

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 019**

51 Int. Cl.:

**B06B 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2002 E 02742410 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **15.09.2004 EP 1455955**

54 Título: **Aislamiento rígido de un sonotrodo rotativo**

30 Prioridad:

**18.12.2001 US 34006**

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

**07.02.2013**

73 Titular/es:

**KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. (100.0%)  
401 NORTH LAKE STREET  
NEENAH, WISCONSIN 54956, US**

72 Inventor/es:

**EHLERT, THOMAS, DAVID;  
MCNICHOLS, PATRICK, SEAN y  
HUSAIN, TAUHID**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

ES 2 395 019 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**

Aislamiento rígido de un sonotrodo rotativo

5 **SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere, en general, a un método y un aparato que puede ser utilizado en operaciones de tratamiento ultrasónico. Como características particulares, el método y el aparato pueden incluir un sonotrodo rotativo, y el tratamiento ultrasónico puede incluir una operación de unión mediante ultrasonidos. Más particularmente, la invención se refiere a un método de tratamiento ultrasónico y a un aparato que puede proporcionar un aislamiento operativo de sonotrodo rotativo que utiliza un sistema de conexión que tiene una rigidez y una tenacidad relativamente elevadas.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Los sistemas ultrasónicos convencionales han venido incluyendo un sonotrodo rotativo que colabora con un yunque rotativo. En el documento U.S.A.-A-5.976.316 se da a conocer un sistema de este tipo. Los sonotrodos ultrasónicos rotativos convencionales han venido estando soportados y montados utilizando goma u otros componentes elastoméricos para proporcionar un aislamiento a los ultrasonidos. Como resultado, el sonotrodo ultrasónico presenta una baja tenacidad estática, una baja tenacidad dinámica, y presenta unas magnitudes excesivamente grandes de descentrado o de otros desplazamientos durante el funcionamiento ordinario. Adicionalmente, los sistemas convencionales de sonotrodos ultrasónicos han venido empleando técnicas complicadas y poco fiables de transmisión del par.

Para ayudar a abordar los diversos inconvenientes, los sistemas convencionales de unión mediante ultrasonidos han venido empleando ruedas adicionales de soporte para ayudar a mantener el sonotrodo ultrasónico en la posición deseada con respecto al yunque rotativo que colabora con el sonotrodo. Habitualmente, las ruedas de soporte han sido configuradas para mantener el sonotrodo rotativo en un contacto directo, sustancialmente continuo, con el yunque rotativo durante el funcionamiento ordinario. Sin embargo, la utilización de dichas ruedas de soporte incrementa excesivamente el ruido audible del sistema y produce un desgaste excesivo en la superficie de trabajo de sonotrodo ultrasónico. Adicionalmente, el sonotrodo presenta un desgaste desigual o requiere la utilización de un mecanismo oscilatorio para distribuir el desgaste de una forma más uniforme. Los sistemas de transmisión del par necesarios para el accionamiento de sonotrodo rotatorio son excesivamente costosos, requieren un mantenimiento excesivo y son difíciles de preparar y ajustar. Los sistemas convencionales de sonotrodos ultrasónicos crean asimismo zonas en la superficie de trabajo de sonotrodo que son inadecuadas para realizar las operaciones de unión deseadas y no proporcionan unos niveles suficientes de estabilidad dinámica. Adicionalmente, los sistemas convencionales de sonotrodos ultrasónicos requieren ajustes excesivamente críticos y presentan una complejidad excesiva y unos costes asimismo excesivos. Cuando se utiliza goma u otros materiales elásticos para proporcionar montajes con aislamiento acústico, dichos montajes pueden generar una energía reflejada excesiva si el material elastomérico está demasiado comprimido. Como resultado, existe la necesidad continuada de una mejora de los sistemas de unión mediante ultrasonidos.

45 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

El método de tratamiento mediante ultrasonidos y el aparato de la invención incluyen un elemento de un sonotrodo ultrasónico rotativo unido de forma operativa a un elemento de aislamiento. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede presentar una rigidez elevada. El elemento de aislamiento está configurado para curvarse operativamente bajo una gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo para proporcionar un componente operativo del movimiento a lo largo de una dirección radial y un componente operativo del movimiento a lo largo de una dirección axial.

El elemento de aislamiento tiene un componente de aislamiento radial y un componente de aislamiento axial . El componente de aislamiento radial está unido operativamente al elemento del eje, y está configurado para prolongarse, al menos radialmente, desde el elemento del eje. El componente de aislamiento radial está configurado para curvarse operativamente bajo la gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo. El componente de aislamiento axial está unido operativamente a una parte operativa del componente de aislamiento radial y está configurado para prolongarse, al menos axialmente, desde el componente de aislamiento radial. El componente de aislamiento axial está configurado para curvarse operativamente bajo la gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo.

La invención da a conocer un sistema de sonotrodo ultrasónico rotativo característico que incluye la correspondiente guía de ondas y, por lo menos, un elemento de aislamiento que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas. El elemento de aislamiento puede aislar de forma operativa el movimiento radial que se puede originar en el nodo longitudinal de una guía de ondas, y puede proporcionar un ancho de banda suficiente para compensar los desplazamientos nodales que pueden producirse durante el funcionamiento ordinario. El elemento de aislamiento puede proporcionar asimismo una tenacidad mejor para reducir las deformaciones bajo carga. El incremento de la

tenacidad puede ayudar a mantener la concentricidad y ayudar a reducir los desplazamientos descentrados. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede transmitir el par de forma más eficiente y puede proporcionar una efectividad y una eficiencia mejoradas. El elemento de aislamiento puede estar configurado asimismo para reducir las concentraciones de tensión y para incrementar la resistencia a la fatiga, y puede proporcionar un sistema de montaje que puede reducir los movimientos relativos entre las piezas componentes. El método y el aparato de la invención pueden reducir la necesidad de componentes elastoméricos de aislamiento y pueden eliminar la necesidad de anillos tóricos elastoméricos convencionales y del equipamiento asociado a los anillos de aislamiento. El método y el aparato pueden reducir asimismo la necesidad de chavetas para la transmisión del par y pueden evitar la utilización de ruedas auxiliares de soporte para mantener las posiciones deseadas de sonotrodo rotativo y del yunque rotativo.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención será comprendida más plenamente y las ventajas adicionales serán evidentes al hacer referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y a los dibujos, en los cuales:

la figura 1 muestra una vista esquemática, lateral, de un método a modo de ejemplo, y de un aparato que puede incorporar la presente invención;

la figura 2 muestra una vista esquemática, frontal, de un método a modo de ejemplo, y de un aparato que puede incorporar la presente invención;

la figura 3 muestra una vista representativa, en perspectiva, de un elemento representativo de un sonotrodo y de un elemento de aislamiento que puede ser utilizado con el método y el aparato de la invención;

la figura 4 muestra una vista esquemática de una sección transversal, en una configuración montada de forma rotativa del elemento de sonotrodo y del elemento de aislamiento mostrado en la figura 3;

la figura 5 muestra una vista representativa, en perspectiva, de otro elemento de sonotrodo y del elemento de aislamiento que pueden ser utilizados con el método y el aparato de la invención;

la figura 6 muestra una vista esquemática de una sección transversal, en una configuración montada de forma rotativa del elemento de sonotrodo y del elemento de aislamiento mostrado en la figura 5;

la figura 6A muestra una vista esquemática de una sección transversal en una disposición en la que el elemento de sonotrodo y el elemento de aislamiento están montados de forma rotativa con una serie de cojinetes de soporte;

la figura 7 muestra una vista lateral esquemática de un elemento representativo de sonotrodo y del elemento de aislamiento montados con componentes asociados sobre un cojinete sustancialmente no elástico;

la figura 8 muestra una vista esquemática de una sección transversal a través del elemento montado de sonotrodo y el elemento de aislamiento mostrados en la figura 7;

la figura 9 muestra una vista representativa, en perspectiva, de un elemento de sonotrodo y de un elemento de aislamiento que pueden ser montados con un par de cojinetes rígidos de soporte, sustancialmente no elásticos;

la figura 10 muestra una vista esquemática de una sección transversal de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento de aislamiento, en la que el elemento de aislamiento tiene un componente de aislamiento axial que está dispuesto separado del componente de aislamiento radial, y el componente de aislamiento axial está formado integralmente con un dispositivo de acoplamiento asociado;

la figura 10A muestra una vista esquemática de una sección transversal de otra configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento de aislamiento, en la que el elemento de aislamiento tiene un componente de aislamiento axial que está dispuesto separado del componente de aislamiento radial, y el componente de aislamiento axial está formado integralmente con un dispositivo de acoplamiento asociado;

la figura 10B muestra una vista esquemática de una sección transversal de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento de aislamiento en la que el elemento de aislamiento tiene un componente de aislamiento axial que está dispuesto integralmente con el componente de aislamiento radial, y el elemento de aislamiento está formado integralmente con un dispositivo de acoplamiento asociado;

la figura 10C muestra una vista esquemática de una sección transversal de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento de aislamiento, en la que un dispositivo de acoplamiento está encajado a presión en el componente de aislamiento axial del elemento de aislamiento.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método y el aparato que incorpora la presente invención pueden ser utilizados con cualquier operación de tratamiento ultrasónico operativo. Los ejemplos representativos de dichas operaciones de tratamiento pueden incluir corte mediante ultrasonidos, perforación, unión, soldadura, embutición, grapado, activación por calor o similar, así como combinaciones de los mismos.

En la presente invención, los términos "unión" y "soldadura" pueden ser utilizados de forma intercambiable y se refieren a juntar de manera sustancialmente permanente, por lo menos una capa de un material, con otra capa de un material similar o diferente. La naturaleza de los materiales a unir no se considera que sea crítica. No obstante, la presente invención es particularmente útil en la unión de dos o más capas de materiales tales como telas tejidas, telas sin tejer y películas.

El término "tela" se utiliza en la presente invención en sentido amplio para referirse a una hoja o un elemento laminar de un material fibroso, tejido o sin tejer. La capa de tela o de película puede ser continua, como en un rollo, o puede ser discontinua.

Los materiales tratados ultrasónicamente por medio del método y el aparato pueden incluir polímeros termoplásticos u otros materiales termoplásticos. Alternativamente, los materiales tratados pueden no incluir un material termoplástico.

Las configuraciones representativas del método y del aparato, serán dadas a conocer y serán descritas haciendo referencia, por ejemplo, a una operación de unión mediante ultrasonidos. Es evidente que se puede conseguir una unión o soldadura adecuada mediante una variedad de mecanismos. Por ejemplo, la unión puede ser el resultado de la fusión parcial o completa en la zona de unión, de todos los materiales a unir. En este caso, existe una fusión parcial o completa de dichos materiales en la zona de unión de dichos materiales. Alternativamente, la unión puede ser el resultado de la fusión parcial o completa de uno de los materiales a unir, fluyendo el material parcial o completamente fundido, al interior o sobre los materiales adyacentes, lo que a su vez produce una inmovilización mecánica de un material con el otro.

La presente invención se expresará en términos de sus diversos componentes, elementos, formas constructivas, configuraciones y disposiciones que asimismo pueden ser referenciados individual o colectivamente mediante los términos "aspecto/s" de la invención, característica/s de la invención u otros términos similares.

Se debe tener en cuenta, además, que cuando se utilizan en la presente invención, los términos "comprende", "comprendiendo" y otros derivados del término raíz "comprender" se pretende que sean términos abiertos que especifican la presencia de cualesquiera características, elementos, enteros, etapas o componentes indicados, y no se pretende que impidan la presencia o la adición de una o varias otras características, elementos, enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

La tecnología de la invención puede ser configurada para producir varios tipos de artículos deseados. Dichos artículos pueden ser, por ejemplo, trajes, fundas, abrigos, cortinas, prendas de vestir, envases o similares. Los artículos pueden ser asimismo artículos absorbentes, y los artículos absorbentes pueden incluir pañales infantiles, pantalones de deporte para niños, artículos de higiene femenina, prendas para la incontinencia de los adultos, y similares. Los artículos pueden ser desechables y previstos para una utilización limitada. Habitualmente, no está previsto que los artículos desechables puedan ser lavados y reutilizados.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el proceso y el aparato de la invención puede tener una cierta longitud en la dirección -24- de la máquina que se prolonga en sentido longitudinal, una dirección transversal lateral -26- que se prolonga en sentido transversal, y una dirección en el eje z. A efectos de la presente invención, la dirección -24- de la máquina es la dirección a lo largo de la cual un componente particular o un material, es transportado en el sentido de la longitud a lo largo y a través de una posición particular local, del aparato y del método. La dirección transversal -26- está situada generalmente en el plano del material que se está transportando en el proceso, y está alineada perpendicular a la dirección local -24- de la máquina. La dirección z, está alineada sustancialmente perpendicular tanto a la dirección -24- de la máquina como a la dirección transversal -26-, y se prolonga en general a lo largo de la dimensión del grosor en el sentido de la profundidad.

