



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 271 299**

51 Int. Cl.:
B23K 20/10 (2006.01)
B29C 65/08 (2006.01)
B06B 3/00 (2006.01)
G10K 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02749900 .3**
86 Fecha de presentación : **10.07.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1455984**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

54 Título: **Regulación del espacio de separación para un aparato rígido de soldadura ultrasónica y método correspondiente.**

30 Prioridad: **18.12.2001 US 34556**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, Inc.**
401 North Lake Street
Neenah, Wisconsin 54956, US

72 Inventor/es: **Blenke, Timothy, James;**
McNichols, Patrick, Sean;
Ehlert, Thomas, David y
Husain, Tauhid

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 271 299 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

Regulación del espacio de separación para un aparato rígido de soldadura ultrasónica y método correspondiente.

5 Sector técnico al que pertenece la invención

La presente invención se refiere de manera general a un método y a un aparato que pueden utilizarse para operaciones para procesos ultrasónicos. Según características específicas, el método y el aparato pueden incluir un sonotrodo ultrasónico giratorio, y el proceso ultrasónico puede incluir una operación de unión ultrasónica. Más específicamente, la invención se refiere a un método y a un aparato para procesos ultrasónicos, que permiten obtener un aislamiento operativo del sonotrodo giratorio utilizando un sistema de conexión con una rigidez y resistencia relativamente elevadas.

Antecedentes de la invención

Los sistemas ultrasónicos convencionales incluyen un sonotrodo giratorio que coopera con un yunque giratorio. Por ejemplo, el documento US-5.096.532 da a conocer un yunque giratorio ultrasónico. Los yunques giratorios ultrasónicos convencionales están soportados y están montados mediante el uso de caucho u otros componentes elastoméricos, para obtener un aislamiento ultrasónico. Como resultado, el sonotrodo ultrasónico tiene una escasa rigidez estática, baja rigidez dinámica, y experimenta un alto grado de descentramiento u otro tipo de desplazamientos durante su funcionamiento normal. Adicionalmente, los sistemas de sonotrodo convencionales utilizan técnicas de transmisión de par complicadas y poco fiables.

Estos sistemas de unión ultrasónica convencionales utilizan dispositivos hidráulicos o neumáticos para regular un punto de contacto seleccionado en la zona de trabajo en la zona de separación entre el sonotrodo giratorio y el yunque giratorio. Se han utilizado bloques cónicos regulables y topes de tornillo regulables para regular la presión y el alineamiento del intersticio de separación. Los sistemas de regulación típicos utilizan normalmente un “tope duro” para establecer el control en el punto de contacto en la zona de separación. Los sistemas de regulación son ineficaces en su funcionamiento, y no han permitido obtener un mecanismo adecuado para llevar a cabo regulaciones suficientemente precisas. Además, los sistemas de unión ultrasónica resultantes no son adecuados para operaciones que utilizan un intersticio fijo deseado entre un sonotrodo giratorio y un yunque giratorio.

Para ayudar a resolver estos inconvenientes, los sistemas de unión ultrasónica convencionales utilizan ruedas de soporte adicionales para ayudar a mantener el sonotrodo ultrasónico en la posición deseada con respecto al yunque giratorio que coopera con el mismo. Normalmente, las ruedas de soporte están configuradas para mantener el sonotrodo giratorio en contacto directo, sustancialmente continuo, con el yunque giratorio durante su funcionamiento normal. Sin embargo, la utilización de dichas ruedas de soporte aumenta excesivamente el ruido audible del sistema, y provoca un desgaste excesivo en la superficie de trabajo del sonotrodo ultrasónico. Adicionalmente, el sonotrodo experimenta un desgaste desigual, o bien hace necesario el uso de un mecanismo de oscilación para distribuir el desgaste de forma más uniforme. Los sistemas de transmisión de par necesarios para accionar el sonotrodo giratorio son excesivamente caros, requieren de un mantenimiento excesivo, y son difíciles de instalar y regular. Los sistemas de sonotrodo ultrasónico convencionales también crean zonas en la superficie de trabajo del sonotrodo que no son adecuadas para realizar las operaciones de unión deseadas, y no permiten obtener niveles suficientes de estabilidad dinámica. Adicionalmente, los sistemas de unión ultrasónica convencionales requieren de excesivas regulaciones críticas, y son demasiado complejos y caros. En los casos en los que se utiliza caucho u otros materiales elásticos para obtener soportes de aislamiento acústico, los soportes pueden reflejar excesivamente energía si el material elastomérico está excesivamente comprimido. Como resultado, existe una necesidad continua de sistemas de unión ultrasónica mejorados.

Breve descripción de la invención

Un método y aparato para procesos ultrasónicos, puede incluir un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio, unido operativamente a un primer elemento aislante y a un segundo elemento aislante. En un aspecto específico, el primer y segundo elementos aislantes pueden tener una rigidez elevada. Un yunque giratorio puede estar situado de manera cooperativa para obtener un intersticio de separación sonotrodo-yunque seleccionado, y en una característica específica, el elemento de yunque puede estar situado en una disposición desalineada horizontalmente y solapada verticalmente con respecto al elemento de sonotrodo. En otra característica, un dispositivo de accionamiento u otro dispositivo de transferencia puede regular selectivamente el intersticio de separación sonotrodo-yunque. Adicionalmente, un excitador ultrasónico puede conectarse al elemento de sonotrodo, y permite obtener una cantidad operativa de energía ultrasónica al elemento de sonotrodo.

Los distintos aspectos, características, y configuraciones del método y aparato de la invención permiten obtener un sistema de sonotrodo ultrasónico giratorio específico, que incluye una guía de ondas correspondiente y como mínimo un elemento aislante que tiene una rigidez y resistencia elevadas. El elemento aislante puede aislar en funcionamiento el movimiento radial que se puede producir en el nodo longitudinal de una guía de ondas, y permite obtener una amplitud de banda suficiente para compensar los cambios nodales que pueden producirse durante el funcionamiento normal. El elemento aislante también permite obtener una rigidez mejorada para reducir deflexiones bajo una carga. El aumento en la rigidez puede ayudar a mantener la concentricidad, y a reducir desplazamientos por descentramiento. Adicionalmente, el elemento aislante puede transmitir el par de manera más eficaz, y permite mejorar la efectividad

y eficacia. El elemento aislante también puede estar configurado para reducir las concentraciones de esfuerzos, y para aumentar la resistencia a la fatiga, y permite obtener un sistema de montaje que puede reducir los movimientos relativos entre las partes componentes. El método y aparato de la invención pueden reducir la necesidad de utilizar componentes aislantes elastoméricos, y eliminar la necesidad de utilizar anillos elastoméricos convencionales y accesorios de aislamiento de anillo asociados. El método y aparato también pueden reducir la necesidad de interruptores de transmisión del par, y pueden evitar la utilización de ruedas de soporte auxiliares para mantener las posiciones deseadas del sonotrodo giratorio y del yunque giratorio. Adicionalmente, el sistema de regulación puede configurarse para modificar de manera más eficaz la zona de intersticio de separación u otras zonas de proceso ultrasónico entre el sonotrodo giratorio y el yunque giratorio. Disposiciones específicas pueden proporcionar una regulación que permita una regulación más eficaz y más precisa de la zona de intersticio de separación entre el sonotrodo y el yunque.

Breve descripción de los dibujos

La invención se entenderá de manera completa y otras ventajas de la misma resultarán evidentes haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y a los dibujos, en los que:

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

la figura 2 muestra una vista extrema, esquemática, de un método y aparato representativos que puede incorporar la presente invención;

la figura 3 es una vista representativa, en perspectiva, de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante representativos que pueden utilizarse en el método y aparato de la invención;

la figura 4 muestra una vista esquemática, en sección transversal, a través de una configuración montada con capacidad de giro del elemento de sonotrodo y del elemento aislante ilustrados en la figura 3;

la figura 5 muestra una vista representativa, en perspectiva, de otro elemento de sonotrodo y de otro elemento aislante que pueden utilizarse en el método y aparato de la invención;

la figura 6 muestra una vista esquemática de una sección transversal, a través de una configuración montada con capacidad de giro del elemento de sonotrodo y del elemento aislante ilustrados en la figura 5;

la figura 6A muestra una vista esquemática de una sección transversal a través de una disposición en la que el elemento de sonotrodo y el elemento aislante están montados con capacidad de giro con una serie de cojinetes de soporte;

la figura 7 muestra una vista lateral esquemática de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante representativos montados con sus componentes asociados en un cojinete sustancialmente no elástico;

la figura 8 muestra una vista esquemática de una sección transversal, a través del elemento de sonotrodo y del elemento aislante montados, ilustrados en la figura 7;

la figura 9 es una vista representativa, en perspectiva, de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante que pueden montarse con un par de cojinetes de soporte rígidos y sustancialmente no elásticos;

la figura 10 muestra una vista esquemática de una sección transversal, a través de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante, en la que el elemento aislante tiene un componente aislante axial que está dispuesto por separado con respecto al componente aislante radial, y en la que el componente aislante axial está conformado integralmente con un elemento de acoplamiento en cooperación con el mismo;

la figura 10A muestra una vista esquemática de otra sección transversal, a través de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante, en la que el elemento aislante tiene un componente aislante axial que está dispuesto por separado con respecto al componente aislante radial, y en la que el componente aislante axial está conformado integralmente con un elemento de acoplamiento en cooperación con el mismo;

la figura 10B muestra una vista esquemática de una sección transversal, a través de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante, en la que el elemento aislante tiene un componente aislante axial que está dispuesto integralmente con el componente aislante radial, y en la que el elemento aislante está conformado integralmente con un elemento de acoplamiento en cooperación con el mismo;

la figura 10C muestra una vista esquemática de una sección transversal, a través de una configuración de un elemento de sonotrodo y de un elemento aislante, en la que hay un elemento de acoplamiento en cooperación que está encajado a presión en el componente aislante axial del elemento aislante;

la figura 11 muestra una vista esquemática, en perspectiva, representativa de un método y aparato que pueden incorporar una configuración con un elemento de sonotrodo montado con una configuración de puente con espacios

ES 2 271 299 T3

intermedios, y que incluye un par de elementos aislantes que tienen una rigidez y resistencia elevadas, y que están situados en lados opuestos del elemento de sonotrodo;

5 la figura 12 muestra una vista extrema representativa de un elemento de sonotrodo que se ha montado en una configuración de puente, con un par de elementos aislantes con una rigidez y resistencia elevadas;

la figura 13 muestra una vista representativa de una sección transversal, a través del elemento de sonotrodo, y de los elementos aislantes dobles, ilustrados en la figura 12;

10 la figura 13A muestra una vista representativa de una sección transversal, a través de una disposición en la que una serie de excitadores ultrasónicos están conectados operativamente al elemento de sonotrodo;

15 la figura 14 muestra una vista, en perspectiva, representativa de un elemento de sonotrodo y de un elemento de yunque en cooperación con el mismo, en una configuración que puede utilizarse con un método y aparato de la invención;

la figura 15 muestra una vista extrema representativa del aparato y método ilustrados en la figura 14;

20 la figura 16 muestra una vista lateral representativa del aparato y método ilustrados en la figura 15, e ilustra un sistema para regular el intersticio de separación entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque en cooperación con el mismo;

25 la figura 16A muestra otra vista lateral, esquemática, de un método y aparato representativos, que han sido desplazados para regular y reducir el intersticio de separación entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque en cooperación con el mismo;

la figura 17 es una vista lateral esquemática, a mayor escala, de una zona de intersticio de separación representativa entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque en cooperación con el mismo;

30 la figura 17A muestra una vista lateral esquemática, a mayor escala, de una zona de intersticio de separación reducido y regulado entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque en cooperación con el mismo;

35 la figura 18 muestra una vista, en perspectiva, representativa de un conjunto de yunque y de componentes de soporte asociados, que puede utilizarse con un método y aparato de la invención;

la figura 19 muestra una vista extrema representativa del conjunto de yunque y de los componentes de soporte asociados ilustrados en la figura 18;

40 la figura 20 muestra una vista representativa de una sección transversal, a través del elemento de yunque y de los componentes de soporte asociados ilustrados en la figura 19;

la figura 21 muestra una vista en perspectiva representativa de una corredera de cola de milano que puede incorporarse como dispositivo de transferencia para desplazar selectivamente el elemento de yunque;

45 la figura 22 muestra una vista lateral, representativa, de la corredera de cola de milano representada en la figura 21.

Descripción detallada de la invención

50 El método y aparato que incorpora la presente invención pueden utilizarse en cualquier operación para procesos ultrasónicos. Ejemplos representativos de estas operaciones de proceso pueden incluir el corte, perforación, unión, soldadura, grabado, plegado o activación por calor ultrasónicos, así como combinaciones de los mismos.

55 En la presente descripción, los términos “unión” y “soldadura” podrán intercambiarse, y se refieren a la unión sustancialmente permanente como mínimo de una capa de un material con otra capa de un material similar o diferente. Se considerará que la naturaleza de los materiales a unir no es crítica. No obstante, la presente invención es específicamente útil en la unión de dos o más capas de materiales, tales como telas tejidas, telas no tejidas, y películas. El término “tela” se utilizará ampliamente en la presente descripción como una lámina o elemento laminar de material fibroso tejido o no tejido. La capa de tela o película podrá ser continua, como en un rollo, o bien podrá ser discontinua.

60 Los materiales tratados ultrasónicamente mediante el método y aparato podrán incluir polímeros termoplásticos u otros materiales termoplásticos. Alternativamente, los materiales tratados podrán no incluir un material termoplástico.

65 Las configuraciones representativas del método y aparato se tratarán y describirán, por ejemplo, haciendo referencia a una operación de unión ultrasónica. Se entenderá que una unión o soldadura adecuada puede llevarse a cabo mediante distintos mecanismos. Por ejemplo, la unión puede producirse a partir de la fusión total o completa en la zona de unión de todos los materiales a unir. En este caso, se produce una fusión parcial o total en la zona de unión de dichos materiales. Alternativamente, la unión puede producirse a partir de la fusión parcial o total de uno de los mate-

ES 2 271 299 T3

riales a unir, con el material parcial o totalmente fundido fluyendo hacia interior o sobre los materiales adyacentes, lo que, a su vez, provoca una interconexión mecánica de un material con el otro.

5 La tecnología de la invención puede configurarse para producir varios tipos de artículos deseados. Dichos artículos podrán ser, por ejemplo, vestidos, fundas, batas, prendas, embalajes, o similares. Los artículos también podrán ser artículos absorbentes, que podrán incluir pañales para bebés, ropa interior de aprendizaje para niños, artículos de cuidado femenino, artículos para la incontinencia para adultos, y similares. Los artículos podrán ser desechables y diseñados para un uso limitado. Normalmente, los artículos desechables no están diseñados para su lavado y reutilización.

10 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el método y aparato de la invención pueden tener una dirección longitudinal o de máquina (24) que se extiende longitudinalmente, una dirección lateral transversal (26) que se extiende transversalmente, y una dirección (z). En lo que se refiere a la presente descripción, la dirección de máquina (24) es la dirección a lo largo de la cual se transporta un componente o material específico a lo largo de la dirección longitudinal y a través de una posición específica para el aparato y método. La dirección transversal (26) está generalmente
15 en el plano del material que se transporta a través del método, y está alineado perpendicularmente a la dirección de máquina local (24). La dirección (z) está alineada sustancialmente en perpendicular a la dirección de máquina (24) y a la dirección transversal (26), y se extiende generalmente a lo largo de una dimensión en dirección de profundidad o de grosor.

20 Haciendo referencia a las figuras 1, 2 y 5, los distintos componentes utilizados en el método y 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 giro determinado de un componente o elemento seleccionado. La dirección radial (102) se extiende radialmente desde el eje de giro, y es sustancialmente perpendicular al eje de giro del componente o elemento seleccionado. La dirección circunferencial (104) está dirigida a lo largo de un recorrido orbital, alrededor del
25 eje de giro del componente o elemento seleccionado, y está alineada sustancialmente en perpendicular a la dirección radial (102), y sustancialmente en perpendicular a la dirección axial (100).

Tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, un método y aparato (20) representativos para tratar ultrasónicamente un material objetivo (98) pueden incluir un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio (28), y un elemento de yunque
30 ultrasónico giratorio (86) en cooperación con el mismo. En una configuración específica, el método y aparato pueden estar dispuestos para obtener una operación de unión. El elemento de yunque giratorio (86) puede estar situado de manera cooperativa y cerca del elemento de sonotrodo (28), y puede haber una fuente de energía ultrasónica o excitador (82) conectado operativamente al elemento de sonotrodo. Normalmente, el elemento de sonotrodo y el elemento de yunque pueden estar configurados para girar en sentido contrario el uno con respecto al otro, y para obtener una
35 zona de separación entre los mismos, donde se pueda llevar a cabo la operación de unión ultrasónica. Un dispositivo de accionamiento de sonotrodo (92) adecuado puede estar configurado para hacer girar el elemento de sonotrodo, y también puede haber un dispositivo de accionamiento de yunque (94) adecuado configurado para hacer girar el elemento de yunque. El dispositivo de accionamiento de sonotrodo y el dispositivo de accionamiento de yunque podrán estar dotados de mecanismos de accionamiento individuales dispuestos por separado, o bien podrán estar
40 dotados del mismo mecanismo de accionamiento. En una disposición específica, el elemento de sonotrodo podrá girar mediante el mecanismo de accionamiento seleccionado, y el elemento de yunque podrá accionar mediante una presión de contacto producida en la zona de separación entre el elemento de sonotrodo (28), el material objetivo a trabajar (98), y el elemento de yunque (86). Sistemas de accionamiento adecuados podrán incluir tomas de un eje de accionamiento de línea, motores, máquinas, motores eléctricos, o similares, así como combinaciones de los
45 mismos.

El elemento de yunque giratorio (86) tiene un eje de giro (114), y puede girar mediante su dispositivo de accionamiento de giro correspondiente (94), para obtener una velocidad de yunque mínima en su superficie perimetral exterior (90). En un aspecto específico, la velocidad periférica del yunque puede ser como mínimo de un mínimo de 5
50 m/min, aproximadamente. Alternativamente, la velocidad periférica del yunque puede ser de como mínimo 7 m/min, aproximadamente, y opcionalmente, puede ser como mínimo de 9 m/min, aproximadamente, para obtener un mejor rendimiento. En otro aspecto, la velocidad periférica del yunque puede ser de hasta un máximo de aproximadamente 700 m/min, o superior. Alternativamente, la velocidad periférica del yunque puede ser de hasta aproximadamente 600 m/min, y opcionalmente, puede ser de hasta 550 m/min, para obtener una mejor eficacia. La velocidad del yunque
55 podrá ser sustancialmente constante, o bien podrá ser variable o no constante, según se desee.

Tal como se muestra de manera representativa, el elemento de yunque (86) puede tener una forma de disco sustancialmente circular, y la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque puede ser sustancialmente continua. Alternativamente, el elemento de yunque podrá tener una forma no circular. Adicionalmente, la superficie perimetral
60 externa del elemento de yunque podrá ser discontinua. Opcionalmente, el elemento de yunque podrá tener una forma compuesta por uno o varios elementos de radio o lóbulo, y los elementos de radio o lóbulo podrán tener el mismo tamaño y/o forma, o bien podrán tener distintos tamaños y/o formas.

El elemento de sonotrodo (28) tiene un eje de giro (112), y puede girar mediante su dispositivo de accionamiento de giro correspondiente (92) para obtener una velocidad de sonotrodo en su superficie perimetral externa (88) que sea
65 sustancialmente igual a la velocidad periférica del yunque. Opcionalmente, la velocidad periférica del elemento de sonotrodo (28) puede ser diferente a la velocidad periférica del elemento de yunque (86).

ES 2 271 299 T3

Tal como se muestra de manera representativa, el elemento de sonotrodo (28) puede tener una forma general de disco, sustancialmente circular, y la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo podrá ser sustancialmente continua. Opcionalmente, el elemento de sonotrodo podrá tener una forma no circular. Adicionalmente, la superficie perimetral exterior del elemento de sonotrodo podrá tener una configuración discontinua.

Puede conectarse operativamente un excitador ultrasónico (82) para dirigir una cantidad suficiente de energía ultrasónica hacia el elemento de sonotrodo (28), a través de guías de ondas ultrasónicas adecuadas, elementos intensificadores, y componentes de conexión/accionamiento. Los excitadores ultrasónicos, conectores ultrasónicos, intensificadores ultrasónicos, y guías de ondas ultrasónicas adecuados son ampliamente conocidos en el estado de la técnica y están disponibles a través de firmas comerciales.

Haciendo referencia a las figuras 3 a 9, un método y aparato (20) deseados para unir o llevar a cabo otro proceso pueden incluir un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio (28) y un elemento de eje giratorio (34). El elemento de sonotrodo puede tener un primer lado axial (30) y un segundo lado axial (32). El elemento de eje puede estar unido operativamente al elemento de sonotrodo (28), y un elemento aislante (42) puede estar conectado operativamente al elemento de sonotrodo (28). En un aspecto específico, el elemento aislante (42) es capaz de flexionarse y doblarse dinámicamente bajo una gama de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para obtener un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del miembro aislante, y puede proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del elemento aislante.

Haciendo referencia a las figuras 11 a 17A, el método y aparato para procesos ultrasónicos (20) pueden incluir un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio (28) con un primer lado axial (30) y con un segundo lado axial (32). Un primer elemento de eje giratorio (34) puede estar unido operativamente al primer lado axial (30) del elemento de sonotrodo (28), y un primer elemento aislante (42) puede estar unido operativamente al primer elemento de eje (34). En un aspecto específico, el primer elemento aislante puede tener una elevada rigidez. En una característica deseada, el primer elemento aislante (42) puede ser capaz de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para obtener un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del primer elemento aislante (42), y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del primer elemento aislante (42). Puede conectarse un primer elemento de acoplamiento (58) entre el primer elemento aislante (42) y un primer cojinete (66) giratorio, montado de forma fija, pudiendo estar fijado operativamente el primer elemento de acoplamiento (58) al primer elemento aislante (42). Un segundo elemento de eje giratorio (36) puede estar unido operativamente al segundo lado axial (32) del elemento de sonotrodo (28). Un segundo elemento aislante (44) puede estar unido operativamente al segundo elemento de eje (36). En un aspecto específico, el segundo elemento aislante puede tener una elevada rigidez. En una característica deseada, el segundo elemento aislante (44) puede ser capaz de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para obtener un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del segundo elemento aislante (44), y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del segundo elemento aislante (44). Puede conectarse un segundo elemento de acoplamiento (60) entre el segundo elemento aislante (44) y un segundo cojinete (68) giratorio, montado de forma fija. El segundo elemento de acoplamiento (60) puede estar fijado operativamente al segundo elemento aislante (44). Un elemento de yunque giratorio (86) puede estar situado de manera cooperativa para obtener un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) seleccionado entre el elemento de yunque (86) y el elemento de sonotrodo (28). En un aspecto específico, el elemento de yunque (86) puede estar situado en una disposición desalineada horizontalmente y solapada verticalmente con respecto al elemento de sonotrodo (28). En otra característica, un dispositivo de accionamiento (110) u otro dispositivo de transferencia puede regular selectivamente el intersticio de separación sonotrodo-yunque (106). Adicionalmente, un excitador ultrasónico (82) puede estar conectado operativamente al elemento de sonotrodo (28), y puede proporcionar una cantidad de energía ultrasónica operativa al elemento de sonotrodo (28). En una disposición específica, la energía ultrasónica puede tener una frecuencia en el intervalo de 15 a 60 KHz.

