



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 808**

51 Int. Cl.:
A61N 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02739439 .4**

96 Fecha de presentación : **28.05.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1397074**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2004**

54 Título: **Sistema de retención de tejido para tratamiento médico con ultrasonidos.**

30 Prioridad: **29.05.2001 US 294135 P**
22.05.2002 US 152766

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2011

73 Titular/es: **ETHICON ENDO-SURGERY, Inc.**
4545 Creek Road
Cincinnati, Ohio 45242, US

72 Inventor/es: **Makin, Inder, Raj., S.;**
Dunki-Jacobs, Robert, y
Pelegriño, Richard, C.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 356 808 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

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a los ultrasonidos, y más en particular a un sistema médico con ultrasonidos y/o a un procedimiento médico con ultrasonidos.

5 Antecedentes de la invención

10 Los sistemas y procedimientos médicos conocidos con ultrasonidos incluyen la utilización de la formación de imágenes por ultrasonidos en pacientes para identificar el tejido del paciente para tratamiento médico e incluyen la utilización de ultrasonidos para destruir desde un punto de vista médico el tejido identificado del paciente calentando el tejido. La formación de imágenes se realiza a una potencia menor y el tratamiento médico se realiza a una potencia mayor. Los ultrasonidos para la formación de imágenes a una potencia menor no afectarán al tejido del paciente desde un punto de vista médico. Los ultrasonidos de tratamiento médico a alta potencia, cuando se enfoca en una zona focal a una distancia lejos de la fuente de ultrasonidos, afectará sustancialmente desde un punto de vista médico al tejido del paciente en la zona focal. Sin embargo, los ultrasonidos de tratamiento médico enfocado no afectarán sustancialmente desde un punto de vista médico al tejido del paciente fuera de la zona focal tal como el tejido del paciente ubicado entre la fuente y la zona focal.

15 En un ejemplo conocido, un conjunto de transductor incluye un único transductor de ultrasonidos que tiene un único elemento de transductor, o una serie de elementos de transductor que actúan juntos, para obtener imágenes del paciente por ultrasonidos y extirpar por ultrasonidos el tejido identificado del paciente. Se conoce convertir datos de formación de imágenes por ultrasonidos en datos de formación de imágenes de temperatura para el tejido del paciente tratado con ultrasonidos para monitorizar el tratamiento con ultrasonidos. Un elemento de transductor conocido incluye un elemento de transductor que tiene una forma cóncava o una lente acústica para enfocar la energía de ultrasonidos. Una serie conocida de elementos de transductor incluye una serie de elementos de transductor plana, cóncava o convexa para enfocar la energía de ultrasonidos. Una serie conocida de elementos de transductor incluye una serie cuyos elementos de transductor se controlan electrónicamente o mecánicamente en conjunto para dirigir y enfocar los ultrasonidos emitidos por la serie en una zona focal (que puede ser grande o que puede ser tan pequeña como, por ejemplo, un grano de arroz) para proporcionar un tratamiento con ultrasonidos médico tridimensional del tejido del paciente. En algunas aplicaciones, el transductor se coloca en la superficie del tejido del paciente para la formación de imágenes por ultrasonidos y/o el tratamiento médico con ultrasonidos de zonas dentro del tejido del paciente. En otras aplicaciones, se rodea el transductor con un balón que se expande para entrar en contacto con la superficie del tejido del paciente llenándolo con un fluido tal como una solución salina para proporcionar un acoplamiento acústico entre el transductor y el tejido del paciente.

20 Los sistemas y procedimientos médicos con ultrasonidos conocidos incluyen el despliegue de un efector de extremo que tiene un transductor de ultrasonidos fuera del cuerpo para romper los cálculos renales dentro del cuerpo, insertando de manera endoscópica un efector de extremo que tiene un transductor de ultrasonidos en el colon para destruir desde un punto de vista médico el cáncer de próstata, insertando de manera laparoscópica un efector de extremo que tiene un transductor de ultrasonidos en la cavidad abdominal para destruir desde un punto de vista médico un tumor canceroso de hígado, insertando por vía intravenosa un efector de extremo de catéter que tiene un transductor de ultrasonidos en una vena en el brazo y moviendo el catéter hasta el corazón para destruir desde un punto de vista médico tejido cardíaco enfermo, e insertando de manera intersticial un efector de extremo de aguja que tiene una aguja de transductor de ultrasonidos en la lengua para destruir desde un punto de vista médico tejido para reducir el volumen de la lengua para reducir los ronquidos. Los procedimientos conocidos para guiar un efector de extremo dentro de un paciente incluye guiar el efector de extremo con rayos X, con imágenes de IRM, y con imágenes por ultrasonidos obtenidas utilizando el transductor de ultrasonidos. La formación de imágenes por ultrasonidos conocida incluye la formación de imágenes por ultrasonidos Doppler para detectar el flujo sanguíneo, y una utilización conocida propuesta de ultrasonidos incluye la utilización de un transductor de ultrasonidos fuera el cuerpo para detener la hemorragia interna (sellando los vasos sanguíneos rotos) de un paciente llevado al servicio de urgencias de un hospital.

35 Un sistema de biopsia de mama Mammotome® fabricado por Ethicon Endo-Surgery, Inc. (una empresa de Johnson & Johnson) inserta un tubo en el tejido de mama, en el que el tubo contiene un efector de extremo que tiene una herramienta de corte para biopsia. Un sistema de tres receptores y transpondedor electromagnético conocido para calcular la posición del transpondedor y para guiar el transpondedor (que está unido a un catéter cardíaco para monitorizar el corazón) dentro de un paciente es el sistema de navegación CARTO™ EP utilizado con un catéter NAVI-STAR® fabricado por Biosense Webster (una empresa de Johnson & Johnson). Además, se conoce que los cambios en el tejido del paciente debidos al tratamiento médico del tejido del paciente, tal como un tratamiento médico con ultrasonidos, afecta a la amplitud y/o fase de las señales de formación de imágenes por ultrasonidos.

Un procedimiento y aparato de ablación se conoce a partir de la patente U.S. 6159207, en los que se proporcionan elementos de ventosas protectores en un extremo de un dispositivo endoscópico. Los elementos de ventosas pueden cerrarse alrededor de una parte del tejido del cuerpo formando una un casquete protector. Esta disposición conocida está diseñada para prevenir el daño de los órganos circundantes durante la ablación de tejido utilizando elementos de ablación que pueden estar dispuestos en una superficie interna del casquete protector.

Lo que se necesita es un sistema médico con ultrasonidos mejorado y/o un procedimiento médico con ultrasonidos mejorado. Esta invención se refiere a aquellas necesidades que faltan en un sistema médico con ultrasonidos y/o un procedimiento médico con ultrasonidos.

Sumario de la invención

Una expresión de una realización de la invención es un sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector de extremo que puede insertarse en un paciente. El efector de extremo incluye un dispositivo de retención de tejido. El dispositivo de retención de tejido incluye un primer elemento de retención de tejido que tiene un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos que enfoca la energía de ultrasonidos. El dispositivo de retención de tejido incluye un segundo elemento de retención de tejido. El primer y el segundo elementos de retención de tejido están conectados operativamente entre sí para retener el tejido del paciente entre el primer y el segundo elementos de retención de tejido y liberar el tejido del paciente así retenido.

El segundo elemento de retención de tejido tiene un reflector de ultrasonidos. En un ejemplo, el transductor de tratamiento médico con ultrasonidos es un transductor de tratamiento médico y formación de imágenes por ultrasonidos.

La presente invención se define en la reivindicación 1 adjunta. Además, las características preferidas de la misma se definen en las reivindicaciones dependientes 2-17.

La presente invención tiene, sin limitación, aplicación en instrumentación endoscópica y para cirugía abierta convencional así como aplicación en cirugía asistida por robots.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos y el texto asociado describen diversas realizaciones de un sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que tiene un efector de extremo que puede insertarse en un paciente. Ejemplos no limitativos del sistema con ultrasonidos de la presente invención se ilustran particularmente en las figuras 1-8 y su texto asociado. Características adicionales y opcionales de la invención resultarán evidentes a partir de los ejemplos adicionales.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una primera realización de la presente invención que muestra un sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un dispositivo de retención de tejido;

la figura 2 es una vista ampliada del efector de extremo del sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la figura 1;

la figura 3 es una vista del efector de extremo de la figura 2 que retiene un disco intervertebral de un paciente;

la figura 4 es una vista en perspectiva de un primer efector de extremo alternativo que puede utilizarse en el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la figura 1;

la figura 5 es una vista en perspectiva de un segundo efector de extremo alternativo que puede utilizarse en el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la figura 1;

la figura 6 es una vista en perspectiva de un tercer efector de extremo alternativo que puede utilizarse en el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la figura 1;

la figura 7 es una vista en alzado lateral de una segunda realización de la presente invención que muestra otro sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un dispositivo de retención de tejido;

la figura 8 es una vista parcialmente en corte transversal ampliada del efector de extremo del sistema del tratamiento médico con ultrasonidos de la figura 7;

La figura 9 es una vista en perspectiva de una tercera realización de la presente invención que muestra un sistema médico con ultrasonidos que incluye dedos flexibles, en el que cada dedo incluye un transductor de ultrasonidos;

la figura 10 es una vista ampliada del tubo y de los dedos flexibles del sistema médico con ultrasonidos de la figura 9 que muestra los dedos flexibles en un estado desplegado en forma de abanico;

la figura 11 es una vista de los dedos flexibles de la figura 10 mostrados en un estado retraído;

la figura 12 es una vista en perspectiva de una disposición de dedos flexibles alternativa que puede utilizarse en el sistema médico con ultrasonidos de la figura 9, que muestra los dedos flexibles en un estado desplegado de tipo garra que rodea el tejido del paciente;

5 la figura 13 es una vista en perspectiva del sistema médico con ultrasonidos que incluye un conjunto de transductor de ultrasonidos que incluye al menos dos transductores de ultrasonidos;

la figura 14 es una vista ampliada del conjunto de transductor de ultrasonidos del sistema médico con ultrasonidos de la figura 13;

la figura 15 es una vista transversal del conjunto de transductor de la figura 14;

10 la figura 16 es una vista transversal una primera disposición de transductor alternativa que puede utilizarse en lugar de la disposición de la figura 15;

la figura 17 es una vista transversal de una segunda disposición de transductor alternativa que puede utilizarse en lugar de la disposición de la figura 15;

15 la figura 18 es una vista en perspectiva de un sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye una herramienta de corte y un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos;

la figura 19 es una vista en sección transversal, ampliada del tubo de la figura 18 que muestra una herramienta de corte que se ha introducido en la luz del tubo;

la figura 20 es una vista en sección transversal, ampliada del tubo de la figura 18 que muestra un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos que se ha introducido en la luz del tubo;

20 la figura 21 es un diagrama de bloques de un procedimiento que incluye una estadificación con ultrasonidos del tratamiento médico de tejido del paciente en el área gastrointestinal;

la figura 22 es un diagrama de bloques de un procedimiento que incluye un tratamiento médico con ultrasonidos de una lesión sobre o en el pulmón de un paciente;

25 la figura 23 es un diagrama de bloques de un procedimiento que incluye un tratamiento médico con ultrasonidos de un vaso sanguíneo para detener el suministro de sangre a una lesión desde el vaso sanguíneo;

la figura 24 es una vista en perspectiva de una sexta realización de la presente invención que muestra una parte de un sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye receptores para localizar la posición del conjunto de transductor del sistema;

30 la figura 25 es una vista en perspectiva de una parte de otro sistema de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye receptores para localizar la posición del transpondedor del sistema;

la figura 26 es un diagrama de bloques de un procedimiento que incluye dirigir el conjunto de transductor; y

la figura 27 es un diagrama de bloques de un procedimiento que incluye crear una imagen después de empezar el tratamiento médico utilizando una onda de ultrasonidos de formación de imágenes antes del tratamiento médico y una onda de ultrasonidos de formación de imágenes después de empezar el tratamiento médico.

35 Descripción detallada de la invención

Antes de explicar la presente invención en detalle, debe observarse que la invención no está limitada en su aplicación o utilización a los detalles de construcción y disposición de las partes ilustradas en la descripción y los dibujos accesorios. Las realizaciones ilustrativas de la invención se pueden implementar o incorporarse en otras realizaciones, variaciones y modificaciones, y pueden practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, a menos que se indique lo contrario, los términos y las expresiones empleados en el presente documento se han escogido con el fin de describir las realizaciones ilustrativas de la presente invención para la conveniencia del lector y no con el fin de limitar la invención.

40 Se entiende que uno cualquiera o más de las realizaciones, expresiones de realizaciones, ejemplos, procedimientos, etc. descritos a continuación se pueden combinar con uno cualquiera o más de las realizaciones, expresiones de realizaciones, ejemplos, procedimientos, etc. descritos a continuación. Por ejemplo, y sin limitación, cualquiera de los efectores de extremo pueden utilizarse en cualquiera de los procedimientos, cualquiera de las disposiciones de transductor pueden utilizarse en cualquiera de los efectores de extremo, y puede combinarse cualquier procedimiento apropiado como combinar los procedimientos decimoséptimo y vigésimo, etc.

Tratamiento médico con ultrasonidos utilizando dispositivos de retención de tejido

Sistema de retención de tejido para tratamiento médico con ultrasonidos

Haciendo referencia ahora a los dibujos, las figuras 1-3 ilustran una primera realización de la presente invención. Una primera expresión de la primera realización de la presente invención es para un sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 12 de extremo que puede insertarse en un paciente 14. El efector 12 de extremo incluye un dispositivo 16 de retención de tejido. El dispositivo 16 de retención de tejido incluye un primer elemento 18 de retención de tejido que tiene un (es decir, al menos uno) transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos (también denominado "transductor 20") e incluye un segundo elemento 22 de retención de tejido. El primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido están conectados operativamente para retener el tejido 24 del paciente entre el primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido y para liberar el tejido 24 del paciente así retenido.

Se observa que un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos es un transductor de ultrasonidos adaptado al menos para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente tal como, pero sin limitación, un paciente humano. Un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos incluye o bien un único elemento de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos o bien una serie de elementos de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos, tal como conocen los expertos en la técnica. Un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos puede estar adaptado o no para la formación de imágenes por ultrasonidos de un paciente. Asimismo, un transductor de formación de imágenes por ultrasonidos es un transductor de ultrasonidos adaptado al menos para la formación de imágenes por ultrasonidos de un paciente y también puede estar adaptado o no para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente.

Las ventajas de retener el tejido del paciente entre dos elementos de retención de tejido durante el tratamiento médico con ultrasonidos mediante uno de los elementos de retención de tejido incluyen tener un único instrumento que trata desde un punto de vista médico por ultrasonidos el tejido del paciente y al mismo tiempo inmoviliza el tejido del paciente frente a un movimiento indeseado durante el tratamiento. También se observa que en una aplicación el dispositivo de retención de tejido es una pinza que retiene y mantiene el tejido y que en otra aplicación el dispositivo de retención de tejido retiene el tejido frente al movimiento, pero no mantiene el tejido, y por tanto no es una pinza.

En una variación, no mostrada, el segundo elemento 22 de retención de tejido tiene un transductor de tratamiento médico y/o formación de imágenes por ultrasonidos. En la misma o en una variación diferente, no mostrada, el dispositivo 16 de retención de tejido tiene al menos un elemento de retención de tejido adicional. Los mecanismos, no mostrados, para mover de manera remota dos (o más) elementos hacia y alejándose uno de otro están dentro del nivel habitual de experiencia en la técnica e incluyen, sin limitación, la utilización de accesorios de elemento de pivote y la utilización de cables o motores. En la misma o en una variación diferente, el tejido 24 del paciente retenido está retenido entre el transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos y el segundo elemento 22 de retención de tejido. El transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos enfoca la energía de ultrasonidos, conociendo tal enfoque los expertos en la técnica. En una variación que no es según la invención, no mostrada, el segundo elemento 22 de retención de tejido es sustancialmente no reflector para los ultrasonidos.

Una segunda expresión de la primera realización de la presente invención es para un sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 12 de extremo que puede insertarse en un paciente 14. El efector 12 de extremo incluye un dispositivo 16 de retención de tejido. El dispositivo 16 de retención de tejido incluye un primer elemento 18 de retención de tejido que tiene una (es decir, al menos una) un transductor 26 de tratamiento médico y formación de imágenes por ultrasonidos (también denominado "transductor 26") e incluye un segundo elemento 22 de retención de tejido. El primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido están conectados operativamente para retener el tejido 24 del paciente entre el primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido y para liberar el tejido 24 del paciente así retenido.

Se observa que un transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos es un transductor de ultrasonidos adaptado al menos para la formación de imágenes por ultrasonidos y el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente. Un transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos incluye o bien un único elemento de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos o una serie de elementos de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos (incluyendo una serie que tiene al menos un elemento separado para la formación de imágenes y al menos un elemento separado para el tratamiento médico o una serie que tiene al menos dos elementos cada uno adaptado tanto para la formación de imágenes como para el tratamiento médico) tal como conocen los expertos en la técnica. En una variación, el tejido 24 del paciente retenido se retiene entre el transductor 26 de tratamiento médico y formación de imágenes por ultrasonidos y el segundo elemento 22 de retención de tejido. El transductor 26 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos enfoca la energía de ultrasonidos. En una variación que no es según la invención, el segundo elemento 22 de retención de tejido es sustancialmente no reflector para los ultrasonidos.

Una tercera expresión de la primera realización mostrada en las figuras 1-3 es para un sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 12 de extremo que puede insertarse en un paciente 14. El efector 12 de extremo incluye un dispositivo 16 de retención de tejido. El dispositivo 16 de retención de tejido incluye un elemento 18 de retención de tejido que tiene un (es decir, al menos uno) transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos e incluye un segundo elemento 22 de retención de tejido que tiene un (es decir, al menos uno) reflector 28 de ultrasonidos. El primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido están conectados operativamente para retener el tejido 24 del paciente entre el primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido y para liberar el tejido 24 del paciente así retenido.

Las ventajas de retener el tejido del paciente entre dos elementos de retención de tejido durante el tratamiento médico con ultrasonidos mediante un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos de un primer elemento de retención de tejido y un reflector de ultrasonidos de un segundo elemento de retención de tejido incluyen tener un único instrumento que trata desde un punto de vista médico por ultrasonidos el tejido del paciente mediante ultrasonidos directos, lo que mejora el tratamiento médico con ultrasonidos mediante los ultrasonidos reflejados, y que al mismo tiempo inmoviliza el tejido del paciente frente a un movimiento indeseado durante el tratamiento.