Haciendo referencia a las figuras 1, 2 y 5, los diversos componentes utilizados en el método y el aparato pueden tener una dirección axial -100-, una dirección radial -102- y una dirección circunferencial -104-. La dirección axial -100- se extiende a lo largo de un eje de rotación designado de un componente seleccionado o de un elemento. La dirección radial -102- se extiende radialmente desde el eje de rotación y es sustancialmente perpendicular al eje de rotación del componente seleccionado o del elemento. La dirección circunferencial -104- está dirigida según una trayectoria orbital alrededor del eje de rotación del componente seleccionado o del elemento, y está alineada sustancialmente perpendicular a la dirección radial -102- y es sustancialmente perpendicular a la dirección axial -100-.

- 5 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, un método representativo y un aparato -20- para el tratamiento con ultrasonidos de un material objetivo -98-, pueden incluir un elemento -28- de un sonotrodo ultrasónico y un elemento -86- de un yunque rotativo ultrasónico asociado al mismo. En una configuración particular, el método y el aparato pueden estar dispuestos para proporcionar una operación de unión. El elemento rotativo -86- del yunque puede estar situado de forma asociada, próximo al elemento -28- de sonotrodo, y una fuente de potencia ultrasónica o un convertidor piezoeléctrico -82- puede estar conectado operativamente al elemento de sonotrodo. Habitualmente, el elemento de sonotrodo y el elemento del yunque pueden estar configurados para girar en sentido contrario uno con respecto al otro, y proporcionar una zona de estrechamiento entre los mismos en donde se puede llevar a cabo la operación de unión. Un accionamiento adecuado -92- de sonotrodo puede estar configurado para hacer girar el elemento de sonotrodo, y un accionamiento adecuado -94- del yunque puede estar configurado para hacer girar el elemento del yunque. El accionamiento de sonotrodo y el accionamiento del yunque pueden estar dotados de mecanismos de accionamiento individuales, dispuestos separadamente, o pueden estar dotados de un mismo mecanismo de accionamiento. En una disposición particular, el elemento de sonotrodo puede girar por medio del mecanismo de accionamiento seleccionado, y el elemento del yunque puede ser accionado mediante un contacto a presión que se genera en la zona del estrechamiento entre el elemento -28- de sonotrodo, el material objetivo -98- a trabajar y el elemento -86- del yunque. Los sistemas adecuados de accionamiento pueden incluir tomas de un eje de accionamiento de la potencia, motores, motores de explosión, motores eléctricos o similares, así como combinaciones de los mismos.
- 10 El elemento rotativo -86- del yunque tiene un eje de rotación -114- y puede girar por medio de su correspondiente accionamiento de rotación -94- para proporcionar una velocidad mínima del yunque en su superficie periférica exterior -90-. En un aspecto particular, la velocidad periférica del yunque puede ser, al menos, de un mínimo de unos 5 m/min. Alternativamente, la velocidad periférica del yunque puede ser, al menos, de unos 7 m/min y opcionalmente puede ser, al menos, de unos 9 m/min para proporcionar un rendimiento mejorado. En otro aspecto, la velocidad periférica del yunque puede ser de hasta un máximo de unos 700 m/min o superior. La velocidad periférica del yunque puede ser alternativamente de hasta unos 600 m/min y, opcionalmente, puede ser de hasta unos 550 m/min para proporcionar una efectividad mejorada. La velocidad del yunque puede ser sustancialmente constante o puede ser no constante o variable, según se desee.
- 15 Tal como se muestra a modo de ejemplo, el elemento -86- del yunque puede tener forma de disco, sustancialmente circular, y la superficie exterior periférica -90- del elemento del yunque puede ser sustancialmente continua. Alternativamente, el elemento del yunque puede tener una forma no circular. Adicionalmente, la superficie periférica exterior del elemento del yunque puede ser discontinua. Opcionalmente, el elemento del yunque puede tener una forma compuesta de uno o varios radios o elementos de lóbulo, y los radios o elementos de lóbulo pueden tener el mismo tamaño y/o forma o pueden tener diferentes tamaños y/o formas.
- 20 El elemento -28- de sonotrodo tiene un eje de rotación -112- y puede girar mediante su correspondiente accionamiento de rotación -92- para proporcionar una velocidad de sonotrodo en su superficie periférica exterior -88- que iguale sustancialmente a la velocidad periférica del yunque. Opcionalmente, la velocidad periférica del elemento -28- de sonotrodo puede no estar ajustada y no ser igual a la velocidad periférica del elemento -86- del yunque.
- 25 Tal como se muestra a modo de ejemplo, el elemento -28- de sonotrodo puede tener una forma de disco, sustancialmente circular, y la superficie exterior periférica -88- del elemento de sonotrodo puede ser sustancialmente continua. Opcionalmente, el elemento de sonotrodo puede tener una forma no circular. Adicionalmente, la superficie exterior periférica del elemento de sonotrodo puede tener una configuración discontinua.
- 30 Un convertidor piezoeléctrico ultrasónico -82- puede estar conectado de forma operativa para dirigir una cantidad suficiente de potencia ultrasónica hacia el elemento -28- de sonotrodo a través de guías de ondas ultrasónicas adecuadas, de elementos intensificadores y de componentes de conexión/transmisión. Los convertidores piezoeléctricos ultrasónicos adecuados, los conectores ultrasónicos, los intensificadores ultrasónicos y las guías de ondas ultrasónicas son bien conocidos en la técnica y están disponibles en los distribuidores comerciales.
- 35 Haciendo referencia a las figuras 3 a la 9, el método y el aparato -20- para unir o para otro tratamiento, pueden incluir un elemento ultrasónico rotativo -28- de sonotrodo y un elemento -34- del eje rotativo. El elemento de sonotrodo puede tener un primer lado axial -30- y un segundo lado axial -32-. El elemento del eje puede estar unido de forma operativa al elemento -28- de sonotrodo, y un elemento -42- de aislamiento puede estar conectado de forma operativa al elemento -28- de sonotrodo. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento -42- es capaz de flexionar y curvarse dinámicamente bajo una gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial -102- del elemento de aislamiento, y puede proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial -100- del elemento de aislamiento.
- 40 En otros aspectos, el elemento -34- del eje puede proporcionar un plano -38- del nodo, y el elemento de aislamiento -42- puede estar situado operativamente próximo al plano del nodo del elemento del eje. Tal como se ilustra en la configuración mostrada a modo de ejemplo, el elemento -34- del eje puede ser configurado para proporcionar una

guía de ondas operativa que puede dirigir energía ultrasónica desde una fuente adecuada de potencia ultrasónica al elemento de sonotrodo.

5 En configuraciones particulares, el elemento -34- del eje puede proporcionar un plano del nodo y/o un plano del antinodo. El elemento de aislamiento -42- puede estar situado sustancialmente en el correspondiente plano del nodo o aproximadamente adyacente al mismo; puede estar situado sustancialmente en el correspondiente plano del antinodo o aproximadamente adyacente al mismo; o puede estar situado en una posición que está separada de su correspondiente plano del nodo o del plano del antinodo; según se desee.

10 En aspectos adicionales, el elemento de aislamiento -42- puede tener una rigidez y una tenacidad elevadas, y puede ser sustancialmente no elastomérico. El curvado dinámico del elemento de aislamiento puede ser sustancialmente no elastomérico y puede ser proporcionado por un mecanismo que está sustancialmente libre de un componente fabricado con un elastómero; tal como goma natural o sintética. En otros aspectos adicionales, el elemento de  
15 aislamiento puede proporcionar una flexión y una curvatura generalmente en voladizo. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede proporcionar un componente operativo de curvado o de desplazamiento por flexión que está dirigido transversalmente a la dirección radial del elemento de aislamiento, y puede proporcionar un componente operativo de curvado o de desplazamiento por flexión que está dirigido transversalmente a la dirección axial del elemento de aislamiento.

20 En otro aspecto adicional, el elemento de aislamiento -42- puede tener un componente -46- de aislamiento radial y un componente de aislamiento axial -50-. El componente -46- de aislamiento radial puede estar unido operativamente al elemento -34- del eje y puede estar configurado para prolongarse, al menos sustancialmente en sentido radial, desde el elemento -34- del eje. En un aspecto particular, el componente de aislamiento radial se puede prolongar desde el elemento del eje con una configuración generalmente en voladizo. El componente -46- de  
25 aislamiento radial puede estar configurado para flexionar y curvarse operativamente bajo la gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo. Adicionalmente, el componente de aislamiento radial se puede curvar dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos a lo largo de la dimensión del grosor del componente de aislamiento radial. En consecuencia, la curvatura dinámica del componente de aislamiento radial puede oscilar en general a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento.

30 El componente de aislamiento axial -50- puede estar unido operativamente a una parte operativa del componente -46- de aislamiento radial y puede estar configurado para prolongarse, al menos axialmente, desde el componente -46- de aislamiento radial. En un aspecto particular, el componente de aislamiento axial puede prolongarse desde el componente de aislamiento radial con una configuración generalmente en voladizo. El componente de aislamiento  
35 axial -50- puede estar configurado para flexionar operativamente y curvarse bajo la gama de frecuencias sónicas de activadas por el sonotrodo. Adicionalmente, el componente de aislamiento axial se puede curvar dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos a lo largo de la dimensión del grosor del componente de aislamiento axial. En consecuencia, la curvatura dinámica del componente de aislamiento axial puede oscilar en general a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento.

40 Los diversos aspectos, características y configuraciones del método y del aparato, tomadas solas o en combinación, pueden proporcionar un sistema exclusivo de sonotrodo ultrasónico rotativo que incluye la correspondiente guía de ondas, tal como la proporcionada por medio del elemento -34- del eje y, al menos, un elemento de aislamiento -42- que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas. El elemento de aislamiento puede aislar de forma operativa el  
45 movimiento radial que se puede producir en el nodo longitudinal de la guía de ondas, y puede proporcionar un ancho de banda suficiente para compensar los desplazamientos nodales que se pueden producir durante el funcionamiento ordinario. En particular, el elemento de aislamiento puede compensar los cambios en la posición en tiempo real del plano nodal real que se producen durante la transferencia real de energía ultrasónica a través de la guía de ondas. El elemento de aislamiento puede proporcionar asimismo una mejora de la tenacidad para reducir las deformaciones bajo carga. La mejora de la tenacidad puede contribuir a mantener la concentricidad y a reducir los desplazamientos  
50 debidos al descentrado en la superficie de trabajo del elemento de sonotrodo. Además, el elemento de aislamiento puede transmitir más eficientemente el par al elemento de sonotrodo y puede proporcionar una efectividad y una eficiencia operativa mejoradas. El elemento de aislamiento puede estar configurado asimismo para reducir las concentraciones de tensión e incrementar la resistencia a la fatiga. Adicionalmente, el elemento de aislamiento  
55 puede proporcionar un sistema de montaje que puede reducir los movimientos relativos entre las piezas componentes. El método y el aparato pueden eliminar la necesidad de componentes elastoméricos de aislamiento, tales como los aros tóricos convencionales de elastómero y el material asociado al anillo de aislamiento. El método y el aparato pueden reducir asimismo la necesidad de chavetas para la transmisión del par y pueden evitar la utilización de ruedas de soporte auxiliares para mantener las posiciones deseadas de sonotrodo rotativo y del  
60 yunque rotativo.

Los elementos de sonotrodo que pueden ser utilizados en el método y el aparato son bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, se dan a conocer elementos adecuados de un sonotrodo ultrasónico rotativo en la patente U.S.A. número 5.096.532 titulada ULTRASONIC ROTARY HORN (Sonotrodo ultrasónico rotativo) de Joseph G. Neuwirth y otros, concedida el 17 de Marzo de 1992; en la patente U.S.A número 5.110.403 titulada HIGH EFFICIENCY  
65 ULTRASONIC ROTARY HORN (Sonotrodo ultrasónico rotativo de eficiencia elevada) de Thomas D. Ehlert y otros,

concedida el 5 de Mayo de 1992; y en la patente U.S.A. número 5.087.320 titulada ULTRASONIC ROTARY HORN HAVING IMPROVED END CONFIGURATION (Sonotrodo ultrasónico rotativo que tiene una configuración con un extremo mejorado) de Joseph G. Neuwirth, concedida el 11 de Febrero de 1992.

5 La incorporación de una o varias guías de ondas, tales como las proporcionadas por el elemento -34- del eje es asimismo bien conocida en la técnica. La forma constructiva y la disposición de una guía de ondas adecuada es convencional, y puede ser llevada a cabo con técnicas de ingeniería habitualmente comprendidas que son utilizadas en los sistemas de tratamiento ultrasónico, tales como los sistemas ultrasónicos de unión.

10 En el caso de la presente invención, el plano del nodo de la guía de ondas seleccionada es un nodo longitudinal situado a lo largo de la dirección axial del método y el aparato. En el plano del nodo, se presentan desplazamientos longitudinales aproximadamente nulos (por ejemplo, axiales) durante el funcionamiento normal con las excitaciones ultrasónicas seleccionadas. No obstante, se pueden seguir produciendo desplazamientos radiales en el nodo longitudinal.

