



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 148**

51 Int. Cl.:

B06B 3/00 (2006.01)

B29C 65/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02749901 .1**

86 Fecha de presentación : **10.07.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1455957**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

54 Título: **Dispositivo giratorio de unión ultrasónica o procesador capaz de efectuar un proceso intermitente a gran velocidad.**

30 Prioridad: **18.12.2001 US 34178**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

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

72 Inventor/es: **McNichols, Patrick, Sean;**
Ehlert, Thomas, David;
Blenke, Timothy, James;
Husain, Tauhid;
Laughlin, Barton, Andrew;
Klemp, Paul, Gordon;
Condron, John, Ford y
Heller, Harold, Norbert

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

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

Dispositivo giratorio de unión ultrasónica o procesador capaz de efectuar un proceso intermitente a gran velocidad.

5 Sector de la invención

La presente invención se refiere, de manera general, a un método y aparato que se pueden utilizar para operaciones de procesos ultrasónicos. En casos específicos, el método y 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 aparato para procesos ultrasónicos que proporcionan un aislamiento operativo del sonotrodo giratorio, al tiempo que se utiliza un sistema de conexión que tiene rigidez y resistencia relativamente elevadas.

Antecedentes de la invención

Los sistemas ultrasónicos convencionales incluyen un sonotrodo giratorio que coopera con un yunque giratorio. Los sonotrodos ultrasónicos giratorios convencionales se soportan y se montan utilizando caucho u otros componentes elastoméricos para proporcionar aislamiento ultrasónico. Como resultado, los sonotrodos ultrasónicos presentan una baja rigidez estática, una baja rigidez dinámica y un grado excesivamente alto de descentrado o de otro tipo de desplazamiento durante su funcionamiento normal. Adicionalmente, los sistemas de sonotrodo ultrasónico convencionales utilizan técnicas de transmisión de par complicadas y poco fiables. Los documentos U.S.A. números 6.287.403, 6.123.792 y 5.976.316 dan a conocer, todos ellos, aparatos para procesos ultrasónicos.

Dichos sistemas de unión ultrasónica convencionales utilizan dispositivos hidráulicos o neumáticos para ajustar un punto seleccionado de contacto en el área de trabajo de la zona de pinzamiento entre el sonotrodo giratorio y el yunque giratorio. Se han utilizado bloques biselados ajustables y topes de tornillo ajustables para regular la presión y el alineamiento del pinzamiento. Los sistemas de ajuste utilizan típicamente un “tope duro” para establecer el control en el punto de contacto de la zona de pinzamiento. Los sistemas de ajuste son ineficientes en su funcionamiento, y no proporcionan un mecanismo adecuado para realizar ajustes suficientemente precisos. Adicionalmente, los sistemas de unión ultrasónica resultantes son inadecuados para operaciones que utilizan el intersticio fijo deseado entre un sonotrodo giratorio y un yunque giratorio, y han sido inadecuados para operaciones que utilizan una unión deseada intermitente.

Para paliar los diversos inconvenientes, los sistemas de unión ultrasónica convencionales utilizan ruedas de soporte adicionales para ayudar a mantener el sonotrodo ultrasónico en una posición deseada con relación al yunque giratorio que coopera con el mismo. Típicamente, las ruedas de soporte han sido 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 causa un desgaste excesivo en la superficie de trabajo del sonotrodo ultrasónico. Adicionalmente, el sonotrodo presenta un desgaste no uniforme, o requiere el uso de un mecanismo de oscilación para distribuir el desgaste más uniformemente. Los sistemas de transmisión de par necesarios para impulsar el sonotrodo giratorio son excesivamente caros, requieren un mantenimiento excesivo, y son difíciles de instalar y ajustar. Los sistemas de sonotrodo ultrasónico convencionales también crean zonas en la superficie de trabajo del sonotrodo que no son adecuadas para realizar operaciones de unión deseadas, y no proporcionan niveles suficientes de estabilidad dinámica. Adicionalmente, los sistemas de unión ultrasónica convencionales requieren ajustes muy importantes, y presentan mucha complejidad y costes excesivos. En el caso de que se utilicen caucho u otros materiales elásticos para proporcionar soportes de aislamiento acústico, los soportes pueden generar mucha energía reflejada si el material elastomérico está excesivamente comprimido. Como consecuencia, sigue habiendo una necesidad de sistemas de unión ultrasónica mejorados.

Breve descripción de la invención

De acuerdo con la presente invención, se da a conocer un aparato para procesos ultrasónicos de acuerdo con la reivindicación 1, y un método para procesos ultrasónicos de acuerdo con la reivindicación 9.

El método y aparato para procesos ultrasónicos incluyen un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio que está unido de manera operativa a un elemento de aislamiento que puede tener alta rigidez. Un elemento de yunque giratorio está situado de modo cooperativo para proporcionar el intersticio seleccionado sonotrodo-yunque, y un dispositivo impulsor automatizado está conectado a un accionador para ajustar automáticamente el intersticio de sonotrodo-yunque. Un procesador electrónico está configurado para supervisar una fuerza intermitente en el intersticio detectada desde una salida dispuesta en un sensor de fuerza, y para proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo impulsor automatizado para ajustar de esta manera el intersticio sonotrodo-yunque a efectos de mantener de manera operativa un valor objetivo de fuerza intermitente en el intersticio.

En una realización preferente, el método y aparato de proceso pueden incluir un elemento de sonotrodo ultrasónico giratorio unido de manera operativa a un primer elemento de aislamiento, y a un segundo elemento de aislamiento. El primer elemento de aislamiento es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección radial y una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección axial. En realizaciones preferentes, el segundo elemento de aislamiento puede presentar alta rigidez, y dicho elemento puede ser capaz de curvarse bajo el intervalo

de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección radial, y una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección axial.

En un aspecto particular, cada elemento de aislamiento puede tener un componente de aislamiento radial y un componente de aislamiento axial. Cada componente de aislamiento radial puede estar unido de manera operativa a un elemento de eje correspondiente, y puede estar configurado para extenderse al menos radialmente desde su elemento correspondiente de eje. El componente de aislamiento radial puede estar configurado para curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Cada componente de aislamiento axial puede estar unido de manera operativa a una parte operativa de un componente correspondiente de aislamiento radial, y puede estar configurado para extenderse al menos axialmente desde su componente correspondiente de aislamiento radial. El componente de aislamiento axial puede estar configurado para curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo.

En realizaciones preferentes, el método y aparato de la presente invención pueden dar a conocer un sistema característico de sonotrodo ultrasónico giratorio que incluye una guía de ondas correspondiente y al menos un elemento de aislamiento que tiene rigidez y resistencia elevadas. El elemento de aislamiento es capaz de aislar de manera operativa el movimiento radial que puede surgir en el nodo longitudinal de una guía de ondas, y es capaz de proporcionar un ancho de banda suficiente para compensar los cambios nodales que se pueden presentar durante el funcionamiento normal. El elemento de aislamiento puede proporcionar también rigidez mejorada para reducir las flexiones bajo carga. La rigidez aumentada puede ayudar a mantener la concentricidad, y ayudar a reducir los desplazamientos descentrados. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede transmitir par más eficientemente y puede proporcionar una eficacia y un rendimiento mejorados. El elemento de aislamiento puede estar también configurado para reducir las concentraciones de esfuerzos y para aumentar la resistencia a la fatiga, y es capaz de proporcionar 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 componentes de aislamiento elastoméricos, y pueden eliminar la necesidad de anillos tóricos elastoméricos convencionales y los accesorios asociados a los anillos de aislamiento. El método y aparato pueden reducir también la necesidad de chavetas de transmisión de par, y pueden evitar el uso de ruedas de soporte auxiliares para mantener las posiciones deseadas del sonotrodo giratorio y el yunque giratorio.

Adicionalmente, el sistema de ajuste puede estar configurado para modificar más eficazmente la zona de pinzamiento u otra zona para procesos ultrasónicos entre el sonotrodo giratorio y el yunque giratorio. Disposiciones particulares son capaces de proporcionar un reglaje que puede permitir un ajuste más eficiente y más preciso de una zona en el intersticio del pinzamiento entre el sonotrodo y el yunque. El sistema de ajuste puede estar configurado además para proporcionar una regulación activa de la zona de pinzamiento, y la regulación se puede realizar durante el funcionamiento del método y aparato. El sistema de ajuste del método y aparato se puede proporcionar de manera continua, y la regulación de la zona en el intersticio de pinzamiento se puede efectuar sin el uso de un componente de tope duro. Adicionalmente, la capacidad para modificar selectivamente el intersticio de pinzamiento puede ayudar a compensar los cambios en el método y aparato, que se pueden presentar durante la operación de proceso. Dichos cambios pueden estar causados por desgaste mecánico, variaciones de temperatura, variaciones del material de trabajo que está siendo unido, y similares. Las configuraciones para procesos ultrasónicos proporcionadas por el método y aparato de la presente invención pueden facilitar también ventajosamente aquellas operaciones que utilizan el intersticio fijo deseado entre un sonotrodo giratorio y un yunque giratorio. Las configuraciones para procesos ultrasónicos pueden proporcionar además una regulación controlada de una fuerza de proceso seleccionada, y un ajuste automático de una zona en el intersticio de proceso. Además, las configuraciones para procesos ultrasónicos dadas a conocer por la presente invención pueden proporcionar también un comportamiento mejorado cuando se efectúa una operación de proceso intermitente deseada, tal como una unión intermitente.

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas adicionales 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 esquemática, desde un lado, de un método y aparato representativos que pueden incorporar la presente invención;

la figura 2 muestra una vista esquemática, desde un extremo, de un método y aparato representativos que pueden incorporar la presente invención;

la figura 3 muestra una vista representativa, en perspectiva, de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento representativos que se pueden utilizar con el método y aparato de la invención;

la figura 4 muestra una vista esquemática de una sección transversal por una configuración montada rotativamente del elemento de sonotrodo y del elemento de aislamiento mostrados en la figura 3;

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

ES 2 294 148 T3

la figura 6 muestra una vista esquemática de una sección por una configuración montada rotativamente del elemento de sonotrodo y del elemento de aislamiento mostrados en la figura 5;

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

la figura 7 muestra una vista esquemática, desde un lado, de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento representativos montados con componentes asociados en un cojinete sustancialmente no elástico;

10 la figura 8 muestra una vista esquemática de una sección por el elemento de sonotrodo y el elemento de aislamiento montados, mostrados en la figura 7;

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

20 la figura 10 muestra una vista esquemática de una sección por una configuración de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento, en la que este último tiene un componente de aislamiento axial que está dispuesto separadamente del componente de aislamiento radial, y el componente de aislamiento axial está formado integralmente con un elemento de acoplamiento que coopera con el mismo;

25 la figura 10A muestra una vista esquemática de una sección por otra configuración de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento, en la que este último tiene un componente de aislamiento axial que está dispuesto separadamente del componente de aislamiento radial, y el componente de aislamiento axial está formado integralmente con un elemento de acoplamiento que coopera con el mismo;

30 la figura 10B muestra una vista esquemática de una sección por una configuración de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento, en la que este último tiene un componente de aislamiento axial que está dotado integralmente del componente de aislamiento radial, y el elemento de aislamiento está formado integralmente con un elemento de acoplamiento que coopera con el mismo;

la figura 10C muestra una vista esquemática de una sección por una configuración de un elemento de sonotrodo y un elemento de aislamiento, en la que un elemento de acoplamiento que coopera con el mismo está encajado a presión en el componente de aislamiento axial del elemento de aislamiento;

35 la figura 11 muestra una vista representativa y esquemática, en perspectiva, de un método y aparato que pueden incorporar una configuración que tiene un elemento de sonotrodo montado con una configuración de puente con separaciones intermedias, y que incluye un par de elementos de aislamiento que tienen rigidez y resistencia elevadas y que están situados en lados opuestos del elemento de sonotrodo;

40 la figura 12 muestra una vista representativa, desde un extremo, de un elemento de sonotrodo que está montado en una configuración de puente con un par de elementos de aislamiento que tienen rigidez y resistencia elevadas;

45 la figura 13 muestra una vista representativa de una sección por el elemento de sonotrodo y los elementos de aislamiento dobles que se muestran en la figura 12;

la figura 13A muestra una vista representativa de una sección por una disposición en la que una serie de excitadores ultrasónicos están conectados de manera operativa al elemento de sonotrodo;

50 la figura 14 muestra una vista representativa, en perspectiva, de un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque que coopera con el mismo en una configuración que se puede utilizar con un método y aparato de la invención;

la figura 15 muestra una vista representativa, desde un extremo, del aparato y método mostrados en la figura 14;

55 la figura 16 muestra una vista representativa, desde un lado, del aparato y método ilustrados en la figura 15, y muestra un sistema para ajustar el intersticio entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque que coopera con el mismo;

60 la figura 16A muestra otra vista lateral, esquemática, de un método y un aparato representativos que han sido movidos para ajustar y reducir el intersticio entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque que coopera con el mismo;

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

65 la figura 17A muestra una vista lateral, esquemática y a mayor escala, de una zona, ajustada y reducida, en el intersticio entre un elemento de sonotrodo y un elemento de yunque que coopera con el mismo;

la figura 18 muestra una vista representativa, en perspectiva, de un conjunto de yunque y de componentes de montaje asociados que se pueden utilizar con un método y aparato de la invención;

la figura 19 muestra una vista representativa, desde un extremo, del conjunto de yunque y de componentes de montaje asociados que se muestran en la figura 18;

la figura 20 muestra una vista representativa de una sección por el elemento de yunque y los componentes de montaje asociados que se muestran en la figura 19;

la figura 21 muestra una vista representativa, en perspectiva, de una corredera en cola de milano que se puede incorporar como un dispositivo de transferencia para mover selectivamente el elemento de yunque;

la figura 22 muestra una vista representativa, desde un lado, de la corredera en cola de milano que se muestra en la figura 21;

la figura 23 muestra de manera representativa una vista en sección, parcial, de un sistema para detectar un nivel de fuerza de proceso a efectos de controlar el intersticio de proceso;

la figura 24 muestra una vista representativa y esquemática de un sistema controlado electrónicamente para regular automáticamente una fuerza de proceso y el intersticio de proceso;

la figura 25 muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento seleccionado de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar;

la figura 25A muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento alternativo de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar;

la figura 25B muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento seleccionado de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un ejemplo de un elemento laminar discontinuo de material objetivo a trabajar;

la figura 25C muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento seleccionado de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de otro elemento laminar discontinuo de material objetivo a trabajar;

la figura 25D muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento alternativo de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un elemento laminar discontinuo de material objetivo a trabajar;

la figura 26 muestra una vista representativa y esquemática de un sistema controlado electrónicamente para regular automáticamente una fuerza de proceso y el intersticio de proceso en un sistema de proceso dispuesto para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo discontinuo, intermitente, que está distribuido a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar;

la figura 26A muestra una forma representativa de onda de voltaje que se puede generar durante una operación de proceso intermitente.

Descripción detallada de la invención

El método y aparato que incorpora la presente invención se pueden utilizar en cualquier operación para procesos ultrasónicos operativo. Entre los ejemplos representativos de dichas operaciones de proceso se pueden incluir el corte ultrasónico, la perforación ultrasónica, la unión ultrasónica, la soldadura ultrasónica, el embutido ultrasónico, el plegado ultrasónico o la activación ultrasónica por calor, o similar, así como combinaciones de las mismas.

En la presente descripción, los términos “unión” y “soldadura” se pueden usar de modo intercambiable, y se refieren a la unión sustancialmente permanente de al menos una capa de un material con otra capa de un material similar o diferente. No se considera que la naturaleza de los materiales a unir sea crítica. Sin embargo, la presente invención es particularmente útil en la unión de dos o más capas de materiales, tales como telas tejidas, telas no tejidas y películas.

El término “tela” se usa ampliamente en la presente descripción para dar a entender una lámina o elemento laminar de material fibroso tejido o no tejido. La capa de tela o película puede ser continua, como en un rollo, o puede ser discontinua.

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

Se darán a conocer y se describirán las configuraciones representativas del método y aparato, por ejemplo, con referencia a una operación de unión ultrasónica. Será evidente que se puede conseguir una unión o soldadura adecuada mediante una variedad de mecanismos. Por ejemplo, la unión puede producirse a partir de la fusión parcial o completa en la zona de unión de todos los materiales a unir. En este caso, existe una fusión parcial o completa de dichos materiales en la zona de unión. Alternativamente, la unión puede producirse a partir de la fusión parcial o completa de uno de los materiales a unir, fluyendo el material parcial o completamente fundido hacia adentro de los materiales adyacentes o sobre los mismos, lo que da como resultado, a su vez, una interconexión mecánica de un material con otro.

La presente descripción se expresará desde el punto de vista de sus diversos componentes, elementos, construcciones, configuraciones y disposiciones a los que se puede hacer referencia también individual o colectivamente por las expresiones, “aspecto o aspectos” de la invención, característica o características de la invención, o por otras expresiones similares. Se contempla que las diversas formas de la invención descrita pueden incorporar uno o más de sus diversos aspectos y características.

Se deberá observar también que, cuando se utilizan en la presente descripción, los términos “comprende”, “que comprende” y otros que se derivan del término con raíz “comprender” están destinados a ser términos que tienen una terminación abierta, especificando la presencia de cualquier característica, elemento, conjunto, etapa o componente indicado, y no están destinados a excluir la presencia o adición de una o más características, elementos, conjuntos, etapas, componentes, o grupos de los mismos.

La tecnología de la invención se puede configurar para producir diversos tipos de artículos deseados. Dichos artículos pueden ser, por ejemplo, vestidos, fundas, batas, paños, prendas de vestir, embalajes, o similares. Los artículos también pueden ser artículos absorbentes, y estos últimos pueden incluir pañales infantiles, ropa interior de aprendizaje para niños, artículos de cuidado femenino, prendas de vestir para la incontinencia en adultos, y similares. Los artículos pueden ser de un solo uso y estar previstos para un uso limitado. Típicamente, los artículos desechables no están previstos para su lavado y reutilización.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el proceso y aparato de la invención pueden tener una dirección longitudinal o de la máquina (24) que se extiende longitudinalmente, una dirección transversal lateral (26) que se extiende transversalmente, y una dirección z. Para los objetivos de la presente descripción, la dirección de la máquina (24) es la dirección a lo largo de la que se transporta longitudinalmente un componente o material particular a lo largo y a través de una posición local particular del aparato y método. La dirección transversal (26) se encuentra, de modo general, dentro del plano del material que se está transportando en el proceso, y está alineada perpendicularmente con la dirección local de la máquina (24). La dirección z está alineada de modo sustancialmente perpendicular tanto con la dirección de la máquina (24) como con la dirección transversal (26), y se extiende, de modo general, según una dimensión de grosor o de profundidad.

Con referencia a las figuras 1, 2 y 5, los diversos componentes utilizados con 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 señalado 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 una trayectoria orbital alrededor del eje de giro del componente o elemento seleccionado, y está alineada de modo sustancialmente perpendicular con la dirección radial (102) y de modo sustancialmente perpendicular con la dirección axial (100).

Tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, un método y aparato (20) representativos para tratar por ultrasonidos un material objetivo (98) incluyen un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) giratorio y un elemento de yunque ultrasónico (86) giratorio que coopera con el mismo. En una configuración particular, el método y aparato están dispuestos para proporcionar una operación de unión. El elemento de yunque (86) giratorio puede estar situado de modo cooperativo, próximo al elemento de sonotrodo (28), y una fuente de energía ultrasónica o un excitador ultrasónico (82) puede estar conectado de manera operativa al elemento de sonotrodo. Típicamente, el elemento de sonotrodo y el elemento de yunque pueden estar configurados para girar uno en sentido contrario respecto al otro, y proporcionar una zona de pinzamiento entre los mismos en la que se puede efectuar la operación de unión ultrasónica. Un dispositivo impulsor adecuado (92) del sonotrodo puede estar configurado para hacer girar el elemento de sonotrodo, y un dispositivo impulsor (94) adecuado de yunque puede estar configurado para hacer girar el elemento de yunque. El dispositivo impulsor de sonotrodo y el dispositivo impulsor de yunque pueden estar accionados por mecanismos de impulsión individuales, dispuestos separadamente, o pueden estar accionados por el mismo mecanismo de impulsión. En una disposición particular, el mecanismo de impulsión seleccionado puede hacer girar el elemento de sonotrodo, y el elemento de yunque puede estar impulsado por una presión de contacto que se genera en la zona de pinzamiento entre el elemento de sonotrodo (28), el material objetivo a trabajar (98) y el elemento de yunque (86). Los sistemas de impulsión adecuados pueden incluir tomas de fuerza desde un eje de transmisión motorizado, motores en general, motores de combustión, motores eléctricos, o similares, así como combinaciones de los mismos.

El elemento de yunque giratorio (86) tiene un eje de giro (114), y se puede hacer girar gracias a su dispositivo impulsor en giro (94) correspondiente para proporcionar una velocidad del yunque mínima en su superficie periférica exterior (90). En un aspecto particular, la velocidad periférica del yunque puede ser al menos un mínimo de aproximadamente 5 m/min. La velocidad periférica del yunque puede ser de modo alternativo al menos aproximadamente 7

m/min, y de modo opcional, puede ser al menos aproximadamente 9 m/min para obtener un comportamiento mejorado. En otro aspecto, la velocidad periférica del yunque puede ser hasta un máximo de aproximadamente 700 m/min o más. La velocidad periférica del yunque puede ser de modo alternativo hasta aproximadamente 600 m/min, y de modo opcional, puede ser hasta aproximadamente 550 m/min para obtener una eficacia mejorada. La velocidad del yunque puede ser sustancialmente constante, o puede ser no constante o variable, tal como se desee.

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

El elemento de sonotrodo (28) tiene un eje de giro (112), y se puede hacer girar gracias a su dispositivo impulsor (92) giratorio correspondiente para proporcionar una velocidad del sonotrodo en su superficie periférica exterior (88) que sea sustancialmente igual a la velocidad periférica del yunque. Opcionalmente, la velocidad periférica del elemento de sonotrodo (28) puede estar desajustada respecto a la velocidad periférica del elemento de yunque (86), y no ser igual a la misma.

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

Un excitador ultrasónico (82) puede estar conectado de manera operativa para dirigir una cantidad suficiente de energía ultrasónica hacia adentro del elemento de sonotrodo (28) a través de guías adecuadas de ondas ultrasónicas, elementos intensificadores adecuados y componentes de conexión/transmisión adecuados. Los excitadores ultrasónicos adecuados, los conectores ultrasónicos adecuados, los intensificadores ultrasónicos adecuados y las guías adecuadas de ondas ultrasónicas son bien conocidos en la técnica y se pueden conseguir de firmas comerciales.

Con referencia a las figuras 3 a 9, un método y un aparato (20) deseados para unión o para otro proceso, incluyen un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) giratorio y un elemento de eje de giro (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 de manera operativa al elemento de sonotrodo (28), y un elemento de aislamiento (42) puede estar conectado de manera operativa al elemento de sonotrodo (28). En un aspecto particular, el elemento de aislamiento (42) es capaz de flexionarse y curvarse dinámicamente bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del elemento de aislamiento, y puede proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del elemento de aislamiento.

Con referencia a las figuras 11 a 15, el método y aparato de proceso (20) incluyen un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) giratorio. El primer lado axial (30) del elemento de sonotrodo (28) puede estar unido de manera operativa al primer elemento de eje de giro (34), y el primer elemento de eje (34) puede estar unido de manera operativa al primer elemento de aislamiento (42). En una característica deseada, el primer elemento de aislamiento puede presentar alta rigidez. El primer elemento de aislamiento (42) es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección radial (102) y una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección axial (100). El segundo lado axial (32) del elemento de sonotrodo (28) puede estar unido de manera operativa a un segundo elemento de eje de giro (36), y el segundo elemento de eje (36) puede estar unido de manera operativa a un segundo elemento de aislamiento (44). En una característica deseada, el segundo elemento de aislamiento puede presentar alta rigidez. En otra característica, el segundo elemento de aislamiento (44) es capaz de curvarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial del segundo elemento de aislamiento (44), y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial del segundo elemento de aislamiento (44).

Con referencia adicional a las figuras 17 a 26A, un método y aparato para procesos ultrasónicos (20) incluyen un elemento de sonotrodo ultrasónico (28) giratorio que tiene un primer lado axial (30) y un segundo lado axial (32). Un primer elemento de eje de giro (34) puede estar unido de manera operativa al primer lado axial (30) del elemento de sonotrodo (28). Un primer elemento de aislamiento (42) está unido de manera operativa al primer elemento de eje (34), y el primer elemento de aislamiento (42) es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) del primer elemento de aislamiento (42) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) del primer elemento de aislamiento (42). Un primer elemento de acoplamiento (58) puede estar conectado entre el primer elemento de aislamiento (42) y un primer cojinete (66) de giro montado fijamente, y el primer elemento de acoplamiento (58) puede estar asegurado de manera operativa al primer elemento de aislamiento (42). Un elemento de yunque (86) giratorio puede estar situado de modo cooperativo para proporcionar el intersticio seleccionado sonotrodo-yunque (106) entre el elemento de yunque (86) y el elemento de sonotrodo (28). Un excitador ultrasónico (82) puede estar conectado para proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica al elemento de

ES 2 294 148 T3

sonotrodo (28). Un accionador (110) está configurado para ajustar selectivamente el intersticio de sonotrodo-yunque (106), y un dispositivo impulsor automatizado (130) está conectado de manera operativa al accionador (110) para modificar automáticamente el intersticio de sonotrodo-yunque (106). Un sensor de fuerza (126) está configurado para detectar una fuerza intermitente en el intersticio en el intersticio de sonotrodo-yunque (106). Adicionalmente, un procesador electrónico (128) está configurado para utilizar una salida desde el sensor de fuerza (126) a efectos de supervisar la fuerza intermitente en el intersticio, y proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo impulsor (130) automatizado para ajustar de esta modo el intersticio de sonotrodo-yunque (106) a efectos de mantener de manera operativa un valor objetivo de la fuerza intermitente en el intersticio.

En otros aspectos, el elemento de eje (34) puede proporcionar un plano nodal (38), y el elemento de aislamiento (42) puede estar situado de manera operativa próximo al 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 adecuada de energía ultrasónica hasta el elemento de sonotrodo.

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

En configuraciones particulares, el elemento de eje (34) puede proporcionar un plano nodal y/o un plano antinodal. El elemento de aislamiento (42) puede estar situado sustancialmente en su plano nodal correspondiente o muy adyacente al mismo; puede estar situado sustancialmente en su plano antinodal correspondiente o muy adyacente al mismo; o puede estar situado en una posición en la que está separado de su plano nodal o plano antinodal correspondiente; tal como se desee.

De manera similar, el segundo elemento de eje (36) puede proporcionar un plano nodal y/o un plano antinodal. El segundo elemento de aislamiento (44) puede estar situado sustancialmente en su segundo plano nodal correspondiente o muy adyacente al mismo; puede estar situado sustancialmente en su plano antinodal correspondiente o muy adyacente al mismo; o puede estar situado en una posición en la que está separado de su plano nodal o plano antinodal correspondiente; tal como se desee.

En otros aspectos, el elemento de aislamiento (42) puede tener rigidez y resistencia elevadas, y puede ser sustancialmente no elastomérico. El curvado dinámico del elemento de aislamiento puede ser sustancialmente no elastomérico, y lo puede proporcionar un mecanismo que esté sustancialmente libre de un componente construido con un elastomérico, tal como caucho natural o sintético. Todavía en otros aspectos, el elemento de aislamiento puede proporcionar tanto una flexión como un curvado generalmente en voladizo. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede proporcionar una componente operativa de desplazamiento de curvado o flexión que está dirigida transversalmente a la dirección radial del elemento de aislamiento, y puede proporcionar una componente operativa de desplazamiento de curvado o flexión que está dirigida transversalmente a la dirección axial del elemento de aislamiento.

De manera similar, el segundo elemento de aislamiento (44) puede tener rigidez y resistencia elevadas, y puede ser sustancialmente no elastomérico. El curvado dinámico del segundo elemento de aislamiento lo puede proporcionar un mecanismo que esté sustancialmente libre de un componente elastomérico. Todavía en otros aspectos, el segundo elemento de aislamiento puede proporcionar tanto una flexión como un curvado generalmente en voladizo. Adicionalmente, el segundo elemento de aislamiento puede proporcionar una componente operativa de desplazamiento de curvado o flexión que está dirigida transversalmente a la dirección radial del segundo elemento de aislamiento, y puede proporcionar una componente operativa de desplazamiento de curvado o flexión que está dirigida transversalmente a la dirección axial del segundo elemento de aislamiento.

Todavía en otro aspecto, el elemento de aislamiento (42) puede tener un componente de aislamiento radial (46) y un componente de aislamiento axial (50). El componente de aislamiento radial (46) puede estar unido de manera operativa al elemento de eje (34), y puede estar configurado para extenderse al menos de modo sustancialmente radial desde el elemento de eje (34). En un aspecto particular, el componente de aislamiento radial se puede extender desde el elemento de eje con una configuración generalmente en voladizo. El componente de aislamiento radial (46) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el componente de aislamiento radial puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del componente de aislamiento radial. En consecuencia, un curvado dinámico del componente de aislamiento radial puede bascular, de modo general, a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento.

El componente de aislamiento axial (50) puede estar unido de manera operativa a una parte operativa del componente de aislamiento radial (46), y puede estar configurado para extenderse al menos axialmente desde el componente de aislamiento radial (46). En un aspecto particular, el componente de aislamiento axial se puede extender desde el componente de aislamiento radial con una configuración generalmente en voladizo. El componente de aislamiento axial (50) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el componente de aislamiento axial puede curvarse diná-

micamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del componente de aislamiento axial. En consecuencia, un curvado dinámico del componente de aislamiento axial puede bascular, de modo general, a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento.

5 De manera similar, el segundo elemento de aislamiento (44) puede tener un componente de aislamiento radial (48) correspondiente y un componente de aislamiento axial (52) correspondiente. El segundo componente de aislamiento radial (48) puede estar unido de manera operativa a su segundo elemento de eje (36) correspondiente, y puede estar configurado para extenderse al menos de modo sustancialmente radial desde el elemento de eje (36). En un aspecto particular, el segundo componente de aislamiento radial se puede extender desde su elemento correspondiente de
10 eje con una configuración generalmente en voladizo. El segundo componente de aislamiento radial (48) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente de aislamiento radial (48) puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del componente de aislamiento radial (48). En consecuencia, un curvado dinámico del segundo componente de aislamiento radial
15 puede bascular, de modo general, a lo largo de la dirección axial del segundo elemento de aislamiento.

El segundo componente de aislamiento axial (52) puede estar unido de manera operativa a una parte operativa de su segundo componente de aislamiento radial (48) correspondiente, y puede estar configurado para extenderse al menos axialmente desde el segundo componente de aislamiento radial. En un aspecto particular, el segundo componente
20 de aislamiento axial (52) se puede extender desde su segundo componente de aislamiento radial (48) correspondiente con una configuración generalmente en voladizo. El segundo componente de aislamiento axial (52) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente de aislamiento axial puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del segundo compo-
25 nente de aislamiento axial. En consecuencia, un curvado dinámico del segundo componente de aislamiento axial puede bascular, de modo general, a lo largo de la dirección radial del segundo elemento de aislamiento.

