

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 923**

51 Int. Cl.:

A61N 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2015 PCT/US2015/035615**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15192046**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2015 E 15730663 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 3154633**

54 Título: **Sistema para tratamiento ultrasónico rápido**

30 Prioridad:

13.06.2014 US 201462012266 P

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

30.05.2019

73 Titular/es:

**GUIDED THERAPY SYSTEMS, L.L.C. (100.0%)
33 South Sycamore Street
Mesa, Arizona 85202, US**

72 Inventor/es:

**BARTHE, PETER G. y
SLAYTON, MICHAEL H.**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 714 923 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema para tratamiento ultrasónico rápido

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud se basa en la solicitud de patente provisional de Estados Unidos N.º 62/012.266, presentada el 13 de junio de 2014.

10 ANTECEDENTES

Los procedimientos ultrasónicos actuales para el tratamiento de un medio diana, incluidos el tejido vivo y el tejido blando, se limitan a un área de tratamiento pequeña. Esto se debe a las limitaciones en la tecnología de ultrasonidos, lo que limita la velocidad de tratamiento.

15

El documento US 2013/338545 A1 se refiere a un aparato que tiene una parte de aplicación sobre la piel, configurada para moverse sobre una piel de un sujeto. Un elemento acústico se acopla a la parte de aplicación sobre la piel y se configura para colocarse en contacto acústico con la piel y para aplicar energía ultrasónica a la piel. Un circuito genera una corriente sensible al movimiento de la parte de aplicación sobre la piel. Una unidad de control recibe la corriente, con el fin de determinar, si la parte de aplicación sobre la piel se está moviendo con respecto a la piel, y para accionar el elemento acústico para aplicar la energía ultrasónica a la piel cuando la parte de aplicación sobre la piel se mueve con respecto a la piel. El documento US 2011/040212 A1 se refiere a un aparato quirúrgico ultrasónico, que incluye piezas de mano ultrasónicas médicas con radiadores ultrasónicas montados de manera proximal configurados para crear un haz de energía ultrasónica enfocado distalmente. El

20

25

aparato incluye miembros guía distales para el control de la profundidad del punto focal.

El documento JP 2011 062343 A se refiere a un emisor de luz que controla el crecimiento del vello para controlar el crecimiento del vello corporal en la piel. El dispositivo incluye una fuente de luz y un cuerpo giratorio que tiene la fuente de luz dispuesta en su interior y que gira en contacto con la piel. Una parte de control de emisión de luz alimenta la energía eléctrica desde la fuente de luz para hacer que la fuente de luz emita luz y aplique la luz a la piel mientras gira el cuerpo giratorio.

30

El documento WO 2009/097613 A1 se refiere a un cabezal de terapia que incluye un recinto, un tabique que separa un compartimiento inferior de un compartimiento superior, una abertura en el tabique, un brazo de control que se extiende a través de la abertura, un conjunto de accionamiento colocado dentro del compartimiento superior, y un aplicador de energía direccional colocado en el compartimiento inferior para transmitir energía a través de una ventana. El cabezal de terapia incluye un conjunto de accionamiento que se acopla con el extremo superior del brazo de control de modo que el brazo de control pueda ser movido por el conjunto de accionamiento en al menos dos planos.

35

40

El documento US 4.803.995 A se refiere a un aparato de litotricia ultrasónico que se sujeta de modo que su posición de instalación puede ajustarse con respecto a una piedra formada en un cuerpo vivo. El aparato tiene un transductor de litotricia ultrasónico para emitir una onda ultrasónica intensa para romper la piedra. La posición de una piedra en el cuerpo vivo puede determinarse de acuerdo con una onda reflejada de la onda ultrasónica débil. De acuerdo con el resultado de la determinación, circuitos electrónicos determinan si debe emitirse la onda ultrasónica débil o intensa desde el transductor de litotricia ultrasónico.

45

El documento US 4.418.698 a se refiere a una sonda que tiene una cubierta dotada de una ventana transmisora de forma ultrasónica y que contiene un líquido de acoplamiento en el que se sumergen un disco piezoeléctrico, un motor eléctrico y un acoplamiento mecánico entre el árbol del motor y el disco. El acoplamiento mecánico incluye una biela accionada en un extremo por el árbol en un movimiento cónico alrededor del eje del árbol, que está en ángulo recto con el disco y con la ventana. El disco está soportado de manera giratoria alrededor de un eje diametral que está colocado de manera fija con respecto a la cubierta. El acoplamiento mecánico transmite un movimiento oscilante al disco alrededor del eje diametral.

50

55

El documento WO 2015/089425 A1 que es técnica anterior según el Art. 54 (3) EPC se refiere a un dispositivo de tratamiento que tiene una fuente de energía y un miembro rodante. El miembro rodante incluye una pared dispuesta entre la fuente de energía y la región de interés. El tratamiento se puede proporcionar en una primera ubicación, seguido del movimiento del dispositivo de tratamiento, a continuación, la transmisión de energía puede finalizarse si se interrumpe el acoplamiento entre la fuente de energía y la región de interés o se puede proporcionar tratamiento

60

en una segunda ubicación si el acoplamiento entre la fuente de energía y la región de interés es ininterrumpido.

RESUMEN

5 La presente divulgación supera los inconvenientes mencionados anteriormente presentando sistemas y procedimientos para tratar un área usando ultrasonidos con mayor velocidad y mayor eficiencia.

En un aspecto, esta divulgación proporciona un dispositivo de tratamiento para suministrar una energía al interior de una región de interés en o por debajo de una superficie diana. El dispositivo de tratamiento puede incluir una
 10 carcasa, un módulo transductor y un módulo de control. El módulo transductor puede estar acoplado a la carcasa. El módulo transductor puede incluir una fuente de energía configurada para el suministro de la energía. El módulo transductor puede incluir una pared de módulo transductor que incluye una superficie curva que tiene un radio de curvatura no nulo. El dispositivo de tratamiento puede ser móvil con respecto a la superficie diana al tiempo que mantiene el contacto entre la superficie curva y la superficie diana. La superficie curva puede estar configurada para
 15 mantener el acoplamiento entre la fuente de energía y la región de interés tras un cambio en un ángulo de incidencia de la energía con respecto a la superficie diana de al menos 1 grado. El módulo de control puede estar configurado para controlar la fuente de energía.

En otro aspecto, esta divulgación proporciona un de tratamiento de una primera ubicación y una segunda ubicación
 20 dentro de una región de interés en o por debajo de una superficie diana mediante el suministro de una energía. El procedimiento puede incluir: a) transmitir la energía, proporcionada por una fuente de energía de un dispositivo de tratamiento, al interior de la primera ubicación, la energía transmitida a través de una pared de módulo transductor que incluye una superficie curva que tiene un radio de curvatura no nulo; b) monitorizar, usando un sensor de posición del dispositivo de tratamiento, una posición del dispositivo de tratamiento con respecto a la superficie diana
 25 o una velocidad del dispositivo de tratamiento con respecto a la superficie diana; c) mover el dispositivo de tratamiento con respecto a la superficie diana al tiempo que mantiene el contacto entre la superficie curva y la superficie diana; y d) transmitir la energía, proporcionada por la fuente de energía del dispositivo de tratamiento, al interior de la segunda ubicación basándose en la monitorización de la etapa b), la energía transmitida a través de la pared de módulo transductor que incluye la superficie curva.

30 En otro aspecto más, esta divulgación proporciona un dispositivo de tratamiento para suministrar una energía al interior de una región de interés en o por debajo de una superficie diana. El dispositivo de tratamiento puede incluir una carcasa, un módulo transductor y un módulo de control. El módulo transductor puede estar acoplado a la carcasa. El módulo transductor puede incluir una fuente de energía configurada para el suministro de la energía. La
 35 energía puede pasar a través de una ventana acústica antes del suministro al interior de la región de interés. La ventana acústica puede tener un radio de curvatura no nulo. El dispositivo de tratamiento puede ser móvil con respecto a la superficie diana al tiempo que mantiene el contacto entre la ventana acústica y la superficie diana. La ventana acústica puede estar configurada para mantener el acoplamiento entre la fuente de energía y la región de interés tras un cambio en un ángulo de incidencia de la energía con respecto a la superficie diana de al menos 1
 40 grado. El módulo de control puede estar configurado para controlar la fuente de energía.

Los anteriores y otros aspectos y ventajas de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción. En la descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte del presente documento, y en los que se muestra a modo de ilustración una realización preferida de la invención. Sin embargo, dicha realización no
 45 representa necesariamente el alcance completo de la invención y, por lo tanto, se hace referencia a las reivindicaciones y al presente documento para interpretar el alcance de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 2 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea A-A de la figura 1, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 3 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea B-B de la figura 1, según un aspecto de la
 55 presente divulgación.

La figura 4 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea C-C de la figura 3, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 5 es una vista de sección transversal que ilustra un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

60 La figura 6 es una vista de sección transversal que ilustra un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto

de la presente divulgación.

La figura 7 es una vista de sección transversal que ilustra un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

5 La figura 8 es una vista de sección transversal que ilustra un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 9 es una vista desde debajo de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 10 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea D-D de la figura 9, según un aspecto de la presente divulgación.

10 La figura 11 es una vista desde debajo de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 12 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea E-E de la figura 11, según un aspecto de la presente divulgación.

15 La figura 13 es una vista de sección transversal de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 14 es una vista desde debajo de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 15 es una vista desde debajo de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

20 La figura 16 es una vista desde debajo de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 17 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea de un dispositivo de tratamiento ejemplar, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 18 es una vista de sección transversal parcial de un dispositivo de tratamiento ejemplar que ilustra un efecto de lente, según un aspecto de la presente divulgación.

25 La figura 19A es un gráfico de un factor de transmisión de potencia acústica frente a frecuencia para un primer grosor de pared de transductor.

La figura 19B es un gráfico de un factor de transmisión de potencia acústica frente a frecuencia para un segundo grosor de pared de transductor.

30 La figura 19C es un gráfico de un factor de transmisión de potencia acústica frente a frecuencia para un tercer grosor de pared de transductor.

La figura 20 es un gráfico que ilustra resistencia a lo largo del tiempo para un dispositivo de tratamiento ejemplar acoplado a tejido, según un aspecto de la presente divulgación.

35 La figura 21 es un gráfico que ilustra resistencia a lo largo del tiempo para un dispositivo de tratamiento ejemplar no acoplado a tejido, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 22 es un diagrama matricial que ilustra diversas configuraciones de transductor y lente, según un aspecto de la presente divulgación.

La figura 23 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos ejemplares, según un aspecto de la presente divulgación.

40 La figura 24 es una ilustración del dispositivo de tratamiento descrito en el ejemplo 1.

La figura 25 es una fotografía del dispositivo de tratamiento descrito en el ejemplo 1 que aplica líneas de tratamiento a un plástico térmicamente sensible.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45

Antes de que la presente invención se describa con más detalle, debe entenderse que la invención no está limitada a las realizaciones particulares descritas. También debe entenderse que la terminología usada en el presente documento tiene el propósito de describir solamente realizaciones particulares, y no pretende ser limitante. El alcance de la presente invención estará limitado solamente por las reivindicaciones. Como se usan en el presente documento, las formas singulares "un", "uno/una" y "el/la" incluyen realizaciones plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

50

Se describen estructuras, dispositivos y procedimientos específicos relacionados con la eficiencia y el funcionamiento mejorados del tratamiento con ultrasonidos. Debe ser evidente para los expertos en la materia que son posibles muchas modificaciones adicionales además de las ya descritas sin alejarse de los conceptos de la invención. Al interpretar esta divulgación, todos los términos deben interpretarse de la manera más amplia posible, coherente con el contexto. Las variaciones del término "que comprende" deben interpretarse como que se refieren a elementos, componentes o etapas de una manera no exclusiva, de modo que los elementos, componentes o etapas a los que se hace referencia se pueden combinar con otros elementos, componentes o etapas a los que no se hace referencia expresamente. Las realizaciones a las que se hace referencia como "que comprenden" ciertos elementos

60

también se contemplan como "que consisten esencialmente en" y "que consisten en" esos elementos.

Con referencia a la figura 1, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100, según la presente divulgación. El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un módulo de control 110, un módulo transductor 150, y uno o más miembros rodantes 115. El módulo transductor 150 puede estar configurado para contactar con una superficie diana 106. El dispositivo de tratamiento 100 puede estar configurado para tratar una región de interés ("RDI") 108, tal como, por ejemplo, una RDI 108 en o por debajo de la superficie diana 106. El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir una carcasa 112. La carcasa 112 puede estar configurada para recubrir el módulo de control 110. El módulo de control 110 también puede estar ubicado fuera de la carcasa 112 o puede estar parcialmente ubicado dentro de la carcasa 112 y parcialmente ubicado fuera de la carcasa 112. El dispositivo de tratamiento 100 se puede mover en una dirección hacia delante 104, que puede hacer rodar el miembro rodante 115 en una dirección de rotación. El dispositivo de tratamiento 100 se puede mover en cualquier dirección, hacia delante o hacia atrás, y se puede mover en un movimiento arqueado o esencialmente una línea recta. El dispositivo de tratamiento 100 se puede mover en respuesta a una fuerza externa, tal como un usuario o un accesorio robótico que empuja o tira del dispositivo de tratamiento 100, o una fuerza interna, tal como un motor impulsor acoplado a los uno o más miembros rodantes 115.

Una vista de sección transversal del dispositivo de tratamiento 100 a lo largo de la línea A-A de la figura 1 se ilustra en la figura 2 y una vista de sección transversal del dispositivo de tratamiento 100 a lo largo de la línea B-B de la figura 1 se ilustra en la figura 3. El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un módulo transductor 150, que puede incluir al menos una fuente de energía 160. Uno o más ejes 124 pueden estar colocados a través del eje central de los uno o más miembros rodantes 115 y pueden conectar los uno o más miembros rodantes 115 a la carcasa 112. En ciertos aspectos, el módulo transductor 150 está conectado a la carcasa 112 y los uno o más ejes 124 pueden conectar los uno o más miembros rodantes 115 al módulo transductor 150. El módulo transductor 150 puede estar acoplado a la carcasa 112 y puede estar configurado para permanecer acoplado a la superficie de tratamiento 106 mientras que los uno o más miembros rodantes 115 rotan en una dirección de rotación 102 a lo largo de la superficie 106. El módulo transductor 150 puede sellarse para formar un volumen interno 156 que puede contener un medio de acoplamiento 107 configurado para facilitar el acoplamiento de la fuente de energía 160 con tejido en la RDI 108. En algunos aspectos, la fuente de energía 160 es al menos un transductor ultrasónico configurado para dirigir de forma controlable energía acústica 170 al interior de la RDI 108.

Con referencia a la figura 2, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir uno o más sensores de posición 140. Los sensores de posición 140 pueden estar provistos en comunicación eléctrica con el módulo de control 110 por medio de una conexión por cable 121, como se ilustra, o en forma de una conexión inalámbrica conocida por los expertos en la materia. En aspectos del dispositivo de tratamiento 100 que tienen dos o más sensores de posición 140, tales como el dispositivo de tratamiento 100 ilustrado en la figura 2, los dos o más sensores de posición 140 pueden funcionar en concierto para proporcionar información relativa a la orientación del dispositivo de tratamiento 100. En ciertos aspectos, un sensor de posición 140 puede corresponder a un miembro rodante 124, proporcionando de este modo información sobre la posición del miembro rodante correspondiente 124.

Con referencia a la figura 3, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir una interfaz 117 para acoplar el módulo transductor 150 a la carcasa 112. La interfaz 117 puede estar configurada para permitir que el módulo transductor 150 sea desprendible de la carcasa 112. En ciertos aspectos, la interfaz 117 establece una comunicación eléctrica entre el módulo transductor 150 y el módulo de control 110 cuando el módulo transductor 150 está conectado a la carcasa 112 y finaliza la comunicación eléctrica cuando el módulo transductor 150 está desprendido de la carcasa 112. La comunicación eléctrica puede estar en forma de una conexión por cable 121, como se ilustra, o en forma de una conexión inalámbrica conocida por los expertos en la materia.

El módulo transductor 150 puede incluir una pared de módulo transductor 151 que tiene una superficie externa 152 y una superficie interna 155. La pared de módulo transductor 151 tiene un grosor 154, que es una distancia medida perpendicularmente desde la superficie externa 152 hasta la superficie interna 155. En diversas configuraciones, el grosor 154 puede estar configurado para proporcionar diversos atributos físicos a la energía ultrasónica 170, como se describe adicionalmente en el presente documento. El módulo transductor 150 puede estar configurado para tener un volumen interno 156, que está bordeado o limitado por la superficie interna 155. El volumen interno 156 se puede llenar con un medio de acoplamiento 107, como se describe en el presente documento.

La pared de módulo transductor 151 puede incluir una superficie curva que tiene un radio de curvatura no nulo. En ciertos aspectos, el dispositivo de tratamiento 100 puede ser móvil con respecto a la superficie diana 106 al tiempo que mantiene el contacto entre la superficie curva y la superficie diana. Como se usa en el presente documento, "que mantiene el contacto" se referirá a que mantiene el contacto directo, así como casos donde una capa fina de medio de acoplamiento 107 está ubicada entre la superficie curva y la superficie diana 106. En ciertos aspectos, la

superficie curva puede estar configurada para mantener el acoplamiento entre la fuente de energía 160 y la región de interés 108 tras un cambio en un ángulo de incidencia de la energía 170 con respecto a la superficie diana 106 de al menos 1 grado, al menos 2 grados, al menos 3 grados, al menos 5 grados, al menos 7,5 grados, al menos 10 grados, al menos 15 grados, al menos 20 grados, al menos 25 grados o al menos 30 grados.

5

En ciertos aspectos, la superficie curva es una ventana acústica.

En ciertos aspectos, con referencia a la figura 3, el dispositivo de tratamiento 100 puede estar configurado de modo que haya un desfase 180 entre la superficie externa 152 de la pared de módulo transductor 151 y la superficie de tratamiento 106. En ciertos aspectos, el desfase 180 se puede llenar con un medio de acoplamiento 107.

10

Una vista de sección transversal del dispositivo de tratamiento 100 a lo largo de la línea C-C de la figura 3 se ilustra en la figura 4. El módulo transductor 150 puede incluir una pared de módulo transductor 151, que tiene una superficie externa 152 y una superficie interna 155. La pared de módulo transductor 151 puede tener un grosor 154, que es una distancia medida perpendicularmente desde la superficie externa 152 hasta la superficie interna 155. En diversas configuraciones, la pared de módulo transductor 151 puede estar configurada para proporcionar diversos atributos físicos a la energía 170, como se describe adicionalmente en el presente documento. El módulo transductor 150 puede estar configurado para tener un volumen interno 156, que está bordeado o limitado por la superficie interna 155. El volumen interno 156 se puede llenar con un medio de acoplamiento 107, como se describe en el presente documento. El módulo transductor 150 puede incluir una fuente de energía, que puede incluir un transductor ultrasónico. El transductor ultrasónico puede incluir una sola cara o varias caras. En ciertos aspectos, la fuente de energía puede ser una matriz de elementos de transducción.