Se observa que un reflector 28 de ultrasonidos es un material que refleja los ultrasonidos al menos en un grado que afectaría sustancialmente desde un punto de vista médico al tejido del paciente durante un periodo de tratamiento mediante ultrasonidos directos que están reflejándose de vuelta por el reflector de ultrasonidos. Las elecciones de los materiales reflectores de ultrasonidos incluyen, sin limitación, materiales acústicamente rígidos tales como el acero inoxidable (que refleja aproximadamente el 100%) y el aluminio (que refleja aproximadamente el 80%) y los materiales acústicamente más blandos tales como Corporene (que refleja aproximadamente el 90%). Un material reflector de ultrasonidos se contrasta con un material absorbente de ultrasonidos tal como, sin limitación, caucho o plástico. En una variación, el tejido 24 del paciente retenido está retenido entre el transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos y el reflector 28 de ultrasonidos. En la misma o en una variación diferente, el transductor 20 de tratamiento médico con ultrasonidos y el reflector 28 de ultrasonidos enfoca cada uno energía de ultrasonidos, lográndose tal enfoque del reflector de ultrasonidos mediante la forma de, o conformando, la superficie del reflector tal como está dentro del nivel habitual de experiencia en la técnica.

Una cuarta expresiones de la primera realización mostrada en las figuras 1-3 es para un sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 12 de extremo que puede insertarse en un paciente 14. El efector 12 de extremo incluye un dispositivo 16 de retención de tejido. El dispositivo 16 de retención de tejido incluye un primer elemento 18 de retención de tejido que tiene un (es decir, al menos uno) transductor 26 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos e incluye un segundo elemento 22 de retención de tejido que tiene un (es decir, al menos uno) reflector 28 de ultrasonidos. El primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido están conectados operativamente para retener el tejido 24 del paciente entre el primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido y para liberar el tejido 24 del paciente así retenido. En una variación, el tejido 24 del paciente retenido está retenido entre el transductor 26 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos y el reflector 28 de ultrasonidos. En la misma o en una variación diferente, el transductor 26 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos y el reflector 28 de ultrasonidos enfoca cada uno la energía de ultrasonidos.

En un ejemplo de la tercera y la cuarta expresiones descritas anteriormente de la primera realización, el reflector 28 de ultrasonidos está dispuesto para recibir energía de ultrasonidos desde el transductor 20 y 26 y está orientado para reflejar la energía de ultrasonidos recibida de vuelta al tejido 24 del paciente retenido mediante un dispositivo 16 de retención de tejido. En el mismo o en un ejemplo diferente, el reflector 28 de ultrasonidos está orientado para reflejar la energía de ultrasonidos recibida lejos del transductor 20 y 26 cuando el tejido 14 del paciente está retenido mediante el dispositivo 16 de retención de tejido. Una ventaja de esta disposición es que esto evita que el daño al transductor por los ultrasonidos reflejados. En el mismo o un ejemplo diferente, uno del primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido puede orientarse de manera controlable en relación con el otro del primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido, tal como, sin limitación, siendo orientable a lo largo de las flechas con dos puntas mostradas en la figura 2. En una modificación, el segundo elemento 22 de retención de tejido puede orientarse de manera controlable en relación con el primer elemento 18 de retención de tejido para reflejar la energía de ultrasonidos recibida de vuelta a lo largo de diferentes direcciones. Un primer efector 30 de extremo alternativo se muestra en la figura 4 en el que el segundo elemento 32 de retención de tejido puede orientarse de manera controlable en relación con el primer elemento 34 de retención de tejido tal como se muestra mediante las flechas con dos puntas de la figura 4. Los mecanismos, no mostrados, para controlar de manera remota la orientación de un elemento respecto al otro elemento están dentro del nivel habitual de experiencia en la técnica e incluyen, sin limitación, la utilización de los accesorios de elemento de pivote y la utilización de cables o motores. En una aplicación, el transductor 20 y 26 genera ultrasonidos de enfoque amplio (mostrado mediante las dos flechas de una sola punta que provienen del primer elemento 18 de retención de tejido en la figura 3) y el reflector 28 de ultrasonidos genera ultrasonidos de enfoque estrecho (mostrado mediante las dos flechas de una

sola punta que provienen del segundo elemento 22 de retención de tejido en la figura 3).

5 En un ejemplo de la primera a la cuarta expresiones descritas anteriormente de la primera realización, el efector 12 de extremo es un efector de extremo de cirugía abierta, un efector de extremo endoscópico, un efector de extremo laparoscópico (tal como se muestra en la figura 1), un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitación a, un efector de catéter intravascular), o un efector de extremo de aguja, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica. En una aplicación, el efector 12 de extremo se utiliza para retener un vaso sanguíneo y luego tratar por ultrasonidos el vaso sanguíneo para sellar el vaso sanguíneo deteniendo el flujo de sangre en el vaso sanguíneo retenido. En otra aplicación, el efector 12 de extremo se utiliza para retener el tejido del paciente y luego someter a ablación por ultrasonidos al menos una parte del tejido del paciente retenido.

10 En un diseño de la primera a la cuarta expresiones descritas anteriormente de la primera realización, el efector 12 de extremo tiene un eje 35 longitudinal, y uno del primer y el segundo elementos 18 y 22 de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular al eje 35 longitudinal. Si el único elemento de retención de tejido fuera plano, esto significa que el eje longitudinal sería sustancialmente paralelo al plano del único elemento de retención de tejido. En una implementación, el único elemento de retención de tejido es el primer elemento 18 de retención de tejido. Un segundo efector 36 de extremo alternativo tiene el primer y el segundo elementos 38 y 40 de retención de tejido que están articulados entre sí para moverse relativamente tal como se indica mediante la flecha con dos puntas y que se muestran en una configuración parcialmente abierta en la figura 5. El segundo efector 36 de extremo alternativo tiene un eje 42 longitudinal, y uno del primer y el segundo elementos 38 y 40 de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente paralela al eje 42 longitudinal. Si el único elemento de retención de tejido fuera plano, esto significa que el eje longitudinal sería sustancialmente perpendicular al plano del único elemento de retención de tejido. En una implementación, el único elemento de retención de tejido es el primer elemento 38 de retención de tejido. Un tercer efector 37 de extremo alternativo que tiene el primer y el segundo elementos 39 y 41 de retención de tejido con un elemento que puede moverse longitudinalmente con respecto al otro elemento (tal como se indica mediante la flecha con dos puntas) se muestra en la figura 6. El tercer efector 37 de extremo alternativo tiene un eje 43 longitudinal, y uno del primer y el segundo elementos 39 y 41 de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente paralela al eje 43 longitudinal. En una implementación, el único elemento de retención de tejido es el primer elemento 39 de retención de tejido.

20 En una implementación, tal como se muestra en la figura 1, el sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye una pieza 44 de mano conectada operativamente al efector 12 de extremo y a un controlador 46 de ultrasonidos conectado operativamente a un interruptor 47 de alimentación de pedal, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica.

25 Un primer procedimiento para operar el sistema de la invención es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente y utiliza el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la primera, segunda, tercera o cuarta expresiones de la primera realización con o sin las variaciones descritas anteriormente, etc. de la misma. El primer procedimiento incluye las etapas a) a e). La etapa a) incluye insertar de manera endoscópica un efector de extremo en un oído, la nariz, o garganta del paciente. La etapa b) incluye guiar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) incluye identificar el tejido del paciente para tratamiento médico tal como opcionalmente al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el transductor. Otras formas de identificar el tejido del paciente para tratamiento médico incluye, sin limitación, la utilización de rayos X y/o las imágenes IRM, tal como conoce el experto. La etapa d) incluye retener el tejido del paciente identificado utilizando el dispositivo de retención de tejido. La etapa e) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente retenido con ultrasonidos utilizando el transductor o utilizando el transductor y el reflector de ultrasonidos. En una implementación, un elemento de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente paralela al eje longitudinal del efector de extremo (tal como se observa en las figuras 5 y 6).

30 Un segundo procedimiento para operar el sistema de la invención es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente y utiliza el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la primera, segunda, tercera y cuarta expresiones de la primera realización con o sin las variaciones descritas anteriormente, etc. de la misma. El segundo procedimiento incluye las etapas a) a c). La etapa a) incluye insertar el efector 12 de extremo al paciente. La etapa b) incluye retener el disco 48 intervertebral (véase la figura 3) del paciente con el dispositivo de retención de tejido, en el que el disco 48 intervertebral incluye tejido. La etapa c) incluye tratar desde un punto de vista médico el disco 48 intervertebral retenido con ultrasonidos para encoger el tejido utilizando el transductor o utilizando el transductor y el reflector de ultrasonidos. En una implementación, un elemento de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del efector de extremo (tal como se observa en las figuras 2 y 4). En una aplicación del segundo procedimiento de la invención, el disco 48 intervertebral incluye tejido conjuntivo y nervioso.

Un tercer procedimiento para operar el sistema de la invención es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente y utiliza el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la primera, segunda, tercera y cuarta expresiones de la primera realización con o sin las variaciones descritas anteriormente, etc. de la misma. El tercer procedimiento incluye las etapas a) a c). La etapa a) incluye reinsertar el efector de extremo en el paciente. La etapa b) incluye retener una articulación del paciente con el dispositivo de retención de tejido, en la que la articulación incluye tejido. La etapa c) incluye tratar desde un punto de vista médico la articulación retenida con ultrasonidos para encoger el tejido utilizando el transductor o utilizando el transductor y el reflector de ultrasonidos. En una implementación, un elemento de retención de tejido en todo momento está orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del efector de extremo (tal como se observa en las figuras 2 y 4). En una aplicación del tercer procedimiento de la invención, la articulación incluye tejido conjuntivo y nervioso.

Tal como se mencionó anteriormente, una aplicación del sistema 10 de tratamiento médico con ultrasonidos de la primera a la cuarta expresiones de la primera realización descritas anteriormente utiliza el dispositivo de retención de tejido para retener un vaso sanguíneo y utiliza el transductor, o el transductor y el reflector de ultrasonidos, para detener sustancialmente el flujo de sangre dentro del vaso sanguíneo.

Haciendo referencia nuevamente a los dibujos, las figuras 7-8 ilustran una segunda realización de la presente invención que es un sistema 50 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 52 de extremo que puede insertarse en un paciente. El efector 52 de extremo incluye un dispositivo 54 de retención de tejido. El dispositivo 54 de retención de tejido incluye un primer elemento 56 de retención de tejido que tiene un transductor 58 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos e incluye un segundo elemento 60 de retención de tejido que tiene un reflector 62 de ultrasonidos. El primer y el segundo elementos 56 y 60 de retención de tejido están conectados operativamente entre sí para retener el tejido del paciente entre el primer y el segundo elementos de retención de tejido y para liberar el tejido del paciente así retenido. El primer y el segundo elementos 56 y 60 de retención de tejido siempre mantienen una alineación sustancialmente paralela.

Las ventajas de tener una alineación sustancialmente paralela entre los elementos de retención de tejido incluyen, en un ejemplo, tener el transductor y el reflector de ultrasonidos manteniendo una alineación sustancialmente paralela para una potenciación del tratamiento médico con ultrasonidos reflejados mejorado para cualquier grosor de tejido del paciente retenido por los elementos de retención de tejido.

En un ejemplo de la segunda realización, el primer elemento 56 de retención de tejido es una parte 64 de extremo distal de un primer tubo 66. El sistema 50 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye un segundo tubo 68, el primer y el segundo elementos 70 y 72 de conexión y un cable 74. El segundo tubo 68 está orientado sustancialmente paralelo al primer tubo 66. El primer y el segundo elementos 70 y 72 de conexión están unidos de manera pivotante al segundo elemento 60 de retención de tejido y al segundo tubo 68 en los puntos 76-82 de pivote creando un paralelogramo articulado definido por una parte 84 proximal del segundo elemento 60 de retención de tejido, una parte 86 distal del segundo tubo 68, y el primer y el segundo elementos 70 y 72 de conexión. El reflector 62 de ultrasonidos está dispuesto en una parte 88 distal del segundo elemento 60 de retención de tejido y está orientado hacia el transductor 58. El cable 74 está conectado operativamente al paralelogramo articulado para mover el segundo elemento 60 de retención de tejido hacia y lejos del primer elemento 56 de retención de tejido.

En una variación, el sistema 50 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye un tubo 90 externo. El cable 74 y el primer y el segundo tubos 66 y 68 están dispuestos en un tubo 90 externo. En una modificación, el sistema 50 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye una pieza 92 de mano. El cable 74 y el primer, el segundo y otros tubos 66, 68 y 90 externos están conectados operativamente a la pieza 92 de mano. En un diseño, la orientación del primer tubo 66 alrededor del eje longitudinal del primer tubo 66 está controlada por un motor paso a paso (no mostrado) dispuesto en, y accionado por, la pieza 92 de mano. En el mismo u otro diseño, el primer tubo 66 es un tubo hueco que permite el cableado del transductor (no mostrado), y el segundo tubo es un tubo sólido (no mostrado). Dependiendo de la utilización, los tubos 66, 68, y 90 pueden ser rígidos o flexibles lo que también es verdadero para cualquier disposición de tubos (específicamente dados a conocer como rígidos o flexibles, o no dados a conocer específicamente de esa forma) de cualquier efector de extremo y para cualquier efector de extremo en sí mismo de cualquiera de las realizaciones anteriores o siguientes de la invención.

50 Tratamiento médico con ultrasonidos utilizando disposiciones específicas de transductor

Transductores médicos con ultrasonidos desplegados

Haciendo referencia a los dibujos, las figuras 9-11 ilustran una tercera realización del presente sistema. Una primera expresión de la tercera realización del presente sistema es para un sistema 94 médico con ultrasonidos que incluye un tubo 96 y una variedad de dedos 98 flexibles de manera elástica. El tubo 96 tiene un extremo 100 distal que puede insertarse en un paciente y tiene una luz 102 con una abertura 104 distal. Los dedos 98 son extensibles fuera de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado desplegado (que se observa en la figura 10) y que

son al menos parcialmente retráctiles en el interior de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado retraído (que se observa en la figura 11). Cada dedo 98 incluye un transductor 106 de ultrasonidos. La distancia entre los transductores 106 de ultrasonidos de los dedos 98 adyacentes es mayor en el estado desplegado que en el estado retraído. Se observa que el sistema médico con ultrasonidos es un sistema médico que al menos proporciona formación de imágenes por ultrasonidos o el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente.

Las ventajas del tubo y de la disposición conjunto de la serie de dedos extensibles/retráctiles flexibles incluyen, cuando los transductores son transductores de tratamiento médico con ultrasonidos que tienen una zona focal común en el estado desplegado, proporcionando tiempos de tratamiento médico más rápidos al permitir más área superficial de emisión de ultrasonidos del transductor que simplemente puede plegarse en una forma compacta para el transporte dentro un paciente a y desde el sitio del tejido del paciente que recibe el tratamiento médico con ultrasonidos.

En una variación, los dedos 98 sólo se retraen parcialmente en el interior de la abertura 104 distal de la luz 102 en el estado retraído (tal como se observa en la figura 11). En otra variación, no mostrada, los dedos 98 se retraen completamente en el interior de la abertura 104 distal de la luz 102 en el estado retraído. Al poderse extender los dedos 98 fuera de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado desplegado y siendo al menos parcialmente retráctiles en el interior de la abertura 104 distal de la luz 102 creando el estado retraído significa que los dedos 98 sobresalen más fuera de la abertura 104 distal de la luz 102 en el estado extendido que (si acaso) en el estado retraído. Los mecanismos, no mostrados, para extender y retraer de manera remota los dedos en un tubo incluyen, sin limitación, un árbol común unido a los extremos proximales de los dedos, dispuestos en la luz del tubo, y desviados por resorte para moverse hacia delante al presionar una pieza de mano y volver hacia atrás con la relajación de la pieza de mano, tal como está dentro del nivel habitual de experiencia en la técnica. En una modificación, la abertura 104 distal de la luz 102 coincide con el extremo 100 distal del tubo 96. En otra modificación, no mostrada, la abertura distal de la luz está separada del extremo distal del tubo. En una implementación, la abertura 104 distal de la luz 102 está orientada en la misma dirección que el extremo 100 distal del tubo 96. Otras implementaciones se dejan para el experto, tal como, sin limitación, la abertura distal de la luz que está orientada en perpendicular al extremo distal del tubo. En un ejemplo, al menos uno de los transductores 106 es un transductor de formación de imágenes de ultrasonidos. En el mismo o en un ejemplo diferente, al menos uno de los transductores 106 es un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. En el mismo o en un ejemplo diferente, al menos uno de los transductores 106 es un transductor de tratamiento médico y formación de imágenes por ultrasonidos.

Una segunda expresión de la tercera realización es para un sistema 108 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 96 y que incluye un efector 110 de extremo que tiene una pluralidad de dedos 98. El tubo 96 tiene un extremo 100 distal que puede insertarse en el paciente y tiene una luz 102 con una abertura 104 distal. Los dedos 98 son extensibles fuera de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado desplegado (que se observa en la figura 10) y son por lo menos parcialmente retráctiles en el interior de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado retraído (que se observa en la figura 11). Cada dedo 98 incluye un transductor 112 de tratamiento médico con ultrasonidos. La distancia entre los transductores 112 de tratamiento médico con ultrasonidos de los dedos adyacentes 98 es mayor en el estado desplegado que en el estado retraído.

Una tercera expresión de la tercera realización es para un sistema 108 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 96 y que incluye un efector 110 de extremo que tiene una pluralidad de dedos 98. El tubo 96 tiene un extremo 100 distal que puede insertarse en el paciente y tiene una luz 102 con una abertura 104 distal. Los dedos 98 son extensibles fuera de la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado desplegado (que se observa en la figura 10) y son al menos parcialmente retráctiles en la abertura 104 distal de la luz 102 creando un estado retraído (que se observa en la figura 11). Cada dedo 98 incluye un transductor 114 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La distancia entre los transductores 114 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos de dedos adyacentes 98 es mayor en el estado desplegado que en el estado retraído.

Se observa que las variaciones, modificaciones e implementaciones, etc. tratadas anteriormente para la primera expresión de la tercera realización son aplicables igualmente a la segunda y tercera expresiones de la tercera realización.

En un ejemplo de la primera, segunda y tercera expresiones de la tercera realización, los transductores 106, 112 y 114 tienen cada uno una superficie 116 cóncava de emisión de ultrasonidos. En otro ejemplo, no mostrado, los transductores tienen una superficie de emisión de ultrasonidos plana. En una disposición, cada superficie 116 cóncava es cóncava a medida que se desplaza a través del dedo 98 correspondiente (tal como se observa mejor en la figura 10). En otra disposición, no mostrada, cada superficie cóncava es cóncava a medida que se desplaza a través del dedo correspondiente o es cóncava a medida que se desplaza tanto a lo largo como a través del dedo correspondiente (tal como, por ejemplo, con una superficie cóncava de manera hemisférica). En un diseño, las superficies 116 cóncavas tienen juntas una zona focal sustancialmente común cuando los dedos 98 están en el

estado desplegado. El efector 110 de extremo se ve con sus dedos 98 orientados hacia el tejido 119 del paciente en la figura 10. En otro diseño, no mostrado, las zonas focales no son comunes. En una configuración, los dedos 98 definen una serie 118 de dedos de mano abierta en un estado desplegado. Una disposición de dedos flexibles alternativa en forma de un efector 120 de extremo sustituto se muestra en la figura 12, en la que los dedos 122 definen una serie 124 de dedos de una mano en forma de garra en un estado desplegado. El efector 120 de extremo sustituto se ve con sus dedos 122 rodeando el tejido 126 del paciente para el tratamiento médico y/o de formación de imágenes mediante los transductores 128 de ultrasonidos en la figura 12. En otras disposiciones de transductor, no mostradas, uno o más o todos los transductores de ultrasonidos están orientados hacia fuera en vez de estar orientados hacia dentro.