En otros aspectos, el elemento de eje (34) puede proporcionar un plano nodal (38), y el elemento aislante (42) puede estar situado operativamente cerca del plano nodal del elemento de eje. Tal como se ilustra en la configuración mostrada de manera representativa, el elemento de eje (34) puede estar configurado para proporcionar una guía de ondas operativa que puede dirigir energía ultrasónica desde una fuente de energía ultrasónica adecuada al elemento de sonotrodo.

De manera similar, el segundo elemento de eje (36) puede proporcionar un segundo plano nodal (40), y el segundo elemento aislante (44) puede estar situado operativamente cerca del segundo plano nodal (40) del segundo elemento de eje (36). En configuraciones específicas, el segundo elemento de eje (36) puede estar configurado para proporcionar una guía de ondas operativa que puede dirigir energía ultrasónica desde una fuente de energía ultrasónica adecuada al elemento de sonotrodo (figura 13A, por ejemplo).

En configuraciones específicas, el elemento de eje (34) puede proporcionar un plano nodal y/o un plano anti-nodal. El elemento aislante (42) puede estar situado sustancialmente en o muy cerca de su plano nodal correspondiente; puede estar situado sustancialmente en o muy cerca de su plano anti-nodal correspondiente; o bien puede estar situado en una posición que esté separada de suplano nodal o de su plano anti-nodal correspondientes, según se desee.

De manera similar, el segundo elemento de eje (36) puede proporcionar un plano nodal y/o un plano anti nodal. El segundo elemento aislante (44) puede estar situado sustancialmente en o muy cerca de su segundo plano nodal

ES 2 271 299 T3

correspondiente; puede estar situado sustancialmente en o muy cerca de su plano anti nodal correspondiente; o bien puede estar situado en una posición que esté separada de su plano nodal o de su plano anti nodal correspondientes, según se desee.

5 En otros aspectos, el elemento aislante (42) puede tener una rigidez y resistencia elevadas, y puede ser sustancialmente no elastomérico. La flexión dinámica del elemento aislante puede ser sustancialmente no elastomérica, y puede producirse mediante un mecanismo que no tenga sustancialmente ningún componente hecho de un elastómero, tal como el caucho natural o sintético. En otros aspectos, el elemento aislante puede proporcionar en general una flexión y doblado en voladizo. Adicionalmente, el elemento aislante puede proporcionar un desplazamiento con un componente operativo de doblado o flexión con una dirección transversal a la dirección radial del elemento aislante, y puede proporcionar un desplazamiento con un componente operativo de doblado o flexión con una dirección transversal a la dirección axial del elemento aislante.

15 De manera similar, el segundo elemento aislante (44) puede tener una rigidez y resistencia elevadas, y puede ser sustancialmente no elastomérico. La flexión dinámica del segundo elemento aislante puede producirse mediante un mecanismo que no tenga sustancialmente ningún componente elastomérico. En otros aspectos, el segundo elemento aislante puede proporcionar, en general, una flexión y doblado en voladizo. Adicionalmente, el segundo elemento aislante puede proporcionar un desplazamiento con un componente operativo de doblado o flexión con una dirección transversal a la dirección radial del segundo elemento aislante, y puede proporcionar un desplazamiento con un componente operativo de doblado o flexión con una dirección transversal a la dirección axial del segundo elemento aislante.

25 En otro aspecto, el elemento aislante (42) puede tener un componente aislante radial (46) y un componente aislante axial (50). El componente aislante radial (46) puede estar unido operativamente al elemento de eje (34), y puede estar configurado para extenderse como mínimo, de forma sustancialmente radial, desde el elemento de eje (34). En un aspecto específico, el componente aislante radial puede extenderse desde el elemento de eje con una configuración general en voladizo. El componente aislante radial (46) puede estar configurado para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el componente aislante radial puede doblarse dinámicamente para producir desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del componente aislante radial. De acuerdo con ello, la flexión dinámica del componente aislante radial oscila en general a lo largo de la dirección axial del elemento aislante.

35 El componente aislante axial (50) puede estar unido operativamente a un parte operativa del componente aislante radial (46), y puede estar configurado para extenderse como mínimo axialmente desde el componente aislante radial (46). En un aspecto específico, el componente aislante axial puede extenderse desde el componente aislante radial con una configuración general en voladizo. El componente aislante axial (50) puede estar configurado para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el componente aislante axial puede doblarse dinámicamente para producir desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del componente aislante axial. De acuerdo con ello, la flexión dinámica del componente aislante axial oscila en general a lo largo de la dirección radial del elemento aislante.

45 De manera similar, el segundo elemento aislante (44) puede tener un componente aislante radial correspondiente (48), y un componente aislante axial correspondiente (52). El segundo componente aislante radial (48) puede estar unido operativamente a su correspondiente segundo elemento de eje (36), y puede estar configurado para extenderse como mínimo, de forma sustancialmente radial, desde elemento de eje (36). En un aspecto específico, el segundo componente aislante radial puede extenderse desde su elemento de eje correspondiente con una configuración general en voladizo. Los segundos componentes aislantes radiales (48) pueden estar configurados para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente aislante radial (48) puede doblarse dinámicamente para producir desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del componente aislante radial (48). De acuerdo con ello, la flexión dinámica del segundo componente aislante axial oscila en general a lo largo de la dirección radial del segundo elemento aislante.

55 El segundo componente aislante axial (52) puede estar unido operativamente a un parte operativa de su correspondiente segundo componente aislante radial (48), y puede estar configurado para extenderse como mínimo axialmente desde el segundo componente aislante radial. En un aspecto específico, el segundo componente aislante axial (52) puede extenderse desde su correspondiente segundo componente aislante radial (48) con una configuración general en voladizo. El segundo componente aislante axial (52) puede estar configurado para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente aislante axial puede doblarse dinámicamente para producir desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del segundo componente aislante axial. De acuerdo con ello la flexión dinámica del segundo componente aislante axial oscila en general a lo largo de la dirección radial del segundo elemento aislante.

65 Los distintos aspectos, características y configuraciones del método y aparato, considerados por separado o en combinación, permiten obtener un sistema de sonotrodo ultrasónico giratorio específico, que incluye una guía de ondas correspondiente, tal como la dispuesta en el elemento de eje (34), y como mínimo un elemento aislante (42) que tiene una rigidez y resistencia elevadas. El miembro aislante puede aislar operativamente el movimiento radial que puede producirse en el nodo longitudinal de la guía de ondas, permite obtener una amplitud de banda suficiente para

compensar los cambios nodales que pueden producirse durante el funcionamiento normal. En particular, el elemento aislante 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 aislante también puede proporcionar una mejor rigidez para reducir las deflexiones bajo una carga. El aumento de rigidez puede ayudar a mantener la concen-
5 tricidad y a reducir los desplazamientos de descentramiento en la superficie de trabajo del elemento de sonotrodo. Adicionalmente, el elemento aislante puede transmitir más eficazmente el par al elemento de sonotrodo, y permite obtener una mejor efectividad y eficacia en su funcionamiento. El elemento aislante también puede estar configurado para reducir las concentraciones de esfuerzos y para aumentar la resistencia a la fatiga. Adicionalmente, el elemen-
10 to aislante puede proporcionar un sistema de montaje que permite reducir los movimientos relativos entre las partes componentes. El método y aparato pueden eliminar la necesidad de utilizar componentes aislantes elastoméricos, tales como anillos tóricos elastoméricos convencionales y los correspondientes accesorios de aislamiento del anillo. El método y aparato también permiten reducir la necesidad de interruptores de transmisión de par, y permiten evitar la utilización de ruedas de soporte auxiliares para mantener las posiciones deseadas del sonotrodo giratorio y del yunque giratorio.

15 Adicionalmente, el sistema de regulación se puede configurar para modificar de forma más eficaz la zona de intersticio de separación u otras zonas de proceso ultrasónico situadas entre el sonotrodo giratorio y el yunque giratorio. Disposiciones específicas permiten obtener un ajuste que permite una regulación más precisa y eficaz de una zona de intersticio de separación entre el sonotrodo y el yunque.

20 Los elementos de sonotrodo que pueden utilizarse en el método y aparato son conocidos ampliamente en el estado de la técnica. Por ejemplo, se describen elementos de sonotrodo ultrasónicos giratorios en la patente de Estados Unidos número 5.096.532, titulada "ULTRASONIC ROYARY HORN" ("Sonotrodo giratorio ultrasónico"), de Joseph G. Neuwirth y otros, concedida el 17 de marzo de 1992; la patente de Estados Unidos número 5.110.403, titulada "HIGH
25 EFFICIENCY ULTRASONIC ROTARY HORN" ("Sonotrodo giratorio ultrasónico de alta eficacia"), de Thomas D. Ehlert y otros, concedida el 5 de mayo de 1992; y la patente de Estados Unidos número 5.087.320, titulada "ULTRASONIC ROTARY HORN HAVING IMPROVED END CONFIGURATION" ("Sonotrodo giratorio ultrasónico con una configuración de extremo mejorada"), de Joseph G. Neuwirth, concedida el 11 de febrero de 1992. Todos estos documentos se han mencionado aquí a modo de referencia, en concordancia con la presente descripción.

30 La incorporación de una o varias guías de ondas, tales como la dispuesta en el elemento de eje (34), también es ampliamente conocida en el estado de la técnica. La configuración y disposición de una guía de ondas adecuada es convencional, y puede llevarse a cabo mediante técnicas de ingeniería conocidas comúnmente que se utilizan para sistemas de proceso ultrasónicos, tales como sistemas de unión ultrasónica.

35 Para la presente descripción, el plano nodal de la guía de ondas seleccionada es un nodo longitudinal a lo largo de la dirección axial del método y aparato. En el plano nodal, hay aproximadamente cero desplazamientos longitudinales (axiales, por ejemplo) durante el funcionamiento ordinario con las excitaciones ultrasónicas seleccionadas. Sin embargo, pueden seguir produciéndose desplazamientos radiales en el nodo longitudinal.

40 Los elementos de yunque que pueden utilizarse en el método y aparato son conocidos ampliamente en el estado de la técnica, y están disponibles a través de firmas comerciales. Ejemplos de dichas firmas son Sonobond, empresa con oficinas ubicadas en West Chester, Pennsylvania; y Branson Ultrasonics, empresa que tiene oficinas ubicadas en Danbury, Connecticut.

45 Se pueden utilizar excitadores ultrasónicos y fuentes de energía convencionales en el método y aparato de la invención, y están disponibles a través de firmas comerciales. Ejemplos de sistemas de energía ultrasónica apropiados incluyen un sistema modelo 20A3000, disponible en la empresa Dukane Ultrasonics, con oficinas ubicadas en St. Charles, Illinois; y un sistema modelo 2000CS, disponible en la empresa Herrmann Ultrasonics, con oficinas ubicadas
50 en Schaumburg, Illinois. En un aspecto específico, el método y aparato pueden incluir un excitador ultrasónico (82) que está conectado operativamente al elemento de sonotrodo (28), y que es capaz de proporcionar una cantidad de energía ultrasónica a una frecuencia en el intervalo de 15 a 60 KHz (kilohercios). Se apreciará que también podrán utilizarse otras frecuencias ultrasónicas operativas.

55 Haciendo referencia a las figuras 3 a 6A, como mínimo una zona del elemento aislante (42) puede doblarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un desplazamiento de flexión o doblado con un componente operativo de tipo viga, que está alineado generalmente en transversal con respecto a la dirección radial del elemento aislante. En un aspecto específico, el elemento aislante puede proporcionar una o más zonas que experimenten uno o varios desplazamientos o movimientos de doblado y flexión dinámicos, dirigidos
60 generalmente a lo largo de la dirección axial del elemento aislante. Por ejemplo, el componente aislante radial (46) del elemento aislante puede estar configurado para proporcionar uno o varios desplazamientos o movimientos de doblado y flexión dinámicos, que pueden oscilar de una parte a otra en un recorrido que se extiende generalmente a lo largo de la dirección axial del elemento aislante. En un aspecto deseado, el elemento aislante se puede mover a modo de diafragma oscilante. En un aspecto más específico, el componente aislante radial (46) puede moverse a modo de
65 diafragma oscilante.

El elemento aislante también puede proporcionar una o más zonas que experimenten uno o varios desplazamientos o movimientos de doblado y flexión de tipo viga, dirigidos generalmente en transversal con respecto a la dirección

ES 2 271 299 T3

axial del elemento aislante. En un aspecto específico, el elemento aislante puede proporcionar una o más zonas que experimenten uno o varios desplazamientos o movimientos de doblado y flexión dinámicos, dirigidos generalmente a lo largo de la dirección radial del elemento aislante. Por ejemplo, el componente aislante axial (50) puede estar configurado para proporcionar uno o varios desplazamientos de doblado y flexión dinámicos, que pueden oscilar vibrando de una parte a otra en un recorrido que se extiende generalmente a lo largo de la dirección radial del elemento aislante. Sería realmente deseable que, adicionalmente a los desplazamientos de doblado y flexión descritos por el elemento aislante (42), el elemento aislante experimente otros movimientos dinámicos que se inducen típicamente durante las operaciones de unión ultrasónica.

De manera similar, el segundo elemento aislante (44) puede doblarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de flexión y doblado u otro movimiento a lo largo de la dirección radial del segundo elemento aislante, y puede proporcionar un componente operativo de flexión y doblado u otro movimiento a lo largo de la dirección axial del segundo elemento aislante. La flexión y doblado a lo largo de las direcciones axial y/o radial puede obtenerse sin una fatiga excesiva del segundo elemento aislante (44). En los casos en los que el segundo elemento aislante (44) tiene componentes aislantes radiales y/o axiales (48) y (52), cada uno de los componentes aislantes radiales y/o axiales puede estar configurado para doblarse sin una fatiga excesiva. Se apreciará que el segundo elemento aislante (44) puede tener una configuración y un funcionamiento de manera cooperativa similares a las del primer elemento aislante (42). De acuerdo con ello, los distintos parámetros y descripciones en referencia al primer elemento aislante (42) también podrían pertenecer al segundo elemento aislante (44), así como a cualquier otro elemento aislante adicional que se utilice.

Se ha comprobado que los desplazamientos de doblado y flexión dinámicos transversales que pueden inducirse generalmente a lo largo de la dirección axial y/o la dirección radial pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre la posición del elemento aislante y la posición del plano nodal asociado. En un aspecto más específico, los desplazamientos de doblado y flexión dinámicos transversales pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre (a) la posición física en la que el elemento aislante (42), (44) se conecta a su elemento de eje correspondiente (34), (36), respectivamente, y (b) la posición real del plano nodal dinámico correspondiente (38), (40) a lo largo de la longitud axial del correspondiente elemento de eje (34), (36), respectivamente. Dichos desajustes pueden producirse durante el funcionamiento del método y aparato, debido a las desviaciones provocadas por los cambios de temperatura, cambios en la frecuencia ultrasónica, cambios en el material objetivo a trabajar, o similares, así como a las combinaciones de las mismas.

Los desplazamientos de flexión y doblado dinámicos que son transversales a la dirección radial y/o axial del elemento aislante pueden darse preferiblemente sin generar una fatiga excesiva en el elemento aislante correspondiente. En los casos en los que un elemento aislante específico tenga componentes aislantes radiales (46), (48) y/o componentes aislantes axiales (50), (52) identificables por separado, cada uno de dichos componentes aislantes radial y/o axial puede estar configurado para doblarse sin una fatiga excesiva, utilizando parámetros y técnicas de diseño convencionales conocidos ampliamente en el estado de la técnica. Por ejemplo, la longitud, grosor, módulo elástico, y otros parámetros pueden seleccionarse y configurarse para obtener la resistencia de doblado y fatiga operativa del componente aislante radial. De manera similar, la longitud, grosor, módulo elástico, y otros parámetros pueden seleccionarse y configurarse para obtener la resistencia de doblado y fatiga operativa del componente aislante axial.

En un aspecto específico, el elemento aislante puede funcionar en las condiciones previstas de funcionamiento normal durante un mínimo de aproximadamente 4000 horas, sin fallos por fatiga excesiva. El elemento aislante puede tener preferiblemente una vida de funcionamiento ultrasónico mínima de aproximadamente 5000 horas sustancialmente sin fallos por fatiga excesiva, tal como determinan sus condiciones de funcionamiento normales, y más preferiblemente, puede tener una vida de funcionamiento ultrasónico mínima de aproximadamente 6000 horas sin fallos por fatiga excesiva.

En un aspecto específico, el elemento aislante puede estar configurado de modo que, durante su funcionamiento normal, el elemento aislante quede sometido a un nivel de esfuerzo que no sea superior aproximadamente al 10% del límite elástico del elemento aislante. Alternativamente, el elemento aislante puede estar configurado de modo que, durante su funcionamiento normal, el elemento aislante quede sometido a un nivel de esfuerzo que no sea superior a aproximadamente el 1% del límite elástico del elemento aislante.

El elemento aislante puede estar configurado para doblarse y oscilar operativamente de una parte a otra bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para obtener 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. El intervalo de frecuencias dentro de la vida útil del sonotrodo puede ser un intervalo de aproximadamente el $\pm 3\%$ de la frecuencia ultrasónica nominal. La frecuencia nominal es la frecuencia ultrasónica de diseño con la que funciona el método y aparato para realizar la operación de proceso seleccionada.

En las distintas configuraciones del método y aparato de la invención, el componente aislante radial puede extenderse de forma discontinua o de forma sustancialmente continua a lo largo de una dirección circunferencial del elemento aislante. Haciendo referencia a las figuras 3 a 6A, el componente aislante radial (46) mostrado de manera representativa puede tener sustancialmente una forma de disco, o bien una forma sustancialmente de anillo, según se desee.

ES 2 271 299 T3

Haciendo referencia a las figuras 3 a 8, el componente aislante axial (50) puede estar configurado para tener sustancialmente una extensión axial desde el componente aislante radial (46). En el ejemplo de la disposición mostrada de manera representativa, el componente aislante axial (50) puede estar configurado para tener una extensión dirigida a lo largo de la dirección axial desde una parte radialmente exterior del componente aislante radial (46). El componente
5 aislante axial puede estar configurado para tener una extensión axial discontinua o sustancialmente continua desde el componente aislante radial. Adicionalmente, el componente aislante axial puede estar configurado para extenderse de forma discontinua o sustancialmente continua a lo largo de una dirección circunferencial (104) del elemento aislante. En el ejemplo de la configuración mostrada de manera representativa, el componente aislante axial (50) puede tener una forma sustancialmente cilíndrica.

10 En las distintas configuraciones de la invención, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos de eje asociados, y el elemento o elementos aislantes en cooperación pueden ser componentes dispuestos por separado, y unidos operativamente entre ellos. Alternativamente, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos de eje asociados, y el elemento o elementos aislantes en cooperación pueden estar conformados de forma integral a partir de una única
15 pieza de material adecuado para la fabricación de dispositivos de unión ultrasónica. Por ejemplo, el elemento de sonotrodo, los elementos de eje, y los elementos aislantes pueden mecanizarse a partir de una misma pieza de material en barras.

20 Con respecto al elemento aislante (42), el componente aislante axial (50) y el componente aislante radial (46) pueden estar dispuestos en piezas por separado que se unen entre ellas operativamente, o bien pueden estar conformados de forma integral a partir de la misma pieza de material adecuado para fabricar dispositivos de unión ultrasónica. Por ejemplo, el componente aislante axial y el componente aislante radial pueden conformarse a partir de una misma pieza de material en barras.

25 En una configuración alternativa, el componente aislante axial (50) puede estar separado del componente aislante radial (46). En otra característica, el componente aislante axial puede estar conformado de forma integral con un elemento de acoplamiento (58) en cooperación. De este modo, se puede unir y fijar una sección determinada del componente aislante axial al componente aislante radial (46) en cooperación, dispuesto por separado. Tal como se muestra de manera representativa en la figura 10, el componente aislante radial podrá encajarse a presión en el componente
30 aislante axial. Tal como se ilustra de manera representativa en la figura 10A, el componente aislante radial podrá estar atornillado o fijado de cualquier otra forma al componente aislante axial.

35 En una disposición opcional, el elemento aislante (42) puede tener un componente aislante axial (50) que está dispuesto de forma integral con el componente aislante radial (46), y el elemento aislante puede estar conformado de forma integral con su elemento de acoplamiento en cooperación, tal como se muestra de manera representativa en la figura 10B. El componente aislante radial puede estar unido operativamente al elemento de eje (34) mediante cualquier sistema de fijación.

40 Otra disposición del elemento aislante (42) puede tener el elemento de acoplamiento (58) en cooperación encajado a presión en el componente aislante axial (50) del elemento aislante (42), tal como se ilustra en la figura 10C. Se apreciará que, adicionalmente, el componente aislante axial (50), el componente aislante radial (46), y el elemento de eje (34) pueden estar conectados entre ellos en cualquier configuración operativa.

45 El método y aparato pueden incluir como mínimo un elemento de acoplamiento giratorio, u opcionalmente una serie de los mismos, dotados, por ejemplo, de uno o varios elementos de acoplamiento (58) y (60). En las distintas disposiciones de la invención, cada elemento de acoplamiento puede estar configurado para funcionar de modo similar a la totalidad o varios de los elementos de acoplamiento restantes. De acuerdo con ello, las disposiciones, características estructurales, características de funcionamiento y otras configuraciones, que se describen haciendo referencia a un elemento de acoplamiento específico, también podrán incorporarse en los otros elementos de acoplamiento.
50

Tal como se muestra de manera representativa en las figuras 4 a 10C, el elemento aislante (42) puede unirse a un elemento de acoplamiento giratorio (58) que, a su vez, puede estar sustentado en como mínimo un cojinete (66) giratorio y en el bastidor de soporte asociado. De acuerdo con ello, el elemento de acoplamiento (58) puede
55 estar conectado entre el elemento aislante (42) y el cojinete (66) giratorio. En una configuración deseada, el cojinete giratorio (66) y un soporte correspondiente (70) pueden sostener y soportar de forma fija el elemento de acoplamiento giratorio (58). El soporte de cojinete puede estar situado en general de forma adyacente al plano nodal del elemento de eje. Alternativamente, el soporte de cojinete puede estar separado del plano nodal del elemento de eje por una distancia significativa. Alternativamente, el soporte de cojinete puede estar separado de los planos nodales de los elementos de eje por una distancia significativa. Tal como se muestra de manera representativa, el soporte para la sustentación del cojinete (70) puede estar situado en general de forma adyacente al plano nodal (38) proporcionado por el elemento de eje (34).

65 Haciendo referencia a las figuras 6A y 9, el elemento de sonotrodo (28) puede mantenerse en una posición en voladizo, con un serie de elementos de cojinete (66) y (66a) y soportes asociados (70) y (70a). El elemento de acoplamiento (58) puede extenderse a lo largo de su dimensión axial, y puede haber dispuestos un par de elementos de cojinete, con un elemento de cojinete situado cerca de cada extremo axial del elemento de acoplamiento. Los elementos de cojinete pueden estar unidos a sus correspondientes soportes de modo que puedan sostener el elemento de acoplamiento en

ES 2 271 299 T3

una posición sustancialmente fija que tenga una rigidez y resistencia elevadas. Puede haber elementos intensificadores y guías de ondas apropiados, configurados para extenderse a través del elemento de acoplamiento, y conectados operativamente al elemento de eje (34) y al elemento de sonotrodo (28).

