

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 377**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G01N 27/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2013 PCT/US2013/044872**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2013 WO13191929**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2013 E 13806825 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2862179**

54 Título: **Sonda de inspección de corriente parásita**

30 Prioridad:

19.06.2012 US 201261661441 P
12.03.2013 US 201313795109

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.03.2020

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive, Cranberry Township
Pennsylvania 16066, US

72 Inventor/es:

HAWKINS, PHILLIP J. y
PETROSKY, LYMAN J.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 751 377 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sonda de inspección de corriente parásita

Antecedentes**1. Campo**

- 5 Esta invención se refiere en general al examen no destructivo de especímenes tubulares y, más particularmente, a una sonda de inspección para el examen no destructivo de la integridad estructural de la tubería del intercambiador de calor.

2. Técnica relacionada

- 10 En las plantas de energía nuclear de reactores de agua a presión, generadores de vapor convierten la energía térmica del agua a partir del refrigerante del reactor a vapor para accionar generadores eléctricos de turbina. Para transferir el calor mientras se mantiene la separación entre el agua a alta presión que fluye a través del núcleo del reactor y el agua a menor presión que se convierte en vapor, los generadores de vapor están contruidos con miles de tubos de diámetro pequeño que proporcionan una gran superficie para la transferencia de calor. El número de tubos en un generador de vapor varía de aproximadamente 3.000 a 15.000. Algunos generadores de vapor utilizan tubos de longitud recta, cada uno de unos 60 pies (18,29 metros) de largo. La mayoría de los generadores de vapor están contruidos con tuberías en forma de U o largas secciones verticales con dos curvas de 90° unidas por una longitud horizontal más corta de la tubería. Durante la operación de la planta, el agua a alta presión que fluye a través del núcleo del reactor transporta cierta cantidad de partículas radiactivas a través de los generadores de vapor y algunas partículas se depositan en la superficie interior de los tubos. Después de la operación de la planta, los generadores de vapor se convierten en una fuente de radiación.

La inspección periódica con sondas de corrientes parásitas se utiliza ampliamente para asegurar la integridad estructural de la tubería generadora de vapor.

Los ejemplos de pistones de inspección interior de tuberías se discuten en los documentos US2004 / 0112152 A1, US 4.218.923, US 5.254.944, US2011 / 0089937 A1, US 4.757.258 y US 4.668.912.

- 25 Debido a los campos de radiación elevadas, la robótica y los dispositivos motorizados controlados a distancia se utilizan para colocar y traducen sondas de corriente parásita. El coste del equipo, la mano de obra, el tiempo de inactividad de la planta y el beneficio de minimizar la exposición a la radiación del personal hacen que sea altamente deseable optimizar el rendimiento y la capacidad de las sondas de inspección de corrientes parásitas.

- 30 Un problema con las sondas de corrientes parásitas de la técnica anterior es que una única sonda no accede a todos los tubos en un generador de vapor. Las sondas de mayor diámetro utilizadas para inspeccionar la mayoría de los tubos no pasarán a través de las curvas de radio pequeño en la tubería. Para acceder a las curvas de radio pequeño, se puede utilizar una sonda pequeña con menos resolución. Además, para inspeccionar todo el tubo, solo se puede acceder a la mitad del tubo desde un lado del generador de vapor y la segunda mitad del tubo puede requerir acceso desde el extremo opuesto del tubo. Para maximizar la productividad, esto generalmente requiere el uso y la eliminación de sondas adicionales.

- 35 Un segundo problema con sondas de corriente parásita actuales es el mecanismo de centrado de la sonda. Típicamente, las sondas se centran empleando almohadillas compatibles que se extienden radialmente en ubicaciones circunferenciales igualmente espaciadas alrededor de la sonda. El área superficial de contacto relativamente pequeña entre las sondas y el tubo aumenta la pérdida de material radial debido al desgaste. Para compensar el desgaste, las almohadillas están ligeramente sobredimensionadas, lo que aumenta la fricción entre el tubo y las almohadillas. Otro inconveniente de las almohadillas de centrado de la sonda es que cada almohadilla está comprimida, la cantidad de desviación es independiente de una almohadilla a otra almohadilla. Las cargas laterales desarrolladas a medida que la sonda atraviesa las curvas en la tubería pueden afectar negativamente el centrado de la sonda. Además, la ubicación axial de las almohadillas de centrado de la sonda en relación con la bobina de inspección de la sonda puede hacer que la bobina entre en contacto con la superficie del tubo a medida que la sonda atraviesa las curvas, lo que puede afectar negativamente la interpretación adecuada de las señales del sensor.

- 40 Otro problema que experimenta actualmente son fallos de la señal eléctrica de la sonda. Si bien la causa de los fallos eléctricos puede ser ambigua, se espera que controlar la cantidad de flexión de la sonda disminuya la tensión en el cableado de la sonda y reduzca los fallos eléctricos.

- 45 Una dificultad adicional actualmente encontrada durante la inspección de corriente parásita es en lo que respecta a la inserción de la sonda en el tubo. Por lo general, una sonda de corriente parásita se empuja dentro del tubo por medios mecánicos como ruedas o correas que se enganchan en el cable flexible de la sonda. La fricción de la sonda con el tubo, la gravedad y el roce del cable flexible conectado a la sonda inducen fuerzas que se oponen a la inserción de la sonda. El cable flexible conectado a la sonda tiende a pandearse y las cargas laterales impartidas en

5 el tubo aumentan aún más la fuerza de fricción que se opone a la inserción. En muchos casos, la fricción debido al pandeo continuará aumentando la carga de pandeo y aumentará aún más la fricción hasta que no sea posible insertar la sonda independientemente de la fuerza aplicada. Dado que la posición de la sonda se mide externamente mediante la codificación del desplazamiento del cable flexible, el pandeo del cable flexible también causa la pérdida de la precisión de la posición de la sonda.

Como se ha descrito anteriormente, hay una serie de áreas de problemas con las técnicas de inspección de corriente parásita actuales. Es un objeto de esta invención proporcionar una sonda de corriente parásita única para acceder a la tubería del generador de vapor completa, incluidas las curvas en U de radio más pequeño.

10 Es un objeto adicional de esta invención proporcionar una sonda de tal manera que tiene ruedas para reducir la fricción en todas las áreas del tubo que incluye el punto de inserción, transiciones de diámetro, abolladuras y curvas.

Es un objeto adicional de esta invención proporcionar una sonda de tal manera que se mantenga el sensor centrado a través de las transiciones de diámetro, curvas y otras anomalías en el tubo.