En el mismo o en otro ejemplo de la primera, segunda y tercera expresiones de la tercera realización, los dedos 98 son al menos cuatro en número. En el mismo o aún en otro ejemplo de la segunda y tercera expresiones de la tercera realización, el efector 110 de extremo (así como el efector 120 de extremo sustituto) es un efector de extremo de cirugía abierta, un efector de extremo endoscópico, un efector de extremo laparoscópico (tal como se muestra en la figura 9), un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitación a, un efector de extremo de catéter intravascular), o un efector de extremo de aguja, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica.

En una implementación, tal como se muestra en la figura 9, el sistema 108 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye una pieza 130 de mano conectada operativamente al efector 110 de extremo y a un controlador 132 de ultrasonidos conectado operativamente a un interruptor 133 de alimentación de pedal 133, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica.

Conjunto de transductor médico con ultrasonidos en facetas

Una cuarta realización del presente sistema se muestra en la figuras 13-15. Una primera expresión de la cuarta realización del sistema es para un sistema 134 médico con ultrasonidos que incluye un conjunto 136 de transductor de ultrasonidos que puede insertarse en un paciente. El conjunto 136 de transductor de ultrasonidos tiene un eje 138 longitudinal. El conjunto 136 de transductor de ultrasonidos incluye una pluralidad P de transductores 140 de ultrasonidos. Cada transductor 140 tiene una superficie 142 de emisión de ultrasonidos orientada en un ángulo de sustancialmente 360/P grados separada de la superficie 142 de emisión de ultrasonidos de un transductor 140 adyacente cuando se observa en una sección transversal (véase la figura 15) del conjunto 136 de transductor tomado mediante un plano de corte, que es perpendicular al eje 138 longitudinal.

Las ventajas de tal configuración de transductor incluyen, en un ejemplo, proporcionar ultrasonidos de tratamiento médico dirigido o enfocado, lo que no es posible con un transductor de ultrasonidos cilíndrico, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica.

Se observa que un conjunto 136 de transductor de ultrasonidos que puede insertarse en el paciente es un conjunto de transductor de formación de imágenes por ultrasonidos, un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos, o un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. Un conjunto de transductor de formación de imágenes por ultrasonidos tiene al menos un transductor de formación de imágenes por ultrasonidos, y un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos tiene al menos un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. Un conjunto de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos tiene al menos un transductor de formación de imágenes por ultrasonidos y al menos un transductor de tratamiento médico con ultrasonidos o tiene al menos un transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos.

Una segunda expresión de la cuarta realización del presente sistema es para un sistema 144 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 146 de extremo que puede insertarse en un paciente. El efector 146 de extremo incluye un conjunto 148 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. El conjunto 148 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos tiene un eje 138 longitudinal. El conjunto 148 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos incluye una pluralidad P de transductores 150 de tratamiento médico con ultrasonidos. Cada transductor 150 tiene una superficie 142 de emisión de ultrasonidos que está orientada lejos del eje 138 longitudinal y que está orientada en un ángulo de sustancialmente 360/P grados separada de la superficie 142 de emisión de ultrasonidos de un transductor 150 adyacente cuando se observa en una sección transversal (véase la figura 15) del conjunto 148 de transductor tomado por un plano de corte que es perpendicular al eje 138 longitudinal. En un ejemplo, al menos uno de los transductores 150 de tratamiento médico con ultrasonidos también está adaptado portara la formación de imágenes por ultrasonidos.

Un cuarto procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente y utiliza el sistema 144 de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la segunda expresión de la cuarta realización. El cuarto procedimiento incluye las etapas a) a b). La etapa a) incluye la inserción de un efector 146 de extremo en el hígado del paciente. La etapa b) incluye tratar desde un punto de vista médico una lesión en el hígado con ultrasonidos desde el conjunto 148 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. En un

ejemplo, la etapa a) se inserta de manera intersticial el efector 146 de extremo en la lesión. En otro ejemplo, en la etapa a) se inserta de manera endoscópica el efector 146 de extremo en el hígado a través del sistema de las vías hepatobiliares.

5 Una tercera expresión de la cuarta realización es para un sistema 144 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un efector 146 de extremo que puede insertarse en un paciente. El efector 146 de extremo incluye un conjunto 152 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. El conjunto 152 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos tiene un eje 138 longitudinal. El conjunto 152 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos incluye una pluralidad P de transductores 154 de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. Cada transductor 154 tiene una superficie 142 de emisión de ultrasonidos orientada lejos del eje 138 longitudinal y que está orientada en un ángulo de sustancialmente 360/P grados separada de la superficie 142 de emisión de ultrasonidos de un transductor 154 adyacente cuando se observa en una sección transversal (véase la figura 15) del conjunto 152 de transductor tomado por un plano de corte que es perpendicular al eje 138 longitudinal.

15 Un quinto procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente y utiliza el sistema 144 de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la tercera expresión de la cuarta realización. El cuarto procedimiento incluye las etapas a) a c). La etapa a) incluye la inserción de un efector 146 de extremo en el hígado de un paciente. La etapa b) incluye la identificación de una lesión en el hígado para tratamiento médico al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando un conjunto 152 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa c) incluye tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos desde el conjunto 152 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. En un ejemplo, en la etapa a) se inserta de manera intersticial el efector 146 de extremo en la lesión. En otro ejemplo, en la etapa a) se inserta de manera endoscópica el efector 146 de extremo en el hígado a través del sistema de vías hepatobiliares.

20 En un ejemplo de la primera, segunda y tercera expresiones descritas anteriormente de la cuarta realización, el conjunto 136, 148, y 152 de transductor tiene una punta 156 distal y tiene un transductor 158 de punta. En un diseño, el transductor de punta es un transductor de punta orientada hacia delante. En otro diseño, el transductor de punta es un transductor de punta de formación de imágenes por ultrasonidos. En otra variación, el transductor de punta es un transductor de punta de tratamiento médico con ultrasonidos. En otra variación, el transductor de punta es un transductor de punta de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. En una variación adicional, el transductor de punta es un transpondedor que emite ondas electromagnéticas u ondas mecánicas o ambas.

25 En el mismo o en un ejemplo diferente de la primera, segunda y tercera expresiones descritas anteriormente de la tercera realización, cada superficie 142 de emisión de ultrasonidos es sustancialmente recta cuando se observa en la sección transversal tal como se observa en la figura 15. En una variación, tal como se observa en la figura 14, cada superficie 142 de emisión de ultrasonidos tiene una forma superficialmente cóncava a medida que se desplaza a lo largo de la superficie 142 de emisión de ultrasonidos en una dirección paralela al eje 138 longitudinal, y cada superficie 142 de emisión de ultrasonidos tiene una zona focal. En una primera disposición del transductor alternativa que se observa en la figura 16, cada superficie 162 de emisión de ultrasonidos tiene una forma sustancialmente plana. En una segunda disposición del transductor alternativa que se observa en la figura 17, cada superficie 164 de emisión de ultrasonidos tiene una forma sustancialmente cóncava cuando se observa en la sección transversal, y cada superficie 164 de emisión de ultrasonidos tiene una zona focal. En una modificación, cada superficie 164 de emisión de ultrasonidos también tiene una forma sustancialmente cóncava a medida que se desplaza a lo largo de la superficie 164 de emisión de ultrasonidos en una dirección paralela al eje longitudinal (tal como, por ejemplo, mediante la superficie 164 de emisión de ultrasonidos que tiene una forma cóncava de manera hemisférica). Tales formas de la superficie de emisión de ultrasonidos son aplicables igualmente a cualquier transductor de ultrasonidos mencionado en cualquier realización de la invención.

30 En el mismo o en un ejemplo diferente de la primera, segunda y tercera expresiones descritas anteriormente de la tercera realización, P no es mayor que cuatro. En una variación, P es igual a tres tal como se observa en las figuras 15 y 17. En otra variación, P es igual a dos tal como se observa en la figura 16.

35 En el mismo o en un ejemplo diferente de la y tercera expresiones descritas anteriormente de la tercera realización, el efector 146 de extremo es un efector de extremo de cirugía abierta, un efector de extremo endoscópico, un efector de extremo laparoscópico (tal como se muestra en la figura 13), un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitación a, un efector de extremo de catéter intravascular), o un efector de extremo de aguja, tal como pueden apreciar los expertos en la técnica. En una implementación, tal como se muestra en la figura 13, el sistema 144 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye un pieza de mano 166 conectada operativamente al efector 146 de extremo y a un controlador 168 de ultrasonidos conectado operativamente a un

interruptor 169 de alimentación de pedal, tal como puede apreciar el experto.

Aplicaciones del tratamiento médico con ultrasonidos

Sistema de tratamiento médico con ultrasonidos y de escisión.

5 Una quinta realización se muestra en las figuras 18-20. En una primera expresión de la quinta realización del sistema, un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo 172 tiene un extremo 178 distal que puede insertarse en un paciente 180 y tiene una luz 182. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 184 de corte, puede introducirse en la luz 182 del tubo 172 insertado desde el exterior del paciente 180, y puede trasladarse a través de la luz 182 del tubo 172 insertado hasta el interior del paciente 180. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 186 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos, puede introducirse en la luz 182 del tubo 172 insertado desde el exterior del paciente 180, y puede trasladarse a través de la luz 182 del tubo 172 insertado hasta el interior del paciente 180. En una variación, el primer y el segundo efectores de extremo se introducen en la luz a través de aberturas separadas en la luz o a través de canales de ramas separadas que conducen a la luz. En otra variación, el primer y el segundo efectores de extremo se introducen en la luz a través de la misma abertura en la luz. En una modificación, una abertura de la luz está dispuesta en el extremo del tubo. En otra modificación, una abertura de la luz está separada del extremo del tubo.

20 Una segunda expresión de la quinta realización es para un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo tiene un extremo 178 distal que puede insertarse en un paciente 180 y tiene una luz 182 con una abertura 188 distal y una abertura 190 proximal. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 184 de corte, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 186 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal.

25 En un ejemplo de la primera y segunda expresiones de la quinta realización, la luz 182 se ajusta para permitir la introducción de solamente uno del primer y el segundo efectores 174 y 176 de extremo a la vez. En el mismo o en un ejemplo diferente, el extremo 178 distal del tubo 172 puede insertarse de manera intersticial en el tejido 192 del paciente del paciente 180. En el mismo o en un ejemplo diferente, la herramienta 184 de corte es una herramienta 194 de corte para biopsia u otra herramienta de corte de escisión.

30 Una tercera expresión de la quinta realización es para un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo 172 tiene un extremo 178 distal que puede insertarse de manera intersticial en el tejido 196 de mama de un paciente 180 y tiene una luz 182 con una abertura 188 distal y una abertura 190 proximal. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 194 de corte para biopsia (u otra herramienta de corte de escisión), puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 186 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. La luz 182 se dimensiona para permitir la introducción de solamente uno del primer y el segundo efectores 174 y 176 de extremo a la vez. En un diseño, el primer efector de extremo también incluye un mecanismo de succión para extraer el tejido del paciente que va a biopsiarse mediante la herramienta 194 de corte para biopsia. En una aplicación, el tubo 172 y el primer efector 174 de extremo (con la herramienta 194 de corte para biopsia que incluye un mecanismo de succión) se basan en componentes de un sistema de biopsia de mama Mammotome® fabricado por Ethicon Endo-Surgery, Inc. (una empresa de Johnson & Johnson).

45 El sexto procedimiento es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente 180 y utiliza el sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la tercera expresión de la quinta realización del sistema. El sexto procedimiento incluye las etapas a) a h). La etapa a) incluye identificar tejido 196 de mama posiblemente canceroso del paciente. La etapa b) incluye insertar de manera intersticial el extremo 178 distal del tubo 172 en el paciente 180 con la abertura 188 distal dispuesta cerca del tejido 196 de mama y con la abertura 190 proximal dispuesta fuera del paciente. La etapa c) incluye introducir el primer efector 174 de extremo en la abertura 190 proximal y trasladar el primer efector 174 de extremo a través de la luz 182 hacia la abertura 188 distal. La etapa d) incluye obtener una muestra de biopsia del tejido 196 de mama con la herramienta 194 de corte para biopsia. La etapa e) incluye retirar el primer efector 174 de extremo de la luz 182. La etapa f) incluye introducir el segundo efector 176 de extremo en una abertura 190 proximal y trasladar el segundo efector 176 de extremo a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. La etapa g) incluye identificar un área de hemorragia en el tejido de mama en el que se obtuvo la muestra de biopsia. La etapa h) incluye tratar desde un punto de vista médico la zona identificada con ultrasonidos utilizando el conjunto 186 de transductor para detener sustancialmente la hemorragia. En una aplicación, el sexto procedimiento de la invención también incluye las etapas de someter a prueba la muestra

de biopsia para detectar cáncer y someter a ablación sustancialmente cualquier muestra de cáncer restante en el tejido de mama con ultrasonidos utilizando el conjunto 186 de transductor. Las ventajas de tal sistema y procedimiento de tratamiento médico con ultrasonidos incluye la facilidad de obtener una biopsia de mama y el control de la hemorragia, producida por el procedimiento de biopsia acoplado en conjunto de manera mínimamente invasiva.

En una cuarta expresión de la quinta realización, un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo 172 tiene un extremo 178 distal que puede insertarse en un paciente 180 y tiene una luz 182. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 184 de corte, puede introducirse en la luz 182 del tubo 172 insertado desde el exterior del paciente 180, y puede trasladarse a través de la luz 182 del tubo 172 insertado hasta el interior del paciente 180. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 198 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos, puede introducirse en la luz 182 del tubo 172 insertado desde el exterior del paciente 180, y puede trasladarse a través de la luz 182 del tubo 172 insertado hasta el interior del paciente 180. En una variación, el primer y el segundo efectores se introducen en la luz a través de aberturas separadas en la luz o a través de canales de ramas separadas que conducen a la luz. En otra variación, el primer y el segundo efectores de extremo se introducen en la luz a través de la misma abertura en la luz. En una modificación, una abertura de la luz está dispuesta al extremo del tubo. En otra modificación, la abertura de la luz está separada del extremo del tubo.

Una quinta expresión de la quinta realización es para un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo tiene un extremo 178 distal que puede insertarse en un paciente 180 y tiene una luz 182 con una abertura 188 distal y una abertura 190 proximal. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 184 de corte, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 198 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta una abertura 188 distal.

En un ejemplo de la cuarta y quinta expresiones de la quinta realización, la luz 182 se dimensiona para permitir la introducción de solamente uno del primer y el segundo efectores 174 y 176 de extremo a la vez. En el mismo u otro ejemplo, el extremo 178 distal del tubo 172 que puede insertarse de manera intersticial en el tejido 192 del paciente del paciente 180. En el mismo o en un ejemplo diferente, la herramienta 184 de corte es una herramienta 194 de corte para biopsia u otra herramienta de corte de escisión.

Una sexta expresión de la quinta realización es para un sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos que incluye un tubo 172, un primer efector 174 de extremo y un segundo efector 176 de extremo. El tubo 172 tiene un extremo 178 distal que puede insertarse de manera intersticial en el tejido 196 de mama del paciente 180 y tiene una luz 182 con una abertura 188 distal y una abertura 190 proximal. El primer efector 174 de extremo tiene una herramienta 194 de corte para biopsia (u otra herramienta de corte de escisión), puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. El segundo efector 176 de extremo tiene un conjunto 196 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos, puede introducirse en la abertura 190 proximal, y puede trasladarse a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. La luz 182 se dimensiona para permitir la introducción de solamente uno del primer y el segundo efectores 174 y 176 de extremo a la vez. En una aplicación, el tubo 172 y el primer efector 174 de extremo (incluyendo la herramienta 194 de corte de biopsia un mecanismo de succión) se basan en componentes de un sistema de biopsia de mama Mammotome® fabricado por Ethicon Endo-Surgery, Inc. (una empresa de Johnson & Johnson).

Un séptimo procedimiento es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente 180 y utiliza el sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos tal como se describió anteriormente en la sexta expresión de la quinta realización de la presente invención. El séptimo procedimiento incluye las etapas a) a h). La etapa a) incluye identificar tejido 196 de mama posiblemente canceroso del paciente. La etapa b) incluye insertar de manera intersticial el extremo 178 distal del tubo 172 en el paciente 180 con una abertura 188 distal dispuesta de manera proximal al tejido 196 de mama y con la abertura 190 proximal dispuesta en el exterior del paciente. La etapa c) incluye introducir el primer efector 174 de extremo en la abertura 190 proximal y trasladar el primer efector 174 de extremo a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. La etapa d) incluye obtener una muestra de biopsia del tejido 196 de mama con la herramienta 194 de corte para biopsia. La etapa e) incluye retirar el primer efector 174 de extremo de la luz 182. La etapa f) incluye introducir el segundo efector 176 de extremo en la abertura 190 proximal y la traducción del segundo efector 176 de extremo a través de la luz 182 hasta la abertura 188 distal. La etapa g) incluye identificar una zona de hemorragia en el tejido de mama en el que se obtuvo la muestra de biopsia a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando un conjunto 198 de transductor. La etapa h) incluye tratar desde un punto de vista médico la zona identificada con ultrasonidos utilizando el conjunto 198 de transductor para detener sustancialmente la hemorragia. En una aplicación, el séptimo procedimiento de la invención también incluye

las etapas de someter a prueba la muestra de biopsia para detectar cáncer y someter a ablación sustancialmente cualquier muestra de cáncer restante en el tejido de mama con ultrasonidos utilizando el conjunto 198 de transductor. Las ventajas de tal sistema y procedimiento de tratamiento médico con ultrasonidos incluyen la facilidad de obtención de una biopsia de mama y la formación de imágenes y el control de hemorragias producidas por el procedimiento de biopsia acoplado en conjunto de manera mínimamente invasiva.

En una implementación, tal como se muestra en la figura 18, el sistema 170 de tratamiento médico con ultrasonidos también incluye una pieza 199 de mano que se une al tubo 172, que contiene el primer efector 174 de extremo para extender la herramienta 184 de corte en, y extraerla de, la luz 182, y que está conectada operativamente a un controlador 201 de ultrasonidos mediante un primer cable 203. El segundo efector 176 de extremo, en esta implementación, está conectado operativamente al controlador 201 de ultrasonidos mediante un segundo cable 205 y se inserta en la luz 182 desde el exterior de la pieza 199 de mano tal como se muestra en la figura 18.