15 Los elementos del yunque rotativo que pueden ser utilizados en el método y el aparato son bien conocidos en la técnica y están disponibles en los distribuidores comerciales. Como ejemplo de dichos distribuidores se puede incluir Sonobond, una empresa que tiene oficinas situadas en West Chester, Pennsylvania; y Branson Ultrasonics una empresa que tiene oficinas situadas en Danbury, Connecticut.

20 Los convertidores piezoeléctricos ultrasónicos convencionales y las fuentes de potencia pueden ser utilizados en el método y el aparato de la invención y están disponibles en los distribuidores comerciales. Los ejemplos de sistemas ultrasónicos de potencia adecuados incluyen el sistema Model 20A3000 disponible en la empresa Dukane Ultrasonics, que tiene oficinas situadas en St. Charles, Illinois; y el sistema Model 2000CS disponible en la empresa Herrmann Ultrasonics, que tiene oficinas situadas en Schaumburg, Illinois. En un aspecto particular, el método y el aparato pueden incluir un convertidor piezoeléctrico ultrasónico -82- que está conectado operativamente al elemento -28- de sonotrodo y es capaz de proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a una frecuencia comprendida dentro de una gama aproximadamente de 15 a 60 KHz (KiloHerzios). Se debe tener en cuenta que se pueden utilizar asimismo otras frecuencias ultrasónicas.

30 Haciendo referencia a las figuras 3 a 6A, al menos una zona del elemento de aislamiento -42- se puede curvar bajo la gama seleccionada de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo para proporcionar un componente operativo del tipo de haz con desplazamiento por flexión o curvado, que está alineado en general transversalmente a la dirección radial del elemento de aislamiento. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede proporcionar una o varias zonas que pueden presentar uno o varios desplazamientos dinámicos de curvado y flexión, o movimientos que están dirigidos en general a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. Por ejemplo, el componente -46- de aislamiento radial, del elemento de aislamiento, puede estar configurado para proporcionar uno o varios desplazamientos dinámicos de curvado y flexión que pueden oscilar con un movimiento de vaivén en una trayectoria que se extiende en general a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. En un aspecto deseado, el elemento de aislamiento se puede desplazar a la manera de un diafragma oscilante. En un aspecto más particular, el componente -46- de aislamiento radial se puede desplazar a la manera de un diafragma oscilante.

45 El elemento de aislamiento puede proporcionar asimismo una o varias zonas que pueden presentar uno o varios desplazamientos o movimientos de curvado y flexión del tipo de haz, o movimientos que están dirigidos en general transversalmente a la dirección axial del elemento de aislamiento. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede proporcionar una o varias zonas que pueden presentar uno o varios desplazamientos dinámicos de curvado y flexión, o movimientos que están dirigidos en general a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento. Por ejemplo, el componente -50- de aislamiento axial puede estar configurado para proporcionar uno o varios desplazamientos dinámicos de curvado y flexión que pueden oscilar de forma vibratoria con un movimiento de vaivén en una trayectoria que se extiende en general a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento. Se puede comprender fácilmente que además de los desplazamientos descritos de curvado y flexión que presenta el elemento de aislamiento -42-, dicho elemento de aislamiento puede experimentar otros movimientos dinámicos que son inducidos habitualmente durante las operaciones ordinarias de unión con ultrasonidos.

55 Se ha hallado que la traslación lateral, la curvatura dinámica y los desplazamientos por flexión que pueden ser inducidos en general a lo largo de la dirección axial y/o de la dirección radial pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre la posición del elemento de aislamiento y la posición del plano del nodo asociado. En un aspecto más particular, la curvatura por traslación lateral dinámica y los desplazamientos por flexión pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre (a) la posición física en la que el elemento de aislamiento -42- se conecta con el correspondiente elemento -34- del eje, y (b) la posición real del plano -38- del nodo dinámico correspondiente a lo largo del recorrido axial del correspondiente elemento -34- del eje. Dichos desajustes se pueden producir durante el funcionamiento del método y el aparato debido a desplazamientos producidos por cambios en la temperatura, cambios en la frecuencia de los ultrasonidos, cambios en el material objetivo a trabajar o similares, así como a combinaciones de los mismos.

65

Los desplazamientos por flexión dinámica y curvatura que son transversales a la dirección radial y/o axial del elemento de aislamiento pueden ser proporcionados deseablemente sin generar una fatiga excesiva en el elemento de aislamiento correspondiente. Cuando un elemento de aislamiento particular tiene componentes radiales de aislamiento -46- identificables individualmente, y/o componentes axiales de aislamiento -50- identificables individualmente, cada uno de dichos componentes radiales y/o axiales puede estar configurado para curvarse sin una fatiga excesiva mediante la utilización de parámetros convencionales y de técnicas de diseño bien conocidas en la técnica. Por ejemplo, la longitud, el grosor, el módulo de elasticidad y otros parámetros pueden ser seleccionados y configurados para proporcionar la curvatura operativa y la resistencia a la fatiga del componente de aislamiento radial. De manera similar, la longitud, el grosor, el módulo de elasticidad y otros parámetros pueden ser seleccionados y configurados para proporcionar la curvatura operativa y la resistencia a la fatiga del componente de aislamiento axial.

En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede funcionar bajo las condiciones operativas ordinarias previstas, durante un mínimo de unas 4.000 horas sin excesivos fallos por fatiga. El elemento de aislamiento puede proporcionar deseablemente una duración operativa mínima de los ultrasonidos de unas 5.000 horas, sustancialmente sin fallos por fatiga, tal como se determina en las condiciones normales previstas de funcionamiento y, más deseablemente, puede proporcionar una duración operativa mínima de los ultrasonidos de unas 6.000 horas sustancialmente sin fallos por fatiga.

En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede estar configurado de tal modo que durante el funcionamiento ordinario, el elemento de aislamiento esté sometido a un nivel de tensión que no sea mayor del 10% aproximadamente del límite elástico del elemento de aislamiento. Alternativamente, el elemento de aislamiento puede estar configurado de tal modo que, durante el funcionamiento ordinario, el elemento de aislamiento esté sometido a un nivel de tensión que no sea superior al 1% aproximadamente del límite elástico del elemento de aislamiento.

El elemento de aislamiento puede estar configurado para curvarse operativamente y oscilar con un movimiento de vaivén bajo una gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial. La gama de frecuencias activadas por el sonotrodo puede ser una gama que sea aproximadamente de  $\pm 3\%$  de la frecuencia ultrasónica nominal. La frecuencia nominal es la frecuencia ultrasónica objetivo a la que está previsto que funcione el método y el aparato para llevar a cabo la operación de tratamiento seleccionada.

En las diversas configuraciones del método y el aparato de la invención, el componente de aislamiento radial se puede prolongar de forma discontinua o sustancialmente continua a lo largo de una dirección circunferencial del elemento de aislamiento. Haciendo referencia a las figuras 3 a 6A, el componente -46- de aislamiento radial mostrado a modo de ejemplo puede tener sustancialmente forma de disco o tener una forma sustancialmente anular, según se desee.

Haciendo referencia a las figuras 3 a 8, el componente de aislamiento axial -50- puede estar configurado para proporcionar una prolongación sustancialmente axial desde el componente -46- de aislamiento radial. En el ejemplo de la disposición mostrada a modo de ejemplo, el componente de aislamiento axial -50- puede estar configurado para proporcionar una prolongación que esté dirigida a lo largo de la dirección axial desde una sección radialmente exterior al componente -46- de aislamiento radial. El componente de aislamiento axial puede estar configurado para proporcionar una prolongación discontinua o sustancialmente continua desde el componente de aislamiento radial. Adicionalmente, el componente de aislamiento axial puede estar configurado para prolongarse de forma discontinua, o sustancialmente continua, a lo largo de una dirección circunferencial -104- del elemento de aislamiento. En el ejemplo de la configuración mostrada a modo de ejemplo, el componente de aislamiento axial -50- puede tener una forma sustancialmente cilíndrica.

En las diversas configuraciones de la invención, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos asociados del eje y el elemento o elementos de aislamiento asociados, pueden ser componentes que están dispuestos por separado y están unidos operativamente entre sí. Alternativamente, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos asociados del eje y el elemento o elementos de aislamiento asociados pueden estar formados integralmente de un solo fragmento de material que sea adecuado para la fabricación de los dispositivos de unión por ultrasonidos. Por ejemplo, el elemento de sonotrodo, los elementos del eje y los elementos de aislamiento pueden ser mecanizados a partir del mismo fragmento de material en barra.

Con respecto al elemento de aislamiento -42-, el componente de aislamiento axial -50- y el componente -46- de aislamiento radial pueden ser fragmentos dispuestos por separado que están unidos entre sí de forma operativa, o pueden estar formados integralmente a partir del mismo fragmento de material que es adecuado para la fabricación de dispositivos de unión por ultrasonidos. Por ejemplo, el componente de aislamiento axial y el componente de aislamiento radial pueden estar formados a partir del mismo fragmento de material en barra.



En una configuración alternativa, el componente de aislamiento axial -50- puede ser independiente del componente -46- de aislamiento radial. En otra característica, el componente de aislamiento axial puede estar formado integralmente con un elemento de acoplamiento asociado -58-. Una sección designada del componente de aislamiento axial puede ser unida a continuación y fijada al componente -46- de aislamiento radial asociado dispuesto por separado. Tal como se muestra a modo de ejemplo en la figura 10, el componente de aislamiento radial puede ser encajado a presión en el componente de aislamiento axial. Tal como se muestra en la figura 10A, el componente de aislamiento radial puede estar fijado con pernos o de otro modo al componente de aislamiento axial.

En una disposición opcional, el elemento de aislamiento -42- puede tener un componente de aislamiento axial -50- que está dispuesto integrado con el componente -46- de aislamiento radial, y el elemento de aislamiento puede estar formado integralmente con su dispositivo de acoplamiento asociado, tal como se muestra a modo de ejemplo en la figura 10B. El componente de aislamiento radial puede estar unido operativamente al elemento -34- del eje con cualquier sistema de sujeción adecuado.

Otra disposición del elemento de aislamiento -42- puede tener el dispositivo de acoplamiento asociado -58- encajado a presión en el componente de aislamiento axial -50- del elemento de aislamiento -42-, tal como se muestra en la figura 10C. Se comprenderá fácilmente que el componente de aislamiento axial -50-, el componente -46- de aislamiento radial y el elemento -34- del eje pueden estar interconectados adicionalmente entre sí en cualquier configuración operativa.

El método y el aparato pueden incluir, al menos uno, y, de forma opcional, una serie de dispositivos de acoplamiento rotativos, tal como los dispuestos mediante uno o varios dispositivos de acoplamiento -58-. En las diversas disposiciones de la invención, cada dispositivo de acoplamiento puede estar configurado para ser operativamente similar a algunos o a todos los demás dispositivos de acoplamiento. En consecuencia, las disposiciones, las características estructurales, las características operativas u otras configuraciones que han sido descritas con respecto a un dispositivo de acoplamiento particular pueden ser incorporadas asimismo en los demás dispositivos de acoplamiento.

Tal como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 4 a 10C, el elemento de aislamiento -42- puede estar unido a un dispositivo de acoplamiento rotativo -58- que, a su vez, puede estar soportado, al menos, por un cojinete rotativo -66- y por la estructura de montaje asociada. En consecuencia, el dispositivo de acoplamiento -58- puede estar interconectado entre el elemento de aislamiento -42- y el cojinete rotativo -66-. En una configuración deseada, el cojinete rotativo -66- y el montaje -70- correspondiente, pueden sostener y soportar de forma fija el dispositivo de acoplamiento rotativo -58-. El montaje del cojinete puede estar, en general, situado adyacente al plano del nodo del elemento del eje. Alternativamente, el montaje del cojinete puede estar separado del plano del nodo del elemento del eje a una distancia significativa. Tal como se muestra a modo de ejemplo, el montaje -70- del cojinete de soporte puede estar, en general, situado adyacente al plano -38- del nodo proporcionado por el elemento -34- del eje.

Haciendo referencia a las figuras 6A y 9, el elemento -28- de sonotrodo puede estar soportado en posición de voladizo con una serie de elementos de cojinete -66- y -66a- y los montajes asociados de soporte -70- y -70a-. El dispositivo de acoplamiento -58- se puede prolongar a lo largo de su dimensión axial, y se pueden disponer un par de elementos de cojinete con un elemento de cojinete situado próximo a cada extremo axial del dispositivo de acoplamiento. Los elementos de cojinete pueden estar fijados a sus correspondientes soportes de montaje, de manera que puedan mantener el dispositivo de acoplamiento en una posición sustancialmente fija que presente una rigidez y tenacidad elevadas. Se pueden configurar elementos intensificadores y guías de ondas apropiadas que se prolonguen a través del dispositivo de acoplamiento y se conecten de forma operativa al elemento -34- del eje y al elemento -28- de sonotrodo.

