la superficie superior del dispositivo de sujeción 12 y la placa de medición 16.

55 A continuación, en una etapa de irradiación de rayos X, se irradian rayos X a la pieza de trabajo w, se analiza una imagen de los rayos X transmitidos a través de la pieza de trabajo w, y se obtiene de ese modo información de posición bidimensional sobre los contornos de los huesos. Entonces, en una etapa de corte de tobillo, como fase anterior a una etapa de corte de carne, se realiza un corte en la periferia del tobillo 1 mediante una hoja circular giratoria 18 dispuesta en una dirección paralela, y se cortan de ese modo tejidos corporales tales como un músculo y un tendón que se adhieren a la periferia del tobillo. Posteriormente, se realizan etapas de corte de carne de tres fases (1) a (3), y se realizan los cortes indicados mediante las líneas de corte de carne S₁ a S₃ a lo largo de las superficies de los huesos hacia las direcciones longitudinales de los huesos. Entonces, en una etapa de corte de rótula, tal como se indica mediante una línea de corte S₄, se realiza un corte a lo largo de la superficie lateral de la rótula 6 mediante una hoja circular giratoria 20 dispuesta en una dirección vertical. Con esto, se cortan tejidos corporales que se adhieren a la superficie lateral de la rótula y se facilita la separación de carne realizada en una etapa posterior.

65 A continuación, en una etapa de separación de hueso de parte inferior de pata trasera (1) y una etapa de separación de hueso de parte inferior de pata trasera (2), se presiona un separador 22 contra la superficie superior de la parte

de carne 7 y se tira del mismo hacia abajo, mediante lo cual la parte de carne 7 se desgarrar del hueso de parte inferior de pata trasera 2. Posteriormente, en una etapa de separación de fémur, se tira adicionalmente del separador 22 hacia abajo mientras que se cortan los tejidos corporales tales como el músculo y el tendón que se adhieren a una parte en las proximidades del cóndilo del fémur 3 mediante una hoja circular 24, mediante lo cual la parte de carne 7 se separa del fémur 3.

La figura 3 muestra una parte de un aparato 10 de deshuesado automático según la presente forma de realización (una unidad de irradiación de rayos X 30 y una unidad de corte de carne 50). En la figura 3, una cadena 26 de transporte está dispuesta en una dirección horizontal de modo que conecte estaciones de proceso individuales, y la cadena 26 de transporte se enrolla en una rueda 28 conducida y una rueda motriz (no representada) y se mueve mediante la rueda motriz en un sentido indicado por una flecha. Un gran número de los dispositivos de sujeción 12 se unen a la cadena 26 de transporte a intervalos regulares, y la pieza de trabajo w está suspendida de cada dispositivo de sujeción 12 mediante el tobillo 1 y se transporta en el sentido indicado por la flecha.

En la unidad de irradiación de rayos X 30, está previsto un dispositivo de irradiación de rayos X 34 en el interior de una caja 32 de rayos X. Una región rodeada por una pared 36 de blindaje está dispuesta hacia delante de la caja 32 de rayos X, y un el sensor de línea de rayos X 38 está dispuesto en la región. Una trayectoria de transporte para la pieza de trabajo w está dispuesta de modo que cruce la pared 36 de blindaje y, cuando la pieza de trabajo w está a punto de entrar en la región blindada, la parte de la pared 36 de blindaje enfrentada a la trayectoria de transporte se abre. Tras entrar la pieza de trabajo w en el interior de la pared 36 de blindaje, la pared 36 de blindaje se cierra. La pared 36 de blindaje está dotada de una ventana 35 de irradiación en una posición desde la que se irradian rayos X r a la pieza de trabajo w, y los rayos X r se irradian a la pieza de trabajo w desde el dispositivo de irradiación de rayos X 34 a través de la ventana 35 de irradiación. La imagen de los rayos X transmitidos a través de la pieza de trabajo w se introduce en el sensor de línea de rayos X 38. La imagen de transmisión de rayos X introducida en el sensor de línea de rayos X 38 se muestra en una pantalla 82 de un controlador 80 que controla el funcionamiento global del aparato 10 de deshuesado automático.

La imagen de transmisión de rayos X introducida en el sensor de línea de rayos X 38 se somete a análisis de imagen en una unidad de proceso de análisis de imagen 40, y pueden obtenerse de ese modo coordenadas de posición bidimensionales del contorno de huesos de la pieza de trabajo w. Las coordenadas de posición bidimensionales se envían al controlador 80 y un controlador robótico 60 descritos a continuación. La unidad de corte de carne 50 está dispuesta en el lado aguas abajo de la unidad de irradiación de rayos X 30 en el sentido de transporte de la pieza de trabajo. En la presente memoria, a lo largo de la cadena 26 de transporte, están previstos tres robots de corte de carne 52a a 52c que realizan las etapas de corte de carne de tres fases. Los robots de corte de carne individuales presentan brazos articulados multiaxiales de cuatro o seis ejes 54a a 54c y motores eléctricos 56a a 56c que hacen funcionar los brazos articulados multiaxiales. A las puntas de los brazos articulados multiaxiales, se unen hojas de corte en forma de cuchilla 58a a 58c.

Además, están previstos un controlador robótico 60 que controla los brazos articulados multiaxiales 54a a 54c para controlar el funcionamiento de las hojas de corte 58a a 58c mediante el control de los motores eléctricos 56a a 56c, y sensores de par motor 59a a 59c que detectan pares motores aplicados a las hojas de corte individuales durante el funcionamiento. El sensor de par motor detecta un valor de par motor aplicado a la hoja de corte detectando el valor de corriente que fluye en cada uno de los motores eléctricos 56a a 56c. Durante el funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático, los valores de par motor aplicados a los motores eléctricos 56a a 56c se detectan constantemente mediante los sensores de par motor 59a a 59c, y se introducen señales de detección de los sensores de par motor individuales en el controlador robótico 60. La posición de transporte de cada pieza de trabajo w se detecta mediante un codificador 57 y se introduce en el controlador 80 y el controlador robótico 60.

La figura 4 muestra el recorrido de funcionamiento para una pieza de trabajo de pata trasera derecha w(r) utilizada en la etapa de corte de carne (1) como ejemplo del recorrido de funcionamiento de la hoja de corte. En el dibujo, la etapa 1 muestra un recorrido de funcionamiento objetivo. El recorrido de funcionamiento objetivo se basa en la suposición de que la pieza de trabajo w presenta el tamaño promedio y la forma promedio. Se fijan previamente puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 en ocho posiciones en los contornos de los huesos, y se fijan puntos de aprendizaje c00 a c99 en el recorrido de funcionamiento objetivo. Los puntos de referencia de comparación se fijan en partes que presentan características de la forma del hueso.

La etapa 2 en la figura 4 muestra la imagen de transmisión de la pieza de trabajo w(r) introducida en el sensor de línea de rayos X 38. Se comparan entre sí unas coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación A_0 de la etapa 1 y coordenadas de posición bidimensionales de un punto de referencia de comparación A de la etapa 2 (coordenadas de posición bidimensionales determinadas analizando la imagen de transmisión en la unidad de proceso de análisis de imagen 40), y se determina la cantidad de desplazamiento de posición ΔA . A continuación, se corrigen las coordenadas de posición tridimensionales de los puntos de aprendizaje c00 a c09 de la etapa 2 de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición ΔA . De la misma manera, se determina la cantidad de desplazamiento de posición de cada punto de referencia de comparación, y se corrige la posición del punto de aprendizaje correspondiente a cada punto de referencia de comparación de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición.

5 La correspondencia entre el punto de referencia de comparación y el punto de aprendizaje se muestra en la etapa 3. Por ejemplo, la posición del punto de aprendizaje c10 se corrige de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición del punto de referencia de comparación B, y las posiciones de los puntos de aprendizaje c11 y c12 se corrigen de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición del punto de referencia de comparación C. La etapa 3 muestra un recorrido de funcionamiento corregido. Por tanto, la hoja de corte 58a se hace funcionar en el recorrido de funcionamiento corregido.

10 Además, entre los puntos de aprendizaje, se fija como punto de comprobación un punto de aprendizaje que presenta una alta posibilidad de que se produzca un riesgo de que la hoja de corte 58a corte el hueso. En la etapa 3, los puntos de comprobación incluyen c09, c11, c19 y c32 (indicados por círculos dobles). La monitorización del valor de par motor aplicado a la hoja de corte 58a se inicia desde una región en el lado aguas arriba del punto de comprobación fijado. Según el resultado de la monitorización, se corrige adicionalmente el punto de aprendizaje corregido. Es decir, cuando el valor de par motor es mayor que un valor de límite superior de un intervalo fijado en la región en el lado aguas arriba del punto de comprobación, se cambia el recorrido de funcionamiento en un sentido en el que la hoja de corte 58a se mueve alejándose del hueso y, cuando el valor de par motor es menor que un valor de límite inferior, se cambia el recorrido de funcionamiento en un sentido en el que el punto de aprendizaje corregido se mueve acercándose al hueso.

20 Por ejemplo, el punto de comprobación c19 presenta un alto riesgo de que la hoja de corte 58a corte el cóndilo del fémur. Por consiguiente, el valor de par motor aplicado a la hoja de corte 58a se monitoriza desde el punto de aprendizaje c16 y, de la manera descrita anteriormente, se cambian los puntos de aprendizaje c16 a c19.

25 Las figuras 5A y 5B muestran imágenes de transmisión de rayos X reales introducidas en el sensor de línea de rayos X 38. La figura 5A muestra una pieza de trabajo de pata trasera izquierda, mientras que la figura 5B muestra una pieza de trabajo de pata trasera derecha. Las partes irregulares de la pieza de trabajo w son una parte en las proximidades de la articulación de rodilla 5 y una parte en las proximidades del cóndilo del fémur 3 y, para realizar con precisión un corte de carne particularmente de estas partes irregulares, es necesario obtener información de posición precisa sobre las partes irregulares. Por consiguiente, se fijan los puntos de referencia de comparación A a H en las partes irregulares. Aunque los puntos de referencia de comparación no se fijan en la parte central del hueso de parte inferior de pata trasera o la parte de hueso recta de la parte central del fémur, pueden determinarse las formas de los contornos de los huesos de estas partes realizando una interpolación utilizando el punto de referencia P del dispositivo de sujeción 12 y los puntos de referencia de comparación en la articulación y el cóndilo. En la unidad de proceso de análisis de imagen 40, se obtienen coordenadas de posición bidimensionales de estos puntos de referencia de comparación, y se corrige el recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte 58a basándose en la información de posición.

40 En la figura 3, una unidad de fijación de punto de referencia de comparación 64 fija los puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 en los contornos de la articulación de rodilla 5 y la parte de cóndilo del fémur 3 de la pieza de trabajo w antes de la etapa de irradiación de rayos X. Una unidad de almacenamiento 62 del controlador robótico 60 almacena las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 , las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo de las hojas de corte 58a a 58c, datos de medición sobre el valor de par motor aplicado a la hoja de corte cuando la hoja de corte funciona en el recorrido de funcionamiento objetivo (denominados a continuación en la presente memoria "datos de par motor objetivo"), y datos de medición sobre el valor de par motor aplicado a la hoja de corte durante el funcionamiento sin carga en el que se hace funcionar la hoja de corte sin la pieza de trabajo (denominados a continuación en la presente memoria "datos de par motor sin carga"). El recorrido de funcionamiento objetivo se fija con la suposición de que la parte de muslo de cerdo presenta el tamaño y la forma promedio.

50 Una unidad de corrección de recorrido de funcionamiento 66 determina las cantidades de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A a H de la imagen de transmisión de rayos X obtenida en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo, es decir, los puntos de aprendizaje de manera correspondiente a las cantidades de desplazamiento de posición. Una unidad de medición de tobillo 68 determina el diámetro de hueso de tobillo W_1 inmediatamente por debajo del punto de referencia P del dispositivo de sujeción 12 y el diámetro de hueso de tobillo W_2 inmediatamente por encima del punto de referencia P del mismo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales de los huesos obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40, tal como se muestra en las figuras 12A y 12B.

65 Tal como se muestra en la figura 13, una unidad de medición de longitud de la pieza de trabajo 70 determina la longitud L_1 desde el punto de referencia de sujeción P hasta la articulación de rodilla 5 y la longitud L_2 desde la articulación de rodilla 5 hasta el extremo inferior de la cabeza 3a femoral a partir de las coordenadas de posición bidimensionales de los huesos obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40. En una unidad de corrección de información de imagen 72, cuando la razón (L_2/L_1) no está en un intervalo normal, la razón se cambia

al valor normal para corregir las coordenadas de posición bidimensionales de la imagen de transmisión de rayos X obtenida en la unidad de proceso de análisis de imagen 40. Una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento 74 emite una instrucción para cambiar un recorrido de funcionamiento a los motores eléctricos 56a a 56c de tal manera que la diferencia entre el valor de par motor generado en el recorrido de funcionamiento objetivo almacenado en la unidad de almacenamiento 62 y el valor de par motor detectado realmente mediante cada uno de los sensores de par motor 59a a 59c durante la operación de corte se encuentre dentro de un intervalo fijado.

Una unidad de determinación 76 compara el valor de par motor aplicado a la hoja de corte durante la operación de corte y los datos de par motor sin carga almacenados en la unidad de almacenamiento 62 y, cuando la diferencia entre los mismos se encuentra dentro de un intervalo fijado, determina que la hoja de corte está dañada, y emite una señal para detener el funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático al controlador 80. Una unidad de alarma 78 emite una alarma cuando la diferencia se encuentra dentro del intervalo fijado.

A continuación, se proporciona una descripción de procedimientos operativos del aparato 10 de deshuesado automático basándose en los diagramas de flujo de las figuras 6A y 6B. La figura 6A muestra la primera mitad de los procedimientos operativos, mientras que la figura 6B muestra la segunda mitad de los procedimientos operativos. La operación realizada en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 se muestra dentro de un cuadro 40A, la operación realizada en el controlador 80 se muestra dentro de un cuadro 80A, y la operación realizada en el controlador robótico 60 se muestra dentro de un cuadro 60A. Cuando se acciona el aparato 10 de deshuesado automático y el transporte de la pieza de trabajo w se inicia (S10), la unidad de irradiación de rayos X 30 ya está lista para iniciar el proceso de análisis de imagen (S12). A continuación, se emite una instrucción de blindaje de la pared 36 de blindaje desde el controlador 80 (S14). Cuando la pared 36 de blindaje no se lleva a un estado de blindaje, el flujo vuelve al accionamiento del aparato 10 de deshuesado automático. Cuando se determina que el estado de blindaje está establecido (S16), se emite la instrucción de inicio de irradiación de rayos X desde el controlador 80 (S18).

Posteriormente, una se emite instrucción de apertura de la ventana 35 de irradiación desde el controlador 80 (S20) y se emite una instrucción de inicio de obtención de imágenes desde el controlador 80 (S22), se irradian los rayos X r desde el dispositivo de irradiación de rayos X 34 a través de la ventana 35 de irradiación. Los rayos X r transmitidos a través de la pieza de trabajo w se introducen en el sensor de línea de rayos X 38. Entonces, se emiten una instrucción de fin de obtención de imágenes (S24) y una instrucción de fin de irradiación de rayos X (S26) desde el controlador 80 y, cuando se finaliza la irradiación de rayos X, se emite una instrucción de cierre de la ventana 35 de irradiación (S28). Cuando se determina que la ventana 35 de irradiación está cerrada (S30), se emite una instrucción de apertura de la pared 36 de blindaje (S33). Cuando la ventana 35 de irradiación no está cerrada (S30), el funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático se detiene (S32).