Los diversos aspectos, características y configuraciones del método y aparato, considerados solos o en combinación, pueden dar a conocer un sistema característico de sonotrodo ultrasónico giratorio que incluye una guía de ondas correspondiente, tal como la proporcionada por el elemento de eje (34), y al menos un elemento de aislamiento (42) que tiene rigidez y resistencia elevadas. El elemento de aislamiento es capaz de aislar de manera operativa el movi-
30 miento radial que puede surgir en el nodo longitudinal de la guía de ondas, y es capaz de proporcionar un ancho de banda suficiente para compensar los cambios nodales que se pueden presentar durante el funcionamiento normal. En particular, el elemento de aislamiento puede compensar los cambios en la posición en tiempo real del plano nodal verdadero que surge durante la transferencia real de energía ultrasónica a través de la guía de ondas. El elemento de aislamiento puede proporcionar también rigidez mejorada para reducir las flexiones bajo carga. La rigidez aumentada puede ayudar a mantener la concentricidad, y ayudar a reducir los desplazamientos descentrados en la superficie de tra-
35 bajo del elemento de sonotrodo. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede transmitir par más eficientemente al elemento de sonotrodo, y puede proporcionar una eficacia y un rendimiento de funcionamiento mejorados. El elemento de aislamiento puede estar también configurado para reducir las concentraciones de esfuerzos y para aumentar la resistencia a la fatiga. Adicionalmente, el elemento de aislamiento es capaz de proporcionar un sistema de montaje que puede reducir los movimientos relativos entre las partes componentes. El método y aparato pueden eliminar la necesidad de componentes de aislamiento elastoméricos, tales como anillos tóricos elastoméricos convencionales y los accesorios asociados a los anillos de aislamiento. El método y aparato pueden reducir también la necesidad de
40 chavetas de transmisión de par, y pueden evitar el uso de ruedas de soporte auxiliares para mantener las posiciones deseadas del sonotrodo giratorio y el yunque giratorio.

Adicionalmente, el sistema de ajuste puede estar configurado para modificar más eficazmente la zona de pinzamiento u otra zona para procesos ultrasónicos entre el sonotrodo de giro y el yunque giro. Disposiciones particulares
50 son capaces de proporcionar un reglaje que puede permitir un ajuste más eficiente y más preciso de una zona en el intersticio del pinzamiento entre el sonotrodo y el yunque. El sistema de ajuste puede estar configurado además para proporcionar una regulación activa de la zona de pinzamiento, y la regulación se puede realizar durante el funcionamiento del método y aparato. El sistema de ajuste del método y aparato se puede proporcionar de manera continua, y la regulación de la zona en el intersticio de pinzamiento se puede efectuar sin el uso de un componente de tope duro.
55 Adicionalmente, la capacidad para modificar selectivamente el intersticio de pinzamiento puede ayudar a compensar los cambios en el método y aparato, que se pueden presentar durante la operación de proceso. Dichos cambios pueden estar causados por desgaste mecánico, variaciones de temperatura, variaciones del material de trabajo que está siendo unido y similares. Las configuraciones para procesos ultrasónicos proporcionadas por el método y aparato de la presente invención pueden facilitar también ventajosamente aquellas operaciones que utilizan el intersticio fijo deseado
60 entre un sonotrodo giratorio y un yunque giratorio. Las configuraciones para procesos ultrasónicos pueden proporcionar además una regulación controlada de una fuerza de proceso seleccionada y un ajuste automático de una zona en el intersticio de proceso. Además, las configuraciones para procesos ultrasónicos dadas a conocer por la presente invención pueden proporcionar también un comportamiento mejorado cuando se efectúa una operación de proceso intermitente deseada, tal como una unión intermitente.

65 Los elementos de sonotrodo que se pueden utilizar en este método y aparato son bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, se describen elementos de sonotrodo ultrasónico giratorio adecuados en la patente de U.S.A. número 5.096.532, titulada ULTRASONIC ROTARY HORN ("Sonotrodo ultrasónico de giro") por Joseph G. Neuwirth *et al.*

que fue expedida el 17 de marzo de 1992; en la patente de U.S.A. número 5.110.403, titulada HIGH EFFICIENCY ULTRASONIC ROTARY HORN ("Sonotrodo ultrasónico giratorio de alto rendimiento") por Thomas D. Ehlert *et al.*, que fue expedida el 5 de marzo de 1992; y en la patente de U.S.A. número 5.087.320, titulada ULTRASONIC ROTARY HORN HAVING IMPROVED END CONFIGURATION ("Sonotrodo ultrasónico giratorio con configuración de extremo mejorada") por Joseph G. Neuwirth, que fue expedida el 11 de febrero de 1992.

La incorporación de una o más guías de ondas, tales como la proporcionada por el elemento de eje (34), también se conoce bien en la técnica. La construcción y disposición de una guía de ondas son convencionales, y se pueden efectuar con técnicas de ingeniería comúnmente comprensibles que se utilizan para sistemas para procesos ultrasónicos, tales como sistemas de unión ultrasónica.

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

Los elementos de yunque giratorios que se pueden utilizar en el método y aparato son bien conocidos en la técnica, y están disponibles de las firmas comerciales. Entre los ejemplos de dichas firmas se incluyen Sonobond, una empresa con oficinas situadas en West Chester, Pennsylvania; y Branson Ultrasonics, una empresa con oficinas situadas en Danbury, Connecticut.

Se pueden utilizar excitadores ultrasónicos y fuentes de energía convencionales en el método y aparato de la invención, y están disponibles de las firmas comerciales. Entre los ejemplos de sistemas de energía ultrasónica adecuados se incluyen un sistema modelo 20A3000, disponible de Dukane Ultrasonics, una empresa con oficinas situadas en St. Charles, Illinois; y un sistema modelo 2000CS, disponible de Herrmann Ultrasonics, una empresa con oficinas situadas en Schaumburg, Illinois. En un aspecto particular, el método y aparato pueden incluir un excitador ultrasónico (82) que está conectado de manera operativa al elemento de sonotrodo (28), y que es capaz de proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a una frecuencia en el intervalo de 15 a 60 kHz (kilohercios). Se debería apreciar que se pueden utilizar también otras frecuencias ultrasónicas operativas.

Con referencia a las figuras 3 a 6A, al menos una zona del elemento de aislamiento (42) puede curvarse bajo el intervalo seleccionado de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de desplazamiento de flexión o curvado, de tipo viga, que está alineada de modo generalmente transversal a la dirección radial del elemento de aislamiento. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento es capaz de proporcionar una o más zonas que pueden presentar uno o más desplazamientos o movimientos de curvado y flexión dinámicos que están dirigidos, de modo general, a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. Por ejemplo, el componente de aislamiento radial (46) del elemento de aislamiento puede estar configurado para proporcionar uno o más desplazamientos de curvado y flexión dinámicos que pueden bascular hacia adelante y hacia atrás en una trayectoria que se extiende, de modo general, a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. En un aspecto deseado, el elemento de aislamiento se puede mover de modo similar a un diafragma oscilante. En un aspecto más particular, el componente de aislamiento radial (46) se puede mover de modo similar a un diafragma oscilante.

El elemento de aislamiento es capaz de proporcionar también una o más zonas que pueden presentar uno o más desplazamientos o movimientos de curvado y flexión, de tipo viga, que están dirigidos de modo generalmente transversal a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. En un aspecto particular, el elemento de aislamiento es capaz de proporcionar una o más zonas que pueden presentar uno o más desplazamientos o movimientos de curvado y flexión dinámicos que están dirigidos, de modo general, a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento. Por ejemplo, el componente de aislamiento axial (50) puede estar configurado para proporcionar uno o más desplazamientos de curvado y flexión dinámicos que pueden bascular de modo vibratorio hacia adelante y hacia atrás en una trayectoria que se extiende, de modo general, a lo largo de la dirección radial del elemento de aislamiento. Se debería apreciar fácilmente que, adicionalmente a los desplazamientos descritos de curvado y flexión presentados por el elemento de aislamiento (42), dicho elemento puede experimentar otros movimientos dinámicos que son inducidos típicamente durante las operaciones de unión ultrasónica normales.

De manera similar, el segundo elemento de aislamiento (44) puede curvarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de flexión y curvado o de otro movimiento a lo largo de la dirección radial del segundo elemento de aislamiento, y puede proporcionar una componente operativa de flexión y curvado o de otro movimiento a lo largo de la dirección axial del segundo elemento de aislamiento. La flexión y el curvado a lo largo de la dirección radial y/o axial se pueden llevar a la práctica sin fatiga excesiva del segundo elemento de aislamiento (44). En el caso de que el segundo elemento de aislamiento (44) tenga componentes de aislamiento radial y/o axial (48) y (52) particulares, cada uno de los componentes de aislamiento radial y/o axial puede estar configurado para curvarse sin fatiga excesiva. Se debería apreciar fácilmente que el segundo elemento de aislamiento (44) puede tener de modo cooperativo una configuración y un funcionamiento que son similares a los proporcionados por el primer elemento de aislamiento (42). En consecuencia, los diversos parámetros y descripciones que se han descrito con respecto al primer elemento de aislamiento (42) tendrán que ver también con el segundo elemento de aislamiento (44), así como con cualquier otro elemento de aislamiento utilizado adicionalmente.

Se ha descubierto que los desplazamientos de curvado y flexión dinámicos transversales que se pueden inducir, de modo general, a lo largo de la dirección axial y/o la dirección radial pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre la posición del elemento de aislamiento y la posición del plano nodal asociado. En un aspecto más particular, los desplazamientos de curvado y flexión dinámicos transversales pueden ayudar a compensar cualquier desajuste entre:

(a) la posición física en la que el elemento de aislamiento (42), (44) está conectado a su elemento de eje (32), (36) correspondiente, respectivamente, y (b) la posición real del plano nodal dinámico (38), (40) correspondiente por la longitud axial del elemento de eje (34), (36) correspondiente, respectivamente. Dichos desajustes se pueden presentar durante el funcionamiento del método y aparato debido a desplazamientos causados por cambios en la temperatura, cambios en la frecuencia ultrasónica, cambios en el material objetivo a trabajar, o similares, así como combinaciones de los mismos.

Los desplazamientos de flexión y curvado dinámicos, que son transversales a la dirección radial y/o axial del elemento de aislamiento, se pueden llevar a la práctica de modo deseable sin generar fatiga excesiva del elemento de aislamiento correspondiente. En el caso de que el elemento de aislamiento particular tenga unos componentes de aislamiento radial (46), (48) separadamente identificables y/o unos componentes de aislamiento axial (50), (52) separadamente identificables, cada uno de dichos componentes de aislamiento radial y/o axial puede ser configurado para curvarse sin fatiga excesiva mediante parámetros convencionales y técnicas de diseño usuales, que son bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, se pueden seleccionar y configurar la longitud, el grosor, el módulo de elasticidad, y otros parámetros para proporcionar la resistencia operativa al curvado y a la fatiga del componente de aislamiento radial. De modo similar, se pueden seleccionar y configurar la longitud, el grosor, el módulo de elasticidad y otros parámetros para proporcionar la resistencia operativa al curvado y a la fatiga del componente de aislamiento axial.

En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede funcionar bajo sus condiciones de funcionamiento normales previstas durante un mínimo de aproximadamente 4.000 horas sin excesivas averías por fatiga. El elemento de aislamiento puede proporcionar de modo deseable una vida útil mínima de funcionamiento ultrasónico de aproximadamente 5.000 horas, sustancialmente sin averías por fatiga, tal como se determina bajo sus condiciones de funcionamiento normales previstas, y puede proporcionar de modo más deseable una vida útil mínima de funcionamiento ultrasónico de aproximadamente 6.000 horas, sustancialmente sin averías por fatiga.

En un aspecto particular, el elemento de aislamiento puede estar configurado de manera que durante el funcionamiento normal, dicho elemento esté sometido a un nivel de esfuerzo que no sea mayor que aproximadamente el 10% del límite de elasticidad del elemento de aislamiento. Alternativamente, el elemento de aislamiento puede estar configurado de manera que durante el funcionamiento normal, dicho elemento esté sometido a un nivel de esfuerzo que no sea mayor que aproximadamente el 1% del límite de elasticidad del elemento de aislamiento.

El elemento de aislamiento puede estar configurado para curvarse y bascular hacia adelante y hacia atrás de manera operativa bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo, para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial. El intervalo de frecuencias durante la vida útil del sonotrodo puede ser un intervalo de aproximadamente $\pm 3\%$ de la frecuencia ultrasónica nominal. La frecuencia nominal es la frecuencia ultrasónica objetivo a la que están destinados a funcionar el método y aparato para realizar la operación de proceso seleccionada.

En las diversas configuraciones del método y aparato de la invención, el componente de aislamiento radial se puede extender discontinuamente o de modo sustancialmente continuo a lo largo de una dirección circunferencial del elemento de aislamiento. Con referencia a las figuras 3 a 6A, el componente de aislamiento radial (46) mostrado de manera representativa puede tener una forma sustancialmente de disco, o puede tener una forma sustancialmente anular, tal como se desee.

Con referencia a las figuras 3 a 8, el componente de aislamiento axial (50) puede estar configurado para proporcionar una prolongación sustancialmente axial desde el componente de aislamiento radial (46). En el ejemplo de la disposición mostrada de manera representativa, el componente de aislamiento axial (50) puede estar configurado para proporcionar una prolongación que está dirigida según la dirección axial desde una sección radialmente hacia el exterior del componente de aislamiento radial (46). El componente de aislamiento axial puede estar configurado para proporcionar una prolongación axial discontinua o sustancialmente continua desde el componente de aislamiento radial. Adicionalmente, el componente de aislamiento axial puede estar configurado para extenderse discontinuamente o de modo sustancialmente continuo a lo largo de una dirección circunferencial (104) del elemento de aislamiento. En el ejemplo de la configuración mostrada de manera representativa, el componente de aislamiento axial (50) puede tener una forma sustancialmente de cilindro.

En las diversas configuraciones de la invención, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos de eje asociados y el elemento o elementos de aislamiento que cooperan con los mismos pueden ser componentes que están dispuestos separadamente y fijados unos con otros de manera operativa. Alternativamente, el elemento de sonotrodo, el elemento o elementos de eje asociados y el elemento o elementos de aislamiento que cooperan con los mismos pueden estar formados integralmente a partir de una única pieza de material que sea adecuado para construir dispositivos de unión ultrasónica. Por ejemplo, el elemento de sonotrodo, los elementos de eje y los elementos de aislamiento pueden estar mecanizados a partir de la misma pieza de metal en barras.

ES 2 294 148 T3

Con respecto al elemento de aislamiento (42), el componente de aislamiento axial (50) y el componente de aislamiento radial (46) pueden ser piezas dispuestas separadamente que están fijadas entre sí de manera operativa, o pueden estar formadas integralmente a partir de una misma pieza de material que sea adecuado para construir dispositivos de unión ultrasónica. Por ejemplo, el componente de aislamiento axial y el componente de aislamiento radial pueden estar formados a partir de la misma pieza de material de metal en barras.

En una configuración alternativa, el componente de aislamiento axial (50) puede estar separado del componente de aislamiento radial (46). En otra característica, el componente de aislamiento axial puede estar formado integralmente con un elemento de acoplamiento (58) que coopera con el mismo. Una sección señalada del componente de aislamiento axial puede estar fijada y asegurada entonces al componente de aislamiento radial (46) que coopera con el mismo, dispuesto separadamente. Tal como se muestra de manera representativa en la figura 10, el componente de aislamiento radial puede estar encajado a presión en el componente de aislamiento axial. Tal como se ilustra en la figura 10A, el componente de aislamiento radial puede estar atornillado o fijado de otro modo al componente de aislamiento axial.

En una disposición opcional, el elemento de aislamiento (42) puede tener un componente de aislamiento axial (50) que está dotado integralmente del componente de aislamiento radial (46), y el elemento de aislamiento puede estar formado integralmente con su elemento de acoplamiento que coopera con el mismo, tal como se muestra de manera representativa en la figura 10B. El componente de aislamiento radial puede estar fijado de manera operativa al elemento de eje (34) con cualquier sistema de fijación adecuado.

Otra disposición del elemento de aislamiento (42) puede tener el elemento de acoplamiento (58) que coopera con el mismo encajado a presión en el componente de aislamiento axial (50) del elemento de aislamiento (42), tal como se ilustra en la figura 10C. Se debería apreciar fácilmente que el componente de aislamiento axial (50), el componente de aislamiento radial (46) y el elemento de eje (34) pueden estar interconectados adicionalmente entre sí en cualquier configuración operativa.

El método y aparato pueden incluir al menos un elemento de acoplamiento de giro, y opcionalmente una serie de ellos, tales como los proporcionados por uno o más elementos de acoplamiento (58) y (60). En las diversas disposiciones de la invención, cada elemento de acoplamiento puede estar configurado para ser similar de manera operativa a alguno de los otros elementos de acoplamiento o a todos ellos. En consecuencia, las disposiciones, las características de estructura, las características operativas u otras configuraciones que se han descrito con respecto a un elemento particular de acoplamiento pueden estar también incorporadas en los otros elementos de acoplamiento.

Tal como se muestra de manera representativa en las figuras 4 a 10C, el elemento de aislamiento (42) puede estar unido a un elemento de acoplamiento de giro (58) que, a su vez, puede estar soportado al menos por un cojinete (66) de giro y su estructura de montaje asociada. En consecuencia, el elemento de acoplamiento (58) puede estar interconectado entre el elemento de aislamiento (42) y el cojinete (66) de giro. En una configuración deseada, el cojinete (66) de giro y un soporte (70) correspondiente pueden sujetar y soportar fijamente el elemento de acoplamiento (58) giratorio. El soporte de cojinete puede estar situado generalmente adyacente al plano nodal del elemento de eje. Alternativamente, el soporte de cojinete puede estar separado por una distancia significativa del plano nodal del elemento de eje. Tal como se muestra de manera representativa, el soporte (70) de apoyo de cojinetes puede estar situado generalmente adyacente al plano nodal (38) proporcionado por el elemento de eje (34).

Con referencia a las figuras 6A y 9, el elemento de sonotrodo (28) se puede sujetar en una posición en voladizo con una serie de elementos de cojinete (66) y (66a) y soportes de apoyo (70) y (70a) asociados. El elemento de acoplamiento (58) puede estar extendido según su dimensión axial, y un par de elementos de cojinete pueden estar dispuestos con un elemento de cojinete situado próximo a cada extremo axial del elemento de acoplamiento. Los elementos de cojinete pueden estar fijados a sus soportes de apoyo correspondientes de manera que pueden sujetar el elemento de acoplamiento en una posición sustancialmente fija que presenta rigidez y resistencia elevadas. Unas guías de ondas y unos elementos intensificadores apropiados pueden estar configurados para extenderse a través del elemento de acoplamiento y para estar conectados de manera operativa al elemento de eje (34) y al elemento de sonotrodo (28).

En un aspecto particular, el método y aparato de la invención pueden estar configurados para proporcionar un elemento de yunque (28) giratorio que presenta una flexión estática muy baja. En una configuración deseada, la flexión estática puede ser aproximadamente 0,025 mm (aproximadamente 0,0005 pulgadas) o menos, cuando se somete a una fuerza estática de 445 N (100 lb) que está dirigida contra la superficie periférica exterior (88) del elemento de sonotrodo (28), en una posición en la que está centrada según la dimensión axial de la superficie (88), y a lo largo de la dirección radial del sonotrodo giratorio. En otras configuraciones, la flexión estática puede ser hasta un máximo de aproximadamente 0,76 mm (aproximadamente 0,03 pulgadas). La flexión del sonotrodo puede que no sea de modo alternativo mayor que aproximadamente 0,5 mm (aproximadamente 0,02 pulgadas), y puede que no sea de modo opcional mayor que aproximadamente 0,3 mm (aproximadamente 0,012 pulgadas) para proporcionar una eficacia mejorada. En una disposición particular, la flexión estática del elemento de sonotrodo puede que no sea mayor de 0,076 mm aproximadamente (aproximadamente 0,003 pulgadas).

En otro aspecto, se puede utilizar un segundo soporte (72) de apoyo de cojinetes para soportar el elemento de sonotrodo en una configuración de puente con separaciones (por ejemplo, figuras 12 y 13). El segundo soporte (72) puede estar situado generalmente adyacente al segundo plano nodal (40) proporcionado por el segundo elemento de

eje (36), y puede sujetar y soportar fijamente el segundo elemento de acoplamiento (60) giratorio. Alternativamente, el soporte de cojinete puede estar separado por una distancia significativa del plano nodal del elemento de eje. Tal como se muestra de manera representativa, el segundo soporte de apoyo (72) puede estar situado generalmente adyacente al plano nodal (40) proporcionado por el elemento de eje (36).

5 El método y aparato de la invención pueden estar configurados adicionalmente para proporcionar un elemento de yunque (28) giratorio que presenta una flexión estática de aproximadamente 0,004 mm (aproximadamente 0,00015 pulgadas) o menos, cuando se somete a una fuerza estática de 445 N (100 lb) que está dirigida sobre la superficie periférica exterior (88) del elemento de sonotrodo (28), en una posición en la que está centrada según la dimensión axial de la superficie (88), y a lo largo de la dirección radial del sonotrodo giratorio. En aspectos particulares, la flexión del sonotrodo puede ser de modo alternativo aproximadamente 0,002 mm o menos, y puede ser opcionalmente 0,001 mm o menos. En otros aspectos, la flexión del sonotrodo puede que no sea mayor que un máximo de aproximadamente 0,075 mm. La flexión del sonotrodo puede que no sea de modo alternativo mayor que aproximadamente 0,05 mm, y de modo opcional, puede que no sea mayor que aproximadamente 0,01 mm para proporcionar un comportamiento mejorado adicional.

10 El método y aparato pueden estar configurados además para proporcionar un elemento de sonotrodo giratorio (28) que presenta un nivel claramente bajo de descentrado dinámico. En una característica deseada, el descentrado del sonotrodo puede ser aproximadamente 0,0025 mm (aproximadamente 0,00001 pulgadas) o menos, a una velocidad giratoria de 5 revoluciones/minuto. En una característica adicional, el elemento de sonotrodo puede presentar un descentrado máximo que no sea mayor que aproximadamente 0,018 mm (aproximadamente 0,0007 pulgadas). El descentrado del sonotrodo puede que no sea de modo alternativo mayor que aproximadamente 0,013 mm (aproximadamente 0,0005 pulgadas), y puede que no sea de modo opcional mayor que aproximadamente 0,01 mm (aproximadamente 0,0004 pulgadas) para proporcionar un comportamiento mejorado.

25 Las configuraciones del método y aparato que tienen el elemento de sonotrodo giratorio (28), con elementos de aislamiento (42), (44) de alta rigidez dispuestos en los lados opuestos axialmente del elemento de sonotrodo, son capaces particularmente de proporcionar los bajos niveles de flexión y descentrado del sonotrodo deseados. Adicionalmente, la sujeción de alta rigidez de los elementos de aislamiento (42), (44) en una posición sustancialmente fija con los cojinetes (66), (68) de giro y sus soportes de apoyo (70), (72) asociados correspondientemente puede ayudar además a proporcionar y mantener las pequeñas cantidades de flexión y descentrado del sonotrodo.

30 Con referencia a los aspectos de la invención mostrados en las figuras 3 a 6A, el elemento de aislamiento (42) puede tener un componente de aislamiento radial (46) con forma generalmente anular que tiene rigidez y resistencia elevadas, y está conectado y fijado a la guía de ondas proporcionada por el elemento de eje (34). El elemento de fijación está situado aproximadamente en el plano nodal esperado de la guía de ondas, el elemento de eje. Un componente de aislamiento axial (50) con forma generalmente cilíndrica puede tener rigidez y resistencia elevadas, y puede estar conectado y fijado a una zona de borde exterior distal del componente de aislamiento radial (46). El componente de aislamiento axial se puede extender desde el componente de aislamiento radial en una dirección hacia el interior en el sentido del elemento de sonotrodo (28), o en una dirección hacia el exterior lejos de dicho elemento. Alternativamente, el componente de aislamiento axial se puede extender en ambas direcciones, hacia el interior y hacia el exterior.

35 Tal como se ilustra en las disposiciones mostradas en las figuras 3 y 4, el componente de aislamiento axial (50) se puede extender distancias sustancialmente iguales en ambas direcciones, hacia el interior y hacia el exterior. Opcionalmente, el componente de aislamiento axial se puede extender distancias diferentes y variables en ambas direcciones, hacia el interior y hacia el exterior. El componente de aislamiento axial (50) puede incluir uno o más separadores sustancialmente anulares (51) que sobresalen radialmente y que sujetan el componente de aislamiento axial a una distancia de separación de su elemento de acoplamiento (58) correspondiente. Tal como se muestra de manera representativa, cada uno de un par de separadores (51) puede estar situado en cada extremo axial opuesto del componente de aislamiento axial. La distancia de separación está configurada para permitir una cantidad operativa de flexión de curvado dinámica del componente de aislamiento axial.

40 Con referencia a los aspectos de la invención mostrados en las figuras 5, 6 y 6A, el elemento de aislamiento (42) puede incluir un componente de aislamiento radial (46) con forma generalmente anular que tiene rigidez y resistencia elevadas, y está conectado y fijado a la guía de ondas proporcionada por el elemento de eje (34). El elemento de fijación está situado aproximadamente en el plano nodal esperado de la guía de ondas, el elemento de eje. Un componente de aislamiento axial (50) con forma generalmente cilíndrica está configurado para tener rigidez y resistencia elevadas, y está conectado y fijado a una zona de borde exterior del componente de aislamiento radial (46). El componente de aislamiento axial se puede extender desde el componente de aislamiento radial en una dirección hacia el exterior, lejos del elemento de sonotrodo.

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

50 El elemento de aislamiento (42) puede incluir un elemento similar a un diafragma y un reborde de montaje (54). El elemento similar a un diafragma puede incluir un componente radial (46) sustancialmente continuo que tiene rigidez y

resistencia elevadas, y que se extiende de modo sustancialmente radial desde el elemento de eje (34) o desde otra guía de ondas. Adicionalmente, el componente radial (46) puede estar situado aproximadamente en el plano nodal (38) del elemento de eje o de otra guía de ondas. El componente radial puede sobresalir radialmente hacia afuera una longitud que permita que este componente radial se curve de manera operativa bajo frecuencias sónicas durante la vida útil normal del sonotrodo, sin sacrificar la vida útil a fatiga. Tras salirse del componente radial, la forma estructural del elemento de aislamiento (42) puede pasar a proporcionar un componente axial (50) que se extiende a lo largo de la dirección axial del elemento de aislamiento. Tal como se muestra de manera representativa, el componente axial puede tener una forma generalmente cilíndrica que sobresale sustancialmente paralela al eje de giro de la guía de ondas o del elemento de eje (34).

Las longitudes de los componentes radial y axial del elemento de aislamiento (42) son suficientemente grandes para permitir que estos componentes se flexionen y se curven dinámicamente a través del intervalo normal de movimientos dirigidos radial y axialmente que pueden surgir en el nodo de una guía de ondas, o cerca del mismo, durante su funcionamiento previsto. En particular, la longitud axial de la forma de cilindro puede flexionarse y curvarse dinámicamente a través del intervalo normal de movimientos dirigidos radialmente que pueden surgir en el nodo de una guía de ondas, o cerca del mismo. Dicho movimiento dirigido radialmente puede surgir, por lo común, a partir de oscilaciones resonantes causadas por la energía ultrasónica dirigida hacia adentro del elemento de sonotrodo (28). La longitud radial de la forma de diafragma puede flexionarse y curvarse dinámicamente a través del intervalo normal de movimientos dirigidos axialmente que pueden surgir en el nodo de una guía de ondas o cerca del mismo. Dicho movimiento dirigido axialmente puede surgir, también, a partir de oscilaciones resonantes causadas por la energía ultrasónica dirigida hacia adentro del elemento de sonotrodo (28). La combinación de los movimientos de curvado dinámico de los componentes radial y axial del elemento de aislamiento puede actuar para amortiguar los movimientos radial y axial inducidos en el sonotrodo (28) y en la guía de ondas (por ejemplo, el elemento de eje -34-) durante las expansiones y contracciones oscilatorias normales que son excitadas por la fuente de energía ultrasónica. La amortiguación se puede presentar a través del intervalo normal de frecuencias ultrasónicas a las que está sometido el sonotrodo (28) durante el funcionamiento normal.

En una zona seleccionada, tal como en un diámetro exterior extremo del elemento de aislamiento (42), se puede utilizar un mecanismo o método operativo de sujeción/fijación para fijar y asegurar el elemento de aislamiento a otros componentes del sistema de unión ultrasónica, tal como el elemento de acoplamiento (58). Tal como se muestra de manera representativa, por ejemplo, el mecanismo de sujeción puede estar situado en un diámetro exterior extremo del componente de aislamiento axial (50). En una disposición, el elemento de aislamiento (42) (por ejemplo, el componente de aislamiento axial (50) del elemento de aislamiento) puede incluir una parte de reborde de extensión (54). Tal como se muestra de manera representativa, el reborde de unión (54) puede incluir una sección que se extiende de modo generalmente radial y puede incluir una sección que se extiende de modo generalmente axial. En un aspecto deseado, el reborde de unión puede estar situado y fijado de manera operativa en la abertura (62) del elemento de acoplamiento. En otro aspecto, la parte de reborde (54) del elemento de acoplamiento puede estar fijada de manera operativa a la abertura (62) del elemento de acoplamiento al incluir un ajuste de interferencia por rozamiento. El reborde se puede, por ejemplo, encajar a presión en una abertura del orificio, tal como la proporcionada por la abertura (62) del elemento de acoplamiento, y se puede mantener adicional o alternativamente en su sitio gracias a elementos de sujeción.

Alternativamente, se puede generar un ajuste de interferencia por rozamiento mediante termoexpansión de la parte que tiene la abertura señalada (por ejemplo, la abertura -62- del elemento de acoplamiento), y al insertar en la abertura expandida el componente o la parte componente que se pretende que sea capturada o sujeta (por ejemplo, el elemento de aislamiento -42-). Cuando el calor se disipa, la abertura se puede contraer y puede ayudar a fijar el componente insertado.

En otra disposición de sujeción, el reborde puede estar extendido apropiadamente, tal como se necesite, y se puede utilizar una disposición de apriete para sujetar en su sitio el elemento de aislamiento. Aún otra disposición de sujeción podría incorporar una única prolongación con una superficie adecuada para el apriete.

En un aspecto adicional, el reborde de conexión puede estar formado de modo sustancialmente contiguo e integral con su elemento de aislamiento (42) correspondiente. Opcionalmente, el reborde puede ser un componente dispuesto separadamente que se fija posteriormente al elemento de aislamiento. Adicionalmente, el elemento de aislamiento puede estar formado de modo sustancialmente contiguo e integral con su guía de ondas o elemento de eje (34) correspondiente. En consecuencia, el sonotrodo se puede sujetar con más precisión en una posición seleccionada y puede mantener mejor una posición deseada cuando se somete a una carga mucho mayor. Adicionalmente, se puede transmitir más eficientemente un par de impulsión giratorio deseado al sonotrodo (28).