5 En un aspecto específico, el método y aparato de la invención pueden estar configurados para proporcionar un elemento de sonotrodo giratorio (28) que experimente una deflexión estática muy reducida. En una configuración deseada, la deflexión estática puede ser de aproximadamente 0,025 mm (aproximadamente 0,0005 pulgadas) o inferior, bajo una fuerza estática de 445 N (100 libras) dirigida contra la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo (28) en una situación que está centrada a lo largo de la dimensión axial de la superficie (88), y a lo largo de la dirección radial del sonotrodo giratorio. En otras configuraciones, la deflexión estática puede ser de hasta un máximo de aproximadamente 0,76 mm (aproximadamente 0,03 pulgadas). La deflexión del sonotrodo puede ser alternativamente no superior a aproximadamente 0,5 mm (aproximadamente 0,02 pulgadas), y puede ser opcionalmente no superior a aproximadamente 0,3 mm (aproximadamente 0,012 pulgadas), para obtener una mejor eficacia. En una disposición específica, la deflexión estática del elemento de sonotrodo puede ser no superior a aproximadamente 0,076 mm (aproximadamente 0,003 pulgadas).

En otro aspecto, puede utilizarse un segundo soporte de cojinete (72) para sustentar el elemento de sonotrodo en una configuración de puente con espacios (figuras 12 y 13, por ejemplo). El segundo soporte (72) podrá estar situado en general de forma adyacente al segundo plano nodal (40) proporcionado por el segundo elemento de eje (36), y puede sostener y soportar de forma fija el segundo elemento de acoplamiento giratorio (60). El soporte de cojinete puede estar situado en general de forma adyacente al plano nodal del elemento de eje. Alternativamente, el soporte de cojinete puede estar separado del plano nodal del elemento de eje por una distancia significativa. Tal como se muestra de manera representativa, el segundo soporte (72) puede estar situado en general de forma adyacente al plano nodal (40) proporcionado por el elemento de eje (36).

El método y aparato de la invención pueden estar configurados adicionalmente para proporcionar un elemento de sonotrodo giratorio (28) que experimente una deflexión estática de aproximadamente 0,004 mm (aproximadamente 0,00015 pulgadas) o inferior, bajo una fuerza estática de 445 N (100 libras) dirigida contra la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo (28) en una situación que está centrada a lo largo de la dimensión axial de la superficie (88), y a lo largo de la dirección radial del sonotrodo giratorio. En aspectos específicos, la deflexión del sonotrodo puede ser alternativamente de aproximadamente 0,002 mm o inferior, y opcionalmente de 0,001 mm o inferior. En otros aspectos, la deflexión del sonotrodo no puede ser superior a un máximo de aproximadamente 0,075 mm. La deflexión del sonotrodo podrá ser alternativamente no superior a aproximadamente 0,05 mm, y opcionalmente, no superior a aproximadamente 0,01 mm, para obtener un mejor rendimiento.

El método y aparato también pueden estar configurados para proporcionar un elemento de sonotrodo giratorio (28) que experimente un nivel de descentramiento dinámico particularmente bajo. En una característica deseada, el descentramiento del sonotrodo podrá ser de aproximadamente 0,0025 mm (aproximadamente 0,00001 pulgadas) o inferior, con una velocidad de giro de 5 revoluciones/minuto. En otra característica, el elemento de sonotrodo puede experimentar un descentramiento máximo no superior a aproximadamente 0,018 mm (aproximadamente 0,0007 pulgadas). El descentramiento podrá ser alternativamente no superior a aproximadamente 0,013 mm (aproximadamente 0,0005 pulgadas), y podrá ser opcionalmente no superior a aproximadamente 0,01 mm (aproximadamente 0,0004 pulgadas), para obtener un mejor rendimiento.

Las configuraciones del método y aparato, que tienen el elemento de sonotrodo giratorio (28) con elementos aislantes de alta rigidez (42), (44) dispuestos en lados opuestos axialmente del elemento de sonotrodo, están particularmente capacitadas para obtener niveles reducidos deseados de deflexión y descentramiento del sonotrodo. Adicionalmente, la sustentación con una alta rigidez de los elementos aislantes (42), (44) en una posición sustancialmente fija mediante los cojinetes giratorios (66), (68) y sus soportes (70), (72) asociados correspondientes, también puede ayudar a obtener y mantener los niveles reducidos de deflexión y descentramiento.

Haciendo referencia a los aspectos de la invención, ilustrados en las figuras 3 a 6A, el elemento aislante (42) puede tener una forma generalmente anular, el componente aislante radial (46) tiene una rigidez y resistencia elevadas, y está conectado y unido a la guía de ondas dispuesta en el elemento de eje (34). La unión está situada aproximadamente en el plano nodal previsto de la guía de ondas o elemento de eje. Un componente aislante axial (50) con forma generalmente cilíndrica, puede tener una rigidez y resistencia elevadas, y puede estar conectado y unido a una zona de borde exterior distal del componente aislante radial (46). El componente aislante axial puede extenderse desde el componente aislante radial en una dirección hacia el interior, hacia el elemento de sonotrodo (28), o bien en una dirección hacia el exterior, alejándose del elemento de sonotrodo. Alternativamente, el componente aislante axial puede extenderse tanto hacia el exterior como hacia el interior.

Tal como se ilustra en las disposiciones mostradas en las figuras 3 y 4, el componente aislante axial (50) podrá extenderse tanto en una dirección hacia el interior como hacia el exterior con distancias sustancialmente iguales. Opcionalmente, el componente aislante axial podrá extenderse tanto en una dirección hacia el interior como en una dirección hacia el exterior con distancias distintas. El componente aislante axial (50) puede incluir uno o varios separadores (51) sustancialmente anulares que se extienden radialmente, que mantienen el componente aislante axial a una distancia de separación de su elemento de acoplamiento (58) correspondiente. Tal como se muestra de manera representativa, cada uno de los pares de separadores (51) puede estar situado de forma opuesta en el extremo axial

del componente aislante axial. La distancia de separación está configurada para permitir un nivel operativo de flexión dinámica del componente aislante axial.

Haciendo referencia a los aspectos de la invención, ilustrados en las figuras 5, 6 y 6A, el elemento aislante (42) puede incluir un componente aislante radial (46) con una forma generalmente anular, que tiene una rigidez y resistencia elevadas, y que está conectado y unido a la guía de ondas proporcionada por el elemento de eje (34). La unión está situada aproximadamente en el plano nodal previsto de la guía de ondas o elemento de eje. Un componente aislante axial (50) con forma generalmente cilíndrica está configurado para tener una rigidez y resistencia elevadas, y está conectado y unido a una zona de borde exterior del componente aislante radial (46). El componente aislante axial puede extenderse desde el componente aislante radial en una dirección hacia el exterior, alejándose del elemento de sonotrodo.

En las distintas disposiciones del método y aparato, la configuración de la unión o de otra conexión operativa entre el elemento de eje y su elemento aislante conectado correspondiente puede carecer sustancialmente de caucho u otros componentes elastoméricos. De acuerdo con ello, el mecanismo de unión permite obtener una conexión operativa que tenga una rigidez y resistencia elevadas, y que sea sustancialmente no flexible.

El elemento aislante (42) puede incluir un elemento a modo de diafragma y una pestaña de montaje (54). El elemento a modo de diafragma puede incluir un componente radial sustancialmente continuo (46) que tiene una rigidez y resistencia elevadas, y que se extiende de forma sustancialmente radial desde el elemento de eje (34) u otra guía de ondas. Adicionalmente, el componente radial (46) puede estar situado aproximadamente en el plano nodal (38) del elemento de eje u otra guía de ondas. El componente radial puede extenderse radialmente hacia fuera con una longitud que permita que su componente radial se doble operativamente bajo un intervalo de frecuencias normales dentro de la vida útil del sonotrodo, sin sacrificar su duración por fatiga. Desplazándose hacia afuera desde el componente radial, la forma estructural del elemento aislante (42) puede pasar a proporcionar un componente axial (50) que se extiende a lo largo de la dirección axial del elemento aislante. Tal como se muestra de manera representativa, el componente axial puede tener una forma generalmente cilíndrica que se extiende sustancialmente en paralelo con respecto al eje de giro de la guía de ondas o elemento de eje (34).

Las longitudes de los componentes radial y axial del elemento aislante (42) son lo suficientemente extensas como para permitir que estos componentes se flexionen dinámicamente y se doblen a lo largo de un intervalo normal de movimientos con dirección radial y axial, que pueden darse en o cerca del nodo de una guía de onda durante su funcionamiento previsto. En particular, la longitud axial de la forma de cilindro puede flexionarse y doblarse dinámicamente a lo largo de un intervalo de movimientos con dirección radial, que pueden darse en o cerca del nodo de una guía de ondas. Dicho movimiento con dirección radial puede darse normalmente a partir de oscilaciones resonantes provocadas por la energía ultrasónica dirigida hacia el elemento de sonotrodo (28). La longitud radial de la forma de diafragma puede flexionarse y doblarse dinámicamente a lo largo de un intervalo normal de movimientos con dirección axial, que pueden darse en o cerca del nodo de una guía de ondas. Dicho movimiento con dirección axial puede darse normalmente a partir de oscilaciones resonantes provocadas por la energía ultrasónica dirigida hacia el elemento de sonotrodo (28). La combinación de los movimientos de doblado dinámicos de los componentes radial y axial del elemento aislante permite atenuar los movimientos radial y axial inducidos en el sonotrodo (28) y la guía de ondas (el elemento de eje (34), por ejemplo) durante las expansiones y contracciones oscilatorias normales, excitadas por la fuente de energía ultrasónica. La atenuación puede darse a lo largo del intervalo normal de frecuencias ultrasónicas a las que está sometido el sonotrodo (28) durante su funcionamiento normal.

En una zona seleccionada, tal como un diámetro exterior extremo del elemento aislante (42), se puede utilizar un mecanismo o método de fijación/sujeción para unir y fijar el elemento aislante a otros componentes del sistema de unión ultrasónica, tal como el elemento de acoplamiento (58). Por ejemplo, tal como se muestra de manera representativa, el mecanismo de fijación puede estar situado en un diámetro exterior extremo del componente aislante axial (50). En una disposición, el elemento aislante (42) (por ejemplo, el componente aislante axial (50) del elemento aislante) puede incluir una parte en forma de pestaña saliente (54). Tal como se muestra de manera representativa, la pestaña de unión (54) puede incluir una sección que se extiende generalmente de forma radial y puede incluir una sección que se extiende generalmente de forma axial. En un aspecto deseado, la pestaña de unión puede estar situada operativamente y fijado a la abertura del elemento de acoplamiento (62). En otro aspecto, la parte de pestaña del elemento de acoplamiento (54) puede estar fijada operativamente a la abertura del elemento de acoplamiento (62), incluyendo un encaje de fricción por interferencia. Por ejemplo, la pestaña puede estar encajada a presión en una abertura a modo de orificio, como la abertura del elemento de acoplamiento (62), y adicionalmente o alternativamente puede mantenerse en su posición mediante fijaciones.

Alternativamente, puede obtenerse un encaje de fricción por interferencia mediante la expansión térmica por calor de la parte que tiene la abertura determinada (por ejemplo, la abertura del elemento de acoplamiento -62-), e insertando en la abertura expandida la parte del componente o componentes que se pretende retener o fijar (por ejemplo, el elemento aislante -42-). Cuando el calor se disipa, la abertura se contrae y ayuda a fijar el componente insertado.

En otra disposición de fijación, la pestaña puede extenderse apropiadamente, tal como sea necesario, y puede utilizarse una disposición de abrazadera para mantener al elemento aislante en su posición. Otra disposición de fijación podría incorporar una única extensión con una superficie adecuada para una fijación por abrazadera.

ES 2 271 299 T3

En otro aspecto, la pestaña de conexión puede estar conformada de forma sustancialmente contigua e integral con su elemento aislante correspondiente (42). Opcionalmente, la pestaña podrá estar dispuesta como un componente separado que se fija posteriormente al elemento aislante. Adicionalmente, el elemento aislante puede estar conformado de forma sustancialmente contigua e integral con su guía de ondas o elemento de eje (34) correspondiente. De acuerdo con ello, el sonotrodo puede mantenerse de forma más precisa en una posición seleccionada, y puede mantener mejor una posición deseada cuando está sometido a una carga mucho mayor. Adicionalmente, puede transmitirse un par de giro de accionamiento deseado al sonotrodo (28) de forma mucho más eficaz.

En una característica deseada, el elemento de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de soporte y fijación que se distribuye sustancialmente de forma uniforme alrededor de la circunferencia del componente aislante axial. Por ejemplo, el elemento de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de fijación compresiva, distribuida sustancialmente de forma uniforme, dirigida sustancialmente de forma radial hacia adentro, contra el componente aislante axial. Opcionalmente, el componente aislante axial puede proporcionar una fuerza de fijación compresiva, distribuida sustancialmente de forma uniforme, dirigida sustancialmente de forma radial hacia adentro, contra el elemento de acoplamiento.

El elemento de acoplamiento (58) puede estar dotado de una abertura de elemento de acoplamiento (62) en el interior de la cual está situado y fijado operativamente el primer elemento aislante (42). En un aspecto específico, el componente aislante axial (50) del elemento aislante (42) puede estar situado y fijado operativamente en la abertura del elemento de acoplamiento (62) (figuras 4 y 6, por ejemplo). Por ejemplo, el elemento de acoplamiento (58) puede estar dotado de una abertura de elemento de acoplamiento (62) con una forma sustancialmente cilíndrica, en el interior de la cual puede situarse y fijarse operativamente el componente aislante axial (50) del elemento aislante (42). El elemento aislante puede, por ejemplo, encajarse a presión en la abertura del elemento de acoplamiento.

Opcionalmente, el componente aislante axial puede configurarse para estar dotado de una abertura de elemento aislante, y una parte de extremo operativa del elemento de acoplamiento puede estar situada y fijada operativamente en la abertura del elemento aislante. Por ejemplo, el elemento de acoplamiento podrá estar encajado a presión en la abertura del elemento aislante.

Tal como se muestra de manera representativa, el elemento de acoplamiento (58) puede estar configurado para tener un bastidor de tubo a través de la cual otros componentes pueden situarse y dirigirse operativamente. Haciendo referencia a las figuras 4 y 8, por ejemplo, el elemento de eje (34) puede estar dispuesto en línea o coaxialmente con respecto al elemento de acoplamiento, y el elemento de eje puede extenderse a través del elemento de acoplamiento. Adicionalmente, un elemento intensificador ultrasónico (74) puede estar dispuesto alineado o coaxialmente con respecto al elemento de acoplamiento, y el elemento intensificador puede extenderse a través del elemento de acoplamiento. El elemento intensificador también puede estar conectado operativamente de manera adicional al elemento de eje (34), y un excitador ultrasónico (82) puede estar conectado operativamente al elemento intensificador (74) mediante el uso de cualquier técnica o dispositivo convencional. Por ejemplo, la energía eléctrica se puede dirigir mediante conductores eléctricos adecuados hacia un conjunto de anillo colector (78) convencional, y el conjunto de anillo colector se puede utilizar para dirigir operativamente la energía eléctrica del excitador ultrasónico (82). El excitador puede utilizar la energía eléctrica para generar la energía ultrasónica deseada, y dirigir la energía ultrasónica al elemento de sonotrodo (28). Tal como se muestra de manera representativa, la energía ultrasónica puede dirigirse al elemento intensificador (74), a través del elemento de eje (34) y hacia el elemento de sonotrodo.

El método y aparato pueden estar montados de forma adecuada en un bastidor de soporte (22). El elemento de acoplamiento (58) puede estar soportado de forma sustancialmente no elástica mediante un sistema de montaje que es sustancialmente no elastomérico y que tiene una rigidez y resistencia relativamente elevadas. El sistema de montaje puede carecer sustancialmente de componentes hechos de un elastómero, tal como caucho natural o sintético. En una característica específica, el cojinete giratorio (66) puede estar montado de forma sustancialmente no elástica, y el sistema de montaje puede carecer sustancialmente de elementos de montaje elastoméricos, tales como los anillos tóricos elastoméricos. El bastidor de soporte está hecho preferiblemente con un material absorbente de vibraciones adecuado. Existen distintos materiales amortiguadores conocidos ampliamente en el estado de la técnica. Por ejemplo, el bastidor podrá estar hecha de hierro, y el hierro puede tener una capacidad absorbente de aproximadamente 100-500.

El dibujo de unión deseado (96), u otro mecanismo de proceso seleccionado, puede estar dispuesto en la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque giratorio (86), o bien podrán estar dispuestos en la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo giratorio (28), según se desee. En la configuración mostrada de manera representativa, el dibujo de unión deseado está dispuesto en la superficie exterior circunferencial (90) del elemento de yunque (86). El dibujo de unión puede estar compuesto por una serie de elementos de unión (132), que están configurados para extenderse de forma sustancialmente radial alejándose de la superficie exterior (90) del elemento de yunque (86), de manera ampliamente conocida en el estado de la técnica. Los elementos de unión pueden estar distribuidos de manera discontinua o de manera sustancialmente continua, según una disposición regular o irregular, por la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque (86), o por la superficie exterior (88) del elemento de sonotrodo (28), según se desee.

El método y aparato pueden carecer sustancialmente de soportes giratorios que estén en contacto directo con el elemento de sonotrodo giratorio (28). En particular, el método y aparato pueden carecer sustancialmente de soportes giratorios que estén en contacto directo con la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo (28).

En otro aspecto, el método y aparato pueden carecer sustancialmente de soportes que estén en contacto directo con el elemento de yunque giratorio (86), para mantener una posición seleccionada del elemento de yunque giratorio con respecto al elemento de sonotrodo giratorio. Más específicamente, el método y aparato pueden carecer sustancialmente de soportes giratorios que estén en contacto directo con la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque (86).

Haciendo referencia a las figuras 11 a 13, el método y aparato pueden incorporar un sonotrodo ultrasónico giratorio, montado según una configuración de puente con espacios intermedios, y que está aislado acústicamente mediante el uso de una configuración que tiene una rigidez y resistencia elevadas. En una configuración deseada, el elemento de sonotrodo (28) puede estar sustentado por cojinetes giratorios y soportes asociados, que están dispuestos sustancialmente de manera simétrica en lados opuestos axialmente del elemento de sonotrodo. De acuerdo con ello, el elemento de sonotrodo (28), los elementos de eje (34) y (36), y los elementos aislantes (42) y (44) pueden estar configurados para extenderse entre los elementos de acoplamiento (58) y (60), y entre los soportes (70) y (72). Una característica deseada puede tener los elementos de eje (34) y (36) y los correspondientes elementos aislantes (42) y (44) dispuestos en una configuración sustancialmente simétrica en cada lado del elemento de sonotrodo (28). Alternativamente, los elementos de eje (34) y (36) y los correspondientes elementos aislantes (42) y (44) pueden estar dispuestos en una configuración no simétrica en cada lado del elemento de sonotrodo.

El montaje en forma de puente del sonotrodo permite reducir de forma significativa los problemas de rigidez estática demasiado reducida y deflexiones del sonotrodo excesivamente elevadas, que pueden mover excesivamente la superficie exterior del sonotrodo hacia posiciones que quedan fuera del plano de la operación de unión deseada. Tales deflexiones no deseadas del elemento de sonotrodo pueden mover una superficie exterior (88) del sonotrodo hacia una posición que es excesivamente no paralela con respecto a la superficie exterior (90) del elemento de yunque (86) en cooperación, tal como puede observarse en la zona del intersticio de separación entre los elementos de sonotrodo y de yunque. El montaje en forma de puente del sonotrodo giratorio (28), los elementos aislantes de elevada rigidez, la incorporación de cojinetes de precisión, y otras características de la invención pueden ayudar a obtener una mejor precisión y estabilidad.

El conjunto de soporte del yunque puede proporcionar una característica específica del método y aparato. El conjunto de soporte del yunque puede incluir un sistema de montaje que está dispuesto de forma sustancialmente simétrica para sostener y soportar un conjunto de yunque. En una disposición deseada, el conjunto de yunque puede incluir un elemento de yunque (86) y unos vástagos de yunque (116) y (116a) realizados mediante mecanizado de precisión. El yunque puede estar equilibrado giratoria y dinámicamente, y puede estar configurado para carecer sustancialmente de resonancias cuando está en funcionamiento en cooperación con un sonotrodo que funciona con frecuencias de excitación ordinarias. De acuerdo con ello, el yunque y sus componentes de soporte asociados pueden mostrar específicamente un descentramiento reducido y una elevada estabilidad dinámica durante su funcionamiento.

En otra característica, el bastidor y otros componentes del conjunto de soporte pueden incorporar un material altamente amortiguador, tal como el hierro extruído, y pueden estar configurados para proporcionar un alto grado de rigidez estática y dinámica. Los componentes del conjunto de soporte también pueden estar conformados y configurados para evitar sustancialmente resonancias cuando el sonotrodo funciona con frecuencias de excitación ordinarias.

Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, el método y aparato pueden incluir un bastidor (22) de elevada rigidez y resistencia con componentes de soporte asociados para los elementos de sonotrodo y de yunque. En una característica específica, el bastidor puede tener una configuración sustancialmente simétrica para el soporte y montaje del elemento de sonotrodo (28), y puede tener una configuración sustancialmente simétrica para el montaje y soporte del elemento de yunque (86). En otra característica, el bastidor puede ayudar a obtener niveles elevados de rigidez estática y dinámica, y puede ayudar a obtener niveles elevados de estabilidad dinámica.

Tal como se muestra de manera representativa, el elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio (28) tiene un primer lado axial (30) y un segundo lado axial (32), y el primer lado axial (30) del elemento de sonotrodo (28) puede estar unido operativamente a un primer elemento de eje giratorio (34), que es capaz de proporcionar un primer plano nodal (38). El primer elemento de eje (34) puede estar unido operativamente a un primer elemento aislante (42), que se ha situado operativamente cerca del primer plano nodal (38) del primer elemento de eje (34). En un aspecto específico, el primer elemento aislante (42) es capaz de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de su dirección radial (102), y un componente operativo de movimiento a lo largo de su dirección axial (100). El segundo lado axial (32) del elemento de sonotrodo (28) puede estar unido operativamente a un segundo elemento de eje giratorio (36) que es capaz de proporcionar un segundo plano nodal (40). El segundo elemento de eje (36) puede estar unido operativamente a un segundo elemento aislante (44), que se ha situado operativamente cerca del segundo plano nodal (40) del segundo elemento de eje (36). En un aspecto específico, el segundo elemento aislante (44) es capaz de doblarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial del segundo elemento aislante (44), y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial del segundo elemento aislante (44).

En otro aspecto, el primer elemento aislante (42) puede tener un primer componente aislante radial (46) y un primer componente aislante axial (50). El primer componente aislante radial (46) se ha unido al primer elemento de eje (34), se ha configurado para extenderse como mínimo de forma sustancialmente radial desde el primer elemento de eje (34),

ES 2 271 299 T3

y se ha configurado para doblarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el primer componente aislante radial (46) puede doblarse dinámicamente para obtener desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del componente aislante radial. El primer componente aislante axial (50) se ha unido a una parte operativa del primer componente aislante radial (46), y se ha configurado para extenderse axialmente desde el primer componente aislante radial. En un aspecto específico, el primer componente aislante axial (50) puede extenderse desde el primer componente aislante radial (46) con una configuración sustancialmente en voladizo. El primer componente aislante axial (50) puede estar configurado para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el primer componente aislante axial (50) puede doblarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del componente aislante axial.