Es un objeto adicional de esta invención proporcionar una sonda de dicha inspección que limita la flexión de alambre interno para mejorar la vida de la sonda.

15 Es un objeto adicional de esta invención proporcionar una sonda de tal manera que tiene un sello dinámico que permita una fuerza de inserción en la sonda y mover la sonda a lo largo hasta que quede centrada.

Además, es un objeto de esta invención es proporcionar una sonda de este tipo que ha mejorado exactitud de la posición axial.

Sumario

20 Estos y otros objetos se consiguen mediante una sonda de inspección no destructiva sensor alargado que tiene un eje central que corre a lo largo de la dimensión alargada de la sonda, para el examen de forma no destructiva las paredes de la tubería. La sonda de inspección incluye una sección saliente que tiene al menos tres juegos de rodillos espaciados de manera sustancialmente equidistante alrededor de una circunferencia de la sección saliente, los juegos de rodillos están presionados en una dirección radial hacia afuera para contactar una pared interior de la tubería con una fuerza aplicada de manera sustancialmente igual presionando cada uno de los conjuntos de rodillos.

25 Una sección del sensor no destructivo se suspende en un extremo axial de la sección saliente y se acopla a la sección saliente con un acoplamiento de pivote que permite a la sección del sensor no destructivo un grado limitado de rotación con respecto a la sección saliente. Una sección de cola está acoplada a la sección del sensor no destructivo en otro extremo axial con un acoplamiento de pivote que permite a la sección del sensor no destructivo un grado limitado de rotación con respecto a la sección de la cola. La sección de cola tiene un dispositivo de centrado presionado radialmente hacia afuera desde un cuerpo central de la sección de cola. El dispositivo de centrado tiene una pluralidad de puntos de contacto con la pared interior de la tubería con cada uno de los puntos de contacto presionados hacia afuera alrededor de la circunferencia de la sección de la cola, con una presión sustancialmente igual, en donde la sección saliente incluye un émbolo móvil recíprocamente en la dirección axial, una leva acoplada entre cada uno de los rodillos y el émbolo y medios para presionar el émbolo en una dirección que hace girar cada leva para presionar los rodillos radialmente hacia afuera con una fuerza sustancialmente igual. Preferiblemente, el émbolo está soportado coaxialmente dentro de la sección saliente y el émbolo está presionado por muelle. La sección de cola puede incluir de manera similar un émbolo que se mueve recíprocamente en la dirección axial, una leva acoplada entre cada uno de los puntos de contacto y el émbolo y medios para presionar el émbolo en una dirección que gira cada leva para presionar los contactos radialmente hacia afuera con una fuerza sustancialmente igual. En una realización, el émbolo en la sección de cola incluye un paso axial a través del cual se extiende un cable de señal desde la sección del sensor no destructivo hasta la parte trasera de la sección de cola. En la última realización, preferiblemente el acoplamiento de pivote entre la sección de cola y la sección de sensor no destructivo incluye un paso axial a través del cual el cable de señal pasa desde la sección de sensor no destructivo a la sección de cola.

30

35

40

45

En otra realización, los puntos de contacto son rodillos que están sustancialmente separados de forma equidistante alrededor de una circunferencia de la sección de cola. En otra realización, los puntos de contacto son secciones de un sello circunferencial anular que se extienden alrededor y se proyectan hacia afuera desde un cuerpo central de la sección de cola y están presionadas contra la pared interior de la tubería. En la última realización, preferiblemente las secciones del sello circunferencial anular se superponen circunferencialmente para acomodar diámetros variables de la tubería. En la última realización, las secciones del sello circunferencial anular pueden incluir una ruta de fluido que se extiende desde la parte posterior de la sección de la cola hasta una superficie interior que mira radialmente de las secciones del sello circunferencial anular de modo que una acumulación de presión en la parte posterior de la cola la sección fuerza el sello en una dirección radialmente hacia afuera.

50

55 En general, la sección del sensor no destructiva de la sonda de inspección sensor no destructivo de esta invención se apoya sustancialmente espaciados equidistantemente alrededor de la circunferencia de la sección de sensor no destructivo de la pared del conducto como la sonda de inspección no destructiva sensor atraviesa una curva en el conducto. Preferiblemente, el espacio de equidistancia alrededor de la circunferencia de la sección del sensor no

destruivo desde la pared interior del conducto no varía sustancialmente más de + 20 % a -20 % del espaciado nominal.

En todavía otra realización, cada conjunto de rodillos incluye dos rodillos que se mueven radialmente juntos. Además, en una realización dada, se proporciona un tope para limitar el grado de rotación del acoplamiento de pivote entre la sección del sensor no destructivo y la sección de la cola. Preferiblemente, el tope limita la rotación del acoplamiento de pivote entre la sección del sensor no destructivo y la sección de la cola evitando la rotación axial de la sección de la cola con respecto a la sección del sensor no destructivo.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión completa de la invención puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1a es una vista en planta de un sensor de inspección de corriente parásita que incorpora los principios de una realización de esta invención;
 La figura 1b es una vista en sección transversal del sensor mostrado en la figura 1a tomada a lo largo de las líneas B-B del mismo, colocado dentro de un tubo para ser inspeccionado;
 La figura 1c es una vista frontal de la figura 1a tomada a lo largo de las líneas A-A de la misma;
 Las figuras 2a-2e son vistas en sección transversal de la realización del sensor ilustrada en la figura 1a colocada en un conducto para inspeccionar comenzando con la figura 2a con el sensor colocado justo en una curva en U con el sensor moviéndose gradualmente alrededor de la curva en U como se muestra en figuras 2b-2e;
 La figura 3 es una vista en sección transversal de una sonda de acuerdo con la presente invención;
 La figura 4a es una vista en planta de una sonda ejemplar con un sello circunferencial;
 La figura 4b es una vista en sección transversal de la sonda mostrada en la figura 4a tomada a lo largo de las líneas C-C de la misma, colocada dentro de una sección de tubería para inspeccionar; y
 La figura 4c es una vista en sección transversal de la figura 4a tomada a lo largo de las líneas D-D de la misma.

Descripción de la realización preferida

La figura 1a muestra una vista en planta de un conjunto 1 de sonda de corriente parásita que incorpora los principios de esta invención, aunque debe apreciarse que un conjunto de sonda que incorpora estos principios puede emplear uno cualquiera de varios sensores no destructivos y no debe limitarse a solo el uso de una sonda de corriente parásita. Las tres partes principales del conjunto 1 de sonda son el conjunto 2 saliente, el conjunto 3 de bobina y el conjunto 4 de cola. El cable 5 flexible se usa para trasladar el conjunto 1 de sonda a lo largo del interior del tubo.