En una característica deseada, el elemento de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de sujeción y fijación que está distribuida de modo sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del componente de aislamiento axial. Por ejemplo, el elemento de acoplamiento puede proporcionar una fuerza de fijación compresiva, distribuida de modo sustancialmente uniforme, que está dirigida de modo sustancialmente radial hacia adentro contra el componente de aislamiento axial. Opcionalmente, el componente de aislamiento axial puede proporcionar una fuerza de fijación compresiva, distribuida de modo sustancialmente uniforme, que está dirigida de modo sustancialmente radial hacia adentro contra el elemento de acoplamiento.

El elemento de acoplamiento (58) puede proporcionar una abertura (62) del elemento de acoplamiento, hacia adentro de la que se sitúa y se fija de manera operativa el primer elemento de aislamiento (42). En un aspecto particular, el componente de aislamiento axial (50) del elemento de aislamiento (42) puede estar situado y fijado de manera operativa en la abertura (62) del elemento de acoplamiento (por ejemplo, las figuras 4 y 6). Por ejemplo, el elemento de acoplamiento (58) puede proporcionar una abertura (62), con forma sustancialmente de cilindro, del elemento de acoplamiento, hacia adentro de la que puede estar situado y fijado de manera operativa el componente de aislamiento axial (50) del elemento de aislamiento (42). El elemento de aislamiento puede estar, por ejemplo, encajado a presión en la abertura del elemento de acoplamiento.

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

Tal como se muestra de manera representativa, el elemento de acoplamiento (58) puede estar configurado para proporcionar una estructura de tubo por la que se pueden situar y dirigir de manera operativa otros componentes. Con referencia a las figuras 4 y 8, por ejemplo, el elemento de eje (34) puede estar dispuesto colineal o coaxialmente con respecto al elemento de acoplamiento y el elemento de eje se puede extender por el elemento de acoplamiento. Adicionalmente, un elemento intensificador ultrasónico (74) puede estar dispuesto colineal o coaxialmente con respecto al elemento de acoplamiento, y el elemento intensificador se puede extender a través del elemento de acoplamiento. El elemento intensificador puede estar conectado además de manera operativa al elemento de eje (34), y un excitador ultrasónico (82) se puede conectar de manera operativa al elemento intensificador (74) mediante cualquier técnica o dispositivo convencional. Por ejemplo, la energía eléctrica se puede hacer fluir, con conductores eléctricos adecuados, hasta un conjunto convencional de anillo colector (78), y el conjunto de anillo colector se puede utilizar para hacer fluir de manera operativa la energía eléctrica hasta el excitador ultrasónico (82). El excitador puede usar la energía eléctrica para generar la energía ultrasónica deseada, y dirigir la energía ultrasónica hasta el elemento de sonotrodo (28). Tal como se muestra de manera representativa, la energía ultrasónica se puede dirigir hacia adentro del elemento intensificador (74), a través del elemento de eje (34) y hacia adentro del elemento de sonotrodo.

El método y aparato pueden estar montados de manera adecuada en un bastidor de soporte (22). El elemento de acoplamiento (58) puede estar soportado de modo sustancialmente no elástico con un sistema de montaje que es sustancialmente no elastomérico, y tiene rigidez y resistencia relativamente elevadas. El sistema de montaje puede estar sustancialmente libre de componentes contruados con un elastomérico, tal como caucho natural o sintético. En una característica particular, el cojinete (66) de giro puede estar montado de modo sustancialmente no elástico, y el sistema de montaje puede estar sustancialmente libre de elementos de montaje elastoméricos, tales como los proporcionados por anillos tóricos elastoméricos. El bastidor de soporte está contruido de manera deseable con un material de amortiguación de vibraciones adecuado. Son bien conocidos en la técnica diversos materiales de amortiguación convencionales. Por ejemplo, el bastidor puede estar contruido a partir de hierro, y el hierro puede tener una capacidad de amortiguación de aproximadamente 100-500.

Un modelo de unión deseado (96) u otro mecanismo de proceso seleccionado puede estar dispuesto sobre la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque (86) giratorio, o puede estar dispuesto sobre la superficie periférica exterior (88) del elemento de sonotrodo (28) giratorio, tal como se desee. En la configuración mostrada de manera representativa, el modelo de unión deseado está dispuesto sobre la superficie circunferencial exterior (90) del elemento de yunque (86). El modelo de unión puede estar compuesto por una serie de elementos de unión (132) que están configurados para sobresalir de modo sustancialmente radial lejos de la superficie exterior (90) del elemento de yunque (86), de una manera que es bien conocida en la técnica. Los elementos de unión pueden estar distribuidos discontinuamente o de modo sustancialmente continuo en un conjunto regular o irregular a través de la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque (86), o de la superficie exterior (88) del elemento de sonotrodo (28), tal como se desee.

El método y aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes giratorios que contactan directamente con el elemento de sonotrodo (28) giratorio. En particular, el método y aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes giratorios que contactan directamente con la superficie periférica exterior (88) del elemento de sonotrodo (28).

En un aspecto adicional, el método y aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes que contactan directamente con el elemento de yunque (86) giratorio, para mantener una posición seleccionada del mismo con relación al elemento de sonotrodo giratorio. Más particularmente, el método y aparato pueden estar sustancialmente libres de soportes giratorios que contactan directamente con la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque (86).

Con referencia a las figuras 11 a 13, el método y aparato pueden incorporar un sonotrodo ultrasónico giratorio que está montado en una configuración de puente con separaciones, y aislado acústicamente mediante una configuración que presenta rigidez y resistencia elevadas. En una configuración deseada, el elemento de sonotrodo (28) puede estar sujetado por cojinetes de giro y soportes de apoyo asociados que están dispuestos de modo sustancialmente simétrico en lados axialmente opuestos del elemento de sonotrodo. En consecuencia, el elemento de sonotrodo (28), los elementos de eje (34) y (36) y los elementos de aislamiento (42) y (44) pueden estar configurados para extenderse entre los elementos de acoplamiento (58) y (60), y entre los soportes de apoyo (70) y (72). Los elementos de eje (34) y (36) y

los elementos de aislamiento (42) y (44) correspondientes, dispuestos en una (configuración sustancialmente simétrica en cada lado del elemento de sonotrodo (28), pueden tener una característica deseada. Alternativamente, los elementos de eje (34) y (36) y los elementos de aislamiento (42) y (44) correspondientes están dispuestos en una configuración no simétrica en cada lado del elemento de sonotrodo.

El montaje de puente del sonotrodo puede reducir significativamente los problemas de rigidez estática excesivamente baja y de flexiones del sonotrodo excesivamente altas, que pueden mover excesivamente la superficie exterior del sonotrodo hasta posiciones que están fuera del plano, con la operación deseada de unión. Dichas flexiones no deseadas del elemento de sonotrodo pueden mover una superficie exterior (88) del sonotrodo hasta una posición que tiene una falta de paralelismo excesiva respecto a la superficie exterior (90) del elemento de yunque (86) que coopera con el mismo, tal como se observa en la zona de pinzamiento entre los elementos de sonotrodo y yunque. El montaje de puente del sonotrodo (28) giratorio, los elementos de aislamiento de alta rigidez, la incorporación de cojinetes de precisión y otras características de la invención pueden ayudar a proporcionar una precisión y una estabilidad mejoradas.

El conjunto del soporte del yunque puede constituir una característica particular del método y aparato. El puede incluir un elemento de yunque (86) mecanizado con precisión, y ejes (116) y (116a) de yunque. El yunque conjunto del soporte del yunque puede incluir un sistema de montaje que está dispuesto de modo sustancialmente simétrico para sostener y montar un conjunto de yunque. En una disposición deseada, el conjunto de yunque puede estar equilibrado giratorio y dinámicamente y configurado para estar sustancialmente libre de resonancias cuando se hace funcionar con un sonotrodo que coopera con el mismo, que está alimentado a frecuencias de excitación normales. En consecuencia, el yunque y sus componentes de soporte asociados pueden presentar claramente bajo descentrado y alta estabilidad dinámica durante el funcionamiento.

En una característica adicional, el bastidor y otros componentes del montaje de soporte pueden incorporar un material de alta amortiguación, tal como el proporcionado por hierro extruido, y pueden estar configurados para proporcionar un alto grado de rigidez estática y dinámica. Los componentes del montaje de soporte pueden estar formados y configurados también para evitar sustancialmente resonancias cuando el sonotrodo está alimentado a frecuencias de excitación normales.

Con referencia a las figuras 14 y 15, el método y aparato pueden incluir un bastidor (22) altamente resistente y rígido con componentes de apoyo asociados para los elementos de sonotrodo y yunque. En una característica particular, el bastidor puede proporcionar una configuración sustancialmente simétrica de montaje y soporte para el elemento de sonotrodo (28), y puede proporcionar una configuración sustancialmente simétrica de montaje y soporte para el elemento de yunque (86). En una característica adicional, el bastidor puede ayudar a proporcionar altos niveles de rigidez estática y dinámica, y puede ayudar a proporcionar altos niveles 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 de manera operativa a un primer elemento de eje de giro (34) que es capaz de proporcionar un primer plano nodal (38). El primer elemento de eje (34) puede estar unido de manera operativa a un primer elemento de aislamiento (42) que ha sido situado de manera operativa próximo al primer plano nodal (38) del primer elemento de eje (34). En un aspecto particular, el primer elemento de aislamiento (42) es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo, para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección radial (102) y una componente operativa de movimiento a lo largo de su dirección axial (100). El segundo lado axial (32) del elemento de sonotrodo (28) puede estar unido de manera operativa a un segundo elemento de eje de giro (36) que es capaz de proporcionar un segundo plano nodal (40). El segundo elemento de eje (36) puede estar unido de manera operativa a un segundo elemento de aislamiento (44) que ha sido situado de manera operativa próximo al segundo plano nodal (40) del segundo elemento de eje (36). En un aspecto particular, el segundo elemento de aislamiento (44) es capaz de curvarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo, para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial del segundo elemento de aislamiento (44) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial del segundo elemento de aislamiento (44).

En otro aspecto, el primer elemento de aislamiento (42) puede tener un primer componente de aislamiento radial (46) y un primer componente de aislamiento axial (50). El primer componente de aislamiento radial (46) ha sido unido al primer elemento de eje (34), ha sido configurado para extenderse al menos de modo sustancialmente radial desde el primer elemento de eje (34), y ha sido configurado para curvarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el primer componente de aislamiento radial (46) puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del componente de aislamiento radial. El primer componente de aislamiento axial (50) ha sido unido a una parte operativa del primer componente de aislamiento radial (46), ha sido configurado para extenderse axialmente desde el primer componente de aislamiento radial. En un aspecto particular, el primer componente de aislamiento axial (50) se puede extender desde el primer componente de aislamiento radial (46) con una configuración sustancialmente en voladizo. El primer componente de aislamiento axial (50) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el primer componente de aislamiento axial (50) puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del componente de aislamiento axial.

En un aspecto adicional, el segundo componente de aislamiento radial (48) puede estar unido al segundo elemento de eje (36), ha sido configurado para extenderse al menos de modo sustancialmente radial desde el segundo elemento de eje (36), y ha sido configurado para curvarse bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo. Adicionalmente, el segundo componente de aislamiento radial (48) puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del segundo componente de aislamiento radial. El segundo componente de aislamiento axial (52) puede estar unido a una parte operativa del segundo componente de aislamiento radial (48), y puede estar configurado para extenderse axialmente desde el segundo componente de aislamiento radial. En un aspecto particular, el segundo componente de aislamiento axial (52) se puede extender desde el componente de aislamiento radial (48) con una configuración sustancialmente en voladizo. El segundo componente de aislamiento axial (52) puede estar configurado para flexionarse y curvarse de manera operativa bajo el intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo, y puede curvarse dinámicamente para proporcionar desplazamientos transversales que están dirigidos según una dimensión de grosor del segundo componente de aislamiento axial.

Según otra característica adicional, el elemento de sonotrodo puede estar configurado para presentar flexiones muy pequeñas cuando está sometido a una gran carga aplicada. Adicionalmente, el elemento de sonotrodo puede cooperar con un elemento de yunque giratorio situado de manera proximal para proporcionar de modo más fiable el intersticio sustancialmente fijo entre los mismos durante el funcionamiento normal.

Con referencia a las figuras 11 a 13, el elemento de sonotrodo (28) se puede sujetar de manera segura y fija en una posición de puente con una serie de elementos de cojinete, tales como los proporcionados por los cojinetes de giro (66) y (68). Adicionalmente, los cojinetes se pueden sujetar con soportes de apoyo asociados, tales como los proporcionados por 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 lado axial correspondiente del elemento de sonotrodo. Los elementos de cojinete (66) y (68) pueden estar conectados también de manera operativa a elementos de acoplamiento (58) y (60) correspondientes, respectivamente, de manera que pueden sujetar los elementos de acoplamiento en una posición sustancialmente fija que presenta rigidez y resistencia elevadas. El primer elemento de acoplamiento (58) puede estar conectado entre el primer elemento de aislamiento (42) y el primer cojinete (66) de giro y, de modo similar, el segundo elemento de acoplamiento (60) puede estar conectado entre el segundo elemento de aislamiento (44) y el segundo cojinete (68) de giro. Adicionalmente, el primer cojinete (66) de giro puede soportar el primer elemento de acoplamiento (58) giratorio en una configuración que presenta alta rigidez, y el segundo cojinete (68) de giro puede soportar el segundo elemento de acoplamiento (60) giratorio en una configuración que presenta alta rigidez. Unas guías de ondas y unos elementos intensificadores apropiados pueden estar configurados para extenderse a través de los elementos de acoplamiento y para estar conectados de manera operativa a los elementos de eje (34) y (36), y al elemento de sonotrodo (28).

Los cojinetes (66) y (68) de giro pueden ser cojinetes de alta precisión que presentan bajos niveles de descentrado. En disposiciones deseadas, los cojinetes de giro pueden ser rodamientos cónicos de prensa de impresión. Por ejemplo, los cojinetes pueden ser rodamientos de prensa de impresión con número de pieza 458681, que están disponibles de la firma SKF, U.S.A., una empresa con oficinas situadas en King of Prussia, Pennsylvania.

El primer elemento de aislamiento (42) puede estar unido al primer elemento de acoplamiento giratorio (58) que está soportado por el primer cojinete (66) de giro. De modo similar, el segundo elemento de aislamiento (44) puede estar unido de manera operativa al segundo elemento de acoplamiento giratorio (60) que está soportado por el segundo cojinete (68) de giro.

El primer elemento de aislamiento (42) puede estar unido al primer elemento de acoplamiento (58) al incluir un ajuste de interferencia por rozamiento. Por ejemplo, el primer elemento de acoplamiento (58) puede proporcionar una primera abertura (62) del elemento de acoplamiento, y el primer componente de aislamiento axial (50) del primer elemento de aislamiento (42) puede estar situado y fijado de manera operativa en la primera abertura (62) del elemento de acoplamiento. De modo similar, el segundo elemento de aislamiento (44) puede estar unido al segundo elemento de acoplamiento (60) al incluir un ajuste de interferencia por rozamiento. El segundo elemento de acoplamiento (60) puede proporcionar una segunda abertura (64) del elemento de acoplamiento, y el segundo componente de aislamiento axial (52) del segundo elemento de aislamiento (44) puede estar situado y fijado de manera operativa en la segunda abertura (64) del elemento de acoplamiento.

En un aspecto particular, el primer elemento de acoplamiento (58) puede proporcionar una primera abertura (62), con forma sustancialmente de cilindro, del elemento de acoplamiento, hacia adentro de la que puede estar situado y fijado de manera operativa el primer componente de aislamiento axial (50) del primer elemento de aislamiento (42). De modo similar, el segundo elemento de acoplamiento (60) puede proporcionar una segunda abertura, con forma sustancialmente de cilindro, del elemento de acoplamiento, hacia adentro de la que puede estar situado y fijado de manera operativa el segundo componente de aislamiento axial (52) del segundo elemento de aislamiento (44).

Tal como se muestra de manera representativa, el primer elemento de aislamiento (42), y particularmente el primer componente de aislamiento axial (50), puede incluir una primera parte de reborde de extensión (54) que puede estar situada y fijada de manera operativa en la primera abertura (62) del elemento de acoplamiento. El primer reborde (54) del elemento de acoplamiento puede incluir una sección que se extiende de modo generalmente radial y una sección que se extiende de modo generalmente axial. Adicionalmente, la primera parte de reborde (54) del elemento

de acoplamiento puede estar unida de manera operativa a la primera abertura (62) del elemento de acoplamiento al incluir un ajuste de interferencia por rozamiento. De modo similar, el segundo elemento de aislamiento (44), y particularmente el segundo componente de aislamiento axial (52), puede incluir una segunda parte de reborde de extensión (56), y la segunda parte de reborde puede estar situada y fijada de manera operativa en la segunda abertura (64) del elemento de acoplamiento. El segundo reborde (56) del elemento de acoplamiento puede incluir también una sección que se extiende de modo generalmente radial y una sección que se extiende de modo generalmente axial, y la segunda parte de reborde (56) del elemento de acoplamiento puede estar unida de manera operativa a la segunda abertura (64) del elemento de acoplamiento al incluir un ajuste de interferencia por rozamiento.

Un primer soporte (70) puede soportar el primer cojinete (66) de giro y, en un aspecto particular, el primer soporte puede soportar el primer cojinete de giro con una configuración que presenta 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 próximo al primer plano nodal (38) del primer elemento de eje (34). Un segundo soporte (72) puede soportar el segundo cojinete (68) de giro y, en un aspecto particular, el segundo soporte puede soportar el segundo cojinete de giro con una configuración que presenta 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 próximo al 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 surgir de sus elementos de eje correspondientes. Tal como se muestra de manera representativa, el primer soporte (70) de apoyo de cojinetes puede estar situado generalmente adyacente al primer plano nodal (38) proporcionado por el primer elemento de eje (34). De modo similar, el segundo soporte (72) de apoyo de cojinetes puede estar situado generalmente adyacente al segundo plano nodal (40) proporcionado por el segundo elemento de eje (36).

El primer elemento de eje (34) puede proporcionar una guía de ondas que puede estar configurada para dirigir de manera operativa energía ultrasónica desde una fuente adecuada de energía ultrasónica hacia adentro del elemento de sonotrodo (28). De forma similar, el segundo elemento de eje (36) puede estar configurado para proporcionar una guía de ondas que puede dirigir de manera operativa energía ultrasónica desde una fuente adecuada de energía hacia adentro del elemento de sonotrodo (28).

Con referencia a las figuras 11 a 13, un elemento intensificador ultrasónico (74) puede estar conectado de manera operativa al primer elemento de eje (34), y un primer excitador ultrasónico (82) puede estar conectado de manera operativa al primer elemento intensificador (74) mediante cualquier técnica o dispositivo convencional. Por ejemplo, se puede utilizar un anillo colector (78) convencional para dirigir energía eléctrica al primer excitador (82), y dicho excitador puede producir y dirigir energía ultrasónica hacia adentro del primer elemento intensificador (74).

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 de manera operativa al segundo elemento de eje (36), y el segundo excitador ultrasónico (84) puede estar conectado de manera operativa al segundo elemento intensificador (76). Se puede utilizar entonces un segundo anillo colector (80) convencional para dirigir energía ultrasónica desde el segundo excitador ultrasónico (84) hacia adentro del segundo elemento intensificador (76). El primer y segundo excitadores ultrasónicos (82) y (84) pueden estar configurados para dirigir de modo simultáneo y cooperativo cantidades aumentadas de energía ultrasónica al elemento de sonotrodo (28) giratorio. La cooperación eficaz de los excitadores ultrasónicos se puede proporcionar y regular mediante técnicas y sistemas de control convencionales que son bien conocidos en la técnica y están disponibles de las firmas comerciales.

Tal como se muestra de manera representativa, el bastidor de soporte (22) puede incluir elementos verticales que están configurados para sujetar fijamente el elemento de yunque (86) en una posición que está generalmente superpuesta al elemento de sonotrodo (28) que coopera con el mismo. Opcionalmente, el método y aparato pueden estar configurados con cualquier otra disposición accionable entre el elemento de yunque y el elemento de sonotrodo. Por ejemplo, el elemento de yunque (86) se puede sujetar y situar de manera fija generalmente subyacente al elemento de sonotrodo (28) que coopera con el mismo, o a un nivel en altura que es aproximadamente igual al nivel en altura del elemento de sonotrodo.

El elemento de yunque (86) puede estar montado de manera giratoria en el bastidor (22) con cualquier sistema operativo de montaje, y en una disposición deseada, el sistema de montaje puede estar dispuesto de modo sustancialmente simétrico alrededor del elemento de yunque. En una característica particular, al menos un par de soportes de yunque pueden estar dispuestos de modo sustancialmente simétrico en lados opuestos del elemento de yunque. Tal como se muestra de manera representativa, un primer eje (116) de yunque puede estar configurado para extenderse desde una primera cara extrema axial (118) del elemento de yunque, y un segundo eje (116a) de yunque puede estar configurado para extenderse desde una segunda cara extrema axial (118a) del elemento de yunque. El primer y segundo ejes de yunque pueden tener longitudes sustancialmente iguales, y se pueden sujetar con soportes (120) de yunque que están separados de modo sustancialmente igual del elemento de yunque (86). Los soportes de yunque se sujetan de manera segura y fija sobre el bastidor de soporte (22). Tal como se muestra de manera representativa, los soportes (120) de yunque pueden estar fijados a un dispositivo de transferencia, tal como el proporcionado por un mecanismo de corredera (110), y el dispositivo de transferencia puede estar fijado al bastidor de soporte (22). En consecuencia, el elemento de yunque puede estar configurado para proporcionar un montaje de soporte sustancialmente simétrico, que puede ayudar a mantener una alineación deseada sustancialmente paralela entre la superficie periférica exterior

ES 2 294 148 T3

(90) del yunque (86) y la superficie periférica exterior (88) del sonotrodo (28). Incluso si se presentan flexiones del elemento de sonotrodo y/o del elemento de yunque, la configuración del método y aparato puede ayudar a mantener las superficies periféricas de trabajo de los elementos de sonotrodo y yunque alineadas sustancialmente en un plano con la operación de proceso seleccionada.

El elemento de yunque (86) y los ejes (116) y (116a) tienen de modo deseable una configuración en una pieza. En una disposición particular, el elemento y los ejes de yunque pueden estar contruidos y formados a partir de una única pieza unitaria de material. Opcionalmente, el elemento y los ejes de yunque pueden estar contruidos y formados a partir de piezas independientes de material, y ser fijadas entre sí apropiadamente para formar un conjunto operativo.

Con referencia a las figuras 16 a 17A, el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) pueden estar configurados para proporcionar el intersticio de sonotrodo-yunque (106) sustancialmente constante que puede tener un mínimo de aproximadamente 0,01 mm y puede tener un máximo de aproximadamente 100 mm. En aspectos particulares, el intersticio de sonotrodo-yunque puede tener un mínimo de aproximadamente 0,02 mm, y puede tener de modo alternativo un mínimo de aproximadamente 0,03 mm para proporcionar un comportamiento deseado. En otros aspectos, el intersticio de sonotrodo-yunque puede ser hasta un máximo de aproximadamente 75 mm. El intersticio de sonotrodo-yunque puede ser de modo alternativo hasta aproximadamente 50 mm, y puede ser de modo opcional hasta aproximadamente 25 mm para proporcionar una eficacia deseada.

Si el intersticio de sonotrodo-yunque es demasiado bajo, el sistema puede producir un proceso excesivo, tal como una unión excesiva del material objetivo. El intersticio excesivamente bajo puede producir también daños no deseados al equipo y/o al material objetivo. Si el intersticio de sonotrodo-yunque es demasiado grande, el sistema puede producir un proceso insuficiente, tal como una unión insuficiente.

Una característica adicional del método y aparato puede mantener el intersticio de sonotrodo-yunque (106) sustancialmente constante durante su funcionamiento normal previsto. En una configuración deseada, se puede mantener el intersticio de sonotrodo-yunque sustancialmente constante cuando el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) se hacen girar en sentido contrario de modo cooperativo para proporcionar velocidades periféricas sustancialmente iguales. En un aspecto particular, se puede mantener el intersticio de sonotrodo-yunque con una variación en el intersticio que puede estar dentro del intervalo de aproximadamente $\pm 0,01$ mm. La variación en el intersticio puede ser de modo alternativo tan baja como aproximadamente $\pm 0,008$ mm, y puede estar de modo opcional dentro del intervalo de aproximadamente $\pm 0,0064$ mm ($\pm 0,00025$ pulgadas) para proporcionar un comportamiento mejorado.

Si la variación en el intersticio de sonotrodo-yunque está fuera de los valores deseados, el método y aparato pueden producir variaciones excesivas en la operación de proceso señalada. Por ejemplo, el método y aparato pueden producir variaciones excesivas en la unión del elemento laminar objetivo.

Se puede determinar la estabilidad en el intersticio de sonotrodo-yunque (106) cuando se hacen girar en sentido contrario el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) de modo cooperativo para proporcionar velocidades periféricas sustancialmente iguales de 5 rpm durante el funcionamiento normal previsto. La variación en el intersticio se puede determinar midiendo el descentrado del elemento de sonotrodo giratorio y el descentrado 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 articulaciones que están unidas al elemento de yunque, estando unida cada articulación a cada una de las caras extremas opuestas del elemento de yunque. Tal como se ilustra, los ejes (116) y (116a) de yunque mostrados pueden proporcionar las articulaciones. El elemento de yunque y los ejes de yunque pueden estar dinámicamente equilibrados en giro para reducir las vibraciones excesivas cuando se les hace girar a las velocidades de funcionamiento previstas. En una configuración deseada, el elemento de yunque y los ejes de yunque pueden estar formados integralmente a partir de una única pieza de material. El elemento de yunque y los ejes de yunque pueden estar formados opcionalmente a partir de piezas de material dispuestas separadamente, tal como se desee.

Los ejes de yunque pueden estar soportados por cojinetes de yunque operativos y por soportes de cojinete correspondientes. De modo deseable, se utilizan cojinetes de precisión para proporcionar una T. I. R. (Lectura indicadora total, "Total Indicator Reading") de descentrado mínima o sustancialmente nula del yunque (26). Un ejemplo de un cojinete adecuado de yunque es un rodamiento de rodillos con número de pieza 22210 CC/33 que está disponible de la firma SKF, U.S.A.

Un bloque de apoyo de cojinetes u otro componente apropiado de montaje de yunque puede estar configurado para proporcionar una línea y concentricidad del cojinete precisas desde una primera parte lateral hasta una segunda parte lateral opuesta del conjunto de yunque. Tal como se muestra de manera representativa, el conjunto de yunque puede incluir un par de soportes (120) de yunque, y en una característica particular, los soportes de yunque pueden estar situados de modo sustancialmente simétrico en cada lado del elemento de yunque (86). En una característica deseada, los soportes de yunque pueden estar situados de modo sustancialmente simétrico con respecto a un modelo u otro conjunto de elementos de unión señalados que están dispuestos sobre la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque (86). Tal como se ilustra, los soportes de cojinete pueden estar dispuestos para estar separados de modo sustancialmente igual de las caras extremas opuestas del elemento de yunque, y pueden estar dispuestos para

ES 2 294 148 T3

estar separados de modo sustancialmente igual del conjunto de elementos de unión señalados que están dispuestos sobre la superficie periférica exterior del elemento de yunque.

Los soportes de los cojinetes de yunque están contruidos para ser suficientemente resistentes y rígidos a efectos de proporcionar los bajos niveles deseados de flexión en las direcciones “x”, “y” y “z” bajo fuerzas estáticas o dinámicas. En un aspecto particular, el elemento de yunque (86) puede estar configurado para presentar un descentrado del yunque que no es mayor que un máximo de aproximadamente 0,013 mm (0,0005 pulgadas). El descentrado del yunque puede ser de modo alternativo no mayor que aproximadamente 0,0051 mm (0,0002 pulgadas), y de modo opcional, puede ser no mayor que aproximadamente 0,003 mm para proporcionar un comportamiento mejorado. El descentrado del yunque se determina por cualquier técnica o instrumento adecuado, tal como el proporcionado por un instrumento convencional indicador de dial calibrado en longitud.

Con referencia a las figuras 16 a 17A, el elemento de yunque (86) puede estar desplazado con respecto al elemento de sonotrodo una distancia de desplazamiento (108) seleccionada a lo largo de la dirección de la máquina (24) local del método y aparato. En el ejemplo de la configuración mostrada de manera representativa, el elemento de yunque está desplazado 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) pueden estar configurados de manera que un movimiento del elemento de yunque o del elemento de sonotrodo a lo largo de una trayectoria transversal señalada puede ajustar y controlar el intersticio (106) previsto entre el elemento de yunque y el elemento de sonotrodo. La trayectoria transversal puede tener al menos una componente de trayectoria que está alineada a lo largo de la dirección de la máquina local. En el ejemplo de la disposición mostrada de manera representativa, el elemento de yunque (86) se puede trasladar o mover de otro modo a lo largo de una trayectoria transversal sustancialmente horizontal. Se debería apreciar fácilmente que el elemento de yunque (86) puede estar situado con una distancia de desplazamiento que se extiende relativamente hacia arriba o relativamente hacia abajo respecto al elemento de sonotrodo (28), tal como se desee.

Para ayudar a generar la regulación deseada en el intersticio (106), el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) pueden estar dispuestos para tener una cantidad discreta de solapamiento 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 a la superficie periférica exterior (88) del elemento de sonotrodo (28) en una posición que está próxima al intersicio del pinzamiento (106) entre los elementos de sonotrodo y yunque, y (b) una segunda línea horizontal que es tangente a la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque (86) en una posición en la que está próxima al intersticio del pinzamiento (106).

En un aspecto particular, el elemento de yunque (86) o el elemento de sonotrodo (28) se puede mover con cualquier mecanismo impulsor o de transferencia convencional. En el ejemplo de la configuración mostrada de modo representativo, el elemento de yunque (86) se puede mover con un dispositivo de transferencia, tal como el proporcionado por un dispositivo de corredera (110), y el dispositivo de transferencia puede ser accionado con un dispositivo impulsor manual o un dispositivo impulsor automatizado. En características particulares, el dispositivo de transferencia puede ser una corredera en cola de milano, y el dispositivo de transferencia se puede automatizar con un dispositivo impulsor motorizado (130). En otra característica, la corredera u otro dispositivo de transferencia se puede mover mediante un mecanismo que incluya un husillo de accionamiento con juego sustancialmente nulo. Un ejemplo representativo de un sistema adecuado de corredera en cola de milano es un dispositivo Gilman de corredera en cola de milano, con número de pieza DC8-813-M-SPD2-3, que está disponible de Russel T. Gilman, Inc., una empresa con oficinas situadas en Grafton, Wisconsin. Un ejemplo representativo de un sistema adecuado de accionamiento es un dispositivo servomotor con número de modelo Y-2012, que está disponible de Rockwell Automation, una empresa con oficinas situadas 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 corredera puede estar unida fijamente al bastidor (22), y una parte desplazable (136) de corredera puede estar configurada y fijada para mover el yunque (86) giratorio. El dispositivo de transferencia del yunque puede estar configurado para proporcionar niveles adecuados de rigidez, precisión y repetibilidad. Como consecuencia, el dispositivo de transferencia del yunque puede proporcionar el movimiento y la precisión de posicionamiento deseados del elemento de yunque.