En otro aspecto, el segundo componente aislante radial (48) puede estar unido al segundo elemento de eje (36), se ha configurado para extenderse como mínimo de forma sustancialmente radial desde el segundo elemento de eje (36), y se ha configurado para doblarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente aislante radial (48) puede doblarse dinámicamente para obtener desplazamientos transversales dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del segundo componente aislante radial. El segundo componente aislante axial (52) puede unirse a una parte operativa del segundo componente aislante radial (48), y puede configurarse para extenderse axialmente desde el segundo componente aislante radial. En un aspecto específico, el segundo componente aislante axial (52) puede extenderse desde el componente aislante radial (48) con una configuración sustancialmente en voladizo. El segundo componente aislante axial (52) puede estar configurado para flexionarse y doblarse operativamente bajo el intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, y puede doblarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales, dirigidos a lo largo de una dimensión de grosor del segundo componente aislante axial.

En otra característica, el elemento de sonotrodo puede estar configurado para experimentar deflexiones muy reducidas cuando está sometido a una gran carga aplicada. Adicionalmente, el elemento de sonotrodo puede cooperar con un elemento de yunque giratorio situado cerca del mismo, para obtener, de forma más fiable, un intersticio de separación sustancialmente fijo entre los mismos durante su funcionamiento ordinario.

Haciendo referencia a las figuras 11 a 13, el elemento de sonotrodo (28) puede estar soportado de forma segura y fija en una posición de puente mediante una serie de elementos de montaje, tales como los cojinetes giratorios (66) y (68). Adicionalmente, los cojinetes pueden estar soportados mediante soportes asociados, tales como los soportes (70) y (72). Los elementos de cojinete pueden estar dispuestos con un elemento de cojinete situado en cada lado axial del elemento de sonotrodo (28). Adicionalmente, cada elemento de cojinete puede estar separado de su correspondiente lado axial del elemento de sonotrodo. Los elementos de cojinete (66) y (68) también pueden estar conectados operativamente a elementos de acoplamiento correspondientes (58) y (60), respectivamente, de modo que puedan mantener los elementos de acoplamiento en una posición sustancialmente fija que tenga una rigidez y resistencia elevadas. El primer elemento de acoplamiento (58) puede estar conectado entre el primer elemento aislante (42) y el primer cojinete giratorio (66), y de forma similar, el segundo elemento de acoplamiento (60) puede estar conectado entre el segundo elemento aislante (44) y el segundo cojinete giratorio (68). Adicionalmente, el primer cojinete giratorio (66) puede sustentar el primer elemento de acoplamiento giratorio (58) con una configuración que tenga una elevada rigidez, y el segundo cojinete giratorio (68) puede sustentar el segundo elemento de acoplamiento giratorio (60) con una configuración que tenga una elevada rigidez. Puede haber elementos intensificadores y guías de ondas apropiados configurados para extenderse a través de los elementos de acoplamiento y conectarse operativamente a los elementos de eje (34) y (36), y al elemento de sonotrodo (28).

Los cojinetes giratorios (66) y (68) pueden ser cojinetes de alta precisión, que tengan niveles reducidos de descentramiento. En disposiciones deseadas, los cojinetes giratorios pueden ser cojinetes cónicos de prensa de imprimir. Por ejemplo, los cojinetes pueden ser cojinetes de prensa de imprimir con número de pieza 458681, disponibles en la empresa SKF U.S.A., con oficinas ubicadas en King of Prussia, Pennsylvania.

El primer elemento aislante (42) puede estar unido al primer elemento de acoplamiento giratorio (58), que está sustentado por el primer cojinete giratorio (66). De manera similar, el segundo elemento aislante (44) puede estar unido operativamente al segundo elemento de acoplamiento giratorio (60), que está sustentado por el segundo cojinete giratorio (68).

El primer elemento aislante (42) puede estar unido al primer elemento de acoplamiento (58), incluyendo un encaje de fricción por interferencia. Por ejemplo, el primer elemento de acoplamiento (58) puede tener una primera abertura de elemento de acoplamiento (62), y el primer componente aislante axial (50) del primer elemento aislante (42) puede estar situado y fijado operativamente en la primera abertura del elemento de acoplamiento (62). De manera similar, el segundo elemento aislante (44) puede estar unido al segundo elemento de acoplamiento (60), incluyendo un encaje de fricción por interferencia. El segundo elemento de acoplamiento (60) puede tener una segunda abertura de elemento de acoplamiento (64), y el segundo componente aislante axial (52) del segundo elemento aislante (44) puede estar situado y fijado operativamente en la segunda abertura del elemento de acoplamiento (64).

En un aspecto específico, el primer elemento de acoplamiento (58) puede tener una primera abertura de elemento de acoplamiento, con forma sustancialmente cilíndrica (62), en el interior de la cual puede estar situado y fijado operativamente el primer componente aislante axial (50) del primer elemento aislante (42). De manera similar, el

segundo elemento de acoplamiento (60) puede tener una segunda abertura de elemento de acoplamiento, con forma sustancialmente cilíndrica, en el interior de la cual puede estar situado y fijado operativamente el segundo componente aislante axial (52) del segundo elemento aislante (44).

5 Tal como se muestra de manera representativa, el primer elemento aislante (42), y específicamente el primer componente aislante axial (50), puede incluir una primera parte de pestaña (54) que se extiende, que puede estar situada y fijada operativamente en la primera abertura del elemento de acoplamiento (62). La primera pestaña (54) del elemento de acoplamiento puede incluir una sección que se extiende de forma generalmente radial y una sección que se extiende de forma generalmente axial. Adicionalmente, la primera parte de pestaña del elemento de acoplamiento (54) puede estar unida operativamente a la primera abertura del elemento de acoplamiento (62), incluyendo un encaje de fricción por interferencia. De manera similar, el segundo elemento aislante (44), y específicamente el segundo componente aislante axial (52), puede incluir una segunda parte de pestaña (56) que se extiende, y la segunda parte de pestaña puede estar situada y fijada operativamente en la segunda abertura del elemento de acoplamiento (64). La segunda pestaña del elemento de acoplamiento (56) también puede incluir una sección que se extiende de forma generalmente radial y una sección que se extiende de forma generalmente axial, y la segunda parte de pestaña del elemento de acoplamiento (56) puede estar unida operativamente a la segunda abertura del elemento de acoplamiento (64), incluyendo un encaje de fricción por interferencia.

20 Un primer soporte (70) puede sustentar el primer cojinete giratorio (66), y en un aspecto específico, el primer soporte puede sustentar el primer cojinete giratorio con una configuración que tiene una rigidez y resistencia elevadas. El primer soporte (70) puede estar separado axialmente del primer lado axial (30) del elemento de sonotrodo (28), y puede estar situado cerca del primer plano nodal (38) del primer elemento de eje (34). Un segundo soporte (72) puede sustentar el segundo cojinete giratorio (68), y en un aspecto específico, el segundo soporte puede sustentar el segundo cojinete giratorio con una configuración que tiene una rigidez y resistencia elevadas. El segundo soporte (72) puede estar separado axialmente del segundo lado axial (32) del elemento de sonotrodo (28), y puede estar situado cerca del segundo plano nodal (40) del segundo elemento de eje (36). Los soportes de cojinete pueden estar situados generalmente adyacentes a los planos nodales que pueden proporcionar sus elementos de eje correspondientes. Tal como se muestra de manera representativa, el primer soporte de cojinete (70) puede estar situado generalmente adyacente al primer plano nodal (38) proporcionado por el primer elemento de eje (34). De manera similar, el segundo soporte de cojinete (72) puede estar situado generalmente adyacente al segundo plano nodal (40) proporcionado por el segundo elemento de eje (36).

35 El primer elemento de eje (34) puede tener una guía de ondas que puede estar configurada para dirigir operativamente energía ultrasónica desde una fuente de energía ultrasónica adecuada hacia el elemento de sonotrodo (28). De manera similar, el segundo elemento de eje (36) puede estar configurado para tener una guía de ondas que pueda dirigir operativamente energía ultrasónica desde una fuente de energía ultrasónica adecuada hacia el elemento de sonotrodo (28).

40 Haciendo referencia a las figuras 11 a 13, un elemento intensificador ultrasónico (74) puede estar conectado operativamente al primer elemento de eje (34), y un primer excitador ultrasónico (82) puede estar conectado operativamente al primer elemento intensificador (74) mediante la utilización de cualquier técnica o dispositivo convencional. Por ejemplo, puede utilizarse un anillo colector (78) convencional para dirigir la energía eléctrica al primer excitador (82), y el primer excitador puede producir y dirigir energía ultrasónica hacia el primer elemento intensificador (74).

45 Tal como se muestra de manera representativa en la figura 13A, una configuración opcional del método y aparato puede incluir un segundo excitador ultrasónico (84). Adicionalmente, un segundo elemento intensificador (76) puede estar conectado operativamente al segundo elemento de eje (36), y el segundo excitador ultrasónico (84) puede estar conectado operativamente al segundo elemento intensificador (76). Podrá utilizarse entonces un segundo anillo colector (80) convencional para dirigir la energía ultrasónica desde el segundo excitador ultrasónico (84) hacia el segundo elemento intensificador (76). El primer y el segundo excitadores ultrasónicos (82) y (84) pueden estar configurados para dirigir de forma simultánea y de manera cooperativa cantidades aumentadas de energía ultrasónica hacia el elemento de sonotrodo giratorio (28). La cooperación eficaz de los excitadores ultrasónicos puede llevarse a cabo y regularse mediante la utilización de técnicas y sistemas de control convencionales, ampliamente conocidos en el estado de la técnica y disponibles en firmas comerciales.

55 Tal como se muestra de manera representativa, el bastidor de soporte (22) puede incluir elementos verticales que están configurados para mantener el elemento de yunque (86) en una posición que es, en general, suprayacente con respecto al elemento de sonotrodo (28) en cooperación. Opcionalmente, el método y aparato pueden estar configurados con cualquier otra disposición operativa entre el elemento de yunque y el elemento de sonotrodo. Por ejemplo, el elemento de yunque (86) puede estar sustentado y situado de forma generalmente subyacente con respecto al elemento de sonotrodo (28) en cooperación, o a un nivel de altura que es aproximadamente el mismo que el nivel de altura del elemento de sonotrodo.

65 El elemento de yunque (86) puede estar montado con capacidad de giro en el bastidor (22) mediante cualquier sistema de montaje operativo, y según una disposición deseada, el sistema de montaje puede estar situado de forma sustancialmente simétrica con respecto al elemento de yunque. En una característica específica, como mínimo un par de soportes de yunque pueden estar situados de forma simétrica en lados opuestos del elemento de yunque. Tal como se muestra de manera representativa, un primer vástago de yunque (116) puede estar configurado para ex-

ES 2 271 299 T3

tenderse desde una primera cara de extremo axial (118) del elemento de yunque, y un segundo vástago de yunque (116a) puede estar configurado para extenderse desde una segunda cara de extremo axial (118a) del elemento de yunque. El primer y segundo muñones de yunque pueden tener unas longitudes sustancialmente iguales, y pueden estar sustentadas mediante soportes de yunque (120) que están separados sustancialmente por la misma distancia del elemento de yunque (86). Los soportes de yunque están sustentados de forma segura y fija en el bastidor de soporte (22). Tal como se muestra de manera representativa, los soportes de yunque (120) pueden estar fijados a un dispositivo de transferencia, tal como un mecanismo de corredera (110), y el dispositivo de transferencia puede estar fijado a un bastidor de soporte (22). De acuerdo con ello, el elemento de yunque puede estar configurado para tener un conjunto de soporte sustancialmente simétrico, que puede ayudar a mantener una alineación sustancialmente paralela deseada entre la superficie perimetral exterior (90) del yunque (86) y la superficie perimetral exterior (88) del sonotrodo (28). Incluso si se producen deflexiones del elemento de sonotrodo y/o del elemento de yunque, la configuración del método y aparato puede ayudar a mantener las superficies de trabajo perimetrales de los elementos de sonotrodo y yunque, alineadas sustancialmente en el mismo plano con la operación de proceso seleccionada.

El elemento de yunque (86) y los vástagos (116) y (116a) están configurados preferiblemente en una sola pieza. En una disposición específica, el elemento de yunque y los ejes pueden estar fabricados y conformados a partir de una única pieza unitaria de material. Opcionalmente, el elemento de yunque y los ejes pueden estar fabricados y conformados a partir de piezas independientes de material, y unidas de forma apropiada para formar un conjunto operativo.

Haciendo referencia a las figuras 16 a 17A, el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) pueden estar configurados para obtener un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) sustancialmente constante, que podrá ser de un mínimo de aproximadamente 0,01 mm, y de un máximo de aproximadamente 100 mm. En aspectos particulares, el intersticio de separación sonotrodo-yunque puede ser de un mínimo de 0,02 mm, y puede ser alternativamente de un mínimo de aproximadamente 0,03 mm, para obtener el rendimiento deseado. En otros aspectos, el intersticio de separación sonotrodo-yunque puede ser de hasta un máximo de aproximadamente 75 mm. El intersticio de separación sonotrodo-yunque puede ser alternativamente de hasta aproximadamente 50 mm, y puede ser opcionalmente de hasta aproximadamente 25 mm, para obtener la eficacia deseada.

Si el intersticio de separación sonotrodo-yunque es demasiado reducido, el sistema puede producir un proceso excesivo, tal como una unión excesiva del material a tratar. Un intersticio de separación demasiado reducido también puede producir daños no deseados en el equipo y/o material a tratar. Si el intersticio de separación sonotrodo-yunque es demasiado grande, el sistema puede producir un proceso insuficiente, tal como una unión insuficiente.

Otra característica del método y aparato puede mantener un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) sustancialmente constante durante su funcionamiento normal previsto. En una configuración deseada, el intersticio de separación sonotrodo-yunque puede mantenerse sustancialmente constante cuando el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) giran en sentido contrario de forma coordinada, para obtener velocidades periféricas sustancialmente iguales. En un aspecto específico, el intersticio de separación sonotrodo-yunque puede mantenerse con una variación del intersticio de separación que puede estar en el intervalo de aproximadamente $\pm 0,01$ mm. Alternativamente, la variación del intersticio de separación puede ser tan reducida como $\pm 0,008$ mm, y opcionalmente puede estar en el intervalo de aproximadamente $\pm 0,0064$ mm ($\pm 0,00025$ pulgadas), para obtener un mejor rendimiento.

Si la variación del intersticio de separación sonotrodo-yunque está fuera de los valores deseados, el método y aparato pueden producir variaciones excesivas en las operaciones de proceso determinadas. Por ejemplo, el método y aparato pueden producir variaciones excesivas en la unión de una tela a tratar.

La consistencia del intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) se puede determinar cuando el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) giran en sentido contrario de forma coordinada para obtener velocidades periféricas sustancialmente iguales de 5 rpm durante la operación de proceso ordinaria prevista. La variación del intersticio de separación se puede determinar mediante la medición del descentramiento del elemento de sonotrodo giratorio y del descentramiento del elemento de yunque giratorio.

Tal como se muestra de manera representativa en las figuras 18 a 20, el conjunto de yunque puede incluir el elemento de yunque (86), y muñones que están unidos al elemento de yunque, con un muñón unido a cada una de las caras de extremo opuestas del elemento de yunque. Tal como se ilustra, los muñones pueden ser los vástagos del yunque (116) y (116a) mostrados. El elemento de yunque y los vástagos de yunque pueden estar equilibrados dinámicamente en giro, para reducir vibraciones excesivas cuando giran a las velocidades de funcionamiento previstas. En una configuración deseada, el elemento de yunque y los vástagos de yunque pueden estar conformados de forma integral a partir de una única pieza de material. El elemento de yunque y los vástagos de yunque pueden estar conformados opcionalmente a partir de piezas dispuestas por separado, según se desee.

Los vástagos de yunque pueden estar sustentados por cojinetes de yunque operativos y sus soportes de cojinete correspondientes. Preferiblemente, se utilizan cojinetes de precisión para obtener un descentramiento T.I.R. (lectura total del indicador) mínimo o sustancialmente igual a cero del yunque (26). Un ejemplo de un cojinete de yunque adecuado es el cojinete de rodillos con número de pieza 22210 CC/33, disponible en la empresa SKF U.S.A.

ES 2 271 299 T3

Un bloque de soporte de cojinete u otro componente de soporte del yunque podrán estar configurados para obtener una línea de cojinetes y una concentricidad precisas desde una primera parte de lado hasta una segunda parte de lado opuesta del conjunto de yunque. Tal como se muestra de manera representativa, el conjunto de yunque puede incluir un par de soportes de yunque (120), y en una característica específica, los soportes de yunque pueden estar situados de forma sustancialmente simétrica en cada lado del elemento de yunque (86). En una característica deseada, los soportes de yunque pueden estar situados de forma sustancialmente simétrica con respecto a un dibujo u otra formación de elementos de unión determinados que están situados en la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque (86). Tal como se ilustra, los soportes de cojinete pueden estar dispuestos para estar separados a una distancia sustancialmente igual de las caras de extremo opuestas del elemento de yunque, y podrán estar dispuestos para estar separados a una distancia sustancialmente igual del conjunto de elementos de unión determinados que están situados en la superficie perimetral exterior del elemento de yunque.

Los soportes de los cojinetes del yunque están fabricados con la suficiente resistencia y rigidez para obtener los niveles reducidos de deflexión deseados en las direcciones “x”, “y” y “z” bajo fuerzas estáticas o dinámicas. En un aspecto específico, el elemento de yunque (86) puede estar configurado para experimentar un descentramiento del yunque que no sea superior a un máximo de aproximadamente 0,013 mm (0,0005 pulgadas). Alternativamente, el descentramiento del yunque puede ser no superior a aproximadamente 0,0051 mm (0,0002 pulgadas), y opcionalmente, puede ser no superior a aproximadamente 0,003 mm para obtener un mejor rendimiento. El descentramiento del yunque se determina mediante cualquier técnica o instrumento adecuados, tales como un instrumento indicador convencional de cuadrante, calibrado en longitud.

Haciendo referencia a las figuras 16 a 17A, el elemento de yunque (86) puede estar desalineado con respecto al elemento de sonotrodo en una distancia de desalineación (108) a lo largo de la dirección de máquina local (24) del método y aparato. En el ejemplo de la configuración mostrada de manera representativa, el elemento de yunque está desalineado con respecto al elemento de sonotrodo sustancialmente a lo largo de la dirección horizontal. El elemento de yunque (86) o el elemento de sonotrodo (28) puede estar configurado de tal manera que, mediante un movimiento del elemento de yunque o del elemento de sonotrodo a lo largo de un recorrido transversal horizontal, se puede regular y controlar el intersticio de separación previsto (106) entre el elemento de yunque y el elemento de sonotrodo. El recorrido transversal puede tener como mínimo un componente de recorrido que está alineado a lo largo de la dirección de máquina local. En el ejemplo de la disposición mostrada de manera representativa, el elemento de yunque (86) puede trasladarse, o bien moverse, a lo largo de un recorrido transversal sustancialmente horizontal. Se apreciará que el elemento de yunque (86) podrá estar situado con una distancia de desalineación que se extiende relativamente antes o relativamente después del elemento de sonotrodo (28), según se desee.

Para ayudar a generar la regulación deseada del intersticio de separación (106), el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) pueden estar dispuestos para tener una cantidad de solapamiento diferente con respecto a la dirección vertical local. Tal como se muestra de manera representativa, se puede determinar una distancia de solapamiento (122) con respecto a (a) una primera línea horizontal que es tangente con respecto a la superficie perimetral exterior (88) del elemento de sonotrodo (28) en una posición que está cerca al intersticio de separación (106) entre los elementos de sonotrodo y de yunque, y (b) una segunda línea horizontal que es tangente con respecto a la superficie perimetral exterior (90) del elemento de yunque (86) en una posición que está cerca del intersticio de separación (106).

En un aspecto específico, el elemento de yunque (86) o el elemento de sonotrodo (28) pueden desplazarse mediante cualquier dispositivo convencional o mecanismo de transferencia. En el ejemplo de la configuración mostrada de manera representativa, el elemento de yunque (86) puede desplazarse mediante un dispositivo de transferencia, tal como un dispositivo de deslizamiento (110), y el dispositivo de transferencia podrá accionarse mediante un dispositivo de accionamiento manual o un dispositivo de accionamiento automatizado. En características específicas, el dispositivo de transferencia puede ser una corredera de cola de milano, y el dispositivo de transferencia puede estar automatizado mediante un dispositivo de accionamiento motorizado (130). En otra característica, la corredera u otro dispositivo de transferencia podrán desplazarse mediante un sistema de corredera de cola de milano que incluye un husillo de accionamiento con un juego sustancialmente nulo. Un ejemplo representativo de un sistema de corredera de cola de milano apropiado es un dispositivo de deslizamiento de cola de milano Gilman, con número de pieza DC8-813-M-SPD2-3, disponible en la empresa Russel T. Gilman, Inc., con oficinas ubicadas en Grafton, Wisconsin. Un ejemplo representativo de un sistema de accionamiento adecuado es un dispositivo de servomotor modelo número Y-2012, disponible en la empresa Rockwell Automation, con oficinas ubicadas en Milwaukee, Wisconsin.

Tal como se muestra de manera representativa en las figuras 15 a 16A y 21 a 23, una parte de base (134) del mecanismo de deslizamiento puede unirse de forma fija al bastidor (22), y una parte deslizante móvil (136) puede estar configurada y unida al yunque giratorio (86) para desplazarlo. El dispositivo de transferencia del yunque puede estar configurado para obtener niveles adecuados de rigidez, precisión y repetibilidad. Como resultado, el dispositivo de transferencia del yunque puede obtener el movimiento y la precisión deseados para posicionar el elemento de yunque.

Otra característica del método y aparato puede incluir un acoplamiento de accionamiento de desalineación (124) (figura 15, por ejemplo) entre el elemento de yunque (86) y su correspondiente dispositivo de accionamiento de yunque (94). El acoplamiento de accionamiento de desalineación puede permitir un desplazamiento incremental del elemento de yunque y una regulación incremental del intersticio de separación (106) durante su funcionamiento ordinario mientras que el dispositivo de accionamiento de yunque está haciendo girar realmente el elemento de yunque. De

ES 2 271 299 T3

acuerdo con ello, el dispositivo de accionamiento del yunque puede seguir haciendo girar el yunque con su velocidad de funcionamiento determinada durante la regulación del intersticio de separación, y el dispositivo de accionamiento del yunque no necesita ser parado y puesto en marcha otra vez durante el movimiento y ajuste del intersticio de separación (106). Existen varios dispositivos o sistemas de acoplamiento de accionamiento de desalineación disponibles en firmas comerciales. Un ejemplo de un acoplamiento de accionamiento de desalineación adecuado es un acoplamiento de desalineación Schmidt, modelo número L234C, disponible en la empresa Zero-Max, Inc., con oficinas ubicadas en Minneapolis, Minnesota.

En otro aspecto, el mecanismo transversal utilizado (tal como una corredera de cola de milano motorizada) puede estar configurado para estar dotado de un sistema a prueba de fallos que pueda desplazar el componente seleccionado (por ejemplo, el elemento de yunque -86-) hasta una posición de máximo intersticio de separación cuando se detecte un fallo u otra anomalía no deseada en el funcionamiento del método o aparato.