La figura 1b muestra una vista en sección transversal del conjunto 1 de sonda mostrado en la figura 1a con la sección B-B tomada a través del centro del conjunto de sonda, colocada dentro de un tubo 6 a inspeccionar. Si bien se utilizan varias configuraciones de bobina en las sondas de corrientes parásitas, se muestra una configuración de sonda de bobina típica con bobinas 7 circunferenciales junto con un imán permanente 8 fijado por medio del soporte 9 de bobina. Único a esta invención son los medios para colocar las bobinas 7 con respecto al tubo 6 a medida que la sonda se traslada a lo largo del eje del tubo. También es altamente deseable mantener un espacio radial equidistante ("c") entre las bobinas 7 y el tubo 6.

El mantenimiento del espacio equidistante es un desafío mayor ya que la sonda se traduce a través de secciones curvas de tubería. La función del conjunto 4 de cola y, además, del conjunto 2 saliente es mantener la sonda centrada en el tubo 6. Esto es tanto para proporcionar una señal de corriente parásita más precisa como para evitar el contacto que resulta en fricción y desgaste entre la bobina 7 y el tubo 6.

El conjunto 3 de bobina está acoplado al conjunto 2 saliente y el conjunto 4 de cola con acoplamientos de pivote con árboles 10 y 11 de extremos esféricos que rosca en el soporte 9 de bobina. Los retenedores 12 roscados proporcionan los medios para acoplar cada eje esférico al cuerpo 13 saliente correspondiente o cuerpo 14 de cola. Una pequeña cantidad de espacio libre entre cada eje esférico y una cavidad esférica correspondiente o receptáculo en el retenedor 12 y el cuerpo 13, 14 permite la traslación esférica entre el conjunto 3 de bobina y los conjuntos 2, 4 saliente / cola. Como se mostrará más adelante, las ubicaciones axiales de los centros esféricos proporcionan un centrado de la sonda a medida que la sonda se traslada a través de las curvas en la tubería. Los pasadores 15 y 16 proporcionan dos funciones. Después de que el retenedor 12 se enrosca en su lugar, los pasadores evitan que los retenedores se desenrosquen. Los pasadores 15 y 16 también se pueden usar para proporcionar una orientación radial fija entre el cuerpo de la cola 14 y el soporte 9 de bobina alrededor del eje 17 de la sonda. Esto es importante para no torcer el cableado entre el cable 5 y la bobina 7. Como se muestra en el conjunto 4 de cola, el pasador 16 está parcialmente enganchado en una ranura 18 circular en el árbol 11 esférico que mantiene la orientación radial entre el conjunto 4 de cola y el conjunto 3 de bobina.

Para negociar las curvas en la tubería 6, el conjunto 2 saliente, el conjunto 3 de bobina y el conjunto 4 de cola puede girar hasta el ángulo 19. Se prohíbe la rotación más allá del ángulo 19 ya que se hace contacto entre el soporte 9 de bobina y el cuerpo 14 de cola. El ángulo 19 limita la tensión de flexión aplicada al cableado dentro de la cola de la sonda a la unión de bobina. Los diseños actuales de corrientes parásitas tienen conexiones flexibles que no pueden prohibir un esfuerzo excesivo en el cableado interno que conduce al fallo de la sonda. La abertura 20 cónica en la

salida del cableado desde el acoplamiento de pivote al conjunto 4 de sección de cola permite que el árbol 11 esférico gire sin chocar con los cables ubicados dentro.

Puesto que no hay cableado en el conjunto 2 saliente, no se requiere necesariamente la función de orientación del pasador 15 pero el deseo de mantener la alineación saliente y la cola para el tipo de sonda mostrada. Para algunos tipos de sondas de corrientes parásitas, es deseable tener diferentes configuraciones de bobinas 7 que giran alrededor del eje 17 de la sonda a medida que la sonda se traslada a lo largo del eje del tubo. En este caso, el pasador 15 no se engancharía en el árbol 10 esférico. El cumplimiento rotacional entre el árbol 10 esférico y el cuerpo 13 saliente permite la rotación del conjunto 3 de bobina en relación con el cuerpo 2 saliente y el tubo 6.

Tanto el conjunto de montaje saliente y de la cola contienen ruedas 21 que entran en contacto y proporcionar un acoplamiento de rodadura entre el conjunto de sonda y el tubo 6. La figura 1c muestra una vista frontal A-A del conjunto 2 saliente con al menos tres juegos de ruedas 21 necesarios para proporcionar el centrado de la sonda. Como se muestra en la figura 1b, la disposición de las ruedas es muy similar en el conjunto 2 saliente y el conjunto 4 de cola. Con referencia al conjunto 2 saliente de la sonda, las ruedas 21 giran alrededor de los árboles 22 que están fijados a las levas 23. Los pares de ruedas están separados por la distancia "X". Las levas 23 pueden girar libremente sobre los pasadores 24 que están fijados al cuerpo 13 saliente. Cada leva 23 está enganchada en la abertura 47 del émbolo 25. El émbolo 25 es libre de deslizarse colinealmente a lo largo del eje del cuerpo 13 saliente y está presionado hacia la derecha por medio del muelle 26 de compresión. La fuerza de reacción del muelle 26 es hacia la tapa 27 y luego a través de los pasadores 28 de muelle de regreso al cuerpo 13 saliente. Como puede verse, el movimiento radial de cada rueda hacia el tubo 6 está estrechamente acoplado por medio de las levas 23 y el émbolo 25. Las seis ruedas viajan la misma distancia radial hacia afuera con la misma presión. Esta característica mantiene la equidistancia del cuerpo 13 saliente desde la superficie interior del tubo 6 y la separación de la rueda ("X") fuerza el eje del cuerpo saliente colineal con el eje del tubo. Cuando la sonda está fuera del tubo, es deseable limitar el recorrido radial máximo hacia afuera de las ruedas. El recorrido está limitado por el espacio 29 entre el émbolo 25 y el cuerpo 13 saliente. La configuración es muy compacta ya que el diámetro interno de la tubería puede ser bastante pequeño.