Cuando se finaliza la obtención de imágenes (S24), se emite una instrucción para solicitar la imagen de transmisión de rayos X desde la unidad de proceso de análisis de imagen 40 al sensor de línea de rayos X 38 (S34), la imagen de transmisión de rayos X se captura en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 (S36), y se realiza el procesamiento de imagen (S38). En el procesamiento de imagen, se realizan filtrado y binarización y se obtiene de ese modo una imagen binarizada. Posteriormente, la imagen binarizada se muestra en coordenadas bidimensionales y se obtienen las coordenadas de posición bidimensionales de la pieza de trabajo w. El procesamiento de imagen es convencional, tal como se da a conocer en el documento de patente 3. Las coordenadas de posición bidimensionales de la pieza de trabajo w obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 se transmiten al controlador 80 (S40).

Cuando se reciben las coordenadas de posición bidimensionales de la pieza de trabajo w, el controlador 80 envía las coordenadas de posición bidimensionales al controlador robótico 60 (S42), y también realiza la etapa de corte de tobillo mostrada en la figura 2 mientras que se selecciona el funcionamiento del aparato según si la pieza de trabajo w es la pata trasera izquierda o la pata trasera derecha (S46). En el controlador robótico 60, una unidad de corrección de recorrido de funcionamiento 66 compara las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 del recorrido de funcionamiento objetivo almacenado en la unidad de almacenamiento 62 y las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A a H de la imagen de transmisión de rayos X obtenida en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 para determinar las cantidades de desplazamiento de posición y, tal como se describió anteriormente, corrige las coordenadas de posición tridimensionales de los puntos de aprendizaje de manera correspondiente a las cantidades de desplazamiento de posición (S44).

Después de eso, el controlador 80 emite una instrucción de inicio de la etapa de corte de carne al controlador robótico 60 (S48). Con la recepción de la instrucción, el controlador robótico 60 emite una instrucción de inicio de etapa de corte de carne a cada uno de los robots de corte de carne 52a a 52c (S50). Al mismo tiempo que el inicio de la etapa de corte de carne, cada uno de los sensores de par motor 59a a 59c inicia la medición del valor de par motor aplicado a cada uno de los motores de accionamiento 56a a 56c (S52). Cuando el valor de par motor $T < T_1 - \beta$ (valor fijado) se satisface hasta el final de la etapa de corte de carne tras el inicio de la medición del valor de par motor (S54), la unidad de determinación 76 determina que una de las hojas de corte 58a a 58c está dañada y en un estado sin carga. Posteriormente, el dispositivo de alarma 78 emite la alarma (S56), y el funcionamiento del aparato

10 de deshuesado automático se detiene (S58). Obsérvese que el valor fijado ($T1 - \beta$) puede ser un valor diferente de un valor umbral $T1$ o $T2$ fijando independientemente el valor de β .

5 Cuando cada una de las hojas de corte 58a a 58c alcanza la región en el lado aguas arriba de los puntos de comprobación c09, c11, c19 o c32 (S60), el valor de par motor T se comprueba (S62). Cuando se satisface el valor umbral (límite inferior) $T1 \leq T \leq$ el valor umbral (límite superior) $T2$, el corte de carne se realiza sin cambiar el punto de aprendizaje, y cada una de las hojas de corte 58a a 58c se mueve hasta el punto de comprobación (S68). Cuando se satisface el valor de par motor $T > T2$, se cambian los puntos de aprendizaje de la posición actual al punto de comprobación en un sentido en el que la hoja de corte se mueve alejándose de la superficie del hueso mediante una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento 74 (S64).

15 Además, cuando se satisface el valor de par motor $T < T1$, se cambian los puntos de aprendizaje de la posición actual al punto de comprobación en un sentido en el que la hoja de corte se mueve acercándose a la superficie del hueso mediante una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento 74 (S66). Obsérvese que, como el valor umbral (límite inferior) $T1$ y el valor umbral (límite superior) $T2$, se fijan previamente diferentes valores en los puntos de aprendizaje individuales en un recorrido de funcionamiento y se almacenan en la unidad de almacenamiento 62.

20 Cuando se finaliza la etapa de corte de carne (S70), se realiza la etapa de corte de rótula mientras que el funcionamiento del aparato se selecciona según si la pieza de trabajo w es la pata trasera izquierda o la pata trasera derecha (S72). Además, la etapa de separación de hueso de parte inferior de pata trasera (1) (S74), la etapa de separación de hueso de parte inferior de pata trasera (2) (S76) y la etapa de separación de fémur (S78) se realizan secuencialmente mientras que se realiza la selección de funcionamiento similar.

25 La figura 7 muestra un ejemplo de datos de prueba de la etapa de corte de carne (1) en los que el eje vertical indica el valor del par motor T aplicado al motor eléctrico 56a y el eje horizontal indica los puntos de aprendizaje en un recorrido de funcionamiento. Las cifras del eje horizontal corresponden a las de los puntos de aprendizaje mostrados en la figura 2. En la figura 7, una curva H es una curva de datos de par motor sin carga indicativa del valor de par motor aplicado al motor eléctrico 56a cuando la hoja de corte 58a está en el estado sin carga, mientras que una curva I es una curva de datos de par motor objetivo indicativa del valor de par motor cuando la hoja de corte funciona en el recorrido de funcionamiento objetivo, no se aplica una carga excesiva a la hoja de corte 58a, y el rendimiento es excelente.

30 Una curva J es una curva de par motor medido indicativa del valor de par motor medido cuando el aparato 10 de deshuesado automático se hace funcionar realmente. Se muestra que el valor de par motor T se ha vuelto mayor que el valor objetivo indicado por la curva I en las proximidades de los puntos de aprendizaje c18 a c22 (situados en las proximidades del cóndilo del fémur) de la curva de par motor medido J . Como resultado, se muestra que el valor de par motor T podría devolverse al valor normal tras el punto de aprendizaje c22 mediante la desviación de la hoja de corte 58a en un sentido en el que la hoja de corte 58a se mueve alejándose de la parte de hueso mediante una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento 74.

35 Tal como se muestra en la figura 8, en el lado aguas arriba de la unidad de irradiación de rayos X 30 en el sentido de transporte de la pieza de trabajo w , está previsto un dispositivo de alimentación automática 84 que suspende la pieza de trabajo w del dispositivo de sujeción 12. La pieza de trabajo w se suministra de manera temporal a una estación 86 de sujeción desde el dispositivo de alimentación automática 84 y, después de eso, la pieza de trabajo w se empuja mediante un empujador (no mostrado) para deslizarse sobre la estación 86 de sujeción e insertarse en el dispositivo de sujeción 12. Debe apreciarse que el hueso de parte inferior de pata trasera 2 está constituido por una tibia 2a y un peroné 2b.

40 La figura 9 muestra un estado en el que la pieza de trabajo w se suministra al dispositivo de sujeción 12 en una posición de sujeción normal K . Tal como se muestra en la figura 13, el tobillo 1 presenta una parte 2c en la que el diámetro en sección transversal del hueso es extremadamente pequeño en una posición más cerca del hueso de parte inferior de pata trasera 2 que la punta del mismo, y la pieza de trabajo w se inserta en el dispositivo de sujeción 12 en una parte en las proximidades de la parte de diámetro extremadamente pequeño 2c. Después de eso, la pieza de trabajo w habitualmente desciende por su propio peso, y se fija al dispositivo de sujeción 12 en una parte de diámetro aumentado 2d más cerca de la punta que la parte de diámetro extremadamente pequeño 2c.

45 Sin embargo, tal como se muestra en la etapa 1 en la figura 10, debido a un hueso delgado o una piel gruesa del tobillo 1 de la pieza de trabajo w , existen casos en los que la pieza de trabajo w se sujeta en una posición por debajo del tobillo 1, la posición de sujeción se desvía de la posición de sujeción normal K hacia arriba en Δh , y la pieza de trabajo w no desciende por su propio peso. Cuando la irradiación de rayos X se realiza en este estado y entonces se aplica una carga descendente por la hoja de corte a la pieza de trabajo w en la etapa de corte de carne tal como se muestra en la etapa 2 en la figura 10, la pieza de trabajo w desciende hasta la parte de diámetro aumentado 2d en Δh . Como resultado, se genera entremedias la diferencia de Δh a la altura de la pieza de trabajo w durante la irradiación de rayos X y durante el corte de carne. Por consiguiente, el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte no coincide con la posición real de la pieza de trabajo w , cuando el corte de carne se realiza en este estado, se genera una carga excesiva en la hoja de corte, que conduce al daño a la hoja de corte. Se proporciona una

descripción de un procedimiento para impedir el daño basándose en las figuras 11 a 13.

En el estado de sujeción normal, el diámetro del hueso inmediatamente por encima de la posición de sujeción debe ser mayor que el del hueso inmediatamente por debajo de la posición de sujeción. Utilizando esta característica, se determina si la posición de sujeción es normal o no. Se describen los procedimientos de determinación basándose en el diagrama de flujo de la figura 11. En primer lugar, la unidad de irradiación de rayos X 30 adquiere la imagen de rayos X de la pieza de trabajo w (S90). Las figuras 12A y 12B muestran ejemplos de la imagen de rayos X. La figura 12A muestra una posición de sujeción normal, mientras que la figura 12B muestra una posición de sujeción anómala. A continuación, a partir de las coordenadas de posición bidimensionales de la pieza de trabajo w obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40, la unidad de medición de tobillo 68 del controlador 60 determina un diámetro de hueso inmediatamente por debajo W_1 y un diámetro de hueso inmediatamente por encima W_2 (S92 y S94).

Cuando la diferencia ($W_1 - W_2$) es positiva (S96), a partir de las coordenadas de posición bidimensionales de la pieza de trabajo w obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40, la unidad de medición de longitud de la pieza de trabajo 70 determina la longitud L_1 y la longitud L_2 mostradas en la figura 13 (S98). Cuando la diferencia ($W_1 - W_2$) es negativa, las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen 40 no se corrigen. Obsérvese que la longitud L_1 es la longitud desde la posición de sujeción hasta la articulación de rodilla 5, y la longitud L_2 es la longitud desde la articulación de rodilla 5 hasta el extremo inferior de la cabeza 3a femoral. A continuación, cuando la razón (L_2/L_1) no está en el intervalo normal (S100), las coordenadas de posición bidimensionales vuelven a calcularse basándose en la razón normal (S102), y las coordenadas de posición bidimensionales se corrigen (S104). Obsérvese que el intervalo normal es un intervalo en el que se satisface la razón (L_2/L_1) = de 1,5 a 1,8 en el caso de la parte de muslo de cerdo. Las coordenadas de posición bidimensionales corregidas se transmiten al controlador 80 (S106).

Posteriormente, se proporciona una descripción de un procedimiento de corte de carne en la etapa de corte de carne (1) tomando la pieza de trabajo de pata trasera derecha w(r) como ejemplo basándose en las figuras 14 a 17. Tal como se muestra en la figura 16, la parte de carne de la periferia del fémur 3 está constituida por una parte superior redonda a, una punta redonda b y una parte inferior redonda c, y está presente una capa de grasa d en el exterior de la parte inferior redonda c. En la etapa de corte de carne (1), se realiza un corte de manera oblicua a lo largo de una línea de corte C_1 desde la parte inferior del hueso de parte inferior de pata trasera 2 hasta la parte superior de la rótula 6 mediante la hoja de corte 58a del robot de corte de carne 52a (c01 a c04). Después de eso, se realiza un corte de nuevo a lo largo de una línea de corte C_2 desde arriba hacia abajo (c06 a c99). Con la línea de corte C_2 , la hoja de corte 58a se mueve a lo largo de una fascia e en el límite entre la parte superior redonda a y la punta redonda b para cortar la parte entre la parte superior redonda a y la punta redonda b y cortar un periostio en la superficie del fémur. Un rayado f muestra una superficie de corte entre la parte superior redonda a y la punta redonda b, y un rayado g muestra una superficie de corte a lo largo de las superficies del hueso de parte inferior de pata trasera 2 y el fémur 3.

Cada una de las figuras 17A a 17C es una vista indicativa de la calidad de la línea de corte. Una línea de corte de carne C_3 mostrada en la figura 17A es una línea de corte a lo largo de la fascia e, y permite un excelente corte de carne que no daña la fascia e. Una línea de corte C_4 mostrada en la figura 17B da como resultado un mal corte de carne que daña la fascia e en el lado de la punta redonda y genera carne de desecho m de la punta redonda b. Una línea de corte C_5 mostrada en la figura 17C da como resultado un mal corte de carne que daña la fascia e en el lado de la parte superior redonda, genera la carne de desecho m de la parte superior redonda a, y no puede cortar el periostio femoral de modo que el periostio femoral permanece en el fémur y se deteriora el rendimiento de carne.

Tal como se muestra en las figuras 14 a 16, la parte superior redonda a está situada de modo que cuelgue sobre la punta redonda b. El límite entre la parte superior redonda a y la punta redonda b está constituido por un plano curvo tridimensional de modo que, para realizar un corte a lo largo de la fascia e utilizando una hoja de corte en forma de cuchilla recta es necesario introducir inicialmente la hoja de corte en la fascia e desde la parte inferior del hueso de parte inferior de pata trasera 2. Es decir, realizar un corte a lo largo de la línea de corte C_1 permite que la hoja de corte en forma de cuchilla entre suavemente en una parte entre la fascia e y la parte superior redonda a cuando se realiza después un corte a lo largo de la línea de corte C_2 .

Tal como se muestra en las figuras 14 y 15, a lo largo de la línea de corte C_1 , la hoja de corte 58a alcanza una posición en la que sólo puede cortarse la parte superior redonda a y no puede cortarse la punta redonda b y, a lo largo de la línea de corte C_2 , la hoja de corte 58a entra en una parte en el interior de la parte superior redonda a, y puede cortar la parte de carne como si la hoja de corte 58a se deslizase en la fascia e en el lado de la punta redonda b. Cuando la línea de corte C_1 se desvía hacia arriba o hacia abajo, durante el corte a lo largo de la línea de corte C_2 , se vuelve difícil que la hoja de corte entre sobre la fascia e. En la presente forma de realización, puesto que es posible captar de forma exacta la forma y la posición del hueso de la articulación de rodilla 5 realizando el análisis de imagen de rayos X de la pieza de trabajo w para situar con exactitud el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte 58a en correspondencia con la forma y la posición de la misma, es posible situar con exactitud la línea de corte C_1 . Como resultado, se permite el corte de carne a lo largo de la línea de corte C_3 mostrada en la figura 17A. Por consiguiente, es posible mejorar el rendimiento sin dañar la parte superior redonda a o la punta redonda b.

5 A continuación, se proporciona una descripción de la etapa de corte de rótula de la presente forma de realización tomando la pieza de trabajo de pata trasera derecha $w(r)$ como ejemplo basándose en las figuras 18 a 20. La etapa de corte de rótula es una etapa de cortar tejidos corporales tales como un músculo y un tendón que se adhieren a la superficie lateral de la rótula 6 mediante la hoja circular giratoria 20. En la figura 18, la hoja circular giratoria 20 dispuesta en una dirección vertical se hace que descienda para formar una superficie de corte i a lo largo de la superficie lateral de la rótula 6.