Otra característica del método y aparato puede ser un acoplamiento impulsor (124) desplazado (por ejemplo, en la figura 15) entre el elemento de yunque (86) y su dispositivo impulsor (94) correspondiente de yunque. El acoplamiento impulsor desplazado puede permitir un movimiento incremental del elemento de yunque y un ajuste incremental en el intersticio del pinzamiento (106) durante el funcionamiento normal, mientras que el dispositivo impulsor de yunque está haciendo girar realmente el elemento de yunque. En consecuencia, el dispositivo impulsor de yunque puede seguir haciendo girar el yunque a su velocidad de funcionamiento señalada durante el ajuste en el intersticio del pinzamiento, y el dispositivo impulsor de yunque no tiene que ser detenido y puesto en marcha otra vez durante el movimiento y ajuste en el intersticio del pinzamiento (106). Diversos dispositivos o sistemas de acoplamiento impulsor desplazado están disponibles de las firmas comerciales. Un ejemplo de un acoplamiento impulsor desplazado adecuado es un acoplamiento desplazado Schmidt con número de modelo L234C, que está disponible de Zero-Max, Inc., una empresa con oficinas situadas en Minneapolis, Minnesota.

En otro aspecto, el mecanismo de desplazamiento utilizado (tal como el proporcionado por una corredera en cola de milano motorizada) puede estar configurado para proporcionar un sistema a prueba de fallos que es capaz de impulsar

de manera operativa el componente seleccionado (por ejemplo, el elemento de yunque -86-) hasta una posición en el intersticio máximo cuando se detecta un fallo u otra anomalía no deseada en el funcionamiento del método o aparato.

El método y aparato pueden estar configurados para proporcionar otra disposición a prueba de fallos. En caso de que el elemento de yunque sea impulsado hacia adentro del elemento de sonotrodo y hasta más allá del mismo, el elemento de yunque, el elemento de sonotrodo y sus componentes de apoyo y montaje correspondientes están configurados para desviarse de manera operativa a efectos de facilitar el movimiento del elemento de yunque hasta más allá del elemento de sonotrodo. Los elementos de yunque y sonotrodo pueden estar dispuestos de manera adecuada de modo que las flexiones experimentadas por el sistema o sistemas de sonotrodo y yunque no excedan los límites de elasticidad ni del yunque, ni del sonotrodo, ni de los componentes de apoyo y montaje correspondientes.

Un sistema separado de impulsión puede hacer girar el elemento de yunque (86), y el dispositivo impulsor (94) de yunque puede estar configurado para proporcionar al yunque una velocidad giratoria constante o no constante, tal como se desee. En una característica particular, el dispositivo impulsor de yunque puede estar configurado para proporcionar al elemento de yunque una velocidad variable no constante. En consecuencia, durante períodos particulares de la operación de proceso, la velocidad superficial periférica del elemento de yunque puede que no coincida con la velocidad superficial periférica del elemento de sonotrodo. Adicionalmente, el dispositivo impulsor (94) de yunque y el dispositivo impulsor (92) de sonotrodo pueden estar regulados y controlados de modo cooperativo para proporcionar una velocidad giratoria del sonotrodo que difiera selectivamente de la velocidad giratoria del yunque.

En otro aspecto, el método y aparato pueden incluir un mecanismo u otros medios que sean capaces de mantener automáticamente un valor de presión o fuerza ajustado y predeterminado en la zona de pinzamiento entre los elementos de sonotrodo y yunque durante la unión o durante otra operación de proceso. A medida que el elemento laminar de material objetivo (98) se suministra a la zona de pinzamiento y entra en el intersticio de sonotrodo-yunque (106), el elemento laminar objetivo llena el intersticio del pinzamiento y ejerce una fuerza o presión contra los elementos de sonotrodo y yunque giratorios. La fuerza resultante en el intersticio contra el elemento de sonotrodo y/o el elemento de yunque se puede supervisar con un sensor de fuerza operativa. El sensor de fuerza puede proporcionar una señal de fuerza operativa, que puede incluir una señal de voltaje, una señal de corriente, una señal de carga, una señal magnética, una señal mecánica o similar, así como combinaciones de las mismas. La salida desde el sensor se puede utilizar para ajustar y regular la distancia en el intersticio (106) a efectos de mantener de manera operativa un valor deseado de fuerza de pinzamiento. Por ejemplo, una célula de carga (126) u otro sensor de fuerza puede estar conectado entre el elemento de yunque (86) y su parte correspondiente del bastidor de soporte (22) para detectar una fuerza aplicada al elemento de yunque. En la configuración mostrada de manera representativa, la señal de fuerza generada por la célula de carga puede ser una señal de voltaje.

Con referencia a las figuras 23 y 24, el sensor de fuerza puede estar colocado en una posición en la que está dentro de manera operativa de la trayectoria de carga producida por la operación de proceso. Se pueden utilizar diversos tipos de sensores de fuerza y están disponibles de las firmas comerciales. Ejemplos de sensores de fuerza adecuados incluyen sensores piezoeléctricos, calibres de deformación de láminas unidas, calibres de deformación de silicio y similares, así como combinaciones de los mismos. Tal como se muestra de manera representativa, el sensor de fuerza se puede llevar a la práctica por una célula de carga piezoeléctrica (126). Un ejemplo de una célula adecuada de carga es una célula de carga FORCELINK con número de modelo 9176, que está disponible de Kistler Instrument Corp., una empresa con oficinas situadas en Amherst, New York. La célula de carga u otro sensor puede estar montado en el bastidor (22), en la trayectoria de la carga generada por la zona de pinzamiento o por otra zona de proceso, para medir la fuerza de carga generada en la misma. Tal como se muestra de manera representativa, un conjunto operativo de células de carga (126) puede estar situado entre la base del dispositivo (110) de transferencia del yunque y el bastidor (22). Por ejemplo, se puede utilizar un sistema de tres células de carga o de otros sensores de fuerza. En una característica deseada, la célula de carga u otro sensor puede medir la fuerza producida en la zona de pinzamiento, sin requerir un movimiento relativo excesivamente grande entre los elementos de sonotrodo y yunque. Por ejemplo, el conjunto seleccionado de sensores de fuerza puede generar una serie de una o más señales de voltaje que son proporcionales a la fuerza total generada en la zona en el intersticio del pinzamiento (106). Alternativamente, los sensores de fuerza pueden estar configurados para proporcionar otro tipo de señal que se puede leer o procesar de otro modo, directa o indirectamente, gracias a un ordenador o a otro procesador electrónico (128).

La salida o salidas desde el sensor o sensores de fuerza se pueden dirigir de manera operativa al ordenador o a otro procesador electrónico (128). Procesadores electrónicos adecuados están disponibles de las firmas comerciales. Por ejemplo, el procesador se puede llevar a la práctica por un procesador CONTROL LOGIX con número de modelo 9640071 A01, que es un procesador lógico de control programable, disponible de la firma Rockwell Automation, una empresa con oficinas situadas en Milwaukee, Wisconsin. En disposiciones particulares, un amplificador de señal (138) puede amplificar las señales de salida desde las células de carga o desde otros sensores de fuerza. El procesador electrónico puede supervisar las señales de salida amplificadas desde los sensores de fuerza, y puede realizar operaciones computacionales u otras operaciones de procesamiento deseadas con las señales de salida.

Se puede dirigir una señal de salida de accionamiento desde el procesador electrónico (128) hasta un dispositivo impulsor automatizado que está conectado de manera operativa al dispositivo de transferencia seleccionado (por ejemplo, el mecanismo de corredera -110-). El dispositivo impulsor automatizado puede incluir, por ejemplo, un motor para proporcionar un dispositivo impulsor motorizado (130). En una disposición particular, la salida del procesador puede estar configurada para hacer funcionar un husillo conductor motorizado, que está conectado para mover automática-

mente el mecanismo de corredera en cola de milano y el elemento de yunque a efectos de modificar y cambiar de esta manera el intersticio del pinzamiento (106). Se puede utilizar cualquier tipo de motor, y los dispositivos adecuados pueden incluir un motor electromagnético, un motor electromecánico, un motor electrostático, un motor magnético, un motor neumático, un motor hidráulico o similar, así como combinaciones de los mismos.

En un aspecto particular, un sistema de realimentación en bucle cerrado puede estar configurado para ajustar automáticamente la distancia en el intersticio (106) a efectos de proporcionar el valor deseado de fuerza en el intersticio en la zona de pinzamiento. Un sistema que incluye el procesador electrónico (128) puede proporcionar, por ejemplo, la realimentación en bucle cerrado. Si la fuerza medida por el sensor de fuerza está por encima del punto de consigna predeterminado, el procesador electrónico (128) puede estar configurado para proporcionar una señal de salida que sea capaz de mover automáticamente la corredera (110) en una dirección que aumente la distancia en el intersticio (106). Si la fuerza medida por el sensor de fuerza está por debajo del punto de consigna predeterminado, la salida desde el procesador electrónico (128) puede estar configurada para mover automáticamente la corredera (110) en una dirección que disminuya la distancia en el intersticio (106).

La programación adecuada para el procesador electrónico se puede determinar fácilmente mediante técnicas de programación convencionales y las instrucciones proporcionadas con el procesador seleccionado. En una disposición particular, el procesador programable puede recibir señales de voltaje desde el amplificador de las células de carga y puede realizar cálculos matemáticos con las señales. En una disposición deseada, el procesador puede generar un valor de carga medio y puede comparar este valor de carga medio con un valor introducido por el operador, denominado punto de consigna. El punto de consigna corresponde a un valor predeterminado objetivo de fuerza en el intersticio. Usando un bucle de realimentación de control, el procesador puede dar órdenes a un servomotor y a un sistema de transferencia asociado para realizar pequeños ajustes de la posición del yunque y en el intersticio de sonotrodo-yunque, hasta que la señal de la célula de carga esté dentro de un intervalo fijo del punto de consigna seleccionado. En una configuración deseada, el intervalo del punto de consigna puede ser $\pm 5\%$ del valor del punto de consigna seleccionado.

En otro aspecto del método y aparato, las lecturas de fuerza desde el sensor de fuerza se pueden utilizar para supervisar en el sistema de unión los contratiempos del proceso, tales como los causados por enrollamientos del material, y se pueden utilizar para enviar una señal de una parada de la máquina y activar dicha parada. Por ejemplo, las lecturas desde el sensor de fuerza y desde el funcionamiento del procesador electrónico (128) se pueden utilizar para ayudar a proporcionar un sistema a prueba de fallos que es capaz de impulsar de manera operativa el elemento de yunque (86) hasta una posición en el intersticio máximo cuando se detecta un fallo u otra anomalía no deseada en el funcionamiento del método o aparato.

Un aspecto adicional del método y aparato es que pueden estar configurados para disponer un sistema ultrasónico giratorio que es capaz de proporcionar un proceso intermitente de un elemento laminar objetivo. Por ejemplo, el método y aparato pueden estar configurados para producir un modelo de unión (99) intermitente en el elemento laminar objetivo (98). Alternativamente, el método y aparato pueden estar configurados para realizar la operación de proceso deseada en un elemento laminar objetivo que sea discontinuo, o pueden estar configurados para realizar la operación de proceso deseada en un elemento laminar objetivo que tenga un grosor variable no uniforme. El método y aparato pueden estar configurados para proporcionar el proceso intermitente deseado del elemento laminar objetivo, al tiempo que se mantiene una distancia seleccionada en el intersticio (106) entre el elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) giratorio. Para mejorar la capacidad de proporcionar la unión ultrasónica intermitente u otro proceso, los elementos de sonotrodo y yunque pueden estar configurados para seguir manteniendo una relación sustancialmente de no contacto incluso en ausencia del elemento laminar objetivo.

Con referencia a las figuras 25 a 25D, un modelo de unión intermitente (99) deseado se puede llevar a cabo disponiendo un conjunto preseleccionado u otro modelo de elementos de unión (132) sobre la superficie o superficies periféricas exteriores del elemento de sonotrodo (28) o del elemento de yunque (86), o de ambos. El modelo puede ser regular o irregular. Una característica particular del modelo intermitente es que se extiende a lo largo de la dirección circunferencial del elemento de sonotrodo giratorio seleccionado al menos con una interrupción o discontinuidad principal en el modelo de los elementos de unión (132). La interrupción o discontinuidad principal es significativamente mayor que la separación normal que está presente entre los elementos de unión (132) individuales. En disposiciones particulares, puede haber una serie de dos o más discontinuidades principales en el modelo de los elementos de unión. En la discontinuidad principal, puede haber un bajo nivel de contacto de unión, seleccionado, a lo largo de una "línea de contacto" del sistema. El bajo nivel de contacto de unión se puede producir, por ejemplo, al distribuir un número significativamente reducido de elementos de unión en el área de la discontinuidad principal deseada. En una disposición particular, puede haber un nivel de contacto de unión sustancialmente nulo a lo largo de la "línea de contacto" señalada del sistema durante la discontinuidad principal. Por ejemplo, puede haber un nivel de contacto sustancialmente nulo entre el elemento laminar objetivo (98) y cualquier parte del conjunto de elementos de unión (132) a lo largo de la línea de contacto.

La figura 25 muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento de yunque (86) generalmente circular para proporcionar un conjunto seleccionado de zonas de proceso, tal como una serie de zonas unidas (99), que están distribuidas intermitentemente a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar (98). Tal como se muestra de manera representativa, las zonas unidas (99) pueden estar separadas por zonas de separación que están sustancialmente libres de uniones ultrasónicas. Los elementos de proceso deseados (por ejemplo, unos elementos de unión -132-) sobre el elemento de yunque (86) se pueden separar sustancialmente en zonas de proceso

seleccionadas (por ejemplo, unas zonas de unión) que están distribuidas a lo largo de la superficie exterior (90) del elemento de yunque para proporcionar una serie intermitente de zonas de unión. Las zonas de proceso (por ejemplo, unas zonas de unión) pueden estar separadas por zonas de separación de yunque que están sustancialmente libres de los elementos de proceso (por ejemplo, unos elementos de unión ultrasónica -132-).

La figura 25A muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento de yunque (86) alternativo para proporcionar un conjunto seleccionado de zonas tratadas (por ejemplo, unas zonas unidas (99) intermitentes) que están distribuidas a lo largo del elemento laminar de material objetivo a trabajar (98). El elemento de yunque puede ser no circular y puede incluir uno o más radios o lóbulos. Los lóbulos pueden tener un tamaño y una forma iguales o desiguales. Tal como se ilustra, por ejemplo, el elemento de yunque puede incluir un primer lóbulo y un segundo lóbulo, y los lóbulos de yunque pueden tener un tamaño desigual y una forma diferente. Un conjunto deseado de elementos de proceso pueden estar dispuestos sobre la superficie periférica exterior de uno o más de los lóbulos de yunque. En la disposición mostrada, el primer lóbulo de yunque puede tener una longitud circunferencial relativamente menor en su superficie periférica exterior. Adicionalmente, el primer lóbulo de yunque puede tener una longitud radial relativamente mayor. El segundo lóbulo puede tener una longitud circunferencial relativamente menor en su superficie periférica exterior. Adicionalmente, el segundo lóbulo de yunque puede tener una longitud radial relativamente menor. Tal como se muestra, el conjunto deseado de elementos de unión puede estar dispuesto sobre una superficie periférica exterior del primer lóbulo de yunque, y el segundo lóbulo de yunque puede estar configurado como un contrapeso para proporcionar una rotación sustancialmente libre de vibraciones del elemento de yunque (86).

La figura 25B muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento seleccionado de yunque para proporcionar un conjunto seleccionado de zonas tratadas que están dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un elemento laminar seleccionado parcialmente discontinuo de material objetivo a trabajar. Tal como se ilustra, el elemento de yunque (86) puede tener un conjunto de elementos de proceso (por ejemplo, unos elementos de unión -132-) que están distribuidos de modo sustancialmente continuo a lo largo de la superficie (90) de yunque.

El elemento laminar objetivo puede tener espacios, discontinuidades u otras partes a lo largo de los que no se desea la unión u otro proceso. Adicionalmente, el elemento laminar objetivo (98) puede tener un grosor variable de material, y el proceso seleccionado se puede desear sólo en secciones del elemento laminar (98) que tengan un grosor particular de material.

La figura 25C muestra de manera representativa un sistema configurado con un elemento de yunque (86) seleccionado que está colocado para proporcionar un conjunto seleccionado de zonas tratadas que están dispuestas en un modelo intermitente a lo largo de un elemento laminar (98) llevado a la práctica por una serie discontinua de secciones distantes, completamente separadas, de material objetivo a trabajar. La figura 25D muestra de manera representativa un sistema alternativo configurado con un elemento de yunque no circular que incluye una serie de lóbulos. Los lóbulos de yunque pueden estar colocados para proporcionar un conjunto seleccionado de zonas tratadas (por ejemplo, unas zonas unidas -99-) que están dispuestas en un modelo intermitente distribuido a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar discontinuo.

La figura 26 muestra una vista representativa y esquemática de un sistema controlado electrónicamente para regular automáticamente una fuerza de proceso y el intersticio de proceso en un sistema seleccionado de proceso intermitente. Tal como se ilustra, el sistema puede estar colocado para proporcionar un conjunto seleccionado de uniones dispuestas en un modelo de zonas unidas discontinuas, intermitentes, que están distribuidas a lo largo de un elemento laminar de material objetivo a trabajar.

El elemento de sonotrodo (28) y el elemento de yunque (86) pueden estar configurados para proporcionar la operación deseada de proceso intermitente. Adicionalmente, el procesador electrónico (128) puede estar configurado para regular el intersticio de sonotrodo-yunque que es apropiado para el proceso intermitente deseado. El proceso deseado puede generar señales o salidas variables, por ejemplo, periódica o no periódicamente desde el sistema de detección de fuerza seleccionado. Se pueden proporcionar una salida o salidas que ocurren intermitentemente desde el sensor o sensores de fuerza (por ejemplo, unas células de carga -126-), y se pueden dirigir de manera operativa al ordenador o a otro procesador electrónico (128). Un ejemplo de un procesador electrónico adecuado es el procesador CONTROL LOGIX con número de modelo 9640071 A01, que está disponible de Rockwell Automation. El amplificador (138) de señal se puede utilizar para amplificar las señales de salida intermitentes desde las células de carga o desde otros sensores de fuerza. El procesador electrónico puede supervisar las señales de salida variables recibidas desde el sensor de fuerza, y puede realizar operaciones computacionales u otras operaciones de procesamiento deseadas con las señales intermitentes de la célula de carga.

El procesador electrónico (128) y el sensor de fuerza que coopera con el mismo (por ejemplo, una célula de carga -126-) pueden estar configurados para facilitar la operación deseada de unión intermitente.

Las células de carga u otros sensores de fuerza pueden proporcionar una señal de fuerza operativa cuando detectan fuerzas de compresión o tracción. La señal de fuerza puede ser una señal de voltaje, una señal de corriente, una señal de carga, una señal magnética, una señal mecánica o similar, así como combinaciones de las mismas. En la configuración mostrada de manera representativa, la señal de fuerza puede ser una señal de voltaje. Durante niveles relativamente superiores de fuerza de compresión, las células de carga pueden producir una señal de voltaje (+) relativamente alta

que es proporcional a la fuerza instantánea de compresión producida en la zona en el intersticio del pinzamiento (106). Durante una fuerza de tracción, las células de carga pueden producir una señal de voltaje (-). Ya que se presenta un modelo de proceso intermitente, la señal de voltaje puede aumentar y disminuir a medida que aumenta y disminuye la fuerza de compresión en la zona de pinzamiento (106). Ya que se presentan varios modelos de proceso, se puede crear una forma repetitiva de onda de señales (por ejemplo, una forma de onda de voltaje). La forma de onda de señales puede adquirir cualquier configuración, incluyendo, pero sin estar limitada a ellas, onda en rampa, onda sinusoidal, onda cuadrada, o similar, así como combinaciones de las mismas. Se muestra en la figura 26A una forma representativa de onda de voltaje. La señal de la forma de onda puede alternar entre niveles mínimo y máximo durante los ciclos del modelo con forma de onda, dependiendo de las condiciones de proceso que se presenten. En una disposición particular, un valor alto de señal (por ejemplo, un valor alto de voltaje) puede representar la fuerza presente durante una operación activa de unión ultrasónica. El procesador electrónico (128) puede recibir esta señal de fuerza (por ejemplo, una señal de voltaje) desde el amplificador de las células de carga.

Debido a vibraciones extrañas del equipo y/o a variaciones del material objetivo (98), las señales de fuerza/voltaje producidas por las células de carga pueden ser inestables y pueden incluir cantidades de “ruido”. Para compensar el ruido, las señales de fuerza instantáneas (por ejemplo, unas señales de voltaje) se pueden promediar para determinar un valor medio de la fuerza activa, V_F .

El promediado puede incluir un cálculo de un valor individual de la fuerza activa (por ejemplo, un valor de voltaje de la fuerza activa, V_H) para cada ciclo de proceso individual, en el que un ciclo de proceso individual corresponde a una repetición de la operación de proceso intermitente seleccionada. Cada ciclo de repetición de la operación de proceso intermitente puede proporcionar, a su vez, un único ciclo de repetición en la forma de onda de señales producida por el sensor de fuerza seleccionado. Para determinar el valor individual de la fuerza activa, la parte de la señal de la forma de onda que corresponde a la sección activa de la operación de proceso intermitente durante un ciclo de repetición se muestrea durante un período fijo de tiempo a un régimen dado de muestreo. En una operación de unión ultrasónica intermitente, por ejemplo, las uniones ultrasónicas se generarán realmente durante la “sección activa” de cada ciclo de repetición de la operación de unión. En disposiciones en las que las señales muestreadas son voltajes, cada muestra de voltaje puede proporcionar un valor individual de datos de voltaje, V_s .

Durante cada ciclo de la operación de proceso seleccionada, el tiempo de muestreo puede ser largo, del orden de 5 segundos aproximadamente. El tiempo de muestreo puede ser de modo alternativo tan largo como aproximadamente 1 segundo, y puede ser de modo opcional tan largo como aproximadamente 0,5 segundos. Adicionalmente, el tiempo de muestreo puede ser tan corto como aproximadamente 15 milisegundos. El tiempo de muestreo puede ser de modo alternativo tan corto como aproximadamente 10 milisegundos, y puede ser de modo opcional tan corto como aproximadamente 3 milisegundos.

En la operación de proceso seleccionada, el régimen de muestreo puede ser tan alto como aproximadamente 4 GHz (gigahercios). El régimen de muestreo puede ser de modo alternativo tan alto como aproximadamente 0,5 GHz, y puede ser de modo opcional tan alto como aproximadamente 0,0001 GHz. Adicionalmente, el régimen de muestreo puede ser tan bajo como aproximadamente 60 Hz. El régimen de muestreo puede ser de modo alternativo tan bajo como aproximadamente 10 Hz, y puede ser de modo opcional tan bajo como aproximadamente 1 Hz.

El operador del proceso puede seleccionar un tiempo de muestreo y un régimen de muestreo adecuados, y se pueden elegir de manera operativa para proporcionar una operación de proceso suficientemente estable y suficientemente regulada. El procesador electrónico puede estar configurado también para iniciar la recogida de cada valor de datos tras detectar un borde ascendente operativo de la forma de onda del voltaje.

El número de valores de datos individuales (por ejemplo, unos valores de datos de voltaje, V_s) que se recogen para apoyar la determinación de un valor de la fuerza activa (por ejemplo, un valor de voltaje de la fuerza activa, V_H) para un ciclo de proceso individual puede ser hasta 1.000 o más, y puede ser tan bajo como 300 o menos. De modo deseable, el procesador electrónico (128) puede estar configurado para incluir un mínimo de al menos 20 valores de datos (por ejemplo, V_s) para determinar cada valor individual de la fuerza activa (por ejemplo, V_H). El número seleccionado de valores de datos se puede almacenar en la memoria del procesador durante los períodos de muestreo utilizados para el proceso seleccionado. Cuando la recogida de los datos de muestreo se ha completado para un ciclo particular de proceso, el procesador puede determinar un valor de la fuerza activa (por ejemplo, un valor de voltaje de la fuerza activa, V_H) para ese ciclo individual de proceso promediando de manera aritmética los valores de datos de voltaje. La media aritmética se puede determinar calculando la suma de los valores de datos (por ejemplo, unos valores de datos de voltaje, V_s) que se han recogido para ese ciclo particular de proceso, y dividiendo entonces dicha suma por el número de valores de datos (por ejemplo, V_s) recogidos para ese ciclo de proceso. Este procedimiento determina un único valor de la fuerza activa (por ejemplo, V_H) para ese ciclo particular de proceso.

Se puede promediar entonces de manera aritmética un conjunto seleccionado de valores de la fuerza activa (por ejemplo, unos valores de voltaje de la fuerza activa, V_H) para proporcionar un valor medio de la fuerza activa (por ejemplo, un valor medio de voltaje de la fuerza activa, V_F) que se está produciendo en el proceso seleccionado. El número de valores individuales de la fuerza activa (por ejemplo, V_H) que se recogen en un conjunto para apoyar la operación de proceso seleccionada puede ser hasta 1.000 o más, y puede ser tan bajo como 300 o menos. De modo deseable, el procesador electrónico (128) puede estar configurado para incluir un mínimo de al menos 20 valores de fuerza activa (por ejemplo, V_H) en cada conjunto de valores utilizados para determinar un valor medio de la fuerza

activa. El operador del proceso puede seleccionar un número adecuado de valores de la fuerza activa (por ejemplo, V_H) que se recogen en un conjunto, y se pueden elegir de manera operativa para proporcionar una operación de proceso suficientemente estable y suficientemente regulada.

5 Para determinar el valor medio de la fuerza activa (por ejemplo, un valor medio de voltaje de la fuerza activa, V_F) que se está generando durante un período operativo correspondiente del proceso seleccionado, el conjunto seleccionado de valores individuales de la fuerza activa (por ejemplo, unos valores de voltaje, V_H) se pueden recoger y almacenar en una parte seleccionada de la memoria del procesador sobre una base “de funcionamiento” continuo. Cuando se ha completado la recogida de un conjunto de valores de la fuerza activa, el procesador puede promediar de
10 manera aritmética los valores (por ejemplo, promediar los valores de voltaje, V_H) encontrando la suma de los valores de la fuerza activa recogidos para el conjunto, y dividiendo entonces dicha suma por el número de valores de la fuerza activa incluidos en el conjunto. Este procedimiento puede calcular el valor medio de la fuerza activa (por ejemplo, V_F) que se está generando durante el período de funcionamiento correspondiente de la operación particular de proceso.

15 En una disposición deseada, el procesador electrónico (128) puede estar configurado para comparar continuamente el valor medio calculado de la fuerza activa con un valor introducido por el operador, denominado el punto de consigna. Por ejemplo, el punto de consigna puede ser un valor del punto de consigna de voltaje, V_{CONSIGNA} . El punto de consigna corresponde a un valor predeterminado o conocido de otro modo que sería generado por un proceso y aparato “de funcionamiento apropiado”. Usando un bucle convencional de realimentación de control, el procesador puede dar
20 órdenes a un dispositivo impulsor motorizado (130) o a otro servomecanismo para realizar pequeños ajustes de la posición del dispositivo de transferencia (110) y la posición del yunque, hasta que la señal de la célula de carga esté produciendo un valor medio de la fuerza activa que se encuentre en un intervalo fijo (por ejemplo, $\pm 5\%$) del valor del punto de consigna.

25 El proceso intermitente se puede representar por cambios significativos en el valor de la fuerza generada en la zona de pinzamiento o en otra zona de proceso del método y aparato. Durante una fase de proceso activo, tal como la proporcionada por un período de unión ultrasónica activa, se puede determinar un valor medio de la fuerza activa en la zona de pinzamiento. Se puede considerar que la operación de proceso es intermitente si existen períodos de discontinuidad de la operación de proceso durante los que se puede determinar una discontinuidad en el valor de la
30 fuerza en la zona de pinzamiento, y la discontinuidad proporciona una diferencia porcentual en el valor de la fuerza que es al menos del 10% del valor de la fuerza activa.

En una determinación de si se produce o no una operación de proceso intermitente, la forma de onda del voltaje relacionado con la fuerza, producida por el sistema seleccionado de sensores de fuerza durante un funcionamiento
35 normal de calidad aceptable del proceso y aparato deseados, se puede adquirir en un sistema de osciloscopios convencional. Adicionalmente, se puede conseguir una salida impresa de un trazado calibrado con precisión de la forma de onda. Los sistemas adecuados de osciloscopios son bien conocidos en la técnica, y están disponibles de las firmas comerciales. Un ejemplo de un sistema de osciloscopios adecuado es un osciloscopio de 1 GHz con número de modelo 54835A, disponible de la firma Hewlett Packard, una empresa con oficinas situadas en Palo Alto, California.

40 El valor del punto de consigna de voltaje, V_{CONSIGNA} , que corresponde a la fuerza activa media deseada se puede anotar y señalar entonces sobre el trazado de la forma de onda. Dicho valor del punto de consigna debería corresponder al valor medio de la fuerza activa que se producirá por el funcionamiento normal de calidad aceptable del proceso y aparato deseados. Adicionalmente, el valor más bajo de voltaje, V_L , que se ha registrado en el trazado de la forma de
45 onda se puede anotar y señalar sobre el mismo. El V_L correspondería al valor más bajo de fuerza observado durante un funcionamiento normal de calidad aceptable de la operación de proceso seleccionada. Se puede considerar que una operación de proceso intermitente está presente cuando existe al menos una diferencia del 10% entre el valor del punto de consigna de voltaje (V_{CONSIGNA}) y el valor más bajo de voltaje (V_L), tal como se determina por la fórmula:

$$50 \quad \text{diferencia porcentual} = (V_{\text{CONSIGNA}} - V_L) * 100/V_{\text{CONSIGNA}}$$

Se puede dirigir una señal de salida de accionamiento desde el procesador electrónico (128) hasta un dispositivo impulsor automatizado que está conectado de manera operativa al dispositivo de transferencia seleccionado (por ejemplo, el mecanismo de corredera -110-). El dispositivo impulsor automatizado puede incluir, por ejemplo, un motor para accionar el dispositivo impulsor motorizado (130). En una disposición particular, la salida del procesador puede estar configurada para hacer funcionar un husillo conductor accionado por motor que está conectado para mover automáticamente el mecanismo de corredera en cola de milano y el elemento de yunque, a efectos de modificar y cambiar
55 de esta manera el intersticio del pinzamiento (106).

60 En una característica deseada, el método y aparato pueden proporcionar la unión intermitente u otro proceso mientras funcionan a alta velocidad. En un aspecto particular, la unión deseada intermitente se puede llevar a cabo mientras se está haciendo girar el elemento de yunque (86) para proporcionar una velocidad de trabajo que tiene al menos un valor mínimo de aproximadamente 5 m/min. La velocidad de trabajo puede ser de modo alternativo al menos
65 aproximadamente 7 m/min, y puede ser de modo opcional al menos aproximadamente 9 m/min para proporcionar un comportamiento mejorado. En otro aspecto, la velocidad de trabajo puede ser hasta un máximo de aproximadamente 700 m/min o más.