El método y aparato pueden estar configurados para estar dotados de otra disposición a prueba de fallos. En el caso de que el elemento de yunque se desplace hacia el elemento de sonotrodo, y más allá del mismo, el elemento de yunque, el elemento de sonotrodo, y sus correspondientes componentes de soporte y sustentación están configurados para desviarse operativamente, para adaptarse al movimiento del elemento de yunque más allá del elemento de sonotrodo. Los elementos de yunque y de sonotrodo pueden estar dispuestos de forma adecuada de tal manera que las desviaciones experimentadas por el sistema o sistemas de yunque y de sonotrodo no excedan los módulos elásticos del yunque, del sonotrodo o de los componentes de soporte y montaje.

El elemento de yunque (86) puede girar mediante un sistema de accionamiento separado, y el dispositivo de accionamiento del yunque (94) puede estar configurado para obtener una velocidad de giro no constante o constante del yunque, según se desee. En una característica específica, el dispositivo de accionamiento del yunque puede estar configurado para obtener una velocidad variable no constante del elemento de yunque. De acuerdo con ello, durante periodos específicos de la operación de proceso, la velocidad de la superficie perimetral del elemento de yunque no podrá coincidir con la velocidad de la superficie perimetral del elemento de sonotrodo. Adicionalmente, el dispositivo de accionamiento del yunque (94) y el dispositivo de accionamiento del sonotrodo (92) podrán regularse y controlarse de manera cooperativa, para obtener una velocidad de giro del sonotrodo que se diferencie selectivamente de la velocidad de giro del yunque.

En las distintas uniones y fijaciones utilizadas en los montajes del método y aparato de la invención, resultará evidente que podrá utilizarse cualquier técnica de unión o fijación convencional. Tales técnicas podrán incluir, por ejemplo, adhesivos, soldaduras, tornillos, pernos, remaches, pasadores, pestillos, abrazaderas, o similares, así como combinaciones de las mismas.

De manera similar, resultará evidente que podrá utilizarse cualquier material convencional para fabricar los distintos elementos y componentes del método y aparato. Tales materiales pueden incluir polímeros sintéticos, compuestos de fibra de vidrio-resina, compuestos de fibra de carbono-resina, metales, compuestos metálicos, compuestos cerámicos, y similares, así como combinaciones de los mismos. Por ejemplo, metales adecuados podrán incluir acero, aluminio, titanio o similares, así como combinaciones de los mismos. Los materiales se seleccionan normalmente para obtener niveles deseados de resistencia, dureza, amortiguación de vibraciones reducidas, tenacidad, resistencia a la fatiga, durabilidad, facilidad de fabricación, y facilidad de mantenimiento.

Las dimensiones de los distintos componentes pueden depender de la aplicación específica del método y aparato, y se pueden determinar mediante la utilización de técnicas de ingeniería estándar. Por ejemplo, las dimensiones de los componentes pueden determinarse estableciendo la carga de funcionamiento máxima deseada y fijando los límites de esfuerzo mediante un factor de seguridad seleccionado (por ejemplo, un factor de seguridad de diez) para ayudar a asegurar una vida de funcionamiento y una resistencia a la fatiga adecuadas.

El elemento de sonotrodo giratorio (28), los elementos de guía/eje correspondientes, los elementos aislantes correspondientes y otros elementos en cooperación pueden estar constituidos como un conjunto unitario que está formado integralmente a partir de una única pieza de material. El diseño en una sola pieza puede eliminar zonas de contacto que pueden ser fuentes de desgaste y generación de calor excesivos. Tales zonas de contacto también pueden contribuir a la aparición de errores de tolerancia durante la mecanización. Dichos errores de tolerancia pueden hacer difícil el mantenimiento de un nivel deseado de concentricidad en la superficie de trabajo del sonotrodo giratorio. De acuerdo con ello, las distintas configuraciones del método y aparato pueden reducir costes, obtener una mayor rigidez, pueden funcionar con intervalos de tolerancia más pequeños, y permiten obtener un rendimiento más consistente durante una producción a alta velocidad.

Resultará evidente que los distintos componentes giratorios pueden estar equilibrados dinámicamente en giro para reducir el desgaste, para reducir las vibraciones, para mantener mejor las posiciones deseadas, y para mejorar adicionalmente el rendimiento de la operación de unión deseada. Cada uno de los componentes podrá estar equilibrado dinámicamente de forma individual o bien en una combinación operativa con otros componentes, según se desee.

Aunque se han descrito en detalle en la presente descripción varias configuraciones ilustrativas y representativas, se apreciará que son posibles otras variantes, modificaciones y disposiciones. Todas estas variaciones, modificaciones y disposiciones se considerarán incluidas en el ámbito de la presente invención.

ES 2 271 299 T3

REIVINDICACIONES

1. Aparato para procesos ultrasónicos (20), que comprende:

5 un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) giratorio, que tiene un primer lado axial (30) y un segundo lado axial (32);

10 un primer elemento de eje (34) giratorio que está unido operativamente a dicho primer lado axial de dicho elemento de sonotrodo;

15 un primer elemento aislante (42) que está unido operativamente a dicho primer elemento de eje, siendo capaz dicho primer elemento aislante de doblarse bajo una gama de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del primer elemento aislante, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del primer elemento aislante;

20 un primer elemento de acoplamiento (52) que se conecta entre dicho primer elemento aislante (42) y un primer cojinete (66) giratorio montado de forma fija, estando fijado operativamente dicho primer elemento de acoplamiento a dicho primer elemento aislante;

25 un segundo elemento de eje (36) giratorio que está unido operativamente a dicho segundo lado axial (32) de dicho elemento de sonotrodo (28);

30 un segundo elemento aislante (44) que está unido operativamente a dicho segundo elemento de eje, siendo capaz dicho segundo elemento aislante de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del segundo elemento aislante, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del segundo elemento aislante;

35 un segundo elemento de acoplamiento (60) que se conecta entre dicho segundo elemento aislante (44) y un segundo cojinete (68) giratorio montado de forma fija, estando fijado operativamente dicho segundo elemento de acoplamiento a dicho segundo elemento aislante;

40 un elemento de yunque giratorio (86) que está situado de manera cooperativa para proporcionar un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) seleccionado entre dicho elemento de yunque y dicho elemento de sonotrodo, estando situado dicho elemento de yunque en una disposición desalineada horizontalmente y solapada verticalmente con respecto a dicho elemento de sonotrodo (28);

45 un excitador ultrasónico (82) que está conectado operativamente a dicho elemento de sonotrodo (28) y que puede proporcionar una cantidad operativa de ultrasonidos; y

un dispositivo de accionamiento (110) que puede regular selectivamente dicho intersticio de separación sonotrodo-yunque (106).

2. Aparato para procesos ultrasónicos (20), según la reivindicación 1, en el que:

dicho primer elemento de eje (34) es capaz de proporcionar un primer plano nodal (38);

50 dicho primer elemento aislante (42), que está unido operativamente a dicho primer elemento de eje, tiene una ubicación cercana operativamente a dicho primer plano nodal (38) del primer elemento de eje;

dicho segundo elemento de eje (36) es capaz de proporcionar un segundo plano nodal (40);

55 dicho segundo elemento aislante (44) que está unido operativamente a dicho segundo elemento de eje tiene una ubicación cercana operativamente a dicho segundo plano nodal (40) del segundo elemento de eje;

60 y dicho excitador ultrasónico (82), que está conectado operativamente a dicho elemento de sonotrodo (28), puede proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a una frecuencia en el intervalo de aproximadamente 15 a 60 KHZ.

3. Aparato para procesos ultrasónicos (20), según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicho elemento de sonotrodo (28) está configurado para experimentar una deflexión estática no superior a aproximadamente 0,004 mm con una carga de 445 Newtons.

65 4. Aparato para procesos ultrasónicos (20), según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, en el que dichos elementos de sonotrodo (28) y de yunque (86) están configurados para mantener un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) que es como mínimo de 0,01 mm aproximadamente.

ES 2 271 299 T3

5. Aparato para procesos ultrasónicos (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además:

5 un dispositivo de accionamiento de yunque (94) que puede hacer girar dicho elemento del yunque (86), para proporcionar una velocidad periférica del yunque de como mínimo 5 m/min aproximadamente; y

10 un dispositivo de accionamiento de sonotrodo (92) que puede hacer girar dicho elemento de sonotrodo (28), para proporcionar una velocidad periférica del sonotrodo que es sustancialmente igual a dicha velocidad periférica del yunque.

10 6. Aparato (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

15 dicho primer elemento aislante (42) tiene un primer componente aislante radial (46) y un primer componente aislante axial (50);

dicho primer componente aislante radial (46) está unido a dicho primer elemento de eje (34), está configurado para extenderse como mínimo radialmente desde dicho primer elemento de eje, y está configurado para doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo;

20 dicho primer componente aislante axial (50) está unido a una parte operativa de dicho primer componente aislante radial (46), está configurado para extenderse axialmente desde dicho primer componente aislante radial, y está configurado para doblarse bajo dicho intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo;

25 dicho segundo elemento aislante (44) tiene un segundo componente aislante radial (48) y un segundo componente aislante axial (52);

30 dicho segundo componente aislante radial (48) está unido a dicho segundo elemento de eje (36), está configurado para extenderse como mínimo radialmente desde dicho segundo elemento de eje, y está configurado para doblarse bajo dicho intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo;

dicho segundo componente aislante axial (52) está unido a una parte operativa de dicho segundo componente aislante radial (48), está configurado para extenderse axialmente desde dicho segundo componente aislante radial, y está configurado para doblarse bajo dicho intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo.

35 7. Aparato (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho dispositivo de accionamiento (110) incluye una corredera de cola de milano.

40 8. Aparato (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos primer y segundo cojinetes giratorios (66, 68) están sustentados en soportes (70) correspondientes que están situados de forma sustancialmente simétrica en lados axialmente opuestos de dicho elemento de sonotrodo.

45 9. Aparato (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento de yunque (86) está montado con capacidad de giro con un sistema de montaje que está situado de forma sustancialmente simétrica en lados opuestos de dicho elemento de yunque.

10. Aparato para procesos ultrasónicos (20), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho dispositivo de accionamiento (110) está configurado para desplazar dicho elemento de yunque (86) a lo largo de una dirección sustancialmente horizontal, para regular dicho intersticio de separación sonotrodo-yunque (106).

50 11. Método de proceso ultrasónico, que comprende:

el giro de un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) que tiene un primer lado axial (30) y un segundo lado axial (32);

55 habiéndose unido operativamente dicho primer lado axial de dicho elemento de sonotrodo a un primer elemento de eje giratorio (34);

60 habiéndose unido operativamente un primer elemento aislante (42) a dicho primer elemento de eje (34), siendo capaz dicho primer elemento aislante de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho primer elemento aislante, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho primer elemento aislante;

65 habiéndose conectado un primer elemento de acoplamiento (52) entre dicho primer elemento aislante (42) y un primer cojinete (66) giratorio montado de forma fija, estando fijado operativamente dicho primer elemento de acoplamiento a dicho primer elemento aislante;

ES 2 271 299 T3

habiéndose unido operativamente dicho segundo lado axial de dicho elemento de sonotrodo a un segundo elemento de eje giratorio (36);

5 habiéndose unido operativamente un segundo elemento aislante (44) a dicho segundo elemento de eje (36), siendo capaz dicho primer elemento aislante de doblarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas dentro de la vida útil del sonotrodo, para proporcionar un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho segundo elemento aislante, y un componente operativo de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho segundo elemento aislante;

10 habiéndose conectado un segundo elemento de acoplamiento (60) entre dicho segundo elemento aislante (44) y un segundo cojinete (68) giratorio montado de forma fija, estando fijado operativamente dicho segundo elemento de acoplamiento a dicho segundo elemento aislante;

15 habiéndose situado de manera cooperativa un elemento de yunque giratorio (86) para proporcionar un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) seleccionado entre dicho elemento de yunque y dicho elemento de sonotrodo (28), estando situado dicho elemento de yunque en una disposición desalineada horizontalmente y solapada verticalmente con respecto a dicho elemento de sonotrodo;

20 habiéndose conectado operativamente un excitador ultrasónico (82) a dicho elemento de sonotrodo (28), para proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica; y

 habiéndose configurado un dispositivo de accionamiento (110) para ajustar selectivamente dicho intersticio de separación sonotrodo-yunque (106).

25 12. Método de proceso ultrasónico, según la reivindicación 11, en el que:

 dicho primer elemento de eje (34) giratorio ha proporcionado un primer plano nodal (38);

30 dicho primer elemento aislante (42) se ha situado en una ubicación cercana operativamente a dicho primer plano nodal (38);

 dicho segundo elemento de eje (36) giratorio ha proporcionado un segundo plano nodal (40); y

35 dicho segundo elemento aislante se ha situado en una ubicación cercana operativamente a dicho segundo plano nodal (40).

40 13. Método de proceso ultrasónico, según las reivindicaciones 11 ó 12, en el que dicho dispositivo de accionamiento (110) ha sido configurado para desplazar dicho elemento de yunque (86) a lo largo de una dirección sustancialmente horizontal, para ajustar dicho intersticio de separación sonotrodo-yunque (106).

45 14. Método de proceso ultrasónico, según las reivindicaciones 11, 12 ó 13, en el que dicho elemento de sonotrodo (28) ha sido configurado para experimentar una deflexión estática no superior a aproximadamente 0,004 mm con una carga de 445 Newtons.

50 15. Método de proceso ultrasónico, según las reivindicaciones 11, 12, 13 ó 14, en el que dichos elementos de sonotrodo (28) y de yunque (86) han sido configurados para mantener un intersticio de separación sonotrodo-yunque (106) que es de como mínimo un mínimo de 0,01 mm aproximadamente.

55 16. Método de proceso ultrasónico, según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que:

 dicho elemento de yunque (86) se ha hecho girar para proporcionar una velocidad periférica del yunque de como mínimo 5 m/min aproximadamente; y

 dicho elemento de sonotrodo (28) se ha hecho girar para proporcionar una velocidad periférica del sonotrodo que es sustancialmente igual a dicha velocidad periférica del yunque.

60 17. Método de proceso ultrasónico, según la reivindicación 16, en el que dicho elemento de yunque (86) se ha hecho girar con un dispositivo de accionamiento de yunque (94), y dicho elemento de sonotrodo (28) se ha hecho girar con un dispositivo de accionamiento de sonotrodo (92) dispuesto por separado.

65 18. Método de proceso ultrasónico, según la reivindicación 17, en el que dicho dispositivo de accionamiento de yunque (94) se ha conectado operativamente a dicho elemento de yunque (86) con un acoplamiento desalineado.