En un aspecto particular, el método y el aparato de la invención pueden estar configurados para proporcionar un elemento rotativo -28- de sonotrodo que presenta una deformación estática muy reducida. En una configuración deseada, la deformación estática puede ser de unos 0,025 mm (aproximadamente 0,0005 pulgadas) o menos, cuando está sometido a una fuerza estática de 445 N (100 libras), dirigida contra la superficie periférica exterior -88- del elemento -28- de sonotrodo en una posición centrada a lo largo de la dimensión axial de la superficie -88-, y a lo largo de la dirección radial de sonotrodo rotativo. En otras configuraciones, la deformación estática puede ser como máximo de unos 0,76 mm (aproximadamente 0,03 pulgadas). Alternativamente, la deformación de sonotrodo puede no ser mayor de unos 0,5 mm (aproximadamente 0,02 pulgadas) y, opcionalmente, puede no ser mayor de unos 0,3 mm (aproximadamente 0,012 pulgadas) para proporcionar una efectividad mejorada. En una disposición particular, la deformación estática del elemento de sonotrodo puede no ser mayor de unos 0,076 mm (aproximadamente 0,003 pulgadas).

El método y el aparato pueden estar configurados adicionalmente para proporcionar un elemento rotativo -28- de sonotrodo que presenta un bajo nivel característico de descentrado dinámico: en una característica deseada, el descentrado de sonotrodo puede ser de unos 0,0025 mm (aproximadamente 0,00001 pulgadas) o menos, a una velocidad de rotación de 5 revoluciones por minuto. En una característica adicional, el elemento de sonotrodo puede presentar un descentrado máximo no mayor de unos 0,018 mm (aproximadamente 0,0007 pulgadas). El descentrado de sonotrodo puede ser alternativamente no mayor de unos 0,013 mm (aproximadamente 0,0005

pulgadas), y opcionalmente puede no ser mayor de unos 0,01 mm (aproximadamente 0,0004 pulgadas) para proporcionar un comportamiento mejor.

5 Haciendo referencia a los aspectos de la invención mostrados en las figuras 3 a 6A, el elemento de aislamiento -42- puede tener un componente -46- de aislamiento radial, generalmente de forma anular, que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas y está conectado y fijado a la guía de ondas proporcionada por el elemento -34- del eje. La fijación está situada aproximadamente en el plano esperado del nodo de la guía de ondas, el elemento del eje. Un componente de aislamiento axial -50-, generalmente de forma cilíndrica, puede tener una rigidez y una tenacidad relativamente elevadas, y puede estar conectado y fijado a una zona distal exterior del componente -46- de  
10 aislamiento radial. El componente de aislamiento axial se puede prolongar desde el componente de aislamiento radial, en una dirección interior, hacia el elemento -28- de sonotrodo o, en una dirección exterior, alejándose del elemento de sonotrodo. Alternativamente, el componente de aislamiento axial se puede prolongar en ambas direcciones, interior y exterior.

15 Tal como se muestra en las disposiciones mostradas en las figuras 3 y 4, el componente de aislamiento axial -50- se puede prolongar en ambas direcciones, interior y exterior, a unas distancias sustancialmente iguales. De manera opcional, el componente de aislamiento axial se puede prolongar en ambas direcciones, interior y exterior, a unas distancias diferentes, desiguales. El componente de aislamiento axial -50- puede incluir uno o varios separadores -51-, sustancialmente anulares, que se proyectan radialmente, los cuales sostienen el componente de aislamiento axial a una distancia de separación de su dispositivo de acoplamiento -58- correspondiente. Tal como se muestra a modo de ejemplo, cada par de separadores -51- puede estar situado en cada extremo axial opuesto del componente de aislamiento axial. La distancia de separación está configurada para permitir una cierta magnitud operativa de curvatura de flexión dinámica del componente de aislamiento axial.

25 Haciendo referencia a los aspectos de la invención mostrados en las figuras 5, 6 y 6A, el elemento de aislamiento -42- puede incluir un componente -46- de aislamiento radial, de forma generalmente anular, que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas y está conectado y fijado a la guía de ondas proporcionada por el elemento -34- del eje. La fijación está situada aproximadamente en el plano esperado del nodo de la guía de ondas, el elemento del eje. Un componente de aislamiento axial -50-, generalmente de forma cilíndrica, está configurado para tener una rigidez y tenacidad elevadas, y está conectado y fijado a una zona del borde exterior del componente -46- de aislamiento radial. El componente de aislamiento axial se puede prolongar desde el componente de aislamiento radial en una dirección hacia el exterior, alejándose del elemento de sonotrodo.

35 En las diversas disposiciones del método y el aparato, la configuración de la fijación u otra conexión operativa entre el elemento del eje y su correspondiente elemento de aislamiento conectado, puede estar sustancialmente libre de goma o de otros componentes elastoméricos. En consecuencia, el mecanismo de fijación puede proporcionar una conexión operativa que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas y es sustancialmente no elástico.

40 El elemento de aislamiento -42- puede incluir un elemento semejante a un diafragma y un reborde de montaje -54-. El elemento semejante a un diafragma puede incluir un componente radial -46- sustancialmente continuo, que tiene una rigidez y una tenacidad elevadas y se prolonga sustancialmente en sentido radial desde el elemento -34- del eje o de otra guía de ondas. Adicionalmente, el componente radial -46- puede estar situado aproximadamente en el plano nodal -38- del elemento del eje o de otra guía de ondas. El componente radial puede sobresalir radialmente hacia el exterior con una longitud que puede permitir que este componente radial se curve operativamente bajo las gamas normales de frecuencias activadas por el sonotrodo, sin perjudicar su duración a la fatiga. Moviéndose hacia el exterior desde el componente radial, la forma estructural del elemento de aislamiento -42- puede cambiar para proporcionar un componente axial -50- que se prolonga a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. Tal como se muestra a modo de ejemplo, el componente axial puede tener una forma generalmente cilíndrica que sobresale, sustancialmente paralelo al eje de rotación de la guía de ondas o al elemento -34- del eje.

50 Las longitudes de los componentes radial y axial del elemento de aislamiento -42- son suficientemente grandes para permitir que estos componentes se curven y flexionen dinámicamente bajo la gama normal de movimientos dirigidos en sentido radial y axial que se pueden originar en el nodo, o cerca del mismo, de una guía de ondas durante su funcionamiento previsto. En particular, la magnitud axial de la forma cilíndrica se puede curvar y flexionar dinámicamente bajo la gama normal de movimientos dirigidos radialmente que se pueden originar en el nodo, o cerca del mismo, de una guía de ondas. Dicho movimiento dirigido radialmente se puede originar normalmente debido a oscilaciones de resonancia producidas por la energía ultrasónica dirigida hacia el elemento -28- de sonotrodo. La longitud radial de la forma de diafragma se puede curvar y flexionar dinámicamente mediante la gama normal de movimientos dirigidos axialmente que se pueden originar en el nodo, o cerca del mismo, de una guía de ondas. Dicho movimiento dirigido axialmente se puede originar asimismo debido a oscilaciones de resonancia producidas por la energía ultrasónica dirigida hacia el elemento -28- de sonotrodo. La combinación de los movimientos de curvado dinámico de los componentes radial y axial del elemento de aislamiento, pueden actuar para amortiguar los movimientos radial y axial inducidos en el sonotrodo -28- y en la guía de ondas (por ejemplo, el elemento -34- del eje) durante las expansiones y contracciones oscilatorias normales que son excitadas por la fuente de potencia ultrasónica. La amortiguación se puede producir dentro de la gama normal de frecuencias ultrasónicas a las que está sometido el sonotrodo -28- durante el funcionamiento normal.

En una zona seleccionada, tal como en un extremo del diámetro exterior del elemento de aislamiento -42-, se puede utilizar un mecanismo o un método de sujeción/fijación operativa para fijar y sujetar el elemento de aislamiento a otros componentes del sistema de unión por ultrasonidos, tal como el dispositivo de acoplamiento -58-. Tal como se muestra a modo de ejemplo, el mecanismo de sujeción puede estar situado, por ejemplo, en un extremo del diámetro exterior del componente -50- de aislamiento axial. En una disposición, el elemento de aislamiento -42- (por ejemplo, el componente -50- de aislamiento axial del elemento de aislamiento) puede incluir una parte -54- de un reborde que se prolonga. Tal como se muestra a modo de ejemplo, el reborde de unión -54- puede incluir una sección que se prolonga en general en sentido radial, y puede incluir una sección que se prolonga en general en sentido axial. En un aspecto deseado, el reborde de unión puede estar situado operativamente y fijado en la abertura -62- del dispositivo de acoplamiento. En otro aspecto, la parte del reborde -54- del dispositivo de acoplamiento puede estar fijada operativamente a la abertura -62- del dispositivo de acoplamiento mediante la inclusión de un ajuste de interferencia a fricción. El reborde puede, por ejemplo, estar encajado a presión en la abertura de un orificio tal como la proporcionada por la abertura -62- del dispositivo de acoplamiento, y puede ser mantenido en posición, adicionalmente o alternativamente, mediante elementos de sujeción.

Alternativamente, se puede generar una interferencia, con ajuste a fricción, expansionando mediante calor la pieza que tiene la abertura designada (por ejemplo, la abertura -62- del dispositivo de acoplamiento) e introduciendo en la abertura expansionada el componente o la pieza componente que se intenta aprisionar o mantener (por ejemplo, el elemento de aislamiento -42-). Cuando se disipa el calor, la abertura se contrae y ayuda a fijar el componente introducido.

En otra disposición de sujeción, el reborde se puede prolongar de forma apropiada, según se precise, y se puede utilizar un dispositivo de fijación para mantener el elemento de aislamiento en posición. Otro dispositivo de fijación más puede incorporar una única prolongación que tenga una superficie adecuada para la fijación.

En un aspecto adicional, el reborde de conexión puede ser sustancialmente contiguo y formado integralmente con su elemento de aislamiento -42- correspondiente. Opcionalmente, el reborde puede ser un componente dispuesto por separado que se fija posteriormente al elemento de aislamiento.

Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede ser sustancialmente continuo y formado integralmente con su correspondiente guía de ondas o elemento -34- del eje. En consecuencia, el sonotrodo puede ser sostenido en la posición seleccionada con más precisión, puede mantener mejor la posición deseada cuando sea sometido a una carga mucho mayor. Adicionalmente, se puede transmitir al sonotrodo -28- de manera más eficiente el par de accionamiento rotativo deseado.

En una característica deseada, el dispositivo de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de sostenimiento y de sujeción que está distribuida sustancialmente de manera uniforme alrededor de la circunferencia del componente de aislamiento axial. Por ejemplo, el dispositivo de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de compresión para la sujeción distribuida de manera sustancialmente uniforme, dirigida sustancialmente en sentido radial hacia el interior contra el componente de aislamiento axial. Opcionalmente, el componente de aislamiento axial puede proporcionar una fuerza de compresión para la sujeción distribuida de manera sustancialmente uniforme, dirigida sustancialmente en sentido radial hacia el interior contra el dispositivo de acoplamiento.

El dispositivo de acoplamiento -58- puede proporcionar una abertura de acoplamiento -62- en la que está situado y fijado operativamente el primer elemento de aislamiento -42-. En un aspecto particular, el componente de aislamiento axial -50- del elemento de aislamiento -42- puede estar situado y fijado operativamente en la abertura -62- del dispositivo de acoplamiento (por ejemplo, figuras 4 y 6). Por ejemplo, el dispositivo de acoplamiento -58- puede proporcionar una abertura de acoplamiento -62-, sustancialmente de forma cilíndrica, en la que puede ser situado y fijado operativamente el componente de aislamiento -50- del elemento de aislamiento -42-. El elemento de aislamiento puede, por ejemplo, estar acoplado a presión en la abertura de acoplamiento.

Opcionalmente, el componente de aislamiento axial puede estar configurado para proporcionar una abertura de un elemento de aislamiento y una parte extrema operativa del dispositivo de acoplamiento puede estar situada y fijada operativamente en la abertura del elemento de aislamiento. Por ejemplo, el dispositivo de acoplamiento puede estar acoplado a presión en la abertura del elemento de aislamiento.