Las figuras 2a a 2e muestran la capacidad de centrado de la sonda 1 de corriente parásita. El tubo 6 en las figuras es típicamente el diámetro exterior más pequeño de 11/16" pulgada (1,75 cm) y el radio más pequeño de 2,2 pulgadas (5,59 cm) que se utiliza en las curvas en U de los generadores de vapor nuclear. La figura 2a muestra la sonda justo antes de ingresar al extremo del tubo. Las ruedas mantienen un espacio radial simétrico "C" entre el tubo y la sonda. La geometría de la sonda permite el paso libre a través de la curva en U. Las figuras 2b y 2d muestran las posiciones donde las bobinas de la sonda están en el espacio radial más cercano (.8c) de la superficie del tubo. Si bien las bobinas de la sonda no coinciden exactamente con la línea central del tubo cuando pasan a través de secciones de la curva en U, este pequeño desplazamiento está dentro de los límites de la sonda y es una mejora con respecto a las sondas existentes. Típicamente, para otras sondas utilizadas en la industria, el diámetro de bobina debe reducirse para permitir el paso de la sonda a través de las curvas en U de radio más pequeño. Esta reducción en el diámetro de la sonda disminuye la resolución y el rendimiento de la sonda.

La figura 3 es una configuración opcional de la sonda con una rueda para cada conjunto en la cola. Esta configuración proporciona más espacio para asegurar el cable 5 flexible con cierta disminución en la capacidad de centrado de las bobinas.

Las figuras 4a, 4b y 4c muestran una sonda de corriente parásita que utiliza aire comprimido para ayudar a la inserción y reducir o eliminar el pando del cable flexible. El conjunto 2 saliente y el conjunto 3 de bobina son los mismos que los utilizados en la figura 1. La diferencia es el conjunto 30 de cola. De manera similar a las ruedas usadas en el saliente, hay al menos tres almohadillas 31 de sellado que engranan el contacto deslizante con el lado del tubo 6. Cada almohadilla de sellado está acoplada a una leva 32 con el eje 33 y es libre de pivotar sobre el eje del eje. Las levas están acopladas al cuerpo 34 de cola y giran alrededor de los pasadores 35. Cada leva 32 está enganchada en la abertura 36 del émbolo 37. El émbolo 37 es libre de deslizarse colinealmente a lo largo del eje del cuerpo 34 de cola y está presionado hacia la izquierda por medio del muelle 38 de compresión. La fuerza de reacción del muelle 38 es el manguito 39 y luego a través de los pasadores 40 de muelle asegurados al cuerpo 34 de cola. Como puede verse, el movimiento radial de cada almohadilla de sellado hacia el tubo 6 está estrechamente acoplado por medio de levas 32 y el émbolo 37. Al igual que las ruedas en el conjunto 2 saliente, todas las almohadillas 31 de sellado recorren la misma distancia radial hacia afuera, aplicando la misma presión manteniendo la sonda 1 centrada en el tubo 6.

Otra ventaja es que, para variar los diámetros internos del tubo, una de fuerza hacia fuera radial constante cercana se consigue con la geometría de la leva / émbolo / muelle. Una cantidad relativamente mayor de recorrido de la almohadilla de sellado radial resulta de solo una pequeña cantidad de recorrido del émbolo. Ubicar el muelle axialmente a lo largo del eje de la sonda proporciona más espacio permitiendo un desplazamiento de muelle relativamente pequeño por longitud de muelle.

Mientras que las almohadillas 31 de sellado mantienen la sonda centrada en el tubo, la función principal es proporcionar una fuerza motriz a lo largo del eje del tubo durante la inserción de la sonda. Se inyecta un fluido comprimido como el aire 41 entre el tubo 6 y la sección 4 de la cola de la sonda. Dado que las almohadillas 31 de

5 sellado proporcionan un límite de presión entre la sonda y el tubo, el fluido a mayor presión ejerce una fuerza de inserción (hacia la izquierda) sobre la sonda. Para limitar la fuga más allá de las almohadillas de sellado, la fuerza hacia afuera de las almohadillas 31 de sellado contra el diámetro interior del tubo 6 aumenta al aumentar la presión del fluido. En las figuras 4a, 4b y 4c se muestran aberturas 42 que permiten que el aire comprimido actúe sobre la superficie 43 radial de la almohadilla interna. Dado que la superficie 44 radial de la almohadilla exterior está a una presión más baja (tubo abierto) que el aire comprimido, existe una fuerza radial neta hacia el exterior que es directamente proporcional a la presión del aire comprimido. Las almohadillas 31 de sellado serán forzadas radialmente hacia afuera y se moverán a lo largo de la interfaz 45 deslizante. Este sistema crea un sello dinámico. Durante la traslación de la sonda al tubo, la resistencia al movimiento de la sonda dará lugar a la presión del aire y, por lo tanto, aumentará la fuerza radial hacia afuera del sello. Cuando la sonda se retira del tubo, la presión de aire aplicada se puede minimizar. A baja presión de aire, la fricción y el desgaste del sello serán predominantemente de la fuerza aplicada del muelle 38.

10 Debe también tenerse en cuenta que el solapamiento 46 entre las almohadillas de sellado proporciona la capacidad para la junta funcione en diferentes diámetros interiores del tubo. Si bien el sello dinámico se muestra como parte del diseño de la sonda con sus características de centrado, el sello dinámico se puede usar como una adición independiente para mejorar la movilidad de los diseños de sonda de corriente parásita existentes. Además, como se mencionó anteriormente, aunque la sonda se mostró como un vehículo para transportar un sensor de corriente parásita, también se puede usar para transportar otros sensores no destructivos como cámaras, sondas ultrasónicas, etc.