15

20

Con referencia a las figuras 5 y 6, un dispositivo de tratamiento 100 puede incluir una carcasa 112, un módulo de control 110, un módulo transductor 150, y al menos dos miembros rodantes 115. Los miembros rodantes 115 pueden estar, cada uno, acoplados a la carcasa 112 por medio de un eje 124. Los ejes 124 pueden ser móviles con respecto a la carcasa 112. El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir sensores de posición 140. Cada sensor de posición 140 puede estar ubicado y configurado para monitorizar la posición y/o velocidad de un miembro rodante asociado 115.

30

En ciertos aspectos, los ejes 124 pueden ser sensibles a la presión mecánica sobre los miembros rodantes 115. Por ejemplo, un eje 124 puede estar configurado para moverse hacia arriba al interior de la carcasa 112 en respuesta a un aumento de la presión mecánica sobre el miembro rodante asociado 115. De manera similar, un eje 124 puede estar configurado para moverse hacia abajo hacia la superficie 106 en respuesta a una disminución de la presión mecánica sobre el miembro rodante asociado 115. Los ejes 124 pueden estar accionados por resorte para moverse arriba y abajo a lo largo del cuerpo de la carcasa para compensar variaciones en la altura relativa de la superficie 106. En ciertos aspectos, los ejes 124 pueden estar configurados para moverse en una dirección que es normal a la superficie 106.

35

En ciertos aspectos, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un primer miembro rodante 115 en un primer extremo del módulo transductor 150 y un segundo miembro rodante 115 en un segundo extremo del módulo transductor 150, cada uno montado sobre un eje móvil 124. Los ejes móviles 124 se pueden utilizar para proporcionar cualquier configuración deseada del módulo transductor 150 con respecto a la RDI 108. Los primer y segundo miembros rodantes 115 y los primer y segundo ejes 124 pueden tener sus movimientos coordinados para mover el módulo transductor 150 en uno o más de seis grados de movimiento. Por ejemplo, los primer y segundo miembros rodantes 115 y los primer y segundo ejes 124 pueden estar configurados para compensar cualquiera de guiñada, cabeceo, alabeo o combinaciones de los mismos a medida que el dispositivo de tratamiento 100 es movido por una superficie diana 106.

45

La figura 5 muestra el uso del dispositivo de tratamiento 100 sobre una superficie 106 que tiene una pendiente más pronunciada, mientras que la figura 6 muestra el uso del dispositivo de tratamiento 100 sobre una superficie más plana 106. En una aplicación ejemplar para el tratamiento de un tendón de Aquiles, el dispositivo de tratamiento 100 se puede colocar inicialmente como se muestra en la figura 5 en la base estrecha del tendón cerca del pie. A medida que la energía 170 es suministrada al interior de la región de interés 108 (en este caso, el tendón), el dispositivo de tratamiento 100 se enrolla alrededor del tendón hacia la pantorrilla, donde el dispositivo de tratamiento 100 se coloca como se muestra en la figura 6 en la parte más ancha de la pantorrilla. En ciertas aplicaciones, la superficie externa 152 del módulo transductor 150 puede tener una forma convexa para enrollarse alrededor de una superficie cóncava 106 y maximizar el contacto entre la superficie externa 151 y la superficie cóncava 106.

55

Con referencia a las figuras 7 y 8, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100 donde se utilizan ejes sensibles a la

60

- presión 124, de modo que se pueda aplicar una fuerza 199 al dispositivo de tratamiento 100 con el fin de que los miembros rodantes 115 o el módulo transductor 150 se muevan hacia abajo hacia la superficie diana 106. En ciertas aplicaciones, en una posición neutra, el módulo transductor 150 puede descansar sobre la superficie diana 106 y los miembros rodantes 115 se pueden elevar para formar un espacio de rueda 195 entre los miembros rodantes 115 y la superficie diana 106. En estas aplicaciones, la aplicación de la fuerza 199 mueve los miembros rodantes 115 hacia abajo para encajar con la superficie diana 106. La presión 199 se puede calibrar para proporcionar un desfase 180, según se desee. Además, la presión 199 se puede calibrar para proporcionar una distancia de separación apropiada y para garantizar el suministro preciso de la energía 170 a una profundidad deseada en la RDI 108.
- 10 En ciertas aplicaciones, en una posición neutra, los miembros rodantes 115 pueden descansar sobre la superficie diana 106 y el módulo transductor 150 se puede elevar para formar un espacio de transductor (no ilustrado) entre el módulo transductor 150 y la superficie diana 106. En estas aplicaciones, la aplicación de la fuerza 199 mueve el módulo transductor 150 hacia abajo para encajar con o acoplarse a la superficie diana 106 y/o para moverse cerca de la superficie diana 106 para proporcionar el desfase 108.
- 15 En ciertos aspectos, la superficie externa 151 puede ser cóncava y, cuando se aplica la fuerza 199, la superficie cóncava externa 151 se puede acoplar a la superficie diana 106.
- 20 En ciertos aspectos, se puede usar monitorización de la fuerza 199 en una función de tratamiento, como se describe en el presente documento. Por ejemplo, una retroalimentación de bucle cerrado puede comunicar al módulo de control 110 una señal que indica si la fuerza 199 excede una fuerza mínima. Si la fuerza mínima no está siendo aplicada, la función de tratamiento puede enviar una señal de detención del tratamiento al módulo de control 110 para finalizar la aplicación de energía a la RDI 108.
- 25 Con referencia a las figuras 9 y 10, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100 donde uno o más miembros rodantes 115 y uno o más módulos transductores 150 se combinan para proporcionar un encaje estable con la superficie de contacto. La figura 10 es una sección transversal del dispositivo de tratamiento 100 de la figura 9, a lo largo de la línea D-D. Los uno o más miembros rodantes 115 y los uno o más módulos transductores 150 pueden estar dimensionados y conformados apropiadamente para proporcionar estabilidad al dispositivo de tratamiento 100. Los
- 30 uno o más miembros rodantes 115 y los uno o más módulos transductores 150 pueden colocarse unos con respecto a otros de modo que un miembro rodante 115 esté ubicado enfrente, en un lado, o detrás de un módulo transductor 150 a medida que el dispositivo de tratamiento 100 se mueve.
- 35 Con referencia a la figura 9, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100 donde sensores de posición 140 están configurados para permitir la determinación de la posición y/u orientación del dispositivo de tratamiento 100 independiente de cualquier miembro rodante correspondiente 115.
- 40 Con referencia a las figuras 11-14, se ilustran diversas configuraciones de un dispositivo de tratamiento 100, donde un miembro rodante 115 está ubicado entre dos módulos transductores 150. En ciertos aspectos, el dispositivo de tratamiento puede incluir dos módulos transductores 150, un controlador 110, un miembro rodante 115, y al menos un sensor de posición 140 que está asociado con el un miembro rodante 115 (como se ilustra en la figura 12). En ciertos aspectos, como se ilustra en la figura 11, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de posición 140 que no está asociado con el un miembro rodante 115. La figura 11 representa una vista del dispositivo de tratamiento 100 desde la perspectiva de la superficie de tratamiento (no mostrada) que mira hacia arriba hasta el
- 45 dispositivo de tratamiento 100. La figura 12 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea E-E de la figura 11. Como se muestra en la figura 12, los módulos transductores 150 y las fuentes de energía correspondientes 160 pueden estar configurados para suministrar la energía 170 directamente debajo de los módulos transductores 150. La energía 170 puede ser dirigida al área debajo de los módulos transductores 150 en una forma fuertemente enfocada, débilmente enfocada, desenfoada o no enfocada.
- 50 Con referencia a la figura 13, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir dos módulos transductores 150 que tienen transductores 162 que están configurados para enfocar la energía 170 a un área central de la RDI 108, ubicada debajo del miembro rodante 115. La energía 170 puede dirigirse de forma similar al área central en una forma fuertemente enfocada, débilmente enfocada, desenfoada o no enfocada.
- 55 Con referencia a la figura 14, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir tres módulos transductores 150, un controlador 110 y un miembro rodante 115.
- Los aspectos de la invención mostrados en las figuras 11-14 se pueden combinar con otros aspectos de la divulgación como se describe en el presente documento, tal como un eje sensible a la presión 124, a menos que se

descarte expresamente por la naturaleza de una rueda de los dispositivos de tratamiento 100 ilustrados en ellos.

Con referencia a la figura 15, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100 que incluye cuatro módulos transductores 150. En el aspecto ilustrado, los módulos transductores 150 están adaptados para encajar dentro de un cuadrado o un rectángulo. En el aspecto ilustrado, el dispositivo de tratamiento 100 incluye un miembro rodante 115 colocado entre los cuatro módulos transductores 150. El miembro rodante 115 puede estar soportado por un eje 124. El miembro rodante 115 y el eje 124, y/o los cuatro módulos transductores 150 pueden estar configurados para ser sensibles a la presión como se describe en otra parte en el presente documento para moverse con respecto a la superficie diana 106 cuando se aplica una fuerza al dispositivo de tratamiento 100.

Con referencia a la figura 16, se ilustra un dispositivo de tratamiento 100 que incluye tres módulos transductores 150. En el aspecto ilustrado, los módulos transductores 150 están adaptados para encajar dentro de una configuración circular o en forma de cúpula. En el aspecto ilustrado, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir tres miembros rodantes 115 y tres ejes asociados 124. Los miembros rodantes 115 y los ejes 124, y/o los tres módulos transductores 150 pueden estar configurados para ser sensibles a la presión como se describe en otra parte en el presente documento para moverse con respecto a la superficie diana 106 cuando se aplica una fuerza al dispositivo de tratamiento 100.

Con referencia a la figura 17, se ilustra un ejemplo del dispositivo de tratamiento 100 como una vista de sección transversal de, por ejemplo, el sistema de la figura 1. Como se describe en el presente documento, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un módulo de control 110, un dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105, y un módulo transductor 150. En algunas configuraciones, el dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105 puede incluir un depósito de medio de acoplamiento 175 que está en comunicación con una bomba 171, un tubo de aplicación 184, y una boquilla 188. Además, el dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105 puede incluir un orificio de llenado 176 y un sensor de nivel 177. A medida que el dispositivo de tratamiento 100 se mueve, el movimiento del módulo transductor 150 es comunicado al módulo de control 110, como se describe en el presente documento. La bomba 171 está configurada para comunicación 182 con el módulo de control 110. A medida que el movimiento del módulo transductor 150 es recibido por el módulo de control 110, se realizan cálculos dentro del módulo de control 110 y son enviados mediante la comunicación 182 para indicar a la bomba 171 que dosifique una cantidad deseada de medio de acoplamiento 107 desde el depósito de medio de acoplamiento 177 al interior del tubo de aplicación 184. La cantidad deseada de medio de acoplamiento 107 se mueve a través del tubo de aplicación 184 a través de la boquilla 188 y sobre la superficie diana 106 para proporcionar acoplamiento entre el módulo transductor 150 y la RDI 108. La boquilla 188 puede incluir un barrido 186 configurado para aplicar un recubrimiento uniforme del medio de acoplamiento 107 sobre la superficie 106.

En algunas aplicaciones, la boquilla 188 puede incluir una válvula configurada para abrirse para aplicación del medio de acoplamiento 107 sobre la superficie diana 106 o para cerrarse cuando el módulo transductor 150 se ha detenido. El sensor de nivel 177 puede estar configurado para comunicación 181 con el módulo de control 110. En algunas aplicaciones, el sensor de nivel 177 proporciona comunicación 182 al módulo de control 110, que indica un nivel de medio de acoplamiento 107 que queda en el tanque de depósito 175 y, por ejemplo, cuando el tanque de depósito 175 está vacío. Tras recibir una comunicación de vacío, el módulo de control 110 puede detener el funcionamiento del dispositivo transductor 100. En algunos aspectos, tras recibir comunicaciones de nivel que indican condiciones de vacío o casi vacío, el módulo de control 110 puede comunicar al usuario una señal de advertencia tal como un indicador visual y/o una señal de audio. El depósito de medio de acoplamiento 175 se puede rellenar mediante el orificio de llenado 176.

El medio de acoplamiento 107 puede ser cualquiera de dichos materiales, geles, medicamentos, como se describe en el presente documento, o son conocidos por los expertos en la materia ahora o en cualquier momento en el futuro. En algunas configuraciones, el dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105 incluye un miembro de sollicitación, que se emplea para empujar el medio de acoplamiento 107 sobre el conjunto transductor 150 y/o mantener el medio de acoplamiento 107 en contacto con el conjunto transductor 150. El dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105 puede estar adaptado para ser empleado con cualquiera de las configuraciones descritas en el presente documento. Además, el dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105 puede estar adaptado a cualquiera de las configuraciones del módulo transductor 150.

El módulo de control 110 puede estar configurado para recibir al menos una comunicación y controlar una distribución de la energía acústica 170 transmitida por la fuente de energía 160, tal como, por ejemplo, un transductor acústico. El módulo de control 110 puede estar configurado para recibir una señal de inicio del tratamiento y una señal de detención del tratamiento. El módulo de control 110 puede estar programado para proporcionar tratamiento a una RDI 108 para un resultado deseado. El módulo de control 110 puede iniciar y

ejecutar un programa de tratamiento (función de tratamiento), que puede incluir el control de parámetros espaciales y/o parámetros temporales de la fuente de energía 160, para proporcionar energía de distribución programada 170 en la RDI 108. El módulo de control 110 puede estar configurado para recibir retroalimentación de uno o más sensores y/o detectores, y el módulo de control 110 puede finalizar el programa de tratamiento basándose en la retroalimentación. Por ejemplo, puede finalizar el suministro de energía si la posición del dispositivo de tratamiento está fuera de una zona de tratamiento predefinida. A continuación, se proporcionarán otros ejemplos.

La interfaz 117 puede incluir una interfaz electrónica entre el módulo de control 110 y el módulo transductor 150. La interfaz 117 puede incluir un electrodo de película fina configurado para proporcionar una interfaz electrónica entre el módulo de control 110 y el módulo transductor 150.

El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de posición 140 en comunicación con el módulo de control 110 y configurado para monitorizar una posición del módulo transductor 150 o cualquier otra parte del dispositivo de tratamiento 100, o para calcular una velocidad de la rotación en la dirección de rotación 102 del miembro rodante 124. En algunas configuraciones, el miembro rodante 124 o el módulo transductor 150 puede incluir el sensor de posición 140. El sensor de posición 140 puede estar integrado en el miembro rodante 124 o unido al miembro rodante 124. El sensor de posición 140 puede estar configurado para medir el movimiento del miembro rodante 124 o el módulo transductor 150. Por ejemplo, el sensor de posición 140 puede calcular una distancia recorrida (distancia delta o cambio de distancia) a lo largo de la superficie diana 106. Por ejemplo, el sensor de posición 140 puede determinar una velocidad de movimiento del módulo transductor 150 y determinar si la velocidad está dentro de limitaciones programadas para proporcionar tratamiento. Por ejemplo, si la velocidad está más allá de una velocidad deseada o efectiva, el sensor de posición 140 puede proporcionar una señal que indica la velocidad o una alerta u otra información para indicar la condición de exceso de velocidad. La condición de exceso de velocidad puede proporcionarse a un usuario y/o a un módulo de control 110 para el control, ajustar o dejar de emitir la energía ultrasónica terapéutica 170.

En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede estar programado para determinar una distancia entre pulsos de energía ultrasónica terapéutica 170 para crear una pluralidad de zonas de tratamiento que son equidistantes o pueden estar dispuestas en cualquier configuración espacial en una, dos o tres dimensiones. A medida que el módulo transductor 150 es movido en la dirección 104, el sensor de posición 140 determina una distancia, independientemente de una velocidad a la que el módulo transductor 150 es movido, a la que un pulso de la energía ultrasónica terapéutica 170 debe emitirse al interior de la RDI 108, según se programa en el módulo de control 110. En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 es activado automáticamente mediante un temporizador y en combinación con el sensor de posición 140 para garantizar el movimiento del módulo transductor 150.

El módulo de control 110 puede finalizar la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si la velocidad de la rotación en la dirección de rotación 102 del miembro rodante 115 está por debajo de una velocidad mínima. El módulo de control 110 puede finalizar la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si la velocidad de la rotación en la dirección de rotación 102 del miembro rodante 115 está por encima de una velocidad deseada o efectiva. Como otro ejemplo no limitante, el módulo de control 110 puede finalizar la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si la dirección de la rotación 102 del miembro rodante 115 se cambia.

También se pueden implementar diversos componentes de detección y monitorización dentro del módulo de control 110. Por ejemplo, los componentes de monitorización, detección y control de interfaz pueden ser capaces de funcionar con el sistema de detección de movimiento implementado dentro del módulo transductor 150, para recibir y procesar información tal como información acústica u otra información espacial y temporal proveniente de la RDI 108. Los componentes de detección y monitorización también pueden incluir diversos controles, interfaces y conmutadores y/o detectores de potencia. Dichos componentes de detección y monitorización pueden facilitar sistemas de retroalimentación de bucle abierto y/o de bucle cerrado dentro del dispositivo de tratamiento 100.

En algunas configuraciones, los componentes de detección y monitorización pueden incluir además un sensor que puede estar conectado a un sistema de alarma de audio o visual para señalar el uso excesivo o impedir el uso excesivo del sistema. En esta configuración, el sistema puede ser capaz de determinar la cantidad de energía transferida a la piel, y/o el tiempo que el dispositivo de tratamiento 100 ha estado emitiendo activamente la energía 170. Cuando se ha alcanzado cierto umbral de tiempo o energía o temperatura, la alarma puede hacer sonar una alarma audible, o hacer que un indicador visual se active para alertar al usuario de que se ha alcanzado un umbral. Esto puede controlar contra el uso excesivo del dispositivo de tratamiento 100. En algunas configuraciones, el sensor puede estar conectado de forma operativa al módulo de control 110 y forzar al módulo de control 110 a dejar

de emitir la energía ultrasónica terapéutica 170 desde el módulo transductor 150.