Tal como se muestra a modo de ejemplo, el dispositivo de acoplamiento -58- puede estar configurado para proporcionar una estructura tubular en la que pueden estar situados y dirigidos otros componentes de forma operativa. Haciendo referencia a las figuras 4 y 8, por ejemplo, el elemento -34- del eje puede estar dispuesto de forma colineal y coaxial con respecto al dispositivo de acoplamiento, y el elemento del eje se puede prolongar a través del dispositivo de acoplamiento. Adicionalmente, un elemento intensificador ultrasónico -74- puede estar dispuesto de forma colineal y coaxial con respecto al dispositivo de acoplamiento, y el elemento intensificador se puede prolongar a través del dispositivo de acoplamiento. Además, el elemento intensificador puede estar conectado operativamente al elemento -34- del eje y un convertidor piezoeléctrico ultrasónico -82- puede estar conectado operativamente al elemento intensificador -74- mediante la utilización de cualquier técnica o dispositivo

- convencional. Por ejemplo, se puede dirigir energía eléctrica con unos conductores eléctricos adecuados a un conjunto de un anillo deslizante convencional -78-, y el conjunto del anillo deslizante puede ser utilizado para dirigir directamente la energía eléctrica al convertidor piezoeléctrico ultrasónico -82-. El convertidor piezoeléctrico puede utilizar la potencia eléctrica para generar la energía ultrasónica deseada y dirigir la energía ultrasónica al elemento -28- de sonotrodo. Tal como se muestra a modo de ejemplo, la energía ultrasónica puede ser dirigida al elemento intensificador -74- a través del elemento -34- del eje y hacia el elemento de sonotrodo.
- El método y el aparato pueden estar montados de manera adecuada en un armazón -22- de soporte. El elemento de acoplamiento -58- puede estar soportado sustancialmente de manera no elástica con un sistema de montaje que es sustancialmente no elastomérico y tiene una rigidez y una tenacidad relativamente elevadas. El sistema de montaje puede estar sustancialmente libre de componentes fabricados con un elastómero, tal como goma natural o sintética. En una característica particular, el cojinete rotativo -66- puede estar montado de una manera sustancialmente no elástica, y el sistema de montaje puede estar sustancialmente libre de elementos de montaje elastoméricos, tales como los proporcionados por los anillos tóricos de elastómero. El armazón de soporte está fabricado deseablemente de un material adecuado que amortigua las vibraciones. En la técnica, son bien conocidos diversos materiales de amortiguación convencionales. Por ejemplo, el armazón puede estar fabricado de hierro, y el hierro puede tener una capacidad de amortiguación aproximadamente de 100 a 500.
- Una configuración de unión -96- deseada, u otro mecanismo de tratamiento seleccionado pueden estar dispuestos en la superficie periférica exterior -90- del elemento -86- del yunque rotativo, o puede estar dispuesto en la superficie periférica exterior -88- del elemento -28- de sonotrodo rotativo, según se desee. En la configuración mostrada a modo de ejemplo, la disposición de unión deseada está dispuesta en la superficie circunferencial exterior -90- del elemento -86- del yunque. La disposición de unión puede estar compuesta por una serie de elementos de unión -132- que están configurados para sobresalir sustancialmente en sentido radial, alejándose de la superficie exterior -90- del elemento -86- del yunque, de una manera que es bien conocida en la técnica. Los elementos de unión pueden estar distribuidos de manera discontinua o sustancialmente continua en una distribución regular o irregular por toda la superficie periférica exterior -90- del elemento -86- del yunque, o en la superficie exterior -88- del elemento -28- de sonotrodo, según se desee.
- El método y el aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes rotativos que estén en contacto directo con el elemento -28- de sonotrodo. En particular, el método y el aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes rotativos que estén en contacto directo con la superficie periférica exterior -88- del elemento -28- de sonotrodo.
- En un aspecto adicional, el método y el aparato estar sustancialmente libres de soportes que estén en contacto directo con el elemento rotativo -86- del yunque para mantener una posición seleccionada del elemento rotativo del yunque con respecto al elemento rotativo de sonotrodo. Más particularmente, el método y el aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes rotativos que estén en contacto directo con la superficie periférica exterior -90- del elemento -86- del yunque.
- En las diversas fijaciones y protecciones utilizadas en las formas constructivas del método y el aparato de la invención, es fácilmente evidente que se puede utilizar cualquier técnica convencional de fijación y de protección. Dichas técnicas pueden incluir, por ejemplo, adhesivos, soldaduras, tornillos, pernos, remaches, clavijas, pestillos, grapas o similares, así como combinaciones de los mismos.
- De manera similar, es fácilmente evidente que se puede utilizar cualquier material convencional para fabricar los diversos elementos y componentes del método y el aparato. Dichos materiales pueden incluir polímeros sintéticos, materiales compuestos de resina y fibra de vidrio, materiales compuestos de fibra de carbono y resina, metales, compuestos metálicos, compuestos cerámicos y similares, así como combinaciones de los mismos. Por ejemplo, los metales adecuados pueden incluir acero, aluminio, titanio o similares, así como combinaciones de los mismos. Los materiales se seleccionan habitualmente para proporcionar los niveles deseados de resistencia, dureza, baja amortiguación de las vibraciones, tenacidad, resistencia a la fatiga, duración, facilidad de fabricación y facilidad de mantenimiento.
- Las dimensiones de los diversos componentes pueden depender de la aplicación particular del método y del aparato, y pueden ser determinadas mediante la utilización de técnicas estándar de ingeniería. Por ejemplo, las dimensiones de los componentes pueden ser determinadas mediante la comprobación de la carga pico operativa deseada y determinando los límites de tensión con un factor de seguridad seleccionado (por ejemplo, un factor de seguridad de diez) para ayudar a garantizar una duración adecuada y la resistencia a la fatiga.
- El elemento rotativo -28- de sonotrodo, los elementos correspondientes de guía de ondas/eje, los elementos de aislamiento correspondientes y otros elementos asociados, pueden ser fabricados como un conjunto unitario formado de manera integral a partir de una pieza única de material. El diseño en una sola pieza puede eliminar interconexiones que pueden ser fuente de un desgaste excesivo y de excesiva generación de calor. Dichas interconexiones pueden contribuir asimismo a la acumulación de errores de tolerancia durante el mecanizado. Dichos errores de tolerancia pueden hacer difícil mantener el deseado nivel de concentricidad en la superficie de trabajo de sonotrodo rotativo. Como resultado, las diversas configuraciones del método y del aparato pueden reducir

los costes, proporcionar un incremento de la tenacidad, pueden operar con márgenes de tolerancia menores y pueden proporcionar un comportamiento más regular durante la fabricación a gran velocidad.

- 5 Se comprenderá fácilmente que los diversos componentes rotativos pueden ser equilibrados dinámicamente en rotación para reducir el desgaste, reducir las vibraciones, mantener mejor las posiciones deseadas y mejorar además el comportamiento de la operación de unión deseada. Cada uno de los componentes puede ser equilibrado dinámicamente individualmente o en una combinación operativa con otros componentes, según se desee.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato para el tratamiento mediante ultrasonidos, que comprende:

5 un elemento (28) de sonotrodo ultrasónico rotativo;

un elemento rotativo (34) de eje que está unido operativamente a dicho elemento (28) de sonotrodo;

caracterizado por

10 un elemento de aislamiento (42) que está unido operativamente a dicho elemento (34) del eje, siendo capaz dicho elemento de aislamiento (42) de curvarse bajo una gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial, en el que

15 dicho elemento de aislamiento (42) tiene un componente (46) de aislamiento radial y un componente (50) de aislamiento axial;

20 dicho componente (46) de aislamiento radial está unido operativamente a dicho elemento (34) del eje, está configurado para prolongarse en una dirección sustancialmente radial desde dicho elemento del eje, y está configurado para curvarse dinámicamente bajo dicha gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo;

25 dicho componente (50) de aislamiento axial está unido operativamente a una parte operativa de dicho componente de aislamiento radial, está configurado para prolongarse en una dirección sustancialmente axial desde dicho componente de aislamiento radial, y está configurado para curvarse dinámicamente bajo dicha gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo.

30 2. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho componente (46) de aislamiento radial se prolonga de modo sustancialmente continuo a lo largo de una dirección circunferencial de dicho elemento de aislamiento (42).

3. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho componente (46) de aislamiento radial se prolonga de modo sustancialmente discontinuo a lo largo de una dirección circunferencial de dicho elemento de aislamiento (42).

35 4. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho componente (46) de aislamiento radial tiene sustancialmente forma de disco.

5. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial está configurado para proporcionar una prolongación axial de dicho componente (46) de aislamiento radial.

40 6. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial está configurado para proporcionar una prolongación axial desde una sección, en sentido radial, hacia el exterior de dicho componente (46) de aislamiento radial.

45 7. Aparato, según la reivindicación 6, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial está configurado para proporcionar una prolongación axial sustancialmente continua desde dicho componente (46) de aislamiento radial.

50 8. Aparato, según la reivindicación 6, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial está configurado para prolongarse de modo sustancialmente continuo a lo largo de una dirección circunferencial de dicho elemento de aislamiento (42).

9. Aparato, según la reivindicación 6, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial está configurado para prolongarse de modo sustancialmente discontinuo a lo largo de una dirección circunferencial de dicho elemento de aislamiento (42).

55 10. Aparato, según la reivindicación 6, en el que dicho componente (50) de aislamiento axial tiene una forma sustancialmente cilíndrica.

60 11. Aparato, según la reivindicación 1, que incluye además un dispositivo de acoplamiento rotativo (58) que está soportado por medio de un cojinete rotativo (66); en el que dicho elemento de aislamiento (42) está unido operativamente a dicho dispositivo de acoplamiento (58).

12. Aparato, según la reivindicación 11, en el que

dicho dispositivo de acoplamiento (58) está provisto de una abertura de acoplamiento (62); y

65

- dicho componente (50) de aislamiento axial está situado y fijado operativamente en dicha abertura de acoplamiento (62).
- 5 13. Aparato, según la reivindicación 11, en el que dicho elemento de aislamiento (42) está unido a dicho dispositivo de acoplamiento (58) por medio de la inclusión de una interferencia con ajuste a fricción.
14. Aparato, según la reivindicación 11, en el que
- 10 dicho dispositivo de acoplamiento (58) tiene una abertura de acoplamiento (62);  
dicho componente (50) de aislamiento axial incluye una parte (54) de un reborde que se prolonga; y  
dicha parte (54) de reborde está situada y fijada operativamente en dicha abertura de acoplamiento (62).
- 15 15. Aparato, según la reivindicación 14, en el que dicha parte (54) de reborde está unida operativamente a dicha abertura de acoplamiento (62) por medio de la inclusión de una interferencia con ajuste a fricción.
16. Aparato, según la reivindicación 1, que incluye además:
- 20 un elemento (86) de un yunque rotativo que está situado asociado a dicho elemento de sonotrodo (28) próximo; y  
un convertidor piezoeléctrico ultrasónico (82) que está conectado operativamente a dicho elemento de sonotrodo (28).
- 25 17. Aparato, según la reivindicación 1, en el que  
dicho componente (46) de aislamiento radial tiene una longitud y un grosor que permiten que dicho componente (46) de aislamiento radial se curve operativamente sin una fatiga excesiva;
- 30 dicho componente (50) de aislamiento axial radial tiene una longitud y un grosor que permiten que dicho componente (50) de aislamiento axial se curve operativamente sin una fatiga excesiva.
18. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho elemento rotativo (28) de sonotrodo tiene una deformación máxima no mayor de unos 0,076 mm bajo una fuerza de 445 N.
- 35 19. Método de tratamiento ultrasónico, que comprende:  
la rotación de un elemento (28) de un sonotrodo ultrasónico;
- 40 estando dicho elemento (28) de sonotrodo unido operativamente a un elemento rotativo (34) de un eje; caracterizado porque  
dicho elemento (34) del eje está unido operativamente a un elemento de aislamiento (42), siendo capaz dicho elemento de aislamiento (42) de curvarse y flexionar dinámicamente bajo una gama de frecuencias sónicas
- 45 activadas por el sonotrodo para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial del elemento de aislamiento (42) y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial del elemento de aislamiento (42), en el que  
dicho elemento de aislamiento (42) ha sido configurado con un componente (46) de aislamiento radial y con un
- 50 componente (50) de aislamiento axial;  
dicho componente (46) de aislamiento radial está unido operativamente a dicho elemento de eje (34) en una configuración que se prolonga, al menos radialmente, desde dicho elemento (34) del eje y está configurado para curvarse operativamente cuando está sometido a dicha gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo;
- 55 dicho componente (50) de aislamiento axial está unido a una parte operativa de dicho componente (46) de aislamiento radial con una configuración que se prolonga, al menos axialmente, desde una parte operativa de dicho componente (46) de aislamiento radial y ha sido configurado para curvarse operativamente cuando está sometido a dicha gama de frecuencias sónicas activadas por el sonotrodo;
- 60 20. Método, según la reivindicación 19, que incluye además un acoplamiento operativo de dicho elemento de aislamiento a un cojinete rotativo (66).
21. Método, según la reivindicación 19, que incluye además:
- 65