10 La figura 19 muestra un dispositivo de accionamiento 90 de la hoja circular giratoria 20. Un motor de accionamiento de la hoja circular giratoria 20 está contenido en una carcasa 92 de motor. Un cilindro 96 de aire se fija a una plataforma 94 en una dirección vertical. Un armazón 92a de la carcasa 92 de motor se conecta a un brazo 100 formando un ángulo predeterminado con respecto al brazo 100, y la parte de conexión entre el armazón 92a y el brazo 100 y un vástago de pistón 98 del cilindro 96 de aire se conectan de manera giratoria a un árbol 93. El otro extremo del brazo 100 se une de manera giratoria a un árbol de soporte 102 unido a la plataforma 94.

15 Con esta disposición, tal como se muestra en la figura 20, un eje 20a de la carcasa 92 de motor y la hoja circular giratoria 20 se inclina según el movimiento vertical del vástago de pistón 98, y puede cambiarse el ángulo de la hoja circular giratoria 20. Una parte de saliente 94a de la plataforma 94 se guía mediante una barra 104 guía prevista para colocarse verticalmente sobre una base 103. Un vástago de tornillo 106 está previsto para colocarse adyacente a la barra 104 guía, y el vástago de tornillo 106 se acciona de manera giratoria mediante un motor de accionamiento 108. La plataforma 94 se mueve hacia arriba y hacia abajo mediante el giro del vástago de tornillo 106.

20 En la estructura descrita anteriormente, tal como se muestra en la figura 20, se vuelve posible hacer funcionar la hoja circular giratoria 20 a lo largo de la superficie lateral de la rótula 6 curva mientras que la hoja circular giratoria 20 se hace descender. Por consiguiente, es posible cortar los tejidos corporales que se adhieren a la superficie lateral de la rótula 6 para mejorar el rendimiento de carne. Además, tal como se muestra en la figura 18, de entre los puntos de referencia de comparación A a H, el punto de referencia de comparación B se fija en la articulación de rodilla 5 y la altura de inicio de corte de la superficie de corte i se fija a la misma altura que la del punto de referencia de comparación B, mediante lo cual es posible situar de manera exacta la altura de inicio de corte de la superficie de corte i . Además, el punto de referencia de comparación E se fija en el extremo inferior de la rótula 6 y la altura de fin de corte de la superficie de corte i se fija a la misma altura que la del punto de referencia de comparación E, mediante lo cual es posible situar de manera exacta la altura de fin de corte de la superficie de corte i .

25 A continuación, se proporciona una descripción de una etapa de separación de carne en el fémur 3 de la presente forma de realización basándose en la figura 21. En la etapa de separación de carne, se utiliza una hoja circular giratoria 24 dispuesta en la dirección horizontal. En las posiciones j , k y n , la hoja circular giratoria 24 se mueve en la dirección horizontal para acercarse a la pieza de trabajo $w(r)$ para cortar tejidos corporales adheridos a la parte de extremo inferior de la rótula 6 y la superficie del fémur 3. Realizando simultáneamente la operación de corte, y tirando hacia arriba del dispositivo de sujeción 12 y presionando la parte de carne mediante el separador 22 tal como se muestra en la figura 2, la parte de carne 7 se separa del fémur 3.

30 La posición de corte j está situada en el extremo inferior de la rótula 6, y corresponde al punto de referencia de comparación E. En la posición de corte J , los tejidos corporales adheridos al extremo inferior de la rótula 6 se cortan mediante la hoja circular giratoria 24. La posición de corte k está situada en el cóndilo del fémur, y la posición de corte n está situada en el extremo inferior del cóndilo del fémur. Mientras que la parte de carne que se adhiere al fémur 3 se presiona y se desgarrar mediante el separador 22, los tejidos corporales en la superficie del fémur se cortan en la posición de corte k , y la parte de carne se separa del fémur 3 en la posición de corte n . En la presente forma de realización, el punto de referencia de comparación E y la posición de corte k se fijan a la misma altura y el punto de referencia de comparación H y la posición de corte n se fijan a la misma altura, y así es posible situar con precisión la hoja circular giratoria 20 en las posiciones de corte j , k , y n . Como resultado, es posible realizar de manera eficaz la etapa de separación de carne del fémur 3, y también mejorar el rendimiento de carne.

35 Según la presente forma de realización, se fijan los puntos de referencia de comparación A a H en partes características de los huesos, cada pieza de trabajo w se somete al análisis de imagen de rayos X, se determinan las cantidades de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A_0 a H_0 correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte y las coordenadas de posición bidimensionales de los puntos de referencia de comparación A a H de la pieza de trabajo w obtenidas mediante el análisis de imagen de rayos X, se corrigen las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a las cantidades de desplazamiento de posición, y se hace funcionar la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento corregido, y así es posible hacer funcionar la hoja de corte en el recorrido de funcionamiento preciso a lo largo de las superficies de los huesos para cada pieza de trabajo.

40 Como resultado, es posible impedir a la hoja de corte cortar el hueso, reducir el daño a la hoja de corte para mantener una alta eficacia de funcionamiento, y también mejorar el rendimiento de carne. Además, es posible evitar el corte del hueso por parte de la hoja de corte, impedir que se mezcle un fragmento de hueso en la carne, y también

evitar la generación de la carga excesiva en la hoja de corte, y así es posible reducir la capacidad y la potencia del dispositivo de accionamiento de la hoja de corte.

5 Además, incluso cuando la pieza de trabajo *w* se sujeta en la posición anómala con relación al dispositivo de sujeción 12 de modo que se genera una diferencia entre las coordenadas de posición bidimensionales de los huesos de la pieza de trabajo *w* obtenidas mediante el análisis de imagen de rayos X y la altura de la pieza de trabajo *w* durante el corte de carne en la etapa posterior, la diferencia se detecta de antemano y las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas mediante el análisis de imagen de rayos X se corrigen a la posición normal durante el corte de carne, y así es posible evitar la aplicación de la carga excesiva a la hoja de corte durante el corte de carne.

10 Además, en las etapas de corte de carne (1) a (3), además de la adquisición de la información de posición mediante el análisis de imagen de rayos X de la pieza de trabajo *w*, se mide el valor de par motor aplicado a la hoja de corte y se cambia el funcionamiento de la hoja de corte de tal manera que el valor de par motor se encuentre dentro del intervalo fijado con relación a la fuerza de reacción objetivo, y así es posible hacer funcionar con precisión adicional la hoja de corte a lo largo de la superficie del hueso. Como resultado, es posible mejorar adicionalmente el rendimiento de carne, evitar la aplicación de la carga excesiva a la hoja de corte e impedir el daño a la hoja de corte y el corte del hueso por parte de la hoja de corte.

15 Además, los puntos de comprobación se fijan en posiciones en las que la hoja de corte tiende a cortar el hueso en el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte, es decir, la articulación de rodilla 5 y el cóndilo del fémur, se monitoriza el valor de par motor aplicado a la hoja de corte desde la región en el lado aguas arriba del punto de comprobación, y de ese modo se controla el valor de par motor para que no sea excesivamente grande, y así es posible impedir a la hoja de corte cortar el hueso en el punto de comprobación de antemano.

20 Adicionalmente, el valor de par motor aplicado a la hoja de corte durante el funcionamiento sin carga se almacena en la unidad de almacenamiento 62 y, comparando el valor de par motor y el valor de par motor aplicado a la hoja de corte durante la etapa de corte de carne, es posible detectar rápidamente el daño a la hoja de corte. Posteriormente, es posible detener rápidamente el funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático para realizar rápidamente el proceso posterior.

25 Además, en la etapa de corte de carne (1), es posible captar con exactitud la forma y posición del hueso de la pieza de trabajo *w* mediante el análisis de imagen de rayos X, y así es posible situar con exactitud las líneas de corte C_1 y C_2 . Como resultado, es posible cortar con precisión la parte entre la parte superior redonda *a* y la punta redonda *b* sin dañar la fascia *e* para eliminar la producción de la carne de desecho. En la etapa de corte de rótula, es posible situar con exactitud el punto de inicio de corte y el punto de fin de corte de la superficie de corte *i* basándose en los puntos de referencia de comparación fijados *B* y *E*. Como resultado, es posible mejorar el rendimiento de carne y también mejorar la eficacia de funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático. Además, en la etapa de separación de carne del fémur, es posible situar con precisión la posición de corte *j*, *k* y *n* de la hoja circular giratoria 24 basándose en los puntos de referencia de comparación fijados *E* a *H*, y así es posible mejorar el rendimiento de carne y también mejorar la eficacia de funcionamiento del aparato 10 de deshuesado automático.

30 La figura 22A muestra la cantidad de carne restante en la pieza de trabajo *w* tras las etapas del proceso de deshuesado según la presente forma de realización, mientras que la figura 22B muestra la cantidad de carne restante en la pieza de trabajo *w*, que no se ha sometido al análisis de imagen de rayos X, tras el procedimiento de deshuesado dado a conocer en el documento de patente 1 ó 2. A partir de estos dibujos, puede observarse que la presente forma de realización puede reducir más la cantidad de carne restante que el procedimiento convencional en 10 g o más.

35 Además, el procedimiento de deshuesado según la presente forma de realización y el procedimiento de deshuesado dado a conocer en el documento de patente 1 ó 2 se realizaron realmente y se observó el estado de la carne restante en la pieza de trabajo *w* en cada proceso. Cada una de las figuras 23A y 23B muestra el resultado de un corte de carne por debajo de la articulación de rodilla según la presente forma de realización, mientras que la figura 23C muestra el resultado de un corte de carne de la parte de articulación de rodilla mediante el proceso de deshuesado convencional sin realizar el análisis de imagen de rayos X. En la figura 23B, los puntos *A*, *B*, *C* y *D* corresponden a los puntos de referencia de comparación *A*, *B*, *C* y *D* en la figura 5. En la figura 23C, *M* indica una parte cortada de hueso en la que una parte del hueso de parte inferior de pata trasera 2 se corta mediante la hoja de corte, y *N* indica una parte de carne restante en la que la carne restante se adhiere al hueso de parte inferior de pata trasera 2. Puede observarse que la parte de carne se corta a lo largo de la superficie del hueso con más precisión en la presente forma de realización.

40 La figura 24A muestra el resultado del corte de carne de la parte de fémur según la presente realización, mientras que la figura 24B muestra el resultado del corte de carne de la parte de fémur mediante el proceso de deshuesado convencional. En la figura 24A, el corte del periostio del fémur y el corte de carne de la periferia de la cabeza 3a femoral se realizan de manera estable y la cantidad de carne restante se reduce. En contraposición a esto, en la figura 24B, en las partes *O* y *Q*, el cóndilo del fémur está roto.

La figura 25A muestra el estado de la carne restante en la pieza de trabajo w tras la separación de carne según la presente forma de realización, mientras que la figura 25B muestra el estado de la carne restante tras la separación de carne mediante el proceso de deshuesado convencional. La figura 25A muestra el estado de la carne restante en cada una de la articulación de rodilla 5, el fémur 3 y la cabeza 3a femoral. La cantidad de carne restante es de menos de 40 g y, en la figura 25B, R indica partes cortadas de hueso, y la superficie del hueso se corta en lugares en las partes R. Además, U indica partes de carne restante, y la carne restante se adhiere al hueso en las partes U.

Cada una de las figuras 26 a 28 muestra el estado de la superficie de corte de la fascia e en el límite entre la parte superior redonda a y la punta redonda b en la etapa de corte de carne (1) de la presente forma de realización. La figura 26 muestra una excelente superficie de corte obtenida mediante la presente forma de realización. La fascia e en el lado de la punta redonda no se daña y se deja en un estado excelente. En el dibujo, el número de referencia 3 indica el fémur. Las figuras 27 y 28 se proporcionan como ejemplos comparativos, y son ejemplos de un mal corte en el que no se realiza el análisis de imagen de rayos X de la pieza de trabajo w. En la figura 27, se corta la fascia en el lado de la punta redonda b y queda expuesta la parte magra. Además, puesto que una parte de la punta redonda se adhiere sobre la parte superior redonda a, ha de retirarse la parte de la punta redonda cuando se retira la fascia en el lado de la parte superior redonda de modo que la parte de la punta redonda se convierte en carne de desecho.

En la figura 28, se corta la fascia de la parte superior redonda a y queda expuesta la parte magra. Puesto que una parte de la parte superior redonda se adhiere sobre la punta redonda b, ha de retirarse la parte de la parte superior redonda cuando se retira la fascia de la punta redonda de modo que la parte de la parte superior redonda se convierte en carne de desecho. Además, en una posición indicada por V, el periostio del fémur 3 no se corta de modo que se deteriora el rendimiento de carne.

(Segunda forma de realización)

A continuación, se proporciona una descripción de una segunda forma de realización en la que se aplica la presente invención a la etapa de deshuesado de una parte de pata delantera de cerdo basándose en las figuras 29 y 30. La figura 29 muestra etapas de proceso preliminares realizadas manualmente por un operario, y la figura 30 muestra etapas de deshuesado mediante un aparato de deshuesado automático. En la figura 29, el esqueleto de una parte de pata delantera/paletilla 110 tras dividirse de manera aproximada una canal limpia está constituido por una columna 112 vertebral, una costilla 114, un espolón 116, un húmero 118 y un hueso de parte superior de pata delantera 120. La parte de pata delantera/paletilla 110 se divide a lo largo de una línea de corte C₆ en una parte de pata delantera 122 y una parte de paleta 124. La parte de paleta 124 dividida de la parte de pata delantera 122 se somete a otra etapa de deshuesado. Como para la parte de pata delantera 122, se retira una capa de grasa 126 en una parte de cuello de la parte de pata delantera 122 en la siguiente etapa, y entonces se le da la vuelta a una carne de costilla 128 en el lado límite de la parte de paletilla. A continuación, se rasga una carne de lado superior 132 en una escápula 130.

Posteriormente, tal como se muestra en la figura 30, se corta y se abre una carne de espaldilla 133 para que quede expuesto el hueso de parte superior de pata delantera 120, y un tobillo se suspende del dispositivo de sujeción 12. Desde este punto en adelante, se inician las etapas de deshuesado automático mediante el aparato de deshuesado automático. El aparato de deshuesado automático de la presente forma de realización presenta la estructura similar a la de la primera forma de realización. En primer lugar, una pluralidad de puntos de referencia de comparación A, B, C, ... se fijan en posiciones que pueden ubicarse fácilmente en los contornos de los huesos. Además, una unidad de almacenamiento de un controlador del aparato de deshuesado automático almacena coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte en cada una de una etapa de corte de carne y una etapa de separación de carne, y datos sobre un valor de par motor normal aplicado a una hoja de corte durante la operación de corte. La irradiación de rayos X y el procesamiento de imagen de rayos X de la parte de pata delantera 122 se realizan en la siguiente etapa, y se corrige el recorrido de funcionamiento objetivo basándose en coordenadas de posición bidimensionales obtenidas mediante el procesamiento de imagen de rayos X.

Posteriormente, se realiza un corte de carne mostrado mediante una línea de corte de carne S₅ en una etapa de corte de carne (1), entonces se realiza un corte de carne mostrado mediante una línea de corte de carne S₆ en una etapa de corte de carne (2) y, después de eso, se retira la escápula 130. En cada una de las etapas de corte de carne (1) y (2), durante la operación de corte, se comparan entre sí el valor de par motor aplicado a la hoja de corte y los datos sobre el valor de par motor normal, y se controla el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte de tal manera que no se aplique una carga excesiva a la hoja de corte.

Entonces, se realiza un corte de carne del hueso de parte superior de pata delantera mostrado mediante una línea de corte de carne S₇, y se separan uno de otro el hueso de parte superior de pata delantera 120 separado de una parte de carne 134 y el húmero 118 al que todavía se adhiere la parte de carne 134. El húmero 118 está suspendido de un carril 136 dispuesto en una dirección horizontal. Después de eso, en un estado en el que el húmero 118 está suspendido del carril 136, se realiza la etapa de separación de la parte de carne 134 del húmero 118, y el húmero 118 que queda en el carril 136 se descarga eventualmente.