- Para ayudar a facilitar el movimiento del dispositivo de tratamiento 100, los uno o más miembros rodantes 124 pueden tener una superficie externa, que tiene un coeficiente de rozamiento mayor que cero. En otras palabras, los miembros rodantes 124 pueden tener una superficie externa, que proporciona agarre en la superficie diana 106. En algunos ejemplos, los miembros rodantes 124 pueden estar hechos de un material de caucho o silicio o similar, y/o combinaciones de los mismos. En algunas configuraciones, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir al menos dos miembros rodantes 124.
- 10 Aspectos que incluyen al menos dos miembros rodantes 115 pueden incluir un desfase 180, que es la diferencia entre la superficie externa 151 de la pared de módulo transductor y la superficie diana 106. El desfase 180 se puede calibrar para mantener un grosor deseado de medio de acoplamiento 107 entre el módulo transductor 150 y la superficie diana 106.
- 15 El desfase 180 puede ser aplicable a una configuración del dispositivo de tratamiento 100 que contiene solamente un miembro rodante 115. El desfase 180 puede ser de al menos 1 mm, que se mide desde la superficie diana 106 hasta la superficie externa 152 de la pared de módulo transductor 151. El desfase 180 se puede calibrar para mantener un grosor deseado del medio de acoplamiento 107 entre el módulo transductor 150 y la superficie diana 106.
- 20 En ciertos aspectos, el medio de acoplamiento 107 puede ser a base de agua, a base de aceite o aceites ligeros, a base de una emulsión de aceite ligero y agua, otros líquidos o geles de acoplamiento, o una combinación de los mismos. En algunas aplicaciones, el medio de acoplamiento puede incluir agua, aceites ligeros o emulsiones de aceite ligero y agua, que están configurados para no interferir con un sensor de posición 140, opcionalmente un
- 25 sensor de posición óptico 140, contenido en el dispositivo de tratamiento 100.
- En ciertas configuraciones, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de temperatura 142, como se ilustra en la figura 4. El sensor de temperatura 142 puede estar configurado para detectar la temperatura de ciertas partes del dispositivo de tratamiento 100, tal como la fuente de energía 160 o la pared de módulo transductor 151,
- 30 una temperatura de la superficie diana 106, una temperatura de la RDI 108, o una combinación de las mismas. El sensor de temperatura 142 puede estar ubicado dentro del módulo transductor 150 o en otra parte en el dispositivo de tratamiento 100.
- En ciertas configuraciones, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de contacto 144, como se ilustra
- 35 en la figura 4, para detectar el acoplamiento entre el módulo transductor 150 o la fuente de energía 160 y la RDI 108 o la superficie diana 106. El sensor de contacto 144 puede estar ubicado dentro del módulo transductor 150 o en otra parte en el dispositivo de tratamiento 100.
- La figura 18 ilustra un efecto de lente, según algunas configuraciones. La energía 170 puede estar enfocada por la
- 40 pared de módulo transductor 151. Para fines ilustrativos, la energía 170 está colimada y se designa mediante energía 170A. La energía colimada 170A puede ser enfocada mediante una curvatura de la pared de módulo transductor 151. Por consiguiente, el sistema 100 puede producir energía colimada 170A y a continuación puede enfocar la emisión de energía original generando de este modo energía 170B. En otro ejemplo, la energía 170A puede ser desenfocada por la curvatura de la pared de módulo transductor 151. Por consiguiente, el sistema 100
- 45 puede producir energía colimada 170A y a continuación puede desenfocar la emisión de energía original, generando de este modo energía 170C.
- Como alternativa, la energía 170 se puede enfocar mediante el uso de una matriz en fase en la fuente de energía 160. La energía 170 se puede enfocar usando una lente 164 en la fuente de energía 160, como se describe en el
- 50 presente documento. La energía 170 se puede enfocar mediante una combinación de una lente 164 y una matriz en fase en la fuente de energía 160. La energía 170 se puede colimar, enfocar, enfocar débilmente, no enfocar o desenfocar mediante cualquier combinación de la fuente de energía 160, una o más lentes 164, y la pared de módulo transductor 151.
- 55 Se puede usar una variedad de energía de enfoque, desenfoco, enfoque débil y no enfocada para generar un campo de energía deseado dirigido a la RDI 108. Se considera una combinación de parámetros geométricos del sistema 100 para definir el campo de energía deseado dirigido a la RDI 108. Por ejemplo, la energía de enfoque (o desenfoco o no enfocada) 170 puede depender de: la velocidad acústica del material elegido para llenar el volumen interno 156, el tamaño del haz de energía 170A emitido por fuente de energía 160, la longitud de trayectoria entre la
- 60 fuente de energía 160 y la superficie interna 155, una lente acoplada a la fuente de energía 160, y una matriz en

fase como la fuente de energía 160. Además, el enfoque (o desenfoque) de la energía 170B (o 170C) puede depender de la velocidad acústica del material seleccionado para la pared de módulo transductor 151, el grosor 154 de la pared de módulo transductor 151, y la curvatura (radios) de la pared de módulo transductor 151. La frecuencia de energía 170A emitida por la fuente de energía 160 debe estar dentro de un ancho de banda estrecho para que la geometría funcione y produzca la energía deseada (170B o 170C) dirigida a la RDI 108. La precisión de la geometría calculada se puede usar para conseguir la energía deseada (170B o 170C). Si la frecuencia de energía 170A está fuera del ancho de banda estrecho, la energía 170A se refleja de vuelta a la fuente de energía 160. Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 19A a 19C, se proporcionan gráficos que muestran el factor de transmisión de potencia acústica frente a tramas de frecuencia para tres grosores diferentes. Como se demostró, el grosor de la pared externa afectará el ancho de banda de la energía dirigida a la RDI. La geometría de la lente se basa en el arco de la curvatura de la pared exterior. Debe apreciarse que Lexan no se usa necesariamente como una ventana acústica, y se usa en las figuras 19A a 19C simplemente como un ejemplo de transmisión a través de una ventana que tiene un grosor de aproximadamente un simple múltiplo de media longitud de onda.

El dispositivo de tratamiento 100 puede incluir cableado que está configurado para proporcionar potencia desde el módulo de control 110 hasta la fuente de energía 160. El cableado puede estar configurado para controlar la fuente de energía 160 con el módulo de control 110. En algunas configuraciones, una fuente de alimentación puede estar configurada para alimentar la fuente de energía y puede estar ubicada en el módulo transductor 150. Por ejemplo, una batería (desechable o recargable) puede estar acoplada a la fuente de energía 160 y puede estar configurada para alimentar la fuente de energía 160. En una configuración, el eje 124 puede incluir un imán y una bobina de alambre alrededor del imán, que está configurado para generar electricidad y está acoplado a una batería recargable.

En ciertos aspectos, el miembro rodante 115 puede ser una rueda, una bola o un cojinete, un cilindro, una banda de rodadura o cualquier otra forma adecuada para rodar a lo largo de una superficie diana 106. En aspectos que incorporan una bola o un cojinete para todos los miembros rodantes 115, un dispositivo de tratamiento 100 se puede mover en cualquier dirección a lo largo de la superficie de tratamiento 106.

En algunas configuraciones, los ejes 124 pueden ser móviles. Los ejes 124 pueden estar configurados para ser sensibles a la presión mecánica sobre cualquiera de los módulos transductores 150. Al menos uno de los ejes 124 se puede mover en respuesta a un aumento de la presión mecánica sobre el dispositivo de tratamiento 100. Los ejes 124 pueden estar solicitados, por ejemplo, accionados por resorte, para moverse arriba y abajo para compensar cambios en la superficie diana 106 por encima de la RDI 108. En algunas configuraciones, los ejes 124 se pueden mover a lo largo de un eje z con respecto a la superficie diana 106.

En diversas configuraciones, el módulo transductor 150 puede estar configurado para tener un volumen interno 156 que está bordeado o limitado por la superficie interna 155 de la pared de módulo transductor 151. El volumen interno 156 se puede llenar con un medio de acoplamiento 107. El módulo transductor 150 puede incluir además una pared de módulo transductor 151 que incluye un material que tiene un grosor 154 que puede ser transparente o sustancialmente transparente a la energía ultrasónica. En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir un transductor 162. En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir una capa de coincidencia acústica. El módulo transductor 150 puede incluir una longitud de trayectoria, que es una distancia desde el transductor 162 hasta la superficie interna 155. El módulo transductor 150 tiene un grosor 154, que es una distancia medida perpendicularmente desde la superficie externa 152 hasta la superficie interna 155.

En algunas configuraciones, la energía 170 puede suministrarse como una emisión de onda continua. El módulo transductor 150 puede acoplar el transductor 162 a la RDI 108 y facilita la transferencia de la energía 170 desde el transductor 162 a través del medio de acoplamiento 107 que está presente y la pared de módulo transductor 151 y al interior de la RDI 108. Sin embargo, si el módulo transductor 150 está desacoplado de la RDI 108 y está acoplado al aire, la pared de módulo transductor se puede convertir en un reflector y reflejar toda o al menos la mayoría de la energía 170 de vuelta al transductor 162 como energía reflejada.

El módulo transductor 150 puede incluir una pared de módulo transductor 151 que tiene una superficie externa 152 y una superficie interna 155. La pared de módulo transductor 151 puede tener un grosor 154 que es la distancia medida perpendicularmente desde la superficie externa 152 hasta la superficie interna 155. En diversas configuraciones, el grosor 154 puede estar configurado para proporcionar diversos atributos físicos a la energía ultrasónica 170, como se describe adicionalmente en el presente documento. El módulo transductor 250 puede estar configurado para tener un volumen interno 156 que está bordeado o limitado por la superficie interna 155. El volumen interno 156 se puede llenar con un medio de acoplamiento 107, como se describe en el presente documento.

El módulo transductor 150 puede incluir una fuente de energía 160, tal como un transductor ultrasónico, configurado para transmitir energía acústica 170 a interior de una región de interés 108 en y/o por debajo de una superficie 106. El módulo transductor 150 puede incluir una pared anular externa arqueada 151 que tiene un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda de la energía acústica 170 y configurada para recubrir la fuente de energía 160 y una solución de acoplamiento 156. El módulo transductor 150 puede incluir un sistema de detección de acoplamiento en comunicación con el módulo de control 110 y configurado con una distancia prescrita entre la fuente 160 y una superficie interna del módulo transductor 150 para determinar si la fuente de energía 160 está acoplada a la RDI 108 usando una interacción de la energía acústica 170 con el grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda. El sistema de detección de acoplamiento puede estar configurado para determinar si la fuente de energía 160 está acoplada a la RDI 108 monitorizando una cantidad de reflexión de la energía acústica 170 de vuelta al transductor 162 mediante la superficie externa 151 que tiene el grosor 154 de media longitud de onda de la energía acústica.

En algunos aspectos, una parte inferior del módulo transductor 150 puede estar configurada con una superficie externa curva 151 que tiene el grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda, que es una ventana acústica. En dichos aspectos, el resto del módulo transductor 150, con la ventana acústica sustraída, puede estar hecho de un material que no transmite o que solo lo hace parcialmente energía acústica y/o tiene un grosor 154 mayor que media longitud de onda.

En ciertas configuraciones, el dispositivo de tratamiento 100 puede estar configurado como un dispositivo de mano. En una configuración, un dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un módulo transductor 150, un sensor de posición 140, un sensor de contacto con el tejido, un módulo de control 110, y una interfaz de comunicación que conecta el módulo transductor 150, los sensores, y el módulo de control 110. En una configuración, un dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de posición 140, un módulo de control 110, una fuente de alimentación recargable y un módulo transductor 150, que incluye al menos un transductor ultrasónico 160. Según una configuración, un dispositivo de tratamiento 100 puede incluir un sensor de posición 140, un módulo de control 110, un dispensador de medio de acoplamiento acústico 105 y un módulo transductor 150, que incluye al menos un transductor ultrasónico 160. En ciertas configuraciones, la superficie diana 106 puede ser una superficie de piel, una superficie subcutánea, una superficie de mucosa, una superficie de órgano interno, o una combinación de las mismas.

En algunas configuraciones, el módulo de control 110 puede ser capaz de coordinar y controlar el proceso de tratamiento para conseguir el efecto terapéutico deseado en la RDI 108. Por ejemplo, en algunas configuraciones, el módulo de control 110 puede incluir componentes de fuente de alimentación, componentes de detección y monitorización, uno o más circuitos controladores de RF, controles de enfriamiento y acoplamiento y componentes de lógica de control.

El módulo de control 110 puede configurarse de diversas maneras para implementar el dispositivo de tratamiento 100 para la selección como diana de una parte de la RDI 108. Por ejemplo, para los componentes de fuente de alimentación, el módulo de control 110 puede formar una o más fuentes de alimentación de corriente continua (CC) capaces de proporcionar energía eléctrica para todo el módulo de control 110, incluyendo la potencia requerida por un amplificador/controlador electrónico de transductor. También se puede proporcionar un dispositivo de detección de voltaje o detección de CC para confirmar el nivel de alimentación que entra en los amplificadores/controladores para fines de seguridad y monitorización.

En algunas configuraciones, los amplificadores/controladores pueden incluir amplificadores y/o controladores de potencia multicanal o de un solo canal. En algunas configuraciones para configuraciones de matriz de transductores, los amplificadores/controladores también pueden configurarse con un formador de haz para facilitar el enfoque de la matriz. Un formador de haz ejemplar puede ser excitado eléctricamente por un oscilador/sintetizador de forma de onda controlado digitalmente con lógica de conmutación relacionada.

Los componentes de fuente de alimentación también pueden incluir diversas configuraciones de filtrado. Por ejemplo, pueden usarse filtros de armónicos conmutables y/o coincidencia en la salida del amplificador/controlador para aumentar la eficiencia y la eficacia de impulso. También se pueden incluir componentes de detección de potencia para confirmar el funcionamiento y la calibración apropiados. Por ejemplo, la potencia eléctrica y otros componentes de detección de energía pueden usarse para monitorizar la cantidad de potencia que entra en el módulo transductor 150.

Adicionalmente, un módulo de control ejemplar 110 puede incluir además un procesador de sistema y diversas

- lógicas de control digital, tal como uno o más de microcontroladores, microprocesadores, matrices de puertas programables in situ, tableros de computadora y componentes asociados, incluyendo firmware y software de control, que pueden ser capaces de interactuar con los controles de usuario y los circuitos de interconexión, así como circuitos de entrada/salida y sistemas para comunicaciones, pantallas, interconexión, almacenamiento, documentación y otras funciones útiles. El software del sistema puede ser capaz de controlar toda la inicialización, sincronización, configuración de nivel, monitorización, configuración de seguridad y otras funciones del sistema deseadas para conseguir los objetivos de tratamiento definidos por el usuario. Además, diversos conmutadores de control, paneles táctiles, paneles multitáctiles, conmutadores capacitivos e inductivos, también pueden configurarse adecuadamente para controlar el funcionamiento.
- El módulo de control 110 puede estar configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico mediante una interfaz inalámbrica. Típicamente, el dispositivo inalámbrico tiene una pantalla y una interfaz del usuario tal como, por ejemplo, una pantalla táctil o un teclado. Los ejemplos de un dispositivo inalámbrico o dispositivo móvil pueden incluir, pero sin limitarse a, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores, ordenadores portátiles, miniordenadores portátiles, tabletas o cualquier otro dispositivo similar que se conozca o desarrolle en el futuro. Por consiguiente, el dispositivo de tratamiento 100 puede incluir cualquier hardware, tal como, por ejemplo, componentes electrónicos, antena y similares, así como cualquier software que pueda usarse para comunicarse mediante la interfaz inalámbrica.
- En ciertas configuraciones, el módulo de control 110 puede ser un dispositivo portátil. Por ejemplo, el módulo de control 110 puede incluir teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores, ordenadores portátiles, miniordenadores portátiles, tabletas o cualquier otro dispositivo similar que se conozca o desarrolle en el futuro. Las funciones del módulo de control 110 se pueden programar en el dispositivo portátil. Por ejemplo, las funciones del módulo de control 110 se pueden descargar como una app en el dispositivo portátil y emplearse cuando se usa el dispositivo de tratamiento 100. En algunos ejemplos, el dispositivo portátil se puede interconectar a una red inalámbrica y las funciones del módulo de control 110 pueden ser enviadas al dispositivo portátil. En algunos ejemplos, el dispositivo portátil se puede interconectar a una red inalámbrica y el dispositivo portátil se puede monitorizar en la red inalámbrica. En algunos ejemplos, el dispositivo portátil se puede interconectar a una red inalámbrica y el dispositivo portátil puede subir datos de tratamientos mediante la red.
- El dispositivo inalámbrico o portátil puede estar configurado para visualizar una imagen generada por el dispositivo de tratamiento 100. El dispositivo inalámbrico o portátil puede estar configurado to control al menos una parte del dispositivo de tratamiento 100. El dispositivo inalámbrico o portátil puede estar configurado para almacenar datos generados por el dispositivo de tratamiento 100 y enviados al dispositivo inalámbrico.
- En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir un transductor ultrasónico 162, un sensor de posición 140, un sensor de contacto con el tejido, una interfaz de comunicación, el módulo de control 110, una fuente de alimentación recargable, un dispensador de medio de acoplamiento acústico 105, o cualquier combinación de los mismos. En ciertas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir al menos dos transductores ultrasónicos 162.
- En ciertas configuraciones, la pared de módulo transductor 151 puede tener propiedades materiales y una forma geométrica para proporcionar una ventana de transmisión de ultrasonidos que tiene un grosor 154 que es un múltiplo de media longitud de onda de la energía 170. En algunas configuraciones, la pared de módulo transductor 151 puede tener un grosor 154 que es media longitud de onda ("λ") del grosor de la energía 170 o es aproximadamente media longitud de onda del grosor de la energía 170. En algunas configuraciones, la pared de módulo transductor 151 puede tener un grosor 154 que es un múltiplo del grosor de media longitud de onda, tal como, por ejemplo, múltiplos de 0, 1, 2, 3, ...n de la media longitud de onda. En ciertas configuraciones, la energía 170 puede ser una energía ultrasónica, una energía basada en fotones, una energía de radiofrecuencia, una energía de microondas, o una combinación de las mismas.
- En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada con la capacidad para producir de forma controlable distribución conforme de temperatura elevada en tejido blando dentro de la RDI 108 a través de un preciso control espacial y temporal del depósito de energía acústica. Con este fin, el control de la fuente de energía 160 puede estar configurado dentro de parámetros de tiempo y espacio seleccionados, con dicho control siendo independiente del tejido. La energía ultrasónica 170 puede estar controlada para producir una distribución conforme de temperatura elevada en tejido blando dentro de la RDI 108 usando parámetros espaciales. La energía ultrasónica 170 puede estar controlada para producir una distribución conforme de temperatura elevada en tejido blando dentro de la RDI 108 usando parámetros temporales. La energía ultrasónica 170 puede estar controlada para producir una distribución conforme de temperatura elevada en tejido blando dentro de la RDI 108 usando una combinación de

parámetros espaciales y parámetros temporales. En algunas configuraciones, una distribución conforme de temperatura elevada en tejido blando dentro de la RDI 108 es una región conforme de temperatura elevada en la RDI 108.

5 En diversas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para crear una ganancia de intensidad desde la fuente de energía 160 hasta la RDI 108 de al menos 100. Además, la fuente de energía 160 puede estar configurada para crear una ganancia de intensidad desde la superficie diana 106 hasta la RDI 108 de al menos 5. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para enfocar la energía acústica 170 en el interior de la RDI 108. Como enfocada, la intensidad desde la fuente de energía 160 hasta la RDI
10 108 puede estar en un intervalo de 500 W/cm² a 25.000 W/cm². En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para enfocar débilmente la energía acústica 170 en el interior de la RDI 108. Como enfocada débilmente, la intensidad máxima desde la fuente de energía 160 hasta la RDI 108 puede estar en un intervalo de 5 W/cm² a 100 W/cm². La fuente de energía 160 puede estar configurada para enfocar la energía 170 en el interior de la RDI 108 para crear una intensidad promedio de al menos 1000 W/cm² en la RDI 108. La fuente de
15 energía 160 puede estar configurada para enfocar la energía 170 en el interior de la RDI 108 para crear una intensidad de al menos 3 W/cm² en la superficie diana 106. La fuente de energía 160 puede estar configurada para enfocar la energía 170 en el interior de la RDI 108 para crear una intensidad de al menos 10 W/cm² en la superficie diana 106.