Estadificar el tratamiento médico utilizando ultrasonidos

Un octavo procedimiento se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 21 y es para tratamiento médico de un paciente. El octavo procedimiento incluye las etapas a) a f). La etapa a) se denomina "Obtener conjunto de transductor" en el bloque 200 de la figura 21. La etapa a) incluye obtener un conjunto de transductor de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) se denomina "Insertar conjunto en el área gastrointestinal" en el bloque 202 de la figura 21. La etapa b) incluye insertar el conjunto de transductor en un área gastrointestinal del paciente. La etapa c) se denomina "Guiar conjunto" en el bloque 204 de la figura 21. La etapa c) incluye guiar el conjunto de transductor dentro del área gastrointestinal. La etapa d) se denomina "Identificar el tejido del paciente para tratamiento" en el bloque 206 de la figura 21. La etapa d) incluye identificar el tejido del paciente en el área gastrointestinal para tratamiento médico. La etapa e) se denomina "Estadificar el tratamiento a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos" en el bloque 208 de la figura 21. La etapa e) incluye estadificar el tratamiento médico a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa f) se denomina "Tratar desde un punto de vista médico al paciente" en el bloque 210 de la figura 21. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente según la división por etapas de la etapa e). Se indica que en el octavo procedimiento no es necesario que el tratamiento médico incluya tratamiento médico con ultrasonidos con el conjunto de transductor utilizado para estadificar y/o no es necesario que incluya tratamiento médico con ultrasonidos con cualquier otro conjunto de transductor de ultrasonidos. En un procedimiento que depende del sitio y tamaño de la patología, un primer conjunto de transductor se utiliza de manera endoscópica para estadificar el tratamiento médico en la etapa e) y un segundo conjunto de transductor se utiliza de manera laparoscópica para tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos en la etapa f). En una variación, el primer conjunto de transductor se utiliza de manera laparoscópica para estadificar el tratamiento médico en la etapa e) y el segundo conjunto de transductor se utiliza de manera endoscópica para tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos en la etapa f). En otro procedimiento, el tratamiento médico en la etapa f) es el tratamiento médico por ablación química, con microondas, láser o radiofrecuencia. Otros tipos de tratamiento médico se dejan para el experto.

Se observa que el área gastrointestinal (GI) de un paciente humano incluye, sin limitación, el esófago y el estómago del área GI superior y el recto y el colon del área GI inferior. Se observa además que el hígado también se considera como que está en el área GI para propósitos de este procedimiento.

"Estadificar el tratamiento médico a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos" significa al menos utilizar imágenes de ultrasonidos para determinar la forma y el tamaño tridimensional del tejido del paciente que va a recibir tratamiento médico. Por ejemplo, y sin limitación, los tumores GI superiores e inferiores pueden visualizarse con formación de imágenes por ultrasonidos de alta frecuencia (6-30 MHz) utilizando una serie de ultrasonidos semiconvexos, de disparo lateral o cilíndricos o un transductor de elemento único introducido de manera endoscópica en el tracto GI. Pueden visualizarse todas las capas del tracto GI incluyendo todas las capas del esófago, estómago, duodeno, colon, etc. En un procedimiento, se crea una representación tridimensional de las estructuras GI juntando una serie de escaneos bidimensionales generados haciendo avanzar axialmente el transductor de ultrasonidos. Cualquier crecimiento neoplásico, sus características morfológicas, así como la forma y el tamaño del tumor pueden determinarse fácilmente a partir de la representación tridimensional.

Las ventajas de una estadificación de tratamiento médico de este tipo a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos incluyen, en un ejemplo, proporcionar una técnica de estadificación de tratamiento médico no invasiva que tiene una mayor resolución y que es más práctica en comparación con las técnicas de estadificación de tratamiento médico extracorporal convencionales tales como la utilización de formación de imágenes IRM o de rayos X o en comparación con la utilización de técnicas ópticas endoscópicas convencionales.

Un noveno procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a f). El noveno procedimiento utiliza el mismo diagrama de bloques de la figura 21 que el octavo

procedimiento pero con un “efector de extremo” sustituyendo al “conjunto de transductor” en el bloque 200 y con el “efector de extremo” sustituyendo al “conjunto” en los bloques 202 y 204. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en un área gastrointestinal del paciente. La etapa c) incluye guiar el conjunto de transductor dentro del área gastrointestinal. La etapa d) incluye identificar el tejido del paciente en el área gastrointestinal para tratamiento médico. La etapa e) incluye estadificar el tratamiento médico a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor según la estadificación de la etapa e).

Un décimo procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a f). El décimo procedimiento utiliza el mismo diagrama de bloques de la figura 21 que el octavo procedimiento pero con el “efector de extremo” sustituyendo al “conjunto de transductor” en el bloque 200 y con el “efector de extremo” sustituyendo al “conjunto” en los bloques 202 y 204. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en un área gastrointestinal del paciente. La etapa c) incluye guiar el conjunto de transductor dentro del área gastrointestinal. La etapa d) incluye identificar el tejido del paciente en el área gastrointestinal para tratamiento médico al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa e) incluye estadificar el tratamiento médico a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor según la estadificación de la etapa e). En un procedimiento, los tumores GI grandes se estadifican a través de un acceso laparoscópico al área GI, mediante el que los tumores se identifican, estadifican y tratan utilizando un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos.

En un ejemplo del noveno y décimo procedimientos, el tejido del paciente es tejido gastroesofágico que contiene una lesión, y la etapa f) sustancialmente extirpa la lesión por ultrasonidos. En una modificación, el tejido gastroesofágico contiene un vaso sanguíneo que suministra sangre a la lesión y la etapa f) trata por ultrasonidos el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo.

En otro ejemplo del noveno y décimo procedimientos, el tejido del paciente es tejido hepático que contiene una lesión y un vaso sanguíneo que suministra sangre a la lesión, y la etapa f) trata por ultrasonidos el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo.

En un ejemplo adicional del noveno y décimo procedimientos, el tejido del paciente es tejido hepático que contiene una lesión, y la etapa f) sustancialmente extirpa la lesión por ultrasonidos. En una modificación, el tejido hepático contiene un vaso sanguíneo que suministra sangre a la lesión, y la etapa f) también trata por ultrasonidos el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo. En un procedimiento, un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos se introduce de manera endoscópica en el tracto GI, se hace avanzar de manera retrógrada a través de la ampolla de Vater hasta el conducto biliar común, y se hace avanzar más al interior del sistema de conducto hepático donde se identifica, estadifica y trata utilizando el efector de extremo el parénquima hepático que requiere tratamiento médico (tal como el colangiocarcinomas).

Tratamiento de lesiones pulmonares utilizando ultrasonidos

Un decimoprimer procedimiento se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 22 y es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente. El decimoprimer procedimiento incluye las etapas a) a f). La etapa a) se denomina “Obtener efector de extremo” en el bloque 212 de la figura 22. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. La etapa b) se denomina “Insertar efector de extremo” en el bloque 214 de la figura 22. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) se denomina “Guiar efector de extremo hacia el pulmón” en el bloque 216 de la figura 22. La etapa c) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hacia un pulmón del paciente. La etapa d) se denomina “Identificar lesión” en el bloque 218 de la figura 22. La etapa d) incluye identificar una lesión sobre o en el pulmón para tratamiento médico. La etapa e) se denomina “Colocar conjunto de transductor” en el bloque 220 de la figura 22. La etapa e) incluye colocar el conjunto de transductor sobre o en la lesión. La etapa f) se denomina “Tratar desde un punto de vista médico la lesión” en el bloque 222 de la figura 22. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor.

Un decimosegundo procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a f). El decimosegundo procedimiento utiliza el mismo diagrama de bloques de la figura 22 que el decimoprimer procedimiento. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hacia un pulmón del

paciente. La etapa d) incluye identificar una lesión sobre o en el pulmón para tratamiento médico al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa e) incluye colocar el conjunto de transductor sobre o en la lesión. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor.

5 En un ejemplo del decimoprimer y decimosegundo procedimientos, la etapa f) sustancialmente extirpa la lesión por ultrasonidos. En una aplicación, el efector de extremo es un efector de extremo endoscópico y la etapa b) inserta de manera transbronquial- endoscópica el efector de extremo en el paciente. En otra aplicación, el efector de extremo es un efector de extremo de aguja y la etapa b) inserta de manera intersticial el efector de extremo en el paciente. En una implementación, la etapa e) coloca el conjunto de transductor sobre la lesión. En otra implementación, la etapa e) coloca el conjunto de transductor en la lesión. En una práctica del decimoprimer y decimosegundo procedimientos, en la etapa c) se utiliza un broncoscopio para guiar el efector de extremo hacia un pulmón del paciente.

15 Convencionalmente se ha evitado el tratamiento médico con ultrasonidos del pulmón porque se impide que estos ultrasonidos alcancen una lesión dentro del pulmón por los alvéolos del pulmón que contienen aire que reflejan de vuelta la mayor parte de los ultrasonidos impidiendo que los ultrasonidos penetren de manera eficaz a través del pulmón en la lesión. La utilización de ultrasonidos de mayor potencia para una penetración eficaz en el pulmón para alcanzar la lesión lesionaría o destruiría los alvéolos que se necesitan para respirar. Los solicitantes propusieron la teoría de que la colocación del transductor de ultrasonidos sobre o en una lesión del pulmón permitiría el tratamiento médico con ultrasonidos de la lesión (tales como un tumor o un infarto) sin lesión de los alvéolos. Se observa que el procedimiento de los solicitantes es aplicable a lesiones superficiales así como a lesiones no superficiales. Las ventajas del decimoprimer y decimosegundo procedimientos de los solicitantes para tratamiento médico con ultrasonidos incluyen, en un ejemplo, la destrucción de lesiones por cáncer de pulmón en casos que de otro modo no podrían curarse u operarse.

Procedimiento oclusivo basado en ultrasonidos para tratamiento médico

25 Un decimotercer procedimiento se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 23 y es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente. El decimotercer procedimiento incluye las etapas a) a e). La etapa a) se denomina "Obtener efector de extremo" en el bloque 224 de la figura 23. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. La etapa b) se denomina "Insertar efector de extremo" en el bloque 226 de la figura 23. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) se denomina "Guiar efector de extremo" en el bloque 228 de la figura 23. La etapa c) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hacia una región de tejido del paciente que contiene una lesión. La etapa d) se denomina "Identificar vaso sanguíneo que suministra a la lesión" en el bloque 230 de la figura 23. La etapa d) incluye identificar un vaso sanguíneo en la región que suministra sangre a la lesión. La etapa e) se denomina "Detener suministro de sangre utilizando ultrasonidos" en el bloque 232 de la figura 23. La etapa e) incluye tratar desde un punto de vista médico el vaso sanguíneo con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para sellar sustancialmente el vaso sanguíneo para detener el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo. Una implementación del decimotercer procedimiento de la invención también incluye la etapa de tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para extirpar sustancialmente la lesión.

40 Un decimocuarto procedimiento es para el tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a g). El decimocuarto procedimiento es similar al decimotercer procedimiento. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hasta una región de tejido del paciente que contiene una lesión. La etapa d) incluye identificar la lesión al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa e) incluye identificar un vaso sanguíneo en la región que suministra sangre a la lesión a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa f) incluye tratar desde un punto de vista médico el vaso sanguíneo con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para sellar sustancialmente el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo. La etapa g) incluye tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para extirpar sustancialmente la lesión. Se indica que la formación de imágenes por ultrasonidos Doppler sola, la formación de imágenes por ultrasonidos en escala de grises sola, y una combinación de formación de imágenes por ultrasonidos Doppler y en escala de grises son técnicas de ultrasonidos conocidas para formar imágenes del flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos.

55 En una aplicación del decimotercer y decimocuarto procedimientos, el efector de extremo es un efector de extremo de cirugía abierta. En otra aplicación, el efector de extremo es un efector de extremo endoscópico. En una aplicación adicional, el efector de extremo es un efector de extremo laparoscópico. En una aplicación adicional, el

efector de extremo es un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitarse a, un efector de extremo de catéter intravascular). En una aplicación diferente, el efector de extremo es un efector de extremo de aguja.

5 Un decimotercer procedimiento más amplio elimina la inserción en y el guiado dentro de las etapas del decimotercer procedimiento anteriormente descrito e incluye las etapas a) a c). La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. La etapa b) incluye identificar un vaso sanguíneo en el paciente que suministra sangre a una lesión. La etapa c) incluye tratar desde un punto de vista médico el vaso sanguíneo con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para sellar sustancialmente el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo.

10 Un decimocuarto procedimiento ampliado elimina la inserción en y el guiado dentro de las etapas del decimocuarto procedimiento anteriormente descrito e incluye las etapas a) a e). La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye identificar una lesión en el paciente al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa c) incluye identificar un vaso sanguíneo que suministra sangre a la lesión a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa d) incluye tratar desde un punto de vista médico el vaso sanguíneo con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para sellar sustancialmente el vaso sanguíneo para detener sustancialmente el suministro de sangre a la lesión desde el vaso sanguíneo. La etapa e) incluye tratar desde un punto de vista médico la lesión con ultrasonidos desde el conjunto de transductor para extirpar sustancialmente la lesión.

15 En un ejemplo del decimotercer y decimocuarto procedimientos ampliados, el efector de extremo es un efector de extremo extracorporal. En otro ejemplo, el efector de extremo es un efector de extremo intracorporal. En un ejemplo adicional, el efector de extremo puede utilizarse tanto en un modo extracorporal como en un modo intracorporal.

20 Las ventajas del decimotercer procedimiento y el decimotercer procedimiento ampliado de los solicitantes para el tratamiento médico con ultrasonidos incluyen, en un ejemplo, la destrucción indirecta de lesiones por cáncer mediante hemostasia por ultrasonidos en vasos sanguíneos que suministran a las lesiones por cáncer en casos que de otro modo no podrían operarse o curarse porque la ubicación de las lesiones por cáncer impide el tratamiento médico de las propias lesiones. Las ventajas del decimocuarto procedimiento y el decimocuarto procedimiento ampliado de los solicitantes para el tratamiento con ultrasonidos incluyen, en un ejemplo, la destrucción directa de lesiones por cáncer mediante ablación por ultrasonidos de las lesiones por cáncer junto con la destrucción indirecta de cualquier lesión por cáncer no realizada en la etapa de ablación por ultrasonidos mediante hemostasia por ultrasonidos en los vasos sanguíneos que suministran sangre a las lesiones por cáncer que faltan.

Guiar y seleccionar como objetivo efectores de extremo de ultrasonidos

Guiar efector de extremo de ultrasonidos para tratamiento médico

35 Una sexta realización de un sistema se muestra en la figura 24. En una primera expresión de la sexta realización del sistema un sistema 234 de tratamiento médico con ultrasonidos (sólo se muestra una parte del mismo en la figura 24) incluye un efector 236 de extremo y al menos tres receptores 238. El efector 236 de extremo tiene un conjunto 240 de transductor que incluye un transductor 242 que tiene al menos un elemento 244 de transductor adaptado para emitir ondas de ultrasonidos de tratamiento médico y para emitir ondas mecánicas. Se indica que la terminología "ondas mecánicas" incluye ondas (acústicas) de compresión de ultrasonidos y no de ultrasonidos y ondas de corte de ultrasonidos y no de ultrasonidos, y que las ondas incluyen pulsos de ondas. Los receptores 238 están separados del conjunto 240 de transductor, y los receptores 238 están adaptados para recibir las ondas mecánicas emitidas para su uso en la localización de la posición del conjunto 240 de transductor. Los procedimientos convencionales (incluyendo los procedimientos de triangulación) para localizar la posición de un transpondedor que emite ondas que se reciben por tres receptores son muy conocidos. Una segunda expresión de la sexta realización es idéntica a la primera expresión de la sexta realización excepto en que el al menos un elemento 244 de transductor también está adaptado para emitir ondas de ultrasonidos de formación de imágenes. En una variación de la primera y segunda expresiones de la sexta realización, el efector de extremo y los receptores pueden disponerse fuera (se incluye en una modificación sobre) el paciente. En otra variación, el efector de extremo puede insertarse en el paciente y los receptores pueden disponerse fuera (se incluye en una modificación sobre) el paciente.

40 Una séptima realización de un sistema se muestra en la figura 25. En una primera expresión de la séptima realización del sistema, un sistema 246 de tratamiento médico con ultrasonidos (sólo se muestra una parte del mismo en la figura 25) incluye un efector 248 de extremo y al menos tres receptores 250. El efector 248 de extremo tiene un conjunto 252 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos y tiene un transpondedor 254. El transpondedor 254 está adaptado para emitir ondas, y las ondas incluyen ondas electromagnéticas u ondas

mecánicas o ambas. Los receptores 250 están separados del conjunto 252 de transductor, y los receptores 250 están adaptados para recibir las ondas emitidas para su uso en la localización de la posición del transpondedor 254. En una segunda expresión de la séptima realización, el conjunto 252 de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos es un conjunto 256 de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos.

5 En una aplicación de la primera y segunda expresiones de la séptima realización, el efector 248 de extremo puede insertarse en un paciente, el transpondedor 254 está adaptado para emitir ondas electromagnéticas, y los receptores 250 pueden disponerse fuera del paciente. En una variación, los receptores 250 pueden disponerse sobre el paciente. En otra aplicación, el efector de extremo puede disponerse fuera (se incluye en una modificación sobre) el paciente y los receptores pueden disponerse fuera (se incluye en una modificación sobre) el paciente.

10 En un ejemplo de la primera y segunda expresiones de la séptima realización, el efector 248 de extremo es un efector de extremo endoscópico, un efector de extremo laparoscópico, un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitarse a, un efector de extremo de catéter intravascular), o un efector de extremo de aguja. En un diseño de la primera y segunda expresiones de la séptima realización, el efector 248 de extremo tiene una punta 260 distal, y el transpondedor 254 está dispuesto en la punta 260 distal del efector 248 de extremo. En una variación, el conjunto 252 y 256 de transductor está dispuesto cerca del transpondedor 254.

15 Un decimoquinto procedimiento utiliza el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la primera expresión de la séptima realización e incluye las etapas a) a h). La etapa a) incluye insertar el efector 248 de extremo en el paciente. La etapa b) incluye disponer los receptores 250 fuera del paciente. La etapa c) incluye emitir ondas electromagnéticas desde el transpondedor 254. La etapa d) incluye recibir las ondas electromagnéticas con los receptores 250 dispuestos. La etapa e) incluye calcular la posición del transpondedor 254 a partir de las ondas electromagnéticas recibidas. La etapa f) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hacia una ubicación deseada a partir de la posición calculada del transpondedor 254. La etapa g) incluye, después de la etapa f), identificar el tejido del paciente para tratamiento médico. La etapa h) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente identificado con ultrasonidos utilizando el conjunto 252 de transductor.

20 El decimosexto procedimiento utiliza el sistema de tratamiento médico con ultrasonidos de la segunda expresión de la séptima realización e incluye las etapas a) a h). La etapa a) incluye insertar el efector 248 de extremo en el paciente. La etapa b) incluye disponer los receptores 250 fuera del paciente. La etapa c) incluye emitir ondas electromagnéticas desde el transpondedor 254. La etapa d) incluye recibir las ondas electromagnéticas con los receptores 250 dispuestos. La etapa e) incluye calcular la posición del transpondedor 254 a partir de las ondas electromagnéticas recibidas. La etapa f) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente hacia una ubicación deseada a partir de la posición calculada del transpondedor 254. La etapa g) incluye, después de la etapa f), identificar el tejido del paciente para tratamiento médico al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto 256 de transductor. La etapa h) incluye tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente identificado con ultrasonidos utilizando el conjunto 256 de transductor.