Mediante la estructura descrita anteriormente y realizando los procedimientos operativos descritos anteriormente, en la presente forma de realización también es posible obtener el funcionamiento y un efecto similar a los de la primera forma de realización.

5

Aplicabilidad industrial

Según la presente invención, en una etapa de deshuesado automático de una parte de pata delantera o una parte de muslo de una canal, es posible permitir un corte de carne preciso a lo largo de una superficie de hueso, mejorar el rendimiento e impedir una carga excesiva en una hoja de corte.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) en el que, en un estado en el que una parte de pata delantera (122) o una parte de muslo de una canal está suspendida por un tobillo (1), se realiza un procedimiento de deshuesado de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo utilizando un brazo articulado multiaxial (54a, 54b, 54c,) provisto de una hoja de corte (58a, 58b, 58c) que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado,

caracterizado por que el procedimiento comprende:

una etapa preliminar de fijar un punto de referencia de comparación ($A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0, H_0$) sobre un contorno de un hueso de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo, y prefijar asimismo unas coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) y unas coordenadas de posición tridimensionales del punto de referencia de comparación correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo;

una etapa de análisis de imagen de rayos X de irradiar los rayos X (r) a cada parte de pata delantera (122) o cada parte de muslo para obtener unas coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo analizando una imagen de rayos X transmitida;

una etapa de corrección del recorrido de funcionamiento de determinar una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación ($A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0, H_0$) correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación (A, B, C, D, E, F, G, H) obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición; y

una etapa de funcionamiento de hoja de corte de hacer funcionar la hoja de corte (58a, 58b, 58c) sobre el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la etapa de corrección del recorrido de funcionamiento para realizar un corte de carne o una separación de carne de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo.

2. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 1, que comprende además:

una etapa de medición de tobillo de determinar un diámetro de hueso de tobillo W_1 inmediatamente por debajo de una posición de sujeción de un tobillo (1) de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo y un diámetro de hueso de tobillo W_2 inmediatamente por encima de la posición de sujeción del mismo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X;

una etapa de medición de la longitud de pieza de trabajo de determinar una longitud L_1 desde la posición de sujeción hasta una articulación (5) y una longitud L_2 desde la articulación (5) hasta un extremo de un cóndilo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X cuando el diámetro de hueso de tobillo W_1 es mayor que el diámetro de hueso de tobillo W_2 en la etapa de medición de tobillo; y

una etapa de corrección de información de imagen de cambiar, cuando una proporción entre la longitud L_1 y la longitud L_2 no se encuentra dentro de un intervalo normal, la proporción entre las longitudes a un valor normal para corregir las coordenadas de posición bidimensionales obtenidas en la etapa de análisis de imagen de rayos X.

3. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 1, en el que

en la etapa preliminar, se mide de antemano una fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c), cuando la hoja de corte (58a, 58b, 58c) funciona sobre el recorrido de funcionamiento objetivo, y se almacenan datos de fuerza de reacción objetivo,

en la etapa de funcionamiento de hoja de corte, se realiza el corte de carne en el que se realiza un corte en la dirección longitudinal a lo largo de una superficie del hueso de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo y se mide una fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante una operación de corte, y

cuando una diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo se encuentra fuera de un intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento corregido que se ha corregido en la etapa de corrección del recorrido de funcionamiento se cambia de manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado.

4. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 3, en el que la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante la operación de corte se determina restando una fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante un funcionamiento sin carga de una fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante un funcionamiento con carga.
5. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 3, en el que se fija un punto de comprobación en una posición en la que tiende a generarse una carga excesiva en la hoja de corte (58a, 58b, 58c) sobre el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte (58a, 58b, 58c), se mide la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante la operación de corte en una zona sobre un lado aguas arriba del punto de comprobación, y, cuando la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo se encuentra fuera del intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento corregido desde un punto, en el que se mide la fuerza de reacción, hasta el punto de comprobación se cambia de manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado.
6. Procedimiento de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 3, en el que en la etapa preliminar, se mide de antemano la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante un funcionamiento sin carga y se almacenan los datos de fuerza de reacción sin carga, comprendiendo además el procedimiento de deshuesado:
- una etapa de detención de funcionamiento de comparar la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante la operación de corte de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) y los datos de fuerza de reacción sin carga y, cuando una diferencia entre la fuerza de reacción y los datos de fuerza de reacción sin carga se encuentra fuera de un intervalo fijado, determinar que la hoja de corte (58a, 58b, 58c) está dañada para detener un funcionamiento.
7. Aparato (10) de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) que comprende un brazo articulado multiaxial (54a, 54b, 54c,) provisto de una hoja de corte (58a, 58b, 58c) que funciona basándose en un recorrido de funcionamiento predeterminado y un dispositivo que suspende y transporta una parte de pata delantera (122) o una parte de muslo de una canal, y realiza un procedimiento de deshuesado en un estado en el que la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo está suspendida,
- caracterizado por que el aparato (10) comprende:
- una unidad de irradiación de rayos X (30) que está dispuesta sobre un lado aguas arriba del brazo articulado multiaxial (54a, 54b, 54c,) en una dirección de transporte de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo e irradia los rayos X (r) a la parte de pata delantera suspendida (122) o la parte de muslo suspendida;
- una unidad de entrada de rayos X en cuyo interior entran los rayos X (r) transmitidos a través de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo;
- una unidad de proceso de análisis de imagen (40) que analiza una imagen de rayos X transmitida que ha entrado en la unidad de entrada de rayos X para obtener información de posición bidimensional sobre un contorno de un hueso; y
- un controlador (60) que controla el funcionamiento de la hoja de corte (58a, 58b, 58c), comprendiendo el controlador (60):
- una unidad de fijación de punto de referencia de comparación (64) que fija un punto de referencia de comparación ($A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0, H_0$) sobre el contorno del hueso de la parte de pata delantera (122) o la parte de muslo;
- una unidad de almacenamiento (62) que almacena unas coordenadas de posición tridimensionales de un recorrido de funcionamiento objetivo de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) y unas coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación ($A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0, H_0$) correspondientes a las coordenadas de posición tridimensionales del recorrido de funcionamiento objetivo; y
- una unidad de corrección de recorrido de funcionamiento (66) que determina una cantidad de desplazamiento de posición entre las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación ($A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0, H_0$) correspondientes al recorrido de funcionamiento objetivo y las coordenadas de posición bidimensionales del punto de referencia de comparación (A, B, C, D, E, F, G, H) obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen (40) para determinar un recorrido de funcionamiento corregido obtenido corrigiendo el recorrido de funcionamiento objetivo de manera correspondiente a la cantidad de desplazamiento de posición, en el que

la hoja de corte (58a, 58b, 58c) se hace funcionar sobre el recorrido de funcionamiento corregido determinado en la unidad de corrección de recorrido de funcionamiento (66).

5 8. Aparato (10) de deshuesado para carne con hueso según la reivindicación 7, en el que

el controlador (60) comprende además:

10 una unidad de medición de tobillo (68) que determina un diámetro de hueso de tobillo W_1 inmediatamente por debajo de una posición de sujeción del dispositivo de suspensión y transporte y un diámetro de hueso de tobillo W_2 inmediatamente por encima de la posición de sujeción del mismo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del contorno del hueso obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen (40);

15 una unidad de medición de longitud de pieza de trabajo (70) que determina una longitud L_1 desde la posición de sujeción hasta una articulación (6) y una longitud L_2 desde la articulación (6) hasta un extremo de un cóndilo a partir de las coordenadas de posición bidimensionales del hueso obtenidas en la unidad de proceso de análisis de imagen (40) cuando el diámetro de hueso de tobillo W_1 es mayor que el diámetro de hueso de tobillo W_2 en la unidad de medición de tobillo (68); y

20 una unidad de corrección de información de imagen (72) que cambia, cuando una proporción entre la longitud L_1 y la longitud L_2 se encuentra fuera de un intervalo normal, la proporción entre las longitudes a un valor normal para corregir la información de posición bidimensional sobre el hueso obtenida en la unidad de proceso de análisis de imagen (40).

25 9. Aparato (10) de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 7, que comprende además:

30 un dispositivo de medición de fuerza de reacción que mide la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c), en el que

la unidad de almacenamiento (62) del controlador (60) almacena los datos de fuerza de reacción objetivo obtenidos midiendo la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) cuando la hoja de corte (58a, 58b, 58c) funciona en el recorrido de funcionamiento objetivo, y

35 el controlador (60) comprende además una unidad de cambio de recorrido de funcionamiento (74) que cambia, cuando una diferencia entre una fuerza de reacción medida por el dispositivo de medición de fuerza de reacción durante una operación de corte de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) y los datos de fuerza de reacción objetivo se encuentra fuera de un intervalo fijado, el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) de manera que la fuerza de reacción medida se encuentre dentro del intervalo fijado.

40 10. Aparato (10) de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 9, en el que

el controlador (60) fija un punto de comprobación en una posición en la que tiende a generarse una carga excesiva en la hoja de corte (58a, 58b, 58c) en el recorrido de funcionamiento de la hoja de corte (58a, 58b, 58c),

45 el dispositivo de medición de fuerza de reacción mide la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante la operación de corte en una zona sobre un lado aguas arriba del punto de comprobación, y

50 cuando la diferencia entre la fuerza de reacción medida y los datos de fuerza de reacción objetivo se encuentra fuera del intervalo fijado, la unidad de cambio de recorrido de funcionamiento (74) cambia el recorrido de funcionamiento corregido desde un punto, en el que se mide la fuerza de reacción, hasta el punto de comprobación de manera que la diferencia se encuentre dentro del intervalo fijado.

55 11. Aparato (10) de deshuesado para carne con hueso que utiliza rayos X (r) según la reivindicación 9, en el que

el controlador (60) almacena unos datos de medición sobre una fuerza de reacción aplicada a la unidad de cambio de recorrido de funcionamiento de hoja de corte durante el funcionamiento sin carga en la unidad de almacenamiento (62), y comprende además una unidad de determinación (76) que compara la fuerza de reacción aplicada a la hoja de corte (58a, 58b, 58c) durante la operación de corte de la hoja de corte (58a, 58b, 58c) y los datos de fuerza de reacción sin carga almacenados y, cuando una diferencia entre la fuerza de reacción y los datos de fuerza de reacción sin carga almacenados se encuentra fuera de un intervalo fijado, determina que la hoja de corte (58a, 58b, 58c) está dañada para emitir una instrucción de detención del funcionamiento.

FIG. 1

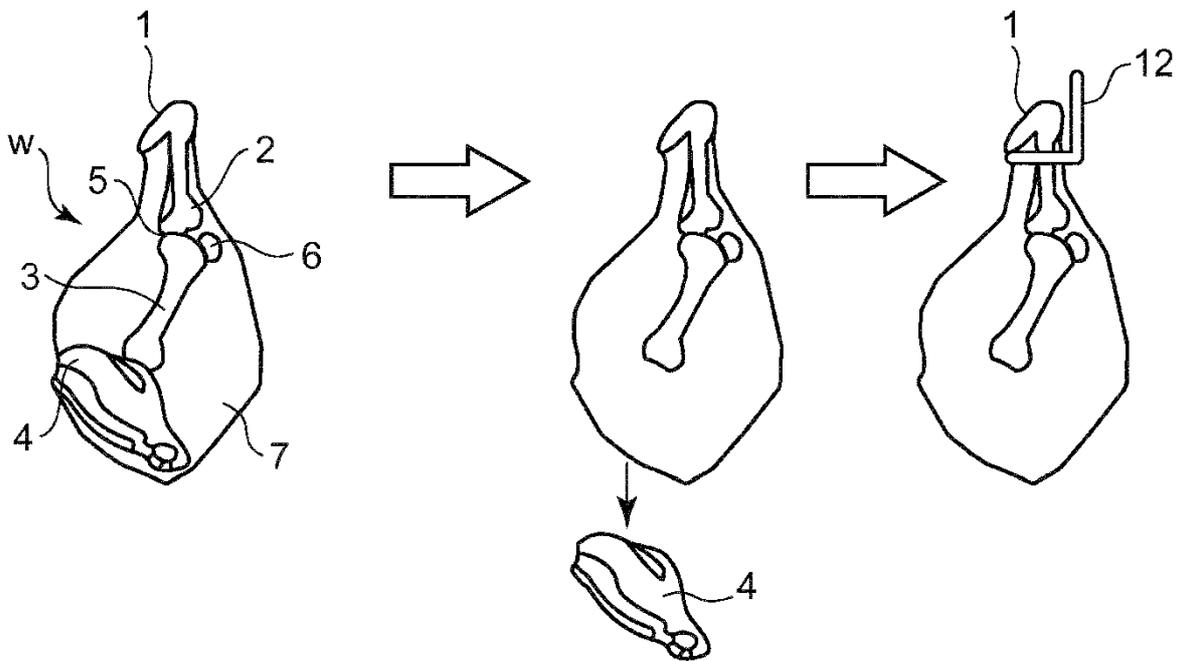
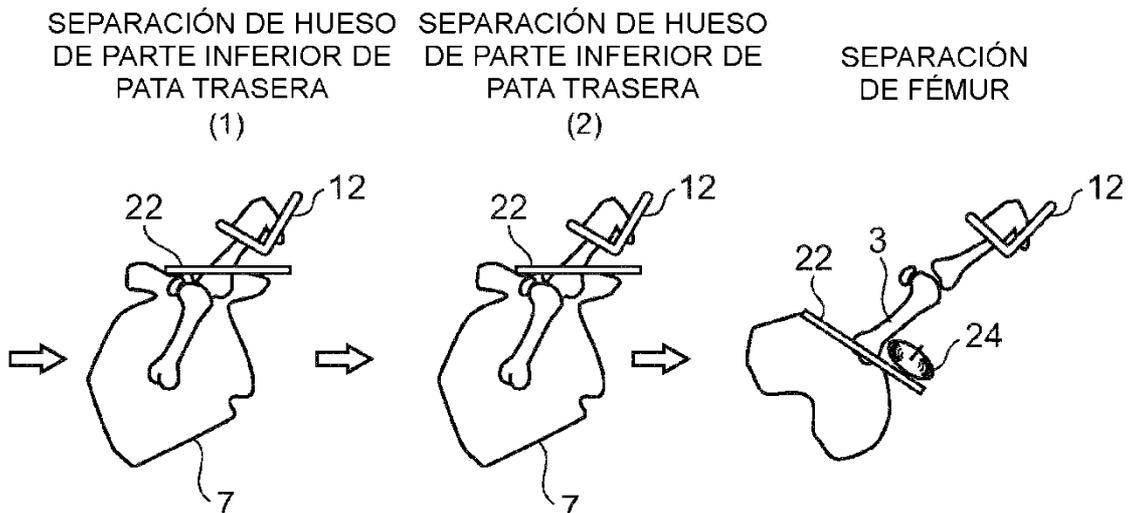
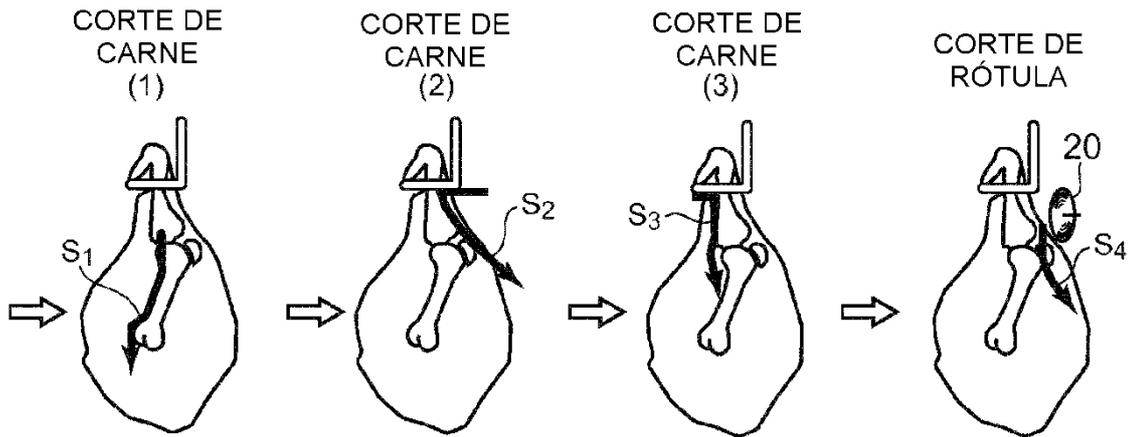
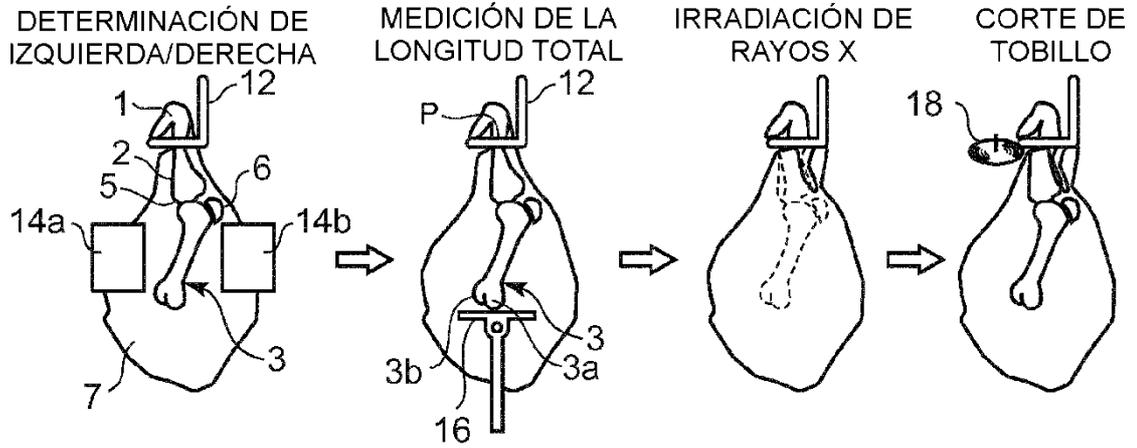