20 En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para dirigir la energía acústica 170, que está desenfocada al interior de la RDI 108. La fuente de energía 160 puede estar configurada para dirigir la energía acústica 170, que está no enfocada al interior de la RDI 108. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para dirigir la energía acústica 170 que tiene un foco plano al interior de la RDI 108.

25 La energía 170 puede ser emitida en una frecuencia en un intervalo de 1 MHz a 30 MHz y durante un tiempo en un intervalo de 1 nanosegundo a 10 microsegundos. Algunas configuraciones proporcionan sistemas configurados para dirigir la energía 170 al interior de la RDI 108, que es emitida en una frecuencia en un intervalo de 1 MHz a 2 GHz y durante un tiempo en un intervalo de 100 picosegundos a 10 segundos. Algunos ejemplos de estas configuraciones
30 proporcionan sistemas configurados para proporcionar una señal de potencia en un intervalo de 1 kilovatio a 12 kilovatios a la fuente de energía 160 para generar una cantidad de energía 170 en un intervalo de 1 nanosegundo a aproximadamente 500 microsegundos y en un intervalo de aproximadamente 0,5 miliJulios a aproximadamente 6 Julios, que es dirigida a la RDI 108. En algunas aplicaciones, el intervalo de frecuencia puede ser de 1 MHz a 30 MHz o puede ser de 1 MHz a 20 MHz o puede ser de 2 MHz a 10 MHz.

35 En muchas aplicaciones de tratamiento, la frecuencia de la energía ultrasónica 170 puede estar en un intervalo de aproximadamente 1 MHz a aproximadamente 12 MHz, o de aproximadamente 5 MHz a aproximadamente 15 MHz, o de aproximadamente 2 MHz a aproximadamente 12 MHz o de aproximadamente 3 MHz a aproximadamente 7 MHz. En algunas aplicaciones, el intervalo de frecuencia puede ser de 1 MHz a 10 MHz o puede ser de 1 MHz a 7 MHz o
40 puede ser de 2 MHz a 5 MHz.

La energía acústica 170 puede ser emitida en al menos un incremento en un intervalo de 0,001 segundos a 5 segundos desde la fuente de energía 160 acoplada a la superficie diana 106, en el que la energía acústica 170 es emitida a una frecuencia en un intervalo de 1 MHz a 20 MHz, a una intensidad máxima en un intervalo de 5 W/cm² a
45 70.000 W/cm². El incremento puede estar en un intervalo de 0,001 segundos a 5 segundos y puede ser emitido repetidamente para suministrar una cantidad de energía acústica necesaria para proporcionar un efecto en el tejido. El incremento puede estar en un intervalo de 0,001 segundos a 5 segundos y puede tener un retardo de 10 microsegundos a 1 segundo entre cada incremento. La duración de tiempo de una emisión de la energía 170 al interior de la RDI 108 para el dominio de un efecto térmico está en un intervalo de milisegundos a minutos en un
50 intervalo de frecuencia, como se ha descrito anteriormente.

En algunas aplicaciones, la energía ultrasónica 170 puede crear un efecto térmico en la RDI 108. Dado que la temperatura en la RDI 108 es proporcional a la intensidad de la energía acústica 170 que se suministra, proporcionar un suministro controlado de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, que excede la capacidad térmica del
55 medio (por ejemplo, tejido) en la RDI 108, dañará o destruirá el medio en la RDI 108. Por ejemplo, se puede crear una lesión en el tejido subcutáneo cuando la energía ultrasónica 170 suministrada supera la capacidad térmica del tejido. Sin embargo, proporcionar un suministro controlado de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, que aumenta la temperatura en la RDI 108 del medio, pero no supera la capacidad térmica del tejido, puede iniciar un cambio de tejido en la RDI 108, pero no destruye el tejido en la zona diana de la RDI 108. Por ejemplo, el tejido
60 subcutáneo se puede calentar de aproximadamente a 43 °C a aproximadamente 50 °C, lo que puede provocar que

el colágeno se contraiga, pero no daña ni destruye el tejido en la zona diana.

En algunas configuraciones, la energía 170 puede crear un efecto mecánico en la RDI 108. Un efecto mecánico es un efecto no térmico en un medio creado mediante interacción con la energía acústica 170. Un efecto mecánico puede ser uno de, por ejemplo, resonancia acústica, efecto acústico-elástico, efecto acústico-mecánico, flujo acústico, presión acústica disruptiva, ondas de choque, histrofia, cavitación inercial y cavitación no inercial.

A intensidades acústicas suficientemente altas, la cavitación es la formación de microburbujas en una parte líquida de la RDI 108. La interacción del campo de ultrasonidos con las microburbujas puede hacer que las microburbujas oscilen en la RDI 108 (cavitación no inercial (dinámica)) o que crezcan y eventualmente implosionen (cavitación inercial). Durante la cavitación inercial, se producen temperaturas muy altas dentro de las burbujas, y el colapso se asocia con una onda de choque que puede dañar mecánicamente el medio (tal como tejido) en la RDI 108. La duración de tiempo de una emisión de la energía 170 para el dominio de cavitación está en un intervalo de microsegundos a segundos en un intervalo de frecuencia, como se ha descrito anteriormente. En algunas configuraciones, existe un solapamiento, en el que ambos de los efectos, el efecto térmico y el efecto de cavitación, pueden ocurrir.

El efecto acústico-mecánico puede causar una microexplosión en la zona diana de la RDI 108. El efecto acústico-mecánico puede causar un aumento de la presión en la zona diana por encima del umbral de fragmentación del medio en la RDI 108. Una presión de fragmentación es una presión mínima a la cual una sustancia (por ejemplo, un sólido) en la RDI 108 de un medio particular explotará (se romperá, se fragmentará). La duración de tiempo de una emisión de la energía 170 para el dominio de un efecto acústico-mecánico está en un intervalo de nanosegundos a microsegundos en un intervalo de frecuencia, como se ha descrito anteriormente. En algunas configuraciones, existe un solapamiento, en el que ambos de los efectos, la cavitación y el efecto acústico-mecánico, pueden ocurrir.

El efecto acústico-elástico es un efecto en un medio que surge de la combinación de las oscilaciones de presión de una onda acústica con las oscilaciones de temperatura adiabáticas que acompañan en una zona diana producidas por la onda acústica. La temperatura del medio circundante en la RDI 108 no cambia. El efecto acústico-elástico es un efecto que puede superar el umbral de elasticidad de las moléculas en la zona diana de la RDI 108. El efecto acústico-elástico aumenta la temperatura de dentro hacia fuera por difusión térmica, lo que puede aumentar drásticamente la temperatura en una zona diana, lo que da como resultado un aumento de presión en la zona diana.

El efecto acústico-elástico puede romper la conexión elástica térmica de las moléculas en la zona diana, lo que puede causar una microexplosión en la zona diana de la RDI 108. El efecto acústico-elástico puede causar un aumento de temperatura en la zona diana por encima de una temperatura de fragmentación del medio en la zona diana. Una temperatura de fragmentación es una temperatura mínima a la cual una sustancia (por ejemplo, un sólido) en la RDI 108 de un medio en particular explotará (se romperá, se fragmentará). La duración de tiempo de una emisión de la energía 170 para el dominio de un efecto acústico-mecánico está en un intervalo de picosegundos a microsegundos en un intervalo de frecuencia, como se ha descrito anteriormente. En algunas configuraciones, existe un solapamiento, en el que ambos de los efectos, el efecto acústico-mecánico y el efecto acústico-elástico, pueden ocurrir.

En algunas configuraciones, la energía 170 puede ser energía ultrasónica. En algunas configuraciones, la energía 170 puede ser más de una energía, por ejemplo, pero sin limitarse a energía ultrasónica y una energía basada en fotones. Por supuesto la energía 170 no está limitada a solamente una energía o a dos tipos de energía diferentes, por ejemplo, la energía 170 puede incluir varios tipos de energía y/o puede incluir un tipo de energía particular a diferentes frecuencias. La fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir energía ultrasónica. La fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir energía ultrasónica y para emitir una energía basada en fotones.

En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir al menos dos formas diferentes de energía 170. Por ejemplo, la fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir energía ultrasónica en una parte de una región de tratamiento y la fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir una segunda energía, que es diferente de la energía ultrasónica, en una parte de la región de tratamiento. Por ejemplo, la segunda energía puede ser proporcionada por un láser o una luz pulsada intensa (IPL) o un diodo emisor de luz (LED), o una fuente de radiofrecuencia, o una fuente de energía de microondas, o una fuente de plasma, o una fuente de resonancia magnética, o una fuente de energía mecánica, o cualquier otra fuente de energía basada en fotones. En algunas aplicaciones, la fuente de energía es una fuente criogénica para proporcionar tratamiento enfriando el tejido diana. La segunda energía puede ser proporcionada por cualquier fuente de energía apropiada conocida ahora o creada en el futuro. La fuente de energía 160 puede estar configurada para emitir una tercera energía, que puede ser proporcionada por cualquier fuente de energía descrita en el presente documento. La fuente

de energía 160 puede estar configurada para emitir una n-ésima energía, que puede ser proporcionada por cualquier fuente descrita en el presente documento.

5 En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de energía basada en fotones. Por ejemplo, la fuente de energía basada en fotones puede ser un láser. En algunos ejemplos, la fuente de energía basada en fotones puede ser IPL. En algunos ejemplos, la fuente de energía basada en fotones puede ser uno o más LED. En algunos ejemplos, la fuente de energía basada en fotones puede ser un láser Q-switch de nanosegundo. En algunos ejemplos, la fuente de energía basada en fotones puede ser un láser Q-switch de picosegundo.

10 La fuente de energía basada en fotones puede estar configurada para emitir "luz azul" que tiene una longitud de onda de aproximadamente 400 nanómetros a aproximadamente 440 nanómetros. La luz azul se puede aplicar como un pretratamiento antes de que se aplique la energía ultrasónica. La luz azul se puede aplicar de forma concurrente con la energía ultrasónica. La fuente de energía basada en fotones puede estar configurada para emitir "luz roja" que
15 tiene una longitud de onda de aproximadamente 600 nanómetros a aproximadamente 1350 nanómetros. La luz roja se puede aplicar como un pretratamiento antes de que se aplique la energía ultrasónica. La luz roja se puede aplicar de forma concurrente con la energía ultrasónica. La fuente de energía basada en fotones puede estar configurada para emitir energía ultravioleta (UV) que tiene una longitud de onda de aproximadamente 100 nanómetros a aproximadamente 400 nanómetros. La luz UV se puede aplicar como un pretratamiento antes de que se aplique la
20 energía ultrasónica. La luz UV se puede aplicar de forma concurrente con la energía ultrasónica.

En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de energía de RF. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de energía de microondas. En algunas configuraciones, la fuente de energía
25 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de plasma. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de energía fuente de resonancia magnética. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 puede incluir una fuente de energía ultrasónica y una fuente de energía mecánica.

30 En algunas configuraciones, la energía ultrasónica 170 es una emisión de onda continua. El módulo transductor 150 puede acoplar el transductor 162 a la RDI 108 y facilita la transferencia de la energía 170 desde el transductor 162 a través de cualquier medio de acoplamiento 107 que está presente y la pared de módulo transductor 151 y al interior de la RDI 108. Sin embargo, si el módulo transductor 150 no está acoplado desde la RDI 108 y está acoplado al aire, la pared de módulo transductor se puede convertir en un reflector y reflejar toda o al menos la mayoría de la energía
35 170 de vuelta al transductor 162 como energía reflejada.

En algunas configuraciones, un sintetizador digital puede estar acoplado al transductor 162 y configurado para un barrido de frecuencia del transductor 162. En algunas configuraciones, el barrido de frecuencia puede monitorizar la potencia de salida promedio constante del transductor 162. En algunas configuraciones, el barrido de frecuencia
40 puede ser una función escalonada de un conjunto de diferentes frecuencias. En algunas configuraciones, el barrido de frecuencia es una función chirp. En algunas configuraciones, la función escalonada de un conjunto de diferentes frecuencias puede incluir una pluralidad de diferentes frecuencias.

En algunas configuraciones, una salida del barrido de frecuencia se puede monitorizar, como se ilustra en las figuras
45 20 y 21. Las unidades para ejes de los gráficos en las figuras 20 y 21 son impedancia eléctrica en el eje y y frecuencia en el eje x. La figura 20 ilustra la retroalimentación desde un barrido de frecuencia cuando el módulo transductor 150 está acoplado a la RDI 108. La figura 21 ilustra la retroalimentación desde un barrido de frecuencia cuando el módulo transductor 150 está desacoplado (o acoplado al aire). Esta diferencia en retroalimentación desde el barrido de frecuencia puede ser un sistema de detección de acoplamiento. Si la retroalimentación de informes de
50 barrido de frecuencia que es similar a la figura 20 el dispositivo 100 continúa funcionando proporcionando energía ultrasónica 170 a la RDI 108. Si la retroalimentación de informes de barrido de frecuencia que es similar a la figura 21, el transductor 162 se apaga como un mecanismo de seguridad y/o para proteger el transductor 162 de resultar dañado o destruido.

55 En algunas configuraciones, el sistema puede monitorizar y ajustar la potencia de salida para conseguir una potencia de salida promedio constante, incluso con variaciones en la temperatura del medio y/o la temperatura del transductor. En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir un sensor de temperatura 142. En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir dos sensores de temperatura 142. Por ejemplo, uno de los sensores de temperatura 142 puede estar en contacto con el medio de acoplamiento 107 y el segundo
60 sensor de temperatura 142 puede estar en contacto con el transductor 162. En algunas configuraciones, si la

temperatura según lo indicado por el sensor de temperatura está por encima de, por ejemplo, 43°C, el transductor 162 detiene la emisión de energía ultrasónica 170.

En ciertas configuraciones, el desfase 180 puede usarse con el dispensador de medio de acoplamiento acústico 5 105, como se describe en el presente documento, para garantizar que el grosor apropiado del medio de acoplamiento 107 se aplica a la superficie diana 106. En algunas configuraciones, el dispensador de medio de acoplamiento acústico 105 puede estar integrado en el módulo transductor 150. Sin embargo, el dispensador de medio de acoplamiento acústico 105 se puede colocar en diversas posiciones en el sistema 100, siempre que el dispensador 105 pueda proporcionar medio de acoplamiento 107 a al menos uno del módulo transductor 150 y la 10 superficie 106. El desfase 180 se puede usar con un sensor de contacto, tal como el sensor de contactos descrito en el presente documento, para proporcionar acoplamiento del transductor 162 a la RDI 108 durante el uso del sistema 100.

En ciertas configuraciones, el sensor de posición 140 puede estar ubicado detrás de un módulo transductor 150, 15 enfrente de un módulo transductor 150, o integrado en un módulo transductor 150. El módulo transductor ultrasónico 150 puede incluir más de un sensor de posición 140, tal como, por ejemplo, un sensor de posición láser y un sensor de movimiento, o un sensor de posición láser y un dispositivo visual, o un sensor de movimiento y un dispositivo visual, o un sensor de posición láser, un sensor de movimiento y un dispositivo visual.

20 En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede incluir un elemento visual tal como una cámara o dispositivo de captura en vídeo. En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede incluir un sensor de posición láser. En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede incluir un sensor de posición láser Doppler. En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede incluir un sensor magnético en 3D. Por ejemplo, un sensor de posición óptico puede rastrear la posición como un ratón de ordenador que usa un sensor 25 láser en lugar de una versión anterior de un ratón con una bola rodante. El sensor de posición puede comunicar datos de posición en función del tiempo a una pantalla para rastrear una posición del módulo transductor ultrasónico 150, tal como, por ejemplo, superpuesto en una imagen de RDI 108, superpuesto en una imagen de la superficie diana 106, como referencia a características etiquetadas o identificadas previamente, como referencia a la ubicación de la lesión, como referencia a un tratamiento previo, y combinaciones de las mismas. En una configuración 30 ejemplar, un plan de tratamiento puede incluir un patrón de movimiento del módulo transductor ultrasónico 150. Dicho patrón de movimiento se puede visualizar y el sensor de posición puede rastrear un módulo transductor ultrasónico 150 durante el tratamiento en comparación con el patrón de movimiento. Rastrear el módulo transductor ultrasónico 150 con el sensor de posición y comparar el movimiento rastreado con un movimiento predeterminado puede ser útil como herramienta de entrenamiento. En algunas configuraciones, el sensor de posición láser puede 35 etiquetar o identificar una característica en la superficie diana 106.

En algunas configuraciones, el sensor de posición 140 puede determinar una distancia entre pulsos de energía ultrasónica terapéutica 170 para crear una pluralidad de zonas de tratamiento que son equidistantes o están 40 dispuestas en cualquier configuración espacial en patrones en 1-D o 2-D. A medida que el módulo transductor ultrasónico 150 es movido en una dirección 104, el sensor de posición 140 puede determinar la distancia, independientemente de una velocidad a la que el módulo transductor ultrasónico 150 es movido, a la que un pulso de energía ultrasónica terapéutica 170 debe emitirse al interior de la RDI 108.

En algunas configuraciones, se pueden usar dos o más sensores de posición 140 para determinar la velocidad de 45 movimiento de dos o más miembros rodantes 115. En dichas configuraciones, el controlador puede estar configurado para alterar o finalizar la distribución de energía 170 al interior de la región de interés 108 si la velocidad de un primer miembro rodante 115 es sustancialmente diferente de una velocidad de un segundo miembro rodante 115, si una velocidad de cualquiera o ambos de los dos o más miembros rodantes 115 está por debajo de una velocidad mínima, si una velocidad de cualquiera o ambos de los dos o más miembros rodantes está por encima de 50 una velocidad máxima, si una dirección de movimiento de un primer miembro rodante 115 es diferente de una dirección de movimiento de un segundo miembro rodante 115, o cualquier combinación de las mismas.

En ciertos aspectos, un sensor de posición remoto, un sensor de orientación remoto, o un sensor de posición y orientación remoto se pueden desplegar para proporcionar información de posición y/u orientación respecto al 55 dispositivo de tratamiento 100. Por ejemplo, una cámara puede adquirir imágenes desde dos o más ángulos, y las imágenes adquiridas pueden procesarse para determinar una posición y orientación del dispositivo de tratamiento 100.

En ciertos aspectos, el módulo de control 110 puede almacenar posiciones de tratamiento pasadas. El módulo de 60 control 110 puede usar posiciones de tratamiento almacenadas para evitar volver a tratar posiciones tratadas

previamente, si fuera necesario.