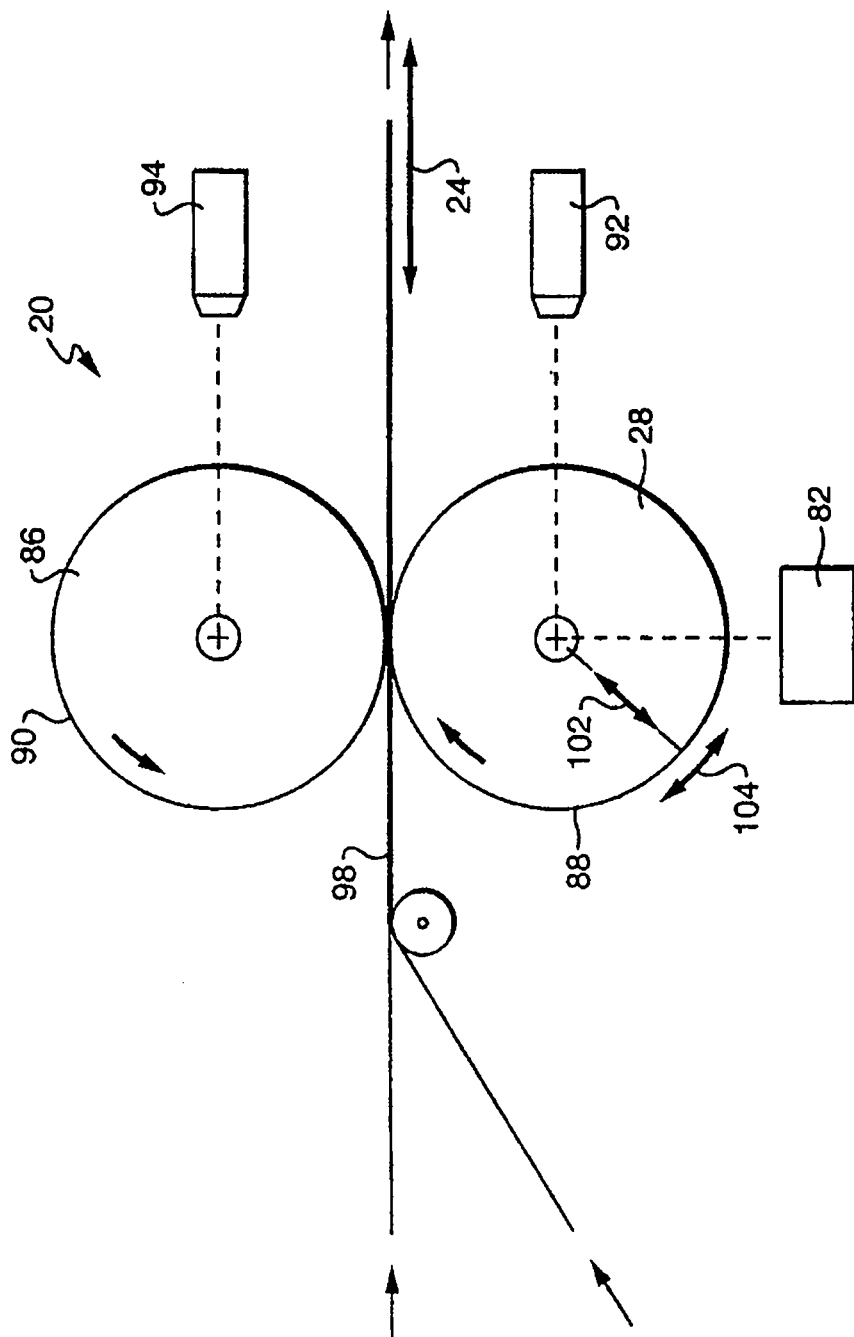


FIG. 1

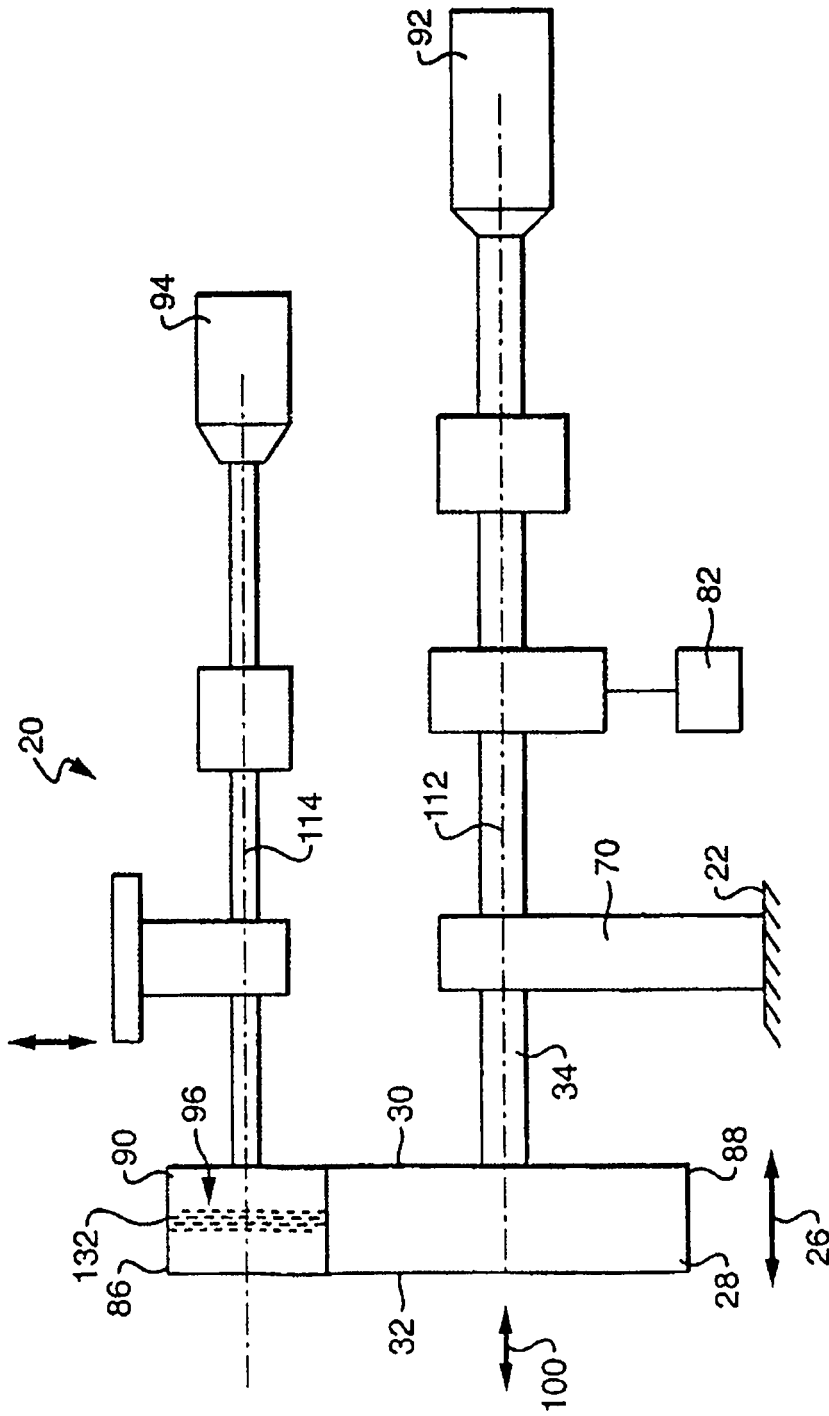


FIG. 2

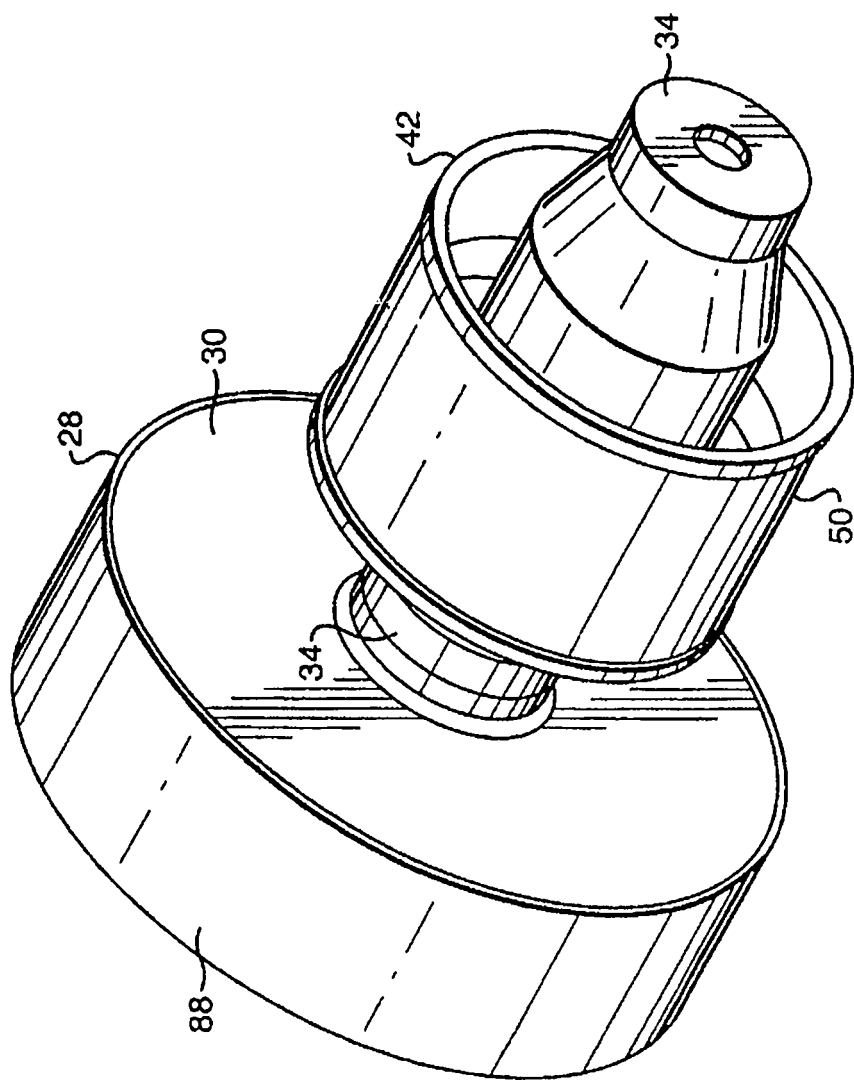
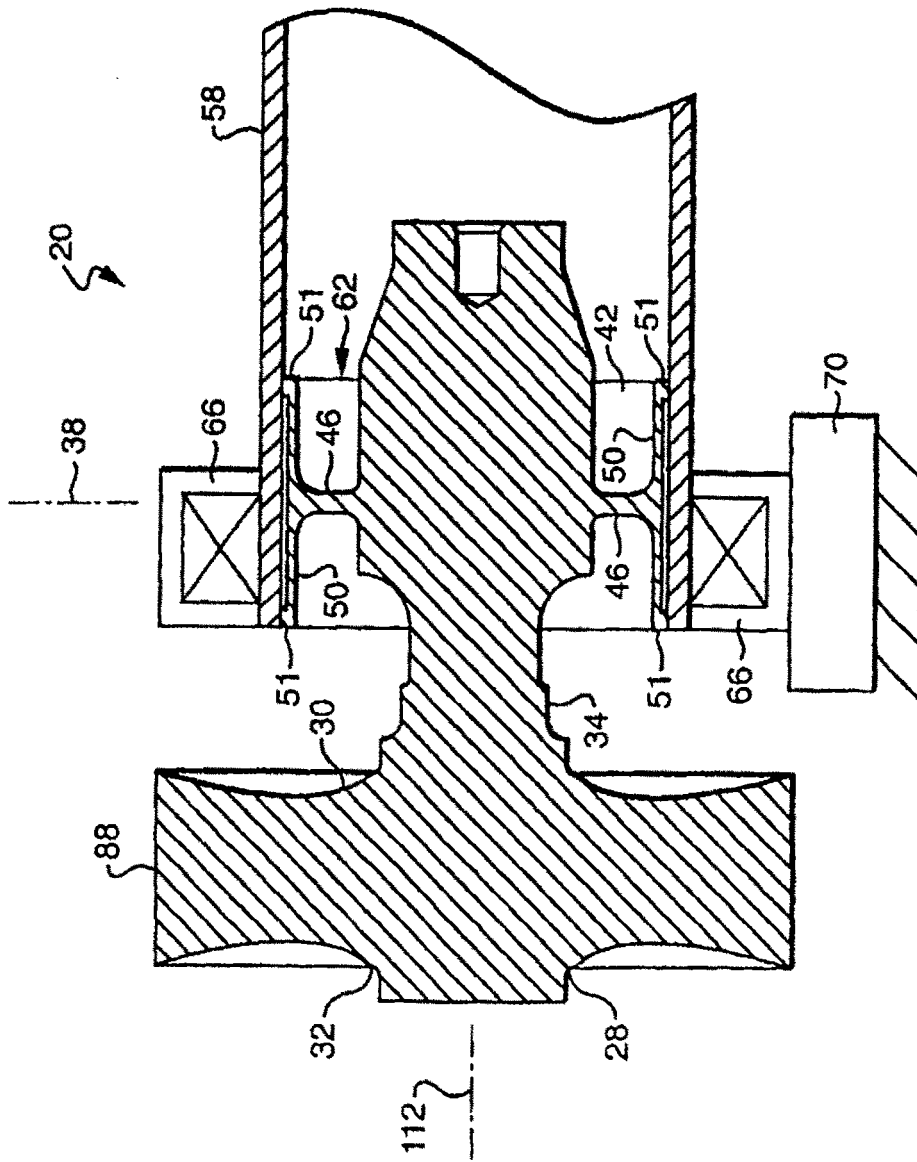