FIG. 2



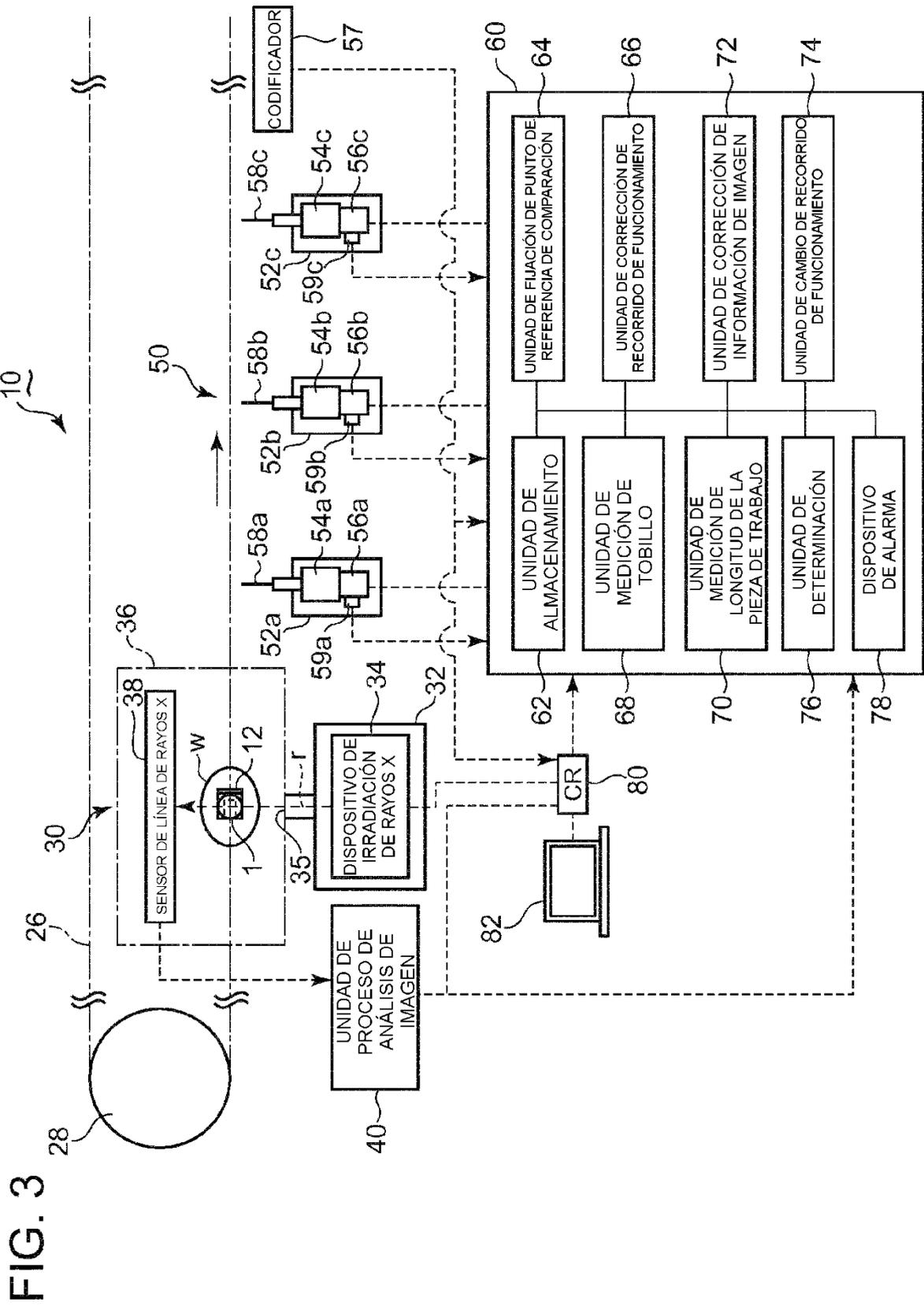


FIG. 4

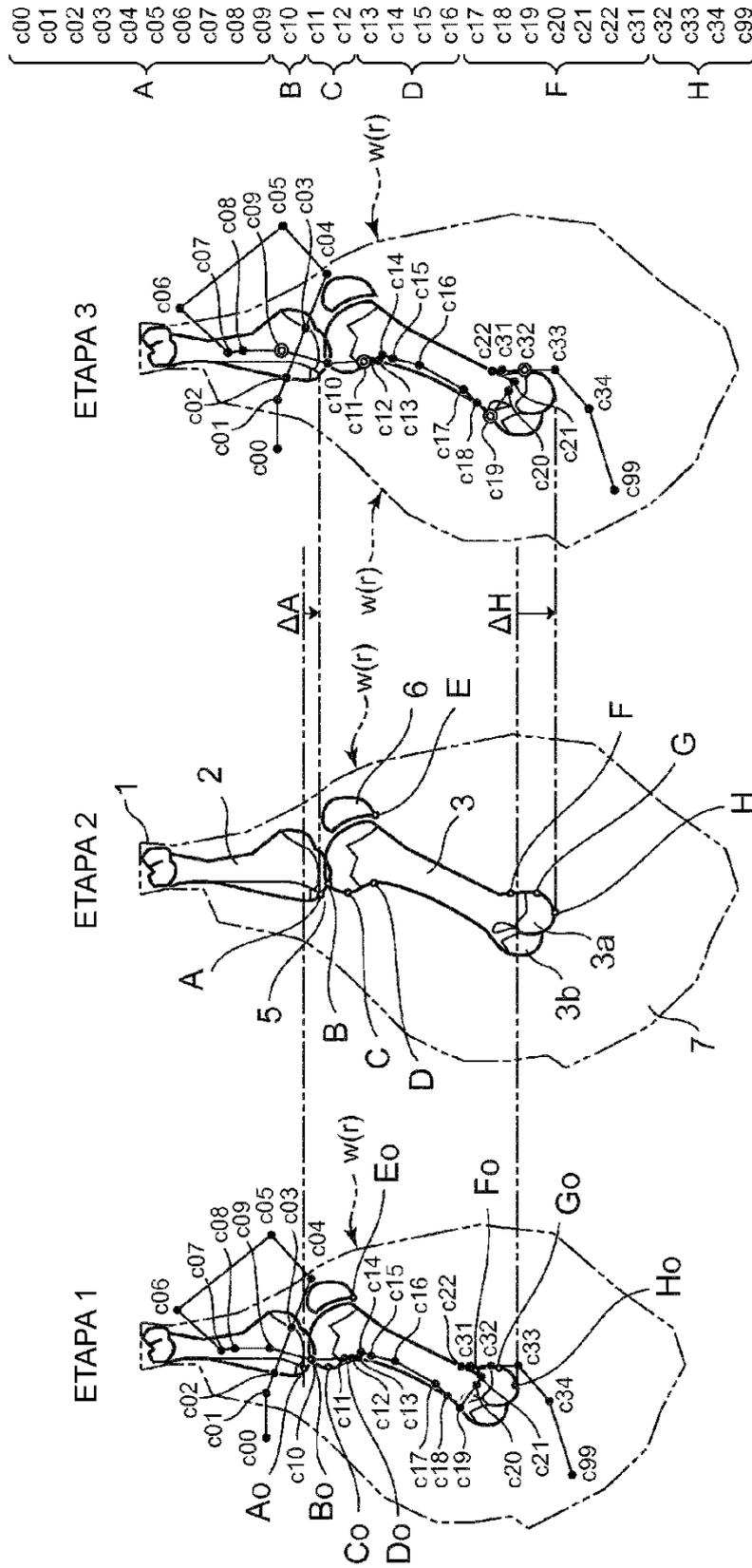


FIG. 5A

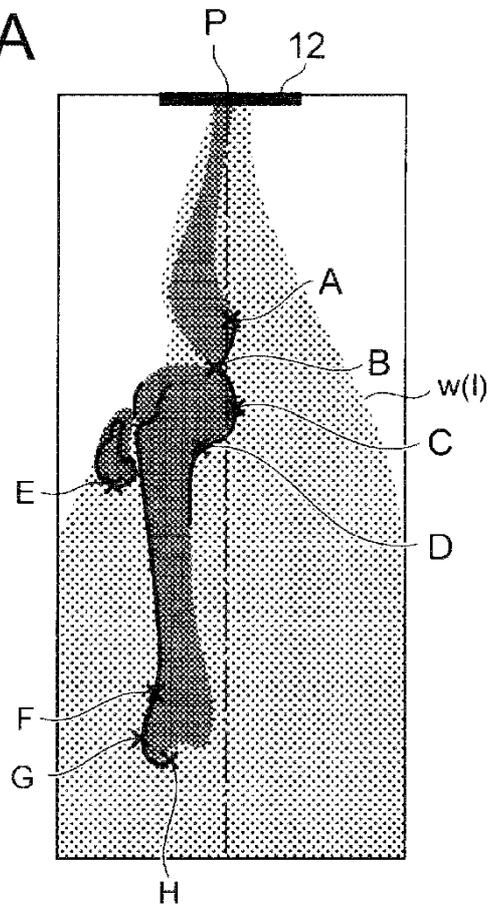


FIG. 5B

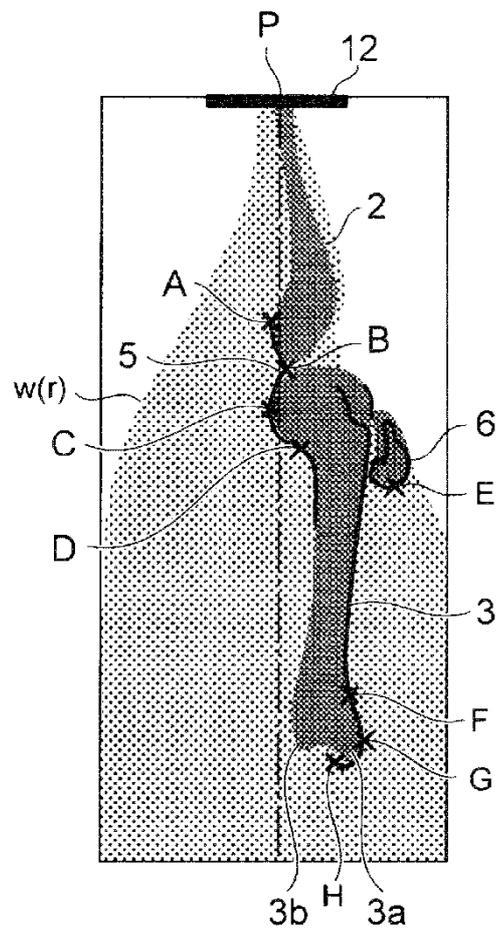


FIG. 6A

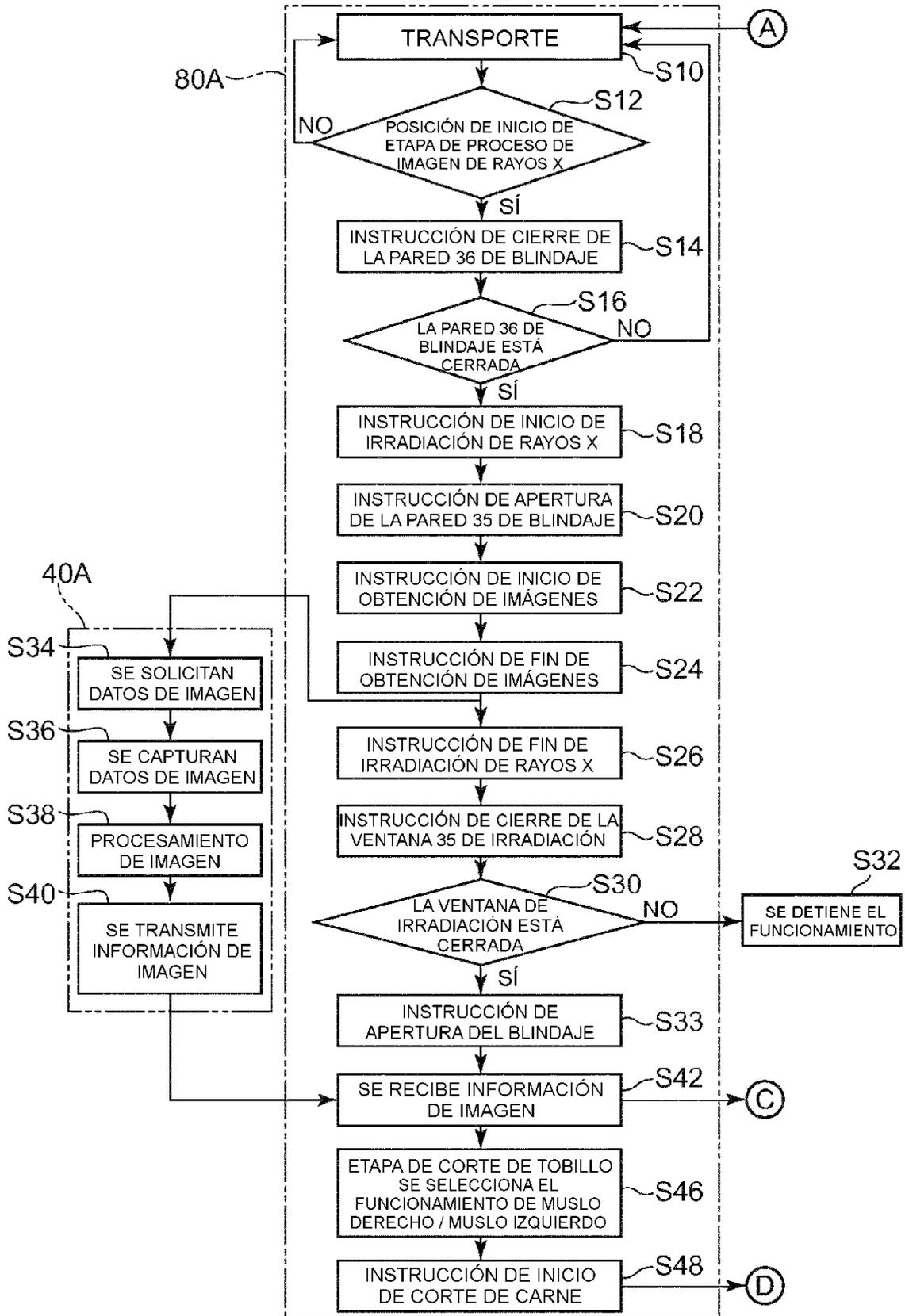


FIG. 6B

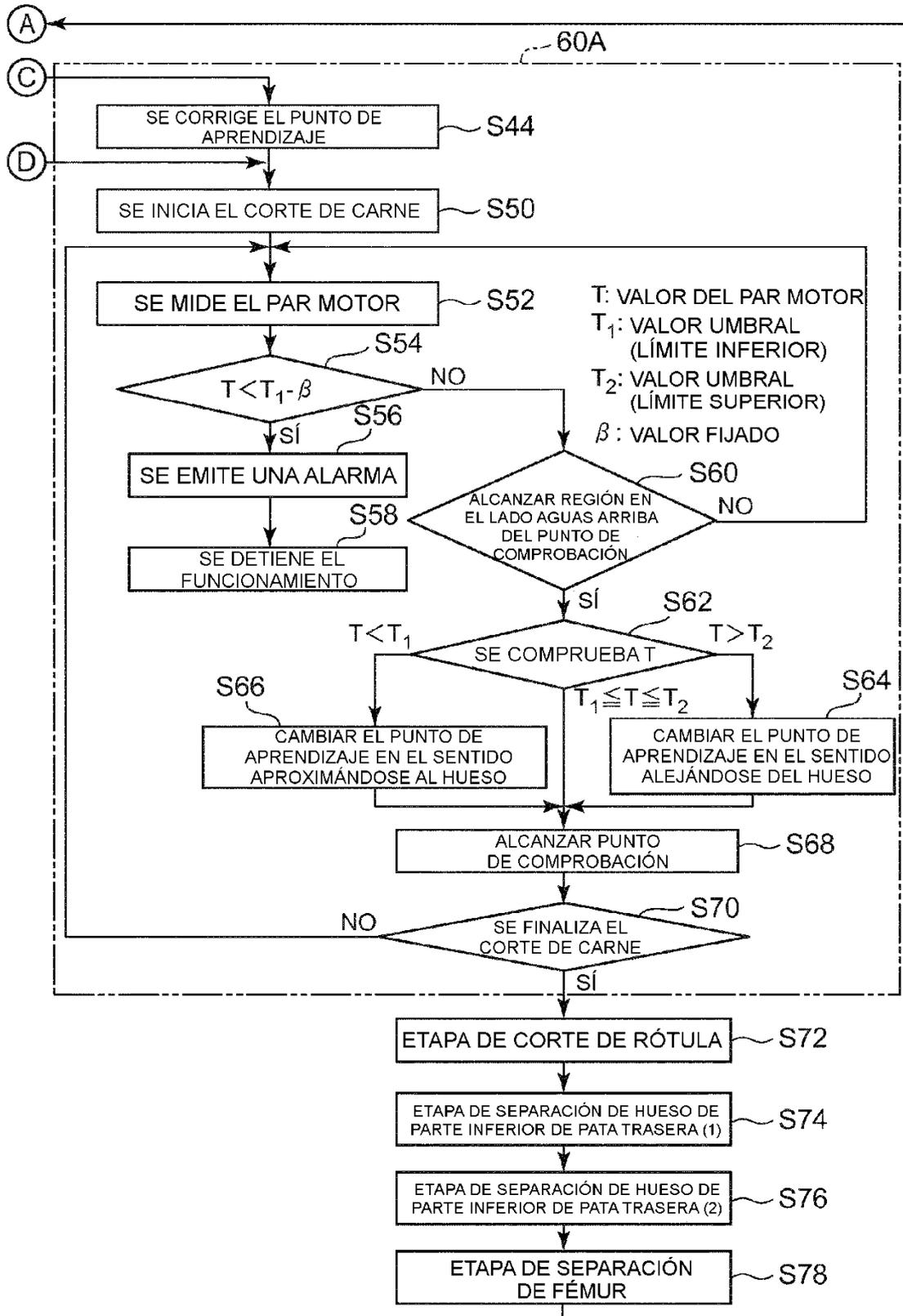


FIG. 7