En algunas configuraciones, el módulo transductor 150 puede incluir un sensor de contacto 144. En algunas configuraciones, el sensor de contacto 144 puede comunicar si el módulo transductor 150 está acoplado a la RDI 108. El sensor de contacto 144 puede medir una capacitancia de una superficie diana 106 por encima de la RDI 108 y comunicar una diferencia entre la capacitancia del contacto con la superficie diana 106 y la capacitancia del aire. En algunas configuraciones, el sensor de contacto con el tejido se puede iniciar o encender presionando el módulo transductor ultrasónico 150 contra la superficie diana 106.

10 Diversas configuraciones proporcionan procedimientos de detección de acoplamiento de una fuente de energía 160 a una RDI 108. Por ejemplo, un procedimiento de detección de acoplamiento incluye proporcionar la fuente de energía 160 que tiene un transductor 162, proporcionar el módulo transductor 150 que tiene una superficie externa sustancialmente curva con un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda de la energía acústica y configurado para recubrir el transductor 162 y un medio de acoplamiento, y realizar una función de barrido de frecuencia. El procedimiento puede incluir emitir energía ultrasónica 170 desde el transductor 162; recibir energía reflejada 170; realizar un barrido de frecuencia del transductor; determinar que la retroalimentación desde el barrido de frecuencia está por debajo (o por encima, dependiendo de dónde se ajuste el nivel) de un nivel umbral; y determinar si el transductor 162 está acoplado a la RDI 108.

20 En algunas configuraciones del procedimiento, si la retroalimentación desde la frecuencia está por encima del nivel umbral, entonces el transductor 162 no está acoplado a la RDI 108. En algunas configuraciones, si la retroalimentación desde la frecuencia está por encima (o por debajo dependiendo de dónde se ajuste el nivel) el nivel umbral, entonces el transductor 162 está acoplado a la RDI 108. El procedimiento puede incluir además proporcionar potencia de salida promedio constante desde el transductor 162. El procedimiento puede incluir además finalizar la potencia al transductor 162. La frecuencia barrida tiene un periodo, que se calcula usando una longitud de trayectoria de la separación y la velocidad del sonido.

Diversas configuraciones proporcionan un sensor de contacto 144 para determinar si una fuente de ultrasonidos 160 está acoplada a una diana 108. En algunas configuraciones, el sistema de detección de acoplamiento incluye una fuente de ultrasonidos 160 que tiene un transductor 162, una separación acústicamente transparente (módulo transductor 150) acoplado al transductor 162 que incluye una superficie externa sustancialmente curva que tiene un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda de la energía acústica en una superficie inferior de la separación. La superficie externa sustancialmente curva que tiene un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda es un reflector cuando la fuente de ultrasonidos 162 no está acoplada a la RDI 108. La superficie externa sustancialmente curva que tiene un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda es transparente a la energía ultrasónica 170 cuando la fuente de ultrasonidos 162 está acoplada a la RDI 108.

En diversas configuraciones, el sensor de contacto 144 se puede combinar con una o más técnicas de detección diferentes. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector Hall. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector óptico. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector conductor. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector piezoeléctrico. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector mecánico. Por ejemplo, el sensor de contacto 144 se puede combinar con un detector magnético. En diversas configuraciones, el sistema de detección de acoplamiento se puede combinar con al menos uno de un detector Hall, detector óptico, un detector de impedancia acústica, un detector conductor, un detector piezoeléctrico, un detector mecánico, un detector magnético, un detector de impedancia acústica, y combinaciones de los mismos.

Con referencia a la figura 22, una pluralidad de configuraciones de fuente de energía 160 ejemplares se ilustran según diversas configuraciones. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 incluye al menos un transductor ultrasónico 162. En algunas configuraciones, la fuente de energía 160 incluye al menos un transductor ultrasónico y un dispositivo de enfoque 164, tal como, por ejemplo, una lente.

Por ejemplo, un transductor 162 puede incluir un elemento único enfocado esféricamente 36. El transductor 162 puede incluir una matriz anular/multielemental 38. El transductor 162 puede incluir una matriz anular con una región de formación de imágenes 40. Un transductor 162 puede incluir una matriz de un único elemento enfocado en línea 42. El transductor 162 puede incluir una matriz lineal en 1-D 44. El transductor 162 puede incluir una matriz lineal curva (convexa o cóncava) en 1-D 46. El transductor 162 puede incluir una matriz en 2-D 48.

Con referencia adicional a la figura 22, las configuraciones descritas previamente de un transductor 162 pueden acoplarse a una lente 164. Por ejemplo, la lente 164 puede ser una lente de enfoque mecánica 50. La lente 164

puede ser una lente de enfoque convexa 52. La lente 164 puede ser una lente de enfoque cóncava 54. La lente 164 puede ser una lente enfocada compuesta/múltiple 56. La lente 164 puede ser una lente plana 58. El transductor 162 puede estar acoplado individualmente o en combinación a una lente 164 para proporcionar al menos una de una energía ultrasónica enfocada 170, una energía ultrasónica no enfocada 170, o una energía ultrasónica desenfocada 170.

En algunas configuraciones el módulo transductor 150 puede incluir al menos una lente 164. Por ejemplo, la fuente de energía 160 puede estar configurada con al menos una lente 164 que está configurada para enfocar la energía 170 dentro de la RDI 108. La fuente de energía 160 y la al menos una lente 164 pueden estar configuradas de diversas maneras dependiendo de diversos tratamientos diana que pueden incluir parámetros tales como, por ejemplo, una profundidad de energía 170 deseada, un tipo de enfoque de la energía 170, un número de líneas de energía 170, y un tamaño del módulo transductor 150.

En algunas configuraciones, la lente 164 puede estar configurada para enfocar la energía 170 al interior de la RDI 108. La lente 164 puede estar configurada para enfocar débilmente la energía 170 al interior de la RDI 108. La lente 164 puede estar configurada para dirigir la energía 170, que está desenfocada, al interior de la RDI 108. La lente 164 puede estar configurada para dirigir la energía 170, que está no enfocada, al interior de la RDI 108. La lente 164 puede estar configurada para dirigir la energía 170 que tiene un foco plano al interior de la RDI 108. Ejemplos adicionales de las configuraciones del transductor 162 y la lente 164 se describen en la descripción de la figura 24.

Pasando a la figura 23, un diagrama de flujo ilustra un funcionamiento ejemplar del sistema de tratamiento, según diversas configuraciones. El proceso incluye un inicio de tratamiento 505 y una detención de tratamiento 525. Un programa de tratamiento 510 se puede cargar en el módulo de control 110 para iniciar el proceso 505. El programa de tratamiento 510 se puede cargar durante la fabricación del dispositivo de tratamiento 100, que bloquea el dispositivo 100 en solamente el programa de tratamiento proporcionado 510. Sin embargo, el programa de tratamiento 510 puede ser seleccionado por el usuario 501. El programa de tratamiento 510 indica al módulo de control 110 que proporcione la distribución programada de energía 170 en la RDI 108 para el tratamiento deseado. El programa de tratamiento 510 puede incluir parámetros para la función de tratamiento 515. El programa de tratamiento 510 puede incluir un mapa de tratamiento, mediante el cual un usuario puede designar una posición de inicio en el mapa de tratamiento.

Para usar el dispositivo de tratamiento 100, el usuario 501 interconecta 551 con el dispositivo de tratamiento 100 para proporcionar una señal de inicio del tratamiento 505 que inicia y/o ejecuta el programa de tratamiento 510 y proporciona retroalimentación de bucle abierto 557 al usuario 501 de que el tratamiento ha comenzado, tal como, una señal o un indicador, que podría ser, por ejemplo, un LED iluminado o un mensaje en una pantalla.

A medida que el dispositivo de tratamiento 100 ejecuta el programa de tratamiento 512, el módulo de control 110 maneja una función de monitorización 520, que proporciona retroalimentación de bucle cerrado 560 con el programa de tratamiento 512. Si se proporciona retroalimentación 560 para indicar una señal positiva, el programa de tratamiento ejecutado 512 continúa. Si la retroalimentación 560 proporciona una señal negativa, una señal de detención 525 es enviada al módulo de control 110 y el programa de tratamiento 512 finaliza. Con este fin, el sistema puede proporcionar retroalimentación de bucle cerrado y control. La función de monitorización 520 también puede proporcionar una retroalimentación de bucle abierto 567 al usuario 501, que puede incluir una indicación de sistema listo, una indicación de sistema funcionando dentro de los parámetros programados, y/o una indicación de fallo del sistema. Por ejemplo, dicha retroalimentación 567 puede ser comunicada mediante, por ejemplo, LED y/o en formato de texto o símbolo visualizado en una pantalla del dispositivo de tratamiento 100 o en comunicación con el dispositivo de tratamiento 100 o dispositivo móvil, tal como, por ejemplo, un teléfono inteligente o un dispositivo de tableta.

La función de monitorización 520 puede monitorizar la temperatura del módulo transductor 150 y con respecto a un umbral. La función de monitorización 520 puede monitorizar la carga de la batería y proporcionar un umbral más bajo. La función de monitorización 520 puede monitorizar una serie de líneas de tratamientos proporcionadas por la fuente de energía 160 y proporcionar un umbral, que es un límite superior del número de líneas. La función de monitorización 520 puede monitorizar un tiempo de uso total y proporcionar un umbral de tiempo. La función de monitorización 520 puede monitorizar la electrónica y/o la mecánica del sistema de tratamiento y proporcionar una señal de fallo. La función de monitorización 520 puede monitorizar cualquier otro parámetro operativo o parámetro de seguridad básico y proporcionar una señal positiva o negativa basándose en el estado del parámetro mediante la retroalimentación de bucle cerrado 560. De este modo, la función de monitorización 520 puede monitorizar el funcionamiento del dispositivo 100, incluyendo parámetros de tratamiento y parámetros no de tratamiento. El umbral o límite proporciona un punto de decisión para la función de monitorización 520.

Diversos componentes de detección y monitorización también pueden implementarse dentro de la función de monitorización 520. Por ejemplo, la función de monitorización 520 puede ser capaz de funcionar con diversos sistemas de detección de movimiento implementados dentro del dispositivo de tratamiento 100, para recibir y procesar información tal como información acústica u otra información espacial y temporal desde la RDI 108. La función de monitorización 520 también puede incluir diversos controles, interfaces y conmutadores y/o detectores de potencia.

En algunas configuraciones, la función de monitorización 520 puede incluir además un sensor que puede estar conectado a un sistema de alarma de audio o visual para impedir el uso excesivo del sistema. Por ejemplo, el sensor puede ser capaz de detectar la cantidad de energía transferida a la piel, y/o el tiempo que el dispositivo de tratamiento 100 ha estado emitiendo activamente energía 170. Cuando se ha alcanzado cierto umbral de tiempo o temperatura, la función de monitorización 520 puede proporcionar una retroalimentación de bucle abierto 567 para alertar al usuario 501 de que se ha alcanzado el umbral, que puede incluir una o más de una alarma audible, un indicador visual, o un mensaje alfanumérico. El umbral se puede usar para controlar el uso excesivo del dispositivo de tratamiento 100. La función de monitorización 520 puede proporcionar retroalimentación de bucle cerrado 560, tal como, por ejemplo, el sensor puede estar conectado de forma operativa al módulo de control 110 y obligar al módulo de control 110, a dejar de emitir energía ultrasónica 170 desde el módulo transductor ultrasónico 150. En algunas configuraciones que incluyen el dispositivo de aplicación de medio de acoplamiento 105, el sensor vacío 277 puede proporcionar una retroalimentación de bucle abierto a la función de monitorización 520 y el módulo de control 110.

A medida que el dispositivo de tratamiento 100 ejecuta el programa de tratamiento 512, el módulo de control 110 puede hacer funcionar una función de tratamiento 515, que proporciona retroalimentación de bucle cerrado 560 con el programa de tratamiento 512. Si la retroalimentación de bucle cerrado 565 proporciona una señal positiva, el programa de tratamiento 512 continúa. Si la retroalimentación de bucle cerrado 565 proporciona una señal negativa, una señal de detención 525 es enviada al módulo de control 110 y el programa de tratamiento 512 finaliza. La función de tratamiento 515 puede utilizar los parámetros de tratamiento y umbrales, que proporcionan retroalimentación de bucle cerrado, que pueden ser señales positivas o negativas basándose en los umbrales. Si un parámetro de tratamiento de la función de tratamiento 515 supera el umbral o límite, una señal de detención del tratamiento 525 y el módulo de control 110 finaliza el programa de tratamiento 512.

Por ejemplo, la función de tratamiento 515 puede proporcionar al módulo de control 110 los parámetros de movimiento del módulo transductor 150. Por ejemplo, parámetros de movimiento, tales como, una velocidad mínima, una velocidad máxima, y/o un cambio de dirección, pueden estar incluidos en la función de tratamiento 515. La función de tratamiento 515 puede proporcionar parámetros espaciales y/o parámetros temporales de la fuente de energía 160, para proporcionar una distribución programada de energía 170 en la RDI 108. Si el sistema no está funcionando dentro de estos parámetros, una señal de detención del tratamiento 525 y el módulo de control 110 puede finalizar el programa de tratamiento 512. La función de tratamiento 515 puede enviar una señal de detención 585 al final del tratamiento programado. El final del tratamiento programado puede estar basado en un periodo de tiempo, una cantidad total de energía suministrada, o una cantidad total de área tratada, o cualquier combinación de los mismos.

Si la detención 525 ha sido iniciada por la función de monitorización 520, la función de tratamiento 515, o el usuario 501, una retroalimentación de bucle abierto 577, tal como, un indicador de detención es comunicado al usuario 501. El usuario 501 puede interconectar 580 con el dispositivo de tratamiento 100 para enviar una señal de detención 525 al módulo de control 110.

En un ejemplo, el módulo de control 110 está configurado para recibir al menos una comunicación y controlar una distribución de la energía acústica 170 transmitida por el transductor 162. Un sistema de detección de acoplamiento, en comunicación con el módulo de control 110, puede estar configurado para determinar si el transductor 162 está acoplado a la RDI 108 monitorizando una cantidad de reflexión de la energía acústica 170 de vuelta al transductor 162 mediante la superficie externa 152 de la pared del módulo 151, que tiene un grosor 154 de aproximadamente media longitud de onda. El sensor de posición 140, en comunicación con el módulo de control 110, puede estar configurado para monitorizar la velocidad de rotación del módulo transductor 150. Una función de tratamiento 515 puede estar configurada para enviar una señal positiva al módulo de control 110 mediante retroalimentación de bucle cerrado 565, si el sistema de detección de acoplamiento comunica que el transductor 162 está acoplado a la RDI 108, y si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 es mayor que una velocidad mínima programada o es menor que una velocidad máxima programada.

La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal positiva al módulo de control

110 mediante retroalimentación de bucle cerrado 565, si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 está por encima de una velocidad mínima. La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal positiva al módulo de control 110 mediante retroalimentación de bucle cerrado 565, si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 está por debajo de una velocidad máxima. La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal positiva al módulo de control 110 mediante retroalimentación de bucle cerrado 565, si la dirección de la rotación del módulo transductor 150 no cambia.

La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal de detención 525 al módulo de control 110, si el sistema de detección de acoplamiento comunica que el transductor 162 no está acoplado a la RDI 108. La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal de detención 525 al módulo de control 110, si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 está por debajo de la velocidad mínima. La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal de detención 525 al módulo de control 110, si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 está por encima de la velocidad máxima. La función de tratamiento 515 puede estar configurada además para enviar una señal de detención 525 al módulo de control 110, si la dirección de la rotación del módulo transductor 150 ha cambiado.

En un ejemplo, el programa de tratamiento 512 puede estar configurado para iniciar la orden de detección del tratamiento 525 después de que el módulo transductor 150 y la parte del dispositivo de tratamiento 100, según lo notificado por el segundo sensor de posición se mueven una distancia programable y definida. El dispositivo de tratamiento 100 puede estar configurado para mantener la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si el sistema de detección de acoplamiento comunica que el transductor 162 está acoplado a la RDI 108, y si el primer sensor de posición 140 y el segundo sensor de posición comunican que el movimiento del módulo transductor 150 es sustancialmente similar al movimiento de la parte del dispositivo de tratamiento 100, según lo notificado por el segundo sensor de posición.

En un ejemplo, el programa de tratamiento 512 puede ser iniciado mediante la orden de inicio del tratamiento 505 configurado para indicar al módulo de control 110 que inicie la distribución de la energía acústica 170 al interior de la al menos una de la superficie diana 106 y la RDI 108. La orden de detección del tratamiento 525 hace que el módulo de control 110 finalice la distribución de la energía acústica 170 al interior de la al menos una de la superficie diana 106 y la RDI 108. La función de tratamiento 515 puede estar configurada para iniciar la orden de detección del tratamiento, si el detector de acoplamiento comunica que el transductor 162 no está acoplado a la RDI 108, o si la velocidad del módulo transductor 150 a lo largo de la superficie 106 es sustancialmente diferente de la velocidad notificada por el segundo sensor de posición, o si la posición del módulo transductor 150 es sustancialmente diferente de la posición notificada por el segundo sensor de posición.

En un ejemplo, el programa de tratamiento 512 puede estar configurado para mantener la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si la velocidad del módulo transductor 150 está por encima de una velocidad mínima. El dispositivo de tratamiento 100 puede estar configurado para mantener la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si la velocidad del módulo transductor 150 está por debajo de una velocidad máxima. El programa de tratamiento 512 puede estar configurado para mantener la distribución de la energía acústica 170 al interior de la RDI 108, si una dirección de la rotación del módulo transductor 150 no cambia. En un ejemplo, el programa de tratamiento 512 puede estar configurado para mantener la distribución de la energía acústica 170 al interior de la al menos una de la superficie diana 106 y la RDI 108, si el sistema de detección de acoplamiento comunica que el transductor 162 está acoplado a al menos una de la superficie diana 106 y la RDI 108, y si la velocidad de la rotación del módulo transductor 150 está por debajo de la velocidad máxima.

Como se ha usado anteriormente, "sustancialmente diferente" puede ser una diferencia de al menos el 10%-15%. Sin embargo, a menores velocidades de las ruedas, sustancialmente diferente puede ser una diferencia de al menos el 5%. Sin embargo, con el uso de sensores de posición digitales y/o 128 dispositivos graduales de posición, sustancialmente diferente puede ser una diferencia de al menos el 2% o menos, tal como al menos el 1%. Sustancialmente similar puede ser una diferencia de menos del 10%-15%. Sin embargo, a menores velocidades de las ruedas, sustancialmente similar puede ser una diferencia de menos del 5%. Sin embargo, con el uso de sensores de posición digitales y/o 128 dispositivos graduales de posición, sustancialmente similar puede ser una diferencia de menos del 2% o menos, tal como menos del 1%. El porcentaje real de la diferencia está limitado por la precisión de los sensores de posición, que se usan en el dispositivo de tratamiento 100. Los sensores de posición con mayor precisión permiten porcentajes más bajos para las diferencias. En un ejemplo de un movimiento del dispositivo 100 que tiene una velocidad lenta de 1 cm/s, la diferencia del 15% (1,5 mm) puede ser aceptable. Sin embargo, a medida que aumenta la velocidad, el porcentaje de la diferencia debe ser menor y se usan sensores de posición más precisos. La diferencia aceptada se basa en la velocidad del movimiento del dispositivo 100 y la separación de las líneas de tratamiento creadas por la energía 170.