ES 2 294 148 T3

Para los objetivos de la presente invención, la velocidad de trabajo es una velocidad a la que el elemento laminar objetivo (98) de material a trabajar se suministra al interior de la zona de pinzamiento entre los elementos de sonotrodo y yunque giratorios. Si no existe sustancialmente deslizamiento entre el elemento de yunque (86) giratorio y el elemento laminar objetivo (98) móvil, la velocidad de trabajo puede ser sustancialmente igual a la velocidad superficial en la superficie periférica exterior (90) del elemento de yunque.

En los diversos elementos de fijación y aseguramiento utilizados en las construcciones del método y aparato de la invención, debería ser muy evidente que se puede utilizar cualquier técnica convencional de fijación y aseguramiento. Dichas técnicas pueden incluir, por ejemplo, adhesivos, soldaduras, tornillos, pernos, remaches, pasadores, elementos de acoplamiento, elementos de apriete o similares, así como combinaciones de los mismos.

De modo similar, debería ser muy evidente que se puede utilizar cualquier material convencional para construir los diversos elementos y componentes del método y aparato. Dichos materiales pueden incluir polímeros sintéticos, materiales compuestos de fibra de vidrio y resina, materiales compuestos de fibra de carbono y resina, metales, materiales compuestos metálicos, ("composites") materiales compuestos cerámicos y similares, así como combinaciones de los mismos. Por ejemplo, los metales adecuados pueden ser acero, aluminio, titanio, o similar, así como combinaciones de los mismos. Los materiales se seleccionan típicamente para proporcionar niveles deseados de resistencia, dureza, baja amortiguación vibratoria, tenacidad, resistencia a la fatiga, durabilidad, facilidad de fabricación y facilidad de mantenimiento.

Las dimensiones de los diversos componentes pueden depender de la aplicación particular del método y aparato, y se pueden determinar mediante técnicas de ingeniería estándares. Por ejemplo, las dimensiones de los componentes se pueden determinar estableciendo la carga pico de funcionamiento deseada y ajustando los límites de esfuerzo para que un factor de seguridad seleccionado (por ejemplo, un factor de seguridad de diez) ayude a asegurar la vida útil de funcionamiento y la resistencia a la fatiga adecuadas.

El elemento de sonotrodo (28) giratorio, los elementos correspondientes de guía/eje de ondas, los elementos de aislamiento correspondientes y otros componentes que cooperan con los mismos pueden estar contruidos como un conjunto unitario que está formado integralmente a partir de una única pieza de material. El diseño en una pieza es capaz de eliminar interfases que pueden ser fuentes de desgaste y generación de calor excesivos. Dichas interfases pueden contribuir también a la creación de errores de tolerancia durante el mecanizado. Dichos errores de tolerancia pueden hacer difícil mantener un nivel deseado de concentricidad en la superficie de trabajo del sonotrodo giratorio. Como consecuencia, las diversas configuraciones del método y aparato pueden reducir costes, proporcionar rigidez aumentada, pueden funcionar en intervalos de tolerancia más pequeños y pueden proporcionar un comportamiento más consistente durante una producción a alta velocidad.

Se debería apreciar fácilmente que los distintos componentes giratorios pueden estar equilibrados dinámicamente en giro para reducir el desgaste y las vibraciones, mantener mejor las posiciones deseadas y mejorar adicionalmente el rendimiento de la operación de unión deseada. Cada uno de los componentes puede estar equilibrado dinámicamente de forma individual o en una combinación operativa con otros componentes, tal como se desee.

REIVINDICACIONES

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

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

un primer elemento de eje de giro (34) que está unido de manera operativa a dicho primer lado axial (30) de dicho elemento de sonotrodo (28);

un primer elemento de aislamiento (42) que está unido de manera operativa a dicho primer elemento de eje (34);

un primer elemento de acoplamiento (58) que está conectado entre dicho primer elemento de aislamiento (42) y un primer cojinete (66) de giro montado fijamente, estando asegurado de manera operativa dicho primer elemento de acoplamiento (58) a dicho primer elemento de aislamiento (42);

un elemento de yunque (86) giratorio que está situado de modo cooperativo para proporcionar el intersticio seleccionado sonotrodo-yunque (106) entre dicho elemento de yunque (86) y dicho elemento de sonotrodo (28);

un excitador ultrasónico (82) que está conectado para proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a dicho elemento de sonotrodo (28);

un accionador (110) que está configurado para ajustar selectivamente dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106);

un dispositivo impulsor automatizado (130) que está conectado de manera operativa a dicho accionador (110) para modificar automáticamente dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106); **caracterizado** porque dicho primer elemento de aislamiento (42) es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho primer elemento de aislamiento (42) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho primer elemento de aislamiento (42); y porque el aparato comprende además:

un sensor de fuerza (126) que está configurado para detectar una fuerza intermitente en el intersticio en dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106); y

un procesador electrónico (128) que está configurado para utilizar una salida desde dicho sensor de fuerza a efectos de supervisar dicha fuerza intermitente en el intersticio, y proporcionar una señal de accionamiento a dicho dispositivo impulsor automatizado (130) para ajustar de esta manera dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106) a efectos de mantener de manera operativa un valor objetivo de la fuerza intermitente en el intersticio.

2. Aparato para procesos ultrasónicos, según la reivindicación 1, que comprende además:

un segundo elemento de eje de giro (36) que está unido de manera operativa a dicho segundo lado axial (32) de dicho elemento de sonotrodo (28);

un segundo elemento de aislamiento (44) que está unido de manera operativa a dicho segundo elemento de eje, siendo capaz de curvarse dicho primer elemento de aislamiento (42) bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho segundo elemento de aislamiento (44) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho segundo elemento de aislamiento; y

un segundo elemento de acoplamiento (40) que está conectado entre dicho segundo elemento de aislamiento (44) y un segundo cojinete de giro montado fijamente, estando asegurado de manera operativa dicho segundo elemento de acoplamiento a dicho segundo elemento de aislamiento.

3. Aparato para procesos ultrasónicos, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que

dicho primer elemento de eje de giro (34) es capaz de proporcionar un primer plano nodal (38) y dicho primer elemento de aislamiento (42) tiene una posición que está próxima de manera operativa a dicho primer plano nodal (38) del primer elemento de eje (34); comprendiendo además el aparato:

un segundo elemento de eje de giro (36) que está unido de manera operativa a dicho segundo lado axial (32) de dicho elemento de sonotrodo (28), siendo capaz de proporcionar dicho segundo elemento de eje (36) un segundo plano nodal (40);

un segundo elemento de aislamiento (44) que está unido de manera operativa a dicho segundo elemento de eje (36) y tiene una posición que está próxima de manera operativa a dicho segundo plano nodal (40) del segundo elemento

ES 2 294 148 T3

de eje (36), siendo capaz de curvarse dicho primer elemento de aislamiento (42) bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial de dicho segundo elemento de aislamiento (44) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial de dicho segundo elemento de aislamiento (44);

un segundo elemento de acoplamiento (40) que está conectado entre dicho segundo elemento de aislamiento (44) y un segundo cojinete (68) de giro montado fijamente, estando asegurado de manera operativa dicho segundo elemento de acoplamiento (40) a dicho segundo elemento de aislamiento (44); y en el que dicho elemento de yunque (86) está situado en una disposición desplazada horizontalmente y solapada verticalmente con relación a dicho elemento de sonotrodo (28); y el aparato comprende además:

un excitador ultrasónico que está conectado a dicho elemento de sonotrodo (28) y puede proporcionar una cantidad operativa de energía ultrasónica a una frecuencia dentro del intervalo de aproximadamente 15-60 kHz.

4. Aparato para procesos ultrasónicos, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho elemento de sonotrodo (28) está configurado para presentar una flexión estática que no sea mayor de 0,004 mm aproximadamente a una carga de 445 Newtons.

5. Aparato para procesos ultrasónicos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho elemento de sonotrodo (28) y dicho elemento de yunque (86) están configurados para mantener el intersticio de sonotrodo-yunque (106) que es de al menos aproximadamente 0,01 mm.

6. Aparato para procesos ultrasónicos, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además:

un dispositivo impulsor de yunque que puede hacer girar dicho elemento de yunque (86) para proporcionar una velocidad periférica del yunque de al menos aproximadamente 5 m/min; y

un dispositivo impulsor de sonotrodo 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.

7. Aparato para procesos ultrasónicos, según la reivindicación 2, en el que

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

dicho primer componente de aislamiento radial (46) está unido a dicho primer elemento de eje (34), está configurado para extenderse al menos radialmente desde dicho primer elemento de eje (34), y está configurado para curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo;

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

dicho segundo elemento de aislamiento (44) tiene un segundo componente de aislamiento radial (48) y un segundo componente de aislamiento axial (52);

dicho segundo componente de aislamiento radial (48) está unido a dicho segundo elemento de eje (36), está configurado para extenderse al menos radialmente desde dicho segundo elemento de eje (36), y está configurado para curvarse bajo dicho intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo;

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

8. Aparato para procesos ultrasónicos, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho accionador (110) incluye una corredera en cola de milano.

9. Método para procesos ultrasónicos, que comprende:

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

dicho primer lado axial (30) de dicho elemento de sonotrodo (28) que ha sido unido de manera operativa a un primer elemento de eje de giro (34);

dicho primer elemento de eje (34) que ha sido unido de manera operativa a un primer elemento de aislamiento (42);

un primer elemento de acoplamiento (58) que ha sido conectado entre dicho primer elemento de aislamiento (42) y un primer cojinete (66) de giro montado fijamente, estando asegurado de manera operativa dicho primer elemento de acoplamiento a dicho primer elemento de aislamiento (42);

un elemento de yunque (86) giratorio que se ha situado de modo cooperativo para proporcionar el intersticio seleccionado sonotrodo-yunque (106) entre dicho elemento de yunque (86) y dicho elemento de sonotrodo (28);

una cantidad operativa de energía ultrasónica que se ha proporcionado a dicho elemento de sonotrodo (28);

caracterizado porque dicho primer elemento de aislamiento (42) es capaz de curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho primer elemento de aislamiento (42) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho primer elemento de aislamiento (42), y porque el método comprende:

un accionador (110) que ha sido configurado para ajustar selectivamente dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106);

un dispositivo impulsor automatizado (130) que ha sido conectado de manera operativa a dicho accionador para modificar automáticamente dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106);

una fuerza intermitente en el intersticio que se ha detectado en dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106); y

dicha fuerza intermitente en el intersticio que ha sido supervisada para proporcionar una señal de accionamiento a dicho dispositivo impulsor automatizado (130) a efectos de ajustar de este modo dicho intersticio de sonotrodo-yunque (106) para mantener de manera operativa un valor objetivo de la fuerza intermitente en el intersticio.

10. Método, según la reivindicación 9, en el que

un segundo elemento de eje (36) ha sido unido a dicho segundo lado axial (32) de dicho elemento de sonotrodo (28);

un segundo elemento de aislamiento (44) ha sido unido a dicho segundo elemento de eje (36), siendo capaz de curvarse dicho primer elemento de aislamiento (42) bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo para proporcionar una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección radial (102) de dicho segundo elemento de aislamiento (44) y una componente operativa de movimiento a lo largo de una dirección axial (100) de dicho segundo elemento de aislamiento (44); y

un segundo elemento de acoplamiento (60) que ha sido conectado entre dicho segundo elemento de aislamiento y un segundo cojinete (68) de giro montado fijamente, estando asegurado de manera operativa dicho segundo elemento de acoplamiento a dicho segundo elemento de aislamiento (44).

11. Método, según la reivindicación 9, en el que

dicho primer elemento de eje (34) ha sido configurado para proporcionar un primer plano nodal (38); y

dicho primer elemento de aislamiento (42) ha sido unido de manera operativa a dicho primer elemento de eje (34), y ha sido situado próximo de manera operativa a dicho primer plano nodal (38) del primer elemento de eje.

12. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicho elemento de sonotrodo ha sido configurado para presentar una flexión estática que no sea mayor que aproximadamente 0,004 mm a una carga de 445 newtons.

13. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicho elemento de sonotrodo y dicho elemento de yunque se han configurado para mantener el intersticio de sonotrodo-yunque que es al menos aproximadamente 0,01 mm.

14. Método, según la reivindicación 9, en el que

dicho primer elemento de aislamiento (42) ha sido dotado de un primer componente de aislamiento radial (46) y de un primer componente de aislamiento axial (50);

dicho primer componente de aislamiento radial (46) ha sido unido a dicho primer elemento de eje (34), ha sido configurado para extenderse al menos radialmente desde dicho primer elemento de eje (34), y ha sido configurado para curvarse bajo un intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo;

ES 2 294 148 T3

dicho primer componente de aislamiento axial (50) ha sido unido a una parte operativa de dicho primer componente de aislamiento radial (46), está configurado para extenderse axialmente desde dicho primer componente de aislamiento radial (46), y está configurado para curvarse bajo dicho intervalo de frecuencias sónicas durante la vida útil del sonotrodo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