FIG. 3



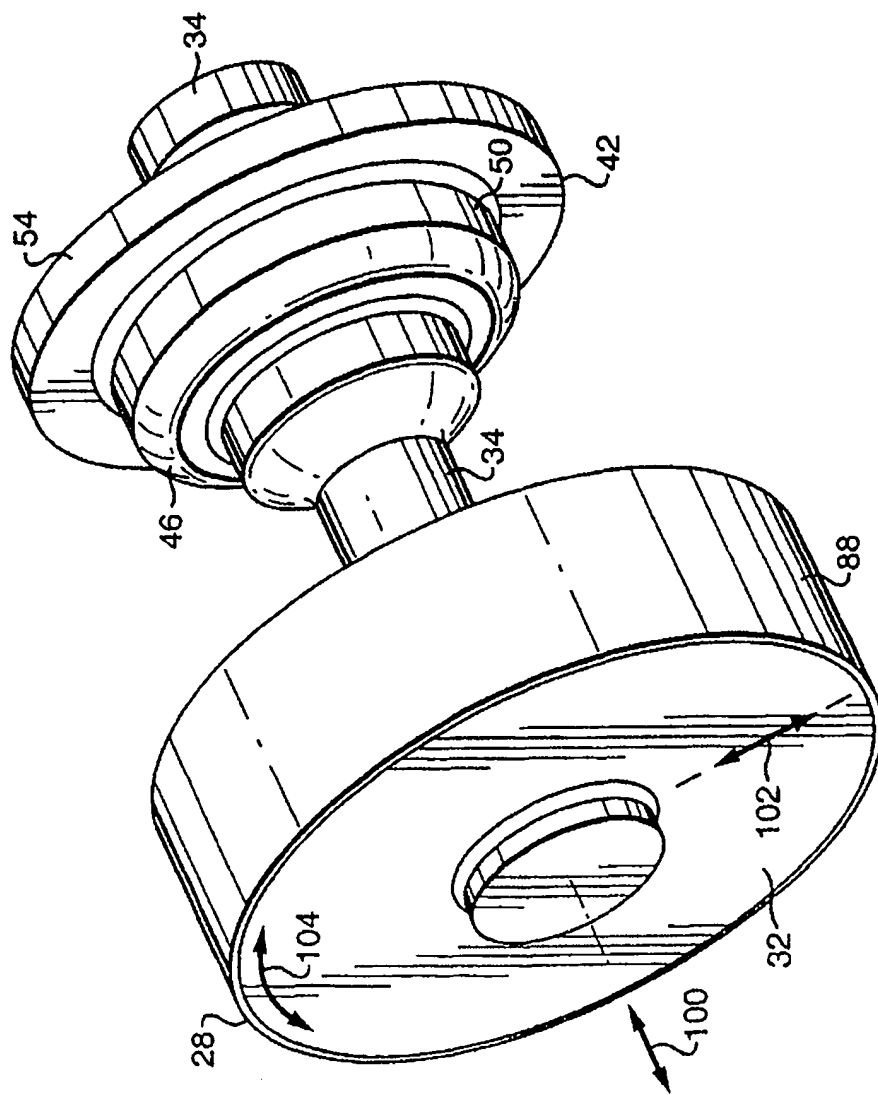


FIG. 5

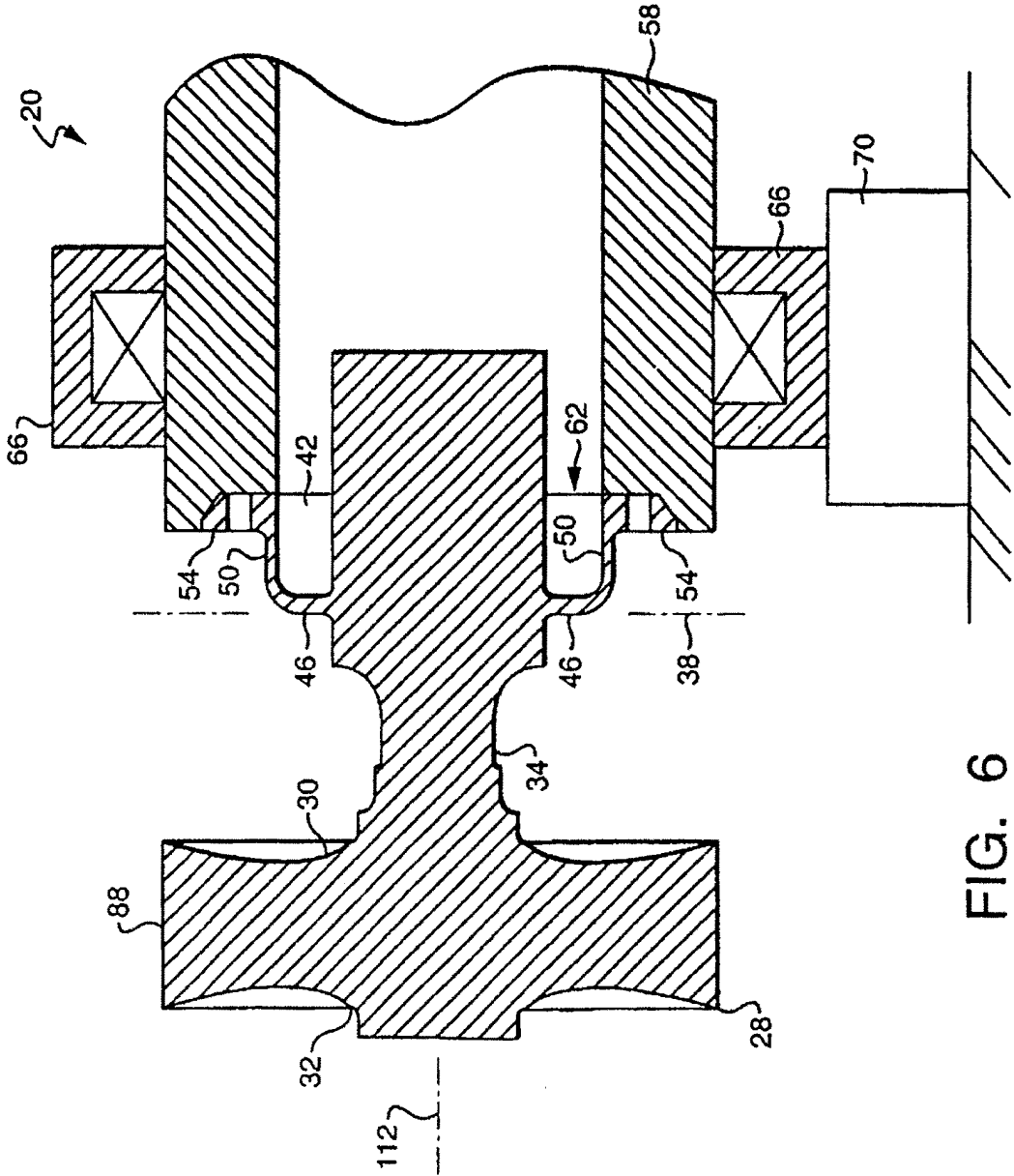


FIG. 6

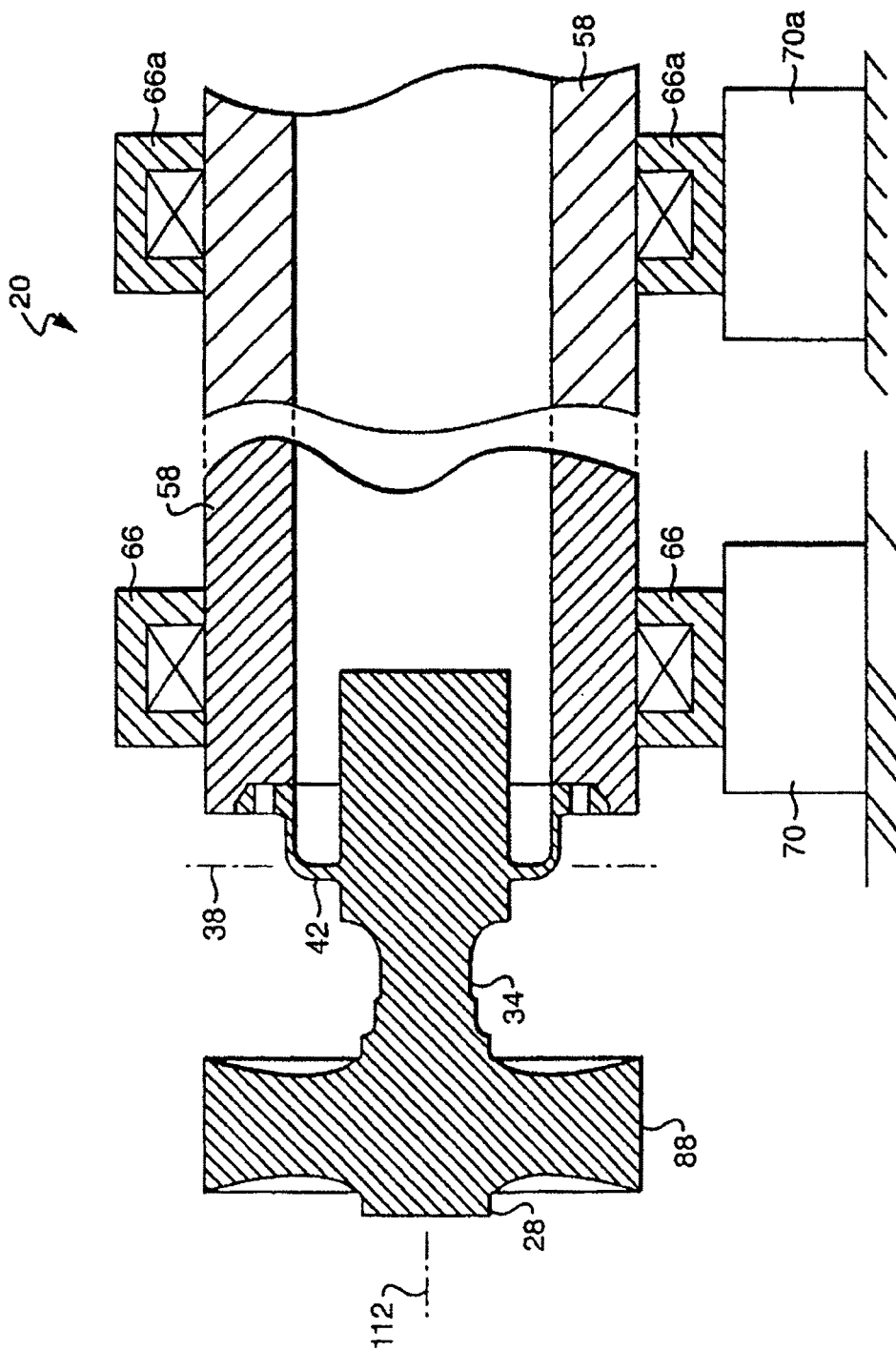


FIG. 6A

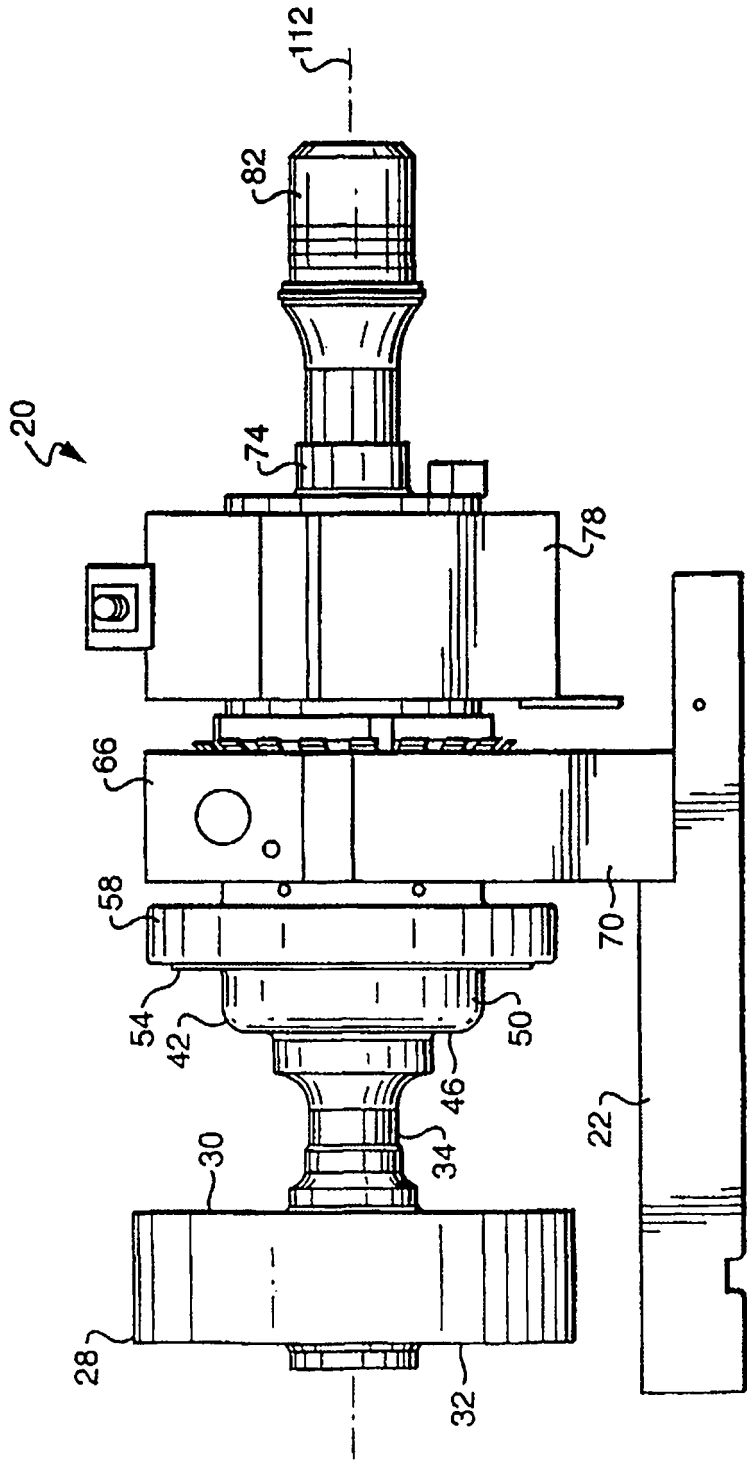


FIG. 7

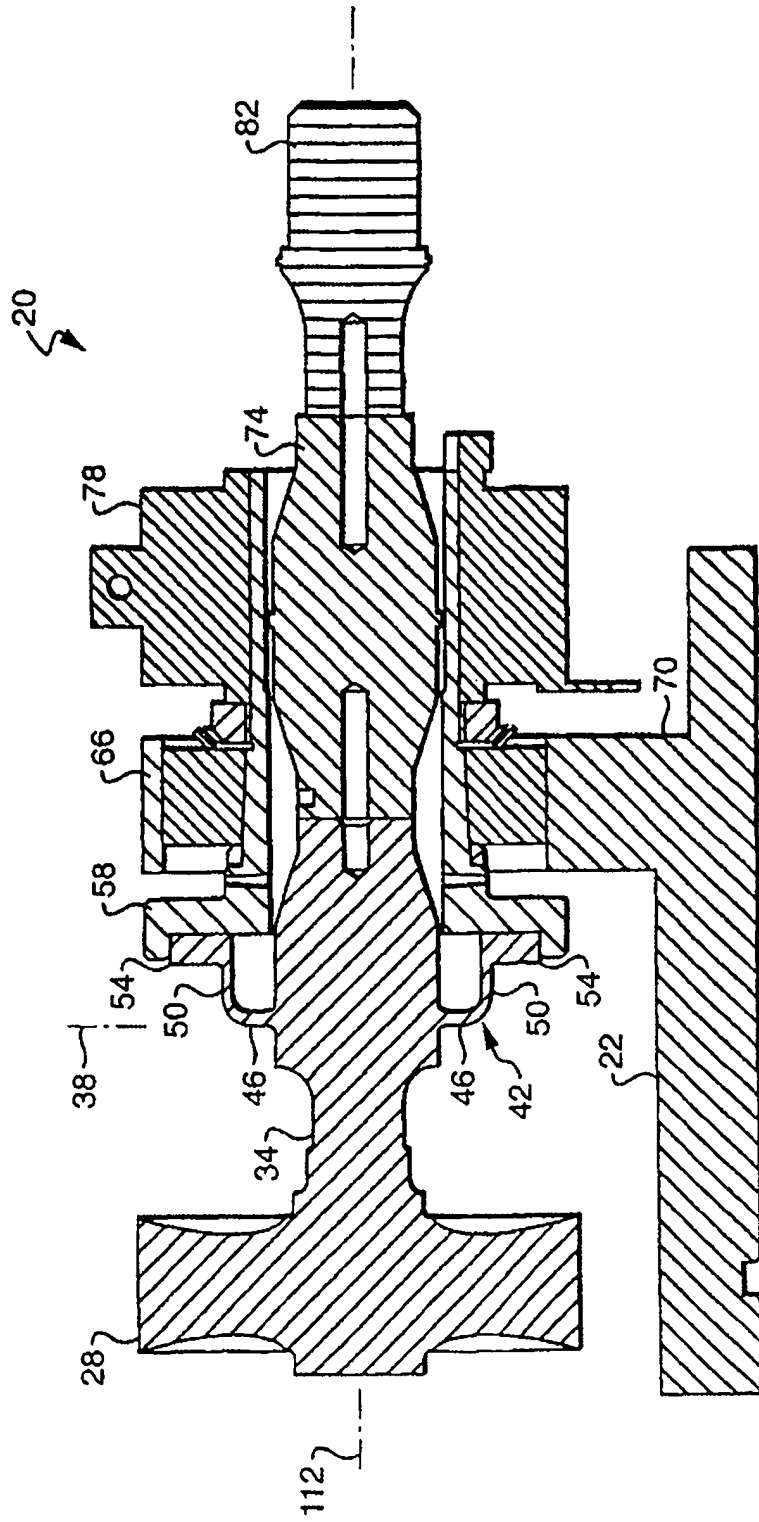


FIG. 8

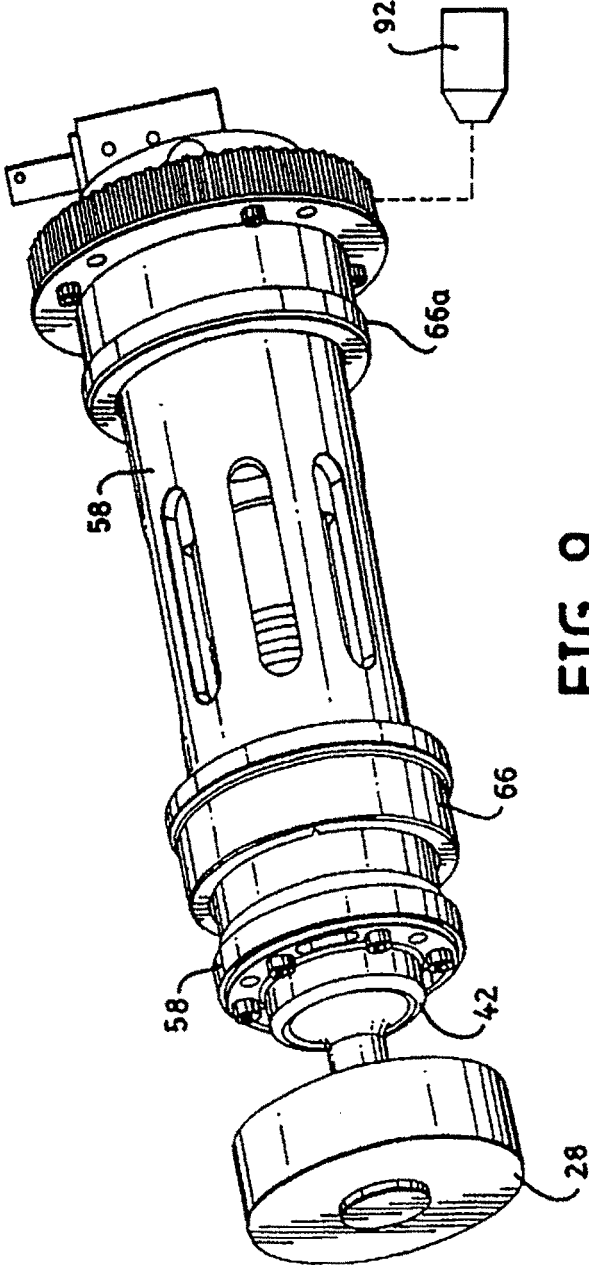


FIG. 9

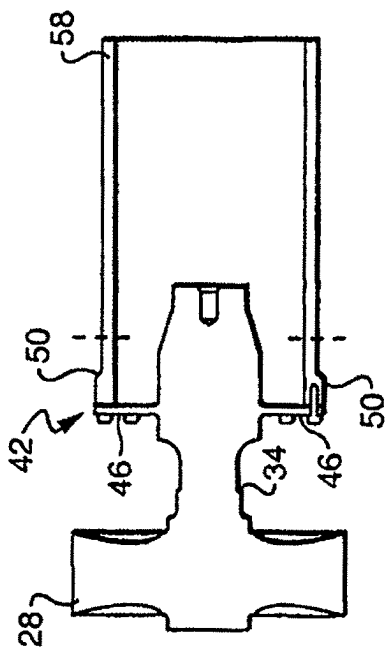


FIG. 10A

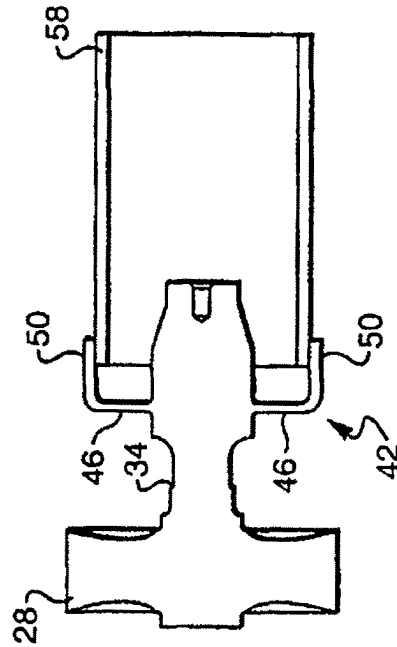


FIG. 10C

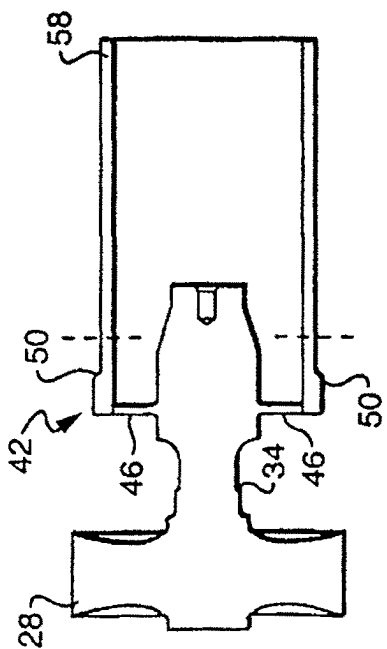


FIG. 10

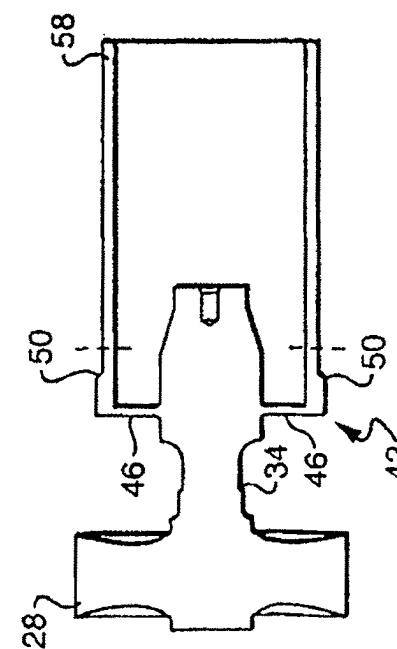


FIG. 10B

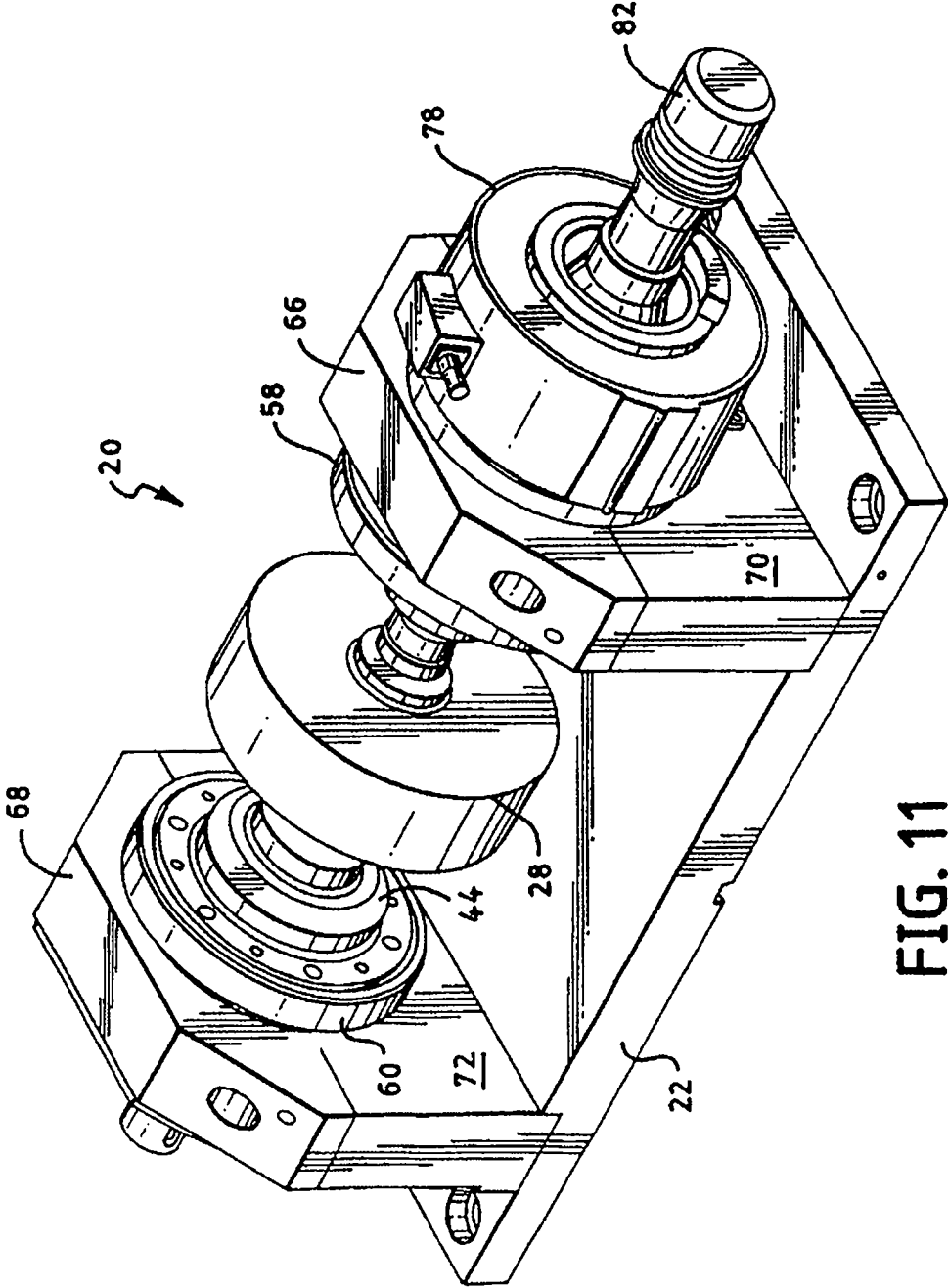


FIG. 11

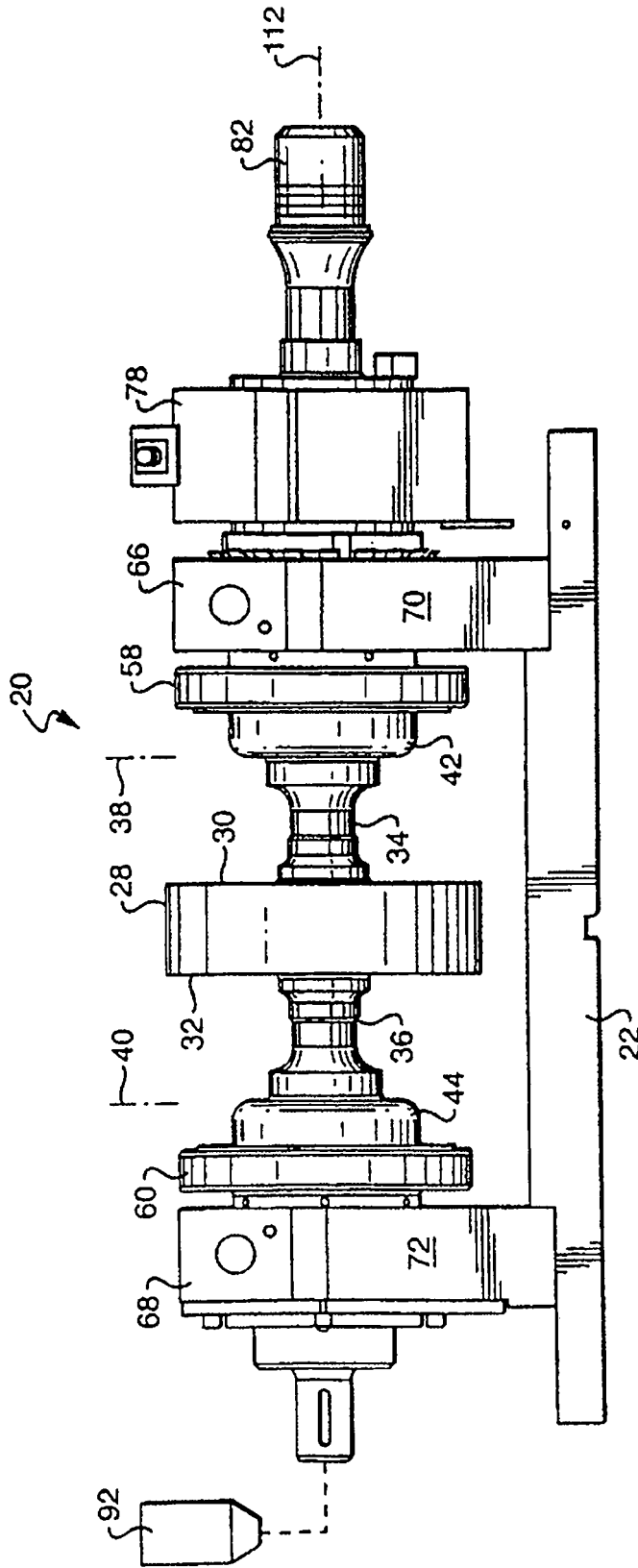


FIG. 12

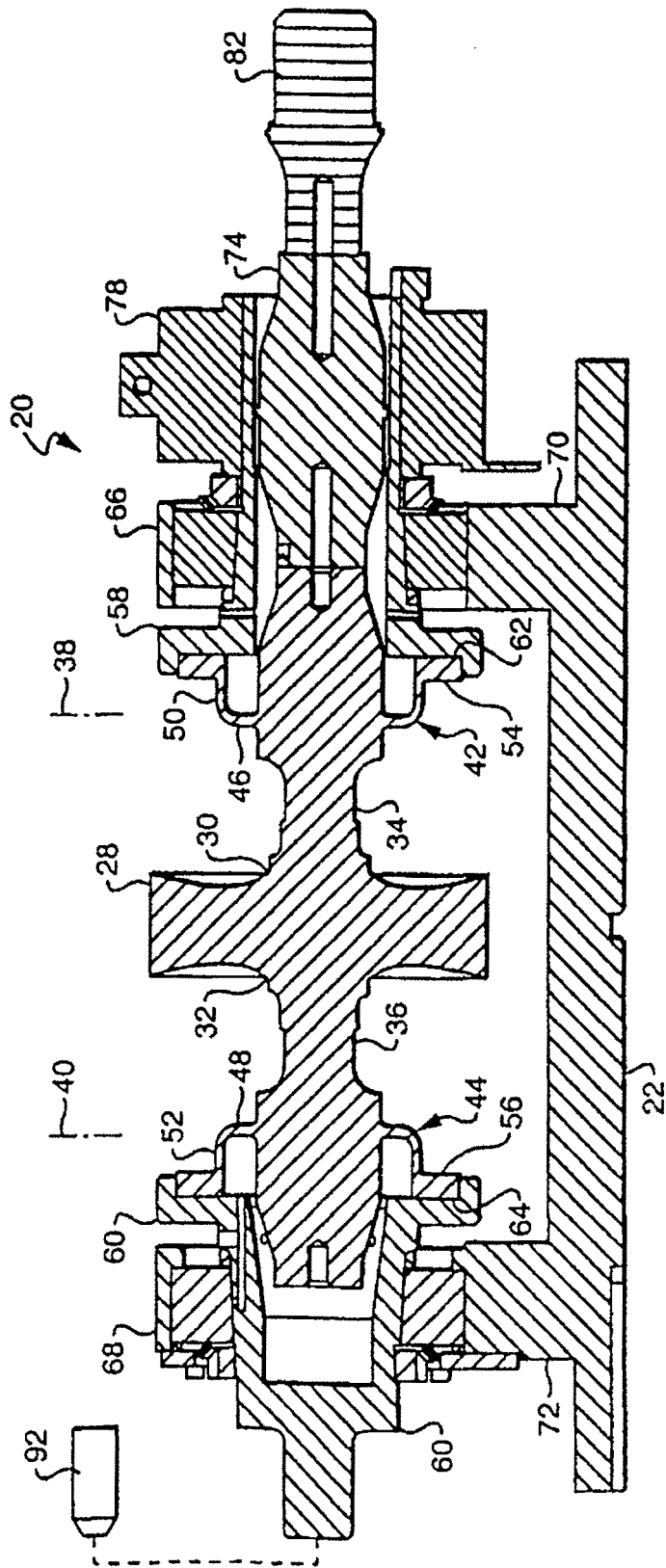


FIG. 13

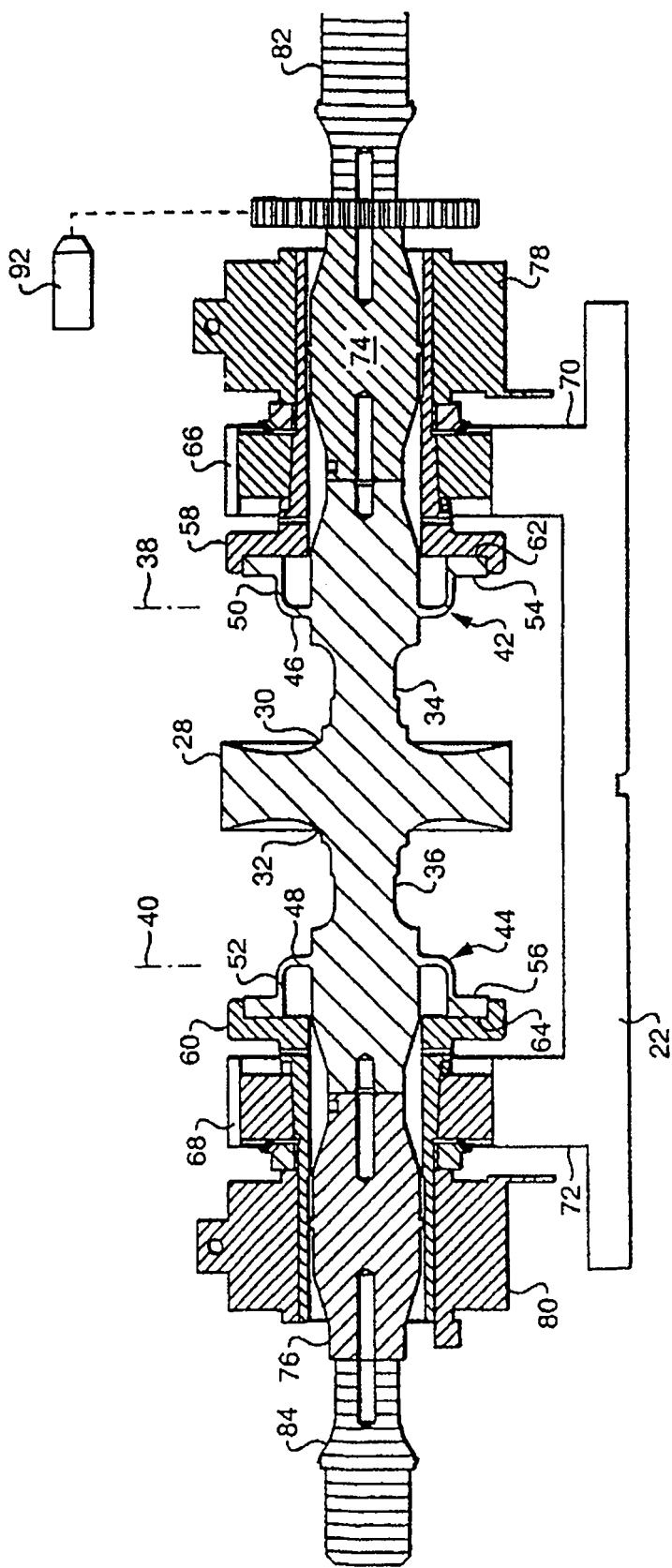
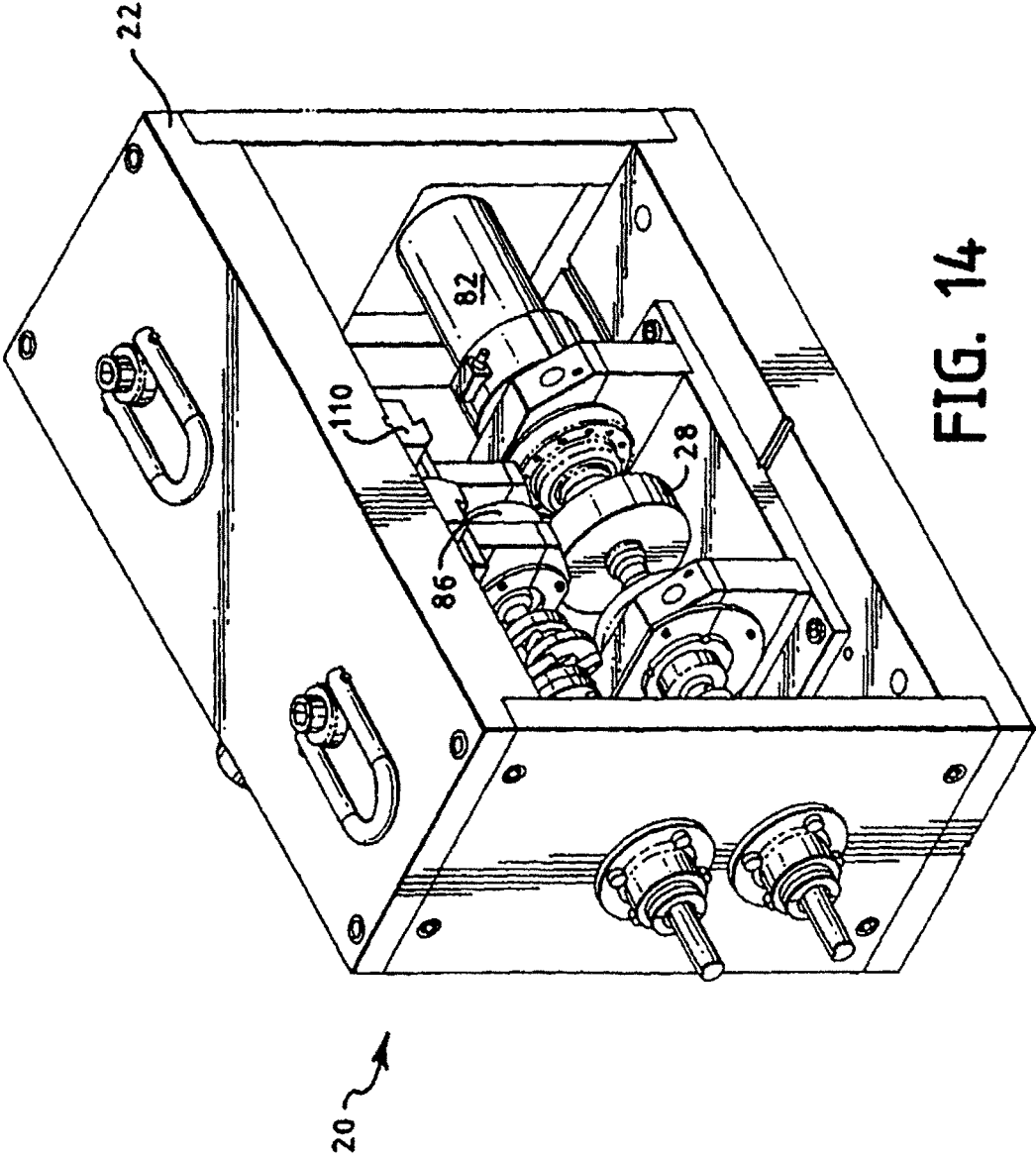