Algunas configuraciones proporcionan un procedimiento configurado para tratar una RDI deseada que incluye un volumen diana por debajo de una gran área de superficie diana 106. Por ejemplo, la RDI puede ser al menos una parte de las piernas y las nalgas durante un tratamiento. Por ejemplo, la RDI puede ser al menos una parte de la sección media durante un tratamiento. Algunas configuraciones proporcionan un dispositivo de tratamiento 100 configurado para tratar una gran área superficial 106 e incluye una pluralidad de módulos transductores 150, cada uno de los cuales está acoplado a un módulo de control 110.

En algunas configuraciones, el procedimiento puede incluir además iniciar al menos un efecto térmico en la RDI 108. El al menos un efecto térmico es el efecto térmico es uno de calentamiento en la RDI 108, o creación de una región conforme de temperatura elevada en la RDI 108. En algunas configuraciones, el efecto térmico es uno de creación de lesión en la RDI 108, necrosis tisular en una parte de la RDI 108; tejido en coagulación en la RDI 108, o superar una capacidad térmica de tejido en una parte de la RDI 108, y combinaciones de las mismas.

En algunas configuraciones, el procedimiento puede incluir además iniciar al menos un efecto mecánico en la RDI 108. El al menos un efecto mecánico es al menos uno de cavitación, vibración, hidrodinámico, inducido por resonancia, transmisión, estimulación vibroacústica, un gradiente de presión y combinaciones de los mismos.

En algunas configuraciones, el procedimiento puede incluir además proporcionar al menos un efecto biológico en la RDI 108 basándose en la función de temperatura. El al menos un efecto biológico puede ser destruir tejido en la al menos una parte de la RDI 108.

En algunas configuraciones, el procedimiento puede incluir además la monitorización de resultados del tratamiento acústico de tejido durante el suministro de energía acústica 170. El procedimiento puede incluir además la monitorización de resultados del tratamiento acústico de tejido después del suministro de energía acústica 170. El procedimiento puede incluir además la planificación de tratamiento adicional.

El diseño descrito anteriormente es particularmente útil para áreas corporales más grandes, tales como el tratamiento de celulitis/grasa en las caderas y las nalgas o el tratamiento del abdomen. Sin embargo, un diseño más pequeño podría ser útil en tratamientos en la cara u otras áreas con una superficie o área de tratamiento más pequeña.

Ejemplo 1.

Se preparó un dispositivo según los principios descritos anteriormente, y como se muestra en la figura 24. El dispositivo contiene una fuente de ultrasonidos enfocada de forma cilíndrica de 5 MHz que tiene 20 mm de ancho y 8 mm de altura. La fuente de ultrasonidos tiene una lente de plástico configurada para enfocar el ultrasonido emitido a una profundidad de 3 mm por debajo de una superficie diana. Un par de ruedas de 12,5 mm de diámetro en cada extremo de la fuente de ultrasonidos sirven como codificadores de posición mediante sensores de rotación magnéticos. El dispositivo incluye un conmutador para permitir el tratamiento. El módulo de control determina cuándo el dispositivo se ha movido una distancia programable y emite una línea de tratamiento. Cuando el dispositivo es movido, se proporcionan una serie de líneas de tratamiento, como se muestra en la figura 25, donde el dispositivo está acoplado a un plástico sensible térmicamente. Un radio de una ventana acústica de grosor de media longitud de onda es de aproximadamente 6,5 mm.

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a diversas configuraciones ejemplares. Sin embargo, los expertos en la materia reconocerán que se pueden realizar cambios y modificaciones a las configuraciones ejemplares sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, las diversas etapas operativas, así como los componentes para llevar a cabo las etapas operativas, pueden implementarse de maneras alternativas dependiendo de la aplicación particular o en consideración de cualquier número de funciones de coste asociadas con el funcionamiento del sistema, por ejemplo, diversas de las etapas se pueden eliminar, modificar o combinar con otras etapas. Además, se debe tener en cuenta que aunque el procedimiento y el sistema para el tratamiento ultrasónico como se ha descrito anteriormente son adecuados para uso por un facultativo médico cercano al paciente, también se puede acceder al sistema de forma remota, es decir, el facultativo médico puede ver a través de una pantalla remota que tiene información de imágenes transmitida de diversas maneras de comunicación, como mediante conexiones por satélite/inalámbrica o por cable tales como IP o redes de cable digitales y similares, y puede indicar a un facultativo local en cuanto a la ubicación adecuada para el transductor. Además, aunque las diversas realizaciones ejemplares pueden comprender configuraciones no invasivas, el sistema también puede configurarse para al menos algún nivel de aplicación de tratamiento invasivo. Se pretende que estos y otros cambios o modificaciones se incluyan dentro del alcance de la presente invención, tal como se establece en

las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de tratamiento (100) para suministrar una energía al interior de una región de interés (108) en o por debajo de una superficie diana (106), comprendiendo el dispositivo de tratamiento (100):
- 5 una carcasa (112);
 un módulo transductor (150) acoplado a la carcasa (112), comprendiendo el módulo transductor (150) una fuente de energía (160) configurada para suministro de la energía, teniendo el módulo transductor (150) una pared de módulo transductor (151) que incluye una superficie curva que tiene un radio de curvatura no nulo, el dispositivo de tratamiento (100) móvil con respecto a la superficie diana (106) al tiempo que mantiene el contacto entre la
- 10 superficie curva y la superficie diana (106), la superficie curva configurada para mantener el acoplamiento entre la fuente de energía (160) y la región de interés (108) tras un cambio en un ángulo de incidencia de la energía (170) con respecto a la superficie diana (160) de al menos 1 grado; y
 un módulo de control (110) configurado para controlar la fuente de energía (160);
 un eje (124) colocado a través de un eje central de un miembro rodante (115) del dispositivo de tratamiento (100);
- 15 **caracterizado porque** el eje (124) está accionado por resorte y configurado para moverse arriba y abajo para compensar cambios de altura de la superficie diana (106).
2. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo transductor (150) está sellado y contiene un medio de acoplamiento (107) para facilitar el acoplamiento de la fuente de energía con la
- 20 región de interés (108).
3. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que la fuente de energía es al menos un transductor ultrasónico (162) configurado para dirigir de forma controlable energía acústica (170) al interior de la región de interés (108), o en el que la fuente de energía comprende al menos un transductor ultrasónico (162)
- 25 configurado para dirigir de forma controlable energía acústica (170) al interior de la región de interés (108) y una segunda fuente de energía configurada para proporcionar una segunda energía no acústica a la región de interés (108).
4. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo de
- 30 tratamiento (100), además:
 un sensor de contacto (144) en comunicación con el módulo de control (110) y configurado para determinar cuándo la fuente de energía (160) está acoplada a la región de interés (108), comprendiendo opcionalmente el sensor de contacto (144) un detector Hall (), un detector óptico, un detector de impedancia acústica, un detector conductor, un detector piezoeléctrico, un detector mecánico, un detector magnético, un detector capacitivo, o una combinación de
- 35 los mismos; o
 un sensor de posición (140) en comunicación con el módulo de control (110) y configurado para transmitir una señal de posición representativa de una posición del dispositivo de tratamiento (100) o una señal de velocidad representativa de una velocidad del dispositivo de tratamiento (100) al módulo de control (110), controlando el módulo de control (110) la fuente de energía (160) basándose en la señal de posición o la señal de velocidad.
- 40
5. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 4, en el que el módulo de control (110) finaliza el suministro de energía si el sensor de contacto (144) determina que la fuente de energía está desacoplada de la región de interés (108).
- 45
6. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo de control (110) finaliza el suministro de energía si la posición del dispositivo de tratamiento (100) está fuera de un área de tratamiento predefinida o si la velocidad del dispositivo de tratamiento (100) es mayor que un umbral superior.
7. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que la fuente de energía (160) es
- 50 una fuente de energía acústica, una fuente de energía basada en fotones, una fuente de energía de radiofrecuencia, una fuente de energía de microondas, o una combinación de las mismas, o en el que la energía (170) es una energía acústica, una energía basada en fotones, una energía de radiofrecuencia, una energía de microondas, o una combinación de las mismas.
- 55
8. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que la fuente de energía (160) está configurada para suministrar la energía (170) a través de una ventana acústica que tiene un grosor de aproximadamente media longitud de onda de la energía o aproximadamente un múltiplo simple de media longitud de onda de la energía.
- 60
9. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 8, en el que la energía (170) es reflejada por

la ventana acústica cuando la fuente de energía (160) está desacoplada de la región de interés (108), lo que indica al módulo de control (110) que finalice el suministro de la energía (170).

10. El dispositivo de tratamiento (100) según la reivindicación 1, en el que el miembro rodante (115) está
5 acoplado a la carcasa, el dispositivo de tratamiento (100) móvil con respecto a la superficie diana (106) haciendo rodar el miembro rodante (115) a lo largo de la superficie diana (106) en una dirección de rotación al tiempo que mantiene el acoplamiento entre la fuente de energía (160) y la región de interés (108), en el que el miembro rodante (115) está dispuesto opcionalmente fuera de una trayectoria de emisión de la energía proveniente de la fuente de energía (160).