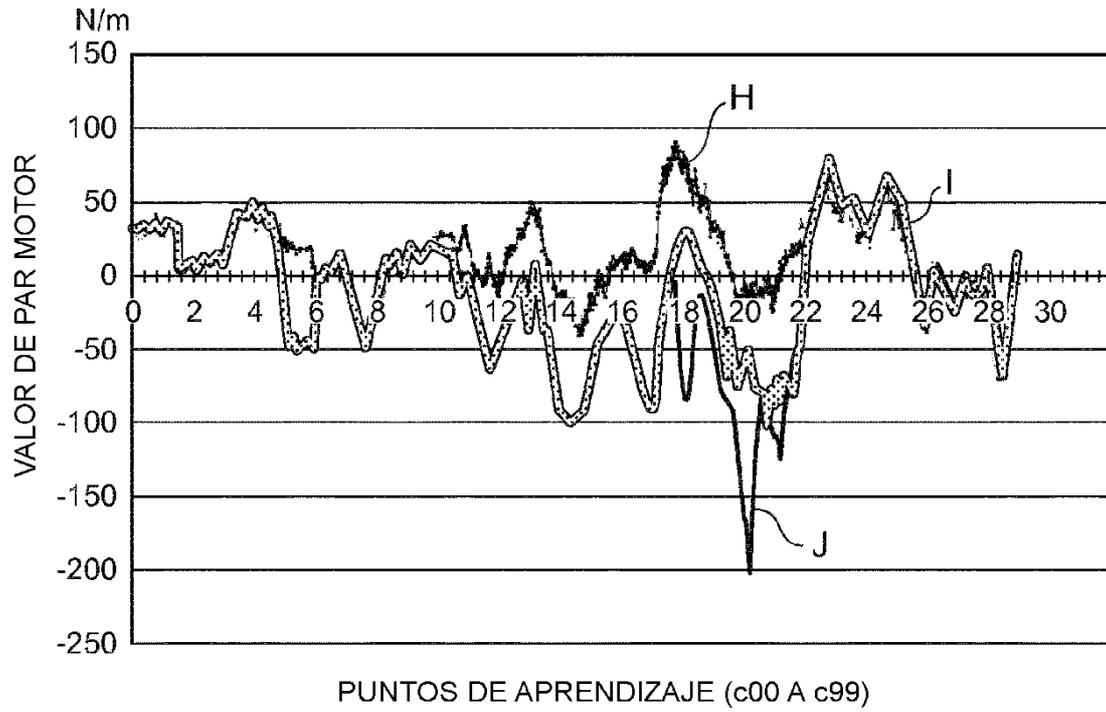


FIG. 8

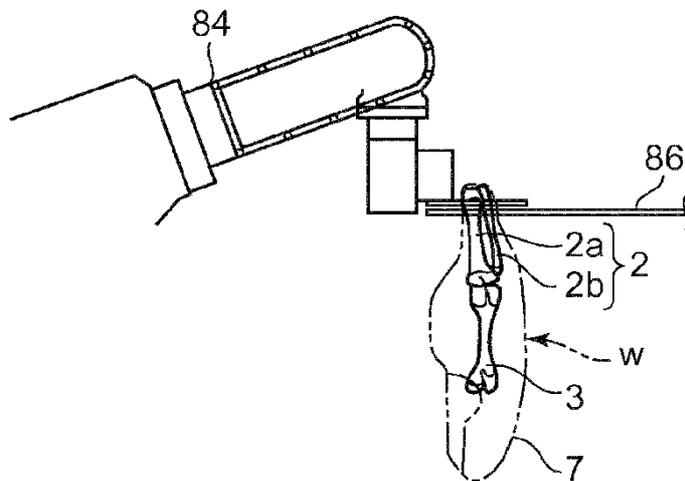


FIG. 9

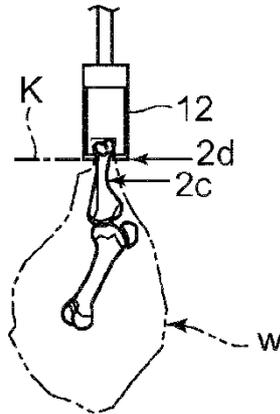


FIG. 10

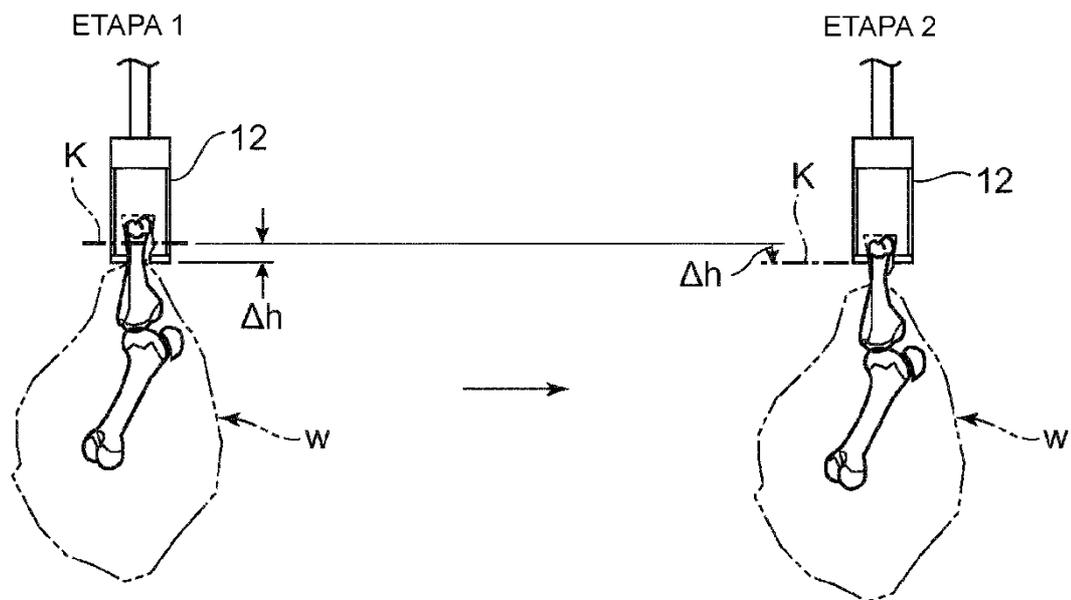


FIG. 11

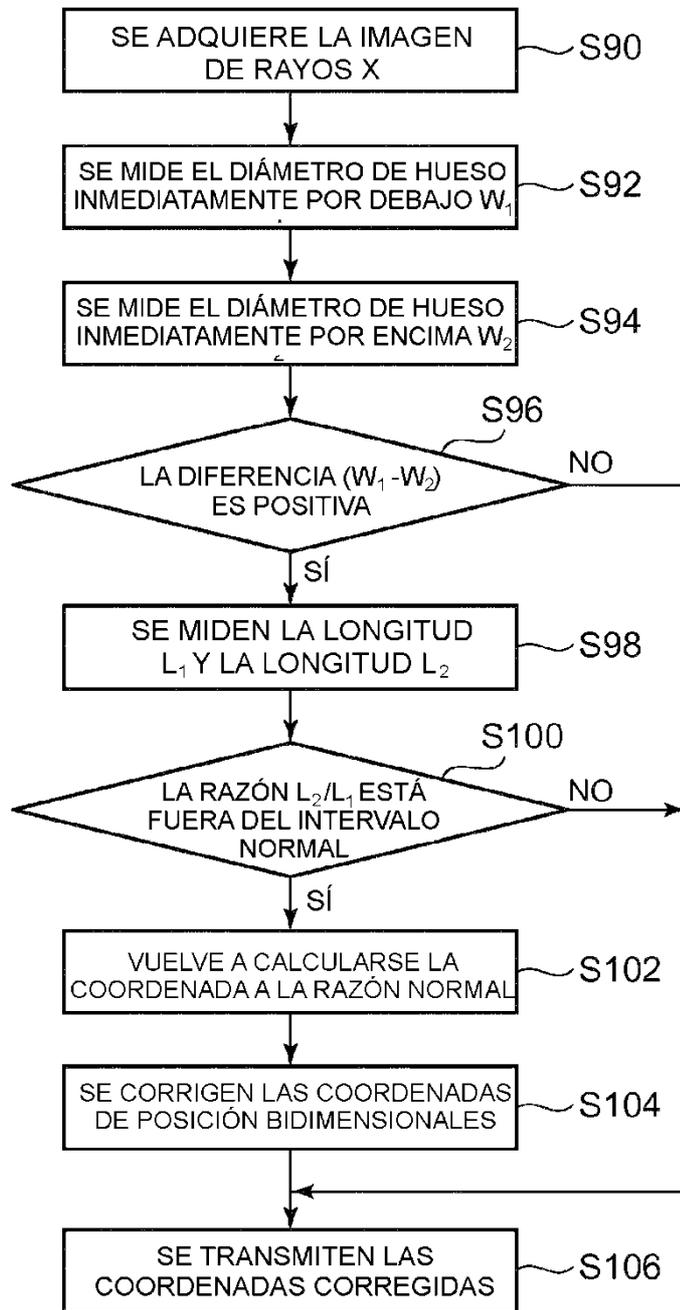
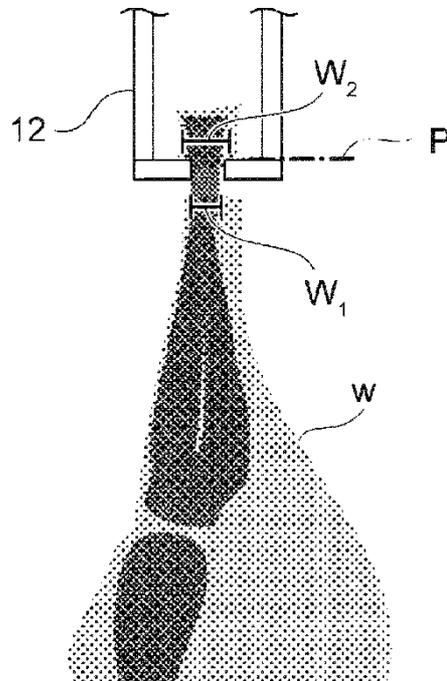
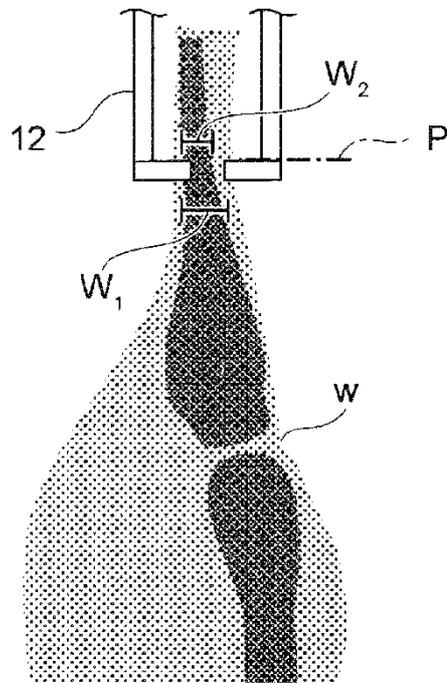