20

REIVINDICACIONES

1. Una sonda (1) de inspección de sensor no destructiva alargada que tiene un eje central que corre a lo largo de la dimensión alargada de la sonda, para examinar no destructivamente las paredes de una tubería (6) que comprende:
 - una sección (13) saliente que tiene al menos tres juegos de rodillos espaciados de manera sustancialmente equidistante alrededor de una circunferencia de la sección saliente, estando los juegos de rodillos (21) presionados en una dirección radial hacia afuera para contactar una pared interior de la tubería, en donde la sección saliente incluye un émbolo (25) movable recíprocamente en la dirección axial, una pluralidad de levas (23), con al menos una de las levas acopladas entre uno correspondiente de los conjuntos de rodillos y el émbolo, con cada leva giratoria respectivamente alrededor de un pasador (24) correspondiente y medios (26) para presionar el émbolo en una dirección que hace girar cada leva en una dirección para presionar los rodillos radialmente hacia afuera con una fuerza sustancialmente igual;
 - una sección (9) de sensor no destructiva suspendida en un extremo axial de la sección (13) saliente y acoplada a la sección saliente con un acoplamiento (10) de pivote que permite a la sección de sensor no destructiva un grado limitado de rotación con respecto a la sección saliente; y
 - una sección (14) de cola acoplada a la sección de sensor (9) no destructivo en otro extremo axial con un acoplamiento (10) de pivote que permite a la sección de sensor no destructivo un grado limitado de rotación con respecto a la sección de cola, la sección de cola tiene un dispositivo (31) de centrado presionado hacia afuera radialmente desde un cuerpo (34) central de la sección de cola, el dispositivo de centrado tiene una pluralidad de puntos de contacto con la pared interior de la tubería con cada uno de los puntos de contacto presionados hacia afuera alrededor de una circunferencia de la sección de cola, con una presión sustancialmente igual.
2. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que el émbolo (25) está soportado coaxialmente dentro de la sección (13) saliente.
3. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 2, en la que el émbolo (25) está presionado por muelle.
4. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que la sección (14) de cola incluye un segundo émbolo (37) movable recíprocamente en la dirección axial, una segunda pluralidad de levas (32), con al menos una de la segunda pluralidad de levas acopladas entre uno de los puntos (31) de contacto correspondientes y el segundo émbolo, con cada leva giratoria respectivamente alrededor de un pasador (35) correspondiente y medios (38) para presionar el segundo émbolo en una segunda dirección que hace girar cada segunda leva en una dirección para presionar los contactos radialmente hacia afuera con una fuerza sustancialmente igual.
5. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 4, en la que el segundo émbolo (37) en la sección de la cola incluye un paso (20) axial a través del cual un cable (5) de señal se extiende desde la sección (9) del sensor no destructivo hasta la parte posterior de la sección (14) de cola.
6. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 5, en la que el acoplamiento (10) de pivote entre la sección (14) de cola y la sección del sensor (9) no destructivo incluye un paso (20) axial a través del cual pasa el cable (5) de señal la sección del sensor no destructivo a la sección de la cola.
7. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 6, en la que el paso (20) axial a través del acoplamiento (18) de pivote entre la sección (14) de cola y la sección del sensor (9) no destructivo tiene una salida (20) cónica ensanchada en la sección de cola.
8. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que los puntos de contacto son rodillos (21) que están espaciados de manera sustancialmente equidistante alrededor de una circunferencia de la sección (14) de cola.
9. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que los puntos de contacto son secciones discontinuas separadas de un sello (31) circunferencial anular que se extienden alrededor y se proyectan hacia afuera desde un cuerpo central de la sección (14) de cola y están presionadas contra la pared interior de la tubería (6).
10. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 9, en la que las secciones del sello (31) circunferencial anular se superponen circunferencialmente para acomodar diámetros variables de la tubería (6).
11. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 9, en la que las secciones del sello (31) circunferencial anular incluyen cada una un paso (42) de fluido que se extiende desde la parte trasera de la sección (14) de cola hasta una superficie interior encarada radialmente a las secciones del sello circunferencial anular de manera que una presión acumulada en la parte trasera de la sección de cola fuerza al sello en una dirección radialmente hacia afuera.
12. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que la sección (9) del sensor no

destrutivo está soportada de manera sustancialmente equidistante espaciada alrededor de una circunferencia de la sección del sensor no destructivo desde la pared del conducto (6) a medida que la sonda de inspección del sensor no destructivo atraviesa una curva en la tubería.

5 13. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 12, en la que el espacio equidistante alrededor de la circunferencia de la sección (9) del sensor no destructivo desde la pared interior del conducto (6) no varía sustancialmente más de + 20 % a - 20 % de la separación nominal.

14. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, en la que cada conjunto de rodillos (21) incluye dos rodillos que se mueven radialmente juntos.

10 15. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 1, que incluye un tope (16) para limitar el grado de rotación del acoplamiento (11) de pivote entre la sección (9) del sensor no destructivo y la sección (14) de cola.

16. La sonda (1) de inspección de sensor no destructiva de la reivindicación 15, en la que el tope (16) para limitar el grado de rotación del acoplamiento (11) de pivote entre la sección (9) del sensor no destructivo y la sección (14) de cola evita la rotación axial de sección de cola relativa a la sección del sensor no destructivo.