FIG. 13A



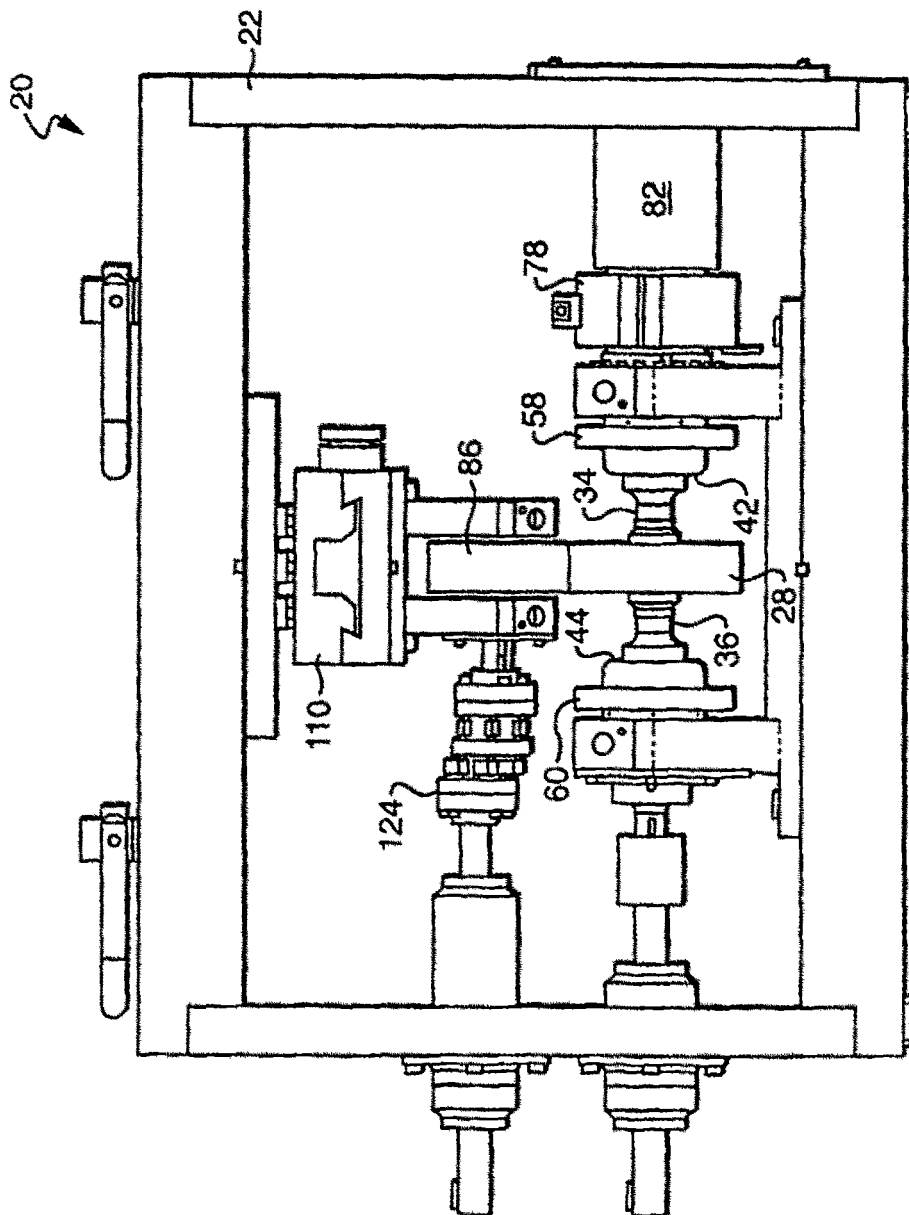


FIG. 15

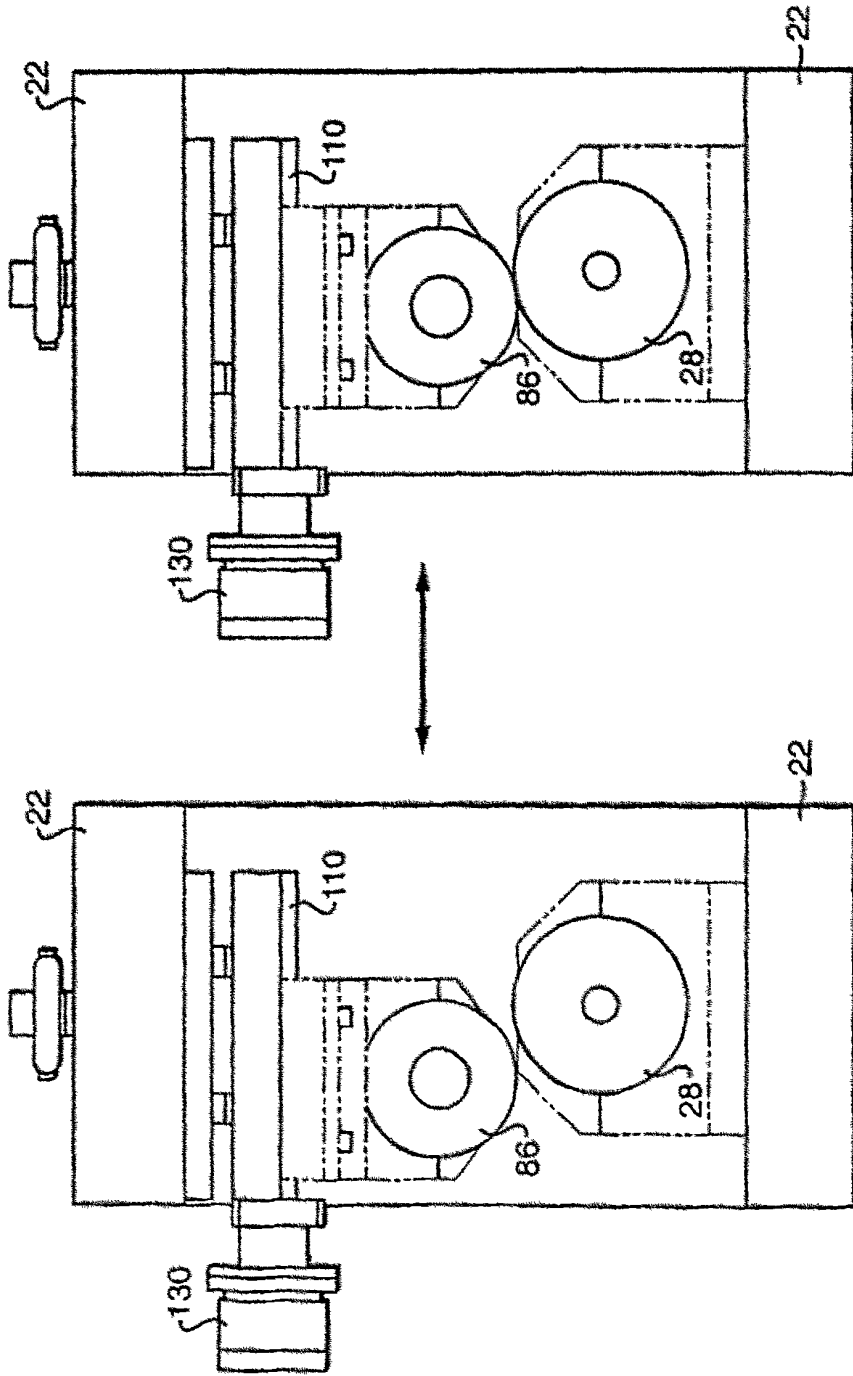


FIG. 16A

FIG. 16

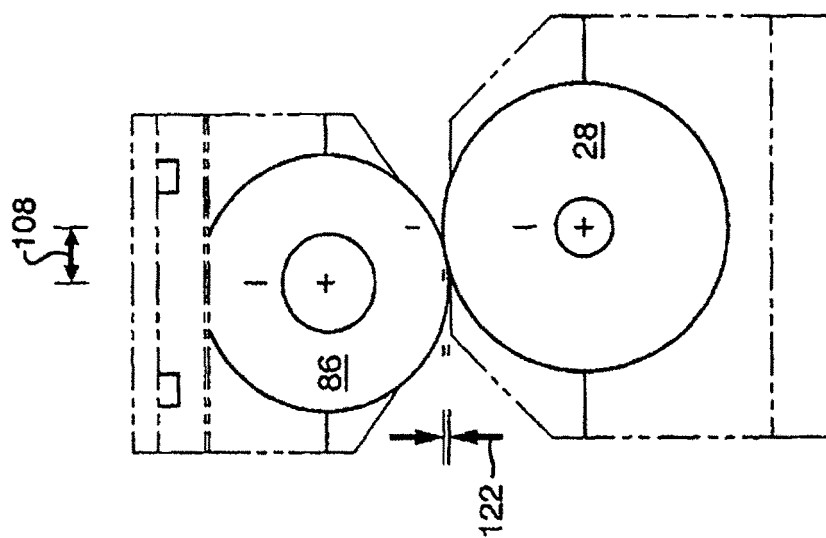


FIG. 17A

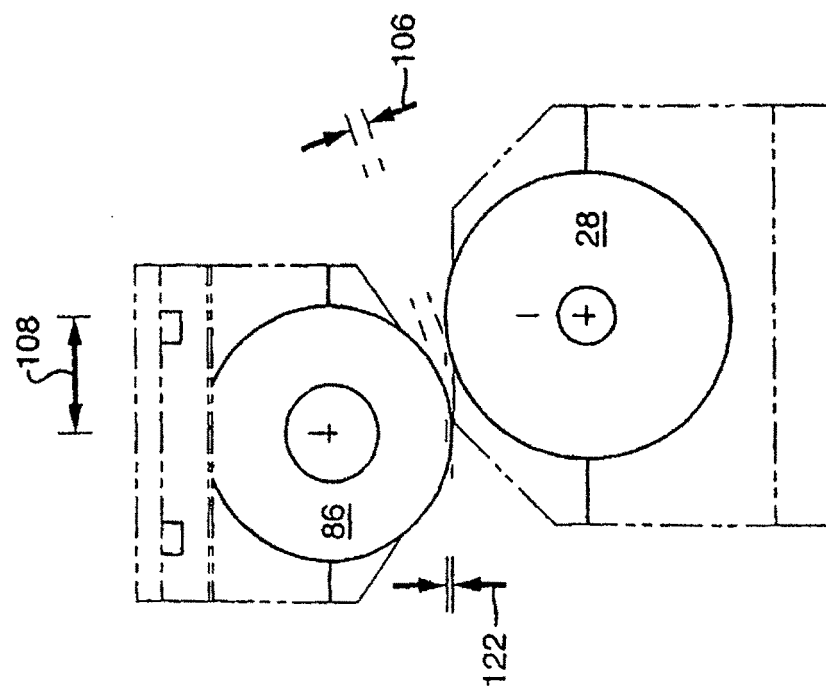


FIG. 17

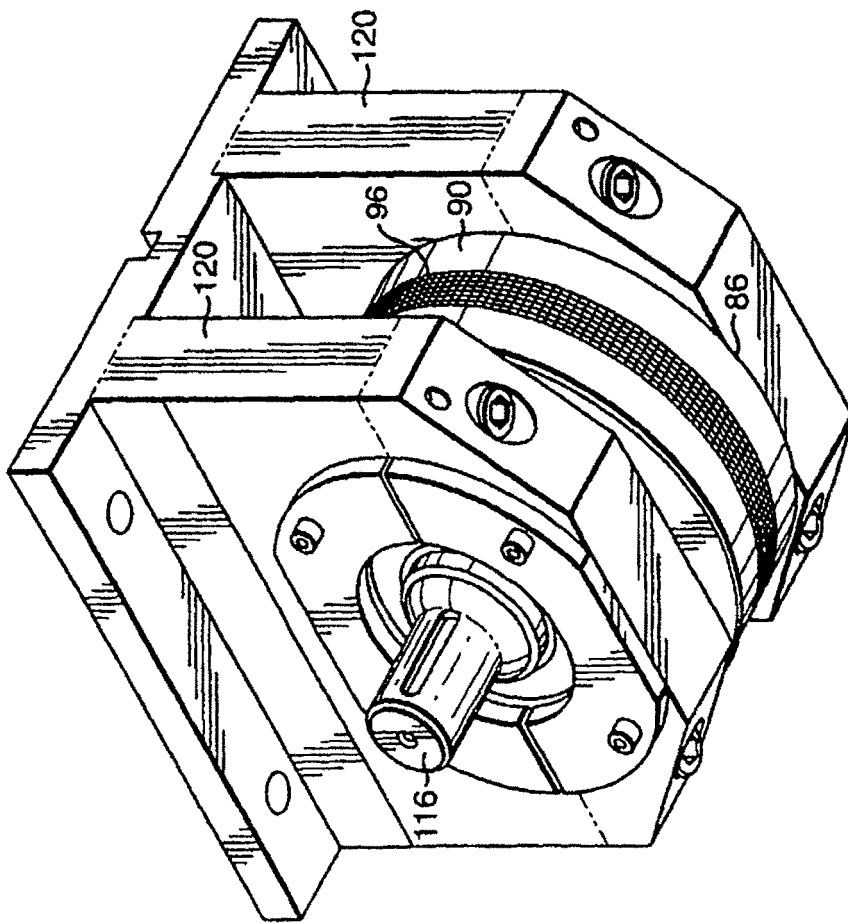


FIG. 18

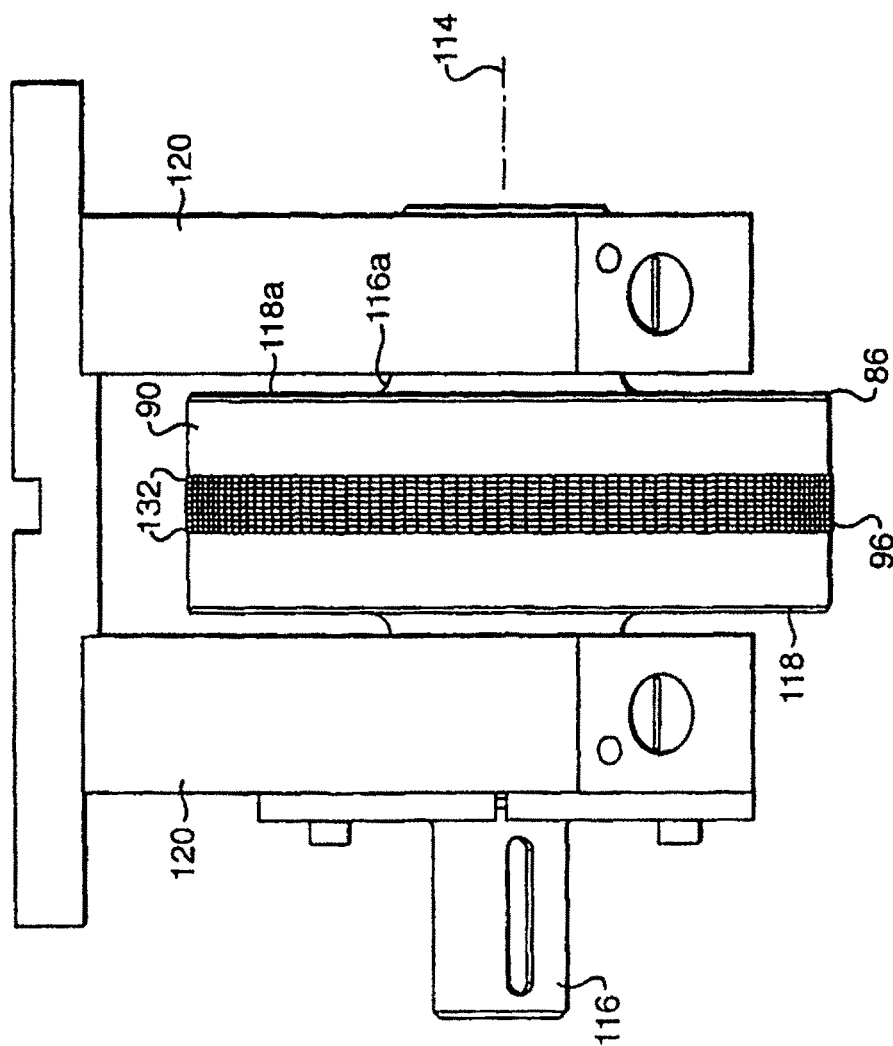


FIG. 19

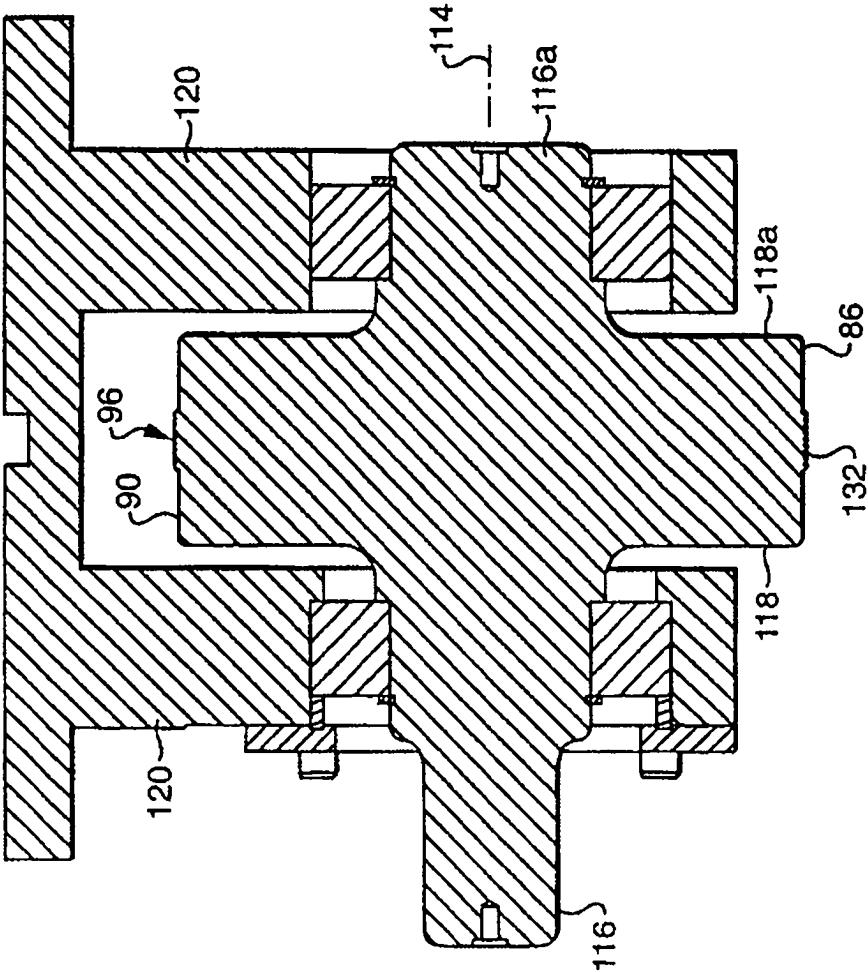


FIG. 20

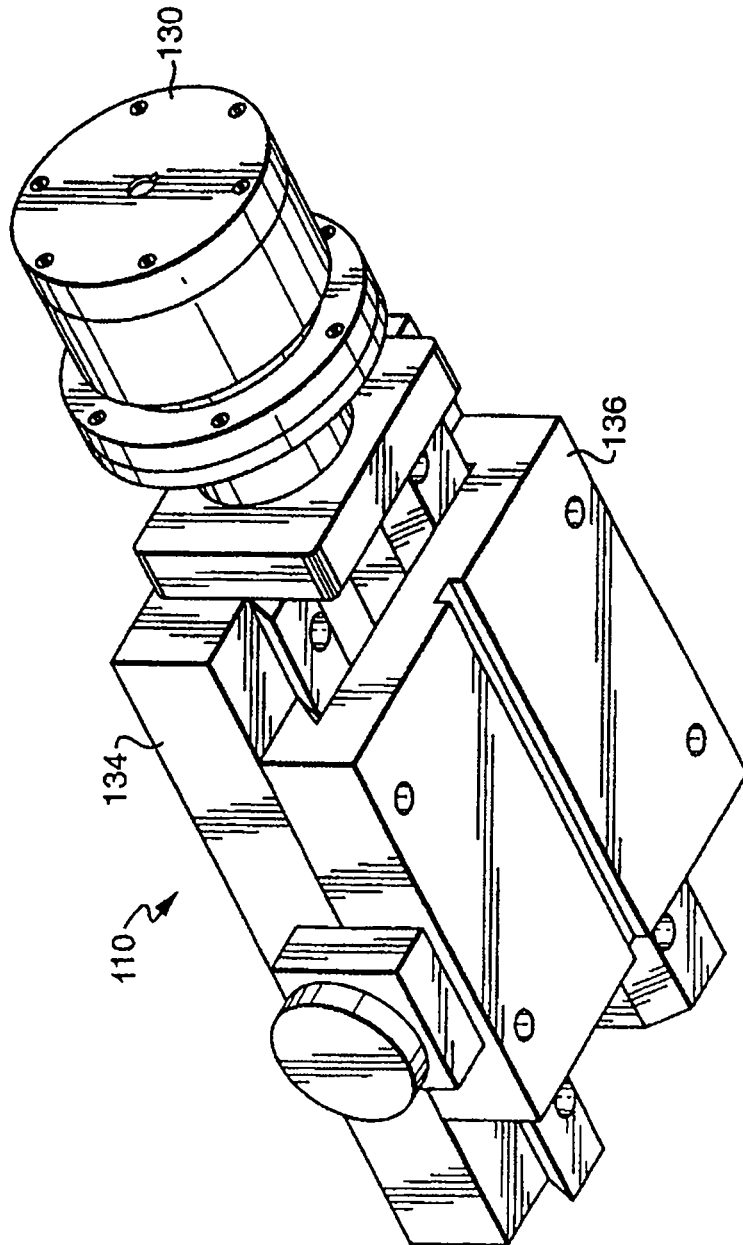


FIG. 21

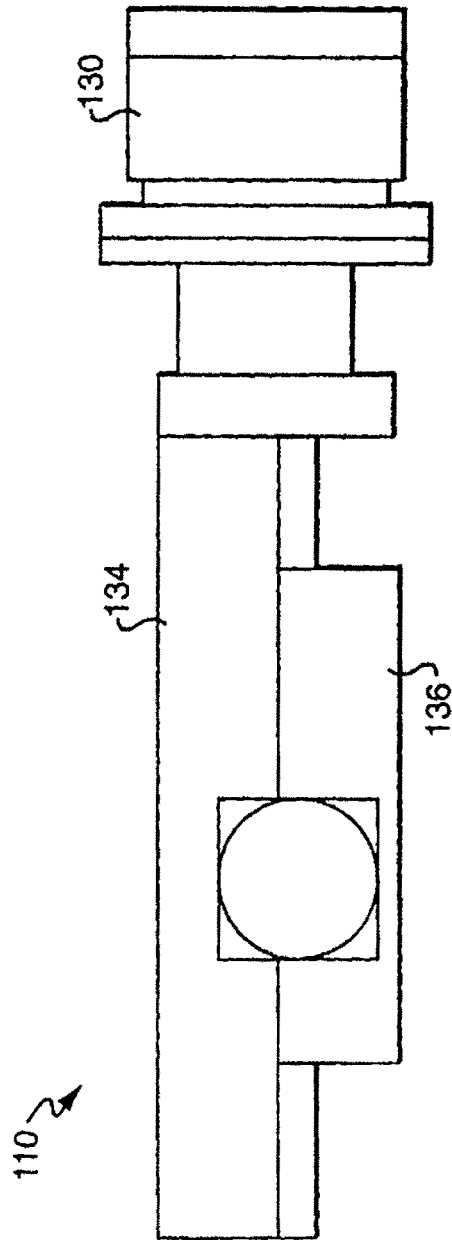


FIG. 22