25 Un transpondedor electromagnético y un sistema de tres receptores conocidos para calcular la posición del transpondedor y para guiar el transpondedor (que está unido a un catéter cardíaco para monitorizar el corazón) dentro de un paciente es el sistema de navegación CARTO™ EP utilizado con un catéter NAVI-STAR® fabricado por Biosense Webster (una empresa de Johnson & Johnson).

30 Las ventajas de un efector de extremo con capacidad de localización de la posición y tratamiento médico con ultrasonidos incluyen, en un ejemplo, guiar de manera más precisa el efector de extremo dentro de un paciente hacia el tejido del paciente para el tratamiento médico con ultrasonidos del tejido del paciente.

Procedimiento para dirigir los ultrasonidos para tratamiento médico

35 Un decimoséptimo procedimiento se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 26 y es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente. El decimoséptimo procedimiento incluye las etapas a) a f). La etapa a) se denomina "Obtener efector de extremo" en el bloque 262 de la figura 26. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos. La etapa b) se denomina "Dirigir conjunto de transductor" en el bloque 264 de la figura 26. La etapa b) incluye dirigir el conjunto de transductor para enfocar la energía de ultrasonidos en una zona focal deseada de tejido del paciente. Se observa que, en un ejemplo, dirigir un conjunto de transductor significa enfocar energía de ultrasonidos a una distancia particular desde el conjunto de transductor y a lo largo de una dirección particular. La etapa c) se denomina "Activar conjunto de transductor" en el bloque 266 de la figura 26. La etapa c) incluye activar el conjunto de transductor dirigido para emitir energía de ultrasonidos suficiente para alcanzar un incremento de temperatura en el tejido del paciente esencialmente sin afectar desde un punto de vista médico el tejido del paciente. La etapa d) se denomina "Detectar zona focal real" en el bloque 268, de la figura 26. La etapa d) incluye después de la etapa c) detectar, a partir de la energía de ultrasonidos reflejada, una zona focal real de tejido del paciente que tiene un incremento de temperatura. La etapa e) se denomina "Corregir cualquier error de direccionamiento" en el bloque 269 de la figura

26. La etapa e) incluye corregir cualquier error entre la zona focal deseada y la zona focal real. La etapa f) se denomina "Tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente" en el bloque 270 de la figura 26. La etapa f) incluye después de la etapa e), tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. En una aplicación, la etapa d) utiliza uno o más conjuntos de transductor con ultrasonidos adicionales, separados del conjunto de transductor de ultrasonidos utilizado en las etapas a) a c) y e) a f), para detectar, a partir de la energía de ultrasonidos reflejada, la zona focal real. En otra aplicación, el mismo conjunto de transductor de ultrasonidos se utiliza para las etapas a) a f). En un ejemplo del decimoséptimo procedimiento, el efector de extremo es un efector de extremo extracorporal. En otro ejemplo, el efector de extremo es un efector de extremo intracorporal. En un ejemplo adicional, el efector de extremo puede utilizarse tanto en un modo extracorporal como en un modo intracorporal.

Un decimoctavo procedimiento es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a f). El decimoctavo procedimiento utiliza el mismo diagrama de bloques de la figura 26 que el decimoséptimo procedimiento. La etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye dirigir el conjunto de transductor para enfocar energía de ultrasonidos en una zona focal deseada de tejido del paciente. La etapa c) incluye activar el conjunto de transductor dirigido para emitir energía de ultrasonidos suficiente para alcanzar un incremento de temperatura en el tejido del paciente esencialmente sin afectar desde un punto de vista médico el tejido del paciente. La etapa d) incluye después de la etapa c) detectar, a partir de la energía de ultrasonidos reflejada utilizando el conjunto de transductor, una zona focal real de tejido del paciente que tiene un incremento de temperatura. La etapa e) incluye corregir cualquier error entre la zona focal deseada y la zona focal real. La etapa f) incluye después de la etapa e), tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. En un ejemplo, el efector de extremo es un efector de extremo extracorporal. En otro ejemplo, el efector de extremo es un efector de extremo intracorporal. En un ejemplo adicional, el efector de extremo puede utilizarse tanto en un modo extracorporal como en un modo intracorporal.

Un decimonoveno procedimiento es para tratamiento médico con ultrasonidos de un paciente e incluye las etapas a) a i). El decimonoveno procedimiento utiliza el mismo diagrama de bloques de la figura 26 que el decimoséptimo procedimiento pero con tres etapas adicionales añadidas entre la etapa a) del bloque 262 y la etapa b) del bloque 264 del decimoséptimo procedimiento. En el decimonoveno procedimiento, la etapa a) incluye obtener un efector de extremo que tiene un conjunto de transductor de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos. La etapa b) incluye insertar el efector de extremo en el paciente. La etapa c) incluye guiar el efector de extremo dentro del paciente. La etapa d) incluye identificar una zona focal deseada de tejido del paciente al menos en parte a partir de la formación de imágenes por ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor. La etapa e) incluye dirigir el conjunto de transductor para enfocar energía de ultrasonidos en la zona focal deseada de tejido del paciente. La etapa f) incluye activar el conjunto de transductor dirigido para emitir energía de ultrasonidos suficiente para alcanzar un incremento de temperatura en el tejido del paciente esencialmente sin afectar desde un punto de vista médico el tejido del paciente. La etapa g) incluye después de la etapa f) detectar, a partir de la energía de ultrasonidos reflejada utilizando el conjunto de transductor, una zona focal real de tejido del paciente que tiene un incremento de temperatura. La etapa h) incluye corregir cualquier error entre la zona focal deseada y la zona focal real. La etapa i) incluye después de la etapa h), tratar desde un punto de vista médico el tejido del paciente con ultrasonidos utilizando el conjunto de transductor.

En un ejemplo del decimoséptimo al decimonoveno procedimientos, el efector de extremo es un efector de extremo endoscópico. En otro ejemplo, el efector de extremo es un efector de extremo laparoscópico. En un ejemplo adicional, el efector de extremo es un efector de extremo de catéter (tal como, pero sin limitarse a, un efector de extremo de catéter intravascular). En un ejemplo adicional, el efector de extremo es un efector de extremo de aguja.

Se observa que el incremento de temperatura alcanzado disminuirá con el tiempo de modo que el incremento de temperatura detectado no sea exactamente igual al incremento de temperatura alcanzado. En una implementación del decimoséptimo al decimonoveno procedimientos, el incremento de temperatura detectado en la etapa de detección es sustancialmente igual al incremento de temperatura alcanzado en la etapa de activación. En una aplicación del decimoséptimo al decimonoveno procedimientos, el incremento de temperatura detectado no es mayor que aproximadamente cinco grados centígrados. En una variación, el incremento de temperatura detectado no es mayor que aproximadamente dos grados centígrados.

Se indica que el experto conoce que los procedimientos convencionales convierten los datos de imágenes de ultrasonidos en imágenes de temperatura. En una variación del decimoséptimo al decimonoveno procedimientos, la etapa de corrección se realiza automáticamente mediante un control de realimentación en el mismo mecanismo utilizado para dirigir el conjunto de transductor en la etapa de direccionamiento, tal como puede apreciar el experto. Tal como se indicó anteriormente, los mecanismos para dirigir un conjunto de transductor de tratamiento médico con ultrasonidos incluyen técnicas electrónicas y/o mecánicas convencionales como conocen los expertos en la técnica.

Las ventajas de corregir cualquier error entre la zona focal deseada y la real antes del tratamiento médico incluyen un tratamiento médico con ultrasonidos más preciso de tejido del paciente. En un ejemplo, una mejor selección como diana maximiza la ablación de una lesión (y cualquier margen apropiado) mientras se minimiza el tratamiento médico de tejido del paciente fuera de la lesión (y fuera del margen apropiado).

5 Formación de imágenes por ultrasonidos del tejido del paciente

Realimentación de ultrasonidos en pacientes tratados desde un punto de vista médico

10 Un vigésimo procedimiento se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 27 y es para la formación de imágenes por ultrasonidos del tejido del paciente de un paciente. El vigésimo procedimiento incluye las etapas a) a c). La etapa a) se denomina "Obtener una primera señal de una ubicación en un primer momento" en el bloque 272 de la figura 27. La etapa a) incluye obtener una primera señal de una primera onda de ultrasonidos de formación imágenes que se ha reflejado de vuelta desde una ubicación en el tejido del paciente en un primer momento. La etapa b) se denomina "Obtener una segunda señal de la ubicación en un segundo momento posterior" en el bloque 274 de la figura 27. La etapa b) incluye obtener una segunda señal de una segunda onda de ultrasonidos de formación de imágenes que se ha reflejado de vuelta desde la ubicación en el tejido del paciente en un segundo momento posterior en el que el paciente ha recibido al menos algún tratamiento médico por segunda vez. La etapa c) se denomina "Crear una imagen de la ubicación utilizando las dos señales" en el bloque 276 de la figura 27. La etapa c) incluye crear una imagen de la ubicación utilizando la primera señal y las segundas señales. Se entiende que la terminología "crear una imagen" incluye, sin limitación, la creación de una imagen mostrada en forma visual, por ejemplo, en un monitor y la creación de una imagen en forma electrónica que, por ejemplo, se utiliza por un ordenador sin mostrarse en forma visual en un monitor. En una implementación del vigésimo procedimiento de la invención, la imagen de la ubicación se muestra visualmente en una ubicación de píxeles en un monitor.

25 En un ejemplo del vigésimo procedimiento, la etapa c) incluye crear una imagen de la ubicación utilizando al menos la amplitud de la primera señal y la amplitud de la segunda señal. En una variación, la etapa c) calcula la diferencia en las amplitudes entre la primera y la segunda señales. En una modificación, la etapa c) utiliza la diferencia de amplitud calculada y utiliza una de las amplitudes de una de la primera y la segunda señales. En una implementación, la etapa c) calcula la suma de una amplitud y una función de la diferencial de la amplitud calculada. En una ilustración para una primera amplitud de señal de 6 y una segunda amplitud de señal 7, la etapa c) calcula la diferencia de amplitud, añade la diferencia a la segunda amplitud de señal creando una amplitud procesada de 8, y crea una imagen de la ubicación utilizando la amplitud procesada. Otros algoritmos para la utilización de la amplitud de la primera y la segunda señales para potenciar cualquier diferencia de amplitud al crear la imagen de la ubicación después del tratamiento médico se dejan para el experto.

35 En otro ejemplo del vigésimo procedimiento, la etapa c) incluye crear una imagen de la ubicación utilizando al menos la fase de la primera señal y la fase de la segunda señal. En una variación, la etapa c) calcula la diferencia en la fase entre la primera y la segunda señales. En una modificación, la etapa c) utiliza la diferencia de la fase calculada y utiliza una de las fases de una de la primera y la segunda señales. En una implementación, la etapa c) calcula la suma de una fase y una función de la diferencia de fase calculada. En una ilustración de una primera fase de señal de 6 grados y una segunda fase de señal de 7 grados, la etapa c) calcula la diferencia de la fase, añade la diferencia a la segunda fase de señal creando una fase procesada de 8 grados, y crea la imagen de la ubicación utilizando la fase procesada. Otros algoritmos para utilizar la fase de la primera y la segunda señales para potenciar cualquier diferencia de fase al crear la imagen después de un tratamiento médico se dejan para el experto.

45 En un ejemplo adicional del vigésimo procedimiento, la etapa c) incluye crear una imagen de la ubicación utilizando al menos la amplitud y la fase de la primera señal y la amplitud y la fase la segunda señal. En una variación, la etapa c) combina lo tratado en los dos párrafos anteriores, tal como está dentro del nivel habitual de experiencia en la técnica.

50 En una aplicación del vigésimo procedimiento y los ejemplos, etc. del mismo, la primera señal de la etapa a) tiene una primera frecuencia (por ejemplo, una primera frecuencia central que tiene un sigma) y una segunda señal de la etapa b) tiene una segunda frecuencia (por ejemplo, una segunda frecuencia central que tiene un sigma) que es diferente de la primera frecuencia (lo que significa, por ejemplo, que las frecuencias centrales son diferentes). En la misma o en una aplicación diferente, el tratamiento médico es un tratamiento médico con ultrasonidos. En la misma o en una aplicación diferente, las etapas a) a c) se repiten para diferentes ubicaciones para formar imágenes del tejido del paciente, en el que la imagen del tejido del paciente incluye ubicaciones tratadas desde un punto de vista médico y ubicaciones no tratadas desde un punto de vista médico. En una implementación del vigésimo procedimiento de la invención, la imagen del tejido del paciente se muestra visualmente en un monitor. En otra implementación, la imagen permanece como un mapa de imagen en un ordenador sin mostrarse en un monitor. En una extensión del vigésimo procedimiento, se muestran señales adicionales entre las etapas a) y b) que también se utilizan al crear la imagen de la ubicación en la etapa c).

5 Los solicitantes fueron los primeros en darse cuenta de que los cambios en el tejido del paciente debidos al tratamiento médico del tejido del paciente, tal como el tratamiento médico con ultrasonidos, que afectan a la amplitud y/o fase de las señales de formación de imágenes por ultrasonidos pueden utilizarse para potenciar las diferencias de la imagen de ultrasonidos del tejido del paciente tratado desde un punto de vista médico con respecto al tejido no tratado circundante. Los solicitantes han teorizado que la utilización de diferentes frecuencias para las dos señales puede mejorar la amplitud y/o las diferencias de fase para tejido tratado y no tratado desde un punto de vista médico y pueden utilizarse para potenciar las diferencias de la imagen de ultrasonidos del tejido del paciente tratado desde un punto de vista médico con respecto al tejido no tratado circundante. Las ventajas del vigésimo procedimiento y los ejemplos, etc. del mismo incluyen, en una aplicación, un mejor contraste de formación de imágenes por ultrasonidos entre tejido del paciente tratado y no tratado proporcionando una mejor monitorización durante el tratamiento del paciente.

10 Otros tratamientos médicos aplicables al vigésimo procedimiento incluyen, sin limitación, otras técnicas de ablación térmica tales como tratamientos médicos con radiofrecuencia, láser y microondas y técnicas de ablación química tales como el etanol y fármacos quimioterápicos (incluyendo los fármacos anticancerígenos). Otras etapas opcionales en el vigésimo procedimiento incluyen la utilización de técnicas de suavizado de señal, tal como conocen los expertos en la técnica.

15 Se entiende que una cualquiera o más de las realizaciones, expresiones de realizaciones, ejemplos, procedimientos, etc. descritos anteriormente pueden combinarse apropiadamente con una cualquiera o más de las otras realizaciones, expresiones de realizaciones, ejemplos, procedimientos, etc. descritos anteriormente. Por ejemplo, sin limitación, cualquiera de los efectores de extremo puede utilizarse en cualquiera de los procedimientos, cualquiera de las disposiciones de transductor puede utilizarse en cualquiera de los efectores de extremo, y cualquier procedimiento apropiado puede combinarse tal como combinar los procedimientos decimoséptimo y vigésimo, etc.

20 La descripción anterior de varias expresiones de realizaciones y procedimientos de la invención y del sistema en general se ha presentado con fines de ilustración. No se pretende que sea exhaustiva ni que limite la invención a las formas precisas y los procedimientos dados a conocer, y obviamente muchas modificaciones y variaciones son posibles a la luz de la enseñanza anterior. Por ejemplo, tal como resultaría evidente para los expertos en la técnica, las descripciones en el presente documento de los sistemas y procedimientos con ultrasonidos tienen una aplicación igual en la cirugía asistida por robots teniendo en cuenta que las modificaciones obvias de la invención sean compatibles con tal sistema robótico. Se pretende que el alcance de la invención esté definido por las reivindicaciones adjuntas a este documento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema (10, 50) de tratamiento médico con ultrasonidos que comprende un efector (12, 30, 36, 37, 52) de extremo que puede insertarse en un paciente, en el que el efector de extremo incluye un dispositivo (16, 54) de retención de tejido, en el que el dispositivo (16, 54) de retención de tejido incluye un primer elemento (18) de retención de tejido que tiene un transductor (26, 58) de tratamiento médico con ultrasonidos y un segundo elemento (22, 60) de retención de tejido, en el que el primero y el segundo elementos (18, 22, 56, 60) de retención de tejido están conectados operativamente entre sí para retener el tejido del paciente entre el primer y el segundo elementos (18, 22, 56, 60) de retención de tejido y para liberar el tejido del paciente así retenido, **caracterizado porque** el transductor de tratamiento médico con ultrasonidos enfoca la energía de ultrasonidos y **porque** el segundo elemento de retención de tejido tiene un reflector (28, 62) de ultrasonidos.
- 10 2. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que dicho primer elemento (18, 56) de retención de tejido tiene un transductor (26, 58) de tratamiento médico y de formación de imágenes por ultrasonidos.
- 15 3. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que el tejido del paciente retenido se retiene entre el transductor (26, 58) y el reflector (28, 62).
- 20 4. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que el efector de extremo es un efector de extremo de cirugía abierta, un efector de extremo endoscópico, un efector de extremo laparoscópico, un efector de extremo de catéter o un efector de extremo de aguja.
- 25 5. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que el reflector (28, 62) está dispuesto para recibir energía de ultrasonidos desde el transductor (26, 58) y está orientado para reflejar la energía de ultrasonidos recibida de vuelta al tejido del paciente, retenido por el dispositivo (16, 54) de retención de tejido.
- 30 6. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1 ó 5, en el que el reflector (28, 62) está orientado para reflejar la energía de ultrasonidos recibida lejos del transductor (26, 58) cuando el tejido del paciente está retenido por el dispositivo (16, 54) de retención de tejido.
- 35 7. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 4, en el que uno del primer y el segundo elementos (18, 22) de retención de tejido puede orientarse de manera controlable uno en relación con el otro del primer y el segundo elementos (18, 22) de retención de tejido.
- 40 8. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que el segundo elemento (22, 60) de retención de tejido puede orientarse de manera controlable en relación con el primer elemento (18, 56) de retención de tejido para reflejar la energía de ultrasonidos recibida de vuelta a lo largo de diferentes direcciones.
- 45 9. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 3 ó 5, en el que el transductor (26, 58) y el reflector (28, 62) enfocan cada uno energía de ultrasonidos.
- 50 10. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que el efector de extremo tiene un eje longitudinal, y en el que uno del primer y el segundo elementos (18, 22, 56, 60) de retención de tejido está orientado en todo momento orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente paralela al eje longitudinal.
11. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 10, en el que uno de los elementos de retención de tejido es el primer elemento (18, 56) de retención de tejido.
12. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer y el segundo elementos (18, 22, 56, 60) de retención de tejido siempre mantienen un alineamiento sustancialmente paralelo.
13. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 12, en el que el primer elemento (18, 56) de retención de tejido es una parte de extremo distal de un primer tubo (66), y que también incluye:
- a) un segundo tubo (68) orientado sustancialmente paralelo al primer tubo (66);
 - b) primer y segundo elementos (70, 72) de conexión unidos de manera pivotante al primer elemento (18, 56) de retención de tejido y al segundo tubo (68) en puntos de pivote creando un paralelogramo articulado definido por una parte proximal del primer elemento (18, 56) de retención

de tejido, una parte distal del segundo tubo (68), y el primer y el segundo elementos (70, 72) de conexión, en el que el reflector (28, 62) está dispuesto en una parte distal del segundo elemento (22, 60) de retención de tejido y está orientado hacia el transductor (26, 58); y

5

c) un cable (74) conectado operativamente al paralelogramo articulado para mover el segundo elemento (22, 60) de retención de tejido hacia y lejos del primer elemento (18, 56) de retención de tejido.

14. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 13, que también incluye un tubo (90) externo, y en el que el cable (74) y el primer y el segundo tubos (66, 68) están dispuestos en el tubo (90) externo.

10

15. El sistema (10) de tratamiento médico con ultrasonidos según la reivindicación 14, que también incluye una pieza (92) de mano, y en el que el cable (74) y los tubos (66, 68, 90) primero, segundo y externo están conectados operativamente a la pieza (92) de mano.

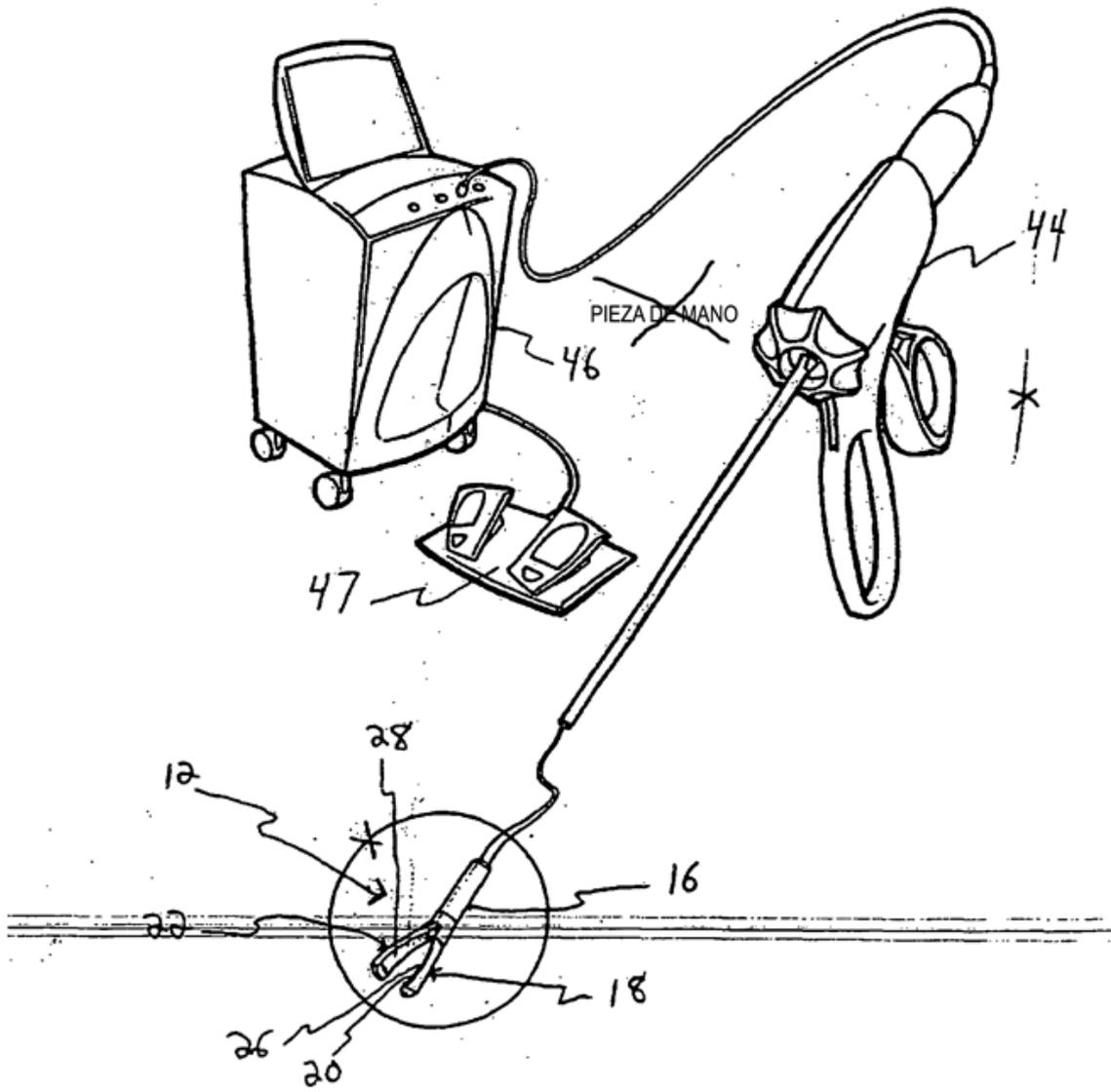
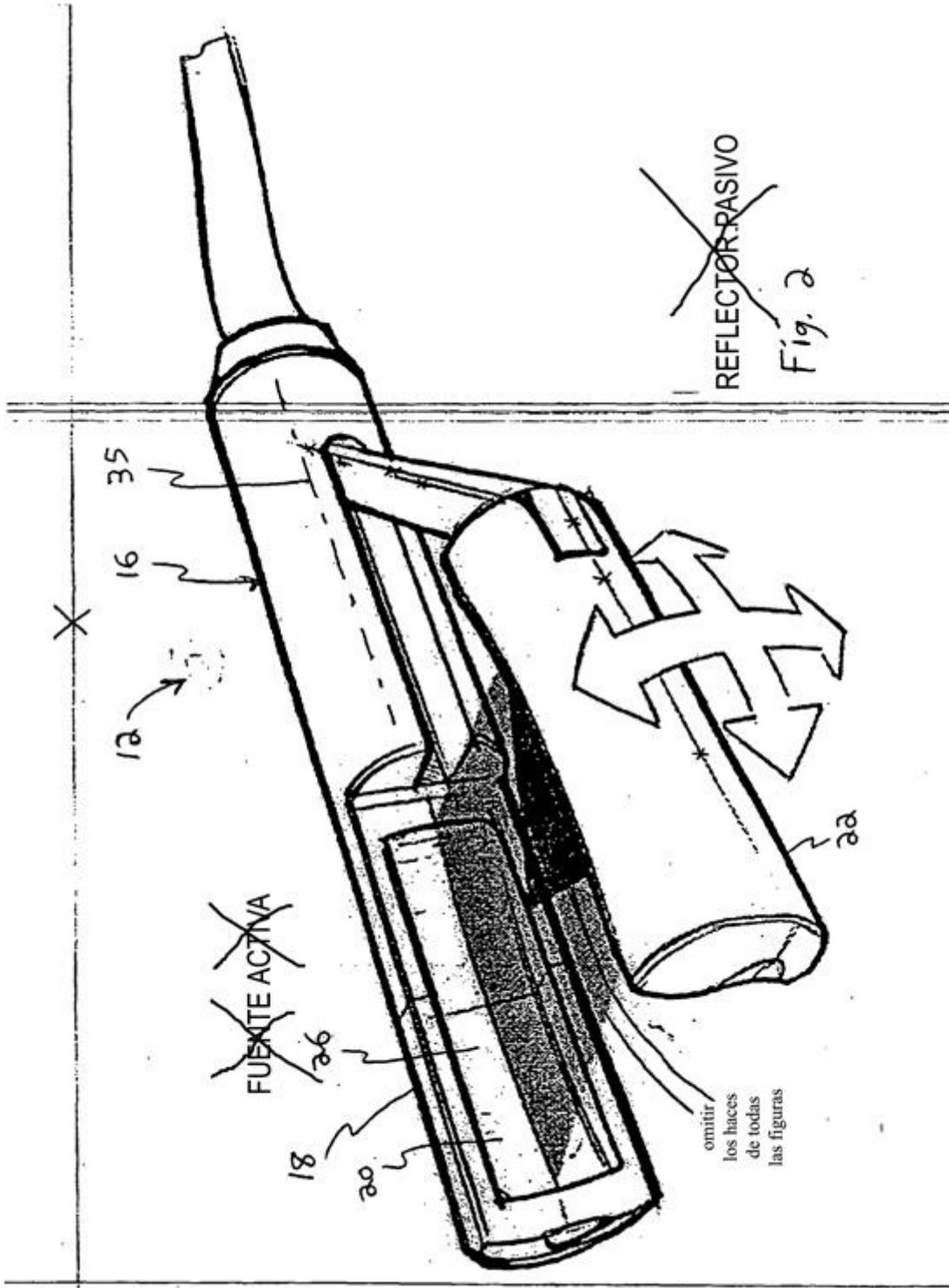


Fig. 1



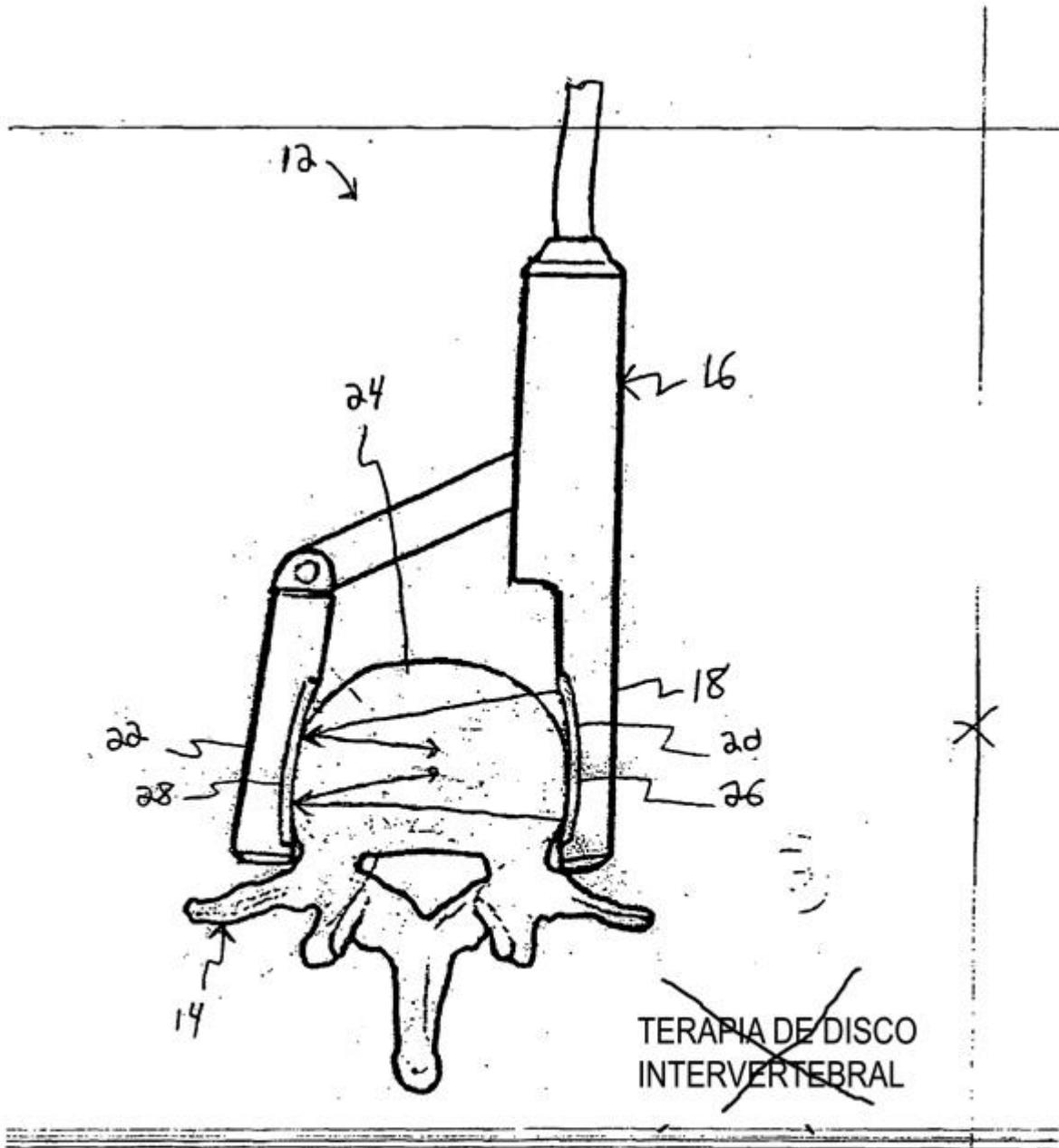
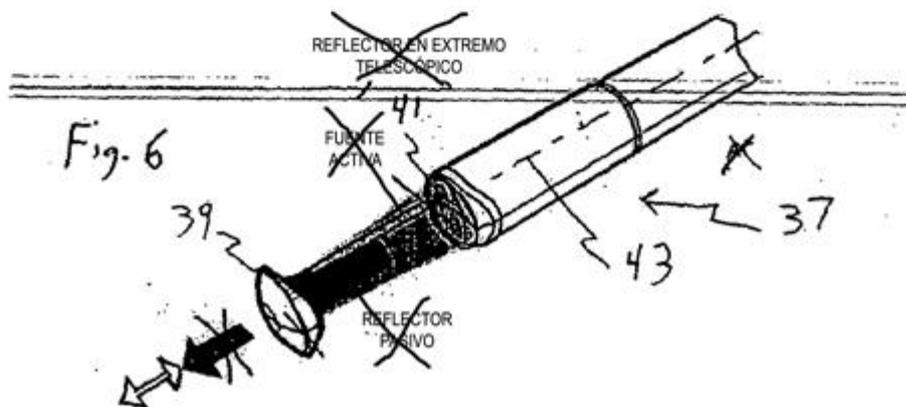
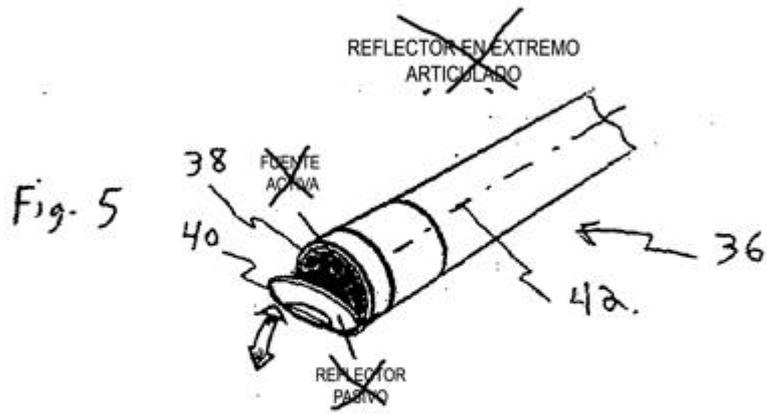
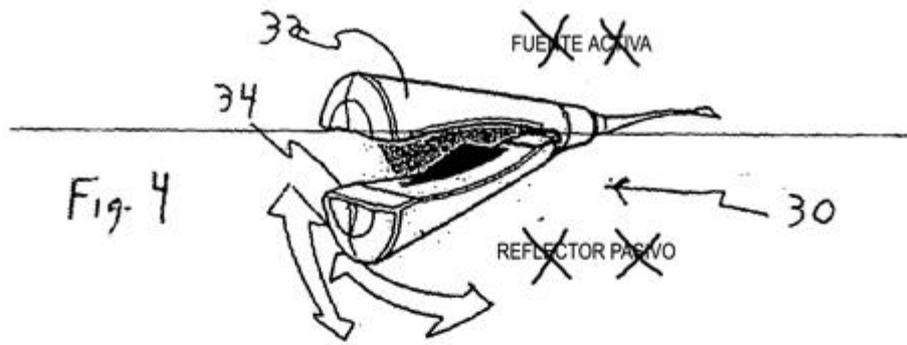
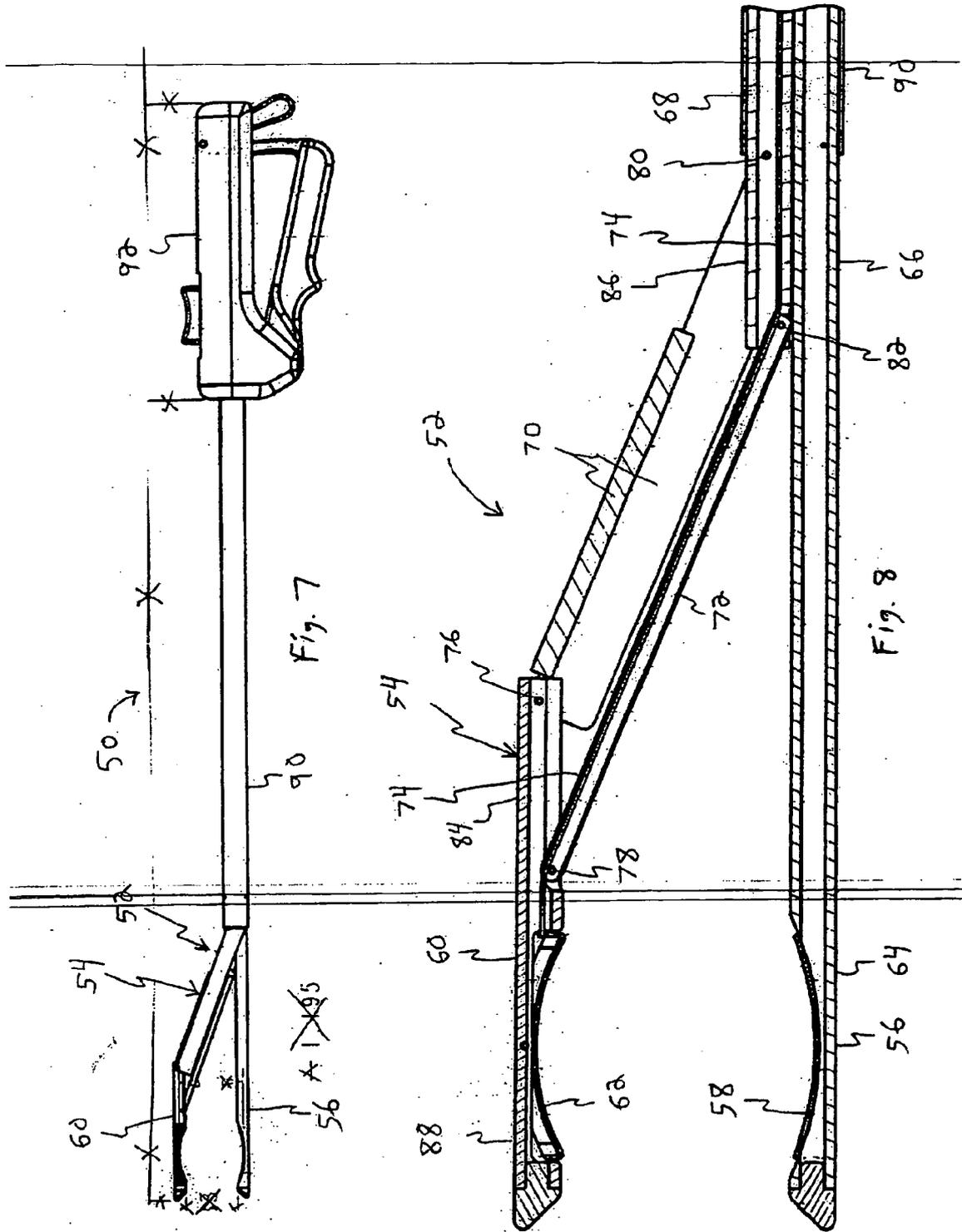
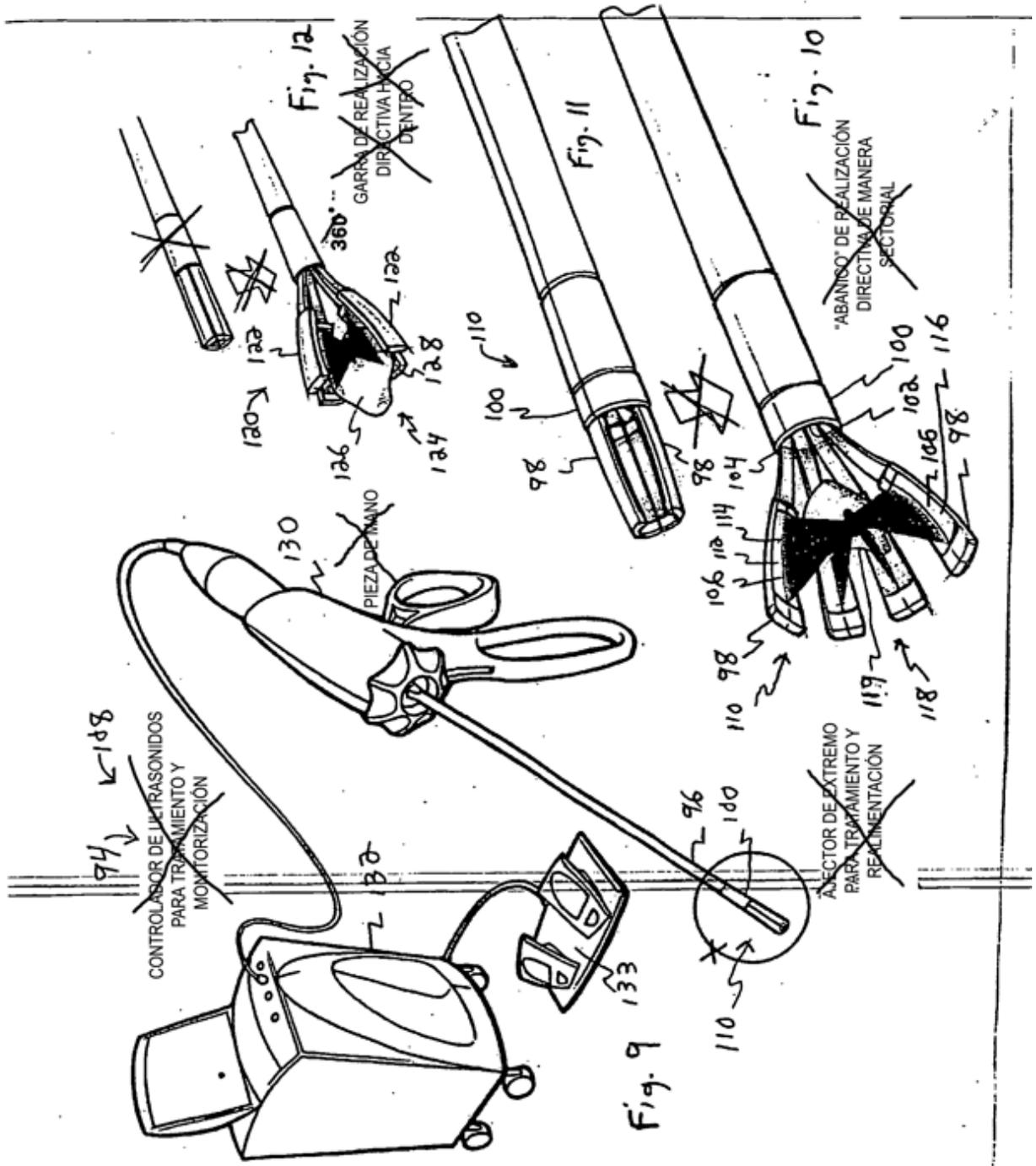
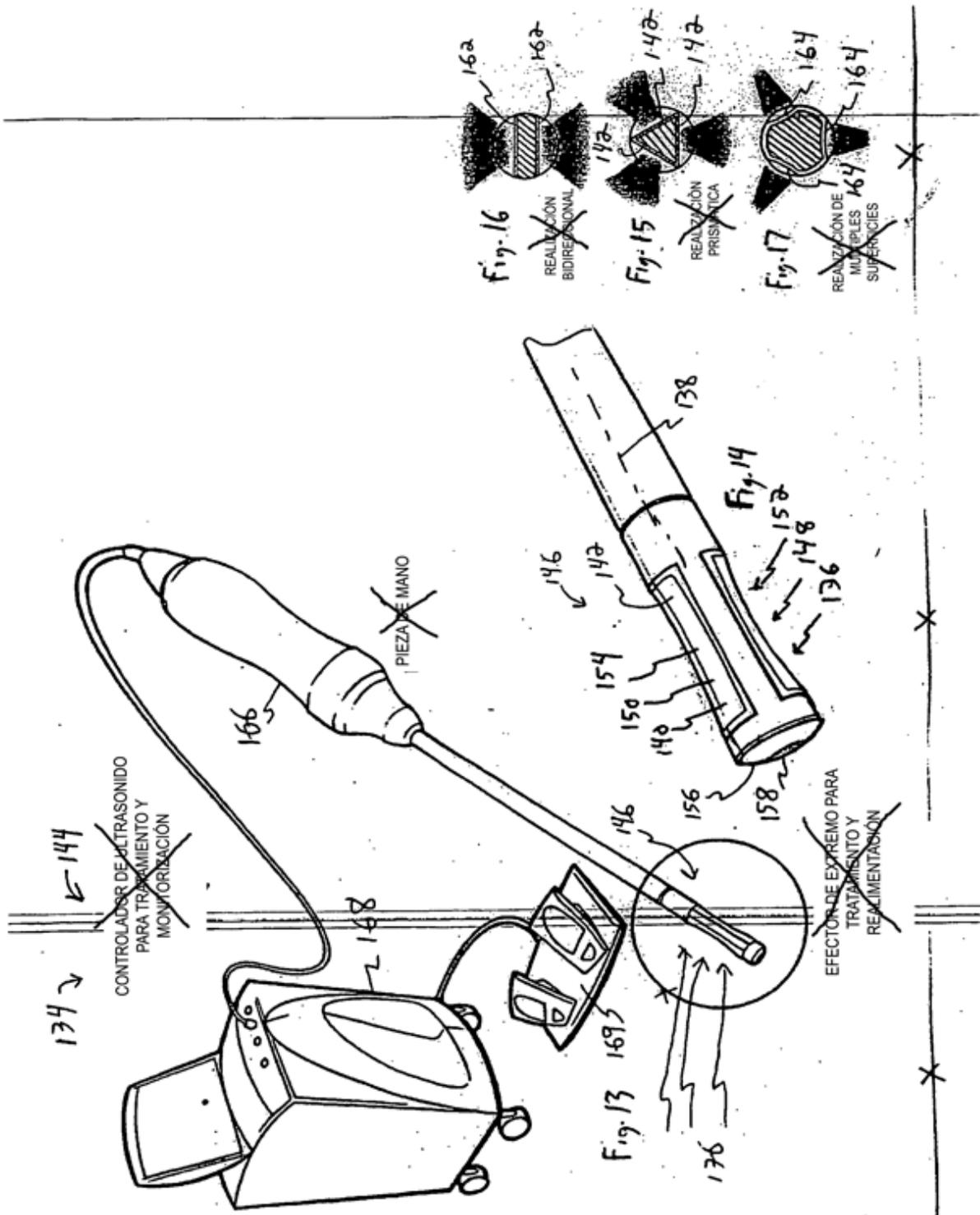