15

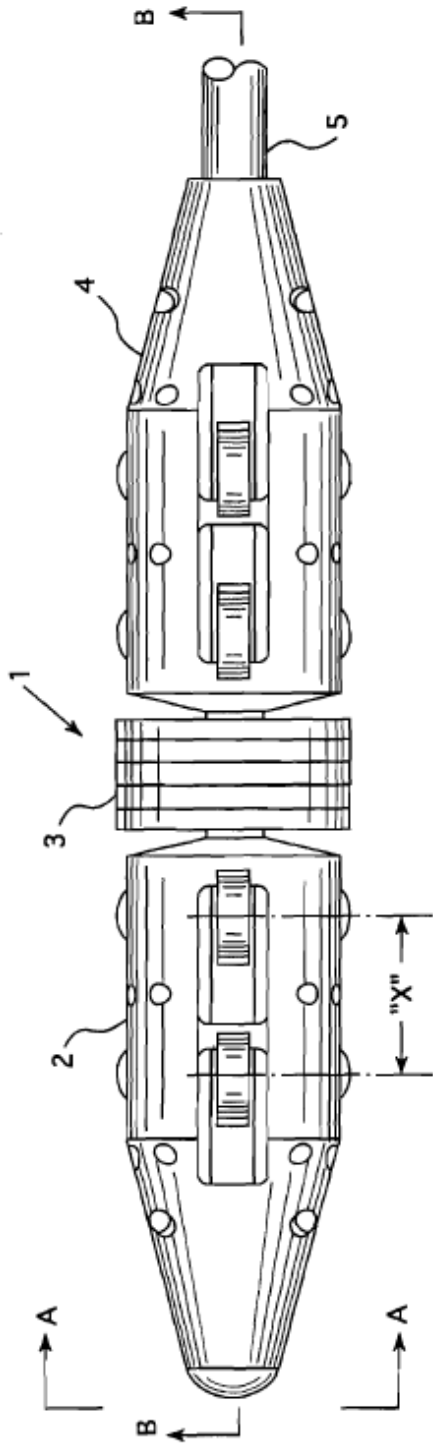


FIG. 1A

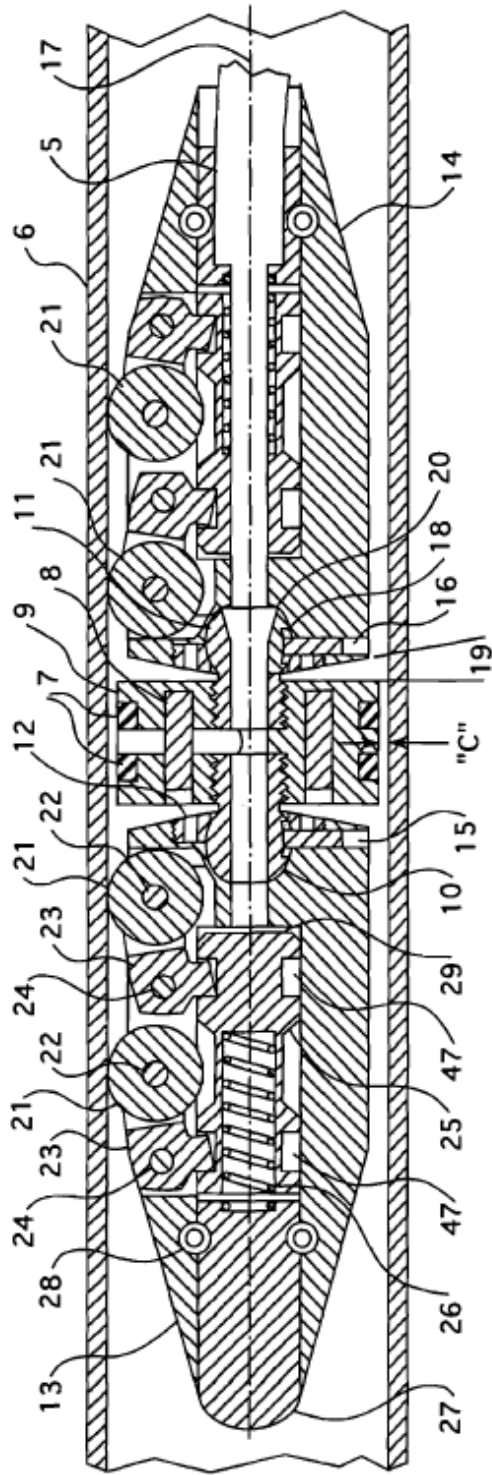


FIG. 1B

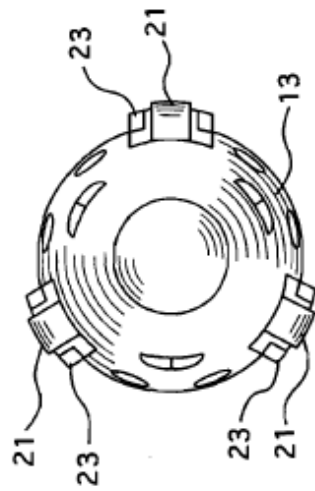


FIG. 1C

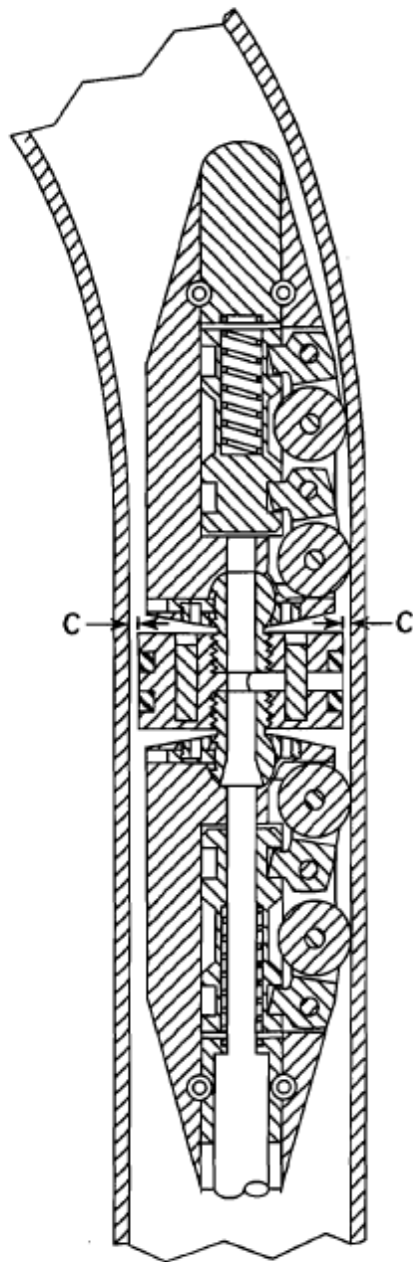


FIG. 2A