- un posicionado en colaboración de un elemento rotativo (86) de un yunque próximo a dicho elemento (28) de sonotrodo, y
- 5 una unión operativa de un convertidor piezoeléctrico ultrasónico (82) con dicho elemento (28) de sonotrodo.
22. Método de tratamiento ultrasónico, según la reivindicación 19, que comprende además
- la rotación del elemento (28) de sonotrodo ultrasónico que tiene un primer lado axial y un segundo lado axial;
- 10 estando dicho primer lado axial de dicho elemento de sonotrodo unido operativamente al elemento rotativo (34) del eje;
- estando dicho elemento de aislamiento unido operativamente a un dispositivo de acoplamiento rotativo (58) que está soportado por medio de un cojinete rotativo (66);
- 15 estando dicho cojinete rotativo soportado por medio de un montaje;
- estando dicho montaje separado axialmente de un lado de dicho elemento (28) de sonotrodo;
- 20 estando situado un elemento de un yunque rotativo (86) de forma asociada, a una distancia seleccionada de separación de dicho elemento de sonotrodo;
- girando dicho elemento del yunque por medio de un accionamiento del yunque para proporcionar una velocidad periférica del yunque de, por lo menos, unos 5 m/min;
- 25 girando dicho elemento de sonotrodo por medio de un accionamiento de sonotrodo para proporcionar una velocidad periférica de sonotrodo que iguala sustancialmente a dicha velocidad periférica del yunque;
- estando dicho elemento de sonotrodo conectado operativamente a un convertidor piezoeléctrico ultrasónico que puede proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a una frecuencia comprendida dentro de una gama de 15 a 60 KHz aproximadamente; y
- 30 dicho elemento de sonotrodo ha sido configurado para presentar una deformación estática no mayor de unos 0,076 mm bajo una fuerza de 445 N.
- 35