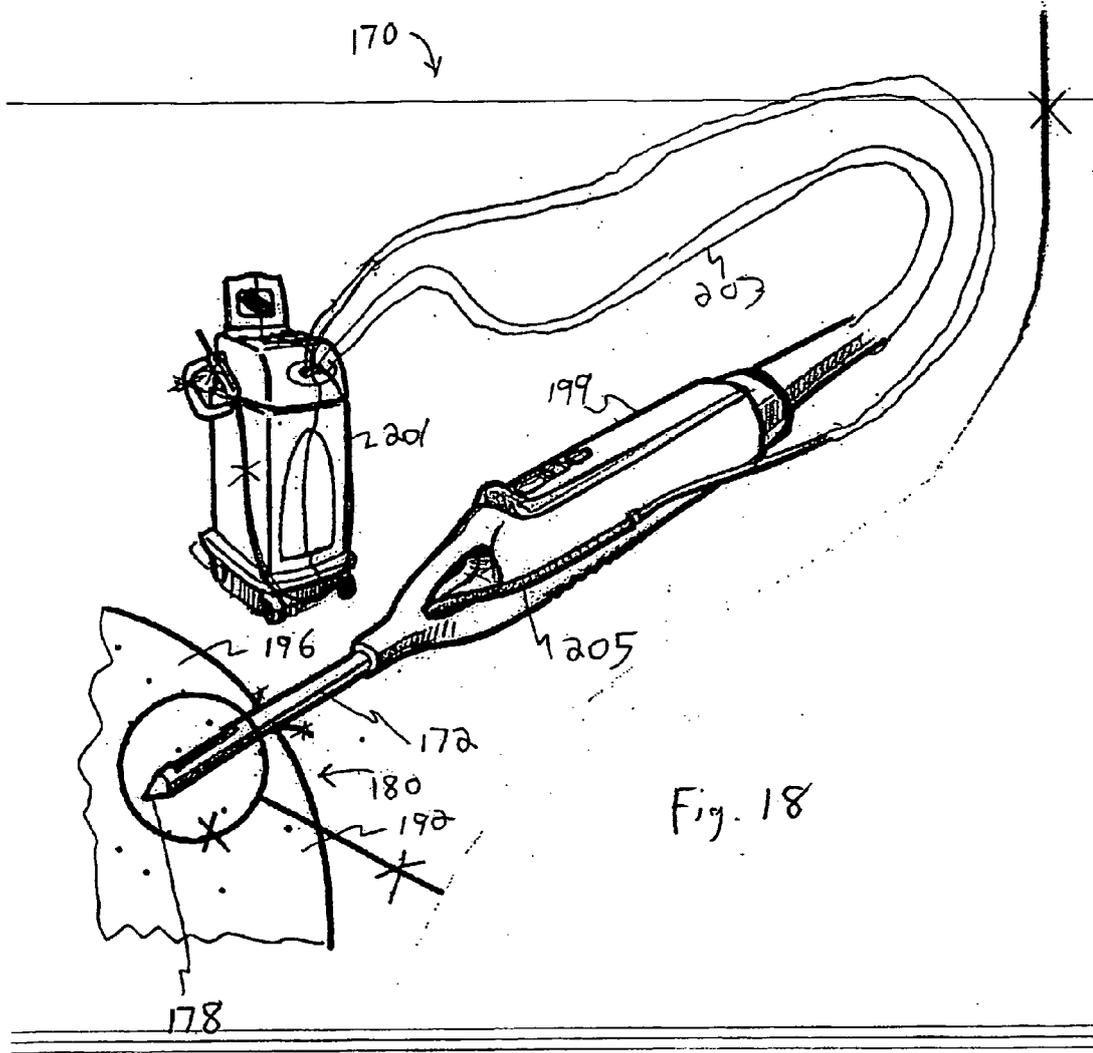
Fig. 3

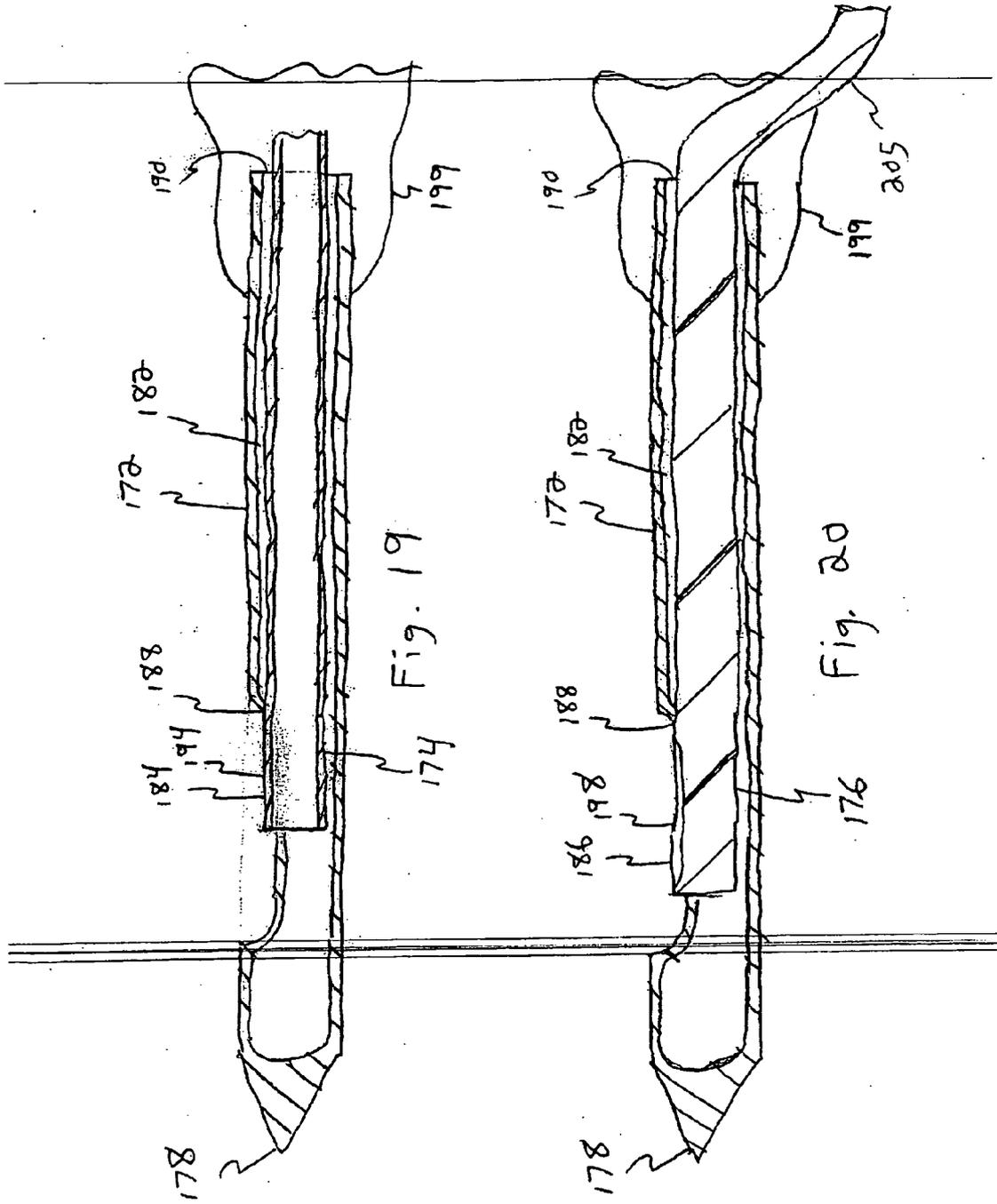












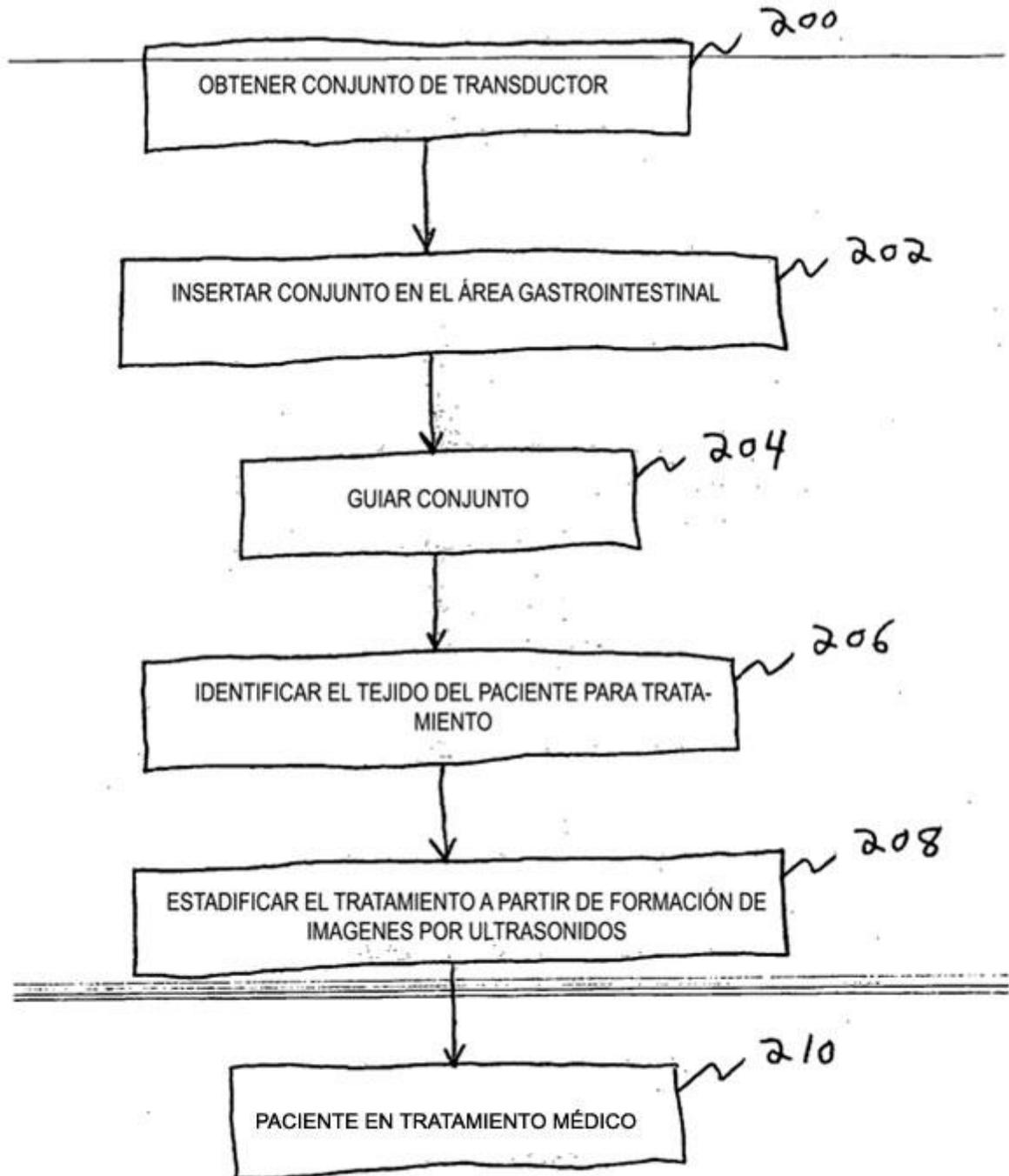


FIG. 21

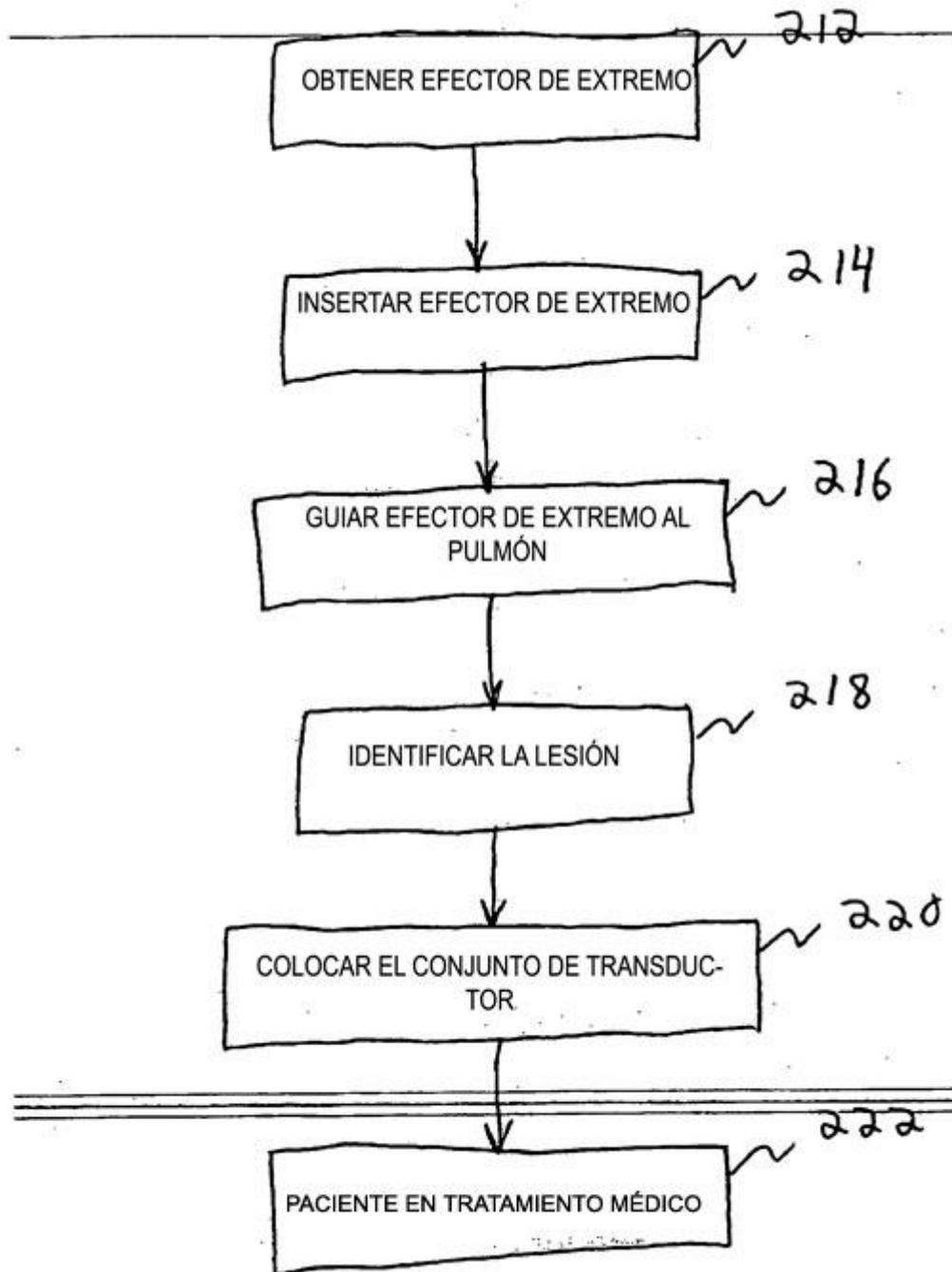


FIG. 22

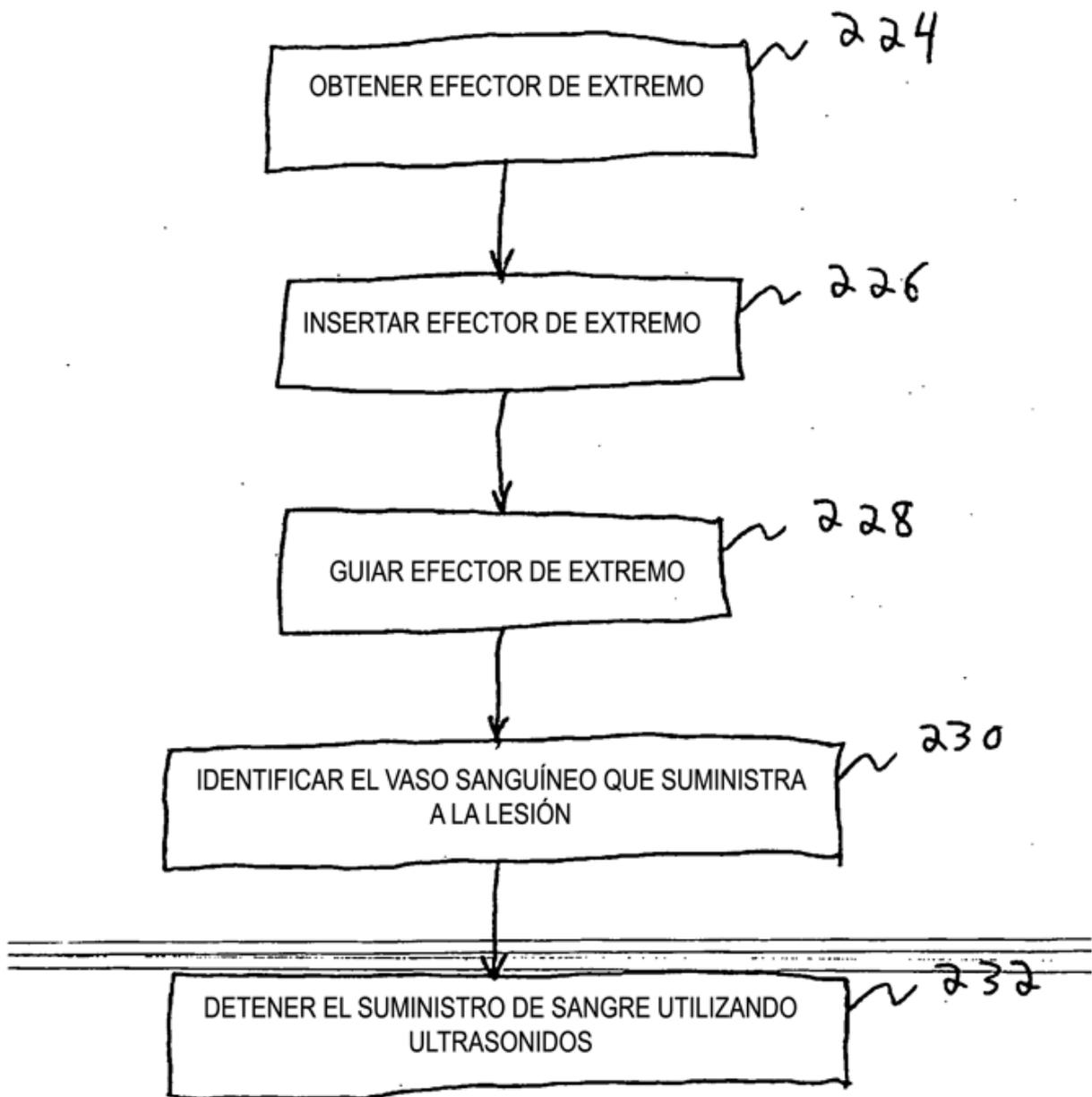