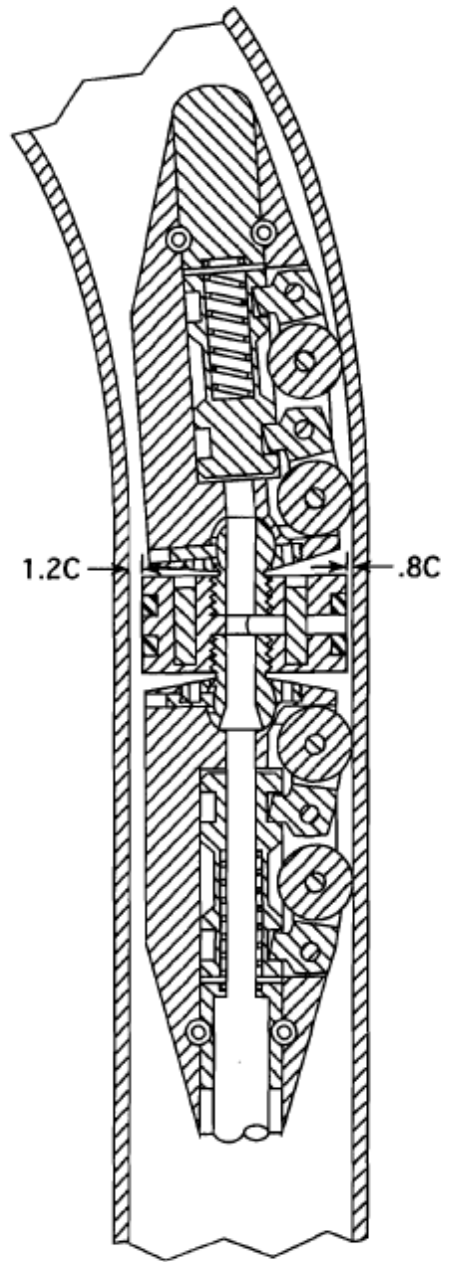


FIG. 2B

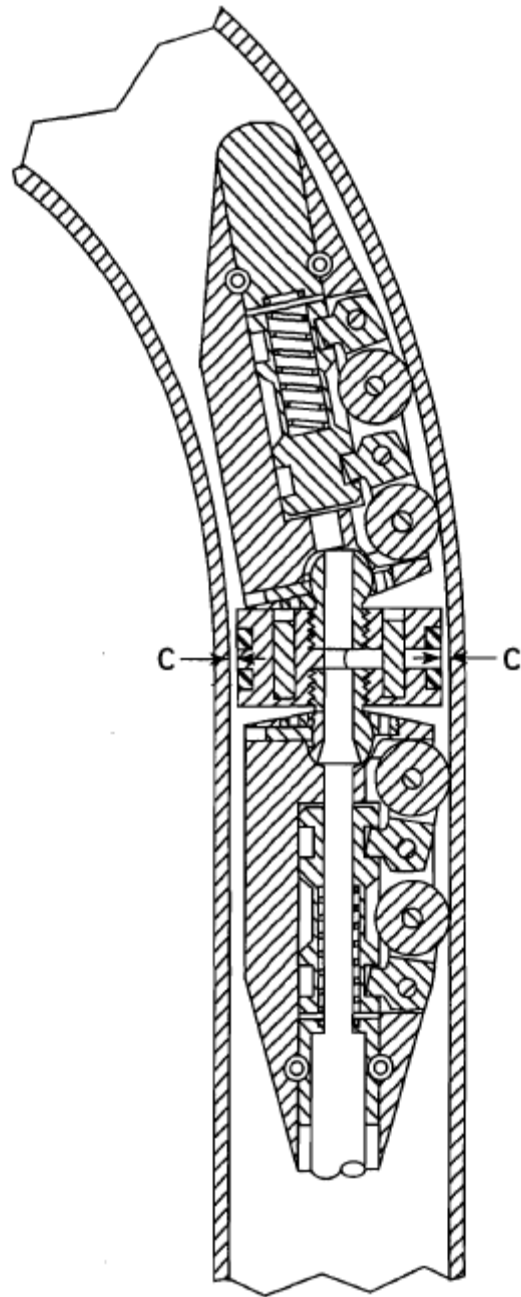


FIG. 2C

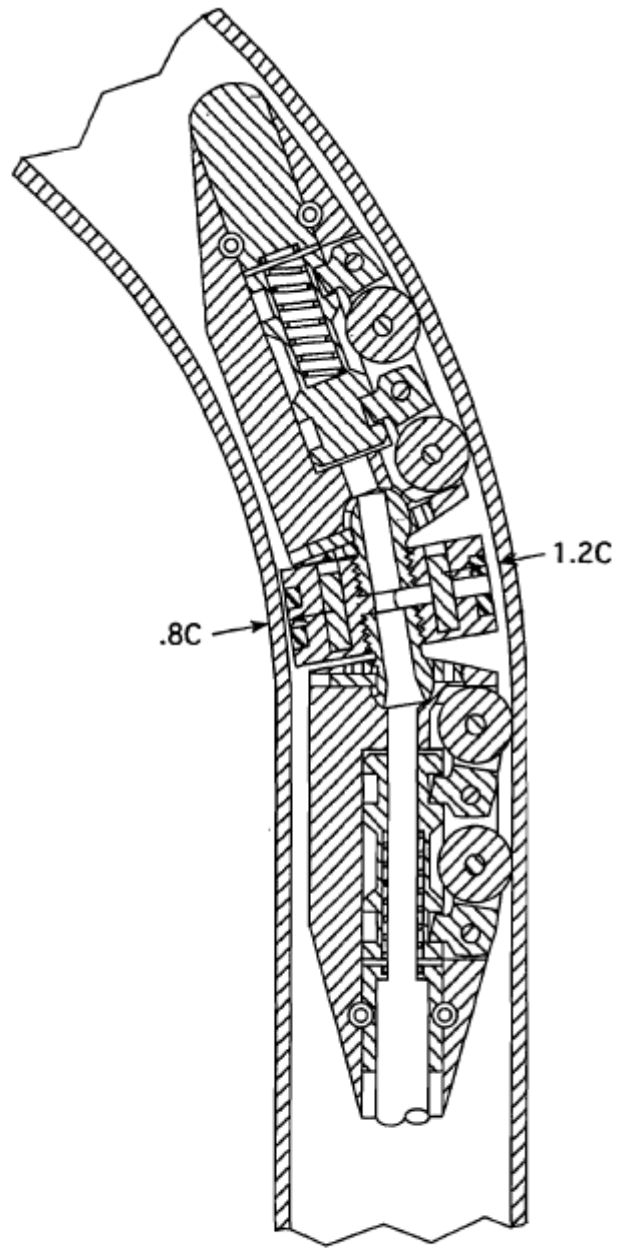


FIG. 2D

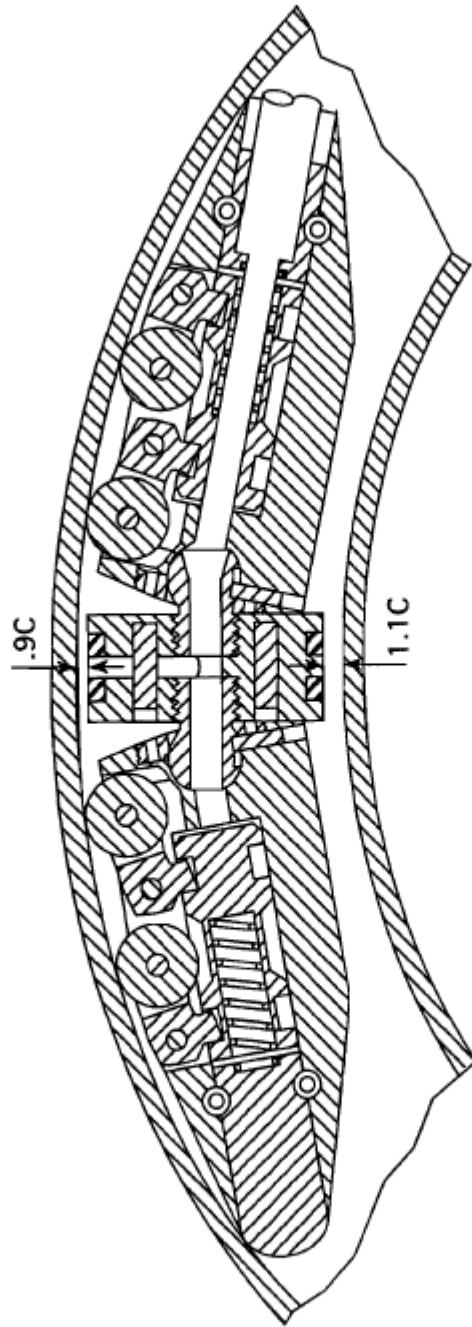


FIG. 2E