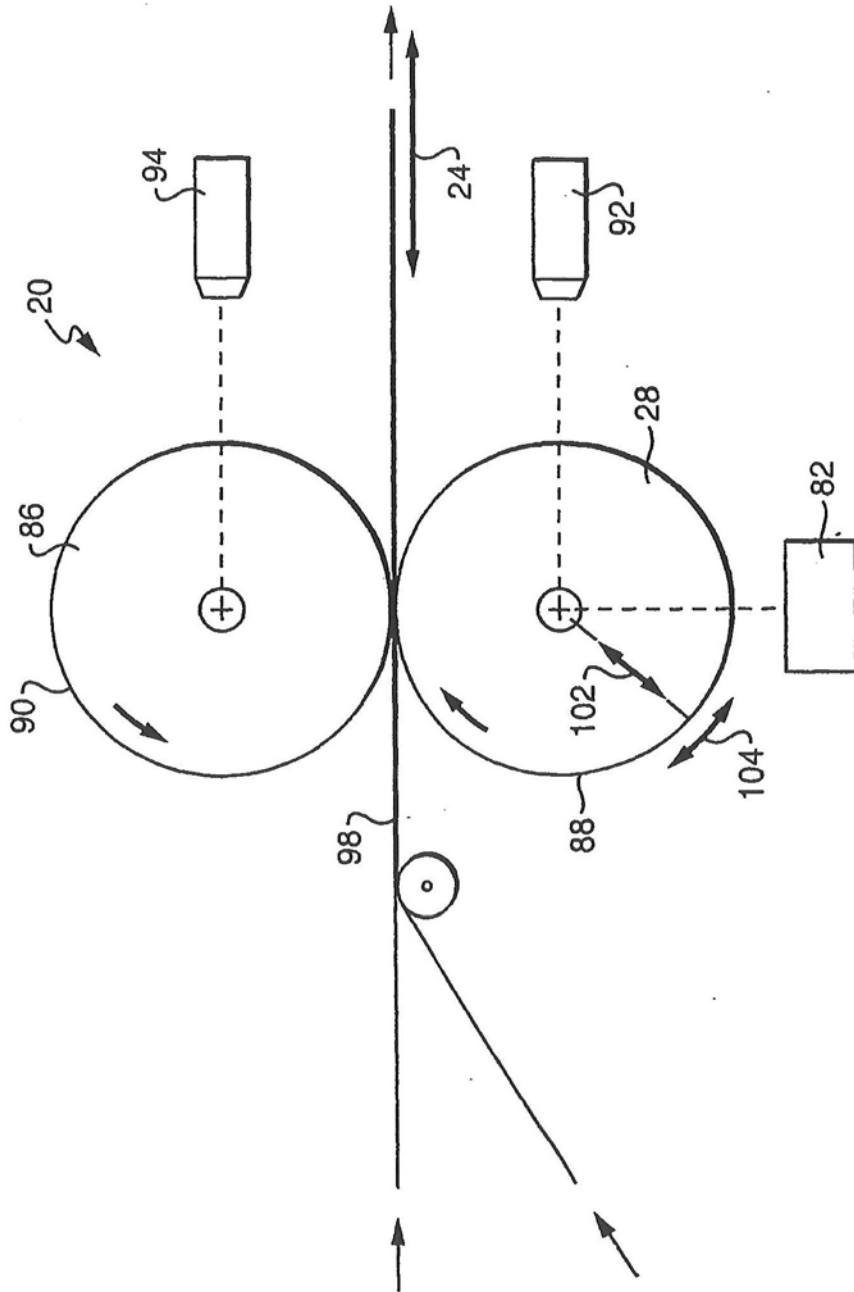


FIG. 1

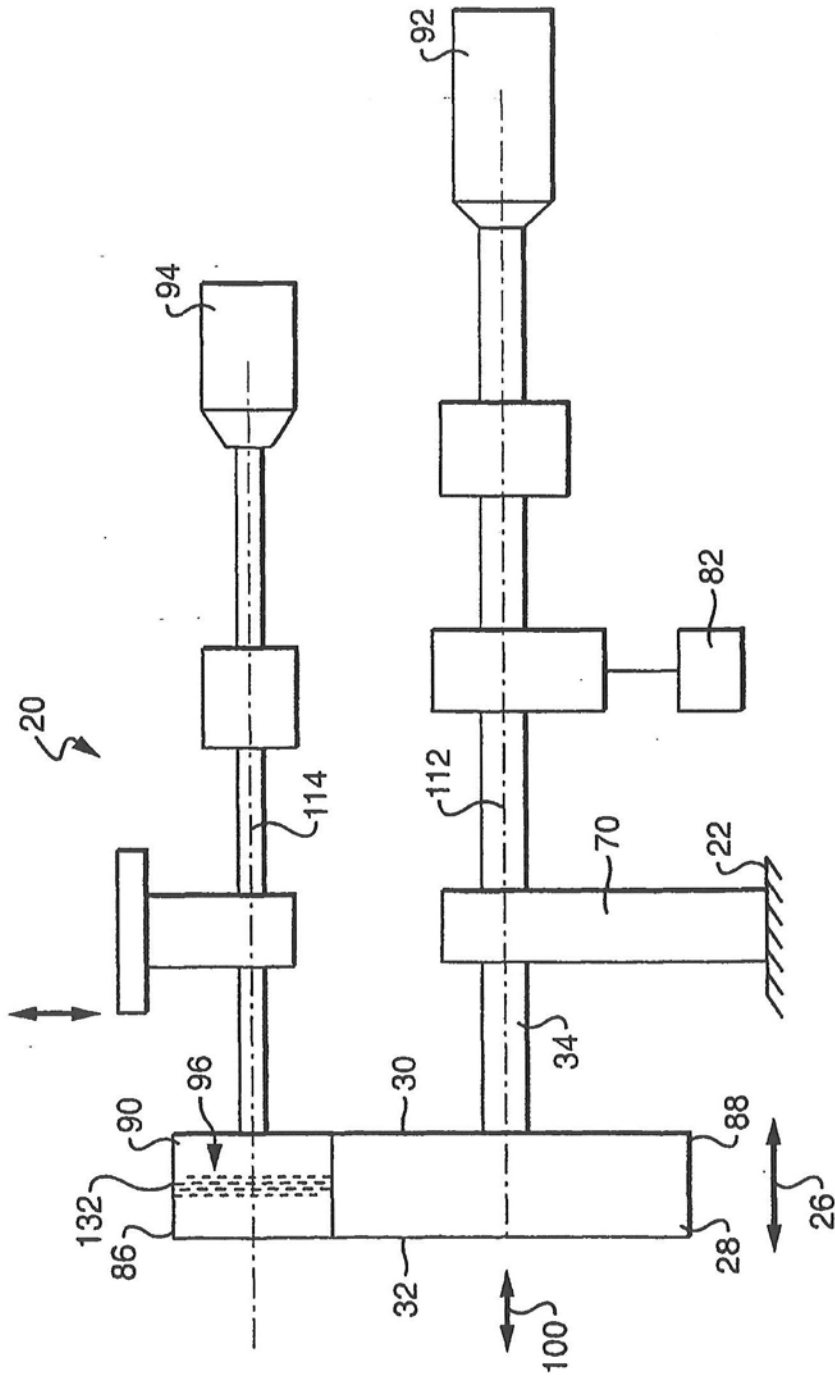


FIG. 2

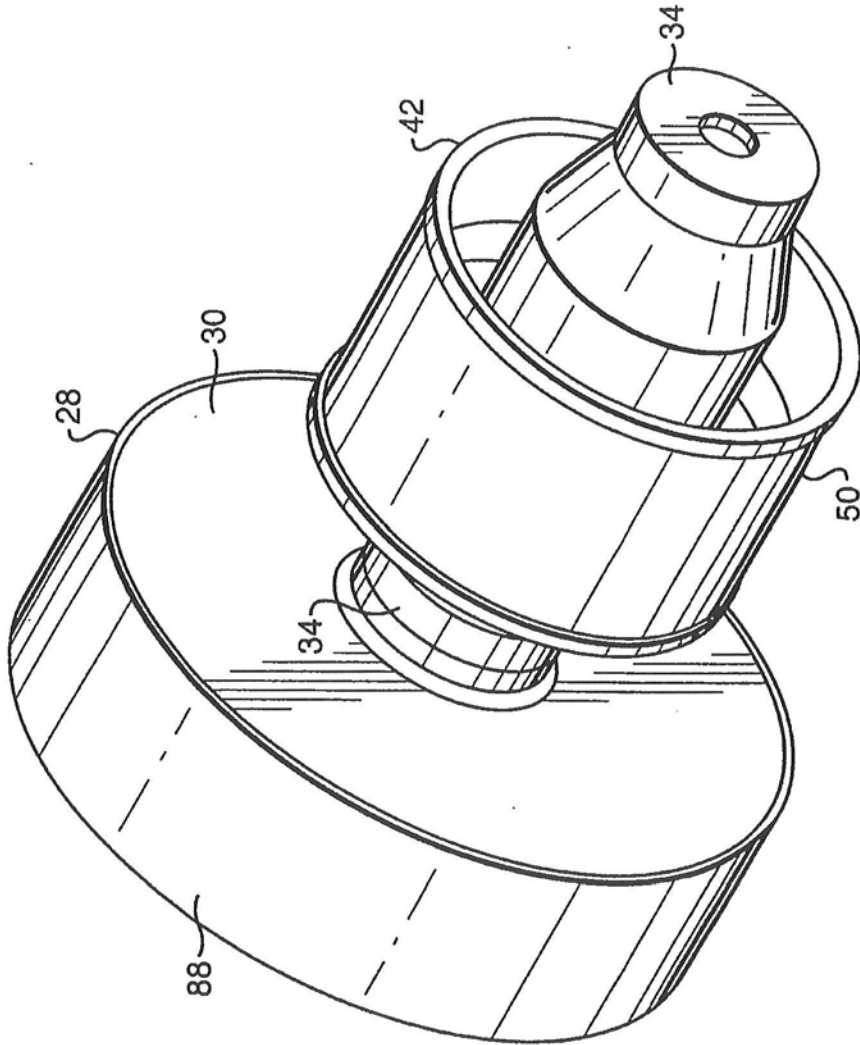


FIG. 3

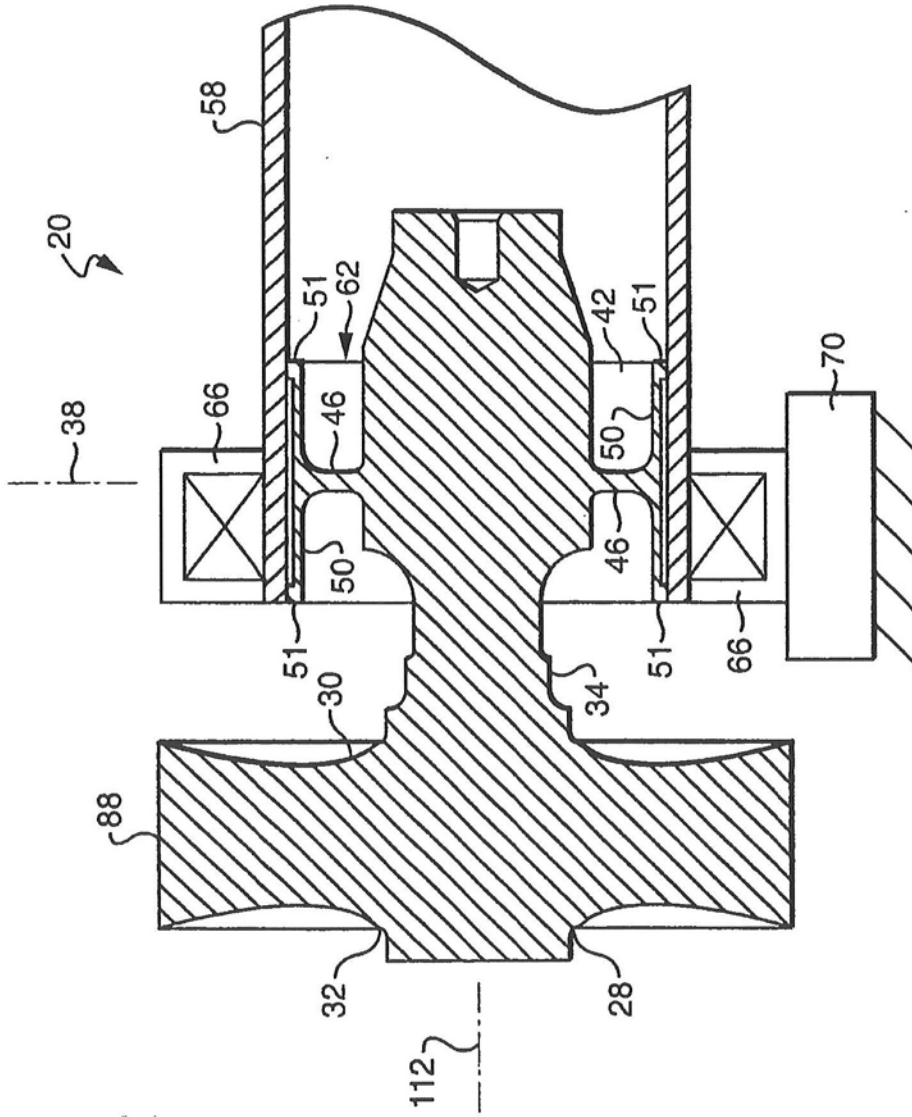


FIG. 4

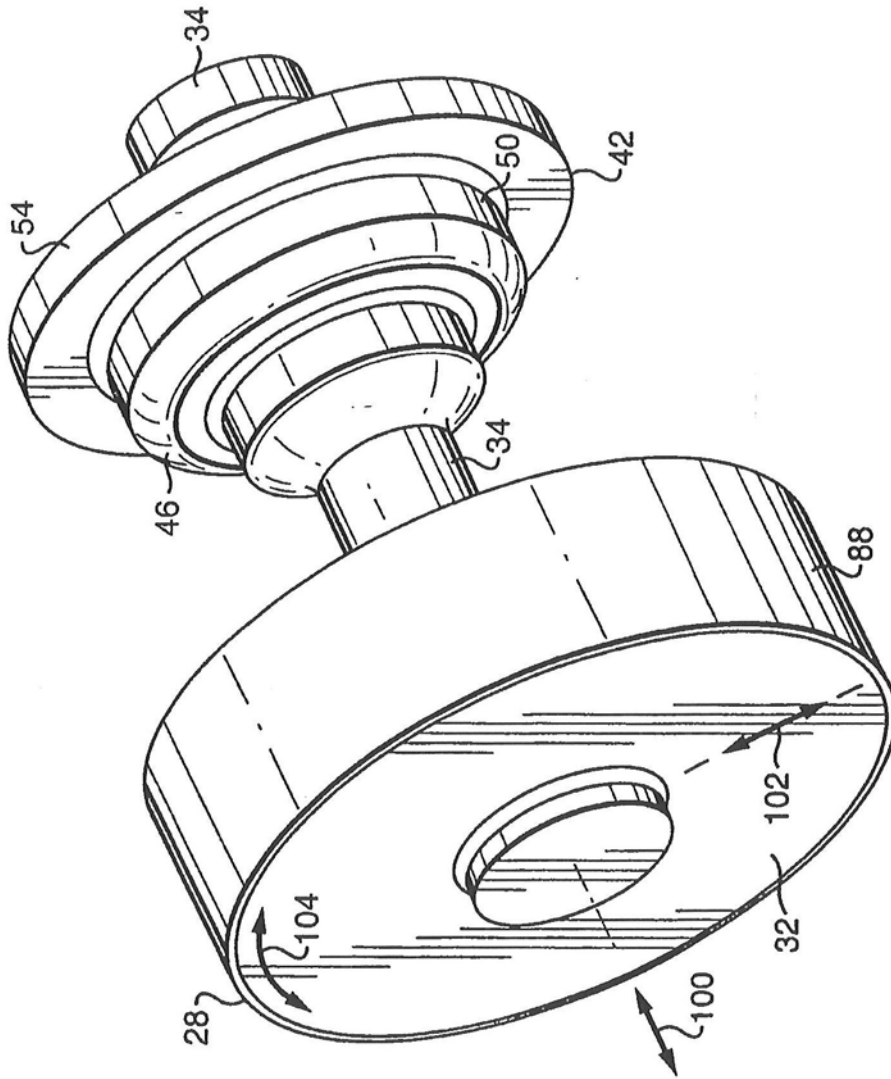
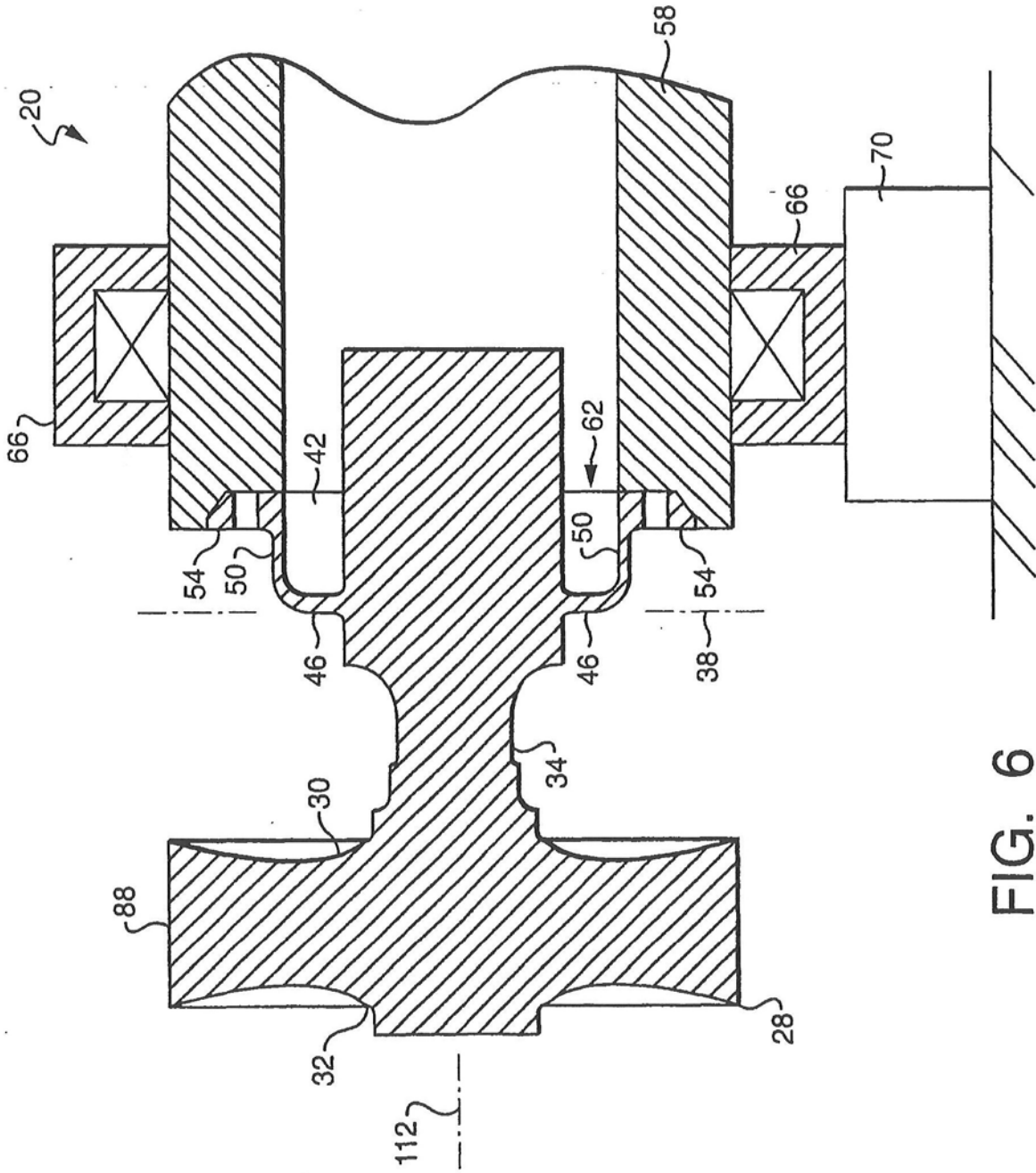
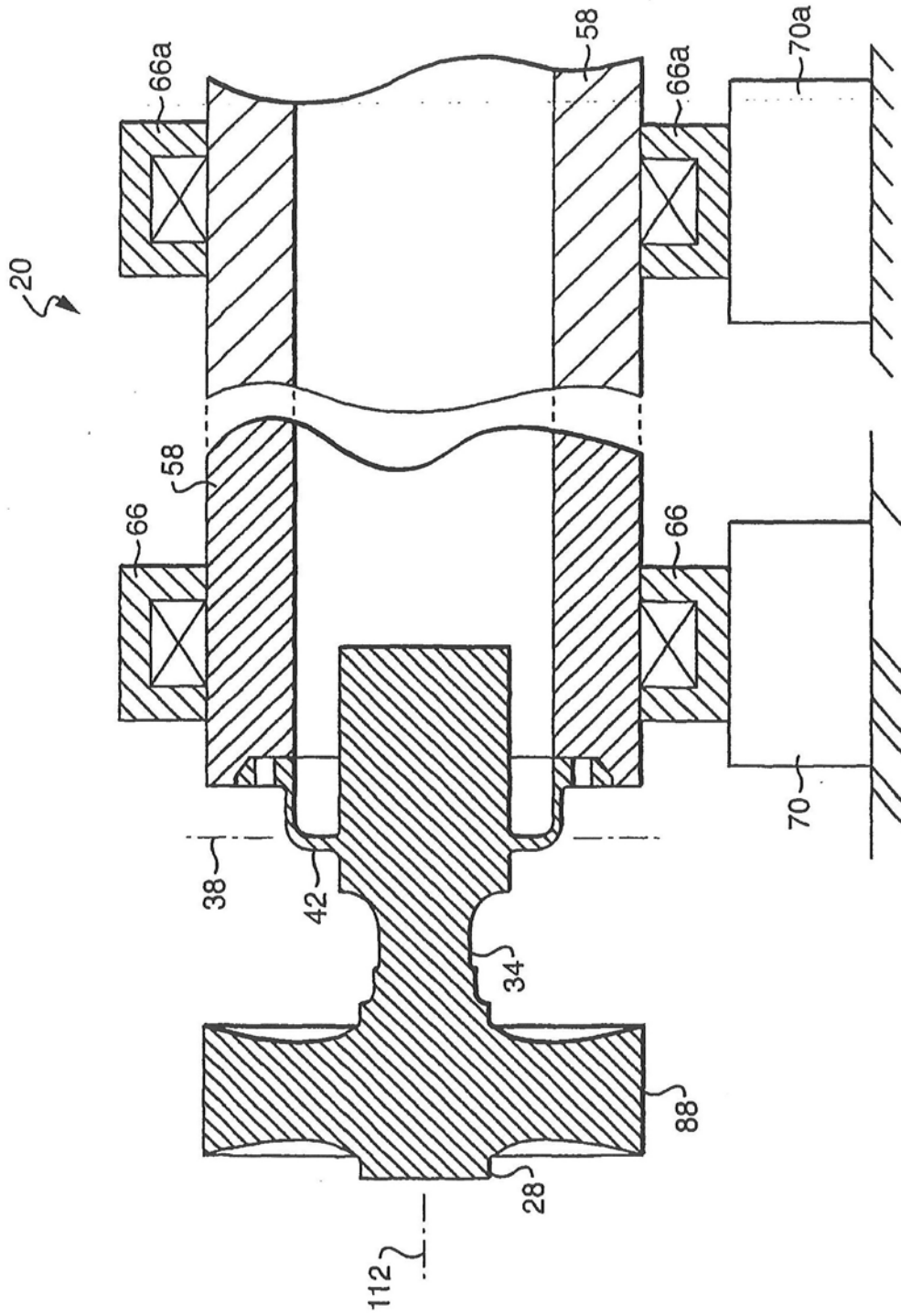