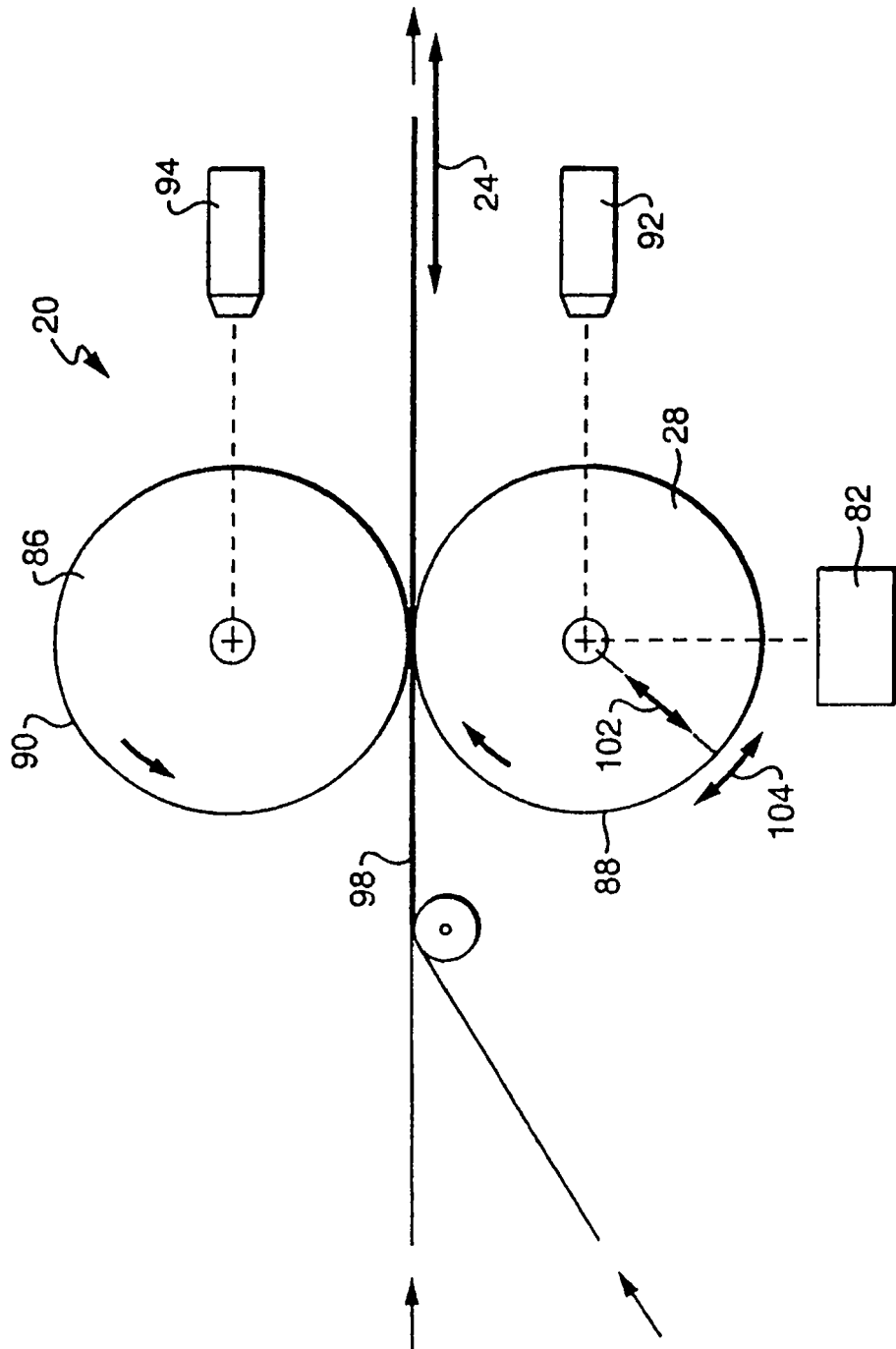


FIG. 1

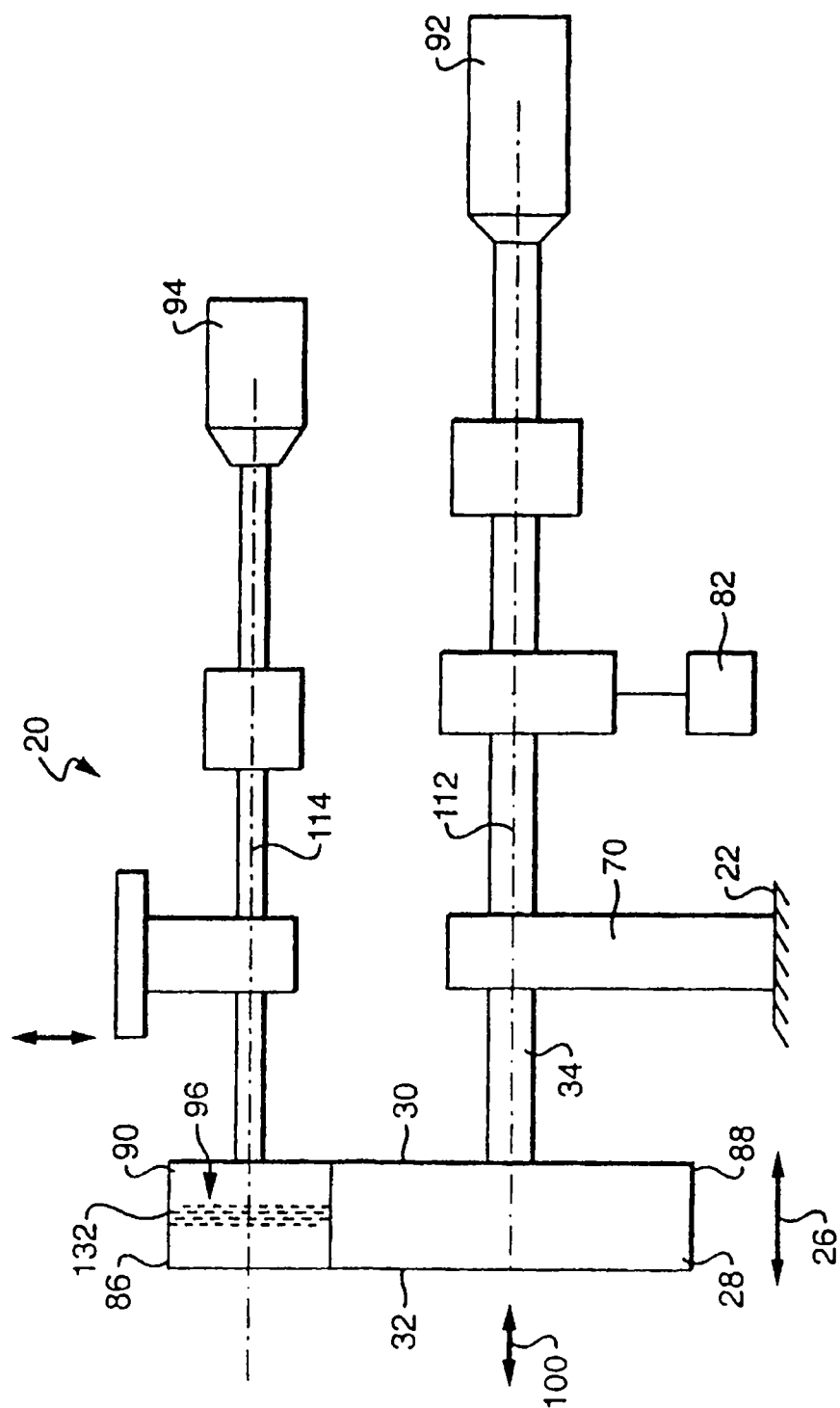


FIG. 2

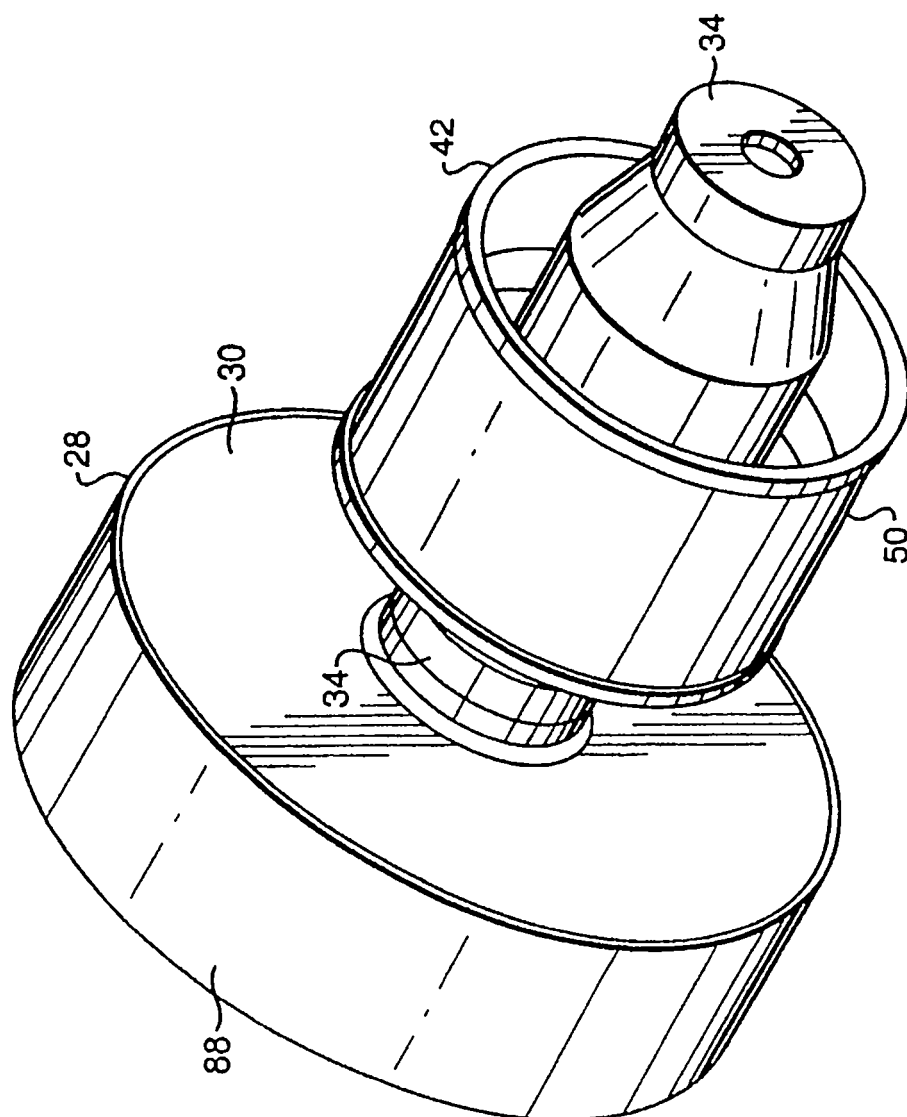


FIG. 3

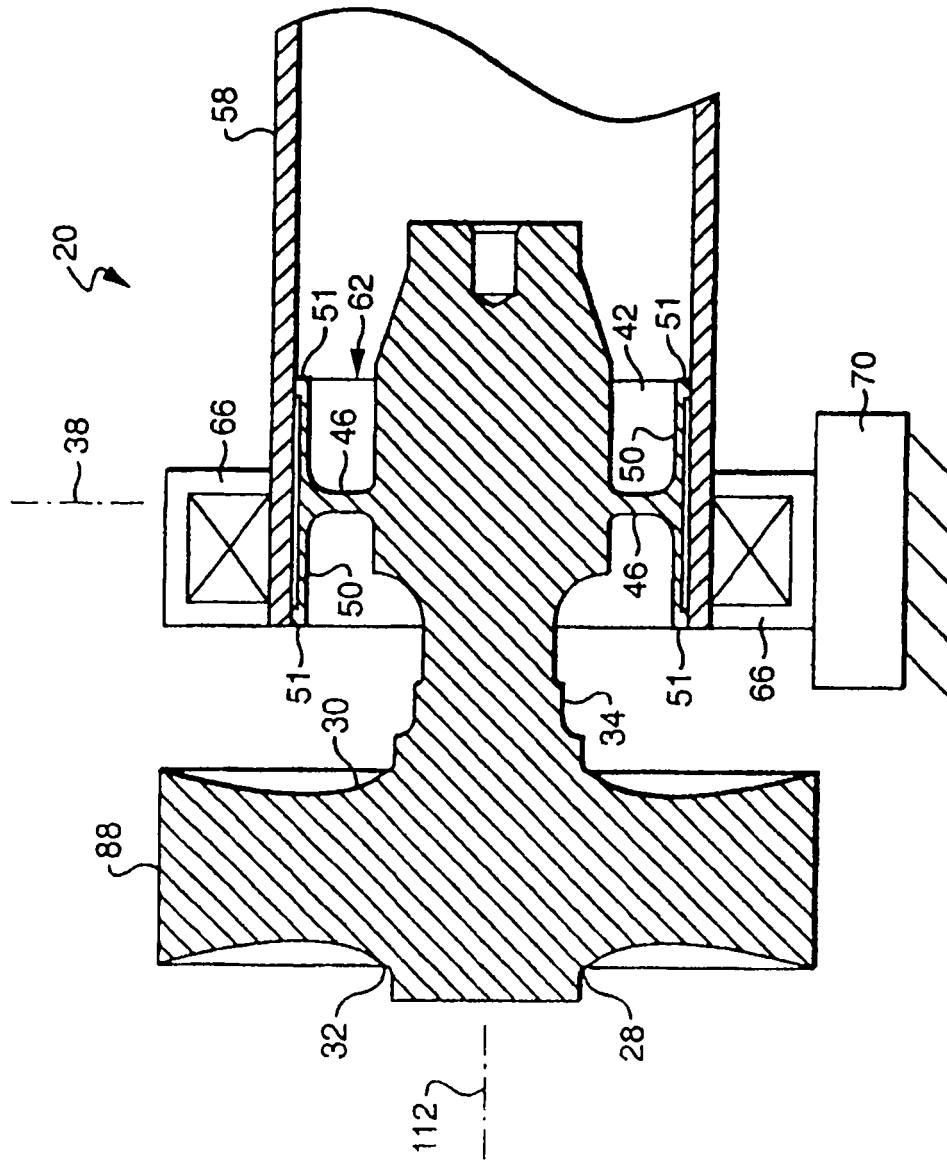


FIG. 4

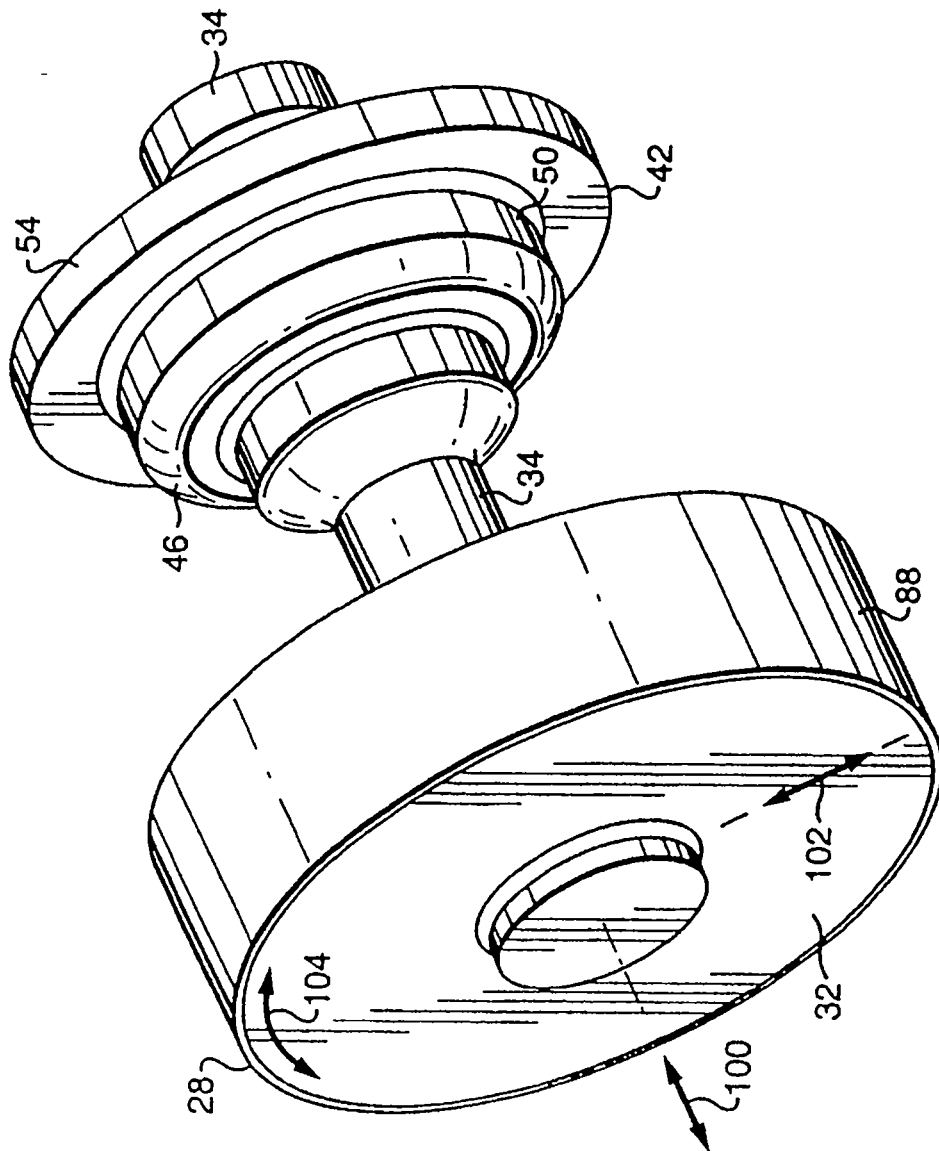


FIG. 5

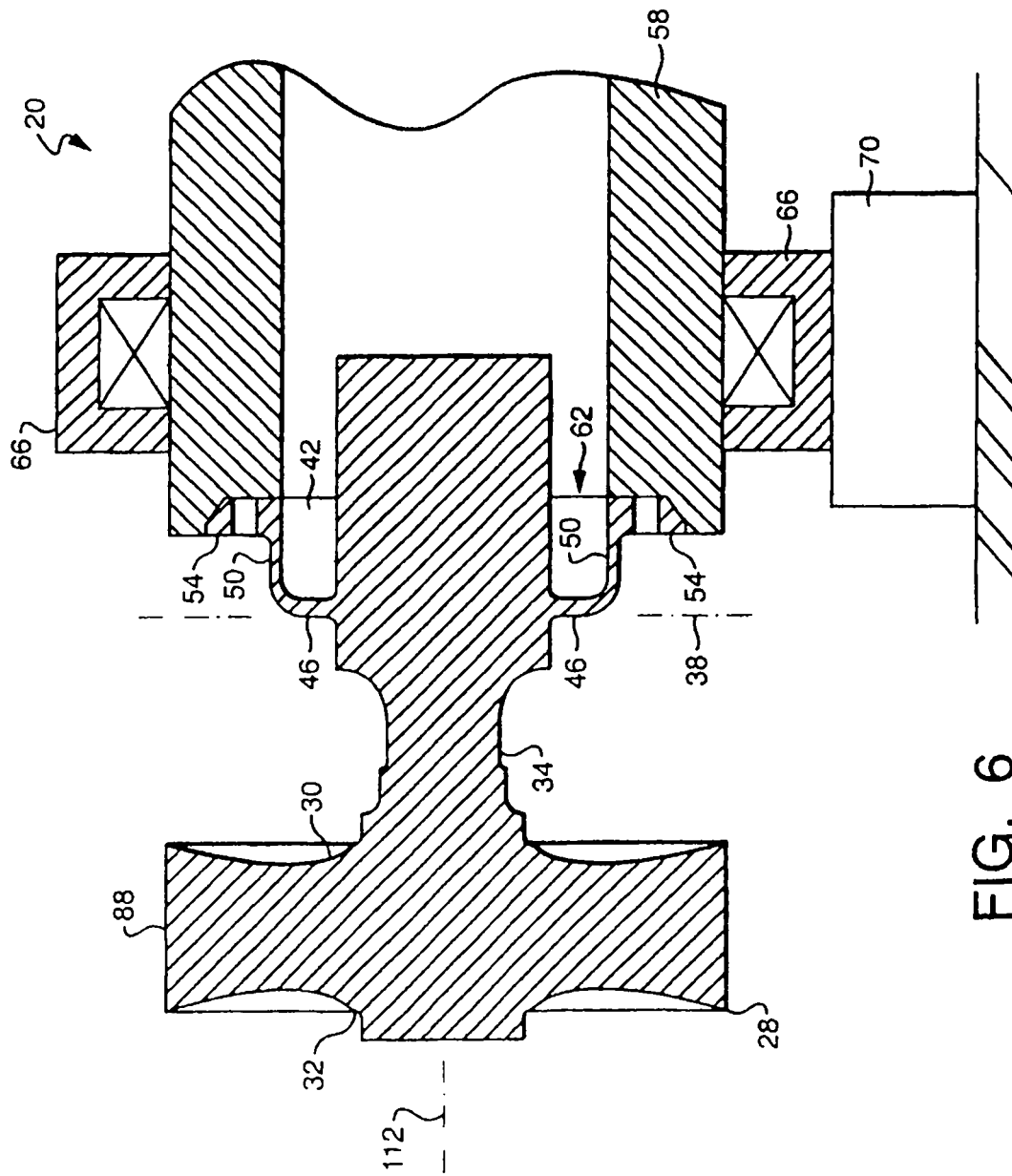


FIG. 6

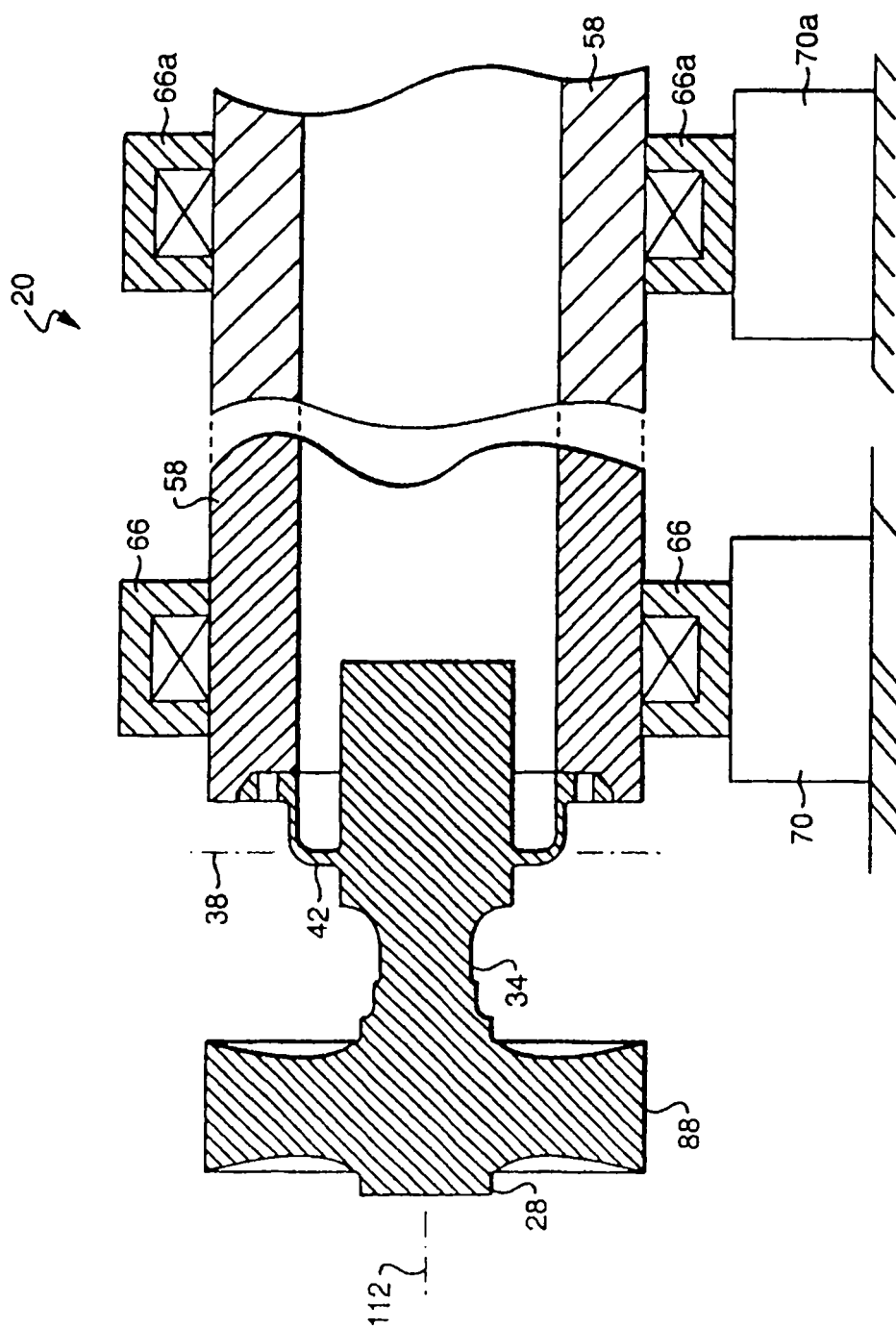


FIG. 6A

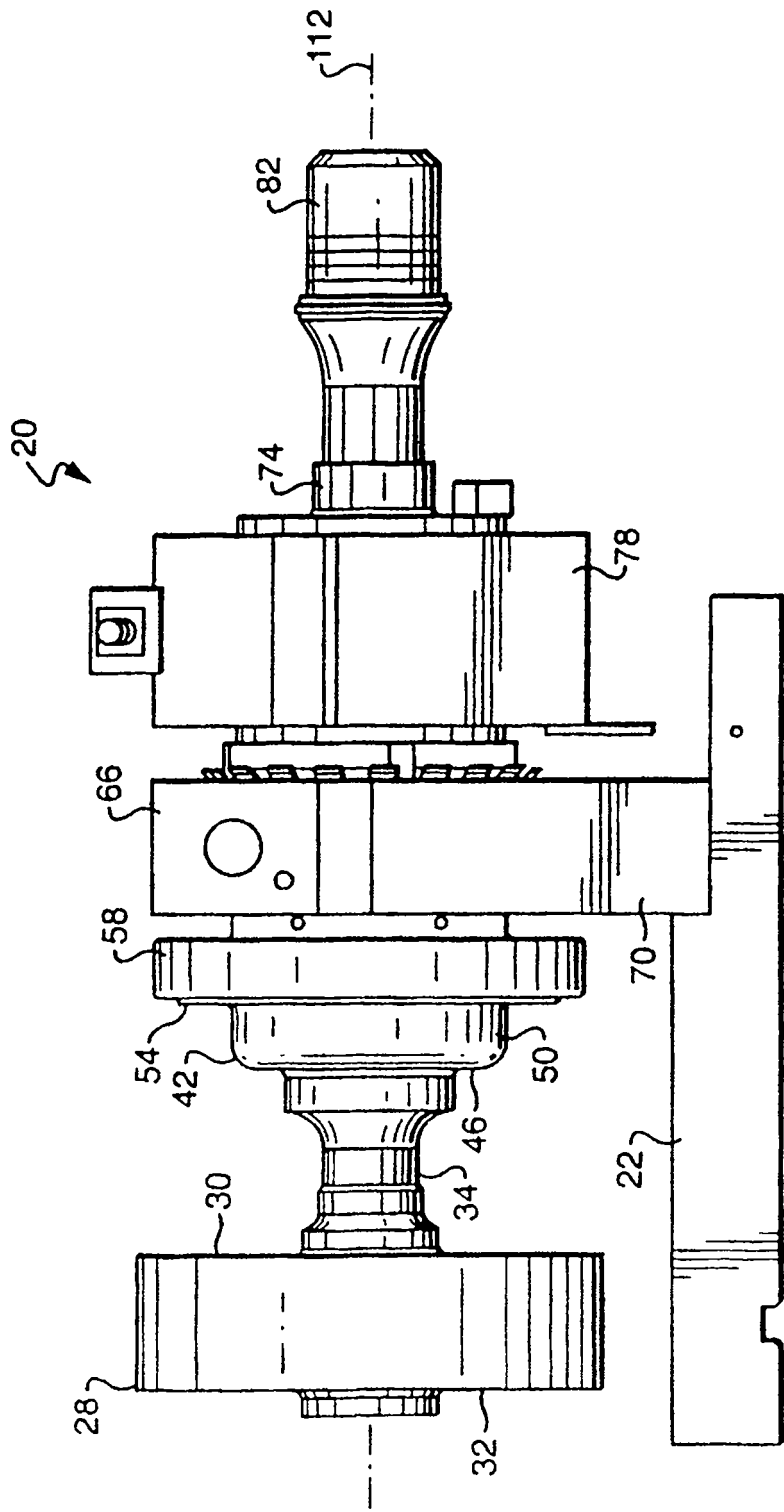


FIG. 7

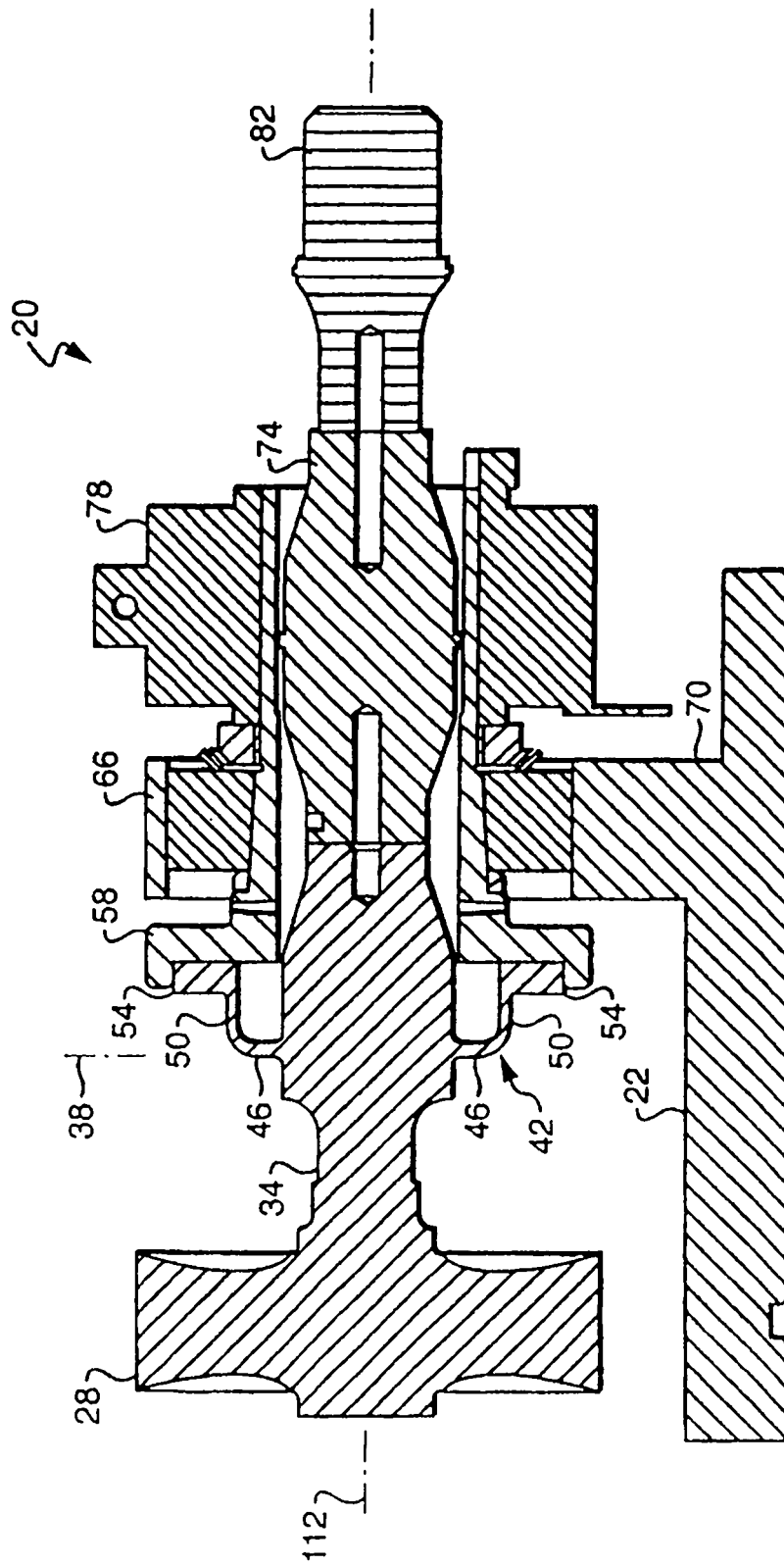


FIG. 8