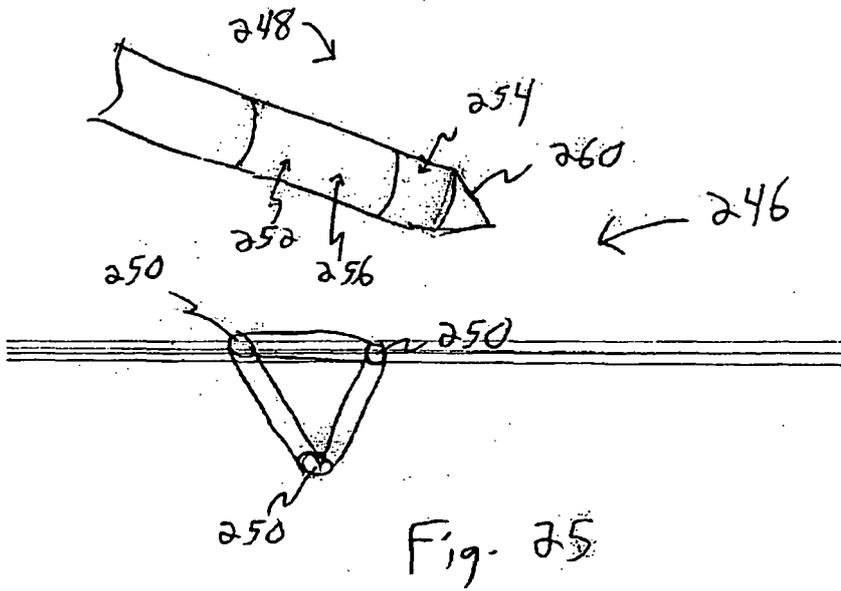
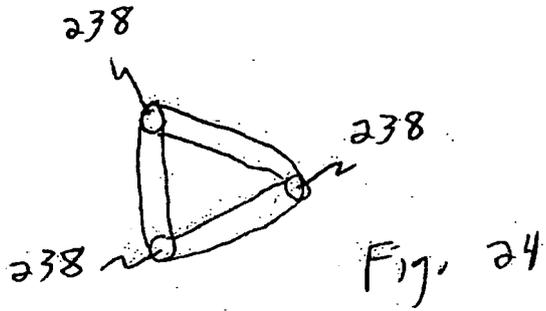
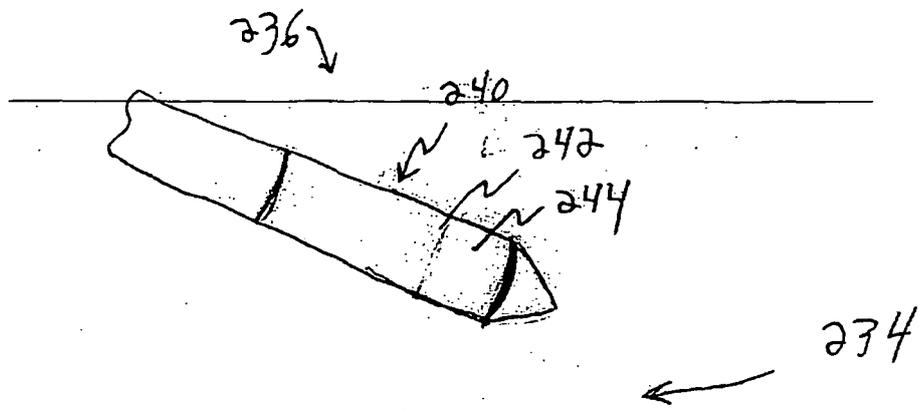


FIG. 23



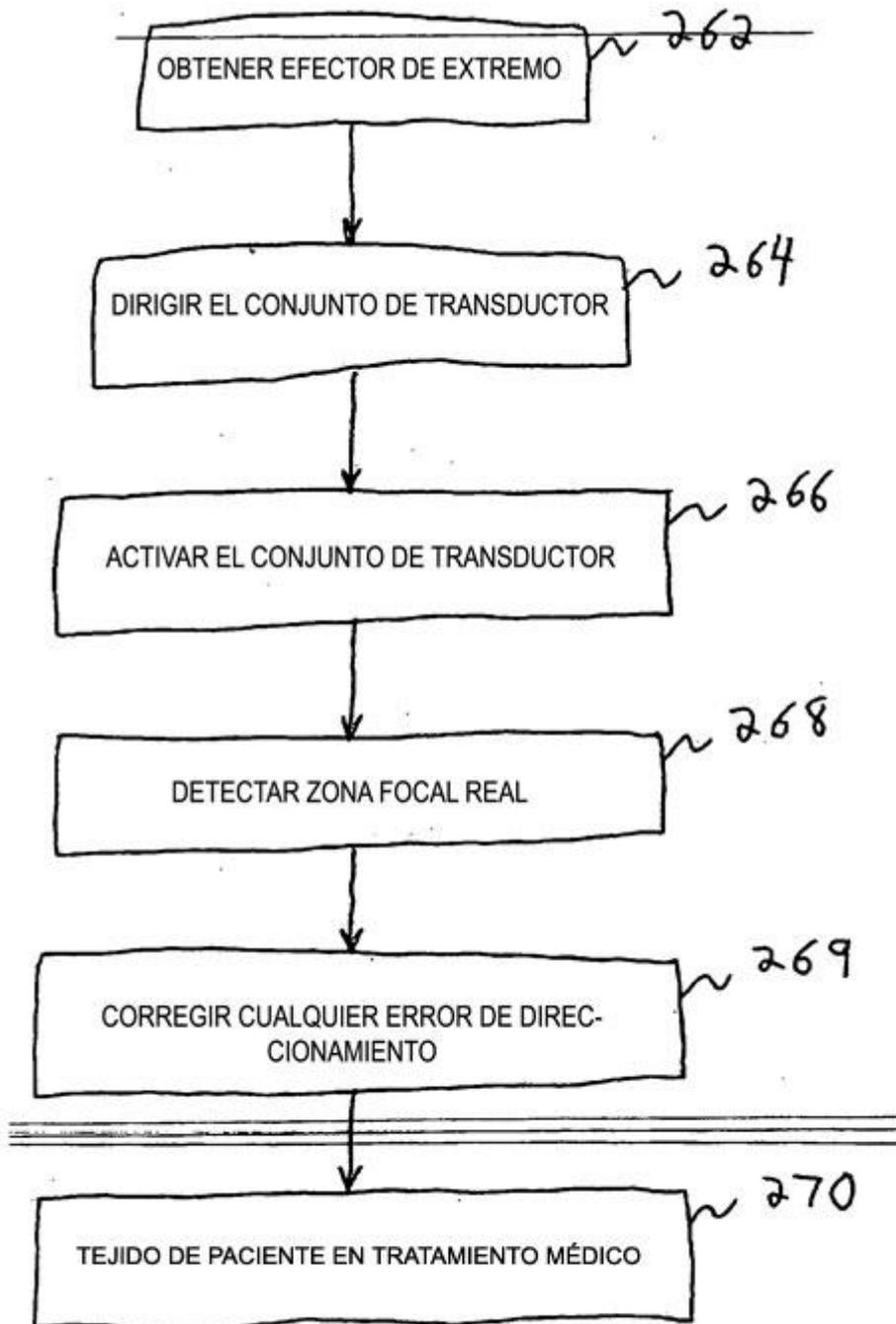


FIG. 26

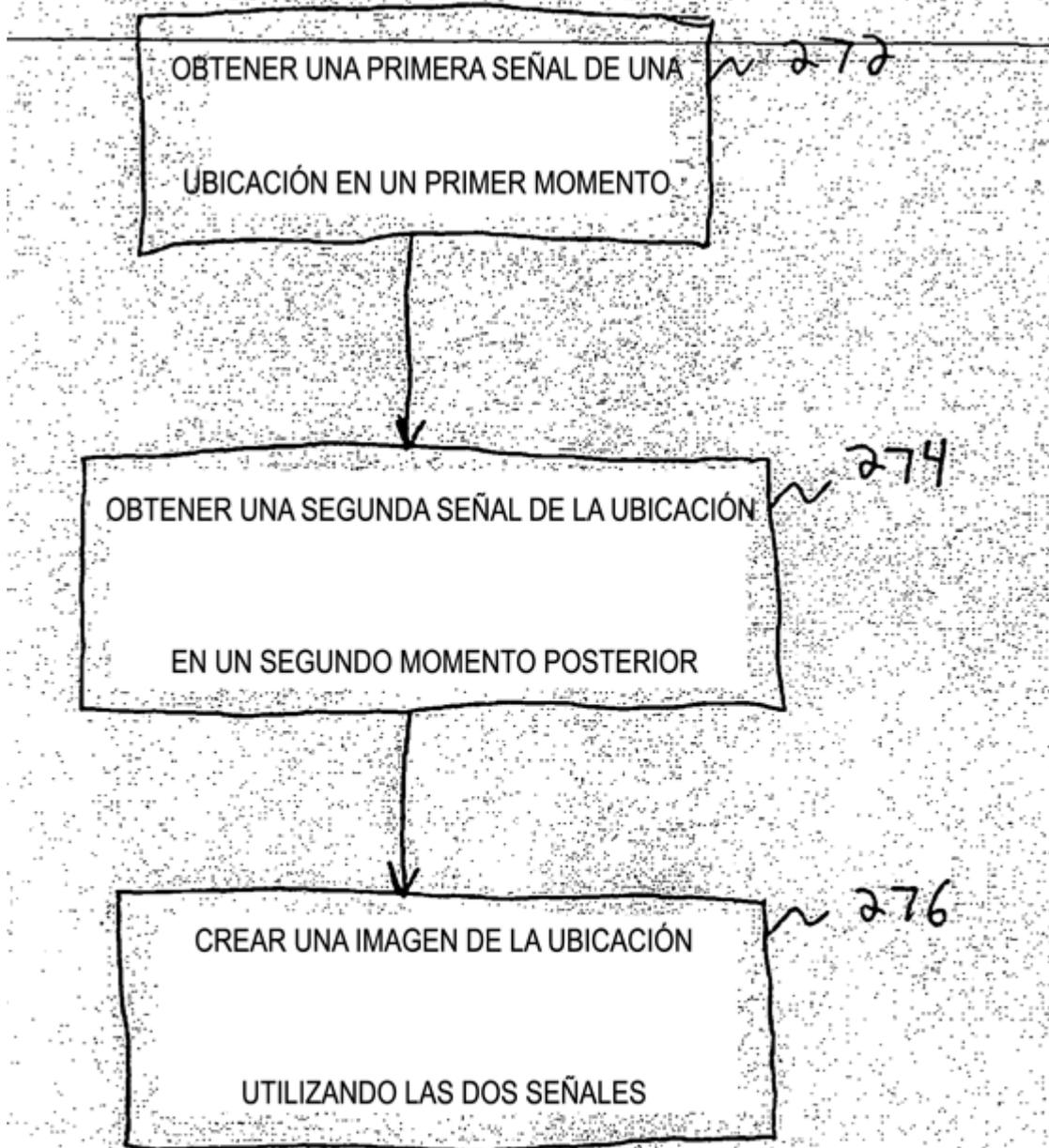


FIG. 27