FIG. 5





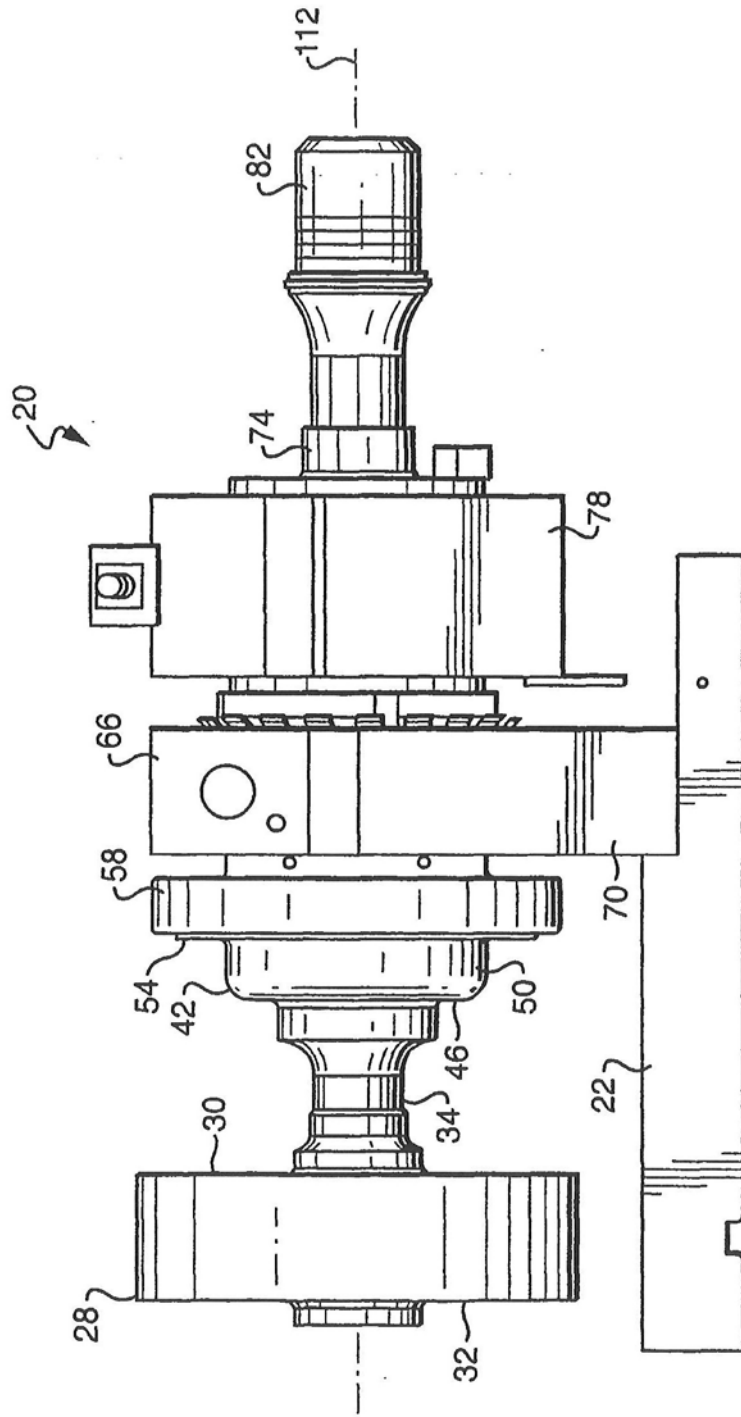


FIG. 7



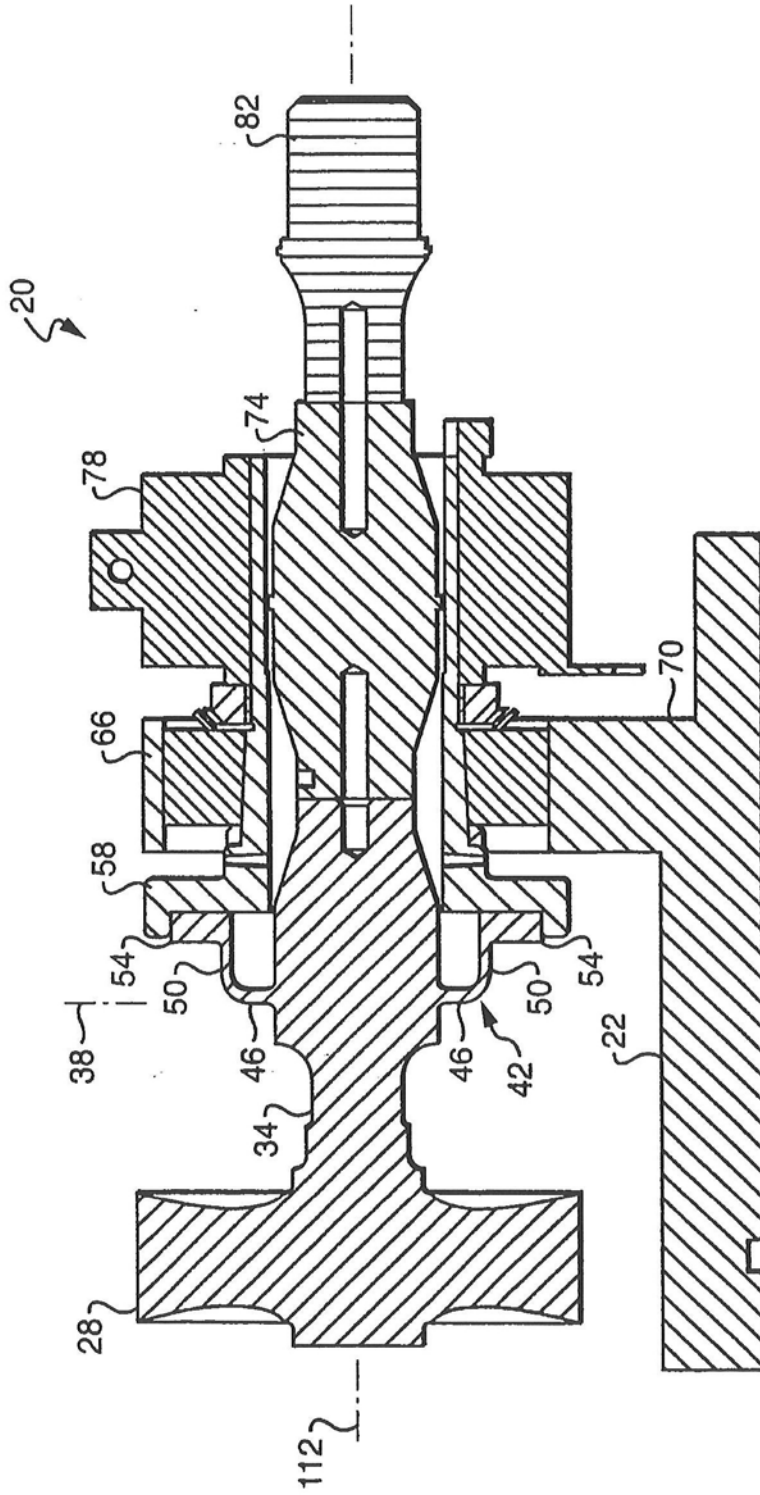


FIG. 8

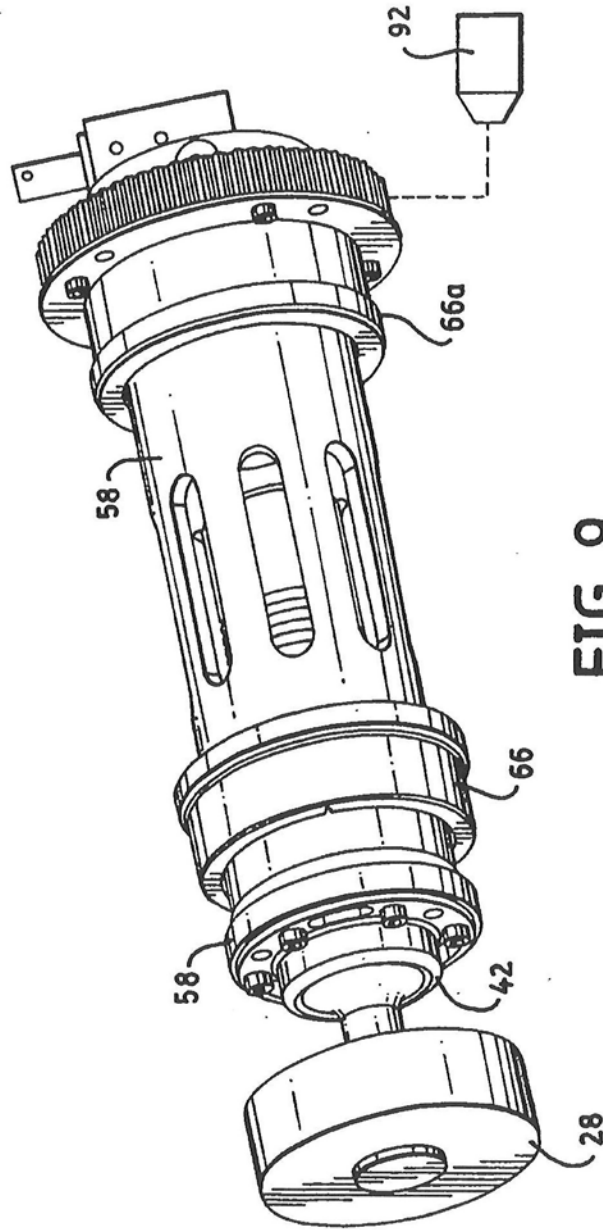


FIG. 9

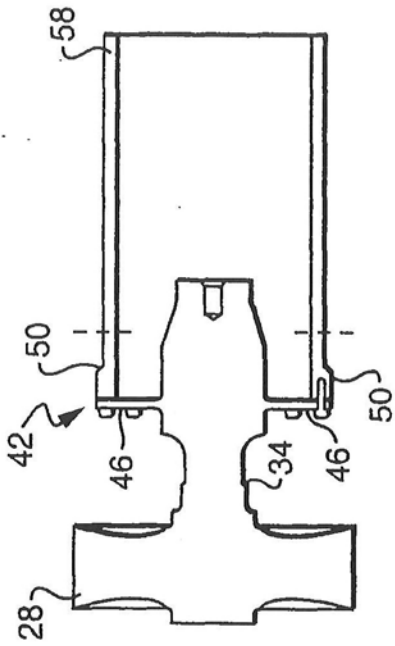


FIG. 10A

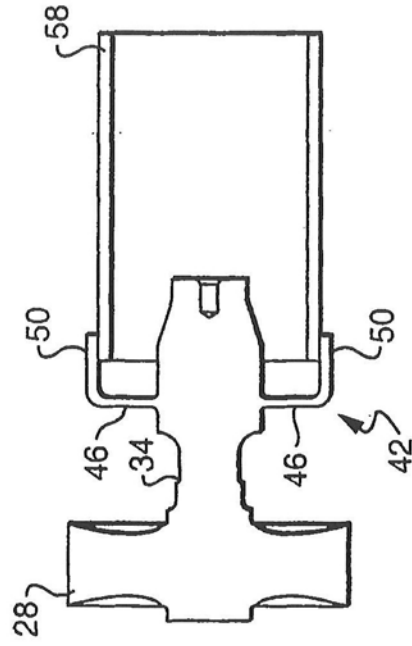


FIG. 10C

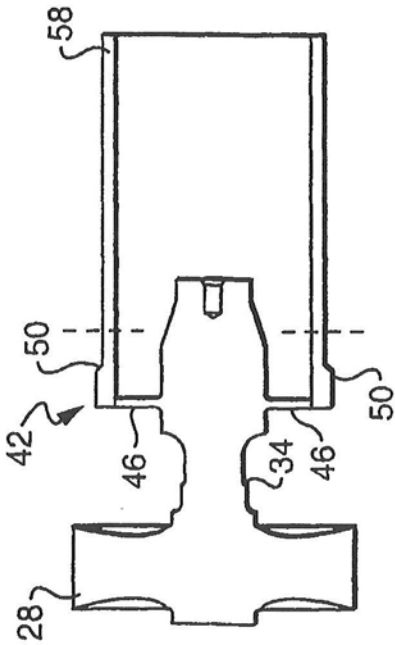


FIG. 10

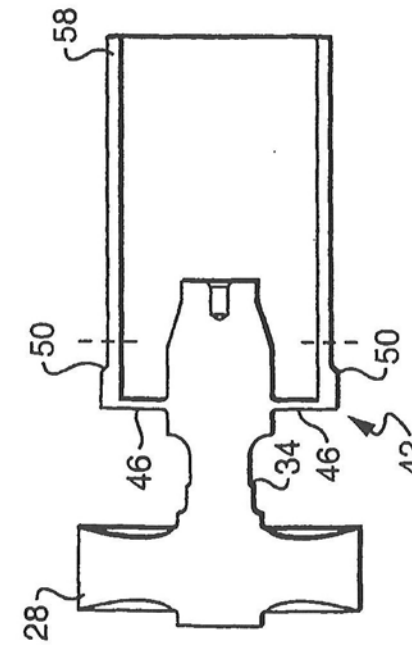


FIG. 10B