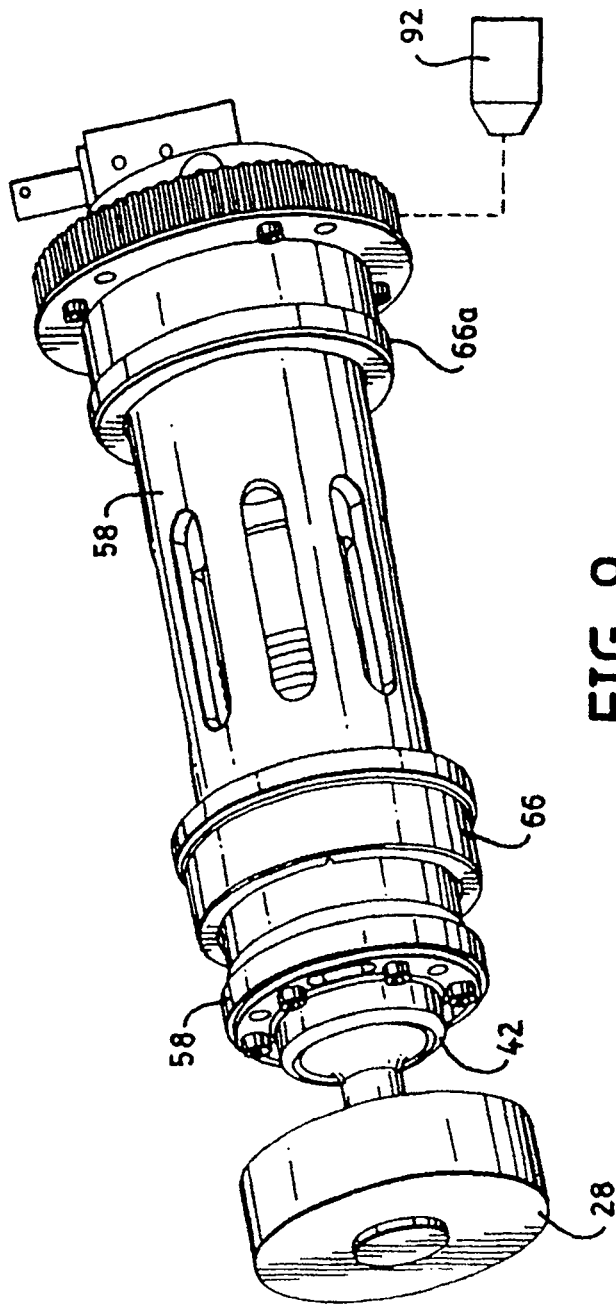


FIG. 9

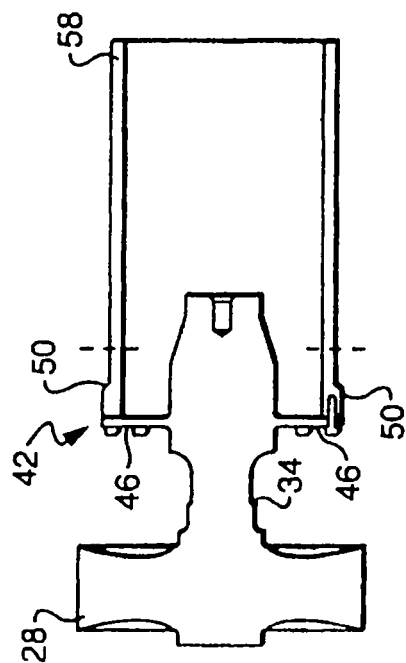


FIG. 10A

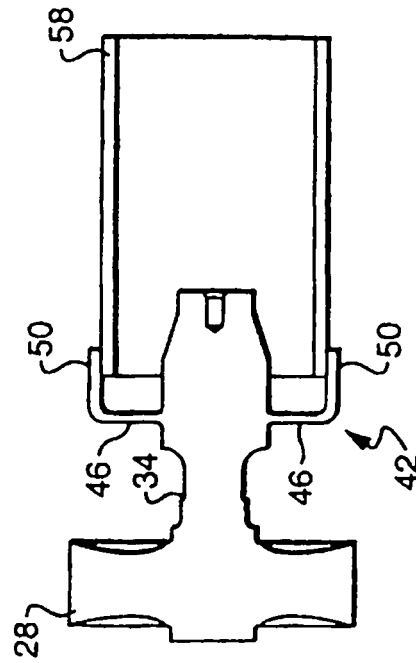


FIG. 10C

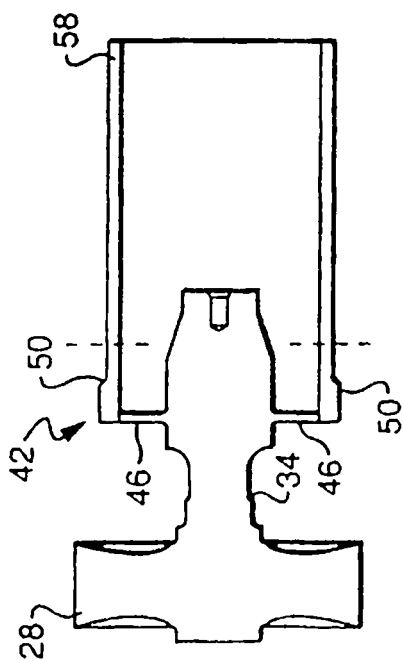


FIG. 10

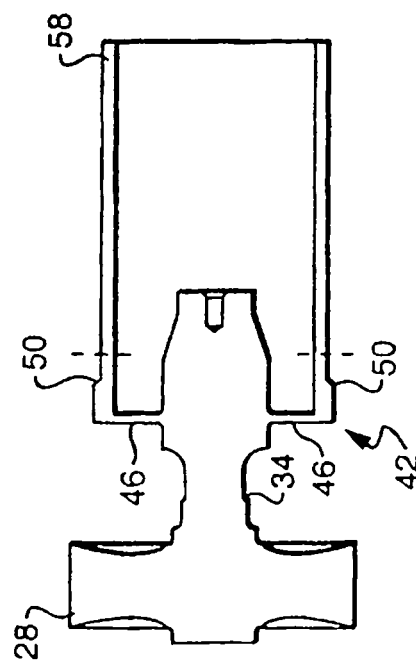


FIG. 10B

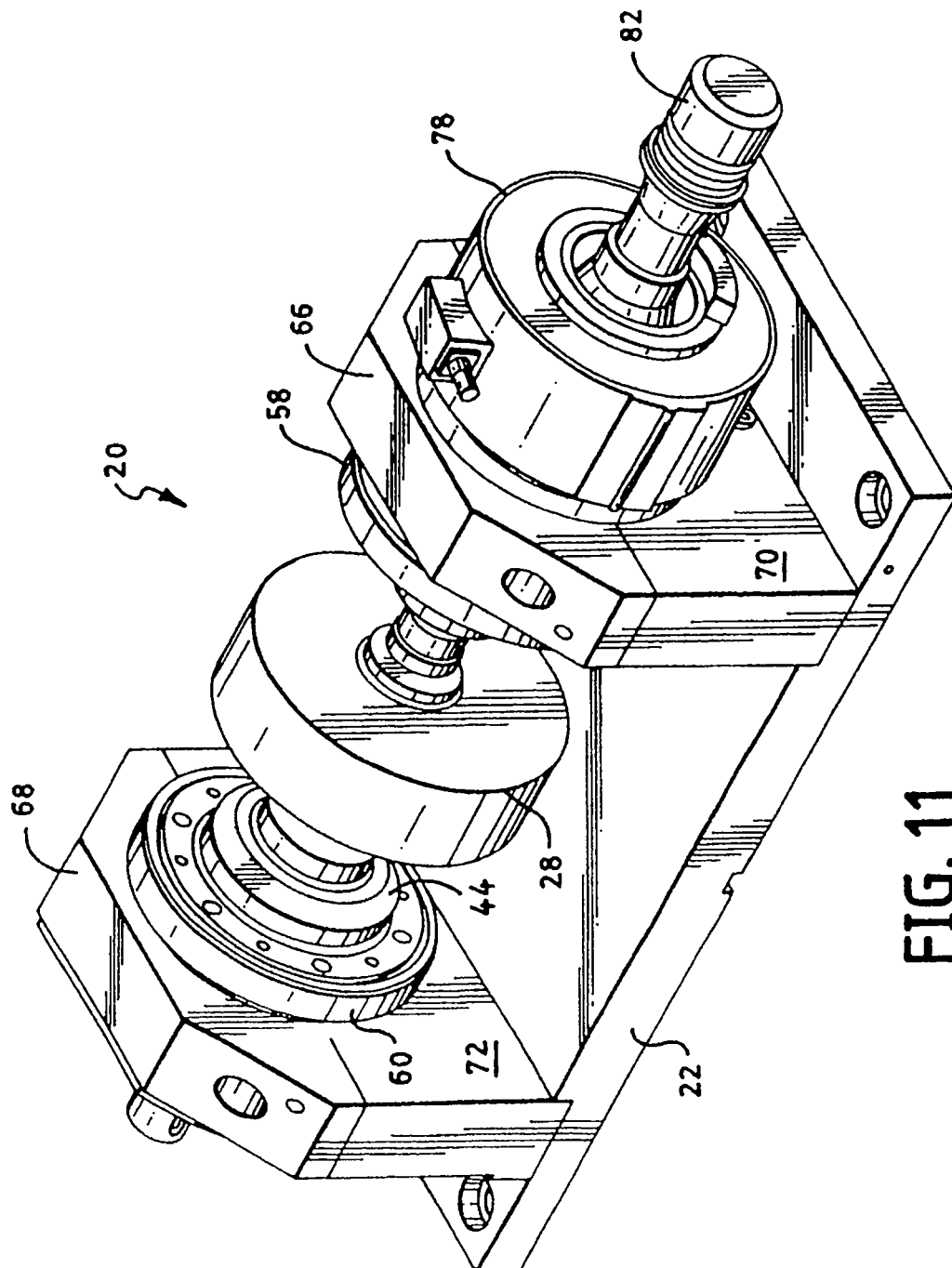


FIG. 11

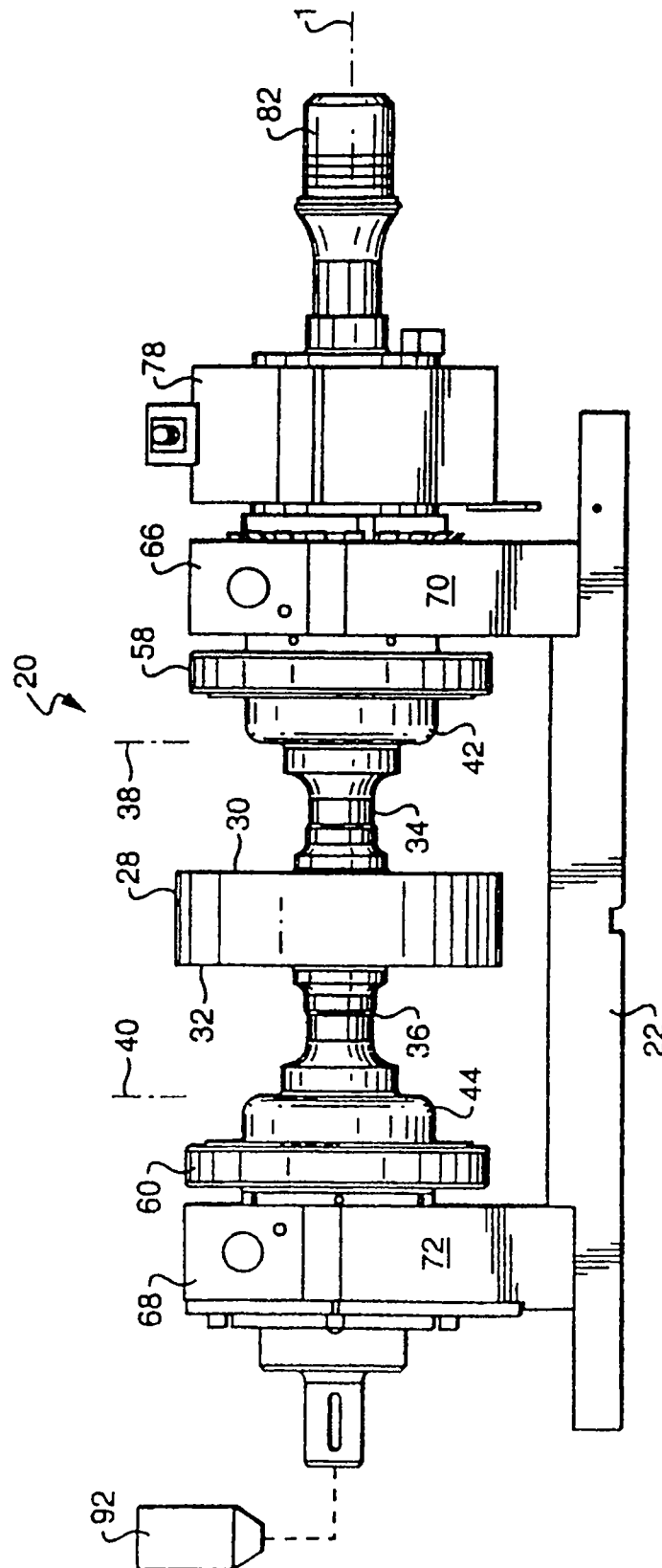


FIG. 12

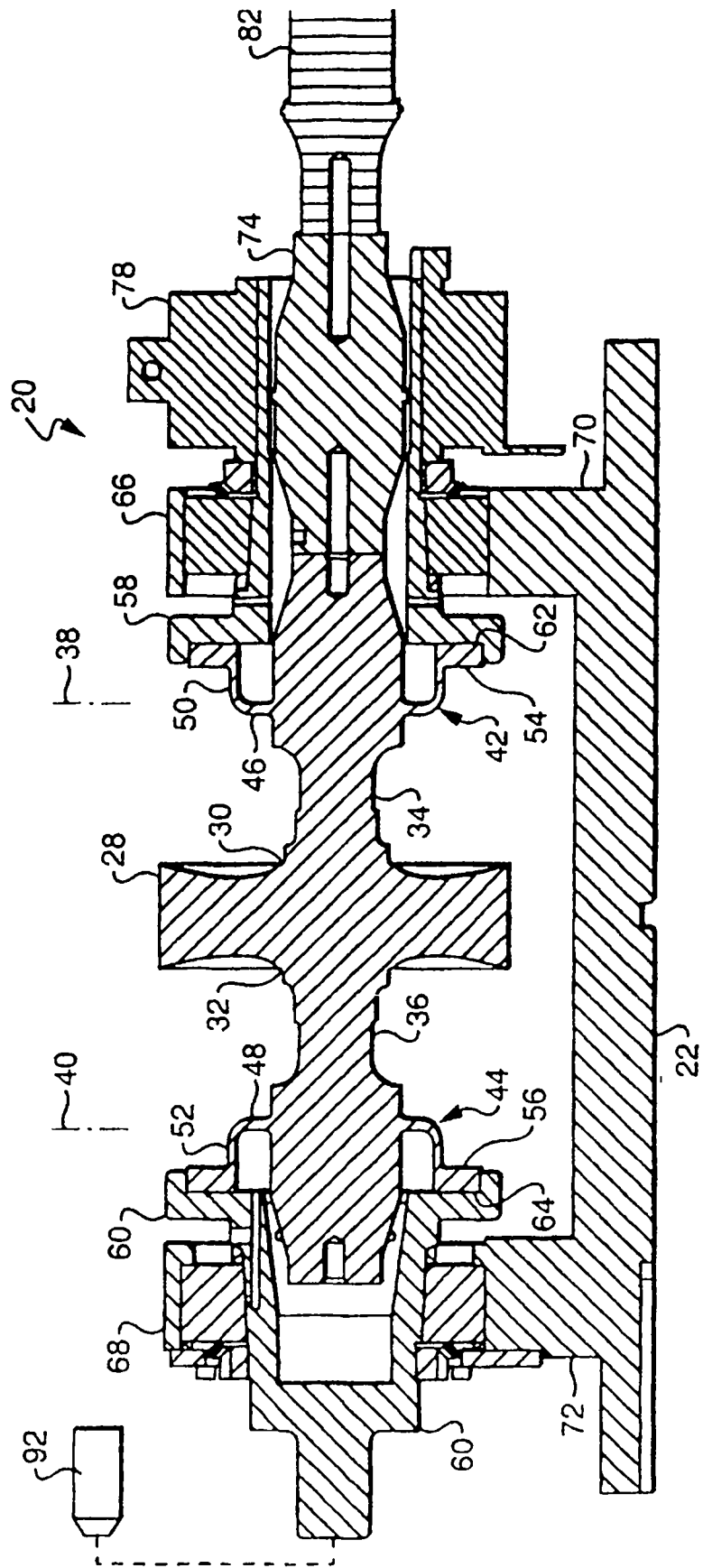


FIG. 13

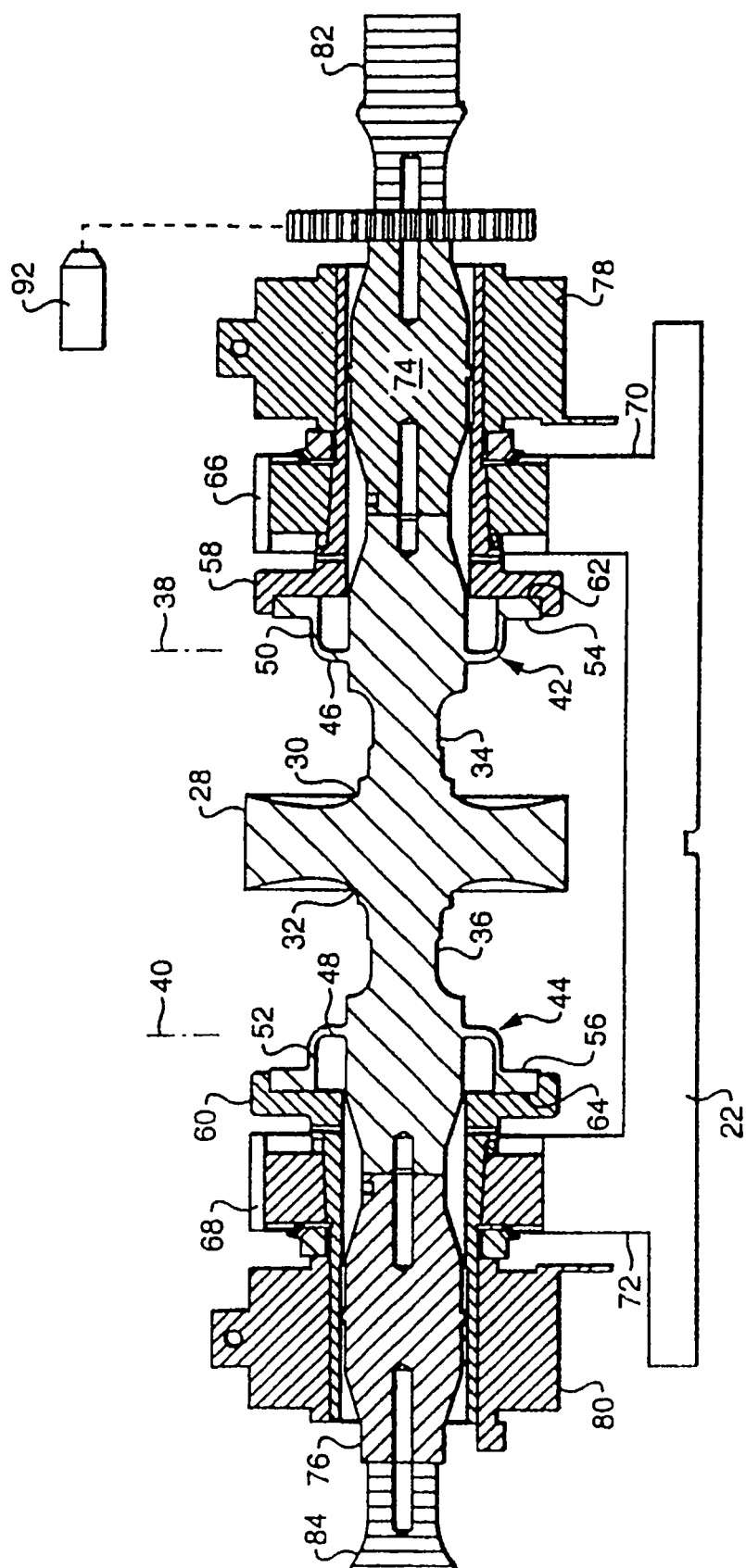
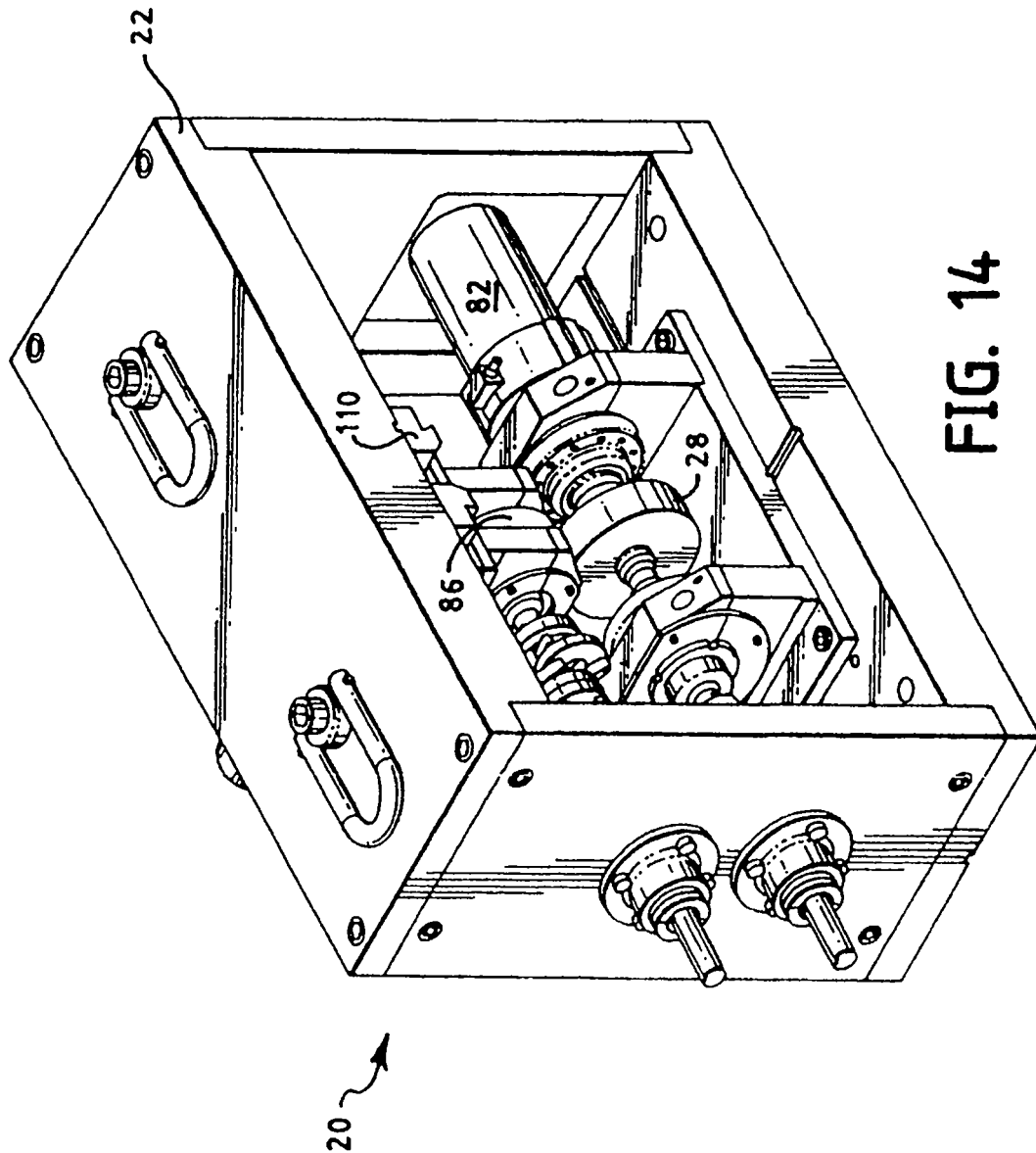