FIG. 12A



$$W_1 < W_2$$

FIG. 12B



$$W_1 > W_2$$

FIG. 13

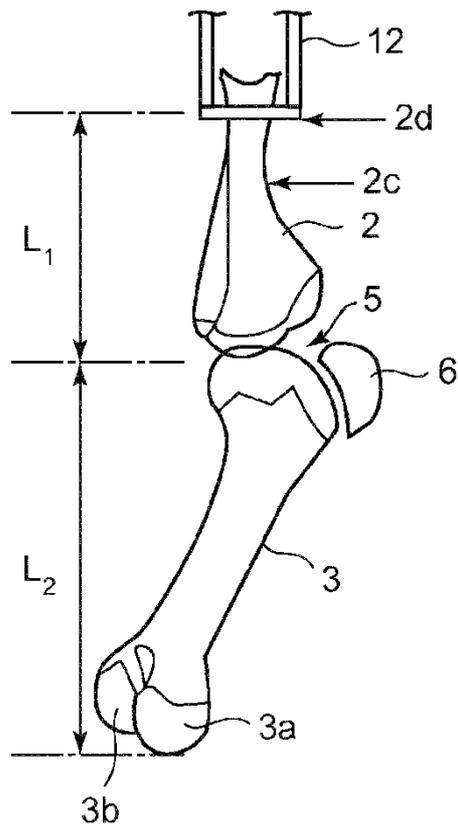


FIG. 14

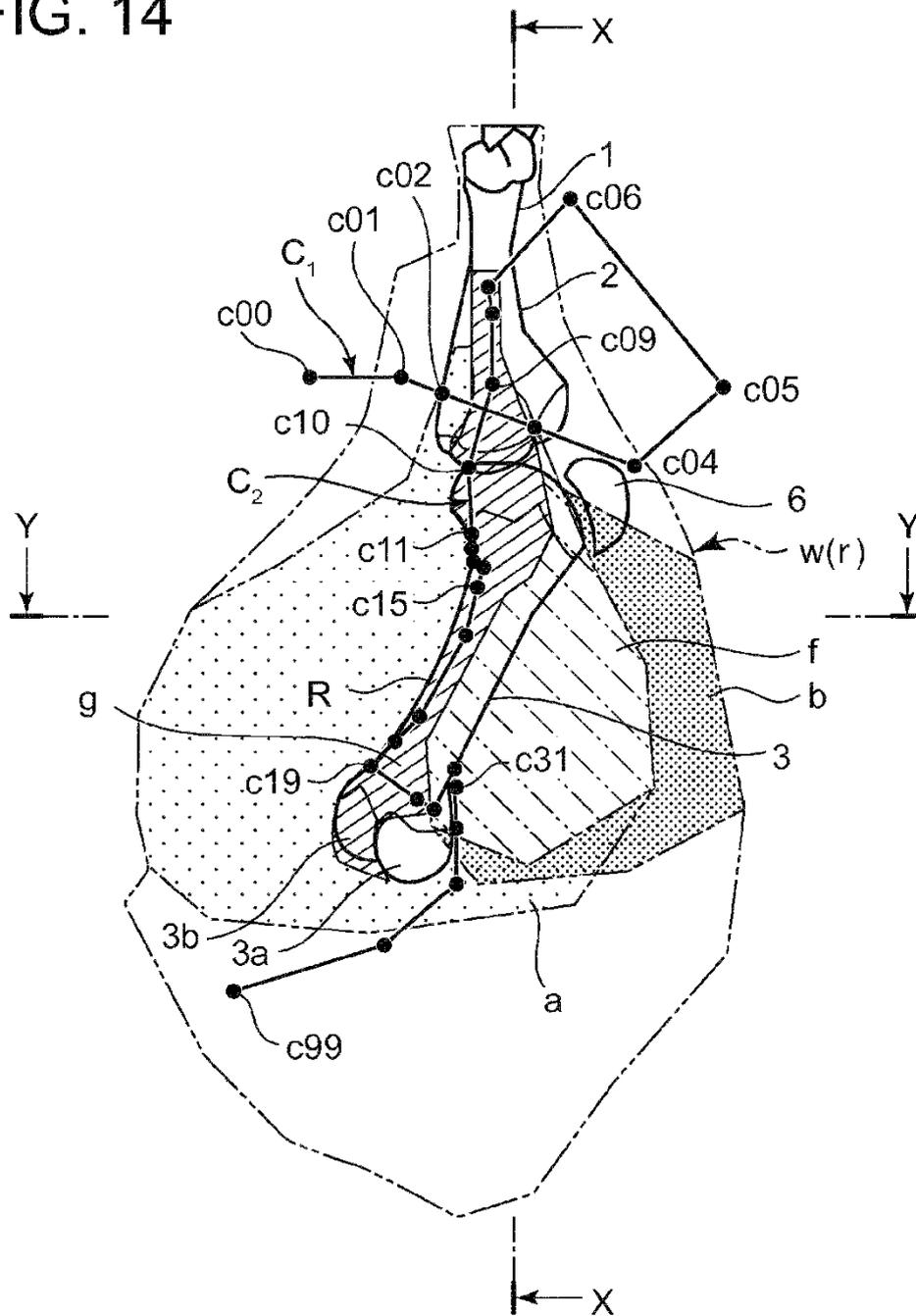
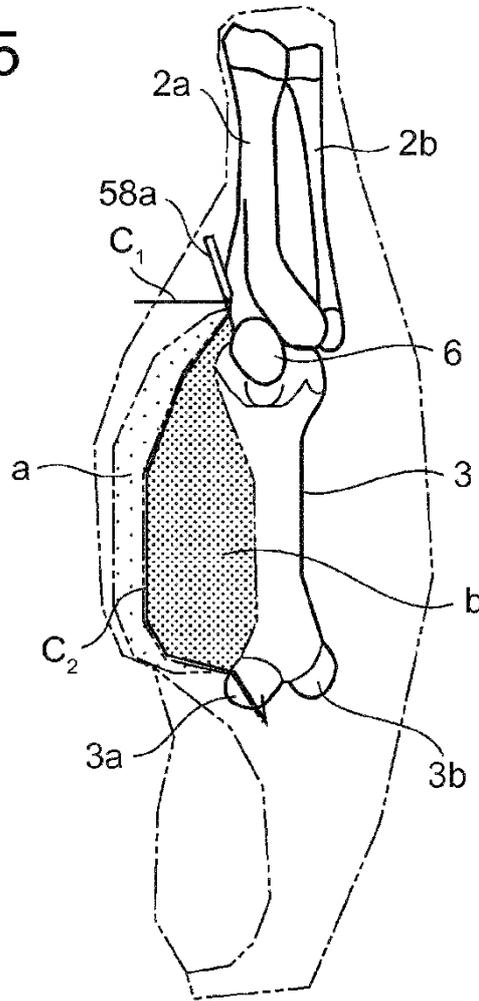
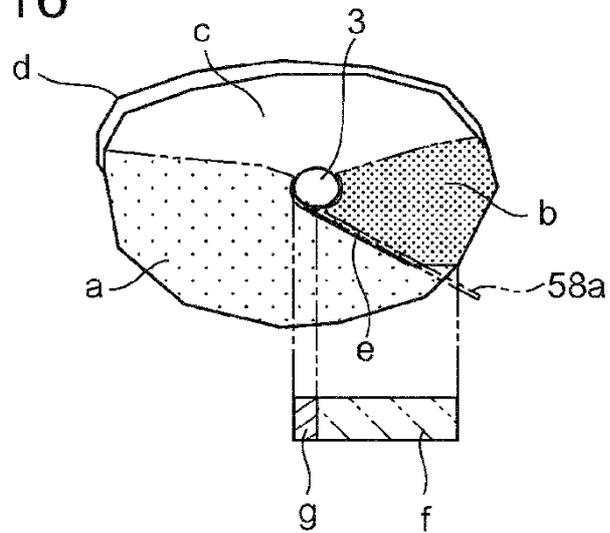