10

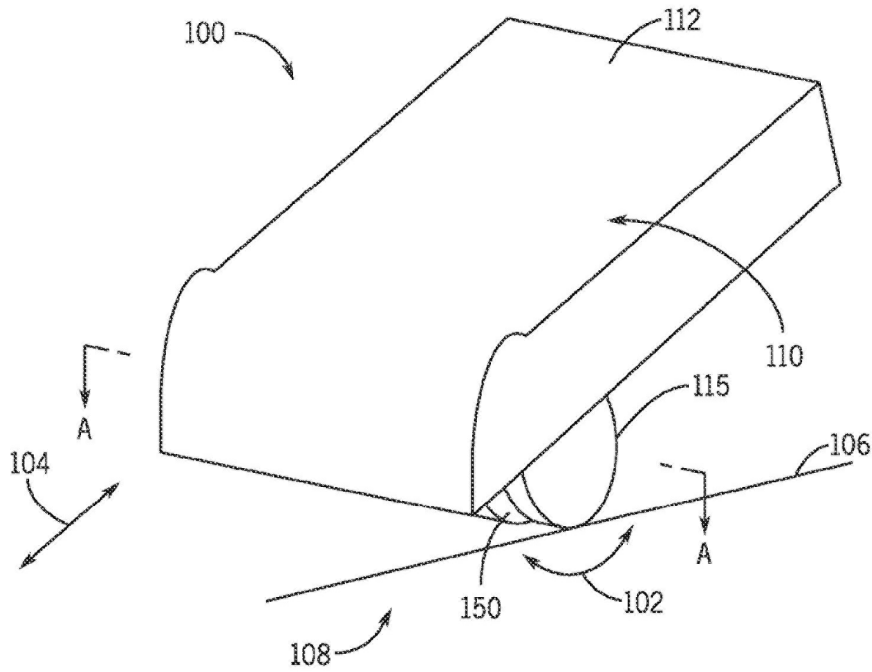


FIG. 1

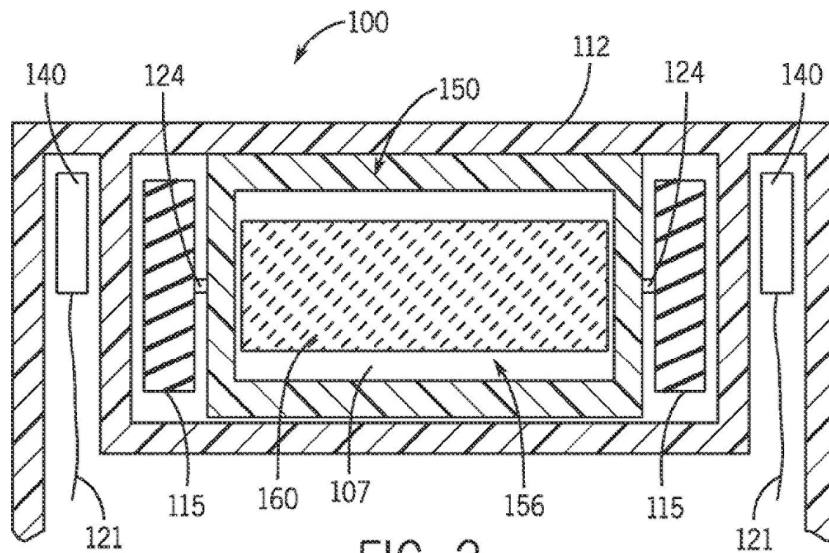


FIG. 2

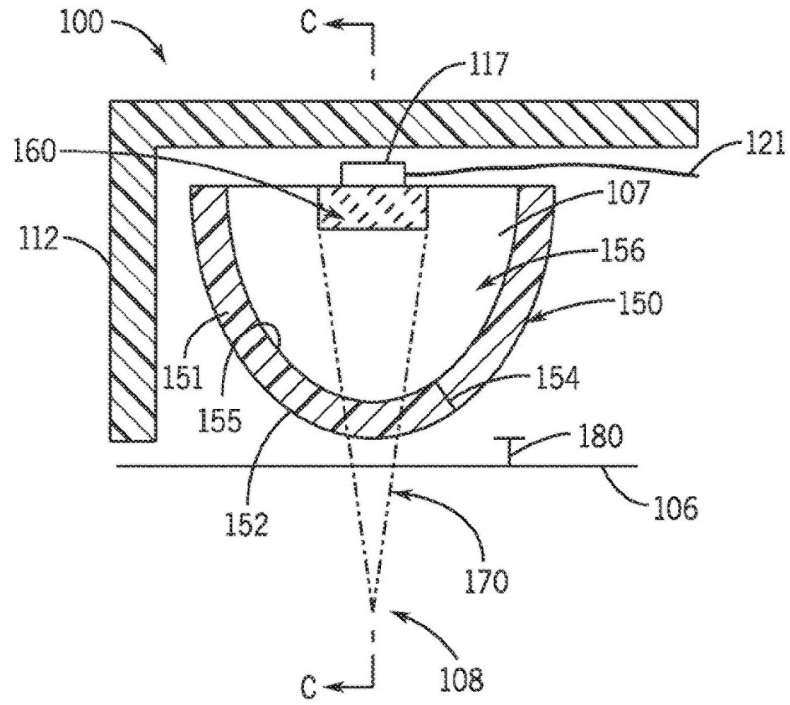


FIG. 3

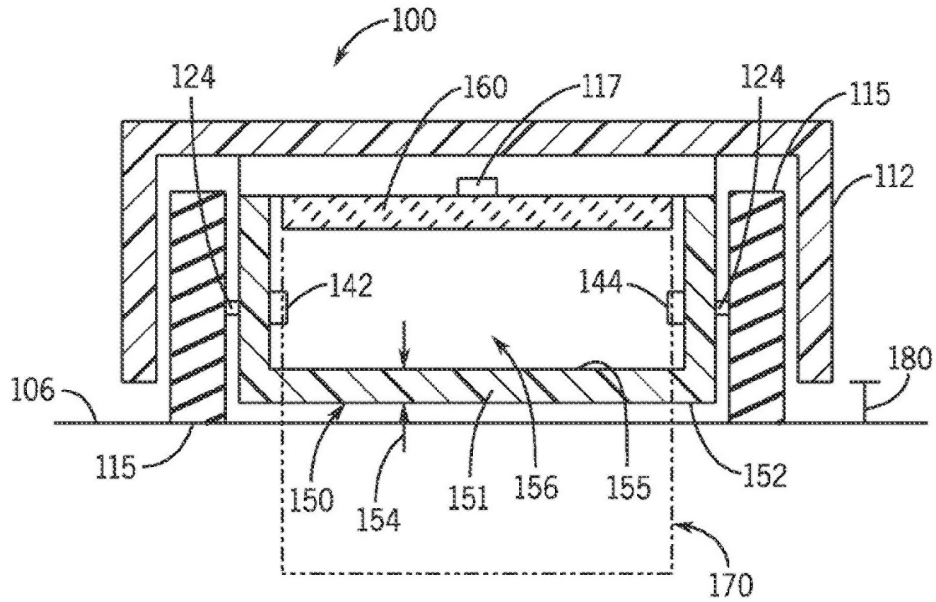


FIG. 4

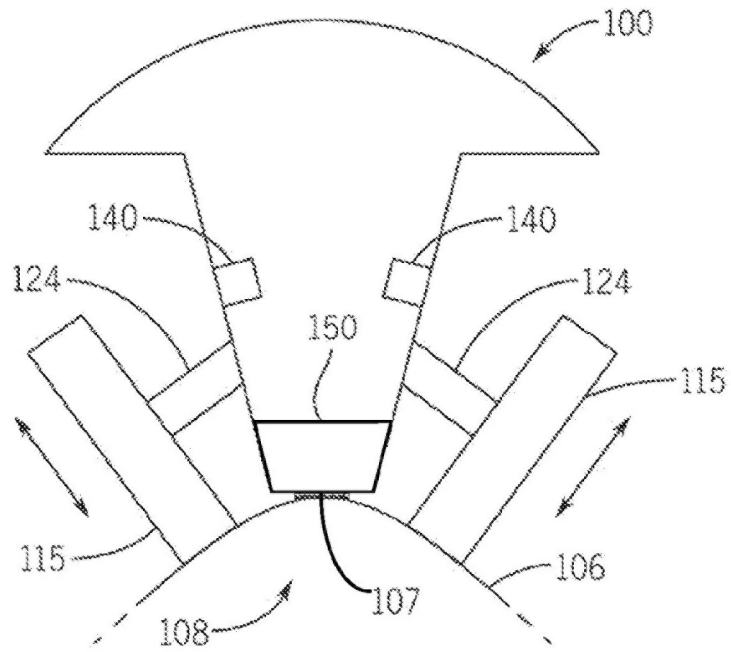


FIG. 5

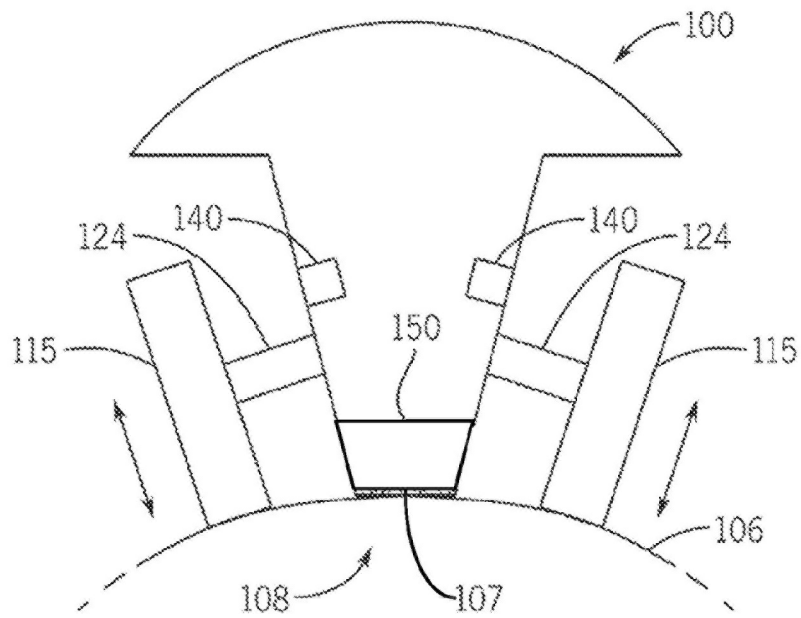


FIG. 6

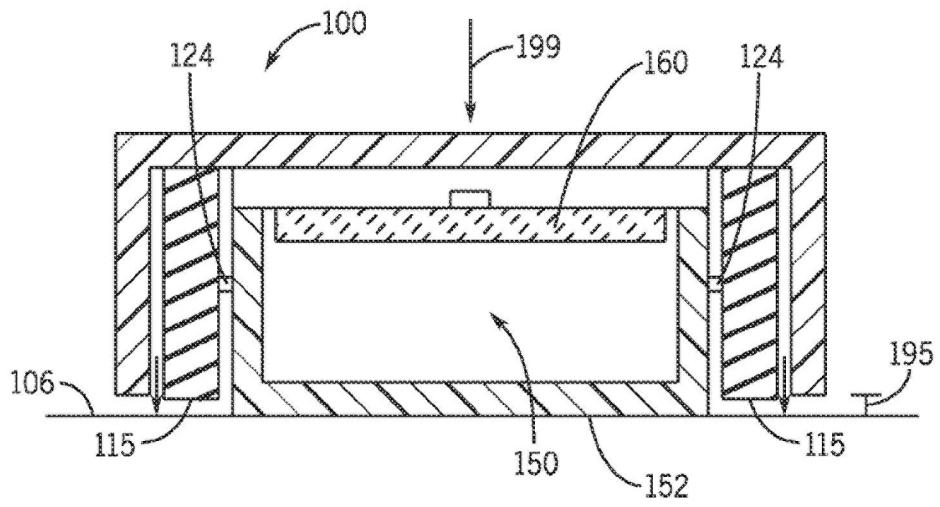


FIG. 7

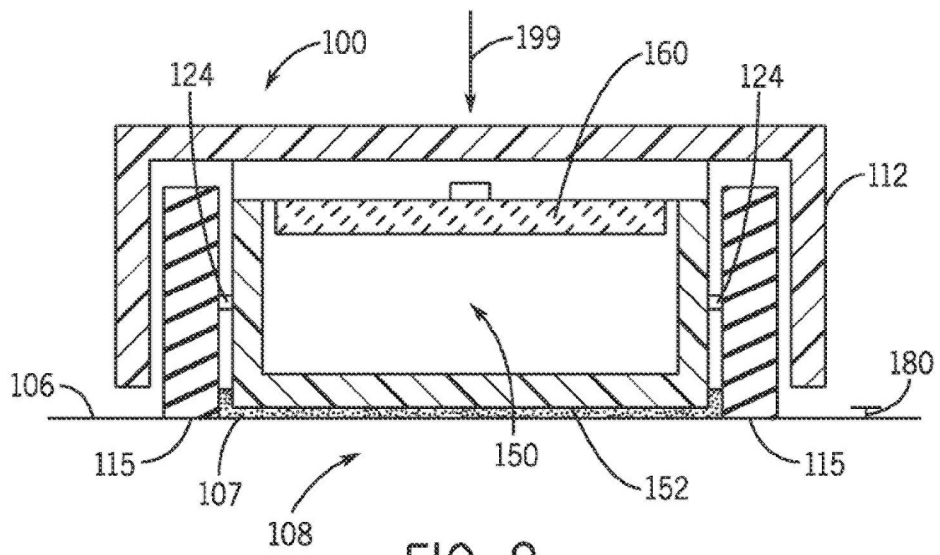


FIG. 8

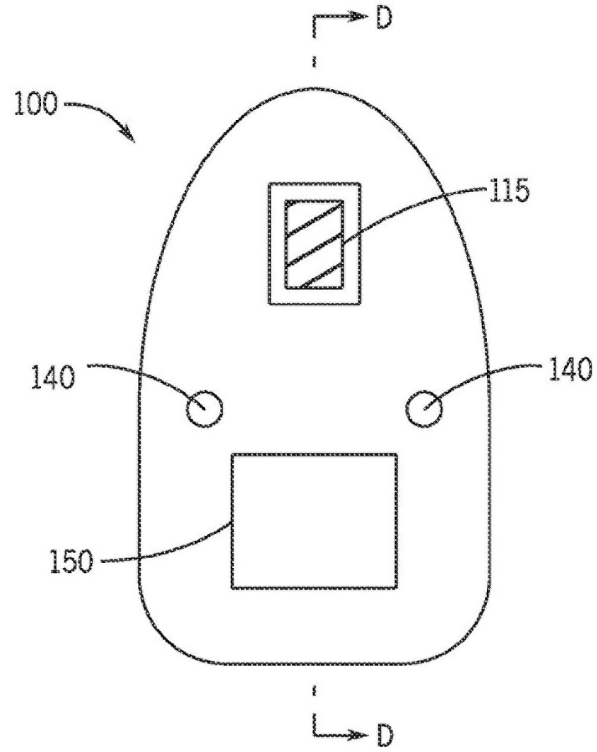


FIG. 9

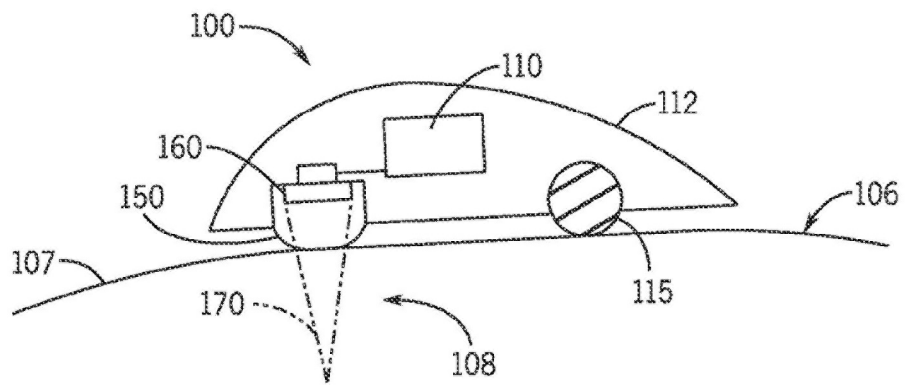


FIG. 10

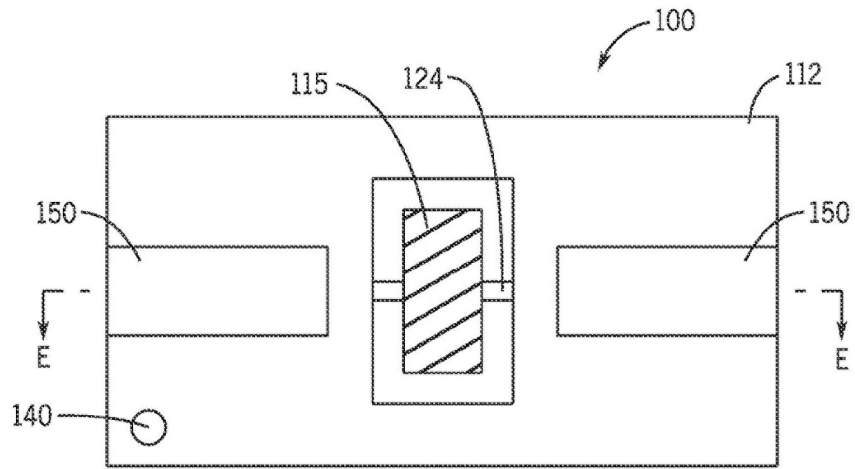


FIG. 11

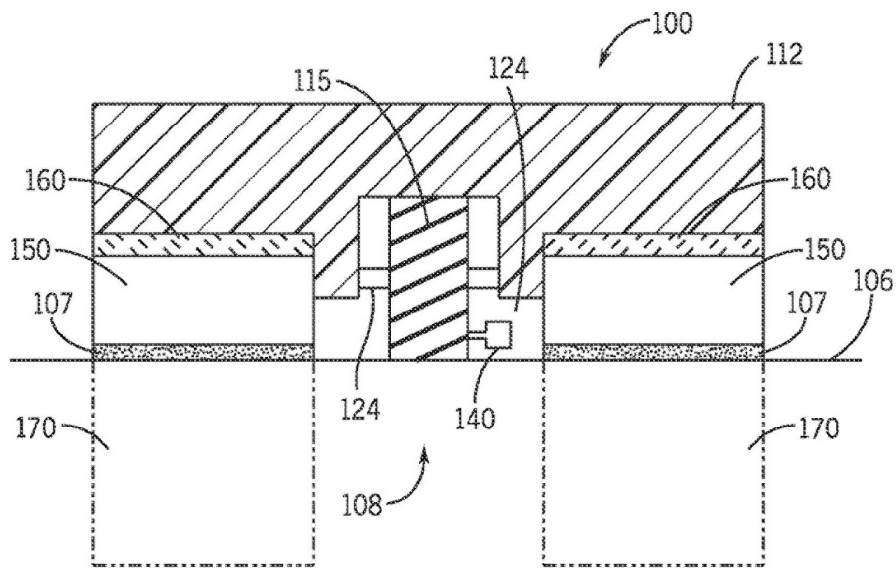


FIG. 12

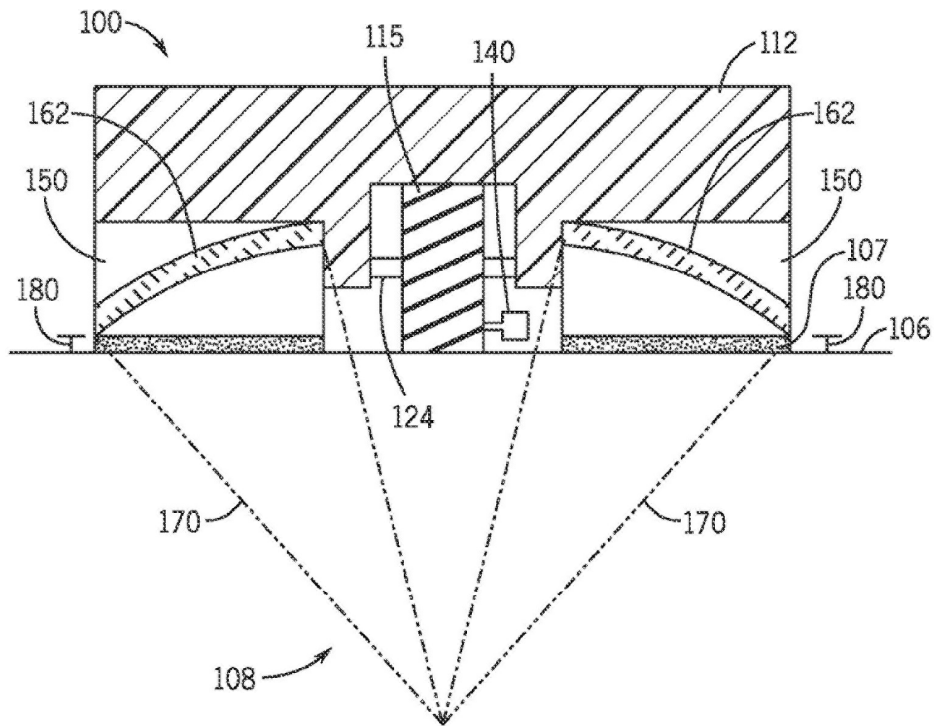


FIG. 13