FIG. 13A



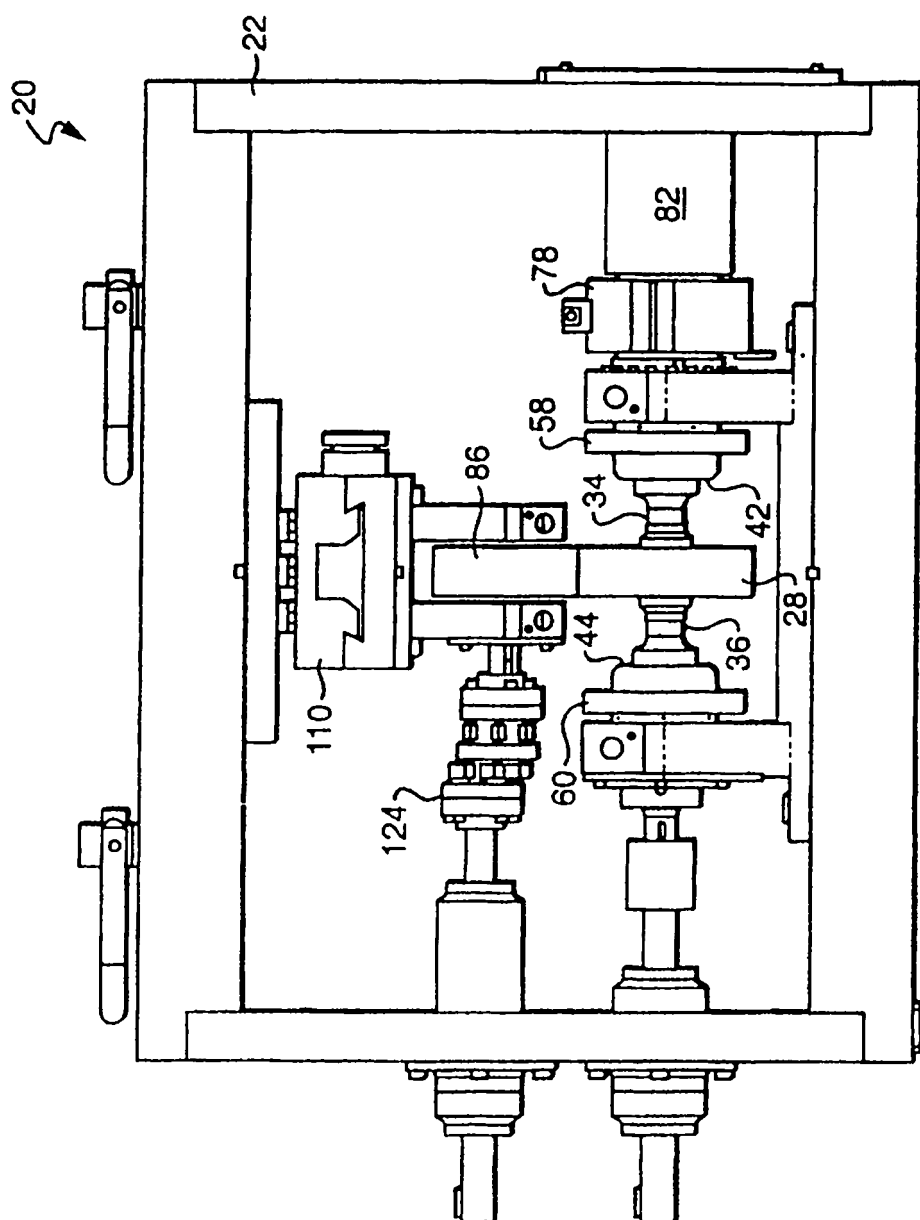


FIG. 15

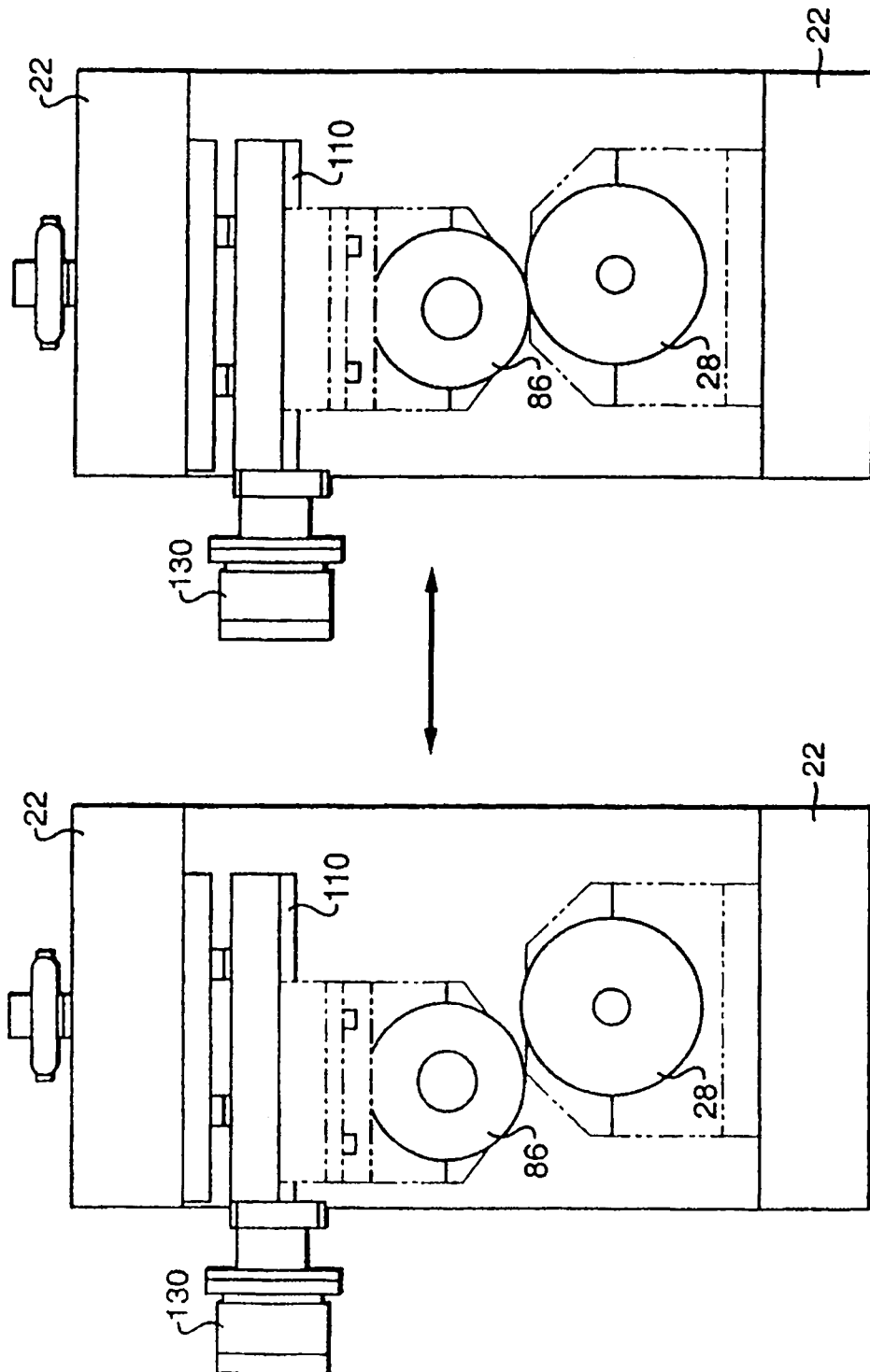


FIG. 16A

FIG. 16

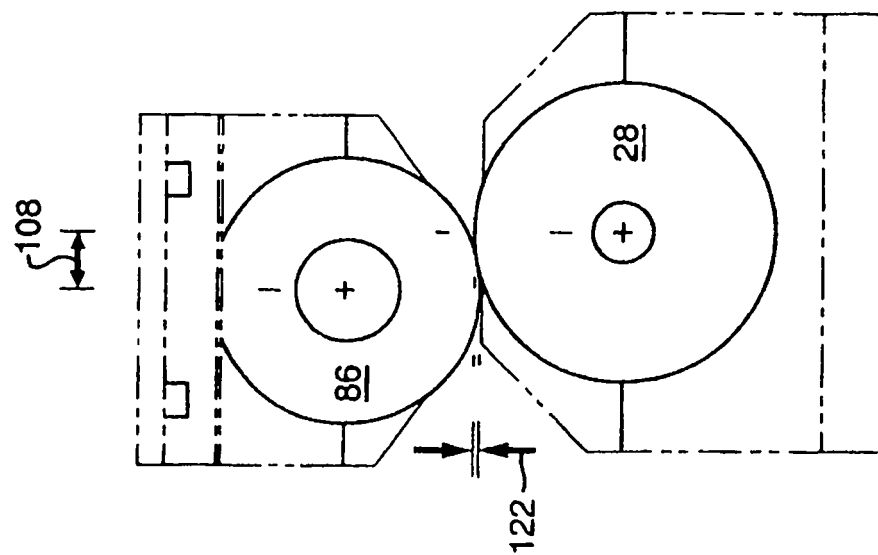


FIG. 17A

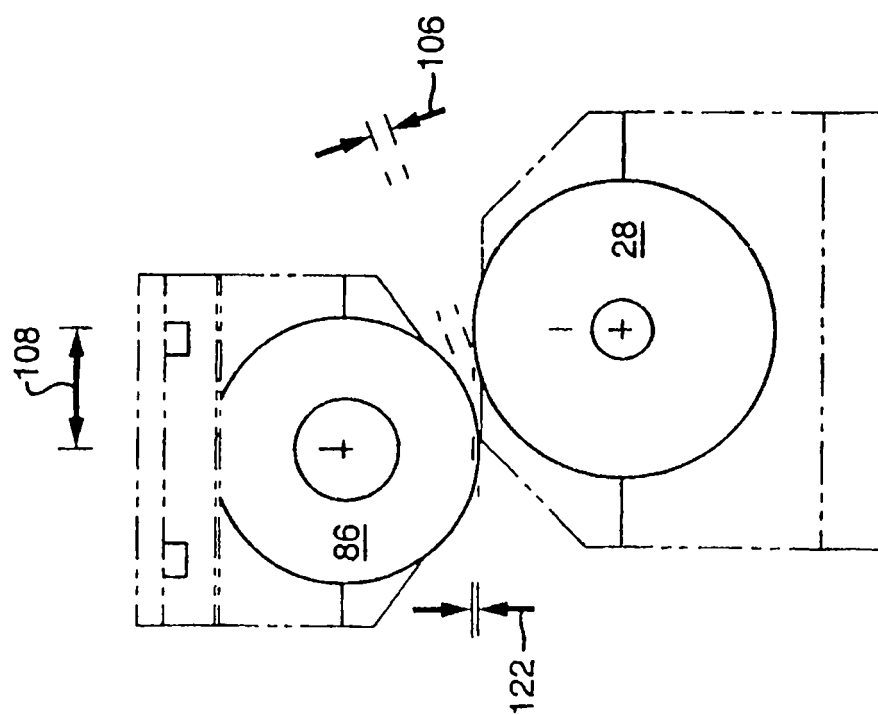


FIG. 17

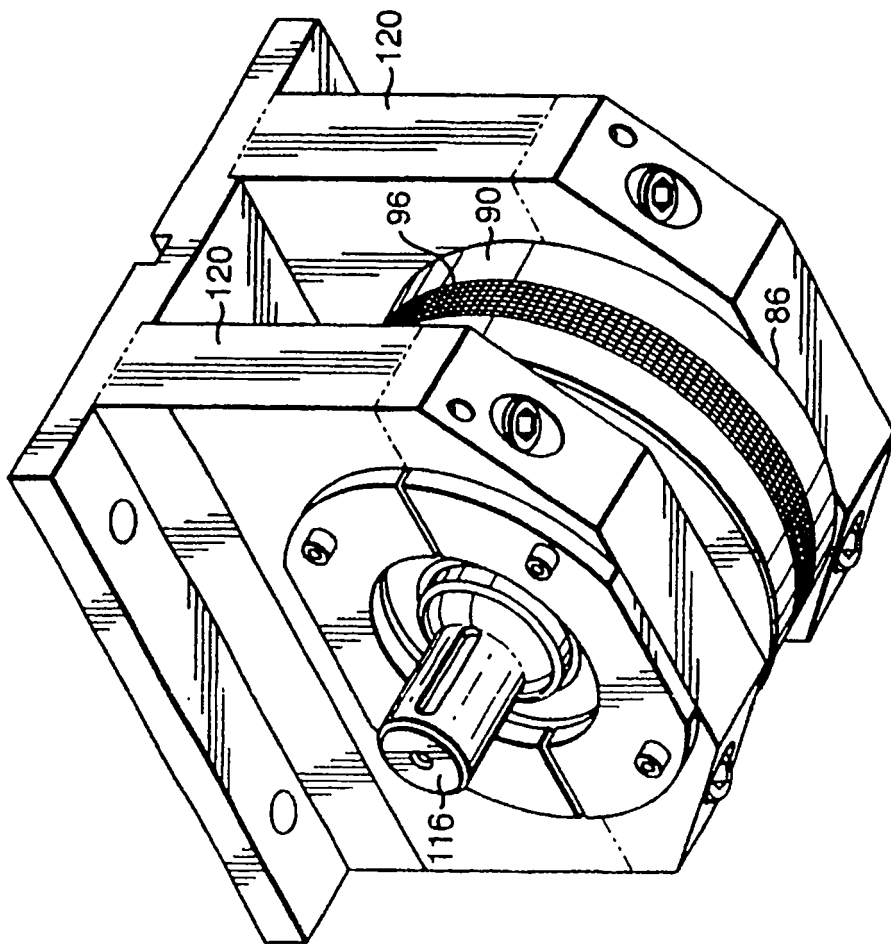


FIG. 18

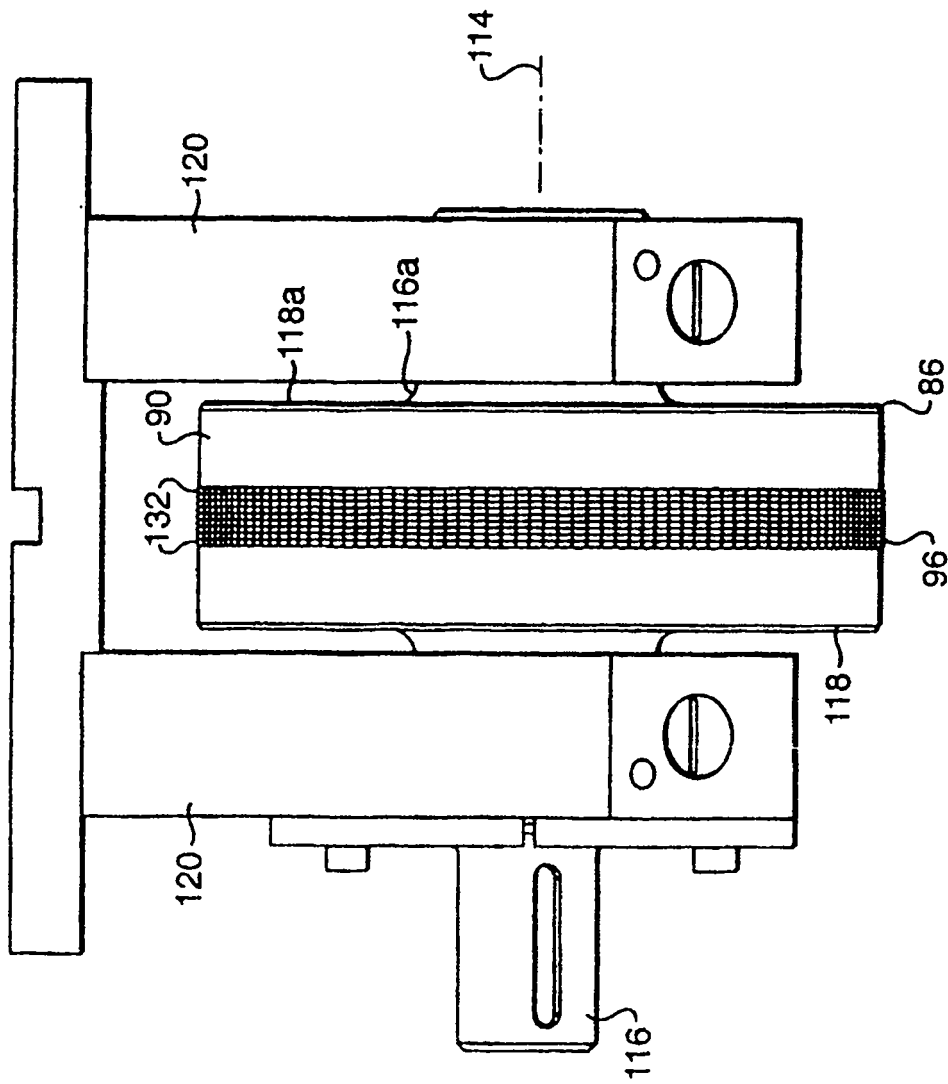


FIG. 19

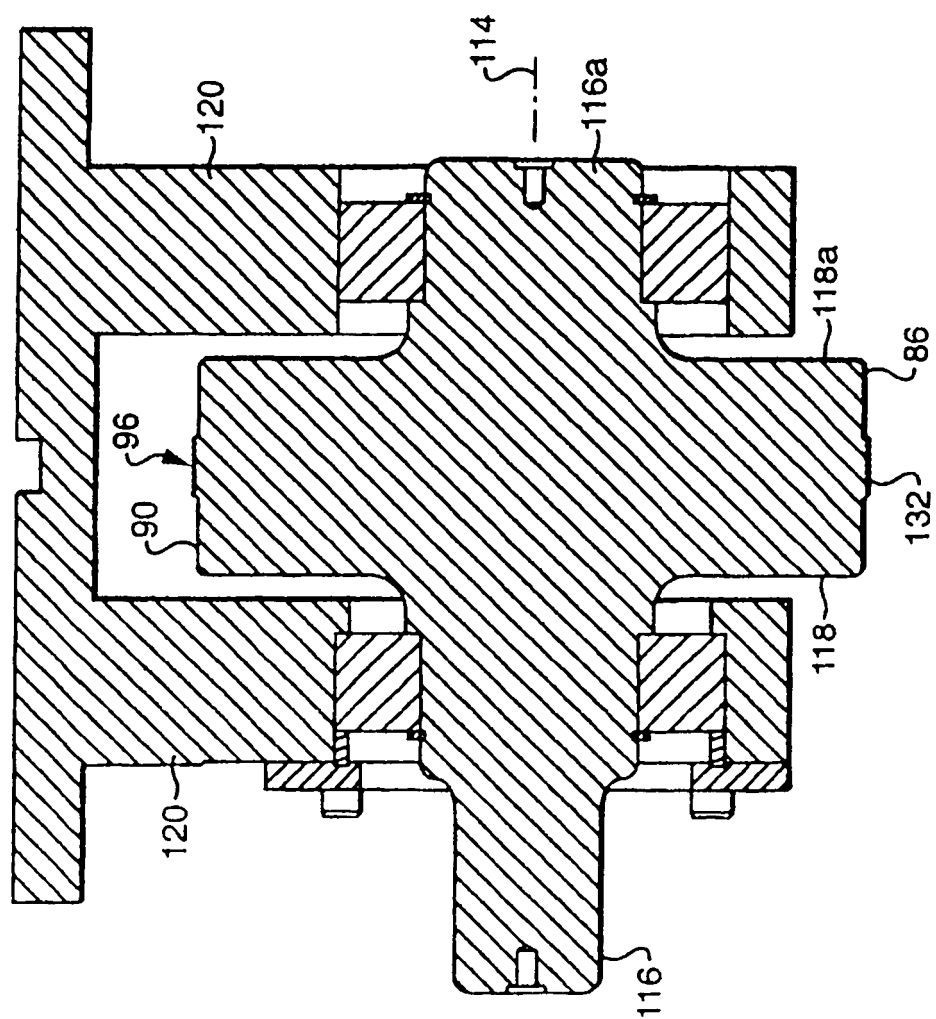


FIG. 20

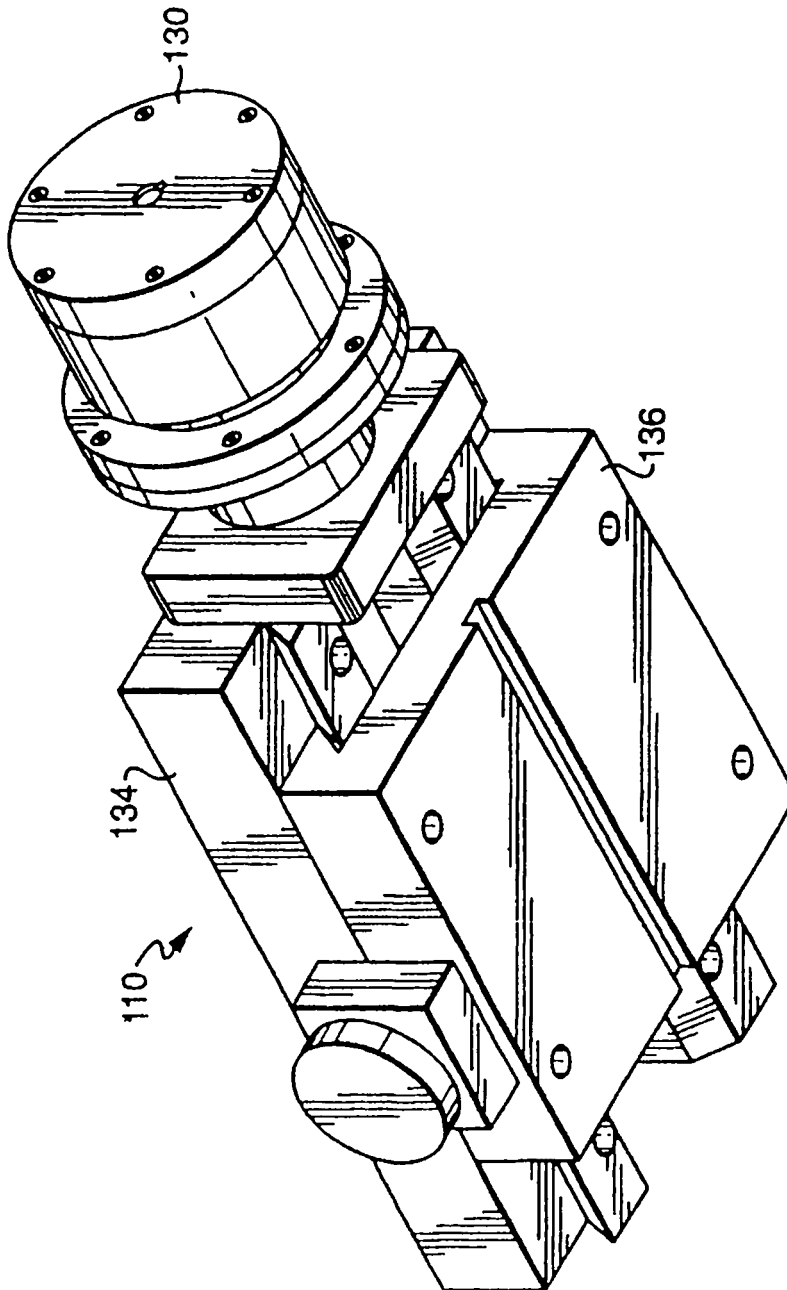


FIG. 21

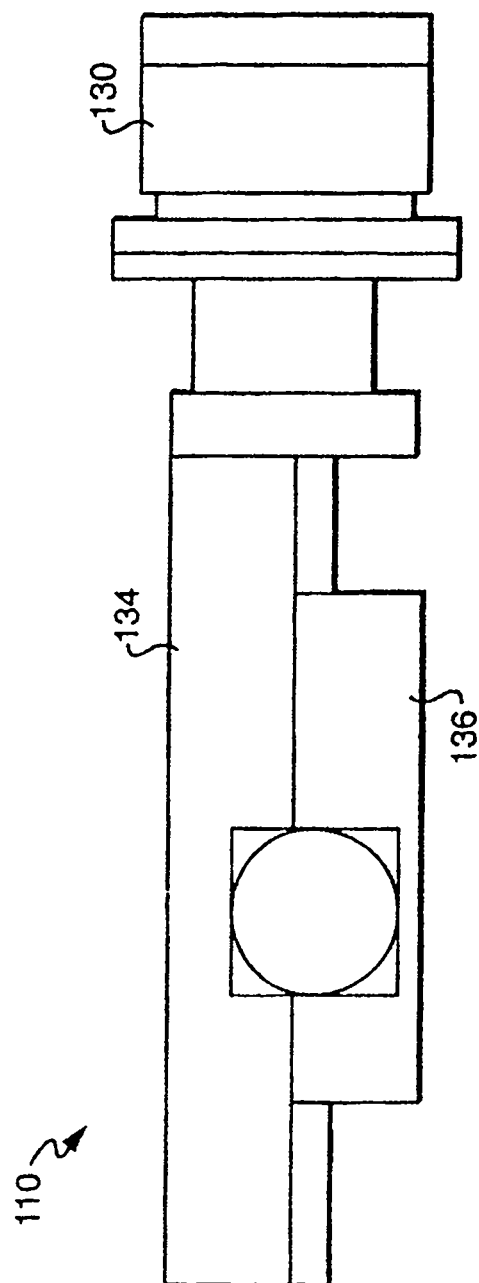


FIG. 22

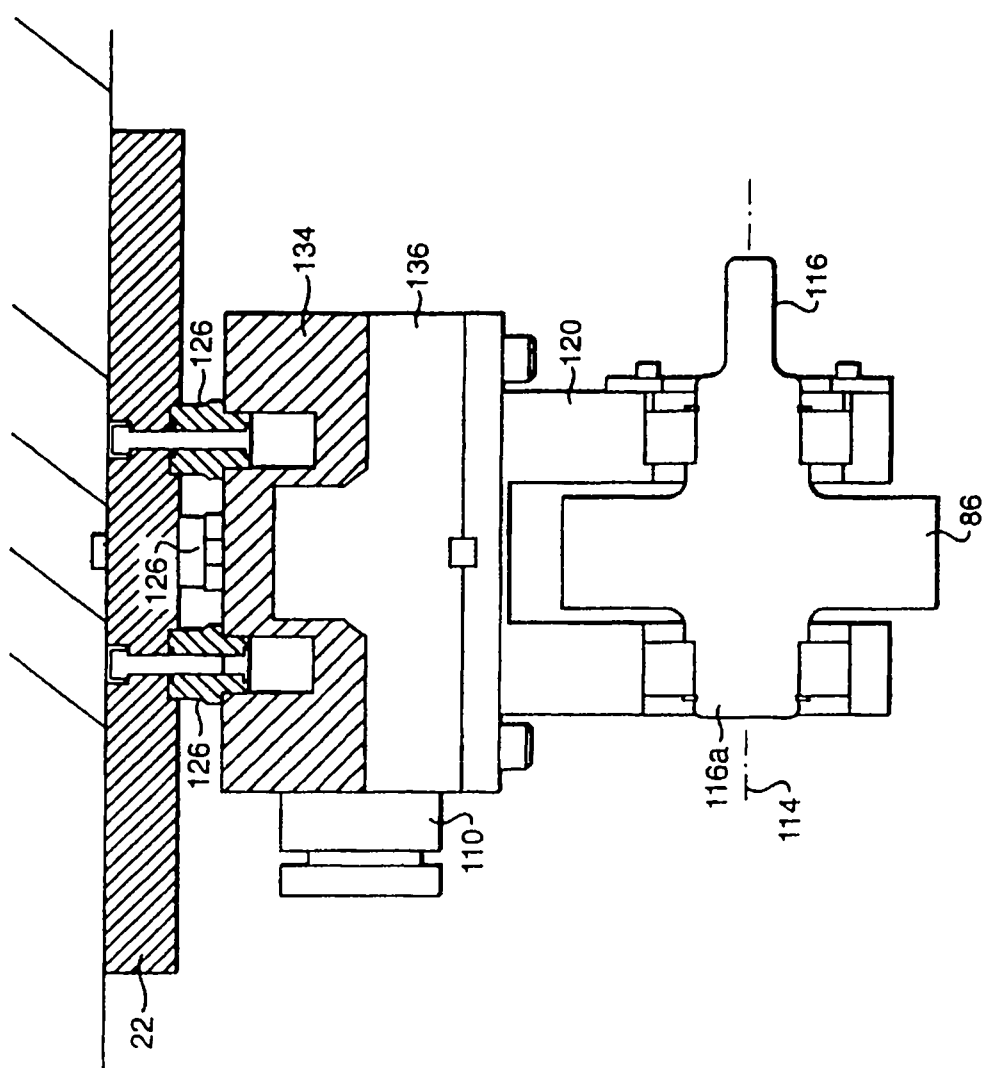


FIG. 23

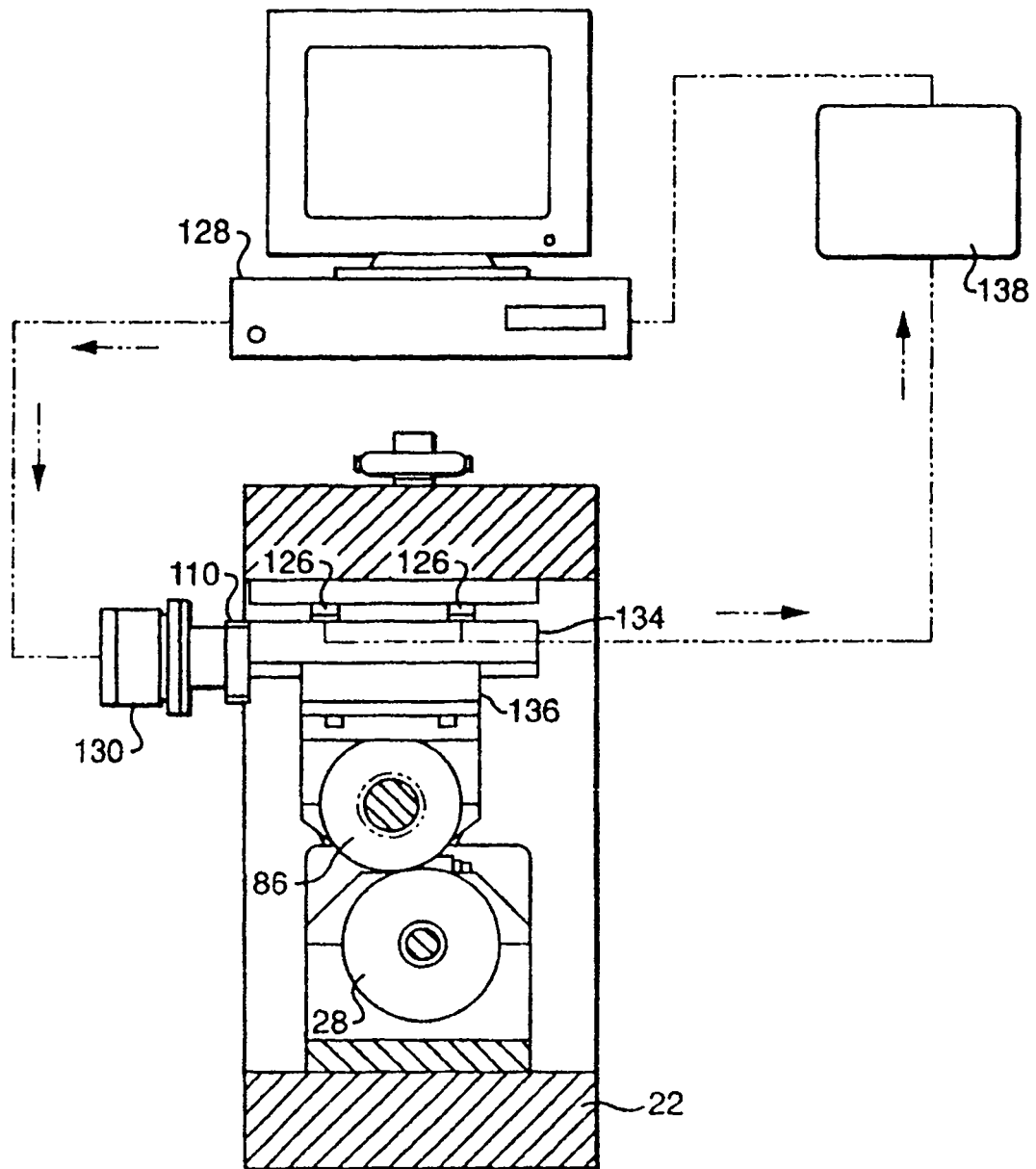


FIG. 24

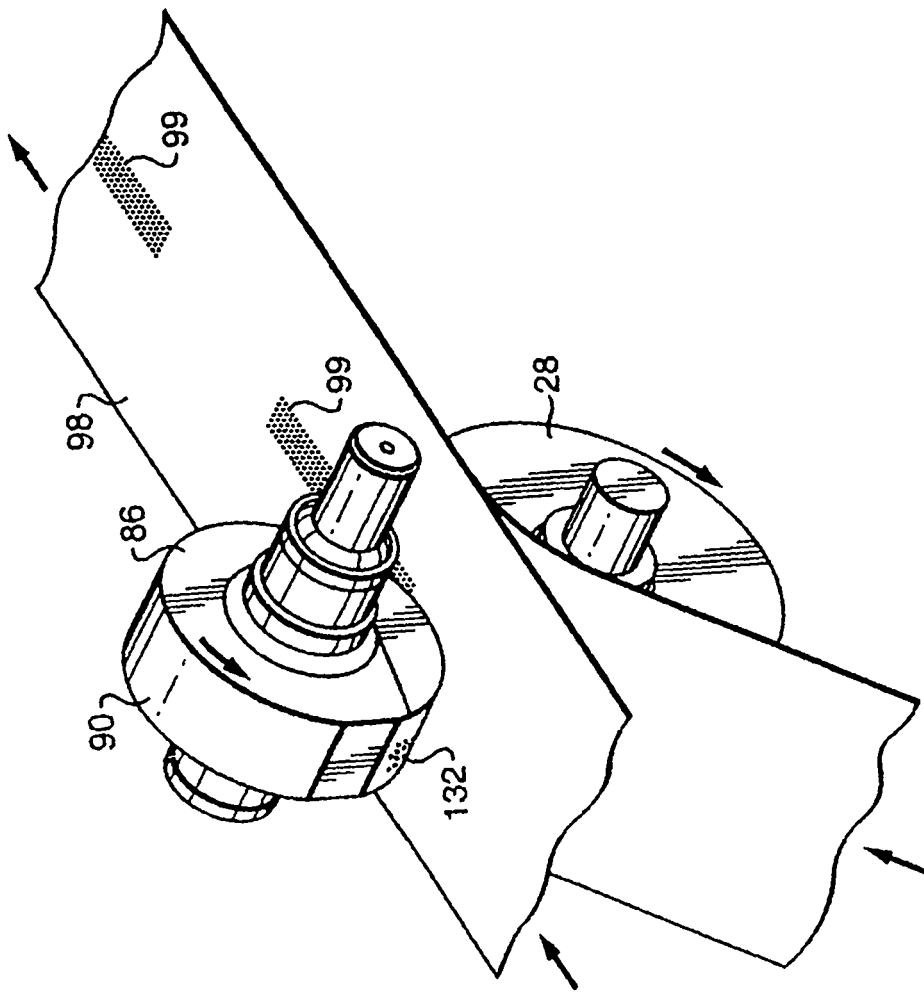


FIG. 25

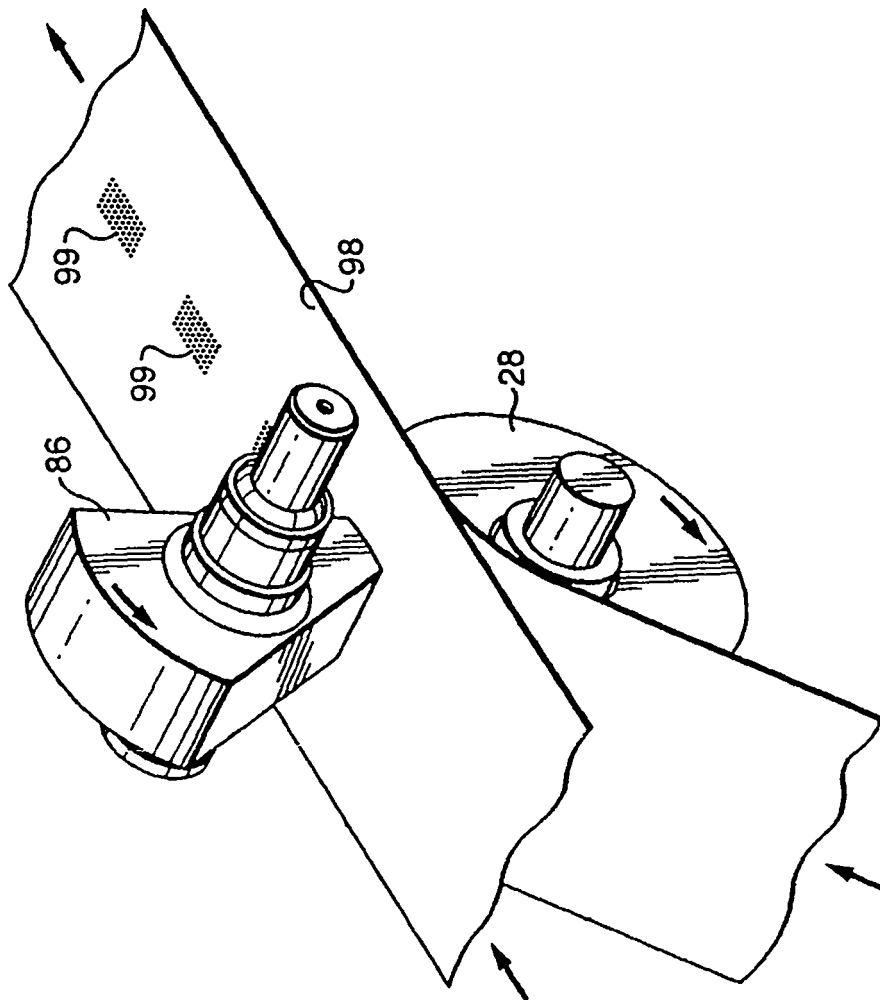


FIG. 25A

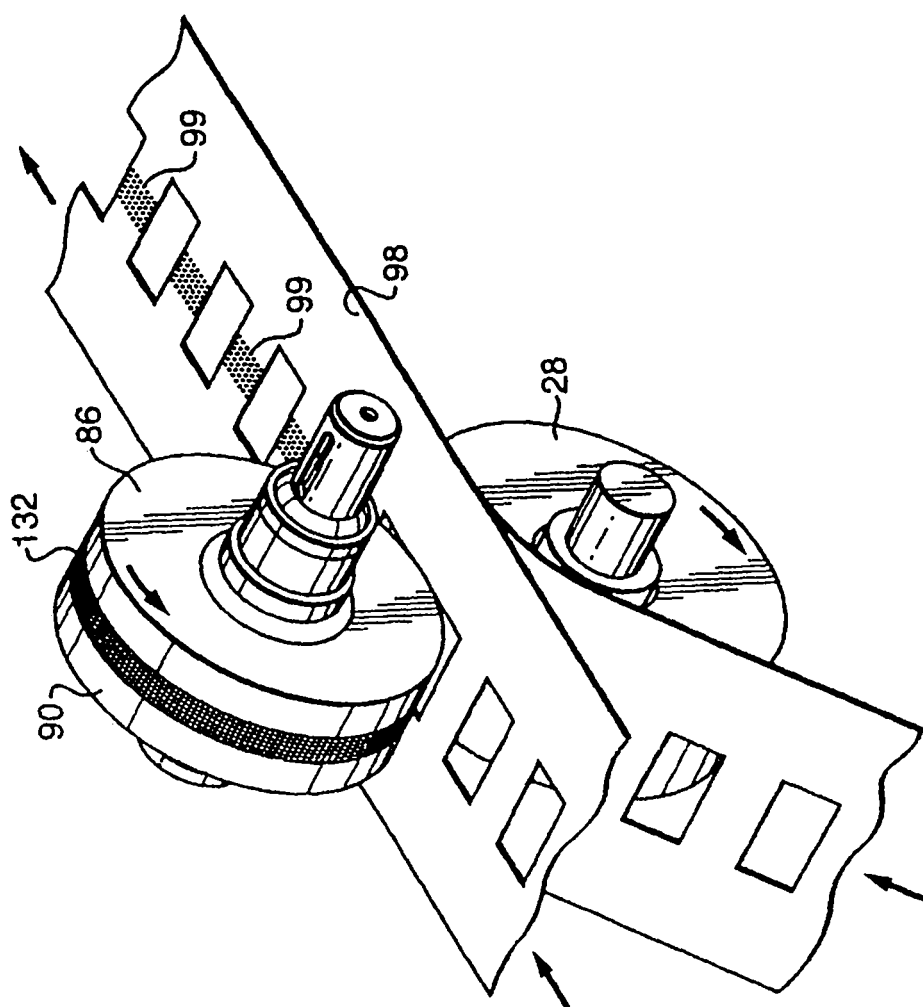


FIG. 25B

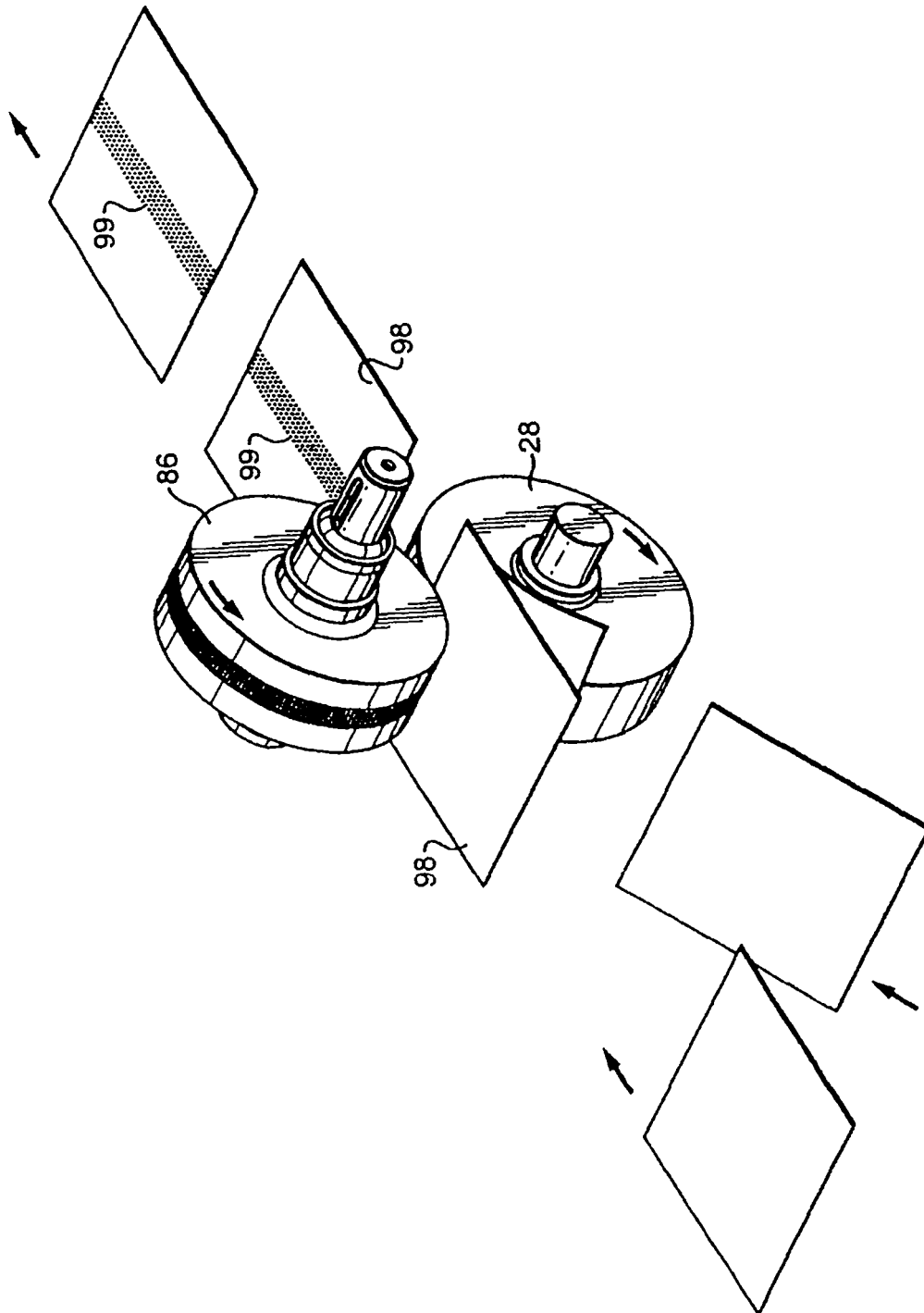


FIG. 25C

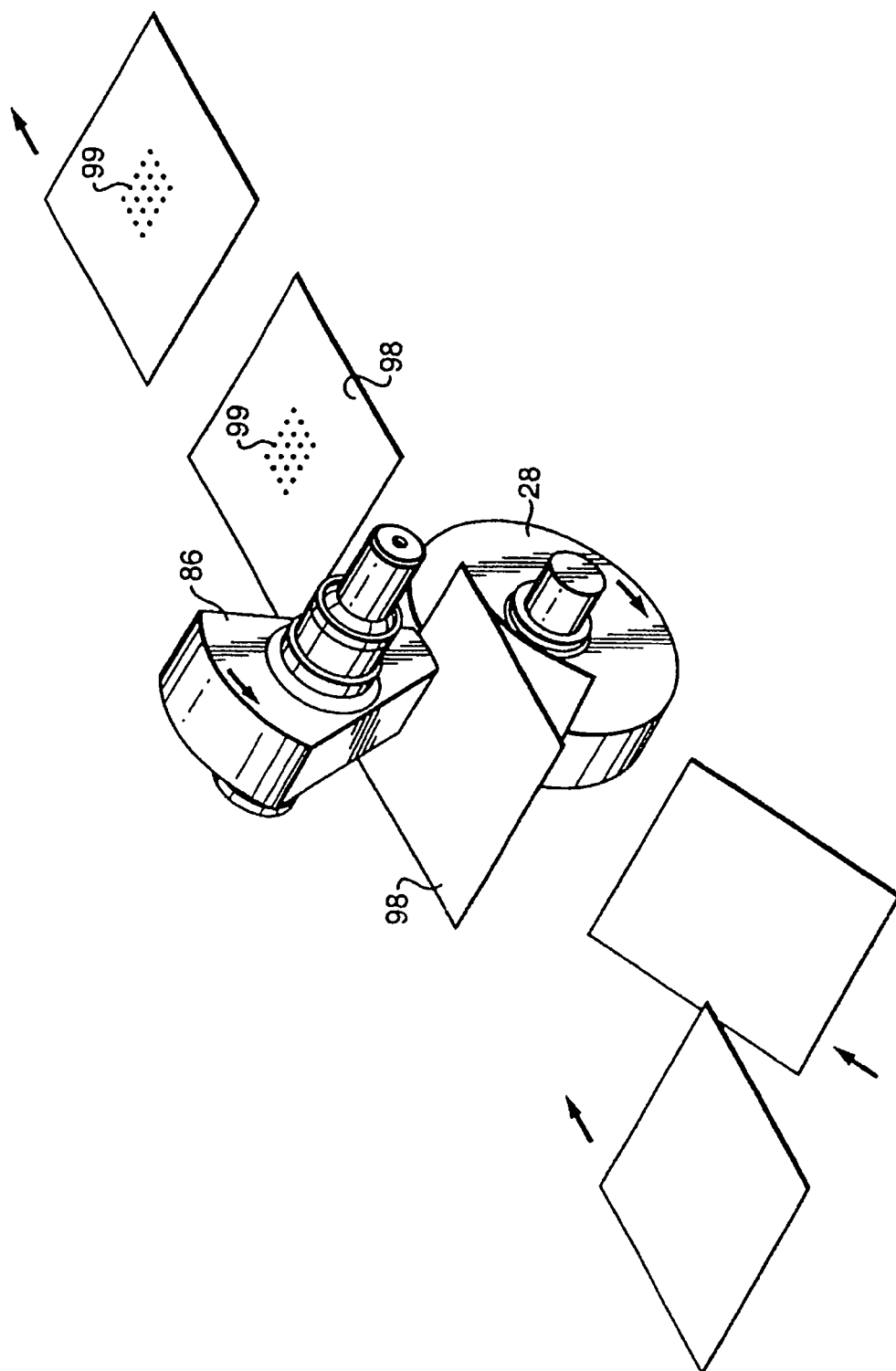


FIG. 25D

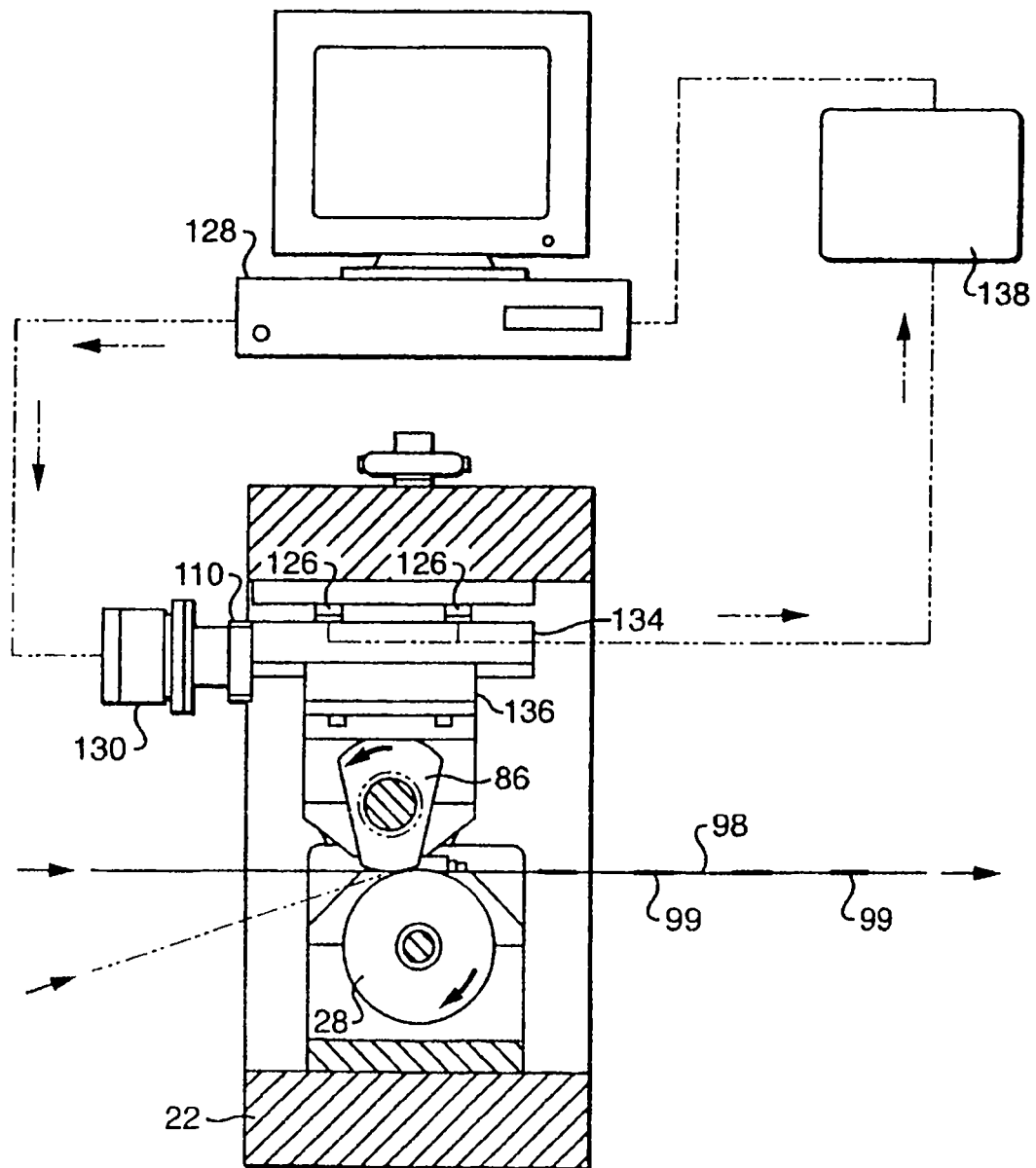


FIG. 26

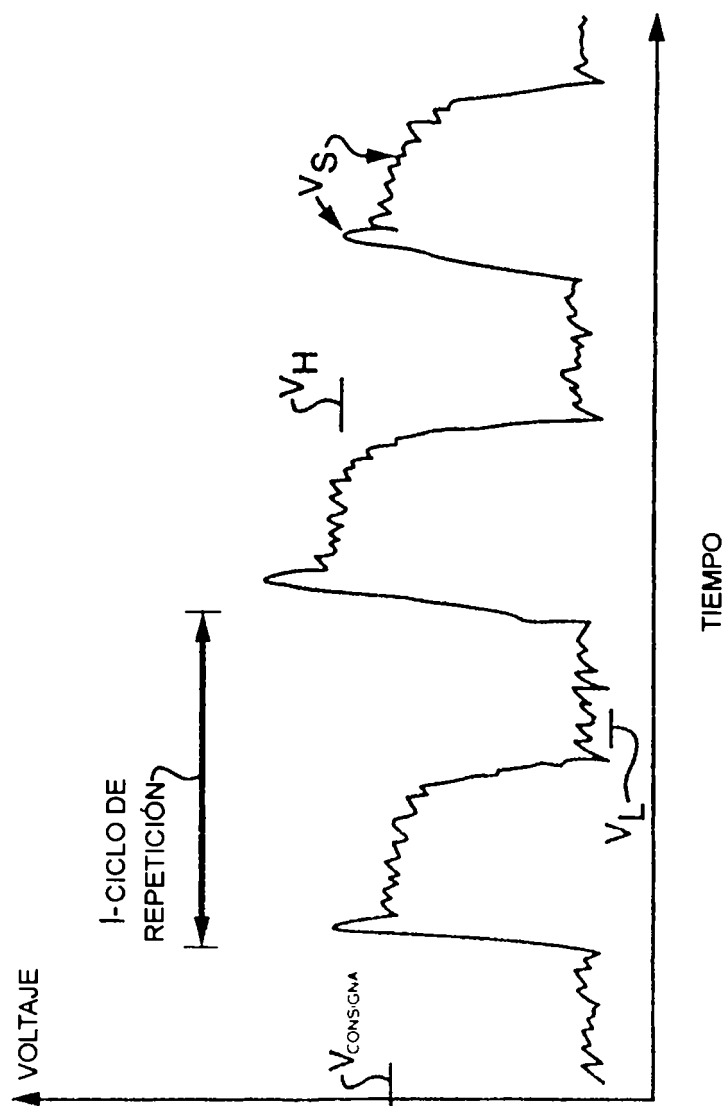


FIG. 26A