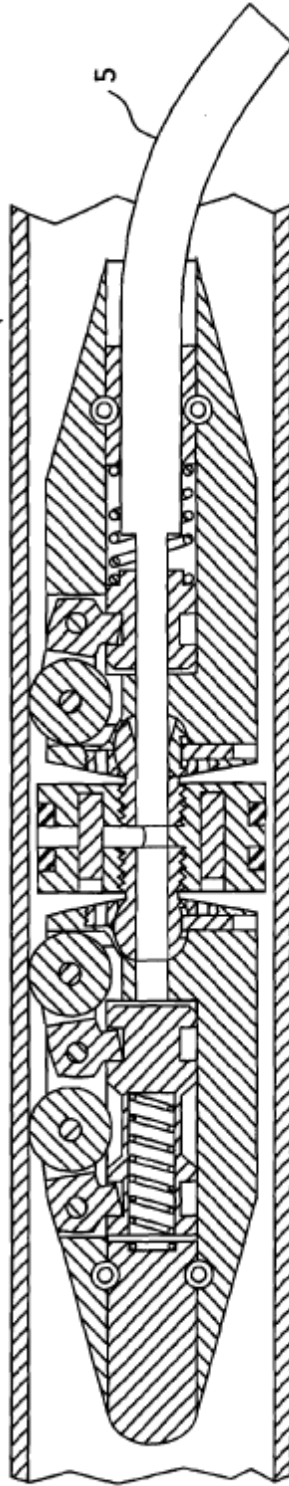


FIG. 3

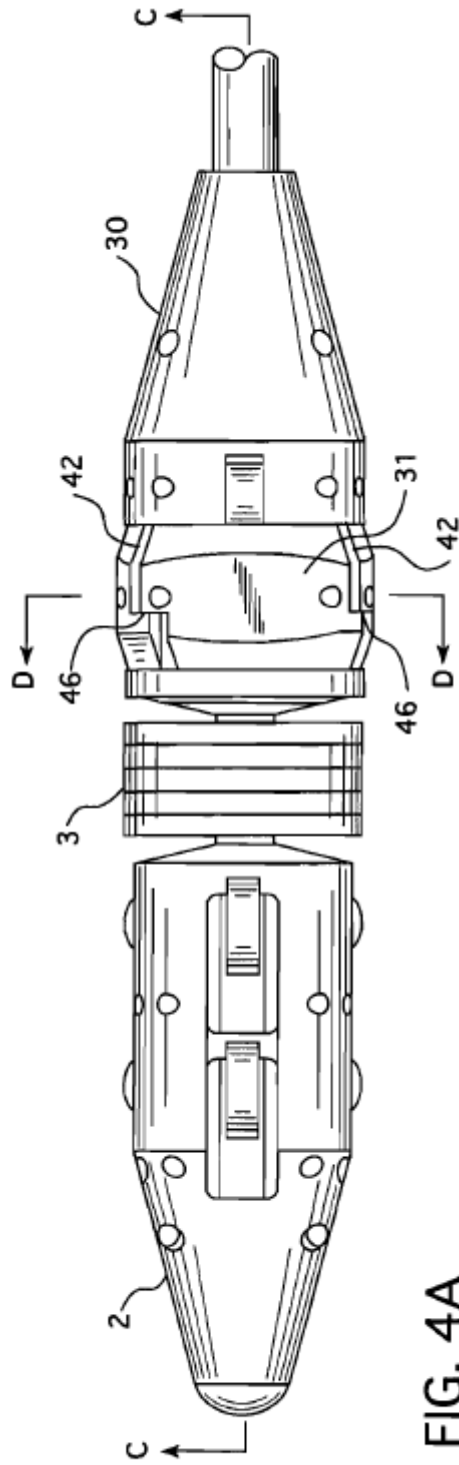


FIG. 4A

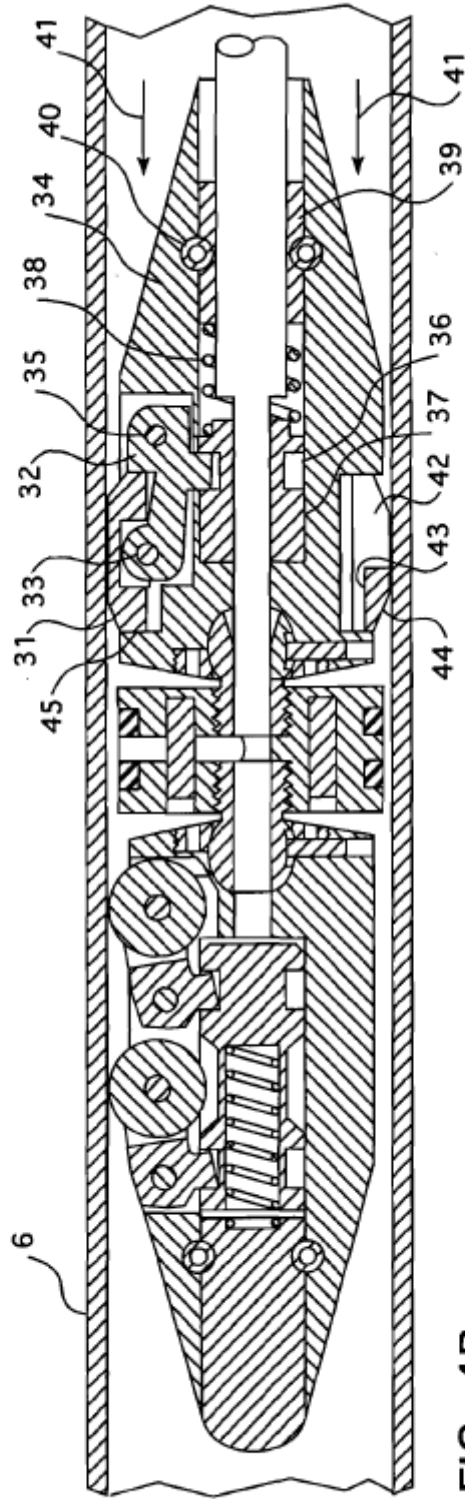


FIG. 4B

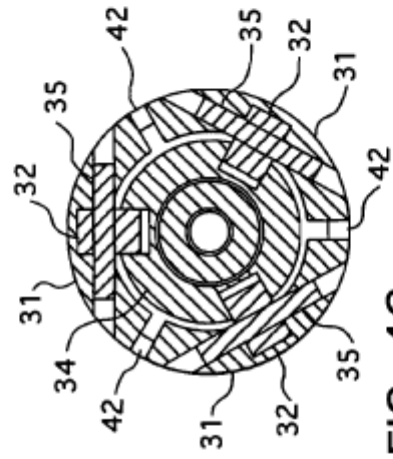


FIG. 4C