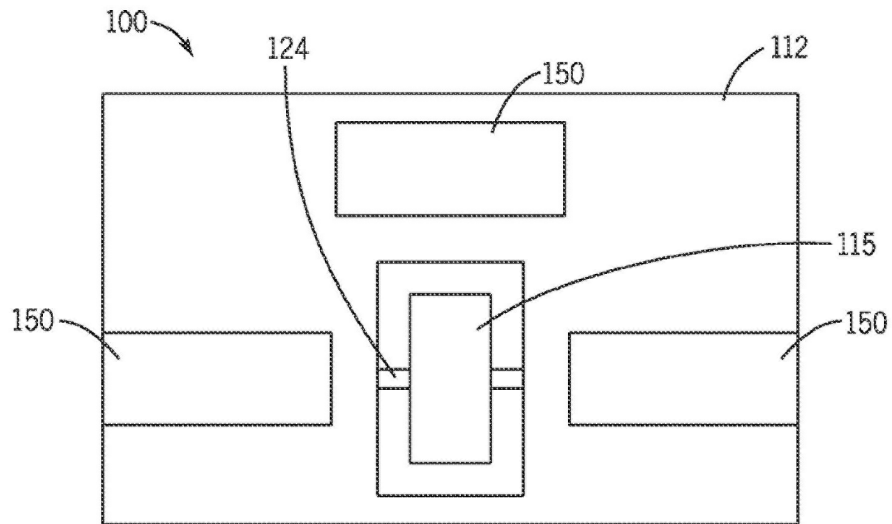


FIG. 14

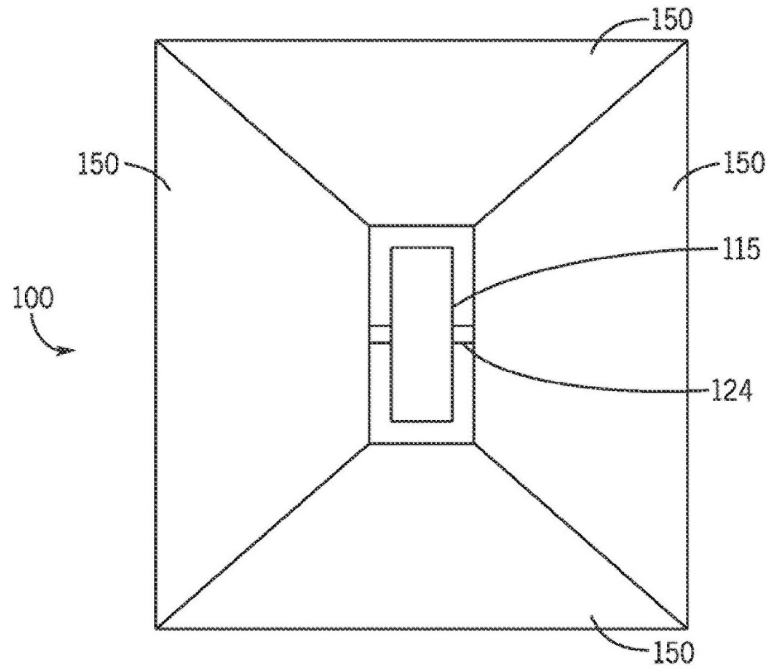


FIG. 15

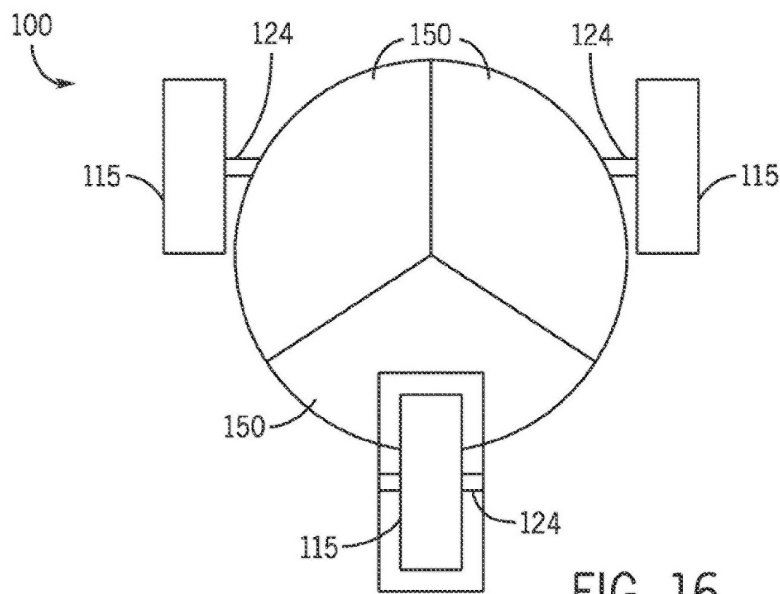


FIG. 16

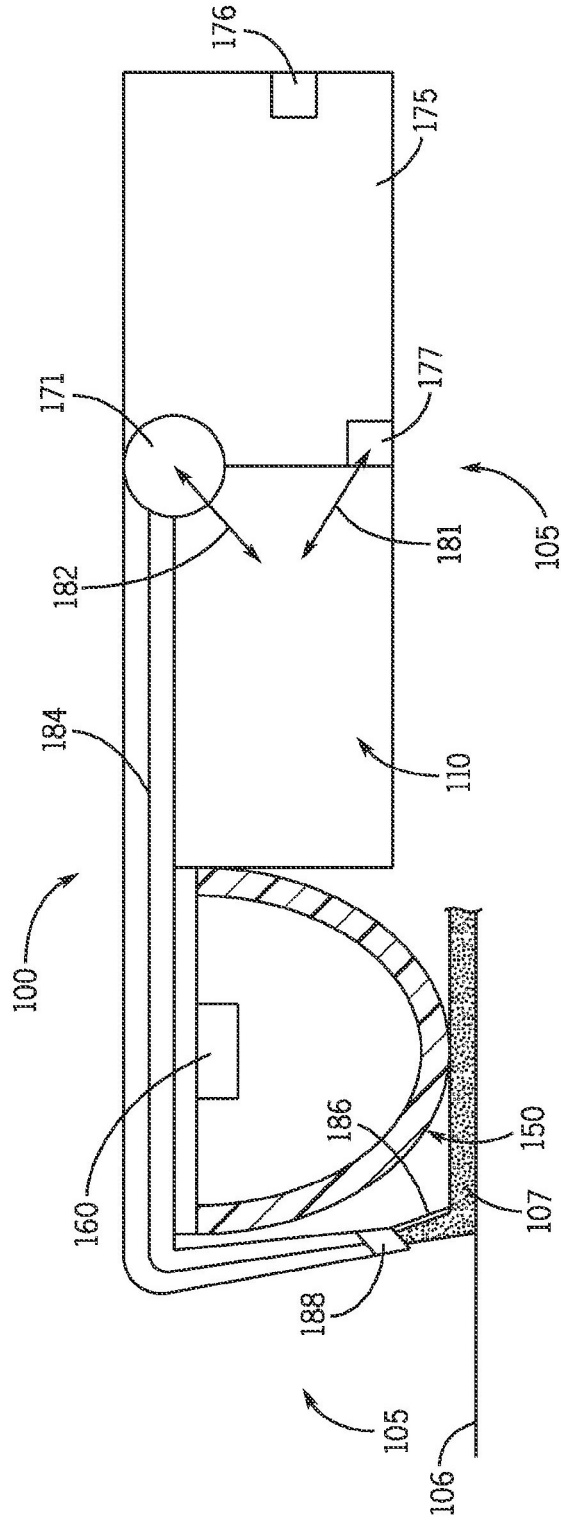


FIG. 17

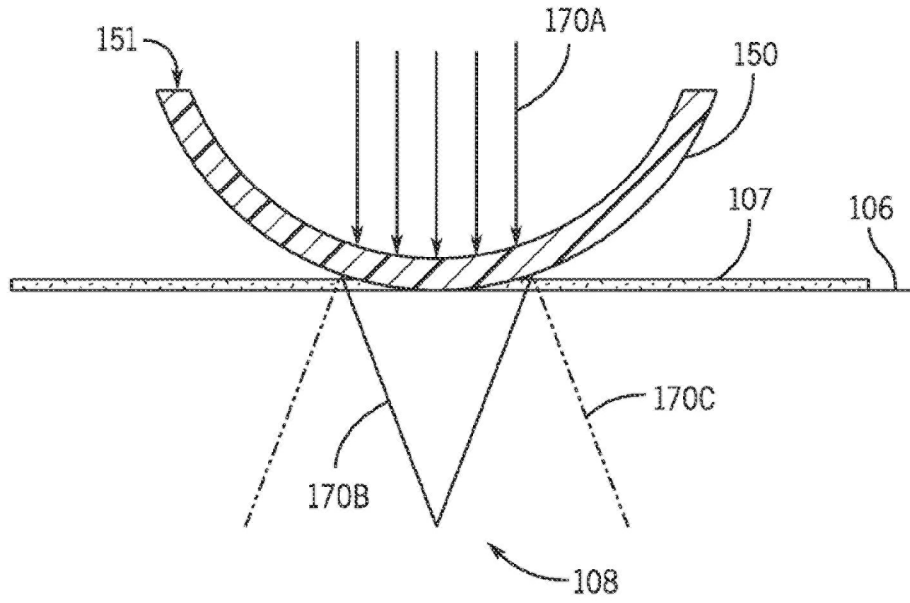


FIG. 18

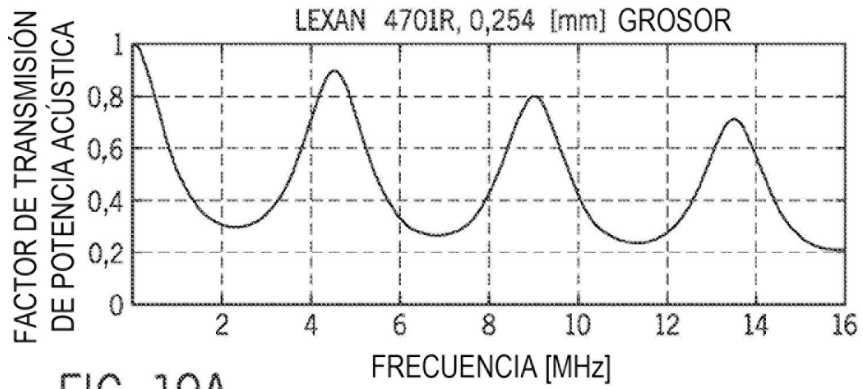


FIG. 19A

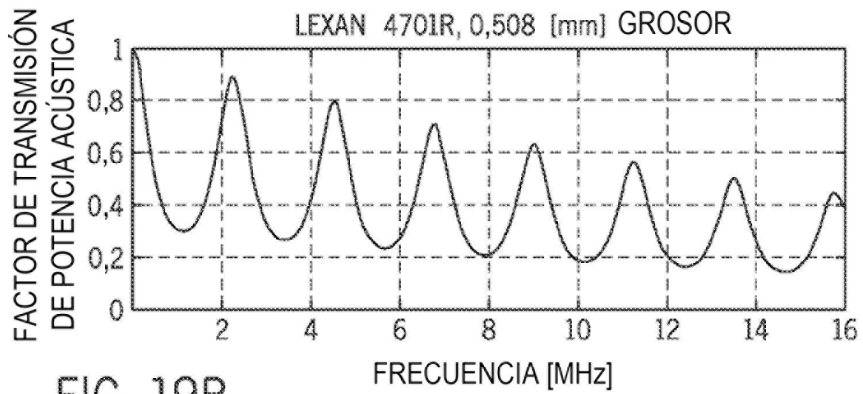


FIG. 19B

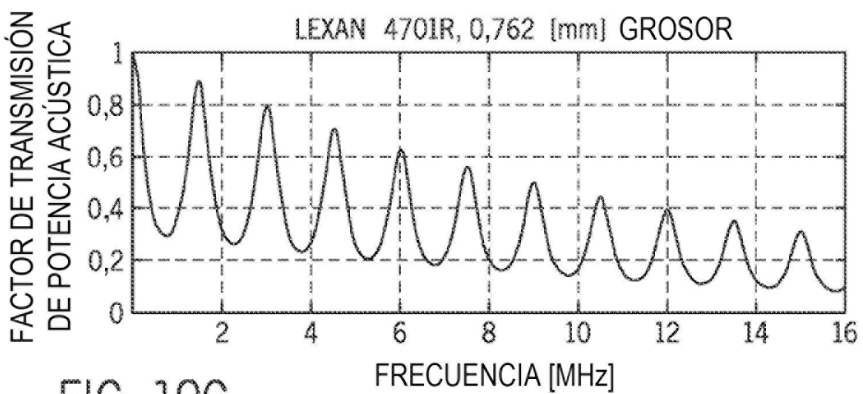


FIG. 19C

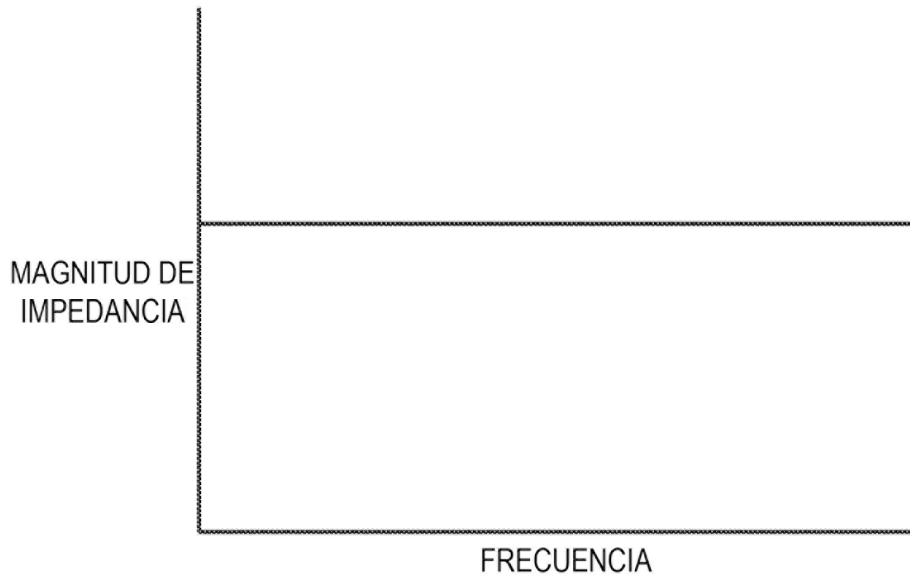


FIG. 20

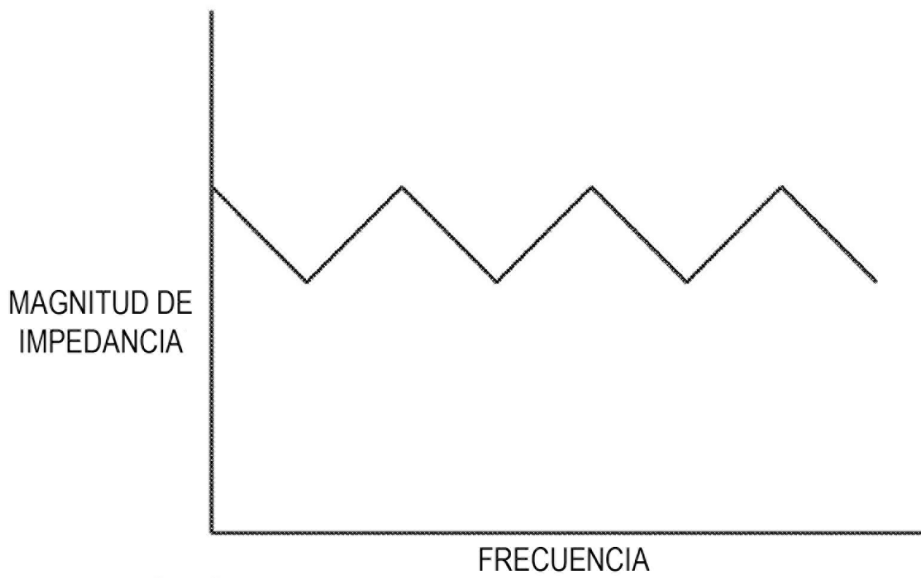


FIG. 21

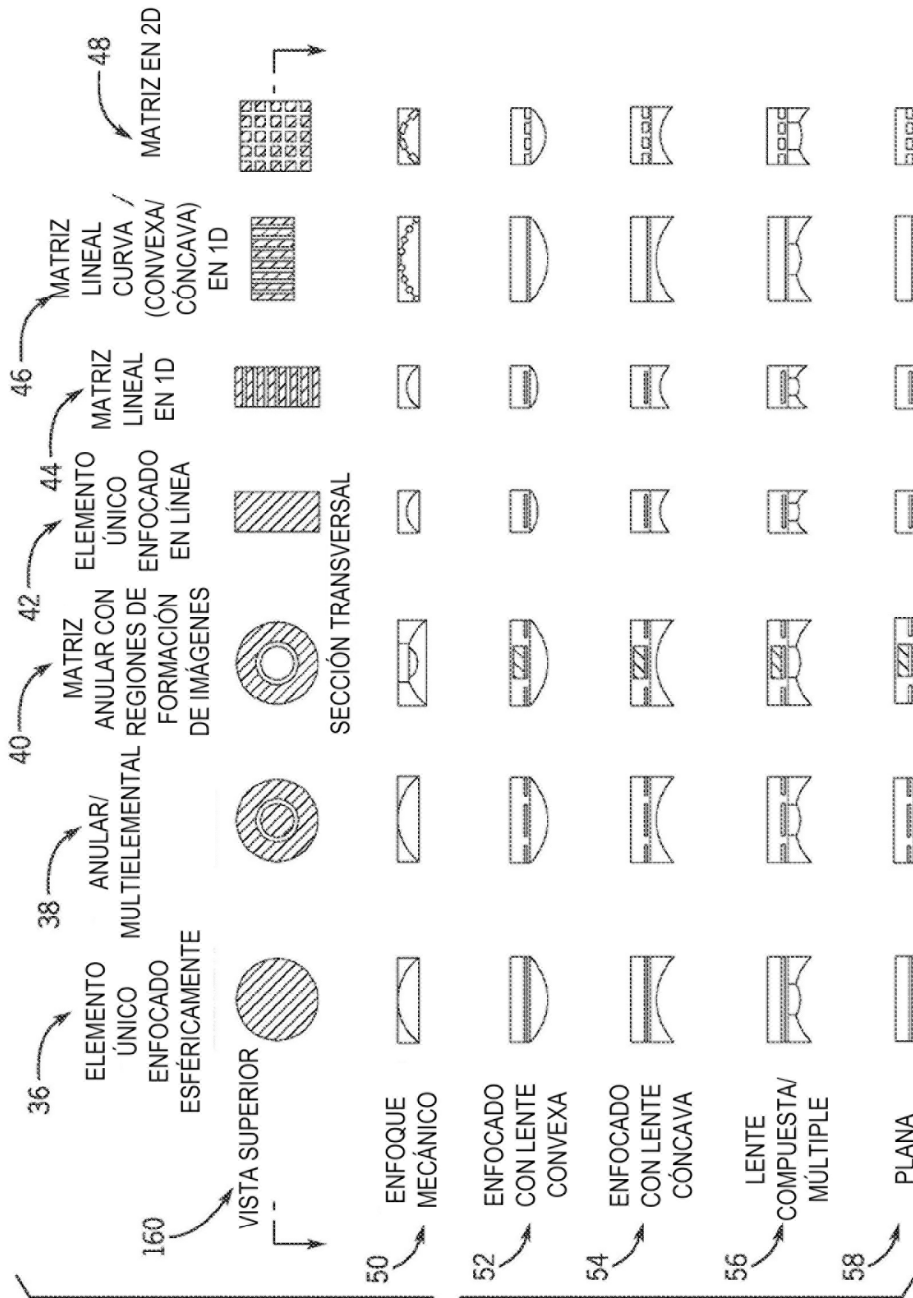


FIG. 22

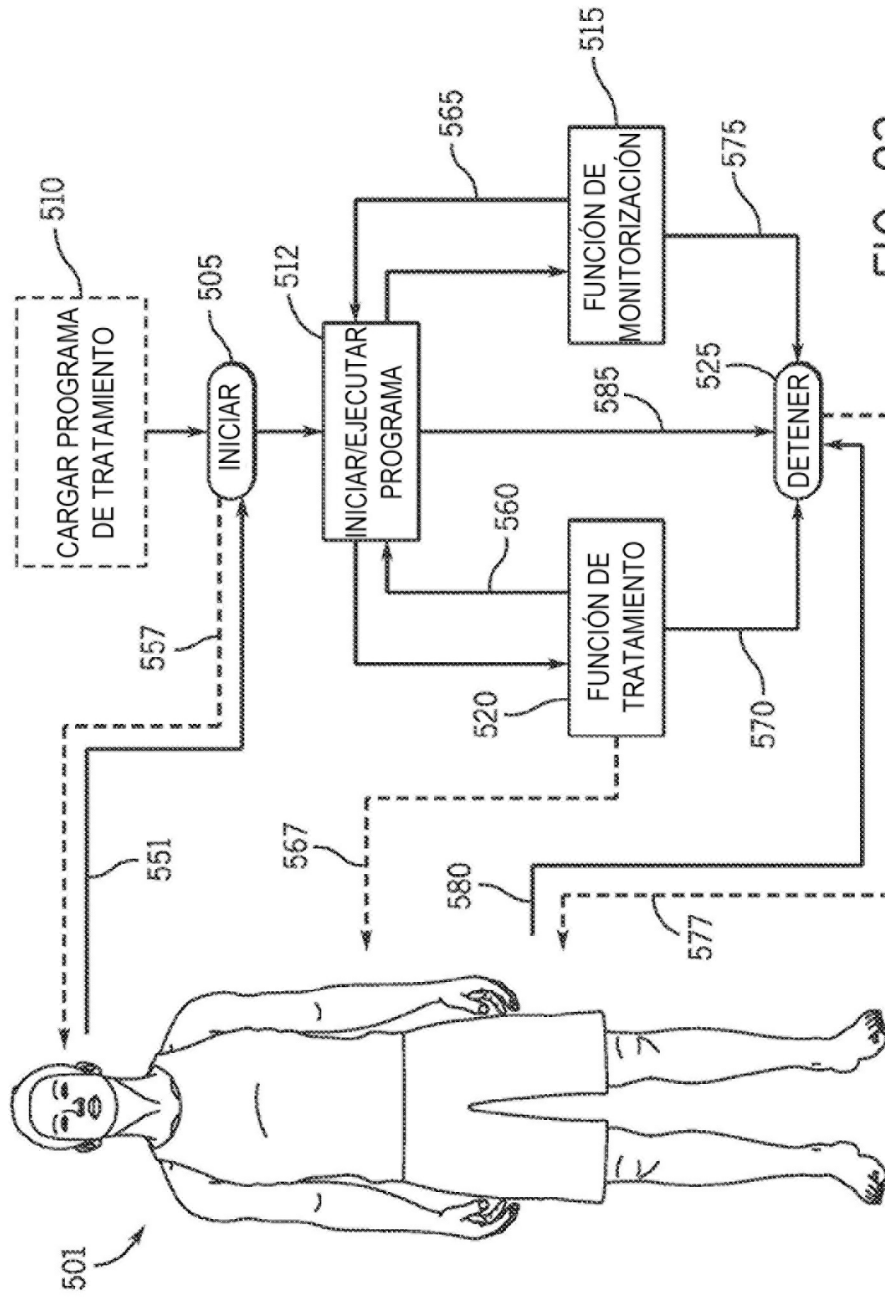


FIG. 23

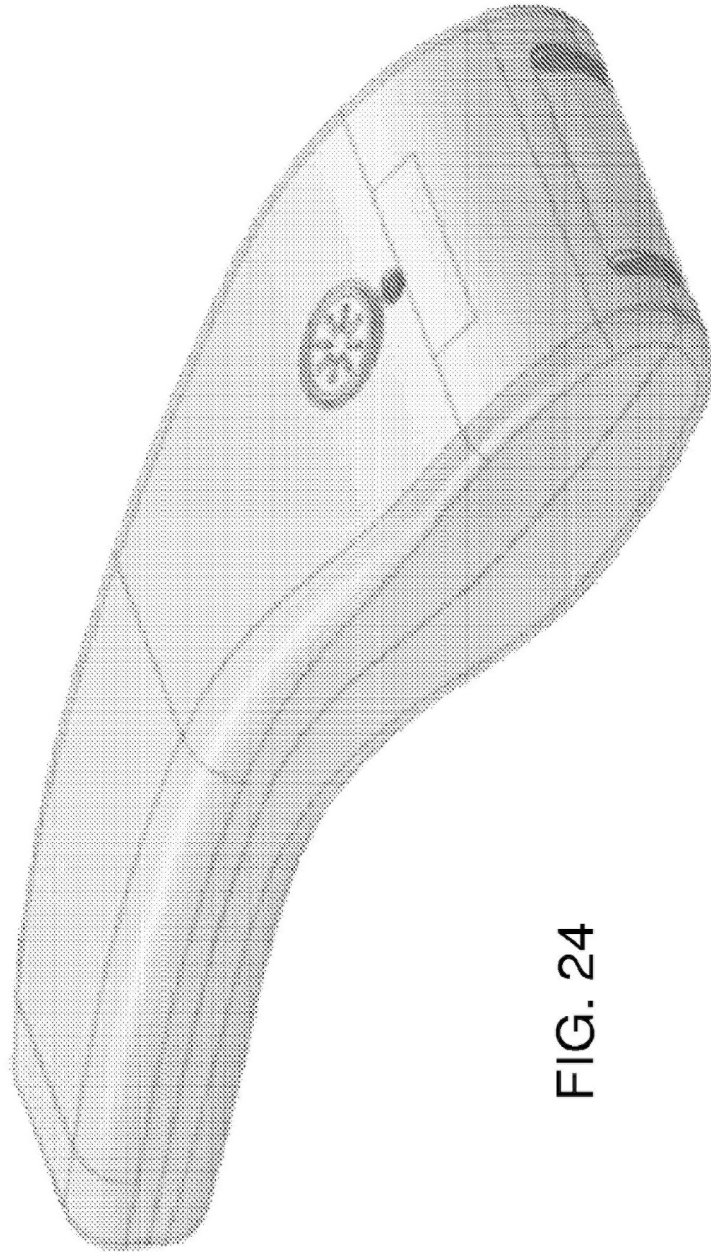


FIG. 24



FIG. 25