FIG. 15



VISTA TOMADA A LO LARGO DE LAS FLECHAS X-X

FIG. 16



VISTA TOMADA A LO LARGO DE LAS FLECHAS Y-Y

FIG. 17A

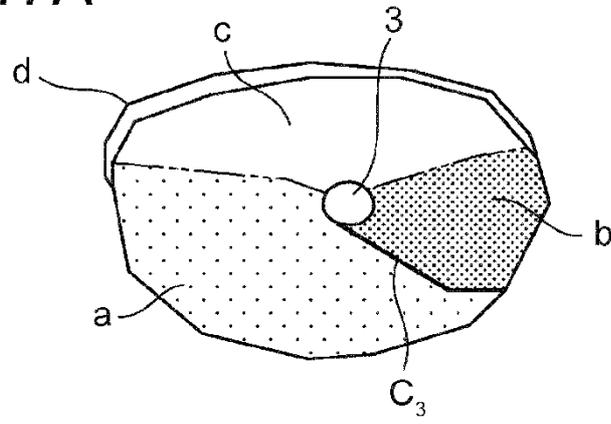


FIG. 17B

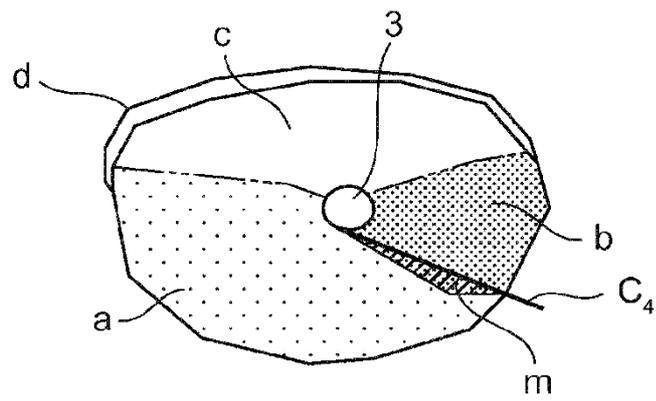


FIG. 17C

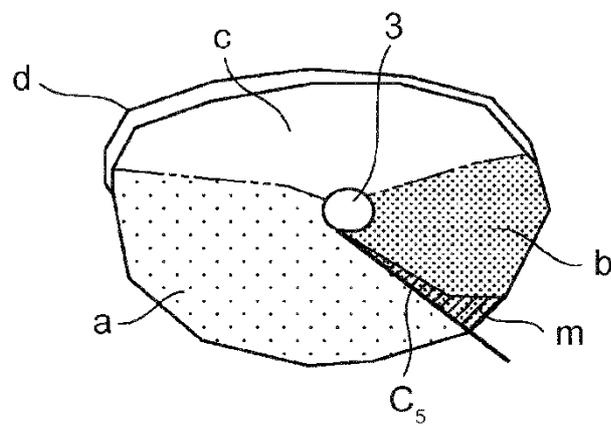


FIG. 18

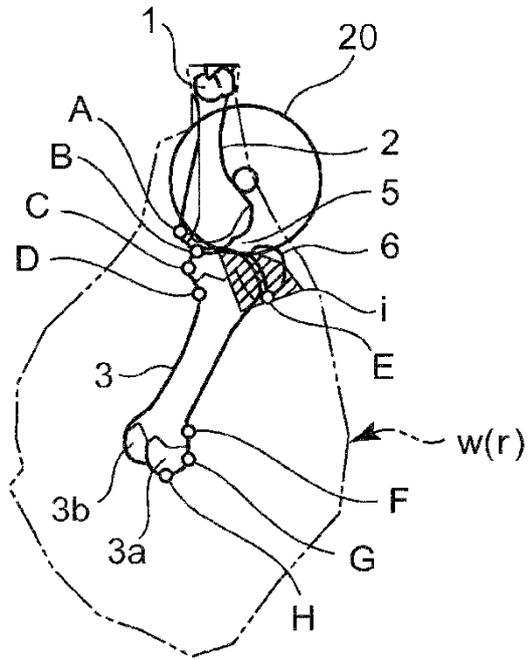


FIG. 19

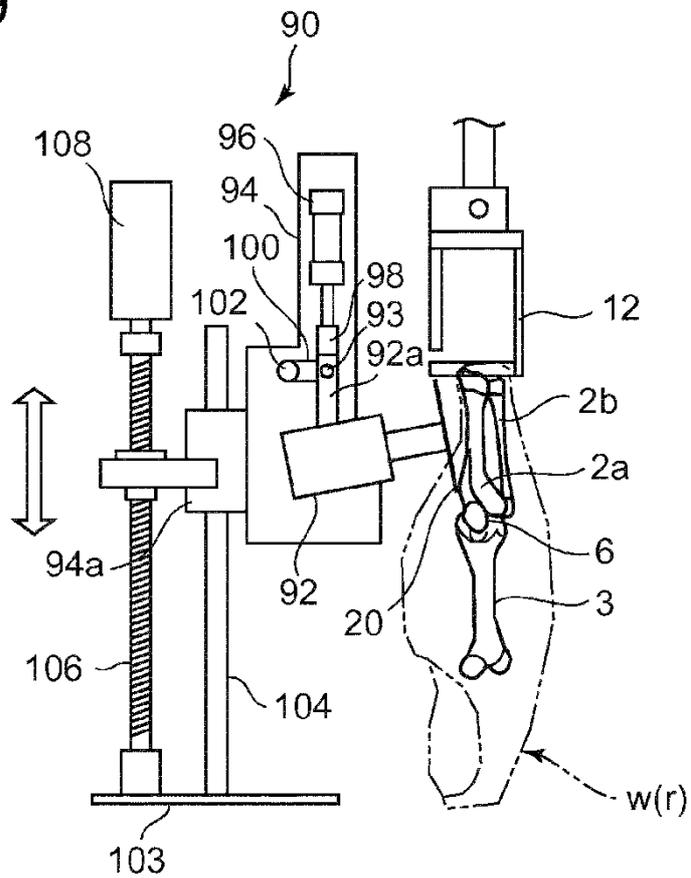


FIG. 20

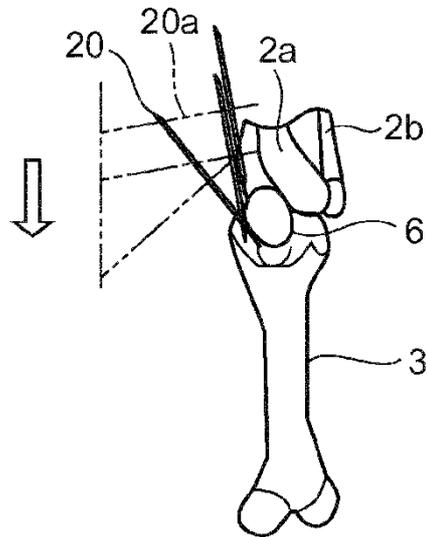


FIG. 21

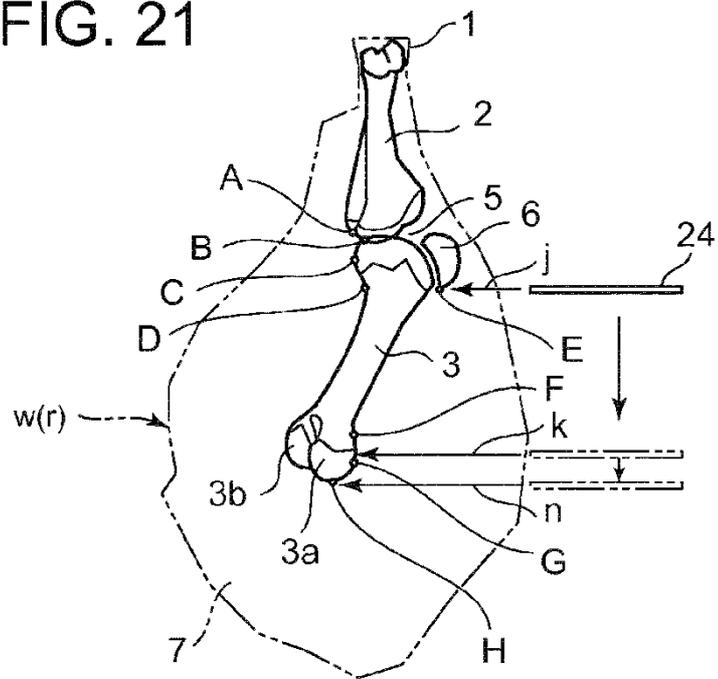


FIG. 22A

HUESO DE PARTE INFERIOR DE PATA TRASERA	FÉMUR	TOTAL
10.2g	24.17g	34.37g

FIG. 22B

HUESO DE PARTE INFERIOR DE PATA TRASERA	FÉMUR	TOTAL
19.4g	40.7g	58.8g

FIG. 23A

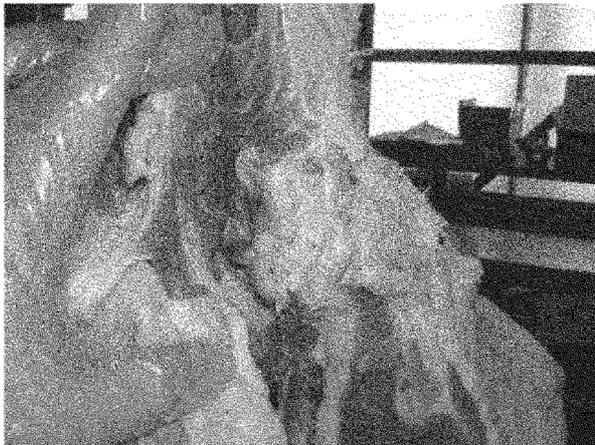


FIG. 23B

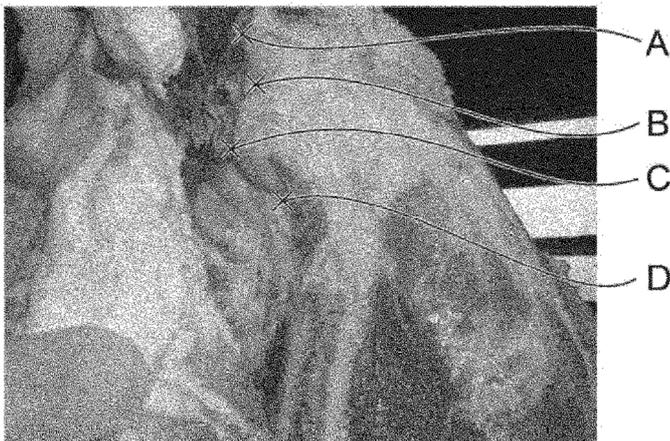


FIG. 23C



FIG. 24A

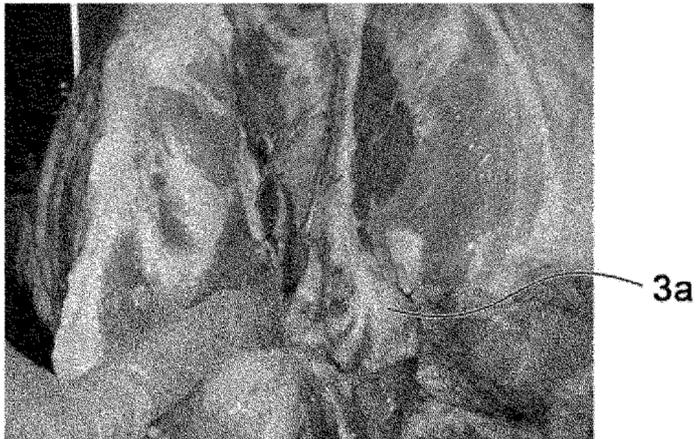


FIG. 24B

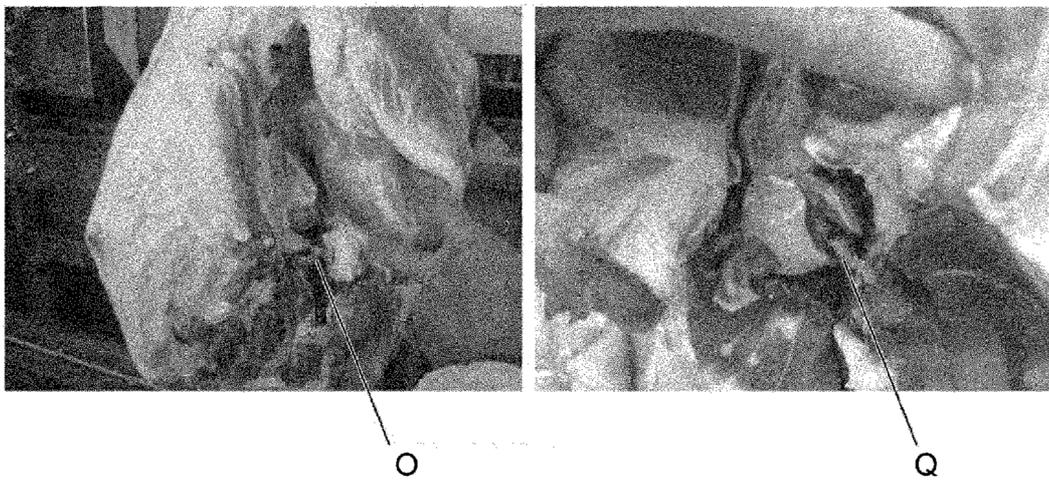


FIG. 25A

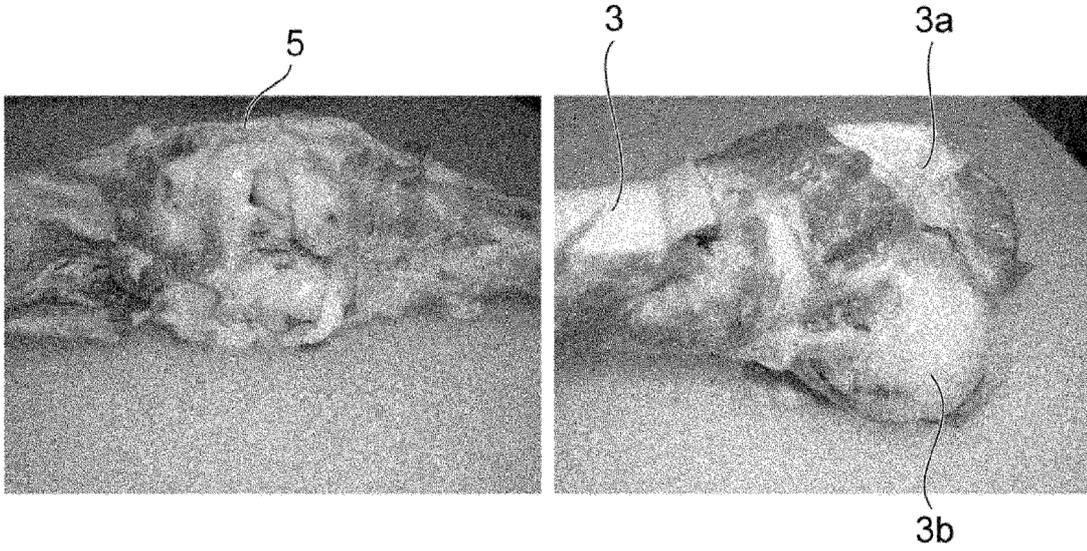


FIG. 25B

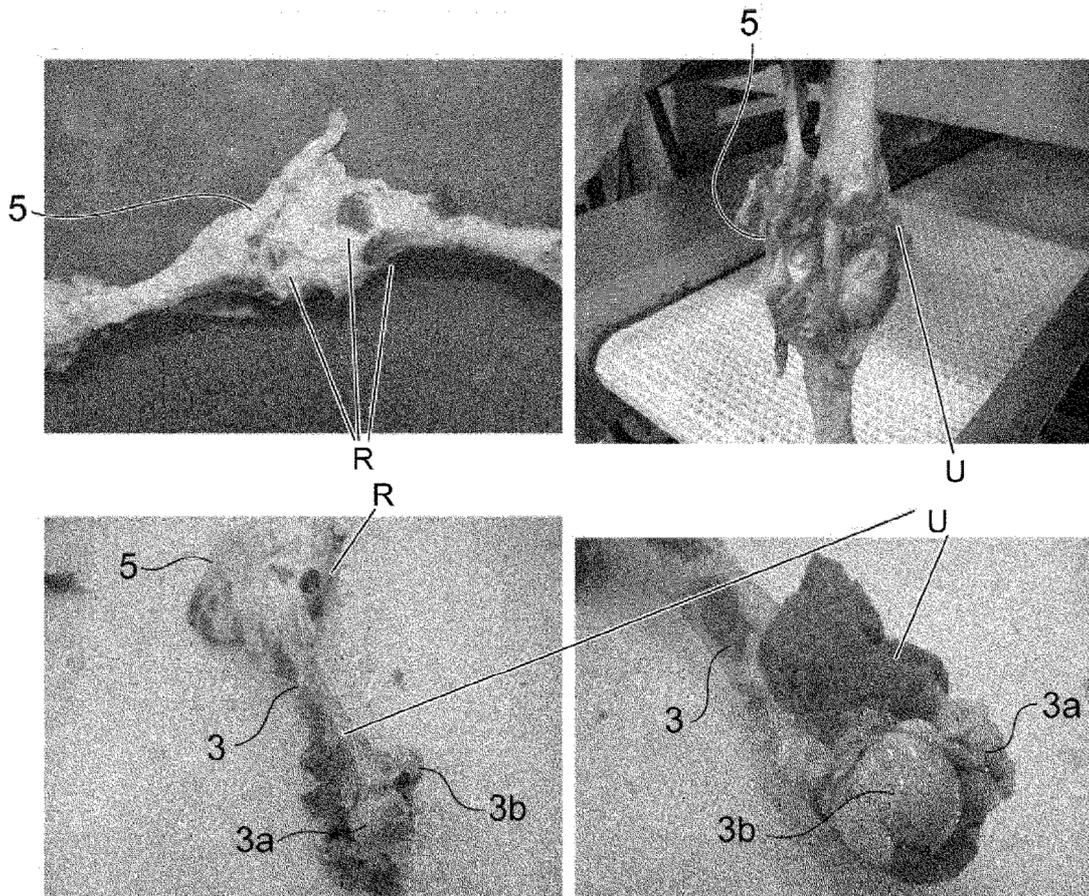


FIG. 26

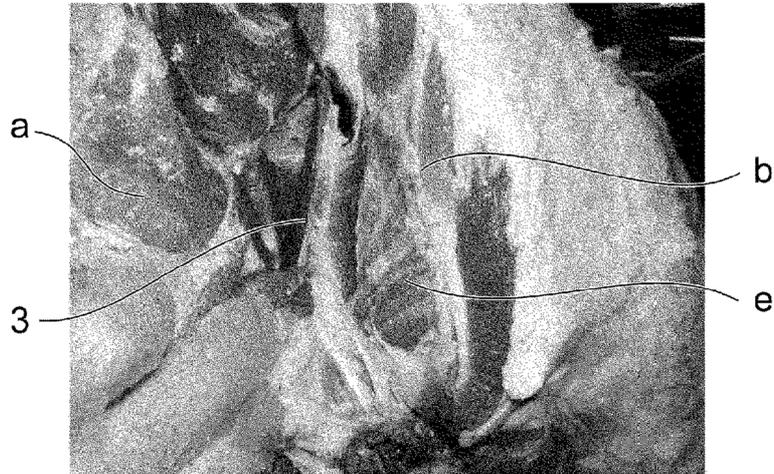


FIG. 27



FIG. 28



FIG. 29

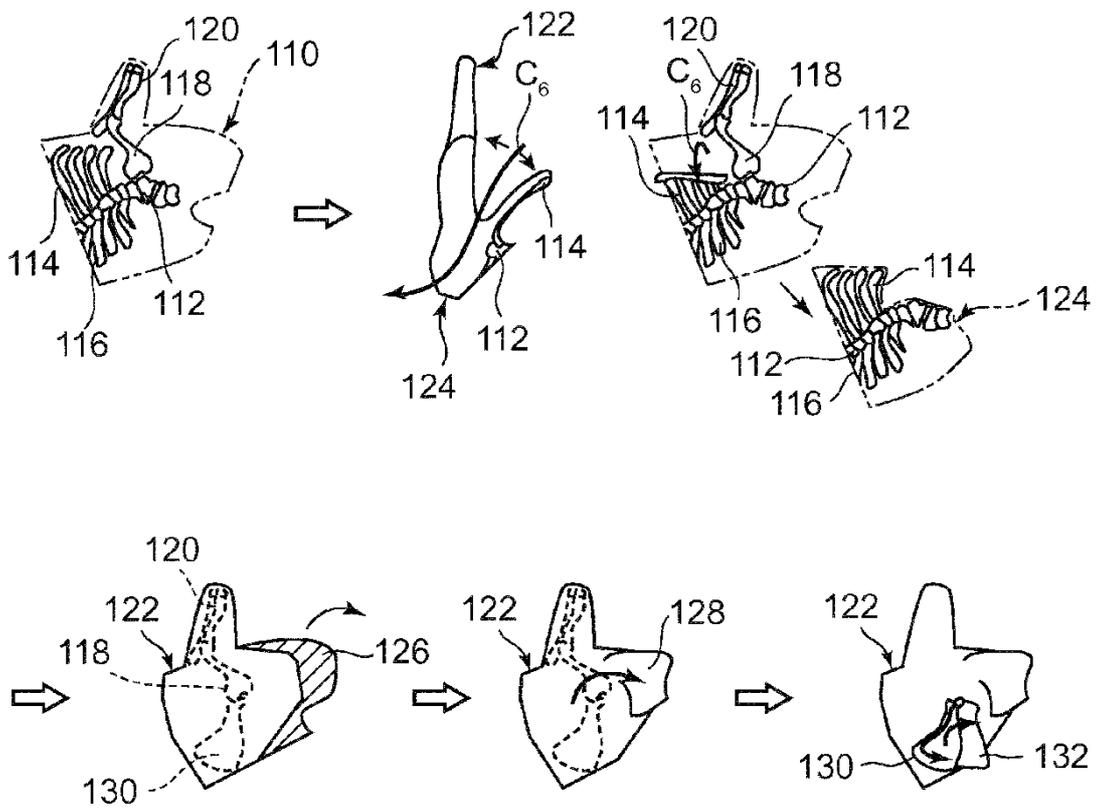


FIG. 30

